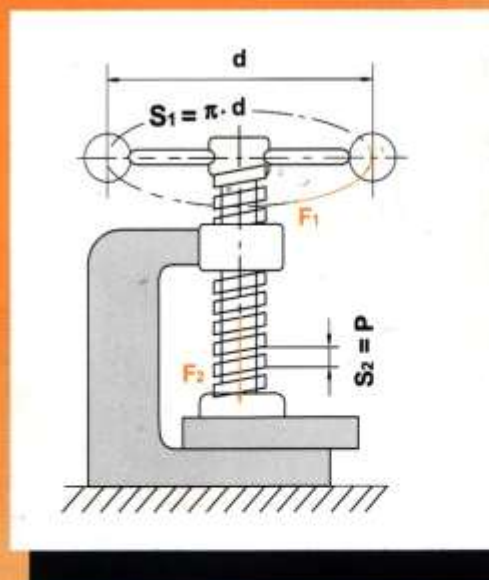
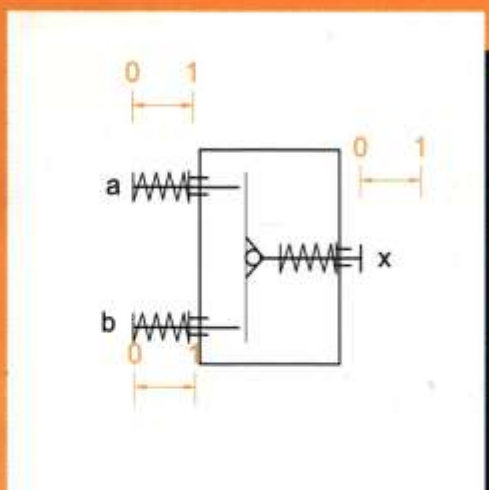
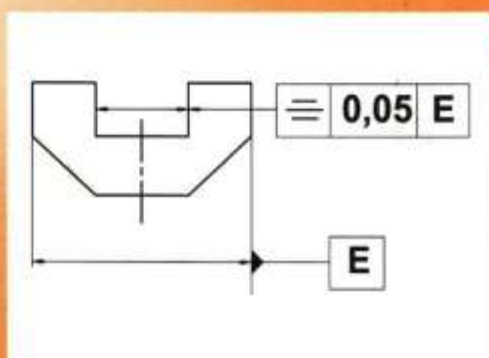


# جداول و استانداردهای طراحی و ماشین سازی

ویرایش ۲۰۰۸، ترجمه از مرجع آلمانی، چاپ دوازدهم

مؤلف: Ulrich Fisher, مترجم: عبدا ... ولی نژاد



ویراستاران: م. فرامرزی، ج. وطن خواه، ا. باقری پور،

ر. کابلی، م. بینش، م. نجفی، ...

# جداول و استانداردهای

# طراحی و ماشین سازی

مؤلفین : Ulrich Fisher, M.Heinzler, R.Kilgus, ...

مترجم : عبد الله ولی نژاد Abdollah Valinejad

ویراستاران ، مهندسين :

محمد رضا فرامرزی (بخش اجزاء ماشین و مقاومت مصالح)

جعفر وطن خواه دولت سرا (بخش شیمی و پلیمر)

محسن نجفی (بخش PLC)

سید رامین کابلی (بخش تیرانسها)

ابراهیم باقری پور (بخش جوشکاری و لحیم کاری)

جلال حقی (بخش CNC)

امیر خاکزاد (بخش مواد و خوردگی)

مسعود بینش (بخش کنترل کیفیت)

احمد ملکی (بخش نقشه کشی)


فاطمه ده پهلوان (بخش کامپیوتر)

نشر طراح



عنوان و نام پدیدآور	جداول و استانداردهای طراحی و ماشین سازی/مولف اولریش فیشر ... [و دیگران]: مترجم عبدا... ولی نژاد؛ ویراستاران محمدرضا فرامرزی ... [و دیگران]
وضعیت ویراست	[ویراست ۲۴]
مشخصات نشر	تهران: طراح، ۱۳۸۷.
مشخصات ظاهری	۴۳۰ ص.: مصور (بخش رنگی).
شابک	چاپ سی و دوم: 978-964-2917-20-4
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	عنوان اصلی: Tabellenbuch metal.
یادداشت	مولف اولریش فیشر، فردریش نیچر، ورنر روهر، مکس هینزler استفان اوستلر، اندرس استفان، رولاند کیلگاس، هینز پاتزولد، رالف وینکو.
یادداشت	ویراستاران محمدرضا فرامرزی، جعفر وطن خواه دولت سرا، محسن نجفی، رامین کابلی، ابراهیم باقری پور، جلال حق، امیر خاکزاد، مسعود بینش، احمد ملکی، فاطمه ده پهلوان.
یادداشت	در ویراست قبلی اولریش فیشر سرشناسه بوده است.
موضوع	قطعات ماشین - - طراحی - - جدولها و نمودارها.
موضوع	ماشین آلات - - طراحی - - جدولها و نمودارها.
موضوع	قطعات ماشین - - طراحی - - استانداردها.
موضوع	فلزکاری - - جدولها و نمودارها.
موضوع	فلزکاری - - دستنامه ها.
شناسه افزوده	فیشر، اولریش Fisher, Ulrich
شناسه افزوده	ولی نژاد، عبدا...، ۱۳۳۹ - مترجم.
شناسه افزوده	فرامرزی، محمدرضا، ۱۳۳۴ - ، ویراستار.
رده بندی کنگره	۱۳۸۷ ج ۴ ف/ ۲۱۰ TS
رده بندی دیویی	۶۷۱/۰۲۱۲:
شماره کتابشناسی ملی	۱۱۸۲۳۰۲:

کپی و تکثیر کتب نشر طراح در هر نوع ممکن ممنوع است. استفاده و درج قسمتهایی از کتاب در کتب، سررسیدها و کاتالوگهای تبلیغاتی و ... فقط با مجوز کتبی انتشارات طراح امکانپذیر است.

هر گونه تخلف، پیگرد قانونی دارد. 

## نشر طراح



شابک ۴ - ۲۰ - ۲۹۱۷ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN 978 - 964 - 2917 - 20 - 4

نام کتاب	جداول و استانداردهای طراحی و ماشین سازی
مولفین	Ulrich Fisher, M.Heinzler, R.Kilgus
مترجم	عبدا... ولی نژاد
ویراستاران، مهندسين	م. فرامرزی، ج. وطن خواه، ...
ناشر	طراح
صفحه آرا	فاطمه ده پهلوان
تیراژ	۲۰۰۰
نوبت چاپ	دوازدهم، پاییز ۱۳۸۸
قیمت (چاپ رنگی): ۶۵۰۰۰ ریال	
قیمت (چاپ سیاه و سفید): ۵۰۰۰۰ ریال	

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

نشر طراح - روبه روی دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - طبقه دوم - واحد ۵۰۶

(۶۶۴۶ ۷۹۹۹) ①، (۶۶۹۵ ۳۶۲۶) ② و ۹۱۲ ۱۱۲ ۱۱۲ ۳ (۰)

## ۱ ریاضی

۱-۱ جدول اعداد	۶-۱ مساحت
چتر، مساحت دایره ..... ۱۰	سطوح گوشه‌دار ..... ۲۶
مقادیر توابع مثلثاتی ..... ۱۱	مثلث متوازی‌الاضلاع، چندضلعی، دایره ..... ۲۷
مقادیر توابع مثلثاتی ..... ۱۲	سطوح گرد ..... ۲۸
۲-۱ توابع مثلثاتی	۷-۱ حجم و مساحت
تعاریف ..... ۱۳	مکعب، استوانه، هرم ..... ۲۹
سینوس، کسینوس، قضیه تالس ..... ۱۴	هرم ناقص، مخروط، مخروط ناقص، کره ..... ۳۰
۳-۱ اصول پایه	قطعات مرکب ..... ۳۱
محاسبات پراتنز، توان، ریشه گرفتن ..... ۱۵	۸-۱ جرم (وزن)
انواع معادلات ..... ۱۶	محاسبه عمومی ..... ۳۱
ضرایب اعشاری واحدها، محاسبه بهره ..... ۱۷	جرم طولی ..... ۳۱
محاسبه درصد، محاسبه تناسب ..... ۱۸	جرم سطحی ..... ۳۱
۴-۱ علایم فرمول، واحدها	۹-۱ مرکز ثقل
علایم فرمول، علایم ریاضی ..... ۱۹	مرکز ثقل خطوط ..... ۳۲
کمیت‌های پایه SI و واحدهای پایه ..... ۲۰	مرکز ثقل سطوح ..... ۳۲
واحدهای غیر SI ..... ۲۲	
۵-۱ طولها	
محاسبات مثلث قائم‌الزاویه ..... ۲۳	
تقسیم طولها ..... ۲۴	
طولهای گسترده، طولهای خام ..... ۲۵	

## ۲ فیزیک

۱-۲ حرکت	۶-۲ مقاومت مصالح
حرکت یکنواخت و یکنواخت شتاب ثابت ..... ۳۴	نحوه بارگذاری، انواع بارگذاری ..... ۴۳
سرعت در ماشینها ..... ۳۵	مقادیر استحکام، ضریب اطمینان ..... ۴۴
۲-۲ نیروها	تنش-کششی، - فشاری، - سطحی (لهیدگی) ..... ۴۵
ترکیب و تجزیه نیروها ..... ۳۶	تنش برشی، تنش کماتشی ..... ۴۶
نیروی وزن و نیروی فنر ..... ۳۶	تنش خمشی، تنش پیچشی ..... ۴۷
قانون اهرم، نیروی تکیه‌گاه ..... ۳۷	استحکام وابسته به طرح و شکل ..... ۴۸
گشتاور چرخشی، نیروی گریز از مرکز ..... ۳۷	ممان سطحی، مدول مقطع (محوری و قطبی) ..... ۴۹
۳-۲ کار، توان، بازده	مقایسه شکل مقاطع مختلف ..... ۵۰
کار مکانیکی ..... ۳۸	۷-۲ گرما
ماشینهای ساده ..... ۳۹	دما، تغییر دما، انقباض ..... ۵۱
توان، بازده ..... ۴۰	مقدار گرما ..... ۵۱
۴-۲ اصطکاک	جریان گرما، گرمای احتراق ..... ۵۲
نیروی اصطکاک ..... ۴۱	۸-۲ الکتروتکنیک
ضریب اصطکاک ..... ۴۱	قانون اهم، مقاومت سیمها ..... ۵۳
اصطکاک در یاتاقانها ..... ۴۱	مدار مقاومتها ..... ۵۴
۵-۲ فشار در مایعات و گازها	انواع جریان ..... ۵۵
فشار، تعریف و انواع ..... ۴۲	کار و توان الکتریکی ..... ۵۶
نیروی بالابری، فشار هیدروستاتیکی ..... ۴۲	
تغییر حالت گازها ..... ۴۲	



### ۳ نقشه‌کشی صنعتی

۵۷

#### ۶-۳ اجزاء ماشین

- ۸۶ ..... چرخنده‌ها
- ۸۷ ..... یاتاقانهای غلتشی (بلیبرینگها)
- ۸۸ ..... کاسه‌تندها (آب‌بندها)
- ۸۹ ..... ساده کردن نقشه‌ها

#### ۷-۳ اجزاء قطعه‌کار

- ۹۰ ..... نافی روی قطعات تراشکاری، لبه قطعات
- ۹۱ ..... طول خلاصی رزوه، گاه آزاد رزوه
- ۹۲ ..... رزوه‌ها، اتصالات پیچی
- ۹۳ ..... سوراخ مته مرغک، آجها، گاه آزاد

#### ۸-۳ جوشکاری و لحیم‌کاری

- ۹۵ ..... علایم
- ۹۷ ..... مثالهای اندازه‌گذاری

#### ۹-۳ مشخصات سطوح

- ۹۹ ..... داده‌های سختکاری در نقشه‌ها
- ۱۰۰ ..... انحرافات شکلی، صافی سطوح
- ۱۰۱ ..... کنترل سطوح، اطلاعات سطوح

#### ۱۰-۳ تolerانسها و انطباقات

- ۱۰۷ ..... سیستم ثبوت سوراخ و ثبوت میله
- ۱۱۱ ..... تolerانسهای عمومی
- ۱۱۲ ..... توصیه انطباق، انتخاب انطباق
- ۱۱۳ ..... انطباق یاتاقانهای غلتشی
- ۱۱۴ ..... تolerانس‌گذاری هندسی و وضعی
- ۱۱۶ ..... علایم ماشین‌سازی

#### ۱-۳ ترسیمات هندسی

- ۵۸ ..... خط و زاویه
- ۵۹ ..... خطوط مماس و اتصال دایروی
- ۶۰ ..... دایره محاطی و محیطی، بیضی
- ۶۱ ..... سیکلوئید، اولونت

#### ۲-۳ دیاگرامها

- ۶۲ ..... سیستمهای مختصات کارتیزین
- ۶۳ ..... انواع دیاگرامها
- ۶۴ ..... نوموگرافی

#### ۳-۳ اصول نقشه‌کشی

- ۶۶ ..... علایم نوشتاری
- ۶۷ ..... اعداد استاندارد، شعاع گردیها، مقیاسها
- ۶۸ ..... کاغذهای نقشه‌کشی
- ۶۹ ..... انواع خطوط

#### ۴-۳ نمایش در نقشه‌ها

- ۷۱ ..... روشهای تصویرکردن
- ۷۳ ..... نماها
- ۷۵ ..... نمایش برش
- ۷۷ ..... هاشورها

#### ۵-۳ اندازه‌گذاری

- ۷۸ ..... اصول اندازه‌گذاری
- ۸۰ ..... اجزاء نقشه‌کشی
- ۸۲ ..... تolerانس‌گذاری
- ۸۳ ..... انواع اندازه‌ها
- ۸۵ ..... ساده کردن نقشه‌ها

### ۴ تکنولوژی مواد

۱۱۷

#### ۱-۴ مواد

- ۱۱۸ ..... مقادیر جامدات
- ۱۱۹ ..... مقادیر مایعات، گازها

#### ۲-۴ فولادها، سیستم نامگذاری

- ۱۲۱ ..... تعریف و تقسیم‌بندی فولاد
- ۱۲۱ ..... نامگذاری فولاد با شماره مواد

#### ۳-۴ فولادها

- ۱۲۷ ..... نگاه کلی
- ۱۲۹ ..... فولادهای ساختمانی
- ۱۳۳ ..... فولادهای کربوره، بهسازی، نیترووره و اتومات
- ۱۳۶ ..... فولادهای ابزار
- ۱۳۷ ..... فولادهای زنگ‌زن، فولادهای فنر

#### ۴-۴ فولادها، محصولات آماده

- ۱۴۰ ..... ورقها، تسمه‌ها، لوله‌ها
- ۱۴۴ ..... پروفیلها

#### ۵-۴ عملیات حرارتی

- ۱۵۴ ..... فرآیندها

#### ۶-۴ چدن‌ها

- ۱۵۸ ..... نام کوتاه، شماره مواد
- ۱۶۰ ..... چدن‌ها

#### ۷-۴ تکنیک ریخته‌گری

- ۱۶۲ ..... اندازه انقباض، تolerانس اندازه‌ها

#### ۸-۴ فلزات سبک، آلیاژهای آلومینیم

- ۱۶۳ ..... نگاه کلی
- ۱۶۵ ..... آلیاژهای خمیری - آلومینیم
- ۱۶۷ ..... آلیاژهای ریختگی آلومینیم
- ۱۶۸ ..... پروفیلهای آلومینیمی
- ۱۷۱ ..... آلیاژهای منیزیم و تیتانیم

#### ۹-۴ فلزات سنگین

- ۱۷۲ ..... نگاه کلی
- ۱۷۳ ..... نامگذاری
- ۱۷۴ ..... آلیاژهای مس

#### ۱۰-۴ سایر مواد

- ۱۷۶ ..... فلزات

#### ۱۱-۴ مواد مصنوعی

- ۱۷۸ ..... نگاه کلی
- ۱۸۱ ..... ترموپلاستها
- ۱۸۳ ..... دئوروپلاستها، الاستومترها
- ۱۸۵ ..... فرآوری مواد مصنوعی

#### ۱۲-۴ آزمایش مواد - (نگاه کلی)

- ۱۸۷ ..... آزمایش کشش
- ۱۸۹ ..... آزمایش سختی

#### ۱۳-۴ خوردگی، حفاظت از خوردگی

- ۱۹۵ ..... خوردگی

#### ۱۴-۴ مواد خطرناک

- ۱۹۶ ..... مواد خطرناک



## ۵ اجزاء ماشین

۲۰۱

- ۱-۵ رزوه‌ها- نگاه کلی ..... ۲۰۲
- رزوه‌های معمولی و دندان‌ریز متریکی ..... ۲۰۴
- رزوه‌های ویت‌ورث (Whitworth)، رزوه‌های لوله ..... ۲۰۶
- رزوه‌های دندان‌نوزنقه‌ای و اره‌ای ..... ۲۰۷
- تیرانس رزوه‌ها ..... ۲۰۸
- ۲-۵ پیچها- نگاه کلی ..... ۲۰۹
- مشخصه و درجه استحکام پیچها ..... ۲۱۰
- پیچهای سرشش‌گوش ..... ۲۱۲
- سایر پیچها ..... ۲۱۵
- محاسبه اتصالات پیچی ..... ۲۲۱
- قفل پیچها ..... ۲۲۲
- اندازه آچارگیر، انواع کلگی پیچ جهت بستن ..... ۲۲۳
- ۳-۵ خزینه‌ها
- خزینه پیچهای خزینه ..... ۲۲۴
- خزینه پیچهای سراسر استوانه‌ای و سرشش‌گوش ..... ۲۲۵
- ۴-۵ مهره‌ها
- نگاه کلی ..... ۲۲۶
- مشخصه مهره‌ها ..... ۲۲۷
- درجه استحکام مهره‌ها، مهره‌های شش‌گوش ..... ۲۲۸
- سایر مهره‌ها ..... ۲۳۱
- ۵-۵ واشرهای تخت- نگاه کلی ..... ۲۳۳
- واشرهای تخت ..... ۲۳۴
- واشرهای اتصالات مقاوم، فنری و برجسته ..... ۲۳۵
- ۶-۵ پینها و بولتها- نگاه کلی ..... ۲۳۷
- پینهای متحرک استوانه‌ای، مخروطی و فنری چاکدار ..... ۲۳۸
- پینهای- متحرک شیاردار، متحرک با سر، ثابت ..... ۲۳۹
- ۷-۵، ۸-۵ اتصالات محور- توپی
- خارها، خارهای گوه‌ای ..... ۲۴۰
- خارهای مستطیلی و ناخنی ..... ۲۴۱
- اتصالات هزارخاری و میخ‌پرچها ..... ۲۴۲
- مخروط ابزار ..... ۲۴۳
- ۹-۵، ۱۰-۵ فنرها، قالب‌سازی
- فنرها ..... ۲۴۵
- بوشهای سوراخکاری ..... ۲۴۸
- قطعات استاندارد قالب‌سازی ..... ۲۵۲
- ۱۱-۵ اجزاء محرک
- تسمه‌ها ..... ۲۵۴
- چرخنده‌ها ..... ۲۵۹
- سیستمهای انتقال قدرت ..... ۲۶۲
- نمودار دور ..... ۲۶۳
- ۱۲-۵ یاتاقانها
- یاتاقانهای لغزشی- نگاه کلی ..... ۲۶۴
- یاتاقانهای غلتشی (بلیبرینگها)- نگاه کلی ..... ۲۶۶
- خارهای فنری، خارهای واشری ..... ۲۷۲
- اجزاء آب‌بند ..... ۲۷۳
- روغنهای روغنکاری ..... ۲۷۴

## ۶ مهندسی تولید

۲۷۷

- ۱-۶ مدیریت کیفیت
- استانداردهای ISO 9000...9004 ..... ۲۷۸
- طرح‌ریزی کیفیت، هدایت کیفیت، کنترل کیفیت ..... ۲۸۰
- ارزیابی آماری، توزیع نرمال ..... ۲۸۱
- هدایت فرآیند آماری ..... ۲۸۳
- توانایی کیفیت، کارت کنترل کیفیت ..... ۲۸۵
- ۲-۶ طراحی تولید
- تعیین مدت زمان ..... ۲۸۶
- محاسبات هزینه ..... ۲۸۸
- ۳-۶ تولید با براده‌برداری
- مدت زمان اصلی ..... ۲۹۱
- روغنکاری- خنککاری ..... ۲۹۶
- تکه‌های ویدیا ..... ۲۹۸
- نیروها و توانها ..... ۳۰۱
- داده‌های براده‌برداری: سوراخکاری، برقوقکاری ..... ۳۰۵
- مخروط تراشی ..... ۳۰۸
- داده‌های براده‌برداری: فرزکاری ..... ۳۰۹
- تقسیم با دستگاه تقسیم ..... ۳۱۱
- داده‌های براده‌برداری: سنگ‌زنی و هونینگ ..... ۳۱۲
- ۴-۶ اسپارک
- مقادیر مرجع در اسپارک ..... ۳۱۷
- فرآیند ..... ۳۱۸
- ۵-۶ جداکردن با برش
- نیروی برش ..... ۳۱۹
- ابعاد سنبه و ماتریس برش ..... ۳۲۰
- محل دنباله قالب، بازدهی نوار ..... ۳۲۱
- ۶-۶ شکل دادن
- خمکاری ..... ۳۲۲
- کشش عمیق ..... ۳۲۴
- ۷-۶ اتصالات جدانشدنی
- جوشکاری، فرآیندها ..... ۳۲۶
- آماده‌سازی درزها ..... ۳۲۷
- جوشکاری با گاز، کپسولها ..... ۳۲۸
- مصرف گاز و الکترود ..... ۳۳۳
- لحیمکاری ..... ۳۳۵
- چسبکاری ..... ۳۳۸
- ۸-۶ ایمنی کار و حفاظت محیط زیست
- رک، به صفحات رنگی از صفحه ۲۹۳ تا ۴۰۹



## ۷ مهندسی اتوماسیون و تکنولوژی اطلاعات

۳۴۱

۱-۷ مفاهیم پایه مهندسی کنترل	۵-۷ کنترل نرم افزاری (PLC)
۳۴۲ مفاهیم پایه، حروف مشخصه کاری	۳۴۷ زبانهای برنامه نویسی PLC
۳۴۳ کنترل کننده آنالوگ	۳۴۸ دیاگرام نردبانی (LDR = KOP)
۳۴۵ کنترل کننده دیجیتال	۳۴۸ دیاگرام روندنما (FUP = FBS)
۳۴۶ منطق باینری	۳۴۸ زبانهای متنی (ST)
۲-۷ مدارهای الکتروتکنیک	۳۴۹ لیست دستورات
۳۴۷ علایم اتصال	۳۷۰ توابع ساده و پایه
۳۴۹ نقشه های اتصال	۶-۷ تکنیک هندلیتگ و ربات
۳۵۰ سنسورها	۳۷۲ سیستمهای مختصات و محورها
۳۵۱ اقدامات ایمنی	۳۷۳ ساختمان رباتها
۳-۷ پلان کار و دیاگرام کار	۳۷۴ دستها، ایمنی کاری
۳۵۲ پلان کار، علایم	۷-۷ تکنولوژی CNC
۳۵۵ دیاگرام کار، علایم	۳۷۵ محورها و سیستم مختصات
۴-۷ هیدرولیک و نیوماتیک	۳۷۶ ساختمان برنامه
۳۵۷ علایم مدار	۳۷۷ شرط مسیر، توابع اضافی
۳۵۹ مدارها	۳۷۹ تصحیح ابزار و مسیر
۳۶۰ کنترل	۳۸۰ حرکت های کاری
۳۶۲ روغنهای هیدرولیکی تحت فشار	۳۸۲ سیکل های PAL در ماشینهای فرز
۳۶۳ سیلندر نیوماتیکی	۸-۷ تکنولوژی اطلاعات
۳۶۴ محاسبه نیروها	۳۸۸ سیستم اعداد
۳۶۵ سرعتها و توان	۳۸۹ علایم ASCII
۳۶۶ لوله های فولادی دقیق	۳۹۰ علایم پردازش و پلان اجرای برنامه

## صفحات رنگی

۳۹۳

## فهرست استانداردهای عنوان شده در کتاب

۴۰۹

## فهرست اعلام

۴۱۴

## ۱-۱ جدول اعداد

$d$	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$
1	1,0000	0,7854
2	1,4142	3,1416
3	1,7321	7,0686

- ۱۰ ..... جذر، مساحت دایره  
 ۱۱ ..... مقادیر توابع مثلثاتی سینوس، کسینوس  
 ۱۲ ..... مقادیر توابع مثلثاتی تانژانت، کتانژانت

## ۲-۱ توابع مثلثاتی

ضلع مقابل	=	سینوس
وتر		
ضلع مجاور	=	کسینوس
وتر		
ضلع مقابل	=	تانژانت
ضلع مجاور		
ضلع مجاور	=	کتانژانت
ضلع مقابل		

- ۱۳ ..... تعاریف  
 ۱۳ ..... سینوس، کسینوس، تانژانت، کتانژانت  
 ۱۴ ..... سینوس، کسینوس  
 ۱۴ ..... زاویه، قضیه تالس

## ۳-۱ اصول پایه

$$\frac{3}{x} + \frac{5}{x} = \frac{1}{x} \cdot (3 + 5)$$

- ۱۵ ..... محاسبات پرانتز، توان، ریشه گرفتن  
 ۱۶ ..... انواع معادلات  
 ۱۷ ..... ضرایب اعشاری واحدها، محاسبه بهره  
 ۱۸ ..... محاسبه درصد، محاسبه تناسب

## ۴-۱ علایم فرمول، واحدها

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s}$$

- ۱۹ ..... علایم فرمول، علایم ریاضی  
 ۲۰ ..... کمیت‌های پایه SI و واحدهای پایه  
 ۲۲ ..... واحدهای غیر SI

## ۵-۱ طولها

- ۲۳ ..... محاسبات مثلث قائم‌الزاویه  
 ۲۴ ..... تقسیم طولها  
 ۲۵ ..... طولهای گسترده، طولهای خام



## ۶-۱ مساحت

- ۲۶ ..... سطوح گوشه‌دار  
 ۲۷ ..... مثلث متوازی‌الاضلاع، چندضلعی، دایره  
 ۲۸ ..... سطوح گرد



## ۷-۱ حجم و مساحت

- ۲۹ ..... مکعب، استوانه، هرم  
 ۳۰ ..... هرم ناقص، مخروط، مخروط ناقص، کره  
 ۳۱ ..... قطعات مرکب



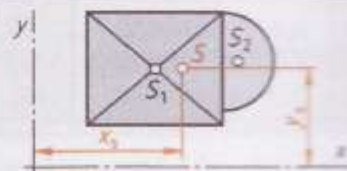
## ۸-۱ جرم (وزن)

- ۳۱ ..... محاسبه عمومی  
 ۳۱ ..... جرم طولی  
 ۳۱ ..... جرم سطحی



## ۹-۱ مرکز ثقل

- ۳۲ ..... مرکز ثقل خطوط  
 ۳۲ ..... مرکز ثقل سطوح





## جذر (ریشه دوم)، مساحت دایره

d	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	d	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	d	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	d	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$
1	1,0000	0,7854	51	7,1414	2042,82	101	10,0499	8011,85	151	12,2882	17907,9
2	1,4142	3,1416	52	7,2111	2123,72	102	10,0995	8171,28	152	12,3288	18145,8
3	1,7321	7,0686	53	7,2801	2206,18	103	10,1489	8332,29	153	12,3693	18385,4
4	2,0000	12,5664	54	7,3485	2290,22	104	10,1980	8494,87	154	12,4097	18626,5
5	2,2361	19,6350	55	7,4162	2375,83	105	10,2470	8659,01	155	12,4499	18869,2
6	2,4495	28,2743	56	7,4833	2463,01	106	10,2956	8824,73	156	12,4900	19113,4
7	2,6458	38,4845	57	7,5498	2551,76	107	10,3441	8992,02	157	12,5300	19359,3
8	2,8284	50,2655	58	7,6158	2642,08	108	10,3923	9160,88	158	12,5698	19606,7
9	3,0000	63,6173	59	7,6811	2733,97	109	10,4403	9331,32	159	12,6095	19855,7
10	3,1623	78,5398	60	7,7460	2827,43	110	10,4881	9503,32	160	12,6491	20106,2
11	3,3166	95,0332	61	7,8102	2922,47	111	10,5357	9676,89	161	12,6886	20358,3
12	3,4641	113,097	62	7,8740	3019,07	112	10,5830	9852,03	162	12,7279	20612,0
13	3,6056	132,732	63	7,9373	3117,25	113	10,6301	10028,7	163	12,7671	20867,2
14	3,7417	153,938	64	8,0000	3216,99	114	10,6771	10207,0	164	12,8062	21124,1
15	3,8730	176,715	65	8,0623	3318,31	115	10,7238	10386,9	165	12,8452	21382,5
16	4,0000	201,062	66	8,1240	3421,19	116	10,7703	10568,3	166	12,8841	21642,4
17	4,1231	226,980	67	8,1854	3525,65	117	10,8167	10751,3	167	12,9228	21904,0
18	4,2426	254,469	68	8,2462	3631,68	118	10,8628	10935,9	168	12,9615	22167,1
19	4,3589	283,529	69	8,3066	3739,28	119	10,9087	11122,0	169	13,0000	22431,8
20	4,4721	314,159	70	8,3666	3848,45	120	10,9545	11309,7	170	13,0384	22698,0
21	4,5826	346,361	71	8,4261	3959,19	121	11,0000	11499,0	171	13,0767	22965,8
22	4,6904	380,133	72	8,4853	4071,50	122	11,0454	11689,9	172	13,1149	23235,2
23	4,7958	415,476	73	8,5440	4185,39	123	11,0905	11882,3	173	13,1529	23506,2
24	4,8990	452,389	74	8,6023	4300,84	124	11,1355	12076,3	174	13,1909	23778,7
25	5,0000	490,874	75	8,6603	4417,86	125	11,1803	12271,8	175	13,2288	24052,8
26	5,0990	530,929	76	8,7178	4536,46	126	11,2250	12469,0	176	13,2665	24328,5
27	5,1962	572,555	77	8,7750	4656,63	127	11,2694	12667,7	177	13,3041	24605,7
28	5,2915	615,752	78	8,8318	4778,36	128	11,3137	12868,0	178	13,3417	24884,6
29	5,3852	660,520	79	8,8882	4901,67	129	11,3578	13069,8	179	13,3791	25164,9
30	5,4772	706,858	80	8,9443	5026,55	130	11,4018	13273,2	180	13,4164	25446,9
31	5,5678	754,768	81	9,0000	5153,00	131	11,4455	13478,2	181	13,4536	25730,4
32	5,6569	804,248	82	9,0554	5281,02	132	11,4891	13684,8	182	13,4907	26015,5
33	5,7446	855,299	83	9,1104	5410,61	133	11,5326	13892,9	183	13,5277	26302,2
34	5,8310	907,920	84	9,1652	5541,77	134	11,5758	14102,6	184	13,5647	26590,4
35	5,9161	962,113	85	9,2195	5674,50	135	11,6190	14313,9	185	13,6015	26880,3
36	6,0000	1017,88	86	9,2736	5808,80	136	11,6619	14526,7	186	13,6382	27171,6
37	6,0828	1075,21	87	9,3274	5944,68	137	11,7047	14741,1	187	13,6748	27464,6
38	6,1644	1134,11	88	9,3808	6082,12	138	11,7473	14957,1	188	13,7113	27759,1
39	6,2450	1194,59	89	9,4340	6221,14	139	11,7898	15174,7	189	13,7477	28055,2
40	6,3246	1256,64	90	9,4868	6361,73	140	11,8322	15393,8	190	13,7840	28352,9
41	6,4031	1320,25	91	9,5394	6503,88	141	11,8743	15614,5	191	13,8203	28652,1
42	6,4807	1385,44	92	9,5917	6647,61	142	11,9164	15836,8	192	13,8564	28952,9
43	6,5574	1452,20	93	9,6437	6792,91	143	11,9583	16060,6	193	13,8924	29255,3
44	6,6332	1520,53	94	9,6954	6939,78	144	12,0000	16286,0	194	13,9284	29559,2
45	6,7082	1590,43	95	9,7468	7088,22	145	12,0416	16513,0	195	13,9642	29864,8
46	6,7823	1661,90	96	9,7980	7238,23	146	12,0830	16741,5	196	14,0000	30171,9
47	6,8557	1734,94	97	9,8489	7389,81	147	12,1244	16971,7	197	14,0357	30480,5
48	6,9282	1809,56	98	9,8995	7542,96	148	12,1655	17203,4	198	14,0712	30790,7
49	7,0000	1885,74	99	9,9499	7697,69	149	12,2066	17436,6	199	14,1067	31102,6
50	7,0711	1963,50	100	10,0000	7853,98	150	12,2474	17671,5	200	14,1421	31415,9

مقادیر  $\sqrt{d}$  و  $A$  گرد شده‌اند.



# مقادیر توابع مثلثاتی سینوس و کسینوس

درجه ↓	sin 0° ... 45°					درجه ↓	sin 45° ... 90°					درجه ↓	
	دقیقه						دقیقه						
	0'	15'	30'	45'	60'		0'	15'	30'	45'	60'		
0°	0,0000	0,0044	0,0087	0,0131	0,0175	89°	45°	0,7071	0,7102	0,7133	0,7163	0,7193	44°
1°	0,0175	0,0218	0,0262	0,0305	0,0349	88°	46°	0,7193	0,7224	0,7254	0,7284	0,7314	43°
2°	0,0349	0,0393	0,0436	0,0480	0,0523	87°	47°	0,7314	0,7343	0,7373	0,7402	0,7431	42°
3°	0,0523	0,0567	0,0610	0,0654	0,0698	86°	48°	0,7431	0,7461	0,7490	0,7518	0,7547	41°
4°	0,0698	0,0741	0,0785	0,0828	0,0872	85°	49°	0,7547	0,7576	0,7604	0,7632	0,7660	40°
5°	0,0872	0,0915	0,0958	0,1002	0,1045	84°	50°	0,7660	0,7688	0,7716	0,7744	0,7771	39°
6°	0,1045	0,1089	0,1132	0,1175	0,1219	83°	51°	0,7771	0,7799	0,7826	0,7853	0,7880	38°
7°	0,1219	0,1262	0,1305	0,1349	0,1392	82°	52°	0,7880	0,7907	0,7934	0,7960	0,7986	37°
8°	0,1392	0,1435	0,1478	0,1521	0,1564	81°	53°	0,7986	0,8013	0,8039	0,8064	0,8090	36°
9°	0,1564	0,1607	0,1650	0,1693	0,1736	80°	54°	0,8090	0,8116	0,8141	0,8166	0,8192	35°
10°	0,1736	0,1779	0,1822	0,1865	0,1908	79°	55°	0,8192	0,8216	0,8241	0,8266	0,8290	34°
11°	0,1908	0,1951	0,1994	0,2036	0,2079	78°	56°	0,8290	0,8315	0,8339	0,8363	0,8387	33°
12°	0,2079	0,2122	0,2164	0,2207	0,2250	77°	57°	0,8387	0,8410	0,8434	0,8457	0,8480	32°
13°	0,2250	0,2292	0,2334	0,2377	0,2419	76°	58°	0,8480	0,8504	0,8526	0,8549	0,8572	31°
14°	0,2419	0,2462	0,2504	0,2546	0,2588	75°	59°	0,8572	0,8594	0,8616	0,8638	0,8660	30°
15°	0,2588	0,2630	0,2672	0,2714	0,2756	74°	60°	0,8660	0,8682	0,8704	0,8725	0,8746	29°
16°	0,2756	0,2798	0,2840	0,2882	0,2924	73°	61°	0,8746	0,8767	0,8788	0,8809	0,8829	28°
17°	0,2924	0,2965	0,3007	0,3049	0,3090	72°	62°	0,8829	0,8850	0,8870	0,8890	0,8910	27°
18°	0,3090	0,3132	0,3173	0,3214	0,3256	71°	63°	0,8910	0,8930	0,8949	0,8969	0,8988	26°
19°	0,3256	0,3297	0,3338	0,3379	0,3420	70°	64°	0,8988	0,9007	0,9026	0,9045	0,9063	25°
20°	0,3420	0,3461	0,3502	0,3543	0,3584	69°	65°	0,9063	0,9081	0,9100	0,9118	0,9135	24°
21°	0,3584	0,3624	0,3665	0,3706	0,3746	68°	66°	0,9135	0,9153	0,9171	0,9188	0,9205	23°
22°	0,3746	0,3786	0,3827	0,3867	0,3907	67°	67°	0,9205	0,9222	0,9239	0,9255	0,9272	22°
23°	0,3907	0,3947	0,3987	0,4027	0,4067	66°	68°	0,9272	0,9288	0,9304	0,9320	0,9336	21°
24°	0,4067	0,4107	0,4147	0,4187	0,4226	65°	69°	0,9336	0,9351	0,9367	0,9382	0,9397	20°
25°	0,4226	0,4266	0,4305	0,4344	0,4384	64°	70°	0,9397	0,9412	0,9426	0,9441	0,9455	19°
26°	0,4384	0,4423	0,4462	0,4501	0,4540	63°	71°	0,9455	0,9469	0,9483	0,9497	0,9511	18°
27°	0,4540	0,4579	0,4617	0,4656	0,4695	62°	72°	0,9511	0,9524	0,9537	0,9550	0,9563	17°
28°	0,4695	0,4733	0,4772	0,4810	0,4848	61°	73°	0,9563	0,9576	0,9588	0,9600	0,9613	16°
29°	0,4848	0,4886	0,4924	0,4962	0,5000	60°	74°	0,9613	0,9625	0,9636	0,9648	0,9659	15°
30°	0,5000	0,5038	0,5075	0,5113	0,5150	59°	75°	0,9659	0,9670	0,9681	0,9692	0,9703	14°
31°	0,5150	0,5188	0,5225	0,5262	0,5299	58°	76°	0,9703	0,9713	0,9724	0,9734	0,9744	13°
32°	0,5299	0,5336	0,5373	0,5410	0,5446	57°	77°	0,9744	0,9753	0,9763	0,9772	0,9781	12°
33°	0,5446	0,5483	0,5519	0,5556	0,5592	56°	78°	0,9781	0,9790	0,9799	0,9808	0,9816	11°
34°	0,5592	0,5628	0,5664	0,5700	0,5736	55°	79°	0,9816	0,9825	0,9833	0,9840	0,9848	10°
35°	0,5736	0,5771	0,5807	0,5842	0,5878	54°	80°	0,9848	0,9856	0,9863	0,9870	0,9877	9°
36°	0,5878	0,5913	0,5948	0,5983	0,6018	53°	81°	0,9877	0,9884	0,9890	0,9897	0,9903	8°
37°	0,6018	0,6053	0,6088	0,6122	0,6157	52°	82°	0,9903	0,9909	0,9914	0,9920	0,9925	7°
38°	0,6157	0,6191	0,6225	0,6259	0,6293	51°	83°	0,9925	0,9931	0,9936	0,9941	0,9945	6°
39°	0,6293	0,6327	0,6361	0,6394	0,6428	50°	84°	0,9945	0,9950	0,9954	0,9958	0,9962	5°
40°	0,6428	0,6461	0,6494	0,6528	0,6561	49°	85°	0,9962	0,9966	0,9969	0,9973	0,9976	4°
41°	0,6561	0,6593	0,6626	0,6659	0,6691	48°	86°	0,9976	0,9979	0,9981	0,9984	0,9986	3°
42°	0,6691	0,6724	0,6756	0,6788	0,6820	47°	87°	0,9986	0,9988	0,9990	0,9992	0,9994	2°
43°	0,6820	0,6852	0,6884	0,6915	0,6947	46°	88°	0,9994	0,9995	0,9997	0,9998	0,99985	1°
44°	0,6947	0,6978	0,7009	0,7040	0,7071	45°	89°	0,99985	0,99991	0,99996	0,99999	1,0000	0°
	60'	45'	30'	15'	0'	↑		60'	45'	30'	15'	0'	↑
	← دقیقه					درجه		← دقیقه					درجه
	cos 45° ... 90°							cos 0° ... 45°					

مقادیر توابع مثلثاتی داده شده روی رقم چهارم بعد از ممیز گرد شده‌اند.



## مقادیر توابع مثلثاتی تانژانت و کتانژانت

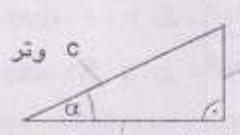
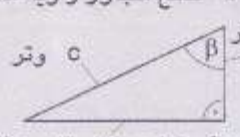
درجه ↓	tan 0° ... 45°					درجه ↓	tan 45° ... 90°					درجه ↓	
	دقیقه						دقیقه						
	0'	15'	30'	45'	60'		0'	15'	30'	45'	60'		
0°	0,0000	0,0004	0,0087	0,0131	0,0175	89°	45°	1,0000	1,0088	1,0176	1,0265	1,0355	44°
1°	0,0175	0,0218	0,0262	0,0306	0,0349	88°	46°	1,0355	1,0446	1,0538	1,0630	1,0724	43°
2°	0,0349	0,0393	0,0437	0,0480	0,0524	87°	47°	1,0724	1,0818	1,0913	1,1009	1,1106	42°
3°	0,0524	0,0568	0,0612	0,0655	0,0699	86°	48°	1,1106	1,1204	1,1303	1,1403	1,1504	41°
4°	0,0699	0,0743	0,0787	0,0831	0,0875	85°	49°	1,1504	1,1606	1,1708	1,1812	1,1918	40°
5°	0,0875	0,0919	0,0963	0,1007	0,1051	84°	50°	1,1918	1,2024	1,2131	1,2239	1,2349	39°
6°	0,1051	0,1095	0,1139	0,1184	0,1228	83°	51°	1,2349	1,2460	1,2572	1,2685	1,2799	38°
7°	0,1228	0,1272	0,1317	0,1361	0,1405	82°	52°	1,2799	1,2915	1,3032	1,3151	1,3270	37°
8°	0,1405	0,1450	0,1495	0,1539	0,1584	81°	53°	1,3270	1,3392	1,3514	1,3638	1,3764	36°
9°	0,1584	0,1629	0,1673	0,1718	0,1763	80°	54°	1,3764	1,3891	1,4019	1,4150	1,4281	35°
10°	0,1763	0,1808	0,1853	0,1899	0,1944	79°	55°	1,4281	1,4415	1,4550	1,4687	1,4826	34°
11°	0,1944	0,1989	0,2035	0,2080	0,2126	78°	56°	1,4826	1,4966	1,5108	1,5253	1,5399	33°
12°	0,2126	0,2171	0,2217	0,2263	0,2309	77°	57°	1,5399	1,5547	1,5697	1,5849	1,6003	32°
13°	0,2309	0,2355	0,2401	0,2447	0,2493	76°	58°	1,6003	1,6160	1,6319	1,6479	1,6643	31°
14°	0,2493	0,2540	0,2586	0,2633	0,2679	75°	59°	1,6643	1,6808	1,6977	1,7147	1,7321	30°
15°	0,2679	0,2726	0,2773	0,2820	0,2867	74°	60°	1,7321	1,7496	1,7675	1,7856	1,8040	29°
16°	0,2867	0,2915	0,2962	0,3010	0,3057	73°	61°	1,8040	1,8228	1,8418	1,8611	1,8807	28°
17°	0,3057	0,3105	0,3153	0,3201	0,3249	72°	62°	1,8807	1,9007	1,9210	1,9416	1,9626	27°
18°	0,3249	0,3298	0,3346	0,3395	0,3443	71°	63°	1,9626	1,9840	2,0057	2,0278	2,0503	26°
19°	0,3443	0,3492	0,3541	0,3590	0,3640	70°	64°	2,0503	2,0732	2,0965	2,1203	2,1445	25°
20°	0,3640	0,3689	0,3739	0,3789	0,3839	69°	65°	2,1445	2,1692	2,1943	2,2199	2,2460	24°
21°	0,3839	0,3889	0,3939	0,3990	0,4040	68°	66°	2,2460	2,2727	2,2998	2,3276	2,3559	23°
22°	0,4040	0,4091	0,4142	0,4193	0,4245	67°	67°	2,3559	2,3847	2,4142	2,4443	2,4751	22°
23°	0,4245	0,4296	0,4348	0,4400	0,4452	66°	68°	2,4751	2,5065	2,5386	2,5715	2,6051	21°
24°	0,4452	0,4505	0,4557	0,4610	0,4663	65°	69°	2,6051	2,6395	2,6746	2,7106	2,7475	20°
25°	0,4663	0,4716	0,4770	0,4823	0,4877	64°	70°	2,7475	2,7852	2,8239	2,8636	2,9042	19°
26°	0,4877	0,4931	0,4986	0,5040	0,5095	63°	71°	2,9042	2,9459	2,9887	3,0326	3,0777	18°
27°	0,5095	0,5150	0,5206	0,5261	0,5317	62°	72°	3,0777	3,1240	3,1716	3,2205	3,2709	17°
28°	0,5317	0,5373	0,5430	0,5486	0,5543	61°	73°	3,2709	3,3226	3,3759	3,4308	3,4874	16°
29°	0,5543	0,5600	0,5658	0,5715	0,5774	60°	74°	3,4874	3,5457	3,6059	3,6680	3,7321	15°
30°	0,5774	0,5832	0,5890	0,5949	0,6009	59°	75°	3,7321	3,7983	3,8667	3,9375	4,0108	14°
31°	0,6009	0,6068	0,6128	0,6188	0,6249	58°	76°	4,0108	4,0876	4,1653	4,2468	4,3315	13°
32°	0,6249	0,6310	0,6371	0,6432	0,6494	57°	77°	4,3315	4,4194	4,5107	4,6057	4,7046	12°
33°	0,6494	0,6556	0,6619	0,6682	0,6745	56°	78°	4,7046	4,8077	4,9152	5,0273	5,1446	11°
34°	0,6745	0,6809	0,6873	0,6937	0,7002	55°	79°	5,1446	5,2672	5,3955	5,5301	5,6713	10°
35°	0,7002	0,7067	0,7133	0,7199	0,7265	54°	80°	5,6713	5,8197	5,9758	6,1402	6,3138	9°
36°	0,7265	0,7332	0,7400	0,7467	0,7536	53°	81°	6,3138	6,4971	6,6912	6,8969	7,1154	8°
37°	0,7536	0,7604	0,7673	0,7743	0,7813	52°	82°	7,1154	7,3479	7,5958	7,8606	8,1443	7°
38°	0,7813	0,7883	0,7954	0,8026	0,8098	51°	83°	8,1443	8,4490	8,7769	9,1309	9,5144	6°
39°	0,8098	0,8170	0,8243	0,8317	0,8391	50°	84°	9,5144	9,9310	10,3854	10,8829	11,4301	5°
40°	0,8391	0,8466	0,8541	0,8617	0,8693	49°	85°	11,4301	12,0346	12,7062	13,4566	14,3007	4°
41°	0,8693	0,8770	0,8847	0,8925	0,9004	48°	86°	14,3007	15,2571	16,3499	17,6106	19,0811	3°
42°	0,9004	0,9083	0,9163	0,9244	0,9325	47°	87°	19,0811	20,8188	22,9038	25,4517	28,6363	2°
43°	0,9325	0,9407	0,9490	0,9573	0,9657	46°	88°	28,6363	32,7303	38,1885	45,8294	57,2900	1°
44°	0,9657	0,9742	0,9827	0,9913	1,0000	45°	89°	57,2900	76,3900	114,5887	229,1817	∞	0°
	60'	45'	30'	15'	0'	↑		60'	45'	30'	15'	0'	↑
	← دقیقه					درجه		← دقیقه					درجه
	cot 45° ... 90°							cot 0° ... 45°					

مقادیر توابع مثلثاتی داده شده روی رقم چهارم بعد از ممیز گرد شده‌اند.



## توابع مثلثاتی در مثلث قائم الزاویه

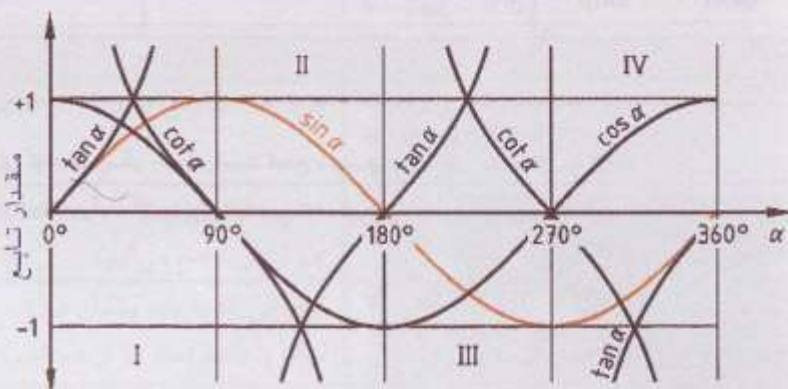
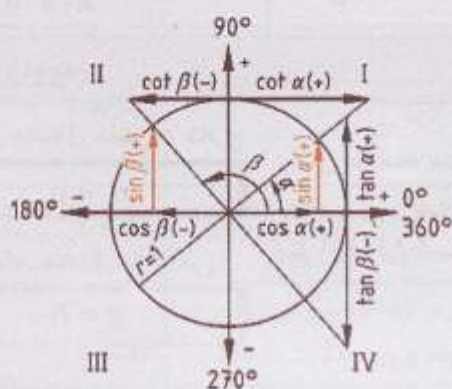
## تعاریف

نامگذاری در مثلث قائم الزاویه	نامگذاری نسبت‌های اضلاع	کاربرد	
		برای $\alpha$	برای $\beta$
	$\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \text{سینوس}$	$\sin \alpha = \frac{a}{c}$	$\sin \beta = \frac{b}{c}$
	$\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \text{کسینوس}$	$\cos \alpha = \frac{b}{c}$	$\cos \beta = \frac{a}{c}$
 	$\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \text{تانژانت}$	$\tan \alpha = \frac{a}{b}$	$\tan \beta = \frac{b}{a}$
	$\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{ضلع مقابل}} = \text{کتانژانت}$	$\cot \alpha = \frac{b}{a}$	$\cot \beta = \frac{a}{b}$

نمودار توابع مثلثاتی بین  $0^\circ$  و  $360^\circ$ 

## نمایش روی دایره مثلثاتی

## نمودار توابع مثلثاتی



مقادیر توابع مثلثاتی زوایای بزرگتر از  $90^\circ$  را به مقادیر زوایای بین  $0^\circ$  و  $90^\circ$  ارجاع و سپس از جداول صفحه ۱۱ و ۱۲ خوانده می‌شود. علامت مقادیر توابع از نمودار توابع به دست می‌آید. با ماشین حساب مقدار تابع و علامت آن به طور مستقیم حساب می‌شود.

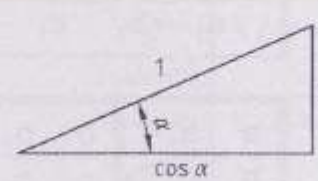
مثال : روابط ناحیه II

رابطه	مثال : مقادیر توابع مثلثاتی زاویه $120^\circ$ (در فرمول $\alpha = 30^\circ$ )		
$\sin(90^\circ + \alpha) = +\cos \alpha$	$\sin(90^\circ + 30^\circ) = \sin 120^\circ = +0,8660$	$\cos 30^\circ = +0,8660$	
$\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$	$\cos(90^\circ + 30^\circ) = \cos 120^\circ = -0,5000$	$-\sin 30^\circ = -0,5000$	
$\tan(90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$	$\tan(90^\circ + 30^\circ) = \tan 120^\circ = -1,7321$	$-\cot 30^\circ = -1,7321$	

## مقادیر توابع مثلثاتی برای زوایای انتخابی

تابع	$0^\circ$	$90^\circ$	$180^\circ$	$270^\circ$	$360^\circ$	تابع	$0^\circ$	$90^\circ$	$180^\circ$	$270^\circ$	$360^\circ$
sin	0	+1	0	-1	0	tan	0	$\infty$	0	$\infty$	0
cos	+1	0	-1	0	+1	cot	$\infty$	0	$\infty$	0	$\infty$

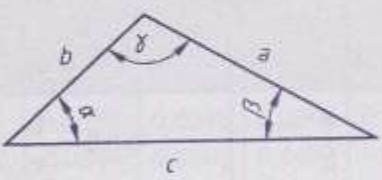
## روابط بین توابع زاویه

	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$	$\tan \alpha \cdot \cot \alpha = 1$
	$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$	$\cot \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$
	<p>مثال : محاسبه <math>\tan \alpha</math> از <math>\sin \alpha</math> برای زاویه <math>\alpha = 30^\circ</math> :</p> <p><math>\tan \alpha = \sin \alpha / \cos \alpha = 0,5000 / 0,8660 = 0,5774</math></p>	



## توابع مثلثاتی در مثلث، انواع زاویه، قضیه تالس

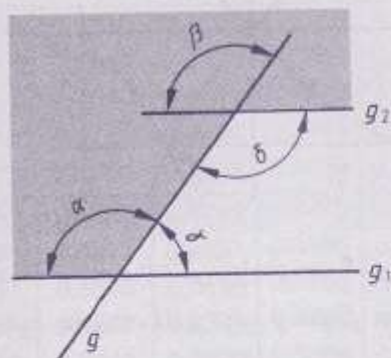
## تعریف سینوس کسینوس

	قانون سینوس	قانون کسینوس
	$a : b : c = \sin \alpha : \sin \beta : \sin \gamma$ $\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$	$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha$ $b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos \beta$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \gamma$

## کاربرد توابع مثلثاتی در محاسبه اضلاع و زوایا

محاسبه اضلاع		محاسبه زوایا	
با قانون سینوس	با قانون کسینوس	با قانون سینوس	با قانون کسینوس
$a = \frac{b \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma}$ $b = \frac{a \cdot \sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{c \cdot \sin \beta}{\sin \gamma}$ $c = \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sin \alpha} = \frac{b \cdot \sin \gamma}{\sin \beta}$	$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha}$ $b = \sqrt{a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos \beta}$ $c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \gamma}$	$\sin \alpha = \frac{a \cdot \sin \beta}{b} = \frac{a \cdot \sin \gamma}{c}$ $\sin \beta = \frac{b \cdot \sin \alpha}{a} = \frac{b \cdot \sin \gamma}{c}$ $\sin \gamma = \frac{c \cdot \sin \alpha}{a} = \frac{c \cdot \sin \beta}{b}$	$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c}$ $\cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c}$ $\cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \cdot a \cdot b}$

## انواع زاویه



وقتی دو خط موازی توسط یک خط راست قطع شود، زوایایی از برخورد به وجود می آید که روابط هندسی معینی بین آنها برقرار است.

زوایای متبادل داخل و خارج

$$\alpha = \beta$$

زوایای متقابل به رأس

$$\beta = \delta$$

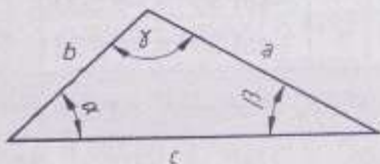
زوایای متقابل داخلی

$$\alpha = \delta$$

زوایای مکمل

$$\alpha + \gamma = 180^\circ$$

## مجموع زوایا در یک مثلث



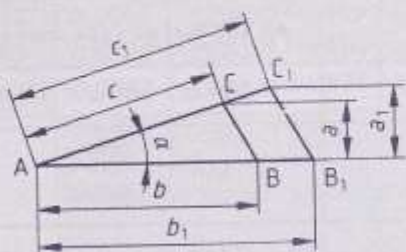
در هر مثلث مجموع زوایای داخلی برابر  $180^\circ$  است.

مجموع زوایا در مثلث

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

## قضیه تالس

قضیه تالس



اگر دو خط گذر از نقطه A توسط خطهای موازی BC و  $B_1C_1$  قطع شود نسبت پاره خطهای موازی و پاره خطهای روی خطوط گذر با هم برابر است.

$$\frac{a}{a_1} = \frac{b}{b_1} = \frac{c}{c_1}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{a_1}{b_1}$$

$$\frac{b}{c} = \frac{b_1}{c_1}$$



## محاسبات پرانتز، توان، ریشه گرفتن

## محاسبات پرانتز

مثال	توضیح	نوع
$3 \cdot x + 5 \cdot x = x \cdot (3 + 5) = 8 \cdot x$ $\frac{3}{x} + \frac{5}{x} = \frac{1}{x} \cdot (3 + 5)$	عامل مشترک را قبل از پرانتز عبارت جمع یا تفریق قرار دهید.	ایجاد پرانتز
$\frac{a+b}{2} \cdot h = (a+b) \cdot \frac{h}{2}$	در عبارتهای کسری، عبارت کسردار را می‌توانید داخل پرانتز بگذارید.	
$5 \cdot (b + c) = 5b + 5c$ $(a + b) \cdot (c - d) = ac - ad + bc - bd$	در ضرب یک عامل در عبارت پرانتز باید هر جزء پرانتز در عامل ضرب شود.	رفع پرانتز
$(a + b) : c = a : c + b : c$ $\frac{a-b}{5} = \frac{a}{5} - \frac{b}{5}$	در تقسیم عبارت پرانتز بر یک عامل، هر جزء پرانتز باید بر عامل فوق تقسیم شود.	
$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$ $(a + b) \cdot (a - b) = a^2 - b^2$	حاصلضرب عبارتهای $(a + b)$ یا $(a - b)$ با یکدیگر و یا با خودشان فرمولهای مربع و مزدوج نامیده می‌شود.	فرمولهای اتحاد (مربع و مزدوج)
$a \cdot (3x - 5x) - b \cdot (12y - 2y)$ $= a \cdot (-2x) - b \cdot 10y$ $= -2ax - 10by$	در عبارتهای مرکب باید ابتدا عبارتها رفع پرانتز شود.	محاسبات مرکب

## توان

تعریف	$a^x = y$ $a \cdot a \cdot a \cdot a = a^4$ $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 = 4^4 = 256$	a پایه، x توان یا نما، y حاصل توان
جمع تفریق	$3a^3 + 5a^3 - 4a^3$ $= a^3 \cdot (3 + 5 - 4) = 4a^3$	جمع و تفریق توان با پایه یکسان و نماهای یکسان مانند اعداد هم ارزش انجام می‌گیرد.
ضرب تقسیم	$a^4 \cdot a^2 = a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a = a^6$ $2^4 \cdot 2^2 = 2^{(4+2)} = 2^6 = 64$ $3^2 : 3^3 = 3^{(2-3)} = 3^{-1} = 1/3$	توانهایی که با پایه یکسان در هم ضرب (یا تقسیم) می‌شود باید نماها را باهم جمع (یا از هم کسر) کرده و پایه را ثابت نگاه داشت.
توان منفی	$m^{-1} = \frac{1}{m^1} = \frac{1}{m}$ $a^{-3} = \frac{1}{a^3}$	اعداد با توان منفی را می‌توان به صورت کسری نوشت. بدین صورت که عبارت توان با علامت مثبت در مخرج قرار می‌گیرد.
توان کسری	$a^{\frac{4}{3}} = \sqrt[3]{a^4}$	توانهای با نماهای کسری را می‌توان به صورت ریشه گرفتن بیان کرد.
توان صفر	$(m + n)^0 = 1$ $a^4 : a^4 = a^{(4-4)} = a^0 = 1$ $2^0 = 1$	حاصل توان با توان صفر برابر مقدار یک است.

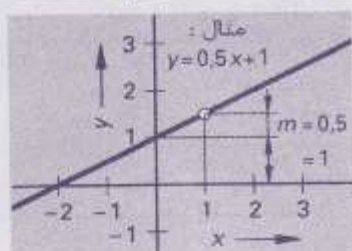
## ریشه گرفتن

تعریف	$\sqrt[n]{a} = y$ یا $a^{1/n} = y$	x توان یا نمای ریشه، a پایه ریشه، y حاصل ریشه
علامت حاصل ریشه	$\sqrt[3]{9} = \pm 3$ $\sqrt{-9} = \pm 3i$ $\sqrt[3]{8} = 2$ $\sqrt[3]{-8} = -2$	حاصل ریشه پایه مثبت با نمای ریشه زوج عبارت مثبت و منفی است. در مورد پایه منفی این حاصل عدد موهومی است. وقتی نمای ریشه فرد است در صورتی که پایه ریشه مثبت باشد حاصل ریشه مثبت و اگر منفی باشد حاصل ریشه منفی می‌شود.
جمع تفریق	$\sqrt{a} + 3\sqrt{a} - 2\sqrt{a} = 2\sqrt{a}$	عبارت با نمای ریشه یکسان و پایه ریشه یکسان با هم جمع یا تفریق می‌شود.
ضرب تقسیم	$\sqrt{a} \cdot \sqrt{b} = \sqrt{ab}$ $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt[n]{n}} = \sqrt[n]{\frac{a}{n}}$	پایه عبارتهای با ریشه یکسان را می‌توان در هم ضرب یا تقسیم کرد.

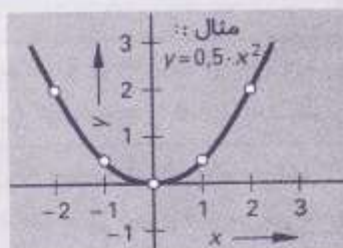


## انواع معادلات، اصول تغییر شکل معادلات

معادلات	مثال	توضیح	نوع
	$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$	عبارتهای یکسان ارتباط بین کمیتها را نشان می‌دهند.	معادله کمیت
	$P = \frac{M \cdot n}{9550}$ به kW، وقتی n به 1/min و M به Nm	تبدیل فوری واحدها و ثابتها به واحد SI در نتیجه فرمول. معادله مقدار عددی در کمیتهای مهندسی و یا جهت ساده کردن فرمولهای مهندسی به کار می‌رود	معادله مقدار عددی
	$x + 3 = 8$ $x = 8 - 3 = 5$	محاسبه مقدار یک متغیر	معادله مجهولی
معادله تابع	$y = f(x)$ عدد حقیقی $\mathbb{R} \rightarrow$	y تابع x است، x مستقل و y وابسته است. جفت اعداد (x/y) نمودار تابع را در سیستم مختصات x/y درست می‌کنند.	
	$y = f(x) = b$	تابع ثابت نمودار خط راست به موازات محور x است	
	$y = f(x) = mx$ $y = 2x$	تابع نسبت نمودار خط راست گذر از مبدأ مختصات است.	
	$y = f(x) = mx + b$ $y = 0,5x + 1$	تابع خطی نمودار خطی با شیب m (ضریب زاویه) و عرض از مبدأ b است (مثال پایین).	
	$y = f(x) = x^2$ $y = a_2x^2 + a_1x + a_0$	تابع مربع نمودار هر تابع مربعی یک سهمی است (مثال پایین).	



تابع خطی  
 $y = mx + b$



تابع خطی  
 $y = x^2$

## اصول تغییر شکل معادله‌ها

شکل ظاهری معادلات طوری تغییر داده می‌شود که مقدار مطلوب بتهنایی در سمت چپ معادله قرار می‌گیرد.

جمع تفریق	به دو طرف معادله می‌توان مقادیر عددی یکسانی را اضافه یا از دو طرف آن کسر کرد. معادلات $x + 5 = 15$ و $x + 5 - 5 = 15 - 5$ هم‌ارز هستند.	$x + 5 = 15$ $  -5$ $x + 5 - 5 = 15 - 5$ $x = 10$ $y - c = d$ $  +c$ $y - c + c = d + c$ $y = d + c$
ضرب تقسیم	دو طرف معادله را می‌توان در یک عدد ضرب و یا تقسیم کرد.	$a \cdot x = b$ $  :a$ $\frac{a \cdot x}{a} = \frac{b}{a}$ $x = \frac{b}{a}$
به توان رساندن	دو طرف معادله را می‌توان به توان یکسان رساند.	$\sqrt{x} = a + b$ $  ()^2$ $(\sqrt{x})^2 = (a + b)^2$ $x = a^2 + 2ab + b^2$
ریشه گرفتن	از دو طرف معادله می‌توان به طور یکسان ریشه گرفت.	$x^2 = a + b$ $  \sqrt{\quad}$ $(\sqrt{x})^2 = \sqrt{a + b}$ $x = \pm \sqrt{a + b}$



## ضرایب اعشاری واحدها، محاسبه بهره

طبق DIN 1301-1 (2002-10)

ضرایب اعشاری واحدها

ریاضی			واحد SI			
توان ده	نام	مقدار عددی	پیشوند	علامت	واحد	مثال
			نام			معنی
$10^{18}$	تریلیون	1 000 000 000 000 000 000	اکسا	E	Em	$10^{18}$ Meter
$10^{15}$	بیلیارد	1 000 000 000 000 000	پتا	P	Pm	$10^{15}$ Meter
$10^{12}$	بیلیون	1 000 000 000 000	ترا	T	TV	$10^{12}$ Volt
$10^9$	میلیارد	1 000 000 000	گیگا	G	GW	$10^9$ Watt
$10^6$	میلیون	1 000 000	مگا	M	MW	$10^6$ Watt
$10^3$	هزار	1 000	کیلو	k	kN	$10^3$ Newton
$10^2$	صد	100	هکتو	h	hl	$10^2$ Liter
$10^1$	ده	10	دکا	da	dam	$10^1$ Meter
$10^0$	یک	1	-	-	m	$10^0$ Meter
$10^{-1}$	یک دهم	0,1	دسی	d	dm	$10^{-1}$ Meter
$10^{-2}$	یک صدم	0,01	سانتی	c	cm	$10^{-2}$ Meter
$10^{-3}$	یک هزارم	0,001	میلی	m	mV	$10^{-3}$ Volt
$10^{-6}$	یک میلیونیم	0,000 001	میکرو	$\mu$	$\mu A$	$10^{-6}$ Ampere
$10^{-9}$	یک میلیاردیم	0,000 000 001	نانو	n	nm	$10^{-9}$ Meter
$10^{-12}$	یک بیلیونیم	0,000 000 000 001	پیکو	p	pF	$10^{-12}$ Farad
$10^{-15}$	یک بیلیاردیم	0,000 000 000 000 001	فمتو	f	fF	$10^{-15}$ Farad
$10^{-18}$	یک تریلیونیم	0,000 000 000 000 000 001	آتو	a	am	$10^{-18}$ Meter

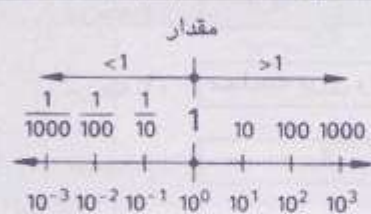
اعداد بزرگتر از یک با توان مثبت و کوچکتر از یک با توان منفی نشان داده می‌شوند.

مثال :

$$4300 = 4,3 \cdot 1000 = 4,3 \cdot 10^3$$

$$14638 = 1,4638 \cdot 10^4$$

$$0,07 = \frac{7}{100} = 7 \cdot 10^{-2}$$



## محاسبه بهره (نام امروزی : سود تضمین شده)

مدت زمان به روزها t	Z	حاصل بهره (سود)	$K_0$	سرمایه اولیه	حاصل بهره
	p	نرخ بهره (مقدار بهره در سال)	$K_1$	سرمایه نهایی	
$Z = \frac{K_0 \cdot p \cdot t}{100\% \cdot 360}$					
مثال ۱ : $K_0 = 2800,00 \$$ ; $p = 6 \frac{\%}{a}$ ; $t = \frac{1}{2}a$ ; $Z = ?$					
$Z = \frac{2800,00 \$ \cdot 6 \frac{\%}{a} \cdot 0,5a}{100\%} = 84,00 \$$					
مثال ۲ : $K_0 = 4800,00 \$$ ; $p = 5,1 \frac{\%}{a}$ ; $t = 50 d$ ; $Z = ?$					
$Z = \frac{4800,00 \$ \cdot 5,1 \frac{\%}{a} \cdot 50 d}{100\% \cdot 360 \frac{d}{a}} = 34,00 \$$					

1 سال بهره = 360 روز

360 روز = 12 ماه

1 ماه = 30 روز

## محاسبه بهره بهره در یک بار پرداخت

n	مدت زمان	Z	حاصل بهره	$K_0$	سرمایه اولیه	سرمایه نهایی
q	ضریب محاسبه سرمایه نهایی	p	نرخ بهره	$K_n$	سرمایه نهایی	
$K_n = K_0 \cdot q^n$						
مثال : $K_0 = 8000,00 \$$ ; n = 7 سال; $p = 6,5\%$ ; $K_n = ?$						
$q = 1 + \frac{6,5\%}{100\%} = 1,065$						
$K_n = K_0 \cdot q^n = 8000,00 \$ \cdot 1,065^7 = 8000,00 \$ \cdot 1,553986$						
$= 12431,89 \$$						

ضریب محاسبه سرمایه نهایی

$$q = 1 + \frac{p}{100\%}$$



## محاسبه درصد، محاسبه تناسب

## محاسبه درصد

حاصل درصد

$$P_w = \frac{G_w \cdot P_s}{100\%}$$

مقدار درصد

$$P_s = \frac{P_w}{G_w} \cdot 100\%$$

مقدار درصد بیان می‌کند که چند درصد باید محاسبه شود.

مقدار اصلی مقداری است که باید درصد آن محاسبه شود.

حاصل درصد مقداری است که از صد مقدار اصلی به دست می‌آید.

مقدار درصد  $P_s$  حاصل درصد  $P_w$  مقدار اصلی  $G_w$ 

مثال ۱:

وزن قطعه خام 250 kg (مقدار اصلی)، مقدار درصد اتلاف اکسید 2% (مقدار درصد)، مقدار اتلاف اکسیدی به kg = ؟ (حاصل درصد)

$$P_w = \frac{G_w \cdot P_s}{100\%} = \frac{250 \text{ kg} \cdot 2\%}{100\%} = 5 \text{ kg}$$

مثال ۲:

وزن خام یک قطعه ریختگی 150 kg، وزن بعد از ماشینکاری 126 kg، مقدار وزن ماشینکاری شده به % = ؟

$$P_s = \frac{P_w}{G_w} \cdot 100\% = \frac{150 \text{ kg} - 126 \text{ kg}}{150 \text{ kg}} \cdot 100\% = 16\%$$

## محاسبه تناسب

سه مرحله نسبت‌های مستقیم

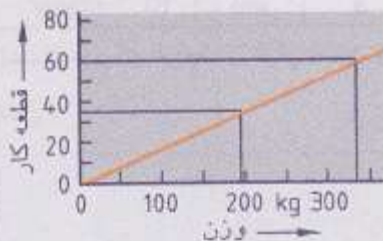
مثال: 60 زانویی 330 kg وزن دارد. وزن 35 زانویی چقدر است؟

مرحله ۱: ادعا: 60 زانویی 330 kg وزن دارد.

مرحله ۲: محاسبه برای واحد: با تقسیم کردن 1 زانویی  $\frac{330 \text{ kg}}{60}$  وزن دارد.

مرحله ۳: محاسبه برای چند مقدار: با ضرب کردن

$$35 \text{ زانویی} \cdot \frac{330 \text{ kg} \cdot 35}{60} = 192,5 \text{ kg}$$



سه مرحله نسبت‌های غیرمستقیم

مثال: 3 کارگر، برای انجام کاری 170 ساعت لازم دارند. برای انجام همین کار 12

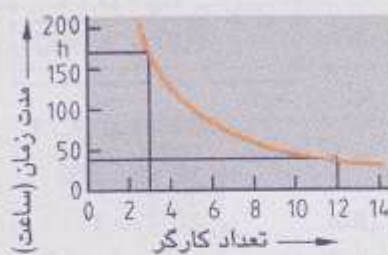
کارگر چند ساعت لازم دارند؟

مرحله ۱: ادعا: 3 کارگر برای انجام کاری 170 ساعت لازم دارند.

مرحله ۲: محاسبه برای واحد: با ضرب کردن 1 کارگر  $3 \cdot 170 \text{ h}$  لازم دارد.

مرحله ۳: محاسبه برای چند مقدار: با تقسیم کردن

$$12 \text{ کارگر} \cdot \frac{3 \cdot 170 \text{ h}}{12} = 42,5 \text{ h}$$



سه مرحله چندین نسبت

مثال: سه مرحله ۱: 5 کارگر 660 قطعه‌کار را در 24 روز تولید می‌کنند.

5 کارگر 660 قطعه‌کار را در 24 روز تولید می‌کنند.

9 کارگر 660 قطعه‌کار را در  $\frac{24 \cdot 5}{9}$  روز تولید می‌کنند.سه مرحله ۲: 9 کارگر 660 قطعه‌کار را در  $\frac{24 \cdot 5}{9}$  روز تولید می‌کنند.9 کارگر 1 قطعه‌کار را در  $\frac{24 \cdot 5}{9 \cdot 660}$  روز تولید می‌کنند.9 کارگر 312 قطعه‌کار را در روز 6,3 =  $\frac{24 \cdot 5 \cdot 312}{9 \cdot 660}$  تولید می‌کنند.

5 کارگر 660 قطعه‌کار را در 24

روز می‌سازند. 9 کارگر 312

قطعه‌کار از همان قطعات را در

چند روز تولید می‌کنند؟



## علایم فرمول، علایم ریاضی

علایم فرمول					
طبق DIN 1304-1 (1994-03)					
معنی	علایم	معنی	علایم	معنی	علایم
طول، سطح، حجم، زاویه					
زاویه مسطح	$\alpha, \beta, \gamma$	شعاع	$r, R$	طول	$l$
زاویه فضایی	$\Omega$	قطر	$d, D$	عرض	$b$
غول موج	$\lambda$	مساحت، سطح مقطع	$A, S$	ارتفاع	$h$
		حجم	$V$	مسافت	$s$
مکانیک					
مدول برشی، مدول یانگ	$G$	نیرو	$F$	جرم	$m$
ضریب اصطکاک	$\mu, f$	نیروی وزن	$F_G, G$	جرم طولی (جرم واحد طولی)	$m'$
ممان سطحی محوری	$W$	گشتاور چرخشی	$M$	جرم سطحی (جرم واحد سطح)	$m''$
ممان سطحی محوری درجه 2	$I$	گشتاور پیچشی	$T$	جرم مخصوص	$\rho$
کار، انرژی	$W, E$	گشتاور خمشی	$M_b$	ممان اینرسی درجه 2	$J$
انرژی پتانسیل	$W_p, E_p$	تنش نرمال	$\sigma$	فشار	$p$
انرژی جنبشی	$W_k, E_k$	تنش برشی	$\tau$	فشار مطلق	$p_{abs}$
توان	$P$	درصد تغییر طول نسبی	$\varepsilon$	فشار هوا، فشار جو	$p_{amb}$
بازده	$\eta$	مدول الاستیسیته	$E$	فشار نسبی	$p_e$
زمان					
شتاب	$a$	فرکانس	$f, \nu$	زمان، مدت زمان	$t$
شتاب ثقل آزاد، شتاب جاذبه	$g$	سرعت	$v, u$	پریود، مدت زمان تناوب	$T$
شتاب زاویه‌ای	$\alpha$	سرعت زاویه‌ای	$\omega$	دوره فرکانس دورانی	$n$
گذر حجمی، دبی	$Q, V, q_v$				
الکتروسیسته					
مقاومت راکتانس	$X$	اندوکتانس، خودالقایی	$L$	بار، مقدار الکتریسیته	$Q$
مقاومت ظاهری	$Z$	مقاومت	$R$	ولتاژ	$V, U$
زاویه جابه‌جایی فاز	$\varphi$	مقاومت مخصوص	$\rho$	ظرفیت	$C$
تعداد حلقه	$N$	قابلیت رسانایی الکتریکی	$\gamma, \chi$	شدت جریان	$I$
گرما					
جریان گرما	$\Phi, Q$	گرما، مقدار گرما	$Q$	دمای ترمودینامیکی	$T, \Theta$
رسانایی دما	$\lambda$	قابلیت رسانایی گرما	$\lambda$	اختلاف دما	$\Delta T, \Delta t, \Delta \theta$
ظرفیت گرمایی ویژه	$a$	ضریب انتقال گرما	$\alpha$	دمای سلسیوس	$t, \theta$
قدرت گرمایی ویژه	$c$	ضریب عبور گرما	$k$	ضریب انبساط حرارتی طولی	$\alpha_l, \alpha$
	$H_u$				
نور، تابش الکترومغناطیسی					
شدت تابش	$I_e$	فاصله کانونی	$f$	شدت روشنایی	$E_v$
انرژی تابشی	$Q_e, W$	ضریب شکست	$n$		
صوت					
بلندی صدا	$N$	سطح فشار صوت	$L_p$	فشار صوت	$p$
سطح صوت	$L_N$	شدت صوت	$I$	سرعت صوت	$c$
علایم ریاضی					
طبق DIN 1302 (1999-12)					
نحوه خواندن	علایم	نحوه خواندن	علایم	نحوه خواندن	علایم
لگاریتم (عمومی)	$\log$	متناسب	$\sim$	تقریباً مساوی، گرد، تقریب	$\approx$
لگاریتم پایه 10	$\lg$	$a$ به توان $x$ ، توان $x$ پایه $a$	$a^x$	مطابق است	$\equiv$
لگاریتم طبیعی یا نپرین (پایه $e$ )	$\ln$	جذر (ریشه دوم)	$\sqrt{\quad}$	و غیره، تا	$\dots$
عدد اویلر، نپرین ( $e=2,718\dots$ )	$e$	ریشه $n$ ام	$\sqrt[n]{\quad}$	بینهایت	$\infty$
سینوس	$\sin$	قدر مطلق $x$	$ x $	مساوی	$=$
کسینوس	$\cos$	عمود بر	$\perp$	نامساوی	$\neq$
تانژانت	$\tan$	موازی است با	$\parallel$	طبق تعریف مساوی است	$\stackrel{\text{def}}{=}$
کوتانژانت	$\cot$	موازی و هم‌جهت	$\uparrow\uparrow$	کوچکتر از	$<$
پرانتز، گروه، آکلاز باز و بسته	$( ), [ ], \{ }$	موازی و مخالف جهت	$\uparrow\downarrow$	کوچکتر از یا مساوی	$\leq$
عدد پی ( $\pi = 3,14159\dots$ )	$\pi$	زاویه	$\angle$	بزرگتر از	$>$
		مثلث	$\triangle$	بزرگتر از یا مساوی	$\geq$
		منطبق، همسان	$\cong$	جمع، بعلاوه	$+$
طول پاره خط $AB$	$\overline{AB}$	دلتا $x$	$\Delta x$	تفریق، منها	$-$
طول کمان $AB$	$\widehat{AB}$	(اختلاف دو مقدار)		ضربدر، ضرب	$\cdot$
$a$ پریم، $a$ زگوند	$a', a''$	درصد	$\%$	تقسیم، بخش بر	$-, /, :$
$a$ یک، $a$ دو	$a_1, a_2$	در هزار	$\text{‰}$	جمع	$\Sigma$



## واحدهای اندازه‌گیری

DIN 1301-1 (2002-10), -2 (1978-02), -3 (1979-10)

کمیت‌های پایه SI<sup>۱)</sup> و واحدهای پایه

شدت نور	مقدار ماده	دمای ترمودینامیکی	شدت جریان الکتریکی	زمان	جرم	طول	کمیت پایه
کاندلا	مول	کلوین	آمپر	ثانیه	کیلوگرم	متر	واحد پایه
cd	mol	K	A	s	kg	m	علامت واحد

۱) واحدهای اندازه‌گیری در سیستم اتحاد بین‌المللی (SI = System International d'Unités) تعیین شده‌اند. این واحدها براساس هفت واحد پایه (واحدهای SI) بنا شده‌اند و سایر واحدها از آن مشتق شده‌اند.

## کمیت‌های پایه، کمیت‌های مشتق شده و واحدهای آنها

ملاحظات مثالهای کاربردی	رابطه	واحد نام	علایم فرمول	کمیت
طول، سطح، حجم، زاویه				
1 inch = 1 Zoll = 25,4 mm در سفر هوایی و دریایی می‌توان نوشت: 1 = 1852 m مایل دریایی بین‌المللی	1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm 1 mm = 1000 μm 1 km = 1000 m	m	متر	طول
علامت S فقط برای سطح مقطع به کار می‌رود. آر و هکتار فقط برای مساحت تکه‌های زمین به کار می‌رود.	1 m <sup>2</sup> = 10 000 cm <sup>2</sup> = 1 000 000 mm <sup>2</sup> 1 a = 100 m <sup>2</sup> 1 ha = 100 a = 10 000 m <sup>2</sup> 100 ha = 1 km <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> a ha	متر مربع آر هکتار	سطح
غالباً برای مایعات و گازها	1 m <sup>3</sup> = 1000 dm <sup>3</sup> = 1 000 000 cm <sup>3</sup> 1 l = 1 L = 1 dm <sup>3</sup> = 10 dl = 0,001 m <sup>3</sup> 1 ml = 1 cm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> l, L	متر مکعب لیتر	حجم
1 rad زاویه‌ای است که نقطه روی دایره به شعاع 1 m، کمائی به طول 1 m طی می‌کند. در محاسبات فنی به جای α = 33° 17' 27,6" بهتر است α = 33,291° به کار رود.	1 rad = 1 m/m = 57,2957 ...° = 180°/π 1° = π/180 rad = 60' 1' = 1°/60 = 60" 1" = 1'/60 = 1°/3600	rad ° ' "	رادیانت درجه دقیقه ثانیه	زاویه مسطح
گسترش قطعه‌ای در یک راستا به اندازه 1° و در راستای عمود بر آن هم 1°، زاویه فضایی به اندازه 1 sr را می‌پوشاند.	1 sr = 1 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	sr	استرادیان	زاویه فضایی

## مکانیک

وزن به مفهوم نتیجه اندازه‌گیری با ترازو کمیتی از نوع جرم است (واحد kg). جرم سنگهای قیمتی به قیراط (Kt) بیان می‌شود.	1 kg = 1000 g 1 g = 1000 mg 1 t = 1000 kg = 1 Mg 0,2 g = 1 Kt	kg g t	کیلوگرم گرم تن	جرم
برای محاسبه جرم (وزن) مفتولها، پروفیلها و لوله‌ها به کار می‌رود.	1 kg/m = 1 g/mm	kg/m	کیلوگرم بر متر	جرم طولی (جرم واحد طول)
برای محاسبه جرم (وزن) ورقها به کار می‌رود.	1 kg/m <sup>2</sup> = 0,1 g/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	کیلوگرم بر متر به توان دو	جرم سطحی (جرم واحد سطح)
جرم مخصوص کمیت مستقل از مکان است.	1000 kg/m <sup>3</sup> = 1 t/m <sup>3</sup> = 1 kg/dm <sup>3</sup> = 1 g/cm <sup>3</sup> = 1 g/ml = 1 mg/mm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	کیلوگرم بر متر به توان سه	جرم مخصوص



ملاحظات، مثالهای کاربردی	رابطه	واحد نام	علامت	علایم فرمول	کمیت
<b>مکانیک</b>					
ممان اینرسی علاوه بر جرم کلی قطعه به شکل و موقعیت محور دوران هم بستگی دارد.	برای یک جسم هموزن می توان نوشت: $J = \rho \cdot r^2 \cdot V$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	کیلوگرم در متر به توان دو	J	ممان اینرسی درجه 2
1 N نیرویی است که اگر بر جسمی به جرم 1 kg وارد شود، در مدت 1 s باعث تغییر سرعت آن به اندازه 1 m/s گردد.	$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1 \frac{\text{J}}{\text{m}}$ $1 \text{ MN} = 10^3 \text{ kN} = 1\,000\,000 \text{ N}$	N	نیوتن	F F <sub>G</sub> , G	نیرو نیروی وزن
گشتاور 1 N · m گشتاور حاصل از نیروی 1 N روی طول اهرم به طول 1 m می باشد.	$1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$	N · m	نیوتن در متر	M M <sub>b</sub> T	گشتاور چرخشی گشتاور خمشی گشتاور پیچشی
ضربه حاصلضرب جرم در سرعت است، راستای آن هم جهت با سرعت است.	$1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 1 \text{ N} \cdot \text{s}$	$\text{kg} \cdot \text{m/s}$	کیلوگرم در متر بر ثانیه	p	ضربه
منظور از فشار مقدار نیرو بر واحد سطح است، علامت فشار نسبی p <sub>e</sub> است (DIN 1314). 1 bar = 14,5 psi (پوند بر اینچ مربع)	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,01 \text{ mbar}$ $1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ N/cm}^2 = 10^5 \text{ Pa}$ $1 \text{ mbar} = 1 \text{ hPa}$ $1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ bar} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ MPa}$ $1 \text{ daN/cm}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2$	Pa N/mm <sup>2</sup>	پاسکال نیوتن بر میلی متر به توان دو	p σ, τ	فشار تنش مکانیکی
—	$1 \text{ m}^4 = 100\,000\,000 \text{ cm}^4$	m <sup>4</sup> cm <sup>4</sup>	متر به توان چهار سانتی متر به توان چهار	I	ممان سطحی درجه 2
ژول برای هر نوع انرژی، واحد kW · h برای انرژی الکتریکی بهتر است.	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$	J	ژول	E, W	انرژی، کار، مقدار گرما
توان کاری را توصیف می کند که در واحد زمان انجام می شود.	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ N} \cdot \text{m/s} = 1 \text{ V} \cdot \text{A} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg/s}^3$	W	وات	P Φ	توان جریان گرما
<b>زمان</b>					
3 h مدت زمان به طول 3 ساعت است، 3 <sup>h</sup> نقطه زمانی ساعت 3 است. نقطه زمانی به صورت مرکب بیان می شود: 3 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$ $1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$	s min h d a	ثانیه دقیقه ساعت روز سال	t	زمان، مدت زمان
1 نوسان در یک ثانیه 1 Hz	$1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$	Hz	هرتز	f, ν	فرکانس
تعداد دوران بر واحد زمان، دور را تعریف می کنند که فرکانس دورانی هم نامیده می شود.	$1/\text{s} = 60/\text{min} = 60 \text{ min}^{-1}$ $1/\text{min} = 1 \text{ min}^{-1} = \frac{1}{60 \text{ s}}$	1/s 1/min	1 بر ثانیه 1 بر دقیقه	n	دور، فرکانس دورانی
سرعت در سفرهای دریایی به گره (kn) بیان می شود: 1 kn = 1,852 km/h meil per hour = 1 mile/h = 1 mph 1 mph = 1,60934 km/h	$1 \text{ m/s} = 60 \text{ m/min} = 3,6 \text{ km/h}$ $1 \text{ m/min} = \frac{1 \text{ m}}{60 \text{ s}}$ $1 \text{ km/h} = \frac{1 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}$	m/s m/min km/h	متر بر ثانیه متر بر دقیقه کیلومتر بر ساعت	v	سرعت
در دور n = 2/s سرعت زاویه ای برابر است با: ω = 4 π/s	ω = 2 π · n	1/s rad/s	1 بر ثانیه، رادیانت بر ثانیه	ω	سرعت دورانی
علامت g فقط برای شتاب سقوط آزاد به کار می رود. g = 9,81 m/s <sup>2</sup> ≈ 10 m/s <sup>2</sup>	$1 \text{ m/s}^2 = \frac{1 \text{ m/s}}{1 \text{ s}}$	m/s <sup>2</sup>	شتاب	a, g	شتاب



## واحدهای اندازه گیری

## کمیتها و واحدها (ادمه)

ملاحظات، مثالهای کاربردی	رابطه	واحد نام	علامت	علایم فرمول	کمیت
<b>الکتریسیته و مغناطیس</b>					
جابه جایی بار الکتریکی جریان نامیده می شود. ولتاژ برابر است با اختلاف پتانسیل دو نقطه واقع در یک میدان. مقدار معکوس مقاومت الکتریکی مقدار رسانایی الکتریکی نامیده می شود.	$1 \text{ V} = 1 \text{ W} / 1 \text{ A} = 1 \text{ J} / \text{C}$	A V	آمپر ولت	I U	شدت جریان الکتریکی ولتاژ
	$1 \Omega = 1 \text{ V} / 1 \text{ A}$ $1 \text{ S} = 1 \text{ A} / 1 \text{ V} = 1 / \Omega$	$\Omega$ S	اهم زیمنس	R G	مقاومت الکتریکی مقدار رسانایی - الکتریکی
	$10^{-8} \Omega \cdot \text{m} = 1 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	$\Omega \cdot \text{m}$ S/m	اهم در متر زیمنس بر متر	$\rho$ $\gamma, \chi$	مقاومت ویژه قابلیت رسانایی الکتریکی
فرکانس شبکه عمومی EU 50 Hz, USA 60 Hz	$1 \text{ Hz} = 1 / \text{s}$ $1000 \text{ Hz} = 1 \text{ kHz}$	Hz	هرتز	f	فرکانس
در فیزیک اتمی و هسته ای واحد eV (الکترون ولت) به کار می رود.	$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ}$ $1 \text{ W} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ kJ}$	J	ژول	W	کار الکتریکی
زاویه بین جریان و ولتاژ در بارگذاری القایی و خازنی	برای جریان متناوب: $\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}$	-	-	$\varphi$	زاویه جابه جایی فاز
$E = \frac{F}{Q}, C = \frac{Q}{U}, Q = I \cdot t$	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}; 1 \text{ A} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ kC}$ $1 \text{ F} = 1 \text{ C} / \text{V}$ $1 \text{ H} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} / \text{A}$	V/m C F H	ولت بر متر کولمب فاراد هنری	E Q C L	شدت میدان الکتریکی بار الکتریکی ظرفیت الکتریکی اندوکتانس
در مهندسی قدرت: توان ظاهری S به V · A	$1 \text{ W} = 1 \text{ J} / \text{s} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} / \text{s}$ $= 1 \text{ V} \cdot \text{A}$	W	وات	P	توان

## ترمودینامیک و انتقال حرارت

کلوین (K) و درجه سلسیوس (°C) برای دما و اختلاف دما به کار می رود. $t = T - T_0; T_0 = 273,15 \text{ K}$ (°F): $1,8^\circ \text{F} = 1^\circ \text{C}$	$0 \text{ K} = -273,15^\circ \text{C}$ $0^\circ \text{C} = 273,15 \text{ K}$ $0^\circ \text{C} = 32^\circ \text{F}$ $0^\circ \text{F} = -17,77^\circ \text{C}$	K °C	کلوین درجه سلسیوس	T, Θ t, θ	دمای ترمودینامیکی دمای سلسیوس
$1 \text{ kcal} \cong 4,1868 \text{ kJ}$	$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$	J	ژول	Q	مقدار گرما
مقدار گرمای آزاد شده از هر کیلوگرم ماده سوخت منتهای گرمای بخار در گازها و بخار آب خروجی	$1 \text{ MJ} / \text{kg} = 1\,000\,000 \text{ J} / \text{kg}$ $1 \text{ MJ} / \text{m}^3 = 1\,000\,000 \text{ J} / \text{m}^3$	J/kg J/m³	ژول بر کیلوگرم ژول بر متر به توان سه	H <sub>u</sub>	مقدار گرمای ویژه

## واحدهای غیر SI

انرژی، توان	جرم	حجم	سطح	طول
$1 \text{ PSh} = 0,735 \text{ kWh}$ $1 \text{ PS} = 735 \text{ W}$ $1 \text{ kcal} = 4186,8 \text{ Ws}$ $1 \text{ kcal} = 1,166 \text{ Wh}$ $1 \text{ kpm/s} = 9,807 \text{ W}$ $1 \text{ Btu} = 1055 \text{ Ws}$ $1 \text{ hp} = 754,7 \text{ W}$	$1 \text{ oz} = 28,35 \text{ g}$ $1 \text{ lb} = 453,6 \text{ g}$ $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$ $1 \text{ short ton} = 907,2 \text{ kg}$ $1 \text{ Karat} = 0,2 \text{ g}$	$1 \text{ cu.in} = 16,39 \text{ cm}^3$ $1 \text{ cu.ft} = 28,32 \text{ dm}^3$ $1 \text{ cu.yd} = 764,6 \text{ dm}^3$ $1 \text{ gallon} = 3,785 \text{ dm}^3$ $1 \text{ barrel} = 158,8 \text{ dm}^3$	$1 \text{ sq.in} = 6,452 \text{ cm}^2$ $1 \text{ sq.ft} = 9,29 \text{ dm}^2$ $1 \text{ sq.yd} = 0,8361 \text{ m}^2$  فشار $1 \text{ bar} = 14,5 \text{ psi}$	$1 \text{ inch} = 25,4 \text{ mm}$ $1 \text{ foot} = 0,3048 \text{ m}$ $1 \text{ yard} = 0,9144 \text{ m}$ $1 \text{ Seemeile} = 1,852 \text{ km}$

## پیشوند مقادیر دهیم و یا چند برابر دهگانی

ترا	گیگا	مگا	کیلو	هکتو	دکا	دسی	سانتی	میلی	میکرو	نانو	پیکو	پیشوند
T	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n	p	علامت پیشوند
10 <sup>12</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-12</sup>	توان دهگانی
مقادیر چند دهگانی						مقادیر دهیم						
1 GB (Gigabyte) = 1 000 000 000 Byte						1 mm = 10 <sup>-3</sup> m = 1/1000 m, 1 km = 1000 m, 1 kg = 1000 g,						



قانون فیثاغورس

$$c^2 = a^2 + b^2$$

طول وتر

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

طول اضلاع مجاور

$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

مثال ۱:

$$c = 35 \text{ mm}; a = 21 \text{ mm}; b = ?$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(35 \text{ mm})^2 - (21 \text{ mm})^2} = 28 \text{ mm}$$

مثال ۲:

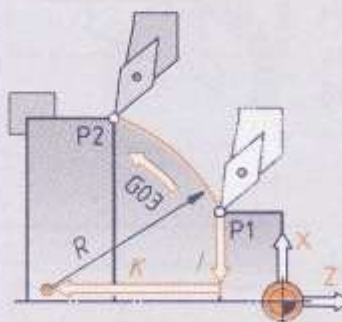
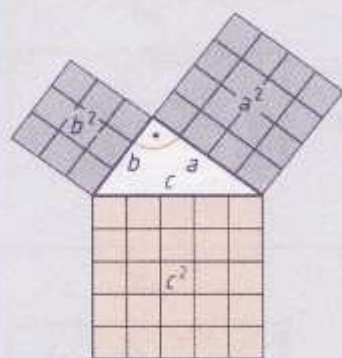
در برنامه CNC با  $R = 50 \text{ mm}$  و  $I = 25 \text{ mm}$  مقدار  $K$  را حساب کنید؟

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$R^2 = I^2 + K^2$$

$$K = \sqrt{R^2 - I^2} = \sqrt{50^2 \text{ mm}^2 - 25^2 \text{ mm}^2}$$

$$K = 43,3 \text{ mm}$$



قانون اقلیدس

مربع اضلاع مجاور زاویه قائم الزاویه

$$b^2 = c \cdot q$$

$$a^2 = c \cdot p$$

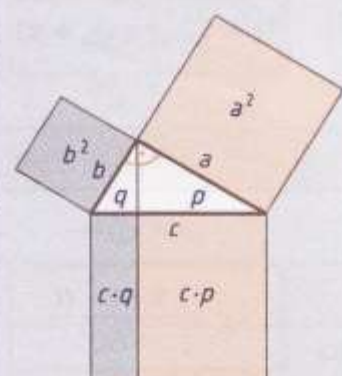
مثال:

مستطیلی با  $c = 6 \text{ cm}$  و  $p = 3 \text{ cm}$  باید در قانون اقلیدس صدق کند.

اندازه  $a$  ضلع مربع چقدر باید باشد؟

$$a^2 = c \cdot p$$

$$a = \sqrt{c \cdot p} = \sqrt{6 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm}} = 4,24 \text{ cm}$$



قانون ارتفاع در مثلث قائم الزاویه

مربع ارتفاع روی وتر

$$h^2 = p \cdot q$$

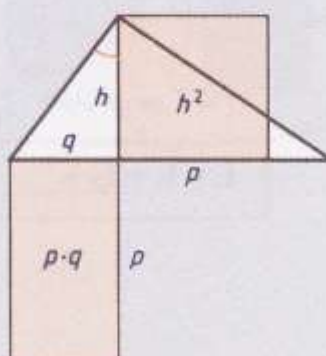
مثال:

در مثلث قائم الزاویه

$$p = 6 \text{ cm}; q = 2 \text{ cm}; h = ?$$

$$h^2 = p \cdot q$$

$$h = \sqrt{p \cdot q} = \sqrt{6 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm}} = \sqrt{12 \text{ cm}^2} = 3,46 \text{ cm}$$





## تقسیم طولها (گامها)، طول کمان، طولهای مرکب

## تقسیم طولها

گام

$$p = \frac{l}{n+1}$$

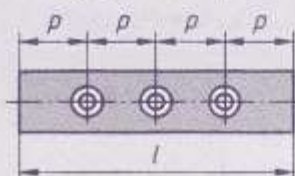
طول کل  $l$ تعداد سوراخها  $n$ گام  $p$ 

مثال:

$$p = ?; n = 24; l = 2 \text{ m}$$

$$p = \frac{l}{n+1} = \frac{2000 \text{ mm}}{24+1} = 80 \text{ mm}$$

گام = فاصله از مبدأ



گام

$$p = \frac{l - (a + b)}{n - 1}$$

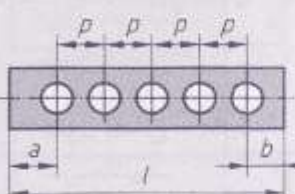
طول کل  $l$ تعداد سوراخها  $n$ فاصله از لبه  $a, b$ گام  $p$ 

مثال:

$$l = 1950 \text{ mm}; a = 100 \text{ mm}; b = 50 \text{ mm};$$

$$p = ?; n = 25$$

$$p = \frac{l - (a + b)}{n - 1} = \frac{1950 \text{ mm} - 150 \text{ mm}}{25 - 1} = 75 \text{ mm}$$

گام  $\neq$  فاصله از مبدأ

تعداد قطعه

$$z = \frac{l}{l_s + s}$$

طول مفتول  $l$ پهنای تیغه اره  $s$ تعداد قطعات  $z$ طول قطعه  $l_s$ طول قطعه آخری  $l_R$ 

مثال:

$$l = 6000 \text{ mm}; l_s = 230 \text{ mm}; s = 1,2 \text{ mm}; z = ?; l_R = ?$$

$$z = \frac{l}{l_s + s} = \frac{6000 \text{ mm}}{230 \text{ mm} + 1,2 \text{ mm}} = 25,95 = 25 \text{ قطعه}$$

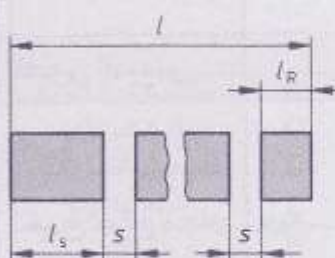
$$l_R = l - z \cdot (l_s + s) = 6000 \text{ mm} - 25 \cdot (230 \text{ mm} + 1,2 \text{ mm})$$

$$= 220 \text{ mm}$$

طول قطعه آخری

$$l_R = l - z \cdot (l_s + s)$$

برش قطعات



## طول کمان

طول کمان

$$l_B = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ}$$

$$l_B = \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360^\circ}$$

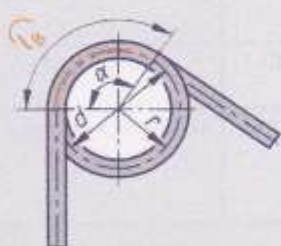
طول کمان  $l_B$ زاویه کمان  $\alpha$ شعاع  $r$ قطر  $d$ 

مثال:

$$r = 36 \text{ mm}; \alpha = 120^\circ; l_B = ?$$

$$l_B = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ} = \frac{\pi \cdot 36 \text{ mm} \cdot 120^\circ}{180^\circ} = 75,36 \text{ mm}$$

مثال: فنر بازویی



## طولهای مرکب

طولهای مرکب

$$L = l_1 + l_2 + \dots$$

قطر خارجی  $D$ قطر متوسط  $d_m$ ضخامت  $s$ طول مرکب  $L$ زاویه کمان  $\alpha$ طول اجزاء  $l_1, l_2$ 

مثال (طولهای مرکب، شکل چپ):

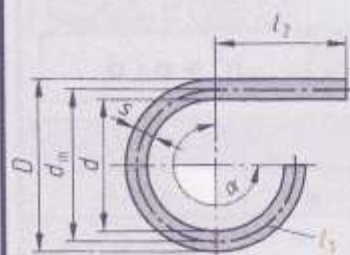
$$D = 360 \text{ mm}; s = 5 \text{ mm}; \alpha = 270^\circ; l_2 = 70 \text{ mm};$$

$$d_m = ?; L = ?$$

$$d_m = D - s = 360 \text{ mm} - 5 \text{ mm} = 355 \text{ mm}$$

$$L = l_1 + l_2 = \frac{\pi \cdot d_m \cdot \alpha}{360^\circ} + l_2$$

$$= \frac{\pi \cdot 355 \text{ mm} \cdot 270^\circ}{360^\circ} + 70 \text{ mm} = 906,45 \text{ mm}$$

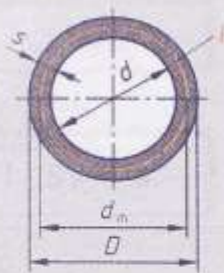




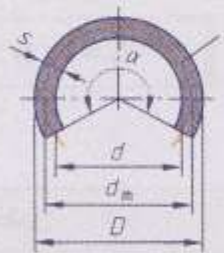
## طولهای گسترده، طول مفتول فنرها، طولهای خام

## طولهای گسترده

حلقه دایروی



برش حلقه دایروی



D قطر خارجی  
d قطر داخلی  
 $d_m$  قطر متوسط  
s ضخامت  
l طول گسترده  
 $\alpha$  زاویه کمان

طول گسترده حلقه دایروی

$$l = \pi \cdot d_m$$

طول گسترده برش حلقه دایروی

$$l = \frac{\pi \cdot d_m \cdot \alpha}{360^\circ}$$

قطر متوسط

$$d_m = D - s$$

$$d_m = d + s$$

مثال (برش حلقه دایروی):

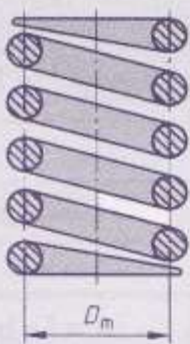
$$l = ? ; d_m = ? ; \alpha = 240^\circ ; s = 4 \text{ mm} ; D = 36 \text{ mm}$$

$$d_m = D - s = 36 \text{ mm} - 4 \text{ mm} = 32 \text{ mm}$$

$$l = \frac{\pi \cdot d_m \cdot \alpha}{360^\circ} = \frac{\pi \cdot 32 \text{ mm} \cdot 240^\circ}{360^\circ} = 67,02 \text{ mm}$$

## طول مفتول فنر

مثال: فنر فشاری



l طول گسترده خط مارپیچ  
 $D_m$  قطر متوسط حلقه  
i تعداد حلقه‌های مؤثر

طول گسترده خط مارپیچ

$$l = \pi \cdot D_m \cdot i + 2 \cdot \pi \cdot D_m$$

$$l = \pi \cdot D_m \cdot (i + 2)$$

مثال:

$$l = ? ; i = 8,5 ; D_m = 16 \text{ mm}$$

$$l = \pi \cdot D_m \cdot i + 2 \cdot \pi \cdot D_m$$

$$= \pi \cdot 16 \text{ mm} \cdot 8,5 + 2 \cdot \pi \cdot 16 \text{ mm} = 528 \text{ mm}$$

## طول خام قطعات آهنگری و پرسکاری

در شکل دادن بدون اتلاف اکسیدی حجم قطعه خام برابر حجم قطعه نهایی است. هرگاه تلف اکسیدی و یا تشکیل پلیسه روی دهد، باید حجم تلف اکسیدی یا پلیسه روی قطعه نهایی اضافه شود

حجم بدون تلف

$$V_a = V_e$$

$V_e$  حجم قطعه نهایی  
 $V_a$  حجم قطعه خام  
 $A_2$  سطح مقطع قطعه نهایی  
 $A_1$  سطح مقطع قطعه خام  
 $l_2$  اندازه طول آهنگری شده  
 $l_1$  اندازه طول اولیه  
q ضریب تلف اکسیدی یا پلیسه

حجم با تلف

$$V_a = V_e + q \cdot V_e$$

$$V_a = V_e \cdot (1 + q)$$

$$A_1 \cdot l_1 = A_2 \cdot l_2 \cdot (1 + q)$$

مثال:

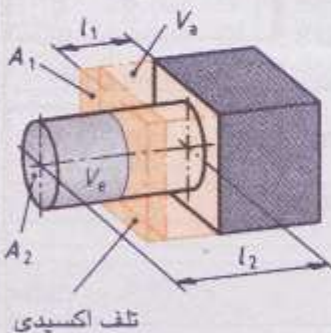
روی یک قطعه فولادی  $50 \times 30 \text{ mm}$  یک نافی استوانه‌ای با  $d = 24 \text{ mm}$  و  $l_2 = 60 \text{ mm}$  آهنگری می‌شود. تلف اکسیدی 10% است. طول اولیه  $l_1$  چقدر است؟

$$V_a = V_e \cdot (1 + q)$$

$$A_1 \cdot l_1 = A_2 \cdot l_2 \cdot (1 + q)$$

$$l_1 = \frac{A_2 \cdot l_2 \cdot (1 + q)}{A_1}$$

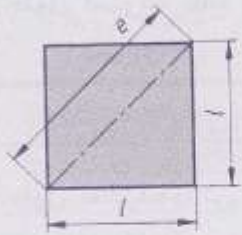
$$= \frac{\pi \cdot (24 \text{ mm})^2 \cdot 60 \text{ mm} \cdot (1 + 0,1)}{4 \cdot 50 \text{ mm} \cdot 30 \text{ mm}} = 20 \text{ mm}$$



تلف اکسیدی



مربع



طول ضلع l

قطر e

مساحت A

مساحت

مثال:

$$A = l^2$$

$$e = ? : A = ? : l = 14 \text{ mm}$$

$$A = l^2 = (14 \text{ mm})^2 = 196 \text{ mm}^2$$

$$e = \sqrt{2} \cdot l = \sqrt{2} \cdot 14 \text{ mm} = 19,8 \text{ mm}$$

قطر

$$e = \sqrt{2} \cdot l$$

لوزی



طول ضلع l

ارتفاع b

مساحت A

مساحت

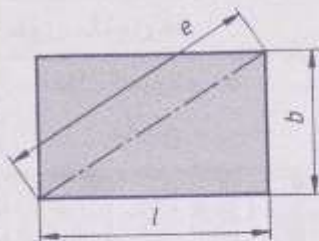
مثال:

$$A = l \cdot b$$

$$A = ? : b = 8,5 \text{ mm} : l = 9 \text{ mm}$$

$$A = l \cdot b = 9 \text{ mm} \cdot 8,5 \text{ mm} = 76,5 \text{ mm}^2$$

مستطیل



عرض b

مساحت A

قطر e

طول l

مثال:

$$A = l \cdot b$$

$$e = ? : A = ? : b = 11 \text{ mm} : l = 12 \text{ mm}$$

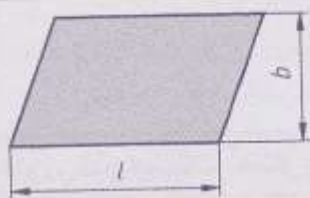
$$A = l \cdot b = 12 \text{ mm} \cdot 11 \text{ mm} = 132 \text{ mm}^2$$

$$e = \sqrt{l^2 + b^2} = \sqrt{(12 \text{ mm})^2 + (11 \text{ mm})^2} = \sqrt{265 \text{ mm}^2} = 16,28 \text{ mm}$$

قطر

$$e = \sqrt{l^2 + b^2}$$

متوازی‌الاضلاع



طول قاعده l

ارتفاع b

مساحت A

مساحت

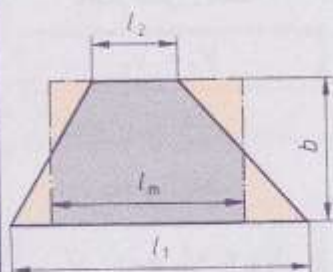
مثال:

$$A = l \cdot b$$

$$A = ? : b = 15 \text{ mm} : l = 36 \text{ mm}$$

$$A = l \cdot b = 36 \text{ mm} \cdot 15 \text{ mm} = 540 \text{ mm}^2$$

ذوزنقه



طول قاعده کوچک l2

طول قاعده بزرگ l1

مساحت A

مساحت

b

ارتفاع

طول متوسط قاعده lm

$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$$

مثال:

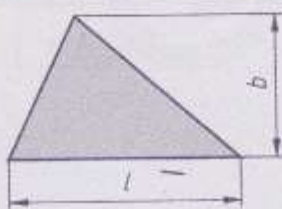
$$A = ? : b = 17 \text{ mm} : l_2 = 20 \text{ mm} : l_1 = 23 \text{ mm}$$

$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b = \frac{23 \text{ mm} + 20 \text{ mm}}{2} \cdot 17 \text{ mm} = 365,5 \text{ mm}^2$$

طول متوسط

$$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$$

مثلث



قاعده l

ارتفاع b

مساحت A

مساحت

مثال:

$$A = \frac{l \cdot b}{2}$$

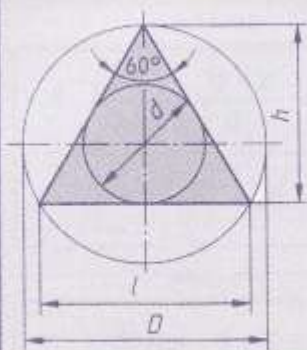
$$A = ? : b = 29 \text{ mm} : l = 62 \text{ mm}$$

$$A = \frac{l \cdot b}{2} = \frac{62 \text{ mm} \cdot 29 \text{ mm}}{2} = 899 \text{ mm}^2$$



## مثلث، چندضلعی، دایره

## شکل متساوی الاضلاع



مساحت A قطر دایره محاطی d  
طول ضلع l ارتفاع h  
قطر دایره محاطی D

مثال:

 $l = 42 \text{ mm}; A = ?; h = ?$ 

$$A = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{3} \cdot l^2 = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{3} \cdot (42 \text{ mm})^2 = 763,9 \text{ mm}^2$$

قطر دایره محاطی

$$D = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = 2 \cdot d$$

مساحت

$$A = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{3} \cdot l^2$$

قطر دایره محاطی

$$d = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = \frac{D}{2}$$

ارتفاع

$$h = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot l$$

## چندضلعی منتظم



مساحت A  
طول ضلع l  
قطر دایره محاطی D  
قطر دایره محاطی d  
تعداد رأس n  
زاویه مرکزی alpha  
زاویه محاطی beta

قطر دایره محاطی

$$d = \sqrt{D^2 - l^2}$$

مساحت

$$A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4}$$

قطر دایره محاطی

$$D = \sqrt{d^2 + l^2}$$

طول ضلع

$$l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$$

مثال:

زاویه مرکزی

 $A = ?; d = ?; l = ?; D = 80 \text{ mm}$ 

$$\alpha = \frac{360^\circ}{n}$$

$$l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right) = 80 \text{ mm} \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{6}\right) = 40 \text{ mm}$$

زاویه محاطی

$$d = \sqrt{D^2 - l^2} = \sqrt{6400 \text{ mm}^2 - 1600 \text{ mm}^2} = 69,282 \text{ mm}$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha$$

$$A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4} = \frac{6 \cdot 40 \text{ mm} \cdot 69,282 \text{ mm}}{4} = 4156,92 \text{ mm}^2$$

## محاسبه چندضلعی منتظم به کمک جدول

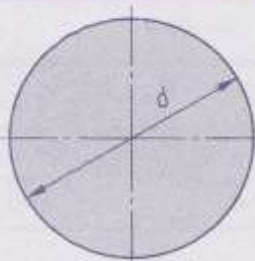
تعداد رأس	مساحت $\approx A$			قطر دایره محاطی $\approx D$		قطر دایره محاطی $\approx d$		طول اضلاع $\approx l$	
3	$0,325 \cdot D^2$	$1,299 \cdot d^2$	$0,433 \cdot l^2$	$1,154 \cdot l$	$2,000 \cdot d$	$0,578 \cdot l$	$0,500 \cdot D$	$0,867 \cdot D$	$1,732 \cdot d$
4	$0,500 \cdot D^2$	$1,000 \cdot d^2$	$1,000 \cdot l^2$	$1,414 \cdot l$	$1,414 \cdot d$	$1,000 \cdot l$	$0,707 \cdot D$	$0,707 \cdot D$	$1,000 \cdot d$
5	$0,595 \cdot D^2$	$0,908 \cdot d^2$	$1,721 \cdot l^2$	$1,702 \cdot l$	$1,236 \cdot d$	$1,376 \cdot l$	$0,809 \cdot D$	$0,588 \cdot D$	$0,727 \cdot d$
6	$0,649 \cdot D^2$	$0,866 \cdot d^2$	$2,598 \cdot l^2$	$2,000 \cdot l$	$1,155 \cdot d$	$1,732 \cdot l$	$0,866 \cdot D$	$0,500 \cdot D$	$0,577 \cdot d$
8	$0,707 \cdot D^2$	$0,829 \cdot d^2$	$4,828 \cdot l^2$	$2,614 \cdot l$	$1,082 \cdot d$	$2,414 \cdot l$	$0,924 \cdot D$	$0,383 \cdot D$	$0,414 \cdot d$
10	$0,735 \cdot D^2$	$0,812 \cdot d^2$	$7,694 \cdot l^2$	$3,236 \cdot l$	$1,052 \cdot d$	$3,078 \cdot l$	$0,951 \cdot D$	$0,309 \cdot D$	$0,325 \cdot d$
12	$0,750 \cdot D^2$	$0,804 \cdot d^2$	$11,196 \cdot l^2$	$3,864 \cdot l$	$1,035 \cdot d$	$3,732 \cdot l$	$0,966 \cdot D$	$0,259 \cdot D$	$0,268 \cdot d$

مثال: هشت ضلعی با  $l = 20 \text{ mm}$ ;  $A = ?$ ;  $D = ?$ 

$$A \approx 4,828 \cdot l^2 = 4,828 \cdot (20 \text{ mm})^2 = 1931,2 \text{ mm}^2;$$

$$D \approx 2,614 \cdot l = 2,614 \cdot 20 \text{ mm} = 52,28 \text{ mm}$$

## دایره



مساحت A محیط U قطر d

مثال:

 $d = 60 \text{ mm}; A = ?; U = ?$ 

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (60 \text{ mm})^2}{4} = 2827 \text{ mm}^2$$

محیط

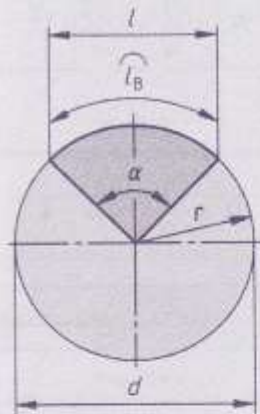
$$U = \pi \cdot d = \pi \cdot 60 \text{ mm} = 188,5 \text{ mm}$$

$$U = \pi \cdot d$$



## قطاع دایره، برش دایره، حلقه دایروی

## قطاع دایره



مساحت A  
طول وتر l  
شعاع r  
زاویه کمان  $\alpha$   
طول کمان  $l_B$

مثال:

$$d = 48 \text{ mm}; \alpha = 110^\circ; l_B = ?; A = ?$$

$$l_B = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ} = \frac{\pi \cdot 24 \text{ mm} \cdot 110^\circ}{180^\circ} = 46,1 \text{ mm}$$

$$A = \frac{l_B \cdot r}{2} = \frac{46,1 \text{ mm} \cdot 24 \text{ mm}}{2} = 553 \text{ mm}^2$$

مساحت

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$$

$$A = \frac{l_B \cdot r}{2}$$

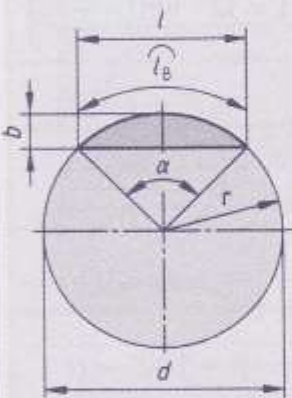
طول وتر

$$l = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

طول کمان

$$l_B = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ}$$

## برش دایره

برش دایره با:  $\alpha \leq 180^\circ$ 

مساحت A  
قطر d  
طول کمان  $l_B$   
پهنای برش b  
شعاع r  
زاویه کمان  $\alpha$   
طول وتر l

مثال:

$$l_B = 62,83 \text{ mm}, l = 52 \text{ mm}, b = 15,1 \text{ mm}$$

$$A = ?; r = ?$$

$$r = \frac{b}{2} + \frac{l^2}{8 \cdot b}$$

$$= \frac{15,1 \text{ mm}}{2} + \frac{(52 \text{ mm})^2}{8 \cdot 15,1 \text{ mm}}$$

$$= 29,93 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$$

$$A = \frac{l_B \cdot r - l \cdot (r - b)}{2}$$

$$= \frac{(62,83 \cdot 30) \text{ mm}^2 - 52 \cdot (30 - 15,1) \text{ mm}^2}{2}$$

$$= 555,1 \text{ mm}^2$$

مساحت

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{l \cdot (r - b)}{2}$$

$$A = \frac{l_B \cdot r - l \cdot (r - b)}{2}$$

طول وتر

$$l = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$l = 2 \cdot \sqrt{b \cdot (2 \cdot r - b)}$$

پهنای برش

$$b = \frac{l}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$$

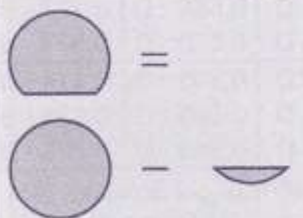
$$b = r - \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}$$

طول کمان

$$l_B = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ}$$

شعاع

$$r = \frac{b}{2} + \frac{l^2}{8 \cdot b}$$

برش دایره با:  $\alpha > 180^\circ$ 

## حلقه دایروی



مساحت A  
قطر متوسط  $d_m$   
قطر خارجی D  
قطر داخلی d  
پهنای حلقه b

مثال:

$$D = 160 \text{ mm}; d = 125 \text{ mm}; A = ?$$

$$A = \pi/4 \cdot (D^2 - d^2)$$

$$= \pi/4 \cdot (160^2 \text{ mm}^2 - 125^2 \text{ mm}^2) = 7834 \text{ mm}^2$$

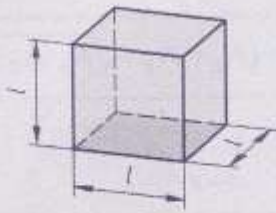
مساحت

$$A = \pi \cdot d_m \cdot b$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$



مكعب مربع



حجم  $V$  طول ضلع  $l$  مساحت  $A_0$

مثال:

$$l = 20 \text{ mm}; V = ?; A_0 = ?$$

$$V = l^3 = (20 \text{ mm})^3 = 8000 \text{ mm}^3$$

$$A_0 = 6 \cdot l^2 = 6 \cdot (20 \text{ mm})^2 = 2400 \text{ mm}^2$$

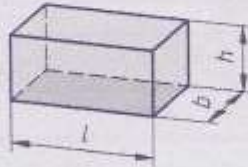
حجم

$$V = l^3$$

مساحت

$$A_0 = 6 \cdot l^2$$

مكعب مستطيل



حجم  $V$  ارتفاع  $h$  عرض  $b$

مساحت  $A_0$  طول ضلع  $l$

مثال:

$$l = 6 \text{ cm}; b = 3 \text{ cm}; h = 2 \text{ cm}; V = ?$$

$$V = l \cdot b \cdot h = 6 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 36 \text{ cm}^3$$

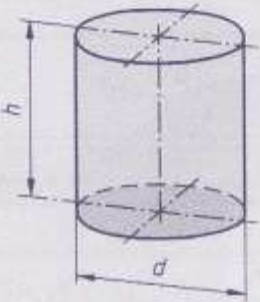
حجم

$$V = l \cdot b \cdot h$$

مساحت

$$A_0 = 2 \cdot (l \cdot b + l \cdot h + b \cdot h)$$

استوانه



حجم  $V$  قطر  $d$  ارتفاع  $h$

مساحت  $A_0$  مساحت پیرامون  $A_M$

مثال:

$$d = 14 \text{ mm}; h = 25 \text{ mm}; V = ?$$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

$$= \frac{\pi \cdot (14 \text{ mm})^2}{4} \cdot 25 \text{ mm}$$

$$= 3848 \text{ mm}^3$$

حجم

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

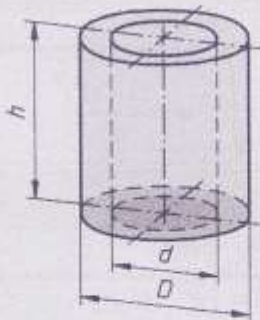
مساحت

$$A_0 = \pi \cdot d \cdot h + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

مساحت پیرامون (جانبی)

$$A_M = \pi \cdot d \cdot h$$

استوانه توخالی



حجم  $V$  قطر  $D, d$

مساحت  $A_0$  ارتفاع  $h$

مثال:

$$D = 42 \text{ mm}; d = 20 \text{ mm}; h = 80 \text{ mm}; V = ?$$

$$V = \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

$$= \frac{\pi \cdot 80 \text{ mm}}{4} \cdot (42^2 \text{ mm}^2 - 20^2 \text{ mm}^2)$$

$$= 85703 \text{ mm}^3$$

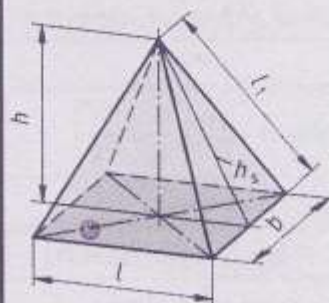
حجم

$$V = \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

مساحت

$$A_0 = \pi \cdot (D + d) \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot (D - d) + h \right]$$

هرم



حجم  $V$  طول قاعده  $l$  ارتفاع  $h$

طول یال  $l_1$  ارتفاع وجه  $h_s$

عرض قاعده  $b$  مساحت  $A_0$

مثال:

$$l = 16 \text{ mm}; b = 21 \text{ mm}; h = 45 \text{ mm}; V = ?$$

$$V = \frac{l \cdot b \cdot h}{3} = \frac{16 \text{ mm} \cdot 21 \text{ mm} \cdot 45 \text{ mm}}{3}$$

$$= 5040 \text{ mm}^3$$

حجم

$$V = \frac{l \cdot b \cdot h}{3}$$

طول یال

$$l_1 = \sqrt{h_s^2 + \frac{b^2}{4}}$$

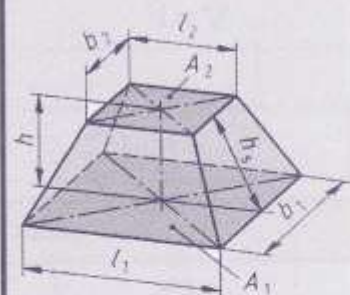
ارتفاع وجه

$$h_s = \sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}$$



## هرم ناقص، مخروط، مخروط ناقص، کره

## هرم ناقص



عرض قاعده  $b_1, b_2$  طول قاعده  $l_1, l_2$  حجم  $V$   
 مساحت قاعده پایین  $A_1$  ارتفاع وجه  $h_s$  ارتفاع  $h$   
 مساحت قاعده بالا  $A_2$

مثال:  $l_1 = 40 \text{ mm}; l_2 = 22 \text{ mm}; b_1 = 28 \text{ mm};$   
 $b_2 = 15 \text{ mm}; h = 50 \text{ mm}; V = ?$

$$V = \frac{h}{3} \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$$

$$= 50 \text{ mm} / 3 \cdot (1120 + 330 + \sqrt{1120 \cdot 330}) \text{ mm}^2$$

$$= 34\,299 \text{ mm}^3$$

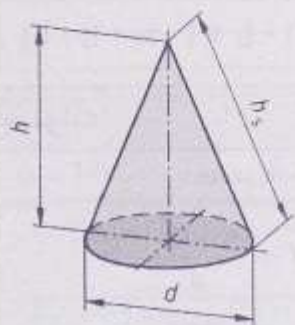
حجم

$$V = \frac{h}{3} \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$$

ارتفاع وجه

$$h_s = \sqrt{h^2 + \left(\frac{l_1 - l_2}{2}\right)^2}$$

## مخروط



حجم  $V$  قطر قاعده  $d$  طول یال  $h_s$  مساحت پیرامون  $A_M$   
 ارتفاع  $h$   
 مثال:

$d = 52 \text{ mm}; h = 110 \text{ mm}; V = ?$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{h}{3} = \frac{\pi \cdot (52 \text{ mm})^2}{4} \cdot \frac{110 \text{ mm}}{3}$$

$$= 77\,870 \text{ mm}^3$$

حجم

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{h}{3}$$

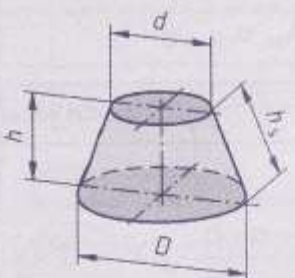
مساحت پیرامون

$$A_M = (\pi \cdot d \cdot h_s) / 2$$

طول یال

$$h_s = \sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2}$$

## مخروط ناقص



حجم  $V$  قطر کوچک (قطر قاعده بالا)  $d$  مساحت پیرامون  $A_M$  ارتفاع مخروط  $h$  قطر قاعده  $D$  طول یال  $h_s$   
 مثال:  $D = 100 \text{ mm}; d = 62 \text{ mm}; h = 80 \text{ mm}; V = ?$

$$V = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$$

$$= \pi \cdot 80 \text{ mm} / 12 \cdot (100^2 + 62^2 + 100 \cdot 62) \text{ mm}^2$$

$$= 419\,800 \text{ mm}^3$$

حجم

$$V = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$$

مساحت پیرامون

$$A_M = (\pi \cdot h_s) / 2 \cdot (D + d)$$

طول یال

$$h_s = \sqrt{h^2 + \left(\frac{D - d}{2}\right)^2}$$

## کره



حجم  $V$  قطر کره  $d$  مساحت  $A_0$   
 مثال:  $d = 9 \text{ mm}; V = ?$

$$V = \frac{\pi \cdot d^3}{6} = \frac{\pi \cdot (9 \text{ mm})^3}{6} = 382 \text{ mm}^3$$

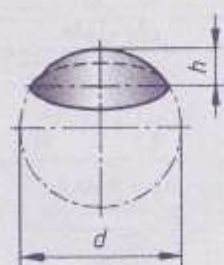
حجم

$$V = (\pi \cdot d^3) / 6$$

مساحت

$$A_0 = \pi \cdot d^2$$

## عرق چین، برش وتری کره



حجم  $V$  قطر کره  $d$  ارتفاع  $h$  مساحت پیرامون  $A_M$  مساحت  $A_0$   
 مثال:  $d = 8 \text{ mm}; h = 6 \text{ mm}; V = ?$

$$V = \pi \cdot h^2 \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{h}{3}\right) = \pi \cdot 6^2 \text{ mm}^2 \cdot \left(\frac{8 \text{ mm}}{2} - \frac{6 \text{ mm}}{3}\right)$$

$$= 226 \text{ mm}^3$$

حجم

$$V = \pi \cdot h^2 \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{h}{3}\right)$$

مساحت

$$A_0 = \pi \cdot h \cdot (2 \cdot d - h)$$

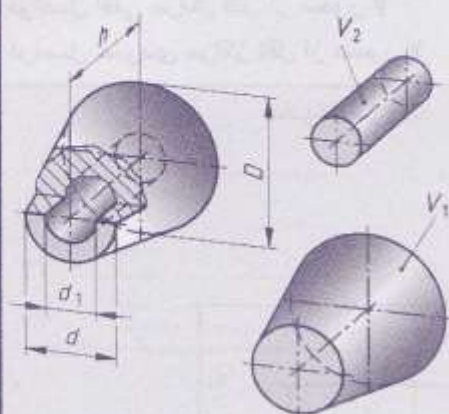
مساحت پیرامون

$$A_M = \pi \cdot d \cdot h$$



# حجم قطعات مرکب، محاسبه جرم (وزن)

## حجم قطعات مرکب



حجم کل

حجم کل

حجم اجزاء

$$V = V_1 + V_2 + \dots - V_3 - V_4$$

مثال: پوسته مخروطی؛

$$D = 42 \text{ mm}; d = 26 \text{ mm}; d_1 = 16 \text{ mm}; h = 45 \text{ mm}; V = ?$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$$

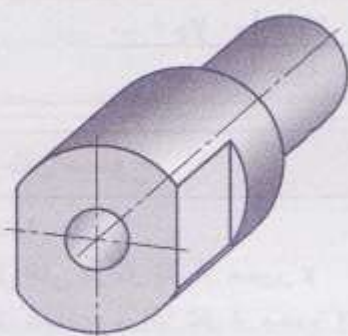
$$= \frac{\pi \cdot 45 \text{ mm}}{12} \cdot (42^2 + 26^2 + 42 \cdot 26) \text{ mm}^2 = 41610 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 16^2 \text{ mm}^2}{4} \cdot 45 \text{ mm} = 9048 \text{ mm}^3$$

$$V = V_1 - V_2 = 41610 \text{ mm}^3 - 9048 \text{ mm}^3 = 32562 \text{ mm}^3$$

## محاسبه جرم

جرم کلی



جرم مخصوص

جرم

جرم

حجم

$$m = V \cdot \rho$$

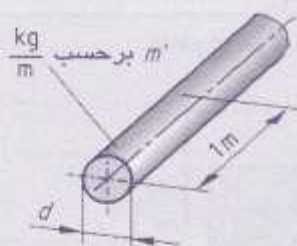
مثال: قطعه آلومینیومی؛

$$V = 6,4 \text{ dm}^3; \rho = 2,7 \text{ kg/dm}^3; m = ?$$

$$m = V \cdot \rho = 6,4 \text{ dm}^3 \cdot 2,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 17,28 \text{ kg}$$

مقادیر جرم مخصوص جامدات، مایعات و گازها در ص ۱۱۸ و ۱۱۹

## جرم طولی



طول

جرم

جرم

جرم طولی

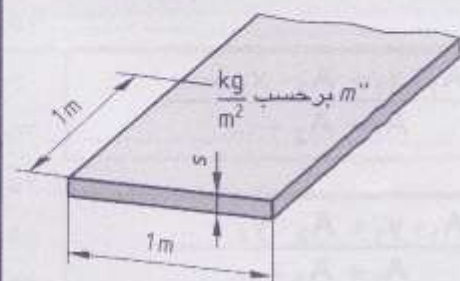
$$m = m' \cdot l$$

$$m' = 1,39 \text{ kg/m}; d = 15 \text{ mm}; m = ?; l = 3,86 \text{ m}$$

$$m = m' \cdot l = 1,39 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 3,86 \text{ m} = 5,37 \text{ kg}$$

کاربرد: محاسبه جرم (وزن) پروفیلها، لوله‌ها، سیمها، ... به کمک جداول مقادیر m'

## جرم سطحی



مساحت

جرم

جرم

جرم سطحی

$$m = m'' \cdot A$$

$$s = 1,5 \text{ mm}; m'' = 11,8 \text{ kg/m}^2; A = 7,5 \text{ m}^2; m = ?$$

$$m = m'' \cdot A = 11,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 7,5 \text{ m}^2 = 88,5 \text{ kg}$$

کاربرد: محاسبه جرم ورقها، فولها، پرقاها، ... به کمک جداول مقادیر m''

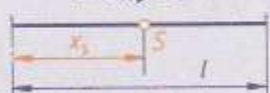


## مرکز ثقل خطوط و سطوح

## مرکز ثقل خطوط

مرکز ثقل خطوط  $S, S_1, S_2$ طول خطوط  $l, l_1, l_2$ فواصل افقی مراکز ثقل از محور  $y$   $x_s, x_1, x_2$ فواصل عمودی مراکز ثقل از محور  $x$   $y_s, y_1, y_2$ 

خط راست



$$x_s = \frac{l}{2}$$

کمان دایروی

کلی

$$y_s = \frac{r \cdot l}{l_B}$$

$$y_s = \frac{l \cdot 180^\circ}{\pi \cdot \alpha}$$

کمان نیم دایره

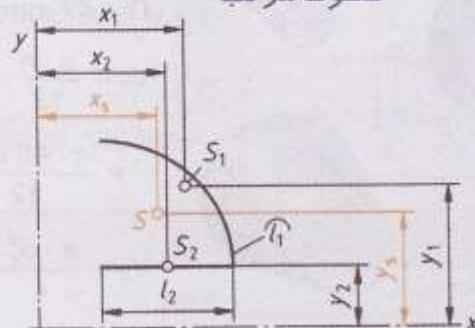
$$y_s \approx 0,6366 \cdot r$$

کمان ربع دایره

$$y_s \approx 0,9003 \cdot r$$

محاسبه  $l$  و  $l_B$ : صفحه ۲۸

خطوط مرکب



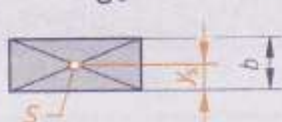
$$x_s = \frac{l_1 \cdot x_1 + l_2 \cdot x_2 + \dots}{l_1 + l_2 + \dots}$$

$$y_s = \frac{l_1 \cdot y_1 + l_2 \cdot y_2 + \dots}{l_1 + l_2 + \dots}$$

## مرکز ثقل سطوح

مرکز ثقل خطوط  $S, S_1, S_2$ مساحتها  $A, A_1, A_2$ فواصل افقی مراکز ثقل از محور  $y$   $x_s, x_1, x_2$ فواصل عمودی مراکز ثقل از محور  $x$   $y_s, y_1, y_2$ 

مستطیل



$$y_s = \frac{b}{2}$$

مثلث



$$y_s = \frac{b}{3}$$

قطاع دایروی

کلی

$$y_s = \frac{2 \cdot r \cdot l}{3 \cdot l_B}$$

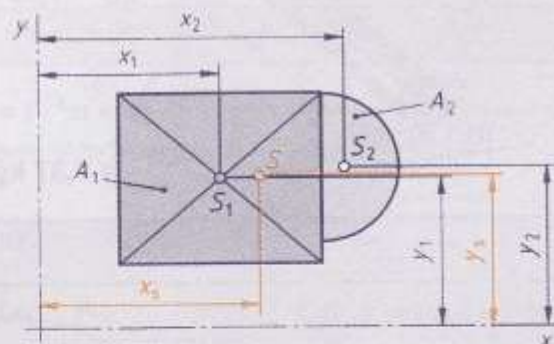
سطح نیم دایره

$$y_s \approx 0,4244 \cdot r$$

سطح ربع دایره

$$y_s \approx 0,6002 \cdot r$$

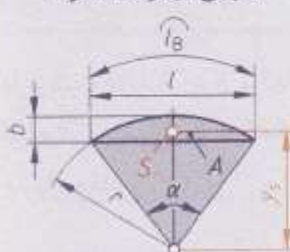
سطوح مرکب



$$x_s = \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots}$$

$$y_s = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots}$$

برش وتری دایره

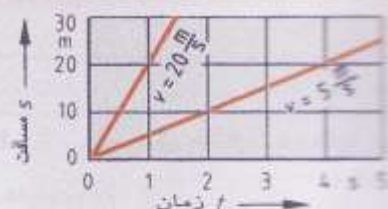


$$y_s = \frac{l^3}{12 \cdot A}$$



## ۱-۲ حرکت

- ۳۴ ..... حرکت یکنواخت و یکنواخت شتاب ثابت
- ۳۵ ..... سرعت در ماشینها



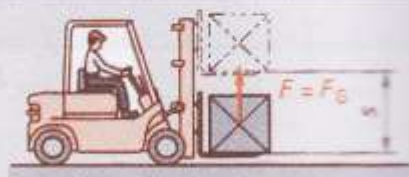
## ۲-۲ نیروها

- ۳۶ ..... ترکیب و تجزیه نیروها
- ۳۶ ..... نیروی وزن و نیروی فنر
- ۳۷ ..... قانون اهم، نیروی تکیه‌گاه
- ۳۷ ..... گشتاور چرخشی، نیروی گریز از مرکز



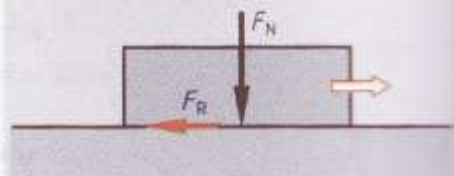
## ۳-۲ کار، توان، بازده

- ۳۸ ..... کار مکانیکی
- ۳۹ ..... ماشینهای ساده
- ۴۰ ..... توان، بازده



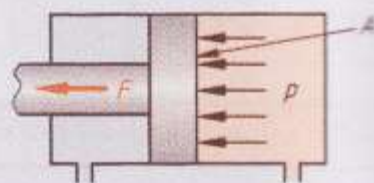
## ۴-۲ اصطکاک

- ۴۱ ..... نیروی اصطکاک
- ۴۱ ..... ضریب اصطکاک
- ۴۱ ..... اصطکاک در یاتاقانها



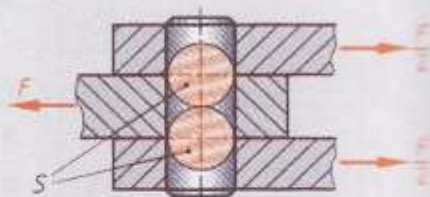
## ۵-۲ فشار در مایعات و گازها

- ۴۲ ..... فشار، تعریف و انواع
- ۴۲ ..... نیروی بالابری، فشار هیدروستاتیکی
- ۴۲ ..... تغییر حالت گازها



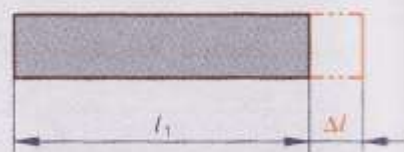
## ۶-۲ مقاومت مصالح

- ۴۳ ..... نحوه بارگذاری، انواع بارگذاری
- ۴۴ ..... مقادیر استحکام، ضریب اطمینان
- ۴۵ ..... تنش-کششی، - فشاری، - سطحی (لهیدگی)
- ۴۶ ..... تنش برشی، تنش کمانشی
- ۴۷ ..... تنش خمشی، تنش پیچشی
- ۴۸ ..... استحکام وابسته به طرح و شکل
- ۴۹ ..... ممان سطحی، مدول مقطع (محوری و قطبی)
- ۵۰ ..... مقایسه شکل مقاطع مختلف



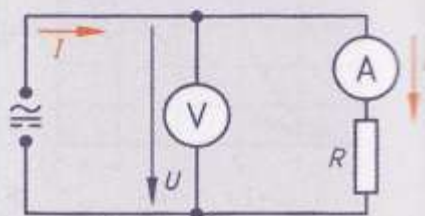
## ۷-۲ گرما

- ۵۱ ..... دما، تغییر دما، انقباض
- ۵۱ ..... مقدار گرما
- ۵۲ ..... جریان گرما، گرمای احتراق



## ۸-۲ الکتروتکنیک

- ۵۳ ..... قانون اهم، مقاومت سیمها
- ۵۴ ..... مدار مقاومتها
- ۵۵ ..... انواع جریان
- ۵۶ ..... کار و توان الکتریکی



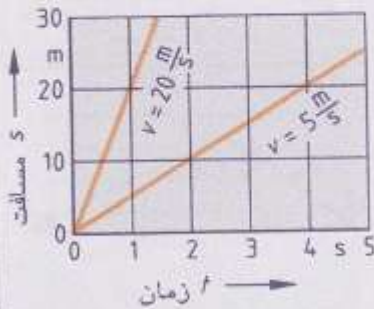


## حرکت یکنواخت و حرکت یکنواخت شتاب ثابت

## حرکت یکنواخت

## حرکت یکنواخت مستقیم الخط

نمودار مسافت-زمان



مدت زمان t

سرعت v

مسافت s

سرعت

$$v = \frac{s}{t}$$

مثال:  $t = ?$ ,  $s = 12 \text{ m}$ ,  $v = 48 \text{ km/h}$ 

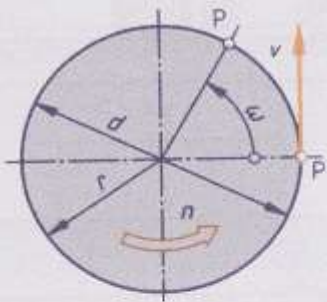
$$48 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{48000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 13,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{12 \text{ m}}{13,33 \text{ m/s}} = 0,9 \text{ s}$$

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 60 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 16,667 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0,2778 \text{ m/s}$$

## حرکت یکنواخت دایروی



سرعت محیطی، v

سرعت زاویه‌ای، ω

دور n

سرعت محیطی یا

یابراده‌برداری

قطر

شعاع r

براده‌برداری

مثال:

$$v = \pi \cdot d \cdot n$$

پولی:  $\omega = ?$ ,  $v = ?$ ,  $n = 1400 \text{ min}^{-1}$ ,  $d = 250 \text{ mm}$ 

$$v = \omega \cdot r$$

$$n = 1400 \text{ min}^{-1} = \frac{1400}{60 \text{ s}} = 23,33 \text{ s}^{-1}$$

سرعت زاویه‌ای

$$v = \pi \cdot d \cdot n = \pi \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 23,33 \text{ s}^{-1} = 18,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot \pi \cdot 23,33 \text{ s}^{-1} = 146,6 \text{ s}^{-1}$$

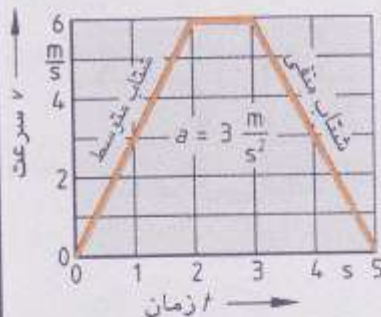
سرعت براده‌برداری در حرکت براده‌برداری دایروی: صفحه ۳۵

$$\frac{1}{\text{min}} = \text{min}^{-1} = \frac{1}{60 \text{ s}}$$

## حرکت یکنواخت شتاب ثابت

## حرکت یکنواخت مستقیم الخط شتاب ثابت

نمودار سرعت-زمان



مقدار افزایش سرعت در مدت زمان 1 s شتاب مثبت و کاهش آن شتاب منفی نام دارد. سقوط آزاد یک حرکت یکنواخت شتاب ثابت است که شتاب آن همان شتاب سقوط آزاد است.

سرعت نهایی در شتاب مثبت، سرعت اولیه در شتاب منفی v

مسافت s

مدت زمان t

شتاب a

شتاب سقوط آزاد g

مثال ۱: جسمی با سقوط آزاد از فاصله s = 3 m: v = ?

$$a = g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ m}} = 7,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

مثال ۲: خودرو؛  $v = 80 \text{ km/h}$ ؛  $a = 7 \text{ m/s}^2$ ؛ مسافت

پیموده شده طی ترمز کردن s = ?

$$v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{80000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 22,22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$$

$$s = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{(22,22 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 7 \text{ m/s}^2} = 35,3 \text{ m}$$

در شتاب مثبت از حالت سکون و در شتاب منفی تا حالت ایست می‌توان نوشت:

سرعت نهایی یا

سرعت اولیه

$$v = a \cdot t$$

$$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$$

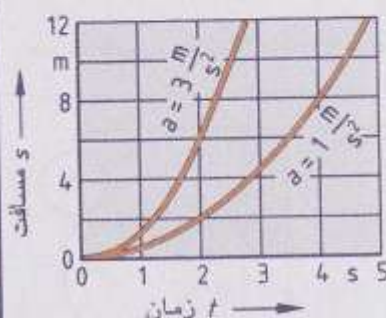
مسافت طی شده در شتاب مثبت / شتاب منفی

$$s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

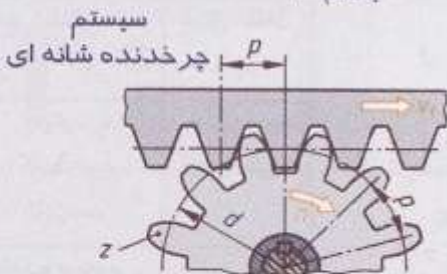
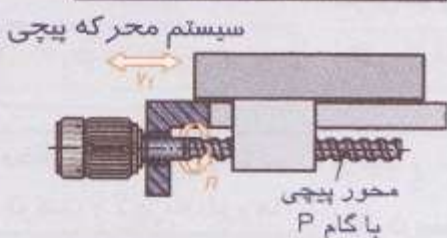
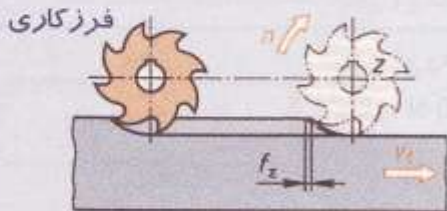
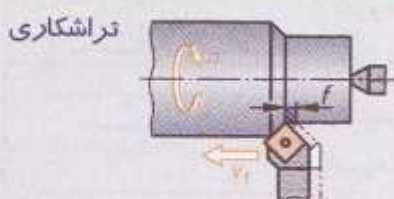
$$s = \frac{v^2}{2 \cdot a}$$

نمودار مسافت-زمان





## سرعت پیشروی



سرعت پیشروی  $v_f$       پیشروی  $f$   
گام دنده شانه‌ای  $p$       دور  $n$       گام رزوه  $P$   
تعداد لبه‌های براده‌برداری، تعداد دندانه پینیون  $z$   
پیشروی در هر لبه براده‌برداری  $f_z$

سرعت پیشروی در  
سوراخکاری، تراشکاری

$$v_f = n \cdot f$$

سرعت پیشروی  
در فرزکاری

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z$$

سرعت پیشروی در  
سیستم محرکه پیچی

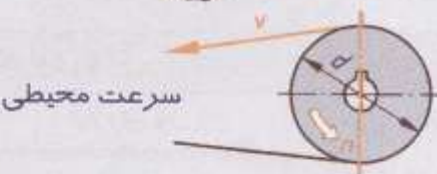
$$v_f = n \cdot P$$

سرعت پیشروی در  
سیستم چرخ‌دنده‌شانه‌ای

$$v_f = n \cdot z \cdot p$$

$$v_f = \pi \cdot d \cdot n$$

## سرعت براده‌برداری، سرعت محیطی



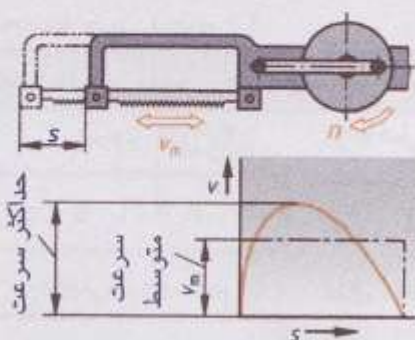
سرعت براده‌برداری  $v_c$       سرعت براده‌برداری  $v_c$   
سرعت محیطی  $v$   
قطر  $d$   
دور  $n$

سرعت محیطی

$$v = \pi \cdot d \cdot n$$

مثال : تراشکاری،  $n = 1200/\text{min}$ ،  $d = 35 \text{ mm}$  :  $v_c = ?$   
 $v_c = \pi \cdot d \cdot n = \pi \cdot 0,035 \text{ m} \cdot 1200 \frac{1}{\text{min}}$   
 $= 132 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## سرعت متوسط در سیستم محرکه لنگ



سرعت متوسط  $v_m$       سرعت متوسط  $v_m$   
تعداد کورس کامل  $n$   
طول کورس  $s$

$$v_m = 2 \cdot s \cdot n$$

مثال : ماشین اره‌لنگ،  $s = 280 \text{ mm}$ ،  $n = 45/\text{min}$  :  $v_m = ?$   
 $v_m = 2 \cdot s \cdot n = 2 \cdot 0,28 \text{ m} \cdot 45 \frac{1}{\text{min}}$   
 $= 25,2 \frac{\text{m}}{\text{min}}$



## ترکیب و تجزیه نیروها

طول پیکان

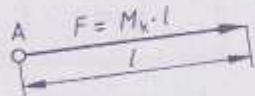
$$l = \frac{F}{M_k}$$

نیروهای جزء  $F_1, F_2$ نیروی برآیند  $F_r$ 

نمایش نیروها

نیروها با پیکان نشان داده می‌شوند.  
طول  $l$  پیکان با اندازه نیرو متناسب است.

در مثالهای زیر

انتخاب شده:  $M_k = 10 \frac{N}{mm}$ 

جمع

$$F_r = F_1 + F_2$$

جمع نیروهای هم جهت

مثال:  $F_1 = 80 N, F_2 = 160 N, F_r = ?$ 

$$F_r = F_1 + F_2 = 80 N + 160 N = 240 N$$

تفریق نیروهای هم جهت

مثال:  $F_1 = 240 N, F_2 = 90 N, F_r = ?$ 

$$F_r = F_1 - F_2 = 240 N - 90 N = 150 N$$

تفریق

$$F_r = F_1 - F_2$$

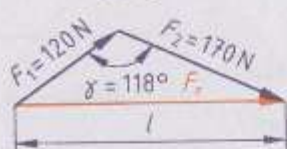
محاسبه مثلث نیروها در

ترکیب و تجزیه نیروها

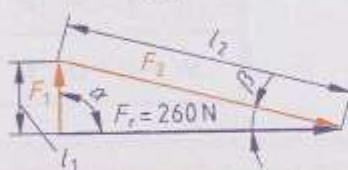
تابع مثلثاتی لازم

سینوس،  
کسینوس،  
تانژانتقاعده سینوس،  
قاعده کسینوسمثلث نیرو،  
منفرجهمثلث نیرو،  
منفرجه

ترکیب



تجزیه



ترکیب و تجزیه نیروهایی که خط اثر آنها همدیگر را قطع می‌کنند

مثال ترسیمی ترکیب نیروها:

مثال:  $F_1 = 120 N, F_2 = 170 N, \gamma = 118^\circ$ انتخاب شده:  $M_k = 10 N/mm$ ;  $F_r = ?$ 

$$F_r = l \cdot M_k = 25 mm \cdot 10 N/mm = 250 N$$

مثال ترسیمی تجزیه نیروها:

مثال:  $F_r = 260 N, \alpha = 90^\circ, \beta = 15^\circ, M_k = 10 N/mm$ انتخاب شده:  $F_1 = ?; F_2 = ?$ 

$$F_1 = l_1 \cdot M_k = 7 mm \cdot 10 N/mm = 70 N$$

$$F_2 = l_2 \cdot M_k = 27 mm \cdot 10 N/mm = 270 N$$

## نیروها در شتاب مثبت و منفی

نیروی شتاب

$$F = m \cdot a$$

برای اعمال شتاب مثبت و منفی به جرمی، نیرو لازم است.

نیروی شتاب  $F$  شتاب  $a$  جرم  $m$ مثال:  $m = 50 kg, a = 3 \frac{m}{s^2}, F = ?$ 

$$F = m \cdot a = 50 kg \cdot 3 \frac{m}{s^2} = 150 kg \cdot \frac{m}{s^2} = 150 N$$

$$1 N = 1 kg \cdot \frac{m}{s^2}$$



## نیروی وزن

نیروی وزن

$$F_G = m \cdot g$$

نیروی جاذبه زمین باعث ایجاد نیروی وزن اجسام می‌شود.

نیروی وزن  $F_G, G$  شتاب سقوط آزاد  $g$  جرم  $m$ مثال:  $m = 1200 kg, F_G = ?$ 

$$F_G = m \cdot g = 1200 kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 11772 N$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2} \approx 10 \frac{m}{s^2}$$

محاسبه جرم: صفحه ۳۱



## نیروی فنر (قانون هوک)

نیروی فنر

$$F = R \cdot s$$

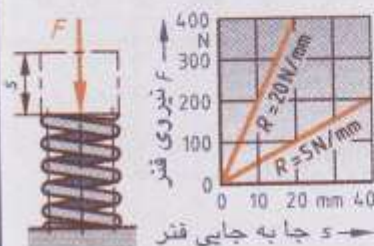
در داخل محدوده الاستیک، نیرو با جابه‌جایی به‌وجود آمده در آن متناسب است.

نیروی فنر  $F$  ضریب ثابت فنر  $R$  جابه‌جایی فنر  $s$ مثال: فنر فشاری،  $R = 8 N/mm, s = 12 mm, F = ?$ 

$$F = R \cdot s = 8 \frac{N}{mm} \cdot 12 mm = 96 N$$

تغییر نیروی فنر

$$\Delta F = R \cdot \Delta s$$

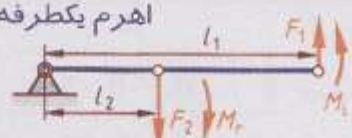




## گشتاور چرخشی، اهرم، نیروی گریز از مرکز

## گشتاور چرخشی و اهرم

## اهرم یکطرفه



## اهرم دوطرفه



## اهرم زاویه دار



طول مؤثر اهرم فاصله عمودی بین نقطه دوران و خط اثر نیرو است. در قطعات دیسکی گردان طول اهرم برابر شعاع  $r$  است.

طول مؤثر اهرم  $l$

گشتاور چرخشی  $M$

نیروی  $F$

$\Sigma M_l$

مجموع گشتاورهای چپگرد

$\Sigma M_r$

مجموع گشتاورهای راستگرد

مثال: اهرم زاویه دار،  $l_1 = 0,15 \text{ m}$ ;  $F_1 = 30 \text{ N}$

$F_1 = ?$ ;  $l_2 = 0,45 \text{ m}$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{30 \text{ N} \cdot 0,15 \text{ m}}{0,45 \text{ m}} = 10 \text{ N}$$

گشتاور چرخشی

$$M = F \cdot l$$

قانون اهرم

$$\Sigma M_l = \Sigma M_r$$

قانون اهرم در صورت  
دو نیرو

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

## نیروهای تکیه‌گاه

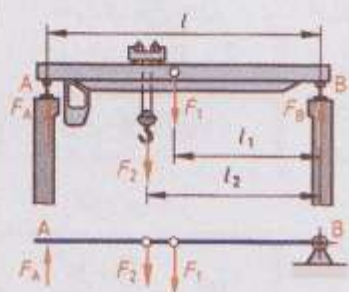
قانون اهرم

$$\Sigma M_l = \Sigma M_r$$

نیروی تکیه‌گاه در نقطه A

$$F_A = \frac{F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot l_2}{l}$$

$$F_A + F_B = F_1 + F_2$$



برای محاسبه نیروهای تکیه‌گاه، نقطه تکیه‌گاه به عنوان نقطه دوران فرض می‌شود.

نیروها  $F_1, F_2$

نیروهای تکیه‌گاه  $F_A, F_B$

طول مؤثر اهرمها  $l_1, l_2, l$

مثال: جرثقیل سقفی،  $F_1 = 40 \text{ kN}$ ;  $F_2 = 15 \text{ kN}$ ;  $l_1 = 6 \text{ m}$

$F_A = ?$ ;  $l = 12 \text{ m}$ ;  $l_2 = 8 \text{ m}$

حل: نقطه دوران انتخابی B، نیروی یاتاقان  $F_A$  روی اهرم یکطرفه فرض می‌شود

$$F_A = \frac{F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot l_2}{l} = \frac{40 \text{ kN} \cdot 6 \text{ m} + 15 \text{ kN} \cdot 8 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 30 \text{ kN}$$

## گشتاور چرخشی در سیستم محرکه چرخنده‌ای

گشتاور چرخشی

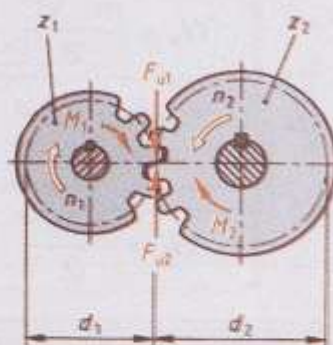
$$M_1 = \frac{F_{u1} \cdot d_1}{2}$$

$$M_2 = \frac{F_{u2} \cdot d_2}{2}$$

$$M_2 = i \cdot M_1$$

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{n_1}{n_2}$$



طول اهرم در چرخنده‌ها با قطر دایره گام  $d$ ، مطابقت دارد. اگر تعداد دندانه‌های دو چرخنده متفاوت باشد گشتاورهای متفاوتی حاصل می‌شود.

چرخنده متحرک

چرخنده متحرک

نیروی محیطی  $F_{u1}$

نیروی محیطی  $F_{u1}$

گشتاور چرخشی  $M_1$

گشتاور چرخشی  $M_1$

قطر دایره گام  $d_1$

قطر دایره گام  $d_1$

تعداد دندانه  $z_1$

تعداد دندانه  $z_1$

دور  $n_1$

دور  $n_1$

نسبت انتقال  $i$

مثال: چرخنده،  $M_1 = 60 \text{ N} \cdot \text{m}$ ;  $i = 12$ ;  $M_2 = ?$

$$M_2 = i \cdot M_1 = 12 \cdot 60 \text{ N} \cdot \text{m} = 720 \text{ N} \cdot \text{m}$$

نسبت انتقال در سیستم چرخنده‌ای: صفحه ۲۶۲

## نیروی گریز از مرکز

نیروی گریز از مرکز

$$F_z = m \cdot r \cdot \omega^2$$

$$F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

وقتی جسمی روی مسیر منحنی حرکت می‌کند، مثلاً دایره نیروی گریز از مرکز به وجود می‌آید.

سرعت زاویه‌ای  $\omega$

نیروی گریز از مرکز  $F_z$

سرعت محیطی  $v$

جرم  $m$  شعاع  $r$

مثال: پره توربین،  $m = 160 \text{ g}$ ;  $v = 80 \text{ m/s}$ ;  $d = 400 \text{ mm}$

$F_z = ?$

$$F_z = \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{0,16 \text{ kg} \cdot (80 \text{ m/s})^2}{0,2 \text{ m}} = 5120 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 5120 \text{ N}$$





## کار مکانیکی، کار بالا آوردن و کار اصطکاک



اگر نیرویی در امتداد جابه‌جایی عمل کند کار انجام می‌گیرد.

نیروی وزن  $F_G, G$  جابه‌جایی اثر نیرو  $s$   
نیروی اصطکاک  $F_R$  ارتفاع بالابری  $s, h$   
مقدار نیرو در راستای جابه‌جایی  $F$  کار  $W$

مثال ۱:  $s = 4 \text{ m}$ ;  $F = 300 \text{ N}$ ;  $W = ?$

$$W = F \cdot s = 300 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} = 1200 \text{ N} \cdot \text{m} = 1200 \text{ J}$$

مثال ۲: کار اصطکاک،  $F_N = 0,8 \text{ kN}$ ;  $s = 1,2 \text{ m}$ ;  $\mu = 0,4$ ;  $W = ?$

$$W = \mu \cdot F_N \cdot s = 0,4 \cdot 800 \text{ N} \cdot 1,2 \text{ m} = 384 \text{ N} \cdot \text{m} = 384 \text{ J}$$

کار

$$W = F \cdot s$$

کار بالابری

$$W = F_G \cdot h$$

کار اصطکاک

$$W = \mu \cdot F_N \cdot s$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ}$$

## انرژی پتانسیل

انرژی پتانسیل کار ذخیره شده است (انرژی وضعیت، انرژی فنر).

انرژی پتانسیل  $E_P, W_P$  نیروی وزن  $F_G, G$   
ثابت فنر  $R$  نیرو  $F$   
فاصله سقوط، طول جابه‌جایی فنر  $s, h$

مثال: پرس چکشی،  $m = 30 \text{ kg}$ ;  $s = 2,6 \text{ m}$ ;  $W_P = ?$

$$W_P = F_G \cdot s = 30 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,6 \text{ m} = 765 \text{ J}$$

انرژی پتانسیل

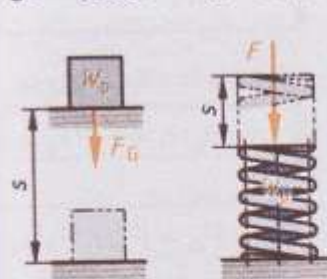
(انرژی وضعیت)

$$W_P = F \cdot s$$

انرژی فنر

$$W_P = \frac{R \cdot s^2}{2}$$

انرژی پتانسیل انرژی فنر



## انرژی جنبشی

انرژی جنبشی انرژی حرکت است.

انرژی جنبشی  $E_k, W_k$  سرعت  $v$   
سرعت زاویه‌ای  $\omega$  جرم  $m$   
ممان اینرسی درجه ۲  $J$

مثال: پرس چکشی،  $m = 30 \text{ kg}$ ;  $s = 2,6 \text{ m}$ ;  $W_k = ?$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 2,6 \text{ m}} = 7,14 \text{ m/s}$$

$$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{30 \text{ kg} \cdot (7,14 \text{ m/s})^2}{2} = 765 \text{ J}$$

انرژی جنبشی در حرکت مستقیم‌الخط

$$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

انرژی جنبشی در حرکت دورانی

$$W_k = \frac{J \cdot \omega^2}{2}$$

حرکت مستقیم‌الخط



حرکت دورانی



## قانون بقای کار و انرژی

نیرویی که به‌دست می‌آید در مسیر جابه‌جایی از دست می‌رود.

کار داده شده (ورودی)  $W_1$  نیروی داده‌شده (ورودی)  $F_1$   
کار گرفته‌شده (خروجی)  $W_2$  نیروی گرفته‌شده (خروجی)  $F_2$   
طول پیموده‌شده نیروی  $F_1$   $s_1$   
طول پیموده‌شده نیروی  $F_2$   $s_2$

بازده  $\eta$  نیروی وزن  $F_G, G$  ارتفاع بالابری  $h$

مثال: تجهیزات بالابری،  $F_G = 5 \text{ kN}$ ;  $h = 2 \text{ m}$ ;  $F = 300 \text{ N}$ ;  $s = ?$

$$s = \frac{F_G \cdot h}{F} = \frac{5000 \text{ N} \cdot 2 \text{ m}}{300 \text{ N}} = 33,3 \text{ m}$$

قانون بقای کار و انرژی

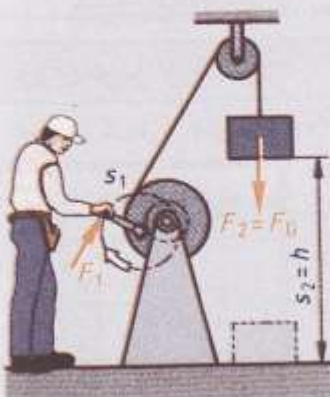
$$W_1 = W_2$$

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$

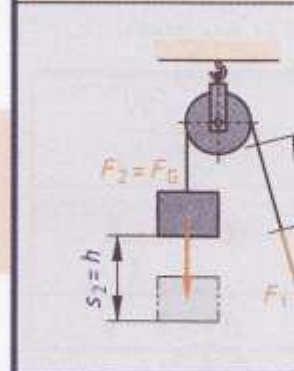
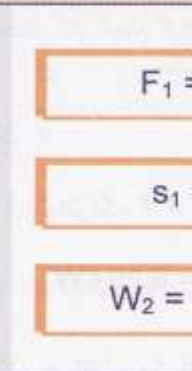
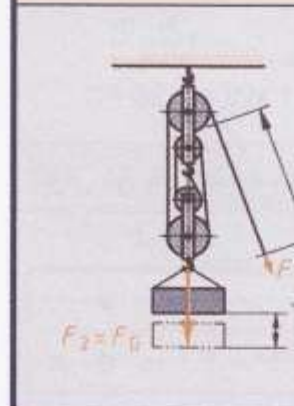
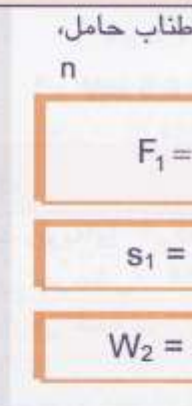
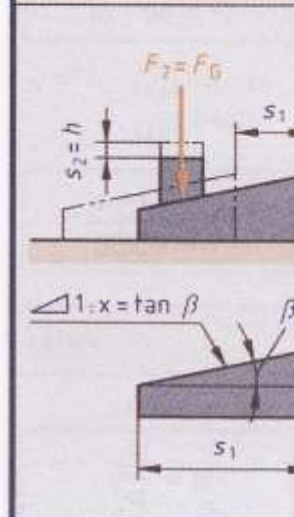
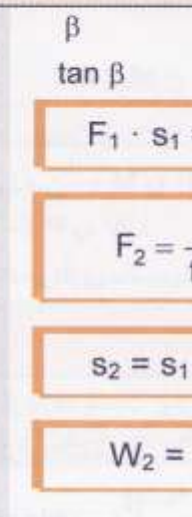
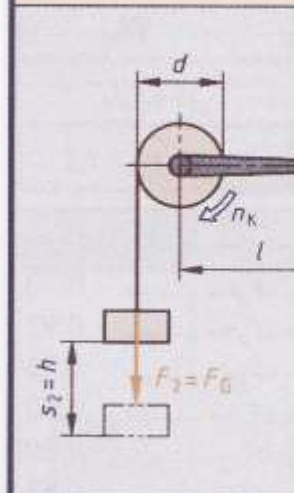
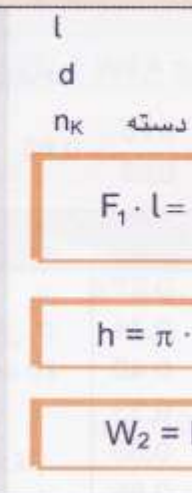
$$F_1 \cdot s_1 = F_G \cdot h$$

قانون کار و انرژی در صورت وجود اصطکاک

$$W_1 = \frac{W_2}{\eta}$$





توانده متحرک <sup>(۱)</sup>	قرقره ثابت <sup>(۱)</sup>
 <div data-bbox="1244 168 1554 537"> <math display="block">F_1 = \frac{F_G}{2}</math> <math display="block">s_1 = 2 \cdot h</math> <math display="block">W_2 = F_G \cdot h</math> </div>	 <div data-bbox="510 168 829 537"> <math display="block">F_1 = F_G</math> <math display="block">s_1 = h</math> <math display="block">W_2 = F_G \cdot h</math> </div>
سطح شیب‌دار <sup>(۱)</sup>	قرقره مرکب <sup>(۱)</sup>
 <div data-bbox="1244 604 1554 1008"> <math display="block">F_1 \cdot s_1 = F_G \cdot h</math> <math display="block">F_1 = F_G \cdot \sin \alpha</math> <math display="block">W_2 = F_G \cdot h</math> </div>	 <div data-bbox="510 604 829 1008"> <p>تعداد شاخه طناب حامل، تعداد قرقره n</p> <math display="block">F_1 = \frac{F_G}{n}</math> <math display="block">s_1 = n \cdot h</math> <math display="block">W_2 = F_G \cdot h</math> </div>
پیچ <sup>(۱)</sup>	گوه <sup>(۱)</sup>
 <div data-bbox="1244 1075 1554 1590"> <p>گام رزوه طول انحراف برای یک دور کامل</p> <math display="block">F_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot l = F_2 \cdot p</math> <math display="block">s_1 = 2 \cdot \pi \cdot l</math> <math display="block">W_1 = F_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot l</math> <math display="block">W_2 = F_2 \cdot p</math> </div>	 <div data-bbox="510 1075 829 1590"> <p>زاویه شیب شیب tan beta</p> <math display="block">F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot h</math> <math display="block">F_2 = \frac{F_1}{\tan \beta}</math> <math display="block">s_2 = s_1 \cdot \tan \beta</math> <math display="block">W_2 = F_2 \cdot h</math> </div>
چرخنده بالابری <sup>(۱)</sup>	چرخ بالابری <sup>(۱)</sup>
 <div data-bbox="1244 1657 1554 2148"> <p>طول دسته قطر چرخ (طبلک) نسبت انتقال</p> <math display="block">F_1 \cdot l \cdot i = \frac{F_G \cdot d}{2}</math> <math display="block">i = \frac{z_2}{z_1}</math> <math display="block">W_2 = F_G \cdot h</math> </div>	 <div data-bbox="510 1657 829 2148"> <p>طول دسته قطر چرخ تعداد دوران دسته n_K</p> <math display="block">F_1 \cdot l = \frac{F_G \cdot d}{2}</math> <math display="block">h = \pi \cdot d \cdot n_K</math> <math display="block">W_2 = F_G \cdot h</math> </div>



## توان، بازده

## توان در حرکت مستقیم الخط

توان

توان مقدار کار انجام گرفته در واحد زمان است.

مسافت طی شده  $s$ کار  $W$ توان  $P$ 

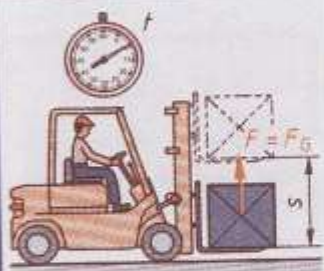
در راستای نیرو

مدت زمان  $t$ سرعت  $v$ 

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{F \cdot s}{t}$$

$$P = F \cdot v$$

مثال ۱: لیفتراک،  $F = 15 \text{ kN}$ ;  $v = 25 \text{ m/min}$ ;  $P = ?$ 

$$P = F \cdot v = 15000 \text{ N} \cdot \frac{25 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 6250 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 6,25 \text{ kW}$$

مثال ۲: جرثقیلی یک ماشین ابزار را بلند می‌کند،  $m = 1,2 \text{ t}$  $P = ?$ ;  $t = 4,5 \text{ s}$ ;  $s = 2,5 \text{ m}$ 

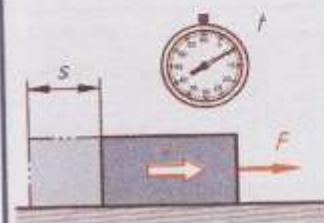
$$F_G = m \cdot g = 1200 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 11772 \text{ N}$$

$$P = \frac{F_G \cdot s}{t} = \frac{11772 \text{ N} \cdot 2,5 \text{ m}}{4,5 \text{ s}} = 6540 \text{ W} = 6,5 \text{ kW}$$

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$= 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS}$$



## توان در حرکت دایروی شکل

توان

سرعت زاویه‌ای  $\omega$ مدت زمان  $t$ دور  $n$ گشتاور چرخشی  $M$ سرعت  $v$ نیروی محیطی  $F$ مسافت طی شده در راستای نیرو  $s$ توان  $P$ 

$$P = F \cdot v$$

$$P = F \cdot \pi \cdot d \cdot n$$

$$P = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$$

$$P = M \cdot \omega$$

مثال: سیستم محرکه تسمه‌ای

مثال:  $F = 1,2 \text{ kN}$ ;  $d = 200 \text{ mm}$ ;  $n = 2800/\text{min}$ ;  $P = ?$ 

$$P = F \cdot \pi \cdot d \cdot n$$

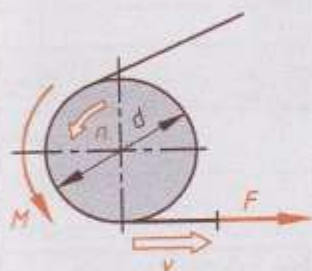
$$= 1,2 \text{ kN} \cdot \pi \cdot 0,2 \text{ m} \cdot \frac{2800}{60 \text{ s}} = 35,2 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 35,2 \text{ kW}$$

معادله مقدار عددی:

توان

با قراردادن  $M \leftarrow \text{به } \text{N} \cdot \text{m}$ ،  $n \leftarrow \text{به } 1/\text{min}$ نتیجه  $\leftarrow P \text{ به kW}$ 

توان برآده‌برداری ماشینهای ابزار: صفحات ۳۰۳ و ۳۰۴



## بازده

بازده

منظور از بازده نسبت توان یا کار ورودی (داده شده) به توان یا کار خروجی (توان گرفته شده)

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\eta = \frac{W_2}{W_1}$$

توان ورودی  $P_1$ کار ورودی  $W_1$ توان خروجی  $P_2$ کار خروجی  $W_2$ بازده اجزاء  $\eta_1, \eta_2$ بازده  $\eta$ مثال: موتور،  $P_1 = 4 \text{ kW}$ ;  $P_2 = 3 \text{ kW}$ ;  $\eta_1 = 85\%$ ;  $\eta_2 = ?$ ;  $\eta = ?$ 

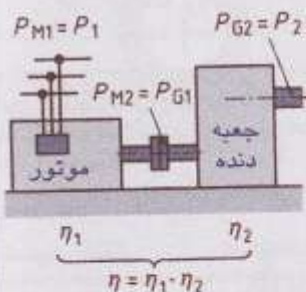
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{3 \text{ kW}}{4 \text{ kW}} = 0,75;$$

$$\eta_2 = \frac{\eta}{\eta_1} = \frac{0,75}{0,85} = 0,88$$

بازده کل

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots$$

توان خروجی توان ورودی

بازده  $\eta$  (مقادیر حدودی)

نیروگاه زغال قهوه‌ای	0,32	موتور بنزینی	0,27	سیستم محرکه پیچی	0,30
نیروگاه زغال سنگ	0,41	موتور دیزل (نیم‌بار)	0,24	سیستم محرکه چرخنده‌ای	0,97
نیروگاه گاز	0,50	موتور دیزل (تحت بار کامل)	0,40	سیستم محرکه حلزونی $i = 40$	0,65
توربین گاز	0,38	موتور دیزل بزرگ (نیم‌بار)	0,33	سیستم محرکه اصطکاکی	0,80
توربین بخار (فشار بالا)	0,45	موتور دیزل بزرگ (تحت بار کامل)	0,55	سیستم محرکه چرخ زنجیری	0,90
توربین آبی	0,85	موتور سه فاز	0,85	سیستم محرکه تسمه پهن	0,85
		ماشین ابزار	0,75	جعبه دنده هیدرولیکی	0,75



بیرونی اصطلاحات --  
سکون و لغزشی

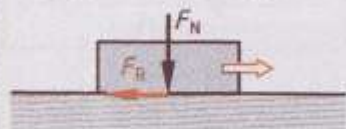
$$F_R = \mu \cdot F_N$$

غلتشی<sup>(۱)</sup> بیرونی اصطکاک

$$F_R = \frac{f \cdot F_N}{f}$$

به علت تغییر شکل  
لاستیکی بین ساچمه و  
مسیر حرکت ساچمه  
موجود می آید.

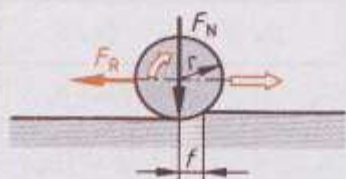
اصطکاک سکون (اصطکاک  
استاتیکی)، اصطکاک لغزشی



اصطكاك سکون، اصطكاك لغزشی



اصطكاك غلتشی



- نیروی اصطکاک به وجود آمده بستگی به نیروی عمودی و
- نوع اصطکاک : اصطکاک سکون، لغزشی و غلتشی،
- وضعیت اصطکاک (وضعیت روغنکاری) : اصطکاک جامد-جامد، - مخلوط یا - مایع،
- صافی سطح و
- درگیری سطحی (تداخل در همدگر) دارد.

تأثیر همه عوامل فوق طی آزمایش به عنوان ضریب اصطکاک  $\mu$  مشخص می‌شود.

$F_N$	نیروی عمودی	$f$	ضریب اصطکاک غلتشی
$F_R$	نیروی اصطکاک	$\mu$	ضریب اصطکاک
$r$	شعاع		

مثال ۱: باتاقان لغزشی،  $\mu = 0,03$ ،  $F_N = 100 \text{ N}$ ،  $F_R = ?$

$$F_R = \mu \cdot F_N = 0,03 \cdot 100 \text{ N} = 3 \text{ N}$$

مثال ۲: جرخنده تاجه، روی بدنه فولادی،  $F_N = 45 \text{ kN}$

$$F_R = ? \quad f = 0,5 \text{ mm} \quad d = 320 \text{ mm}$$

$$F_R = \frac{f \cdot F_N}{r} = \frac{0,5 \text{ mm} \cdot 45000 \text{ N}}{160 \text{ mm}} = 140,6 \text{ N}$$

تقریب اصطلاحی (مقادیر حدودی)

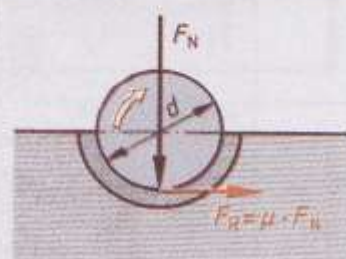
جنس قطعات تحت تماس	مثال کاربردی	ضریب اصطکاک سکون $\mu$		ضریب اصطکاک لغزشی $\mu$	
		خشک	با روغنکاری	خشک	با روغنکاری
فولاد / فولاد	راهنمای گیره‌های موازی	0,20	0,10	0,15	0,10...0,05
چدن / فولاد	ریل ماشینها	0,20	0,15	0,18	0,10...0,08
آلیاژهای Cu-Sn / فولاد	محور داخل یاتاقان یکپارچه	0,20	0,10	0,10	0,06...0,03 <sup>2</sup>
آلیاژهای Pb-Sn / فولاد	محور داخل یاتاقان مرکب لایه‌ای	0,15	0,10	0,10	0,05...0,03 <sup>2</sup>
پلی‌آمید / فولاد	محور داخل یاتاقان لغزشی PA	0,30	0,15	0,30	0,12...0,03
PTFE / فولاد	یاتاقان دما پایین	0,04	0,04	0,04	0,04 <sup>27</sup>
لنت اصطکاکی / فولاد	لنتهای ترمز	0,60	0,30	0,55	0,03...0,02
چوب / فولاد	اجزاء خورک مونتاژ	0,55	0,10	0,35	0,05
چوب / چوب	چوبهای تکیه‌گاهی	0,50	0,20	0,30	0,10
آلیاژهای Cu-Sn / چدن	زوارهای راهنما	0,28	0,16	0,21	0,20...0,10
چدن / الاستیک	تسمه روی پولیها	0,50	-	-	-
فولاد / ساچمه بلبرینگ	یاتاقان غلتشی <sup>28</sup> / راهنمای غلتشی <sup>29</sup>	-	-	-	0,003...0,001

با افزایش سرعت لغزش و اصطکاک خود تنظیم مخلوط و مایع، درگیری سطحی از بین می‌رود. محاسبات اغلب غم حرکت غلشی، معمولاً مانند حالت اصطکاک سکون و لغزشی انجام می‌شود.

قریب اصطکاک غلظتی (مقادیر حدودی)

جنس قطعات تحت تماس	مثال کاربردی	ضریب اصطکاک غلظشی f به mm
فولاد / فولاد	چرخ فولادی روی ریل راهنما	0,05
بتن / لاستیک	قرقره حمل روی کف سالن	0,15
آسفالت / لاستیک	لاستیک خودرو روی خیابان	4,5

### گشتاور اصطکاکی و توان اصطکاک در یاتاقانها



μ	ضریب اصطکاک
d	قطر
n	دور

M	گشتاور اصطکاکی
$F_N$	نیروی عمودی
P	توازن اصطکاکی

گشتاور اصطکاکی

$$M = \frac{\mu \cdot F_N \cdot d}{2}$$

مثال: محور فولادی در باتاقان لغزشی Cu-Sn،  $\mu = 0,05$

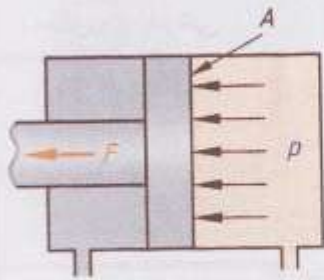
$M = ?$ ,  $d = 160 \text{ mm}$ ,  $F_N = 6 \text{ kN}$

$$M = \frac{\mu \cdot F_N \cdot d}{2} = \frac{0,05 \cdot 6000 \text{ N} \cdot 0,16 \text{ m}}{2} = 24 \text{ N} \cdot \text{m}$$

توان اصطلاح کی

$$P = \mu \cdot F_N \cdot \pi \cdot d \cdot \Delta x$$





فشار p

سطح پیستون A

نیروی پیستون F

مثال:  $F = 2 \text{ MN}$ ; پیستون  $\varnothing d = 400 \text{ mm}$ ;  $p = ?$ 

$$p = \frac{F}{A} = \frac{2000000 \text{ N}}{\frac{\pi \cdot (40 \text{ cm})^2}{4}} = 1591 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 159,1 \text{ bar}$$

محاسبات هیدرولیک و نیوماتیک: صفحه ۳۶۴

فشار

$$p = \frac{F}{A}$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,00001 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa}$$

## فشار نسبی، فشار هوا، فشار مطلق

فشار مطلق  $p_{abs}$ فشار نسبی  $p_e$ فشار هوا، فشار محیط  $p_{amb}$ 

فشار نسبی

$$p_e = p_{abs} - p_{amb}$$

$$p_{abs} > p_{amb}$$

$$(p_{abs} < p_{amb} \text{ خلاء})$$

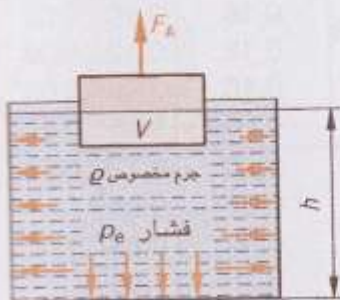
فشار نسبی مثبت است اگر  
منفی است اگرمثال: لاستیک خودرو،  $p_{amb} = 1 \text{ bar}$ ;  $p_e = 2,2 \text{ bar}$ ;  $p_{abs} = ?$ 

$$p_{abs} = p_e + p_{amb} = 2,2 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 3,2 \text{ bar}$$

$$p_{amb} = 1,013 \text{ bar} \approx 1 \text{ bar}$$

(فشار معمولی هوا)

## فشار هیدروستاتیکی، نیروی بالابری (نیروی ارشمیدس)

نیروی بالابری  $F_A$ فشار هیدروستاتیکی  $p_e$ 

عمق غوطه‌وری h

جرم مخصوص سیال rho

شتاب ثقل g

حجم غوطه‌وری V

فشار هیدروستاتیکی

$$p_e = g \cdot \rho \cdot h$$

نیروی بالابری

$$F_A = g \cdot \rho \cdot V$$

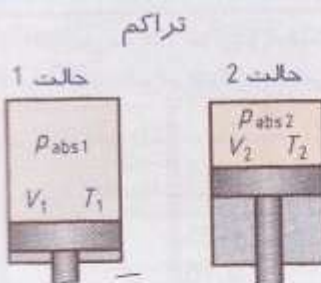
مثال: در عمق 10 m آب چه فشاری برقرار است؟

$$p_e = g \cdot \rho \cdot h = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \text{ m} = 98100 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 98100 \text{ Pa} \approx 1 \text{ bar}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

جرم مخصوص: صفحه ۱۱۹

## تغییر حالت گازها



تراکم

حالت 2

فشار مطلق  $p_{abs2}$ حجم  $V_2$ دمای مطلق  $T_2$ 

حالت 1

فشار مطلق  $p_{abs1}$ حجم  $V_1$ دمای مطلق  $T_1$ 

معادله عمومی گازها

$$\frac{p_{abs1} \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_{abs2} \cdot V_2}{T_2}$$

موارد خاص: در دمای ثابت

$$p_{abs1} \cdot V_1 = p_{abs2} \cdot V_2$$

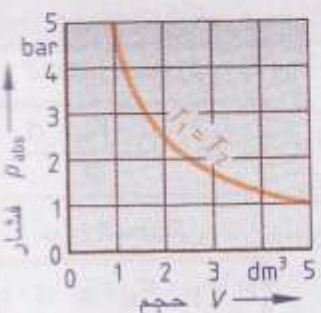
در حجم ثابت

$$\frac{p_{abs1}}{T_1} = \frac{p_{abs2}}{T_2}$$

در فشار ثابت

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

فانون بویل ماریوت

مثال: کمپرسوری هوای با حجم  $V_1 = 30 \text{ m}^3$  را با فشار  $p_{abs1} = 1 \text{ bar}$  و دمای  $t_1 = 15^\circ \text{C}$  مکیده و آن را تا  $V_2 = 3,5 \text{ m}^3$  و  $t_2 = 150^\circ \text{C}$  متراکم می‌کند.فشار  $p_{abs2}$  چقدر است؟

محاسبه دمای مطلق (صفحه ۵۱):

$$T_1 = t_1 + 273 = (15 + 273) \text{ K} = 288 \text{ K}$$

$$T_2 = t_2 + 273 = (150 + 273) \text{ K} = 423 \text{ K}$$

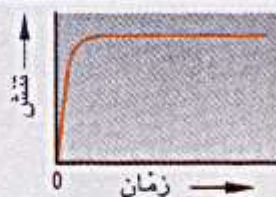
$$p_{abs2} = \frac{p_{abs1} \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot V_2}$$

$$= \frac{1 \text{ bar} \cdot 30 \text{ m}^3 \cdot 423 \text{ K}}{288 \text{ K} \cdot 3,5 \text{ m}^3} = 12,6 \text{ bar}$$



## بارگذاری استاتیکی

ساکن

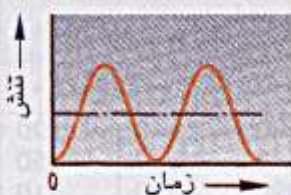


نوع بارگذاری I

اندازه و جهت بارگذاری ثابت است، مانند ستون یک سازه.

## بارگذاری دینامیکی

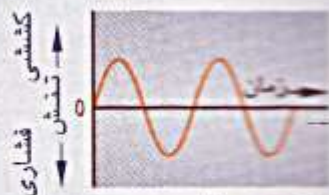
متغیر کششی یا فشاری (یکطرفه)



نوع بارگذاری II

مقدار بارگذاری تا حد ماکزیمم رسیده و دوباره آزاد (صفر) می‌گردد مثلاً سیم یک جرثقیل و فنرها.

متغیر کششی - فشاری (دوطرفه)



نوع بارگذاری III

بارگذاری بین دو مقدار حداکثر مثبت و منفی و بولسر تغییرمی‌کند، مثلاً درمورد کشش.

## انواع بارگذاریها، مقادیر استحکام مواد، تنشهای حدی

نوع بارگذاری	تنش	مقادیر مشخصه مواد			تنش حدی تعیین‌کننده برای انواع بارگذاریهای		
		استحکام	مقادیر حدی در برابر تغییر شکل خمیری	تغییر شکل	I	II	III
کشش 	تنش کششی $\sigma_z$	استحکام کششی $R_m$	تنش تسلیم کششی $R_e$ تنش تسلیم قراردادی (معادل 0,2% تغییر طول نسبی) $R_{p0,2}$	ازدیاد طول $\epsilon$ ازدیاد طول پارگی $A$	جنس ترد (چدن) چقرمه (فولاد) $R_e$ $R_{p0,2}$	استحکام متغیر کششی $\sigma_{zSch}$	استحکام متغیر کششی $\sigma_{zB}$
فشار 	تنش فشاری $\sigma_d$	استحکام فشاری $\sigma_{dB}$	تنش تسلیم فشاری $\sigma_{dF}$ تنش تسلیم فشاری قراردادی (تغییر طول نسبی) $\sigma_{d0,2}$	کاهش طول $\epsilon_d$ کاهش طول لهیدگی $\epsilon_{dB}$	جنس ترد (چدن) چقرمه (فولاد) $\sigma_{dF}$ $\sigma_{d0,2}$	استحکام متغیر فشاری $\sigma_{dSch}$	استحکام متغیر فشاری $\sigma_{dB}$
خمش 	تنش خمشی $\sigma_b$	استحکام خمشی $\sigma_{bB}$	تنش تسلیم خمشی $\sigma_{bF}$	خمیدگی $f$	حد تسلیم خمشی $\sigma_{bF}$	استحکام متغیر خمشی $\sigma_{bSch}$	استحکام متغیر خمشی $\sigma_{bB}$
برش (قیچی) 	تنش برشی (قیچی) $\tau_a$	استحکام برشی $\tau_{aB}$	-	-	استحکام برشی $\tau_{aB}$	-	-
پیچش 	تنش پیچشی $\tau_t$	استحکام پیچشی $\tau_{tB}$	تنش تسلیم پیچشی $\tau_{tF}$	زاویه پیچش $\varphi$	حد تسلیم پیچشی $\tau_{tF}$	استحکام متغیر پیچشی $\tau_{tSch}$	استحکام متغیر پیچشی $\tau_{tB}$
کمانش 	تنش کمانش $\sigma_k$	استحکام کمانش $\sigma_{kB}$	-	-	استحکام کمانش $\sigma_{kB}$	-	-



## مقادیر استحکام، تنشهای مجاز، ضریب اطمینان

مقادیر استحکام بارگذاری استاتیکی و دینامیکی<sup>۱)</sup>

انواع بارگذاری	کششی، فشاری			برشی	خمشی			پیچشی		
نحوه بارگذاری	I	II	III	I	I	II	III	I	II	III
تنش حدی $\sigma_{lim}$	$R_e, R_{p0.2}$ $\sigma_{dF}, \sigma_{d0.2}$	$\sigma_{zSch}$ $\sigma_{dSch}$	$\sigma_{zW}$ $\sigma_{dW}$	$\tau_{aB}$	$\sigma_{bF}$	$\sigma_{bSch}$	$\sigma_{bW}$	$\tau_{tF}$	$\tau_{tSch}$	$\tau_{tW}$
جنس	تنش حدی $\sigma_{lim}$ به $N/mm^2$									
S235	235	235	150	290	330	290	170	140	140	120
S275	275	275	180	340	380	350	200	160	160	140
E295	295	295	210	390	410	410	240	170	170	150
E335	335	335	250	470	470	470	280	190	190	160
E360	365	365	300	550	510	510	330	210	210	190
C15	440	440	330	600	610	610	370	250	250	210
17Cr3	510	510	390	800	710	670	390	290	290	220
16MnCr5	635	635	430	880	890	740	440	360	360	270
20MnCr5	735	735	480	940	1030	920	540	420	420	310
18CrNiMo7-6	835	835	550	960	1170	1040	610	470	470	350
C22E	340	340	220	400	490	410	240	245	245	165
C45E	490	490	280	560	700	520	310	350	350	210
C60E	580	580	325	680	800	600	350	400	480	240
46Cr2	650	630	370	720	910	670	390	455	455	270
41Cr4	800	710	410	800	1120	750	440	560	510	330
50CrMo4	900	760	450	880	1260	820	480	630	560	330
30CrNiMo8	1050	870	510	1000	1470	930	550	735	640	375
GS-38	200	200	160	300	260	260	150	115	115	90
GS-45	230	230	185	360	300	300	180	135	135	105
GS-52	260	260	210	420	340	340	210	150	150	120
GS-60	300	300	240	480	390	390	240	175	175	140
EN-GJS-400	250	240	140	400	350	345	220	200	195	115
EN-GJS-500	300	270	155	500	420	380	240	240	225	130
EN-GJS-600	360	330	190	600	500	470	270	290	275	160
EN-GJS-700	400	355	205	700	560	520	300	320	305	175

۱) این مقادیر از نمونه‌های آزمایشی به قطر 16 mm و با سطح پولیش شده به دست آمده است. این مقادیر برای فولادهای ساختمانی با انیل نرمال، فولادهای کربوره بعد از سختکاری سمانتاسیوان و ریزکردن دانه‌ها، فولادهای بهسازی در حالت بهسازی شده صادق است. استحکام فشاری چدن خاکستری با گرافیت وزقه‌ای از فرمول  $\sigma_{dB} \approx 4 \cdot R_m$  به دست می‌آید. در سازه‌های فولادی بلند این مقادیر طبق DIN 18800 به کار می‌رود.

## تنشهای مجاز جهت تعیین ابعاد اجزاء ماشین

ابعاد اجزاء ماشین به دلایل ایمنی باید با کسری از نیرو که باعث تغییر شکل پسماند، شکست و یا شکست خستگی محاسبه می‌شوند.

ضریب اطمینان (از جدول زیر)  $v$   
تنش مجاز  $\sigma_{zul}$   
تنش حدی بسته به نحوه و نوع بارگذاری  $\sigma_{lim}$

تنش مجاز

$$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_{lim}}{v}$$

مثال: تنش مجاز کششی اعمالی  $\sigma_{zul}$  برای یک پیچ شش گوش ISO 4017 - M12 x 50 - 10.9 در بارگذاری استاتیکی با ضریب اطمینان 1,5 چقدر است؟

$$\sigma_{lim} = R_e = 1000 \frac{N}{mm^2} \cdot 0,9 = 900 \frac{N}{mm^2}; \sigma_{zul} = \frac{\sigma_{lim}}{v} = \frac{900 N/mm^2}{1,5} = 600 \frac{N}{mm^2}$$

مقادیر استحکام پیچها: صفحه ۲۱۱

ضریب اطمینان  $v$  جهت تعیین ابعاد اجزاء ماشین

نحوه بارگذاری	I (استاتیکی)		II و III (دینامیکی)	
جنس	مواد چقرمه مثلا فولاد	مواد ترد مثلا چدن	مواد چقرمه مثلا فولاد	مواد ترد مثلا چدن
ضریب اطمینان $v$	1,2...1,8	2,0...4,0	3...4 <sup>۱)</sup>	3...6 <sup>۱)</sup>

۱) ضریب اطمینان بالا غیر از تنش حدی، اثرات کاهنده استحکام در تعیین ابعاد اولیه اجزاء ماشین را هم مورد توجه قرار می‌دهد (استحکام شکلی صفحه ۴۸).



## تنش کششی

تنش کششی

$$\sigma_z = \frac{F}{S}$$

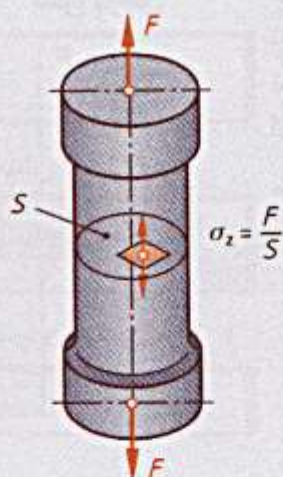
نیروی کششی مجاز

$$F_{zul} = \sigma_{zul} \cdot S$$

تنش کششی مجاز

$$\sigma_{zul} = \frac{R_m}{v}$$

$$\sigma_{zul} = \frac{R_m}{v}$$



محاسبه تنش مجاز فقط برای بارگذاری استاتیکی صادق است (بارگذاری ا).  
 تنش حدى (تنش تسلیم یا تناسب)  $R_e$  تنش کششی  $\sigma_z$   
 استحکام کششی  $R_m$  نیروی کششی  $F$   
 نیروی کششی مجاز  $F_{zul}$  سطح مقطع  $S$   
 تنش کششی مجاز  $\sigma_{zul}$  ضریب اطمینان  $v$   
 مثال: مفتول فولادی، (S235JR,  $v = 1,8$ )  
 $\sigma_{zul} = 130 \text{ N/mm}^2$   
 $d = ?$ ;  $F_{zul} = 13,7 \text{ kN}$

$$S = \frac{F_{zul}}{\sigma_{zul}} = \frac{13700 \text{ N}}{130 \text{ N/mm}^2} = 105 \text{ mm}^2$$

$d = 12 \text{ mm}$  (طبق جدول صفحه ۱۰)

مقادیر استحکام  $R_m$  و  $R_e$ : صفحه ۱۲۱ تا ۱۳۹ محاسبه  
 تغییر طول الاستیک: صفحه ۱۸۹

برای فولاد

برای چدن

## تنش فشاری

تنش فشاری

$$\sigma_d = \frac{F}{S}$$

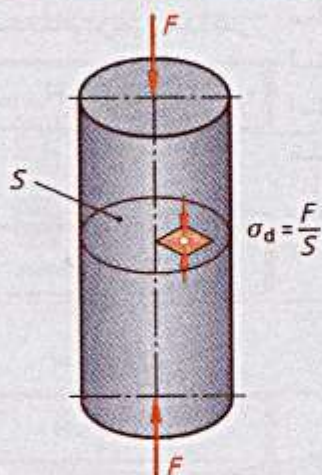
نیروی فشاری مجاز

$$F_{zul} = \sigma_{d,zul} \cdot S$$

تنش فشاری مجاز

$$\sigma_{d,zul} = \frac{\sigma_{dF}}{v}$$

$$\sigma_{d,zul} \approx \frac{4 \cdot R_m}{v}$$



محاسبه تنش مجاز فقط برای بارگذاری استاتیکی صادق است (بارگذاری ا).

تنش حدى یا تسلیم فشاری (لهیدگی)  $\sigma_{dF}$  تنش فشاری  $\sigma_d$   
 استحکام کششی  $R_m$  نیروی فشاری  $F$   
 نیروی فشاری مجاز  $F_{zul}$  سطح مقطع  $S$   
 تنش فشاری مجاز  $\sigma_{d,zul}$  ضریب اطمینان  $v$   
 مثال: پایه‌ای از جنس EN-GJL-300؛  $S = 2800 \text{ mm}^2$ ؛  $v = 2,5$ ؛  
 $F_{zul} = ?$

$$F_{zul} = \sigma_{d,zul} \cdot S = \frac{4 \cdot R_m}{v} \cdot S$$

$$= \frac{4 \cdot 300 \text{ N/mm}^2}{2,5} \cdot 2800 \text{ mm}^2 = 1344000 \text{ N}$$

مقادیر استحکام: صفحه ۴۴ و نیز صفحه ۱۶۰ و ۱۶۱

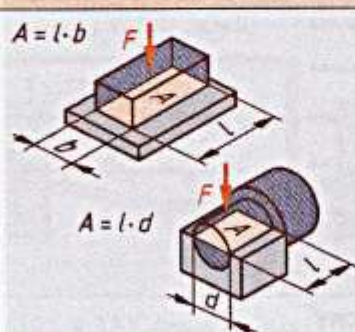
برای فولاد

برای چدن

## تنش سطحی (لهیدگی)

تنش سطحی

$$p = \frac{F}{A}$$



نیرو  $F$  تنش سطحی  $p$   
 سطح تماس (سطح تصویرشده)  $A$   
 مثال: دو ورق هر کدام به ضخامت ۸ mm با پین  
 DIN 1445 - 10h11 x 16 x 30 به هم متصل می‌شود. اندازه نیروی  
 انتقالی در تنش سطحی مجاز برابر  $280 \text{ N/mm}^2$  چقدر است؟

$$F = p \cdot A = 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 8 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}$$

$$= 22400 \text{ N}$$

## تنش سطحی مجاز در اتصالات پینی فولادی (مقادیر حدودی)

نوع اتصال و مونتاژ	بین براق با انطباق پرسی			انطباق با اجزاء شیاردار			بین براق با انطباق جذب		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
جنس	تنش سطحی مجاز به $\text{N/mm}^2$								
S235	100	70	35	70	50	25	30	25	10
E295	105	75	40	75	55	30	30	25	10
فولاد ریختگی	85	60	30	60	45	20	30	25	10
چدن	70	50	25	50	35	20	40	30	15
آلیاژهای CuSn-, CuZn-	40	30	15	30	20	10	40	30	15
آلیاژ AlCuMg	65	45	25	45	35	15	20	15	10

مقدار توصیه برای بارگذاری مجاز ویژه مواد مختلف یاتاقانهای لغزشی: صفحه ۲۶۴



## تنش برشی

تنش برشی

$$\tau_a = \frac{F}{S}$$

تنش برشی مجاز

$$\tau_{a\text{ zul}} = \frac{\tau_{aB}}{v}$$

نیروی برشی مجاز

$$F_{\text{zul}} = S \cdot \tau_{a\text{ zul}}$$

سطح مقطع تحت تنش برشی نباید بریده شده و قیچی شود.

$\tau_a$  تنش برشی  $F_{\text{zul}}$  نیروی برشی مجاز  
 $S$  سطح مقطع  $\tau_{a\text{ zul}}$  تنش برشی مجاز  
 $v$  ضریب اطمینان  $\tau_{aB}$  استحکام برشی

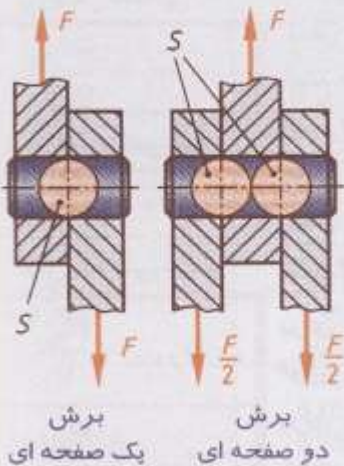
مثال: پین به قطر 6 mm تحت برش یک مقطعی قرار

می‌گیرد،  $E = 295$ ؛  $v = 3$ ؛  $F_{\text{zul}} = ?$ 

$$\tau_{a\text{ zul}} = \frac{\tau_{aB}}{v} = \frac{390 \text{ N/mm}^2}{3} = 130 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (6 \text{ mm})^2}{4} = 28,3 \text{ mm}^2$$

$$F_{\text{zul}} = S \cdot \tau_{a\text{ zul}} = 28,3 \text{ mm}^2 \cdot 130 \text{ N/mm}^2 = 3679 \text{ N}$$

مقادیر استحکام  $\tau_{aB}$  و ضریب اطمینان: صفحه ۴۴

برش یک صفحه ای  
 برش دو صفحه ای

## پانچ مواد

استحکام برشی حداکثر

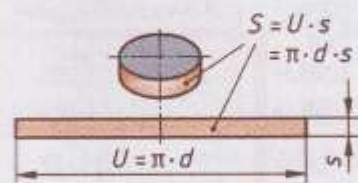
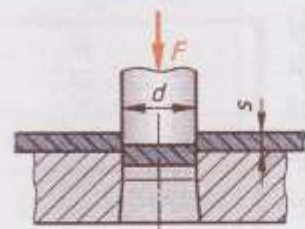
$$\tau_{aB\text{ max}} \approx 0,8 \cdot R_{m\text{ max}}$$

نیروی برش

$$F = S \cdot \tau_{aB\text{ max}}$$

سطح برش

$$S = U \cdot s$$



سطح مقطع تحت برش باید بریده شود.

$S$  مساحت مقطع تحت برش  $\tau_{aB\text{ max}}$  استحکام برشی حداکثر  
 $F$  نیروی برش  $R_{m\text{ max}}$  استحکام کششی حداکثر  
 $U$  محیط  $s$  ضخامت ورق

مثال: پانچ ورق به ضخامت 3 mm از جنس S235JR  
 $d = 16 \text{ mm}$ ;  $F = ?$ 

$$R_{m\text{ max}} = 470 \text{ N/mm}^2 \text{ (جدول صفحه ۱۳۰)}$$

$$\tau_{aB\text{ max}} \approx 0,8 \cdot R_{m\text{ max}} = 0,8 \cdot 470 \text{ N/mm}^2 = 376 \text{ N/mm}^2$$

$$S = \pi \cdot d \cdot s = \pi \cdot 16 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} = 150,8 \text{ mm}^2$$

$$F = S \cdot \tau_{aB\text{ max}} = 150,8 \text{ mm}^2 \cdot 376 \text{ N/mm}^2 = 56,7 \text{ kN}$$

مقادیر استحکام  $R_{m\text{ max}}$  فولادها: صفحه ۱۳۱ تا ۱۳۹

## تنش کمانشی (طبق اویلر)

نیروی کمانش مجاز

$$F_{k\text{ zul}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_k^2 \cdot v}$$

محاسبه کمانش طبق اویلر فقط برای اجزاء سازه‌ای باریک و در داخل محدوده ارتجاعی (الاستیکی) قطعه‌کار صادق است.

$E$  مدول الاستیسیته  $F_{k\text{ zul}}$  نیروی کمانش مجاز  
 $l_k$  طول بدون کمانش  $I$  ممان سطحی درجه ۲  
 $l$  طول  $v$  ضریب اطمینان (در ماشین‌سازی  $v = 3 \dots 10$ )

مثال: تیر IPB200،  $l = 3,5 \text{ m}$ ، دوسر درگیر،  $v = 10$ ؛  $F_{k\text{ zul}} = ?$ ؛

$$E = 210\,000 \text{ N/mm}^2 = 21 \cdot 10^6 \text{ N/cm}^2 \text{ (جدول زیر)},$$

$$I = 2000 \text{ cm}^4$$

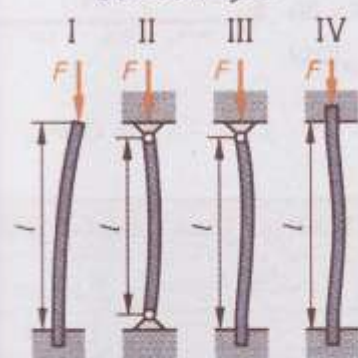
$$F_{k\text{ zul}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_k^2 \cdot v} = \frac{\pi^2 \cdot 21 \cdot 10^6 \text{ N/cm}^2 \cdot 2000 \text{ cm}^4}{(0,5 \cdot 350 \text{ cm})^2 \cdot 10}$$

$$= 1,35 \cdot 10^6 \text{ N} = 1,35 \text{ MN}$$

(۱) ممان سطحی درجه ۲: صفحه ۴۹ و ۱۴۷ تا ۱۵۲، برای سازه‌های فولادی بلند طبق DIN 18800 و DIN 4114 روشهای محاسبه خاصی پیش‌بینی شده است.

نحوه بارگذاری و طول بدون کمانش (طبق Euler)

نحوه بارگذاری



طول بدون کمانش

$$l_k = 2 \cdot l \quad l_k = l \quad l_k = 0,7 \cdot l \quad l_k = 0,5 \cdot l$$

مدول الاستیسیته E برحسب  $\text{kN/mm}^2$ 

فولاد	EN-GJL-150	EN-GJL-300	EN-GJS-400	GS-38	EN-GJMW-350-4	CuZn40	آلیاژ Al-	آلیاژ Ti-
196...216	80...90	110...140	170...185	210	170	80...100	60...80	112...130



در تنش خمشی، قطعات تحت تنش کششی و فشاری قرار می‌گیرند، ماکزیمم تنش در سطح بیرونی قطعه روی می‌دهد. این تنش نباید از تنش خمشی مجاز بیشتر شود.

$F$  نیروی خمشی

$\sigma_b$  تنش خمشی

$W$  مدول مقطع محوری

$f$  جابه‌جایی خط خنثی

$M_b$  گشتاور خمشی

تنش خمشی

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W}$$

مثال: تیر IPE-240،  $W = 324 \text{ cm}^3$  (صفحه ۱۵۰)، تیر یک سر درگیر، نیروی متمرکز  $F = 25 \text{ kN}$ ،  $l = 2,6 \text{ m}$ ،  $\sigma_b = ?$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} = \frac{F \cdot l}{W} = \frac{25000 \text{ N} \cdot 260 \text{ cm}}{324 \text{ cm}^3} = 20061 \text{ N/cm}^2 = 200 \text{ N/mm}^2$$

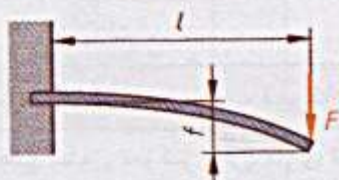
تنش خمشی مجاز از  $\sigma_b$  بیشتر نباشد

نمودارهای خمشی اجزاء ساختمانی

نمودارهای گسترده

تیر با بارگذاری نیروی متمرکز

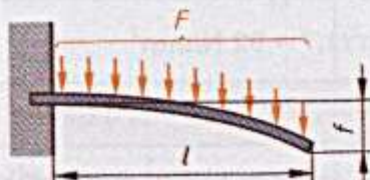
تیر یک سر درگیر



$$M_b = F \cdot l$$

$$f = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}$$

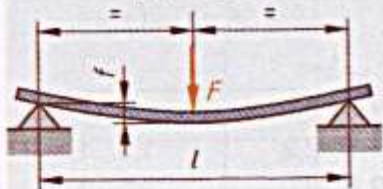
تیر یک سر درگیر



$$M_b = \frac{F \cdot l}{2}$$

$$f = \frac{F \cdot l^3}{8 \cdot E \cdot I}$$

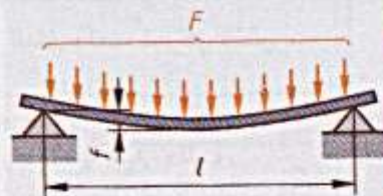
تیر روی دو پایه



$$M_b = \frac{F \cdot l}{4}$$

$$f = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

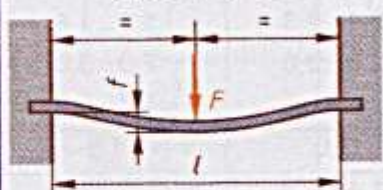
تیر روی دو پایه



$$M_b = \frac{F \cdot l}{8}$$

$$f = \frac{5 \cdot F \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot I}$$

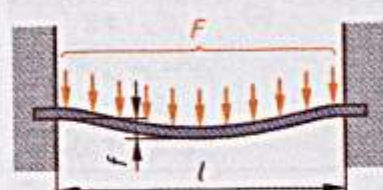
تیر دو سر درگیر



$$M_b = \frac{F \cdot l}{8}$$

$$f = \frac{F \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I}$$

تیر دو سر درگیر



$$M_b = \frac{F \cdot l}{12}$$

$$f = \frac{F \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot I}$$

I ممان سطحی درجه 2، فرمول: صفحه ۴۹، مقادیر: صفحه ۱۴۷ تا ۱۵۲

E مدول الاستیسیته، مقادیر: صفحه ۴۶

تنش پیچشی

$\tau_t$  تنش پیچشی

$M_t$  گشتاور پیچشی

$W_p$  مدول مقطع قطبی

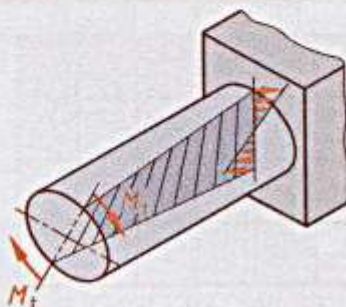
تنش پیچشی

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$$

مثال: محور،  $M_t = 420 \text{ N} \cdot \text{m}$ ،  $d = 32 \text{ mm}$ ،  $\tau_t = ?$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{\pi \cdot (32 \text{ mm})^3}{16} = 6434 \text{ mm}^3$$

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p} = \frac{420000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{6434 \text{ mm}^3} = 65,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



مدول مقطع قطبی: صفحه ۴۹ و ۱۵۲



## استحکام وابسته به شکل و تنش مجاز در بارگذاری دینامیکی

استحکام شکلی

(بارگذاری دینامیکی)

$$\sigma_G = \frac{\sigma_{lim} \cdot b_1 \cdot b_2}{\beta_k}$$

$$\tau_G = \frac{\tau_{lim} \cdot b_1 \cdot b_2}{\beta_k}$$

تنش مجاز

(بارگذاری دینامیکی)

$$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_G}{v_D}$$

$$\tau_{zul} = \frac{\tau_G}{v_D}$$

استحکام شکلی استحکام خستگی مقطع تحت بار دینامیکی و با نگرش اثرات کاهنده شکل و طراحی قطعه کار روی استحکام آن می باشد. اثرات اصلی عبارتند از :

- شکل قطعه کار (اثر تمرکز تنش)،
- کیفیت ماشینکاری (صافی سطح) و
- ابعاد قطعه خام (ضخامت).

با توجه به ضریب اطمینان لازم تنش مجاز سطح تحت بار دینامیکی به دست می آید.

ضریب صافی سطح  $b_1$  ضریب اندازه  $b_2$  ضریب تمرکز تنش  $\beta_k$   
 ضریب اطمینان شکست خستگی  $v_D$  تنش مجاز  $\sigma(\tau)_{zul}$  استحکام شکلی  $\sigma_G$   
 تنش حدی مقطع با تمرکز تنش مثلاً  $\sigma_{bw}$  یا  $\tau_{tSch}$  (صفحه ۴۴)  $\sigma_{lim}$

مثال : محور گردان، E335، با سوراخ عرضی، صافی سطح  $R_z = 25 \mu m$ ، قطر قطعه خام

$d = 50 \text{ mm}$ ، ضریب اطمینان  $v_D = 1,7$ ،  $\sigma_G = ?$ ،  $\sigma_{zul} = ?$

$\sigma_{bw} = 280 \text{ N/mm}^2$  (صفحه ۴۴)؛  $b_1 = 0,8$  (دیاگرام پایین)؛  $R_m = 570 \text{ N/mm}^2$ ؛

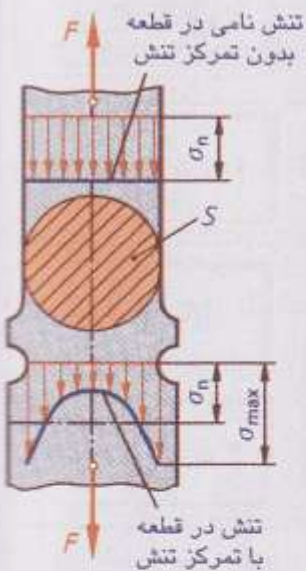
$\beta_k = 1,7$  (جدول زیر)؛  $b_2 = 0,8$  (دیاگرام پایین)

$$\sigma_G = \frac{\sigma_{bw} \cdot b_1 \cdot b_2}{\beta_k} = \frac{280 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,8 \cdot 0,8}{1,7} = 105 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zul} = \sigma_G / v_D = 105 \text{ N/mm}^2 / 1,7 = 62 \text{ N/mm}^2$$

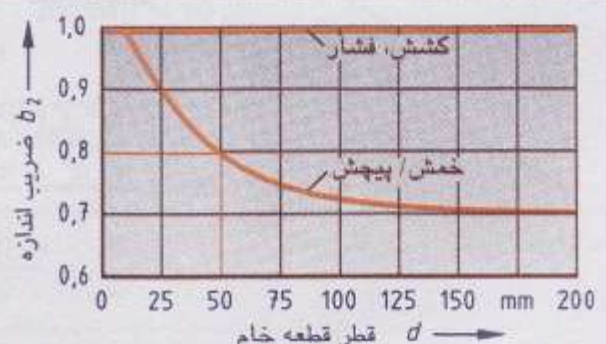
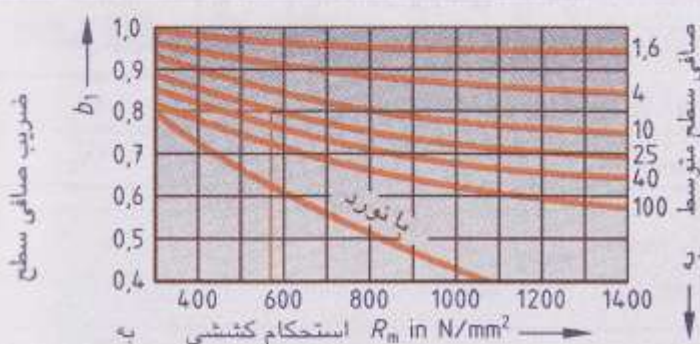
تمرکز تنش و ضریب تمرکز تنش  $\beta_k$  فولاد

مثال : توزیع تنش در بارگذاری دینامیکی

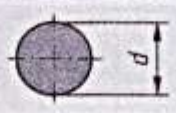
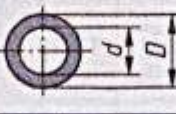
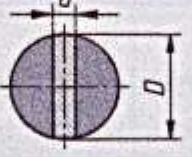
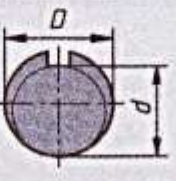
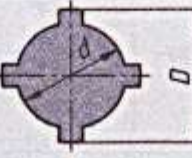
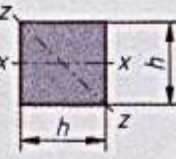
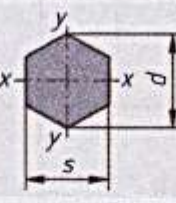
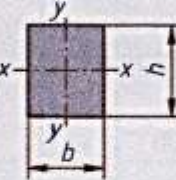
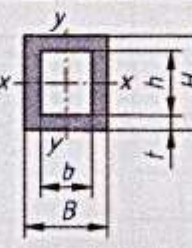


مقطع بدون تمرکز تنش، دارای توزیع یکنواخت تنش است و اثرات مزاحم نیرو در آن دیده نمی شود. تغییر مقطع، منجر به تمرکز خطوط نیرو شده و نموداری منحنی مانند از تنش می شود. کاهش استحکام در وهله اول به شکل گاه و شیار و نیز به حساسیت جنس قطعه آن بستگی دارد.

شکل نقطه تمرکز تنش	جنس	ضریب تمرکز تنش	
		خمشی	پیچشی
محور پله دار	S185...E335	1,5...2,0	1,3...1,8
محور با گاه یا شیار حلقوی	S185...E335	1,5...2,2	1,3...1,8
محور با گاه حلقه اطمینان	S185...E335	2,5...3,0	2,5...3,0
جای خار چهار گوش در محور	S185...E335	1,9...1,9	1,5...1,6
	C45E+QT	1,9...2,1	1,6...1,7
	50CrMo4+QT	2,1...2,3	1,7...1,8
جای خار ناخنی در محور	S185...E335	2,0...3,0	2,0...3,0
محور هزارخاری	S185...E335	-	1,6...1,8
محور با نقطه گذر به تویی	S185...E335	2,0	1,5
محور گردان یا ثابت با سوراخ عرضی	S185...E335	1,4...1,7	1,4...1,8
تسمه تخت سوراخدار	S185...E335	1,3...1,5	بارگذاری کششی 1,6...1,8

ضریب صافی سطح  $b_1$  و ضریب اندازه  $b_2$  فولاد



شکل سطح مقطع	خمش و کمانش		بیچش
	ممان سطحی درجه ۲	مدول مقطع محوری W	حرف مقطع قطبی W <sub>p</sub>
	$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$	$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$	$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$
	$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$	$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D}$	$W_p = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{16 \cdot D}$
	$I = 0,05 \cdot D^4 - 0,083 d \cdot D^3$	$W = 0,1 \cdot D^3 - 0,17 d \cdot D^2$	$W_p = 0,2 \cdot D^3 - 0,34 d \cdot D^2$
	$I = 0,003 \cdot (D + d)^4$	$W = 0,012 \cdot (D + d)^3$	$W_p = 0,2 \cdot d^3$
 برای محورهایی با خار بیشتر هم صادق است	$I = 0,003 \cdot (D + d)^4$	$W = 0,012 \cdot (D + d)^3$	$W_p = 0,006 \cdot (D + d)^3$
	$I_x = I_z = \frac{h^4}{12}$	$W_x = \frac{h^3}{6}$ $W_z = \frac{\sqrt{2} \cdot h^3}{12}$	$W_p = 0,208 \cdot h^3$
	$I_x = I_y = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot s^4}{144}$ $I_x = I_y = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot d^4}{256}$	$W_x = \frac{5 \cdot s^3}{48} = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot d^3}{128}$ $W_y = \frac{5 \cdot s^3}{24 \cdot \sqrt{3}} = \frac{5 \cdot d^3}{64}$	$W_p = 0,188 \cdot s^3$ $W_p = 0,123 \cdot d^3$
	$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$ $I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$ $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$	$W_p = \eta \cdot b^2 \cdot h$ جهت مقادیر η به جدول زیر ر.ک.
	$I_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12}$ $I_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot h}$ $W_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{6 \cdot B}$	$W_p = \frac{t \cdot (H + h) \cdot (B + b)}{2}$

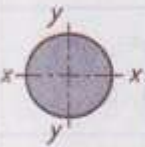
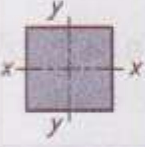

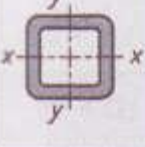
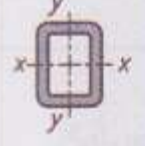
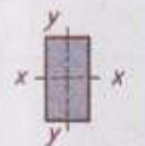
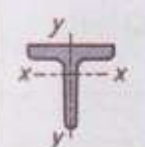
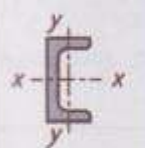
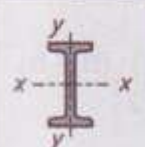
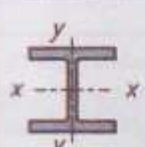
۱) ممان سطحی درجه ۲ و مدول مقطع محوری پروفیلها : صفحه ۱۴۷ تا ۱۵۲

تقریب کمکی η برای مدول مقطع قطبی مقاطع چهارگوش

h/b	1	1,5	2	3	4	6	8	10	∞
η	0,208	0,231	0,246	0,267	0,282	0,299	0,307	0,313	0,333

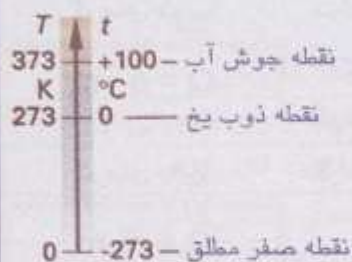


## مقایسه شکل مقاطع مختلف

مقطع		وزن طولی		مدول مقطع و ممان سطحی در انواع بارگذاریها							
شکل	مشخصه استاندارد	kg/m	m' ضریب <sup>(۱)</sup>	خمش				کمانش		پیچش	
				W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	ضریب <sup>(۱)</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	ضریب <sup>(۱)</sup>	I <sub>min</sub> cm <sup>3</sup>	ضریب <sup>(۱)</sup>	W <sub>p</sub> cm <sup>3</sup>	ضریب <sup>(۱)</sup>
	مفتول گرد EN 10060 – 100	61,7	1,00	98	1,00	98	1,00	491	1,00	196	1,00
	مفتول چهارگوش EN 10059 – 100	78,5	1,27	167	1,70	167	1,70	833	1,70	208	1,06
	لوله EN 10220 – 114,3 × 6,3	16,8	0,27	55	0,56	55	0,56	313	0,64	110	0,56
	پروفیل توخالی EN 10210-2 100 × 100 × 6,3	18,3	0,30	67,8	0,69	67,8	0,69	339	0,69	110	0,56
	پروفیل توخالی EN 10210-2 120 × 60 × 6,3	16,1	0,26	59	0,60	38,6	0,39	116	0,24	77	0,39
	تسمه تخت EN 10058 – 100 × 50	39,3	0,64	83	0,85	41,7	0,43	104	0,21	–	–
	پروفیل سه پری EN 10055 – T100	16,4	0,27	24,6	0,25	17,7	0,18	88,3	0,18	–	–
	پروفیل ناودانی DIN 1026 – U100	10,6	0,17	41,2	0,42	8,5	0,08	29,3	0,06	–	–
	پروفیل I DIN 1025-I100	8,3	0,13	34,2	0,35	4,9	0,05	12,2	0,02	–	–
	پروفیل I پهن DIN 1025-IPB100	20,4	0,33	89,9	0,92	33,5	0,34	167	0,34	–	–

(۱) ضرایب مربوط به مفتول گرد EN 10060-100 (مقطع اولین ردیف جدول)





دما برحسب کلوین (K)، درجه سلسیوس ( $^{\circ}\text{C}$ ) یا درجه فارنهایت ( $^{\circ}\text{F}$ ) اندازه گیری می شود. مقیاس کلوین از حداقل دمای ممکن یعنی صفر مطلق و مقیاس سلسیوس از نقطه ذوب یخ شروع می شود.

دما به  $^{\circ}\text{C}$   $t$ ، دما به  $^{\circ}\text{F}$   $t_F$   
دما به K (دمای ترمودینامیکی)  $T$

مثال:  $t = 20^{\circ}\text{C}$  :  $T = ?$

$$T = t + 273 = (20 + 273) \text{ K} = 293 \text{ K}$$

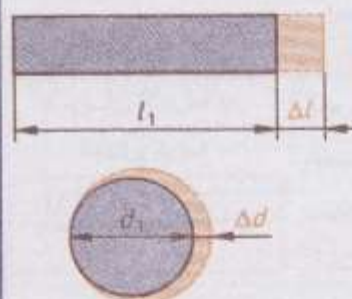
مقیاس برحسب کلوین

$$T = t + 273$$

مقیاس برحسب فارنهایت

$$t_F = 1,8 t + 32$$

### تغییر طول، تغییر قطر



تغییر طول  $\Delta l$  طول اولیه  $l_1$  تغییر دما  $\Delta t, \Delta \theta$

تغییر قطر  $\Delta d$  قطر اولیه  $d_1$  ضریب انبساط طولی  $\alpha_l$

مثال: صفحه فولادی،  $l_1 = 120 \text{ mm}$ ؛  $\alpha_l = 0,000\,012 \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$

$\Delta t = 800^{\circ}\text{C}$  :  $\Delta l = ?$

$$\Delta l = \alpha_l \cdot l_1 \cdot \Delta t = 0,000\,012 \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 120 \text{ mm} \cdot 800^{\circ}\text{C} = 1,15 \text{ mm}$$

تغییر طول

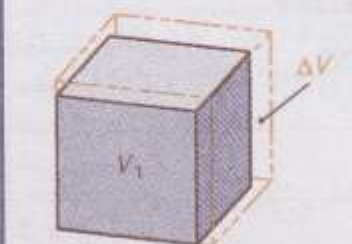
$$\Delta l = \alpha_l \cdot l_1 \cdot \Delta t$$

تغییر قطر

$$\Delta d = \alpha_d \cdot d_1 \cdot \Delta t$$

ضریب انبساط طولی: صفحه ۱۱۸ و ۱۱۹

### تغییر حجم



تغییر حجم  $\Delta V$  ضریب انبساط حجمی  $\alpha_v$

حجم اولیه  $V_1$  تغییر دما  $\Delta t, \Delta \theta$

مثال: بنزین،  $V_1 = 60 \text{ l}$ ؛  $\alpha_v = 0,001 \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ ؛  $\Delta t = 32^{\circ}\text{C}$  :  $\Delta V = ?$

$$\Delta V = \alpha_v \cdot V_1 \cdot \Delta t = 0,001 \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 60 \text{ l} \cdot 32^{\circ}\text{C} = 1,9 \text{ l}$$

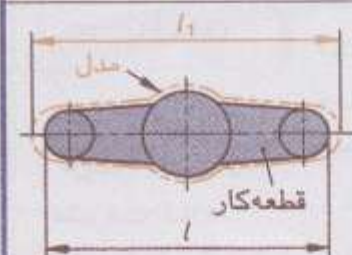
تغییر حجم

$$\Delta V = \alpha_v \cdot V_1 \cdot \Delta t$$

برای مواد جامد  $\alpha_v = 3 \cdot \alpha_l$   
ضریب انبساط حجمی: صفحه ۱۱۹

انبساط حجمی (تغییر حالت گرما): صفحه ۴۲

### انقباض



طول مدل ریخته گری  $l_1$  اندازه انقباض به %  $S$

طول قطعه کار  $l$

مثال: قطعه ریختگی - Al،  $l = 680 \text{ mm}$ ؛  $S = 1,2\%$  :  $l_1 = ?$

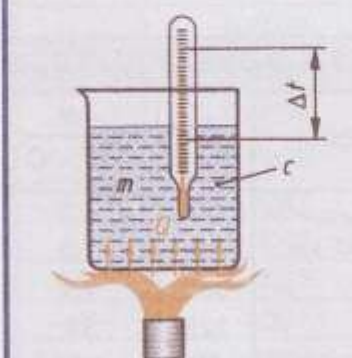
$$l_1 = \frac{l \cdot 100\%}{100\% - S} = \frac{680 \text{ mm} \cdot 100\%}{100\% - 1,2\%} = 688,2 \text{ mm}$$

طول مدل

$$l_1 = \frac{l \cdot 100\%}{100\% - S}$$

اندازه انقباض: صفحه ۱۶۲

### مقدار گرما در تغییرات دما



ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده بیان می کند چه مقدار گرما جهت افزایش دمای آن به اندازه  $1^{\circ}\text{C}$  برای  $1 \text{ kg}$  لازم است. به هنگام خنک شدن همان مقدار گرما پس داده می شود.

مقدار گرما  $Q$  ظرفیت گرمایی ویژه  $c$

جرم  $m$  تغییر دما  $\Delta t, \Delta \theta$

مثال: محور فولادی،  $m = 2 \text{ kg}$ ؛  $c = 0,48 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ ؛  $\Delta t = 800^{\circ}\text{C}$  :  $Q = ?$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 0,48 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 2 \text{ kg} \cdot 800^{\circ}\text{C} = 768 \text{ kJ}$$

مقدار گرما

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3600 \text{ kJ}$

$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ}$

ظرفیت گرمایی ویژه:

صفحه ۱۱۸ و ۱۱۹



# گرمای ذوب، بخار و احتراق (سوخت)

## گرمای ذوب و بخار

گرمای ذوب

$$Q = q \cdot m$$

گرمای بخار

$$Q = r \cdot m$$

گرمای ذوب و بخار ویژه :

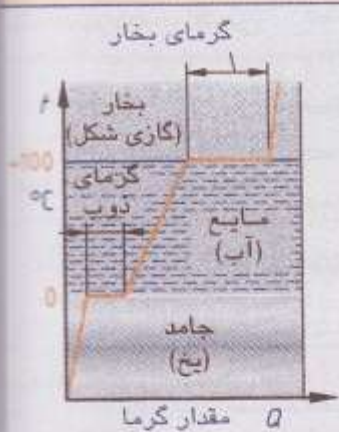
صفحه ۱۱۸ و ۱۱۹

برای اینکه مواد جامد یا سیال به حالت گاز تغییر یابد نیاز به انرژی گرمایی (گرمای ذوب یا بخار) است.

گرمای بخار ویژه  $r$  گرمای ذوب، گرمای بخار  $Q$   
گرمای ذوب ویژه  $q$  جرم  $m$

مثال : مس،  $m = 6,5 \text{ kg}$  ;  $q = 213 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  ;  $Q = ?$

$$Q = q \cdot m = 213 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 6,5 \text{ kg} = 1384,5 \text{ kJ} = 1,4 \text{ MJ}$$



## جریان گرما

جریان گرما در

انتقال گرما

$$\Phi = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta t}{s}$$

جریان گرما در

عبور گرما

$$\Phi = k \cdot A \cdot \Delta t$$

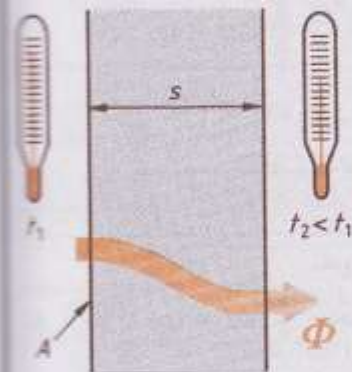
قابلیت رسانایی گرما  $\lambda$  :  
صفحه ۱۱۸ و ۱۱۹ضریب عبور گرما  $k$  :  
آخر این صفحه

جریان گرما  $\Phi$  از نقطه با دمای بالا به نقطه با دمای پایین انتقال می‌یابد.  
ضریب عبور گرما  $k$  قابلیت رسانایی گرما و مقاومتهای عبور گرما در سطح مرزی اجزاء را مورد توجه قرار می‌دهد.

اختلاف دما  $\Delta t, \Delta \theta$  جریان گرما  $\Phi$   
ضخامت اجزاء  $s$  قابلیت رسانایی گرما  $\lambda$   
سطح اجزاء  $A$  ضریب عبور گرما  $k$

مثال : شیشه عایق گرما،  $k = 1,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$  ;  $A = 2,8 \text{ m}^2$  ;  $\Delta t = 32 ^\circ\text{C}$  ;  $\Phi = ?$

$$\Phi = k \cdot A \cdot \Delta t = 1,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2,8 \text{ m}^2 \cdot 32 ^\circ\text{C} = 170 \text{ W}$$



## گرمای احتراق

گرمای حاصل از

سوخت جامد و مایع

$$Q = H_u \cdot m$$

گرمای حاصل از

سوخت گازها

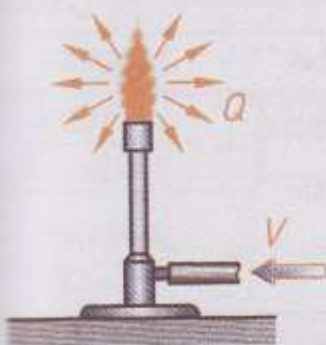
$$Q = H_u \cdot V$$

منظور از مقدار گرمای ویژه یک ماده، مقدار گرمای حاصل از سوختن کامل  $1 \text{ kg}$  یا  $1 \text{ m}^3$  از آن ماده است.

