بسم الله الرحمن الرحیم

ترسیم نقشه‌های ترکیبی

پایهٔ یازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

شاخهٔ: کاردانش

زمینهٔ: صنعت

گروه تحصیلی: مکانیک

رشتهٔ مهارتی: نقشه‌کشی صنعتی به کمک رایانه

نام استاندارد مهارتی مبنا: نقشه‌کشی صنعتی درجه ۲

کد استاندارد متولی: ۳۲/۱۲/۲/۳ـ۰

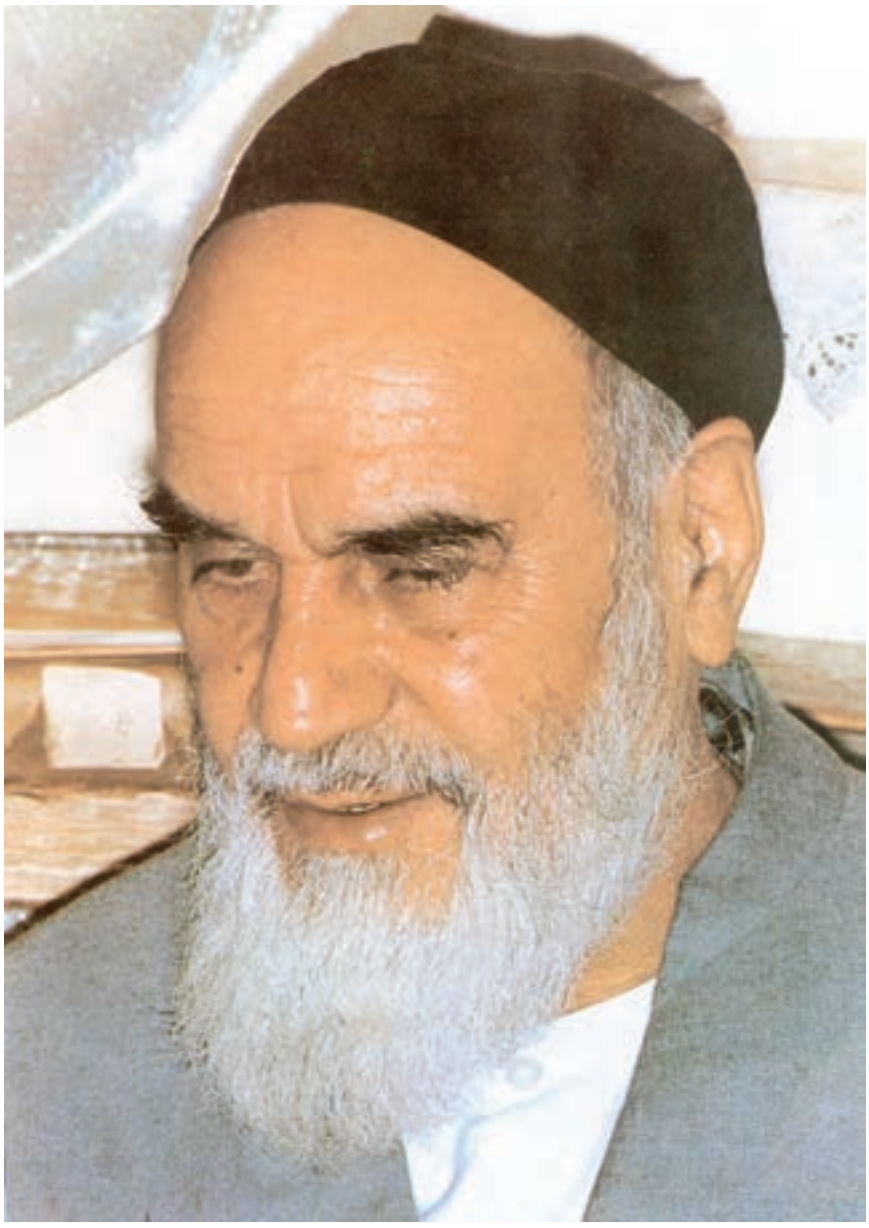
عنوان و نام پدیدآور : ترسیم نقشه‌های ترکیبی [کتاب های درسی] : رشتهٔ مهارتی نقشه‌کشی صنعتی به کمک رایانه / برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر تألیف کتاب های درسی فنی وحرفه‌ای وکاردانش؛
مؤلف: سید ابوالحسن موسوی؛سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مشخصات نشر : تهران: شرکت چاپ‌ونشرکتاب های‌درسی‌ایران.
مشخصات ظاهری : ۱۸۶ص.: مصور (رنگی).
فروست : شاخهٔ کاردانش
شابک : ۹-۰۲۲۵-۰۵-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا
یادداشت : زمینهٔ صنعت: گروه تحصیلی مکانیک
یادداشت : نام استاندارد مهارتی مبنا؛ نقشه‌کشی صنعتی درجهٔ ۲: کد استاندارد متولی ۳۲/۱۲/۲/۳-۰
موضوع : قطعات ماشین- طراحی
موضوع : نقشه‌کشی ترکیبی
شناسه افزوده : موسوی، ابوالحسن، ۱۳۲۱-
شناسه‌افزوده : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفترتألیف‌کتاب های‌درسی فنی‌وحرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
رده بندی کنگره : TJ ۲۳۰/ت۴
رده‌بندی دیویی : ۳۷۳
شمارهٔ کتابشناسی ملی : ۰۹۱۷۴۳۲

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب : ترسیم نقشه‌های ترکیبی ـ ۳۱۱۱۱۰
پدیدآورنده : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف : غلامحسن پایگانه، عزیز خوشینی، ابوالحسن موسوی، محمد خواجه‌حسینی، حسن عبداللهزاده، حسن امینی، احمدرضا دوراندیش (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
سید ابوالحسن موسوی (مؤلف) ـ عبدالمجید خاکی‌صدیق (ویراستار فنی) ـ آرمین بامدادیان (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری : ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی : محبوبه آقاحسینی (مدیر هنری، طراح جلد) ـ آناهیتا بامدادیان (صفحه‌آرا) ـ سیدعلی هدایتی (رسام فنی)
نشانی سازمان : تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه : www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن :۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵
چاپخانه : شرکت چاپ‌ونشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ دوم ۱۳۹۷

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۹-۰۵-۲۲۵۰-۹۶۴-۹۷۸ ISBN 978-964-05-2250-9



مهمترین عامل در کســـب خودکفایی و بازسازی، توسعهٔ مراکز علمی و تحقیقات و تمرکز و هدایت امکانات و تشـــویق کامل و همه جانبهٔ مخترعین و مکتشـــفین و نیروهای متعهد و متخصصی اســـت که شهامت مبارزه با جهل را دارند و از لاک نگرش انحصاری علم به غرب و شرق به درآمده و نشان داده‌اند که می‌توانند کشور را روی پای خود نگهدارند.

امام خمینی(قدّس سرّه الشّریف)

همکاران محترم ودانش‌آموزان عزیز:

پیشـــنهادها و نظرهای خود را دربارهٔ محتوای این‌کتاب به نشانی: تهران ـ صندوق پستی شـــمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) tvoccd@roshd.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.medu.ir

مقدمه‌ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنامه‌ریزی تألیف «پودمان‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخه کاردانش» بر مبنای استانداردهای «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه کاردانش، مجموعه هشتم» صورت گرفته است. بر این اساس ابتدا توانایی‌های هم‌خانواده (Harmonic Power) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم‌خانواده به‌صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit) دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم‌خانواده با هم مجدداً دسته‌بندی شده و پودمان مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمیسیون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم پویا بر برنامه‌ریزی و تألیف پودمان‌های مهارت نظارت دائمی دارد.

با روش مذکور یک «پودمان» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در «شاخه کاردانش» چاپ‌سپاری می‌شود.

به‌طور کلی هر استاندارد مهارت به تعدادی پودمان مهارت (M۱ و M۲ و ...) و هر پودمان نیز به تعدادی واحد کار (U۱ و U۲ و ...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی (P۱ و P۲ و ...) تقسیم می‌شوند. به‌طوری که هنرجویان در پایان آموزش واحدهای کار (مجموع توانایی‌های استاندارد مربوطه) تسلط و مهارت کافی در بخش نظری و عملی را به گونه‌ای کسب خواهند نمود که آمادگی کامل را برای شرکت در آزمون جامع نهایی جهت دریافت گواهینامه مهارت به دست آورند.

بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخه‌ی کاردانش و کلیه‌ی عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تألیف کتاب های درسی
فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش

مقدمه مؤلف

نقشه یک پل ارتباطی است بین تفکر، طرح و تولید آنچه که از مغز یک طراح می گذرد، این نقشه است که به آن جامعه عملی می پوشاند.

نقشـــه کش باید زبان طراحان و مهندســـین را بداند و زبان صنعت را نیز بشناسد. تا بتواند مقادیر و انکار مهندسین و طراحان رو به سازندگان و تولید کنندگان انتقال دهد. زبان مهندسین و تولید کنندگان نقشه است. بدون نقشه امکان تولید میسر نیست. برای آشنایی درست با این زبان نیاز به داشتن اطلاعات صحیح از قوانین و دستورالعمل‌های آن است.

سازمان جهانی استاندارد ISO، قوانین و دستورالعمل هایی را برای زمان واحد نقشه کشی تدوین و ارائه نموده است.

کتاب حاضر، نحوه ترســـیم نقشه‌های ترکیبی طبق اســـتاندارد جهانی ISO مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داده است.

دقت در ترســـیم و به کارگیری درست استانداردها در نقشه از وظائف مهم یک نقشه‌کش است. یک نقشه‌کش باید دقیق، وظیفه شناس و با انضباط باشد. یک نقشه کش با انضباط می تواند نظم و دقت در ترسیم را به خوبی رعایت کند. کتاب حاضر فقط یک راهنما است. وظیفه مشکل و مهم امر آموزش به عهده شما همکاران گرامی است. دقت شود فراگیران ابتدا با اصول مربوط به نقشه‌های ترکیبی به خوبی آشنا شوند، سپس به انجام تمرین‌های مربوط به نقشه‌های ترکیبی اقدام نمایند.

در انتهـــا تقاضا دارد با ارســـال پیشـــنهادات اصلاحی خود ما را در جهت بهبـــود کیفی کتاب یاری رسانید.

مؤلف

توصیه‌هایی به هنرجویان

الف) توصیه‌های کلی

۱. پیش از ورود به کارگاه دست‌هایتان را با آب و صابون بشویید.

۲. روپوش مخصوص کارگاه را بپوشید. روپوش بهتر است به رنگ روشن و البته تمیز باشد.

۳. کفش‌هایتان را تمیز کنید. اگر از کفش مخصوص کارگاه استفاده می‌کنید آن را نیز تمیز نگه‌دارید.

٤. در شروع کار میز نقشه‌کشی را کاملاً تمیز کنید.

۵. وسایلی از قبیل گونیا، خط‌کش تی، و مانند آن باید کاملاً تمیز باشند هر زمان‌که لازم شد آن‌ها را به روش مناسب تمیز کنید.

٦. برس مویی برای پاک کردن نقشه پس از پاک کردن با پاک‌کن در اختیار داشته باشید هرازچندگاهی برس را بشویید تا تمیز باشد.

۷. کاغذ را با نوارچسب روی میز بچسبانید و قیچی کوچکی برای بریدن نوارچسب در اختیار داشته باشید.

۸. هنگام کار باید دستتان خشک باشد، هرگاه دستتان عرق کرد آن را با دستمال خشک کنید و یک برگ سفید اضافی زیر دستتان بگذارید تا نقشه کثیف نشود.

۹. هر خطی را فقط با یک حرکت در جهت توصیه‌شده بکشید.

۱۰. پس از کشیدن هر خط نقشه را با برس تمیز کنید.

۱۱. پس از اتمام کار میز را به حالت اولیه برگردانید، چسب‌ها را جدا کنید و در سطل زباله بریزید، و میز را تمیز کنید.

۱۲. همه ابزار و وسایل نقشه‌کشی را سر جای خود و به‌صورت مرتب قرار دهید.

۱۳. نقشه‌ها و ابزارها را در برابر عوامل فیزیکی مانند گرما و نور بیش از حد، حفاظت کنید.

۱٤. اگر ناگزیر به استفاده از عینک طبی هستید، حتماً با عینک کار کنید.

۱۵. برای حمل‌ونقل ابزار از کیف مخصوص استفاده کنید.

۱٦. برای خرید ابزار و وسایل و برای اطمینان از کارایی آن‌ها با افراد متخصص به‌ویژه هنرآموز محترم مشورت کنید.

ب) توصیه‌های آموزشی

۱. ورود و خروج به کلاس یا کارگاه آموزشی با اجازه‌ی هنرآموز محترم باشد.

۲. پس از به‌انجام رساندن هر دستورکار آن را برای تأیید و ارزشیابی در اختیار هنرآموز محترم قرار دهید.

۳. در حل تمرین‌ها با هنرآموز محترم در تعامل باشید. مشارکت با هم‌کلاسی‌ها نیز مؤثر است.

٤. در صورت غیبت در یک جلسه مطالب و تمرین‌های آن جلسه را مطالعه و انجام دهید.

۵. همه‌ی نقشـــه‌هایی که در طول دوره ترسیم می‌کنید در محل مناسبی بایگانی کنید تا بتوانید بعدها آسان به آن‌ها مراجعه کنید.

٦. تمرین‌ها را، بی‌آنکه خود را تحت فشاری روانی قرار دهید، بکوشید تا آنجا که می‌توانید حل کنید ولی حتماً نواقص و اشکالات آن را بعداً به کمک هنرآموز محترم برطرف کنید.

فهرست

عنـــوان	صفحـــه
واحد کار اول: ترسیم نقشه‌های ترکیبی	۱۱
توانایی اندازه‌گذاری اجرایی	۱۲
توانایی ترسیم علائم پرداخت سطح	۲۹
توانایی تولرانس‌گذاری	۵۲
توانایی ترسیم علائم انطباقی	۶۳
توانایی ترسیم علائم تولرانس‌های هندسی	۸۰
توانایی ترسیم اتصالات	۹۵
توانایی ترسیم نقشه‌های ترکیبی	۱۰۹
توانایی پیاده‌کردن نقشه‌های ترکیبی	۱۲۸
توانایی سوارکردن قطعات در نقشه‌های ترکیبی	۱۴۹
توانایی ترسیم نقشه‌های انفجاری	۱۶۸
توانایی تا کردن کاغذهای نقشه‌کشی	۱۸۱
توانایی ترسیم زیباتون (عکس برگردان)	۱۹۰

واحد کار اول: ترسیم نقشه‌های ترکیبی

◄ **هدف کلی:**

عنوان توانایی	زمان		
	نظری	عملی	جمع
توانایی اندازه‌گذاری اجرائی	۲	۴	۶
توانایی ترسیم علائم پرداخت سطح	۲	۳	۵
توانایی تولرانس گذاری	۲	۲	۴
توانایی ترسیم علائم انطباقی	۳	۲	۵
توانایی ترسیم علائم تولرانس‌های هندسی	۳	۳	۶
توانایی ترسیم اتصالات	۲	۶	۸
توانایی ترسیم نقشه‌های ترکیبی	۴	۶	۱۰
توانایی پیاده کردن نقشه‌های ترکیبی	۴	۲۴	۲۸
توانایی سوارکردن قطعات در نقشه‌های ترکیبی	۲	۱۸	۲۰
توانایی ترسیم نقشه‌های انفجاری	۴	۲۰	۲۴
توانایی تاکردن کاغذهای نقشه‌کشی	۰/۵	۱/۵	۲
توانایی ترسیم زیباتون	۰/۵	۱/۵	۲

توانایی اندازه‌گذاری اجرایی

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

- اندازه‌گذاری اجرایی را بیان کند.
- مقیاس را توضیح دهد.
- اصول اندازه‌گذاری اجرایی را طبق استاندارد تعریف کند.
- قطعات ساده صنعتی را اندازه‌گذاری اجرایی کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۴	۶

پیش‌آزمون

۱. اندازه‌گذاری اجرایی را تعریف کنید.

۲. مقیاس را شرح دهید.

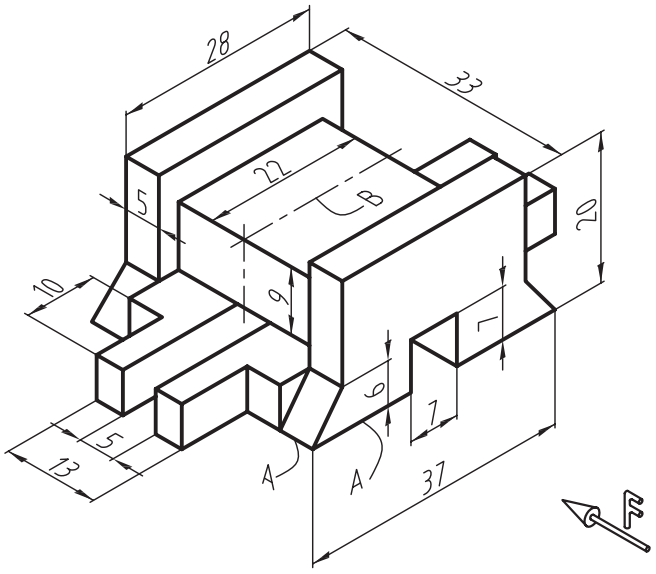
۳. نقشه‌ای با مقیاس 1:1 رسم شده است. آیا می‌توان جزئیاتی از نقشه را با مقیاس‌های بزرگ‌تر و یا کوچک‌تر رسم کرد؟ در این مورد با ذکر یک مثال توضیح دهید.

۴. در اندازه‌گذاری اجرایی، رعایت چه نکاتی ضروری است؟ به اختصار توضیح دهید.

۵. شکل زیر نقشه سه‌بعدی یک قطعه صنعتی را با مقیاس 1:1 نشان می‌دهد. خواسته‌های زیر را روی یک برگ کاغذ A4 انجام دهید.

۶.رسم تصویر زیر در برش با توجه به جهت دید F

- رسم تصویر افقی
- رسم تصویر نیم‌رخ
- اندازه‌گذاری اجرایی
- در تصویر قائم سطح زیرین A و در تصویر افقی خط محور B را به‌عنوان سطوح مبنا درنظر بگیرید.



اندازه‌گذاری اجرایی

اصولاً برای ساخت هر قطعه صنعتی به نقشه‌ای نیاز است که تمامی ابعاد و اندازه‌ها و همچنین علائم و مشخصات دقیق یک جسم را با توجه به عملکرد آن به سازنده معرفی کند. بنابراین مفهوم اندازه‌گذاری اجرایی، تعیین ابعاد و اندازه‌های دقیق جسم با توجه به چگونگی ساخت و عملکرد آن قطعه بر روی نقشه است.

مقیاس

شما قبلاً با تعریف مقیاس در نقشه‌کشی آشنا شده‌اید. حتماً نقشه‌هایی را با مقیاس ترسیم کرده‌اید. در این قسمت می‌خواهیم شما را با نقش مقیاس در اندازه‌گذاری اجرایی آشنا کنیم. برای به‌کارگیری درست و یادآوری دوباره مقیاس، به توضیحات زیر توجه کنید.

مقیاس در نقشه‌کشی عبارت است از:

$$\text{مقیاس} = \text{sc}^{1} = \frac{\text{اندازه ترسیمی}}{\text{اندازه حقیقی}}$$

کاربرد مقیاس

همیشه نمی‌توانید نقشه قطعات صنعتی را با اندازه واقعی خود روی صفحه کاغذ ترسیم کنید.زیرا اندازه بسیاری از قطعات بزرگ‌تر از سطح کاغذ است و یا آن‌قدر کوچک است که درک آن برای سازنده مشکل خواهد بود. به‌عبارتی اندازه نقشه باید با سطح کاغذ متناسب، و نیز قابل درک باشد، بنابراین نقشه قطعات بزرگ را با نسبتی کوچک‌تر و قطعات کوچک را با نسبتی بزرگ‌تر روی صفحه کاغذ ترسیم می‌کنند. ترسیم نقشه یک قطعه صنعتی با اندازه کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از اندازه واقعی آن‌را مقیاس گویند.

تذکر: اندازه مقیاس یک نقشه باید در جدول آن نوشته شود. مقیاس‌های استاندارد سه دسته‌اند:

۱ـ مقیاس واحد: یعنی اندازه ترسیمی با اندازه حقیقی جسم برابر است که آن‌را به‌صورت 1:1 یا $\frac{1}{1}$ نشان می‌دهند.

۲ـ مقیاس کوچک‌تر از واحد: یعنی اندازه ترسیمی، کوچک‌تر از اندازه حقیقی است، که عبارتند از:

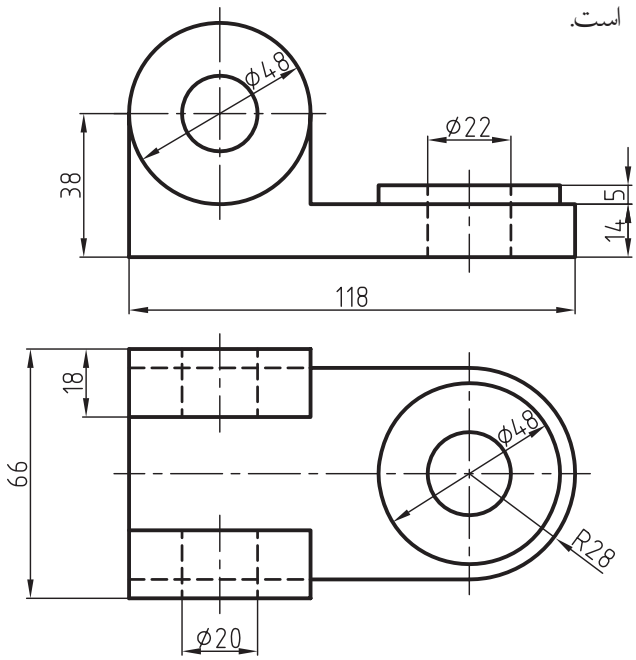
1:2.5 ، 1:5 ، 1:10 ، 1:20 ، 1:25 ، 1:50 ، 1:100

۳ـ مقیاس بزرگ‌تر از واحد: یعنی اندازه ترسیمی، بزرگ‌تر از اندازه حقیقی است، که عبارتند از:

1:2.5 ، 1:5 ، 1:10 ، 1:20 ، 1:25 ، 1:50 ، 1:100

همیشه یک نقشه را با مقیاس استاندارد ترسیم نمی‌کنند، بلکه مقیاس ترسیمی باید با صفحه کاغذ متناسب باشد.

توجه داشته باشید که زوایا را نمی‌توان کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از اندازه واقعی خود ترسیم کرد. زوایا همیشه با اندازه واقعی خود ترسیم می‌شوند. شکل زیر نقشه یک قطعه صنعتی را نشان می‌دهد که با مقیاس 1:2 ترسیم شده است.



۱. Scale یک کلمه انگلیسی است که در فارسی به آن مقیاس می‌گوییم و در نقشه‌کشی آن‌را به اختصار Sc نشان می‌دهیم.

اصول اندازه‌گذاری اجرایی

سازندگان و تولیدکنندگان قطعات صنعتی کلیه اندازه‌ها و اطلاعات لازم برای یک قطعه را از روی نقشه آن کسب، و سپس به ساخت تبدیل می‌کنند. برای اندازه‌گذاری اجرایی درست و جلوگیری از اشتباهاتی که درهنگام ساخت ممکن است به وجود آید، نقشه‌کش باید با روش اندازه‌گذاری طبق استاندارد آشنا باشد. توجه داشته باشید که دراندازه‌گذاری اجرایی رعایت نکات زیر ضروری است:

۱ـ همه اندازه‌های یک قطعه به‌طور کامل ارائه شود.

۲ـ تمامی اندازه‌های داده شده قابل کنترل باشند.

۳ـ هر اندازه فقط یک‌بار داده شود و از تکرار آن خودداری شود.

۴ـ اندازه‌گذاری به‌گونه‌ای باشد که از جمع و تفریق آن جداً خودداری شود.

۵ـ اندازه‌گذاری به نحوی انجام شود که نیاز سازنده را به‌طور مشخص و واضح بیان کند.

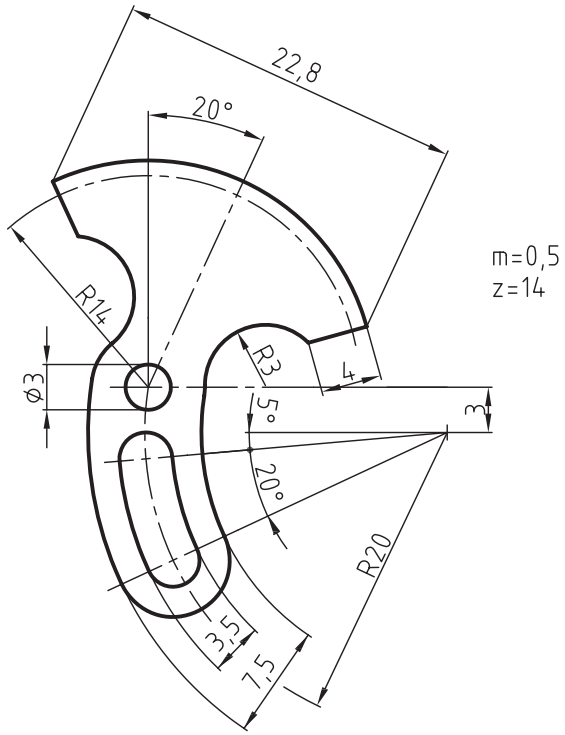
۶ـ اندازه‌گذاری بر اساس روش ساخت با مونتاژ و عملکرد هر قطعه انجام شود.

۷ـ اندازه‌گذاری نسبت به یک سطح مبنا انجام شود. سطح مبنا سطحی است که مکان هندسی سایر نقاط و سطوحی از قطعه، نسبت به آن سطح اندازه‌گذاری شود. سطح مبنا می‌تواند با توجه به عملکرد یا روش ساخت قطعه تعیین محل شود.

نکته

با توجه به موقعیت، جسم مبنا می‌تواند نقطه خط یا سطح در نظر گرفته شود.

شکل زیر اندازه‌گذاری اجرایی یک قطعه صنعتی را نشان می‌دهد.



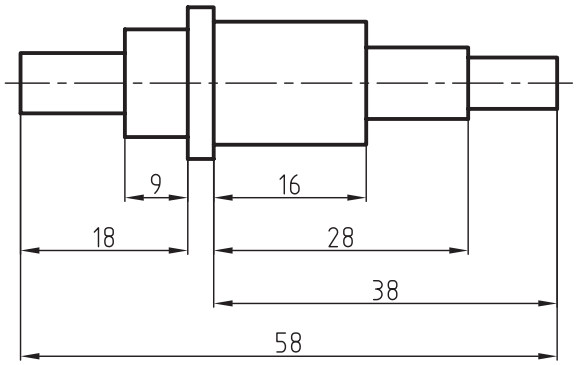
قواعد و دستورهای اندازه‌گذاری اجرایی طبق استاندارد[1] ISO 129

برای آگاهی بیشتر از چگونگی اندازه‌گذاری اجرایی، به اطلاعات بیشتری در زمینه قواعد و دستورهای اندازه‌گذاری بر اساس استاندارد نیاز است. در زیر به نمونه‌هایی از این قواعد و روش‌ها خواهیم پرداخت.

۱. عدد ۱۲۹ شماره و یا کداندازه‌گذاری در استاندارد ایزو (ISO) است.

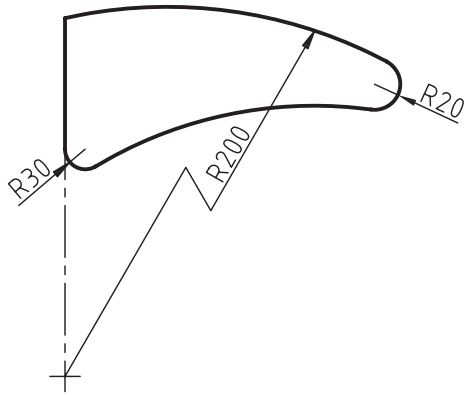
اندازه‌گذاری پله‌ای (موازی)

این نوع اندازه‌گذاری با درنظر گرفتن روش ساخت که باید از نقطه یا سطح مبنا اندازه‌گیری شود، به‌کار می‌رود. در این روش، کنترل اندازه‌ها بهتر و دقیق‌تر انجام می‌گیرد. برای اندازه‌گذاری قطعاتی که دقت بیشتری دارند از این روش استفاده می‌شود. شکل زیر شیوه اندازه‌گذاری موازی را نشان می‌دهد.



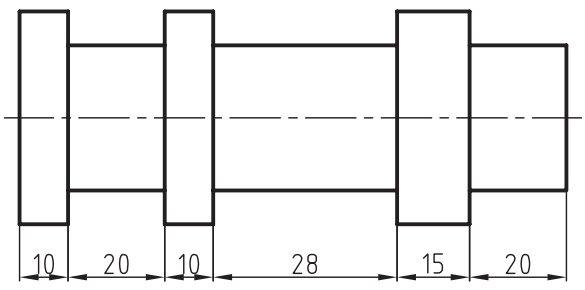
مرکز قوس

در مواردی که مرکز قوس‌ها مشخص، ولی خارج از حدود نقشه قرار گرفته باشند، خطوط اندازه را به‌صورت شکسته نشان می‌دهند. به نمونه‌ای از آن که در شکل زیر ترسیم شده، توجه کنید. لازم به توضیح است که قبل از اندازه شعاع باید حرف R (علامت شعاع) نوشته شود.



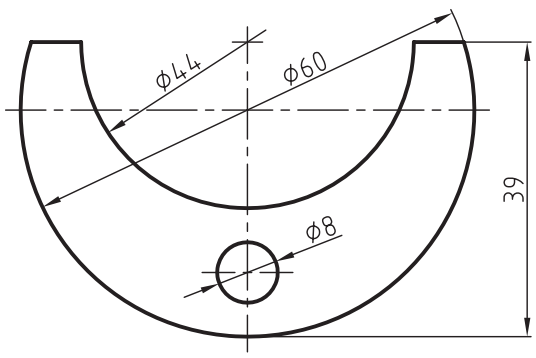
اندازه‌گذاری متوالی

در این روش، اندازه‌ها به‌صورت متوالی و در یک امتداد قرار می‌گیرند. معمولاً قطعاتی که دقت کم‌تری دارند با این روش اندازه‌گذاری می‌شوند. شکل زیر اندازه‌گذاری متوالی را نشان می‌دهد.



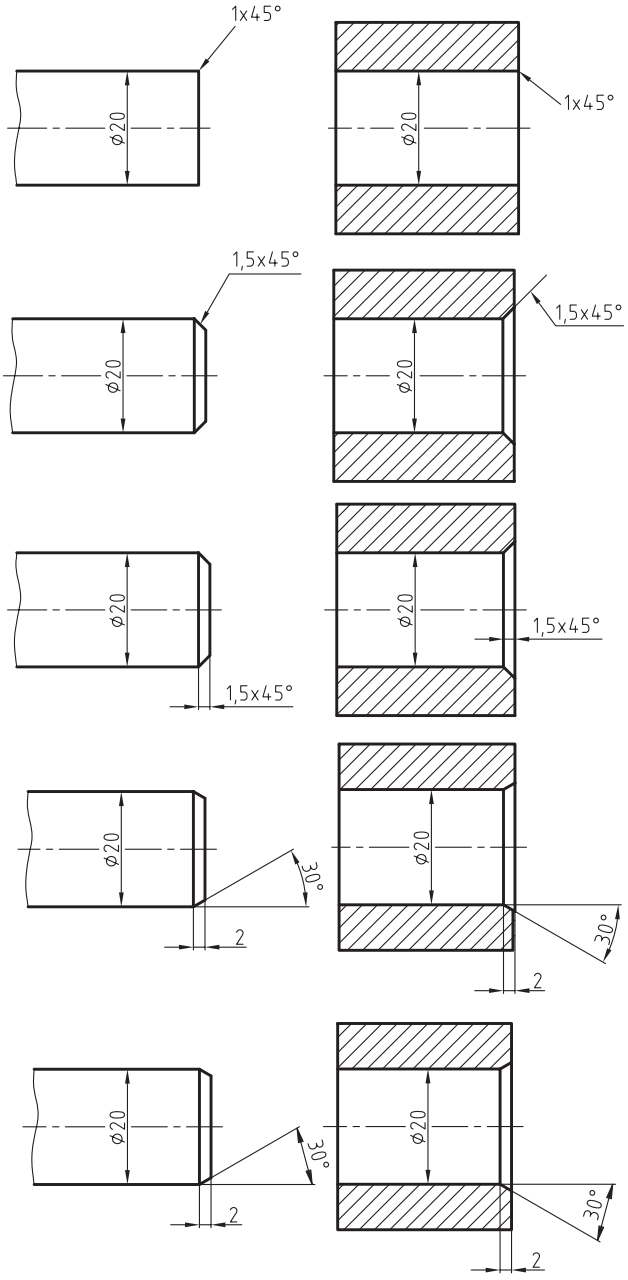
قطر دایره

شکل زیر شیوه درست اندازه‌گذاری قطرها را نشان می‌دهد. علامت قطر (Ø) باید قبل از اندازه قطر نوشته شود، حتی اگر این اندازه در داخل دایره قرار داشته باشد.



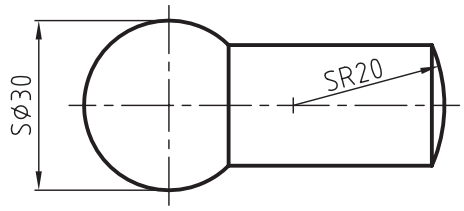
پخ

اگر زاویه پخ ۴۵ درجه باشـــد باید ارتفاع و زاویه پخ در یک اندازه نشان داده شود. در غیر این‌صورت باید هر یک از دو انـــدازه زاویه و ارتفاع پخ را به‌طور جداگانه در یک شـــکل اندازه‌گذاری کرد. شکل‌های زیر نحوه اندازه‌گذاری پخ‌های داخلی و خارجی را نشان می‌دهند.



مخروط

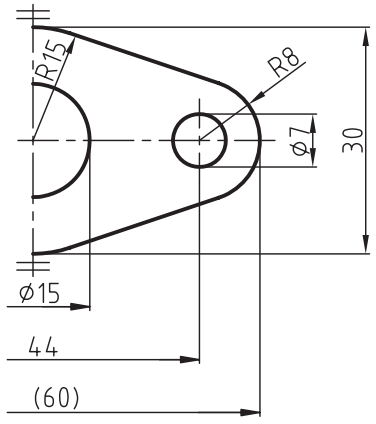
چنان‌چه اندازه‌گذاری، به تصویر یک کره یا قسمتی از آن مربوط باشد، باید پیش از علامت شعاع یا قطر حرف S ، که علامت کره است، نوشته شود[1].



نیم‌نما

در نیم‌نماهـــا، خطوط اندازه باید به انـــدازه ۲ میلی‌متر از خط تقارن بگذرد. اندازه‌های نوشته شده روی این خطوط معرف اندازه‌های کامل آن‌ها است. شکل زیر اندازه‌گذاری بر روی یک تصویر نیم نما را نشان می‌دهد.

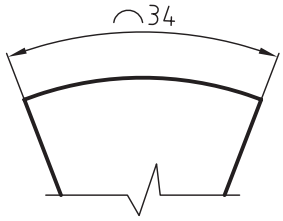
توجه کنید که اندازه ۴۸ که درون پرانتز نوشـــته شده، یک اندازه کمکی اســـت و جهت آگاهی دادن به سازنده درج شده است.



۱. علامت S حرف اول لغت sphere (کره) در زبان انگلیسی است.

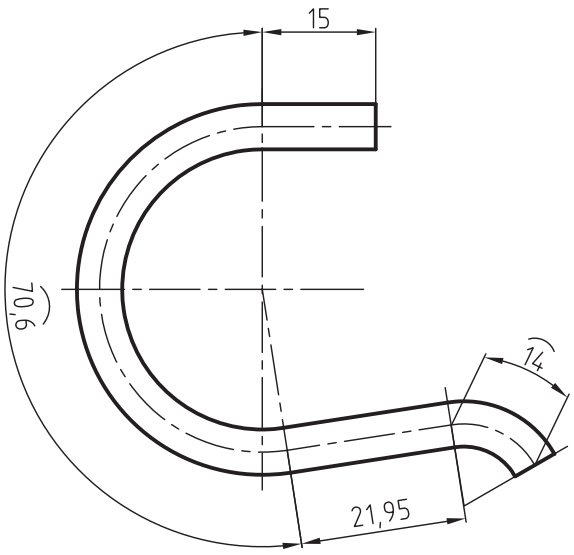
طول قوس‌ها

اندازه نوشته شده روی خط اندازه بیانگر طول قوس موردنظر است. علامت قوس باید قبل از اندازه مطابق شکل زیر قرار گیرد.



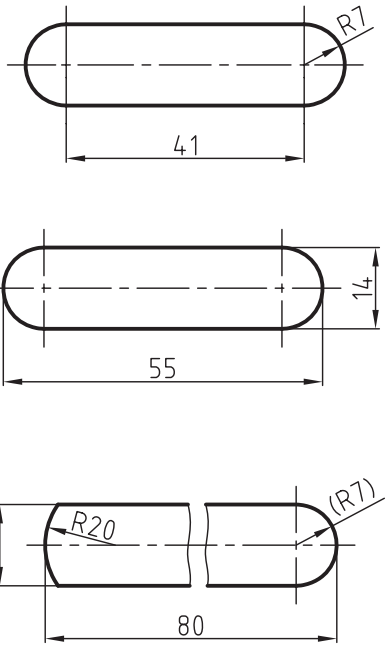
خط میانی (فاز خنثی)

اندازه دقیق طول میله‌ها یا تسمه‌های خمیده بر اساس طول خط میانی که به‌صورت خط تقارن نشان داده می‌شود، محاسبه می‌گردد. شکل زیر اندازه‌گذاری این نوع از قطعات را نشان می‌دهد و اندازه‌های نشان داده شده روی قوس، مربوط به اندازه طول خط میانی است.



اجزاء نیم‌گرد

قطعات تختی که دو انتهای آن‌ها به‌صورت نیم‌گرد ساخته شده‌اند، با توجه به نیاز، به دو روش مطابق شکل‌های زیر اندازه‌گذاری می‌شوند. اندازه شعاع می‌تواند به‌عنوان اندازه کوچک داده شود. در این‌صورت باید آن‌را درون پرانتز قرار دهید. به شکل توجه کنید.



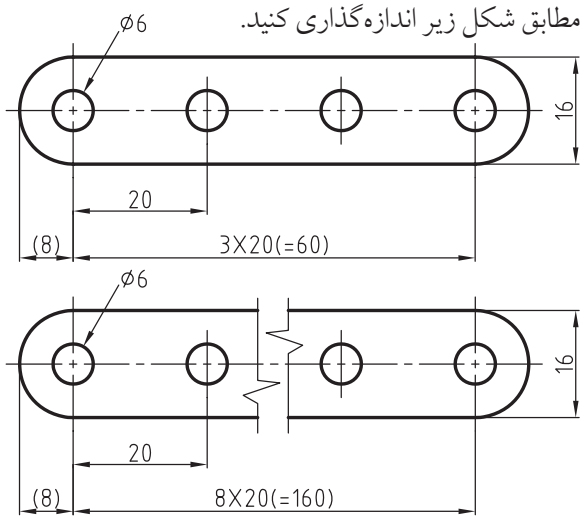
تقسیمات

در قطعاتی که دارای اجزاء مشابه و فاصله‌های مساوی هستند، برای جلوگیری از شلوغی نقشه نیازی به اندازه‌گذاری همه اجزاء و فاصله‌های آن‌ها نیست. به توضیحات زیر توجه کنید:

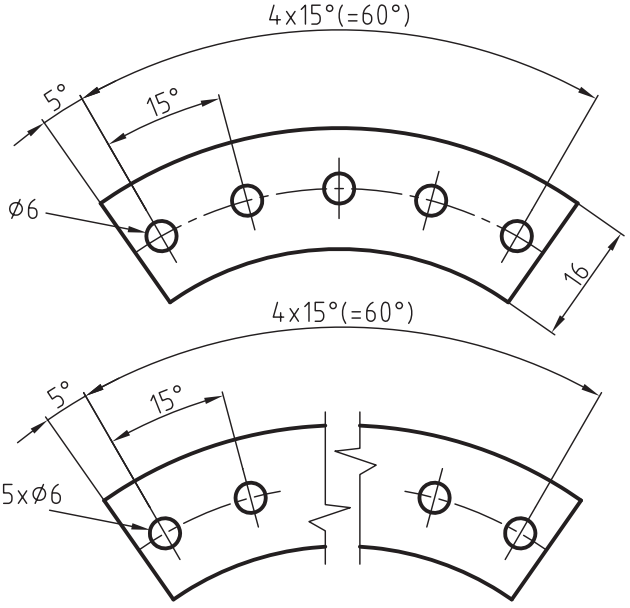
– شکل زیر اندازه‌گذاری چهار سوراخ به قطر ۶ و به فاصله‌های مساوی ۲۰ میلی‌متر از یکدیگر را نشان می‌دهد.

– اندازه (۶۰=)۲۰×۳ یعنی سه فاصله ۲۰ میلی‌متر که برابر با ۶۰ میلی‌متر است. قطعات طویل با سوراخ‌های مساوی را

مطابق شکل زیر اندازه‌گذاری کنید.

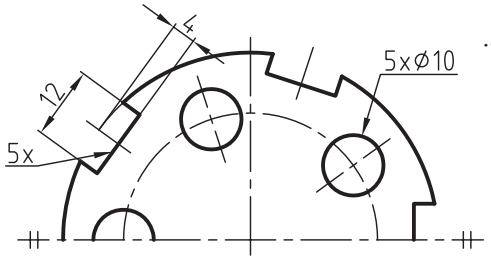


برای اندازه‌گذاری اجزاء مشابه با زوایای مساوی، می‌توانید با توجه به شکل‌های زیر اندازه‌گذاری کنید.



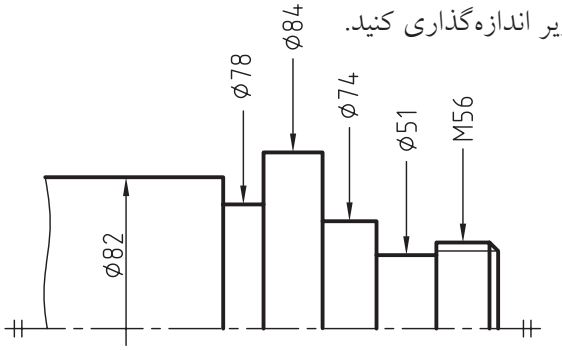
تقسیمات روی دایره

اندازه‌گذاری شکاف‌های مشابه روی دایره و سوراخ‌های هم‌قطر با فاصله‌های مساوی را در شکل زیر ملاحظه می‌کنید.



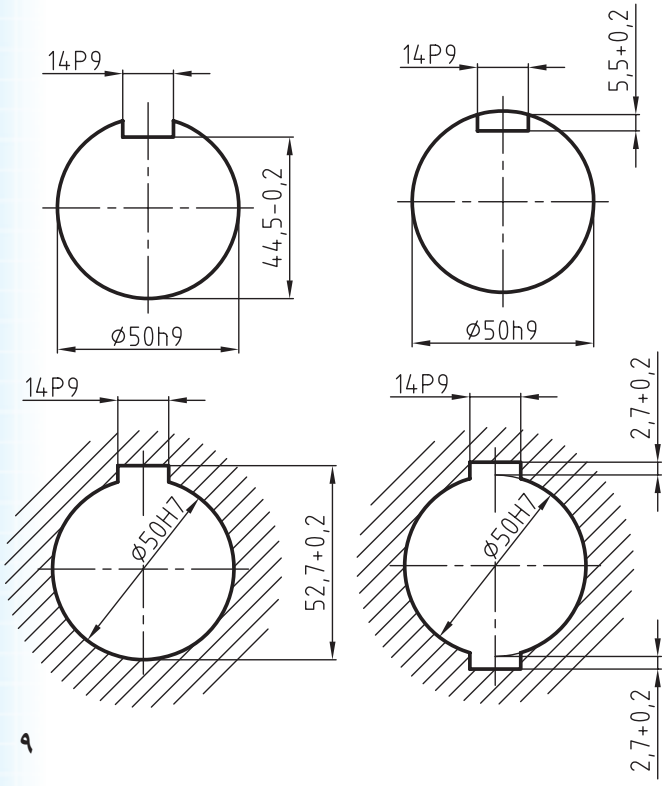
پله و شیار (گاه)

در شیارها که اصطلاحاً به آن گاه می‌گویند، فاصله بین دو خط رابط اندازه به‌هم نزدیک و کم است. برای جلوگیری از بروز اشتباه می‌توانید شیارها را مطابق شکل زیر اندازه‌گذاری کنید.



جای خار

در جای خارهای بسته روی میله‌ها باید اندازه ارتفاع و عرضی آن در جای خارهای باز عرض آن داده شود. اندازه ارتفاع جای خارهای باز باید در جهت عکس آن داده شود. شکل زیر نحوه اندازه‌گذاری جای خارها در میله‌ها و چرخ‌ها را نشان می‌دهد. علامت P9 معرف نوع انطباق است که در بخش‌های بعدی با آن آشنا می‌شوید.



سطوح شیب‌دار

سطوح شیب‌دار را باید مطابق شکل زیر اندازه‌گذاری کرد. با توجه به شکل زیر:

L= طول

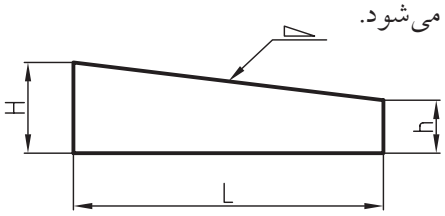
H= ارتفاع بزرگ

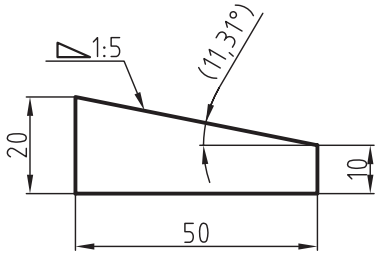
h= ارتفاع کوچک

= علامت شیب

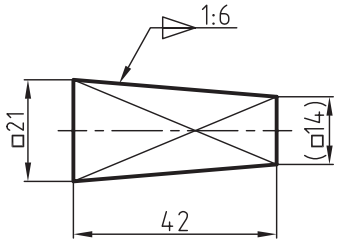
= شیب(زاویه)

نسبت ۱:۵ یعنی در طول ۵ میلی‌متر ۱ میلی‌متر از ارتفاع آن کم می‌شود.





در شکل زیر اندازه‌گذاری یک شیب هرمی با مقطع چهارگوش را ملاحظه می‌کنید. خطوط متقاطع نازک، معرف سطح تخت است.



مخروط

در اندازه‌گذاری مخروط‌ها باید دقت شود که اندازه قطر بزرگ، کوچک، طول زاویه رأس و یا نسبت مخروطی آن در نقشه مشخص شود. اندازه نسبت مخروطی با توجه به شکل زیر از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

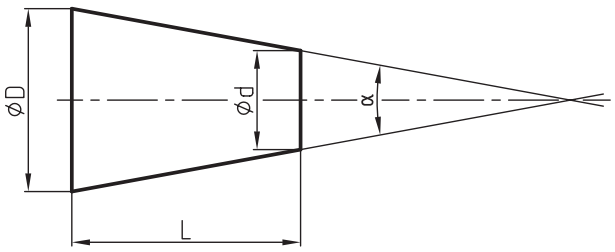
D= قطر بزرگ

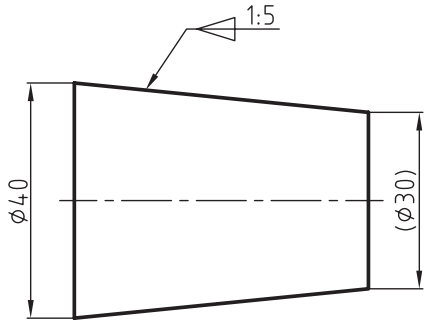
d = قطر کوچک.

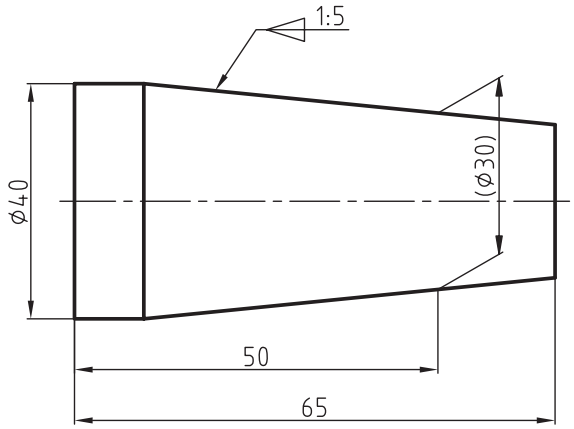
L=طول مخروط.

C= نسبت مخروطی

$C = \frac{D-d}{L}$ اندازه‌گذاری اجرایی احجام مخروطی را در شکل‌های زیر ملاحظه می‌کنید.

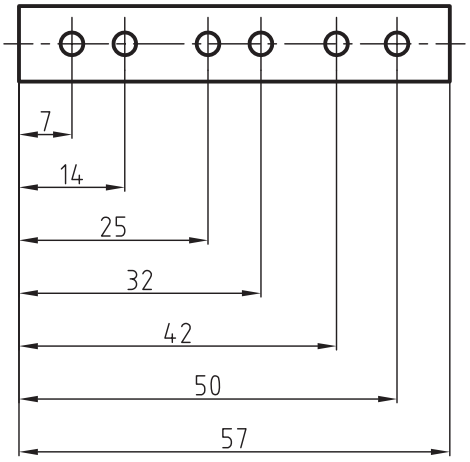


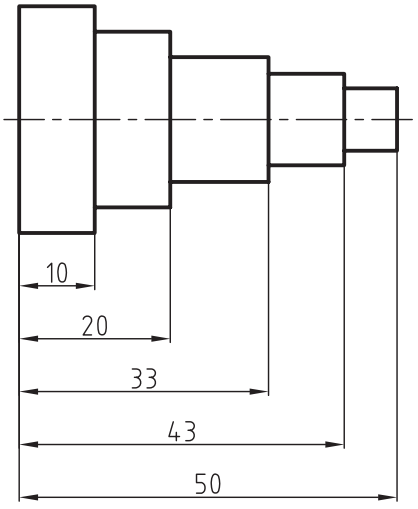




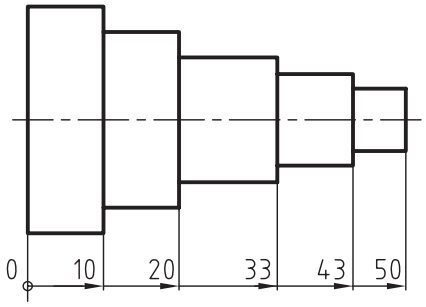
مبناها

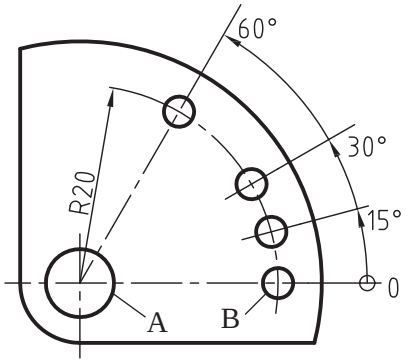
در قطعاتی که تعدادی از اندازه اجزاء، آن به یک شـروع مشـترک نیاز داشـته باشـند، از یک نقطه خط و یا سطح به‌عنـوان مبنا اسـتفاده می‌کنند. نقطه شـروع بر اسـاس شـکل قطعـه‌کار می‌تواند لبه یا خط محـور (خط میانی) و یا مرکز یک سـوراخ باشد. در این روش خطوط اندازه غالباً به‌صورت موازی ترسـیم می‌شوند. در اندازه‌گذاری شـکل‌های زیر سـطح مبنای لبه سمت چپ سر دو قطعه کار در نظر گرفته شده است.

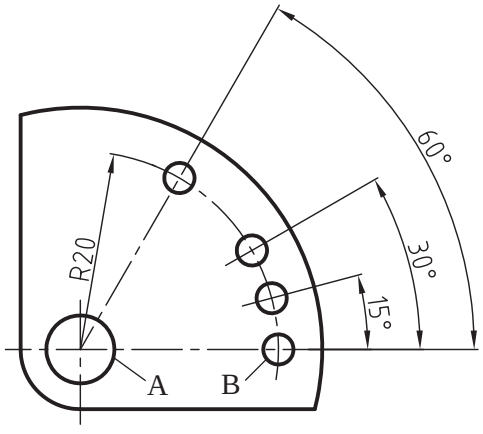




شکل زیر محور سوراخ‌های A و B به‌عنوان مبنا انتخاب شده است. اندازه مرکز بقیه سوراخ‌ها نسبت به این محور، اندازه‌گذاری زاویه‌ای شده است. برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه، به‌جای اندازه‌گذاری موازی از یک خط اندازه استفاده می‌شـود. نقطه شروع یا سطح مبنا با یک علامت دایره به قطر ۲ میلی‌متر نشـان داده می‌شود و عدد صفر را در کنار آن درج می‌کنند.

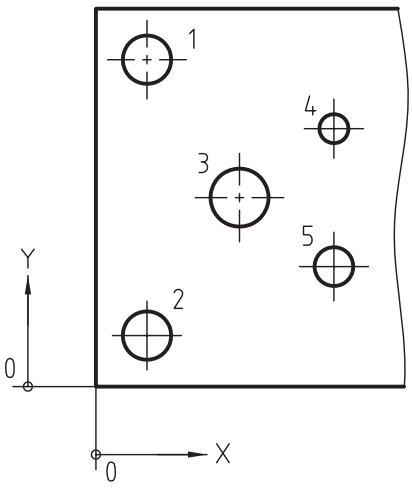






اندازه‌گذاری مختصاتی

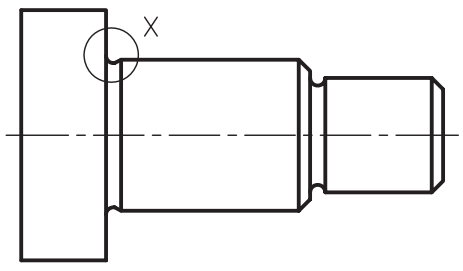
در بعضی مواقع، با توجه به شـکل قطعه می‌توان نقاط مبنا را به‌عنوان مبداء مختصات درنظر گرفت و نسـبت به محورهای X و Y اندازه‌گذاری کرد. برای جلوگیری از اشـتباهات در موقع سـاخت می‌توان نقشه را مطابق شکل روبه‌رو ترسیم کرد و اندازه‌ها را در داخل جدول قرار داد.

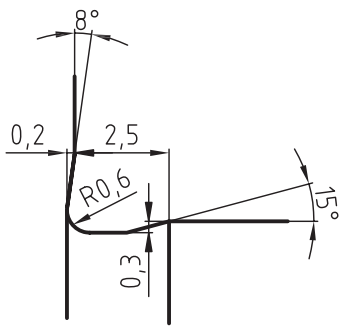


Pos	x	y	d
1	10	80	⌀10
2	10	10	⌀8
3	30	45	⌀12
4	50	65	⌀5
5	50	25	⌀6

نقشه جزئی

گاهـی اوقات اندازه‌گذاری بعضی از جزئیات یک نقشـه به‌علت کوچک بودن آن اجزاء امکان‌پذیر نیست. چنان‌چه اندازه‌های این اجزاء مشـخص نباشـد، آن نقشـه از نظر سـاخت قابل اجرا نیست. در این‌صورت آن جزء از نقشه را با یک دایره نازک مشـخص و با یکی از حروف بزرگ انگلیسی، مثل X، نام‌گذاری می‌کنند. همچنین جزء موردنظر را در کنار پلان نقشه با مقیاس بزرگ‌تر رسم می‌کنند و در کنار آن اندازه مقیاس بزرگ‌شده و نام آن‌را می‌نویسند. به چنین نقشه‌ای، نقشـه جزئی یا دیتایل[1] گویند. با توجه به توضیحات داده شده، نقشه دیتایل به نقشه‌ای گفته می‌شود که برای نمایش تصویر واضح‌تر در خارج از همان نقشـه با مقیاس بزرگ‌تر ترسـیم و اندازه‌گذاری شود. در شکل زیر نقشـه جزئی شیار موجود در میله یک پیچ را ملاحظه می‌کنید که در کنار نقشه با مقیاس 5:1 ترسیم شده است.