مقدار گرمای حاصل از سوخت  $Q$   
مقدار گرمای ویژه  $H_u, H$   
جرم سوخت جامد یا مایع  $m$   
حجم سوخت گاز  $V$

مثال : گاز،  $V = 3,8 \text{ m}^3$  ;  $H_u = 35 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$  ;  $Q = ?$

$$Q = H_u \cdot V = 35 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} \cdot 3,8 \text{ m}^3 = 133 \text{ MJ}$$



### گرمای ویژه سوختها $H_u (H)$

ضریب عبور گرما  $k$  برای مواد و اجزاء ساختمانی

سوختهای جامد	$H_u$ MJ/kg	سوختهای مایع	$H_u$ MJ/kg	سوختهای گازی	$H_u$ MJ/kg	اجزاء ساختمانی	$s$ mm	$k \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$
چوب	15...17	الکل	27	هیدروژن	10	در بیرونی، فولادی	50	5,8
زیست توده	14...18	بنزول	40	گاز طبیعی	34...35	پنجره کامپوزیتی	12	1,3
زغال قهوه‌ای	16...20	بنزین	43	استیلن	57	آجر	365	1,1
کک	30	گازوئیل	41...43	پروپان	93	بام	125	3,2
زغال سنگ	30...34	روغن گرمایش (مازوت)	40...43	بوتان	123	صفحه عایق حرارتی	80	0,39

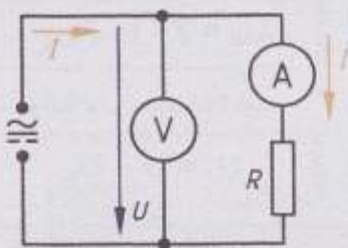


کمیت		واحد	
نام	علامت	نام	علامت
ولتاژ الکتریکی	U	Volt	V
شدت جریان الکتریکی	I	Ampere	A
مقاومت الکتریکی	R	Ohm	$\Omega$
مقدار رسانایی الکتریکی	G	Siemens	S
توان الکتریکی	P	Watt	W

$$1 \Omega = \frac{1V}{1A}$$

$$1W = 1V \cdot 1A$$

قانون اهم



ولتاژ الکتریکی به V  
شدت جریان الکتریکی به A  
مقاومت به  $\Omega$   
مثال:  $U = 230V$ ;  $R = 88 \Omega$ ;  $I = ?$   
$$I = \frac{U}{R} = \frac{230V}{88 \Omega} = 2,6A$$

شدت جریان الکتریکی

$$I = \frac{U}{R}$$

توان الکتریکی: صفحه ۳۴۷

## مقاومت و مقدار رسانایی الکتریکی

مقاومت

$$R = \frac{1}{G}$$

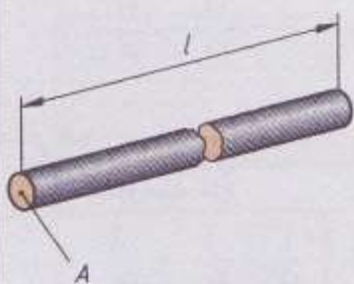
مقدار رسانایی الکتریکی

$$G = \frac{1}{R}$$



مقاومت به  $\Omega$   
مقدار رسانایی الکتریکی به S  
مثال:  $R = 20 \Omega$ ;  $G = ?$   
$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{20 \Omega} = 0,05S \text{ (mho یا)}$$

## مقاومت الکتریکی ویژه، قابلیت رسانایی الکتریکی، مقاومت الکتریکی



طول سیم به m  
مقاومت به  $\Omega$   
مقاومت الکتریکی ویژه به  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$   
قابلیت رسانایی الکتریکی به  $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$   
سطح مقطع سیم به  $\text{mm}^2$   
مثال: سیم مسی،  $A = 1,5 \text{ mm}^2$ ;  $l = 100 \text{ m}$   
 $\rho = 0,0179 (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$ ;  $R = ?$   
$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{0,0179 (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}) \cdot 100 \text{ m}}{1,5 \text{ mm}^2} = 1,19 \Omega$$

مقاومت الکتریکی ویژه

$$\rho = \frac{1}{\gamma}$$

مقاومت سیم

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

## مقاومت و دما

تغییر دما

$$\Delta R = \alpha \cdot R_{20} \cdot \Delta t$$

مقاومت در دمای t

$$R_t = R_{20} + \Delta R$$

$$R_t = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

جنس	مقدار $\alpha$ ، $T_K$ به $1/K$
آلمینیوم	0,0040
سرب	0,0039
طلا	0,0037
مس	0,0039
نقره	0,0038
تنگستن	0,0044
قلع	0,0045
روی	0,0042
گرافیت	-0,0013
کنستانتان	$\pm 0,00001$

تغییر مقاومت به  $\Omega$   
 $\Delta R$   
مقاومت در دمای  $20^\circ\text{C}$  به  $\Omega$   
ضریب دما (مقدار  $T_K$ ) به  $1/K$   
مقاومت در دمای t به  $\Omega$   
مثال: سیم مسی،  $R_{20} = 150 \Omega$ ;  $t = 75^\circ\text{C}$ ;  $R_t = ?$   
 $\alpha = 0,0039 1/K$ ;  $\Delta t = 75^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 55^\circ\text{C} = 55 K$   
$$R_t = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$
  
$$= 150 \Omega \cdot (1 + 0,0039 1/K \cdot 55 K) = 182,2 \Omega$$



## چگالی جریان در سیمها

چگالی جریان

$$J = \frac{I}{A}$$

چگالی جریان به  $A/mm^2$   $J$ سطح مقطع سیم به  $mm^2$   $A$ مثال:  $J = ?$ ;  $I = 4 A$ ;  $A = 2,5 mm^2$ 

$$J = \frac{I}{A} = \frac{4 A}{2,5 mm^2} = 1,6 A/mm^2$$

چگالی جریان مجاز در سیمها



## افت ولتاژ در سیمها

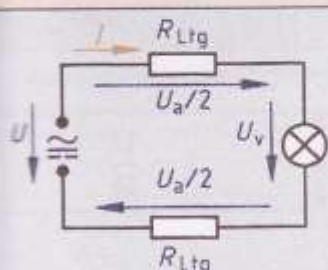
افت ولتاژ

$$U_a = 2 \cdot I \cdot R_{Ltg}$$

مقاومت سیم قبل از مصرف کننده و یا بعد از مصرف کننده  $R_{Ltg}$ ولتاژ مصرف کننده به  $V$ افت ولتاژ در سیم به  $V$ شدت جریان به  $A$ ولتاژ منبع به  $V$ 

ولتاژ در مصرف کننده

$$U_v = U - U_a$$



## مدار سری مقاومتها

مقاومت کل

$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

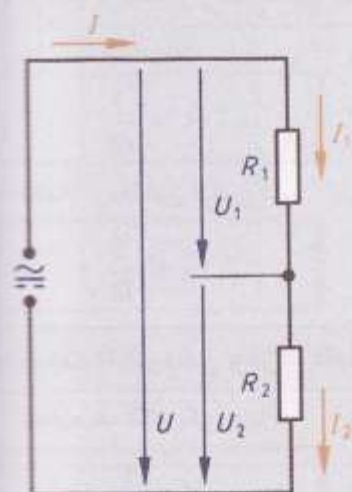
مقاومت کل، مقاومت معادل به  $\Omega$   $R$  ولتاژ کل به  $V$   $U$ شدت جریان کل به  $A$   $I$  ولتاژ جزء  $U_1, U_2$ مقاومت های جزء به  $\Omega$   $R_1, R_2$  جریانه های جزء  $I_1, I_2$ مثال:  $I = ?$ ;  $R = ?$ ;  $U = 12 V$ ;  $R_2 = 20 \Omega$ ;  $R_1 = 10 \Omega$  $U_2 = ?$ ;  $U_1 = ?$ 

$$R = R_1 + R_2 = 10 \Omega + 20 \Omega = 30 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12 V}{30 \Omega} = 0,4 A$$

$$U_1 = R_1 \cdot I = 10 \Omega \cdot 0,4 A = 4 V$$

$$U_2 = R_2 \cdot I = 20 \Omega \cdot 0,4 A = 8 V$$



ولتاژ کل

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

جریان کل

$$I = I_1 = I_2 = \dots$$

ولتاژ جزء

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

## مدار موازی مقاومتها

مقاومت کل

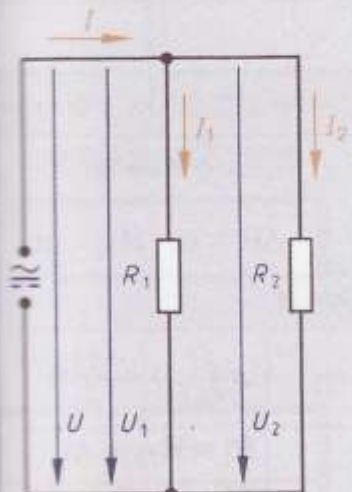
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

مقاومت کل، مقاومت معادل به  $\Omega$   $R$  جریان کل به  $A$   $I$ ولتاژ به  $V$   $U$  مقاومت های جزء به  $\Omega$   $R_1, R_2$ جریانه های جزء به  $A$   $I_1, I_2$ ولتاژ های جزء به  $V$   $U_1, U_2$ مثال:  $I = ?$ ;  $R = ?$ ;  $U = 12 V$ ;  $R_2 = 30 \Omega$ ;  $R_1 = 15 \Omega$  $I_2 = ?$ ;  $I_1 = ?$ 

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{15 \Omega \cdot 30 \Omega}{15 \Omega + 30 \Omega} = 10 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12 V}{10 \Omega} = 1,2 A$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{12 V}{15 \Omega} = 0,8 A; I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{12 V}{30 \Omega} = 0,4 A$$



ولتاژ کل

$$U = U_1 = U_2 = \dots$$

جریان کل

$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

جریانه های جزء

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

(۱) محاسبه با این فرمول فقط برای مدار با دو مقاومت موازی صادق است.



## جریان مستقیم (DC)، علامت (-)، ولتاژ مستقیم

شدت جریان

 $I = \text{ثابت}$ 

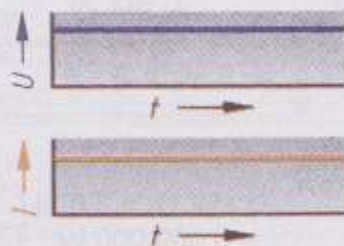
ولتاژ

 $U = \text{ثابت}$ 

جریان مستقیم فقط در یک راستا جریان دارد و شدت جریان آن ثابت است. ضمناً مقدار ولتاژ هم ثابت است.

ولتاژ به  $V$  وشدت جریان به  $A$  وزمان به  $s$  و

Direct Current (1)



## جریان متناوب (AC)، علامت (~)، ولتاژ متناوب

پریود و فرکانس

پریود

$$T = \frac{1}{f}$$

فرکانس

$$f = \frac{1}{T}$$

فرکانس دورانی

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

1 Hertz = 1 Hz = 1/s

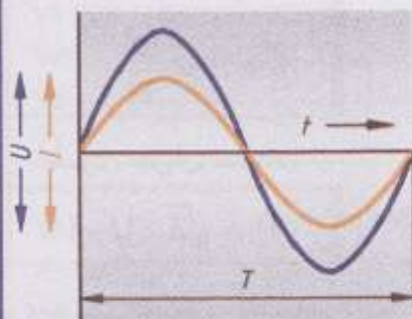
پریود در یک ثانیه

در یک مدار با ولتاژ متغیر طبق یک منحنی سینوسی، راستای جریان الکترونهاً آزاد هم تغییر می‌کند.

پریود به  $s$  وفرکانس به  $1/s$ ،  $Hz$  وولتاژ به  $V$  وفرکانس دورانی  $1/s$  وزمان به  $s$  وشدت جریان به  $A$  ومثال: فرکانس  $50\text{ Hz}$ ،  $T = ?$ 

$$T = \frac{1}{50 \frac{1}{s}} = 0,02\text{ s}$$

Alternating Current (2)



## مقدار حداکثر و مقدار مؤثر جریان و ولتاژ

مقدار مؤثر شدت جریان

شدت جریان به  $A$  ومقدار مؤثر شدت جریان به  $A$  وولتاژ به  $V$  ومقدار مؤثر ولتاژ به  $V$  وزمان  $t$ مقدار مؤثر ولتاژ به  $V$  (از یک مدار با مقاومت اهمی،

با همان توان ولی با ولتاژ مستقیم حاصل می‌شود)

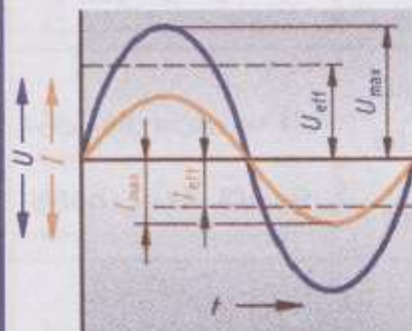
مثال:  $U_{\text{eff}} = 230\text{ V}$ ؛  $U_{\text{max}} = ?$ 

$$U_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot 230\text{ V} = 235\text{ V}$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{eff}}$$

مقدار ولتاژ

$$U_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}}$$



## جریان سه فاز (جریان متناوب سه فاز)

مقدار ولتاژ

جریان سه فاز از سه ولتاژ متناوب با اختلاف  $120^\circ$  از همدیگر نتیجه می‌شود.

$$U_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}}$$

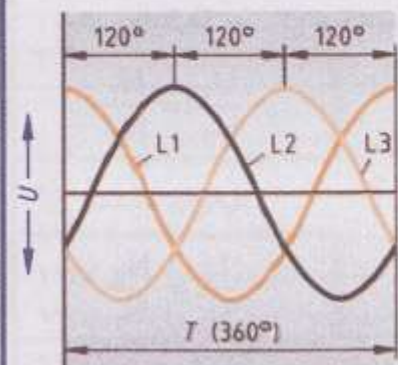
ولتاژ مؤثر بین سیم فاز و نول  $230\text{ V} = U_{\text{eff}}$ ولتاژ مؤثر بین سیمهای فاز  $400\text{ V} = U_{\text{eff}}$ ولتاژ به  $V$  و

فاز 1 و

پریود به  $s$  و

فاز 2 و

فاز 3 و





## کار و توان الکتریکی، ترانسفورماتور

## کار الکتریکی



توان الکتریکی به  $W$  یا  $P$  مدت زمان به  $t$  h  
کار الکتریکی به  $W$  یا  $kW \cdot h$

کار الکتریکی

$$W = P \cdot t$$

مثال: اجاق آشپزی،  $P = 1,8 \text{ kW}$ ؛  $t = 3 \text{ h}$ ؛  $W = ?$

$$W = P \cdot t = 1,8 \text{ kW} \cdot 3 \text{ h} = 5,4 \text{ kW} \cdot \text{h} = 19,44 \text{ MJ}$$

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ} \\ = 3\,600\,000 \text{ W} \cdot \text{s}$$

توان الکتریکی جریان مستقیم و جریان متناوب- یا جریان سه فاز بدون اثر سلفی<sup>(۱)</sup>

جریان مستقیم یا جریان متناوب

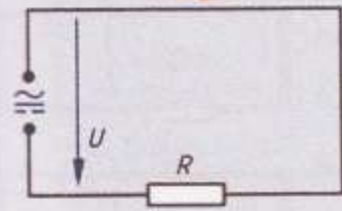
توان الکتریکی به  $W$  یا  $P$  شدت جریان به  $I$  A  
ولتاژ (ولتاژ خط) به  $U$  V مقاومت به  $R$   $\Omega$

توان جریان مستقیم  
یا جریان متناوب

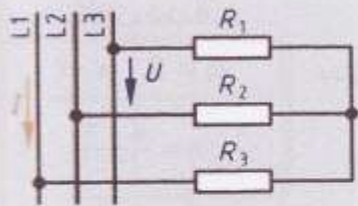
$$P = U \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$



جریان سه فاز



مثال ۱: لامپ شیشه‌ای،  $U = 6 \text{ V}$ ؛  $I = 5 \text{ A}$ ؛  $P = ?$ ؛  $R = ?$

$$P = U \cdot I = 6 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} = 30 \text{ W}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 1,2 \Omega$$

مثال ۲: کوره، جریان سه فاز،  $U = 400 \text{ V}$ ؛  $P = 12 \text{ kW}$ ؛  $I = ?$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{12\,000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 17,3 \text{ A}$$

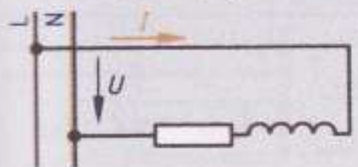
توان جریان سه فاز

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

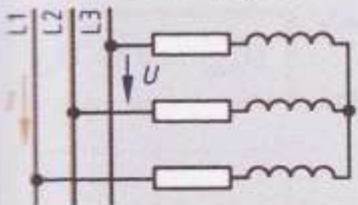
(۱) یعنی فقط در وسایل گرمایی (مقاومت‌های اهمی)

توان الکتریکی جریان متناوب و جریان سه فاز با اثر القایی بار<sup>(۲)</sup>

جریان متناوب



جریان سه فاز



توان مؤثر به  $W$  یا  $P$  شدت جریان به  $I$  A  
ولتاژ (ولتاژ خط) به  $U$  V ضریب توان  $\cos \varphi$

توان مؤثر جریان متناوب

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

مثال: موتور سه فاز،  $U = 400 \text{ V}$ ؛  $I = 2 \text{ A}$ ؛  $P = ?$ ؛  $\cos \varphi = 0,85$

$$P = ?$$

توان مؤثر جریان سه فاز

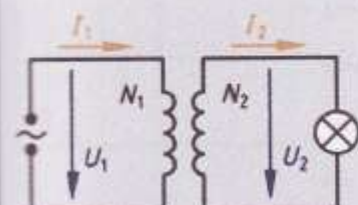
$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} \cdot 0,85 \\ = 1178 \text{ W} \approx 1,2 \text{ kW}$$

(۲) مثلاً در موتورهای و ژنراتورهای الکتریکی

## ترانسفورماتور

سمت خروجی (سیم پیچ ثانویه)  
سمت ورودی (سیم پیچ اولیه)



تعداد حلقه‌ها  $N_1, N_2$  شدت جریانها به  $I_1, I_2$  A  
ولتاژ به  $U_1, U_2$  V

ولتاژها

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

مثال:  $N_1 = 2875$ ؛  $N_2 = 100$ ؛  $U_1 = 230 \text{ V}$ ؛  $I_1 = 0,25 \text{ A}$ ؛  $U_2 = ?$ ؛  $I_2 = ?$

شدت جریانها

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

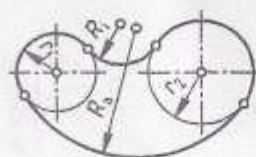
$$U_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{N_1} = \frac{230 \text{ V} \cdot 100}{2875} = 8 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{I_1 \cdot N_1}{N_2} = \frac{0,25 \text{ A} \cdot 2875}{100} = 7,2 \text{ A}$$



## ۱-۳ ترسیمات هندسی

- ۵۸ ..... خط و زاویه  
 ۵۹ ..... خطوط مماس و اتصال دایروی  
 ۶۰ ..... دایره محاطی و محیطی، بیضی  
 ۶۱ ..... سیکلوئید، اولونت



## ۲-۳ دیاگرامها

- ۶۲ ..... سیستمهای مختصات کارتیزین  
 ۶۳ ..... انواع دیاگرامها  
 ۶۴ ..... نوموگرافی



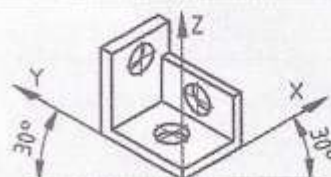
## ۳-۳ اصول نقشه‌کشی

- ۶۶ ..... علایم نوشتاری  
 ۶۷ ..... اعداد استاندارد، شعاع گردیها، مقیاسها  
 ۶۸ ..... کاغذهای نقشه‌کشی  
 ۶۹ ..... انواع خطوط



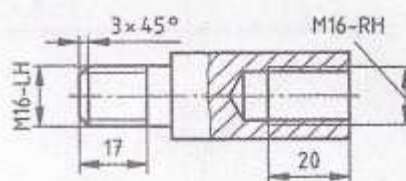
## ۴-۳ نمایش در نقشه‌ها

- ۷۱ ..... روشهای تصویرکردن  
 ۷۳ ..... نماها  
 ۷۵ ..... نمایش برش  
 ۷۷ ..... هاشورها



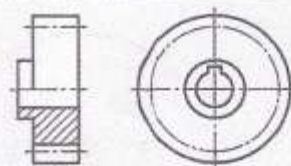
## ۵-۳ اندازه‌گذاری

- ۷۸ ..... اصول اندازه‌گذاری  
 ۸۰ ..... اجزاء نقشه‌کشی  
 ۸۲ ..... تolerانس‌گذاری  
 ۸۳ ..... انواع اندازه‌ها  
 ۸۵ ..... ساده کردن نقشه‌ها



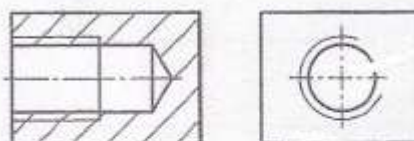
## ۶-۳ اجزاء ماشین

- ۸۶ ..... چرخنده‌ها  
 ۸۷ ..... یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگها)  
 ۸۸ ..... کاسه‌نمدها (آب‌بندها)  
 ۸۹ ..... ساده کردن نقشه‌ها



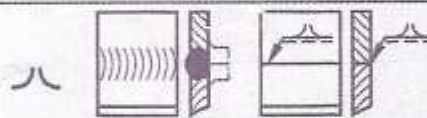
## ۷-۳ اجزاء قطعه‌کار

- ۹۰ ..... نافی روی قطعات تراشکاری، لبه و گوشه قطعات  
 ۹۱ ..... طول خلاصی رزوه، گاه آزاد رزوه  
 ۹۲ ..... رزوه‌ها، اتصالات پیچی  
 ۹۳ ..... سوراخ مته مرغک، آجها، گاه آزاد



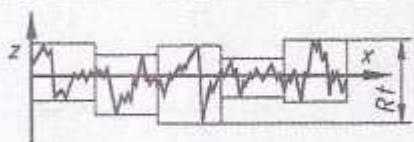
## ۸-۳ جوشکاری و لحیم‌کاری

- ۹۵ ..... علایم  
 ۹۷ ..... مثالهای اندازه‌گذاری



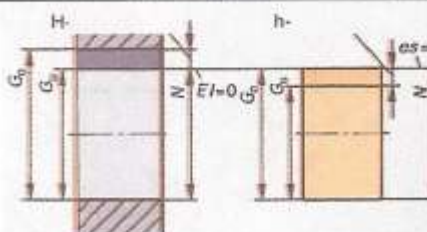
## ۹-۳ مشخصات سطوح

- ۹۹ ..... داده‌های سختکاری در نقشه‌ها  
 ۱۰۰ ..... انحرافات شکلی، صافی سطوح  
 ۱۰۱ ..... کنترل سطوح، اطلاعات سطوح



## ۱۰-۳ تolerانسها و انطباقات

- ۱۰۷ ..... سیستم ثبوت سوراخ و ثبوت میله  
 ۱۱۱ ..... تolerانسهای عمومی  
 ۱۱۲ ..... توصیه انطباق، انتخاب انطباق  
 ۱۱۳ ..... انطباق یاتاقانهای غلتشی  
 ۱۱۴ ..... تolerانس‌گذاری هندسی و وضعی



- ۱۱۶ ..... ۱۱-۳ علایم ماشین‌سازی





1. قوسی به شعاع  $r$  ( $r = AP$ ) و به مرکز  $A$  رسم کنید تا آن را در نقطه  $C$  قطع کند.
2. قوسی به شعاع  $r$  و به مرکز  $P$  رسم کنید.
3. قوسی به شعاع  $r$  و به مرکز  $C$  رسم کنید، این قوس، قوس مرحله 2 را در نقطه  $D$  قطع می‌کند.
4. خط  $\overline{PD}$  همان خط مطلوب  $g'$  به موازات خط  $\overline{AB}$  است.

1. قوس 1 را با شعاع  $r$  و به مرکز نقطه A رسم کنید،  $r > \frac{1}{2} \overline{AB}$ .
2. قوس 2 را با همان شعاع  $r$  و به مرکز نقطه B رسم کنید.
3. خط رابط بین دو نقطه برخورد قوسها عمود منصف پاره خط  $\overline{AB}$

The diagram shows a concave mirror with its center of curvature  $P$  and focal point  $F$  on the principal axis. Two points,  $A$  and  $B$ , are marked on the principal axis to the left of the mirror. A ray from  $A$  is shown reflecting through  $F$ , and a ray from  $B$  is shown reflecting through  $P$ . The distances are labeled as follows: 1 is the distance from the mirror to  $A$ ; 2 is the distance from the mirror to  $F$ ; 3 is the distance from  $F$  to  $B$ ; and 4 is the distance from the mirror to  $P$ .

1. قوس دایره 1 به مرکز نقطه P را رسم نمایید (نقاط برخورد A و B).
2. قوس 2 به شعاع r و به مرکز نقطه A را رسم نمایید ( $r > \frac{1}{2} \overline{AB}$ ).
3. قوس 3 با همان شعاع r و به مرکز نقطه B را رسم نمایید (نقطه برخورد C).
4. خط رابط بین نقطه برخورد دو قوس (C) با نقطه P همان نقطه مطلوب است.

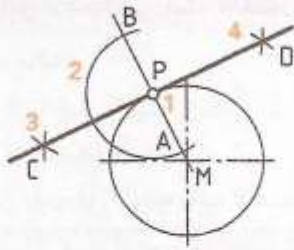
1. قوس دلوخواه 1 به شعاع  $r$  و به مرکز نقطه P را رسم نمایید (نقطه برخورد A).
2. قوس 2 به شعاع  $\overline{AP} = r$  و به مرکز نقطه A را رسم نمایید (نقطه برخورد B).
3. قوس 3 را با همان شعاع  $r$  به مرکز نقطه B رسم کنید.
4. نقطه A را به نقطه B وصل کرده و آن را ادامه دهید تا نقطه C به دست آید.
5. نقطه C را به نقطه P وصل کنید.

A diagram showing a slider block on a horizontal surface. The block is represented by a curved line segment. A point  $A$  is on the left end of the curve, and a point  $B$  is on the right end. A horizontal line segment  $SB$  represents the ground. A vertical line segment  $CB$  represents the height of the block. A curved line segment  $AC$  represents the top surface of the block. A point  $S$  is on the horizontal surface. A line segment  $AS$  connects point  $A$  to point  $S$ . A line segment  $SC$  connects point  $S$  to point  $C$ . The angle between  $AS$  and  $SC$  is labeled  $\alpha$ . The distance  $SB$  is labeled  $r$ . The distance  $CB$  is labeled  $h$ . The distance  $AC$  is labeled  $l$ . The diagram is divided into four regions labeled 1, 2, 3, and 4.

1. قوس دلخواه 1 به مرکز نقطه S را رسم نمایید (نقاط برخورد A و B).
2. قوس 2 با شعاع r و به مرکز نقطه A را رسم نمایید ( $r > \frac{1}{2} \overline{AB}$ )
3. قوس 3 با همان شعاع r و به مرکز نقطه B را رسم نمایید.
4. خط رابط حاصل از نقطه برخورد دو قوس (C) با نقطه S زاویه را نصف می‌نماید.

1. نیم خطی از نقطه A و با زاویه دلخواه رسم نمایید.
2. روی نیم خط، 5 جزء دلخواه ولی مساوی از نقطه A را مشخص نمایید.
3. نقطه انتهای 5' را به B وصل کنید.
4. از نقاط دیگر خطوطی به موازات خط  $\overline{5'B}$  رسم نمایید.





## رسم خط مماس بر دایره در نقطه P

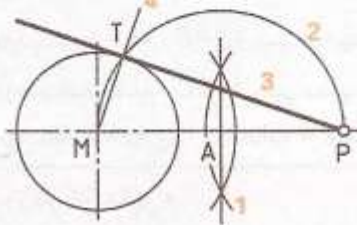
داده‌ها: دایره و نقطه P روی آن

1. خط ارتباطی  $\overline{MP}$  رسم و آن را ادامه دهید.
2. دایره‌ای به مرکز نقطه P و شعاع دلخواه رسم کنید تا نقاط A و B به دست آید.
3. قوسهایی به همان شعاع و به مراکز A و B رسم کنید تا همدیگر را در نقاط C و D قطع کنند.
4. خط ارتباطی CD عمود بر خط  $\overline{PM}$  و همان خط مماس مطلوب است.

## رسم خط مماس بر دایره از نقطه P

داده‌ها: دایره و نقطه P

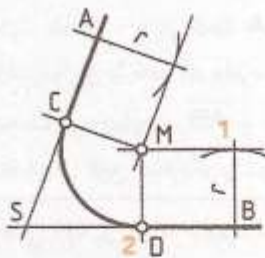
1.  $\overline{MP}$  را نصف کنید، نقطه A نقطه وسط است.
2. دایره‌ای به مرکز نقطه A و به شعاع  $r = \overline{AM}$  رسم کنید. نقطه مماس T است.
3. نقاط T و P را به هم وصل کنید.
4.  $\overline{MT}$  بر  $\overline{PT}$  عمود است.



## شعاع زدن در داخل زاویه (یا رسم قوس واسطه دو ضلع یک زاویه)

داده‌ها: زاویه ASB و شعاع داخل r

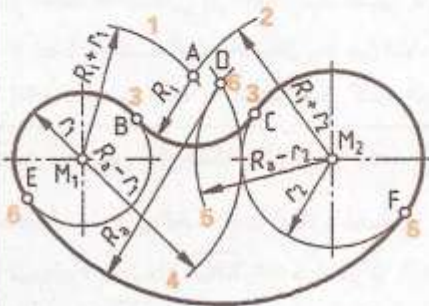
1. خطوطی به موازات  $\overline{AS}$  و  $\overline{BS}$  و به فاصله r از آنها رسم نمایید. نقطه برخورد آنها یعنی M همان نقطه مرکز شعاع r مطلوب است.
2. نقاط برخورد دو عمود اخراج از نقطه M بر روی بازوهای  $\overline{AS}$  و  $\overline{BS}$  (نقطه C و D) نقاط مماس شعاع r با اضلاع زاویه است.



## اتصال دو دایره به وسیله قوس (ترسیم قوس مماس خارجی و داخلی بر دو قوس دیگر)

داده‌ها: دایره 1 و دایره 2، شعاعهای  $R_1$  و  $R_2$ 

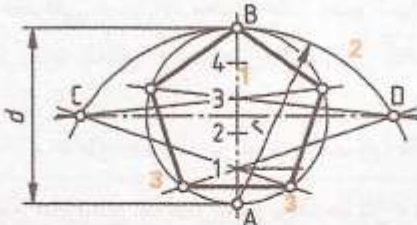
1. دایره‌ای به مرکز نقطه  $M_1$  و به شعاع  $R_1 + r_1$  رسم نمایید.
2. دایره‌ای به مرکز نقطه  $M_2$  با شعاع  $R_1 + r_2$  رسم تا دایره مرحله 1 را در نقطه A قطع کند.
3. نقطه A را به نقاط  $M_1$  و  $M_2$  وصل کنید که نقاط مماس B و C مربوط به راکورد داخلی به شعاع  $R_1$  را به دست می‌دهد.
4. دایره‌ای به مرکز نقطه  $M_1$  و به شعاع  $R_2 - r_1$  رسم نمایید.
5. دایره‌ای به مرکز نقطه  $M_2$  با شعاع  $R_2 - r_2$  رسم نمایید تا دایره مرحله 4 را در نقطه D قطع کند.
6. نقطه D را به نقاط  $M_1$  و  $M_2$  وصل کنید که نقاط مماس E و F مربوط به راکورد خارجی به شعاع  $R_2$  را به دست می‌دهد.



## رسم چندضلعی منتظم محاط در دایره (مثلا پنج ضلعی)

داده‌ها: دایره با قطر d

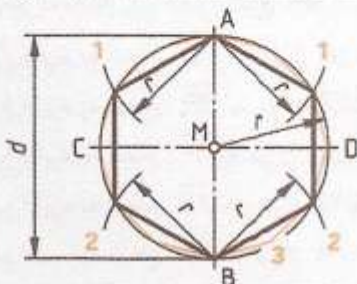
1. پاره خط  $\overline{AB}$  را به 5 قسمت مساوی تقسیم نمایید (از روش ترسیمات هندسی).
2. قوسی به شعاع  $r = \overline{AB}$  و به مرکز نقطه A رسم نمایید، نقاط C و D به دست می‌آید.
3. نقاط C و D را با نقاط 1، 3 و ... (کلا اعداد فرد) وصل کنید، برخورد این خطها با دایره راسهای چندضلعی منتظم را به دست می‌دهد.
- در چندضلعی با تعداد راسهای زوج نقاط C و D به نقاط 2، 4 و ... (اعداد زوج) وصل می‌شوند.



## رسم شش ضلعی - دوازده ضلعی

داده‌ها: دایره با قطر d

1. قوسی به شعاع r و به مرکز نقطه A رسم نمایید ( $r = d/2$ ).
2. قوسی به شعاع r و به مرکز نقطه B رسم نمایید.
3. نقاط برخورد را به طور پشت سر هم وصل کنید.
- در دوازده ضلعی نقطه وسط قوسها را تعیین کنید (مثلا نقاط C و D).

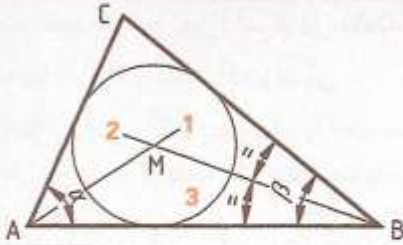




## رسم دایره محاطی یک مثلث

داده‌ها: مثلث

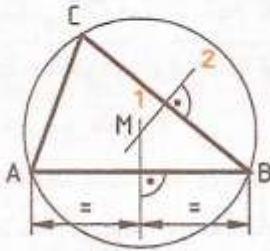
1. زاویه  $\alpha$  را نصف کنید.
2. زاویه  $\beta$  را نصف کنید.
3. نیمساز زاویه‌ها را ادامه داده تا همدیگر را قطع نمایند، نقطه M مرکز دایره محاطی است.



## رسم دایره محیطی یک مثلث

داده‌ها: مثلث

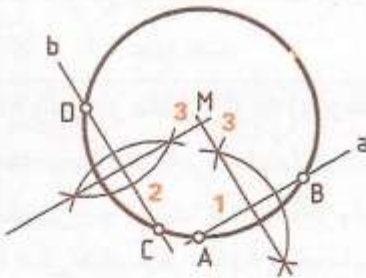
1. عمود منصف ضلع  $\overline{AB}$  را رسم نمایید.
2. عمود منصف ضلع  $\overline{BC}$  را رسم نمایید.
3. عمود منصف اضلاع را ادامه داده تا همدیگر را قطع نمایند، نقطه M مرکز دایره محیطی است.



## تعیین مرکز دایره

داده‌ها: دایره

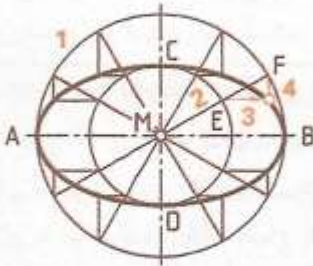
1. خط دلخواه a، دایره را در نقطه A و B قطع می‌کند.
2. خط b (غیرموازی با خط a) دایره را در نقطه C و D قطع می‌کند.
3. عمود منصف پاره‌های  $\overline{AB}$  و  $\overline{CD}$  را رسم کنید.
4. عمود منصفهای فوق همدیگر را در نقطه M که مرکز دایره است قطع می‌کنند.



## رسم بیضی (به وسیله دایره‌های هم‌مرکز)

داده‌ها: محورهای  $\overline{AB}$  و  $\overline{CD}$ 

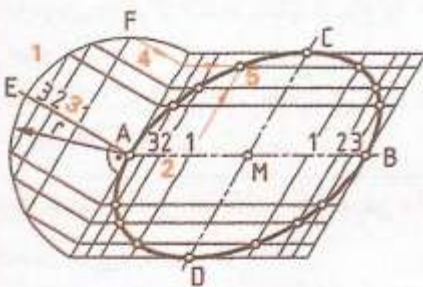
1. دو دایره به مرکز نقطه M و به قطرهای  $\overline{AB}$  و  $\overline{CD}$  رسم نمایید.
2. از نقطه M چندین پاره‌خط رسم نمایید تا هر دو دایره را قطع کند (E و F).
3. از نقاط به‌دست آمده خطوطی به موازات محور  $\overline{AB}$  و  $\overline{CD}$  رسم نمایید.
4. نقاط به‌دست آمده را به هم وصل کنید (این نقاط بر محیط بیضی واقعند).



## رسم بیضی به کمک متوازی‌الاضلاع

داده‌ها: متوازی‌الاضلاع با اندازه اضلاع  $\overline{AB}$  و  $\overline{CD}$ 

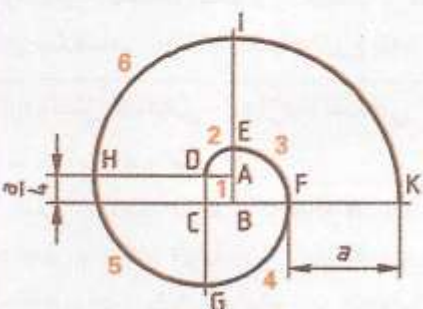
1. نیم‌دایره به شعاع  $r = \overline{MC}$  و به مرکز A نقطه E را نتیجه می‌دهد.
2.  $\overline{AM}$  (یا  $\overline{BM}$ ) را  $1/4$ ،  $1/2$ ،  $3/4$  تقسیم کرده تا نقاط 1، 2 و 3 به‌دست آید. از این نقاط خطوطی به موازات خط  $\overline{CD}$  رسم کنید.
3.  $\overline{EA}$  را  $1/4$ ،  $1/2$ ،  $3/4$  تقسیم کرده تا نقاط 1، 2 و 3 روی  $\overline{EA}$  به‌دست آید. از این نقاط خطوطی به موازات محور  $\overline{CD}$  رسم کنید تا نقاط F روی نیم‌دایره به‌دست آید.
4. از نقاط تقاطع F خطوطی به موازات  $\overline{AE}$  تا محور نیم‌دایره و از آنجا به موازات محور  $\overline{AB}$  رسم کنید.
5. نقاط تقاطع خطوط هم شماره (هم نام) نقاطی از یک بیضی می‌باشند.



## رسم مارپیچ یا مارپیچ چندمرکزه (رسم تقریبی با پرگار)

داده‌ها: گام a

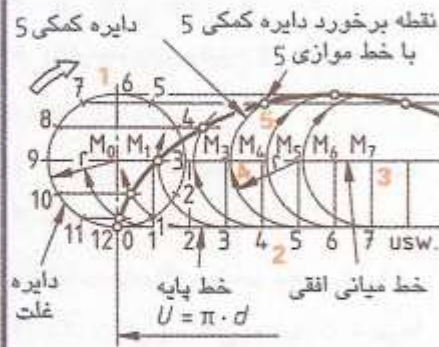
1. مربع ABCD را با اندازه ضلع  $a/4$  رسم کنید.
2. ربع دایره به شعاع  $\overline{AD}$  به مرکز A، نقطه E را نتیجه می‌دهد.
3. ربع دایره به شعاع  $\overline{BE}$  به مرکز B، نقطه F را نتیجه می‌دهد.
4. ربع دایره به شعاع  $\overline{CF}$  به مرکز C، نقطه G را نتیجه می‌دهد.
5. ربع دایره به شعاع  $\overline{DG}$  به مرکز D، نقطه H را نتیجه می‌دهد.
6. ربع دایره به شعاع  $\overline{AH}$  به مرکز A، نقطه I را نتیجه می‌دهد (و غیره).





## رسم سیکلوئید (خط چرخ)

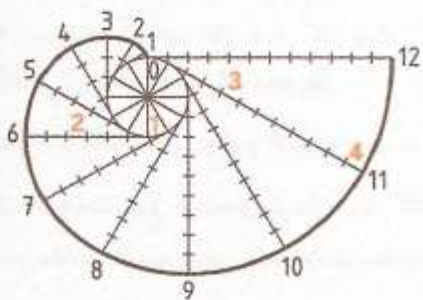
داده‌ها: دایره غلت به شعاع ۲



1. دایره غلت را به چند قسمت مساوی تقسیم کنید (در اینجا 12 قسمت).
2. خط پایه (معادل محیط دایره  $\pi \cdot d$ ) را به 12 قسمت مساوی تقسیم کنید، 12 قسمت.
3. خطوط عمود بر خط پایه را از نقاط 1...12 اخراج کنید، تا خط میانی افقی گذر از مرکز دایره غلت را قطع کند  $M_{11}..M_{12}$ .
4. به مراکز نقاط  $M_1...M_{12}$  دایره‌های کمکی به شعاع ۲ را رسم کنید.
5. نقاط برخورد این دایره کمکی با خطوط موازی با خط پایه اخراج شده از نقاط تقسیم دایره غلت نقاطی از منحنی سیکلوئید را به دست می‌دهد.

## رسم اولونت (خط نخ)

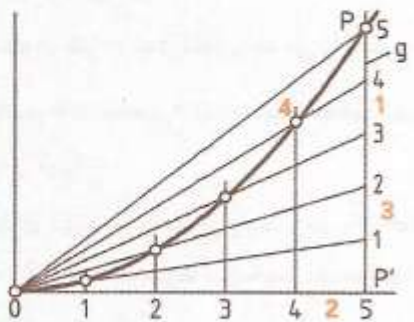
داده‌ها: دایره



1. دایره را به چندین قسمت مساوی مثلاً 12 قسمت تقسیم نمایید.
2. در نقاط تقسیم، خطوط مماسی را بر دایره رسم نمایید.
3. از نقاط مماس روی هر خط مماس، طولی به اندازه  $L_1 = 1 \cdot D \cdot \pi/12 \dots L_{12} = 12 \cdot D \cdot \pi/12$  مشخص کنید.
4. منحنی گذر از نقاط انتهایی خطوط بالا منحنی اولونت را به دست می‌دهد.

## رسم سهمی

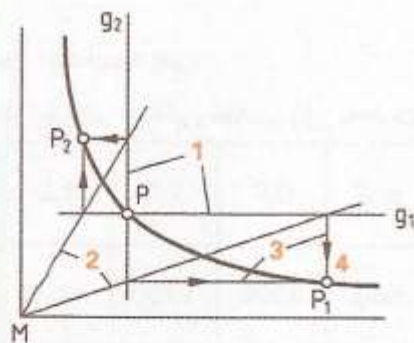
داده‌ها: محورهای مختصات کارتیزین و نقطه P روی سهمی



1. خط  $g$  به موازات محور عمودی و گذر از نقطه  $P$ ، نقطه  $P'$  را نتیجه می‌دهد.
2. فاصله  $OP'$  روی محور افقی را به چند قسمت مساوی (مثلاً 5 قسمت) تقسیم و از نقاط تقسیم خطوطی به موازات محور عمودی رسم کنید.
3. فاصله  $PP'$  را نیز به 5 قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را به مبدا مختصات وصل کنید.
4. نقاط تقاطع خطوط هم شماره (هم نام) سایر نقاط سهمی را مشخص می‌کند.

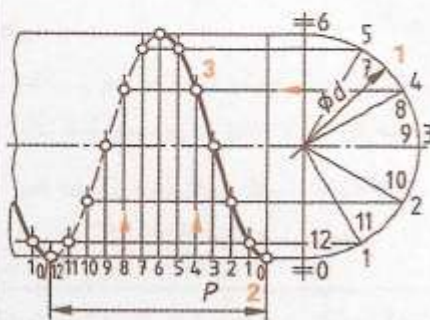
## رسم هذلولی

داده‌ها: مختصات کارتیزین و نقطه P روی هذلولی



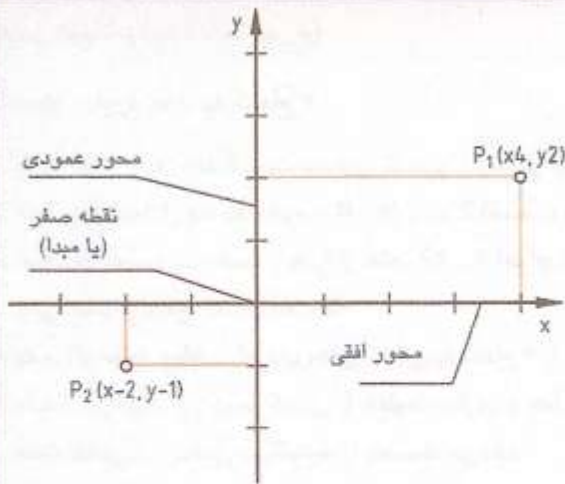
1. خطوط  $g_1$  و  $g_2$  گذر از نقطه  $P$  به موازات محورهای مختصات را رسم نمایید.
2. خطوط دلخواه گذر از نقطه مبدا مختصات  $M$  را رسم نمایید.
3. از نقاط برخورد خطوط اخیر با خطوط  $g_1$  و  $g_2$ ، خطوطی به موازات محورهای مختصات رسم نمایید.
4. نقاط برخورد  $(P_1, P_2, \dots)$  نقاطی از هذلولی مطلوب است.

## رسم خط پیچ

داده‌ها: نیم دایره با قطر  $d$  و گام  $P$ 

1. نیم دایره را به چند قسمت مساوی (مثلاً 6 قسمت) تقسیم کنید.
  2. گام  $P$  را به تعداد دو برابر، یعنی 12 قسمت مساوی تقسیم و نقاط را شماره گذاری کنید.
  3. از نقاط هم شماره خطهای افقی و عمودی را رسم تا همدیگر را قطع نمایند.
- نقاط برخورد همان نقاط مطلوب خط پیچ است.





محورهای مختصات

- محور افقی، محور - x
- محور عمودی، محور - y

مقادیر محورها

- مثبت: از نقطه صفر (یا مبدا) به سمت راست یا بالا
- منفی: از نقطه صفر (یا مبدا) به سمت چپ یا پایین

مشخصه راستای مثبت محورها با

- نوک پیکان و پیکان به موازات محورها

علایم فرمولی به صورت ایتالیک (مایل)

- زیر محور افقی و در کنار پیکان،
  - سمت چپ محور افقی و در کنار پیکان
- یا قبل از پیکان به موازات محورها.

مقیاسها غالباً خطی بوده و گاهی به صورت لگاریتمی هم تقسیم می‌شود.

اندازه مقادیر عددی. اندازه‌ها در کنار خط تقسیم مقیاسها قرار می‌گیرند.

همه مقادیر عددی منفی یک علامت منفی دارند.

واحد مقادیر عددی بین دو مقدار عددی مثبت انتهای محورهای عمودی و افقی قرار می‌گیرند.

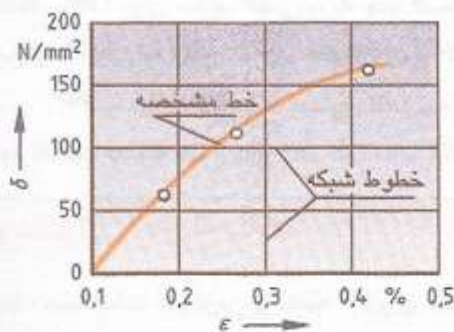
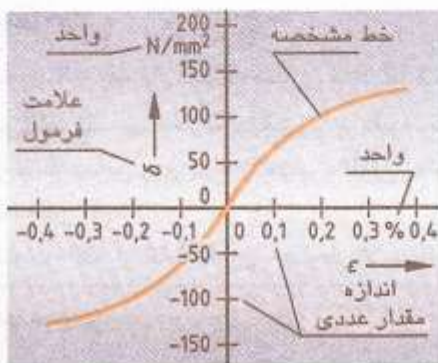
خطوط شبکه ثبت مقادیر عددی را آسانتر می‌کند.

خطوط مشخصه (منحنیها) مقادیر عددی ثبت شده دیاگرامها را به همدیگر وصل می‌کند.

پهنای خطوط. وسط در وسط و در یک خط مستقل به نسبت

1 : 2 : 4 = خطوط مشخصه : محورها : خطوط شبکه

مشخص می‌شوند.



مثال (مشخصه فنر):

از یک فنر بشقابی مقادیر زیر به دست آمده است:

جابه‌جایی فنر s به mm	0	0,3	0,6	1,0	1,3
نیروی فنر F به N	0	600	1000	1300	1400

در فاصله جابه‌جایی فنر  $s = 0,9 \text{ mm}$  مقدار نیروی فنر F چقدر است؟

حل:

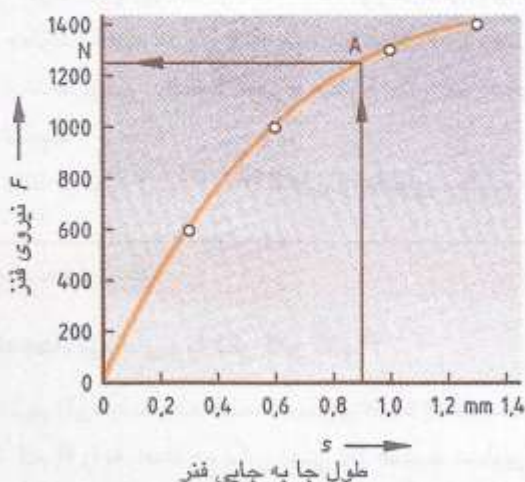
مقادیر مشخصه به یک دیاگرام تبدیل و خطوط مشخصه آن تعیین می‌شود.

یک خط عمودی در  $s = 0,9 \text{ mm}$  خط مشخصه را در نقطه A قطع می‌کند.

به کمک خط افقی گذر از نقطه A که محور عمودی را قطع می‌کند نیروی

فنر  $F \approx 1250 \text{ N}$  خوانده می‌شود.

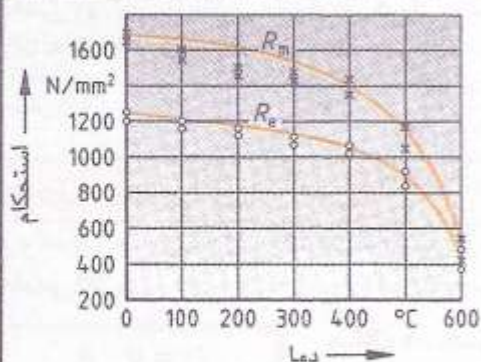
(۱) به کمک دیاگرام ارتباط بین مقادیر کمیت‌های متغیر نشان داده می‌شود.





طبق DIN 461 (1973-03)

سیستمهای مختصات کارتیزین (ادامه)



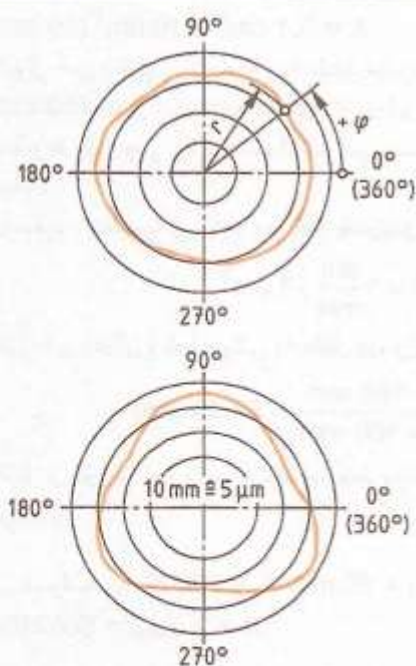
دیاگرام با خطوط مشخصه زیاد در مقادیر اندازه گیری خیلی پراکنده برای هر خط مشخصه یک علامت ویژه به کار می رود، مثلاً □، ×، ○

نامگذاری خطوط مشخصه

- در کاربرد نوع خطوط از نام یا علامت فرمولی
- با استفاده از نوع متمایز خطوط

طبق DIN 461 (1973-03)

سیستم مختصات قطبی



سیستم مختصات قطبی دارای تقسیمات 360° است.

نقطه صفر (قطب)، نقطه برخورد محور افقی و عمودی.

ترتیب زاویه، به محور افقی سمت راست نقطه صفر زاویه 0° اطلاق می شود.

مقدار زاویه، زاویه مثبت در راستای خلاف حرکت عقربه ساعت می باشد.

شعاع. شعاع با اندازه مقدار داده شده مطابقت دارد. جهت درج آسان مقدار دایره های هم مرکز حول نقطه صفر رسم می شود.

مثال :

با کمک ماشین اندازه گیری، کنترل می شود که آیا گردی یک بوش تراشکاری شده در داخل محدوده تolerانس مطلوب است یا نه.

عدم گردی احتمالا به خاطر بستن خیلی محکم بوش در داخل سه نظام می باشد.

دیاگرامهای سطحی

دیاگرامهای میله ای (ستونی)

در دیاگرامهای میله ای اندازه های مورد نمایش به صورت افقی یا عمودی با یک پهنای یکسان نشان داده می شود.

دیاگرامهای سطحی دایروی

با دیاگرامهای سطحی دایروی، غالبا مقدار درصد نمایش داده می شود. بدین ترتیب سطح یک دایره کامل 100% می باشد (≅ 360°).

زاویه مرکزی

زاویه مرکزی مربوط به مقدار درصد مربوط X چنین حساب می شود :

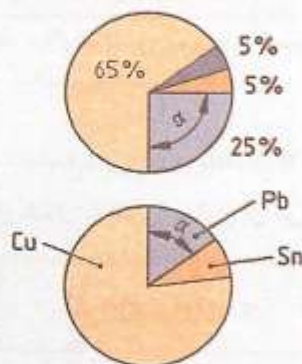
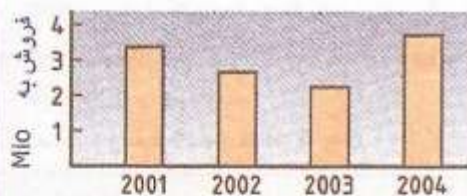
$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot x\%}{100\%}$$

مثال :

زاویه مرکزی سهم سرب آلیاژ CuPb15Sn8 چقدر است؟

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot 15\%}{100\%} = 54^\circ$$

حل :





## نردبان عددی

طبق DIN 461 (3.73)



برای 9 MJ مقدار 2,5 kW · h خوانده می‌شود.

وقتی دو کمیت متغیر نسبت به یکدیگر نسبت معینی داشته باشند از نردبان عددی استفاده می‌شود.

$$\frac{\text{MJ به W}}{\text{kW} \cdot \text{h به W}} = 3,6$$

مثال:

## جدول نردبانی

به کمک جدول نردبانی، یک کمیت مجهول از چندین کمیت معلوم به طور گرافیکی به دست می‌آید. تقسیم خطوط مربوط به هر کمیت غالباً با مقیاس لگاریتمی صورت می‌گیرد (اگر کمیتها به صورت جمع باشند تقسیم‌بندی میلی‌متری، ولی در حالت ضرب باید لگاریتمی باشد).

مثال ۱: جدول نردبانی برای محاسبه گذر حجمی (دبی)  $Q$  یک پیستون هیدرولیکی با سرعت پیستون  $v$  و سطح پیستون  $A$  را تهیه کنید.

$$Q = v \cdot A$$

۱. محدوده کمیات معلوم را تعیین کنید. مثلاً  $100 \frac{\text{dm}}{\text{min}}$  تا  $v = 1 \frac{\text{dm}}{\text{min}}$ 

$$A = 0,1 \text{ dm}^2 \text{ تا } 10 \text{ dm}^2 (10 \text{ cm})$$

۲. طول هر ده‌تایی نردبان را طبق طول مطلوب تعیین نمایید، مثلاً برای 160 mm طول نردبان  $l_{10A} = 160 \text{ mm}$  و  $l_{10v} = 80 \text{ mm}$ 

۳. خطوط خارجی را به موازات هم رسم کرده و به طور لگاریتمی تقسیم نمایید.

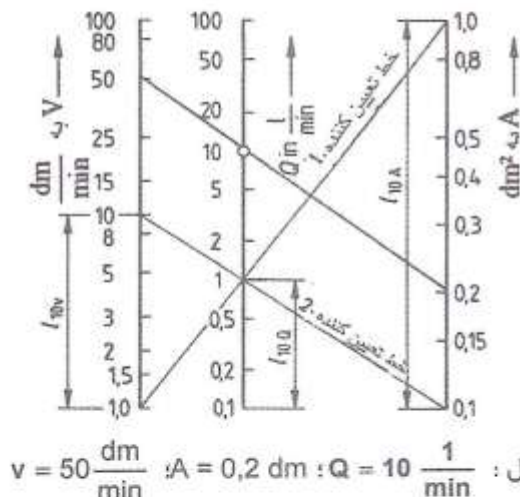
۴. وضعیت خط میانی را با دو خط ضربدری برای یک مقدار  $Q$  تعیین کنید.

$$Q = 1 \frac{1}{\text{min}} = 10 \frac{\text{dm}}{\text{min}} \cdot 0,1 \text{ dm}^2 = 1 \frac{\text{dm}}{\text{min}} \cdot 1 \text{ dm}^2$$

۵. طول هر ده‌تایی خط میانی را طبق فرمول زیر محاسبه کنید.

$$l_{10Q} = \frac{l_{10v} \cdot l_{10A}}{l_{10v} + l_{10A}} = \frac{80 \text{ mm} \cdot 160 \text{ mm}}{80 \text{ mm} + 160 \text{ mm}} = 53,33 \text{ mm}$$

۶. نقاط برخورد خط تعیین‌کننده با خط میانی آن را به طور لگاریتمی تقسیم می‌نمایید.

مثال:  $Q = 10 \frac{1}{\text{min}}$ ;  $A = 0,2 \text{ dm}^2$ ;  $v = 50 \frac{\text{dm}}{\text{min}}$ 

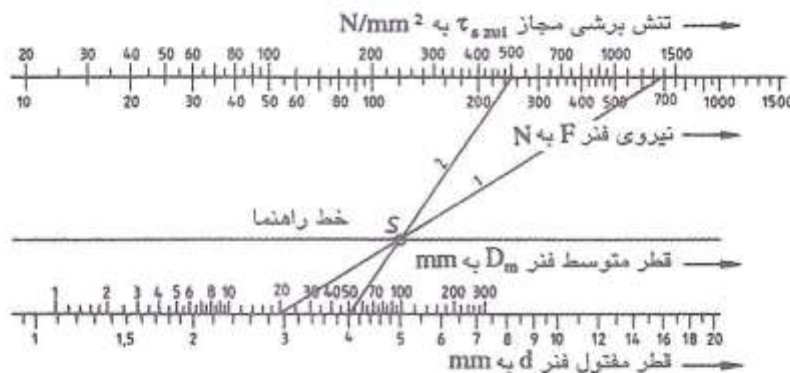
$$\tau_{s \text{ zul}} = \frac{8}{\pi} \cdot \frac{D_m}{d^3} \cdot F$$

مثال ۲: جدول نردبانی با ۴ متغیر جهت محاسبه فنر

مثال خواندن:  $D_m = 20 \text{ mm}$ ;  $F = 700 \text{ N}$ 

$$d = ? ; \tau_{s \text{ zul}} = 500 \text{ N/mm}^2$$

حل:

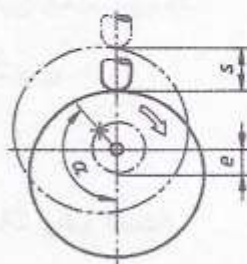
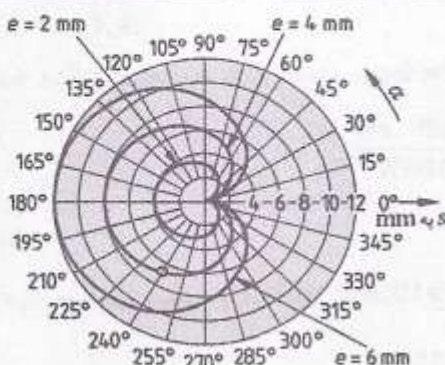
دو خط داخل  $F$  و  $D_m$  و نیز دو خط خارجی  $\tau_{s \text{ zul}}$  و  $d$  به هم مربوط‌اند.۱. خط راست گذر از  $F = 700 \text{ N}$  و  $D_m = 20$  را رسم کنید، نقطه  $S$  به دست می‌آید.۲. خط راست گذر از  $\tau_{s \text{ zul}} = 500 \text{ N/mm}^2$  و نقطه  $S$  را رسم کنید.۳. مقدار خوانده شده:  $d \approx 4 \text{ mm}$ 

## نمودارهای دایروی

به کمک دیاگرام دایروی می‌توان کمیتی را که تابع زاویه است، به طور گرافیکی به دست آورد.

مثال: جابه‌جایی پیرو بادامک  $s$  را در حرکت دورانی بادامک دایروی شکل با اندازه خارج از مرکز برابر  $e$  را محاسبه کنید.

$$s = 2e \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

مقدار خوانده شده:  $\alpha = 240^\circ$ ;  $s = 7 \text{ mm}$ ;  $e = 4 \text{ mm}$ 

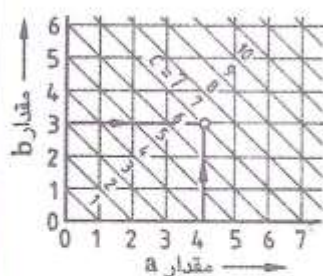
(۱) قانون، قاعده = nomos (یونانی); رسم کردن، نوشتن = graphein (یونانی)



## جدول شبکه‌ای (آبای)

## جدول شبکه‌ای با تقسیم متریکی

وابستگی بین دو یا چند کمیت را می‌توان به‌طور خلاصه به‌کمک جدولهای شبکه‌ای، که محور افقی و عمودی آن تقسیمات متریکی دارند، نشان داد.

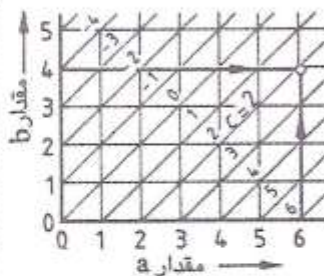


جمع :

$$a + b = c$$

روی محور افقی مقدار  $a$  و روی محور عمودی مقدار  $b$  نشان داده می‌شود. مجموع  $a$  و  $b$  یعنی  $c$  را می‌توان روی خطوط موازی هم نشان داد.

داده‌ها :  $a = 4$  ;  $b = 3$  ; مقدار خوانده شده :  $c = 7$



تعریف :

$$a - b = c$$

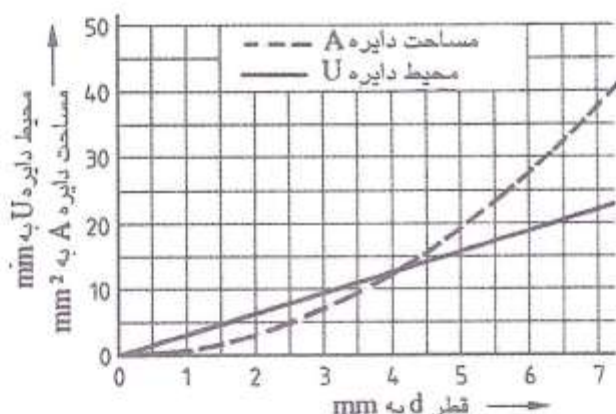
روی محور افقی مقدار  $a$  و روی محور عمودی مقدار  $b$  نشان داده می‌شود. نتیجه تفریق یعنی مقدار  $c$  را می‌توان روی خطوط موازی هم نشان داد.

داده‌ها :  $a = 6$  ;  $b = 4$  ; مقدار خوانده شده :  $c = 2$

## خطوط نمایشی در شبکه با تقسیم متریکی

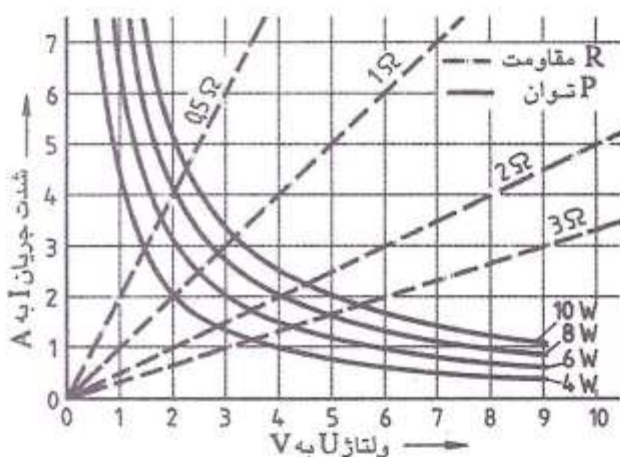
معادله با دو کمیت متغیر

معادله محیط دایره  $U = \pi \cdot d$  خط راستی را نتیجه می‌دهد که  $U$  و  $d$  باهم متناسب هستند. معادله درجه دو مساحت دایره  $A = 0,785 \cdot d^2$  منحنی سهمی شکل را نشان می‌دهد که  $A$  با  $d^2$  متناسب است.



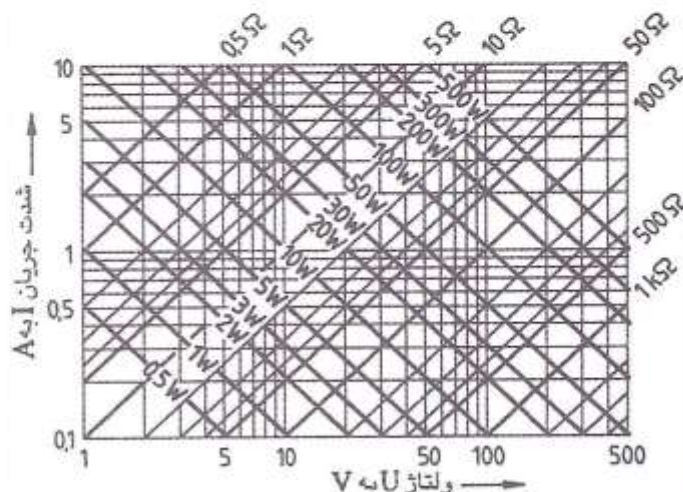
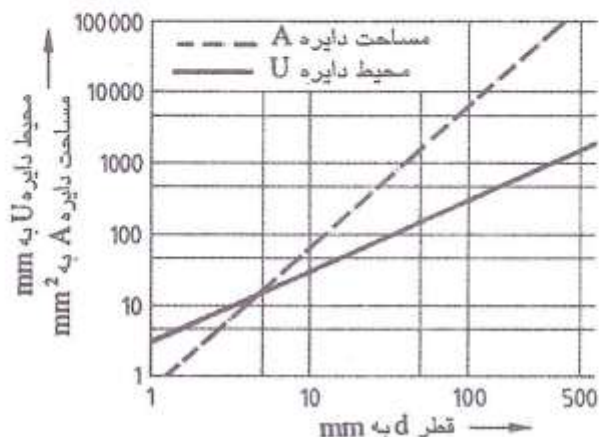
معادله با سه کمیت متغیر

معادله مقاومت الکتریکی  $R = D / I$  یک سری خطوط راست هم‌مرکز را به‌دست می‌دهد. معادله توان  $P = U \cdot I$  برای  $P$  یک سری خطوط هذلولی شکل را به‌دست می‌دهد.



## خطوط نمایشی در شبکه با تقسیم لگاریتمی

در شبکه با تقسیم لگاریتمی فاصله از 1 تا 10 مساوی فاصله از 10 تا 100 و یا 100 تا 1000 است (فاصله 1 تا 10 یا 10 تا 100 یا 100 تا 1000 یک واحد لگاریتم نامیده می‌شود). شبکه لگاریتمی محدوده بزرگتر از شبکه متریکی را دربر می‌گیرد. دقت درصد قرائت در همه جا یکی است. در شبکه با تقسیم لگاریتمی خطوط نمایشی سهمی و هذلولی شکل در شبکه با تقسیم متریکی خطوط راست می‌گردند.





طبق DIN EN ISO 3098-0 (1998-04) و DIN EN ISO 3098-2 (2000-11)

حروف و علامه نوشتاری

توضیح نقشه‌های صنعتی طبق نوشته فرم A یا فرم B انجام می‌شود. هر دو فرم می‌توانند عمودی یا به اندازه  $15^\circ$  مایل باشند. جهت خواندن آسان باید فاصله بین دو حروف به اندازه دو برابر پهنای خطوط باشد. در صورتی که علامه نوشتاری خاصی کنار هم قرار می‌گیرند، فاصله آن را می‌توان تا یک برابر پهنای خط کمتر کرد، مانند LA، TV و Tr.

فرم نوشته B، V (عمودی = Vertical)

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890 IVX[(!?:'-'=+ x-√%&amp;)]φ

فرم نوشته B، S (مایل)

ABCDEFGHIJ abcdefghij 1234567890 φ□

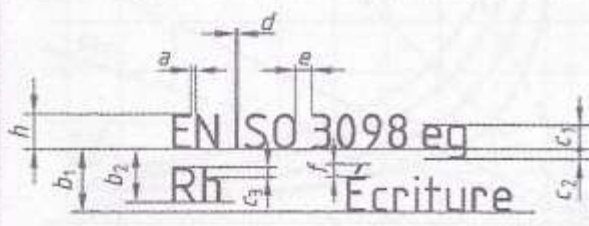
فرم نوشته A، V (عمودی)

فرم نوشته A، S (مایل)

ABCD efghijk 123456 φ□ ABCD efghijk 123456 φ□

طبق DIN EN ISO 3098-0 (1998-04)

اندازه

MH6  
IB41

$b_1$  در علامه با اعراب‌گذاری<sup>۱)</sup>  
 $b_2$  در علامه بدون اعراب‌گذاری  
 $b_3$  برای حروف بزرگ و اعداد  
 ۱) اعراب‌گذاری برای تمایز بیشتر حروف به کار می‌رود.

ارتفاع نوشته h یا ارتفاع حروف بزرگ (اندازه نامی) به mm	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
--	-----	-----	-----	---	---	----	----	----

طبق DIN EN ISO 3098-3 (1998-04)

نسبت اندازه‌ها به ارتفاع نوشته‌ها

فرم نوشته	a	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	d	e	f
A	$\frac{2}{14} \cdot h$	$\frac{25}{14} \cdot h$	$\frac{21}{14} \cdot h$	$\frac{17}{14} \cdot h$	$\frac{10}{14} \cdot h$	$\frac{4}{14} \cdot h$	$\frac{4}{14} \cdot h$	$\frac{1}{14} \cdot h$	$\frac{6}{14} \cdot h$	$\frac{5}{14} \cdot h$
B	$\frac{2}{10} \cdot h$	$\frac{19}{10} \cdot h$	$\frac{15}{10} \cdot h$	$\frac{13}{10} \cdot h$	$\frac{7}{10} \cdot h$	$\frac{3}{10} \cdot h$	$\frac{3}{10} \cdot h$	$\frac{1}{10} \cdot h$	$\frac{6}{10} \cdot h$	$\frac{4}{10} \cdot h$

طبق DIN EN ISO 3098-0 (2000-11)

الفبای یونانی

A α	آلفا	Z ζ	زتا	Λ λ	لاندا (لامبدا)	Π π	پی	Φ φ	فی
B β	بتا	H η	اتا	M μ	مو	P ρ	ر	X x	شی
γ γ	گاما	θ θ	تتا	N ν	نو	Σ σ	سیگما	Ψ ψ	پسی
Δ δ	دلتا	I ι	یتا	Ξ ξ	کسی	T τ	تاو	Ω ω	امگا
E ε	ایسیلون	K κ	کاپا	O ο	اومیکرون	Υ υ	ایپسین		

اعداد رومی

I = 1	II = 2	III = 3	IV = 4	V = 5	VI = 6	VII = 7	VIII = 8	IX = 9
X = 10	XX = 20	XXX = 30	XL = 40	L = 50	LX = 60	LXX = 70	LXXX = 80	XC = 90
C = 100	CC = 200	CCC = 300	CD = 400	D = 500	DC = 600	DCC = 700	DCCC = 800	CM = 900
M = 1000	MM = 2000	MDCLXXXVII = 1687			MCMXCIX = 1999		MMVIII = 2008 : مثال	



طبق DIN 323-1 (1974-08)

اعداد استاندارد و سری اعداد استاندارد<sup>(۱)</sup>

R 5	R 10	R 20	R 40	R 5	R 10	R 20	R 40		
1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
			1,06				4,25		
		1,12	1,12			4,50	4,50		
			1,18				4,75		
	1,25	1,25	1,25		5,00	5,00	5,00		
			1,32				5,30		
		1,40	1,40			5,60	5,60		
			1,50				6,00		
	1,60	1,60	1,60		1,60	6,30	6,30	6,30	6,30
					1,70				6,70
1,80			1,80	7,10	7,10				
			1,90		7,50				
2,00		2,00	2,00	8,00	8,00		8,00		
			2,12				8,50		
		2,24	2,24		9,00		9,00		
			2,36				9,50		
2,50		2,50	2,50	2,50	10,00		10,00	10,00	10,00
				2,65					سری
	2,80		2,80	R 5		$q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1,6$			
			3,00			R 10		$q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1,25$	
	3,15	3,15	3,15	R 20			$q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1,12$		
							3,35	R 40	$q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1,06$
	3,55	3,55	3,55	3,75					

شعاع گردیها

طبق DIN 250 (2002-04)

						0,2				0,3		0,4		0,5		0,6		0,8	
1		1,2		1,6		2		2,5		3		4		5		6		8	
10		12		16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90
100	110	125	140	160	180	200	مقادیر بولد ترجیح داده می شود												

مقیاسها<sup>(۲)</sup>

طبق DIN EN ISO 5455 (1979-12)

مقیاس طبیعی	مقیاس کوچک‌نمایی				مقیاس بزرگ‌نمایی		
1 : 1	1 : 2	1 : 20	1 : 200	1 : 2000	2 : 1	5 : 1	10 : 1
	1 : 5	1 : 50	1 : 500	1 : 5000	20 : 1	50 : 1	
	1 : 10	1 : 100	1 : 1000	1 : 10 000			

(۱) اعداد استاندارد ترجیح داده می‌شوند، مثلاً برای اندازه‌های طولی و شعاع گردیها. بدین طریق از اندازه‌های دلخواه و غیراصولی جلوگیری و پرهیز می‌شود. در سری اعداد استاندارد (سری پایه R5...R40) هر عدد یک سری با ضرب کردن عدد قبل آن سری در فاکتور ضرب به دست می‌آید. سری 5 (R5) به R10 و آن هم به R20 ارجحیت دارد. اعداد هر سری را می‌توان در 10، 100، 1000 و غیره ضرب یا تقسیم کرد.

(۲) برای کاربرد خاص می‌توان مقیاسهای کوچک‌نمایی و بزرگ‌نمایی را با ضرب کردن در 10 گسترش داد.



طبق DIN EN ISO 216 (2002-03) و DIN EN ISO 5457 (1999-07)

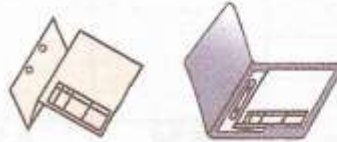
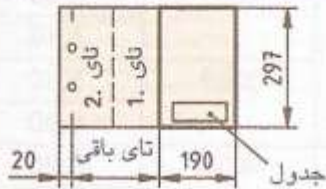
اندازه کاغذ

نام	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
ابعاد کاغذ به mm <sup>۱</sup>	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210	105 × 148
ابعاد نقشه به mm	821 × 1159	574 × 811	400 × 564	277 × 390	180 × 277	-	-

(۱) نسبت عرض به طول برابر است با: ۱ : ۱,۴۱۴ یا  $1 : \sqrt{2}$ 

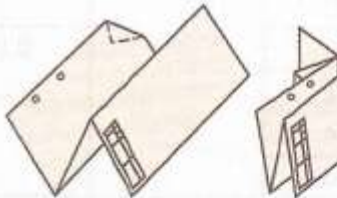
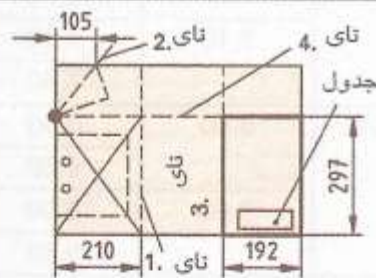
طبق DIN 824 (1981-03)

تا کردن نقشه روی A4



تای اول: ستون راست (عرض 190 mm) را به طرف پشت برگردانید.

تای دوم: برگه باقی را طوری تا کنید که لبه تای اول از حاشیه چپ کاغذ فاصله‌ای به اندازه 20 mm دارا باشد.



تای اول: ستون چپ (عرض 210 mm) را به طرف راست برگردانید.

تای دوم: سه گوشه را در ارتفاع 297 mm و عرض 105 mm به طرف چپ برگردانید.

تای سوم: ستون راست (عرض 192 mm) را به پشت برگردانید.

تای چهارم: بسته را در ارتفاع 297 mm به پشت برگردانید.

طبق DIN EN ISO 7200 (2004-05), جایگزین برای DIN 6771-1

جدول نقشه

عرض جدول 180 mm است. ابعاد هر کدام از خانه‌های جدول (عرض و ارتفاع) مشخص نشده است.

AB 131	11	12	13	14	15
			9		10
					4
				5 A	6 2005-01-15
				7	8 1/3

اطلاعات ویژه نقشه مانند مقیاس، روش نقشه‌کشی، تیرانسیها و داده‌های صافی سطح و عملیات درخارج از محدوده جدول نقشه بیان می‌شود (البته یک استاندارد عمومی برای همه کاربردها تعیین نشده است و ترکیب خانه‌های جدول متناسب با نقشه معین می‌شود).

خانه‌های جدول نقشه

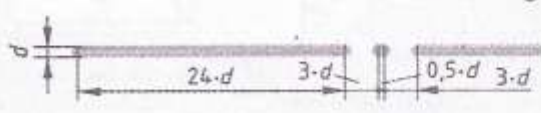
شماره خانه	نام خانه	تعداد حداقل علامت	مشخصه خانه		ابعاد خانه (mm)	
			لازم	اختیاری	عرض	ارتفاع
1	مالک نقشه (شرکت .....	تعیین نشده است	بلی	-	69	27
2	عنوان (نام نقشه)	25	بلی	-	60	18
3	عنوان اضافی	25	-	بلی	60	
4	شماره نقشه	16	بلی	-	51	9
5	شماره تغییر نقشه (Version)	2	-	بلی	7	
6	تاریخ انتشار نقشه	10	بلی	-	25	
7	علامت زبان نقشه (آلمانی = de)	4	-	بلی	10	
8	شماره برگه و تعداد برگه نقشه	4	-	بلی	9	
9	نوع نقشه (مثلا مونتاژی)	30	بلی	-	60	
10	وضعیت سند	20	-	بلی	51	
11	بخش مسئول	10	-	بلی	25	
12	نام طراح	20	-	بلی	43	
13	نام نقشه‌کش	20	بلی	-	43	
14	نام تایید کننده	20	بلی	-	43	
15	طبقه‌بندی / کلمات کلیدی	تعیین نشده است	-	بلی	19	



شماره	نام، نمایش	مثالهای کاربرد
01.1	خط کامل، نازک	<ul style="list-style-type: none"> <li>خطوط لبه‌های نوری در تداخل</li> <li>خطوط ضربدری قطری جهت سطوح تخت</li> <li>محدوده بزرگنمایی</li> <li>خطوط تصویر شده و جغجغه</li> <li>خطوط خمکاری قطعات خام و ماشینکاری شده</li> <li>مشخصه جزئیات تکراری (مثلا دایره پا در دنده‌زنی)</li> </ul>
	خط دستی آزاد، نازک <sup>(۱)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>اگر محدوده نماهای برش خورده و بریده شده از نوع خطوط تقارن و مرکزی نباشد ترجیحا از خط دستی آزاد استفاده می‌شود.</li> </ul>
	خط زیگزاگ، نازک <sup>(۱)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>از این خط به جای خط دستی آزاد در نقشه‌کشی با کامپیوتر استفاده می‌شود.</li> </ul>
01.2	خط کامل، پهن	<ul style="list-style-type: none"> <li>خطوط لبه‌ها و محیط دید</li> <li>خطوط سر رزوه</li> <li>طول مفید رزوه</li> <li>ساختار سطحی (مثلا آج‌دار)</li> </ul>
02.1	خط چین، نازک	<ul style="list-style-type: none"> <li>خطوط لبه‌های محیطی ندید</li> </ul>
02.2	خط چین، پهن	<ul style="list-style-type: none"> <li>مشخصه محدوده با عملیات سطحی مجاز (مثلا عملیات حرارتی)</li> </ul>
04.1	خط نقطه دراز، نازک	<ul style="list-style-type: none"> <li>دایره گام در دنده‌زنی</li> <li>دایره سوراخ</li> </ul>
04.2	خط نقطه دراز، پهن	<ul style="list-style-type: none"> <li>مشخصه محدوده (مشخص شده) با عملیات سطحی لازم (مثلا عملیات حرارتی)</li> </ul>
05.1	خط دو نقطه دراز، نازک	<ul style="list-style-type: none"> <li>کادر اجزاء مجاور</li> <li>موقعیت حدی قطعات متحرک</li> <li>خطوط مرکز ثقل</li> <li>خطوط محیط قطعات قبل از شکل دادن</li> </ul>

(۱) فقط یکی از خطوط دستی آزاد یا زیگزاگ را می‌توان در نقشه به کار برد.

## طول اجزاء خطوط

طول	شماره نوع خط	اجزاء خطوط	طول	شماره نوع خط	اجزاء خطوط
3 · d	02.1, 02.2, 04.1, 04.2 و 05.1	فاصله خط تیره	24 · d	04.1, 05.1	خط چین دراز
مثال: نوع خط 04.2					
					
12 · d	02.1, 02.2	خط چین کوتاه	< 0,5 · d	04.1, 04.2 و 05.1	نقطه



طبق DIN ISO 128-24 (1999-12)

پهنای خطوط و گروه خطوط

پهنای خطوط. در نقشه‌ها غالباً دو نوع خط به کار می‌رود. نسبت آنها 1 : 2 است.

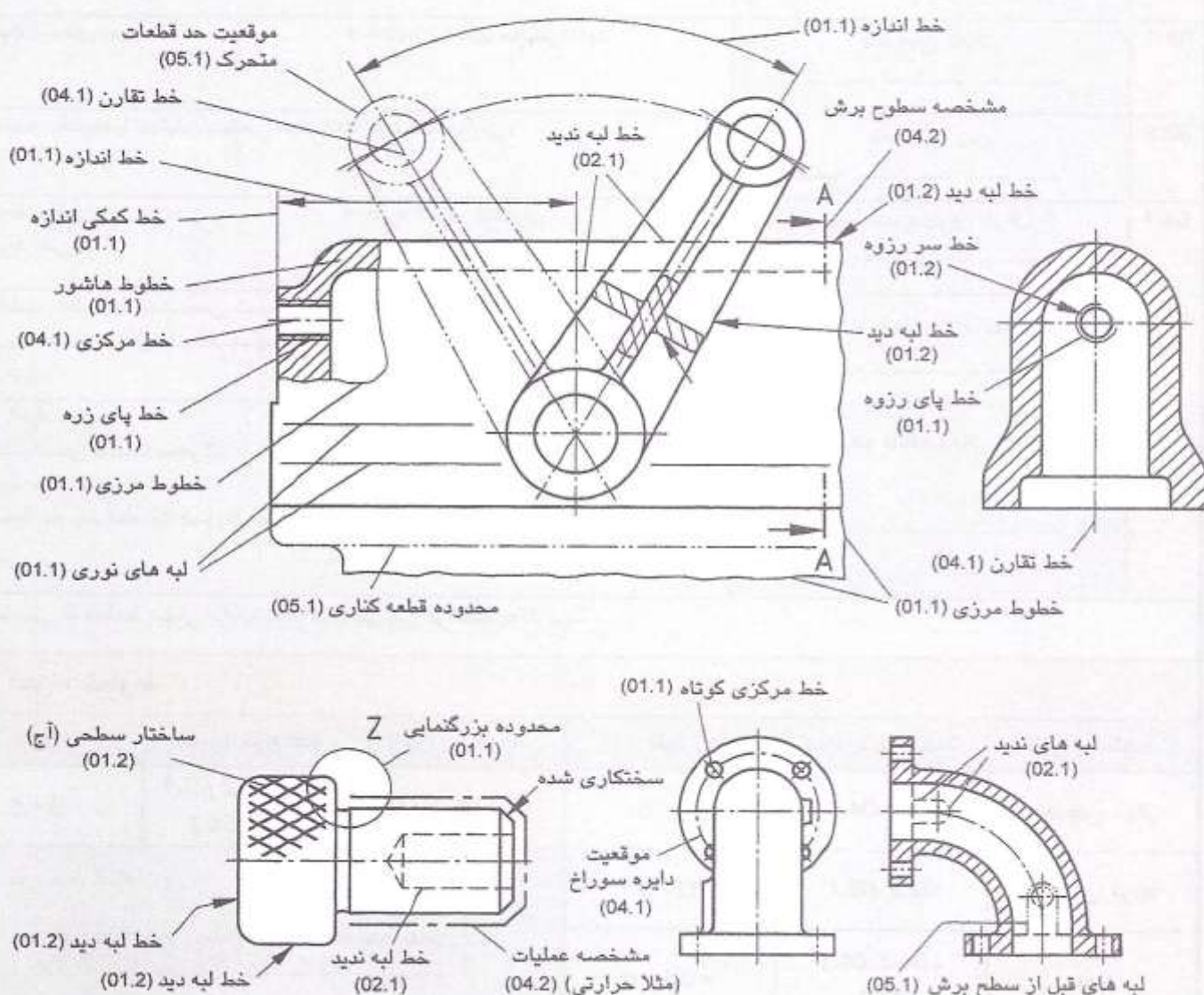
گروه خطوط. گروه خطوط به نسبت  $1 : \sqrt{2}$  (یا 1 : 1,4) پله‌دار می‌باشند.

انتخاب. پهنای خطوط و گروه خطوط متناسب با نوع نقشه، اندازه آن و نیز مقیاس نقشه و نیازهای میکروفیلیم و یا روشهای تکثیر آن انتخاب می‌شود.

گروه خطوط	پهنای خطوط مربوطه (اندازه‌ها به mm) برای		
	خطوط پهن	خطوط نازک	داده‌های اندازه و تکرانس، علایم گرافیکی
0,25	0,25	0,13	0,18
0,35	0,35	0,18	0,25
0,5	0,5	0,25	0,35
0,7	0,7	0,35	0,5
1	1	0,5	0,7
1,4	1,4	0,7	1
2	2	1	1,4

طبق DIN ISO 128-24 (1999-12)

مثالهای خطوط در نقشه‌کشی صنعتی





انتخاب نمای روبه‌رو. نمایی به عنوان نمای روبه‌رو انتخاب می‌شود که در ارتباط با شکل و ابعاد، اطلاعات بیشتری را بیان می‌کند.

نماهای دیگر. اگر برای نمایش واضح یا اندازه‌گذاری کامل یک قطعه‌کار نماهای دیگری لازم است، باید به نکات زیر توجه شود:

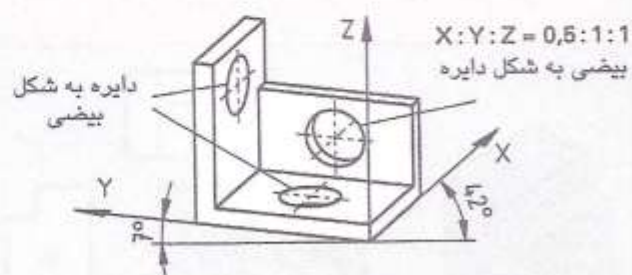
• انتخاب نما را منوط و محدود به این نیاز کرد.

• در نماهای اضافی باید تا حد امکان لبه و خطوط ندید (مخفی) کمتر باشد.

وضعیت نماهای دیگر. وضعیت نماهای دیگر بستگی به روش تصویر کردن دارد. در نقشه‌های با روش 1 و 3 (صفحه ۷۲) باید علامت روش تصویر در محدوده توضیح جدول داده شود.

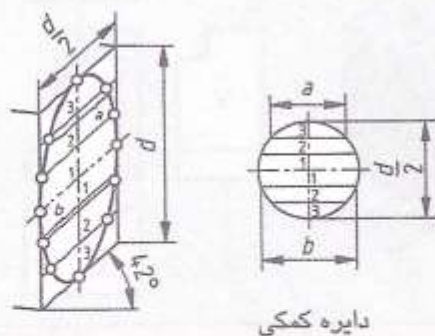
نمایش پرسپکتیو (آکسونومتริก<sup>(۱)</sup>، تصویر مجسمها) طبق DIN ISO 5456-3 (1998-04)

## تصویر دیمتริก



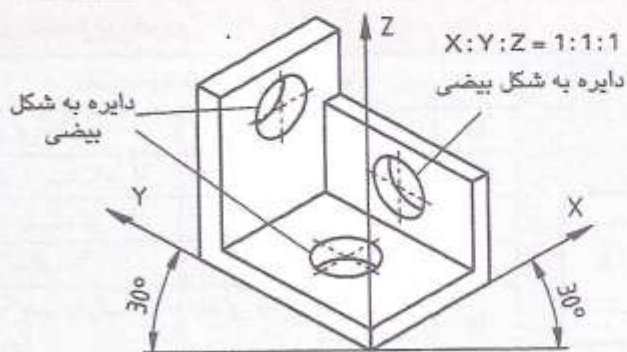
رسم بیضی:

1. دایره کمکی به شعاع  $r = d/2$  را رسم کنید.
2. ارتفاع  $d$  را به تعداد دلخواه و مساوی تقسیم و آن را شماره‌گذاری کنید.
3. قطر دایره کمکی را به همان تعداد تقسیم کنید.
4. اندازه‌های  $a$  و  $b$  و غیره را از دایره کمکی به لوزی انتقال دهید.



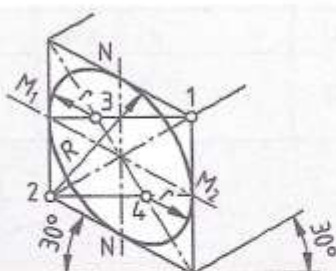
دایره کمکی

## تصویر ایزومتริก

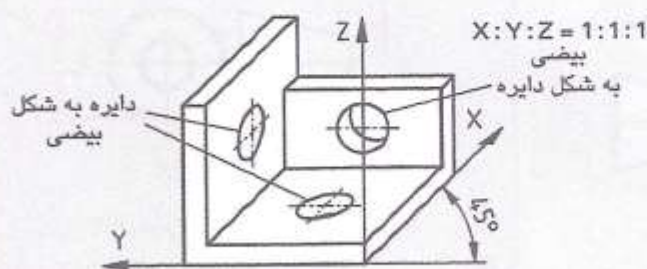


رسم تقریبی بیضی

1. لوزی را به طور مماس به سوراخ رسم کرده و اضلاع آن را نصف کنید تا نقاط  $M_1$ ،  $M_2$  و  $N$  به دست آید.
2. خط رابط  $M_1$  به  $M_2$  و  $M_2$  به  $N$  را رسم کرده تا نقاط تقاطع 3 و 4 به دست آید.
3. قوسهای به شعاع  $R$  به مراکز 1 و 2 و به شعاع  $r$  به مراکز 3 و 4 را رسم کنید.

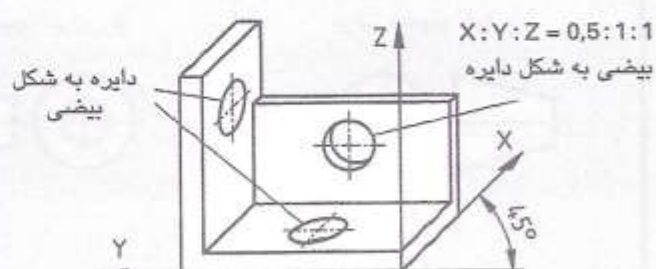


## تصویر کاوالیر



رسم بیضی مانند صفحه ۶۰ (رسم بیضی در یک متوازی‌الاضلاع)

## تصویر کابینت

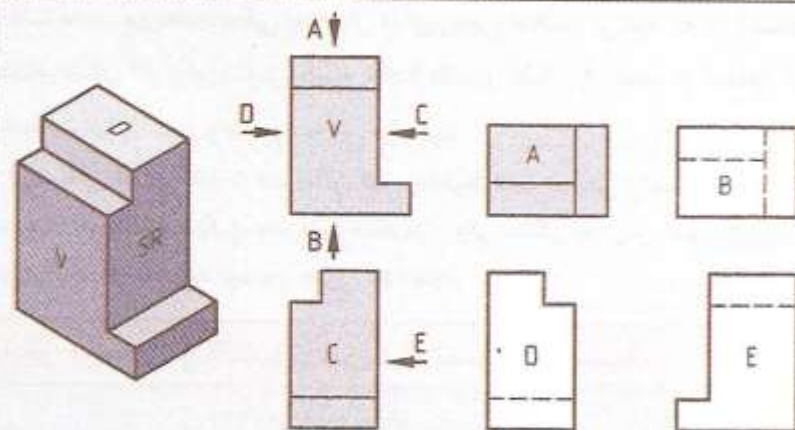


رسم بیضی مانند تصویر دیمتริก (بالا)

(۱) نمایش آکسونومتริก: نمایش ساده تصویری که خطوط با هم موازیند (تصاویر موازی)

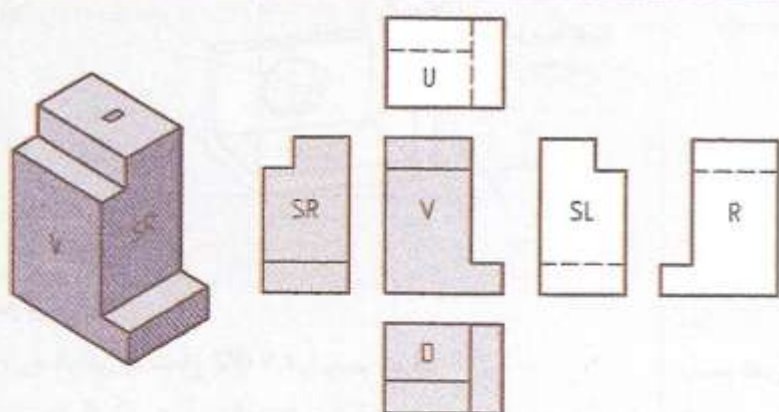


## روش پیکان



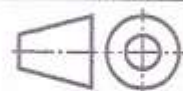
- مشخصه راستای دید :
- با خط پیکان و حروف بزرگ مشخصه نما :
  - با حروف بزرگ موقعیت نما :
  - دلخواه پشت به نمای روبه‌رو ترتیب حروف بزرگ :
  - بالای نما
  - عمود بر راستای خواندن
  - بالا یا سمت راست خط پیکان

## روش تصویر کردن 1 (اروپایی) فرجه اول یا روش اروپایی



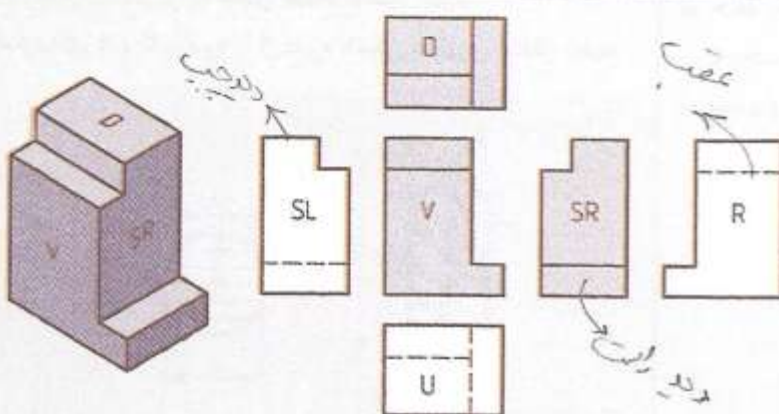
نسبت به نمای روبه‌رو V :

D	نمای از بالا	زیر نمای V
SL	نمای جانبی از چپ	سمت راست نمای V
SR	نمای جانبی از راست	سمت چپ نمای V
U	نمای از زیر	بالای نمای V
R	نمای از پشت	سمت چپ یا راست نمای V



علامت

## روش تصویر کردن 3 (آمریکایی) فرجه دوم یا روش آمریکایی



نسبت به نمای روبه‌رو V :

D	نمای از بالا	بالا نمای V
SL	نمای جانبی از چپ	سمت چپ نمای V
SR	نمای جانبی از راست	سمت راست نمای V
U	نمای از زیر	زیر نمای V
R	نمای از پشت	سمت چپ یا راست نمای V

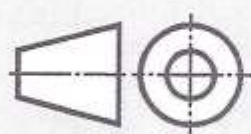


علامت

## علائم روشهای تصویر کردن

علامت ۱ برای

روش تصویر کردن 1



روش تصویر کردن 3



کاربرد در

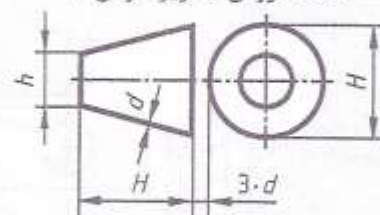
آلمان و اغلب کشورهای اروپایی (ISO)

کشورهای انگلیسی زبان مثلاً USA

ASA

A mechanical standard association

علامت روش تصویر کردن 1



ارتفاع حروف به mm (صفحه ۶۶)

h 2 · h

H 0,1 · h

d

(۱) روش تصویر کردن 2 پیش‌بینی نشده است.

(۲) علامت روش تصویر کردن 1 و 3 در محدوده توضیح نقشه داده می‌شود.

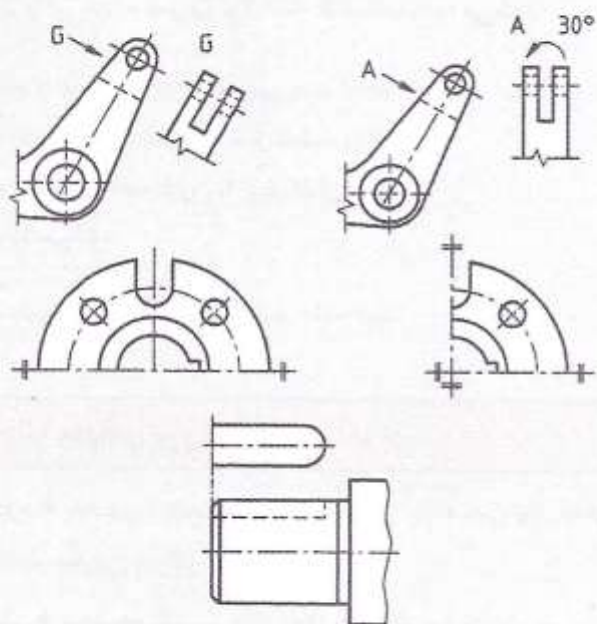


نماهای جزء<sup>(۱)</sup>

کاربرد ♦ نماهای جزء وقتی به کار می‌روند که خواسته شود از تصاویر نامناسب و یا نمایش کوتاه شده پرهیز شود.

موقعیت ♦ نمای جزء در راستای پیکان به صورت برگردانده شده نشان داده می‌شود. زاویه دوران باید داده شود.

محدوده ♦ این کار با خطوط زیگزاگ انجام می‌شود.



کاربرد ♦ در صورت کمبود جا، مثلاً وقتی نمای جزء به جای نمای کل قطعه کار کافی باشد.

مشخصه ♦ با دو خط کوتاه و موازی روی خط تقارن و خارج از نما نشان داده می‌شود.

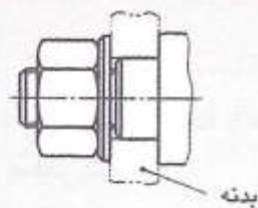
کاربرد ♦ در صورتی که نقشه ساده و گویا کافی باشد بهتر است از آن به جای نمای کل استفاده شود.

نمایش ♦ نمای جزء (روش تصویر کردن 3) با خط نقطه نازک به نمای کل مرتبط شود.

## قطعات هم‌جوار

کاربرد ♦ قطعات هم‌جوار وقتی رسم می‌شوند که برای فهم نقشه مفید باشد.

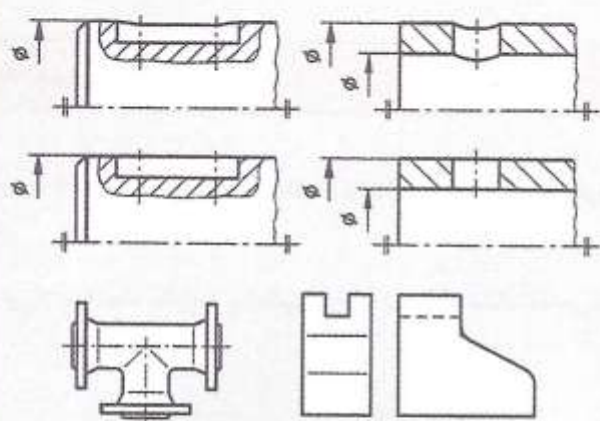
نمایش ♦ این نمایش با خط دو نقطه نازک انجام می‌شود. قطعه هم‌جوار در برش، هاشور زده نمی‌شود.



## تداخل ساده شده

کاربرد ♦ وقتی نیازی احساس نمی‌شود می‌توان خطوط تداخل قوسی را با شرط راست جایگزین کرد.

نمایش ♦ در جای خار محوره‌های بزرگ و تداخل سوراخهایی که ابعاد و خط آنها خیلی با هم فرق می‌کنند خطوط تداخل گرد با خط کامل پهن نشان داده می‌شود.

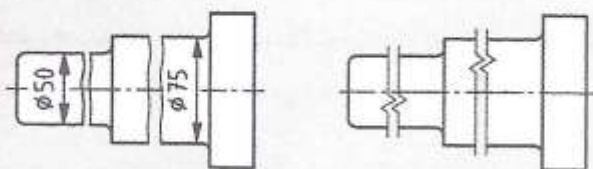


با خطوط کامل نازک خطوط تداخل فرضی (ذهنی) لبه‌های نوری و لبه‌های گرد در جایی رسم می‌شود که سطوح تخت همدیگر را قطع می‌کنند. این خطوط نباید لبه‌ها و خطوط محیطی را قطع کنند.

## نماهای قطع شده

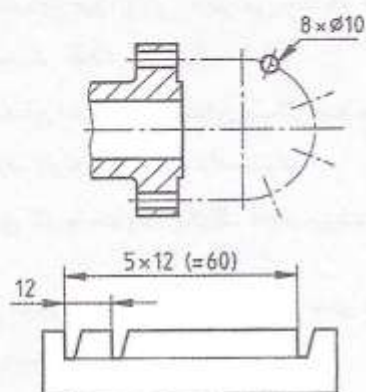
کاربرد ♦ برای صرفه‌جویی در جا می‌توان محدوده مهمی از یک قطعه بلند را نشان داد.

نمایش ♦ محدوده قطع شده با خط آزاد دستی یا خط زیگزاگ نشان داده می‌شود. قطعات قطع شده با فاصله خیلی کم کنار هم می‌آیند.





## اجزاء هندسی برگردانده شده



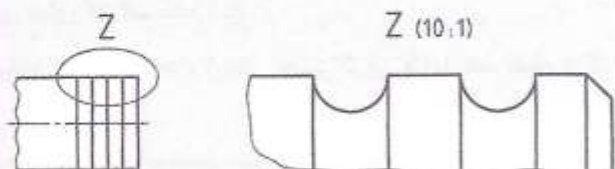
کاربرد ♦ اجزاء هندسی که به طور مرتب تکرار می‌شود، در نقشه فقط یک بار و آن هم به صورت برگردانده شده نشان داده می‌شود.

نمایش ♦ در مورد اجزاء هندسی رسم نشده :

- موقعیت اجزاء متقارن با خط نقطه-نازک
- محدوده اجزاء نامتقارن با خط کامل نازک نشان داده می‌شود.

تعداد سوراخها باید در اندازه‌گذاری داده شود.

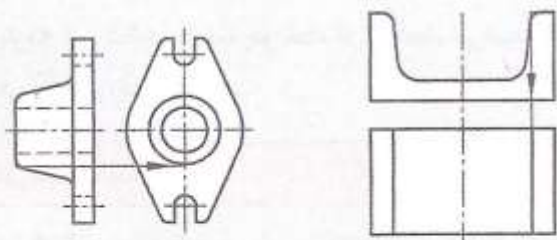
## اجزاء با مقیاس بزرگ (نماهای جزء)



کاربرد ♦ محدوده تقسیمات یک قطعه کار را که نمی‌توان به طور واضح نشان داد در مقیاس بزرگتر رسم می‌شود.

نمایش ♦ محدوده تقسیم خط کامل نازک به صورت دایروی یا بیضوی و با یک حرف بزرگ مشخص می‌شود. این نمایش با حرف مربوطه نامگذاری و اندازه مقیاس در کنار حرف ذکر می‌شود.

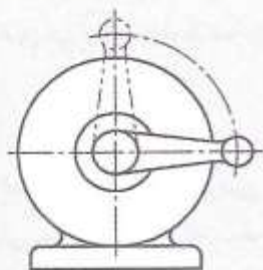
## شیبهای کم



کاربرد ♦ زوایای کوچک شیبها، مخروطها یا هرمها را که نمی‌توان به طور واضح نشان داد باید در تصاویر رسم نمود.

نمایش ♦ با خط کامل نازک لبه‌ای از شیب نشان داده می‌شود که اندازه آن کوچکتر است.

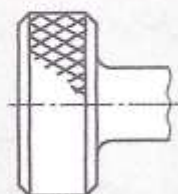
## اجزاء متحرک



کاربرد ♦ نشان دادن موقعیت متفاوت و نهایی اجزاء متحرک در نقشه‌های مرکب.

نمایش ♦ موقعیت متفاوت و نهایی با خط دو نقطه نشان داده می‌شود.

## ساختار سطحی



نمایش ♦ ساختار آج و برجستگیها با خط کامل پهن نشان داده می‌شود. ترجیحاً قسمتی از آن نشان داده می‌شود.



## انواع برشها

برش ♦ در برش، داخل یک قطعه کار نشان داده می شود. در برش چنین تصور می شود که قسمت جلویی یک قطعه که مانع دیده شدن داخل آن می شود برداشته شده است.

در یک برش :

- سطح برش و نیز سطح پشت آن یا
- فقط سطح برش خورده نشان داده می شود.

برش کامل ♦ برش کامل سطح برش خورده را به طور کامل نشان می دهد. برش نیمه ♦ در قطعات متقارن نیمه قطعات در نمای معمولی و نیمه دیگر در برش نشان داده می شود.

برش جزئی ♦ در برش جزئی فقط قسمتی از آن در برش نشان داده می شود.

## اصطلاحات

صفحه برش ♦ صفحه برش یک صفحه فرضی است که قطعه کار در آن صفحه بریده شده است. قطعات پیچیده ممکن است در یک یا چند صفحه برش بخورد.

سطح برش ♦ این سطح در برش فرضی ایجاد می شود. سطوح برش با هاشور (پایین این صفحه و صفحه ۷۷) مشخص می شود.

خطوط برش ♦ این خطها موقعیت صفحات برش و مسیر برش را علامت گذاری می کند. خطوط برش با یک خط نقطه پهن نشان داده می شود.

در صورتی که دو یا چند صفحه برش موجود باشد، در ابتدای هر صفحه برش خط کامل پهن و کوتاهی رسم می شود.

علامت گذاری خطوط برش ♦ با حروف بزرگ یکسان مشخص می شود. پیکان که با خط کامل پهن نشان داده می شود جهت دید روی صفحه برش را نشان می دهد.

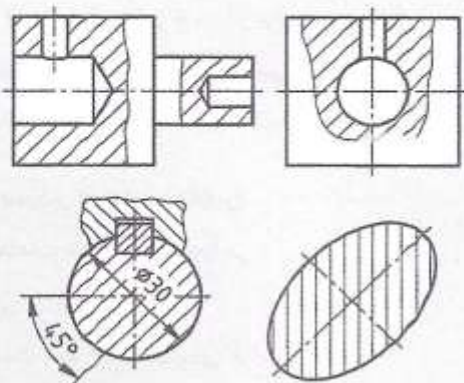
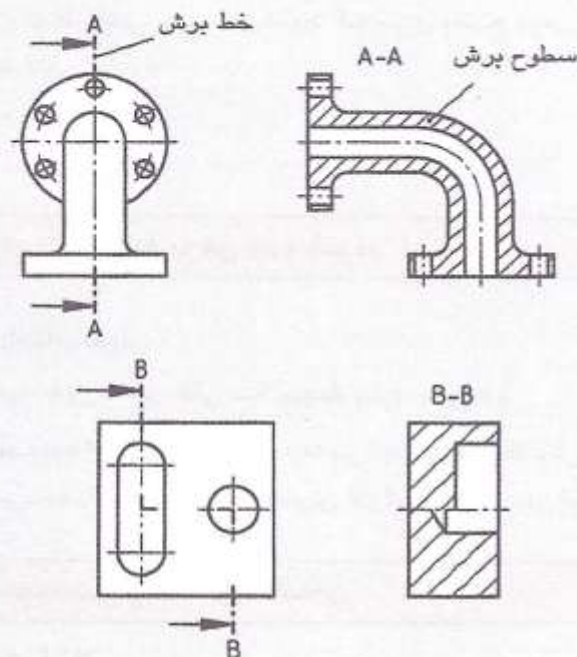
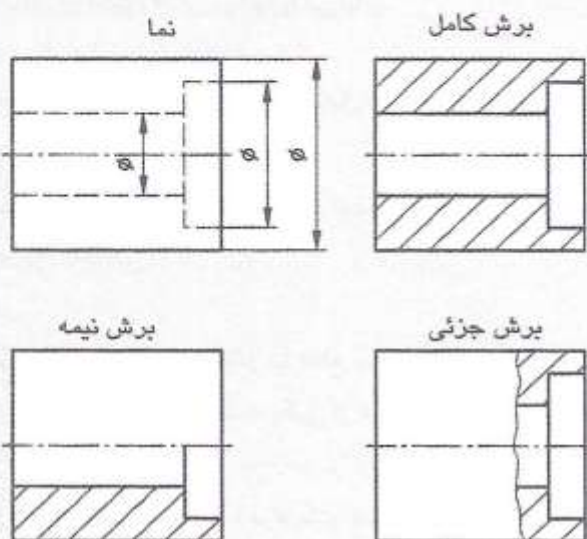
علامت گذاری برش ♦ برش با همان حروف بزرگ خطهای برش مشخص می شوند.

## هاشور مقاطع برش خورده

خطوط هاشور ♦ هاشور با خطهای کامل موازی، ترجیحا تحت  $45^\circ$  نسبت به خط مرکز یا خط محیطی قطعه کار رسم می شود. جهت نوشتن توضیح می توان هاشورها را قطع کرد.

هاشور زنی در :

- یک قطعه تکی با خطهای هم جهت و فواصل یکسان،
- قطعات کنار هم با خطهای با جهت متفاوت و فواصل متفاوت و
- قطعات بزرگ، ترجیحا با خطوط در حاشیه قطعه انجام می شود.

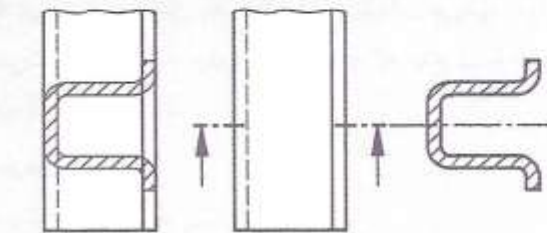




## برشهای خاص (گردشی یا دورانی، مایل، مقاطع)

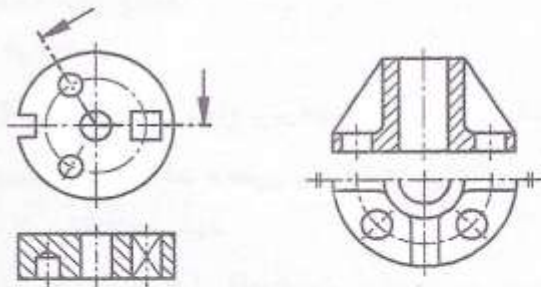
برشهای پروفیل ♦ این برشها را می توان :

- در یک نما دوران داده و رسم کرد.
- خطوط اطراف این برش با خط کامل نازک نشان داده می شود.
- از نمای اصلی بیرون آورد.
- نمای برش باید با نمای اصلی توسط خط نقطه-نازک به هم مرتبط شوند.

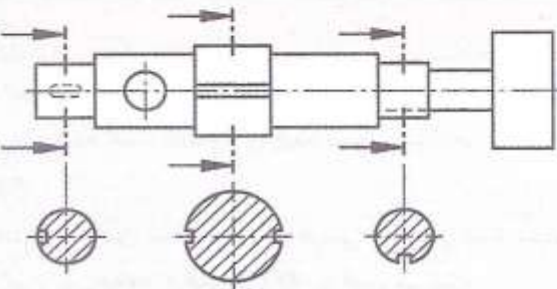


برش صفحاتی که همدیگر را قطع می کنند ♦ هرگاه دو صفحه برش یکدیگر را قطع کنند یکی از صفحات برش را می توان تا صفحه تصویر برگرداند.

اجزاء قطعات گردان ♦ اجزاء یکنواخت خارج از صفحه برش را، مثلاً سوراخها، می توان تا مقطع برش برگرداند.



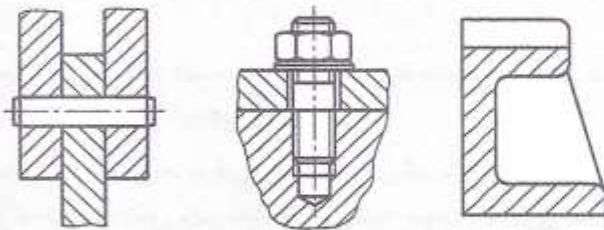
لبه ها و خطوط کناری ♦ لبه ها و خطوط کناری پشت صفحه برش فقط وقتی رسم می شوند که برای واضح بودن نقشه کمک کند.



## اجزایی که نباید برش داده شوند

در راستای طولی :

- اجزاء بدون فضای خالی مثلاً پیچها، پینها، محورها و
- محدوده اجزایی که از تنه جدا می شود، مثلاً پره ها برش داده نمی شود (اگر در معرض صفحه برش قرار گیرند هاشور نمی خورند).



## توضیحات و راهنمای نقشه ای

لبه های ابزار

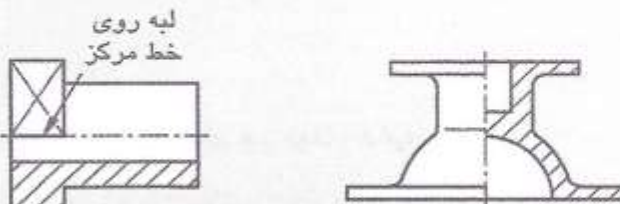
- لبه های دور تا دور ♦ لبه هایی که با برش خوردن قابل دید می شوند باید نشان داده شود.
- لبه های ندید ♦ لبه های ندید در برش نباید نشان داده شوند.
- لبه های روی خط مرکز ♦ اگر در برش، یک لبه روی خط مرکز بیفتد، باید نشان داده شود.



برشهای نیمه در قطعات متقارن

برش نیمه قطعات متقارن ترجیحاً در :

- زیر خط مرکز افقی و
- سمت راست خط مرکز عمودی قرار می گیرد.



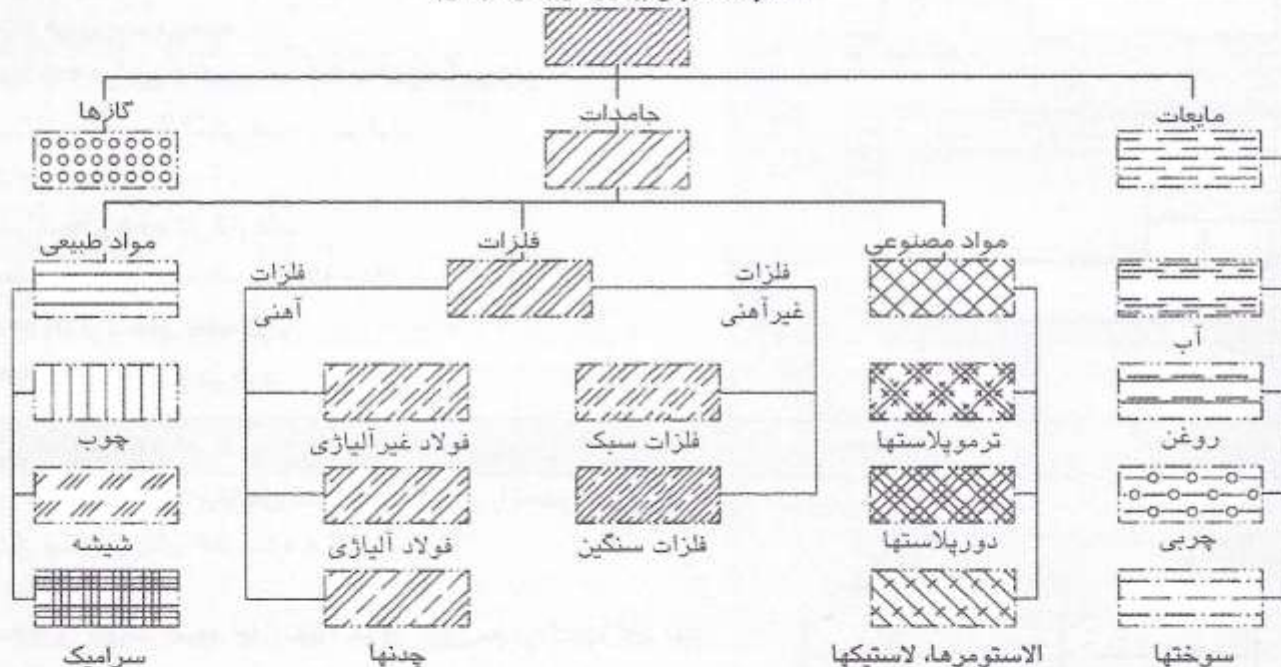


طبق DIN ISO 128-50 (2002-05)

هاشورها

سطوح برش ♦ معمولاً بدون توجه به جنس هاشور معمولی مشخص می‌شود. در بعضی از قطعات برای اینکه جنس آنها مورد توجه بیشتری قرار گیرد می‌توان از هاشورهای ویژه‌ای استفاده کرد.

هاشور معمولی (بدون توجه به جنس)



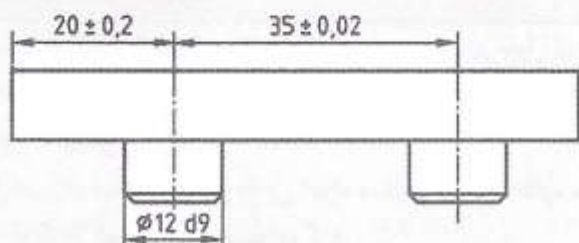
طبق DIN 406-10 (1992-12)

سیستم اندازه گذاری

اندازه گذاری و تolerانس با توجه به :

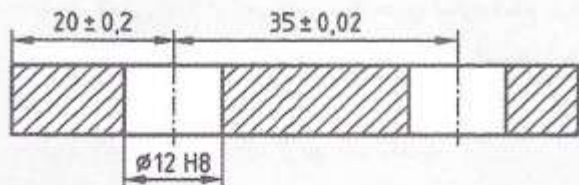
- روش کارکرد قطعه کار،
- روش تولید قطعه کار و
- روش کنترل قطعه کار انجام گیرد.

در یک نقشه ممکن است از چند سیستم اندازه گذاری استفاده کرد.



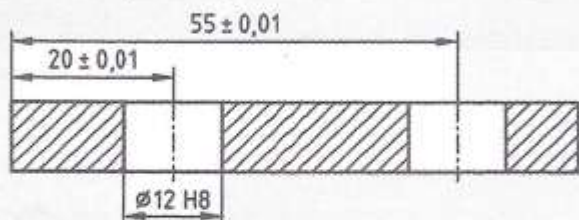
اندازه گذاری با توجه به روش کارکرد

توجه ♦ انتخاب، درج و تolerانس گذاری اندازه طبق نیازهای طراحی انجام می‌شود.



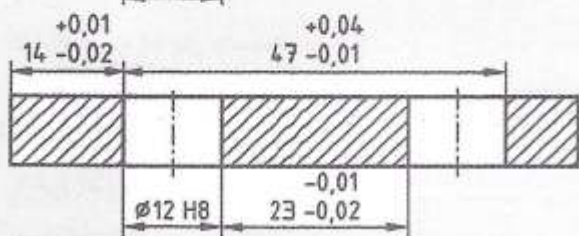
اندازه گذاری با توجه به روش تولید

توجه ♦ اندازه‌ای که برای تولید لازم است از اندازه‌های درج شده براساس روش کارکرد محاسبه می‌شود.



اندازه گذاری با توجه به روش کنترل

توجه ♦ اندازه‌ها و تolerانسها مطابق با روش کنترل پیش‌بینی شده در نقشه داده می‌شود.





## خطوط اندازه، حدود خطهای اندازه (پیکان یا نقطه)، اعداد اندازه

## خطوط اندازه

اجرا ♦ خطوط اندازه با خط کامل نازک مشخص می شود.

رسم ♦ خطوط اندازه در

- اندازه های طولی به موازات طول مورد اندازه گذاری و
- اندازه های زاویه و قوس به صورت کمان دایروی به مرکز راس زاویه یا مرکز قوس رسم می شود.

کمبود جا ♦ در صورت کمبود جا خطوط اندازه را می توان

- از بیرون تا خطوط کمکی اندازه رسم کرد،

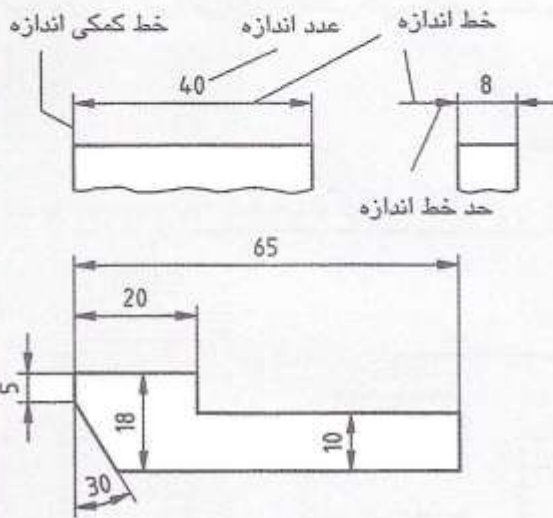
- در داخل قطعه کشید و

- روی لبه های قطعه کار قرار داد.

فواصل ♦ خطوط اندازه باید به فاصله حداقل از

- 10 mm از لبه های قطعه کار و

- 7 mm از همدیگر رسم شوند.



## حدود خطهای اندازه

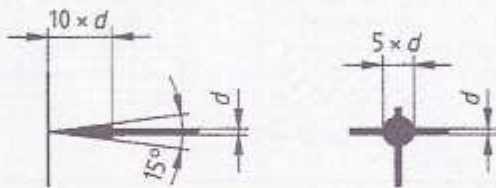
پیکان اندازه ♦ معمولا پیکانهای اندازه خطوط اندازه را محدود می کنند.

- طول پیکان : پهنای خط اندازه  $10 \times$

- زاویه اضلاع :  $15^\circ$

نقطه ♦ در صورت کمبود جا از نقطه هم به عنوان محدود کننده خط اندازه استفاده می شود.

- قطر : پهنای خط اندازه  $5 \times$



## خطوط کمکی اندازه

اجرا ♦ خطوط کمکی اندازه به صورت عمود بر طول اندازه گذاری با خط کامل نازک نشان داده می شود.

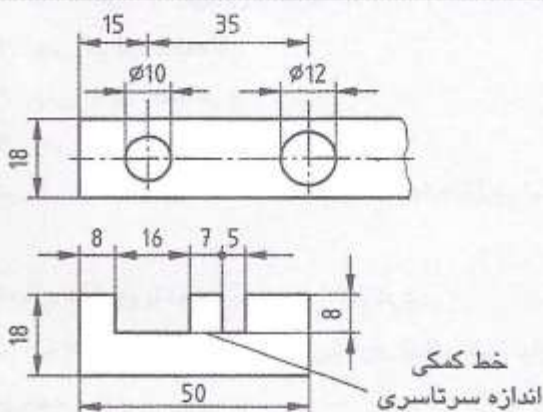
موارد خاص

- اجزاء متقارن : در داخل اجزاء متقارن از خط اندازه می توان به عنوان خطوط کمکی اندازه استفاده کرد.

- خطوط کمکی اندازه را می توان برای درج اندازه قطع کرد.

- در داخل یک نما می توان خطوط کمکی اندازه را جهت اندازه گذاری اجزاء یکسان رسم کرد.

- خطوط کمکی اندازه نباید از دو نما بگذرد.



## اعداد اندازه

درج ♦ اعداد اندازه

- طبق حروف استاندارد DIN EN ISO 3098.

- با حداقل اندازه 3,5 mm.

- بالای خط اندازه.

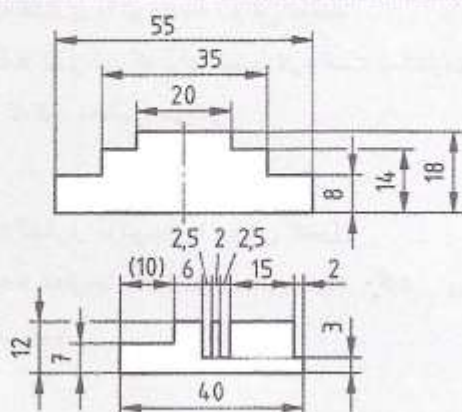
- قابل قرائت از پایین و سمت چپ و

- در صورت خطوط اندازه زیاد و موازی هم به صورت پله دار نوشته می شود.

کمبود جا ♦ در صورت کمبود جا می توان عدد اندازه را

- با خط اشاره و

- در امتداد خط اندازه نوشت.





طبق DIN 406-11 (1992-12)

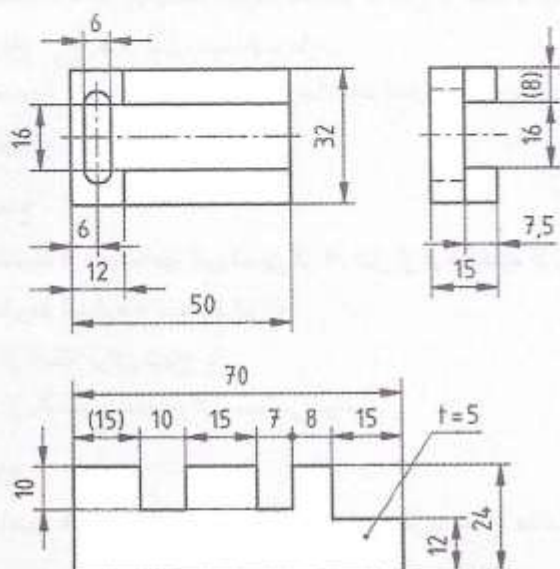
و DIN ISO 128-22 (1999-11)

اصول اندازه گذاری، خطهای راهنما و مرجع،

اندازه زاویه، اندازه چهارگوشها و آچارخورها

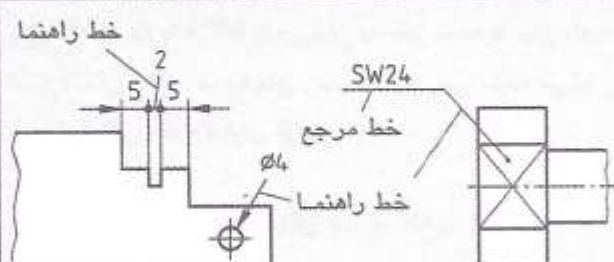
اصول اندازه گذاری

درج اندازه



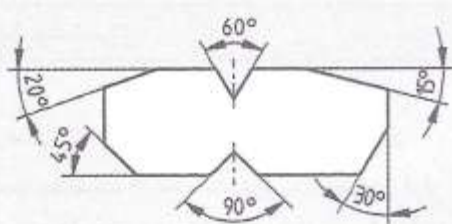
- هر اندازه فقط یک بار درج می شود. اندازه های یکسان اجزاء فرم دار مختلف جداگانه اندازه گذاری می شود.
- وقتی چند نما از یک قطعه کار رسم می شود، اندازه گذاری در جایی از آن انجام می شود که به بهترین شکل قابل درک باشد.
- قطعات متقارن. موقعیت خط مرکز اندازه گذاری نمی شود.
- زنجیره اندازه گذاری ♦ از زنجیره اندازه گذاری بسته پرهیز شود. اگر به دلایل تولید زنجیره اندازه گذاری لازم شد یک اندازه را داخل پرانتز بگذارید.
- قطعات تخت ♦ قطعات تختی که فقط در یک نما رسم می شود، اندازه ضخامت  $t$  را در :
  - داخل نما و
  - در نزدیکی نما درج می کنند.

خطوط راهنما و خطوط مرجع



- خطوط راهنما ♦ خطوط راهنما با خط کامل نازک نشان داده می شود. انتهای این خطوط
- اگر به لبه قطعه کار ختم شود، با یک پیکان مشخص می شود،
- اگر به سطح قطعه کار ختم شود، با یک نقطه مشخص می شود و
- اگر به خطوط دیگری برسد با هیچ علامتی مشخص نمی شود.

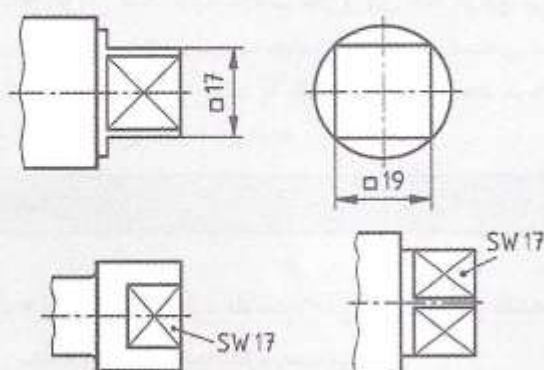
اندازه زاویه



- خطوط کمکی اندازه ♦ خطوط کمکی فقط در امتداد اضلاع زاویه می باشد.
- اعداد اندازه ♦ معمولاً به طور مماس نسبت به خط اندازه قرار می گیرند، به نحوی که در حالت قرار گرفتن بالای خط افقی با پا و در حالت قرار گرفتن زیر خط افقی با سر به راس زاویه اشاره می کند.

اندازه چهارگوشها و آچارخورها

چهارگوش



- علامت ♦ در اجزاء فرم دار مربعی شکل علامت قبل از اعداد اندازه قرار می گیرد. اندازه علامت با اندازه حروف کوچک متناسب است.
- اندازه گذاری ♦ فرمهای مربعی ترجیحاً در نمایی اندازه گذاری می شود که شکل آن قابل شناسایی است.

اندازه آچارخور

- علامت ♦ اگر فاصله سطوح آچار خور اندازه گذاری نمی شود حروف بزرگ SW قبل از اعداد اندازه می آید.



طبق DIN 406-11 (1992-12)

قطر، شعاع، کره، پخها، شیب، باریک شدگی، اندازه کمان

قطر، شعاع، کره

قطر

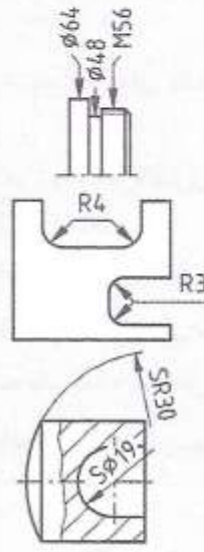
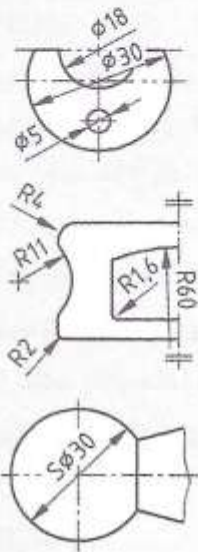
علامت  $\phi$  برای تمام قطرها علامت  $\phi$  قبل از عدد اندازه قرار می گیرد.  
ارتفاع آن با عدد اندازه مطابقت دارد.  
کمبود جا  $\phi$  در صورت کمبود جا، عدد اندازه از خارج روی اجزاء فرم دار قرار داده می شود.

شعاع

علامت  $R$  در شعاعها حروف بزرگ  $R$  قبل از عدد اندازه قرار می گیرد.  
خطوط اندازه  $\phi$  خطوط اندازه  
• از نقطه مرکز شعاع یا  
• از راستای نقطه مرکز رسم می شوند.

کره

علامت  $S$  در اجزاء کروی قبل از علامت قطر یا شعاع علامت  $S$  قرار داده می شود.

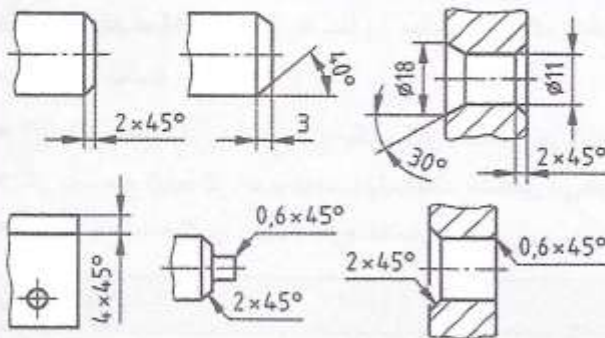


پخها، خزینه ها

پخ  $45^\circ$  و خزینه  $90^\circ$  را می توان به طور ساده با بیان زاویه و پهنای پخ اندازه گذاری کرد. در پخهای رسم شده و رسم نشده می توان اندازه آن را با خط کمکی اندازه گذاری کرد.

پخ با زاویه متفاوت  $\phi$  پخهای غیر از  $45^\circ$  با

- زاویه و پهنای پخ یا
- زاویه و قطر پخ اندازه گذاری می شوند.



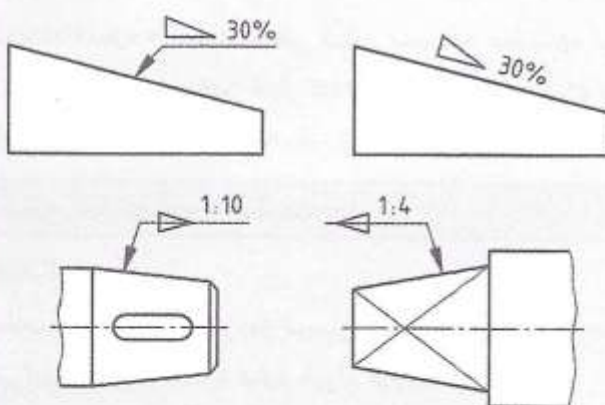
شیب، باریک شدگی

شیب

علامت  $\triangle$  قبل از عدد اندازه علامت  $\triangle$  می آید.  
موقعیت علامت  $\triangle$  علامت فوق باید طوری قرار گیرد که شیب آن با شیب قطعه کار مطابقت داشته باشد. ترجیحاً علامت با یک خط مرجع و خط راهنما به سطح شیب دار مرتبط می شود.

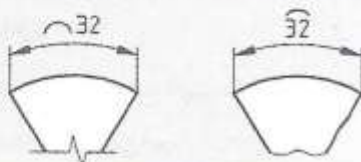
باریک شدگی

علامت  $\nabla$  قبل از عدد اندازه علامت  $\nabla$  روی خط مرجع می آید.  
موقعیت علامت  $\nabla$  موقعیت علامت باید با راستای باریک شدگی قطعه کار مطابقت داشته باشد. با یک خط راهنما، خط مرجع علامت به خطوط باریک شدگی مرتبط می شود.



اندازه کمان

علامت  $\frown$  قبل از عدد اندازه علامت  $\frown$  درج می شود. در نقشه های دستی، علامتی مشابه آن روی عدد اندازه رسم می شود.





## جای خار

عمق جای خار ♦ عمق جای خار در

- جای خارهای بسته و
- جای خارهای باز، از پای جای خار اندازه گذاری می شوند.

اندازه گذاری ساده ♦ فقط در نمای از بالای جای خار عمق جای خار

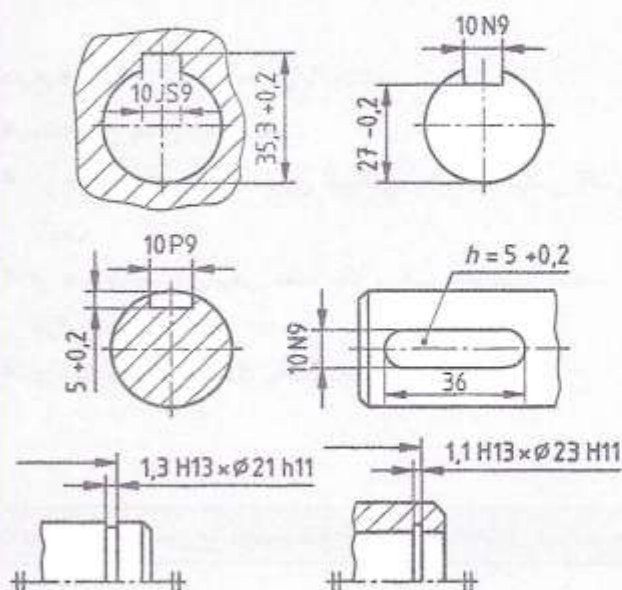
- با حرف  $h$  و یا
  - در کنار پهنای جای خار اندازه گذاری می شود.
- برای جای خارهای حلقوی، عمق جای خار را می توان به همراه پهنای جای خار درج کرد.

اندازه جای خار

شیب دار : صفحه ۲۴۰

تخت : صفحه ۲۴۱

حلقوی : صفحه ۲۷۲



## رزوه

مشخصه کوتاه ♦ برای رزوه های استاندارد مشخصه کوتاه به کار می رود.

رزوه چپ گرد ♦ رزوه چپ گرد با علامت LH مشخص می شود. اگر قطعه کار هم رزوه چپ گرد و هم راست گرد داشته باشد علامت اضافی RH به کار می رود.

رزوه های چندراهه (چندنخه) ♦ در رزوه های چندراهه پشت قطر نامی، گام رزوه و گام ظاهری داده می شود.

داده های طولی ♦ این اندازه، طول مفید رزوه را بیان می کند. معمولاً قطر کوچک (قطر مته خور) رزوه اندازه گذاری نمی شود.

پخها ♦ پخهای رزوه فقط وقتی اندازه گذاری می شود که قطر آن با قطر کوچک رزوه یا قطر بیرون رزوه یکسان نباشد.

## تقسیمات

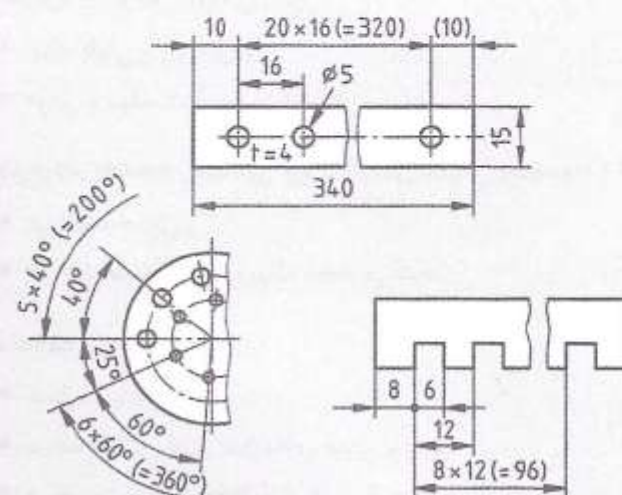
اجزاء فرم دار یکسان ♦ در تقسیمات اجزاء فرم دار یکسان پشت سر هم

با فواصل طولی مساوی یا فواصل زاویه ای یکسان

- تعداد اجزاء،

- فاصله اجزاء و

- طول کل یا زاویه کل (در پرائتز) داده می شود.

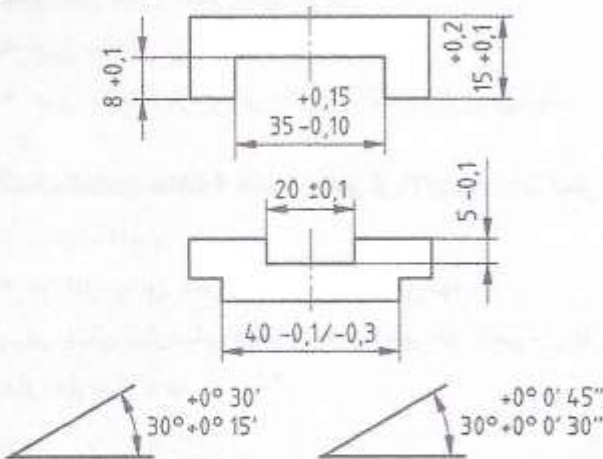




طبق DIN 406-12 (1992-12), DIN ISO 2768-1 (1991-06) و DIN ISO 2768-2 (1991-04)

داده‌های تolerانس

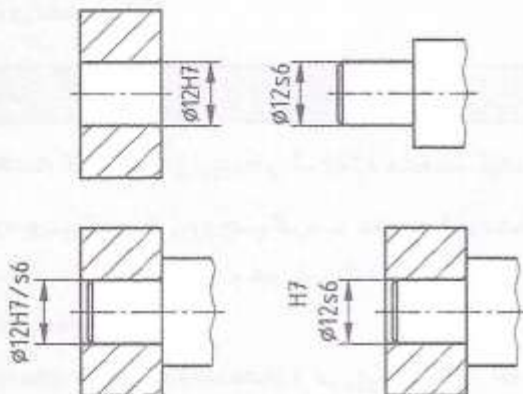
داده‌های تolerانس عددی



درج ♦ نوشتن تolerانس عددی با نوشتن

- مقدار آن بعد از اندازه نامی،
- در صورت دو مقدار بودن تolerانس، مقدار تolerانس بالا، بالای تolerانس پایین،
- در صورت مساوی بودن مقدار بالا و پایین تolerانس، علامت قبل از مقدار تolerانس و
- در اندازه زاویه‌ها با ذکر واحد انجام می‌شود.

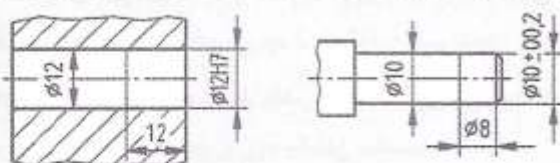
داده‌های تolerانس با درجه تolerانس (انطباقات)



درج ♦ نوشتن درجه (کلاس) تolerانس در

- اندازه‌های نامی تکی : بعد از اندازه نامی و
- اجزاء مونتاژ شده : درجه تolerانس اندازه داخلی (یا همان سوراخ) قبل یا بالای درجه تolerانس اندازه خارجی (یا همان محور)، انجام می‌شود.

بیان تolerانس برای محدوده معین



محدوده اعتبار ♦ محدوده‌ای که تolerانس نوشته شده برای آن اعتبار دارد  
با خط کامل نازک مشخص می‌شود.

بیان تolerانس با تolerانس عمومی

کاربرد ♦ تolerانس عمومی برای

- ابعاد طولی و زاویه‌ای و
- فرمی و موقعیت (وضعیت)، به کار می‌رود.

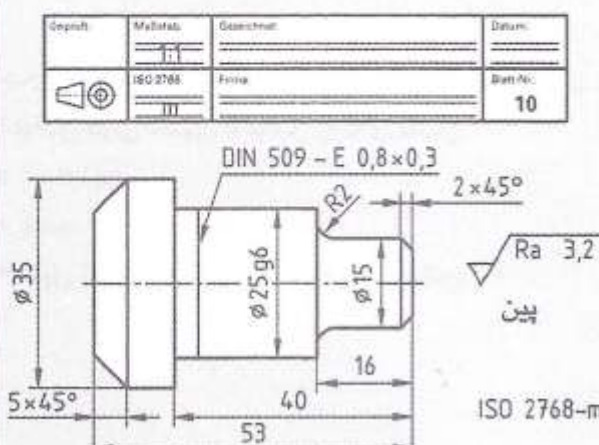
درج در نقشه ♦ راهنمایی جهت تolerانس عمومی (صفحه ۱۱۱)

- در نقشه جدول و
- در کنار نقشه قطعه مربوطه انجام می‌شود.

داده‌ها

شماره استاندارد

- درجه تolerانس برای اندازه‌های طولی و زاویه
- در صورت نیاز درجه تolerانس فرمی و وضعی





## اندازه ها

## نوع اندازه

اندازه پایه (اصلی) ♦ اندازه پایه

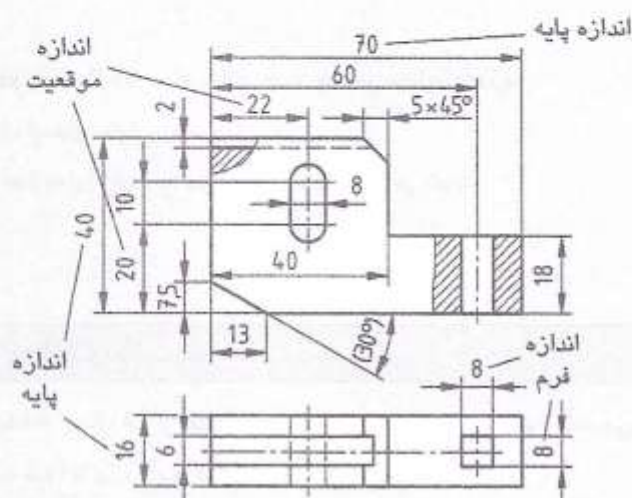
- طول کل،
- پهنای کل و
- ارتفاع کل یک قطعه کار را بیان می کند.

اندازه فرم ♦ با اندازه فرم مثلا

- اندازه جای خار و
- اندازه پله ها تعیین می شود.

اندازه وضعیت ♦ با این اندازه، مثلا موقعیت

- سوراخها،
- جای خار و
- سوراخهای کشویی داده می شود.



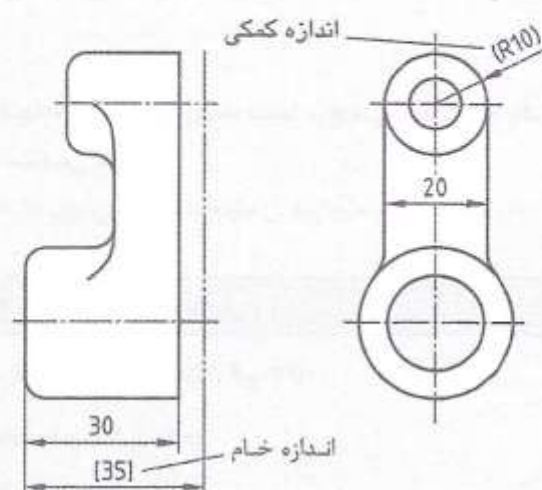
## اندازه های خاص

اندازه خام

وظیفه ♦ اندازه خام اطلاعاتی درباره ابعاد قطعات ریختگی یا آهنگری قبل از ماشینکاری آن می دهد.  
مشخصه ♦ اندازه خام داخل کروشه قرار می گیرد.

اندازه کمکی

وظیفه ♦ اندازه کمکی برای بیان اطلاعات اضافی به کار می رود.  
جهت تعریف هندسی قطعه کار لازم نیست.  
مشخصه ♦ اندازه کمکی  
• داخ پرانتز قرار گرفته و  
• بدون تolerانس اندازه گذاری می شود.

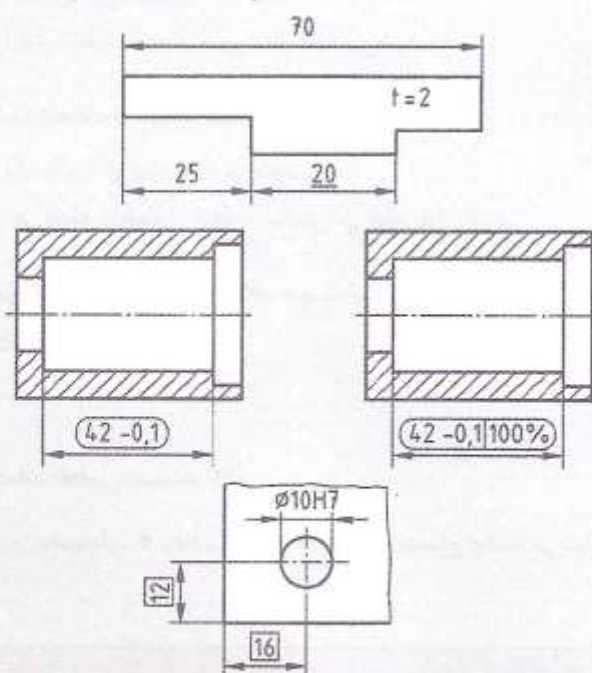


اندازه های درج شده بدون مقیاس

مشخصه ♦ اندازه درج شده بدون مقیاس که معمولا در تغییرات نقشه اتفاق می افتد با یک خط ریز مشخص می شود.

اندازه کنترل

وظیفه ♦ بدین وسیله متذکر می شود که این اندازه توسط سفارش دهنده به طور خاص کنترل می شود. در صورت نیاز این کار 100% انجام می شود.  
مشخصه ♦ اندازه کنترل داخل کادر گرد قرار می گیرد.



اندازه دقیق تئوری

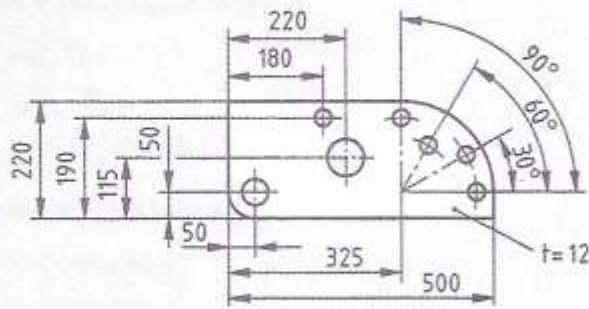
وظیفه ♦ این اندازه وضعیت ایده آل هندسی یک جزء فرم دار را بیان می کند.  
مشخصه ♦ این اندازه بدون تolerانس داخل کادر چهار گوش قرار می گیرد.



طبق DIN 406-11 (1992-12)

اندازه‌گذاری موازی هم، پشت سر هم (زنجیری)، مختصاتی (جدولی)<sup>(۱)</sup>

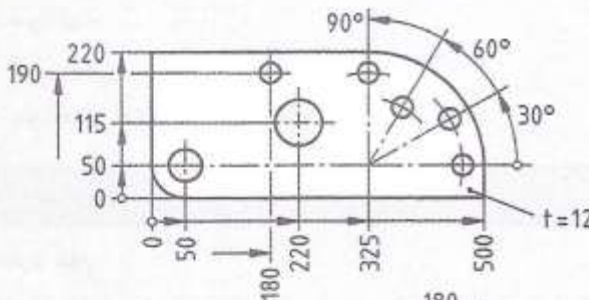
اندازه‌گذاری موازی هم



خطوط اندازه ♦ در صورت وجود چندین خطوط اندازه

- اندازه‌های طولی به صورت موازی و
- اندازه‌های زاویه به صورت هم مرکز درج می‌شوند.

اندازه‌گذاری پشت سر هم



مبدأ ♦ اندازه‌ها از نقطه مبدأ در هر سه راستای ممکن داده می‌شود.

نقطه مبدأ با یک دایره کوچک مشخص می‌شود.

خطوط اندازه ♦ برای درج اندازه

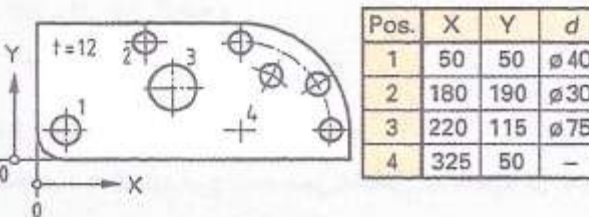
- معمولاً برای هر راستا فقط یک خط اندازه به کار می‌رود.
- در صورت کمبود جا دو یا چند خط اندازه به کار می‌رود. خطوط اندازه را می‌توان به طور مقطع هم نشان داد.

اندازه‌ها

- وقتی اندازه در خلاف جهت مبدأ درج می‌شود باید با یک علامت منفی - مشخص شود.
- اندازه‌ها را می‌توان در جهت خواندن هم نوشت.

اندازه‌گذاری مختصاتی (جدولی)

مختصات کارتزینی (صفحات ۶۲ و ۶۳)



Pos.	X	Y	d
1	50	50	ø40
2	180	190	ø30
3	220	115	ø75
4	325	50	-

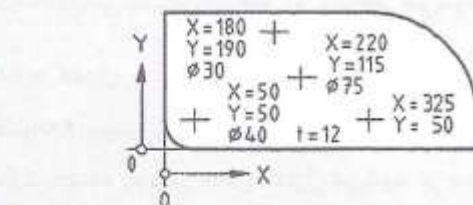
مقادیر مختصات ♦ این مقادیر

- در جدول درج شده یا
- در کنار نقطه مختصات موردنظر داده می‌شود.

مبدأ مختصات ♦ مبدأ مختصات

- با یک دایره کوچک داده می‌شود.
- در هر نقطه دلخواه از صفحه نمایش می‌تواند قرار گیرد.

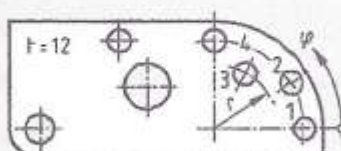
اندازه ♦ اگر اندازه در خلاف جهت از مبدأ اندازه‌گذاری می‌شود یک علامت منفی کنار آن می‌آید.



Pos.	r	φ	d
1	140	0°	ø30
2	140	30°	ø30
3	100	60°	ø30
4	140	90°	ø30

مختصات قطبی (صفحه ۶۳)

مقادیر مختصات ♦ مقادیر مختصات در یک جدول نوشته می‌شود.



(۱) اندازه‌گذاری موازی هم، پشت سر هم و نیز مختصاتی را می‌توان با یکدیگر ترکیب و به کار برد.



## نمایش ساده سوراخها

طبق DIN 6780 (2000-10)

## سوراخ کور، پهنای خطها در نمایش ساده

## سوراخ کور

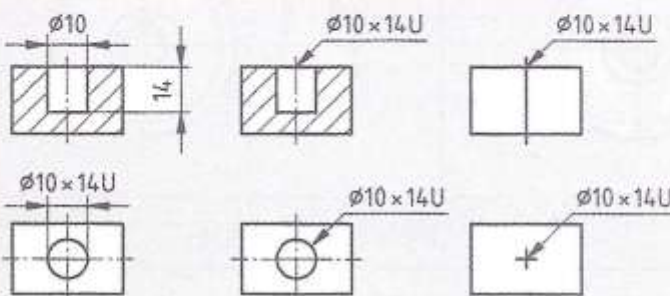
شکل سوراخ کور در صورت نیاز با یک علامت داده می‌شود.

منظور از علامت U سوراخ کور تخت است.

## پهنای خطوط

موقعیت سوراخهایی که به صورت ساده نشان داده می‌شوند

- در نمای از بالا با علامت جمع و
- در نمایش محور سوراخ، با خط کامل پهن مشخص می‌شود.



## سوراخهای پله‌دار، خزینه‌ها و پخها، رزوه‌های داخلی

## سوراخهای پله‌دار

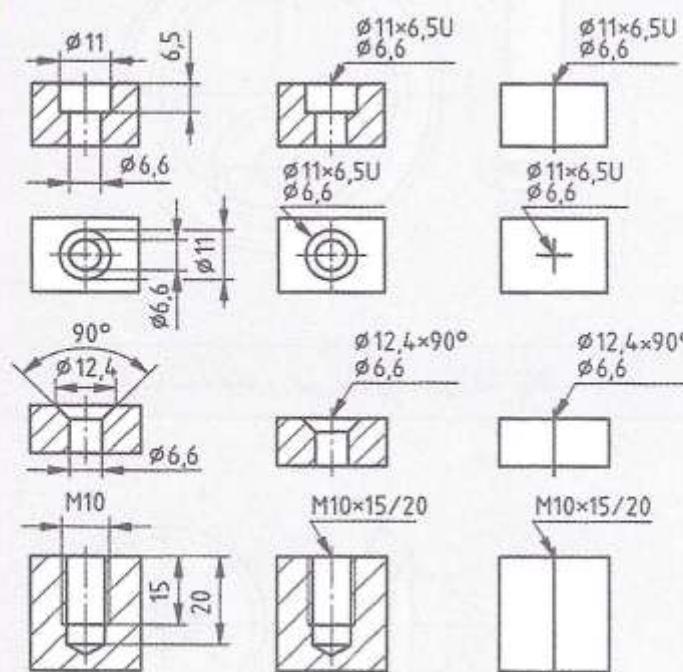
در سوراخهای با دو پله و بیشتر، اندازه‌ها زیر هم نوشته می‌شوند. قطر بزرگتر اول نوشته می‌شود.

## خزینه‌ها و پخها

در خزینه‌ها و پخ سوراخها، قطر بزرگ پخ و زاویه خزینه داده می‌شود.

## رزوه داخلی

طول رزوه و عمق سوراخ با یک خط مایل از هم جدا می‌شود. سوراخهای بدون مشخصه عمق، در واقع سوراخ راه به در (سراسری) هستند.



## مثالها

## سوراخ 10H7

سوراخ راه به در (سراسری)

پخ 1 x 45°

رزوه چپ‌گرد M10

طول رزوه 12 mm

سوراخ مته راه به در

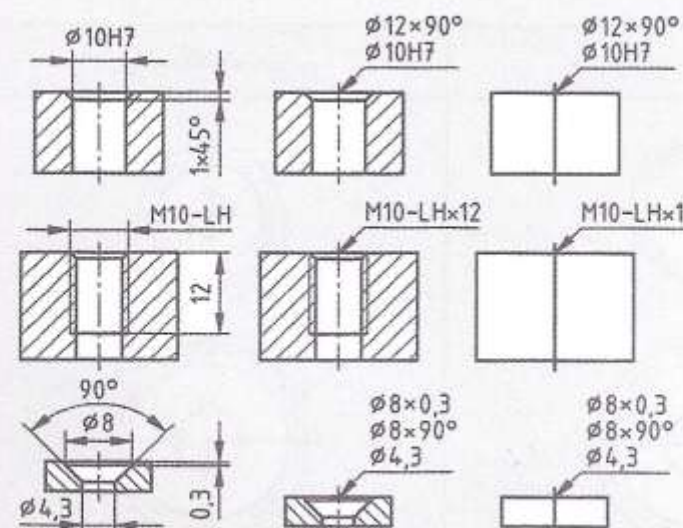
خزینه استوانه‌ای 8

عمق خزینه 0,3 mm

سوراخ راه به در 4,3

با خزینه مخروطی 90°

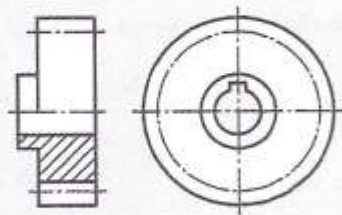
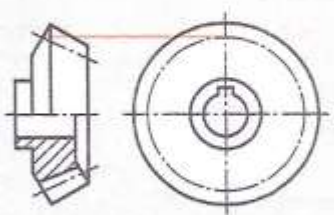
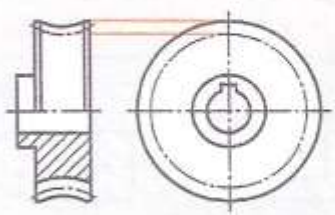
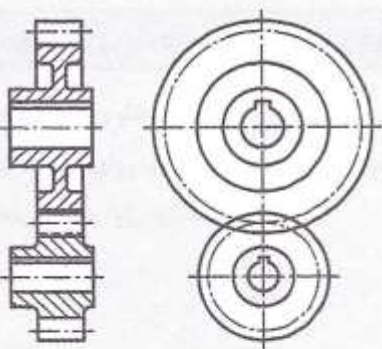
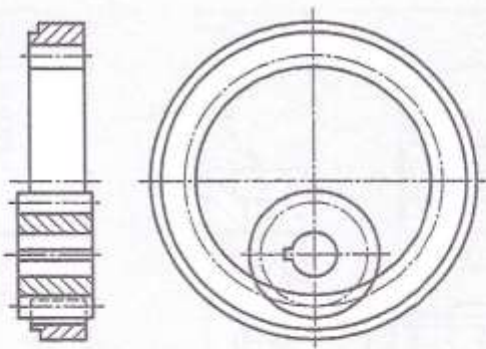
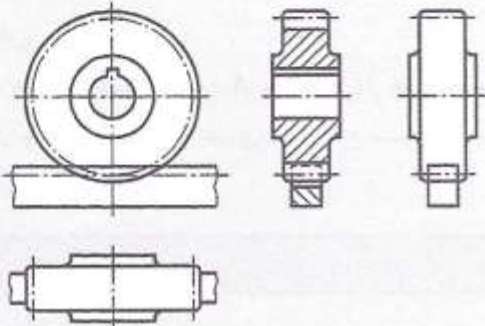
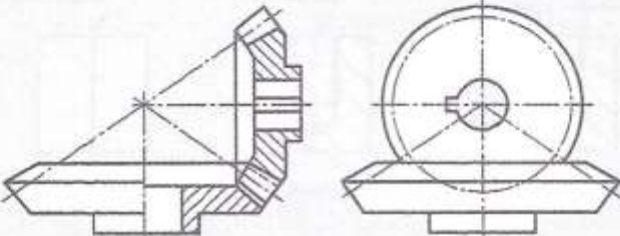
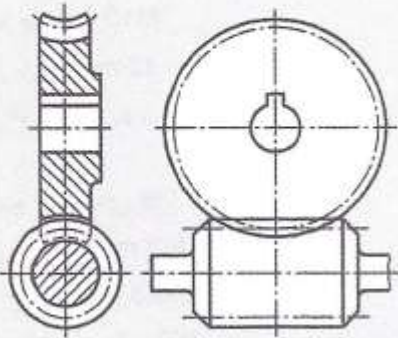
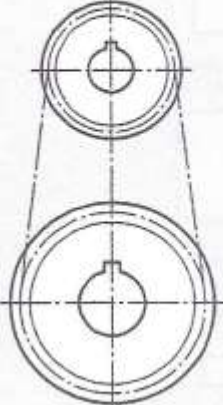
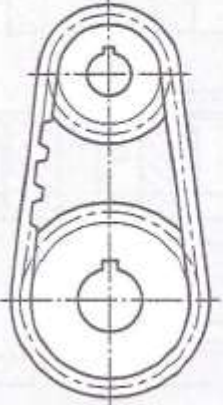
قطر خزینه 8





طبق DIN ISO 2203 (1976-06)

نمایش چرخنده‌ها

چرخنده ساده یا چرخنده پیشانی	چرخنده مخروطی	چرخنده حلزونی
		
چرخنده ساده خارجی		چرخنده ساده داخلی
 <div data-bbox="502 683 726 1030"> <p>دندانه مایل چپ</p> <p>دندانه مایل راست</p> </div>		
چرخنده ساده دندانه شانه‌ای		چرخنده مخروطی (زاویه محورها 90°)
		
چرخ حلزون و حلزون	چرخ زنجیر	چرخنده تسمه‌ای
		



نمایش			اجزاء نمایش ساده با جزئیات		
ساده	شماتیک	توضیح	جزء	توضیح، کاربرد	
		برای اهداف معمولی یاتاقان با یک مربع یا مستطیل و علامت + داخل آن نشان داده می‌شود.		خط بلند و راست، جهت نمایش محور جزء غلتان (ساچمه) در یاتاقانهای بدون قابلیت تنظیم	
				خط بلند خمیده، جهت نمایش محور جزء غلتان در یاتاقانهای خودتنظیم	
		در صورت نیاز یاتاقان با خطوط اطراف آن و علامت + داخل آن نشان داده می‌شود.		خط کوتاه و راست، جهت نمایش وضعیت و تعداد ردیف اجزاء غلتنده	
				دایره، جهت نمایش اجزاء غلتنده (ساچمه، بشکه، سوزن)، که عمود بر محور آن نشان داده می‌شود.	
مثالهایی برای نمایش ساده جزئیات یاتاقانهای غلتشی					
نمایش یاتاقان غلتشی یک ردیفه			نمایش یاتاقان غلتشی دو ردیفه		
ساده	شماتیک	نام	ساده	شماتیک	نام
		یاتاقان ساچمه‌ای شعاعی-شیار عمیق، یاتاقان بشکه‌ای شعاعی-شیار عمیق			یاتاقان ساچمه‌ای شعاعی-شیار عمیق، یاتاقان بشکه‌ای شعاعی-شیار عمیق
		یاتاقان بشکه‌ای شعاعی خودتنظیم			یاتاقان ساچمه‌ای خودتنظیم، یاتاقان غلتشی خودتنظیم شعاعی
		یاتاقان ساچمه‌ای مایل، یاتاقان بشکه‌ای مخروطی			یاتاقان ساچمه‌ای مایل
		یاتاقان سوزنی			یاتاقان سوزنی
		یاتاقان ساچمه‌ای محوری-شیاردار، یاتاقان بشکه‌ای محوری			یاتاقان ساچمه‌ای محوری (کف گرد)-شیاردار، دوطرفه
		یاتاقان بشکه‌ای محوری-خودتنظیم			یاتاقان ساچمه‌ای محوری (کف گرد)-شیار عمیق، دوطرفه
یاتاقان ترکیبی			نمایش عمود بر محور جزء غلتان		
		یاتاقان سوزنی-شعاعی با یاتاقان ساچمه‌ای مایل			
		یاتاقان ساچمه‌ای-محوری با یاتاقان سوزنی شعاعی			



## نمایش کاسه‌نمدها (آب‌بندها) و یاتاقانهای غلتشی

طبق DIN ISO 9222-1 (1990-12) و DIN ISO 9222-2 (1991-03)

نمایش ساده کاسه‌نمدها

نمایش		اجزاء نمایش ساده با جزئیات	
ساده	شماتیک	توضیح	جزء
		برای اهداف عمومی کاسه‌نمد با یک مربع یا مستطیل و یک علامت ضرب نشان داده می‌شود. به علامت ضرب یک پیکان نیز اضافه می‌شود.	خط بلند به موازات سطوح آب‌بند؛ برای کاسه‌نمدهای ساده استاتیکی
			خط بلند قطری، برای آب‌بندهای متحرک؛ مثلاً لبه‌های آب‌بند، به این خط می‌توان یک پیکان اضافه نمود.
			خط کوتاه قطری؛ برای لبه‌های گردگیر
		در صورت نیاز، کاسه‌نمد را می‌توان با خطهای اطراف آن و یک علامت ضرب نشان داد.	خطهای کوتاه که وسط نمایش شماتیک را نشان می‌دهد؛ برای آب‌بندهای U و V شکل و بسته‌ای استاتیکی
			خطهای کوتاه که وسط نمایش شماتیک را نشان می‌دهد؛ برای آب‌بندهای U و V شکل و بسته‌ای استاتیکی
			T و U؛ برای آب‌بندهای بدون تماس

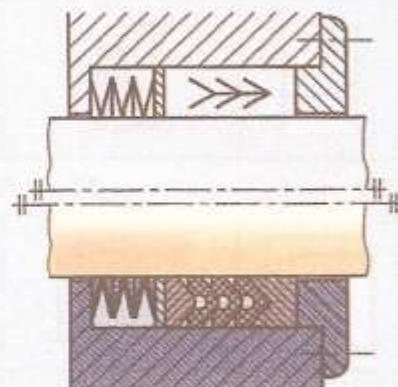
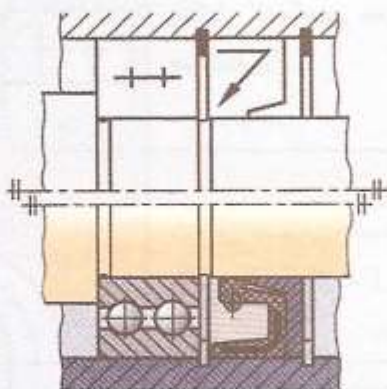
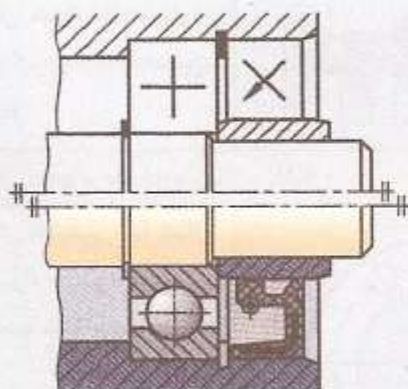
مثالهای نمایش ساده جزئیات کاسه‌نمدها

کاسه‌نمد - محورها و - پیستونها				کاسه‌نمدهای - پروفیلی، - پکینگ (بسته‌ای)، - روغنکاری			
نمایش ساده جزئیات	شماتیک	حرکت دورانی	حرکت مستقیم الخط	نمایش ساده جزئیات	شماتیک	نمایش ساده جزئیات	شماتیک
		کاسه‌نمد محورها بدون لبه گردگیر	کاسه‌نمد پیستون بدون لبه گردگیر				
		کاسه‌نمد محورها با یک لبه گردگیر	کاسه‌نمد پیستون با یک لبه گردگیر				
		کاسه‌نمد محورها با دو لبه گردگیر	کاسه‌نمد پیستون با دو لبه گردگیر				

مثالهای نمایش ساده کاسه‌نمدها و یاتاقانهای غلتشی

یاتاقان ساچمه‌ای شیاردار و کاسه‌نمد شعاعی محور با لبه گردگیر<sup>(۱)</sup>

یاتاقان ساچمه‌ای شیاردار دوردیفه و کاسه‌نمد شعاعی محورها

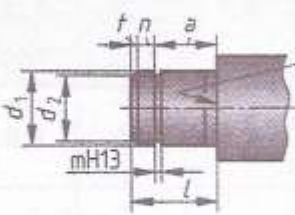
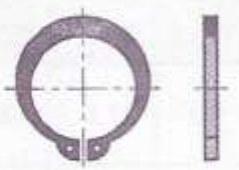
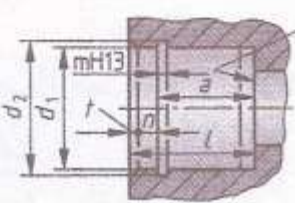
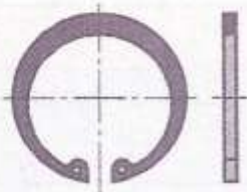
کاسه‌نمد پکینگ<sup>(۲)</sup>

(۱) نیمه بالایی: نمایش ساده، نیمه پایینی: نمایش شماتیک

(۲) نیمه بالایی: نمایش ساده جزئیات، نیمه پایینی: نمایش شماتیک











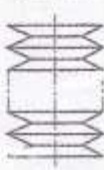

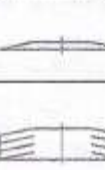
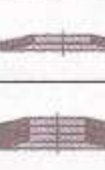
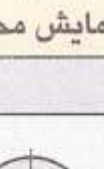
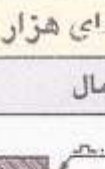
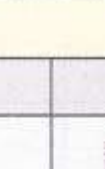
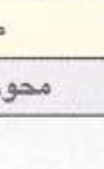
## نمایش خارهای فنری و جای خارهای فنری

تولرانسها	اندازه مونتاژ	نمایش
تولرانس $d_2$ : تولرانس بالا : 0 (صفر) تولرانس پایین : منفی تولرانس $a$ : تولرانس بالا : مثبت تولرانس پایین : 0 (صفر)	 <p>سطح مرجع اندازه گذاری<sup>۱</sup> عرض یاتاقان = <math>a</math> غلطی + عرض خار فنری</p>	 <p>خار فنری محورها (صفحه ۲۷۲)</p>
تولرانس $d_2$ : تولرانس بالا : مثبت تولرانس پایین : 0 (صفر) تولرانس $a$ : تولرانس بالا : مثبت تولرانس پایین : 0 (صفر)	 <p>سطح مرجع اندازه گذاری<sup>۱</sup></p>	 <p>خار فنری سوراخها (صفحه ۲۷۲)</p>

(۱) سطح مرجع اندازه‌گذاری جای خارها به دلایل کاری، سطح نشیمن قطعه مورد نگهداری است.

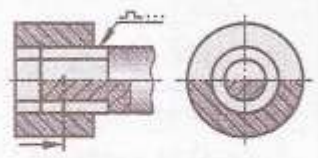
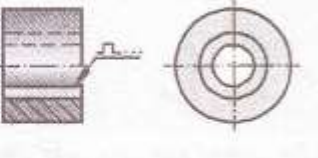
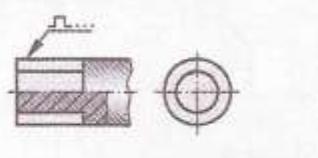
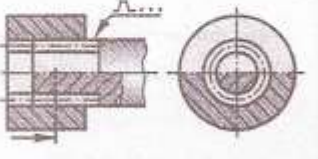
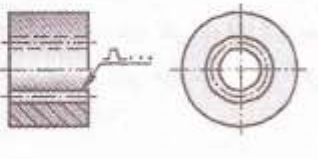
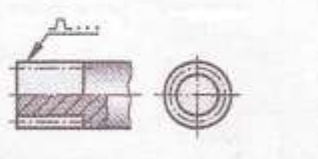
طبق DIN ISO 2162-1 (1994-08)

## نمایش فنرها

علامت	نمایش	نام	علامت	نمایش	نام
برش	نما	برش	نما	برش	نما
		فنر استوانه‌ای کششی			فنر استوانه‌ای فشاری (از مفتول گرد)
		فنر استوانه‌ای فشاری (از مفتول چهار گوش)			فنر استوانه‌ای پیچشی (از مفتول گرد)
		بسته فنر بشقابی (فنر با جهت‌های متغیر)			فنر بشقابی (ساده)
					بسته فنر بشقابی (هم‌جهت)

طبق DIN ISO 6413 (1990-03)

## نمایش محورهای هزارخار و هزارخارها

اتصال	تویی	محور
		 <p>محور هزارخار یا تویی هزارخار، با خار راست علامت :</p>
		 <p>محور دندانه‌ای یا تویی دندانه‌ای با دندانه اولوتی علامت :</p>

پروویل محور هزارخار با دندانه راست طبق ISO 14، تعداد :  $30 \times 26 f7 \times 14-6$  ISO محور هزارخار  $\Rightarrow$   
 خار  $N = 6$ ، قطر داخلی  $d = 26 f7$ ، قطر خارجی  $D = 30$  (صفحه ۲۴۲)



ابعاد نافی	قطعه کار Werkstück	ابعاد نافی	بزرگترین قطر قطعه نهایی به mm							
			تا 3	بیش از 3 تا 5	بیش از 5 تا 8	بیش از 8 تا 12	بیش از 12 تا 18	بیش از 18 تا 26	بیش از 26 تا 40	بیش از 40 تا 60
مثال		$d_{2max}$ به mm	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5
درج در نقشه		$l_{max}$ به mm	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9	1,2	2,0	3,0

طبق DIN ISO 13715 (2000-12)، جایگزین برای DIN 6784

لبه و گوشه قطعات

لبه	لبه قطعات نسبت به فرم ایده‌آل هندسی قرار دارد در		
	داخل	خارج	محدوده
لبه			
گوشه			
اندازه a (mm)	-0,1; -0,3; -0,5; -1,0; -2,5	+0,1; +0,3; +0,5; +1,0; +2,5	-0,05; -0,02; +0,02; +0,05

علامت نسبت به مشخصه لبه قطعات	علامت	معنی		راستای پلیسه و پخ	
		لبه	گوشه	لبه	گوشه
	+	پلیسه مجاز است، پخ و تورفتگی مجاز نیست	گذر مجاز است، پخ و تورفتگی مجاز نیست	تعیین آن مجاز است برای	پخ، تورفتگی
	-	پخ و تورفتگی خواسته شده، پلیسه مجاز نیست	پخ و تورفتگی خواسته شده، گذر مجاز نیست	مثال	
	$(\pm)$	پلیسه و گذر مجاز است	پخ، تورفتگی و گذر مجاز است	معنی	
	(۱) فقط به همراه بیان اندازه صادق است.				

مشخصه لبه و گوشه قطعات

بیان کلی	مثال
	لبه بدون پلیسه، پخ و تورفتگی مجاز است. 0...0,3 mm است.
	لبه با پلیسه مجاز 0...0,3 mm مجاز است (جهت پلیسه معین است).
	گوشه با پخ یا تورفتگی مجاز برابر 0,1...0,5 mm است (جهت پخ یا تورفتگی معین نیست).
	گوشه با پخ یا تورفتگی مجاز 0...0,02 mm یا گذر تا 0,02 mm است (لبه تیز).

بیان کلی برای همه لبه‌هایی صادق است که هیچ وضعیت ویژه‌ای برای آن درج نشده است.  
لبه‌هایی که بیان کلی برای آن صادق نیست باید در نقشه مشخص شود.  
بعد از بیان کلی موارد استثنا داخل پرانتز قرار گرفته یا با علامت پایه به آن اشاره می‌شود.

بیان کلی که فقط برای لبه‌ها و گوشه‌ها صادق است با علامت مربوطه مشخص می‌شود.



طبق (2004-06) DIN 76-1

گاه آزاد رزوه‌های متریک

رزوه خارجی	گام <sup>(۱)</sup> P	رزوه معمولی ISO d	طول خلاصی رزوه <sup>(۲)</sup>			گام <sup>(۱)</sup> P	رزوه معمولی ISO d	طول خلاصی رزوه <sup>(۲)</sup>		
			x <sub>1</sub> max.	a <sub>1</sub> max.	e <sub>1</sub>			x <sub>1</sub> max.	a <sub>1</sub> max.	e <sub>1</sub>
	0,2	—	0,5	0,6	1,3	1,25	M8	3,2	3,75	6,2
	0,25	M1	0,6	0,75	1,5	1,5	M10	3,8	4,5	7,3
	0,3	—	0,75	0,9	1,8	1,75	M12	4,3	5,25	8,3
	0,35	M1,6	0,9	1,05	2,1	2	M16	5	6	9,3
	0,4	M2	1	1,2	2,3	2,5	M20	6,3	7,5	11,2
	0,45	M2,5	1,1	1,35	2,6	3	M24	7,5	9	13,1
	0,5	M3	1,25	1,5	2,8	3,5	M30	9	10,5	15,2
	0,6	—	1,5	1,8	3,4	4	M36	10	12	16,8
	0,7	M4	1,75	2,1	3,8	4,5	M42	11	13,5	18,4
	0,75	—	1,9	2,25	4	5	M48	12,5	15	20,8
	0,8	M5	2	2,4	4,2	5,5	M56	14	16,5	22,4
	1	M6	2,5	3	5,1	6	M64	15	18	24

(۱) برای رزوه ظریف اندازه طول خلاصی طبق گام P را انتخاب کنید.

(۲) اندازه معمول؛ وقتی اطلاعات دیگری داده نشده باشد هم مقادیر فوق صادق است.

اگر طول خلاصی کوتاه لازم باشد می‌توان نوشت:

$$x_2 \approx 0,5 \cdot x_1; \quad a_2 \approx 0,67 \cdot a_1; \quad e_2 \approx 0,625 \cdot e_1$$

اگر طول خلاصی بلند لازم باشد می‌توان نوشت:

$$a_3 \approx 1,3 \cdot a_1; \quad e_3 \approx 1,6 \cdot e_1$$

طبق (2004-06) DIN 76-1

گاه آزاد رزوه‌های متریک ISO

رزوه خارجی فرم A و فرم B	گام <sup>(۱)</sup> P	رزوه معمولی ISO d	r	رزوه خارجی				رزوه داخلی			
				d <sub>g</sub> h13	فرم A <sup>(۲)</sup> g <sub>1</sub> min.	فرم B <sup>(۲)</sup> g <sub>2</sub> max.	فرم C <sup>(۲)</sup> g <sub>1</sub> min.	فرم D <sup>(۲)</sup> g <sub>2</sub> max.	فرم C <sup>(۲)</sup> g <sub>1</sub> min.	فرم D <sup>(۲)</sup> g <sub>2</sub> max.	فرم C <sup>(۲)</sup> g <sub>1</sub> min.
	0,2	—	0,1	d - 0,3	0,45	0,7	0,25	0,5	d + 0,1	0,8	1,2
	0,25	M1	0,12	d - 0,4	0,55	0,9	0,25	0,6	d + 0,1	1	1,4
	0,3	—	0,16	d - 0,5	0,6	1,05	0,3	0,75	d + 0,1	1,2	1,6
	0,35	M1,6	0,16	d - 0,6	0,7	1,2	0,4	0,9	d + 0,2	1,4	1,9
	0,4	M2	0,2	d - 0,7	0,8	1,4	0,5	1	d + 0,2	1,6	2,2
	0,45	M2,5	0,2	d - 0,7	1	1,6	0,5	1,1	d + 0,2	1,8	2,4
	0,5	M3	0,2	d - 0,8	1,1	1,75	0,5	1,25	d + 0,3	2	2,7
	0,6	—	0,4	d - 1	1,2	2,1	0,6	1,5	d + 0,3	2,4	3,3
	0,7	M4	0,4	d - 1,1	1,5	2,45	0,8	1,75	d + 0,3	2,8	3,8
	0,75	—	0,4	d - 1,2	1,6	2,6	0,9	1,9	d + 0,3	3	4
	0,8	M5	0,4	d - 1,3	1,7	2,8	0,9	2	d + 0,3	3,2	4,2
	1	M6	0,6	d - 1,6	2,1	3,5	1,1	2,5	d + 0,5	4	5,2
	1,25	M8	0,6	d - 2	2,7	4,4	1,5	3,2	d + 0,5	5	6,7
	1,5	M10	0,8	d - 2,3	3,2	5,2	1,8	3,8	d + 0,5	6	7,8
	1,75	M12	1	d - 2,6	3,9	6,1	2,1	4,3	d + 0,5	7	9,1
	2	M16	1	d - 3	4,5	7	2,5	5	d + 0,5	8	10,3
	2,5	M20	1,2	d - 3,6	5,6	8,7	3,2	6,3	d + 0,5	10	13
	3	M24	1,6	d - 4,4	6,7	10,5	3,7	7,5	d + 0,5	12	15,2
	3,5	M30	1,6	d - 5	7,7	12	4,7	9	d + 0,5	14	17,7
	4	M36	2	d - 5,7	9	14	5	10	d + 0,5	16	20
	4,5	M42	2	d - 6,4	10,5	16	5,5	11	d + 0,5	18	23
	5	M48	2,5	d - 7	11,5	17,5	6,5	12,5	d + 0,5	20	26
	5,5	M56	3,2	d - 7,7	12,5	19	7,5	14	d + 0,5	22	28
	6	M64	3,2	d - 8,3	14	21	8	15	d + 0,5	24	30

DIN 76-C : گاه آزاد رزوه فرم C

(۱) برای رزوه ظریف اندازه گاه آزاد طبق گام P را انتخاب کنید.

(۲) اندازه معمول؛ وقتی اطلاعات دیگری داده نشده باشد هم مقادیر فوق صادق است.

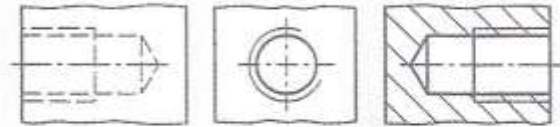
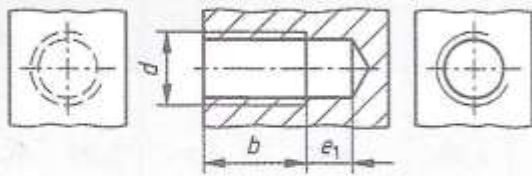
(۳) فقط برای مواردی که گاه آزاد کوتاه لازم است.



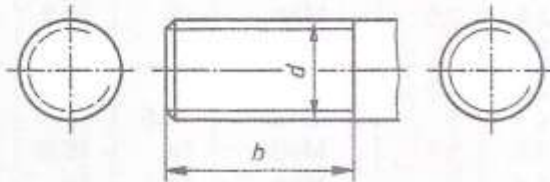
## نمایش رزوه‌ها

طبق DIN ISO 6410-1 (1993-12)

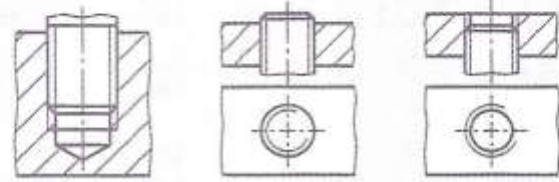
## رزوه داخلی

e<sub>1</sub> طبق DIN 76-1. معمولاً طول خلاصی رزوه را مشخص نمی‌کنند.

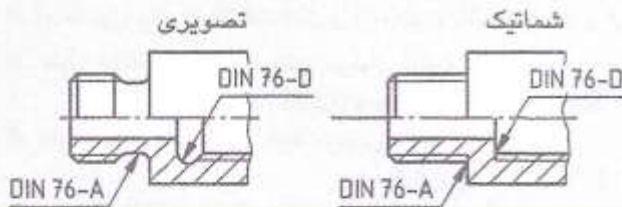
## رزوه بیچیا



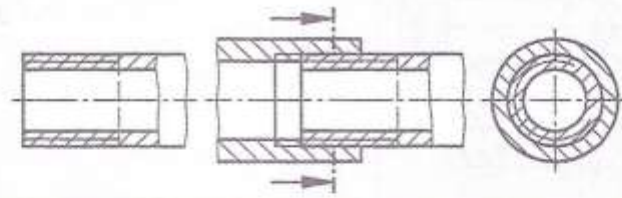
## پیچ در رزوه داخلی



## گاه آزاد رزوه



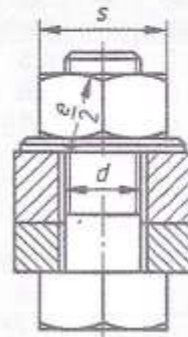
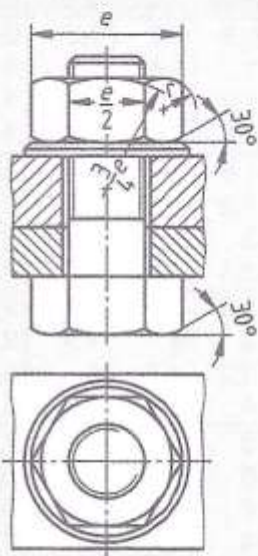
## رزوه لوله و اتصالات پیچی لوله



## نمایش اتصالات پیچی

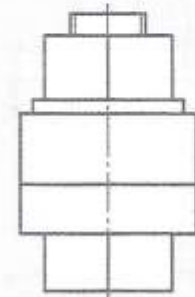
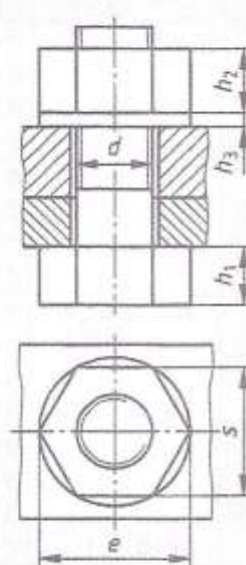
## پیچ سر شش گوش و مهره

## اجرای



h<sub>1</sub> ارتفاع کله پیچ  
h<sub>2</sub> ارتفاع مهره  
h<sub>3</sub> ارتفاع واشر  
e اندازه گوشه تا گوشه  
s اندازه آچارخور  
d قطر نامی رزوه

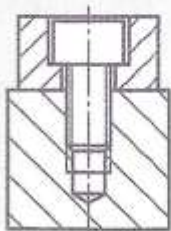
## ساده شده



$h_1 \approx 0,7 \cdot d$   
 $h_2 \approx 0,8 \cdot d$   
 $h_3 \approx 0,2 \cdot d$   
 $e \approx 2 \cdot d$   
 $s \approx 0,87 \cdot e$

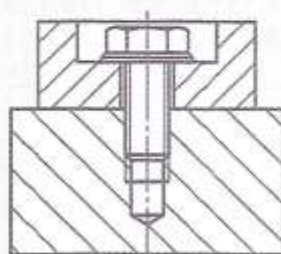
## اتصال

با پیچ سر استوانه‌ای



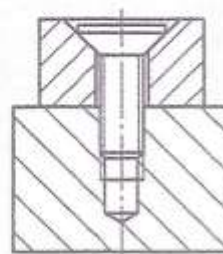
## اتصال

با پیچ سر شش گوش



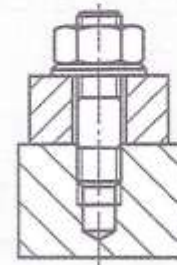
## اتصال

با پیچ سر مخروطی



## اتصال

با پیچ پنی (پیچ بی‌سر)





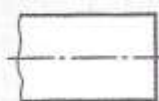
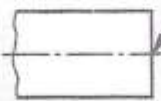
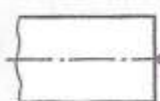
طبق DIN 332-1 (1986-04)

فرم	اندازه نامی										
	$d_1$	1,	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8
R	$d_2$	2,12	2,65	3,35	4,25	5,3	6,7	8,5	10,6	13,2	17
	$t_{min}$	1,9	2,3	2,9	3,7	4,6	5,8	7,4	9,2	11,4	14,7
	a	3	4	5	6	7	9	11	14	18	22
A	$t_{min}$	1,9	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,4	9,2	11,5	14,8
	a	3	4	5	6	7	9	11	14	18	22
B	$t_{min}$	2,2	2,7	3,4	4,3	5,4	6,8	8,6	10,8	12,9	16,4
	a	3,5	4,5	5,5	6,6	8,3	10	12,7	15,6	20	25
	b	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,6	1,4	1,6
	$d_3$	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	18	22,4
C	$t_{min}$	1,9	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,4	9,2	11,5	14,8
	a	3,5	4,5	5,5	6,6	8,3	10	12,7	15,6	20	25
	b	0,4	0,6	0,7	0,9	0,9	1,1	1,7	1,7	2,3	3
	$d_4$	4,5	5,3	6,3	7,5	9	11,2	14	18	22,4	28
فرم	$d_5$	5	6	7,1	8,5	10	12,5	16	20	25	31,5

R: با سطح نشیمن قوسی، بدون خزینه کمکی  
 A: با سطح نشیمن تخت، بدون خزینه کمکی  
 B: با سطح نشیمن تخت، با خزینه مخروطی کمکی  
 C: با سطح نشیمن تخت، با خزینه مخروط ناقص کمکی

طبق DIN ISO 6411 (1997-11)

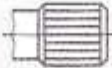



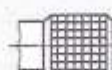

اطلاعات نقشه‌ای سوراخهای مته مرغک

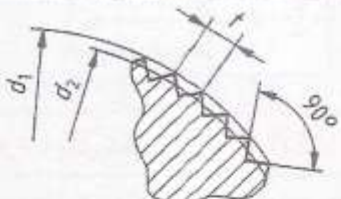
سوراخ مته مرغک روی قطعه کار نباید بماند	وجود سوراخ مته مرغک روی قطعه کار نهایی می‌تواند بماند	وجود سوراخ مته مرغک روی قطعه کار نهایی لازم است
		

سوراخ مته مرغک طبق ISO 6411 روی قطعه کار نهایی لازم است. فرم اندازه سوراخ مته مرغک:  $\text{ISO 6411 - A4/8,5} <$   
 طبق DIN 332 : فرم A,  $d_2 = 8,5 \text{ mm}$ ,  $d_1 = 4 \text{ mm}$

طبق DIN 82 (1973-01)

آجها

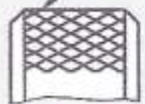
قطر اولیه $d_2$	فرم تیزی	فرم آج	نمایش	علامت کوتاه
$d_2 = d_1 - 0,5 \cdot t$	—	آج با خطوط به موازات محور		RAA
$d_2 = d_1 - 0,5 \cdot t$	—	آج با خطوط راست		RBR
$d_2 = d_1 - 0,5 \cdot t$	—	آج با خطوط چپ		RBL
$d_2 = d_1 - 0,67 \cdot t$	برآمده	آج با خطوط چپ-راست		RGE
$d_2 = d_1 - 0,33 \cdot t$	گود			RGV
$d_2 = d_1 - 0,67 \cdot t$	برآمده	آج ضربدری		RKE
$d_2 = d_1 - 0,33 \cdot t$	گود			RKV
 <b>DIN 82-RGE 0,8 :</b> $t = 0,8 \text{ mm}$ ، برآمده، راست، چپ-خطوط با آج				

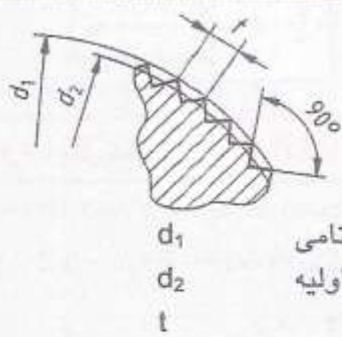


$d_1$  قطر نامی  
 $d_2$  قطر اولیه  
 $t$  گام

گامهای استاندارد  
 $t : 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 \text{ mm}$   
نحوه بیان در نقشه (مثال):

DIN 82-RGE 0,8



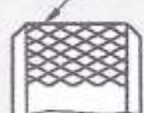


گامهای استاندارد

 $t: 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 \text{ mm}$ 

نحوه بیان در نقشه (مثال):

DIN 82-RGE 0,8



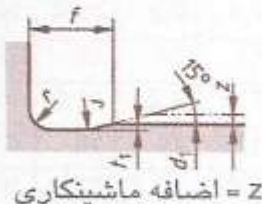


طبق DIN 509 (1998-06)

گاه آزاد<sup>۱)</sup>

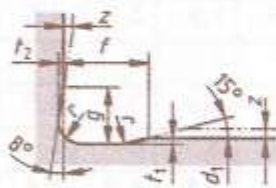
فرم E

برای سطوح استوانه‌ای با ماشینکاری بعدی آن



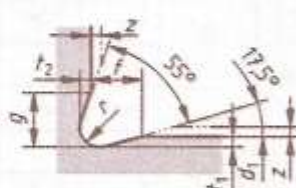
فرم F

برای سطوح استوانه‌ای و تخت با ماشینکاری بعدی آن



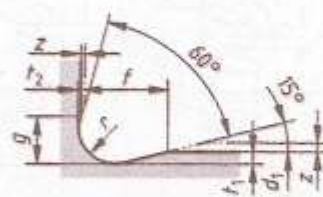
فرم G

برای شعاع گذر و راکوردهای کوچک (در بارگذاری کوچک)



فرم H

برای شعاع گذر کاملاً گرد



➔ گاه آزاد فرم E، شعاع،  $r = 0,8 \text{ mm}$ ، عمق گاه آزاد  $t_1 = 0,3 \text{ mm}$  : DIN 509 - E 0,8 × 0,3

اندازه گاه آزاد و اندازه خزینه

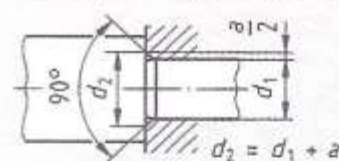
فرم	$r \pm 0,1$		$t_1 + 0,1$	$f + 0,2$	$g$	$t_2 + 0,05$	مقادیر توصیه برای قطر $d_1$ به mm		اندازه حداقل a برای خزینه روی قطعه کار مقابل (جفت) <sup>۲)</sup>				
	سری						با تنشهای معمولی	با تنشهای متغیر بالا	گاه آزاد $r \times t_1$	فرم			
	R1	R2								E	F	G	H
E و F	—	0,2	0,1	1	(0,9)	0,1	> 1...3	—	0,2 × 0,1	0,2	0	—	—
F	0,4	—	0,2	2	(1,1)	0,1	> 3...18	—	0,4 × 0,2	0,4	0	—	—
G	0,4	—	0,2	1	(1,2)	0,2	> 3...18	—	0,4 × 0,2	—	—	0	—
E و F	—	0,6	0,2	2	(1,4)	0,1	> 10...18	—	0,6 × 0,2	0,8	0,2	—	—
F	0,8	—	0,3	2,5	(2,1)	0,2	> 18...80	—	0,6 × 0,3	0,6	0	—	—
H	0,8	—	0,3	2	(1,1)	0,05	> 18...80	—	0,8 × 0,3	—	—	—	0,8
E و F	—	1	0,2	2,5	(1,8)	0,1	—	> 18...50	1,0 × 0,2	1,6	0,8	—	—
F	1,2	—	0,4	4	(3,2)	0,3	> 80	—	1,0 × 0,4	1,2	0	—	—
H	1,2	—	0,2	2,5	(2)	0,1	—	> 18...50	1,2 × 0,2	2,0	0,5	—	—
F	—	—	0,4	4	(3,4)	0,3	> 80	—	1,2 × 0,4	1,6	0	—	—
H	1,2	—	0,3	2,5	(1,5)	0,05	—	> 18...50	1,2 × 0,3	—	—	—	1,5
E و F	1,6	—	0,3	4	(3,1)	0,2	—	> 50...80	1,6 × 0,3	2,6	1,1	—	—
F	2,5	—	0,4	5	(4,8)	0,3	—	> 80...125	2,5 × 0,4	4,0	1,7	—	—
F	4	—	0,5	7	(6,4)	0,3	—	> 125	4,0 × 0,5	7,0	4,0	—	—

۱) همه فرمهای گاه آزاد هم برای محور و هم برای سوراخ صادق است.

۲) گاه آزاد با شعاع طبق DIN 250 (صفحه ۲۶۳) ترجیح داده می‌شود.

۳) مقادیر توصیه برای محدوده قطر با پله‌های کوتاه و قطعات دیوار نازک صادق نیست. در قطعات با قطرهای متفاوت بهتر است گاه آزاد برای همه قطرهای با فرم و ابعاد یکسان اجرا شود.

۴) اندازه خزینه a روی قطعه کار مقابل

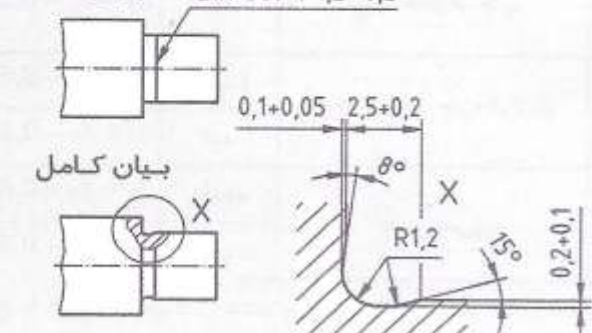


نحوه بیان نقشه‌ای گاه آزاد

در نقشه‌ها گاه آزاد غالباً به صورت ساده بیان می‌شود. البته می‌توان به طور کامل هم رسم و اندازه‌گذاری کرد.

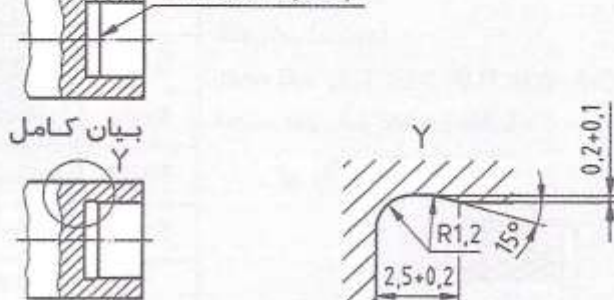
مثال : DIN 509 - F1,2 × 0,2 گاه آزاد

بیان ساده DIN 509-F1,2×0,2



مثال : DIN 509 - E1,2 × 0,2 گاه آزاد

بیان ساده DIN 509-E1,2×0,2





طبق DIN EN 22553 (1997-03)

ترسیم علائم جوشکاری و لحیم کاری در نقشه ها

اصطلاحات پایه ای

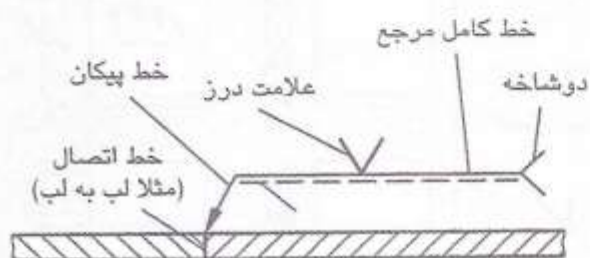
خط مرجع ♦ این خط از خط کامل مرجع و خط چین مرجع تشکیل شده است. خط چین مرجع به موازات خط کامل مرجع در بالا یا پایین آن رسم می شود. در درزهای متقارن خط چین - مرجع رسم نمی شود.

خط پیکان ♦ این خط، خط کامل مرجع را به محل اتصال وصل می کند.

دوشاخه ♦ در صورت نیاز می توان داده های اضافی را بیان کرد، مثلاً:

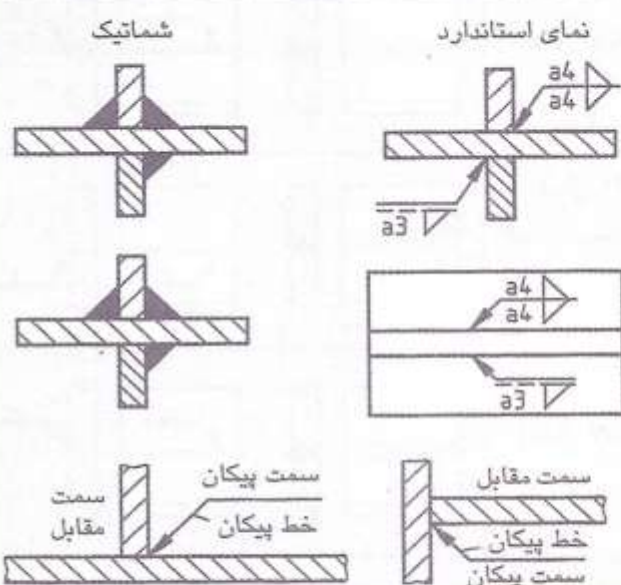
- روش جوشکاری
- روش بازرسی کیفی
- وضعیت جوشکاری
- نوع ماده پرکننده

خط اتصال ♦ موقعیت قطعات اتصالی نسبت به هم.



مشخصه درز

علامت ♦ طرح درز را مشخص می کند و ترجیحاً یا در صورت نیاز عمود بر خط کامل مرجع است.



جهت علائم درز	
موقعیت درز (سطح درز)	موقعیت علامت درز
"سمت پیکان"	روی خط کامل مرجع
"سمت مقابل"	خط چین مرجع

در درزهایی که در نما یا برش نشان داده می شوند باید موقعیت علامت با سطح مقطع درز مطابقت داشته باشد.

سمت پیکان ♦ سمت پیکان همان سمت اتصال است که خط پیکان بدان اشاره می کند.

سمت مقابل ♦ این سمت، سمت مقابل پیکان است.

طبق DIN EN 22553 (1997-03)

علائم تکمیلی و اضافی

درز حلقوی	گرده جوش: خالی (مقعر)
اجرای درز جوش در محل (سایت)	گرده جوش: تخت (هموار)
داده های فرآیند جوشکاری داخل دوشاخه 23	گرده جوش: برآمده (محدب)
	گرده جوش: بدون شیار

طبق DIN EN 22553 (1997-03)


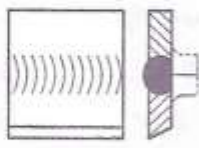
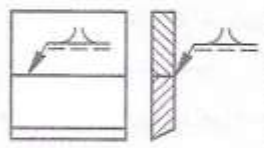
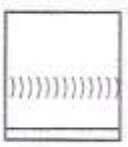
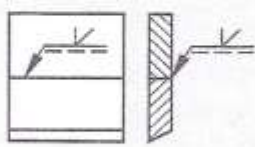

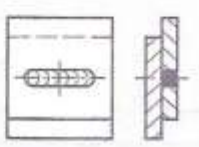
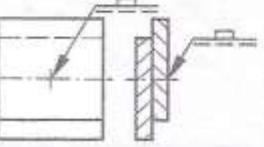


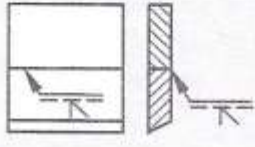

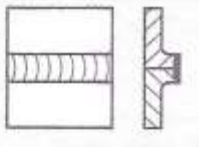
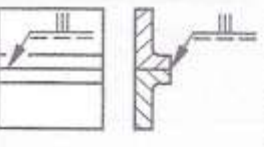

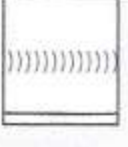
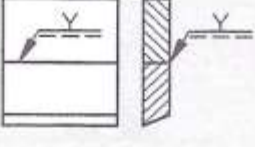

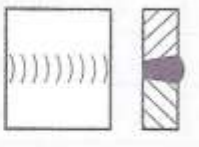
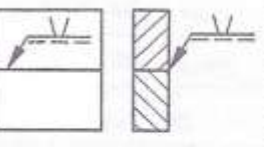

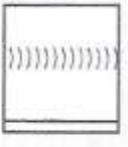
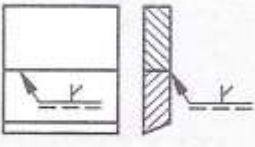

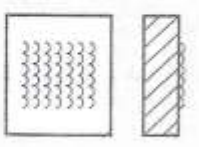
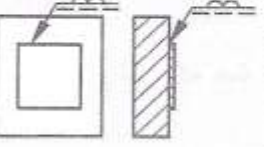

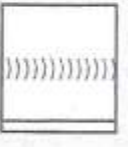
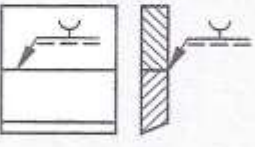

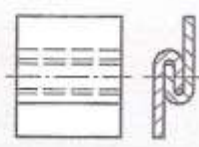
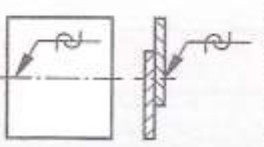

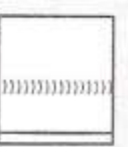
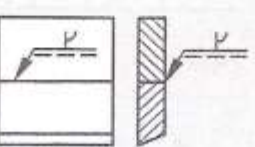

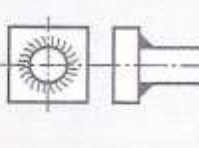
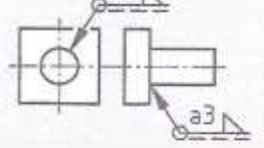


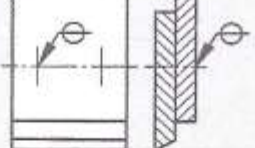

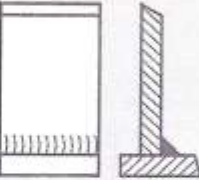
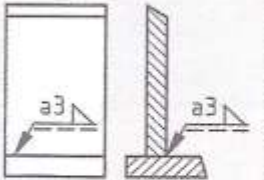

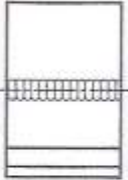
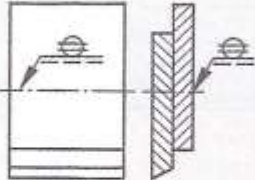

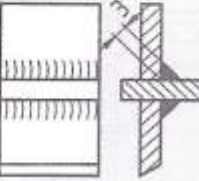
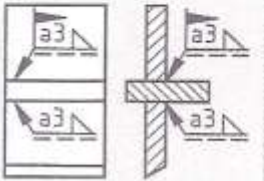


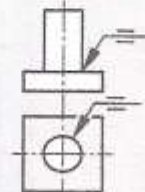
نمایش در نقشه ها

نام درز / علامت	نمایش	نام درز / علامت	نمایش
اتصال I (لب به لب)	نمایش استاندارد	اتصال V (وی شکل)	نمایش استاندارد



طبق DIN EN 22553 (1997-03)

نمایش در نقشه‌ها

نام درز / علامت	نمایش شماتیک	نمای استاندارد	نام درز / علامت	نمایش شماتیک	نمای استاندارد
اتصال گرده ماهی 			اتصال HV <sup>(۱)</sup> اتصال نیم V		
اتصال سوراخ کشویی 			half (۱) 		
اتصال تخت پیشانی III 			اتصال Y اتصال جناغی Y 		
اتصال با جناح شیب‌دار V 			اتصال HY اتصال نیم جناغی ۲ 		
جوشکاری ترمیمی سطح 			اتصال U اتصال لاله‌ای ۲ 		
اتصال چرخکاری 			اتصال HU اتصال نیم لاله‌ای ۲ 		
اتصال گوشه حلقوی (ماه‌یچه - حلقوی) 			اتصال نقطه جوش <sup>(۱)</sup> spot (۱) 		
اتصال گوشه 			اتصال خطی <sup>(۱)</sup> linar (۱) 		
اتصال گوشه دوطرفه در محل (سایت) با ضخامت گرده 3 mm 			اتصال سطحی <sup>(۱)</sup> (flashing) = flash w. (۱) 		



نام درز	علامت	شماتیک	نام درز	علامت	شماتیک
اتصال دوپل- V (اتصال X)	X		اتصال دوپل نیم جناغی	K	
اتصال K (اتصال دوپل HV)	K		اتصال دوپل لاله‌ای	Y	
اتصال دوپل جناغی	X		(۱) علامت به طور متقارن نسبت به خط مرجع قرار می‌گیرد.		
			نمای استاندارد شماتیک		

نام درز	علامت	شماتیک	نام درز	علامت	شماتیک
اتصال V تخت	▽		اتصال V تخت ماشینکاری شده	▽	
اتصال دوپل V قوسی (گل‌دار)	⌵		اتصال V تخت با سطح پستی ماشینکاری شده	⌵	
اتصال Y با سطح پستی	Y		اتصال گوشه مقعر بدون خط شیار	⌵	

نام درز	نمایش و اندازه‌گذاری		مفهوم اندازه‌گذاری شماتیکی
	شماتیک	نمای استاندارد	
اتصال I (لبه لب) سرتاسری			اتصال I، سرتاسری، ضخامت درز $s = 4 \text{ mm}$
اتصال I بسته ریشه‌دار			اتصال I، بسته، ضخامت درز $s = 3 \text{ mm}$
اتصال چرخکاری پیشانی			اتصال چرخکاری پیشانی عمق گرده $s = 2 \text{ mm}$
اتصال V با سطح پستی			اتصال V با سطح پستی، تولید با جوشکاری برق دستی، (مشخصه 111 طبق DIN EN ISO 4063)، سطح ارزیابی خواسته شده C طبق ISO 5817، موقعیت حوضچه PA طبق ISO 6947، الکتروود DIN EN 499 طبق E 420 RR 12



## مثالهای اندازه گذاری (ادامه)

نام درز	نمایش و اندازه گذاری	مفهوم اندازه گذاری شماتیک
اتصال گوشه، اتصال شکل T (سراسری)		<p>درز گوشه، ضخامت درز <math>a = 3 \text{ mm}</math> (ارتفاع مثلث متساوی الاضلاع)</p> <p>درز گوشه، ضخامت درز <math>z = 4 \text{ mm}</math> (طول ضلع مثلث متساوی الاضلاع)</p>
اتصال گوشه (منقطع)		<p>درز گوشه (منقطع) ضخامت درز <math>a = 4 \text{ mm}</math>، دو درز تکی هر کدام به طول <math>l = 20 \text{ mm}</math>، فاصله درزها <math>e = 10 \text{ mm}</math>، فاصله درز از سر <math>v = 30 \text{ mm}</math></p>
اتصال گوشه- دوبل (منقطع) مقابل هم		<p>درز گوشه دوبل (منقطع، متقارن) ضخامت درز <math>a = 4 \text{ mm}</math>، طول هر درز <math>l = 30 \text{ mm}</math>، فاصله درز <math>e = 10 \text{ mm}</math> بدون فاصله درز از سر</p>
اتصال گوشه- دوبل (منقطع) جابه جا شده		<p>درز گوشه دوبل (منقطع جابه جاشده) ضخامت درز <math>z = 5 \text{ mm}</math>، طول هر درز <math>l = 20 \text{ mm}</math>، فاصله درزها <math>e = 30 \text{ mm}</math>، فاصله درز از سر <math>v = 25 \text{ mm}</math></p>

طبق DIN EN ISO 15785 (2002-12)

## نمایش شماتیک اتصالات چسبی، چرخکاری و فشاری

نام اتصال	نام درز / علامت	معنی / اطلاعات نقشه ای	نام اتصال	نام درز / علامت	معنی / اطلاعات نقشه ای
اتصال چسبی	اتصال روی هم = =		اتصال چرخکاری	اتصال چرخکاری =	
	اتصال لب به لب مایل =		اتصال فشاری	اتصال فشاری برجسته =	

(۱) در اتصالات چسبی، مواد چسباننده (یا همان چسب) نشان داده نمی شود.



طبق DIN 6773 (2001-04)

اطلاعات قطعات عملیات حرارتی شده در نقشه‌ها

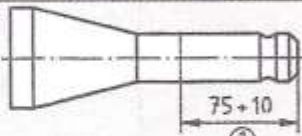
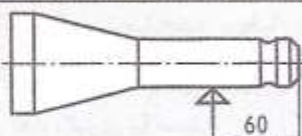
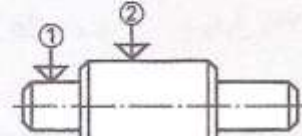
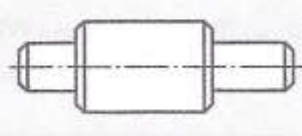

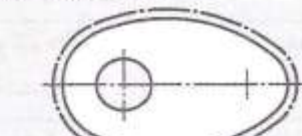
نحوه بیان اطلاعات عملیات حرارتی

اطلاعات تکمیلی دیگر	کمیت قابل اندازه‌گیری وضعیت عملیات حرارتی	بیان جمله‌ای وضعیت عملیات حرارتی
نقطه اندازه‌گیری ♦ درج و اندازه‌گذاری در نقشه با علامت (H). شکل عملیات حرارتی ♦ نمایش ساده و غالباً کوچک شده در نزدیکی جدول. استحکام کششی حداقل یا وضعیت ساختار ♦ در صورتی که امکان آزمایش در قطعه مورد عملیاتی باشد.	سختی راکول سختی ویکرز سختی برینل عمق سختکاری نفوذی (سطحی) عمق سختکاری نیتروورده عمق سختکاری عمقی عمق کربوراسیون ضخامت لایه همه داده‌ها با تکرانس - مثبت انجام می‌شود.	مثال : بهسازی شده سختکاری شده سختکاری و برگشت داده شده آنیل شده نیتروورده شده

مشخصه محدوده سطحی در عملیات حرارتی موضعی مشخص شده

محدوده مشخص شده نباید عملیات حرارتی شود	محدوده‌ای را که می‌توان عملیات حرارتی کرد	محدوده‌ای که باید عملیات حرارتی شود
---	---	-------------------------------------

داده‌های عملیات حرارتی در نقشه‌ها (مثالها)

عملیات حرارتی موضعی مشخص شده	عملیات حرارتی کل قطعه کار	فرآیند
خواسته‌های متفاوت	خواسته‌های یکسان	
 سختکاری و برگشت داده شده $58 + 4 \text{ HRC } \textcircled{1} 40 + 5 \text{ HRC}$	 بهسازی شده $350 + 50 \text{ HBW } 2,5/187,5$	بهسازی، سختکاری، سختکاری و برگشت
 کربورده شده و برگشت داده می‌شود $\textcircled{1} 60 + 4 \text{ HRC Eht} = 0,5 + 0,3$ $\textcircled{2} \leq 52 \text{ HRC}$	 نیتروورده شده $\geq 900 \text{ HV } 10$ $\text{Nht} = 0,3 + 0,1$	نیتراسیون کربوراسیون
 سختکاری سطحی شده و کل قطعه کار برگشت داده می‌شود $\textcircled{1} 54 + 6 \text{ HRC } \textcircled{2} \leq 35 \text{ HRC}$ $\textcircled{3} \leq 30 \text{ HRC}$	 سختکاری سطحی شده $620 + 120 \text{ HV } 50$ $\text{Rht } 500 = 0,8 + 0,8$	سختکاری سطحی

عمق سختکاری و تکرانها به mm

عمق سختکاری کربوراسیون Eht	0,05+0,03	0,1+0,1	0,3+0,2	0,5+0,3	0,8+0,4	1,2+0,5	1,6+0,6
عمق سختکاری نیتراسیون Nht	0,05+0,02	0,1+0,05	0,15+0,02	0,2+0,1	0,25+0,1	0,3+0,1	0,35+0,15
عمق سختکاری القایی Rht	0,2+0,2	0,4+0,4	0,6+0,6	0,8+0,8	1,0+1,0	1,3+1,1	1,6+1,3
عمق سختکاری تابش لیزری و الکترونی Rht	0,2+0,1	0,4+0,2	0,6+0,3	0,8+0,4	1,0+0,5	1,3+0,6	1,6+0,8

سختکاری حدی معمول در عمقهای سختکاری شده

عمق سختکاری کربوراسیون Eht	550 HV 1
عمق سختکاری نیتراسیون Nht	50 HV 0,5 + سختی مغزی
عمق سختکاری در سختکاری عمقی Rht	0,8 · سختی حداقل سطحی، محاسبه بر حسب HV



## انحرافات شکلی

طبق DIN 4760 (1982-06)

انحرافات شکلی، انحرافات سطح موجود (سطوح قابل اندازه‌گیری) از سطوح ایده‌آل هندسی که با توجه به نقشه تعریف می‌شود می‌باشد.

علل ممکن	مثال	درجه : انحراف شکلی
خمش قطعه‌کار یا ماشین در تولید قطعه‌کار، عیوب و سایش در ریل‌های ماشین‌ابزار	انحراف گردی و تختی	درجه 1 : انحراف شکلی
ارتعاش ماشین‌ها، انحراف شکلی و لنگی (دورانی) یک تیغه فرز در تولید قطعه‌کار	موجی	درجه 2 : موجی
فرم لبه برش ابزار براده‌برداری، پیشروی یا باردهی ابزار در تولید قطعه‌کار	شیارها	درجه 3 : زبری
ایجاد به هنگام تشکیل براده، تغییر شکل سطحی به واسطه سنبلاست در تولید قطعه‌کار	خراش‌ها، گتندی، پولکی	درجه 4 : زبری
در فرآیند کریستالیزاسیون، تغییر ساختار به واسطه جوشکاری یا تغییر شکل گرم، تغییر شکل به واسطه عوامل شیمیایی مثلاً خوردگی، عملیات اسیدشویی	ساختار زمینه، ساختار شبکه‌ای	درجه 5 و 6 : زبری بآسانی قابل نمایش نیست

## پروفیل سطوح و کمیت‌های مشخصه

طبق DIN EN ISO 4287 (1998-10) و DIN EN ISO 4288 (1998-04)

توضیحات	کمیت مشخصه	پروفیل سطح
پروفیل اولیه، پایه محاسبه کمیت مشخصه پروفیل زبری و موجی است. ارتفاع کل پروفیل $P_t$ مجموع ارتفاع بزرگترین نوک $Z_p$ و عمق گودترین نقطه $Z_v$ در داخل طول اندازه‌گیری $l_n$ است.	ارتفاع کل پروفیل $P_t$	پروفیل اولیه (پروفیل هست) 
پروفیل موجی، با فیلتر و حذف قسمت‌های موج کوتاه حاصل می‌شود. ارتفاع کل پروفیل $W_t$ مجموع ارتفاع بزرگترین نوک پروفیل $Z_p$ و عمق گودترین نقطه $Z_v$ در داخل طول اندازه‌گیری $l_n$ می‌باشد.	ارتفاع کل پروفیل $W_t$	پروفیل موجی (پروفیل W) 
پروفیل زبری با فیلتر و حذف قسمت‌های موج بلند حاصل می‌شود. ارتفاع کل پروفیل $R_t$ مجموع ارتفاع بزرگترین نوک $Z_p$ و عمق گودترین نقطه $Z_v$ در داخل طول اندازه‌گیری $l_n$ می‌باشد.	ارتفاع کل پروفیل $R_t$	پروفیل زبری (پروفیل R) 
ارتفاع بزرگترین نوک $Z_p$ عمق گودترین نقطه $Z_v$ در داخل طول اندازه‌گیری $l_n$ می‌باشد.	$R_p, R_v$	
بزرگترین ارتفاع پروفیل $R_z$ مجموع ارتفاع بزرگترین نوک $Z_p$ و عمق گودترین نقطه $Z_v$ در داخل طول اندازه‌گیری $l_n$ می‌باشد.	ارتفاع بزرگترین پروفیل $R_z$	
مقدار میانگین حسابی پروفیل $R_a$ ، مقدار متوسط حسابی همه مقادیر $Z(x)$ در داخل طول تکی $l_n$ می‌باشد.	مقدار میانگین حسابی پروفیل $R_a$	
مقدار مواد پروفیل $R_{mr}$ حاصل تقسیم مجموع طولی مواد در یک ارتفاع داده شده و طول اندازه‌گیری $l_n$ می‌باشد.	مقدار مواد $R_{mr}$	
خط میانگین $x$ (محور $x$ ) خطی است که با قسمت پروفیلی موج طولی مطابقت دارد و توسط فیلتر پروفیل حذف می‌شود.	خط میانگین $x$ (محور $x$ )	
(۱) در مقادیر مشخصه‌ای که بزرگتر از طول اندازه‌گیری تکی تعریف می‌شوند، طبق DIN EN ISO 4288 برای تعیین مقدار مشخصه معمولاً میانگین حسابی پنج طول تکی به کار می‌رود.		ارتفاع پروفیل در موقعیت $Z(x)$ دلخواه $x$ مقدار مختصات طول اندازه‌گیری $l_n$ طول اندازه‌گیری تکی $l_r$



طبق DIN EN ISO 4288 (1998-04)

طول اندازه گیری زبری

طول اندازه گیری کلی / تکی	طول موج حدی	پروفیل غیر پریودی (مثلا پروفیل سنگ زنی و لپینگ)	پروفیل پریودی (مثلا پروفیل تراشکاری)	طول اندازه گیری کلی / تکی	طول موج حدی	پروفیل غیر پریودی (مثلا پروفیل سنگ زنی و لپینگ)	پروفیل پریودی (مثلا پروفیل تراشکاری)	طول اندازه گیری کلی / تکی	طول موج حدی
$l_r, l_n$ mm	$\mu m$	Ra $\mu m$	Rz $\mu m$	عرض شیار RSm mm	$\mu m$	$l_r, l_n$ mm	$\mu m$	Ra $\mu m$	Rz $\mu m$
0,8/4	0,8	>0,1...2	>0,5...10	>0,13...0,4	0,08/0,4	0,08	0,02 تا	0,1 تا	>0,01...0,04
2,5/12,5	2,5	>2...10	>10...50	>0,4...1,3	0,25/1,25	0,25	>0,02...0,1	>0,1...0,5	>0,04...0,13

طبق DIN EN ISO 1302 (2002-06)

بیان صافی سطح

علامت	معنی	داده های اضافی
	همه فرآیندهای تولید مجاز است.	a مقدار مشخصه صافی سطح <sup>۱</sup> با مقدار عددی به $\mu m$ ، مشخصه گذر <sup>۲</sup> طول اندازه گیری تکی به mm
	براده برداری پیش بینی شده مثلا با تراشکاری، فرزکاری	b شرایط و الزامات دوم روی صافی سطح (مانند a)
	براده برداری مجاز نیست یا صافی سطح در حالت تحویلی باقی می ماند.	c فرآیندهای تولید
	همه سطوح اطراف خطوط باید صافی سطح یکسانی داشته باشند.	d علامت راستای خواسته شده شیارها (جدول صفحه ۱۰۲)
		e اضافه ماشینکاری به mm

مثالها

علامت	معنی	علامت	معنی
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ماشینکاری جهت براده برداری مجاز نیست</li> <li><math>Rz = 10 \mu m</math> (حد بالایی)</li> <li>مشخصه گذر طبق دستورالعمل<sup>۳</sup></li> <li>طول اندازه گیری طبق دستورالعمل<sup>۴</sup></li> <li>16% طبق دستورالعمل<sup>۵</sup></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>براده برداری پیش بینی شده</li> <li><math>Ra = 8 \mu m</math> (حد بالایی)</li> <li>مشخصه گذر طبق دستورالعمل<sup>۳</sup></li> <li>طول اندازه گیری طبق دستورالعمل<sup>۴</sup></li> <li>16% طبق دستورالعمل<sup>۵</sup></li> <li>اطراف خطوط معتبر است</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>براده برداری اختیاری است</li> <li>مشخصه گذر طبق دستورالعمل<sup>۳</sup></li> <li><math>Ra = 3,5 \mu m</math> (حد بالایی)</li> <li>طول اندازه گیری طبق دستورالعمل<sup>۴</sup></li> <li>16% طبق دستورالعمل<sup>۵</sup></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>براده برداری پیش بینی شده</li> <li>فرآیند تولید سنگ زنی</li> <li><math>Ra = 1,6 \mu m</math> (حد بالایی)</li> <li><math>Ra = 0,8 \mu m</math> (حد پایینی)</li> <li>برای هر دو مقدار Ra : 16% طبق دستورالعمل<sup>۵</sup></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>براده برداری پیش بینی شده</li> <li><math>Rz = 0,5 \mu m</math> (حد بالایی)</li> <li>مشخصه گذر طبق دستورالعمل<sup>۳</sup></li> <li>طول اندازه گیری طبق دستورالعمل<sup>۴</sup></li> <li>حداکثر طبق دستورالعمل<sup>۶</sup></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>سنگ زنی شده</li> <li>مشخصه گذر برای هر 0,008 تا 4 mm</li> <li>طول اندازه گیری طبق دستورالعمل<sup>۴</sup></li> <li>اضافه ماشینکاری 0,5 mm</li> <li>شیارهای سطحی عمودی</li> </ul>

(۱) مقدار مشخصه صافی سطح، مثلا Rz از پروفیل (در اینجا پروفیل زبری R) و مقدار مشخصه (در اینجا Z) تشکیل شده است.

(۲) مشخصه گذر : محدود طول موجی بین فیلتر موج کوتاه  $\lambda_c$  و فیلتر موج بلند  $\lambda_L$  طول موج فیلتر موج بلند با فاصله اندازه گیری تکی  $l_r$  مطابقت دارد. اگر هیچ مشخصه گذر داده نشده باشد مشخصه گذر طبق دستورالعمل<sup>۳</sup> صادق است.

(۳) مشخصه گذر طبق دستورالعمل : طولهای موجی حدی برای اندازه گیری مقدار مشخصه زبری بستگی به پروفیل زبری دارد (استخراج از جدول).

(۴) طول اندازه گیری طبق دستورالعمل  $l_n$  = طول اندازه گیری تکی  $l_r \times 5$ .

(۵) 16% طبق دستورالعمل : فقط 16% کل مقادیر اندازه گیری می توانند از مقدار مشخصه انتخابی تجاوز کنند.

(۶) حداکثر طبق دستورالعمل : هیچ مقدار اندازه گیری نباید بالاتر از مقدار حداکثر تعیین شده قرار گیرد.



DIN EN ISO 1302 (2002-06) طبق

بیان صافی سطح

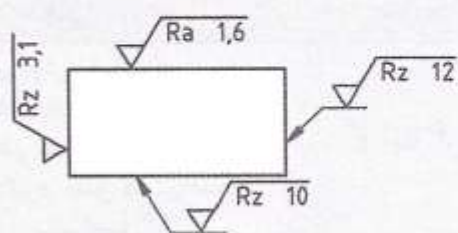
علایم راستای شیار

نمایش راستای شیارها							
علامت	=	⊥	X	M	C	R	P
راستای شیارها	به موازات سطح تصویر	عمود بر سطح تصویر	ضربدری، در دو راستای مایل	جهات مختلف	تقریباً هم‌مرکز با نقطه مرکزی	تقریباً به طور شعاعی نسبت به مرکز	سطوح بدون شیار، بدون جهت

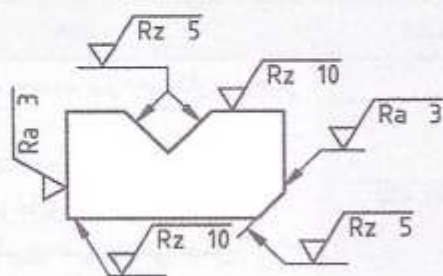
اندازه علایم

	ارتفاع حروف h به mm						
	2,5	3,5	5	7	10	14	20
	d	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	2,0
	H <sub>1</sub>	3,5	5	7	10	14	20
H <sub>2</sub>	8	11	15	21	30	42	60

ترتیب علایم در نقشه‌ها



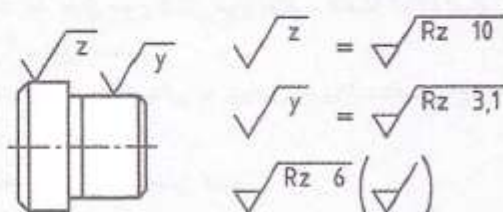
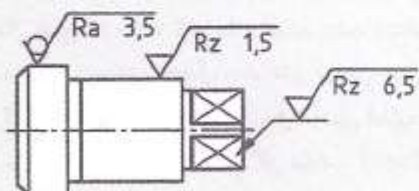
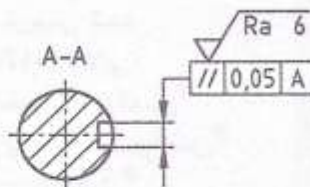
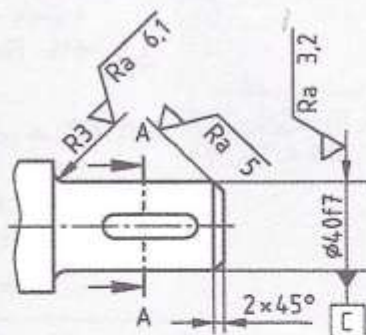
قابلیت خواندن از پایین یا از چپ



ترتیب

مستقیماً روی سطوح یا با خطوط مرجع و راهنما

مثالهای درج در نقشه





مطابقت توصیه شده مقادیر زبری به کلاس تیرانس ISO<sup>(۱)</sup>

محدوده اندازه نامی تا ... بیش از mm	مقدار توصیه شده Rz و Ra $\mu\text{m}$	کلاس تیرانس ISO						
		5	6	7	8	9	10	11
1...6	Rz	2,5	4	6,3	6,3	10	16	25
	Ra	0,4	0,8	0,8	1,6	1,6	3,2	6,3
6...10	Rz	2,5	4	6,3	10	16	25	40
	Ra	0,4	0,8	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5
10...18	Rz	4	4	6,3	10	16	25	40
	Ra	0,8	0,8	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5
18...80	Rz	4	6,3	10	16	16	40	63
	Ra	0,8	0,8	1,6	3,2	3,2	6,3	12,5
80...250	Rz	6,3	10	16	25	25	40	63
	Ra	0,8	1,6	1,6	3,2	3,2	6,3	12,5
250...500	Rz	6,3	10	16	25	40	63	100
	Ra	0,8	1,6	1,6	3,2	6,3	12,5	25

زبری قابل حصول سطوح<sup>(۱)</sup>

فرآیند تولید		Rz به $\mu\text{m}$ در نوع تولید			Ra به $\mu\text{m}$ در نوع تولید		
		دقیق min.	معمول تا ... از	خشن max.	دقیق min.	معمول تا ... از	خشن max.
شکل گیری	تحت فشار : ریخته گری قالب فلزی در ماسه	4	10...100	160	—	0,8...30	—
		10	25...160	250	—	3,2...50	—
		25	63...250	1000	—	12,5...50	—
	با کیفیت تفجوشی : تفجوش با کیفیت کالبره شده	—	2,5...10	—	—	0,4...1,6	—
		—	1,6...7	—	—	0,3...0,8	—
شکل دادن	اکستروژن سرد	4	25...100	400	0,8	3,2...12,5	25
	قالب بسته	10	63...400	1000	0,8	2,5...12,5	25
	اکستروژن گرم	4	25...100	400	0,8	3,2...12,5	25
	کشش عمیق ورق	0,4	4...10	16	0,2	1...3,2	6,3
	نورد براق : نورد	0,1	0,5...6,3	10	0,025	0,06...1,6	2
برآورد کردن	براده برداری : وایرکات الکتریکی : اسپارک	0,8	2,8...10	16	0,1	0,4...1	3,2
		1,5	5...10	31	0,2	0,45	6,3
		16	40...100	1000	3,2	8...16	50
	برش شعله ای : تکه تکه کردن برش لیزری برش پلاسمایی برش قیچی برش آبی	—	10...100	—	—	1...10	—
		—	6...280	—	—	1...10	—
		—	10...63	—	—	1,6...12,5	—
		4	16...100	400	1,6	6,3...25	50
		16	40...160	250	1,6	6,3...12,5	25
	سوراخکاری کامل : سوراخکاری گشاد کردن سوراخ خزینه کاری برقوکاری	0,1	2,5...25	40	0,05	0,4...3,2	12,5
		6,3	10...25	40	0,8	1,6...6,3	12,5
		0,4	4...10	25	0,2	0,8...2	6,3
		1	4...63	250	0,2	0,8...12,5	50
	طول تراشی : تراشکاری کف تراشی	2,5	10...63	250	0,4	1,6...12,5	50
		1,6	10...63	160	0,4	1,6...12,5	25
	محیطی، پیشانی : فرزکاری	0,04	0,1...1	2,5	0,006	0,02...0,17	0,34
	کورس کوتاه : هونینگ	0,04	1...11	15	0,006	0,13...0,65	1,6
	کورس بلند	0,04	0,25...1,6	10	0,006	0,025...0,2	0,21
	لپینگ	—	0,04...0,25	0,4	—	0,005...0,035	0,05
	فوق لپینگ	0,1	1,6...4	25	0,012	0,2...0,8	6,3
	سنگ زنی	—	—	—	—	—	—

(۱) مقدار زبری اگر در DIN 4766-1 (منسوخ) نباشد طبق اطلاعات صنعتی و فنی داده شده می باشد.

مثال خواندن : (برای مقادیر مشخصه صافی سطح Rz) برقوکاری (برای مقادیر مشخصه صافی سطح Rz)

تولید خشن Rz = 10      تولید معمولی Rz = 4      تولید دقیق Rz<sub>min</sub> = 0,4



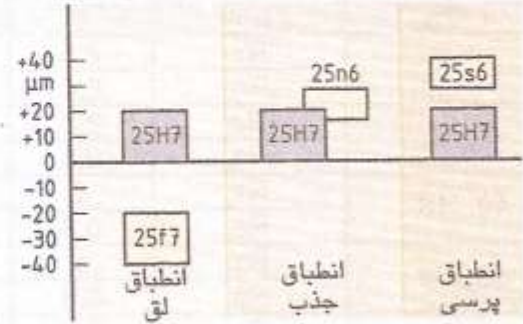
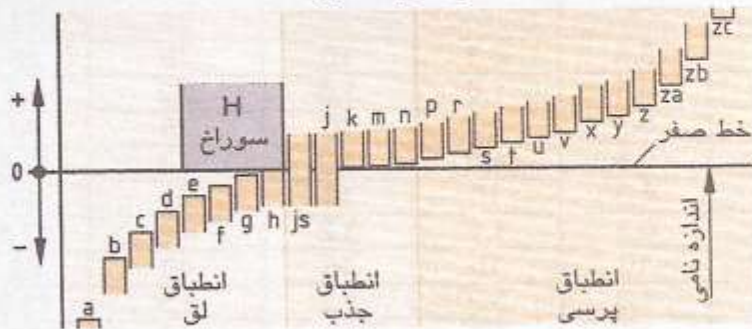
طبق DIN ISO 286-1 (1990-11)

سیستمهای انطباق

سیستم انطباق ثبوت سوراخ (همه سوراخها دارای انحراف پایه H هستند)

مثلا برای اندازه نامی 25، درجه تolerانس 7

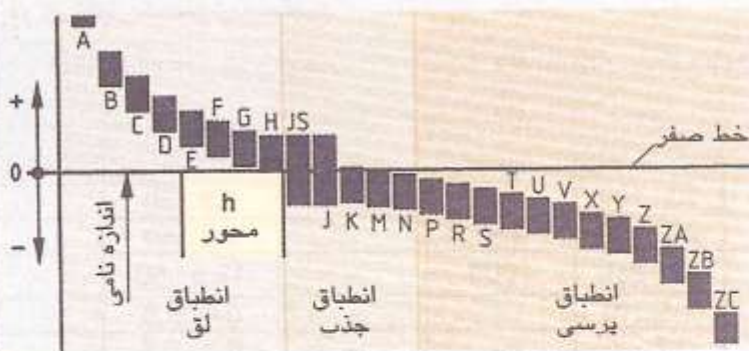
انحراف پایه محورها



سیستم انطباق ثبوت میله (همه سوراخها دارای انحراف پایه H هستند)

مثلا برای اندازه نامی 25، درجه تolerانس 6

انحراف پایه سوراخها



طبق DIN ISO 286-1 (1990-11)

تولرانس پایه

محدوده اندازه نامی تا ... بیش از mm	درجه تولرانس پایه																	
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	تولرانس پایه																	
	μm											mm						
تا 3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3...6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6...10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10...18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18...30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30...50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50...80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80...120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120...180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180...250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250...315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315...400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400...500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500...630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630...800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800...1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000...1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250...1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600...2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000...2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500...3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

انحرافات درجه تولرانس مربوط به انحرافات پایه h, js, H و JS از تولرانس پایه به دست می آید:

h : es = 0; ei = -IT    js : es = +IT/2; ei = -IT/2    H : ES = +IT; EI = 0    JS : ES = +IT/2; EI = -IT/2



طبق DIN ISO 286-2 (1990-11)

انحرافات پایه محورها

انحراف پایه	a	c	d	e	f	g	h	j	k		m	n	p	r	s
درجه تolerانس پایه	IT9 تا IT13	IT8 تا IT12	IT5 تا IT13	IT5 تا IT10	IT3 تا IT10	IT3 تا IT10	IT1 تا IT18	IT5 تا IT8	IT3 تا IT13		IT3 تا IT9	IT3 تا IT9	IT3 تا IT10		
جدول برای صدق می کند	همه درجه های تolerانس پایه							IT7	IT4 تا IT7	بیش از IT7	همه درجه های تolerانس پایه				
اندازه نامی تا ... بیش از mm	انحراف بالایی es به $\mu m$							انحراف پایینی ei به $\mu m$							
تا 3	- 270	- 60	- 20	- 14	- 6	- 2	0	- 4	0	0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 10	+ 14
3...6		- 70	- 30	- 20	-10	- 4	0	- 4	+1	0	+ 4	+ 8	+12	+ 15	+ 19
6...10	- 280	- 80	- 40	- 25	-13	- 5	0	- 5	+1	0	+ 6	+10	+15	+ 19	+ 23
10...18	- 290	- 95	- 50	- 32	-16	- 6	0	- 6	+1	0	+ 7	+12	+18	+ 23	+ 28
18...30	- 300	-110	- 65	- 40	-20	- 7	0	- 8	+2	0	+ 8	+15	+22	+ 28	+ 35
30...40	- 310	-120	- 80	- 50	-25	- 9	0	-10	+2	0	+ 9	+17	+26	+ 34	+ 43
40...50	- 320	-130													
50...65	- 340	-140	-100	- 60	-30	-10	0	-12	+2	0	+11	+20	+32	+ 41	+ 53
65...80	- 360	-150												+ 43	+ 59
80...100	- 380	-170	-120	- 72	-36	-12	0	-15	+3	0	+13	+23	+37	+ 51	+ 71
100...120	- 410	-180												+ 54	+ 79
120...140	- 460	-200	-145	- 85	-43	-14	0	-18	+3	0	+15	+27	+43	+ 63	+ 92
140...160	- 520	-210												+ 65	+100
160...180	- 580	-230												+ 68	+108
180...200	- 660	-240	-170	-100	-50	-15	0	-21	+4	0	+17	+31	+50	+ 77	+122
200...225	- 740	-260												+ 80	+130
225...250	- 820	-280												+ 84	+140
250...280	- 920	-300	-190	-110	-56	-17	0	-26	+4	0	+20	+34	+56	+ 94	+158
280...315	-1050	-330												+ 98	+170
315...355	-1200	-360	-210	-125	-62	-18	0	-28	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190
355...400	-1350	-400												+114	+208
400...450	-1500	-440	-230	-135	-68	-20	0	-32	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232
450...500	-1650	-480												+132	+252

محاسبه انحرافات از انحراف پایه محورها (جدول بالا)  
یا سوراخها (جدول صفحه ۱۰۶) و تolerانسهای پایه (جدول صفحه ۱۰۴)



$$ES = EI + IT$$

$$EI = ES - IT$$

$$es = ei + IT$$

$$ei = es - IT$$

مثال ۱: محور (اندازه خارج)  $\varnothing 40g5$ ,  $es = ?$ ,  $ei = ?$

$es = -9 \mu m$  (جدول بالا)

$IT5 = 11 \mu m$  (جدول صفحه ۱۰۴)

$$ei = es - IT = -9 \mu m - 11 \mu m = -20 \mu m$$

مثال ۲: سوراخ (اندازه داخل)  $\varnothing 200F7$ ,  $EI = ?$ ,  $ES = ?$

$EI = +50 \mu m$  (جدول صفحه ۱۰۶)

$IT7 = 46 \mu m$  (جدول صفحه ۱۰۴)

$$ES = EI + IT = 50 \mu m + 46 \mu m = 96 \mu m$$

مثال ۳: سوراخ (اندازه داخل)  $\varnothing 100K6$ ,  $EI = ?$ ,  $ES = ?$

$$ES = -3 \mu m + \Delta = -3 \mu m + 7 \mu m = +4 \mu m$$

(مقدار  $\Delta$  طبق جدول صفحه ۱۰۶:  $7 \mu m$ )

$IT6 = 22 \mu m$  (جدول صفحه ۱۰۴)

$$EI = ES - IT = 4 \mu m - 22 \mu m = -18 \mu m$$



طبق DIN ISO 286-2 (1990-11)

انحرافات پایه سوراخها (انتخابی)

انحراف پایه	A	C	D	E	F	G	H	J	K	M	N	P, R, S	P	R	S						
درجه تolerانس پایه	IT9 تا IT13	IT8 تا IT13	IT6 تا IT13	IT5 تا IT10	IT3 تا IT10	IT3 تا IT10	IT1 تا IT18	IT6 تا IT8	IT3 تا IT10	IT3 تا IT10	IT3 تا IT11	IT3 تا IT10									
جدول برای صدق می کند	همه درجه تolerانس پایه							IT8	IT8 تا IT3			IT7 تا	IT10 تا IT8								
اندازه نامی تا ... بیش از mm	انحراف پایینی EI به $\mu\text{m}$							انحراف بالایی ES به $\mu\text{m}$													
تا 3	+ 270	+ 60	+ 20	+ 14	+ 6	+ 2	0	+ 6	0	-2	-4	مقادیر انحراف بالایی ES مانند درجه تolerانس پایه IT8 تا IT10 به علاوه $\Delta$	- 6	- 10	- 14						
3...6		+ 70	+ 30	+ 20	+10	+ 4	0	+10	-1 + $\Delta$	- 4 + $\Delta$	- 8 + $\Delta$		-12	- 15	- 19						
6...10	+ 280	+ 80	+ 40	+ 25	+13	+ 5	0	+12	-1 + $\Delta$	- 6 + $\Delta$	-10 + $\Delta$		-15	- 19	- 23						
10...18	+ 290	+ 95	+ 50	+ 32	+16	+ 6	0	+15	-1 + $\Delta$	- 7 + $\Delta$	-12 + $\Delta$		-18	- 23	- 28						
18...30	+ 300	+110	+ 65	+ 40	+20	+ 7	0	+20	-2 + $\Delta$	- 8 + $\Delta$	-15 + $\Delta$		-22	- 28	- 35						
30...40	+ 310	+120	+ 80	+ 50	+25	+ 9	0	+24	-2 + $\Delta$	- 9 + $\Delta$	-17 + $\Delta$		-26	- 34	- 43						
40...50	+ 320	+130		+100	+ 60	+30	+10	+28	-2 + $\Delta$	-11 + $\Delta$	-20 + $\Delta$		-32	- 41	- 53						
50...65	+ 340	+140	+120		+ 72	+36	+12	+34	-3 + $\Delta$	-13 + $\Delta$	-23 + $\Delta$		-37	- 51	- 71						
65...80	+ 360	+150											-37	- 54	- 79						
80...100	+ 380	+170	+145	+ 85	+43	+14	0	+41	-3 + $\Delta$	-15 + $\Delta$	-27 + $\Delta$		-43	- 63	- 92						
100...120	+ 410	+180											-43	- 65	-100						
120...140	+ 460	+200	+170	+100	+50	+15	0	+47	-4 + $\Delta$	-17 + $\Delta$	-31 + $\Delta$		-50	- 77	-122						
140...160	+ 520	+210											-50	- 80	-130						
160...180	+ 580	+230	+190	+110	+56	+17	0	+55	-4 + $\Delta$	-20 + $\Delta$	-34 + $\Delta$		-56	- 84	-140						
180...200	+ 660	+240											-56	- 94	-158						
200...225	+ 740	+260	+210	+125	+62	+18	0	+60	-4 + $\Delta$	-21 + $\Delta$	-37 + $\Delta$		-62	- 98	-170						
225...250	+ 820	+280											-62	-108	-190						
250...280	+ 920	+300	+230	+135	+68	+20	0	+66	-5 + $\Delta$	-23 + $\Delta$	-40 + $\Delta$		-68	-126	-232						
280...315	+1050	+330											-68	-132	-252						
315...355	+1200	+360																			
355...400	+1350	+400																			
400...450	+1500	+440																			
450...500	+1650	+480																			

مقادیر  $\Delta$  به  $\mu\text{m}$ 

درجه تolerانس پایه	اندازه نامی بیش از ... تا به mm											
	3 تا 6	6 تا 10	10 تا 18	18 تا 30	30 تا 50	50 تا 80	80 تا 120	120 تا 180	180 تا 250	250 تا 315	315 تا 400	400 تا 500
IT3	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	4	5
IT4	1,5	1,5	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5
IT5	1	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	7
IT6	3	3	3	4	5	6	7	7	9	9	11	13
IT7	4	6	7	8	9	11	13	15	17	20	21	23
IT8	6	7	9	12	14	16	19	23	26	29	32	34



طبق DIN ISO 286-2 (1990-11)

سیستم ثبوت سوراخ

محدوده اندازه نامی تا ... بیش از mm	انحرافات پایه به $\mu m$ برای درجه تolerانس <sup>(۱)</sup>															
	برای سوراخ	برای محور					برای سوراخ	برای محور								
		وضعیت انطباق هنگام مونتاژ با سوراخ H6						وضعیت انطباق هنگام مونتاژ با سوراخ H7								
		لق <b>H6</b>	جذب			پرسی		لق <b>H7</b>	جذب			پرسی				
		h5	j5	k6	n5	r5		f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	r6	s6
تا 3	+6 0	0 -4	$\pm 2$	+6 0	+8 +4	+14 +10	+10 0	-6 -16	-2 -8	0 -6	+4 -2	+6 0	+8 +2	+10 +4	+16 +10	+20 +14
3...6	+8 0	0 -5	+3 -2	+9 +1	+13 +8	+20 +15	+12 0	-10 -22	-4 -12	0 -8	+6 -2	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+23 +15	+27 +19
6...10	+9 0	0 -6	+4 -2	+10 +1	+16 +10	+25 +19	+15 0	-13 -28	-5 -14	0 -9	+7 -2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+28 +19	+32 +23
10...14	+11 0	0 -8	+5 -3	+12 +1	+20 +12	+31 +23	+18 0	-16 -34	-6 -17	0 -11	+8 -3	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+34 +23	+39 +28
14...18																
18...24	+13 0	0 -9	+5 -4	+15 +2	+24 +15	+37 +28	+21 0	-20 -41	-7 -20	0 -13	+9 -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+41 +28	+48 +35
24...30																
30...40	+16 0	0 -11	+6 -5	+18 +2	+28 +17	+45 +34	+26 0	-25 -50	-9 -25	0 -16	+11 -5	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+50 +34	+59 +43
40...50																
50...65	+19 0	0 -13	+6 -7	+21 +2	+33 +20	+54 +41 +56 +43	+30 0	-30 -60	-10 -29	0 -19	+12 -7	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59
65...80																
80...100	+22 0	0 -15	+6 -9	+25 +3	+38 +23	+66 +51 +69 +54	+35 0	-36 -71	-12 -34	0 -22	+13 -9	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79
100...120																
120...140						+81 +63									+88 +63	+117 +92
140...160	+25 0	0 -18	+7 -11	+28 +3	+45 +27	+83 +65 +86 +68	+40 0	-43 -83	-14 -39	0 -25	+14 -11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+90 +65 +93 +68	+125 +100 +133 +108
160...180																
180...200						+97 +77									+106 +77	+151 +122
200...225	+29 0	0 -20	+7 -13	+33 +4	+51 +31	+100 +80 +104 +84	+46 0	-50 -96	-15 -44	0 -29	+16 -13	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+109 +80 +113 +84	+159 +130 +169 +140
225...250																
250...280	+32 0	0 -23	+7 -16	+36 +4	+57 +34	+117 +94 +121 +98	+52 0	-56 -108	-17 -49	0 -32	+16 -16	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+126 +94 +130 +98	+190 +158 +202 +170
280...315																
315...355	+36 0	0 -25	+7 -18	+40 +4	+62 +37	+133 +108 +139 +114	+57 0	-62 -119	-18 -54	0 -36	+18 -18	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+144 +108 +150 +114	+226 +190 +244 +208
355...400																
400...450	+40 0	0 -27	+7 -20	+45 +5	+67 +40	+153 +126 +159 +132	+63 0	-68 -131	-20 -60	0 -40	+20 -20	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+166 +126 +172 +132	+272 +232 +292 +252
450...500																

(۱) کلاس تolerانس نشان داده شده با حروف بولد با سری 1 از DIN 7157 مطابقت دارد؛ ترجیحا از این کلاس استفاده شود.



طبق DIN ISO 286-2 (1990-11)

سیستم ثبوت سوراخ

انحرافات پایه به  $\mu\text{m}$  برای کلاسهای تolerانس<sup>(۱)</sup>

انحرافات پایه به $\mu m$ برای کلاسهای تolerانس <sup>(۱)</sup>															
محدوده اندازه نامی تا ... بیش از mm	برای سوراخ	برای محور						برای سوراخ	برای محور						
		وضعیت انطباق هنگام مونتاژ با سوراخ H8				پرسی			وضعیت انطباق هنگام مونتاژ با سوراخ H11				پرسی		
		لق				لق			لق				لق		
	H8	d9	e8	f7	h9	$^{+}u8$	$^{+}x8$		H11	a11	c11	d9	d11	h9	h11
تا 3	+14 0	- 20 - 45	- 14 - 28	- 6 - 16	0 - 25	+ 32 + 18	+ 34 + 20	+ 25 0	- 270 - 330	- 60 - 120	- 20 - 45	- 20 - 80	0 - 25	0 - 60	
3...6	+18 0	- 30 - 60	- 20 - 38	- 10 - 22	0 - 30	+ 41 + 23	+ 46 + 28	+ 25 0	- 270 - 345	- 70 - 145	- 30 - 60	- 30 - 105	0 - 30	0 - 75	
6...10	+22 0	- 40 - 76	- 25 - 47	- 13 - 28	0 - 36	+ 50 + 28	+ 56 + 34	+ 25 0	- 280 - 370	- 80 - 170	- 40 - 76	- 40 - 130	0 - 36	0 - 90	
10...14	+27 0	- 50 - 93	- 32 - 59	- 16 - 34	0 - 43	+ 60 + 33	+ 40 + 72	+ 110 0	- 290 - 400	- 95 - 205	- 50 - 93	- 50 - 160	0 - 43	0 - 110	
14...18							+ 45								
18...24	+33 0	- 65 - 117	- 40 - 73	- 20 - 41	0 - 52	+ 74 + 41	+ 87 + 54	+ 120 0	- 300 - 430	- 110 - 240	- 65 - 117	- 65 - 195	0 - 52	0 - 130	
24...30							+ 48								
30...40	+38 0	- 80 - 142	- 50 - 89	- 25 - 50	0 - 62	+ 99 + 60	+ 119 + 80	+ 160 0	- 310 - 470	- 120 - 280	- 80 - 80	- 80 - 240	0 - 62	0 - 160	
40...50							+ 70								
50...65	+45 0	- 100 - 174	- 60 - 106	- 30 - 60	0 - 74	+ 133 + 87	+ 168 + 122	+ 180 0	- 340 - 530	- 140 - 330	- 100 - 100	- 100 - 290	0 - 74	0 - 190	
65...80							+ 102								
80...100	+51 0	- 120 - 207	- 72 - 126	- 36 - 71	0 - 87	+ 178 + 124	+ 232 + 178	+ 220 0	- 380 - 600	- 170 - 390	- 120 - 120	- 120 - 340	0 - 87	0 - 220	
100...120							+ 144								
120...140	+57 0	- 145 - 245	- 85 - 148	- 43 - 83	0 - 100	+ 233 + 170	+ 311 + 248	+ 250 0	- 460 - 710	- 200 - 450					
140...160							+ 253								
160...180							+ 190								
180...200	+72 0	- 170 - 285	- 100 - 172	- 50 - 96	0 - 115	+ 308 + 236	+ 422 + 350	+ 290 0	- 660 - 950	- 240 - 530					
200...225							+ 330								
225...250							+ 258								
250...280	+81 0	- 190 - 320	- 110 - 191	- 56 - 108	0 - 130	+ 396 + 315	+ 556 + 475	+ 320 0	- 920 - 1240	- 300 - 620	- 190 - 190	- 190 - 510	0 - 130	0 - 320	
280...315							+ 431								
315...355	+89 0	- 210 - 350	- 125 - 214	- 62 - 119	0 - 140	+ 479 + 390	+ 679 + 590	+ 360 0	- 1200 - 1560	- 360 - 720	- 210 - 210	- 210 - 570	0 - 140	0 - 360	
355...400							+ 524								
400...450	+87 0	- 230 - 385	- 135 - 232	- 68 - 131	0 - 155	+ 587 + 490	+ 837 + 740	+ 400 0	- 1500 - 1900	- 440 - 840	- 230 - 230	- 230 - 630	0 - 155	0 - 400	
450...500							+ 637								
							+ 540								

(۱) کلاس تolerانس نشان داده شده با حروف بولد با سری 1 از DIN 7157 مطابقت دارد؛ ترجیحاً از این کلاس استفاده شود.

(۲) DIN 7157 توصیه می‌کند: اندازه نامی تا H8/x8 : 24 mm؛ اندازه نامی بالای H8/u8 : 24 mm.



طبق DIN ISO 286-2 (1990-11)

سیستم ثبوت میله

محدوده اندازه نامی تا ... بیش از mm	انحرافات پایه به $\mu m$ برای کلاس تolerانس <sup>(۱)</sup>															
	برای محور						برای سوراخ									
	وضعیت انطباق به هنگام مونتاژ با محور h5						وضعیت انطباق به هنگام مونتاژ با محور h6									
	h5	لق	جذب	پرسی	پرسی	پرسی	h6	لق	جذب	پرسی	پرسی	پرسی	پرسی	پرسی	پرسی	پرسی
		H6	J6	M6	N6	P6		F8	G7	H7	J7	K7	M7	N7	R7	S7
تا 3	0 -4	+6 0	+2 -4	-2 -8	-4 -10	-6 -12	0 -6	+20 +6	+12 +2	+10 0	+4 -6	0 -10	-2 -12	-4 -14	-10 -20	-14 -24
3...6	0 -6	+8 0	+5 -3	-1 -9	-5 -13	-9 -17	0 -8	+28 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-11 -23	-15 -27
6...10	0 -6	+9 0	+5 -4	-3 -12	-7 -16	-12 -21	0 -8	+35 +13	+20 +5	+15 0	+8 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-13 -28	-17 -32
10...18	0 -8	+11 0	+6 -5	-4 -15	-9 -20	-15 -26	0 -11	+43 +16	+24 +6	+18 0	+10 -8	+6 -12	0 -18	-5 -23	-16 -34	-21 -39
18...30	0 -9	+13 0	+8 -5	-4 -17	-11 -24	-18 -31	0 -13	+53 +20	+28 +7	+21 0	+12 -9	+6 -15	0 -21	-7 -28	-20 -41	-27 -48
30...40	0	+16	+10	-4	-12	-21	0	+64	+34	+25	+14	+7	0	-8	-25	-34
40...50	-11	0	-6	-20	-28	-37	-18	+25	+9	0	-11	-18	-25	-33	-50	-59
50...65	0	+19	+13	-5	-14	-26	0	+76	+40	+30	+18	+9	0	-9	-30	-42
65...80	-13	0	-6	-24	-33	-45	-19	+30	+10	0	-12	-21	-30	-39	-60	-72
80...100	0	+22	+16	-6	-16	-30	0	+90	+47	+35	+22	+10	0	-10	-73	-93
100...120	-15	0	-6	-28	-38	-52	-22	+36	+12	0	-13	-25	-35	-45	-41	-66
120...140	0	+25	+18	-8	-20	-36	0	+106	+54	+40	+26	+12	0	-12	-48	-77
140...160	-18	0	-7	-33	-45	-61	-25	+43	+14	0	-14	-28	-40	-52	-88	-117
160...180	0	+29	+22	-8	-22	-41	0	+122	+61	+46	+30	+13	0	-14	-50	-85
180...200	0	+32	+25	-9	-25	-47	0	+137	+69	+52	+36	+16	0	-14	-90	-125
200...225	-20	0	-7	-37	-51	-70	-29	+50	+15	0	-16	-33	-46	-60	-53	-93
225...250	0	+29	+22	-8	-22	-41	0	+122	+61	+46	+30	+13	0	-14	-93	-133
250...280	0	+32	+25	-9	-25	-47	0	+137	+69	+52	+36	+16	0	-14	-60	-105
280...315	-23	0	-7	-41	-57	-79	-32	+56	+17	0	-16	-36	-52	-66	-106	-151
315...355	0	+36	+29	-10	-26	-51	0	+151	+75	+57	+39	+17	0	-16	-63	-113
355...400	-25	0	-7	-46	-62	-87	-36	+62	+18	0	-18	-40	-57	-73	-109	-159
400...450	0	+40	+33	-10	-27	-55	0	+165	+83	+63	+43	+18	0	-17	-67	-123
450...500	-27	0	-7	-50	-67	-95	-40	+68	+20	0	-20	-45	-63	-80	-113	-169
															-74	-138
															-126	-190
															-78	-150
															-130	-202
															-87	-169
															-144	-226
															-93	-187
															-150	-244
															-103	-209
															-166	-272
															-109	-229
															-172	-292

(۱) کلاس تolerانس نشان داده شده با حروف بولد با سری 1 از DIN 7157 مطابقت دارد؛ ترجیحا از این کلاس استفاده شود.



طبق (11-1990) DIN ISO 286-2

سیستم ثبوت محور

محدوده اندازه نامی تا ... بیش از mm	برای محور	انحرافات پایه به $\mu m$ برای کلاسیهای تیرانس <sup>(۱)</sup>										برای محور	برای سوراخ			
		وضعیت انطباق به هنگام مونتاژ با محور h9											وضعیت انطباق به هنگام مونتاژ با محور h11			
		h9	لق						پرسی		h11		لق			
			C11	D10	E9	F8	H8	H11	<sup>(۲)</sup> J9/JS9	P9			A11	C11	D10	H11
تا 3	0 - 25	+120 + 60	+ 60 + 20	+ 39 + 14	+ 20 + 6	+14 0	+ 60 0	+12,5 -12,5	- 6 - 31	0 - 60	+ 330 + 270	+120 + 60	+ 60 + 20	+ 60 0		
3...6	0 - 30	+145 + 70	+ 78 + 30	+ 50 + 20	+ 28 + 10	+18 0	+ 75 0	+15 -15	- 12 - 42	0 - 75	+ 345 + 270	+145 + 70	+ 78 + 30	+ 75 0		
6...10	0 - 35	+170 + 80	+ 98 + 40	+ 61 + 25	+ 35 + 13	+22 0	+ 90 0	+18 -18	- 15 - 51	0 - 90	+ 370 + 280	+170 + 80	+ 98 + 40	+ 90 0		
10...18	0 - 43	+205 + 95	+120 + 50	+ 75 + 32	+ 43 + 16	+27 0	+100 0	+21,5 -21,5	- 18 - 61	0 -110	+ 400 + 290	+205 + 95	+120 + 50	+110 0		
18...30	0 - 52	+240 +110	+149 + 65	+ 92 + 40	+ 53 + 20	+33 0	+130 0	+26 -26	- 22 - 74	0 -130	+ 430 + 300	+240 +110	+149 + 65	+130 0		
30...40	0 - 62	+280 +120	+180 + 80	+112 + 50	+ 64 + 25	+39 0	+160 0	+31 -31	- 26 - 88	0 -160	+ 470 + 310	+280 +120	+180 + 80	+160 0		
40...50		+290 +130									+ 480 + 320	+290 +130				
50...65	0 - 74	+330 +140	+220 +100	+134 + 60	+ 76 + 30	+46 0	+190 0	+37 -37	- 32 -106	0 -190	+ 530 + 340	+330 +140	+220 +100	+190 0		
65...80		+340 +150									+ 550 + 360	+340 +150				
80...100	0 - 87	+390 +170	+260 +120	+159 + 72	+ 90 + 36	+54 0	+220 0	+43,5 -43,5	- 37 -124	0 -220	+ 600 + 380	+390 +170	+260 +120	+220 0		
100...120		+400 +180									+ 630 + 410	+400 +180				
120...140	0 -100	+450 +200									+ 710 + 460	+450 +200				
140...160		+460 +210	+305 +145	+185 + 85	+106 + 43	+63 0	+250 0	+50 -50	- 43 -143	0 -250	+ 770 + 520	+460 +210	+305 +145	+250 0		
160...180		+480 +230									+ 820 + 580	+480 +230				
180...200	0 -115	+530 +240									+ 950 + 660	+530 +240				
200...225		+550 +260	+355 +170	+215 +100	+122 + 50	+72 0	+290 0	+57,5 -57,5	- 50 -165	0 -290	+1030 + 740	+550 +260	+355 +170	+290 0		
225...250		+570 +280									+1110 + 820	+570 +280				
250...280	0 -130	+620 +300	+400 +190	+240 +110	+137 + 56	+81 0	+320 0	+65 -65	- 56 -186	0 -320	+1240 + 920	+620 +300	+400 +190	+320 0		
280...315		+650 +330									+1370 +1050	+650 +330				
315...355	0 -140	+720 +360	+440 +210	+265 +125	+151 + 62	+89 0	+360 0	+70 -70	- 62 -202	0 -360	+1560 +1200	+720 +360	+440 +210	+360 0		
355...400		+760 +400									+1710 +1350	+760 +400				
400...450	0 -155	+840 +440	+480 +230	+290 +135	+165 + 68	+97 0	+400 0	+77,5 -77,5	- 68 -223	0 -400	+1900 +1500	+840 +440	+480 +230	+400 0		
450...500		+880 +480									+2050 +1650	+880 +480				

(۱) کلاس تیرانس نشان داده شده با حروف بولد با سری 1 از DIN 7157 مطابقت دارد؛ ترجیحا از این کلاس استفاده شود.

(۲) میدان تیرانس J9/JS9، J10/JS10 و غیره هم اندازه بوده و نسبت به خط صفر متقارن می باشند.



## تولرانسهای عمومی طول و زاویه

طبق DIN ISO 2768-1 (1991-06)

کلاس تولرانس	اندازه طول							
	انحرافات پایه به mm برای محدوده اندازه نامی							
	بیش از 2000 تا 4000	بیش از 1000 تا 2000	بیش از 400 تا 1000	بیش از 120 تا 400	بیش از 30 تا 120	بیش از 6 تا 30	بیش از 3 تا 6	0,5 تا 3
f (ظریف)	±0,5	±0,3	±0,2	±0,15	±0,1	±0,05	±0,05	±0,05
m (متوسط)	±2	±1,2	±0,8	±0,5	±0,3	±0,2	±0,1	±0,1
c (خشن)	±4	±3	±2	±1,2	±0,8	±0,5	±0,3	±0,2
v (خیلی خشن)	±8	±6	±4	±2,5	±1,5	±1	±0,5	—
کلاس تولرانس	اندازه زاویه							
	انحرافات پایه به درجه و دقیقه برای محدوده اندازه نامی (ضلع کوتاهتر زاویه)							
	بیش از 400	بیش از 120 تا 400	بیش از 50 تا 120	بیش از 10 تا 50	بیش از 10 تا 10	بیش از 6 تا 10	بیش از 3 تا 6	0,5 تا 3
f (ظریف)	±0° 5'	±0° 10'	±0° 20'	±0° 30'	±1°	±1°	±1°	±0,2
m (متوسط)	±0° 10'	±0° 15'	±0° 30'	±1°	±1° 30'	±2°	±3°	±0,4
c (خشن)	±0° 10'	±0° 15'	±0° 30'	±1°	±1° 30'	±2°	±3°	±0,4
v (خیلی خشن)	±0° 20'	±0° 30'	±1°	±2°	±3°	±4°	±5°	±0,4

## تولرانس عمومی برای شکل و موقعیت

طبق DIN ISO 2768-2 (1991-04)

کلاس تolerانس	تولرانسها به mm برای														دوران	
	راستی و تختی						عمود بودن				تقارن					
	محدوده اندازه نامی به mm						محدوده اندازه نامی به mm (ضلع کوتاهتر زاویه)				محدوده اندازه نامی به mm (جزء کوتاه شکله)					
	بیش از 1000 تا 3000	بیش از 300 تا 1000	بیش از 100 تا 300	بیش از 30 تا 100	بیش از 10 تا 30	تا 10	بیش از 1000 تا 3000	بیش از 300 تا 1000	بیش از 100 تا 300	بیش از 10 تا 100	تا 100	بیش از 1000 تا 3000	بیش از 300 تا 1000	بیش از 100 تا 300		بیش از 10 تا 100
H	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
K	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0,05	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
L	1,6	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1	2	1,5	1	0,6	1,5	2	1,5	1	0,6	0,5

## تولرانسهای عمومی طول، اندازه زاویه، شکل و موقعیت (نه برای طراحی جدید)

طبق DIN 7168 (1991)

کلاس تولرانس	اندازه طول							
	انحرافات پایه به mm برای محدوده اندازه نامی							
	بیش از 4000 تا 8000	بیش از 2000 تا 4000	بیش از 1000 تا 2000	بیش از 400 تا 1000	بیش از 120 تا 400	بیش از 30 تا 120	بیش از 6 تا 30	0,5 تا 3
f (ظریف)	—	±0,8	±0,5	±0,3	±0,2	±0,15	±0,1	±0,05
m (متوسط)	±3	±2	±1,2	±0,8	±0,5	±0,3	±0,2	±0,1
g (خشن)	±5	±4	±3	±2	±1,2	±0,8	±0,5	±0,15
sg (خیلی خشن)	±8	±6	±4	±3	±2	±1,5	±1	±0,5
کلاس تولرانس	اندازه زاویه							
	انحرافات پایه به °، ' برای محدوده اندازه نامی (ضلع کوتاهتر زاویه)							
	بیش از 400	بیش از 120 تا 400	بیش از 50 تا 120	بیش از 10 تا 50	بیش از 10 تا 10	بیش از 6 تا 10	بیش از 3 تا 6	0,5 تا 3
f (ظریف)	±5'	±10'	±20'	±30'	±1°	±1°	±1°	±0,2
m (متوسط)	±10'	±15'	±25'	±50'	±1° 30'	±2°	±3°	±0,4
g (خشن)	±10'	±15'	±25'	±50'	±1° 30'	±2°	±3°	±0,4
sg (خیلی خشن)	±20'	±30'	±1°	±2°	±3°	±4°	±5°	±0,4
کلاس تولرانس	تولرانسها به mm							
	راستی و تختی برای محدوده اندازه نامی				تقارن			
	بیش از 6 تا 30	بیش از 30 تا 120	بیش از 120 تا 400	بیش از 400 تا 1000	بیش از 1000 تا 2000	بیش از 2000 تا 4000	بیش از 4000 تا 8000	بیش از 8000 تا 16000
R	0,004	0,01	0,02	0,04	0,07	0,1	—	0,1
S	0,008	0,02	0,04	0,08	0,15	0,2	0,3	0,2
T	0,025	0,06	0,12	0,25	0,4	0,6	0,9	0,5
U	0,1	0,25	0,5	1	1,5	2,5	3,5	1

(۱) نقشه‌های موجود باید با این استانداردها قابل فهم و قابل خواندن باشند.



## توصیه انطباق، انتخاب انطباق

توصیه انطباق <sup>(۱)</sup>		طبق DIN 7157 (1966-01)	
از سری یک	C11/h9, D10/h9, E9/h9, F8/h9, H8/f7, F8/h6, H7/f7, H8/h9, H7/h6, H7/n6, H7/r6, H8/x8 یا u8		
از سری دو	C11/h11, D10/h11, H8/d9, H8/e8, H7/g6, G7/h6, H11/h9, H7/j6, H7/k6, H7/s6		
انتخاب انطباق (مثالها)		طبق DIN 7157 (1966-01)	
ثبوت محور <sup>(۲)</sup>	ملاحظات، مثالهای کاربردی	ثبوت سوراخ <sup>(۳)</sup>	
انطباق لق			
	D10/h9	انطباق لق بزرگ بوش فاصله روی محور	
	E9/h9	انطباق لق قابل ملاحظه : قطعات خیلی آسان و با دست روی هم سوار شده و جابه‌جا می‌شوند. یاتاقان اهرمها، حلقه تنظیم روی محورها	
	F8/h9	انطباق لق تقریباً بزرگ : قطعات باسانی و با دست روی هم سوار شده و جابه‌جا می‌شوند. یاتاقان لغزشی محورها	
	F8/h6	انطباق لق کوچک : قطعات را باز هم می‌توان باسانی و با دست روی هم سوار و جابه‌جا کرد. یاتاقانهای لغزشی عمومی، چرخنده‌های کشویی، شیر پیستونی در سیلندر	
	G7/h6	انطباق لق کوچکتر : قطعات را باز هم می‌توان به طور دستی روی هم سوار و جابه‌جا کرد. پینهای گیرنده در سوراخها، محورها در یاتاقان لغزشی	
	H8/h9	انطباق لق خیلی کوچک : قطعات باز هم با نیروی دست روی هم سوار و بوش فاصله، حلقه تنظیم روی محور	
	H7/h6	انطباق لق کاملاً کوچک : جابه‌جایی قطعات با نیروی دست هنوز ممکن است. هم‌مرکز کردن درپوش یاتاقانها، سنبه پانچ در صفحه سنبه‌گیر	
انطباق جذب			
تعیین نشده است.		انطباق لق بیش از انطباق پرسی (تمایل بیشتر به انطباق لق) : جابه‌جایی قطعات با نیروی دست هنوز ممکن است. چرخنده روی محورها	
		انطباق پرسی بیش از انطباق لق (تمایل بیشتر به انطباق پرسی) : برای جابه‌جایی قطعات نیروی پرسی کوچکی لازم است. بوش سوراخکاری و پینهای تکیه‌گاهی در قیدها	
انطباق پرسی			
تعیین نشده است.		انطباق پرسی کوچک : جهت جابه‌جایی قطعات، نیروی پرسی بزرگتری لازم است. بوش در پوسته‌ها	
		انطباق پرسی کافی : جهت جابه‌جایی قطعات نیروی پرسی بزرگی لازم است. بوش یاتاقانهای لغزشی، تاج روی بدنه چرخنده حلزونی	
		انطباق پرسی بزرگ : قطعات را فقط می‌توان با انقباض یا اتساع مونتاژ کرد. حلقه‌های انقباضی، چرخنده روی اکسلها، کوپلینگ روی محورها	
		انطباق پرسی خیلی بزرگ : قطعات را فقط می‌توان با انقباض یا اتساع مونتاژ کرد. حلقه‌های انقباضی، چرخنده روی اکسلها، کوپلینگ روی محورها	
(۱) از این انطباقات توصیه شده فقط در موارد استثنایی، مثلاً در مونتاژ یاتاقانهای غلتشی می‌توان صرف‌نظر کرد. (۲) انطباقات با حروف بولد ترکیب ترانسها طبق سری یک می‌باشند. ترجیحاً از اینها استفاده شود.			



طبق DIN 5425-1 (1984-11)

تیرانس مونتاژ یاتاقانهای غلتشی

یاتاقان شعاعی

حلقه خارجی (پوسته‌ها)					حلقه داخلی (محورها)				
انحراف پایه برای پوسته در		بارگذاری	انطباق	نوع بار	انحراف پایه برای محور در		بارگذاری	انطباق	نوع بار
یاتاقان	یاتاقان				یاتاقان	یاتاقان			
بشکهای	ساجمه‌ای				بشکهای	ساجمه‌ای			
J, H, G, F		دلخواه بزرگ	انطباق لق مجاز است		k, m k, m, n, p n, p, r		پایین متوسط بالا	انطباق جذب یا بررسی مجاز است	بار محیطی 
K	J	پایین متوسط بالا	انطباق جذب یا بررسی مجاز است		j, h, g, f		دلخواه بزرگ	انطباق جذب یا بررسی مجاز است	بار نقطه‌ای 
M, N	K, M								
N, P	-								

یاتاقان محوری

پوسته		محورها		ساختمان یاتاقان		نوع بارگذاری
انحراف پایه برای پوسته	نوع بار	انحراف پایه برای محور	نوع بار			
H, J	بار نقطه‌ای	j, k, m	بار محیطی	یاتاقان ساجمه‌ای تماس زاویه‌ای	یاتاقان غلتکی خودتنظیم یاتاقان غلتکی مخروطی	بار ترکیبی شعاعی / محوری
K, M	بار محیطی	j	بار نقطه‌ای			
H, G, E	-	h, j, k	-	یاتاقان ساجمه‌ای یاتاقان غلتکی		فقط بار محوری

طبق DIN ISO 1101 (1985-03)

تیرانس گذاری هندسی و وضعی

مرجع	جزء تیرانس گذاری شده
<p>• مشخصه</p> <p>• مرجع</p>	<p>• مشخصه</p> <p>• تیرانس برای ... معتبر است:</p>


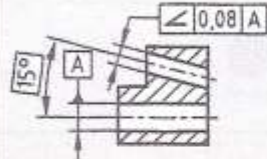
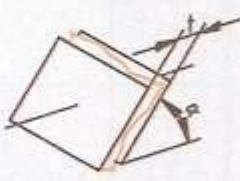
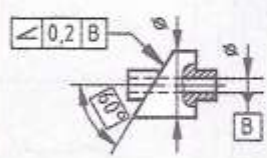

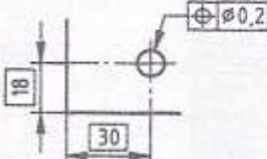
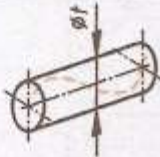
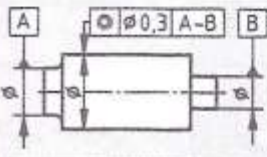
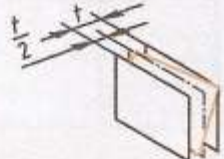
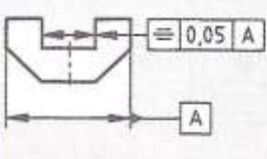
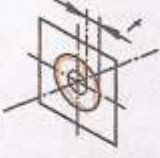
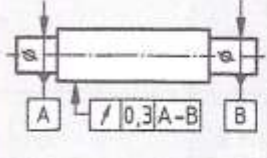

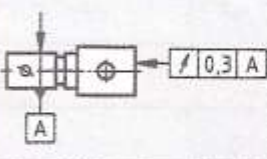
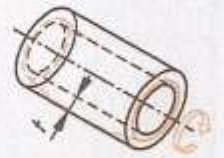
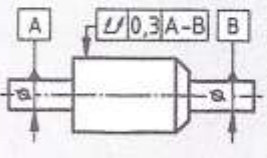
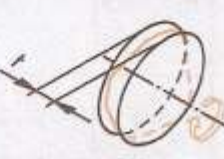
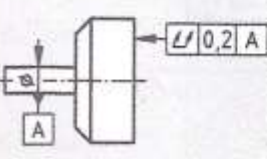
مثالها

<p>محور سوراخ باید عمود بر سطوح نشیمن باشد (مقدار تیرانس 0.04 mm).</p>	<p>نسبت به صفحه مرکزی جای خار باید تیرانس 0.1 mm باشد.</p>	<p>نسبت به محور 20k6، سطوح استوانه‌ای، لنگی شعاعی برابر 0.05 mm و سطح پشتیبانی مشخص شده لنگی عرضی برابر 0.05 mm داشته باشد.</p>	<p>نسبت به محور 25h6، جای خار باید متقارن (مقدار تیرانس 0.06 mm) و موازی (مقدار تیرانس 0.02 mm) باشد.</p>
--	--	---	---



نوع تولرانس		علائم و ویژگی تولرانس	بیان نقشه‌ای	توضیح	منطقه تولرانس
تولرانس هندسی	راستی			محور تولرانس گذاری شده استوانه باید در داخل استوانه‌ای به قطر $t = 0,04 \text{ mm}$ قرار گیرد.	
	تختی			سطح تولرانسی باید بین دو سطح موازی که فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,03 \text{ mm}$ است قرار گیرد.	
	گردی			خط پیرامون تولرانس گذاری شده در هر سطح برش عمود بر محور باید بین دو دایره هم‌مرکز که فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,08 \text{ mm}$ است، قرار گیرد.	
	استوانه‌ای			سطح پیرامون تولرانس گذاری شده استوانه، باید بین دو استوانه هم‌محور که به فاصله $t = 0,2 \text{ mm}$ از یکدیگر می‌باشند قرار گیرد.	
	فرم خطی			پروفیل تولرانس گذاری شده باید بین دو خط پوش که فاصله آنها توسط کره‌هایی به قطر $t = 0,06 \text{ mm}$ از یکدیگر محدود شده است، قرار گیرد. مرکز کره‌ها روی پروفیل ایده‌آل قرار دارد.	
	فرم سطحی			سطح تولرانس گذاری شده باید بین دو سطح پوش که فاصله آنها توسط کره‌هایی به قطر $t = 0,3 \text{ mm}$ از یکدیگر می‌باشد قرار گیرد. مرکز کره‌ها بر روی سطح ایده‌آل هندسی قرار دارد.	
تولرانس وضعی	تولرانس راستا			سطح تولرانس گذاری شده باید بین دو صفحه موازی با صفحه مرجع که فاصله آنها از همدیگر $t = 0,02 \text{ mm}$ می‌باشد قرار گیرد.	
				محور تولرانس گذاری شده باید بین دو صفحه موازی با صفحه مرجع که فاصله آنها از همدیگر $t = 0,02 \text{ mm}$ است قرار گیرد.	
				محور تولرانس گذاری شده باید داخل یک استوانه به قطر $t = 0,03 \text{ mm}$ قرار گیرد که موازی محور مرجع A است.	
	تعامد			سطح تولرانس گذاری شده باید بین دو صفحه عمود بر صفحه مرجع که فاصله آنها از همدیگر $t = 0,03 \text{ mm}$ است قرار گیرد.	
				محور تولرانس گذاری شده استوانه باید داخل استوانه عمود بر سطح مرجع و به قطر $t = 0,2 \text{ mm}$ قرار گیرد.	



منطقه تولرانس	توضیح	بیان نقشه‌ای	علائم و ویژگی تولرانس	نوع تولرانس
	محور تولرانس گذاری شده باید بین دو خط موازی و به فاصله $t = 0,08 \text{ mm}$ قرار گیرد که نسبت به محور مرجع A تحت زاویه $15^\circ$ قرار دارد.		شیب دار بودن (زاویه دار بودن)	تولرانس راستا
	سطح شیب دار تولرانس گذاری شده باید بین دو سطح موازی که نسبت به محور مرجع B شیب دار بوده و فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,2 \text{ mm}$ می باشند قرار گیرد. زاویه ایده آل هندسی $60^\circ$ است.			
	نقطه مرکز واقعی سوراخ باید داخل دایره ای به قطر $t = 0,2 \text{ mm}$ قرار گیرد، مرکز این دایره منطبق بر محل دقیق تئوری مرکز سوراخ است.		موقعیت	تولرانس وضعی
	محور قسمت تولرانس گذاری شده میله باید در داخل استوانه ای هم محور نسبت به محور A-B و به قطر $t = 0,3 \text{ mm}$ قرار گیرد.		هم محوری و هم مرکزی	
	صفحه میانی تولرانس گذاری شده شیار باید بین دو صفحه موازی و با فاصله $t = 0,05 \text{ mm}$ قرار گیرد که نسبت به صفحه میانی دو سطح خارجی متقارن می باشد.		تقارن	تولرانس وضعی
	به هنگام دوران میله حول محور مرجع A-B انحراف لنگی طولی هر سطح اندازه گیری عمود بر محور نباید از $t = 0,3 \text{ mm}$ تجاوز کند.		لنگی شعاعی	تولرانس لنگی (دورانی)
	به هنگام دوران میله حول محور مرجع A انحراف لنگی عرضی در هر نقطه اندازه گیری نباید از $t = 0,3 \text{ mm}$ تجاوز نماید.		لنگی عرضی	
	به هنگام دوران حول محور مرجع A-B و جابه جایی محوری، تمام نقاط سطوح باید در دیواره استوانه توخالی به ضخامت $t = 0,3 \text{ mm}$ قرار گیرد.		لنگی شعاعی	تولرانس لنگی (دورانی) کل
	به هنگام دوران حول محور مرجع A و با جابه جایی در همه شعاعها تمام نقاط سطوح باید در دیسکی به ضخامت $t = 0,2 \text{ mm}$ قرار گیرند.		لنگی عرضی	







۱-۴ مواد

تنگستن (W)	19,27	3390
روی (Zn)	7,13	419,5
فلج (Sn)	7,29	231,9

۱۱۸..... مقادیر جامدات

۱۱۹..... مقادیر مایعات، گازها

۲-۴ فولادها، سیستم نامگذاری

فولادهای غیرآلیاژی	فولادهای آلیاژی	فولادهای رنگ نزن
--------------------	-----------------	------------------

۱۲۱..... تعریف و تقسیم‌بندی فولاد

۱۲۱..... نامگذاری فولاد با شماره مواد

۳-۴ فولادها - (نگاه کلی)

S235	16MnCr5	C60E
31CrMo12	Cf45	35S20
60WCrV8	X12Cr13	38Si7

۱۲۷..... فولادهای ساختمانی

۱۲۹..... فولادهای کربوره، بهسازی، نیترووره و اتومات

۱۳۳..... فولادهای ابزار

۱۳۶..... فولادهای زنگ‌نزن، فولادهای فنر

۱۳۷..... فولادها، محصولات آماده

۴-۴ ورقها، تسمه‌ها، لوله‌ها

۱۴۰..... پروفیلها

۱۴۲..... عملیات حرارتی

۵-۴ فرآیندها

۱۵۴..... چدن‌ها

۶-۴ چدن‌ها

۱۵۸..... نام کوتاه، شماره مواد

۱۵۹..... تقسیم‌بندی

۱۶۰..... چدن‌ها

۱۶۱..... چدن چکش‌خوار، فولاد ریختگی

۷-۴ تکنیک ریخته‌گری

۱۶۲..... اندازه انقباض، ترانس اندازه‌ها

۸-۴ فلزات سبک، آلیاژهای آلومینیم - (نگاه کلی)

۱۶۳..... آلیاژهای خمیری - آلومینیم

۱۶۵..... آلیاژهای ریختگی آلومینیم

۱۶۷..... پروفیل‌های آلومینیومی

۱۶۸..... آلیاژهای منیزیم و تیتانیوم

۱۷۱..... فلزات سنگین - (نگاه کلی)

۹-۴ فلزات سنگین - (نگاه کلی)

۱۷۲..... نامگذاری

۱۷۳..... آلیاژهای مس

۱۷۴..... سایر مواد

۱۰-۴ کامپوزیتها، سرامیکها

۱۷۶..... تف‌جوشها (زینترها)

۱۷۷..... مواد مصنوعی - (نگاه کلی)

۱۱-۴ پلیمرهای پایه، حروف شناسایی، خواص

۱۷۸..... ترموپلاستها

۱۷۹..... دئروپلاستها، الاستومترها

۱۸۳..... فرآوری مواد مصنوعی

۱۸۵..... آزمایش مواد - (نگاه کلی)

۱۲-۴ آزمایش کشش

۱۸۷..... آزمایش سختی

۱۸۹..... خوردگی، حفاظت از خوردگی

۱۹۱..... مواد خطرناک

۱۳-۴ خوردگی، حفاظت از خوردگی

۱۴-۴ مواد خطرناک

۱۹۵.....

۱۹۶.....



## جامدات

مواد	جرم مخصوص $\rho$ kg/dm <sup>3</sup>	دمای ذوب در 1,013 bar $\rho$ °C	دمای جوش در 1,013 bar $\rho$ °C	گرمای ویژه ذوب در 1,013 bar $q$ kJ/kg	رسانایی گرمایی در 20 °C $\lambda$ W/(m · K)	ظرفیت گرمایی ویژه متوسط در 0...100 °C $c$ kJ/(kg · K)	مقاومت ویژه در 20 °C $\rho_{20}$ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	ضریب انبساط حرارتی طولی در 0...100 °C $\alpha_L$ 1/K یا 1/°C
آلومینیوم (Al)	2,7	659	2467	356	204	0,94	0,028	0,000 023 8
آنتیموان (Sb)	6,69	630,5	1637	163	22	0,21	0,39	0,000 010 8
آرژنت	2,1...2,8	≈ 1300	—	—	—	0,81	—	—
بریلیم (Be)	1,85	1280	≈ 3000	—	165	1,02	0,04	0,000 012 3
بتن	1,8...2,2	—	—	—	≈ 1	0,88	—	0,000 01
بیسموت (Bi)	9,8	271	1560	59	8,1	0,12	1,25	0,000 012 5
سرب (Pb)	11,3	327,4	1751	24,3	34,7	0,13	0,208	0,000 029
کادمیم (Cd)	8,64	321	765	54	91	0,23	0,077	0,000 03
کرم (Cr)	7,2	1903	2642	134	69	0,46	0,13	0 000 008 4
کوبالت (Co)	8,9	1493	2880	268	69,1	0,43	0,062	0,000 012 7
آلیاژهای CuAl	7,4...7,7	1040	2300	—	61	0,44	—	0,000 019 5
آلیاژهای CuSn	7,4...8,9	900	2300	—	46	0,38	0,02...0,03	0,000 017 5
آلیاژهای CuZn	8,4...8,7	900...1000	2300	167	105	0,39	0,05...0,07	0,000 018 5
یخ	0,92	0	100	332	2,3	2,09	—	0,000 051
آهن خالص (Fe)	7,87	1536	3070	276	81	0,47	0,13	0,000 012
اکسید آهن (زنگ)	5,1	1570	—	—	0,58 (پودر)	0,67	—	—
گرس	0,92...0,94	30...175	≈ 300	—	0,21	—	—	—
گچ	2,3	1200	—	—	0,45	1,09	—	—
شیشه (شیشه کوارتز)	2,4...2,7	520...550 <sup>۱)</sup>	—	—	0,8...1,0	0,83	10 <sup>18</sup>	0,000 009
طلا (Au)	19,3	1064	2707	67	310	0,13	0,022	0,000 014 2
گرافیت (C)	2,24	≈ 3800	≈ 4200	—	168	0,71	—	0,000 007 8
چدن	7,25	1150...1200	2500	125	58	0,50	0,6...1,6	0,000 010 5
الماسه (K 20)	14,8	> 2000	≈ 4000	—	81,4	0,80	—	0,000 005
چوب (درهوا خشک شده)	0,20...0,72	—	—	—	0,06...0,17	2,1...2,9	—	≈ 0,000 04 <sup>۲)</sup>
ایریدیم (Ir)	22,4	2443	> 4350	135	59	0,13	0,053	0,000 006 5
ید (I)	5,0	113,6	183	62	0,44	0,23	—	—
کربن (C)	3,5	≈ 3800	—	—	—	0,52	—	0,000 001 18
کک	1,6...1,9	—	—	—	0,18	0,83	—	—
کنستانتان (مس-نیکل)	8,89	1260	≈ 2400	—	23	0,41	0,49	0,000 015 2
چوب پنبه	0,1...0,3	—	—	—	0,04...0,06	1,7...2,1	—	—
کروند (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3,9...4,0	2050	2700	—	12...23	0,96	—	0,000 006 5
مس (Cu)	8,96	1083	≈ 2595	213	384	0,39	0,0179	0,000 016 8
منیزیم (Mg)	1,74	650	1120	195	172	1,04	0,044	0,000 026
آلیاژ منیزیم	≈ 1,8	≈ 630	1500	—	46...139	—	—	0,000 024 5
منگنز (Mn)	7,43	1244	2095	251	21	0,48	0,39	0,000 023
مولیبدن (Mo)	10,22	2620	4800	287	145	0,26	0,054	0,000 005 2
سدیم (Na)	0,97	97,8	890	113	126	1,3	0,04	0,000 071
نیکل (Ni)	8,91	1455	2730	306	59	0,45	0,095	0,000 013
نیوبیم (Nb)	8,55	2468	≈ 4800	288	53	0,273	0,217	0,000 007 1
فسفر، زرد (P)	1,82	44	280	21	—	0,80	—	—
پلاتین (Pt)	21,5	1769	4300	113	70	0,13	0,098	0,000 009
پلی استایرین	1,05	—	—	—	0,17	1,3	10 <sup>10</sup>	0,000 07
چینی	2,3...2,5	≈ 1600	—	—	1,6 <sup>۳)</sup>	1,2 <sup>۳)</sup>	10 <sup>12</sup>	0,000 004
کوارتز، فلیت (SiO <sub>2</sub> )	2,1...2,5	1480	2230	—	9,9	0,8	—	0,000 008
لاستیک اسفنجی شده	0,06...0,25	—	—	—	0,04...0,06	—	—	—
گوگرد (S)	2,07	113	344,6	49	0,2	0,70	—	—
سلنیم، قرمز (Se)	4,4	220	688	83	0,2	0,33	—	—
نقره (Ag)	10,5	961,5	2180	105	407	0,23	0,015	0,000 019 3

(۳) در دمای 800 °C

(۲) عمود بر لیاف

(۱) دمای استحاله (Transformation)



# خواص فیزیکی جامدات، مایعات و گازها

## خواص فیزیکی جامدات (ادامه)

مواد	جرم مخصوص $\rho$ kg/dm <sup>3</sup>	دمای ذوب در 1,013 bar $\rho$ °C	دمای جوش در 1,013 bar $\rho$ °C	گرمای ویژه در 1,013 bar $q$ kJ/kg	رسانایی گرمایی در 20 °C $\lambda$ W/(m · K)	ظرفیت گرمایی ویژه متوسط در 0...100 °C $c$ kJ/(kg · K)	مقاومت ویژه در 20 °C $\rho_{20}$ Ω · mm <sup>2</sup> /m	ضریب انبساط حرارتی طولی در 0...100 °C $\alpha_L$ 1/K یا 1/°C
سیلیسیم (Si)	2,33	1423	2355	1658	83	0,75	$2,3 \cdot 10^8$	0,000 004 2
کاربید سیلیسیم (SiC)	2,4	در دمای 3000 °C به Si و C تجزیه می‌شود			9 <sup>۱)</sup>	1,05 <sup>۱)</sup>	—	—
فولاد، غیرآلیاژی	7,85	≈ 1500	2500	205	48...58	0,49	0,14...0,18	0,000 011 9
فولاد، آلیاژی	7,9	≈ 1500	—	—	14	0,51	0,7	0,000 016 1
زغال سنگ	1,35	—	—	—	0,24	1,02	—	—
تانتالیم (Ta)	16,6	2996	5400	172	54	0,14	0,124	0,000 006 5
تیتانیوم (Ti)	4,5	1670	3280	88	15,5	0,47	0,08	0,000 008 2
اورانیم (U)	19,1	1133	≈ 3800	356	28	0,12	—	—
وانادیم (V)	6,12	1890	≈ 3380	343	31,4	0,50	0,2	—
تنگستن (W)	19,27	3390	5500	54	130	0,13	0,055	0,000 004 5
روی (Zn)	7,13	419,5	907	101	113	0,4	0,06	0,000 029
قلع (Sn)	7,29	231,9	2687	59	65,7	0,24	0,114	0,000 023

## مایعات

مواد	جرم مخصوص در 20 °C $\rho$ kg/dm <sup>3</sup>	دمای اشتعال	دمای انجماد یا دمای ذوب در 1,013 bar $\rho$ °C	دمای جوش در 1,013 bar $\rho$ °C	گرمای ویژه بخار <sup>۲)</sup> $r$ kJ/kg	رسانایی گرمایی در 20 °C $\lambda$ W/(m · K)	ظرفیت گرمایی ویژه در 20 °C $c$ kJ/(kg · K)	ضریب انبساط حرارتی حجمی $\alpha_V$ 1/K یا 1/°C
اتیل اتر (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	0,71	170	-116	35	377	0,13	2,28	0,0016
بنزین	0,72...0,75	220	-30...-50	25...210	419	0,13	2,02	0,0011
گازوئیل	0,81...0,85	220	- 30	150...360	628	0,15	2,05	0,000 96
روغن انتقال حرارت	≈ 0,83	220	- 10	>175	628	0,14	2,07	0,000 96
روغن ماشین	0,91	400	- 20	>300	—	0,13	2,09	0,000 93
نفت	0,76...0,86	550	- 70	>150	314	0,13	2,16	0,001
جیوه (Hg)	13,5	—	- 39	357	285	10	0,14	0,000 18
الکل 95%	0,81	520	-114	78	854	0,17	2,43	0,001 1
آب، مقطر	1,00 <sup>۱)</sup>	—	0	100	2256	0,60	4,18	0,000 18

۳) در 4 °C

۲) در دمای جوش و فشار 0,013 bar

۱) بالای 1000 °C

## گازها

مواد	جرم مخصوص در 0 °C و 1,013 bar $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	جرم مخصوص نسبی <sup>۱)</sup> $R/R_L$	دمای ذوب در 1,013 bar $\rho$ °C	دمای جوش در 1,013 bar $\rho$ °C	رسانایی گرمایی در 20 °C $\lambda$ W/(m · K)	رسانایی گرمایی نسبی <sup>۲)</sup> $\lambda/\lambda_L$	ظرفیت گرمایی ویژه در 20 °C و 1,013 bar $c_p$   $c_v$ kJ/(kg · K)
استیلن (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	1,17	0,905	- 84	- 82	0,021	0,81	1,64   1,33
آمونیاک (NH <sub>3</sub> )	0,77	0,596	- 78	- 33	0,024	0,92	2,06   1,56
پروپان (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	2,70	2,088	-135	- 0,5	0,016	0,62	—   —
فرئون (CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	5,51	4,261	-140	- 30	0,010	0,39	—   —
مونواکسید کربن (CO)	1,25	0,967	-205	-190	0,025	0,96	1,05   0,75
دی‌اکسید کربن (CO <sub>2</sub> )	1,98	1,531	۱۵- 57	- 78	0,016	0,62	0,82   0,63
هوا	1,293	1,0	-220	-191	0,026	1,00	1,005   0,716
متان (CH <sub>4</sub> )	0,72	0,557	-183	-162	0,033	1,27	2,19   1,68
پروپان (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	2,00	1,547	-190	- 43	0,018	0,69	—   —
اکسیژن (O <sub>2</sub> )	1,43	1,106	-219	-183	0,026	1,00	0,91   0,65
ازت (N <sub>2</sub> )	1,25	0,967	-210	-196	0,026	1,00	1,04   0,74
هیدروژن (H <sub>2</sub> )	0,09	0,07	-259	-253	0,180	6,92	14,24   10,10

۱) جرم مخصوص نسبی = جرم مخصوص گاز (ρ) بر جرم مخصوص هوا (ρ<sub>L</sub>)

۲) رسانایی گرمایی نسبی = رسانایی گرمایی گاز λ بر رسانایی گرمایی هوا λ<sub>L</sub>

۳) در فشار ثابت ۵,3 bar ۴) در حجم ثابت



## محصولات شیمیایی مهم تکنیک فلزکاری

کاربرد	خواص	فرمول	نام شیمیایی	نام صنعتی
حلال رنگ، استیلن و مواد مصنوعی	بی‌رنگ، احتراق آسان، مایع با تبخیر آسان	$(CH_3)_2CO$	استون، پروپانون	استون
گاز احتراق در جوشکاری، ماده اولیه مواد مصنوعی	گاز بی‌رنگ با شعله سفید درخشان، انفجار شدید	$C_2H_2$	استیلن، اتین	استیلن
حلال چربی و روغن، ماده تمیزکننده	بی‌رنگ، مایع آن گاهی با سانی قابل احتراق	$C_nH_{2n+2}$	حلال آلی	تمیزکننده سرد
مواد ادویه، مخلوط سرمازا، تهیه کالر	بی‌رنگ، نمک کریستالی، با سانی محلول در آب	$NaCl$	کلرید سدیم	نمک طعام
گاز محافظ در جوشکاری MAG، یخ خشک به عنوان مواد خنک‌کننده	گاز غیرقابل احتراق، غیرقابل حل، انجماد در دمای $-78^\circ C$	$CO_2$	دی‌اکسید کربن	گاز کربنیک، یخ خشک
مواد سنگ‌زنی و پرداخت، مواد اکسید سرامیک	خیلی سخت، کریستال بی‌رنگ، نقطه ذوب $2050^\circ C$	$Al_2O_3$	اکسید آلومینیم	کروند-آلومین
حمام گالوانیکی، مبارزه با آفات، برای خط‌کشی	کریستال آبی‌رنگ و محلول در آب، نسبتاً سمی	$CuSO_4$	سولفات مس	کات کبود
ماده تمیزکننده (چربی‌زدایی)، خنثی‌سازی اسیدها	مایع بی‌رنگ و بدبو، محلول قلیایی ضعیف	$NH_4OH$	هیدروکسید آمونیم	محلول آمونیاک
اج کردن و اسیدشویی، تولید محصولات شیمیایی	اسید خیلی قوی، حلال فلز (به جز فلزات نجیب)	$HNO_3$	اسید نیتریک	جوهر شوره
اج کردن و اسیدشویی، تولید محصولات شیمیایی	اسید بی‌رنگ، بدبو و قوی	$HCl$	اسید کلریدریک	جوهر نمک
اج کردن، حمامهای گالوانیکی، باتری	مایع بی‌رنگ، روغنی، بی‌بو، اسید خیلی قوی	$H_2SO_4$	اسید سولفوریک	جوهر گوگرد
حمامهای چربی‌زدایی و تمیزکاری، سخت‌زدایی آب	کریستال بی‌رنگ، اثر بازی و حلالیت آسان در آب	$Na_2CO_3$	کربنات سدیم	سودا
حلال، مواد تمیزکاری، برای موارد گرمایی، افزوده سوختها	مایع بی‌رنگ و احتراق آسان، نقطه جوش $78^\circ C$	$C_2H_5OH$	الکل اتیلیک-اتیل اتانل	الکل-شراب
حلال روغن، گریس و رنگ	مایع بی‌رنگ و غیرقابل احتراق، مضر سلامتی	$CCl_4$	تترا کلرید کربن	تتراکلرومتان
حلال، مواد تمیزکننده، امولسیون‌زا	ماده حلال آبی مختلف	$-COO-$ $-OSO_3-$ $-SO_3-$	تنسایدهای مختلف	تمیزکننده آبی

## بنیانهای اسیدی متداول

مثال		توضیح		بنیان اسیدی	
فرمول	نام			فرمول	نام
SiC	کاربید سیلیسیم	پیوندهای کربنی، گاهی خیلی سخت		$\equiv C$	کاربید
$CaCO_3$	کربنات کلسیم	پیوند اسیدهای کربنی، آزاد شدن $CO_2$ در نتیجه حرارت		$=CO_3$	کربنات
$NaCl$	کلرید سدیم	نمک اسیدکلریدریک، در آب با سانی حل می‌شود		$-Cl$	کلرید
$Ca(OH)_2$	هیدروکسید کلسیم	هیدروکسید از اسید فلزات و آب به وجود می‌آید، بازی عمل می‌کند		$-OH$	هیدروکسید
$KNO_3$	نیتрат پتاسیم	نمک اسیدنیتریک، حل آسان در آب		$-NO_3$	نیترات
SiN	نیتريد سیلیسیم	پیوند نیتروژن، گاهی خیلی سخت		$\equiv N$	نیتريد
$Al_2O_3$	اکسید آلومینیم	پیوند اکسیژن، اغلب پیوندهای مواد معدنی		$=O$	اکسید
$CuSO_4$	سولفات مس	نمک اسید سولفوریک، در آب با سانی حل می‌شود		$=SO_4$	سولفات
FeS	سولفید آهن (II)	پیوندهای گوگرد، سنگهای معدنی مهم، شکستن براده در فولادهای اتومات		$=S$	سولفید

## مقدار pH

نوع محلول آبی	افزایش خاصیت اسیدی							خنثی	افزایش خاصیت بازی						
	0	1	2	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13	14
مقدار pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
غلظت $H^+$ به g/l	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$	$10^{-12}$	$10^{-13}$	$10^{-14}$





(۱) فولادهای زنگ‌نزن در یک گروه جمع می‌شوند. اینها فولادهای آلیاژی هستند که تحت تقسیم‌بندی فولادهای کیفی یا نجیب نمی‌آید.



طبق (DIN EN 10027-2 (1992-09)، جایگزین برای DIN 17007<sup>(۱)</sup>

شماره مواد

برای تعریف و تمایز فولادها نام کوتاه (صفحه ۱۲۳) یا شماره مواد استفاده می‌شود.

شماره مواد

مشخصه فولادها:

(N + علامت اضافی)

نام کوتاه

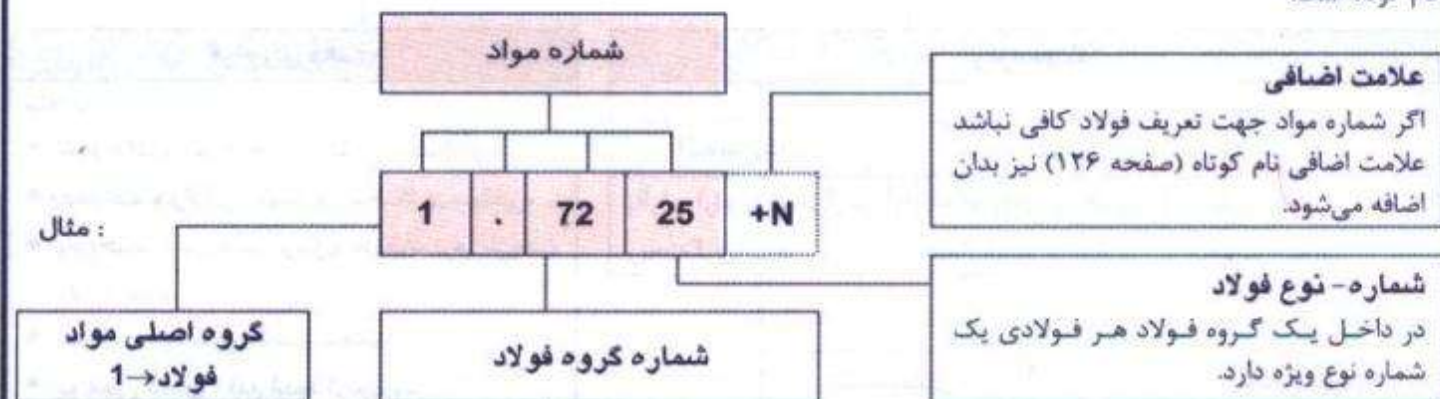
42CrMo4 + N

یا

1.7225 + N

مثال نامگذاری:

شماره مواد از ترکیب اعداد و هر کدام با شش مکان تشکیل شده است (پنج رقم و یک نقطه). این روش به خاطر پردازش اطلاعات بهتر از نام کوتاه است.



شماره گروه فولاد	گروه فولاد <sup>(۲)</sup>
فولادهای کیفی	
01, 91	فولادهای ساختمانی عمومی، $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$
02, 92	فولادهای ساختمانی عمومی که عملیات حرارتی برای آن تعیین نشده است، با $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$
03, 93	فولادهای با $C < 0,12\%$ یا $R_m < 400 \text{ N/mm}^2$
04, 94	فولادهای با $0,12\% \leq C < 0,25\%$ یا $400 \text{ N/mm}^2 \leq R_m < 500 \text{ N/mm}^2$
05, 95	فولادهای با $0,25\% \leq C < 0,55\%$ یا $500 \text{ N/mm}^2 \leq R_m < 700 \text{ N/mm}^2$
06, 96	فولادهای با $C \geq 0,55\%$ یا $R_m \geq 700 \text{ N/mm}^2$
07, 97	فولادهای با مقدار فسفر و گوگرد بالا
فولادهای نجیب	
10	فولادهای با خواص فیزیکی ویژه
11	فولادهای - ساختمانی، - ماشین‌سازی و - مخازن با $C < 0,5\%$
12	فولادهای ماشین‌سازی با $C \geq 0,5\%$
13	فولادهای - ساختمانی، - ماشین‌سازی و - مخازن با الزامات ویژه
15...18	فولادهای ابزار غیر آلیاژی

شماره گروه فولاد	گروه فولاد
فولادهای کیفی	
08, 98	فولادهای با خواص فیزیکی ویژه
09, 99	فولاد برای محدوده کاربردی مختلف
فولادهای نجیب	
20...28	فولادهای ابزاری آلیاژی
32	فولادهای تندبر بدون کبالت
33	فولادهای تندبر با کبالت
35	فولاد یا تاقانهای غلشی
36, 37	فولادهای با خواص مغناطیسی ویژه
38, 39	فولادهای با خواص فیزیکی ویژه
40...45	فولادهای رنگ‌نزن
46	آلیاژهای نیکل، مقاوم به مواد شیمیایی، مقاوم به دمای بالا
47, 48	فولادهای نسوز
49	فولادهای مقاوم به دمای بالا
50...84	فولادهای - ساختمانی، - ماشین‌سازی، - مخازن با ترکیب آلیاژی مختلف
85	فولادهای نیترووره
87...89	فولادهای ویژه جوشکاری خیلی محکم

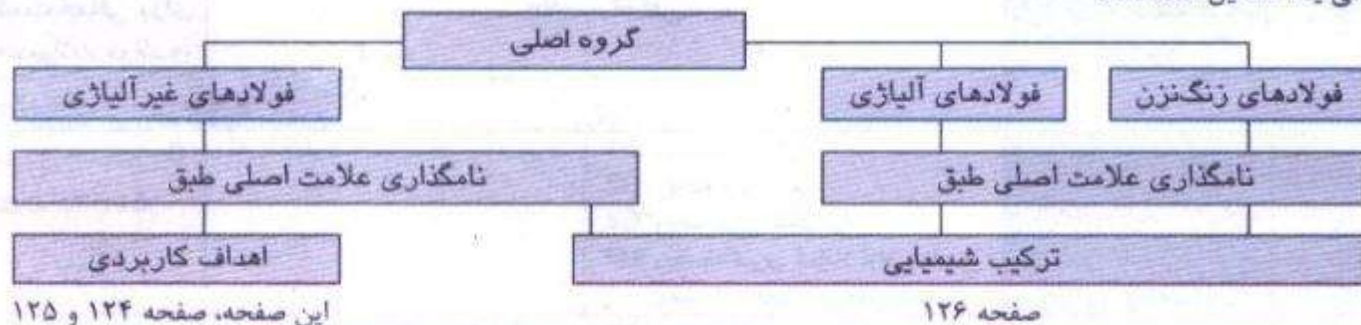
(۱) در تغییر DIN 17007 به DIN EN 10027-2 شماره مواد تغییر نکرده است.

(۲) C کربن،  $R_m$  استحکام کششیمقدار استحکام کششی  $R_m$  و C مقدار متوسط را نشان می‌دهد.



## سیستم نامگذاری فولادها

نام کوتاه فولادها و فولادهای ریختگی از علامت اصلی (DIN EN 10027-1) و علامت اضافی (DIN V 17006-100) که بدون فاصله کنار هم می‌آیند تشکیل شده است.



### نامگذاری طبق اهداف کاربردی، مثالها و سیستم نامگذاری

هدف کاربردی	علامت اصلی		علامت اضافی		علامت اضافی برای محصولات فولادی
			گروه 1	گروه 2	
فولاد سازه‌های فولادی	S	235	J2G3		
فولادهای ماشین‌سازی	E	360	G	C	
فولاد مخازن تحت فشار	P	265	N	H	
محصولات تحت از فولادهای مقاوم	H	420	M		
محصولات تحت برای شکل‌دهی سرد	DX	52	D	-	+Z
ورق و تسمه، بسته‌بندی	T	660	-	-	+SE
فولاد لوله‌های خط (روغن) و برق	L	360	N		
فولادهای بتن	B	500	H	-	
فولادهای پیش‌تنش	Y	1770	C		
ورق و تسمه الکتریکی	M	400	-50A		
فولادهای ریل	R	0880	Mn		

علامت اصلی		علامت اضافی		علامت اضافی برای محصولات فولادی
		گروه 1	گروه 2	
حروف، اعداد، مثلا	حروف، ارقام، مثلا برای مشخصه	حروف، ارقام فقط در ارتباط با	حروف، ارقام فقط در ارتباط با	حروف، اعداد که
برای مشخصه خواص مکانیکی	- کار ضربه شکاف - عملیات حرارتی - کاربرد - اکسیدزدایی	گروه 1 مجاز است، مثلا برای مشخصه قابلیت شکل‌دهی	گروه 2 مجاز است، مثلا برای مشخصه قابلیت شکل‌دهی	متخصصه قبل از آن با علامت + جدایی شود (صفحه ۱۲۵)

### فولاد سازه‌های فولادی

S	حد اقل تنش تسلیم $R_{eH}$ به $N/mm^2$ برای کمترین ضخامت محصول	کار ضربه - شکاف به ژول			دمای آزمایش به $^{\circ}C$	C: با قابلیت شکل‌دهی ویژه D: برای پوشش غوطه‌وری E: برای لعاب‌کاری F: برای آهنگری L: برای دماهای پایین M: تغییر شکل ترمومکانیکی N: تغییر شکل آنیل نرمال یا نرمالیزه شده O: برای صنایع دریایی Q: به‌سازی شده S: کشتی‌سازی T: برای لوله‌ها W: مقاوم به آب و هوا	طبق جدول A, B, C صفحه ۱۲۴، مثلا
		27 J	40 J	60 J			
		JR	KR	LR	+20		+C
		J0	K0	L0	0		+F
		J2	K2	L2	-20		+H
		J3	K3	L3	-30		+Z
		J4	K4	L4	-40		+ZE
		J5	K5	L5	-50		
		J6	K6	L6	-60		
		A: سختکاری انحرافی G1...G4: توضیح فولادهای ماشین‌سازی، صفحه ۱۲۴					

فولاد سازه‌های فولادی (S)،  $R_{eH} = 235 N/mm^2$  (235)، کار ضربه شکاف J 27 در  $20^{\circ}C$  (J2): S235J2G3 ریخته‌گری کاملاً آرام (G3، صفحه ۱۲۴)



## سیستم نامگذاری فولادها

طبق DIN EN 10027-1 (1992-09) و  
DIN V 17006-100 (1993-11)

## نامگذاری طبق اهداف کاربردی (ادامه)

علامت اضافی برای محصولات فولادی		علامت اضافی		علامت اصلی	
		گروه 2	گروه 1	خواص	حروف
فولادهای ماشین‌سازی					
طبق جدول B صفحه ۱۲۵، مثلاً +A +QT	C یا قابلیت تغییر شکل سرد ویژه	G1 ریخته‌گری ناآرام G2 ریخته‌گری آرام G3 ریخته‌گری کاملاً آرام G4 ریخته‌گری کاملاً آرام و طبق وضعیت تحویل مشخص شده	E	حداقل تنش تسلیم $R_e$ به $N/mm^2$ برای کمترین ضخامت محصول	
فولاد ماشین‌سازی (E)، $R_e = 360 N/mm^2$ (360)، با قابلیت تغییر شکل سرد ویژه (C) : E360C					
فولاد مخازن تحت فشار					
طبق جدول A, B, C صفحه ۱۲۵، مثلاً +T	H محدوده کاربرد دما بالا L محدوده کاربرد دما پایین R محدوده کاربرد در دمای محیط X محدوده کاربرد دما بالا و دما پایین	M شکل‌دهی ترمودینامیکی N آنیل نرمال شده یا نرمالیزه شده جهت شکل‌دهی Q بهسازی شده B کپسول گازها S مخازن تحت فشار ساده	P	تنش تسلیم حدافیل $R_p$ به $N/mm^2$ برای کمترین ضخامت محصول	
فولاد مخزن تحت فشار (P)، $R_e = 265 N/mm^2$ (265)، آنیل نرمال شده یا نرمالیزه شده جهت (N) : P265NH					
محصولات تحت نورد سرد از فولادهای خیلی مقاوم					
طبق جدول C صفحه ۱۲۵، مثلاً +ZE	D پوشش غوطه‌وری در مذاب	M نورد ترمومکانیکی یا نورد سرد B سختکاری در اثر پخت (back hard.) P آلیاژسازی شده یا فسفر X فاز دوگانه Y فولاد بدون اتمهای حفره نشستی (فولاد IF)	H HT	حداقل تنش تسلیم $R_e$ به $N/mm^2$  حداقل استحکام کششی $R_m$ به $N/mm^2$	
محصول تحت نورد سرد از فولاد خیلی مقاوم (H)، $R_e = 420 N/mm^2$ (420)، نورد ترمومکانیکی و نورد سرد (M) : H420M					
محصولات تحت نورد سرد از فولاد خیلی مقاوم (HT)، $R_m = 560 N/mm^2$ (560)، نورد ترمومکانیکی و نورد سرد (M)، پوشش قلع الکترولیتی (+ZE) : HT560M+ZE					
محصولات تحت جهت شکل‌دهی سرد					
طبق جدول B و C صفحه ۱۲۵، مثلاً +ZE +Z	هیچ علامتی پیش‌بینی نشده است	D پوشش غوطه‌وری در مذاب EK برای لعاب‌کاری مرسوم ED برای لعاب‌کاری مستقیم T برای لوله علامت شیمیایی برای عناصر پیش‌بینی شده، مثلاً Cu	D DC DD DX	عدد مشخصه دو رقمی نورد سرد، عدد مشخصه دو رقمی نورد گرم، عدد مشخصه دو رقمی وضعیت نورد پیش‌بینی نشده، عدد مشخصه دو رقمی	
محصولات تحت جهت شکل‌دهی سرد (D)، بدون دستورالعمل نورد (X)، عدد مشخصه 52، برای پوشش (Z) : DX52D+Z					
محصول تحت جهت شکل‌دهی سرد (D)، نورد سرد (C)، عدد مشخصه 02، پوشش روی الکترولیتی (+ZE) : DC02+ZE					
فولادهای بتون					
طبق جدول C صفحه ۱۲۵	هیچ علامتی پیش‌بینی نشده است	N انبساط یکنواخت معمولی H انبساط یکنواخت بالا	B	حداقل تنش تسلیم $R_e$ به $N/mm^2$ برای کمترین ضخامت محصول	
فولاد بتون (B)، $R_e = 500 N/mm^2$ (500)، انبساط یکنواخت بالا (H) : B500H					



## نامگذاری طبق اهداف کاربردی (ادامه)

علامت اضافی برای محصولات فولادی	علامت اضافی		علامت اصلی	حروف
	گروه 2	گروه 1	خواص	

## ورقها و تسمه‌های بسته‌بندی

طبق جدول B و C پایین صفحه، مثلا +SE +CE	هیچ علامتی پیش‌بینی نشده است	هیچ علامتی پیش‌بینی نشده است	تنش تسلیم نامی $R_{p0.2}$ به $N/mm^2$ برای محصولات دوبار کشیده شده	T
			مقدار سختی متوسط مشخص شده برای محصولات کشیده شده ساده	TH

ورق سفید، دوبار کشیده شده (T)،  $R_{p0.2} = 660 N/mm^2$  (660)، قلع‌کاری الکترولیتی (+SE): **T660+SE**  
ورق ظریف (TH)، درجه سختی 52، کشیده شده ساده، کرم‌کاری ویژه الکترولیتی (+CE): **TH52+CE**

## فولاد لوله‌های خط (روغن)، برق و عایق

طبق جدول A، B و C پایین صفحه	درجه الزامات و خواسته‌ها در صورت نیاز با یک رقم	M شکل‌دهی ترمومکانیکی N شکل‌دهی آنیل نرمال یا نرمالیزه شده Q بهسازی شده	حداقل تنش تسلیم $R_e$ به $N/mm^2$ برای کمترین ضخامت محصول	L
---------------------------------	--	--	---	---

فولاد لوله‌های خط (روغن) و برق (L)،  $R_e = 360 N/mm^2$  (360)، آنیل نرمال شده (N): **L360N**

طبق DIN V17006-100 (1993-11)

## علامت اضافی برای محصولات فولادی

استاندارد DIN V 17006-100 علامت اضافی جداول A، B و C را پیش‌بینی کرده است.

استاندارد مربوط به هر محصول فولادی، مثلا ورقها و لوله‌های مختلف، علامت اضافی دیگری داشته باشند.

## جدول A: برای الزامات ویژه

+H با قابلیت سختکاری ویژه +Z35 حداقل گلوبی شدن شکست عمود بر سطح 35%	+F فولاد دانه‌ریز +Z25 حداقل گلوبی شدن شکست عمود بر سطح 25%	+C فولاد دانه درشت +Z15 حداقل گلوبی شدن شکست عمود بر سطح 15%
---	---	--

جدول B: برای وضعیت عملیات حرارتی<sup>(۱)</sup>

+Q ترسانده شده یا سختکاری شده +QA سختکاری هوایی +QO سختکاری روغنی +QT بهسازی شده +QW سختکاری در آب +S عملیات شده جهت برش سرد +ST آنیل انحلال +T برگشت شده +U بدون عملیات	+HC شکل‌دهی سرد-گرم +LC کشش نهایی سرد کم یا کشش نهایی کم +M نورد ترمومکانیکی +N آنیل نرمال +NT آنیل نرمال و برگشت	+A آنیل نرم +AC آنیل جهت دستیابی به کاربرد کروی +AT آنیل انحلال +C کارسخت +Cnnn کارسخت تا حداقل استحکام کششی $nnn N/mm^2$ +CR نورد سرد
--	--	--

(۱) جهت جلوگیری از سایر علائم جدول A، B و C می‌توان علامت اضافی برای وضعیت عملیات حرارتی، حرف T را جلوی آن قرار داد، مثلا +TA.

جدول C: نوع پوشش<sup>(۲)</sup>

+Z گالوانیزه گرم (روی کاری داغ) +ZA پوشش با آلیاژ Zn-Al +ZE روی کاری الکترولیتی +ZF آنیل نفوذی پوشش Zn +ZN پوشش Zn-Ni	+OC - کیورنست، پوشش آلی +S قلع کاری داغ +SE قلع کاری الکترولیتی +T فرآیند غوطه‌وری ذوبی با آلیاژ Pb-Sn +TE پوشش الکترولیتی با آلیاژ Pb-Sn	+A آلومینیم اندود +AR پوشش نورد-آلومینیم +AS پوشش با آلیاژ Al-Si +AZ پوشش با آلیاژ Al-Zn +CE پوشش کرم ویژه الکترولیتی +CU پوشش مسی +IC پوشش غیرآلی
---	---	--

(۲) جهت جلوگیری از سایر علائم جدول A، B و C می‌توان علامت اضافی برای نوع پوشش حرف S را جلوی آن قرار داد، مثلا +SA.



## نامگذاری طبق ترکیب شیمیایی، مثالها و روش نامگذاری

علامت اضافی برای محصولات فولادی	علامت اضافی	علامت اصلی	ترکیب شیمیایی
+QT	E4	35	فولادهای غیرآلیاژی با مقدار $Mn > 1\%$ به جز فولادهای اتومات
	-	28Mn6	فولادهای غیرآلیاژی با مقدار $Mn < 1\%$
	-	11SMn30	فولادهای اتومات غیرآلیاژی
	-	31CrMoV5-9	فولادهای آلیاژی با مقدار عناصر آلیاژی هر کدام زیر 5%
+AT	-	5CrNi18-10	فولادهای آلیاژی (غیر از فولادهای تندبر)، که مقدار متوسط حداقل یک عنصر آلیاژی بالای 5% است
	-	2-9-1-8	فولادهای تندبر

علامت اضافی برای محصولات فولادی	علامت اضافی	علامت اصلی
حروف، اعداد از علائم قبلی با علامت بعلاوه جدا می شود	حروف، ارقام، مثلا برای مشخصه کاربرد	اعداد، حروف برای مشخصه - مقدار کربن - عناصر آلیاژی

فولادهای غیرآلیاژی با مقدار  $Mn > 1\%$ ، غیر از فولادهای اتومات

طبق جدول B، صفحه ۱۲۵، مثلا	C قابلیت شکل دهی سرد ویژه S برای فنرها U برای ابزارها W برای مفتول جوشکاری	E حداکثر مقدار S مشخص شده <sup>۱)</sup> R محدوده مقدار S مشخص شده D برای کشش مفتول	عدد مشخصه مقدار کربن، عدد مشخصه = مقدار کربن $\times 100$	C
+QT				
+A	G1...G4 توضیحات مربوط به فولادهای ماشین سازی در صفحه ۱۲۴ (۱) عدد مشخصه پست E و R = مقدار گوگرد $\times 100$			

فولاد غیرآلیاژی، مقدار C - (C35) 0,35%، حداکثر مقدار S - (E4) 0,04%، بهسازی شده (+QT) : **C35E4+QT**

فولادهای غیرآلیاژی با مقدار  $Mn < 1\%$ ، فولادهای اتومات غیرآلیاژی، فولادهای آلیاژی (غیر از فولادهای تندبر) با مقدار هر عنصر آلیاژی زیر 5%

طبق جدول A و B، صفحه ۱۲۵، مثلا	هیچ علامتی مشخص نشده	علائم عناصر آلیاژی، عدد مشخصه برای مقدار متوسط عناصر ضرب $\times$ مقدار متوسط = عدد مشخصه	عدد مشخصه برای مقدار کربن، عدد مشخصه = مقدار متوسط $\times 100$	-
+U		ضریب		
+A		4	Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	
+N		10	Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	
+QT		100	C, Ce, N, P, S	
		1000	B	

فولاد غیرآلیاژی، مقدار C - (C28) 0,28%، مقدار Mn - (6) 1,5%، بهسازی شده (+QT) : **28Mn6+QT**

## فولادهای آلیاژی (بدون فولاد تندبر)، مقدار متوسط حداقل یک عنصر آلیاژی بالای 5% قرار دارد

طبق جدول A و B، صفحه ۱۲۵، مثلا	هیچ علامتی مشخص نشده است	علائم عناصر آلیاژی از اعداد مشخصه مقدار متوسط عناصر با خط تیره جدا می شود	عدد مشخصه مقدار کربن، عدد مشخصه = مقدار متوسط $\times 100$	X
+A				
+AT				

فولاد غیرآلیاژی، مقدار C 0,05%، مقدار Cr 18%، مقدار Ni 10%، آنیل نرم (+A) : **X5CrNi18-10+A**

## فولادهای تندبر

طبق جدول B، صفحه ۱۲۵، مثلا	هیچ علامتی مشخص نشده است	اعدادی که با خط تیره از هم جدا می شوند مقدار درصد عناصر به ترتیب زیر را نشان می دهند: تنگستن - مولیبدن - وانادیوم - کبالت	-	HS
----------------------------	--------------------------	---	---	----

فولاد تندبر، مقدار W 2%، مقدار Mo 9%، مقدار V 1%، مقدار Co 8% : **HS2-9-1-8**



شکل محصولات <sup>(۱)</sup>		محدوده کاربرد		خواص کلی		استاندارد		زیرگروهها و وضعیت تحویلی	
B   S   P   D									
فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی، نورد گرم									
صفحه ۱۳۱									
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
فولادهای ساختمانی جوشکاری در سازه های فولادی و ماشین سازی، اجزاء ساده ماشین		قابلیت براده برداری خوب		قابلیت جوشکاری، به جز S185		قابلیت شکل دهی سرد و گرم		قابلیت براده برداری خوب	
اجزاء ماشین بدون عملیات حرارتی مثلا با سختکاری و بهسازی		قابلیت براده برداری خوب		غیر قابل جوشکاری		قابلیت شکل دهی سرد و گرم		قابلیت براده برداری خوب	
فولادهای ساختمانی دانه ریز ویژه جوشکاری									
صفحه ۱۳۲									
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ساختمانهای جوشکاری با چقرمگی بالا، تردی بالا و پایداری		قابل جوشکاری		قابلیت شکل دهی خوب		قابل جوشکاری		عدم قابل شکل دهی گرم	
در ماشین سازی و سازه های فولادی		قابل جوشکاری		عدم قابل شکل دهی گرم		قابل جوشکاری		عدم قابل شکل دهی گرم	
فولادهای ساختمانی بهسازی شده با تنش تسلیم بالا									
صفحه ۱۳۲									
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ساختمانهای جوشکاری در ماشین سازی و سازه های جوشکاری خیلی مقاوم		قابل جوشکاری		قابلیت شکل دهی گرم		قابل جوشکاری		قابلیت شکل دهی گرم	
فولادهای بهسازی									
صفحه ۱۳۲									
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
قطعات با استحکام بالا که بهسازی نمی شوند		در وضعیت آنیل نرم با قابلیت براده برداری خوب		قابل شکل دهی گرم		قابل بهسازی (نتایج غیر قطعی در فولادهای کیفی غیر آلیاژی)		قابل جوشکاری	
قطعات با استحکام و چقرمگی خوب		قابل شکل دهی گرم		قابل بهسازی (نتایج غیر قطعی در فولادهای کیفی غیر آلیاژی)		قابل جوشکاری		عدم قابل شکل دهی گرم	
قطعات تحت تنش بالا با چقرمگی خوب		قابل شکل دهی گرم		قابل بهسازی (نتایج غیر قطعی در فولادهای کیفی غیر آلیاژی)		قابل جوشکاری		عدم قابل شکل دهی گرم	
فولادهای کربوره									
صفحه ۱۳۳									
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
قطعات کوچک با سطح ضد سایش		قابلیت براده برداری خوب در حالت سختکاری نشده		قابلیت شکل دهی خوب		بعد از کربن دهی سطحی دارای قابلیت سختکاری سطحی		قابلیت براده برداری خوب	
اجزا تحت بار دینامیکی با سطح ضدسایش		قابلیت براده برداری خوب در حالت سختکاری نشده		قابلیت شکل دهی خوب		بعد از کربن دهی سطحی دارای قابلیت سختکاری سطحی		قابلیت براده برداری خوب	
فولادهای سختکاری شعله ای و القایی									
صفحه ۱۳۵									
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
قطعات با استحکام کم مغزی و با محدوده های خاص سختکاری شده		قابلیت براده برداری خوب در حالت آنیل نرمال		قابل شکل دهی گرم		قابلیت سختکاری مستقیم، سختکاری هر جزء قطعه کار امکانپذیر است مثلا جناح دندانه ها		قابلیت براده برداری خوب	
قطعات با استحکام بالای مغزی و با محدوده خاص سختکاری شده و ابعاد بزرگتر		قابلیت براده برداری خوب در حالت آنیل نرمال		قابل شکل دهی گرم		قابلیت سختکاری مستقیم، سختکاری هر جزء قطعه کار امکانپذیر است مثلا جناح دندانه ها		قابلیت براده برداری خوب	
فولادهای نیترووره									
صفحه ۱۳۵									
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
قطعات با استحکام خستگی بالا، قطعات تحت سایش، قطعات تحت بار حرارتی تا 500 °C		قابلیت براده برداری خوب در حالت سختکاری شده		قابلیت سختکاری به واسطه تشکیل نیتريد، اعوجاج سختکاری خیلی کم		بهسازی قطعات قبل از نیتراسیون		قابلیت براده برداری خوب	
فولادهای فنر									
صفحه ۱۳۹									
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
فنرهای برگسی (شمشی)، فنرهای مارپیچ، فنرهای پیچشی		قابل شکل دهی سرد یا گرم		توانایی تغییر شکل الاستیکی بالا		استحکام خستگی بالا		قابلیت براده برداری خوب	
(۱) اشکال محصولات: B ورقها و تسمه ها؛ D مفتولها؛ S شمشها مثلا تخت، چهار گوش و گرد؛ P پروفیلها مثلا پروفیل U، L و T									



# فولادها - نگاه کلی

شکل محصولات <sup>(۱)</sup>	محدوده کاربرد				خواص کلی	استاندارد	زیرگروهها و وضعیت تحویلی
	B	S	P	D			
فولادهای اتومات							
صفحه ۱۳۵							
•	•	-	-	•	قابلیت براده‌برداری خیلی خوب (براده کوتاه)	DIN EN 10087	فولادهای غیرقابل عملیات حرارتی
•	•	-	-	•	مانند فولادهای کربوره غیرآلیاژی، قابلیت براده‌برداری بهتر	DIN EN 10087	فولادهای اتومات کربوره
•	•	-	-	•	مانند فولادهای بهسازی غیرآلیاژی، قابلیت براده‌برداری بهتر، استحکام خستگی کمتر	DIN EN 10087	فولادهای اتومات بهسازی
فولادهای ابزاری							
صفحه ۱۳۶							
•	•	•	•	•	قابلیت براده‌برداری خوب در وضعیت آنیل نرم قابل شکل‌دهی گرم و سرد سختکاری مغزی حداکثر تا قطر 10 mm	DIN EN ISO 4957	فولادهای سردکار، غیرآلیاژی
•	•	-	•	•	قابل براده‌برداری در وضعیت آنیل نرم قابل شکل‌دهی گرم عمق سختکاری بزرگتر، استحکام بالاتر، مقاومت سایشی بیشتر از فولادهای سردکار غیرآلیاژی	DIN EN ISO 4957	فولادهای سردکار، آلیاژی
•	•	-	•	•	قابل براده‌برداری در وضعیت آنیل نرم قابل شکل‌دهی گرم سختی‌پذیری در تمام سطح مقطع	DIN EN ISO 4957	فولادهای گرم‌کار
•	•	-	•	•	قابل براده‌برداری در وضعیت آنیل نرم قابل شکل‌دهی گرم سختی‌پذیری در تمام سطح مقطع	DIN EN ISO 4957	فولادهای تندبر
فولادهای زنگ‌نزن							
صفحه ۱۳۷ و ۱۳۸							
•	•	•	•	•	قطعات زنگ‌نزن تحت بار کمتر، قطعات با پایداری بالا در برابر ترک حاصل از تنش خوردگی و در معرض کار	DIN 10022-2, DIN EN 10088-3	فولادهای فرریتی
•	•	•	•	•	قطعات زنگ‌نزن با پایداری خوردگی بالا، محدوده کاربرد وسیع همه فولادهای زنگ‌نزن	DIN 10022-2, DIN EN 10088-3	فولادهای آستنی
•	•	•	•	•	قطعات زنگ‌نزن تحت بار بالا، که قابل بهسازی هم هستند	DIN 10022-2, DIN EN 10088-3	فولادهای مارتنزیتی
(۱) اشکال محصولات : B ورقها و تسمه‌ها؛ S شمشها مثلا تخت، چهارگوش و گرد؛ P پروفیلها مثلا پروفیل L، L و T؛ D مفتولها؛							

(۱) اشکال محصولات : B ورق‌ها و تسمه‌ها؛ D مفتول‌ها؛

S شمشها مثلا تخت، چهارگوش و گرد؛ P پروفیلها مثلا پروفیل U، L و T



## فولادهای غیر آلیاژی

عملیات حرارتی، مثلاً سختکاری یا بهسازی، پیش‌بینی نشده است

عملیات حرارتی پیش‌بینی شده است (صفحه ۱۳۰)

## انتخاب بسته به هدف کاربردی

## خواص اصلی توسط پارامترهای زیر تعیین می‌شود

مثال: فولادهای ساختمانی غیر آلیاژی (صفحه ۱۳۱)

نوع فولاد، حداقل شرایط و الزامات نام کوتاه

آلیاژ میکرو <sup>(۲)</sup> L	اکسیژن زدایی <sup>(۱)</sup> DO	درجه خلوص	ترکیب
		• گوگرد (S)	• کربن (C)
		• فسفر (P)	• منگنز (Mn)
			• سیلیسیم (Si)

DO	S <sub>max</sub> به %	P <sub>max</sub> به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
آزاد	تعیین نشده است	تعیین نشده است				S185

DO	S <sub>max</sub> به %	P <sub>max</sub> به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
FN	0,045	0,045				E295, E335, E360

DO	S <sub>max</sub> به %	P <sub>max</sub> به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
آزاد	0,045	0,045	—	1,4	0,17	S235JR
FU	0,045	0,045	—	1,4	0,17	S235JRG2

DO	S <sub>max</sub> به %	P <sub>max</sub> به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
FN	0,045	0,045	—	1,4	0,17	S235JRG2
FN	0,045	0,045	—	1,5	0,18	S275JR
FN	0,045	0,045	0,55	1,6	0,24	S355JR

DO	S <sub>max</sub> به %	P <sub>max</sub> به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
FN	0,040	0,040	—	1,4	0,17	S235J0
FN	0,040	0,040	—	1,5	0,18	S275J0
بلی	0,040	0,040	0,55	1,6	0,20	S355J0

DO	S <sub>max</sub> به %	P <sub>max</sub> به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
FF	0,035	0,035	—	1,4	0,17	S235J2G3
FF	0,035	0,035	—	1,5	0,18	S275J0
بلی	0,035	0,035	0,55	1,6	0,20	S355J2G3

## سایر گروههای فولاد، مثلاً

محصولات تخت نورد سرد از فولادهای استحکام بالا  
محصولات تخت جهت شکل‌دهی سرد

فولاد مخازن تحت فشار  
ورق‌ها و تسمه‌های بسته‌بندی  
فولاد لوله‌های خط (نفت) و برق

فولادهای بتون  
فولادهای پیش‌تنش  
ورق‌های الکتریکی

خواص خواسته شده حاصل نمی‌شود

انتخاب ترکیب شیمیایی: صفحه ۱۳۰

(۱) نوع اکسیژن زدایی: FU فولاد ناآرام، FN فولاد آرام، FF فولاد کاملاً آرام با عناصر قابل پیوند با نیتروژن  
(۲) L عناصر آلیاژی اضافی، همچنین به عنوان آلیاژهای میکرو: Cr, Cu, Mo, Ni, Ti, V, Nb



## فولادهای غیرآلیاژی

صفحه ۱۲۹

یا

خیر

عملیات حرارتی در نظر گرفته شده است، مثلاً سختکاری یا بهسازی

بلی

## خواص اصلی توسط عوامل زیر تعیین می شود

## انتخاب بسته به مقدار کربن

نام کوتاه	گروه فولاد	حداقل شرایط
-----------	------------	-------------

اکسیژن زدایی "DO"	درجه خلوص	ترکیب
• فسفر (P)	• کربن (C)	• منگنز (Mn)
• گوگرد (S)	• سیلیسیم (Si)	
	• سایر عناصر آلیاژی (L)	

			DO	% به S <sub>max</sub>	% به P <sub>max</sub>	% به L	% به Si	% به Mn	% به C
• عملیات حرارتی	فولادهای کربوره <sup>۱</sup>	C10	FN	0,045	0,045	—	0,40	0,45	0,10
		C15	FN	0,045	0,045	—	0,40	0,45	0,15
		C35	FN	0,045	0,045	0,63	0,40	0,65	0,35
		C60	FN	0,045	0,045	0,63	0,40	0,75	0,60
• عملیات حرارتی با مقادیر مطمئن	فولادهای کربوره	C10E	FN	0,035	0,035	—	0,40	0,45	0,10
		C15E	FN	0,035	0,035	—	0,40	0,45	0,15
		C35E	FN	0,035	0,035	0,63	0,40	0,65	0,35
		C60E	FN	0,035	0,035	0,63	0,40	0,75	0,60

## سایر الزامات

## فولادهای آلیاژی

(۱) مقدار حداکثر (Cr + Mo + Ni)

(۲) نوع اکسیژن زدایی: FN ریخته گری آرام

(۳) فولادهای C10 و C15 در استاندارد فولادهای کربوره DIN EN 10084

دیگر آورده نمی شوند. این فولادهای توسط شرکتهای فنی عرضه می شوند.

## تأثیر عناصر آلیاژی (انتخاب)

خواص تحت تأثیر عناصر	عناصر آلیاژی										
	Cr	Ni	Al	W	V	Co	Mo	Si	Mn	S	P
استحکام کششی	●	●	—	●	●	●	●	●	●	—	●
تنش تسلیم	●	●	—	●	●	●	●	●	●	—	●
چقرمگی ضربه شکاف	○	—	○	—	●	○	●	○	—	○	○
استحکام سایش	●	○	—	●	●	●	●	○	○	—	—
قابلیت تغییر شکل گرم	○	●	○	○	●	○	●	○	●	○	—
قابلیت تغییر شکل سرد	—	—	—	○	—	○	○	○	○	○	○
قابلیت براده برداری	—	○	—	○	—	—	○	○	○	●	●
استحکام گرم	●	●	—	●	●	●	●	●	—	—	—
مقاومت خوردگی	●	—	—	—	●	—	—	—	—	○	—
دمای سختکاری	●	—	—	●	●	—	●	●	○	—	—
قابلیت سختکاری، قابلیت بهسازی	●	●	—	●	●	●	●	●	●	—	—
قابلیت نیتراسیون	●	—	●	●	●	—	●	○	●	—	—
قابلیت جوشکاری	○	○	●	—	●	—	○	—	○	○	○

● افزایش ○ کاهش — بدون تأثیر قابل ملاحظه

مثال: چرخنده ها، سختکاری کربوره، قطعات خام آهنگری با عملیات حرارتی مطمئن  
مطلوب است: فولادهای مناسبحل: عملیات حرارتی پیش بینی شده (سختکاری کربوراسیون) ← فولاد کربوره،  $C \leq 0,2\%$ 

خواص فولادهای کیفی و نجیب کافی نیست ← فولادهای آلیاژی

افزایش قابلیت تغییر شکل گرم: Mn, V؛ افزایش قابلیت سختکاری: Ni, Cr

انتخاب فولاد: 15NiCr13, 20MnCr5, 16MnCr5 (صفحه ۱۲۳)



طبق DIN EN 10025 (1994-03)

فولادهای ساختمانی غیر آلیاژی، نورد گرم

نوع فولاد	شماره	DO <sup>(۱)</sup>	کار		استحکام کششی R <sub>m</sub> <sup>(۲)</sup> N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم R <sub>e</sub> به N/mm <sup>2</sup> برای ضخامت محصولات به mm				تغییر طول نسبی شکست A <sup>(۳)</sup> %	خواص، کاربرد
			ضربه شکاف	KV		≤ 16	> 16	> 40	> 63		
نام کوتاه	مواد		در °C	J		≤ 40	≤ 63	≤ 80			

## فولاد سازه‌های فولادی و ماشین‌سازی

S185	1.0035	-	-	-	290...510	185	175	-	-	18	غیر قابل جوشکاری، سازه ساده جوشکاری
S235JR	1.0037	-	20	27	340...470	235	225	-	-	26	سازه‌های جوشکاری در سازه‌های فولادی و ماشین‌سازی؛ اهرم، پین‌ها، محورها، اکسلها با بار کم
S235JRG1	1.0036	FU	20	27	340...470	235	225	-	-	26	
S235JRG2	1.0038	FN	20	27	340...470	235	225	215	215	26	
S235J0	1.0114	FN	0	27	340...470	235	225	215	215	26	
S235J2G3	1.0116	FF	-20	27	340...470	235	225	215	215	26	سازه‌های جوشکاری تحت بار بالا در سازه‌های فولادی؛ جراثیق‌ها و پلها
S235J2G4	1.0117	FF	-20	27	340...470	235	225	215	215	26	
S275JR	1.0044	FN	20	27	410...560	275	265	255	245	22	
S275J0	1.0143	FN	0	27	410...560	275	265	255	245	22	
S275J2G3	1.0144	FF	-20	27	410...560	275	265	255	245	22	سازه‌های جوشکاری تحت بار بالا در سازه‌های فولادی؛ جراثیق‌ها و پلها
S275J2G4	1.0145	FF	-20	27	410...560	275	265	255	245	22	
S355JR	1.0045	FN	20	27	490...630	355	345	335	325	22	
S355J0	1.0553	FN	0	27	490...630	355	345	335	325	22	
S355J2G3	1.0570	FF	-20	27	490...630	355	345	335	325	22	
S355J2G4	1.0577	FF	-20	27	490...630	355	345	335	325	22	
S355K2G3	1.0595	FF	-20	40	490...630	355	345	335	325	22	
S355K2G4	1.0596	FF	-20	40	490...630	355	345	335	325	22	

## فولادهای ماشین‌سازی

E295	1.0050	FN	-	-	470...610	295	285	275	265	20	اکسلها، محورها، پین‌ها
E335	1.0060	FN	-	-	570...710	335	325	315	305	16	قطعات ضدسایش، چرخنده‌های کوچک، حلزونها، اسپیندلها
E360	1.0070	FN	-	-	670...830	360	355	345	335	11	

(۱) DO، نوع اکسیدزدایی: - آزاد برای سازنده، FU فولاد ریخته‌گری ناآرام،

FN فولاد ریخته‌گری آرام، FF فولاد ریخته‌گری کاملاً آرام

(۲) مقادیر معتبر برای ضخامت محصولات از 3 mm تا 100 mm

(۳) مقادیر معتبر برای نمونه‌های طولی و ضخامت محصولات از 3 mm تا 40 mm

علامت اضافی G1...G4، وضعیت تحویلی<sup>(۱)</sup>

وضعیت تحویلی ورق‌ها، تسمه‌ها، شمشهای تخت و گرد		علامت اضافی	وضعیت تحویلی ورق‌ها، تسمه‌ها، شمشهای تخت و گرد		علامت اضافی
DO <sup>(۲)</sup>	علامت اضافی		DO <sup>(۲)</sup>	علامت اضافی	
FU	G1	طبق توافق	FF	G3	آنیل نرمال N
FN	G2	طبق توافق	FF	G4	طبق انتخاب سازنده

(۱) اگر وضعیت تحویلی هنگام سفارش مشخص نباشد، به سازنده واگذار می‌شود.

(۲) DO، نوع اکسیدزدایی: FU ریخته‌گری ناآرام، FN ریخته‌گری آرام، FF ریخته‌گری کاملاً آرام

## خواص مهندسی

قابلیت شکل‌دهی سرد	قابلیت شکل‌دهی گرم	قابلیت جوشکاری
قابلیت شکل‌دهی سرد (خمکاری، کشش، تاکنی) وقتی قابل حصول است که فولاد با علامت اضافی C سفارش داده می‌شود، مثلاً S355J2G3C، S235JRC. فولاد S185 قابل شکل‌دهی سرد نیست.	فولادهایی قابل شکل‌دهی گرم هستند که در وضعیت نورد شده و آنیل نرمال شده یا نرمالیزه شده تحویل داده می‌شود.	فولادهای با گروه‌های کیفی JR - J0 - J2G3 - J2G4 - K2G3 - K2G4 طبق همه فرایندها قابل جوشکاری است. در فولاد S235JR نوع فولاد آرام S235JRG2 ترجیح داده می‌شود.



# فولادهای سازه‌ای دانه‌ریز ویژه جوشکاری، فولادهای سازه‌ای بهسازی شده

طبق DIN EN 10113 (1993-04)

فولادهای سازه‌ای دانه‌ریز ویژه جوشکاری

نوع فولاد		شماره مواد	L <sup>(۱)</sup>	کار ضربه شکاف KV به J در دماهای به °C			استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم R <sub>e</sub> به N/mm <sup>2</sup> برای ضخامت محصولات به mm			تغییر طول نسبی شکست A %	خواص، کاربرد	
نام کوتاه				+20	0	-20		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63			
فولادهای کیفی غیر آلیاژی													چقرمگی بالا، پایداری به تردی شکست و پیر شدن؛ سازه‌های جوشکاری در ماشین‌سازی، جراثقیل، پلها، خودرو و تاسیسات نقاله
S275N	1.0490	N	55	47	40	370...510	275	265	255	24			
S275M	1.8818	M				360...510							
S355N	1.0545	N	55	47	40	470...630	355	345	335	22			
S355M	1.8823	M				450...610							
فولادهای نجیب آلیاژی													
S420N	1.8902	N	55	47	40	520...680	420	400	390	19			
S420M	1.8825	M				500...660							
S460N	1.8901	N	55	47	40	550...720	460	440	430	17			
S460M	1.8827	M				530...720							

(۱) L وضعیت تحویل: N: نورد آنیل نرمال / آنیل نرمالیزه، M: نورد ترمومکانیکی

(۲) این مقادیر برای نمونه‌های طولی - شکاف تیز صادق است.

همه فولادها با مقادیر حداقل برای کار ضربه شکاف در دماهای پایین قابل تحویل است. در نام کوتاه گروه کیفی N و M با NL و ML قابل جایگزین است، مثلاً 275ML، 275NL.

## خواص مهندسی

قابلیت شکل‌دهی سرد	قابلیت شکل‌دهی گرم	قابلیت جوشکاری
اگر در سفارش توافق شود برای ضخامت نامی $\geq 12$ mm قابلیت شکل‌دهی سرد قابل حصول است.	فولادها در وضعیت تحویلی N قابل شکل‌دهی گرم است. فولادهای نورد شده ترمومکانیکی، وضعیت تحویلی M، قابل شکل‌دهی گرم نیست.	فولادها طبق فرایندهای معمول قابل جوشکاری است. با افزایش ضخامت و استحکام ترکهای سرد روی می‌دهد. طرح صحیحی از پارامترهای جوشکاری توصیه می‌شود.

طبق DIN EN 10137-2 (1995-11)

فولادهای سازه‌ای قابل بهسازی با تنش تسلیم بالا (انتخاب)

نوع فولاد		کار ضربه شکاف			استحکام کششی $R_m$ $N/mm^2$	تنش تسلیم $R_e$ به $N/mm^2$ برای ضخامت نامی به mm			تغییر طول نسبی شکست A %	خواص، کاربرد
شماره	نام کوتاه <sup>(۱)</sup>	KV به J در دماهای به °C				$\leq 3$ $\leq 50$	$> 50$ $\leq 100$	$> 100$ $\leq 150$		
	مواد	0	-20	-40						
S460Q	1.8908	40	30	—	550...720	460	440	400	17	چقرمگی بالا، پایداری بالا نسبت به شکست ترد و پیرشدن؛ سازه‌های جوشکاری تحت تنش بالا در ماشین‌سازی، جراثقیل، پلها، خودرو و تاسیسات نقاله
S460QL	1.8906	50	40	30						
S500Q	1.8924	40	30	—	590...770	500	480	440	17	
S500QL	1.8909	50	40	30						
S620Q	1.8914	40	30	—	700...890	620	580	560	15	
S620QL	1.8927	50	40	30						
S890Q	1.8940	40	30	—	940...1100	890	830	—	11	
S890QL	1.8983	50	40	30						
S960Q	1.8941	40	30	—	980...1150	960	—	—	10	
S960QL	1.8933	50	40	30						

(۱) Q بهسازی شده؛ QL بهسازی شده، مقادیر حداقل تضمینی برای کار ضربه شکاف تا  $-40^{\circ}\text{C}$

## خواص مهندسی

قابلیت شکل‌دهی سرد	قابلیت شکل‌دهی گرم	قابلیت جوشکاری
قابلیت شکل‌دهی سرد وقتی قابل حصول است که هنگام سفارش توافق شود.	با آنیل تنش‌زدایی تا دماهای حدی این فولادها قابل شکل‌دهی گرم است.	فولادها طبق فرایندهای معمول قابل جوشکاری است. با افزایش ضخامت نامی و استحکام ترک سرد روی می‌دهد. طرح صحیحی از پارامترهای جوشکاری توصیه می‌شود.



انواع فولاد		سختی HB در وضعیت تحویلی <sup>(۲)</sup>		خواص مغز قطعه کار بعد از سختکاری کربوره <sup>(۳)</sup>			فرآیند سختکاری <sup>(۴)</sup>		خواص، کاربرد
نام کوتاه <sup>(۱)</sup>	شماره مواد	+A	+FP	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم R <sub>e</sub> N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	D	E	
فولادهای غیر آلیاژی									
C10E C10R	1.1121 1.1207	131	90...125	490...640	295	16	•	•	قطعات کوچک تحت بار متوسط، اهرمها، پینها،
C15E C15R	1.1141 1.1140	143	103...140	590...780	355	—	•	•	پیچها، غلتکها، اسپیندل، قطعات پرسکاری و پانچ
فولادهای آلیاژی									
17Cr3 17CrS3	1.7016 1.7014	174	—	700...900	450	11	•	•	قطعات تحت بار متغیر، مثلاً در جعبه دنده‌ها؛ چرخنده‌های ساده، مخروطی، بشقابی، پینیون محرک، محورهای مفاصل
28Cr4 28CrS4	1.7030 1.7036	217	156...207	≥700	—	—	•	•	
16MnCr5 16MnCrS5	1.7131 1.7139	207	140...187	780...1080 780...1080	590 590	10 10	o	•	
16NiCr4 16NiCrS4	1.5714 1.5715	217	156...207	≥900	—	—	—	•	
18CrMo4 18CrMoS4	1.7243 1.7244	207	140...187	≥900	—	—	o	•	
20MoCr3 20MoCrS3	1.7320 1.7319	217	145...185	≥900	—	—	•	—	
20MoCr4 20MoCrS4	1.7321 1.7323	207	140...187	880...1180	590	10	•	—	
17CrNi6-6 22CrMoS3-3	1.5918 1.7333	229 217	156...207 152...201	≥1100 —	— —	— —	— o	• •	
15NiCr13 10NiCr5-4	1.5752 1.5805	229 192	166...207 137...187	920...1230 ≥900	785 —	10 —	— —	• •	
20NiCrMo2-2 20NiCrMoS2-2	1.6523 1.6526	212	149...194	780...1080	590	10	•	•	
17NiCrMo6-4 17NiCrMoS6-4 20NiCrMoS6-4	1.6566 1.6569 1.6571	229	149...201 149...201 154...207	≥1000 ≥1000 ≥1000	— — —	— — —	— — —	• • •	
20MnCr5 20MnCrS5	1.7147 1.7149	217	152...201	980...1270	685	8	o	•	قطعات با ابعاد بزرگ؛ محور پینیون، چرخنده‌های ساده و بشقابی
18NiCr5-4 14NiCrMo13-4 18CrNiMo7-6	1.5810 1.6657 1.6687	223 241 229	156...207 166...217 159...207	≥1100 1030...1390 1060...1320	— — 785	— 10 8	— — —	• • •	

(۱) انواع فولاد با افزوده گوگرد، مثلاً 16MnCrS5، قابلیت براده‌برداری بهتری دارد.

(۲) وضعیت تحویل: +A آنیل نرم، +FP عملیات حرارتی شده از نظر ساختار فریت-پرلیت و محدوده سختکاری

(۳) مقادیر استحکام برای نمونه‌های با قطر نامی 30 mm صادق است.

(۴) فرآیندهای سختکاری: D سختکاری مستقیم: قطعات مستقیماً از دمای کربن‌دهی ترسانده می‌شود.

E سختکاری ساده: بعد از کربن‌دهی، قطعات معمولاً تا دمای محیط خنک می‌شود. جهت سختکاری، مجدداً

گرم می‌شود.

- بد

o تحت شرایطی خوب

• خوب

عملیات حرارتی فولادهای کربوره: صفحه ۱۵۵



# فولادهای بهسازی، غیر آلیاژی و آلیاژی

طبق DIN EN 10083 (1996-10)

فولادهای بهسازی (انتخاب)

نوع فولاد		B <sup>(۱)</sup>	مقادیر استحکام برای قطر نورد d به mm						خواص، کاربرد
نام کوتاه	شماره مواد		استحکام کششی		تنش تسلیم		تغییر طول نسبی شکست		
			R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	R <sub>e</sub> N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	نسبی شکست A به %	N/mm <sup>2</sup>	
فولادهای غیر آلیاژی <sup>(۲)</sup>									
C22	1.0402	+N	410	410	210	210	25	25	قطعات تحت بار متوسط و قطر بهسازی کوچک؛ پیچها، پینها، اکسلها، محورها، چرخندهها
C22E	1.1151	+QT	470...620	—	290	—	22	—	
C25	1.0406	+N	440	440	230	230	23	23	
C25E	1.1158	+QT	500...650	—	320	—	21	—	
C35	1.0501	+N	520	520	270	270	19	19	
C35E	1.1181	+QT	600...750	550...700	380	320	19	20	
C45	1.0503	+N	580	580	305	305	16	16	
C45E	1.1191	+QT	650...800	630...780	430	370	16	17	
C60	1.0601	+N	670	670	340	340	11	11	
C60E	1.1221	+QT	800...950	750...900	520	450	13	14	
28Mn6	1.1170	+N +QT	600 700...850	600 650...800	310 490	310 440	18 15	18 16	
فولادهای آلیاژی									
38Cr2 38CrS2	1.7003 1.7023	+QT	700...850	600...750	450	350	15	17	قطعات تحت بار بالا و قطر بهسازی بزرگ؛ محور جعبه دنده، حلزونها، چرخندهها
46Cr2 46CrS2	1.7006 1.7025	+QT	800...950	650...800	550	400	14	15	
34Cr4 34CrS4	1.7033 1.7037	+QT	800...950	700...850	590	460	14	15	
37Cr4 37CrS4	1.7034 1.7038	+QT	850...1000	750...900	630	510	13	14	
25CrMo4 25CrMoS4	1.7218 1.7213	+QT	800...950	700...850	600	450	14	15	
41Cr4 41CrS4	1.7035 1.7039	+QT	900...1100	800...950	660	560	12	14	قطعات تحت بار بالا و قطر بهسازی بزرگ؛ محورها، چرخندهها، قطعات آهنگری بزرگ
34CrMo4 34CrMoS4	1.7220 1.7226	+QT	900...1100	800...950	650	550	12	14	
42CrMo4 42CrMoS4	1.7225 1.7227	+QT	1000...1200	900...1100	750	650	11	12	
50CrMo4 51CrV4	1.7228 1.8159	+QT	1000...1200	900...1100	780 800	700 700	10	12	
36CrNiMo4 34CrNiMo6	1.6511 1.6582	+QT	1000...1200 1000...1300	900...1100 1000...1200	800 900	700 800	11 10	12 11	
30NiCrMo8 36NiCrMo16	1.6580 1.6773	+QT	1250...1450	1100...1300	1150	900	9	10	بالا و قطر بهسازی بزرگ

(۱) وضعیت عملیات حرارتی: +N آنیل نرمال، +QT بهسازی شده

در فولادهای بهسازی غیر آلیاژی وضعیت عملیات حرارتی +N و +QN برای فولادهای کیفی و نجیب صادق است.

(۲) فولادهای غیر آلیاژی C22، C25، C35، C45 و C60 فولادهای کیفی هستند، همه بقیه فولادها به عنوان فولادهای نجیب ساخته می شوند.



# فولادهای نیترووره، فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی، فولادهای اتومات

## فولادهای نیترووره (انتخاب)

طبق DIN EN 10085 (2001-07)، جایگزین برای DIN 17211

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی نسبت شکست A <sup>(۱)</sup> %	تنش تسلیم <sup>(۱)</sup> R <sub>e</sub> N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی <sup>(۱)</sup> R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	آبیل نرم سختی HB	نوع فولاد شماره نام کوتاه
قطعات ضد سایش، ضخامت تا 250 mm	11	785	980...1180	248	31CrMo12
قطعات ضدسایش، ضخامت تا 100 mm	10	800	1000...1200	248	31CrMoV9
قطعات ضدسایش، ضخامت تا 80 mm	14	600	800...1000	248	34CrAlMo5-10
قطعات ضدسایش مقاوم به گرما تا 500 °C	13	720	900...1100	248	40CrAlMo7-10
قطعات بزرگ، دسته پیستون، محورها	12	650	850...1050	248	34CrAlNi7-10

(۱) مقادیر استحکام: مقادیر استحکام کششی R<sub>m</sub>، تنش تسلیم R<sub>e</sub> و تغییر طول نسبی شکست A برای وضعیت بهسازی شده و ضخامت 40...100 mm صادق است.

عملیات حرارتی فولادهای نیترووره: صفحه ۱۵۷

## فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی (انتخاب)

طبق DIN 17212 (1972-08)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R <sub>e</sub> به N/mm <sup>2</sup> ضخامت نامی به mm	استحکام کششی <sup>(۱)</sup> R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	آبیل نرم سختی HB	نوع فولاد شماره نام کوتاه
قطعات ضدسایش با استحکام مفرزی بالا و چقرمگی خوب، میل لنگ، محور جعبه دنده، میل بادامک، حلزون، چرخنده‌ها	17	≤ 16	590...740	207	Cf45
	16	> 16 ≤ 40	660...800	207	45Cr2
	14	> 40 ≤ 100	780...930	217	38Cr4
میل لنگ، محور جعبه دنده، میل بادامک، حلزون، چرخنده‌ها	13	≤ 16	830...980	217	42Cr4
	12	> 16 ≤ 40	880...1080	217	41CrMo4

(۱) B وضعیت عملیات حرارتی: +N آبل نرمال، +QT بهسازی شده  
عملیات حرارتی فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی: صفحه ۱۵۶

## فولادهای اتومات (انتخاب)

طبق DIN EN 10087 (1999-01)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R <sub>e</sub> N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	سختی HB	B <sup>(۲)</sup>	نوع فولاد شماره نام کوتاه <sup>(۱)</sup>
• برای عملیات حرارتی مناسب‌نیست قطعات کوچک تحت بار کم، اهرمها، پینها	—	—	380...570	112...169	+U	11SMn30
	—	—	380...570	112...169	+U	11SMnPb30
	—	—	380...570	112...169	+U	11SMn37
• فولادهای کربوره قطعات ضدسایش کوچک، محورها، پیچها، پینها	—	—	360...530	107...156	+U	10S20
	—	—	430...600	128...178	+U	15SMn13
	—	—	520...680	154...201	+U	35S20
• فولادهای بهسازی قطعات بزرگ تحت بار بالا، اسپیندلها، محورها، چرخنده‌ها	16	380	600...750	—	+QT	35SPb20
	—	—	630...800	187...238	+U	44SMn28
	16	420	700...850	—	+QT	44SMnPb28
	—	—	590...760	175...225	+U	46S20
	13	430	650...800	—	+QT	46SPb20

(۱) انواع فولاد با افزوده سرب، مثلاً 11SMnPb30 قابلیت ماشینکاری خوبی دارند.

(۲) B وضعیت عملیات حرارتی: +U عملیات حرارتی نشده، +QT بهسازی شده

همه فولادهای اتومات، فولادهای کیفی غیرالیاژی هستند. جواب یکنواخت به سختکاری کربوراسیون یا بهسازی مطمئن نیست.

عملیات حرارتی فولادهای اتومات: صفحه ۱۵۷



# فولادهای سردکار، فولادهای گرم کار، فولادهای تندبر

فولادهای ابزارى طبق DIN EN ISO 4957 (2001-02)، جایگزین برای DIN 17350

نوع فولاد	شماره	سختی ( <sup>1</sup> HB max.)	دمای سختکاری °C	°A	دمای برگشت °C	مثالهای کاربردی، خواص
نام کوتاه	مواد					
فولادهای سردکار، غیرآلیاژی						
C45U	1.1730	190	800...830	W	180...300	اجزاء غیرسختکاری قالبها و ابزارها، پیچ گشتیها، رنده، قیچی
C70U	1.1520	190	790...820	Ö	180...300	درنهای مرکزکننده (مرغک)، قالبهای آهنگری کوچک، فک گیرههای موازی، سنبههای پلیسه گیری
C80U	1.1525	190	780...810	W	180...300	قالبهای آهنگری با حفره های تخت، رنده، ماتریس ضربه ای سرد، قیچی
C105U	1.1545	213	770...800	W	180...300	قالبهای برش ساده، سنبههای سکه زنی، سوزن خط کش، مته ها، سنبه های سوراخکاری
فولادهای سردکار، آلیاژی						
21MnCr5	1.2162	215	810...840	Ö	150...180	قالبهای باکلیت و پرس کردن پیچیده مواد مصنوعی سختکاری کربوره شده، پولیش خوب
60WCrV8	1.2550	230	880...930	Ö	180...300	برش ورقهای فولادی از ورق 8...15 mm، سنبه پانچ سرد، رنده، سنبه نشان
90MnCrV8	1.2842	220	790...820	Ö	150...250	ماتریس، سنبه، قالبهای پرس مواد مصنوعی، برقوها، وسایل اندازه گیری
102Cr6	1.2067	230	820...850	Ö	100...180	مته ها، فرزها، برقوها، ماتریسهای کوچک، مرغک ماشینهای تراش
X38CrMo16	1.2316	250	1000...1040	Ö	650...700	قالب فرایندهای ترموپلاستیکی با اثر خوردگی و حمله شیمیایی
40CrMnNiMo8-6-4	1.2738	235	840...870	Ö	180...220	قالب مواد مصنوعی از هر نوع
45NiCrMo16	1.2767	260	840...870	Ö, L	160...250	قالبهای خمکاری و سکه زنی، تیغه قیچی برای قطعات ضخیم
X153CrMoV12	1.2379	250	1020...1050	Ö, L	180...250	قالبهای برش حساس به شکست، تیغه فرزها، ابزارهای خانکشی، تیغه قیچی
X210CrW12	1.2436	255	950...980	Ö, L	180...250	قالبهای برش پرتوان، ابزارهای خانکشی، قالبهای پرسکاری
فولادهای گرم کار						
55NiCrMoV7	1.2714	250	840...870	Ö	400...650	قالبهای پرس مواد مصنوعی، قالبهای آهنگری کوچک و متوسط، تیغه قیچیهای گرم
X37CrMoV5-1	1.2343	235	1020...1050	Ö, L	550...650	قالبهای تحت فشار فلزات سبک، قالبهای اکستروژن
32CrMoV12-28	1.2365	230	1020...1050	Ö, L	500...670	قالبهای دایکاست تحت فشار فلزات سنگین، قالبهای اکستروژن برای همه فلزات
X38CrMoV5-3	1.2367	235	1030...1080	Ö, L	600...700	قالبهای آهنگری عالی، قالبهای تحت بار بالا جهت تولید پیچ
فولادهای تندبر						
HS6-5-2C	1.3343	250	1190...1230	Ö, L	540...560	مته ها، برقوها، تیغه فرزها، قلاویزها، تیغه اره های دیسکی
HS6-5-2-5	1.3243	270	1210...1250	Ö, L	550...570	مته های تحت بارهای سنگین، تیغه فرزها، ابزارهای خشن تراشی با چقرمگی بالا
HS10-4-3-10	1.3207	270	1210...1250	Ö, L	550...570	رنده های تراشکاری فولادهای اتومات، توان براده برداری بالا
HS2-9-2	1.3348	250	1190...1230	Ö, L	550...580	تیغه فرزها، مته ها و قلاویزها، سختی برش بالا، استحکام گرمایی و چقرمگی بالا

(۲) ماده خنک کننده: W آب، Ö روغن، L هوا  
عملیات حرارتی فولادهای ابزارى: صفحه ۱۵۵

(۱) وضعیت تحویل: آنیل نرمال شده  
مشخصه فولادهای ابزارى: صفحه ۱۲۶



DIN EN 10088 (1995-08) طبق

فولادهای رنگ‌نزن (انتخاب)

نوع فولاد	شماره مواد	<sup>(۱)</sup> L		<sup>(۲)</sup> A	ضخامت d mm	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	ننش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	خواص، کاربرد
		B	S						
فولادهای استنیتی									
X10CrNi18-8	1.4310	•		C	≤ 6	600...950	250	40	فتر برای دماهای تا 300 °C ساختمان خودرو
			•	-	≤ 40	500...750	195	40	
X2CrNi18-9	1.4307	•		C	≤ 6	520...670	220	45	ظروف خانگی، صنایع شیمیایی و غذایی
		•		P	≤ 75	500...650	200	45	
X2CrNi19-11	1.4306	•		C	≤ 6	520...670	220	45	وسایل، قطعاتی که در معرض اسیدهای آلی و میوه قرار می‌گیرد
		•		P	≤ 75	500...650	200	45	
X2CrNi18-10	1.4311	•		C	≤ 6	550...750	290	40	وسایل صنایع لبنیات و آبجوسازی، وسایل و ظروف تحت فشار
		•		P	≤ 75	550...750	270	40	
X5CrNi18-10	1.4301	•		C	≤ 6	540...750	230	45	قطعات کشش عمیق در صنایع غذایی، پولیش خوب
		•		P	≤ 75	520...720	210	45	
X8CrNiS18-9	1.4305	•		P	≤ 75	500...700	190	35	قطعات صنایع مواد غذایی و لبنیات
		•		-	≤ 160	500...750	190	35	
X6CrNiTi18-10	1.4541	•		C	≤ 6	520...720	220	40	وسایل مورد استفاده خانگی، قطعات صنایع عکاسی
		•		P	≤ 75	500...700	200	40	
X4CrNi18-12	1.4303	•		C	≤ 6	500...650	220	45	صنایع شیمیایی، پیچها و مهرهها
		•		-	≤ 160	500...700	190	45	
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	•		C	≤ 6	530...680	240	40	قطعات صنایع رنگ، روغن و پارچه
		•		P	≤ 75	520...670	220	45	
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	•		C	≤ 6	540...690	240	40	قطعات صنایع پارچه، رزین و لاستیک
		•		P	≤ 75	520...670	220	40	
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	•		C	≤ 6	550...700	240	40	قطعات با پایداری شیمیایی بالا در صنایع مواد سلولزی
		•		P	≤ 75	520...670	220	45	
X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	•		C	≤ 6	580...780	300	35	مخازن تحت فشار با پایداری شیمیایی بالا
		•		P	≤ 75	580...780	280	40	
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	•		C	≤ 6	580...780	290	35	پایداری در مقابل کلر و دماهای بالا، صنایع شیمیایی
		•		P	≤ 75	580...780	270	40	
X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	•		C	≤ 6	530...730	240	35	پایداری در مقابل اسیدسفریک، اسیدسولفوریک و اسید هیدرولیک، صنایع شیمیایی
		•		P	≤ 75	520...720	220	35	

(۱) L شکل تحویل: B ورق، تسمه؛ S مفتولها، پروفیلها

(۲) A وضعیت تحویل: C تسمه‌های نورد سرد، P ورقهای نورد گرم



DIN EN 10088 (1995-08) طبق

فولادهای زنگ‌نزن (ادامه)

نوع فولاد	شماره مواد	<sup>(۱)</sup> L	<sup>(۲)</sup> A	ضخامت d mm	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم R <sub>p0.2</sub> N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	خواص، کاربرد
نام کوتاه		B	S					
فولادهای فرییتی								
X2CrNi12	1.4003	•		C ≤ 6	450...650	280	20	وسایط نقلیه، کانتینر، صنایع
			•	P ≤ 25	450...600	250	18	
X6Cr13	1.4000	•		C ≤ 6	400...600	240	19	مقاوم در برابر آب و بخار، وسایل خانگی، یراق
			•	P ≤ 25	400...630	220	20	
X6Cr17	1.4016	•		C ≤ 6	450...600	260	20	شکل‌دهی سرد خوب، پولیش خوب، کارد و چنگال، سپر
			•	P ≤ 25	430...630	240	20	
X2CrTi12	1.4512	•		C ≤ 6	380...560	210	25	کاتالیزاتور
X6CrMo17-1	1.4113	•		C ≤ 6	450...630	260	18	خودروسازی، زوارهای (زه) زینتی، قالباق
			•	P ≤ 100	440...660	280	18	
X3CrTi17	1.4510	•		C ≤ 6	450...600	260	20	قطعات جوشکاری در محدوده وسایل غذایی
			•	C ≤ 12	430...630	240	20	
X2CrMoTi18-2	1.4521	•		C ≤ 6	420...640	300	20	پیچها، مهره‌ها، وسایل گرم‌کننده (رادیاتور)
			•	P ≤ 12	420...620	280	20	

(۱) L شکل تحویل: B ورق، تسمه؛ S مفتول، پروفیل  
(۲) وضعیت تحویل: C تسمه نورد سرد، P ورق نورد گرم

فولادهای مارتنزیتی

نوع فولاد	شماره مواد	<sup>(۱)</sup> L	<sup>(۲)</sup> A	ضخامت d mm	W	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم R <sub>p0.2</sub> N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	خواص، کاربرد
نام کوتاه		B	S						
X12Cr13	1.4006	•		C ≤ 6	A	≤ 600	—	20	مقاوم در برابر آب و بخار، صنایع مواد غذایی
			•	P ≤ 75	QT650	650...850	450	12	
X20Cr13	1.4021	•		C ≤ 6	A	≤ 700	—	15	اکسلها، محورها، قطعات پمپ، پیچهای کششی
			•	P ≤ 75	QT750	750...950	550	10	
X30Cr13	1.4028	•		C ≤ 6	A	≤ 740	—	15	پیچها، مهره‌ها، فنرها، دسته پیستون
			•	P ≤ 75	QT800	800...1000	600	10	
X46Cr13	1.4034	•		C ≤ 6	A	≤ 780	245	12	قابل سختکاری، تیغه، ماشین، کارد
			•	—	A	≤ 800	245	—	
X39CrMo17-1	1.4122	•		C ≤ 6	A	≤ 900	280	12	محورها، اسپیندلها، مهره و ماسوره تاسیسات تا 600 °C
X3CrNiMo13-4	1.4313	•		P ≤ 75	QT900	900...1100	800	11	
			•	—	A	760...960	550	16	چقرمگی بالا، پمپها، چرخهای توربین، ساختمان راکتور
			•	≤ 160	QT900	900...1100	800	12	

(۱) L شکل تحویل: B ورق، تسمه؛ S مفتول، پروفیل

(۲) وضعیت تحویل: C تسمه نورد سرد، P ورق نورد گرم

(۳) W وضعیت عملیات حرارتی: A آنیل انحلال؛ QT750 ← بهسازی شده تا حداقل استحکام  $R_m = 750 \text{ N/mm}^2$



نوع فولاد	استحکام کششی حداقل $R_m$ به $N/mm^2$ برای قطر نامی $d$ به mm															
	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,4	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20,0
SL	—	—	1720	1600	1510	1460	1410	1370	1320	1290	1260	1210	1120	1060	—	—
SM	2200	2050	1980	1850	1740	1690	1630	1590	1530	1500	1460	1400	1310	1240	1110	1020
SH	2480	2310	2330	2090	1970	1900	1840	1790	1740	1690	1660	1590	1490	1410	1270	1160
DM	2200	2050	1980	1850	1740	1690	1630	1590	1530	1500	1460	1400	1310	1240	1110	1020
DH	2480	2310	2230	2090	1970	1900	1840	1790	1740	1690	1660	1590	1490	1410	1270	1160

قطر مفتول  $d$  به mm (انتخاب)

همه	0,30 – 0,32 – 0,34 – 0,36 – 0,38 – 0,40 – 0,43 – 0,48 – 0,50 – 0,53 – 0,56 – 0,60 – 0,63 – 0,65 – 0,70 –
انواع به	0,75 – 0,80 – 0,90 – 1,00 – 1,10 – 1,20 – 1,25 – 1,30 – 1,40 – 1,50 – 1,60 – 1,70 – 1,80 – 1,90 – 2,00 –
جز SL <sup>(۲)</sup>	2,10 – 2,25 – 2,40 – 2,50 – 2,60 – 2,80 – 3,00 – 3,20 – 3,40 – 3,60 – 3,80 – 4,00 – 4,25 – 4,50 – 4,75 –
	5,00 – 5,30 – 5,60 – 6,00 – 6,30 – 6,50 – 7,00 – 7,50 – 8,00 – 8,50 – 9,00 – 9,50 – 10,00

(۱) گرم کردن سیم فولادی تا  $1000^\circ C$  و سرد کردن آن در هوا، سرب مذاب یا مخلوط نمک  $500^\circ C$

(۲) نوع مفتول SL فقط در محدوده قطر  $d = 1 \dots 10$  mm قابل تحویل است.

شرایط کاربرد

نوع مفتول	مخصوص فنر برای	کاربرد
SL	تنش استاتیکی پایین	فنرهای کششی، فنرهای فشاری، فنرهای
SM	تنش استاتیکی متوسط یا بندرت دینامیکی	پیچشی در وسایل و ماشین سازی، نوع
SH	تنش استاتیکی بالا یا دینامیکی پایین	مفتول DH هم برای فنرهای فرم دار مناسب
DM	تنش دینامیکی متوسط	است.
DH	تنش استاتیکی بالا یا دینامیکی متوسط	

سطح مفتول، شکل تحویلی

علامت مشخصه	سطح مفتول	علامت مشخصه	سطح مفتول	شکل تحویل
ph	فسفاته شده	Z	با پوشش روی	• به شکل حلقه و کلاف
cu	آبکاری مس	ZA	با پوشش روی / آلومینیم	• مفتولهای تابکاری شده به شکل بندیل
⇒	نوع مفتول DM، $d = 3,4$ mm، سطح فسفاته شده (ph) : EN 10270-1 DM 3,4 ph فولاد فنر			

فولاد فنر، نورد گرم، قابل بهسازی طبق DIN EN 10089 (2003-04)، جایگزین برای DIN 17221

نوع فولاد		نورد گرم		در حالت بهسازی شده (+QT) <sup>(۱)</sup>			خواص، کاربرد
نام کوتاه	شماره مواد	سختی HB	سختی HB	استحکام کششی $R_m$ $N/mm^2$	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ $N/mm$	تغییر طول نسبی شکست A %	
38Si7	1.5023	240	217	1300...1600	1150	8	ضامن فنری پیچ
46Si7	1.5024	270	248	1400...1700	1250	7	فنر برگی (شمشی)، فنر پیچی
55Cr3	1.7176	> 310	248	1400...1700	1250	3	فنرهای کششی و فشاری بزرگ
54SiCr6	1.7102	310	248	1450...1750	1300	6	مفتول فنر
61SiCr7	1.7108	310	248	1550...1850	1400	5,5	فنر برگی (شمشی)، فنر بشقابی
51CrV4	1.8159	> 310	248	1400...1700	1200	6	فنرهای تحت بار بالا

(۱) مقادیر استحکام برای نمونه آزمایشی با  $d = 10$  mm صادق است.

قطر مفتول  $d = 20$  mm، طول مفتول  $l = 8000$  mm : EN 10089 – 20 × 8000 – 51CrV4+A، وضعیت تحویلی آنیل نرم شده (+A) نوع فولاد 51CrV4.

شکل تحویل	قطر مفتول $d$ به mm (انتخاب)
• مفتول تابگیری شده	5,0 – 5,5 – 6,0 – 6,5 – 7,0 – 7,5 – 8,0 – 8,5 – 9,0 – 9,5 – 10,0 – 10,5 – 11,0 –
• کلاف رینگ	11,5 – 12,0...19,0 – 19,5 – 20,0 – 21,0 – 22,0 – 23,0...27,0 – 28,0 – 29,0 – 30,0



## تقسیم‌بندی طبق

فرآیندهای تولید		شکل تحویل	
توضیحات	فرآیند	اندازه تجاری معمول	مشخصه
ضخامت ورق تا حدود 250 mm، سطح در حالت نورد گرم شده یا پوسته‌گیری شده	نورد گرم	ورقهای چهارگوش $b \times l = 1000 \times 2000$ mm اندازه کوچک $b \times l = 1250 \times 2500$ mm اندازه متوسط $b \times l = 1500 \times 3000$ mm اندازه بزرگ $s = 0,14 \dots 250$ mm ضخامت ورق	ورق 
ضخامت ورق تا حدود 10 mm، سطح براق، تفرانس دقیق	نورد سرد	کویل ضخامت تسمه: $s = 0,14 \dots 10$ mm پهنای تسمه $b$ تا 2000 mm قطر کویل تا 2400 mm جهت تغذیه فرآیندهای تولید خودکار یا برش ورق جهت کارهای بعدی	تسمه 
<ul style="list-style-type: none"> <li>پایداری خوردگی بالا مثلاً با روی کاری، پوشش آلی</li> <li>برای اهداف تزئینی مثلاً با پوشش مواد مصنوعی</li> <li>قابلیت شکل‌دهی خوب مثلاً با ساختار (بافت) سطحی مناسب</li> </ul>	نورد سرد با افزایش کیفیت سطح		

## انواع ورق - نگاه کلی (انتخاب)

خواص کلی	مشخصه، نوع فولاد	استاندارد	شکل تحویل		
			BI	Ba	محدوده ضخامت
ورقها و تسمه‌های نورد سرد					
• قابلیت شکل‌دهی سرد (کشش عمیق) • قابل جوشکاری • سطح قابل رنگ‌زنی	محصولات تخت از فولادهای نرم	DIN EN 10130	•	•	0,35...3 mm
	تسمه سرد از فولاد نرم	DIN EN 10207	-	•	≤ 10 mm
	محصولات تخت باتنش تسلیم بالا از فولادهای میکروآلیاژی	DIN EN 10268	•	•	≤ 3 mm
	محصولات تخت برای لعاب‌کاری	DIN EN 10209	•	•	≤ 3 mm
ورقها و تسمه‌های نورد سرد با افزایش کیفیت سطحی					
• پایداری خوردگی بالا • قابلیت شکل‌دهی خوب	ورقها و تسمه‌های با غوطه‌وری ذوبی	DIN EN 10143	•	•	≤ 3 mm
	محصولات تخت روی کار الکترولیتی فولادی جهت شکل‌دهی سرد	DIN EN 10152	•	•	0,35...3 mm
	محصولات تخت پوشش الکترولیتی فولادی	DIN EN 10169-1	•	•	≤ 3 mm
ورقها و تسمه‌های نورد سرد جهت بسته‌بندی					
• پایداری خوب خوردگی • باقابلیت شکل‌دهی سرد • با قابلیت جوشکاری	ورق سرد جهت تولید ورق سفید	DIN EN 10205	•	•	0,14...0,49 mm
	ورق بسته‌بندی از فولاد قلع‌کاری شده الکترولیتی یا گرم‌کاری شده	DIN EN 10202	•	•	0,14...0,49 mm
ورق و تسمه نورد گرم					
خواص مانند گروههای فولادی مربوطه (صفحات ۱۲۷ و ۱۲۸)	ورق و تسمه از فولادهای آلیاژی و غیرآلیاژی مثلاً از فولاد ساختمانی طبق DIN EN 10025، فولادهای ساختمانی دانه‌ریز طبق DIN EN 10113، فولادهای کربوره طبق DIN EN 10084، فولادهای بهسازی طبق DIN EN 10083، فولادهای زنگ‌نزن طبق DIN EN 10088	DIN EN 10051	•	•	ورق تا ضخامت 25 mm تسمه تا ضخامت 10 mm
• تنش تسلیم بالا	ورق از فولادهای ساختمانی با تنش تسلیم در وضعیت بهسازی شده	DIN EN 10137-2	•	-	3...150 mm
• قابلیت شکل‌دهی سرد	محصولات تخت فولادی با تنش تسلیم بالا	DIN EN 10149-1	•	•	ورق تا ضخامت 20 mm

(۱) شکلهای تحویلی: BI ورقها، Ba تسمه‌ها



# ورق و تسمه نورد سرد جهت شکل دهی سرد

طبق DIN EN 10130 (1999-02)

ورق و تسمه نورد سرد از فولادهای نرم

خواص، کاربرد	مدت زمان آزاد از (بدون تغییر شکل) <sup>(۱)</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_e$ N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	نوع سطح	نوع فولاد شماره مواد	نام کوتاه
قابل شکل دهی سرد، مثلاً با کشش عمیق، قابل جوشکاری، سطح قابل رنگ زنی، قطعات شکل دهی شده از ورق در خودرو، در ماشین سازی و صنایع ساختمانی	3 ماه	28	140 280	270...410	A B	1.0330	DC01
	6 ماه	34	140 240	270...370	A B	1.0347	DC03
	6 ماه	38	140 210	270...350	A B	1.0338	DC04
	6 ماه	40	140 180	270...330	A B	1.0312	DC05
	بدون محدودیت	38	120 180	270...350	A B	1.0873	DC06

ضخامت ورق: 0,25 - 0,35 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,2 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mm  
 ابعاد ورق: 1000 × 2000 mm, 1250 × 2500 mm, 1500 × 3000 mm, 2000 × 6000 mm  
 پهنای کویل تسمه تا حدود 2000 mm

(۱) در فرآیندهای بدون براده برداری بعدی، مثلاً در کشش عمیق، در مدت داده شده تغییر شکلی روی نمی دهد. مدت زمان داده شده از تاریخ تحویل موافقت شده اعتبار دارد.

اجرای سطح		نوع سطح	
مقدار زبری متوسط	اجرا	مشخصه	تعریف سطح
$R_a \leq 0,4 \mu m$ $R_a \leq 0,9 \mu m$	براق ویژه براق	b g	عیوبی مانند حفره و برآمدگیها نباید بر قابلیت شکل دهی و تضمین اجرای پوششهای سطحی تاثیر منفی داشته باشد.
$0,6 \mu m < R_a \leq 1,9 \mu m$ $R_a > 1,6 \mu m$	مات زبر	m r	یک سمت ورق باید آنقدر بدون عیب باشد که بر دید ظاهری رنگ کاری شده تاثیر منفی نداشته باشد.

ورق از جنس DC06، نوع سطح B، سطوح براق: EN 10130 - DC06 - B - g ورق

طبق DIN EN 10268 (1999-02)

ورق و تسمه نورد سرد از فولادهای میکروآلیاژی

خواص، کاربرد	مدت زمان آزاد از (بدون تغییر شکل) <sup>(۱)</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_e$ N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	نوع سطح	نوع فولاد شماره مواد	نام کوتاه
قابل شکل دهی سرد، قابل جوشکاری، سطح قابل رنگ زنی، قطعات شکل دهی شده از ورق تحت بار بالا	بدون محدودیت	27 24	240...310 280...360	340 370	A	1.0480 1.0489	H240LA H280LA
	بدون محدودیت	22 20 18	320...410 360...460 400...500	400 430 460	A	1.0548 1.0550 1.0556	H320LA H360LA H400LA

ضخامت ورق: 0,25 - 0,35 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,2 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mm  
 ابعاد ورق: 1000 × 2000 mm, 1250 × 2500 mm, 1500 × 3000 mm, 2000 × 6000 mm  
 پهنای کویل تسمه تا حدود 2000 mm

(۱) در فرآیندهای بدون براده برداری بعدی، مثلاً در کشش عمیق، در مدت داده شده تغییر شکلی روی نمی دهد. مدت زمان داده شده از تاریخ تحویل موافقت شده اعتبار دارد.

اجرای سطح برای پهنای نورد  $600 \text{ mm} <$ 

مقدار زبری متوسط	اجرا	مشخصه	مقدار زبری متوسط	اجرا	مشخصه
$R_a = 0,6...1,9 \mu m$ $R_a > 1,6 \mu m$	مات زبر	m r	$R_a \leq 0,4 \mu m$ $R_a \leq 0,9 \mu m$	براق ویژه براق	b g

ورق از فولاد میکروآلیاژی (کم آلیاژ) (H, LA [Low Alloy] →): EN 10286 - H360LA - g ورق  
 $R_{e \min} = 360 \text{ N/mm}^2$ , سطح براق



طبق (DIN EN 10142 (2000-7)

ورق و تسمه‌های کالوانیزه گرم

از فولادهای نرم جهت شکل‌دهی سرد

درجه کیفی شکل‌دهی سرد	مدت زمان آزاد از (بدون) تغییر شکل <sup>(۲)</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R <sub>e</sub> N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	مقادیر استحکام تضمین شده <sup>(۱)</sup>	نوع فولاد شماره مواد نام کوتاه
اتصال چرخکاری ماشینی	1 ماه	22	-	270...500	8 روز	DX51D+Z DX51D+ZF
برای کشش	1 ماه	26	140...300	270...420	8 روز	DX52D+Z DX52D+ZF
برای کشش عمیق	6 ماه	30	140...260	270...380	6 ماه	DX53D+Z DX53D+ZF
برای کشش عمیق ویژه	6 ماه	36 34	140...220	270...350	6 ماه	DX54D+Z DX54D+ZF
برای کشش عمیق خیلی ویژه	6 ماه	39 37	120...180	270...350	6 ماه	DX56D+Z DX56D+ZF

ضخامت ورق: 0,25 - 0,35 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,2 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mm  
 ابعاد ورق: 1000 × 2000 mm, 1250 × 2500 mm, 1500 × 3000 mm, 2000 × 6000 mm  
 پهنای کوئل تسمه تا حدود 2000 mm

توضیح: (۱) مقادیر مشخصه برای استحکام کششی R<sub>m</sub>، تنش تسلیم R<sub>e</sub> و تغییر طول نسبی شکست A فقط در محدوده مدت زمان داده شده صادق است. مدت زمان از تاریخ تحویل مورد توافق اعتبار دارد.  
 (۲) در فرایندهای بدون براده‌برداری بعدی، مثلاً در کشش عمیق، در مدت داده شده تغییر شکلی روی نمی‌دهد. مدت زمان داده شده از تاریخ تحویل مورد توافق اعتبار دارد.

ترکیب، خواص و ساختمان پوشش

ساختمان	مشخصه	ترکیب، خواص	مشخصه
ساختر گلی معمول روی در اندازه‌های متفاوت	N	پوشش روی خالص، سطح با ساختار گلی درخشان و محافظ در برابر خوردگی جوی	+Z
ساختر گلی روی کوچک	M		
سطح خاکستری مات یک‌دست (بیان ساختار فقط در ارتباط با پوشش +ZF)	R	پوشش مقاوم به سایش از آلیاژهای روی-آهن، سطح خاکستری مات یک‌دست، محافظ خوردگی مانند +ZF	+ZF

نوع سطح

معنی	مشخصه
عیوب سطحی کوچک مانند نقطه و خط مجاز است سطح بهتر نسبت به A سطح خیلی خوب، سطحی از ورق که باید رنگ‌کاری کیفی تضمین شود	A B C
ورق از جنس DX53D، پوشش از آلیاژ آهن- روی با 100 g/m <sup>2</sup> : EN 10142 - DX53D+ZF100-R-B ورق سطح خاکستری مات یک‌دست (R) و بهبود یافته (B)	→

طبق (DIN EN 10051 (1997-11)

ورقها و تسمه‌های نورد گرم

ورقها و تسمه‌های نورد گرم طبق DIN EN 10051 از فولاد با گروههای مختلف تولید می‌شود مثلاً:	صفحه	استاندارد	گروه فولاد، مشخصه
خواص و کاربرد فولادها با داده‌های سمت ذکر شده فولاد مطابقت دارد.	130	DIN EN 10025	فولادهای ساختمانی
	132	DIN EN 10084	فولادهای کربوره
	133	DIN EN 10083	فولادهای بهسازی
	131	DIN EN 10113	فولادهای ساختمانی دانه‌ریز ویژه جوشکاری
	131	DIN EN 10137	فولادهای ساختمانی بهسازی، تنش تسلیم بالا
	136	DIN EN 10088	فولادهای زنگ‌نزن
-	DIN EN 10028	فولادهای مخازن تحت فشار	

ضخامت ورق: 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 - 6,0 - 8,0 - 10,0 - 12,0 - 15,0 -  
 ابعاد ورق و تسمه در: DIN EN 10142  
 ضخامت ورق 2,0 mm ابعاد ورق 1200 × 2500 mm ورق EN 10051 - 2,0 × 1200 × 2500 ورق  
 فولاد آلیاژی بهسازی 34Cr4: EN 10083-1 - 34Cr4 فولاد



طبق DIN EN 10297-1 (2003-06)

لوله‌های بدون درز در ماشین‌سازی (انتخاب)

d	قطر خارجی	d × s	S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	d × s	S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>
s	ضخامت دیواره	26,9 × 2,3	1,78	1,40	1,01	1,36	54 × 5,0	7,70	6,04	8,64	23,34
S	مساحت سطح مقطع	26,9 × 2,6	1,98	1,55	1,10	1,48	54 × 8,0	11,56	9,07	11,67	31,50
		26,9 × 3,2	2,38	1,87	1,27	1,70	54 × 10,0	13,82	10,85	13,03	35,18
m'	وزن طولی	35 × 2,6	2,65	2,08	2,00	3,50	60,3 × 8	13,14	10,31	15,25	45,99
	مدول مقطع محوری	35 × 4,0	3,90	3,06	2,72	4,76	60,3 × 10	15,80	12,40	17,23	51,95
W <sub>x</sub>		35 × 6,3	5,68	4,46	3,50	6,13	60,3 × 12,5	18,77	14,73	19,00	57,28
	ممان سطحی محوری	40 × 4	4,52	3,55	3,71	7,42	70 × 8	15,58	12,23	21,75	76,12
I <sub>x</sub>		40 × 5	5,50	4,32	4,30	8,59	70 × 12,5	22,58	17,73	27,92	97,73
		40 × 8	8,04	6,31	5,47	10,94	70 × 16	27,14	21,30	30,75	107,6
		44,5 × 4	5,09	4,00	4,74	10,54	82,5 × 8	18,72	14,70	31,85	131,4
		44,5 × 5	6,20	4,87	5,53	12,29	82,5 × 12,5	27,49	21,58	42,12	173,7
		44,5 × 8	9,17	7,20	7,20	16,01	82,5 × 20	39,27	30,83	51,24	211,4
		51 × 5	7,23	5,68	7,58	19,34	88,9 × 10	24,79	19,46	44,09	196,0
		51 × 8	10,81	8,49	10,13	25,84	88,9 × 16	36,64	28,76	57,40	255,2
		51 × 10	12,88	10,11	11,25	28,68	88,9 × 20	43,29	33,98	62,66	278,6
جنس، وضعیت آبیل		گروه فولاد					نوع فولاد، مثال			وضعیت آبیل <sup>(۱)</sup>	
		غیرآلیاژی فولادهای ماشین‌سازی					E235, E275, E315 E355K2, E420J2			+N یا +AR +N	
		فولادهای بهسازی					C22E, C45E, C60E 41Cr4, 42CrMo4			+QT یا +N +QT	
		آلیاژی و غیرآلیاژی فولادهای کربوره					C10E, C15E, 16MnCr5			+N یا +A	



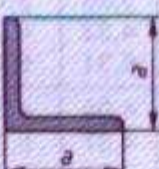

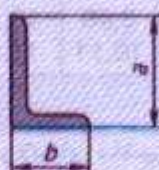
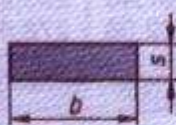




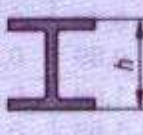



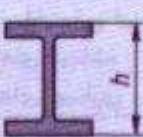

خواص و کاربرد فولادها: صفحات ۱۲۷ و ۱۲۸

طبق DIN EN 10305-1 (2003-02)

لوله‌های فولادی دقیق، کشیده شده (انتخاب)

d	قطر خارجی	d × s	S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	d × s	S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>
s	ضخامت دیواره	10 × 1	0,28	0,22	0,06	0,03	35 × 3	3,02	2,37	2,23	3,89
S	مساحت سطح مقطع	10 × 1,5	0,40	0,31	0,07	0,04	35 × 5	4,71	3,70	3,11	5,45
		10 × 2	0,50	0,39	0,09	0,04	35 × 8	5,53	4,34	2,53	3,79
m'	وزن طولی	12 × 1	0,35	0,27	0,09	0,05	40 × 4	4,52	3,55	3,71	7,42
	مدول مقطع محوری	12 × 1,5	0,49	0,38	0,12	0,07	40 × 5	5,50	4,32	4,30	8,59
W <sub>x</sub>		12 × 2	0,63	0,49	0,14	0,08	40 × 8	8,04	6,31	5,47	10,94
	ممان سطحی محوری	15 × 2	0,82	0,64	0,24	0,18	50 × 5	7,07	5,55	7,25	18,11
I <sub>x</sub>		15 × 2,5	0,98	0,77	0,27	0,20	50 × 8	10,56	8,29	9,65	24,12
		15 × 3	1,13	0,89	0,29	0,22	50 × 10	12,57	9,87	10,68	26,70
		20 × 2,5	1,37	1,08	0,54	0,54	60 × 5	8,64	6,78	10,98	32,94
		20 × 4	2,01	1,58	0,68	0,68	60 × 8	13,07	10,26	15,07	45,22
		20 × 5	2,36	1,85	0,74	0,74	60 × 10	15,71	12,33	17,02	51,05
		25 × 2,5	1,77	1,39	0,91	1,13	70 × 5	10,21	8,01	15,50	54,24
		25 × 5	3,14	2,46	1,34	1,67	70 × 10	18,85	14,80	24,91	87,18
		25 × 6	3,58	2,81	1,42	1,78	70 × 12	21,87	17,17	27,39	95,88
		30 × 3	2,54	1,99	1,56	2,35	80 × 8	18,10	14,21	29,68	118,7
		30 × 5	3,93	3,08	2,13	3,19	80 × 10	21,99	17,26	34,36	137,4
		30 × 6	4,52	3,55	2,31	3,46	80 × 16	32,17	25,25	43,75	175,0
جنس، سطح، وضعیت آبیل		گروه فولاد					نوع فولاد، مثال			وضعیت آبیل <sup>(۱)</sup>	
		فولاد ساختمانی غیرآلیاژی، فولادهای اتومات، فولادهای بهسازی					لوله‌های با سطوح داخلی و خارجی براق، صافی سطح Ra ≤ 0,4 μm			+C یا +N یا +A	
توضیح							خواص و کاربرد فولادها: صفحات ۱۲۷ و ۱۲۸				
							+AR وضعیت بسته به تغییر شکل گرم			+A آبیل گرم	
							+N آبیل نرمال شده			+C نورد سرد	
							+QT بهسازی شده				



استاندارد، صفحه	مشخصه، ابعاد	سطح مقطع	استاندارد، صفحه	مشخصه، ابعاد	سطح مقطع
DIN 1027	تیر Z یا دونبشی $h = 30 \dots 200$		DIN EN 10060 صفحه ۱۴۵	مفتول گرد $d = 8 \dots 200$	
DIN EN 10056-1 صفحه ۱۴۹	نبشی دوطرف مساوی $a = 20 \dots 250$		DIN EN 10059 صفحه ۱۴۵	مفتول چهارگوش $a = 8 \dots 120$	
DIN EN 10056-1 صفحه ۱۲۸	نبشی دوطرف نامساوی $a \times b = 30 \times 20 \dots 200 \times 150$		DIN EN 10058 صفحه ۱۲۵	تسمه $b \times s = 10 \times 5 \dots 150 \times 60$	
DIN 1025-1 صفحه ۱۵۱	تیر I شکل، باریک سری I $h = 80 \dots 160$		DIN EN 10210-2 صفحه ۱۵۲	پروفیل توخالی مربعی (قوطی مربع) $a = 40 \dots 400$	
DIN 1025-5 صفحه ۱۵۰	تیر I شکل، متوسط سری IPE $h = 80 \dots 600$		DIN EN 10210-2 صفحه ۱۵۲	پروفیل توخالی مستطیلی (قوطی مستطیل) $a \times b = 50 \times 25 \dots 500 \times 300$	
DIN 1025-2 صفحه ۱۵۰	تیر I شکل، پهن سری IPB <sup>۱)</sup> $h = 100 \dots 1000$		DIN EN 10210-1	لوله $D \times s = 21,3 \times 2,3 \dots 1219 \times 25$	
DIN 1025-3	تیر I شکل، پهن سری IPBI <sup>۱)</sup> $h = 100 \dots 1000$		DIN EN 10055 صفحه ۱۴۷	سه پری $b = h = 30 \dots 140$	
DIN 1025-4	تیر I شکل، پهن سری IPBv <sup>۱)</sup> $h = 100 \dots 1000$		DIN EN 1026-1 صفحه ۱۴۷	ناودانی $h = 30 \dots 400$	

(۱) طبق ۵۳-۶۲ : EURONORM IPB = HE...B, IPBI = HE...A, IPBv = HE...M



طبق DIN EN 10060 (2004-02). جایگزین برای DIN 1013-1

مفتول فولادی نورد گرم



جنس: فولاد ساختمانی آلیاژی طبق DIN 10025 یا فولاد بهسازی طبق DIN 10083

نوع تحویل: طول ساخت (M)  $13\text{ m} > 3\text{ m} \leq$ ، طول بریده بلند (F)  $13\text{ m} \pm 100\text{ mm} \geq$ طول بریده کوتاه (E)  $13\text{ m} \pm 50\text{ mm} > 6\text{ m} \leq$ ،  $6\text{ m} \pm 25\text{ mm} >$ 

قطر d به mm

10 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 18 - 19 - 20 - 22 - 24 - 25 - 26 - 27 - 28 - 30 - 32 - 35 - 36 - 38 - 40 - 42 - 45 - 48 - 50 - 52 - 55 - 60 - 63 - 65 - 70 - 73 - 75 - 80 - 85 - 90 - 95 - 100 - 105 - 110 - 115 - 120 - 125 - 130 - 135 - 140 - 145 - 150 - 155 - 160 - 165 - 170 - 175 - 180 - 190 - 200 - 220 - 250

قطر d به mm

تولرانس  
حدی به  
mm

قطر d به mm

تولرانس  
حدی به  
mm

قطر d به mm

تولرانس  
حدی به  
mm

قطر d به mm

تولرانس  
حدی به  
mm

10...15

 $\pm 0,4$ 

36...50

 $\pm 0,8$ 

105...120

 $\pm 1,5$ 

220

 $\pm 3,0$ 

16...25

 $\pm 0,5$ 

52...80

 $\pm 1,0$ 

125...160

 $\pm 2,0$ 

250

 $\pm 4,0$ 

26...35

 $\pm 0,6$ 

85...100

 $\pm 1,3$ 

165...200

 $\pm 2,5$ مفتول فولادی نورد گرم،  $d = 40\text{ mm}$ : فولاد EN 10025-S235JR - 40 × 6000 F طبق EN 10060 - 40 مفتول گرم  
طول بریده بلند 6000 mm از S235JR

طبق DIN EN 10059 (2004-02). جایگزین برای DIN 1014-1

مفتول فولادی چهارگوش نورد گرم



جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی طبق DIN 10025

نوع تحویل: طول ساخت (M)  $13\text{ m} > 3\text{ m} \leq$ ، طول بریده بلند (F)  $13\text{ m} \pm 100\text{ mm} \geq$ طول بریده کوتاه (E)  $13\text{ m} \pm 50\text{ mm} > 6\text{ m} \leq$ ،  $6\text{ m} \pm 25\text{ mm} >$ 

طول ضلع a به mm

8 - 10 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 18 - 20 - 22 - 24 - 25 - 26 - 28 - 30 - 32 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60 - 65 - 70 - 75 - 80 - 90 - 100 - 110 - 120 - 130 - 140 - 150

طول ضلع a به mm

تولرانس  
حدی به  
mm

طول ضلع a به mm

تولرانس  
حدی به  
mm

طول ضلع a به mm

تولرانس  
حدی به  
mm

طول ضلع a به mm

تولرانس  
حدی به  
mm

8...14

 $\pm 0,4$ 

26...35

 $\pm 0,6$ 

55...90

 $\pm 1,0$ 

110...120

 $\pm 1,5$ 

15...25

 $\pm 0,5$ 

40...50

 $\pm 0,8$ 

100

 $\pm 1,3$ 

130...150

 $\pm 1,8$ فولاد چهارگوش نورد گرم،  $a = 60\text{ mm}$ : فولاد EN 10025-S235JR - 60 × 6000 F طبق EN 10059 - 60 مفتول چهارگوش  
طول بریده بلند 6000 mm از S235JR

طبق DIN EN 10058 (2004-02). جایگزین برای DIN 1017-1

تسمه فولادی نورد گرم

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی طبق DIN 10025

نوع تحویل: طول ساخت (M)  $13\text{ m} > 3\text{ m} \leq$ ، طول بریده بلند (F)  $13\text{ m} \pm 100\text{ mm} \geq$ طول بریده کوتاه (E)  $13\text{ m} \pm 50\text{ mm} > 6\text{ m} \leq$ ،  $6\text{ m} \pm 25\text{ mm} >$ 

عرض نامی b به mm

10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100 - 120 - 150

ضخامت نامی s به mm

5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 50 - 60 - 80

انحراف مجاز عرض نامی b

عرض نامی b به mm

تولرانس حدی به mm

عرض نامی b به mm

تولرانس حدی به mm

عرض نامی b به mm

تولرانس حدی به mm

10...40

 $\pm 0,75$ 

85...100

 $\pm 1,5$ 

150

 $\pm 2,5$ 

45...80

 $\pm 1,0$ 

120

 $\pm 2,0$ 

انحراف مجاز ضخامت نامی s

ضخامت نامی s به mm

تولرانس حدی به mm

ضخامت نامی s به mm

تولرانس حدی به mm

ضخامت نامی s به mm

تولرانس حدی به mm

5...20

 $\pm 0,5$ 

25...40

 $\pm 1,0$ 

50...80

 $\pm 1,5$ تسمه فولادی نورد گرم،  $s = 5\text{ mm}$ ،  $b = 20\text{ mm}$ : فولاد EN 10058 - 20 × 5 × 6000 F طبق EN 10025-S235JR - 20  
طول بریده بلند 6000 mm از S235JR

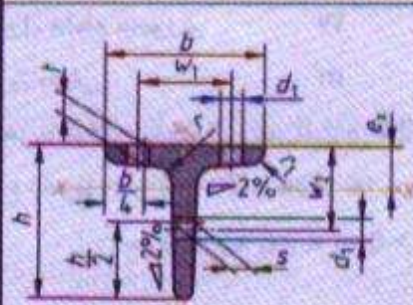






طبق DIN EN 10055 (1995-12)

تیر سه پری هم اندازه، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235JR

نوع تحویل: طولها برحسب سفارش با تیرانس حدی معمول  $\pm 100$  یا تیرانس حدی،حدود  $\pm 10 \text{ mm}$   $\pm 25 \text{ mm}$   $\pm 50 \text{ mm}$ 

$$r = s$$

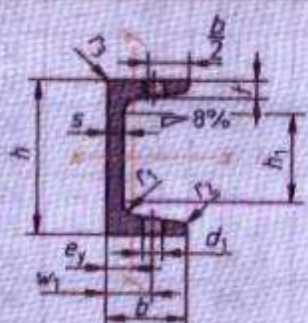
$$r_1 = \frac{s}{2}$$

علامت کوتاه	ابعاد به mm		S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	فاصله از محور x e <sub>x</sub> cm	برای محورهای خم				اندازه‌ها به mm		
	b = h	s = t				x - x I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	y - y I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	w <sub>1</sub> mm	W <sub>2</sub> mm	d <sub>1</sub> mm
T												
30	30	4	2,26	1,77	0,85	1,72	0,80	0,87	0,58	17	17	4,3
35	35	4,5	2,97	2,33	0,99	3,10	1,23	1,04	0,90	19	19	4,3
40	40	5	3,77	2,96	1,12	5,28	1,84	2,58	1,29	21	22	6,4
50	50	6	5,66	4,44	1,39	12,1	3,36	6,06	2,42	30	30	6,4
60	60	7	7,94	6,23	1,66	23,8	5,48	12,2	4,07	34	35	8,4
70	70	8	10,6	8,23	1,94	44,4	8,79	22,1	6,32	38	40	11
80	80	9	13,6	10,7	2,22	73,7	12,8	37,0	9,25	45	45	11
100	100	11	20,9	16,4	2,74	179	24,6	88,3	17,7	60	60	13
120	120	13	29,6	23,2	3,28	366	42,0	179	29,7	70	70	17
140	140	15	39,9	31,3	3,80	660	64,7	330	47,2	80	75	21

T - EN 10055 - T50 - S235JR : فولاد سه پری، h = 50 mm از S235JR

طبق DIN 1026-1 (2000-03)

تیر ناودانی، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235J0

نوع تحویل: طولهای ساخت 3 m تا 15 m؛ طولهای بریده بلند تا  $15 \text{ m} \pm 50 \text{ m}$ شیب برای  $h \leq 300 \text{ mm}$  : 8% :  $h > 300 \text{ mm}$  : 5%

$$r_1 = t$$

$$r_2 \approx \frac{t}{2}$$

$$r_3 \leq 0,3 \cdot t$$

علامت کوتاه	ابعاد به mm					S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	فاصله از محور y e <sub>y</sub> cm	برای محورهای خم				اندازه‌ها	
	h	b	s	t	h <sub>1</sub>				x - x I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	y - y I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	DIN 997 W <sub>1</sub> mm	d <sub>1</sub> mm
U														
30 × 15	30	15	4	4,5	12	2,21	1,74	0,52	2,53	1,69	0,38	0,39	10	4,3
30	30	33	5	7	10	5,44	4,27	1,31	6,39	4,26	5,33	2,68	20	8,4
40 × 20	40	20	5	5,5	18	3,66	2,87	0,67	7,58	3,97	1,14	0,86	11	6,4
40	40	35	5	7	11	6,21	4,87	1,33	14,1	7,05	6,68	3,08	20	8,4
50 × 25	50	25	5	6	25	4,92	3,86	0,81	16,8	6,73	2,49	1,48	16	8,4
50	50	38	5	7	20	7,12	5,59	1,37	26,4	10,6	9,12	3,75	20	11
60	60	30	6	6	35	6,46	5,07	0,91	31,6	10,5	4,51	2,16	18	8,4
80	80	45	6	8	46	11,0	8,64	1,45	106	26,5	19,4	6,36	25	13
100	100	50	6	8,5	64	13,5	10,6	1,55	206	41,2	29,3	8,49	30	13
120	120	55	7	9	82	17,0	13,4	1,60	364	60,7	43,2	11,1	30	17
160	160	65	7,5	10,5	115	24,0	18,8	1,84	925	116	85,3	18,3	35	21
200	200	75	8,5	11,5	151	32,2	25,3	2,01	1 910	191	148	27,0	40	23
260	260	90	10	14	200	48,3	37,9	2,36	4 820	371	317	47,7	50	25
300	300	100	10	16	232	58,8	46,2	2,70	8 030	535	495	67,8	55	28
350	350	100	14	17,5	276	77,3	60,6	2,40	12 840	734	570	75,0	58	28
400	400	110	14	18	324	91,5	71,8	2,65	20 350	1020	846	102	60	28

U - DIN 1026 - U100 - S235J0 : تیر ناودانی، h = 100 mm از S235J0



DIN EN 10056-1 (1998-10) طبق

نیشی دوطرف نامساوی، نورد گرم

S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

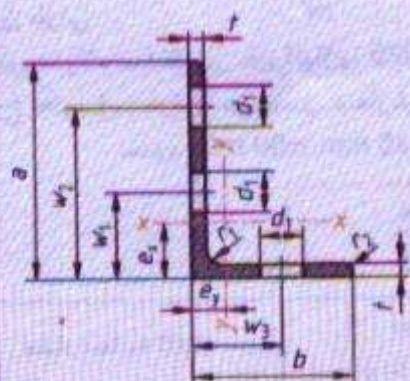
I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235J0

نوع تحویل: از 3 × 20 × 30 تا 150 × 150 × 200، در طولهای ساخت 6 m ≤ 12 m

طول بریده بلند 6 m ≤ 12 m ± 100 mm



$$r_1 \approx t$$

$$r_2 \approx \frac{t}{2}$$

علامت کوتاه L	ابعاد به mm			S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	فاصله از محورها		برای محوره‌های خم				اندازه‌ها طبق DIN 997			
	a	b	t			e <sub>x</sub> cm	e <sub>y</sub> cm	x - x		y - y		w <sub>1</sub> mm	w <sub>2</sub> mm	w <sub>3</sub> mm	d <sub>1</sub> mm
30 × 20 × 3	30	20	3	1,43	1,12	0,99	0,50	1,25	0,62	0,44	0,29	17	—	12	8,4
30 × 20 × 4	30	20	4	1,86	1,46	1,03	0,54	1,59	0,81	0,55	0,38	17	—	12	8,4
40 × 20 × 4	40	20	4	2,26	1,77	1,47	0,48	3,59	1,42	0,60	0,39	22	—	12	11
40 × 25 × 4	40	25	4	2,46	1,93	1,36	0,62	3,89	1,47	1,16	0,69	22	—	15	11
45 × 30 × 4	45	30	4	2,87	2,25	1,48	0,74	5,78	1,91	2,05	0,91	25	—	17	13
50 × 30 × 5	50	30	5	3,78	2,96	1,73	0,74	9,36	2,86	2,51	1,11	30	—	17	13
60 × 30 × 5	60	30	5	4,28	3,36	2,17	0,68	15,6	4,07	2,63	1,14	35	—	17	17
60 × 40 × 5	60	40	5	4,79	3,76	1,96	0,97	17,2	4,25	6,11	2,02	35	—	22	17
60 × 40 × 6	60	40	6	5,68	4,46	2,00	1,01	20,1	5,03	7,12	2,38	35	—	22	17
65 × 50 × 5	65	50	5	5,54	4,35	1,99	1,25	23,2	5,14	11,9	3,19	35	—	30	21
70 × 50 × 6	70	50	6	6,89	5,41	2,23	1,25	33,4	7,01	14,2	3,78	40	—	30	21
75 × 50 × 6	75	50	6	7,19	5,65	2,44	1,21	40,5	8,01	14,4	3,81	40	—	30	21
75 × 50 × 8	75	50	8	9,41	7,39	2,52	1,29	52,0	10,4	18,4	4,95	40	—	30	23
80 × 40 × 6	80	40	6	6,89	5,41	2,85	0,88	44,9	8,73	7,59	2,44	45	—	22	23
80 × 40 × 8	80	40	8	9,01	7,07	2,94	0,96	57,6	11,4	9,61	3,16	45	—	22	23
80 × 60 × 7	80	60	7	9,38	7,36	2,51	1,52	59,0	10,7	28,4	6,34	45	—	35	23
100 × 50 × 6	100	50	6	8,71	6,84	3,51	1,05	89,9	13,8	15,4	3,89	55	—	30	25
100 × 50 × 8	100	50	8	11,4	8,97	3,60	1,13	116	18,2	19,7	5,08	55	—	30	25
100 × 65 × 7	100	65	7	11,2	8,77	3,23	1,51	113	16,6	37,6	7,53	55	—	35	25
100 × 65 × 8	100	65	8	12,7	9,94	3,27	1,55	127	18,9	42,2	8,54	55	—	35	25
100 × 65 × 10	100	65	10	15,6	12,3	3,36	1,63	154	23,2	51,0	10,5	55	—	35	25
100 × 75 × 8	100	75	8	13,5	10,6	3,10	1,87	133	19,3	64,1	11,4	55	—	40	25
100 × 75 × 10	100	75	10	16,6	13,0	3,19	1,95	162	23,8	77,6	14,0	55	—	40	25
100 × 75 × 12	100	75	12	19,7	15,4	3,27	2,03	189	28,0	90,2	16,5	55	—	40	25
120 × 80 × 8	120	80	8	15,5	12,2	3,83	1,87	226	27,6	80,8	13,2	50	80	45	25
120 × 80 × 10	120	80	10	19,1	15,0	3,92	1,95	276	34,1	98,1	16,2	50	80	45	25
120 × 80 × 12	120	80	12	22,7	17,8	4,00	2,03	323	40,4	114	19,1	50	80	45	25
125 × 75 × 8	125	75	8	15,5	12,2	4,14	1,68	247	29,6	67,6	11,6	50	—	40	25
125 × 75 × 10	125	75	10	19,1	15,0	4,23	1,76	302	36,5	82,1	14,3	50	—	40	25
125 × 75 × 12	125	75	12	22,7	17,8	4,31	1,84	354	43,2	95,5	16,9	50	—	40	25
135 × 65 × 8	135	65	8	15,5	12,2	4,78	1,34	291	33,4	45,2	8,75	50	—	35	25
135 × 65 × 10	135	65	10	19,1	15,0	4,88	1,42	356	41,3	54,7	10,8	50	—	35	25
150 × 75 × 9	150	75	9	19,6	15,4	5,26	1,57	455	46,7	77,9	13,1	60	105	40	28
150 × 75 × 10	150	75	10	21,7	17,0	5,30	1,61	501	51,6	85,6	14,5	60	105	40	28
150 × 75 × 12	150	75	12	25,7	20,2	5,40	1,69	588	61,3	99,6	17,1	60	105	40	28
150 × 75 × 15	150	75	15	31,7	24,8	5,52	1,81	713	75,2	119	21,0	60	105	40	28

نیشی EN 10056-1 - 65 × 50 × 5 - S235J0 :

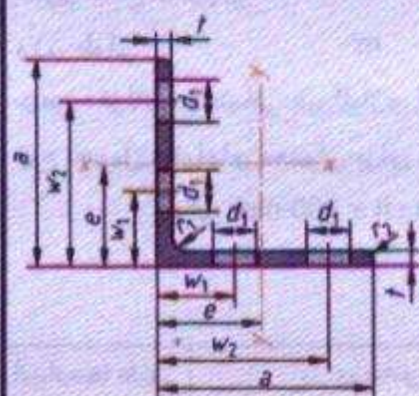
نیشی دوطرف نامساوی، a = 65 mm, b = 50 mm

S235J0 از t = 5 mm



طبق DIN EN 10056-1 (1998-10)

نیشی دوطرف مساوی، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

l همان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235J0

نوع تحویل: از 3 × 20 تا 35 × 250 × 200، در طولهای ساخت 6 m ≤ 12 m

طول بریده بلند 6 m ≤ 12 m ± 100 mm

$$r_1 \approx t$$

$$r_2 \approx \frac{t}{2}$$

علامت کوتاه L	ابعاد به mm		S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	فاصله از محور e cm	برای محوره‌های خم y-y و x-x		اندازه‌ها طبق DIN 997		
	a	t				I <sub>x</sub> = I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> = W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	w <sub>1</sub> mm	w <sub>2</sub> mm	d <sub>1</sub> mm
20 × 20 × 3	20	3	1,12	0,882	0,598	0,39	0,28	12	—	4,3
25 × 25 × 3	25	3	1,42	1,12	0,723	0,80	0,45	15	—	6,4
25 × 25 × 4	25	4	1,85	1,45	0,762	1,02	0,59	15	—	6,5
30 × 30 × 3	30	3	1,74	1,36	0,835	1,40	0,65	17	—	8,4
30 × 30 × 4	30	4	2,27	1,78	0,878	1,80	0,85	17	—	8,4
35 × 35 × 4	35	4	2,67	2,09	1,00	2,95	1,18	18	—	11
40 × 40 × 4	40	4	3,08	2,42	1,12	4,47	1,55	22	—	11
40 × 40 × 5	40	5	3,79	2,97	1,16	5,43	1,91	22	—	11
45 × 45 × 4,5	45	4,5	3,90	3,06	1,25	7,14	2,20	25	—	13
50 × 50 × 4	50	4	3,89	3,06	1,36	8,97	2,46	30	—	13
50 × 50 × 5	50	5	4,80	3,77	1,40	11,0	3,05	30	—	13
50 × 50 × 6	50	6	5,69	4,47	1,45	12,8	3,61	30	—	13
60 × 60 × 5	60	5	5,82	4,57	1,64	19,4	4,45	35	—	17
60 × 60 × 6	60	6	6,91	5,42	1,69	22,8	5,29	35	—	17
60 × 60 × 8	60	8	9,03	7,09	1,77	29,2	6,89	35	—	17
65 × 65 × 7	65	7	8,70	6,83	1,85	33,4	7,18	35	—	21
70 × 70 × 6	70	6	8,13	6,38	1,93	36,9	7,27	40	—	21
70 × 70 × 7	70	7	9,40	7,38	1,97	42,3	8,41	40	—	21
75 × 75 × 6	75	6	8,73	6,85	2,05	45,8	8,41	40	—	23
75 × 75 × 8	75	8	11,4	8,99	2,14	59,1	11,0	40	—	23
80 × 80 × 8	80	8	12,3	9,63	2,26	72,2	12,6	45	—	23
80 × 80 × 10	80	10	15,1	11,9	2,34	87,5	15,4	45	—	23
90 × 90 × 7	90	7	12,2	9,61	2,45	92,6	14,1	40	—	25
90 × 90 × 8	90	8	13,9	10,9	2,50	104	16,1	40	—	25
90 × 90 × 9	90	9	15,5	12,2	2,54	116	17,9	50	—	25
90 × 90 × 10	90	10	17,1	13,4	2,58	127	19,8	50	—	25
100 × 100 × 8	100	8	15,5	12,2	2,74	145	19,9	55	—	25
100 × 100 × 10	100	10	19,2	15,0	2,82	177	24,6	55	—	25
100 × 100 × 12	100	12	22,7	17,8	2,90	207	29,1	55	—	25
120 × 120 × 10	120	10	23,2	18,2	3,31	313	36,0	50	80	25
120 × 120 × 12	120	12	27,5	21,6	3,40	368	42,7	50	80	25
130 × 130 × 12	130	12	30,0	23,6	3,64	472	50,4	50	90	25
150 × 150 × 10	150	10	29,3	23,0	4,03	624	56,9	60	105	28
150 × 150 × 12	150	12	34,8	27,3	4,12	737	67,7	60	105	28
150 × 150 × 15	150	15	43,0	33,8	4,25	898	83,5	60	105	28

نیشی EN 10056-1 - 70 × 70 × 7 - S235J0 :

نیشی دوطرف مساوی، t = 7 mm .a = 70 mm

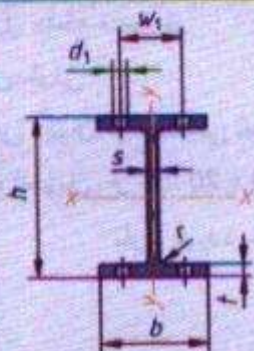
از S235J0



## تیر I شکل (معمولی) متوسط و پهن

طبق DIN 1025-5 (1995-03)

تیرهای I شکل متوسط (IPE)، با سطوح موازی، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235JR

نوع تحویل: طولهای معمولی برای  $8\text{ m} < h \leq 300\text{ mm}$  تا  $16\text{ m} \pm 50\text{ mm}$ برای  $8\text{ m} < h \geq 300\text{ mm}$  تا  $18\text{ m} \pm 50\text{ mm}$ 

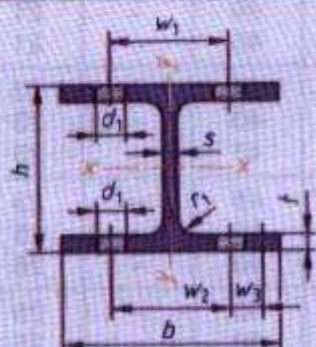
علامت کوتاه	ابعاد به mm					S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	برای محورهاى خم				اندازه‌ها طبق DIN 997		
	IPE	h	b	s	t			r	x - x		y - y		w <sub>1</sub> mm	d <sub>1</sub> mm
									I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>		
80	80	46	3,8	5,2	5	7,64	6,0	80,1	20,0	8,5	3,7	26	6,4	
100	100	55	4,1	5,7	7	10,3	8,1	171	34,2	15,9	5,8	30	8,4	
120	120	64	4,4	6,3	7	13,2	10,4	318	53,0	27,7	8,7	36	8,4	
140	140	73	4,7	6,9	7	16,4	12,9	541	77,3	44,9	12,3	40	11	
160	160	82	5,0	7,4	9	20,1	15,8	869	109	68,3	16,7	44	13	
180	180	91	5,3	8,0	9	23,9	18,8	1320	146	101	22,2	50	13	
200	200	100	5,6	8,5	12	28,5	22,4	1940	194	142	28,5	56	13	
220	220	110	5,9	9,2	12	33,4	26,2	2770	252	205	37,3	60	17	
240	240	120	6,2	9,8	15	39,1	30,7	3890	324	284	47,3	68	17	
270	270	135	6,6	10,2	15	45,9	36,1	5790	429	420	62,2	72	21	
300	300	150	7,1	10,7	15	53,8	42,2	8360	557	604	80,5	80	23	
330	330	160	7,5	11,5	18	62,6	49,1	11770	713	788	98,5	86	25	
360	360	170	8,0	12,7	18	72,7	57,1	16270	904	1040	123	90	25	
400	400	180	8,6	13,5	21	84,5	66,3	23130	1160	1320	146	96	28	
450	450	190	9,4	14,6	21	98,8	77,6	33740	1500	1680	176	106	28	
500	500	200	10,2	16,0	21	116	90,7	48200	1930	2140	214	110	28	
550	550	210	11,1	17,2	24	134	106	67120	2440	2670	254	120	28	
600	600	220	12,0	19,0	24	156	122	92080	3070	3390	308	120	28	

تیر I شکل متوسط با سطوح موازی، S235JR از h = 300 mm : DIN 1025 - IPE 300 - S235JR

تیر I شکل پهن، با سطوح موازی، نورد گرم

طبق DIN 1025-2 (1995-11)

تیر I شکل پهن، با سطوح موازی، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235JR

نوع تحویل: طولهای معمولی برای  $8\text{ m} < h \leq 300\text{ mm}$  تا  $16\text{ m} \pm 50\text{ mm}$ برای  $8\text{ m} < h \geq 300\text{ mm}$  تا  $18\text{ m} \pm 50\text{ mm}$ 

$$r_1 \approx 2 \cdot s$$

علامت کوتاه	ابعاد به mm					S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	برای محورهای خم				اندازه‌ها طبق DIN 997	
	IPE	h	b	s	t			x - x		y - y		w <sub>1</sub> mm	d <sub>1</sub> mm
								I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>		
	100	100	100	6	10	26,0	20,4	450	89,9	167	33,5	56	13
	120	120	120	6,5	11	34,0	26,7	864	144	318	52,9	66	17
	140	140	140	7	12	43,0	33,7	1510	216	550	78,5	76	21
	160	160	160	8	13	54,3	42,6	2490	311	889	111	86	23
	180	180	180	8,5	14	65,3	51,2	3830	426	1360	151	100	25
	200	200	200	9	15	78,1	61,3	5700	570	2000	200	110	25

ادامه جدول در: صفحه ۱۵۱



طبق DIN 1025-2 (1995-11)

تیرهای I شکل پهن (IPB)، با سطوح موازی، نورد گرم (اندامه)

علامت کوتاه	ابعاد به mm				S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	برای محورها ی خم				اندازه ها طبق DIN 997 به mm				
	h	b	s	t			x - x		y - y		یک ردیفه w <sub>1</sub>	دور ردیفه			
							I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>		w <sub>2</sub>	w <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>	
IPB															
220	220	22	9,5	16	91	71,5	8090	738	2840	258	120	-	-	25	
240	240	24	10	17	106	83,2	11260	938	3920	327	-	96	35	25	
260	260	26	10	17,5	118	93,0	14920	1150	5130	395	-	106	40	25	
280	280	28	10,5	18	131	103	19270	1380	6590	471	-	110	45	25	
300	300	30	11	19	149	117	25170	1680	8560	571	-	120	45	28	
320	320	30	11,5	20,5	161	127	30820	1930	9240	616	-	120	45	28	
340	340	30	12	21,5	171	134	36660	2160	9690	646	-	120	45	28	
360	360	30	12,5	22,5	181	142	43190	2400	10140	676	-	120	45	28	
400	400	30	13,5	24	198	155	57680	2880	10820	721	-	120	45	28	
450	450	30	14	26	218	171	78890	3550	11720	781	-	120	45	28	
500	500	30	14,5	28	239	187	107200	4290	12620	842	-	120	45	28	
550	550	30	15	29	254	199	136700	4970	13080	872	-	120	45	28	
600	600	30	15,5	30	270	212	171000	5700	13530	902	-	120	45	28	
650	650	30	16	31	286	225	210600	6480	13980	932	-	120	45	28	
700	700	30	17	32	306	241	256900	7340	14440	963	-	126	45	28	
800	800	30	17,5	33	334	262	359100	8980	14900	994	-	130	40	28	
900	900	30	18,5	35	371	291	494100	10980	15820	1050	-	130	40	28	
1000	1000	30	19	36	400	314	644700	12890	16280	1090	-	130	40	28	

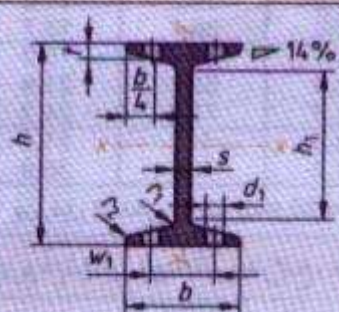
تیر I DIN 1025 - IPB 240 - S235JR :

S235JR از h = 240 mm، با سطوح موازی، نورد گرم

HE 240 B : EURONORM 53-62 طبق مشخصه

طبق DIN 1025-1 (1995-05)

تیرهای I شکل باریک، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس : فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235JR

نوع تحویل : طولهای معمولی برای 8 m &lt; h &lt; 300 mm تا 16 m ± 50 mm

برای 8 m &lt; h &lt; 300 mm تا 16 m ± 50 mm

برای h ≥ 300 mm تا 8 m ± 50 mm تا 18 m ± 50 mm

$$r_1 = s$$

$$r_2 \approx 0,6 \cdot s$$

علامت کوتاه	ابعاد به mm						S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	برای محوره‌های خم				اندازه‌ها طبق DIN 997	
	h	b	s	t	h <sub>1</sub>	x - x			y - y		w <sub>1</sub> mm	d <sub>1</sub> mm		
						I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>			W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>			W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	
80	80	42	3,9	5,9	59	7,57	5,94	77,8	19,5	6,29	3,00	22	6,4	
100	100	50	4,5	6,8	75	10,6	8,34	171	34,2	12,2	4,88	28	6,4	
120	120	58	5,1	7,7	92	14,2	11,1	328	54,7	21,5	7,41	32	8,4	
140	140	66	5,7	8,6	109	18,2	14,3	573	81,9	35,2	10,7	34	11	
160	160	74	6,3	9,5	125	22,8	17,9	935	117	54,7	14,8	40	11	
180	180	82	6,9	10,4	142	27,9	21,9	1450	161	83,3	19,8	44	13	
200	200	90	7,5	11,3	159	33,4	26,2	2140	214	117	26,0	48	13	
220	220	98	8,1	12,2	175	39,5	31,1	3060	278	162	33,1	52	13	
240	240	106	8,7	13,1	192	46,1	36,2	4250	354	221	41,7	56	17	
260	260	113	9,4	14,1	208	53,3	41,9	5740	442	288	51,0	60	17	
280	280	119	10,1	15,2	225	61,0	47,9	7590	542	364	61,2	60	17	
300	300	125	10,8	16,2	241	69,0	54,2	9800	653	451	72,2	64	21	
320	320	131	11,5	17,3	257	77,7	61,0	12510	782	555	84,7	70	21	
340	340	137	12,2	18,3	274	86,7	68,0	15700	923	674	98,4	74	21	
360	360	143	13,0	19,5	290	97,0	76,1	19610	1090	818	114	76	23	
380	380	149	13,7	20,5	306	107	84,0	24010	1260	975	131	82	23	
400	400	155	14,4	21,6	322	118	92,4	29210	1460	1160	149	82	23	
450	450	170	16,2	24,3	363	147	115	45850	2040	1730	203	94	25	
500	500	185	18,0	27,0	404	179	141	68740	2750	2480	268	100	28	
550	550	200	19,0	30,0	445	212	166	99180	3610	3490	349	110	28	

تیر I DIN 1025 - I 180 - S235JR :

S235JR از h = 180 mm، نورد گرم، شکل باریک



# پروفیل‌های توخالی

جنس: فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025 یا

فولادهای ساختمانی دانه‌ریز DIN EN 10113

نوع تحول: DIN EN 10210-2

طولهای ساخت 4 m تا 16 m

ابعاد پروفیل  $a \times a = 20 \times 20 \dots 400 \times 400$

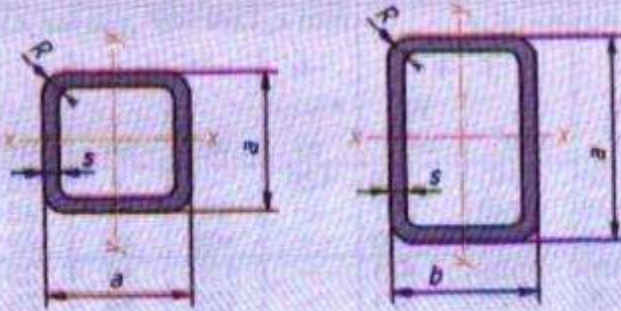
DIN EN 10219-2

طولهای ساخت 4 m تا 16 m

ابعاد پروفیل  $a \times a = 20 \times 20 \dots 400 \times 400$

استانداردهای DIN EN 10210 و DIN EN 10219 علاوه بر پروفیل‌های

چهارگوش مربع و مستطیل پروفیل‌های گرد توخالی هم دارند.



طبق (11-1997) DIN EN 10210-2

پروفیل‌های توخالی چهارگوش مربع و مستطیل تولید گرم

اندازه نامی $a \times a$ $a \times b$ mm	ضخامت دیواره $s$ mm	وزن طولی $m'$ kg/m	مساحت سطح مقطع $S$ $cm^2$	ممان سطحی و مدول مقطع				برای پیچش	
				برای محورها خم					
				$x-x$		$y-y$		$I_p$	$W_p$
				$I_x$ $cm^4$	$W_x$ $cm^3$	$I_y$ $cm^4$	$W_y$ $cm^3$	$cm^4$	$cm^3$
40 × 40	3,0	3,41	4,34	9,78	4,89	9,78	4,89	15,7	7,10
	4,0	4,39	5,59	11,8	5,91	11,8	5,91	19,5	8,54
50 × 50	2,5	3,68	4,68	17,5	6,99	17,5	6,99	27,5	10,2
	3,0	4,35	5,54	20,2	8,08	20,2	8,08	32,1	11,8
60 × 60	3,0	5,29	6,74	36,2	12,1	36,2	12,1	56,9	17,7
	4,0	6,90	8,79	45,4	15,1	45,4	15,1	72,5	22,0
	5,0	8,42	10,7	53,3	17,8	53,3	17,8	86,4	25,7
50 × 30	3,0	3,41	4,34	13,6	5,43	5,94	3,96	13,5	6,51
	4,0	4,39	5,59	16,5	6,60	7,08	4,72	16,6	7,77
60 × 40	3,0	4,35	5,54	26,5	8,82	13,9	6,95	29,2	11,2
	4,0	5,64	7,19	32,8	10,9	17,0	8,52	36,7	13,7
80 × 40	4,0	6,90	8,79	68,2	17,1	22,2	11,1	55,2	18,9
	5,0	8,42	10,7	80,3	20,1	25,7	12,9	65,1	21,9
	6,0	9,87	12,6	90,5	22,6	28,5	14,2	73,4	24,2
100 × 50	4,0	8,78	11,2	140	27,9	46,2	18,5	113	31,4
	5,0	10,8	13,7	167	33,3	54,3	21,7	135	36,9

پروفیل توخالی مربع،  $s = 5$  mm از S355J0 :  $60 \times 60 \times 5 - S355J0$  DIN EN 10210 - پروفیل توخالی

طبق (11-1997) DIN EN 10219-2

پروفیل‌های توخالی مربع، مستطیل، جوشکاری شده تولید سرد

اندازه نامی $a \times a$ $a \times b$ mm	ضخامت دیواره $s$ mm	وزن طولی $m'$ kg/m	مساحت سطح مقطع $S$ $cm^2$	ممان سطحی و مدول مقطع				برای پیچش	
				برای محورها خم					
				$x-x$		$y-y$		$I_p$	$W_p$
				$I_x$ $cm^4$	$W_x$ $cm^3$	$I_y$ $cm^4$	$W_y$ $cm^3$	$cm^4$	$cm^3$
30 × 30	2,0	1,68	2,14	2,72	1,81	2,72	1,81	4,54	2,75
	2,5	2,03	2,59	3,16	2,10	3,16	2,10	5,40	3,20
	3,0	2,36	3,01	3,50	2,34	3,50	2,34	6,15	3,58
40 × 40	2,0	2,31	2,94	6,94	3,47	6,94	3,47	11,3	5,23
	2,5	2,82	3,59	8,22	4,11	8,22	4,11	13,6	6,21
	3,0	3,30	4,21	9,32	4,66	9,32	4,66	15,8	7,07
80 × 80	4,0	4,20	5,35	11,1	5,54	11,1	5,54	19,4	8,48
	3,0	7,07	9,01	87,8	22,0	87,8	22,0	140	33,0
	4,0	9,22	11,7	111	27,8	111	27,8	180	41,8
40 × 20	5,0	11,3	14,4	131	32,9	131	32,9	218	49,7
	2,0	1,68	2,14	4,05	2,02	1,34	1,34	3,45	2,36
	2,5	2,03	2,59	4,69	2,35	1,54	1,54	4,06	2,72
60 × 40	3,0	2,36	3,01	5,21	2,60	1,68	1,68	4,57	3,00
	3,0	4,25	5,41	25,4	8,46	13,4	6,72	29,3	11,2
	4,0	5,45	6,95	31,0	10,3	16,3	8,14	36,7	13,7
80 × 40	5,0	6,56	8,36	35,3	11,8	18,4	9,21	42,8	15,6
	3,0	5,19	6,61	52,3	13,1	17,6	8,78	43,9	15,3
	4,0	6,71	8,55	64,8	16,2	21,5	10,7	55,2	18,8
100 × 40	5,0	8,13	10,4	75,1	18,8	24,6	12,3	65,0	21,7
	3,0	6,13	7,81	92,3	18,5	21,7	10,8	59,0	19,4
	4,0	7,97	10,1	116	23,1	26,7	13,3	74,5	24,0
	5,0	9,70	12,4	136	27,1	30,8	15,4	87,9	27,9

پروفیل توخالی مستطیل،  $b = 40$  mm،  $a = 60$  mm :  $60 \times 40 \times 4 - S355J0$  DIN EN 10219 - پروفیل توخالی

S355J0 از  $s = 4$  mm



## وزن طولی و سطحی

وزن طولی<sup>(۱)</sup> (مقادیر جدول برای فولاد با جرم مخصوص  $\rho = 7,85 \text{ kg/dm}^3$ )

d قطر m' وزن طولی (وزن یک متر) a طول ضلع SW اندازه آچارگیر

سیم فولادی						مفتول فولادی					
d	m'	d	m'	d	m'	d	m'	d	m'	d	m'
mm	kg/1000 m	mm	kg/1000 m	mm	kg/1000 m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
0,10	0,062	0,55	1,87	1,1	7,46	3	0,055	18	2,00	60	22,2
0,16	0,158	0,60	2,22	1,2	8,88	4	0,099	20	2,47	70	30,2
0,20	0,247	0,65	2,60	1,3	10,4	5	0,154	25	3,85	80	39,5
0,25	0,385	0,70	3,02	1,4	12,1	6	0,222	30	5,55	100	61,7
0,30	0,555	0,75	3,47	1,5	13,9	8	0,395	35	7,55	120	88,8
0,35	0,755	0,80	3,95	1,6	15,8	10	0,617	40	9,86	140	121
0,40	0,986	0,85	4,45	1,7	17,8	12	0,888	45	12,5	150	139
0,45	1,25	0,90	4,99	1,8	20,0	15	1,39	50	15,4	160	158
0,50	1,54	1,0	6,17	2,0	24,7	16	1,58	55	18,7	200	247

مفتول چهارگوش						مفتول ششگوش					
a	m'	a	m'	a	m'	SW	m'	SW	m'	SW	m'
mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
6	0,283	20	3,14	40	12,6	6	0,245	20	2,72	40	10,9
8	0,502	22	3,80	50	19,6	8	0,435	22	3,29	50	17,0
10	0,785	25	4,91	60	28,3	10	0,680	25	4,25	60	24,5
12	1,13	28	6,15	70	38,5	12	0,979	28	5,33	70	33,3
14	1,54	30	7,07	80	50,2	14	1,33	30	6,12	80	43,5
16	2,01	32	8,04	90	63,6	16	1,74	32	6,96	90	55,1
18	2,54	35	9,62	100	78,5	18	2,20	35	8,33	100	68,0

## وزن طولی سایر پروفیلها

پروفیل	صفحه	پروفیل	صفحه
EN 10055 فولاد T شکل	۱۴۷	EN 10210-2 پروفیل توخالی	۱۵۲
EN 10056-1 نبشی، دوضلع مساوی	۱۴۹	EN 10219-2 پروفیل توخالی	۱۵۲
EN 10056-1 نبشی، دوضلع نامساوی	۱۴۸	DIN 1798 مفتول گرد آلومینیومی	۱۶۸
DIN 1026-1 ناودانی	۱۴۷	DIN 1796 مفتول چهارگوش مربع آلومینیومی	۱۶۸
DIN 1025-5 تیر I شکل، IPE	۱۵۰	DIN 1769 مفتول چهارگوش مستطیل آلومینیومی	۱۶۹
DIN 1025-2 تیر I شکل، IPB	۱۵۰	DIN 1795 لوله آلومینیومی	۱۷۰
DIN 1025-1 تیر I شکل، باریک	۱۵۱	DIN 9713 پروفیل ناودانی آلومینیومی	۱۷۰

وزن سطحی<sup>(۱)</sup> (مقادیر جدول برای فولاد با جرم مخصوص  $\rho = 7,85 \text{ kg/dm}^3$ )

ورق

s ضخامت ورق m'' وزن سطحی

s	m''	s	m''	s	m''	s	m''	s	m''	s	m''
mm	kg/m <sup>2</sup>	mm	kg/m <sup>2</sup>	mm	kg/m <sup>2</sup>	mm	kg/m <sup>2</sup>	mm	kg/m <sup>2</sup>	mm	kg/m <sup>2</sup>
0,35	2,75	0,70	5,50	1,2	9,42	3,0	23,6	4,75	37,3	10,0	78,5
0,40	3,14	0,80	6,28	1,5	11,8	3,5	27,5	5,0	39,3	12,0	94,2
0,50	3,93	0,90	7,07	2,0	15,7	4,0	31,4	6,0	47,1	14,0	110
0,60	4,71	1,0	7,85	2,5	19,6	4,5	35,3	8,0	62,8	15,0	118

(۱) مقادیر جدول را به نسبت جرم مخصوص مواد دیگر به جرم مخصوص فولاد ( $7,85 \text{ kg/dm}^3$ ) می توان تغییر داد.مثال: ورق با  $s = 4,0 \text{ mm}$  از  $\text{AlMg}_3\text{Mn}$  (جرم مخصوص  $2,66 \text{ kg/dm}^3$ ). از جدول:  $m'' = 31,4 \text{ kg/m}^2$  برای فولاد.

$$\text{AlMg}_3\text{Mn} : m'' = 31,4 \text{ kg/m}^2 \cdot (2,66 \text{ kg/dm}^3 / 7,85 \text{ kg/dm}^3) = 10,64 \text{ kg/m}^2$$



کاربرد، راهنمایی <sup>(۱)</sup>	توضیح اختصاری	شکل
<b>آنیل نرمال</b>		
نرمالیزه کردن ساختار دانه درشت در محصولات نورد، ریخته‌گری، جوشکاری و آهن‌گری	<ul style="list-style-type: none"> <li>گرم کردن و نگهداری در دمای آنیل</li> <li>← تغییر ساختار (آستنیت)</li> <li>خنک‌کاری کنترل شده تا دمای محیط</li> <li>← ساختار دانه ریز</li> </ul>	
<b>آنیل نرم</b>		
بهبود قابلیت شکل‌دهی سرد، قابلیت براده‌برداری و سختکاری؛ قابل استفاده برای همه فولادها	<ul style="list-style-type: none"> <li>گرم کردن تا دمای آنیل، نگهداری دما یا آنیل نوسانی</li> <li>← کروی کردن سمنتیت</li> <li>خنک‌کاری تا دمای محیط</li> </ul>	
<b>آنیل تنش‌زدایی</b>		
کاهش تنش پس‌ماند (ذاتی) در قطعات جوشکاری، ریخته‌گری و آهن‌گری؛ قابل استفاده برای همه فولادها	<ul style="list-style-type: none"> <li>گرم کردن و نگهداری در دمای آنیل (زیر خط تحول ساختار)</li> <li>← کاهش و رفع تنش به واسطه تغییر شکل پلاستیکی قطعه کار</li> <li>خنک‌کاری تا دمای محیط</li> </ul>	
<b>سختکاری</b>		
قطعات تحت تنش سایشی مثلاً ابزارها، فنرها، ریل‌های راهنما، قالبهای پرسکاری؛ فولادهای ویژه جهت عملیات حرارتی با $C > 0.3\%$ ، مثلاً C45E, 102Cr6, C70U, X38CrMoV5-3, HS6-5-2C	<ul style="list-style-type: none"> <li>گرم کردن و نگهداری در دمای سختکاری</li> <li>← تغییر ساختار (آستنیت)</li> <li>ترساندن در روغن، آب، هوا</li> <li>← ساختار ریز و سخت و ترد (مارتنزیت)</li> <li>برگشت</li> <li>← تحول مارتنزیت، چقرمگی بالا، سختی موردنیاز</li> </ul>	
<b>بهسازی</b>		
غالباً قطعات تحت تنش دینامیکی با استحکام و چقرمگی خوب، مثلاً محورها، چرخدنده‌ها، پیچها؛ فولادهای بهسازی: صفحه ۱۳۴ فولادهای نیترو: صفحه ۱۳۵ فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی صفحه ۱۳۵ فولاد فنرهای قابل بهسازی: صفحه ۱۳۹	<ul style="list-style-type: none"> <li>گرم کردن و نگهداری در دمای سختکاری</li> <li>← تحول ساختار (آستنیت)</li> <li>ترساندن در روغن، آب، هوا</li> <li>← ساختار ریز و سخت و ترد (مارتنزیت)، در ابعاد بزرگتر ساختار مغزی ریز (ساختار میانی)</li> <li>برگشت در دماهای بالاتر از دماهای سختکاری</li> <li>← رفع ساختار مارتنزیت، ساختار ریز، استحکام بالا ضمن چقرمگی خوب</li> </ul>	
<b>سختکاری کربوره (سمانتاسیون)</b>		
قطعات با سطح مقاوم به سایش، استحکام خستگی بالا و استحکام مغزی خوب، مثلاً چرخدنده، محورها؛ سختکاری سطحی: استحکام سایش بالا، استحکام مغزی پایین، سختکاری مغزی: استحکام مغزی بالا، سطوح سخت و ترد؛ فولادهای کربوره: صفحه ۱۳۴ فولادهای اتومات: صفحه ۱۳۵	<ul style="list-style-type: none"> <li>کربن‌دهی قطعه کار ماشینکاری شده در سطح</li> <li>خنک‌کاری تا دمای محیط</li> <li>← ساختار نرمال (فرریت، پرلیت، کاربید)</li> <li>سختکاری (به مراحل سختکاری نگاه کنید)</li> <li>← سختکاری سطحی: گرم کردن تا دمای سختکاری سطحی</li> <li>سختکاری مغزی: گرم کردن تا دمای سختکاری محدوده مغزی</li> </ul>	
<b>سختکاری نیترو</b>		
قطعات با سطوح ضدسایش، استحکام خستگی بالا و مقاومت خوب به دما مثلاً سوپاپها، دسته پیستون، اسپندل؛ فولادهای نیترو: صفحه ۱۳۵	<ul style="list-style-type: none"> <li>آنیل قطعات ماشینکاری شده نهایی در اتمسفر نیتروژن</li> <li>← تشکیل نیتريد سخت، مقاوم به سایش و دما</li> <li>خنک‌کاری در هوای ساکن یا در جریان نیتروژن</li> </ul>	



# فولادهای ابزاری، فولادهای کربوره

طبق DIN EN ISO 4957 (2001-02)

عملیات حرارتی فولادهای سردکار غیرآلیاژی

نوع فولاد		دمای شکل دهی گرم °C	آویل نرم		سختکاری				سختی سطحی به HRC			
نام کوتاه	شماره مواد		دما °C	سختی HB max	دما °C	مواد خنک کاری	عمق سختکاری <sup>(۱)</sup> mm	سختکاری مغزی تا Ø mm	بعد از سختکاری	برگشت <sup>(۲)</sup> در	100 °C	200 °C
C45U	1.1730	1000...800	680...710	207	800...820	آب	3,5	15	58	58	54	48
C70U	1.1520			183	790...810		3,0	10	64	63	60	53
C80U	1.1525	1050...800	680...710	192	780...800	آب	3,0	10	64	64	60	54
C90U	1.1535	1050...800		207	770...790				64	64	61	54
C105U	1.1545	1000...800		212	770...790				65	64	62	56

(۱) برای قطر 30 mm

(۲) اندازه دمای برگشت بسته به اهداف کاربردی و سختی کاربردی مطلوب. معمولاً فولادها به صورت آویل نرم تحویل داده می‌شود.

طبق DIN EN ISO 4957 (2001-02)

عملیات حرارتی فولادهای سردکار، فولادهای گرمکار

و فولادهای تندبر آلیاژی

نوع فولاد		شکل دهی گرم °C	آبیل نرم		سختکاری		سختی سطحی به HRC ≈						
نام کوتاه	شماره مواد		دما °C	سختی HB max.	دما <sup>(۱)</sup> °C	مواد خنک کاری	بعد از سختکاری	بعد از برگشت <sup>(۲)</sup> در					
								200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	550 °C	
105V	1.2834	1050...850	710...750	212	780... 800	آب	68	64	56	48	40	36	
X153CrMoV12	1.2379		800...850	255	1010...1030	هوا	63	61	59	58	58	56	
X210CrW12	1.2436	1050...850	800...840	255	960...980	روغن	64	62	60	58	56	52	
90MnCrV8	1.2842		680...720	229	780...800		65	62	56	50	42	40	
102Cr6	1.2067		710...750	223	830...850		65	62	57	50	43	40	
60WCrV8	1.2550	1050...850	710...750	229	900... 920	روغن	62	60	58	53	48	46	
X37CrMoV5-1	1.2343	1100...900	750...800	229	1010...1030		53	52	52	53	54	52	
HS6-5-2C	1.3343	1100...900	770...840	269	1200...1220	روغن،	64	62	62	62	65	65	
HS10-4-3-10	1.3207			302	1220...1240	حمام گرم،	66	61	61	62	66	67	
HS2-9-1-8	1.3247			277	1180...1200	هوا	66	62	62	61	68	69	

(۱) مدت زمان آستینیت کردن مدت زمان نگهداری در دمای سختکاری است. در فولادهای سختکاری و فولادهای تندبر به ترتیب برابر تقریباً 25 min و 3 min است. گرم کردن پله‌ای انجام می‌شود.

(۲) فولادهای تندبر حداقل دوبار در دمای 540...570 °C برگشت داده می‌شود. در این دما حداقل 60 min نگهداشته می‌شود.

طبق DIN EN 10084 (1998-06)

عملیات حرارتی فولادهای کربوره

نوع فولاد <sup>(۱)</sup>		دمای کربن دهی گرم °C	سختکاری از		برگشت °C	مواد خنک کاری	آزمایش جمینی				
نام کوتاه	شماره مواد		دمای سختکاری مغزی °C	دمای سختکاری سطحی °C			دما °C	سختی HRC در فاصله			
								(۲)Max.	3 mm	5 mm	7 mm
C10E	1.1121	880...980	880...920	780...820	150...200	آب	-	-	-	-	-
C15E	1.1141						-	-	-	-	
17Cr3	1.7016		860...900			روغن	880	47	44	40	33
16MnCr5	1.7131						870	47	46	44	41
20MnCr5	1.7147		830...870				870	49	49	48	46
20MoCr4	1.7321						910	49	47	44	41
17CrNi6-6	1.5918		840...880				870	47	47	46	45
15NiCr13	1.5752						880	48	48	48	47
20NiCrMo2-2	1.6523		860...900				920	49	48	45	42
18CrNiMo7-6	1.6587										

(۱) برای فولادهای با مقدار کنترل شده گوگرد، مثلاً C10R، 20MnCrS5، این مقادیر صادق است.

(۲) برای فولادهای با قابلیت سختکاری نرمال (+H) در فاصله 1,5 mm از سطح پشتیبانی.



# سختکاری شعله‌ای و القایی، فولادهای بهسازی

DIN 17212 (1972-08) طبق

عملیات حرارتی فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی

نوع فولاد	شماره	شکل دهی گرم °C	آبیل نرم °C	آبیل نرمال °C	بهسازی		برگشت °C	سختکاری سطحی	
					در روغن °C	در آب °C		در آب °C	سختی HRC min
Cf35	1.1183	1100...850	650...700	860...890	840...870	850...880	550...660	850...930	51
Cf45	1.1193	1100...850		840...870	820...850	830...860		820...900	55
Cf53	1.1213	1050...850		830...860	805...835	815...845		805...885	57
Cf70	1.1249	1000...800		820...850	790...820	-		790...870	60
45Cr2	1.7005	1100...850	650...700	840...870	820...850	830...860	550...660	820...900	55
38Cr4	1.7043	1050...850	680...720	845...885	825...855	835...865	540...680	825...905	53
42Cr4	1.7045	1050...850	680...720	840...880	820...850	830...860	540...680	820...900	54
41CrMo4	1.7223	1050...850	680...720	840...880	820...850	830...860	540...680	820...900	54
49CrMo4	1.7238								56

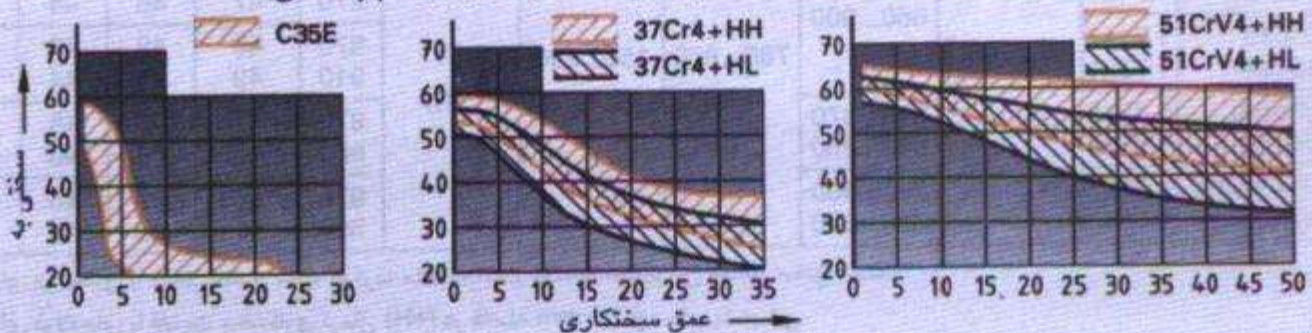
DIN EN 10083 (1996-10) طبق

عملیات حرارتی فولادهای بهسازی

نوع فولاد <sup>(۱)</sup>	شماره	آبیل نرمال °C	آزمایش جیمینی			سختکاری <sup>(۳)</sup> °C	مواد سختکاری	برگشت <sup>(۲)</sup> °C
			سختی HRC برای قابلیت سختکاری <sup>(۲)</sup>	+H	+HH	+HL		
C22	1.0402	880...920	-	-	-	860...900	آب	550...660
C25	1.0406	880...920						
C30	1.0528	870...910						
C35	1.0501	860...900	870	48...58	51...58	48...55	آب یا روغن	550...660
C40	1.0511	850...890	870	51...60	54...60	51...57		
C45	1.0503	840...880	850	55...62	57...62	55...60		
C50	1.0540	830...870	850	56...63	58...63	56...61	روغن یا آب	550...660
C55	1.0535	825...865	830	58...65	60...65	58...63		
C60	1.0601	820...860	830	60...67	62...67	60...65		
28Mn6	1.1170	850...890	850	45...54	48...54	45...51	آب یا روغن	540...680
38Cr2	1.7003	-		51...59	54...59	51...56	روغن یا آب	
46Cr2	1.7006	-		54...63	57...63	54...60	روغن یا آب	
34Cr4	1.7033	-	850	49...57	52...57	49...54	آب یا روغن	540...680
37Cr4	1.7034	-		51...59	54...59	51...56	روغن یا آب	
41Cr4	1.7035	-		53...61	55...61	53...58	روغن یا آب	
25CrMo4	1.7218	-	850	44...52	47...52	44...49	آب یا روغن	540...680
34CrMo4	1.7220	-		49...57	52...57	49...54	روغن یا آب	
42CrMo4	1.7225	-		53...61	56...61	53...58	روغن یا آب	
50CrMo4	1.7228	-	850	58...65	60...65	58...63	روغن	540...680
51CrV4	1.8159	-		57...65	60...65	57...62	روغن	
36CrNiMo4	1.6511	-		51...59	54...59	51...56	روغن یا آب	
34CrNiMo6	1.6582	-	850	50...58	53...58	50...55	روغن	540...660
30CrNiMo8	1.6580	-		48...56	51...56	48...53	روغن	540...660
36NiCrMo16	1.6773	-		50...57	52...57	50...55	هوا یا روغن	550...650

- (۱) برای فولادهای نجیب غیرآلیاژی، مثلاً C22E و فولادهای با مقدار کنترل شده مقدار گوگرد مثلاً C35R، 25CrMoS4، این مقادیر صادق است.  
 (۲) خواسته‌های قابلیت سختکاری: +H: قابلیت سختکاری نرمال؛ +HL، +HH: پراکندگی محدود قابلیت سختکاری.  
 (۳) محدوده پایین دما برای ترساندن در آب، محدوده بالا برای ترساندن در روغن صادق است.  
 (۴) مدت زمان برگشت حداقل 60 min.

قابلیت سختکاری و عمق سختکاری فولادهای بهسازی (باند پراکندگی)





طبق DIN EN 10085 (2001-01)

عملیات حرارتی فولادهای نیترووره

نوع فولاد		عملیات حرارتی قبل از نیترووره کردن				عملیات نیترووره کردن <sup>(۱)</sup>		
نام کوتاه	شماره مواد	آبیل نرم دما °C	سختکاری		دمای برگشت <sup>(۴)</sup> °C	نیترووره کاری °C	نیترووره کربوره °C	سختی <sup>(۵)</sup> HV1
			دما <sup>(۲)</sup> °C	ماده خنک کننده				
24CrMo13-6	1.8516	650...700	870...970	روغن یا آب	580...700	500...600	570...650	-
31CrMo12	1.8515	650...700	870...930					800
32CrAlMo7-10	1.8505	650...750	870...930					-
31CrMoV9	1.8519	680...720	870...930					800
33CrMoV12-9	1.8522	680...720	870...970					-
34CrAlNi7-10	1.8550	650...700	870...930					950
41CrAlMo7-10	1.8509	650...750	870...930					950
40CrMoV13-9	1.8523	680...720	870...970					-
34CrAlMo5-10	1.8507	650...750	870...930					950

(۱) مدت زمان نیترووره کردن بستگی به عمق مطلوب نیترووره کردن دارد.  
 (۲) مدت زمان استنیتته کردن حداقل 0,5 ساعت.  
 (۳) مدت زمان برگشت حداقل 1 ساعت.  
 (۴) دمای برگشت نباید کمتر از 50 °C بالای دمای نیتراسیون باشد.  
 (۵) سختی سطح نیتراسیون.

طبق DIN EN 10087 (1999-01)

عملیات حرارتی فولادهای اتومات

فولادهای اتومات کربوره‌ای

نوع فولاد		دمای کربن گیری °C	دمای سختکاری مغزی °C	دمای سختکاری سطحی °C	ماده خنک کننده <sup>(۱)</sup>	دمای برگشت <sup>(۲)</sup> °C
نام کوتاه	شماره مواد					
10S20	1.0721	880...980	880...920	780...820	روغن، آب، امولسیون	150...200
10SPb20	1.0722					
15SMn13	1.0725					

فولادهای اتومات بهسازی

نوع فولاد		دمای سختکاری °C	ماده خنک کننده <sup>(۱)</sup>	دمای بهسازی °C	بهسازی شده		
نام کوتاه	شماره مواد				R <sub>e</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	A %
35S20	1.0726	860...890	آب یا روغن	540...680	430	630...780	15
35SPb20	1.0756						
36SMn14	1.0764	850...880	آب یا روغن		460	700...850	14
36SMnPb14	1.0765						
38SMn28	1.0760	850...880	روغن یا آب		460		15
38SMnPb28	1.0761						
44SMn28	1.0762	840...870	روغن یا آب		480		16
44SMnPb28	1.0763						
46S20	1.0575			490		12	

(۱) انتخاب ماده خنک کننده بستگی به شکل قطعه کار دارد.  
 (۲) مدت زمان برگشت حداقل 1 ساعت.  
 (۳) این مقادیر مربوط به نمونه به قطر  $10 < d \leq 16$  می باشد.

سختکاری رسوبی یا پیرسختی آلیاژهای آلومینیم

آلیاژ EN AW		نوع پیرسختی <sup>(۲)</sup>	دمای آویل انحلال °C	پیرسختی گرم		مدت زمان پیرسختی سرد روز	پیرسختی شده	
نام کوتاه	شماره مواد			دما °C	مدت زمان نگهداری h		R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	A %
Al Cu4MgSi	2017	T4	500	480...540	8...24	5...8	390	12
Al Cu4SiMg	2014	T6				—	420	8
Al MgSi	6060	T4	5...8			130	15	
Al MgSi1MgMn	6082	T6	—			280	6	
Al Zn4,5Mg1	7020	T6	—			210	12	
Al Zn5,5MgCu	7075	T6	—			545	8	
Al Si7Mg <sup>(۱)</sup>	42000 <sup>(۱)</sup>	T4	525			4	250	1

(۱) آلیاژهای ریختگی آلومینیم EN AC-Al Si7Mg یا EN AC 42000

(۲) T4 و T6 آبیل انحلال شده و T4 پیرسختی سرد و T6 پیرسختی گرم شده است.



طبق DIN EN 1560 (1997-08)

نام کوتاه و شماره مواد

چدن‌ها یا با نام کوتاه و یا با شماره مواد مشخص می‌شوند.

مثال:

چدن با گرافیت ورقه‌ای، استحکام کششی  $R_m = 300 \text{ N/mm}^2$ نام کوتاه  
EN-GJL-300شماره مواد  
EN-JL 1050

نام کوتاه

نام کوتاه تا شش مکان نامگذاری کنار هم و بدون فاصله دارد، که با EN (europäische Norm) و GJ (Guss-Eisen) (چدن) شروع می‌شود.

مثالهای نامگذاری:

EN	-	GJ	L	-	350	چدن گرافیت ورقه‌ای (لایه‌ای)
EN	-	GJ	L	-	HB155	چدن گرافیت ورقه‌ای (لایه‌ای)
EN	-	GJ	S	-	350-22U	چدن گرافیت کروی
EN	-	GJ	M	B	450-6	چدن چکش خوار مالیبل مغز سیاه
EN	-	GJ	M	W	360-12	چدن چکش خوار مالیبل مغز سفید
EN	-	GJ	M	-	HV600(XCr14)	چدن ضدسایش
EN	-	GJ	L	-	XNiCuCr15-6-2	چدن آستنیتی

شرایط اضافی	خواص مکانیکی یا ترکیب شیمیایی (حروف/اعداد)	ساختار میکرو یا ماکرو (حروف)	ساختار گرافیتی (حروف)
قطعه ریختگی	خواص مکانیکی	استنیت	گرافیت ورقه‌ای
خام	استحکام کششی حداقل $R_m$ به $\text{N/mm}^2$	F	S
قطعه‌کار عملیات	تغییر طول نسبی شکست A به %	P	M
حرارتی	نمونه به طور جدا ریخته نشده	M	V
ویژه جوشکاری	از بار ریخته شده	L	N
شرایط اضافی	از قطعه‌کار تهیه شده	Q	Y
	حداکثر سختی	T	
	ترکیب شیمیایی	B	
	داده‌ها با نامگذاری فولادها صفحه ۱۲۶ مطابقت دارد	W	

شماره مواد

شماره مواد هفت مکان نامگذاری کنار هم و بدون فاصله دارد که با EN و L شروع می‌شود.

مثالهای نامگذاری:

EN	-	J	L	2	0 4	7
EN	-	J	S	1	0 2	2
EN	-	J	M	1	1 3	0

شرایط اضافی (رقم)	ارقام مشخصه مواد	مشخصه مهم (رقم)	ساختار گرافیت (حروف)
بدون الزامات ویژه	برای هر چدن یک رقم	۱ استحکام کششی	L
نمونه ریخته شده جدا	مشخصه دومکانسی داده می‌شود. رقم مشخصه بزرگتر به استحکام کششی بالاتر اشاره می‌کند.	۲ سختی	S
نمونه ریخته شده از بار		۳ ترکیب شیمیایی	M
نمونه از قطعه ریختگی			V
چقرمگی در دمای محیط			N
چقرمگی در دمای پایین			Y
ویژگی مشخص شده جوشکاری			
قطعه ریختگی خام			
قطعه ریختگی عملیات حرارتی شده			
الزامات اضافی			



## تقسیم‌بندی مواد ریختگی آهنی

نوع	استاندارد	مثالها/ شماره مواد	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	خواص	مثالهای کاربردی
<b>چدن‌ها</b>					
با گرافیت ورقه‌ای	DIN EN 1561	EN-GJL-150 (GG-15) EN-JL 1020	100 تا 450	قابلیت ریختگی خیلی خوب، استحکام فشاری خوب، ضریب استهلاک ارتعاش خوب، قابلیت حرکت یا ایست اضطراری دورانی و نیز مقاومت خوردگی بالا	برای قطعات با شکل پیچیده، محدوده کاربردی زیاد، پایه ماشین، پوسته جعبه دنده
با گرافیت کروی	DIN EN 1563	EN-GJS-400 (GGG-40) EN-JS 1030	350 تا 900	قابلیت ریختگی خیلی خوب، استحکام بالا در بارگذاری دینامیکی، قابلیت سختکاری سطحی	قطعات تحت سایش، قطعات کلاچ، فیتینگها، ساختمان موتور
با گرافیت کرمی شکل	DIN EN 1560	EN-GJV-200	200 تا 600	قابلیت ریختگی خیلی خوب، استحکام بالا بدون افزودن‌های آلیاژی گران	قطعات خودرو، ساختمان موتور، پوسته جعبه دنده
چدن باینیتی	DIN EN 1564	EN-GJS-800-8 EN-JS1100	800 تا 1400	با عملیات حرارتی و خنک‌کاری کنترل شده، باینیت و استنیت با استحکام بالا ضمن چقرمگی خوب به‌وجود می‌آید	قطعات تحت تنش بالا، مثلا توپی چرخ، تاج چرخنده و قطعات ریختگی ADI <sup>(۱)</sup>
چدن ضدسایش، چدن سفید	DIN EN 12513	EN-GJN-HV350 EN-JN2019	> 1000	استحکام سایش به واسطه مارتنزیت و کارباید و نیز آلیاژسازی با Cr و Ni	چدنهای ضدسایش مثلا قرقره‌های تابگیری، پروانه پمپها
<b>چدن چکش‌خوار (مالیبل)</b>					
چدن چکش‌خوار مغز سفید	DIN EN 1562	EN-GJMW-350 (GTW-35) EN-JM1010	270 تا 570	کربن‌زدایی لایه سطحی با تمپر کردن، استحکام و چقرمگی بالا، قابلیت تغییر شکل پلاستیکی	قطعات تحت بار ضربه، جدار نازک، شکل‌های دقیق؛ اهرمها، کاسه ترمز
چدن چکش‌خوار مغز سیاه	DIN EN 1562	EN-GJMB-450 (GTS-45) EN-JM1140	300 تا 800	گرافیت برفکی در تمام سطح مقطع به واسطه تمپر کردن، استحکام و چقرمگی بالا در اجزا جدار ضخیم	قطعات جدار ضخیم فرم‌دار و تحت ضربه‌ای؛ اهرمها، دوشاخه گاردان
<b>فولادهای ریختگی</b>					
برای کاربرد عمومی	DIN 1681	GS-45 1.0446	380 تا 600	فولادهای ریختگی غیرآلیاژی و آلیاژ پایین برای کاربرد عمومی	حداقل مقادیر مکانیکی از 300 °C تا -10 °C
با ویژگی جوشکاری بهتر	DIN 17182	GS-20Mn5 1.1120	430 تا 650	مقدار کربن پایین با منگنز و آلیاژسازی میکرو	سازه جوشکاری، فولادهای سازه‌ای دانه‌ریز با ضخامت دیواره بزرگ
برای مخازن تحت فشار	DIN EN 10213	GP280GH 1.0625	420 تا 960	با استحکام و چقرمگی بالا در دماهای پایین و بالا	مخازن تحت فشار برای مواد گرم و سرد، مقاوم به گرم، چقرمه سرد، زنگ‌نزن
فولادهای ریختگی بهسازی‌شده	DIN EN 17205	G30CrMoV6-4 1.7725	500 تا 1250	ساختار ظریف بهسازی شده با چقرمگی بالا	زنجیرها، زره‌ها، تانکها
زنگ‌نزن	DIN EN 10283	GX6CrNi26-7 1.4347	450 تا 1100	پایداری در برابر مواد شیمیایی و خوردگی	پروانه پمپها در اسید، فولاد دوپلکس (ترکیبی یا آلیاژی)
نسوز	DIN EN 10295	GX25CrNiSi18-9 1.4825	400 تا 550	پایداری در برابر گازهای احتراقی	اجزاء توربین، صفحات مشبک کوره

(۲) ADI (Austempered Ductile Iron)

(۱) نامگذاری تا حالا

(۳) توسط استانداردهای منتشر شده DIN EN 10293 (طرح و پیشنهاد)، استانداردهای نامبرده منسوخ شده‌اند.



## چدن با گرافیت ورقه‌ای، چدن با گرافیت کروی

طبق DIN EN 1561 (1997-08)

چدن با گرافیت ورقه‌ای

استحکام کششی $R_m$ به عنوان ویژگی مشخصه				سختی HB به عنوان ویژگی مشخصه			
نوع <sup>(۱)</sup>	ضخامت	استحکام کششی	نوع	ضخامت	سختی برینل		
نام کوتاه	شماره مواد	دپواره mm	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	نام کوتاه	شماره مواد	دپواره mm	HB30
EN-GJL-100 (GG-10)	EN-JL1010 (0.6010)	5...40	100...200	EN-GJL-HB155 (GG-150 HB)	EN-JL2010 (0.6012)	40...80	max. 155
EN-GJL-150 (GG-15)	EN-JL1020 (0.6015)	2,5...300	150...250	EN-GJL-HB175 (GG-170 HB)	EN-JL2020 (0.6017)	40...80	100...175
EN-GJL-200 (GG-20)	EN-JL1030 (0.6020)	2,5...300	200...300	EN-GJL-HB195 (GG-190 HB)	EN-JL2030 (0.6022)	40...80	120...195
EN-GJL-250 (GG-25)	EN-JL1040 (0.6025)	5...300	250...350	(EN-GJL-HB215 (GG-220 HB)	EN-JL2040 (0.6027)	40...80	145...215
EN-GJL-300 (GG-30)	EN-JL1050 (0.6030)	10...300	300...400	EN-GJL-HB235 (GG-240 HB)	EN-JL2050 (0.6032)	40...80	165...235
EN-GJL-350	EN-JL1060	10...300	350...450	EN-GJL-HB255	EN-JL2060	40...80	185...255

⇒ EN-GJL-100 : چدن با گرافیت ورقه‌ای، حداقل استحکام کششی  $R_m = 100 \text{ N/mm}^2$

⇒ EN-GJL-HB215 : چدن با گرافیت ورقه‌ای، حداقل سختی 215 HB = برینل

خواص و کاربرد : قابلیت ریخته‌گری و جوشکاری خوب، مستهلک ارتعاش، مقاوم به خوردگی، استحکام فشاری بالا، خواص لغزشی خوب پایه ماشینها، پوسته پاناقانها، پاناقان لغزشی، اجزاء مقاوم به فشار، پوسته توربینها. سختی به عنوان ویژگی مشخصه و معیاری جهت قابلیت ماشینکاری است.

طبق DIN EN 1563 (2003-02)

چدن با گرافیت کروی

استحکام کششی $R_m$ به عنوان خواص مشخصه					
نوع <sup>(۱)</sup>	ضخامت	استحکام کششی	تنش تسلیم	تغییر طول نسبی شکست	خواص، مثالهای کاربردی
نام کوتاه	شماره مواد	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	A %	
EN-GJS-350-22 (GGG-35-3)	EN-JS1010 (0.7033)	350	220	22	قابلیت ماشینکاری خوب، استحکام سایشی پایین؛ پوسته‌ها و بدنه‌ها
EN-GJS-400-18	EN-JS1020	400	250	18	
EN-GJS-400-15 (GGG-40)	EN-JS1030 (0.7040)	400	250	15	
EN-GJS-450-10	EN-JS1040	450	310	10	
EN-GJS-500-7 (GGG-50)	EN-JS1050 (0.7050)	500	320	7	قابلیت ماشینکاری خوب، استحکام سایشی متوسط؛ فیتینگها، بدنه پرسها
EN-GJS-600-3	EN-JS1060	600	370	3	
EN-GJS-700-2	EN-JS1070	700	420	2	
EN-GJS-800-2	EN-JS1080	800	480	2	سختی سطحی خوب؛ چرخنده‌ها، اجزاء فرمان و کلاچ، زنجیرها
EN-GJS-900-2	EN-JS1090	900	600	2	

⇒ EN-GJS-400-18 :  $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$ ، تغییر طول نسبی شکست  $A = 18\%$

سختی HB به عنوان خواص مشخصه					
نوع <sup>(۱)</sup>	ضخامت	استحکام کششی	تنش تسلیم	سختی برینل	خواص، مثالهای کاربردی
نام کوتاه	شماره مواد	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	HB30	
EN-GJS-HB130	EN-JS2010	350	220	< 160	به کمک داده‌های مقادیر سختی، سفارش‌دهنده می‌تواند ماشین خود را جهت براده‌برداری قطعات چدنی تنظیم نماید.
EN-GJS-HB150	EN-JS2020	400	250	130...175	
EN-GJS-HB200	EN-JS2050	500	320	170...230	
EN-GJS-HB230	EN-JS2060	600	370	190...270	
EN-GJS-HB265	EN-JS2070	700	420	225...305	
EN-GJS-HB300	EN-JS2080	800	480	245...335	کاربردها مانند بالا
EN-GJS-HB330	EN-JS2090	900	600	270...360	

⇒ EN-GJS-HB130 : چدن با گرافیت کروی، سختی برینل HB 130، حداکثر سختی HB 160

(۱) مشخصه‌های تا حالا انتخاب



## چدن چکش خوار، فولاد ریختگی

چدن چکش خوار<sup>(۱)</sup>

طبق DIN EN 1562 (1997-08)

نوع	شماره مواد	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	سختی برینل HB	خواص، مثالهای کاربردی

چدن چکش خوار آنیل شده کربن زدایی شده (چدن چکش خوار مغز سفید)

EN-GJMW-350-4	EN-JM1010	350	—	4	230	همه انواع این چدن ها قابلیت ریخته گری و ماشینکاری خوبی دارند. قطعات با ضخامت دیواره کوچک مثلا اهرم ها، اجزاء زنجیر جهت جوشکاری خیلی خوب
EN-GJMW-400-5	EN-JM1030	400	220	5	220	
EN-GJMW-450-7	EN-JM1040	450	260	7	250	
EN-GJMW-550-4	EN-JM1050	550	340	4	250	
EN-GJMW-360-12	EN-JM1020	360	190	12	200	

چدن چکش خوار آنیل شده و کربن زدایی شده  $R_m = 350$  N/mm<sup>2</sup>, A = 4% : EN-GJMW-350-4

چدن چکش خوار آنیل شده کربن زدایی نشده (چدن چکش خوار مغز سیاه)

EN-GJMB-300-6	EN-JM1110	300	—	6	...150	همه انواع قابلیت ریخته گری و ماشینکاری خوبی دارند. قطعات با ضخامت دیواره بزرگ مثلا پوسته ها، دوشاخه گاردان، پیستون
EN-GJMB-350-10	EN-JM1130	350	200	10	...150	
EN-GJMB-450-6	EN-JM1140	450	270	6	150...200	
EN-GJMB-500-5	EN-JM1150	500	300	5	165...215	
EN-GJMB-550-4	EN-JM1160	550	340	4	180...230	
EN-GJMB-600-3	EN-JM1170	600	390	3	195...245	
EN-GJMB-650-2	EN-JM1180	650	430	2	210...260	
EN-GJMB-700-2	EN-JM1190	700	530	2	240...290	
EN-GJMB-800-1	EN-JM1200	800	600	1	270...320	

چدن چکش خوار آنیل شده و کربن زدایی نشده  $R_m = 350$  N/mm<sup>2</sup>, A = 10% : EN-GJMB-350-10

(۱) مشخصات تا حالا : صفحه ۱۵۹

طبق DIN 1681 (1985-06)

## فولادهای ریختگی برای کاربردهای عمومی

نوع	شماره مواد	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	مقدار کربن %	خواص، مثالهای کاربردی
GS-38	1.0420	380	200	25	≈ 0,15	برای قطعات تحت تنشهای دینامیکی و ضربه ای مثلا ستاره چرخ، بازوها
GS-45	1.0446	450	230	22	≈ 0,25	
GS-52	1.0552	520	260	18	≈ 0,35	
GS-60	1.0558	600	300	15	≈ 0,45	

طبق DIN 17182 (1992-05)

## فولاد ریختگی با خواص جوشکاری و چقرمگی بهبود یافته

نوع	شماره مواد	استحکام کششی <sup>(۱)</sup> $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم <sup>(۱)</sup> $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	کار ضربه شکاف $K_v$ J	خواص، مثالهای کاربردی
GS-16Mn5N <sup>(۲)</sup>	1.1131	430	200	25	65	سازه ها و طرحهای جوشکاری
GS-20Mn5N	1.1120	500	300	22	55	
GS-20Mn5V <sup>(۳)</sup>	1.1120	500	360	24	75	

(۳) بهسازی شده

(۲) آنیل نرمال شده

(۱) مقادیر برای ضخامت دیواره تا 40 mm

طبق DIN EN 10213 (2004-03)

## فولادهای ریختگی برای مخازن تحت فشار

نوع	شماره مواد	استحکام کششی <sup>(۱)</sup> $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	کار ضربه شکاف $K_v$ J	خواص، کاربرد
GP240GH	1.0619	420	240	22	27	برای دماهای بالا و پایین، مثلا توربینهای بخار، اتصالات بخار داغ، همچنین مقاوم به خوردگی
G17CrMo5-5	1.7357	490	315	20	27	
GX8CrNi12	1.4107	540	355	18	45	
GX4CrNiMo16-5-1	1.4405	760	540	15	60	

(۱) مقادیر برای ضخامت دیواره تا 40 mm



## اندازه انقباض، تolerانس اندازه‌ها، فرآیندهای قالب‌گیری و ریخته‌گری

طبق DIN EN 12890 (2000-06)

اندازه انقباض

انقباض به %	سایر مواد ریختگی	انقباض به %	سایر مواد ریختگی
2,0	فولاد ریختگی	1,0	با گرافیت ورقه‌ای
2,3	فولاد ریختگی منگنزدار	0,5	با گرافیت کروی، انیل شده
1,2	آلیاژهای CuZn, Mg, Al	1,2	با گرافیت کروی، انیل نشده
1,3	آلیاژهای Zn, CuSnZn	2,5	آستنی‌تی
1,5	آلیاژهای CuSn	1,6	چدن چکش‌خوار، انیل کربن‌زدایی
1,9	Cu	0,5	چدن چکش‌خوار، انیل بدون کربن‌زدایی

طبق DIN ISO 8062 (1998-08)

تولرانس اندازه و اضافه ماشینکاری، RMA

مثالهای بیان تولرانس در نقشه‌ها :

ISO 8062-CT12-RMA6 (H) .1

درجه تولرانس 12، اضافه ماشینکاری 6 mm

2. تولرانسها و اضافه ماشینکاری تکی مستقیماً طبق اندازه آن

داده می‌شود.