Deatail-X
Sc.=5:1

1. Detail

دستورکار شماره ۱

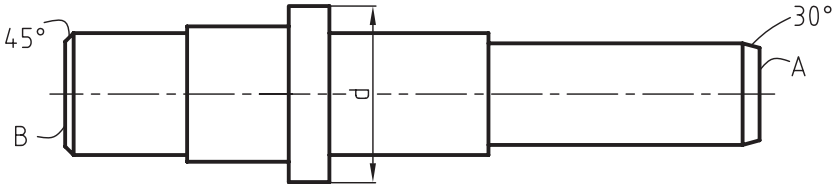
هدف: ترسیم و اندازه‌گذاری شکل زیر

(۳۰ دقیقه)

مشخصات: محور شکل زیر با مقیاس 1:2 رسم شده است.

آن‌را روی یک برگ کاغذ A4 رسم و به‌صورت موازی اندازه‌گذاری کنید. در سطح مبنای A پخی به ارتفاع ۳ میلی‌متر و زاویه ۳۰ درجه و در سطح مبنای B پخی به ارتفاع ۲ میلی‌متر و زاویه ۴۵° ایجاد شود.

- کاغذ را به‌صورت عمود روی تخته رسم بچسبانید و سپس کادر و جدول آن‌را رسم کنید.
- جای مناسب نقشه را روی صفحه کاغذ تعیین کنید.

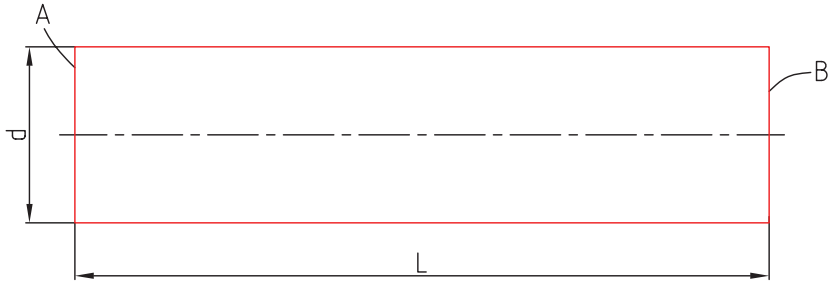


نکته

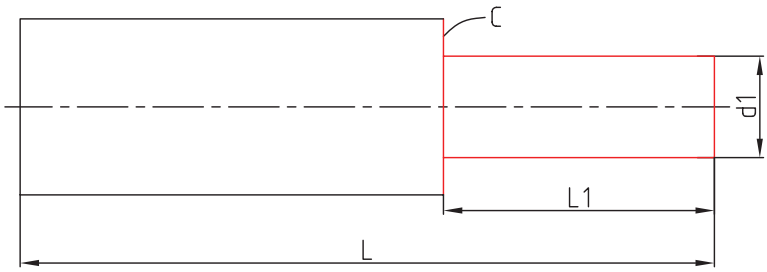
اندازه‌ها را از روی نقشه ترسیم شده بردارید و با مقیاس 1:1 با توجه به توضیحات زیر ترسیم کنید.

مراحل ترسیم

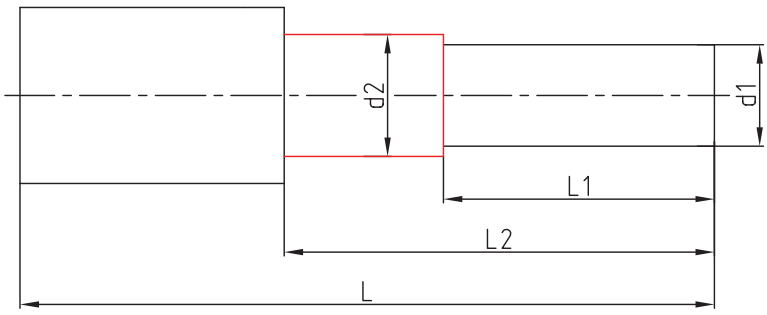
۱. استوانه‌ای به قطر d و به طول L به‌صورت افقی با خطوط نازک و کم‌رنگ رسم کنید.



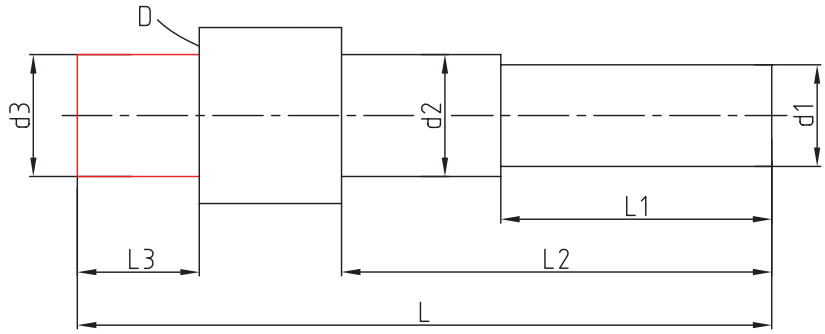
۲. از سطح مبنای A استوانه به طول L_1 و به قطر d_1 رسم کنید تا سطح C ایجاد شود.



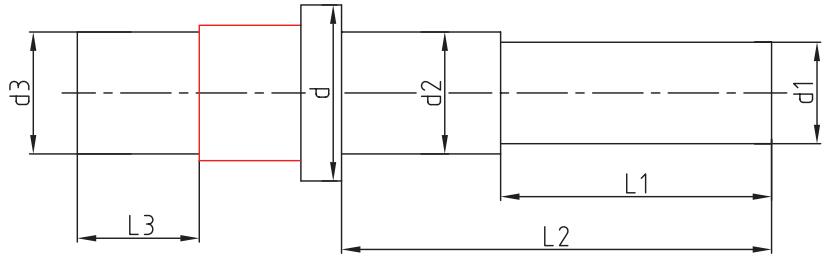
۳. از سطح مبنای A طول L_2 را جدا سازید، تا استوانه‌ای به قطر d_2 ایجاد شود.



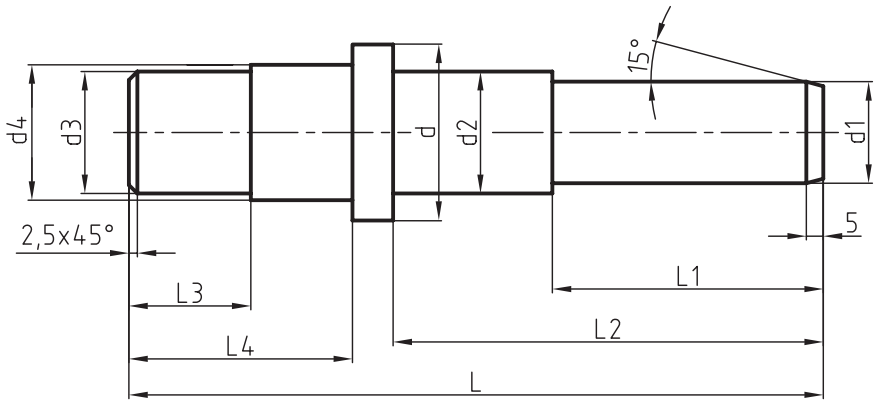
۴. از سطح مبنای B استوانه‌ای به طول L_3 و به قطر d_3 رسم کنید تا سطح D ایجاد شود.



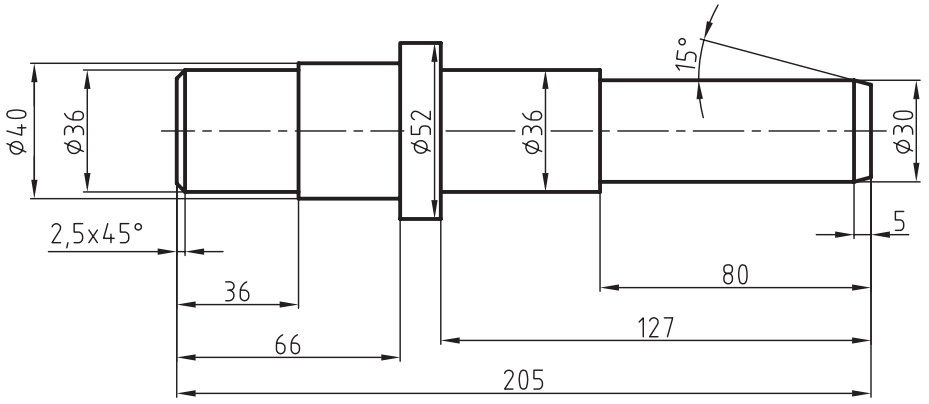
۵. از سطح مبنای B طول L_4 را جدا کنید تا استوانه‌ای به قطر d_4 ایجاد شود.



۶. در سمت راست محور، پخی به طول ۳ میلی‌متر و زاویه ۳۰ درجه و در سمت چپ آن پخی به طول ۲ میلی‌متر با زاویه 45°رسم کنید.



۷. نقشه را پررنگ، و سپس اندازه‌گذاری کنید.



ارزشیابی پایانی

نظری

۱. اندازه‌گذاری اجرایی را به‌طور کامل توضیح دهید.

۲. مقیاس را تعریف کنید.

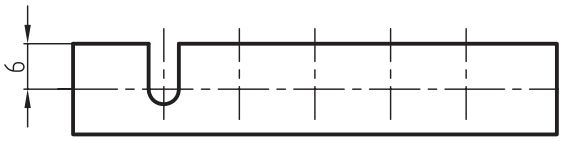
۳. نقشه جزئی را با ذکر یک مثال تعریف کنید.

۴. کاربرد مقیاس را توضیح دهید.

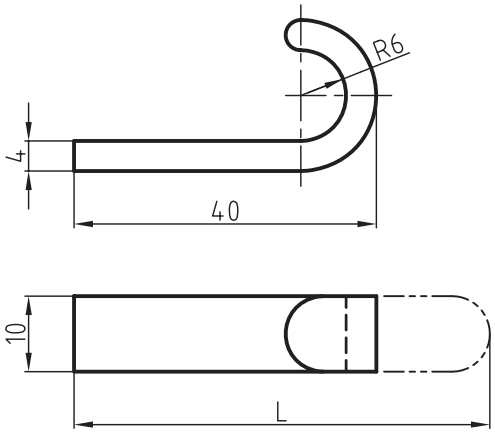
۵. سطوح مبنا را با ذکر یک مثال تعریف کنید.

عملی

۱. ابتدا مقیاس نقشه شکل زیر را تعیین نمایید و سپس آن‌را با مقیاس 1:1 رسم و اندازه‌گذاری اجرایی کنید.



۲. اندازه L را با در نظر گرفتن خط میانی (فاز خنثی) تعیین کنید.



۳. ابتدا مقیاس شکل زیر را تعیین کرده، سپس تصویرهای زیر را با مقیاس 1:1 رسم کنید.

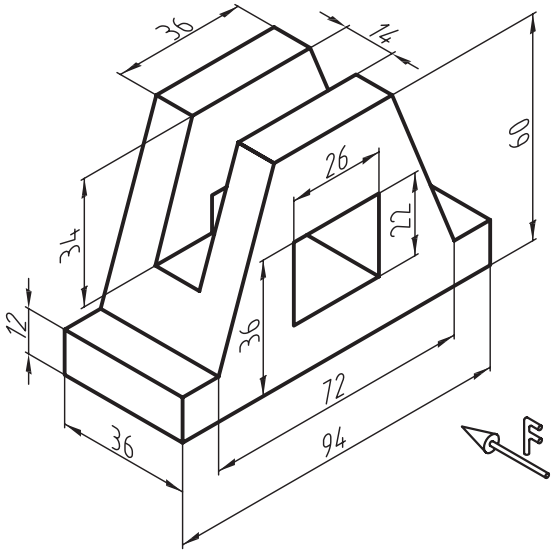
– تصویر روبه‌رو در برش متقارن

– تصویر افقی

– تصویر نیم‌رخ

– اندازه‌گذاری کامل

– سطح زیرین را مبنا در نظر بگیرید.



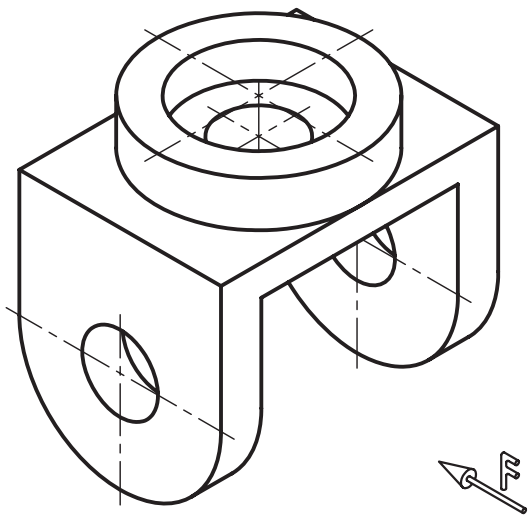
۴. در شـــکل زیر تصویر مجســـم ایزومتریک را که با مقیاس 1:1 ترسیم شده، ملاحظه می‌کنید. برای آن خواسته‌های زیر را انجام دهید.

– ترسیم‌های روبه‌رو در برش متقارن

– ترسیم تصویر افقی

– انتخاب سطح مبنا

– اندازه‌گذاری اجرایی



توجه: اندازه‌ها از روی نقشه برداشته شود.

توانایی ترسیم علائم پرداخت سطح

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

- پرداخت سطح را تعریف کند.
- پرداخت سطح به‌روش Ra و Rz را توضیح دهد.
- معیارهای پرداخت سطح را بیان کند.
- علائم Ra و Rz را در نقشه به‌کار ببرد.
- علائم کیفیت سطح به‌روش مثلث را توضیح دهد.
- علائم کیفیت به‌روش مثلث را به‌کار ببرد.
- علائم کیفیت سطح مثلث را به Ra تبدیل کند.
- علائم کیفیت سطح مثلث را به Rz تبدیل کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۳	۵

پیش آزمون

پرداخت سطح را تعریف کنید.

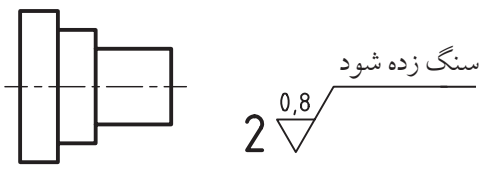
روش‌های تولید یک سطح را نام ببرید.

کیفیت سطح Ra را توضیح دهید.

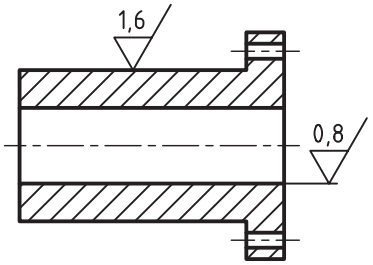
روی نقشه‌ای علامت $\perp \overline{N8}$ قرار دارد. مفهوم هر یک از اجزاء این علامت را توضیح دهید.

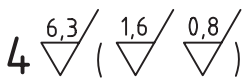
کیفیت سطح Rz را تعریف کنید.

در مورد علامت کنار شکل مقابل به‌طور کامل توضیح دهید.

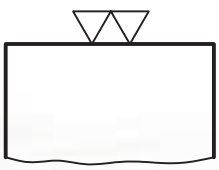


چگونگی پرداخت سطوح در قطعه شکل زیر را با توجه به علائم ارائه شده، توضیح دهید.





در مورد علامت شکل زیر توضیح دهید.



پرداخت سطح

کیفیت سطوح تولید شده در قطعات صنعتی به عواملی مانند روش تولید، جنس، کاربرد قطعه در محصول، و هزینه تولید بستگی دارد. در حقیقت این عوامل نقش تعیین‌کننده‌ای در اندازه پرداخت سطوح ایفا می‌کنند. یکی از عوامل مهم در پرداخت و یا کیفیت یک سطح، روش تولید آن است. روش‌های تولید و چگونگی ساخت قطعات صنعتی یک مبحث بسیار مهم در صنعت به‌شمار می‌آیند. یکی از وظایف مهم یک نقشه‌کش آشنایی با روش‌های تولید است که در زیر به اختصار به آن می‌پردازیم.

روش‌های تولید را می‌توان به دو دسته عمده براده‌برداری و غیره براده‌برداری تقسیم کرد.

روش براده‌برداری، مانند تراشکاری، فرزکاری، صفحه‌تراشی، سوراخ‌کاری، سنگ‌زنی و غیره.

روش غیر براده‌برداری، مانند ریخته‌گری، آهنگری (فورج) و غیره.

به‌وسیله هر یک از روش‌های نام برده شده، می‌توان سطوح قطعات را با کیفیت معینی تولید کرد. پرداخت یک سطح از اهمیت بسیاری برخوردار است. برای کاهش هزینه در فرآیند تولید، باید هزینه‌های زیادی را متحمل شد که در بعضی مواقع هیچ توجیه اقتصادی ندارد. برای آشنایی با چگونگی پرداخت سطوح در یک قطعه یا محصول صنعتی، به مثال زیر توجه کنید.

مثال: شکل زیر نقشه سه‌بعدی یک گره رومیزی را که از پنج قطعه تشکیل شده، نشان می‌دهد. مشخصات هر یک از قطعات به‌شرح زیر است:

قطعه ۱- بدنه یا پایه، که به آن فک ثابت نیز می‌گویند، و به‌روش ریخته‌گری تولید می‌شود. سطوح ریخته‌گری معمولاً از کیفیت خوبی برخوردار نیستند. بعضی از سطوح این قطعه به پرداخت خوبی نیاز دارد که باید آن‌را با روش براده‌برداری کامل کرد، مانند سطوح C,B,A و ....

قطعه ۲- فک متحرک گیره است، که به‌روش ریخته‌گری تولید می‌شود.

قطعه ۳- پیچ، که باید به‌روش براده‌برداری یعنی به‌وسیله ماشین‌تراش تولید شود.

قطعه ۴- دسته، که به‌وسیله ماشین‌تراش از طریق براده‌برداری تولید می‌شود.

قطعه ۵- کله‌گی دسته که به روش براده‌برداری تولید می‌شود.

سـطوح مختلف این گیـره با دقتی متفـاوت و در حد لزوم به پرداخت نیاز دارد. سـطوحی که به‌وسیله روش براده‌بـرداری تولید می‌شـوند از کیفیت بسـیار بالایی نسـبت به قطعـات ریخته‌گری برخوردارنـد. بعضی از سطوح بدنه و هم‌چنین فک متحرک، بعد از ریخته‌گری بایـد با عملیات براده‌برداری به کیفیت مطلوب برسـند تـا وظیفه خـود را به‌خوبی انجام دهنـد. به‌عنوان مثال سـطح A بدنه و شـیار آن که به فک متحرک روی آن می‌لغـزد و هم‌چنین سـطوح C,B و ... باید از پرداخت بهتری برخوردار باشـند. با کمی دقـت متوجه خواهید شـد که هر سـطح باید به اندازه‌ای پرداخت شـود که بتوانـد وظیفه محوله را به‌درسـتی انجام دهد و از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه باشـد، زیـرا پرداخت بیش از حد یک سـطح، هزینه تولید را بالا می‌برد.

نتیجه

در تولید هر قطعه پستی و بلندی‌هایی (زبری‌هایی) ایجاد می‌شـود. اندازه این پسـتی و بلندی‌ها به‌روش تولید آن بسـتگی دارد. به حد مطلوب رساندن پستی و بلندی‌های هر قطعه به کیفیت مورد نیاز را پرداخت سطح گویند.

طول نمونه

اندازه پسـتی و بلندی‌های ایجاد شـده در هر سـطح، که در اصطـلاح به آن‌ها زبری سـطح نیز می‌گویند، توسـط دسـتگاه‌های زبری‌سنج تعیین و مشـخص می‌شود. برای این منظور یک طول نمونه از سـطح را به‌وسـیله دستگاه زبری‌سـنج مورد سـنجش قرار می‌دهند. هرچه پرداخت ظریف‌تر باشد، از طول نمونه کوچک‌تری استفاده می‌کند. طـول نمونه‌های آزمایش توسـط اداره اسـتاندارد، طبق جدول زیر معرفی شده است.

L طول نمونه آزمایش بر حسب میلی متر	0.08	0.25	0.8	2.5	8

معیارهـای زبری سـطح طبق اسـتاندارد ISO :1302

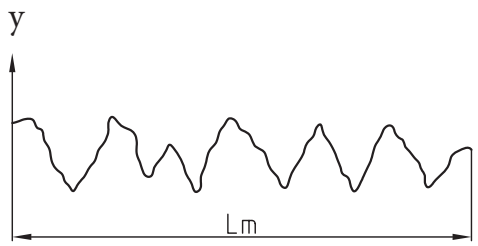
برای تعیین مقدار زبری سـطح یا سنجش آن، روش‌های مختلفی وجود دارد که این روش‌ها طبق اسـتاندارد ایزو دسته‌بندی شده‌اند. مهم‌ترین معیار سنجش زبری سطح که در ایران نیز متداول اسـت، زبری سطح Ra و Rz هستند که در زیر به توضیح آن‌ها خواهیم پرداخت.

معیار سنجش زبری سطح به‌روش Ra:

Ra یکی از روش‌های بین‌المللی برای تعیین زبری سطح اسـت، که نشان‌دهنده میانگین حسـابی ارتفاع‌های زبری یک سـطح در طول نمونه اسـت. بـرای درک مطلب به شکل‌های زیر و توضیحات مربوط به آن‌ها توجه کنید.

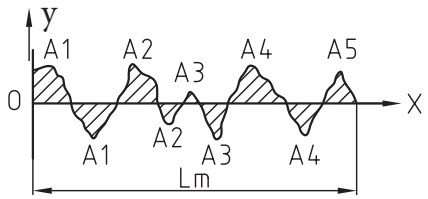
زبری یک سـطح را در شـکل زیر ملاحظـه می‌کنید، که با مقیاس بسـیار بزرگ در یک طول نمونه ترسـیم شـده است.

Lm = طول نمونه

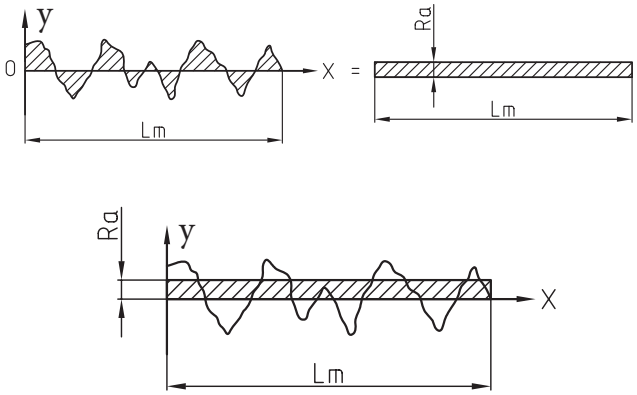


خط ox چنان ترسیم می‌شود که در حد متوسط پستی و بلندی‌ها قرار گیرد، به‌طوری که مجموع سطوح هاشور خورده بالای خط، با مجموع سطوح هاشور خورده زیر خط برابر باشد. مجموع این سطوح برابر A است.

$$A_1+A_2+A_3+A_4 = A'_1+ A'_2 + A'_3+ A'_4$$



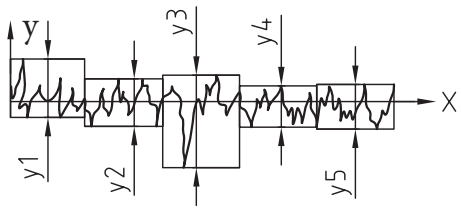
مجموع سطوح فوق، یعنی A را می‌توان به‌صورت نوار مستطیل‌شکلی به‌طول Lm (طول نمونه) و عرض Ra رسم کرد. Ra همان مقدار زبری سطح به‌روش Ra است.



معیار سنجش زبری سطح به‌روش Rz:

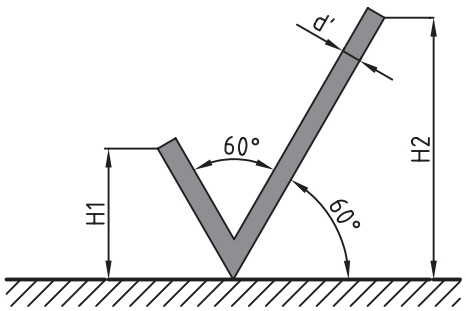
معدل ۵ عدد از بلندترین ارتفاع متوالی در یک طول نمونه را Rz گویند و مقدار آن از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$Rz = \frac{y1+y2+y3+y4+y5}{5}$$



علائم کیفیت سطح در نقشه

برای نشان دادن اندازه‌های زبری و مشخصات دیگر کیفیت سطح، علائم یا نشانه‌های مناسبی که توسط استاندارد ایزو معرفی شده، به‌کار می‌رود. نقشه‌کش باید با این علائم و نیز کاربرد آن در نقشه به‌طور کامل و دقیق آشنا باشد. شکل زیر علامت پایه و یا مبنای زبری سطح را معرفی می‌کند. این علامت از دو بازوی مورب تشکیل شده است که تحت زاویه ۶۰° نسبت به سطح موردنظر ترسیم می‌شود.



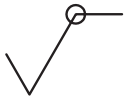
طول بازوی سمت راست کمی بیش از دو برابر طول بازوی سمت چپ است. اندازه ارتفاع و بر اساس اندازه اعداد اندازه‌گذاری و طبق جدول زیر به‌دست می‌آید.

d پهنای خط اصلی نقشه	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
h بلندی اعداد و حروف بزرگ	1,8	2,5	3,5	5	7	10
d'' پهنای خط برای نشانه ها و نوشتن	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1
بلندی H_1	2,5	3,5	5	7	10	14
بلندی H_2	5,5	7,5	10,5	15	21	30

اگر ضخامت خط اصلی نقشه برابر ۰,۵ میلی‌متر باشد، اندازه و از روی جدول، به‌ترتیب برابر ۷,۵,۳,۵ میلی‌متر خواهد بود.

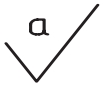
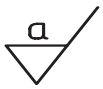
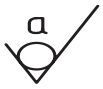
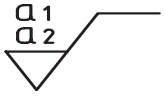
مفهوم علائم کیفیت سطح

در جدول زیر با مفهوم علائم کیفیت سطح آشنا می‌شوید. این علائم هنگامی مفهوم پیدا می‌کنند که روی سطحی از قطعه قرار گیرند.

علامت پایه به تنهایی مفهومی ندارد، مگر آن که برای آن مفهومی بیان شود.	
گر سطح مورد نظر به روش براده برداری تولید شود، در این صورت به علامت مبنا یک خط افقی اضافه می شود.	
سطح تولید شده به همان حالت باقی می‌ماند، مانند سطوح ریخته گری، آهنگری و ...	
در صورتی که بخواهیم مشخصات خاصی از سطح را بیان کنیم ، یک خط افقی به بازوی بلند علامت مبنا اضافه می کنیم.	
علامت دایره یعنی کیفیت سطح کلیه سطوح یکی است.	

علائم اضافی تکمیلی

برای تعیین پرداخت یک سطح باید مقدار و یا اندازه زبری به هر یک از علائم اضافه شود. حرف a در علامت مبناء اندازه زبری به‌روش Ra را بیان می‌کند. حرف a می‌تواند به هر یک از علائم بالا افزوده شود. به جدول زیر توجه کنید.

بیان کننده سطحی است که با اندازه زبری Ra به هر روش می‌تواند تولید شود.	
نشان دهنده سطحی است که آن سطح باید با اندازه زبری Ra به روش براده برداری تولید شود.	
سطح مورد نظر باید با اندازه‌زبری Ra به همان صورتی که تولید شده باقی بماند.	
اگر لازم باشد اندازه حداکثر و حداقل اندازه زبری باشد ، اندازه حداکثر زبری یعنی a۲ در پایین نوشته می‌شود.	

در مواردی که تنها یک علامت مقدار پرداخت سطح یعنی a را نشان داده شود، آن مقدار بیش‌ترین حد مجاز زبری است.

جدول مقادیر زبری Ra

استاندارد ISO مقادیر زبری Ra را طبق جدول زیر معرفی کرده است. این جدول بر اساس تکنولوژی روز در ۱۲ درجه زبری مرتب شده است. ستون سمت راست، درجات زبری را از N۱ تا N۱۲ نشان می‌دهد. در ستون وسط مقدار یا اندازه زبری برحسب میکرون‌اینچ (μ″) دیده می‌شود. ستون سمت چپ مقادیر زبری برحسب میکرون‌متر(μm) است.

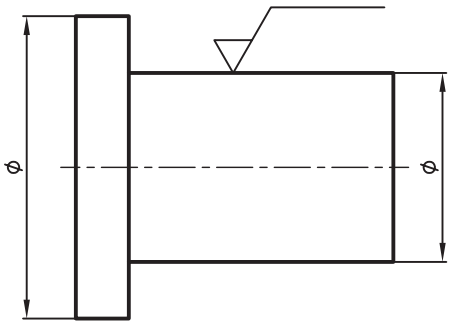
کوچک‌ترین اندازه زبری از ۰/۰۲۵ میکرون‌متر شروع می‌شود تا به بالاترین اندازه آن، یعنی به ۵۰ میکرون‌متر می‌رسد.

جدول مقادیر زبری Ra

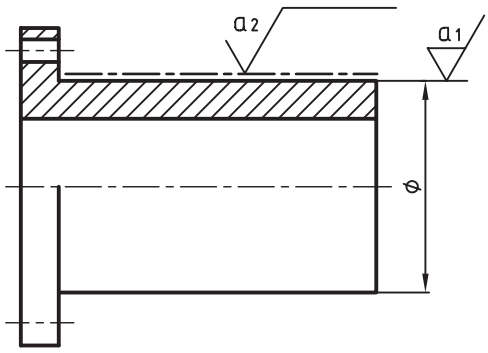
عدد درجه زبری	مقدار زبری Ra	
	میکرون اینچ μ″	میکرون متر μm
N12	2000	50
N11	1000	25
N10	500	12,5
N9	250	6,3
N8	125	3,2
N7	63	1,6
N6	32	0,8
N5	16	0,4
N4	8	0,2
N3	4	0,1
N2	2	0,05
N1	1	0,025

مشخصات ویژه کیفیت سطح

بعضی مواقع لازم است روی سطح عملیاتی مانند آب‌کاری پوششی، سخت‌کاری، رنگ‌کاری و غیره، انجام شود و یا سطح با عملیات خاصی تولید شود. در این‌صورت در بالای خط افقی اضافه شده به علامت پایه، نوع عملیات به‌طور واضح و مشخصی نوشته می‌شود. شکل زیر نشان می‌دهد که سطح مورد نظر باید سنگ زده شود.



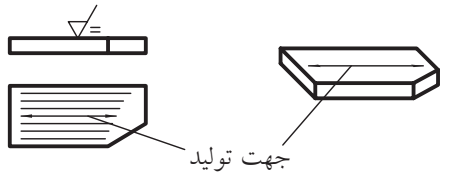
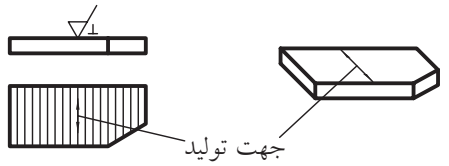
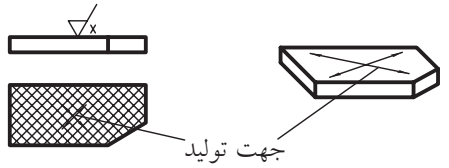
شکل زیر نشان می‌دهد که سطح به پوشش کروم نیاز دارد. در این‌صورت پرداخت قبل از عملیات و کیفیت سطح بعد از پوشش کروم را معرفی می‌کند. در سطوحی که به نوعی عملیات نیاز داشته باشند، محدوده عملیات با خط نقطه ضخیم مشخص می‌شود.

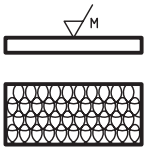


در جدول زیر بعضی از مشخصات ویژه دیگر کیفیت سطح را ملاحظه می‌کنید. هر یک از این علائم دارای معنای خاصی است که باید بر اساس آن روی سطح، عملیاتی صورت گیرد.

چنان‌چه لازم باشد طول نمونه آزمایش مشخص باشد، آن را در زیر رادیکال در جای نشان داده شده (C) می‌نویسند.	
در صورتی که نیاز باشد جهت حرکت ابزار روی سطح مورد نظر مشخص گردد، باید به وسیله علامتی که بیان کننده حرکت ابزار می باشد(⊥) نشان داده شود.	
اگر لازم باشد از سطحی براده برداری اضافه ای صورت گیرد تا به اندازه مجاز برسد، یعنی مقدار مجاز ماشین کاری باید در کنار رادیکال (e) نوشته شود.	

علائم مربوط به جهت اثر ابزار (حرکت ابزار) را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

نمایش تصویری	علامت	شرح
	=	علامت جهت تولید برای حالتی که جهت تولید موازی با سطحی است که علامت برای آن به کار رفته است.
	⊥	برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطحی است که علامت برای آن گذاشته شده است.
	X	برای حالتی که جهت تولید نسبت به سطحی است که علامت برای آن به کار رفته است حالت ضربدری دارد.

	M	جهت چندتایی است یعنی سطح در جهات مختلف تولید می‌شود و به عبارت دیگر وسیاه براده‌برداری حرکتی مرکب است.
	C	جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً دایره‌ای دارد.
	R	جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً شعاعی دارد.

موقعیت علائم ویژه کیفیت سطح

در شـکل زیر جایـگاه کلی علائم ویژه کیفیت سـطح را ملاحظه می‌کنید. در صفحات قبل با هر یک از این علائم به‌طور جداگانه آشنا شدید. به توضیحات زیر توجه کنید:

a = ارتفاع زبری به‌روش Ra اسـت که برحسـب مقدار زبری یا درجه زبری نوشته می‌شود.

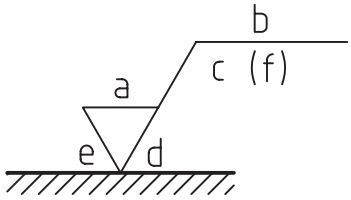
b = نوع عملیاتی که روی سـطح بایـد انجام گیرد، مانند عملیات پوششی، حرارتی و غیره.

c = طول نمونه

d = جهت اثر ابزار

e = اجـازه ماشـین‌کاری (اجازه براده‌برداری) برحسـب میلی‌متر

f = مقادیر دیگر زبری سـطح ماننـد Rz که می‌تواند در داخل پرانتز نوشته شود.

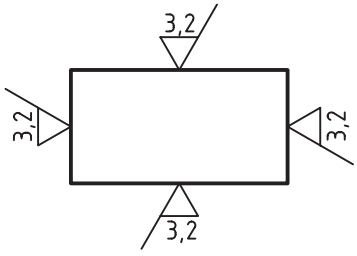


چگونگی کاربرد علائم کیفیت سطح در نقشه

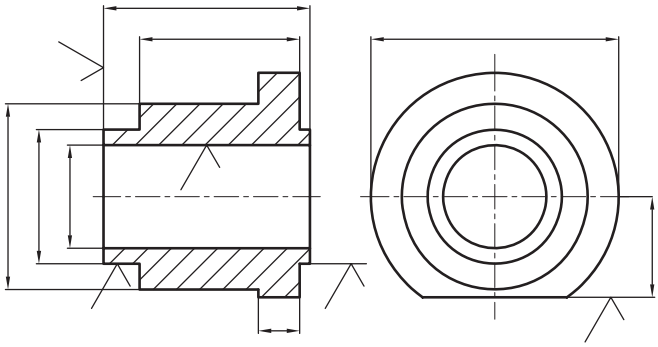
برای آشنایی با روش قرار دادن علائم کیفیت سطح روی نقشه و مفاهیم آن به توضیحات زیر توجه کنید.

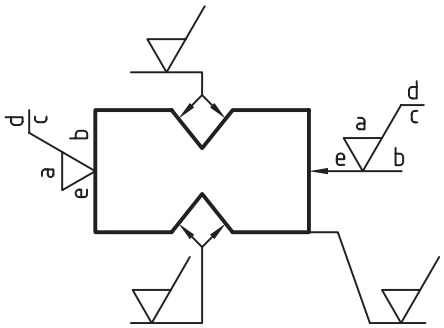
نوک تیز رادیکال روی سطح موردنظر قرار داده شود.

شـکل زیر چگونگی قرارگرفتن رادیکال در چهار سـطح یک جسم را نشان می‌دهد.

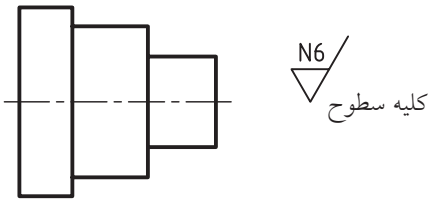


برای قراردادن علائم روی نقشه، می‌توان از خطوط راهنما و خطوط کمکی یا رابط اسـتفاده کرد. به طرز قرارگرفتن این علائم در شکل‌های زیر توجه کنید.

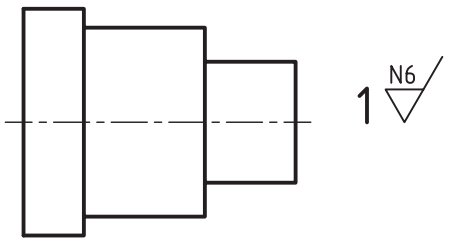




چنان‌چه پرداخت برای تمامی سـطوح یک قطعه یکسان باشـد، علامت پرداخت سـطح را در کنار نقشه در جای مناسـب قـرار می‌دهیـم. در کنار علامـت پرداخت کلیه سطوح قید شود. به شکل زیر توجه کنید.



چنان‌چه قطعه موردنظر دارای شـماره مشـخصی باشد، شـماره قطعه در کنار علامت پرداخت نوشته می‌شود. در این صورت به نوشتن کلیه سطوح نیازی نیست.



درصورتی‌که سـطوح یک جسم به پرداخت‌های مختلفی نیاز داشـته باشد، جهت جلوگیری از شلوغ شدن نقشه و برای سادگی کار به دستورات زیر توجه کنید.

از قرار دادن کلیه علائم پرداخت در نقشه خودداری شود.

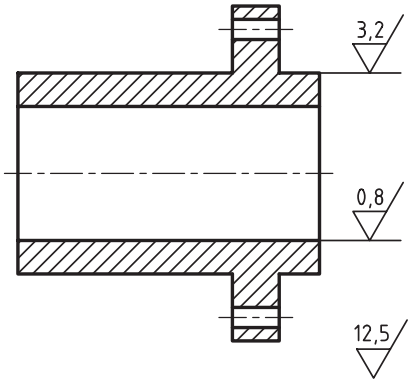
علائم پرداخت سطوح کم‌تر روی نقشه قرارداده شود.

علائم پرداخت سطوح بیش‌تر در کنار نقشه قرارداده شود.

به نحوه قراردادن این علائم که در شکل‌های زیر توضیح داده شده، توجه کنید.

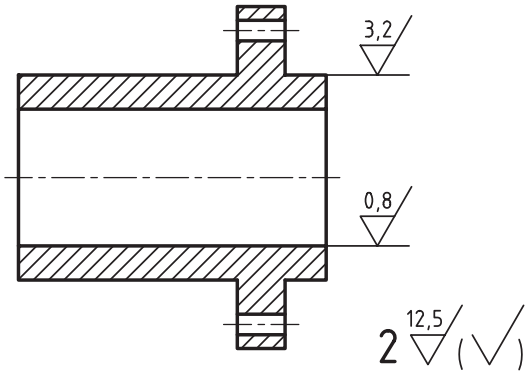
علائم پرداخت سـطوح، کم‌تر روی شکل مشخص است.

علائم پرداخت بقیه سـطوح با ذکر توضیح در کنار نقشه قرارداده می‌شود.

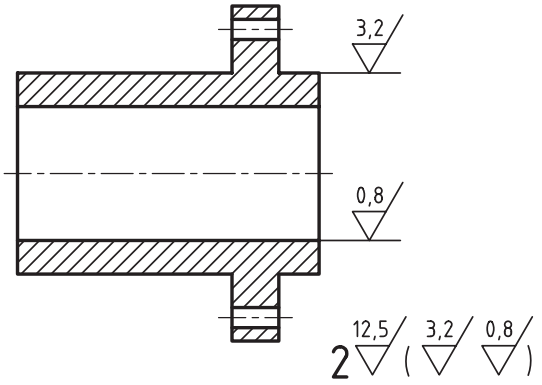


کلیه سطوح به استثنای علائم مشخص شده روی نقشه

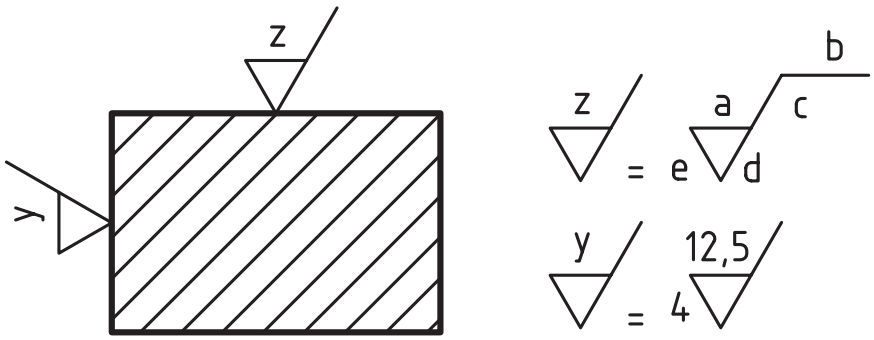
می‌توان با به‌کارگیری یک علامت اولیه در داخل پرانتز و شـماره قطعه، مطابق شکل زیر عمل کرد. توضیح دیگری نیاز نیست.



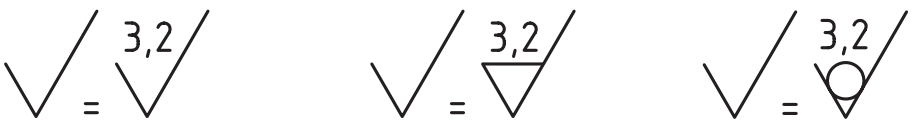
در این روش علائم پرداخت روی شـکل در داخل پرانتز قرار داده می‌شود و علامت پرداخت سایر سطوح باید در کنار نقشـه در خارج پرانتز نشان داده شود. این روش از دو روش قبلـی کاربرد بیش‌تـری در صنعت دارد. عدد ۲ شماره قطعه است.



به‌جای به‌کارگیری علائم پرداخت پرحجم، می‌توان از علائم ساده‌تری استفاده کرد. علائم ساده را با حروف بزرگ انگلیسی مشخص می‌کنند. به شکل زیر توجه کنید.

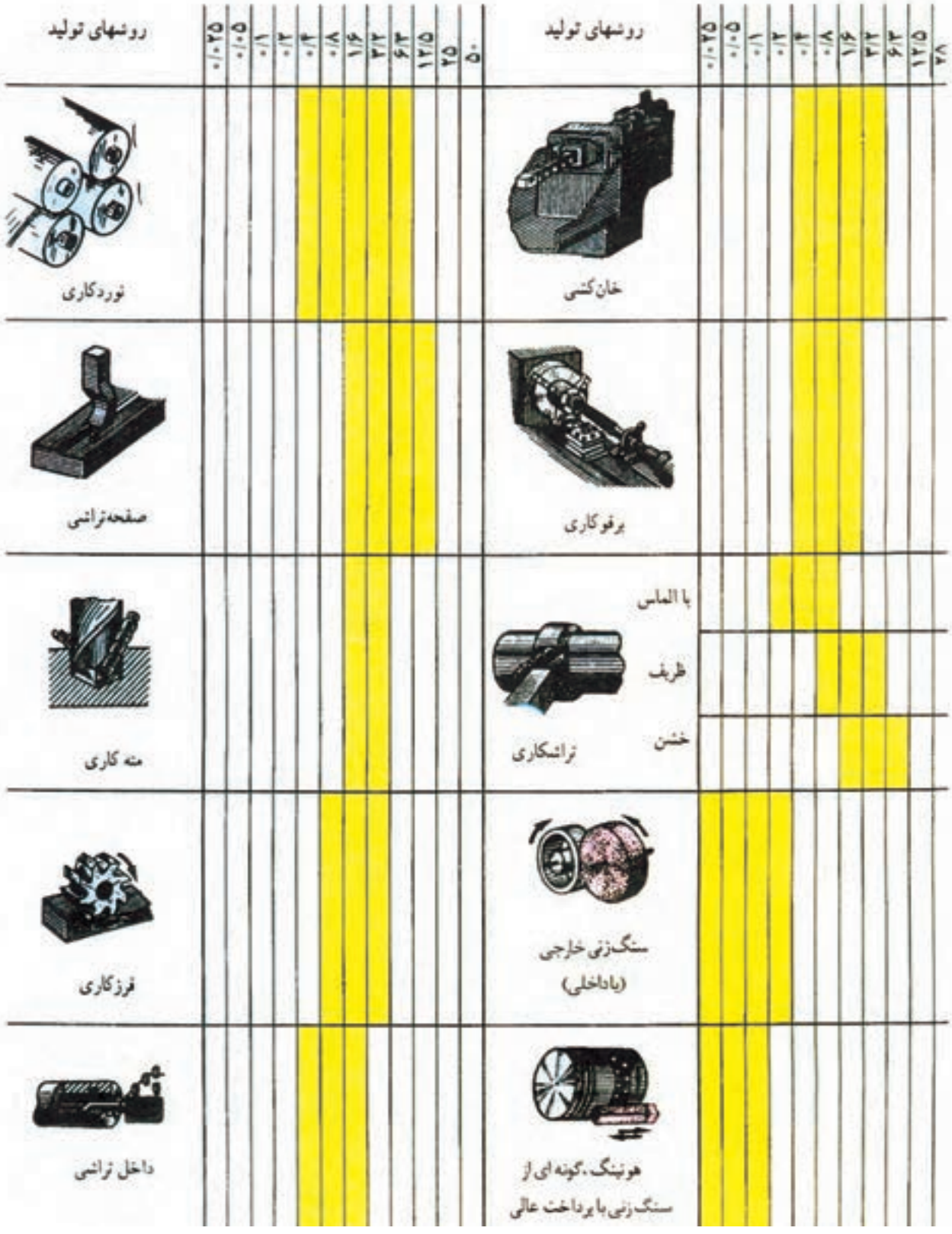


چنان‌چه کیفیت پرداخت در سطوح زیادی از یک قطعه متشابه باشند، می‌توان علائم ساده را روی سطوح موردنظر قرارداد و سپس مفهوم اصلی آن‌را در کنار نقشه و در جای مناسب نوشت.



همان‌طور که قبلاً توضیح داده شـد، مهم‌ترین عامل در پرداخت سـطح، روش‌های مختلف تولید است. در جدول‌های زیر شما با اندازه‌های زبری Ra در روش‌های مختلف تولید آشنا می‌شوید.

روش‌های تولید		Ra												
		µm	2000	1000	500	250	125	63	32	16	8	4	2	1
		µm	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
پرداخت با ابزار نرم پرداخت عالی														
صیقل دادن	جلا دادن با پارچه جلا دادن الکترولیتیک													
سنگزنی دقیق صاف کردن با ابزار غلتان تحت فشار														
سنگ سنباده	سنگزنی خارج از محور سنگزنی قائم سنگزنی افقی													
تراشکاری داخلی برای پرداخت خانکشی برقو کاری														
ساییدن با جرقه شابرکاری														
تراشکاری	با الماس با فولاد کاربید ظریف خشن													
فرز کاری فرز کاری شیمیایی														
صفحه تراشی	ظریف خشن													
کشیدن از داخل یک قید														
نورد	سرد گرم													
ریخته‌گری	پلاستیک فلزات													
مته‌کاری تمیزکاری با ذرات شن سوهان کاری														
ریخته‌گری	در قالب پخته در بوته در ماسه													
اره کاری آهنگری برش با اشعه														

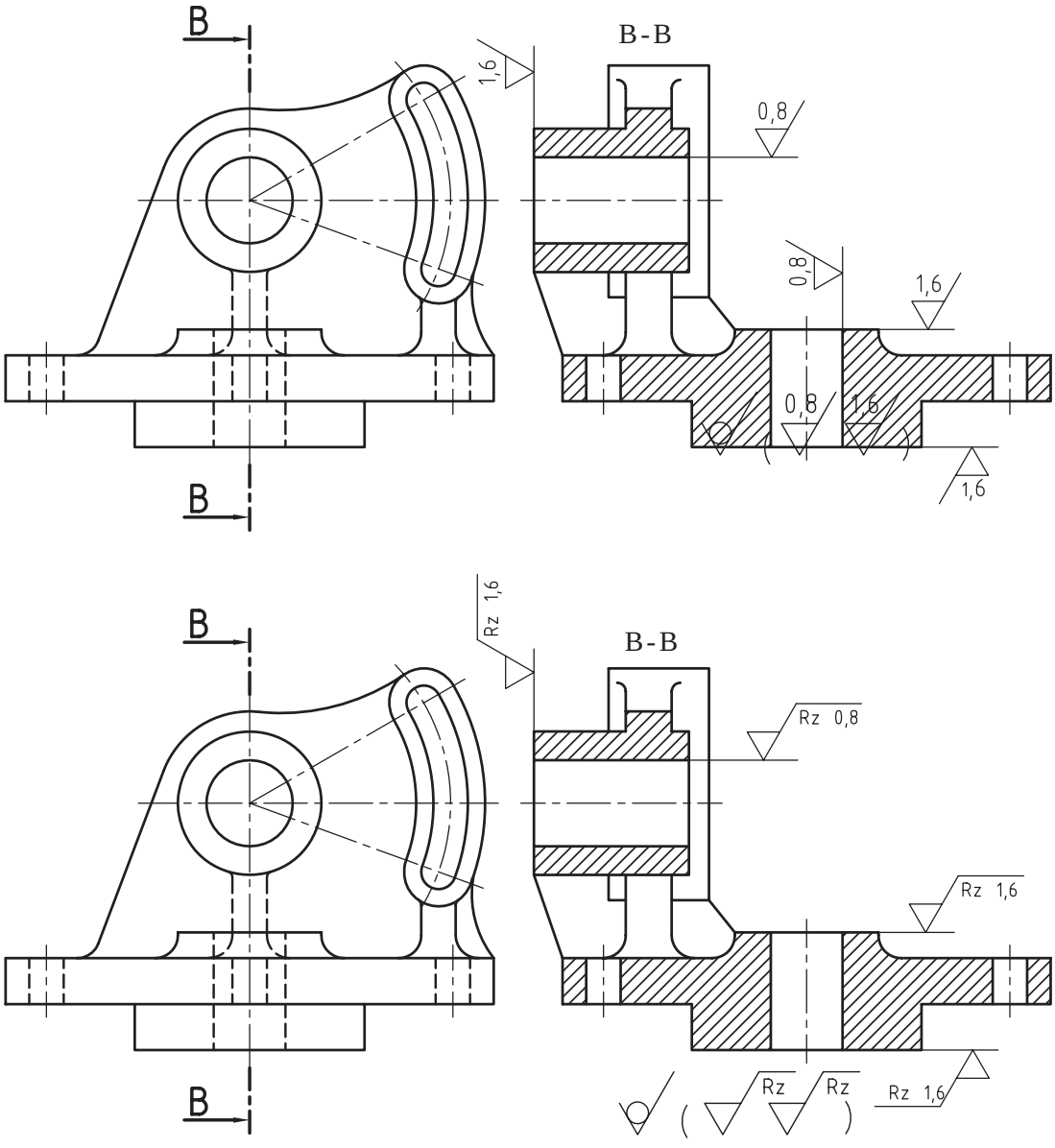

روشهای تولید
۰/۰۲۵
۰/۰۵
۰/۱
۰/۲
۰/۴
۰/۸
۱/۶
۳/۲
۶/۳
۱۲/۵
۲۵
۵۰
روشهای تولید
۰/۰۲۵
۰/۰۵
۰/۱
۰/۲
۰/۴
۰/۸
۱/۶
۳/۲
۶/۳
۱۲/۵
۲۵
۵۰
خان کشی
نوردکاری
پرفوکاری
صفحه‌تراشی
با الماس
ظریف
خشن
تراشکاری
مته کاری
سنگ‌زنی خارجی
(یاداخلی)
فرزکاری
هونینگ، گونه ای از
سنگ‌زنی با پرداخت عالی
داخل تراشی

جدول زیر اندازه‌های زبر Rz را در ۱۲ مرحله نشان می‌دهد.

ردیف	میکرون متر µm	ردیف	میکرون متر µm	ردیف	میکرون متر µm	ردیف	میکرون متر µm
1	0,4	4	4	7	16	10	63
2	1	5	6,3	8	25	11	100
3	2,5	6	10	9	40	12	163

بعضی از موسسات صنعتی در ایران نقشه‌های خود را با روش Rz ترسیم می‌کنند.

نقشه‌های زیر با کیفیت سطح Ra و Rz ترسیم شده‌اند. پس از بررسی آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنید.

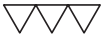
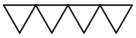


علائم کیفیت سطح به‌روش مثلث طبق استاندارد DIN 3141

علائم پرداخت سطح به‌روش مثلث از علائم پرداخت سطح در استاندارد دین قدیم آلمان است. در این روش از مثلث به‌عنوان علائم پایه (مبنا) استفاده می‌شود. این روش به‌عنوان استاندارد پرداخت سطح در نقشه‌های صنعتی ایران مورد استفاده قرار می‌گرفت و به همین دلیل امروزه هنوز نقشه‌های زیادی در صنایع ایران وجود دارد که در آن‌ها از این علائم استفاده شده است. نقشه‌کش‌های صنعتی باید با این علائم آشنا باشند، زیرا در موارد لزوم باید این نقشه‌ها را به روز درآورند، یعنی نقشه‌ها را به علائم جدید پرداخت سطح Ra یا Rz تبدیل کنند.

کاربرد علائم

در جدول زیر با مفهوم این علائم آشنا می‌شوید. این علائم وقتی معنی پیدا می‌کنند که روی سطحی از قطعه قرار گیرند.

سطح به همان صورتی که تولیدشده باقی می ماند. این علامت بیانگر آن است که تولید سطح با دقت بیشتری انجام شود.	
تولید سطح با پرداخت خشن	
تولید سطح با پرداخت خوب	
تولید سطح با پرداخت خیلی خوب	
تولید سطح با پرداخت عالی	

مشخصات علائم

نمایش علائم در این روش ساده و مختصر است. به توضیحات زیر توجه کنید.

علائم با خط نازک ترسیم می‌شوند.

از مثلث متساوی‌الاضلاع به ارتفاع ۳/۵ میلی‌متر استفاده می‌شود. ارتفاع ۱/۵ میلی‌متر برای نقشه‌هایی است که ضخامت خط اصلی آن‌ها برابر ۰/۵ میلی‌متر باشد.

رأس مثلث باید روی سطح موردنظر قرار گیرد.

علامت نشان داده شده در زیر از دو نیم‌دایره به شعاع ۵ میلی‌متر، مطابق شکل زیر رسم می‌شود.

جدول مقادیر زبری به‌روش مثلث

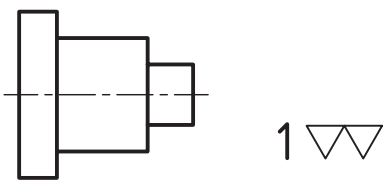
در جدول پرداخت سطح به‌روش مثلث، درجات زبری در چهار مرحله معرفی شده‌اند.