R اندازه نامی - قطعه ریختگی خام  
 F اندازه بعد از ماشینکاری نهایی  
 CT درجه تولرانس ریختگی  
 T تولرانس ریختگی کل  
 RMA اضافه مواد برای یک ماشینکاری

$$R = F + 2 \cdot RMA + T/2$$

تولرانسهای ریختگی

اندازه نامی به mm	تولرانس ریختگی کل T به mm در درجه تولرانس ریختگی CT															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
...10	0,09	0,13	0,18	0,26	0,36	0,52	0,74	1,0	1,5	2,0	2,8	4,2	-	-	-	-
> 10...16	0,10	0,14	0,20	0,28	0,38	0,54	0,78	1,1	1,6	2,2	3,0	4,4	-	-	-	-
> 16...25	0,11	0,15	0,22	0,30	0,42	0,58	0,82	1,2	1,7	2,4	3,2	4,6	6	8	10	12
> 25...40	0,12	0,17	0,24	0,32	0,46	0,64	0,9	1,3	1,8	2,6	3,6	5	7	9	11	14
> 40...63	0,13	0,18	0,26	0,36	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8	10	12	16
> 63...100	0,14	0,20	0,28	0,40	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6	9	11	14	18
> 100...160	0,15	0,22	0,30	0,44	0,62	0,88	1,2	1,8	2,5	3,6	5	7	10	12	16	20
> 160...250	-	0,24	0,34	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8	11	14	18	22
> 250...400	-	-	0,40	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6,2	9	12	16	20	25
> 400...630	-	-	-	0,64	0,90	1,2	1,8	2,6	3,6	5	7	10	14	18	22	28
> 630...1000	-	-	-	-	1,0	1,4	2,0	2,8	4	6	8	11	16	20	25	32

فرآیند قالب‌گیری و ریخته‌گری

فرآیند	کاربرد	مزایا و معایب	جنس ریختگی	دقت اندازه نسبی <sup>(۱)</sup> به mm/mm	زبری قابل حصول Ra به μm
قالب‌گیری دستی	قطعات ریختگی بزرگ، تولید کم	همه اندازه‌ها، گران، دقت اندازه پایین	GJL, GJS, GS, Cu و آلیاژ- GJM, Al	0,00...0,10	40...320
قالب‌گیری ماشینی	قطعات کوچک تا متوسط، تولید سری	اندازه دقیق، سطح خوب	GJL, GJS, GS, آلیاژ- GJM, Al	0,00...0,06	20...160
قالب‌گیری در خلاء	قطعات متوسط تا بزرگ، تولید سری	اندازه دقیق، سطح خوب، سرمایه‌گذاری بالا	GJL, GJS, GS, Cu و آلیاژ- GJM, Al	0,00...0,08	40...160
قالب‌گیری پوسته‌ای	قطعات کوچک، تولید سری و انبوه	اندازه دقیق، هزینه بالای قالب	GJL, GS, Al و آلیاژ- Cu	0,00...0,06	20...160
ریخته‌گری دقیق (مومی)	قطعات کوچک، تولید سری و انبوه	قطعات پیچیده، هزینه بالای قالب	آلیاژ- GS, Al	0,00...0,04	10...80
ریخته‌گری تحت فشار (دایکاست)	قطعات کوچک تا بزرگ، تولید سری و انبوه	اندازه دقیق حتی در دیواره نازک، ساختار دانه‌ریز، سرمایه‌گذاری بالا	قالب محفظه گرم : Zn, Pb, Sn, Mg قالب محفظه سرد : Cu, Al	0,00...0,04	10...40

(۱) منظور از دقت اندازه نسبی، نسبت بزرگترین حد به اندازه نامی است.



## آلومینیم، آلیاژهای آلومینیم - نگاه کلی

شکل محصول <sup>(۱)</sup>		محدوده کاربرد اصلی	خواص اصلی	شماره مواد	گروه آلیاژها
B	S				
آلومینیم خالص					
صفحه ۱۶۵					
		مخازن کانال لوله و تجهیزات صنایع غذایی و شیمیایی، سیمهای هادی، رفلکتور، زههای زینتی، پلاک خودروها	•	•	•
Al (مقدار Al > 99,00%)	AW-1000 تا AW-1990 (سری 1000)	• قابلیت تغییر شکل سرد خیلی خوب • قابلیت جوشکاری و لحیمکاری سخت • براده برداری سخت • مقاوم به خوردگی • برای اهداف زینتی (قابلیت اکسیدی اندی)			
آلومینیم، آلیاژهای خمیری آلومینیم، غیر قابل سختکاری (انتخاب)					
صفحه ۱۶۵					
		پوشش بام، پوشش نماها و سازه های حامل در ساختمان، اجزاء تاسیسات خنک کننده و تهویه در خودرو، قوطی کنسرو و مایعات در صنایع بسته بندی	•	•	•
AlMn	AW-3000 تا AW-3990 (سری 3000)	• قابلیت تغییر شکل سرد • قابل جوشکاری و لحیمکاری سخت • با قابلیت براده برداری خوب در حالت کارسخت شده • در مقایسه با سری 1000 : استحکام بالا • پایداری خوب در برابر بازها			
		جنس ساختمانی سبک برای خودروهای سرویس، سیلو و تانکرها، تابلوهای فلزی، علائم ترافیک، کرکره ها، درهای کرکره ای، پنجره ها، درها، پراق آلات در صنایع ساختمان، پایه ماشین، اجزاء قیود و قالب	•	•	•
AlMg	AW-5000 تا AW-5990 (سری 5000)	• شکل دهی سرد خوب با استحکام کارسختی بالا • تحت شرایطی قابل جوشکاری • قابلیت براده برداری خوب در حالت کارسختی سرد و با درصد بالای عناصر آلیاژی • مقاوم نسبت به آب و هوا و آب دریا			
AlMgMn		• شکل دهی خوب سرد با استحکام کارسختی بالا • قابلیت جوشکاری خوب • قابلیت ماشینکاری خوب • مقاوم به آب دریا		•	•
آلومینیم، آلیاژهای خمیری آلومینیم، قابل پیرسختی (انتخاب)					
صفحه ۱۶۶					
		سازه های حامل در صنایع ساختمان، پنجره، در، میز ماشینها، اجزاء هیدرولیک و نیوماتیک؛ با عناصر آلیاژی Sn, Pb یا Bi : آلیاژهای اتومات با قابلیت ماشینکاری خیلی خوب	•	•	•
AlMgSi	AW-6000 تا AW-6990 (سری 6000)	• شکل دهی سرد و گرم خوب • مقاوم به خوردگی • قابلیت جوشکاری خوب • قابلیت براده برداری خوب ماشینکاری در حالت پیرسختی			
		جنس ساختمانی سبک در خودرو و هواپیما؛ با عناصر آلیاژی Sn, Pb یا Bi : آلیاژهای اتومات با قابلیت ماشینکاری خوب	•	•	•
AlCuMg	AW-2000 تا AW-2990 (سری 2000)	• مقادیر استحکام بالا • استحکام گرمایی خوب • پایداری خوردگی مشروط • قابلیت جوشکاری مشروط • قابلیت ماشینکاری خوب در حالت پیرسختی شده			
		جنس ساختمانی سبک خیلی محکم در هواپیما سازی و ماشین سازی، ابزار و قالب شکل دهی مواد مصنوعی، پیچها، قطعات اکستروژن شده	•	•	•
AlZnMgCu	AW-7000 تا AW-7990 (سری 7000)	• استحکام بالای همه آلیاژهای Al • پایداری خوب خوردگی در حالت پیرسختی گرم • قابلیت جوشکاری مشروط • قابلیت براده برداری خوب در حالت پیرسختی			
(۱) اشکال محصول : B ورق؛ S مفتول (پروفیل)؛ R لوله (۲) آلیاژهای اتومات فقط به صورت مفتول یا لوله تحویل داده می شود.					

(۱) اشکال محصول : B ورق؛ S مفتول (پروفیل)؛ R لوله

(۲) آلیاژهای اتومات فقط به صورت مفتول یا لوله تحویل داده می شود.



# آلومینیم، آلیاژهای خمیری - آلومینیم : نام کوتاه و شماره مواد

نام کوتاه برای محصولات نیمه تمام مثل ورقها، تیرها، لولهها، مفتولها و قطعات آهنگری صادق است.

مثالهای مشخصه :

Al 99,98-EN AW

H111- Al Mg1SiCu -EN AW

EN  
AW

استاندارد اروپایی  
محصولات نیمه تمام Al

ترکیب شیمیایی، درجه خلوص

آلومینیم خالص، درجه خلوص 99,98% → Al 99,98

1% منیزیم، درصد پایین، Si و Cu → Al Mg1SiCu

طبق DIN EN 515 (1993-12)

حالت ماده (استخراج)

مفهوم وضعیت ماده	مفهوم علامت	علامت کوتاه	وضعیت
محصول نیمه تمام بدون عملیات بعدی	محصولات نیمه تمام بدون تعیین مقادیر حدی مکانیکی تولید می شوند، مثلاً استحکام کششی، تنش تسلیم، تغییر طول نسبی شکست	F	وضعیت تولید
قابلیت شکل دهی بعد از شکل دهی سرد	آنیل نرم ممکن است با شکل دهی گرم جایگزین شود، آنیل انحلال شده، خنک کاری سرد تا دمای محیط، شکل دهی ترمومکانیکی، قابلیت شکل دهی خیلی بالا	O O1 O2	آنیل نرم
رعایت مقادیر مشخصه مکانیکی تضمین شده، مثلاً استحکام کششی، تنش تسلیم	کار سختی سرد با درجه سختی زیر H18 H18 سخت 4/4 H16 سخت 3/4 H14 سخت 1/2 H12 سخت 1/4 آنیل شده با کار سختی سرد کم بعدی کار سختی سرد کم	H12 تا H18 H111 H112	کار سختی سرد شده
افزایش استحکام کششی، تنش تسلیم و سختی، کاهش شکل دهی سرد	آنیل انحلال شده، تنش زدایی شده و سرد پیرسختی شده، تابگیری نشده ترسانده شده مثل T1، سرد شکل داده شده و سرد پیرسختی شده آنیل انحلال شده، سرد شکل دهی شده و سرد پیرسختی شده مانند T3510، تابگیری شده جهت رعایت تolerانسهای حدی آنیل انحلال شده، سرد انبار شده، تابگیری نشده آنیل نرمال شده، گرم پیرسختی شده آنیل انحلال شده، تنش گیری شده و گرم پیرسختی شده، تابگیری نشده آنیل انحلال شده، شکل دهی سرد، گرم پیرسختی شده آنیل انحلال شده، گرم پیرسختی شده، شکل دهی سرد	T1 T2 T3 T3510 T3511 T4 T4510 T6 T6510 T8 T9	عملیات حرارتی شده

طبق DIN EN 573-1 (1994-12)

شماره مواد برای آلومینیم و آلیاژهای خمیری آلومینیم

شماره مواد برای محصولات نیمه تمام مثلاً ورق، تیر، لوله، مفتول و قطعات آهنگری صادق است.

مثالهای مشخصه :

EN AW - 1050A

EN AW - 5154

EN  
AW

استاندارد اروپایی  
محصولات نیمه تمام آلومینیمی

در یک کشور، مقادیر حدی انحرافی از آلیاژهای اصلی تعیین می شود.

گروه آلیاژ			
گروه	رقم	گروه	رقم
Al خالص	1	AlMg	5
AlCu	2	AlMgSi	6
AlMn	3	AlZn	7
AlSi	4	و غیره	8

تبدیل آلیاژ	
0 →	آلیاژ اصلی
1...9 →	آلیاژهایی که از آلیاژهای اصلی انحراف دارد

شماره نوع	
در داخل یک گروه آلیاژ، مثلاً	
AlMgSi هر نوع یک شماره ویژه دارد.	



طبق DIN EN 485-2 (1995-03)

DIN EN 754-2, 755-2 (1997-08)

آلومینیم و آلیاژهای خمیری آلومینیم

غیر قابل پیر سختی (انتخاب)

نام کوتاه (شماره مواد) <sup>(۱)</sup>	شکل		وضعیت جنس <sup>(۳)</sup>	ضخامت/ قطر mm	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم R <sub>p0.2</sub> N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	کاربرد، مثال	
	تحویل <sup>(۲)</sup>	A <sup>(۲)</sup>							
									S
Al 99,5 (1050A)	•	-	p	F, H112	≤ 200	≥ 60	≥ 20	25	ساختمان تجهیزات، مخازن تحت فشار، تابلوها، بسته‌بندی، زه‌های زینتی
			z	O, H111	≤ 80	60...95	-	25	
			z	H14	≤ 40	100...135	≥ 70	6	
	-	•	w	O, H111	0,5...1,4	85...95	≥ 20	22	
				1,5...2,9	65...95	≥ 20	26		
				3,0...5,9	65...95	≥ 20	29		
Al Mn1 (3103)	•	-	p	F, H112	≤ 200	≥ 95	≥ 35	25	ساختمان تجهیزات، قطعات اکستروژن، ساختمان خودرو، مبدل حرارتی
			z	O, H111	≤ 60	95...130	≥ 35	25	
			z	H14	≤ 10	130...165	≥ 110	6	
	-	•	w	O, H111	0,5...1,4	90...130	≥ 35	19	
				1,5...2,9	90...130	≥ 35	21		
				3,0...5,9	90...130	≥ 35	24		
Al Mn1Cu (3003)	•	-	p	F, H112	≤ 200	≥ 95	≥ 35	25	پوشش بام، نماها، سازه‌های حامل در ساختمانهای فلزی
			z	O, H111	≤ 80	95...130	≥ 35	25	
			z	H14	≤ 40	130...165	≥ 110	6	
	-	•	w	O, H111	0,5...1,4	95...135	≥ 35	17	
				1,5...2,9	95...135	≥ 35	20		
				3,0...5,9	95...135	≥ 35	23		
Al Mg1 (5005)	•	-	p	F, H112	≤ 200	≥ 100	≥ 40	18	پوشش بام، نماها، پنجره، درها، یراقها
			z	O, H111	≤ 80	100...145	≥ 40	18	
			z	H14	≤ 40	≥ 140	≥ 110	6	
	-	•	w	O, H111	0,5...1,49	100...145	≥ 35	19	
				1,5...2,9	100...145	≥ 35	20		
				3,0...5,9	100...145	≥ 35	22		
Al Mg2 (5251)	•	-	p	F, H112	≤ 200	≥ 160	≥ 60	16	تجهیزات و وسایل صنایع غذایی
			z	O, H111	≤ 80	150...200	≥ 60	17	
			z	H14	≤ 30	200...240	≥ 160	5	
	-	•	w	O, H111	0,5...1,4	160...200	≥ 60	14	
				1,5...2,9	160...200	≥ 60	16		
				3,0...5,9	160...200	≥ 60	18		
Al Mg3 (5754)	•	-	p	F, H112	≤ 150	≥ 180	≥ 80	14	ساختمان تجهیزات، ساختمان هواپیما، اجزاء خودرو، ساختمان قالب
			z	O, H111	≤ 80	180...250	≥ 80	16	
			z	H14	≤ 25	240...290	≥ 180	4	
	-	•	w	O, H111	0,5...1,4	190...240	≥ 80	14	
				1,5...2,9	190...240	≥ 80	16		
				3,0...5,9	190...240	≥ 80	18		
Al Mg5 (5019)	•	-	p	F, H112	≤ 200	≥ 250	≥ 110	14	وسایل نوری، بسته‌بندی
			z	O, H111	≤ 80	250...320	≥ 110	16	
			z	H14	≤ 40	270...350	≥ 180	8	
Al Mg3Mn (5454)	•	-	p	F, H112	≤ 200	≥ 200	≥ 85	10	ساختمان مخازن، همچنین مخازن تحت فشار، لوله‌کشی، خودروهای تانکر و سیلو
				O, H111	≤ 200	200...275	≥ 85	18	
				0,5...1,4	215...275	≥ 85	13		
	-	•	w	O, H111	1,5...2,9	215...275	≥ 85	15	
				3,0...5,9	215...275	≥ 85	17		
Al Mg4,5Mn0,7 (5083)	•	-	p	F, H111	≤ 200	≥ 270	≥ 110	12	ساختمان قیود و قالب، پایه ماشین
			z	O, H111	≤ 80	270...350	≥ 110	16	
			z	H12	≤ 30	≥ 280	≥ 200	6	

(۱) جهت ساده بودن، همه نامهای کوتاه و شماره مواد بدون افزوده "EN AW" نوشته می‌شود.

(۲) شکل تحویل: B ورق، تسمه؛ S مفتول گرد

(۳) A وضعیت تحویل: p مفتول اکستروژن شده، z کشیده شده، w نورد سرد

(۴) وضعیت جنس: صفحه ۱۶۴



نام کوتاه (شماره مواد) <sup>(۱)</sup>	شکل تحویل <sup>(۲)</sup>	A <sup>(۳)</sup>	وضعیت جنس <sup>(۴)</sup>	ضخامت/ قطر mm	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم R <sub>p0.2</sub> N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	کاربرد، مثال
Al CuPbMgMn (2007)	• -	p z z	T4, T4510 T3 T3	≤ 80 ≤ 30 30...80	≥ 370 ≥ 370 ≥ 340	≥ 250 ≥ 240 ≥ 220	8 7 6	آلیاژهای انومات، ماشینکاری خوب در توانهای بالا، مثلاً برای قطعات تراشکاری و فرزکاری
Al Cu4PbMg (2030)	• -	p z z	T4, T4510 T3 T3	≤ 80 ≤ 30 30...80	≥ 370 ≥ 370 ≥ 340	≥ 250 ≥ 240 ≥ 220	8 7 6	
Al MgSiPb (6012)	• -	p z z	T5, T6510 T3 T6	≤ 150 ≤ 80 ≤ 80	≥ 310 ≥ 200 ≥ 310	≥ 260 ≥ 100 ≥ 260	8 10 8	
Al Cu4SiMg (2014)	• -	p z z	O, H111 T3 T4	≤ 200 ≤ 80 ≤ 80	≤ 250 ≥ 380 ≥ 380	≤ 135 ≥ 290 ≥ 220	12 8 12	قطعات هیدرولیک و نیوماتیک، در ساختمان خودرو و هواپیما، سازه‌های حامل در ساختمان فلزی
Al Cu4Mg1 (2024)	• -	p z z	O, H111 T3 T6	≤ 200 10...80 ≤ 80	≤ 250 ≥ 425 ≥ 425	≤ 150 ≥ 290 ≥ 315	12 9 5	قطعات ساختمان هواپیما و خودرو، سازه‌های حامل در ساختمان فلزی
Al MgSi (6060)	• -	p z z	T4 T4 T6	≤ 150 ≤ 80 ≤ 80	≤ 120 ≥ 130 ≥ 215	≤ 60 ≥ 65 ≥ 160	16 15 12	پنجره، در، ساختمان خودرو، میز ماشین، وسایل نوری
Al Si1MgMn (6082)	• -	p z z	O, H111 T4 T6	≤ 200 ≤ 80 ≤ 80	≤ 160 ≥ 205 ≥ 310	≤ 110 ≥ 110 ≥ 255	14 14 10	پراقها، قطعات ساختمان قیود و قالب، میز ماشین، وسایل صنایع غذایی
Al Zn4.5Mg1 (7020)	• -	p z z	T6 T6 T6	≤ 50 ≤ 80 ≤ 80	≥ 350 ≥ 350 ≥ 350	≥ 290 ≥ 280 ≥ 280	10 10 10	قطعات ساختمان خودرو و هواپیما، میز ماشین، ساختمان وسیله نقلیه ریلی
Al Zn5Mg3Cu (7022)	• -	p z z	T6, T6510 T6 T6	≤ 80 ≤ 80 ≤ 80	≥ 490 ≥ 460 ≥ 460	≥ 420 ≥ 380 ≥ 380	7 8 8	قطعات هیدرولیک و نیوماتیک و در ساختمان خودرو، پیچها
Al Zn5.5MgCu (7075)	• -	p z z	O, H111 T6 T73	≤ 200 ≤ 80 ≤ 80	≤ 275 ≥ 540 ≥ 455	≤ 165 ≥ 485 ≥ 385	10 7 10	قطعات خودرو و هواپیما، ساختمان قالب و قیود، پیچها
	• -	w	O	0.4...0.75 0.8...1.45 1.5...2.9	≥ 275 ≥ 275 ≥ 275	≥ 145 ≥ 145 ≥ 145	10 10 10	

(۱) جهت ساده‌سازی همه نامهای کوتاه و شماره مواد عبارت "EN AW" نوشته نمی‌شوند.

(۲) شکل تحویل: B ورقها و تسمه‌ها؛ S میله گرد

(۳) A وضعیت تحویل: p میله اکستروژنه شده، z کشیده شده، w نورد سرد

(۴) وضعیت جنس: صفحه ۱۶۴



طبق DIN EN 1706 (1998-06), DIN EN 1780-1...3 (2003-01)

## نامگذاری قطعات ریختگی آلومینیمی

قطعات ریختگی آلومینیمی با نام کوتاه با شماره مواد مشخص می‌شوند.

مثال نامگذاری :

شماره مواد

نام کوتاه

EN AC - Al Mg5 KF

EN AC - 51300 KF

EN استاندارد اروپایی  
AC قطعه ریختگی آلومینیمی

K → فرآیند ریخته‌گری  
F → وضعیت مواد  
(جدول زیر)

K → فرآیند ریخته‌گری  
F → وضعیت مواد  
(جدول زیر)

ترکیب شیمیایی	
مثال	درصد آلیاژها
AlMg5	5% Mg
AlSi6Cu	6% Si, 4% Cu
AlCu4MgTi	4% Cu Ti و Mg هم درصدی

گروه آلیاژ			
رقم	گروه	رقم	گروه
21	AlCu	46	AlSi9Cu
41	AlSiMgTi	47	AlSi(Cu)
42	AlSi7Mg	51	AlMg
44	AlSi	71	AlZnMg

شماره نوع و رده	
در داخل یک گروه آلیاژی هر نوع و رده یک شماره خاص دارد.	

وضعیت جنس		فرآیند ریخته‌گری	
مفهوم	حروف	فرآیند ریخته‌گری	حروف
وضعیت ریخته‌گری، بدون عملیات بعدی	F	ریخته‌گری در ماسه	S
آنیل نرم	O	ریخته‌گری در قالب فلزی	K
خنک‌کاری کنترل شده، پیرسختی سرد	T1	ریخته‌گری تحت فشار (دایکاست)	D
آنیل انحلال و پیرسختی سرد	T4	ریخته‌گری دقیق (سومی)	L
خنک‌کاری کنترل شده و بعد از ریخته‌گری، پیرسختی گرم	T5		
آنیل انحلال و پیرسختی گرم	T6		

طبق DIN EN 1706 (1998-03)

## آلیاژهای ریختگی آلومینیمی

نام کوتاه (شماره مواد) <sup>(۱)</sup>	V	W	مقادیر استحکام در وضعیت ریختگی (F)				خواص <sup>(۲)</sup>			
			سختی	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم R <sub>p0.2</sub> N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	G	D	Z	کاربرد
AC-AlMg3 (AC-51000)	S K	F F	50 50	140 150	70 70	3 5	-	-	•	مقاوم به خوردگی، قابل پولیش.
AC-AlMg5 (AC-51300)	S K	F F	55 60	160 180	90 100	3 4	-	-	•	برای اهداف زینتی با قابلیت اکسیدی آندی.
AC-AlMg5(Si) (AC-51400)	S K	F F	60 65	160 180	100 110	3 3	-	-	•	براق آلات، ساختمان کشتی، صنایع شیمیایی
AC-AlSi12 (AC-44100)	S K L	F F F	50 55 60	150 170 160	70 80 80	4 5 1	•	•	○	مقاوم در برابر اثرات آب و هوایی، برای قطعات پیچیده
AC-AlSi7Mg (AC-42000)	S K L	T6 T6 T6	75 90 75	220 260 240	180 220 190	2 1 1	○	•	○	جدار نازک و آب‌بند فشار، پوسته موتور و پمپ، کلگی سیلندر، قطعات ساختمان هوایی
AC-AlSi12(Cu) (AC-47000)	S K	F F	50 55	150 170	80 90	1 2	•	•	-	
AC-AlCu4Ti (AC-21100)	S K	T6 T6	95 95	300 330	200 220	3 7	-	-	•	مقادیر استحکام خیلی بالا، مقاوم به ارتعاش و گرما، قطعات ریختگی ساده

(۱) جهت آسان کردن نام کوتاه و شماره مواد بدون عبارت "EN" نوشته می‌شود، مثلاً AC-AlMg3 به جای EN AC-AlMg3

(۲) V فرآیند ریخته‌گری (جدول زیر)

(۳) W وضعیت جنس (جدول بالا)

(۴) G قابلیت ریخته‌گری، D قابلیت تراکم فشاری، Z قابلیت براده‌برداری، • خیلی خوب، ○ خوب، - تحت شرایطی خوب



## پروفیل‌های آلومینیومی - نگاه کلی

استاندارد	تولید، ابعاد	شکل	استاندارد	تولید، ابعاد	شکل
لوله‌های گرد			مفتول‌های گرد		
DIN EN 755-7	بدون درز اکستروژنه شده $d = 20 \dots 250 \text{ mm}$		DIN EN 755-3	اکستروژنه شده $d = 3 \dots 100 \text{ mm}$	
DIN EN 754-7	کشش بدون درز $d = 3 \dots 270 \text{ mm}$		DIN EN 754-3	کشیده شده $d = 3 \dots 320 \text{ mm}$	
لوله‌های مربعی			مفتول‌های چهارگوش		
DIN EN 754-7	اکستروژنه شده $a = 15 \dots 100 \text{ mm}$		DIN EN 755-4	اکستروژنه شده $s = 10 \dots 220 \text{ mm}$	
			DIN EN 754-4	کشیده شده $s = 3 \dots 100 \text{ mm}$	
لوله مستطیلی			مفتول‌های مستطیلی		
DIN EN 755-7	بدون درز اکستروژنه شده $d = 20 \dots 250 \text{ mm}$		DIN EN 755-4	اکستروژنه شده $b = 10 \dots 600 \text{ mm}$ $s = 2 \dots 240 \text{ mm}$	
DIN EN 754-7	کشش بدون درز $d = 3 \dots 270 \text{ mm}$		DIN EN 754-4	کشیده شده $b = 5 \dots 200 \text{ mm}$ $s = 3 \dots 60 \text{ mm}$	
نبشی (پروفیل L)			ورق‌ها و تسمه‌ها		
DIN EN 1771	لبه گرد یا لبه تیز $h = 10 \dots 200 \text{ mm}$		DIN EN 485	نورد شده $s = 0,4 \dots 15 \text{ mm}$	
سپری (پروفیل T)			ناودانی (پروفیل U)		
DIN EN 9714	لبه گرد یا لبه تیز $h = 15 \dots 100 \text{ mm}$		DIN EN 9713	لبه گرد یا لبه تیز $h = 10 \dots 160 \text{ mm}$	

(۱) این استاندارد بدون استاندارد جایگزین، منسوخ شده است.

مفتول‌های گرد، - چهارگوش، کشیده شده طبق DIN EN 754-3, 754-4 (1996-01), DIN 1798<sup>(۱)</sup>, DIN 1796<sup>(۱)</sup>

S مساحت سطح مقطع	m' وزن طولی	W مدول مقطع محوری	I ممان سطحی درجه ۲	d, a mm	S cm <sup>2</sup>		m' kg/m		W <sub>x</sub> = W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>		I <sub>x</sub> = I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	
				10	0,79	1,00	0,21	0,27	0,10	0,17	0,05	0,08
				12	1,13	1,44	0,31	0,39	0,17	0,29	0,10	0,17
				16	2,01	2,56	0,54	0,69	0,40	0,68	0,32	0,55
				20	3,14	4,00	0,85	1,08	0,79	1,33	0,79	1,33
				25	4,91	6,25	1,33	1,69	1,53	2,60	1,77	3,26
				30	7,07	9,00	1,91	2,43	2,65	4,50	3,98	6,75
				35	9,62	12,25	2,60	3,31	4,21	7,15	7,37	12,51
				40	12,57	16,00	3,40	4,32	6,28	10,68	12,57	21,33
				45	15,90	20,25	4,30	5,47	8,95	15,19	20,13	34,17
				50	19,64	25,00	5,30	6,75	12,28	20,83	30,69	52,08
				55	23,76	30,25	6,42	8,17	16,33	27,73	44,98	76,26
				60	28,27	36,00	7,63	9,72	21,21	36,00	63,62	108,00
				جنس	آلیاژهای خمیری آلومینیم: صفحه ۱۶۵ و ۱۶۶							

(۱) DIN 1796 و DIN 1798 توسط DIN EN 754-3 یا DIN EN 754-4 جایگزین شده است. استانداردهای DIN EN هیچ ابعادی ندارند. در تجارت علاوه بر مفتول‌های گرد و چهارگوش، محصولاتی طبق DIN 1798 و DIN 1796 هم عرضه می‌شود.

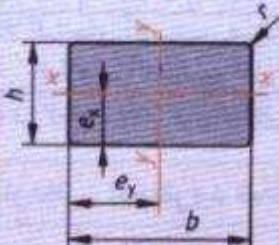
● مفتول گرد، ■ مفتول‌های چهارگوش



## مفتولهای مستطیلی از آلایزهای آلومینیومی

طبق (DIN EN 754-5 (1996-01), جایگزین برای DIN 1769

مفتولهای مستطیلی، کشیده شده (انتخاب)

S	b × h	S	m'	e <sub>x</sub>	e <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	I <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	I <sub>y</sub>
مساحت سطح مقطع	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
m'									
وزن طولی									
فواصل از محورها									
مدول مقطع محوری									
ممان سطحی درجه 2									
	10 × 3	0,30	0,08	0,15	0,5	0,015	0,0007	0,033	0,016
	10 × 6	0,60	0,16	0,3	0,5	0,060	0,018	0,100	0,050
	10 × 8	0,80	0,22	0,4	0,5	0,106	0,042	0,133	0,066
	15 × 3	0,45	0,12	0,15	0,75	0,022	0,003	0,112	0,084
	15 × 5	0,75	0,24	0,25	0,75	0,090	0,027	0,225	0,168
	15 × 8	1,20	0,32	0,4	0,75	0,230	0,064	0,300	0,225
	20 × 5	1,00	0,27	0,25	1,0	0,083	0,020	0,333	0,333
	20 × 8	1,60	0,43	0,4	1,0	0,213	0,085	0,533	0,533
	20 × 10	2,00	0,54	0,5	1,0	0,333	0,166	0,666	0,666
	20 × 15	3,00	0,81	0,75	1,0	0,750	0,562	1,000	1,000
	25 × 5	1,25	0,34	0,25	1,25	0,104	0,026	0,520	0,651
	25 × 8	2,00	0,54	0,4	1,25	0,266	0,106	0,833	1,041
	25 × 10	2,50	0,67	0,5	1,25	0,416	0,208	1,041	1,302
	25 × 15	3,75	1,01	0,75	1,25	0,937	0,703	1,562	1,953
	25 × 20	5,00	1,35	1,0	1,25	1,666	1,666	2,083	2,604
	30 × 10	3,00	0,81	0,5	1,5	0,500	0,250	1,500	2,250
	30 × 15	4,50	1,22	0,75	1,5	1,125	0,843	2,250	3,375
	30 × 20	6,00	1,62	1,0	1,5	2,000	2,000	3,000	4,500
	40 × 10	4,00	1,08	0,5	2,0	0,666	0,333	2,666	5,333
	40 × 15	6,00	1,62	0,75	2,0	1,500	1,125	4,000	8,000
	40 × 20	8,00	2,16	1,0	2,0	2,666	2,666	5,333	10,666
	40 × 25	10,00	2,70	1,25	2,0	4,166	5,208	6,666	13,333
	40 × 30	12,00	3,24	1,5	2,0	6,000	9,000	8,000	16,000
	40 × 35	14,00	3,78	1,75	2,0	8,166	14,291	9,333	18,666
	50 × 10	5,00	1,35	0,5	2,5	0,833	0,416	4,166	10,416
	50 × 15	7,50	2,03	0,75	2,5	1,875	1,406	6,250	15,625
	50 × 20	10,00	2,70	1,0	2,5	3,333	3,333	8,333	20,833
	50 × 25	12,50	3,37	1,25	2,5	5,208	6,510	10,416	26,041
	50 × 30	15,00	4,05	1,5	2,5	7,500	11,250	12,500	31,250
	50 × 35	17,50	4,73	1,75	2,5	10,208	17,864	14,583	36,458
	50 × 40	20,00	5,40	2,0	2,5	13,333	26,666	16,666	41,668
	60 × 10	6,00	1,62	0,5	3,0	1,000	0,500	6,000	18,000
	60 × 15	9,00	2,43	0,75	3,0	2,250	1,687	9,000	27,000
	60 × 20	12,00	3,24	1,0	3,0	4,000	4,000	12,000	36,000
	60 × 25	15,00	4,05	1,25	3,0	6,250	7,812	15,000	45,000
	60 × 30	18,00	4,86	1,5	3,0	9,000	13,500	18,000	54,000
60 × 35	21,00	5,67	1,75	3,0	12,250	21,437	21,000	63,000	
60 × 40	24,00	6,48	2,0	3,0	16,000	32,000	24,000	72,000	
80 × 10	8,00	2,16	0,5	4,0	1,333	0,666	10,666	42,666	
80 × 15	12,00	3,24	0,75	4,0	3,000	2,250	16,000	64,000	
80 × 20	16,00	4,52	1,0	4,0	5,433	5,333	21,333	85,333	
80 × 25	20,00	5,40	1,25	4,0	8,333	10,416	26,666	106,66	
80 × 30	24,00	6,48	1,5	4,0	12,000	18,000	32,000	128,00	
80 × 35	28,00	7,56	1,75	4,0	16,333	28,583	37,333	149,33	
80 × 40	32,00	8,64	2,0	4,0	21,333	42,666	42,666	170,66	
شعاع لبه ها r									
h	r <sub>max</sub>								
mm	mm								
≤ 10	0,6	جنس							
> 10...30	1,0								
> 30...60	2,0								

آلیاژهای خمیری آلومینیومی : صفحه ۱۶۵ و ۱۶۶

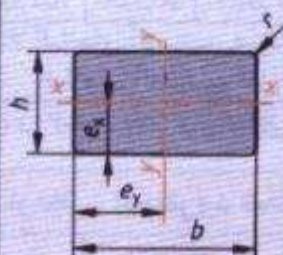
DIN EN 754-5 هیچ ابعادی ندارد، در تجارت، مفتولهای مستطیلی با ابعادی طبق DIN 1769 هم

عرضه می شود.

آلایزهای خمیری آلومینیومی: صفحه ۱۶۵ و ۱۶۶

(۱) DIN EN 754-5 هیچ ابعادی ندارد، در تجارت، مفتولهای مستطیلی با ابعادی طبق DIN 1769 هم

عرضه می شود.






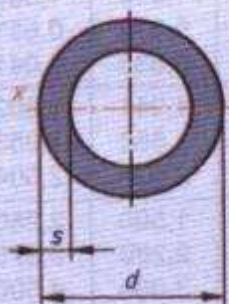
## لوله و ناودانی از آلایزهای آلومینیم

طبق DIN EN 754-7 (1998-10)، جایگزین برای DIN 1795<sup>(۱)</sup>

لوله‌های بدون درز کشیده شده

d قطر خارجی	d × s	S	m'	W <sub>x</sub>	I <sub>x</sub>	d × s	S	m'	W <sub>x</sub>	I <sub>x</sub>
s ضخامت دیواره	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
S مساحت سطح مقطع	10 × 1	0,281	0,076	0,058	0,029	35 × 3	3,010	0,814	2,225	3,894
m' وزن طولی	10 × 1,5	0,401	0,108	0,075	0,037	35 × 5	4,712	1,272	3,114	5,449
W مدول مقطع محوری	10 × 2	0,503	0,136	0,085	0,043	35 × 10	7,854	2,121	4,067	7,118
I ممان سطحی درجه 2	12 × 1	0,346	0,093	0,088	0,053	40 × 3	3,487	0,942	3,003	6,007
	12 × 1,5	0,495	0,134	0,116	0,070	40 × 5	5,498	1,484	4,295	8,590
	12 × 2	0,628	0,170	0,136	0,082	40 × 10	9,425	2,545	5,890	11,781
	16 × 1	0,471	0,127	0,133	0,133	50 × 3	4,430	1,196	4,912	12,281
	16 × 2	0,880	0,238	0,220	0,220	50 × 5	7,069	1,909	7,245	18,113
	16 × 3	1,225	0,331	0,273	0,273	50 × 10	12,566	3,393	10,681	26,704
	20 × 1,5	0,872	0,235	0,375	0,375	55 × 3	4,901	1,323	6,044	16,201
	20 × 3	1,602	0,433	0,597	0,597	55 × 5	7,854	2,110	9,014	24,789
	20 × 5	2,356	0,636	0,736	0,736	55 × 10	14,137	3,817	13,655	37,552
	25 × 2	1,445	0,390	0,770	0,963	60 × 5	8,639	2,333	10,979	32,938
	25 × 3	2,073	0,560	1,022	1,278	60 × 10	15,708	4,241	17,017	51,051
	25 × 5	3,142	0,848	1,335	1,669	60 × 16	22,117	4,890	20,200	60,600
	30 × 2	1,759	0,475	1,155	1,733	70 × 5	10,210	2,757	15,498	54,242
	30 × 4	3,267	0,882	1,884	2,826	70 × 10	18,850	5,089	24,908	87,179
	30 × 6	4,524	1,220	2,307	3,461	70 × 16	27,143	7,331	30,750	107,62
	جنس	مثلا آلیاژهای آلومینیم، غیرقابل پیرسختی: صفحه ۱۶۵ آلیاژهای آلومینیم، قابل پیرسختی: صفحه ۱۶۶								
	(۱) در DIN 754-7 هیچ ابعادی داده نشده است. در تجارت، لوله‌های با ابعاد طبق DIN 1795 هم عرضه می‌شود.									

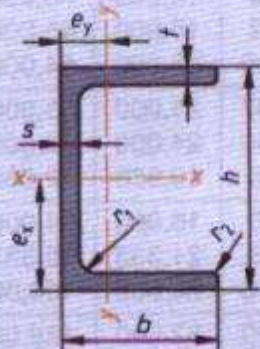




طبق DIN EN 9713 (1981-09)

ناودانی، اکستروژنه شده (انتخاب)

b	عرض	b × h × s × t	S	m'	e <sub>x</sub>	e <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	I <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	I <sub>y</sub>
h	ارتفاع	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
S	مساحت سطح مقطع	20 × 20 × 3 × 3	1,62	0,437	1,00	0,780	0,945	0,945	0,805	0,628
m'	وزن طولی	30 × 30 × 3 × 3	2,52	0,687	1,50	1,10	2,43	3,64	2,06	2,29
W	مدول مقطع محوری	35 × 35 × 3 × 3	2,97	0,802	1,75	1,28	3,44	6,02	2,91	3,73
I	ممان سطحی درجه 2	40 × 15 × 3 × 3	1,92	0,518	2,0	0,431	2,04	4,07	0,810	0,349
		40 × 20 × 3 × 3	2,25	0,608	2,0	0,610	2,59	5,17	1,30	0,795
		40 × 30 × 3 × 3	2,85	0,770	2,0	3,62	7,24	2,49	2,49	2,52
		40 × 30 × 4 × 4	3,71	1,00	2,0	1,05	4,49	8,97	3,03	3,17
		40 × 40 × 4 × 4	4,51	1,22	2,0	1,49	5,80	11,6	4,80	7,12
		40 × 40 × 5 × 5	5,57	1,50	2,0	1,52	6,80	13,6	5,64	8,59
		50 × 30 × 3 × 3	3,15	0,851	2,5	0,929	4,88	12,2	2,91	2,70
		50 × 30 × 4 × 4	4,91	1,33	2,5	1,38	7,83	19,6	5,65	7,80
		50 × 40 × 5 × 5	6,07	1,64	2,5	1,42	9,32	23,3	6,54	9,26
		60 × 30 × 4 × 4	4,51	1,22	3,0	0,896	7,90	23,7	4,12	3,69
		60 × 40 × 4 × 4	5,31	1,43	3,0	1,29	10,1	30,3	6,35	8,20
		60 × 40 × 5 × 5	6,57	1,77	3,0	1,33	12,0	36,0	7,47	9,94
		80 × 40 × 6 × 6	8,95	2,42	4,0	1,22	20,6	82,4	10,6	20,6
		80 × 45 × 6 × 8	11,2	3,02	4,0	1,57	27,1	108	13,9	21,8
		100 × 40 × 6 × 6	10,1	2,74	5,0	1,11	28,3	142	12,5	13,8
		100 × 50 × 6 × 9	14,1	3,80	5,0	1,72	43,4	217	19,9	34,3
		120 × 55 × 7 × 9	17,2	4,64	6,0	1,74	61,9	295	28,2	49,1
		140 × 60 × 4 × 6	12,35	3,35	7,0	1,83	56,4	350	24,7	45,2
		راکوردهای r <sub>1</sub> و r <sub>2</sub>								
t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>								
mm	mm	mm								
3, 4	2,5	0,4	جنس							
5, 6	4	0,6	AlMgSi0,5; AlMgSi1; AlZn4,5Mg1							
8, 9	6	0,6	(۱) DIN EN 9713 بدون استاندارد جایگزین منسوخ شده است. در تجارت ناودانیهای دیگری هم علاوه بر این استاندارد عرضه شده است.							





## آلیاژهای خمیری منیزیم (انتخاب)

طبق DIN 9715 (1982-08)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	لظرف مفتول mm	$W$	شکل تحویل <sup>(۱)</sup>			شماره مواد	نام کوتاه
						S	R	G		
مقاوم به خوردگی، قابل جوشکاری، قابل شکل‌دهی سرد، پوشش، مخازن	15	145	200	≤ 80	F20	•	•	•	3.3520	MgMn2
	10	155	240	≤ 80	F24	•	•	•	3.5312	MgAl3Zn
استحکام بالا، جوشکاری مشروط، جنس ساختمانی	10	195	270	≤ 80	F27	•	•	•	3.5612	MgAl6Zn
سبک در ساختمان خودرو، هواپیما و ماشین‌سازی	10 6	205 215	290 310	≤ 80 ≤ 80	F29 F31	•	•	•	3.5812	MgAl8Zn

(۱) شکل تحویل: S مفتول، مثلاً مفتول گرد، R لوله، G قطعات آهنگری قالب بسته

(۲) وضعیت جنس  $F20 \rightarrow R_m = 10 \cdot 20 = 200 \text{ N/mm}^2$ 

## آلیاژهای منیزیم (انتخاب)

طبق DIN EN 1753 (1997-08)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	سختی HB	وضعیت جنس <sup>(۲)</sup>	$V$	شماره مواد <sup>(۱)</sup>	نام کوتاه <sup>(۱)</sup>
قابلیت ریخته‌گری خوب، قابل بارگذاری دینامیکی، قابل جوشکاری، پوسته‌های جعبه دنده و موتور	2	90	160	50...65	F	S	MC21110	MCMgAl8Zn1
	8	90	240	50...65	T6			
	2	90	160	50...65	F	K		
	8	90	160	50...65	T4	K		
استحکام بالا، خواص لغزشی خوب، قابل جوشکاری، ساختمان خودرو و هواپیما، اتصالات لوله	≤ 7	140...160	200...250	60...85	F	D	MC21120	MCMgAl9Zn1
	6	90	160	55...70	F	S		
	2	150	240	60...90	T6			
	2	110	160	55...70	F	K		
مقاوم به خستگی، قابل بارگذاری دینامیکی، مقاوم به گرما، پوسته جعبه دنده و موتور	2	150	240	60...90	T6	K	MC21230 MC21240 MC21320	MCMgAl6Mn MCMgAl7Mn MCMgAl4Si
	1...6	140...170	200...260	65...85	F	D		
	4...14	120...150	190...250	55...70	F	D		
	3...10	130...160	200...260	60...75	F	D		
	3...12	120...150	200...250	55...80	F	D		

(۱) جهت ساده‌سازی نام کوتاه و شماره مواد، عبارت "EN" نوشته نمی‌شود، مثلاً MCMgAlBZn1 به جای EN-MCMgAl8Zn1

(۲) V فرآیند، ریخته‌گری: S ریخته‌گری در ماسه، K ریخته‌گری در قالب فلزی، D دایکاست

(۳) وضعیت جنس، به نامگذاری آلیاژهای آلومینیم نگاه کنید، صفحه ۱۶۷

## تیتانیم، آلیاژهای تیتانیم (انتخاب)

طبق DIN EN 17860 (1990-11)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	سختی HB	ضخامت ورق s mm	شکل تحویل <sup>(۱)</sup>			شماره مواد	نام کوتاه
						S	R	G		
قابل جوشکاری، لحیمکاری و چسباندن، قابل براده‌برداری و شکل‌دهی سرد و گرم، مقاوم به خستگی و خوردگی، سبک در طرح‌های ماشین‌سازی، الکترونیک، مکانیک ظریف، اپتیک یا صنایع پزشکی، صنایع غذایی و شیمیایی	30	180	290...410	120	0.4...35	•	•	•	3.7025	Ti1
	22	250	390...540	150	0.4...35	•	•	•	3.7035	Ti2
	18	320	460...590	170	0.4...35	•	•	•	3.7055	Ti3
مقاوم به خوردگی، سبک در طرح‌های ماشین‌سازی، الکترونیک، مکانیک ظریف، اپتیک یا صنایع پزشکی، صنایع غذایی و شیمیایی	30	180	290...410	120	0.4...35	•	•	•	3.7225	TiPd
	22	250	390...540	150	0.4...35	•	•	•	3.7235	Ti2Pd
مقاوم به خوردگی، سبک در طرح‌های ماشین‌سازی، الکترونیک، مکانیک ظریف، اپتیک یا صنایع پزشکی، صنایع غذایی و شیمیایی	10	1000	≥ 1070	320	< 6	•	•	•	3.7175	TiAl6V6Sn2
	8	950	≥ 1000	320	6...50	•	•	•	3.7165	TiAl6V4
مقاوم به خوردگی، سبک در طرح‌های ماشین‌سازی، الکترونیک، مکانیک ظریف، اپتیک یا صنایع پزشکی، صنایع غذایی و شیمیایی	8	870	≥ 920	310	< 6	•	•	•	3.7185	TiAl4Mo4Sn2
	8	830	≥ 900	310	6...100	•	•	•		
مقاوم به خوردگی، سبک در طرح‌های ماشین‌سازی، الکترونیک، مکانیک ظریف، اپتیک یا صنایع پزشکی، صنایع غذایی و شیمیایی	9	1050	≥ 1050	350	6...65	•	•	•		

(۱) شکل تحویل: B ورق تسمه، S مفتول، مثلاً مفتول گرد، R لوله‌ها



فلزات سنگین، فلزات غیر آهنی با جرم مخصوص  $\rho > 5 \text{ kg/dm}^3$  می‌باشند.

- جنس سازه‌های ماشین‌سازی و تاسیسات: مس، قلع، روی، نیکل، سرب و آلیاژهای آنها
- فلزات آلیاژی: کرم، وانادیم، کبالت (تاثیر فلزات آلیاژی: صفحه ۱۳۰)
- فلزات نجیب: طلا، نقره، پلاتین

فلزات خالص: ساختار هموزن، استحکام پایین، اهمیت کمتر به عنوان جنس سازه، کاربرد غالباً به دلیل خواص نوع جنس مثلاً هدایت الکتریکی خوب.

آلیاژهای فلزات سنگین: خواص بهبود یافته در مقابل فلزات پایه آنها، مانند استحکام بالا، سختی بالا، قابلیت براده‌برداری و مقاومت خوردگی بهتر؛ جنس سازه برای موارد مختلف بسته به تولید به آلیاژهای خمیری و ریختگی تقسیم می‌شوند.

### نگاه کلی به آلیاژهای رایج فلزات سنگین و آلیاژهای فلزات سنگین

مثالهای کاربردی	خواص کلی	فلز، گروه آلیاژ
لوله تاسیسات بهداشتی و گرمایش، تاسیسات گرمایش و برودتی، سیمهای الکتریکی، اجزاء ساختمانی الکترونیکی، ظروف آشپزخانه، پوشش نماها	رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا، جلوگیری از باکتری، قارچ، ویروس، مقاوم به خوردگی، از نظر اپتیکی خوب، قابل بازیافت	مس (Cu)
• آلیاژهای خمیری: قطعات کشش عمیق، پیچها، فنرها، لوله‌ها، قطعات ابزار دقیق، • آلیاژهای ریختگی: بدنه شیرها، یاتاقان لغزشی، قطعات مکانیک ظریف	مقاوم به سایش و خوردگی، شکل‌دهی سرد و گرم خوب، براده‌برداری خوب، قابل پولیش، براق مثل طلا، استحکام متوسط	CuZn (برنج)
قطعات تراشکاری اتومات، قطعات مکانیک ظریف، فیتینگها، قطعات پرسکاری گرم	براده‌برداری خیلی خوب، شکل‌دهی سرد مشروط، شکل‌دهی گرم خیلی خوب	CuZnPb
بدنه شیرها، یاتاقانهای لغزشی، فلاچها، قطعات شیرها	شکل‌دهی گرم خوب، استحکام بالا، مقاوم به سایش، مقاوم به آب و هوا	CuZn چندماده‌ای
• آلیاژهای خمیری: یراق آلات، پیچها، فنرها، شلنگهای فلزی • آلیاژهای ریختگی: مهره اسپیندل، چرخ حلزونی، یاتاقان لغزشی حجیم	مقاومت خوردگی عالی، خواص لغزشی خوب، استحکام سایشی خوب، استحکام شدیداً متغیر در نتیجه شکل‌دهی سرد	CuSn (برنز)
• آلیاژهای خمیری: مهره‌های تحت فشار بالا، قرقره‌های قطع و وصل • آلیاژهای ریختگی: اتصالات در صنایع شیمیایی، بدنه پمپها، پروانه‌ها	استحکام و چقرمگی بالا، مقاومت خوردگی عالی، پایدار به آب دریا، مقاوم به گرما، مقاومت خوب به کاویتاسیون	CuAl
سکه‌ها، مقاومت الکتریکی، مبدل حرارتی، پمپها، شیرها در سیستم خنک‌کاری با آب دریا، ساختمان کشتی	پایدار خیلی خوب به خوردگی، نمای نقره‌ای، براده‌برداری خوب، قابل پولیش، قابل شکل‌دهی سرد	CuNi(Zn)
محافظ خوردگی قطعات فولادی	پایدار به خوردگی جوی	روی (Zn)
پوشش سقف و بام، ناودانی باران	شکل‌دهی خوب، قابل اتصال با لحیمکاری نرم	ZnTi
قطعات دایکاست نازک و ظریف	قابلیت ریخته‌گری خیلی خوب	ZnAlCu
پوشش ورقهای فولادی	پایداری خوب شیمیایی، غیرسمی	قلع (Sn)
لحیم نرم	رقیق	SnPb
قطعات دایکاست کوچک و دقیق، یاتاقان لغزشی با بارگذاری متوسط	خواص حرکت و ایست اضطراری خوب	SnSb
لایه محافظ خوردگی روی قطعات فولادی	مقاوم به خوردگی، مقاوم به گرما	نیکل (Ni)
دستگاهها، کندانساتور، مبدل حرارتی	پایداری عالی خوردگی و مقاوم به گرما	NiCu
تاسیسات شیمیایی، لوله‌های گرمایش، دیگهای نیروگاه و توربینهای گازی	پایداری عالی خوردگی، مقاومت عالی به گرما و پایداری نسبت به پوسته شدن، گاهی قابل پیرسختی	NiCr
محافظ و مانع، پوشش و غلاف کابل، لوله‌های ساختمان تجهیزات شیمیایی	محافظ و عایق اشعه رونتگن (X) و گاما، مقاوم به خوردگی، سعی	سرب (Pb)
لحیم نرم، لایه لغزشی	رقیق، نرم، خواص حرکت و ایست اضطراری دورانی خوب	PbSn
یاتاقان لغزشی، قطعات دایکاست کوچک و دقیق مانند پاندول، قطعات وسایل اندازه‌گیری و شمارنده‌ها (کنتورها)	رقیق، مقاوم به خوردگی، خواص گردشی و لغزشی خوب	PbSbSn



طبق DIN 1700 (1954-07)

نامگذاری (استخراج)

مثال :

خواص ویژه		ترکیب شیمیایی		تولید، کاربرد	
F45	حداقل استحکام کششی $R_m = 10 \cdot 45 \text{ N/mm}^2$ $= 450 \text{ N/mm}^2$	NiCu30Fe	آلیاژ Ni-Cu	E	جنس الکتریکی
a	پیرسختی شده	ملاحظات	مثال	G	ریخته‌گری در ماسه
g	آبیل شده		NiCu30Fe	GC	ریخته‌گری پیوسته
h	سخت		مقداری آهن، 30% Cu	GD	دایکاست
ka	پیرسختی سرد		Sn80Sb	GK	ریخته‌گری قالب فلزی
ku	شکل‌دهی سرد		20% Sb، حدود 80% Sn	GZ	ریخته‌گری گریز از مرکز
ta	پیرسختی جزئی			L	لحیم
wa	پیرسختی گرم			S	آلیاژ افزوده جوشکاری
wu	شکل‌دهی گرم				
zh	سخت چقرمه				

(۱) منسوخ شده است. در بعضی از استانداردها علامت کوتاه مواد هنوز هم به کار می‌رود.

طبق DIN EN 1982 (1998-12), 1173 (1995-11)

نامگذاری آلیاژهای مس

مثال :

CuZn31Si - R620

CuZn38Pb2  
CuSn11Pb2 - C - GS

ترکیب شیمیایی		فرآیند ریخته‌گری	
مثال	مفهوم	مثال	مفهوم
CuZn31Si	آلیاژ Cu، 31% Zn، مقداری Si	GM	ریخته‌گری قالب فلزی
CuZn38Pb2	آلیاژ Cu، 38% Zn، 2% Pb	GS	ریخته‌گری در ماسه
CuSn11Pb2	آلیاژ Cu، 11% Sn، 2% Pb	GZ	ریخته‌گری گریز از مرکز
		GP	دایکاست

شکل محصولات

C جنس به شکل قطعه ریخته‌گری  
آلیاژ خمیری (بدون حرف مشخصه)

وضعیت جنس

مثال	مفهوم	مثال	مفهوم
A007	تغییر طول نسبی شکست $A = 7\%$	Y450	تنش تسلیم $R_p = 450 \text{ N/mm}^2$
D	کشیده شده، بدون تعیین خواص مکانیکی	M	وضعیت تولید، بدون تعیین خواص مکانیکی
H160	سختی ویکرز $HV = 160$	R620	استحکام کششی حداقل $R_m = 620 \text{ N/mm}^2$

طبق DIN EN 1412 (1995-12)

شماره مواد مس و آلیاژهای مس

مثال :

C W 024 A

C	جنس مس	عدد بین 000 و 999 بدون مفهوم معین
C	جنس ریختگی	
B	جنس به صورت بلوک	
W	جنس خمیری	

حروف مشخصه گروه جنس

حرف	گروه جنس	حرف	گروه جنس
B یا A	مس	H	آلیاژهای مس-نیکل
D یا C	آلیاژهای مس، مقدار عناصر آلیاژی $> 5\%$	J	آلیاژهای مس-روی
F یا E	آلیاژهای مس، مقدار عناصر آلیاژی $\leq 5\%$	K	آلیاژهای مس-قلع
G	آلیاژهای مس-آلومینیم	M یا L	آلیاژهای دوجنسی مس-روی
		P یا N	آلیاژهای مس-روی-سرب
		S یا R	آلیاژهای چندجنسی مس-روی

طبق DIN EN 12844 (1999-01)

شماره مواد برای قطعات ریختگی از آلیاژهای روی

مثال :

Z P 04 1 0

Z	آلیاژ روی	مقدار بزرگترین عنصر آلیاژی بعدی اولین عنصر آلیاژی بزرگ
P	قطعه ریختگی	0 = اولین عنصر آلیاژی بزرگ $> 1\%$
04	مقدار Al: آلومینیم $4\% \pm$	مقدار Cu: مس $1\% \pm$



## آلیاژهای خمیری - مس

خواص، مثالهای کاربرد	نسبی شکست A %	تغییر طول نسبی شکست	انحن تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	سختی HB	مفتول $D$ mm	$Z$	مشخصه، نام کوتاه (شماره مواد)
----------------------	---------------------	------------------------	--	---	------------	--------------------	-----	-------------------------------------

طبق DIN EN 12163 (1998-04)

## آلیاژهای مس - روی

CuZn28 (CW504L)	R310	4...80	—	310	120	27	شکل دهی سرد خیلی خوب، شکل دهی گرم خوب، قابل براده برداری، قابلیت پولیش خیلی خوب؛ قطعات ابزار دقیق، پوسته ها (بوش، پوکه)	
	R460	4...10	—	460	420	—		
	H085	4...80	85...115	—	—	—		
	H145	4...10	≥ 145	—	—	—		
CuZn37 (CW508L)	R310	2...80	—	310	120	30	شکل دهی سرد خیلی خوب، شکل دهی گرم خوب، قابل براده برداری، قابلیت پولیش خیلی خوب؛ قطعات کشش عمیق، پیچها، فنرها، نورد های چاپ	
	R440	2...10	—	440	400	—		
	H070	4...80	70...100	—	—	—		
	H140	4...10	≥ 140	—	—	—		
CuZn40 (CW509L)	R340	2...80	—	340	260	25	شکل دهی گرم خیلی خوب، قابل براده برداری، میخ برچها، پیچها	
	H080	—	≥ 80	—	—	—		

طبق DIN EN 12163 (1998-04)

## آلیاژهای مس - روی (آلیاژهای چندعنصری)

CuZn31Si (CW708R)	R460	5...40	—	460	250	22	شکل دهی سرد خوب، شکل دهی گرم خوب، قابل براده برداری، خواص لغزشی خوب؛ اجزاء لغزشی، پوشهای یاتاقان، راهنماها	
	R530	5...14	—	530	330	12		
	H115	5...40	115...145	—	—	—		
	H140	5...14	≥ 140	—	—	—		
CuZn38Mn1Al (CW716R)	R490	5...40	—	490	210	18	شکل دهی گرم خوب، قابل شکل دهی سرد، قابل براده برداری، خواص لغزشی خوب، مقاوم به آب و هوا؛ اجزاء لغزشی، راهنماها	
	R550	5...14	—	550	280	10		
	H120	5...40	120...150	—	—	—		
	H150	5...14	≥ 150	—	—	—		
CuZn40Mn2Fe1 (CW723R)	R460	5...40	—	460	270	20	شکل دهی گرم خوب، قابل شکل دهی سرد، قابل براده برداری، استحکام متوسط، مقاوم به آب و هوا؛ ساختمان تجهیزات، معماری	
	R540	5...14	—	540	320	8		
	H110	5...40	110...140	—	—	—		
	H150	5...14	≥ 150	—	—	—		

طبق DIN EN 12164 (2000-09)

## آلیاژهای مس - روی - سرب

CuZn36Pb3 (CW603N)	R340	40...80	90	340	160	20	براده برداری خیلی خوب، شکل دهی سرد محدود؛ قطعات تراشکاری اتومات	
	R550	2...4	150	550	450	—		
CuZn38Pb2 (CW608N)	R360	40...80	90	360	150	25	براده برداری خیلی خوب، شکل دهی سرد و گرم خوب؛ قطعات اتومات	
	R550	2...6	150	550	420	—		
CuZn40Pb2 (CW617N)	R360	40...80	90	360	150	20	براده برداری خیلی خوب، شکل دهی گرم خوب؛ چرخنده ها، ابزار سرکچ تمیزکاری	
	R550	2...4	150	550	420	—		

طبق DIN EN 12163 (1998-04)

## آلیاژهای مس - قلع

CuSn6 (CW452K)	R340	2...60	—	340	230	45	پایداری شیمیایی بالا، استحکام خوب؛ فنرها، شلنگهای فلزی، لوله و پوکه بدنه های فنی	
	R550	2...6	—	550	500	—		
	H085	2...60	85...115	—	—	—		
	H180	2...6	≥ 180	—	—	—		
CuSn8 (CW453K)	R390	2...60	—	390	260	45	پایداری شیمیایی بالا، استحکام بالا، خواص لغزشی خوب، یاتاقانهای لغزشی، پوشهای یاتاقان، فنرهای کنتاکت	
	R620	2...6	—	620	550	—		
	H090	2...60	90...120	—	—	—		
	H185	2...6	≥ 185	—	—	—		
CuSn8P (CW459K)	R390	2...60	—	390	260	45	خواص لغزشی خیلی خوب، استحکام سایشی بالا، مقاوم به ارتعاشهای خستگی؛ یاتاقانهای لغزشی تحت بار بالا در خودرو و ماشینها	
	R620	2...6	—	620	550	—		
	H090	2...60	90...120	—	—	—		
	H185	2...6	≥ 185	—	—	—		

(۱) شماره مواد طبق DIN EN 1412 : صفحه ۱۷۳.

(۲) وضعیت جنس طبق DIN EN 1173 : صفحه ۱۷۳. در وضعیت تولید M همه آلیاژها تا قطر  $D = 80$  mm قابل تحویل می باشند.

(۳) منظور از D قطر در مفتولهای گرد، اندازه آچارگیر در مفتولهای چهار گوش و شش گوش، ضخامت در مفتولهای مستطیلی.



## آلیاژهای مس و آلیاژهای ظریف روی

خواص، مثالهای کاربردی	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R <sub>p0.2</sub> N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	سختی HB	مفتول D mm	<sup>۱۲</sup> Z	مشخصه، نام کوتاه (شماره مواد) <sup>۱</sup>
-----------------------	----------------------------------	--	--	------------	------------------	-----------------	--

## آلیاژهای مس - آلومینیم

طبق DIN EN 12163 (1998-04)

CuAl10Fe3Mn2 (CW306G)	R590	10...80	—	590	330	12	مقاوم به خوردگی، ضدسایش، مقاوم به خستگی، مقاوم به گرما؛ پیچها، محورها، چرخندهها، چرخهای حلزون، نشیمن شیرها
	R690	10...50	—	690	510	6	
	H140	10...80	140...180	—	—	—	
	H170	10...50	≥ 170	—	—	—	
CuAl10Ni5Fe4 (CW307G)	R680	10...80	—	680	480	10	مقاوم به خوردگی، ضدسایش، مقاوم به پوسته شدن، مقاوم به خستگی، مقاوم به گرما؛ کف کنداساتور، اجزاء کنترل در هیدرولیک
	R740	—	—	740	530	8	
	H170	10...80	170...210	—	—	—	
	H200	—	≥ 200	—	—	—	

## آلیاژهای مس - نیکل - روی

مقایسه DIN EN 12163 (1998-04)

CuNi12Zn24 (CW430J)	R380	2...50	—	380	270	38	شکل دهی سرد خیلی خوب، قابل براده برداری، پرداخت خوب، قطعات کشش عمیق؛ قاشق و چنگال، حرفه هنری، معماری، فنرهای کنتاکت
	R640	2...4	—	640	550	—	
	H090	2...50	90...130	—	—	—	
	H190	2...4	≥ 190	—	—	—	
CuNi18Zn20 (CW409J)	R400	2...50	—	400	280	35	شکل دهی سرد خوب، قابل براده برداری، خواص استارت و دوران خوب، پولیش خوب؛ ممبران، فنرهای کنتاکت، قاشق و چنگال
	R650	2...4	—	650	580	—	
	H100	2...50	100...140	—	—	—	
	H200	2...4	≥ 200	—	—	—	

(۲) Z وضعیت جنس طبق DIN EN 1173 : صفحه ۱۷۲.

(۱) شماره مواد طبق DIN EN 1412 : صفحه ۱۷۲.

(۳) منظور از D قطر در مفتولها، اندازه آچارگیر در مفتولهای چهارگوش و شش گوش، ضخامت در مفتولهای مستطیلی

## آلیاژهای ریختگی مس

طبق DIN EN 1982 (1998-12)

خواص، کاربرد	سختی HB	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R <sub>p0.2</sub> N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	مشخصه، نام کوتاه (شماره مواد) <sup>۱</sup>
لحمکاری نرم و سخت خیلی خوب، مقاوم به آب دریا؛ فلاپها	45	20	70	160	CuZn15As-C (CC760S)
براده برداری خوب، پایدار به آب مصرفی تا 90 °C، اتصالات	45	12	70	180	CuZn32Pb2-C (CC750S)
استحکام و سختی خیلی بالا، براده برداری خوب؛ یاتاقانهای لغزشی	180	8	450	750	CuZn25Al5Mn4Fe-C (CC762S)
استحکام سایش بالا؛ مهره اسپیندل، چرخهای حلزون	80	7	140	260	CuSn12-C (CC483K)
ضدسایش، خواص حرکت و ایست اضطراری خوب؛ یاتاقانهای لغزشی	80	5	130	240	CuSn11Pb2-C (CC482K)
قطعات تحت تنش مکانیکی؛ اهرم، پوسته، چرخندههای مخروطی	100	18	180	500	CuAl10Fe2-C (CC331G)
قطعات تحت خوردگی؛ اتصالات، پیچهای کشتی	130	18	180	500	CuAl10Ni3Fe2-C (CC332G)
قطعات تحت بار مکانیکی و خوردگی؛ پمپها	140	13	250	600	CuAl10Fe5Ni5-C (CC333G)

(۱) شماره مواد طبق DIN EN 1412 : صفحه ۱۷۲. سایر آلیاژهای ریختگی مس برای یاتاقانها : صفحه ۲۶۴. مقادیر استحکام برای نمونه های ریختگی مجزا در ماسه اعتبار دارد.

## آلیاژهای ریختگی روی ظریف

طبق DIN EN 12844 (1999-01)

قابلیت ریخته گری خیلی خوب؛ آلیاژهای خوب برای قطعات دایکاست	83	10	200	280	ZP3 (ZP0400)
	92	5	250	330	ZP5 (ZP0410)
قابلیت ریخته گری خوب، براده برداری خیلی خوب، کاربرد عمومی؛ قالبهای تزریق، دمشی و کشش عمیق برای پلاستیکها، قالبهای فرم دهی ورق	102	5	270	335	ZP2 (ZP0430)
	100	8	220	370	ZP8 (ZP0810)
	100	5	300	400	ZP12 (ZP1110)
	120	2,5	300	425	ZP27 (ZP2720)



## کامپوزیتها

کامپوزیت	جنس پایه	مقدار الیاف %	جرم مخصوص $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	استحکام کششی $\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی پارگی $\epsilon_R$ %	مدول الاستیسیته E N/mm <sup>2</sup>	دمای کاربرد تا °C	مثالهای کاربردی
<b>GFK</b> (مواد مصنوعی تقویت شده با الیاف شیشه)	EP	60	-	365	3,5	-	-	محورها، مفصلها، شاتون، بدنه قابی، ورقه های روتور
	UP	35	1,5	130	3,5	10800	50	مخازن، نانکها، لوله ها، کاسه چراغ، قطعات اتاق خودرو
	PA 66	35	1,4	160	5	5000	190	اجزاء پوسته های بزرگ و صلب، دوشاخه برق قوی
	PC	30	1,42	90	3,5	6000	145	پوسته و بدنه چاپگر، کامپیوتر، تلویزیون
	PPS	30	1,56	140	3,5	11200	260	سریج لامپ و قرقره سیم پیچ در الکترونیک
	PAI	30	1,56	205	7	11700	280	پاناقانها، حلقه نشیمن شیر، آببندها، رینگ پیستون
<b>CFK</b> (مواد مصنوعی تقویت شده با الیاف کربنی)	PEEK	30	1,44	155	2,2	10300	315	جنس ساختمانی سبک در سفرهای فضایی، جایگزین فلز
	PPS	30	1,45	190	2,5	17150	260	مانند GFK-PPS
	PAI	30	1,42	205	6	11700	180	مانند GFK-PAI
	PEEK	30	1,44	210	1,3	13000	315	مانند GFK-PEEK

PC پلی کربنات

PA 66 پلی آمید 66، جزئی کریستالی

UP پلی استر اشباع نشده

(۱) اپوکسید

PEEK پلی اتر اترکتن

PAI پلی آمیدیمید

PPS پلی فینلن سولفید

(۳)  $\epsilon_s$  تغییر طول در تنش تسلیم(۲)  $\sigma_y$  تنش تسلیم

## سرامیکها

مواد	نام مواد	جرم مخصوص $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	استحکام خمشی $\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup>	مدول الاستیسیته E N/mm <sup>2</sup>	ضریب انبساط طولی $\alpha$ 1/K	خواص، مثالهای کاربردی
سیلیکات آلومینیم	C130	2,5	160	100000	0,000 005	سخت، ضدسایش، پایداری خوب شیمیایی و حرارتی، مقاومت عایق خوب، عایقها، کانالیزاتورها، پوسته های ضدآتش
اکسید آلومینیم	C799	3,7	300	300000	0,000 007	سخت، ضدسایش، پایداری خوب شیمیایی و حرارتی؛ سرامیکهای برشی، سنگهای تیزکنی، بیوپزشکی
دی اکسید زیرکونیم	ZrO <sub>2</sub>	5,5	800	210000	0,000 010	غیرحساس به شکست، خیلی محکم، پایداری خوب شیمیایی و حرارتی، ضدسایش؛ حلقه های کشش، ماتریسهای اکستروژن
کاربید سیلیسیم	SiC	3,1	600	440000	0,000 005	سخت، ضدسایش، مقاوم در برابر تغییرات دما، پایداری خوردگی خوب حتی در دماهای بالا، مواد سنگ زنی، شیرها، پاناقانها، محفظه سوخت
نیتريد سیلیسیم	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	3,2	900	330000	0,000 004	غیرحساس به شکست، مقاوم در برابر تغییرات دما، خیلی محکم؛ سرامیکهای برشی، پره های هادی و گردان در توربینهای گازی
نیتريد آلومینیم	AlN	3,0	200	300000	0,000 005	هدایت بالای حرارتی، توانایی عایق الکتریکی بالا، نیمه هادیها، پوسته ها، بدنه های خنک کننده، قطعات عایق



مثال :

براقیت زینتر Sint - A 1 0

رقم دوم برای تعایز بیشتر، ولی بدون سیستم

فلز تفجوش

حروف مشخصه درجه مواد		
حروف مشخصه	پرسدگی $R_x$ به %	محدوده کاربرد
AF	$< 73$	فیلترها
A	$75 \pm 2,5$	پاتاقهای لغزشی
B	$80 \pm 2,5$	پاتاقهای لغزشی قطعات فرم‌دار با خواص لغزشی
C	$85 \pm 2,5$	پاتاقهای لغزشی، قطعات فرم‌دار
D	$90 \pm 2,5$	قطعات فرم‌دار
E	$94 \pm 1,5$	قطعات فرم‌دار
F	$> 95,5$	قطعات فرم‌دار آهن‌گری شده تفجوش

رقم اول شناسایی ترکیب شیمیایی	
رقم شناسایی	ترکیب شیمیایی مقدار جرمی به %
0	آهن زینتر، فولاد زینتر، $Cu < 1\%$ با یا بدون C
1	فولاد زینتر، 1% تا 5% Cu، با یا بدون C
2	فولاد زینتر، $Cu > 5\%$ ، با یا بدون C
3	فولاد زینتر، با یا بدون Cu یا C، سایر عناصر آلیاژی $> 6\%$ مثلا Ni
4	فولاد زینتر، با یا بدون Cu یا C، سایر عناصر آلیاژی $< 6\%$ مثلا Cr و Ni
5	آلیاژهای زینتر، $Cu > 60\%$ ، مثلا زینتر CuSn
6	فلزات رنگی زینتر، غیر از رقم شناسایی 5
7	فلزات سبک زینتر، مثلا آلومینیم زینتر
8 و 9	ارقام رزرو

## وضعیت عملیات

وضعیت عملیات جنس	وضعیت عملیات سطحی
<ul style="list-style-type: none"> <li>عملیات بخار شده</li> <li>آهن‌گری زینتر شده</li> <li>پرسکاری ایزواستاتیک شده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>زینتر شده</li> <li>کالیبره شده</li> <li>عملیات حرارتی شده</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>براق زینتری</li> <li>براق کالیبره‌ای</li> <li>براق آهن‌گری</li> </ul>

طبق DIN 30910-2...6 (1990-10)

فلزات تفجوش (انتخاب، بدون فلزات تفجوش آهنربایی نرم)

خواص، مثالهای کاربردی	ترکیب شیمیایی	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	سختی $HB_{min}$	نام کوتاه
قطعات فیلتر گاز و مایع	فولاد زینتر برنز زینتر Cr 16...19%, Ni 10...14% Sn 9...11%, بقیه Cu	80...200 40...160	- -	Sint-AF40 Sint-AF50
جنس پاتاق با فضاهای خالی بزرگ برای خواص دورگیری عالی، پوسته‌های پاتاق، بوشهای پاتاق	آهن زینتر فولاد زینتر برنز زینتر برنز زینتر C < 0,3%, Cu < 1% C < 0,3%, Cu > 5% C < 0,2%, Sn 9...11%, بقیه Cu C < 0,2...2%, Sn 9...11%, بقیه Cu	> 60 > 150 > 70 > 60	> 25 > 40 > 25 > 18	Sint-A00 Sint-A20 Sint-A50 Sint-A51
پاتاقان لغزشی با خواص دورگیری عالی، قطعات فرم‌دار تحت تنش کوچک	آهن زینتر فولاد زینتر برنز زینتر C < 0,3%, Cu < 1% C < 0,2%, Cu 1...5% C < 0,2%, Sn 9...11%, بقیه Cu	> 80 > 150 > 90	> 30 > 40 > 25	Sint-B00 Sint-B10 Sint-B50
پاتاقانهای لغزشی، قطعات فرم‌دار تحت بار متوسط با خواص خوب لغزشی، قطعات خودرو، اهرم، قطعات کلاچ	آهن زینتر فولاد زینتر آهن زینتر برنز زینتر C < 0,3%, Cu < 1% C < 0,3%, Cu > 5% Cr 16...19%, Ni 10...14%, Mo 2% C < 0,2%, Sn 9...11%, بقیه Cu	> 150 > 200 > 300 > 140	> 45 > 60 > 100 > 30	Sint-C00 Sint-C20 Sint-C40 Sint-C50
قطعات فرم‌دار برای بارهای سنگین، قطعات ضدسایش پمپها، چرخنده‌ها، گاهی مقاوم به خوردگی	آهن زینتر فولاد زینتر فولاد زینتر آهن زینتر C < 0,3%, Cu < 1% C < 0,3%, Cu 1...5% C < 0,3%, Cu 1...5%, Ni 1...5% Cr 16...19%, Ni 10...14%, Mo 2%	> 250 > 300 > 550 > 450	> 50 > 80 > 110 > 100	Sint-D00 Sint-D10 Sint-D30 Sint-D40
قطعات فرم‌دار مکانیک ظریف، وسایل خانه، صنایع الکترونیکی	آهن زینتر فولاد زینتر آلومینیم زینتر C < 0,1% C < 0,3%, Cu 1...5% Cu 4...6%	> 200 > 350 > 200	> 55 > 100 > 55	Sint-E02 Sint-E10 Sint-E73
حلقه‌های آب‌بند، فلانچهای سیستم استهلاك صوت	فولاد آهن‌گری زینتر، دارای C و Mn فولاد آهن‌گری زینتر، دارای C، Ni و Mn	> 600 > 770	> 140 > 180	Sint-F00 Sint-F31



مزایا :	معایب :	خواص عمومی
<ul style="list-style-type: none"> <li>جرم مخصوص کم</li> <li>عایق الکتریکی</li> <li>عایق و مانع صوتی و گرما</li> <li>سطح زینتی</li> <li>شکل دهی اقتصادی</li> <li>پایداری شیمیایی و آب و هوایی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>استحکام و پایداری حرارتی کمتر در مقایسه با فلزات</li> <li>گاهی قابل اشتعال</li> <li>گاهی غیرپایدار در برابر مواد حلال</li> <li>قابل مصرف و بازیافت فقط به صورت محدود</li> </ul>	

الاستومرها	دوروپلاستها	ترموپلاستها	تقسیم بندی
غیر قابل شکل دهی غیر قابل جوشکاری قابل چسباندن قابل براده برداری در دماهای پایین	غیر قابل شکل دهی غیر قابل جوشکاری قابل چسباندن قابل براده برداری	با قابلیت شکل دهی گرم قابل جوشکاری عموماً قابل چسباندن قابل براده برداری	ماشینکاری
پرسکاری و فشردن توزیع اکستروود	پرسکاری و فشردن توزیع توزیع، ریخته گری	توزیع دمش - توزیع اکستروود	فرآیند
غیر قابل بازیافت	غیر قابل بازیافت در صورت نیاز قابل مصرف به عنوان ماده پرکننده	با قابلیت بازیافت خوب	بازیافت

رفتار دمایی	ساختار
<p>استحکام کششی</p> <p>تغییر طول شکست</p> <p>20°C</p> <p>دما →</p> <p>a محدوده جوشکاری؛ b شکل دهی گرم؛ c تزریق، اکستروود</p>	<p>ترموپلاست آمورف (بی شکل)</p> <p>مولکولهای بزرگ نخ مانند بدون شبکه شدن</p>
<p>استحکام کششی</p> <p>تغییر طول شکست</p> <p>20°C</p> <p>دما →</p> <p>a محدوده جوشکاری؛ b شکل دهی گرم؛ c تزریق، اکستروود</p>	<p>ترموپلاست کریستالی جزئی</p> <p>ورقه ها</p> <p>لایه های میانی آمورف</p> <p>محدوده های کریستالی نیروی اتصال بزرگتری دارد</p>
<p>استحکام کششی</p> <p>تغییر طول شکست</p> <p>20°C 50°C</p> <p>دما →</p>	<p>دوروپلاستهای نخ شکل</p> <p>مولکولهای بزرگ با نقاط شبکه ای زیاد</p>
<p>استحکام کششی</p> <p>تغییر طول شکست</p> <p>0°C 20°C</p> <p>دما →</p>	<p>الاستومرهای نخ شکل</p> <p>مولکولهای بزرگ با حالت کم اهمیت با نقاط شبکه ای کم</p>



## نام کوتاه پلیمرهای پایه

طبق DIN EN ISO 1043-1 (2002-06)

نام کوتاه	نام شیمیایی کامل	نوع <sup>(۱)</sup>	نام کوتاه	نام شیمیایی کامل	نوع <sup>(۱)</sup>	نام کوتاه	نام شیمیایی کامل	نوع <sup>(۱)</sup>
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol	T	PAK	Polyacrylat	T	PTFE	Polytetrafluorethylen	T
AMMA	Acrylnitril-Methyl-methacrylat	T	PAN	Polyacrylnitril	T	PUR	Polyurethan	D
		T	PB	Polybuten	T	PVAC	Polyvinylacetat	T
		T	PBT	Polybutylenterephthalat	T	PVB	Polyvinylbutyrat	T
ASA	Acrylnitril-Styrol-Acrylat	T	PC	Polycarbonat	T	PVC	Polyvinylchlorid	T
CA	Celluloseacetat	T	PCTFE	Polychlortrifluorethylen	T	PVDC	Polyvinylidenchlorid	T
CAB	Celluloseacetatbutyrat	T	PE	Polyethylen	T	PVF	Polyvinylfluorid	T
CF	Cresol-Formaldehyd	D	PET	Polyethylenterephthalat	T	PVFM	Polyvinylformal	T
CMC	Carboxymethylcellulose	AN	PF	Phenol-Formaldehyd	D	PVK	Poly-N-vinylcarbazol	T
CN	Cellulosenitrat	AN	PIB	Polyisobuten	T	SAN	Styrol-Acrylnitril	T
CP	Cellulosepropionat	T	PMMA	Polymethylmethacrylat	T	SB	Styrol-Butadien	T
EC	Ethylcellulose	AN	POM	Polyoxymethylen; Polyformaldehyd	T	SI	Silicon	D
EP	Epoxid	D				SMS	Styrol- $\alpha$ -Methylstyrol	T
EVAC	Ethylen-Vinylacetat	E	PP	Polypropylen	T	UF	Urea-Formaldehyd	D
MF	Melamin-Formaldehyd	D	PS	Polystyrol	T	UP	پلی استر اشباع نشده	D
PA	Polyamid	T	PSU	Polysulfon	T	VCE	Vinylchlorid-Ethylen	T

(۱) AN مواد طبیعی تغییر یافته؛ E الاستومر؛ D دوروپلاست؛ T ترموپلاست

طبق DIN EN ISO 1043-1 (2002-06)

## حروف شناسایی تعیین خواص ویژه

خواص ویژه	K <sup>(۱)</sup>	خواص ویژه	K <sup>(۱)</sup>	خواص ویژه	K <sup>(۱)</sup>	خواص ویژه	K <sup>(۱)</sup>
دما	T	انعطاف پذیر، سیال	N	نرمال، نولاک	T	پلی اتیلن خطی و با جرم مخصوص کم	PE-LLD
ماوراء، بدون نرم کننده	U	بالا، هومو	O	جهت دار	U	پلی وینیل کلراید، با نرم کننده	PVC-P
خیلی	V	چقرمه ضربه	P	دارای نرم کننده	V		
وزن	W	خطی، پایین	R	افزایش یافته، رزول، سخت	W		
شبکه‌ای شده، قابل شبکه‌ای	X	متوسط، مولکولی	S	اشباع، سولفون دار شده	X		

(۱) حروف مشخصه

طبق DIN ISO 1043-2 (2002-04)

## حروف شناسایی و نام کوتاه برای مواد پرکننده و تقویت کننده

نام کوتاه برای مواد<sup>(۱)</sup>

نام کوتاه	مواد	نام کوتاه	مواد	نام کوتاه	مواد	نام کوتاه	مواد
B	بر	G	شیشه	P	میکا	T	تالک
C	کربن	K	کربنات کلسیم	Q	سلیکات	W	چوب
D	تری هیدرات آلومینیم	L	سلولز	R	آرامید	X	تعیین نشده
E	گل رس	M	معدن، فلز <sup>(۲)</sup>	S	مواد مصنوعی	Z	غیره

## علائم کوتاه برای شکل و ساختمان

نام کوتاه	شکل، ساختمان	نام کوتاه	شکل، ساختمان	نام کوتاه	شکل، ساختمان	نام کوتاه	شکل، ساختمان
B	گوی، ساچمه	G	جنس آسیایی	N	بی بافت	VV	ورقه بسیار نازک
C	براده، تراشه	H	ویسکر	P	کاغذ	W	منسوج، بافته
D	پودر	K	منسوجات کشیاف	R	نیم تاب	X	تعیین نشده
F	الیاف	L	لایه	S	پوسته، دانه برف مانند	Y	نخ
		M	حصیر، ضخیم	T	نخ تابیده از الیافها	Z	غیره

GF: الیاف شیشه

CH: ویسکر کربن

MD: پودر مواد معدنی

(۱) مواد را می‌توان به طور اضافی مشخص و تعریف کرد مثلاً با علائم شیمیایی یا علائمی غیر از استانداردهای بین‌المللی

(۲) در فلزات (M) باید نوع فلز توسط علائم شیمیایی بیان شود.



## فرآیندهای شناسایی مواد مصنوعی

آزمایش تعلیق		قابلیت انحلال در حلالها	آزمایش توری		رفتار هنگام گرم کردن
محلول با جرم مخصوص به $g/cm^3$	مواد مصنوعی معلق		دید از نمونه ... هست	تیره	
1,0 تا 0,9	PB, PE, PIB, PP	دوروپلاستها و PTFE حل نمی‌شوند.	CA, CAB, CP, EP, PC, PS, PMMA, PVC, SAN	ABS, ASA, PA, PE, POM, PP, PTFE	• ترموپلاستها نرم و ذوب می‌شوند. • دوروپلاستها و الیاف ترموپلاستیک مستقیماً تجزیه می‌شوند.
1,2 تا 1,0	ABS, ASA, CAB, CP, PA, PC, PMMA, PS, SAN, SB	ترموپلاستهای دیگر در حلالهای معینی قابل حل هستند، مثلاً PS در بنزن یا استن حل می‌شوند.	لمس کردن		
1,5 تا 1,2	CA, PBT, PET, POM, PSU, PUR	مواد پرسی پر شده آلی	حس مومی در :		• رنگ شعله • رفتار سوخت • تشکیل دوده • بوی دوده
1,8 تا 1,5			PE, RTFE, POM, PP		
2,2 تا 1,8	PTFE				

## خواص متمایز مواد مصنوعی از همدیگر

نام کوتاه <sup>۱)</sup>	جرم مخصوص $g/cm^3$	رفتار سوخت	خواص متمایز دیگر
ABS	$\approx 1,05$	شعله زرد، دود شدید، بوی گاز روشنایی	کشسان چقرمه، به وسیله تتراکلرید کربن حل نمی‌شود، صدا خفه‌کن
CA	1,31	شعله زرد و افشان، قطره‌قطره می‌شود، بوی کاغذ سوخته و جوهر سرکه (اسید استیک) دارد	خوش‌دست، صدا خفه‌کن
CAB	1,19	شعله زرد و افشان، قطره‌قطره می‌شود، بوی کره فاسد دارد	صدا خفه‌کن
MF	1,50	قابلیت اشتعال کم، زغال‌شدگی با لبه سفید، بوی آمونیاک دارد	قابلیت خردشوندگی کم، صدادار (طبق UF)
PA	$\approx 1,10$	شعله آبی با حاشیه زرد، به صورت قطره‌قطره به هم متصل می‌شود، بوی شاخ سوخته دارد	کشسان چقرمه، غیرقابل خردشدن، صدا خفه‌کن
PC	1,20	شعله زرد، با حذف شعله خاموش می‌شود، دود می‌کند، بوی فنول دارد	سخت چقرمه، غیرقابل خردشدن، صدادار
PE	0,92	شعله روشن با هسته آبی، قطره‌قطره می‌شود، بوی پارافین می‌دهد، بخار آن بسختی قابل دید است (طبق PP)	سطح واکس مانند، اثرپذیر با ناخن، غیرقابل خردشدن، دمای فرآیند کاری $< 230^\circ C$
PF	1,40	قابلیت اشتعال کم، شعله زرد، زغال می‌شود، بوی فنول و چوب سوخته دارد	قابلیت خردشوندگی کم، صدادار
PMMA	1,18	شعله روشن‌کننده، بوی میوه، جز جز می‌کند، قطره‌قطره می‌شود	خالص آن بی‌رنگ است، صدا خفه‌کن
POM	1,42	شعله آبی، قطره قطره می‌شود، بوی فرمالدئید دارد	غیرقابل خرد شدن، صدادار
PP	0,91	شعله روشن با هسته آبی، قطره‌قطره می‌شود، بوی پارافین می‌دهد، بخار آن بسختی قابل دید است (طبق PE)	عدم تأثیر ناخن انگشت، غیرقابل خردشدن
PS	1,05	شعله زرد، دود شدید، بوی گاز مطبوع، قطره‌قطره می‌شود	شکننده، طنین صدای آن مانند ورق آهن، تحت شرایطی توسط تتراکلرید کربن حل می‌شود
PTFE	2,20	غیرقابل اشتعال، در حال سرخ بوی بدی دارد	سطح واکس مانند
PUR	1,26 $\approx 0,05$	شعله زرد، بوی آزاردهنده شدید	پلی‌اوره‌تان، کشسان لاستیکی مواد کفی (اسفنجی) - پلی‌اوره‌تان
PVC-U	1,38	قابلیت اشتعال کم، با گرفتن شعله خاموش می‌شود، بوی اسید کلریدریک دارد، زغال می‌شود	صدادار، (سخت = U)
PVC-P	1,20...1,35	بسته به نرم‌کننده قابلیت احتراق آن بهتر از PVC-U، بوی اسید کلریدریک، زغال می‌شود	قابلیت انعطاف مانند لاستیک، بی‌صدا، (نرم = P)
SAN	1,08	شعله زرد، دود شدید، بوی گاز روشنایی، قطره‌قطره می‌شود	کشسان چقرمه، در تتراکلرید کربن حل نمی‌شود
SB	1,05	شعله زرد، دود شدید، بوی گاز روشنایی و لاستیک، قطره‌قطره می‌شود	به شکنندگی PS نیست، تحت شرایط خاص هم در تتراکلرید کربن حل نمی‌شود
UF	1,50	قابلیت اشتعال کم، زغال‌شدگی با لبه سفید، بوی آمونیاک دارد	قابلیت خردشوندگی کم، (طبق MF)
UP	2,00	شعله روشن‌کننده، زغال می‌شود، بوی استیرن، با پسماند پشم‌شیشه‌ای	قابلیت خردشوندگی کم، صدادار



# ترموپلاستها (انتخاب)

مثالهای کاربردی	دمای کاربردی پایدار <sup>۲</sup> °C	چقرمگی ضربه mJ/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی <sup>۱</sup> N/mm <sup>2</sup>	جرم مخصوص g/cm <sup>3</sup>	نام تجاری	نام	علامت کوتاه
پوسته تلفن، پائل کنترل، تخته اسکی آب	85...100	80... "k. B.	35...56	≈ 1,05	ترلوران، نوودور	اکریل نیتریل- بوتادین-استیرول	ABS
چرخندها، پاناقانهای لغزشی، پیچها، طناب، محفظه	80...100	"k. B.	43	1,14	دوره تان، ماراتیل، رزستان	پلی آمید 6	PA 6
	80...100	"21	57	1,14	اولترامید، ریلسان	پلی آمید 66	PA 66
جعبه باتری، مخازن سوخت، سطل اشغال، لولهها، عایق کابل، فولیهها، بطریها	80...100	"k. B.	20...30	0,96	هوستالن، لوپولین	پلی اتیلن، جرم مخصوص بالا	PE-HD
	60...80	"k. B.	8...10	0,92	وستولن A	پلی اتیلن، جرم مخصوص پایین	PE-LD
شیشههای نوری، چراغ چشمکزن، قسمت مدرج، حروف نوری	70...100	18	70...76	1,18	پلکسی گلاس، دگالان، لوکرل	پلی متیل- متاکریلات	PMMA
چرخندها، پاناقانهای لغزشی، بدنه شیرها، اجزاء پوسته	95	100	50...70	1,42	دلرین، هوستافرم، اولترافرم	پلی اکسی متیلن	POM
کانالهای حرارتی، اجزاء ماشین لباسشویی، اتصالات، پوسته پمپها	100...110	"k. B.	21...37	0,91	هستالن PP، نوولن، پروکم، وستولن P	پلی پروپایلن	PP
مواد بسته بندی، ظروف، قرقره فیلم، صفحات عایق گرما	55...85	13...20	40...65	1,05	استیرپر، پلیستیرول، وستیرن	پلیستیرول	PS
پاناقانهای بدون سرویس، رینگ پیستون، آببندها، پمپها	280	"k. B.	15...35	2,20	هوستافلن، تفلون، فلوتون	پلی تترافلوئور- اتیلن	PTFE
شلنگها، آببندها، پوشش کابلها، لولهها، آببندها، مخازن	60...80	"2	20...29	1,20...1,35	هوستالیت، وینوفلکس، وستولیت	پلی وینیل کلراید، دارای نرم کننده	PVC-P
	< 60	"k. B.	35...60	1,38	وینولیت، سولویک	پلی وینیل کلراید، بدون نرم کننده	PVC-U
صفحات مدرج، پوسته باتریها، محفظه نورافکنها	85	23...25	78	1,08	لوران، وستیرن، لواستران	استیرول- اکریلنیتریل کوپلیمر	SAN
محفظه تلویزیون، مواد بسته بندی، اتوها، جعبه تقسیم	55...75	40... "k. B.	22...50	1,05	وستیرن، استیرولوکس	استیرول- بوتادین کوپلیمر	SB

(۱) مقادیر بستگی به دما و سرعت آزمایش دارد.

(۲) مدت زمان تأثیر دما خیلی مهم است.

(۳) k. B. : عدم شکست نمونه آزمایش

(۴) چقرمگی ضربه شکاف



# مشخصه مواد قالب گیری ترموپلاستیکی

طبق (1999-10) DIN EN ISO 1872-1

پلی اتیلن PE

طبق (1995-12) DIN EN ISO 1873-1

پلی پروپایلن PP

سیستم نامگذاری:

بلوک	بلوک شماره	بلوک داده‌های	بلوک داده‌های	بلوک داده‌های	بلوک داده‌های	بلوک داده‌های
نامگذاری:	استاندارد	1	2	3	4	5

مثال:

ترموپلاست ISO 1873 - PP-R EL 06-16-003 ۲۰۰ ISO 8773

## بلوک داده‌های 1

در بلوک داده‌های 1 بعد از خط تیره، مواد قالب‌گیری با علامت کوتاه PE یا PP مشخص می‌شود.  
در پروپایلنها اطلاعات اضافی دیگری هم داده می‌شوند: PP-H، هوموپلیمریزات پروپایلن، PP-B، چقرمه ضربه ترموپلاستیکی، PP-R، کوپولیمیزات ترموپلاستیکی، استاتیکی پروپایلن

## بلوک داده‌های 2

خواص اصلی، افزوده‌ها و رنگ‌آمیزی PE و PP				کاربرد پیش‌بینی شده و/یا فرآیندهای عمل‌آوری در مورد PE و PP			
موقعیت 2 تا 8	علامت	موقعیت 2 تا 8	علامت	موقعیت 1	علامت	موقعیت 1	علامت
پایدارکننده نوری	L	پایدار کننده فرایند	A	اکستروژن مونوفیل	L	قالب‌گیری دمشی	B
رنگهای طبیعی	N	وسيله ضدبلوک	B	تزریق	M	نورد یا غلتک‌کاری	C
چقرمه ضربه	P	مواد رنگی	C	پرسکاری	Q	اکستروژن	E
وسيله جداکننده از قالب	R	پودر	D	قالب‌گیری دورانی	R	اکستروژن (فولی)	F
مواد روغنگار و روان‌کننده	S	سوخت	E	تف‌جوشی	S	کاربرد عمومی	G
شفافیت افزایش یافته	T	مواد محافظ آتش‌سوزی	F	بدون هیچ داده‌ای	X	پوشش دادن	H
قابلیت شبکه‌ای شدن	X	گرانول	G	تولید الیاف	Y	عایق کردن کابلها	K
رسانایی الکتریکی افزایش یافته	Y	پایدارکننده تغییرات	H				
آنتی استاتیک	Z	نسبت به گرما					

## بلوک داده‌های 3

سرعت جریان مواد ذوب (اندیس ذوب)				مدول الاستیسیته PP به		جرم مخصوص PE به	
شرایط برای PE و PP		شرایط برای PE		تا ... از	علامت	تا ... از	علامت
علامت	kg بار	دما °C	علامت	تا ... از	علامت	تا ... از	علامت
000	0,1 ...	190	E	400 ...	02	901 ...	00
001	0,1 ... 0,2	190	D	400 ... 800	06	901 ... 906	03
003	0,2 ... 0,4	190	T	800 ... 1200	10	906 ... 911	08
006	0,4 ... 0,8	190	G	1200 ... 2000	16	911 ... 916	13
012	0,8 ... 1,5			2000 ... 3500	28	916 ... 921	18
022	1,5 ... 3,0			3500	40	921 ... 925	23
045	3,0 ... 6,0					925 ... 930	27
090	6 ... 12			چقرمگی ضربه شکاف PP به kJ/m <sup>2</sup>		930 ... 936	33
200	12 ... 25			3 ... 6	05	936 ... 942	40
400	25 ... 50			6 ... 12	09	942 ... 948	45
700	50			12 ... 20	15	948 ... 954	50
				20 ... 30	25	954 ... 960	57
				30	35	960	62

## بلوک داده‌های 4 برای PE و PP

موقعیت 2: علامت برای فرم فیزیکی				موقعیت 1: علامت برای درجه پرشدن و تقویت			
فرم	علامت	فرم	علامت	جنس	علامت	جنس	علامت
ورقهای کوچک، دانه برف مانند	S	ساجمه، گوی	B	مصنوعی، آلی	S	پر	B
تعیین نشده	X	پودر	D	تالک	T	کربن	C
غیره	Z	الیاف	F	چوب	W	شیشه	G
		مواد آسیایی	G	تعیین نشده	X	گچ	K
		ویسکر	H	غیره	Z	سلولز	L
						معننی، فلز	M

موقعیت 3: مقدار مواد پرکننده به درصد

مواد قالب‌گیری پروپایلن، هومو پلیمر، فرایند تزریق، مدول الاستیسیته: ISO 1873-PP-H, M 40-02-045, TD40	ترموپلاست
3500 MPa، چقرمگی ضربه شکاف 3 kJ/m <sup>2</sup> ، سرعت جریان مواد ذوب 4,5 g/10 min، مواد پرکننده 40% پودر تالک	
(1) بلوک 5 اختیاری، داده‌های الزامات اضافی	(2) 2 تا کاما (،): بلوک داده‌ها منتفی است.
	(3) فقط در PP



# مواد قالب‌گیری دوروپلاستیکی، مواد پرسی لایه‌ای

مشخصه و خواص مواد قالب‌گیری دوروپلاستیکی (با قابلیت سخت شدن)

نوع	ترکیب	استحکام	چقرمگی	دمای پایداری	مقدار آب	کاربرد، خواص
رزین	مواد پرکننده	خمشی N/mm <sup>2</sup>	ضربه‌ای kJ/m <sup>2</sup>	شکل °C	mg max.	

طبق DIN 7708-2 (1975-10)

انواع مواد قالب‌گیری فنوئول پلاست

31	PF	پودر چوب	70	6	125	150	کاربرد عمومی
85		پودر چوب/ مواد سلولز	70	5	125	200	چقرمگی ضربه شکاف افزایش یافته
51		مواد سلولز و غیره	60	5	125	300	
83		الیاف کوتاه پنبه‌ای	60	5	125	180	
71		الیاف پنبه‌ای و غیره	60	6	125	250	
84		بافت پنبه‌ای	60	6	125	150	
74		بافت پنبه‌ای	60	12	125	300	
75		نخ‌های ابریشم مصنوعی	60	14	125	300	
12		الیاف آزیست <sup>(۱)</sup>	50	3,5	150	60	پایداری شکلی افزایش یافته در گرما، با الیاف آزیست قابل بارگذاری مکانیکی بالا
15		رشته‌های آزیست <sup>(۱)</sup>	50	5	150	130	
16		پودر سنگ	70	15	150	90	خواص الکتریکی افزایش یافته، مقاومت الکتریکی ویژه $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$
11.5		میکا	50	3,5	150	45	
13		میکا	50	3	150	20	
13.9		میکا	50	3	150	20	خواص اضافی دیگر، بدون آمونیاک
51.5		مواد سلولز	60	5	125	300	

مواد قالب‌گیری فنوئول پلاست نوع 31 : Typ 31 DIN 7708 مواد قالب‌گیری

طبق DIN 7708-3 (1975-10)

انواع مواد قالب‌گیری آمینوپلاست (UF, MF, MP)

131	UF	مواد سلولز	80	6,5	100	300	کاربرد عمومی (قطعات بهداشتی، لوازم خانگی)، UF برای ظروف غذا و نوشیدنی به کار نمی‌رود
150	MF	پودر چوب	70	6	120	250	چقرمگی ضربه شکاف افزایش یافته
180	MP	پودر چوب	80	6	120	180	
153	MF	الیاف پنبه	60	5	125	300	پایداری افزایش یافته شکلی در برابر گرما
154	MF	بافت پنبه	60	6	125	300	
155	MF	پودر سنگ	40	2,5	130	200	خواص الکتریکی افزایش یافته (مواد الکتریکی و شیمیایی)
156	MF	الیاف آزیست <sup>(۱)</sup>	50	3,5	140	200	
131.5	UF	مواد سلولز	80	6,5	100	300	موارد خاص، ظروف غذا و نوشیدنی
183	MP	مواد سلولز/ پودر سنگ	70	5	120	120	
152.7	MF	مواد سلولز	80	7	120	200	

طبق DIN EN 60893-3-1 (2004-09)

مواد پرسی لایه‌ای<sup>(۲)</sup>

انواع مواد تقویت‌کننده		انواع رزین	
نام	نام کوتاه	نام	نوع رزین
بافت پنبه‌ای	CC	رزین اپوکسید	EP
کاغذ سلولزی	CP	رزین ملامین-فرمالدئید	MF
مواد ترکیبی تقویت کننده	CR	رزین فنول فرمالدئید	PF
بافت شیشه‌ای	GC	رزین پلی استر اشباع نشده	UP
شیشه (حصیر)	GM	رزین سیلیکون	SI
بافت الیاف پلی استری	PC	رزین پلی‌مید	PI
روکشهای چوبی	WV	-	-

نوع رزین : رزین فنول فرمالدئید، مواد تقویت کننده از کاغذ سلولزی، شماره : PF CP 204 مواد پرسی لایه‌ای سری کمپسیون الکتریکی بین‌المللی (IEC) = 204

(۱) مواد آزیست به عنوان مواد سرطان‌زا عمل می‌کنند. کاربرد آن در آلمان و چند کشور دیگر به طور قانونی منع شده است.

(۲) مواد پرسی لایه‌ای به خاطر خواص مکانیکی خوب آن و نیز خواص عایق الکتریکی، به صورت صفحات و لوله‌ها در مهندسی قدرت به کار می‌رود. در ماشین‌سازی جهت ساخت پوسته یاتاقان، قرقره و چرخنده استفاده می‌شود.



## الاستومرها (کائوچوها)

خواص، مثالهای کاربردی	دمای کاربرد °C	تغییر طول نسبی شکست %	استحکام کششی <sup>۲</sup> N/mm <sup>2</sup>	جرم مخصوص g/cm <sup>3</sup>	نام	نام کوتاه <sup>۱</sup>
استحکام سایشی بالا، لاستیکها، تسمه گوهی، تسمه بلند کردن بار سنگین	-60...+90	450	2 (18)	0,94	کائوچوی- بوتادین	BR
مستهلك کننده ارتعاش، پایدار در برابر روغن و بنزین؛ آببندها، اجزاء ضربه گیر پایدار در برابر گرما	-30...+120 -10...+120	250	5 (15)	1,27 ...1,36	کائوچوی- ابی کلریدرین	CO
پایدار در برابر روغن و اسید، سختی می سوزد؛ آببندها، شلنگها، تسمه های گوه ای شکل	-30...+110	400	11 (25)	1,25	کائوچوی- کلروپرن	CR
پایداری در برابر تغییرات آب و هوا، پایدار در برابر روغن؛ مواد عایق، قطعات فرم دار، فویلها	-30...+120	300	18 (20)	1,25	پلی اتیلن کالر سولفون دار شده	CSM
عایق الکتریکی خوب، ناپایدار در برابر روغن و بنزین؛ آببندها، ضربه گیر، شلنگ آب خنک کننده، پروفیلها	-50...+120	500	4 (25)	0,86	کائوچوی- اتیلن پروپیلن	EPDM
مقاوم به سایش، پایداری حرارتی عالی، صنایع هوایی و فضایی، صنایع خودرو؛ آببندهای شعاعی محور، O-رینگها	-10...+190	450	2 (15)	1,85	کائوچوی- فلوئور	FKM
پایدار در برابر آب و هوا و ازن؛ عایق کابل، شلنگها خودرو	-30...+120	600	5 (21)	0,93	کائوچوی- ایزوپرن ایزوبوتن	IIR
پایداری کمتر در برابر روغن، استحکام بالا؛ لاستیکهای خودرو سواری، اجزاء فنی	-60...+60	500	1 (24)	0,93	کائوچوی- ایزوپرن	IR
مقاوم به سایش، پایدار در برابر روغن و بنزین، هادی برق؛ O-رینگها، شلنگهای هیدرولیک، آببندی محورهای شعاعی، آببندهای محوری	-20...+110	450	6 (25)	1,00	کائوچوی- اکریل نیتریل بوتادین	NBR
پایداری کمتر در برابر روغن، استحکام بالا؛ لاستیکهای خودرو سواری، اجزاء فنی	-60...+70	600	22 (27)	0,93	کائوچوی طبیعی کائوچوی ایزوپرن	NR
الاستیک، مقاوم به فرسودگی، تسمه های دنداندار، آببندها، کلاچها	-30...+100	450	20 (30)	1,25	کائوچوی- پلی اوره تان	PUR
عایق الکتریکی خوب، دافع آب؛ O-رینگها، سرشمع، آببند کنگی سیلندر، درزگیر اتصالات	-80...+180	250	1 (8)	1,25	کائوچوی استایرین- ایزوپرن	SIR
پایداری کمتر در برابر روغن و بنزین؛ لاستیکهای خودرو، شلنگها، پوشش کابلها	-30...+80	500	5 (25)	0,94	کائوچوی استایرین- بوتادین	SBR

(۱) طبق DIN ISO 1629 (1992-03) (۲) مقادیر داخل پرانتز = الاستومرهای تقویت شده با مواد افزوده و پرکننده

## مواد اسفنجی

طبق DIN 7726 (1982-05)

مواد اسفنجی از محفظه های بسته، باز یا مخلوطی از آنها تشکیل شده است. جرم مخصوص آن کمتر از ماده پایه و اصلی آن است. مواد اسفنجی سخت، نیمه سخت، نرم، الاستیک، الاستیک نرم و خود پوسته ساز متخلخل وجود دارند.

جذب آب در 7 روز درصد حجمی	رسانایی گرما W/(K · m)	محدوده کاربردی °C	جرم مخصوص kg/m <sup>3</sup>	ساختمان سلول	پایه ماده خام مواد اسفنجی	سفتی، سختی
2...3	0,035	75 (100)	15...30	غالباً متخلخل (تخلخل) بسته	پلی استایرین	سخت
< 1	0,038	60 (80)	50...130		پلی وینیل کلراید	
15	0,05	180 (210)	45...55		پلی اتر سولفون	
1...4	0,021	80 (150)	20...100		پلی اوره تان	
7...10	0,025	130 (250)	40...100		رزین فنول	
20	0,03	90 (100)	5...15		رزین مواد اوره	
1...2	0,036	...100	25...40	غالباً تخلخل بسته	پلی اتیلن	نیمه سخت تا الاستیک
1...4	0,036	-60...+50	50...70		پلی وینیل کلراید	
حدود 1	0,033	...150	10,5...11,5		رزین ملامین	
-	0,045	-40...+100	20...45	تخلخل باز	نوع پلی اوره تان پلی استر نوع پلی اوره تان پلی استر	نرم

(۱) دمای کاربردی طولانی مدت، داخل پرانتز کوتاه مدت



## تزریق و اکستروژن

نام کوتاه	دمای تزریق به °C		فشار تزریق به bar	اکستروژن دمای فرآیند به °C	انقباض به %	تِلرانس عمومی	اندازه‌ها با تِلرانسهای درج شده	
	مواد	قالب					سری ۱ <sup>۲</sup>	سری ۲ <sup>۳</sup>
PE	160...300	20...70	500	190...230	1,5...3,5	150	140	130
PP	170...300	20...100	1200	235...270	0,8...2	150	140	130
PVC سخت	170...210 <sup>۴</sup>	30...60	1000...1800	170...190	0,2...0,5	130	120	110
PVC نرم	170...200 <sup>۴</sup>	20...60	300	150...200	1...2,5	-	-	-
PS	180...250	30...60	-	180...220	0,3...0,7	130	120	110
SB	180...250	20...70	-	180...220	0,4...0,7	130	120	110
SAN	200...260	40...80	-	180...220	0,5...0,6	130	120	110
ABS	200...240	40...85	800...1800	180...220	0,4...0,7	130	120	110
PMMA	200...250	50...90	400...1200	180...250	0,3...0,8	130	120	110
PA	210...290	80...120	700...1200	230...275	1...2	130	120	110
POM	180...230 <sup>۴</sup>	50...120	800...1700	180...220	1...3,5	140	130	120
PC	280...320 <sup>۴</sup>	80...120	> 800	240...290	0,7...0,8	130	120	110
PF <sup>۵</sup>	90...110 <sup>۴</sup>	170...190	800...2500	-	0,5...1,5 <sup>۴</sup>	140	130	120
MF <sup>۵</sup>	95...110 <sup>۴</sup>	160...180	1500...2500	-	0,6...1,7 <sup>۴</sup>	130	120	110
UF	95...110	150...160	1500...2500	-	0,4...0,6	140	130	120

- (۱) مقایسه با جدول زیر  
 (۲) سری ۱: بدون هزینه ویژه‌ای می‌توان بدان دست یافت، سری ۲: هزینه تولید بالاتری لازم دارد.  
 (۳) انقباض عرضی و طولی آن ممکن است متفاوت باشند.  
 (۴) با ماشینهای تزریق حلزونی  
 (۵) با مواد پرکننده آلی  
 (۶) با مواد پرکننده معدنی

## تِلرانس قطعات قالب‌گیری مواد مصنوعی

گروه تِلرانس از جدول بالا	حروف شناسایی <sup>۱</sup>	محدوده اندازه نامی از ... تا به mm												
		0...1	1...3	3...6	6...10	10...15	15...22	22...30	30...40	40...53	53...70	70...90	90... 120	120... 160
تِلرانسهای عمومی														
150	A	±0,23	±0,25	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,43	±0,49	±0,57	±0,68	±0,81	±0,97	±1,20
	B	±0,13	±0,15	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,33	±0,39	±0,47	±0,58	±0,71	±0,87	±1,10
140	A	±0,20	±0,21	±0,22	±0,24	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,43	±0,50	±0,60	±0,70	±0,85
	B	±0,10	±0,11	±0,12	±0,14	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,33	±0,40	±0,50	±0,60	±0,75
130	A	±0,18	±0,19	±0,20	±0,21	±0,23	±0,25	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,44	±0,51	±0,60
	B	±0,08	±0,09	±0,10	±0,11	±0,13	±0,15	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,34	±0,41	±0,50
تِلرانس برای اندازه‌های با تِلرانس درج شده														
140	A	0,40	0,42	0,44	0,48	0,54	0,60	0,68	0,76	0,86	1,00	1,20	1,40	1,70
	B	0,20	0,22	0,24	0,28	0,34	0,40	0,48	0,56	0,66	0,80	1,00	1,20	1,50
130	A	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,54	0,60	0,68	0,76	0,88	1,02	1,20
	B	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48	0,56	0,68	0,82	1,00
120	A	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,54	0,60	0,68	0,78	0,90
	B	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48	0,58	0,70
110	A	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,36	0,40	0,44	0,50	0,58
	B	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48

(۱) A برای اندازه‌های غیر وابسته به قالب؛ B برای اندازه‌های وابسته به قالب



## مواد مصنوعی دما بالا

علامت کوتاه	نام	استحکام کششی N/mm <sup>2</sup>	دمای کاربرد تا ... از	خواص ویژه	مثالهای کاربردی
PTFE	پلی تترافلور اتیلن، نام تجاری "تفلون"	10	-20...260 °C کوتاه مدت تا 300 °C	استحکام گرمایی و پایداری شیمیایی بالا، استحکام، سختی و ضریب اصطکاک پایین	باتاقان، آب بندها (کاسه نم)، پوششها، کابل های فرکانس بالا، وسایل و تجهیزات شیمیایی
PEEK	پلی اتر - اترکتون	97	-65...250 °C کوتاه مدت تا 300 °C	استحکام گرمایی و پایداری شیمیایی بالا، رفتار لغزشی مناسب	باتاقان، چرخنده، آب بندها، سفرهای هوایی و فضایی (به جای فلزات)
PPS	سولفید پلی فینیل	70	-200...220 °C کوتاه مدت تا 260 °C	استحکام، سختی و صلبیت بالا، پایداری شیمیایی، جوی و نوری بالا	پوسته پمپ، پوش باتاقان، سفر فضایی، تاسیسات انرژی هسته ای
PSU	پلی سولفن	140...240	-40...150 °C کوتاه مدت تا 200 °C	استحکام، سختی و صلبیت بالا، پایداری شیمیایی و نوری بالا، شفاف مثل شیشه	ظروف میکروفر، قرقره، صفحات هادی، نشاندنده سطح روغن، ففسه باتاقانهای سوزنی
PI	پلیمر نام تجاری "وسپل"	75...100	-240...360 °C کوتاه مدت تا 400 °C	استحکام بالا در محدوده دمایی بزرگ، پایداری نوری، تیره و غیر قابل دید	نازل های بازش، دماغه هواپیما، رینگ پیستون، نشیمن شیر، آب بندها، اجزاء اتصال الکترونیکی

## مخلوط پلیمر

مخلوط پلیمر، مخلوط ترموپلاستهای گوناگون می باشد، خواص ویژه این پلیمریزاتهای مخلوط از ترکیب خواص مواد اولیه حاصل می شود.

علامت کوتاه	نام	اجزاء	خواص ویژه	مثالهای کاربردی
S/B	استیرول / بوتادین	90% پلیستیرول، 10% کائوچوی بوتادین	سخت - ترد، در دماهای پایین چقرمه سخت نیست	پالت، محفظه هوایی، قاب رادیو
ABS	اکریل نیتریل / بوتادین / استیرول	90% استیرول - اکریل نیتریل، 10% لاستیک نیتریل	سخت - ترد، چقرمه ضربه حتی در دماهای پایین	تلفن، قالیاق چرخ
PPE + PS	پلی فینیل اتر + پلیستیرول	ترکیب متنوع : در صورت نیاز با 30% الیاف شیشه تقویت می شود	سختی بالا، چقرمگی بالای ضربه سرد تا 40 °C، از نظر فیزیولوژی عالی	گریل خنک کننده، قطعات کامپیوتر، وسایل پزشکی، کلکتور خورشیدی، زوار زینتی
PC + ABS	پلی کربنات + اکریل نیتریل / بوتادین / استیرول	ترکیب متنوع	استحکام، سختی و چقرمگی بالا، پایداری شکلی در برابر گرمای بالا، چقرمه ضربه، ضدضربه	پائل، گنگیر، بدنه ماشینهای اداری، کاسه چراغ خودروها
PC + PET	پلی کربنات + پلی اتیلن ترفتالات	ترکیب متنوع	چقرمه ضربه و استحکام ضربه ویژه	کلاه ایمنی موتورسیکلتها، اجزاء خودرو

## الیاف تقویت کننده

نام	جرم مخصوص kg/dm <sup>3</sup>	استحکام کششی N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست %	خواص ویژه	مثالهای کاربردی
الیاف شیشه GF	2,52	3400	4,5	ایزوتوپ، استحکام خوب، استحکام گرمایی بالا، ارزان	قطعات بدنه خودرو، ساختمان هواپیما، قایق بادبانی
الیاف آرامید "AF"	1,45	3400...3800	2,0...4,0	الیاف تقویت کننده خیلی سبک، چقرمه، چقرمه ضربه، آنیزوتروپ شدید، مخفی از رادار	قطعات ساختمانی سبک تحت تنش بالا، کلاه ایمنی، جلیقه ضدگلوله
الیاف کربنی CF	1,6...2,0	1750...5000 <sup>(۱)</sup>	0,35...2,1 <sup>(۱)</sup>	آنیزوتروپ شدید <sup>(۱)</sup> ، خیلی محکم، سبک، مقاوم به خوردگی، هادی خوب جریان	اجزاء خودروهای ورزشی در باران، بادبان قایق مسابقه ای، سفرهای هوایی و فضایی

به عنوان مواد ماتریس (زمینه) غالباً دروپلاستها (مثلاً رزین UP و EP) و نیز ترموپلاستهای با دمای کاربردی بالا (مثلاً PSU, PPE, PPS, PEEK, PI) به کار می رود.

(۱) ایزوتروپ = مقادیر مشخصه یکسان مواد در همه جهات، آنیزوتروپ = خواص مواد در راستای الیاف با خواص آن در راستای عمود بر آن فرق می کند.

(۲) به مقدار زیادی بستگی به نقاط معیوب ایجاد شده در الیاف، هنگام ساخت دارد.

(۳) نام تجاری "کلوآر، Kelvar"



## فرآیندهای آزمایش - نگاه کلی

شکل	فرآیندها	کاربرد، راهنمایی
آزمایش کششی		
صفحه ۱۸۹		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>قطعه استاندارد کشش تا پاره شدن کشیده می‌شود.</li> <li>تغییر نیروی کشش و تغییر طول اندازه‌گیری و در یک دیاگرام رسم می‌شود.</li> <li>با محاسبه و تبدیل واحدها دیاگرام تنش-تغییر طول یا تنش- کرنش حاصل می‌شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>به‌دست آوردن مقادیر مشخصه مواد، مثلاً</li> <li>- محاسبه استحکام در بارگذاری استاتیکی،</li> <li>- بررسی و تحلیل رفتار تغییر شکل،</li> <li>- به‌دست آوردن داده‌های تولید یا براده‌برداری</li> </ul>
آزمایش سختی طبق برینل HB		
صفحه ۱۹۱		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بارگذاری کره آزمایش (با نیروی آزمایش استاندارد F)</li> <li>- نیروی آزمایش بستگی به قطر کره D و گروه مواد دارد</li> <li>← درجه بارگذاری: صفحه ۱۹۱</li> <li>• اندازه‌گیری قطر نفوذ d</li> <li>• به‌دست آوردن سختی از نیروی آزمایش و سطح نفوذ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>آزمایش سختی، مثلاً روی فولادها، چدن‌ها، فلزات غیر آهنی که</li> <li>- سختکاری نشده‌اند،</li> <li>- سطح آزمایش براق فلزی دارد،</li> <li>- نرمتر از 650 HB</li> </ul>
آزمایش سختی طبق راکول		
صفحه ۱۹۲		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بارگذاری قطعه آزمایش (مخروط الماس، کره کاربیدی) با نیروی آزمایش</li> <li>• با وارد کردن نیروی اضافی آزمایش برداشتن نیروی اضافی</li> <li>• نمایش مستقیم سختی روی وسیله آزمایش.</li> <li>عمق نفوذ آزمایش h پایه به‌دست آوردن سختی است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>آزمایش سختی طبق فرآیندهای مختلف، مثلاً روی فولادها و فلزات غیر آهنی،</li> <li>- در حالت نرم یا سخت شده،</li> <li>- با ضخامت کم</li> <li>فرآیندهای HRC, HRA:</li> <li>فلزات سخت‌شده و خیلی محکم</li> <li>فرآیندهای HRF, HRB:</li> <li>فولاد نرم، فلزات غیر آهنی</li> </ul>
آزمایش سختی طبق ویکرز		
صفحه ۱۹۲		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بارگذاری هرم الماس با نیروهای متغیر</li> <li>- نیروی آزمایش مثلاً بستگی به ضخامت نمونه و اندازه دانه ساختار دارد</li> <li>• اندازه‌گیری قطر نفوذ</li> <li>• به‌دست آوردن سختی از نیروی آزمایش و سطح نفوذ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>فرآیندهای عمومی جهت آزمایش</li> <li>- فلزات نرم و سخت شده،</li> <li>- لایه‌های نازک،</li> <li>- اجزاء تکی ساختار در فلزات</li> </ul>
آزمایش سختی با آزمایش نفوذ (سختی مارتنزیت)		
صفحه ۱۹۳		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بارگذاری هرم الماس با نیروهای متغیر</li> <li>- نیروی آزمایش مثلاً بستگی به ضخامت نمونه یا اندازه دانه‌ها دارد</li> <li>• درج پیوسته نیرو در ارتباط با عمق نفوذ</li> <li>• به‌دست آوردن سختی مارتنزیت طی بارگذاری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>فرآیندهای آزمایش همه مواد، مثلاً</li> <li>- فلزات نرم و سخت شده،</li> <li>- لایه‌های نازک، لایه پوششی کاربیدها (الماسه‌ها) و لایه‌های رنگ،</li> <li>- اجزاء ساختار تکی،</li> <li>- سرامیکها، مواد سخت، ...</li> </ul>
آزمایش سختی با آزمایش نفوذ ساچمه		
صفحه ۱۹۴		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بارگذاری ساچمه آزمایش با بار کامل</li> <li>• اضافه بارگذاری با نیروی آزمایش معین</li> <li>- نیروی آزمایش باید عمق نفوذ 0,15...0,35 را ایجاد کند</li> <li>• اندازه‌گیری عمق نفوذ بعد از 30 s بارگذاری</li> <li>• به‌دست آوردن سختی فشار ساچمه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>آزمایش مواد مصنوعی و لاستیکهای سخت.</li> <li>مقادیر مقایسه‌ای سختی فشار ساچمه جهت تحقیقات، توسعه و کنترل کیفیت به‌کار می‌رود.</li> </ul>



شکل	فرآیندها	کاربرد، راهنمایی
صفحه ۱۹۲		آزمایش سختی طبق شر
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• وسیله آزمایش (دورومتر) با نیروی پرسی <math>F</math> روی نمونه فشار داده می‌شود.</li> <li>• قطعه نفوذ تحت بار فنری در قطعه نمونه نفوذ می‌کند.</li> <li>• مدت زمان اعمال نیرو ۱۵ s</li> <li>• نمایش مستقیم سختی شر روی دستگاه</li> </ul>	کنترل مواد مصنوعی (الاستومرها)، از سختی شر به دست آمده سختی می‌توان به سایر خواص پی برد.
صفحه ۱۹۰		آزمایش برش (قیچی)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نمونه‌های استوانه‌ای در قیدهای استاندارد تا شکست آن در نتیجه برش تحت بار قرار می‌گیرد.</li> <li>• به دست آوردن استحکام شکست از نیروهای برش ماکزیمم و مقطع نمونه.</li> </ul>	به دست آوردن استحکام برشی $\sigma_{AB}$ ، مثلاً - برای محاسبه استحکام قطعات تحت بار برشی، مثلاً پین‌ها، - برای تعیین نیروی برشی در مهندسی شکل دادن
صفحه ۱۹۰		آزمایش ضربه شکاف خمشی
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نمونه چاک‌دار با چکش پاندولی تحت بار خمشی قرار گرفته و بریده می‌شود.</li> <li>• کار ضربه شکاف = کار جهت شکل‌دهی و برش قطعه نمونه</li> </ul>	- آزمایش مواد فلزی نسبت به تنش ضربه‌ای خمشی - کنترل نتایج عملیات حرارتی، مثلاً در بهسازی - آزمایش دمایی فولادها
صفحه ۱۹۰		آزمایش نفوذ در ورق، آزمایش اریکسون
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ورق‌هایی که از تمام جهات گرفته شده است با یک کره تا پاره شدن آن در ورق نفوذ می‌کند.</li> <li>• عمق نفوذ تا شروع پاره شدن مقیاسی جهت قابلیت کشش عمیق است.</li> </ul>	- آزمایش ورق و تسمه از نظر قابلیت کشش عمیق - بررسی سطح ورق از نظر تغییرات به هنگام شکل دادن سرد
		آزمایش تنش دینامیکی تکراری
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نمونه استوانه‌ای با سطح پرداخت شده با تنش ثابت متوسط <math>\sigma_m</math> و تنش متغیر <math>\sigma_n</math> به طور متناوب تحت بار قرار می‌گیرد، تا منجر به شکست شود. نمایش گرافیکی، خط وهر (Wöhler) را مشخص می‌کند.</li> </ul>	به دست آوردن مقادیر مشخصه مواد در بارگذاری دینامیکی مثلاً - استحکام خستگی، استحکام متغیر یکطرفه و دوطرفه - استحکام خزشی وابسته به زمان
		آزمایش مافوق صوت
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کلگی صوت امواج صوتی مافوق صوت را وارد قطعه‌کار می‌فرستد. امواج در دیواره جلویی، دیواره عقبی و نقاط معیوب در اندازه‌های معینی منعکس می‌شود.</li> <li>• صفحه نمایش وسیله اندازه‌گیری اکو را نشان می‌دهد.</li> <li>• فرکانس آزمایش اندازه عیب قابل شناسایی را تعیین می‌کند. این مقدار توسط اندازه دانه‌های نمونه محدود می‌شود.</li> </ul>	- آزمایش بدون تخریب قطعات، مثلاً از نظر ترک، حفره، حفره گازی، ناخالصیها، عیوب اتصال، اختلاف زمینه و ساختار - شناسایی شکل عیب، اندازه و موقعیت عیب - اندازه‌گیری ضخامت دیواره و لایه
		متالوگرافی
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• با اچ کردن نمونه متالوگرافی و پرداخت کردن آن ساختار ریز میکروسکوپی قابل دید می‌شود.</li> <li>• آماده‌سازی نمونه:</li> <li>- برداشت نمونه، از تغییر ساختار پرهیز شود،</li> <li>- سنگ‌زنی با لبه‌های تیز و برداشتن لایه‌های تغییر شکل یافته</li> <li>- پرداخت (پولیش) تا کیفیت سطحی بالا حاصل شود</li> <li>- اچ کردن تا ساختار قابل دید شود</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- کنترل شکل ساختار</li> <li>- کنترل روی عملیات حرارتی، شکل‌دهی و اتصال</li> <li>- تعیین توزیع دانه‌ها و اندازه دانه‌ها</li> <li>- آزمایش آسیب‌دیدگی و عیب</li> </ul>



## آزمایش کشش

طبق DIN EN 10002-1 (2001-12)

تنش کششی

$$\sigma_x = \frac{F}{S_0}$$

استحکام کششی

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

کرنش (تغییر طول نسبی)

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

تغییر طول نسبی

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

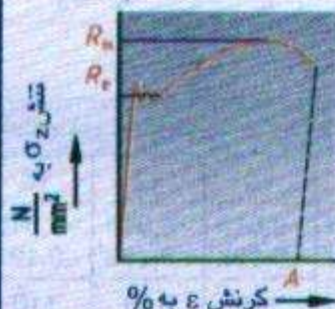
کلویی شدن نسبی شکست

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \cdot 100\%$$

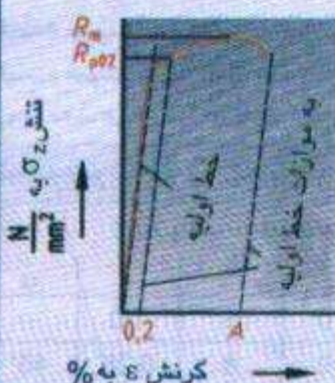
مدول الاستیسیته

$$E = \frac{\sigma_x}{\varepsilon} \cdot 100\%$$

نمودار تنش - کرنش با تنش تسلیم مشخص، مثلاً در فولاد نرم



نمودار تنش - کرنش بدون تنش تسلیم مشخص، مثلاً در فولاد بهسازی شده



F	نیروی کشش	$\varepsilon$	کرنش
$F_m$	نیروی ماکزیمم	A	تغییر طول نسبی شکست
$L_0$	طول اولیه	Z	کلویی شدن نسبی شکست
L	طول اندازه گیری	$R_{p0.2}$	تنش تسلیم قراردادی
$L_u$	طول اندازه گیری بعد از شکست	$\sigma_x$	تنش کششی
$d_0$	قطر اولیه قطعه نمونه	$R_m$	استحکام کششی
$S_0$	سطح مقطع اولیه قطعه نمونه	$R_e$	تنش تسلیم
		E	مدول الاستیسیته
		$V_0$	نسبت تنش تسلیم
		$S_u$	سطح مقطع مینیمم قطعه نمونه بعد از شکست

قطعه نمونه کشش

معمولاً قطعه نمونه گرد دارای طول اولیه  $L_0 = 5 \cdot d_0$  است.

قطعه نمونه ماشینکاری نشده در حالت زیر مجاز است:

- مقاطع ثابت یکسان، مثلاً قطعه نمونه از ورقها، پروفیلها، مفتولها

- قطعات نمونه ریختگی، مثلاً از جنس چدن یا آلیاژهای ریختگی NE

نسبت تنش تسلیم:  $V_0 = R_e (R_{p0.2}) / R_m$ 

برای وضعیت عملیات حرارتی فولادها می توان نوشت:

آئیل نرمال شده  $V_0 \approx 0,5 \dots 0,7$  بهسازی شده  $V_0 \approx 0,7 \dots 0,95$ 

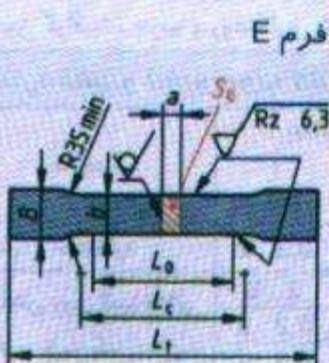
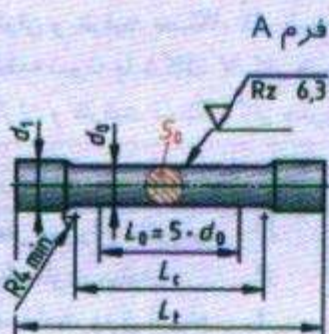
مدول الاستیسیته E

تعیین مدول الاستیسیته مستلزم اندازه گیری دقیق در محدوده الاستیکی قطعه نمونه است.

## قطعه نمونه کشش

طبق DIN 50125 (2004-01)

قطعه نمونه کشش گرد با کلگی استوانه ای براق، فرم A و B



فرمها، کاربرد	14	12	10	8	6	5	4	$d_0$
فرم A: قطعه نمونه ماشینکاری شده برای بستن در قید گوه ای	70	60	50	40	30	25	20	$L_0$
	84	72	60	48	36	30	24	$L_c$
فرم B: قطعه نمونه ماشینکاری شده با کلگی رزوه دار، نتیجه اندازه گیری دقیق تغییر طول را تعیین می کند	17	15	12	10	8	6	5	$d_1$
	185	160	140	115	95	80	65	$L_1$
فرم B	M20	M18	M16	M12	M10	M8	M6	$d_1$
	125	110	90	75	60	50	40	$L_1$

قطعه نمونه کشش، سایر فرمها

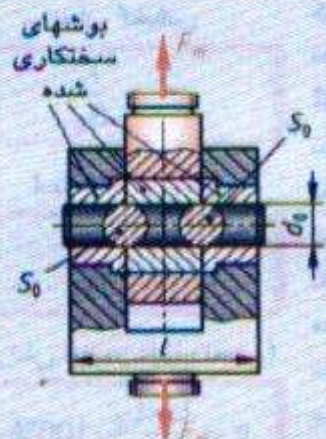
فرمها، کاربرد	10	8	7	6	5	4	3	a
قطعه نمونه تخت با کلگی جهت بستن در قید گوه ای، قطعه نمونه کشش از تسمه ها، ورقها، پروفیلها و مفتول تخت	25	25	22	20	10	10	8	b
	90	80	70	60	40	35	30	$L_0$
فرم E	33	33	29	27	15	15	12	B
	115	105	90	80	50	45	38	$L_0$
فرم E	270	260	230	210	140	135	115	$L_1$
فرم C								
فرم D								
فرم E								
فرم G								
فرم H								

فرم A:  $d_0 = 10 \text{ mm}$ ,  $L_0 = 50 \text{ mm}$ , DIN 50125 - A10x50 قطعه نمونه کشش



## آزمایش برش (قیچی)

طبق DIN EN 50141 (1982-12)



$F_m$  نیروی برش ماکزیمم  
 $d_0$  قطر اولیه قطعه نمونه

استحکام برش  $\tau_{AB}$   
 طول قطعه نمونه  $l$

سطح مقطع اولیه قطعه نمونه  $S_0$

آزمایش روی ماشین آزمایش کشش با وسیله برش استاندارد انجام می‌شود.

استحکام برش

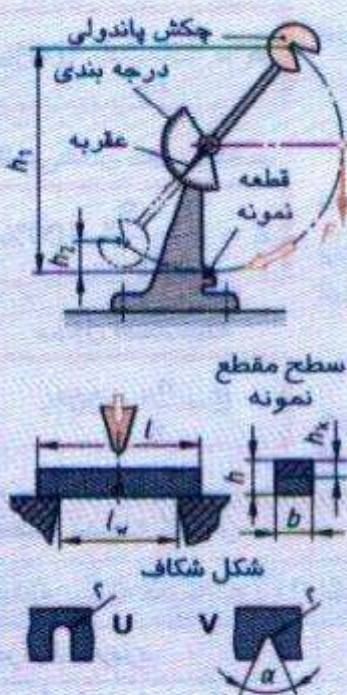
$$\tau_{AB} = \frac{F_m}{2 \cdot S_0}$$

## قطعه نمونه برش

$d_0$	3	4	5	6	8	10	12	16
تولرانس	-0,020 -0,370	-0,020 -0,370	-0,030 -0,390	-0,030 -0,345	-0,040 -0,370	-0,013 -0,186	-0,016 -0,193	-0,016 -0,193
$l$	50	50	50	50	50	110	110	110

طبق DIN EN 10045 (1991-04)

## آزمایش ضربه شکاف خمشی شارپی



KU کار ضربه شکاف به لۀ اندازه‌گیری شده روی قطعه نمونه با شکاف U

KV کار ضربه شکاف به لۀ اندازه‌گیری شده روی قطعه نمونه با شکاف V

قطعه نمونه

قطعه نمونه باید کاملاً ماشینکاری شود. در تهیه قطعه نمونه تا حد امکان نباید هیچ تغییر ساختاری روی دهد. در ته شکاف نباید هیچگونه شیاری به موازات محور و شکاف چاک دیده شود.

## قطعه نمونه ضربه شکاف

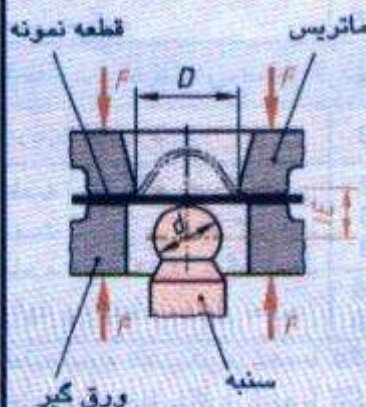
نام	شکل شکاف	اندازه قطعه نمونه به mm یا درجه (°)						
		$l$	$l_w$	$h$	$b$	$h_k$	$r$	$\alpha$
قطعه نمونه نرمال	U	55	40	10	10	5	1,0	-
قطعه نمونه نرمال	V	55	40	10	10	8	0,25	45°
قطعه نمونه DVM	U	55	40	10	10	7	1,0	-

(۱) انجمن آزمایش مواد آلمان (DVM (Deutscher Verband für Materialprüfung

توان و ظرفیت دستگاه کار ضربه شکاف ۱۱۵ J :  $KU = 115 J$   
 توان و ظرفیت دستگاه کار ضربه شکاف ۸۵ J :  $KV150 = 85 J$

طبق DIN EN ISO 20482 (2003-12)، جایگزین برای DIN 50101 و 50102

## آزمایش کشش عمیق ورق اریکسون



IE مقدار عمق اریکسون به mm  
 F نیروی ورق گیر به kN  
 l طول ورق نمونه

D قطر سوراخ ماتریس  
 d قطر گوی سنبه  
 t ضخامت ورق نمونه  
 b عرض ورق نمونه

قطعه نمونه

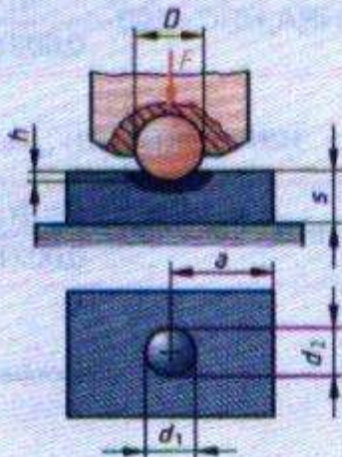
قطعه نمونه باید هموار بوده و هیچگونه پلیسه و براده‌ای نداشته باشد. قبل از بستن، ورق باید با گریس بدون گرافیت، چرب و روغنکاری شود.

## اندازه قالب و قطعه نمونه کشش عمیق

کاربرد	ابعاد قطعه نمونه			ابعاد قالب			علامت کوتاه
	$l$ mm	$b$ mm	$t$ mm	$D$ mm	$d$ mm	$F$ kN	
آزمایش استاندارد	$\geq 90$	$\geq 90$	0,2...2	27	20	10	IE
آزمایش روی تسمه‌های ضخیم یا باریک	$\geq 90$	$\geq 90$	2...3	40	20	10	IE <sub>40</sub>
	$\geq b$	55...90	0,2...2	21	15	10	IE <sub>21</sub>
	$\geq b$	30...55	0,1...1	11	8	10	IE <sub>11</sub>

عمق اریکسون = 12 mm، آزمایش استاندارد :  $IE = 12 mm$





F نیروی آزمایش (N)  
 D قطر ساچمه (mm)  
 d قطر نفوذ (mm)  
 $d_1, d_2$  مقادیر تکی قطر نفوذ (mm)  
 h عمق نفوذ (mm)  
 s ضخامت حداقل قطعه نمونه (mm)  
 a فاصله از لبه (mm)

شرایط آزمایش

 $0,24 \cdot D \leq d \leq 0,6 \cdot D$  قطر نفوذ $s \geq 8 \cdot h$  ضخامت حداقل قطعه نمونه $a \geq 3 \cdot d$  فاصله از لبه

سطح قطعه نمونه: براق فلزی

سختی برینل

$$HBW = \frac{0,204 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

مثال مشخصه:

180 HBW 2,5 / 62,5

600 HBW 1 / 30 / 25

مقدار سختی	جنس ساچمه	قطر ساچمه	نیروی آزمایش F	مدت زمان اثر
سختی برینل 180	ساچمه فلز سخت W	2,5 mm	$62,5 \cdot 9,80665 \text{ N} = 612,9 \text{ N}$	بدون ذکر: 10...15 s
سختی برینل 600		1 mm	$30 \cdot 9,80665 \text{ N} = 294,2 \text{ N}$	ذکر شده: 25 s

درجه بارگذاری، قطر ساچمه، نیروی آزمایش و جنس قطعه نمونه

درجه بارگذاری $0,102 \cdot F/D^2$	نیروی آزمایش F به N در قطر ساچمه D به mm					جنس قطعه مورد آزمایش (یا همان قطعه نمونه)
	1	2	2,5	5	10	
30	294,2	1177	1830	7355	29420	فولاد، آلیاژهای Ni و تیتانیوم $\geq 650 \text{ HBW}$ چدن $\leq 140 \text{ HBW}$ ، آلیاژهای Cu $200 \text{ HBW} <$
15	-	-	-	-	14710	آلیاژهای آلومینیم $\leq 35 \text{ HBW}$
10	98,1	392,3	612,9	2452	9807	چدن $> 140 \text{ HBW}$ ، آلیاژهای مس $200 \dots 35 \text{ HBW}$ آلیاژهای آلومینیم $\leq 35 \text{ HBW}$
5	49	196,1	306,5	1226	4903	آلیاژهای مس $> 35 \text{ HBW}$ آلیاژهای آلومینیم $80 \dots 35 \text{ HBW}$
2,5	24,5	98,1	153,2	612,9	2452	آلیاژهای آلومینیم $> 35 \text{ HBW}$
1	9,8	39,2	61,3	245,2	980,7	سرب، قلع

(۱) قطر کوچک ساچمه برای مواد دانه ریز، قطعات نمونه نازک یا در آزمایش سختی لایه‌های حاشیه. برای آزمایش سختی چدن باید قطر ساچمه  $D \geq 2,5 \text{ mm}$  باشد. مقادیر سختی فقط وقتی قابل مقایسه است که آزمایش با درجه بارگذاری یکسان اجرا شده باشد.

ضخامت حداقل s قطعه نمونه

قطر ساچمه D به mm	ضخامت حداقل s به mm برای قطر نفوذ d به mm														
	0,25	0,35	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	2,0	2,4	3,0	3,5	4,0	4,5
1	0,13	0,25	0,54	0,8											
2			0,23	0,37	0,67	1,07	1,6								
2,5				0,29	0,63	0,83	1,23	1,46	2,0						
5							0,58	0,69	0,92	1,67	2,45	4,0			
10											1,17	1,84	2,53	3,34	4,28

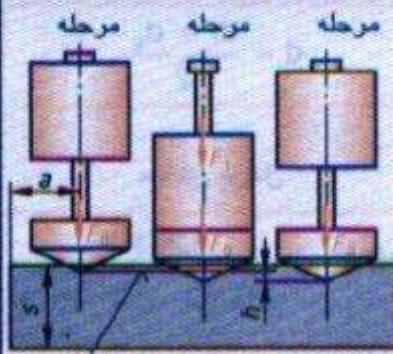
(۱) خانه‌های خالی بدون ذکر ضخامت خارج از محدوده آزمایش می‌باشد  $0,24 \cdot D \leq d \leq 0,6 \cdot D$



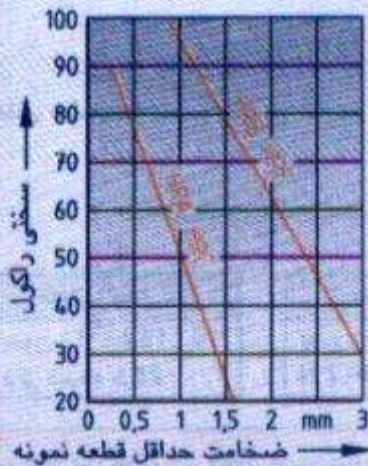
طبق DIN EN ISO 6508-1 (1999-10)

آزمایش سختی راکول

آزمایش سختی



سطح مرجع اندازه گیری



ضخامت حداقل قطعه نمونه

$F_0$  نیروی اولیه آزمایش (N)  
 $F_1$  نیروی آزمایش (N)  
 $h$  عمق نفوذ مانده (mm)  
 $s$  ضخامت قطعه نمونه  
 $a$  فاصله از لبه

شرایط آزمایش

سطح مقطع نمونه سنگ خورده با  $Ra = 0,8 \dots 1,6 \mu m$   
 ماشینکاری قطعه نمونه به هیچ وجه نباید باعث تغییر ساختار آن شود. فاصله از لبه  $1 mm \leq a$

سختی راکول HRC و HRA

$$HRA, HRC = 100 - \frac{h}{0,002 mm}$$

سختی راکول HRF و HRB

$$HRB, HRF = 130 - \frac{h}{0,002 mm}$$

مثال مشخصه:

65 HRC  
70 HRBW

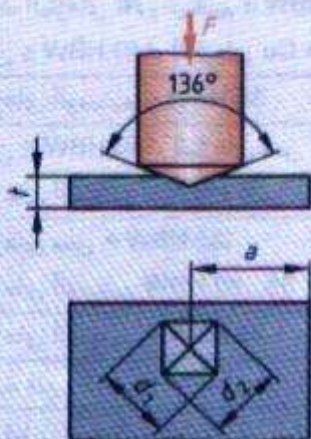
مقدار سختی	فرآیند آزمایش
65	سختی راکول B HRB
70	سختی راکول C HRC
	آزمایش با مخروط الماس
	آزمایش با مخروط فلز سخت

فرآیندهای آزمایش، کاربرد (انتخاب)

کاربرد	محدوده اندازه گیری تا ... از	$F_1$ به N	$F_0$ به N	قطعه نفوذ کننده	فرآیند
فولاد سختکاری شده، فلزات خیلی محکم	20... 88 HRA	490,3	98	مخروط الماس، زاویه مخروط $120^\circ$	HRA
فولاد نرم، فلزات NE	20... 70 HRC	1373	98	ساقمه فلز سخت (W) $1,5785 mm$	HRC
	20... 100 HRB	882,6	98		HRB
	20... 100 HRF	490,3	98		HRF

طبق DIN EN ISO 6507-1 (1990-01)

آزمایش سختی ویکرز



$F$  نیروی آزمایش به N  
 $d$  قطر اثر نفوذ به mm  
 $s$  ضخامت قطعه نمونه  
 $a$  فاصله از لبه

شرایط آزمایش

سطح قطعه نمونه سنگ خورده با  $Ra = 0,4 \dots 0,8 \mu m$   
 ماشینکاری قطعه نمونه به هیچ وجه نباید باعث تغییر ساختار آن شود. فاصله از لبه  $2,5 \cdot d \leq a$

قطر اثر نفوذ

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

سختی ویکرز

$$HV = 0,1891 \cdot \frac{F}{d^2}$$

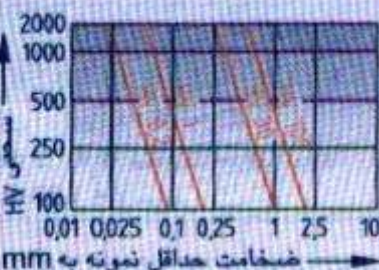
مثال مشخصه:

540 HV 1 / 20  
650 HV 5

مقدار سختی	نیروی آزمایش	مدت زمان اثر
سختی ویکرز 540	$1 \cdot 9,80665 N = 9,087 N$	مقدار داده شده: 20 s
سختی ویکرز 650	$5 \cdot 9,80665 N = 49,03 N$	بدون مقدار داده شده: 10...15 s

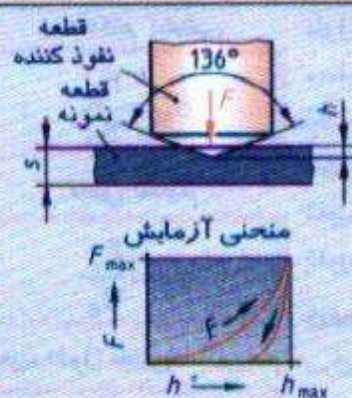
شرایط آزمایش و نیروی آزمایش برای آزمایش سختی ویکرز

شرایط آزمایش	HV100	HV50	HV30	HV20	HV10	HV5
نیروی آزمایش به N	980,7	490,3	294,2	196,1	98,07	49,03
شرایط آزمایش	HV3	HV2	HV1	HV0,5	HV0,3	HV0,2
نیروی آزمایش به N	29,42	19,61	9,807	4,903	2,942	1,961



ضخامت حداقل نمونه به mm





F نیروی آزمایش به N  
h عمق نفوذ به mm  
s ضخامت قطعه نمونه به mm

جنس	سطح قطعه نمونه		
	مقدار زبری متوسط R <sub>a</sub> در F		
	0,1 N	2 N	100 N
آلومینیم	0,13	0,55	4,00
فولاد	0,08	0,30	2,20
فلز سخت	0,03	0,10	0,80

سختی مارتن

$$HM = \frac{F}{26,43 \cdot h^2}$$

$$HM \ 0,5 / 20 / 20 = 5700 \text{ N/mm}^2$$

مشخصه:

فرآیند آزمایش	نیروی آزمایش	مدت زمان آزمایش	مدت زمان اعمال نیرو	مقدار سختی مارتن
سختی مارتن	0,5 N	20 s	در مدت 20 s	5700 N/mm <sup>2</sup>

محدوده آزمایش	شرایط آزمایش	کاربرد
محدوده ماکرو	$2 \text{ N} \leq F \leq 30 \text{ kN}$	آزمایش سختی عمومی، مثلاً برای همه فلزات، مواد مصنوعی، هاردمتال، مواد سرامیکی؛
محدوده میکرو	$H > 0,2 \mu\text{m}$ یا $F < 2 \text{ N}$	محدوده میکرو و نانو: اندازه‌گیری لایه‌های نازک، اجزاء ساختار
محدوده نانو	$h \leq 0,2 \mu\text{m}$	

استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	سختی ویکرز HV (F ≥ 98 N)	سختی برینل HB30	سختی راکول				استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	سختی ویکرز HV (F ≥ 98 N)	سختی برینل HB30	سختی راکول	
			HRC	HRA	<sup>(۲)</sup> HRB	<sup>(۲)</sup> HRF				HRC	HRA
255	80	76	—	—	—	—	1155	360	342	37	69
285	90	86	—	—	48	83	1220	380	361	39	70
320	100	95	—	—	56	87	1290	400	380	41	71
350	110	105	—	—	62	91	1350	420	399	43	72
385	120	114	—	—	67	94	1420	440	418	45	73
415	130	124	—	—	71	96	1485	460	437	46	74
450	140	133	—	—	75	99	1555	480	456	48	75
480	150	143	—	—	79	(101)	1595	490	466	48	75
510	160	152	—	—	82	(104)	1665	510	485	50	76
545	170	162	—	—	85	(106)	1740	530	504	51	76
575	180	171	—	—	87	(107)	1810	550	523	52	77
610	190	181	—	—	90	(109)	1880	570	542	54	78
640	200	190	—	—	92	(110)	1955	590	561	55	78
675	210	199	—	—	94	(111)	2030	610	580	56	79
705	220	209	—	—	95	(112)	2105	630	599	57	80
740	230	219	—	—	97	(113)	2180	650	618	58	80
770	240	228	20	61	98	(114)	—	670	—	59	81
800	250	238	22	62	100	(115)	—	690	—	60	81
835	260	247	24	62	(101)	—	—	720	—	61	82
865	270	257	26	63	(102)	—	—	760	—	63	83
900	280	266	27	64	(104)	—	—	800	—	64	83
930	290	276	29	65	(105)	—	—	840	—	65	84
965	300	285	30	65	—	—	—	880	—	66	85
1030	320	304	32	66	—	—	—	920	—	68	85
1095	340	323	34	68	—	—	—	940	—	68	86

(۱) معتبر برای فولادهای ریختگی و فولادهای غیرآلیاژی و کم‌آلیاژی. برای فولادهای بهسازی، سردکار، تندبر و نیز انواع مختلف هاردمتالها از جدول ویژه این استاندارد استفاده کنید. در فولادهای پرآلیاژ و فولادهای با کار سختی سرد انحراف بالایی انتظار می‌رود.

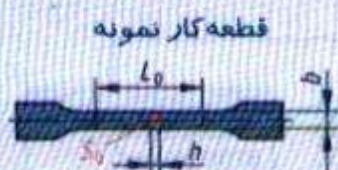
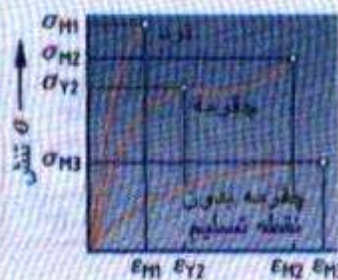
(۲) مقادیر ذکر شده در داخل پرانتز در خارج از محدوده اندازه‌گیری می‌باشد.



طبق DIN EN ISO 527-1 (1996-04)

تعیین خواص کششی مواد مصنوعی

منحنی نمونه تنش- کرنش

F<sub>m</sub> نیروی حداکثرF<sub>y</sub> نیروی تنش تسلیمε<sub>m</sub> تغییر طول نسبی ماکزیممε<sub>y</sub> تغییر طول نسبی تنش تسلیمΔL<sub>FM</sub>

تغییر طول در نیروی تنش تسلیم

طول اندازه گیری

S<sub>0</sub> سطح مقطع اولیهσ<sub>m</sub> استحکام کششیσ<sub>y</sub> تنش تسلیم

تغییر طول در نیروی حداکثر

تغییر طول در نیروی تنش تسلیم

قطعه نمونه

استحکام کششی

$$\sigma_m = \frac{F_m}{S_0}$$

تنش تسلیم

$$\sigma_y = \frac{F_y}{S_0}$$

تغییر طول نسبی ماکزیمم

$$\varepsilon_m = \frac{\Delta L_{FM}}{L_0} \cdot 100\%$$

تغییر طول نسبی

تنش تسلیم

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta L_{FY}}{L_0} \cdot 100\%$$

برای خواصی، مثلاً استحکام کششی، تنش تسلیم، تغییر طول نسبی تنش تسلیم، باید حداقل پنج قطعه نمونه آزمایش شوند.

کاربرد

- مواد ترموپلاستیکی - تزریقی و - اکستروژن

- مواد ترموپلاستیکی - صفحات و - فویلها

- مواد ترموپلاستیکی قالب گیری

- مواد ترموپلاستیکی صفحات

- مواد کامپوزیتی تقویت شده با الیاف، ترموپلاستیکی و ترموپلاستیکی

قطعه نمونه طبق

DIN EN ISO 527-2 برای مواد قالب گیری

DIN EN ISO 527-3 برای فویلها

سرعت آزمایش

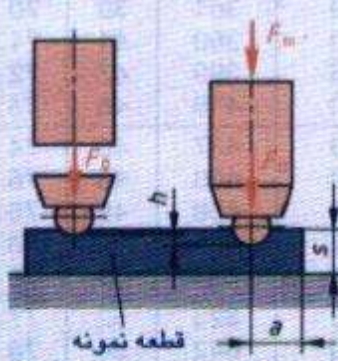
سرعت آزمایش به mm/min	تولانس	نوع	1A	1B	5A	5B	2	4	5
1	±20%	L <sub>0</sub> mm	50 ± 0,5	50 ± 0,5	20 ± 0,5	10 ± 0,2	50 ± 0,5	50 ± 0,5	25 ± 0,25
2	±20%	h mm	4 ± 0,2	4 ± 0,2	≥ 2	≥ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
5	±20%	b mm	10 ± 0,2	10 ± 0,2	4 ± 0,1	2 ± 0,1	10...25	25,4 ± 0,1	6 ± 0,4
10	±20%								
20	±10%								
50	±10%								
100	±10%								
200	±10%								

آزمایش کشش طبق ISO 527-2، نوع قطعه نمونه 1A، سرعت آزمایش 50 mm/min : ISO 527-2/1A/50 آزمایش کشش

طبق DIN EN ISO 2039-1 (2003-06)

آزمایش سختی مواد مصنوعی

آزمایش نفوذ ساچمه

F<sub>0</sub> 9,8 N پیش نیروF<sub>m</sub> نیروی آزمایش

h عمق نفوذ

a فاصله از لبه

s ضخامت قطعه نمونه

قطعه نمونه

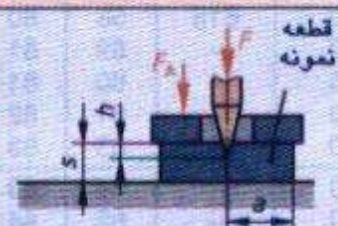
فاصله از لبه 10 mm ≤ a، ضخامت حداقل قطعه نمونه 4 mm ≤ s

نیروی آزمایش N به F <sub>m</sub>	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34
49	22	19	16	15	13	12	11	10	9	9
132	59	51	44	39	35	32	30	27	25	24
358	160	137	120	106	96	87	80	74	68	64
961	430	370	320	290	260	234	214	198	184	171

سختی فشار ساچمه H به N/mm<sup>2</sup> در عمق نفوذ h به mm : ISO 2039-1 H 132 : F<sub>m</sub> = 132 N در H = 31 N/mm<sup>2</sup>

طبق DIN EN ISO 868 (2003-06)

آزمایش سختی شتر (Shore) مواد مصنوعی

F<sub>A</sub> نیروی پرسی به N

F نیروی آزمایش

h عمق نفوذ

a فاصله از لبه

s ضخامت قطعه نمونه

قطعه نمونه

فاصله از لبه 9 mm ≤ a، ضخامت حداقل قطعه نمونه 4 mm ≤ s

شرایط آزمایش برای فرآیندهای شتر A و شتر D

فرآیند آزمایش	N به F <sub>max</sub>	N به F <sub>A</sub>	کاربرد
A	7,30	10	وقتی سختی شتر با نوع D > 20 است
D	40,05	50	وقتی سختی شتر با نوع A < 90 است

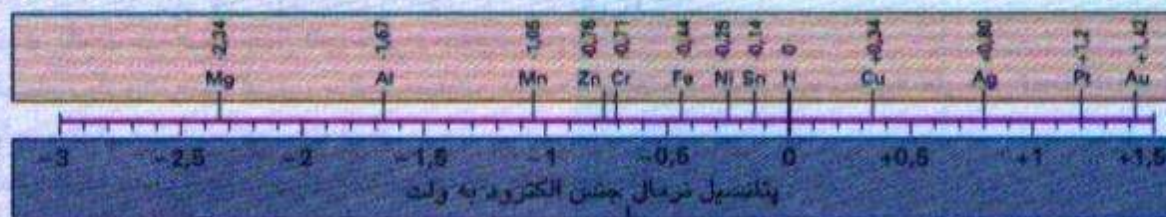
مقدار سختی 85، فرآیند آزمایش شتر A : 85 شتر A



سری ولتاژ الکتروشیمیایی فلزات

فرآیند خوردگی الکتروشیمیایی همانند عناصر گالوانیکی می‌باشد. ضمن آن فلز غیرخالص از بین می‌رود. با ولتاژ به وجود آمده بین دو فلز متفاوت واقع در یک سیال هادی (الکترولیت)، پتانسیل نرمال سری ولتاژ الکتروشیمیایی به وجود می‌آید. منظور از پتانسیل نرمال ولتاژ بین جنس الکتروود و الکتروود احاطه شده با هیدروژن است (بین آند و کاتد). با غیرفعال کردن (تشکیل لایه محافظ) ولتاژ بین عناصر تغییر می‌کند.

جنس الکتروود



مثال: پتانسیل نرمال  $\text{Cu} = +0,34 \text{ V}$  و  $\text{Al} = -1,67 \text{ V}$  باعث ایجاد ولتاژی برابر  $2,01 \text{ V}$  بین  $\text{Cu}$  و  $\text{Al}$  می‌شود  

$$U = +0,34 \text{ V} - (-1,67 \text{ V}) = 2,01 \text{ V}$$

رفتار خوردگی مواد فلزی

جنس	رفتار خوردگی	پایداری در محیط زیر				
		هوای اتاق خشک	هوای مناطق کشاورزی	هوای صنعتی	هوای دریا	آب دریا
فولادهای غیرآلیاژی و آلیاژی	فقط در فضای خشک پایدار است	●	●	●	○	○
فولادهای رنگ‌نزن	پایدار، ولی نه در برابر مواد شیمیایی خورنده	●	●	●	●	●
آلومینیم و آلیاژهای آلومینیم	پایدار، به جز آلیاژهای Al دارای Cu	●	●	●	●	●...●
مس و آلیاژهای مس	پایدار، به ویژه آلیاژهای مس دارای Ni	●	●	●	●	●...●

○ غیرقابل استفاده   ● ناپایدار   ● نسبتاً پایدار   ● پایدار

حفاظت از خوردگی

آماده‌سازی سطوح فلزات قبل از پوشش دادن

فرآیند	هدف	مراحل کار
سنگ‌زنی، برس‌کاری، تمیزکاری یا آب دارای ماسه کوآرترز	زدودن پوسته‌های نورد، زنگ و کثافات	تمیزکاری مکانیکی و ایجاد زیرلایه مناسب برای چسبندگی
اج کردن با اسید یا باز؛ چربی‌زدایی با مواد حلال؛ پولیش شیمیایی یا الکتروشیمیایی	رفع پوسته نورد، زنگ و بقایای چربی زیر کردن یا برق کردن سطوح	تمیزکاری شیمیایی و ایجاد کیفیت سطحی مناسب

اقدامات - حفاظت خوردگی

مثال	انتخاب جنس مناسب
فولاد زنگ‌نزن برای اجزاء آماده‌سازی تولید کاغذ	انتخاب جنس مناسب
جنس یکسان نقاط تماس، لایه عایق بین اجزاء، پرهیز از ایجاد ترک و شکاف	طراحی درست از نظر حفاظت خوردگی
روغن زدن نقاط لغزش و ابزارهای اندازه‌گیری فسفاته کردن، قهوه‌ای کاری لایه رنگ، در صورت نیاز بعد از فسفاته کاری	لایه محافظ: روغن محافظ یا گریس محافظ • عملیات شیمیایی سطح • رنگ و لاک محافظ
گالوانیزه گرم پوششهای گالوانیکی فلزی، مثلاً کرم کاری	پوششهای فلزی
برای اجزاء حفاظتی مثلاً پیچهای کشتی یک آند قربانی بسته می‌شود	حفاظت کاندی خوردگی
روی اجزاء مثلاً گلگیر یک لایه اکسیدی مقاوم و پایدار به خوردگی ایجاد می‌شود	اکسیداسیون آندی قطعات آلومینیومی



## قوانین مواد زباله

طبق قانون جریان مواد و قانون مواد زباله (10-2001)

## اصول مهم اقتصاد چرخه مواد

- از ایجاد زباله جلوگیری شود. مثلاً با هدایت آن به داخل تأسیسات یا طراحی درست با ایجاد زباله کمتر.
  - استفاده از مواد زباله. مثلاً با استخراج مواد خام از زباله (مواد خام ثانویه).
  - استفاده از مواد زباله برای تهیه انرژی، مثلاً به عنوان مواد جایگزین سوخت.
  - استفاده از زباله به طور اصولی بدون تأثیر منفی بر سلامتی عمومی.
- دفن و انهدام مواد زباله تحت کنترل و مراقبت مسئولین ذیصلاح می‌باشد. در موارد ویژه مثلاً زباله‌های قابل انفجار، قابل سوخت، آلوده کننده-آب، - هوا و- سلامتی نیازمند مراقبت ویژه است.
- تولیدکننده زباله مسئول دفن و پاسخگویی مسائل مربوطه است.

## نمونه‌ای از زباله‌های نیازمند نظارت ویژه (زباله‌های ویژه) در صنایع فلزی

تذکر، اقدامات	منبع، توضیح، ایجاد	مشخصه نوع زباله	شماره زباله
ظروف کاملاً خالی، بدون قلم مو یا بتونه، زباله نیازمند مراقبت ویژه نیست. آنها با بسته‌بندی فروشی مطابقت دارد. دفن از طریق سیستم دوگانه یا ظروف فلزی از طریق فراضه‌فروشان. ظروف با لاک خشک‌شده مانند زباله خانگی می‌باشد. از قوطی‌های اسپری صرف‌نظر شود، اینها جزو مواد خاص هستند.	بشکه‌ها، گالنها، سطرها و قوطی‌ها که دارای بقایای رنگ، لاک، مواد حلال، تمیزکننده سرد، مواد محافظ زنگ‌زدگی، تمیزکننده‌های زنگ و سیلیکون و بتونه و غیره هستند. قوطی اسپری با ته‌مانده	بسته‌بندی‌های با زباله مضر	150199D1
همه باتری‌های دارای مواد مضر باید مشخص شود. این باتریها باید به طور مجانی توسط شرکت پس گرفته شود. مصرف‌کننده موظف است به شرکت یا محل دریافت عمومی مراجعه کند.	باتری مثل از ماشینهای سوراخکاری و بستن پیچ و غیره	باتری‌های نیکل - کادمیم	160602
	باتری‌های دگمه‌ای، باتری‌های دگمه‌ای دارای جیوه	باتری‌های خشک جیوه	160603
	باتری‌های غیرقابل شارژ	باتاقانهای قلبایی	160604
می‌توان بازیافت کرد. به صورت نشکسته و خردنشده به شرکت یا بازیافت‌کننده تحویل دهید. به سطل بازیافت شیشه نیندازید.	لامپهای نئونی	زباله‌های دارای جیوه	060404
تا حد امکان از KSS پرهیز شود، مثلاً با ماشینکاری خشک	روغنهای - برشکاری، - سنگ‌زنی، - تراشکاری، - سوراخکاری بدون آب، اصطلاحاً مواد روغنکاری	روغنهای کارکرده ماشینکاری، دارای هالوزن، هیچ نوع امولوسیون	120106
جمع آوری مجزای روغنهای - امولوسیونها - و محلولهای-KSS مختلف. امکان پس دادن جهت بازیافت یا سوخت (بازیافت انرژی) را از شرکت مربوطه سوال کنید.	خنگ‌کننده یا KSS روغنهای هونینگ خیلی کارکرده و بدون آب	روغنهای ماشینکاری کهنه، دارای هالوزن، هیچ نوع امولوسیون	120107
	روغنهای KSS از روغنهای مصنوعی، مثلاً با پایه استر	روغنهای ماشینکاری مصنوعی	110
پس گرفتن اجباری توسط کارخانه. روغن کهنه در صورت معلوم بودن ترکیب آن تصفیه یا بازیافت انرژی می‌شود. هرگز آن را با مواد دیگر مخلوط نکنید.	روغن کهنه و روغن جمع‌دهنده، روغن هیدرولیک، روغن کمپرسور پیستونی	روغنهای کلری نشده ماشینها، روغنهای - جعبه دنده و - روغنکاری	130202
تا حد امکان از سرویس کرایم‌ای برای این کار استفاده کنید.	مثلاً دستمال و پارچه‌های تمیزکاری، فرچه‌های کثیف آغشته به روغن و موم، قوطی روغن و گریس	مواد فیلتر و مکش، کهنه‌های تمیزکننده و لباسهای محافظ با آلودگیهای مضر	150299D1
روغن کمپرسور با خواص کف‌گیری (مانع مخلوط کف و مایع) به کار برید؛ تا حد امکان کمپرسورهای بدون روغن استفاده کنید.	آب مقطر از کمپرسورها	امولوسیونهای دیگر	130505
پس گرفتن توسط کارخانه جایگزینی با مواد تمیزکننده آبی آزمایش شود.	مواد حلال ترکیبی پر (- کلرواتن) تری (- کلرواتن)	سایر مواد حلال هالوزنی و مخلوط مواد حلال	140102



طبق (2003-11) TRGS -900<sup>(۱)</sup>

مواد خطرناک (مقادیر - TRK و - MAK)

طبق § 3 مقررات مواد خطرناک، مقادیر حدی زیر در هوا در محل کار (مقادیر حدی هوا) نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:

- غلظت فنی درست (TRK) غلظت مواد موجود در هوای محل کار که موجب ایجاد سرطان و مشکوک به ایجاد سرطان می‌باشد. مراعات مقدار TRK خطر آسیب به سلامتی را باید کاهش دهد. هرچند که نتوان تصمیم کاملاً قطعی گرفت.
- غلظت ماکزیمم محل کار (MAK) غلظت یک ماده در هوای محل کار است که معمولاً سلامتی کارگر را دچار آسیب نمی‌کند.

مقادیر حدی هوا مقادیر متوسط هستند. این مقدار بر این اساس است که فرد موردنظر نسبت به مواد خطرناک به طور روزانه هشت ساعت یا به طور هفتگی به طور متوسط چهل ساعت تحت اثر قرار می‌گیرد.

مواد	<sup>(۱)</sup> MAK/TRK ml/m <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>	<sup>(۲)</sup> UF	تذکر <sup>(۳)</sup>	مواد	<sup>(۱)</sup> MAK/TRK ml/m <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>	<sup>(۲)</sup> UF	تذکر <sup>(۳)</sup>
استون	500	1200	1,5	الیاف معدنی	—	—	TRK, K3
اکریل نیتریل	3	7	4,0	مس	—	1	4
آمونیاک	50	35	=1	ترکیبات مولیبدن	—	5	4
آرست	—	—	—	نیکل	—	0,5	4
بنزول	1	3,25	4	نیکوتین	0,07	0,47	4
بریلیم	—	0,002	4	اوزن	0,1	0,2	=1
سرب	—	0,1	4	فلز	5	19	=1
کادمیم	—	0,015	4	پروپان	1000	1800	4
ترکیبات کرم (دوره جوشکاری)	—	0,1	4	حبوبه	—	0,1	4
اسیدفلوئوریدریک (HF)	3	2,5	=1	دی اکسید گوگرد	0,5	1,3	1
دی اکسید کربن	5000	9100	4	استیرول	20	86	4
مونواکسید کربن	30	35	2	تتراکلر اتن (پر)	50	345	4
مواد روغنکاری	—	10	—	تری کلر اتن	50	270	4
خنک کننده (KSS)	—	—	—	—	—	—	—

(۱) قواعد فنی مواد خطرناک (انتخاب از برگه اداره کار فدرال) و نیز دستورالعمل EG 67/548/EWG.

(۲) معمولاً مقادیر MAK داده می‌شود، مقادیر TRK فقط در صورت ذکر ملاحظات ذکر می‌شود.

(۳) UF فاکتور تجاوز از مقادیر کوتاه مدت، =1 مقدار حدی نباید تجاوز کند.

(۴) H مواد نفوذکننده به پوست، این مواد براحتی از پوست وارد بدن می‌شوند و منجر به آسیب می‌شود. تماس پوستی با این مواد پرهیز شود (مقایسه با R27, R24, R21).

K سرطانزا، طبقه 1: در انسانها ثابت شده است، طبقه 2: با آزمایش روی حیوانات ثابت شده است، طبقه 3: مشکوک

M تغییردهنده ارثی و ژنی، طبقه 1 تا 3 مانند K

RF تاثیر منفی روی قابلیت تکثیر گیاهی و قابلیت باروری، طبقه 1 تا 3 مانند K

RE مضر باروری، گروه 1 تا 3 مانند K

Y آسیب میوه‌ای در صورت مراعات مقادیر MAK نگران کننده نیست

(۵) 250 000 لیاف/m<sup>3</sup>

## مقدار مواد گازهای خطرناک

تذکرات دیگر	حد بالای حد پایین	درمای اشتعال	نسبت چگالی به هوا	گاز
در فشار $p_e > 2 \text{ bar}$ تجزیه خودبه‌خود و انفجار	82	1,5	0,91	استیلن
هوای تنفسی را می‌راند، خطر خفه شدن	—	—	1,38	آرگون
اثر نارگوتی، اثر خفه‌کنندگی	8,5	1,5	2,11	نونان
CO <sub>2</sub> مایع و یخ خشک منجر به یخزدگی سنگین می‌شود	—	—	1,53	دی اکسید کربن
مسمومیت شدیدخونی، آسیب شنوایی، دید، کبد، ریه و کلیه	74	12,5	0,97	مونواکسید کربن
هوای تنفسی را می‌راند، پروپان مایع باعث آسیب پوستی و چشمی می‌شود	9,5	2,1	1,55	پروپان
مخلوط گریس و روغن با اکسیژن مخلوط انفجارآمیز است، گاز مشتعل کننده است	—	—	1,1	اکسیژن
در فضای بسته هوای تنفسی را می‌راند، خطر خفه شدن	—	—	0,97	ازت، نیتروژن
اشتعال خودبه‌خود در سرعت بالای جریان و تخلیه، با هوا، O <sub>2</sub> و Cl مخلوط قابل انفجاری تشکیل می‌دهد	75,6	4	0,07	هیدروژن



مواد خطرناک، سلامتی و امنیت انسان و محیط را تهدید می‌کند. بدین جهت باید به طور ویژه‌ای مشخص شوند (مقایسه با صفحه ۴۰۴).  
سریه‌های R<sup>۱</sup>، زیرسریه‌های استاندارد بوده و به خطر ویژه در برخورد و استفاده از مواد خطرناک اشاره می‌کند. برگه‌های ویژه ایمنی برای هر ماده خطرناک اطلاعات مفصلی را دربر دارد.

طبق (2004-04) (RL 67/548/EWG<sup>۱</sup>)

سری R : اشاره به خطرات ویژه

معنی	سری R <sup>۲</sup>	معنی	سری R <sup>۳</sup>
باعث سوزش شیمیایی می‌شود	R 34	در حالت خشک خطر انفجار	R 1
باعث سوزش شیمیایی شدید	R 35	در نتیجه ضربه، اصطکاک (مالش)، آتش و سایر منابع	R 2
تخریک چشمها	R 36	اشتعال خطر انفجار	R 3
تخریک سیستم تنفسی	R 37	در نتیجه ضربه، اصطکاک (مالش)، آتش و سایر منابع	R 4
تخریک پوست	R 38	اشتعال خطر انفجار ویژه	R 5
خطر جدی آسیبهای غیرقابل برگشت	R 39	پیوندهای فلزی خطر انفجار حساس بالایی را فراهم می‌کند	R 6
مشکوک به اثرات سرطان‌زایی	R 40	هنگام گرم کردن قابل انفجار	R 7
خطر آسیبهای جدی چشمی	R 41	با یا بدون هوا قابل انفجار	R 8
امکان ایجاد حساسیت تنفسی	R 42	می‌تواند باعث آتش‌سوزی شود	R 10
امکان ایجاد حساسیت در تماس با پوست	R 43	خطر آتش‌سوزی هنگام تماس با مواد قابل احتراق	R 11
خطر انفجار در گرم شدن در فضای بسته	R 44	قابل اشتعال	R 12
امکان ایجاد سرطان	R 45	با قابلیت اشتعال آسان	R 13
امکان ایجاد آسیبهای ژنی و ارثی	R 46	با قابلیت اشتعال بالا	R 14
خطر آسیبهای جدی سلامتی در تماسهای طولانی	R 48	گاز مایع با قابلیت اشتعال بالا	R 15
امکان ایجاد سرطان تنفسی	R 49	واکنش شدید با آب دارد	R 16
خیلی سمی برای ارگانیزم آب	R 50	با آب واکنش داشته و گاز قابل اشتعال بالایی را تشکیل می‌دهد	R 17
سمی برای ارگانیزم آب	R 51	خط انفجار در مخلوط شدن با مواد آتش‌زا	R 18
مضر برای ارگانیزم آب	R 52	اشتعال خودبه‌خودی در هوا	R 19
اثرات مضر طولانی‌مدت برای منابع آبی	R 53	هنگام مصرف امکان تشکیل مخلوط هوا-بخار	R 20
سمی برای گیاهان	R 54	انفجار آمیز یا با قابلیت اشتعال آسان	R 21
سمی برای حیوانات	R 55	می‌تواند پراکسید قابل انفجار تشکیل دهد	R 22
سمی برای ارگانیزم قشر خاکی	R 56	مضر سلامتی هنگام تنفس	R 23
سمی برای زنبور	R 57	مضر سلامتی در تماس با دست	R 24
امکان اثرات مضر درازمدت روی محیط زیست	R 58	مضر سلامتی هنگام بلعیدن	R 25
خطرناک برای لایه اوزن	R 59	سمی هنگام تنفس	R 26
اثر منفی برای تکثیر گیاهی	R 60	سمی هنگام تماس با پوست	R 27
امکان آسیب به نوزاد در شکم مادر	R 61	سمی هنگام بلعیدن	R 28
امکان اثر منفی بر تکثیر گیاهی	R 62	خیلی سمی هنگام تنفس	R 29
احتمال آسیب به نوزاد در شکم مادر	R 63	خیلی سمی هنگام تماس با دست	R 30
امکان آسیب به نوزاد از طریق شیر مادر	R 64	خیلی سمی هنگام بلعیدن	R 31
مضر سلامتی : هنگام قورت دادن امکان آسیب ریه	R 65	هنگام تماس با آب گاز سمی به وجود می‌آید	R 32
در تماس مکرر امکان خشکی و ترک پوست	R 66	اشتعال آسان هنگام کاربرد	R 33
امکان خواب‌الودگی و عدم تمرکز حواس تحت اثر	R 67	هنگام تماس با اسید گازهای سمی تولید می‌کند	
بخارات	R 68	هنگام تماس با اسید گازهای خیلی سمی تولید می‌کند	
امکان آسیب غیرقابل برگشت		خطر با اثرات فزاینده و مرکب	

(۱) Risiko = R، خطر

(۲) مقررات EG، پیوست III

(۳) ترکیب سریه‌های R ممکن است، مثلاً R 23/24 : سمی هنگام تنفس و تماس با پوست



به سری پیشنهادات ایمنی زیر (سری S)<sup>(۱)</sup> در کاربرد مواد خطرناک و آماده‌سازی آن توجه شود. با مراعات آن از خطر جلوگیری شده و یا کاهش می‌یابد.

## سری S: پیشنهادات ایمنی

طبق (2004-04) RL 67/548/EWG<sup>(۲)</sup>

معنی	سری S <sup>(۳)</sup>	معنی	سری S <sup>(۳)</sup>
عینک ایمنی / ماسک صورت استفاده کنید	S 39	در ظرف در بسته محافظت کنید	S 1
کف و اجسام کثیف را با ... (توسط سازنده بیان می‌شود) تمیز کنید	S 40	نباید در دسترس بچه‌ها قرار گیرد	S 2
گاز قابل انفجار و احتراق را استشمام نکنید	S 41	خنک نگه دارید	S 3
به هنگام دود دادن و اسپری از وسیله ایمنی تنفسی ویژه‌ای استفاده کنید (مشخصه این وسیله توسط سازنده بیان می‌شود)	S 42	از محل زندگی و سکونت دور نگه دارید	S 4
برای خاموش کردن ... (توسط سازنده بیان می‌شود) استفاده کنید، (اگر آب خطر را افزایش دهد اضافه می‌شود: "هرگز از آب استفاده نکنید")	S 43	تحت ... نگهداری کنید (مابع ویژه توسط تولیدکننده یادآوری می‌شود)	S 5
در صورت سانحه یا ناخوشی فوراً به پزشک مراجعه شود (در صورت ممکن این تابلو را جلو دید قرار دهید)	S 45	تحت ... نگهداری کنید (گاز خنثی توسط سازنده بیان می‌شود)	S 6
در صورت بلعیدن اصول ایمنی پزشکی را بی‌رسید و بسته‌بندی یا اتیکت را نشان دهید	S 46	مخزن را کاملاً آب‌بند (کیپ) نگهداری کنید	S 7
در دمای بالاتر از "C" ... با دقت بیشتر مراقبت کنید	S 47	مخزن را خشک نگه دارید	S 8
رطوبت را با ... (وسیله ویژه، توسط تولیدکننده بیان می‌شود) حفظ کنید	S 48	مخزن را تحت هوادهی خوب نگهداری کنید	S 9
فقط در ظرف اصلی نگهداری کنید	S 49	مخزن نباید آب‌بند از گاز بسته شود	S 12
با ... مخلوط نکنید (توسط سازنده بیان می‌شود)	S 50	از مواد تغذیه، نوشیدنی و خوراک دام دور نگهداشته شود	S 13
فقط در محدوده هواخوری خوب به کار ببرید	S 51	از ... دور نگهداشته شود (ماده ناسازگار توسط سازنده بیان می‌شود)	S 14
با سطوح بزرگ برای فضای نشیمن یا اقامت استفاده نکنید	S 52	از گرمای شدید محافظت شود	S 15
قبل از کاربرد راهنماییهای ویژه را کسب کنید	S 53	از منابع اشتعال دور نگهداشته شود- سیگار نکشید	S 16
این ماده و ظرف آن را به دفن و انهدام زیاله مشکل‌دار و ویژه هدایت کنید	S 56	از مواد قابل احتراق دور نگهداشته شود	S 17
برای پرهیز از آلودگی محیط زیست مخزن ویژه‌ای را به کار ببرید	S 57	ظرف را با احتیاط باز کنید و استفاده کنید	S 18
اطلاعات کاربرد مجدد/ کاربرد زیاله را از سازنده/ کارخانه تحویل‌دهنده بی‌رسید	S 59	هنگام کار نخورید و نیاشامید	S 20
این محصول و ظرف آن را به عنوان زیاله خطرناک دفن و نابود کنید	S 60	هنگام کار سیگار نکشید	S 21
از انداختن و گذاشتن آن در محیط زیست پرهیز کنید. راهنماییهای ویژه را کسب/ برگه اطلاعات ایمنی و توصیه را به کار ببرید	S 61	غبار را تنفس نکنید	S 22
در صورت بلعیدن مجبور به استفراغ نکنید. لطفاً از پزشک کسب اطلاع کنید و بسته و اتیکت را نشان دهید	S 62	گاز/ دود/ اروزول را تنفس نکنید (مشخصه [های] ویژه توسط سازنده بیان می‌شود)	S 23
در صورت سانحه به واسطه تنفس: شخص سانحه دیده را در هوای آزاد بگذارید تا آرام باشد	S 63	از تماس با پوست پرهیز شود	S 24
در صورت بلعیده شدن، دهان را کاملاً بشویید (فقط در صورتی که حادثه دیده هوشیار باشد)	S 64	از تماس با چشم پرهیز شود	S 25
		در صورت تماس با چشم، آن را کاملاً بشویید و به پزشک مراجعه کنید	S 26
		لباسهای کثیف و خیس شده را فوراً درآورید	S 27
		در تماس با پوست فوراً با ... زیاد بشویید (توسط سازنده بیان می‌شود)	S 28
		وارد سیستم کانال آب و فاضلاب نشود	S 29
		هرگز آب به آن نریزید	S 30
		اقداماتی در مورد شارژ الکتروستاتیکی انجام دهید	S 33
		زیاله‌ها و مخازن را با روش صحیحی از بین ببرید	S 35
		هنگام کار از پوشش ایمنی ویژه‌ای استفاده کنید	S 36
		کفش ایمنی ویژه‌ای استفاده کنید	S 37
		در صورت تهویه و جریان هوای ناکافی از وسیله ایمنی تنفسی استفاده کنید	S 38

(۲) مقررات EG، پیوست IV

(۱) S = Sicherheit، ایمنی

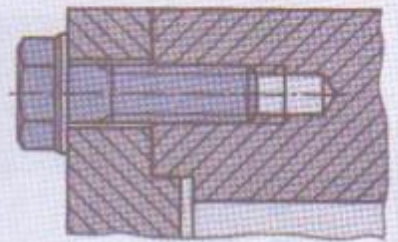
(۳) ترکیب سریهای S ممکن است، مثلاً S 20/21: هنگام کار نخورید، نیاشامید و سیگار نکشید.



- ۱-۵ رزوه‌ها - نگاه کلی ۲۰۲.....  
 رزوه‌های معمولی و دندانه‌ریز متریک ۲۰۳.....  
 رزوه‌های ویتورث (Whitworth)، رزوه‌های لوله ۲۰۶.....  
 رزوه‌های دندانه نوزنقه‌ای و اره‌ای ۲۰۷.....  
 تیرانس رزوه‌ها ۲۰۸.....



- ۲-۵ پیچها - نگاه کلی ۲۰۹.....  
 مشخصه و درجه استحکام پیچها ۲۱۰.....  
 پیچهای سرشش‌گوش ۲۱۲.....  
 سایر پیچها ۲۱۵.....  
 محاسبه اتصالات پیچی ۲۲۱.....  
 قفل پیچها ۲۲۲.....  
 اندازه آچارگیر، انواع کلکی پیچ جهت بستن ۲۲۳.....



- ۳-۵ خزینه‌ها  
 خزینه پیچهای خزینه ۲۲۴.....  
 خزینه پیچهای سراسنانه‌ای و سرشش‌گوش ۲۲۵.....



- ۴-۵ مهره‌ها - نگاه کلی ۲۲۶.....  
 مشخصه مهره‌ها ۲۲۷.....  
 درجه استحکام مهره‌ها، مهره‌های شش‌گوش ۲۲۸.....  
 سایر مهره‌ها ۲۳۱.....



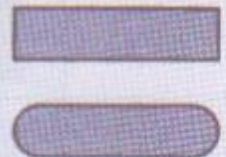
- ۵-۵ واشرهای تخت - نگاه کلی ۲۳۳.....  
 واشرهای تخت ۲۳۴.....  
 واشرهای اتصالات مقاوم (HV)، واشرهای تخت فنری، فنری و برجسته ۲۳۵.....



- ۶-۵ پینها و بولتها - نگاه کلی ۲۳۷.....  
 پینهای متحرک - استوانه‌ای، مخروطی و - فنری چاکدار ۲۳۸.....  
 پینهای - متحرک شیاردار، - متحرک با سر، - ثابت ۲۳۹.....



- ۷-۵، ۸-۵ اتصالات محور - توپی  
 خارها، خارهای گره‌ای ۲۴۰.....  
 خارهای مستطیلی و ناخن ۲۴۱.....  
 اتصالات هزارخاری و میخ‌پرچها ۲۴۲.....  
 مخروط ابزار ۲۴۳.....



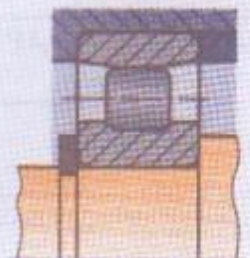
- ۹-۵، ۱۰-۵ فنرها، قالب‌سازی  
 فنرها ۲۴۵.....  
 پوشهای سوراخکاری ۲۴۸.....  
 قطعات استاندارد قالب‌سازی ۲۵۲.....



- ۱۱-۵ اجزاء محرک  
 تسمه‌ها ۲۵۴.....  
 زنجیرها ۲۵۷.....  
 چرخدنده‌ها ۲۵۹.....  
 سیستمهای انتقال قدرت ۲۶۲.....  
 نمودار دور ۲۶۳.....



- ۱۲-۵ یاتاقانها  
 یاتاقانهای لغزشی - نگاه کلی ۲۶۴.....  
 پوش یاتاقانهای لغزشی ۲۶۵.....  
 یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگها) - نگاه کلی ۲۶۶.....  
 انواع یاتاقانهای غلتشی ۲۶۸.....  
 خارهای فنری، خارهای واشری ۲۷۲.....  
 اجزاء آب‌بند ۲۷۳.....  
 روغنهای روغنکاری ۲۷۴.....  
 گریسها و مواد روغنکاری جامد ۲۷۵.....





## رزوه‌های راست‌گرد یک‌راهه (تخه)

کاربرد	اندازه نامی	مثال مشخصه	حروف مشخصه	پروفیل رزوه	نام رزوه
ساعت، صنایع ظریف و دقیق	0,3...0,9 mm	DIN 14 - M 08	M		رزوه متریکی ISO - رزوه
عمومی (رزوه معمولی)	1...68 mm	DIN 13 - M 30			
عمومی (رزوه ظریف)	1...1000 mm	DIN 13 - M 20 x 1			
پیچ با بدنه کششی	12...180 mm	DIN 2510 - M 36			رزوه متریکی با لقی زیاد
پیچهای درپوش و روغن‌خور (گریس‌خور)	6...60 mm	DIN 158 - M 30 x 2			رزوه داخلی استوانه‌ای متریکی
پیچهای درپوش و روغن‌خور (گریس‌خور)	6...60 mm	DIN 158 - M 30 x 2 مخروطی	M		رزوه‌های خارجی مخروطی متریکی
غیرآببند	1/8...6 in	DIN ISO 228 - G 1 1/2 (داخلی) DIN ISO 228 - G 1 1/2 A (خارجی)	G		رزوه لوله، استوانه‌ای
رزوه لوله، آببند در رزوه‌ها؛ برای لوله‌های رزوه‌دار، فیتینگ‌ها، اتصالات لوله	1/8...6 in	DIN 2999 - R <sub>p</sub> 1/2	R <sub>p</sub>		رزوه لوله استوانه‌ای (رزوه داخلی)
	1/8...1 1/2 in	DIN 3858 - R <sub>p</sub> 1/8			
	1/8...6 in	DIN 2999 - R 1/2	R		رزوه لوله مخروطی (رزوه خارجی)
	1/8...1 1/2 in	DIN 3858 - R 1/8 - 1			
عمومی به صورت رزوه انتقال حرکت	8...300 mm	DIN 103 - Tr 40 x 7	Tr		رزوه دوزنقه - ISO متریکی
عمومی به صورت رزوه انتقال حرکت	10...640 mm	DIN 513 - S 48 x 8	S		رزوه دندانه اره‌ای
عمومی	8...200 mm	DIN 405 - Rd 40 x 1/8	Rd		رزوه دندانه گرد انتقال زیاد
رزوه دندانه گرد با فاصله انتقال زیاد	10...300 mm	DIN 20400 - Rd 40 x 5			
برای پیچهای ورق	1,5...9,5 mm	ISO 1478 - ST 3,5	ST		رزوه پیچهای ورق

## مشخصه رزوه‌های چپ‌گرد و رزوه‌های چندراهه

طبق DIN ISO 965-1 (1999-11)


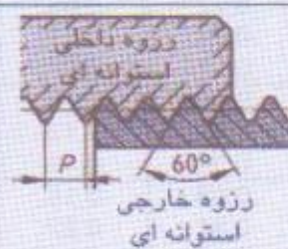
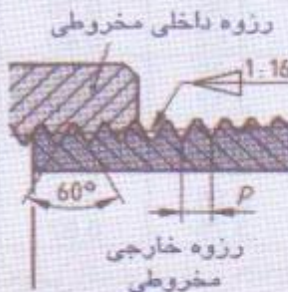

نوع رزوه	توضیح	مشخصه کوتاه (مثال)
رزوه چپ‌گرد	علامت کوتاه "LH" (Left-Hand) بعد از مشخصه کامل رزوه قرار می‌گیرد.	M 30 - LH Tr 40 x 7 - LH
رزوه راست‌گرد چندراهه	بعد از علامت کوتاه و قطر رزوه، گام حقیقی P <sub>n</sub> و گام ظاهری P قرار می‌گیرد.	M 16 x P <sub>n</sub> 3 P 1,5 یا M 16 x P <sub>n</sub> 3 P 1,5 (دوراهه)
رزوه چپ‌گرد چندراهه	بعد از مشخصه رزوه چندراهه علامت "LH" قرار می‌گیرد.	M 14 x P <sub>n</sub> 6 P 2-LH یا M 14 x P <sub>n</sub> 6 P 2 (سه‌راهه) - LH

(۱) در اجزاء با رزوه - راست‌گرد و چپ‌گرد بعد از مشخصه رزوه راست‌گرد علامت RH (Right-Hand) و بعد از مشخصه رزوه چپ‌گرد علامت LH (Left-Hand) قرار می‌گیرد.

P (گام ظاهری)؛ P<sub>n</sub> (گام حقیقی) = تعداد راه پیچ

تعداد راه یا نخ در رزوه‌های چندراهه از فرمول زیر به‌دست می‌آید:



کشور <sup>(۲)</sup>	معنی	مثال مشخصه	علامت کوتاه	پروفیل رزوه	نام رزوه
ARG, AUS, GBR, IND, JPN, NOR, PAK, SWE و غیره	رزوه - ISO-UNC با قطرنامی 1/4 inch، 20 دندانه در اینچ، درجه انطباق 2A	1/4 - 20 UNC - 2A	UNC		رزوه استاندارد آمریکا، دندانه درشت (Unified Coarse Thread)
ARG, AUS, GBR, IND, JPN, NOR, PAK, SWE و غیره	رزوه - ISO-UNF با قطرنامی 1/4 inch، 28 دندانه در اینچ، درجه انطباق 3A	1/4 - 28 UNF - 3A	UNF		رزوه استاندارد آمریکا، دندانه ریز (Unified Fine Thread)
AUS, GBR, IND, NOR, PAK, SWE و غیره	رزوه - ISO-UNEF با قطرنامی 1/4 inch، 32 دندانه در اینچ، درجه انطباق 3A	1/4 - 32 UNEF - 3A	UNEF		رزوه استاندارد آمریکا، دندانه خیلی ریز (Unified Extra-fine Thread)
AUS, GBR, NZL, USA,	رزوه - UNS با قطرنامی 1/4 inch، 27 دندانه در اینچ	1/4 - 27 UNS	UNS		رزوه استاندارد آمریکا، رزوه خاص، ترکیبی، مختلف قطر به کام (Unified Special Thread)
USA	رزوه - NPSM با قطرنامی 1/2 inch، 14 دندانه در اینچ	1/2 - 14 NPSM	NPSM		رزوه لوله استوانه‌ای برای اتصالات مکانیکی (Straight Pipe Threads for Mechanical joints)
BRA, FRA, USA و غیره	رزوه - NPT با قطرنامی 3/8 inch، 18 دندانه در اینچ	3/8 - 18 NPT	NPT		رزوه لوله استاندارد آمریکا، مخروطی (American Standard Taper-Pipe Thread)
BRA, USA	رزوه - NPTF با قطرنامی 1/2 inch، 14 دندانه در اینچ (آب‌بند خشک)	1/2 - 14 NPTF (dryseal)	NPTF		رزوه لوله استاندارد آمریکا، مخروطی، دندانه‌ریز (American Standard Taper-Pipe Thread Fine)
AUS, GBR, NZL, USA,	رزوه - Acme با قطرنامی 1 3/4 inch، 4 دندانه در اینچ، درجه انطباق 2G	1 3/4 - 4 Acme - 2G	Acme		رزوه استاندارد آمریکا، دندانه دوزنقه‌ای $h = 0,5 \cdot P$
USA	رزوه - Stub-Acme با قطرنامی 1/2 inch، 20 دندانه در اینچ	1/2 - 20 Stub-Acme	Stub-Acme		رزوه استاندارد آمریکا، دندانه دوزنقه‌ای کوتاه $h = 0,3 \cdot P$

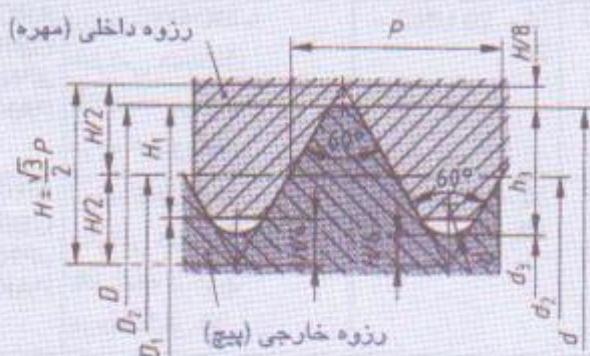
(۱) طبق Kaufmann, Manfred : "Wegweiser zu den Gewindenormen verschiedener Länder", DIN, 2000

(۲) کد سه حرفی کشورها، طبق DIN EN ISO 3166-1 (1998-04)



طبق DIN 13-19 (1999-11)

رزوه ISO متریک برای کاربرد عمومی، پروفیل نامی

رزوه قطر نامی  $d = D$ گام  $P$ عمق رزوه خارجی  $h_3 = 0,6134 \cdot P$ عمق رزوه داخلی  $H_1 = 0,5413 \cdot P$ شعاع پای رزوه پیچ  $R = 0,1443 \cdot P$ قطر جناح  $d_2 = D_2 = d - 0,6495 \cdot P$ قطر داخلی پیچ  $d_3 = d - 1,2269 \cdot P$ قطر داخلی مهره  $D_1 = d - 1,0825 \cdot P$ قطر مته  $= d - P$ زاویه جناح رزوه  $60^\circ$ سطح مقطع تنش  $S = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ 

طبق DIN 13-1 (1999-11)

اندازه نامی رزوه معمولی سری 1<sup>۱</sup> (اندازه‌ها به mm)

مشخصه رزوه	گام	قطر جناح	قطر داخلی رزوه خارجی	قطر داخلی رزوه داخلی	عمق رزوه رزوه خارجی	عمق رزوه رزوه داخلی	شعاع پای دندانه پیچ	سطح مقطع تنش	قطر مته	اندازه آچارخور
$d = D$	$P$	$d_2 = D_2$	$d_3$	$D_1$	$h_3$	$H_1$	$R$	$S$ mm <sup>2</sup>	داخل مهره <sup>۲</sup>	
M 1	0,25	0,84	0,69	0,73	0,15	0,14	0,04	0,46	0,75	-
M 1,2	0,25	1,04	0,89	0,93	0,15	0,14	0,04	0,73	0,95	-
M 1,6	0,35	1,38	1,17	1,22	0,22	0,19	0,05	1,27	1,25	3,2
M 2	0,4	1,74	1,51	1,57	0,25	0,22	0,06	2,07	1,6	4
M 2,5	0,45	2,21	1,95	2,01	0,28	0,24	0,07	3,39	2,05	5
M 3	0,5	2,68	2,39	2,46	0,31	0,27	0,07	5,03	2,5	5,5
M 4	0,7	3,55	3,14	3,24	0,43	0,38	0,10	8,78	3,3	7
M 5	0,8	4,48	4,02	4,13	0,49	0,43	0,12	14,2	4,2	8
M 6	1	5,35	4,77	4,92	0,61	0,54	0,14	20,1	5,0	10
M 8	1,25	7,19	6,47	6,65	0,77	0,68	0,18	36,6	6,8	13
M 10	1,5	9,03	8,16	8,38	0,92	0,81	0,22	58,0	8,5	16
M 12	1,75	10,86	9,85	10,11	1,07	0,95	0,25	84,3	10,2	18
M 16	2	14,70	13,55	13,84	1,23	1,08	0,29	157	14	24
M 20	2,5	18,38	16,93	17,29	1,53	1,35	0,36	245	17,5	30
M 24	3	22,05	20,32	20,75	1,84	1,62	0,43	353	21	36
M 30	3,5	27,73	25,71	26,21	2,15	1,89	0,51	561	26,5	46
M 36	4	33,40	31,09	31,67	2,45	2,17	0,58	817	32	55
M 42	4,5	39,08	36,48	37,13	2,76	2,44	0,65	1121	37,5	65
M 48	5	44,75	41,87	42,59	3,07	2,71	0,72	1473	43	75
M 56	5,5	52,43	49,25	50,05	3,37	2,98	0,79	2030	50,5	85
M 64	6	60,10	56,64	57,51	3,68	3,25	0,87	2676	58	95

طبق DIN 13-2...10 (1999-11)

اندازه‌های نامی رزوه دندانه‌ریز (اندازه‌ها به mm)

مشخصه رزوه	قطر جناح	قطر داخلی رزوه	مشخصه رزوه	قطر جناح	قطر داخلی رزوه	مشخصه رزوه	قطر جناح	قطر داخلی رزوه
$d \times P$	$d_2 = D_2$	پیچ $d_3$ مهره $D_1$	$d \times P$	$d_2 = D_2$	پیچ $d_3$ مهره $D_1$	$d \times P$	$d_2 = D_2$	پیچ $d_3$ مهره $D_1$
M 2 × 0,25	1,84	1,69 1,73	M 10 × 0,25	9,84	9,69 9,73	M 24 × 2	22,70	21,55 21,84
M 3 × 0,25	2,84	2,69 2,73	M 10 × 0,5	9,68	9,39 9,46	M 30 × 1,5	29,03	28,16 28,38
M 4 × 0,2	3,87	3,76 3,78	M 10 × 1	9,35	8,77 8,92	M 30 × 2	28,70	27,55 27,84
M 4 × 0,35	3,77	3,57 3,62	M 12 × 0,35	11,77	11,57 11,62	M 36 × 1,5	35,03	34,16 34,38
M 5 × 0,25	4,84	4,69 4,73	M 12 × 0,5	11,68	11,39 11,46	M 36 × 2	34,70	33,55 33,84
M 5 × 0,5	4,68	4,39 4,46	M 12 × 1	11,35	10,77 10,92	M 42 × 1,5	41,03	40,16 40,38
M 6 × 0,25	5,84	5,69 5,73	M 16 × 0,5	15,68	15,39 15,46	M 42 × 2	40,70	39,55 39,84
M 6 × 0,5	5,68	5,39 5,46	M 16 × 1	15,35	14,77 14,92	M 48 × 1,5	47,03	46,16 46,38
M 6 × 0,75	5,51	5,08 5,19	M 16 × 1,5	15,03	14,16 14,38	M 48 × 2	46,70	45,55 45,84
M 8 × 0,25	7,84	7,69 7,73	M 20 × 1	19,35	18,77 18,92	M 56 × 1,5	55,03	54,16 54,38
M 8 × 0,5	7,68	7,39 7,46	M 20 × 1,5	19,03	18,16 18,38	M 56 × 2	54,70	53,55 53,84
M 8 × 1	7,35	6,77 6,92	M 24 × 1,5	23,03	22,16 22,38	M 64 × 2	62,70	61,55 61,84

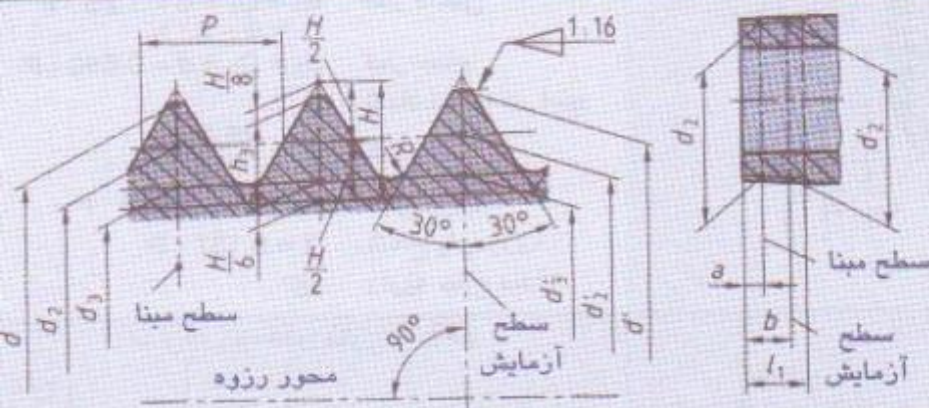
(۱) سری ۲ و سری ۳ شامل اندازه‌های میانی هم هست (مثلاً M7، M9 و M14).

(۲) طبق DIN ISO 272 (1979-10)

(۳) طبق DIN 336 (2003-07)



اندازه‌های رزوه خارجی



قطر جناح  $d_2 = d - 0,650 \cdot P$

قطر داخلی  $d_3 = d - 1,23 \cdot P$

عمق (ارتفاع)  $H_1 = 0,866 \cdot P$

عمق رزوه (ارتفاع)  $h_3 = 0,613 \cdot P$

شعاع پای رزوه پیچ  $R = 0,144 \cdot P$

اندازه‌های رزوه			اندازه‌های سطح مینا				اندازه‌های سطح آزمایش			
مشخصه رزوه $d \times P$	طول رزوه $l_1$	عمق رزوه $h_3 \text{ max.}$	فاصله $a$	اندازه‌های رزوه			فاصله $b$	اندازه‌های رزوه		
				$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_3$		$d'$	$d'_2$	$d'_3$
M 5 keg <sup>(۱)</sup>	5	0,52	2	5	4,48	4,02	2,8	5,05	4,5	4,07
M 6 keg	5,5	0,66	2,5	6	5,35	4,77	3,5	6,06	5,4	4,84
M 8 × 1 keg				8	7,35	6,77		8,06	7,4	6,84
M 10 × 1 keg				10	9,35	8,77		10,06	9,4	8,84
M 12 × 1 keg				12	11,35	10,77		12,06	11,4	10,84
M 10 × 1,25 keg	7	0,82	3	10	9,19	8,47	5	10,13	9,3	8,59
M 12 × 1,25 keg				12	11,19	10,47		12,13	11,3	10,59
M 12 × 1,5 keg	8,5	0,98	3,5	12	11,03	10,16	6,5	12,19	11,2	10,35
M 14 × 1,5 keg				14	13,03	12,16		14,19	13,2	12,35
M 16 × 1,5 keg				16	15,03	14,16		16,19	15,2	14,35
M 18 × 1,5 keg				18	17,03	16,16		18,19	17,2	16,35
M 20 × 1,5 keg				20	19,03	18,16		20,19	19,2	18,35
M 22 × 1,5 keg				22	21,03	20,16		22,19	21,2	20,35
M 24 × 1,5 keg				24	23,03	22,16		24,19	23,2	22,35
M 26 × 1,5 keg	10,5	1,01	4,5	26	25,03	24,16	8	26,19	25,2	24,35
M 30 × 1,5 keg				30	29,03	28,16		30,19	29,2	28,35
M 36 × 1,5 keg				36	35,03	34,16		36,22	35,2	34,38
M 38 × 1,5 keg				38	37,03	36,16		38,22	37,2	36,38
M 42 × 1,5 keg				42	41,03	40,16		42,22	41,2	40,38
M 45 × 1,5 keg				45	44,03	43,16		45,22	44,2	43,38
M 48 × 1,5 keg				48	47,03	46,16		48,22	47,2	46,38
M 52 × 1,5 keg	12	1,32	5	52	51,03	50,16	9	52,22	51,2	50,38
M 27 × 2 keg				27	25,70	24,55		27,25	25,9	24,80
M 30 × 2 keg				30	28,70	27,55		30,25	28,9	27,80
M 33 × 2 keg				33	31,70	30,55		33,25	31,9	30,80
M 36 × 2 keg	13	1,34	6	36	34,70	33,55	10	36,25	34,9	33,80
M 39 × 2 keg				39	37,70	36,55		39,25	37,9	36,80
M 42 × 2 keg				42	40,70	39,55		42,25	40,9	39,80
M 45 × 2 keg				45	43,70	42,55		45,25	43,9	42,80
M 48 × 2 keg				48	46,70	45,55		48,25	46,9	45,80
M 52 × 2 keg				52	50,70	49,55		52,25	50,9	49,80
M 56 × 2 keg				56	54,70	53,55		56,25	54,9	53,80
M 60 × 2 keg				60	58,70	57,55		60,25	58,9	57,80

رزوه خارجی مخروطی متریک،  $P = 2 \text{ mm}$ ،  $d = 3 \text{ mm}$  : DIN 158 – M 30 × 2 keg (مخروطی) رزوه طرح معمولی

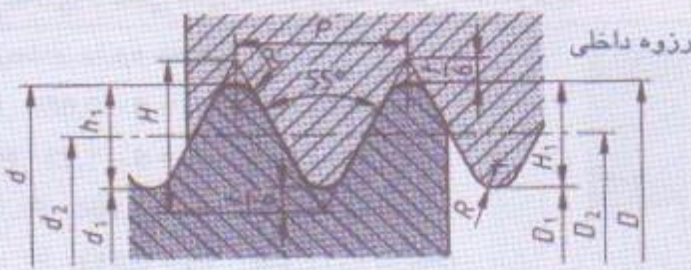
(۱) برای اتصالات خود آب‌بند (مثلاً پیچهای درپوش، روغن‌خور، گریس‌خور). برای قطرهای نامی بزرگ استفاده از مواد آب‌بند رزوه توصیه می‌شود.

(۲) قطر خارجی رزوه داخلی (مه‌ره)

(۳)  $D_2$  قطر جناح رزوه داخلی

(۴) مخروط kegel = cone





رزوه خارجی

قطر خارجی  $d = D$   
 قطر داخلی  $d_1 = D_1 = d - 1,28 \cdot P$   
 $= d - 2 \cdot t_1$   
 قطر جناح  $d_2 = D_2 = d - 0,640 \cdot P$   
 تعداد دندانه در اینچ  $Z$   
 گام  $P = \frac{25,4 \text{ mm}}{Z}$   
 عمق رزوه  $h_1 = H_1 = 0,640 \cdot P$   
 شعاع پای رزوه  $R = 0,137 \cdot P$   
 زاویه جناح دندانه  $55^\circ$

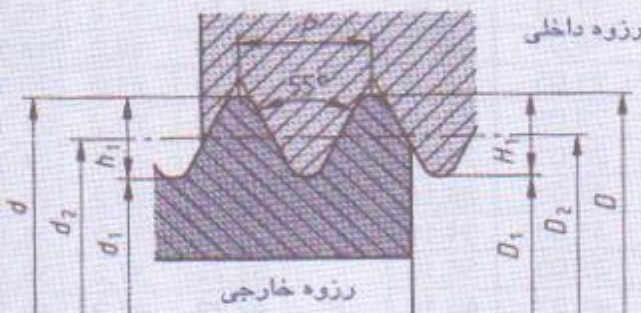
اندازه رزوه‌های خارج و داخل							اندازه رزوه‌های خارج و داخل						
مشخصه رزوه	قطر خارجی $d = D$	قطر داخلی $d_1 = D_1$	قطر جناح $d_2 = D_2$	تعداد دندانه در اینچ $Z$	عمق رزوه $h_1 = H_1$	سطح مقطع داخلی $\text{mm}^2$	مشخصه رزوه	قطر خارجی $d = D$	قطر داخلی $d_1 = D_1$	قطر جناح $d_2 = D_2$	تعداد دندانه در اینچ $Z$	عمق رزوه $h_1 = H_1$	سطح مقطع داخلی $\text{mm}^2$
$\frac{1}{4}$ "	6,35	4,72	5,54	20	0,81	17,5	$1 \frac{1}{4}$ "	31,75	27,10	29,43	7	2,32	577
$\frac{5}{16}$ "	7,94	6,13	7,03	18	0,90	29,5	$1 \frac{1}{2}$ "	38,10	32,68	35,39	6	2,71	839
$\frac{3}{8}$ "	9,53	7,49	8,51	16	1,02	44,1	$1 \frac{3}{4}$ "	44,45	37,95	41,20	5	3,25	1131
$\frac{1}{2}$ "	12,70	9,99	11,35	12	1,36	78,4	2"	50,80	43,57	47,19	4,5	3,61	1491
$\frac{5}{8}$ "	15,88	12,92	14,40	11	1,48	131	$2 \frac{1}{4}$ "	57,15	49,02	53,09	4	4,07	1886
$\frac{3}{4}$ "	19,05	15,80	17,42	10	1,63	196	$2 \frac{1}{2}$ "	63,50	55,37	59,44	4	4,07	2408
$\frac{7}{8}$ "	22,23	18,61	20,42	9	1,81	272	3"	76,20	66,91	72,56	3,5	4,65	3516
1"	25,40	21,34	23,37	8	2,03	358	$3 \frac{1}{2}$ "	88,90	78,89	83,89	3,25	5,00	4888

طبق DIN EN 10226-1 (2004-10), DIN ISO 228-1 (2003-05)

رزوه‌های لوله

DIN ISO 228-1 رزوه لوله

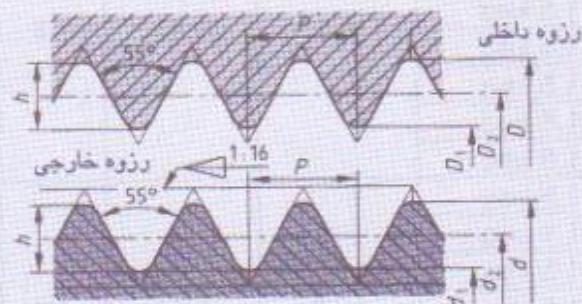
برای اتصالات بدون آب‌بند، رزوه‌های داخلی و خارجی استوانه‌ای



رزوه خارجی

DIN EN 10226-1 رزوه لوله ویت‌ورث

آب‌بند در رزوه، رزوه داخلی استوانه‌ای، رزوه خارجی مخروطی



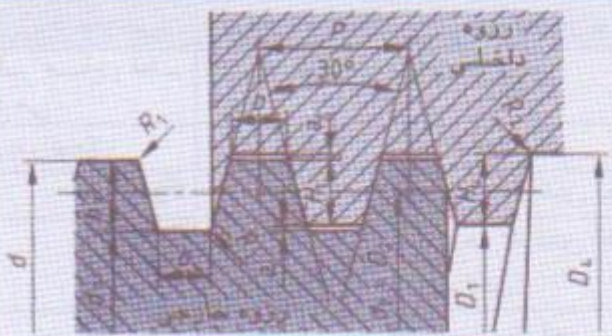
طبق رزوه لوله استاندارد مخروطی آمریکایی NPT: صفحه ۲۰۳

مشخصه رزوه			قطر خارجی $d = D$	قطر جناح $d_2 = D_2$	قطر داخلی $d_1 = D_1$	گام $P$	تعداد دندانه در اینچ $Z$	عمق رزوه $h = h_1 = H_1$	طول مفید رزوه خارجی $\geq$
DIN ISO 228-1 رزوه خارجی و داخلی	DIN ISO 10226-1 رزوه خارجی	DIN ISO 10226-1 رزوه داخلی							
$G \frac{1}{8}$	$R \frac{1}{8}$	$Rp \frac{1}{8}$	7,72	7,14	6,56	0,91	28	0,58	6,5
$G \frac{1}{4}$	$R \frac{1}{4}$	$Rp \frac{1}{4}$	9,73	9,15	8,57	0,91	28	0,58	6,5
$G \frac{3}{8}$	$R \frac{3}{8}$	$Rp \frac{3}{8}$	13,16	12,30	11,45	1,34	19	0,86	9,7
$G \frac{1}{2}$	$R \frac{1}{2}$	$Rp \frac{1}{2}$	16,66	15,81	14,95	1,34	19	0,86	10,1
$G \frac{3}{4}$	$R \frac{3}{4}$	$Rp \frac{3}{4}$	20,96	19,79	18,63	1,81	14	1,16	13,2
$G 1$	$R 1$	$Rp 1$	26,44	25,28	24,12	1,81	14	1,16	14,5
$G 1 \frac{1}{4}$	$R 1 \frac{1}{4}$	$Rp 1 \frac{1}{4}$	33,25	31,77	30,29	2,31	11	1,48	16,8
$G 1 \frac{1}{2}$	$R 1 \frac{1}{2}$	$Rp 1 \frac{1}{2}$	41,91	40,43	38,95	2,31	11	1,48	19,1
$G 2$	$R 2$	$Rp 2$	47,80	46,32	44,85	2,31	11	1,48	19,1
$G 2 \frac{1}{2}$	$R 2 \frac{1}{2}$	$Rp 2 \frac{1}{2}$	59,61	58,14	56,66	2,31	11	1,48	23,4
$G 3$	$R 3$	$Rp 3$	75,18	73,71	72,23	2,31	11	1,48	26,7
$G 4$	$R 4$	$Rp 4$	87,88	86,41	84,93	2,31	11	1,48	29,8
$G 5$	$R 5$	$Rp 5$	113,03	111,55	110,07	2,31	11	1,48	35,8
$G 6$	$R 6$	$Rp 6$	138,43	136,95	135,37	2,31	11	1,48	40,1
			163,83	162,35	160,87	2,31	11	1,48	40,1



طبق DIN 103-1 (1977-04)

رزوه‌های دندانه دوزنقه‌ای ISO متریک



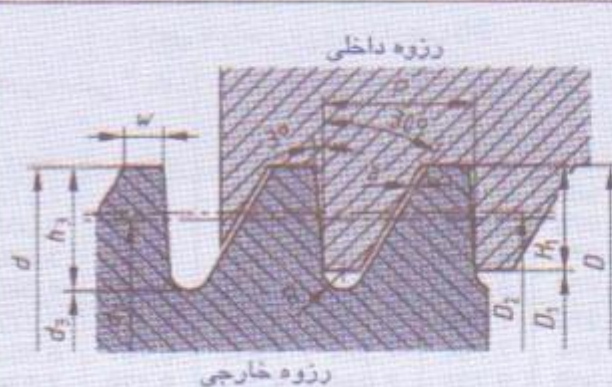
$d$  قطر نامی  
 $P$  گام رزوه‌های تک‌راهه و گام ظاهری رزوه‌های چندراهه  
 $P_n$  گام حقیقی رزوه‌های چندراهه  
 $n = P_n : P$  تعداد راه یا نخ  
 $d_3 = d - (P + 2 \cdot a_c)$  قطر داخلی رزوه خارجی  
 $D_4 = d + 2 \cdot a_c$  قطر خارجی رزوه داخلی  
 $D_1 = d - P$  قطر داخلی رزوه داخلی  
 $d_2 = D_2 = d - 0,5 \cdot P$  قطر جناح  
 $h_3 = H_4 = 0,5 \cdot P + a_c$  عمق رزوه  
 $H_1 = 0,5 \cdot P$  همپوشانی جناحها  
 $a_c$  لقی سر رزوه  
 $R_2$  و  $R_1$  شعاع لبه‌های رزوه  
 $b = 0,366 \cdot P - 0,54 \cdot a_c$  عرض پای دندانه  
 $30^\circ$  زاویه جناح دندانه

اندازه	برای گامهای P به mm			
	1,5	2...5	6...12	14...44
$a_c$	0,15	0,25	0,5	1
$R_1$	0,075	0,125	0,25	0,5
$R_2$	0,15	0,25	0,5	1

مشخصه رزوه	اندازه رزوه به mm						مشخصه رزوه	اندازه رزوه به mm					
	قطر جناح	قطر داخلی		قطر خارجی	عمق رزوه	عرض پای دندانه		قطر جناح	قطر داخلی		قطر خارجی	عمق رزوه	عرض پای دندانه
		پیچ	مهره						پیچ	مهره			
d × P	d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>4</sub>	h <sub>3</sub> = H <sub>4</sub>	b	d × P	d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>4</sub>	h <sub>3</sub> = H <sub>4</sub>	b
Tr 10 × 2	9	7,5	8	10,5	1,25	0,60	Tr 40 × 7	36,5	32	33	41	4	2,29
Tr 12 × 3	10,5	8,5	9	12,5	1,75	0,96	Tr 44 × 7	40,5	36	37	45	4	2,29
Tr 16 × 4	14	11,5	12	16,5	2,25	1,33	Tr 48 × 8	44	39	40	49	4,5	2,66
Tr 20 × 4	18	15,5	16	20,5	2,25	1,33	Tr 52 × 8	48	43	44	53	4,5	2,66
Tr 24 × 5	21,5	18,5	19	24,5	2,75	1,70	Tr 60 × 9	55,5	50	51	61	5	3,02
Tr 28 × 5	25,5	22,5	23	28,5	2,75	1,70	Tr 70 × 10	65	59	60	71	5,5	3,39
Tr 32 × 6	29	25	26	33	3,5	1,93	Tr 80 × 10	75	69	70	81	5,5	3,39
Tr 36 × 3	34,5	32,5	33	36,5	2,0	0,83	Tr 90 × 12	84	77	78	91	6,5	4,12
Tr 36 × 6	33	29	30	37	3,5	1,93	Tr 100 × 12	94	87	88	101	6,5	4,12
Tr 36 × 10	31	25	26	37	5,5	3,39	Tr 140 × 14	133	124	126	142	8	4,58

طبق DIN 513 (1985-04)

رزوه‌های اره‌ای متریک



$d = D$  اندازه نامی رزوه  
 $P$  گام  
 $d_3 = d - 1,736 \cdot P$  قطر داخلی رزوه خارجی  
 $D_1 = d - 1,5 \cdot P$  قطر داخلی رزوه داخلی  
 $d_2 = d - 0,75 \cdot P$  قطر جناح رزوه خارجی  
 $D_2 = d - 0,75 \cdot P + 3,176 \cdot a$  قطر جناح رزوه داخلی  
 $a = 0,1 \cdot \sqrt{P}$  لقی محوری  
 $h_3 = 0,8678 \cdot P$  عمق رزوه خارجی  
 $H_1 = 0,75 \cdot P$  عمق رزوه داخلی  
 $R = 0,124 \cdot P$  شعاع پای رزوه پیچ  
 $w = 0,264 \cdot P$  عرض سر دندانه رزوه خارجی  
 $33^\circ$  زاویه جناح

مشخصه رزوه	رزوه خارجی		رزوه داخلی		قطر جناح	مشخصه رزوه	رزوه خارجی		رزوه داخلی		قطر جناح
	قطر داخلی	عمق رزوه	قطر داخلی	عمق رزوه			قطر داخلی	عمق رزوه	قطر داخلی	عمق رزوه	
$d \times P$	$d_3$	$h_3$	$D_1$	$H_1$	$d_2$	$d \times P$	$d_3$	$h_3$	$D_1$	$H_1$	$d_2$
S 12 × 3	6,79	2,60	7,5	2,25	9,75	S 44 × 7	31,85	6,07	33,5	5,25	38,75
S 16 × 4	9,06	3,47	10,0	3,00	13,00	S 48 × 8	34,12	6,94	36	6,00	42,00
S 20 × 4	13,06	3,47	14,0	3,00	17,00	S 52 × 8	38,11	6,94	40	6,00	46,00
S 24 × 5	15,32	4,34	16,5	3,75	20,25	S 60 × 9	44,38	7,81	46,5	6,75	53,25
S 28 × 5	19,32	4,34	20,5	3,75	24,25	S 70 × 10	52,64	8,68	55	7,50	62,50
S 32 × 6	21,58	5,21	23,0	4,50	27,50	S 80 × 10	62,64	8,68	65	7,50	72,50
S 36 × 6	25,59	5,21	27,0	4,50	31,50	S 90 × 12	69,17	10,41	72	9,00	81,00
S 40 × 7	27,85	6,07	29,5	5,25	34,75	S 100 × 12	79,17	10,41	82	9,00	91,00



## تِلِرانس رزوه‌ها

## کلاس تِلِرانس رزوه‌های - ISO متریک

طبق DIN ISO 965-1 (1999-11)

رزوه خارجی	رزوه داخلی	تِلِرانس رزوه
قطر جناح و قطر خارجی	قطر جناح و قطر داخلی	معتبر برای
حروف کوچک	حروف بزرگ	مشخصه با
6g	5H	کلاس تِلِرانس (مثال)
6	5	درجه تِلِرانس (اندازه تِلِرانس)
g	H	میدان تِلِرانس (موقعیت خط صفر)

توضیح	مثال مشخصه
رزوه ظریف (دندانه‌ریز) خارجی، قطر نامی 12 mm، گام 1 mm، 5g ← کلاس تِلِرانس برای قطر جناح؛ 6g ← کلاس تِلِرانس برای قطر خارجی	M12 × 1 – 5g 6g
رزوه معمولی خارجی، قطر نامی 12 mm، 6g ← کلاس تِلِرانس برای قطر جناح و قطر خارجی	M12 – 6g
انطباق رزوه برای رزوه‌های معمولی، قطر نامی 24 mm، 6G ← کلاس تِلِرانس رزوه داخلی، 6e ← کلاس تِلِرانس رزوه‌های خارجی	M24 – 6G/6e
رزوه بدون داده‌های تِلِرانس، کلاس تِلِرانس متوسط 6H/6g برای آن صادق است.	M16

رزوه داخلی، موقعیت میدان تِلِرانس H

رزوه خارجی، موقعیت میدان تِلِرانس g

در DIN ISO 965-1 برای کلاس تِلِرانس "متوسط" (کاربرد عمومی) و طول اتصال "نرمال" رزوه‌های کلاس تِلِرانس 6H/6g داده شده است. با جدول زیر مقایسه کنید.

## اندازه‌های حدی رزوه‌های خارجی و داخلی (انتخاب)

طبق DIN ISO 965-2 (1999-11)

رزوه	کلاس تِلِرانس رزوه داخلی 6H					کلاس تِلِرانس رزوه خارجی 6g					
	قطر خارجی D	قطر جناح D2		قطر داخلی D1		قطر خارجی d		قطر جناح d2		قطر داخلی d1	
	min.	min.	max.	min.	max.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
M3	3,0	2,675	2,775	2,459	2,599	2,980	2,874	2,655	2,580	2,367	2,273
M4	4,0	3,545	3,663	3,242	3,422	3,978	3,838	3,523	3,433	3,119	2,002
M5	5,0	4,480	4,605	4,134	4,334	4,976	4,826	4,456	4,361	3,995	3,869
M6	6,0	5,350	5,500	4,917	5,135	5,974	5,794	5,324	5,212	4,747	4,596
M8	8,0	7,188	7,348	6,647	6,912	7,972	7,760	7,160	7,042	6,438	6,272
M8 × 1	8,0	7,350	7,500	6,917	7,153	7,974	7,794	7,324	7,212	6,747	6,563
M10	10,0	9,026	9,206	8,376	8,676	9,968	9,732	8,994	8,862	8,128	7,838
M10 × 1	10,0	9,350	9,500	8,917	9,153	9,974	9,794	9,324	9,212	8,747	8,596
M12	12,0	10,863	11,063	10,106	10,441	11,966	11,701	10,829	10,679	9,819	9,602
M12 × 1	12,0	11,350	11,510	10,917	11,153	11,974	11,794	11,324	11,206	10,747	10,590
M16	16,0	14,701	14,913	13,835	14,210	15,962	15,682	14,663	14,503	13,508	13,204
M16 × 1	16,0	15,350	15,510	14,917	15,153	15,974	15,794	15,324	15,206	14,747	14,590
M20	20,0	18,376	18,600	17,294	17,744	19,958	19,623	18,334	18,164	16,891	16,625
M20 × 1	20,0	19,350	19,510	18,917	19,153	19,974	19,794	19,324	19,206	18,747	18,590
M24	24,0	22,051	22,316	20,752	21,252	23,952	23,577	22,003	21,803	20,271	19,955
M24 × 1	24,0	23,350	23,520	22,917	23,153	23,974	23,794	23,324	23,199	22,747	22,583
M30	30,0	27,727	28,007	26,211	26,771	29,947	29,522	27,674	27,462	25,653	25,306
M30 × 2	30,0	28,701	28,925	27,835	28,210	29,962	29,682	28,663	28,493	27,508	27,261
M36	36,0	33,402	33,702	31,670	32,270	35,940	35,465	33,342	33,118	31,033	30,655
M36 × 2	36,0	34,701	34,925	33,835	34,210	35,962	35,682	34,663	34,493	33,508	33,261

(۱) طبق DIN 13-21 (1983-10) و DIN 13-20 (2000-08)



## پیچها - نگاه کلی

شکل	اجزاء	محدوده استاندارد تا ... از	استاندارد	کاربرد، خواص
-----	-------	-------------------------------	-----------	--------------



صفحه ۲۱۲ تا ۲۱۳

### پیچهای سرشش گوش

	با تنه و روه معمولی	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4014	بیشترین نوع پیچ به کار رفته در ماشین سازی، دستگاهها و خودروسازی در پیچ با رزوه تا سر : استحکام خستگی بالا
	با رزوه معمولی تا سر پیچ	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4017	
	با تنه و رزوه دندانه ریز	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 8765	در مقایسه با رزوه معمولی : عمق کم رزوه، گام کوچک، قابلیت بارگذاری بالا، حداقل طول بست با بیشتری لازم است.
	با رزوه دندانه ریز تا سر پیچ	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 8766	
	با تنه باریک	M3 ... M20	DIN EN ISO 24015	پیچهای انبساطی (کششی)، برای بارگذاری دینامیکی، در مونتاژ فنی درست و اصولی هیچگونه ضامن (واشر) لازم نیست
	پیچهای انطباقی	M8 ... M48	DIN 609	تعیین دقیق موقعیت اجزاء در مقابل جابه جایی، تنه انطباقی نیروهای عرضی را منتقل می کند



صفحه ۲۱۴

### پیچهای سرشش گوش برای سازه های فولادی

	با اندازه آچارگیر بزرگ	M12 ... M36	DIN 6914	سازه های فولادی؛ اتصالات مقاوم به جابه جایی (GV)، اتصالات تحت نیروهای برشی
	پیچهای انطباقی با اندازه آچارگیر بزرگ	M12 ... M30	DIN 7999	سازه های فولادی، اتصالات مقاوم به جابه جایی (GVP)، اتصالات تحت نیروهای برشی



صفحه ۲۱۵، ۲۱۶

### پیچهای سر استوانه ای

	پیچ آلنی، رزوه معمولی	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4762	ماشین سازی، تجهیزات و دستگاهها و خودروسازی، جاگیری کم، با کلگی قابل خزینه در سر کوتاه : ارتفاع کم، بارگذاری پایین پیچهای با شیار تخت : پیچهای کوچک، بارگذاری پایین
	پیچ آلنی، رزوه دندانه ریز	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 21269	
	پیچ آلنی با سر کوتاه	M3 ... M24	DIN 7984	
	با شیار تخت	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 1207	رزوه دندانه ریز : عمق کوچک رزوه، قابلیت بارگذاری بالا، حداقل عمق بست با بزرگ


صفحه ۲۱۶، ۲۱۷

### پیچهای سر خزینه

	با شیار تخت	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 2009	کاربردهای متنوع در ماشین سازی، تجهیزات و خودروسازی؛ در پیچهای آلنی : قابلیت بارگذاری بالا در پیچهای با شیار چهارسو : بستن مطمئن و لق نشدن نسبت به پیچهای شیار تخت
	آلنی	M3 ... M20	DIN EN ISO 10642	
	کلگی عدسی با شیار تخت	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 2010	
	کلگی عدسی با شیار چهارسو	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 7047	

صفحه ۲۱۷، ۲۱۸

### پیچهای ورق با رزوه ورق


	سرعدسی	ST2,2 ... ST9,5	DIN ISO 7049	بدنه خودرو و ورقکاری، ورقهای متصل شونده به هم فقط دارای سوراخ هستند. رزوه توسط پیچ در ورق فرم داده می شود. فقط در ورقهای نازک و اشر لازم است.
	سرخزینه	ST2,2 ... ST6,3	DIN ISO 7050	
	سرخزینه سرعدسی	ST2,2 ... ST9,9	DIN ISO 7051	




## پیچها - نگاه کلی، مشخصه، پیچها

کاربرد، خواص	استاندارد	محدوده استاندارد تا ... از	اجزاء	شکل
--------------	-----------	-------------------------------	-------	-----



## پیچ ورق سوراخ کن

	بدنه خودرو و ورقکاری، این پیچها هنگام بستن ورق را سوراخ و قلاویز می کنند.	DIN EN ISO 15481	ST2,2 ... ST6,3	سرتخت با شیار چهارسو
		DIN EN ISO 15483	ST2,2 ... ST6,3	سرعدسی با شیار چهارسو


## پیچهای دو سر رزوه انطباقی

	برای آلیاژهای آلومینیومی برای چدن برای فولاد	DIN 835 DIN 939 DIN 938	M4 ... M24 M4 ... M48 M3 ... M48	$l_e \approx 2 \cdot d$ $l_e \approx 1,25 \cdot d$ $l_e \approx 1 \cdot d$
---	--	-------------------------------	--	--


## پیچهای مغزی

	پیچ تحت تش فشاری جهت نگهداری مطمئن موقعیت قطعات نسبت به هم، مثلاً اهرمها، پوشهای یاتاقان، تویپها؛	DIN EN 27435	M1,6 ... M12	با دنباله پینی و سر پیچ گوشتی خور
		DIN EN ISO 4028	M1,6 ... M24	با دنباله پینی و سر آلنی
	پیچهای مغزی جهت انتقال توان گشتاور پیچشی، مثلاً به عنوان اتصال محور و تویی مناسب نیست.	DIN EN 27434	M1,6 ... M12	با دنباله مخروطی و سر پیچ گوشتی خور
		DIN EN ISO 4027	M1,6 ... M24	با دنباله مخروطی و سر آلنی
		DIN EN 24766	M1,6 ... M12	با دنباله پخ خورده و سر پیچ گوشتی خور
		DIN EN ISO 4026	M1,6 ... M24	با دنباله پخ خورده و سر آلنی


## پیچهای درپوش

	گیربکسها، پیچهای تخلیه، سوزیز و پرکردن روغن، ماشینکاری سطح نشین فلانج روی بدنه لازم است، کاربرد با آببندهای	DIN 908 DIN 910	M10x1 ... M52x1,5	بقه دار، سرش گوش یا آلنی
---	---	--------------------	----------------------	--------------------------

## پیچهای رزوه کن (بدون براده برداری)

	پیچهای تحت بار کم در مواد با شکل دهی بدون برداری، مثلاً DC01...DC04, S235. فلزات غیر آهنی، کاربرد بدون واکس قفل	DIN 7500-1	M2 ... M10	فرمهای مختلف کلگی، مثلاً سرش گوش، آلنی
---	---	------------	------------	--

## پیچهای گوشواره ای، پیچهای قلاب

	گوشواره های حمل روی ماشینها، تجهیزات، مقدار بارگذاری بستگی به زاویه بار دارد، ماشینکاری سطح نشین فلانج لازم است.	DIN 580	M8 ... M100x6	با رزوه معمولی
---	--	---------	---------------	----------------

## مشخصه پیچها

مثال :			
ISO 4017 - M12 x 80 - A2-70 پیچ سرشش گوش			
DIN 910 - M24 x 1,5 - St پیچ درپوش			
ISO 4762 - M10 x 55 - 8,8 پیچ استوانه ای			
نام	استاندارد مربوطه، مثلاً ISO، DIN، EN شماره برگه استاندارد <sup>(۱)</sup>	اطلاعات نامی، مثلاً M ← رزوه متریک 12 ← قطر نامی d 80 ← طول l	کلاس استحکام، مثلاً 8.8 A4-70, A2-70, 10.9 جنس مثلاً St (فولاد)، CuZn (آلیاژ مس - روی)

(۱) پیچهای طبق استانداردهای ISO، DIN EN یا DIN EN ISO دارای علامت ISO در نامگذاری هستند. پیچهای طبق استاندارد DIN، دارای علامت DIN در نامگذاری هستند.




درجه استحکام پیچها طبق DIN EN ISO 3506-1 (1998-03), DIN EN ISO 898-1 (1999-11)

مثال:

فولادهای آلیاژی و غیرآلیاژی  
DIN EN ISO 898-1فولادهای زنگ‌نزن  
DIN EN ISO 3506-1

	9.8		A2-70	
	استحکام کششی $R_m$	تنش تسلیم $R_e$	ساختار فولاد	گروه فولاد
	$R_m = 9 \cdot 100 \text{ N/mm}^2 = 900 \text{ N/mm}^2$	$R_e = 9 \cdot 8 \cdot 10 \text{ N/mm}^2 = 720 \text{ N/mm}^2$	A استنیتی F قرریتی	2 آلیاژی شده با Cr, Ni 4 آلیاژی شده با Cr, Ni, Mo
	استحکام کششی $R_m = 70 \cdot 10 \text{ N/mm}^2 = 700 \text{ N/mm}^2$			

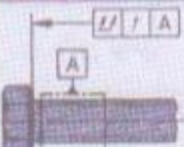
درجه استحکام و مقدار مشخصه جنس

	مقدار مشخصه جنس	درجه استحکام پیچهای از فولادهای غیرآلیاژی و آلیاژی							فولادهای زنگ‌نزن <sup>(۱)</sup>		
		5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	A2-50	A4-50	A2-70	
		استحکام کششی $R_m$ به $\text{N/mm}^2$	500	600	800	900	1000	1200	500	500	700
		تنش تسلیم $R_e$ به $\text{N/mm}^2$	400	480	640	720	900	1080	210	210	450
		تغییر طول نسبی شکست A به %	10	8	12	10	9	8	20	20	13

(۱) مشخصه جنس برای رزوه‌های  $\geq M20$  صادق است.

طبق DIN EN ISO 4759-1 (2001-04)

کلاس تولید پیچها و مهره‌ها

	تولید		توضیح، کاربرد	
	کلاس	تولید	A, B, C تعیین می‌شود.	
	A	ظریف		
	B	متوسط		
	C	خشن		

طبق DIN EN 20273 (1990-02)

سوراخهای سراسری برای عبور پیچها

	رزوه d	سوراخ سراسری $d_n$ سری			رزوه d	سوراخ سراسری $d_n$ سری			رزوه d	سوراخ سراسری $d_n$ سری		
		ظریف	متوسط	خشن		ظریف	متوسط	خشن		ظریف	متوسط	خشن
	M1	1,1	1,2	1,3	M5	5,3	5,5	5,8	M24	25	26	28
	M1,2	1,3	1,4	1,5	M6	6,4	6,6	7	M30	31	33	35
	M1,6	1,7	1,8	2	M8	8,4	9	10	M36	37	39	42
	M2	2,2	2,4	2,6	M10	10,5	11	12	M42	43	45	48
	M2,5	2,7	2,9	3,1	M12	13	13,5	14,5	M48	50	52	56
	M3	3,2	3,4	3,6	M16	17	17,5	18,5	M56	58	62	66
	M4	4,3	4,5	4,8	M20	21	22	24	M64	66	70	74

(۱) کلاس تیرانس برای  $d_n$ : سری ظریف: H12، سری متوسط: H13، سری خشن: H14

حداقل عمق اتصال در سوراخهای کور

	حداقل عمق اتصال <sup>(۱)</sup> برای رزوه‌های معمولی و درجه استحکام			
	محدوده کاربرد			
	3.6, 4.6	4.8 ... 6.8	8.8	10.9
	$R_m \leq 400 \text{ N/mm}^2$	$0,8 \cdot d$	$1,2 \cdot d$	—
فولادهای	$R_m = 400 \dots 600 \text{ N/mm}^2$	$0,8 \cdot d$	$1,2 \cdot d$	$1,2 \cdot d$
	$R_m > 600 \dots 800 \text{ N/mm}^2$	$0,8 \cdot d$	$1,2 \cdot d$	$1,2 \cdot d$
سازه‌ای	$R_m > 800 \text{ N/mm}^2$	$0,8 \cdot d$	$1,2 \cdot d$	$1,0 \cdot d$
	چدن	$1,3 \cdot d$	$1,5 \cdot d$	—
	آلیاژهای مس	$1,3 \cdot d$	$1,3 \cdot d$	—
	آلیاژهای ریختگی آلومینیم	$1,6 \cdot d$	$2,2 \cdot d$	—
	آلیاژهای آلومینیم، قابل پیرسختی	$0,8 \cdot d$	$1,2 \cdot d$	$1,6 \cdot d$
	آلیاژهای آلومینیم، غیر قابل پیرسختی	$1,2 \cdot d$	$1,6 \cdot d$	—
	مواد مصنوعی (پلاستیکها)	$2,5 \cdot d$	—	—

(گام رزوه)  $x = 3 \cdot P$ 

DIN 76 طبق صفحه ۹۱

(۱) عمق اتصال رزوه ظریف  $\geq$  (عمق اتصال رزوه معمولی)  $\cdot 1,25$

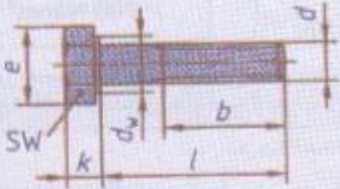


## پیچهای سرشش گوش

پیچهای سرشش گوش با تنه و رزوه معمولی

طبق DIN EN ISO 4014 (2001-03)

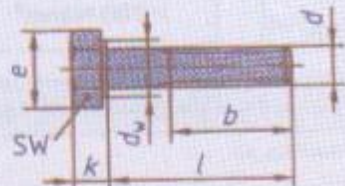
استاندارد معتبر DIN EN ISO		جایگزین برای		d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
4014		DIN EN	DIN	SW	3,2	4	5	5,5	7	8	10	13	16
				k <sub>max</sub>	1,1	1,4	1,7	2	2,8	3,5	4	5,3	6,4
				d <sub>w</sub>	2,3	3,1	4,1	4,6	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6
				e	3,4	4,3	5,5	6	7,7	8,8	11,1	14,4	17,8
				b	9	10	11	12	14	16	18	22	26
				لر تا	12 16	16 20	16 25	20 30	25 40	25 50	30 60	40 80	45 100
				درجه استحکام	5,6, 8,8, 9,8, 10,9, A2-70, A4-70								
				d	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
				SW	18	24	30	36	46	55	65	75	85
				k <sub>max</sub>	7,5	10	12,5	15	18,7	22,5	26	30	35
				d <sub>w</sub>	16,6	22	27,7	33,3	42,8	51,1	60	69,5	78,7
				e	20	26,2	33	39,6	50,9	60,8	71,3	82,6	93,6
				<sup>(۱)</sup> b	30	38	46	54	66	—	—	—	—
				<sup>(۲)</sup> b	—	44	52	60	72	84	96	108	—
				<sup>(۳)</sup> b	—	—	—	73	85	97	109	121	137
				لر تا	50 120	65 160	80 200	90 240	110 300	140 360	160 440	180 500	220 500
				درجه استحکام	5,6, 8,8, 9,8, 10,9						طبق توافق		
				طول نامی l	A2-70, A4-70				A2-50, A4-50				
				درجه استحکام	12, 16, 20, 25, 30, 35...60, 65, 70, 80, 90...140, 150, 160, 180, 200...460, 480, 500 mm								
				درجه استحکام	ISO 4014 – M10 × 60 – 8.8 : پیچ سرشش گوش								
				درجه استحکام	8.8, d = 60 mm, l = M10								



(۱) برای  $l < 125$  mm  
(۲) برای  $l = 125 \dots 200$  mm  
(۳) برای  $l > 200$  mm

کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)

رزه d	l به mm	کلاس
$\leq M12$	همه	A
M16...M24	$l \leq 150$	A
	$l \geq 160$	B
$\geq M30$	همه	B




- (۱) برای  $l < 125$  mm  
 (۲) برای  $l = 125 \dots 200$  mm  
 (۳) برای  $l > 200$  mm

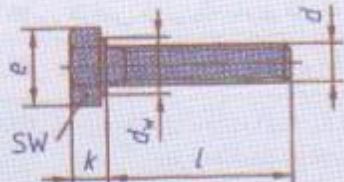
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)

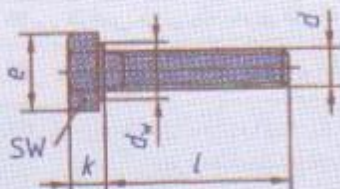
رزوه d	mm به l	کلاس
$\leq M12$	همه	A
M16...M24	$l \leq 150$	A
	$l \geq 160$	B
$\geq M30$	همه	B

پیچ سرشش گوش با رزوه معمولی تا سرپیچ

طبق DIN EN ISO 4017 (2001-03)

استاندارد معتبر DIN EN ISO		جایگزین برای		d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
4017		DIN EN	DIN	SW	3,2	4	5	5,5	7	8	10	13	16
				k <sub>max</sub>	1,1	1,4	1,7	2	2,8	3,5	4	5,3	6,4
				d <sub>w</sub>	2,3	3,1	4,1	4,6	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6
				e	3,4	4,3	5,5	6	7,7	8,8	11,1	14,4	17,8
				لر تا	2 16	4 20	5 25	6 30	8 40	10 50	12 60	16 80	20 100
				درجه استحکام	5,6, 8,8, 9,8, 10,9, A2-70, A4-70								
				d	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
				SW	18	24	30	36	46	55	65	75	85
				k <sub>max</sub>	7,5	10	12,5	15	18,7	22,5	26	30	35
				d <sub>w</sub>	16,6	22	27,7	33,3	42,8	51,1	60	69,5	78,7
				e	20	26,2	33	39,6	50,9	60,8	71,3	82,6	93,6
				لر تا	25 120	30 200	40 200	50 200	60 200	70 200	80 200	100 200	110 200
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)				درجه استحکام	5,6, 8,8, 9,8, 10,9						طبق توافق		
رزوه d	mm به l	کلاس			A2-70, A4-70			A2-50, A4-50					
≤ M12	همه	A	طول نامی l	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35...60, 65, 70, 80, 90...140, 150, 160, 180, 200 mm									
M16...M24	l ≤ 150	A		ISO 4017 – M8 × 40 – A4-50 : درجه استحکام A4-50, l = 40 mm, d = M8									
	l ≥ 160	B											
≥ M30	همه	B											





کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)

رزوه d	mm به l	کلاس
$\leq M12$	همه	A
M16...M24	$l \leq 150$	A
	$l \geq 160$	B
$\geq M30$	همه	B



## پیچهای سرشش گوش

طبقاً (2001-03) EN ISO 8765

پیچهای سرشش‌گوش با تنه و رزوه ظریف (بندهریز)

استاندارد			جایگزین برای		d	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	
EN ISO		DIN EN	DIN	×1		×1	×1,5	×1,5	×1,5	×2	×2	×3	×3	×3	×3	×4	
3765			28765	960	SW k	13 5,3	16 6,4	18 7,5	24 10	30 12,5	36 15	46 18,7	55 22,5	65 26	75 30	85 35	
					d_w e	11,6 14,4	14,6 17,8	16,6 20	22,5 26,2	28,2 33	33,6 39,6	42,8 50,9	51,1 60,8	60 71,3	69,5 82,6	78,7 93,6	
					$\sigma_b$	22	26	30	38	46	54	66	—	—	—	—	
					$\sigma_b$	—	—	—	44	52	60	72	84	96	108	—	
					$\sigma_b$	—	—	—	—	—	73	85	97	109	121	137	
					ل نامی	40 80	45 100	50 120	65 160	80 200	100 240	120 300	140 360	160 440	200 480	220 500	
					طول نامی l	40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90...140, 150, 160, 180, 200, 220...460, 480, 500 mm											
رزو			l به mm	کلاس	درجه	d ≤ M24×2 : 5.6, 8.8, 10.9, A2-70, A4-70 d = M30×2...M36×2 : 5.6, 8.8, 10.9, A2-50, A4-50										طبق توافق d ≥ M42×3	
M12×1,5			همه	A	توضیح	(۱) برای l < 125 mm (۲) برای l = 125...200 mm (۳) برای l > 200 mm											
M12×1,5...			≤ 150	A		ISO 8765 – M20 × 1,5 × 120 – 5.6 : 5.6 درجه استحکام , l = 120 mm , d = M20 × 1,5											
M12×2			> 150	B													
M30×2			همه	B													

طبق EN ISO 8676 (2001-03)

پیچهای سرشش‌گوش یا رزوه ظریف تا سر پیچ

استاندارد EN ISO		جایگزین برای DIN EN   DIN		d	M8 ×1	M10 ×1	M12 ×1,5	M16 ×1,5	M20 ×1,5	M24 ×2	M30 ×2	M36 ×3	M42 ×3	M48 ×3	M56 ×4
8676		28676   961		SW k	13 5,3	16 6,4	18 7,5	24 10	30 12,5	36 15	46 18,7	55 22,5	65 26	75 30	85 35
				d <sub>w</sub> e	11,6 14,4	14,6 17,8	16,6 20	22,5 26,2	28,2 33	33,6 39,6	42,8 50,9	51,1 60,8	60 71,3	69,5 82,6	78,7 93,6
				l تا	16 80	20 100	25 120	35 160	40 200	40 200	40 200	40 200	90 420	100 480	120 500
				طول نامی l	16, 20, 25, 30, 35...60, 65, 70, 80, 90...140, 150, 160, 180, 200 220...460, 480, 500 mm										
				درجه استحکام	d ≤ M24×2 : 5.6, 8.8, 10.9, A2-70, A4-70 d = M30×2...M36×2 : 5.6, 8.8, 10.9, A2-50, A4-50							طبق توافق d ≥ M42×3			
کلاس تولید طبق EN ISO 8765				⇒	ISO 8676 – M8 × 1,5 × 55 – 8.8 : 8.8 درجه استحکام , l = 55 mm , d = M8 × 1,5										

طبقاً (1991-12) EN 24015

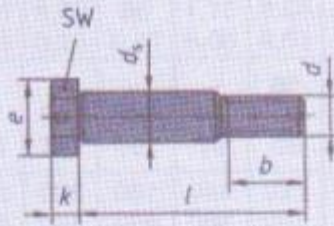
پیچ سرشش‌گوش با تغه باریک

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
SW	5,5	7	8	10	13	16	18	24	30
k	2	2,8	3,5	4	5,3	6,4	7,5	10	12,5
d <sub>sw</sub>	4,4	5,7	6,7	8,7	11,4	14,4	16,4	22	27,7
d <sub>s</sub>	2,6	3,5	4,4	5,3	7,1	8,9	10,7	14,5	18,2
e	6	7,5	8,7	10,9	14,2	17,6	19,9	26,2	33
b	12	14	16	18	22	26	30	38	46
αb	—	—	—	—	28	32	36	44	52
l	20	20	25	25	30	40	45	55	65
l <sub>u</sub>	30	40	50	60	80	100	120	150	150
طول نامی l	20, 25, 30...65, 70, 75, 80, 90, 100...130, 140, 150 mm								
درجه استحکام	5.8, 6.8, 8.8, A2-70								
توضیح	(۱) برای l ≤ 120 mm (۲) برای l > 125 mm								
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)									
رزه d	mm	l به	کلاس	ISO 4015 – M8 × 45 – 8.8 : پیچ سرشش گوش					
≤ M20	همه	B		8.8 درجه استحکام , l = 45 mm , d = M8					



طبق DIN 609 (1995-02)

پیچهای انطباقی سرشش گوش با طول رزوه بلند

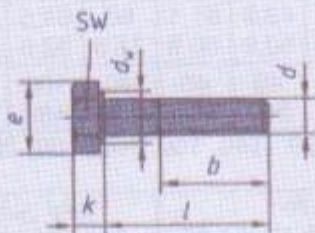


d	M8 M8 ×1	M10 M10 ×1	M12 M12 ×1,5	M16 M16 ×1,5	M20 M20 ×1,5	M24 M24 ×2	M30 M30 ×2	M36 M36 ×3	M42 M42 ×3	M48 M48 ×3
SW k	13 5,3	16 6,4	18 7,5	24 10	30 12,5	36 15	46 19	55 22	65 26	75 30
d <sub>k</sub> k6 e	9 14,4	11 17,8	13 19,9	17 26,2	21 33	25 39,6	32 50,9	38 60,8	44 71,3	50 82,6
<sup>(1)</sup> b	14,5	17,5	20,5	25	28,5	—	—	—	—	—
<sup>(2)</sup> b	16,5	19,5	22,5	27	30,5	36,5	43	49	56	63
<sup>(3)</sup> b	—	—	—	32	35,5	41,5	48	54	61	68
از تا	25 80	30 100	32 120	38 150	45 150	55 150	65 200	70 200	80 200	85 200
طول نامی l	25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60... 150, 160... 200 mm									
درجه استحکام	8.8								طبق توافق	
	A2-70					A2-50				
توضیح	(۱) برای l ≤ 150 mm (۲) برای l = 50... 150 mm (۳) برای l > 150 mm									
	DIN 609 – M16 × 1,5 × 125 – A2-70 : درجه استحکام A2-70, l = 125 mm, d = M16 × 1,5									

طبق DIN 6914 (1989-10)

پیچ سرشش گوش با آچارخور بزرگ

پیچهای HV در سازه های فولادی

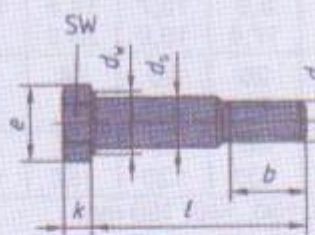


d	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
SW	22	27	32	36	41	46	50	60
k	8	10	13	14	15	17	19	23
d <sub>w</sub>	20	25	30	34	39	43,5	47,5	57
e	23,9	29,6	35	39,6	45,2	50,9	55,4	66,4
b	21	26	31	32	34	37	40	48
از تا	30	40	45	50	60	70	75	85
	95	130	155	165	195	200	200	200
طول نامی l	30, 35, 40, 45, 50, 55... 185, 190, 195, 200 mm							
درجه استحکام	همه پیچها : درجه استحکام 10.9							
توضیح	پیچ DIN 6914 - M12 × 65 : درجه استحکام 10.9, l = 65 mm, d = M12							

کلاس تولید C

طبق DIN 7999 (1983-12)

پیچهای انطباقی سرشش گوش با آچارخور بزرگ



d	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
SW	21	27	34	36	41	46	50
k	8	10	13	14	15	17	19
d <sub>w</sub>	19	25	32	34	39	43,5	47,5
d <sub>s</sub> b11	13	17	21	23	25	28	31
e	22,8	29,6	37,3	39,6	45,2	50,9	55,4
b	18,5	22	26	28	29,5	32,5	35
از تا	40	45	50	55	55	60	65
	120	160	180	200	200	200	200
طول نامی l	40, 45, 50, 55, 60, 65... 180, 185, 190, 195, 200 mm						
درجه استحکام	همه پیچها : درجه استحکام 10.9						
توضیح	پیچ DIN 7999 - M24 × 165 : درجه استحکام 10.9, l = 165 mm, d = M24						

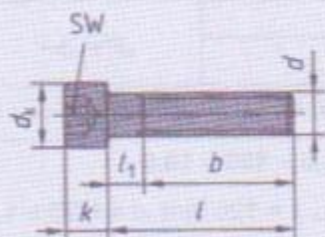
کلاس تولید C



طبق DIN EN ISO 4762 (2004-06)

پیچهای سراسر استوانه‌ای آلنی با رزوه معمولی

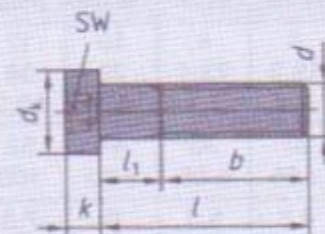
استاندارد معتبر DIN EN ISO	جایگزین برای DIN	d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
4762	912	SW	1,5	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8
		k	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
		d <sub>k</sub>	3	3,8	4,5	5,5	7	8,5	10	13	16
		b	—	16	17	18	20	22	24	28	32
		برای l	—	20	25	≥ 25	≥ 30	≥ 30	≥ 35	≥ 40	≥ 45
		l <sub>1</sub>	1,1	1,2	1,4	1,5	2,1	2,4	3	3,8	4,5
		برای l	≤ 16	≤ 16	≤ 20	≤ 20	≤ 25	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 40
		از l تا	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
			16	20	25	30	40	50	60	80	100
		درجه استحکام	طبق توافق			8.8, 10.9, 12.9					
			فولادهای زنگ‌نزن A4-70, A2-70								
		d	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
		SW	10	14	17	19	22	27	32	36	41
		k	12	16	20	24	30	36	42	48	56
		d <sub>k</sub>	18	24	30	36	45	54	63	72	84
		b	36	44	52	60	72	84	96	108	124
		برای l	≥ 55	≥ 65	≥ 80	≥ 90	≥ 110	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180
		l <sub>1</sub>	5,3	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5
		برای l	≤ 50	≤ 60	≤ 70	≤ 80	≤ 100	≤ 110	≤ 130	≤ 150	≤ 160
		از l تا	20	25	30	40	45	45	60	70	80
			120	160	200	200	200	200	300	300	300
		درجه استحکام	8.8, 10.9, 12.9						طبق توافق		
			A2-70, A4-70				A2-50, A4-50				
		طول نامی l	2,5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30...65, 70, 80...150, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300 mm								
	کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)										
	رزوه d	کلاس									
M1,6 ... M56	A		ISO 4762 – M10 × 55 – 10.9 : 10.9 درجه استحکام, l = 55 mm, d = M10								



طبق DIN 7984 (2002-12)

پیچهای سراسر استوانه‌ای آلنی، سر کوتاه

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
SW	2	2,5	3	4	5	7	8	12	14	17
k	2	2,8	3,5	4	5	6	7	9	11	13
d <sub>k</sub>	5,5	7	8,5	10	13	16	18	24	30	36
b	12	14	16	18	22	26	30	38	44	46
برای l	≥ 20	≥ 25	≥ 30	≥ 30	≥ 35	≥ 40	≥ 50	≥ 60	≥ 70	≥ 90
l <sub>1</sub>	1,5	2,1	2,4	3	3,8	4,5	5,3	6	7,5	9
برای l	≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 45	≤ 50	≤ 60	≤ 80
از l تا	5	6	8	10	12	16	20	30	40	50
	20	25	30	40	80	100	80	80	100	100
طول نامی l	5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 mm									
درجه استحکام	8.8, A2-70, A4-70									
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)	کلاس									
رزوه d	DIN 7984 – M12 × 50 – A2-70 : A2-70 درجه استحکام, l = 50 mm, d = M12									
M3 ... M24	A									





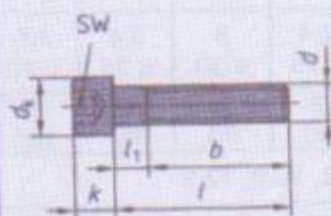
## پیچهای سراسخوانه‌ای، پیچهای سرخزینه

طبق DIN EN ISO 21269 (2004-06)

پیچهای سراسخوانه‌ای آلنی با رزوه ظریف

EN ISO 21269 (2004)

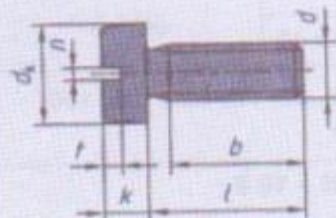
d	M8 ×1	M10 ×1	M12 ×1,5	M16 ×1,5	M20 ×1,5	M24 ×2	M30 ×2	M36 ×3	M42 ×3	M48 ×3	M56 ×4				
SW	6	8	10	14	17	19	22	27	32	36	41				
k	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48	56				
d <sub>k</sub>	13	16	18	24	30	36	45	54	63	72	84				
b	28	32	36	44	52	60	72	84	96	108	124				
برای l	≥40	≥45	≥55	≥65	≥80	≥90	≥110	≥120	≥140	≥160	≥180				
l <sub>1</sub>	3	3	4,5	4,5	4,5	6	6	9	9	9	9				
برای l	≤35	≤40	≤50	≤60	≤70	≤70	≤100	≤110	≤130	≤150	≤160				
از l تا	12	20	20	25	30	40	45	55	60	70	80				
تا	80	100	120	160	200	200	200	200	300	300	300				
طول نامی l	12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300 mm														
درجه استحکام	8.8, 10.9, 12.9							طبق توافق							
	A2-70, A4-70														
توضیح	(۱) درجه استحکام A2-50, A4-50 (فولادهای زنگ‌نزن)														
کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)	ISO 21269 – M20 × 1,5 × 120 – 10.9 : درجه استحکام 10.9, l = 120 mm, d = M20 × 1,5														



طبق DIN EN ISO 1207 (1994-10)

پیچ سراسخوانه‌ای با شیار تخت

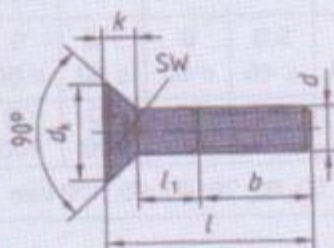
d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
d <sub>k</sub>	3	3,8	4,5	5,5	7	8,5	10	13	16
k	1,1	1,4	1,8	2	2,6	3,3	3,9	5	6
n	0,4	0,5	0,6	0,8	1,2	1,2	1,6	2	2,5
t	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2	2,4
از l تا	2	3	3	4	5	6	8	10	12
تا	16	20	25	30	40	50	60	80	80
b	برای l < 45 mm ← رزوه تقریباً تا سر برای l ≥ 45 mm ← b = 38 mm								
طول نامی l	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 ... 45, 50, 60, 70, 80 mm								
درجه استحکام	4.8, 5.8, A2-50, A4-50								
کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)	ISO 1207 - M6 × 25 - 5.8 : درجه استحکام 5.8, d = 25 mm, d = M6								



طبق DIN EN ISO 10642 (2004-06), جایگزین برای DIN 7991

پیچهای سرخزینه آلنی

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
SW	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
d <sub>k</sub>	5,5	7,5	9,4	11,3	15,2	19,2	23,1	29	36
k	1,9	2,5	3,1	3,7	5	6,2	7,4	8,8	10,2
b	18	20	22	24	28	32	36	44	52
برای l	≥30	≥30	≥35	≥40	≥50	≥55	≥65	≥80	100
l <sub>1</sub>	1,5	2,1	2,4	3	3,8	4,5	5,3	6	7,5
برای l	≤25	≤25	≤30	≤35	≤45	≤50	≤60	≤70	≤90
از l تا	8	8	8	8	10	12	20	30	35
تا	30	40	50	60	80	100	100	100	100
درجه استحکام	8.8, 10.9, 12.9								
طول نامی l	8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100 mm								
کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)	ISO 10642 - M5 × 30 - 8.8 : درجه استحکام 8.8, d = 30 mm, d = M5								





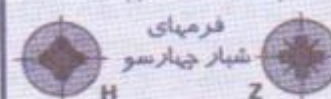
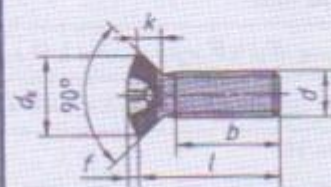
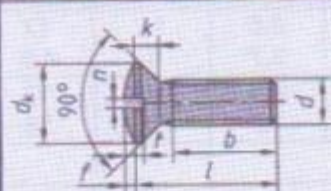
## پیچهای سرخزینه، پیچهای سرخزینه سرعده‌سی، پیچهای ورق

طبق DIN EN ISO 2010 (1994-10)

پیچهای سرخزینه سرعده‌سی با شیار تخت

طبق DIN EN ISO 7047 (1994-10)

پیچهای سرخزینه سرعده‌سی با شیار چهارسو



کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)

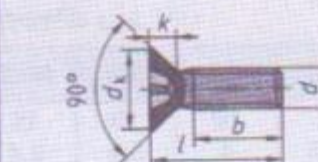
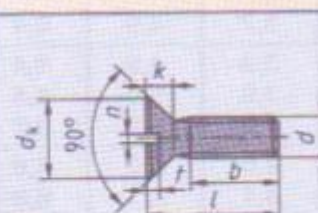
d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
dk	3	3,8	4,7	5,5	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3
k	1	1,2	1,5	1,7	2,7	2,7	3,3	4,7	5
n	0,4	0,5	0,6	0,8	1,2	1,2	1,6	2	2,5
f	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4	2	2,3
t	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	3,8
<sup>(1)</sup> K	0		1		2		3	4	
از l تا	2,5	3	4	5	6	8	8	10	12
b	b = 38 mm ← l ≥ 45 mm برای b = l ← l < 45 mm برای								
درجه استحکام	DIN EN ISO 2010 : 4,8, 5,8, A2-50, A2-70 DIN EN ISO 7047 : 4,8, A2-50, A2-70								
طول نامی l	2,5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 ... 45, 50, 60, 70, 80 mm								
توضیح	(۱) K اندازه شیار چهارسو، فرم H و Z								
⇒	ISO 7047 - M3 × 20 - 4,8 - H : درجه استحکام 5,8، فرم شیار چهارسو H، d = M3، l = 20 mm								

طبق DIN EN ISO 2009 (1994-10)

پیچهای سرخزینه با شیار تخت

طبق DIN EN ISO 7046-1 (1994-10)

پیچهای سرخزینه با شیار چهارسو



کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)

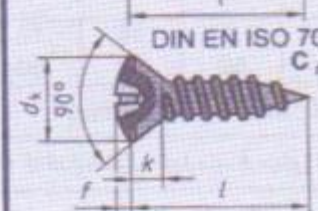
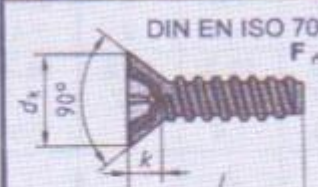
d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
dk	3	3,8	4,7	5,5	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3
k	1	1,2	1,5	1,7	2,7	2,7	3,3	4,7	5
n	0,4	0,5	0,6	0,8	1,2	1,2	1,6	2	2,5
f	0,5	0,6	0,8	0,9	1,3	1,4	1,6	2,3	2,6
<sup>(1)</sup> K	0		1		2		3	4	
از l تا	2,5	3	4	5	6	8	8	10	12
b	b = 38 mm ← l ≥ 45 mm برای b = l ← l < 45 mm برای								
درجه استحکام	DIN EN ISO 2009 : 4,8, 5,8, A2-50, A2-70 DIN EN ISO 7046-1 : 4,8, A2-50, A2-70								
طول نامی l	2,5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 ... 45, 50, 60, 70, 80 mm								
توضیح	(۱) K اندازه شیار چهارسو، فرمهای H و Z (DIN EN 2010)								
⇒	ISO 7046-1 - M5 × 40 - 4,8 - H : درجه استحکام 4,8، فرم شیار چهارسو H، d = M5، l = 40 mm								

طبق DIN EN ISO 7050 (1990-08)

پیچهای ورق - سرخزینه

طبق DIN EN ISO 7051 (1990-08)

پیچهای ورق - سرخزینه سرعده‌سی

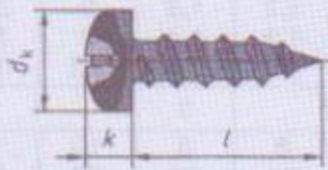


کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)

d	ST2,2	ST2,9	ST3,5	ST4,2	ST4,8	ST5,5	ST6,3
d <sub>k</sub>	3,8	5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3
k	1,1	1,7	2,4	2,6	2,8	3	3,2
f	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4
از l تا	4,5	6,5	9,5	9,5	9,5	13	13
	16	19	25	32	32	38	38
<sup>(1)</sup> K	0	1	2			3	
طول نامی l	4,5, 6,5, 9,5, 13, 16, 19, 22, 25, 32, 38 mm						
فرمها	فرم C نوک تیز، فرم F با نوک پینی						
توضیح	(1) K اندازه شیار چهارسو، فرمهای F و Z (DIN EN 2010)						
⇒	ISO 7050 – ST4,8 × 32 – F – Z : فرم F، l = 32 mm، d = ST4,8، فرم شیار چهارسو Z						

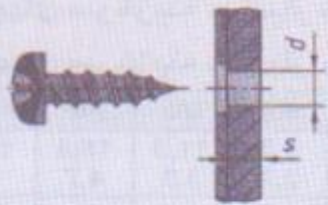


پیچ ورق - سر عدسی

[illegible]

کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)

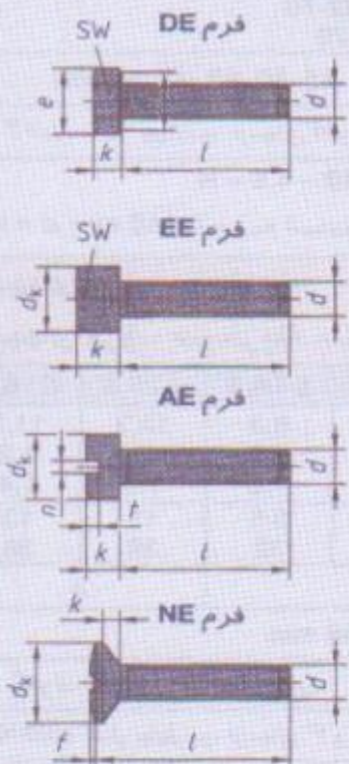
قطر سوراخ، پیچهای ورق (انتخابی)



ضخامت ورق mm به s تا ... از	قطر سوراخ پیچ ورق						
	ST2,2	ST2,9	ST3,5	ST4,2	ST4,8	ST5,5	ST6,3
0...0,5	1,6	2,2	2,6	—	—	—	—
0,6...0,8	1,7	2,3	2,7	3,2	3,7	—	—
0,9...1,1	1,8	2,4	2,8	3,2	3,7	4,9	6,4
1,2...1,4	1,8	2,4	2,8	3,3	3,9	4,9	6,4
1,5...1,7	—	2,5	2,9	3,5	3,9	5,0	6,5
1,8...2,0	—	2,6	3,0	3,5	4,0	5,2	6,7
2,0...2,5	—	—	3,0	3,5	4,0	5,3	6,8
2,6...3,0	—	—	3,0	3,8	4,1	5,3	6,8
3,1...3,5	—	—	—	3,9	4,3	5,8	7,2

طبق (2000-07) DIN 7500-1

## پیچهای رزومکن



کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)

d	فرم	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
DE	SW	4	5	5,5	7	8	10	13	16
	k	1,4	1,7	2	2,8	3,5	4	5,3	6,4
	d <sub>k</sub>	3,1	4,1	4,6	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6
EE	e	4,3	5,5	6,0	7,7	8,8	11,1	14,4	17,8
	SW	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8
	k	2	2,5	3	4	5	6	8	10
AE	d <sub>k</sub>	3,8	4,5	5,5	7	8,5	10	13	16
	k	1,4	1,8	2	2,6	3,3	3,9	5	8
	n	0,4	0,5	0,8	1,2	1,2	1,6	2	2,5
	t	0,5	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	2	2,4
NE	d <sub>k</sub>	3,8	4,7	5,5	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3
	k	1,2	1,5	1,7	2,7	2,7	3,3	4,7	5
	f	0,4	0,5	1	1,2	1,4	1,4	2	2,3
<sup>(۱)</sup> K		0	1		2		3	4	
ا تا		3	4	4	6	8	8	10	12
		16	20	25	30	40	50	60	80
طول نامی ا		3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30...50, 55, 60, 70, 80 mm							
توضیح		(۱) K اندازه شیار چهارسو، فرمهای H و Z (DIN EN 2010)							
		پنج DIN 7500 – DE – M8 × 25 – St :							
		DE سرشش‌گوش، d = M8 ، d = 25 mm ، جنس فولاد							

DE سرشش‌گوش،  $d = M8$ ،  $l = 25 \text{ mm}$ ، جنس فولاد



طبق DIN 835, 938, 939 (1995-02)

پیچهای دو سر رزوه انطباقی

		M3	M4	M5	M6	M8 M8	M10 M10	M12 M12	M16 M16	M20 M20	M24 M24
						×1	×1,25	×1,25	×1,5	×1,5	×2
 <p>کلاس تولید A (صفحه ۲۱۱)</p>	d										
	b برای $l < 125$	12	14	16	18	22	26	30	38	46	54
	$l > 125$	18	20	22	24	28	32	36	44	52	60
	DIN 835	–	8	10	12	16	20	24	32	40	48
	DIN 938	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24
	DIN 939	–	5	6,5	7,5	10	12	15	20	25	30
	از تا	20	20	25	25	30	35	40	50	60	70
کاربرد	درجه استحکام	5,6, 8,8, 10,9									
	طول نامی l	20, 25, 30...75, 80, 90...180, 190, 200 mm									
DIN	برای بست در	DIN 939 – M10 × 65 – 8.8 : درجه استحکام 8.8, $l = 65$ mm, $d = M10$									
835	آلیاژهای آلومینیم										
938	فولاد										
939	چدن										

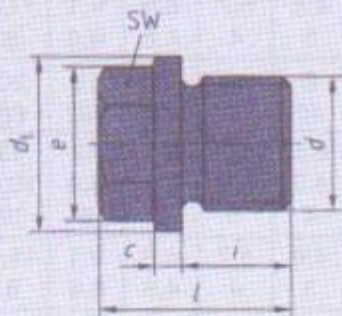
طبق DIN 580 (2003-08)

پیچهای گوشواره‌ای

		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
 <p>راستای بارگذاری عمودی (یک ریسمانی)</p> <p>تحت 45° (دو ریسمانی)</p>	d											
	h	18	22,5	26	30,5	35	45	55	65	75	85	95
	d <sub>1</sub>	36	45	54	63	72	90	108	126	144	166	184
	d <sub>2</sub>	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100
	d <sub>3</sub>	20	25	30	35	40	50	65	75	85	100	110
	جنس	فولاد کربوره C15E, A2, A3, A4, A5										
	قابلیت حمل به t در راستای بارگذاری											
عمودی تحت 45°		0,14	0,23	0,34	0,70	1,20	1,80	3,20	4,60	6,30	8,60	11,5
		0,10	0,17	0,24	0,50	0,86	1,29	2,30	3,30	4,50	6,10	8,20
		DIN 580 – M20 – C15E : جنس C15E, $d = M20$										

طبق DIN 910 (1992-01)

پیچهای درپوش یقه‌دار و سرشش‌گوش

		M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M52
	d	×1	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5
	d <sub>1</sub>	14	17	21	25	29	36	42	49	55	60
	l	17	21	21	26	27	30	32	33	33	33
	i	8	12	12	14	14	16	16	16	16	16
	c	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5
	SW	10	13	17	19	22	24	27	30	30	30
	e	10,9	14,2	18,7	20,9	23,9	26,1	29,6	33	33	33
جنس		St فولاد, Al آلیاژ آلومینیم, CuZn آلیاژ مس-روی									
		DIN 910 – M24 × 1,5 – St : جنس فولاد, $d = M24 \times 1,5$									

طبق DIN 908 (1992-01)

پیچهای درپوش یقه‌دار آلنی

		M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M52
	d	×1	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5
	d <sub>1</sub>	14	17	21	25	29	36	42	49	55	60
	l	11	15	15	18	18	20	21	21	21	21
	i	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5
	SW	5	6	8	10	12	17	19	22	24	24
	t	5	7	7,5	7,5	7,5	9	10,5	10,5	10,5	10,5
	e	5,7	6,9	9,2	11,4	13,7	19,4	21,7	25,2	27,4	27,4
جنس		St فولاد, Al آلیاژ آلومینیم, CuZn آلیاژ مس-روی									
		DIN 908 – M20 × 1,5 – CuZn : جنس آلایژ مس-روی, $d = M24 \times 1,5$									







مقادیر حدودی انتخاب پیچهای تنه‌دار		نیروی کاری هر پیچ $F_B$ به kN								
بارگذاری	استاتیکی دینامیکی	2,5	4	6,3	10	16	25	40	63	درجه استحکام
		1,6	2,5	4	6,3	10	16	25	40	
 <p> <math>F_v</math> نیروی گیرنده اولیه  <math>F_B</math> نیروی کاری  <math>F_K</math> نیروی گیرنده اجزاء  <math>F_B</math> نیروی کلی پیچ  <math>f_s</math> افزایش طول پیچ  <math>f_t</math> کاهش طول اجزاء         </p>	4,8, 5,6	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	
	5,8, 6,8	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	
	8,8	M5	M6	M8	M8	M10	M16	M16	M20	
	10,9	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M16	
	12,9	M4	M5	M5	M8	M8	M10	M12	M16	

(۱) برای پیچهای کشی اولین پله بعدی نیروی کاری را انتخاب کنید.

## نیروهای اولیه (پیش نیرو) و گشتاور بستن

رزوه	F	پیچهای تنه‌دار							پیچهای کششی							
		A <sub>s</sub> به mm <sup>2</sup>	نیروی اولیه kN به F <sub>v</sub>			گشتاور بستن N · m به M <sub>A</sub>			A <sub>T</sub> به mm <sup>2</sup>	نیروی اولیه kN به F <sub>v</sub>			گشتاور بستن N · m به M <sub>A</sub>			
			ضریب اصطکاک کل μ							ضریب اصطکاک کل μ						
			0,08	0,12	0,14	0,08	0,12	0,14		0,08	0,12	0,14	0,08	0,12	0,14	
M8	8,8	36,6	18,6	17,2	16,5	17,9	23,1	25,3	26,6	12,9	11,8	11,2	13,6	17,6	19,2	
	10,9		27,1	25,2	24,2	26,2	34	37,2		19	17,3	16,4	20	25,8	28,2	
	12,9		31,9	29,5	28,3	30,7	39,6	43,6		22,2	20,2	19,2	23,4	30,2	33	
M8×1	8,8	39,2	20,3	18,8	18,1	18,8	24,8	27,3	29,2	14,6	13,4	12,7	13,6	17,6	19,2	
	10,9		29,7	27,7	26,6	27,7	36,4	40,1		21,5	19,6	18,7	20	25,8	28,2	
	12,9		34,8	32,4	31,1	32,4	42,6	47,1		25,1	23	21,9	23,4	30,2	33	
M10	8,8	58,0	29,5	27,3	26,2	36	46	51	42,4	20,7	18,9	17,9	25	32	35	
	10,9		43,3	40,2	38,5	53	68	75		30,4	27,7	26,4	37	47	51	
	12,9		50,7	47	45	61	80	88		35,6	32,4	30,8	43	55	60	
M10×1,25	8,8	61,2	31,5	29,4	28,3	37	49	54	45,6	22,7	20,9	19,9	27	35	38	
	10,9		46,5	43,2	41,5	55	72	80		33,5	30,6	29,2	40	51	56	
	12,9		54,4	50,6	48,6	64	84	93		39,2	35,9	34,4	46	60	65	
M12	8,8	84,3	43	39,9	38,3	61	80	87	61,7	30,3	27,6	26,3	43	55	60	
	10,9		63	58,5	56,2	90	117	128		44,6	40,6	38,6	63	81	88	
	12,9		73,9	68,5	65,8	105	137	150		52,1	47,7	45,2	74	95	103	
M12×1,5	8,8	88,1	48,2	45	43,2	65	87	96	65,8	35	32,6	31	48	63	69	
	10,9		70,8	66	63,5	96	128	141		52	47,8	45,7	71	93	102	
	12,9		82,7	72,3	74,3	112	150	165		61	56	53,4	83	108	119	
M16	8,8	157	81	75,3	72,4	147	194	214	117	58,4	53,4	51	106	137	150	
	10,9		119	111	106	216	285	314		85,8	78,5	74,8	156	202	221	
	12,9		140	130	124	253	333	367		100	91,8	87,5	182	236	258	
M16×1,5	8,8	167	88	82,2	79,2	154	207	229	128	65,5	60,2	57,4	115	151	166	
	10,9		129	121	116	227	304	336		96,2	88,4	84,5	169	222	244	
	12,9		151	141	136	265	355	394		113	104	99	197	260	285	
M20	8,8	245	131	121	117	297	391	430	182	92	86	82	215	278	304	
	10,9		186	173	166	423	557	615		134	123	117	306	395	432	
	12,9		218	202	194	495	653	720		157	144	137	358	462	505	
M20×1,5	8,8	272	149	138	134	320	433	482	210	113	104	100	242	322	355	
	10,9		212	200	190	455	618	685		160	148	142	345	460	508	
	12,9		247	231	225	533	721	802		188	173	166	402	540	594	
M24	8,8	353	188	175	168	512	675	743	262	136	124	118	370	480	523	
	10,9		268	250	238	730	960	1060		193	177	168	527	682	745	
	12,9		313	291	280	855	1125	1240		225	207	196	617	800	871	
M24×2	8,8	384	210	196	189	545	735	816	295	158	145	139	410	543	600	
	10,9		300	280	268	776	1046	1160		224	207	198	582	775	852	
	12,9		350	327	315	908	1224	1360		263	242	230	682	905	998	

در مونتاژ با گشتاور بستن  $M_A$  تنش تسلیم جنس پیچ تا حدود 90% استفاده می‌شود.

(۱) مقطع تنش  $A_s$   $\mu = 0,08$ : پیچها با  $MoS_2$  روغنکاری شده‌اند.

(۲) مقطع ته پیچ (قسمت لاغر)  $A_T$   $\mu = 0,12$ : پیچها روغنکاری جزئی شده‌اند.

(۳)  $F$  درجه استحکام پیچ  $\mu = 0,14$ : پیچها با مواد مصنوعی خیلی ریز و پودری قفل و ضامن شده‌اند.



## قفل پیچها

در اتصالات با ابعاد بزرگ و نیز قابل اعتماد از نظر مونتاژ معمولاً نیازی به قفل پیچهای نیست. نیروهای گیرنده از جابهجایی یا شل شدن قطعات پیچ شده به هم توسط پیچ و مهره، جلوگیری می کنند. با این همه، در عمل به دلایل زیر نیروهای گیرنده دچار آسیب شده و کم اثر می شوند:

- شل و لق شدن اتصالات پیچی در نتیجه تنش سطحی (لهدگی) و تغییر شکل پلاستیکی و کاهش نیروی اولیه اتصالات پیچی.

چاره: سطوح نشیمن بزرگ، زبری سطحی کمتر (صافی سطح بالاتر)، استفاده از پیچهای خیلی محکم (نیروی اولیه بزرگتر).

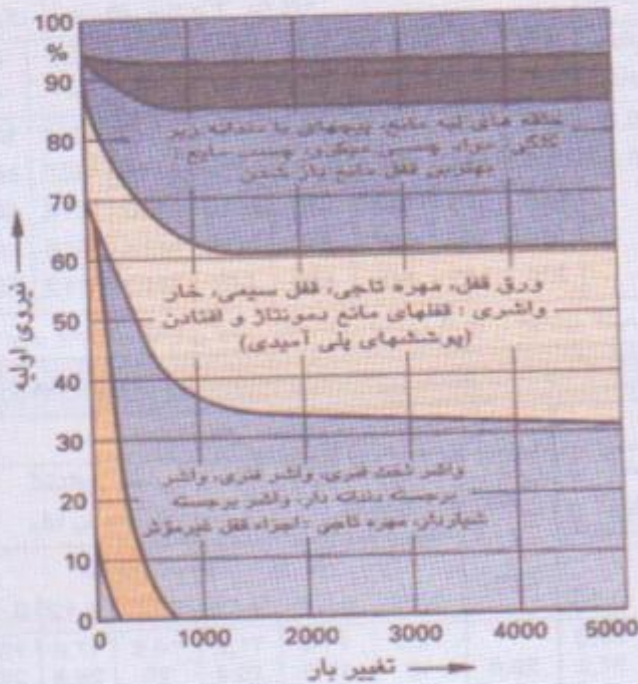
- باز شدن اتصالات پیچی: بارهای دینامیکی عمود بر محور پیچها باعث باز شدن خودکار و کامل می شود.

چاره: استفاده از اجزاء قفل. بر حسب عملکرد به سه گروه تقسیم می شوند:

اجزاء قفل غیر مؤثر (مانند واشر فنری و واشر دندانه دار).

اجزاء قفل مانع دمونتاژ و افتادن، اتصالات ممکن است باز و شل شوند ولی از هم جدا نمی شوند (مانند اشپیل).

اجزاء قفل مانع شل شدن (مثلاً چسبها و پیچهای با دندانه مانع). مهره ها یا پیچها نمی توانند شل شوند (بهترین نوع قفل).



آزمایش ویریه DIN 65151 اجزاء قفل مختلف

رفتار قفل اتصالات پیچی تحت بارگذاری عرضی پیچهای ISO 4014-M10 آزمایش می شود.

### نگاه کلی به قفل پیچها

نوع، خواص	استاندارد	اجزاء قفل	اتصال
غیر مؤثر	منسوخ	واشر تخت فنری	فنری
غیر مؤثر	منسوخ	واشر فنری	
غیر مؤثر	منسوخ	واشر برجسته دندانه دار	
غیر مؤثر	منسوخ	واشر برجسته شیار دار	
قفل مانع دمونتاژ	DIN 935-1+2	ورق قفل	قفل شکلی
قفل مانع دمونتاژ		مهره تاجی با پین اشپیل (دو سر پرچ)	
قفل مانع دمونتاژ		قفل سیمی	
غیر مؤثر، امکان شل شدن	-	مهره فنی (مهر جفت)	قفل نیرویی
قفل مانع دمونتاژ	DIN 267-28 ISO 2320	پیچها و مهره ها با پوشش پلی آمیدی گیرنده	
قفل مانع شل شدن، برای قطعات سخت شده مناسب نیست	-	پیچهای با دندانه زیر کلگی	مانع (نیرویی و فرمی)
قفل مانع شل شدن، برای قطعات سخت شده مناسب نیست.	-	حلقه لبه مانع، واشر لبه مانع، جفت واشر خود قفل	
قفل مانع شل شدن	-		
قفل مانع شل شدن، اتصال آب بند، محدوده دما 150 °C تا -50 °C	DIN 267-27	چسبهای میکرو (مواد مصنوعی) در رزوه ها	قفل جنسی
قفل مانع شل شدن	-	چسب مایع	



طبق DIN 475-1 (1984-01)

اندازه آچارگیر، پیچها، اتصالات و فیتینگها

اندازه گوشه تا گوشه	اندازه آچارگیر (SW)	شش گوش	چهار گوش	اندازه گوشه تا گوشه	اندازه آچارگیر (SW)	شش گوش	چهار گوش	هشت گوش
دو لبه	دو لبه	دو لبه	دو لبه	دو لبه	دو لبه	دو لبه	دو لبه	دو لبه
$e_1$	$s$	$e_1$	$e_2$	$s$	$d$	$e_1$	$e_2$	$e_3$
3,2	3,7	4,5	3,5	21	24	29,7	23,4	22,7
3,5	4	4,9	3,8	22	25	31,1	24,5	23,8
4	4,5	5,7	4,4	23	26	32,5	25,6	24,9
4,5	5	6,4	4,9	24	28	33,9	26,8	26,0
5	6	7,1	5,5	25	29	35,5	27,9	27,0
5,5	7	7,8	6,0	26	31	36,8	29,0	28,1
6	7	8,5	6,6	27	32	38,2	30,1	29,1
7	8	9,9	7,7	28	33	39,6	31,3	30,2
8	9	11,3	8,8	30	35	42,4	33,5	32,5
9	10	12,7	9,9	32	38	45,3	35,7	34,6
10	12	14,1	11,1	34	40	48,0	37,7	36,7
11	13	15,6	12,1	36	42	50,9	40,0	39,0
12	14	17,0	13,3	41	48	58,0	45,6	44,4
13	15	18,4	14,4	46	52	65,1	51,3	49,8
14	16	19,8	15,5	50	58	70,7	55,8	54,1
15	17	21,2	16,6	55	65	77,8	61,3	59,5
16	18	22,6	17,8	60	70	84,8	67,0	64,9
17	19	24,0	18,9	65	75	91,9	72,6	70,3
18	21	25,4	20,0	70	82	99,0	78,3	75,7
19	22	26,9	21,1	75	88	106	83,9	81,2
20	23	28,3	22,2	80	92	113	89,6	86,6
DIN 475 - SW 16 : $s = 16 \text{ mm}$ اندازه نامی								
(۱) در DIN 475 اندازه گوشه تا گوشه کوچکتر از شش لبه است. این اندازه کوچک برای محصولات شش لبه پرسکاری آماده صادق است. اندازه گوشه تا گوشه با فرمول $e_2 = 1,1547$ محاسبه می شود.								

## انواع کلگی، پیچ جهت بستن

نام	خواص	نام	خواص
شش گوش	گشتاور دورانی انتقالی بالا، نیروی محور کوچکی لازم است، قیمت مناسب، قالب پیچ و مهره یکسان است، انواع مختلف، قالب نسبتاً بزرگ	دندانه دار خارجی	انتقال گشتاور دورانی بزرگتر از شش گوش
النی	مانند شش گوش ولی گشتاور دورانی انتقالی کوچکتر، جایگیری کوچکتر از شش گوش جهت قالب	دندانه دار داخلی	انتقال گشتاور دورانی خیلی خوب، جایگیری کم قالب آن
النی پینی	پیچ ایمنی، فقط با ابزار خاصی باز می شود، کاربرد ویژه جهت مراقبت از خرابی و دزدی، گشتاور دورانی انتقالی خوب	دندانه دار داخلی پینی	پیچهای ایمنی، فقط با ابزار خاصی باز می شود، کاربرد ویژه جهت مراقبت از خرابی و دزدی، گشتاور دورانی انتقالی خوب
شیار تخت	قیمت مناسب، گشتاور دورانی انتقالی پایین، تنش سطحی بزرگ در سطوح اعمال نیرو، آچارخوری آسان ولی با هم مرکزی بد	شیار چهارسو Z	گشتاور دورانی بزرگتر از پیچهای با شیار تخت، مرکزبایی خوب ابزار، تنش سطحی کمتر، بدون شیارهای قطری، شیار چهارسوی فیلیپس H نامیده می شود



# خزینه برای پیچهای سرخزینه

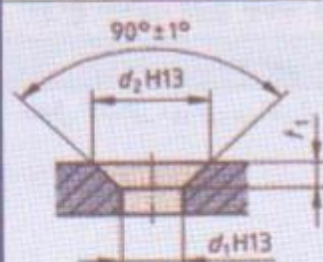
طبق DIN 66 (1990-04)

خزینه پیچهای خزینه کلگی طبق DIN ISO 7721

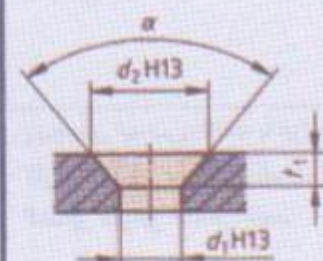
اندازه نامی	1,6	2	2,5	3	3,5	4	5	5,5
پیچ متریک	M1,6	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	—
پیچ ورق	—	ST2,2	—	ST2,9	ST3,5	ST4,2	ST4,8	ST5,5
$d_1$ H13 (متوسط)	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9	4,5	5,5	6
$d_2$	3,6	4,4	5,5	6,3	8,2	9,4	10,4	11,5
اندازه حدی برای $d_2$	+0,1/0			+0,2/0			+0,25/0	
$t_1 \approx$	1,0	1,1	1,4	1,6	2,3	2,6	2,6	2,9
اندازه نامی	6	8	10	12	14	16	18	20
پیچ متریک	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
پیچ ورق	ST6,3	ST8	ST9,5	—	—	—	—	—
$d_1$ H13 (متوسط)	6,6	9	11	13,5	15,5	17,5	20	22
$d_2$	12,6	17,3	20	24	28	32	36	40
اندازه حدی برای $d_2$	+0,25/0			+0,3/0			+0,4/0	
$t_1 \approx$	3,1	4,3	4,7	5,4	6,4	7,5	8,2	9,2
اندازه نامی 8 (رزوه متریک M8 یا رزوه ورق ST8) : DIN 66 - 8 خزینه								
کاربرد برای پیچهای	پیچ خزینه با شیار تخت					DIN EN ISO 2009		
	پیچ خزینه با شیار چهارسو					DIN EN ISO 7046-1		
	پیچ سرعده‌سی با شیار تخت					DIN EN ISO 2010		
	پیچ سرعده‌سی با شیار چهارسو					DIN EN ISO 7047		
	پیچ ورق - خزینه با شیار تخت					DIN ISO 1482		
	پیچ ورق - خزینه با شیار چهارسو					DIN ISO 7050		
	پیچ ورق خزینه سرعده‌سی با شیار تخت					DIN ISO 1483		
	پیچ ورق - خزینه سرعده‌سی با شیار چهارسو					DIN ISO 7051		
	پیچ رزوه‌کن (با براده‌برداری)					DIN 7531 و DIN 7516		
	پیچ رزوه‌کن (بدون براده‌برداری)					DIN 7500		

نمایش در نقشه : صفحه ۸۵

نمایش در نقشه : صفحه ۸۵



فرم A و فرم F



فرم E

نمایش در نقشه : صفحه ۸۵

فرمهای B, C و D استاندارد

نشده‌اند

## خزینه پیچهای خزینه

طبق DIN 74 (2003-04)

قطر رزوه	1,6	2	2,5	3	4	4,5	5	6	7	8	
A	$d_1$ H13 <sup>1)</sup>	1,8	2,4	2,9	3,4	4,5	5	5,5	6,6	7,6	9
	$d_2$ H13	3,7	4,6	5,7	6,5	8,6	9,5	10,4	12,4	14,4	16,4
	$t_1 \approx$	0,9	1,1	1,4	1,6	2,1	2,3	2,5	2,9	3,3	3,7
فرم A، قطر رزوه 4 mm : DIN 74 – A4 خزینه											
کاربرد فرم A برای	DIN 97 و DIN 7997 پیچ چوب- خزینه DIN 95 و DIN 7995 پیچ چوب- خزینه سرعده‌سی										
قطر رزوه	10	12	16	20	22	24					
E	$d_1$ H13 <sup>1)</sup>	10,5	13	17	21	23	25				
	$d_2$ H13	19	24	31	34	37	40				
	$t_1 \approx$	5,5	7	9	11,5	12	13				
$\alpha$	75° ± 1°				60° ± 1°						
فرم E، قطر رزوه 12 mm : DIN 74 – E12 خزینه											
کاربرد فرم E برای	DIN 7969 پیچ خزینه برای سازه‌های فولادی										
قطر رزوه	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	
F	$d_1$ H13 <sup>1)</sup>	3,4	4,5	5,5	6,6	9	11	13,5	15,5	17,5	22
	$d_2$ H13	6,9	9,2	11,5	13,7	18,3	22,7	27,2	31,2	34,0	40,7
	$t_1 \approx$	1,8	2,3	3,0	3,6	4,6	5,9	6,9	7,8	8,2	9,4
فرم F، قطر رزوه 12 mm : DIN 74 – F12 خزینه											
کاربرد فرم F برای	DIN EN ISO 10642 پیچ خزینه انی (جایگزین برای DIN 7991)										

(۱) سوراخ سراسری متوسط طبق DIN EN 20273، صفحه ۲۱۱



طبق DIN 974-1 (1991-05)

خزینه پیچهای سراسر توانه‌ای

d	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	27	30	36	
$d_h H13^{(1)}$	3,4	4,5	5,5	6,6	9	11	13,5	17,5	22	26	30	33	39	
$d_1 H13$	سری 1	6,5	8	10	11	15	18	20	26	33	40	46	50	58
	سری 2	7	9	11	13	18	24	—	—	—	—	—	—	—
	سری 3	6,5	8	10	11	15	18	20	26	33	40	46	50	58
	سری 4	7	9	11	13	16	20	24	30	36	43	46	54	63
	سری 5	9	10	13	15	18	24	26	33	40	48	54	61	69
	سری 6	8	10	13	15	20	24	33	43	48	58	63	73	—
$r_1^{(1)}$	ISO 1207	2,4	3,0	3,7	4,3	5,6	6,6	—	—	—	—	—	—	—
	ISO 4762	3,4	4,4	5,4	6,4	8,6	10,6	12,6	16,6	20,6	24,8	31,0	34,0	37,0
	DIN 7984	2,4	3,2	3,9	4,4	5,4	6,4	7,6	9,6	11,6	13,8	—	—	—
DIN 974 علائم کوتاه برای خزینه پیش‌بینی نکرده است														
سری	پیچ سراسر توانه‌ای بدون اجزاء زیر کلگی													
1	ISO 1207, ISO 4762, DIN 6912, DIN 7984 پیچ													
2	ISO 1580, DIN 7985 پیچ													
پیچ سراسر توانه‌ای بدون اجزاء زیر کلگی														
3	پیچ ISO 1207, ISO 4762, DIN 7984 و اثر فتری DIN 7980 <sup>(2)</sup>													
4	واشر برجسته دنداندار DIN EN ISO 7092 واشر فتری DIN 137 فرم A <sup>(2)</sup> حلقه فتری DIN 128 + DIN 6905 <sup>(2)</sup>							واشر برجسته دنداندار DIN 6797 <sup>(2)</sup> واشر برجسته شیاردار DIN 6798 <sup>(2)</sup> واشر برجسته شیاردار DIN 6907 <sup>(2)</sup>						
5	واشر DIN EN ISO 7090 واشر DIN 6902 فرم A <sup>(2)</sup>							واشر فتری DIN 137 فرم B <sup>(2)</sup> واشر فتری DIN 6904 <sup>(2)</sup>						
6	واشر تخت فتری DIN 6796 <sup>(2)</sup>													

$\sqrt{x} = \sqrt{Ra} \cdot 3,2$

نمایش در نقشه :

صفحه ۸۵

(۱) سوراخ سراسری طبق DIN EN ISO 273. سری متوسط، صفحه ۲۱۱

(۲) برای پیچ بدون اجزاء زیر کلگی

(۳) استانداردهای منسوخ

طبق DIN 974-2 (1991-05)

خزینه پیچهای سرشش گوش و مهره شش گوش

	d	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	27	30	33	36	42
	s	7	8	10	13	16	18	21	24	30	36	41	46	50	55	65
	d <sub>h</sub> H13	4,5	5,5	6,6	9	11	13,5	15,5	17,5	22	26	30	33	36	39	45
	سری 1	13	15	18	24	28	33	36	40	46	58	61	73	76	82	98
	سری 2	15	18	20	26	33	36	43	46	54	73	76	82	89	93	107
	سری 3	10	11	13	18	22	26	30	33	40	48	54	61	69	73	82
	پیچ سرش	3,2	3,9	4,4	5,7	6,8	8,1	—	10,6	13,1	15,8	—	19,7	23,5	—	—
DIN 974 علائم کوتاه برای خزینه‌ها پیش‌بینی نکرده است																
سری 1: برای آچار DIN 3124 یا سری آچار DIN 659, DIN 896, DIN 3112																
سری 2: برای آچار DIN 838, DIN 897 یا سری آچار DIN 3129																
سری 3: برای خزینه‌های تنگ هم (برای واشر تخت فتری مناسب نیست)																
(۱) برای پیچهای سرشش گوش ISO 4014, ISO 4017, ISO 8765, ISO 8676 بدون اجزاء زیر کلگی																

محاسبه عمق خزینه با اجزاء زیر کلگی (برای DIN 974-1 و DIN 974-2)

تعیین اضافه اندازه Z

تعیین اضافه اندازه Z	از 27 تا 100	از 20 تا 27	از 6 تا 20	از 1,4 تا 6	از 1 تا 1,4					
قطر نامی رزه d										
اضافه اندازه	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2					
t	عمق خزینه									
k <sub>max</sub>	ارتفاع حداکثر سرپیچ									
h <sub>max</sub>	ارتفاع حداکثر اجزاء زیر کلگی									
Z	اضافه اندازه مطابق با قطر نامی رزه (طبق جدول)									
<div>عمق خزینه<sup>(۱)</sup></div> <div><math>t = k_{max} + h_{max} + Z</math></div>										
(۱) اگر حداکثر مقادیر k <sub>max</sub> و h <sub>max</sub> در اختیار نباشد، می‌توان مقادیر تقریبی k و h را به کار برد.										

(۱) اگر حداکثر مقادیر k<sub>max</sub> و h<sub>max</sub> در اختیار نباشد، می‌توان مقادیر تقریبی k و h را به کار برد.



## مهره‌ها - نگاه کلی

کاربرد، خواص	استاندارد	محدوده استاندارد تا ... از	طرح	شکل
مهره شش گوش، نوع 1				
اغلب مهره‌های مورد استفاده، کاربرد برای مهره‌های با درجه استحکام یکسان، دنده ریز: انتقال نیروی بیشتر از رزوه معمولی	DIN EN ISO 4032	M1,6 ... M64	با رزوه معمولی	
	DIN EN ISO 8673	M8x1 ... M64x4	با دنده ریز یا دندانه ظریف	
مهره شش گوش نوع 2				
ارتفاع مهره 10% بلندتر از مهره نوع 1 است، کاربرد برای پیچهای با درجه استحکام یکسان، دنده ریز: انتقال نیروی بیشتر از رزوه معمولی	DIN EN ISO 4033	M5 ... M36	با رزوه معمولی	
	DIN EN ISO 8674	M8x1 ... M36x3	با دنده ریز یا دندانه ظریف	
مهره شش گوش کوتاه				
کاربرد برای ارتفاع مونتاژ کوتاه و بارگذاری کم، دنده ریز: انتقال نیروی بیشتر از رزوه معمولی	DIN EN ISO 4035	M1,6 ... M64	با رزوه معمولی	
	DIN EN ISO 8675	M8x1 ... M64x4	با دنده ریز یا دندانه ظریف	
مهره شش گوش با قطعه ضامن				
مهره خود قفل با قابلیت بارگذاری کامل و با مغزی غیر آهنی کاربرد تا دمای کاری 120 °C، دنده ریز: انتقال نیروی بیشتر از رزوه معمولی	DIN EN ISO 7040	M3 ... M36	با رزوه معمولی	
	DIN EN ISO 10512	M8x1 ... M36x3	دنده ریز یا دندانه ظریف	
	DIN EN ISO 7719	M5 ... M36	با رزوه معمولی	
	DIN EN ISO 10513	M8x1 ... M36x3	دنده ریز یا دندانه ظریف	
مهره شش گوش، سایر فرمها				
برای اتصالات با پیش تنش بالا در سازه‌های فولادی، کاربرد با پیچهای شش گوش DIN 6914	DIN 6915	M12 ... M36	با آچارگیر بزرگتر، رزوه معمولی	
کاربرد برای سوراخهای سراسری بزرگ یا جهت کاهش تنش سطحی	DIN EN 1661	M5 ... M20	یقه دار، رزوه معمولی	
کاربرد در سازه‌های ورق؛ مهره‌ها به ورق غالباً با جوش متصل می‌شود	DIN 929	M3 ... M16 M8x1 ... M16x1,5	برای جوشکاری، رزوه معمولی	
مهره تاجی، اشپیل				
کاربرد مثلاً برای تثبیت دقیق محوری یا تاقانها، توپیها، در اتصالات پیچی مطمئن (چرخهای خودرو)؛ ضامن کردن با اشپیل و سوراخ عرضی در پیچها، در بارگذاری کامل پیچها اشپیل در درجه استحکام 8.8 قبیچی می‌شود	DIN 935	M4 ... M100 M8x1 ... M100x4	بلند، با رزوه معمولی یا دنده ریز	
	DIN 979	M6 ... M48 M8x1 ... M48x3	کوتاه، با رزوه معمولی یا دنده ریز	
		DIN EN ISO 1234	0,6x12 ... 20x280	اشپیل (زبانه دو سر پرچ)



## مهره‌ها - نگاه کلی، مشخصه مهره‌ها

کاربرد، خواص	استاندارد	محدوده کاربرد تا ... از	طرح	شکل
<b>مهره کلاهی</b>				
اتصالات دکوراسیونی، حفاظت از رزوه، حفاظت از آشغال	DIN 1587	M4 ... M36 M8×1 ... M24×2	فرم بلند، رزوه معمولی یا دندهریز	
	DIN 917	M4 ... M48 M8×1 ... M48×3	فرم کوتاه، رزوه معمولی یا دندهریز	
<b>مهره گوشواره‌ای، پیچ گوشواره‌ای، مهره قلاب</b>				
حلقه‌های حمل ماشینها و دستگاهها، بارگذاری بستگی به زاویه بار دارد، ماشینکاری محل نشیمن گوشواره لازم است	DIN 582	M8 ... M100×6 M20×2 ... M100×4	مهره گوشواره‌ای، رزوه معمولی یا دندهریز	
<b>مهره خاری</b>				
جهت تثبیت محوری، مثلاً توپیها در ارتفاع مونتاژ کوچک و بارگذاری کم، قفل با واشر خاری	DIN 70852	M10×1 ... M200×1,5	مهره خاری دندهریز	
	DIN 70952	10 ... 200	واشر خاری	
	DIN 981	M10×0,75 ... M115×2 (KM0 ... KM23)	مهره خاری دندهریز	
	DIN 5406	10 ... 115 (MB0 ... MB23)	واشر خاری	
<b>مهره آجدار</b>				
کاربرد در اتصالات پیچی که غالباً باز و بسته می‌شوند مثلاً در ساختمان قیود، تابلوهای برق	DIN 466	M1 ... M10	فرم بلند، رزوه معمولی	
	DIN 467	M1 ... M10	فرم کوتاه، رزوه معمولی	
<b>مهره‌های رابط شش‌گوش</b>				
جهت اتصال و تنظیم میله‌های پیچی با رزوه‌های راست‌گرد و چپ‌گرد، قفل با مهره قفل (مهره جفت)	DIN 1479	M6 ... M30	رزوه معمولی	
<b>مشخصه مهره‌ها</b>				
<p>مثال:</p> <p>ISO 4032 - M12 - 8 مهره شش‌گوش</p> <p>DIN 929 - M8 × 1 - St مهره تاجی</p> <p>EN 1661 - M12 - 10 مهره شش‌گوش</p>				
مشخصه	درجه استحکام مثلاً 05, 8, 10 جنس مثلاً St فولاد، GT چدن	اطلاعات نامی مثلاً ← M رزوه متریک ← 8 قطر نامی d ← 1 گام رزوه P در مهره دندهریز	استاندارد مربوطه مثلاً ISO, DIN, EN شماره برگه استاندارد <sup>(۱)</sup>	

(۱) مهره‌هایی که طبق ISO یا DIN EN ISO استاندارد شده‌اند، در مشخصه، علامت کوتاه ISO دارند.  
مهره‌هایی که طبق DIN استاندارد شده‌اند در مشخصه، علامت کوتاه DIN دارند.  
مهره‌هایی که طبق DIN EN استاندارد شده‌اند در مشخصه، علامت کوتاه EN دارند.

(۱) مهره‌هایی که طبق ISO یا DIN EN ISO استاندارد شده‌اند، در مشخصه، علامت کوتاه ISO دارند.

مهره‌هایی که طبق DIN استاندارد شده‌اند در مشخصه، علامت کوتاه DIN دارند.

مهره‌هایی که طبق DIN EN استاندارد شده‌اند در مشخصه، علامت کوتاه EN دارند.



# درجه استحکام، مهره‌های شش گوش با رزوه معمولی

طبق DIN EN 20898-2 (1994-02)

DIN EN ISO 3506-2 (1998-03)

درجه استحکام مهره‌ها

مثال :

فولادهای غیرآلیاژی و آلیاژی

DIN EN 29898-2

$m \geq 0,8 \cdot d$  : 8

$m < 0,8 \cdot d$  : 04

فولادهای زنگ‌نزن

DIN EN ISO 3506-2

$m \geq 0,8 \cdot d$  : A 2 - 70

$m < 0,8 \cdot d$  : A 4 - 035

اعداد مشخصه
8 درجه استحکام
04 مهره کوتاه، تنش آزمایش $4 \cdot 100 \text{ N/mm}^2 =$

ساختار فولاد
A استنیتی
F فرریتی

گروه فولاد
1 آلیاژهای اتومات
2 آلیاژی با Cr و Ni
4 آلیاژی با Cr، Ni و Mo

اعداد مشخصه
70 تنش آزمایش $70 \cdot 10 \text{ N/mm}^2 =$
035 مهره کوتاه، تنش آزمایش $35 \cdot 10 \text{ N/mm}^2 =$

طبق DIN EN 20898-2 (1994-02)

ترکیب مجاز مهره‌ها و پیچها

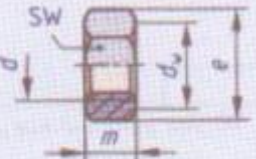
درجه استحکام مهره‌ها	پیچهای کاربردی تا درجه استحکام											
	فولادهای غیرآلیاژی و آلیاژی						فولادهای زنگ‌نزن					
	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	A2-50	A2-70	A4-50	A4-70	
4												
5												
6												
8												
9												
10												
12												
A2-50												
A2-70												
A4-50												
A4-70												
04, 05, A2-025, A4-025	درجه استحکام مهره‌های کوتاه، مهره‌ها برای بارگذاری کم طراحی شده‌اند. پیچها و مهره‌های از یک گروه جنسی یکسان، مثلاً فولاد زنگ‌نزن با هم قابل ترکیب هستند.											



طبق DIN EN ISO 4032 (2001-03)

مهره‌های شش گوش با رزوه معمولی، نوع 1

جایگزین برای		d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10		
استاندارد معتبر	DIN EN	DIN	SW	3,2	4	5	5,5	7	8	10	13		
DIN EN ISO	24032	934	d <sub>w</sub>	2,4	3,1	4,1	4,6	5,9	6,9	8,9	11,6		
4032			e	3,4	4,3	5,5	6	7,7	8,8	11,1	14,4		
			m	1,3	1,6	2	2,4	3,2	4,7	5,2	6,8		
			درجه استحکام		طبق توافق		6, 8, 10						
			A2-70, A4-70										
			d	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	
			SW	18	24	30	36	46	55	65	75	85	
			d <sub>w</sub>	16,6	22,5	27,7	33,3	42,8	51,1	60	69,5	78,7	
			e	20	26,8	33	39,6	50,9	60,8	71,3	82,6	93,6	
			m	10,8	14,8	18	21,5	25,6	31	34	38	45	
			درجه استحکام		6, 8, 10					طبق توافق			
					A2-70, A4-70					A2-50, A4-50		-	
			توضیح		(۱) نوع 1 : ارتفاع مهره $0,8 \cdot d \leq m$								
		$d = M10$ درجه استحکام 10 : ISO 4032 – M10 – مهره شش‌گوش											
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)													
رزوه d		کلاس											
M1,6 ... M16		A											
M20 ... M64		B											

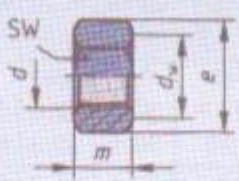




مهره‌های شش گوش با رزوه معمولی، نوع 2<sup>۱)</sup> طبق DIN EN ISO 4033 (2001-03)، جایگزین برای DIN EN 24033

		d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
	SW											
	d <sub>w</sub>		8	10	13	16	18	24	30	36	46	55
	e		8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,8	33	39,6	50,9	60,8
		m	5,1	5,7	7,5	9,3	12	16,4	20,3	23,9	28,6	34,7
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)		درجه استحکام	9, 12									
رزوه d	کلاس	توضیح	(۱) مهره‌های شش گوش نوع 2 تقریباً 10% بلندتر از مهره‌های نوع 1 است.									
M1,6 ... M16	A	⇒	d = M24، درجه استحکام 9 : ISO 4033 - M24 - 9 مهره شش گوش									
M20 ... M64	B											

مهره شش گوش دندهریز (ظریف)، نوع 1 و نوع 2<sup>۱)</sup> طبق DIN EN ISO 8673, 8674 (2001-03)

جایگزین برای استاندارد معتبر			d	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56		
DIN EN ISO	DIN EN	DIN		×1	×1	×1,5	×1,5	×1,5	×2	×2	×3	×3	×3	×3	×4	
8673	28673	934	SW d <sub>w</sub>	13	16	18	24	30	36	46	55	65	75	85		
8674	28674	971		11,6	14,6	16,6	22,5	27,7	33,3	42,8	51,1	60	69,5	78,5		
				e m <sub>1</sub> <sup>۱)</sup> m <sub>2</sub> <sup>۱)</sup>	14,4	17,8	20	26,5	33	39,6	50,9	60,8	71,3	82,6	93,6	
					6,8	8,4	10,8	14,8	18	21,5	25,6	31	34	38	45	
				درجه 1		6, 8										طبق توافق
				استحکام		A2-70, A4-70					A2-50, A4-50					
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)				توضیح	درجه 2		8, 10, 12			10			-			
رزوه d		کلاس			(۱) مهره شش گوش نوع 1 : DIN EN ISO 8673 ارتفاع مهره $0,8 \cdot d \leq m_1$											
M8×1...M16×1,5		A			مهره شش گوش نوع 2 : DIN EN ISO 8674 ارتفاع مهره $m_2$ تقریباً 10% بزرگتر از مهره نوع 1 است.											
M20×1,5...M64×3		B			$d = M8 \times 1$ ، درجه استحکام 6 : ISO 8673 - M8×1 - 6 مهره شش گوش											

مهره شش گوش کوتاه با رزوه معمولی<sup>۱)</sup> طبق DIN EN ISO 4035 (2001-03)

		d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
	SW		3,2	4	5	5,5	7	8	10	13	16
	d <sub>w</sub>		2,4	3,1	4,1	4,6	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6
	e		3,4	4,3	5,5	6	7,7	8,8	11,1	14,4	17,8
	m		1	1,2	1,6	1,8	2,2	2,7	3,2	4	5
	m										
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)		درجه استحکام	طبق توافق								
رزوه d		توضیح	04, 05								
M1,6...M16	A	⇒	A2-035, A4-035								
M20...M36	B		A2-025, A4-025								
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)		درجه استحکام	طبق توافق								
رزوه d		توضیح	(۱) مهره‌های شش گوش کوتاه قابلیت بارگذاری کمی بیشتر از مهره‌های نوع 1 است.								
M1,6...M16	A	⇒	ISO 4035 - M16 - A2-035 : مهره شش گوش								
M20...M36	B		d = M16، درجه استحکام A2-035								

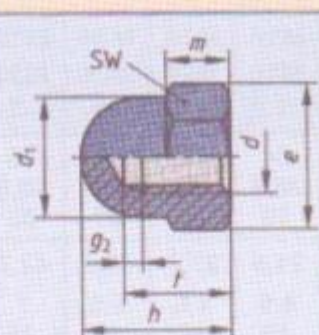






طبق DIN 1587 (2000-10)

مه‌ره کلاهی شش گوش

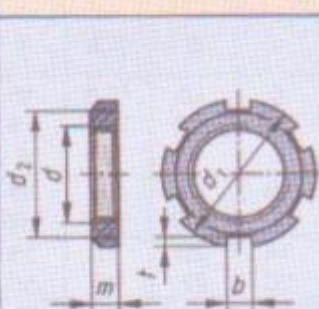


کلاس تولید A یا B  
طبق انتخاب سازنده

d	M4 —	M5 —	M6 —	M8 M8 ×1	M10 M10 ×1	M12 M12 ×1,5	M16 M16 ×1,5	M20 M20 ×2	M24 M24 ×2
SW	7	8	10	13	16	18	24	30	36
d <sub>1</sub>	6,5	7,5	9,5	12,5	15	17	23	28	34
m	3,2	4	5	6,5	8	10	13	16	19
e	7,7	8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,8	33,5	40
h	8	10	12	15	18	22	28	34	42
t	5,3	7,2	7,8	10,7	13,3	16,3	20,6	25,6	30,5
g <sub>2</sub>	g ≈ 2 · P (P گام ظاهری رزوه)					گاه آزاد رزوه DIN 76-D			
درجه استحکام	6, A1-50								
⇒	d = M20 درجه استحکام 6 : DIN 1587 – M20 – 6 : مهره کلاهی								

طبق DIN 70852 (1977-03)

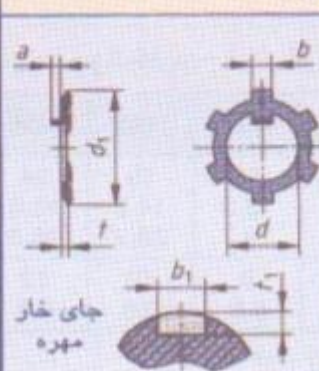
مه‌ره خاری



d	M12	M16	M20	M24	M30	M35	M40	M48	M55	M60	M65
	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5	×1,5
d <sub>1</sub>	22	28	32	38	44	50	56	65	75	80	85
d <sub>2</sub>	18	23	27	32	38	43	49	57	67	71	76
m	6	6	6	7	7	8	8	8	8	9	9
b	4,5	5,5	5,5	6,5	6,5	7	7	8	8	11	11
t	1,8	2,3	2,3	2,8	2,8	3,3	3,3	3,8	3,8	4,3	4,3
جنس	St (فولاد)										
	d = M16×1,5 جنس فولاد : DIN 70852 - M16×1,5 - St مه‌ره خاری										

طبق DIN 70952 (1978-05)

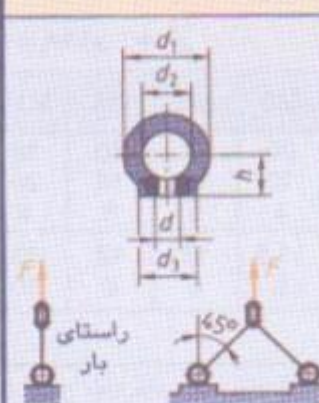
واشر خار داخل و خارج

جای خار  
مه‌ره

d	12	16	20	24	30	35	40	48	55	60	65
d <sub>1</sub>	24	29	35	40	48	53	59	67	79	83	88
t	0,75	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5
a	3	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6
b	4	5	5	6	7	7	8	8	10	10	10
b <sub>1</sub> C11	4	5	5	6	7	7	8	8	10	10	10
t <sub>1</sub>	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
جنس	فولاد (ورق فولادی)										
	d = 16 mm جنس فولاد : DIN 70952-16 - St واشر خار داخل و خارج										

طبق DIN 582 (2003-08)

مه‌ره گوشوارهای، مه‌ره قلاب (قلاب مه‌ره‌ای)

عمودی  
(یک ریسمان)تحت 45°  
(دو ریسمان)

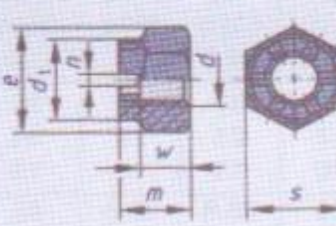
d	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
h	18	22,5	26	30,5	35	45	55	65	75	85	95
d <sub>1</sub>	36	45	54	63	72	90	108	126	144	166	184
d <sub>2</sub>	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100
d <sub>3</sub>	20	25	30	35	40	50	65	75	85	100	110
قابلیت حمل بار <sup>(۱)</sup> به t در راستای بارگذاری											
عمود	0,14	0,23	0,34	0,70	1,20	1,80	3,20	4,60	6,30	8,60	11,5
تحت 45°	0,10	0,17	0,24	0,50	0,86	1,29	2,30	3,30	4,50	6,10	8,20
جنس	C15, A2, A3, A4, A5 فولاد کربوره										
توضیح	(۱) مقادیر با منظور کردن ضریب اطمینان v = 6 برای شکست										
	d = M36×3 جنس C15E : DIN 582 - M36 - C15E مه‌ره گوشوارهای										



# مهره‌های تاجی، اشیپ‌ها، مهره‌های جوشکاری - شش گوش، مهره‌های آجدار

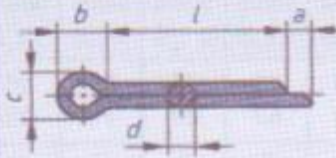
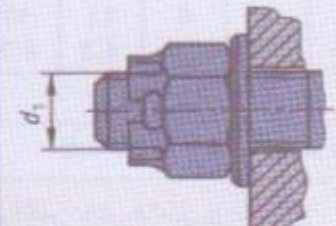
طبق DIN 935-1 (2000-10)

مهره‌های تاجی، نوع بلند

		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
		-	-	-	M8 ×1	M10 ×1	M12 ×1,5	M16 ×1,5	M20 ×2	M24 ×2	M30 ×2
	d										
	s	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46
	e	7,7	8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,8	33	39,6	50,9
	m	5	6	7,5	9,5	12	15	19	22	27	33
	d <sub>1</sub>	بدون پله استوانه‌ای						15,6	21,5	27,7	33,2
	n	1,2	1,4	2	2,5	2,8	3,5	4,5	4,5	5,5	7
کلاس تولید (صفحه ۲۱۱)											
رزه d	کلاس	6, 8, 10									
M1,6...M16	A	A2-70									
M20...M100	B	A2-50									
		درجه استحکام									
		d = M20 درجه استحکام 8 : DIN 935 - M20 - 8 مهره تاجی									

طبق DIN EN ISO 1234 (1998-02)

اشیپ‌ها

		1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8
	d <sup>(۱)</sup>										
	b	3	3	3,2	4	5	6,4	8	10	12,6	16
	c	1,6	2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15
	a	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4	4	4	4
	l	6	8	8	10	12	14	18	22	28	36
	l <sup>(۲)</sup>	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
	d <sub>1</sub>	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	20	27	39
	d <sub>1</sub>	4,5	5,5	7	9	11	14	20	27	39	56
	طول نامی	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160 mm									
توضیح		(۱) اندازه نامی = قطر سوراخ اشیپ (۲) d <sub>1</sub> قطر پیچ مربوطه									
		d = 2,5 mm, l = 32 mm جنس فولاد : ISO 1234 - 2,5×32 - St اشیپ									

طبق DIN 929 (2000-01)

مهره جوشکاری - شش گوش

		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
	d								
	s	7,5	9	10	11	14	17	19	24
	d <sub>1</sub>	4,5	6	7	8	10,5	12,5	14,8	18,8
	e	8,2	9,8	11	12	15,4	18,7	20,9	26,5
	m	3	3,5	4	5	6,5	8	10	13
	h	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8
جنس		St فولاد با مقدار کربن حداکثر 0,25%							
کلاس تولید A		d = M16 جنس فولاد : DIN 929 - M16 - St مهره جوشکاری							

طبق DIN 466, 467 (1986-09)

مهره‌های آجدار

		M1,2	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
	d										
	dk	6	7,5	9	11	12	16	20	24	30	36
	ds	3	3,8	4,5	5	6	8	10	12	16	20
	k	1,5	2	2	2,5	2,5	3,5	4	5	8	8
	h <sup>(۱)</sup>	4	5	5,3	6,5	7,5	9,5	11,5	15	18	23
	h <sup>(۲)</sup>	2	2,5	2,5	3	3	4	5	6	8	10
درجه استحکام		5, A1-50									
توضیح		(۱) ارتفاع مهره برای : فرم بلند DIN 466 (۲) ارتفاع مهره برای : فرم کوتاه DIN 467									
		d = M6 درجه استحکام A1-50 : DIN 467 - M6 - A1-50 مهره آجدار									



مثال مشخصه :

ISO 7090 - 8 - 300 HV - A2<sup>۱)</sup> واشر

نام	استاندارد	اندازه نامی (قطر نامی رزوه)	درجه سختی	جنس
-----	-----------	--------------------------------	-----------	-----

(۱) فولادهای زنگ‌نزن، گروه فولاد A2

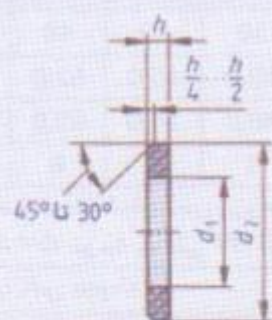
## نگاه کلی

شکل	طرح، کلاس تولید تا ... از	W <sup>۱)</sup>	استاندارد	شکل	طرح محدوده استاندارد تا ... از	W <sup>۱)</sup>	استاندارد
	واشر تخت پخ‌دار کلاس تولید A <sup>۲)</sup> M5 ... M64 جدول زیر	فولاد، فولاد زنگ‌نزن	DIN EN ISO 7090		واشر، برای پیچهای استحکام بالا (HV) M12 ... M30 صفحه ۲۳۵	فولاد	DIN 6916
	واشر تخت سری کوچک کلاس تولید A <sup>۲)</sup> M1,6 ... 36 صفحه ۲۳۴	فولاد، فولاد زنگ‌نزن	DIN EN ISO 7092		واشر، چهارگوش، برای تیرهای U (ناودانی) و I M8-M27 صفحه ۲۳۵	فولاد	DIN 434 DIN 435
	واشر تخت سری نرمال کلاس تولید C <sup>۲)</sup> M1,6 ... M64 صفحه ۲۳۴	فولاد	DIN EN ISO 7091		واشر برای پیچها و بولتهای کلاس تولید A <sup>۲)</sup> d = 3 ... 100 mm صفحه ۲۳۵	فولاد	DIN EN 28738
	واشر برای سازه‌های فولادی، کلاس تولید A <sup>۲)</sup> ، C <sup>۲)</sup> M10 ... M34 صفحه ۲۳۴	فولاد	DIN 7989-1		واشر تخت فنری برای اتصالات پیچی d = 2 ... 30 mm صفحه ۲۳۵	فولاد فنر	DIN 6796

(۱) جنس فولاد یا درجه سختی متناسب (مثلا 300 HV)؛ سایر جنسها طبق توافق

(۲) کلاس تولید در تیرانها و در فرایندهای تولید با هم فرق دارند.

## واشر تخت پخ‌دار، سری نرمال طبق DIN EN ISO 7090 (2000-11)، جایگزین برای DIN 125-1+2



برای رزوه	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
اندازه نامی	5	6	8	10	12	16	20
<sup>(1)</sup> d <sub>1</sub> min.	5,3	6,4	8,4	10,5	13,0	17,0	21,0
<sup>(1)</sup> d <sub>2</sub> max.	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	30,0	37,0
<sup>(1)</sup> h	1	1,6	1,6	2	2,5	3	3
برای رزوه	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64
اندازه نامی	24	30	36	42	48	56	64
<sup>(1)</sup> d <sub>1</sub> min.	25,0	31,0	37,0	45,0	52,0	62,0	70,0
<sup>(1)</sup> d <sub>2</sub> max.	44,0	56,0	66,0	78,0	92,0	105,0	115,0
<sup>(1)</sup> h	4	4	5	8	8	10	10
جنس <sup>(۲)</sup>	فولاد			فولاد زنگ‌نزن			
نوع	-		-	<sup>(۳)</sup> A2, A4, F1, C1, C4 (ISO 3506)			
درجه سختی	200 HV		300 HV (بهسازی شده)	200 HV			
➡	اندازه نامی (= قطر نامی رزوه) : ISO 7090 – 20 – 200 HV 20 mm = درجه سختی 200 HV، از فولاد						

درجه سختی 200 HV مخصوص :

- پیچها و مهره‌های شش‌گوش با درجه سختی  $8.8 \geq$  یا  $8 \geq$  (مهره)
- پیچها و مهره‌های شش‌گوش از فولادهای زنگ‌نزن

درجه سختی 300 HV مخصوص :

- پیچها و مهره‌های شش‌گوش با درجه سختی  $10.9 \geq$  یا  $10 \geq$  (مهره)

(۱) اندازه نامی مربوطه

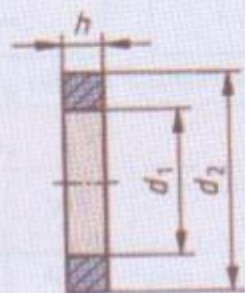
(۲) فلزات غیر آهنی و سایر جنسها طبق توافق

(۳) مقایسه با صفحه ۲۱۱



# واشرهای تخت، واشر برای سازه‌های فولادی

واشرهای تخت، سری کوچک طبق DIN EN ISO 7092 (2000-11)، جایگزین برای DIN 433-1+2



برای رزوه	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8
اندازه نامی	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
<sup>(1)</sup> d <sub>1</sub> min.	1,7	2,2	2,7	3,2	4,3	5,3	6,4	8,4
<sup>(1)</sup> d <sub>2</sub> max.	3,5	4,5	5	6	8	9	11	15
<sup>(1)</sup> h	0,35	0,35	0,55	0,55	0,55	1,1	1,8	1,8
برای رزوه	M10	M12	<sup>(۲)</sup> M14	M16	M20	M24	M30	M36
اندازه نامی	10	12	14	16	20	24	30	36
<sup>(1)</sup> d <sub>1</sub> min.	10,5	13,0	15,0	17,0	21,0	25,0	31,0	37,0
<sup>(1)</sup> d <sub>2</sub> max.	18,0	20,0	24,0	28,0	34,0	39,0	50,0	60,0
<sup>(1)</sup> h	1,8	2,2	2,7	2,7	3,3	4,3	4,3	5,6
جنس <sup>(۳)</sup>	فولاد				فولاد زنگ‌نزن			
نوع	-		-		A2, A4, F1, C1, C4 (ISO 3506) <sup>(۲)</sup>			
درجه سختی	200 HV		300 HV (بهسازی شده)		200 HV			
⇒	اندازه نامی (= قطر نامی رزوه) : ISO 7092-8-200 HV-A2 واشر = 8 mm سری کوچک، درجه سختی 200 HV، از فولاد زنگ‌نزن A2							

(۱) اندازه نامی مربوطه

(۲) تا حد امکان از این اندازه پرهیز شود.

(۳) فلزات غیر آهنی و سایر فلزات طبق توافق

(۴) مقایسه با صفحه ۲۱۱

درجه سختی 200 HV مخصوص :

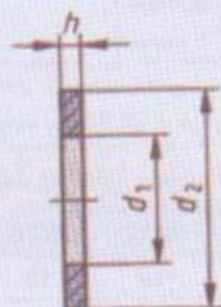
- پیچهای استوانه‌ای با درجه استحکام  $\geq 8.8$  از فولاد زنگ‌نزن

- پیچهای استوانه‌ای آلنی با درجه استحکام  $\geq 8.8$  یا از فولاد زنگ‌نزن

درجه سختی 300 HV مخصوص :

- پیچهای استوانه‌ای آلنی با درجه استحکام  $\geq 10.9$

واشرهای تخت، سری نرمال طبق DIN EN ISO 7091 (2000-11)، جایگزین برای DIN 126



برای رزوه	M2	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
اندازه نامی	2	3	4	5	6	8	10	12
<sup>(1)</sup> d <sub>1</sub> min.	2,4	3,4	4,5	5,5	6,6	9,0	11,0	13,5
<sup>(1)</sup> d <sub>2</sub> max.	5,0	7,0	9,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0
<sup>(1)</sup> h	0,3	0,5	0,8	1,0	1,6	1,6	2	2,5
برای رزوه	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M64
اندازه نامی	16	20	24	30	36	42	48	64
<sup>(1)</sup> d <sub>1</sub> min.	17,5	22,0	26,0	33,0	39,0	45,0	52,0	70,0
<sup>(1)</sup> d <sub>2</sub> max.	30,0	37,0	44,0	56,0	66,0	78,0	92,0	115,0
<sup>(1)</sup> h	3	3	4	4	5	8	8	10
⇒	اندازه نامی (= قطر نامی رزوه) : ISO 7091-12-100 HV واشر d = 12 mm درجه سختی 100 HV							
	(۱) اندازه نامی مربوطه							

درجه سختی 100 HV مخصوص :

- پیچهای شش‌گوش، کلاس تولید C، با درجه استحکام  $\geq 6.8$

- مهره‌های شش‌گوش، کلاس تولید C، با درجه استحکام  $\geq 6$

واشر سازه‌های فولادی طبق DIN 7989-1 و DIN 7989-2 (2000-04)



برای رزوه	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
d <sub>1</sub> min.	11,0	13,5	17,5	22,0	26,0	30,0	33,0
d <sub>2</sub> max.	20,0	24,0	30,0	37,0	44,0	50,0	56,0
⇒	قطر نامی رزوه، d = 16 mm : DIN 7989-16-C-100 HV واشر کلاس تولید C، درجه سختی 100						
	طرح : کلاس تولید C (نوع پانچ شده)، ضخامت h = (8 ± 1,2) mm						
	کلاس تولید A (نوع تراشکاری شده)، ضخامت h = (8 ± 1) mm						
	(۱) اندازه نامی						

برای پیچهای طبق DIN 7968، DIN 7969، DIN 7990 در ارتباط با مهره‌های طبق ISO 4032 و ISO 4034



### واشر برای پیچهای HV طبق DIN 6916 (1989-10)

رزوه	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
<sup>1)</sup> d <sub>1</sub> min.	13	17	21	23	25	28	31
d <sub>2</sub> max.	24	30	37	39	44	50	56
h	3	4	4	4	4	5	5

اندازه نامی: d<sub>1</sub> = 17 mm DIN 6916-17 واشر

جنس: فولاد، بهسازی شده از 295 HV 10 تا 350 HV 10 (مثلاً C 45)

(۱) قطر نامی

### واشرها، چهارگوش، گودای، برای تیرهای U شکل و I شکل طبق DIN 435 (2000-01)، DIN 434 (2000-04)

رزوه	M8	M10	M12	M16	M20	M22	M24
<sup>1)</sup> d <sub>1</sub> min.	9	11	13,5	17,5	22	24	26
a	22	22	26	32	40	44	56
b	22	22	30	36	44	50	56
h DIN 434	3,8	3,8	4,9	5,8	7	8	8,5
h DIN 435	4,6	4,6	6,2	7,5	9,2	10	10,8

اندازه نامی، d<sub>1</sub> = 13,5 mm DIN 435-13,5 واشر I

جنس: فولاد، سختی 100 HV 10 تا 250 HV 10

(۱) قطر نامی

### واشر بولتها، کلاس تولید A طبق DIN EN 28738 (1992-10)

<sup>1)</sup> d <sub>1</sub> min.	3	4	5	6	8	10	12
d <sub>2</sub> max.	6	8	10	12	15	18	20
h	0,8		1	1,6	2	2,5	3
<sup>1)</sup> d <sub>1</sub> min.	14	16	18	20	22	24	27
d <sub>2</sub> max.	22	24	28	30	34	37	39
h	3		4			5	
<sup>1)</sup> d <sub>1</sub> min.	30	36	40	50	60	80	100
d <sub>2</sub> max.	44	50	56	66	78	98	120
h	5	6		8	10	12	

اندازه نامی: d<sub>1</sub> min = 14 mm DIN 8738-14-160 HV واشر

جنس: فولاد، سختی 160 ... 250 HV

کاربرد: برای بولتهای طبق ISO 2340 و ISO 2341 (صفحه ۲۳۹)، فقط در سمت تشیل

(۱) کلاس تولید در تیراوس و در فرآیندهای تولید با هم فرق دارند (۲) مربوط به اندازه نامی

### واشرهای تخت فنری برای اتصالات پیچی طبق DIN 6796 (1987-10)

رزوه	M2	M3	M4	M5	M6	M8	M10
d <sub>1</sub> H14	2,2	3,2	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5
d <sub>2</sub> h14	5	7	9	11	14	18	23
h max.	0,6	0,85	1,3	1,55	2	2,6	3,2
s	0,4	0,6	1	1,2	1,5	2	2,5

رزوه	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
d <sub>1</sub> H14	13	17	21	23	25	28	31
d <sub>2</sub> h14	29	39	45	49	56	60	70
h max.	3,95	5,25	6,4	7,05	7,75	8,35	9,2
s	3	4	5	5,5	6	6,5	7

برای رزوه M10 از فولاد فنر DIN 6796-10-FSt واشر

جنس: فولاد فنر (FSt) طبق DIN 287-26

کاربرد: واشرهای تخت فنری از لقی شدن اتصالات پیچی جلوگیری می‌کند. برای بازگذاری عرضی متغیر صادق نیست. بدین جهت کاربرد آن محدود به بازگذاری غالب محوری و پیچهای کوناه با درجه استحکام 8.8 تا 10.9 است.



طبق DIN 128 (1994-10)

واشر فنری (قوسی یا موجی)

فرم A قوسی	برای پیچ	d <sub>1</sub>		d <sub>2</sub>	b	s	h	
		min.	max.	max.			min.	max.
	M2	2,1	2,4	4,4	0,9	0,5	0,7	0,9
	M3	3,1	3,4	6,2	1,3	0,7	1,1	1,3
	M4	4,1	4,4	7,6	1,5	0,8	1,2	1,4
	M5	5,1	5,4	9,2	1,8	1	1,5	1,7
	M6	6,1	6,5	11,8	2,5	1,3	2	2,2
	M7	7,1	7,5	12,8	2,5	1,3	2	2,2
	M8	8,1	8,5	14,8	3	1,6	2,45	2,75
	M10	10,2	10,7	18,1	3,5	1,8	2,85	3,15
	M12	12,2	12,7	21,1	4	2,1	3,35	3,65
	M14	14,2	14,7	24,1	4,5	2,4	3,9	4,3
	M16	16,2	17	27,4	5	2,8	4,5	5,1
	M18	18,2	19	29,4	5	2,8	4,5	5,1
	M20	20,2	21,2	33,6	6	3,2	5,1	5,9
	M22	22,5	23,5	35,9	6	3,2	5,1	5,9
	M24	24,5	25,5	40	7	4	6,5	7,5
	M27	27,5	28,5	43	7	4	6,5	7,5
	M30	30,5	31,7	48,2	8	6	9,5	10,5
	M36	36,5	37,5	58,2	10	6	10,3	11,3
مشخصه واشر تخت فنری با اندازه نامی 8 از فولاد فنری:								
فرم A برای M8 از فولاد فنری DIN 128-A8-FSt								

طبق DIN 6797 (1988-07)

واشر برجسته دندانه‌دار

فرم A دندانه خارج	فرم J دندانه داخل	برای قطر رزوه	اندازه نامی d <sub>1</sub> H13	d <sub>2</sub> h14	d <sub>3</sub> ≈	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	حداقل تعداد دندانه فرم A + J   V	
								A + J	V
		3	3,2	6	6	0,4	0,2	6	6
		4	4,3	8	8	0,5	0,25	8	8
		5	5,3	10	9,8	0,6	0,3	8	8
		6	6,4	11	11,8	0,7	0,4	8	10
		8	8,4	15	15,3	0,8	0,4	8	10
		10	10,5	18	19	0,9	0,5	9	10
		12	13	20,5	23	1	0,5	10	10
		16	17	26	30,2	1,2	0,6	12	12
		20	21	33	-	1,4	-	12	-
		24	25	38	-	1,5	-	14	-
مشخصه واشر برجسته دندانه‌دار فرم J، d <sub>1</sub> = 6,4 mm از فولاد فنری:									
DIN 6797-J 6,4-FSt واشر برجسته دندانه‌دار									

طبق DIN 6798 (1988-07)

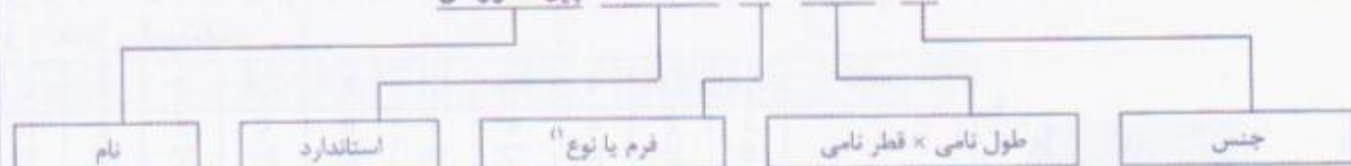
واشر برجسته شیاردار

فرم A شیار خارج	فرم J شیار داخل	برای پیچ	اندازه نامی d <sub>1</sub> H13	d <sub>2</sub> h14	d <sub>3</sub> ≈	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	حداقل تعداد دندانه فرم		
								A	J	V
		3	3,2	6	6	0,4	0,2	9	7	12
		4	4,3	8	8	0,5	0,25	11	8	14
		5	5,3	10	9,8	0,6	0,3	11	8	14
		6	6,4	11	11,8	0,7	0,4	12	9	16
		8	8,4	15	15,3	0,8	0,4	14	10	18
		10	10,5	18	19	0,9	0,5	16	12	20
		12	13	20,5	23	1	0,5	16	12	26
		16	17	26	30,2	1,2	0,6	18	14	30
		20	21	33	-	1,4	-	20	16	-
		24	25	38	-	1,5	-	20	16	-
مشخصه واشر برجسته شیاردار فرم J، d <sub>1</sub> = 6,4 mm از فولاد فنری:										
DIN 6798-J 6,4-FSt واشر برجسته شیاردار										



مثال مشخصه :

ISO 2339 - A - 10x40 - St



St = مثلاً فولاد

فولادهای رنگ‌نزن :

A1 = آستنیتی

C1 = مارتنزیتی

پینهای با شماره استاندارد DIN-EN با شماره ISO مشخص می‌شود.

شماره ISO = شماره DIN-EN - 20000، مثال : DIN EN 22338 = ISO 2338

(۱) در صورت موجود بودن

استاندارد	مشخصه تا ... از	شکل	استاندارد	مشخصه تا ... از	شکل
-----------	--------------------	-----	-----------	--------------------	-----

## پینهای متحرک

DIN EN 22339	پین مخروطی $d_1 = 0,6 \dots 50 \text{ mm}$		DIN EN ISO 2338	پین استوانه‌ای، سختکاری نشده $d = 1 \dots 50 \text{ mm}$	
DIN EN ISO 8752 DIN EN ISO 13337	پین فنری چاکدار $d_1 = 1 \dots 50 \text{ mm}$		DIN EN ISO 8734	پین استوانه‌ای، سختکاری شده $d = 0,8 \dots 20 \text{ mm}$	

## پینهای متحرک شیاردار

DIN EN ISO 8744	پین شیاردار مخروطی $d_1 = 1,5 \dots 25 \text{ mm}$		DIN EN ISO 8740	پینهای شیاردار پخ‌دار $d_1 = 1,5 \dots 25 \text{ mm}$	
DIN EN ISO 8745	پین شیاردار انطباقی $d_1 = 1,2 \dots 25 \text{ mm}$		DIN EN ISO 8741	پین شیاردار جازنی $d_1 = 1,5 \dots 25 \text{ mm}$	
DIN EN ISO 8746	پین شیاردار سر نیم‌گرد $d_1 = 1,4 \dots 20 \text{ mm}$		DIN EN ISO 8742	پین شیاردار شکم‌دار، طول شیار برابر 1/3 طول پین $d_1 = 1,2 \dots 25 \text{ mm}$	
DIN EN ISO 8747	پین شیاردار سرخزینه $d_1 = 1,4 \dots 20 \text{ mm}$		DIN EN ISO 8743	پین شیاردار شکم‌دار با شیار طولانی $d_1 = 1,2 \dots 25 \text{ mm}$	

## پینهای ثابت

DIN EN 22341	پین ثابت با سر، فرم A بدون و فرم B با سوراخ اشپیل $d = 3 \dots 100 \text{ mm}$		DIN EN 22340	پین ثابت بدون سر، فرم A بدون و فرم B با سوراخ اشپیل $d = 3 \dots 100 \text{ mm}$	
--------------	---	--	--------------	---	--



## پینهای متحرک - استوانه‌ای، - مخروطی و - فنری چاکدار

طبق DIN EN ISO 2338 (1998-02)

پینهای استوانه‌ای از فولادهای سختکاری نشده

و زنگ‌زن آستنیتی

	$d \text{ m6/h8}$	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5
	ل	2	2	4	4	4	6	6	8	8	10
	تا	6	8	10	12	16	20	24	30	40	50
	$d \text{ m6/h8}$	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
	ل	12	14	18	22	26	35	50	60	80	95
	تا	60	80	95	140	180	200	200	200	200	200
طول نامی l		2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40...95, 100, 120, 140, 160, 180, 200 mm									
		ISO 2338 - 6 m6 x 30 - St :									
(۱) راکورد و خزینه در انتهای پین مجاز است.		d = 6 mm کلاس تیرانس m6, l = 30 mm فولادی (۲) قابل تحویل در کلاسهای تیرانس m6 و h8									

طبق DIN EN ISO 8734 (1998-03)

پینهای استوانه‌ای سختکاری شده

	d m6	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	
	ل	3	4	5	6	8	10	12	14	18	22	26	40	50	
	تا	10	16	20	24	30	40	50	60	80	100				
	طول نامی l	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 mm													
	جنس	• فولاد : نوع A سختکاری مغزی شده، نوع B سختکاری گریزه • فولادهای زنگ‌زن نوع C1													
		ISO 8734 - 6 × 30 - C1 : C1 از فولاد زنگ‌زن نوع C1													
(۱) راکورد و خزینه در انتهای پین مجاز است.		d = 6 mm , l = 30 mm از فولاد زنگ‌زن نوع C1													

طبق DIN EN 22339 (1992-10)

پینهای مخروطی، سختکاری نشده

	$d \text{ h10}$	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30
	ل	6	10	12	14	18	22	22	26	32	40	45	50	55
	تا	10	35	45	55	60	90	120	160	180	200			
	طول نامی l	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45...95, 100, 120...180, 200 mm												
		ISO 2339 - A - 10 x 40 - St : نوع A، d = 10 mm، l = 40 mm فولادی												
	نوع A سنگ خورده، Ra = 0,8 μm نوع B تراشکاری شده، Ra = 3,2 μm													

طبق DIN EN ISO 8752, 13337 (1998-03)




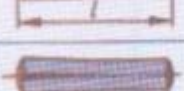


پینهای فنری چاکدار، نوع سنگین، نوع سبک

	$d_1$ قطر نامی	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
	$d_1$ max	2,4	2,9	3,5	4,6	5,6	6,7	8,8	10,8	12,8
	s ISO 8752	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5
	s ISO 13337	0,2	0,25	0,3	0,5	0,5	0,75	0,75	1	1
	$l$ تا	4	4	4	4	5	10	10	10	10
	$d_1$ قطر نامی	14	16	20	25	30	35	40	45	50
	$d_1$ max	14,8	16,8	20,9	25,9	30,9	35,9	40,9	45,9	50,9
	s ISO 8752	3	3	4	5	6	7	7,5	8,5	9,5
	s ISO 13337	1,5	1,5	2	2	2,5	3,5	4	4	5
	$l$ تا	10 200			14 200			20 200		
طول نامی $l$	4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45...95, 100, 120, 140, 160, 180, 200 mm									
جنس	• فولاد : سختکاری شده و برگشت داده شده 420 HV 30 ... 520 HV 30 • فولادهای زنگ‌نزن : نوع A یا نوع C									
کاربرد	قطر سوراخ گیرنده (کلاس تیرانس H12) باید برابر قطر نامی $d_1$ پین مربوطه باشد. بعد از جازدن پین چاک نباید کاملاً بسته شود.									
	ISO 8752 - 6 x 30 - St : پین فنری چاکدار $d_1 = 6 \text{ mm}$ , $l = 30 \text{ mm}$ از فولاد									
(۱) برای پینهای فنری چاکدار با قطر نامی $d_1 \leq 10 \text{ mm}$ فقط یک پخ مجاز است.										



پینهای متحرک شیاردار، پینهای متحرک با سر، پینهای ثابت (بولت)

پینهای متحرک شیاردار طبق DIN EN ISO 8740...8747 (1998-03)

پین شیاردار پخ‌دار ISO 8740		$d_1$	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
			ار تا	8 20	8 30	10 30	10 40	10 60	14 60	14 80	14 100	14 100	18 100	22 100	26 100
پین شیاردار جازنی ISO 8741		$d_1$	ار تا	8 20	8 30	8 30	8 40	10 60	10 60	12 80	14 100	18 160	26 200	26 200	26 200
				8 20	12 30	12 30	12 40	18 60	18 60	22 80	26 100	32 160	40 200	45 200	45 200
پین شیاردار مخروطی ISO 8744		$d_1$	ار تا	8 20	8 30	8 30	8 40	8 60	8 60	10 80	12 100	14 120	14 120	24 120	26 120
				8 20	8 30	8 30	8 40	10 60	10 60	10 80	14 100	14 100	18 200	26 200	26 200
پین شیاردار انعطافی ISO 8745		$d_1$	ار تا	8 20	8 30	8 30	8 40	10 60	10 60	10 80	14 100	14 100	18 200	26 200	26 200
				8 20	8 30	8 30	8 40	10 60	10 60	10 80	14 100	14 100	18 200	26 200	26 200
پین شیاردار سرنیم‌گرد ISO 8746		$d_1$	ار تا	1,4 3	1,6 3	2 3	2,5 3	3 4	4 5	5 6	6 8	8 10	10 12	12 16	16 20
				6 8	8 10	10 12	12 16	16 20	20 25	25 30	30 40	40 40	40 40	40 40	40 40
پین شیاردار سرخ‌زینه ISO 8747		طول نامی	ار تا	8, 10...30, 32, 35, 40...100, 120, 140...180, 200 mm											
				3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40 mm											
				ISO 8740 - 6 x 50 - St : از فولاد $d_1 = 10$ mm , $d = 50$ mm											

پینهای ثابت (بولت) بدون سر و با سر طبق DIN EN ISO 22340, 22341 (1992-10)

ISO 2340 پین ثابت بدون سر	d h11	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	d <sub>1</sub> H13	0,8	1	1,2	1,6	2	3,2	3,2	4	4	5	5	5	6,3
	d <sub>k</sub> h14	5	6	8	10	14	18	20	22	25	28	30	33	36
	k js14	1	1	1,6	2	3	4	4	4	4,5	5	5	5,5	6
ISO 2341 پین ثابت با سر	l <sub>0</sub>	1,6	2,2	2,9	3,2	3,5	4,5	5,5	6	6	7	8	8	9
	l <sub>1</sub> h13	6 30	8 40	10 50	12 60	16 80	20 100	24 120	28 140	30 160	35 180	40 200	45 200	50 200
	طول نامی	6, 8, 10...30, 32, 35, 40...95, 120, 140...180, 200 mm												
فرم A بدون سوراخ اشپیل فرم B با سوراخ اشپیل	➔	ISO 2340 - B - 20 × 100 - St : از فولاد اتومات (خوش تراش) d = 20 mm , d <sub>1</sub> = 100 mm												

پین ثابت با سر با دنباله رزوه‌دار طبق DIN 1445 (1977-02)

	$d_1$ h11	8	10	12	14	16	18	20	24	30	40	50
		11	14	17	20	20	20	25	29	36	42	49
	$d_2$	M6	M8	M10	M12	M12	M12	M16	M20	M24	M30	M36
		14	18	20	22	25	28	30	36	44	55	66
	$k$ js14	3	4	4	4	4,5	5	5	6	8	8	9
		11	13	17	19	22	24	27	32	36	50	60
طول نامی	طول نامی	16, 20, 25, 30, 35...125, 130, 140, 150...190, 200 mm										
		DIN 1445 - 12h11 x 30 x 50 - St : کلاس $d_1 = 12$ mm 9SMnPb28 (St) از فولاد $d_2 = 50$ mm $d_1 = 30$ mm , h11 تراش										

اجزاء ماشین  
د-پینها و بولتها



مثال:

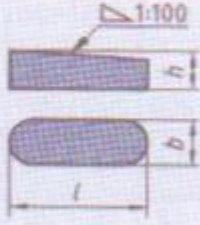
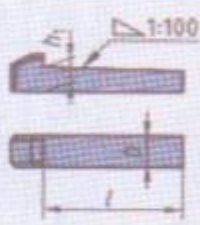
DIN 6885 - A - 12x8x56 - E295 خار

نام	استاندارد	فرم یا نوع	طول × ارتفاع × عرض	جنس، مثلاً فولاد
-----	-----------	------------	--------------------	------------------

استاندارد	مشخصه، فا... از	شکل	استاندارد	مشخصه، فا... از	شکل
-----------	--------------------	-----	-----------	--------------------	-----

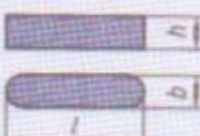

جدول زیر

خار گوهی - نگاه کلی

	<p>خار گوهی</p> <p>DIN 6886</p> <p>فرم A: گوه جاگذاری</p> <p>فرم B: گوه جاذنی</p>		<p>خار گوهی دماغه‌ای</p> <p>DIN 6887</p> <p><math>b \times h = 4 \times 4 \dots 100 \times 50</math></p>

صفحه ۲۳۱

خارهای مستطیلی و ناخنی - نگاه کلی

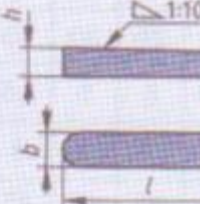
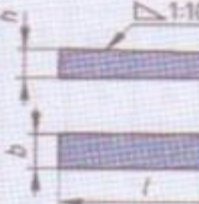
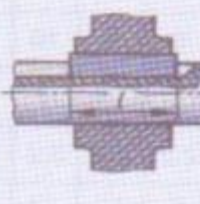
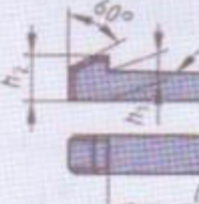
<p>فرم A</p> 	<p>خار مستطیلی</p> <p>DIN 6885</p> <p>فرم A... ناخنی</p> <p><math>b \times h = 2 \times 2 \dots 100 \times 50</math></p>		<p>خار ناخنی</p> <p>DIN 6888</p> <p><math>b \times h = 2,5 \times 3,7 \dots 10 \times 16</math></p>

طبق DIN 6886 (1967-12) یا DIN 6887 (1968-04)

خارهای گوهی، خارهای گوهی دماغه‌ای

فرم B (خار جاذنی) فرم A (خار جاگذاری)

خار گوهی دماغه‌ای

برگشت از	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95
برای قطر محور d	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110
خار گوهی	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28
$b \ D10$	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16
$h$	4,1	5,1	6,1	7,2	8,2	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	14,2	14,2	16,2
خار گوهی دماغه‌ای	7	8	10	11	12	12	14	16	18	20	22	22	25
$h_1$	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10
عمق جای خار محور	1,2	1,7	2,2	2,4	2,4	2,4	2,9	3,4	3,4	3,9	4,4	4,4	5,4
$t_1$													
عمق جای خار تویی													
$t_2$													
انحراف مجاز	+0,1			+0,2									
برگشت از	10	12	16	20	25	32	40	45	50	56	63	70	80
طول خار گوهی A	45	56	70	90	110	140	160	180	200	220	250	280	320
طول نامی A	6, 8...20, 22, 25, 28, 32, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80...100, 110, 125, 140, 160...200, 220, 250, 280, 320, 360, 400 mm												
تولانس طول	طول گوه A (تا - از)			6...28		32...80		90...400					
تولانس برای	طول گوه			- 0,2		- 0,3		- 0,5					
	طول جای خار (گوه جاگذاری)			+ 0,2		+ 0,3		+ 0,5					

(A) طول خار گوهی دماغه‌ای



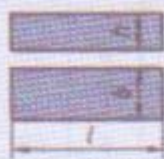
طبق DIN 6885 (1968-08)

خار مستطیلی (فرم بلند)

فرم A



فرم B



فرم C



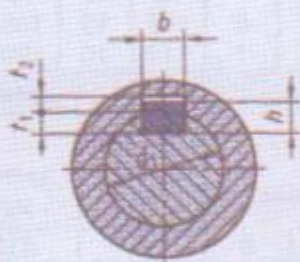
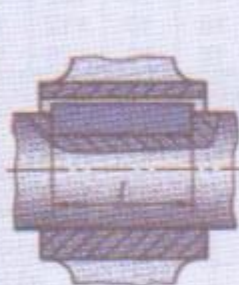
فرم D



فرم E



فرم F



تولانس جای خارهای مستطیلی

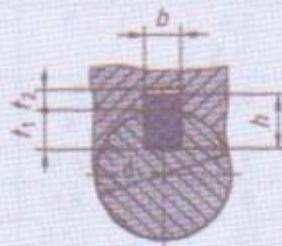
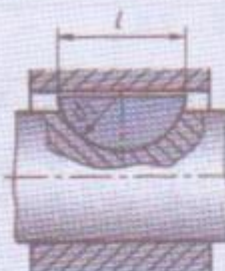
عرض جای خار محور b	نشیمن محکم		P 9
	نشیمن آزاد		N 9
عرض جای خار توپی b	نشیمن محکم		P 9
	نشیمن آزاد		JS 9
انحراف مجاز برای d <sub>1</sub>	≤ 22	≤ 130	> 130
عمق جای خار محور t <sub>1</sub>	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3
عمق جای خار توپی t <sub>2</sub>	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3
انحراف مجاز برای طولهای l	6...28	32...80	90...400
تولرنس طولی برای جای خار	- 0,2	- 0,3	- 0,5
	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,5

بزرگتر از d <sub>1</sub> تا	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110
b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18
t <sub>1</sub>	1,2	1,8	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11
t <sub>2</sub>	1	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,9	5,4	5,4	6,4	7,4
طول نامی l	6	6	8	10	14	18	20	28	36	45	50	56	63	70	80	90
طول نامی l	20	36	45	56	70	90	110	140	160	180	200	220	250	280	320	360
طول نامی l	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320 mm															

فرم A: DIN 6885 - A - 12 × 8 × 56 : l = 56 mm, h = 8 mm, b = 12 mm

طبق DIN 6888 (1956-08)

خارهای ناخنی



تولانس جای خار ناخنی

b عرض جای خار محور	نشیمن محکم			P 9 (P 8) <sup>۱)</sup>			
	نشیمن آزاد			N 9 (N 8) <sup>۱)</sup>			
b عرض جای خار توپی	نشیمن محکم			P 9 (P 8) <sup>۱)</sup>			
	نشیمن آزاد			J 9 (J 8) <sup>۱)</sup>			
انحراف مجاز	b	≤ 5	5	6	6	8	10
	h	≤ 7,5	> 7,5	≤ 9	> 9	—	—
۱ عمق جای خار محور		+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2
۲ عمق جای خار توپی		+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2

بزرگتر از d <sub>1</sub> تا	8			10			12			17			22			30
b	2,5	3		4			5			6			8			10
h	3,7	3,7	5	6,5	5	6,5	7,5	6,5	7,5	9	7,5	9	11	9	11	13
h12																
d <sub>2</sub>	10	10	13	16	13	16	19	16	19	22	19	22	28	22	28	32
t <sub>1</sub>	2,9	2,5	3,8	5,3	3,5	5	6	4,5	5,5	7	5,1	6,6	8,6	6,2	8,2	10,2
t <sub>2</sub>	1	1,4			1,7			2,2			2,6		3			3,4
l =	9,7	9,7	12,7	15,7	12,7	15,7	18,6	15,7	18,6	21,6	18,6	21,6	27,4	21,6	27,4	31,4
l =																

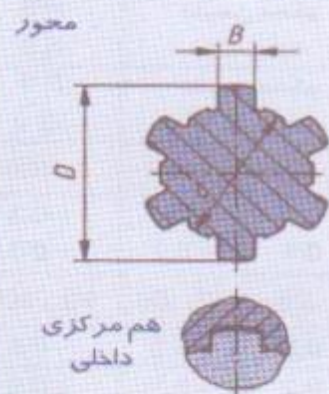
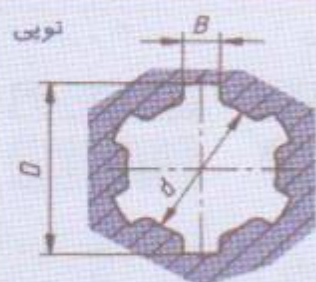
فرم ناخنی: DIN 6888 - 6 × 9 : h = 9 mm, b = 6 mm

(۱) کلاس تولانس جای خارهای خانگی شده



طبق DIN ISO 14 (1986-12)

اتصالات هزارخاری با جناح تخت و هم مرکزی داخلی



d	سری سبک			سری متوسط			d	سری سبک			سری متوسط		
	<sup>(۱)</sup> N	D	B	<sup>(۱)</sup> N	D	B		<sup>(۱)</sup> N	D	B	<sup>(۱)</sup> N	D	B
11	-	-	-	6	14	3	42	8	46	8	8	48	8
13	-	-	-	6	16	3,5	46	8	50	9	8	54	9
16	-	-	-	6	20	4	52	8	58	10	8	60	10
18	-	-	-	6	22	5	56	8	62	10	8	65	10
21	-	-	-	6	25	5	62	8	68	12	8	72	12
23	6	26	6	6	28	6	72	10	78	12	10	82	12
26	6	30	6	6	32	6	82	10	88	12	10	92	12
28	6	32	7	6	34	7	92	10	98	14	10	102	14
32	8	36	6	8	38	6	102	10	108	16	10	112	16
36	8	40	7	8	42	7	112	10	120	18	10	125	18

کلاس تیرانس توپی

کلاس تیرانس محور

ابعاد			ابعاد			نوع مونتاژ			
بدون عملیات حرارتی			با عملیات حرارتی			ابعاد	نشیمن آزاد	نشیمن عبوری	نشیمن محکم
B	D	d	B	D	d	B	d10	f9	h10
H9	H10	H7	H11	H10	H7	D	a11	a11	a11
						d	f7	g7	h7

⇒ DIN ISO 14 - 6 × 23 × 26 : D = 26 mm , d = 23 mm , N = 6

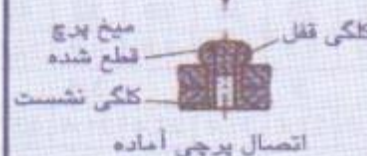
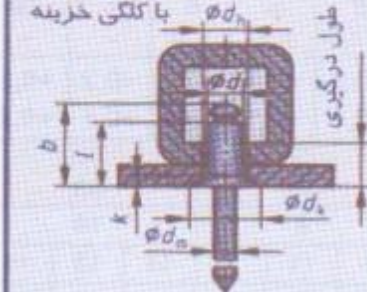
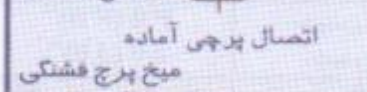
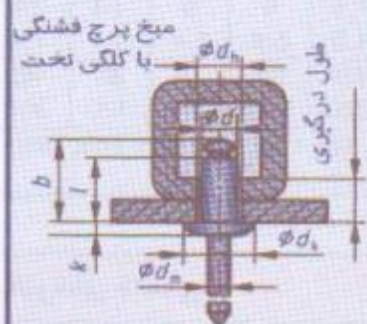
(۱) تعداد خار

طبق DIN EN ISO 15977 (2003-04)

میخ پرچ کور (دسترسی یکطرفه) باز (بدون مغزی) و کلگی تخت

طبق DIN EN ISO 15978 (2003-08)

میخ پرچ کور (دسترسی یکطرفه) باز (بدون مغزی) و کلگی خزینه



قطر نامی میخ پرچ		3	4	5	6 <sup>(۱)</sup>
قطر کلگی نشست $d_k$ max.		6,3	8,4	10,5	12,6
ارتفاع کلگی k		1,3	1,7	2,1	2,5
قطر میخ پرچ $d_m$ max.		2	2,45	2,95	3,4
قطر سوراخ پرچ $d_{n1}$ min.		3,1	4,1	5,1	6,1
max.		3,2	4,2	5,2	6,2
طول میخ پرچ b		$l_{max} + 3,5$	$l_{max} + 4$	$l_{max} + 4,5$	$l_{max} + 5$
طول بدنه میخ پرچ		محدوده قابل توصیه طول درگیری			
min.	max.				
4	5	0,5 ... 1,5 <sup>(۱)</sup>	-	-	-
6	7	2,0 ... 3,5 <sup>(۱)</sup> 1,5 ... 3,5	<sup>(۱)</sup> 1 ... 3	<sup>(۱)</sup> 1,5 ... 2,5	-
8	9	3,5 ... 5,0	2 ... 5 <sup>(۱)</sup> 3 ... 5	2,5 ... 4,0	2 ... 3
10	11	5 ... 7	5,0 ... 6,5	4 ... 6	3 ... 5
12	13	7 ... 9	6,5 ... 8,5	6 ... 8	5 ... 7
16	17	9 ... 13	8,5 ... 12,5	8 ... 12	7 ... 11
20	21	13 ... 17	12,5 ... 16,5	12 ... 15	11 ... 15
25	26	17 ... 22	16,5 ... 21,0	15 ... 20	15 ... 20
30	31	-	-	20 ... 25	20 ... 25

L (پایین)، H (بالا) در حداقل نیروی برشی و حداقل نیروی کششی با هم فرق دارند

جنس<sup>(۲)</sup> جلد میخ پرچ از آلیاژهای آلومینیم (AIA)  
میخ پرچ از فولاد

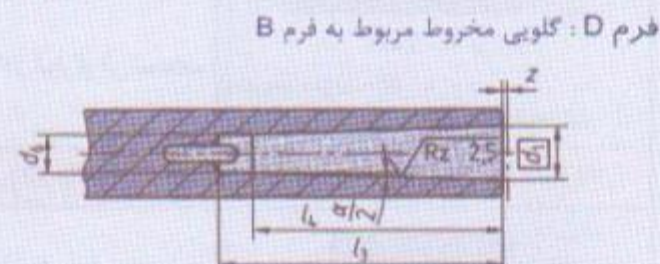
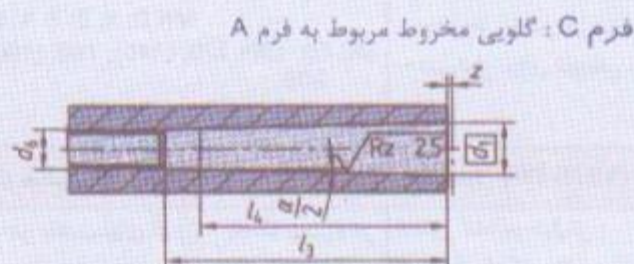
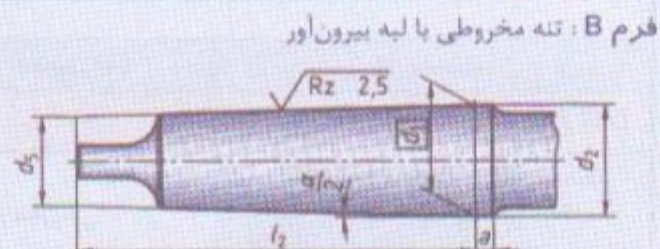
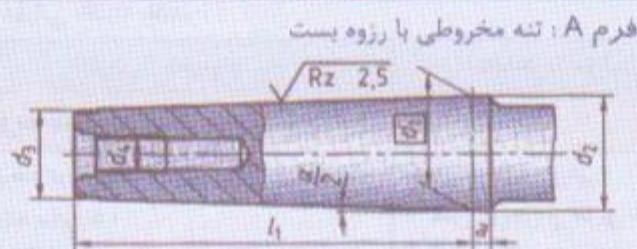
⇒ ISO 15977 - 4 × 12 - AIA/St - L :  
میخ پرچ با کلگی تخت،  $d = 4$  mm ,  $l = 12$  mm جلد میخ پرچ از آلیاژهای Al  
میخ پرچ از فولاد، کلاس استحکام L (پایین)

(۱) فقط برای میخ پرچهای با کلگی تخت ISO 15977

(۲) سایر ترکیبهای جنسی استاندارد برای میخ پرچ / جلد میخ پرچ :

St/St; AIA/AIA; A2/A2; Cu/St; NiCu/St, ...



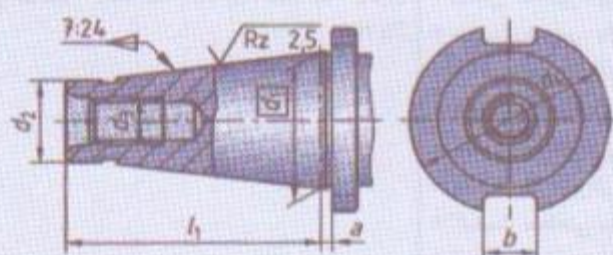


فرمهای AK, BK, CK و DK هر کدام کانالهایی جهت مواد روغنکاری و خنک کاری دارند.

نوع مخروط	شماره	تنه مخروطی								تنه مخروطی				مخروط	
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	l <sub>1</sub>	a	l <sub>2</sub>	d <sub>6</sub> H11	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>z</sub>	باریک شدگی	$\frac{\alpha}{2}$
مخروط متریک (ME)	4	4	4,1	2,9	—	—	23	2	—	3	25	20	0,5	1 : 20	1,432°
	6	6	6,2	4,4	—	—	32	3	—	4,6	34	28	0,5		
مخروط مورس (MK)	0	9,045	9,2	6,4	—	6,1	50	3	56,5	6,7	52	45	1	1 : 19,212	1,491°
	1	12,065	12,2	9,4	M6	9	53,5	3,5	62	9,7	56	47	1	1 : 20,047	1,429°
	2	17,780	18,0	14,6	M10	14	64	5	75	14,9	67	58	1	1 : 20,020	1,431°
	3	23,825	24,1	19,8	M12	19,1	81	5	94	20,2	84	72	1	1 : 19,922	1,438°
	4	31,267	31,6	25,9	M16	25,2	102,5	6,5	117,5	26,5	107	92	1	1 : 19,254	1,488°
	5	44,399	44,7	37,6	M20	36,5	129,5	6,5	149,5	38,2	135	118	1	1 : 19,002	1,507°
مخروط متریک (MK)	6	63,348	63,8	53,9	M24	52,4	182	8	210	54,8	188	164	1	1 : 19,180	1,493°
	80	80	80,4	70,2	M30	69	196	8	220	71,5	202	170	1,5	1 : 20	1,432°
	100	100	100,5	88,4	M36	87	232	10	260	90	240	200	1,5		
	120	120	120,6	106,6	M36	105	268	12	300	108,5	276	230	1,5		
	160	160	160,8	143	M48	141	340	16	380	145,5	350	290	2		
	200	200	201,0	179,4	M48	177	412	20	460	182,5	424	350	2		

تنه مخروطی متریک، فرم B، شماره 80، کیفیت تیرانس- زاویه مخروط AT6 : DIN 228 - ME - B 80 AT6 تنه مخروطی

(۱) اندازه کنترل d<sub>1</sub> می تواند حداکثر تا فاصله z جلو گلوپی مخروط قرار گیرد.



شماره	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub> a10	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub> - 0,4	l <sub>1</sub>	a ± 0,2	b H12
30	31,75	17,4	M12	50	68,4	1,6	16,1
40	44,45	25,3	M16	63	93,4	1,6	16,1
50	69,85	39,6	M24	97,5	126,8	3,2	25,7
60	107,95	60,2	M30	156	206,8	3,2	25,7
70	165,1	92	M36	230	296	4	32,4
80	254	140	M48	350	469	6	40,5

DIN 2080 - A 40 AT4 : تنه مخروطی تند

فرم A، شماره 40، کیفیت تیرانس- زاویه مخروط AT4

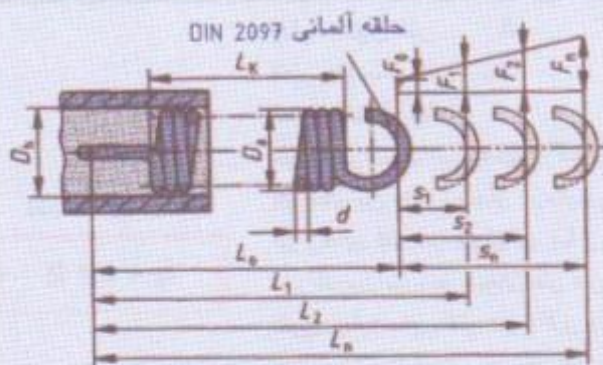


## گیرنده ابزار

وظیفه گیرنده ابزار اتصال ابزار به محور ماشین ابزار می‌باشد. گیرنده ابزار گشتاور دورانی را انتقال داده و باید عملکرد خوبی از نظر عدم لنگی دورانی داشته باشد.

کاربرد، شماره	عملکرد، مزایا (+)، معایب (-)	شکل ساختمان
<b>مخروط متریک (ME) و مخروط مورس (MK)</b>		
<p>ابزار گیرنده در سوراخکاری و فرزکاری رایج</p> <p>شماره تنه مخروط :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ME 4; 6</li> <li>MK 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6</li> <li>ME 80; 100; 120; (140); 160; (180); 200</li> </ul>	<p>انتقال گشتاور دورانی :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• قفل نیرویی از طریق سطح مخروطی</li> <li>+ گلوپی کاهنده کاربرد آن را برای قطر متفاوت مخروط ممکن می‌سازد</li> <li>- نمی‌توان برای تعویض خودکار ابزار از آن استفاده کرد</li> </ul>	<p>طبق DIN 228-1, -2 (1987-05)</p>  <p>محور ماشین ابزار</p> <p>مخروط متریک 1 : 20</p> <p>مخروط مورس 1 : 20,047 تا 1 : 19,002</p>
<b>شافت مخروط تند (SK)</b>		
<p>کاربرد در ماشینهای ابزار - CNC بویژه در ماشینهای مرکز ماشینکاری، کاربرد کمتر در براده‌برداری سرعت بالا</p> <p>شماره مخروط تند :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>DIN 2080-1 (فرم A) : 30; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80</li> <li>DIN 69871-1 : 30; 40; 45; 50; 60</li> </ul>	<p>انتقال گشتاور دورانی :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• قفل شکلی (فرمی) از طریق خار و سطوح مخروطی، مخروط تند برای انتقال نیرو پیش‌بینی نشده است، بلکه فقط ابزار را هم‌مرکز می‌کند. اطمینان از عدم جابه‌جایی محوری از طریق رزوه یا مهره چاکدار انجام می‌گیرد.</li> <li>+ DIN 69871-1 برای تعویض خودکار ابزار مناسب است</li> <li>- وزن زیاد، بدین جهت برای تعویض سریع ابزار با دقت بالایی قابل تکرار و دور بالا مناسب نیست</li> </ul>	 <p>محور ماشین ابزار</p> <p>نحوه بستن در محور ماشین‌ابزار</p> <p>فرم A : با میله پیچی</p> <p>فرم B : با بستن از جلو</p> <p>مخروط 7 : 24 (1 : 3,429) طبق DIN 254</p>
<b>شافت توخالی - مخروطی (مشخصه HSK)</b>		
<p>کاربرد مطمئن در براده‌برداری سرعت بالا</p> <p>اندازه نامی : <math>d_1 = 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160 \text{ mm}</math></p> <p>فرم A : با یقه و چاک تعویض خودکار ابزار</p> <p>فرم C : فقط برای تعویض دستی</p>	<p>انتقال گشتاور دورانی :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• قفل نیرویی از طریق سطوح مخروطی و تماس</li> <li>• قفل فرمی از طریق خار گیرنده در انتهای شافت</li> <li>+ وزن کمتر و در نتیجه</li> <li>+ صلبیت بالای استاتیکی و دینامیکی</li> <li>+ دقت بالای بست قابل تکرار (<math>3 \mu\text{m}</math>)</li> <li>+ دور بالا</li> <li>- قیمت بالاتر در مقایسه با مخروط تند</li> </ul>	 <p>سوراخ برای ابزار</p> <p>استپ تیغه فرز</p> <p>گیرنده</p> <p>محور ماشین ابزار</p> <p>سطوح تماس</p> <p>مخروط 1 : 9,98</p>
<b>فشنگی انقباضی</b>		
<p>کاربرد یونیورسال برای ماشینهای ابزار یا شافت مخروط تند و شافت توخالی مخروطی؛ مخصوص ابزارهای با شافت استوانه‌ای از جنس HSS یا الماسه (هاردمتال)</p> <p>قطر شافت : 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 25 mm</p>	<p>انتقال گشتاور دورانی در شافتهای HSK</p> <p>بستن ابزار در فشنگی با گرم کردن القایی سریع (حدود <math>340^\circ\text{C}</math>) تسهیل انجام می‌گیرد. با اضافه اندازه ابزار (حدود <math>3...7 \mu\text{m}</math>) در نتیجه گرم کردن و سرد شدن بعدی آن، اتصال انقباضی روی می‌دهد.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ انتقال گشتاور دورانی بالا</li> <li>+ صلبیت شعاعی بالا</li> <li>+ امکان مقادیر براده‌برداری بالاتر</li> <li>+ مدت زمان ماشینکاری کوتاه‌تر</li> <li>+ عدم لنگی دورانی خوب</li> <li>+ عدم لرزش دورانی بالا</li> <li>+ کیفیت سطحی بهتر</li> <li>+ تعویض مطمئن ابزار</li> <li>- قیمت نسبی بالا</li> <li>- تجهیزات اضافی القایی و خنک‌کاری</li> </ul>	 <p>توبی</p>





$d$  قطر مفتول فنر به mm  
 $D_s$  قطر خارج فنر به mm  
 $D_h$  قطر داخلی اولیه فنر به mm  
 $L_0$  طول آزاد فنر به mm  
 $L_k$  طول آزاد تنه فنر به mm  
 $L_n$  بزرگترین طول فنر  
 $F_0$  نیروی داخلی اولیه فنر به N  
 $F_n$  بزرگترین نیروی مجاز فنر به N  
 $R$  ضریب ثابت فنر به N/mm  
 $s_n$  بزرگترین طول جابه‌جایی مجاز فنر تحت نیروی F

فنرهای کششی از مفتول فولاد فنری غیرآلیاژی، کشش طبق DIN EN 10270-1 (2001-12)

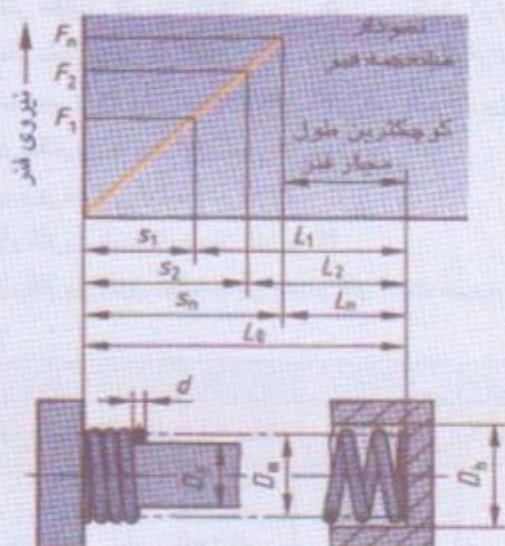
$d$	$D_s$	$D_h$	$L_0$	$L_k$	$F_0$	$F_n$	$R$	$s_n$
0,20	3,00	3,50	8,6	4,35	0,06	1,26	0,036	33,37
0,25	5,00	5,70	10,0	2,63	0,03	1,46	0,039	36,51
0,32	5,50	6,30	10,0	2,08	0,08	2,71	0,140	18,85
0,36	6,00	6,90	11,0	2,34	0,16	3,50	0,173	19,23
0,40	7,00	8,00	12,7	2,60	0,16	4,06	0,165	23,67
0,45	7,50	8,60	13,7	3,04	0,25	5,31	0,207	24,41
0,50	10,00	11,10	20,0	5,25	0,02	5,40	0,078	68,79
0,55	6,00	7,10	13,9	5,78	0,88	11,66	0,606	17,78
0,63	8,60	9,90	19,9	7,88	0,79	12,13	0,276	41,15
0,70	10,00	11,40	23,6	9,63	0,83	14,13	0,239	55,78
0,80	10,80	12,30	25,1	10,20	1,22	19,10	0,355	50,36
0,90	10,00	11,70	23,0	9,45	1,99	28,59	0,934	28,49
1,00	13,50	15,40	31,4	12,50	1,77	28,63	0,454	59,22
1,10	12,00	14,00	27,8	11,83	2,99	41,95	1,181	32,98
1,25	17,20	19,50	39,8	15,63	2,77	42,35	0,533	74,25
1,30	11,30	13,50	134,0	118,95	5,771	70,59	0,322	201,60
1,40	15,00	17,50	34,9	15,05	5,44	66,08	1,596	38,00
1,50	20,00	22,70	48,9	21,75	3,99	60,54	0,603	93,72
1,60	21,60	24,50	50,2	20,00	3,99	67,40	0,726	87,38
1,80	20,00	23,20	46,0	19,35	6,88	100,90	1,819	51,70
2,00	27,00	30,50	62,8	25,00	6,88	101,20	0,907	104,00
2,20	24,00	27,80	55,6	23,10	9,81	148,00	2,425	57,02
2,50	34,50	38,90	79,7	31,25	9,88	148,50	1,056	131,33
2,80	30,00	34,70	69,8	29,40	17,77	233,40	3,257	65,85
3,00	40,00	45,10	140,0	86,25	11,50	214,20	0,587	345,31
3,20	43,20	46,60	100,0	40,00	11,88	238,40	1,451	156,13
3,60	40,00	46,00	92,1	37,80	19,60	357,10	3,735	90,38
4,00	44,00	50,60	117,0	58,00	24,50	436,30	3,019	136,43
4,50	50,00	57,60	194,0	128,25	28,00	532,30	1,613	312,74
5,00	50,00	58,30	207,0	142,50	47,00	707,90	2,541	260,12
5,50	60,00	69,30	236,0	156,75	38,00	774,50	2,094	351,72
6,30	70,00	80,00	272,0	179,55	45,00	968,50	2,258	429,00
7,00	80,00	92,00	306,0	199,50	70,00	1132,00	2,286	464,83
8,00	80,00	94,00	330,0	228,00	120,00	1627,00	4,065	370,91

فنرهای کششی از مفتول فولاد فنری زنگ‌نزن طبق DIN EN 10270-3 (2001-08)

$d$	$D_s$	$D_h$	$L_0$	$L_k$	$F_0$	$F_n$	$R$	$s_n$
0,20	3,00	3,50	8,60	4,35	0,05	0,99	0,031	30,54
0,40	7,00	8,00	12,70	2,60	0,121	3,251	0,142	22,11
0,63	8,60	9,90	19,90	7,88	0,631	9,861	0,237	38,97
0,80	10,80	12,30	25,1	10,20	0,971	15,67	0,305	48,19
1,00	13,50	15,40	31,4	12,50	1,411	23,77	0,390	57,40
1,25	17,20	19,50	39,8	15,63	2,211	35,50	0,458	72,73
1,40	15,00	17,50	34,9	15,05	4,351	55,72	1,371	37,48
1,60	21,60	24,50	50,2	20,00	3,211	56,93	0,623	86,19
2,00	27,00	30,50	62,8	25,00	5,501	84,86	0,779	101,86
4,00	44,00	50,60	117,0	58,00	19,600	366,50	2,593	133,83

(۱) علاوه بر فنرهای گفته شده، برای هر قطر مفتول قطرهای خارجی و طولهای متفاوتی در اختیار می‌باشد.





$D_d$  قطر میله  
 $L_0$  طول آزاد فنر  
 $D_h$  قطر راهنما (جلد)  
 $L_1, L_2$  طول فنر تحت نیروهای  $F_1$  و  $F_2$   
 $L_n$  کوچکترین طول مجاز آزمایش فنر  
 $F_1, F_2$  نیروهای فنر در طولهای  $L_1$  و  $L_2$   
 $F_n$  بزرگترین نیروی مجاز فنر در  $s_n$   
 $s_1, s_2$  طول جابه‌جایی فنر در  $F_1$  و  $F_2$   
 $s_n$  بیشترین جابه‌جایی مجاز فنر در  $F_n$   
 $i_f$  تعداد حلقه‌های مؤثر  
 $i_g$  تعداد کل حلقه (انتهای سنگ‌خورده)  
 $R$  ضریب ثابت فنر به N/mm

تعداد کل حلقه

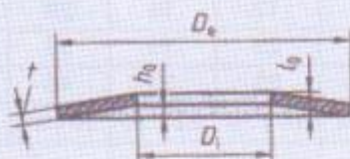
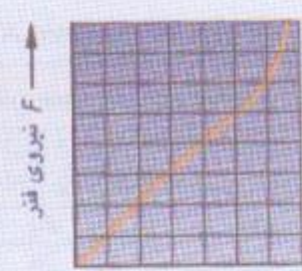
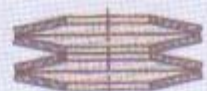

$$i_g = i_f + 2$$

⇒ DIN 2098 - 2 × 20 × 94 : فنر فشاری

$L_0 = 94 \text{ mm}$  و  $D_m = 20 \text{ mm}$  ,  $d = 2 \text{ mm}$

d	$D_m$	$D_d$ max.	$D_h$ min.	$F_N$ N	$i_f = 3,5$			$i_f = 5,5$			$i_f = 8,5$			$i_f = 12,5$		
					$L_0$	$s_n$	R	$L_0$	$s_n$	R	$L_0$	$s_n$	R	$L_0$	$s_n$	R
0,2	2,5	2,0	3,1	1,00	5,4	3,8	0,26	8,2	6,0	0,17	12,4	9,3	0,11	17,9	13,7	0,07
	2	1,5	2,6	1,24	4,0	2,4	0,51	5,9	3,8	0,33	8,7	5,9	0,21	12,6	8,6	0,15
	1,6	1,1	2,1	1,50	3,0	1,5	1,0	4,4	2,4	0,65	6,4	3,6	0,42	9,2	5,4	0,28
0,5	6,3	5,3	7,5	6,6	13,5	9,2	0,73	20,0	14,0	0,46	30,0	21,3	0,30	44,0	31,8	0,21
	4	3,1	5,0	9,3	7,0	3,3	2,84	10,0	4,9	1,81	15,0	7,9	1,17	21,5	11,7	0,79
	2,5	1,7	3,4	10,4	4,4	0,9	11,6	6,1	1,4	7,43	8,7	2,2	4,80	12,0	3,0	3,27
1	12,5	10,8	14,4	22	24,0	14,6	1,49	36,5	23,1	0,95	55,5	36,1	0,61	80,5	53,1	0,41
	8	6,5	9,6	33,2	13,0	5,7	5,68	19,0	8,9	3,61	28,5	14,2	2,33	40,5	20,6	1,59
	5	3,6	6,5	43,8	8,5	1,9	23,2	12,0	3,0	14,8	17,0	4,4	9,57	24,0	6,6	6,51
1,6	20	17,5	22,6	84,9	48,0	35,6	2,38	73,5	55,9	1,52	110	84,5	0,99	165	129	0,67
	12,5	10,3	14,7	135	24,0	14,0	9,76	36,0	21,9	6,23	53,5	33,4	4,0	78,0	50,0	2,73
	8	5,9	10,1	212	14,5	5,5	37,3	21,5	8,9	23,7	31,5	13,6	15,4	45,0	20,2	10,4
2	25	22,0	28,0	128	58,0	43,0	2,98	88,5	67,1	1,90	135	104	1,23	195	151	0,83
	16	13,4	18,6	198	30,0	17,5	11,4	45,0	27,3	7,24	68,0	42,5	4,69	98	62,1	3,19
	10	7,5	12,5	318	18,0	6,8	46,6	26,5	10,9	29,7	38,5	16,5	19,2	55	24,4	13,0
2,5	32	28,3	36,0	182	71,5	52,2	3,48	110	82,1	2,22	170	129	1,43	245	187	0,97
	25	21,6	28,4	233	49,0	32,2	7,29	74,5	50,5	4,64	115	80,2	3,0	165	116	2,04
	20	16,8	23,2	292	36,0	20,5	14,2	54,0	32,1	9,05	81,5	50,0	5,86	120	75,7	3,98
	16	12,9	19,1	365	27,5	12,9	27,8	41,0	20,5	17,7	61,0	31,7	11,5	88,0	49,9	7,78
3,2	40	35,6	44,6	288	82,0	60,8	4,76	125	95,3	3,03	190	148	1,96	275	216	1,33
	32	27,6	36,5	361	58,5	38,7	9,3	88,5	61,1	5,92	135	96,2	3,82	190	136	2,61
	25	21,1	28,9	461	42,5	23,4	19,4	63,5	37,2	12,4	94,5	57,4	8,0	135	83,4	5,45
	20	16,1	23,9	577	33,5	15,0	38,2	49,5	23,6	24,2	74,0	36,9	15,7	105	53,4	10,7
4	50	44,0	56,0	427	99,0	71,6	5,95	150	111	3,79	230	175	2,45	335	257	1,65
	40	34,8	45,2	533	71,0	45,8	11,7	105	69,9	7,41	160	110	4,79	235	165	3,26
	32	27,0	37,0	666	53,5	29,5	22,8	79,5	46,2	14,4	120	72,8	9,35	170	104	6,36
	25	20,3	29,7	852	41,0	18,1	47,7	60,5	28,3	30,3	89,5	43,5	19,6	130	65,5	13,3
5	63	56,0	70,0	623	120	87,7	7,27	180	135	4,63	275	210	2,99	395	304	2,03
	50	43,0	57,0	785	85,0	54,1	14,5	130	86,8	9,25	195	133	5,98	280	194	4,07
	40	34,0	46,0	981	64,0	34,4	28,4	95,5	54,5	18,1	140	81,6	11,7	205	124	7,95
	32	26,0	38,0	1226	51,0	22,3	55,4	75,0	34,8	35,3	110	52,5	22,9	160	79,5	15,5
6,3	80	71,0	89,0	932	145	103	8,96	220	160	5,70	335	250	3,69	490	370	2,51
	63	55,0	71,5	1177	105	65,0	18,3	155	99,0	11,7	235	155	7,55	340	277	5,13
	50	42,0	58,0	1481	80,0	42,0	36,7	115	62,0	23,3	175	100	15,1	250	145	10,3
	40	32,6	47,5	1854	60,0	24,0	71,7	90,0	39,7	45,6	135	63,2	29,5	195	95,0	20,1
8	100	89,0	111	1413	170	118	11,9	260	187	7,58	390	286	4,9	570	423	3,34
	80	69,0	91,0	1766	125	76,0	23,2	180	111	14,8	285	186	9,58	410	271	6,51
	63	53,0	73,0	2237	95,0	48,0	47,0	140	74,0	30,3	205	112	19,6	300	169	13,3
	50	40,5	60,0	2825	75,0	30,0	95,4	110	46,8	60,8	160	70,0	39,2	230	103	26,7



$h_0 \approx l_0 - t$  تک فتر  مشخصه فتر $s$ جا به جایی فتر	$D_e$ قطر خارجی $D_i$ قطر داخلی $t$ ضخامت فتر بشقابی $t'$ ضخامت کاهش یافته در فتر $h_0$ ارتفاع تک فتر (جابه‌جایی تئوری تا حالت تخت) $l_0$ ارتفاع آزاد تک فتر $s$ جابه‌جایی تک فتر $s_s$ جابه‌جایی مجموعه فتر $F$ نیروی تک فتر $F_s$ نیروی مجموعه فتر $L_0$ طول آزاد مجموعه فتر $n$ تعداد فتر در مجموعه فتر روی هم تعداد فتر در مجموعه فتر روبه‌روی هم	مجموعه فتر روبه‌روی هم  مجموعه فتر روی هم 	نیروی فتر $F_s = F$ طول جابه‌جایی فتر $s_s = i \cdot s$ طول آزاد فتر $L_0 = i \cdot l_0$ نیروی فتر $F_s = n \cdot F$ طول جابه‌جایی فتر $s_s = s$ طول آزاد فتر $L_0 = l_0 + (n - 1) \cdot t$

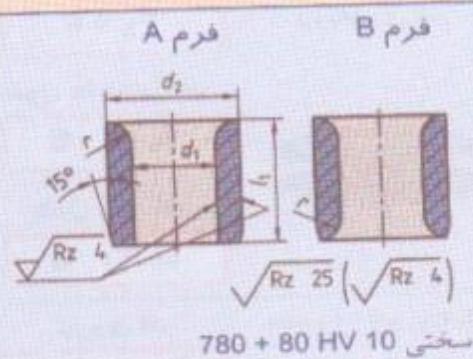
گروه	D <sub>e</sub> D <sub>i</sub> h12 H12		سری A: فنرهای سخت D <sub>0</sub> /t ≈ 18; h <sub>0</sub> /t ≈ 0,4					سری B: فنرهای متوسط D <sub>0</sub> /t ≈ 28; h <sub>0</sub> /t ≈ 0,75					سری C: فنرهای نرم D <sub>0</sub> /t ≈ 40; h <sub>0</sub> /t ≈ 1,3				
	t	t'	l <sub>0</sub>	F <sup>(۱)</sup> kN	r <sub>s</sub>	t	t'	l <sub>0</sub>	F <sup>(۱)</sup> kN	r <sub>s</sub>	t	t'	l <sub>0</sub>	F <sup>(۱)</sup> kN	r <sub>s</sub>		
گروه ۱: t < 1,25 mm	8	4,2	0,4	—	0,6	0,21	0,15	0,3	—	0,55	0,12	0,19	0,2	—	0,45	0,04	0,19
	10	5,2	0,5	—	0,75	0,33	0,19	0,4	—	0,7	0,21	0,23	0,25	—	0,55	0,06	0,23
	14	7,2	0,8	—	1,1	0,81	0,23	0,5	—	0,9	0,28	0,30	0,35	—	0,8	0,12	0,34
	16	8,2	0,9	—	1,25	1,00	0,26	0,6	—	1,05	0,41	0,34	0,4	—	0,9	0,16	0,38
	20	10,2	1,1	—	1,55	1,53	0,34	0,8	—	1,35	0,75	0,41	0,5	—	1,15	0,25	0,49
	25	12,2	—	—	—	—	—	0,9	—	1,6	0,87	0,53	0,7	—	1,6	0,60	0,68
	28	14,2	—	—	—	—	—	1,0	—	1,8	1,11	0,60	0,8	—	1,8	0,80	0,75
	40	20,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2,3	1,02	0,98
گروه ۲: t = 1,25 ... 6 mm	25	12,2	1,5	—	2,05	2,91	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28	14,2	1,5	—	2,15	2,85	0,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	40	20,4	2,2	—	3,15	6,54	0,68	1,5	—	2,6	2,62	0,86	—	—	—	—	—
	45	22,4	2,5	—	4,1	7,72	0,75	1,7	—	3,0	3,66	0,98	1,25	—	2,85	1,89	1,20
	50	25,4	3	—	4,3	12,0	0,83	2	—	3,4	4,76	1,05	1,25	—	2,85	1,55	1,20
	56	28,5	3	—	4,9	11,4	0,98	2	—	3,6	4,44	1,20	1,5	—	3,45	2,62	1,46
	63	31	3,5	—	5,6	15,0	1,05	2,5	—	4,2	7,18	1,31	1,8	—	4,15	4,24	1,76
	71	36	4	—	6,7	20,5	1,20	2,5	—	4,5	6,73	1,50	2	—	4,6	5,14	1,95
	80	41	5	—	7	33,7	1,28	3	—	5,3	10,5	1,73	2,25	—	5,2	6,61	2,21
	90	46	5	—	8,2	31,4	1,50	3,5	—	6	14,2	1,88	2,5	—	5,7	7,68	2,40
	100	51	6	—	8,5	48,0	1,65	3,5	—	6,3	13,1	2,10	2,7	—	6,2	8,61	2,63
	125	64	—	—	—	—	—	5	—	8,5	30,0	2,63	3,5	—	8	15,4	3,38
	140	72	—	—	—	—	—	5	—	9	27,9	3,00	3,8	—	8,7	17,2	3,68
	160	82	—	—	—	—	—	6	—	10,5	41,1	3,38	4,3	—	9,9	21,8	4,20
	180	92	—	—	—	—	—	6	—	11,1	37,5	3,83	4,8	—	11	26,4	4,65
گروه ۳: t > 6...14 mm	125	64	8	7,5	10,6	85,9	1,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	140	72	8	7,5	11,2	85,3	2,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	160	82	10	9,4	13,5	139	2,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	180	92	10	9,4	14	125	3,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200	102	12	11,25	16,2	183	3,15	8	7,5	13,6	76,4	4,20	—	—	—	—	—
	225	112	12	11,25	17	171	3,75	8	7,5	14,5	70,8	4,88	6,5	6,2	13,6	44,6	5,33
	250	127	14	13,1	19,6	249	4,20	10	9,4	17	119	5,25	7	6,7	14,8	50,5	5,85
↓	سری A: DIN 2093 – A 16 : t = 0,9 mm ,D <sub>0</sub> = 16 mm																
	s ≈ 0,75 · h <sub>0</sub> (۲)								s ≈ 0,75 · h <sub>0</sub> جابجایی (۱) تک فنر F در فاصله جابه‌جایی								



# بوشهای سوراخکاری

## بوشهای سوراخکاری ساده

طبق DIN 179 (1992-11)

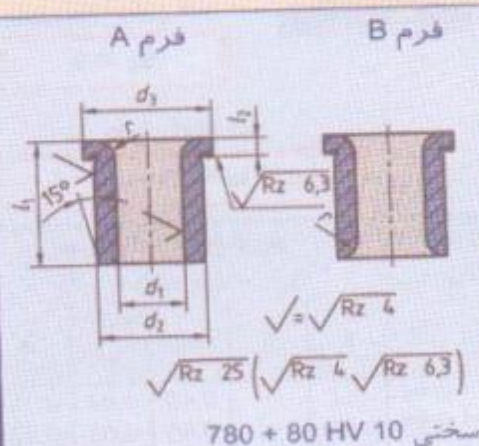


بزرگتر از	1	1,8	2,6	3,3	4	5	6	8	10	12	15	18	22	26
$d_1$ F7 تا	1,8	2,6	3,3	4	5	6	8	10	12	15	18	22	26	30
$l_1$	6		8		10		12		16		20		25	
	9		12		16		20		28		36		45	
	-		16		20		25		36		45		56	
$d_2$ n6	4	5	6	7	8	10	12	15	18	22	26	30	35	42
$r$	1		1		1,5		2		3					

فرم A  $d_1 = 18$  mm  $l_1 = 16$  mm : DIN 179 - A 18 x 16 : بوش سوراخکاری

## بوش سوراخکاری یقه‌دار

طبق DIN 172 (1992-11)



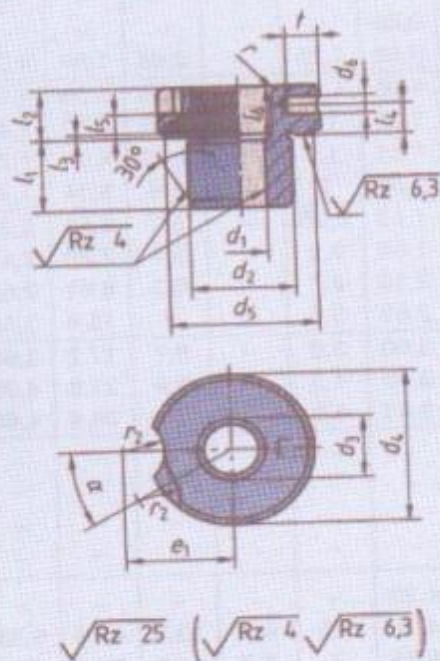
بزرگتر از	1	1,8	2,6	3,3	4	5	6	8	10	12	15	18	22	26
$d_1$ F7 تا	1,8	2,6	3,3	4	5	6	8	10	12	15	18	22	26	30
$l_1$	6		8		10		12		16		20		25	
	9		12		16		20		28		36		45	
	-		16		20		25		36		45		56	
$d_2$ n6	4	5	6	7	8	10	12	15	18	22	26	30	35	42
$d_3$	7	8	9	10	11	13	15	18	22	26	30	34	39	46
$l_2$	2		2,5		3		4		5					
$r$	1		1		1,5		2		3					

فرم A  $d_1 = 22$  mm  $l_1 = 36$  mm : DIN 172 - A 22 x 36 : بوش سوراخکاری

طبق DIN 173-1 (1992-11)

## بوش سوراخکاری نصبی

فرم K بوش سوراخکاری سریع تعویض برای ابزار براده‌برداری راست‌گرد  
فرم L بوش تعویضی (ابعاد مانند فرم K)

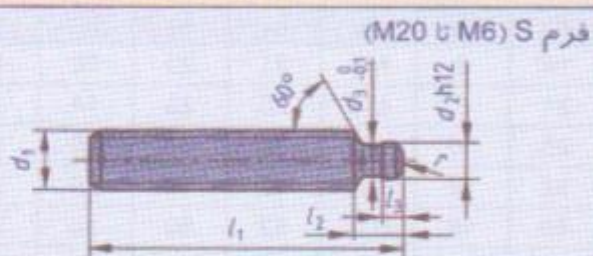


$d_1$ F7 بزرگتر از تا	4	6	8	10	12	15	18	22	26	30	35	42	48
	6	8	10	12	15	18	22	26	30	35	42	48	55
$d_2$ m6	10	12	15	18	22	26	30	35	42	48	55	62	70
$l_1$	کوته	12	17	20	25	30	35						
	متوسط	20	28	36	45	56	67						
	بلند	25	36	45	56	67	78						
$d_3$	6,5	8,5	10,5	12,5	15,5	19	23	27	31	36	43	50	57
$d_4$	18	22	26	30	34	39	46	52	59	66	74	82	90
$d_5$	15	18	22	26	30	35	42	46	53	60	68	76	84
$d_6$ H7	2,5	3	5	6	8								
$l_2$	8	10	12	16									
$\alpha$	65°	60°	50°	35°	30°	25°							
$l_3$	1	1,5	2										
$l_4$	4,25	6	7	9	8								
$l_5$	3	4	5,5	7									
$l_6$	متوسط	8	12	16	20	26	32						
	بلند	13	20	25	31	37	43						
$t$	4	5	6	7	8	9	10	12	14				
$r_1$	2	3	3,5										
$r_2$	7	8,5	10,5	12,5									
$\theta_1$	13	16,5	18	20	23,5	26	29,5	32,5	36	41,5	45,5	49	53
	DIN 173 - K 15 × 22 × 36 : بوش سوراخکاری												
	$l_1 = 36$ mm $d_2 = 22$ mm $d_1 = 15$ mm K فرم												



طبق DIN 6332 (2003-04)

پین پیچی یا دنباله فشارنده

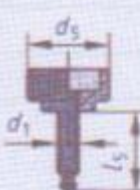


مثالهای کاربردی به عنوان پیچهای فشارنده

با دسته صلیبی  
DIN 6335  
M20 تا M6



با مهره آجدار  
DIN 6303  
M10 تا M6



با مهره خروسی  
DIN 315  
M10 تا M6



$d_1$	M6		M8		M10		M12			M16		
$d_2$	4,8		6		8		8			12		
$d_3$	4		5,4		7,2		7,2			11		
$r$	3		5		6		6			9		
$l_2$	6		7,5		9		10			12		
$l_3$	2,5		3		4,5		4,5			5		
$d_4$	32		40		50		63			80		
$d_5$	24		30		36		—			—		
$e$	33		39		51		65			73		
$l_1$	30	50	40	60	60	80	60	80	100	80	100	125
$l_4$	20	40	27	47	44	64	40	60	80	—	—	—
$l_5$	22	42	30	50	48	68	—	—	—	—	—	—

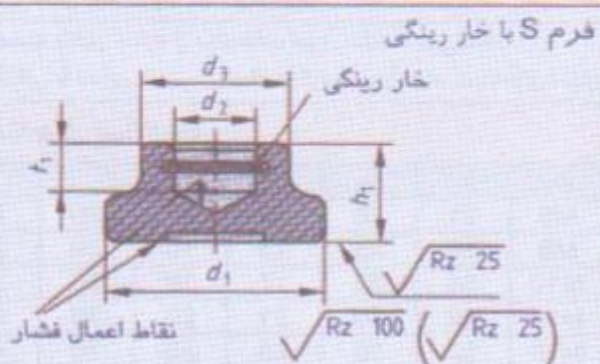
DIN 6332 – S M 12 × 60 : پین پیچی

فرم S با رزوه  $d_1 = M12$  و  $l_1 = 60$  mm

(۱) با دسته ستاره‌ای، DIN 6336، M16 تا M6

طبق DIN 6311 (2002-06)

قطعات فشارنده تخت



EHT (450 HV 1) 0,3 + 0,2 mm  
سختی سطحی 550 + 100 HV 10

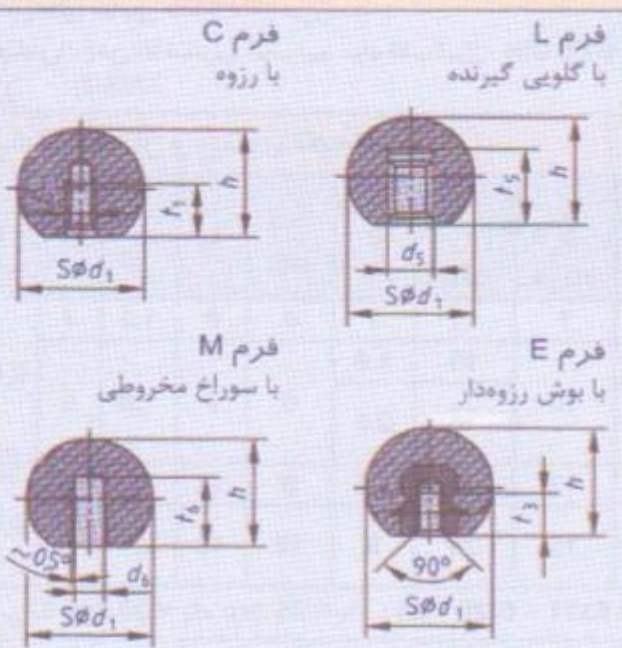
$d_1$	$d_2$ H12	$d_3$	$h_1$	$t_1$	خار رینگی DIN 7993	پین پیچی DIN 6332
12	4,6	10	7	4	—	M6
16	6,1	12	9	5	—	M8
20	8,1	15	11	6	8	M10
25	8,1	18	13	7	8	M12
32	12,1	22	15	7,5	12	M16
40	15,6	28	16	8	16	M20

DIN 6311 – S 40 : قطعه فشارنده

فرم S،  $d_1 = 40$  mm با خار رینگی مونتاژ شده

طبق DIN 319 (2002-04)

قصه‌ت فشارنده گوی شکل



فرمهای دیگر استاندارد نشده‌اند

d <sub>1</sub>	16	20	25			32			40			50		
d <sub>2</sub>	M4	M5	M6			M8			M10			M12		
t <sub>1</sub>	7	9	11			14,5			18			21		
t <sub>3</sub>	6	7,5	9			12			15			18		
d <sub>5</sub>	4	5	6	8	10	8	10	12	10	12	16	12	16	20
t <sub>5</sub>	11	13	16	15	15	15	20	20	20	23	23	20	23	28
d <sub>6</sub>	4	5	6	8	—	8	10	—	10	12	—	12	16	—
t <sub>6</sub>	9	12	15	15	—	15	15	—	20	20	—	22	22	—
h	15	18	22,5			29			37			46		

فرم E : DIN 319 – E 25 PF : قطعه فشارنده گوی شکل  
از مواد قالب‌گیری فنول (دوروپلاست) PF

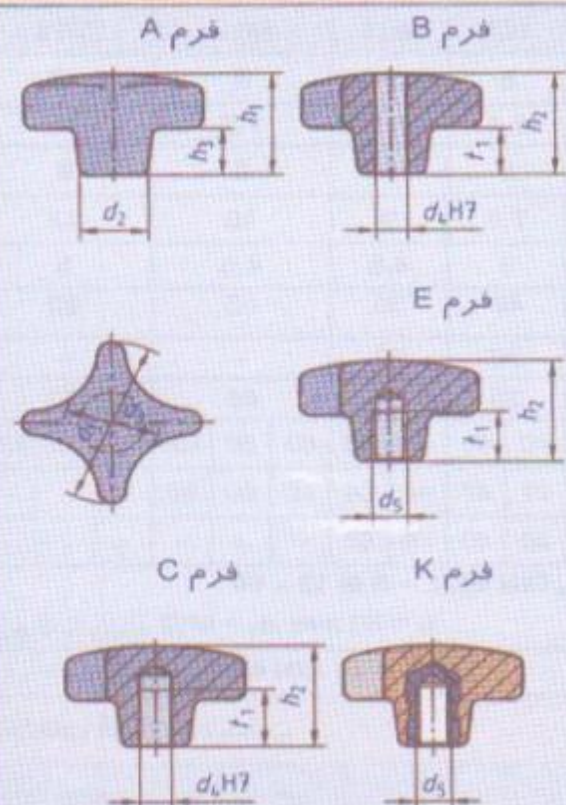
جنس : گوش فشارنده از مواد قالب‌گیری فنول (دوروپلاست)، بوش  
رزوه‌دار از فولاد (St) طبق انتخاب سازنده، سایر مواد طبق توافق  
رنگ : سیاه



# دسته‌ها، پینهای نگهدار و پینهای تکیه گاهی

DIN 6335 (1996-01) طبق

دسته‌های صلیبی



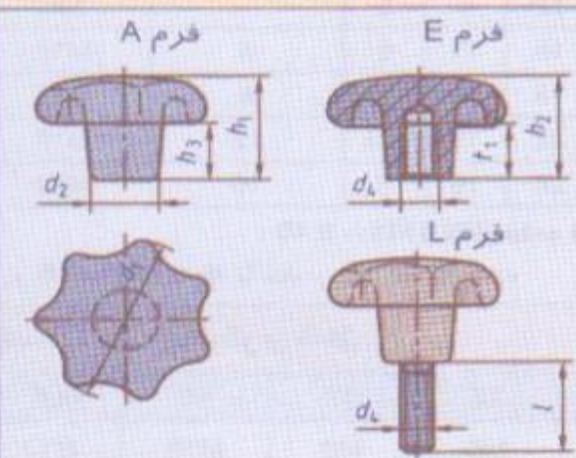
$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$t_1$
32	12	18	6	M6	21	20	10	12
40	14	21	8	M8	26	25	14	15
50	18	25	10	M10	34	32	20	18
63	20	32	12	M12	42	40	25	22
80	25	40	16	M16	52	50	30	28
<sup>1)</sup> 100	32	48	20	M20	65	60	38	36

فرم	توضیح
E & A	دسته‌های فلزی
A	قطعه خام فلزی
B	با سوراخ سرتاسری $d_4$
C	با سوراخ کور $d_4$
D	با رزوه داخل سرتاسری $d_5$
E	با رزوه داخل کور $d_5$
<sup>1)</sup> K	از مواد قالب‌گیری (مصنوعی) با پوش پچی $d_5$ (فلزی)
<sup>2)</sup> L	از مواد قالب‌گیری (مصنوعی) با پین پچی $d_5$ (فلزی)
⇒	DIN 6335 - A 50 AL : دسته صلیبی فرم A, $d_1 = 25 \text{ mm}$ از آلومینیم

(۱) دسته با این اندازه از مواد قالب‌گیری ساخته نمی‌شود.  
(۲) گاهی با اندکی تغییر در ابعاد دیگر، جنس مانند دسته‌های ستاره‌ای DIN 6336

DIN 6336 (1996-01) طبق

دسته‌های ستاره‌ای



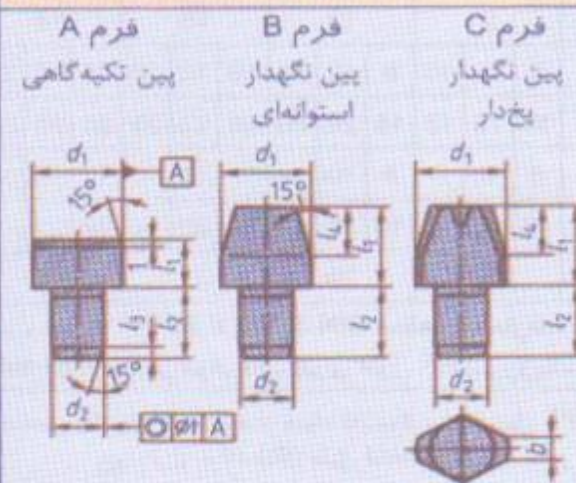
$d_1$	$d_2$	$d_4$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$t_1$	$l$	
32	12	M6	21	20	10	12	20	30
40	14	M8	26	25	13	15	20	30
50	18	M10	34	32	17	18	25	30
63	20	M12	42	40	21	22	30	40
80	25	M16	52	50	25	28	30	40

⇒	DIN 6336 - L 40 × 30 : دسته ستاره‌ای فرم L (مواد قالب‌گیری), $d_1 = 40 \text{ mm}$ , $l = 30 \text{ mm}$
---	---

فرمهای A تا E (دسته‌های فلزی) و نیز K و L (دسته‌های از مواد قالب‌گیری) مانند دسته‌های صلیبی DIN 6335 می‌باشند.  
جلس : چدن خاکستری، آلومینیم، مواد قالب‌گیری (PF 31 N RAL 9005 DIN 7708-2)

DIN 6321 (2002-10) طبق

پینهای نگهدار و پینهای تکیه گاهی



$d_1$ g6	$l_1$ فرم A h9	$l_1$ فرم C و B کوتاه   بلند		b	$d_2$ n6	$l_2$	$l_3$	$l_4$	t
6	5	7	12	1	4	6	1,2	4	0,02
8	—	10	16	1,6	6	9	1,6	6	
10	6		18	2,5					
12	—								
16	8	13	22	3,5	8	12	2	8	0,04
20	—	15	25	5	12	18	2,5	9	
25	10								

⇒	DIN 6321 - C 20 × 25 : فرم C, $d_1 = 20 \text{ mm}$ , $l_1 = 25 \text{ mm}$
---	---

(۱) تلرانس سوراخ مربوطه : H7

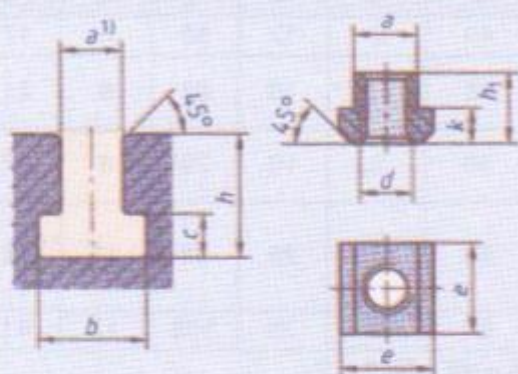
سختکاری شده 53 + 6 HRC



## شیارهای T- شکل و متعلقات، واشرهای کروی خارج، واشرهای مخروط داخل

طبق DIN 650 (1989-10), 508 (2002-06)

شیارهای T- شکل و مهره شیار T- شکل

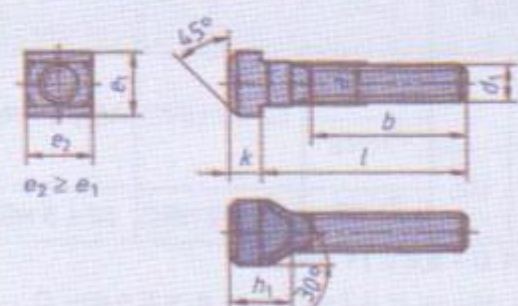


(۱) کلاس تیرانس H8 برای شیارهای تراشکننده و گیرنده،  
H12 برای شیارهای گیرنده

a پهنای	8	10	12	14	18	22	28	36	42
a انحراف	-0,3/-0,5		-0,3/-0,6				-0,4/-0,7		
b	14,5	16	19	23	30	37	46	56	68
b انحراف	1,5/0		+2/0			+3/0		+ 4/0	
c	7	7	8	9	12	16	20	25	32
c انحراف	+1/0			+2/0				+3/0	
h max.	18	21	25	28	36	45	56	71	85
h min.	15	17	20	23	30	38	48	61	74
d رزوه	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
e	13	15	18	22	28	35	44	54	65
h <sub>1</sub>	10	12	14	16	20	28	36	44	52
k	6	6	7	8	10	14	18	22	26
k انحراف	0/-0,5					0/-1			
⇒	مهره DIN 508 – M 10 × 12 : a = 12 mm ,d = M10								

طبق DIN 787 (2002-06)

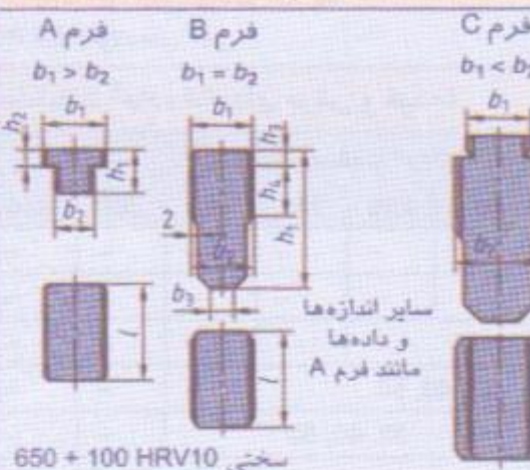
پیچ شیارهای T- شکل



a	8	10	12	14	18	22	28	36
b از تا	22	30	35	35	45	55	70	80
	50	60	120	120	150	190	240	300
d <sub>1</sub>	M8	M10	M12		M16	M20	M24	M30
e <sub>1</sub>	13	15	18	22	28	35	44	54
h <sub>1</sub>	12	14	16	20	24	32	41	50
k	6	6	7	8	10	14	18	20
طول نامی	25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500 mm							
⇒	پیچ DIN 787 – M 10 × 10 × 100 – 8.8 : 8.8 = درجه استحکام , a = 10 mm , d <sub>1</sub> = M10							

طبق DIN 6323 (2003-08)

لقمه آزاد جا خار

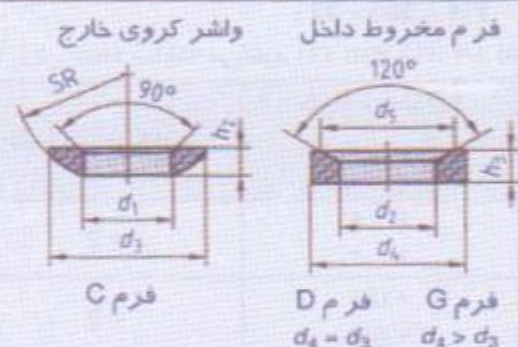


سختی 650 + 100 HRV10

$b_1 h_6$	$b_2 h_6$	فرم	$b_3$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$l$
12	6	A	-	12	3,6	-	-	20
	8							
	10							
	12	B	5	28,6	-	5,5	9	20
20	12	A	-	14	5,5	-	-	32
	14							
	18							
	22	C	9	50,5	-	7	18	40
	28		12	61,5			24	
	36		16	76,5			30	50
	42		19	90,5			36	
⇒	لقمه آزاد جا خار DIN 6323 – C 20 × 28 : $h_2 = 28 \text{ mm}$ , $b_4 = 20 \text{ mm}$ , C فرم							

طبق DIN 6319 (2001-10)

واشرهای کروی خارج، واشرهای مخروط داخل



d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub> فرم		d <sub>5</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub> فرم		R کرد
H13	H13		D	G			D	G	
6,4	7,1	12	12	17	11	2,3	2,8	4	9
8,4	9,6	17	17	24	14,5	3,2	3,5	5	12
10,5	12	21	21	30	18,5	4	4,2	5	15
13	14,2	24	24	36	20	4,6	5	6	17
17	19	30	30	44	26	5,3	6,2	7	22
21	23,2	36	36	50	31	6,3	7,5	8	27
⇒	فرم C, DIN 6319 - C 17 : d <sub>1</sub> = 17 mm								

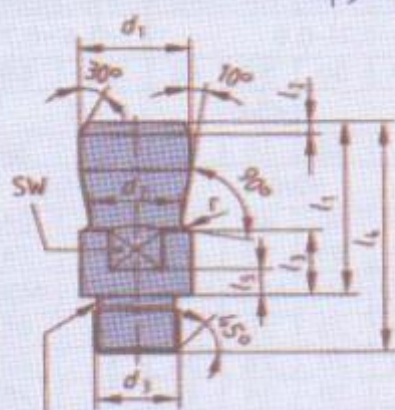


## دنباله قالب، سنبه برش، صفحات آماده قالبهای برش و قیدها

طبق DIN ISO 10242-1, -2 (2000-03)

دنباله قالب فرم A<sup>(۱)</sup>

فرم A



م آزاد رزوه DIN 76-A

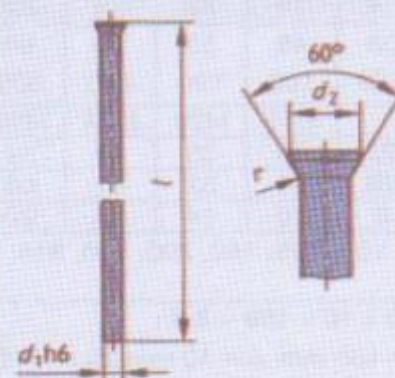
$d_1$ f9	$d_2$	$d_3$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	SW
20	15	M16 × 1,5	40	2	12	58	4	17
25	20	M16 × 1,5 M20 × 1,5	45	2,5	16	68	6	21
32	25	M20 × 1,5 M24 × 1,5	56	3	16	79	6	27
40	32	M24 × 1,5 M27 × 2 M30 × 2	70	4	26	93	12	36
50	42	M30 × 2	80	5	26	108	12	41

ISO 10242-1 A - 40 × M30 × 2 : دنباله قالب

فرم A,  $d_1 = 40$  mm,  $d_3 = M30 \times 2$ 

(۱) فرم C با فلاتج بست به جای رزوه بست

طبق DIN 9861-1 (1992-07)

سنبه برش پولک، فرم D<sup>(۱)</sup> $d_2 \approx (1,1 \dots 1,8) \cdot d_1$  ( $d_1$  بسته به قطر)

$d_1$ h6 تا ... از	پرش، اختلاف اندازه	$l$ 0/+0,5			جنس	سختی	
		71	80	-		تنه	سر
0,5...0,95	0,05	71	80	-	<sup>(۱)</sup> WS	62 ± 2 HRC	45 ± 5 HRC
1,0...2,9	0,1				<sup>(۲)</sup> HWS		
3,0...6,4	0,1	71	80	100	<sup>(۳)</sup> HSS	64 ± 2 HRC	50 ± 5 HRC
6,5...20	0,5						

DIN 9861 D - 5,6 × 71 HWS : سنبه برش

فرم D,  $d_1 = 5,6$  mm,  $l = 71$  mm, فولاد سردکار آلیاژ بالا

(۱) فرم DA با ضخیم شدن مجاز زیر سر سنبه

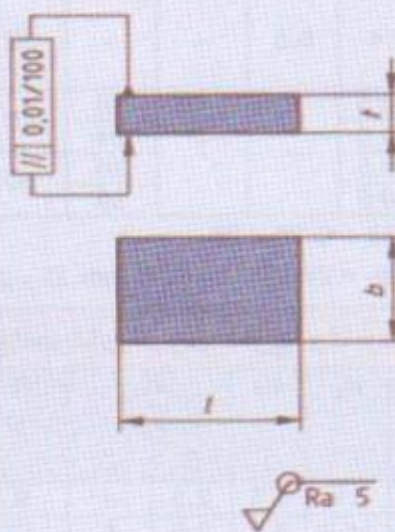
(۲) فولادهای سردکار آلیاژی

(۳) فولادهای سردکار آلیاژ بالا

(۴) فولادهای تندبر

طبق DIN ISO 6753-1 (2000-03)

صفحات آماده قالبهای برش و قیدها



ملاحظات : مقدار صافی سطح فقط برای صفحات فرزکاری شده صادق است.

$l$	ضخامت صفحه t برای اندازه b صفحه									
	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
160	20, 25, 32				-	-	-	-	-	-
200	-	25, 32, 40				-	-	-	-	-
250	-	-	25, 32, 40				-	-	-	-
315	-	-	-	32, 40, 50				-	-	-
400	-	-	-	-	32, 40, 50				-	-
500	-	-	-	-	-	32, 40, 50				-
630	-	-	-	-	-	-	32, 40, 50, 63			

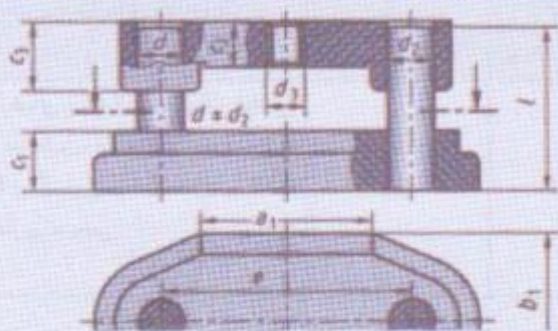
ISO 6753-1 1 - 315 × 200 × 32 : صفحه آماده

با برش شعله ساخته می شود (۱),  $l = 315$  mm,  $b = 200$  mm,  $t = 32$  mm

علامت کوتاه	فرآیند تولید	تولرانس طول l و عرض b ( $l \leq 630$ mm)	تولرانس ضخامت
1	برش با شعله	+ 4	± 2
	برش لیزری	+ 1	
2	فرزکاری	+ 0,4	± 2
		+ 0,2	



کفشک میل راهنمادار با سطح کاری چهارگوش،  
فرم C و CG<sup>(۱)</sup> طبق DIN 9812 (1981-12)

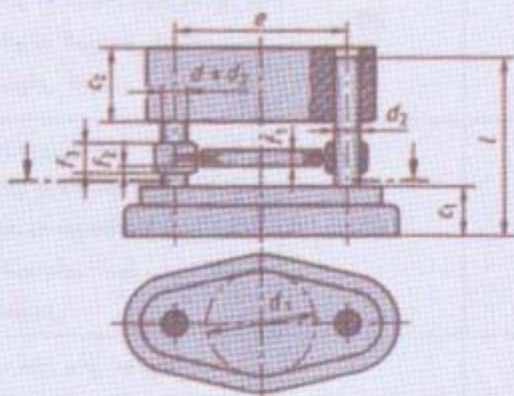


$a_1 \times b_1$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$d_2$	$d_3$	$e$	$l$
80 × 63	50	30	80	19	M20 × 1,5	125	160
100 × 63						145	
100 × 80	50	30	80	25	M20 × 1,5	155	160
160 × 80						215	
125 × 100				25	M24 × 1,5	180	170
250 × 100	50	40	90	32		315	180
160 × 125	56	40	90	32	M24 × 1,5	225	180
315 × 125						380	
200 × 160	56			32	M30 × 2	265	200
315 × 160	63	50	100	40		395	220
250 × 200	63	50	100	40	M30 × 2	330	220
315 × 250						395	

⇒ کفشک میل راهنمادار DIN 9812 - C 100 × 80 :  
فرم C،  $a_1 \times b_1 = 100 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$

(۱) فرم C بدون رزوه؛ فرم CG با رزوه  $d_3$

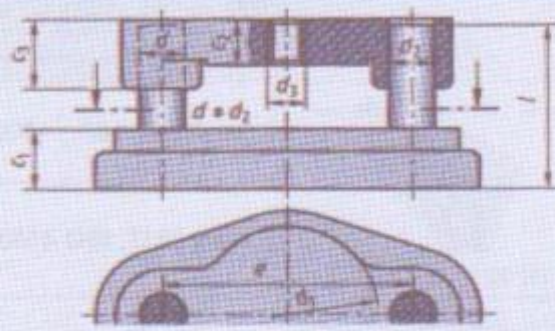
کفشک میل راهنمادار با صفحه راهنمای میانی ضخیم،  
فرم DF طبق DIN 9816 (1981-12)



$d_1$	$c_1$	$c_2$	$d_2$	$e$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$l$
80	50	80	19	125	16	10	36	170
100		85		155				180
125	50	90	25	180	18	11	40	190
160		100		225				220
200	56	110	32	265	23	11	45	240

⇒ کفشک میل راهنمادار DIN 9816 - DF 100 GG :  
فرم DF،  $d_1 = 100 \text{ mm}$ ، راهنمای لغزشی از چدن (GG)

کفشک میل راهنمادار با سطح کاری گرد،  
فرم D و DG<sup>(۲)</sup> طبق DIN 9812 (1981-12)

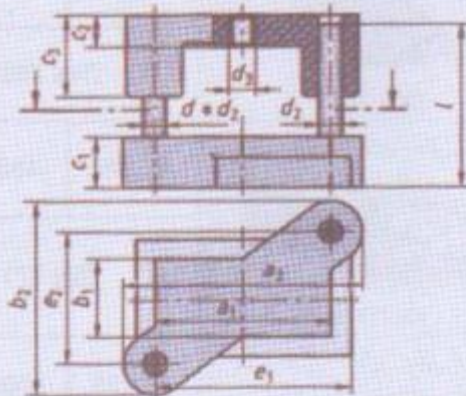


$d_1$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$d_2$	$d_3$	$e$	$l$
50	40	25	65	16	M16 × 1,5	80	125
63						95	140
80				19		125	
100	50	30	80	25	M20 × 1,5	155	160
125				25		180	
160						225	180
180	56	40	90	32	M24 × 1,5	245	180
200						265	190
250	56	50	100	40	M30 × 2	330	200
315	63					395	220

⇒ کفشک میل راهنمادار DIN 9812 - D 160 :  
فرم D،  $d = 160 \text{ mm}$

(۲) فرم D، بدون رزوه؛ فرم DG با رزوه  $d_3$

کفشک میل راهنمادار نصب شده در گوشه،  
فرم C و CG<sup>(۳)</sup> طبق DIN 9819 (1981-12)



$a_1 \times b_1$	$a_2$	$b_2$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$d_2$	$e_1$	$e_2$	$l$
80 × 63	135	180		30	80	19	75	103	160
125 × 80		215	50			25		128	
125 × 100	190	235		40	90	25	120	148	170
250 × 100	325	255					245	158	
160 × 125	235		56	40	90	32	155	183	180
315 × 125	390	280					310		

⇒ کفشک میل راهنمادار DIN 9819 - C 160 × 80 GG :  
فرم C،  $b_1 = 80 \text{ mm}$ ،  $a_1 = 160 \text{ mm}$ ، از چدن (GG)

(۳) فرم C بدون رزوه؛ فرم CG با رزوه  $d_3$



## شکل ساختمان

خواص، مثالهای کاربردی	محدوده توان $P'_{max}$ به kW	محدوده سرعت $V_{max}$ به m/s	محدوده ابعاد		مشخصه استاندارد
			$L$ به mm	$h$ به mm	
برای بارهای پاره‌کننده بالا، توانایی انتقال مطمئن، ماشینهای ساختمانی، ماشینهای کشاورزی، سیستمهای نقاله، ماشین‌سازی عمومی	65	30	185... 19000	4...25	تسمه‌های گوه‌ای شکل معمولی  DIN 2215, ISO 4184
			DIN 2217, ISO 4183		
انتقال خوب توان، در عرض یکسان دارای توان دو برابر مانند تسمه‌های گوه‌ای-شکل معمولی؛ سیستمهای جعبه دنده، ماشینهای-چوب، -ابزار، -مبرد	70	40	630...12500	8...18	تسمه‌های گوه‌ای شکل باریک  DIN 7753, ISO 4184
			DIN 2211, ISO 4183		
تغییر طول کم، قطر کوچک پولیها، پایداری حرارتی بالا از $-30^{\circ}\text{C}$ تا $+80^{\circ}\text{C}$ ؛ محرکه دینام خودروسواری، سیستمهای جعبه دنده، پمپها، ماشینهای مبرد	70	50	800...3150	4...25	تسمه‌های گوه‌ای شکل جناح باز  DIN 2215, DIN 7753
			DIN 2211, DIN 2217		
عدم حساسیت به ارتعاش و ضربه؛ عدم پیچش تسمه‌های تکی در پولی، توزیع کاملاً یکنواخت نیرو، بارهای پاره‌کننده بالا، برای فواصل بزرگ محورها؛ ماشینهای کاغذ	65	30	1250...15000	10...26	تسمه‌های گوه‌ای شکل یکپارچه (تسمه‌های قدرتی)  DIN 2211, DIN 2217
			DIN 2211, DIN 2217		
امکان نسبت انتقال بزرگ، دوران کم لرزش؛ محرکه دینام خودروسواری، سیستم محرکه کمپرسور در تاسیسات تبرید، ماشینهای کوچک	20	60	600...15000	3...17	تسمه‌های گوه‌ای شکل پره‌ای  DIN 7867
			DIN 7867		
مقاومت عرضی خوب، تطابق پروفیل خوب، بارهای پاره‌کننده خیلی بالا، قابل انعطاف؛ جعبه دنده‌های با سرعت قابل تنظیم؛ ماشینهای-ابزار، -نساجی، -چاپ، -کشاورزی	85	30	468...2500	6...18	تسمه‌های گوه‌ای شکل پهن  DIN 7719
			DIN 7719		
انتقال خوب توان برای موتورهای با چند پولی و جهت گردش متغیر؛ 10% بازده کمتر از تسمه‌های معمولی؛ ماشینهای کشاورزی، ماشینهای نساجی، ماشین‌سازی عمومی	20	30	2000...6900	10...25	تسمه‌های گوه‌ای شکل دویل (تسمه‌های شش‌گوش)  DIN 7722, ISO 5289
			DIN 2217		
بازده $0,98 \leq \eta_{max}$ ، حرکت سنکرون و بدون لغزش، نیروی کششی اولیه کمتر و در نتیجه اعمال بار کمتر به یاتاقانها؛ سیستمهای محرکه ظریف و دقیق و ماشینهای اداری، در خودروهای باری، سیستم محرکه اسپیندل CNC	0,5...900	40...80	100...3620	0,7...5,0	تسمه‌های دندانه‌دار  DIN 7721, DIN ISO 5296
			DIN ISO 5294		

(۱) ارتفاع تسمه (صفحات ۲۵۵، ۲۵۶)

(۲) طول تسمه

(۳) توان قابل انتقال توسط هر تسمه

(۳) توان قابل انتقال توسط هر تسمه

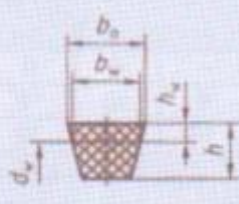
(۲) طول تسمه

(۱) ارتفاع تسمه (صفحات ۲۵۵، ۲۵۶)

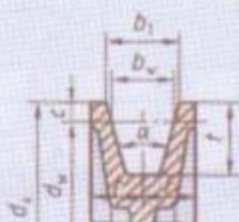


## تسمه‌های گوه‌ای - شکل باریک

تسمه‌های گوه‌ای - شکل باریک  
DIN 7753-1 (1988-01)



پولی (فلکه) تسمه‌های گوه‌ای - شکل باریک  
DIN 2211-1 (1984-03)



$$d_w = d_a - 2 \cdot c$$

قطر مؤثر

DIN 7753 - XPZ 710 : تسمه گوه‌ای شکل باریک پروفیل جناح باز دندانه‌دار، طول 710 mm



C1 ضریب زاویه

β زاویه درگیری تسمه

مشخصه	تسمه‌های گوه‌ای - شکل باریک: پولی (فلکه) تسمه‌های گوه‌ای شکل			
	SPZ	SPA	SPB	SPC
پروفیل تسمه (علامت گونا - ISO)				
b0 عرض بادی تسمه	9,7	12,7	16,3	22
bw عرض مؤثر	8,5	11	14	19
h ارتفاع تسمه	8	10	13	18
hw فاصله بادی تسمه از قطر مؤثر	2	2,8	3,5	4,8
dws کوچکترین قطر مجاز	63	90	140	224
b1 عرض بادی شیار پولی	9,7	12,7	16,3	22
c فاصله قطر مؤثر تا قطر خارجی پولی	2	2,8	3,5	4,8
t کوچکترین عمق مجاز شیار پولی	11	13,8	17,5	23,8
e فاصله شیار تا شیار (در پولی چندتسمه‌ای)	12	15	19	25,5
f فاصله شیار از لبه	8	10	12,5	17
برای قطر مؤثر تا 34°	80	118	190	315
برای قطر مؤثر بزرگتر از 38°	80	118	190	315
α				
C1 ضریب زاویه	1	1,02	1,05	1,08
β زاویه درگیری تسمه	180°	170°	160°	150°
	140°	130°	120°	110°
	100°	90°		

ضریب کاری C2

نوع ماشین (مثالها)

مدت زمان کاری روزانه به ساعت

بیشتر از 16	بیشتر از 10 تا 16	تا 10
1,2	1,1	1,0
1,3	1,2	1,1
1,4	1,3	1,2
1,5	1,4	1,3

پمپهای سانتریفیوژ، ونتیلاتورها، نقاله تسمه‌ای قطعات سبک ماشینهای ابزار، پرسها، قیچی ورق، ماشینهای چاپ

دستگاههای آسیاب، پمپهای پیستونی، نقاله با نیروهای شوک، ماشین نساجی و کاغذ، سنگشکنها، میکرها، پولیهای بالابر، جرفیلها و بیل مکانیکی

طبق DIN 7753-2 (1976-04)

مقادیر توان تسمه‌های گوه‌ای - شکل

پروفیل تسمه	SPZ			SPA			SPB			SPC		
dws مربوط به پولی کوچک	63	100	180	90	160	250	140	250	400	224	400	630
دندانه‌دار مربوط به پولی کوچک	توان نامی PN به kW هر تسمه											
400	0,35	0,79	1,71	0,75	2,04	3,62	1,92	4,86	8,64	5,19	12,56	21,42
700	0,54	1,28	2,81	1,17	3,30	5,88	3,02	7,84	13,82	8,13	19,79	32,37
950	0,60	1,00	3,05	1,48	4,27	7,60	8,83	10,04	17,39	10,19	24,52	37,37
1450	0,93	2,36	5,19	2,02	6,01	10,53	5,19	13,66	22,02	13,22	29,46	31,74
2000	1,17	3,05	6,63	2,49	7,60	12,85	6,31	16,19	22,07	14,58	25,81	-
2800	1,45	3,90	8,20	3,00	9,24	14,13	7,15	16,44	9,37	11,89	-	-

توان نامی انتقال هر تسمه PN

C2 ضریب کاری

z تعداد تسمه‌ها

توان مورد نیاز انتقال P

C1 ضریب زاویه

تعداد تسمه‌ها

$$z = \frac{P \cdot C_1 \cdot C_2}{P_N}$$

مثال: توان مورد نیاز انتقالی P = 12 kW با C1 = 1,12

z = ? ; β = ? ; dk = 950 mm ; dws = 160 mm ; C2 = 1,4

1. P · C2 = 12 kW · 1,4 = 16,8 kW

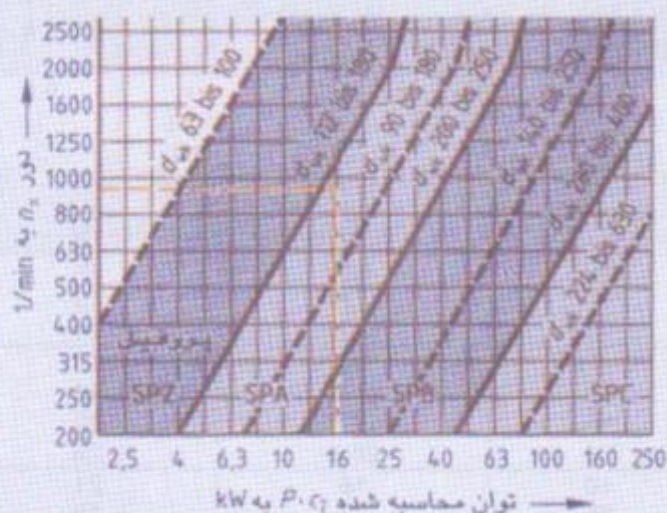
2. طبق دیاگرام از dk = 950 mm

و P · C2 = 16,8 kW ← پروفیل SPA

3. طبق جدول PN 4,27 kW

4.  $z = \frac{P \cdot C_1 \cdot C_2}{P_N} = \frac{12 \text{ kW} \cdot 1,12 \cdot 1,4}{4,27 \text{ kW}}$

5. تسمه z = 5 انتخاب



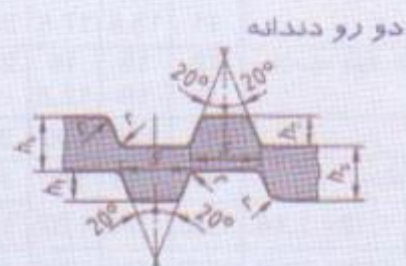
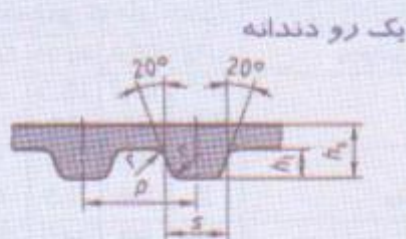
توان محاسبه شده C1, C2 به kW



## تسمه‌های دندانه‌دار (سنکرون)

طبق DIN 7721-1 (1989-06)

تسمه‌های دندانه‌دار



شکلهای غیر استاندارد



علامت کوتاه	ابعاد دندانه				ضخامت نامی $h_s$	عرض تسمه دندانه‌دار $b$			
	$p$	$s$	$h_r$	$r$					
T2,5	2,5	1,5	0,7	0,2	1,3	—	4	6	10
T5	5	2,7	1,2	0,4	2,2	6	10	16	25
T10	10	5,3	2,5	0,6	4,5	16	25	32	50
طول کاری <sup>(۱)</sup>	تعداد دندانه برای		طول کاری <sup>(۱)</sup>	تعداد دندانه برای		طول کاری <sup>(۱)</sup>	تعداد دندانه برای		
	T2,5	T5		T2,5	T5		T10		
120	48	—	530	—	53	1010	101		
150	—	30	560	112	56	1080	108		
160	64	—	610	122	61	1150	115		
200	80	40	630	126	63	1210	121		
245	98	49	660	—	66	1250	125		
270	—	54	700	—	70	1320	132		
285	114	—	720	144	72	1390	139		
305	—	61	780	156	78	1480	146		
330	132	66	840	168	84	1560	156		
390	—	78	880	—	88	1610	161		
420	168	84	900	180	—	1780	178		
455	—	91	920	184	92	1880	188		
480	192	96	960	—	96	1960	196		
500	200	100	990	198	—	2250	225		

تسمه DIN 7721 - 6 T2,5 × 480 :

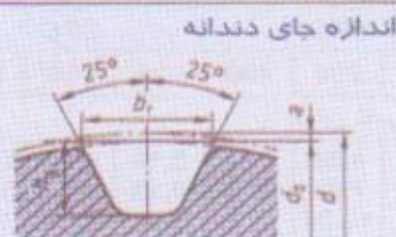
 $b = 6$  mm گام  $p = 2,5$  mm طول کاری 480 mm تسمه دو رو دندانه

در تسمه‌های دو رو دندانه، حرف مشخصه D نیز در آخر می‌آید.

(۱) طول کاری 100 ... 3620 mm، در تولید مخصوص تا 25 000 mm

طبق DIN 7721-2 (1989-06)

پولی (فلکه) تسمه‌های دندانه‌دار

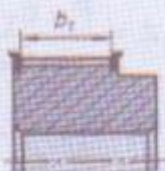


قطر مؤثر

$$d = d_0 + 2 \cdot a$$

(۱) فرم SE برای تعداد جای دندانه  $20 \geq$ (۲) فرم N برای تعداد جای دندانه  $20 <$ 

ابعاد پولی



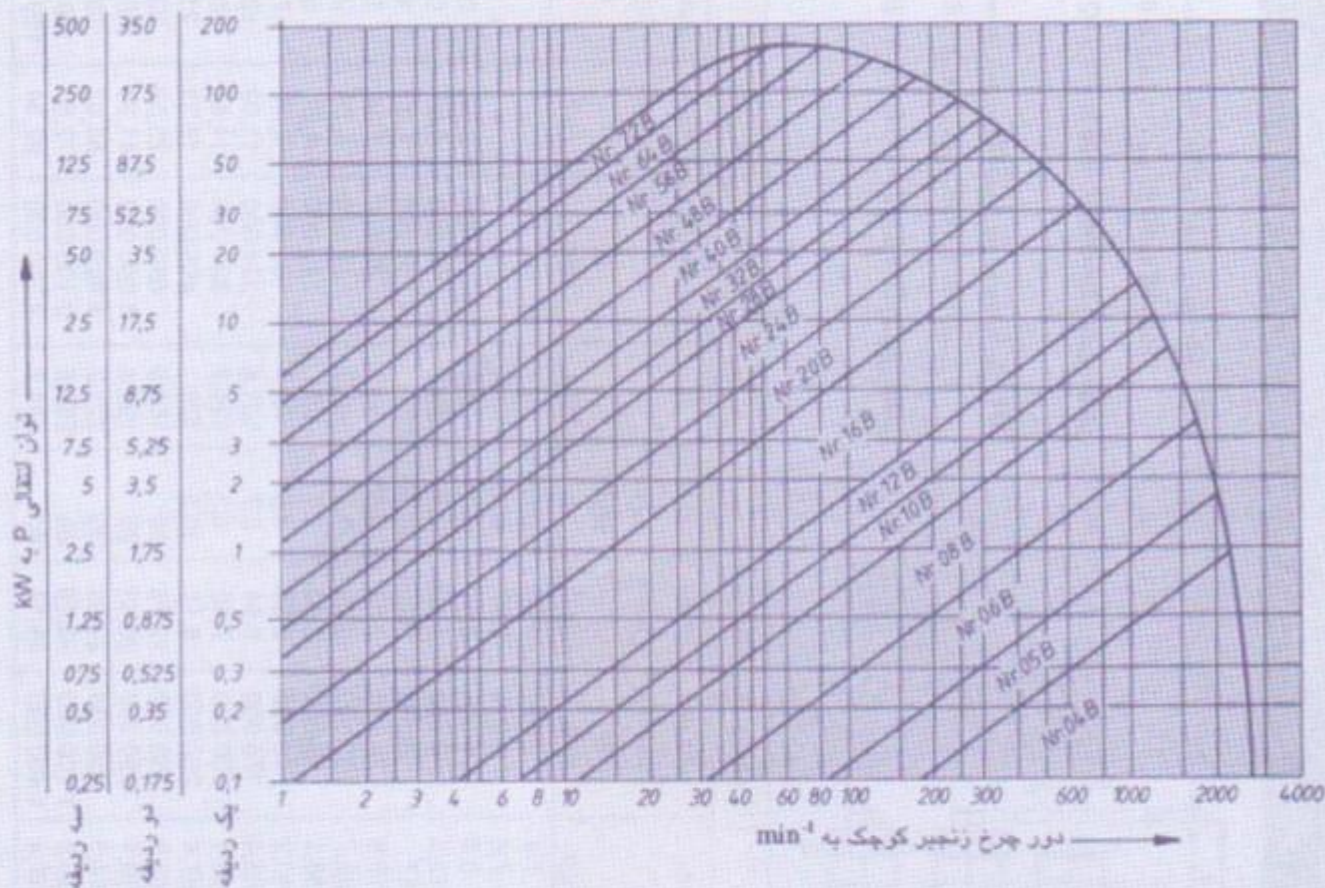
تعداد دندانه	قطر خارجی پولی $d_0$ برای			تعداد دندانه	قطر خارجی پولی $d_0$ برای			تعداد دندانه	قطر خارجی پولی $d_0$ برای		
	T2,5	T5	T10		T2,5	T5	T10		T2,5	T5	T10
10	7,4	15,0	—	17	13,0	26,2	52,2	32	24,9	50,1	100,0
11	8,2	16,6	—	18	13,8	27,8	55,4	36	28,1	56,4	112,7
12	9,0	18,2	36,3	19	14,6	29,4	58,6	40	31,3	62,8	125,4
13	9,8	19,8	39,5	20	15,4	31,0	61,8	48	37,7	75,5	150,9
14	10,6	21,4	42,7	22	17,0	34,1	68,2	60	47,2	94,6	189,1
15	11,4	23,0	45,9	25	19,3	38,9	77,7	72	56,8	113,7	227,3
16	12,2	24,6	49,1	28	21,7	43,7	82,2	84	66,3	132,9	265,5

اندازه جای دندانه

علامت کوتاه	عرض جای دندانه $b_r$		ارتفاع جای دندانه $h_g$		$2a$
	فرم SE <sup>(۱)</sup>	فرم N <sup>(۲)</sup>	فرم SE <sup>(۱)</sup>	فرم N <sup>(۲)</sup>	
T2,5	1,75	1,83	0,75	1	0,6
T5	2,98	3,32	1,25	1,95	1
T10	6,02	6,57	2,6	3,4	2

علامت کوتاه	عرض تسمه $b$	عرض پولی	
		با یقه $b_r$	بی یقه $b'_r$
T2,5	4	5,5	8
	6	7,5	10
	10	11,5	14
T5	6	7,5	10
	10	11,5	14
	16	17,5	20
	25	26,5	29
T10	16	18	21
	25	27	30
	32	34	37
	50	52	55



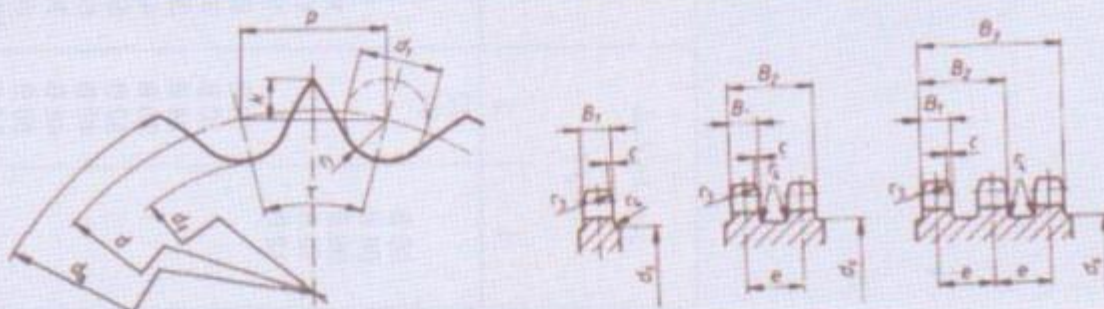


توجه: خط مرزی بالایی برای سیستم محرکه زنجیری با تعداد دندانه  $z_1 = 19$  تعداد پست  $X = 100$  نسبت انتقال  $3 = i$  و مدت زمان کاری (عمر)  $h = 15\,000$  ساعت است.

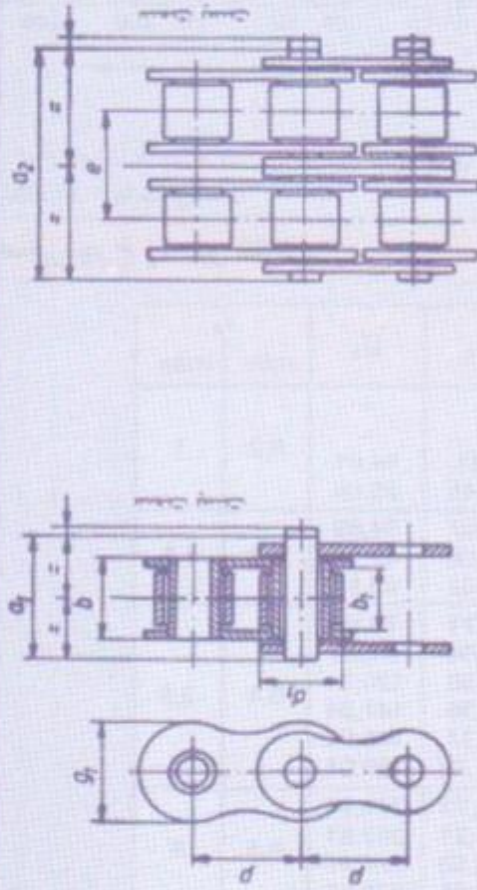
ابعاد اصلی چرخ زنجیر غلتکی

DIN 8196 طبق

شماره رتجیر	B <sub>1</sub> (h14)		e	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	
	یک ردیفه	دو و سه ردیفه				min.	max.
03	2,33	2,28	—	—	—	0,2	1
04	2,6	2,55	—	—	—		
05 B	2,79	2,73	5,64	8,31	14,01		
06 B	5,32	5,21	10,24	15,45	25,68		
08 B	7,21	7,05	13,92	20,97	34,89	0,3	1,6
10 B	9,17	8,98	16,59	25,56	42,15		
12 B	11,1	10,86	19,16	30,02	49,18		
16 B	16,17	15,83	31,88	47,71	79,59	0,4	2,5
20 B	18,58	18,19	36,45	54,64	91,09		
24 B	24,13	23,62	48,36	71,98	120,34		
28 B	29,44	28,82	59,56	88,38	147,94		
32 B	29,44	28,82	58,55	87,37	145,92		
40 B	36,2	35,43	72,29	107,72	180,01		
48 B	43,43	42,52	91,21	133,73	224,94	0,5	6
56 B	50,67	49,61	106,6	156,21	262,81		
64 B	57,91	56,69	119,89	176,58	296,47		
72 B	65,15	63,78	136,27	200,05	336,32		







مشخصه زنجیر غلتکی - یک ردیفه طبق DIN

8187 با شماره زنجیر 16 B یا 92 بست :

زنجیر غلتکی DIN 8187 - 16 B - 1 × 92

مشخصه زنجیر غلتکی - دو ردیفه طبق DIN

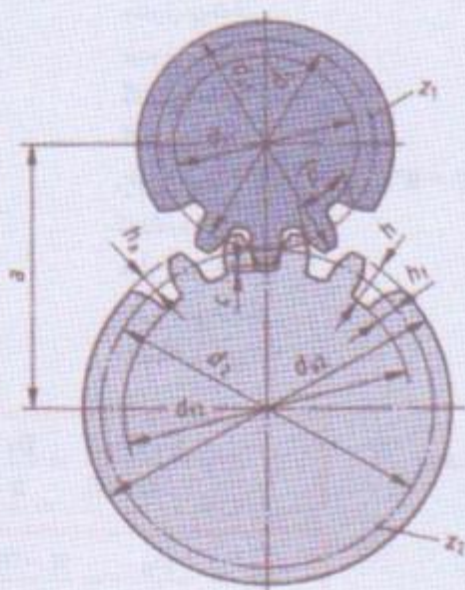
8187 با شماره زنجیر 08 B یا 120 بست :

زنجیر غلتکی DIN 8187 - 08 B - 2 × 120

شماره زنجیر سری		p	b <sub>1</sub> min.	b <sub>2</sub> max.	d <sub>1</sub> max.	e	g <sub>1</sub> max.	k max.	زنجیر غلتکی یک ردیفه (1)				زنجیر غلتکی دو ردیفه			
									a <sub>1</sub> max.	N <sup>(1)</sup> min.	سطح مفصل cm <sup>2</sup>	وزن طولی kg/m	a <sub>2</sub> max.	N <sup>(1)</sup> min.	سطح مفصل cm <sup>2</sup>	وزن طولی kg/m
1	2															
05 B	03	5	2,5	4,15	3,2	-	4,1	2,5	7,4	2 000	0,06	0,08	-	-	-	-
06 B	04	6	2,8	4,1	4	-	5	2,9	7,4	3 000	0,07	0,12	-	-	-	-
08 B		8	3	4,77	5	5,64	7,11	3,1	8,6	4 600	0,11	0,18	14,3	8 000	0,22	0,36
10 B		9,525	5,72	8,53	6,35	10,24	8,26	3,3	13,5	9 100	0,28	0,41	23,8	17 300	0,55	0,78
12 B		12,7	7,75	11,3	8,51	13,92	11,81	3,9	17	18 200	0,50	0,70	31	31 800	1,00	1,35
		15,875	9,65	13,28	10,16	16,59	14,73	4,1	19,6	22 700	0,67	0,95	36,2	45 400	1,34	1,85
		19,05	11,68	15,62	12,07	19,16	16,13	4,6	22,7	29 500	0,89	1,25	42,2	59 000	1,78	2,5
16 B		25,4	17,02	25,45	15,88	31,88	21,08	5,4	36,1	58 000	2,10	2,7	68	110 000	4,21	5,4
20 B		31,75	19,56	29,01	19,05	36,45	26,42	6,1	43,2	95 000	2,95	3,6	79,7	180 000	5,91	7,2
24 B		38,1	25,4	37,92	25,4	48,36	33,4	6,6	53,4	170 000	5,54	6,7	101,8	324 000	11,09	13,5
28 B		44,45	30,99	46,58	27,94	59,56	37,08	7,4	65,1	200 000	7,40	8,3	124,7	381 000	14,81	16,6
32 B		50,8	30,99	45,57	29,21	58,55	42,29	7,9	67,4	260 000	8,11	10,5	126	495 000	16,23	21
40 B		63,5	38,1	55,75	39,37	72,29	52,96	10,2	82,6	360 000	12,76	16	154,9	680 000	25,52	32
48 B		76,2	45,72	70,56	48,26	91,21	63,88	10,5	99,1	560 000	20,63	25	190,4	1 000 000	41,26	50
56 B		88,9	53,34	81,33	53,98	106,6	77,85	11,7	114,6	850 000	27,91	35	221,2	1 600 000	55,82	70
64 B		101,6	60,96	92,02	63,5	119,98	90,17	13	130,9	1 100 000	36,25	60	250,8	2 100 000	72,5	120
72 B		114,321	68,58	103,81	72,39	136,27	103,63	14,3	147,4	1 400 000	46,17	80	283,7	2 700 000	92,34	160

(1) در صورت استفاده از قطعه واسطه، نیروی شکست برابر 80% نیروی شکست فوق می گردد (تا حد امکان از کاربرد قطعه واسطه پرهیز شود).





m	مدول	c	لقی سر دندانه
p	گام	h	ارتفاع دندانه
hf	ارتفاع پای دندانه	ha	ارتفاع سر دندانه
a	فاصله محورتا محور	z1, z2, z3	تعداد دندانه
		d, d1, d2	قطر دایره گام
		da, da1, da2	قطر دایره سر
		df, df1, df2	قطر دایره پا

مثال:

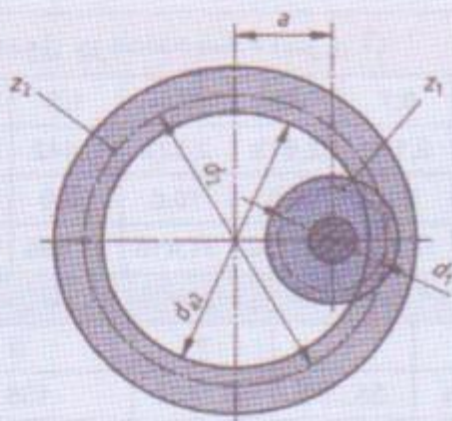
در چرخنده ساده خارجی

$$m = 2 \text{ mm}; z = 32; c = 0,167 \cdot m; d = ?; d_a = ?; h = ?$$

$$d = m \cdot z = 2 \text{ mm} \cdot 32 = 64 \text{ mm}$$

$$d_a = d + 2 \cdot m = 64 \text{ mm} + 2 \cdot 2 \text{ mm} = 68 \text{ mm}$$

$$h = 2 \cdot m + c = 2 \cdot 2 \text{ mm} + 0,167 \cdot 2 \text{ mm} = 4,33 \text{ mm}$$



محاسبه چرخنده خارجی

تعداد دندانه

$$z = \frac{d}{m} = \frac{d_a - 2 \cdot m}{m}$$

قطر دایره سر

$$d_a = d + 2 \cdot m = m \cdot (z + 2)$$

قطر دایره پا

$$d_f = d - 2 \cdot (m + c)$$

فاصله محور تا محور

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2}$$

محاسبات مشترک چرخنده خارجی و داخلی

مدول

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{z}$$

گام

$$p = \pi \cdot m$$

قطر دایره گام

$$d = m \cdot z$$

لقی سر دندانه

$$c = 0,1 \cdot m \dots 0,3 \cdot m$$

$$c = 0,167 \cdot m \text{ غالباً}$$

ارتفاع سر دندانه

$$h_a = m$$

ارتفاع پای دندانه

$$h_f = m + c$$

ارتفاع دندانه

$$h = 2 \cdot m + c$$

محاسبه چرخنده داخلی

تعداد دندانه

$$z = \frac{d}{m} = \frac{d_a + 2 \cdot m}{m}$$

قطر دایره سر

$$d_a = d - 2 \cdot m = m \cdot (z - 2)$$

قطر دایره پا

$$d_f = d + 2 \cdot (m + c)$$

فاصله محور تا محور

$$a = \frac{d_2 - d_1}{2} = \frac{m \cdot (z_2 - z_1)}{2}$$

مثال:

در چرخنده ساده داخلی

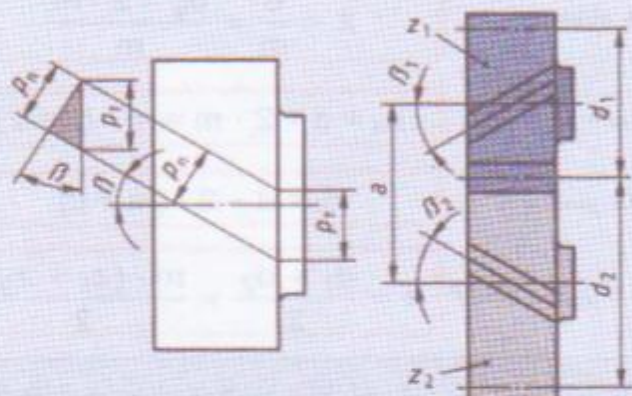
$$c = 0,167 \cdot m; d = ?; d_a = ?; h = ?$$

$$d = m \cdot z = 1,5 \text{ mm} \cdot 80 = 120 \text{ mm}$$

$$d_a = d - 2 \cdot m = 120 \text{ mm} - 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 117 \text{ mm}$$

$$h = 2 \cdot m + c = 2 \cdot 1,5 \text{ mm} + 0,167 \cdot 1,5 \text{ mm} = 3,25 \text{ mm}$$





در چرخنده‌های ساده با دندانه مایل، دندانه‌ها به صورت پیچی شکل روی بدنه استوانه‌ای چرخنده قرار می‌گیرد. ابزارهای ساخت چرخنده‌های ساده و دندانه مایل برحسب مدول نرمال انجام می‌شود.

در صورت موازی بودن محورها هر دو چرخنده زاویه دنده یکسانی دارند، اما در راستای مخالف هم، یعنی  $\beta_1 = \beta_2$ .

مثال :

چرخنده ساده دندانه مایل،  $m_n = 1,5 \text{ mm}$   $z = 32$

$h = ?$   $d = ?$   $d_a = ?$   $m_t = ?$   $c = 0,167 \cdot m$   $\beta = 19,5^\circ$

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{1,5 \text{ mm}}{\cos 19,5^\circ} = 1,591 \text{ mm}$$

$$d_a = d + 2 \cdot m_n = 50,9 \text{ mm} + 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 53,9 \text{ mm}$$

$$d = m_t \cdot z = 1,591 \text{ mm} \cdot 32 = 50,9 \text{ mm}$$

$$h = 2 \cdot m_n + c = 2 \cdot 1,5 \text{ mm} + 0,167 \cdot 1,5 \text{ mm} = 3,25 \text{ mm}$$

$m_t$	مدول پیشانی
$m_n$	مدول نرمال
$p_t$	گام پیشانی
$p_n$	گام نرمال
$\beta$	زاویه دندانه (غالباً $\beta = 8^\circ \dots 25^\circ$ )
$z, z_1, z_2$	تعداد دندانه
$d, d_1, d_2$	قطر دایره گام
$d_a$	قطر دایره سر
$a$	فاصله محور تا محور

مدول پیشانی

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{p_t}{\pi}$$

گام پیشانی

$$p_t = \frac{p_n}{\cos \beta} = \frac{\pi \cdot m_n}{\cos \beta}$$

قطر دایره گام

$$d = m_t \cdot z = \frac{z \cdot m_n}{\cos \beta}$$

تعداد دندانه

$$z = \frac{d}{m_t} = \frac{\pi \cdot d}{p_t}$$

مدول نرمال

$$m_n = \frac{p_n}{\pi} = m_t \cdot \cos \beta$$

گام نرمال

$$p_n = \pi \cdot m_n = p_t \cdot \cos \beta$$

قطر دایره سر

$$d_a = d + 2 \cdot m_n$$

فاصله محور تا محور

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

ارتفاع دندانه، ارتفاع سر دندانه، ارتفاع پای دندانه، لقی سر و قطر دایره پا مانند چرخنده ساده دندانه راست (صفحه ۲۵۹) محاسبه می‌شود. در فرمولها مدول  $m$  با مدول نرمال  $m_n$  جایگزین می‌شود.

طبق DIN 780-1, -2 (1977-05)

سری مدول چرخنده ساده (سری ۱)

مدول	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,25
گام	0,628	0,785	0,943	1,257	1,571	1,885	2,199	2,513	2,827	3,142	3,927
مدول	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0
گام	4,712	6,283	7,854	9,425	12,566	15,708	18,850	25,132	31,416	37,699	50,265

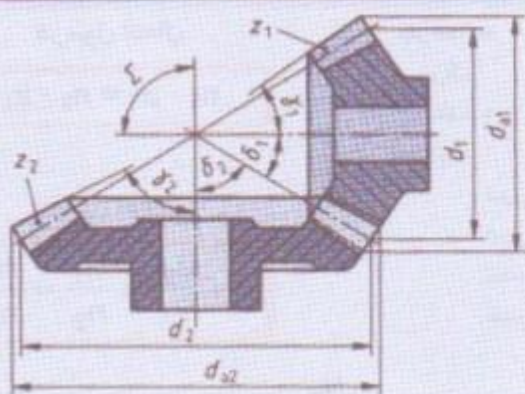
تقسیم‌بندی سری تیغه‌فرزهای مدول ۸ (تا  $m = 9 \text{ mm}$ )<sup>(۱)</sup>

شماره تیغه فرز	1	2	3	4	5	6	7	8
تعداد دندانه	12...13	14...16	17...20	21...25	26...34	35...54	55...134	135...

(۱) در ساخت چرخنده با تیغه‌فرزهای پولکی هیچ حالتی از فرآیند حرکت غلتشی روی نمی‌دهد و بدین جهت فقط شکل اولونت تقریبی حاصل می‌شود. این روش فقط در چرخنده‌های غیرمهم به کار می‌رود. برای چرخنده‌های با  $m > 9 \text{ mm}$  سری تیغه‌فرزهای مدول ۱۵ استفاده می‌شود.



چرخنده مخروطی با دندانه راست



در کنار اندازه‌های درج شده روی لبه‌های خارجی، اندازه‌های وسط دندانه و لبه‌های داخلی هم جهت تولید مهم است.

مثال:

سیستم چرخنده مخروطی،  $z_1 = 30$ ،  $m = 2$  mm  
 $\Sigma = 90^\circ$ ،  $z_2 = 120$   
 چرخنده محرک را محاسبه کنید.

$$\tan \delta_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{30}{120} = 0,2500; \delta_1 = 14,04^\circ$$

$$d_1 = m \cdot z_1 = 2 \text{ mm} \cdot 30 = 60 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m \cdot \cos \delta_1$$

$$= 60 \text{ mm} + 2 \cdot 2 \text{ mm} \cdot \cos 14,04^\circ = 63,88 \text{ mm}$$

$$\tan \gamma_1 = \frac{z_1 + 2 \cdot \cos \delta_1}{z_2 - 2 \cdot \sin \delta_1} = \frac{30 + 2 \cdot \cos 14,04^\circ}{120 - 2 \cdot \sin 14,04^\circ} = 0,267$$

$$\gamma_1 = 14,95^\circ$$

تعداد دندانه‌ها  $z_1, z_2$  مدول  $m$   
 زاویه مخروطی گام  $\delta_1, \delta_2$  قطر دایره سر  $d_a, d_{a1}, d_{a2}$   
 زاویه مخروط سر  $\gamma_1, \gamma_2$  زاویه بین محورها  $\Sigma$   
 گام و ارتفاع دندانه در راس مخروط به هم می‌رسند به طوری که یک چرخنده مخروطی در هر نقطه از پهنای دنده مدول، قطر دایره گام و ... دیگری دارد. مدول خارجی با مدول نرمال مطابقت دارد.

قطر دایره گام

$$d = m \cdot z$$

قطر دایره سر

$$d_a = d + 2 \cdot m \cdot \cos \delta$$

زاویه مخروط سر چرخنده 1

$$\tan \gamma_1 = \frac{z_1 + 2 \cdot \cos \delta_1}{z_2 - 2 \cdot \sin \delta_1}$$

زاویه مخروط سر چرخنده 2

$$\tan \gamma_2 = \frac{z_2 + 2 \cdot \cos \delta_2}{z_1 - 2 \cdot \sin \delta_2}$$

زاویه مخروط گام چرخنده 1

$$\tan \delta_1 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i}$$

زاویه مخروط گام چرخنده 2

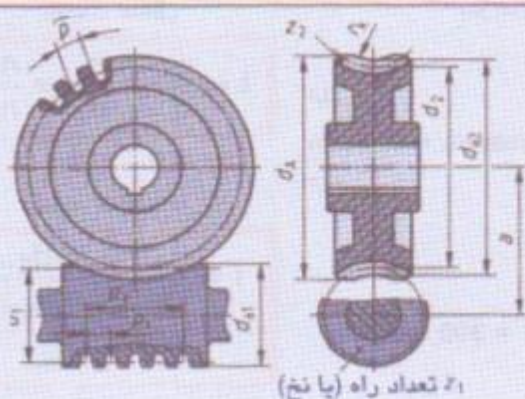
$$\tan \delta_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = i$$

زاویه بین محورها

$$\Sigma = \delta_1 + \delta_2$$

ارتفاع دندانه، ارتفاع سر دندانه، لقی سردندانه و غیره مانند چرخنده ساده با دندانه راست (صفحه ۲۵۹) محاسبه می‌شود.

سیستم چرخنده حلزونی



مثال: سیستم محرک چرخ حلزون،  $m = 2,5$  mm  
 $d_2 = ?$ ،  $d_{a1} = ?$ ،  $z_2 = 40$ ،  $d_1 = 40$  mm،  $z_1 = 2$   
 $a = ?$ ،  $r_k = ?$ ،  $d_A = ?$

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 40 \text{ mm} + 2 \cdot 2,5 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 2,5 \text{ mm} \cdot 40 = 100 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 100 \text{ mm} + 2 \cdot 2,5 \text{ mm} = 105 \text{ mm}$$

$$d_A \approx d_{a2} + m = 105 \text{ mm} + 2,5 \text{ mm} = 107,5 \text{ mm}$$

$$r_k = \frac{d_1}{2} - m = \frac{40 \text{ mm}}{2} - 2,5 \text{ mm} = 17,5 \text{ mm}$$

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{40 \text{ mm} + 100 \text{ mm}}{2} = 70 \text{ mm}$$

تعداد دندانه  $z_1, z_2$  مدول  $m$   
 ارتفاع گام  $p_z$  قطر دایره گام  $d, d_1, d_2$   
 قطر دایره سر  $d_{a1}, d_{a2}$  گام (محوری)  $p_x, p$   
 شعاع سر دندانه  $r_k$  قطر خارجی  $d_A$

قطر دایره گام

$$d_1 = \text{اندازه نامی}$$

گام محوری حلزون

$$p_x = \pi \cdot m$$

قطر دایره سر

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m$$

ارتفاع گام

$$p_z = p_x \cdot z_1 = \pi \cdot m \cdot z_1$$

چرخ حلزون

قطر دایره گام

$$d_2 = m \cdot z_2$$

گام

$$p = \pi \cdot m$$

قطر دایره سر

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m$$

قطر خارجی

$$d_A \approx d_{a2} + m$$

شعاع سردندانه

$$r_k = \frac{d_1}{2} - m$$

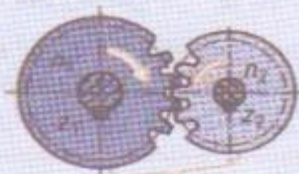
لقى سردندانه، ارتفاع دندانه، ارتفاع سردندانه، ارتفاع پای دندانه و فاصله محوری مانند چرخنده ساده (صفحه ۲۵۹)



سیستم انتقال قدرت چرخنده‌ای

انتقال قدرت ساده

متحرک محرک



$Z_1, Z_3, Z_5 \dots$	تعداد دندانه	چرخنده
$n_1, n_3, n_5 \dots$	دور	محرک
$Z_2, Z_4, Z_6 \dots$	تعداد دندانه	چرخنده
$n_2, n_4, n_6 \dots$	دور	متحرک
$n_a$	دور اولین چرخنده	
$n_e$	دور آخرین چرخنده	
$i$	نسبت انتقال کل	
$i_1, i_2, i_3 \dots$	نسبت انتقال تکی	

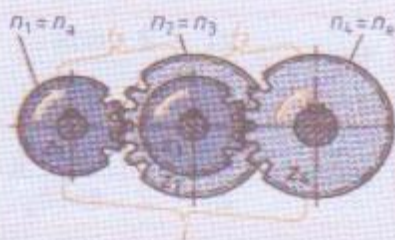
فرمول انتقال

$$n_1 \cdot Z_1 = n_2 \cdot Z_2$$

نسبت انتقال

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_a}{n_e}$$

انتقال قدرت مرکب



مثال :

$$Z_1 = ? : n_2 = ? : Z_2 = 24 : n_1 = 180/\text{min} : i = 0,4$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{1800/\text{min}}{0,4} = 450/\text{min}$$

$$Z_1 = \frac{n_2 \cdot Z_2}{n_1} = \frac{450/\text{min} \cdot 24}{180/\text{min}} = 60$$

گشتاور دورانی چرخنده‌ها در صفحه ۳۷

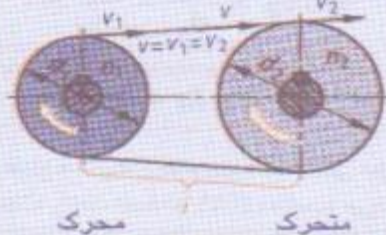
نسبت انتقال کلی

$$i = \frac{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6 \dots}{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5 \dots}$$

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots$$

سیستم انتقال قدرت تسمه‌ای

انتقال قدرت ساده



$d_1, d_3, d_5 \dots$	قطر	پولی (فلکه)
$n_1, n_3, n_5 \dots$	دور	محرک
$d_2, d_4, d_6 \dots$	قطر	پولی
$n_2, n_4, n_6 \dots$	دور	متحرک
$n_a$	دور اولین پولی	
$n_e$	دور آخرین پولی	
$i$	نسبت انتقال کل	
$i_1, i_2, i_3 \dots$	نسبت انتقال تکی	
$v, v_1, v_2$	سرعت محیطی	

سرعت

$$v = v_1 = v_2$$

فرمول انتقال

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$$

نسبت انتقال

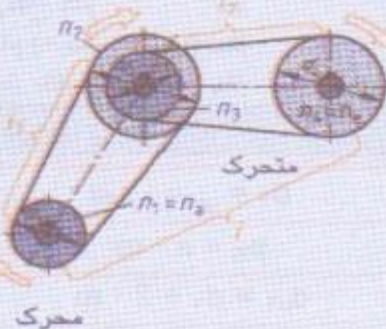
$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_a}{n_e}$$

نسبت انتقال کل

$$i = \frac{d_2 \cdot d_4 \cdot d_6 \dots}{d_1 \cdot d_3 \cdot d_5 \dots}$$

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots$$

انتقال قدرت مرکب



مثال :

$$i = ? : d_1 = 240 \text{ mm} : n_2 = 400/\text{min} : n_1 = 600/\text{min}$$

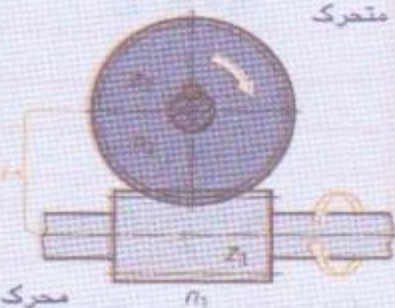
$$d_2 = ?$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{600/\text{min}}{400/\text{min}} = 1,5$$

$$d_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{n_2} = \frac{600/\text{min} \cdot 240 \text{ mm}}{400/\text{min}} = 360 \text{ mm}$$

سیستم انتقال قدرت حلزونی

متحرک



$Z_1$	تعداد راه (یا نخ) حلزون
$n_1$	دور حلزون
$Z_2$	تعداد دندانه چرخ حلزون
$n_2$	دور چرخ حلزون
$i$	نسبت انتقال

فرمول انتقال

$$n_1 \cdot Z_1 = n_2 \cdot Z_2$$

نسبت انتقال

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

مثال :

$$n_2 = ? : Z_1 = 3 : n_1 = 1500/\text{min} : i = 25$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{1500/\text{min}}{25} = 60/\text{min}$$



تعیین دور  $n$  ماشین ابزار از قطر قطعه کار یا قطر ابزار  $d$  و سرعت براده برداری انتخابی  $v_c$  به صورت

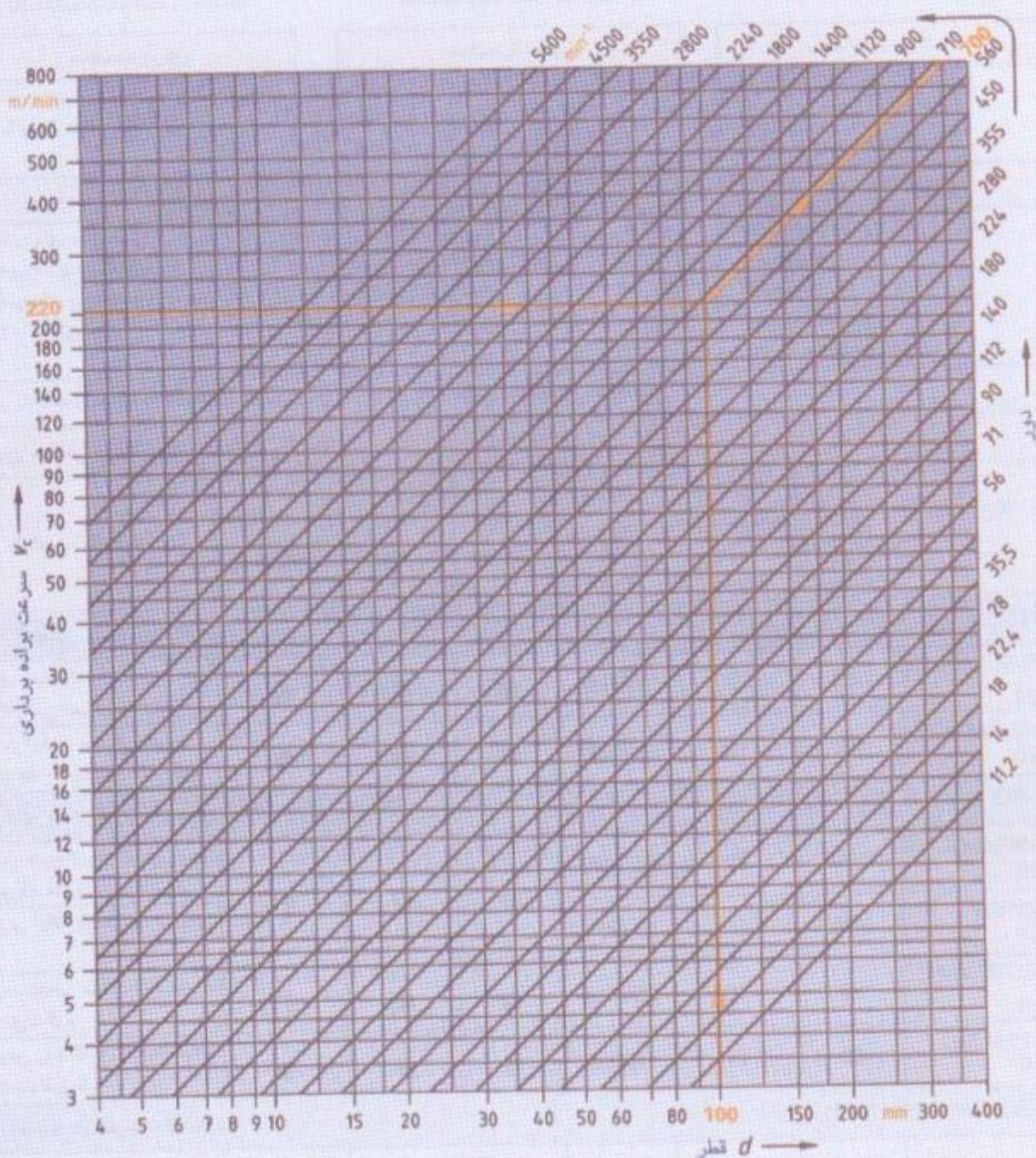
- محاسباتی به کمک فرمول یا
- گرافیکی به کمک نمودار دور انجام می شود.