علامت پرداخت سطح				
عمق خطوط به‌جا مانده در اثر براده‌برداری	25-160 µ 1000-6400 µ"	10-40 µ 400-1600 µ"	2,5-16 µ 100-640 µ"	0,4-1 µ 16-40 µ"
نامگذاری سطح	سطح خشن	سطح صاف	سطح خیلی صاف	کاملا پرداخت
وضعیت از نظر تشخیص	خطوط با دست حس و با چشم دیده می‌شوند	خطوط با دست حس نمی شوند و با چشم دیده می‌شوند	با چشم دیده نمی‌شوند	با چشم دیده نمی‌شوند
برخی روش‌های تولید	نورد ریخته گری در قالب فلزی	تراشکاری دقیق فرزکاری دقیق	سنگ زدن	سنگ زدن دقیق سایش با پارچه

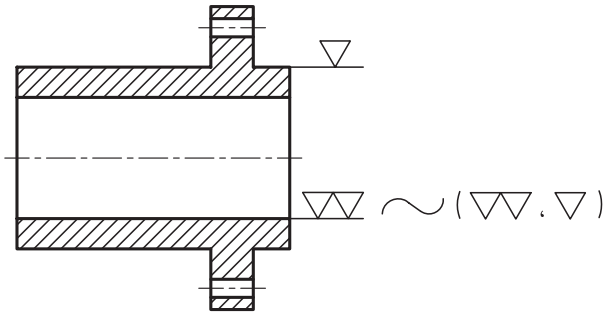
در هر یک از ستون‌های عمودی جدول، اندازه زبری مشخصات سطح و روش‌های تولید مربوط به آن ستون دیده می‌شود. با کمی دقت به جدول متوجه خواهید شد که با افزایش هرچه بیش‌تر تعداد مثلث‌ها، دقت پرداخت بیش‌تر می‌شود، به‌طوری‌که برای پرداخت‌های مالی از چهار مثلث استفاده شده است.

نحوه نمایش علائم مثلث در نقشه

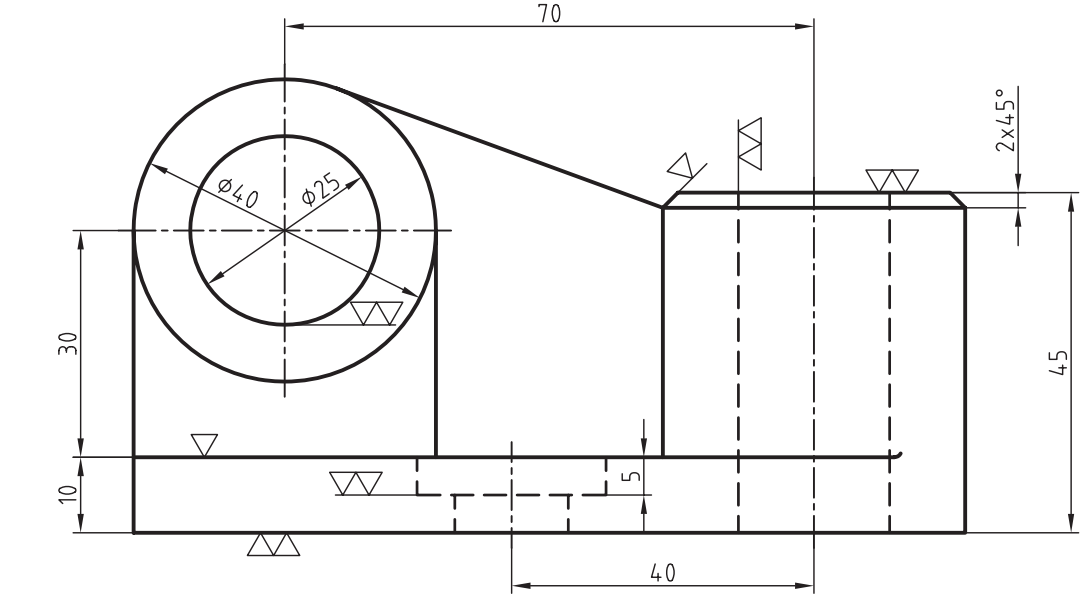
علامت دو مثلث در کنار شکل زیر بدین معنی است که تمامی سطوح آن باید با این علامت پرداخت شود.

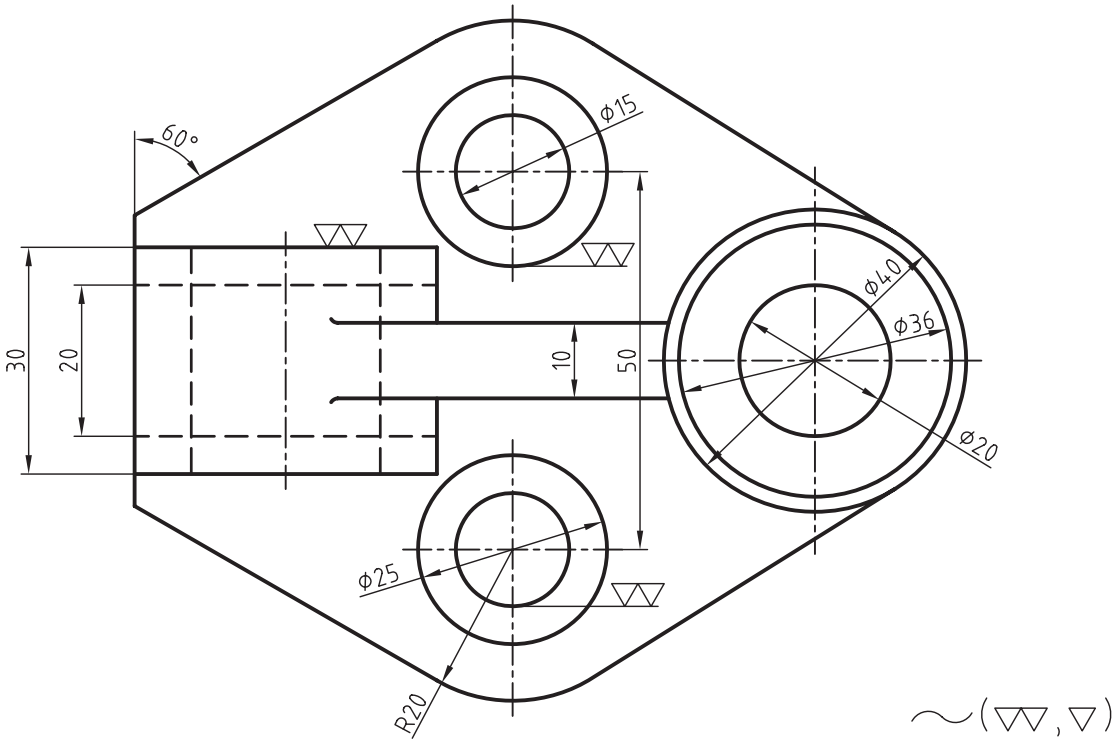


علائم روی نقشه که پرداخت‌های یک مثلث و دو مثلث است در داخل پرانتز کنار نقشه قرار داده شد.



شکل زیر علائم پرداخت سطح یک قطعه صنعتی را با روش مثلث نشان می‌دهد.





در جدول زیر روش تبدیل علائم پرداخت مثلث به روش Rz را ملاحظه می‌کنید.

علائم پرداخت سطح DIN3141	مقادیر زبری Rz طبق DIN ISO 1302			
	ردیف ۱	ردیف ۲	ردیف ۳	ردیف ۴
		DIN3141		
سطح بدون علامت				
	صاف معمولی			
	Rz6,3			
	Rz160	Rz100	Rz63	Rz25
	Rz40	Rz25	Rz16	Rz10
	Rz16	Rz6,3	Rz4	Rz2,5
		Rz1	Rz1	Rz0,4
سنگ زده شود	سنگ زده شود Rz6,3			

با توجه به جدول بالا جدول زیر جهت تبدیل علائم پرداخت مثلث به روش Rz معرفی می‌شود.

DIN3141 ردیف 2					
DIN ISO 1302	صاف معمولی	Rz100	Rz25	Rz6,3	Rz1

جدول زیر روش تبدیل علائم پرداخت مثلث به روش Ra را نشان می‌دهد.

سطح بدون علامت طبق DIN3141	مقادیر زبری Ra طبق DIN ISO 1302			
	ردیف ۱	ردیف ۲ DIN3141	ردیف ۳	ردیف ۴
سطح بدون علامت				
	صاف معمولی			
	6,3			
	25	12,5	6,3	3,2
	6,3	3,2	1,6	0,8
	1,6	0,8	0,4	0,2
		0,1	0,1	0,025
سنگ زده شود	سنگ زده شود 0,8			

با توجه به جدول بالا جدول زیر جهت تبدیل علائم پرداخت مثلث به روش Ra معرفی می‌شود.

DIN3141 ردیف 2					
DIN ISO 1302		12,5	3,2	0,8	0,1

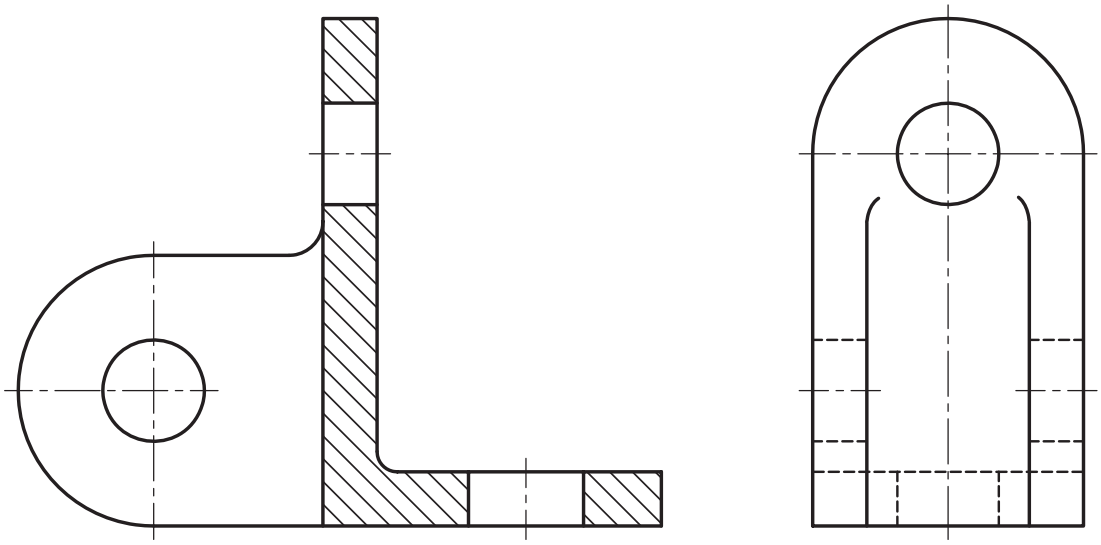
مقایسه علائم کیفیت سطح

بیش‌تر کارخانجات یا موسسات صنعتی مجبورند نقشه‌های خود را به استاندارد روز درآورند، یعنی ان که علائم پرداخت سطح به‌روش مثلث را به علائم پرداخت Ra و Rz تبدیل کنند. برای این منظور به مقایسه‌ای که بین علائم Ra و Rz در جدول‌های زیر توضیح داده شده، توجه کنید.

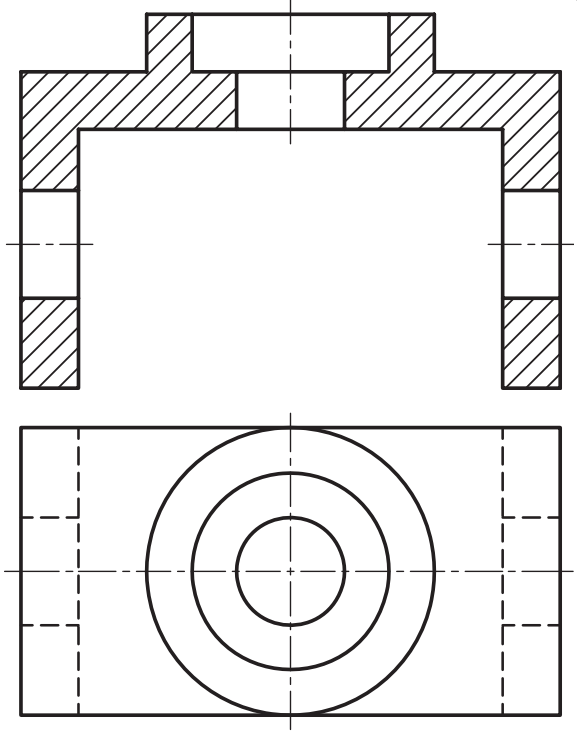
روش مثلثها														
روش Ra	-	-	-	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
روش Rz	-	-	-	320	160	100	40	25	16	6,3	4	2,5	1	0,4	0,2
				Rz			Rz			Rz			Rz		

ارزشیابی پایانی

شکل زیر را روی یک برگ کاغذ A4 با مقیاس 1:1 رسم کنید . پس از اندازه گذاری سوراخ‌ها با کیفیت ۱/۶ بقیه سطوح را با کیفیت ۳/۶ روی نقشه مشخص کنید.



تصویرهای زیر را روی یک برگ کاغذ A4 با مقیاس 1:1 زسم کنید . پس از اندازه گذاری سوراخ‌ها با کیفیت $\sqrt{Rz6,3}$ بقیه سطوح با کیفیت $\sqrt{Rz100}$ روی نقشه مشخص کنید .



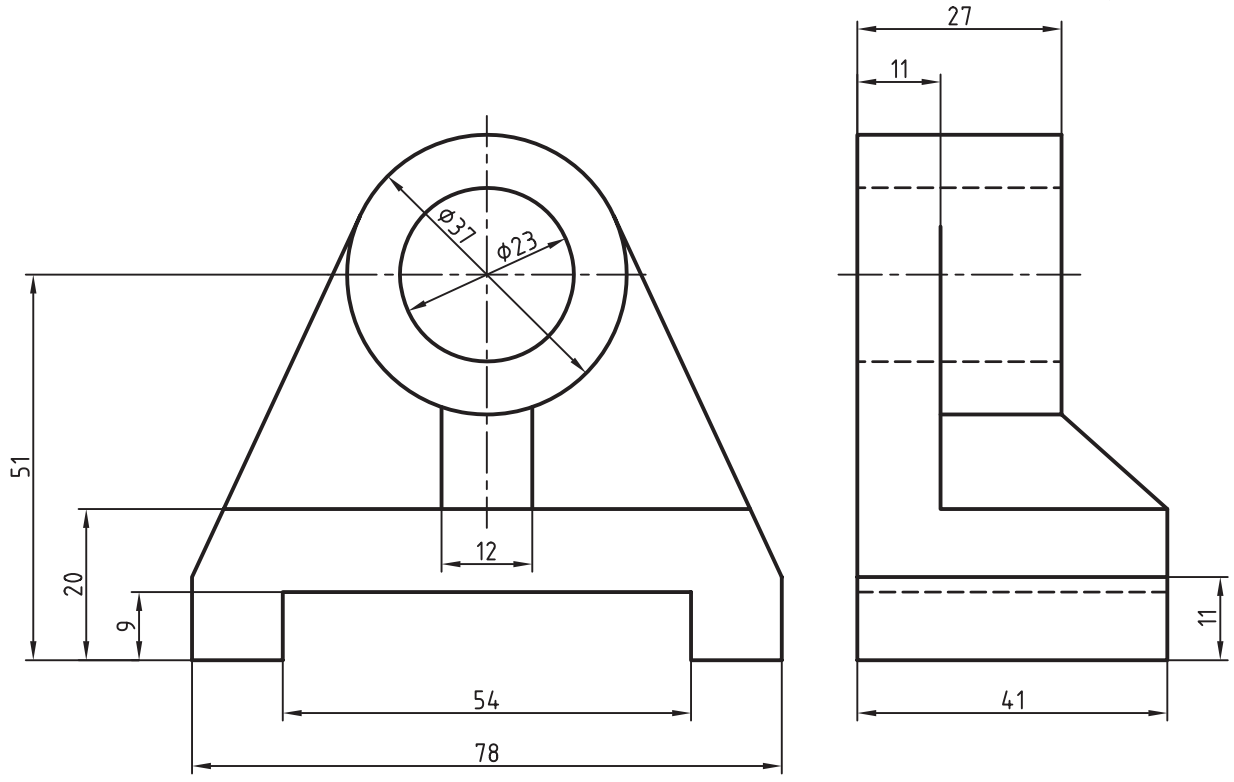
برای پایه یاتاقان شکل زیر که از فولاد ریخته گری ساخته شده خواسته‌های زیر را انجام دهید .

تصویر قایم

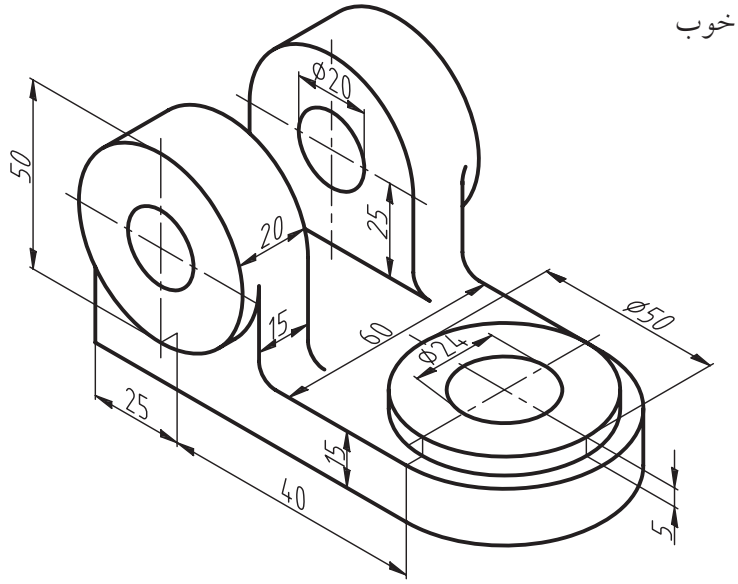
تصویر نیم رخ در برش

اندازه گذاری

تعیین علایم پرداخت مناسب به روش Rz



برای اهرم دو شاخه چدنی شکل زیر سطوح داخلی سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶ سطح داخل شیار ۳/۲ سطح پیشانی استوانه‌ها ۳/۲ بقیه سطوح با پرداخت خوب



توانایی تولرانس‌گذاری

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

- تولرانس را تعریف کند.
- جدول اصلی تولرانس‌ها را توضیح دهد.
- تولرانس‌های عمومی را بیان کند.
- تولرانس‌های زاویه را تعریف کند.
- نقشه را تولرانس‌گذاری کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۲	۴

پیش آزمون

۱. اندازه نامی کدام است؟

۲. مفهوم حد بالایی و حد پایینی را با ذکر یک مثال توضیح دهید.

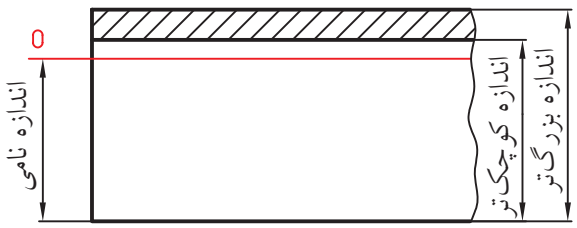
۳. تولرانس را تعریف کنید.

۴. مقصود از اعداد تولرانس چیست؟ توضیح دهید.

۵. کیفیت تولرانس را تعریف کنید.

۶. تولرانس عمومی یک قطعه صنعتی را از جدول ISO مرحله خشن انتخاب کنید و سپس آن‌را روی نقشه نشان دهید.

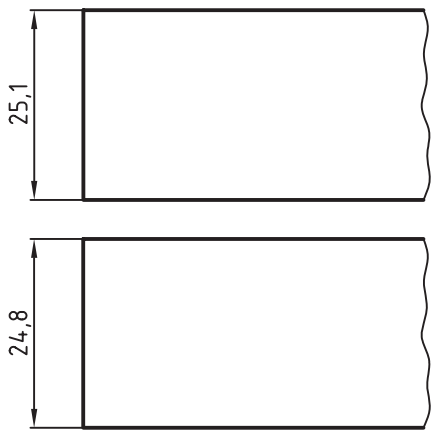
۷. میدان تولرانس در میله شکل زیر را توضیح دهید.



تولرانس‌های اندازه

برای ساخت هر قطعه صنعتی به نقشه‌ای نیاز است که تمامی اندازه‌های جسم، مانند طول، عرض، ارتفاع و زاویه را برای سازنده بیان کند. همیشه عواملی مانند: دقت‌ماشین‌آلات ، دقت ابزارهای اندازه‌گیری کاربرد قطعه و مهم‌تر از همه هزینه تولید، نقش بسیار مهم و تعیین‌کننده‌ای در هنگام ساخت خواهند داشت، زیرا هرچه یک قطعه دقیق‌تر ساخته شود، هزینه آن بیش‌تر است. آیا همیشه لازم است یک قطعه کاملاً دقیق ساخته شود؟ به اندازه ۲۵ میلی‌متر در شکل زیر توجه کنید.

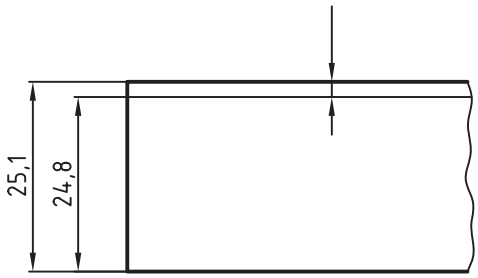
طراح معتقد است که اندازه ۲۵ میلی‌متر لزومی ندارد، به‌طور کاملاً دقیق ساخته شود. این اندازه مجاز است تا ۰/۲ میلی‌متر کوچک‌تر و یا ۰/۱ میلی‌متر بزرگ‌تر ساخته شود، بدون آن که مشکلی در کاربرد آن به‌وجود آید. اندازه قطعه ساخته شده، نمی‌تواند کوچک‌تر از ۲۴/۸ میلی‌متر و یا بزرگ‌تر از ۲۵/۱ میلی‌متر باشد.



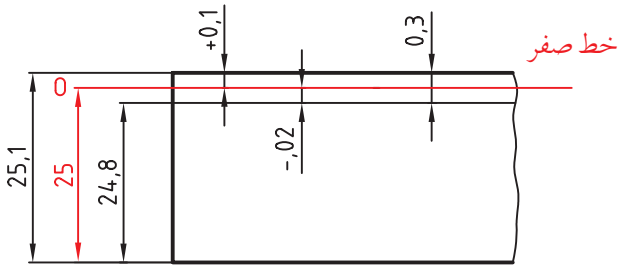
با کمی دقت به اندازه‌های شکل زیر متوجه خواهید شد که بین اندازه بزرگ‌تر و اندازه کوچک‌تر، به میزان ۰/۳ میلی‌متر اختلاف وجود دارد. این اختلاف اندازه را در اصطلاح تولرانس گویند.

۲۵/۱ −۲۴/۸ = ۰/۳ mm

تولرانس = اندازه بزرگ‌تر − اندازه کوچک‌تر



چنان‌چه بخواهیم اندازه‌های ۲۴/۸ − ۲۵ − ۲۵/۲ را در یک نقشه معرفی کنیم، شکل ترسیمی به‌صورت زیر نشان داده می‌شود.



برای شناخت این اندازه‌ها در نقشه به مفاهیم زیر توجه کنید.

تولرانس (T)[1]

اختلاف اندازه مجاز و یا مقدار خطای مجاز را تولرانس گویند.

اندازه نامی B.S[2]

در مثال فوق اندازه ۲۵ میلی‌متر را اندازه نامی گویند.

---

۱. تولرانس (Tolerance) با حرف T نشان داده می‌شود. تعریف دیگر تولرانس حد تحمل یا روا داری است.

۲. اندازه نامی، اندازه اسمی نیز گفته می‌شود، که در بعضی از کتاب‌ها با حرف N نشان داده می‌شود.

به‌عبارتی اندازه‌ای است که روی نقشه نوشته می‌شود. این اندازه، اندازه قبل از ساخت است.

بزرگ‌ترین اندازه

اندازه بزرگ‌تر یا اندازه حداکثر است که به آن بزرگ‌ترین اندازه مجاز نیز گفته می‌شود. بزرگ‌ترین اندازه در سوراخ‌ها MAX و در میله‌ها max نشان داده می‌شود.

کوچک‌ترین اندازه

اندازه کوچک‌تر یا اندازه حداقل است، که به آن کوچک‌ترین اندازه مجاز نیز گفته می‌شود. کوچک‌ترین اندازه در سوراخ‌ها MIN و در میله‌ها min نشان داده می‌شود.

حد بالایی[1]

اختلاف میان اندازه نامی و بزرگ‌ترین اندازه است، یعنی:

ES = MAX – B.S در سوراخ‌ها MAX=B.S + ES

es = max – B.S در میله‌ها

حد پایینی[2]

اختلاف میان اندازه نامی و کوچک‌ترین اندازه است. یعنی:

حد پایینی = (کوچک‌ترین اندازه) – (اندازه نامی)

EI= MIN – B.S یا در سوراخ‌ها MIN= B.S + EI

ei = min – B.S در میله‌ها MAX = B.S E

اندازه تولرانس

از اختلاف بین بزرگ‌ترین اندازه مجاز و کوچک‌ترین اندازه مجاز، مقدار تولرانس حاصل می‌شود.

تولرانس = بزرگ‌ترین اندازه مجاز – کوچک‌ترین اندازه مجاز

در سوراخ‌ها T= MAX – MIN

در میله‌ها T= max – min

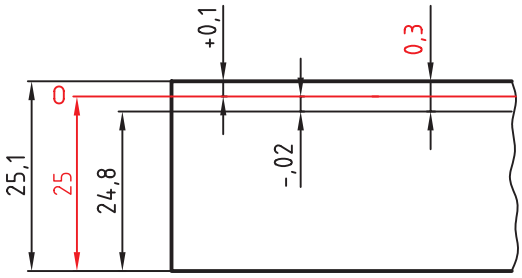
مقدار تولرانس را می‌توان از اختلاف بین حد بالایی و حد پایینی محاسبه کرد.

تولرانس = حد بالایی – حد پایینی

T= ES – EI

T= es – ei

برای شناخت دقیق مطالب گفته شده، مجدداً شکل بالا را بررسی می‌کنیم. با توجه به شکل، اندازه‌های نامی، بزرگ‌ترین اندازه مجاز، کوچک‌ترین اندازه مجاز حد بالایی، حد پایینی و مقدار تولرانس به شرح زیر می‌باشد:



اندازه نامی B.S= 25

بزرگ‌ترین اندازه مجاز max= 25.1

کوچک‌ترین اندازه مجاز min=24.8

حد بالایی es = + o.1

حد پایینی ei = – o.2

مقدار تولرانس T= max – min = 25.1 – 24.8 = 0.3

یا

T= es – ei = 0.1 – (– 0.2) = 0.1 + 0.2 = 0.3

---

۱. به حد بالایی، انحراف فوقانی نیز گفته می‌شود و در سوراخ با ES در میله B.S معرفی می‌شود.

۲. به حد پایینی انحراف پایینی نیز گفته می‌شود که در سوراخ‌ها EI و در میله‌ها ei نشان داده می‌شوند.

اندازه قطعه ساخته شده، کدام‌یک از اندازه‌های مشخص شده در شکل است؟

کدام اندازه مورد تایید طراح است؟

نکته

اندازه قطعه ساخته شده، هنگامی مورد تایید طراح است که بین بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه مجاز قرار داشته باشد.

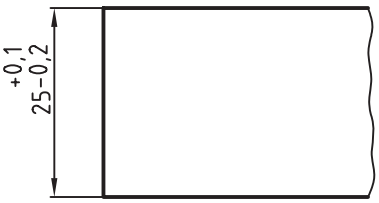
اندازه حقیقی[1]

به اندازه قطعه ساخته شده، اندازه حقیقی گفته می‌شود. این اندازه باید بین بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه قرار داشته باشد.

خط صفر[2]

خط صفر یک خط فرضی است که بر اندازه نامی منطبق است. خط صفر در حقیقت نمایش‌دهنده اندازه نامی است.

در شکل زیر چگونگی قرار گرفتن اندازه‌ی حد بالایی و حد پایینی در نقشه را ملاحظه می‌کنید.



نکته

اندازه ارتفاع اعداد در حد بالایی و حد پایینی برابر با اندازه ارتفاع اعداد اندازه نامی است.

حد بالایی در بالا و حد پایینی در پایین سمت راست اعداد نامی نوشته می‌شوند.

اعداد تولرانس

انتخاب مقدار تولرانس در هنگام ساخت، توسط طراحان یا سازندگان به‌طور دلخواه مشکلاتی در امر تولید و ساخت ایجاد می‌شود.

استانداردهای جهانی ایزو برای ایجاد هماهنگی و نظم در کارهای صنعتی، مقدارهای تولرانس را در ۲۰ مرحله به‌وسیله اعداد مشخص کردند.

در جدول زیر اعداد مربوط به اندازه‌های تولرانس ISO را ملاحظه می‌کنید.

دقت کم <..... اعداد تولرانس (IT) .....> دقت بیش‌تر

01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

10	11	12	13	14	15	16	17	18

۱.اندازه حقیقی را اندازه فعلی نیز می‌گویند.

۲.به خط صفر خط مبناء نیز گفته می‌شود.

استانداردهای ISO اعداد تولرانسی را در ۲۰ مرحله معرفی کرده‌اند. هر یک از این اعداد را می‌توان با IT نمایش داد. بر اســاس اعداد جدول از IT0 تا IT5 برای کارهای بسیار دقیق مانند ســاخت ابزارهای اندازه‌گیری، از IT6 تا IT11 برای ماشین‌سازی دقیق و عمومی و از IT12 تا IT18 برای کارهایی که با دقت کم‌تر و صنایع سنگین استفاده می‌شود.

کیفیت تولرانس

در صورتی‌که کیفیت تولرانس با اعداد تولرانس کوچک‌تری انتخاب شود، مقدار تولرانس کم‌تر، ولی دقت بیش‌تر است.

هر چــه اعداد بزرگ‌تر انتخاب شــود، مقــدار تولرانس بیش‌تر و کیفیت کم‌تر است. هر میله یا سوراخ را می‌توان در ۲۰ مرحله کیفیت تولید کرد.

جدول اصلی مقادیر تولرانس

استاندارد ایزو بر اساس اعداد تولرانس، یک جدول اصلی برای اندازه‌های تولرانس ارائه کرده اســت. در این جدول مقدار تولرانس هر قطعه با توجه به اندازه طول یا قطر آن از IT0 تا IT18 مرتب شــده اســت. مقدار تولرانس‌های استاندارد را می‌توان از این جدول استخراج کرد.

mm	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	میکرون متر													میلی متر mm						
⩽ 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	4	6	1	1,4
> 3 تا 6	0,4	0,6	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 تا 10	0,4	0,6	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	2,3
> 10 تا 18	0,5	0,8	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 تا 30	0,6	1	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 تا 50	0,6	1	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 تا 80	0,8	1,2	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 تا 120	1	1,5	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 تا 180	1,2	2	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 تا 250	2	3	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 تا 315	2,5	4	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 تا 400	3	5	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 تا 500	4	6	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 تا 630	4,5	6	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
> 630 تا 800	5	7	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
> 800 تا 1000	5,5	8	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
> 1000 تا 1250	6,5	9	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 تا 1600	8	11	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 تا 2000	9	13	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
> 2000 تا 2500	11	15	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
> 2500 تا 3150	13	18	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,5	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

چگونگی استفاده از جدول

به مثال زیر توجه کنید:

مثـال ۱: مقدار تولرانس، برای میله‌ای به قطر ۴۰ با کیفیت IT8 را از جدول استخراج کنید.

حل: در ستون سمت چپ جدول اندازه گروه‌ها (طول‌ها و یا قطرها) داده شـده است. عدد ۴۰ بین اعداد ۳۰ و ۵۰ قرار دارد.

از این ستون یک خط افقی رسم می‌کنیم تا ستون عمودی IT8 را قطعه کند. عددی را که نشان می‌دهد، برابر ۳۹μm است.

مثـال ۲: مقدار تولرانس برای میله‌ای به قطر ۳۰ با کیفیت IT8 را از جدول استخراج کنید.

حل: در سـتون اندازه گروه‌ها عدد ۳۰ در دو ستون افقی قراردارد. ستون اول ۳۰–۱۸ و ستون دوم ۵۰–۳۰ را نشان می‌دهد. مقدار تولرانس قطر ۳۰ باید از ستون اول انتخاب شود. از ستون ۱۸ تا ۳۰ خطی رسم می‌کنیم تا ستون IT8 را قطع کند. جواب مسئله ۳۳μm است.

موقعیت تولرانس

چگونگی قرارگیری حد بالایی و حد پایینی نسبت به خط صفر را موقعیت تولرانس گویند.

میدان تولرانس

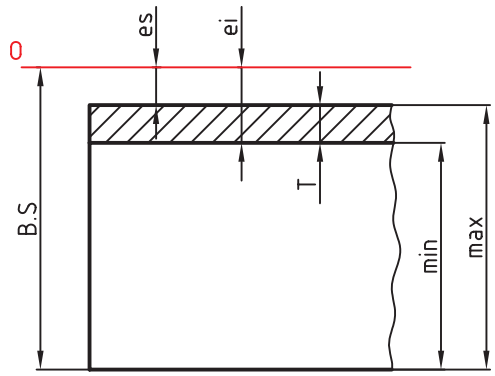
مجموعه کیفیت و موقعیت تولرانس را میدان تولرانس گویند.

توجه: بـرای تعیین موقعیـت میدان تولرانس نسـبت به خط صفر در انطباقات ISO از حروف انگلیسـی استفاده می‌شـود. در مبحـث انطباقات در این‌مـورد توضیح داده می‌شـود. استاندارد ISO میدان تولرانسی را در پنج حالت دسته‌بندی و به این شرح معرفی کرده است.

در شـکل‌های زیر میدان‌های تولرانس به‌گونه‌ای انتخاب شده‌اند که:

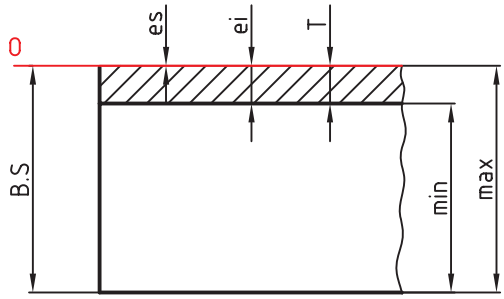
بزرگ‌ترین اندازه مجاز از اندازه نامی کوچک‌تر است.

حد بالایی و حد پایینی، هر دو منفی هستند.



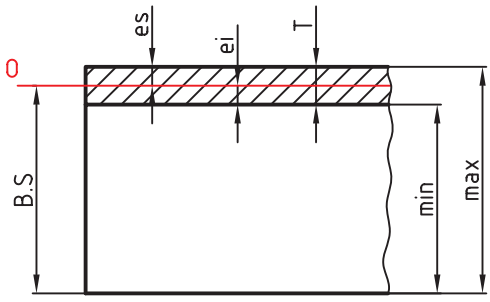
بزرگ‌ترین اندازه مجاز، با اندازه نامی برابر است.

اندازه حد بالایی صفر و حد پایینی منفی است.



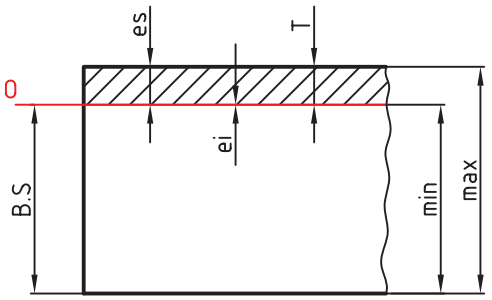
انـدازه نامی بین بزرگ‌تریـن و کوچک‌ترین اندازه مجاز قرار می‌گیرد.

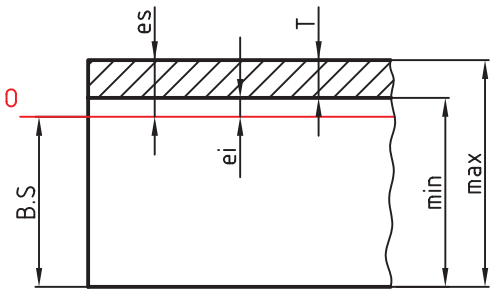
حد بالایی مثبت و حد پایینی منفی است.



کوچک‌ترین اندازه مجاز با اندازه نامی برابر است.
اندازه حد بالایی مثبت و حد پایینی صفر است.

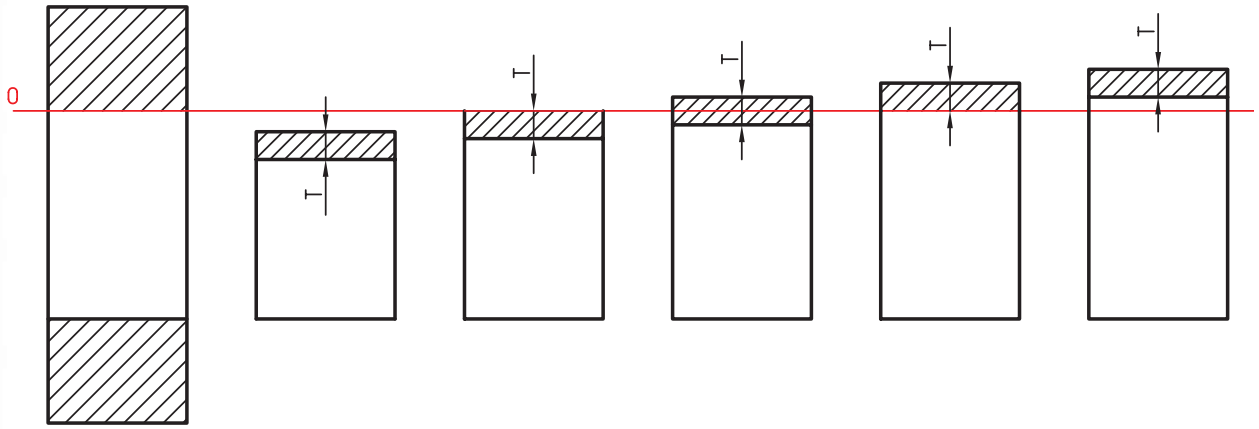
کوچک‌ترین اندازه مجاز بزرگ‌تر از اندازه نامی است.
اندازه حد بالایی و حد پایینی هر دو مثبت هستند.





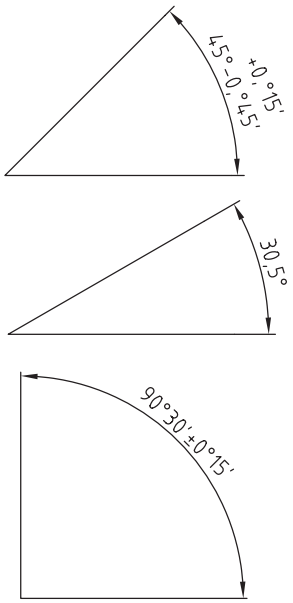
هر یک از این حالت‌های پنج‌گانه کاربرد خاصی در صنعت دارند، که درباره هر یک از این موارد در بحث انطباقات توضیح داده خواهد شد.

در شـــکل زیر میدان‌های پنج‌گانه میله را در مقابل ســـوراخی با اندازه نامی مشاهده می‌کنید. طرز قرارگرفتن میله در داخل سوراخ را در هر یک از این حالت‌های پنج‌گانه با هم مقایسه کنید.



تولرانس زاویه

در مورد زوایا نیز به تولرانس نیاز است. تولرانس زوایا برحسب درجه دقیقه و ثانیه تعریف می‌شود. در شکل زیر روش ترسیم تولرانس زاویه را ملاحظه می‌کنید.



مقدار تولرانس‌های زوایا را می‌توانید از جدول زیر استخراج کنید. این جدول در چهار ردیف ظریف، متوسط، خشن و نیمه‌خشن معرفی شده است.

محدوده تولرانس	اندازه‌ها برحسب mm				
	10 از	10 از 50 تا	50 از 120 تا	120 از 400 تا	400 تا
f ظریف m متوسط	±1°	±30′	±20′	±10′	±5′
c خشن	±1°30′	±1°	±30′	±15′	±10′
v خیلی خشن	±3′	±2°	±1°	±30′	±20′

تولرانس‌های عمومی[1]

جدول اصلی تولرانس‌ها می‌تواند پاسخ‌گوی تمامی نیازهای صنعتی باشد، اما در بسیاری از قطعات صنعتی که از اهمیت کم تری برخوردارند، طراحان به‌منظور ساده کردن مشکلات تولید و کاهش هزینه‌های آن ترجیح می‌دهند از تولرانس‌های خارج از جدول اصلی استفاده کنند. به این‌گونه از تولرانس‌ها، تولرانس‌های عمومی یا تولرانس‌های آزاد گفته می‌شود.

تعیین تولرانس‌های عمومی به دو روش معمول است:

روش اول: در این روش طراح، خود تولرانس را انتخاب و پیشنهاد می‌کند، تا برای تعدادی از اندازه‌های موجود در روی نقشه مستقیماً نوشته شود. مانند اندازه‌های:

$$\varnothing 25 \begin{matrix} +0.3 \\ -0.2 \end{matrix} \qquad \varnothing 30 \begin{matrix} +0.2 \\ 0 \end{matrix}$$

برای بقیه اندازه‌های آزاد در جایی مناسب، مثلاً در بالای جدول و یا در داخل آن قید شود: (تولرانس‌های داده نشده ± 0.1).

این روش برای اندازه‌هایی نزدیک به هم مناسب است.

روش دوم: در این روش استاندارد ISO جدولی به شماره ۲۷۶۸ را به‌عنوان جدول تولرانس‌های عمومی معرفی کرده است.

این جدول در چهار ردیف ظریف (f)، متوسط (m)، خشن (c) و خیلی خشن (v) تنظیم شده است. طراح با توجه به ابعاد قطعه ردیف تولرانس، مثلاً ردیف m را انتخاب و در جدول نقشه به‌صورت ISO2768 –m می‌نویسد.

۱. به تولرانس‌های عمومی، تولرانس‌های آزاد نیز گفته می‌شود.

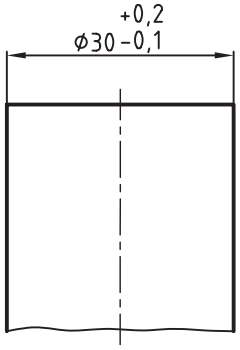
در زیر جدول تولرانس‌های عمومی را ملاحظه می‌کنید.

محدوده تولرانس		اندازه‌ها برحسب mm							
		0,5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400	از 400 تا 1000	از 1000 تا 2000	از 2000 تا 4000
f	ظریف	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
m	متوسط	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	خشن	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v		-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

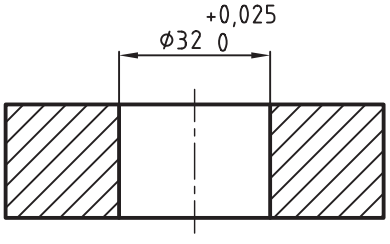
نحوه تولرانس‌گذاری در نقشه

برای آشنایی با چگونگی درج تولرانس در نقشه، به مثال‌های زیر توجه کنید.

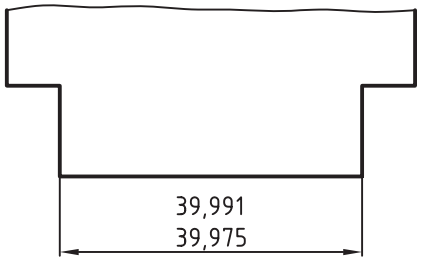
قطر میله‌ای برابر ۳۰ میلی‌متر است، حد بالایی آن برابر 0.2 + و حد پایینی آن برابر 0.1 – میلی‌متر است. به نحوه تولرانس‌گذاری توجه کنید.



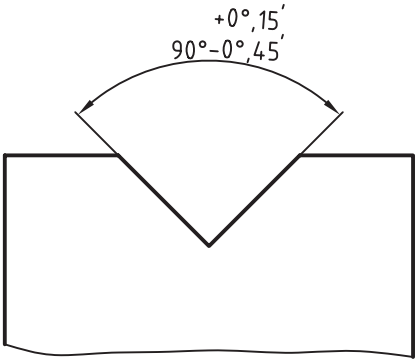
قطر سوراخ قطعه‌ای برابر ۳۲ میلی‌متر است. حد بالایی برابر 0.025 + و حد پایینی برابر 0 است. شکل زیر شیوه تولرانس‌گذاری را نشان می‌دهد.

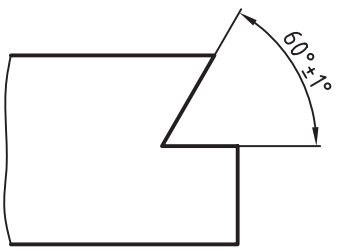


به‌جای اندازه نامی، حد بالایی و حد پایینی می‌توان بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه را نوشت. اندازه بزرگ‌تر در بالا و اندازه کوچک‌تر در پایین نوشته می‌شود.



به تولرانس‌گذاری زوایا در شکل‌های زیر توجه کنید.





ارزشیابی پایانی

۱. تولرانس را به طور دقیق تعریف کنید.

۲. خط صفر را تعریف کنید.

۳. اندازه فعلی را توضیح دهید.

۴. تفاوت بین اندازه فعلی و اندازه نامی را شرح دهید.

۵. اندازه یک قطعه از چند مرحله تولرانس قابل تولید است؟

۶. مفاهیم زیر را تعریف کنید.

حد بالایی ، حد پایینی، اندازه بزرگ‌تر و اندازه کوچک‌تر.

۷. موقعیت تولرانس را تعریف کنید.

۸. میدان تولرانس را تعریف کنید.

۹. مراحل پنج‌گانه میدان تولرانس را با رسم شکل توضیح دهید.

۱۰. تولرانس اندازه‌های ۳۰ و ۳۵ با کیفیت‌های IT6 و IT12 را از جدول اصلی تولرانس‌ها استخراج، و سپس آن‌ها را با هم مقایسه کنید.

۱۱. جدول ISO2768 را به‌طور کامل توضیح دهید.

۱۲. تولرانس عمومی اندازه ۲۲ از مرحله متوسط را از جدول ISO استخراج کنید.

۱۳. اندازه میله‌ای ۳۸ میلی‌متر است. حد بالایی آن ۰/۰۲۵ و حد پایینی آن ۰/۰۴۷ – میلی‌متر است. اندازه نامی را اندازه حداکثر، اندازه حداقل و مقدار تولرانس آن‌را حساب کنید.

توانایی ترسیم علائم انطباقی

◄ در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

مفهوم یک انطباق را بیان کند.

دستگاه میله مبنا را توضیح دهد.

دستگاه سوراخ مبنا را توضیح دهد.

حد بالایی و حد پایینی را از جدول‌های مربوطه استخراج کند.

علائم انطباق را در نقشه بنویسد.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۳	۲	۵

پیش‌آزمون

۱. انطباق را توضیح دهید.

۲. مفهوم میله و سوراخ را تعریف کنید.

۳. مقصود از میله مبنا چیست؟ با ذکر یک مثال توضیح دهید.

۴. کاربرد دستگاه سوراخ مبنا در کجاست؟

۵. یک میله و یا سوراخ در چند مرحله انطباقی ساخته می‌شود؟

۶. در مورد نوع دستگاه و انطباق 60H7/g6 توضیح دهید.

۷. روی نقشه‌ای اندازه 45h8 نوشته شده است. اگر مقدار تولرانس ۳۹ میکرون‌متر باشد، حد بالایی و پایینی آن‌را تعیین کنید.

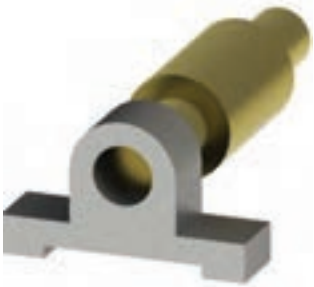
۸. مراحل سه‌گانه انطباق را با رسم شکل توضیح دهید.

انطباق در صنعت

با مفهوم انطباق در صنعت بیش‌تر آشنا می‌شوید.

بـــرای جلوگیـــری از دقـــت بی‌مورد در ســـاخت قطعات صنعتی، هر قطعه را با همان دقتی که لازم است می‌سازند و طراحان و مهندسین ملزم به تعیین دقیق حدود تغییرات این اندازه‌ها هستند.

حـــدود اندازه این تغییرات وقتی دارای اهمیت اســـت که دو قطعـــه در درون یکدیگر قرار می‌گیرند. تغییرات مجاز برای هر اندازه، به نوع تداخل دو جسم بستگی دارد. این تداخـــل را انطباق گوییم، بنابرایـــن مفهوم دقیق انطباق در صنعت را می‌توان چنین بیان کرد.



نکته

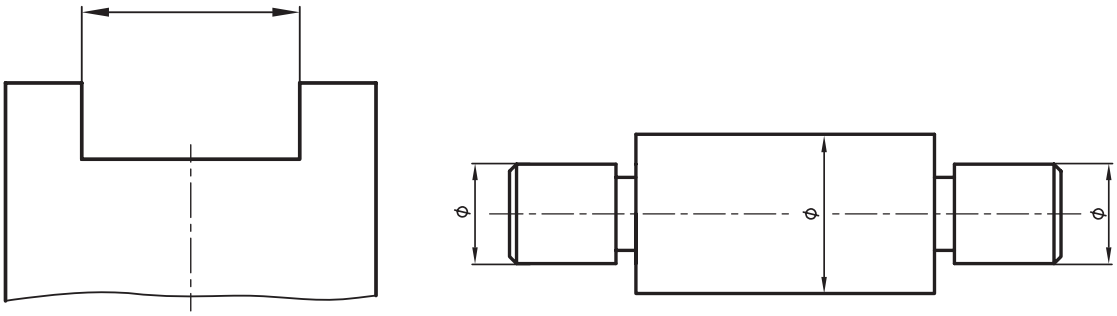
اگـــر به هـــر دلیلی قطعـــه‌ای در داخـــل قطعه دیگـــری قرارگیـــرد، تداخل ایـــن دو قطعه را انطباق گوییم.

در حقیقت برای تعیین اندازه‌های دقیق هر قطعه از ماشینی که در داخل قطعـــه دیگر قرار می‌گیرد بحث انطباقات در صنعت مطرح شـــده است. رعایت موارد انطباقات دقت و صحت در سوار شدن دو قطعه می‌گردد. در شکل‌های زیر

برای آن‌که با مفهوم میله و زبانه در انطباق آشـنا شوید به تعاریف زیر در مورد میله و سوراخ توجه کنید.

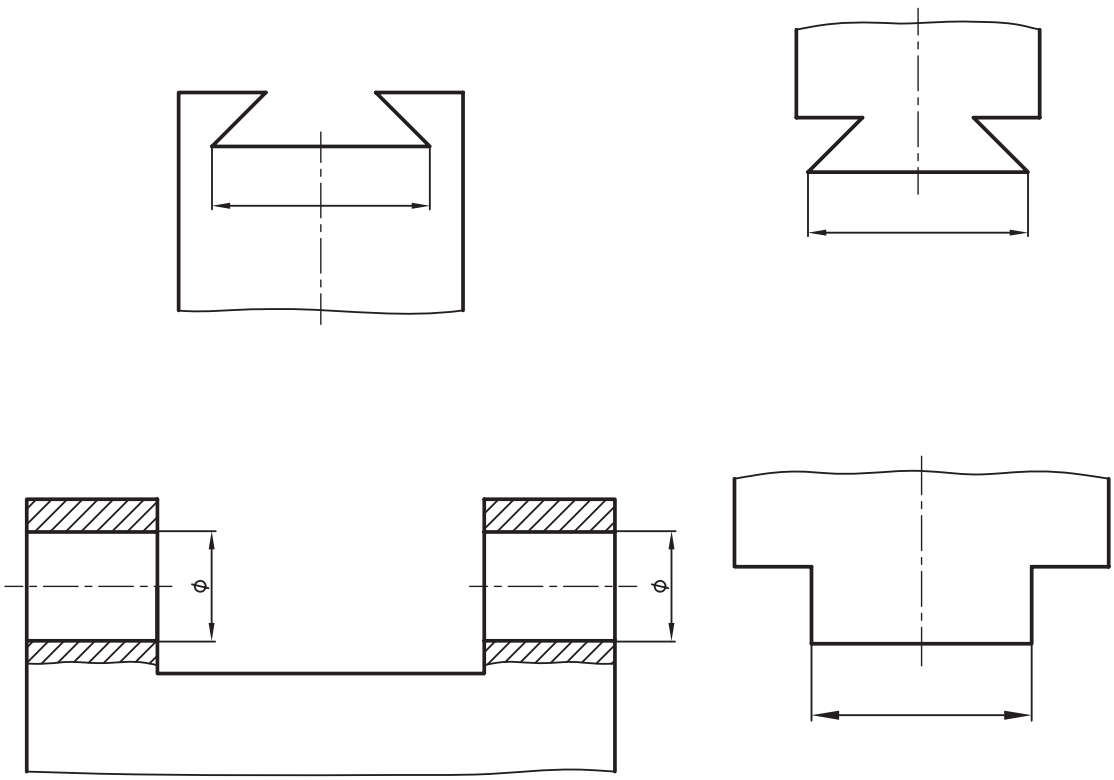
میله در انطباق

میلـه در انطباق، به قطعه‌ای گفته می‌شـود که درون قطعه دیگـری قرار گیـرد، مانند زبانه یا میله اسـتوانه‌ای که در داخل سـوراخ قرار می‌گیرد. به میله‌های شکل زیر توجه کنید.



سوراخ در انطباق

سـوراخ در انطبـاق به قطعـه‌ای گفته می‌شـود که قطعه دیگـر در درون آن قرار گیرد، مانند شـیار و یا سـوراخ استوانه‌ای‌شکل. به سوراخ‌های شکل‌های زیر توجه کنید.



انواع انطباق

برای تعین حدود حقیقی بین اندازه‌های میله و سوراخ در انطباق، سه مرحله کلی وجود دارد.

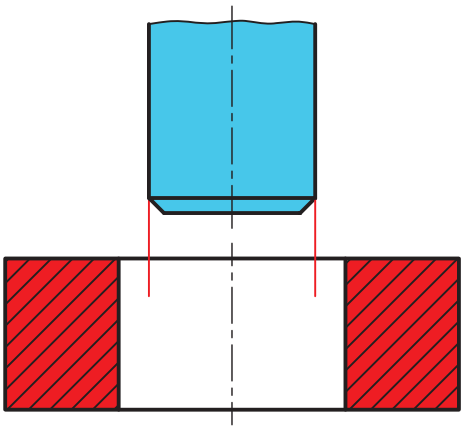
انطباق آزاد

به انطباقی آزاد یا روان می‌گویند که میله و سوراخ نسبت بـه هم دارای لقی باشـند. بین میله و سـوراخ زمانی لقی وجـود دارد کـه حد بالایی میلـه از حد پایینی سـوراخ کوچک‌تر باشـد. مقدار لقی را می‌توانید از رابطه‌های زیر حساب کنید.

کوچک‌تریـن اندازه میله – بزرگ‌ترین اندازه سـوراخ = بیش‌ترین لقی

بزرگ‌تریـن اندازه میله – کوچک‌ترین اندازه سـوراخ = کم‌ترین لقی

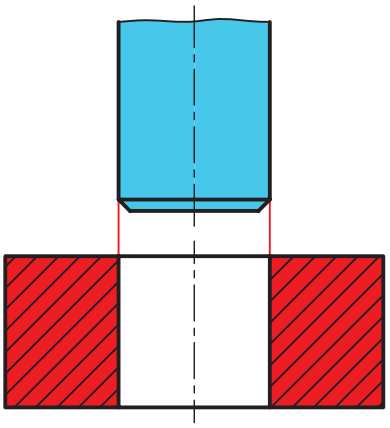
در شکل زیر لقی میان میله و سوراخ را ملاحظه می‌کنید.