دور

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d}$$

نمودار دور روی ماشین دارای دورهای قابل تنظیم است. این دورها به صورت پرش هندسی مرتب شده اند. در سیستم محرکه پیوسته دور را دقیقاً می توان تنظیم کرد.

نمودار دور با مختصات با تقسیم لگاریتمی



مثال :  $d = 100 \text{ mm}$  ;  $v_c = 220 \frac{\text{m}}{\text{min}}$  ;  $n = ?$

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{220 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{\pi \cdot 0,1 \text{ m}} = 700,3 \frac{1}{\text{min}}$$

محاسبه :

با توجه به نمودار بالا :  $n \approx 700 \frac{1}{\text{min}}$



یاتاقانہا - نگاہ کلی

یاتیاقانها<sup>۱</sup> (انتخاب برحسب نوع روغنکاری)

یاتاقان لغزشی هیدرو دینامیکی	یاتاقان لغزشی هیدرو استاتیکی	یاتاقان لغزشی خشک
		
<b>مناسب برای</b>	<b>مناسب برای</b>	<b>مناسب برای</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- کار دائمی کم سایش</li> <li>- دور بالا</li> <li>- بار گذاریهای ضربه‌ای بالا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- کار دائمی کم سایش</li> <li>- تلف اصطکاکی کم</li> <li>- امکان دور پایین</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عملکرد بدون سرویس و یا کم سرویس</li> <li>- با یا بدون مواد روغنکاری</li> </ul>
<b>محدوده کاربرد</b>	<b>محدوده کاربرد</b>	<b>محدوده کاربرد</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- میل لنگ و شاتون</li> <li>- جعبه دنده</li> <li>- الکتروموتور</li> <li>- توربین‌ها، کمپرسورها</li> <li>- بالابرها، ماشینهای کشاورزی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- یاتاقانهای دقیق</li> <li>- تلسکوپها و انتهای فضایی</li> <li>- ماشینهای ابزار</li> <li>- یاتاقانهای محوری با نیروهای بالا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ماشینهای ساختمانی</li> <li>- تجهیزات و دستگاهها</li> <li>- ماشینهای بسته‌بندی</li> <li>- لوازم خانگی</li> </ul>

(۱) سایر پتانسیلهای لغزشی: پتانسیلهای لغزشی-آبی، -گازی یا -هوایی، پتانسیلهای مغناطیسی

### خواص جنس یاتاقانهای لغزشی

خواص، کاربرد	رفتار شروع به استارت	سرعت لغزش	خواص لغزشی	سختی حداقل محور	بارگذاری ویژه یاتاقانها <sup>(۱)</sup> $P_L$ $N/mm^2$	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ $N/mm^2$	علامت کوتاه، شماره مواد
<b>آلیاژ ریختگی سرب و قلع</b>							
بارگذاری متوسط؛ یاتاقان لغزشی عمومی .	●	○	●	160 HB	7	43	<sup>(۱)</sup> G-PbSb15Sn10 2.3391
قابلیت بارگذاری ضربه‌ای خوب؛ کمپرسورها، ماشینهای الکتریکی	●	●	●	160 HB	10	61	G-SnSb12Cu6Pb 2.3790
<b>آلیاژهای ریختگی و خمیری مس</b>							
تحت بار ضربه‌ای خوب؛ توربینها، کمپرسورها، ماشینهای الکتریکی	○	●	●	280 HB	21	130	CuSn8Pb2-C 2.1810
بارگذاری بالا، بارگذاری ضربه‌ای بالا	○	○	○	55 HRC	58	250	CuZn31Si1 2.1831
تنش سطحی بالا؛ خودروها، یاتاقان نورد گرم	○	●	●	250 HB	18	80	<sup>(۱)</sup> CuPb10Sn10-C 2.1816
مخصوص روغنکاری یا آب، مقاوم به اسید سولفوریک	●	●	●	150 HB	11	60	CuPb20Sn5-C 2.1818
<b>مواد مصنوعی ترموپلاستیکی</b>							
مقاوم به ضربه و سایش؛ یاتاقان ماشینهای کشاورزی	●	○	●	50 HRC	12	-	PA 6 (پلی آمید)
سختی و قابلیت بارگذاری بیشتر از PA؛ یاتاقان صنایع ظریف و دقیق، ویژه کار خشک	●	○	●	50 HRC	18	-	POM (پلی اکسی متیلن)
<p>(۱) نیروی یاتاقان، مربوط به سطح تصویر شده است.</p> <p>(۲) جنس کامپوزیتی طبق DIN ISO 4383 برای یاتاقانهای لغزشی نازک</p>							
● نرمال	● خوب	● خیلی خوب	● محدود	○ بد			



## بوش از آلیاژهای مسی

طبق DIN ISO 4379 (1995-10)

فرم C		فرم F		فرم C		فرم F		طول	
$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$b_1$	$b_2$
10	12	14	16	12	14	1	16	20	3
12	14	16	18	14	16	1	18	22	3
15	17	19	21	17	19	1	21	27	3
18	20	22	24	20	22	1	24	30	3
20	23	24	26	23	26	1.5	26	32	3
22	25	26	28	25	28	1.5	28	34	3
25	28	30	32	28	31	1.5	32	38	4
30	34	36	38	34	38	2	38	44	4
35	39	41	45	39	43	2	45	50	5
40	44	48	50	44	48	2	50	58	5

محدوده کاربرد  $d_1 = 6...200$

فرم F: ISO 4379 – F22 × 25 × 30 – CuSn8P بوش  
 $b_1 = 30$  mm,  $d_2 = 25$  mm,  $d_1 = 22$  mm از CuSn8P

کلاس تolerانس توصیه شده برای اندازه نصب  
 H7  
 g7 یا e7 (بسته به مورد کاربرد)

محور  
 سوراخ گیرنده

## بوش از فلزات زینتر

طبق DIN 1850-3 (1998-07)

فرم J		فرم V		فرم J		فرم V		طول	
$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$b_1$	$b_2$
10	16	14	16	22	2	0.6	8	10	16
12	18	16	18	24	3	0.6	8	12	20
15	21	19	21	27	3	0.6	10	15	25
18	24	22	24	30	3	0.6	12	18	30
20	26	25	26	32	3	0.6	15	20	25
22	28	27	28	34	3	0.6	15	20	25
25	32	30	32	39	3.5	0.8	20	25	30
30	38	35	38	46	4	0.8	20	25	30
35	45	41	45	55	5	0.8	25	35	40
40	50	46	50	60	5	0.8	30	40	50

محدوده قطر  $d_1 = 1...60$

DIN 1850 – V18 × 24 × 18 – Sint-B50 : بوش  
 $b_1 = 18$  mm,  $d_2 = 24$  mm,  $d_1 = 18$  mm از برنز زینتر B50

کلاس تolerانس توصیه شده برای اندازه نصب  
 H7  
 -

محور  
 سوراخ گیرنده

## بوشهای دوروپلاستی و ترموپلاستی

طبق DIN 1850-5, -6 (1998-07)

فرم P		فرم R		دوروپلاست		طول	
$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$b_1$	$b_2$
10	16	20	3	0.3	8	10	-
12	18	22	3	0.5	10	15	20
15	21	27	3	0.5	10	15	20
18	24	30	3	0.5	12	20	30
20	26	32	3	0.5	15	20	30
22	28	34	3	0.5	15	20	30
25	32	38	4	0.5	20	30	40
30	38	44	4	0.5	20	30	40
35	45	50	5	0.8	30	40	50

محدوده قطر  $d_1$  برای دوروپلاست 3...250، برای ترموپلاست 6...200

اندازه‌های حدی  $d_1$  و  $d_2$  کلاس تolerانس A و B بوشهای ترموپلاستیکی

کلاس تolerانس حاصل بعد از جازدن  $d_1$

فرایند ساخت

از 10 14 15 18 20 25 28 32 35 41 42 55

A +0.21 +0.2 +0.4 +0.6 +0.69 +0.90 تزریقی D12  
 +0.07 0 +0.1 +0.2 +0.23 +0.30

B کلاس تolerانس zb11 ماشینکاری C11

علائم اضافی برای بوشهای دوروپلاستی

یخ جازدن 15° (به جای 45°) Y  
 گاه آزاد به جای شعاع R Z

کلاس تolerانس توصیه شده برای اندازه نصب  
 H7  
 H9

محور  
 سوراخ گیرنده

## ترموپلاست

فرم S		فرم T		W		Y	
$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$
10	16	20	3	0.3	8	10	-
12	18	22	3	0.5	10	15	20
15	21	27	3	0.5	10	15	20
18	24	30	3	0.5	12	20	30
20	26	32	3	0.5	15	20	30
22	28	34	3	0.5	15	20	30
25	32	38	4	0.5	20	30	40
30	38	44	4	0.5	20	30	40
35	45	50	5	0.8	30	40	50

محدوده قطر  $d_1$  برای دوروپلاست 3...250، برای ترموپلاست 6...200

اندازه‌های حدی  $d_1$  و  $d_2$  کلاس تolerانس A و B بوشهای ترموپلاستیکی

کلاس تolerانس حاصل بعد از جازدن  $d_1$

فرایند ساخت

از 10 14 15 18 20 25 28 32 35 41 42 55

A +0.21 +0.2 +0.4 +0.6 +0.69 +0.90 تزریقی D12  
 +0.07 0 +0.1 +0.2 +0.23 +0.30

B کلاس تolerانس zb11 ماشینکاری C11

علائم اضافی برای بوشهای دوروپلاستی

یخ جازدن 15° (به جای 45°) Y  
 گاه آزاد به جای شعاع R Z

کلاس تolerانس توصیه شده برای اندازه نصب  
 H7  
 H9

محور  
 سوراخ گیرنده

سایر استانداردها: بوشهای رول شده DIN 1494، بوشهای پرسی داخلی DIN 1498، بوشهای پرسی خارجی DIN 1499



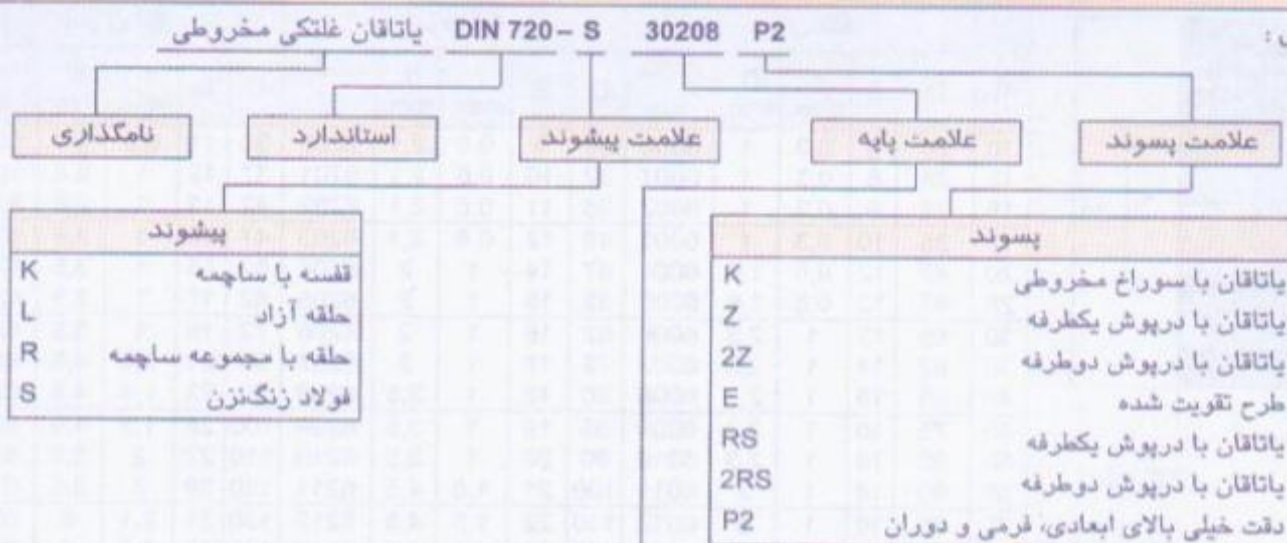




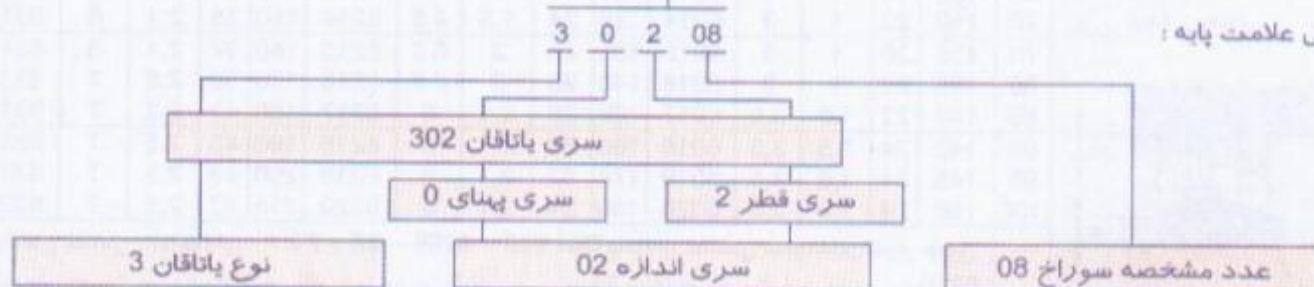
طبق DIN 623-1 (1993-05)

مشخصه یاتاقانهای غلتشی

مثال :



مثال علامت پایه :



نوع یاتاقان	طرح
0	یاتاقان ساچمه‌ای تماس زاویه‌ای، دوردیفه
1	یاتاقان ساچمه‌ای دوردیفه خودتنظیم
2	یاتاقان غلتکی خودتنظیم و بشکهای
3	یاتاقان غلتکی مخروطی
4	یاتاقان ساچمه‌ای شیار عمیق دوردیفه
5	یاتاقان ساچمه‌ای کف‌گرد
6	یاتاقان ساچمه‌ای شیار عمیق یک‌ردیفه
7	یاتاقان ساچمه‌ای مایل یک‌ردیفه
8	یاتاقان غلتکی استوانه‌ای کف‌گرد
NA	یاتاقان سوزنی
QJ	یاتاقان چهارنقطه‌ای
N, NJ, NJP, NN NNU, NU, NUP	یاتاقان غلتکی استوانه‌ای

قطر سوراخ d	عدد مشخصه سوراخ	قطر سوراخ d	عدد مشخصه سوراخ
60	12	10	00
65	13	12	01
70	14	15	02
75	15	17	03
80	16	20	04
85	17	25	05
90	18	30	06
95	19	35	07
100	20	40	08
105	21	45	09
110	22	50	10
115	23	55	11

طبق DIN 616 (1994-06)

سری اندازه (انتخاب)

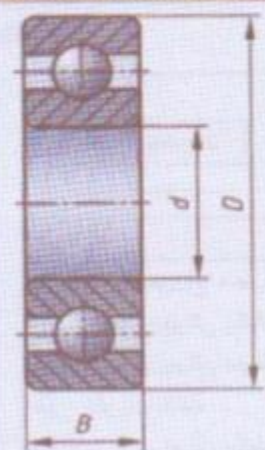
توضیح	اساس سری اندازه	مثال : یاتاقان غلتکی مخروطی <sup>(۱)</sup>																				
<p>پلان اندازه در DIN 616 شامل سری قطر، که در آن برای هر قطر نامی سوراخ یاتاقان <math>d</math> (= قطر محور) چندین اندازه :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• قطر خارجی و</li> <li>• سری پهنای (در یاتاقانهای شعاعی) یا</li> <li>• سری ارتفاع (در یاتاقانهای محوری)</li> </ul> <p>داده شده است.</p>	<p>The diagram illustrates the selection of a bearing size based on the shaft diameter (d) and the housing bore diameter (D). It shows three series: 0 (standard), 2 (narrow), and 3 (tapered). The diagram includes labels for 'سری' (Series) and 'قطر' (Diameter).</p>	<p>سری اندازه 02</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>عدد مشخصه سوراخ</th><th>قطر سوراخ d</th><th>D</th><th>B</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07</td><td>35</td><td>72</td><td>17</td></tr> <tr> <td>08</td><td>40</td><td>80</td><td>18</td></tr> <tr> <td>09</td><td>45</td><td>85</td><td>19</td></tr> <tr> <td>10</td><td>50</td><td>90</td><td>20</td></tr> </tbody> </table>	عدد مشخصه سوراخ	قطر سوراخ d	D	B	07	35	72	17	08	40	80	18	09	45	85	19	10	50	90	20
عدد مشخصه سوراخ	قطر سوراخ d	D	B																			
07	35	72	17																			
08	40	80	18																			
09	45	85	19																			
10	50	90	20																			
(۱) سایر ابعاد در صفحه ۲۷۰																						



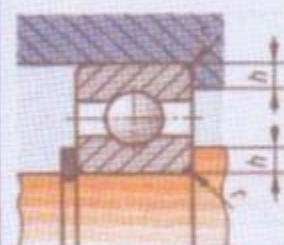
## یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای

طبق (1989-04) DIN 625-1

یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای شیار عمیق



d : 1,5 ... 600 mm

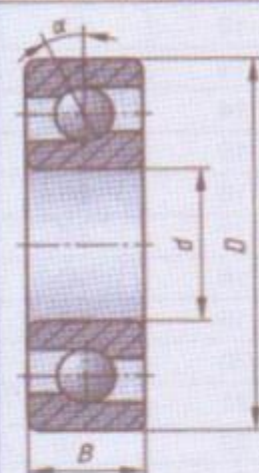
اندازه مونتاژ  
طبق DIN 5418 :

d	سری 60					سری 62					سری 63				
	D	B	r max.	h min.	علامت پایه	D	B	r max.	h min.	علامت پایه	D	B	r max.	h min.	علامت پایه
10	26	8	0,3	1	6000	30	9	0,6	2,1	6200	35	11	0,6	2,1	6300
12	28	8	0,3	1	6001	32	10	0,6	2,1	6201	37	12	1	2,8	6301
15	32	9	0,3	1	6002	35	11	0,6	2,1	6202	42	13	1	2,8	6302
17	35	10	0,3	1	6003	40	12	0,6	2,1	6203	47	14	1	2,8	6303
20	42	12	0,6	1,6	6004	47	14	1	2	6204	52	15	1	3,5	6304
25	47	12	0,6	1,6	6005	52	15	1	2	6205	62	17	1	3,5	6305
30	55	13	1	2,3	6006	62	16	1	2	6206	72	19	1	3,5	6306
35	62	14	1	2,3	6007	72	17	1	2	6207	80	21	1,5	4,5	6307
40	68	15	1	2,3	6008	80	18	1	3,5	6208	90	23	1,5	4,5	6308
45	75	16	1	2,3	6009	85	19	1	3,5	6209	100	25	1,5	4,5	6309
50	80	16	1	2,3	6010	90	20	1	3,5	6210	110	27	2	5,5	6310
55	90	18	1	3	6011	100	21	1,5	4,5	6211	120	29	2	5,5	6311
60	95	18	1	3	6012	110	22	1,5	4,5	6212	130	31	2,1	6	6312
65	100	18	1	3	6013	120	23	1,5	4,5	6213	140	33	2,1	6	6313
70	110	20	1	3	6014	125	24	1,5	4,5	6214	150	35	2,1	6	6314
75	115	20	1	3	6015	130	25	2	5,5	6215	160	37	2,1	6	6315
80	125	22	1	3	6016	140	26	2	5,5	6216	170	39	2,5	7	6316
85	130	22	1,5	3,5	6017	150	28	2,1	6	6217	180	41	2,5	7	6317
90	140	24	1,5	3,5	6018	160	30	2,1	6	6218	190	43	2,5	7	6318
95	145	24	1,5	3,5	6019	170	32	2,1	6	6219	200	45	2,5	7	6319
100	150	24	1,5	3,5	6020	180	34	2,1	6	6220	215	47	2,5	7	6320

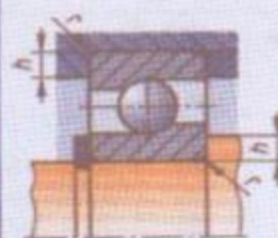
یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای : DIN 625 - 6208 - 2Z - P2 یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای شیار عمیق  
شیار عمیق (نوع یاتاقان 6)، سری پهن 0، سری قطر 2، عدد مشخصه سوراخ 08  
(d = 8 · 5 mm = 40 mm)، طرح با دو درپوش، گریسکاری با گریس K2E-50

طبق (1993-12) DIN 628-1, -3

یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای تماس زاویه‌ای



d : 10 ... 170 mm

اندازه مونتاژ  
طبق DIN 5418 :

d	سری 72					سری 73					سری 33 (دورپیقه)				
	D	B	r max.	h min.	علامت پایه	D	B	r max.	h min.	علامت پایه	D	B	r max.	h min.	علامت پایه
15	35	11	0,6	2,1	7202B	42	13	1	2,8	7302B	42	19	1	2,8	3302
17	40	12	0,6	2,1	7203B	47	14	1	2,8	7303B	47	22,2	1	2,8	3303
20	47	14	1	2,8	7204B	52	15	1	3,5	7304B	52	22,2	1	3,5	3304
25	52	15	1	2,8	7205B	62	17	1	3,5	7305B	62	25,4	1	3,5	3305
30	62	16	1	2,8	7206B	72	19	1	3,5	7306B	72	30,2	1	3,5	3306
35	72	17	1	3,5	7207B	80	21	1,5	4,5	7307B	80	34,9	1,5	4,5	3307
40	80	18	1	3,5	7208B	90	23	1,5	4,5	7308B	90	36,5	1,5	4,5	3308
45	85	19	1	3,5	7209B	100	25	1,5	4,5	7309B	100	39,7	1,5	4,5	3309
50	90	20	1	3,5	7210B	110	27	2	5,5	7310B	110	44,4	2	5,5	3310
55	100	21	1,5	4,5	7211B	120	29	2	5,5	7311B	120	49,2	2	5,5	3311
60	110	22	1,5	4,5	7212B	130	31	2,1	6	7312B	130	54	2,1	6	3312
65	120	23	1,5	4,5	7213B	140	33	2,1	6	7313B	140	58,7	2,1	6	3313
70	125	24	1,5	4,5	7214B	150	35	2,1	6	7314B	150	63,5	2,1	6	3314
75	130	25	1,5	4,5	7215B	160	37	2,1	6	7315B	160	68,3	2,1	6	3315
80	140	26	2	5,5	7216B	170	39	2,1	6	7316B	170	68,3	2,1	6	3316
85	150	28	2	5,5	7217B	180	41	2,5	7	7317B	180	73	2,5	7	3317
90	160	30	2	5,5	7218B	190	43	2,5	7	7318B	190	73	2,5	7	3318
95	170	32	2,1	6	7219B	200	45	2,5	7	7319B	200	77,8	2,5	7	3319
100	180	34	2,1	6	7220B	215	47	2,5	7	7320B	215	82,6	2,5	7	3320

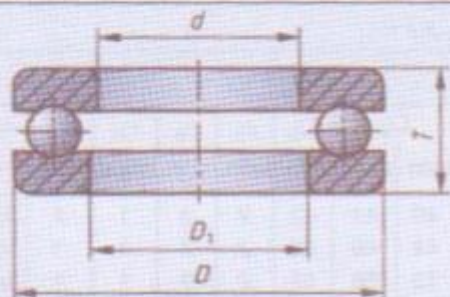
یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای تماس : DIN 628 - 7309B یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای تماس زاویه‌ای  
زاویه‌ای (نوع یاتاقان 7)، سری پهن 0، سری قطر 3، عدد مشخصه سوراخ 09، (قطر سوراخ  
α = 40° (B)، زاویه تماس (d = 9 · 5 mm = 45 mm)

(۱) در مشخصه یاتاقانهای ساچمه‌ای شیار عمیق و تماس زاویه‌ای، طبق DIN 623-1، گاهی 0 مربوط به سری پهن  
نوشته نمی‌شود. (۲) زاویه تماس α = 40° (۳) زاویه تماس استاندارد نشده است.



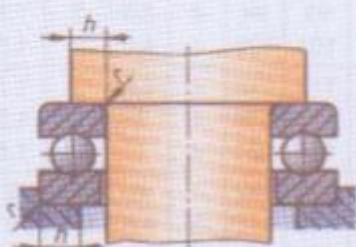
طبق DIN 711 (1988-02)

یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای کفگرد



d : 8 ... 360 mm

اندازه مونتاژ طبق DIN 5418



d	D <sub>1</sub>	سری 512						سری 513					
		D	T	r <sub>max.</sub>	h <sub>min.</sub>	علامت پایه		D	T	r <sub>max.</sub>	h <sub>min.</sub>	علامت پایه	
25	27	47	15	0,6	6	51205		52	18	1	7	51305	
30	32	52	16	0,6	6	51206		60	21	1	8	51306	
35	37	62	18	1	7	51207		68	24	1	9	51307	
40	42	68	19	1	7	51208		78	26	1	10	51308	
45	47	73	20	1	7	51209		85	28	1	10	51309	
50	52	78	22	1	7	51210		95	31	1	12	51310	
55	57	90	25	1	9	51211		105	35	1	13	51311	
60	62	95	26	1	9	51212		110	35	1	13	51312	
65	67	100	27	1	9	51213		115	36	1	13	51313	
70	72	105	27	1	9	51214		125	40	1	14	51314	
75	77	110	27	1	9	51215		135	44	1,5	15	51315	
80	82	115	28	1	9	51216		140	44	1,5	15	51316	

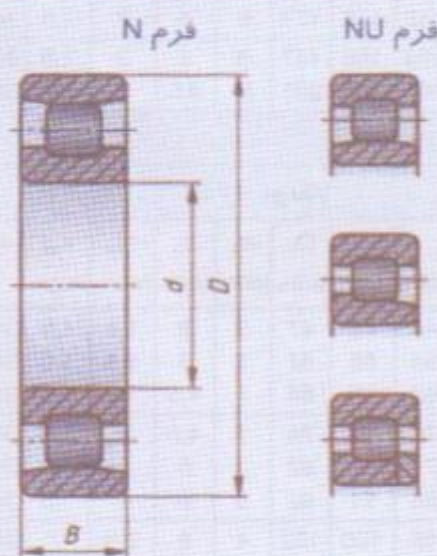
DIN 711 - 51210 یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای کفگرد

یاتاقان ساچمه‌ای کفگرد سری 512 با نوع یاتاقان 5، سری پهنا 1، سری

قطر 2 و عدد مشخصه سوراخ 10

طبق DIN 5412-1 (2000-04)

یاتاقان غلتکی استوانه‌ای

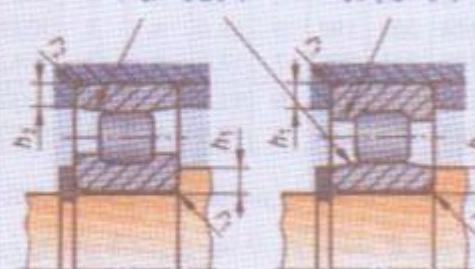


d : 15 ... 500 mm

اندازه مونتاژ طبق DIN 5418

فرم N      فرم NU

بدون یقه (پله)      با یقه یکپارچه



d	سری N2, NU2, NJ2, NUP2						سری N3, NU3, NJ3, NUP3						عدد مشخصه سوراخ
	D	B	r <sub>1</sub> max.	h <sub>1</sub> min.	r <sub>2</sub> max.	h <sub>2</sub> min.	D	B	r <sub>1</sub> max.	h <sub>1</sub> min.	r <sub>2</sub> max.	h <sub>2</sub> min.	
17	40	12	0,6	2,1	0,3	1,2	47	14	1	2,8	1	2,8	03
20	47	14	1	2,8	0,6	2,1	52	15	1,1	3,5	1	2,8	04
25	52	15	1	2,8	0,6	2,1	62	17	1,1	3,5	1	2,8	05
30	62	16	1	2,8	0,6	2,1	72	19	1,1	3,5	1	2,8	06
35	72	17	1	3,5	0,6	2,1	80	21	1,5	4,5	1	2,8	07
40	80	18	1	3,5	1	3,5	90	23	1,5	4,5	2	5,5	08
45	85	19	1	3,5	1	3,5	100	25	1,5	4,5	2	5,5	09
50	90	20	1	3,5	1	3,5	110	27	2	5,5	2	5,5	10
55	100	21	1,5	4,5	1	3,5	120	29	2	5,5	2	5,5	11
60	110	22	1,5	4,5	1,5	4,5	130	31	2,1	6	2	5,5	12
65	120	23	1,5	4,5	1,5	4,5	140	33	2,1	6	2	5,5	13
70	125	24	1,5	4,5	1,5	4,5	150	35	2,1	6	2	5,5	14
75	130	25	1,5	4,5	1,5	4,5	160	37	2,1	6	2	5,5	15
80	140	26	2	5,5	2	5,5	170	39	2,1	6	2	5,5	16
85	150	28	2	5,5	2	5,5	180	41	3	7	3	7	17
90	160	30	2	5,5	2	5,5	190	43	3	7	3	7	18
95	170	32	2,1	6	2,1	6	200	45	3	7	3	7	19
100	180	34	2,1	6	2,1	6	215	47	3	7	3	7	20
105	-	-	-	-	-	-	225	49	3	7	3	7	21
110	200	38	2,1	6	2,1	6	240	50	3	7	3	7	22
120	215	40	2,1	6	2,1	6	260	55	3	7	3	7	24

DIN 5412 - NUP 312 E یاتاقان غلتکی استوانه‌ای

یاتاقان غلتکی استوانه‌ای سری NUP3 با نوع یاتاقان NUP، سری پهنا 0،

سری قطر 3 و عدد مشخصه سوراخ 12، طرح تقویت شده

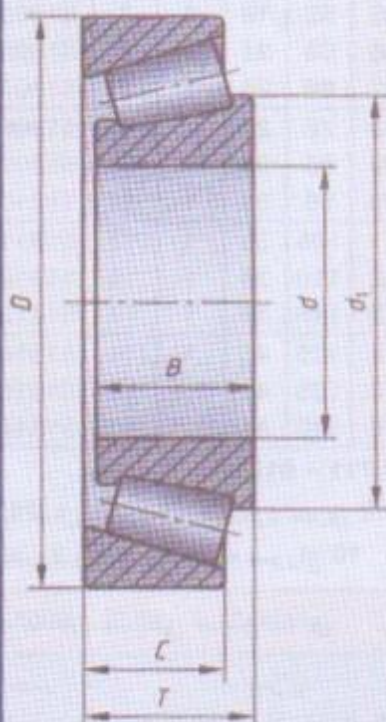
طرح نرمال سری اندازه 02، 22، 03 و 23 از استاندارد حذف و توسط طرح تقویت

شده (یا پسوند E) جایگزین شده است.



طبق DIN 720 (1979-02) و DIN 5418 (1993-02)

یاتاقان غلتکی مخروطی



سری 302

ابعاد

اندازه مونتاژ

d	D	B	C	T	d <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> max.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> min. max.	D <sub>b</sub> min.	C <sub>a</sub> min.	C <sub>b</sub> min.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>bs</sub> max.	علامت پایه
20	47	14	12	15,25	33,2	27	26	40 41	43	2	3	1	1	30204
25	52	15	13	16,25	37,4	31	31	44 46	48	2	2	1	1	30205
30	62	16	14	17,25	44,6	37	36	53 56	57	2	3	1	1	30206
35	72	17	15	18,15	51,8	44	42	62 65	67	3	3	1,5	1,5	30207
40	80	18	16	19,75	57,5	49	47	69 73	74	3	3,5	1,5	1,5	30208
45	85	19	16	20,75	63	54	52	74 78	80	3	4,5	1,5	1,5	30209
50	90	20	17	21,75	67,9	58	57	79 83	85	3	4,5	1,5	1,5	30210
55	100	21	18	22,75	74,6	64	64	88 91	94	4	4,5	2	1,5	30211
60	110	22	19	23,75	81,5	70	69	96 101	103	4	4,5	2	1,5	30212
65	120	23	20	24,75	89	77	74	106 111	113	4	4,5	2	1,5	30213
70	125	24	21	26,25	93,9	81	79	110 116	118	4	5	2	1,5	30214
75	130	25	22	27,25	99,2	86	84	115 121	124	4	5	2	1,5	30215
80	140	26	22	28,25	105	91	90	124 130	132	4	6	2,5	2	30216
85	150	28	24	30,5	112	97	95	132 140	141	5	6,5	2,5	2	30217
90	160	30	26	32,2	118	103	100	140 150	150	5	6,5	2,5	2	30218
95	170	32	27	34,5	126	110	107	149 158	159	5	7,5	3	2,5	30219
100	180	34	29	37	133	116	112	157 168	168	5	8	3	2,5	30220
105	190	36	30	39	141	122	117	165 178	177	6	9	3	2,5	30221
110	200	38	32	41	148	129	122	174 188	187	6	9	3	2,5	30222
120	215	40	34	43,5	161	140	132	187 203	201	6	9,5	3	2,5	30224

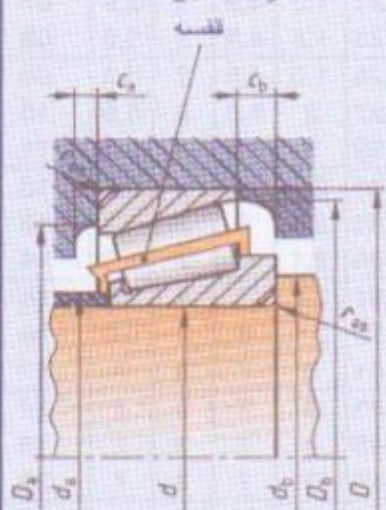
سری 303

ابعاد

اندازه مونتاژ

d	D	B	C	T	d <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> max.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> min. max.	D <sub>b</sub> min.	C <sub>a</sub> min.	C <sub>b</sub> min.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>bs</sub> max.	علامت پایه
20	52	15	13	16,25	34,3	28	27	44 45	47	2	3	1,5	1,5	30304
25	62	17	15	18,25	41,5	34	32	54 55	57	2	3	1,5	1,5	30305
30	72	19	16	20,75	44,8	40	37	62 65	66	3	4,5	1,5	1,5	30306
35	80	21	18	22,75	54,5	45	44	70 71	74	3	4,5	2	1,5	30307
40	90	23	20	25,25	62,5	52	49	77 81	82	3	5	2	1,5	30308
45	100	25	22	27,25	70,1	59	54	86 91	92	3	5	2	1,5	30309
50	110	27	23	29,25	77,2	65	60	95 100	102	4	6	2,5	2	30310
55	120	29	25	31,5	84	71	65	104 110	111	4	6,5	2,5	2	30311
60	130	31	26	33,5	91,9	77	72	112 118	120	5	7,5	3	2,5	30312
65	140	33	28	36	98,6	83	77	122 128	130	5	8	3	2,5	30313
70	150	35	30	38	105	89	82	120 138	140	5	8	3	2,5	30314
75	160	37	31	40	112	95	87	139 148	149	5	9	3	2,5	30315
80	170	39	33	42,5	120	102	92	148 158	159	5	9,5	3	2,5	30316
85	180	41	34	44,5	126	107	99	156 166	167	6	10,5	4	3	30317
90	190	43	36	46,5	132	113	104	165 176	176	6	10,5	4	3	30318
95	200	45	38	49,5	139	118	109	172 186	184	6	11,5	4	3	30319
100	215	47	39	51,5	148	127	114	184 201	197	6	12,5	4	3	30320
105	225	49	41	53,5	155	132	119	193 211	206	7	12,5	4	3	30321
110	240	50	42	54,5	165	141	124	206 226	220	8	12,5	4	3	30322
120	260	55	46	59,5	178	152	134	221 246	237	8	13,5	4	3	30324

اندازه مونتاژ طبق DIN 5418:



در یاتاقانهای غلتکی مخروطی قفسه جلوتر از سطح پیشانی حلقه بیرونی قرار می گیرد. بدین جهت نباید قفسه با سایر اجزاء درگیر باشد. برای این منظور باید ابعاد مونتاژی طبق DIN 5418 مراعات شود.

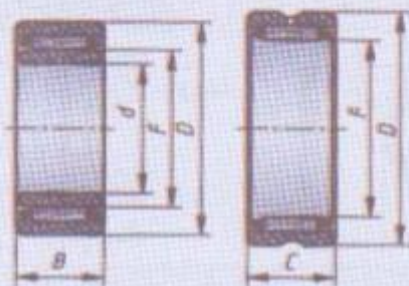
یاتاقان غلتکی مخروطی سری 302 با : DIN 720 - 30212 یاتاقان غلتکی مخروطی

نوع یاتاقان 3، سری پهن 0، سری قطر 2، عدد مشخصه سوراخ 12

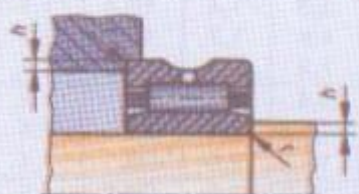


طبق DIN 617 (1993-04)

یاتاقان سوزنی (انتخاب)



اندازه مونتاژ طبق DIN 5418:



d	D	F	r max.	h min.	سری NA49		سری NA69	
					B	علامت پایه	B	علامت پایه
20	37	25	0,3	1	17	NA4904	30	NA6904
25	42	28	0,3	1	17	NA4905	30	NA6905
30	47	30	0,3	1	17	NA4906	30	NA6906
35	55	42	0,6	1,6	20	NA4907	36	NA6907
40	62	48	0,6	1,6	22	NA4908	40	NA6908
45	68	52	0,6	1,6	22	NA4909	40	NA6909
50	72	58	0,6	1,6	22	NA4910	40	NA6910
55	80	63	1	2,3	25	NA4911	45	NA6911
60	85	68	1	2,3	25	NA4912	45	NA6912
65	90	72	1	2,3	25	NA4913	45	NA6913
70	100	80	1	2,3	30	NA4914	54	NA6914
75	105	85	1	2,3	30	NA4915	54	NA6915

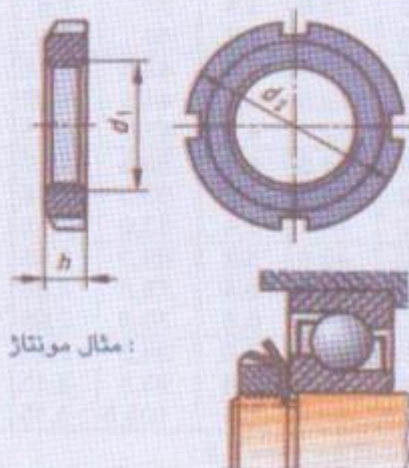
⇒ DIN 617 - NA4909 : یاتاقان سوزنی

یاتاقان سوزنی سری NA49 با نوع یاتاقان NA.  
سری پهنای 4، سری قطر 9، عدد مشخصه سوراخ 09

از شماره NA6907  
به بعد دو ردیفه  
است

طبق DIN 981 (1993-02)

مهره خاری یاتاقانهای غلتشی



مثال مونتاژ:

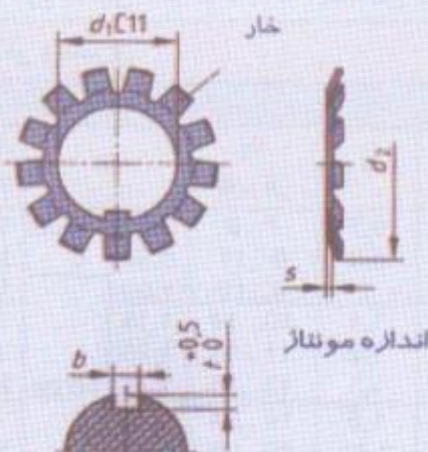
d : M10 ... M200

d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	h	علامت کوتاه	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	h	علامت کوتاه
M10 × 0,75	18	4	KM0	M60 × 2	80	11	KM12
M12 × 1	22	4	KM1	M65 × 2	85	12	KM13
M15 × 1	25	5	KM2	M70 × 2	92	12	KM14
M17 × 1	28	5	KM3	M75 × 2	98	13	KM15
M20 × 1	32	6	KM4	M80 × 2	105	15	KM16
M25 × 1,5	38	7	KM5	M85 × 2	110	16	KM17
M30 × 1,5	45	7	KM6	M90 × 2	120	16	KM18
M35 × 1,5	52	8	KM7	M95 × 2	125	17	KM19
M40 × 1,5	58	9	KM8	M100 × 2	130	18	KM20
M45 × 1,5	65	10	KM9	M105 × 2	140	18	KM21
M50 × 1,5	70	11	KM10	M110 × 2	145	19	KM22
M55 × 2	75	11	KM11	M115 × 2	150	19	KM23

⇒ مهره خاری با d<sub>1</sub> = M30 × 1,5 : DIN 981 - KM6

طبق DIN 5406 (1993-02)

واشر مهره خاری



خار

اندازه مونتاژ

d<sub>1</sub> : M10 ... M200 mm

d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	s	b H11	t	علامت کوتاه	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	s	b H11	t	علامت کوتاه
10	21	1	4	2	MB0	60	86	1,5	9	4	MB12
12	25	1	4	2	MB1	65	92	1,5	9	4	MB13
15	28	1	5	2	MB2	70	98	1,5	9	5	MB14
17	32	1	5	2	MB3	75	104	1,5	9	5	MB15
20	36	1	5	2	MB4	80	112	1,7	11	5	MB16
25	42	1,2	6	3	MB5	85	119	1,7	11	5	MB17
30	49	1,2	6	4	MB6	90	126	1,7	11	5	MB18
35	57	1,2	7	4	MB7	95	133	1,7	11	5	MB19
40	62	1,2	7	4	MB8	100	142	1,7	14	6	MB20
45	69	1,2	7	4	MB9	105	145	1,7	14	6	MB21
50	74	1,2	7	4	MB10	110	154	1,7	14	6	MB22
55	81	1,5	9	4	MB11	115	159	2	14	6	MB23

⇒ واشر مهره‌خاری با d<sub>1</sub> = 30 mm : DIN 5406 - MB6

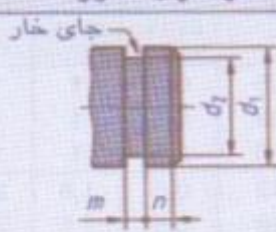
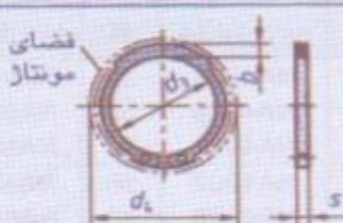


# خارهای فنری، خارهای واشری

 خارهای فنری (طرح معمولی)<sup>(۱)</sup>

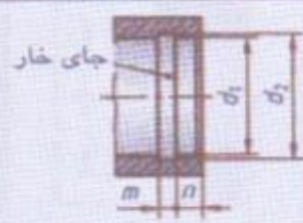
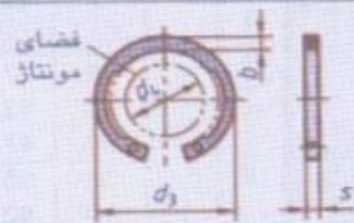
طبق DIN 471 (1981-09)

خار فنری محوری



طبق DIN 472 (1981-09)

خار فنری سوراخ



اندازه نامی d <sub>1</sub> mm	خار فنری				جای خار			اندازه نامی d <sub>1</sub> mm	خار فنری				جای خار		
	s	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	b	d <sub>2</sub>	m H13	n min		s	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	b	d <sub>2</sub>	m H13	n min
10	1	9,3	17	1,8	9,6	1,1	0,6	10	1	10,8	3,3	1,4	10,4	1,1	0,6
12	1	11	19	1,8	11,5	1,1	0,8	12	1	13	4,9	1,7	12,5	1,1	0,8
15	1	13,8	22,6	2,2	14,3	1,1	1,1	15	1	16,2	7,2	2	15,7	1,1	1,1
18	1,2	16,5	26,2	2,4	17	1,3	1,5	18	1	19,5	9,4	2,2	19	1,1	1,5
20	1,2	18,5	28,4	2,6	19	1,3	1,5	20	1	21,5	11,2	2,3	21	1,1	1,5
22	1,2	20,5	30,8	2,8	21	1,3	1,5	22	1	23,5	13,2	2,5	23	1,1	1,5
25	1,2	23,2	34,2	3	23,9	1,3	1,7	25	1,2	26,9	15,5	2,7	26,2	1,3	1,8
28	1,5	25,9	37,9	3,2	26,6	1,6	2,1	28	1,2	30,1	17,9	2,9	29,4	1,3	2,1
30	1,5	27,9	40,5	3,5	28,6	1,6	2,1	30	1,2	32,1	19,9	3	31,4	1,3	2,1
32	1,5	29,6	43	3,6	30,3	1,6	2,6	32	1,2	34,4	20,6	3,2	33,7	1,3	2,6
35	1,5	32,2	46,8	3,9	33	1,6	3	35	1,5	37,8	23,6	3,4	37	1,6	3
38	1,75	35,2	50,2	4,2	36	1,85	3	38	1,5	40,8	26,4	3,7	40	1,6	3
40	1,75	36,5	52,6	4,4	37,5	1,85	3,8	40	1,75	43,5	27,8	3,9	42,5	1,85	3,8
42	1,75	38,5	55,7	4,5	39,5	1,85	3,8	42	1,75	45,5	29,6	4,1	44,5	1,85	3,8
45	1,75	41,5	59,1	4,7	42,5	1,85	3,8	45	1,75	48,5	32	4,3	47,5	1,85	3,8
48	1,75	44,5	62,5	5	45,5	1,85	3,8	48	1,75	51,5	34,5	4,5	50,5	1,85	3,8
50	2,0	45,8	64,5	5,1	47,0	2,15	4,5	50	2,0	54,2	36,3	4,6	53,0	2,15	4,5
60	2,0	55,8	75,6	5,8	57,0	2,15	4,5	60	2,0	64,2	44,7	5,4	63,0	2,15	4,5
65	2,5	60,8	81,4	6,3	62,0	2,65	4,5	65	2,5	69,2	49,0	5,8	68,0	2,65	4,5
70	2,5	65,5	87	6,6	67,0	2,65	4,5	72	2,5	76,5	55,6	6,4	75,0	2,65	4,5
75	2,5	70,5	92,7	7,0	72,0	2,65	4,5	75	2,5	79,5	58,6	6,6	78,0	2,65	4,5
80	2,5	74,5	98,1	7,4	76,5	2,65	5,3	80	2,5	85,5	62,1	7,0	83,5	2,65	5,3
90	3,0	85,5	108,5	8,2	86,5	3,15	5,3	90	3,0	95,5	71,9	7,6	93,5	3,15	5,3
100	3,0	94,5	120,2	9	96,5	3,15	5,3	100	3,0	105,5	80,6	8,4	103,5	3,15	5,3

خار فنری DIN 471 - 40 × 1,75 :

 s = 1,75 mm , d<sub>1</sub> = 40 mm

خار فنری DIN 472 - 80 × 2,5 :

 s = 2,5 mm , d<sub>1</sub> = 80 mm

 کلاس تیرانس برای d<sub>2</sub>

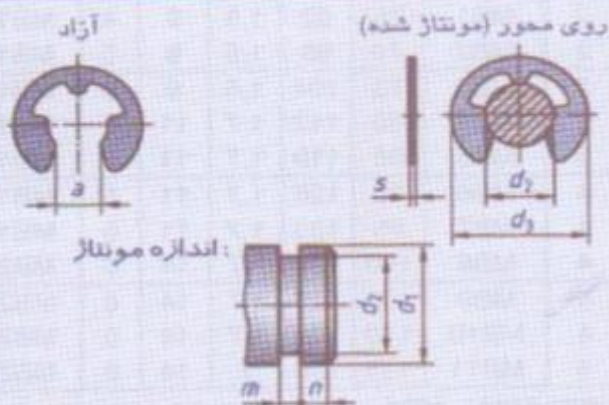
 کلاس تیرانس برای d<sub>2</sub>

mm به d <sub>1</sub>	3...10	12...22	24...100	mm به d <sub>1</sub>	8...22	24...100	100...300
d <sub>2</sub>	h10	h11	h12	d <sub>2</sub>	H11	H12	H13

 (۱) طرح معمولی : d<sub>1</sub> = 3 ... 300 mm , طرح سنگین : d<sub>1</sub> = 15 ... 100 mm

طبق DIN 6799 (1981-09)

خار واشری


 d<sub>2</sub> : 0,8 ... 30 mm

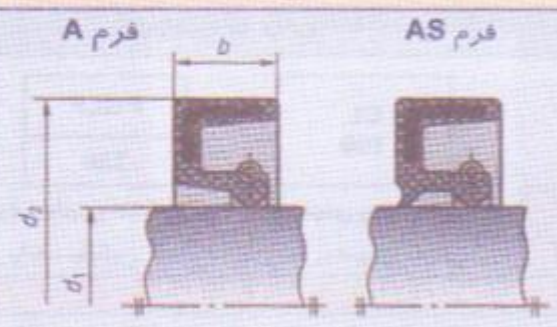
خار واشری				محور			
d <sub>2</sub> h11	d <sub>3</sub> روی محور	a	s	d <sub>1</sub> تا ... از	m	n	n min
6	12,3	5,26	0,7	7...9	0,74	+0,05	1,2
7	14,3	5,84	0,9	8...11	0,94	0	1,5
8	16,3	6,52	1	9...12	1,05		1,8
9	18,8	7,63	1,1	10...14	1,15		2
10	20,4	8,32	1,2	11...15	1,25		2
12	23,4	10,45	1,3	13...18	1,35	+0,08	2,5
15	29,4	12,61	1,5	16...24	1,55	0	3
19	37,6	15,92	1,75	20...31	1,80		3,5
24	44,6	21,88	2	25...38	2,05		4

 خار واشری DIN 6799 - 15 : d<sub>2</sub> = 15 mm

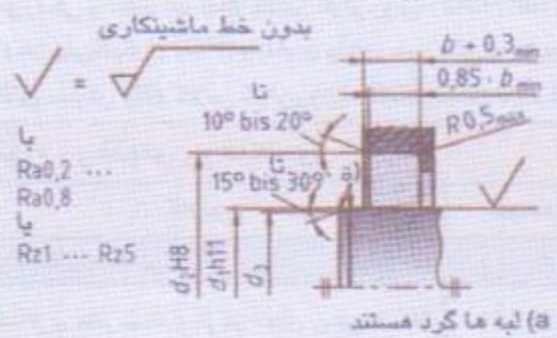


DIN 3760 (1996-09) طبق

کاسه‌نمدها



اندازه‌های مونتاژ:



$d_1: 6 \dots 500 \text{ mm}$

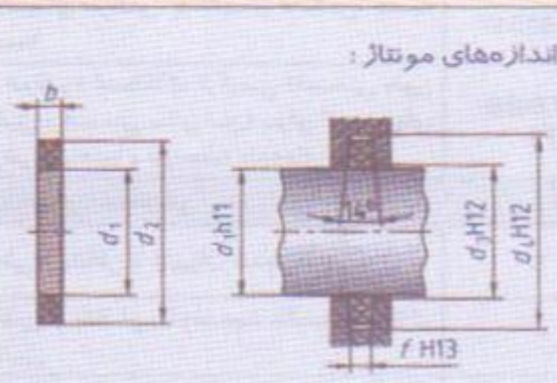
$d_1$	$d_2$	$b$	$d_3$	$d_1$	$d_2$	$b$	$d_3$	$d_1$	$d_2$	$b$	$d_3$
10	22 26	7	8,5	28	40 52	7	25,5	50	65 72	8	46,5
	25 -				47 -				68 -		
12	22 30	7	10	30	40 47	8	27,5	55	70 80	8	51
	25 -				42 52				72 -		
14	24 30	7	12	32	45 52	8	29	60	75 85	8	56
	26 35	7	13		47 -				80 -		
15	30 -			35	47 52	8	32	65	85 90	10	61
16	30 35	7	14		50 55	8	35	70	90 95	10	66
18	30 35	7	16	38	55 62			75	95 100	10	70,5
20	30 40	7	18	40	52 62	8	37	80	100 110	10	75,5
	35 -				55 -	8	38,5	85	110 120	12	80,5
22	35 47	7	19,5	42	55 62	8	41,5	90	110 120	12	85,5
	40 -			45	60 65	8		95	120 125	12	90,5
25	35 47	7	22,5	48	62 -		44,5	100	120 130	12	94,5
	40 52							125 -			

RWDR DIN 3760 - A25 x 40 x 7 - NB:

کاسه‌نمد (PWDR) فرم A با  $d_1 = 25 \text{ mm}$  و  $d_2 = 40 \text{ mm}$  و  $b = 7 \text{ mm}$  اجزاء الاستومری آن از نیتریل- بوتادین (NB)

DIN 5419 (1959-09) طبق

حلقه‌های آب‌بند نمدی



$d_1: 17 \dots 180 \text{ mm}$

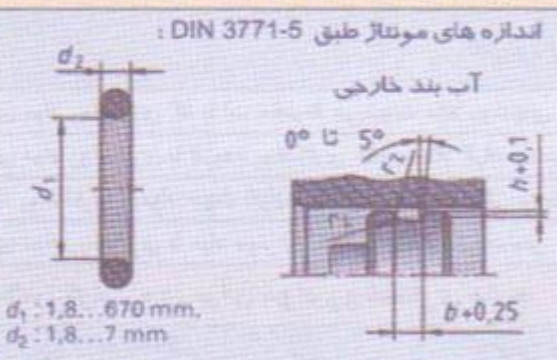
ابعاد			اندازه مونتاژ			ابعاد			اندازه مونتاژ		
$d_1$	$d_2$	$b$	$d_3$	$d_4$	$f$	$d_1$	$d_2$	$b$	$d_3$	$d_4$	$f$
20	30	4	21	31	3	60	76	6,5	61,5	77	5
25	37	5	26	38	4	65	81	6,5	66,5	82	5
30	42	5	31	43	4	70	88	7,5	71,5	89	6
35	47	5	36	48	4	75	93	7,5	76,5	94	6
40	52	5	41	53	4	80	99	7,5	81,5	99	6
45	57	5	46	58	4	85	103	7,5	86,5	104	6
50	66	6,5	51	67	5	90	110	9,5	92	111	7
55	71	6,5	56	72	5	100	124	10	102	125	8

DIN 5419 M5-40: حلقه نمدی

حلقه‌نمدی با  $d_1 = 40 \text{ mm}$  سختی نمد M5

DIN 3771-1 (1984-12), -5 (1993-11) طبق

ا-رینگها (O-رینگها)



$d_1: 1,8 \dots 670 \text{ mm}$   
 $d_2: 1,8 \dots 7 \text{ mm}$

$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$
5		18		56		85	
6		20		58		90	
8	1,8	25	2,65 3,55	60		95	
9		28		63		100	
10		30		67	3,55 5,3	103	3,55 5,3
14		40		69		106	
15		45		71		109	
16	1,8	50	3,55 5,3	75		112	
17		53		80		115	

اندازه‌های مونتاژی در بارگذاری ساکن

			آب‌بند داخلی و خارجی			آب‌بند محوری	
d <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	b	داخلی	خارجی	b	h
				h			
1,8	0,3	0,2	2,4	1,4	1,3	2,6	1,3
2,65			3,6	2,1	1,95	3,8	2
3,55	0,6	0,2	4,8	2,85	2,65	5	2,75
5,3			7,1	4,3	4,15	7,3	4,25



طبق DIN 51502 (1990-08)

مشخصه روغنهای روغنکاری

مشخصه با حروف			مشخصه با علائم	
حروف مشخصه روغنهای روغنکاری	حروف مشخصه اضافی	تقسیم‌بندی گران‌روی - ISO	CL 100	PGLP 220
			روغنهای روغنکاری بر پایه روغنهای معدنی	روغنهای روغنکاری بر پایه سیلیکون

⇒ روغنهای روغنکاری مدار بسته بر پایه روغنهای معدنی (C)، پایداری بالای : DIN 51517 - CL 100 روغنهای روغنکاری  
خوردگی و تغییرات (L)، کلاس گران‌روی - ISO VG 100 (100)

⇒ روغن پلی‌گلیکول (PG) پایداری بالای خوردگی و تغییرات (L)، محافظت : DIN 51517 - PGLP 220 روغنهای روغنکاری  
بالای سایش (P)، کلاس گران‌روی - ISO VG 220 (220)

طبق DIN 51502 (1990-08-)

انواع روغنهای روغنکاری

حروف مشخصه	انواع روغن و خواص	استاندارد	کاربرد
روغنهای معدنی			
AN	روغنهای معمولی بدون افزودن	DIN 51501	روغنکاری مدار بسته و باز در دمای روغن تا 50°
B	روغنهای حاوی بی‌تومن با قابلیت چسبندگی بالا	DIN 51513	روغنکاری دستی، - مدار باز و - غوطه‌وری، غالباً برای روغنکاری مدار باز
C	روغنهای روغنکاری مدار بسته (سیرکوله)، بدون افزودن	DIN 51517	باتاکنهای لغزشی، باتاکنهای غلتشی، جعبه دنده‌ها
CG	روغنهای کشوییهای لغزشی با مواد کاهنده سایش	DIN 8659 T2	در عملکرد اصطکاک ترکیبی (قسمتی بدون روغن و قسمتی با روغن) برای کشوییهای لغزشی و راهنما و نیز جعبه دنده‌های حلزونی
روغنهای مصنوعی			
E	روغنهای استر با تغییرات کم گران‌روی	-	نقاطی از باتاکن با تغییرات شدید دمایی
PG	روغنهای گلیکول 5 با پایداری بالا نسبت به تغییرات و فرسودگی	-	نقاطی از باتاکن با وضعیت غالب اصطکاک ترکیبی
SI	روغنهای سیلیکون با پایداری بالا نسبت به تغییرات و فرسودگی	-	نقاطی از باتاکن با دمای بالا و پایین ویزه، دفع شدید آب

طبق DIN 51502 (1990-08)

حروف مشخصه اضافی

حروف مشخصه (اضافی)	کاربرد و توضیح
E	برای مواد روغنکاری که با آب مخلوط می‌شوند، مثلاً روغنهای خنک‌کاری کننده SE
F	برای مواد روغنکاری با افزودن روغنکاری جامد، مثلاً گرافیت، سولفید مولیبدن
L	مواد روغنکاری با مواد جهت افزایش محافظت از خوردگی و/یا مقاومت به تغییرات و فرسودگی
P	برای مواد روغنکاری با مواد موثر به کاهش اصطکاک و سایش در منطقه اصطکاک ترکیبی و/یا جهت افزایش قابلیت بارگذاری

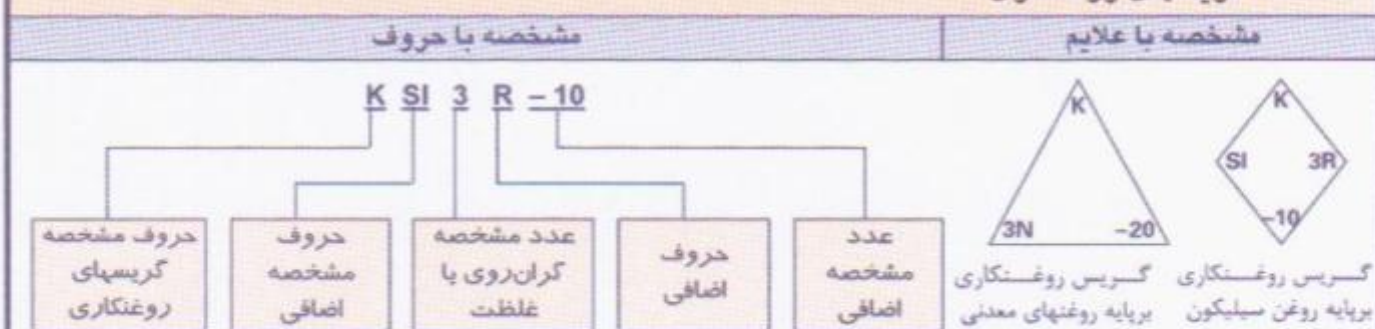
طبق DIN 51519 (1998-08)

کلاس گران‌روی برای مواد روغنکاری مایع

کلاس گران‌روی	گران‌روی سینتیکی به $\text{mm}^2/\text{s}$			کلاس گران‌روی	گران‌روی سینتیکی به $\text{mm}^2/\text{s}$			کلاس گران‌روی	گران‌روی سینتیکی به $\text{mm}^2/\text{s}$		
	20 °C	40 °C	50 °C		20 °C	40 °C	50 °C		20 °C	40 °C	50 °C
ISO VG 2	3,3	2,2	1,3	ISO VG 22	-	22	15	ISO VG 220	-	220	130
ISO VG 3	5	3,2	2,7	ISO VG 32	-	32	20	ISO VG 320	-	320	180
ISO VG 5	8	4,6	3,7	ISO VG 46	-	46	30	ISO VG 460	-	460	250
ISO VG 7	13	6,8	5,2	ISO VG 68	-	68	40	ISO VG 680	-	680	360
ISO VG 10	21	10	7	ISO VG 100	-	100	60	ISO VG 1000	-	1000	510
ISO VG 15	34	15	11	ISO VG 150	-	150	90	ISO VG 1500	-	1500	740



## مشخصه گریسهای روغنکاری



## گریسهای روغنکاری

کاربرد	حروف مشخصه	کاربرد/افزوده	حروف مشخصه
جعبه دنده بسته	G	عمومی: یاتاقانهای غلتشی، یاتاقانهای لغزشی، سطوح لغزشی	K
جعبه دنده باز (مواد روغنکاری چسبان بدون بیتومن)	OG	مانند K ولی با افزوده جهت کاهش اصطکاک	KP
برای یاتاقانهای لغزشی و آببندها (الزامات کم)	M	مانند K ولی با افزوده مواد روغنکاری جامد	KF

تقسیمبندی غلظت<sup>(۱)</sup> گریسهای روغنکاری

نفوذپذیری کارشده <sup>(۲)</sup>	کلاس NLGI <sup>(۳)</sup>	نفوذپذیری کارشده <sup>(۲)</sup>	کلاس NLGI <sup>(۳)</sup>	نفوذپذیری کارشده <sup>(۲)</sup>	کلاس NLGI <sup>(۳)</sup>
175 ... 205	4	310 ... 340	1	445 ... 475 (خیلی نرم)	000
130 ... 160	5	265 ... 295	2	400 ... 430	00
85 ... 115 (خیلی سفت)	6	220 ... 250	3	355 ... 385	0

(۲) اندازه عمق نفوذ ساچمه استاندارد در گریس (به کتاب طراحی اجزاء ۲ ر. کد)

(۱) علامت مشخصه رفتار سیلان

(۳) انستیتو ملی گریس روغنکاری (NLGI)، USA

## حروف اضافی گریسهای روغنکاری

درجه ارزیابی <sup>(۱)</sup>	دمای کاربردی حد بالایی <sup>(۲)</sup> °C	حروف اضافی <sup>(۱)</sup>	درجه ارزیابی <sup>(۱)</sup>	دمای کاربردی حد بالایی <sup>(۲)</sup> °C	حروف اضافی <sup>(۱)</sup>	درجه ارزیابی <sup>(۱)</sup>	دمای کاربردی حد بالایی <sup>(۲)</sup> °C	حروف اضافی <sup>(۱)</sup>
0 یا 1	+60	C	0 یا 1	+100	G	0 یا 1	+140	N
2 یا 3	+60	D	2 یا 3	+100	H	2 یا 3	+160	P
							+180	R
							+200	S
							+220	T
							+220	U

(۱) در حروف مشخصه اضافی می توان مقدار عددی برای دمای کاربرد حد پایینی را پیوست کرد، مثلاً  $-20^{\circ}\text{C}$

(۲) درجه ارزیابی رفتار آن در برابر آب، طبق DIN 51807-1

0: بدون هیچ تغییری، 1: تغییر کمتر، 2: تغییر متوسط، 3: تغییر شدید

## مواد روغنکاری جامد

کاربرد	دمای کاربردی	علامت کوتاه	مواد روغنکاری
به صورت پودر یا خمیر و نیز در مخلوط با روغنها و گریسهای روغنکاری؛ در اکسیژن، نیتروژن و خلا نه	$-18 \dots +45^{\circ}$	C	گرافیت
به عنوان خمیر عاری از روغنهای معدنی، رنگ لغزشی یا در مخلوط با روغنها و گریسهای روغنکاری، مناسب برای تنش سطحی بالا	$-180 \dots +400^{\circ}$	MoS <sub>2</sub>	سولفید مولیبدن
به صورت پودر در رنگ لغزشی و گریسهای روغنکاری مصنوعی و نیز به عنوان جنس یاتاقان، ضریب اصطکاک خیلی پایین $\mu = 0,04 \dots 0,09$	$-250 \dots +260^{\circ}$	PTFE	پلی تترا فلئوئور-اتیلن



۱-۶ مدیریت کیفیت



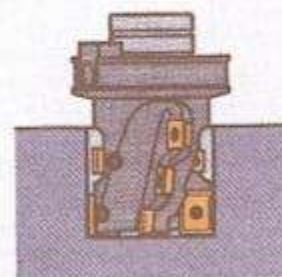
- ۲۷۸..... ISO 9000...9004 استانداردهای  
 ۲۸۰..... طرح‌ریزی کیفیت، هدایت کیفیت، کنترل کیفیت  
 ۲۸۱..... ارزیابی آماری، توزیع نرمال  
 ۲۸۲..... هدایت فرایند آماری  
 ۲۸۵..... توانایی کیفیت، کارت کنترل کیفیت

۲-۶ طراحی تولید

Werkstoffgemeinkosten  
 in Prozent der Werkstoff Einzelkosten, z.B. Einkaufskosten, Lagerkosten u.a.

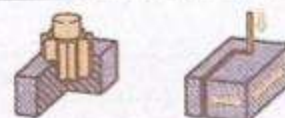
- ۲۸۶..... تعیین مدت زمان  
 ۲۸۸..... محاسبات هزینه، محاسبه هزینه (تعرفه) ساعتی ماشینها

۳-۶ تولید با براده‌برداری



- ۲۹۱..... مدت زمان اصلی (ماشینکاری، عملیات)  
 ۲۹۶..... روغنکاری-خنککاری  
 ۲۹۸..... تکه‌های ویدیا، تته رنده‌های تکه ویدیا  
 ۳۰۲..... نیروها و توانها  
 ۳۰۵..... داده‌های براده‌برداری: سوراخکاری، برق‌کاری، تراشکاری  
 ۳۰۸..... مخروط‌تراشی  
 ۳۰۹..... داده‌های براده‌برداری: فرزکاری  
 ۳۱۱..... تقسیم با دستگاه تقسیم  
 ۳۱۲..... داده‌های براده‌برداری: سنگ‌زنی و هونینگ

۴-۶ اسپارک



- ۳۱۷..... مقادیر مرجع در اسپارک  
 ۳۱۸..... فرایند

۵-۶ جداکردن با برش



- ۳۱۹..... نیروی برش  
 ۳۲۰..... ابعاد سنه و ماتریس برش  
 ۳۲۱..... محل دنباله قالب، بازدهی نوار

۶-۶ شکل دادن



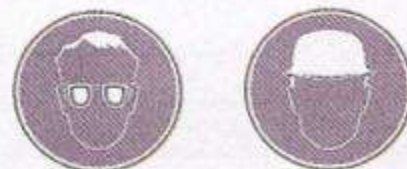
- ۳۲۲..... خمکاری  
 ۳۲۴..... کشش عمیق

۷-۶ اتصالات جداولشدنی



- ۳۲۶..... جوشکاری، فرایندها  
 ۳۲۷..... آماده‌سازی درزها  
 ۳۲۸..... جوشکاری با گاز، کپسولها  
 ۳۲۹..... جوشکاری با گاز محافظ، الکترودها  
 ۳۳۱..... جوشکاری برقی  
 ۳۳۲..... مصرف گاز و الکتروود  
 ۳۳۴..... مقادیر و تفرانس برش لیزر  
 ۳۳۵..... لحیمکاری  
 ۳۳۸..... چسبکاری

۸-۶ ایمنی کار و حفاظت محیط زیست



مطالب این فصل در قسمت صفحات رنگی از صفحه ۴۰۸ تا ۴۰۹ آمده است.



استانداردهای خانواده ISO 9000 باید سازمانهای با هر نوع و اندازه را در عملی کردن سیستم مدیریت کیفیت (Qualitätsmanagement) و در کار با سیستمهای مدیریت کیفیت موجود قبلی کمک کرده و نیز درک متقابل در تجارت ملی و بین‌المللی را آسان کند.

استانداردهای مدیریت کیفیت DIN EN ISO 9000, 9001, 9004 (2000-12) طبق

استاندارد	توضیح، محتوا
DIN EN ISO 9000	<p>اصول سیستم مدیریت کیفیت</p> <p>اصول مدیریت کیفیت</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>تمرکز بر مشتری (Customer focus)</li> <li>رهبری (Leadership)</li> <li>مشارکت کارکنان و افراد</li> <li>رویکرد فرآیندگرا (Process approach)</li> <li>رویکرد سیستمی (System approach management)</li> <li>بهبود مستمر (Continual Improvement)</li> <li>رویکرد واقع‌گرایانه به تصمیم‌گیری (Factual approach to decision making)</li> <li>ارتباط با تامین‌کننده براساس منافع متقابل (Mutually beneficial supplier)</li> </ul> <p>اصول سیستم مدیریت کیفیت (سیستم QM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>پایه‌گذاری سیستم QM</li> <li>الزامات سیستم QM و محصولات</li> <li>رویکرد نوشتاری برای سیستم QM</li> <li>ملاحظات فرآیندگرا</li> <li>خط مشی کیفیت و اهداف کیفیت</li> <li>نقش بالاترین هدایت در سیستم QM</li> <li>مستندسازی، استفاده و انواع</li> <li>بررسی سیستم QM</li> <li>بهبود مستمر</li> <li>نقش روشهای آماری</li> <li>سیستم QM به عنوان قسمتی از سیستم مدیریت کل</li> <li>الزامات سیستم QM و بررسی مقایسه‌ای سازمانها به کمک معیارهای مدلهای عالی</li> </ul> <p>اصطلاح‌شناسی سیستم مدیریت کیفیت</p> <p>تعدادی از تعاریف و توضیحات : صفحه ۲۷۹</p>
DIN EN ISO 9001	<p>الزامات سیستم مدیریت کیفیت</p> <p>این استاندارد بین‌المللی برای سازمانهای با هر نوع شاخه دلخواه صنعتی یا اقتصادی و مستقل از طبقه محصول عرضه شده معتبر است. این استاندارد براساس اصول مذکور در ISO 9000 الزاماتی را برای سیستم QM تعیین می‌کند به‌طوری که سازمان</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>باید توانایی خویش را آنچنان فراهم کند و محصولاتی را تولید کند که خواسته‌های مشتری و مقامات دولتی و اداری را برآورده سازد.</li> <li>سعی نماید رضایت مشتری بیشتر شده و فرآیند کار موجب بهبود مستمر سیستم گردد.</li> </ul> <p>الزامات تعیین شده ممکن است برای :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>کاربرد داخلی توسط سازمان</li> <li>اهداف گواهینامه</li> <li>اهداف قرارداد به‌کار رود.</li> </ul> <p>این استاندارد براساس ملاحظات فرآیندگرا می‌باشد، یعنی هر فعالیت یا هر ترتیبی از فعالیتها و منابع را به‌کار می‌برد تا داده‌ها را به نتایجی تبدیل کند که به آن به عنوان فرآیند نگریسته می‌شود.</p> <p>الزامات</p> <p>سازمان باید</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>همه فرآیندهای لازم برای سیستم QM و کاربرد آن در سازمان را شناسایی کند،</li> <li>ترتیب و اثر تغییر این فرآیندها را تعیین کند،</li> <li>معیارها و متدهایی را تعیین کند تا اجرا و هدایت این فرآیندها را مطمئن سازد،</li> <li>قابلیت دسترسی منابع و اطلاعات برای این فرآیندها را مطمئن سازد،</li> <li>فرآیندها را پایش، اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل کند،</li> <li>اقدامات لازم جهت بهبود دائم این فرآیندها را ببیند،</li> <li>الزامات مستند سیستم QM را تأمین نماید و</li> <li>متضمن هدایت اسناد و مدارک باشد.</li> </ul> <p>(۱) این استاندارد جایگزین استانداردهای سابق 9002 و 9003 گردید.</p>
DIN EN ISO 9004	<p>راهنمای ملاحظات توان کلی، کارایی سیستم مدیریت کیفیت</p> <p>هدف این استاندارد بهبود سازمان و بهبود رضایتمندی مشتریان و سایر افراد و طرف قرارداد می‌باشد. این استاندارد برای اهداف گواهینامه و قراردادی پیش‌بینی نشده است.</p>



تعاریف / توضیحات		طبق DIN EN ISO 9000 (2000-12)	تعاریف (انتخاب)
اصطلاحات مربوط به کیفیت			
کیفیت	ملاحظات و مشخصات یک محصول که ملزومات و خواسته‌های موردنظر از آن محصول را برآورده می‌کند.		
الزامات	نیازهای پیش شرط و موظف از مشخصات یک واحد مثلاً مقدار نامی، تolerانسها، ایمنی یا توانایی انجام کار		
رضایت مشتری	رعایت و ملاحظه مشتری تا خواسته‌های او برآورده گردد.		
توانایی	استقرار و آمادگی یک سازمان، یک سیستم یا یک فرآیند برای تحقق بخشیدن یک محصول تا خواسته‌های کیفی از آن محصول برآورده گردد.		
مشخصات و اصطلاحات انطباقی			
مشخصات کیفیت	خواص مشخصه یک محصول یا یک فرآیند که در نتیجه الزامات بررسی کیفیت مطرح می‌شود.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مشخصات کمی (متغیر)</li> <li>• مشخصات گسسته (مقادیر عدد) مثلاً تعداد سوراخ، تعداد قطعه‌کار</li> <li>• مشخصات پیوسته (مقادیر اندازه‌گیری) مثلاً طولها، موقعیت، جرمها</li> <li>• مشخصات کیفی</li> <li>• مشخصات ترتیبی (با ارتباط ترتیبی) مثلاً آبی روشن - آبی - آبی تیره</li> <li>• مشخصات ظاهری (بدون ارتباط ترتیبی) مثلاً خوب - بد، آبی - زرد</li> </ul>		
انطباق	خواص مشخصه یک محصول، یک فرآیند یا یک سیستم که ارتباط به یکی از الزامات پیدا می‌کند.		
خطا	برآورده کردن الزامات تعیین شده مثلاً تolerانس اندازه		
کارنهایی	برآورده نشدن یک خواسته تعیین شده مثلاً عدم رعایت تolerانس اندازه یا کیفیت سطحی خواسته شده		
	اقدامات روی یک محصول معیوب تا خواسته‌ها و الزامات را برآورده کند.		
اصطلاحات فرآیندی و تولیدی			
فرآیند	وسایل و فعالیتهای در ارتباط با هم که داده‌ها را به نتایجی تبدیل می‌کند. افراد، تأسیسات، منابع و روشهای تولید مثالهایی به عنوان وسیله می‌باشند.		
روش	نوع و روشی که یک فعالیت یا فرآیند اجرا می‌شود. به شکل نوشتاری با عنوان "دستور فرآیند" مشخص می‌شود.		
محصول	نتیجه یک فرآیند مثلاً جزء، سازه، نتیجه مونتاژ، انجام خدمات، دانشها، سند، طرح، قرارداد، مواد مضر		
تعاریف سازمانی			
سازمان	گروهی از افراد و بنیادهای با یک نوع ساختار از مسئولیتهای اختیارات و ارتباطات.		
مشتری	سازمان یا شخصی که یک محصول از تحویل دهنده دریافت می‌کند.		
تامین‌کننده	سازمان یا شخصی که محصول را در اختیار مشتری قرار می‌دهد.		
اصطلاحات مربوط به مدیریت			
سیستم مدیریت کیفیت	سازمان، ساختار سازمان، فرآیند و روش موردنیاز یک کارخانه که مدیریت کیفیت را قابل اجرا می‌کند.		
مدیریت کیفیت	همه فعالیتهای معین و مرتب جهت هدایت و رهبری سازمان در ارتباط با کیفیت توسط <ul style="list-style-type: none"> <li>• تعیین خط مشی کیفیت</li> <li>• تعیین اهداف کیفیت</li> <li>• هدایت کیفیت</li> <li>• ایمنی کیفیت</li> <li>• بهبود کیفیت</li> <li>• طرح کیفیت</li> </ul>		
طرح کیفیت	فعالیهایی که با تعیین اهداف کیفیت و فرآیند اجرایی لازم و مربوطه در راستای برآورده کردن اهداف کیفیت می‌باشد.		
هدایت کیفیت	فعاليتها و تکنیکهای کاری علیرغم نوسانات کیفی غیرقابل اجتناب تا الزامات را به طور دائم برآورده کند. این کار اصولاً متضمن پایش فرآیند و رفع نقاط ضعف می‌باشد.		
ایمنی کیفیت	اجرا و مستندسازی (گردآوری و مرتب کردن) لازم همه فعالیتها در محدوده سیستم QM با این هدف که ایمان و اعتماد درون سازمانی در مقابل مشتریان بوجود آورد تا الزامات کیفی برآورده گردد.		
بهبود کیفیت	اقدامات اتخاذ شده در کل سازمان جهت افزایش توانایی برای برآورده کردن الزامات کیفیت		
نظامنامه QM	اسنادی که در سیاست کیفیت و اهداف کیفیت و نیز در سیستم مدیریت کیفیت یک سازمان نوشته می‌شود		



## طراحی کیفیت

قاعده ده برابر شدن



هزینه‌های لازم برای رفع عیوب یا هزینه‌های ترتیبی یک عیب از یک مرحله به مرحله بعدی به نسبت ضریب 10 افزایش پیدا می‌کند.

مثال: یک عیب تلرانس در یک قطعه را می‌توان در طراحی آن بدون یک هزینه اضافی قابل توجهی تصحیح کرد. اگر این عیب در تولید آن مشخص شود هزینه خیلی زیادی متوجه سیستم می‌شود. اگر این مشکل در مونتاژ، هنگام عملکرد قطعه در دستگاه و یا قطعه برگشت بخورد هزینه هنگفتی باید بابت این عیب پرداخت کرد.

## هدایت کیفیت

تأثیر روی پراکندگی کیفیت		مدار کیفیت
مثال	تأثیر	
صلاحیت، انگیزه، میزان تحت فشار بودن	انسان	
صلابت ماشین، دقت وضعی، وضعیت سایش	ماشین	
تلرانس، خواص مواد، اختلاف جنس	مواد	
ترتیب کاری، فرآیند تولید، شرایط آزمایش و کنترل	روشها	
دما، لرزش، نور، صدا، غبار	محیط	
اهداف یا سیاستهای کیفیتی نادرست	مدیریت	
ایمنی اندازه‌گیری	قابلیت اندازه‌گیری	

طبق DIN 55350-17 (1988-08)

## کنترل کیفیت

توضیح	اصطلاحات
تعیین اینکه یک واحد چقدر خواسته کیفی مطرح شده را برآورده می‌سازد	کنترل کیفیت
تعیین و تعریف نوع و محیط کنترل، مثلاً وسیله کنترل، کثرت کنترل، شخص کنترل کننده، محل کنترل	طرح کنترل، دستور کنترل
کنترل یک واحد از تمام جهات تعیین شده، مثلاً کنترل کامل یک قطعه‌کار با توجه به تمام خواسته‌ها	کنترل کامل
کنترل همه قطعات یک محموله، مثلاً کنترل چشمی همه قطعات تحویلی	کنترل 100%
کنترل کیفی به کمک روشهای آماری، مثلاً بررسی تعداد زیاد قطعه‌کار با ارزیابی قطعات برداشته شده تصادفی از آن	کنترل آماری
کل واحدهای برداشته شده، مثلاً تولید 5000 قطعه‌کار یکسان	محموله کنترل
یک یا چند واحد که از کل یا از قسمتی از کل برداشته می‌شود، مثلاً 50 قطعه از تولید روزانه به تعداد 400 قطعه	کنترل تصادفی

## احتمال (احتمال خطا)

احتمال قطعه معیوب در داخل تعداد کل معینی از قطعات.

احتمال به % P تعداد کل قطعات m

تعداد قطعات معیوب g

احتمال

مثال:

در یک جعبه تعداد  $m = 400$  قطعه‌کار وجود دارد، اگر تعداد  $g = 10$  قطعه‌کار از آن معیوب باشد. احتمال  $P$  معیوب بودن قطعه‌کار برداشته شده از صندوق چقدر است؟

$$P = \frac{g}{m} \cdot 100\%$$

$$P = \frac{g}{m} \cdot 100\% = \frac{10}{400} \cdot 100\% = 2,5\%$$

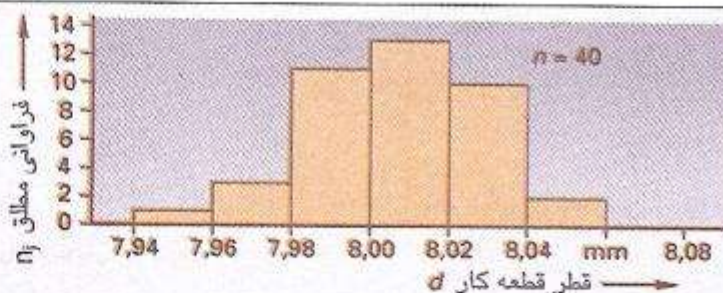


طبق (2002-04) DIN 53804-1

ارزیابی آماری

برگه ثبت داده‌ها		مثال										
لیست اولیه  لیست اولیه مستندات همه مقادیر مورد توجه محموله کنترل یا کنترل تصادفی نمونه از یک سری.		محدوده کنترل تصادفی : 40 قطعه مشخصه کنترل : قطر قطعه $d = 8 \pm 0,05 \text{ mm}$ قطر اندازه‌گیری شده $d$ به mm										
		قطعات 1...10	7,98	7,96	7,99	8,01	8,02	7,96	8,03	7,99	7,99	8,01
		قطعات 11...20	7,96	7,99	8,00	8,02	8,02	7,99	8,02	8,00	8,01	8,01
		قطعات 21...30	7,99	8,05	8,03	8,00	8,03	7,99	7,98	7,99	8,01	8,02
		قطعات 31...40	8,02	8,01	8,05	7,94	7,98	8,00	8,01	8,01	8,02	8,00
لیست تصادفی  لیست تصادفی نمایش واضحی از مقادیر مورد توجه و تقسیم‌بندی کلاس با محدوده معین از کلاس را ممکن می‌سازد.  n تعداد مقادیر تکی k تعداد کلاس w محدوده کلاس R محدوده دامنه (صفحه ۲۸۲) $n_j$ فراوانی مطلق $h_j$ فراوانی نسبی		شماره کلاس	مقدار اندازه‌گیری		لیست تصادفی	$n_j$	$h_j$ به %		تعداد کلاس			
			$\geq$	$<$					$k \approx \sqrt{n}$			
		1	7,94	7,96	I	1	2,5			محدوده کلاس		
		2	7,96	7,98	III	3	7,5			$w \approx \frac{R}{k}$		
		3	7,98	8,00	IIII III I	11	27,5			فراوانی نسبی		
		4	8,00	8,02	IIII IIII III	13	32,5			$h_j = \frac{n_j}{n} \cdot 100\%$		
		5	8,02	8,04	IIII IIII	10	25					
		6	8,04	8,06	II	2	5					
		$k = \sqrt{n} = \sqrt{40} = 6,3 \approx 6$				$\Sigma =$	40	100				
		$w = \frac{R}{k} = \frac{0,11 \text{ mm}}{6} = 0,018 \text{ mm} \approx 0,02 \text{ mm}$										

هیستوگرام  
هیستوگرام یک دیاگرام میله‌ای برای  
شناسایی و نمایش توزیع مقادیر تکی به دست  
آمده است.



خط توزیع پراکندگی در شبکه احتمال  
خط توزیع پراکندگی در شبکه احتمال یک  
روش گرافیکی نمایشی و ساده است که با آن  
می‌توان توزیع نرمال (صفحه ۲۸۲) موجود را  
کنترل کرد.

اگر مجموع فراوانی نسبی در شبکه  
احتمال یک خط راست را تقریب کند  
می‌توان یک توزیع نرمال از مقادیر تکی  
را نتیجه‌گیری کرد

یعنی می‌توان به ارزیابی‌های دیگر طبق  
DIN 53 804-1 (صفحه ۲۸۲) پی برد.  
ضمناً مقدار مشخصه آزمایش تصادفی نیز در  
آن قرار دارد.

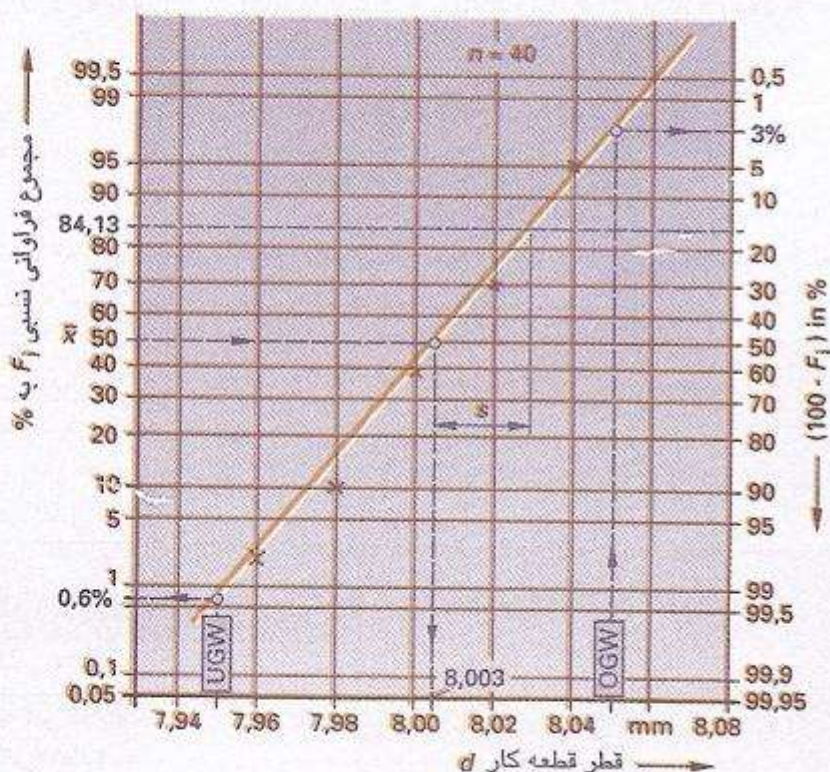
مثال خواندن: مقدار میانگین حسابی  $\bar{x}$   
(در  $F_1 = 50\%$ ) و انحراف استاندارد  $s$   
(به عنوان اختلاف  $68,26\%$ : 2 بین  
 $F_1 = 50\%$  و  $84,13\%$ ):

$\bar{x} \approx 8,003 \text{ mm}$ ;  $s \approx 0,02 \text{ mm}$

در لوح کلی مقدار افزونی قابل انتظار:

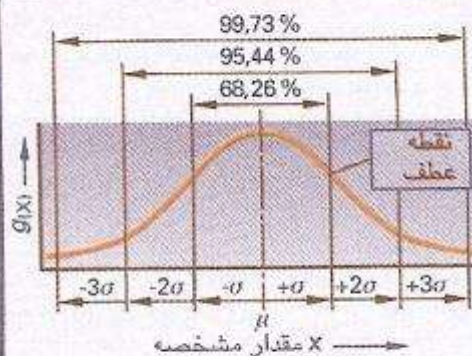
0,6% به قطعات باریک

3% به قطعات چاق





## توزیع نرمال گوس

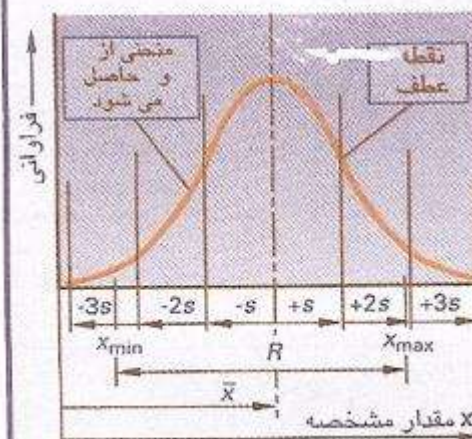


مقادیر مشخصه پیوسته در توزیع خود غالباً ویژگی دارند که با مدل توزیع نرمال گوسی به روش تقریب ریاضی قابل توصیف می‌باشند. برای مقادیر تکی زیاد بی‌نهایت، چگالی احتمال توزیع نرمال منحنی ناقوسی ماندی را نتیجه می‌دهد. این منحنی توزیع متقارن و منظم با پارامتر زیر به طور واضح توصیف می‌شود:

مقدار میانگین  $\mu$  در ماکزیمم مقدار منحنی قرار گرفته و موقعیت توزیع را مشخص می‌کند. انحراف معیار  $\sigma$  پراکندگی را مشخص می‌کند، یعنی رفتار انحراف از مقدار میانگین.

طبق DIN 53804-1 (2002-04) یا DGQ 16-31 (1990)

## توزیع نرمال در کنترل تصادفی



$n$  تعداد مقادیر تکی (محدوده کنترل تصادفی)  
 $x_i$  مقدار مشخصه اندازه‌گیری مثلاً مقدار تکی  
 $x_{max}$  بزرگترین مقدار اندازه‌گیری  
 $x_{min}$  کوچکترین مقدار اندازه‌گیری  
 $\bar{x}$  مقدار میانگین حسابی  
 $\tilde{x}$  مقدار مرکزی<sup>۱</sup>، مقدار متوسط طبق مقادیر اندازه‌گیری مرتب شده براساس اندازه  
 $s$  انحراف معیار  
 $R$  دامنه  
 $D$  مقدار مودال (مقدار اندازه‌گیری غالب در سری اندازه‌گیری  
 $g(x)$  چگالی احتمال

مقدار میانگین حسابی<sup>۲</sup>

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

انحراف معیار<sup>۳</sup>

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

دامنه

$$R = x_{max} - x_{min}$$

مقدار میانگین دامنه

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

مقدار میانگین کل

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

مقدار میانگین

انحرافهای معیار

$$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_m}{m}$$

$m$  تعداد کنترل تصادفی

$\bar{x}$  مقدار میانگین کل

$\bar{R}$  مقدار میانگین دامنه

$\bar{s}$  مقدار میانگین انحراف معیار

مثال: ارزیابی مقدار کنترل تصادفی از صفحه ۲۸۱:

$$\bar{x} = 8,00275 \text{ mm} \quad R = 0,11 \text{ mm} \quad \tilde{x} = 8,005 \text{ mm} \quad s = 0,02396 \text{ mm} \quad D = 7,99 \text{ mm}$$

(۱) مقدار مرکزی

در تعداد فرد مقادیر تکی:

مثلاً  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$

$$\tilde{x} = x_3$$

در تعداد زوج مقادیر تکی:

مثلاً  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$

$$\tilde{x} = (x_3 + x_4)/2$$

(۲) اکثر مدل ماشین حسابهای جیبی با توابع ویژه برای محاسبه مقدار میانگین و انحراف استاندارد مجهز می‌باشند. مقدار اندازه‌گیری یکسان را می‌توان با یک فاکتور در محاسبات منظور کرد.

## توزیع نرمال در محموله کنترل

پارامتر تجمع در روش کنترل تصادفی به کمک مقادیر مشخصه از کنترل تصادفی تخمین زده می‌شود (آمار ارزیابی). برای اینکه مقادیر مشخصه کنترل تصادفی را به طور واضح از پارامتر تجمع بتوان تمایز داد از سایر علائم کوتاه استفاده می‌شود. با علامت مشخصه با <sup>a</sup> محدودیت مقادیر تخمینی در مقابل مقادیر فرایند محاسباتی به‌دست آمده در کنترل 100% صورت می‌گیرد (آمار توصیفی).

کنترل تصادفی	تجمع از کنترل تصادفی به‌دست آمده	تجمع در کنترل 100%
تعداد مقادیر $n$	تعداد مقادیر $N$	تعداد مقادیر $N$
مقدار میانگین حسابی $\bar{x}$	مقدار میانگین فرایند تخمینی $\hat{\mu}$ (مقدار قابل انتظار)	مقدار میانگین فرایند $\mu$
انحراف معیار $s$	انحراف معیار فرایندی تخمینی $\hat{\sigma}$ (همچنین $\sigma^{n-1}$ )	انحراف معیار فرایند $\sigma$ (همچنین $\sigma^n$ )



## کارت کنترول کیفیت

کارت تایید کنترل کیفیت	کارت کنترل فرایند
کارت تایید کنترل کیفیت برای کنترل یک فرایند با توجه به مقادیر حدی داده شده به کار می‌رود. حدود عملکرد توسط مقادیر حدی تفرانس محاسبه می‌شود.	کارت کنترل فرایند برای کنترل فرایند در ارتباط با تغییرات در مقابل مقدار باید یا یک مقدار فرایند فعلی به کار می‌رود. حدود عملکرد و حدود اخطار توسط مقادیر تخمینی فرایند تجمع یا منحنی تعیین می‌شود.

کارت کنترل فرآیند برای مشخصه کمی (کارت کنترل - شیوارت) (Shewhart)<sup>۱</sup>

کارت مقدار اول	حدود کنترل
کارت مقدار اولیه مستندسازی همه	M مقدار میانگین مشخصه
مقادیر اندازه گیری با درج مقادیر بدون	OWG حد بالایی خطر
محاسبات دیگر است. این کارت یک	UWG حد پایینی خطر
فرایند توزیع نرمال تقریبی را فرض	OEG حد پایینی
می کند و براساس آن خیلی از مقادیر	UEG حد بالایی
درج شده نسبتاً مبهم است.	OGW مقدار حد بالایی
	UGW مقدار حد پایینی

مثال : 5 مقدار تکی در کنترل تصادفی

مقادیر اندازه گیری	1	2	3	4	5 ...
5.06					
5.04					
5.02		*	*	*	
5.00	*	*	*	*	
4.98	*	*	*	*	
4.96	*	*	*	*	
4.94					

کارت انحراف معیار - مقدار میانگین ( $\bar{X} - R$ )	کارت محدوده دامنه - مقدار مرکزی ( $\bar{X} - R$ )
این کارتها تمایل توسعه مقدار میانگین را نشان می‌دهند و نسبت به کارتهای $\bar{X} - R$ حساسیت بیشتری دارد. این روش به هدایت کامپیوتری کارت کنترل نیاز دارد.	در این کارتها بدون هزینه محاسباتی بالا پراکندگی تولید واضح است. این روش برای هدایت دستی کارت کنترل مناسب است.

مثال :

مثالی :

مشخصه کنترل : قطر		اندازه کنترل :				
تعداد کنترل تصادفی :		فاصله زمانی کنترل :				
مقادیر اندازه گیری	$x_1$	4,98	4,96	5,03	4,97	
	$x_2$	4,97	4,99	5,01	4,96	
	$x_3$	4,99	5,03	5,02	5,01	
	$x_4$	5,01	4,99	4,99	4,99	
	$x_5$	5,01	5,00	4,98	5,02	
	$\Sigma x$	24,96	24,97	25,03	24,95	
مقادیر مرکزی	$\bar{x}$	4,99	4,99	5,01	4,99	
	$R$	0,04	0,07	0,05	0,06	
مقادیر مرکزی	5,04					OWC
	5,02					OWC
	5,00					M
	4,98					UWC
	4,96					UWC
محدوده دامنه	0,08					OWC
	0,06					OWC
	0,04					UWC
	0,02					UWC
	0					UWC
شماره نمونه	1	2	3	4		
	6 <sup>00</sup>	7 <sup>30</sup>	8 <sup>00</sup>	9 <sup>30</sup>		
ساعت						

اندازه کنترل :		مشخصه کنترل : قطر				
فاصله زمانی کنترل :		تعداد کنترل تصادفی :				
مقایسه اندازه گیری	$x_1$	4,98	4,96	5,03	4,97	
	$x_2$	4,97	4,99	5,01	4,98	
	$x_3$	4,99	5,03	5,02	5,01	
	$x_4$	5,01	4,99	4,99	4,99	
	$x_5$	5,01	5,00	4,98	5,02	
	$\bar{x}$	4,992	4,994	5,006	4,990	
مقایسه میانگین	$s$	0,018	0,025	0,021	0,025	

**مقایسه میانگین**

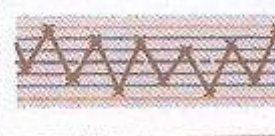
نمونه	میانگین	USL	LSL	M	UWG	LWG
1	4.992	5.02	4.98	5.00	5.01	4.99
2	4.994	5.02	4.98	5.00	5.01	4.99
3	5.006	5.02	4.98	5.00	5.01	4.99
4	4.990	5.02	4.98	5.00	5.01	4.99

**انحراف معیار**

نمونه	انحراف معیار	UWG	LWG
1	0.018	0.025	0.016
2	0.025	0.025	0.016
3	0.021	0.025	0.016
4	0.025	0.025	0.016



## نمودار فرآیند

نمودار فرآیند	نام / توضیح	علت احتمالی ← اقدامات
 OEG M UEG	نمودار طبیعی 2/3 همه مقادیر در محدوده انحراف معیار $\pm S$ و همه مقادیر در داخل محدوده عملکرد قرار دارند.	فرآیند تحت کنترل بوده و بدون دخالت می تواند ادامه یابد.
 OEG M UEG	تجاوز مقادیر حدود عملکرد مقادیری بالا یا پایین مقادیر عملکرد حدی قرار دارند.	ماشین خارج از تنظیم، تغذیه متفاوت مواد، ماشینهای آسیب دیده ← دخالت در فرآیند و قطعات از آخرین نمونه تصادفی 100% کنترل شود
 OEG M UEG	RUN (در سری) 7 مقدار یا بیشتر و به طور پشت سرهم در یک طرف خط مرکزی قرار دارد.	سایش ابزار، تغذیه متفاوت مواد، ابزار جدید، پرسنل جدید ← مراقبت شدید فرآیند
 OEG M UEG	تمایل 7 مقدار یا بیشتر یک تمایل فزاینده یا کاهنده را نشان می دهد.	سایش ابزار، قید یا وسیله اندازه گیری، خستگی پرسنل ← فرآیند را قطع و دلایل این تغییرات را پیدا کنید
 OEG M UEG	یک سوم متوسط حداقل تعداد 15 مقدار پشت سر هم در داخل انحراف معیار $\pm S$ قرار دارند.	تولید بهبود یافته، کنترل و مراقبت بهتر ← تعیین کنید فرآیند توسط چه عاملی بهبود یافته است یا نتایج کنترل را دوباره آزمایش کنید
 OEG M UEG	پریودها مقادیر به صورت پریودی حول خط مرکز تغییر می کنند.	وسایل اندازه گیری متفاوت، توزیع متقارن داده ها ← فرآیند تولید را از نظر تاثیر عوامل بررسی کنید

طبق DIN ISO 2859-1 (2004-01)

## کنترل ذاتی

در کنترل ذاتی به کمک قطعات معیوب یا عیب در قطعات تکی تصادفی قابلیت پذیرش محموله کنترل تعیین می شود. مقدار سهم تعداد قطعات معیوب یا تعداد عیب در تعداد صد قطعه در محموله به کمک موقعیت کیفیت بیان می شود. موقعیت حدی قابل پذیرش کیفیت، موقعیت تعیین شده کیفیت در محموله می باشد که در خیلی از موارد توسط مشتری پذیرفته می شود. دستورات مربوط به کنترل تصادفی در جدول راهنما خلاصه می شود.

پلان کنترل ذاتی به عنوان کنترل نرمال

(استخراج از جدول نردبانی)

اندازه محموله	موقعیت حدی قابل پذیرش کیفیت									
	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5
2... 8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
9... 15	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	8 0	5 0
16... 25	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	13 0	8 0	5 0
26... 50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	20 0	13 0	8 0	5 0
51... 90	↓	↓	↓	↓	50 0	32 0	20 0	13 0	8 0	20 1
91... 150	↓	↓	↓	80 0	50 0	32 0	20 0	13 0	32 1	20 1
150... 280	↓	↓	125 0	80 0	50 0	32 0	20 0	50 1	32 1	32 2
280... 500	↓	200 0	125 0	80 0	50 0	32 0	80 1	50 1	50 2	50 3
501 1200	315 0	200 0	125 0	80 0	50 0	125 1	80 1	80 2	80 3	80 5

استفاده اولین دستور کنترل تصادفی این ستون. تاحدی که تعداد کنترل تصادفی بزرگتر یا مساوی تعداد محموله ها شد : کنترل 100% اجرا شود.

توضیح :

↓  
50 2

عدد دوم : تعداد پذیرش = تعداد واحدهای تحویلی معیوب

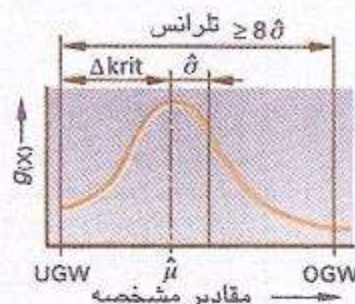
عدد اول : تعداد کنترل تصادفی = تعداد واحدهای کنترل شده



طبق DGQ 16-33 (1990)

توانایی کیفیت، کارت کنترل کیفیت

در بررسی توانایی کیفیت یک فرآیند توسط عدد مشخصه توانایی (شاخص توانایی) باید بین توانایی کوتاه مدت (توانایی ماشین) و توانایی درازمدت (توانایی فرآیند) تمایز قائل شد. توانایی ماشین ارزیابی آن است که آیا می تواند در چهارچوب نوسانات نرمال با احتمال موجود در داخل مقادیر حدی داده شده محصولی تولید کند یا نه.



وقتی  $C_{mk} \geq 1,0$  و  $C_m \geq 1,33$  باشد، بدین معنی است که 99,99% (میدان  $\pm 4\sigma$ ) مقادیر مشخصه در داخل مقادیر حدی قرار دارد و مقدار میانگین  $\mu$  حداقل به اندازه  $3\sigma$  از حد تیرانس دور است.

توانایی فرآیند ارزیابی فرآیند تولید است که آیا در چهارچوب نوسانات نرمال آن با احتمال موجود خواسته های تعیین شده را برآورده می کند یا نه.

UGW مقدار پایین حد  
OGW مقدار بالای حد  
 $\sigma$  انحراف معیار تخمینی  
 $\mu$  مقدار میانگین تخمینی

$\Delta_{krit}$  کوچکترین فاصله میان مقدار میانگین و حد تیرانس  
 $C_m, C_{mk}$  شاخص توانایی ماشین  
 $C_p, C_{pk}$  شاخص توانایی فرآیند

مثال:

بررسی توانایی ماشین برای اندازه تولیدی  $80 \pm 0,05$   
مقادیر از:  $\mu = 79,99 \text{ mm}$ ,  $\sigma = 0,012 \text{ mm}$

$$C_m = \frac{T}{6 \cdot \hat{\sigma}} = \frac{0,1 \text{ mm}}{6 \cdot 0,012 \text{ mm}} = 1,388; \quad C_{mk} = \frac{\Delta_{krit}}{3 \cdot \hat{\sigma}} = \frac{0,04 \text{ mm}}{3 \cdot 0,012 \text{ mm}} = 1,11$$

توانایی ماشین برای این تولید ثابت گردید.

شاخص توانایی ماشین

$$C_m = \frac{T}{6 \cdot \hat{\sigma}}$$

$$C_{mk} = \frac{\Delta_{krit}}{3 \cdot \hat{\sigma}}$$

توانایی ماشین معمولاً

$$C_m \geq 1,33$$

$$C_{mk} \geq 1,0$$

است، مگر اینکه ثابت شود

شاخص توانایی فرآیند

$$C_p = \frac{T}{6 \cdot \hat{\sigma}}$$

$$C_{pk} = \frac{\Delta_{krit}}{3 \cdot \hat{\sigma}}$$

توانایی فرآیند معمولاً

$$C_p \geq 1,33$$

$$C_{pk} \geq 1,0$$

است، مگر اینکه ثابت شود

طبق DGQ 16-33 (1990); DGQ 11-19 (1994)

کارت کنترل کیفیت برای مشخصات کیفی

مثال:

کارت جمع عیوب

کارت جمع عیوب شامل قطعات معیوب، انواع عیوب و فراوانی آن در کنترل تصادفی می باشد.

مثال خواندن برای F3:

$$n = 9 \cdot 50 = 450$$

$$\% \text{ عیوب به } = \frac{\sum i}{n} \cdot 100\%$$

$$= \frac{3}{450} \cdot 100\% = 0,66\%$$

فواصل زمانی کنترل: 60 min		تعداد کنترل تصادفی: n = 50									قطعه: درپوش	
سهم عیوب	%	$\sum i$	پراکندگی عیوب									نوع عیب
	0,44	2										آسیب رنگ
	3,11	14										نقاط تو رفته
	0,66	3										خوردگی
	0,22	1										پلیسه
	0,22	1										تشکیل ترک
	2,66	12										عیب گوشه
	0,22	1										تاب دار
	0,22	1										عیب رزوه
		35										عیوب در هر نمونه
												شماره کنترل تصادفی

نمودار پارتو<sup>(۱)</sup>

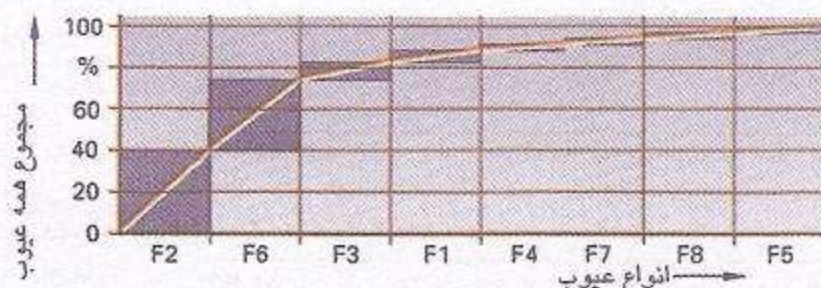
نمودار پارتو عیوب را براساس نوع و فراوانی کلاس بندی کرده و بدین ترتیب وسیله کمکی مهمی است تا بتوان معیارها را آنالیز و اولویتها را به دست آورد.

مثال برای F2:

سهم همه عیوب

$$= \frac{14}{35} \cdot 100\% = 40\%$$

(۱) Pareto - جامعه شناس ایتالیایی



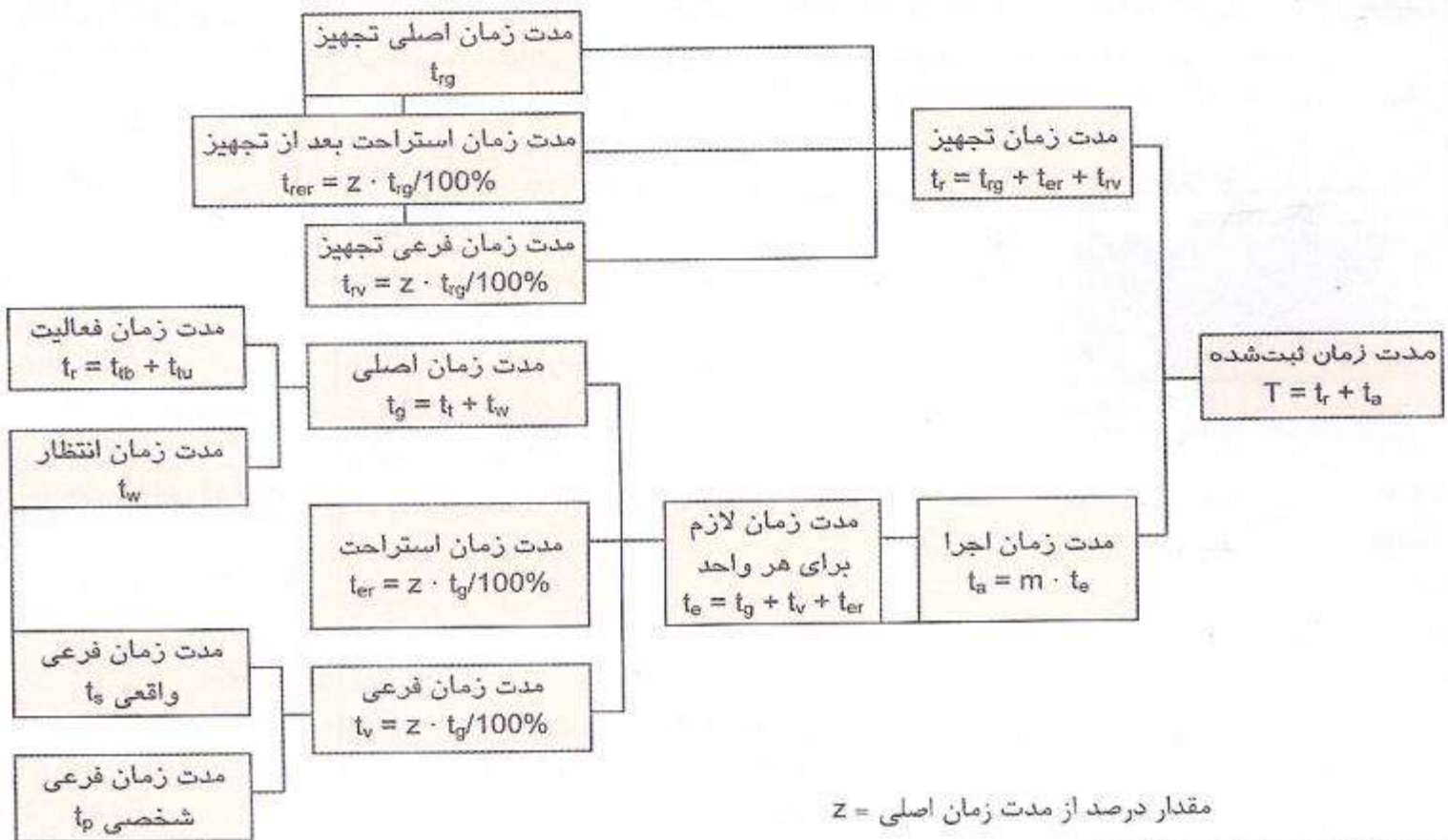
مثال خواندن: نقاط تورفته (F2) و عیوب گوشه (F6) حدود 74% کل عیوب را تشکیل

می دهد.



# مدت زمان ثبت شده<sup>(۱)</sup>

## تقسیم‌بندی انواع مدت زمانهای مربوط به انسان



علائم	عنوان	توضیح با مثال
$T$	مدت زمان ثبت شده	مدت زمان صرف شده برای تولید یک لوح (batch، یک دسته و گروه) را مدت زمان ثبت شده گویند
$t_r$	مدت زمان تجهیز	آماده‌سازی برای برآورده کردن و تکمیل کل قرارداد <ul style="list-style-type: none"> <li>مدت زمان اصلی تجهیز <math>t_{rg}</math></li> <li>مدت زمان استراحت بعد از تجهیز <math>t_{rer}</math></li> <li>مدت زمان فرعی تجهیز <math>t_{rv}</math></li> </ul>
$t_a$	مدت زمان اجرا	مدت زمان لازم جهت انجام یک لوح (بدون تجهیز)
$t_{er}$	مدت زمان استراحت	استراحت انسان جهت رفع خستگی ناشی از کار
$t_v$	مدت زمان فرعی اجرا	<ul style="list-style-type: none"> <li>مدت زمان فرعی واقعی <math>t_e</math></li> <li>مدت زمان فرعی شخصی <math>t_p</math></li> </ul>
$t_t$	مدت زمان فعالیت	<ul style="list-style-type: none"> <li>مدت زمانی که در آن، مراحل کار اصلی در حال انجام است مدت زمان فعالیت می‌نامند</li> <li>مدت زمان قابل تأثیر <math>t_{tb}</math></li> <li>مدت زمان غیرقابل تأثیر <math>t_{tu}</math></li> </ul>
$t_w$	مدت زمان انتظار	مدت زمان انتظار تا رسیدن قطعات از مراحل قبلی به محل کار
$m$	تعداد واحد قرارداد	تعداد واحدهای تولیدی یک قرارداد (اندازه محموله)

مثال: تراشکاری سه محور روی ماشین تراش

مدت زمان تجهیز :	min	مدت زمان اجرا :	min
تجهیز قرارداد، مطالعه قرارداد	= 4,50	مدت زمان فعالیت $t_t$	= 14,70
تجهیز ماشین	= 10,00	مدت زمان انتظار $t_w$	= 3,75
تجهیز ابزار	= 12,50	مدت زمان اصلی $t_g = t_t + t_w$	= 18,45
مدت زمان اصلی تجهیز $t_{rg}$	= 27,00	مدت زمان استراحت $t_{er}$ در $t_w$ آورده شده	-
مدت زمان استراحت بعد از تجهیز $t_{rer} = t_{rg}$ از 4%	= 1,08	مدت زمان فرعی $t_v = t_g$ از 8%	= 1,48
مدت زمان فرعی تجهیز $t_{rv} = t_{rg}$ از 14%	= 3,78	مدت زمان مورد نیاز یک واحد $t_e = t_g + t_{er} + t_v$	= 19,93
مدت زمان تجهیز $t_r = t_{rg} + t_{rer} + t_{rv}$	= 31,86	مدت زمان اجرا $t_a = m \cdot t_e$	= 59,79

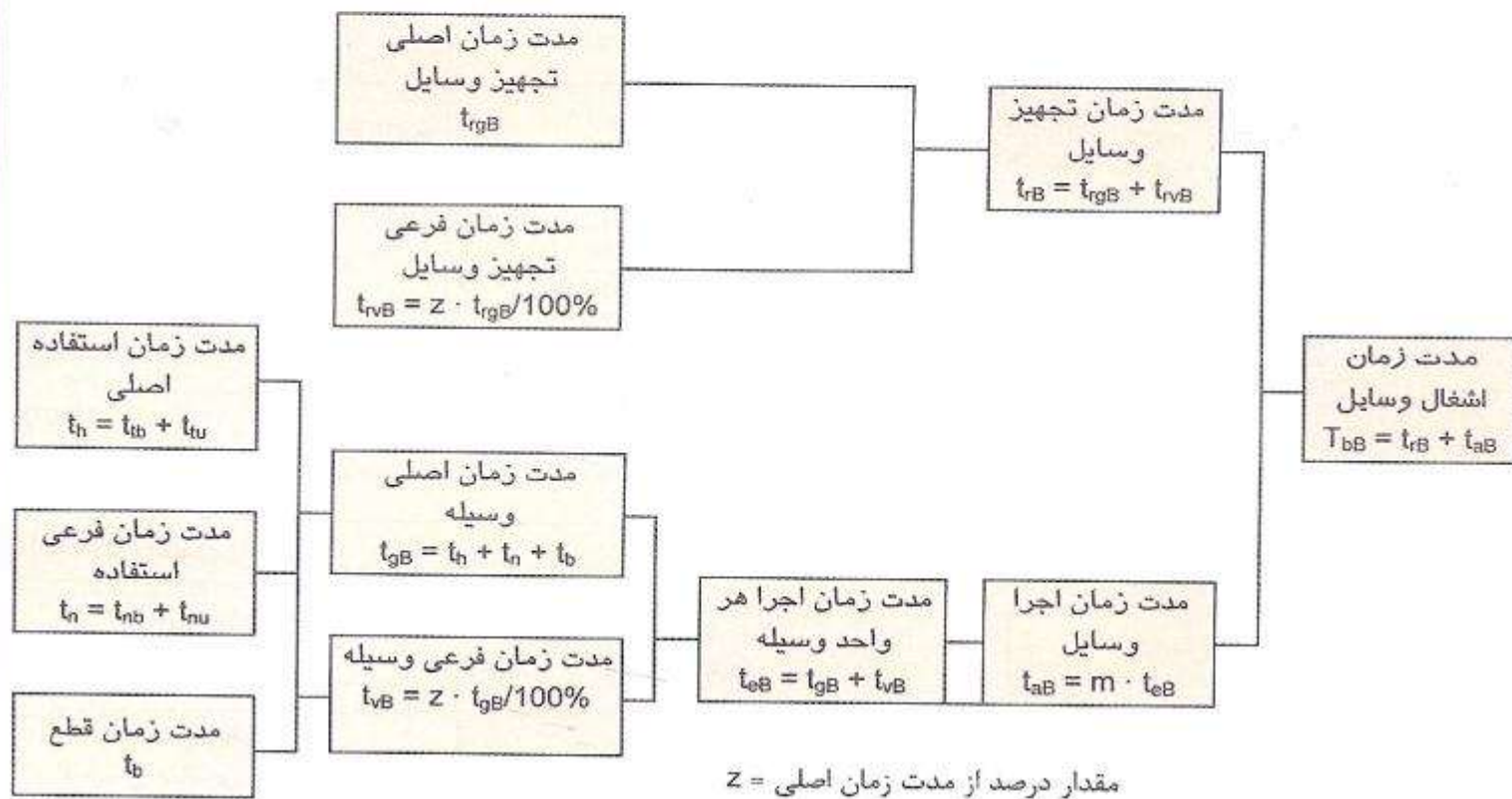
$$T = t_r + t_a \approx 32 \text{ min} + 60 \text{ min} = 92 \text{ min} (= 1,53 \text{ h})$$

(۱) طبق REFA، اتحادیه ثبت شده تنظیم کار، سازمان کار و توسعه کارخانجات



# مدت زمان اشغال شده

## تقسیم‌بندی انواع مدت زمانهای مربوط به وسایل کار



علائم	عنوان	توضیح با مثال
$T_{BB}$	مدت زمان اشغال وسایل	مدت زمان اشغال وسایل انجام کار تولید یک محموله (lot size, batch size)
$t_{RB}$	مدت زمان تجهیز وسایل	مدت زمان لازم برای آماده‌سازی وسایل کار جهت انجام کل یک قرارداد می‌باشد • مدت زمان اصلی تجهیز وسایل $t_{rgB}$ ← بستن قیود روی ماشین • مدت زمان فرعی تجهیز وسایل $t_{rvB}$ ← بهینه‌سازی برنامه CNC
$t_{AB}$	مدت زمان اجرا وسایل	مدت زمان لازم جهت اجرای یک لوح (بدون تجهیز)
$t_{vB}$	مدت زمان فرعی وسایل	مدت زمانهایی که وسیله کار استفاده نمی‌شود، قطع برق، کارهای تعمیراتی پیش‌بینی نشده
$t_h$	مدت زمان اصلی وسایل	مدت زمانهایی که قطعه کار طبق برنامه ماشینکاری می‌شود • مدت زمان قابل تأثیر $t_{hb}$ ← سوراخکاری دستی • مدت زمان غیرقابل تأثیر $t_{hu}$ ← اجرای برنامه CNC
$t_n$	مدت زمان فرعی وسایل	طی مدت زمان فرعی استفاده، وسیله طبق برنامه برای استفاده اصلی آماده، تجهیز یا تخلیه می‌گردد • مدت زمان قابل تأثیر $t_{nb}$ ← بستن دستی • مدت زمان غیرقابل تأثیر $t_{nu}$ ← تعویض خودکار قطعه‌کار
$t_b$	مدت زمان قطع	قطع ناشی از استراحت و مراحل اجرای کار؛ پرکردن خراب (Magazines)
$m$	تعداد واحد قرارداد	تعداد واحدهای تولیدی یک قرارداد (اندازه محموله، تعداد لوح)

مثال : فرزکاری سطوح نشیمن 20 صفحه پایه روی ماشین فرز عمودی

مدت زمان تجهیز :	min	مدت زمان اجرا :	min
مطالعه اجرای کار و نقشه‌ها	= 4,54	مدت زمان اصلی استفاده $t_h$ = فرزکاری	= 3,52
آماده کردن و کنار گذاشتن تیغه‌فرزهای پیشانی	= 3,65	مدت زمان فرعی استفاده $t_n$ = بستن قطعه‌کار	= 4,00
بستن و بازکردن تیغه فرز	= 3,10	مدت زمان قطع $t_b$ = حمل قطعه‌کار	= 1,20
تنظیم ماشین	= 2,84	مدت زمان اصلی وسیله $t_{gB} = t_h + t_n + t_b$	= 8,72
مدت زمان اصلی تجهیز وسایل $t_{rgB}$	= 14,13	مدت زمان فرعی وسیله $t_{vB} = 10\%$ از $t_{gB}$	= 0,87
مدت زمان فرعی تجهیز وسایل $t_{rvB} = 10\%$ از $t_{rgB}$	= 1,41	مدت زمان لازم اجرا برای هر واحد $t_{eB} = t_{gB} + t_{vB}$	= 9,59
مدت زمان تجهیز وسایل $t_{RB} = t_{rgB} + t_{rvB}$	= 15,54	مدت زمان اجرا $t_{AB} = m \cdot t_{eB}$	= 191,80

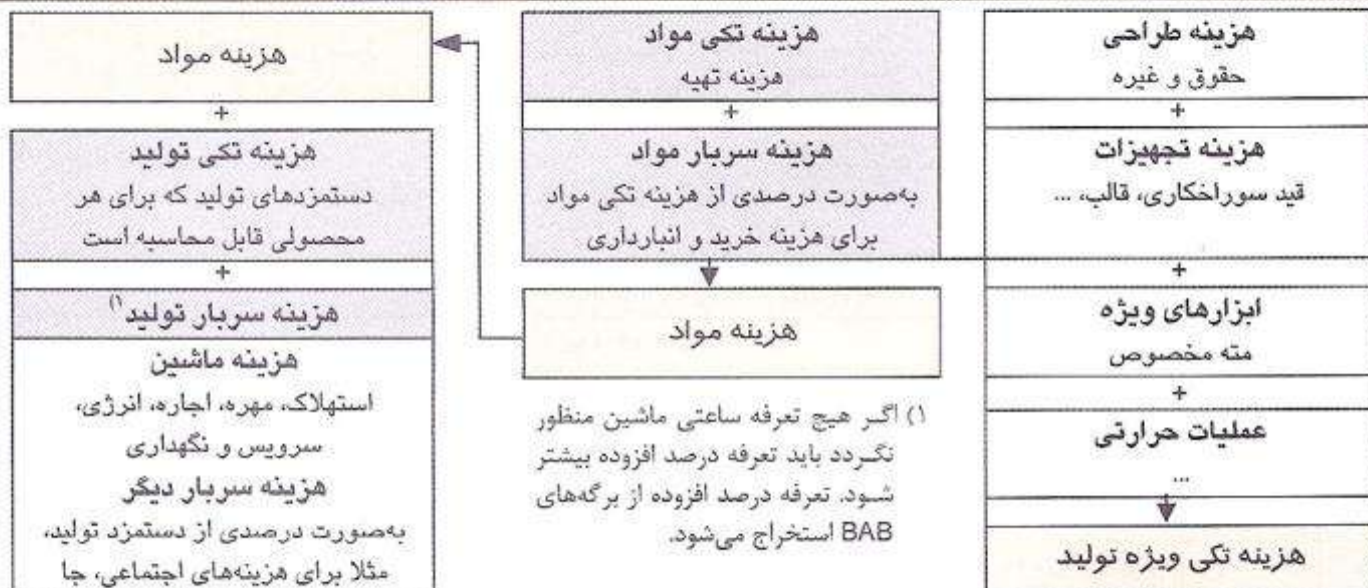
$$T_{BB} = t_{RB} + t_{AB} = 16 \text{ min} + 192 \text{ min} = 208 \text{ min} (= 3,47 \text{ h})$$



## محاسبات ساده (مثالهای عددی)

انواع هزینه‌ها <sup>(۱)</sup>	هزینه تکی <sup>(۱)</sup> برای هر قطعه کار به طور مستقیم قابل محاسبه است		هزینه سربار <sup>(۱)</sup> مربوط به قطعه کار، به طور غیرمستقیم قابل محاسبه است		به صورت تعرفه درصد افزوده از هزینه دستمزد قابل محاسبه است
	هزینه مواد	80.000,00 \$ 120.000,00 \$	هزینه استهلاک حقوق	50.000,00 \$ 80.000,00 \$	220.000,00 \$ · 100% = 183,33%
	هزینه دستمزد		بهره سایر هزینه‌ها	40.000,00 \$ 50.000,00 \$	120.000,00 \$ هر ساعت هزینه به صورت افزوده 185% هزینه‌های سربار را پوشش می‌دهد.
			هزینه سربار Σ	220.000,00 \$	
محاسبه هزینه	12,00 \$/h	هزینه دستمزد 10000 h	ساعت هزینه	34,20 \$/h	124,75 \$
		12,00 \$/h + 185% (سربار) = 34,20 \$/h		مدت زمان کار 5 h	171,00 \$
				کارهای دستی × 34,20 \$/h	295,75 \$
					قیمت بدون مالیات

## محاسبات مفصل



(۱) اگر هیچ تعرفه ساعتی ماشین منظور نگردد باید تعرفه درصد افزوده بیشتر شود. تعرفه درصد افزوده از برگه‌های BAB استخراج می‌شود.

مثال :

هزینه تکی مواد	1.255,00 \$
هزینه سرباره مواد	61,25 \$
10 h × 15,- \$/h دستمزد تولید	150,00 \$
8 h × 30,- \$/h هزینه ماشین	240,00 \$
هزینه سربار دیگر 200% دستمزد تولید	300,00 \$
ابزارهای ویژه	125,00 \$
<b>هزینه ساخت</b>	<b>2.101,25 \$</b>
هزینه‌های سربار اداری و فروش	
12% هزینه ساخت	252,15 \$
<b>هزینه تمام شده</b>	<b>2.353,40 \$</b>
درصد افزوده سود 10% هزینه	235,34 \$
<b>قیمت خام</b>	<b>2.588,74 \$</b>
کمسیون 5% قیمت فروش	136,25 \$
<b>قیمت فروش بدون مالیات افزوده</b>	<b>2.724,99 \$</b>



## محاسبه هزینه ساعتی ماشینها

هزینه سربار متوسط تولید، هزینه‌های بالای مختلف ماشینها را در تولید قطعات در نظر نمی‌گیرد. از هزینه سربار تولید، هزینه ماشین استخراج و مقدار ساعت اشغال شده آن به دست آمده و سپس هزینه ساعتی ماشین محاسبه می‌شود.

ترکیب هزینه ماشین

هزینه‌های ماشین عبارتند از:

- استهلاک محاسباتی
- بهره محاسباتی
- بهره متوسط سرمایه خوابیده برای ماشین
- هزینه مکان (جا)
- هزینه اشغال شده توسط ماشین و محل رفت و آمد
- هزینه انرژی
- هزینه‌هایی که به واسطه مصرف برق، گاز، بخار و بنزین پرداخت می‌شود
- هزینه‌های نگهداری و تعمیرات
- هزینه‌های مربوط به تعمیرات و سرویس برنامه‌ریزی شده پرداخت می‌شود
- سایر هزینه‌ها
- هزینه مصرف ابزار، بیمه، تشویقی و تهیه مواد روغنکاری و خنک‌کاری

طبق VDI-Richtlinie 3258

مدت زمان کار ماشین، هزینه ساعتی ماشین

$T_L$	مدت زمان کار ماشین به پریود / ساعت (پریود غالباً همان یک سال)	مدت زمان کار ماشین
$T_G$	مدت زمان کل تئوری به پریود / ساعت	$T_L = T_G - T_{ST} - T_{IH}$
$T_{ST}$	مدت زمانهای بیکار، مثلاً روزهای بدون کار، قطع کار و غیره، غالباً به درصدی از مقدار $T_G$	
$T_{IH}$	مدت زمانهای تعمیر و سرویس، غالباً به درصدی از مقدار $T_G$	
$K_M$	مجموع هزینه‌های ماشین در پریود (غالباً در سال)	هزینه ساعتی ماشین
$K_{Mh}$	هزینه‌های ماشین در ساعت، هزینه یا تعرفه ساعتی ماشین	$K_{Mh} = \frac{K_f}{T_L} + K_v / h$
$K_f$	هزینه‌های ثابت یک ماشین در سال، مثلاً استهلاک	
$K_v/h$	هزینه‌های متغیر یک ماشین در ساعت، مثلاً مصرف جریان برق	

محاسبه هزینه ساعتی ماشین (مثال)

ماشین ابزار:

هزینه تهیه مجدد	160 000,- \$	عمر ماشین	10 سال
توان ورودی	8 kW	هزینه هر kW	0,15 \$
هزینه مکان ماه	10,- \$/m <sup>2</sup>	جای لازم	15 m <sup>2</sup>
سرویس نگهداری اضافی	5 \$/h	استفاده نرمال از ماشین	$T_L = 1200 \text{ h/سال}$ (100%)
بهره محاسباتی	8%	استفاده واقعی	80%
نرخ پایه ماه	20,- \$/ماه		
سرویس و نگهداری سال	8,000,- \$/سال		

هزینه ساعتی ماشین در استفاده نرمال (100%) و استفاده 80% چقدر است؟

نوع هزینه	محاسبه	هزینه‌های ثابت سال / \$	هزینه‌های متغیر \$/h
استهلاک محاسباتی	$\frac{160.000,- \$}{10 \text{ سال}} = \text{ارزش تهیه مجدد}$	16.000,00 \$	
بهره محاسباتی	$\frac{80.000,- \$ \times 8\%}{100\%} = \text{بهره} \times \frac{1}{2} \times \text{قیمت تهیه مجدد به \$}$	6.400,00 \$	
هزینه نگهداری	$0,5 \times 16.000,- \$$ (مثال: بهره × ضریب نگهداری) نگهداری به استفاده از ماشین بستگی دارد	8.000,00 \$	5,00 \$
هزینه انرژی	نرخ پایه برای آماده‌سازی جریان برق $8 \text{ kW} \times 0,15 \$/\text{kWh}$ هزینه انرژی × توان ورودی	240,00 \$	1,20 \$
هزینه جای مربوطه	مقدار سطح لازم × هزینه جا $10,- \$/(m^2 \cdot \text{ماه}) \times 15 \text{ m}^2 \times 12 \text{ ماه}$	1.800,00 \$	
	مجموع هزینه‌های ماشین	32.440,00 \$	6,20 \$

$$\text{هزینه ساعتی ماشین در استفاده 100\%} = \frac{K_f}{T_L} + K_v / h = \frac{32440,00 \$}{1200 \text{ h}} + 6,20 \$/h = 33,23 \$/h$$

$$\text{هزینه ساعتی ماشین در استفاده 80\%} = \frac{K_f}{0,8 \cdot T_L} + K_v / h = \frac{32440,00 \$}{0,8 \cdot 1200 \text{ h}} + 6,20 \$/h = 40,00 \$/h$$

در هزینه (تعرفه) ساعتی ماشین هزینه پرسنل ماشینکار منظور نشده است.



## محاسبه مقدار پوشش (مثالهای عددی)

مقدار پوشش

$$\frac{DB}{\text{قطعه}} = \frac{E}{\text{قطعه}} - \frac{K_v}{\text{قطعه}}$$

$$DB = \frac{DB}{\text{قطعه}} \cdot \text{تعداد}$$

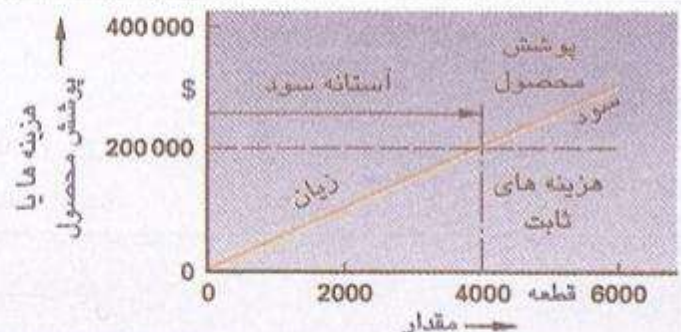
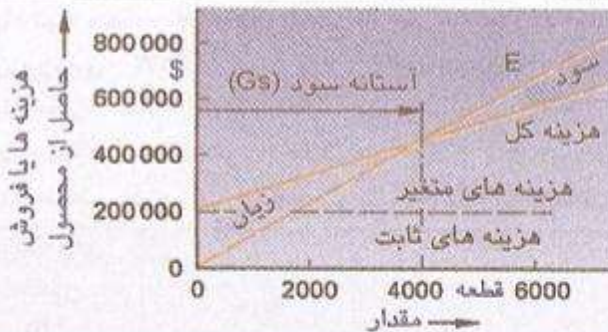
سود

$$G = DB - K_f$$

محاسبه مقدار پوشش با توجه به قیمت بازار یک محصول به دست می‌آید. قیمت بازار باید حداقل، هزینه‌های متغیر (حد پایین قیمت) را پوشش دهد. بقیه مانده فروش حاصل از یک محصول مقدار پوشش یک محصول است. مقدار پوشش یک محصول همه هزینه‌های کارخانه را به عهده دارد.

هزینه‌های ثابت	$K_f$	قیمت بازار، درآمد هر قطعه	قطعه/ $E$
هزینه‌های متغیر	$K_v$	فروش حاصل از یک محصول	$E$
سود یا منفعت	$G$	مقدار پوشش یک محصول	$DB$
آستانه سود	$G_s$	مقدار پوشش یک قطعه	قطعه/ $DB$

هزینه‌های متغیر (K <sub>v</sub> ) <sup>(۲)</sup> بستگی به مقدار محصول دارد		هزینه‌های ثابت (K <sub>f</sub> ) بستگی به مقدار محصول ندارد		مقدار پوشش (DB) قطعه/ K <sub>v</sub> - E/ قطعه DB = E/ قطعه - K <sub>v</sub> / قطعه
انواع هزینه‌ها	هزینه مواد	30,00 \$/ قطعه	استهلاک	50.000,00 \$
	هزینه دستمزد	20,00 \$/ قطعه	حقوق	80.000,00 \$
	هزینه انرژی	10,00 \$/ قطعه	بهره	40.000,00 \$
			سایر K <sub>f</sub>	30.000,00 \$
	Σ هزینه‌های ثابت	60,00 \$/ قطعه	Σ هزینه‌های ثابت	200.000,00 \$
محاسبه هزینه	تعداد قطعه تولیدی		مقدار پوشش	
	5000 قطعه		110,00 \$ - 60,00 \$ = 50,00 \$/ قطعه	
	مقدار پوشش کل 5000 قطعه		250.000,00 \$ = 50,00 \$/ قطعه · مقدار پوشش کل 5000 قطعه	
	Σ هزینه‌های ثابت		200.000,00 \$	
		سود 50.000,00 \$		
Gs = $\frac{K_f}{DB/ \text{قطعه}}$ آستانه سود		Gs = $\frac{200.000,00 \$}{50,00 \$/ \text{قطعه}}$ = 4000 قطعه		



## محاسبه مقایسه هزینه‌ها

در محاسبه مقایسه هزینه‌ها ماشین یا تاسیسات را طوری انتخاب کنید که برای یک مقدار معین محصول کمترین هزینه صرف شود.

مثال برای 5000 قطعه

ماشین 1: سال/\$ 100.000,-,  $K_{f1} = 100.000,-$ , قطعه/\$ 75,-,  $K_{v1} = 75,-$

$100.000,- \$ + 75,- \$/\text{قطعه} \cdot 5000 = 475.000,- \$$

ماشین 2: سال/\$ 200.000,-,  $K_{f2} = 200.000,-$ , قطعه/\$ 50,-,  $K_{v2} = 50,-$

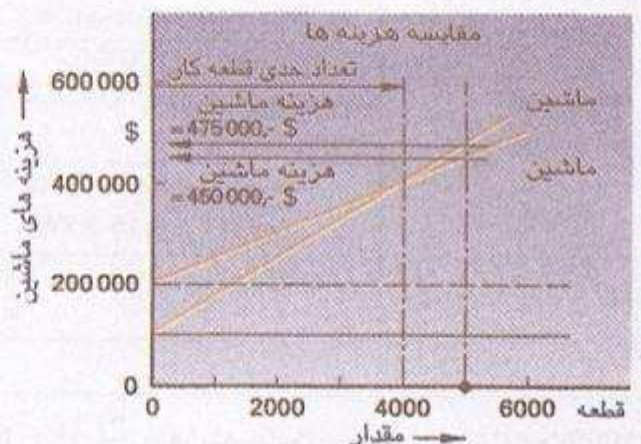
$200.000,- \$ + 50,- \$/\text{قطعه} \cdot 5000 = 450.000,- \$$

هزینه ماشین 1 < هزینه ماشین 2

$$M_{Gr} = \frac{K_{f2} - K_{f1}}{K_{v1}/\text{قطعه} - K_{v2}/\text{قطعه}}$$

$$M_{Gr} = \frac{200.000,00 \$ - 100.000,00 \$}{75,00 \$/\text{قطعه} - 50,00 \$/\text{قطعه}} = 4000 \text{ قطعه}$$

بالای 4000 قطعه، ماشین 2 مناسب است.



(۱) محاسبه هزینه‌های تکی، هزینه‌ها را به هزینه‌های ثابت (هزینه‌های آماده‌سازی کارخانه) و هزینه‌های متغیر (هزینه‌های مستقیم) تقسیم‌بندی می‌کند.

(۲) هزینه‌های متغیر برای هر قراردادی به دست آمده و با فروش مقایسه می‌شود.

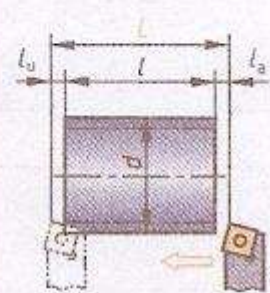
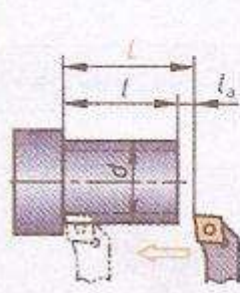
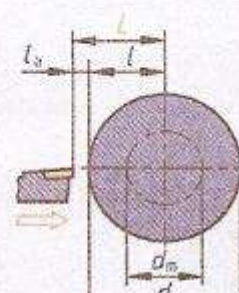
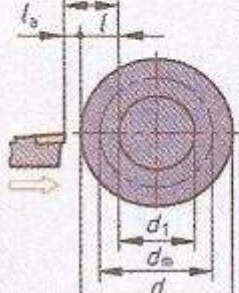
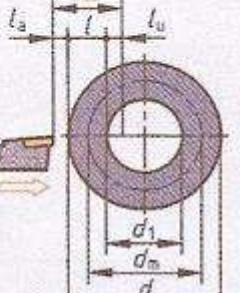


## طول تراشی و کف تراشی با دور ثابت

$t_h$ مدت زمان اصلی	$l_u$ طول خلاصی انتها	مدت زمان اصلی (ماشینکاری، عملیات)
$d$ قطر خارجی	$L$ طول پیشروی	
$d_1$ قطر داخلی	$f$ طول پیشروی در یک دور	
$d_m$ قطر متوسط <sup>۱)</sup>	$n$ دور	
$l$ طول قطعه کار	$i$ تعداد پاس تراشکاری	
$l_a$ طول خلاصی ابتدا	$v_c$ سرعت براده برداری	

$$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$$

محاسبه طول پیشروی  $L$ ، قطر متوسط  $d_m$  و دور  $n$ 

طول تراشی		کف تراشی		
بدون پله	با پله	استوانه توپر	استوانه توخالی	
				
$L = l + l_a + l_u$	$L = l + l_a$	$L = \frac{d}{2} + l_a$	$L = \frac{d - d_1}{2} + l_a$	$L = \frac{d - d_1}{2} + l_a + l_u$
$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d}$		$d_m = \frac{d}{2}; n = \frac{v_c}{\pi \cdot d_m}$	$d_m = \frac{d + d_1}{2}; n = \frac{v_c}{\pi \cdot d_m}$	

۱) استفاده از قطر متوسط  $d_m$  منجر به سرعت براده برداری بالا می شود. بدین وسیله در قطرهای کوچک (محدوده داخلی) شرایط براده برداری قابل قبولی نیز حاکم می باشد.

مثال:

$$L = l + l_a + l_u = 1240 \text{ mm} + 2 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 1244 \text{ mm}$$

طول تراشی بدون پله،  $l = 1240 \text{ mm}$ 

$$v_c = 120 \text{ m/min}, f = 0,6 \text{ mm}, l_a = l_u = 2 \text{ mm}$$

$$d = 160 \text{ mm}, i = 2$$

$$n = ? , L = ? , t_h = ? \text{ (برای تنظیم دور پیوسته)}$$

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{120 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{\pi \cdot 0,16 \text{ m}} \approx 239 \frac{1}{\text{min}}$$

$$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} = \frac{1244 \text{ mm} \cdot 2}{239 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,6 \text{ mm}} \approx 17,4 \text{ min}$$

## پیچ تراشی

مدت زمان اصلی

$$t_h = \frac{L \cdot i \cdot g}{P \cdot n}$$

تعداد پاس پیچ تراشی

$$i = \frac{h}{a}$$

مثال:

$$L = l + l_a + l_u = 76 \text{ mm} + 2 \cdot 2 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$$

پیچ M 24،  $l_a = l_u = 2 \text{ mm}, l = 76 \text{ mm}$ 

$$a = 0,15 \text{ mm}, i = 2, v_c = 6 \text{ m/min}, f = 0,6 \text{ mm}$$

$$g = 1, P = 3 \text{ mm}, h = 1,84 \text{ mm}$$

$$t_h = ? , i = ? , n = ? , L = ?$$

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{6 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{\pi \cdot 0,024 \text{ m}} \approx 80 \frac{1}{\text{min}}$$

$$t_h = \frac{L \cdot i \cdot g}{P \cdot n} = \frac{80 \text{ mm} \cdot 13 \cdot 1}{3 \text{ mm} \cdot 80 \frac{1}{\text{min}}} \approx 4,3 \text{ min}$$

$$i = \frac{h}{a} = \frac{1,84 \text{ mm}}{0,15 \text{ mm}} = 12,2 \approx 13$$



## طول تراشی و کف تراشی با سرعت براده برداری ثابت

اگر به دلایل ایمنی، دور باید در یک دور حدی داده شده  $n_g$  محدوده شود، برای قطر  $d$  کوچکتر از قطر گذر  $d_g$  عملیات تراشکاری در یک دور ثابت انجام می گیرد (صفحه ۲۹۱).

قطر گذر

$$d_g = \frac{v_c}{\pi \cdot n_g}$$

مدت زمان ماشینکاری

$$t_h = \frac{\pi \cdot d_e \cdot L \cdot i}{v_c \cdot f}$$

تعداد پاس طول تراشی

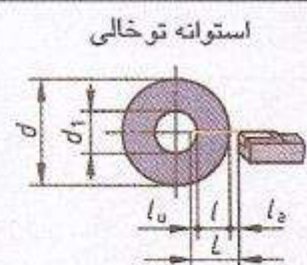
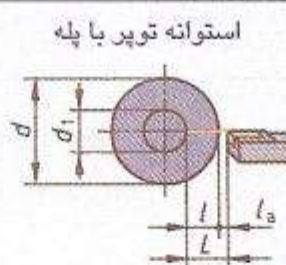
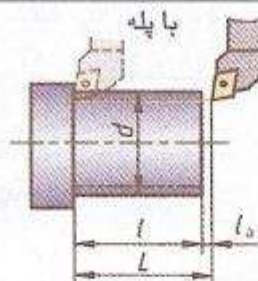
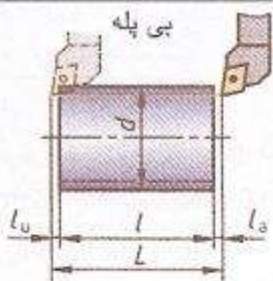
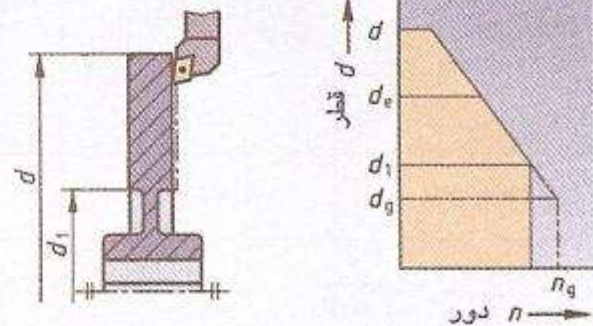
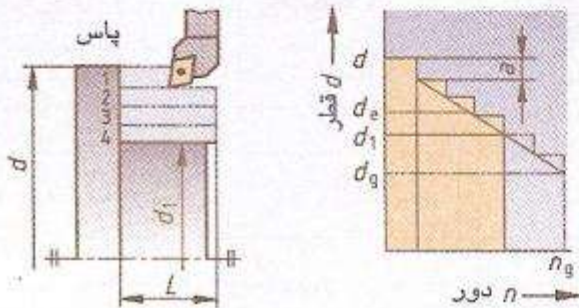
$$i = \frac{d - d_1}{2 \cdot a}$$

$d_g$	قطر گذر	$i$	تعداد پاس تراشکاری
$v_c$	سرعت براده برداری	$d$	قطر خارجی
$n_g$	دور حدی	$d_1$	قطر داخلی
$t_h$	مدت زمان ماشینکاری	$a$	عمق براده برداری
$d_e$	قطر معادل	$l_a$	طول خلاصی ابتدا
$L$	طول تراشکاری، طول پیشروی	$l_u$	طول خلاصی انتها
$f$	طول پیشروی در یک دور		

محاسبه طول تراشکاری  $L$  و قطر معادل  $d_e$ 

طول تراشی

کف تراشی



$$L = l + l_a + l_u$$

$$L = l + l_a$$

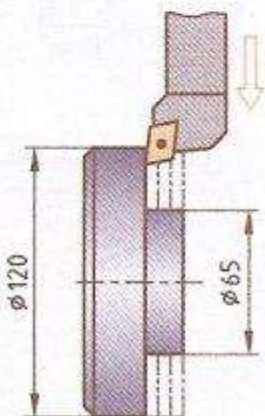
$$L = \frac{d - d_1}{2} + l_a$$

$$L = \frac{d - d_1}{2} + l_a + l_u$$

$$d_e = d - a \cdot (i + 1)$$

$$d_e = \frac{d + d_1}{2} + l_a$$

$$d_e = \frac{d + d_1}{2} + l_a - l_u$$

مثال : کف تراشی،  $i = 2$ ،  $f = 0,2 \text{ mm}$ ،  $v_c = 220 \text{ m/min}$ ،  $l_a = 1,5 \text{ mm}$  $t_h = ?$ ،  $d_e = ?$ ،  $L = ?$ ،  $d_g = ?$ ،  $n_g = 3000/\text{min}$ 

$$d_g = \frac{v_c}{\pi \cdot n_g} = \frac{220 \cdot 1000 \frac{\text{mm}}{\text{min}}}{\pi \cdot 3000 \frac{1}{\text{min}}} = 23,3 \text{ mm} \quad (d_1 > d_g)$$

$$L = \frac{d - d_1}{2} + l_a = \frac{120 \text{ mm} - 65 \text{ mm}}{2} + 1,5 \text{ mm} = 29 \text{ mm}$$

$$d_e = \frac{d + d_1}{2} + l_a = \frac{120 \text{ mm} + 65 \text{ mm}}{2} + 1,5 \text{ mm} = 94 \text{ mm}$$

$$t_h = \frac{\pi \cdot d_e \cdot L \cdot i}{v_c \cdot f} = \frac{\pi \cdot 94 \text{ mm} \cdot 29 \text{ mm} \cdot 2}{220 \cdot 1000 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \cdot 0,2 \text{ mm}} = 0,39 \text{ min}$$



## سوراخکاری، برقوکاری، خزینه کاری

ارتفاع پنج ابزار $l_s$	مدت زمان ماشینکاری $t_h$	طول پیشروی $L$	مدت زمان ماشینکاری
$\sigma$	$d$	$f$	$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$
$80^\circ$	$0,6 \cdot d$	$n$	دور
$118^\circ$	$0,3 \cdot d$	$v_c$	سرعت براده برداری
$130^\circ$	$0,23 \cdot d$	$i$	تعداد پاس ماشینکاری
$140^\circ$	$0,18 \cdot d$	$\sigma$	زاویه راس
			$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d}$

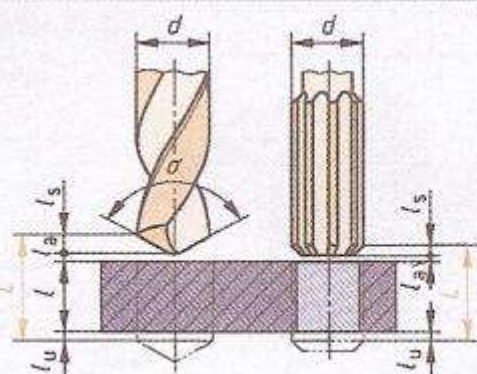
محاسبه طول پیشروی  $L$ 

در خزینه کاری

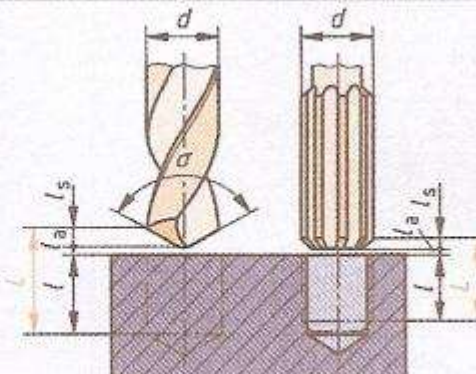
در سوراخکاری و برقوکاری

سوراخ سراسری (راه به در)

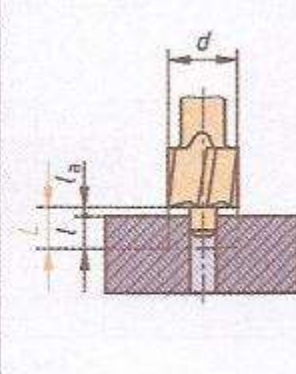
سوراخ کور (بسته)



$$L = l + l_s + l_a + l_u$$



$$L = l + l_s + l_a$$



$$L = l + l_s$$

مثال:

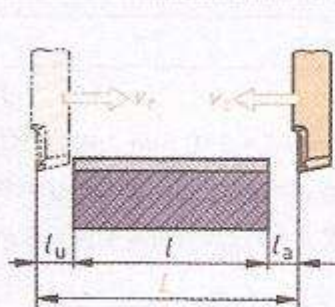
$$L = l + l_s + l_a = 90 \text{ mm} + 0,23 \cdot 30 \text{ mm} + 1 \text{ mm} = 98 \text{ mm}$$

$$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} = \frac{98 \text{ mm} \cdot 15}{450 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,15 \text{ mm}} = 21,78 \text{ min}$$

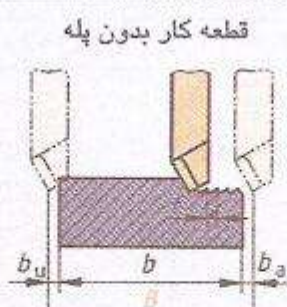
سوراخ کور با  $d = 30 \text{ mm}$  :  $l = 90 \text{ mm}$  $l_a = 1 \text{ mm}$  :  $i = 15$  ,  $n = 450/\text{min}$  :  $f = 0,15 \text{ mm}$  $t_h = ?$  ,  $L = ?$  ,  $\sigma = 130^\circ$ 

## صفحه تراشی و کله زنی

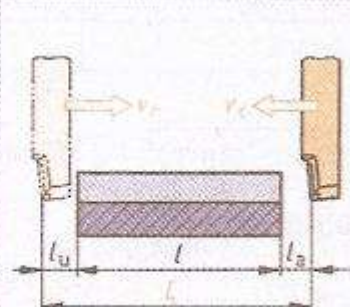
$t_h$	مدت زمان ماشینکاری	$b_u$	خلاصی عرضی انتها	مدت زمان ماشینکاری
$l$	طول قطعه کار	$n$	تعداد کورس کامل در دقیقه	$t_h = \frac{B \cdot i}{n \cdot f}$
$l_a$	طول خلاصی ابتدا	$v_c$	سرعت براده برداری، سرعت رفت	
$l_u$	طول خلاصی انتها	$v_r$	سرعت برگشت	$t_h = \left( \frac{L}{v_c} + \frac{L}{v_r} \right) \cdot \frac{B \cdot i}{f}$
$L$	طول کورس	$B$	عرض صفحه تراشی یا کله زنی	
$b$	عرض قطعه کار	$f$	پیشروی عرضی در یک کورس کامل	
$b_a$	خلاصی عرضی ابتدا	$i$	تعداد پاس ماشینکاری	

محاسبه طول کورس  $L$  و عرض صفحه تراشی  $B$ 

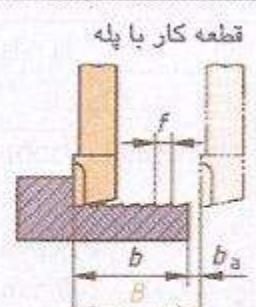
$$L = l + l_a + l_u$$



$$B = b + b_a + b_u$$



$$L = l + l_a + l_u$$



$$B = b + b_a$$



# فرزکاری

مدت زمان اصلی	d	قطر تیغه فرز
طول قطعه کار	z	تعداد لبه تیغه فرز
طول خلاصی ابتدا	$v_f$	سرعت پیشروی
طول خلاصی انتها	i	تعداد پاس فرزکاری
فاصله از مرکز ابزار تا	b	عرض قطعه کار
طول خلاصی	n	دور
طول پیشروی	a	عمق براده برداری
پیشروی هر لبه ابزار	t	عمق جای خار
سرعت براده برداری	f	پیشروی در هر دور فرز

سرعت پیشروی

$$v_f = n \cdot f$$

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z$$

مدت زمان اصلی

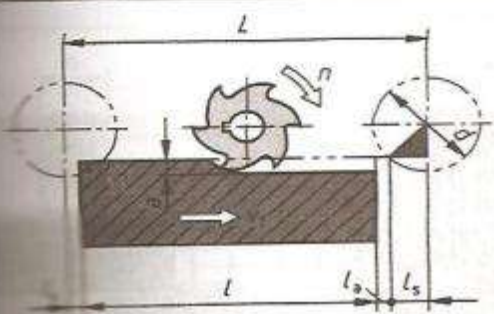
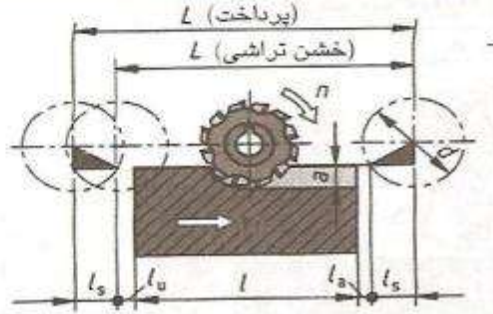
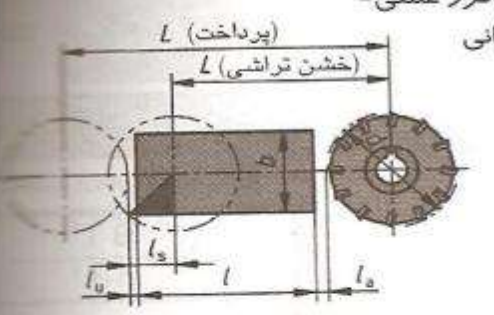
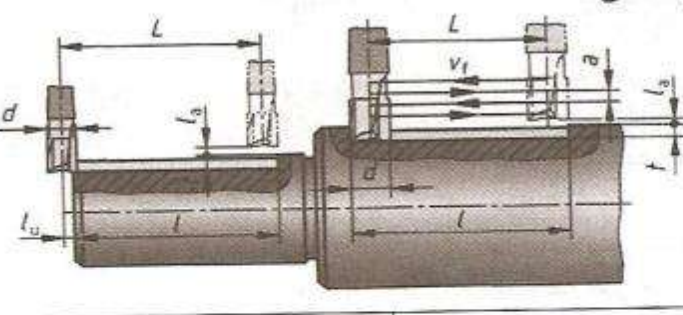
$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$$

پیشروی در هر دور

$$f = f_z \cdot z$$

## محاسبه طول پیشروی

فرزکاری محیطی		فرزکاری محیطی - پیشانی	
 <p>تیغه فرز غلتکی</p>		 <p>تیغه فرز پولکی - تیغه فرز غلتکی - پیشانی</p>	
خشن تراشی یا پرداخت		خشن تراشی	پرداخت
$L = l + l_a + l_s + l_u$		$L = l + l_s + l_a + l_u$	$L = l + 2 \cdot l_s + l_a + l_u$
$l_s = \sqrt{d \cdot a - a^2}; l_a = l_u$		$l_s = \sqrt{d \cdot a - a^2}; l_a = l_u$	
فرزکاری پیشانی (فرزکاری کف)		فرزکاری انگشتی (فرزکاری جای خار)	
 <p>تیغه فرز غلتکی - پیشانی</p>		 <p>تیغه فرز انگشتی</p>	
خشن تراشی	پرداخت	شیار یک طرف باز	شیار بسته
$L = l + \frac{d}{2} - l_s + l_a + l_u$	$L = l + d + l_a + l_u$	$L = l - \frac{d}{2} + l_u$	$L = l - d$
$l_s = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{d^2 - b^2}$	-	$i = \frac{t + l_a}{a}$	
$l_a = l_u \approx 1,5 \text{ mm}$		$l_u = l_a \approx 1,5 \text{ mm}$	
$L = l + l_s + l_a + l_u$ $= 176 \text{ mm} + \sqrt{100 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm} - (8 \text{ mm})^2} + 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 206 \text{ mm}$ $v_f = n \cdot f = 640 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,8 \text{ mm} = 512 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$ $t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{206 \text{ mm} \cdot 1}{512 \frac{\text{mm}}{\text{min}}} = 0,4 \text{ min}$		<p>مثال :</p> <p>فرزکاری کف، <math>l = 176 \text{ mm}</math>، <math>l_a = l_u = 1,5 \text{ mm}</math>، <math>f_z = 0,1 \text{ mm}</math>، <math>n = 640/\text{min}</math>، <math>z = 8</math>، <math>d = 100</math>، <math>t_h = ?</math>، <math>v_f = ?</math>، <math>f = ?</math>، <math>L = ?</math>، <math>i = 1</math>، <math>a = 8 \text{ mm}</math></p> <p><math>f = f_z \cdot z = 0,1 \text{ mm} \cdot 8 = 0,8 \text{ mm}</math></p>	



## سنگ‌زنی محوری - طولی

$t_h$	مدت زمان اصلی	$l$	طول قطعه کار	مدت زمان اصلی	دور قطعه کار
$L$	طول پیشروی	$b_s$	عرض سنگ	$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$	$n = \frac{v_1}{\pi \cdot d_1}$
$i$	تعداد پاس	$b_u$	طول خلاصی	تعداد پاس	
$n$	دور قطعه کار	$t$	اضافه تراش سنگ زنی		
$f$	پیشروی در هر دور قطعه کار				
$v_f$	سرعت پیشروی				
$d_1$	قطر اولیه قطعه کار				
$d$	قطر نهایی قطعه کار				
$a$	عمق براده برداری، عمق بار				
				برای سنگ زنی خارجی	برای سنگ زنی داخلی
				$i = \frac{d_1 - d}{2 \cdot a} + 2^{''}$	$i = \frac{d - d_1}{2 \cdot a} + 2^{''}$
				1) 2 پاس جهت پرداخت و تعداد پاسهای بیشتر برای درجه ترائس تنگ لازم است.	

برای سنگ‌زنی خارجی

$$i = \frac{d_1 - d}{2 \cdot a} + 2^{(1)}$$

برای سنگ‌زنی داخلی

$$i = \frac{d - d_1}{2 \cdot a} + 2^{(1)}$$

(۱) ۲ پاس جهت پرداخت و تعداد پاسهای بیشتر برای درجه تیرانس تنگ لازم است.

محاسبه طول پیشروی  $L$ 

قطعات بدون پله		قطعات پله‌دار	
	$L = l - \frac{1}{3} \cdot b_s$		$L = l - \frac{2}{3} \cdot b_s$

پیشروی در خشن‌تراشی:  $f = \frac{2}{3} \cdot b_s \dots \frac{3}{4} \cdot b_s$ ، پیشروی در پرداخت:  $f = \frac{1}{4} \cdot b_s \dots \frac{1}{2} \cdot b_s$ 

## سنگ‌زنی تخت

$t_h$	مدت زمان اصلی	$B$	عرض سنگ‌زنی	تعداد کورس	تعداد کورس
$l$	طول قطعه کار	$f$	پیشروی عرضی در یک کورس	$i = \frac{t}{a} + 2^{(1)}$	$n = \frac{v_f}{L}$
$l_a$	طول خلاصی ابتدا و انتها	$n$	تعداد کورس در دقیقه	مدت زمان اصلی	
$L$	طول پیشروی	$v_f$	سرعت پیشروی		
$b$	عرض قطعه کار	$i$	تعداد پاس سنگ‌زنی	$t_h = \frac{i}{n} \cdot \left( \frac{B}{f} + 1 \right)$	
$b_u$	عرض خلاصی	$t$	اضافه تراش سنگ‌زنی		
$a$	عمق براده‌برداری، عمق بار	$b_s$	عرض دیسک سنگ	(۱) ۲ پاس جهت پرداخت	

محاسبه طول پیشروی  $L$  و عرض سنگ‌زنی  $B$ 

قطعات بدون پله		قطعات پله‌دار	
	$L = l + 2 \cdot l_a$		$B = b - \frac{2}{3} \cdot b_s$
	$B = b - \frac{1}{3} \cdot b_s$		$L = 1 + 2 \cdot l_a$

پیشروی عرضی در سنگ‌زنی خشن:  $f = \frac{2}{3} \cdot b_s \dots \frac{3}{4} \cdot b_s$ ، پیشروی در پرداخت:  $f = \frac{1}{2} \cdot b_s \dots \frac{1}{3} \cdot b_s$



اصطلاحات و محدوده کاربرد مواد روغنکاری - خنک کاری<sup>۱)</sup> طبق DIN 51385 (1991-06)

نوع مواد روغنکاری خنک کاری	نحوه اثر	علایم کوتاه در جدول	توضیح، کاربرد
محلول روغنکاری خنک کاری		L1	محلول مواد غیر آلی، مانند سودا (کربنات سدیم) یا نیتريت سدیم در آب کاربرد غالباً برای سنگ زنی
خنک کاری		L2	محلول یا امولسیون غالب مواد آلی و اکثراً مواد مصنوعی در آب محدوده کاربرد مانند امولسیون روغنکاری خنک کاری، با شدت بوی کمتر
امولسیون مواد روغنکاری خنک کاری		E 2% E 20%	امولسیون با نسبت مخلوط 2% (E 2%) تا 20% (E 20%) مواد روغنکاری قابل امولسیون در آب، غالباً به عنوان مایع سوراخکاری به کار می رود. وقتی اثر خنک کاری بیش از اثر روغنکاری مطلوب باشد، مانند براده برداری با سرعت برش بالا، از این روغن استفاده می شود.
مواد روغنکاری خنک کاری غیر قابل مخلوط با آب		S1	روغن برش با افزوده های قطبی، مانند مواد روغنی گیاهی یا حیوانی یا استرهای مصنوعی، جهت بهبود چسبندگی روی سطح فلز. با وجود اینکه اثر روغنکاری و جلوگیری از خوردگی بالایی را دارد ولی برای دمای براده برداری بالا به کار می رود.
		S2	روغن برش با افزوده های - EP با اثر نرم کنندگی <sup>۲)</sup> پایداری دما و فشار بالاتر از S1
		S3	روغن برش با افزوده های قطبی و EP با اثر نرم کنندگی <sup>۲)</sup>
		S4	روغن برش با افزوده های - EP <sup>۲)</sup> . علیرغم پایداری فشار و دمای بالا، معیوب شدن سطح فلز امکان دارد
		S5	روغن برش با افزوده های - قطبی و - EP فعال

۱) مواد روغنکاری - خنک کاری ممکن است مضر سلامتی باشد (صفحه ۱۹۷)، بدین جهت در مقدار کم استفاده می شود.

۲) EP (= extreme pressure) فشار بالا، افزوده هایی جهت افزایش تحمل تنش سطحی بالا

## اصول انتخاب مواد روغنکاری خنک کاری

فرآیند تولید	فولاد		چدن خاکستری، چدن چکش خوار	مس، آلیاژهای مس	آلومینیم، آلیاژ آلومینیم	آلیاژهای منیزیم
	قابلیت براده برداری نرم	قابلیت براده برداری سخت				
تراشکاری خشک تراشی ظریف تراشی	E 2...5% L2	E 10% S4, S5	خشک	خشک L2, S1	E 2...5% L2, S1, S3	خشک S1, S2
	E 2...5% S3	E 10% S4, S5	خشک E 2...5%	خشک L2, S1, S2	خشک S1, S2, S3	خشک S1, S2, S3
فرزکاری	E 5...10% L2, S3	E 10% S4, S5	خشک E 2...5%	خشک E 2...5% S1, S2, S3	S1, S2, S3 E 2...5%	خشک S1, S2, S3
سوراخکاری	E 2...5%	E 10% S4, S5	خشک E 5...10%	خشک S1, S2, S3 E 5...10%	E 2...5% S1, S2, S3	خشک S1, S2, S3
سوراخکاری عمیق	S3, E 20%	S5	E 20%	S3	S3	S3
برق وزنی	S2, S3 E 20%	S3 S4, S5	خشک S1	خشک S1, S2, S3	S1, S2, S3	S1, S2, S3
اره کاری	E 5...10% L2	E 20%	خشک E 2...5%	S1, S2, S3 E 2...5%	S1, S2, S3 E 2...5%	خشک S1, S2, S3
خانکشی	S2, S3 E 10%	S4, S5	E 5...10%	S1, S2, S3	S1, S2, S3	S1, S2, S3
چرخنده تراشی با فرزکاری چرخنده تراشی با کله زنی	S3	S5	E 2...5% S3	—	—	—
پیچ بری (تراشکاری)	S3	S5	S3 E 5...10%	S3	S3	S3 خشک
پیچ تراشی (فرزکاری)	S2, S3	S4, S5	S2	S1, S2, S3	S1, S2, S3	S1, S2, S3
سنگ زنی پیچ	S3	S5	—	—	—	—
سنگ زنی تخت	E 2...5% L2, L1	S3 L2, L1	L2, L1 E 2...5%	E 2% L2, L1	—	—
هونینگ، لپینگ	S2, S3	S4, S5	S2	—	E 2...5%	—



## تراشکاری سخت با نیتريدبر مکعبی (CBN)

	فرآیند تراشکاری	جنس، فولاد سختکاری شده HRC	سرعت براده‌برداری $v_c$ m/min	پیشروی $f$ mm/دور	عمق براده‌برداری $a_p$ mm
	خارج‌تراشی	45...58	60...220	0,05...0,3	0,05...0,5
	داخل‌تراشی		60...180	0,05...0,2	0,05...0,2
	خارج‌تراشی	> 58...65	50...190	0,05...0,25	0,05...0,4
	داخل‌تراشی		50...150	0,05...0,2	0,05...0,2

## فرزکاری سخت با ابزارهای الماسه یکپارچه پوشش‌دار (VHM)

	جنس فولاد سختکاری شده HRC	سرعت براده‌برداری $v_c$ m/min	عرض نفوذ $a_{e \max}$ mm	پیشروی هر دندان $f_z$ به mm در قطر تیغه فرز $d$ به mm		
	تا 35	80...90	0,05 · d	> 2...8	> 8...12	> 12...20
				0,04	0,05	0,06
	36...45	60...70	0,05 · d	0,03	0,04	0,05
	46...54	50...60	0,05 · d			

## براده‌برداری سرعت بالا (HSC = High Speed Cutting) با PKD

	گروه جنس	سرعت براده‌برداری $v_c$ m/min	قطر تیغه فرز $d$ به mm			
			10 $a_e$ mm	$f_z$ mm	20 $a_e$ mm	$f_z$ mm
	Rm فولاد 850...1100 > 1100...1400	280...360 210...270	0,25	0,09...0,13	0,40	0,13...0,18
	فولاد سختکاری شده 48...55 HRC > 55...67 HRC	90...240 75...120	0,25 0,20	0,09...0,13	0,40 0,35	0,13...0,18
	EN-GJS > 180 HB آلیاژهای تیتانیم Cu آلیاژهای	300...360 90...270 90...140	0,25 0,20...0,25 0,20	0,09...0,13 0,09...0,13 0,09...0,13	0,40 0,35...0,40 0,35	0,13...0,18 0,13...0,18 0,13...0,18

## براده‌برداری خشک

فرآیند	تکه ویدیا و مواد روغنکاری - خنک‌کننده				
	مواد آهنی	مواد آل	چدن	آلیاژهای ریختگی	آلیاژهای خمیری
سوارکاری	TiN, خشک	TiAlN, MMKS	TiN, خشک	TiAlN, MMKS	TiAlN, MMKS
برقکاری	PKD, MMKS	— <sup>(۲)</sup>	PKD, MMKS	TiAlN, PKD, MMKS	TiAlN, MMKS
فرزکاری	TiN, خشک	TiAlN, MMKS	TiN, خشک	TiAlN, خشک	TiAlN, MMKS
اره‌کاری	MMKS	MMKS	— <sup>(۲)</sup>	TiAlN, MMKS	TiAlN, MMKS

حداقل مقدار مواد روغنکاری - خنک‌کننده (MMKS یا  $M_{min}$ )<sup>(۳)</sup>

وابستگی MMKS به فرآیند تولید براده‌برداری			مواد روغنکاری - خنک‌کاری مناسب برای جنس براده‌برداری		
فرزکاری	سوارکاری	سنگ‌زنی	آلیاژهای آل	آلیاژهای ریختگی	آلیاژهای فولاد فريتی
تراشکاری	برقکاری	هونینگ	آلیاژهای Cu	آلیاژهای خمیری	پرلیتی
			آلیاژهای Mg	مواد ریختگی آهنی	فولادهای زنگ‌نزن
مقدار افزایشی مواد روغنکاری			خواص افزایشی جنس		
(۳) معمولاً 0,01 ... 3 l/h			(۲) کاربرد غیر معمول		
			(۱) نیتريد آلومینیم تیتان (پوشش خیلی سخت)		

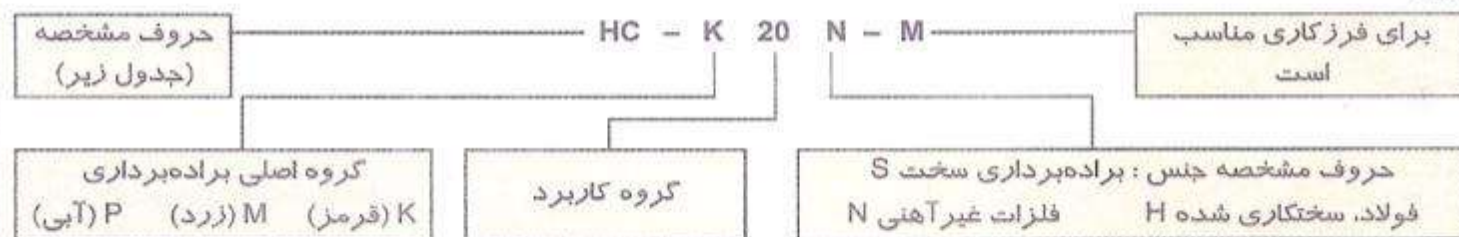


طبق (E-DIN ISO 513 (2004-07 و DIN 6599 (1998-06)

مشخصه تکه‌های ویدیا

استاندارد DIN ISO 513 مشخصه مواد برشی سخت جهت براده‌برداری و کاربرد آن را تعریف می‌کند. این استاندارد مواد برشی را برحسب گروه اصلی - براده‌برداری کلاسه‌بندی می‌کند و به گروه‌های کاربردی تقسیم‌بندی می‌شود. DIN 6599 جهت تکمیل DIN ISO 513 دارای اطلاعاتی درباره جنس قطعات و نیز مشخصه‌های چقرمگی و مقادیر توان مواد برشی سخت است.

مثال :



گروه مواد برشی	K	اجزاء	خواص	محدوده کاربرد
 فلزات سخت، الماسه (HM)	HvW	فلز سخت بدون پوشش از کاربرد تنگستن (WC)، همچنین به عنوان فلز سخت دانه‌ریز (اندازه دندانه $2.5 \mu m >$ )	سخت‌گرمایی بالا تا $1000^{\circ}C$ ، مقاومت سایش بالا، استحکام فشاری بالا، مستهلک ارتعاش	تکه‌های براده‌برداری ابزارهای سوراخکاری، تراشکاری و فرزکاری، همچنین به عنوان ابزارهای الماسه یکپارچه
	HT	فلز سخت بدون پوشش از کاربرد تیتانیوم (TiC)، نیتريد تیتانیوم (TiN) یا از هردو، سمرت هم نامیده می‌شود.	مانند HW ولی با پایداری لبه‌های برشی و پایدار شیمیایی بالا	تکه‌های تعویضی الماسه برای ابزارهای فرزکاری جهت پرداخت در سرعت براده‌برداری بالا
	HC	HW و HT با پوشش نیتريد کربونیتريد (TiCN)	افزایش استحکام سایش بدون کاهش چقرمگی	جایگزینی فزاینده برای فلزات سخت بدون پوشش
 سرامیک‌های برشی	CA	اکسید سرامیک، غالباً از اکسید آلومینیم ( $Al_2O_3$ )	سختی بالا و سختی گرمایی تا $1200^{\circ}C$ ، حساس به تغییرات شدید دما	براده‌برداری چدن، غالباً بدون روغنکاری - خنک‌کننده
	CM	سرامیک مخلوط بر پایه اکسید آلومینیم ( $Al_2O_3$ ) و نیز سایر اکسیدها	چقرمه‌تر از سرامیک خالص، پایداری بهتر به نوسانات دما	تراشکاری ظریف فولاد سختکاری‌شده، براده‌برداری با سرعت براده‌برداری بالا
	CN	سرامیک نیتريد، غالباً از نیتريد های سیلیسیم ( $Si_3N_4$ )	چقرمگی بالا، پایداری بالای لبه براده‌برداری	براده‌برداری چدن با سرعت براده‌برداری بالا
	CC	سرامیک براده‌برداری مانند CA، CM و CN ولی با پوشش نیتريد تیتانیوم کربن	افزایش مقاومت سایش بدون کاهش چقرمگی	جایگزینی فزاینده برای سرامیک‌های براده‌برداری بدون پوشش
 نیتريد بور	BN	نیتريد بور (BN) مکعبی پلی کریستالی، CBN یا PKB یا مواد برشی خیلی سخت هم نامیده می‌شود	سختی خیلی بالا و سختی گرمایی تا $2000^{\circ}C$ ، استحکام سایش و پایداری شیمیایی بالا	ماشینکاری پرداخت مواد سخت ( $HRC > 48$ ) در کیفیت سطحی بالا
 الماس	DP	الماس پلی کریستالی، نام دیگر آن PKD یا مواد برشی خیلی سخت، از کربن (C) ساخته می‌شود	استحکام سایش بالا، خیلی ترد، پایداری حرارتی تا $600^{\circ}C$ ، با عناصر آلیاژی واکنش نشان می‌دهد	براده‌برداری فلزات غیر آهنی و آلیاژهای Al با مقدار سیلیسیم بالا
 فولادهای ابزار	HSS	فولاد تندبر توان بالا با عناصر آلیاژی تنگستن (W)، مولیبدن (Mo)، وانادیم (V) و کبالت (Co) غالباً با نیتريد تیتانیوم (TiN)	چقرمگی و مقاومت خمشی بالا، سختی پایین، پایداری حرارتی تا $600^{\circ}C$	در نیروهای براده‌برداری با تغییرات شدید، ماشینکاری پلاستیکها، برای براده‌برداری آلیاژهای Al و Cu

(۲) فولادهای ابزار در DIN ISO 513 یا DIN 6599 نیامده است.

(۱) حروف مشخصه طبق DIN ISO 513



طبق E-DIN ISO 513 (2004-07)

گروه‌های اصلی براده‌برداری و گروه‌های کاربردی تکه‌های ویدیا

گروه	علامت کوتاه	جنس	فرآیندهای براده‌برداری و شرایط براده‌برداری	خواص مواد برشی	مقادیر براده		
P آبی	فولادهای براده بلند و مواد ریختگی آهنی						
	P01	فولاد، فولاد ریختگی	تراشکاری و سوراخکاری پرداخت با سرعت براده‌برداری بالا و مقاطع کوچک براده‌برداری				
	P10	فولاد، فولاد ریختگی، چدن چکش‌خوار براده بلند	تراشکاری، فرزکاری، پیچ‌بری، سرعت براده‌برداری بالا در مقاطع کوچک و متوسط براده‌برداری				
	P20	فولاد، فولاد ریختگی، چدن چکش‌خوار براده بلند	تراشکاری، کپی‌تراشی، فرزکاری با سرعت براده‌برداری متوسط و سطح مقطع متوسط				
	P30	فولاد، فولاد ریختگی با حفره (مک)	تراشکاری با سرعت براده‌برداری پایین و مقاطع بزرگ براده‌برداری				
	P40	فولاد، فولاد ریختگی با حفره	ماشینکاری تحت شرایط براده‌برداری نامناسب، زاویه بزرگ براده امکان‌پذیر است				
	P50	فولاد، فولاد ریختگی با استحکام متوسط و دارای حفره و ماسه نفوذی	ماشینکاری تحت شرایط براده‌برداری نامناسب که در این مورد نیاز به مواد برشی چقرمه است، زاویه براده و مقاطع براده بزرگ در سرعت براده‌برداری کوچک امکان‌پذیر است				
M زرد	فولادهای براده بلند و کوتاه، مواد ریختگی آهنی و فلزات غیرآهنی						
	M10	فولاد، فولاد ریختگی، چدن، فولاد آستنیتی منگنزدار	تراشکاری با سرعت براده‌برداری متوسط و بالا و مقاطع براده‌برداری کوچک تا متوسط				
	M20	فولاد، فولاد ریختگی، چدن، فولادهای آستنیتی	تراشکاری و فرزکاری با سرعت براده‌برداری متوسط و مقاطع براده‌برداری متوسط				
	M30	فولاد، چدن، آلیاژهای مقاوم به گرمای بالا	تراشکاری و فرزکاری با سرعت براده‌برداری متوسط و مقاطع براده‌برداری متوسط تا بزرگ				
	M40	فولادهای اتومات (خوش‌تراش)، فلزات سنگین، فلزات سبک	تراشکاری، گاه‌تراشی مخصوصاً روی دستگاههای سری تراش				
K قرمز	فولادهای براده کوتاه، مواد ریختگی آهنی، فلزات غیرآهنی و مواد غیرفلزی						
	K01	چدنهای سخت، آلیاژهای Al-Si، دوروپلاستها	تراشکاری، تراشکاری اولیه، فرزکاری، شابرزنی				
	K10	چدن با HB ≥ 220، فولاد سخت، سرامیک	تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری، داخل‌تراشی، خاتکشی				
	K20	چدن با HB ≥ 220، فلزات غیرآهنی	تراشکاری، فرزکاری، داخل‌تراشی، در صورتی که چقرمگی بالایی برای مواد براده‌برداری لازم است				
	K30	فولاد، چدن با سختی پایین	تراشکاری، فرزکاری، فرزکاری جای خار، زاویه براده بزرگ امکان‌پذیر است				
	K40	فلزات غیرآهنی، چوب	ماشینکاری با زاویه براده بزرگ				



## مثال مشخصه

تکه ویدئای از فلز سخت با گوشه‌های گرد (DIN 4968)، بدون سوراخ

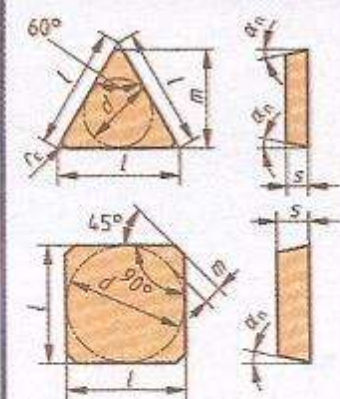
DIN 4898 - T N G N 16 03 08 T - P20 تکه ویدئای

(DIN 6590) تخت تکه ویدئای از فلز سخت با لبه‌های براده‌برداری

DIN 6590 - S P E N 15 04 ED R - P10 تکه ویدئای

شماره استاندارد

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩



## ① فرم اصلی

هم ضلع و هم زاویه

هم ضلع و  
مختلف الزاویهL مختلف الاضلاع و هم‌زاویه  
A, B, K مختلف الاضلاع و  
مختلف الزاویه

H	O	P	R	S	T
C	D	E	M	V	W
L	A	B	K		

علاوه بر اشکال استاندارد اشکال متنوع ویژه شرکت‌های سازنده هم به کار می‌رود.

② زاویه آزاد - استاندارد  
روی  $\alpha_n$  تکه

A	B	C	D	E	F	G	N	P	O
3°	5°	7°	15°	20°	25°	30°	0°	11°	با داده‌های ویژه

## ③ درجه تلرانس

## انحرافات مجاز برای

اندازه کنترل d $\pm 0,013 \dots \pm 0,05$	اندازه کنترل m $\pm 0,005 \dots \pm 0,025$	ضخامت تکه s $\pm 0,025 \dots \pm 0,13$
--	---	---

④ طرح سطوح براده‌برداری  
و ملاحظات بستن آن

N	K	B
R	W	H
F	T	C
A	Q	J
M	U	X

با داده‌های ویژه

## ⑤ اندازه تکه

در تکه‌های مختلف الاضلاع اندازه بلندترین لبه به عنوان لبه براده‌برداری داده می‌شود، در تکه‌های گرد قطر آن داده می‌شود.

## ⑥ ضخامت تکه

ضخامت تکه بدون مکان اعشاری به mm بیان می‌شود.

⑦ طرح گوشه‌های  
لبه براده‌برداری

عدد مشخصه ضرب در فاکتور 0,1 = شعاع گوشه $r_f$									
1. حروف مشخصه زاویه تنظیم $\chi_r$ لبه براده‌برداری اصلی					A	D	E	F	P
					45°	60°	75°	85°	90°
2. حروف مشخصه زاویه آزاد $\alpha'_n$ روی لبه براده‌برداری تخت					A	B	C	D	E
					3°	5°	7°	15°	20°
					25°	30°	0°	11°	

## ⑧ لبه براده‌برداری

F	E	T	S	K	P
تیز	گرد شده	پنج خورده	گرد شده و پنج خورده	دو برابر پنج خورده	دو برابر پنج خورده و گرد شده

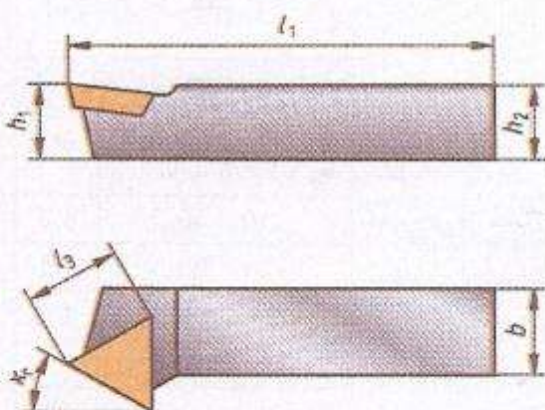
## ⑨ راستای لبه براده‌برداری

R	L	N
راست بر	چپ بر	راست بر و چپ بر

## ⑩ جنس

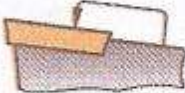
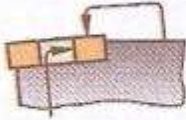


فلز سخت با گروه کاربردی - براده‌برداری یا سرامیک برشی





تنه رنده	DIN 4984	-	C	T	W	N	R	32	25	M	16
شماره - استاندارد											
نوع محکم کردن											
فرم اصلی تکه ویدیا <sup>1)</sup>											
فرم تنه رنده تکه ویدیا											
زاویه آزاد تکه ویدیا <sup>1)</sup> $\alpha_n$											
طرح تنه تکه ویدیا											
ارتفاع نوک لبه براده برداری $h_1 = h_2$ به mm											
عرض تنه رنده تکه ویدیا b به mm											
طول تنه رنده تکه ویدیا $l_1$ به mm											
اندازه تکه ویدیا <sup>1)</sup>											

(۱) تکه ویدیا در صفحہ ۳۰۰

مشخصه	طرح													
محکم کردن	حروف مشخصه	C			M			P			S			
	محکم کردن صفحه تکه ویدیا													
		گرفتن از بالا			گرفتن از بالا و از طریق سوراخ			از طریق سوراخ			از طریق خزینه سوراخ و با پیچ			
فرم تنه دنده راست	حروف مشخصه	A	B	D	E	M	N	V	G	H	J	R	T	
	زاویه تنظیم جانبی $K_r$	90°	75°	45°	60°	50°	63°	72,5°	90°	107,5°	93°	75°	60°	
	طرح تنه رنده	راست							پله دار					
	حروف مشخصه	C	F	K	S	U	W	Y	رنده های فرم D و S با صفحه الماسه های گرد با فرم اصلی R					
	زاویه تنظیم جانبی $K_r$	90°	90°	75°	45°	93°	60°	85°						
پله دار	طرح تنه رنده	راست	پله دار											
طرح تنه رنده	حروف مشخصه	R	تنه رنده راست			L	تنه رنده چپ			N	تنه رنده دوطرفه			
طول تنه رنده	حروف مشخصه	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	
	$l_1$ به mm	32	40	50	60	70	80	90	100	110	125	140	150	
	حروف مشخصه	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y		
	$l_1$ به mm	160	170	180	200	250	300	350	400	450	طول خاص		500	
⇒	تنه رنده تکه ویدیا چهارگوش، با محکم کردن از : DIN 4984 – CTWNR 3225 M 16 : بالا (C)، تکه ویدیا سه گوش (T)، (W) $K_r = 60^\circ$ (N) $\alpha_n = 0^\circ$ طرح تنه راست (R)، $h_1 = h_2 = 32 \text{ mm}$ . $l_3 = 16,5 \text{ mm}$ (16)، $l_1 = 150 \text{ mm}$ (M)، $b = 25 \text{ mm}$													



## نیروی براده‌برداری ویژه، مقادیر مرجع

$k_c$	نیروی براده‌برداری ویژه
$k$	مقدار جدولی برای نیروی براده‌برداری ویژه
$k_{c1.1}$	مقدار اصلی نیروی براده‌برداری ویژه
$m_c$	ضریب ثابت مواد
$h$	ضخامت براده‌برداری
$C_1$	ضریب تصحیح سرعت براده‌برداری
$C_2$	ضریب تصحیح روش ساخت

نیروی براده‌برداری ویژه

$$k_c = k \cdot C_1 \cdot C_2$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^{m_c}} \cdot C_1 \cdot C_2$$

ضرایب تصحیح	
سرعت براده‌برداری $v_c$ به m/min	$C_1$
10... 30	1,3
31... 80	1,1
81... 400	1,0
> 400	0,9
روش ساخت	$C_2$
فرزکاری	0,8
تراشکاری	1,0
سوراخکاری	1,2

مثال :

محوری از جنس C45 با  $v_c = 75$  m/min و  $h = 0,31$  mm روتراشی می‌شود.مطلوب است : تعیین ضریب تصحیح  $C_1$ ،  $C_2$  و نیروی براده‌برداری ویژه  $k_c$ حل :  $C_1$ ،  $C_2$  و  $k$  طبق جدول :  $C_1 = 1,1$ ،  $C_2 = 1,0$  و  $k = 1990$  N/mm<sup>2</sup>

$$k_c = k \cdot C_1 \cdot C_2 = 1990 \text{ N/mm}^2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 2189 \text{ N/mm}^2$$

یا

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^{m_c}} \cdot C_1 \cdot C_2 = \frac{1450 \text{ N/mm}^2}{0,31^{0,27}} \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 2188,2 \text{ N/mm}^2$$

مقادیر حدودی نیروی براده‌برداری ویژه<sup>(۱)</sup>

مواد	$k_{c1.1}$ N/mm <sup>2</sup>	$m_c$	نیروی براده‌برداری ویژه $k$ به N/mm <sup>2</sup> برای ضخامت براده $h$ به mm									
			0,08	0,1	0,16	0,2	0,31	0,5	0,8	1,0	1,6	
E295	1500	0,3	3200	2995	2600	2430	2130	1845	1605	1500	1305	
C35, C45	1450	0,27	2870	2700	2380	2240	1990	1750	1540	1450	1275	
C60	1690	0,22	2945	2805	2530	2410	2185	1970	1775	1690	1525	
9S20	1390	0,18	2190	2105	1935	1855	1715	1575	1445	1390	1275	
9SMn28	1310	0,18	2065	1985	1820	1750	1615	1485	1365	1310	1205	
35S20	1420	0,17	2180	2100	1940	1865	1735	1600	1475	1420	1310	
16MnCr5	1400	0,30	2985	2795	2425	2270	1990	1725	1495	1400	1215	
18CrNi8	1450	0,27	2870	2700	2380	2240	1990	1750	1540	1450	1275	
20MnCr5	1465	0,26	2825	2665	2360	2225	1985	1755	1555	1465	1295	
34CrMo4	1550	0,28	3145	2955	2590	2430	2150	1880	1650	1550	1360	
37MnSi5	1580	0,25	2970	2810	2500	2365	2115	1880	1670	1580	1405	
40Mn4	1600	0,26	3085	2910	2575	2430	2170	1915	1695	1600	1415	
42CrMo4	1565	0,26	3020	2850	2520	2380	2120	1875	1660	1565	1385	
50CrV4	1585	0,27	3135	2950	2600	2450	2175	1910	1685	1585	1395	
X210Cr12	1720	0,26	3315	3130	2770	2615	2330	2060	1825	1720	1520	
EN-GJL-200	825	0,33	1900	1765	1510	1405	1215	1035	890	825	705	
EN-GJL-300	900	0,42	2600	2365	1945	1740	1470	1205	990	900	740	
CuZn37	1180	0,15	1725	1665	1555	1500	1405	1310	1220	1180	1100	
CuZn36Pb1,5	835	0,15	1220	1180	1100	1065	995	925	865	835	780	
CuZn40Pb2	500	0,32	1120	1045	900	835	725	625	535	500	430	

معنی مقادیر نیروی براده‌برداری  $k_c$  و  $k$ ،  $k_{c1.1}$ 

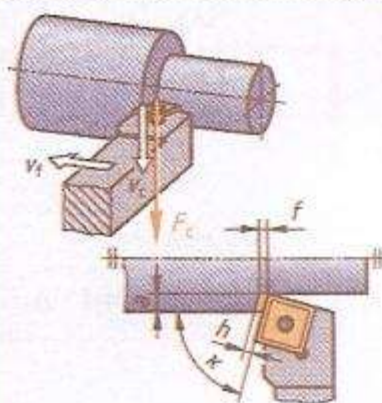
مقدار	نیروی براده‌برداری $F_c$ مربوط به مقطع براده $A = 1 \text{ mm}^2$ تحت شرایط زیر :
$k_{c1.1}$	عرض براده‌برداری $b = 1 \text{ mm}$ ، ضخامت براده‌برداری $h = 1 \text{ mm}$
$k$	ضخامت براده‌برداری $h$ بسته به طرح تولید
$k_c$	نیروی براده‌برداری ویژه $k$ با مدنظر قرار دادن فرآیند تولید و سرعت براده‌برداری $v_c$

(۱) مقادیر مرجع برای ابزارهای فلز سخت (الماسه) با زاویه براده زیر صادق است :

$\gamma_0 = +6^\circ$	برای فولادها
$\gamma_0 = +2^\circ$	برای چدن‌ها
$\gamma_0 = +8^\circ$	برای آلیاژهای مس



## تراشکاری



$F_c$	نیروی براده‌برداری
$A$	سطح مقطع براده‌برداری
$a$	عمق براده‌برداری
$f$	پیشروی
$\chi$	زاویه تنظیم
$h$	ضخامت براده‌برداری
$v_c$	سرعت براده‌برداری ویژه
$k_c$	نیروی براده‌برداری ویژه (صفحه ۳۰۲)
$Q$	حجم براده‌برداری زمانی
$P_c$	توان براده‌برداری

سطح مقطع براده‌برداری

$$A = a \cdot f$$

نیروی براده‌برداری

$$F_c = A \cdot k_c$$

ضخامت براده‌برداری

$$h = f \cdot \sin \chi$$

حجم براده‌برداری زمانی

$$Q = A \cdot v_c = a \cdot f \cdot v_c$$

توان براده‌برداری

$$P_c = F_c \cdot v_c = Q \cdot k_c$$

مثال: تراشکاری محوری از جنس 16MnCr5 با  $a = 5 \text{ mm}$ ,  $f = 0,32 \text{ mm}$ ,  $\chi = 75^\circ$  و  $v_c = 160 \text{ m/min}$

مطلوب است:  $P_c$ ,  $F_c$ ,  $A$ ,  $k_c$ ,  $h$

حل:

$$h = f \cdot \sin \chi = 0,32 \text{ mm} \cdot \sin 75^\circ = 0,31 \text{ mm}$$

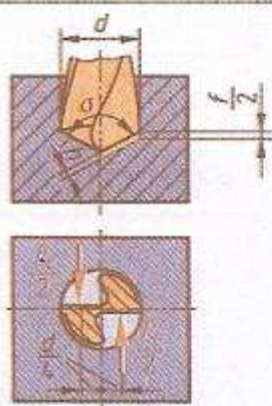
$$k_c = k \cdot C_1 \cdot C_2; k = 1990 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (صفحه ۳۰۲)}$$

$$= 1990 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1990 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_c = a \cdot f \cdot k_c = 5 \text{ mm} \cdot 0,32 \text{ mm} \cdot 1990 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 3184 \text{ N}$$

$$P_c = F_c \cdot v_c = \frac{3184 \text{ N} \cdot 160 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 8491 \text{ W} = 8,49 \text{ kW}$$

## سوراخکاری



$F_c$	نیروی براده‌برداری
$A$	سطح مقطع براده‌برداری
$d$	قطر مته
$\sigma$	زاویه رأس به درجه ( $^\circ$ )
$f$	پیشروی در یک دور به mm
$h$	ضخامت براده‌برداری
$v_c$	سرعت براده‌برداری ویژه
$k_c$	نیروی براده‌برداری ویژه (صفحه ۳۰۲)
$M_c$	گشتاور براده‌برداری
$Q$	حجم براده‌برداری زمانی
$P_c$	توان براده‌برداری

ضخامت براده‌برداری

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \frac{\sigma}{2}$$

سطح مقطع براده‌برداری

$$A = \frac{d \cdot f}{2}$$

نیروی براده‌برداری

$$F_c = A \cdot k_c$$

گشتاور براده‌برداری

$$M_c = \frac{F_c \cdot d}{4}$$

حجم براده‌برداری زمانی

$$Q = \frac{A \cdot v_c}{2}$$

توان براده‌برداری

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{2} = Q \cdot k_c$$

مثال: جنس قطعه‌کار 37MnSi5، قطر مته  $d = 16 \text{ mm}$ ,  $f = 0,18 \text{ mm}$ ,  $v_c = 12 \text{ m/min}$ ,  $\sigma = 118^\circ$

مطلوب است:  $M_c$ ,  $F_c$ ,  $k_c$ ,  $h$

حل:

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \frac{\sigma}{2} = \frac{0,18 \text{ mm}}{2} \cdot \sin 59^\circ = 0,08 \text{ mm}$$

$$k_c = k \cdot C_1 \cdot C_2 \text{ (صفحه ۳۰۲)}$$

$$= 2970 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 4633 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

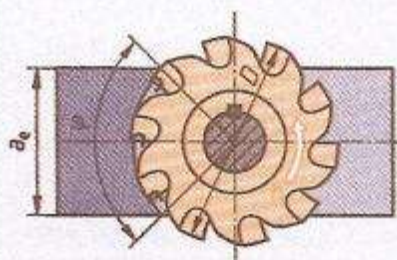
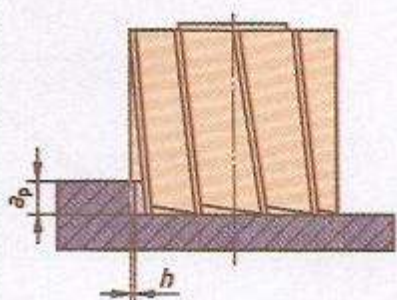
$$A = \frac{d \cdot f}{2} = \frac{16 \text{ mm} \cdot 0,18 \text{ mm}}{2} = 1,44 \text{ mm}^2$$

$$F_c = A \cdot k_c = 1,44 \text{ mm}^2 \cdot 4633 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 6672 \text{ N}$$

$$M_c = \frac{F_c \cdot d}{4} = \frac{6672 \text{ N} \cdot 0,016 \text{ m}}{4} = 26,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$



## فرزکاری پیشانی



$F_c$	نیروی براده برداری
$A$	سطح مقطع براده برداری
$k_c$	نیروی براده برداری ویژه (صفحه ۳۰۲)
$a_p$	عمق براده برداری
$a_e$	درگیری کاری (عرض فرزکاری)
$h$	ضخامت براده برداری
$v_c$	سرعت براده برداری
$v_f$	سرعت پیشروی
$n$	دور
$D$	قطر تیغه فرز
$z$	تعداد دندانه تیغه فرز
$f$	پیشروی در یک دور
$f_z$	پیشروی یک لبه
$z_e$	تعداد لبه های درگیر
$\varphi_s$	زاویه درگیری
$Q$	حجم براده برداری زمانی
$P_c$	توان براده برداری

پیشروی

$$f = f_z \cdot z$$

سرعت پیشروی

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = f \cdot n$$

ضخامت براده برداری

$$h \approx 0,9 \cdot f_z$$

زاویه درگیری

$$\sin \frac{\varphi_s}{2} = \frac{a_e}{D}$$

مثال :

جنس قطعه کار 16MnCr5،  $D = 160 \text{ mm}$ ،  $z = 12$ ،  $a_e = 120 \text{ mm}$ ،  $a_p = 6 \text{ mm}$ ،  $f_z = 0,2 \text{ mm}$ ،  $v_c = 85 \text{ m/min}$

مطلوب است :  $n$ ،  $v_f$ ،  $\varphi_s$ ،  $z_e$ ،  $h$ ،  $A$ ،  $k_c$ ،  $F_c$ ،  $Q$ ،  $P_c$

حل :

تعداد لبه های درگیر

$$z_e = \frac{\varphi_s \cdot z}{360^\circ}$$

سطح مقطع براده برداری

$$A = a_p \cdot h \cdot z_e$$

نیروی براده برداری

$$F_c = A \cdot k_c$$

حجم براده برداری زمانی

$$Q = a_p \cdot a_e \cdot v_f$$

توان براده برداری

$$P_c = F_c \cdot v_c = Q \cdot k_c$$

یا

$$P_c = Q \cdot k_c = \frac{292 \text{ cm}^3 \cdot 187900 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}}{60 \text{ s}} = 914447 \frac{\text{N} \cdot \text{cm}}{\text{s}} = 9,1 \text{ kW}$$

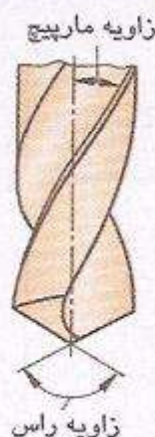


طبق DIN 1414-1 (1998-06)

مته‌های از جنس فولادهای تندبر (HSS)

زاویه راس <sup>(۳)</sup>	زاویه مارپیچ <sup>(۲)</sup>	کاربرد	نوع <sup>(۱)</sup>
118°	30° ... 40°	کاربرد عمومی برای مواد تا $R_m \approx 1000 \text{ N/mm}^2$ ، مثلاً فولادهای - سازه‌ای، - کربوره و - بهسازی	N
118°	13° ... 19°	سوراخکاری فلزات غیر آهنی ترد و براده کوتاه و مواد مصنوعی، مثلاً آلیاژهای CuZn و PMMA (پلکسی گلاس)	H
130°	40° ... 47°	سوراخکاری فلزات غیر آهنی نرم و براده بلند و مواد مصنوعی، مثلاً آلیاژهای Cu, Mg, PA (پلی آمید) و PVC	W

(۱) گروه کاربردی ابزار برای ابزارهای HSS طبق DIN 1835  
(۲) وابسته به قطر مته و گام  
(۳) طرح معمولی

مقادیر مرجع برای سوراخکاری با مته‌های از جنس HSS<sup>(۱)</sup>

گروه جنس	جنس قطعه‌کار استحکام کششی $R_m$ به $\text{N/mm}^2$ یا سختی HB	سرعت براده‌برداری <sup>(۲)</sup> $v_c$ m/min	قطر مته d به mm				
			2...3	>3...6	>6...12	>12...25	>25...50
			پیشروی f به دور/mm				
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	40	0,05	0,10	0,15	0,25	0,35
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	20	0,04	0,08	0,10	0,15	0,20
فولادهای زنگ‌نزن	$R_m \geq 800$	12	0,03	0,06	0,08	0,12	0,18
چدن خاکستری، - چکش‌خوار	$\leq 250 \text{ HB}$	20	0,10	0,20	0,30	0,40	0,60
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	45	0,10	0,20	0,30	0,40	0,60
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	60	0,10	0,15	0,30	0,40	0,60
ترموپلاستها	-	50	0,10	0,15	0,30	0,40	0,60
دوروپلاستها	-	25	0,05	0,10	0,18	0,27	0,35

مقادیر مرجع برای سوراخکاری با مته‌های الماسه<sup>(۱)</sup>

گروه جنس	جنس قطعه‌کار استحکام کششی $R_m$ به $\text{N/mm}^2$ یا سختی HB	سرعت براده‌برداری <sup>(۲)</sup> $v_c$ m/min	قطر مته d به mm				
			2...3	>3...6	>6...12	>12...25	>25...50
			پیشروی f به دور/mm				
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	90	0,05	0,10	0,15	0,25	0,40
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	80	0,08	0,13	0,20	0,30	0,40
فولادهای زنگ‌نزن	$R_m \geq 800$	40	0,08	0,13	0,20	0,30	0,40
چدن خاکستری، - چکش‌خوار	$\leq 250 \text{ HB}$	100	0,10	0,15	0,30	0,45	0,70
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	180	0,15	0,25	0,40	0,60	0,80
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	200	0,12	0,16	0,30	0,45	0,60
ترموپلاستها	-	80	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40
دوروپلاستها	-	80	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40

مقادیر مرجع در شرایط متغیر

- مقادیر مرجع برای سرعت براده‌برداری و پیشروی برای شرایط میانگین صادق است :
- عمر حدود 30 min
  - استحکام متوسط قطعه‌کار
  - شرایط مناسب افزایش می‌یابد،
  - شرایط نامناسب کاهش می‌یابد.
  - مته کوتاه
  - عمق سوراخکاری  $5 \cdot d$

(۲) مقادیر برای مته‌های پوشش داده شده

(۱) مواد روغنکاری - خنک‌کننده صفحات ۲۹۶ و ۲۹۷



مقادیر مرجع برای برقکاری با برقوهای از جنس HSS<sup>(۱)</sup>

جنس قطعه کار گروه جنس	استحکام کششی $R_m$ به $N/mm^2$ یا سختی HB	سرعت براده برداری $v_c$ m/min	قطر ابزار d به mm					اضافه ماشینکاری d به mm	
			2...3	>3...6	>6...12	>12...25	>25...50	...20	>20...50
			پیشروی f به دور/mm						
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	15	0,06	0,12	0,18	0,32	0,50	0,20	0,30
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	10	0,05	0,10	0,15	0,25	0,40		
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	8	0,05	0,10	0,15	0,25	0,40		
چدن - خاکستری - چکش خوار	$\leq 250$ HB	15	0,06	0,12	0,18	0,32	0,50		
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	26	0,10	0,18	0,30	0,50	0,80		
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	26	0,10	0,18	0,30	0,50	0,80	0,30	0,60
ترموپلاستها	-	14	0,12	0,20	0,35	0,60	1,00		
دوروپلاستها	-	14	0,12	0,20	0,35	0,60	1,00		

مقادیر مرجع برای برقکاری با برقوهای از جنس الماسه<sup>(۱)</sup>

جنس قطعه کار گروه جنس	استحکام کششی $R_m$ به $N/mm^2$ یا سختی HB	سرعت براده برداری $v_c$ m/min	قطر ابزار d به mm					اضافه ماشینکاری d به mm	
			2...3	>3...6	>6...12	>12...25	>25...50	...20	>20...50
			پیشروی f به دور/mm						
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	15	0,06	0,12	0,18	0,32	0,50	0,20	0,30
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	10	0,05	0,10	0,15	0,25	0,40		
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	10	0,05	0,10	0,15	0,25	0,40		
چدن - خاکستری - چکش خوار	$\leq 250$ HB	25	0,10	0,18	0,28	0,50	0,80		
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	30	0,12	0,20	0,35	0,50	1,00		
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	30	0,12	0,20	0,35	0,50	1,00	0,30	0,60
ترموپلاستها	-	20	0,12	0,20	0,35	0,50	1,00		
دوروپلاستها	-	30	0,12	0,20	0,35	0,50	1,00		

مقادیر مرجع برای قلاویزکاری و فرم دادن رزوه<sup>(۱)</sup>

جنس قطعه کار گروه جنس	استحکام کششی $R_m$ به $N/mm^2$ یا سختی HB	ابزار از جنس HSS		ابزار از جنس الماسه	
		فرم دادن رزوه <sup>(۲)</sup>	قلاویزکاری <sup>(۲)</sup>	فرم دادن رزوه <sup>(۲)</sup>	قلاویزکاری <sup>(۲)</sup>
		سرعت براده برداری $v_c$ به m/min	سرعت براده برداری $v_c$ به m/min	سرعت براده برداری $v_c$ به m/min	سرعت براده برداری $v_c$ به m/min
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	40 ... 50	40 ... 50	-	40 ... 60
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	20 ... 30	15 ... 20	-	20 ... 30
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	8 ... 12	10 ... 20	-	20 ... 30
چدن - خاکستری - چکش خوار	$\leq 250$ HB	15 ... 20	-	25 ... 35	-
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	20 ... 40	30 ... 50	60 ... 80	60 ... 80
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	30 ... 40	25 ... 35	30 ... 40	50 ... 70
ترموپلاستها	-	20 ... 30	-	50 ... 70	-
دوروپلاستها	-	10 ... 15	-	25 ... 35	-

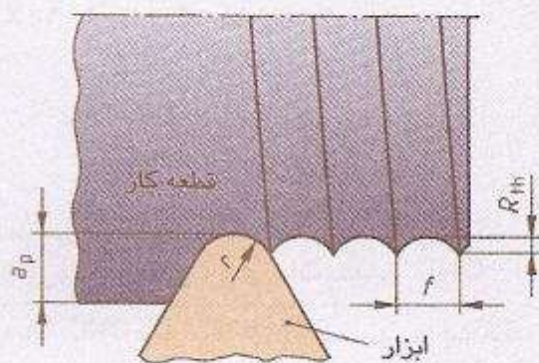
(۱) مواد روغنکاری - خنک کننده صفحات ۲۹۶ و ۲۹۷

(۲) مقادیر حد بالایی : جنس گروه با استحکام پایین، رزوه کوتاه

مقادیر حد بالایی : جنس گروه با استحکام بالا، رزوه بلند



## وابستگی عمق زبری به شعاع نوک رنده و پیشروی



عمق زبری  $R_{th}$  شعاع نوک رنده  $r$  عمق زبری تئوری  $R_{th}$   
تئوری  $f$  پیشروی  $f$  عمق براده برداری  $a_p$

مثال:  $f = 0,12 \text{ mm}$ ;  $R_{th} = 25 \mu\text{m}$

$$f \approx \sqrt{8 \cdot r \cdot R_{th}}$$

$$= \sqrt{8 \cdot 1,2 \text{ mm} \cdot 0,025 \text{ mm}} \approx 0,5 \text{ mm}$$

$$R_{th} \approx \frac{f^2}{8 \cdot r}$$

$$R_{th} \approx R_z$$

عمق زبری $R_{th}$ به $\mu\text{m}$	شعاع نوک رنده $r$ به $\text{mm}$			
	0,4	0,8	1,2	1,6
پیشروی $f$ به $\text{mm}$				
1,6	0,07	0,10	0,12	0,14
4	0,11	0,15	0,19	0,22
10	0,17	0,24	0,29	0,34
16	0,22	0,30	0,37	0,43
25	0,27	0,38	0,47	0,54

مقادیر مرجع برای تراشکاری با ابزارهای HSS<sup>(۱)</sup>

جنس قطعه کار گروه جنس	استحکام کششی $R_m$ به $\text{N/mm}^2$ یا سختی HB	سرعت براده برداری $v_c$ به $\text{m/min}$	پیشروی $f$ به $\text{mm}$	عمق براده برداری $a_p$ به $\text{mm}$
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	40 ... 80	0,1 ... 0,5	0,5 ... 4,0
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	30 ... 60		
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	30 ... 60		
چدن - خاکستری - چکش خوار	$\leq 250 \text{ HB}$	20 ... 35		
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	120 ... 180		
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	100 ... 125		
ترموپلاستیک	-	100 ... 500		
دوروپلاستیک	-	80 ... 400		

مقادیر مرجع برای تراشکاری با ابزارهای الماسه پوشش داده شده<sup>(۲)</sup>

جنس قطعه کار گروه جنس	استحکام کششی $R_m$ به $\text{N/mm}^2$ یا سختی HB	سرعت براده برداری $v_c$ به $\text{m/min}$	پیشروی $f$ به $\text{mm}$	عمق براده برداری $a_p$ به $\text{mm}$
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	200 ... 350	0,1 ... 0,5	0,3 ... 5,0
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	100 ... 200		
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	80 ... 200		
چدن - خاکستری - چکش خوار	$\leq 250 \text{ HB}$	100 ... 300		
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	400 ... 800		
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	150 ... 300		
ترموپلاستیک	-	500 ... 2000		
دوروپلاستیک	-	400 ... 1000		

## کاربرد محدوده داده‌های براده برداری

مثال: مقادیر مرجع برای تراشکاری فولادهای با استحکام پایین با ابزارهای الماسه

مقادیر بالایی	کاربرد	مقادیر پایینی	کاربرد
$v_c = 350 \text{ m/min}$	• ماشینکاری نهایی (پرداخت) • ابزار و قطعه کار پایدار	$v_c = 200 \text{ m/min}$	• ماشینکاری اولیه (خشن تراشی) • ابزار و قطعه کار ناپایدار
$f = 0,5 \text{ mm}$ $a_p = 5,0 \text{ mm}$	• ماشینکاری اولیه (خشن تراشی) • ابزار و قطعه کار پایدار	$f = 0,1 \text{ mm}$ $a_p = 0,3 \text{ mm}$	• ماشینکاری نهایی (پرداخت) • ابزار و قطعه کار ناپایدار

(۱) ابزارهای تراشکاری تندبر (HSS) به طور فزاینده‌ای با ابزارهای تله ویدیا (الماسه) - تعویضی جایگزین می‌شوند.

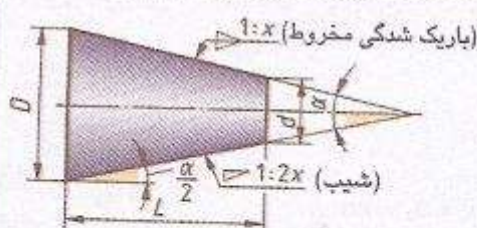
(۲) مواد روغنکاری - خنک کننده در صفحات ۲۹۶ و ۲۹۷



# مخروط تراشی

طبق DIN ISO 3040 (1991-09)

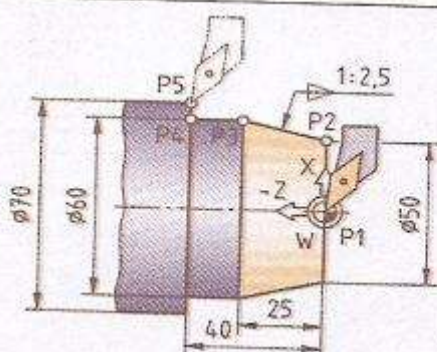
## مشخصات مخروط



D قطر بزرگ مخروط  
d قطر کوچک مخروط  
L طول مخروط  
 $\alpha$  زاویه مخروط  
 $\alpha/2$  زاویه تراشکاری مخروط  
C باریک شدگی، مخروط شدگی  
C/2 شیب مخروط

1 : x باریک شدگی مخروط :  
در طول مخروط به اندازه  
x mm قطر مخروط به  
اندازه 1 mm تغییر می کند.

## مخروط تراشی روی ماشینهای CNC



برنامه CNC طبق DIN 66025<sup>(1)</sup> برای ساخت قطعه کار مخروطی شکل :

N10	G00	X0	Z2	حرکت سریع
N20	G01	X0	Z0 F0.15	حرکت به نقطه P1
N30	G01	X50		حرکت به نقطه P2
N40	G01	X60	Z-25	حرکت به نقطه P3
N50	G01			حرکت به نقطه P4
N60	G01	X72		حرکت به نقطه P5
N70	G00	X100	Z150	حرکت به نقطه تعویض ابزار

(1) مقایسه با صفحه 381

## مخروط تراشی با تنظیم سپورت بالایی

مثال :

$L = 100 \text{ mm}$  ;  $d = 150 \text{ mm}$  ;  $D = 225 \text{ mm}$

$C = ?$  ;  $\frac{\alpha}{2} = ?$

زاویه تنظیم

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{C}{2}$$

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2 \cdot L}$$

باریک شدگی

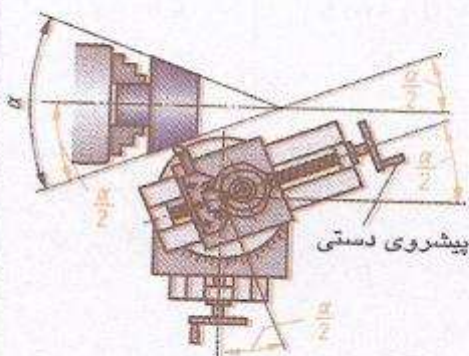
$$C = \frac{D-d}{L}$$

$$C = 1 : x$$

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2 \cdot L} = \frac{(225-150) \text{ mm}}{2 \cdot 100 \text{ mm}} = 0,375$$

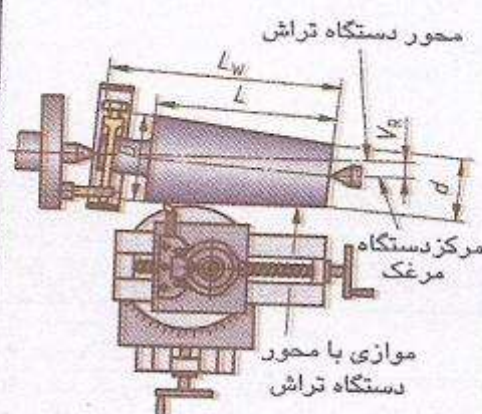
$$\frac{\alpha}{2} = 20,556^\circ = 20^\circ 33' 22''$$

$$C = \frac{D-d}{L} = \frac{(225-150) \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0,75 = 1 : 1,33$$



پیشروی دستی

## مخروط تراشی با جابه جایی دستگاه مرگ



محور دستگاه تراش

مرکز دستگاه مرگ

موازی با محور  
دستگاه تراش

$V_R$  جابه جایی دستگاه مرگ  
 $V_{R \max}$  حداکثر جابه جایی مجاز دستگاه مرگ  
 $L_w$  طول قطعه کار

جابه جایی دستگاه مرگ

$$V_R = \frac{C}{2} \cdot L_w$$

$$V_R = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L_w}{L}$$

حداکثر جابه جایی مجاز

دستگاه مرگ

$$V_{R \max} \leq \frac{L_w}{50}$$

مثال :  
 $L = 80 \text{ mm}$  ;  $d = 18 \text{ mm}$  ;  $D = 20 \text{ mm}$   
 $V_{R \max} = ?$  ;  $V_R = ?$  ;  $L_w = 100 \text{ mm}$

$$V_R = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L_w}{L} = \frac{(20-18) \text{ mm}}{2} \cdot \frac{100 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} = 1,25 \text{ mm}$$

$$V_{R \max} \leq \frac{L_w}{50} = \frac{100 \text{ mm}}{50} = 2 \text{ mm}$$

(1) در جابه جایی خیلی بزرگ دستگاه مرگ نمی توان قطعه کار را به طور مطمئن بین دو مرگ محکم نگه داشت.



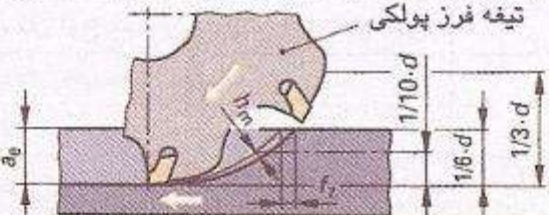
## مقادیر مرجع برای فرزکاری با تیغه فرزهای HSS

جنس قطعه کار		سرعت براده برداری $V_c$ به m/min	پیشروی $f_z$ به mm			
گروه جنس	استحکام کششی $R_m$ به $N/mm^2$ یا سختی HB		تیغه فرز (به جز تیغه فرزهای انگشتی)	تیغه فرز انگشتی، d به mm		
				6	12	20
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	50 ... 100	0,05 ... 0,15	0,06	0,08	0,10
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	30 ... 60				
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	15 ... 30				
چدن - خاکستری - چکش خوار	$\leq 250$ HB	25 ... 40				
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	50 ... 150				
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	50 ... 100	0,10 ... 0,20	0,10	0,15	0,20
ترموپلاستها	—	100 ... 400				
دوروپلاستها	—	100 ... 400				

## مقادیر مرجع برای فرزکاری با تیغه فرزهای الماسه با پوشش

جنس قطعه کار		سرعت براده برداری $v_c$ به m/min	پیشروی $f_z$ به mm			
گروه جنس	استحکام کششی $R_m$ به $N/mm^2$ یا سختی HB		تیغه فرز (به جز تیغه فرزهای انگشتی)	تیغه فرز انگشتی، d به mm		
				16	12	20
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	200 ... 400	0,05 ... 0,15	0,06	0,08	0,10
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	150 ... 300				
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	150 ... 300				
چدن - خاکستری - چکش خوار	$\leq 250$ HB	150 ... 300				
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	400 ... 800				
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	200 ... 400	0,10 ... 0,20	0,10	0,15	0,20
ترموپلاستها	—	500 ... 1500				
دوروپلاستها	—	400 ... 1000				

افزایش پیشروی توصیه شده هر دندانه  $f_z$  در فرزکاری شیار با تیغه فرز پولکی

	پیشروی هر دندانه	عمق براده برداری $a_e$ مربوط به قطر فرز			
		$1/3 \cdot d$	$1/6 \cdot d$	$1/10 \cdot d$	$1/20 \cdot d$
		افزایش	تنظیم		
		$1 \cdot f_z$	$0,25 \text{ mm}$	$1,15 \cdot f_z$	$0,29 \text{ mm}$
		$1,45 \cdot f_z$	$0,36 \text{ mm}$	$2 \cdot f_z$	$0,50 \text{ mm}$

## معنی محدوده داده‌های براده برداری

## مثال: مقادیر مرجع برای فرزکاری فولادهای با استحکام پایین با تیغه فرزهای HSS

مقادیر بالایی	کاربرد	مقادیر پایینی	کاربرد
$v_c = 100 \text{ m/min}$	• ماشینکاری نهایی (پرداخت) • ابزار و قطعه کار پایدار	$v_c = 50 \text{ m/min}$	• ماشینکاری اولیه (خشن تراشی) • ابزار و قطعه کار ناپایدار
$f_z = 0,15 \text{ mm}$	• ماشینکاری اولیه (خشن تراشی) • ابزار و قطعه کار پایدار	$f_z = 0,05 \text{ mm}$	• ماشینکاری نهایی (پرداخت) • ابزار و قطعه کار ناپایدار

## محاسبه سرعت پیشروی تنظیمی

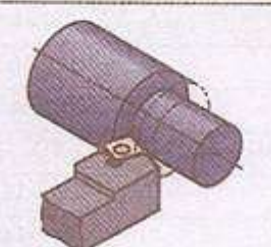
سرعت پیشروی	دور تیغه فرز به 1/min	تعداد دندانه تیغه فرز	سرعت پیشروی به mm/min
$v_f = n \cdot f_z \cdot z$	n	z	$v_f$
مثال:			

$$z = 10, f_z = 0,12 \text{ mm}, d = 40 \text{ mm}, v_c = 100 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{100 \text{ m/min}}{\pi \cdot 0,04 \text{ m}} = 796 \text{ 1/min}; v_f = n \cdot f_z \cdot z = 796/\text{min} \cdot 0,12 \text{ mm} \cdot 10 = 955 \text{ mm/min}$$



اقدامات و روشهای ممکن								فرآیندها و مشکلات <sup>۱</sup>	
سوراخکاری									
		لرزش	عمر کوتاه	سوراخ گرد نیست	لبه‌های برش خردشدن و پریدن	تجمع براده در شیار براده	گشادشدن سوراخ	خارجی سایش روی قطر	نوک مته خراب شده است
کنترل هندسه لبه‌های برش					•		•	•	•
افزایش هدایت مواد روغنکاری و خنک‌کاری			•			•			
		↓		↓		↓	↓		
پیشروی را کاهش دهید									
سرعت پیشروی را بیشتر کنید					↑	↑			
طول آزاد (بیرون مته گیر) را کاهش دهید		•	•			•		•	•
مقادیر براده‌برداری را کنترل کنید		•	•			•		•	•
نوع ویدیا را کنترل کنید			•		•			•	•

تراشکاری									
		لرزش	براده‌های بلند مارپیچ	شکست تکه‌های ویدیای تعویضی	لبه‌های برش خردشدن و پریدن	لبه‌های برش ترکهای عمود بر	تشکیل	تغییر شکل لبه‌های برش	سایش بالا (سطوح آزاد و براده)
سرعت براده‌برداری $V_c$ را تغییر دهید		↓			↑		↑	↓	↓
پیشروی $f$ را تغییر دهید		↑	↑	↓					
عمق براده‌برداری را کاهش دهید		↓		↓					
هاردمتال نوع مقاوم‌به سایش را انتخاب کنید					•			•	•
هاردمتال چقرمه را انتخاب کنید					•	•		•	
هندسه مثبت لبه براده‌برداری را انتخاب کنید		•			•	•	•	•	•

فرزکاری									
		لرزش	کیفیت سطحی پایین	شکست تکه‌های ویدیای تعویضی	لبه‌های برش خردشدن و پریدن	لبه‌های برش ترکهای عمود بر	تشکیل	تغییر شکل لبه‌های برش	سایش بالا (سطوح آزاد و براده)
سرعت براده‌برداری $V_c$ را تغییر دهید					↑	↓	↑	↓	↓
پیشروی $f_z$ را تغییر دهید		↑	↓	↓			↑		↑
هاردمتال نوع مقاوم‌به سایش را انتخاب کنید			•					•	
هاردمتال چقرمه را انتخاب کنید				•	•	•			
تیغه‌فرز با کام بازتری را انتخاب کنید		•							
موقعیت تیغه‌فرز را تغییر دهید		•	•						
خشک فرزکاری کنید					•	•	•	•	•

۱ مقدار براده‌برداری را کاهش دهید

۱ مقدار براده‌برداری را افزایش دهید

۱ جهت حل مشکل



## تقسیم با دستگاه تقسیم

## تقسیم مستقیم

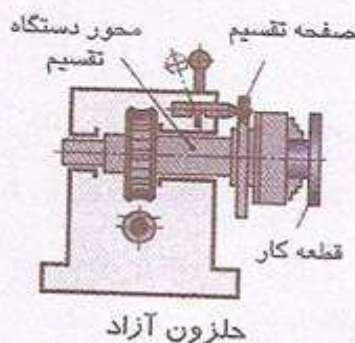
کام تقسیم

$$n_1 = \frac{n_L}{T}$$

$$n_1 = \frac{\alpha \cdot n_L}{360^\circ}$$

(۱) تایلک-هف Teilkopf

اصطلاح رایج تایلک



حلقون آزاد

در تقسیم مستقیم، محور دستگاه به همراه صفحه تقسیم و قطعه کار به اندازه لازم چرخانده می‌شود. در این تقسیم حلقون و چرخ حلقون درگیر نیستند.

عدد تقسیم (تعداد تقسیم)  $T$  تقسیم (کام) زاویه‌ای  $\alpha$

تعداد سوراخهای صفحه تقسیم  $n_L$

تعداد فاصله سوراخ، کام تقسیم  $n_1$

مثال:  $n_L = 24$ ;  $T = 8$ ;  $n_1 = ?$

$$n_1 = \frac{n_L}{T} = \frac{24}{8} = 3$$

## تقسیم غیرمستقیم

کام تقسیم

$$n_k = \frac{i}{T}$$

$$n_k = \frac{i \cdot \alpha}{360^\circ}$$

در تقسیم غیرمستقیم محور دستگاه تقسیم توسط حلقون و از طریق چرخ حلقون حرکت می‌کند.

عدد تقسیم  $T$  تقسیم زاویه‌ای  $\alpha$

نسبت انتقال دستگاه تقسیم  $i$

تعداد گردش دسته تقسیم برای  $n_k$

یک تقسیم، کام تقسیم

مثال:  $T = 68$ ;  $i = 40$ ;  $n_k = ?$

$$n_k = \frac{i}{T} = \frac{40}{68} = \frac{10}{17}$$

مثال ۲:

$\alpha = 37,2^\circ$ ;  $i = 40$ ;  $n_k = ?$

$$n_k = \frac{i \cdot \alpha}{360^\circ} = \frac{40 \cdot 37,2^\circ}{360^\circ} = \frac{37,2}{9} = \frac{186}{9 \cdot 5} = 4 \frac{2}{15}$$

دایره سوراخ صفحه تقسیم

15 16 17 18 19 20

21 23 27 29 31 33

37 39 41 43 47 49

یا

17 19 23 24 26 27

28 29 30 31 33 37

39 41 42 43 47 49

51 53 57 59 61 63

## تقسیم اختلافی

کام تقسیم

$$n_k = \frac{i}{T'}$$

تعداد دندانه‌های  
چرخنده تعویضی

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{i}{T'} \cdot (T' - T)$$

در تقسیم اختلافی محور دستگاه تقسیم مانند تقسیم غیرمستقیم توسط حلقون و چرخ حلقون حرکت می‌کند. همزمان با آن محور دستگاه تقسیم از طریق چرخنده تعویضی، صفحه تقسیم را با خود می‌چرخاند.

عدد تقسیم  $T$  تقسیم زاویه‌ای  $\alpha$

عدد تقسیم کمکی  $T'$  نسبت انتقال دستگاه تقسیم  $i$

تعداد گردش دسته تقسیم برای یک تقسیم، کام تقسیم  $n_k$

تعداد دندانه چرخنده محرک  $(Z_1, Z_3)$

تعداد دندانه چرخنده متحرک  $(Z_2, Z_4)$

وقتی عدد تقسیم کمکی  $T'$  بزرگتر از عدد تقسیم  $T$  باشد، باید دسته

تقسیم و صفحه تقسیم جهت یکسان داشته باشند. در غیر اینصورت باید

جهات فوق عکس هم باشند. تعیین جهت چرخش لازم با یک چرخنده

میانی دیگر عملی است.

مثال:

$i = 40$ ;  $T = 97$ ;  $n_k = ?$ ;  $\frac{Z_t}{Z_g} = ?$ ;  $T' = 100$  (انتخاب می‌شود)

(دسته تقسیم و صفحه تقسیم باید جهات یکسانی داشته باشند)

$$n_k = \frac{i}{T'} = \frac{40}{100} = \frac{8}{20}$$

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{i}{T'} \cdot (T' - T) = \frac{40}{100} \cdot (100 - 97) = \frac{2}{5} \cdot 3 = \frac{6}{5} = \frac{48}{40}$$

تعداد دندانه

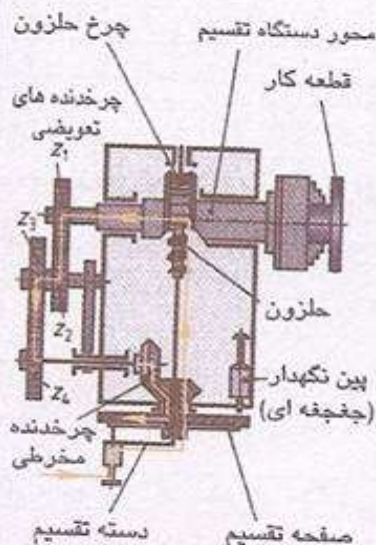
چرخنده‌های تعویضی

24 24 28 32

36 40 44 48

56 64 72 80

84 86 96 100



صفحه تقسیم

دسته تقسیم

چرخنده تعویضی

چرخنده مخروطی

پین نگهدار (جفجه ای)

حلقون

چرخ حلقون

محور دستگاه تقسیم



## سنگ زنی



$v_c$  سرعت براده برداری  
 $d_s$  قطر دیسک سنگ زنی  
 $n_s$  دور دیسک سنگ زنی  
 $v_f$  سرعت پیشروی  
 $L$  طول پیشروی  
 $n_H$  تعداد کورس  
 $d_1$  قطر قطعه کار  
 $n$  دور قطعه کار  
 $q$  نسبت سرعت

سرعت براده برداری

$$v_c = \pi \cdot d_s \cdot n_s$$

سرعت پیشروی

$$v_f = L \cdot n_H$$

سنگ زنی تخت

سنگ زنی محوری

$$v_f = \pi \cdot d_1 \cdot n$$

مثال :

نسبت سرعت

$$q = ? \quad v_f = 20 \text{ m/min} \quad v_c = 30 \text{ m/s}$$

$$q = \frac{v_c}{v_f} = \frac{30 \text{ m/s} \cdot 60 \text{ s/min}}{20 \text{ m/min}} = \frac{1800 \text{ m/min}}{20 \text{ m/min}} = 90$$

$$q = \frac{v_c}{v_f}$$

مقادیر مرجع برای سرعت براده برداری  $v_c$ ، سرعت پیشروی  $v_f$ ، نسبت سرعت  $q$ 

جنس قطعه کار	سنگ زنی تخت						سنگ زنی محوری					
	سنگ زنی رو			سنگ زنی جانبی			سنگ زنی خارج			سنگ زنی داخل		
	$v_c$ m/s	$v_f$ m/min	$q$	$v_c$ m/s	$v_f$ m/min	$q$	$v_c$ m/s	$v_f$ m/min	$q$	$v_c$ m/s	$v_f$ m/min	$q$
فولاد	30	10...35	80	25	6...25	50	35	10	125	25	19...23	80
چدن	30	10...35	65	25	6...30	40	25	11	100	25	23	65
فلز سخت (الماسه)	10	4	115	8	4	115	8	4	100	8	8	60
آلیاژهای Al	18	15...40	30	18	24...45	20	18	24...30	50	16	30...40	30
آلیاژهای Cu	25	15...40	50	18	20...45	30	30	16	80	25	25	50

داده های سنگ زنی فولاد و چدن با دیسک های سنگ زنی از جنس کروند و کاربید سیلیسیم

فرآیند	دانه بندی	انحراف به mm	باردهی به mm	Rz به $\mu\text{m}$
سنگ زنی اولیه	30...46	0,5...0,2	0,02...0,1	3...10
سنگ زنی نهایی	46...80	0,02...0,1	0,005...0,05	1...5
سنگ زنی پرداخت	80...120	0,005...0,02	0,002...0,008	1,6...3

طبق DIN EN 12413 (1999-06)

سرعت حداکثر کاری برای دیسک سنگ زنی

شکل دیسک سنگ زنی	نوع ماشین سنگ زنی	هدایت <sup>(۱)</sup>	حداکثر سرعت $v_c$ به m/s با چسب <sup>(۲)</sup>						
			B	BF	E	M	R	RF	PL
دیسک سنگ تخت	ثابت	zg یا hg	50	63	40	25	50	—	50
	سنگ دستی	zg	50	80	—	—	50	80	50
دیسک سنگ تخت برش	ثابت	hg یا zg	80	100	63	—	63	80	—
	سنگ دستی	آزاد دستی	—	80	—	—	—	—	—

hg هدایت دستی : پیشروی توسط اپراتور

(۱) zg هدایت اجباری : پیشروی با وسایل کمکی مکانیکی

(۲) انواع چسب : صفحه ۳۱۳

آزاد دستی : ماشین رنگ به طور کاملاً دستی هدایت می شود

طبق BGV D12<sup>(۳)</sup> (2001-10)محدودیت های کاربرد (VE) برای دیسک های سنگ زنی<sup>(۳)</sup>

VE	معنی	VE	معنی
VE1	برای سنگ زنی آزاد دستی و هدایت دستی مجاز نیست	VE6	برای سنگ زنی جانبی مجاز نیست
VE2	برای سنگ زنی برش آزاد دستی مجاز نیست	VE7	برای سنگ زنی آزاد دستی مجاز نیست
VE3	برای سنگ زنی تر مجاز نیست	VE8	با بشقاب محافظ مجاز نیست
VE4	برای محدوده کاری بسته مجاز نیست	VE10	برای سنگ زنی خشک مجاز نیست
VE5	بدون مکش مجاز نیست	VE11	برای سنگ زنی برش آزاد دستی و هدایت دستی مجاز نیست

(۳) اگر محدودیت ذکر نشود ابزار سنگ زنی را می توان برای همه مواد به کار برد.