انطباق آزاد

انطباق عبوری

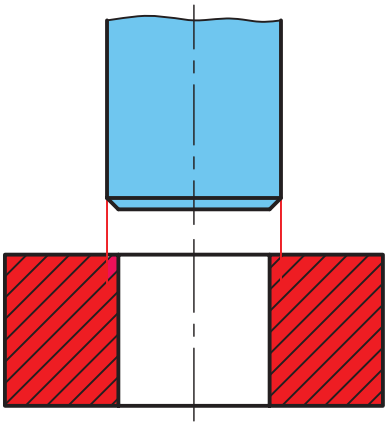
بـه انطباق عبوری، انطباق لغزشـی نیز گفته می‌شـود. در حقیقـت انطباق عبوری یـک انطباق بیـن آزاد و محکم اسـت، یعنی تفاوت بسیار کمی بین میله و سوراخ وجود دارد. این حالتی اسـت که دو قطعه ضمن نداشـتن لقی، دارای حرکت لغزشـی با نیروی کم هسـتند. به شکل زیر توجه کنید.



انطباق عبوری

انطباق فشاری

به انطباقی فشـاری و یا پرسـی می‌گوینـد، وقتی که حد پایینی میله بزرگ‌تر از حد بالایی سـوراخ باشد. در شکل زیر سفتی بین میله و سوراخ را ملاحظه می‌کنید.

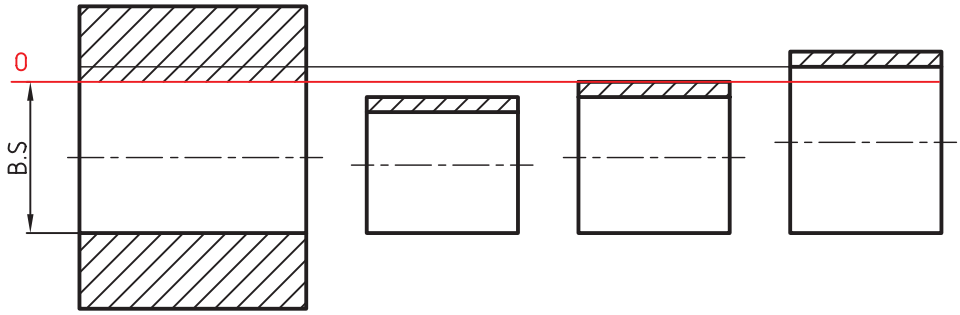


انطباق فشاری

دستگاه سوراخ مبنا

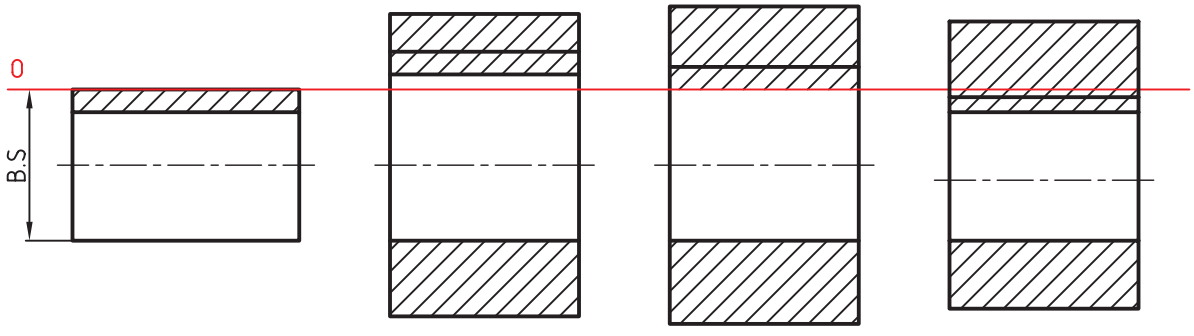
در دستگاه سوراخ مبنا که به آن سیستم ثبوت سوراخ نیز گفته می‌شود، حد پایین اندازه سوراخ با خط صفر منطبق است. در این دستگاه کوچک‌ترین اندازه مجاز روی خط صفر قرار می‌گیرد که برابر اندازه نامی است.

در این‌حالت انواع میله با قطرهای مختلف را با آن جفت می‌کنند تا نشیمن‌های مختلف میله در سوراخ از نظر انطباق‌های سه‌گانه انطباق روان، عبوری و پرسی با توجه به استعمال صنعتی آن‌ها مشخص شود. شکل دستگاه سوراخ مبنا و حالت‌های سه‌گانه انطباق را ملاحظه می‌کنید. کاربرد سوراخ مبنا بیش‌تر در صنایع سبک است.



دستگاه میله مبنا

در دستگاه میله مبنا، که به آن سیستم ثبوت میله نیز گفته می‌شود، حد بالایی اندازه میله با خط صفر منطبق است. بزرگ‌ترین اندازه مجاز روی خط صفر قرار می‌گیرد که با اندازه نامی برابر است. در این‌حالت انواع سوراخ با حالت‌های مختلف را با آن جفت می‌کنند تا انطباق‌های سه‌گانه آزاد، عبوری و پرسی آن مشخص شود. دستگاه میله مبنا بیش‌تر در صنایع سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل زیر دستگاه میله مبنا و حالت‌های سه‌گانه انطباق را ملاحظه می‌کنید.

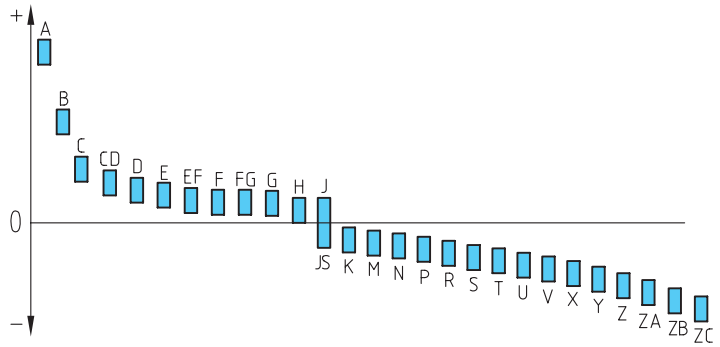


مراحل انطباق

برای تعیین موقعیت تولرانس نسبت به خط صفر در انطباقات، از حروف انگلیسی در ۲۸ مرحله انطباقی استفاده می‌شود. حروف بزرگ برای سوراخ و حروف کوچک برای میله است. در حقیقت استاندارد ISO مراحل سه‌گانه استاندارد را در ۲۸ مرحله تقسیم کرده است. مراحل ۲۸گانه برای سوراخ در جدول زیر مشاهده می‌شود.

سوراخ (اندازه درونی)											
بازی دار	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	
مبنا	H										
عبوری	JS	J	K	M	N	P					
فشاری	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC

مفهوم استفاده از ۲۸ مرحله برای سوراخ در دیاگرام زیر به‌خوبی قابل درک است. این دیاگرام برای قطر سوراخ‌های بین ۶ تا ۱۰ میلی‌متر تنظیم شده است.

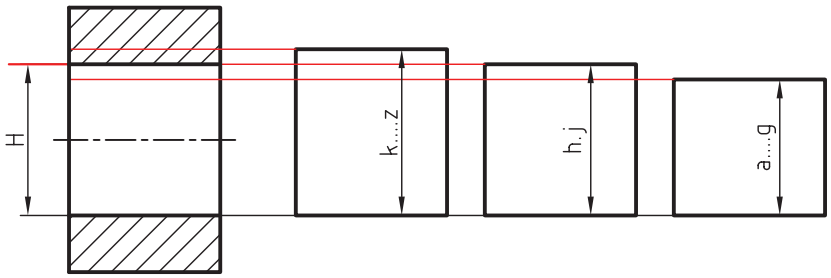


نکته

یک سوراخ را با ۲۰ کیفیت تولرانس و ۲۸ مرحله انطباقی می‌توان ساخت.

با در نظر گرفتن دیاگرام ملاحظه می‌شود که از A تا G قطر سوراخ بزرگ از اندازه نامی سوراخ بوده و در بالای خط صفر قرار دارند. در مرحله H کوچک‌ترین اندازه سوراخ با اندازه اسمی برابر خواهد بود. از H به بعد اندازه‌های سوراخ کوچک‌تر می‌شوند و زیر اندازه نامی قرار می‌گیرند.

شکل زیر مفهوم ثبوت سوراخ (سوراخ مبنا) را نشان می‌دهد.



نکته

- حرف H معرف سوراخ مبنا (سیستم ثبوت سوراخ مبنا) است.
- مرحله انطباقی H یا کیفیت IT7 به‌صورت H7 نوشته می‌شود.

مقادیر انحرافات مراحل ۲۸گانه سوراخ‌ها را می‌توانید از جدول اصلی انحرافات سوراخ‌ها استخراج کنید.

انحرافات اصلی	EI انحرافات پایینی											
حرف	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS
گروه	تمام اعداد مثبت (+)				تمام گروهها							IT-
۱ تا ۳	۲۷۰	۱۴۰	۶۰	۳۴	۲۰	۱۴	۱۰	۶	۴	۲	۰	انحراف‌ها = ±IT : ۲
۳ تا ۶	۲۷۰	۱۴۰	۷۰	۴۶	۳۰	۲۰	۱۴	۱۰	۶	۴	۰	
۶ تا ۱۰	۲۸۰	۱۵۰	۸۰	۵۶	۴۰	۲۵	۱۸	۱۳	۸	۵	۰	
۱۰ تا ۱۴	۲۹۰	۱۵۰	۹۵	-	۵۰	۳۲	-	۱۶	-	۶	۰	
۱۴ تا ۱۸												
۱۸ تا ۲۴	۳۰۰	۱۶۰	۱۱۰	-	۶۵	۴۰	-	۲۰	-	۷	۰	
۲۴ تا ۳۰												
۳۰ تا ۴۰	۳۱۰	۱۷۰	۱۲۰	-	۸۰	۵۰	-	۲۵	-	۹	۰	
۴۰ تا ۵۰	۳۲۰	۱۸۰	۱۳۰									
۵۰ تا ۶۵	۳۴۰	۱۹۰	۱۴۰	-	۱۰۰	۶۰	-	۳۰	-	۱۰	۰	
۶۵ تا ۸۰	۳۶۰	۲۰۰	۱۵۰									
۸۰ تا ۱۰۰	۳۸۰	۲۲۰	۱۷۰	-	۱۲۰	۷۲	-	۳۶	-	۱۲	۰	
۱۰۰ تا ۱۲۰	۴۱۰	۲۴۰	۱۸۰									
۱۲۰ تا ۱۴۰	۴۶۰	۲۶۰	۲۰۰	-	۱۴۵	۸۵	-	۴۳	-	۱۴	۰	
۱۴۰ تا ۱۶۰	۵۲۰	۲۸۰	۲۱۰									
۱۶۰ تا ۱۸۰	۵۸۰	۳۱۰	۲۳۰									
۱۸۰ تا ۲۰۰	۶۶۰	۳۴۰	۲۴۰	-	۱۷۰	۱۰۰	-	۵۰	-	۱۵	۰	
۲۰۰ تا ۲۲۵	۷۴۰	۳۸۰	۲۶۰									
۲۲۵ تا ۲۵۰	۸۲۰	۴۲۰	۲۸۰									
۲۵۰ تا ۲۸۰	۹۲۰	۴۸۰	۳۰۰	-	۱۹۰	۱۱۰	-	۵۶	-	۱۷	۰	
۲۸۰ تا ۳۱۵	۱۰۵۰	۵۴۰	۳۳۰									
۳۱۵ تا ۳۵۵	۱۲۰۰	۶۰۰	۳۶۰	-	۲۱۰	۱۲۵	-	۶۲	-	۱۸	۰	
۳۵۵ تا ۴۰۰	۱۳۵۰	۶۸۰	۴۰۰									
۴۰۰ تا ۴۵۰	۱۵۰۰	۷۶۰	۴۴۰	-	۲۳۰	۱۳۵	-	۶۸	-	۲۰	۰	
۴۵۰ تا ۵۰۰	۱۶۵۰	۸۴۰	۴۸۰									

انحرافات اصلی	ES انحرافات بالایی									
حرف	J			K		M		N		P تا ZC
گروه	۶	۷	۸	≤۸	>۸	≤۸	>۸	≤۸	>۸	≤۷
۱ تا ۳	+۲	+۴	+۶	۰	۰	-۲	-۲	-۴	-۴	همان انحراف گروه‌ها > ۷ به اضافه Δ
۳ تا ۶	+۵	+۶	+۱۰	-۱ +Δ	-	-۴ +Δ	-۴	-۸ +Δ	۰	
۶ تا ۱۰	+۵	+۸	+۱۲	-۱ +Δ	-	-۶ +Δ	-۶	-۱۰ +Δ	۰	
۱۰ تا ۱۴	+۶	+۱۰	+۱۵	-۱ +Δ	-	-۷ +Δ	-۷	-۱۲ +Δ	۰	
۱۴ تا ۱۸										
۱۸ تا ۲۴	+۸	+۱۲	+۲۰	-۲ +Δ	-	-۸ +Δ	-۸	-۱۵ +Δ	۰	
۲۴ تا ۳۰										
۳۰ تا ۴۰	+۱۰	+۱۴	+۲۴	-۲ +Δ	-	-۹ +Δ	-۹	-۱۷ +Δ	۰	
۴۰ تا ۵۰										
۵۰ تا ۶۵	+۱۳	+۱۸	+۲۸	-۲ +Δ	-	-۱۱ +Δ	-۱۱	-۲۰ +Δ	۰	
۶۵ تا ۸۰										
۸۰ تا ۱۰۰	+۱۶	+۲۲	+۳۴	-۳ +Δ	-	-۱۳ +Δ	-۱۳	-۲۳ +Δ	۰	
۱۰۰ تا ۱۲۰										
۱۲۰ تا ۱۴۰	+۱۸	+۲۶	+۴۱	-۳ +Δ	-	-۱۵ +Δ	-۱۵	-۲۷ +Δ	۰	
۱۴۰ تا ۱۶۰										
۱۶۰ تا ۱۸۰										
۱۸۰ تا ۲۰۰	+۲۲	+۳۰	+۴۷	-۴ +Δ	-	-۱۷ +Δ	-۱۷	-۳۱ +Δ	۰	
۲۰۰ تا ۲۲۵										
۲۲۵ تا ۲۵۰										
۲۵۰ تا ۲۸۰	+۲۵	+۳۶	+۵۵	-۴ +Δ	-	-۲۰ +Δ	-۲۰	-۳۴ +Δ	۰	
۲۸۰ تا ۳۱۵										
۳۱۵ تا ۳۵۵	+۲۹	+۳۹	+۶۰	-۴ +Δ	-	-۲۱ +Δ	-۲۱	-۳۷ +Δ	۰	
۳۵۵ تا ۴۰۰										
۴۰۰ تا ۴۵۰	+۳۳	+۴۳	+۶۶	-۵ +Δ	-	-۲۳ +Δ	-۲۳	-۴۰ +Δ	۰	
۴۵۰ تا ۵۰۰										

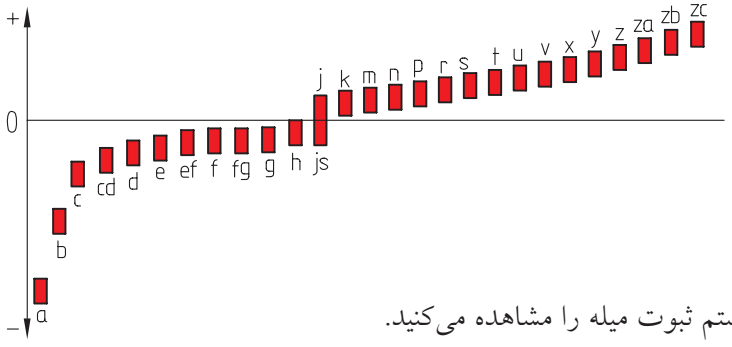
انحرافات اصلی	ES انحرافات بالایی											
حرف	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
گروه	تمام اعداد منفی (-)						تمام گروهها					
۱ تا ۳	۶	۱۰	۱۴	-	۱۸	-	۲۰	-	۲۶	۳۲	۴۰	۶۰
۳ تا ۶	۱۲	۱۵	۱۹	-	۲۳	-	۲۸	-	۳۵	۴۲	۵۰	۸۰
۶ تا ۱۰	۱۵	۱۹	۲۳	-	۲۸	-	۳۴	-	۴۲	۵۲	۶۷	۹۷
۱۰ تا ۱۴	۱۸	۲۳	۲۸	-	۳۳	-	۴۰	-	۵۰	۶۴	۹۰	۱۳۰
۱۴ تا ۱۸						۳۹	۴۵	-	۶۰	۷۷	۱۰۸	۱۵۰
۱۸ تا ۲۴	۲۲	۲۸	۳۵	-	۴۱	۴۷	۵۴	۶۳	۷۳	۹۸	۱۳۶	۱۸۸
۲۴ تا ۳۰				۴۱	۴۸	۵۵	۶۴	۷۵	۸۸	۱۱۸	۱۶۰	۲۱۸
۳۰ تا ۴۰	۲۶	۳۴	۴۳	۴۸	۶۰	۶۸	۸۰	۹۴	۱۱۲	۱۴۸	۲۰۰	۲۷۴
۴۰ تا ۵۰				۵۴	۷۰	۸۱	۹۷	۱۱۴	۱۳۶	۱۸۰	۲۴۲	۳۲۵
۵۰ تا ۶۵	۳۲	۴۱	۵۳	۶۶	۸۷	۱۰۲	۱۲۲	۱۴۴	۱۷۲	۲۲۶	۳۰۰	۴۰۵
۶۵ تا ۸۰		۴۳	۵۹	۷۵	۱۰۲	۱۲۰	۱۴۶	۱۷۴	۲۱۰	۲۷۴	۳۶۰	۴۸۰
۸۰ تا ۱۰۰	۳۷	۵۱	۷۱	۹۱	۱۲۴	۱۴۶	۱۷۸	۲۱۴	۲۵۸	۳۳۵	۴۴۵	۵۸۵
۱۰۰ تا ۱۲۰		۵۴	۷۹	۱۰۴	۱۴۴	۱۷۲	۲۱۰	۲۵۴	۳۱۰	۴۰۰	۵۲۵	۶۹۰
۱۲۰ تا ۱۴۰	۴۳	۶۳	۹۲	۱۲۲	۱۷۰	۲۰۲	۲۴۸	۳۰۰	۳۶۵	۴۷۰	۶۲۰	۸۰۰
۱۴۰ تا ۱۶۰		۶۵	۱۰۰	۱۳۴	۱۹۰	۲۲۸	۲۸۰	۳۴۰	۴۱۵	۵۳۵	۷۰۰	۹۰۰
۱۶۰ تا ۱۸۰		۶۸	۱۰۸	۱۴۶	۲۱۰	۲۵۲	۳۱۰	۳۸۰	۴۶۵	۶۰۰	۷۸۰	۱۰۰۰
۱۸۰ تا ۲۰۰	۵۰	۷۷	۱۲۲	۱۶۶	۲۳۶	۲۸۴	۳۵۰	۴۲۵	۵۲۰	۶۷۰	۸۸۰	۱۱۵۰
۲۰۰ تا ۲۲۵		۸۰	۱۳۰	۱۸۰	۲۵۸	۳۱۰	۳۸۵	۴۷۰	۵۷۵	۷۴۰	۹۶۰	۱۲۵۰
۲۲۵ تا ۲۵۰		۸۴	۱۴۰	۱۹۶	۲۸۴	۳۴۰	۴۲۵	۵۲۰	۶۴۰	۸۲۰	۱۰۵۰	۱۳۵۰
۲۵۰ تا ۲۸۰	۵۶	۹۴	۱۵۸	۲۱۸	۳۱۵	۳۸۵	۴۷۵	۵۸۰	۷۱۰	۹۲۰	۱۲۰۰	۱۵۵۰
۲۸۰ تا ۳۱۵		۹۸	۱۷۰	۲۴۰	۳۵۰	۴۲۵	۵۲۵	۶۵۰	۷۹۰	۱۰۰۰	۱۳۰۰	۱۷۰۰
۳۱۵ تا ۳۵۵	۶۲	۱۰۸	۱۹۰	۲۶۸	۳۹۰	۴۷۵	۵۹۰	۷۳۰	۹۰۰	۱۱۵۰	۱۵۰۰	۱۹۰۰
۳۵۵ تا ۴۰۰		۱۱۴	۲۰۸	۲۹۴	۴۳۵	۵۳۰	۶۶۰	۸۲۰	۱۰۰۰	۱۳۰۰	۱۶۵۰	۲۱۰۰
۴۰۰ تا ۴۵۰	۶۸	۱۲۶	۲۳۲	۳۳۰	۴۹۰	۵۹۵	۷۴۰	۹۲۰	۱۱۰۰	۱۴۵۰	۱۸۵۰	۲۴۰۰
۴۵۰ تا ۵۰۰		۱۳۲	۲۵۲	۳۶۰	۵۴۰	۶۶۰	۸۲۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۶۰۰	۲۱۰۰	۲۶۰۰

گروه	Δ برحسب میکرون					
	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱ تا ۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳ تا ۶	۱	۱/۵	۱	۳	۴	۶
۶ تا ۱۰	۱	۱/۵	۲	۳	۶	۷
۱۰ تا ۱۴	۱	۲	۳	۳	۷	۹
۱۴ تا ۱۸						
۱۸ تا ۲۴	۱/۵	۲	۳	۴	۸	۱۲
۲۴ تا ۳۰						
۳۰ تا ۴۰	۱/۵	۳	۴	۵	۹	۱۴
۴۰ تا ۵۰						
۵۰ تا ۶۵	۲	۳	۵	۶	۱۱	۱۶
۶۵ تا ۸۰						
۸۰ تا ۱۰۰	۲	۴	۵	۷	۱۳	۱۹
۱۰۰ تا ۱۲۰						
۱۲۰ تا ۱۴۰	۳	۴	۶	۷	۱۵	۲۳
۱۴۰ تا ۱۶۰						
۱۶۰ تا ۱۸۰						
۱۸۰ تا ۲۰۰	۳	۴	۶	۹	۱۷	۲۶
۲۰۰ تا ۲۲۵						
۲۲۵ تا ۲۵۰						
۲۵۰ تا ۲۸۰	۴	۴	۷	۹	۲۰	۲۹
۲۸۰ تا ۳۱۵						
۳۱۵ تا ۳۵۵	۴	۵	۷	۱۱	۲۱	۳۲
۳۵۵ تا ۴۰۰						
۴۰۰ تا ۴۵۰	۵	۵	۷	۱۳	۲۳	۳۴
۴۵۰ تا ۵۰۰						

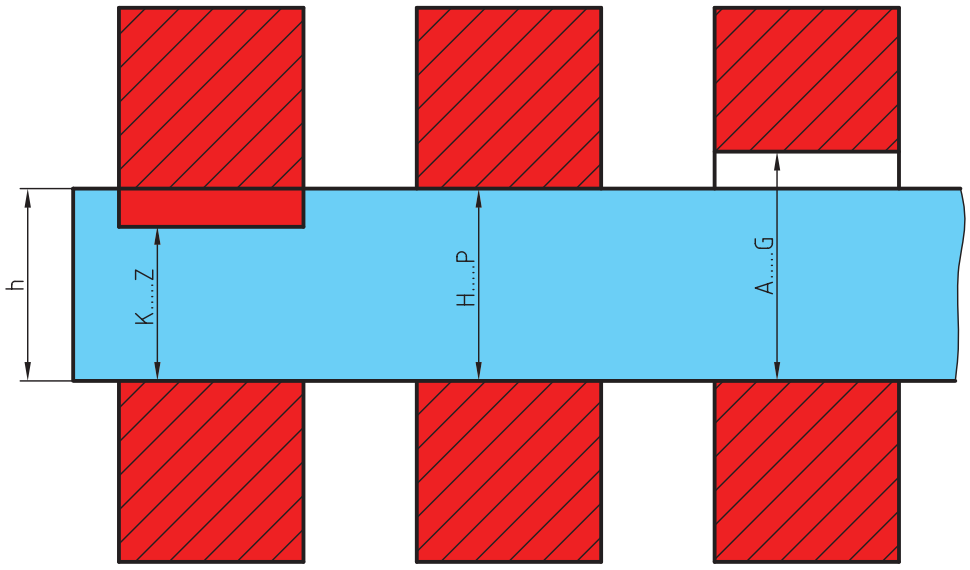
استاندارد ISO برای میله نیز مانند سوراخ، ۲۸ مرحله انطباقی را معرفی کرده است. در جدول و دیاگرام زیر مفهوم استفاده از مراحل ۲۸گانه انطباق در میله به‌خوبی قابل درک است.

سوراخ (اندازه بیرونی)											
بازی دار	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	
مبنا	h										
عبوری	j	js	k	m	n	p					
فشاری	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc

با در نظر گرفتن دیاگرام ملاحظه می‌شود که از a تا g قطر میله‌ها کوچک‌تر از اندازه نامی هستند و در پایین خط صفر قرار دارند. در مرحله h بزرگ‌ترین اندازه میله با اندازه نامی برابر خواهد بود و از h به بعد اندازه‌های میله بزرگ‌تر می‌شوند و در بالای اندازه نامی قرار می‌گیرند.



در شکل زیر مفهوم سیستم ثبوت میله را مشاهده می‌کنید.



نکته

حرف h معرف میله مبنا (سیستم ثبوت میله) است.

یک میله را می‌توان با ۲۰ کیفیت تولرانس و ۲۸ مرحله انطباقی ساخت.

مرحله انطباقی h با کیفیت IT7 را می‌توان به‌صورت H7 نوشت.

مقادیر انحرافات مراحل ۲۸گانه میله‌ها را می‌توانید از جدول اصلی انحرافات میله‌ها استخراج کنید.

انحراف‌های اصلی	es انحراف بالایی												ei انحراف پایینی																		
حرف	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	(-) j			(+) k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
گروه	تمام اعداد منفی (-)					تمام گروه‌ها						IT→	۵ و ۶	۷	۸	۴ تا ۷	۳≥ ۷<	تمام اعداد مثبت (+)								تمام گروه‌ها					
۳تا≥۱	۲۷۰	۱۴۰	۶۰	۳۴	۲۰	۱۴	۱۰	۶	۴	۲	۰	انحراف‌ها = ±IT : ۲	۲	۴	۶	۰	۰	۲	۴	۶	۱۰	۱۴	-	۱۸	-	۲۰	-	۲۶	۳۲	۴۰	۶۰
۶تا>۳	۲۷۰	۱۴۰	۷۰	۴۶	۳۰	۲۰	۱۴	۱۰	۶	۴	۰		۲	۴	-	۱	۰	۴	۸	۱۲	۱۵	۱۹	-	۲۳	-	۲۸	-	۳۵	۴۲	۵۰	۸۰
۱۰تا>۶	۲۸۰	۱۵۰	۸۰	۵۶	۴۰	۲۵	۱۸	۱۳	۸	۵	۰		۲	۵	-	۱	۰	۶	۱۰	۱۵	۱۹	۲۳	-	۲۸	-	۳۴	-	۴۲	۵۲	۶۷	۹۷
۱۴تا>۱۰	۲۹۰	۱۵۰	۹۵	-	۵۰	۳۲	-	۱۶	-	۶	۰		۳	۶	-	۱	۰	۷	۱۲	۱۸	۲۳	۲۸	-	۳۳	-	۴۰	-	۵۰	۶۴	۹۰	۱۳۰
۱۸تا>۱۴																									۳۹	۴۵	-	۶۰	۷۷	۱۰۸	۱۵۰
۲۴تا>۱۸	۳۰۰	۱۶۰	۱۱۰	-	۶۵	۴۰	-	۲۰	-	۷	۰		۴	۸	-	۲	۰	۸	۱۵	۲۲	۲۸	۳۵	-	۴۱	۴۷	۵۴	۶۳	۷۳	۹۸	۱۳۶	۱۸۸
۳۰تا>۲۴																							۴۱	۴۸	۵۵	۶۴	۷۵	۸۸	۱۱۸	۱۶۰	۲۱۸
۴۰تا>۳۰	۳۱۰	۱۷۰	۱۲۰	-	۸۰	۵۰	-	۲۵	-	۹	۰		۵	۱۰	-	۲	۰	۹	۱۷	۲۶	۳۴	۴۳	۴۸	۶۰	۶۸	۸۰	۹۴	۱۱۲	۱۴۸	۲۰۰	۲۷۴
۵۰تا>۴۰	۳۲۰	۱۸۰	۱۳۰																				۵۴	۷۰	۸۱	۹۷	۱۱۴	۱۳۶	۱۸۰	۲۴۲	۳۲۵
۶۵تا>۵۰	۳۴۰	۱۹۰	۱۴۰	-	۱۰۰	۶۰	-	۳۰	-	۱۰	۰		۷	۱۲	-	۲	۰	۱۱	۲۰	۳۲	۴۱	۵۳	۶۶	۸۷	۱۰۲	۱۲۲	۱۴۴	۱۷۲	۲۲۶	۳۰۰	۴۰۵
۸۰تا>۶۵	۳۶۰	۲۰۰	۱۵۰																		۴۳	۵۹	۷۵	۱۰۲	۱۲۰	۱۴۶	۱۷۴	۲۱۰	۲۷۴	۳۶۰	۴۸۰
۱۰۰تا>۸۰	۳۸۰	۲۲۰	۱۷۰	-	۱۲۰	۷۲	-	۳۶	-	۱۲	۰		۹	۱۵	-	۳	۰	۱۳	۲۳	۳۷	۵۱	۷۱	۹۱	۱۲۴	۱۴۶	۱۷۸	۲۱۴	۲۵۸	۳۳۵	۴۴۵	۵۸۵
۱۲۰تا>۱۰۰	۴۱۰	۲۴۰	۱۸۰																		۵۴	۷۹	۱۰۴	۱۴۴	۱۷۲	۲۱۰	۲۵۴	۳۱۰	۴۰۰	۵۲۵	۶۹۰
۱۴۰تا>۱۲۰	۴۶۰	۲۶۰	۲۰۰	-	۱۴۵	۸۵	-	۴۳	-	۱۴	۰		۱۱	۱۸	-	۳	۰	۱۵	۲۷	۴۳	۶۳	۹۲	۱۲۲	۱۷۰	۲۰۲	۲۴۸	۳۰۰	۳۶۵	۴۷۰	۶۲۰	۸۰۰
۱۶۰تا>۱۴۰	۵۲۰	۲۸۰	۲۱۰																		۶۵	۱۰۰	۱۳۴	۱۹۰	۲۲۸	۲۸۰	۳۴۰	۴۱۵	۵۳۵	۷۰۰	۹۰۰
۱۸۰تا>۱۶۰	۵۸۰	۳۱۰	۲۳۰																		۶۸	۱۰۸	۱۴۶	۲۱۰	۲۵۲	۳۱۰	۳۸۰	۴۶۵	۶۰۰	۷۸۰	۱۰۰۰
۲۰۰تا>۱۸۰	۶۶۰	۳۴۰	۲۴۰	-	۱۷۰	۱۰۰	-	۵۰	-	۱۵	۰		۱۳	۲۱	-	۴	۰	۱۷	۳۱	۵۰	۷۷	۱۲۲	۱۶۶	۲۳۶	۲۸۴	۳۵۰	۴۲۵	۵۲۰	۶۷۰	۸۸۰	۱۱۵۰
۲۲۵تا>۲۰۰	۷۴۰	۳۸۰	۲۶۰																		۸۰	۱۳۰	۱۸۰	۲۵۸	۳۱۰	۳۸۵	۴۷۰	۵۷۵	۷۴۰	۹۶۰	۱۲۵۰
۲۵۰تا>۲۲۵	۸۲۰	۴۲۰	۲۸۰																		۸۴	۱۴۰	۱۹۶	۲۸۴	۳۴۰	۴۲۵	۵۲۰	۶۴۰	۸۲۰	۱۰۵۰	۱۳۵۰
۲۸۰تا>۲۵۰	۹۲۰	۴۸۰	۳۰۰	-	۱۹۰	۱۱۰	-	۵۶	-	۱۷	۰		۱۶	۲۶	-	۴	۰	۲۰	۳۴	۵۶	۹۴	۱۵۸	۲۱۸	۳۱۵	۳۸۵	۴۷۵	۵۸۰	۷۱۰	۹۲۰	۱۲۰۰	۱۵۵۰
۳۱۵تا>۲۸۰	۱۰۵۰	۵۴۰	۳۳۰																		۹۸	۱۷۰	۲۴۰	۳۵۰	۴۲۵	۵۲۵	۶۵۰	۷۹۰	۱۰۰۰	۱۳۰۰	۱۷۰۰
۳۵۵تا>۳۱۵	۱۲۰۰	۶۰۰	۳۶۰	-	۲۱۰	۱۲۵	-	۶۲	-	۱۸	۰		۱۸	۲۸	-	۴	۰	۲۱	۳۷	۶۲	۱۰۸	۱۹۰	۲۶۸	۳۹۰	۴۷۵	۵۹۰	۷۳۰	۹۰۰	۱۱۵۰	۱۵۰۰	۱۹۰۰
۴۰۰تا>۳۵۵	۱۳۵۰	۶۸۰	۴۰۰																		۱۱۴	۲۰۸	۲۹۴	۴۳۵	۵۳۰	۶۶۰	۸۲۰	۱۰۰۰	۱۳۰۰	۱۶۵۰	۲۱۰۰
۴۵۰تا>۴۰۰	۱۵۰۰	۷۶۰	۴۴۰	-	۲۳۰	۱۳۵	-	۶۸	-	۲۰	۰		۲۰	۳۲	-	۵	۰	۲۳	۴۰	۶۸	۱۲۶	۲۳۲	۳۳۰	۴۹۰	۵۹۵	۷۴۰	۹۲۰	۱۱۰۰	۱۴۵۰	۱۸۵۰	۲۴۰۰
۵۰۰تا>۴۵۰	۱۶۵۰	۸۴۰	۴۸۰																		۱۳۲	۲۵۲	۳۶۰	۵۴۰	۶۶۰	۸۲۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۶۰۰	۲۱۰۰	۲۶۰۰

◄ مثال:

توجه: تمام اندازه‌ها باید برحسب میلی‌متر محاسبه و در نقشه نوشته شود.

اندازه نامی سوراخ قطعه‌ی ۲۵ میلی‌متر است. اگر سوراخ در مرحله H با کیفیت IT7 ساخته شود. برای آن خواسته‌های زیر را انجام دهید.

مقدار تولرانس

انحراف پایینی و بالایی

کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین اندازه مجاز

سوراخ قطعه را با مقیاس 1:1 رسم و تولرانس‌گذاری کنید.

حل:

با استفاده از جدول مقدار تولرانس برای اندازه نامی ۲۵ مرحله IT7 را استخراج می‌کنیم که برابر با ۲۱µm است.

IT7= 21µm = 0.021 mm

انحراف پایینی با استفاده از جدول اصلی انحرافات سوراخ‌ها

EI=0

T= ES – EI

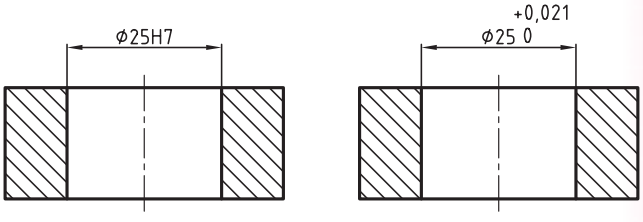
0.021 = ES – 0 EI = 0.021 mm

اندازه کوچک‌تر = MIN = B.S + EI = 25 + 0 = 25 mm

اندازه بزرگ‌تر = MAX=B.S+ES=25+0.021=25.021

در نتیجه:

$\varnothing 25\ ^{+0.021}_{0} = \varnothing 25\ H7$



◄ مثال:

اندازه نامی میله‌ای برابر ۲۵ میلی‌متر است. اگر میله در مرحله h با کیفیت IT6 ساخته شود برای آن خواسته‌های زیر را انجام دهید.

مقدار تولرانس

انحراف بالایی و پایینی

کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین اندازه مجاز

میله را با مقیاس 1:1 رسم و تولرانس‌گذاری کنید.

حل:

مقدار تولرانس را از جدول تولرانس‌ها استخرج می‌کنیم.

IT6 = T= 13 µm = 0.013 mm

مقدار es با استفاده از جدول اصلی انحرافات میله‌ها:

es =0

T=es – ei 0.013 = 0- ei

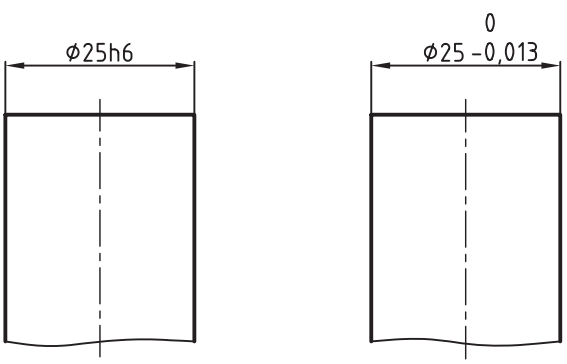
Ei = – 0.013 mm

Min = B.S + ei = 25 + (-0.013) = 24 .987

Max = B.S + es = 25 + 0 = 25

نتیجه:

$\varnothing 25\ 25\ H6 = \varnothing 25\ ^{0}_{-0.013}$



مثال:

روی نقشه‌ای اندازه 25f8 نوشته شده است. برای آن خواسته‌های زیر را انجام دهید.

مقدار تولرانس

انحراف بالایی و پایینی

کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین اندازه مجاز

سوراخ را با مقیاس 1:1 رسم و تولرانس‌گذاری کنید.

حل:

مقدار تولرانس را از جدول تولرانس مرحله IT8 برای اندازه ۲۵ میلی‌متر استخراج می‌کنیم که برابر 33µm است.

$T = 33\mu m = 0.033\ mm$

حرف F در جدول اصلی انحرافات سوراخ‌ها در زیر ستون EI قراردارد، بنابراین مقدار انحراف پایینی آن برابر ۲۰+ میکرون‌متر است.

$EI = +20\mu m = +0.020 mm$

$T = ES - EI$

$0.033 = ES - (+0.020) \Rightarrow ES = 0.033 + 0.020$

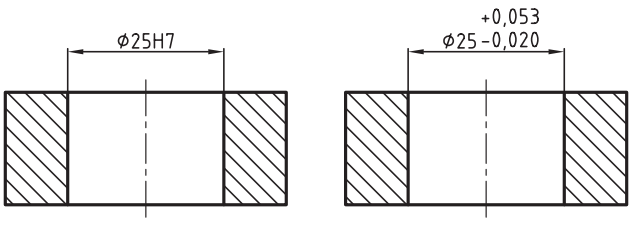
$ES = +0.053\ mm$

اندازه حداکثر = MAX = B.S + ES = ۰۵۳.۲۵ = ۰,۰۵۳ + ۲۵

اندازه حداقل = MIN = B.S + EI = ۰۲۰ .۲۵ = ۰,۰۲۰ + ۲۵

نتیجه:

$\varnothing 25\ H8 = \varnothing 25 \begin{matrix} +0.053 \\ +0.020 \end{matrix}$



می‌خواهیم یک میله S6 40 را با یک سوراخ 40H7 منطبق کنیم. مطلوب است:

حدود تغییرات میله و سوراخ

تعیین نوع سیستم و انطباق

نقشه میله و سوراخ را به‌طور جداگانه و سرهم رسم، و سپس تولرانس‌گذاری کنید.

حل:

حدود تغییرات قطر میله:

از جدول تولرانس $T = 16\ \mu m = 0.016\ mm$

از جدول اصلی انحرافات میله

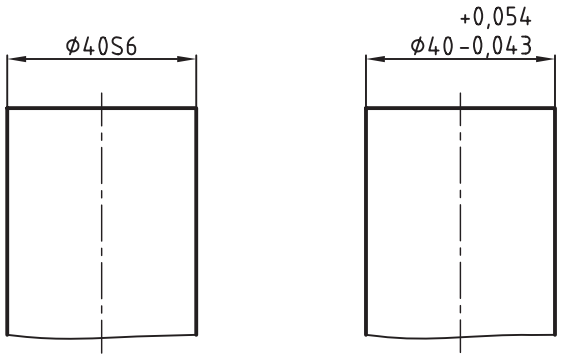
$ei = 43\ \mu m = 0.043\ mm$

$T = es - ei \Rightarrow 0.016 = es - 0.043$

حد بالایی میله: $es = 0.016 + 0.043 = +0.059$

$max = 40 + 0.059 = 40.059$

$min = 40 + 0.043 = 40.043$



حدود تغییرات قطر سوراخ:

از جدول مقادیر تولرانس

زیرا H سوراخ مبنا است

T= 25 µm = 0.025 mm

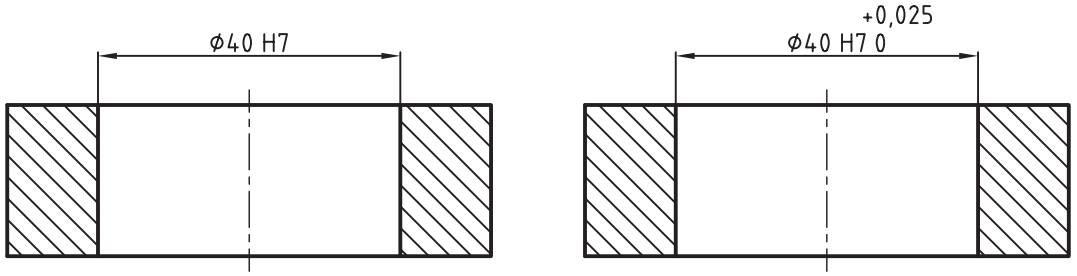
EI = 0

T = ES – EI => 0.025 = ES – 0

ES= 0.025 mm

MAX =40+0.025 = 40.025 mm

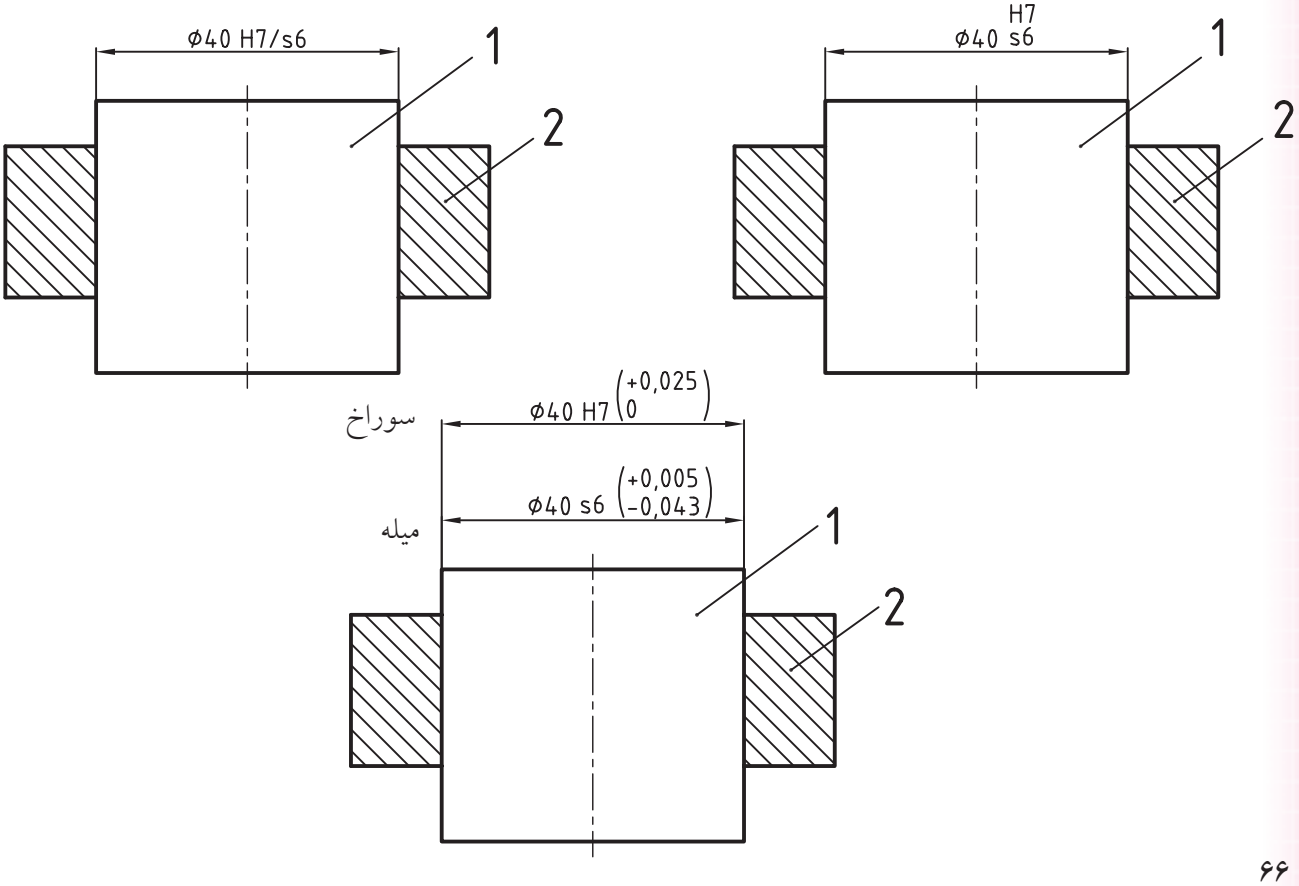
MIN = 40+0= 40 mm



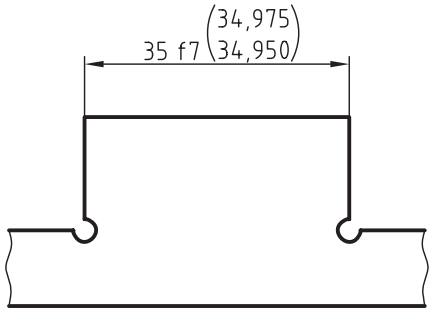
نوع انطباق پرسی است، چون حد پایین میله از حد بالای سوراخ بزرگ‌تر است.

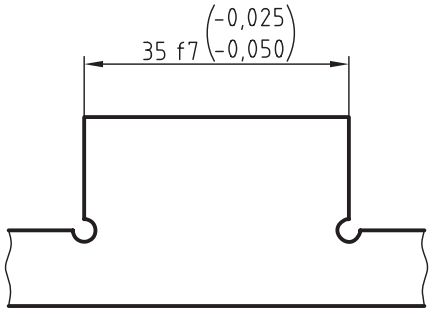
توجه کنید که تولرانس‌های سوراخ در بالا و تولرانس میله باید در پایین آن نوشته شود.

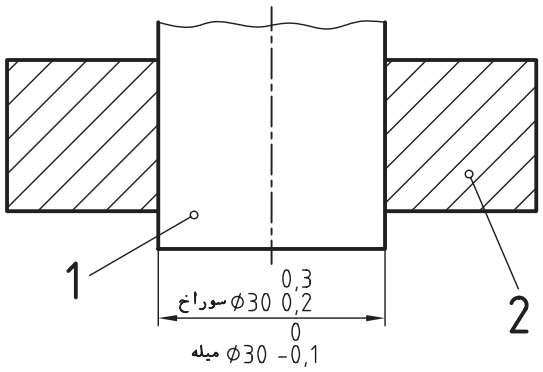
نقشه می‌تواند به یکی از سه حالت زیر تولرانس‌گذاری شود.

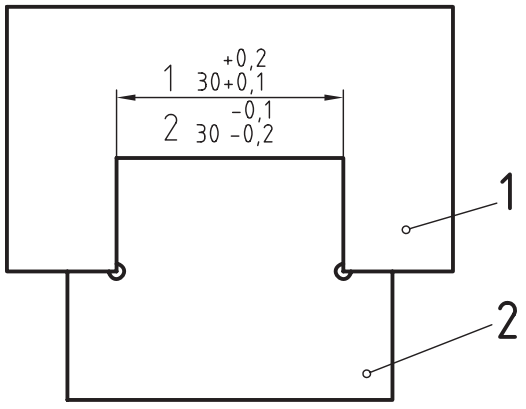


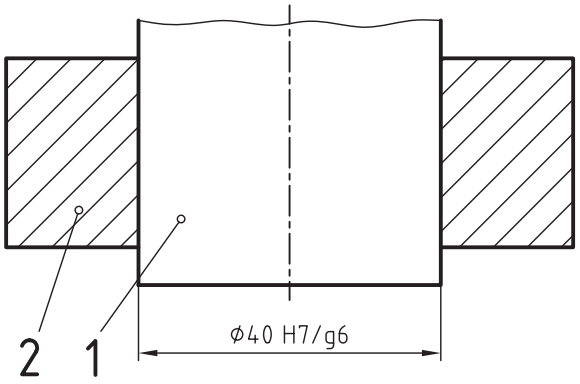
شکل‌های زیر مثال‌های دیگری از نحوه تولرانس‌گذاری را معرفی می‌کند.

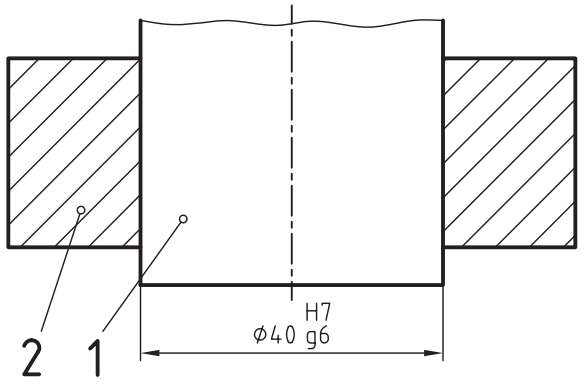












ارزشیابی پایانی

◄ نظری

۱. مراحل سه‌گانه انطباق را توضیح دهید.

۲. در مورد دستگاه‌های مبنا هرچه می‌دانید، توضیح دهید.

۳. یک میله و یا سوراخ در چند مرحله کیفیت تولرانس و چند مرحله انطباقی می‌تواند، ساخته شود.

۴. حدود تغییرات میله ∅ 20g8 و سوراخ ∅ 20H7 را تعیین کنید.

۵. حدود تغییرات میله و سوراخ ∅ 32F8/ h7 را تعیین کنید.

۶. مفهوم میله و سوراخ را توضیح دهید.

۷. نوع انطباق هر یک از میله و سوراخ 28H7/h6 و 24N6/h7 را بنویسید.

۸. اگر حد بالایی میله از حد پایینی سوراخ کوچک‌تر باشد، نوع انطباق را بنویسید.

۹. اگر حد پایینی میله از حد بالایی سوراخ بزرگ‌تر باشد، چه انطباقی بین میله و سوراخ وجود دارد؟

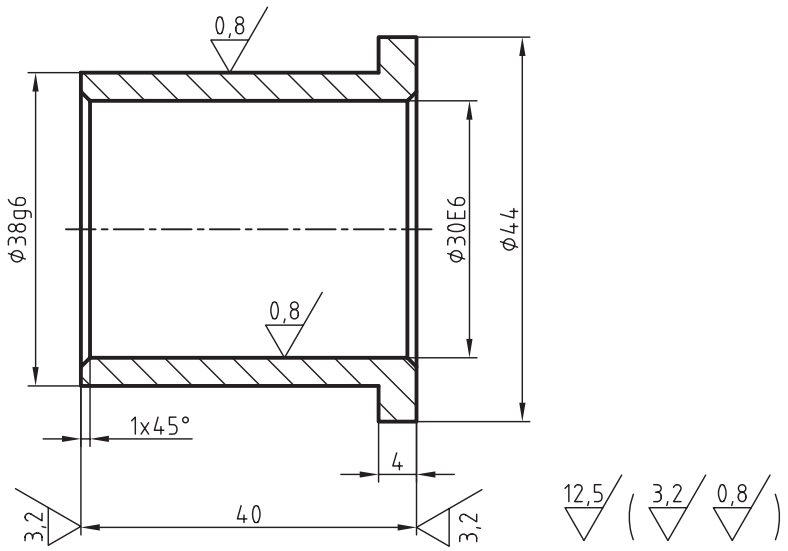
۱۰. حد بالایی یک میله صفر است و مقدار تولرانس برابر ۱۶ میکرون‌متر است. حد پایینی آن چند میلی‌متر است؟

عملی

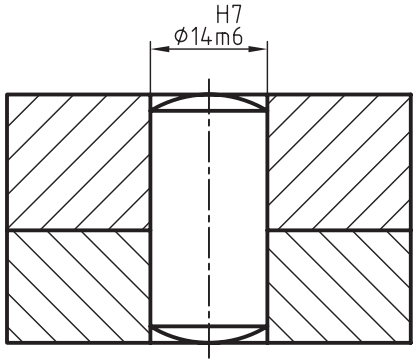
۱. ابتدا نقشــه یاتاقان لغزشــی شکل زیر را روی یک کاغذ A4 با مقیاس 1:1 رسم کنید سپس خواسته‌های زیر را روی آن انجام دهید.

تعیین انحراف بالایی و پایینی 30E6 و 38 g6 و نمایش آن‌ها در نقشه.

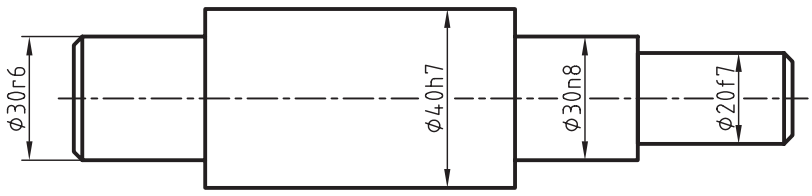
معرفی تولرانس‌های عمومی طبق جدول ISO ردیف وسط .



۲. در پین انطباقی شــکل زیر پس از نمایش حدود تغیرات پینی و ســوراخ مربوط نقشــه را تعیین کنید. و تولرانس گذاری کنید.



۳. در محور شکل حد بالایی و حد پایینی 20f7 30n8 40h7 30r6 را با استفاده از جدول تولرانس‌ها مقایسه کنید.



توانایی ترسیم علائم تولرانس‌های هندسی

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ تولرانس هندسی را تعریف کند.

ـ علائم و نشانه‌های تولرانس‌هندسی را توضیح دهد.

ـ علائم و نشانه‌های تولرانس‌هندسی را در نقشه‌های صنعتی به کاربرد.

پیش آزمون

۱. تولرانس هندسی را تعریف کنید.

۲. تولرانس مستقیمی را با رسم شکل توضیح دهید.

۳. تولرانس‌های فرم را با رسم شکل معرفی کنید.

۴. حرف Ⓜ معرف چیست؟

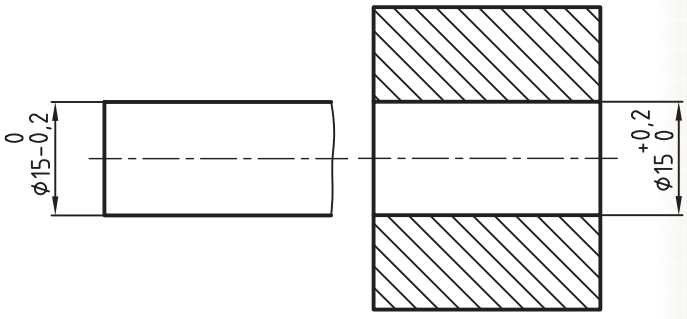
۵. تولرانس لنگی شعاعی را با رسم شکل تعریف کنید.