طبق BGV D12<sup>(۳)</sup> (2001-10)نوارهای رنگی برای حداکثر سرعت محیطی مجاز  $50 \text{ m/s} \leq$ 

نوارهای رنگ	آبی	زرد	قرمز	سبز	آبی + زرد	آبی + قرمز	آبی + سبز
$v_{c \text{ max}}$ به m/s	50	63	80	100	125	140	160
نوارهای رنگ	قرمز + زرد	سبز + زرد	سبز + قرمز	آبی + سبز	زرد + قرمز	قرمز + قرمز	سبز + سبز
$v_{c \text{ max}}$ به m/s	180	200	225	250	280	320	360

(۴) مقرارت اتحادیه کار (BGV : Berufsgenossenschaftliche Vorschrift)



طبق DIN ISO 525 (2000-08)

سنگ

علامت	سنگ	ترکیب شیمیایی	سختی کنوپ	محدوده کاربرد
A	کروند معمولی	$Al_2O_3$ + مواد افزودنی	18 000	غیرالیزی، فولاد سختکاری نشده، فولاد ریختگی، چدن چکش خوار
	کروند خالص	$Al_2O_3$ به شکل کریستالی	21 000	فولادهای آلیاژ بالا و پایین، فولاد سختکاری نشده، فولاد کربوره، فولاد ابزار، تیتانیوم
Z	کروند زیرکون	$Al_2O_3$ + $ZrO_2$	-	فولادهای زنگ‌نزن
C	کاربید سیلیسیم	مواد افزودنی + SiC	24 800	مواد سخت: فلز سخت، چدن، HSS، سرامیک، شیشه، مواد نرم: مس، آلومینیم، مواد مصنوعی
BK	کاربید بر	$B_4C$ به شکل کریستالی	47 000	لپینگ، پولیش الماسه و فولادهای سختکاری شده
CBN	نیتريد بر	BN به شکل کریستالی	60 000	فولادهای تندبر، فولادهای گرم کار و سردکار
D	الماس	C به شکل کریستالی	70 000	الماسه، چدن، شیشه، سرامیک، سنگ، فلزات غیر آهنی، نه برای فولاد؛ تیز کردن دیسکهای سنگزنی

طبق DIN ISO 525 (2000-08)

درجه سختی

کاربرد	درجه سختی	مشخصه	کاربرد	درجه سختی	مشخصه
سنگزنی محوری خارجی مواد نرم	P Q R S T U V W	سخت خیلی سخت	سنگزنی عمیق و جانبی مواد سخت	A B C D E F G	فوق العاده نرم خیلی نرم
	X Y Z	فوق العاده سخت		H I J K L M N O	نرم متوسط

طبق DIN ISO 525 (2000-08)

اندازه دانه‌ها

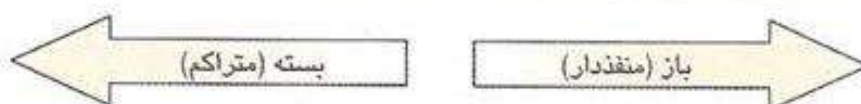
مشخصه دانه‌بندی سنگها

خیلی ظریف	ظریف	متوسط	درشت	محدوده دانه‌بندی
F230, ..., F1200	F70, F80, F90, ..., F220	F30, F36, F46, ..., F60	F4, F5, F6, ..., F24	مشخصه دانه‌بندی
$\approx 1,0 \dots 0,4$	$\approx 2,5 \dots 1,0$	$\approx 5 \dots 2,5$	$\approx 10 \dots 5$	قابل حصول: $R_z$ به $\mu m$

طبق DIN ISO 525 (2000-08)

ساختار

رقم مشخصه 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 ... 30



ساختار

طبق DIN ISO 525 (2000-08) و VDI 3411 (2000-08)

چسب

علامت	نوع چسب	خواص	محدوده کاربرد
V	چسب سرامیکی	منفذدار، ترد، غیر حساس به آب، روغن و گرما	سنگهای زیر و ظریف با کروند و کاربید سیلیسیم
B BF	چسب با رزین مصنوعی، تقویت با الیاف	متراکم یا منفذدار، الاستیک، پایدار به روغن، سنگزنی با خنک‌کننده	سنگهای زیر یا برشی، سنگهای پروفیلی با الماس نیتريد بر، سنگهای فشار بالا
M	چسب فلزی	متراکم یا منفذدار، چقرمه، غیر حساس به فشار و حرارت	سنگهای پروفیل و ابزار با الماس یا نیتريد بر، سنگهای تر
G	چسب گالوانیکی	درگیری بالا با دانه‌های برآمده	سنگزنی داخل فلزات سخت، سنگهای دستی
R RF	چسب لاستیکی، تقویت‌شده با الیاف	الاستیک، سنگزنی با خنک‌کننده، حساس به روغن و گرما	سنگهای برشی
E	چسب شلاکی	حساس به تغییرات دما، الاستیک چقرمه، غیر حساس به ضربه	سنگهای تیغه اره و فرم‌دار، دیسکهای سنگزنی معمولی و بدون نیاز به تیز کردن
MG	چسب کربنات منیزیم	نرم، الاستیک، حساس به آب	سنگهای خشک، سنگزنی چاقو

فرم 1 (دیسک سنگزنی تخت)، شکل: ISO 603-1 1 N-300 x 50 x 76,2 - A/F 36 L 5 V - 50 : حاشیه N، قطر خارجی 300 mm، عرض 50 mm، قطر سوراخ 76,2 mm، مواد سنگ A (الکترو کروند)، اندازه دانه F 36 (متوسط)، درجه سختی L (متوسط)، ساختار 5، چسب سرامیکی (V)، حداکثر سرعت محیطی 50 m/s



## انتخاب دیسک سنگ‌زنی

مقادیر مرجع انتخاب دیسکهای سنگ‌زنی (بدون الماس و نیتريدبر)

سنگ‌زنی محوری خارجی

جنس قطعه کار	جنس سنگ	خشن		پرداخت با قطر دیسک				پرداخت	
		دانه‌بندی	سختی	500 mm تا	بالای 500 mm	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی
فولاد، سختکاری نشده	A	54	M...N	80	M...N	60	L...M	180	L...M
فولاد، سختکاری شده، آلیاژی و غیرآلیاژی	A	46	L...M	80	K...L	60	J...K	240...500	H...N
فولاد، سختکاری شده، آلیاژ بالا	A, C	80	M...N	80	N...O	60	M...N	240...500	H...N
فلز سخت، سرامیک	C	60	K	80	K	60	K	240...500	H...N
چدن	A, C	60	L	80	L	60	L	100	M
فلزات غیر آهنی، مثلاً Cu, Zn, Al	C	46	K	60	K	60	K	-	-

سنگ‌زنی محوری داخلی

جنس قطعه کار	جنس سنگ	قطر دیسک‌زنی به mm							
		تا 20		از 20 تا 40		بالای 40 تا 80		بالای 80	
		دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی
فولاد، سختکاری نشده	A	80	M	60	L...M	54	L...M	46	K
فولاد، سختکاری شده، آلیاژی و غیرآلیاژی	A	80	K...L	120	M...N	80	M...N	80	L
فولاد، سختکاری شده، آلیاژ بالا	A, C	80	J...K	100	K	80	K	60	J
فلز سخت، سرامیک	C	80	G	120	H	120	H	80	G
چدن	A	80	L...M	80	K...L	60	M	46	M
فلزات غیر آهنی، مثلاً Cu, Zn, Al	C	80	I...J	120	K	60	J...K	54	J

سنگ‌زنی تخت

جنس قطعه کار	جنس سنگ	دیسک استکانی		دیسک سنگ‌زنی تخت				قطاعی	
		D < 300 mm		D ≤ 300 mm		D > 300 mm			
		دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی
فولاد، سختکاری نشده	A	46	J	46	J	36	J	24	J
فولاد، سختکاری شده، آلیاژی و غیرآلیاژی	A	46	J	60	J	46	J	36	J
فولاد، سختکاری شده، آلیاژ بالا	A	46	H...J	60	I...J	46	I...J	36	I...J
فلز سخت، سرامیک	C	46	J	60	J	60	J	46	J
چدن	A	46	J	46	J	46	J	24	J
فلزات غیر آهنی، مثلاً Cu, Zn, Al	C	46	J	60	J	60	J	36	J

سنگ‌زنی ابزار

مواد ابزار برشی	جنس سنگ	دیسک سنگ‌زنی تخت			دیسک بشقابی			دیسک استکانی	
		D ≤ 225	D > 225		D ≤ 100	D > 100			
		دانه‌بندی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی
فولاد ابزاری	A	80	60	M	80	60	M	46	K
فولاد تندبر	A	60	46	K	60	46	K	46	H
فلز سخت (الماسه)	C	80	54	K	80	54	K	46	H

برش روی ماشینهای ثابت

جنس قطعه کار	جنس سنگ	دیسکهای برش تخت v <sub>c</sub> تا 80 m/s				دیسک برش تخت v <sub>c</sub> تا 100 m/s			
		D ≤ 200 mm		D > 200 mm		D ≤ 500 mm		D > 500 mm	
		دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی
فولاد، سختکاری نشده	A	80	Q...R	46	Q...R	24	U	20	Q...R
چدن	A	60	Q...R	46	Q...R	24	U...V	20	U...V
فلزات غیر آهنی مثلاً Cu, Zn, Al	A	60	Q...R	46	Q...R	30	S	24	S

سنگ‌زنی و برش با ماشین دستی

جنس قطعه کار	جنس سنگ	دیسکهای برش v <sub>c</sub> تا 80 m/s		دیسکهای خشن کاری v <sub>c</sub> تا 45 m/s		دیسکهای v <sub>c</sub> تا 80 m/s		سنگهای انگشتی	
		دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی	دانه‌بندی	سختی
فولاد، سختکاری نشده	A	30	T	24	M	24	R	36	Q...R
فولاد، مقاوم به خوردگی	A	30	R	16	M	24	R	36	S
چدن	A, C	30	T	20	R	24	R	30	T
فلزات غیر آهنی مثلاً Cu, Zn, Al	A, C	30	R	20	R	-	-	-	-



طبق DIN ISO 848 (1998-03)

مشخصه دانه بندی

سنگ زنی لپینگ	سنگ زنی پرداخت	سنگ زنی نهایی	سنگ زنی اولیه (خشن)	محدوده کاربرد
D20, D15, D7 B30, B6	D64, D54, D46 B64, B54, B46	D126...D76 B126...B76	D251...D151 B251...B151	الماس نیتريد بر مشخصه - دانه بندی <sup>(۱)</sup>
$\approx 0,05...0,025$	$\approx 0,18...0,15$	$\approx 0,45...0,33$	$\approx 0,55...0,50$	قابل حصول: $R_a$ به $\mu m$

(۱) اندازه دهانه توری آزمایش به  $\mu m$ 

مقادير سرعت براده برداری

فرآیند	جنس سنگ	سرعت براده برداری $v_e$ به m/s در نوع چسب <sup>(۱)</sup>							
		B		M		G		V	
		خشک	تر	خشک	تر	خشک	تر	خشک	تر
سنگ زنی تخت	CBN	-	30...50	-	30...60	-	30...60	-	30...60
	D	-	22...50	-	22...27	20...30	22...50	-	25...50
سنگ زنی محوری خارجی <sup>(۲)</sup>	CBN	-	30...50	-	30...60	-	30...60	-	30...60
	D	-	22...40	-	20...30	20...30	22...40	-	25...50
سنگ زنی محوری داخلی	CBN	27...35	30...60	-	30...60	24...40	30...50	-	30...50
	D	12...18	15...30	8...15	18...27	12...20	18...40	-	25...50
سنگ زنی ابزار	CBN	27...35	30...50	22...30	30...40	27...35	30...50	-	30...50
	D	15...22	22...50	15...22	15...27	15...30	22...35	-	-
سنگ زنی برش	CBN	27...35	30...50	-	30...60	27...40	30...60	-	-
	D	12...18	22...35	-	22...27	18...30	22...40	-	-

(۲) در سنگ زنی سرعت بالا حدود چهار برابر این مقادير

(۱) نوع چسب در صفحه ۳۱۳

مقادير مرجع برای باردهی و پیشروی در دیسکهای سنگ زنی الماس

فرآیند	باردهی در هر کورس به mm در اندازه دانه			پیشروی m/min	پیشروی عرضی در ارتباط با عرض سنگ b
	D181	D126	D64		
سنگ زنی تخت <sup>(۱)</sup>	0,02...0,04	0,01...0,02	0,005...0,01	10...15	$\frac{1}{4} \dots \frac{1}{2} \cdot b$
سنگ زنی محوری خارجی <sup>(۱)</sup>	0,01...0,03	0,0...0,02	0,005...0,01	0,3...2,0	-
سنگ زنی محوری داخلی	0,002...0,007	0,002...0,005	0,001...0,003	0,5...2,0	-
سنگ زنی ابزار	0,01...0,03	0,005...0,015	0,002...0,005	0,3...4,0	-
سنگ زنی شیار	-	1,0...5,0	0,5...3,0	0,01...2,0	-

(۱) در سنگ زنی سرعت بالا حدود سه برابر این مقادير

مقادير مرجع برای باردهی و پیشروی در دیسکهای سنگ زنی CBN

فرآیند	باردهی در هر کورس به mm در اندازه دانه			پیشروی m/min	پیشروی عرضی در ارتباط با عرض سنگ b
	B252/B181	B151/B126	B91/B76		
سنگ زنی تخت	0,03...0,05	0,02...0,04	0,01...0,015	20...30	$\frac{1}{4} \dots \frac{1}{3} \cdot b$
سنگ زنی محوری خارجی	0,02...0,04	0,02...0,03	0,015...0,02	0,5...2,0	-
سنگ زنی محوری داخلی	0,005...0,015	0,005...0,01	0,002...0,005	0,5...2,0	-
سنگ زنی ابزار	0,002...0,1	0,01...0,005	0,005...0,015	0,5...4,0	-
سنگ زنی شیار	1,0...10	1,0...5,0	0,5...3,0	0,01...2,0	-

طبق VDI 3411 (2000-08)

سنگ زنی سرعت بالا با دیسکهای سنگ زنی CBN

فرآیند سنگ زنی با مقدار مواد براده برداری شده زیاد در مدت زمان کم با استفاده از ماشینها و ابزارهای ویژه به همراه سرعت براده برداری بالا ( $< 80 \text{ m/s}$ ) و مواد روغنکاری - خنک کننده امکانپذیر است. این تجهیزات غالباً در سنگ زنی تخت و محوری خارجی مواد آهنی به کار می رود.

آماده سازی کاربرد دیسکهای سنگ زنی

مراحل کاری	الماس زدن دیسک سنگ زنی		تمیز کردن	
	ایجاد پروفیل	تیز کردن		
فرآیند	برش دانه ها و چسب	عقب زدن و از بین بردن چسب	عدم تغییر در پوشش سنگ	
هدف	ایجاد پروفیل و دوران دقیق سنگ	ایجاد ساختار سطح سنگ	رفع براده ها از منافذ	
حداکثر سرعت محیطی مجاز در سنگ زنی توان بالا				
نوع چسب <sup>۱</sup>	B	V	M	G
حداکثر سرعت محیطی مجاز به m/s	140	200	180	280

(۱) انواع چسبها در صفحه ۳۱۳



## هونینگ



$V_c$	سرعت براده‌برداری	A	سطح نشیمن سنگ هونینگ
$V_a$	سرعت محوری	$F_r$	نیروی باردهی شعاعی
$V_u$	سرعت محیطی	n	تعداد سنگ هونینگ
$\alpha$	زاویه خطوط اثر براده‌برداری	b	عرض سنگ هونینگ
p	فشار	l	طول سنگ هونینگ

مثال :

فولاد سختکاری شده، هونینگ نهایی،  $V_c = ?$ ،  $V_a = ?$ ،  $V_u = ?$ ،  $\alpha = ?$ از جدول :  $V_a = 12 \text{ m/min}$ ،  $V_u = 25 \text{ m/min}$ 

$$V_c = \sqrt{V_a^2 + V_u^2} = \sqrt{\left(12 \frac{\text{m}}{\text{min}}\right)^2 + \left(25 \frac{\text{m}}{\text{min}}\right)^2} \approx 28 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{V_a}{V_u} = \frac{12 \text{ m/min}}{25 \text{ m/min}} = 0,48 ; \quad \alpha = 51,3^\circ$$

سرعت براده‌برداری

$$V_c = \sqrt{V_a^2 + V_u^2}$$

زاویه خطوط اثر

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{V_a}{V_u}$$

فشار

$$p = \frac{F_r}{A}$$

$$p = \frac{F_r}{n \cdot b \cdot l}$$

سرعت براده‌برداری و اضافه ماشینکاری

جنس قطعه کار	سرعت محیطی m/min به $V_u$		سرعت محوری m/min به $V_a$		اضافات ماشینکاری به mm برای قطر سوراخ به mm		
	هونینگ اولیه	هونینگ نهایی	هونینگ اولیه	هونینگ نهایی	2...15	15...100	100...500
فولاد، سختکاری نشده	18...40	20...40	9...20	10...20	0,02...0,05	0,03...0,15	0,06...0,3
فولاد، سختکاری شده	14...40	15...40	5...20	6...20	0,01...0,03	0,02...0,05	0,03...0,1
فولادهای آلیاژی	23...40	25...40	10...20	11...20	0,02...0,05	0,03...0,15	0,06...0,3
چدن	23...40	25...40	10...20	11...20			
آلیاژهای آلومینیم	22...40	24...40	9...20	10...20			

در هونینگ با دانه‌های الماس  $V_u$  تا 40 m/min و  $V_a$  تا 60 m/min،  $\alpha = 60^\circ \dots 90^\circ$ 

فشار ابزار هونینگ

فرآیندهای هونینگ	فشار p به $\text{N/cm}^2$			
	سنگ هونینگ سرامیکی	سنگ هونینگ با چسب مصنوعی	سنگ هونینگ الماس	سنگ هونینگ نیتريدبر
هونینگ اولیه	50...250	200...400	300...700	200...400
هونینگ نهایی	20...100	40...250	100...300	100...200

انتخاب سنگ هونینگ از کروند، کاربید سیلیسیم، CBN و الماس

جنس قطعه کار	استحکام کششی $\text{N/mm}^2$	فرآیند	عمق زبری $R_z$ $\mu\text{m}$	سنگ هونینگ				CBN یا الماس
				کروند و کاربید سیلیسیم	چسب	ساختار	دانه‌بندی	
فولاد	< 500 (سختکاری نشده)	هونینگ اولیه	8...12	A	700	R	1	D126
		هونینگ میانی	2...5		400	R	5	D54
		هونینگ نهایی	0,5...1,5		1200	M	2	D15
چدن	500...700 (سختکاری شده)	هونینگ اولیه	5...10	A	80	R	3	B76
		هونینگ میانی	2...3		400	O	5	B54
		هونینگ نهایی	0,5...2		700	N	3	B30
فلزات غیر آهنی	-	هونینگ اولیه	5...8	C	80	M	3	D91
		هونینگ نهایی	2...3		120	K	7	D46
		هونینگ هموارسازی	3...6		900	H	8	D25
فلزات غیر آهنی	-	هونینگ اولیه	6...10	A	80	O	3	D64
		هونینگ نهایی	2...3	A	400	O	1	D35
		هونینگ هموارسازی	0,5...1	C	1000	N	5	D15

(۲) مقایسه با صفحه ۳۱۳

(۱) در هونینگ هموارسازی بلندترین نقاط سطوح قطعه کار براده‌برداری می‌شود.

انتخاب سنگ هونینگ از جنس الماس و نیتريدبر مکعبی (CBN)

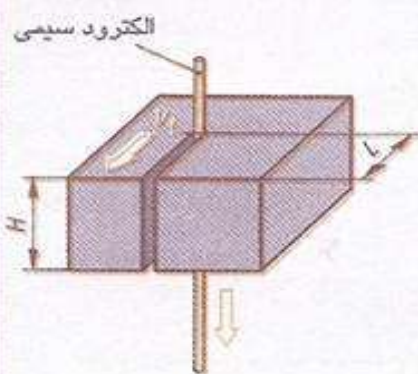
جنس سنگ	الماس طبیعی	الماس مصنوعی	CBN
جنس قطعه کار	فولاد، فلز سخت (الماسه)	چدن، فولاد نیتروورده، فلزات غیر آهنی، شیشه، سرامیک	فولاد سختکاری شده



## اسپارک برشی (وایرکات)

مدت زمان ماشینکاری

$$t_h = \frac{L}{v_f}$$



$t_h$  مدت زمان ماشینکاری به min  
 $v_f$  سرعت پیشروی به mm/min  
 $L$  طول پیشروی، طول برش به mm  
 $H$  عمق برش به mm  
 $T$  تیرانس شکلی به  $\mu m$

مثال:

جنس: فولاد،  $H = 30 \text{ mm}$ ،  $L = 320 \text{ mm}$ ،  $T = 30 \mu m$  $t_h = ?$ ،  $v_f = ?$ (طبق جدول)  $v_f = 1,8 \text{ mm/min}$ 

$$t_h = \frac{L}{v_f} = \frac{320 \text{ mm}}{1,8 \text{ mm/min}} = 178 \text{ min}$$

سرعت پیشروی  $v_f$  (مقادیر مرجع)<sup>(۱)</sup>

عمق برش H به mm	سرعت پیشروی $v_f$ به mm/min										
	ماشینکاری فولاد					ماشینکاری مس			ماشینکاری فلز سخت		
	تیرانس شکلی به دست آمده T به $\mu m$										
	60	40	30	20	10	40	20	10	80	20	10
10	9,0	8,5	4,0	3,9	2,1	7,5	3,5	2,0	4,5	0,7	0,6
20	5,1	5,5	2,5	2,5	1,5	4,7	2,4	1,5	3,1	0,3	0,3
30	3,7	4,0	1,8	1,8	1,1	4,0	1,9	1,1	2,3	0,2	0,2
50	2,5	2,5	1,2	1,2	0,8	2,6	1,4	0,7	1,4	0,2	0,2

(۱) مقادیر مرجع داده شده مقادیر متوسط از براده برداری اصلی جهت دستیابی به تیرانس شکلی به دست آمده اند. در شرایط نامناسب شستشو، سرعت پیشروی به طور چشمگیری کاهش می یابد.

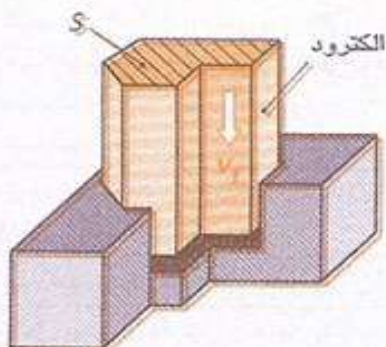
## خواص و کاربرد وایرکات رایج

کاربرد	قطر سیم رایج به mm	استحکام کششی به $N/mm^2$	رسانایی الکتریکی به $m/(\Omega \cdot mm^2)$	جنس وایرکات
عمومی	0,2 ... 0,33	400...900	13,5	آلیاژ CuZn
برش با تیرانس شکلی خیلی کوچک	0,025...0,125	1900	18,5	مولیبدن
شکاف برش تنگ، شعاع کوچک گوشه ها	0,025...0,125	2500	18,2	تنگستن

## اسپارک غوطه وری (اصطلاحاً اسپارک)

مدت زمان ماشینکاری

$$t_h = \frac{V}{V_w}$$



$t_h$  مدت زمان ماشینکاری به min  
 $S$  سطح مقطع براده برداری کننده الکتروود به  $mm^2$   
 $V$  حجم براده برداری شونده به  $mm^3$   
 $V_w$  سرعت براده برداری به  $mm^3/min$

مثال:

خشن کاری فولاد، الکتروود گرافیتی

 $S = 150 \text{ mm}^2$ ،  $V = 3060 \text{ mm}^3$ ،  $V_w = ?$ ،  $t_h = ?$ (طبق جدول)  $V_w = 31 \text{ mm}^3/min$ 

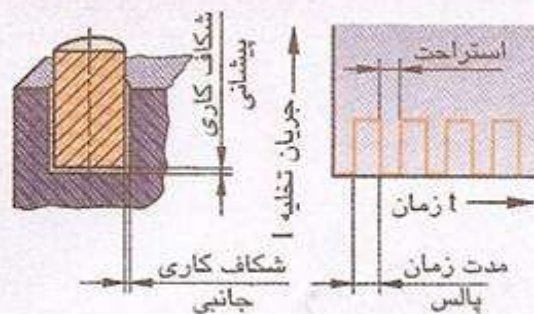
$$t_h = \frac{V}{V_w} = \frac{3060 \text{ mm}^3}{31 \text{ mm}^3/min} = 99 \text{ min}$$

مقادیر مرجع  $V_w$ <sup>(۱)</sup>

جنس قطعه کار	الکتروود (ابزار)	سرعت براده برداری $V_w$ به $mm^3/min$											
		خشن کاری						پرداخت					
		سطح مقطع براده برداری کننده S به $mm^2$						عمق زبری Rz به $\mu m$					
		10 تا 50	50 تا 100	100 تا 200	200 تا 300	300 تا 400	400 تا 600	2 تا 3	3 تا 4	4 تا 6	6 تا 8	8 تا 10	
فولاد	گرافیت	7,0	18	31	62	81	105	—	—	—	2	5	
	مس	13,3	22	28	51	85	105	0,1	0,5	1,9	3,8	5	
فلز سخت	مس	6,0	15	18	28	30	33	—	0,1	0,5	2,2	5,2	

(۱) این مقادیر در نتیجه عوامل مؤثر فرآیندی شدیداً نوسان می کنند برای این منظور به صفحه ۳۱۸ ر.ک.





$V_w$  mm<sup>3</sup>/min سرعت براده‌برداری به  
 $V$  mm<sup>3</sup> حجم براده‌برداری شونده به  
 $t$  min مدت زمان براده‌برداری به  
 $V_E$  mm<sup>3</sup> سایش مطلق ابزار به  
 $V_{rel}$  % سایش نسبی ابزار به

سرعت براده‌برداری

$$V_w = \frac{V}{t}$$

سایش نسبی براده‌برداری

$$V_{rel} = \frac{V_E}{V} \cdot 100\%$$

عوامل		توضیح، خواص و کاربرد
جنس الکترود	مس الکترولیت	کاربرد عمومی؛ رفتار سایش کم؛ سرعت براده‌برداری بالا؛ برای ماشینکاری پرداخت و خشن؛ ساخت الکترود با ماشینکاری سخت؛ انبساط حرارتی شدید؛ بدون لبه‌های شکننده؛ مستعد برای اعوجاج
	گرافیت در دانه‌بندیهای مختلف	کاربرد عمومی؛ سایش خیلی کم؛ چگالی جریان بزرگتر از Cu؛ وزن کمتر الکترود؛ ساخت الکترود با ماشینکاری آسان؛ بدون اعوجاج؛ انبساط حرارتی کم؛ هر قدر دانه‌بندی گرافیت ظریفتر باشد به همان میزان الکترود نیز دقیق و حساس می‌باشد؛ برای ماشینکاری فلز سخت (الماسه) مناسب نیست
	تنگستن - مس	الکترودهای دقیق و کوچک؛ سایش خیلی کم؛ براده‌برداری خیلی بالا در جریان تخلیه نسبی کوچک علیرغم چگالی جریان بزرگ؛ قابل ساخت فقط در ابعاد محدود؛ وزن بالای الکترود
	مس - گرافیت	کاربرد ویژه برای ابعاد کوچک الکترود و نیز استحکام بالا؛ سایش و سرعت براده‌برداری آن در کاربرد ویژه اهمیت کمتری دارد
الکترولیت	روغنهای سنتتیک، که فیلتر و خنک می‌شود؛ توسط سازنده ماشین تعیین می‌شود	خواسته‌ها از مایع دی الکتریک : • ضریب هدایت پایین و ثابت برای تشکیل پایدار جرقه • ویسکوزیته کم برای قابلیت تصفیه و قابلیت نفوذ در شکافهای تنگ • تبخیر کم به جهت بخارهای مضر • نقطه اشتعال بالا به خاطر خطر آتش‌سوزی • ضریب هدایت حرارتی بالا به منظور خنک شدن خوب • خطر سلامتی خیلی پایین به خاطر پرسنل اپراتور
	تجدید مایع دی الکتریک در نقطه اثر	بسته به شرایط و امکانات روشهای شستشوی متنوعی در اختیار می‌باشد تا توان پایدار عمل اسپارک را به‌دست آورد : • غوطه‌وری کامل (رایجترین متد و در عین حال دفع گرما) • شستشوی فشاری با الکترود توخالی یا در کنار الکترود • شستشوی مکشی با الکترود توخالی یا در کنار الکترود • شستشو با عقب کشیدن الکترود • شستشوی حرکتی با حرکت نسبی بین قطعه کار و الکترود، بدون اینکه فرایند عمل اسپارک قطع شود
قطبیت	مثبت	الکترود قطب مثبت انتخاب می‌شود؛ برای سوختن کمتر الکترود در خشن کاری مدت زمان پالس بزرگتر و فرکانس پایین انتخاب می‌شود
	منفی	الکترود قطب منفی انتخاب می‌شود؛ برای اسپارک با مدت زمان پالس کوچک و فرکانس بالا
شکاف کاری	پیشانی	با کنترل پیشروی (کنترل از طریق ولتاژ تخلیه)، ثابت نگه داشته می‌شود. اگر حساسیت کنترل خیلی بالا تنظیم شود : الکترودها به طور مرتب بالا و پایین می‌روند، تخلیه کنترل شده روی نمی‌دهد. اگر حساسیت کنترل خیلی پایین تنظیم شود : تخلیه غیرعادی بیشتر می‌شود یا شکاف جهت تخلیه، خیلی بزرگ می‌شود.
	جانبی	اساساً توسط مدت زمان و اندازه پالس تخلیه، جنس و ولتاژ حرکت خلاصی تعیین می‌شود
جریان تخلیه	کوچک	توان براده‌برداری پایین، سایش کم ابزار در الکترودهای مسی، سایش زیاد در الکترودهای گرافیتی
	بزرگ	توان براده‌برداری بالا، سایش بالای ابزار در الکترودهای مسی، سایش کم در الکترودهای گرافیتی
مدت زمان پالس	کوچک	در قطبیت مثبت سایش الکترود بزرگتر و سرعت براده‌برداری کمتر می‌شود
	بزرگ	در قطبیت مثبت سایش الکترود کمتر و سرعت براده‌برداری بزرگتر می‌شود



## نیروی برش، کار برش

نیروی برش

$$F = S \cdot \tau_{aB \max}$$

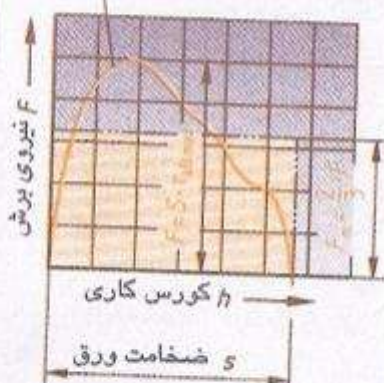
حداکثر استحکام برش

$$\tau_{aB \max} \approx 0,8 \cdot R_{m \max}$$

مقدار کار برش

$$W = \frac{2}{3} \cdot F \cdot s$$

خط کورس - نیرو



$F$  نیروی برش  
 $F_m$  نیروی برش متوسط  
 $S$  سطح برش  
 $R_{m \max}$  حداکثر استحکام کششی  
 $\tau_{aB \max}$  حداکثر استحکام برشی  
 $W$  مقدار کار برش  
 $s$  ضخامت ورق

مثال :

$$R_{m \max} = 510 \text{ N/mm}^2 ; s = 2,5 \text{ mm} ; S = 236 \text{ mm}^2$$

مطلوب است :  $W, F, \tau_{aB \max}$ 

$$\tau_{aB \max} = 0,8 \cdot R_{m \max} = 0,8 \cdot 510 \text{ N/mm}^2 = 408 \text{ N/mm}^2$$

$$F = S \cdot \tau_{aB \max} = 236 \text{ mm}^2 \cdot 408 \text{ N/mm}^2 = 96\,288 \text{ N} = 96,288 \text{ kN}$$

$$W = \frac{2}{3} \cdot F \cdot s = \frac{2}{3} \cdot 96,288 \text{ kN} \cdot 2,5 \text{ mm} \approx 160 \text{ kN} \cdot \text{mm} = 160 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## شرایط کاربرد پرسهای مکانیکی لنگ

مقدار کار در کار دائم

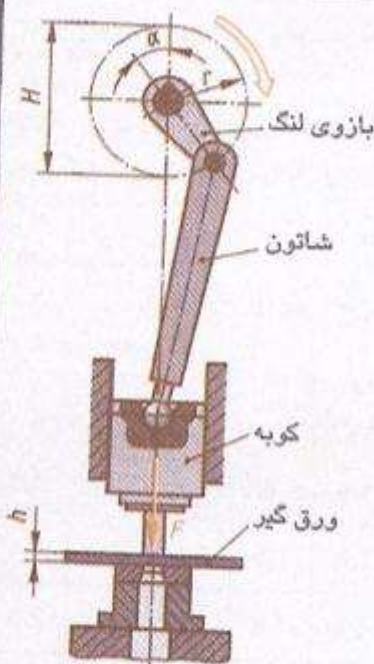
$$W_D = \frac{F_n \cdot H}{15}$$

مقدار کار در کار تک کورسی

$$W_E = 2 \cdot W_D$$

سیستم محرکه پرسها معمولاً طوری طراحی می شود که نیروی نامی پرس در محدوده زاویه میل لنگ برابر  $\alpha = 30^\circ$  به دست آید.

در کار دائم، پرس بدون اینست کار می کند. در کار تک کورسی پرس بعد از هر کورس می ایستد. در پرسهای با کورس قابل تنظیم نیروی مجاز کمتر از نیروی نامی پرس است.



$F$  نیروی برش، نیروی تغییر شکل  
 $F_n$  نیروی نامی پرس  
 $F_{zul}$  نیروی مجاز پرس با کورس قابل تنظیم  
 $H$  کورس، حداکثر کورس در کورس قابل تنظیم  
 $H_e$  کورس تنظیم شده  
 $h$  فاصله کار (ضخامت ورق  $s \approx$ )  
 $\alpha$  زاویه میل لنگ  
 $W$  مقدار کار برش یا تغییر شکل  
 $W_D$  توان کاری در کار دائم  
 $W_E$  توان کاری در کار تک کورسی

مثال :

پرس مکانیکی لنگ با کورس ثابت،  $F_n = 250 \text{ kN}$ ،  $H = 30 \text{ mm}$ ،  $F = 207 \text{ kN}$ ،  $s = 4 \text{ mm}$

مطلوب است :  $W, W_D$  (هرگاه پرس با کار دائم کار کند)

$$W = \frac{2}{3} \cdot F \cdot s = \frac{2}{3} \cdot 207 \text{ kN} \cdot 4 \text{ mm} = 552 \text{ kN} \cdot \text{mm} = 552 \text{ N} \cdot \text{m}$$

حل :

$$W_D = \frac{F_n \cdot H}{15} = \frac{250 \text{ kN} \cdot 30 \text{ mm}}{15} = 500 \text{ kN} \cdot \text{mm} = 500 \text{ N} \cdot \text{m}$$

اگر  $F < F_n$  ولی  $W > W_D$  باشد پرس را نمی توان برای این قطعه کار با کار دائم به کار برد.

## شرایط کاربرد

کورس ثابت

$$F \leq F_n$$

$$W \leq W_D \quad \text{یا}$$

$$W \leq W_E$$

کورس قابل تنظیم

$$F' \leq F_{zul}$$

$$F_{zul} = \frac{F_n \cdot H}{4 \cdot \sqrt{H_e \cdot h - h^2}}$$

$$W \leq W_D \quad \text{یا}$$

$$W \leq W_E$$



VDI 3368 (1982-05) طبق

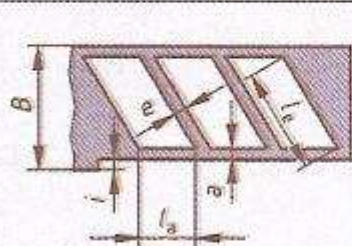
ابعاد سنبه و ماتریس برش

	سنبه برش	فرآیند	سوراخکاری	پولکبری
	ماتریس برش	شکل قطعه کار		
	لقی برش	برای اندازه باید، این اندازه تعیین کننده است	اندازه سنبه d	اندازه ماتریس D
	ضخامت ورق	اندازه ابزار مقابل	ماتریس $D = d + 2 \cdot u$	سنبه $d = D - 2 \cdot u$

لقی برش (لقی قالب) u در ارتباط با جنس و ضخامت ورق

ضخامت ورق s mm	سوراخ ماتریس با زاویه آزاد $\alpha$				سوراخ ماتریس بدون زاویه آزاد $\alpha$			
	استحکام برشی $\tau_{AB}$ به $N/mm^2$				استحکام برشی $\tau_{AB}$ به $N/mm^2$			
	250 تا	251...400	401...600	بالای 600	250 تا	251...400	401...600	بالای 600
0,4...0,6	0,01	0,015	0,02	0,025	0,015	0,02	0,025	0,03
0,7...0,8	0,015	0,02	0,03	0,04	0,025	0,03	0,04	0,05
0,9...1	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05
1,5...2	0,03	0,05	0,06	0,08	0,05	0,07	0,09	0,11
2,5...3	0,04	0,07	0,10	0,12	0,08	0,11	0,14	0,17
3,5...4	0,06	0,09	0,12	0,16	0,11	0,15	0,19	0,23

دورریز طولی، دورریز عرضی، دورریز راهنما



قطعه چهارگوش

a دورریز عرضی  
e دورریز طولی  
 $l_a$  اندازه طولی قطعه کار  
 $l_e$  اندازه عرضی قطعه کار  
B پهنای نوار  
i دورریز راهنما

قطعات چهارگوش:

برای به دست آوردن دورریز طولی و عرضی اندازه های بزرگ مربوط به طول کوچک و بزرگ قطعه کار استفاده می شود.

قطعات گرد:

مقادیر مربوط به  $l_e = l_a = 10 \text{ mm}$  برای دورریز طولی و عرضی صادق است.

پهنای نوار B	اندازه طولی $l_e$ اندازه عرضی $l_a$ mm	دورریز عرضی دورریز طولی a	ضخامت قطعه کار s به mm										
			0,1	0,3	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0
تا 100 mm	10 تا	e a	0,8 1,0	0,8 0,9	0,8 0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,9	2,1
	11 ... 50	e a	1,6 1,9	1,2 1,5	0,9 1,0	1,0	1,1	1,4	1,4	1,6	1,7	2,0	2,3
	51 ... 100	e a	1,8 2,2	1,4 1,7	1,0 1,2	1,2	1,3	1,6	1,6	1,8	1,9	2,2	2,5
	بیش از 100	e a	2,0 2,4	1,6 1,9	1,2 1,5	1,4	1,5	1,8	1,8	2,0	2,1	2,4	2,7
	دورریز راهنما i		1,5					1,8	2,2	2,5	3,0	3,5	4,5
بیش از 100 mm تا 200 mm	10 تا	e a	0,9 1,2	1,0 1,1	1,0 1,1	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	2,0	2,3
	11 ... 50	e a	1,8 2,2	1,4 1,7	1,0 1,2	1,2	1,3	1,6	1,6	1,8	1,9	2,2	2,5
	51 ... 100	e a	2,0 2,4	1,6 1,9	1,2 1,5	1,4	1,5	1,8	1,8	2,0	2,1	2,4	2,7
	101 ... 200	e a	2,2 2,7	1,8 2,2	1,4 1,7	1,6	1,7	2,0	2,0	2,2	2,3	2,6	2,9
	دورریز راهنما i		1,5					1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	5,0



## محل دنباله قالب در قالبهای با نقطه مرکز ثقل معلوم

فاصله نقطه مرکز ثقل نیروها از لبه مرجع

$$x = \frac{U_1 \cdot a_1 + U_2 \cdot a_2 + U_3 \cdot a_3 + \dots}{U_1 + U_2 + U_3 + \dots}$$

مثال:

مطلوب است فاصله  $x$  نقطه مرکز ثقل  $S$  نیروها در شکل مقابل

حل:

سطح خارجی سنبه پولک‌بری به عنوان لبه مرجع انتخاب می‌شود.

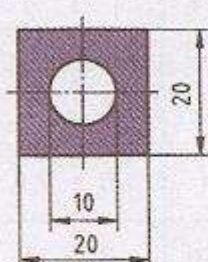
محیط سنبه پولک‌بری:  $U_1 = 4 \cdot 20 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$ ;  $a_1 = 10 \text{ mm}$ محیط سنبه سوراخکاری اولیه:  $U_2 = \pi \cdot 10 \text{ mm} = 31,4 \text{ mm}$ ;  $a_2 = 31 \text{ mm}$ 

$$x = \frac{U_1 \cdot a_1 + U_2 \cdot a_2}{U_1 + U_2}$$

$$x = \frac{80 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} + 31,4 \text{ mm} \cdot 31 \text{ mm}}{80 \text{ mm} + 31,4 \text{ mm}} \approx 16 \text{ mm}$$

ترتیب سنبه

قطعه‌کار

پولک‌بری  
سوراخکاری اولیه  
(مازاد خارج) $U_1, U_2, U_3 \dots$ 

محیط هر کدام از سنبه‌ها

 $a_1, a_2, a_3 \dots$ 

فاصله نقطه مرکز ثقل هر کدام از سنبه‌ها

از لبه مرجع انتخابی

 $x$ فاصله نقطه مرکز ثقل کل نیروها  $S$  از لبه

مرجع انتخاب شده

## محل دنباله قالب در قالبهای با نقطه مرکز ثقل نامعلوم

فاصله نقطه مرکز ثقل نیروها از لبه مرجع

$$x = \frac{l_1 \cdot a_1 + l_2 \cdot a_2 + l_3 \cdot a_3 + \dots}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots}$$

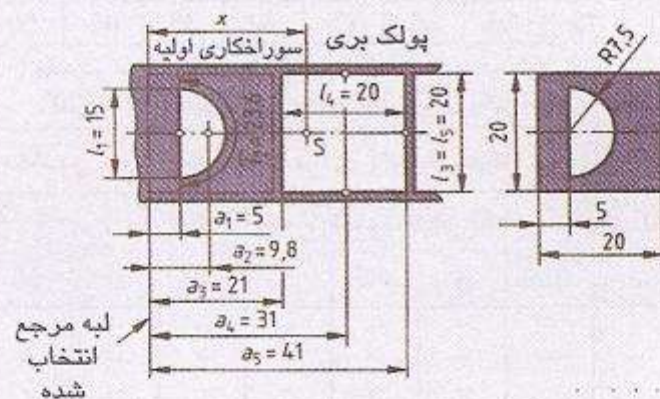
$$x = \frac{\sum l_n \cdot a_n}{\sum l_n}$$

مثال:

برای قطعه‌کار (شکل روبه‌رو) موقعیت دنباله قالب برش مربوط را محاسبه کنید.

حل:

(۱) نقطه مرکز ثقل کل نیروها با نقطه مرکز ثقل کل خطوط برش مطابقت دارد.

 $l_1, l_2, l_3 \dots l_n$ 

طولهای لبه برش

 $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$ 

فواصل نقاط مرکز ثقل خطوط از لبه

مرجع انتخاب شده

 $x$ 

فاصله نقطه مرکز ثقل نیروها از لبه مرجع

 $n$ 

شماره لبه برش

(۱) نقطه مرکز ثقل خطوط: صفحه ۳۲

$n$	$l_n$ به mm	$a_n$ به mm	$l_n \cdot a_n$ به mm <sup>2</sup>
1	15	5	75
2	23,6	9,8	231,28
3	20	21	420
4	2 · 20	31	1240
5	20	41	820
$\Sigma$	118,6	—	2786,28

$$x = \frac{\sum l_n \cdot a_n}{\sum l_n} = \frac{2786,28 \text{ mm}^2}{118,6 \text{ mm}} = 23,5 \text{ mm}$$

## بازدهی نوار در برش یک‌گردیفه

پهنای نوار

$$B = b + 2 \cdot a$$

پیشروی نوار

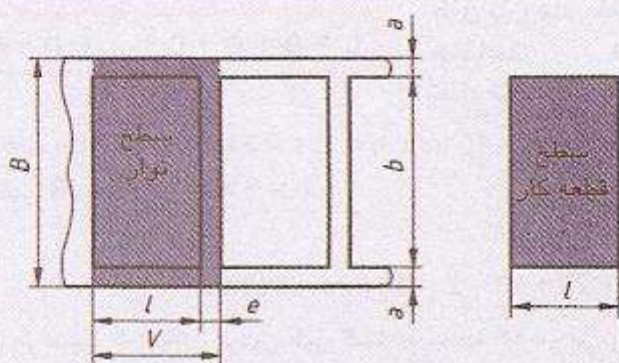
$$V = l + e$$

بازدهی

$$\eta = \frac{R \cdot A}{V \cdot B}$$

 $l$  طول قطعه‌کار $b$  پهنای قطعه‌کار $B$  پهنای نوار $a$  دورریز عرضی $e$  دورریز طولی $V$  پیشروی نوار $A$  سطح یک قطعه‌کار

(با منظورکردن سوراخها)

 $R$  تعداد ردیف تغذیه $\eta$  بازدهی



# شعاع خمکاری، مقادیر جبران کننده، تعیین گرده (قطعه خام)

طبق DIN 5520 (2002-07)

کوچکترین شعاع خمکاری مجاز برای قطعات سختکاری از فلزات غیر آهنی

	جنس	وضعیت جنس	ضخامت s به mm							
			0,8	1	1,5	2	3	4	5	6
			حداقل شعاع خمکاری r <sup>(۱)</sup> به mm							
	AlMg3-01	انیل نرم شده	0,6	1	2	3	4	6	8	10
	AlMg3-H14	کار سختی سرد شده	1,6	2,5	4	6	10	14	18	—
	AlMg3-H111	کار سختی سرد شده و آنیل شده	1	1,5	3	4,5	6	8	10	—
	AlMg4,5Mn-H112	انیل نرم شده تابگیری شده	1	1,5	2,5	4	6	8	10	14
	AlMg4,5Mn-H111	کار سختی سرد شده و آنیل شده	1,6	2,5	4	6	10	16	20	25
	AlMgSi1-T6	انیل انحلال شده و پیر سختی گرم شده	4	5	8	12	16	23	28	36
	CuZn37-R600	سخت	2,5	4	5	8	10	12	18	24

(۱) برای زاویه خمکاری  $\alpha = 90^\circ$ ، مستقل از راستای نورد

طبق DIN 6935 (1975-10)

حداقل شعاع خمکاری مجاز برای خمکاری سرد فولاد

حداقل استحکام کششی $R_m$ به $N/mm^2$ تا ... بیشتر از	حداقل شعاع خمکاری r <sup>(۱)</sup> برای ضخامت ورق s به mm														
	1	1,5	2,5	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
تا 390	1	1,6	2,5	3	5	6	8	10	12	16	20	25	28	36	40
390...490	1,2	2	3	4	5	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45
490...640	1,6	2,5	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	36	45	50

(۱) مقادیر برای زاویه خمکاری  $\alpha \leq 120^\circ$  و خمکاری عمود بر راستای نورد صادق است. در خمکاری به موازات راستای نورد و زاوایای خمکاری  $\alpha > 120^\circ$  مقادیر مربوط به ضخامت ورق بزرگتر بعدی را انتخاب کنید.

طبق برگه پیوست 2، DIN 6935 (1983-02)

مقادیر جبران کننده v برای زاویه خمکاری  $\alpha = 90^\circ$ 

شعاع خمکاری r به mm	مقدار جبران کننده v هر نقطه خمکاری به mm برای ضخامت ورق s به mm														
	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	8	10
1	1,0	1,3	1,7	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,6	1,3	1,6	1,8	2,1	2,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	1,6	2,0	2,2	2,4	3,2	4,0	4,8	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	2,5	2,8	3,0	3,7	4,5	5,2	6,0	6,9	—	—	—	—	—	—
6	—	—	3,4	3,8	4,5	5,2	5,9	6,7	7,5	8,3	9,0	9,9	—	—	—
10	—	—	—	5,5	6,1	6,7	7,4	8,1	8,9	9,6	10,4	11,2	12,7	—	—
16	—	—	—	8,1	8,7	9,3	9,9	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3	14,8	17,8	21,0
20	—	—	—	9,8	10,4	11,0	11,6	12,2	12,8	13,4	14,1	14,9	16,3	19,3	22,3
25	—	—	—	11,9	12,6	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,2	16,8	18,2	21,1	24,1
32	—	—	—	15,0	15,6	16,2	16,8	17,4	18,0	18,6	19,2	19,8	21,0	23,8	26,7
40	—	—	—	18,4	19,0	19,6	20,2	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	24,5	26,9	29,7
50	—	—	—	22,7	23,3	23,9	24,5	25,1	25,7	26,3	26,9	27,5	28,8	31,2	33,6

طبق DIN 6935 (1975-10)

تعیین گرده برای قطعات خمکاری  $90^\circ$ L طول گسترده<sup>(۱)</sup>طول گسترده<sup>(۲)</sup>

a, b, c طول بازوهای خمکاری شده

r شعاع خمکاری

v مقدار جبران کننده

n تعداد نقاط خم

$$L = a + b + c + \dots - n \cdot v$$

مثال: a = 25 mm; b = 20 mm; c = 15 mm; n = 2; s = 2 mm; r = 4 mm

جنس S235JR، v = ?، L = ?

v = 4,5 mm (از جدول بالا)

$$L = a + b + c - n \cdot v = (25 + 20 + 15 - 2 \cdot 4,5) \text{ mm} = 51 \text{ mm}$$

(۱) در نسبت  $r/s > 5$  از فرمول طول گسترده صفحه ۲۴ هم می توان استفاده کرد.

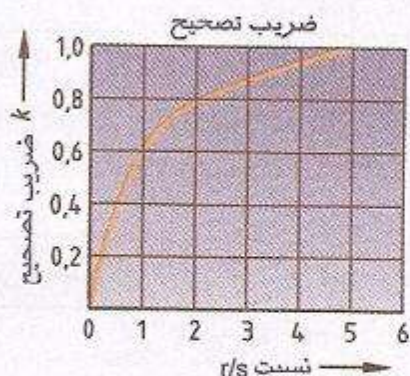
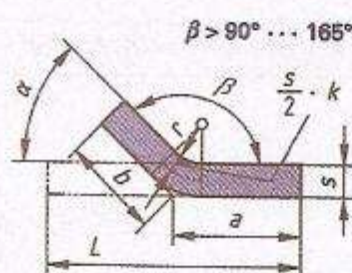
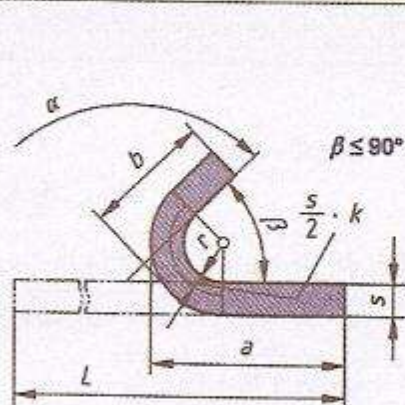
(۲) طول گسترده محاسبه شده به مقدار کامل بر حسب mm گرد می شود.



## تعیین گرده (قطعه کار قبل از شکل دادن)، برگشت فنری در خمکاری

طبق DIN 6935 (1975-10)

تعیین گرده برای قطعات با زاویه خمکاری دلخواه



L طول گسترده  
a, b طول بازوهای خمکاری  
v مقدار جبران کننده  
k ضریب تصحیح

طول گسترده<sup>(۱)</sup> s ضخامت ورق  
شعاع خمکاری r  
زاویه دهانه beta

$$L = a + b - v$$

مقدار جبران کننده برای  $\beta = 0^\circ \dots 90^\circ$ 

$$v = 2 \cdot (r + s) - \pi \cdot \left( \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \cdot \left( r + \frac{s}{2} \cdot k \right)$$

مقدار جبران کننده برای  $\beta > 90^\circ \dots 165^\circ$ 

$$v = 2 \cdot (r + s) \tan \frac{180^\circ - \beta}{2} - \pi \cdot \left( \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \cdot \left( r + \frac{s}{2} \cdot k \right)$$

مقدار جبران کننده برای  $\beta > 165^\circ \dots 180^\circ$ 

ضریب تصحیح

 $v \approx 0$  (قابل صرف نظر)

$$k = 0,65 + 0,5 \cdot \log \frac{r}{s}$$

مثال:

قطعه خمکاری با  $s = 5 \text{ mm}$ ,  $r = 6 \text{ mm}$ ,  $b = 21 \text{ mm}$ ,  $a = 16 \text{ mm}$ ,  $\beta = 60^\circ$  $k = ?$ ;  $v = ?$ ;  $L = ?$ 

$$\frac{r}{s} = \frac{6 \text{ mm}}{5 \text{ mm}} = 1,2; k = 0,7 \text{ (از نمودار)}$$

(محاسبه با فرمول)

$$k = 0,689$$

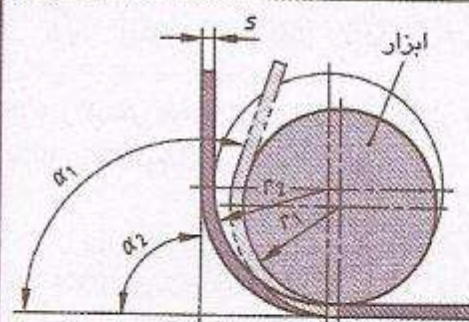
$$v = 2 \cdot (r + s) - \pi \cdot \left( \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \cdot \left( r + \frac{s}{2} \cdot k \right)$$

$$= 2 \cdot (6 + 5) \text{ mm} - \pi \cdot \left( \frac{180^\circ - 60^\circ}{180^\circ} \right) \cdot \left( 6 + \frac{5}{2} \cdot 0,7 \right) \text{ mm} = 5,77 \text{ mm}$$

$$L = a + b - v = 16 \text{ mm} + 21 \text{ mm} - 5,77 \text{ mm} \approx 32 \text{ mm}$$

(۱) در  $r/s > 5$  با دقت کافی از طولهای گسترده (صفحه ۲۴) هم می توان محاسبه کرد.

## برگشت فنری در خمکاری



$\alpha_1$  زاویه خمکاری قبل از برگشت  
فنری (روی ابزار)  
 $\alpha_2$  زاویه خمکاری بعد از برگشت  
فنری (روی قطعه کار)  
 $r_1$  شعاع روی ابزار  
 $r_2$  شعاع خمکاری روی قطعه کار  
 $k_R$  ضریب برگشت فنری  
s ضخامت ورق

شعاع روی ابزار

$$r_1 = k_R \cdot (r_2 + 0,5 \cdot s) - 0,5 \cdot s$$

زاویه خمکاری قبل از برگشت فنری

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_R}$$

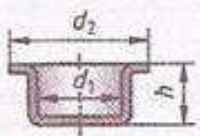
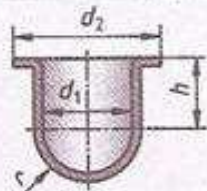
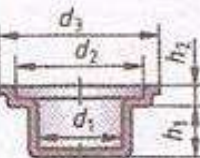
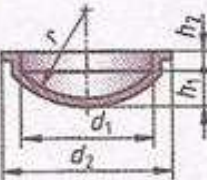
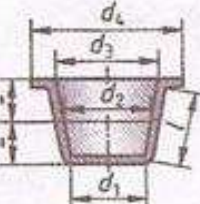
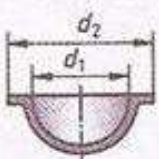
جنس قطعه خمکاری

ضریب برگشت فنری  $k_R$  برای نسبت  $r_2/s$ 

	1	1,6	2,5	4	6,3	10	16	25	40	63	100
DC04	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,94	0,91	0,87	0,83
DC01	0,99	0,99	0,99	0,97	0,96	0,96	0,93	0,90	0,85	0,77	0,66
X12CrNi18-8	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,89	0,84	0,76	0,63	—	—
E-Cu-R20	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,85	0,79	0,72	0,6
CuZn33-R29	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,89	0,86	0,83	0,77	0,73
CuNi18Zn20	—	—	—	0,97	0,96	0,95	0,92	0,87	0,82	0,72	—
EN AW-Al99,0	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,93
EN AW-AlCuMg1	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,87
EN AW-AlSiMgMn	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,86	0,82	0,76	0,72



## محاسبه قطر گرده

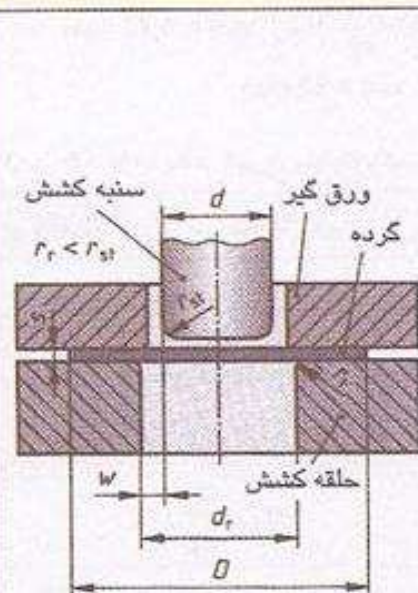
قطعه کششی <sup>۱)</sup>	قطر گرده D	قطعه کششی <sup>۱)</sup>	قطر گرده D
	بدون لبه d2 $D = \sqrt{d_1^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h}$ با لبه d2 $D = \sqrt{d_2^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h}$		بدون لبه d2 $D = \sqrt{2 \cdot d_1^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h}$ با لبه d2 $D = \sqrt{2 \cdot d_1^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h + (d_2^2 - d_1^2)}$
	بدون لبه d3 $D = \sqrt{d_2^2 + 4 \cdot (d_1 \cdot h_1 + d_2 \cdot h_2)}$ با لبه d3 $D = \sqrt{d_3^2 + 4 \cdot (d_1 \cdot h_1 + d_2 \cdot h_2)}$		بدون لبه d2 $D = \sqrt{d_1^2 + 4 \cdot h_1^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h_2}$ با لبه d2 $D = \sqrt{d_1^2 + 4 \cdot h_1^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h_2 + (d_2^2 - d_1^2)}$
	بدون لبه d4 $D = \sqrt{d_1^2 + 4 \cdot d_2 \cdot l}$ با لبه d4 $D = \sqrt{d_1^2 + 4 \cdot d_2 \cdot l + (d_4^2 - d_3^2)}$		بدون لبه d2 $D = \sqrt{2 \cdot d_1^2} = 1,414 \cdot d$ با لبه d2 $D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$

مثال:

قطعه کششی استوانه‌ای بدون لبه d2 (شکل بالا، چپ) با  $d_1 = 50 \text{ mm}$ ,  $h = 30 \text{ mm}$ ,  $D = ?$ 

$$D = \sqrt{d_1^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h} = \sqrt{50^2 \text{ mm}^2 + 4 \cdot 50 \text{ mm} \cdot 30 \text{ mm}} = 92,2 \text{ mm}$$

## لقی کشش (اختلاف اندازه سنبه و ماتریس) و شعاع روی حلقه کشش و سنبه کشش



$w$  لقی کشش  
 $s$  ضخامت ورق  
 $k$  ضریب جنس  
 $r_r$  شعاع روی حلقه کشش  
 $r_{st}$  شعاع روی سنبه کشش  
 $D$  قطر گرده  
 $d$  قطر سنبه  
 $d_r$  قطر حلقه کشش

لقی کشش به mm

$$w = s + k \cdot \sqrt{10 \cdot s}$$

شعاع روی حلقه کشش به mm

$$r_r = 0,035 \cdot [50 + (D - d)] \cdot \sqrt{s}$$

در هر کشش بعدی شعاع روی حلقه کشش حدود 20 ... 40% کوچکتر می‌شود.

شعاع روی سنبه کشش به mm

$$r_{st} = (4 \dots 5) \cdot s$$

لقی کشش

$$w = \frac{d_r - d}{2}$$

مثال:

ورق فولادی،  $r_{st} = ?$ ,  $r_r = ?$ ,  $w = ?$ ,  $s = 2 \text{ mm}$ ,  $d = 25 \text{ mm}$ ,  $D = 51 \text{ mm}$ 

ضریب جنس k

k = 0,07 (از جدول)

فولاد

0,07

$$w = s + k \cdot \sqrt{10 \cdot s} = 2 + 0,07 \cdot \sqrt{10 \cdot 2} = 2,3 \text{ mm}$$

آلومینیوم

0,02

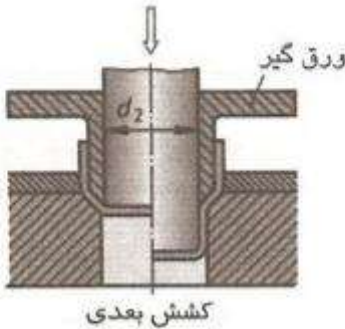
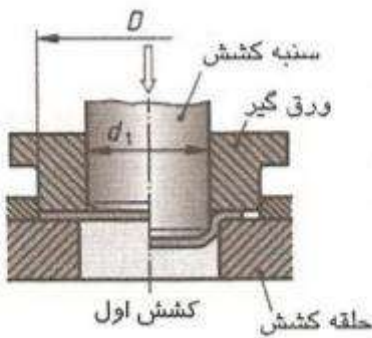
$$r_r = 0,035 \cdot [50 + (D - d)] \cdot \sqrt{s} = 0,035 \cdot [50 + (51 - 25)] \cdot \sqrt{2} = 3,8 \text{ mm}$$

دیگر فلزات غیر آهنی

0,04

$$r_{st} = 4,5 \cdot s = 4,5 \cdot 2 \text{ mm} = 9 \text{ mm}$$





D قطر گرده  
d قطر داخلی قطعه کشش نهایی  
d<sub>1</sub> قطر سنبه کشش مرحله 1  
d<sub>2</sub> قطر سنبه کشش مرحله 2  
d<sub>n</sub> قطر سنبه کشش مرحله n  
β<sub>1</sub> نسبت کشش برای کشش مرحله 1  
β<sub>2</sub> نسبت کشش برای کشش مرحله 2  
β<sub>ges</sub> نسبت کشش کل  
s ضخامت ورق

نسبت کشش

کشش مرحله 1

$$\beta_1 = \frac{D}{d_1}$$

کشش مرحله 2

$$\beta_2 = \frac{d_1}{d_2}$$

مثال :

نافی بدون لبه از جنس DC04 (St 14) با  $d = 50 \text{ mm}$  $d_2 = ?$ ;  $d_1 = ?$ ;  $\beta_2 = ?$ ;  $\beta_1 = ?$ ;  $D = ?$ ;  $h = 60 \text{ mm}$ 

$$D = \sqrt{d^2 + 4 \cdot d \cdot h}$$

$$= \sqrt{(50 \text{ mm})^2 + 4 \cdot 50 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm}} \approx 120 \text{ mm}$$

(از جدول زیر)  $\beta_1 = 2,0$ ;  $\beta_2 = 1,3$ 

$$d_1 = \frac{D}{\beta_1} = \frac{120 \text{ mm}}{2,0} = 60 \text{ mm}$$

$$d_2 = \frac{d_1}{\beta_2} = \frac{60 \text{ mm}}{1,3} = 46 \text{ mm}$$

نسبت کشش کل

$$\beta_{ges} = \beta_1 \cdot \beta_2 \dots$$

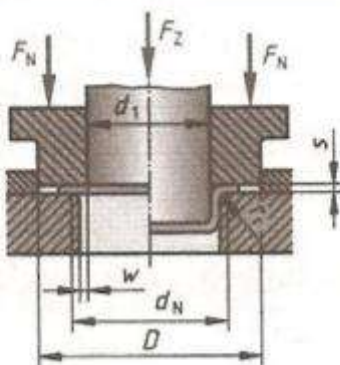
$$\beta_{ges} = \frac{D}{d_1}$$

2 مرحله کشش کافی است زیرا  $d_2 < d$ 

جنس	حداکثر نسبت کشش <sup>(۱)</sup>		$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	جنس	حداکثر نسبت کشش <sup>(۱)</sup>		$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	جنس	حداکثر نسبت کشش <sup>(۱)</sup>		$R_m$ N/mm <sup>2</sup>
	β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>			β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>			β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>	
DC01 (St12)	1,8	1,2	410	CuZn30-R270	2,1	1,3	270	Al99,5 H111	2,1	1,6	95
DC03 (St13)	1,9	1,3	370	CuZn37-R300	2,1	1,4	300	AlMg1 H111	1,9	1,3	145
DC04 (St14)	2,0	1,3	350	CuZn37-R410	1,9	1,2	410	AlCu4Mg1 T4	2,0	1,5	425
X10CrNi18-8	1,8	1,2	750	CuSn6-R350	1,5	1,2	350	AlSi1MgMn T6	2,1	1,4	310

(۱) این مقادیر برای تا  $s = 300$ ؛  $d_1 = 100 \text{ mm}$  و  $s = 1 \text{ mm}$  به دست آمده‌اند. برای سایر ضخامت‌ها و قطر‌ها این مقادیر جزئی تغییر می‌کنند.  
(۲) حداکثر استحکام کششی

نیروی پاره کردن کف قطعه کار، نیروی کشش عمیق، نیروی ورق گیر

نیروی پاره کردن کف قطعه کار  $F_B$ نیروی کشش سنبه  $F_z$ قطر سنبه  $d_1$ ضخامت ورق  $s$ استحکام کششی  $R_m$ نسبت کشش  $\beta$ نسبت کشش حداکثر  $\beta_{max}$ نیروی ورق گیر  $F_N$ قطر گرده  $D$ قطر نشیمن مؤثر ورق گیر  $d_N$ فشار ورق گیر  $p$ شعاع روی حلقه کشش  $r$ لقی کشش  $w$ 

نیروی پاره کردن کف قطعه کار

$$F_B = \pi (d_1 + s) \cdot s \cdot R_m$$

نیروی کشش عمیق

$$F_z = \pi \cdot (d_1 + s) \cdot s \cdot R_m \cdot 1,2 \cdot \frac{\beta - 1}{\beta_{max} - 1}$$

نیروی ورق گیر

$$F_N = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d_N^2) \cdot p$$

قطر نشیمن مؤثر ورق گیر

$$d_N = d_1 + 2 \cdot (r + w)$$

فشار ورق گیر  $p$  به  $\text{N/mm}^2$ 

فولاد

آلیاژهای Cu

آلیاژهای Al

مثال :

 $F_z = ?$ ;  $\beta_{max} = 1,9$ ;  $\beta = 1,5$ ;  $R_m = 380 \text{ N/mm}^2$ ;  $s = 1 \text{ mm}$ ;  $d_1 = 140 \text{ mm}$ ;  $D = 210 \text{ mm}$ 

$$F_z = \pi \cdot (d_1 + s) \cdot s \cdot R_m \cdot 1,2 \cdot \frac{\beta - 1}{\beta_{max} - 1} = \pi \cdot (140 \text{ mm} + 1 \text{ mm}) \cdot 1 \text{ mm} \cdot 380 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1,2 \cdot \frac{1,5 - 1}{1,9 - 1} = 112\,218 \text{ N}$$



طبق DIN EN ISO 4063 (2000-04)

جوشکاری، برش، لحیمکاری و فرآیندهای دیگر

فرآیندها	N	فرآیندها	N	فرآیندها	N
سایر فرآیندهای جوشکاری	7	جوشکاری جرقه‌ای سرب‌ساز جوشکاری مقاومتی سرب‌ساز (لب به لب)	24 25	جوشکاری برق (قوسی)	1
جوشکاری گازی برقی (با مولد برق) جوشکاری القایی	73 74	جوشکاری ذوبی گازی	3	جوشکاری برقی جوشکاری برقی دستی	101 111
جوشکاری پرتو نوری جوشکاری مادون قرمز	75 753	جوشکاری گازی با شعله استیلن-اکسیژن	311	جوشکاری برقی بدون گاز محافظ	11
جوشکاری زائده‌ای جوشکاری زائده‌ای اصطکاکی	78 788	جوشکاری گازی با شعله پروپان-اکسیژن	312	جوشکاری زیرپودری جوشکاری برقی با گاز محافظ	12 13
برش	8	جوشکاری پرسبی	4	جوشکاری برقی با گاز محافظ خنثی (MIG) جوشکاری برقی با گاز محافظ فعال (MAG)	131 135
برش گازی، برش استیلینی، برش کاربیدی برش برقی	81 82	جوشکاری مافوق صوت جوشکاری اصطکاکی	41 42	جوشکاری با گاز محافظ فعال با الکترو سیمی	136
برش پلاسمایی برش لیزری	83 84	جوشکاری نفوذی جوشکاری پرسبی گازی	45 47	جوشکاری با گاز خنثی با الکترو سیمی	137
لحیمکاری سخت، لحیمکاری نرم	9	جوشکاری لیزری	5	جوشکاری MIG و الکترو تنگستنی جوشکاری MIG و الکترو تنگستنی	14 141
لحیمکاری سخت لحیمکاری سخت شعله‌ای	91 912	جوشکاری پرتو الکترونی جوشکاری لیزری	51 52	جوشکاری پلاسمایی جوشکاری WIG-پلازما	15 151
لحیمکاری سخت در حمام لحیم لحیمکاری سخت خلأی	914 924	جوشکاری پرتو الکترونی تحت خلأ	511	جوشکاری مقاومتی	2
لحیمکاری نرم لحیمکاری نرم در حمام لحیم	94 944	جوشکاری با لیزر جامد	521	نقطه جوش مقاومتی جوشکاری درز غلتکی	21 22
لحیمکاری نرم القایی لحیمکاری نرم پیستوله‌ای	946 952	جوشکاری با لیزر گازی	522	جوشکاری لب به لب نقطه جوش برجسته (فلش)	225 23

جوشکاری برقی دستی (111) : ISO 4063-111 فرآیند

(1) N شماره مرجع جهت مشخصه فرآیند در نقشه‌ها، دستورالعمل کاری و در پردازش داده‌ها

طبق DIN EN ISO 6947 (1997-05)

وضعیت جوشکاری

وضعیت اصلی، توضیح	نام	علامت کوتاه
خط مرکزی عمودی درز، کار افقی، سطح گرده به بالا	وضعیت وانی رو (افقی)	PA
کار افقی، سطح گرده به بالا	وضعیت گوشه رو	PB
خط مرکزی افقی درز، کار افقی	وضعیت وانی عرضی	PC
کار افقی، سطح گرده گوشه پایین	وضعیت گوشه ریز	PD
کار افقی، خط مرکزی عمودی درز، سطح گرده به پایین	وضعیت وانی زیر	PE
کار عمودی	وضعیت وانی عمودی سربالا	PF
کار عمودی گوشه	وضعیت گوشه عمودی سربالین	PG

طبق DIN EN ISO 13920 (1996-11)

تئرانسیهای عمومی برای سازه‌های جوشکاری

درجه دقت (کلاس تئرانس)	انحرافهای مجاز						برای اندازه زاویه $\Delta\alpha$ به ° و'		
	برای اندازه طولی $\Delta l$ به mm						محدوده اندازه نامی $l$		
	محدوده اندازه نامی $l$						محدوده اندازه نامی $l$		
	تا 30	120	400	1000	2000	4000	بیش از 400	بیش از 1000	بیش از 1000
A	±1	±1	±1	±2	±3	±4	±20'	±15'	±10'
B	±1	±2	±2	±3	±4	±6	±45'	±30'	±20'
C	±1	±3	±4	±6	±8	±11	±1°	±45'	±30'

(1) بازوی کوتاه‌تر



نام، علایم درز جوشکاری	ضخامت قطعه‌کار t mm	A <sup>(۱)</sup> اجرا	شکل درز	آماده‌سازی درز			فرآیند جوشکاری توصیه‌شده <sup>(۲)</sup>	ملاحظات
				ابعاد شکاف b mm	طول ریشه c mm	زاویه α به °		
درز گرده ماهی	0 ... 2	e		-	-	-	3, 111, 141, 131, 135	جوشکاری ورقهای نازک، غالباً بدون افزوده (پرکننده)
درز I، درز لب‌به‌لب	0 ... 4	e		≈ t	-	-	3, 111, 141	ماده افزوده کم، بدون هیچ آماده‌سازی درز
	0 ... 8	b		≈ t/2	-	-	111, 141	
				≤ t/2	-	-	131, 135	
درز V، درز جناغی تیز	3 ... 10	e		≤ 4	c ≤ 2	40° ... 60°	3	-
	3 ... 40	b		≤ 3	c ≤ 2	≈ 60°	111, 141	
						40° ... 60°	131, 135	
درز Y، درز جناغی کند	5 ... 40	e		1 ... 4	2 ... 4	≈ 60°	111, 131, 135, 141	-
	> 10	b		1 ... 3	2 ... 4	≈ 60°	111, 141	
						40° ... 60°	131, 135	
درز V-دوبل، درز ایکس (X)	> 10	b		1 ... 3	c ≤ 2	≈ 60°	111, 141	شکل درز متقارن، h = t/2
						40° ... 60°	131, 135	
درز نیم V، درز نیم‌جناغی- تیز	3 ... 10	e		2 ... 4	1 ... 2	35° ... 60°	111, 131, 135, 141	-
	3 ... 30	b		1 ... 4	c ≤ 2	35° ... 60°	111, 131, 135, 141	
درز نیم V-دوبل، درز K	> 10	b		1 ... 4	c ≤ 2	35° ... 60°	111, 131, 135, 141	شکل درز متقارن، h = t/2
درز گوشه	> 2	e		≤ 2	-	70° ... 100°	3, 111, 131, 135, 141	درز T
	> 3	b		≤ 2	-	70° ... 110°	3, 111, 131, 135, 141	درز گوشه به گوشه

(۱) اجرا e: جوشکاری یک‌طرفه؛ b: جوشکاری دوطرفه

(۲) فرآیند جوشکاری: صفحه ۳۲۶



# کیسولهای گاز تحت فشار، مفتولهای جوشکاری با گاز

طبق DIN EN 1089 (2004-06)

کیسولهای گاز تحت فشار

نوع گاز	مشخصه رنگ <sup>(۱)</sup>		قبلا	رزوه بست	حجم V l	فشار پر p <sub>F</sub> bar	مقدار پر
	طبق DIN EN 1089-3	کلگی بدنه					
اکسیژن	آبی	سفید	آبی	R3/4	40 50	150 200	6 m <sup>3</sup> 10 m <sup>3</sup>
استیلن	قهوه‌ای بلوطی	قهوه‌ای بلوطی	زرد	گیره سریع	40 50	19 19	8 kg 10 kg
هیدروژن	قرمز	قرمز	قرمز	W21,80×1/14	10 50	200 200	2 m <sup>3</sup> 10 m <sup>3</sup>
آرگون	خاکستری	سبز تیره	خاکستری	W21,80×1/14	10 50	200 200	2 m <sup>3</sup> 10 m <sup>3</sup>
هلیوم	خاکستری	قهوه‌ای	خاکستری	W21,80×1/14	10 50	200 200	2 m <sup>3</sup> 10 m <sup>3</sup>
مخلوط آرگون-دی‌اکسید کربن	خاکستری	سبز روشن	خاکستری	W21,80×1/14	20 50	200 200	4 m <sup>3</sup> 10 m <sup>3</sup>
دی‌اکسید کربن	خاکستری	خاکستری	خاکستری	W21,80×1/14	10 50	58 58	7,5 m <sup>3</sup> 20 m <sup>3</sup>
نیتروژن	خاکستری	سیاه	سبز تیره	W24,32×1/14	40 50	150 200	6 m <sup>3</sup> 10 m <sup>3</sup>

(۱) تغییر رنگ به رنگهای جدید باید تا مورخه 01.07.2006 انجام گیرد. در مدت زمان گذر مشخصه لازم یا برچسب روی کیسول درج شود.

طبق DIN EN 12536 (2000-08)

مفتولهای جوشکاری با گاز برای جوشکاری فولاد

جایگزین برای DIN 8554-1

تقسیم‌بندی رفتار جوش بر اساس ترکیب (آلیاژ) قطعه‌کار

نام کوتاه		آنالیز قطعه‌کار جوشکاری به % (مقادیر مرجع)						رفتار جوشکاری		
جدید	قدیم	C	Si	Mn	Mo	Ni	Cr	رفتار جریان مذاب	پراکنش (قطره‌پرانی)	تمایل به حفره
O I	G I	< 0,1	< 0,20	< 0,65	—	—	—	رقیق	خیلی	بلی
O II	G II	< 0,2	< 0,25	< 1,20	—	—	—	کمی رقیق	کم	بلی
O III	G III	< 0,15	< 0,25	< 1,25	—	< 0,80	—	غلیظ	ندارد	خیر
O IV	G IV	< 0,15	< 0,25	< 1,20	< 0,65	—	< 1,20	غلیظ	ندارد	خیر
O V	G V	< 0,10	< 0,25	< 1,20	< 0,65	—	< 1,20	غلیظ	ندارد	خیر

محدوده کاربرد، خواص مکانیکی

محدوده کاربرد	نوع فولاد	مفتول جوشکاری نام کوتاه	<sup>(۱)</sup> B	تنش تسلیم R <sub>e</sub> N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	تغییر طول نسبی شکست A %	K <sub>A</sub> K <sub>v</sub> J
ورق‌ها، لوله‌ها	S235, S275	O I	U	> 260	360 ... 410	> 20	> 30
مخازن، لوله‌ها	S235, S275, P235GH, P265GH	O II	U	> 300	390 ... 440	> 20	> 47
	S235, S275, P235GH, P265GH	O III	U	> 310	400 ... 460	> 22	> 47
دیگ‌ها و لوله‌های مقاوم به گرما تا 530 °C	S235, S355, S275, P235, P235GH, P265GH, P295GH, 16Mo3	O IV	U	> 260	440 ... 490	> 22	> 47
دیگ‌ها و لوله‌های مقاوم به گرما تا 570 °C	13CrMo4-5, 16CrMo3	O V	A	> 315	490 ... 590	> 18	> 47

مفتول جوشکاری با گاز، کلاس IV : EN 12536 – O IV مفتول

(۱) وضعیت عملیات حرارتی درز جوشکاری : U بدون عملیات حرارتی (حفظ وضعیت جوشکاری)، A آنیل برگشت

(۲) K<sub>A</sub> کار مکانیکی در آزمون شکاف-ضربه در 20 °C، به‌دست آمده از نمونه آزمایش ISO-V



طبقاً (1995-05) DIN EN 439

## گازهای محافظ جهت جوشکاری برقی فولاد

نام کوتاه	ترکیب <sup>(۱)</sup>	نوع گاز، اثر	فرآیند جوشکاری	مواد، کاربرد
R1 R2	H <sub>2</sub> < 15%, He یا Ar بقیه (15...35)% H <sub>2</sub> , He یا Ar بقیه	گازهای احیاکننده	جوشکاری - WIG, - پلاسما	فولادهای پرآلیاژ، Ni و آلیاژهای Ni
11 12 13	100% Ar 100% He He < 95%, Ar بقیه	گازهای خنثی (رفتار خنثی)	جوشکاری - MIG, - WIG, - پلاسما	Al، آلیاژهای Al Cu، آلیاژهای Cu
M11 M12 M13	CO <sub>2</sub> ≤ 5%, H <sub>2</sub> ≤ 5%, He یا Ar بقیه بقیه Ar یا He (3...10)% CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> < 3%, Ar بقیه	گازهای مخلوط، اکسیدکننده ضعیف	جوشکاری MAG	فولادهای آلیاژی Cr-Ni، عمدتاً فولادهای زنگ‌نزن و مقاوم به اسید
M21 M22 M23	بقیه Ar یا He (5...25)% CO <sub>2</sub> , بقیه Ar یا He (3...10)% CO <sub>2</sub> , بقیه Ar یا He (3...10)% O, CO <sub>2</sub> ≤ 5%,	گازهای مخلوط، اکسیدکننده قوی	جوشکاری MAG	فولادهای کم‌آلیاژی و آلیاژ متوسط
M31 M32 M33	بقیه Ar یا He (25...50)% CO <sub>2</sub> , بقیه Ar یا He (10...15)% O <sub>2</sub> , بقیه Ar یا He (5...50)% CO <sub>2</sub> , (8...15)% O <sub>2</sub> ,	گازهای مخلوط، اکسیدکننده متوسط	جوشکاری MAG	فولادهای غیرآلیاژی و کم‌آلیاژ + ورقهای ضخیم و سنگین
C1 C2	100% CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ≤ 30%, CO <sub>2</sub> بقیه	گازهای اکسیدکننده قوی	جوشکاری MAG	فولادهای غیرآلیاژی
گاز خنثی، یا 95% هلیوم، بقیه آرگون : EN 439-13 گاز محافظ				

Ar (آرگون)	He (هلیوم)	O <sub>2</sub> اکسیژن	CO <sub>2</sub> دی اکسید کربن	H <sub>2</sub> هیدروژن
------------	------------	-----------------------	-------------------------------	------------------------

طبق (1994-11) DIN EN 440

الکترودهای سیمی و قطعات جوشکاری از جنس فولادهای غیرآلیاژی

و فولادهای ساختمانی دانه ریز برای جوشکاری با گاز محافظ

مثال، مشخصه :

EN 440 – G 46 3 M G3Si



ترکیب شیمیایی الکترودهای سیمی

عناصر اصلی آلیاژی	علامت کوتاه	عناصر اصلی آلیاژی	علامت کوتاه
0,5...0,8% Si, 0,9...1,4% Mn, 0,05...0,25% Ti	G2Ti	ترکیب موافقت شده	G0
0,4...0,8% Si, 0,8...1,4% Mn, 2,1 - 2,7% Ni	G2Ni2	0,7...1,0% Si, 1,3...1,6% Mn	G3Si1

EN 440-G 46 4 M G3Si1 : خواص مواد جوشکاری : تنش تسلیم حداقل  $R_e = 460 \text{ N/mm}^2$ ، کار ضربه شکاف  $1,3 \dots 1,6\% \text{ Mn}$ ،  $0,7 \dots 1,0\% \text{ Si}$ ، الکترودهای با M21 ... M24، گاز مخلوط  $40^\circ \text{C}$  در دمای برابر ل 47

الکتر و ده‌های سیمی (انتخاب)

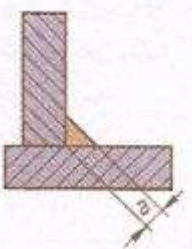
کاربرد، خواص	قابل کاربرد برای فولادها	گاز محافظ	فرآیند جوشکاری	مشخصه طبق DIN EN 440
جوشکاری جهت اتصال و تعمیر	S185...S355, E295, E335, P235...P355, GP240R, L210...L360	M21...M24, C1	MAG	G 46 4 M G3Si1
مانند G3Si1 ولی با استحکام بالاتر		M21...M24, C1	MAG	G 50 4 M G4Si1
فولادهای ساختمانی دانه ریز و فولادها، حفره سرد (کار سرشده)	12Ni14, 13MnNi6-3, S(P)275...S(P)420	M21	MAG	G 46 M G2Ni2



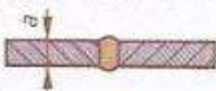

## مقادیر مبنا جوشکاری گاز محافظ، افزوده‌های جوشکاری برای آلومینیم

شکل درز	طراحی درز			مقادیر تنظیم				مقادیر توان	
	ضخامت درز a mm	قطر سیم mm	تعداد وضعیت	ولتاژ V	جریان A	سرعت پیشروی مستقیم <sup>(۱)</sup> m/min	گاز محافظ l/min	افزوده جوشکاری g/m	مدت زمان اصلی min/m

جوشکاری MAG، مقادیر مبنا برای فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی

وضعیت جوشکاری: PB			DIN EN 440 - G 46 4 M G3Si1				گاز محافظ DIN EN 439 - M21		
	2	0,8	1	20	105	7	10	45	1,5
	3	1,0		22	215	11		90	1,4
	4	1,0		23	220	11		140	2,1
	5	1,0	1	30	300	10	15	215	2,6
	6	1,0	1					300	3,5
	7	1,2	3					390	4,6
	8	1,2	3	30	300	10	15	545	6,4
	10		4					805	9,5

جوشکاری MIG، مقادیر مبنا برای آلایزهای آلومینیم

وضعیت جوشکاری: PA			DIN 1732 - SG - AlMg5				گاز محافظ DIN EN 439 - I1		
	4	1,2	1	23	180	3	12	30	2,9
	5	1,6		25	200	4	18	77	3,3
	6	1,6		26	230	7	18	147	3,9
	5	1,6	1	22	160	6	18	126	4,2
	6		2	22	170	6		147	4,6
	8		2	26	220	7		183	5,0

(۱) در جوشکاری MIG: سرعت جوشکاری

جوشکاری WIG، مقادیر مبنا برای آلایزهای آلومینیم

وضعیت جوشکاری: PA			DIN 1732 - SG - AlMg5				گاز محافظ DIN EN 439 - I1		
	1	3,0	1	-	75	0,3	5	19	3,8
	1,5				90	0,2		22	4,3
	2	3,0	1	-	110	0,2	6	28	1,8
	3				125			47	5,9
	4	3,0	1	-	160	0,2	8	38	6,7
	5				185	0,1		47	7,1
	6	4,0	وضعیت 1 وضعیت 2	-	210	0,1	10	47	12
	5				165	0,1		105	13
	6				165	0,2		190	16

طبق DIN 1732 (1988-06)

جنس افزوده جوشکاری برای آلومینیم

علائم کوتاه <sup>(۱)</sup>	شماره مواد	کاربرد برای مواد پایه (مشخصه کوتاه بدون افزوده EN AW)
SG-Al99,8 (EL-Al99,8)	3.0286	Al99,7, Al99,5
SG-Al99,5Ti (EL-Al99,5Ti)	3.0805	Al99,0, Al99,5
SG-AlMn1 (EL-AlMn1)	3.0516	AlMn1, AlMn1Cu
SG-AlMg3	3.3536	AlMg1(C), AlMg3
SG-AlMg5	3.3556	AlMg3, AlMg4, AlMg5, AlSi1MgMn, AlMg1SiCu, AlZn4,5Mg1, G-AlMg5, G-AlMgSi, G-AlMg3, G-AlMg3Si
SG-AlMg4,5Mn	3.3548	AlMg4, AlMg5, AlSi1MgMn, AlMg1SiCu, AlZn4,5Mg1, G-AlMg5, G-AlMgSi
SG-AlSi5 (EL-AlSi5)	3.2245	AlMgSi1Cu, AlZn4,5Mg1
SG-AlSi12 (EL-AlSi12)	3.2585	G-AlSi1, G-AlSi9Mg, G-AlSi7Mg, G-AlSi5Mg

(۱) SG افزوده جوشکاری یا سطح لخت و براق؛ EL مفتول روکش‌دار



مثال :

مقدار هیدروژن H  
5 → 5 ml/100 g  
جنس مواد در درز جوش

شماره استاندارد EN 499 - E 46 3 B 5 4 H5

علامت کوتاه الکتروود روکش دار

عدد مشخصه خواص مکانیکی مواد جوشکاری

عدد مشخصه	حداقل تنش تسلیم N/mm <sup>2</sup>	استحکام کششی N/mm <sup>2</sup>	حداقل تغییر طول نسبی شکست A <sub>5</sub> به %
35	355	440...570	22
38	380	470...600	20
42	420	500...640	20
46	460	530...680	20
50	500	560...720	18

عدد مشخصه وضعیت جوشکاری

عدد مشخصه	وضعیت جوشکاری
1	همه وضعیتها
2	همه وضعیتها، به جز درز عمودی
3	درز لب به لب در وضعیت وانی، درز گوشه در وضعیت وانی و افقی
4	درز لب به لب و گوشه در وضعیت وانی
5	برای درز عمودی و مانند 3

علامت مشخصه برای استحکام ضربه ای  
جنس جوشکاری

حروف مشخصه / رقم مشخصه	حداقل کار ضربه شکاف J 47 در °C
Z	بدون مشخصه
A	+ 20
0	0
2	- 20
3	- 30
4	- 40

رقم مشخصه برای Ausbringung و نوع جریان

عدد مشخصه	خروجی %	نوع جریان
1	> 105	جریان متناوب و مستقیم
2	> 105	جریان مستقیم
3	> 105 ≤ 125	جریان متناوب و مستقیم
4	> 105 ≤ 125	جریان مستقیم
5	> 125 ≤ 160	جریان متناوب و مستقیم
6	> 125 ≤ 160	جریان مستقیم
7	> 160	جریان متناوب و مستقیم
8	> 160	جریان مستقیم

علامت کوتاه و نوع پوشش

علامت کوتاه	نوع پوشش	خواص فنی جوشکاری، محدوده کاربرد
A	پوشش اکسیدی	قطره ای ظریف، درز جوش براق، کاربرد محدود در شرایط اجباری
B	پوشش بازی	حداکثر کار ضربه شکاف جنس جوشکاری، حساسیت کمتر به ترک سرد
C	پوشش سلولزی	عالی برای درز جوش عمودی
R	پوشش دی اکسید تیتانیوم	جوشکاری ورقهای نازک، همه وضعیتهای جوشکاری به جز درز جوش عمودی
RA	پوشش اکسیدی، دی اکسید تیتانیوم	توان ریزش بالا، درزهای براق، همه وضعیتهای جوشکاری به جز درز جوش عمودی
RB	پوشش بازی، دی اکسید تیتانیوم	مقاومت به ضربه بالای جنس جوشکاری، جوشکاری مطمئن از نظر عدم ترک، همه وضعیتهای جوشکاری به جز درز جوش عمودی
RC	پوشش سلولزی، دی اکسید تیتانیوم	قطره ای متوسط، برای درز جوش عمودی هم مناسب است
RR	پوشش ضخیم دی اکسید تیتانیوم	کاربرد همه جانبه، درزهای ظریف پولکی، مقاومت خوب به پوسته شدن، برای همه وضعیتهای جوشکاری به جز درز جوش عمودی

⇒ خواص خوب جنس جوشکاری : حداقل تنش تسلیم = 420 N/mm<sup>2</sup> (42)، کار ضربه شکاف در : EN 499 - E 42 A RR 12 : 20 °C برابر J 47 (A)، نوع پوشش : دی اکسید تیتانیوم ضخیم (RR)، توان خروجی < 105% (1)، همه وضعیتهای جوشکاری به جز درز جوشهای عمودی (2)



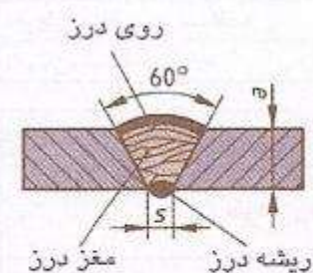
## الکترودهای جوشکاری فولادهای غیرآلیاژی

مشخصه طبق ( <sup>۱</sup> DIN EN 499)	قابل استفاده برای فولادها	کاربرد، خواص
E 35 Z A 13	S185...S275, DC01, DC03, DC04	برای جوشکاری ورقهای نازک، مثلاً بدنه خودرو، پرکردن خوب فاصله‌ها
E 35 2 C 25	S235, S275, P235, P355, L210...L360	درزهای محیطی لوله، مناسب برای ریشه درز، مغز درز و روی درز
E 35 A R 12	S185...S235, P235, P235GH...P265GH	برای جوشکاری ورقهای نازک، پوسته‌های سبک، شلاکه با قابلیت برطرف کردن آسان
E 38 0 RC 11	S185...S355, P235, P265, GP240R	کاربرد عمومی، درز جوشهای براق بدون ترک، شلاکه‌ها گاهی خودبه‌خود آزاد می‌شود
E 42 0 RC 11	S185...S355, P235GH, P265GH, P235...P355	کاربرد عمومی، درز جوشهای براق بدون ترک، شلاکه‌ها گاهی خودبه‌خود آزاد می‌شوند
E 42 A RR 12	S185...S355, P235GH, P265GH, P235	برای ورقها و پروفیلها، پوسته‌های سبک، درز جوشهای براق بدون ترک
E 38 2 RB 12	S185...S355, P235, P265, P235GH...P295GH, GP240R	لوله‌کشیها و مخازن، درز جوشهای تمیز و بدون ترک، شلاکه‌ها براحتی آزاد و جدا می‌شوند
E 38 2 RA 73	S185...S355, P235GH, P265GH, P295GH	الکترودهای توان بالا، درز جوشهای خیلی براق بدون ترک، شلاکه‌ها براحتی جدا می‌شوند
E 42 0 RR 53	S185...S355, P235GH, P265GH, P295GH, GP240R	الکترودهای توان بالا برای درزهای لب‌به‌لب و گوشه، درزهای براق بدون ترک
E 42 5 B 42 H 10	S185...S355, E295, E355, P25...P295, L210...L360	برای اتصالات بدون ترک و چقرمه، همچنین برای فولادهای با کربن تا 0.4%
E 42 3 B 42 H 10	S185...S355, P235GH, P265GH, P295GH, P235...P355	برای اتصالات بدون ترک و چقرمه، همچنین برای فولادهای با کربن تا 0.4%، مقاوم به پیرسختی

(۱) سازندگان الکترودها برای هر الکترودی طبق DIN EN 499 انواع مختلفی عرضه می‌کنند که ترکیب و محدوده کاربرد آنها با هم فرق می‌کند.

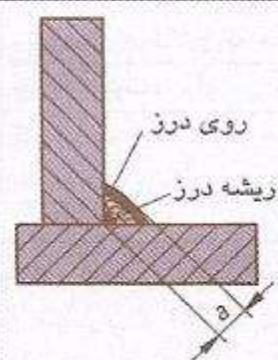
## طراحی درز جوش V شکل در جوشکاری برقی

وزن درز گرده جوش کل	بسته به نوع وضعیت	مصرف ویژه الکتروده	ابعاد الکتروده $d \times l$ mm	تعداد و نوع وضعیت <sup>(۱)</sup>	ضخامت درز	شکاف mm	روی درز
m g/m	$m_s$ g/m	$Z_s$ قطعه/m	$d \times l$ mm	وضعیت <sup>(۱)</sup>	a mm	s mm	روی درز
155	75	3	3,2 × 450	1 W 1 D	4	1	60°
210	80	2	4 × 450	1 W 1 D	5	1,5	60°
285	100	4	3,2 × 450	1 W 2 D	6	2	60°
460	110	4,7	4 × 450	1 W 1 F 1 D	8	2	60°
675	100	3,7	3,2 × 450	1 W 1 F 1 D	10	2	60°
	145	4	4 × 450				
	215	3,5	5 × 450				
	195	4	4 × 450				
	380	6,2	5 × 450				



## طراحی درز جوش برای درزهای گوشه در جوشکاری برقی

وزن درز گرده جوش کل	بسته به نوع وضعیت	مصرف ویژه الکتروده	ابعاد الکتروده $d \times l$ mm	تعداد و نوع وضعیت <sup>(۱)</sup>	ضخامت درز	شکاف mm	روی درز
m g/m	$m_s$ g/m	$Z_s$ قطعه/m	$d \times l$ mm	وضعیت <sup>(۱)</sup>	a mm	s mm	روی درز
80	80	3,2	3,2 × 450	1	3	-	روی درز
140	140	3,6	4 × 450	1	4	-	روی درز
215	215	8,6	3,2 × 450	3	5	-	روی درز
310	310	8	4 × 450	3	6	-	روی درز
550	120	3	4 × 450	1 W 2 D	8	-	روی درز
865	430	7	5 × 450	1 W 4 D	10	-	روی درز
1245	120	3	4 × 450	1 W 4 D	12	-	روی درز
	1125	18,5	5 × 450				



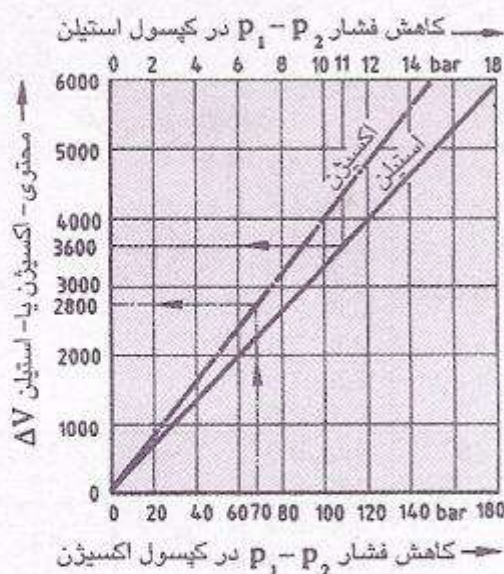
(۱) W ریشه درز؛ F مغز درز؛ D روی درز



## تعیین مصرف گاز کپسولهای گاز

روش محاسباتی

روش نموداری در کپسولهای 40 l



V حجم کپسول گاز

 $V_F$  حجم پر کپسول استیلن $\Delta V$  مصرف گاز در دمای ثابت $p_1$  فشار کپسول قبل از جوشکاری $p_2$  فشار کپسول بعد از جوشکاری $p_F$  فشار کپسول پر استیلن $p_{amb}$  فشار هوا

مصرف گاز (به جز استیلن)

$$\Delta V = \frac{V(p_1 - p_2)}{p_{amb}}$$

مصرف استیلن

$$\Delta V = \frac{V_F(p_1 - p_2)}{p_{amb}}$$

مثال ۱: کپسول اکسیژن 40 l،  $p_1 = 150$  bar،  $V = 40$  l $\Delta V = ?$ ،  $p_{amb} = 1$  bar،  $p_2 = 80$  bar

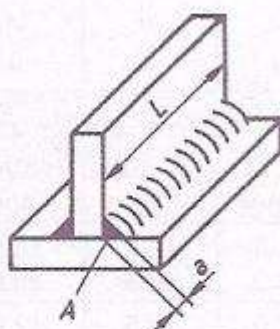
$$\Delta V = \frac{V(p_1 - p_2)}{p_{amb}} = \frac{40 \text{ l} (150 - 80) \text{ bar}}{1 \text{ bar}} = 2800 \text{ l}$$

مثال ۲: کپسول استیلن 5850 l،  $p_1 = 14$  bar،  $V_F = 5850$  l $\Delta V = ?$ ،  $p_F = 18$  bar،  $p_2 = 3$  bar

$$\Delta V = \frac{V_F(p_1 - p_2)}{p_F} = \frac{5850 \text{ l} (14 - 3) \text{ bar}}{18 \text{ bar}} = 3575 \text{ l}$$

## مصرف الکترو

درز گوشه



A سطح مقطع گرده

C ضریب ثابت شکل

a ضخامت درز

s ضخامت ورق

b پهنای ریشه درز

 $\alpha$  زاویه دهانه

d قطر الکترو

l طول الکترو

L طول درز

 $V_s$  حجم گرده جوشکاری $V_E$  حجم مفید الکترو

i تعداد الکترو

تعداد الکترو

$$i = \frac{V_s}{V_E}$$

حجم گرده جوشکاری

$$V_s = A \cdot L$$

سطح مقطع گرده درز گوشه

$$A = a^2$$

سطح مقطع گرده درز V

$$A = s \cdot (C \cdot s + b)$$

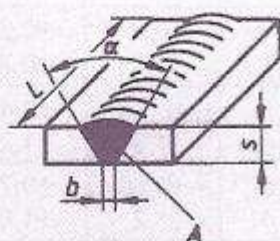
مثال: درز V، الکترو  $2,5 \times 350$ ،  $s = 6$  mm،  $\alpha = 60^\circ$  $L = 1300$  mm،  $b = 1$  mmمطلوب است:  $A$ ،  $V_s$ ،  $i$ 

$$A = s \cdot (C \cdot s + b) = s \cdot (0,58 \cdot s + b) = 6 \text{ mm} \cdot (0,58 \cdot 6 \text{ mm} + 1 \text{ mm}) = 26,88 \text{ mm}^2$$

$$V_s = A \cdot L = 26,88 \text{ mm}^2 \cdot 1300 \text{ mm} = 3494 \text{ mm}^3$$

$$i = \frac{V_s}{V_E} = \frac{3494 \text{ mm}^3}{1570 \text{ mm}^3} = 2,2$$

درز V

حجم الکترو  $V_E$ 

ابعاد الکترو طبق DIN 1913 T1

mm به  $d \times l$ 

ضریب ثابت شکل C

زاویه

دهانه  $\alpha$ 

C

60°

0,58

90°

1

 $V_E$  به  $\text{mm}^3$ 

1,5

 $\times 200$ 

2,0

 $\times 250$ 

2,5

 $\times 350$ 

3,2

 $\times 350$ 

4,0

 $\times 350$ 

5,0

 $\times 450$ 

6,0

 $\times 450$



## مقادیر مرجع، کیفیت و تolerانس اندازه برش با لیزر

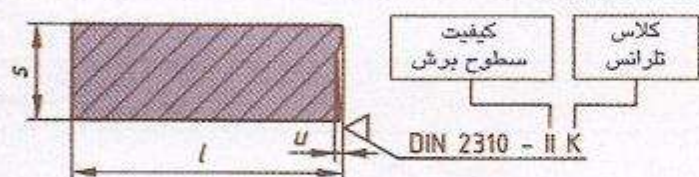
مقادیر مرجع برش با پرتو لیزر<sup>(۱)</sup>

فشار گاز برش p bar	گاز برش	سرعت برش v m/min	فشار گاز برش p bar	گاز برش	سرعت برش v m/min	فشار گاز برش p bar	گاز برش	سرعت برش v m/min	ضخامت ورق s mm	W
توان لیزر 1 kW			توان لیزر 1,5 kW			توان لیزر 2 kW				
فولاد غیر آلیاژی	O <sub>2</sub>	1,5...3,5	7,0...10 5,5...7,5 4,8...6,2 4,2...5,0 3,5...4,2 2,8...3,3	O <sub>2</sub>	1,5...3,5	7,0...10 5,5...7,4 4,8...6,1 4,2...5,0 3,6...2,8 2,8...3,4	O <sub>2</sub>	1,5...3,5	1 1,5	5,0...8,0 4,0...7,0
									2 2,5	4,0...6,0 3,5...5,0
									3 4	3,5...4,0 2,5...3,0
									5 6	1,8...2,3 1,3...1,6
فولاد زنگ‌نزن	N <sub>2</sub>	8 10 14 15 —	5,0...7,0 3,5...5,2 2,0...4,0 1,9...3,2 1,8...2,4 1,0...1,1	N <sub>2</sub>	6 10 10 14 14 15	4,5...9,0 3,8...6,6 3,4...5,3 2,7...3,8 2,2...2,7 1,4...1,8	N <sub>2</sub>	12 13 14 14 16	1 1,5	4,0...5,5 2,8...3,6
									2 2,5	2,2...2,8 1,6...2,0
									3 4	1,3...1,4 —

(۱) مقادیر جدول برای فاصله کانونی f = 127 mm (5") و پهنای شکاف برش b = 0,15 mm صادق است.

(۲) W گروه جنس

## کیفیت و تolerانس اندازه قطعات برش با لیزر



ضخامت قطعه کار s  
تول نامی l  
تولرانس عمودبودن u  
کیفیت سطوح برش I, II  
کلاس کیفیت سطوح Rz  
محدوده انحراف  $\Delta l$   
کلاس تolerانس A, B

کیفیت سطوح برش	تولرانس عمود بودن u به mm	زبری سطوح Rz به $\mu m$	کلاس تolerانس	ضخامت قطعه کار s به mm	محدوده انحراف $\Delta l$ برای طول نامی l به mm			
					از تا	از تا	از تا	از تا

طبق DIN 2310-1 (1987-11)

برش با اکسی استیلن

I	$u < (0,4 + 0,01 \cdot s)$	$Rz < (70 + 1,2 \cdot s)$	A B	3 ... 12	35 تا < 315	315 تا < 1000	1000 تا < 2000	2000 تا < 4000
					$\pm 1,0$ $\pm 2,0$	$\pm 1,5$ $\pm 3,5$	$\pm 2,0$ $\pm 4,5$	$\pm 3,0$ $\pm 5,0$
II	$u < (1 + 0,015 \cdot s)$	$Rz < (110 + 1,8 \cdot s)$	A B	> 12 ... 50	$\pm 0,5$ $\pm 1,5$	$\pm 1,0$ $\pm 2,5$	$\pm 1,5$ $\pm 3,0$	$\pm 2,0$ $\pm 3,5$
					$\pm 1,0$ $\pm 2,5$	$\pm 2,0$ $\pm 3,5$	$\pm 2,5$ $\pm 4,0$	$\pm 3,0$ $\pm 4,5$

طبق DIN 2310-5 (1990-12)

برش با لیزر

I	$u < (0,1 + 0,015 \cdot s)$	$Rz < (10 + 2 \cdot s)$	K L	> 1 ... 3	> 10 تا 30	> 30 تا 120	> 120 تا 315	> 315 تا 1000
					$\pm 0,12$ $\pm 0,4$	$\pm 0,15$ $\pm 0,5$	$\pm 0,2$ $\pm 0,6$	$\pm 0,25$ $\pm 0,7$
II	$u < (0,25 + 0,025 \cdot s)$	$Rz < (60 + 4 \cdot s)$	K L	> 3 ... 6	$\pm 0,25$ $\pm 0,6$	$\pm 0,3$ $\pm 0,8$	$\pm 0,35$ $\pm 1,0$	$\pm 0,45$ $\pm 1,2$
					$\pm 0,4$ $\pm 0,8$	$\pm 0,5$ $\pm 1,0$	$\pm 0,6$ $\pm 1,2$	$\pm 0,7$ $\pm 1,6$

مثال: برش با لیزر، کیفیت I، کلاس تolerانس K،  $l = 250 \text{ mm}$ ،  $s = 6 \text{ mm}$ ؛ مطلوب است:  $u$ ،  $Rz$ ،  $\Delta l$  $u < (0,1 + 0,015 \cdot s) < (0,1 + 0,015 \cdot 6) < 0,19 \text{ mm}$ ،  $Rz < (10 + 2 \cdot s) < (10 + 2 \cdot 6) < 22 \mu m$ ،  $\Delta l = \pm 0,2 \text{ mm}$



طبق DIN EN 1044 (1999-07)

آلیاژهای لحیمکاری سخت فلزات سنگین

لحیمهای دارای نقره

آلیاژهای لحیمکاری			علامه کوتاه قدیمی DIN 8513	دمای کاری °C	راهنمای کاربرد		فلز اصلی (قطعه کار)
گروه	علامه کوتاه <sup>(۱)</sup>	شماره مواد			فرم اتصال <sup>(۲)</sup>	هدایت لحیم <sup>(۳)</sup>	
AgCuCdZn	AG 301	2.5143	L-Ag50Cd	640	S	a, e	فلزات نجیب، فولادها، آلیاژهای مس
	AG 302	2.5146	L-Ag45Cd	620	S	a, e	
	AG 304	2.5141	L-Ag40Cd	610	S	a, e	فولادها، چدن چکش خوار، مس، آلیاژهای مس، نیکل، آلیاژهای نیکل
	AG 309	2.1215	L-Ag20Cd	750	S, F	a, e	
AgCuZn(Sn)	AG 104	2.5158	L-Ag45Sn	670	S	a, e	فولادها، چدن چکش خوار، مس، آلیاژهای مس، نیکل، آلیاژهای نیکل
	AG 106	2.5157	L-Ag34Sn	710	S	a, e	
	AG 203	2.5147	L-Ag44	730	S	a, e	
	AG 205	2.1216	L-Ag25	780	S	a, e	
مقدار نقره زیر 20%	AG 207	2.1207	L-Ag12	830	S	a, e	فولادها، چدن چکش خوار، مس، آلیاژهای مس، نیکل، آلیاژهای نیکل
	AG 208	2.1205	L-Ag5	860	S, F	a, e	
	CP 102	2.1210	L-Ag15P	710	S, F	a, e	مس و آلیاژهای مس بدون نیکل، برای مواد دارای Ni یا آهن مناسب نیست
	CP 104	2.1466	L-Ag5P	710	S, F	a, e	
	CP 105	2.1467	L-Ag2P	710	S, F	a, e	
لحیم سخت ویژه	AG 351	2.5160	L-Ag50CdNi	660	S	a, e	آلیاژهای مس
	AG 403	2.5162	L-Ag56InNi	730	S	a, e	کرم، فولادهای-کرم-نیکل
	AG 502	2.5156	L-Ag49	690	S	a, e	فلزات سخت روی فولاد، تنگستن و مولیبدن

آلیاژهای لحیم برپایه مس

CU 104	2.0091	L-SFCu	1100	S	e	فولادها
CU 201	2.1021	L-CuSn6	1040	S	e	مواد آهنی و نیکلی
CU 202	2.1055	L-CuSn12	990	S	e	
CU 301	2.0367	L-CuZn40	900	S, F	a, e	فولاد، چدن چکش خوار، Cu, Ni, آلیاژهای Ni و Cu
CU 305	2.0711	L-CuNi10Zn42	910	S, F	a, e	فولادها، چدن چکش خوار، Ni و آلیاژهای Ni
				F	a	چدن
CP 202	2.1463	L-CuP7	720	S	a, e	Cu, آلیاژهای Cu بدون Fe و Ni

آلیاژهای لحیم با پایه نیکل جهت لحیمکاری دما بالا

NI 101	2.4140	L-Ni1	(۴)	(۴)	(۴)	نیکل، کبالت، آلیاژهای نیکل و کبالت، فولادهای غیرآلیاژی و آلیاژی
NI 103	2.4143	L-Ni3				
NI 105	2.4148	L-Ni5				
NI 107	2.4150	L-Ni7				

آلیاژهای لحیم با پایه آلومینیم

AL 102	3.2280	L-AISi7,5	610	S	a, e	آلومینیم و آلیاژهای Al نوع AlMgMn, AlMn
AL 103	3.2282	L-AISi10	600	S	a, e	G-AISi, به طور مشروط برای آلیاژهای Al نوع
AL 104	3.2285	L-AISi12	595	S	a, e	AlMgSi تا دارای 2% Mg

درز لحیم

(۱) هر دو حروف گروه آلیاژ را بیان می کند، درحالی که عدد سه رقمی شماره را به طور افزایشی نمایش می دهد.

(۲) S مربوط به لحیمکاری شکاف؛ F مربوط به لحیمکاری اتصال

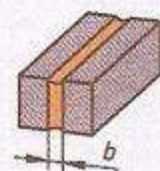
(۳) در a لحیم رو کار و در e لحیم داخل کار قرار می گیرد

(۴) در اینجا داده ها به عهده سازنده است

لحیمکاری شکاف:

 $b < 0.25 \text{ mm}$ 

لحیمکاری اتصال:

 $b < 0.3 \text{ mm}$ 



طبق DIN EN 29453 (1994-02)

آلیاژهای لحیمکاری نرم

مثالهای کاربردی	دمای کاری °C	علائم کوتاه قدیمی DIN 1707	علائم کوتاه آلیاژ	شماره آلیاژ <sup>۲</sup>	گروه آلیاژها <sup>۱</sup>
صنایع ظریف	183	L-Sn63Pb	S-Sn63Pb37	1	سرب - قلع
الکترونیک، مدارهای چاپی	183	L-Sn63Pb	S-Sn63Pb37E	1a	
مدارهای چاپی، فولاد نجیب	183...190	L-Sn60Pb	S-Sn60Pb40	2	
صنایع الکترونیک، پوشش قلع	183...215	L-Sn50Pb	S-Pb50Sn50	3	
بسته‌بندی ورق ظریف، سخت‌افزار،	183...235	L-PbSn40	S-Pb60Sn40	5	
حلبی‌سازی، روی، آلیاژهای روی، ساختمان	183...255	-	S-Pb70Sn30	7	سرب - قلع با آنتیموان
خنک‌کننده‌ها	320...325	L-PbSn2	S-Pb98Sn2	10	
صنایع ظریف	183	-	S-Sn63Pb37Sb	11	
صنایع ظریف، صنایع الکترونیک	183...190	L-Sn60Pb(Sb)	S-Sn60Pb40Sb	12	
ساختمان خنک‌کننده‌ها،	185...231	L-PbSn40Sb	S-Pb58Sn40Sb2	14	
لحیمکاری سرب	185...263	L-PbSn25Sb	S-Pb74Sn25Sb1	16	بیس‌موت - سرب - قلع
لحیمکاری ظریف	180...185	-	S-Sn69Pb38Bi2	19	
لحیمکاری دما پایین، فیوزهای ذوبی	138	-	S-Bi57Sn43	21	
فیوزهای حرارتی، لحیمکاری کابل	145	L-SnPbCd18	S-Sn50Pb32Cd18	22	کادمیم - سرب - قلع
ساختمان دستگاههای الکتریکی، صنایع	230...250	L-SnPbCu3	S-Sn97Cu3	24	مس - سرب - قلع
ظریف	183...190	L-Sn60Cu	S-Sn60Pb38Cu2	25	
	183...215	L-Sn50PbCu	S-Sn50Pb49Cu1	26	
تاسیسات لوله مسی، فولاد نجیب	221	-	S-Sn96Ag4	28	نقره - سرب - قلع
دستگاههای الکتریکی، مدارهای چاپی	178...180	L-Sn60PbAg	S-Sn60Pb36Ag4	31	
برای دماهای کاری بالا	304...365	L-PbAg5	S-Pb95Ag5	33	
الکتروموتورها، صنایع الکترونیک	296...301	-	S-Pb93Sn5Ag2	34	

(۱) لحیمهای نرم حاوی روی و کادمیم و نیز لحیمهای نرم آلومینیم در استاندارد DIN EN 29453 نیامده است.

(۲) طبق DIN 1707 شماره آلیاژها جایگزین شماره مواد شده‌اند.

طبق DIN EN 29454-1 (1994-02)

فلاکسهای لحیمهای نرم (روانساها)

علائم کوتاه طبق اجزاء اصلی				تقسیم‌بندی طبق اثر		
مواد نوع فلاکس	پایه فلاکس	فعال کننده فلاکس	نوع فلاکس	علائم کوتاه DIN EN	علائم کوتاه DIN 8511	اثر بقایا
1 رزین	1 کولوفونیم 2 بدون کولوفونیم	1 بدون فعال کننده 2 فعال با هالوژنها	سیال A	3.2.2... 3.1.1...	F-SW11 F-SW12	خورنده شدید
2 آلی	1 قابل حل در آب 2 غیرقابل حل در آب	3 فعال بدون هالوژنها		3.2.1... 3.1.1...	F-SW13 F-SW21	تحت شرایطی خورنده است
3 معدنی	1 نمک	1 با کلرید آمونیم 2 بدون کلرید آمونیم	B جامد	2.1.3... 2.1.2...	F-SW23 F-SW25	خورنده نیست
	2 اسیدها	1 اسید فسفریک 2 سایر اسیدها	C خمیر	1.2.2... 1.1.1...	F-SW28 F-SW31	
	3 قلیایی	1 آمینها و یا آمونیاک		1.2.3...	F-SW33	

فلاکس از نوع رزین (1)، پایه بدون کولوفونیم (2)، فعال‌شده با هالوژنها (2). 1.2.2.C - ISO 9454 فلاکس  
تحویل به صورت خمیری (C)

طبق DIN EN 1045 (1997-08)

فلاکسهای لحیمکاری سخت

فلاکس	دمای اثر	راهنمای کاربرد
FH10	550...800 °C	فلاکس چندمنظوره، بقایا باید شکسته شده یا اسیدشویی شود
FH11	550...800 °C	آلیاژهای Cu-Al، بقایا باید شکسته شده یا اسیدشویی شود
FH12	550...850 °C	فولادهای زنگ‌نزن و پرآلیاژ، فلزات سخت، بقایا را اسیدشویی کنید
FH20	700...1000 °C	فلاکس چندمنظوره، بقایا باید شکسته شده یا اسیدشویی شود
FH21	750...1100 °C	فلاکس چندمنظوره، بقایا را به طور مکانیکی دفع کنید یا اسیدشویی کنید
FH30	بیش از 1000 °C	برای لحیمهای مس و نیکل، بقایا را به طور مکانیکی دفع کنید
FH40	650...1000 °C	فلاکسهای بدون بر، بقایا باید شکسته شده یا اسیدشویی شود
FL10	400...700 °C	فلزات سبک، بقایا باید شکسته شده یا اسیدشویی شود
FL20	400...700 °C	فلزات سبک، بقایا خورنده نیست، با این همه از رطوبت محافظت کنید



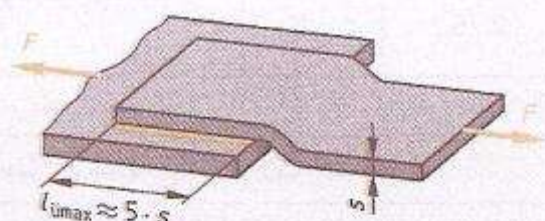
## تقسیم‌بندی فرآیندهای لحیمکاری

مشخصه‌های تمایز	فرآیندهای لحیمکاری		
	لحیمکاری نرم	لحیمکاری سخت	لحیمکاری دما بالا
دمای کاری	$< 450^{\circ}\text{C}$	$> 450^{\circ}\text{C}$	$> 900^{\circ}\text{C}$
منبع انرژی	هویه لحیمکاری، حمام لحیمکاری، مقاومت الکتریکی	شعله، کوره	شعله، پرتوی لیزری، القای الکتریکی
جنس مواد پایه (قطعات)	آلیاژهای - Cu, - Ag, - Al فولادهای زنگ‌زن، فولاد، آلیاژهای - Ni, - Cu	فولاد، تکه‌های براده‌برداری فلز سخت (آلماسه)	فولاد، فلز سخت
جنس سیم لحیم	آلیاژهای - Sn, - Pb	آلیاژهای - Cu, - Ag	آلیاژهای - Cr - Ni, آلیاژهای - Pd - Au - Ag
مواد کمکی	فلاکس (روان‌ساز)	فلاکس، خلاء	خلاء، گاز محافظ

## مقادیر مرجع برای پهنای شکاف لحیمکاری

جنس پایه	پهنای شکاف و لحیمکاری به mm			
	برای لحیمکاری نرم	برای لحیمکاری سخت		
		پایه مس	پایه برنج	پایه نقره
فولاد، غیر آلیاژی	0,05...0,2	0,05...0,15	0,1...0,3	0,05...0,2
فولاد، آلیاژی	0,1...0,25	0,1...0,2	0,1...0,35	0,1...0,25
Cu, آلیاژهای - Cu	0,05...0,2	-	-	0,05...0,25
فلز سخت	-	0,3...0,5	-	0,3...0,5

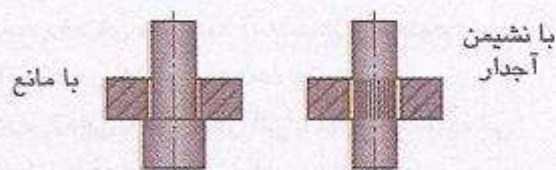
## اصول طراحی اتصالات لحیمکاری



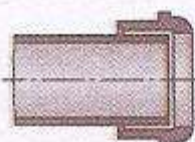
اتصالات لحیمکاری تحت بار برشی (قیچی)



آزادسازی درز لحیم با تا کردن



روشهای آسان کردن تولید



بوش کروی لحیمکاری شده روی لوله

## شرایط اولیه

- پهنای شکاف لحیمکاری به اندازه‌ای باشد که فلاکس و لحیم در نتیجه اثر موبینگی به طور کامل و مطمئن درز لحیم را پر کند
- توازی هر دو سطح
- زبری سطح بعد از ماشینکاری در لحیمکاری Cu می‌تواند،  $Rz = 10...16 \mu\text{m}$  و در لحیمکاری - Ag،  $Rz = 25 \mu\text{m}$  باشد.

## انتقال نیرو

- درز لحیم را طوری قرار دهید که تا حد امکان تحت بار برشی (قیچی) قرار گیرد. درزهای خاص لحیم نرم نباید تحت بار کششی یا پوسته شدن قرار گیرد.
- عمق شکاف لحیمکاری  $s > 5 \cdot a$ ، به طور مطمئن با لحیم پر نمی‌شود. بدین جهت قابلیت بارگذاری با افزایش عمق شکاف لحیمکاری افزایش نمی‌یابد.
- مقدار انتقال نیرو را می‌توان با تا کردن اتصالات افزایش داد.

## روشهای آسان کردن تولید

- در لحیمکاری باید موقعیت درست اجزاء اتصال با طراحی مناسب، مثلاً با قید یا تکیه‌گاه آجدار مهیا شود.

## مثالهای کاربرد

- لوله‌ها و فیتینگها
- قطعات ورق‌گون
- ابزارهای دوجزئی (با تیغه یا تکه برنده لحیم‌کاری شده)



خواص و شرایط کاربرد چسبها<sup>(۱)</sup>

کاربرد، خواص ویژه	خاصیت ارتجاعی	استحکام برشی کششی $\tau_B$ N/mm <sup>2</sup>	حداکثر دمای کاری °C	شرایط سخت شدن مدت زمان دمای °C	نام تجاری	چسبها
فلزات، دورپلاست، سرامیک، شیشه	کم	6...30	120	24 h 20	Agomet M, Acromal, Stabilite-Express	رزین آکریل
فلزات، دورپلاست، شیشه، سرامیک، بتن، چوب، سرامیک: مدت زمان سخت شدن طولانی	کم	10...35	50...200	1 h... 12 h 20...200	Araldit, Metallon, Uhu-Plus	رزین اپوکسید (EP)
فلزات، دورپلاست، شیشه، الاستومر، چوب، سرامیک	کم	20	140	60 s 120...200	Porodur, Pertinax, Bakelite	رزین فنول (PF)
فلزات، دورپلاست، شیشه، الاستومر، چوب، سرامیک	کم	60	60	> 24 h 20	Hostalit, Isodur, Macroplast	پلی وینیل کلراید (PVC)
فلزات، الاستومر، شیشه، چوب، جند نوع ترموپلاست	کافی	50	40	24 h 50	Desmocoll, Delopur, Baydur	پلی اورهان (PUR)
فلزات، دورپلاست، سرامیک، شیشه	کم	60	170	1 h 25	Fibron, Leguval, Verstopal	رزین پلی استر (UP)
چسبهای تماسی برای فلزات و پلاستیکها	کافی	5	110	1 h 50	Baypren, Contitec, Fastbond	پلی کلو پرن (CR)
چسبهای فوری برای فلزات، پلاستیکها، الاستومرها	کم	20...25	85	40 s 20	Perma-bound, Sicomont 77	سیان اکریلات
هر نوع مواد، اثر چسباندن با سرد شدن	کافی	2...5	50	> 30 s 20	Jet-Melt, Ecomelt, Vesta-Melt	چسبهای ذوبی

(۱) مقادیر داده شده به علت ترکیب متفاوت شیمیایی چسبها، فقط مقادیر حدودی می باشند. داده های دقیق را از سازنده استعلام کنید.

طبق VDI 2229 (1979-06)

## آماده سازی سطوح اتصالات چسبی

جنس	ترتیب عملیات <sup>(۱)</sup> برای نوع بارگذاری <sup>(۲)</sup>			جنس	ترتیب عملیات <sup>(۱)</sup> برای نوع بارگذاری <sup>(۲)</sup>		
	پایین	متوسط	بالا		پایین	متوسط	بالا
آلیاژهای Al	1-2-3-4	1-6-5-3-4	1-2-7-8-3-4	فولاد، براق	1-2-3-4	1-6-2-3-4	1-7-2-3-4
آلیاژهای Mg		1-6-2-3-4	1-7-2-9-3-4	فولاد، با پوشش روی		1-2-3-4	1-2-3-4
آلیاژهای Ti		1-6-2-3-4	1-2-10-3-4	فولاد، با پوشش فسفات		1-2-3-4	1-6-2-3-4
آلیاژهای Cu	1-2-3-4	1-6-2-3-4	1-7-2-3-4	سایر فلزات	1-2-3-4	1-6-2-3-4	1-7-2-3-4

(۱) توضیح رقمهای مشخصه آماده سازی سطوح

6 زبر کردن مکانیکی با سنگ یا برس

7 زبر کردن مکانیکی با سنبلاست

8 شستشوی شیمیایی 30 min، در 60 °C در اسیدسولفوریک 27,5%

9 شستشوی شیمیایی 1 min، در 20 °C در اسیدنیتریک 20%

10 شستشوی شیمیایی 3 min، در 20 °C در اسیدفلوئوریدریک 15%

1 پاک کردن کثافات، پوسته ها، زنگها

2 چربی زدایی با مواد حلال آلی یا مواد پاک کننده آبی

3 شستن با آب (آب کشی) با آب بدون املاح

4 خشک کردن در هوای گرم تا 65 °C

5 چربی زدایی همزمان با شستشوی شیمیایی

(۲) نوع بارگذاری اتصالات چسبی

پایین: استحکام برشی کششی تا 5 N/mm<sup>2</sup>، محیط خشک، برای صنایع ظریف، الکتروتکنیک

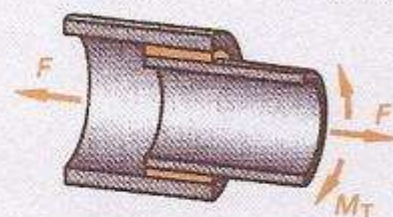
متوسط: استحکام برشی کششی تا 10 N/mm<sup>2</sup>، هوای مرطوب، تماس با روغن، در ماشین سازی و خودروسازی

بالا: استحکام برشی کششی تا 10 N/mm<sup>2</sup>، تماس مستقیم با مایعات، صنایع هوایی، صنایع کشتی سازی و مخازن

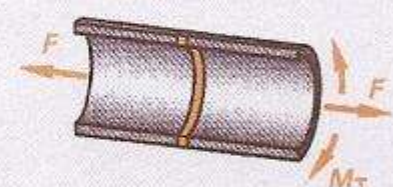


## مثالهای طراحی

اتصال لوله‌ای

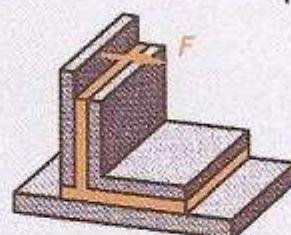


خوب

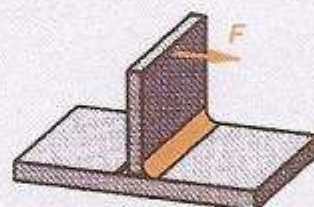


کمی خوب

اتصال - T

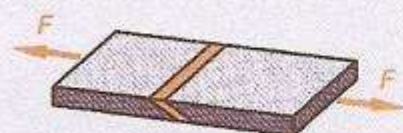


خوب

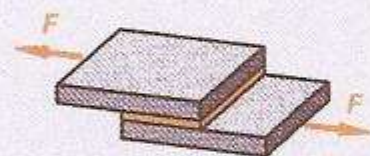


کمی خوب

اتصال لب به لب / اتصال لب روی لب



خوب

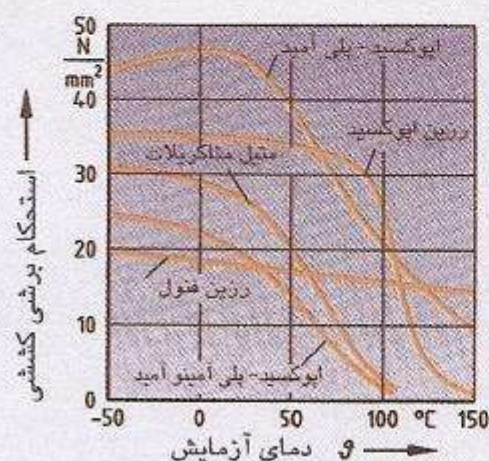


کمی خوب

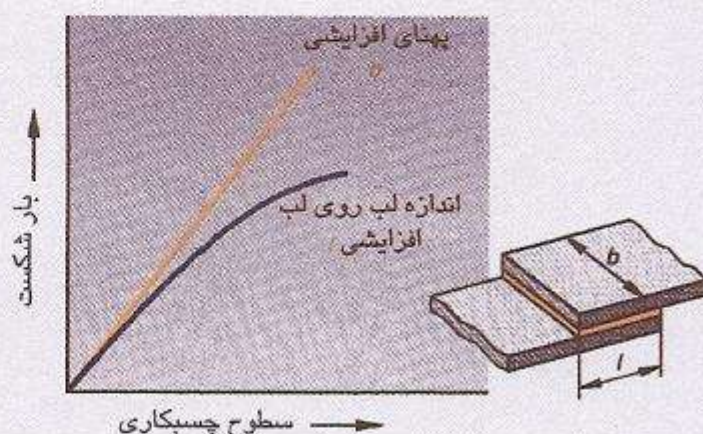
## روشهای آزمایش

محتوی	استاندارد
تعیین مقاومت درزهای چسبی در مقابل نیروهای پوسته کردن	آزمایش پوسته شدن خمشی DIN 54461
تعیین مقاومت درزهای چسبی لب روی لب در مقابل نیروهای برشی کششی	آزمایش برشی کششی DIN EN 1465
تعیین مقاومت درزهای چسبی لب روی لب در مقابل نیروهای خزش و خستگی	آزمایش خزش DIN 53284
تعیین خواص خستگی اتصالات چسبی سازه‌ها	آزمایش خستگی DIN EN ISO 9664
تعیین مقاومت کششی سطوح چسبی درزهای لب به لب و عمود بر سطوح اتصال	آزمایش کشش DIN EN 26922
تعیین مقاومت درزهای اتصال در مقابل نیروهای پوسته کردن لوله‌ای	آزمایش پوسته شدن لوله‌ای DIN EN 1464
تعیین مقاومت درزهای اتصال با چسبهای سخت شده در عدم معرض هوا	آزمایش برش فشاری DIN 54452

## رفتار چسبها در ارتباط با دما و اندازه سطوح چسبکاری



استحکام برشی - کششی  
درزهای لب روی لب



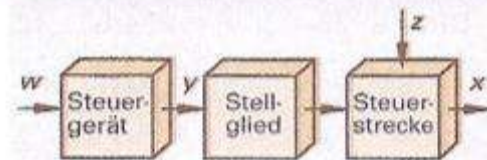
تأثیر سطوح چسبکاری  
روی بار شکست



## ۷ مهندسی اتوماسیون و تکنولوژی اطلاعات

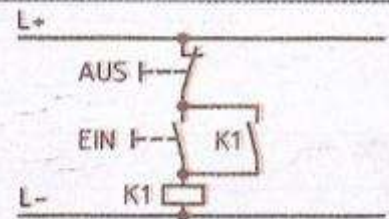
### ۱-۷ مفاهیم پایه مهندسی کنترل

- ۳۴۲..... مفاهیم پایه، حروف مشخصه کاری، علایم تصویری  
 ۳۴۴..... کنترل کننده آنالوگ (پوسته)  
 ۳۴۵..... کنترل کننده دیجیتال (ناپوسته)  
 ۳۴۶..... منطق باینری



### ۲-۷ مدارهای الکتروتکنیک

- ۳۴۷..... علایم اتصال  
 ۳۴۹..... نقشه‌های اتصال  
 ۳۵۰..... سنسورها  
 ۳۵۱..... اقدامات ایمنی



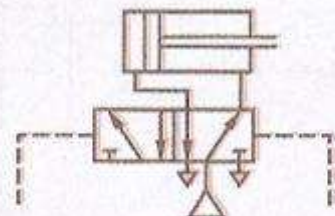
### ۳-۷ پلان کار و دیاگرام کار

- ۳۵۲..... پلان کار، علایم  
 ۳۵۵..... دیاگرام کار، علایم



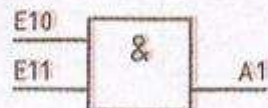
### ۴-۷ هیدرولیک و نیوماتیک

- ۳۵۷..... علایم مدار  
 ۳۵۹..... مدارها  
 ۳۶۰..... کنترل  
 ۳۶۲..... روغنهای هیدرولیکی تحت فشار  
 ۳۶۳..... سیلندر نیوماتیکی  
 ۳۶۴..... محاسبه نیروها، سرعتها و توان  
 ۳۶۶..... لوله‌های فولادی دقیق



### ۵-۷ کنترل نرم‌افزاری (PLC)

- ۳۶۷..... زبانهای برنامه‌نویسی PLC  
 ۳۶۸..... دیاگرام نردبانی (LDR = KOP)  
 ۳۶۸..... دیاگرام روندنما (FUP = FBS)  
 ۳۶۸..... زبانهای متنی (ST)  
 ۳۶۹..... لیست دستورات  
 ۳۷۰..... توابع ساده و پایه



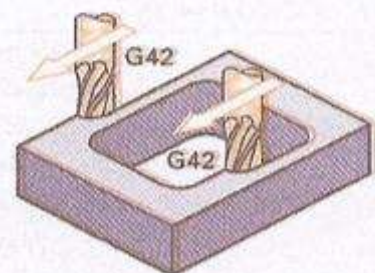
### ۶-۷ تکنیک هندلینگ و ربات

- ۳۷۲..... سیستمهای مختصات و محورها  
 ۳۷۲..... ساختمان رباتها  
 ۳۷۴..... دستها، ایمنی کاری



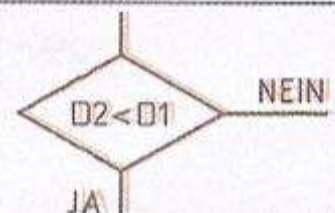
### ۷-۷ تکنولوژی CNC

- ۳۷۵..... محورها و سیستم مختصات  
 ۳۷۶..... ساختمان برنامه  
 ۳۷۷..... شرط مسیر، توابع اضافی  
 ۳۷۹..... تصحیح ابزار و مسیر  
 ۳۸۰..... حرکتهای کاری  
 ۳۸۲..... سیکلهای PAL در ماشینهای فرز  
 ۳۸۴..... سیکلهای PAL در ماشینهای تراش  
 ۳۸۷..... علایم ماشینهای ابزار کنترل عددی



### ۸-۷ تکنولوژی اطلاعات

- ۳۸۸..... سیستم اعداد  
 ۳۸۹..... علایم ASCII  
 ۳۹۰..... علایم پردازش و پلان اجرای برنامه  
 ۳۹۱..... روندنما و ساختمان برنامه





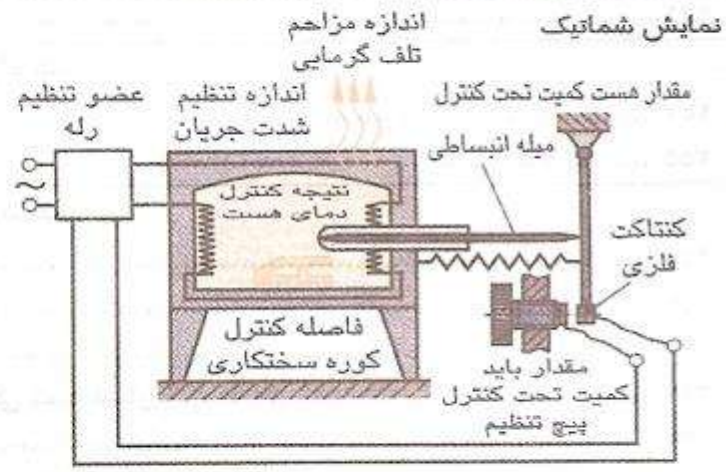
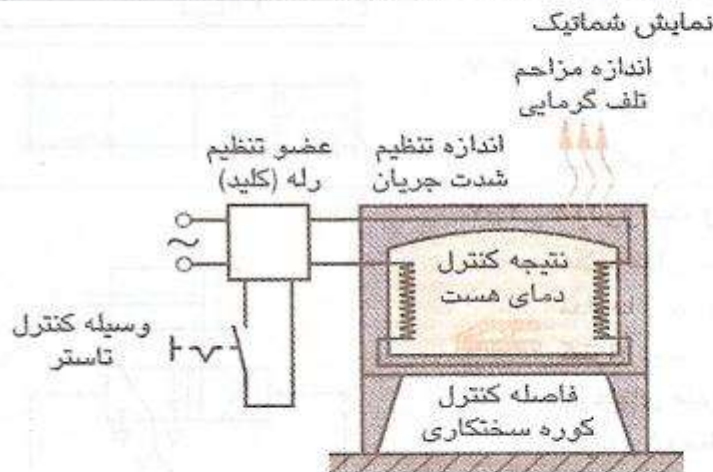
کنترل باز

در کنترل باز مقدار خروجی، مثلاً دمای کوره سختکاری توسط مقدار ورودی مثلاً باز بودن شیر سوخت کنترل می‌شود. مقدار خروجی روی مقدار ورودی تأثیر ندارد. این کنترل یک مسیر بسته ندارد.

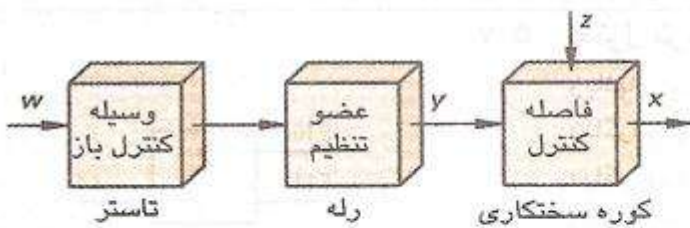
کنترل بسته

در کنترل بسته، مقدار هست (فعلی) کمیت تحت کنترل، مثلاً دمای کوره سختکاری پیوسته اندازه‌گیری شده و با مقدار باید آن کمیت مقایسه می‌شود. اختلاف این دو مقدار (خطا) یا مقدار راهنما جهت تصحیح آن کمیت به کار می‌رود. کنترل بسته یک مسیر بسته دارد که کمیت تحت کنترل مدام تحت تأثیر خودش قرار می‌گیرد.

مثال: کوره سختکاری

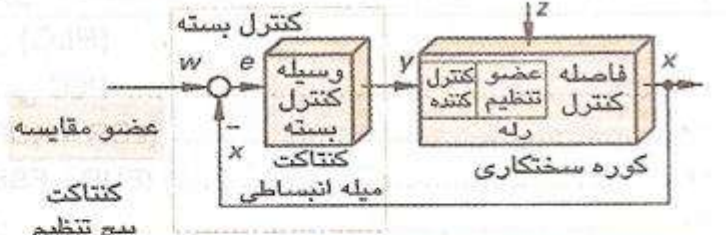


مدار کنترل باز



$w$	$y$ اندازه	$z$ اندازه	$x$ نتیجه
اندازه راهنما	تنظیم	مزاحم	کنترل
دمای باید	شدت جریان	تلف گرمایی	دمای هست

مدار کنترل بسته ساده شده



$w$	$e$ اختلاف	$y$ اندازه	$z$ اندازه	$x$ نتیجه
اندازه راهنما	کنترل	تنظیم	مزاحم	کنترل
دمای باید	$e = w - y$	شدت جریان	تلف گرمایی	دمای هست

مثال مشخصه:

PDIC

حرف اول

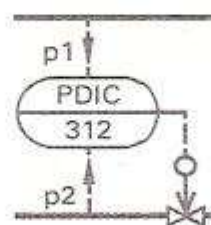
D	جرم مخصوص
E	کمیت الکتریکی
F	گذر، خروجی
G	فاصله، حالت، طول
H	دادن دستی، درگیری دستی
K	زمان
L	وضعیت (مثلاً وضعیت پر)
M	رطوبت
P	فشار
Q	اندازه کیفی
R	اندازه تایش
S	سرعت، دور
T	دما
W	نیروی وزن، جرم

حرف تکمیلی

D	اختلاف
F	نسبت
J	استعلام وضعیت اندازه
Q	جمع، انتگرال

حروف بعدی

A	اعلام پارازیت
C	تنزل خودکار
H	مقدار حد بالایی
I	نمایش
L	مقدار حد پایینی
R	نسبت




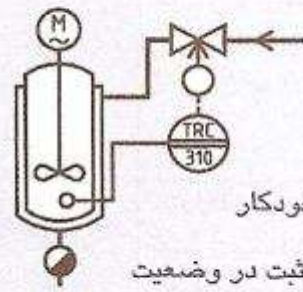






مثال: کنترل فشار اختلافی

توضیح:





P	فشار
D	اختلاف
I	نمایش
C	کنترل خودکار



محل اندازه گیری، نقطه تنظیم		تأثیر روی فاصله کنترل		محل اپراتوری
 خط مرجع  محل اندازه گیری، حسگر  عضو تنظیم، نقطه تنظیم	<p>مثال:</p> 	 محرکه تنظیم، عمومی  محرکه انرژی کمکی، وضعیت قطع انرژی مواد حداقل یا جریان انرژی حداقل تنظیم می شود.  محرکه تنظیم، در صورت قطع انرژی کمکی، وضعیت برای جریان مواد حداکثر یا جریان انرژی حداکثر تنظیم می شود.  محرکه تنظیم، در صورت قطع انرژی کمکی، وسیله تنظیم آخرین حالت تنظیم را انتخاب می کند.	<p>قبل از محل، عمومی</p> <p>مقدار راهنمای فرایند</p> <p>راهنمای وضعیت موضعی</p> <p>قبل از محل، به کمک سیستم راهنمای فرایند عملی می شود</p> <p>قبل از محل، به کمک کامپیوتر فرایند عملی می شود</p>	<p>یا</p>


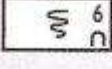
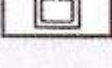
DIN 19227-2 (1991-02) طبق

علائم تصویری دستگاهها

علامت	توضیح	علامت	توضیح	علامت	توضیح
گیرنده (سنسور، حسگر)		کنترل بسته		وسیله تنظیم و اپراتوری	
	حسگر دما، عمومی		کنترل کننده، عمومی		عضو تنظیم سوپاپی با محرکه موتوری
یا 					
					
					
	حسگر فشار	مطابقت دهنده		علائم سیگنال	
	حسگر وضعیت با شناور		مبدل اندازه فشار با خروجی سیگنال نیوماتیکی		سیگنال، الکتریکی سیگنال، نیوماتیکی سیگنال آنالوگ سیگنال دیجیتال
	حسگر نیروی وزن، تراز؛ نمایشگر				

وسیله خروجی

مثال: کنترل مدار بسته دما

 علامت پایه، نمایشگر عمومی  چاپگر، آنالوگ، تعداد کانالها به صورت رقم  صفحه نمایش	<p>علامت پایه، نمایشگر عمومی</p> <p>چاپگر، آنالوگ، تعداد کانالها به صورت رقم</p> <p>صفحه نمایش</p>	<p>تقویت کننده سیگنالهای تنظیم</p> <p>کنترل کننده -</p> <p>مبدل اندازه برای دما و خروجی سیگنالهای الکتریکی</p> <p>نتیجه کنترل x</p> <p>اندازه تنظیم PID</p> <p>اندازه راهنما w</p> <p>تنظیم کننده سیگنال الکتریکی برای تنظیم اندازه راهنمای</p> <p>عضو تنظیم سوپاپی، محرکه موتوری</p> <p>بخار</p> <p>مخزن آب</p> <p>حسن کننده دما</p>	



در کنترل کننده های آنالوگ اندازه تنظیم  $y$  را می توان به هر اندازه دلخواه واقع در محدوده تنظیم انتخاب کرد.

نوع کنترل کننده	مثال کنترل سطح، توضیح	تابع	علامت <sup>(۱)</sup> نمایش بلوکی <sup>(۲)</sup>
کنترل کننده - P (تناسبی) کنترل کننده متناسب با مقدار ورودی اندازه خروجی متناسب با اندازه ورودی است. کنترل کننده - P اختلاف کنترل ثابتی دارد.	کنترل کننده - P شیر ورودی شناور شیر خروجی	نتیجه کنترل $x$ اندازه کنترل $y$ اختلاف کنترل $e$	تابع پرش <sup>(۳)</sup> پاسخ پرش <sup>(۴)</sup>
کنترل کننده - I (انتگرالی) کنترل کننده متناسب با انتگرال مقدار ورودی کنترل کننده - I آرامتر از کنترل کننده - P است، اما اختلاف کنترل را به طور کامل رفع می کند.	کنترل کننده - I		
کنترل کننده - PI (تناسبی - انتگرالی) متناسب با مقدار ورودی و انتگرال مقدار ورودی در کنترل کننده - PI یک جزء کنترل کننده - P به موازات یک جزء کنترل کننده - I قرار دارد.	کنترل کننده - P کنترل کننده - I		
کنترل کننده - D (دیفرانسیلی) کنترل کننده متناسب با مشتق مقدار ورودی	تجهیزات کنترل کننده - D فقط به همراه تجهیزات کنترل - P یا - PI به کار می رود، زیرا رفتار خالص - D در اختلاف ثابت کنترل، هیچ اندازه تنظیم و در نتیجه هیچ تأثیر کنترلی ندارد		
کنترل کننده - PD (تناسبی - دیفرانسیلی) کنترل کننده متناسب با مقدار ورودی و مشتق مقدار ورودی	کنترل کننده - PD با اتصال موازی کنترل کننده های - P با جزء - D به وجود می آید. جزء - D اندازه خروجی را متناسب با سرعت تغییرات اندازه ورودی تغییر می دهد. جزء - P اندازه خروجی را متناسب با اندازه ورودی تغییر می دهد. کنترل کننده - PD سریع عمل می کند.		
کنترل کننده - PID (تناسبی - انتگرالی - دیفرانسیلی) کنترل کننده متناسب با مقدار ورودی، انتگرال مقدار ورودی و مشتق مقدار ورودی	کنترل کننده - PID با اتصال موازی کنترل کننده های - P، - I، - D به وجود می آید. در ابتدا جزء - D با یک تغییر زیاد عکس العمل نشان می دهد، سپس این تغییرات به اندازه جزء - D کاهش می یابد و نهایتاً با تأخیر جزء - I به صورت خطی بالا می رود.		

(۲) نمایش بلوکی طبق DIN 19226-2

(۴) نمودار سیگنال در خروجی فاصله کنترل

(۱) علائم طبق DIN 19227-2

(۳) نمودار سیگنال در ورودی فاصله کنترل



طبق DIN 19225 (1981-12) و DIN 19226-2 (1994-02)

کنترل کننده دیجیتال (ناپیوسته)

در کنترل کننده ناپیوسته اندازه تنظیم  $y$  با قطع و وصل کردن (ناپیوسته) زیادی تغییر می‌کند.

نوع کنترل کننده	مثال، توضیح	تابع گذرا، رفتار اتصال	شماتیک، نمایش بلوکی
کنترل کننده دونقطه‌ای	<p>سیم پیچ حرارتی</p> <p>پرتو حرارتی</p> <p>کنتاکتها</p> <p>بی متال</p> <p>تنظیم کننده مقدار باید</p>	<p>وضعیت اتصال 2</p> <p>وضعیت اتصال 1</p> <p>اختلاف کنترل 0</p>	
کنترل کننده سه نقطه‌ای	<p>تأسیسات تهویه هوا</p> <p>در یک تأسیسات تهویه برای سه محدوده دما، سه حالت اتصال مشخص می‌شود:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- گرمایش روشن</li> <li>- گرمایش / سرمایش خاموش</li> <li>- سرمایش روشن</li> </ul>	<p>وضعیت اتصال 3</p> <p>وضعیت اتصال 2</p> <p>وضعیت اتصال 1</p> <p>اختلاف کنترل 0</p>	

طبق DIN 19225 (1981-12) و DIN 19226-2 (1994-02)

کنترل کننده دیجیتالی (نرم افزاری)

نحوه و نوع برنامه کنترل کننده دیجیتالی به عنوان یک برنامه به کامپیوتر داده می‌شود.

نوع کنترل کننده	مثال (ساده شده)	تابع گذرا	توضیح
کامپیوتر کنترل نرم افزاری (آلمانی SPS) (انگلیسی PLC) میکروکنترل میکروپروسسور	<p>کنترل کننده - PID</p> <p>دیجیتالی</p> <p>استارت</p> <p>دادن اندازه راهنما <math>w</math></p> <p>به دست آوردن نتیجه کنترل <math>x</math></p> <p>تهیه اختلاف کنترل <math>e = w - x</math></p> <p>الگوریتم کنترل - PID</p> <p>خروج اندازه تنظیم</p>	<p>پرش - اختلاف کنترل</p> <p>زمان <math>t</math></p> <p>جزء تکی</p> <p>جزء</p> <p>جمع</p> <p>پاسخ پرش</p> <p>زمان <math>t</math></p>	<p>برنامه کامپیوتر وظایف زیر را دارد:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- تهیه اختلاف کنترل <math>e</math></li> <li>- محاسبه اندازه تنظیم براساس الگوریتم کنترل برنامه نویسی شده</li> </ul> <p>در پاسخ پرش همه اجزاء <math>D, P, I</math> جمع می‌شوند. در اسکن سیگنالهای آنالوگ و تبدیل آن به مقادیر دیجیتال و نیز اجرای برنامه داخلی، تأخیر زمانی در نتیجه کنترل <math>x</math> تأثیر می‌گذارد (مانند فاصله - <math>T</math>).</p>

طبق DIN 19226-2 (1994-02)

فاصله کنترل -  $P$  با تأخیر زمانی (جزء -  $T$ )

نوع کنترل کننده	مثال	تابع گذرا	توضیح
فاصله - $P$ با تأخیر مرتبه 1 (فاصله $P-T_1$ )	<p>پرکردن یک مخزن گاز</p> <p><math>P_1</math></p> <p><math>P_2</math></p> <p><math>P_0</math></p> <p><math>T_1</math></p>	<p>زمان <math>t</math></p>	<p>وقتی مخزن گاز با یک جریان گاز پر می‌شود فشار <math>p_2</math> در مخزن بآرامی به فشار جریان گاز می‌رسد.</p>
فاصله - $P$ با تأخیر مرتبه 2 (فاصله $P-T_2$ )	<p>پرکردن دو مخزن گاز</p> <p><math>P_1</math></p> <p><math>P_2</math></p> <p><math>P_0</math></p> <p><math>T_2</math></p>	<p>زمان <math>t</math></p>	<p>وقتی دو مخزن پشت سر هم قرار می‌گیرند فشار <math>p_2</math> در مخزن دوم آهسته‌تر از فشار <math>p_1</math> مخزن اول افزایش پیدا می‌کند.</p>



تابع	علامت اتصال معادله منطقی	جدول تابع (جدول درستی)	مثال فنی																					
			نیوماتیکی	الکتریکی																				
AND (و)	 $A = E1 \wedge E2$	<table><tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1							
E1	E2	A																						
0	0	0																						
0	1	0																						
1	0	0																						
1	1	1																						
OR (یا)	 $A = E1 \vee E2$	<table><tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1							
E1	E2	A																						
0	0	0																						
0	1	1																						
1	0	1																						
1	1	1																						
NOT (نه)	 $A = \bar{E}$	<table><tr><th>E1</th><th>A</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	E1	A	0	1	1	0																
E1	A																							
0	1																							
1	0																							
NAND (نفی و)	 $A = \overline{E1 \wedge E2}$	<table><tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	E1	E2	A	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0							
E1	E2	A																						
0	0	1																						
0	1	1																						
1	0	1																						
1	1	0																						
NOR (نفی یا)	 $A = \overline{E1 \vee E2}$	<table><tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	E1	E2	A	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0							
E1	E2	A																						
0	0	1																						
0	1	0																						
1	0	0																						
1	1	0																						
XOR (مدار منحصر)	 $A = (E1 \wedge \bar{E2}) \vee (\bar{E1} \wedge E2)$	<table><tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0							
E1	E2	A																						
0	0	0																						
0	1	1																						
1	0	1																						
1	1	0																						
قفل RS (عضو) فلپ فلاپ	 ست (برپا) کردن ری ست (برجا) کردن	<table><tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th><th>A2</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>•</td><td>•</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>□</td><td>□</td></tr></table> • وضعیت بدون تغییر می ماند □ وضعیت نامعلوم است	E1	E2	A1	A2	0	0	•	•	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	□	□		
E1	E2	A1	A2																					
0	0	•	•																					
0	1	0	1																					
1	0	1	0																					
1	1	□	□																					

K = رله، کنتاکت

A = خروجی، مثلاً لامپ

E = ورودی



علامات اتصال عمومی							
	مقاومت، کلی		سلف، سیم پیچ		لامپ، عمومی، نمایش انتخابی		منبع dc، منبع الکتریسته
	فیوز		نمایش غیر استاندارد		زنگ، بیزر		مبدل، کانورتور
	خازن		آهنربای دائمی		بوق		
هادیها، اتصالات و بستها							
	هادی، عمومی		سیم ایمنی، PE		انشعاب، نمایش انتخابی		اتصال بدنه، نمایش انتخابی
	هادی، متحرک		سیم نول، PN		انشعاب دو گانه، نمایش انتخابی		اتصال زمین
	هادی، سیم شیلددار، محافظ دار		سیم نول با وظیفه سیم زمین PEN				اتصال سیم ایمنی
دستگاهها و ماشینها				عناصر نیمه هادی			
	دستگاه اندازه گیری، ماشین		ترانسفورماتور، نمایش انتخابی		دیود نیمه هادی، عمومی		ترانزیستور - PNP
	دستگاه اندازه گیری، ذخیره کننده، ثبات		شیر (ونتیل)		دیود نوری (light emitting diode)		ترانزیستور - NPN
علامات مشخصه				انواع جریان			
	قابلیت تغییر		تابع ناپیوسته		جریان مستقیم		اتصال ستاره
	عمومی		پیوسته		جریان متناوب با فرکانس پایین		اتصال مثلث
	قابل تنظیم		اثر حرارتی		جریان متناوب با فرکانس بالا		اتصال ستاره مثلث
	کنترل شده		تابشی				
علامات اتصال در نقشه های تأسیسات							
	کلید (a) تک پل (b) دو پل		کلید تبدیل، با لامپ نشان دهنده		کلید سه پل، نوع حفاظت IP 44		کلید ایمنی موتور
	کلید سنسوری		پریز ارت دار		کلید ایمنی - هادی		کلید ایمنی - جریان خطا
	کلید سری		شستی				
مثالهای کاربردی							
	سیم پیچ، قابل تغییر		یکسوساز، کنترل شده		هادی 3 سیمه با انشعاب		موتور جریان مستقیم
	مقاومت، با پنج درجه تنظیم		جریان مستقیم یا متناوب		هادی با 3 سیم، با سیم اتصال زمین (G) و با مقطع 1.5 mm <sup>2</sup>		موتور سه فاز



نوع راه اندازی	کنتاکتهای رله
با انرژی فشاری مجاورتی (بدون تماس) با تماس با بی‌متال (حرارتی) با برگرداندن با سوییچ با پدال با غلتک	اتصال دهنده، (عادی باز) عضو روشن کننده باز کننده، (عادی بسته) عضو قطع کننده تبدیل، عضو تغییر حالت دستی، عمومی با فشار با کشیدن با چرخاندن

سنسورها	رفتار اتصال	رله الکترومکانیکی
سنسور مغناطیسی، در حالت نزدیکی آهنبیابا عکس العمل نشان می‌دهد سنسور توری، در تابش مادون قرمز عکس العمل نشان می‌دهد سنسور خازنی، در حالت نزدیکی همه مواد عکس العمل نشان می‌دهد سنسور سلفی، در حالت نزدیکی فلزات عکس العمل نشان می‌دهد	خاره از برگشت آن به‌طور خودکار جلوگیری می‌کند با اثر تأخیری در حرکت به راست (a) چپ (b) علامت مشخصه برای حالت "فعال شده" سیم پیچ رله، عمومی با وصل تأخیری با قطع تأخیری با وصل و قطع تأخیری	سیم پیچ رله، عمومی با وصل تأخیری با قطع تأخیری با وصل و قطع تأخیری

## مثالهای کاربردی برای کلیدها

کلید مجاورتی با کنتاکت اتصال دهنده و عملکرد آهنبیابا دائمی شیر با عملکرد الکترومغناطیسی	شستی فشاری اضطراری قارچی (a) باز کننده (b) اتصال دهنده نمایش در حالت فعال شده	باز کننده با عملکرد غلتکی اتصال دهنده (a) اتصال می‌دهد (b) باز می‌کند با تأخیر در فعال شدن	اتصال دهنده، با عملکرد دستی کلید حالت با 1 اتصال دهنده و 1 باز کننده
--	--	---	---

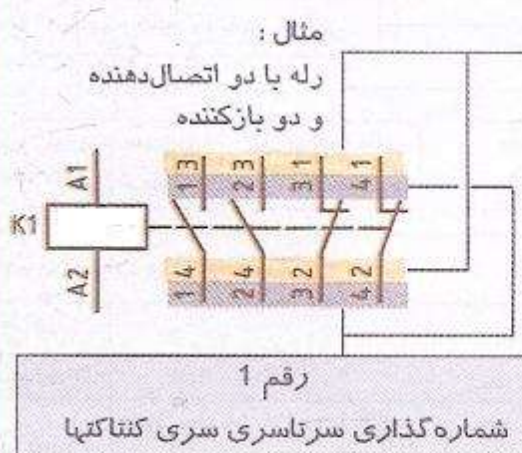
## عناصر پایدار دوحالتی

عناصر تأخیری	فلپ-فلاپ RS	فلپ-فلاپ RS	فلپ-فلاپ RS																																																												
با تأخیر در وصل در صورت قرار گرفتن یک سیگنال در ورودی E، خروجی A بعد از طی زمان t <sub>1</sub> مقدار 1 را اختیار می‌کند با تأخیر در قطع در صورت قطع سیگنال E در ورودی A بعد از طی زمان t <sub>2</sub> مقدار 0 را اختیار می‌کند	ریست کردن غالب است جدول حالت <table border="1"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th><th>A2</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	E1	E2	A1	A2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	فلپ-فلاپ RS <sup>1)</sup> جدول حالت <table border="1"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th><th>A2</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E1	E2	A1	A2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	فلپ-فلاپ RS <sup>2)</sup> جدول حالت <table border="1"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th><th>A2</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E2	A1	A2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
E1	E2	A1	A2																																																												
0	0	0	0																																																												
0	1	0	1																																																												
1	0	1	0																																																												
1	1	0	0																																																												
E1	E2	A1	A2																																																												
0	0	0	0																																																												
0	1	0	1																																																												
1	0	1	0																																																												
1	1	1	0																																																												
E1	E2	A1	A2																																																												
0	0	0	0																																																												
0	1	0	1																																																												
1	0	1	0																																																												
1	1	1	1																																																												

در صورت قطع سیگنال E در ورودی A بعد از طی زمان t <sub>2</sub> مقدار 0 را اختیار می‌کند 	رقم 1 بعد از ورودی R یا S بیان می‌کند که حالت منطقی این ورودی غالب است. وقتی در ورودیهای E1 و E2 همزمان یک سیگنال قرار گیرد (E1 = 1 و E2 = 1) می‌توان گفت: ورودی بدون رقم 1 (R) در حالت غالب بودن ست کردن، S در حالت غالب بودن ریست کردن، فلپ-فلاپ (RS) همواره حالت منطقی 0 ست می‌شود.	فلپ-فلاپهای مدارهای خلاصه‌ای هستند که حالت سیگنال را ذخیره می‌کنند. (1) R = ریست کردن (برجا کردن) (2) S = ست کردن (برجا کردن) (3) حالت بدون تغییر (4) حالت نامشخص
--	--	---



## مشخصه‌های بست روی رله‌ها

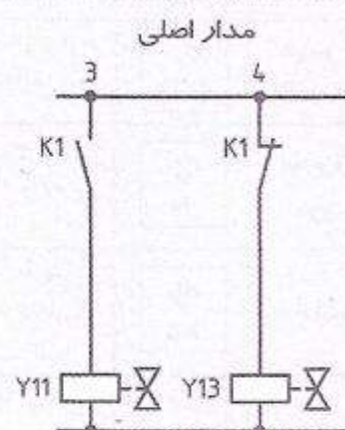
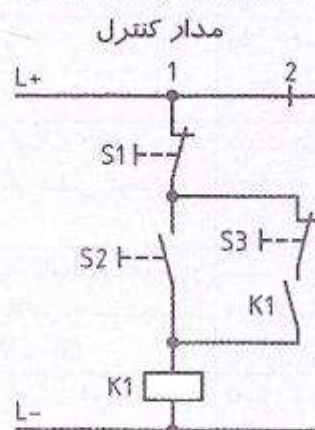


رقم 2					
رقم عملکرد کنتاکتها					
تبدیل تأخیری	تبدیل	اتصال‌دهنده تأخیری	بازکننده	بازکننده تأخیری	بازکننده

## طراحی نقشه‌های مدار برقی

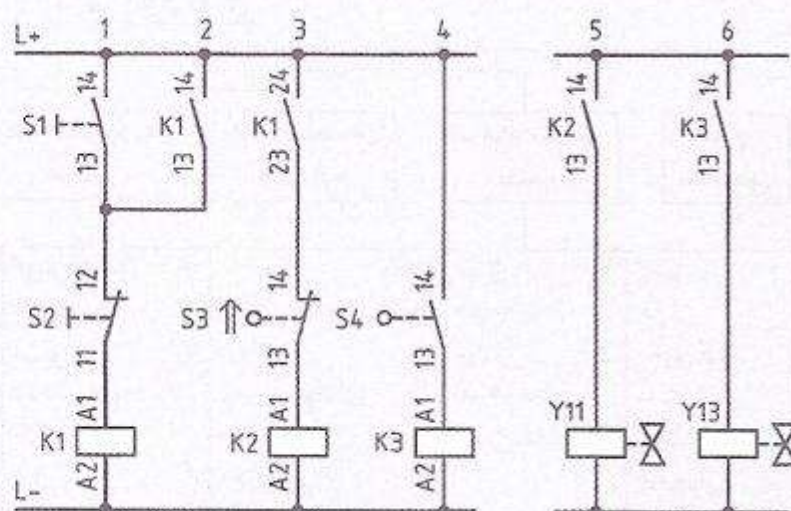
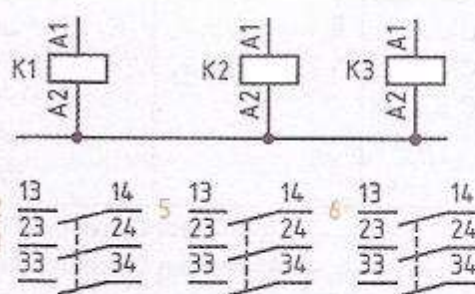
## مسیر جریان و تقسیم مدار جریان

- هر جزء کاری الکتریکی بدون در نظر گرفتن موقعیت فضایی یک مسیر عمودی دارد.
- مسیر جریان از چپ به راست شماره‌گذاری می‌شود.
- مدار کنترل شامل اجزاء تغذیه سیگنال و اجزاء به کارگیری و فرایند سیگنال است.
- مدار اصلی شامل اجزاء تنظیم لازم برای راه‌اندازی اجزاء کاری است.
- متعلقات فضایی سیم‌پیچهای رله و کنتاکتهای رله نمایش داده نمی‌شود.



## مشخصه وسایل کاری

- کنتاکتها، سیم‌پیچ رله‌های مربوطه با یک شماره مشخص می‌شود.
- مثال: مسیر جریان 1, 2 و 3
- 2 اتصال‌دهنده مربوط به سیم‌پیچ رله K1 هستند که هر دو با K1 مشخص می‌شود. آنها برای نگهداری خودکار سیم‌پیچ رله به کار می‌رود.
- همه کنتاکتهای یک رله به عنوان سری کامل کنتاکت یا به عنوان جدول در زیر مسیر جریان رله درج می‌شوند. هر دو نمایش بیان می‌کنند که در کدام مسیر جریان، کنتاکت را می‌توان پیدا کرد.



کنتاکت	مسیر
K1	
13 - 14	2
23 - 24	3

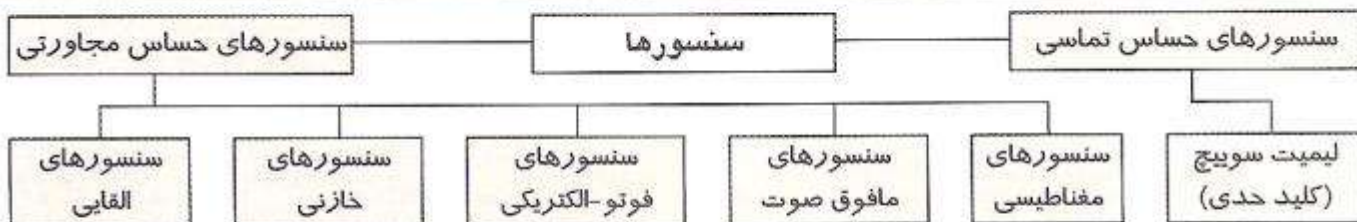
کنتاکت	مسیر
K2	
13 - 14	5

کنتاکت	مسیر
K3	
13 - 14	6

نمایش به عنوان جدول



## سنسورها (انتخاب)



## مشخصات سنسورها

نوع سنسور	علامت	اصول	مزایا	معایب	فاصله عملکرد
القایی		وقتی جسمی میدان مغناطیسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد فعال می‌شود	درجه ایمنی بالا (IP67)، دقت نقطه فعال شدن خیلی بالا	فقط قطعات فلزی یا گرافیتی، عدم حساسیت به تراشه‌های فلزی	1 mm ... 150 mm
خازنی		وقتی جسمی میدان الکتریکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد فعال می‌شود	درجه ایمنی بالا (IP67)، حساس به همه مواد، غیر حساس به کثافت و آلودگی	فاصله کم قطعات، ساختمان بزرگتر از سنسورهای القایی مشابه	20 mm ... 40 mm
فوتو-الکتریکی		وقتی جسمی میدان مادون قرمز سنسور را قطع می‌کند فعال می‌شود	تشخیص همه مواد، فاصله زیاد	حساس به کثافتات و تأثیرات نور، انرژی کمی لازم است	حدود 2 m
مافوق صوت		مدت زمان پالسهای صوتی را ارزیابی و فاصله تا قطعه را تعیین می‌کند	غیر حساس به غبار، کثافتات و نور، تشخیص اجسام خیلی کوچک در فاصله دور	کند، در فشار بالا و پایین غیر قابل کاربرد و نیز در نقاط با خطر انفجار	60 mm ... 6 m
مغناطیسی		یک آهنربای دائمی از طریق دو فنر کنتاکت یک کلید مجاورتی را فعال می‌کند (رید کنتاکت)	مخصوص محیط نامناسب هوایی و حرارتی، عمر بالا، ویژه سویچینگ در مدارهای فرکانس بالا	خطر جوش فنرهای کنتاکت، کاهش پیک جریان با اجزاء RC	-
مکانیکی		فعال شدن دستی یا از طریق اهرم	قیمت پایین، محکم، کوچک، تأثیر کم میدانهای خارجی، بدون نیاز به انرژی کمی	کنتاکت ضربه‌ای، غیر مجاز در صنایع غذایی و شیمیایی	-

طبق DIN EN 60947-5 (2000-12)

## مشخصه سنسورهای مجاورتی

مثال :

U 1 A30 A F 2 N

نوع تشخیص	شرایط مکانیکی نصب	شکل ساختمان و اندازه	عملکرد اجزاء اتصال	نوع خروجی	نوع بست و اتصال	عملکرد NAMUR
I القایی	1 مونتاز هم سطح	A شکل بوش استوانه‌ای	A اتصال دهنده	P خروجی PNP، 3 یا 4	1 سیم بست جمع و جور	N عملکرد NAMUR
C خازنی	2 مونتاز غیر هم سطح	B بوش استوانه‌ای براق	B باز کننده	DC بست	2 بست پریزی	Anm. : سنسورهای NAMUR
U مافوق صوت	3 تعیین نشده	C چهار گوش با مقطع مربع	C تبدیل (اتصال دهنده) باز کننده	N خروجی NPN، 3 یا 4	3 بست پیچی	2 سنسورهای سیمی هستند که برای اتصال به مدار تقویت کننده خارجی به کار می‌روند
D دسته نوری		D چهار گوش با مقطع مستطیلی	P قابل برنامه نویسی توسط کاربر	DC بست 1) DC بست 2) AC بست 3) AC بست 4) DC یا غیره	4 آزاد	
M آهنربایی		اندازه (دو رقمی) برای قطر یا طول جانبی	S غیره	F دو بست AC	9 نوع بست دیگر	
R دسته نوری				U دو بست DC		
T دسته نوری مستقیم				S غیره		

(1) DC = Direct Current، جریان مستقیم

(2) AC = Alternating Current، جریان متناوب

(3) NAMUR = انجمن استاندارد مهندسی اندازه گیری و کنترل،

(Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regelungstechnik)

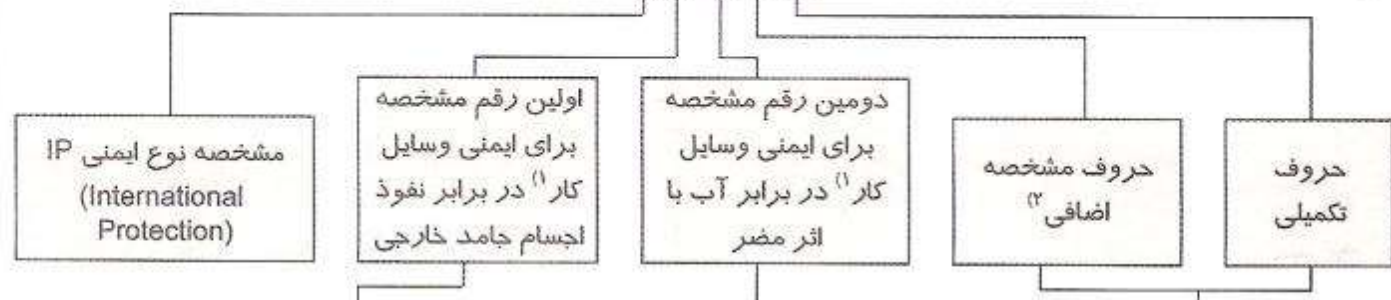


طبق DIN EN 60529 (2000-09)

انواع ایمنی وسایل کار

مثال :

IP 3 4 C M



رقم مشخصه	اولین رقم مشخصه		رقم دوم	دومین رقم مشخصه		حروف مشخصه اضافی	
	ایمنی تماس	ایمنی در برابر اجسام خارجی		ایمنی در برابر	علامت		
0	بدون ایمنی	بدون ایمنی	0	بدون ایمنی	بدون	A	ایمن در برابر تماس با پشت دست
1	ایمنی در برابر تماس با پشت دست	ایمنی در برابر نفوذ اجسام خارجی با $d \geq 50 \text{ mm}$	1	ایمنی در برابر قطرات عمودی		B	ایمنی در برابر تماس با انگشت $d = 12 \text{ mm}$ و طول $80 \text{ mm}$
2	ایمنی در برابر تماس با انگشت $d = 12 \text{ mm}$	ایمنی در برابر نفوذ اجسام خارجی با $d \geq 1 \text{ mm}$	2	ایمنی در برابر قطرات، وقتی دستگاه به اندازه $15^\circ$ کج شده است		C	ایمنی در برابر تماس با ابزار $d = 2,5 \text{ mm}$ و طول $100 \text{ mm}$
3	ایمنی در برابر تماس با سیم $d = 2,5 \text{ mm}$	ایمنی در برابر نفوذ اجسام خارجی با $d \geq 2,5 \text{ mm}$	3	ایمن در برابر با زاویه برخورد $60^\circ$ با دستگاه		D	ایمنی در برابر تماس با سیم $d = 1 \text{ mm}$ و طول $100 \text{ mm}$
4	ایمنی در برابر تماس با انگشت $d = 1 \text{ mm}$	ایمنی در برابر نفوذ اجسام خارجی با $d \geq 12,5 \text{ mm}$	4	ایمن در برابر از همه جهات		حروف تکمیلی	
5	ایمنی در برابر تماس با سیم، $d = 1 \text{ mm}$	ایمن در مقابل گرد و غبار	5	ایمن در برابر از همه جهات		H	وسایل کار برای ولتاژ بالا
6	ایمنی در برابر تماس با سیم $d = 1 \text{ mm}$	ایمن در مقابل گرد و غبار	6	ایمن در برابر از همه جهات		M	آزمایش شده در برابر نفوذ آب در ماشین در حال کار
(1) اگر رقم مشخصه داده نشده باشد به جای آن حرف X می آید، مثلاً IP 3X یا IP X6			7	ایمن در برابر جریان آب و غوطه و بردن		S	آزمایش شده در برابر نفوذ آب در ماشین بدون کار
(2) فقط وقتی بیان می شود که ایمنی بیشتر از اولین رقم مشخصه باشد.			8	ایمن در برابر غوطه وری کامل		W	مخصوص شرایط آب هوایی مشخص

طبق DIN EN 13237 (2003-01)

وسایل کاری برای محدوده با خطر انفجار

مثال :

EEx de II/B T2



علامت	نوع ایمنی آتش گرفتن	گروه II			علامت	دمای سطحی
		A	B	C		
o	پسته بندی روغنی	خطر انفجار در حضور گازهای			T1	450 °C
p	پسته بندی خلاتی	متان، پروپان، بوتان، پروپن،	اتیلن، اکریل نیتریت،	هیدروژن،	T2	300 °C
q	پسته بندی ماسه ای	استیرول، بنزول، تلوئول، نفتالین،	اسید هیدروسیانیک (HCN)	استیلن،	T3	200 °C
d	پسته بندی مقاوم به فشار	ترپنتین، نفت، بنزین، روغن	دی متیل اتر،	بی سولفور کربن یا	T4	135 °C
e	ایمنی افزایش یافته	گرمایش، گازوئیل، مونواکسید	اکسید پروپیلن،	دی سولفور کربن (CS <sub>2</sub> )	T5	100 °C
i	ایمنی ذاتی	کربن، متانول، متال دهید،	گاز کوره کک،	اتیل نیترات	T6	85 °C
		استون، اسیدها، کلراید	تترا فلئوئور اتیلن			



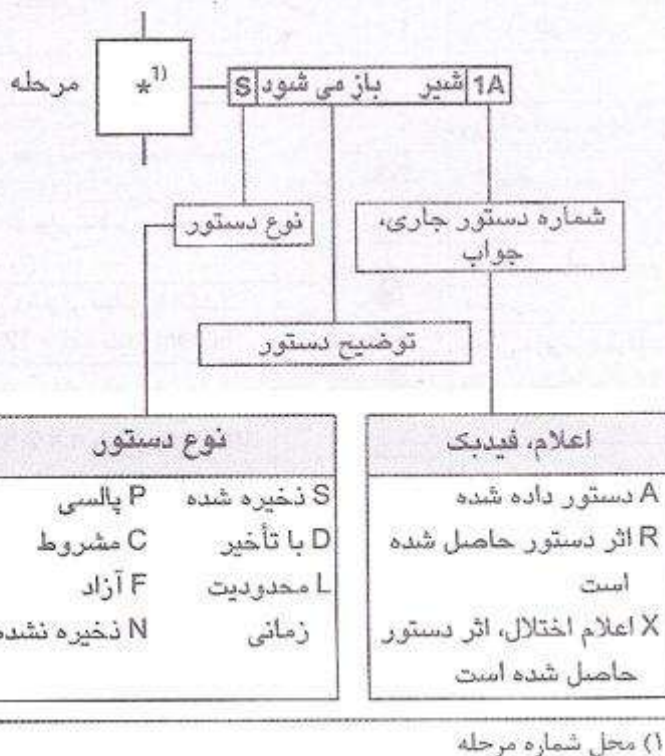
استانداردهای DIN 40719-6 و DIN EN 60848 را می‌توان با هم به کار برد.

اعتبار DIN 40719-6 از مورخه 1.4.2005 ساقط است.

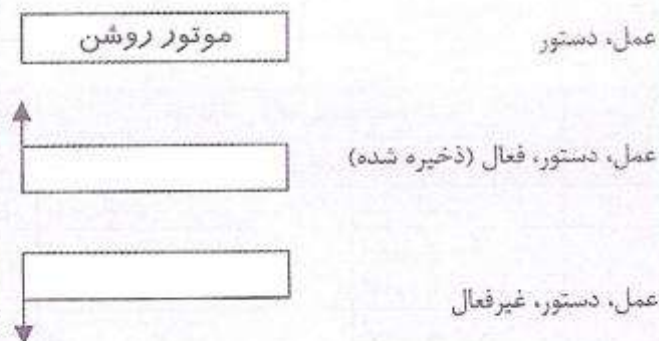
پلان کار یک زبان طراحی جهت کنترل فرایند است. البته چیزی در مورد نوع دستگاه‌های به کار رفته، هدایت و مونتاژ وسایل کاری بیان نمی‌کند.

### نمایش گرافیکی اجزاء زبان

#### DIN 40719 عمل طبق



#### DIN EN 60488 عمل طبق



#### علایم اضافی



#### علایم مشترک DIN 40719-6 و DIN 60848


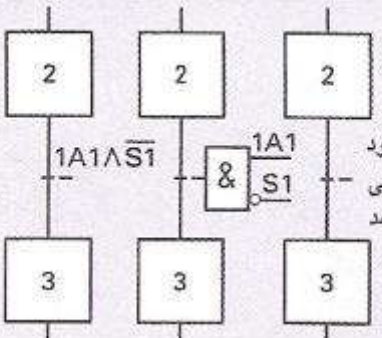
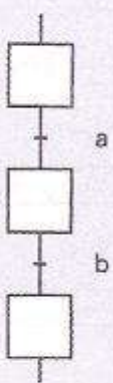
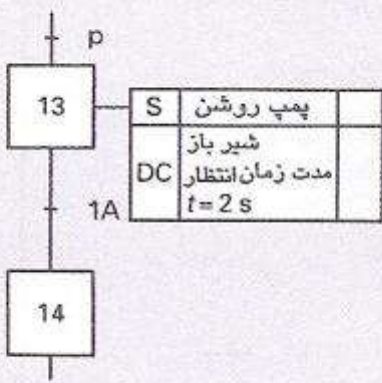
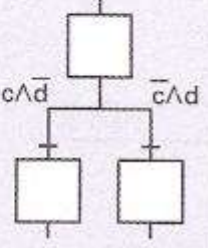
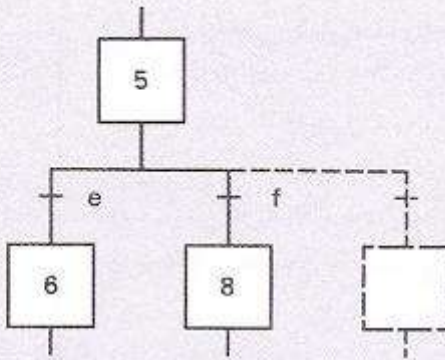
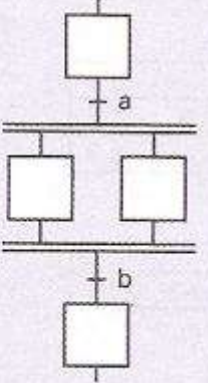
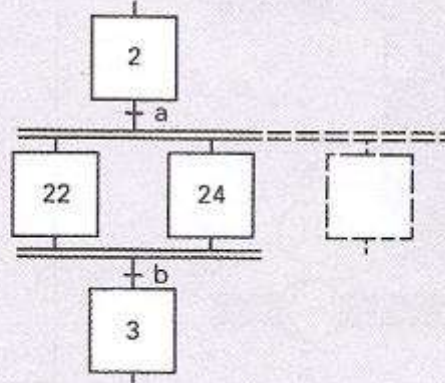
توضیح	مثال	توضیح	علامت
<b>مراحل</b>			
مرحله با شماره مرحله مربوط به 5	5	مرحله عمومی	
مرحله اولیه 1	1	مرحله اولیه رفتار اولیه کنترل را مشخص می‌کند	
مرحله 4 مشخص شده با دستور مربوطه «سیلندر 2A1 بیرون رفته است»	4 سیلندر 2A1 بیرون رفته است	مرحله مشخص شده نشان می‌دهد که مراحل در وضعیت معین فرایند قرار گرفته است	

#### ارتباط اثرات

<p>نحوه عملکرد یک الکتروموتور:</p> <p>بعد از مرحله 3 ارتباط عملکرد به مرحله اولیه 1 برمی‌گردد.</p>		<p>ارتباط اثرات</p> <p>(a) فرایند از بالا به پایین</p> <p>(b) فرایند از پایین به بالا</p>	<p>ا)    </p> <p>ب)    </p>
<p>1 "موتور روشن نیست"</p> <p>2 "موتور روشن است"</p> <p>3 دستور ایست</p> <p>مرحله توقف</p> <p>توقف انجام شده است</p>			



## فرمهای اولیه زنجیره مراحل

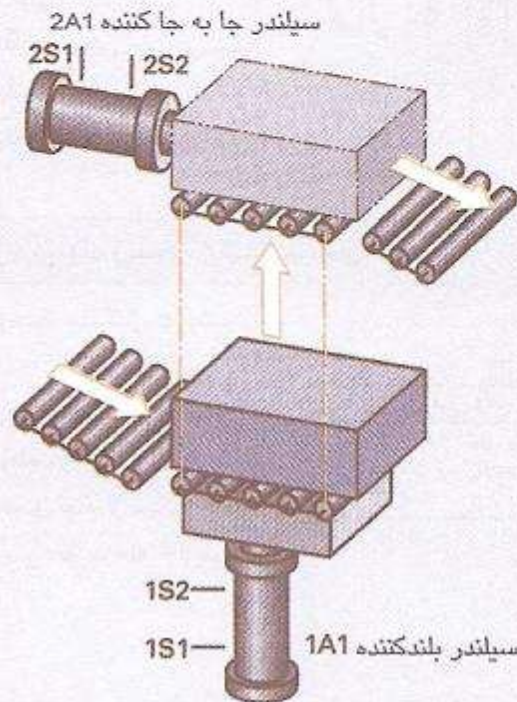
علامت	توضیح	مثال	توضیح
<b>شرایط گذر</b>			
	<p>علایم گذر با شرایط گذر شرایط برای ست کردن مرحله بعدی:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>مرحله مقدم موردنظر باید مشخص شود</li> <li>شرط گذر باید برآورده شود</li> </ul>	 <p>سیلندر بیرون می رود و هیچ اختلالی روی نمی دهد</p>	<p>شرایط گذر را می توان با روشهای زیر نشان داد:</p> <p>عبارات متنی</p> <p>معادلات بولی</p> <p>مرحله 3 تازه وقتی اجرا می شود که سیلندر 1A1 بیرون رفته و هیچ پیغام اختلالی موجود نباشد (<math>\bar{S1}</math>).</p>
<b>زنجیره فرآیند (عملکرد پشت سر هم)</b>			
	<p>زنجیره فرآیند از یک سری مراحل تشکیل شده است، که پشت سر هم قرار گرفته اند.</p> <p>مرحله و گذر به ترتیب پشت سر هم قرار می گیرند. هر گذر توسط یک مرحله آزاد می شود.</p>	 <p>پمپ توسط سیگنال p روشن می شود.</p> <p>2 ثانیه بعد، فشار ایجاد شده و شیر مربوطه باز می شود.</p> <p>هر دو عمل بعد از سیگنال 1A خاتمه می یابد. مرحله 14 عمل می کند.</p>	
<b>انتخاب فرآیند (عملکرد انتخابی)</b>			
<p>مثال:</p> <p>دو شاخه فرآیند</p> 	<p>در انتخاب فرآیند زنجیره مراحل به فرایندهای زیادی تقسیم می شود.</p> <p>بین دو فرآیند زیر تمایزی وجود دارد:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>دو شاخه فرآیند</li> <li>اجرای ترکیب فرآیند</li> </ul>		<p>دو شاخه شدن فرآیند:</p> <p>فرآیند وقتی اجرا می شود که مرحله 5 ست شده باشد، (a) بعد از مرحله 6 وقتی که شرط گذر "e" برآورده شده است، (<math>e = 1</math>) یا</p> <p>(b) بعد از مرحله 8 وقتی که شرط گذر "f" برآورده شده است (<math>f = 1</math>) است</p>
<b>فرآیند همزمان (عملکرد موازی)</b>			
	<p>زنجیره مراحل به مراحل زیادی تقسیم می شوند که همزمان آزاد می شوند ولی مستقل از هم عمل می کنند.</p> <p>تازه وقتی همه شاخه ها اجرا شدند مرحله بعدی اجرا می شود.</p>		<p>فرآیند مرحله 2 به مرحله 22، 24 و غیره فقط وقتی روی می دهد که</p> <p>(a) مرحله 2 ست شده باشد و</p> <p>(b) شرایط گذر مربوط به گذر مشترک "a" برآورده شده باشد (<math>a = 1</math>).</p>



## مثال : وسیله بلندکننده

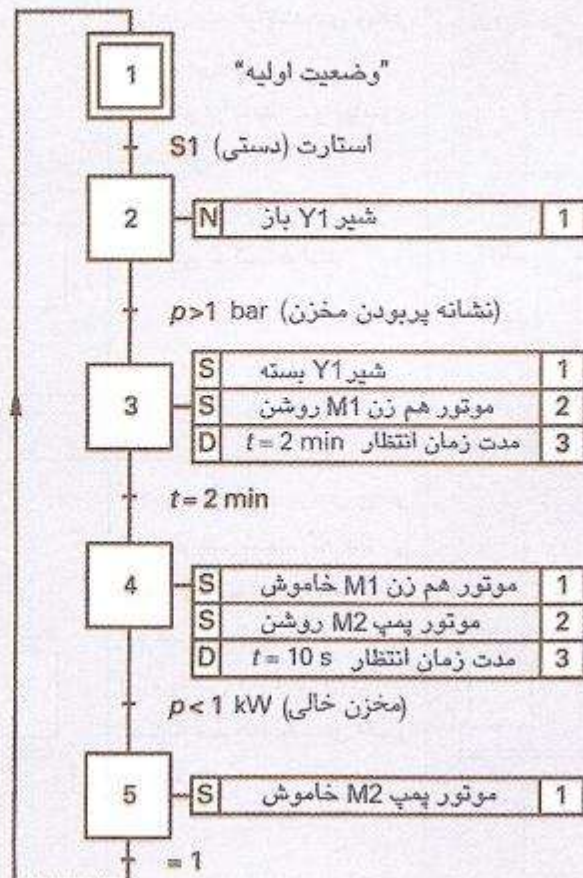
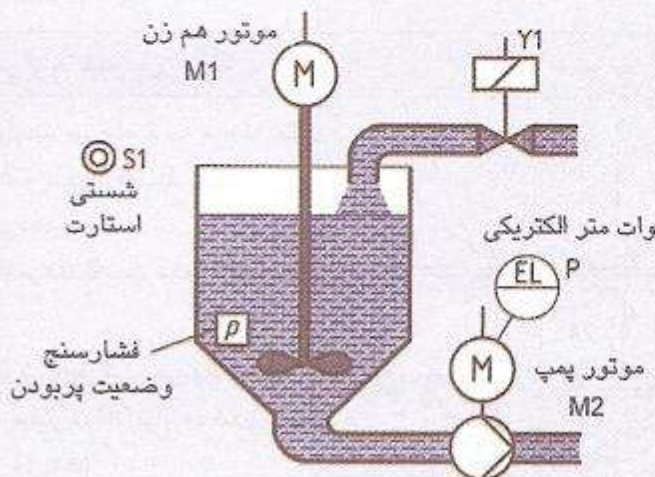
قطعات باید توسط یک سیلندر بلندکننده، بلند شده و نهایتاً توسط یک سیلندر جابه‌جاکننده روی تسمه نقاله هدایت می‌شود.

با فعال کردن یک شیر اصلی و شستی استارت، سیلندر 1A1 بیرون آمده و قطعه کار را بلند کرده و در وضعیت نهایی شستی حدی S2 را فعال می‌کند. بدین وسیله سیلندر جابه‌جاکننده 2A1 بیرون آمده و قطعه کار را به باند هدایت و شستی حدی 2S2 فعال می‌شود. سیلندر 1A1 به وضعیت اولیه برگشته، 1S1 عمل کرده و سیلندر 2A1 به وضعیت اول برمی‌گردد.



## مثال : کنترل همزن (میکسر)

رنگ وارد مخزن همزن شده و آنجا بخوبی مخلوط و سپس دوباره پمپاژ می‌شود. با باز شدن شیر Y1 رنگ تا یک سطح معین وارد مخزن می‌شود. سپس موتور M1 روشن شده و رنگ را به مدت 2 دقیقه به هم می‌زند. بعد از خاموش شدن موتور همزن M1 و روشن شدن موتور پمپ M2 (مدت زمان کار 10 s) مخزن تخلیه می‌شود. مبنای خاموش شدن موتور پمپ M2 کاهش توان موتور به زیر 1 kW است (مخزن خالی!).





در دیاگرام کار وضعیت و تغییرات وضعیت ماشین کار و تأسیسات تولیدی به طور گرافیکی نمایش داده می‌شود. دیاگرام به دو صورت مسیر و وضعیت نشان داده می‌شود.

دیاگرام مسیر، مسیر اجزاء کار را با علایم نشان می‌دهد.

دیاگرام وضعیت ترتیب کاری یک واحد و یا چند واحد کاری و ارتباط کنترل اجزاء مربوطه را با دو مختصات نشان می‌دهد. روی محور عمودی وضعیت اجزاء و روی محور افقی زمان و یا مراحل کنترل آورده می‌شود.

### علایم به کار رفته در دیاگرام کار

#### حرکت و کار

حدهای مسیر و حرکت	خطوط کاری	مسیر و حرکت
حد مسیر، عمومی	وضعیت اولیه و سکون اجزاء	حرکت کاری مستقیم الخط
حد مسیر از طریق عضو سیگنال	برای همه وضعیتهای غیر از وضعیت اولیه یا سکون	حرکت خلاصی (هرز) مستقیم الخط

#### عضو سیگنال

عملکرد هیدرولیکی یا نیوماتیکی	عملکرد مکانیکی	عملکرد دستی
کلید فشاری با تنظیم روی 6 bar	لیمیت سوئیچ در وضعیت نهایی عمل می‌کند	روشن (EIN)
عضو زمانی با تنظیم روی 2 s	لیمیت سوئیچ در فاصله طولانی عمل می‌کند	خاموش (AUS)
		روشن / خاموش (EIN/AUS)

#### ارتباط سیگنال

شرط - و (and): محل اتصال خطوط سیگنال با یک خط مایل مشخص می‌شود.	انشعاب سیگنال، نقطه انشعاب با یک نقطه مشخص می‌شود.	خط سیگنال روی عضو سیگنال (خروجی سیگنال) شروع و در نقطه‌ای که تغییر حالتی وابسته به سیگنال فوق وارد می‌شود خاتمه می‌یابد.
---	--	--

### تهیه دیاگرام کار

عضو سیگنال با عملکرد دستی	شیر با دو وضعیت اتصال	سیلندر
گام 2: روشن کردن؛ عضو کنترل وضعیت b را به a تبدیل می‌کند	گام 1: تغییر وضعیت از حالت اولیه a به وضعیت b گام 2 و 3: پایداری در وضعیت اخیر گام 4: تغییر وضعیت a به وضعیت اولیه b	گام 1: حرکت از وضعیت اولیه 1 به وضعیت 2 گام 2: پایداری در وضعیت اخیر گام 3: حرکت از وضعیت 2 به وضعیت اولیه 1

#### مثال: عضو تنظیم به طور مکانیکی عمل می‌کند



گام 1: عضو تنظیم وضعیت شیر مسیر را از b به a تغییر می‌دهد و در نتیجه سیلندر 1A1 بیرون می‌رود.

گام 2: سیلندر، عضو سیگنال 1S1 را فعال می‌کند، عضو سیگنال 1S1 عضو زمانی را کنترل می‌کند، عضو زمانی شروع به کار می‌کند (2 s).

گام 3: عضو زمانی وضعیت شیر مسیر را از a به b تبدیل می‌کند، سیلندر 1A1 دوباره به داخل می‌رود.







## علائم کار

فتر		جهت دوران		جهت جریان		جریان مایع	
خفه کنندگی		قابلیت تنظیم				جریان هوای فشرده	

## انتقال انرژی

فیلتر یا توری		صدا خفه کن		اتصال خطوط		منبع فشار هیدرولیکی	
جداکننده آب		مخزن		برخورد خطوط		منبع فشار نیوماتیکی	
رطوبت گیر، خشک کن		مخزن و تانک فشار		اتصال سریع		خط کار	
روغن زدن		انباره هیدرولیکی		هواگیری بدون بست		خط کنترلی، خط نشستی	
		واحد آماده سازی		هواگیری با بست		محدوده یک گروه	

## پمپها، کمپرسورها، موتورها

محركه دورانی هیدرولیکی		موتور قابل تنظیم هیدرولیکی، با دو جهت		موتور - ثابت هیدرولیکی، با یک جهت		هیدروپمپ ثابت، با یک جهت	
محركه دورانی نیوماتیکی		موتور قابل تنظیم نیوماتیکی، با دو جهت		موتور - ثابت نیوماتیکی، با یک جهت		هیدروپمپ قابل تنظیم، با دو جهت	
الکتروموتور						کمپرسور با یک جهت	

## سیلندر دوطرفه

سیلندر دوطرفه با دسته پیستون		سیلندر دوطرفه با دسته پیستون		سیلندر یکطرفه، کورس برگشت توسط فتر		سیلندر یکطرفه، کورس برگشت بدون هیچ نیروی تعریف شده	
علامت ساده		علامت ساده		علامت ساده		علامت ساده	

## شیرهای یکطرفه

شیر خفه کننده قابل تنظیم		شیر فشار شکن		شیر یکطرفه	
شیر کنترل جریان 2 راهه		شیر فشار ترتیبی		شیر یکطرفه با فتر	
شیر کنترل جریان 3 راهه، راه تخلیه به مخزن		شیر کاهنده فشار 2 راهه، عملکرد مستقیم		شیر تعویض کننده (عملکرد یا - or)	
		کلید فشار، در یک فشار تنظیم شده سیگنال الکتریکی می دهد		شیر یکطرفه	
				شیر دوفشاره (عملکرد و - and)	



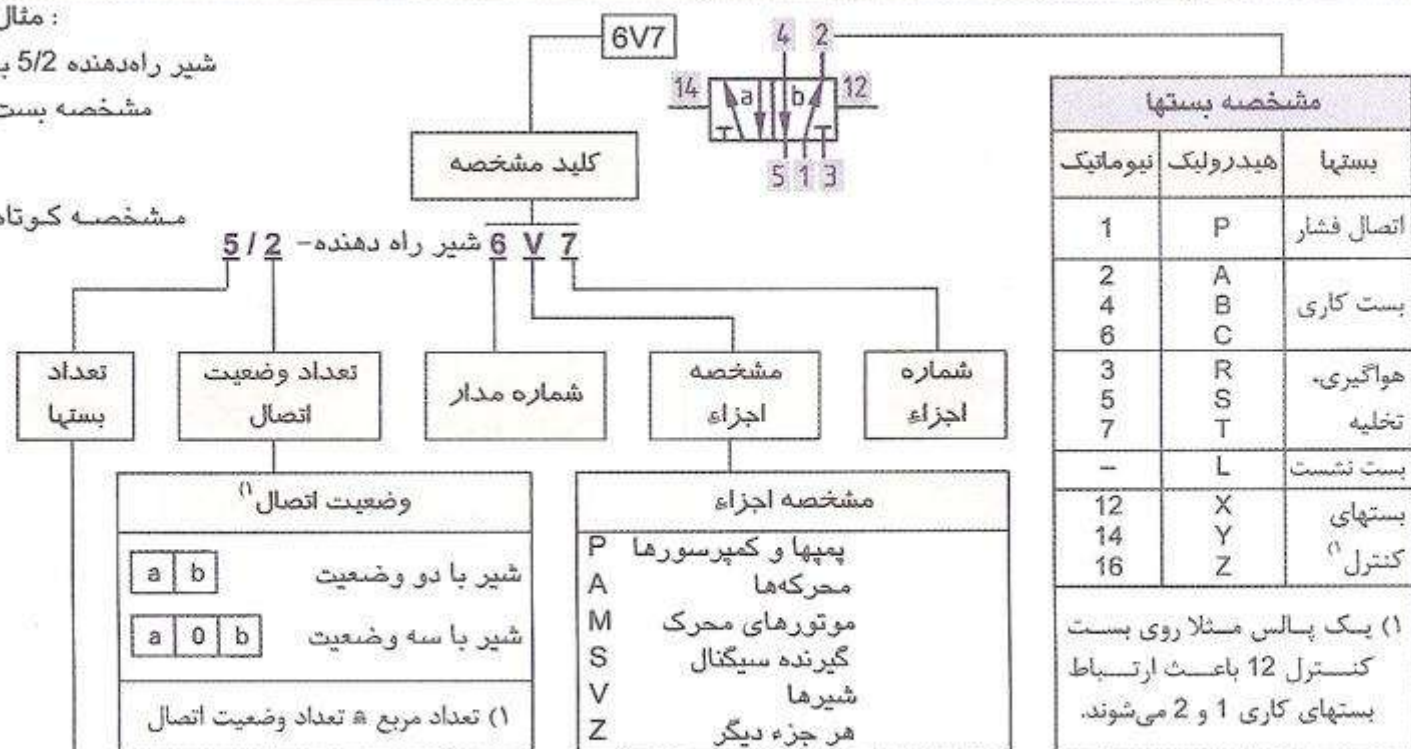
## مشخصه بست و علائم کوتاه شیرهای راه‌دهنده

مثال :

شیر راه‌دهنده 5/2 با

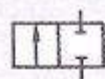
مشخصه بست

مشخصه کوتاه

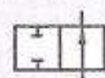


## انواع شیرهای راه‌دهنده

## شیر راه‌دهنده - 2/

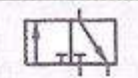


شیر راه‌دهنده 2/2  
با وضعیت ساکن  
مانع

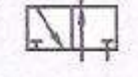


شیر راه‌دهنده 2/2  
با وضعیت ساکن  
عبوری

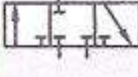
## شیر راه‌دهنده - 3/



شیر راه‌دهنده 3/2  
با وضعیت ساکن  
مانع

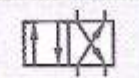


شیر راه‌دهنده 3/2  
با وضعیت ساکن  
عبوری

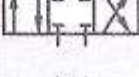


شیر راه‌دهنده 3/3  
با وضعیت میانی  
مانع

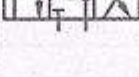
## شیر راه‌دهنده - 4/



شیر راه‌دهنده 4/2  
با وضعیت میانی  
مانع

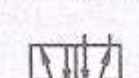


شیر راه‌دهنده 4/3  
با وضعیت میانی  
شناور

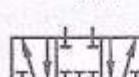


شیر راه‌دهنده 4/3  
با وضعیت میانی  
شناور

## شیر راه‌دهنده - 5/



شیر راه‌دهنده 5/2  
با وضعیت میانی  
مانع



شیر راه‌دهنده 5/3  
با وضعیت میانی  
مانع

## مسیرهای جریان



یک مسیر جریان



دو بست مانع



دو مسیر جریان

دو مسیر جریان  
با یک بست مانعدو مسیر جریان  
با یک اتصال بهمیک مسیر جریان  
در اتصال فرعی و  
دو بست مانعیک مسیر جریان  
در اتصال فرعی و  
دو بست مانع

## راه‌اندازی شیرهای جریان

## راه‌اندازی دستی

عمومی، بدون  
بیان نوع راه‌اندازی

با تکه فشاری



با تکه کششی

با تکه فشاری و  
کششی

با پدال

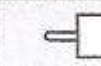


با پدال



با پدال

## راه‌اندازی مکانیکی



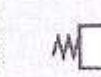
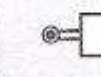
با زبانه

با زبانه با  
محدودیت بازی  
قابل تنظیم

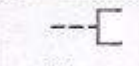
با فنر



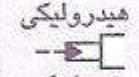
با زبانه قرق‌رهای

با زبانه قرق‌رهای، با  
یک راستای  
راه‌اندازیبا زبانه قرق‌رهای، با  
یک راستای  
راه‌اندازیبا زبانه قرق‌رهای، با  
یک راستای  
راه‌اندازی

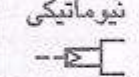
## راه‌اندازی فشاری



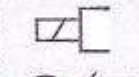
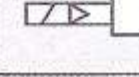
مستقیم



هیدرولیکی

غیرمستقیم از  
طریق شیر  
پیش کنترل

راه‌اندازی الکتریکی

با آهنربای  
الکتریکیبا آهنربای  
الکتریکی و شیر  
پیش کنترل

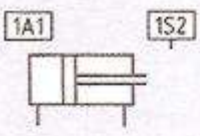
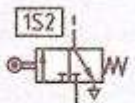

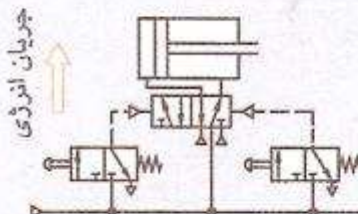
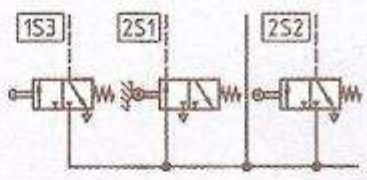
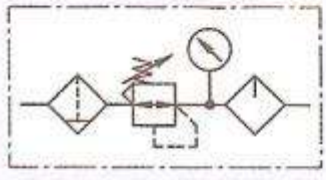
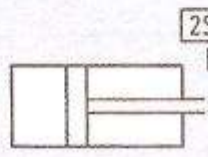
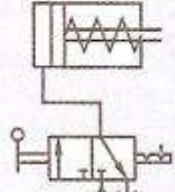
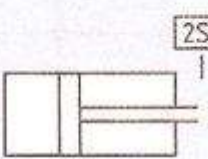
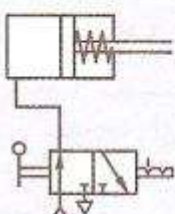
اجزاء مکانیکی



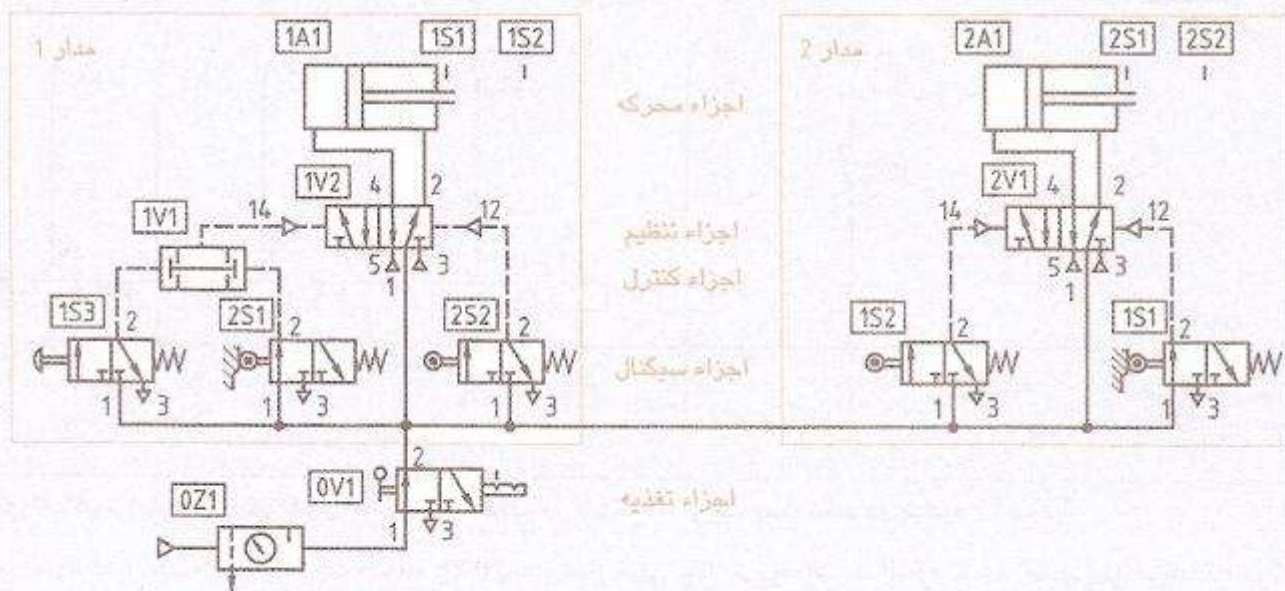
مانع، جفجغه



## ساختمان مدارها

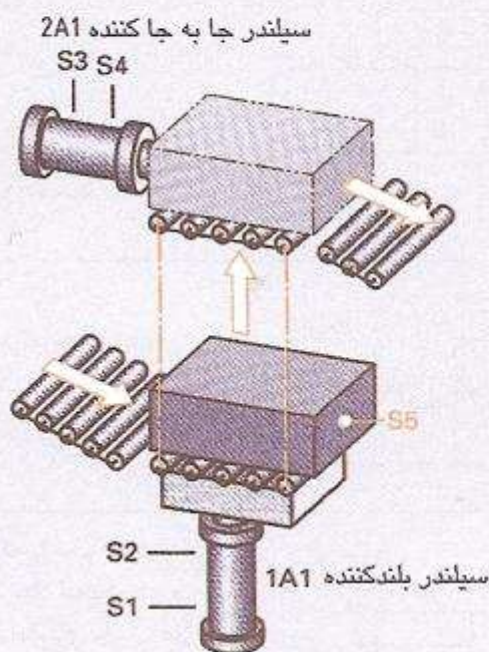
<p>مدار 1</p> 	<p>مدار 2</p> 	<p>مدار به مدارهای با عملکرد کنترلی وابسته به هم تقسیم‌بندی می‌شود. موقعیت فضایی اجزاء اهمیت ندارد.</p>	<p>اگر یک مدار از تأسیسات زیادی تشکیل شده باشد باید شماره تأسیسات که از رقم 1 شروع می‌شوند داده شود.</p> 
<p>اجزاء مدار از پایین به بالا و در جهت انرژی و از چپ به راست قرار می‌گیرند.</p> 	<p>اجزاء یا گروههای هم نوع در داخل مدار در یک ارتفاع نمایش داده می‌شود.</p> 		
	<p>محدوده گروههای مانند شیرهای یکطرفه خفه کننده یا واحدهای آماده سازی با خط چین مشخص می‌شوند.</p>		<p>وسایلی که با محرکه راه اندازی می‌شود مثلاً لیمیت سویچ، در وضعیت راه اندازی با یک علامت خط و کلید مشخصه نشان داده می‌شود.</p>
	<p>اجزاء هیدرولیکی در وضعیت اولیه تأسیسات و بدون فشار نشان داده می‌شود.</p>		<p>در شیرهای اهرمی قرقره ای یکطرفه یک پیکان جهت روی خط علامت اضافه می‌شود.</p>
	<p>اجزاء نیوماتیکی در وضعیت اولیه تأسیسات، تحت فشار نشان داده می‌شود.</p>	<p>اجزاء مدار</p> <p>موتورها، سیلندرها، شیرها شیرهای کنترل اجزاء محرکه شیرهای ارتباط سیگنالها اجزاء جهت اجرای یک مرحله کار مدار واحد آماده سازی، شیر اصلی</p>	<p>اجزاء محرکه اجزاء تنظیم اجزاء کنترل اجزاء سیگنال اجزاء تغذیه</p>

مثال : مدار نیوماتیکی با دو سیلندر (تجهیزات بلندکننده)





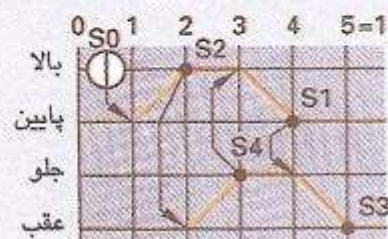
## پلان وضعیت



## دیاگرام کار

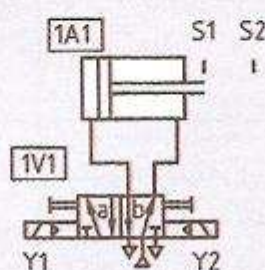
سیلندر بلند کننده 1A1

سیلندر جا به جا کننده 2A1

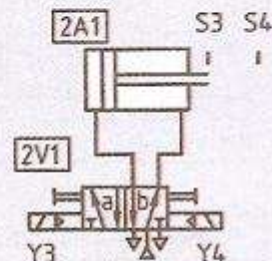


## مدار نیوماتیکی

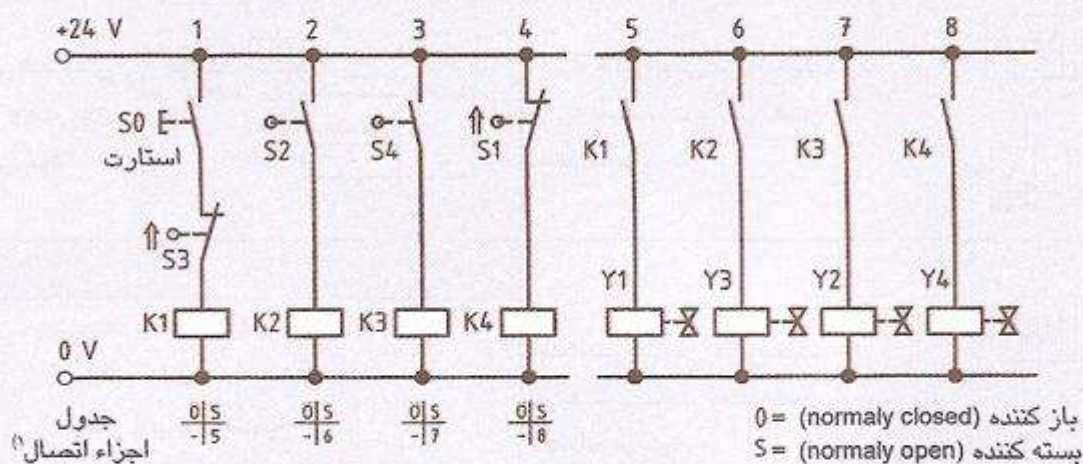
بلند کردن



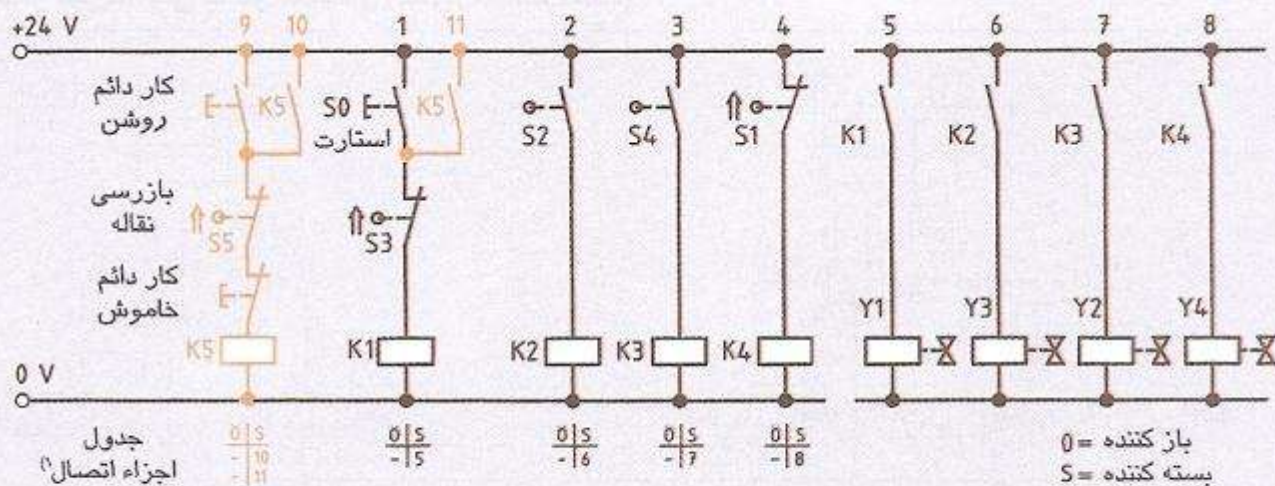
جا به جا کردن



## مدار برق



## مدار برق با بررسی اضافی نقاله و کار دائم آن



مثال برای کنتاکتور (رله) K5: کنتاکتور K5 یک بسته کننده در شاخه 10 و یک بسته کننده در شاخه 11 دارد.

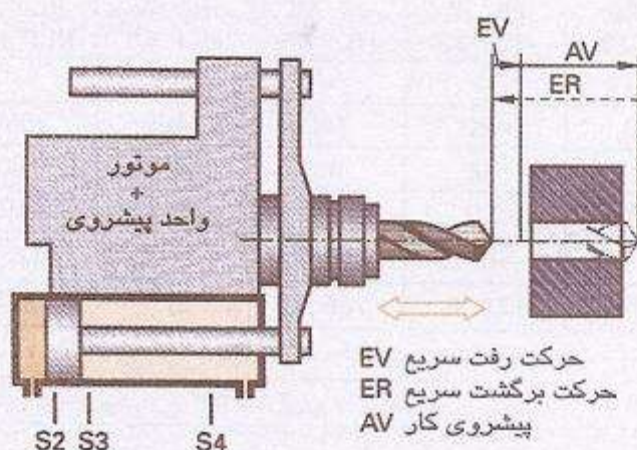
(۱) جدول اجزاء اتصال شبیه جدول کنتاکت (صفحه ۳۴۹) بوده و عملاً خیلی به کار می‌رود. البته استاندارد نیست. جدول بیان می‌کند که در کدام شاخه یک بسته کننده یا باز کننده کنتاکتور را می‌توان پیدا کرد.



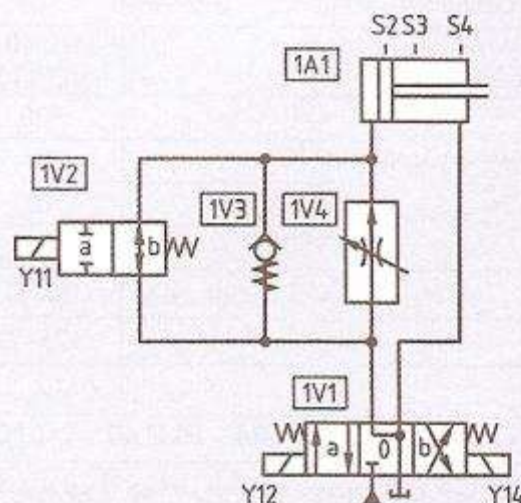
## مثال: واحد پیشروی با کنترل الکترو هیدرولیکی

سیلندر هیدرولیکی در مرحله حرکت رفت سریع (EV) به جلو حرکت می‌کند، به وسیله کلید S3 پیشروی کاری (AV) انجام داده و در حالت نهایی به وسیله کلید S4 بعد از تأخیر زمانی برابر 4 ثانیه حرکت برگشت سریع (ER) را انجام می‌دهد. سرعت پیشروی کاری با شیر کنترل جریان قابل تنظیم (1V4) تعیین می‌شود.

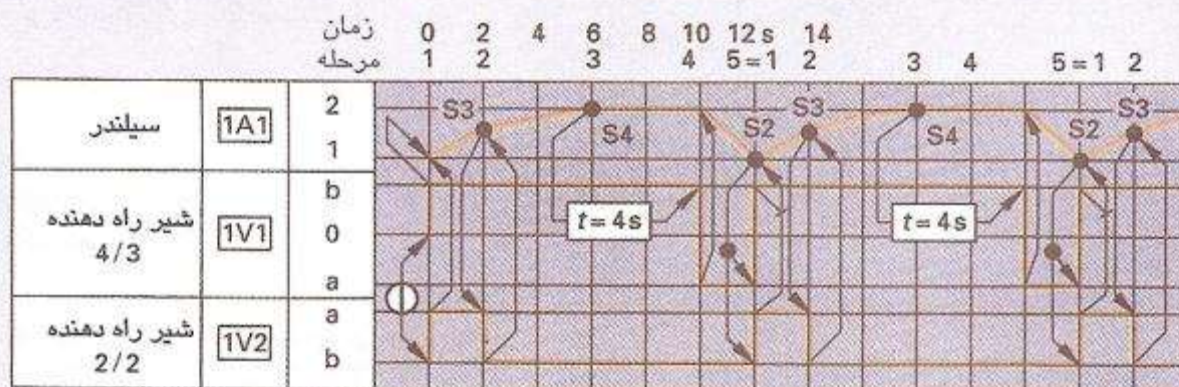
## پلان وضعیت



## مدار هیدرولیکی

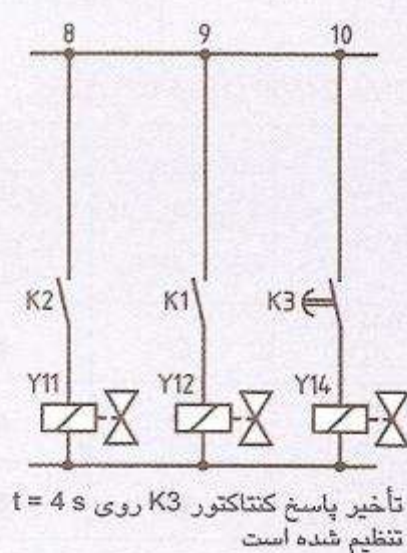
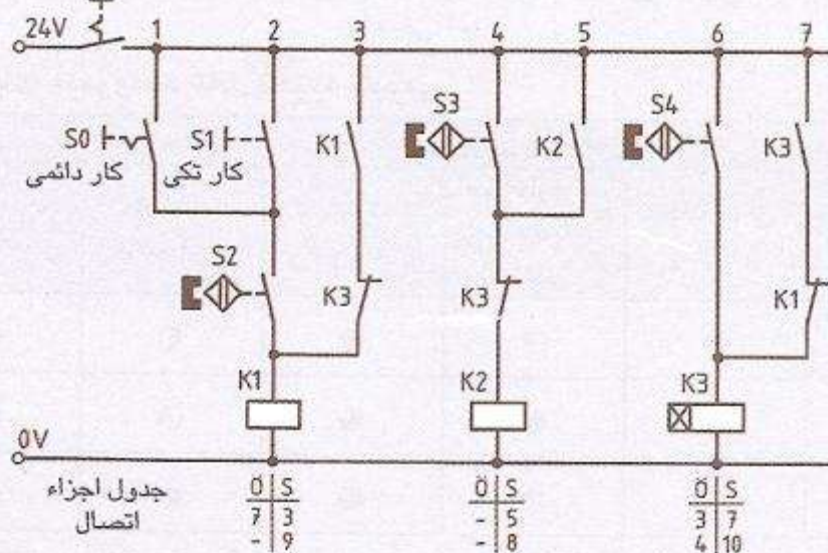


## دیاگرام کار (عملکرد دایمی)



## مدار برق

## سیستم خاموش/روشن





طبق 3- ... 1- DIN 51524

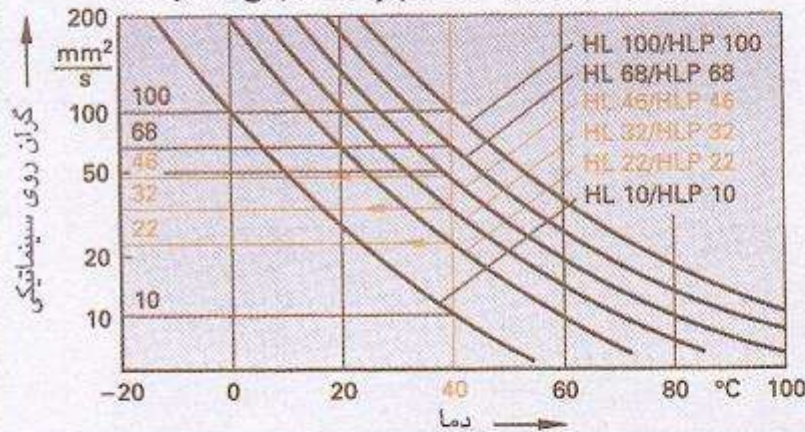
روغنهای هیدرولیکی با پایه روغن معدنی

نوع	استاندارد	تأثیر مواد محتوی				کاربرد		
HL	DIN 51524-1 (1985-06)	افزایش حفاظت در برابر خوردگی	-			تاسیسات هیدرولیکی تا 200 bar، در دماهای بالا		
HLP	DIN 51524-2 (1985-06)	+ افزایش پایداری	+ کاهش سایش در محدوده اصطکاک ترکیبی			تاسیسات هیدرولیکی با هیدروپمپها و هیدروموتورهای بالای 200 bar و در دماهای بالا		
HVLP	DIN 51524-3 (1990-08)	در برابر فرسودگی و کهنه شدن	+ کاهش سایش در محدوده اصطکاک ترکیبی + بهبود رفتار دما-گرانروی					
خواص			HL 10 HLP 10	HL 22 HLP 22	HL 32 HLP 32	HL 46 HLP 46	HL 68 HLP 68	HL 100 HLP 100
گرانروی سینماتیکی برحسب mm <sup>2</sup> /s	در -20 °C		600	-	-	-	-	-
	در 0 °C		90	300	420	780	1400	2560
	در 40 °C		10	22	32	46	68	100
	در 100 °C		2,4	4,1	5,0	6,1	7,8	9,9
دمای جاری <sup>(۱)</sup> برابر یا پایین تر از			30 °C	-21 °C	-18 °C	-15 °C	-12 °C	-12 °C
دمای اشتعال بالاتر از			125 °C	165 °C	175 °C	185 °C	195 °C	205 °C

(۱) دمای جاری (یا ریزش) دمایی است که روغن هیدرولیکی تحت نیروی وزن هنوز می تواند جریان پیدا کند.

روغن هیدرولیک نوع HLP، گرانروی سینماتیکی برابر  $46 \text{ mm}^2/\text{s}$  در دمای  $40^\circ\text{C}$ : **DIN 51524 - HLP 46** روغن هیدرولیک

رفتار گرانروی- دما مربوط به روغن HL و HLP



مثال خواندن:

یک پمپ چرخنده ای با دمای کاری متوسط  $40^\circ\text{C}$  کار می کند. طی کار، گرانروی سینماتیکی مجاز روغن هیدرولیک برابر  $20 \dots 50 \text{ mm}^2/\text{s}$  است.

طبق دیاگرام شش نوع روغن هیدرولیک را می توان انتخاب کرد:

- HL 22/HLP 22 •
- HL 32/HLP 32 •
- HL 46/HLP 46 •

روغنهای هیدرولیک با اشتعال پذیری خیلی پایین

نوع	درجه گرانروی ISO	مخصوص دمای $^\circ\text{C}$	خواص	کاربرد
HFC		$-20 \dots +60$	محلولهای مونومر و یا پلی مر آبی، جلوگیری از خوردگی خوب	معادن، ماشینهای چاپ، دستگاههای جوش خودکار، پرسهای آهنگری
HFD	15, 22, 32, 46, 68, 100	$-20 \dots +150$	محلولهای سنتتیک بدون آب، پایداری خوب در برابر فرسودگی، قابلیت روغنکاری، محدوده دمایی گسترده	تاسیسات هیدرولیکی با دمای کاری بالا

طبق 1- ... 3- VDMA 24569 (1994-03)

روغنهای هیدرولیک قابل تجزیه طبیعی

روغن هیدرولیک	ویژگی و خواص						عمر
	قابلیت جاری در دمای پایین	پایداری اکسیداسیون دما بالا	حفاظت از زنگ زدن	سازگاری با پوششهای داخلی	قابلیت آب بندی	قابلیت اقتصادی	
استر اشباع نشده	●	●	●	●	●	●	●
استر اشباع شده	●	●	●	●	●	●	●
روغنهای پلی گلیکول	●	●	●	●	●	●	●
● خیلی خوب    ● خوب    ● متوسط    ● محدود/بد							



# سیلندر نیوماتیکی

## ابعاد و نیروی پیستون

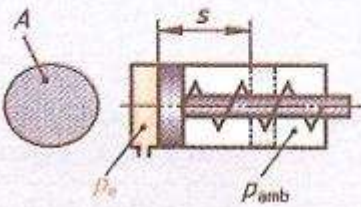
قطر پیستون	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
قطر دسته پیستون (mm)	6	8	8	10	12	16	20	20	25	25	32	40	40
پیچ بست	M5	M5	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$	G $\frac{1}{2}$	G $\frac{3}{4}$	G $\frac{3}{4}$
نیروی فشار <sup>(۱)</sup> در N به $p_e = 6 \text{ bar}$	50	96	151	241	375	644	968	1560	2530	4010	—	—	—
نیروی کششی <sup>(۱)</sup> در N به $p_e = 6 \text{ bar}$	58	106	164	259	422	665	1040	1650	2660	4150	6480	10600	16600
سیلندر یکطرفه	54	79	137	216	364	560	870	1480	2400	3890	6060	9960	15900
سیلندر دوطرفه	54	79	137	216	364	560	870	1480	2400	3890	6060	9960	15900
طول کورس به mm	تا 160	تا 200	تا 320	تا 320	تا 320	تا 320	تا 320	تا 320	تا 320	تا 320	تا 320	تا 320	تا 320
سیلندر یکطرفه	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50	10, 25, 50
سیلندر دوطرفه	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100	25, 50, 80, 100

(۲) ضمناً نیروی برگشت مورد توجه قرار می‌گیرد.

(۱) در بازده سیلندر  $\eta = 0,88$

## تعیین مصرف هوا با محاسبه

سیلندر یکطرفه (ساده)



Q مصرف هوا  
 $p_e$  فشار نسبی در سیلندر  
 $p_{amb}$  فشار هوا  
n تعداد کورس

A سطح پیستون  
q مصرف مخصوص  
هوا برای هر 1 cm  
کورس پیستون  
s کورس پیستون

مصرف هوای<sup>(۱)</sup> سیلندر یکطرفه

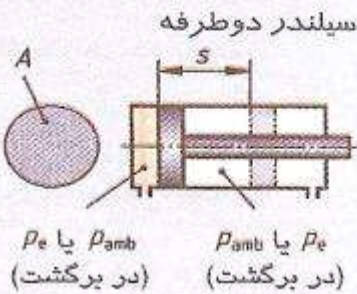
$$Q = A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{amb}}$$

مثال :

سیلندر یکطرفه با  $d = 50 \text{ mm}$  :  $s = 100 \text{ mm}$   
 $p_{amb} = 1 \text{ bar}$  :  $n = 120/\text{min}$  :  $p_e = 6 \text{ bar}$   
مصرف هوا Q به  $\text{l/min}$

مصرف هوای<sup>(۱)</sup> سیلندر دوطرفه

$$Q \approx 2 \cdot A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{amb}}$$



$$Q = A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{amb}}$$

$$= \frac{\pi \cdot (5 \text{ cm})^2}{4} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 120 \cdot \frac{1}{\text{min}} \cdot \frac{(6 + 1) \text{ bar}}{1 \text{ bar}}$$

$$= 164 \, 934 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \approx 165 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

## تعیین مصرف هوا با دیاگرام

مصرف هوای<sup>(۱)</sup> سیلندر یکطرفه

$$Q = q \cdot s \cdot n$$

مصرف هوای<sup>(۱)</sup> سیلندر دوطرفه

$$Q \approx 2 \cdot q \cdot s \cdot n$$

مثال :

مصرف یک سیلندر یکطرفه با

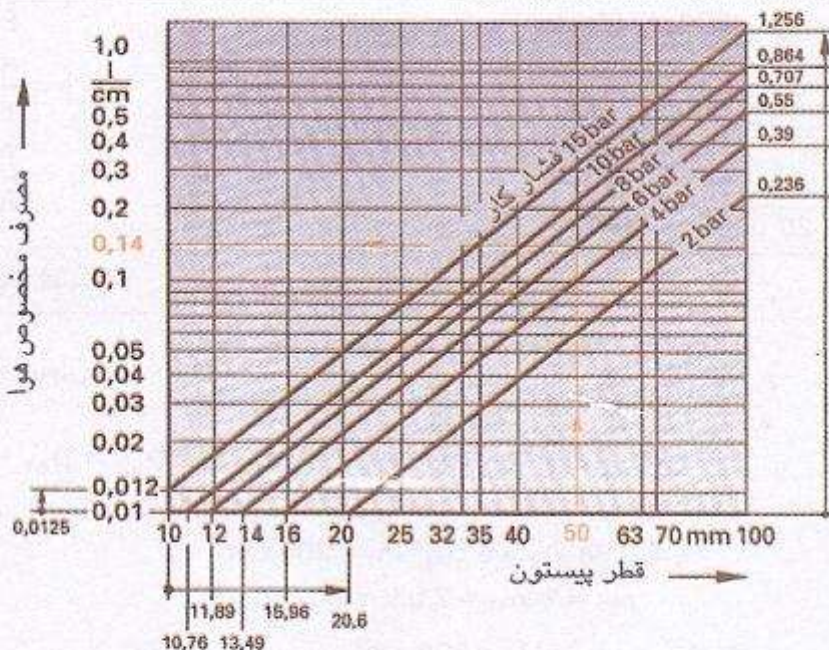
$s = 100 \text{ mm}$  :  $d = 50 \text{ mm}$

$n = 120/\text{min}$  باید از دیاگرام برای

$p_e = 6 \text{ bar}$  به دست‌آید. طبق دیاگرام

کورس پیستون  $q = 0,14 \text{ l/cm}$

$$Q = q \cdot s \cdot n = 0,14 \text{ l/cm} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 120/\text{min} = 168 \text{ l/min}$$

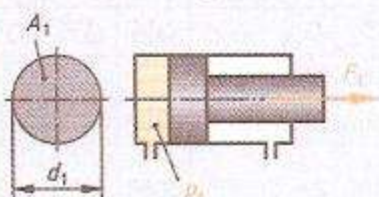


(۱) با پرشدن محفظه مرده می‌توان مصرف واقعی هوا را تا 25% افزایش داد. محفظه مرده مثلاً فاصله بین شیر راه‌دهنده و سیلندر یا فضای غیرمفید در وضعیت انتهای پیستون می‌باشد. سطح مقطع دسته پیستون مورد توجه قرار نمی‌گیرد.



## نیروهای پیستون

رفت



$p_e$  فشار نسبی سیلندر  
 $A_1, A_2$  سطح مؤثر پیستون  
 $F_1$  نیروی پیستون در رفت  
 $F_2$  نیروی پیستون در برگشت  
 $d_1$  قطر پیستون  
 $d_2$  قطر دسته پیستون  
 $\eta$  بازده

نیروی مؤثر پیستون

$$F = p_e \cdot A \cdot \eta$$

مثال:

سیلندر هیدرولیکی با  $d_1 = 100 \text{ mm}$  :  $d_2 = 70 \text{ mm}$   
 $p_e = 60 \text{ bar}$  و  $\eta = 0,85$

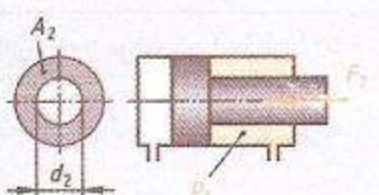
اندازه نیروهای مؤثر پیستون چقدر است؟  
 در حرکت رفت:

$$F_1 = p_e \cdot A_1 \cdot \eta = 600 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{\pi \cdot (10 \text{ cm})^2}{4} \cdot 0,85 = 40\,055 \text{ N}$$

در حرکت برگشت:

$$F_2 = p_e \cdot A_2 \cdot \eta = 600 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{\pi \cdot [(10 \text{ cm})^2 - (7 \text{ cm})^2]}{4} \cdot 0,85 = 20\,428 \text{ N}$$

برگشت



واحدهای فشار

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^{-5} \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ mbr} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa}$$

## پرسه‌های هیدرولیکی

حجم جابه‌جا شده

$$A_1 \cdot s_1 = A_2 \cdot s_2$$

کار در هر دو پیستون

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$

نسبت:

نیروها، سطوح، فاصله‌ها

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{s_1}{s_2}$$

نسبت انتقال

$$i = \frac{F_1}{F_2}$$

$$i = \frac{s_2}{s_1}$$

$$i = \frac{A_1}{A_2}$$

فشار در مایعات و گازهای محبوس شده، در همه راستاها به طور یکسان گسترش می‌یابد.

$F_1$  نیروی روی پیستون فشار  
 $F_2$  نیروی روی پیستون کار  
 $A_1$  سطح پیستون فشار  
 $A_2$  سطح پیستون کار  
 $s_1$  فاصله پیموده پیستون فشار  
 $s_2$  فاصله پیموده پیستون کار  
 $i$  نسبت انتقال هیدرولیکی

مثال:

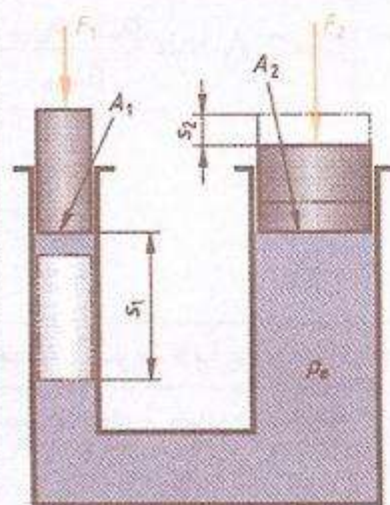
$$A_2 = 500 \text{ cm}^2; A_1 = 5 \text{ cm}^2; F_1 = 200 \text{ N}$$

$$i = ?; s_1 = ?; F_2 = ?; s_2 = 30 \text{ mm}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot A_2}{A_1} = \frac{200 \text{ N} \cdot 500 \text{ cm}^2}{5 \text{ cm}^2} = 20\,000 \text{ N} = 20 \text{ kN}$$

$$s_1 = \frac{s_2 \cdot A_2}{A_1} = \frac{30 \text{ mm} \cdot 500 \text{ cm}^2}{5 \text{ cm}^2} = 3000 \text{ mm}$$

$$i = \frac{F_1}{F_2} = \frac{200 \text{ N}}{20\,000 \text{ N}} = \frac{1}{100}$$



## انتقال‌دهنده فشار

سطح پیستونها

فشار نسبی سطح پیستون A1

فشار نسبی سطح پیستون A2

بازده انتقال‌دهنده فشار

فشار نسبی

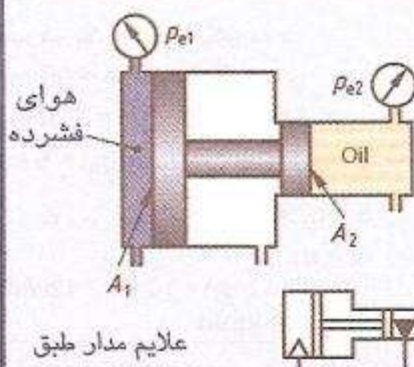
$$p_{e2} = p_{e1} \cdot \frac{A_1}{A_2} \cdot \eta$$

مثال:

$$\eta = 0,88; A_2 = 5 \text{ cm}^2; A_1 = 200 \text{ cm}^2$$

$$p_{e2} = ?; p_{e1} = 7 \text{ bar} = 70 \text{ N/cm}^2$$

$$p_{e2} = p_{e1} \cdot \frac{A_1}{A_2} \cdot \eta = 70 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{200 \text{ cm}^2}{5 \text{ cm}^2} \cdot 0,88 = 2464 \text{ N/cm}^2 = 246,4 \text{ bar}$$



علائم مدار طبق  
DIN ISO 1219-1



## سرعت جریان

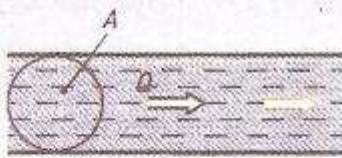
گذر سیال (دبی)

$$Q = A \cdot v$$

$$Q_1 = Q_2$$

نسبت سرعت جریان

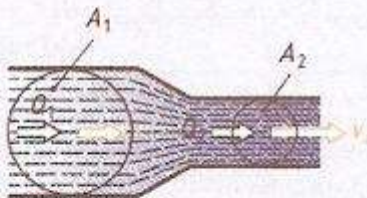
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

گذر حجمی (دبی)  $Q, Q_1, Q_2$ سطح مقطع  $A, A_1, A_2$ سرعت جریان  $v, v_1, v_2$ 

معادله گذر سیال (Q)

مقدار گذر سیال از مقاطع مختلف و متغیر یک لوله مقداری است مساوی. ضمناً سرعت جریان با نسبت معکوس سطح مقطعیها تغییر می کند.