۶. مفهوم علامت MMC در تولرانس‌های هندسی چیست؟

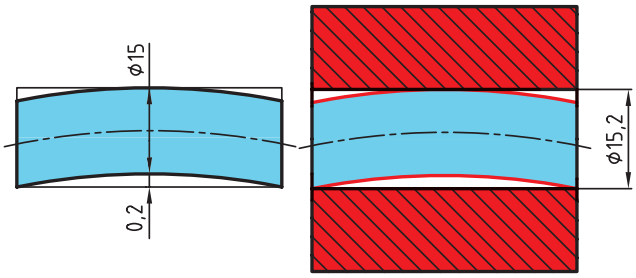
۷. تولرانس‌های وابسته کدام‌اند؟ توضیح دهید.

تولرانس‌های هندسی

همان‌طور کــه در مبحث تولرانس‌های اندازه گفته شــد، ساخت همه قطعات صنعتی با دقت بالا غیرضروری است و مقرون به‌صرفه نیســت. به‌همین جهت اندازه‌ها را با در نظــر گرفتن تولرانس‌های معینی، با توجه به نوع کاربرد و متناســب با نیازهای آن می‌سازند. به‌عبارتی تولرانس‌های انــدازه، معرف اختــلاف اندازه‌های مجاز برای ســاخت یــک قطعه اســت. در بســیاری از مــوارد در کارگاه‌های مونتــاژ با قطعاتی برخورد می‌شــود که از لحاظ ابعادی و تولرانس‌های اندازه کاملاً ســالم و تایید شــده هستند، اما تحــت هیچ‌یک از شــرایط مجاز مونتاژ نمی‌شــوند. دلیل چنین اتفاقی را می‌توان انحرافات شــکلی غیرمجاز آن‌ها دانســت، بنابراین باید انحرافات شکلی قطعات را محدود کرد تا در موقع مونتاژ به آن‌ها آســیبی نرسد. به‌طور کلی تولرانس‌های هندســی برای محدود سازی چنین قطعاتی به‌وجود آمده‌اند و به‌کار می‌روند. در شکل زیر نقشه یک پین و ســوراخ مربوط بــه آن‌را ملاحظه می‌کنید. پین باید در داخل ســوراخ قرار گیرد. برای این‌که پین یا ســوراخ مربوط به آن در هنگام مونتاژ صدمه‌ای نبیند باید انحراف از خمیدگی پین دارای یک حد مجاز باشد.



اگــر پین یــا بزرگ‌تریــن اندازه مجــاز و ســوراخ نیز با بزرگ‌ترین اندازه مجاز ســاخته شود، برای این که بتواند به‌راحتــی مونتاژ شــود یا درون ســوراخ قرارگیرد، بدون آن‌که صدمه‌ای ببیند، مجاز اســت تا ۰/۲ میلی‌متر خمیده باشــد، یعنــی انحراف از خــط مســتقیم آن ۰/۲ میلی‌متر باشــد. در شــکل زیر انحراف از خمیدگی مجاز در میله را ملاحظــه می‌کنید. به این انحــراف از خمیدگی مجاز، محدود تولرانس گویند.



تعریف تولرانس‌های هندسی

انحرافــات مجاز، یک جزء از قطعــه را از فرم ایده‌ال آن محدود می‌کند. به‌عبارت دیگر تولرانس هندســی انحراف مجاز یک شــکل هندسی را از فرم ایده‌ال آن بیان می‌کند، به‌گونه‌ای که قطعه کار بتواند کار خود را به‌درســتی انجام دهد. به تعاریف زیر توجه کنید.

یک تولرانس هندسی که برای یک جزء به‌کار می‌رود، آن جزء را جزء تولرانس‌گذاری گویند.

انحرافــات مجاز یک جــزء تولرانس‌گــذاری را محدوده تولرانس گویند.

روش‌های کنترل تولرانس‌های هندسی

تولرانس‌های هندسی به سه روش مشخص و کنترل می‌شوند:

روش RFS[1] – روش MMC[2] – روش LMC[3]

روش RFS

در روش RFS بدون در نظر گرفتن ابعاد قطعه، مقدار خطای هندسی کنترل می‌شود.

روش MMC

در این روش که به آن اصل ماکزیمم شرایط ماده گفته می‌شود، کنترل با توجه به ابعاد قطعه و به‌وسیله فرمان صورت می‌گیرد. علامت Ⓜ در نقشه‌ها معرف اصل ماکزیمم شرایط ماده است.

روش LMC

در این روش که به آن اصل مینیمم شرایط ماده گفته می‌شود، ابعاد قطعه تحت‌تاثیر کنترل قرار می‌گیرند. عمل کنترل به‌وسیله فرمان انجام می‌شود.

علامت L در نقشه‌ها معرف اصل می‌نیمم شرایط ماده است.

ویژگی تولرانس‌های هندسی

تولرانس‌های هندسی را می‌توان به دو بخش عمده تقسیم کرد.

تولرانس‌های غیر وابسته

به تولرانس‌هایی گفته می‌شود که جزء تولرانس‌گذاری آن به جزء دیگری بستگی ندارد و مستقل است.

تولرانس‌های وابسته

به تولرانس‌هایی گفته می‌شود که جزء تولرانس‌گذاری آن‌ها به جزء دیگری از آن قطعه وابسته باشد. به جزء وابسته، مبنا گفته می‌شود.

تولرانس‌های غیروابسته به سه دسته تقسیم می‌شوند، که عبارت‌اند از:

- **تولرانس‌های جهت**
- **تولرانس‌های موقعیت**
- **تولرانس‌های لنگی**

نکته

نحوه کنترل تولرانس‌های هندسی قطعات و مشخصات مربوط به آن‌ها از حدود این کتاب خارج است، اما انتظار داریم فراگیران با این علائم در نقشه به‌خوبی آشنا باشند و کاربرد آن‌را بشناسند.

---

۱. روش (RFS) Regardless of Feature Size

۲. اصل ماکزیمم شرط ماده Maximum Material Condition

۳. اصل مینیمم شرط ماده Least Material Condition

جدول زیر علائم و ویژگی‌های تولرانس‌های هندسی را معرفی می‌کند.

علامت	ویژگی تولرانس	مشخصات تولرانس	
—	مستقیم بودن	تولرانس فرم	اجزای غیر وابسته
▱	تختی		
○	دایره‌ای بودن		
⌭	استوانه‌ای بودن		
⌒	شکل هرنوع خط		
⌓	شکل هرنوع سطح		
//	توازی	تولرانس‌های جهت	اجزای وابسته
⊥	عمود بودن		
∠	زاویه‌دار بودن		
⌖	موقعیت	تولرانس‌های موقعیت	
◎	هم محوری		
⌯	قرینه بودن		
↗	لنگی شعاعی	تولرانس‌های دویدگی	
⌰	لنگی کلی		

علائم اضافی و تکمیلی: جدول زیر علائم اضافی و خواص آن‌ها را نشان می‌دهد.

علامت	توضیحات	
	مستقیم	روش نشان دادن جزء تولرانس گذاری شده
A	به‌کمک حرف	
	مستقیم	روش نشان دادن مبنا
A A	به‌کمک حرف	
50	هدف مبنا	
ϕ2 / A1	اندازه‌ی دقیق تئوری	
Ⓟ	محدوده‌ی تولرانسی تصویر شده	
Ⓜ	حالت حداکثر ماده	

علائم و نشانه‌ها

پیش از شروع تولرانس‌گذاری در یک نقشه صنعتی، نخست باید با علائم، نشانه‌ها و چگونگی تولرانس‌گذاری آشنا شوید. در زیر با مشخصات و کاربرد این علائم آشنا می‌شوید.

کادر تولرانس

اندازه و مشخصات تولرانس در داخل خانه‌های مستطیل شکلی که از دو، سه و گاهی از چند بخش تشکیل می‌شود، قرار می‌گیرند.

نحوه قرار گرفتن علائم در داخل خانه‌ها، به‌ترتیب از چپ به راست عبارت‌اند از:

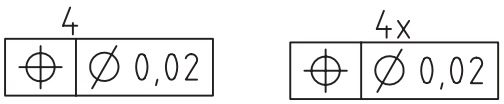
علامت تولرانس

مقدار تولرانس برحسب میلی‌متر

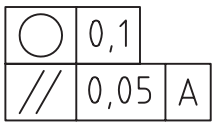
حرف مبنا که با حروف بزرگ انگلیسی نشان داده می‌شود، مانند جزء A و غیره

بلندی کادر، یعنی عرض مستطیل برابر ۷ میلی‌متر رسم شود. چنان‌چه ضخامت خط اصلی برابر ۰/۵ میلی‌متر باشد، ضخامت خطوط کادر، علائم، حروف و اعداد، برابر با ۲۵ میلی‌متر یعنی ضخامت خط نازک خواهد بود.

اگر به توضیحات اضافی در مورد تولرانس نیاز باشد، آن‌را در بالای کادر تولرانس می‌نویسند.



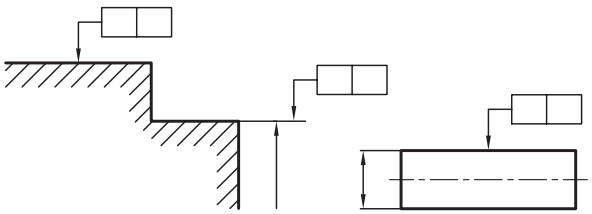
اگر لازم باشد بیش از یک مشخصه یا علامت تولرانس برای یک جزء تعیین شود مشخصات کادرهای تولرانس موردنظر را زیر یکدیگر قرار می‌دهند.



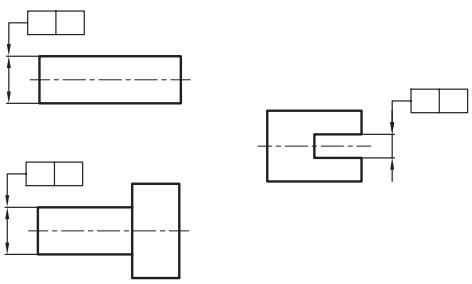
اجزاء تولرانس‌گذاری شده

کادر تولرانس به جزئی از قطعه که باید تولرانس‌گذاری شود، توسط یک خط راهنما که به فلش تولرانس‌گذاری ختم می‌شود، با روش‌های زیر متصل می‌شود.

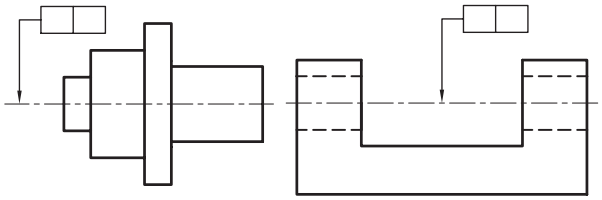
زمانی‌که فلش تولرانس‌گذاری مستقیماً به جزء تولرانس‌گذاری وصل شود. یا در امتداد خط رابط اندازه قرار گیرد.



زمانی‌که فلش تولرانس‌گذاری به‌عنوان امتدادی از یک خط اندازه قرار داده می‌شود، به طول آن جزء تعلق می‌گیرد.



زمانی‌که فلـش تولرانس‌گذاری روی خط محور قرارداده شـود، مقدار تولرانس به کل طول یا تمام اجزاء مشـترک تعلق می‌گیرد.

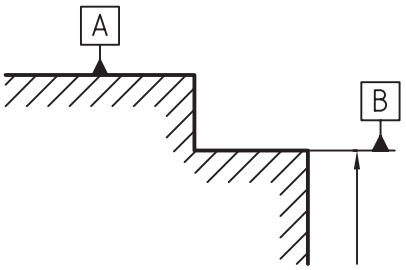


مبناها

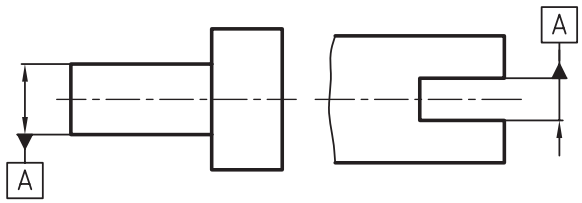
معمـولاً وقتی بخواهیم جزء تولرانس‌گذاری از یک قطعه را نسبت به جزء دیگری از آن قطعه تولرانس‌گذاری کنیم، جزء موردنظر را مبنا می‌گوییم. جزء مبنا با حروف بزرگ انگلیسـی نشان داده می‌شود که در داخل کادر تولرانس و کادر مبنا قرار می‌گیرد. کادر مبنا به‌وسـیله یک مثلث توپر یا توخالی به جزء مبنا وصل می‌شود.

مثلـث مبنا به‌همراه حرف مبنا به‌روش‌هـای زیر قرارداده می‌شود.

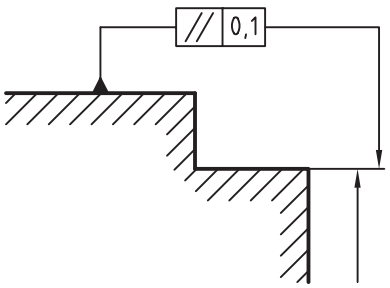
زمانی‌که مثلث مبنا روی خط یا سـطحی قرار می‌گیرد که آن خط و یا آن سطح جزء مبنا باشد.



زمانی‌کـه در امتداد خط اندازه قرارگیرد، جزء مبنا به طول آن جزء تعلق می‌گیرد.



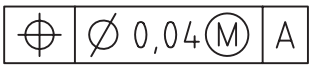
اگر کادر تولرانس مسـتقیماً توسط یک راهنما به جزء مبنا وصل شود، در این‌صورت حرف مبنا حذف می‌شود.



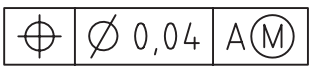
حالت حداکثر ماده

در مواقعی که نقشـه به‌صورت اصل ماکزیمم شرایط ماده (MMC) تولرانس‌گذاری شـود، پس از اندازه تولرانس و یا حرف مبنا، علامت M قرار می‌گیرد. به شـکل‌های زیر توجه کنید.

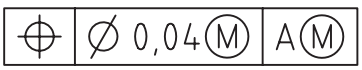
اصل ماکزیمم شرایط ماده مربوط به جزء تولرانس‌گذاری است.



اصل ماکزیمم شرایط ماده به جزء مبنا تعلق دارد .



اصل ماکزیمم شرایط ماده به هر دو جزء تعلق دارد.

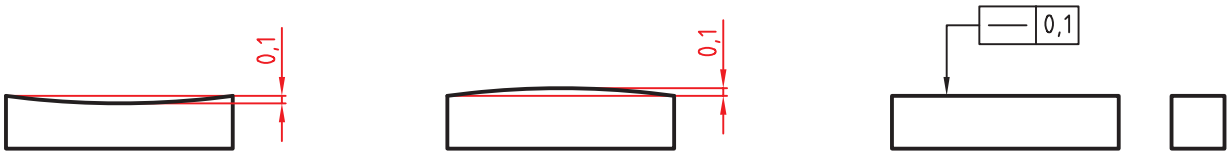


خواص کاربرد تولرانس‌های هندسی

برای آشنایی بیش‌تر با ویژگی‌های هر یک از تولرانس‌ها و کاربردشان در صنعت به توضیحات زیر توجه کنید.

مستقیم بودن

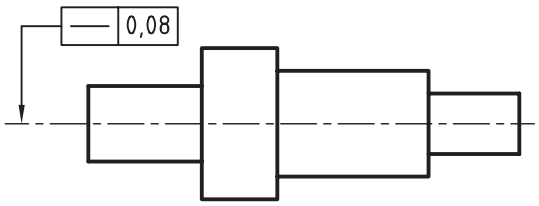
این تولرانس‌ها برای محدودساختن انحرافات قطعات از خط مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. مستقیم بودن به‌طور کلی می‌تواند به خط، سطح یا به انحرافاتی که در آن قطعه از لحاظ قطر در تمام نقاط نسبت به محور خود ثابت باشد، ولی به‌طور یکنواخت خمیدگی و انحراف داشته باشد.



محدوده تولرانس از یک سطح تولرانس‌گذاری شده بین دو خط موازی به فاصله 0.1 میلی‌متر از یکدیگر قرار دارد.

در شکل زیر حداکثر انحراف از مستقیم بودن هر خط طولی از جسم برابر با 0.08 میلی‌متر است.

در شکل زیر تولرانس مستقیم بودن 0.08 میلی‌متر تعیین شده است، یعنی حداکثر خطای هندسی مجاز جسم نسبت به محور افقی 0.08 میلی‌متر است.

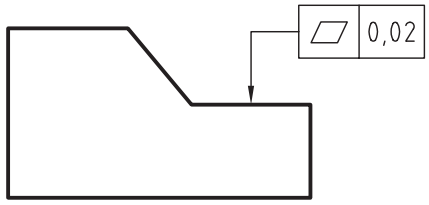


در شکل زیر انحراف از مستقیم بودن استوانه A از 0.02 میلی‌متر بیش‌تر نشود.

شکل زیر با توجه به اصل ماکزیمم شرایط ماده تولرانس‌گذاری شده است.

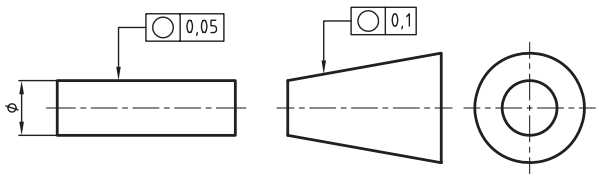
تختی

تخت بودن یکی دیگر از تولرانس‌های هندسی است. در شکل‌های زیر نمونه‌هایی از تولرانس‌گذاری تخت بودن را ملاحظه می‌کنید. باید توجه داشت که تخت بودن سطوح با مستقیمی اشتباه نشود. در شکل‌های زیر محدوده تولرانس، یعنی دو سطح موازی و به‌فاصله 0.2 میلی‌متر از یکدیگر قرار دارند.



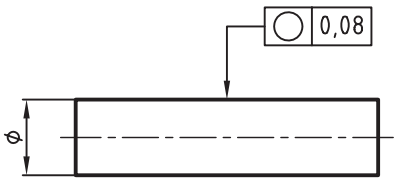
گردی

از آن‌جایی که هر سوراخ یا محور نمی‌تواند کاملاً گرد و یا عاری از دو پهن بودن و یا انحرافات دیگری که قطعه را از گرد بودن خارج می‌سازد، باشد، لزوم تولرانس‌های هندسی برای این‌گونه از مشخصات هندسی اجتناب‌ناپذیر است. تولرانس‌های گرد بودن به تمامی قطعاتی که مقطع دایره‌ای دارند، تعلق می‌گیرد. مانند استوانه، مخروط و غیره. گرد بودن به‌صورت مقطعی تعریف می‌شود. مقدار انحراف از گرد بودن باید کم‌تر از تولرانس ابعاد قطر موردنظر باشد. شکل‌های زیر تولرانس گرد بودن را نشان می‌دهد.



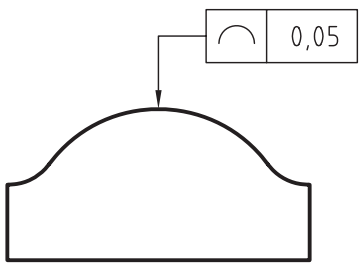
استوانه‌ای بودن[1]

استوانه‌ای بودن همانند گرد بودن است، با این تفاوت که گرد بودن در یک مقطع تعریف می‌شود، درحالی‌که استوانه‌ای بودن به کل جسم و به‌طور یکنواخت تعلق می‌گیرد. سطح تولرانس‌گذاری شده باید در میان دو استوانه هم‌محور به فاصله ۰/۰۸ میلی‌متر از یکدیگر قرار گیرد.



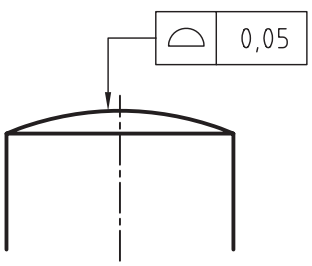
شکل هر نوع خط[2]

این نوع تولرانس به قطعاتی تعلق می‌گیرد که به‌صورت پروفیل یا خط فرم‌دار باشند و یا هر خطی که فرم غیرمستقیمی داشته باشد.



شکل هر نوع سطح[3]

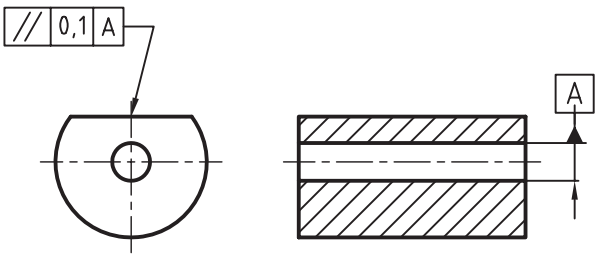
این نوع تولرانس برای سطوح فرم‌داری، مانند سطح یک کره و غیره به‌کار می‌رود. شکل زیر نحوه تولرانس‌گذاری شکل هر نوع سطح را نشان می‌دهد.



۱. استوانه ای بودن Cylindricity
۲. شکل هر نوع خط Profile of Any Line
۳. شکل هر نوع سطح Profile of Any Surface

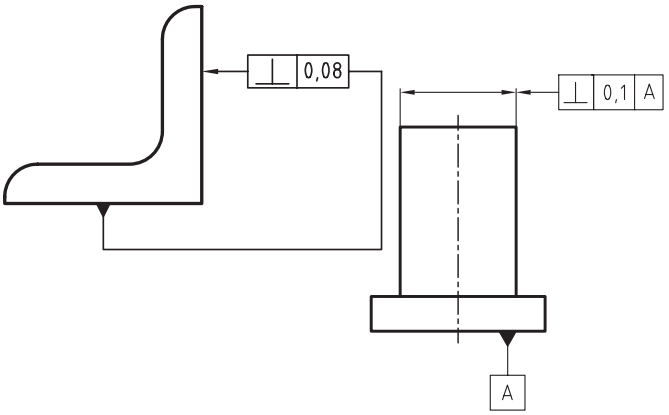
توازی[1]

موازی بودن سطح در قسمت‌های مختلفی از جمله راهنماهای میزهای ماشین فرز و غیره کاربرد فراوانی دارد. در تولرانس‌های توازی، موازی بودن یک سطح یا یک محور نسبت به یک سطح مبنا درنظر گرفته می‌شود. در شکل‌های زیر نمونه‌هایی از تولرانس توازی را ملاحظه می‌کنید. در شکل، سطح تولرانس‌گذاری باید میان دو صفحه به فاصله 0.1 میلی‌متر از یکدیگر و به موازات محور مبنای A باشد.



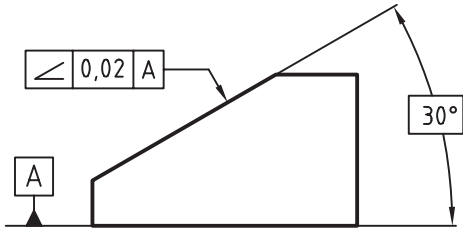
عمود بودن[2]

عمود بودن یک جزء نسبت به جزء دیگر را تعامد گویند. عمود بودن مانند موازی بودن کاربرد زیادی در صنعت دارد. به شکل‌های زیر توجه کنید.



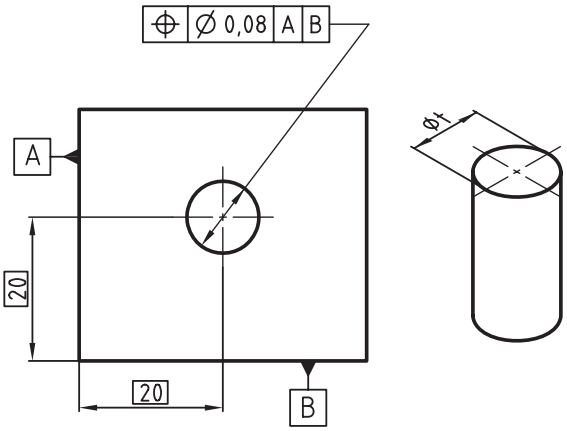
زاویه‌دار بودن[3]

سطوح شیب‌دار در صنعت کاربرد فراوانی دارند. شکل زیر زاویه سطح تولرانس‌گذاری شده نسبت به سطح A را نشان می‌دهد. زاویه ۳۰° درجه که درون کادر قرار گرفته، به‌معنی اندازه دقیق تئوری است. مفهوم اندازه دقیق تئوری، یعنی آن که زاویه ۳۰° دارای تولرانس ابعادی صفر و یا اندازه خیلی کمی است. در مورد نحوه تولرانس‌گذاری به شکل‌های زیر توجه کنید.



وضعیت[4]

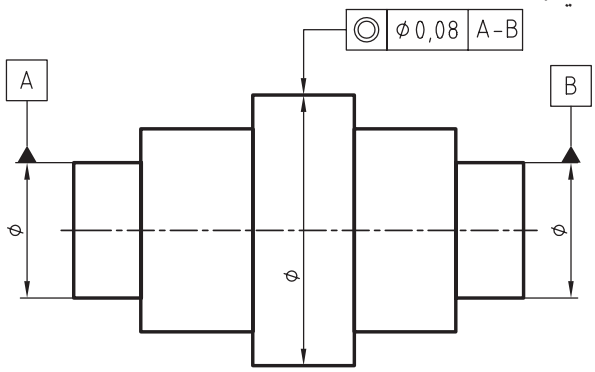
تولرانس موقعیت قرار گرفتن محور یک سوراخ نسبت به لبه‌های کادر را تولرانس وضعیت گویند. محور سوراخ می‌تواند به قطر ۰/۰۸ میلی‌متر، با توجه به فاصله‌های تئوری ۲۰ از لبه‌های مبنا بازی داشته باشد.



۱. توازی یا موازی بودن Parallelism
۲. عمود بودن یا تعامد Perpendicullarity
۳. زاویه‌دار بودن Angularity
۴. وضعیت یا موقعیت Position

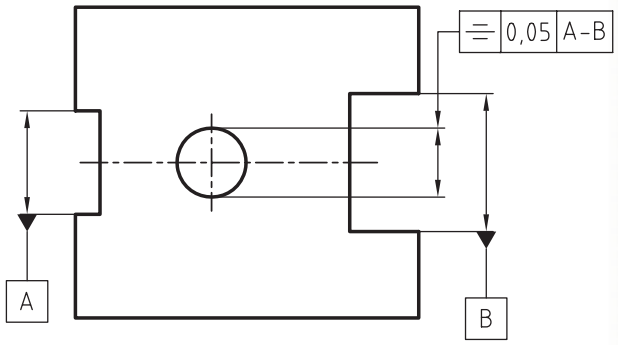
هم‌محوری[1]

یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در زمان سوارکردن قطعات پیش می‌آید، عدم هم‌محوری است. تولرانس هم‌محوری، به‌ویژه در قطعات پله‌دار مطرح می‌شود. محور کلی قطعه به‌عنوان مبناست که محور استوانه تولرانس‌گذاری شده نسبت به آن محور سنجیده می‌شود. به شکل زیر توجه کنید.



قرینه بودن[2]

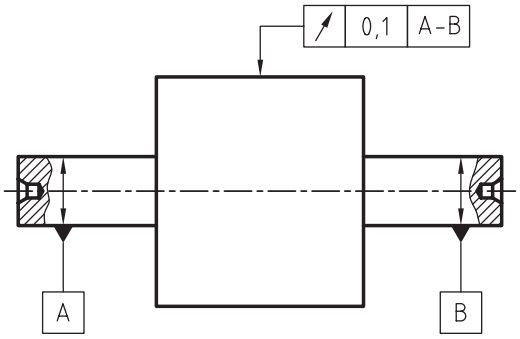
هنگامی‌که دو سطح موازی باید نسبت به یک محور یا سطح معینی به یک فاصله باشند، تولرانس تقارن یا قرینه بودن مطرح می‌شود. شکل زیر تولرانس تقارن را نشان می‌دهد.



۱. هم محوری Concentricity
۲. قرینه بودن یا تقارن Symmetry
۳. لنگی شعاعی یا دویدگی دایره‌ای Circular run-out
۴. لنگی کلی یا دویدگی کلی Total run-out

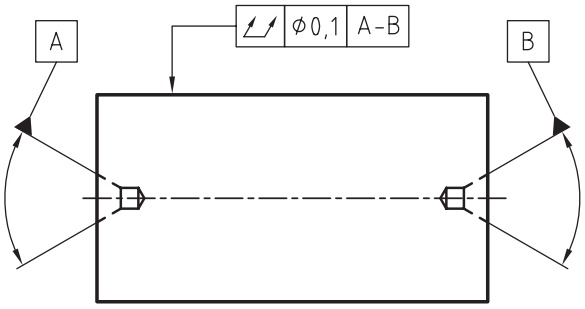
لنگی شعاعی[3]

لنگی شعاعی که به آن دویدگی دایره‌ای نیز گفته می‌شود، خارج از مرکز بودن نسبت به محور تقارن قطعه است. دویدگی دایره‌ای شامل گرد نبودن نیز می‌شود.



لنگی کلی[4]

دویدگی کلی که به آن لنگی محوری نیز گفته می‌شود به کل قطعه تعلق می‌گیرد. لنگی کلی در حقیقت تولرانس‌های استوانه‌ای، مستقیمی دایره‌ای و لنگی شعاعی را در بر می‌گیرد.



ارزشیابی پایانی

◄ نظری

۱. تولرانس هندسی را تعریف کنید.

۲. روش‌های کنترل تولرانس‌های هندسی را نام ببرید.

۳. نحوه نشان دادن جزء تولرانس‌گذاری را با رسم شکل توضیح دهید.

۴. جزء مبنا را تعریف کنید.

۵. نحوه نشان دادن جزء مبنا را با رسم شکل توضیح دهید.

۶. آیا یک جزء تولرانس‌گذاری می‌تواند دارای دو یا سه جزء مبنا باشد؟

۷. مفهوم علامت Ⓜ در نقشه را توضیح دهید.

۸. مفهوم علامت ۵۰ را توضیح دهید.

۹. تولرانس‌های جهت را با رسم علائم نام ببرید.

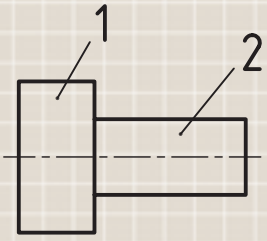
۱۰. فرق بین لنگی شعاعی و لنگی طولی را توضیح دهید.

۱۱. تولرانس‌های غیروابسته را با رسم علائم نام ببرید.

۱۲. تولرانس مستقیمی را با رسم شکل توضیح دهید.

۱۳. تولرانس گردی میله‌ای به قطر ۲۰ و به طول ۴۰ میلی‌متر برابر 0.05 است. شکل میله را با تولرانس گردی آن نشان دهید.

۱۴. تولرانس هم‌محوری، محور استوانه ۱ نسبت به محور استوانه ۲ برابر ۰/۰۸ است. شکل را با مقیاس 1:1 رسم و آن‌را تولرانس‌گذاری کنید.



۱۵. تولرانس تخت بودن را با ذکر یک مثال توضیح دهید.

عملی

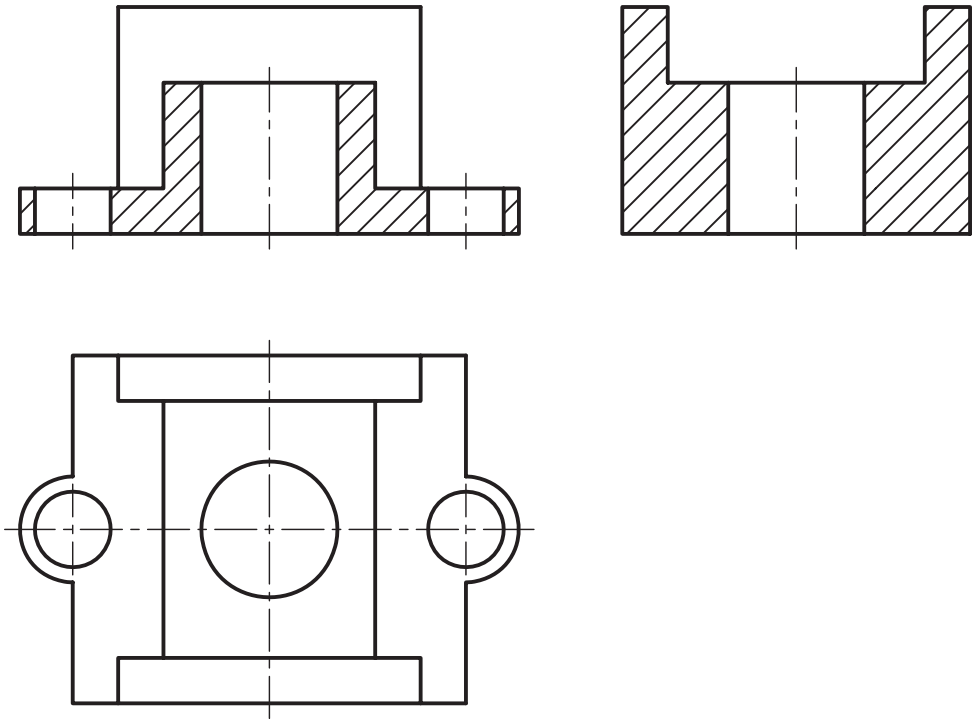
کارهای خواسته شده را روی شکل زیر انجام دهید.

–تولرانس توازی سطح A نسبت به سطح B به اندازه ۰/۰۵ میلی متر .

– تولرانس عمود بردن محور سوراخ میانی نسبت به سطح زیرین جسم به اندازه ۰/۱

– تولرانس تخت بودن سطح زیرین جسم به اندازه ۰/۰۸ میلی متر .

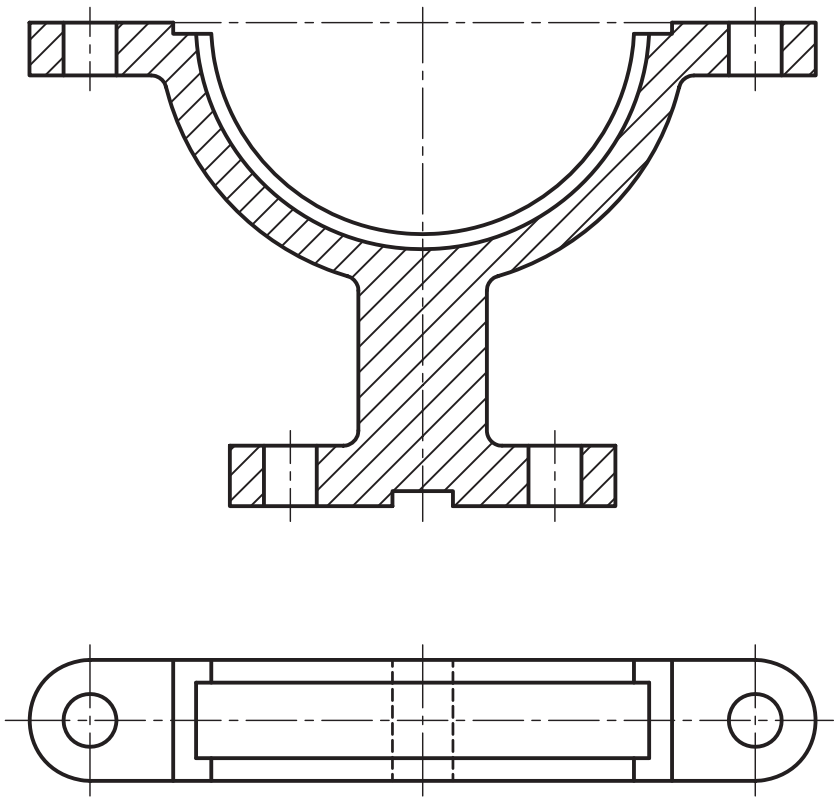
– تولرانس استوانه ای بودن سوراخ میانی به اندازه ۰/۱۲ میلی متر



۲- از شـــکل زیر که بدنه پایینی یک یاتاقان را نشـــان می‌دهد یک کپی تصویر کنید . یعنی کارهای زیر را روی آن انجام دهید.

تولرانس تخت بودن سطح بالایی به اندازه ۰/۰۵

تولرانس توازی سطح فوقانی نسبت به سطح پایینی به اندازه ۰/۱

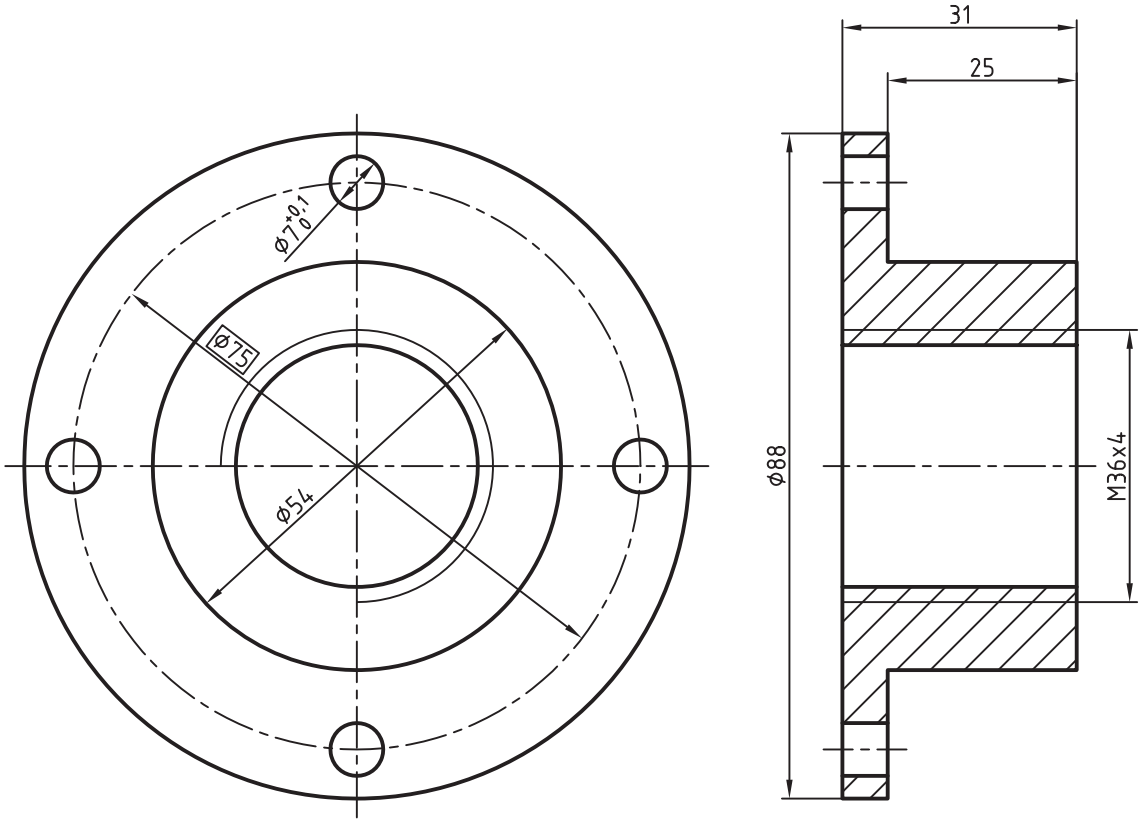


۳. دو تصویر از یک فلانچ را ملاحظه می‌کنید . کارهای زیر را انجام دهید .

– عمود بودن مهره M36 ×4 نسبت به پیشانی آن به مقدار ۰/۰۲

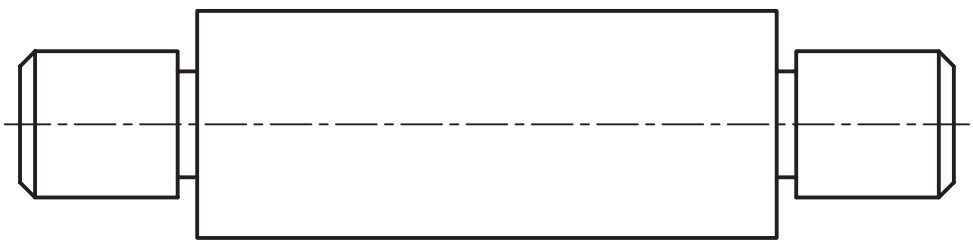
– ترازی پیشانی نسبت به کف قطعه به اندازه ۰/۰۲

– تولرانس موقعیت ۴ سوراخ نسبت به استوانه با قطر ۵۴ به اندازه ۰/۲



۴– در محور شکل داده شده کارهای زیر را انجام دهید .

تولرانس هم محوری استوانه ۱ نسبت به استوانه‌های ۲و۳ به اندازه ۰/۰۵



توانایی ترسیم اتصالات

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

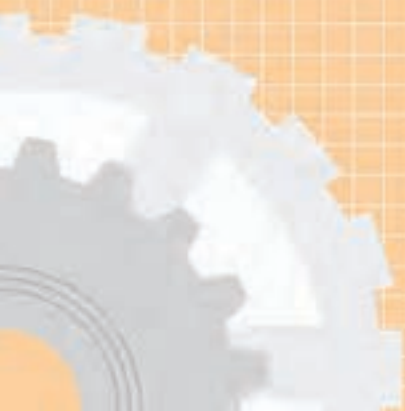
ـ انواع اتصالات را نام ببرد.

ـ کاربرد انواع اتصالات را توضیح دهد.

ـ اصول ترسیم اتصالات جداشدنی را توضیح دهد.

ـ اتصالات جدا نشدنی را توضیح دهد.

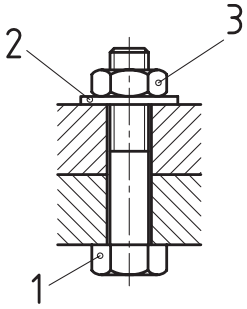
ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۶	۸



پیش‌آزمون

۱. اتصالات را توضیح دهید و انواع آن‌ها را نام ببرید.

۲. نوع اتصال شکل زیر را نام ببرید و اجزاء اتصال‌دهنده آن‌را طبق شماره‌های مشخص شده، بنویسید.



۱)

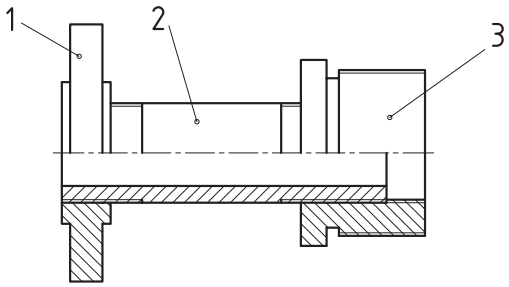
۲)

۳)

۳. کدام‌یک از پیچ‌های زیر برای اتصال بین دو یا چند قطعه مورد استفاده قرار می‌گیرد؟ چرا؟

1- M 80×2　　2- Tr 40×7　　3- S 48×8-LH　　4- G3/4-6

۴. در اتصال شکل زیر نام هر یک از قطعات را با توجه به شماره‌های مشخص شده، بنویسید.



۱)

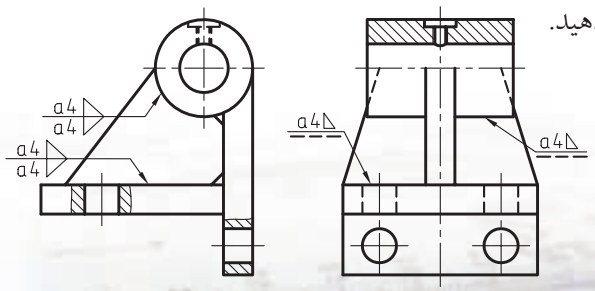
۲)

۳)

۵. مفهوم هریک ازعلائم موجود در عبارت زیر را بنویسید.

M20×2.5

۶. اتصال شکل زیر را نام ببرید و در مورد کاربرد آن توضیح دهید.



اتصالات

در صنعت برای متصل ساختن دو یا چند قطعه به یکدیگر، یا روی هم قراردادن آن‌ها از وسایلی استفاده می‌کنند که به آن اجزاء اتصال گویند.

روش‌های اتصال

برای اتصال دو یا چند قطعه، با توجه به اجزاء اتصال، دو روش وجود دارد، این دو روش عبارت‌اند از:

۱) اتصال‌های جداشدنی (موقت)

هرگاه امکان جداسازی قطعات یک اتصال و وصل مجدد آن‌ها به یکدیگر وجود داشته باشد، بدون آن‌که به قطعات و اجزاء آن آسیبی وارد شود، در اصطلاح آن‌را اتصال جداشدنی گویند، مانند اتصالات پیچ و مهره، خار و پین، و غیره.

۲) اتصالات جدا نشدنی (غیرموقت)

چنان‌چه نتوان اتصالات را از یکدیگر جدا ساخت و یا در هنگام جداسازی آسیبی به قطعات و اجزاء اتصال وارد شود، در اصطلاح به آن اتصالات، جدا نشدنی (غیرموقت) گویند. مانند اتصال جوش، پرچ و غیره.

اتصالات پیچ و مهره‌ای

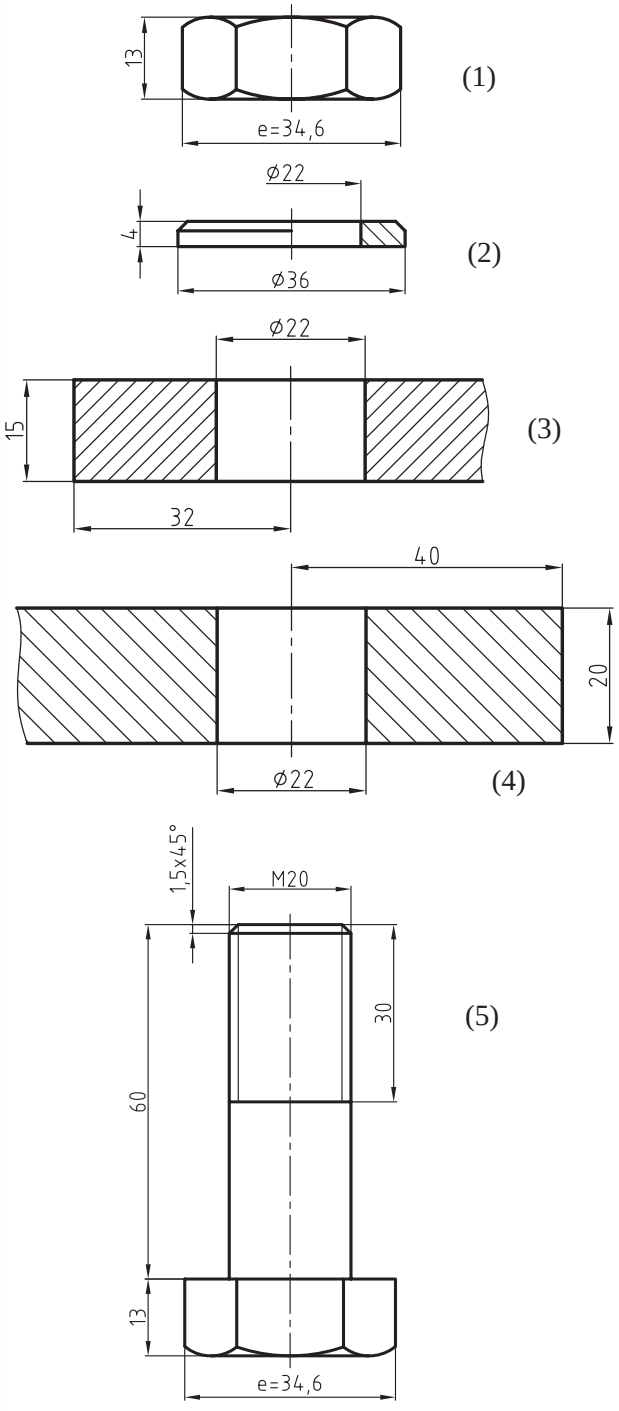
اتصالات پیچ و مهره‌ای یکی از متداول‌ترین نوع اتصالات در صنعت هستند. از اتصالات پیچ و مهره‌ای زمانی استفاده می‌شود که بخواهند قطعات را بارها از هم جدا و دوباره به‌هم وصل کنند. در زیر شما را با اتصالات مختلف پیچ و مهره‌ای آشنا می‌کنیم.

اتصال قطعات به‌وسیله پیچ و مهره سر شش‌گوش:

با نحوه ترسیم پیچ و مهره شش گوش قبلاً آشنا شدید. برای آشنایی با شیوه ترسیم اتصال دو قطعه به‌وسیله پیچ و مهره شش‌گوش به مثال زیر توجه کنید.

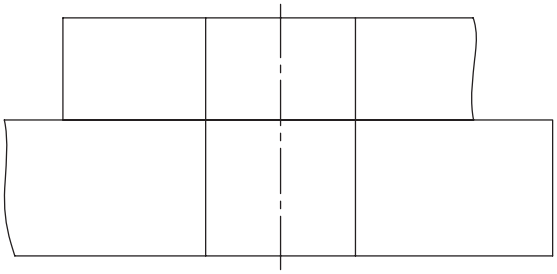
◀ **مثال:** اتصال قطعات ۱ و ۲ را به‌وسیله پیچ و مهره M20 شش‌گوش که در شکل‌های زیر معرفی شده‌اند از طریق ترسیم نشان دهید.

توجه کنید که در مواقعی از این اتصال استفاده می‌شود که سوراخ هر دو قطعه راه بدر باشند.



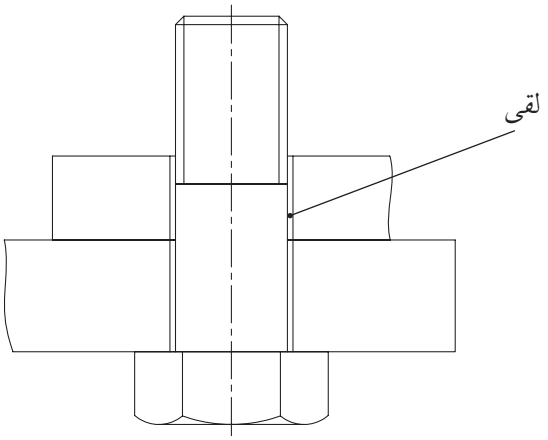
مراحل ترسیم

۱. قطعات شـماره ۱ و ۲ باید به‌گونه‌ای ترسـیم شوند که محورهـای دو سـوراخ در یک امتداد قـرار گیرند. برای آن‌کـه میله پیچ به‌راحتی از درون سـوراخ عبور کند، قطر سـوراخ کمی بزرگ‌تر از قطر میله پیچ سـاخته می‌شود. اندازه سوراخ معمولاً حدود $\frac{1}{10}$ بزرگ‌تراز اندازه میله پیچ در نظر گرفته می‌شـود. در این‌صورت یک لقی بین پیچ و سوراخ ایجاد می‌شود (شکل ۱).



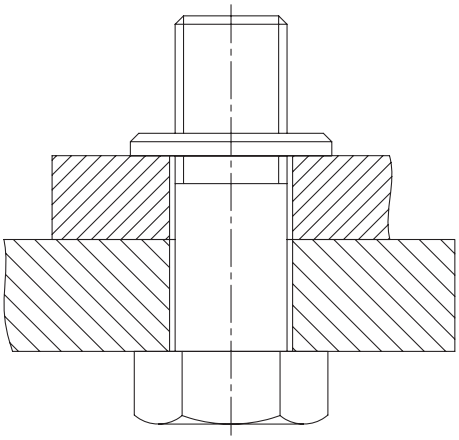
1

۲. پیچ شـش‌گوش شـماره ۳ از پایین سـطح قطعه ۱ در داخل سوراخ ها به‌گونه‌ای قرار داده می‌شود که محور آن با محور سـوراخ قطعات ۱ و ۲ در یک امتداد قرار گیرند. لقـی ایجاد شـده بین میله پیچ و سـوراخ‌ها در تصویر به وضوح دیده می‌شود (شکل ۲).



2

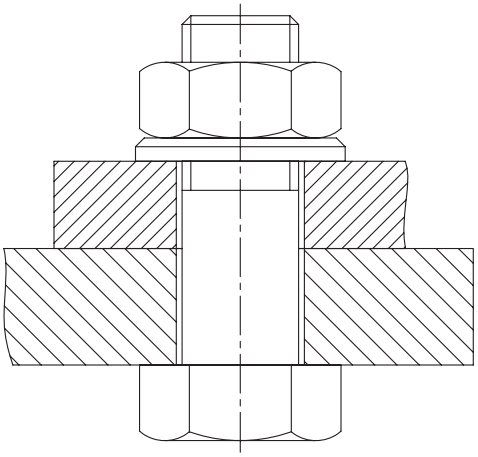
۳. برای جلوگیری از باز شـدن مهره و یک اتصال محکم، در زیر مهره، واشری قرار داده می‌شود (شکل ۳).



3

۴. با قرار دادن مهره از بالا روی واشـر یک اتصال محکم ایجاد می‌شود.

توجـه : پیـچ و مهـره و واشـر جـزء اسـتثنائات برش (بی‌برش‌ها) هسـتند. با وجودی که نقشه در حالت برش نشان داده شده، اما به‌دلیل قانون بی‌برش‌ها از ترسیم آن‌ها در حالت برش خودداری شده است (شکل ۴).

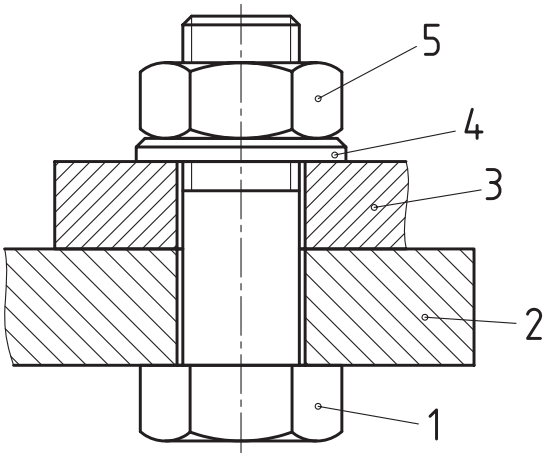


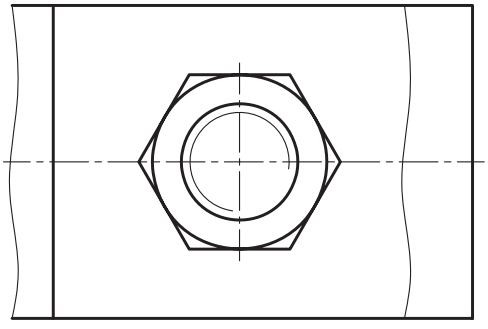
4

۵. نقشه را پررنگ، و سپس شماره‌گذاری می‌کنیم. بدین‌ترتیب با شیوه ترسیم اتصال دو قطعه به‌وسیله پیچ و مهره سرشش‌گوش همراه با واشر آشنا شدیم (شکل ۵).

نکته

در برش قطعاتی که در مجاور یا کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، دقت شود که جهت هاشور هر قطعه خلاف جهت هاشور قطعه‌ی دیگر ترسیم شود.





5

شماره‌گذاری قطعات

هر قطعه باید به‌وسیله شماره‌ای مشخص شود تا تمامی قطعات از یکدیگر به‌راحتی تشخیص داده شوند. چگونگی شماره‌گذاری طبق استاندارد DIN ISO 6433 به شرح زیر است.

– شماره باید با ضخامت خط اصلی نقشه نوشته شود.

– ارتفاع شماره دو برابر ارتفاع اعداد اندازه‌گذاری در نقشه باشد. در کاغذهای A4 و A3 باید برابر ۵ میلی‌متر نوشته شود.

– شماره‌ها باید عمود برخط افقی نقشه و در کنار خط راهنما (خط نشانه) نوشته شود.

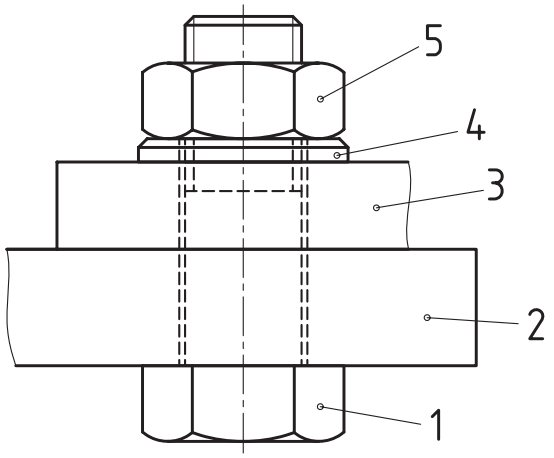
– هر شماره باید به‌وسیله یک خط راهنما (خط نازک) به قطعه مورد نظر وصل شود.ارتباط خط نازک با قطعه موردنظر به‌وسیله یک دایره‌کوچک به قطر تقریبی یک میلی‌متر توخالی یا توپر انجام می‌گیرد

.

نکته

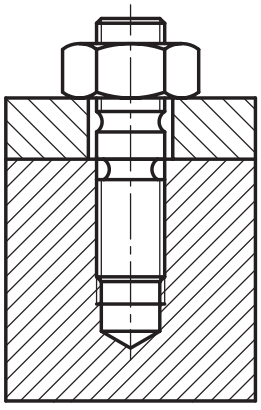
در مورد ترتیب و چگونگی قرار گرفتن شماره‌ها در بخش‌های بعدی توضیح بیشتری ارائه خواهد شد.

۶. شـکل زیر نقشـه اتصال مربوط را بدون برش نشـان می‌دهد. با مقایسـه دو نقشـه می‌توان فهمید که کدام‌یک ساده‌تر به نظر می‌رسد.



اتصال دو قطعه به‌وسیله پیچ دوسر دنده‌شده

در مواقعی که سوراخ یکی از قطعات راه بدر نباشد یا ابعاد قطعه به‌گونه‌ای باشد که نتوان میله‌ی پیچ را از سوراخ‌های هر دو قطعه عبور داد، در این‌صورت یکی از قطعات را که ضخامت بیشتری دارد، رزوه می‌کنیم، یعنی مهره‌ای در آن ایجاد می‌کنیم و با استفاده از پیچ دو سردنده همراه با واشر و مهره شش‌گوش یا چهارگوش اتصال را محکم می‌سازیم. شکل زیر شـیوه اتصال دو قطعه توسـط پیچ دوسردنده و مهره شـش‌گوش را نشـان می‌دهد. با توجه به شـکل ملاحظه می‌کنید که طول قسـمت دنده شده سوراخ مهره بزرگ‌تر از طول دنده پیچی است که درون آن قرار گرفته است.

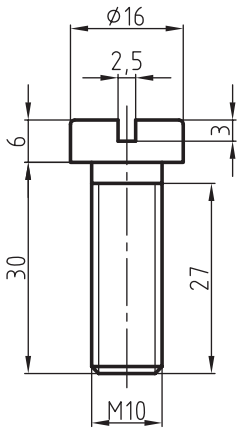


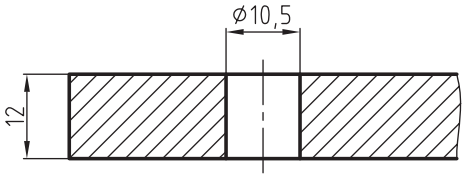
اتصال دو قطعه به‌وسیله پیچ سراستوانه‌ای

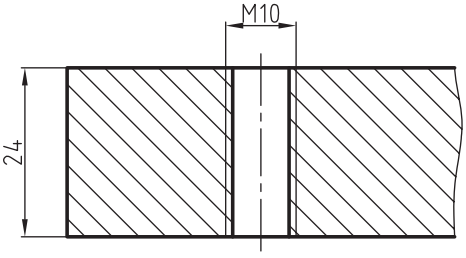
می‌خواهیم برای اتصال دو قطعه از پیچ سـر اسـتوانه‌ای M10 استفاده کنیم.

۱. نخسـت اندازه سـوراخ‌های پیچ را از جـدول پیچ‌ها اسـتخراج، و آن‌هـا را در حالت برش، مانند شـکل زیر، رسم می‌کنیم.

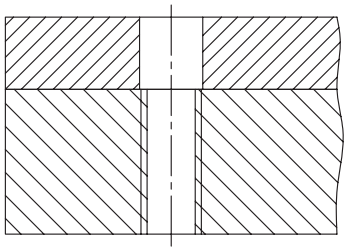
۲. مشـخصات پیچ سراستوانه‌ای M10 را از جدول پیچ‌ها اسـتخراج می‌کنیم و آن‌را رسـم، و سـپس اندازه‌گذاری می‌کنیم.



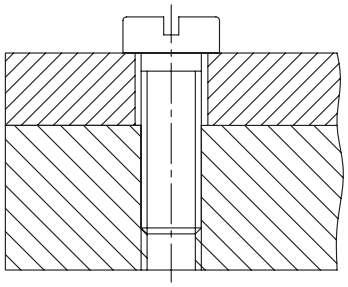




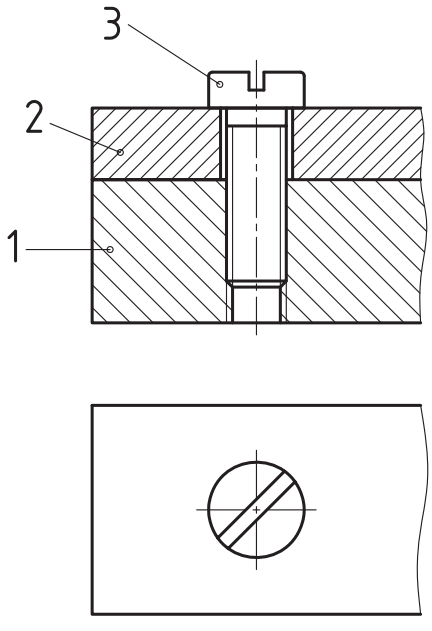
۳. پیچ‌ها را درون سوراخ قرار می‌دهیم و ترسیم را کامل می‌کنیم. شیار گل‌پیچ در نمای سطحی طبق استاندارد با زاویه ۴۵° رسم می‌شود. در شکل‌های زیر مراحل اتصال قطعات را ملاحظه می‌کنید.



(۱)

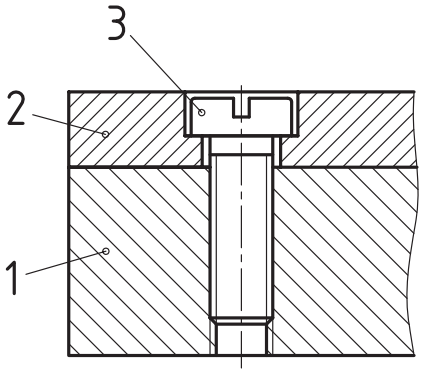


(۲)



(۳)

شکل زیر نوعی دیگر از کاربرد پیچ سراستوانه‌ای را نشان می‌دهد.



گل پیچ در داخل خزینه استوانه‌ای و هم سطح با سطح قطعه کار قرار می‌گیرد. این کار باعث می‌شود تا از بروز مشکلات احتمالی جلوگیری شود.

اتصال دو قطعه به‌وسیله پیچ سرخزینه

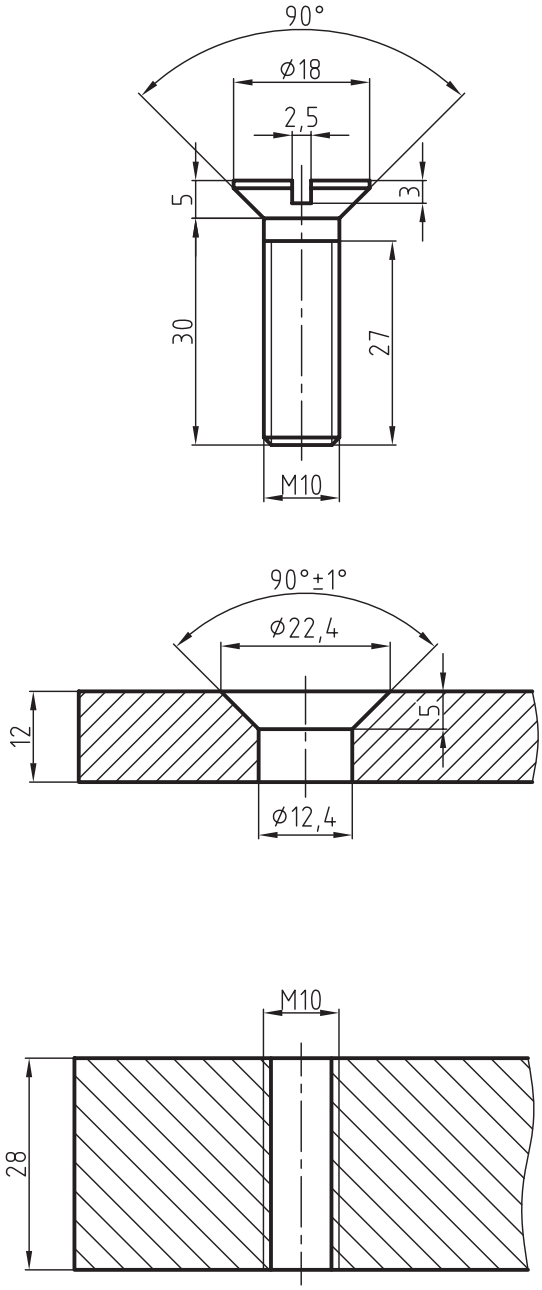
برای ترسیم اتصال دو قطعه به‌وسیله پیچ سرخزینه M10 مانند پیچ‌های سراستوانه‌ای عمل می‌کنیم.

۱. اندازه سوراخ پیچ و خزینه را از جدول مربوطه استخراج، و آن‌را در حالت برش رسم می‌کنیم.

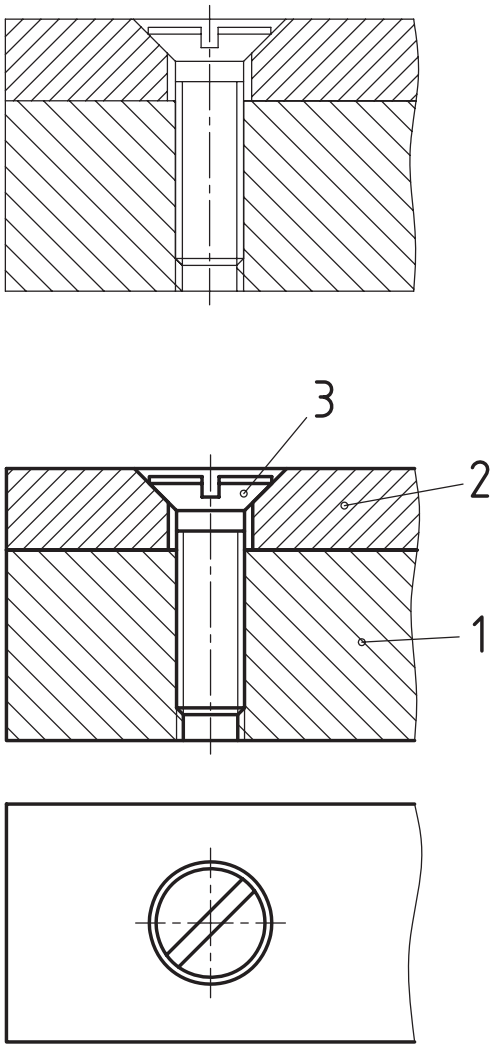
۲. پیچ سرخزینه را با توجه به اندازه‌های استخراج شده از جدول ترسیم می‌کنیم.

شکل‌های زیر نحوه ترسیم پیچ ، مهره و سوراخ مهره را به طور جداگانه نشان می‌دهد.

۳. با قرار دادن پیچ در داخل سوراخ، اتصال کامل خواهد شد. شیار گل پیچ مانند پیچ سراستوانه‌ای تحت زاویه ۴۵° رسم می‌شود.



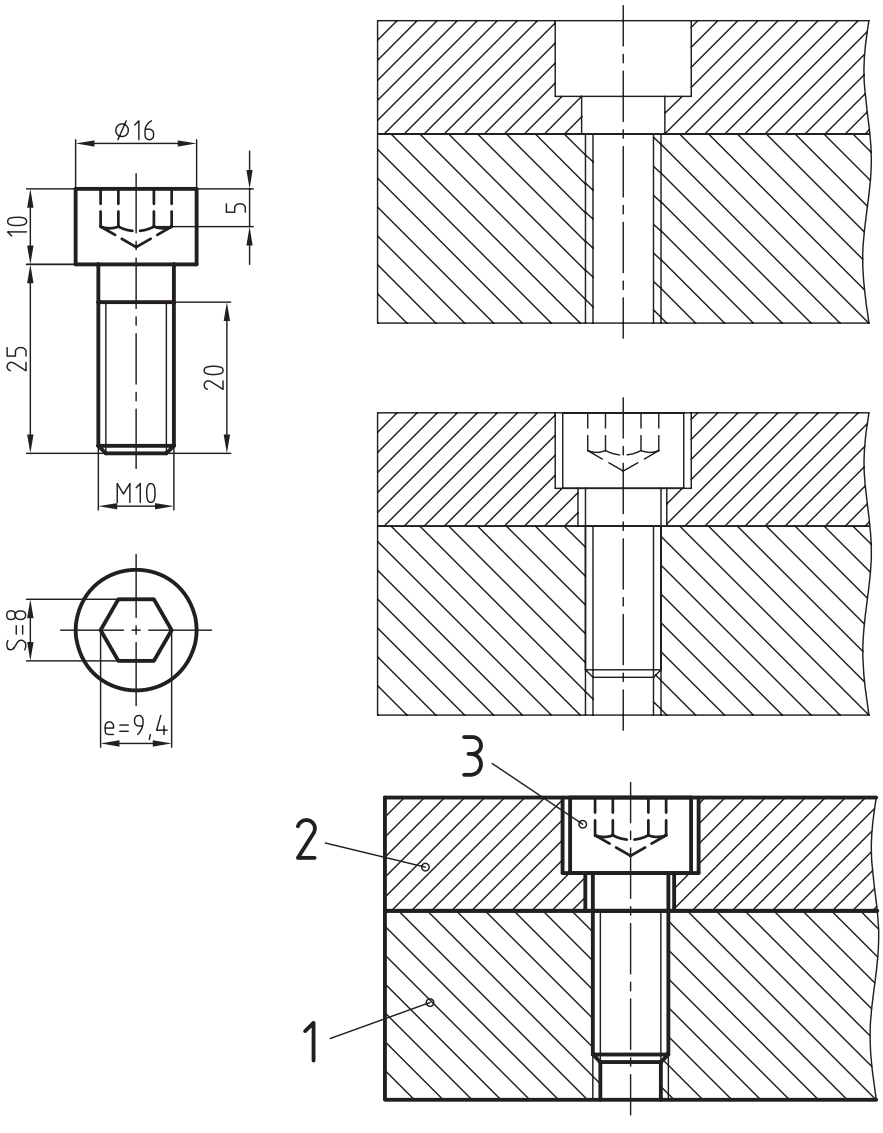
در شکل‌های زیر با روش ترسیم پیچ سرخزینه آشنا می‌شوید.



اتصالات قطعات به‌وسیله پیچ‌های آلن

ایجاد خزینه شش‌گوش در بالای گل پیچ، محل قرار گرفتن آچار آلن است. به‌وسیله این نوع پیچ می‌توان اتصال محکمی را به‌وجود آورد. گل پیچ در داخل خزینه استوانه‌ای که در قطعه کار ایجاد می‌شود، قرار می‌گیرد

و باعــث جلوگیری از بروز مشــکلات احتمالی می‌گردد. برای رسم یک اتصال محکم به‌وسیله پیچ M10 ابتدا ابعاد و مشــخصات خزینــه آن و همچنین ســوراخ‌های پیچ را استخراج می‌کنیم و سپس به ترسیم محل سوراخ‌های پیچ در حال برش می‌پردازیم. در پایان با ترسیم پیچ در جایگاه خود نقشه را کامل می‌کنیم.



نکته

پیچ و آچار آلن از نام سازنده آن یعنی آلن(Alen) گرفته شده است.

دستور کار

هدف: ترسیم یک اتصال پیچ و مهره‌ای

(۳۰ دقیقه)

مشـــخصات: با اســـتفاده از پیچ سر شش‌گوش M10 و واشـــر، دو قطعه نشان داده شده در شکل زیر را به هم متصل کنید.

پس از ترسیم، شماره قطعات را مشخص، و سپس اندازه‌گذاری کنید. شکل با مقیاس 1:1 رسم شده است.

ابتدا مشخصات لازم پیچ و واشر را از جدول پیچ و مهره‌ها و همچنین از جدول واشرها استخراج می‌کنیم.

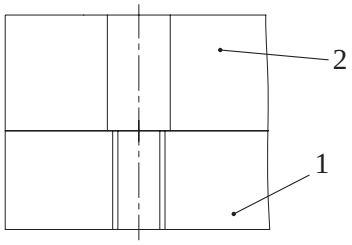
مشخصات پیچ: $e=19.6$ $k=7$ $L=40$ $b=18$ (طول رزوه)

مشخصات واشر: $S=2$ ضخامت واشر $d_1=10.5$ قطر داخلی $d_2=21$ قطر خارجی

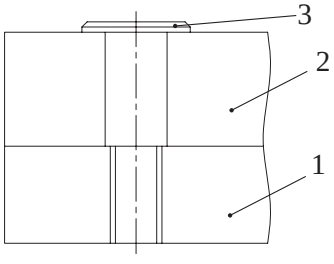
– کاغذ A4 را به‌طور عمود ببندید و سپس کادر را رسم کنید.

مراحل ترسیم

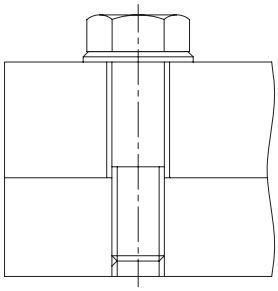
۱. نخست محورهای دو قطعه را در یک امتداد قرارداده و سپس دو قطعه را بر هم منطبق می‌سازیم و مطابق شکل با خط پر نازک و بدون هاشور رسم می‌کنیم.



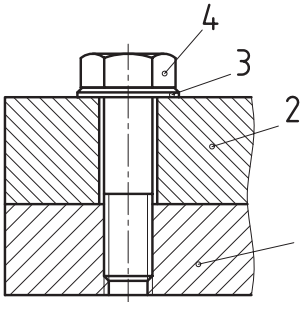
۲. واشر را در بالای قطعه شماره ۱ قرار می‌دهیم به طوری که محور آن در امتداد محور سوراخ باشد.



۳. پس از قراردادن واشر، پیچ را در محل استقرار خود قرار داده و آن‌را محکم می‌بندیم.



۴. خطوط اضافی را پاک می‌کنیم، پس از رسم هاشور نقشه را پر رنگ، و شماره قطعات را مشخص می‌سازیم.



ارزشیابی پایانی

◄ نظری

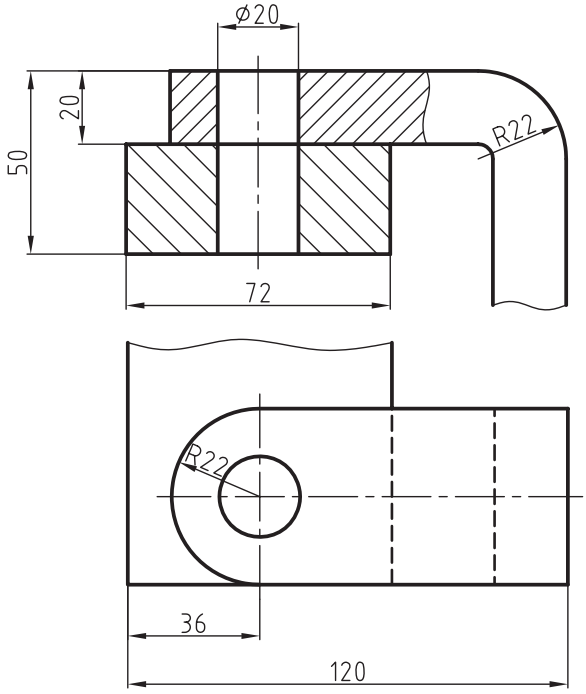
۱. مفهوم اتصال قطعات را توضیح دهید و انواع آن‌ها را نام ببرید.

۲. اتصالات جدانشدنی را توضیح دهید.

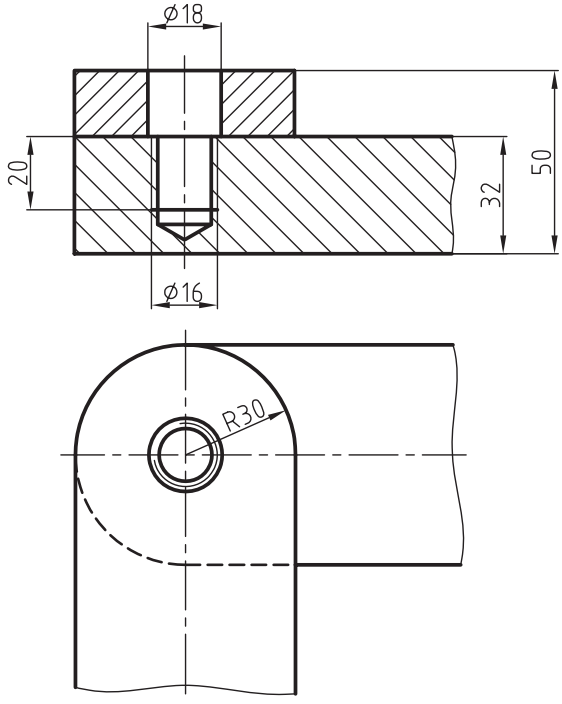
۳. اتصال با پیچ و مهره را توضیح دهید و انواع آن‌را نام ببرید.

عملی

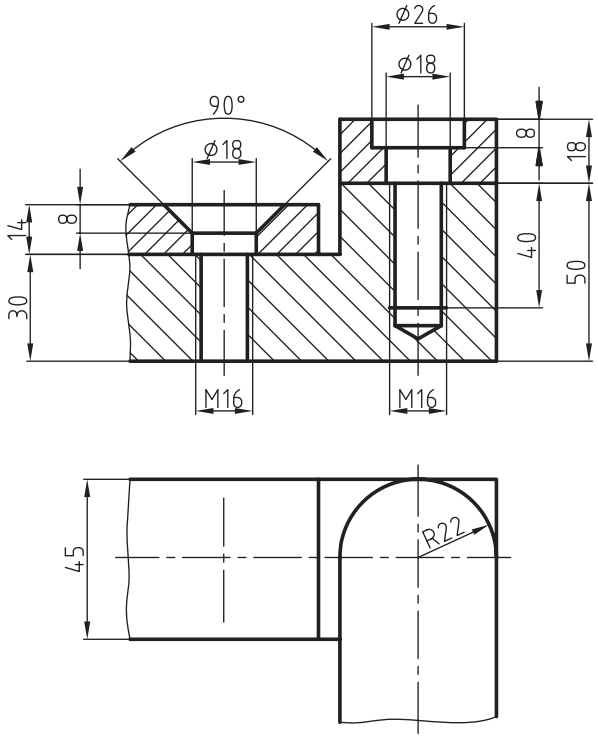
۱. اتصال دو قطعه نشان داده شده در شکل زیر را به‌وسیله پیچ ومهره M18 روی یک برگ کاغذ A4 با مقیاس 1:1 ترسیم، و شماره‌گذاری کنید. اندازه‌های پیچ و مهره، همچنین واشر آن‌را از جدول‌های مربوطه استخراج کنید.



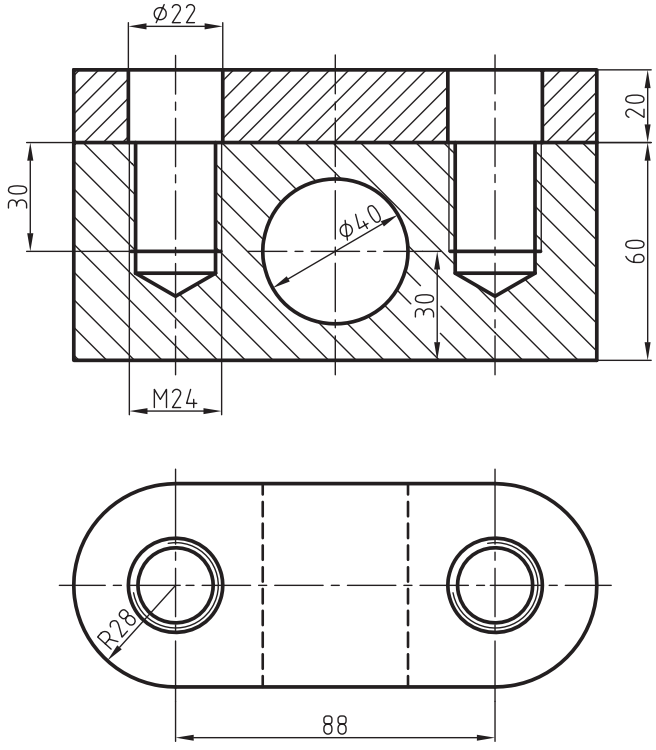
۲. نقشــه اتصال قطعات شــکل زیر را به‌وسیله یک پیچ سر شش‌گوش M16 و واشر مناسب با مقیاس 1:1 روی یک برگ کاغذ A4 رسم کنید.



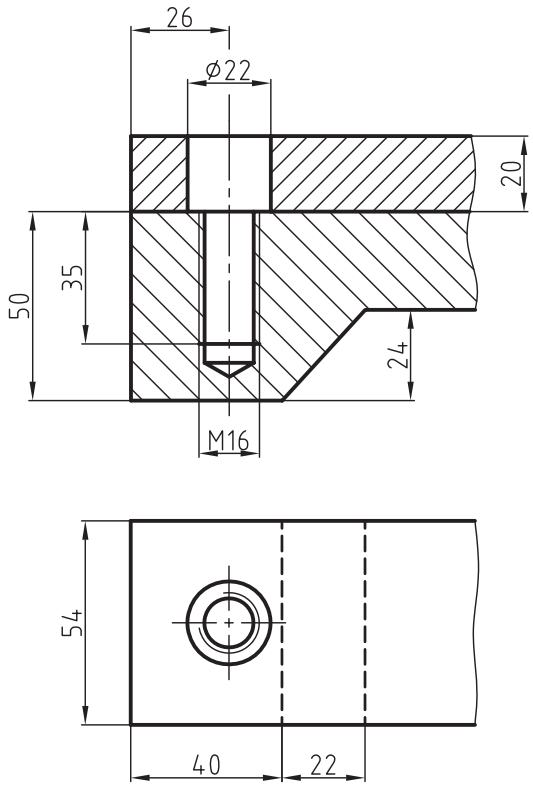
۳. برای اتصال شکل زیر از پیچ‌های سرخزینه و سراستوانه M16 استفاده کنید و سپس نقشه را با مقیاس 1:1 رسم و شماره گذاری کنید.



۴. اتصال شـــکل روبه‌رو را با پیچ‌های ســـر چهارگوش M24 کامل، و آن‌را با مقیاس 1:1 روی یک برگ کاغذ A4 در دو نمای روبه‌رو و افقی ترســـیم کنید. شـــما می‌توانید اطلاعات و مشـــخصات مربوط به پیچ‌های سر چهارگوش را از جدول پیچ‌ها تعیین کنید.



۵. با استفاده از پیچ آلن سرخزینه شش‌گوش قطعات شکل زیر را به‌هم ببندید. نقشه اتصال را در دو تصویر روبه‌رو و افقی با مقیاس 1:1 روی یک برگ کاغذ A4 رسم کنید.



توانایی ترسیم نقشه‌های ترکیبی

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

- نقشه‌های ترکیبی را توضیح دهد.
- کاربرد نقشه‌های ترکیبی را شرح دهد.
- اصول ترسیم نقشه‌های ترکیبی را توضیح دهد.
- جدول نقشه‌های ترکیبی را تعریف کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۴	۶	۱۰

پیش‌آزمون

۱. نقشه ترکیبی را تعریف کنید.

۲. در چه مواقع از نقشه ترکیبی استفاده می‌شود؟

۳. آیا نقشه‌ی ترکیبی را فقط درسه‌نما ترسیم می‌کنند؟

۴. جدول ترکیبی چه نوع جدولی است و در کدام نقشه مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۵. اصولاً برای ساخت یک مجموعه فقط از نقشه ترکیبی استفاده می‌شود؟

۶. شماره‌گذاری روی نقشه‌های ترکیبی برای چیست؟

۷. آیا می‌توان یک نقشه ترکیبی را در حالت برش ترسیم کرد؟

۸. موارد مهم در یک جدول ترکیبی کدام‌اند؟ توضیح دهید.

۹. آیا کارخانجات مختلف از یک نوع جدول ترکیبی استفاده می‌کنند؟

۱۰. با توجه به نقشه شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

– نام نقشه چیست؟

– چرا هاشور در دو جهت مختلف ترسیم شده است؟

– آیا می‌توانید نام مجموعه را حدس بزنید؟

– آیا می‌توانید نام قطعات شماره ۱ تا ۶ را بنویسید؟

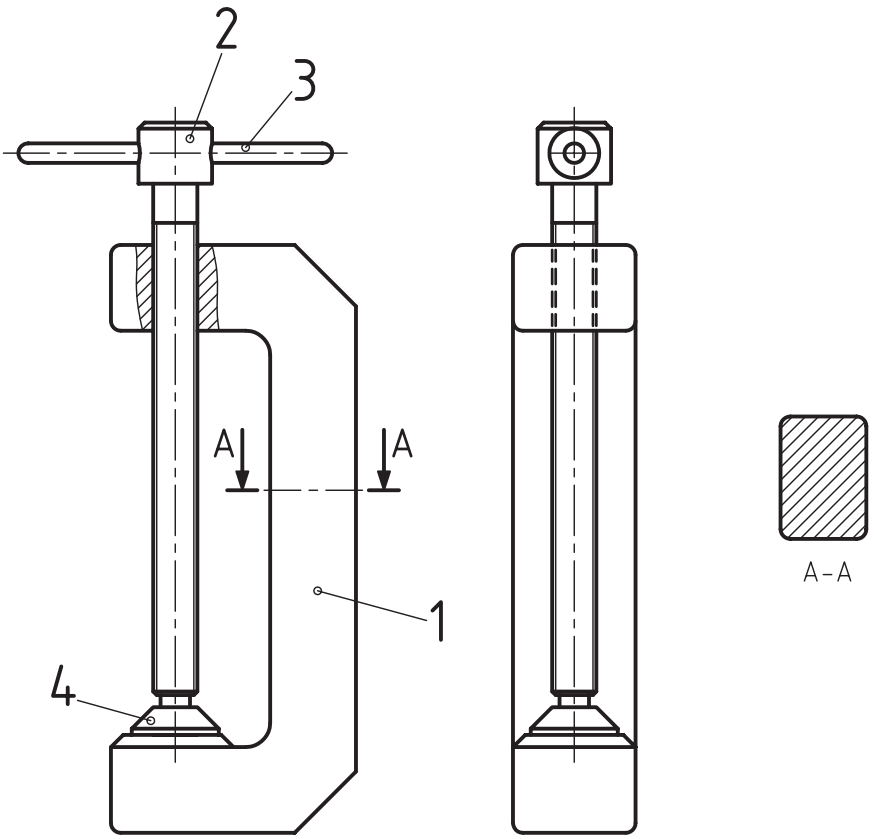
– کاربرد مجموعه را تعریف کنید.

نقشه‌های ترکیبی

نقشه ترکیبی به نقشه مجموعه‌ای از قطعات گفته می‌شود که برای انجام کار خاصی ساخته شده و به‌هم متصل یا بسته می‌شوند.

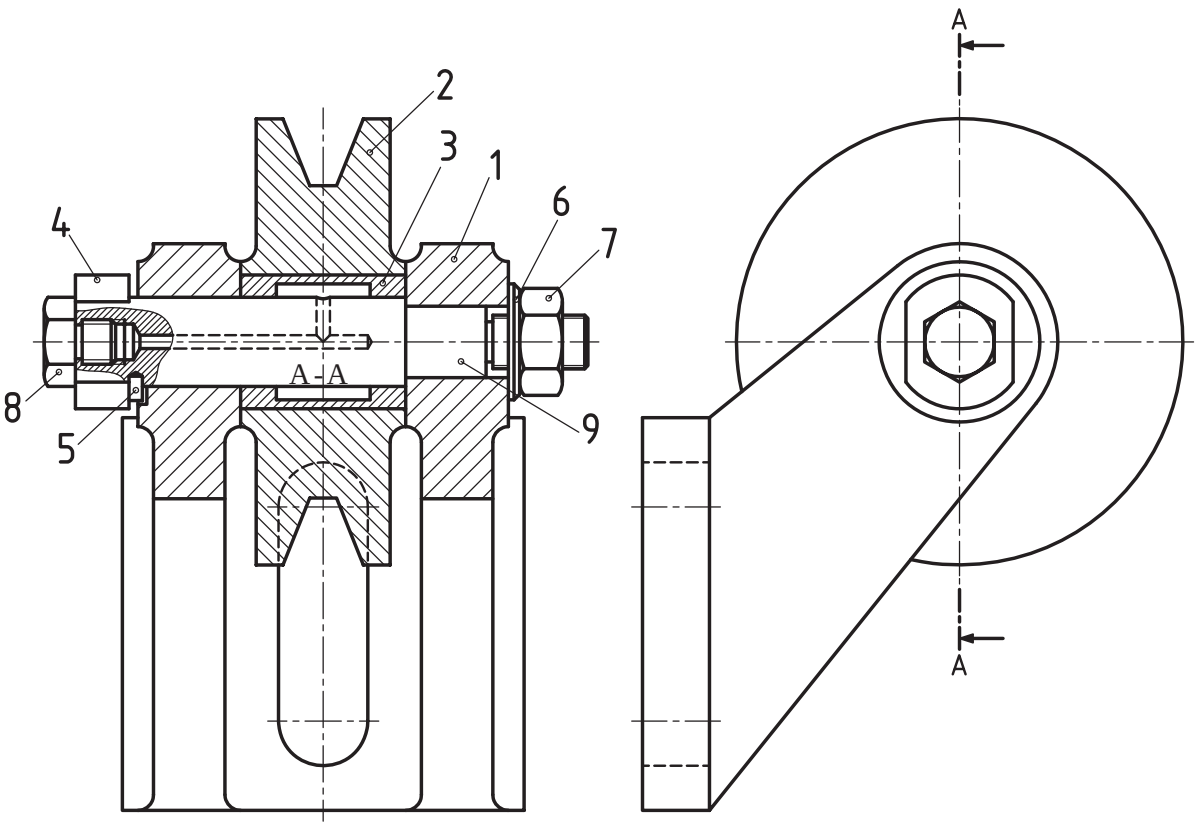
شکل زیر نقشه یک گیره دستی را نشان می‌دهد که در یک نما معرفی شده است که برای بستن یا چسباندن دو یا چند قطعه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با چرخاندن دسته‌ی شماره ۱ در جهت یا خلاف جهت عقربه‌های ساعت، پیچ شماره ۳ به‌سمت بالا یا پایین حرکت می‌کند. بدین‌ترتیب قطعات کار را که بین سطح تخت قطعه ۱ و صفحه فشاردهنده شماره ۴ قرار می‌گیرند را می‌توان بسته و باز کرد.



عمل باز و بسته کردن توسط پیچ شماره ۳ صورت می‌گیرد.

[شکل زیر یک دستگاه انتقال حرکت پولی را نشان می‌دهد که در دو نما معرفی شده است. قطعه‌ی شماره ۱ که بدنه یا پایه نامیده می‌شود را می‌توان روی بدنه دستگاه و یا در جایی‌که مورد نیاز اســت، محکم بست. بوش شماره ۳ و ســوراخ پولی شماره ۲ که دارای یک انطباق پرسی است، می‌تواند حول محور شماره ۴ گردش کند و به‌همراه پولی شماره ۲ کار انتقال حرکت را انجام دهد. با کمی توجه به شکل ملاحظه کنید که عمل اتصال قطعات به‌وسیله پیچ و مهره صورت گرفته است.

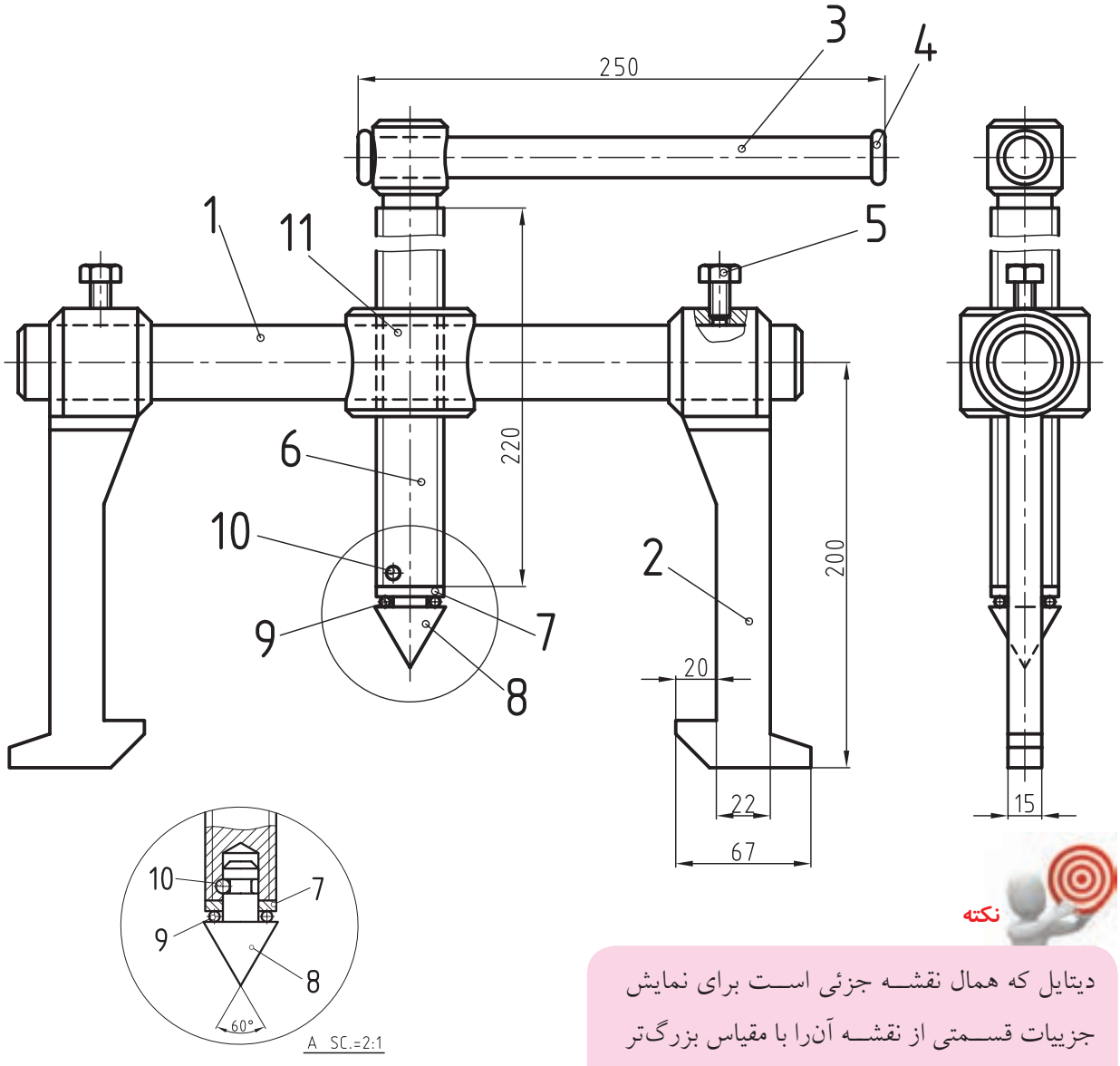


در شـکل زیر نقشـه مجموعه یـک دسـتگاه پولی‌کش (فولی‌کش) را ملاحظه می‌کنید که در دو تصویر روبه‌رو و نیم‌رخ با مقیاس 1:2 رسم شده است.

دیتال A، نقشـه جزئی قطعات شـمارهای ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ اسـت که با مقیاس بزرگ‌تری ترسیم شده است. در نقشه جزئی مشخصات قطعات ۶ تا ۱۰ به‌طور کاملاً دقیق نشان داده شده‌است.

دسـتگاه‌های پولی‌کش برای خارج ساختن چرخ‌دنده، پولی، بوش و غیره از محورهایشـان مورد اسـتفاده قرار می‌گیرند و با توجه به ابعاد و سـاختمان محور و چرخ از دو، سـه و یا چهار فک، در اندازه‌های گوناگونی سـاخته می‌شوند.

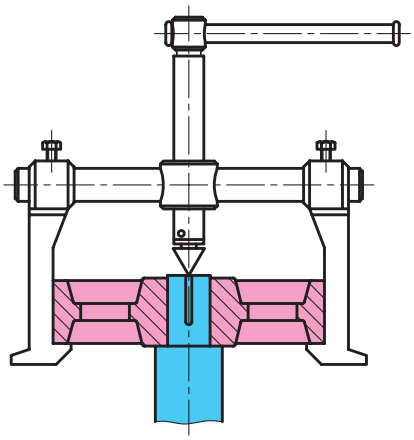
در پولی‌کش شـکل زیر فک‌های شـماره ۲ می‌توانند روی بدنه شـماره ۱ جابه‌جا شده و سـپس به‌وسیله پیچ شـماره ۵ در جای خود تثبیت شوند. پیچ شماره ۶ که در داخل مهره ایجاد شده، در بدنه شماره ۱۱



نکته

دیتایل که همال نقشـه جزئی اسـت برای نمایش جزییات قسـمتی از نقشـه آن‌را با مقیاس بزرگ‌تر رسم می‌کنند.

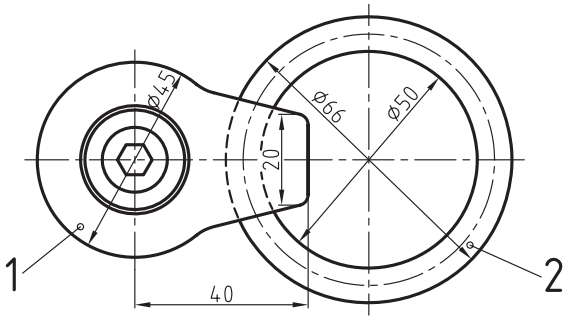
روش استفاده از پولی‌کش و چگونگی خارج کردن چرخ از محور را در شکل زیر ملاحظه می‌کنید. برای آشنایی با طرز کار آن به توضیحات زیر توجه کنید:

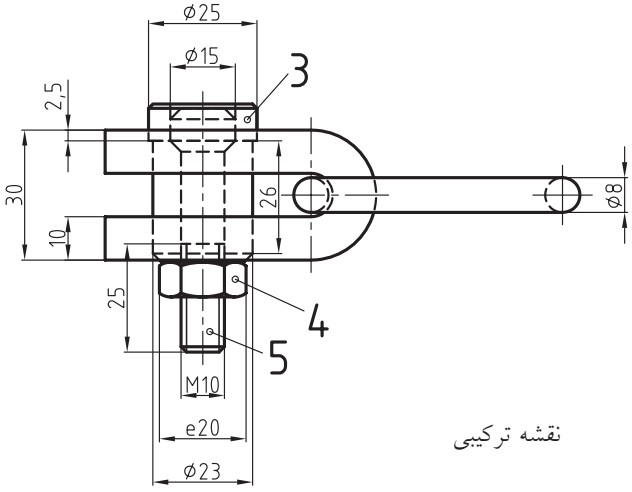


رأس مخروط شماره ۸ در مرکز محور قرار داده می‌شود. فاصله بین دو فک باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که زبانه فک در پشت چرخ، مطابق شکل، قرار گیرد.

تسمه شماره ۳ را در جهت عقربه ساعت چرخانده تا پیچ شماره ۶ به‌طرف پایین حرکت کند و نیرویی به محور وارد شود که آن‌را در راستای خود به پایین فشار دهد. این کار باعث می‌شود تا زبانه فک‌ها نیرویی در جهت عکس به چرخ وارد کنند که این نیرو سبب خارج شدن آن از محور می‌گردد.

نیاز اساسی برای مهندسین و تولیدکنندگان در صنعت به‌حساب می‌آید. یک نقشه‌کش ماهر باید از توانایی خوبی در ترسیم نقشه‌های ترکیبی برخوردار باشد.





نقشه ترکیبی

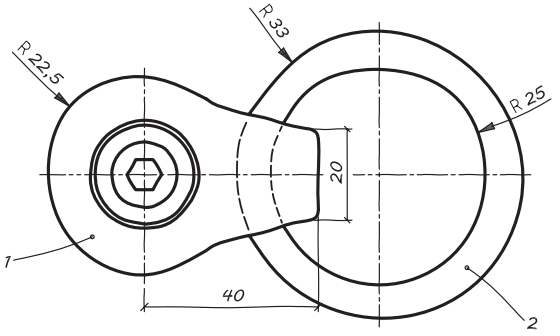
کاربرد نقشه‌های ترکیبی

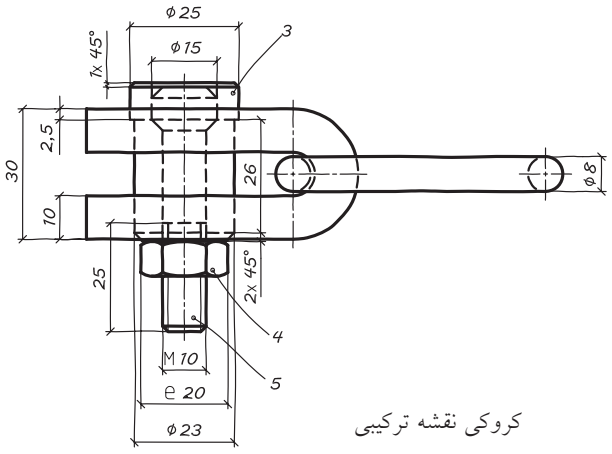
اصولاً برای طراحی یک دستگاه، آشنایی با طرز کار آن جهت انجام تعمیرات احتمالی و همچنین سوار کردن قطعات، به نقشه‌های ترکیبی نیاز است. با داشتن نقشه‌های ترکیبی می‌توان ارتباط بین قطعات، وظیفه هر قطعه را از دیگری تشخیص داد. به‌همین دلیل نقشه‌های ترکیبی یک

کاربرد نقشه‌های ترکیبی در طراحی

فرض کنید هدف، طراحی یک قلاب یا یک حلقه اتصال است. طراح فکر خود را به‌صورت اسکچ(ترسیم نقشه با دست آزاد) (کروکی) معرفی می‌کند. برای ارتباط دقیق بین قطعات و بررسی آن، کروکی باید به‌صورت یک نقشه ترکیبی ارائه شود.

در شکل‌های زیر کروکی ارائه شده و نقشه ترکیبی آن‌را ملاحظه می‌کنید.





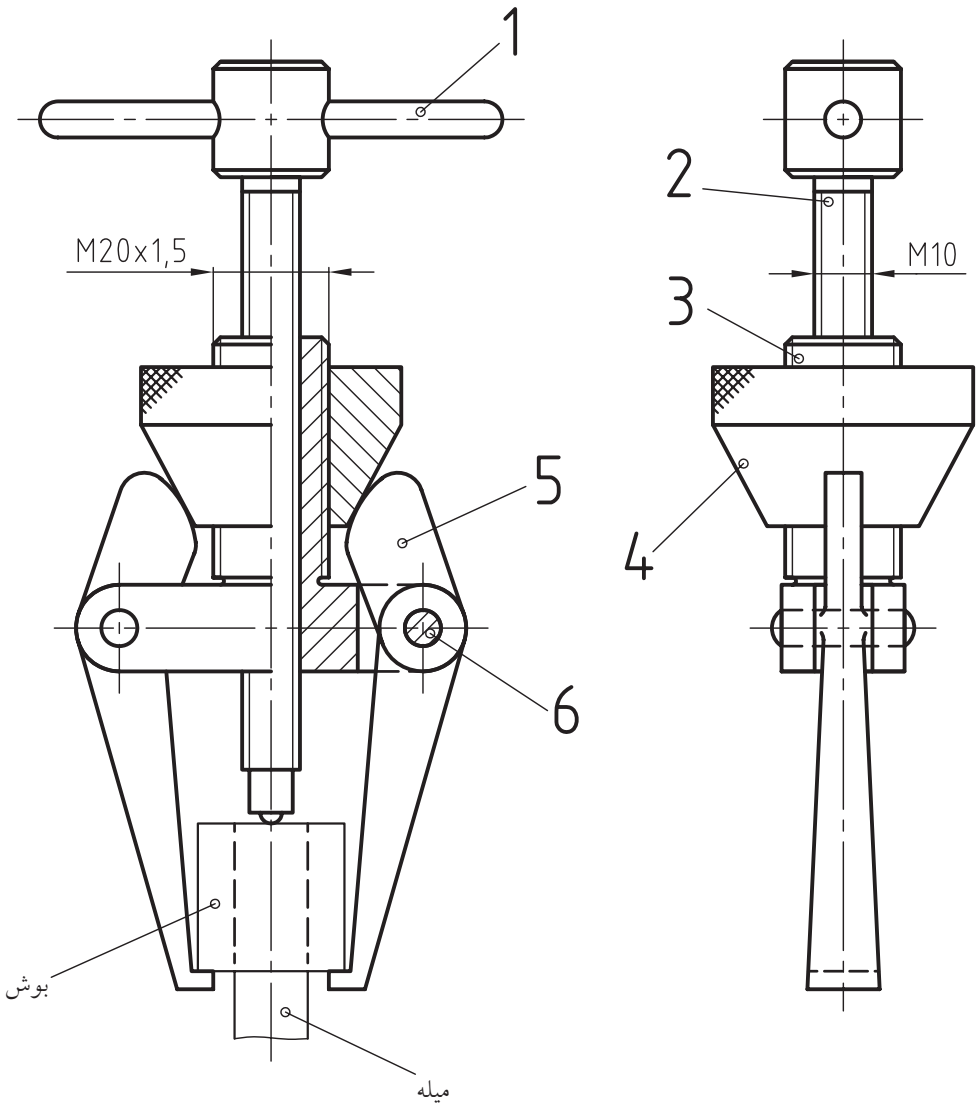
کروکی نقشه ترکیبی

سوار و پیاده کردن دستگاه‌ها

اصولاً از روی یک نقشه ترکیبی می‌توانیم با طرز کار یک دستگاه و نحوه اتصال قطعات آن آشنا شویم. همچنین قطعات آن‌را روی هم سوار و یا از هم جدا کنیم و در صورت لزوم به تعمیر آن بپردازیم.

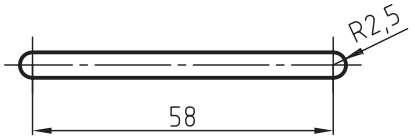
با توجه به مطالب گفته شده، ساختمان و طرز کار یک دستگاه و قطعات مربوط به آن به‌وسیله یک نقشه ترکیبی معرفی می‌شود. از این‌رو یک نقشه‌کش باید به شیوه‌ی ترسیم یک نقشه ترکیبی به‌خوبی آشنا باشد و نیز بتواند قطعات آن را پیاده سازد و در تصاویر لازم ترسیم کند.

شکل زیر نقشه دستگاهی را در دو نما با مقیاس 1:1 رسم شده، نشان می‌دهد. آیا می‌توانید نام دستگاه را حدس بزنید؟ با کمی توجه به شکل، با نام قطعات، شکل هر قطعه و طرز کار دستگاه آشنا می‌شوید.

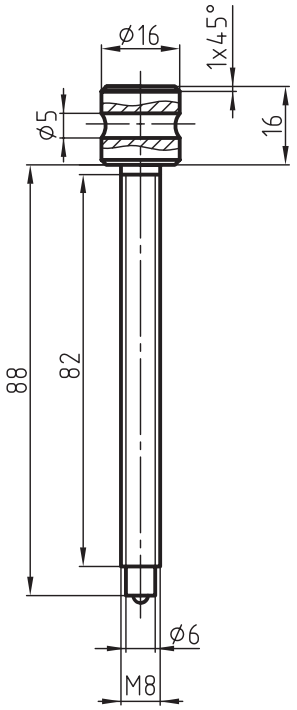


نام قطعات و طرز کار آن‌ها

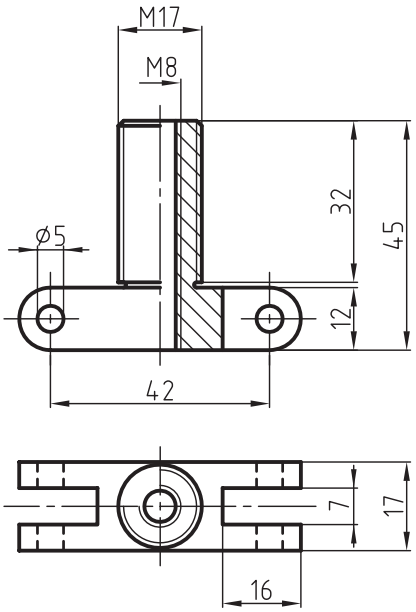
قطعه شماره ۱ دسته است. از دسته برای باز کردن و بستن پیچ شماره ۲ استفاده می‌شود.



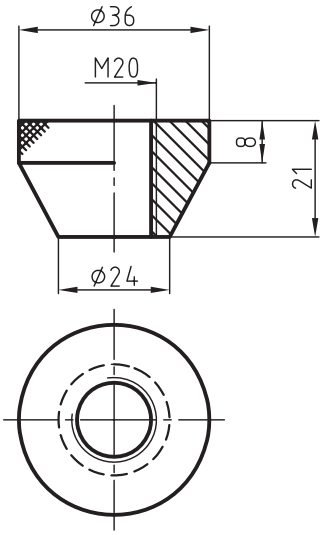
قطعه شماره ۲ پیچ M10 است که با سوراخ مهره شده بدنه شماره ۳ درگیر است . پیچ شماره ۲ فقط دارای حرکت دورانی است و به‌وسیله دسته شماره ۱ می‌تواند در جهت عقربه‌های ساعت و یا خلاف آن بچرخد.



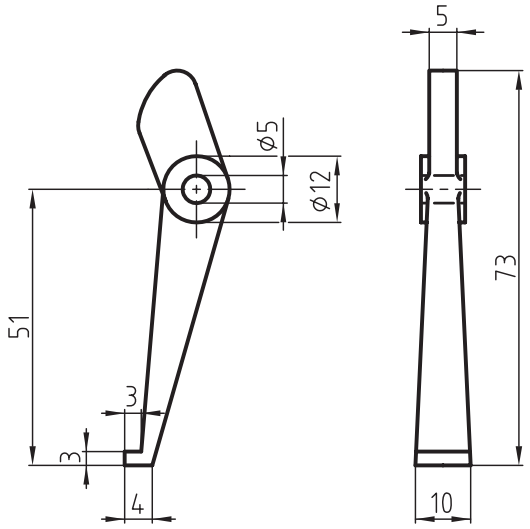
به طراحی بدنه قطعه شماره ۳ توجه کنید. زبانه‌های شماره ۵ در داخل شیار بدنه قرار گرفته و به‌وسیله دو عدد پین شماره ۵ ازطرفین به آن متصل شده‌اند. درگیری سوراخ مهره شده با پیچ شماره یک حرکت طولی را در آن ایجاد می‌کند و در نتیجه می‌توانند با قطعات شماره ۴ و ۵ به طرف بالا و پایین حرکت کنند.



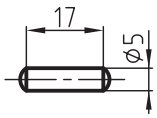
مهره شماره ۴ که با پیچ M20 قطعه ۳ درگیراست، برای تنظیم و تثبیت فاصله بین دو فک بازوهای شماره ۵ مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای این منظور سطح مخروطی آن باید با منحنی سطح بالای قطعه‌ی شماره ۵ در حالت تماس قرار گرفته باشد.



قطعــه شــماره ۵ یا بازوها که تعداد آن‌ها دو عدد اســت، به‌وســیله پین شماره ۶ به بدنه شــماره ۳ وصل می‌شود.