مثال:

در لوله ای با  $A_1 = 19,6 \text{ cm}^2$ ;  $A_2 = 8,04 \text{ cm}^2$  و $Q = 120 \text{ l/min}$ ;  $v_1 = ?$ ;  $v_2 = ?$ 

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{120 \text{ 000 cm}^3 / \text{min}}{19,6 \text{ cm}^2} = 6122 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 1,02 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = \frac{v_1 \cdot A_1}{A_2} = \frac{1,02 \text{ m/s} \cdot 19,6 \text{ cm}^2}{8,04 \text{ cm}^2} = 2,49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## سرعت پیستون

گذر حجمی (دبی) Q

سطح موثر پیستون  $A_1, A_2$ سرعت پیستون  $v_1, v_2$ 

مثال:

سیلندر هیدرولیکی با قطر پیستون  $d_1 = 50 \text{ mm}$ ، قطر دسته پیستون  $d_2 = 32 \text{ mm}$  و  $Q = 12 \text{ l/min}$ 

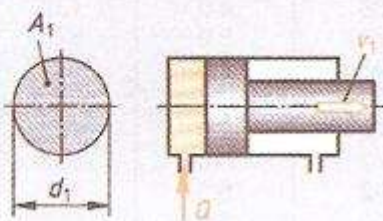
سرعت پیستون چقدر است؟

رفت:

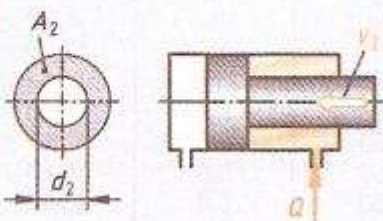
سرعت پیستون

$$v = \frac{Q}{A}$$

رفت



برگشت



$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{12000 \text{ cm}^3 / \text{min}}{\frac{\pi \cdot (5 \text{ cm})^2}{4}} = 611 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 6,11 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

برگشت:

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{12000 \text{ cm}^3 / \text{min}}{\frac{\pi \cdot (5 \text{ cm})^2}{4} - \frac{\pi \cdot (3,2 \text{ cm})^2}{4}} = 1035 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 10,35 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

## توان پمپها و سیلندرها

توان ورودی

$$P_1 = \frac{M \cdot n}{9550}$$

توان خروجی

$$P_2 = \frac{Q \cdot p_e}{600}$$

بازده

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

توان ورودی سمت محور محرکه پمپ  $P_1$ توان خروجی سمت خروجی پمپ  $P_2$ 

گذر حجمی Q

فشار نسبی  $p_e$ بازده پمپ  $\eta$ 

گشتاور دورانی M

ضریبهای 9550 و 600

تعداد دور n

تبدیل

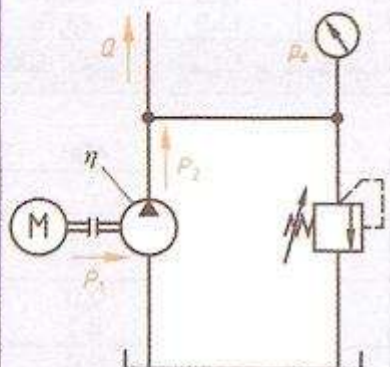
مثال:

پمپ با  $Q = 40 \text{ l/min}$ ;  $p_e = 125 \text{ bar}$ ;  $\eta = 0,84$  $P_1 = ?$ ;  $P_2 = ?$ 

$$P_2 = \frac{Q \cdot p_e}{600} = \frac{40 \cdot 125}{600} \text{ kW} = 8,333 \text{ kW}$$

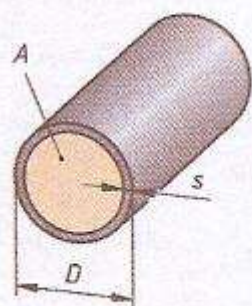
$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{8,333}{0,84} \text{ kW} = 9,920 \text{ kW}$$

فرمولهای توان ورودی

و خروجی:  $P \text{ (kW)}$  $n \text{ (1/min)}$ ,  $M \text{ (N} \cdot \text{m)}$  $p_e \text{ (bar)}$ ,  $Q \text{ (l/min)}$ 



## لوله‌های فولادی دقیق بدون درز برای هیدرولیک و نیوماتیک



جنس	DIN 1630 E355 (St52.4), E235 (St37.4)			
خواص مکانیکی	جنس	استحکام کششی $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	تنش تسلیم $R_e$ N/mm <sup>2</sup>	درصد تغییر طول نسبی شکست A %
	E235	340 ... 480	235	25
	E355	490 ... 630	355	22
	قابلیت خوب شکل دادن گرم، سطوح آن فسفاته، قلع اندود و کروماته می‌شود			
	برای لوله‌های تاسیسات هیدرولیکی و نیوماتیکی در حداکثر فشار نامی تا 500 bar			
کاربرد				

نحوه تحویل: طول برابر 6 m، آنیل نرمال شده، کیفیت سطحی لوله برابر  $R_a \leq 4 \mu m$  است.

لوله دقیق بدون درز برای هیدرولیک و نیوماتیک، از E235، آنیل نرمال شده، کشش براق، قطر خارجی 20 mm، ضخامت دیواره 2 mm : HPL-E235-NBK-20 × 2 لوله

قطر خارجی	ضخامت دیواره	سطح مقطع عبور	قطر خارجی	ضخامت دیواره	سطح مقطع عبور	قطر خارجی	ضخامت دیواره	سطح مقطع عبور
D mm	s mm	A cm <sup>2</sup>	D mm	s mm	A cm <sup>2</sup>	D mm	s mm	A cm <sup>2</sup>
4	0,8	0,05	20	2,0	2,01	38	2,5	8,55
4	1,0	0,01	20	2,5	1,77	38	4,0	7,07
5	0,8	0,10	20	3,0	1,54	38	5,0	6,16
5	1,0	0,07	20	4,0	1,13	38	7,0	4,52
6	1,0	0,13	22	1,0	3,14	38	10,0	2,55
6	1,5	0,07	22	2,0	2,54	42	2,0	11,34
8	1,0	0,28	22	3,0	2,01	42	5,0	8,04
8	1,5	0,20	22	3,5	1,77	42	8,0	5,31
8	2,0	0,13	25	1,5	3,80	50	4,0	13,85
10	1,0	0,50	25	2,5	3,14	50	5,0	12,57
10	1,5	0,39	25	3,0	2,84	50	8,0	9,08
10	2,0	0,28	25	3,5	2,55	50	10,0	7,07
12	1,0	0,79	25	4,5	2,01	50	13,0	4,52
12	1,5	0,64	25	6,0	1,33	55	4,0	17,35
12	2,0	0,50	28	1,5	4,91	55	6,0	14,52
14	1,0	1,13	28	2,0	4,52	55	8,0	11,95
14	1,5	0,95	28	3,0	3,80	55	10,0	9,62
14	2,0	0,79	28	3,5	3,46	60	5,0	19,64
15	1,0	1,33	28	4,0	3,14	60	8,0	15,21
15	1,5	1,13	30	2,0	5,31	60	10,0	12,57
15	2,5	0,79	30	2,5	4,91	60	12,5	9,62
16	1,0	1,54	30	3,0	4,52	70	5,0	28,27
16	2,0	1,13	30	5,0	3,14	70	8,0	22,90
16	3,0	0,79	30	6,0	2,55	70	10,0	19,64
16	3,5	0,64	35	2,5	7,07	70	12,5	15,90
18	1,0	2,01	35	3,5	6,16	80	6,0	36,32
18	1,5	1,77	35	4,0	5,73	80	8,0	32,17
18	2,0	1,54	35	5,0	4,91	80	10,0	28,27
18	3,0	1,13	35	6,0	4,16	80	12,5	23,76

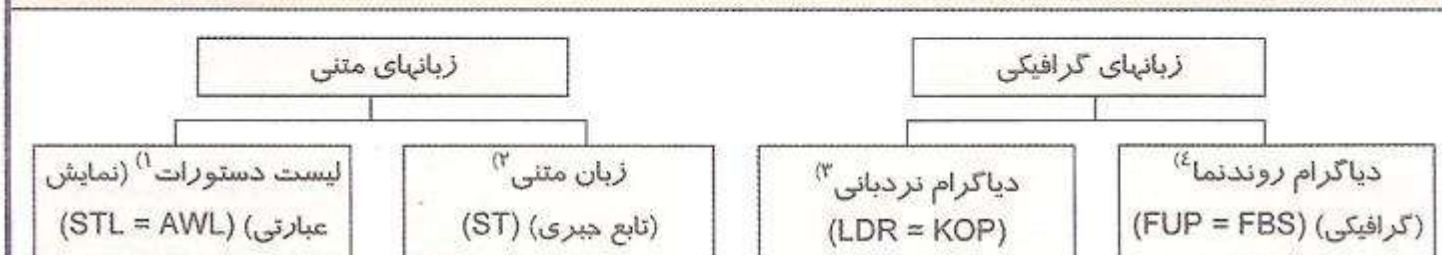
فشار نامی در ارتباط با ضخامت دیواره

قطر خارجی mm به D	فشار نامی p به bar					
	64	100	160	250	320	400
	ضخامت دیواره s به mm					
6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
8	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0
10	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0
12	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,5
16	1,5	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0
20	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
25	2,0	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
30	2,5	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
38	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
50	4,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0



طبق DIN EN 61131 (2003-12)

زبانهای برنامه نویسی کنترل نرم افزاری



اجزاء مشترک زبانهای کنترل نرم افزاری (انتخابی)

طبق DIN EN 61131 (2003-12)

علامت محدود (انتخابی)

علامت	کاربرد	علامت	کاربرد
(**)	شروع گزارش، پایان گزارش	:	نام مراحل و متغیرها/ علامت جداکننده - نوع علامت جداکننده دستورات (ST) علامت جداکننده شبکه (KOP, FBS)
+	پیش علامت در مورد اعداد اعشاری، علامت جمع (ST)	( )	علامت محدود لیست ورودی - FBS (ST)
-	پیش علامت در مورد اعداد اعشاری، علامت جداکننده سال - ماه - روز، تفريق، عملوند منفي (ST)، خطوط افقی (KOP, FBS)	;	علامت جداکننده علامت جداکننده دستورات (ST)
=	عملوند ابتدایی عملوند	"	علامت جداکننده حوزه علامت جداکننده حوزه (ST) CASE
#	علامت جداکننده عدد پایه و سلسله مراتبی	'	علامت جداکننده - شمارش، - مقدار، - اندیکس میدان، علامت جداکننده لیست - عملوندها، - لیست دلایل تابع و - لیست مقادیر CASE (ST)
,	شروع و پایان زنجیر علامت	%	پیشوند نمایش مستقیم <sup>(۵)</sup>
\$	شروع علامت ویژه در زنجیر	!	خطوط عمودی (KOP)
.	عدد کامل / علامت جداکننده کسری علامت جداکننده آدرسهای سلسله مراتبی و اجزاء ساختمانی		
e یا E	علامت محدود - نمای حقیقی		

متغیرهای اجزاء تکی برای محل ذخیره

متغیرها	معنی	متغیرها	معنی	مثال (AWL)
I	ورود نقطه ذخیره	B	اندازه Byte (8 bit)	QB5 %ST : نتیجه را در اندازه Byte در خروج نقطه ذخیره 5، ذخیره می کند
Q	خروج نقطه ذخیره	W	اندازه کلمه (16 bit)	
M	مشخص کننده نقطه ذخیره	D	اندازه دو کلمه (32 bit)	
X	اندازه - Bit (اندازه تکی)	L	اندازه کلمه طولانی (64 bit)	

عملیات

انواع داده های اصلی

نام	علامت	معنی	کلمه کلید	نوع داده	Bits
ADD	+	جمع	BOOL	منطقی	1
SUB	-	تفریق	SINT	عدد کامل (صحیح) کوتاه	8
MUL	*	ضرب	INT	عدد کامل (صحیح)	16
DIV	/	تقسیم	DINT	عدد کامل دابل	32
AND	&	و (AND) منطقی	LINT	عدد کامل طولانی	64
OR	>=	یا (OR) منطقی	REAL	عدد حقیقی	32
XOR	~	یا انحصاری (XOR) منطقی	LREAL	عدد حقیقی طولانی	64
NOT	~	نه، منفي	STRING	ترتیب علامت طولانی متغیر	۱۸
S	۱۷	عملیات منطقی را "1" می کند	TIME	مدت زمان	۱۸
R	۱۷	عملیات منطقی را "0" می کند	DATE	تاریخ	۱۸
GT	>	مقایسه : بزرگتر	BYTE	ردیف 8 Bit طول	8
GE	>=	مقایسه : بزرگتر یا مساوی	WORD	ردیف 16 Bit طول	16
EQ	=	مقایسه : مساوی	DWORD	ردیف 32 Bit طول	32
NE	<>	مقایسه : نامساوی (بزرگتر یا کوچکتر)	LWORD	ردیف 64 Bit طول	64
LE	<=	مقایسه : کوچکتر یا مساوی			
LT	<	مقایسه : کوچکتر			

Strukturierter text (Ger.) (۲)

Statement list (Engl.) = Aweisungsliste (Ger.) (۱)

Function plan (Engl.) = Funktionsbaustein Sprache (Ger.) (۴)

Ladder diagramm (Engl.) = Kontaktplan (Ger.) (۳)

(۶) کاربرد این علامت در زبان متنی مجاز نیست.

(۵) علامت % قبل از متغیرهای - عناصر تکی نشان داده شده می آید.

(۸) ویژه سازنده

(۷) بدون هیچ علامت



طبق DIN EN 61131 (2003-12)

دیاگرام نردبانی (KOP = LDR)

دیاگرام نردبانی مسیر جریان را در یک سیستم رله الکترومکانیکی نشان می‌دهد.

علامت	توضیح	علامت	توضیح	علامت	توضیح
خطوط و بلوکها		کنتاکتها		سیم‌پیچ	
	خطوط افقی		بسته کننده (NO)		سیم‌پیچ، تخصیص، خروجی
	خطوط عمودی		باز کننده (NC)		سیم‌پیچ منفی، نفی تخصیص، خروجی
	اتصال خطوط				ست کردن سیم‌پیچ، ذخیره
	برخورد بدون اتصال				یک تابع منطقی
	بلوک با خطوط اتصال		کنتاکت جهت شناسایی جناح مثبت، سیگنال از 0 به 1		ری ست کردن سیم‌پیچ
	شاخه چپ جریان		کنتاکت جهت شناسایی جناح منفی، سیگنال از 1 به 0		سیم‌پیچ جهت شناسایی جناح مثبت، سیگنال از 0 به 1
	شاخه راست جریان				سیم‌پیچ جهت شناسایی جناح منفی، سیگنال از 1 به 0
					(۱) مشخصه اجزاء

طبق DIN EN 61131 (2003-12)

زبان دیاگرام روندنما (FBS = FUP)

زبان دیاگرام روندنما از توابع تکی با داده‌های استاتیکی تشکیل شده است. این زبان در عملیات غالباً تکراری به کار می‌رود.

علامت	توضیح	علامت	توضیح
	اجزاء مستطیل یا مربع می‌باشند. پارامترهای ورودی در ضلع چپ و پارامترهای خروجی در ضلع راست مشخص می‌شود.		اجزاء توسط خطوط جریان سیگنال افقی و عمودی به همدیگر وصل می‌شوند.
	تابع یک مدول به صورت نام یا علامت در داخل اجزاء داده می‌شود.		نفی سیگنالهای منطقی توسط دایره کوچکی در ورودی و خروجی نشان داده می‌شود.
	مشخصه یک مدول در بالای اجزاء آورده می‌شود.		

طبق DIN EN 61131 (2003-12)

زبانهای متنی (ST)

زبانهای متنی، زبانهای سطح بالا بوده و مبتنی بر نحو و دستور ISO-PASCAL می‌باشد.

نوع		دستور
تخصیص		:=
دستور شرطی		IF
دستور انتخابی		CASE
دستور تکراری		FOR
دستور تکراری		WHILE
دستور تکراری		REPEAT
خروج یک دستور تکراری		EXIT

مقایسه زبان دیاگرام روندنما (FBS) و زبان متنی (ST)

زبان متنی یا تابع جبری (مثال)	دیاگرام روندنما یا گرافیکی (مثال)
$A := \text{ADD}(B, C, D)$ یا $A := B + C + D$	
$E := \text{AND}(F, G, H)$ یا $E := F \& G \& H$	



## لیست دستورات (STL) طبق DIN

لیست دستورات یک زبان برنامه‌نویسی متنی مانند زبان اسمبلی است.

## ساختار یک دستور



تصحیح کننده عملیات	
N	نفی منطقی عملوند
C	دستور فقط وقتی اجرا می شود که نتیجه ارزیابی شده 1 منطقی باشد
.	عملوندهای زیادی را جدا می کند
(	ارزیابی عملیات وقتی که "(" ظاهر می شود

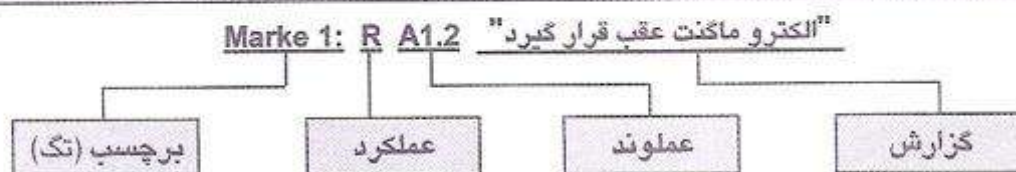
عملیات استاندارد

معنی	تصحیح کننده	عملیات	معنی	تصحیح کننده	عملیات
تقسیم	(	DIV	یک عملوند را ست می کند	N	LD
مقایسه : > (بزرگتر)	(	GT	ذخیره روی آدرس عملوند	N	ST
مقایسه : >= (بزرگتر مساوی)	(	GE	عملیات منطقی را روی 1 ست می کند	-	S
مقایسه : = (مساوی)	(	EQ	عملیات منطقی را روی 0 برمی گرداند	-	R
مقایسه : < > (نامساوی)	(	NE	و (AND) منطقی	N,(	AND
مقایسه : <= (کوچکتر مساوی)	(	LE	و (AND) منطقی	N,(	&
مقایسه : < (کوچکتر)	(	LT	یا (OR) منطقی	N,(	OR
برش به علامت (برش به برجسب)	C,N	JMP	یای انحصاری (XOR) منطقی	N,(	XOR
برخوانی مدول تابع	C,N	CAL	جمع	(	ADD
برش به عقب	C,N	RET	تفریق	(	SUB
کار روی عملیات	-	)	ضرب	(	MUL

لیست دستورات (STL) طبق VDI<sup>۱</sup>

طبق (1985-09) VDI 2880

## ساختار یک دستور



عملیات جهت سازمان برنامه		عملیات پردازش سیگنال		عملکرد	
L	ذخیره کردن	U	و (AND) منطقی	ZV	شمارش به جلو
(	پرانتر باز	O	یا (OR) منطقی	ZR	شمارش به عقب
)	پرانتر بسته	N	نفی	XO	یا- انحصاری
NOP	عملیات صفر	UN	نفی- و منطقی	عملوند	
SP	پرش غیرمشروط	ON	نفی- یا منطقی	E	ورودی
SPB	پرش مشروط	=	تخصیص دادن	A	خروجی
BA	فراخوانی مدول	ADD	جمع	M	فلای
BAB	فراخوانی مشروط مدول	SUB	تفریق	K	ثابت
BE	انتهای مدول	MUL	ضرب	T	عضو زمانی
"	شروع گزارش	DIV	تقسیم	Z	شمارنده
"	خاتمه گزارش	S	ست کردن	P	مدول برنامه
PE	انتهای برنامه	R	ری ست کردن	F	مدول تابع

(۱) عملاً کنترل‌های نرم‌افزاری زیادی وجود دارد که طبق دستورالعمل - VDI برنامه‌نویسی می‌شوند.



# زبانهای برنامه‌نویسی

## مقایسه زبانهای برنامه‌نویسی نرم‌افزاری رایج

توابع به عنوان اجزاء برنامه	لیست دستورات VDI طبق (STL)	دیگرام روند نما (FUP)	دیگرام نردبانی (LDR)
و (AND) با سه ورودی	U E11 U E12 UN E13 = A10		
یا (OR) با سه ورودی	U E11 O E12 O E13 = A10		
و قبل از یا (AND befor OR)	U E11 U E12 O E13 U E14 = A10		
یا قبل از و با بیت رابط	U E11 O E12 = M1 U E13 O E14 U M1 = A10		
یای انحصاری (XOR)	U E11 UN E12 O (UN E11 UE12 = A10		
حافظه - RS با تقدم ورودی ست	U E12 <sup>1)</sup> R A11 U E11 S A11		
حافظه - RS با تقدم ورودی ری ست	U E11 <sup>1)</sup> S A11 U E12 R A11		
تأخیر در روشن شدن	U E11 = T1 U T1 = A10		
نگهداری با تقدم روشن شدن (E 12)	U E12 O A10 UN E11 = A10		

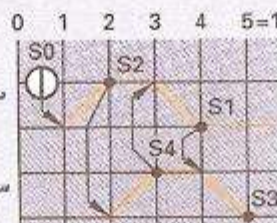
(۱) در فلیپ‌فلاپ می‌توان نوشت: وقتی S = 1 و R = 1 باشد، آنگاه آخرین تابع برنامه‌نویسی شده در AWL تقدم دارد.



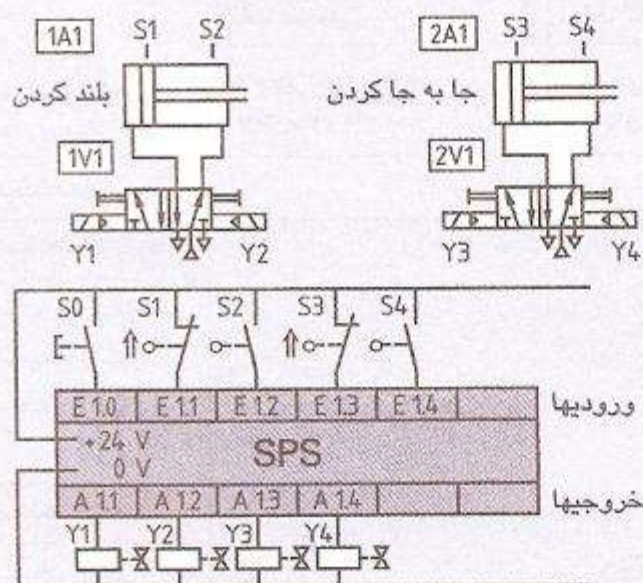
## پلان وضعیت



## دیاگرام تابع



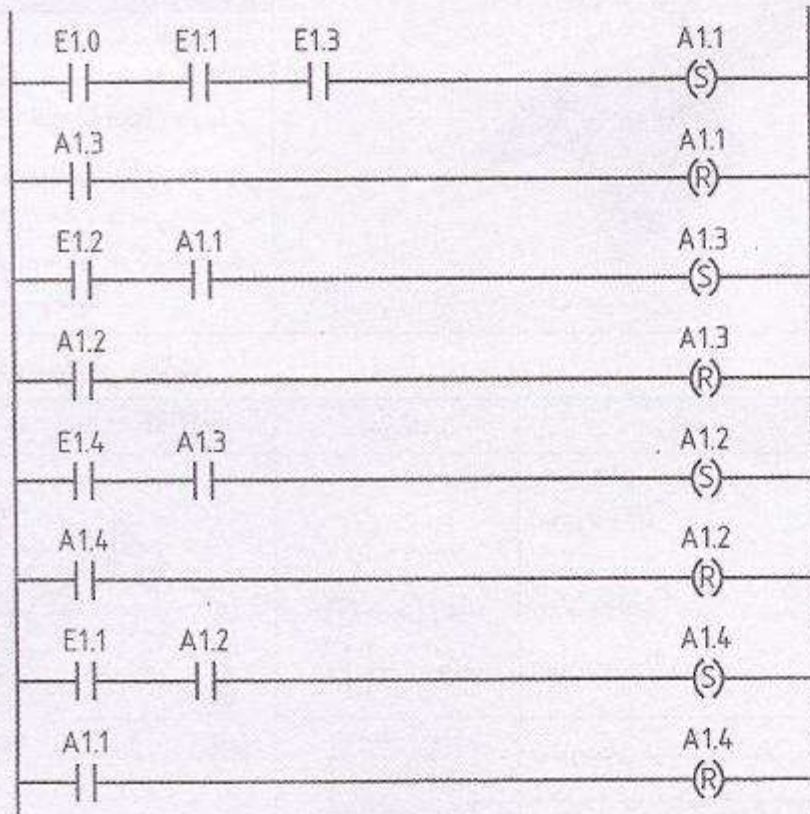
## مدار



## لیست اجزاء

مشخصه	عضو سیگنال شیر برقی	ورودیها خروجیها
شستی استارت S0	S0	E1.0
شستی حدی S1 سیلندر 1A1: داخل	S1	E1.1
شستی حدی S2 سیلندر 1A1: خارج	S2	E1.2
شستی حدی S3 سیلندر 2A1: داخل	S3	E1.3
شستی حدی S4 سیلندر 2A1: خارج	S4	E1.4
شیر برقی Y1 سیلندر 1A1: خارج	Y1	A1.1
شیر برقی Y2 سیلندر 1A1: داخل	Y2	A1.2
شیر برقی Y3 سیلندر 2A1: خارج	Y3	A1.3
شیر برقی Y4 سیلندر 2A1: داخل	Y4	A1.4

## دیاگرام نردبانی (LDR)

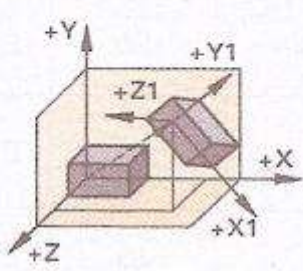
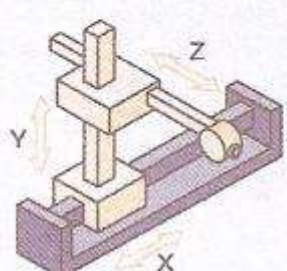
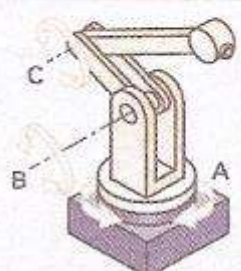



## لیست دستورات (STL)

U	E1.0	شستی استارت S0 عمل کرده است
U	E1.1	شستی حدی S1 عمل کرده است
U	E1.3	شستی حدی S3 عمل کرده است
S	A1.1	ماگنت برقی Y1 را ست کنید
U	A1.3	ماگنت برقی Y3 عمل کرده است
R	A1.1	ماگنت برقی Y1 را ریست کنید
U	E1.2	شستی حدی S2 عمل کرده است
U	A1.1	ماگنت برقی Y1 عمل کرده است
S	A1.3	ماگنت برقی Y3 را ست کنید
U	A1.2	ماگنت برقی Y2 عمل کرده است
R	A1.3	ماگنت برقی Y3 را ریست کنید
U	E1.4	شستی حدی S4 عمل کرده است
U	A1.3	ماگنت برقی Y3 عمل کرده است
S	A1.2	ماگنت برقی Y2 را ست کنید
U	A1.4	ماگنت برقی Y4 عمل کرده است
R	A1.2	ماگنت برقی Y2 را ریست کنید
U	E1.1	شستی حدی S1 عمل کرده است
U	A1.2	ماگنت برقی Y2 عمل کرده است
S	A1.4	ماگنت برقی Y4 را ست کنید
U	A1.1	ماگنت برقی Y1 عمل کرده است
R	A1.4	ماگنت برقی Y4 را ریست کنید
PE		خاتمه برنامه

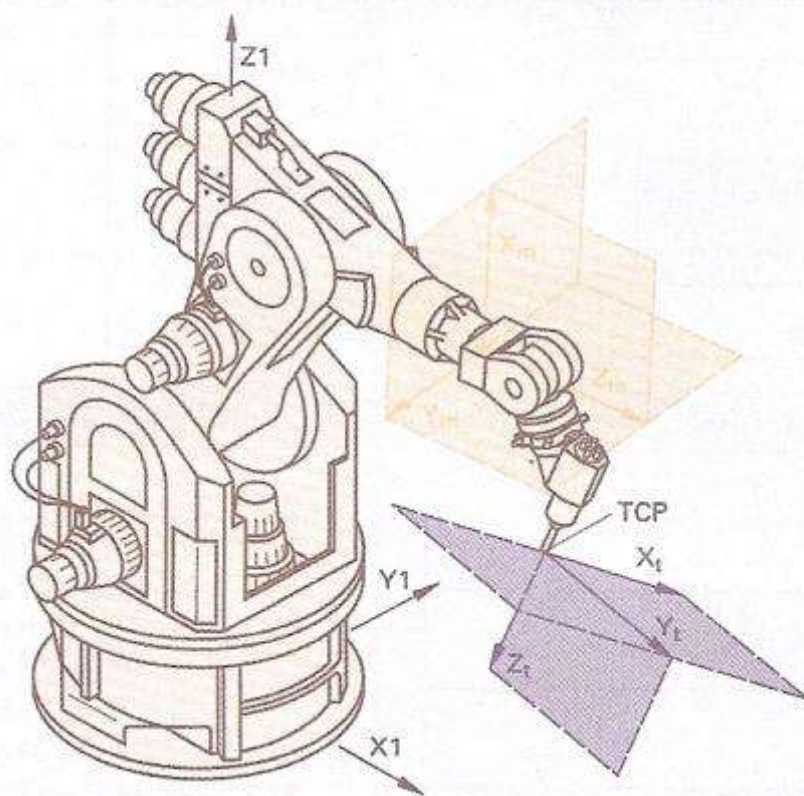


## محورهای ربات

سیستم مختصات	محورهای اصلی ربات جهت تعیین موقعیت		محورهای فرعی ربات جهت تعیین موقعیت
			
جهت گرفتن و جابه‌جایی قطعات و ابزار در فضا نیاز به موارد زیر است :	جهت رسیدن به نقطه دلخواه در فضا، 3 محور اصلی ربات لازم است.		3 محور فرعی ربات برای تعیین موقعیت فضایی
	ربات مفصلی	ربات کارتریژی	D • (غلت بازوی آخر) E • (دوران بازوی آخر) P • (دوران بازوی میانی)
	سه محور دورانی (محورهای -R) با نامهای A, B و C	سه محور جابه‌جایی (محورهای -T) با نامهای X, Y و Z	

طبق DIN EN ISO 9787 (2000-07)

## سیستم مختصات



## سیستم مختصات پایه

سیستم مختصات پایه مربوط به

- سطح X-Y، سطح نشیمن
- محور Z - خط وسط ربات می‌باشد.

## سیستم مختصات فلانچ

سیستم مختصات فلانچ مربوط به سطح جاروب آخرین محور اصلی ربات می‌باشد.

## سیستم مختصات ابزار

سیستم مختصات اصلی ابزار در نقطه وسط ابزار TCP (Tool Center Point) قرار دارد. سرعت نقطه وسط ابزار به عنوان سرعت ربات و منحنی مسیر به عنوان مسیر حرکت ربات مشخص می‌شود.

طبق VDI 2861 (1988-06)

## علائم نمایش ربات

نام	علامت	نام	علامت	مثال ربات RRR
محور انتقال (محور -T) <sup>(۱)</sup>		محورهای دوران (محور -R) <sup>(۲)</sup>		
جابه‌جایی شناور (تلسکوپی)		دوران شناور		
جابه‌جایی ثابت		دوران غیرشناور		
گیره (گریپر)		محورهای فرعی (مثلاً برای غلت، دوران بازوی آخر و میانی)		

(۲) دوران (= حرکت دورانی)

(۱) جابه‌جایی (= حرکت مستقیم الخط)



ملاحظات، محدوده کاربرد	مثال	فضای سینماتیکی <sup>۲</sup> و کاری	ساختار مکانیکی <sup>۱</sup>
محورهای اصلی: • 3 جابه‌جایی محدوده کاربرد: • فضای کاری بزرگ، بدین جهت در سازه‌های دروازه‌ای هدایت ابزار و قطعه‌کار در سلولهای تولیدی • برش لیزری و آبی ورقها • حمل و چیدن پالتها		سینماتیک - TTT	ربات کارتزیبی
محورهای اصلی: • 1 دورانی • 2 جابه‌جایی محدوده کاربرد: • ویژه قطعات سنگین • هندلینگ قطعات آهنگری و ریخته‌گری • حمل پالتها و جعبه‌های ابزار • بارگذاری و تخلیه		سینماتیک - RTT	ربات استوانه‌ای
محورهای اصلی: • 2 دورانی • 1 جابه‌جایی محدوده کاربرد: • محور تلسکوپی 3 با فضای کاری عمیق • جوشکاری نقطه‌ای و خطی ساده • مثلاً برای بدنه خودروها • بارگذاری و تخلیه در ماشینهای دایکاست		سینماتیک - RRT	ربات قطبی 1
محورهای اصلی: • 2 دورانی به‌عنوان بازوی مفصلی • گردان افقی • 1 جابه‌جایی محدوده کاربرد: • کلا در محدوده مونتاژ عمودی • جوشکاری نقطه‌ای و خطی ساده • بارگذاری و تخلیه		سینماتیک - RRT	ربات قطبی 2 نوع: ربات SCARA <sup>۳</sup>
محورهای اصلی: • 3 دورانی محدوده کاربرد: • هندلینگ و مونتاژ • جوشکاری پیچیده • رنگ‌کاری • چسباندن • نیاز به محل (فضای اشغال) کمتر در فضای کاری بزرگ		سینماتیک - RRR	ربات مفصلی

(۱) محورها با ارقام مشخص می‌شود، رقم 1 برای اولین محور حرکت.

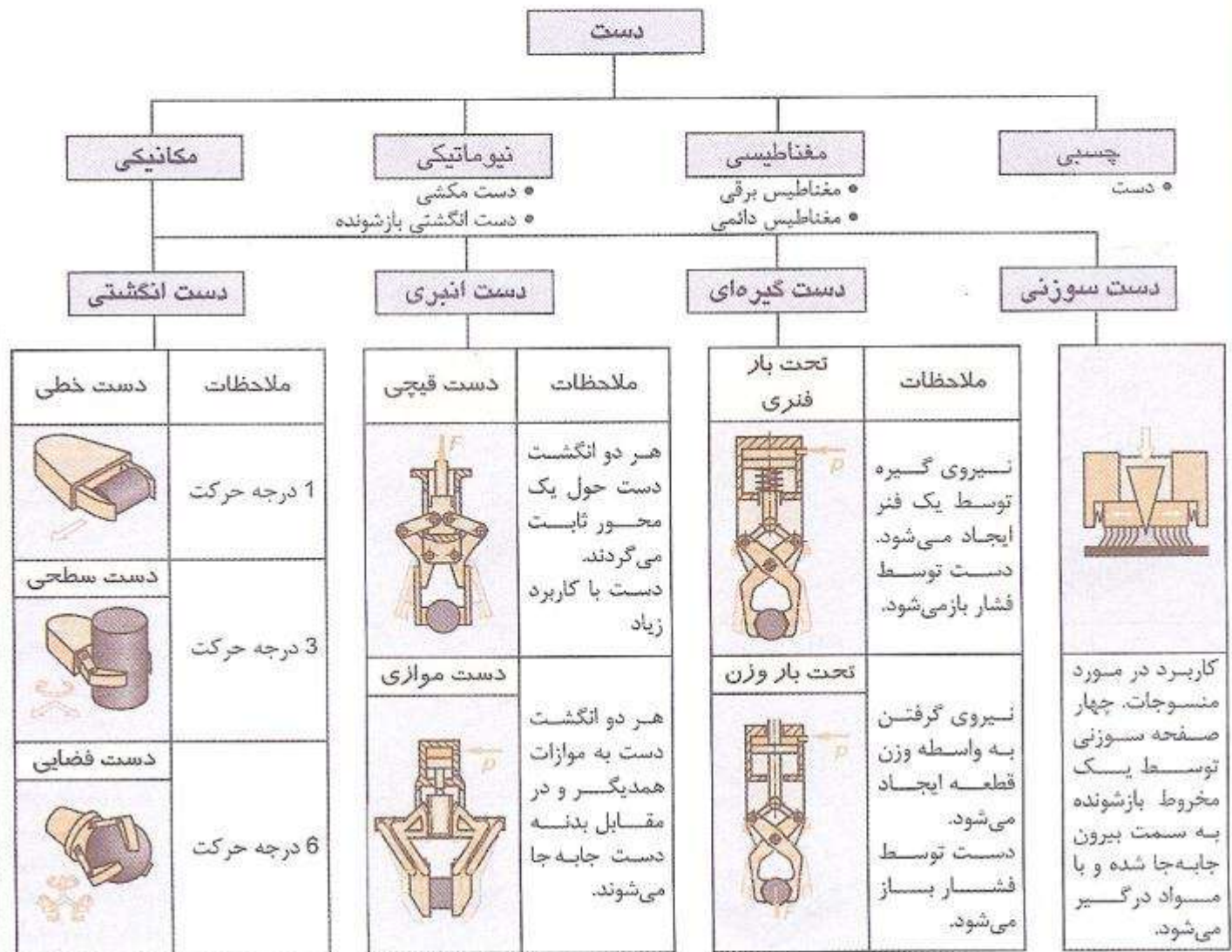
(۲) R، محور دوران (Rotationsachse)؛ T، محور جابه‌جایی (Translationsachse)، (نام R و T استاندارد نیست).

(۳) SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)



طبق DIN EN ISO 14539 (2002-12) و VDI 2740 (1995-04)

دست (گریپر)

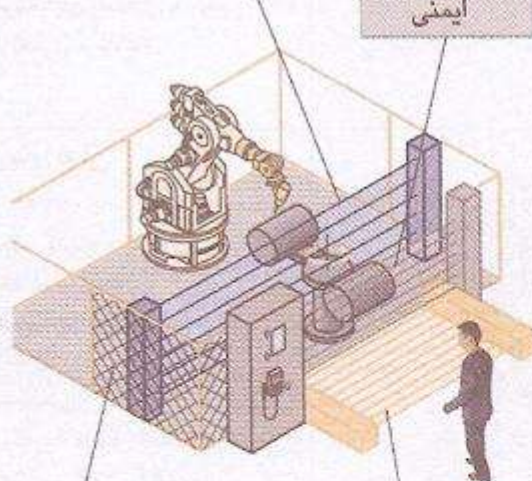


طبق DIN EN 775 (1993-08) و VDI 2854 (1991-06)

ایمنی کاری در ربات سیستمهای هندلینگ

صفحه فرضی ایمنی یا سنسور که به خاطر تعویض قطعه کار بتوان بین اپراتور و ربات تمایز قائل شود.

صفحه نوری ایمنی



منطقه محصور شده با توری ایمنی

شبکه نوری

اصطلاح	توضیح
فضای حداکثر	محدوده تردد: • اجزاء متحرک ربات • فلاچ ابزار • قطعه کار
فضای محدود شده	یک قسمت از فضای حداکثر که در حالت از کار افتادن پیش بینی شده سیستم ربات، نباید در آن محدوده تردد کرد
تجهیزات ایمنی جداکننده	حصار مانع، در پوشها، پوششهای ثابت، تجهیزات قفل و چفت (DIN EN 1088)
تجهیزات ایمنی بدون تماس	ایمنی محدوده خطر: صفحه نوری و شبکه نوری مراقبت سطحی: اسکنر لیزری ایمنی ورودی: سد نوری، شبکه نوری
استانداردهای مهم مربوط به ایمنی	
DIN EN 292 DIN EN 61496 DIN EN 418 DIN EN 294 DIN EN 457	ایمنی ماشین، مفاهیم پایه ایمنی ماشین، تجهیزات ایمنی بدون تماس ایمنی ماشین، تجهیزات اضطراری - خاموش ایمنی ماشین، فاصله های ایمنی سیگنال صوتی خطر



## سیستم مختصات

محورهای مختصات X، Y و Z عمود بر هم می‌باشند.

ترتیب این محورها را می‌توان با انگشت شست، نشانه و میانی دست راست نشان داد.

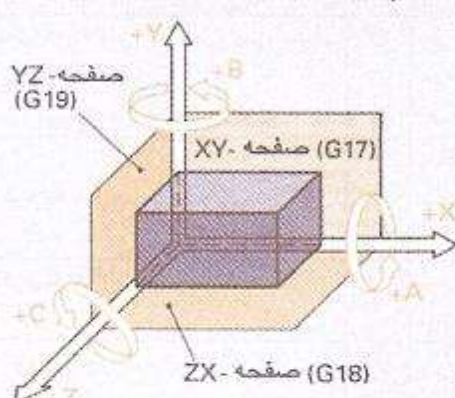
محورهای دوران A، B و C وابسته به محورهای مختصات X، Y و Z می‌باشند.

اگر از جهت مثبت محور خطی به محور دورانی نگاه شود محور دوران در جهت خلاف عقربه‌های ساعت مثبت می‌باشد.

قاعده دست راست



سیستم مختصات کارتزین



## محورهای مختصات در برنامه‌نویسی

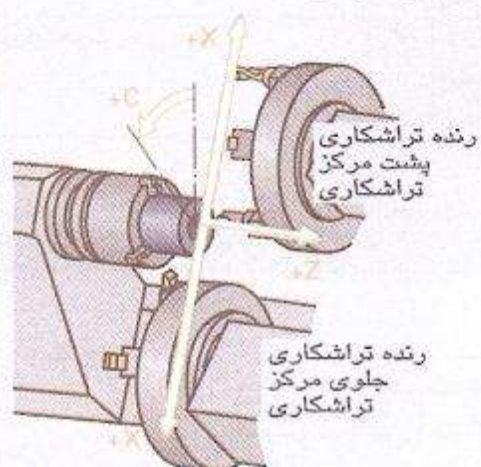
محورهای مختصات و راستای حرکت حاصل از آن روی راهنمای اصلی ماشین CNC فرض شده و اصولاً روی قطعه‌کار بسته شده با نقطه صفر قطعه‌کار قرار می‌گیرد.

راستای مثبت حرکت همواره در جهت افزایش مقدار مختصات روی قطعه‌کار است.

محور Z همیشه در راستای محور اصلی است.

جهت ساده‌تر شدن برنامه‌نویسی فرض می‌شود که قطعه‌کار ساکن بوده و ابزار حرکت می‌کند.

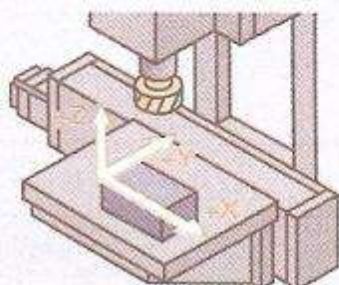
ماشین تراش



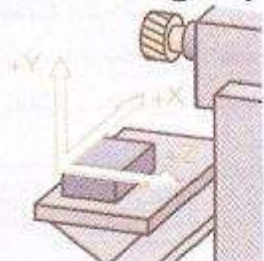
مثال:

دستگاه تراش دو سپورته با محور اصلی قابل برنامه‌نویسی

ماشین فرز عمودی



ماشین فرز افقی



## نقاط مرجع

نقطه صفر ماشین M

این نقطه، مبدا سیستم مختصات ماشین بوده و توسط سازنده ماشین تعیین می‌شود.

نقطه صفر برنامه‌نویسی P0

مختصات نقطه‌ای است که ابزار قبل از استارت برنامه دارد.

نقطه مرجع R (رفرنس)

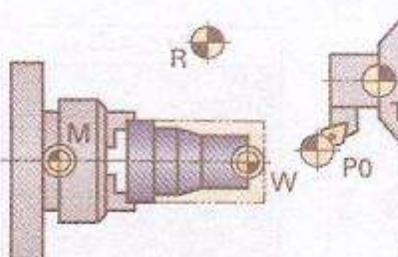
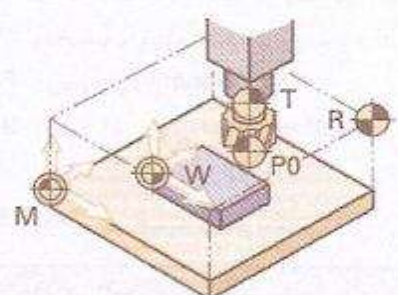
نقطه رفرنس در فاصله معینی از نقطه صفر قرار گرفته و در انکودهای نسبی وسیله پیدا کردن نقطه صفر ماشین است.

نقطه مرجع ابزارگیر T

این نقطه در وسط مانع (سطح استپ) ابزارگیر است. سطح مانع در ماشین فرز سطح پیشانی محور ابزار و در دستگاه تراش سطح مانع ابزارگیر رولور می‌باشد.

نقطه صفر قطعه‌کار W

این نقطه مبدا سیستم مختصات قطعه‌کار بوده و توسط برنامه‌نویس و با ملاحظه نقطه نظرات فنی تولید تعیین می‌شود.





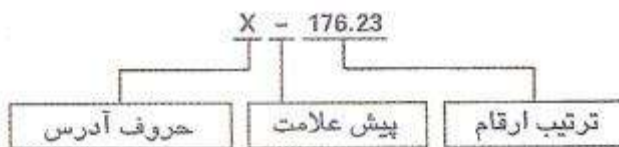
طبق DIN 66025-1 (1993-01)

حروف آدرس (انتخابی)

حروف آدرس (انتخابی)			علامت خاص	
A	حرکت دورانی حول محور - X	O	%	آغاز برنامه، ایست بدون شرط در ریست شدن
B	حرکت دورانی حول محور - Y			
C	حرکت دورانی حول محور - Z	S		شروع توجه و ملاحظات خاتمه توجه و ملاحظات
<sup>(1)</sup> D	حافظه تصحیح ابزار	T	(	
<sup>(1)</sup> E	پیشروی دوم	<sup>(1)</sup> U	)	
F	پیشروی			
G	دستور اصلی (تدارکاتی)	V	+	جمع
H	آزاد، قابل دسترس		-	منها
I	پارامتر میان‌یابی یا گام رزوه به موازات محور - X	W	'	کاما
J	پارامتر میان‌یابی یا گام رزوه به موازات محور - Y	X	/	اجرائکردن جمله به صورت انتخابی (skip)
K	پارامتر میان‌یابی یا گام رزوه به موازات محور - Z	Y	:	جمله اصلی
L	شماره زیربرنامه	Z		(۱) مفهوم این حروف آدرس ممکن است برای موارد کاربرد ویژه تغییر کند.
M	دستور متفرقه			
N	شماره جمله			

## ساختمان برنامه کنترل

## ساختمان کلمه



ارقام بدون پیش علامت مقادیر عددی مثبت هستند.

## توضیح کلمه (مثالها):

X-176.23 مختصات نقطه هدف در راستای X با مقدار 176.23 mm  
 T0207 ابزار شماره 02، حافظه تصحیح شماره 07  
 L3403 فراخوانی زیربرنامه با شماره برنامه 34، 3 تکرار

## ساختمان جمله

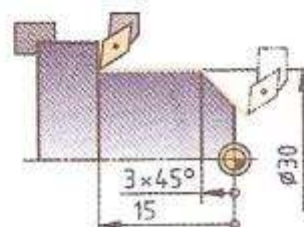
## توضیح کلمات:



N10 شماره جمله 10  
 G01 پیشروی، میان‌یابی خطی  
 X30 مختصات نقطه هدف در راستای - X  
 Y40 مختصات نقطه هدف در راستای - Y  
 F150 پیشروی 150 mm/min  
 S900 تعداد دور محور اصلی 900/min  
 T01 ابزار شماره 1 (Nr. 1)  
 M03 محور در جهت عقربه ساعت

## ساختمان برنامه

## مثال:



CNC برنامه			
% 01			
N1 G90			M04
N2 G96	F0.2		S180
N3 G00	X20		Z2
N4 G01	X30		Z-3
N5			Z-15
N6 G00	X200		Z200
N7			M30



## دستور اصلی

دستور اصلی	اثر	معنی	دستور اصلی	اثر	معنی
G00	●	تعیین موقعیت در حرکت سریع	G53	●	لغو جابه‌جایی
G01	●	میان‌یابی - خطی	G54 ...	●	جابه‌جایی نقطه صفر ... 1
G02	●	میان‌یابی دایروی، راست‌گرد	... G59	●	... نقطه صفر جابه‌جایی 6
G03	●	میان‌یابی دایروی، چپ‌گرد	G74	●	حرکت به نقطه مرجع
G04	●	مدت مکث، از نظر زمانی معین	G80	●	لغو سیکل کاری
G09	●	ایست دقیق	G81 ...	●	سیکل کاری ... 1
G17	●	انتخاب صفحه XY	... G89	●	... سیکل کاری 9
G18	●	انتخاب صفحه ZX	G90	●	بیان اندازه مطلق
G19	●	انتخاب صفحه YZ	G91	●	بیان اندازه افزایشی
G33	●	پیچ‌بری، گام ثابت	G94	●	سرعت پیشروی به mm/min
G40	●	رفع تصحیح ابزار	G95	●	پیشروی به mm بر دور
G41	●	تصحیح مسیر ابزار، چپ	G96	●	سرعت براده‌برداری ثابت
G42	●	تصحیح مسیر ابزار، راست	G97	●	تعداد دور محور به 1/min

## طبقه‌بندی دستورهای متفرقه

طبقه	محدوده کاربرد	طبقه	محدوده کاربرد
0	دستورهای متفرقه عمومی (برای همه کلاسها)	۱۵	بهینه کردن، کنترل تطبیقی (AC)
1	ماشینهای فرز و مته، کارهای سوراخکاری فرمان، مراکز ماشینکاری	6	ماشینهای با چندین سیورت، چندمحوره و تجهیزات هندلینگ مربوطه
2	ماشینهای تراش و مراکز ماشینکاری تراشکاری	7	ماشینهای یانچ و نیبل
3	ماشینهای سنگ	۱۸	همیشه قابل دسترس
4	ماشینهای برش - شعله‌ای، - لیزری، - آبی، ماشینهای وایرکات	۱۹	محفوظ برای موارد توسعه و گسترش

(۱) در این کلاسها، استاندارد نشده‌اند.

## ۱. دستورهای متفرقه

دستور متفرقه	اثر	معنی	دستور متفرقه	اثر	معنی
M00	● ⊙	ایست طبق برنامه	M30	● ⊙	پایان برنامه با ریست کردن
M02	● ⊙	انتهای برنامه	M48	● ⊙	روی هم افتادگی مؤثر
M06	●	تعویض ابزار	M49	● ○	روی هم افتادگی غیرمؤثر
M10	●	بستن و گرفتن	M60	● ⊙	تعویض قطعه کار
M11	●	باز کردن			

⊙ بعدی<sup>(۵)</sup>○ فوری<sup>(۲)</sup>● ناپایدار<sup>(۳)</sup>● پایدار<sup>(۴)</sup>

(۲) دستور اصلی یا دستور متفرقه تا زمانی مؤثر باقی می‌ماند که توسط دستور هم گروه حذف گردند.

(۳) دستور اصلی یا دستور متفرقه فقط در جمله‌ای مؤثر باقی می‌ماند که در آن برنامه‌نویسی شده است.

(۴) دستور متفرقه همراه با بقیه داده‌های جمله مؤثر است.

(۵) دستور متفرقه بعد از اجرای باقی جمله‌ها مؤثر است.



دستور متفرقه	اثر	معنی	دستور متفرقه	اثر	معنی
دستورهای متفرقه برای ماشینهای فرز، مته، کارهای سوار خکاری فرمان، مراکز ماشینکاری (کلاس 1)					
M03	○ ●	دوران محور در جهت عقربه ساعت	M19	◎ ●	توقف اسپیندل در زاویه معین
M04	○ ●	دوران محور در خلاف جهت عقربه ساعت	M34	○ ●	فشار گیرنده نرمال
M05	◎ ●	ایست محور	M35	○ ●	فشار گیرنده کاهش یافته
M07	○ ●	مواد روغنکاری- خنک کاری 2 روشن	M40	○ ●	روشن شدن خودکار جعبه دنده
M08	○ ●	مواد روغنکاری- خنک کاری 1 روشن	M41 ...	○ ●	پله جعبه دنده ... 1
M09	◎ ●	مواد روغنکاری- خنک کاری خاموش	... 45		... پله جعبه دنده 5
دستورهای متفرقه ماشینهای تراش و مراکز ماشینکاری تراشکاری (کلاس 2)					
M03	○ ●	دوران محور در جهت عقربه ساعت	M54	○ ●	محور دستگاه مرغک عقب
M04	○ ●	دوران محور در خلاف جهت عقربه ساعت	M55	○ ●	محور دستگاه مرغک جلو
M05	◎ ●	ایست محور	M56	○ ●	حرکت دستگاه مرغک خاموش
M07	○ ●	مواد روغنکاری- خنک کاری 2 روشن	M57	○ ●	حرکت دستگاه مرغک روشن
M08	○ ●	مواد روغنکاری- خنک کاری 1 روشن	M58	○ ●	دور ثابت محور خاموش
M09	◎ ●	مواد روغنکاری- خنک کاری خاموش	M59	○ ●	دور ثابت محور روشن
M19	◎ ●	توقف اسپیندل در زاویه معین	M80	○ ●	لینت 1 باز
M34	○ ●	فشار گیرنده نرمال	M81	○ ●	لینت 1 بسته
M35	○ ●	فشار گیرنده کاهش یافته	M82	○ ●	لینت 2 باز
M40	○ ●	روشن شدن خودکار جعبه دنده	M83	○ ●	لینت 2 بسته
M41 ...	○ ●	پله جعبه دنده ... 1	M84	○ ●	حرکت لینت خاموش
... M42		... پله جعبه دنده 5	M85	○ ●	حرکت لینت روشن
دستورهای متفرقه ماشینهای برش- شعله ای، - پلاسمایی، - آبی و ماشینهای وایرکات (کلاس 4)					
M03	◎ ●	برش خاموش	M23	○ ●	مشعل مایل چپ روشن
M04	○ ●	برش روشن	M24	◎ ●	مشعل مایل راست خاموش
M14 <sup>۱)</sup>	◎ ●	کنترل ارتفاع خاموش	M25	○ ●	مشعل مایل راست روشن
M15 <sup>۲)</sup>	○ ●	کنترل ارتفاع روشن	M26	◎ ●	مشعل میانی خاموش
M16	◎ ●	کلگی برش عقب	M27	○ ●	مشعل میانی روشن
M17	◎ ●	علامت گذاری یودری خاموش	M33	◎ ●	عضو زمانی تأخیر در گوشه ها
M18	◎ ●	تجهیزات علامت گذار خاموش	M63	○ ●	گاز کمکی هوا
M19	○ ●	تجهیزات علامت گذار روشن	M64	○ ●	گاز کمکی اکسیژن
M20	◎ ●	مشعل پلاسمایی خاموش	(۱) خاموش شدن کنترل ارتفاع کنترل ارتفاع و توقف مشعل یا کلگی برش در آخرین وضعیت (۲) روشن شدن کنترل ارتفاع، کلگی برش به موقعیت داده شده از قبل می رود.		
M21	○ ●	مشعل پلاسمایی روشن			
M22	◎ ●	مشعل مایل چپ خاموش			
● پایدار <sup>۳)</sup> ● ناپایدار <sup>۴)</sup> ○ فوری <sup>۵)</sup> ◎ بعدی <sup>۶)</sup>					
(۳) دستور اصلی یا دستور متفرقه تا زمانی مؤثر باقی می ماند که توسط دستور هم گروه حذف گردند.					
(۴) دستور اصلی یا دستور متفرقه فقط در جمله ای مؤثر باقی می ماند که در آن برنامه نویسی شده است.					
(۵) دستور متفرقه همراه با بقیه داده های جمله مؤثر است.					
(۶) دستور متفرقه بعد از اجرای باقی جمله ها مؤثر است.					

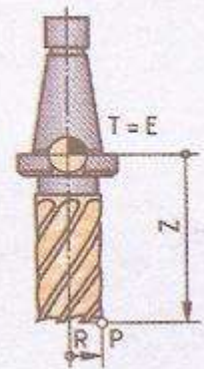
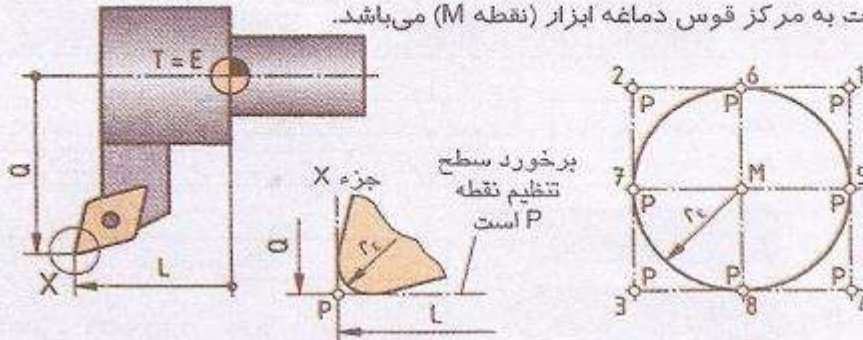


## تراشکاری

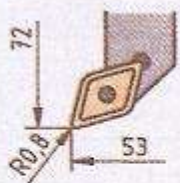
## فرزکاری

## تصحیح ابزار

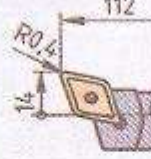
ارقام مشخصه - وضعیت<sup>(۱)</sup> این ارقام مصرف موقعیت نوک فرضی ابزار (نقطه P) نسبت به مرکز قوس دماغه ابزار (نقطه M) می باشد.



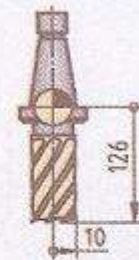
Q	موقعیت عرضی محور X	E	نقطه مرجع ابزار	Z	طول ابزار
L	تصحیح طولی محور Z	M	نقطه مرکز شعاع $r_e$ لبه براده برداری	R	شعاع ابزار
$r_e$	شعاع لبه براده برداری	P	نقطه براده برداری ابزار	T	نقطه مرجع ابزار گیر
1...8	ارقام مشخصه وضعیت			E	نقطه مرجع ابزار
T	نقطه مرجع ابزار گیر		(۱) استاندارد نشده است.	P	نقطه براده برداری ابزار



حافظه تصحیح	
Q	72
L	53
$r_e$	0,8
ارقام مشخصه وضعیت	3



حافظه تصحیح	
Q	14
L	112
$r_e$	0,4
ارقام مشخصه وضعیت	2

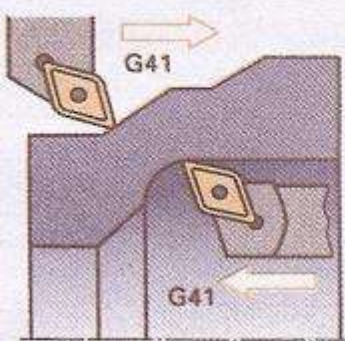


حافظه تصحیح	
Z	126
R	10

## تصحیح مسیر

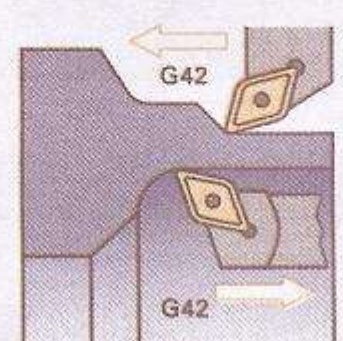
G41

ابزار تراشکاری، چپ



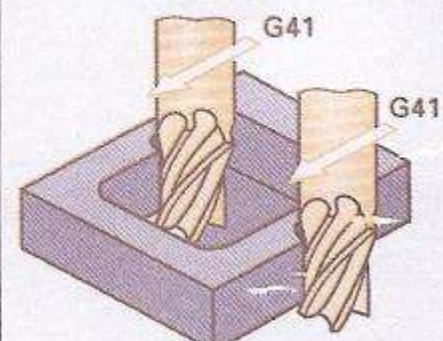
G42

ابزار تراشکاری، راست



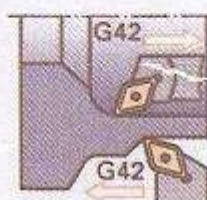
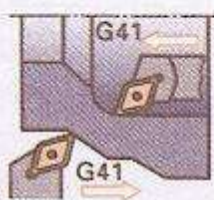
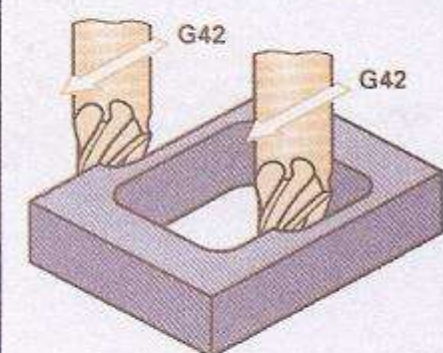
G41

ابزار فرزکاری، چپ



G42

ابزار فرزکاری، راست



برای موقعیت رنده تراشکاری در جلو خطر مرکز، طبق DIN 66217 می توان نتیجه گرفت :  
مشروط به سایر ملاحظات صفحه X-Z برای کاربر که از بالا به قطعه کار نگاه می کند و برای  
برنامه نویسی تصحیح مسیر عوض می شود.

تصحیح مسیر G41 و G42 با تابع G40 دوباره انتخاب می شود.



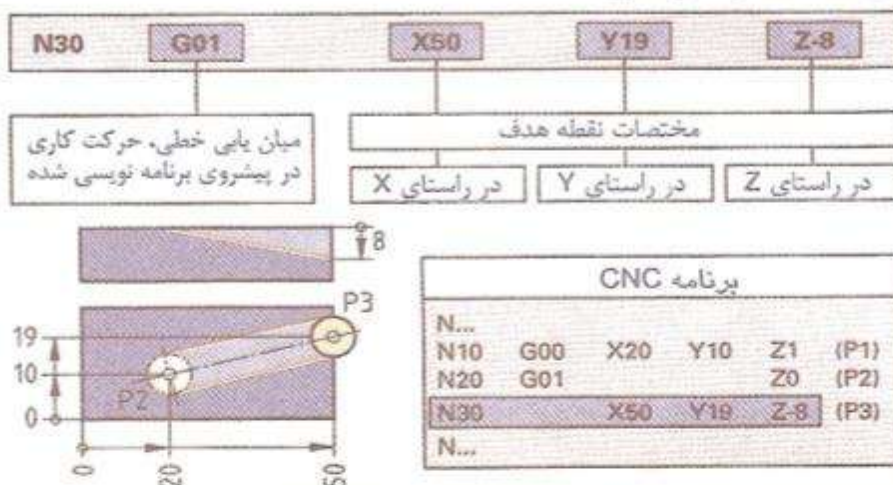
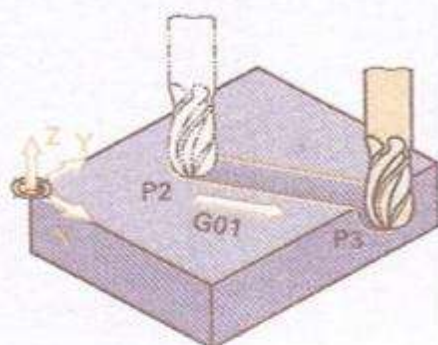
طبق (1983-01) DIN 66025-2

حرکتهای کاری در ماشینهای فرز عمودی

G01

حرکت خطی

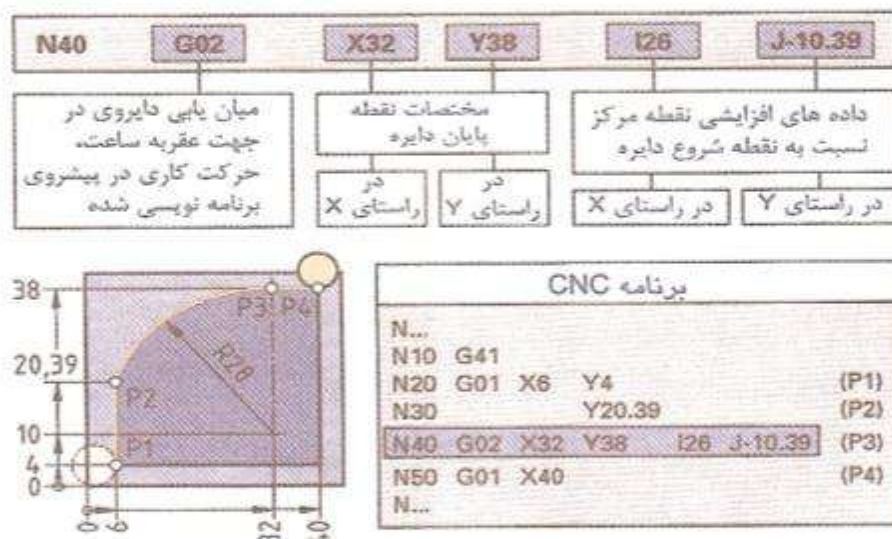
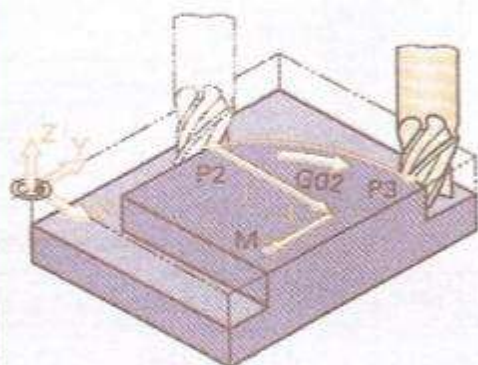
مثال مشخصه و ماشینکاری :



G02

حرکت دایروی در جهت عقربه ساعت

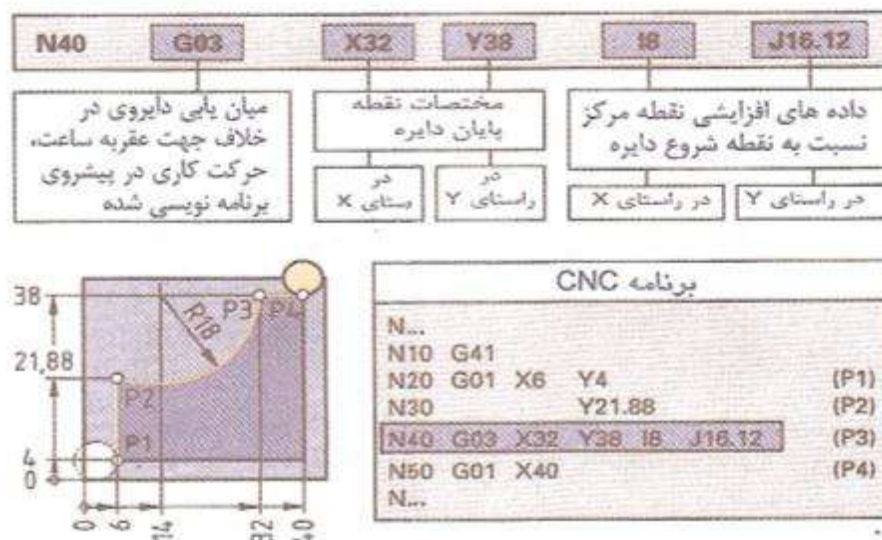
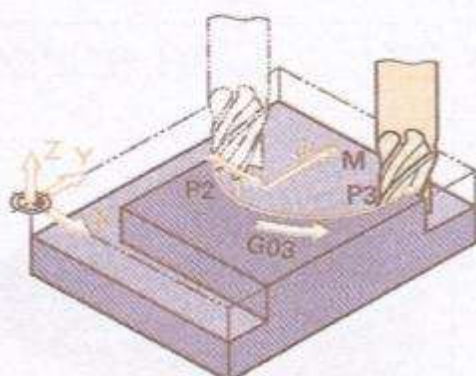
مثال مشخصه و ماشینکاری :



G03

حرکت دایروی در خلاف جهت عقربه ساعت

مثال مشخصه و ماشینکاری :





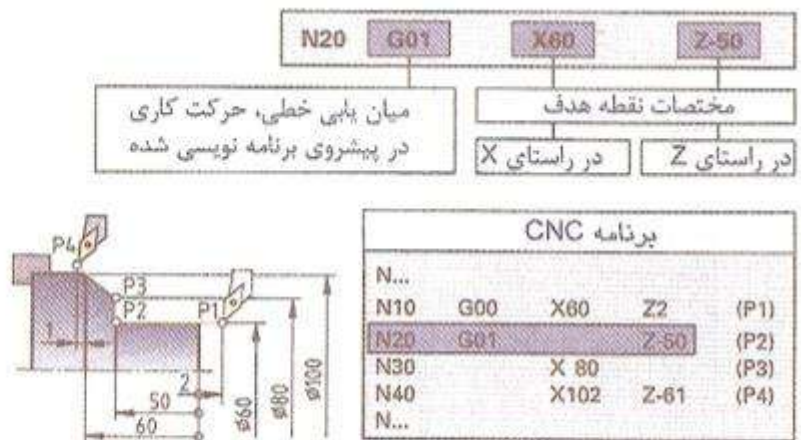
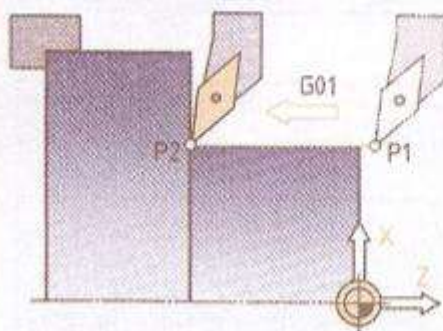
طبق DIN 66025-2 (1983-01)

حرکتهای کاری در ماشینهای تراش

G01

حرکت خطی

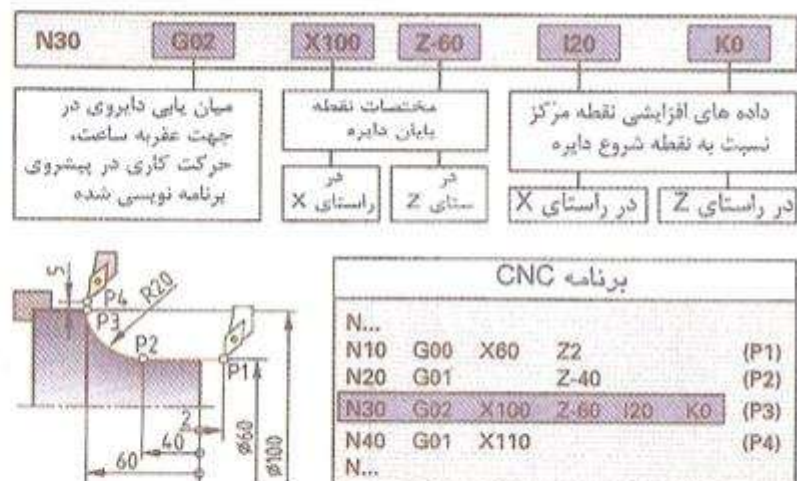
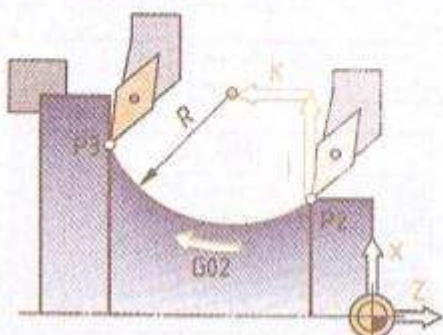
مثال مشخصه و ماشینکاری :



G02

حرکت دایروی در جهت عقربه ساعت

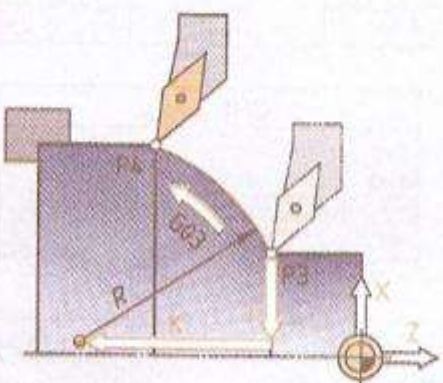
مثال مشخصه و ماشینکاری :



G03

حرکت دایروی در خلاف جهت عقربه ساعت

مثال مشخصه و ماشینکاری :



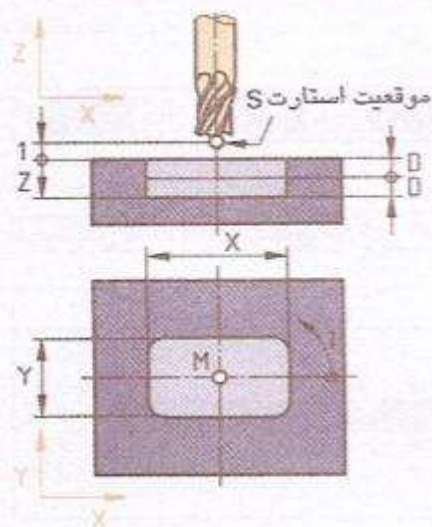


سیکلهای PAL<sup>(۱)</sup> در ماشینهای فرز

G86

سیکل فرزکاری حفره

مثال مشخصه و ماشینکاری :



N40	G86	X48	Y22	Z-5	I30	D2.5
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

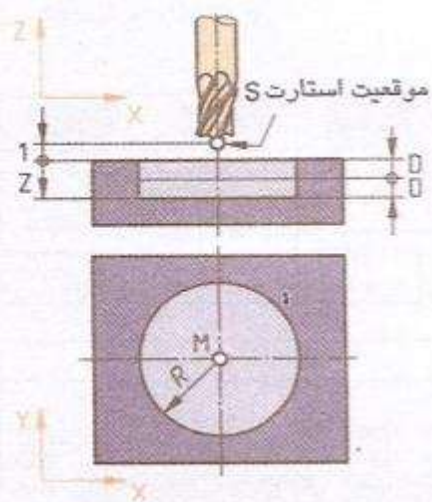
سیکل PAL	طول حفره در جهت X	عرض حفره در جهت Y	عمق حفره در جهت Z	زاویه دوران حول محور X	عمق براده برداری در مرحله
----------	-------------------	-------------------	-------------------	------------------------	---------------------------

CNC برنامه	
N...	
N30	G00 X45 Y28 Z1
N40	G86 X48 Y22 Z-5 I30 D2.5
N...	

G87

سیکل فرزکاری حفره گرد

مثال مشخصه و ماشینکاری :



N40	G87	Z-14	D3	R16
-----	-----	------	----	-----

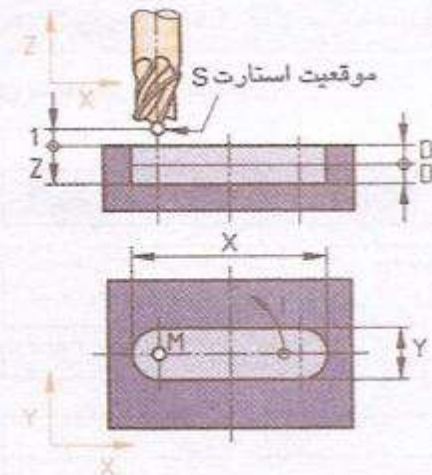
سیکل PAL	عمق حفره نسبت به نقطه صفر قطعه کار	عمق براده برداری در مرحله	شعاع حفره
----------	------------------------------------	---------------------------	-----------

CNC برنامه	
N...	
N20	G00 X40 Y20 Z1
N30	Z-7
N40	G87 Z-14 D3 R16
N...	

G88

سیکل فرزکاری جای خار

مثال مشخصه و ماشینکاری :



N40	G88	X50	Y10	Z-4	I15	D2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

سیکل PAL	طول جای خار در جهت X	عرض جای خار در جهت Y	عمق جای خار در جهت Z	زاویه دوران حول محور X	عمق براده برداری در مرحله
----------	----------------------	----------------------	----------------------	------------------------	---------------------------

CNC برنامه	
N...	
N30	G00 X20 Y15 Z1
N40	G88 X50 Y10 Z-4 I15 D2
N...	

در سیکل فرزکاری می توان نوشت : موقعیت شروع و خاتمه S

• در صفحه X و Y نقطه مرکز M و

• در راستای Z 1 mm بالاتر از صفحه ماشینکاری است.

(۱) PAL = Prüfungs-Aufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle (مرکز توسعه مواد آموزشی - تمرین - امتحان)

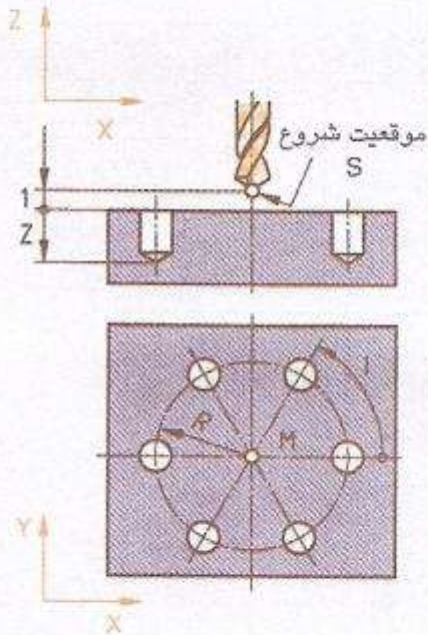


## سیکلهای PAL در ماشینهای فرز

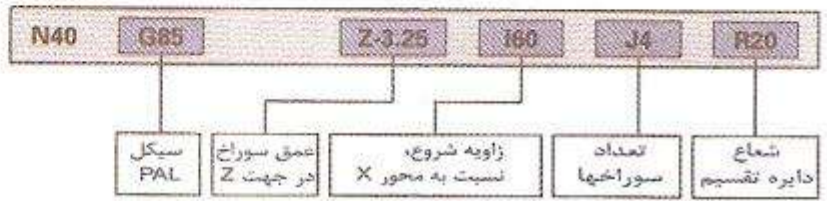
G85

سیکل سوراخکاری - دایره تقسیم

مثال مشخصه و ماشینکاری: مته مرغک زنی با دستگاه مته CNC انجام می شود:



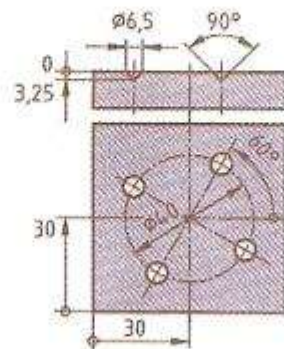
سیکل PAL، G85 فقط سوراخکاری سوراخهای یکسان روی دایره تقسیم را فراهم می کند.



موقعیت شروع و پایان S

• در صفحه X و Y نقطه مرکز M و

• در راستای Z، 1 mm بالاتر از سطح ماشینکاری است.



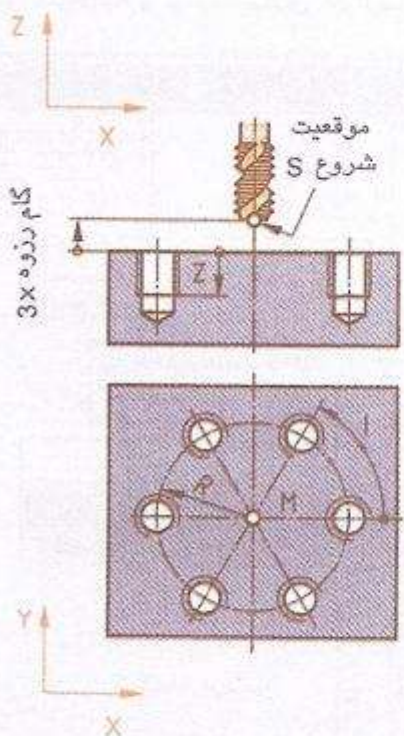
## CNC برنامه

N...						
N30	G00	X30	Y30	Z1	F100	S1450 M03
N40	G85			Z-3.25	I60	J4 R20
N...						

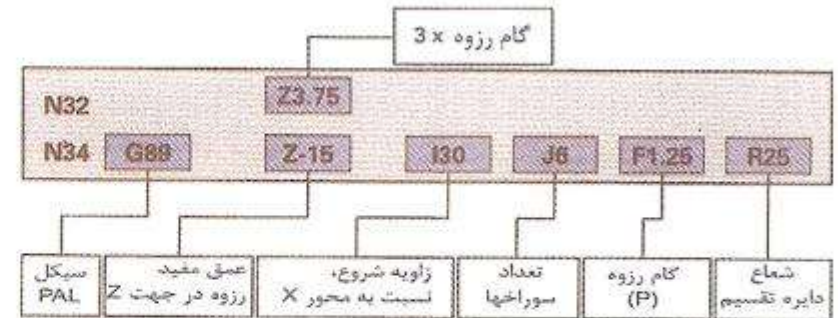
G89

سیکلهای قلاویزکاری - دایره تقسیم

مثال مشخصه و ماشینکاری: مته مرغک زنی، سوراخکاری، قلاویزکاری M8:



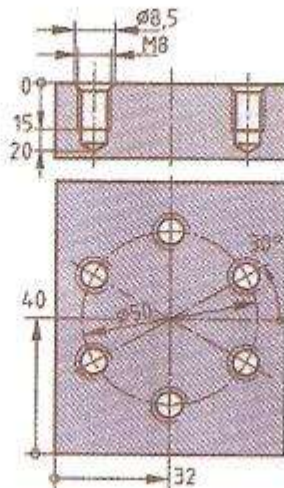
سیکل PAL، G89 فقط سوراخکاری سوراخهای یکسان روی دایره تقسیم را فراهم می کند. برای هر روزه تکی، برای R و 1 با 0 و برای 1 عدددهی می شود.



موقعیت شروع و پایان S

• در صفحه X و Y نقطه مرکز M و

• در راستای Z، 3 x گام روزه 3 بالاتر از سطح ماشینکاری است.



## CNC برنامه

N...	(هم مرکز کردن و خزینه زدن)					
N12	G00	X32	Y40		F100	S1150
N14			Z1			
N16	G85			Z-4.25	I30	J6 R25
N20	G00	X32	Y40		F150	S1400
N22			Z1			
N24	G85			Z-20	I30	J6 R25
N30	G00	X32	Y40			S390
N32			Z3.75			
N34	G89			Z-15	I30	J6 F1.25 R25

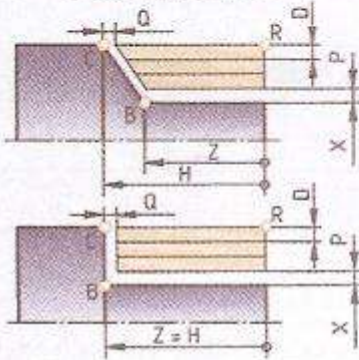


## سیکلهای PAL در ماشینهای تراش

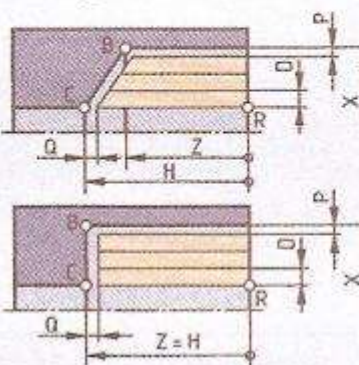
G81

سیکلهای برادهبرداری طولی و باردهی در راستای X

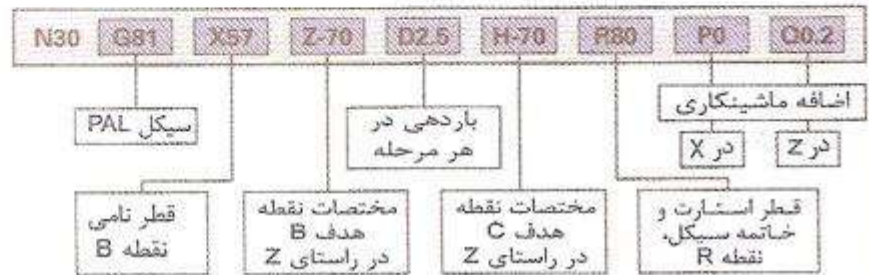
ماشینکاری خارجی



ماشینکاری داخلی

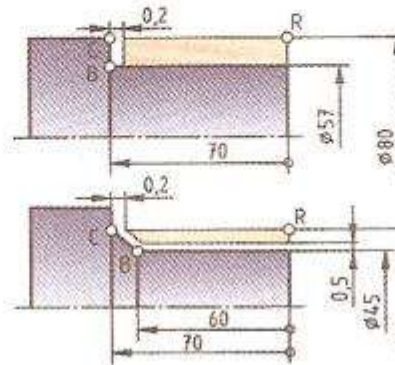


مثال مشخصه و برادهبرداری : برادهبرداری خارجی



برنامه CNC

N30	G81	X57	Z-70	D2.5	H-70	R80	P0	Q0.2
N40	G81	X45	Z-60	D2.5	H-70	R57	P0.5	Q0.2



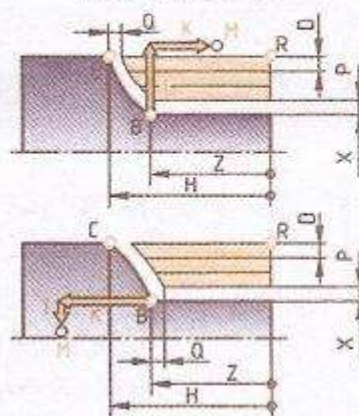
جمله برنامه N30

جمله برنامه N40

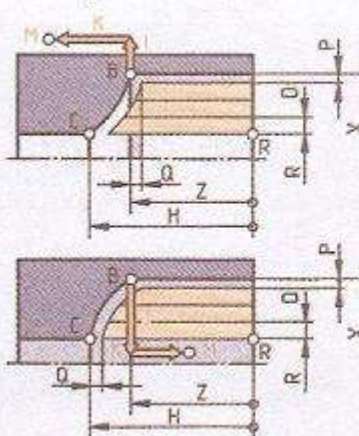
G82

سیکلهای برادهبرداری طولی با شعاع خلاصی و باردهی در راستای X

ماشینکاری خارجی



ماشینکاری داخلی



مثال مشخصه و برادهبرداری : برادهبرداری خارجی

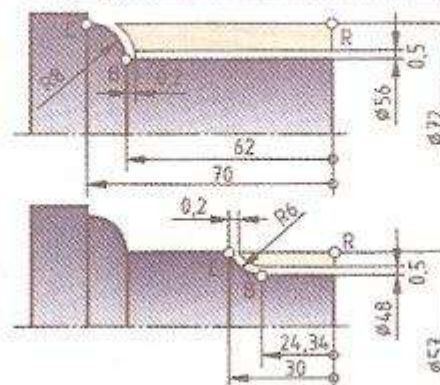


بیان افزایشی نقطه مرکز M در راستای X نسبت به نقطه شروع دایره B

بیان افزایشی نقطه مرکز M در راستای Z نسبت به نقطه شروع دایره B

برنامه CNC

N50	G82	X56	Z-62	I0	K-8	D2.5	H-70	R72	P0.5	Q0.2
N60	G82	X48	Z-24,34	I6	K0	D2.5	H-30	R57	P0.5	Q0.2



جمله برنامه

جمله برنامه

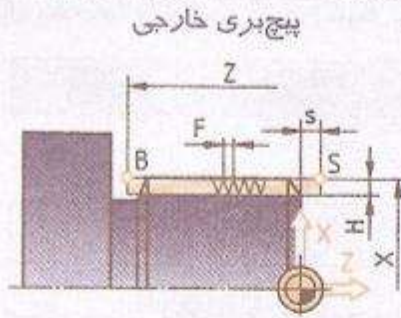


## سیکلهای PAL در ماشینهای تراش

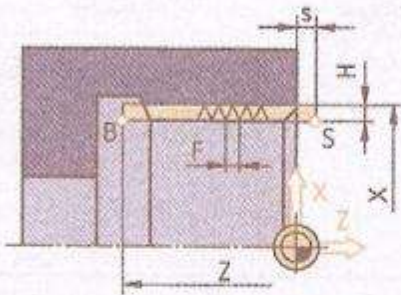
G83

سیکل پیچ‌بری طولی و باردهی در راستای X

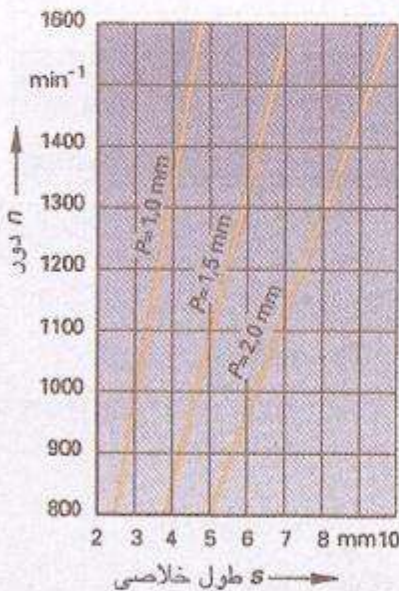
مثال مشخصه :



پیچ‌بری داخلی



نمودار فاصله خلاصی S

اندازه مشخصه ماشین  $K = 333 \text{ min}^{-1}$  است

فاصله خلاصی S توسط مقادیر زیر تعیین می‌شود :

• گام P

• دور n

• اندازه مشخصه ماشین K

اندازه مشخصه ماشین K وزن سپورت رولور، که باید شتاب بگیرد و یا بایستد را مورد توجه قرار دهد. برای هر ماشین با آزمایش تعیین می‌شود.



در سیکل پیچ‌بری G83 طبق PAL مختصات نقطه استارت و پایان S در جمله قبل داده می‌شود.

	گام P	عمق رزوه برای رزوه‌های متریک ISO
P		
H	عمق رزوه	رزوه داخلی
K	اندازه مشخصه ماشین	رزوه خارجی
a	عمق براده‌برداری	$H = 0,5413 \cdot P$
s	طول خلاصی	$H = 0,6134 \cdot P$
n	دور	تعداد مراحل i
d	قطر نامی	طول خلاصی
i	تعداد مراحل	$i = \frac{H}{a}$
		$s = \frac{P \cdot n}{K}$

مثال : رزوه خارجی  $M24 \times 1,5$ ،  $K = 333 \text{ min}^{-1}$ 

$$H = 0,6134 \cdot 1,5 \text{ mm} = 0,92 \text{ mm}$$

کلمه CNC برای جمله H0.92 : N90

$$i = \frac{0,92 \text{ mm}}{0,12 \text{ mm}} = 7,66$$

انتخاب : 8 مرحله

کلمه CNC برای جمله D8 : N90

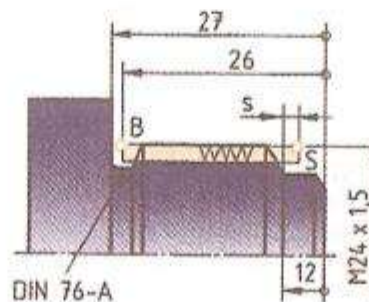
$$s = \frac{1,5 \text{ mm} \cdot 1500 \text{ min}^{-1}}{333 \text{ min}^{-1}} = 6,75 \text{ mm}$$

یا از نمودار انتخاب می‌شود  $s = 7 \text{ mm}$ 

مختصات Z استارت رزوه + فاصله خلاصی S : مختصات Z نقطه استارت و پایان S

$$Z = -12 \text{ mm} + 7 \text{ mm} = -5 \text{ mm}$$

کلمه CNC برای جمله Z-5 : N80



DIN 76-A

برنامه CNC				
N...				
N70	G97	S1500	M03	
N80	G00	X24	Z-5	
N90	G83	X24	Z-26	F1.5 D8 H0.92
N...				



## سیکلهای PAL در ماشینهای تراش

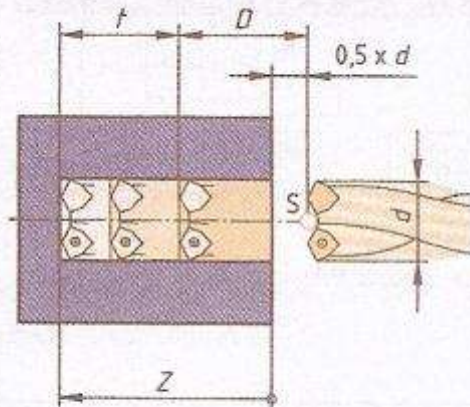
G84

سیکل سوراخکاری با تخلیه براده

مثال مشخصه و براده برداری: سیکل سوراخکاری



در سیکل پیچبری G83 طبق PAL مختصات نقطه استارت و پایان S در جمله قبل داده می شود.



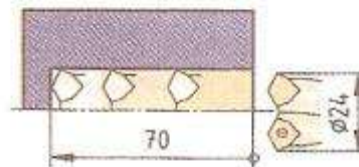
	اولین عمق سوراخکاری	عمق سوراخکاری باقیمانده
Z	عمق سوراخکاری کل	
D	اولین عمق سوراخکاری	$D = 2 \cdot d$
H	تعداد مرحله تخلیه بار	$t = Z + 0,5 \cdot d - D$
d	قطر مته	
t	عمق سوراخکاری باقیمانده	$H = \frac{t}{d}$

مثال:

D = 2 · 24 mm = 48 mm ⇒ D-48 : N40 جمله CNC برای عمق سوراخکاری

t = 70 mm + 0,5 · 24 mm - 48 mm = 34 mm

H =  $\frac{34 \text{ mm}}{24 \text{ mm}} = 1,4$ ; انتخاب 2 ⇒ H2 : N40 جمله CNC برای تعداد مرحله تخلیه



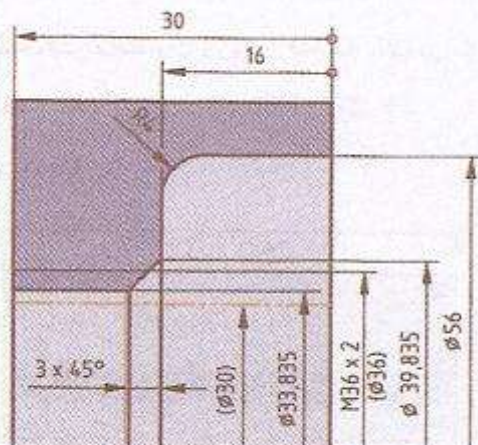
برنامه CNC			
N...			
N20	G97	S2500	M03
N30	G00 X0 Z12		
N40	G84	Z-70 F0.05 D-48 H2	

اولین عمق سوراخکاری D برابر قطر مته × 2 است که مربوط به نقطه استارت و پایان بوده و به طور افزایشی بیان می شود. همه عمقهای دیگر به جز آخرین مرحله، متناسب با قطر d مته است. آخرین عمق سوراخکاری توسط کنترل CNC محاسبه می شود.

مثال براده برداری برای تراشکاری

ابزارهای تراشکاری استفاده شده

$r_e = 0,8$ رنده روتراشی خشن	T0707	
$r_e = 0,4$ رنده روتراشی پرداخت	T0909	
رنده پیچبری	T1111	















سوراخکاری اولیه با مته دارای تکه ویدیا

N...	(روتراشی خشن با رنده T0707)			
N20	T0707			
N30	G96	G41	F0.2	S180 M04
N40	G00	X30	Z1	
N50	G81	X48	Z-16	D1.5 H-16 R30 P0.5 Q0.1
N60	G82	X56	Z-12	I-4 K0 D1.5 H-16
N...	(روتراشی پرداخت با رنده T0909)			
N120	T0909			
N130	G96	G41	F0.1	S240 M04
N140	G00	X56	Z1	
N150	G01		Z-12	
N160	G03	X48	Z-16	I-4 K0
N170	G01	X39.835		
N180		X33.835	Z-19	
N190			Z-32	
N...	(پیچبری با رنده پیچبری T1111)			
N220	T1111			
N230	G97		S800	M03
N240	G00	X33.835		
N250			Z-11	
N260	G83	X36	Z-36 F2	D9 H1.083
N...				
N...	M30			



## علائم پایه (اصلی)

طبق DIN 55003-3 (1981-08)

علائم	معنی	علائم	معنی	علائم	معنی
	پیکان نشاندهنده جهت		تصحیح (جابه‌جایی)		حافظه علائم داده‌ها، اجزاء یا ابزارها
	برنامه با کارهای ماشین جهت نمایش نحوه کار سیستم		جمله برای کارهایی که با یک جمله-برنامه در ارتباط است		تعویض برای نمایش کارهای تعویض مثلاً تعویض ابزار
	حامل داده‌ها مثلاً جهت مشخصه نوار پانچ، نوار مغناطیسی، صفحه مغناطیسی		نقطه مرجع (مبدأ) برای کارهایی که به نقطه مرجع مربوط می‌شوند		برنامه بدون کارهای ماشین برای نمایش نحوه کار سیستم
	پیکان کار اصولاً در علائمی به کار می‌رود که کار ماشین را نشان می‌دهد		تغییرات برای نمایش کارهای تغییرات، مثلاً اضافه کردن یا تغییر اجزاء برنامه		در کنترل CNC علائم اولیه تکرار شده و به صورت ترکیبی به کار می‌رود. علائم پایه یا اصلی، اساس علائم کاربردی است.

## علائم کاربردی

طبق DIN 55003-3 (1981-08)

علائم	معنی	علائم	معنی	علائم	معنی
	حرکت به جلو - نوار بدون خواندن داده‌ها؛ بدون کار ماشین		آغاز برنامه		تغییر داده‌ها در حافظه
	حرکت به عقب - نوار بدون خواندن داده‌ها؛ بدون کار ماشین		تغییر برنامه		تصحیح ابزار برای ابزارهای غیرگردان
	اجرای برنامه به طور پیوسته خواندن همه داده‌ها؛ بدون کار ماشین		زیربرنامه		تصحیح طولی ابزار برای ابزارهای گردان
	اجرای برنامه به طور پیوسته خواندن همه داده‌ها؛ با کار ماشین		انتهای برنامه		پازگشت به نقطه قطع برنامه مثلاً بعد از تعویض ابزار معیوب
	اجرای برنامه به صورت خط به خط خواندن همه داده‌ها؛ با کار ماشین		دادن داده‌ها به یک حافظه		داده‌های مطلق اندازه‌ها دستورهای اندازه-مختصات، مثلاً اندازه‌های نسبی
	جستجوی شماره جمله حرکت به عقب؛ بدون کار ماشین		استخراج داده‌ها از یک حافظه		داده‌های افزایشی یا زنجیری اندازه‌ها
	ورود دستی اطلاعات MDI		حافظه برنامه		جابه‌جایی نقطه صفر
	نقطه مرجع موقعیت سیورتها نسبت به یک نقطه مرجع معلوم		نقطه صفر - مختصات مبدأ سیستم مختصات ماشین		نقطه صفر قطعه‌کار



سیستم دودویی				سیستم دهدهی			
پایه 2				پایه 10			
ارقام : 0, 1				ارقام : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9			
عدد دودویی $Z_2$				عدد دهدهی $Z_{10}$			
1 0 1 0				2 0 5			
ارزش مکانی				ارزش مکانی			
$2^3 = 8$ $2^2 = 4$ $2^1 = 2$ $2^0 = 1$				$10^2 = 100$ $10^1 = 10$ $10^0 = 1$			
مقدار				مقدار			
$1 \cdot 8 = 8$ $0 \cdot 4 = 4$ $1 \cdot 2 = 2$ $0 \cdot 1 = 0$				$2 \cdot 100 = 200$ $0 \cdot 10 = 0$ $5 \cdot 1 = 5$			
مقدار کل				مقدار کل			
$Z_2 = 8 + 0 + 2 + 0 = 10$				$Z_{10} = 200 + 0 + 5 = 205$			

## سیستم شانزدهتایی (پایه 16)

پایه 16				پایه 10			
ارقام : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F				ارقام : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15			
معادل مقدار دهدهی :				تبدیل به عدد دهدهی :			
A 2 F				A 2 F			
ارزش مکانی				ارزش مکانی			
$16^2 = 256$ $16^1 = 16$ $16^0 = 1$				$16^2 = 256$ $16^1 = 16$ $16^0 = 1$			
مقدار				مقدار			
$10 \cdot 256 = 2560$ $2 \cdot 16 = 32$ $15 \cdot 1 = 15$				$10 \cdot 256 = 2560$ $2 \cdot 16 = 32$ $15 \cdot 1 = 15$			
مقدار کل				مقدار کل			
$Z_{16} = 2560 + 32 + 15 = 2670$				$Z_{10} = 2560 + 32 + 15 = 2670$			

اعداد دودویی  $Z_2$  و اعداد شانزدهتایی  $Z_{16}$  برای اعداد دهدهی  $Z_{10}$  تا 255

اعداد دودویی				اعداد دهدهی و شانزدهتایی			
$b_8, b_7, b_6, b_5, b_4, b_3, b_2, b_1$				$b_8, b_7, b_6, b_5, b_4, b_3, b_2, b_1$			
چهار رقم اول				چهار رقم دوم			
عدد				عدد			
0 0 0 0				0 0 0 0			
0 0 0 1				0 0 0 1			
0 0 1 0				0 0 1 0			
0 0 1 1				0 0 1 1			
0 1 0 0				0 1 0 0			
0 1 0 1				0 1 0 1			
0 1 1 0				0 1 1 0			
0 1 1 1				0 1 1 1			
1 0 0 0				1 0 0 0			
1 0 0 1				1 0 0 1			
1 0 1 0				1 0 1 0			
1 0 1 1				1 0 1 1			
1 1 0 0				1 1 0 0			
1 1 0 1				1 1 0 1			
1 1 1 0				1 1 1 0			
1 1 1 1				1 1 1 1			

مثال خواندن : عدد دودویی  $Z_2 = 10110010$  با عدد دهدهی  $Z_{10} = 178$  یا با عدد شانزدهتایی  $Z_{16} = B2$  مطابقت دارد.



کد 7 بیٹی اسکی

ک		علامت	ک		علامت	ک		علامت	ک		علامت	ک		علامت	ک		علامت	ک		علامت	ک		علامت
Z <sub>10</sub>	Z <sub>16</sub>		Z <sub>10</sub>	Z <sub>16</sub>		Z <sub>10</sub>	Z <sub>16</sub>		Z <sub>10</sub>	Z <sub>16</sub>		Z <sub>10</sub>	Z <sub>16</sub>		Z <sub>10</sub>	Z <sub>16</sub>		Z <sub>10</sub>	Z <sub>16</sub>		Z <sub>10</sub>	Z <sub>16</sub>	
0	0	NUL	16	10	DLE	32	20	SP	48	30	0	64	40	@	80	50	P	96	60	\	112	70	p
1	1	SOH	17	11	DC1	33	21	!	49	31	1	65	41	A	81	51	Q	97	61	a	113	71	q
2	2	STX	18	12	DC2	34	22	"	50	32	2	66	42	B	82	52	R	98	62	b	114	72	r
3	3	ETX	19	13	DC3	35	23	#	51	33	3	67	43	C	83	53	S	99	63	c	115	73	s
4	4	EOT	20	14	DC4	36	24	\$	52	34	4	68	44	D	84	54	T	100	64	d	116	74	t
5	5	ENQ	21	15	NAK	37	25	%	53	35	5	69	45	E	85	55	U	101	65	e	117	75	u
6	6	ACK	22	16	SYN	38	26	&	54	36	6	70	46	F	86	56	V	102	66	f	118	76	v
7	7	BEL	23	17	ETB	39	27	.	55	37	7	71	47	G	87	57	W	103	67	g	119	77	w
8	8	BS	24	18	CAN	40	28	(	56	38	8	72	48	H	88	58	X	104	68	h	120	78	x
9	9	HT	25	19	EM	41	29	)	57	39	9	73	49	I	89	59	Y	105	69	i	121	79	y
10	A	LF	26	1A	SUB	42	2A	*	58	3A	:	74	4A	J	90	5A	Z	106	6A	j	122	7A	z
11	B	VT	27	1B	ESC	43	2B	+	59	3B	:	75	4B	K	91	5B	[	107	6B	k	123	7B	{
12	C	FF	28	1C	FS	44	2C	,	60	3C	<	76	4C	L	92	5C	\	108	6C	l	124	7C	
13	D	CR	29	1D	QS	45	2D	-	61	3D	=	77	4D	M	93	5D	]	109	6D	m	125	7D	}
14	E	SO	30	1E	RS	46	2E	.	62	3E	>	78	4E	N	94	5E	^	110	6E	n	126	7E	~
15	F	SI	31	1F	US	47	2F	/	63	3F	?	79	4F	O	95	5F	-	111	6F	o	127	7F	DEL

معنی علایم کنترل

کد Z <sub>10</sub>	علامت	معنی	کد Z <sub>10</sub>	علامت	معنی
0	NUL	(NULL) تهی	17	DC1	(DEVICE CONTROL 1) کنترل دستگاه 1
1	SOH	(START OF HEADING) شروع عنوان	18	DC2	(DEVICE CONTROL 2) کنترل دستگاه 2
2	STX	(START OF TEXT) شروع متن برنامه	19	DC3	(DEVICE CONTROL 3) کنترل دستگاه 3
3	ETX	(END OF TEXT) پایان متن برنامه	20	DC4	(DEVICE CONTROL 4) کنترل دستگاه 4
4	EOT	(END OF TRANSMISSION) پایان انتقال	21	NAK	(NEGATIVE ACKNOWLEDGE) تصدیق منفی
5	ENQ	(ENQUIRY) تقاضا برای داده	22	SYN	(SYNCHRONOUS IDLE) همگام‌سازی
6	ACK	(ACKNOWLEDGE) تصدیق	23	ETB	(END OF TRANSMISSION BLOCK) بلوک پایان انتقال
7	BEL	(BELL) بوق	24	CAN	(CANCEL) حذف، قطع
8	BS	(BACKSPACE) برگشت به عقب (پسبرد)	25	EM	(END OF MEDIUM) پایان رسانه
9	HT	(HORIZONTAL TABULATION) جدول‌بندی افقی	26	SUB	(SUBSTITUTE CHARACTER) کاراکتر جانشین
10	LF	(LINE FEED) سطرران، سطرخورد	27	ESC	(ESCAPE) انصراف، خارج شدن
11	VT	(VERTICAL TABULATION) جدول‌بندی عمودی	28	FS	(FILE SEPARATOR) جداکننده فایل
12	FF	(FORM FEED) کاغذخورد، تغذیه کاغذ	29	GS	(GROUP SEPARATOR) جداکننده گروه
13	CR	(CARRIAGE RETURN) شروع از خط جدید و تأیید خط قبلی	30	RS	(RECORD SEPARATOR) جداکننده رکورد
14	SO	(SHIFT-OUT) مبدله - خاموش	31	US	(UNIT SEPARATOR) جداکننده واحد
15	SI	(SHIFT-IN) مبدله - روشن	32	SP	(SPACE) فضای خالی
16	DLE	(DATA LINK ESCAPE) تغییر انتقال	127	DEL	(DELETE) حذف کردن

معنى حلايم خاص (بخش ارجاع بين الملل)

معنی	علامت	کد Z10	معنی	علامت	کد Z10	معنی	علامت	کد Z10
a تجاری، ات	@	64	پلاس (جمع)	+	43	فضای خالی		32
کروشه باز	[	91	کاما	,	44	علامت فراخوانی	!	33
بک اسلش (خط مایل معکوس)	\	92	ماینس (تفریق)، خط تیره	-	45	علامت راهنما	"	34
کروشه بسته	]	93	دات (نقطه)	.	46	شارپ (علامت شماره)	#	35
توان (بیکان بالا)	^	94	اسلش (خط مایل)	/	47	دالر (علامت معیار)	\$	36
(آندراین) پایین خط	—	95	کانل (دونقطه)	:	58	درصد	%	37
گراویس	·	96	(سیمی کالن) ویرگول نقطه	:	59	اند (و تجاری)	&	38
آکلاذ باز	{	123	کوچکتر از	<	60	آپستروف	'	39
خط پایپ (خط تیره عمود)		124	مساوی	=	61	پرانتز باز	(	40
آکلاذ بسته	}	125	بزرگتر از	>	62	پرانتز بسته	)	41
کیلدا (بالا خط)	~	126	علامت سؤال	?	63	ستاره	*	42

علایم کنترل (0...32, 127) روی صفحه و چاپ‌کننده قابل نمایش نیستند، فقط جهت انتقال دستور سیستم به کار می‌رود.  
 علایم 128...255 در سری علایم توسعه یافته ASCII یا مانند علایم 0...127 کدبندی شده یا برای علایم خاص استفاده می‌شود (علایم پیوسته، علایم-گرافیک، سری علایم تعریف شده).  
 علامت 128 مثلاً برای علامت EURO، € است.

(۱) American Standard Code for Information Interchange = ASCII (کدهای استاندارد آمریکایی برای تبادل اطلاعات)



## علامه پلان اجرای برنامه

طبق DIN 66001 (1983-12)

علامه	معنی، ملاحظات	علامه	معنی، ملاحظات	علامه	معنی، ملاحظات
	پردازش اطلاعات، مثلاً جمع، تفریق واحد پردازش، مثلاً انسان، کامپیوتر		داده‌ها، عمومی حامل داده‌ها، عمومی		داده‌ها در حافظه مرکزی حافظه
	پردازش دستی، مثلاً خواندن، نوشتن محل پردازش دستی		داده‌ها با پردازش ماشینی، حامل داده‌های کار ماشینی		داده‌های نوری یا صوتی، مثلاً شکل، صدا، واحد خروجی صوتی یا نوری مثلاً صفحه نمودار، بلندگو
	انشعاب، مثلاً در تصمیم‌گیری واحد انتخاب، مثلاً کلید		داده‌ها با پردازش دستی، ذخیره دستی، مثلاً کارت، آرشیو		داده‌های دستی نوری یا صوتی واحد ورودی و تغذیه، مثلاً کلید، میکروفن
	آغاز حلقه، شروع یک قسمت تکراری از برنامه		داده‌ها روی قطعه نوشتاری، مثلاً کارت، واحد ورودی - خروجی برای قطعه نوشتاری، مثلاً خواننده، چاپگر		ترتیب پردازش اطلاعات مسیر دست‌یابی
	انتهای حلقه، پایان یک قسمت تکراری از برنامه		داده‌ها روی کارت، مثلاً کارت پانچ واحد کارت پانچ، مثلاً خواننده، سوراخ‌کننده		مسیر انتقال داده‌ها
	همزمان کردن در پردازش موازی هم واحد همزمانی		داده‌ها روی نوار پانچ واحد نوار پانچ، مثلاً خواننده، سوراخ‌کننده		مرز برنامه، مثلاً شروع برنامه
	پرش با برگشت		داده‌ها یا دستگاه : حافظه فقط با دست‌یابی ترتیبی مثلاً نوار مغناطیسی		محل اتصال، پیوند اجزاء نمایش
	پرش بدون برگشت		داده‌ها یا دستگاه : با دست‌یابی مستقیم مثلاً دیسکت یا هارد دیسک		ظریف کردن، مطابقت با بزرگنمایی یک قسمت توجه جهت پیوست متن توضیحی
	قطع از خارج				
	کنترل از خارج				
				نمایش خطوط اتصال	
				جهت اثر	
				اتصال به علامه	

طبق DIN 66261 (1985-11)

## علامه ساختمان برنامه (طبق Nassi-Schneiderman)

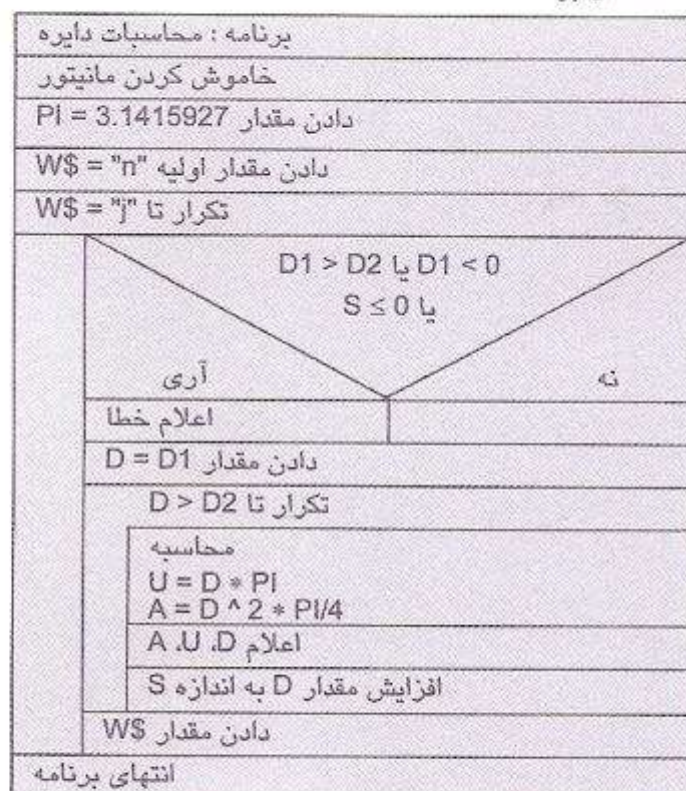
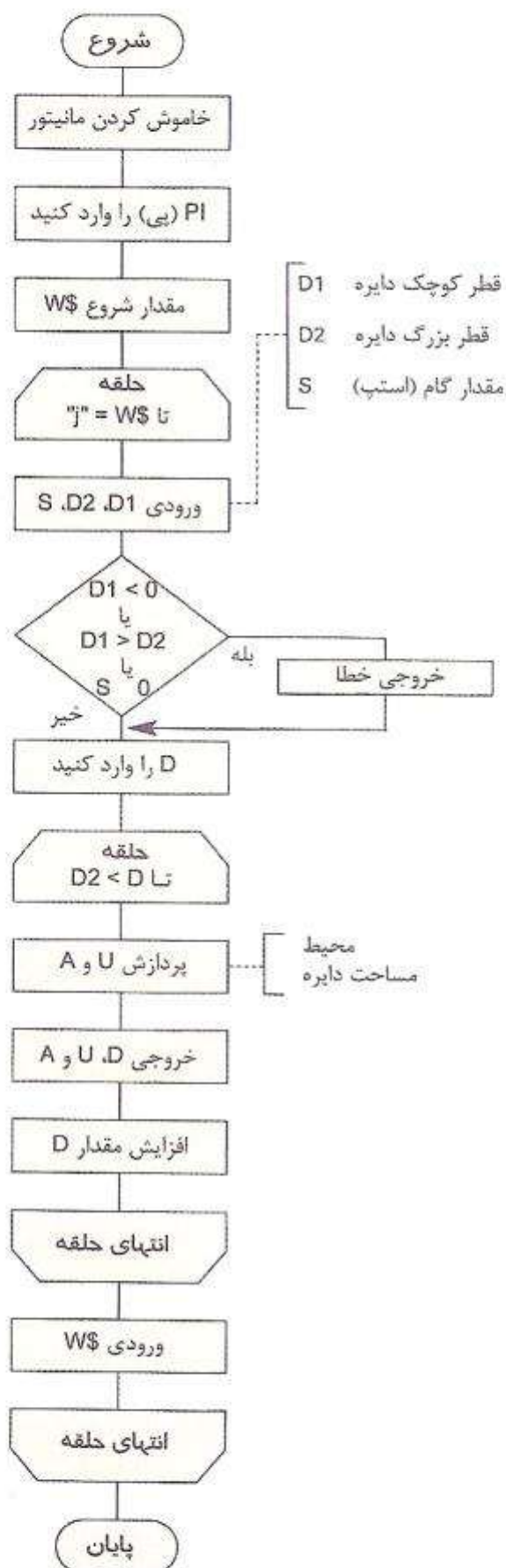
انشعابات

بلوک تکراری با شرط ابتدایی	بلوک تکراری با شرط آغاز	بلوک تکراری با شرط انتهایی
<div>دستور 1</div> <div>دستور 2</div> <div>دستور 3</div> <div>دستور 4</div>	<div>تکرار، تا زمانی که ...</div> <div>دستور 1</div> <div>دستور 2</div> <div>دستور 3</div>	<div>دستور 1</div> <div>دستور 2</div> <div>دستور 3</div> <div>شرط انتهایی، اگر ... تکرار کن</div>
راهمحل دیگر راهمحل ساده	راهمحل دیگر راهمحل مشروط	راهمحل دیگر راهمحل چندگانه
<div>شرط</div> <div>برآورده نشد</div> <div>برآورده شد</div> <div>بدون دستور (خالی)</div> <div>دستور</div>	<div>شرط</div> <div>برآورده نشد</div> <div>برآورده شد</div> <div>دستور</div>	<div>شرط</div> <div>شرط 1</div> <div>شرط 2</div> <div>شرط 3</div> <div>دستور</div> <div>دستور</div> <div>دستور</div>



مثال: محاسبه دایره

ساختمان برنامه



ساختمان برنامه

```

REM *** Programm Kreisberechnung ***
REM *** fuer Kreisumfang und Kreisflaeche ***
CLS
PRINT
CONST PI = 3.1415927 #
W$ = "n"
REM *** Werteeingabe ***
DO UNTIL W$ = "j"
  PRINT "Durchmesser Anfangswert:";
  INPUT D1
  PRINT "Durchmesser Endwert:";
  INPUT D2
  PRINT "Schrittweite:";
  INPUT S
  IF D1 < 0 OR D1 > D2 OR S <= 0
    THEN
      PRINT "Unzulaessige Eingabe:";
    END IF
REM *** Verarbeitung und Ausgabe ***
  PRINT "D", "U", "A"
  D = D1
  DO UNTIL D > D2
    U = D * PI
    A = D^2 * PI / 4
    PRINT D, U, A
    D = D + S
  LOOP
REM *** Abschluss ***
  PRINT "Programm beenden? (j/n)";
  INPUT W$
LOOP
END
  
```



## سیستم ISO برای اندازه‌های حدی و انطباقات

## اصطلاحات

محور

اندازه نامی

بزرگترین اندازه

کوچکترین اندازه

حد بالای انحراف

حد پایین انحراف

تولرانس محور

N

 $G_{oW}$  $G_{uW}$ 

es

ei

 $T_W$ 

اندازه نامی

کلاس تولرانس

 $\phi 20s6$ 

درجه تولرانس

انحراف پایه

سوراخ

اندازه نامی

بزرگترین اندازه

کوچکترین اندازه

حد بالای انحراف

حد پایین انحراف

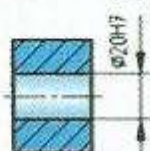
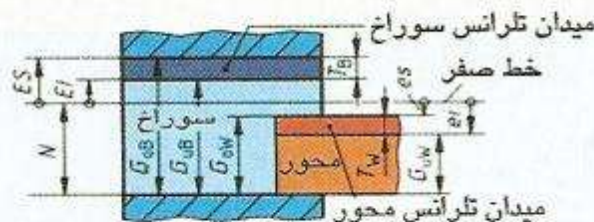
تولرانس سوراخ

N

 $G_{oB}$  $G_{uB}$ 

ES

EI

 $T_B$ 

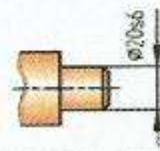
اندازه نامی

کلاس تولرانس

 $\phi 20H7$ 

درجه تولرانس

انحراف پایه



اندازه نامی

کلاس تولرانس

 $\phi 20s6$ 

درجه تولرانس

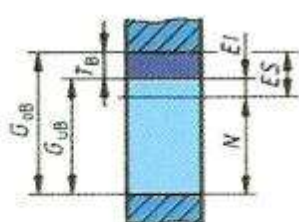
انحراف پایه

نام	توضیح	نام	توضیح
خط صفر	اندازه نامی را نشان می‌دهد که انحراف و تولرانس بدان مربوط می‌شود.	درجه تولرانس پایه	یک گروه از تولرانسها که به یک سطح دقت یکسان مثلا IT7 مربوط می‌شوند.
انحراف پایه	حدی که موقعیت تولرانس را نسبت به خط صفر تعیین می‌کند.	درجه تولرانس	عدد درجه تولرانس پایه، مثلا 7 در کلاس تولرانس پایه IT7.
تولرانس	اختلاف بین بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازه یا حد بالا و حد پایین می‌باشد.	کلاس تولرانس	نامگذاری مرکب انحراف پایه با درجه تولرانس مثلا H7.
تولرانس پایه	تولرانس مربوط به درجه تولرانس مثلا IT7 و محدوده اندازه نامی مثلا 30...50 mm می‌باشد.	انطباق	وضعیت نشیمن و ارتباط بین سوراخ و محور

طبق DIN ISO 286-1 (1990-11)

اندازه‌های حدی، انحرافات و تولرانسها

سوراخ



$$G_{oB} = N + ES$$

$$G_{uB} = N + EI$$

$$T_B = ES - EI$$

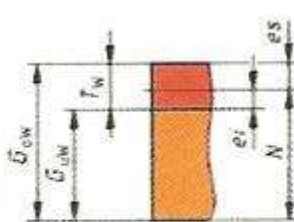
$$T_B = G_{oB} - G_{uB}$$

مثال: سوراخ  $\phi 50 +0,3/+0,1$ ,  $G_{oB} = ?$ ,  $T_B = ?$ 

$$G_{oB} = N + ES = 50 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm} = 50,30 \text{ mm}$$

$$T_B = ES - EI = 0,3 \text{ mm} - 0,1 \text{ mm} = 0,2 \text{ mm}$$

محور



$$G_{oW} = N + es$$

$$G_{uW} = N + ei$$

$$T_W = es - ei$$

$$T_W = G_{oW} - G_{uW}$$

مثال: محور  $\phi 20e8$ ,  $G_{uW} = ?$ ,  $T_W = ?$ 

مقادیر ei و es: صفحه ۱۰۸

$$ei = -73 \mu\text{m} = -0,073 \text{ mm}; es = -40 \mu\text{m} = -0,040 \text{ mm}$$

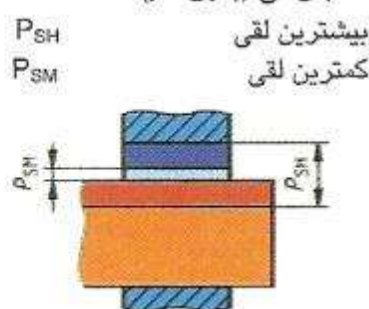
$$G_{uW} = N + ei = 20 \text{ mm} + (-0,073 \text{ mm}) = 19,927 \text{ mm}$$

$$T_W = es - ei = -40 \mu\text{m} - (-73 \mu\text{m}) = 33 \mu\text{m}$$

طبق DIN ISO 286-1 (1990-11)

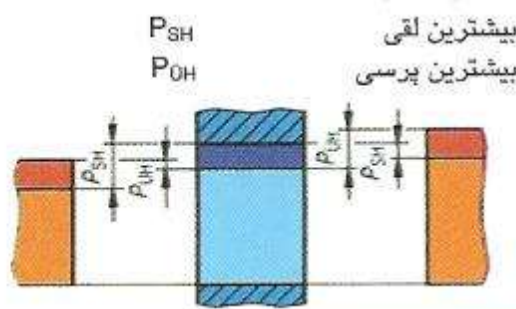
انطباقات

انطباق لقی (بازی‌دار)



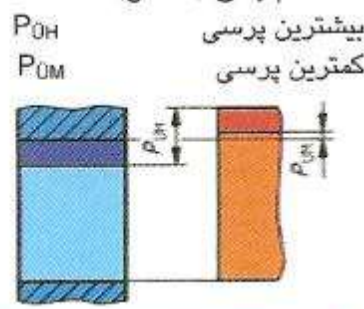
$$P_{SM} = G_{uB} - G_{oW}$$

انطباق جذب



$$P_{SH} = G_{oB} - G_{uW}$$

انطباق پرس (تداخل)



$$P_{UM} = G_{oB} - G_{uW}$$

$$G_{oW} = N + es = 30 \text{ mm} + (-0,020 \text{ mm}) = 29,980 \text{ mm}$$

$$G_{uW} = N + ei = 30 \text{ mm} + (-0,041 \text{ mm}) = 29,959 \text{ mm}$$

$$P_{SH} = G_{oB} - G_{uW} = 30,033 \text{ mm} - 29,959 \text{ mm} = 0,074 \text{ mm}$$

$$P_{SM} = G_{uB} - G_{oW} = 30,000 \text{ mm} - 29,980 \text{ mm} = 0,02 \text{ mm}$$

مثال: انطباق  $\phi 30 \text{ H8/f7}$ ,  $P_{SM} = ?$ ,  $P_{SH} = ?$ 

مقادیر EI, ES, ei و es: صفحه ۱۰۸

$$G_{oB} = N + ES = 30 \text{ mm} + 0,033 \text{ mm} = 30,033 \text{ mm}$$

$$G_{uB} = N + EI = 30 \text{ mm} + 0 \text{ mm} = 30,000 \text{ mm}$$



## سیستم تناوبی عناصر

دوره تناوب	گروههای اصلی		عدد اتمی (= تعداد پروتون)	نماد شیمیایی	نام عنصر : حالت در 1,013 bar و 273 K (0 °C)	جامد : حروف منگی مایع : حروف چهره‌ای گاز : حروف آبی																
1	1A 1H هیدروژن 1,008	2A	11 Na سدیم 22,989	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A 2He هلیوم 4,002													
2	3Li لیتیم 6,941	4Be بریلیوم 9,012	عناصر پرتوزا (رادیو اکتیو) با زمینه قرمز مثلا 222 عناصر ساخته شده مصنوعی در داخل پیرانتز مثلا (261)				5B بور 10,811	6C کربن 12,011	7N نیتروژن 14,007	8O اکسیژن 15,999	9F فلور 18,998	10Ne نئون 20,179										
3	11Na سدیم 22,989	12Mg منیزیم 24,305	گروههای فرعی				13Al آلومینیم 26,982	14Si سیلیسیم 28,086	15P فسفر 30,974	16S گوگرد 32,066	17Cl کلر 35,453	18Ar آرگون 39,948										
4	19K پتاسیم 39,102	20Ca کلسیم 40,078					21Sc اسکاندیم 44,950	22Ti تیتانیوم 47,880	23V وانادیم 50,942	24Cr کرم 51,996	25Mn منگنز 54,938	26Fe آهن 55,847	27Co کبالت 58,933	28Ni نیکل 58,690	29Cu مس 63,546	30Zn روی 65,390	31Ga گالیم 69,732	32Ge ژرمانیم 75,590	33As آرسنیک 74,922	34Se سلنیم 78,960	35Br برم 79,904	36Kr کریپتون 83,800
5	37Rb روبیوم 85,468	38Sr استرونسیم 87,620					39Y ایتریم 88,906	40Zr زیرکونیوم 91,224	41Nb نیوبیم 92,906	42Mo مولیبدن 95,940	43Tc تکنسیم (98)	44Ru روتنیم 101,070	45Rh رونیوم 102,906	46Pd پالادیم 106,420	47Ag نقره 107,868	48Cd کادمیم 112,410	49In ایندیم 114,820	50Sn قلع 118,710	51Sb آنتیمون 121,750	52Te تئور 127,600	53I ید 126,905	54Xe گزتون 131,290
6	55Cs سزیم 132,905	56Ba باریم 137,340					57La لانتانوم 138,906	58Ce سرم 140,120	59Pr پراسیم 140,908	60Nd نیودیم 144,240	61Pm پرومتیم 144,912	62Sm ساماریوم 150,360	63Eu یورونیوم 151,960	64Gd گادولینیم 157,250	65Tb تربیم 158,925	66Dy دیسپرویم 162,500	67Ho هولمیوم 164,930	68Er اریوم 167,260	69Tm تولمیوم 168,934	70Yb ایتربیوم 173,040		
7	87Fr فرانسیم 223	88Ra رادیوم 226,025	89Ac اکتیوینیم 227,028	90Th توریم 232,038	91Pa پروتاکتینیم 231,036	92U اورانیوم 238,029	93Np نپتونیم 237	94Pu پلوتونیوم 244	95Am آمریسیوم 243	96Cm کوریوم 247	97Bk برکیلیوم 247	98Cf کالیفرنیم 251	99Es ایشتیم 252	100Fm فرمیوم 257	101Md میدلاندیم 258	102No نوبلیوم 259						
فلزات غیر آهنی			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها			گازهای نجیب										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
شبه فلزات			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										
فلزات غیر آهنی			فلزات سبک			فلزات سنگین			فلزات نجیب			هالوژنها										







## جنس و درجه کیفیت

نکات مهم	جنس		
	فلز	مواد مصنوعی	چوب
نوع جنس	آلیاژهای Zn, Sn, Cu آلیاژهای Al چدن یا فولاد	رزین اپوکسید یا پلی‌اوره‌تان با مواد پرکننده	تخته چندلای نئوپان یا صفحات کامپوزیتی، چوب سخت و نرم
کاربرد	تولید سری متوسط و انبوه یا الزامات بالای دقت؛ قالب‌گیری ماشینی	تولید تکی و سری با الزامات بالای دقت؛ قالب‌گیری دستی و ماشینی	قطعات تکی یا قطعات تولید تیراژ پایین، الزامات کم از نظر دقت؛ قالب‌گیری غالباً دستی
حداکثر تعداد قطعه در قالب‌گیری	حدود 150 000	حدود 10 000	حدود 750
درجه کیفیت <sup>(۱)</sup>	M2, M1	K2, K1	H3, H2, H1
کیفیت سطحی	Ra = 3,2...6,3 μm	Ra = 12,5 μm	کاغذ سنباده اندازه دانه‌ها 60...80

(۱) سیستم کلاسه ساخت و کاربرد مدلها، تجهیزات مدلها و جعبه ماهیچه‌ها، ویژگی کاربرد آنها، کیفیت و عمر آنها: H چوب، K مواد مصنوعی، M فلز  
(۲) بهترین درجه کیفیت

## شیب قالب

ارتفاع H mm	شیب قالب T به mm					
	سطح کوچک بلند کردن			سطح بزرگ بلند کردن		
	قالب‌گیری دستی		قالب‌گیری ماشینی	قالب‌گیری دستی		قالب‌گیری ماشینی
	ماسه قالب چسب-گلی	ماسه قالب چسب شیمیایی		ماسه قالب چسب-گلی	ماسه قالب چسب شیمیایی	
...30	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0
> 30...80	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0
> 80...180	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
> 180...250	3,5	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
> 250...1000			250 mm به ازای هر +1,0 mm			
> 1000...4000			1000 mm به ازای هر +2,0 mm			

## مشخصه رنگی مدلها

فلزات سبک	فلزات سنگین	چدن	چدن با گرافیت	چدن با گرافیت	فلزات سبک	سطوح یا قسمتی از سطوح
سبز	زرد	خاکستری	قرمز	بنفش	آبی	رنگ سطوحی که روی قطعه ریختگی ماشینکاری نمی‌شود
نوارهای زرد	نوارهای قرمز	نوارهای زرد	نوارهای زرد	نوارهای زرد	نوارهای زرد	سطوح ماشینکاری
با کادر سیاه						نقاط نشیمن قطعات آزاد و محکم‌کننده‌های آنها
آبی	آبی	قرمز	آبی	قرمز	قرمز	محل صفحات مبرد (خنک‌کننده)
سیاه						ماهیچه
نوارهای زرد						تعدیه



## محدوده کاربرد و مقادیر مرجع برش با شعله

## محدوده کاربرد فرآیند برش با شعله

جنس	ضخامت ورق s به mm									
	1	2	4	6	8	10	20	40	100	
فولادهای سازه‌ای، غیر آلیاژی و آلیاژی										برش اکسی استیلن
										برش لیزری
										برش پلاسمایی
										برش با جت آب
										برش با اکسی استیلن
فولادهای گرم- نیکل										برش لیزری
										برش پلاسمایی
										برش با جت آب
										برش با اکسی استیلن
										برش لیزری
آلومینیم، آلیاژهای آلومینیم										برش پلاسمایی
										برش با جت آب
										برش با اکسی استیلن
										برش لیزری
										برش پلاسمایی
تیتانیوم، شیشه، سرامیک، سنگ، مواد مصنوعی، لاستیک، اسفنجها										برش با جت آب
										برش با اکسی استیلن
										برش لیزری
										برش پلاسمایی
										برش با جت آب

## مقادیر مرجع برای برش با اکسی استیلن

## جنس قطعه کار: فولاد سازه‌ای غیر آلیاژی: گاز: استیلن

ضخامت ورق s mm	نازل برش mm	پهنای درز برش mm	فشار اکسیژن		فشار استیلن bar	مصرف کل اکسیژن m <sup>3</sup> /h	مصرف استیلن m <sup>3</sup> /h	سرعت برش	
			برش bar	گرم کردن bar				برش کیفی m/min	برش قطع m/min
5	3...10	1,5	2,0	2,0	0,2	1,67	0,27	0,69	0,84
8			2,5			1,92	0,32	0,64	0,78
10			3,0			2,14	0,34	0,60	0,74
10	10...25	1,8	2,5	2,5	0,2	2,46	0,36	0,62	0,75
15			3,0			2,67	0,37	0,52	0,69
20			3,5			2,98	0,38	0,45	0,64
25			4,0			3,20	0,40	0,41	0,60
30	25...40	2,0	4,3	2,5	0,2	3,42	0,42	0,38	0,57
35			4,5			3,54	0,44	0,36	0,55

مقادیر مرجع برش پلاسمایی<sup>۱)</sup>

جنس قطعه: آلومینیم								جنس قطعه: فولادهای سازه‌ای پر آلیاژ							
تکنیک برش: آرگون-هیدروژن								تکنیک برش: آرگون-هیدروژن							
مقادیر مصرف				سرعت برش				شدت جریان				مقادیر مصرف			
هیدروژن m <sup>3</sup> /h	آرگون m <sup>3</sup> /h	برش قطع m/min	برش کیفی m/min	برش قطع m/min	برش کیفی m/min	برش قطع m/min	برش کیفی m/min	برش قطع A	برش کیفی A	برش قطع m/min	برش کیفی m/min	هیدروژن m <sup>3</sup> /h	آرگون m <sup>3</sup> /h	برش قطع m/min	برش کیفی m/min
0,5	1,2	5,0	6,0	1,9	3,6	1,2	0,6	70	120	1,2	0,5	0,6	1,2	0,35	0,25
0,5	1,2	5,0	6,0	1,9	3,6	1,2	0,6	70	120	1,2	0,5	0,6	1,2	0,35	0,25
0,5	1,2	5,0	6,0	1,9	3,6	1,2	0,6	70	120	1,2	0,5	0,6	1,2	0,35	0,25
0,5	1,2	5,0	6,0	1,9	3,6	1,2	0,6	70	120	1,2	0,5	0,6	1,2	0,35	0,25

۱) مقادیر برای توان قوس برق حدود 12 kW و قطر نازل برش برابر 1,2 mm صادق است.



# مشخصه کپسولهای گاز

طبق DIN EN 1089-2 (2002-11)

برچسبهای خطر

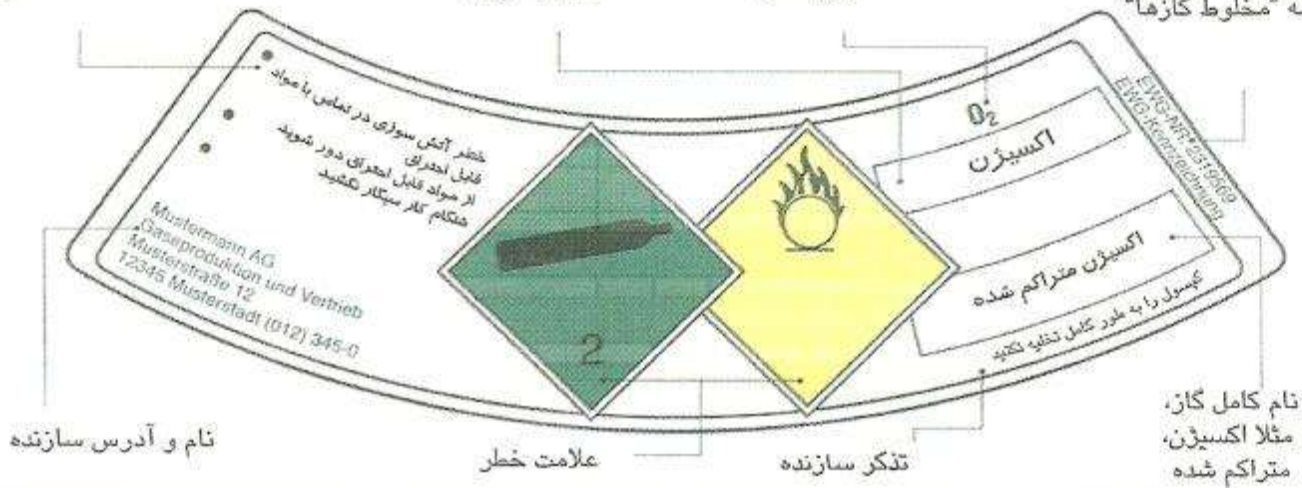
مشخصه الزامی و منحصر به فرد محتوای گاز یک کپسول روی برچسب خطر آن آورده می شود. ترجیحا این برچسب بالای و یا به طور غیرمستقیم زیر کنگی آن نصب می شود.

راهنما و تذکر  
خطر و ایمنی

مشخصه محصول،  
مثلا اکسیژن

ترکیب گاز

شماره EWG در حالت  
یک نوع بودن مواد  
یا کلمه "مخلوط گازها"



علائم خطر



سمی



خطر آتش سوزی



خورنده



آتش گیر



گاز<sup>۱</sup>

طبق DIN EN 1089-3 (2004-06)

کد رنگها

کد رنگ زیر کنگی کپسول به عنوان اطلاعات اضافی درباره خواص گازها می باشد  
اگر از دور قابل خواندن نیست ولی به کمک رنگ قابل شناسایی باشد  
این کد رنگ برای گاز مایع صادق نیست

کد عمومی رنگها

۲)

کاهش توان خطر  
کاهش خطر



سمی و/ یا خورنده



قابل احتراق



اکسیدشونده



خنثی<sup>۳</sup>

کد رنگها برای گازهای ویژه



اکسیژن



استیلن



آرگون



نیتروژن



دی اکسید کربن



هلیوم

(۳) غیرسمی، غیرخورنده، غیرقابل احتراق، اکسیدنشونده

(۲) N = جدید

(۱) غیرقابل احتراق و غیرسمی



# مشخصه کپسولهای گاز

گازهای خاص و گازهای مخلوط برای کاربرد صنعتی

مشخصه رنگ (مثالها)

طبق برگه‌های راهنمای اتحادیه صنایع

مشخصه		مشخصه	
قدیمی	جدید <sup>(۱)</sup>	قدیمی	جدید <sup>(۱)</sup>
اکسیژن		گزنون، کریپتون، نئون	
 آبی آبی	 سفید آبی	 خاکستری خاکستری (سیاه)	 خاکستری درخشان خاکستری
استیلن		هیدروژن	
 زرد زرد (سیاه)	 قهوه‌ای بلوطی قهوه‌ای بلوطی	 قرمز قرمز	 قرمز قرمز
آرگون		مخلوط نیتروژن / هیدروژن	
 خاکستری خاکستری	 سبز تیره خاکستری	 قرمز قرمز (سبز تیره)	 قرمز خاکستری
نیتروژن		مخلوط آرگون / دی‌اکسید کربن	
 سبز تیره سبز تیره	 سیاه خاکستری	 خاکستری خاکستری	 سبز درخشان خاکستری
دی‌اکسید کربن		هوای فشرده	
 خاکستری خاکستری	 خاکستری خاکستری	 خاکستری خاکستری	 سبز درخشان خاکستری
هلیوم			
 خاکستری خاکستری	 قهوه‌ای خاکستری		

(۱) در کپسولهای گاز که طبق DIN EN 1089 مشخص می‌شود باید حرف N (= New) دو بار (منظور روبه‌روی هم) روی کلگی کپسول درج شود. در کپسولهایی که مشخصه آنها تغییر نکرده است حرف "N" لازم نیست.

(۲) در پیرامون کپسولهای استوانه‌ای ممکن است رنگهای دیگری هم به کار رفته باشد، اما این کار نباید منجر به درک اشتباه و نادرست از خطرات گاز محتوای آن گردد.



## رنگهای ایمنی، مشخصه‌های ایمنی

طبق DIN 4844-1 (2002-11) و BGV A8<sup>۱)</sup> (2002-04)

رنگهای ایمنی

رنگ	قرمز	زرد	سبز	آبی
معنی	ایست، ممنوع	احتیاط! احتمال خطر	بدون خطر، کمکهای اولیه	علامه پیشنهادی، راهنمایی
رنگ زمینه	سفید	سیاه	سفید	سفید
رنگ علامه	سیاه	سیاه	سفید	سفید
مثالهای کاربردی	علامه ایست، اضطراری - خاموش، علامه ممنوع، مواد آتش‌نشانی	اشاره و تذکر خطر (مثلا آتش، انفجار، تابش)، اشاره و تذکر موانع (مثلا گودال و برآمدگی)	مشخصه راه نجات و خروجی اضطراری، کمکهای اولیه و ایستگاههای نجات	موظف به استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی، محل کیوسک تلفن

طبق DIN 4844-2 (2001-02) و BGV A8<sup>۱)</sup> (2002-04)

علامه ممنوع

					
ممنوع	سیگار کشیدن ممنوع	کبریت، شعله و سیگار کشیدن ممنوع	عبور عابر پیاده ممنوع	خاموش کردن با آب ممنوع	این آب خوردنی نیست
					
ورود افراد متفرقه ممنوع	برای وسایل نقلیه بالابر ممنوع	دست زدن و تماس ممنوع	تماس ممنوع، درپوش ولتاژ دارد	وصل کردن ممنوع	برای افراد با کنترل کننده ضربان قلب ممنوع
					
گذاشتن یا انبار کردن ممنوع	حمل نفر ممنوع	ورود به محوطه ممنوع	آب پاشیدن ممنوع	استفاده از تلفن همراه ممنوع	خوردن و نوشیدن ممنوع
					
همراه داشتن کارتهای اطلاعاتی یا الکترونیکی ممنوع	بالارفتن افراد متفرقه ممنوع	کاربرد این دستگاهها در وان حمام، دوش یا ظرفشویی ممنوع	داخل کردن دست به درون محفظه ممنوع	استفاده برای افراد با موهای بلند ممنوع	برای سنگ زنی آزاد و دستی ممنوع



## علائم هشدار

طبق DIN 4844-2 (2001-02) و BGV A8<sup>۱)</sup> (2002-04)

علائم هشدار

					
هشدار قبل از نقطه خطر	هشدار نسبت به مواد آتشزا	هشدار نسبت به مواد منفجره	هشدار، مواد سمی	هشدار، مواد خورنده	هشدار، مواد رادیواکتیو یا پرتوهای یونیزه کننده
					
هشدار، بارهای آویزان و معلق	هشدار، رفت و آمد بالابر	هشدار، ولتاژ الکتریکی خطرناک	هشدار، تابش نوری	هشدار، تابش لیزری	هشدار، مواد آتشزا
					
هشدار، پرتوهای غیر یونی کننده و الکترومغناطیس	هشدار، میدان مغناطیسی	هشدار، نسبت به زمین خوردن و گیر کردن	هشدار، خطر سقوط	هشدار، خطر مرگ	هشدار، سرما
					
هشدار، مواد مضر سلامتی و تحریک کننده	هشدار، کپسولهای گاز	هشدار، خطر باتری	هشدار، جو قابل انفجار	هشدار، محور فرز کاری	هشدار، خطر پرس شدن
					
هشدار، خطر واژگونی به هنگام نورد	هشدار، استارت خودکار	هشدار، سطوح داغ	هشدار، آسیب دیدگی دست	هشدار، خطر سر خوردن	هشدار، خطر به واسطه تأسیسات نقاله ریلی



## علائم پیشنهادی

علائم پیشنهادی عمومی	عینک ایمنی استفاده کنید	کلاه ایمنی استفاده کنید	گوشی ایمنی استفاده کنید	ماسک تنفس استفاده کنید	کفش ایمنی استفاده کنید
دستکش ایمنی استفاده کنید	لباس ایمنی استفاده کنید	ماسک ایمنی استفاده کنید	از کمربند ایمنی استفاده کنید	برای عبور برپاده	از کمربند ایمنی استفاده کنید
از پل استفاده کنید	قبل از باز کردن، دوشاخه شبکه را بکشید	قبل از شروع به کار، قبراج کنید	جلیقه نجات استفاده کنید	بوق بزنید	به نحوه استفاده توجه کنید

## علائم نجات در مسیرهای فرار و خروجیهای اضطراری

اطلاعات مسیر کمربندی اولیه خروجیهای اضطراری	کمربندی اولیه	برائتکار	دوش اضطراری	تجهیزات شستشوی چشم	محل تجمع
تلفن اضطراری	بیمارستان	دقیق برآورد	خروجی اضطراری (مسیر فرار)	خروجی اضطراری (مسیر فرار)	خروجی اضطراری (مسیر فرار)

## علائم ایمنی حریق و علائم اضافی

جهت خروج	جهت خروج	شیرآب، خاموش کننده دیواری	لنجران	کپول آتش نشانی	تلفن اعلام حریق
مواد و وسایل آتش نشانی	اعلام کننده حریق	تکثیرکننده شعله‌ور کار هستند محل: تاریخ: این تابلو را فقط این افراد می توانند بردارند		ولتاژ بالا خطر مرگ	
		علائم اضافی، به همراه علائم ایمنی، اطلاعات بیشتری را بیان می کنند		علائم اضافی، به همراه علائم ایمنی، اطلاعات بیشتری را بیان می کنند	

(۲) فقط در ارتباط با دیگر علائم نجات

(۱) دستورالعملهای اتحادیه BGV A8



(۳) دستگاهی جهت خنثی سازی فیبرهای دهنده نور در ایمنی الکتریکی










## علائم راهنمایی

مدت زمان تخلیه بیشتر از یک دقیقه	قسمتهایی از تجهیزات ممکن است تحت ولتاژ باشد	قبل از تماس - تخلیه شود - زمین شود - اتصال کوتاه شود	پنج اصل ایمنی قبل از شروع به کار - اتصال آزاد شود - در مقابل اتصال دوباره مطمئن باشد - بدون ولتاژ بودن را کنترل کنید - زمین کنید، اتصال کوتاه کنید - قطعات مجاوری که تحت ولتاژ هستند را نبوشانید یا محصور کنید
-------------------------------------	---	---	--

## علائم ترکیبی

 <p>تکنیسینها مشغول کار هستند: محل : تاریخ : این تابلو را فقط این افراد می توانند بردارند :</p> <p>روشن کردن ممنوع است</p>	 <p>ولتاژ بالا خطر مرگ</p> <p>اخطار نسبت به ولتاژ بالا</p>
---	---

علائم ترکیبی برای مسیرهای فرار یا خروجیهای اضطراری با پیکانهای همراه با اطلاعات جهت		
		
		

 <p>محدوده کمکهای اولیه</p> <p>کمکهای اولیه در فضای بهداشتی</p>	 <p>تردد در این منطقه ممنوع</p> <p>ممنوع! راه نروید</p>	 <p>درپوش خاموش کردن</p> <p>درپوش خاموش کردن جهت آتش نشانی</p>	 <p>موثر خاموش شود، خطر مسمومیت</p> <p>اخطار نسبت به گازهای سمی</p>
--	--	--	--



## مقررات حفاظت از مواد خطرناک

RL 67/548/EWG  
(2004-04)<sup>۱)</sup>

ویژگی خطر مواد	حروف مشخصه، علامت خطر	ویژگی خطر مواد	حروف مشخصه، علامت خطر	ویژگی خطر مواد	حروف مشخصه، علامت خطر
مواد جامدی که توسط منابع آتش سوزی براحتی آتش می گیرند. مایعات با نقطه اشتعال $21^{\circ}\text{C} >$	F	در تماس با پوست و سطوح مخاطی باعث التهاب آن می شود	Xi	در جذب به مقدار خیلی کم متحرک به مرگ شده یا باعث بیماری حاد یا مزمن می گردد	T+
موادی که باعث تغییرات آب، خاک، هوا، حیوانات، گیاهان و نظایر آن می شوند به نحوی که موجب خرابی و آسیب محیط اطراف می شود	n	در نتیجه ضربه، اصطکاک و مالش، آتش و سایر عوامل اشتعال باعث انفجار می شود	E	در جذب به مقدار کم متحرک به مرگ شده یا باعث بیماری حاد یا مزمن می گردد	T
موادی که در نتیجه تنفس آن، بلعیدن آن یا جذب آن توسط پوست زمینه ساز سرطان می شود	R45 با T	موادی که به واسطه فراهم کردن اکسیژن خطر آتش سوزی و شدت آتش سوزی را خیلی بالا می برد	O	جذب این مواد باعث مرگ شده یا باعث بیماری حاد یا مزمن می گردد	Xn
موادی که روی انسان باعث تغییرات توارثی می شود	R46 با T	مایعات با نقطه اشتعال $0^{\circ}\text{C} >$ و نقطه جوش $35^{\circ}\text{C} >$ مواد گازی شکلی که در تماس با هوا قابلیت اشتعال دارند	F+	بافت های زنده بدن در تماس با این مواد نابود می شود	C
موادی که شاید مضر باروری انسان باشد. این موضوع از نکات قابل استنادی تشکیل شده است که به صورت مستقیم باعث ناهنجاریهای توارثی نمی شود	R62, R63 با Xn	موادی که روی باروری انسان اثرات منفی دارد	T با R60, R61	اثرات تغییر دهنده توارثی باعث نگرانی می شود. به علت عدم اطلاعات کافی نمی توان نتیجه ای گرفت	R40 با Xn
امکان آسیب قابلیت باروری امکان آسیب دیدن نوزاد در شکم مادر	Xn	باعث آسیب نوزاد در شکم مادر می شود	T	امکان آسیب های غیر قابل ترمیم	R40 =



## مشخصه خطوط لوله

طبق DIN 2403 (1984-03)

## مشخصه برجسب مواد انتقال

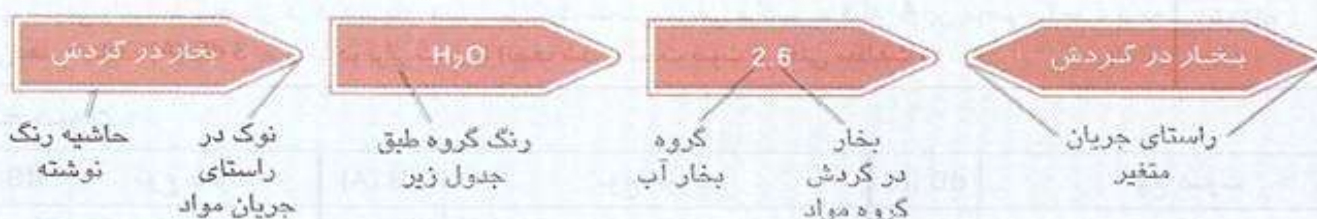
هدف: مشخصه دقیق خطوط لوله برجسب مواد انتقال شونده از آن به دلایل ایمنی، آتش‌نشانی و سرویس و تعمیر درست آن لازم است.

مشخصه با

- پلاک حاوی نام، فرمول، عدد شناسایی، علائم مشخصه مواد انتقال یا با رنگ گروه مربوطه به مواد انتقال
- حلقه‌های رنگی در گروه‌های رنگی یا
- رنگ‌آمیزی کل خطوط لوله با رنگ گروه، انجام می‌شود.

## مشخصه با پلاک

ابعاد پلاکها طبق DIN 825-1 استاندارد شده است. انتهای باریک پلاک راستای جریان مواد را مشخص می‌کند. بخار آب انتقالی را مثلاً می‌توان با نمایش زیر مشخص کرد:



## مشخصه با رنگ و اعداد

مشخصه با رنگ				مشخصه با عدد		
مواد انتقال	گروه	رنگ گروه	نمونه رنگ RAL	رنگ نوشته‌ها	عدد مشخصه	گروه مواد
آب	1	سبز	6018	سفید	گروه 1	آب
بخار آب	2	قرمز	3000	سفید	1.0	آب آشامیدنی
هوا	3	خاکستری	7001	سیاه	1.1	آب لوله
کاز قابل اشتعال	4	زرد یا زرد یا قرمز افزوده	1021 3000	سیاه	1.2	آب مصارف صنعتی و سرویس خانگی
کاز غیر قابل اشتعال	5	زرد یا سیاه افزوده یا سیاه	1021 9005 9005	سیاه	1.3	آب آماده شده
				سیاه	1.4	آب مقطر
				سفید	1.5	آب توان، آب آب‌بندی
اسیدها	6	برق‌آبی	2003	سیاه	1.6	آب در گردش و مدار
بازها	7	بنفش	4001	سفید	1.7	آب سنگین
مایعات قابل اشتعال	8	قهوه‌ای یا قهوه‌ای با افزوده قرمز	8001 8001 3000	سفید	1.9	فاضلاب
مایعات غیر قابل اشتعال	9	قهوه‌ای یا افزوده سیاه یا سیاه	8001 9005 9005	سفید	گروه 2	بخار آب
				سفید	2.0	بخار فشار پایین ( $> 1.5 \text{ bar}$ )
				سفید	2.2	بخار اشیاع - فشار بالا
				سفید	2.3	بخار داغ - فشار بالا
اکسیژن	10	آبی	5015	سفید	2.6	بخار در گردش

## مثالهای مشخصه حلقه‌های رنگی

آب	روغن گرمایشی (مثلاً مازوت)	هوای فشرده
اکسیژن	استیلن	آرگون



## صوت و آلودگی صوتی

## اصطلاحات فنی صوت

اصطلاح	توضیح
صوت	صوت در نتیجه نوسانات مکانیکی به وجود می آید. صوت در گازها، مایعات و جامدات انتشار می یابد.
فرکانس	فرکانس تعداد نوسانات در یک ثانیه است. واحد: $1 \text{ Hertz} = 1 \text{ Hz} = 1/s$ . ارتفاع صوت با فرکانس افزایش می یابد. میدان فرکانس گوشه های مکانیکی: $16 \text{ Hz} \dots 20\,000 \text{ Hz}$ .
سطح صوت	سطح صوت اندازه ای برای شدت صوت است (ترژی صوت).
آلودگی صوتی	آلودگی صوتی، امواج صوتی نامطلوب و آزاردهنده است، آزاردهندگی صوت بستگی به شدت صوت، مدت زمان اثر، فرکانس و یکنواختی آن دارد، صوت با $85 \text{ dB (A)}$ و بیشتر از آن برای گوش خطرناک است.
دسیبل (dB)	دسیبل واحد استاندارد سطح صوت روی نمودار لگاریتمی است.
dB (A)	از آنجا که گوش انسان آواهای مختلفی (فرکانسها) با یک سطح صوت یکسان و با شدتهای مختلفی را دریافت می کند باید صداهای شلوغی را توسط صافیهای در فرکانسهای معین میرا کرد. منحنی ارزیابی فرکانس با فیلتر A این موضوع را مورد توجه قرار می دهد. اختلاف $3 \text{ dB (A)}$ تقریباً با دو برابر شدن یا (تصف شدن) شدت صوت دریافتی مطابقت دارد.

## سطح صوت

نوع صوت	dB (A)	نوع صوت	dB (A)	نوع صوت	dB (A)
شروع حساسیت شنوایی	4	گفتگوی معمولی در فاصله 1 m	70	پانچ سنگین	95...110
صدای تنفس در فاصله 30 cm	10	ماشینهای ابزار	75...90	سنگ زنی زاویه	95...115
صدای آهسته خش خش برگها	20	گفتگوی بلند در فاصله 1 m	80	صدای بوق ماشین از فاصله 5 m	100
پیچ کردن	30	مشعل جوشکاری، ماشینهای تراش	85	موزیک بیت و راک	100...115
پاره شدن کاغذ	40	دریلهای چکشی، موتورسیکلت	90	صافکاری و تاب گیری	110
گفتگوی آرام	50...60	حالت امتحان موتور، واکمن	90...110	توربین	120...130

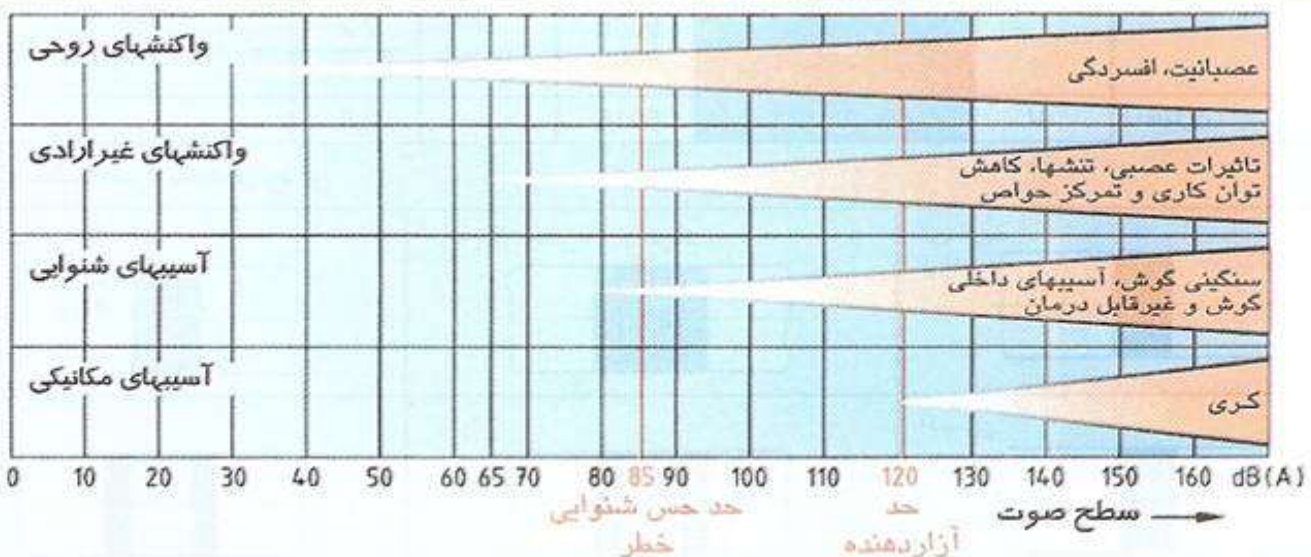
## دستورات ایمنی سر و صدا

دستورات کارگاهی	max. dB (A)
مقادیر حدی سر و صدا برای :	
غالباً فعالیتهای روحی	55
فعالتهای ساده و غالباً مکانیکی	70
تمامی فعالیتهای دیگر (می تواند به اندازه 5 dB نیز افزایش یابد)	85
در محوطه های آسایشگاهی، استراحتی و بهداشتی	55

دستورات ایمنی از حوادث ناشی از کارخانجات پر سر و صدا

- مشخص کردن محدوده صدای بالای  $90 \text{ dB (A)}$
- برای بالای  $85 \text{ dB (A)}$  باید وسایل ایمنی صوتی در اختیار بوده و برای بیش از  $90 \text{ dB (A)}$  حتماً از این وسایل استفاده شود.
- هرگاه خطرات ناشی از سر و صدا افزایش یابد، باید اقدامات مربوطه انجام گیرد.
- تجهیزات جدید کاری باید با وسایل پیشرفته جلوگیری کننده از صدا مطابقت داشته باشد.
- آزمایشهای پیشگیری کننده مرتب و منظم لازم است.

## سر و صداهای مضر سلامتی





S 2 E

نوع وسیله کاری

شماره شماره‌ده

عملکرد وسیله کاری

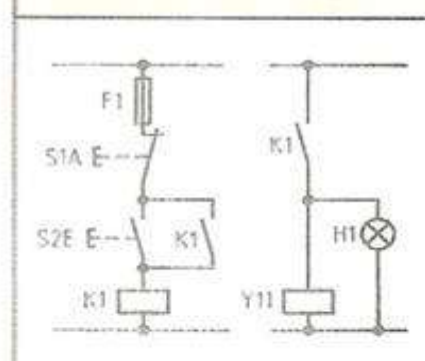
حروف مشخصه  
برای نوع (انتخابی)

حروف مشخصه  
برای عملکرد (انتخابی)

مثال مدار جریان برق

B	سنسور
D	جزء بایزری
F	فیوز
H	لامپ سیگنال
K	رله
R	مقاومت
S	کلید، اتمیت سوئیچ
Y	شیر مغناطیسی

A	عملکرد خاموش
B	راستای حرکت
E	عملکرد روشن
G	آزمایش
K	عملکرد کلیدی
R	ریست کردن
S	ذخیره کردن، ست کردن



مشخصه

نوع هادی

علامت کوتاه

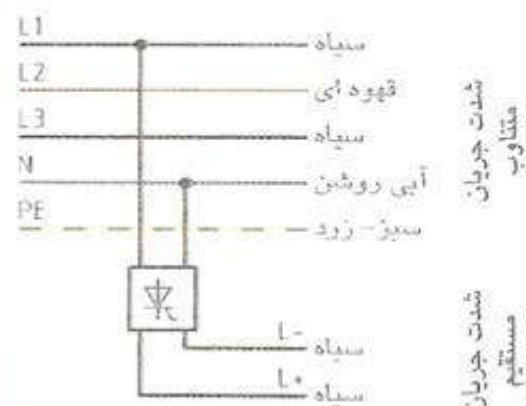
رنگ هادی

علامت شماتیک

مثال

نوع هادی		مشخصه		
		علامت کوتاه	رنگ هادی	علامت شماتیک
شبکه جریان مستقیم	مثبت	L+	سیاه <sup>۱</sup>	+
	منفی	L-	سیاه <sup>۱</sup>	-
	سیم میانی	M	آبی روشن	
شبکه جریان متناوب	سیم خارجی 1	L1	سیاه <sup>۱</sup>	}
	سیم خارجی 2	L2	سیاه <sup>۱</sup>	
	سیم خارجی 3	L3	سیاه <sup>۱</sup>	
	سیم خنثی - نول	N	آبی روشن	$\text{---} \text{ } \text{---}$
سیم ایمنی (زمین)		PE	سبز-زرد	$\text{---} \text{ } \text{---} \oplus$
PEN (سیم خنثی با عملکرد سیم ایمنی)		PEN	سبز-زرد <sup>۲</sup>	$\text{---} \text{ } \text{---} \oplus$
سیم زمین		E	سیاه <sup>۱</sup>	$\text{---} \text{ } \text{---} \oplus$

مدار یک سو ساز



بست برای

مشخصه

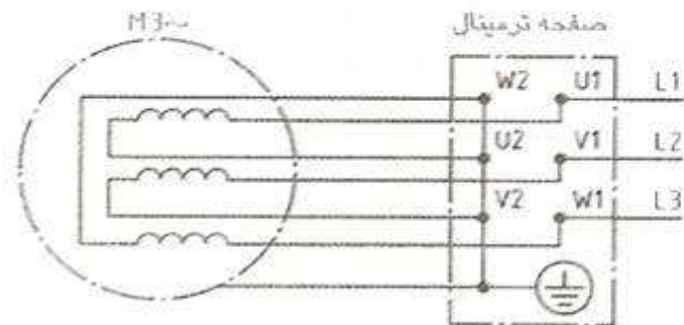
مثال

سیم خارجی 1	U
سیم خارجی 2	V
سیم خارجی 3	W

(۱) رنگ تعیین نشده است. جهت تمایز از قهوه‌ای، رنگ سیاه توصیه شده است. استفاده از سبز-زرد مجاز نیست.

(۲) سیم PEN یک رنگ سرتاسری سبز-زرد دارد. جهت جلوگیری از اشتباه با سیم PE، سیم PEN در انتهای خود با رنگ اضافی آبی روشن مشخص می‌شود. مثلاً با یک کلیپ سیم یا باند چسبی.

موتور روتور اتصال کوتاه





## اقدامات ایمنی

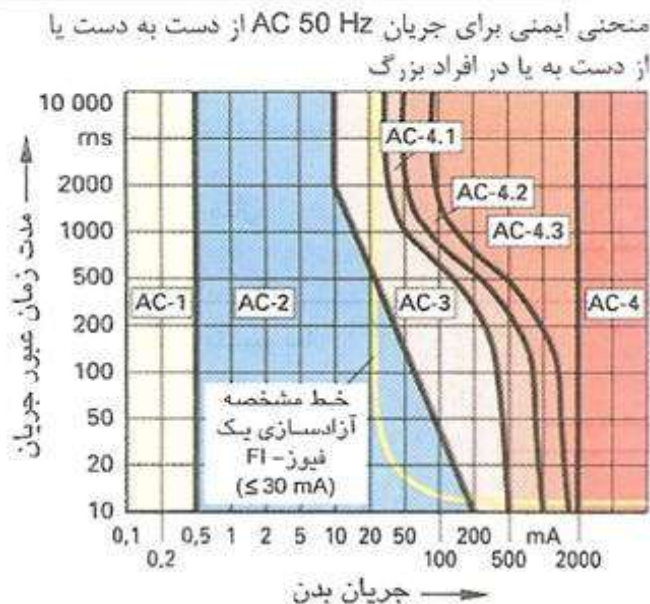
طبق DIN VDE 0 100-410 (2003-06)

اقدامات ایمنی در مقابل شوک الکتریکی

حفاظت	حفاظت	حفاظت
در صورت تماس مستقیم و تماس غیرمستقیم	در برابر شوک الکتریکی و تحت شرایط نرمال: در صورت تماس	بروز عیب: در تماس غیرمستقیم تحت شرایط
حفاظت در برابر:	حفاظت در برابر:	حفاظت در برابر:
- ولتاژ بسیار کوچک ایمنی SELV (Safety Extra Low Voltage)	- عایق بندی ایمنی اجزاء فعال، مثلاً کابل پوشش به عنوان عایق مثلاً پوسته وسایل الکتریکی	- قطع خودکار یا پیغام، مثلاً تجهیزات ایمنی خطا
- ولتاژ کوچک کاری با جداسازی حفاظتی PELV (Protective Extra Low Voltage)	- فاصله، مثلاً در پوش ایمنی، بدنه نرده‌ای ماشینها	- تعادل پتانسیل
- ولتاژ کوچک کاری بدون جداسازی حفاظتی FELV (Functional Extra Low Voltage)	- موانع، مثلاً نرده ایمنی	- فضای غیرهادی مثلاً توسط پوششهای عایق
		- عایق حفاظتی مثلاً پوسته‌های پیر شده از مواد عایق
	حفاظت اضافی توسط کلید ایمنی جریان خطای RCD: (مدار جریان باقیمانده = Residual Current Device)	

طبق IEC 60479-1 (1994)

اثر جریان متناوب



منطقه	اثر جسمی
AC-1	معمولاً بدون اثر
AC-2	معمولاً بدن اثرات خطرناک جسمی
AC-3	غالباً بدون خطر اعضا، سرعت تنفس ( $< 2s$ )، گرفتگی ماهیچه‌ها
AC-4-1	بی‌نظمی قلبی تا 5%
AC-4-2	بی‌نظمی قلبی تا 50%
AC-4-3	بی‌نظمی قلبی بالای 50%
AC-4	ایست قلبی، ایست تنفسی و سوختگی شدید (فزاینده با مدت زمان اثر و شدت جریان)

طبق DIN VDE 0 1000-430 (1991-11)

فیوز ایمنی سیمها و مقاطع سیمها

جریان نامی فیوز A به I <sub>n</sub>	رنگ مشخصه فیوزها	حداقل سطح مقطع به mm <sup>2</sup> برای سیمهای مسی در نوع سیم‌کشی								جریان نامی فیوز A به I <sub>n</sub>	رنگ مشخصه فیوزها	حداقل سطح مقطع به mm <sup>2</sup> برای سیمهای مسی در نوع سیم‌کشی																							
		A1				B1						B2				C				A1				B1				B2				C			
		و تعداد رشته‌های تحت بار										و تعداد رشته‌های تحت بار								و تعداد رشته‌های تحت بار															
		2	3	3	3	2	3	2	3			2	3	3	3	2	3	2	3			2	3	3	3	2	3	2	3						
10 (13)	قرمز	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	25	زرد	4	4	2,5	4	4	4	2,5	2,5			4	4	2,5	4	4	4	2,5	2,5						
16	خاکستری	1,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	35	سیاه	6	6	6	6	6	6	4	4			6	6	6	6	6	6	4	4						
20	آبی	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5	50	سفید	10	16	10	10	10	10	10	10			10	10	10	10	10	10	10	10						

مقایسه با DIN VDE 0 298-4 (2003-08)

نوع کابل‌کشی و سیم‌کشی سیمهای عایق‌دار

A1		سیم‌کشی در دیواره‌های عایق گرما، در لوله‌های تأسیسات الکتریکی	B2		سیم‌کشی در لوله تأسیسات با داخل دیواره، داخل کانال تأسیسات یا پشت زوار
B1		سیم‌کشی در لوله‌های تأسیسات الکتریکی روی یا داخل دیوار یا در کانال تأسیسات	C		سیم‌کشی روی یا داخل دیوار



# استانداردهای عنوان شده در کتاب

شماره	نوع استاندارد	صفحه	شماره	نوع استاندارد	صفحه
DIN			DIN		
13	رزوه ISO متریک	۲۰۴	824	تاکردن نقشه‌ها	۶۸
66	خزینه‌ها	۲۲۴	835	پیچهای دوسر رزوه انطباقی	۲۱۹
74	خزینه‌ها	۲۲۴	908	پیچهای در پوش یقه‌دار آلنی	۲۱۹
76	خلاصی رزوه	۹۱	910	پیچهای در پوش یقه‌دار و سرشش گوش	۲۱۹
82	آجها	۹۲	929	مهره جوشکاری، شش گوش	۲۳۲
103	رزوه دندان‌دانه نوزنقه‌ای ISO متریک	۲۰۷	935	مهره تاجی نوع بلند	۲۳۲
125 <sup>1)</sup>	واشرهای تخت	۲۳۳	938	پیچ دو سر رزوه انطباقی	۲۱۹
126 <sup>1)</sup>	واشرهای تخت	۲۳۴	939	پیچ دو سر رزوه انطباقی	۲۱۹
158	رزوه‌های مخروطی	۲۰۵	962	مشخصه پیچها	۲۱۰
172	بوشهای سوراخکاری یقه‌دار	۲۴۸	962	مشخصه مهره‌ها	۲۲۷
173	بوشهای سوراخکاری نصبی	۲۴۸	974	خزینه‌ها	۲۲۵
179	بوشهای سوراخکاری	۲۴۸	981	مهره خاری یاتاقانهای غلتشی	۲۷۱
202	رزوه‌ها، نگاه کلی	۲۰۲	1013 <sup>1)</sup>	مفتول فولادی نورد گرم	۱۴۵
228	مخروط متریک، مخروط مورس	۲۴۳، ۲۴۴	1014 <sup>1)</sup>	مفتول فولادی چهار گوش نورد گرم	۱۴۵
250	شعاع گردیها	۶۷	1017 <sup>1)</sup>	تسمه فولادی نورد گرم	۱۴۵
319	قطعات فشارنده گوی شکل	۲۴۹	1025	تیر I شکل پهن	۱۵۱، ۱۵۰
323	اعداد استاندارد	۶۷	1026	تیر L شکل (ناودانی)	۱۴۷
332	سوراخ مته مرغک	۹۲	1301	واحد اندازه‌گیری چرم	۲۰، ۲۱، ۲۲
336	قطر مته داخل مهره	۲۰۴	1302	علایم ریاضی	۱۹
406	اندازه‌گذاری	۷۷...۸۴	1304	علایم فرمولی	۱۹
433 <sup>1)</sup>	واشرهای تخت	۲۳۴	1414	مته‌ها	۳۰۵
434	واشر تیرهای L شکل	۲۳۵	1445	پین ثابت با سر یا دنباله رزوه دنباله‌دار	۲۳۹
435	واشر تیرهای I شکل	۲۳۵	1587	مهره کلاهی شش‌گوش، بلند	۲۳۱
461	سیستمهای مختصات	۶۲، ۶۳	1651 <sup>1)</sup>	فولادهای اتومات	۱۳۵
466	مهره آج‌دار، فرم بلند	۲۳۲	1681	فولاد ریختگی	۱۶۱
467	مهره آج‌دار، فرم کوتاه	۲۳۲	1700 <sup>1)</sup>	فلزات سنگین، مشخصه	۱۷۳
471	خار فنری محور	۲۷۲	1707 <sup>1)</sup>	لحیمهای نرم	۳۳۶
472	خار فنری خارج	۲۷۲	1732	جنس افزوده جوشکاری برای آلومینیم	۳۳۰
475	اندازه آچارگیر	۲۲۳	1850	بوش یاتاقانهای لغزشی	۲۶۵
508	مهره شیار T شکل	۲۵۱	2080	شافت مخروط تند	۲۴۳، ۲۴۴
509	گاه آزاد	۹۴	2093	فنرهای بشقابی	۲۴۷
513	رزوه اره‌ای متریک	۲۰۷	2098	فنرهای فشاری، استوانه‌ای	۲۴۶
580	پیچهای گوشواره	۲۱۹	2211	پولی (فلکه) تسمه‌های گوه‌ای شکل	۲۵۵
582	مهره گوشواره‌ای	۲۳۱	2215	تسمه‌های گوه‌ای شکل معمولی	۲۵۴
609	پیچهای سر شش گوش	۲۱۴	2215	تسمه‌های گوه‌ای شکل جناح باز	۲۵۴
616	سری اندازه یاتاقانهای غلتشی (بلبیرینگها)	۲۶۷	2403	مشخصه خطوط لوله	۴۰۵
617	یاتاقانهای غلتشی، سوزنی	۲۷۱	3760	کاسه‌نمدها	۲۷۳
623	یاتاقانهای غلتشی، مشخصه	۲۶۷	3771	۱- رینگها	۲۷۳
625	یاتاقانهای غلتشی ساچمه‌ای شیاردار	۲۶۸	4760	انحراف شکلی	۱۰۰
628	یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای مایل	۲۶۸	4844	مشخصه ایمنی	۴۰۰...۴۰۳
650	شیارهای T شکل	۲۵۱	4983	تنه رنده‌های تکه ویدیا	۳۰۱
711	یاتاقان غلتشی، ساچمه‌ای کف گرد	۲۶۹	4987	تکه ویدیای تعویضی فلز سخت، مشخصه	۳۰۰
720	یاتاقان غلتکی مخروطی	۲۷۰	5406	واشر مهره خاری	۲۷۱
780	سری مدول چرخنده ساده	۲۶۰	5412	یاتاقان غلتکی استوانه‌ای	۲۶۹
787	پیچ شیار T شکل	۲۵۱			



# استانداردهای عنوان شده در کتاب

شماره	نوع استاندارد	صفحه	شماره	نوع استاندارد	صفحه
DIN			DIN		
5418	یاتاقان غلتشی، اندازه مونتاز	۲۶۸...۲۷۰	9812	کفشک میل راهنما دار	۲۵۲
5419	حلقه‌های آب‌بند نمدی	۲۷۲	9816	کفشک میل راهنما دار	۲۵۲
5425	تیرانس مونتاز یاتاقانهای غلتشی	۱۱۲	9819	کفشک میل راهنما دار	۲۵۲
5520	شعاع خمکاری، فلزات غیر آهنی	۳۲۲	9861	سنبه برش پولک	۲۵۲
6311	قطعات فشارنده تخت	۲۴۹	16901	تیرانس قطعات قالب‌گیری مواد مصنوعی	۱۸۵
6319	واشرهای کروی خارج و مخروط داخل	۲۵۱	17006	فولادها، سیستم نامگذاری	۱۲۶...۱۲۲
6321	پینهای نگهدار و پینهای تکیه‌گاهی	۲۵۰	17182	فولادهای ریختگی	۱۶۱
6323	لقمه آزاد جای خار	۲۵۱	17211 <sup>1)</sup>	فولادهای نیتروورده	۱۲۵
6332	پین پیچی با دنباله فشارنده	۲۴۹	17212	فولاد با سختکاری شعله‌ای	۱۵۶، ۱۲۵
6335	دسته‌های صلیبی	۲۵۰	17221 <sup>1)</sup>	فولاد فنر	۱۲۹
6336	دسته ستاره‌ای	۲۵۰	17223 <sup>1)</sup>	مفتول فولادی فنرها	۱۲۹
6599	تکه‌های ویدیا، مشخصه	۲۹۸	17350 <sup>1)</sup>	فولادهای ابزار	۱۳۶
6771 <sup>1)</sup>	جدول نقشه	۶۸	19225	کنترل کننده	۳۳۵...۳۳۲
6773	بیان سختی در نقشه‌ها	۹۹	19226	مفاهیم پایه کنترل	۳۳۵...۳۳۲
6780	سوراخها، نمایش ساده	۸۵	19227	حروف مشخصه، علایم مشخصه	۳۳۲، ۳۳۲
6784 <sup>1)</sup>	لبه قطعات	۹۰	30910	فلزات تف جوش	۱۷۷
6785	نافی روی قطعات تراشکاری	۹۰	40719	پلان کار	۳۵۳...۳۵۲
6796	واشر تخت فنری	۲۳۵	50101 <sup>1)</sup>	آزمایش کشش عمیق ورق اریکسون	۱۹۰
6799	خار واشری	۲۷۲	50102 <sup>1)</sup>	آزمایش کشش عمیق ورق اریکسون	۱۹۰
6885	خار انطباقی تخت	۲۴۱	51385	مواد روغنکاری خنک کننده	۲۹۶
6886	خارهای گوه‌ای	۲۴۰	51502	مواد روغنکاری، مشخصه	۲۷۵، ۲۷۴
6887	خارهای گوه‌ای دماغه‌ای	۲۴۰	51519	درجه گران روی - ISO	۲۷۲
6888	خارهای انطباقی ناخنی	۲۴۱	51524	روغنهای هیدرولیک	۳۶۲
6914	پیچهای سر شش گوش	۲۱۴	53804	ارزیابی آماری	۲۸۲، ۲۸۱
6915	مهره‌های شش گوش، اندازه آچارگیر بزرگ	۲۳۰	55350	کنترل کیفیت	۲۸۰
6916	واشر اتصالات مقاوم	۲۳۵	66001	پلان (چارت) اجرای برنامه، مشخصه	۳۹۰
6935	شعاع خمکاری، فولاد	۳۲۲، ۳۲۳	66025	ماشینهای CNC، ساختمان برنامه	۳۷۶...۳۸۱
7157	انطباقات، توصیه	۱۱۲	66217	ماشینهای CNC، مختصات	۳۷۵
7168 <sup>1)</sup>	تیرانسهای عمومی	۱۱۱	66261	ساختمان برنامه، مشخصه	۳۹۰
7500	پیچهای رزوه کن	۲۱۸	69871	شافت مخروطی تند	۲۴۴
7708	مواد قالب‌گیری - MP، - MF، - UF و - PF	۱۸۲	69893	شافت توخالی - مخروطی	۲۴۴
7719	تسمه‌های گوه‌ای شکل پهن	۲۵۴	70852	مهره خاری	۲۳۱
7721	تسمه‌های دندانه‌دار	۲۵۶، ۲۵۴	70952	واشر خار داخل و خارج	۲۳۱
7722	تسمه‌های گوه‌ای شکل دویل	۲۵۴			
7726	مواد اسفنجی	۱۸۴			
7753	تسمه‌های گوه‌ای شکل باریک	۲۵۵، ۲۵۴			
7867	تسمه‌های گوه‌ای شکل پره‌ای	۲۵۴	439	گازهای محافظ	۳۲۹
7984	پیچهای سراسر استوانه‌ای آلنی	۲۱۵	440	الکترودهای سیمی	۳۲۹
7989	واشر سازه‌های فولادی	۲۳۴	485	آلیاژهای خمیری آلومینیم	۱۶۶، ۱۶۵
7991	پیچهای سرخزینه	۲۱۶	499	مفتولهای جوشکاری	۳۳۱
7999	پیچهای انطباقی سرشش گوش	۲۱۴	515	حالت مواد آلیاژهای آلومینیم	۱۶۴
8513 <sup>1)</sup>	لحیمهای سخت	۳۳۵	573	مشخصه آلیاژهای آلومینیم	۱۶۴
8554 <sup>1)</sup>	مفتولهای جوشکاری با گاز	۳۲۸	754	آلیاژهای خمیری آلومینیم	۱۶۶، ۱۶۵
9713 <sup>1)</sup>	پروفیل ناودانی آلومینیم	۱۷۰	754	مفتولهای گرد و چهارگوش آلومینیم	۱۶۹، ۱۶۸
9715	آلیاژهای خمیری منیزیم	۱۷۱	755	آلیاژهای خمیری آلومینیم	۱۶۶، ۱۶۵



# استانداردهای عنوان شده در کتاب

شماره	نوع استاندارد	صفحه	شماره	نوع استاندارد	صفحه
DIN EN			DIN EN		
775	ایمنی کار در ربات سیستمهای هندلینگ	۲۷۴	10270	مفتول فولادی برای فنرهای کششی	۲۴۵
1044	لحیمهای سخت	۲۳۵	10277	مفتول فولادی براق، وضعیت تحویلی	۱۴۶
1045	فلاکسهای لحیمکاری سخت	۲۳۶	10278	محصولات فولادی براق	۱۴۶
1089	کپسولهای گاز تحت فشار	۳۲۸	10297	لوله‌ها، ماشین‌سازی	۱۴۳
1089	مشخصه کپسولهای گاز	۳۹۹، ۳۹۸	10305	لوله‌های فولادی دقیق	۱۴۳
1173	آلیاژهای مس، حالت مواد	۱۷۳	12163	آلیاژهای روی-مس	۱۷۴
1412	آلیاژهای مس، شماره مواد	۱۷۳	12164	آلیاژهای سرب-روی-مس	۱۷۴
1560	مشخصه چدن‌ها	۱۵۸	12413	سنگ زنی، سرعت بالا	۳۱۲
1561	چدن با گرافیت ورقه‌ای	۱۶۰	12536	مفتولهای جوشکاری با گاز	۳۲۸
1562	چدن چکش‌خوار	۱۶۱	12844	آلیاژهای ریختگی روی ظریف	۱۷۵
1563	چدن با گرافیت کروی	۱۶۰	12890	مدل‌ها	۳۹۶، ۱۶۲
1661	مهره شش گوش یقه‌دار	۲۳۰	13237	وسایل کاری برای محدوده با خطر انفجار	۳۵۱
1706	آلیاژهای ریختگی آلومینیم	۱۶۷	17860	تیتانیم، آلیاژهای تیتانیم	۱۷۱
1753	آلیاژهای ریختگی منیزیم	۱۷۱	20273	سوراخهای سراسری برای عبور پیچها	۲۱۱
1780	نامگذاری قطعات ریختگی آلومینیمی	۱۶۷	20898	درجه استحکام مهره‌ها	۳۲۸
1982	آلیاژهای مس، نامگذاری	۱۷۵، ۱۷۳	22339	پینهای مخروطی	۲۳۸
6506	آزمایش سختی برینل	۱۹۱	22340	پینهای ثابت بدون سر	۲۳۹
10002	آزمایش کشش	۱۸۹	22341	پینهای ثابت با سر	۲۳۹
10003 <sup>1)</sup>	آزمایش سختی برینل	۱۹۱	22553	علایم جوشکاری	۹۷...۹۵
10020	فولادها، تقسیم‌بندی	۱۲۱	24015	پیچهای سر شش گوش	۲۱۳
10025	فولادهای سازه‌ای غیرآلیاژی	۱۳۱	24033 <sup>1)</sup>	مهره‌های شش گوش	۲۲۹
10027	فولادها، سیستم نامگذاری	۱۲۶...۱۲۲	24766	پیچهای مغزی، شیاردار	۲۲۰
10045	آزمایش ضربه شکاف خمشی شارپی	۱۹۰	27434	پیچهای مغزی، شیاردار	۲۲۰
10051	ورق‌ها، نورد گرم	۱۴۲	27435	پیچهای مغزی، شیاردار	۲۲۰
10055	تیرسه پری (T) هم اندازه	۱۴۷	28738	واشر بولتها	۲۳۵
10056	نیشتی	۱۴۹، ۱۴۸	29453	لحیمهای نرم	۳۳۶
10058	تسمه فولادی نورد گرم	۱۴۵	29454	فلاکسهای لحیمکاری نرم	۳۳۶
10059	مفتول فولادی چهار گوش نورد گرم	۱۴۵	29692	جوشکاری، آماده‌سازی درز	۳۲۷
10060	مفتول فولادی نورد گرم	۱۴۵	50125	قطعه نمونه کشش	۱۸۹
10083	فولادهای بهسازی	۱۵۶، ۱۳۴	50141	آزمایش برش (قیچی)	۱۹۰
10084	فولادهای کربوره	۱۵۵، ۱۳۳	60445	وسایل کاری الکتریکی	۴۰۷
10085	فولادهای نیترووره	۱۵۷، ۱۳۵	60446	مادیها (سیمها) و بستها	۴۰۷
10087	فولادهای اتومات (خوش تراش)	۱۵۷، ۱۳۵	60529	انواع ایمنی	۳۵۱
10088	فولادهای زنگ نزن	۱۳۸، ۱۳۷	60617	مدارهای برقی، علایم اتصال	۳۴۸...۳۴۶
10089	فولاد فنر	۱۳۹	60848	پلان گاز	۳۵۴...۳۵۲
10113	فولادهای سازه‌ای دانه ریز	۱۳۲	60893	مواد پرسی لایه‌ای	۱۸۳
10130	ورق‌ها، نورد سرد	۱۴۱	60947	سنسورهای مجاورتی، مشخصه	۳۵۰
10137	فولادهای سازه‌ای بهسازی شده	۱۳۲	61082	پلان مدارهای برقی	۴۰۷، ۳۴۹
10142	ورق‌ها، کالوانیزه شده	۱۴۲	61131	PLC (SPS)	۳۶۹...۳۶۷
10210	پروفیل‌های توخالی، نورد گرم	۱۵۲			
10213	فولاد ریختگی برای مخازن تحت فشار	۱۶۱			
10219	پروفیل‌های توخالی، نورد سرد	۱۵۲			
10226	رزوه لوله - ویت ورث	۲۰۶			
10268	ورق‌ها، نورد سرد	۱۴۱			
10270	مفتول فولادی برای فنرها	۱۳۹			



# استانداردهای عنوان شده در کتاب

شماره	نوع استاندارد	صفحه	شماره	نوع استاندارد	صفحه
<b>DIN EN ISO</b>			<b>DIN EN ISO</b>		
216	ابعاد کاغذ نقشه‌کشی	۶۸	7200	جدول نقشه	۶۸
527	خواص کششی مواد مصنوعی	۱۹۴	8673	مهره‌های شش‌گوش، دنده‌ریز (ظریف)	۲۲۹
868	آزمایش سختی شر	۱۹۴	8674	مهره‌های شش‌گوش، دنده‌ریز (ظریف)	۲۲۹
898	درجه استحکام پیچها	۲۱۱	8675	مهره شش‌گوش، کوتاه	۲۳۰
1043	پلیمر پایه	۱۷۹	8676	پیچهای سر شش‌گوش	۲۱۲
1207	پیچ سر استوانه‌ای شیار تخت	۲۱۶	8734	پینهای استوانه‌ای سختکاری شده	۲۳۸
1234	اشپیل	۲۳۲	8740	پین شیار دار پخ‌دار	۲۳۹
1302	بیان صافی سطوح	۱۰۲، ۱۰۱	8741	پین شیاردار جازنی	۲۳۹
1872	مواد قالب‌گیری پلی‌اتیلن (PE)	۱۸۲	8742	پین شیاردار شکم‌دار	۲۳۹
1873	مواد قالب‌گیری پلی پروپایلن (PP)	۱۸۲	8743	پین شیاردار شکم‌دار	۲۳۹
2009	پیچهای سر خزینه با شیار تخت	۲۱۷	8744	پین شیار دار مخروطی	۲۳۹
2010	پیچهای سر خزینه با شیار چهارسو	۲۱۷	8745	پین شیاردار انقباضی	۲۳۹
2039	آزمایش سختی مواد مصنوعی	۱۹۴	8746	پین شیاردار سر نیم گرد	۲۳۹
2338	پینهای استوانه‌ای	۲۳۸	8747	پین شیاردار سر خزینه	۲۳۹
3098	حروف و علائم نوشتاری	۶۶	8752	پین متحرک فنری چاکدار، نوع سنگین	۲۳۸
3166	کد سه حرفی کشورها	۲۰۳	8765	پیچهای سر شش‌گوش	۲۱۲
3506	درجه استحکام پیچها	۲۱۱	9000	مدیریت کیفیت	۲۷۹، ۲۷۸
3506	درجه استحکام مهره‌ها	۲۲۸	9001	مدیریت کیفیت	۲۷۸
4014	پیچهای سر شش‌گوش	۲۱۲	9004	مدیریت کیفیت	۲۷۸
4017	پیچهای سر شش‌گوش	۲۱۲	9787	ریات صنعتی	۲۷۳، ۲۷۲
4026	پیچهای مغزی سر آلنی	۲۲۰	10512	مهره‌های شش‌گوش با قطعه ضامن	۲۳۰
4027	پیچهای مغزی سر آلنی	۲۲۰	10642	پیچهای سرخزینه، آلنی	۲۱۶
4028	پیچهای مغزی سر آلنی	۲۲۰	13337	پین متحرک فنری چاکدار، نوع سبک	۲۳۸
4032	مهره‌های شش‌گوش، رزوه معمولی	۲۲۸	13920	جوشکاری، تئرانسهای عمومی	۲۲۶
4033	مهره‌های شش‌گوش، رزوه معمولی	۲۲۹	14539	دستها (گریپرها)	۲۷۴
4035	مهره‌های شش‌گوش، کوتاه	۲۲۹	14577	سختی مارتن	۱۹۳
4063	فرآیندهای جوشکاری، مشخصه	۳۲۶	15785	اتصالات چسبی، نمایش	۹۸
4287	پروفیل سطوح و کمیتهای مشخصه	۱۰۰	15977	میخ پرچ فشنگی، کلکی تخت	۲۴۲
4288	پروفیل سطوح و کمیتهای مشخصه	۱۰۱، ۱۰۰	15978	میخ پرچ فشنگی، کلکی خزینه	۲۴۲
4759	کلاس تولید پیچها و مهره‌ها	۲۱۱	18265	جدول تبدیل مقادیر سختی	۱۹۳
4762	پیچهای سراسر استوانه‌ای آلنی	۲۱۵	20482	آزمایش کشش عمیق ورق اریکسون	۱۹۰
4957	فولادهای ابزار	۱۵۵، ۱۳۶	21269	پیچهای سراسر استوانه‌ای، آلنی	۲۱۶
5457	اندازه کاغذ نقشه‌کشی	۶۸			
6507	آزمایش سختی ویکرز	۱۹۲			
6508	آزمایش سختی راکول	۱۹۲			
6947	وضعیت جوشکاری	۳۲۶			
7040	مهره‌های شش‌گوش با قطعه ضامن	۲۳۰			
7046	پیچهای سرخزینه با شیار چهارسو	۲۱۷			
7047	پیچ سرخزینه سرعده‌ای با شیار چهارسو	۲۱۷			
7049	پیچ ورق، سر عده‌ای	۲۱۸			
7050	پیچهای ورق، سر خزینه	۲۱۷			
7051	پیچهای ورق، سرخزینه سرعده‌ای	۲۱۷			
7090	واشر تخت پخ‌دار، سری نرمال	۲۳۳			
7091	واشر تخت، سری نرمال	۲۳۴			
7092	واشر تخت، سری کوچک	۲۳۴			



# استانداردهای عنوان شده در کتاب

شماره	نوع استاندارد	صفحه	شماره	نوع استاندارد	صفحه
<b>DIN ISO</b>			<b>BGV</b>		
14	اتصالات هزار خاری	۲۴۲	A8	مشخصه ایمنی	۴۰۳...۴۰۰
128	خطوط، انواع	۷۷...۶۹	B3	دستورالعملهای ایمنی در برابر آلودگی صوتی	۴۰۶
228	رزوه لوله	۲۰۶	D12	دیسکهای سنگزنی، کاربرد	۳۱۲
273	سوراخ سراسری برای پیچها	۲۲۵	<b>DGQ</b>		
286	انطباقات - ISO	۳۹۳، ۱۱۰...۱۰۴	11-19	آموزش کیفیت، مقدمه	۲۸۵
513	تکه‌های ویدیا، مشخصه	۲۹۹، ۲۹۸	16-31	توزیع نرمال در کنترل تصادفی	۲۸۲
525	سنگها، چسبها	۳۱۳	16-33	توانایی کیفیت فرآیند	۲۸۵
848	مشخصه دانه‌بندی	۳۱۵	<b>EWG - دستورالعمل</b>		
965	رزوه‌های چندرله (چندبخش)، مشخصه	۲۰۲	67/548	سریهای R و S	۱۹۹، ۱۹۸
965	کلاس ترانس رزوه‌ها	۲۰۸	67/548	علامه خطر	۴۰۴
1101	ترانس‌گذاری شکلی و وضعی	۱۱۵...۱۱۳	<b>IEC</b>		
1219	علامه مدار هیدرولیکی و پنوماتیکی	۳۵۹...۳۵۷	60479	اثر جریان متناوب	۴۰۸
2162	نمایش فنرها	۸۹	<b>TRGS</b>		
2203	نمایش چرخنده‌ها	۸۶	900	مواد خطرناک	۱۹۷
2768	ترانسهای عمومی	۱۱۱، ۸۲	<b>VDI</b>		
2859	کنترل ذاتی	۲۸۴	2229	اتصالات چسبی، آماده‌سازی سطوح	۳۳۸
3040	مشخصه مخروط	۳۰۸	2740	دستها (گریپرها)	۳۷۴
4379	بوش یا تاقان لغزشی	۲۶۵	2854	ایمنی‌کاری رباتها	۳۷۴
4381	جنس یا تاقان لغزشی	۲۶۴	2880	دستورات PLC	۳۶۹
4382	جنس یا تاقان لغزشی	۲۶۴	3258	مدت زمان کار ماشین، هزینه‌ها	۲۸۹
5455	مقیاسها	۶۷	3368	اندازه سنبه‌برش	۳۲۰
5456	روشهای تصویر کردن	۷۲، ۷۱	3411	چسب دیسکهای سنگزنی	۳۱۳، ۳۱۵
6410	رزوه‌ها، نمایش	۹۰، ۸۱	<b>VDMA</b>		
6411	سوراخهای مته مرغک، نمایش	۹۳	24569	مایعات هیدرولیک، قابل تجزیه و خراب‌شدن	۳۶۲
6413	نمایش محورهای هزار خار	۸۹	<b>DIN VDE</b>		
6691	جنس یا تاقانهای لغزشی	۲۶۴	0100-410	اقدامات ایمنی	۴۰۸
6753	صفحات آماده قالبهای برش و قیدها	۲۵۲	0100-430	فیوز ایمنی سیمها	۴۰۸
8062	ترانس اندازه قطعات ریختگی	۱۶۲	<b>قوانین مواد زباله و بازیافتی</b>		
8826	یاتاقانهای غلتشی، نمایش ساده	۸۷	اقدامات ویژه جهت زباله‌های نیازمند نظارت ویژه		
9222	کاسه‌نمدها (آب‌بندها)، نمایش ساده	۸۸			
10242	دنباله قالب	۲۵۲	۱۹۶		
13715	لبه قطعات، گوشه قطعات	۹۰			
<b>DIN VDE</b>			<b>قوانین مواد زباله و بازیافتی</b>		
0100-410	اقدامات ایمنی	۴۰۸	اقدامات ویژه جهت زباله‌های نیازمند نظارت ویژه		
0100-430	فیوز ایمنی سیمها	۴۰۸			
<b>قوانین مواد زباله و بازیافتی</b>			<b>قوانین مواد زباله و بازیافتی</b>		
اقدامات ویژه جهت زباله‌های نیازمند نظارت ویژه			۱۹۶		



آ، الف	ا
آمینوپلاست ..... ۱۸۲	ببندها ..... ۲۷۲، ۸۸
آنالوگ، کنترل کننده ..... ۳۴۴	بدار، مهره ..... ۲۳۲، ۲۲۷
آنیل ..... ۱۵۴	بها ..... ۹۳، ۷۴
آنیل تنش زدایی ..... ۱۵۴	بارخورها ..... ۷۹
آنیل نرم ..... ۱۵۴	ارگیر، پیچها ..... ۲۲۳
آنیل نرمال ..... ۱۵۴	مایش اتصال چسبی ..... ۳۳۹
ا-رینگها ..... ۲۷۳	مایش اریکسون ..... ۱۹۰، ۱۸۸
ابزاری، فولاد ..... ۱۵۵	مایش برش (قیچی) ..... ۱۹۰، ۱۸۸
اتصالات پیچی ..... ۲۲۱، ۹۲	مایش سختی با نفوذ ..... ۱۸۷
اتصالات چرخکاری ..... ۹۸	مایش سختی با نفوذ ساچمه ..... ۱۹۱، ۱۸۷
اتصالات چسبی ..... ۳۳۹، ۳۳۸، ۹۸	مایش سختی برینل ..... ۱۹۱، ۱۸۷
اتصالات فشاری ..... ۹۸	مایش سختی راکول ..... ۱۹۲، ۱۸۷
اتصالات لحیم ..... ۳۳۷	مایش سختی شر ..... ۱۸۸
اتصالات مقاوم، واشر ..... ۲۳۵	مایش سختی مواد مصنوعی (پلاستیکها) ..... ۱۹۴
اتومات، فولاد ..... ۱۵۷، ۱۳۵	مایش سختی ویکرز ..... ۱۹۲، ۱۸۷
اتوماسیون ..... ۳۹۱، ۳۴۲	مایش ضربه-شکاف ..... ۱۹۰، ۱۸۸
اجزاء ماشین ..... ۲۷۵، ۲۰۱، ۸۹، ۸۶	مایش کشش ..... ۱۸۹، ۱۸۷
احتراق ..... ۵۲	مایش مافوق صوت ..... ۱۸۸
ارزیابی آماری ..... ۲۸۱	مایش مواد ..... ۱۹۴، ۱۸۷
ارشمیدس ..... ۴۲	بتانه سوز ..... ۲۹۰
اریکسون ..... ۱۹۰، ۱۸۸	بتنیقی، فولاد ..... ۱۳۷
اسپارک ..... ۳۱۸، ۳۱۷	سونومتريک ..... ۷۱
استاتیکی ..... ۴۳	مینیم ..... ۲۳۰، ۱۷۵، ۱۷۰، ۱۶۳
استاندارد ISO 9000-9004 ..... ۲۷۹، ۲۷۸	مینیم، مفتول ..... ۱۷۰، ۱۶۸
استوانه ..... ۲۹	مینیم، ناودانی ..... ۱۷۰
استوانه توخالی ..... ۲۹	بازهای تیتانیوم ..... ۱۷۱
اسفنج، مواد ..... ۱۸۴	بازهای خمیری آلومینیم ..... ۱۶۶، ۱۶۳
اسکی (ASCII)، علایم ..... ۳۸۹	بازهای خمیری مس ..... ۱۷۴
اسید ..... ۱۲۰	بازهای ریختگی آلومینیم ..... ۱۶۷
اشپیل ..... ۲۳۲، ۲۲۶	بازهای ریختگی روی ظریف ..... ۱۷۵
اصطکاک ..... ۴۱	بازهای ریختگی مس ..... ۱۷۵
اطلاعات، تکنولوژی ..... ۳۹۱، ۳۸۸	بازهای لحیم ..... ۳۳۶، ۳۳۵
اعداد استاندارد ..... ۶۷	بازهای مس ..... ۱۷۵، ۱۷۳
اعداد اندازه ..... ۷۸	بازهای مس-آلومینیم ..... ۱۷۵
افت ولتاژ ..... ۵۴	بازهای مس-روی ..... ۱۷۴
اقلیدس، قانون ..... ۲۴	بازهای مس-روی-سرب ..... ۱۷۴
اکسی استیلن ..... ۴۰۱، ۳۳۴	بازهای مس-قلم ..... ۱۷۴
الاستومر ..... ۱۸۴، ۱۷۸	بازهای مس-نیکل-روی ..... ۱۷۵
الزامات سیستم ..... ۲۷۸	بازهای منیزیم ..... ۱۷۱
الکتروتنیک ..... ۳۵۱، ۳۴۷، ۵۳	اری، ارزیابی ..... ۲۸۱



الف	ب، پ
الکتروتکنیکی، مدار ..... ۲۵۱...۳۴۷	براده‌برداری خشک ..... ۲۹۷
الکترودها ..... ۳۲۹	براده‌برداری سرعت بالا ..... ۲۹۷
الکترودهای جوشکاری برقی ..... ۳۲۳...۳۳۱	براده‌برداری، روش ..... ۳۱۶...۳۰۵
الکترونیوماتیکی، کنترل ..... ۳۶۰	براده‌برداری، نیروها و توان ..... ۳۰۴...۳۰۲
الکتروهیدرولیکی، مدار ..... ۳۶۱	برش ..... ۳۲۶، ۱۸۸، ۷۶، ۷۵
الماس ..... ۳۱۵	برش با اکسی استیلن ..... ۴۰۱، ۳۳۴
الماسه ..... ۳۰۰...۲۹۸	برش با لیزر ..... ۳۳۴
انتقال قدرت ..... ۲۶۲	برش پلاسمایی ..... ۴۰۱
انحراف معیار ..... ۲۸۳	برش دایره ..... ۲۸
اندازه‌گذاری ..... ۸۵...۷۷	برش، با شعله ..... ۴۰۱
اندازه‌گذاری پشت سرهم ..... ۸۴	برش، قطعه نمونه ..... ۱۹۰
اندازه‌گذاری مختصاتی (جدولی) ..... ۸۴	برش، لقی ..... ۳۲۰
اندازه‌گذاری موازی هم ..... ۸۴	برشی، تنش ..... ۴۶
اندازه‌ها ..... ۸۳	برق گرفتگی ..... ۴۱۱
انرژی ..... ۲۸	برقو ..... ۳۰۶، ۲۹۳
انرژی پتانسیل ..... ۳۸	برقوکاری ..... ۳۰۶، ۲۹۳
انرژی جنبشی ..... ۳۸	برگشت فنر ..... ۳۲۳
انطباقات ..... ۳۹۷، ۱۱۴...۱۰۵	برینل ..... ۱۹۱، ۱۸۷
انقباض ..... ۵۱	بقای کار و انرژی ..... ۳۸
اولونت ..... ۶۱	بلییرینگها ..... ۲۷۱...۲۶۶، ۸۷
اوایلر ..... ۴۶	بوش ..... ۲۶۵، ۲۶۴، ۲۴۸
اهرم ..... ۳۷	بوش دورو پلاستیکی و ترموپلاستیکی ..... ۲۶۵
اهم ..... ۵۳	بوش زینتر ..... ۲۶۵
ایزو 9000-9004 ..... ۲۷۹، ۲۷۸	بوش مسی ..... ۲۶۵
ایزومتریک ..... ۷۱	بوشها ..... ۲۶۴
ایمنی برق ..... ۴۱۱	بوشهای سوراخکاری ..... ۲۴۸
ایمنی کار ..... ۴۱۱، ۴۰۸...۴۰۴	بولتها ..... ۲۳۹...۲۳۷
ایمنی، علایم ..... ۴۱۱، ۴۰۸...۴۰۴	بهره ..... ۱۷
ب	
بارگذاری ..... ۴۳	بهسازی ..... ۱۵۴
بارگذاری استاتیکی ..... ۴۳	بهسازی، فولاد ..... ۱۵۶، ۱۳۴
بارگذاری استاتیکی و دینامیکی ..... ۴۴	بیضی ..... ۶۰
بارگذاری دینامیکی ..... ۴۳	پاتنت کاری ..... ۱۳۹
باز ..... ۱۲۰	پارتو ..... ۲۸۵
بازده ..... ۴۰...۳۸	پال (PAL) ..... ۳۸۶...۳۸۲
بازدهی نوار ..... ۳۲۱	پانچ مواد ..... ۴۶
بالابری ..... ۳۹	پتانسیل ..... ۳۸
باینری ..... ۳۴۶	پیخ ..... ۸۵، ۸۰
بخار ..... ۵۲	پراکندگی، توزیع ..... ۲۸۱
	پرچ ..... ۲۴۲
	پرچ، میخ ..... ۲۴۲



پ	پ
۲۳۹ ..... پینهای ثابت	۳۹۱، ۳۹۰ ..... پردازش اطلاعات، علایم
۲۳۸ ..... پینهای فنری چاکدار	۷۱ ..... پرسپکتیو
۲۳۹ ..... پینهای متحرک با سر	۳۱۹ ..... پرسها
۲۳۹ ..... پینهای متحرک شیاردار	۳۱۹ ..... پرسهای مکانیکی لنگ
۲۳۸ ..... پینهای مخروطی	۳۶۴ ..... پرسهای هیدرولیکی
۲۵۰ ..... پینهای نگهدار	۱۷۹ ..... پرکننده
	۱۶۸، ۱۵۲، ۱۴۴ ..... پروفیلها
ت	۱۶۸ ..... پروفیلهای آلومینیم
۲۳۲، ۲۲۶ ..... تاجی، مهره	۱۸۶، ۱۷۸، ۱۴۹ ..... پلاستیکها
۶۸ ..... تاکردن کاغذ	۴۰۱ ..... پلاسمایی
۱۴ ..... تالس	۱۸۶، ۱۷۹ ..... پلیمرها
۳۱۱ ..... تایکف	۳۶۵ ..... پمپها
۷۳ ..... تداخل	۲۵۶ ..... پولی
۳۱۰، ۳۰۷، ۳۰۳ ..... تراشکاری	۳۷۱، ۳۶۷ ..... پی‌ال‌سی (PLC)
۲۹۷ ..... تراشکاری سخت	۲۲۳، ۲۰۹ ..... پیچ
۵۶ ..... ترانسفورماتور	۲۲۰، ۲۱۶، ۲۱۵، ۲۰۹ ..... پیچ آلنی
۳۶ ..... ترکیب و تجزیه نیروها	۲۹۱ ..... پیچ تراشی
۱۸۲، ۱۸۱، ۱۷۸ ..... ترموپلاستها	۲۱۹، ۲۱۰ ..... پیچ درپوش
۲۵۵، ۲۵۴ ..... تسمه دندانه‌دار	۲۱۹ ..... پیچ دوسر رزوه
۲۵۵، ۲۵۴ ..... تسمه گوه‌ای	۲۱۸، ۲۱۰ ..... پیچ رزوه‌کن
۲۶۲، ۲۵۶، ۲۵۴، ۱۴۵، ۱۴۲، ۱۴۰ ..... تسمه‌ها	۲۲۵، ۲۱۶، ۲۰۹ ..... پیچ سراسنانه‌ای
۲۸۲ ..... تصادفی، کنترل	۲۲۵، ۲۱۴، ۲۱۲، ۲۰۹ ..... پیچ سر شش‌گوش
۲۸۴ ..... تصادفی، نمونه	۲۲۴، ۲۱۷، ۲۱۶، ۲۰۹ ..... پیچ سرخزینه
۳۷۹ ..... تصحیح ابزار	۲۱۷ ..... پیچ سرعده‌سی
۳۷۹ ..... تصحیح مسیر	۲۵۱ ..... پیچ شیار T- شکل
۷۲، ۷۱ ..... تصویر، روش	۲۱۹، ۲۱۰ ..... پیچ گوشواره‌ای (پیچ قلاب، قلاب پیچی)
۵۱ ..... تغییر حجم	۲۲۰، ۲۱۰ ..... پیچ مغزی
۵۱ ..... تغییر طول	۲۱۸، ۲۱۷، ۲۱۰، ۲۰۹ ..... پیچ ورق
۵۱ ..... تغییر قطر	۲۱۱ ..... پیچ، کلاس
۱۷۷ ..... تف جوشها	۴۳ ..... پیچش
۳۱۱ ..... تقسیم	۴۷ ..... پیچشی، تنش
۲۴ ..... تقسیم طول	۲۱۱ ..... پیچها، استحکام
۱۸۶، ۱۷۹ ..... تقویت‌کننده	۲۲۳ ..... پیچها، کلگی و آچارگیر
۳۹۱، ۳۸۸ ..... تکنولوژی اطلاعات	۲۱۹، ۲۱۴ ..... پیچهای انطباقی
۳۰۱، ۲۹۸ ..... تکه ویدیا	۱۶۶، ۱۶۵، ۱۶۳، ۱۵۷ ..... پیرسختی
۲۰۸، ۱۱۵، ۱۰۳، ۸۲ ..... تیرانس	۳۶۵، ۳۶۳ ..... پیستون
۲۰۸ ..... تیرانس رزوه	۴۰۵ ..... پیشنهادی علایم
۴۸ ..... تمرکز تنش	۲۳۹، ۲۳۷ ..... پینها
۴۸ ..... تمرکز تنش، ضریب	۲۳۸ ..... پینهای استوانه‌ای
۱۸ ..... تناسب	۲۵۰ ..... پینهای تکیه‌گامی



ج، چ	ت
جرم طولی ..... ۳۱	تناوبی، عناصر ..... ۳۹۸
جریان ..... ۵۴	تندبر، فولاد ..... ۱۳۶
جریان سه فاز ..... ۵۵	تنش ..... ۴۳
جریان متناوب (AC) ..... ۵۵	تنش برشی ..... ۴۶
جریان مستقیم (DC) ..... ۵۵	تنش پیچشی ..... ۴۷
جنبشی ..... ۳۸	تنش خمشی ..... ۴۷
جوشکاری ..... ۴۰۳، ۴۰۲، ۴۰۱، ۳۳۴، ۳۲۶	تنش سطحی ..... ۴۵
جوشکاری ..... ۹۸، ۹۵	تنش سطحی مجاز ..... ۴۵
جوشکاری آلومینیم ..... ۳۳۰	تنش فشاری ..... ۴۵
جوشکاری میگ ..... ۳۳۰	تنش کششی ..... ۴۵
جوشکاری ویگ ..... ۳۳۰	تنش کمانشی ..... ۴۶
جوشکاری، تترانسها ..... ۳۳۴	تنش لهدگی ..... ۴۵
جوشکاری، کپسول ..... ۴۰۳، ۴۰۲، ۳۲۷	تنش، تمرکز ..... ۴۸
جوشکاری، گازهای محافظ ..... ۳۳۰، ۳۲۹	تنش زدایی ..... ۱۵۴
جوشکاری، مصرف گاز و الکترو ..... ۳۳۳	تنشهای مجاز ..... ۴۸، ۴۴
جوشکاری، مفتول ..... ۳۲۷	تنه رنده ..... ۳۰۱
جوشکاری، وضعیت ..... ۳۲۶	توابع اضافی ..... ۳۷۷
چدن چکش خوار ..... ۱۵۹	توابع مثلثاتی ..... ۱۴، ۱۱
چدن ..... ۱۶۱، ۱۵۸	توان ..... ۴۰، ۳۸
چدن، نامگذاری ..... ۱۵۸	توان اصطکاکی در یاتاقانها ..... ۴۱
چرخ بالابری ..... ۳۹	توان الکتریکی ..... ۵۶
چرخ حلزون ..... ۸۶	توان در حرکت دایروی شکل ..... ۴۰
چرخ زنجیر ..... ۲۵۸، ۲۵۷، ۸۶	توان در حرکت مستقیم الخط ..... ۴۰
چرخنده ..... ۲۶۲، ۲۵۹	توان، پمپها و سیلندرها ..... ۳۶۵
چرخنده بالابری ..... ۳۹	توانایی کیفیت ..... ۲۸۵
چرخنده تسمه‌ای ..... ۸۶	تولید پراکندگی ..... ۲۸۱
چرخنده حلزونی ..... ۲۶۲، ۲۶۱، ۸۶	توزیع نرمال ..... ۲۸۲
چرخنده دنده شانه‌ای ..... ۸۶	توزیع نرمال گوس ..... ۲۸۲
چرخنده ساده ..... ۲۶۰، ۲۵۹	تیتانیم ..... ۱۷۱
چرخنده ساده ..... ۸۶	تیر معمولی (I) ..... ۱۵۱، ۱۵۰
چرخنده ساده خارجی ..... ۸۶	تیرها ..... ۱۵۲، ۱۴۷، ۵۰، ۴۷
چرخنده ساده داخلی ..... ۸۶	
چرخنده مخروطی ..... ۲۶۱، ۸۶	
چرخنده، گشتاور چرخشی ..... ۳۷	
چسب ..... ۳۱۳	
چسباندن ..... ۳۲۹، ۳۲۸	
چسبها ..... ۳۲۸	
چکش خوار ..... ۱۶۱	
چندضلعی منتظم ..... ۳۷	
چندضلعیها ..... ۵۹	
	جامدات ..... ۱۱۹، ۱۱۸
	جای خار ..... ۸۱
	جدول شبکه‌ای ..... ۶۵
	جدول نردبانی ..... ۶۴
	جدول نقشه ..... ۶۸
	جذر ..... ۱۰
	جرم ..... ۳۱
	جرم سطحی ..... ۳۱
	ج



ح، خ

د، ذ

۶۰	دایره محیطی
۲۱۹، ۲۱۰	درپوش، پیچ
۳۲۷	درزهای جوشکاری
۱۸	درصد
۲۱۱	دستگاه تقسیم
۳۷۴	دستها
۲۵۰	دسته‌ها
۴۱۲	دسیبل
۵۳، ۵۱	دما
۲۵۲	دنیاله قالب
۲۲۱	دنیاله قالب، محل
۸۶	دنده شانه‌ای، چرخنده
۲۶۳	دور ماشین
۳۲۰	دورریز راهنما
۳۲۰	دورریز طولی
۳۲۰	دورریز عرضی
۱۸۳، ۱۷۸	دورو پلاستیکی
۶۳	دیگرام سطحی
۶۳، ۶۲	دیگرامها
۳۴۵	دیجیتال، کنترل کننده
۳۱۴	دیسک سنگ، انتخاب
۴۳	دینامیکی
۲۸۴	ذاتی، کنترل
۵۲	ذوب
۲۷	ذوزنقه

ر

۱۹۲، ۱۸۷	راکول
۳۴۸	راه اندازی
۳۷۴، ۳۷۲	ربات
۲۰۸، ۲۰۲، ۹۲، ۹۱، ۸۱	رزوه
۲۰۷	رزوه اره‌ای
۲۰۴	رزوه دنده ریز
۲۰۷	رزوه ذوزنقه‌ای
۲۰۴	رزوه متریک
۲۰۵	رزوه مخروطی
۲۰۶	رزوه ویت ورث
۲۰۶	رزوه، فرم دادن
۵۳	رسانایی الکتریکی
۳۴۸	رله الکترومکانیکی

۲۱...۲۹	حجم
۳۱	حجم قطعات مرکب
۲۵، ۲۴	حرکت
۲۴	حرکت یکنواخت شتاب ثابت
۲۴	حرکت یکنواخت مستقیم الخط
۶۶	حروف
۱۹۵	حفاظت خوردگی
۸۶	حلزون
۲۶۲، ۲۶۱	حلزونی، چرخنده
۲۸	حلقه دایروی
۳۲۴	حلقه کشش
۲۴۰، ۸۱	خارها
۲۷۲، ۸۹	خارهای فنری
۲۴۰	خارهای گوه‌ای دماغه‌ای
۲۴۱، ۲۴۰	خارهای مستطیلی
۲۴۱، ۲۴۰	خارهای ناخنی
۲۷۲	خارهای واشری
۲۹۳، ۲۲۵، ۲۲۴، ۹۴، ۸۵، ۸۰	خزینه
۲۹۳	خزینه‌کاری
۶۱	خط پیچ
۵۸	خط راست
۵۸	خط عمود
۴۱۲، ۴۱۱، ۴۰۸، ۴۰۴	خطر، علایم
۴۰۸، ۱۹۹، ۱۹۶	خطرناک، مواد
۷۸	خطوط اندازه
۷۸	خطوط کمکی اندازه
۴۰۹	خطوط لوله
۵۹	خطوط مماس
۷۰، ۶۹	خطوط نقشه‌کشی
۴۳	خمش
۴۷	خمشی، تنش
۳۲۳، ۳۲۲	خمکاری
۳۲۳، ۳۲۲	خمکاری، زاویه
۳۲۳، ۳۲۲	خمکاری، شعاع
۲۹۷، ۲۹۶	خنک‌کاری، مواد
۱۹۵	خوردگی

ز

۲۷	دایره
۶۰	دایره محاطی



س، ش

۴۵	سطحی، تنش
۱۵۴	سمانتاسیون
۳۲۰	سنبه
۲۵۲	سنبه برش پولک
۳۲۴	سنبه کشش
۳۵۰، ۳۴۸	سفسور
۳۱۳	سنگ، درجه سختی
۳۱۲، ۲۹۵	سنگ‌زنی
۳۱۴	سنگ‌زنی ابزار
۳۱۵	سنگ‌زنی با الماس
۳۱۵	سنگ‌زنی با نیتريد بر
۳۱۴، ۲۹۵	سنگ‌زنی تخت
۳۱۴	سنگ‌زنی محوری خارجی
۳۱۴	سنگ‌زنی محوری داخلی
۲۹۵	سنگ‌زنی محوری طولی
۳۱۳	سنگها
۳۱۳	سنگها، چسبها
۵۲	سوختها
۲۹۰	سود، آستانه
۹۳	سوراخ مته مرغک
۳۱۰، ۳۰۵، ۳۰۳، ۲۹۳	سوراخکاری
۲۴۸	سوراخکاری، بوش
۸۵	سوراخها
۲۱۱	سوراخهای سراسری
۲۱۱	سوراخهای کور
۲۷۱، ۲۶۸	سوزنی، بلبیرینگها
۱۴۷	سه پری
۵۵	سه فاز
۶۱	سهمی
۳۸۷...۳۷۵	سی ان سی (CNC)
۲۷۸	سیستم QM
۳۹۸	سیستم تناوبی عناصر
۶۳	سیستم مختصات
۶۱	سیکلوئید
۳۶۳	سیلندر نیو-اترک
۴۱۰، ۱۵	سیمها
۱۹۰	شارپی
۶۵	شبکه‌ای
۱۹۴، ۱۸۸	شر، سختی
۳۷۷	شرط مسیر

ر، ز

۳۴۸	رله، کنتاکتها
۳۴۹	رله‌ها
۳۰۱	رنده، تنه
۳۳۶	روانساها
۲۰۶	روزه لوله
۷۲، ۷۱	روش تصویر
۲۹۷، ۲۹۶، ۲۷۵، ۲۷۴	روغنکاری
۲۷۴	روغن‌ها
۳۶۲	روغنهای هیدرولیکی
۶۶	رومی
۱۷۵، ۱۷۴	روی
۴۰۰	ریخته‌گری
۱۵	ریشه گرفتن
۵۸، ۱۴	زاویه
۱۹۶	زباله
۲۵۸، ۲۵۷	زنجیرها
۱۳۸، ۱۳۷	زنگ‌زن، فولاد
۱۷۷	زینترها

س

۱۵۷...۱۵۴، ۹۹	سختکاری
۱۵۶	سختکاری القایی
۱۵۷	سختکاری رسوبی
۱۵۶	سختکاری شعله‌ای
۹۹	سختکاری، علایم
۱۹۴...۱۸۷	سختی
۱۹۴	سختی شر
۱۹۳	سختی مارتن
۱۷۶	سرامیکها
۱۷۴	سرب
۲۲۴، ۲۱۷، ۲۱۶، ۲۰۹	سرخزینه، پیچ
۱۳۶	سردکار، فولاد
۳۵	سرعت براده‌برداری
۳۵	سرعت پیشروی
۳۵	سرعت محرکه لنگ
۳۵	سرعت محیطی
۲۱۷	سرعدسی، پیچ
۵۴	سری، مدار
۳۹	سطح شیب‌دار
۴۱۲	سطح صوت



# فهرست اعلام

ش	ع، غ
شعاع گردیها ..... ۶۷	عنصر ..... ۳۹۸
شکل دادن ..... ۳۲۲...۳۲۵	غلطکی، بلبیرینگ ..... ۲۶۷، ۲۶۹
شماره مواد ..... ۱۲۲، ۱۶۴، ۱۷۳	
شیار T- شکل ..... ۲۵۱	
شیب ..... ۳۹	
شیب قالب ..... ۴۰۱	
شی وارت (Shewart) ..... ۲۸۳	
ص، ض	ف
صافی سطوح ..... ۱۰۰...۱۰۳، ۳۹۷	فرریتی، فولاد ..... ۱۳۸
صفحه تراشی ..... ۲۹۳	فرزکاری ..... ۲۹۴، ۳۰۴، ۳۰۹، ۳۱۰
صوت ..... ۴۱۲	فرزکاری سخت ..... ۲۹۷
صوت، مافوق ..... ۱۸۸	فشار ..... ۴۲، ۴۳
ضربه، شکاف، قطعه نمونه ..... ۱۸۸، ۱۹۰	فشار مطلق ..... ۴۲
ضریب اصطکاک، غلتشی ..... ۴۱	فشار نسبی ..... ۴۲
ضریب اطمینان ..... ۴۴	فشار هوا ..... ۴۲
ضریب صافی سطح ..... ۴۸	فشار هیدروستاتیکی ..... ۴۲
	فشاری، تنش ..... ۴۵
	فشنگی ..... ۲۴۳، ۲۴۴
	فلاکسها ..... ۲۳۶
	فلزات سبک ..... ۱۶۳...۱۷۱
	فلزات سخت ..... ۳۰۰
	فلزات سنگین ..... ۱۷۲...۱۷۵
	فلکه ..... ۲۵۶
	فلیپ- فلاپ ..... ۳۴۸
	فئر، فولاد ..... ۱۳۹
	فئرهای ..... ۸۹، ۲۴۵...۲۴۷
	فئرهای بشقابی ..... ۲۴۷
	فئرهای فشاری استوانه‌ای ..... ۲۴۶
	فئرهای کششی استوانه‌ای ..... ۲۴۵
	فنوئول پلاست ..... ۱۸۳
	فولادها ..... ۱۲۱...۱۵۳
	فولادها، انواع ..... ۱۲۷...۱۳۸
	فولادها، تقسیم‌بندی ..... ۱۲۱
	فولادها، نامگذاری ..... ۱۲۱...۱۲۶
	فولادهای آستنیتی ..... ۱۲۷
	فولادهای ابزار ..... ۱۵۵
	فولادهای اتومات ..... ۱۲۵، ۱۵۷
	فولادهای بهسازی ..... ۱۲۴، ۱۵۶
	فولادهای تدبیر ..... ۱۳۶
	فولادهای ریختگی ..... ۱۵۹، ۱۶۱
	فولادهای زنگ‌نزن ..... ۱۲۷، ۱۳۸
	فولادهای ساختمانی ..... ۱۲۹...۱۳۲
	فولادهای سازه‌ای ..... ۱۲۹...۱۳۲
	فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی ..... ۱۳۵
ط	ع
طراحی تولید ..... ۲۸۶...۲۹۰	عرق‌چین ..... ۳۰
طرح‌ریزی کیفیت ..... ۲۸۰	علایم ..... ۶۶
طول تراشی ..... ۲۹۱، ۲۹۲	علایم پردازش اطلاعات ..... ۳۹۰...۳۹۱
طول خام قطعات آهنگری و پرسکاری ..... ۲۵	علایم جوشکاری و لحیمکاری ..... ۹۵...۹۸
طول قوس ..... ۲۴	علایم خطر، هشدار، پیشنهادی ایمنی ..... ۴۰۴...۴۰۸، ۴۱۱
طول کورس، محاسبه ..... ۲۹۳	علایم ریاضی ..... ۱۹، ۲۰
طول گسترده ..... ۲۵	علایم عملیات حرارتی ..... ۹۹
طول مرکب ..... ۲۴	علایم فرمول ..... ۱۹، ۲۰، ۲۱
طول مفتول فئرهای ..... ۲۵	علایم ماشینهای کنترل عددی ..... ۳۸۷
	علایم، ماشین‌سازی ..... ۱۱۶
	عملیات حرارتی ..... ۹۹، ۱۵۴...۱۵۷، ۳۹۹



ک، گ	ف، ق
کره ..... ۳۰	فولادهای سردکار ..... ۱۳۶
کشش ..... ۱۸۶، ۱۹۰، ۲۲۴	فولادهای فرریتی ..... ۱۳۸
کشش عمیق ..... ۲۲۴، ۲۲۵	فولادهای فنر ..... ۱۳۹
کشش عمیق، قطعه نمونه ..... ۱۹۰	فولادهای کربوره ..... ۱۳۳، ۱۵۵
کشش عمیق، گرده ..... ۲۲۴	فولادهای گرم کار ..... ۱۳۶
کشش، حلقه ..... ۲۲۴	فولادهای مارتنزیتی ..... ۱۳۸
کشش، لقی ..... ۲۲۴	فولادهای ماشین سازی ..... ۱۳۱
کشش، مراحل ..... ۲۲۵	فولادهای نیترووره ..... ۱۳۵، ۱۵۷
کشش، نسبت ..... ۲۲۵	فیوزها ..... ۴۱۱
کششی، تنش ..... ۴۵	قائم الزاویه ..... ۱۳، ۲۳
کف تراشی ..... ۲۹۱، ۲۹۲	قالب سازی ..... ۲۴۸...۲۵۳
کف گرد، بلیرینگ ..... ۲۶۹	قانون اقلیدس ..... ۲۴
کشک ..... ۲۵۳	قانون بقای کار و انرژی ..... ۳۸
کلوین ..... ۵۱	قرقره ثابت ..... ۳۹
کله زنی ..... ۲۹۳	قرقره متحرک ..... ۳۹
کمان ..... ۸۰	قطاع دایره ..... ۲۸
کمانش ..... ۴۳	قطبی ..... ۶۳
کمانشی، تنش ..... ۴۶	قطعه نمونه برش ..... ۱۹۰
کمیته ..... ۵۳	قطعه نمونه ضربه - شکاف ..... ۱۹۰
کنتاکتهای رله ..... ۳۴۸	قطعه نمونه کشش ..... ۱۸۸، ۱۹۰
کنترل الکترونیوماتیکی ..... ۳۶۰	قطعه نمونه کشش عمیق ..... ۱۹۰
کنترل باز ..... ۳۴۲	قفل پیچها ..... ۲۲۲
کنترل بسته ..... ۳۴۲	قلاب پیچی ..... ۲۱۰، ۲۱۹
کنترل تصادفی ..... ۲۸۲	قلاب مهره ای ..... ۲۳۱
کنترل ذاتی ..... ۲۸۴	قلاویزکاری ..... ۳۰۶
کنترل کیفیت ..... ۲۸۰	
کنترل نرم افزاری (PLC) ..... ۳۶۷...۳۷۱	کابینت ..... ۷۱
کنترل نرم افزاری، زبانها ..... ۳۶۷...۳۷۰	کار ..... ۳۹، ۴۸
کنترل کننده آنالوگ ..... ۳۴۴	کار الکتریکی ..... ۵۶
کنترل کننده پیوسته ..... ۳۴۴	کاربید سیلیسیم ..... ۳۱۶
کنترل کننده دیجیتال ..... ۳۴۵	کارت کنترل کیفیت ..... ۲۸۵
کنترل کننده ناپیوسته ..... ۳۴۵	کارتزین ..... ۶۲
کیفیت ..... ۲۸۰...۲۸۵	کاسه نمدها ..... ۸۸
گازها ..... ۴۲، ۱۱۹	کاغذ نقشه کشی ..... ۶۸
گازهای محافظ، جوشکاری ..... ۳۲۹، ۳۳۰	کاغذ، تا کردن ..... ۶۸
گاه آزاد ..... ۹۴	کامپوزیتها ..... ۱۷۶
گاه آزاد رزوه ..... ۹۱	کاوالیر ..... ۷۱
گرافیت کروی ..... ۱۶۰	کپسولهای جوشکاری ..... ۳۲۷، ۴۰۲، ۴۰۳
گرافیت ورقه ای ..... ۱۶۰	کربوره ..... ۱۵۴
گران روی ..... ۲۷۴	کروند ..... ۳۱۶

گ



م

ماشینهای کنترل عددی، علایم	۲۸۷
ما فوق صوت	۱۸۸
مالیبل	۱۵۹
مایعات	۱۱۹، ۴۲
متالوگرافی	۱۸۸
متساوی الاضلاع، مثلث	۲۷
متوازی الاضلاع	۲۷
مته	۲۱۰، ۲۰۵، ۲۹۳
مته مرغک	۹۳
مثلث	۲۷
مثلث قائم الزاویه	۲۳، ۱۳
مثلث متساوی الاضلاع	۲۷
محاسبات هزینه	۲۹۰...۲۸۸
محاسبه جرم	۳۱
محاطی، دایره	۶۰
محور هزارخار	۲۴۲، ۸۹
محیطی، دایره	۶۰
مختصات قطبی	۶۳
مخروط	۲۴۴، ۲۴۳، ۲۰
مخروط ناقص	۳۰
مخروط تراشی	۳۰، ۸
مخروطی، چرخنده	۲۶۱
مدار الکترو هیدرولیکی	۳۶۱
مدار دودویی	۳۴۶
مدار سری و موازی	۵۴
مدارها	۵۴
مدارهای الکتروتکنیک	۳۵۱...۳۴۷
مدت زمان اصلی	۲۹۵...۲۹۱
مدت زمان ماشینکاری	۲۹۵...۲۹۱
مدل	۴۰۰
مدول الاستیسیته	۴۶
مدول چرخنده	۲۶۰
مدول مقطع	۵۰، ۴۹
مدیریت کیفیت	۲۸۵...۲۷۸
مراحل کشش	۳۲۵
مربع	۲۶
مرکز ثقل خطوط و سطوح	۳۲
مرکز دایره	۶۰
مس	۱۷۵...۱۷۳
مساحت	۳۰...۲۶

ی

گرده (قطعه خام)، خمکاری	۳۲۳، ۳۲۲
گرما	۵۲، ۵۱
گرمای احتراق	۵۲
گرمای بخار	۵۲
گرمای ذوب	۵۲
گرمای ویژه سوختها	۵۲
گرم کار، فولاد	۱۳۶
گریپر	۳۷۴
گریسها	۲۷۵
گشتاور اصطکاکی	۴۱
گشتاور چرخشی	۳۷
گوس	۲۸۲

ل

لبه قطعات	۹۰
لحیمکاری	۳۳۷...۳۳۵، ۹۸...۹۵
لحیمکاری سخت	۳۳۶، ۳۳۵
لحیمکاری نرم	۳۳۶
لغزشی	۲۶۴
لقمه آزاد	۲۵۱
لقی برش	۳۲۰
لقی کشش	۳۲۴
لگاریتمی	۶۵
لنگ	۲۵
لنگ، پرسهای مکانیکی	۳۱۹
لوزی	۲۶
لوله آلومینیمی	۱۷۰
لوله، خطوط	۴۰۹
لوله، رزوه	۲۰۶
لوله های دقیق	۱۴۳
لوله های ماشین سازی	۱۴۳
لوله های هیدرولیکی و نیوماتیکی	۳۶۶
لهیدگی، تنش	۴۵
لیزر، برش	۳۳۴

م

ماتریس	۳۲۰
مارپیچ	۶۰
مارتن، سختی	۱۹۳
مارتنزیتی، فولاد	۱۳۸
ماشین سازی، علایم	۱۱۶



م	م
مساحت دایره ..... ۱۰	مهره، استحکام ..... ۲۲۸
مستطیل ..... ۲۷	مهره، مشخصه ..... ۲۲۷
مصرف هوا، تعیین ..... ۲۶۳	میانگین، مقدار ..... ۲۸۳
معادلات ..... ۱۶	میخ پرچ ..... ۲۴۲
معیار، انحراف ..... ۲۸۳	میگ، جوشکاری ..... ۲۳۰
مفتول فولادی ..... ۱۴۵، ۱۴۶	میل راهنما ..... ۲۵۳
مفتولهای آلومینیم ..... ۱۶۸...۱۷۰	نافی ..... ۹۰
مفتولهای جوشکاری ..... ۲۲۷	نامگذاری فلزات سنگین ..... ۱۷۳
مقاومت ..... ۵۳، ۵۴	نامگذاری یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای شیاردار ..... ۲۶۸
مقاومت الکتریکی ..... ۵۳	نامگذاری یاتاقانها (بلیبرینگها) ..... ۲۶۷
مقاومت مصالح ..... ۴۳...۵۰	ناودانی ..... ۱۴۷
مقدار گرما ..... ۵۱	ناودانی آلومینیمی ..... ۱۷۰
مقدار میانگین ..... ۲۸۳	نبشی ..... ۱۴۹، ۱۴۸
مقیاسها ..... ۶۷	نردبانی ..... ۶۴
مکعب مربع ..... ۲۹	نرمال، توزیع ..... ۲۸۲
مکعب مستطیل ..... ۲۹	نسبت کشش ..... ۲۲۵
مماس، خطوط ..... ۵۹	نفوذ ساچمه، آزمایش ..... ۱۹۱، ۱۸۷
ممان سطحی ..... ۴۹	نقشه‌کشی ..... ۱۱۶...۵۷
منتظم، چندضلعی ..... ۲۷	نمایش ..... ۷۱...۷۳
منطق باینری ..... ۲۴۶	نمودار دایروی ..... ۶۴
منیزیم ..... ۱۷۱	نمونه تصادفی ..... ۲۸۴
مواد ..... ۱۱۸...۱۹۹	نوار، بازدهی، قالب ..... ۲۲۱
مواد اسفنجی ..... ۱۸۴	نوموگرافی ..... ۶۴...۶۵
مواد خطرناک ..... ۱۹۶...۱۹۹، ۴۰۸	نیتروre ..... ۱۵۴
مواد خنک‌کاری ..... ۲۹۶، ۲۹۷	نیتروre، فولاد ..... ۱۳۵
مواد روغنکاری ..... ۲۹۶، ۲۹۷	نیتريد بر ..... ۳۱۵
مواد مصنوعی ..... ۱۷۸...۱۸۶، ۱۹۴	نیروها ..... ۳۶، ۲۷
موازی، مدار ..... ۵۴	نیروها، ترکیب و تجزیه ..... ۳۶
مورس ..... ۲۴۳	نیروی ارشمیدس ..... ۴۲
مهره ..... ۲۲۶...۲۳۲	نیروی اصطکاک ..... ۴۱
مهره آچار ..... ۲۲۷، ۲۳۲	نیروی بالابری ..... ۴۲
مهره تاجی ..... ۲۲۶، ۲۳۲	نیروی براده‌برداری ویژه ..... ۳۰۲
مهره جوشکاری ..... ۲۳۲	نیروی برش ..... ۳۱۹
مهره خاری ..... ۲۲۷، ۲۳۱	نیروی تکیه‌گاه ..... ۳۷
مهره خاری ..... ۲۷۱	نیروی فنر ..... ۳۶
مهره ریشه ..... ۲۲۷	نیروی گریز از مرکز ..... ۳۷
مهره شش‌گوش ..... ۲۲۶، ۲۲۸...۲۳۲	نیروی ورق‌گیر ..... ۳۲۵
مهره قلاب ..... ۲۲۷، ۲۳۱	نیروی وزن ..... ۳۶
مهره کرمی ..... ۲۲۷، ۲۳۱	نیکل ..... ۱۷۵
مهره کشنده‌ای (مهره قلاب، قلاب مهره‌ای) ..... ۲۳۱	نیوماتیک ..... ۳۵۷...۳۶۶



۷۷، ۷۵ ..... هاشور	۵۳، ۲۲، ۲۱، ۱۷ ..... واحدها
۲۸۰ ..... هدایت کیفیت	۲۲، ۲۱، ۲۰ ..... واحدهای اندازه‌گیری
۶۱ ..... هذلولی	۲۲ ..... واحدهای غیر SI
۲۹ ..... هرم	۲۳۵ ..... واشر اتصالات مقاوم
۳۰ ..... هرم ناقص	۲۳۶ ..... واشر برجسته دنداندار
۲۴۲، ۱۹ ..... هزارخار	۲۳۶ ..... واشر برجسته شیاردار
۲۸۹ ..... هزینه ساعتی ماشینها	۲۳۳ ..... واشر تخت پخ‌دار
۲۹۰...۲۸۸ ..... هزینه، محاسبات	۲۳۴ ..... واشر تخت سازه‌های فولادی
۲۹۰ ..... هزینه‌های تکی	۲۳۵ ..... واشر تخت فنری
۴۰۵ ..... هشدار، علایم	۲۳۴ ..... واشر تخت کوتاه و بلند
۶۱...۵۸ ..... هندسه ترسیمی	۲۳۵ ..... واشر تیر ناودانی، معمولی
۳۷۴...۳۷۲ ..... هندلینگ	۲۳۱ ..... واشر خارج و داخل
۳۶۳ ..... هوا	۲۳۶ ..... واشر فنری (قوسی یا موجی)
۴۲ ..... هوا، فشار	۲۵۱ ..... واشر کروی
۳۶ ..... هوک	۲۵۱ ..... واشر مخروطی
۳۱۶ ..... هونینگ	۲۷۱ ..... واشر مهره خاری
۴۲ ..... هیدروستاتیکی	۲۳۶...۲۳۳ ..... واشرها
۳۶۶...۳۵۷ ..... هیدرولیک	۳۱۷ ..... وایرکات
۳۶۳ ..... هیدرولیکی، روغن‌ها	۱۵۳ ..... ورق
۲۸۱ ..... هیستوگرام	۳۲۵ ..... ورق‌گیر، نیرو
۳۷۱...۳۶۶...۱۸...۱۷ ..... یاتاقان غلتشی	۱۴۰ ..... ورق‌ها
۳۶۹ ..... یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای کف‌گرد	۱۵۳ ..... وزن سطحی
۳۶۸ ..... یاتاقان غلتشی - ساچمه‌ای مایل	۱۵۳ ..... وزن طولی
۳۷۱ ..... یاتاقان غلتشی - سوزنی	۱۹۵ ..... ولتاژ الکتروشییمیایی
۳۷۰ ..... یاتاقان غلتشی غلتکی	۵۵ ..... ولتاژ متناوب
۳۶۹ ..... یاتاقان غلتکی استوانه‌ای	۵۵ ..... ولتاژ مستقیم
۳۶۷ ..... یاتاقان غلتکی مخروطی	۲۰۶ ..... ویت ورت
۳۷۱...۳۶۴ ..... یاتاقانها	۳۰۱...۲۹۸ ..... ویدیا، تکه
۳۶۵...۳۶۴...۳۶۸ ..... یاتاقانهای لغزشی	۲۷۴ ..... ویسکوزیته
۶۶ ..... یونانی	۱۹۲، ۱۸۷ ..... ویکرز
	۳۳۰ ..... ویگ، جوشکاری