این بازو می‌تواند حول پین شماره ۶ حرکت کند. با توجه به ابعاد موردنیــاز فاصله‌ی بین دو فک تنظیم و با مهره‌ی شماره ۴ تثبیت می‌شود. پین شماره ۶ برای اتصال بازوی شماره ۵ به قطعه‌ی شماره ۳ به‌کار رفته‌است. تعداد آن دو عدد است.



آشنایی با طرز کار یک دستگاه

با نام قطعات و طرز کار آن‌ها آشنا شدید. طرز کار دستگاه بسیار ساده اســت. همان‌طور که در شکل نشان داده شده کار دســتگاه، خــارج کردن بوش از محور اســت. بدیهی اســت کــه بین بوش و محور یک انطباق پرســی ســبک برقراراست. برای آشنایی با طرز کار دستگاه به توضیحات زیر توجه کنید.

زبانه پیچ شــماره ۳ را در سطح بالای محور و درست در مرکز آن قرار می‌دهیم.

ســطح بالای فک‌های شــماره ۶ را در سطح زیرین بوش قرارمی‌دهیم و ســپس فاصله بیــن آن‌ها را تنظیم می‌کنیم. این فاصله‌ها به‌وسیله مهره شماره ۴ تثبیت می‌گردد.

با چرخاندن دســته شماره ۱ در جهت عقربه ساعت، بدنه شماره ۳ با بازوهای شماره ۶ به سمت بالا حرکت می‌کنند و در نتیجه بوش را از محور خارج می‌سازند.

با توجه به توضیحات داده شده، کار دستگاه خارج کردن بوش، پولی یا چرخ از محور است.

اصول ترسیم نقشه‌های ترکیبی

همان‌طور که در بحث قبلی توضیح داده شــد، وظیفه هر نقشــه ترکیبی، معرفی دقیق ســاختمان یک دستگاه، طرز کار هر قطعه و شــیوه اتصال آن‌هاست، بنابراین نقشه باید به‌گونه‌ای ترسیم شود که این اهداف را به‌خوبی بیان کند. برای ترسیم یک نقشه ترکیبی توجه به نکات زیر ضروری است:

شماره‌گذاری

برای تشــخیص قطعات لازم اســت نقشه شــماره‌گذاری شــود. یعنی هر قطعه باید با یک شــماره مشخص شود. شــماره‌گذاری باید دارای نظم خاصی باشد و سعی شود به‌ترتیب سوار کردن یا پیاده‌سازی قطعات نوشته شود.

با شــماره‌گذاری می‌تــوان تعداد قطعــات موجود در هر دستگاه را مشــخص کرد. توجه داشته باشید که برای هر

قطعه یک شـماره در نظـر بگیرید و از تکرار شـماره‌ها خودداری کنید.

برش

برای درک و تشخیص جزییات یک نقشه ترکیبی از برش استفاده می‌کنند. شیوه‌ی ترسیم برش در ارائه یک نقشه‌ی ترکیبی واضح و گویا از اهمیت زیادی برخوردار اسـت. برای ترسیم یک برش در نقشه‌ای پیچیده، می‌توان از چند روش مختلف بهره گرفت.

۱. اسـتاندارد مربوط به شـماره‌گذاری قطعات در مبحث اتصالات توضیح داده شده است.

۲. جهت هاشـور برش‌ها در قطعات مجاور که برخلاف یکدیگر ترسیم می‌شوند، به ما کمک می‌کنند تا با مشخصات و جزئیـات تک‌تک قطعات بهتر آشـنا شـویم. از مزایای دیگر برش، حذف تعداد زیادی از خط‌چین‌هاست.

۳. نقشـه ترکیبـی باید در تصویرهای لازم رسـم شـود، به‌طوری‌کـه هم قطعات موجود را به وضوح نمایش دهد و هم روش کارکرد آن‌ها را معرفی کند. با توجه به ترکیب قطعات می‌توان قطعه را در یک، دو یا سه‌نما ترسیم کرد. در صورت لزوم از تصویرهای کمکی نیز می‌توان استفاده کرد.

اندازه‌گذاری

یک نقشـه ترکیبی باید به‌گونه‌ای اندازه‌گذاری شـود که اندازه‌ی همـه‌ی قطعات و همچنین ابعـاد کلی مجموعه قابل استخراج باشد. به‌همین جهت نمایش اندازه‌ها به دو صورت زیر امکان‌پذیر است.

الف) نقشـه به‌طـور کامل اندازه‌گذاری شـود. این روش اندازه‌گذاری اولاً باعث شـلوغی نقشه می‌شود و ثانیاً در همه نقشه‌ها امکان‌پذیر نیست.

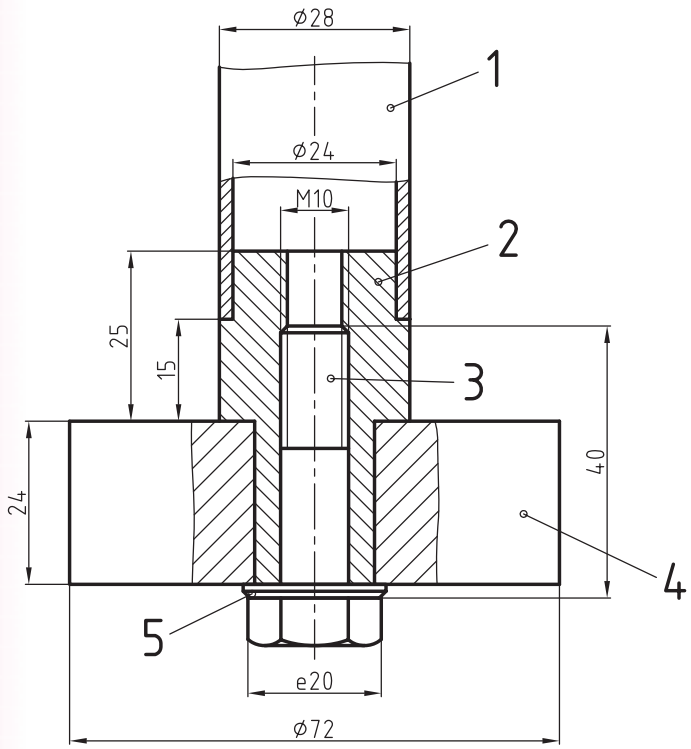
ب) اندازه‌هـای لازم مانند ابعاد، همچنین طول، عرض و ارتفاع مجموعه روی نقشه نمایش داده شود.

در شـکل زیر نقشه دستگاهی دیده می‌شود که در یک‌نما و برش موضعی ترسیم شده است. به شیوه اندازه‌گذاری، جهت هاشـور و شـماره قطعات توجه کنید و سـپس به هریک از پرسـش‌ها به‌صورت منطقی و با ذکر دلیل پاسخ دهید.

آیا نمای معرفی شـده برای تجزیه و تحلیل قطعات کافی است؟

اندازه‌های ارائه‌شده برای تعیین اندازه کلیه قطعات کافی است؟

آیا جهت هاشورها می‌توانند هر یک از قطعات را به‌درستی معرفی کنند؟

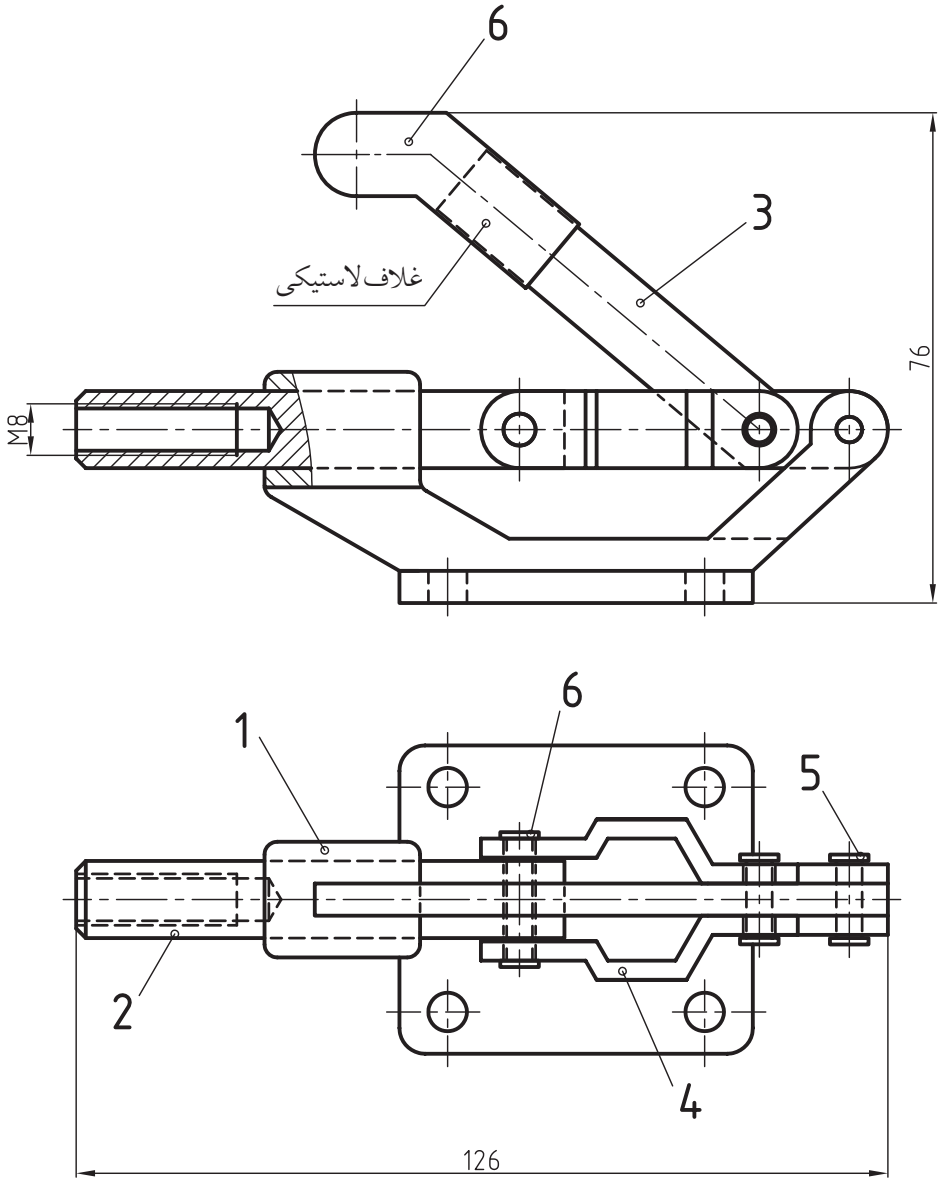


به شـــکل زیر که نقشـــه ترکیبی یک کلمـــب[1] را در دونما معرفی کرده، توجه کنید:

سوراخ مهره شده میله شماره ۲ آن در برش موضعی ترسیم شـــده است. بازو (اهرم) شـــماره ۳ آن با زاویه°۳۰ درجه نســـبت به محور افقی و در پایین‌تریـــن حالت خود قرار گرفته است. باتوجه به اندازه‌های داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آیـــا دو نمای داده شـــده برای معرفی قطعـــات و طرز کار مجموعه کافی به‌نظر می‌رسد؟

آیـــا می‌تـــوان انـــدازه‌ی قطعـــات و مجموعـــه را از روی اندازه‌های ارائه شده، تعیین کرد؟

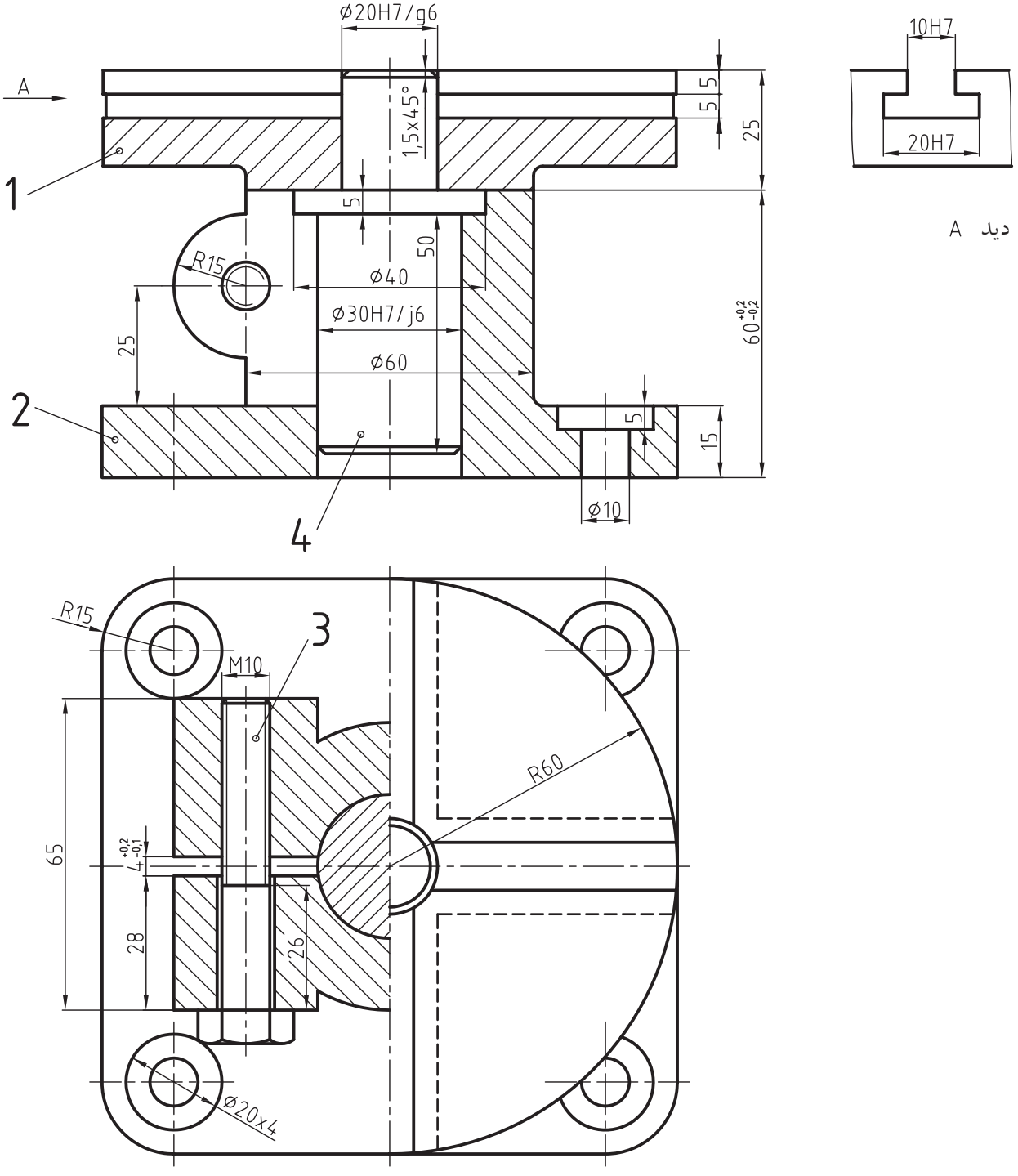


۱. کلمب یک نوع گیره است که در شکل‌های متنوعی ساخته می‌شود و در صنعت کاربرد فراوانی دارد.

مجموعه ارائه شده در شکل زیر، به پایه یک جک مربوط است که در دونما و یک تصویر کمکی دیده می‌شود. نمای روبه‌رو در برش کامل و نمای افقی در حالت نیم‌برش با اندازه‌گیری کامل، انطباقات و کیفیت مطرح را نشان می‌دهد. تصویر کلی در جهت دید A می‌تواند برای شما راهنمای بسیار خوبی در معرفی قطعه شماره ۱ باشد.

به‌نظر شما استفاده از نمای جانبی به‌جای تصویر کمکی مناسب است؟

از کدام برش برای تصویر نمای روبه‌رو استفاده شده است؟



جدول ترکیبی

بـــرای تولید هر قطعـــه یا محصول، بـــه اطلاعاتی از قبیل اندازه‌هـــا، علائـــم انطباقـــی، پرداخت ســـطوح، عملیات حرارتـــی و یا پوششـــی و غیره نیاز اســـت. همان‌طورکه می‌دانید ســـازنده می‌تواند این اطلاعات را از روی نقشـــه کســـب کند. فکر می‌کنید کسب این اطلاعات برای تولید یـــک مجموعه یا محصول برای تولیدکننده کافی اســـت؟ پرســـش این است که مجموعه توسط کدام کارخانه تولید شده؟ یا ترســـیم کننده آن کیست؟ نقشه توسط چه کسی کنترل شده است؟

پس برای هر نقشـــه به اطلاعات بیش‌تری نیاز داریم. این اطلاعات باید در کجای نقشه نوشته شود؟

اداره اســـتاندارد جهانی ISO این وظیفه را به‌عهده جدول نقشه قرارداده که باید در قسمت سمت راست پایین هرنقشه چســـبیده به کادر قرارگیرد.همه شما با این جدول‌ها آشنا هســـتید. جدول‌هایی با درج اطلاعات عمومی در آن‌ها که برای ترسیم نقشه یک قطعه تکی، یا یک نقشه ساده به‌کار می‌رود. با کمی دقت متوجه خواهید شـــد که این جدول نمی‌توانـــد به نیاز یک نقشـــه مجموعه‌ای که از چند قطعه تشکیل می‌شود، پاسخ دهد. پس به جدولی نیاز داریم که اطلاعات و مشـــخصات مربوط به مجموعه را دارا باشد و همچنیـــن همه قطعات آن‌را معرفی کند. به چنین جدولی، جدول نقشه ترکیبی یا مرکب گفته می‌شود.

با توجه به توضیحات داده شده هر جدول ترکیبی معمولاً از دو قسمت تشکیل می‌شود:

۱. قســـمت پایین جدول شـــامل اطلاعات عمومی اســـت که در بیش‌تر جدول‌ها مشـــترک است. مانند: نام شرکت، ســـفارش دهنده، رسام، بازبین، تصویب کننده، نام دستگاه یا مجموعه، شماره نقشه، تولرانس عمومی، مقیاس، تاریخ و غیره.

۲. قسمت بالای جدول که به مشخصات قطعات استاندارد و غیر استاندارد مربوط است. مشخصات هر قطعه به‌ترتیب شماره در یک ردیف از ستون افقی نوشته خواهد شد. این مشخصات به‌شرح زیر است:

نام قطعه، شـــماره قطعه، تعداد، جنس، اســـتاندارد، وزن، ابعاد اولیه و اطلاعات دیگری که مورد نیاز هر ســـازنده با توجه به نوع محصول آن است.

ابعاد جدول‌ها اســـتاندارد نیســـت و براســـاس نیاز تعیین می‌گردد. جدول ترکیبی صفحه بعد جهت ترسیم نقشه‌ها و تمرینات این کتاب معرفی می‌شود.

نکته

تنوع تولید محصولات در کارخانجات مختلف ایجاب می‌کند که هر کارخانه‌ای برای خود جدول مناسبی انتخاب کند. از این‌رو شکل جدول و ابعاد آن‌ها در کارخانجات مختلف، متفاوت خواهد بود.

شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
3						
2						
1						

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی: 1802768
رسام					مقیاس
بازبین					
تصویب					

A4	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه:	

دستورکار شماره ۱

هدف: ترسیم نقشه ترکیبی، چگونگی شماره‌گذاری آن، روش تکمیل جدول ترکیبی، تجزیه و تحلیل مجموعه

(۱۲۰ دقیقه)

مشـــخصات: نقشـــه ترکیبی مکانیزم «دنده جغجغه‌ای» شـــکل صفحه بعد را با توجه به کادر و جدول ترکیبی که با آن آشنا شدید، ترسیم کنید.

پس از تجزیه و تحلیل مجموعه روبه‌رو نام هر قطعه و تعداد آن‌را مشخص کنید.

با شماره‌گذاری قطعات ترکیبی نقشه را کامل کنید.

نقشه را با مقیاس 1:1 رسم کنید.

با کمی دقت متوجه خواهید شد که مجموعه از ۱۴ جزء تشکیل شده است. تعداد بعضی از این اجزاء دو عدد است. پس تعداد و ستون‌های افقی جدول برابر با ۱۴ است.

طرز کار مجموعه

با حرکت میله ۱۴ به‌ســـمت چپ، مرکز قطعه شماره ۲ تا فاصله A انتقال می‌یابد. زبانه‌ی شـــماره ۶ که با چرخ‌دنده شـــماره ۱ درگیراســـت، به‌همراه قطعه شماره ۲ در جهت خلاف عقربه‌های ســـاعت گردش می‌کند و باعث حرکت قطعه شماره ۳ می‌شود.

وقتی میله شـــماره ۱۴ به سمت راست حرکت کند، زبانه قطعه شماره ۶ به حالت اول بر می گردد.

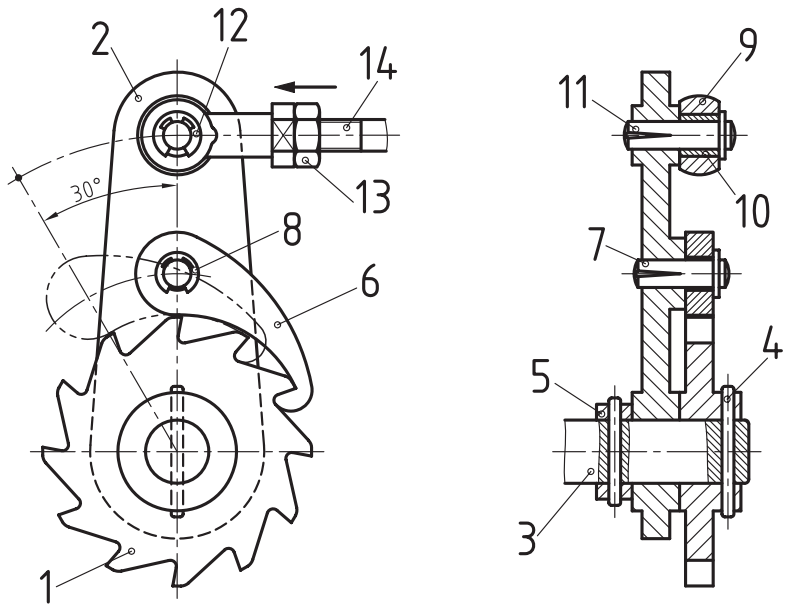
مراحل ترسیم

۱.کاغذ A4 را به‌صورت عمود می‌بندیم.

۲.کادر و جدول ترکیبی را رسم می‌کنیم.

۳.ابتدا خطوط تقارن افقی و عمودی را رســـم، و سپس با اندازه‌برداری نقشه را با مقیاس 1:1 رسم می‌کنیم.

برای رسم قطعه شماره ۶، مرکز و اندازه شعاع قوس‌ها را می‌توان با اســـتفاده از محل برخورد عمودمنصف وترهای دلخواه، تعیین کرد.



شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
14	1	میله پیچ				
13	1	مهره شش گوش	st۳۷			
12	1	خار پولکی	فولاد فنر			
11	1	پین چاکدار		DIN 1472		
10	1	بوش	st۳۷			
9	1	میله	st۳۷			
8	1	خارپولکی	فولاد فنر	DIN 6799		
7	1	پین چاکدار	فولاد	DIN 1472		
6	1	واشر	st۳۷			
5	1	پین	st۳۷			
4	2	محور	st۴۵			
3	1	بدنه	st۳۷			
2	1	دنده جغجغه	فولاد st۳۷			
1	1					

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	**نام مجموعه:** دنده جغجغه‌ای	
A4			

ارزشیابی پایانی

۱. موارد استفاده از نقشه ترکیبی را نام ببرید.

۲. جدول ترکیبی را توضیح دهید.

۳. به چه دلیل جدول ترکیبی کارخانجات مختلف یکسان نیستند؟

۴. برش چه نقشی در ترسیم نقشه مرکب دارد؟

۵. دلایل ارائه نقشه ترکیبی در یک نما را توضیح دهید.

۶. دلایل شماره‌گذاری در نقشه ترکیبی چیست؟

۷. دلیل استفاده از تصویر کمکی در نقشه ترکیبی چیست؟ آیا همیشه می‌توان از تصویر کمکی استفاده کرد؟

۸. برای ارائه یک نقشه ترکیبی همیشه به یک جدول ترکیبی نیاز است. چرا؟

۹. عوامل ارائه یک نقشه ترکیبی خوب را نام ببرید.

۱۰. با توجه به نقشه ترکیبی مجموعه شکل زیر به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) نام مجموعه چیست؟

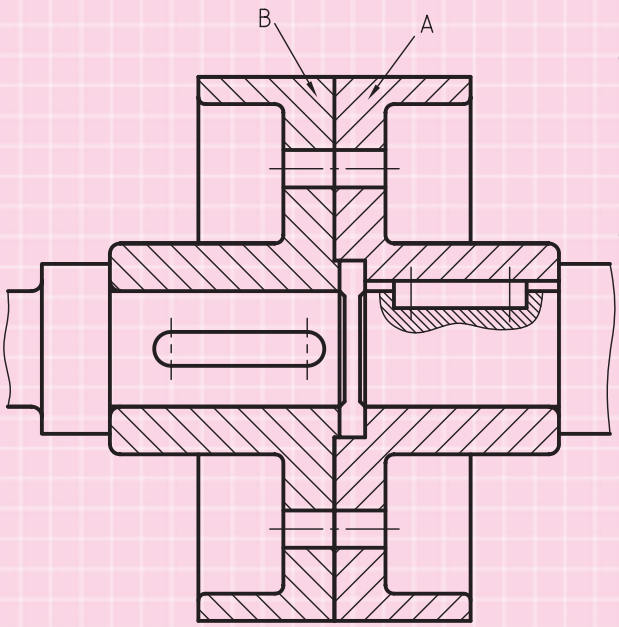
ب) طرز کار مجموعه را توضیح دهید.

پ) تعداد قطعات مجموعه و نام هر قطعه را بنویسید.

ج) آیا می‌توانید قطعه‌ی A و B را به‌وسیله پیچ و مهره شش‌گوش به هم وصل کنید؟

تعداد پیچ و مهره‌ها ۴ عدد می‌باشد.

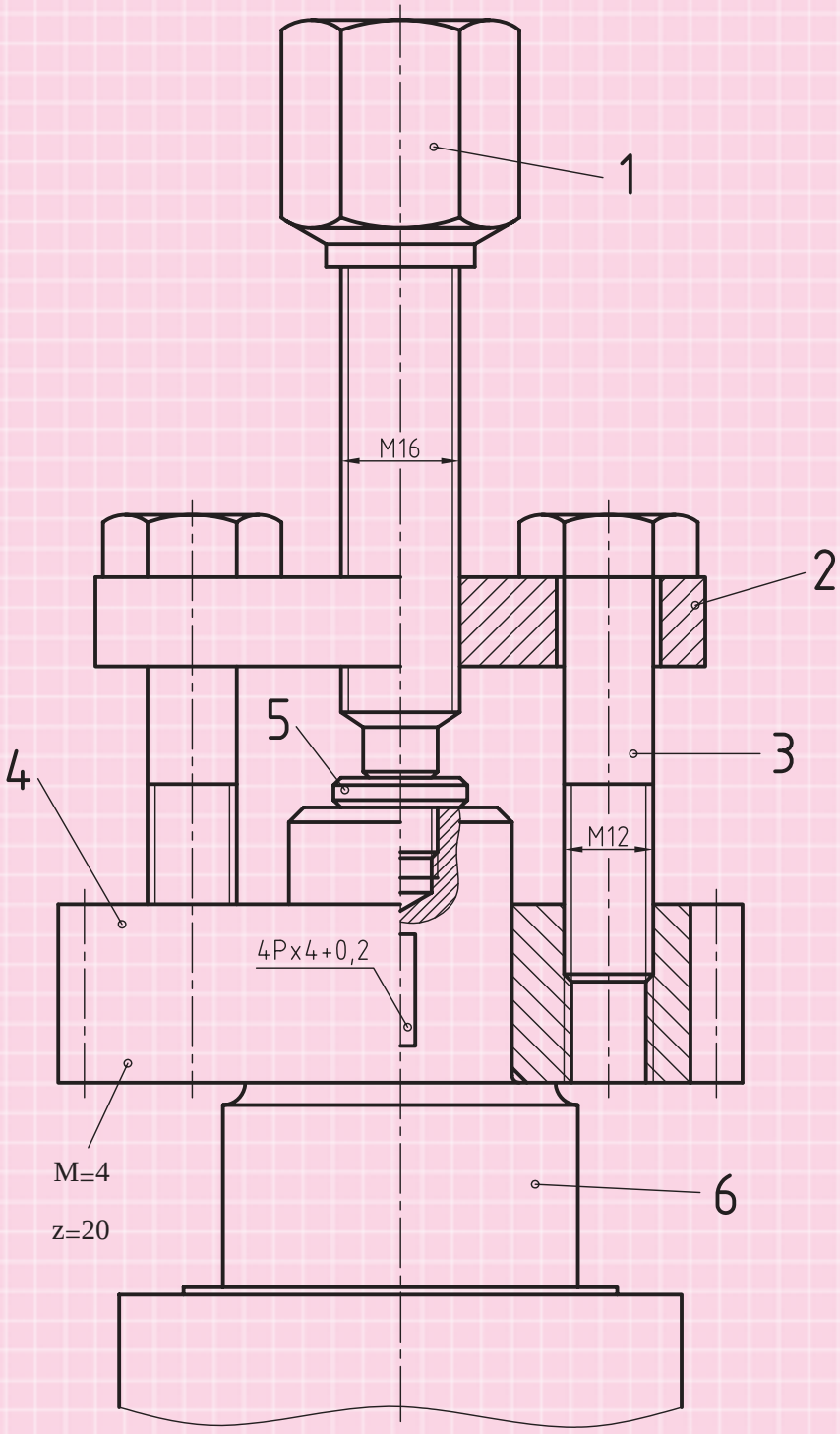
د) نقشه را پس از شماره‌گذاری با مقیاس 1:1 روی یک برگ کاغذ A4 عمودی همراه با جدول ترکیبی رسم و اندازه‌گذاری کنید.



نکته

برای نشان دادن تعداد ۴ عدد پیچ و مهره شکل روبه‌رو از چه تصویری استفاده می‌کنید؟

۱۱. شکل زیر نقشه مرکب مجموعه‌ای را نشان می‌دهد. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



– نام مجموعه را بنویسید.

– نام قطعات را بنویسید.

– آیا مجموعه درست شماره‌گذاری شده‌است؟

– برای تجزیه و تحلیل مجموعه آیا به تصویر دیگری نیاز است؟ توضیح دهید.

– طرز کار مجموعه را شرح دهید.

– آیا شماره‌گذاری درست انجام شده است؟ در صورت نادرست بودن، آن‌را اصلاح کنید.

– اندازه‌گذاری نقشه برای معرفی قطعات کافی است؟

– نقشه ترکیبی مجموعه را روی یک برگ کاغذA4 عمودی رسم و سپس جدول ترکیبی آن‌را کامل کنید.

– هریک از قطعات ۱، ۴، ۶ را در تصویرهای لازم به‌صورت جداگانه روی کاغذ A4 رسم واندازه‌گذاری کنید.

– برای ترسیم قطعه ۴ به اطلاعات دیگری نیاز دارید؟

در صورت نیاز با مشورت استادخود به دلخواه انتخاب کنید.

توانایی پیاده کردن نقشه‌های ترکیبی

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

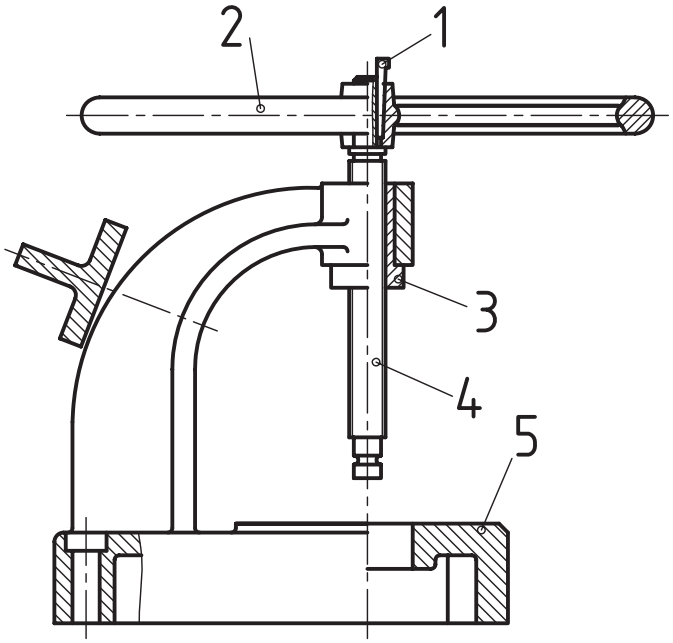
ـ اصول پیاده کردن قطعات را شرح دهد.

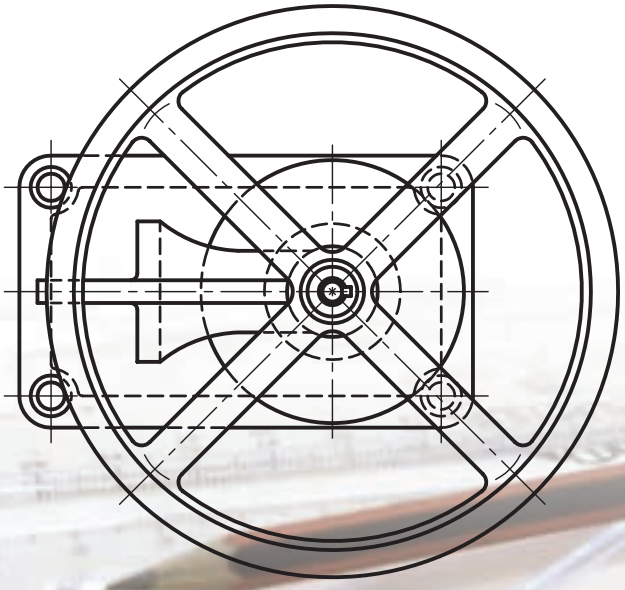
ـ قطعات یک مجموعه را پیاده کند.

ـ برای هر قطعه، یک نقشه اجرایی ترسیم کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۴	۲۴	۲۸

پیش‌آزمون





۱.کاربرد شماره‌ی قطعات در یک نقشه ترکیبی چیست؟

۲.آیا شماره قطعات به‌تنهایی می‌تواند شکل و فرم هر قطعه را معرفی کند؟ درباره آن توضیح دهید.

۳.مقصود از تفکیک قطعات یک نقشه چیست؟

۴.روش بررسی یک نقشه را توضیح دهید.

۵.شکل روبه‌رو نقشه ترکیبی یک دستگاه را در دو نما نشان می‌دهد. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

– نام دستگاه را بنویسید.

– طرز کار دستگاه را توضیح دهید.

– نام هر قطعه را بنویسید.

– آیا نقشه درست ترسیم شده است؟ در مورد درستی یا نادرست بودن نقشه توضیح دهید.

– برش‌های ترسیم شده کدام‌اند؟ نام هر برش را بنویسید.

– نقشه هر یک از قطعات را در نماهای لازم و روی کاغذ مناسب رسم کنید.

– از مقیاس نقشه استفاده کنید.

اصول پیاده کردن قطعات یک نقشه ترکیبی

در بحث قبلی یاد گرفته‌اید که از روی نقشه ترکیبی می‌توان به طرز کار یک مجموعه، نوع قطعه و وظیفه هر قطعه پی برد و با ساختمان قطعات یک مجموعه آشنا شد. بنابراین برای آشنایی با روش تفکیک قطعات یک مجموعه و ترسیم نقشه اجزاء آن به مثال‌های زیر توجه کنید.

پیش از آن‌که در مورد چگونگی پیاده کردن اجزاء یک مجموعه و ترسیم نقشه اجرایی آن بپردازیم به مفاهیم زیر توجه کنید.

پیاده کردن

مقصود از پیاده کردن (تفکیک) این است که جزییات هر قطعه را با استفاده از شماره، کارآیی و مشخصات موجود در جدول شناسایی کنیم و سپس در تصویرهای لازم روی کاغذهای جداگانه‌ای ترسیم کنیم.

نقشه اجرایی

نقشه اجرایی، نقشه‌ای است که:

ـ در تصویرهای کافی و لازم رسم شود.

ـ تمامی اندازه‌های آن داده شود، به‌عبارتی اندازه‌گذاری اجرایی شود.

ـ کیفیت پرداخت سطوح، تولرانس‌ها، انطباقات و تولرانس های هندسی هر قطعه مشخص باشد.

ـ تمامی اطلاعات، علائم و مشخصات دقیق قطعه را دارا باشد.

ـ جنس قطعه مشخص باشد.

ـ هر قطعه باید روی کاغذ جداگانه‌ای رسم شود.

ـ شماره قطعه براساس کد گذاری[1] انجام شود و با شماره‌ی نقشه مرکب مرتبط باشد، به‌طوری‌که محل قرار گرفتن آن در مجموعه قابل تشخیص و تجسم باشد.

چگونگی تجزیه و تحلیل نقشه

از روی نقشه ترسیم شده، شماره قطعات و طرز کار مجموعه، می‌توان شکل و فرم قطعات را شناسایی کرد.

شماره قطعات

شماره اجزاء نقشه از ۱ تا ۱۳، یعنی مجموعه دارای ۱۳ شماره است. هر شماره معرف یک قطعه است.

بررسی مجموعه از روی نمای ترسیم شده

نقشه در یک نما و در حالت برش ترسیم شده است، بنابراین مقطع تمام اجزاء مدور یعنی به‌صورت دایره دیده می‌شود. نمایش تصویر کمکی برای نشان دادن مقطع فلکه است.

با توجه به شکل نقشه ملاحظه می‌شود، قطعات ۸،۶،۳،۲،۱ در برش کامل و قطعه ۷ در برش موضعی نشان داده شده‌اند. شماره‌های ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ نیز جزء بی‌برش‌ها هستند، یعنی در برش رسم نمی‌شوند.

شناخت قطعات

محل قرارگیری هر قطعه به‌وسیله شماره آن نشان داده می‌شود. طرز کار هر قطعه و وظیفه‌ی آن در مجموعه را می‌توان به‌وسیله فهرست مشخصات موجود در جدول ترکیبی تعیین کرد. همچنین علائم اندازه‌گذاری مانند ∅ و □ در شناخت و درک هر قطعه کمک بسیار مؤثری خواهد بود.

۱.کدگذاری نقشه یک کار تخصصی است که از عهده این کلاس خارج است. در دوره‌های بالاتر با آن آشنا می‌شوید.

مثال ۱:

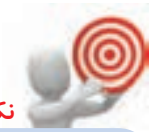
نقشــه‌ی مجموعه‌ی یک شــیر زاویه‌ای ۱″(یــک اینچ) با جدول ترکیبی آن در شکل صفحه بعد دیده می‌شود. نقشه اجرایی قطعات تفکیک شده آن‌را رسم کنید.

طرز کار دستگاه

از روی نــام مجموعه می‌توان به‌طــور مختصر با طرز کار مجموعه آشــنا شد. برای مثال وظیفه یک شیر آب، قطع و وصل کردن جریان آب اســت، یعنی حرکت مجموعه به حرکت قطعات و وظیفه آن‌ها بستگی دارد. به توضیحات زیرتوجه کنید.

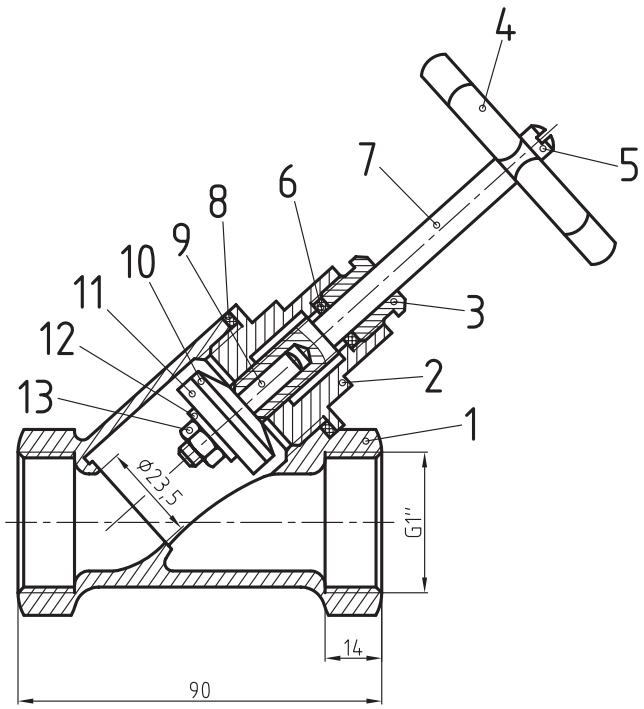
با گردش فلکه شماره ۴، پیچ انتهایی میله‌ی شماره ۷ در داخل مهره درپوش شماره ۲ پیچانده شده و به‌طرف جلو (پاییــن) حرکت می‌کند. این حرکت باعث می‌شــود میله شماره ۹ به قطعه مخروطی شماره ۱۰ (بشقاب مخروطی) فشار وارد کند. در نتیجه آب‌بند شماره ۱۱ مجرای ورودی آب را می‌بندد و جریان آب، قطع می‌شود.

گردش فلکه شــماره ۴ در جهت خلاف عقربه ساعت یا برگشــت میله و اجــزاء ۹ و ۱۰ و ۱۱ به‌طرف عقب (بالا) باعث جاری شدن جریان آب می‌گردد.



نکته

شــماره نقشه مرکب (شــماره مجموعه) 1201,00 را نشــان می‌دهد. این شماره براساس روش کدگذاری ســازنده انتخاب می‌شود. کدگذاری یا تعیین شــماره‌های نقشه وظیفه یک نقشه‌کش نیست. البته نقشه‌کش باید با آن‌ها آشنا باشد و به‌درستی در نقشه استفاده کند. در این نقشه عدد 1201 شماره نقشه مجموعه را معرفی می‌کند. عدد 00 بیانگر شماره قطعات است. همان‌طور که در نقشــه‌های ترکیبی توضیح داده شــد نقشه هر قطعه باید روی یک برگ کاغذ جداگانه ترسیم شود و شماره آن قطعه روی نقشه باید معرف همان قطعه باشد. مثلاً برای قطعه شماره ۱ که بدنه است باید شماره1201,01 نوشته شود.

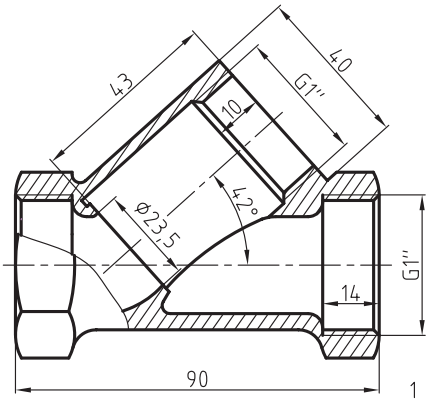


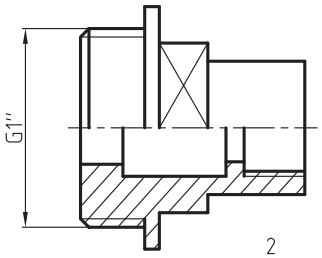
شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
13	1	مهره‌شش‌گوش	cuzn40pb2	ISO 4032 - M6		
12	1	واشر ضامن	cuzn40pb2			
11	1	آب بند	لاستیک			
10	1	بشقاب مخروطی(فنر بشقابی)	cuzn40pb2			
9	1	میله مخروطی	cuzn40pb2			
8	1	آب بند(کاسه‌نمد)	الیاف آب‌بندی			
7	1	میله دسته	cuzn40pb2			
6	1	آب بند(کاسه‌نمد)	الیاف پنبه			
5	1	پیچ سه بعدی	cuzn40pb×2	DIN 960 - M4×5		
4	1	فلکه	cuzn40pb2			
3	1	پیچ درپوش	cuzn40pb2			
2	1	کله‌گی	cuzn40pb2			
1	1	بدنه محفظه	cuzn40pb2			

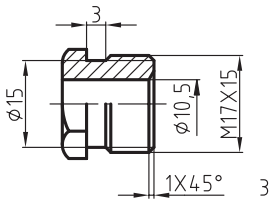
تغییرات

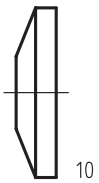
طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

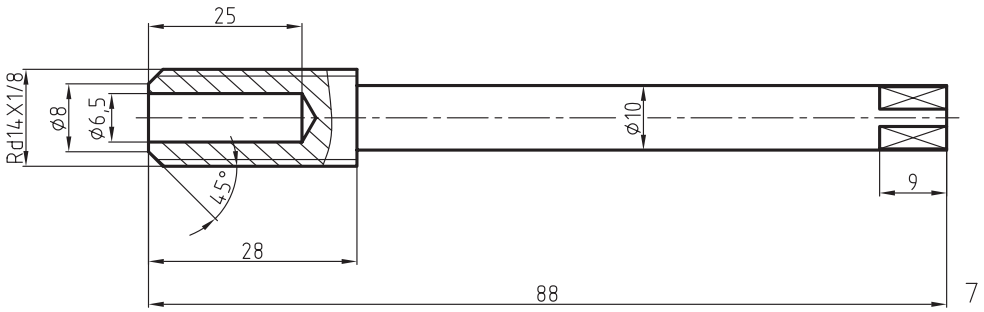
شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه:	
A4			











شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
10	1	بشقاب مخروطی(فنر بشقابی)	cuzn40pb2			
7	1	میله دسته	cuzn40pbz			
3	1	پیچ درپوش	cuzn40pbz			
2	1	کله‌گی	cuzn40pbz			
1	1	بدنه محفظه	cuzn40pbz			

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

A4	**شماره نقشه:** 1201/00	سفارش‌دهنده:	**نام مجموعه:** شیر آب	

دستورکار شماره ۱

هدف : پیاده کردن قطعات یک نقشه ترکیبی

(۱۸۰ دقیقه)

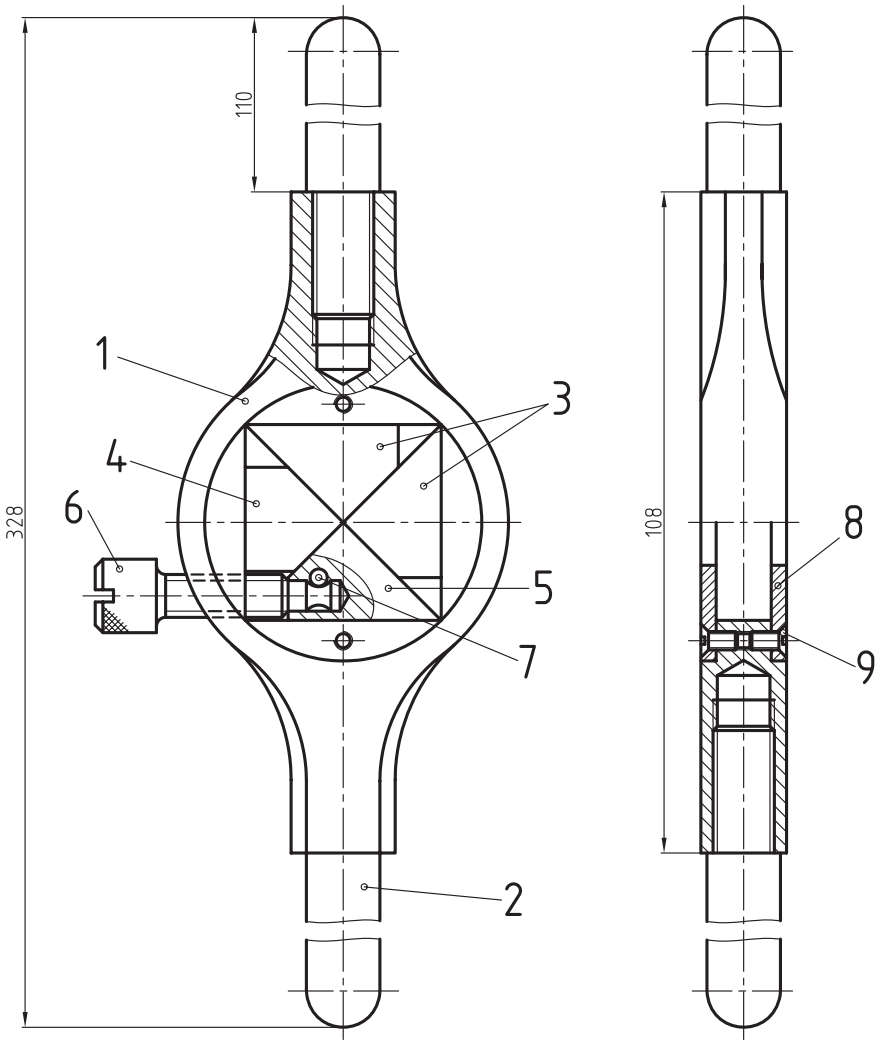
مشخصات: شکل صفحه بعد نقشه ترکیبی دسته قلاویز متغیر را نشان می‌دهد. برای هریک از قطعات آن یک نقشه اجرایی رسم کنید.

شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					
بازبین					1802768
تصویب					مقیاس

	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه: **دسته قلاویز متغیر**
A4			



شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
9	1	پیچ سرخزینه	st 37	DIN 87 - M3		M3×6
8	2	درپوش	st 37			∅48×2
7	1	پین	فولاد فنر			5×9
6	1	پیچ	st 37			14×45
5	1	فک	st 37			20×10×35
4	1	فک	st 37			20×10×35
3	2	فک	st 37			20×10×35
2	2	دسته	st 37			∅44 ×140
1	1	بدنه	st 37			60×15×115

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	**نام مجموعه:** دسته قلاویز متغیر		A4

بررسی نقشه مجموعه

برای تفکیک قطعات لازم اســت ابتدا نقشه را بررسی و طرز کار مجموعه را تجزیه و تحلیل کنیم.

–تعداد قطعات مجموعه برابر ۹ اســت. مشخصات و نام هریــک از قطعات در جدول ترکیبی توضیح داده شــده است

– از روی برش می‌توان به جزییات بیشتر قطعه پی برد.

طرز کار مجموعه

شکل زیر ساختمان یک قلاویز را نشان می‌دهد. شما قبلاً با کاربرد این ابزار آشنا شده‌اید.

برای بســتن آن به دسته قلاویز جهت ایجاد دنده مهره به توضیحات زیر توجه کنید.

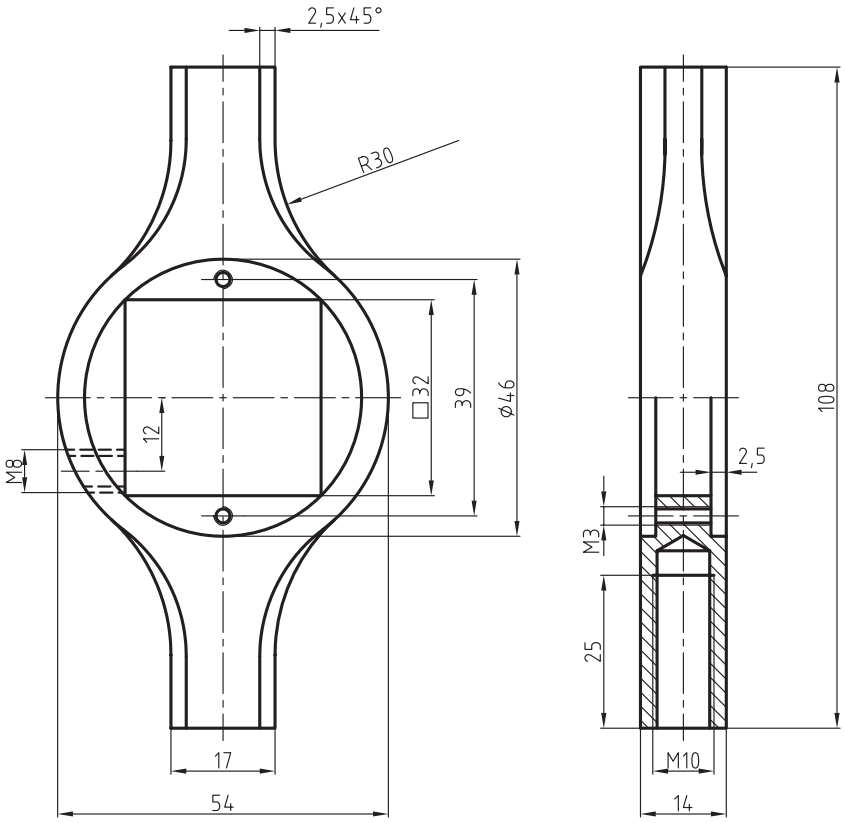
۱. انتهای فوقانی قلاویز را که به‌صورت منشــور با قاعده مربع است، مابین فک‌ها قرار می‌دهیم.

۲. با پیچاندن پیچ شــماره ٦ در جهت عقربه‌های ساعت فک شماره ۵ به‌سمت جلو حرکت می‌کند. سطوح شیب‌دار قطعه ۵ که ســطوح شیب‌دار قطعه ۳ و ٤ در تماس است باعث حرکت این قطعات به‌سمت سطوح جانبی کله‌گی قلاویز شــده، آن‌را محکم می‌بندد. برای باز کردن قلاویز باید پیچ شــماره ٦ در جهت خلاف عقربه‌های ســاعت گردش کند.

۳. درپوش‌های شــماره ۸ که تعداد آن‌ها دو عدد اســت، به‌وسیله پیچ‌های سرخزینه به بدنه شماره ۱ محکم می‌شود و باعث قرارگیری فک‌ها در درون محفظه بدنه می‌شود. قطعه ۲ یا دســته که تعداد آن ۲ عدد است، برای گردش مجموعه در جهت عقربه ساعت و یا خلاف آن می باشد، در بدنه شماره ۱ پیچ شده است.

روش تفکیک

بــا توجه به شــناختی که از طرز کار مجموعه و شــکل قطعات پیدا کردیم، بهتر است قطعات ساده‌تر و استاندارد را از مجموعه جدا سازیم و آن‌ها را رسم کنیم. مثلاً شروع کار ما می‌تواند از دسته شماره ۱ که توپر و انتهای آن دنده شده است، باشد. سپس دو عدد درپوش را به‌وسیله پیچ شماره ۹ از هم جدا می‌کنیم. پس از بازکردن قطعات، پین شــماره ۷، فک‌ها و پیچ شماره ۱ را ترسیم می‌کنیم. حال می‌توان قطعه شــماره ۱ را که تمام قطعات آن جدا شده، به‌راحتی تجزیه و تحلیل نموده، سپس آن را ترسیم کرد.

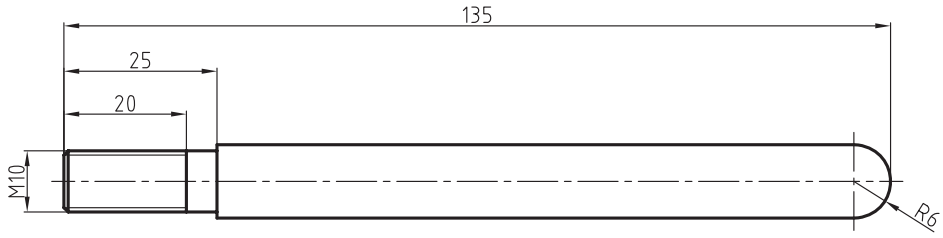


60×15×115			ST 37	بدنه	1	1
ابعاد اولیه	وزن	استاندارد	جنس	نام قطعه	تعداد	شماره

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	تولرانس عمومی:
رسام				
بازبین				1802768
تصویب				مقیاس

نام شرکت:			
شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه:	
A4			



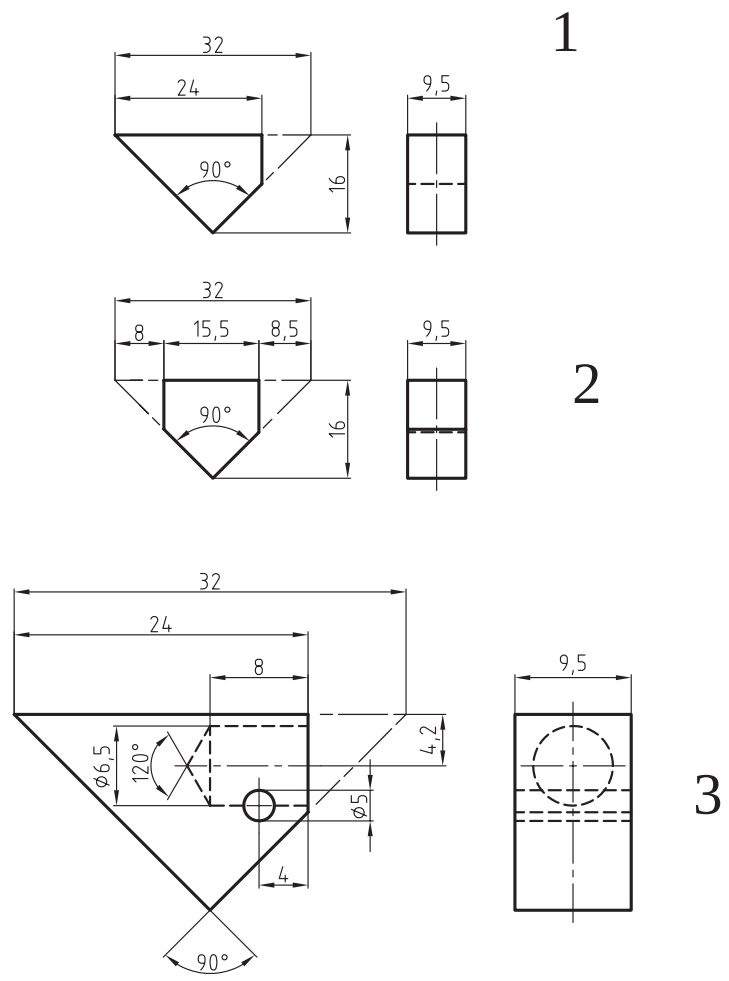
2	۲	دسته	st37			∅14 × 140
شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ
رسام			
بازبین			
تصویب			

تولرانس	عمومی:	نام شرکت:	
	1802768		
مقیاس	1:1		

	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه:
A4			

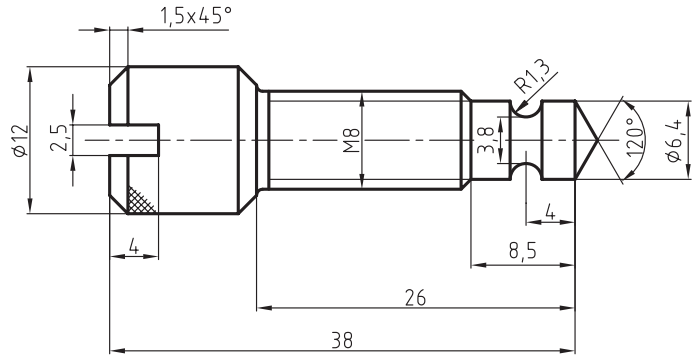


شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد		وزن	ابعاد اولیه
5	1	فک	st 37				20 ×10×35
4	1	فک	st 37				
3	2	فک	st 37				

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ		تولرانس	عمومی:
رسام				نام شرکت:		1802768
بازبین						
تصویب					مقیاس	

A4	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه:

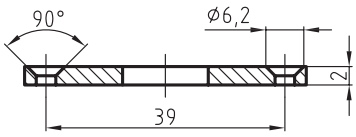


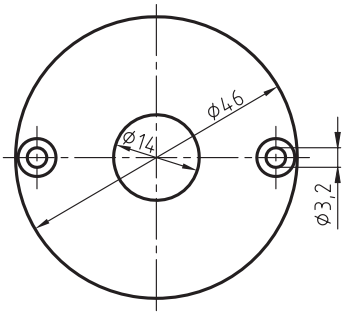
6	1	پیچ	ST 37			∅14 × 45
شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس 2:1
تصویب					

A4	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه:





8	2	درپوش	ST 37			∅48×2
شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه

تغییرات

	نام	امضاء	تاریخ
طراح			
رسام			
بازبین			
تصویب			

تولرانس عمومی:		نام شرکت:	
	1802768		
مقیاس	1:1		

	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه:
A4			

ارزشیابی پایانی

نظری

۱. عوامل مهم در پیاده‌سازی یک نقشه‌ی ترکیبی را نام ببرید.

۲. بعضی از علائم اندازه‌گذاری مانند: ∅ و □ و حرف S چه تأثیری در شناخت هر قطعه خواهند داشت؟ با رسم شکل توضیح دهید.

۳. یک نقشه اجرایی چگونه نقشه‌ای است؟

۴. تفاوت بین اندازه‌گذاری اجرایی و نقشه اجرایی را بنویسید.

۵. آیا نام یک دستگاه می‌تواند معرف طرز کار آن دستگاه باشد.

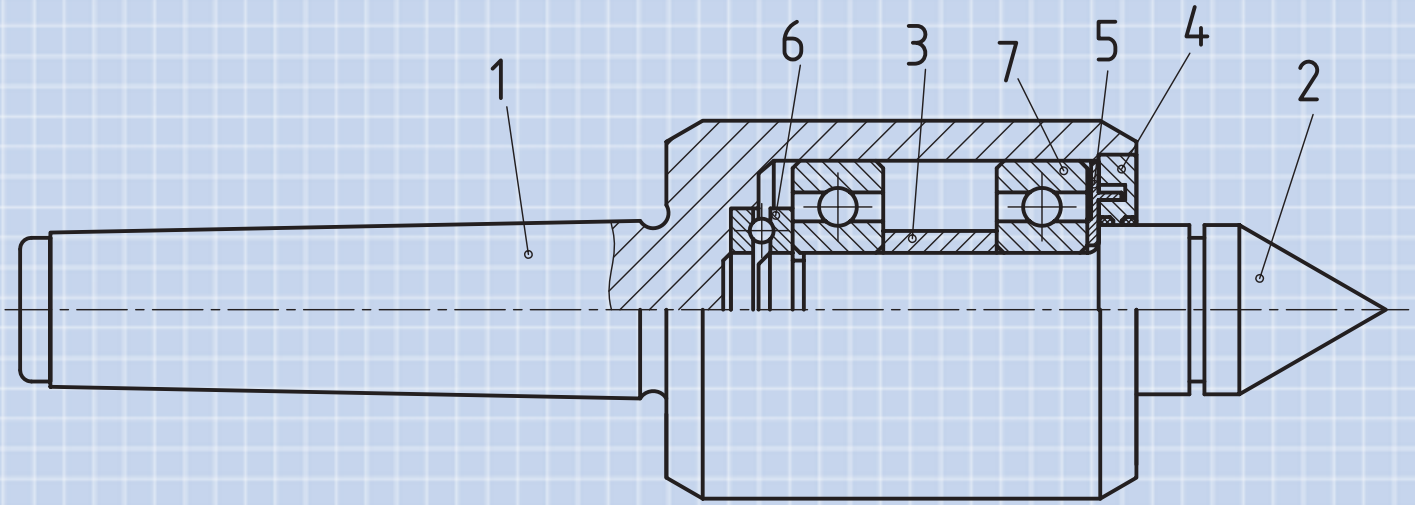
۶. به پرسش‌های مطرح شده در مورد نقشه ترکیبی زیر پاسخ دهید.

ـ چرا نقشه در یک نما ترسیم شده است؟

ـ نام هر یک از قطعات را با ذکر شماره بنویسید.

ـ نام مجموعه را بنویسید و کاربرد آن‌را توضیح دهید.

ـ نقشه قطعات ۵،۴،۳،۲،۱ را روی یک برگه کاغذ A3 در نماهای لازم رسم و اندازه‌گذاری کنید.



عملی

۱. شـــکل زیر به یک یاتاقان مربوط اســـت. پس از بررســـی مجموعه و طرز کار یاتاقان، خواسته‌های زیر را روی یک برگ کاغذ A3 بدون اندازه‌گذاری و با مقیاس 1:1 ترسیم کنید.

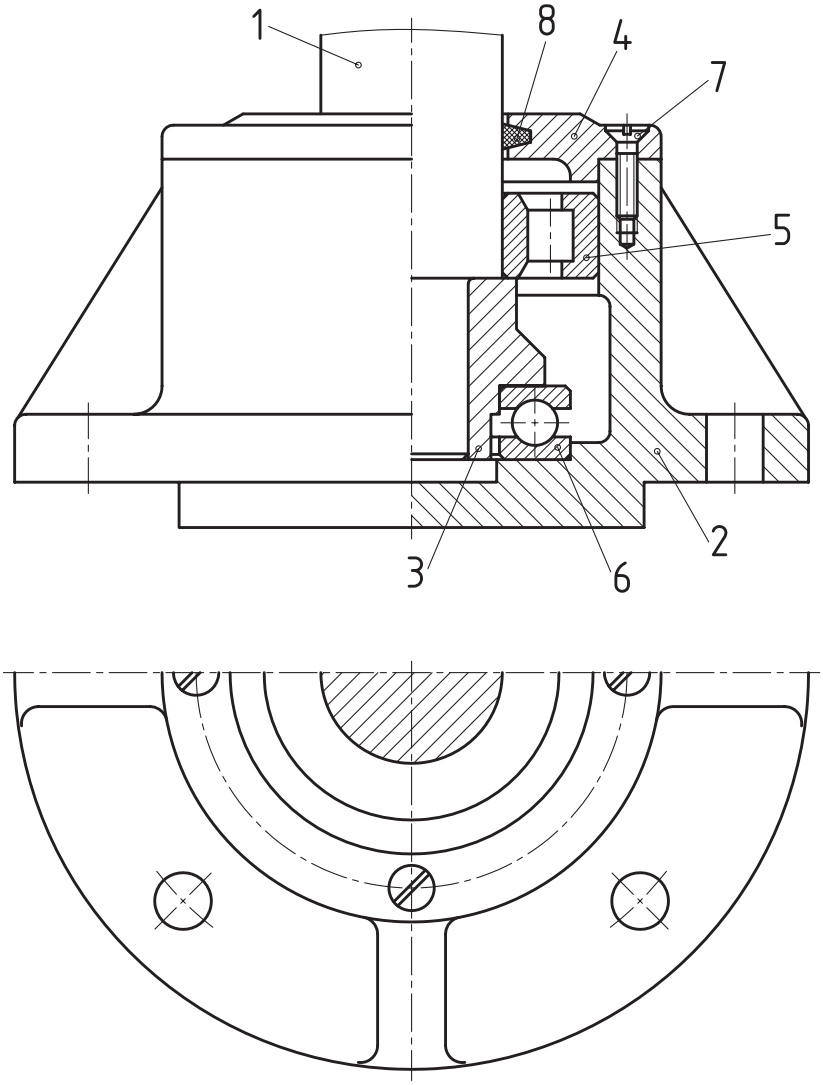
ـ نوشتن شماره، نام و مشخصات قطعات در جدول ترکیبی الزامی است. نقشه با مقیاس 1:1 ترسیم شده است.

ـ قطعه شماره ۱ در یک نما

ـ قطعه شماره ۲ در دونما (روبه‌رو – نیم برش – سطحی نیم نما)

ـ قطعه شماره ۳ در دونما (روبه‌رو)

ـ قطعه شماره ۴ در دونما (روبه‌رو – نیم‌برش – سطحی نیم نما)



۲. از مکانیزم انتقالی حرکت، توسط چرخ تسمه که در شکل زیر با مقیاس 1:1 معرفی شده است، خواسته‌های زیر را انجام دهید. در برش افقی A–A، پیچ شماره ۹ حذف شد.

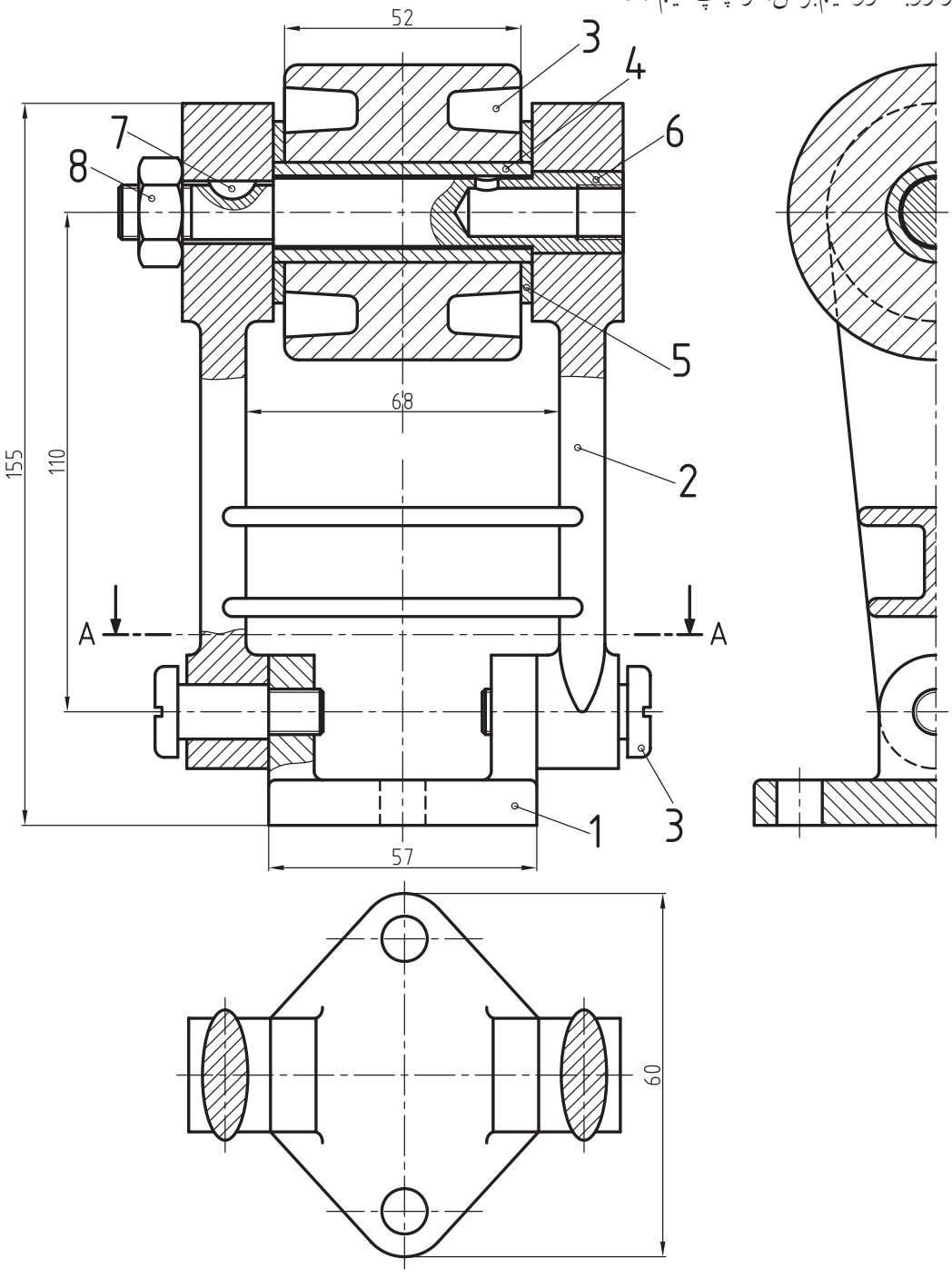
ـ قطعـــه ۱ در دونما، از روبه‌رو در برش موضعی، از چپ برش کامل، جنس چدن.

ـ قطعه ۲ در ســـه نما، از روبـــه‌رو نیم‌برش، از چپ برش کامل، از بالا، جنس چدن.

ـ قطعـــه ۳ در دونما، از روبـــه‌رو نیم‌برش، از چپ نیم‌نما، جنس چدن.

ـ قطعـــه ۵ در یک نمـــا، از روبه‌رو در برش موضعی و در برش‌های متوالی لازم.

ـ جنس فولاد ST45، اندازه‌گذاری کامل و رســـم جدول ترکیبی.



۳. در نقشه ترکیبی شکل زیر کارهای خواسته شده را روی یک برگ کاغذ A3 انجام دهید.

ـ رسم قطعه شماره ۳ در سه‌نما (روبه‌رو در برش موضعی ـ افقی ـ نیم‌رخ)

ـ رسم قطعه شماره ۴ در سه‌نما

ـ قرار دادن علائم انطباقی در نقشه

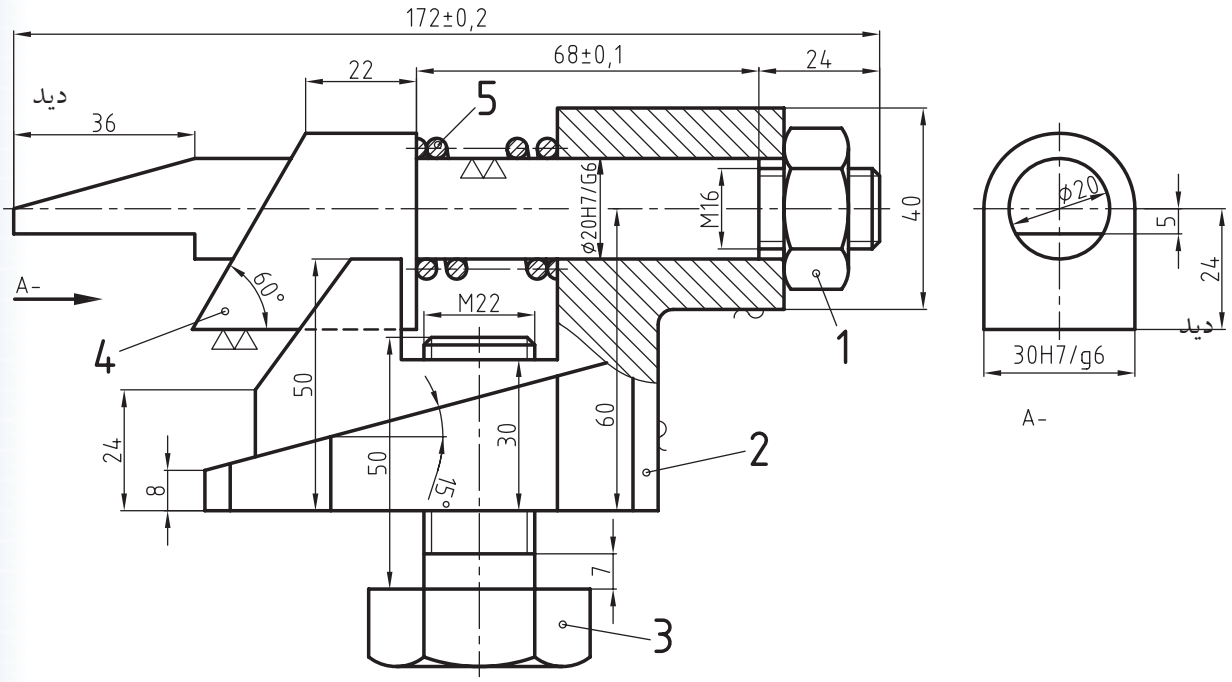
ـ رسم قطعه شماره ۵ در یک‌نما

ـ تولرانس عمومی طبق جدول ISO ردیف متوسط

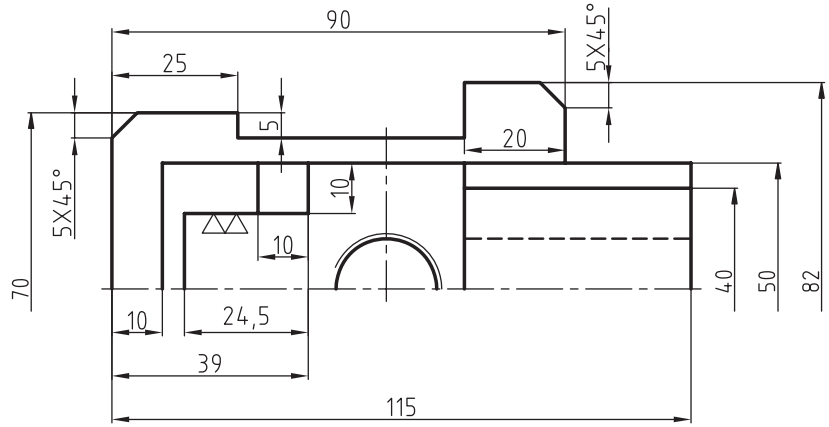
ـ اندازه‌گذاری کامل

ـ رسم جدول ترکیبی

ـ رسم علائم کیفیت سطح برحسب Ra



▽ (▽▽, ∼)



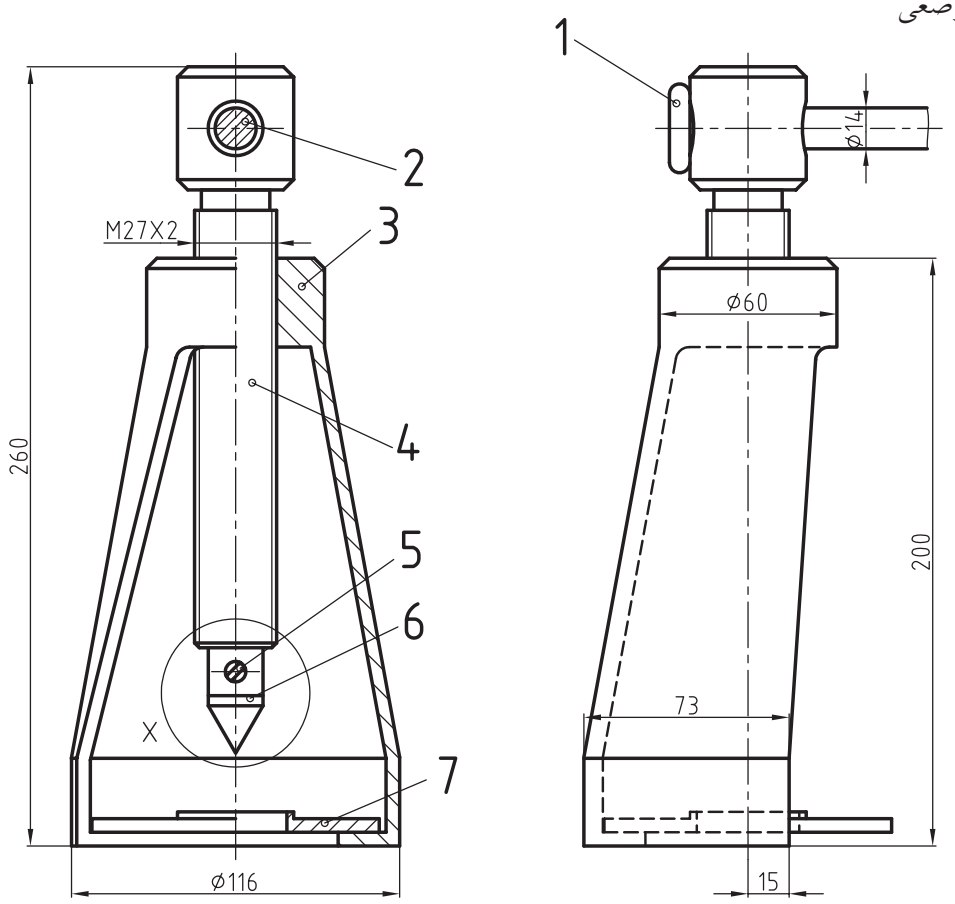
۴. مجموعه داده شـــده شـــکل زیر برای خارج کردن بلبرینگ‌ها از محورمورد استفاده قرار می‌گیرد. قطعه شماره ۷ براساس قطر محورها طبق جدول ارائه شـــده، قابل تعویض اســـت. قطعات روبه‌رو را پیاده سازید و روی یک برگ کاغذ A3 همراه با جدول ترکیبی ترسیم کنید.

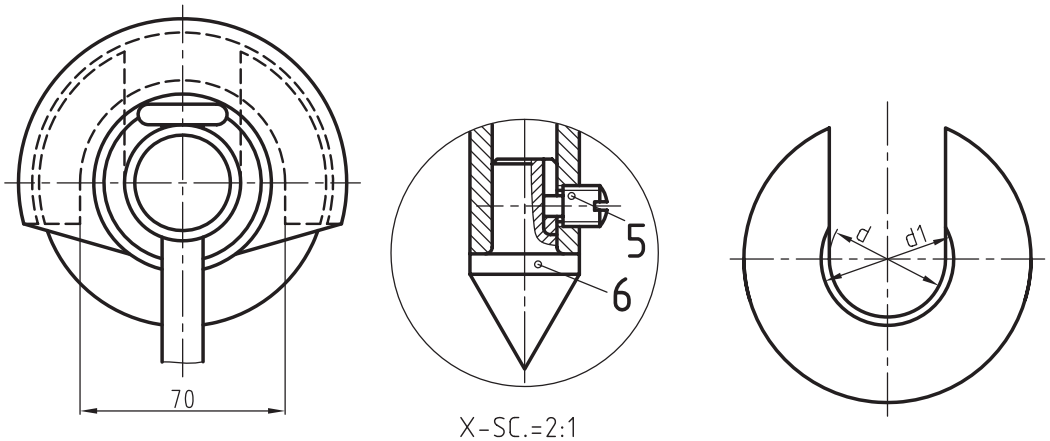
ـ قطعه ۳ در سه‌نما (روبه‌رو، نیم‌رخ در برش کامل، افقی)

ـ قطعه ۴، یک‌نما در برش موضعی

ـ قطعه ۶، یک‌نما در برش موضعی

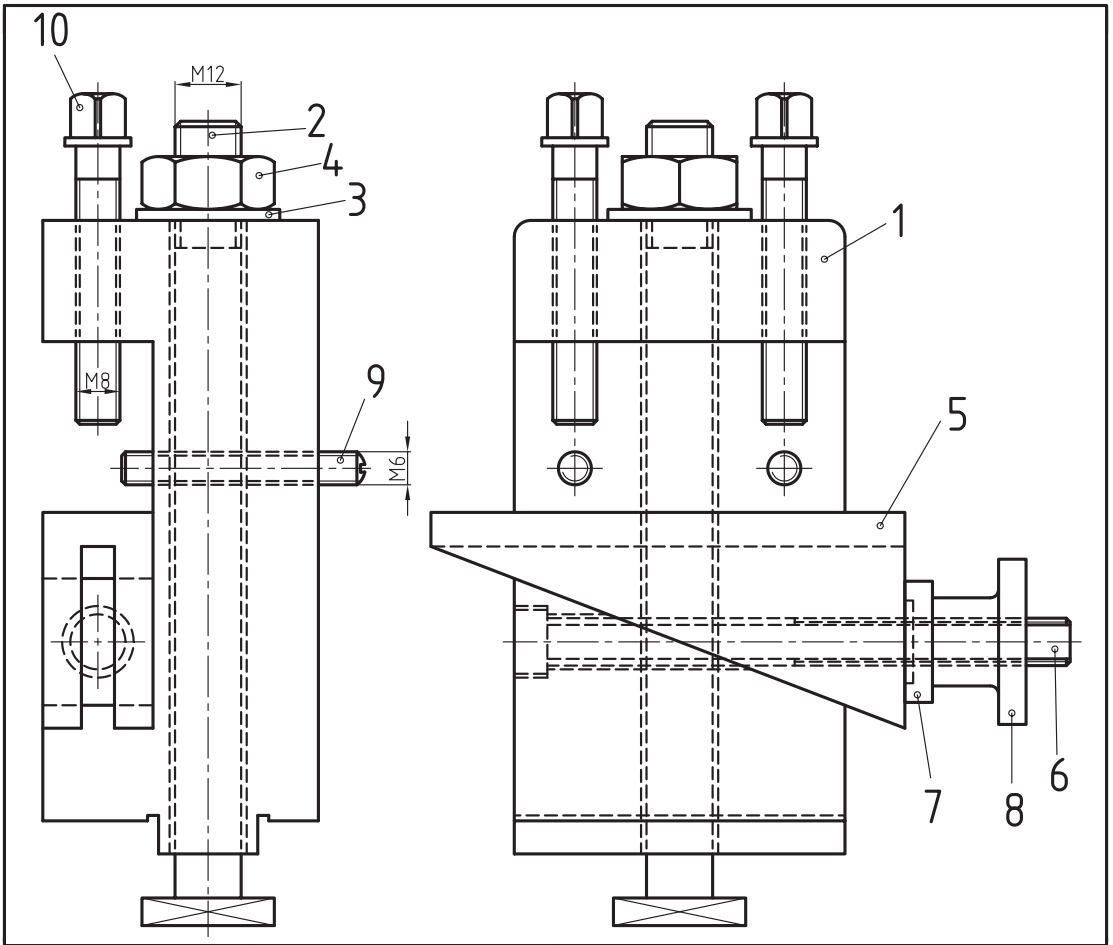
ـ اندازه‌گذاری کامل شود.





d	d1
35	42
30	37
25	32
20	26
15	20

۵. شکل زیر نقشه ترکیبی «گیره لغزان» را در دو تصویر نشان می‌دهد. تمامی اجزاء آن‌را در تصاویر و برش‌های لازم رسم و اندازه‌گذاری کنید. طرز کار دستگاه را توضیح دهید.



شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
10	2	پیچ محکم‌کننده	فولاد	DIN 478		
9	2	پیچ تنظیم	فولاد	DIN 916		
8	1	مهره فک لغزنده	فولاد			
7	1	واشر مخصوص	فولاد	M10		
6	1	پیچ فک لغزنده	فولاد			
5	1	فک لغزنده	فولاد			
4	1	مهره شش‌گوش	فولاد ورق	ISO 4032		
3	1	واشر	فولاد st37	DIN 125		
2	1	پیچ سر چهارگوش	فولاد			
1	1	پایه	چدن			

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

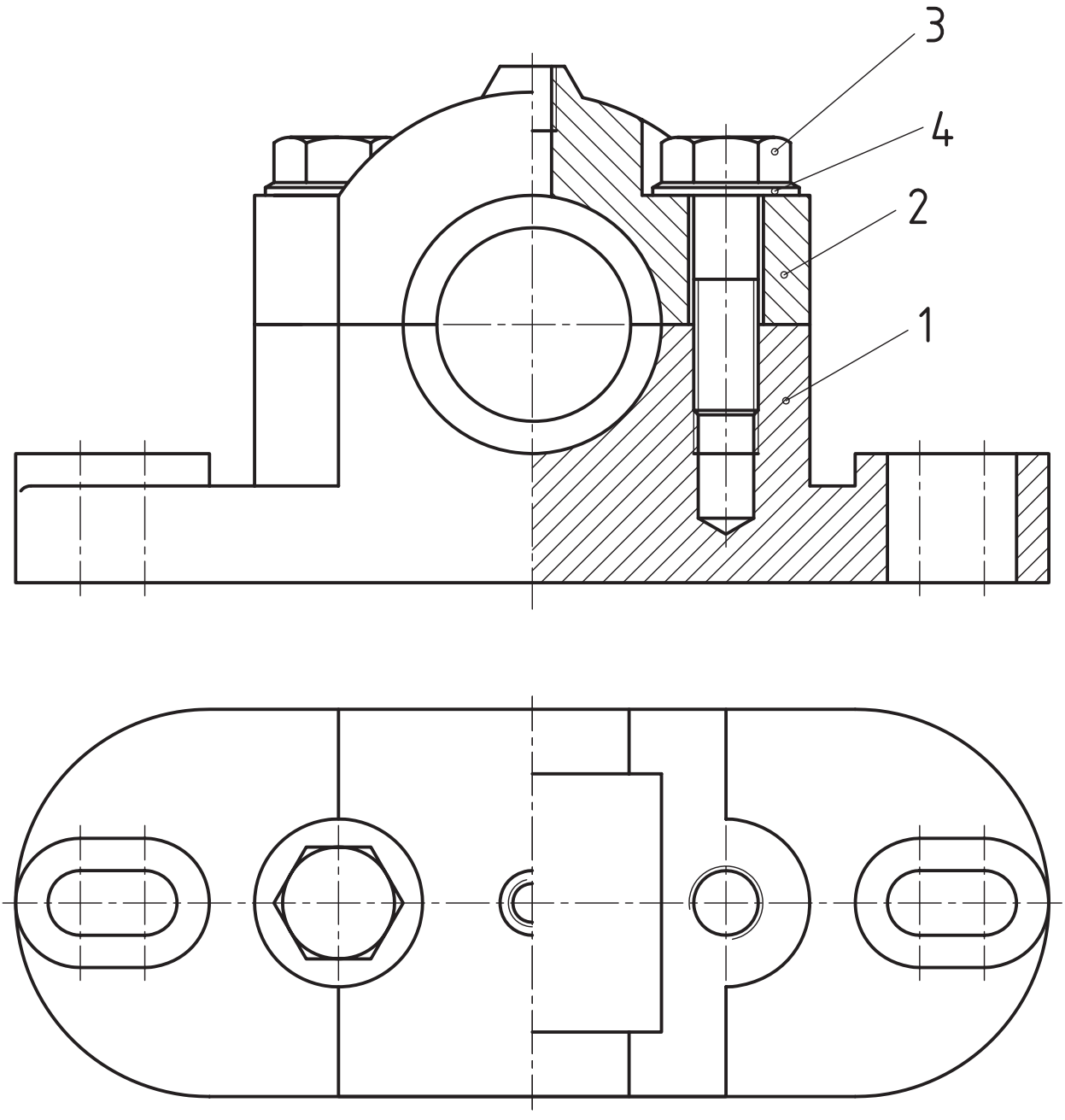
شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه: گیره لغزنده	
			A4

۶. در شکل زیر نقشه یک یاتاقان را ملاحظه می‌کنید. ابتدا به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. سپس نقشه اجرایی قطعات ۱ و ۲ را در تصاویر و برش‌های لازم رسم کنید.

– نام هر قطعه را بنویسید.

– وظیفه هر قطعه را توضیح دهید.

– موارد استفاده یاتاقان را بنویسید.



توانایی سوارکردن قطعات در نقشه‌های ترکیبی

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ روش سوارکردن قطعات یک مجموعه را شرح دهد.

ـ نقشه ترکیبی قطعات تفکیک شده‌ی یک مجموعه را ترسیم کند.

ـ نقشه ترکیبی قطعات سوار شده را شماره‌گذاری کند.

ـ نقشه ترکیبی قطعات سوار شده را اندازه‌گذاری کند.

ـ جدول ترکیبی قطعات سوار شده را رسم کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۱۸	۲۰

پیش‌آزمون

۱.نقشه قطعات یک مجموعه موجود است. چگونه می‌توانید طرز کار مجموعه را تشخیص دهید؟

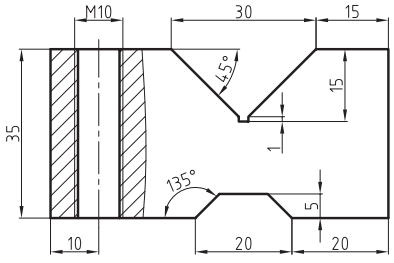
۲.سوار کردن قطعات یک مجموعه در نقشه‌کشی چه مفهومی دارد؟ در مورد آن توضیح دهید.

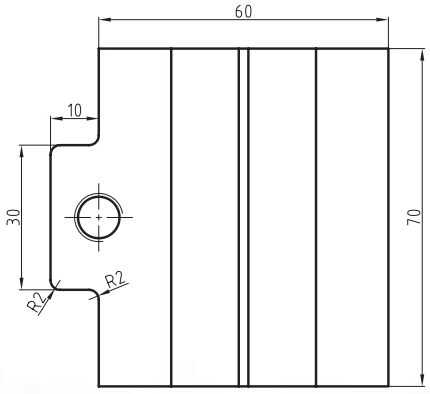
۳.عوامل مهمی که در هنگام سوار کردن یک نقشه ترکیبی باید مورد توجه قرار گیرند، کدام‌اند؟

۴.برای اندازه‌گذاری یک نقشه مرکب، رعایت چه نکاتی ضروری است؟

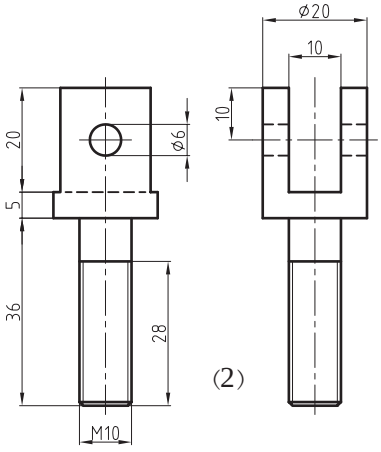
۵.نخست یک نقشه ترکیبی از دستگاهی که اجزاء آن در تصویرهای زیر معرفی شده‌اند، رسم کنید و سپس به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- نام دستگاه را بنویسید.
- طرز کار دستگاه را توضیح دهید.

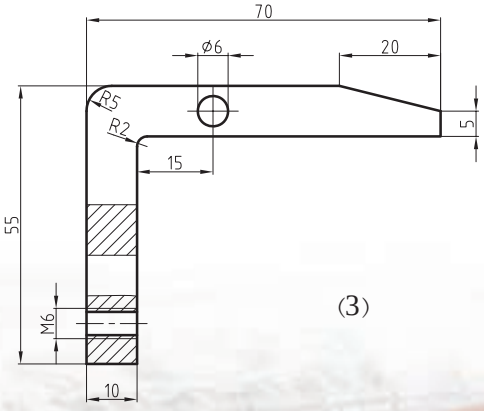




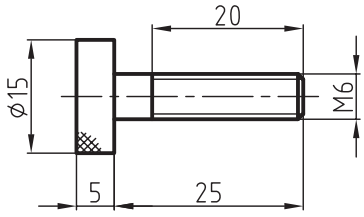
(1)



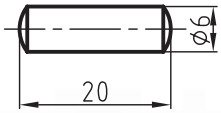
(2)



(3)



(4)



(5)

سوار کردن قطعات یک مجموعه

تعریف

ترسیم نقشه ترکیبی با استفاده از نقشه‌های تک‌تک قطعات یک مجموعه را در اصطلاح، سوار کردن قطعات می‌گویند.

اصول سوار کردن قطعات

نحوه سوار کردن قطعات یک مجموعه از روی نقشه‌های ترسیم شده، به داشتن اطلاعات دقیق و تجربه کافی در زمینه ترسیم نقشه‌های ترکیبی نیاز دارد.

برای سوار کردن قطعات یک مجموعه و به‌عبارتی ترسیم یک نقشه ترکیبی خوب، توجه به نکات زیر ضروری است:

ـ با بررسی نقشه هر یک از قطعات می‌توانید با طرز کار هر قطعه آشنا شوید. برای رسیدن به این هدف می‌توانید ابتدا اجزاء اتصال و همچنین اجزاء انتقال حرکت را که پیش‌تر با آن‌ها آشنا شده‌اید، شناسایی کنید و سپس به بررسی بقیه قطعات مانند بدنه، پایه و غیره بپردازید.

ـ پس از شناسایی قطعات، موقعیت هر قطعه را نسبت به موقعیت سایر قطعات در مجموعه مشخص سازید.

ـ اندازه‌های موجود در نقشه و همچنین علائم انطباقی از ابزارهایی هستند که می‌توانند راهنمای خوبی در ترکیب درست قطعات باشند.

ـ طرز کار مجموعه نیز از ابزارهای دیگری است که در شناخت ترکیب قطعات کمک خواهد کرد.

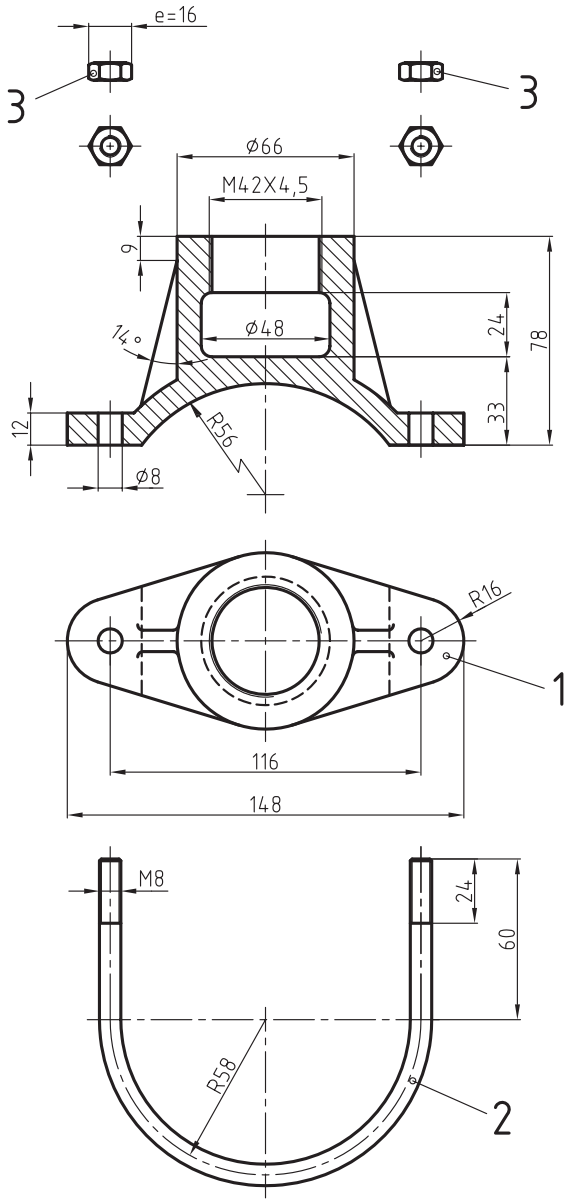
نحوه‌ی سوار کردن

با کسب اطلاعات لازم از کارآیی هر یک از قطعات و همچنین مجموعه، نماهای لازم را تعیین، و سپس ترسیم را شروع کنید.

بهتر است ترسیم یک مجموعه پس از انتخاب بدنه یا پایه، که جزء اصلی دستگاه است، به‌عنوان مبنا شروع شود.

شیوه سوارکردن قطعات یک دستگاه را با ذکر مثال شروع می‌کنیم.

مثال: شکل صفحه بعد اجزاء مربوط به یک مجموعه را که از ۳ قطعه تشکیل شده، نشان می‌دهند. برای آن یک نقشه ترکیبی رسم کنید.



شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
3	1	مهره شش گوش	فولاد	ISO 4032		
2	1	میله بست	فولاد			
1	1	بدنه بست	فولاد ریختگری			

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس	عمومی:
رسام						1802768
بازبین					مقیاس	
تصویب						

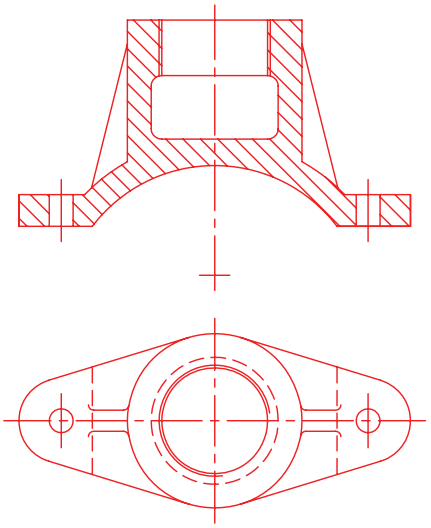
A4	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	**نام مجموعه: بست لوله**

مراحل ترسیم

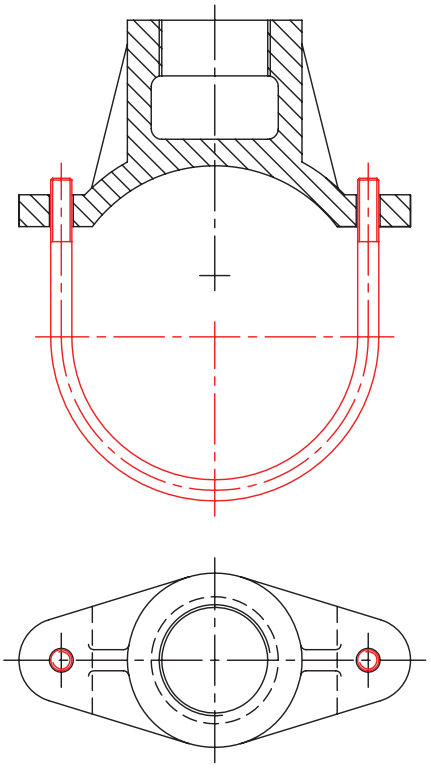
قطعه ۱ بدنه دستگاه است. قطعه ۲ میله خم شده‌ای که دو انتهای آن دنده شده (M8) و قطعه شماره ۳ یک مهره M8 است.

۱. قطعه‌ی ۱، که بدنه است را به‌عنوان مبنا انتخاب، و در دو نمای روبه‌رو و افقی با خط نازک رسم می‌کنیم. توجه کنید که تصویر افقی باید در فاصله مناسب از تصویر قائم باشد.

1

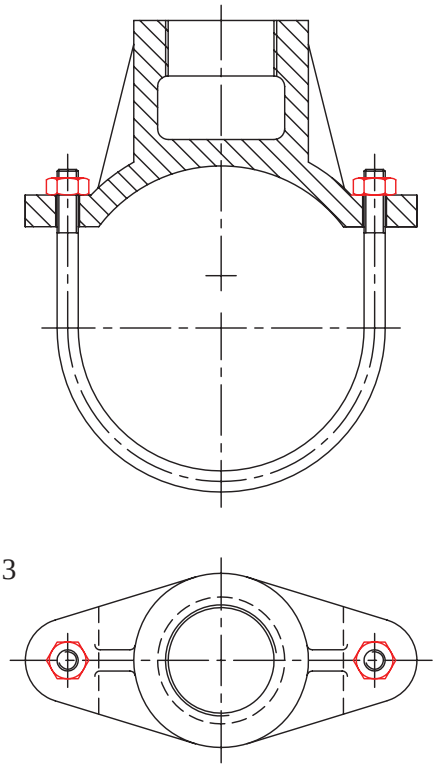


۲. میله U شـــکل دو سر دنده را مطابق شکل، از پایین در داخل سوراخ‌های بدنه شماره ۱ قرار می‌دهیم.



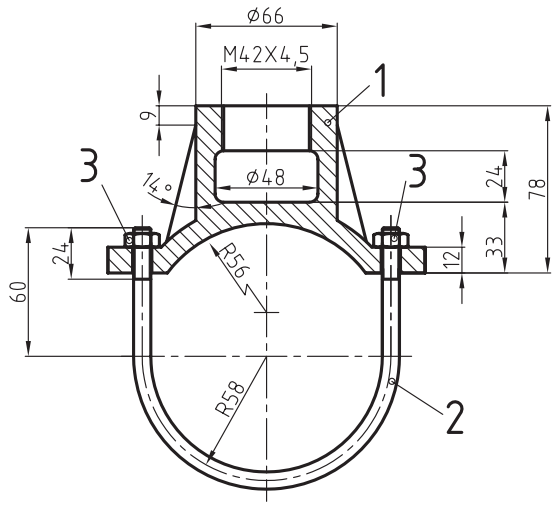
2

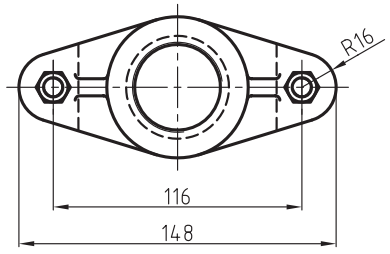
۳. میله U شکل دو سر دنده شده را به‌وسیله مهره شماره ۳ به بدنه شماره ۱ محکم می‌بندیم.



3

۴. پس از پررنگ کردن نقشه، آن‌را اندازه‌گذاری می‌کنیم. در نقشه نهایی را با جدول ترکیبی ملاحظه کنید.





شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
3	1		فولاد			
2	1		فولاد			
1	1	بدنه بست	فولاد ریختگری			

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

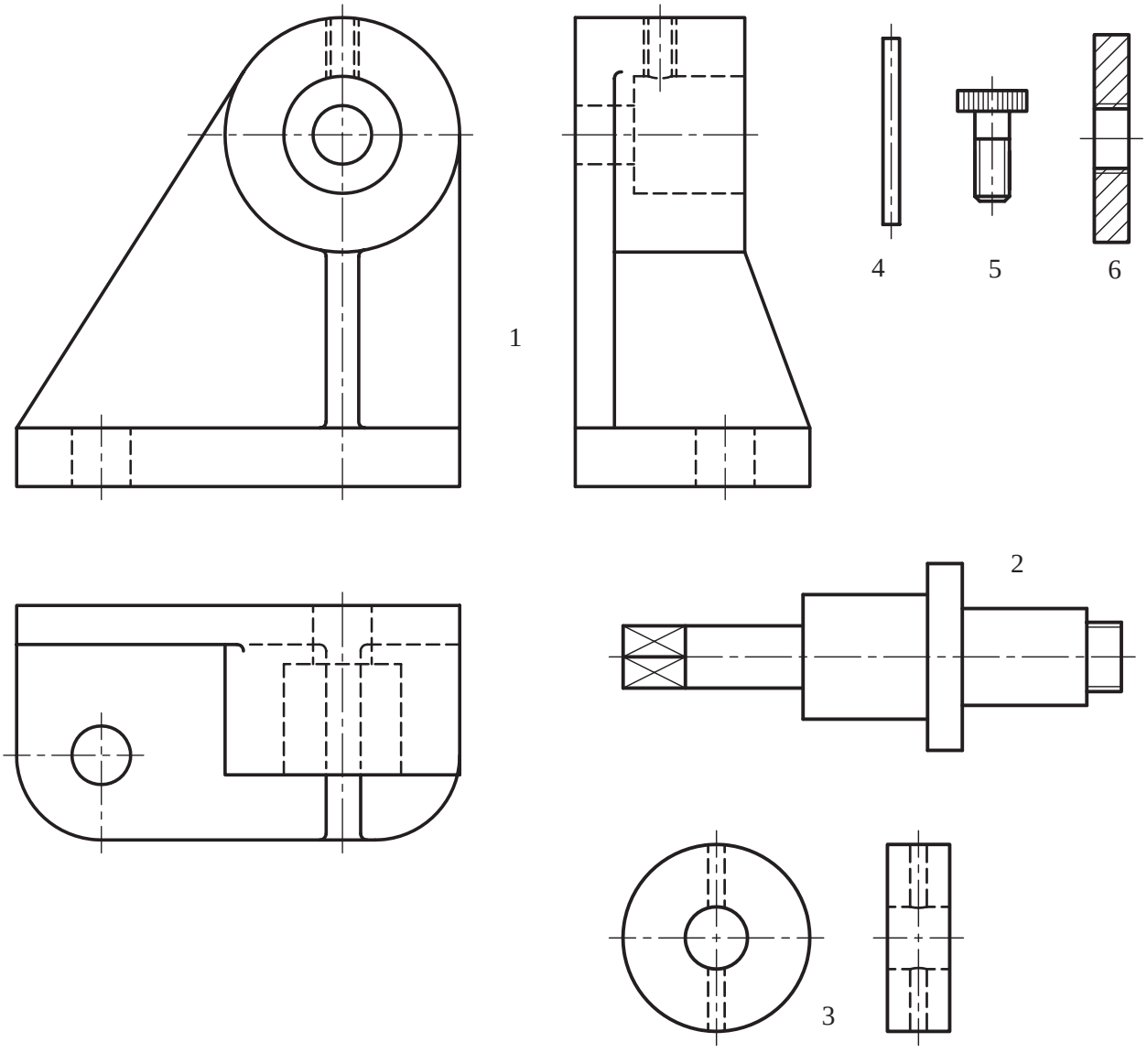
A4	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه: **بست لوله**

دستورکار شماره ۱

هدف: نحوه سوارکردن قطعات یک مجموعه

مشـــخصات: شـــکل‌های زیر نقشـــه قطعات یک مجموعه بوبین پیچ را نشان می‌دهد. یک نقشـــه سوارشده همراه با جدول ترکیبی از مجموعه داده شده روی یک برگ کاغذ A4 رسم کنید.

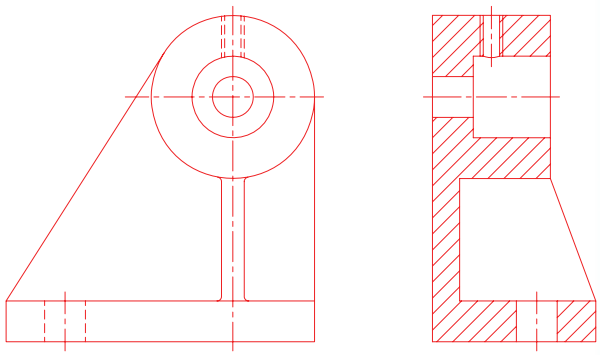
کاغذ A4 را به‌صورت عمود می‌بندیم و سپس کادر و جدول را رسم می‌کنیم.

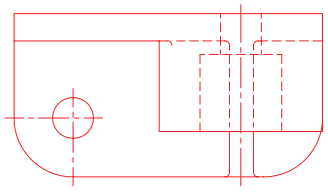


مراحل ترسیم

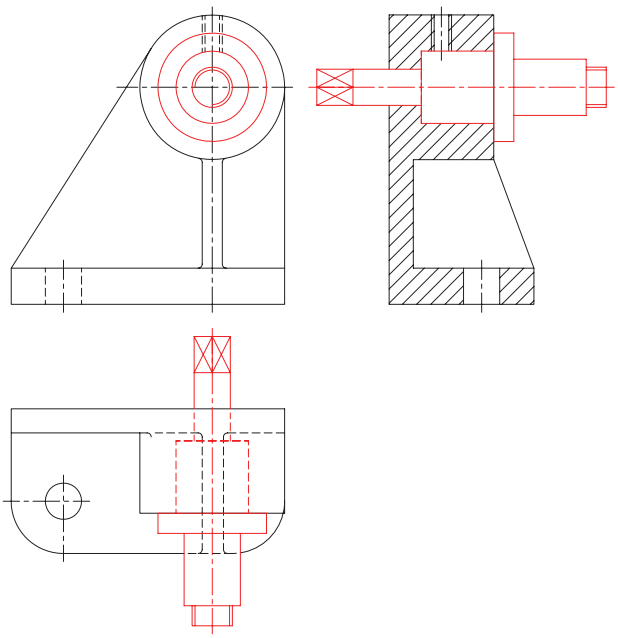
۱. نمـای روبـه‌رو، نیم‌رخ و افقـی بدنه شـماره ۱ را به فاصله‌های مناسـب از یکدیگر با خطوط نازک و کم‌رنگ رسم می‌کنیم.

با کمی دقت به شـکل قطعه متوجه می‌شویم که برای نشان دادن جزییات داخل جسم بهتر است نمای روبه‌رو و افقی بدون برش و نمای جانبی را در حالت برش ترسـیم کنیم.

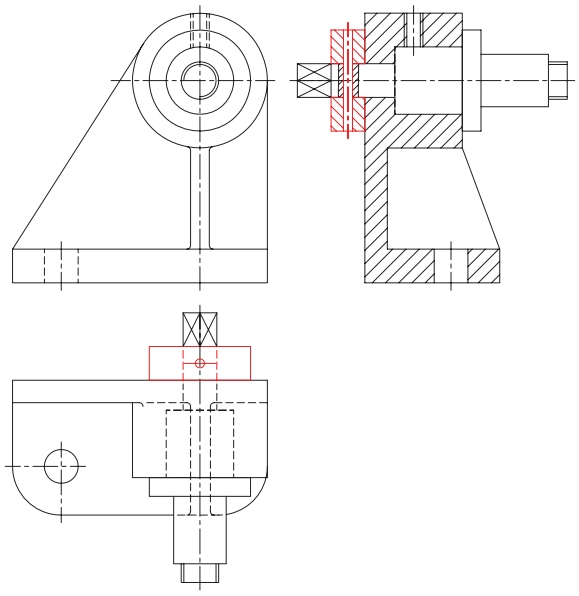




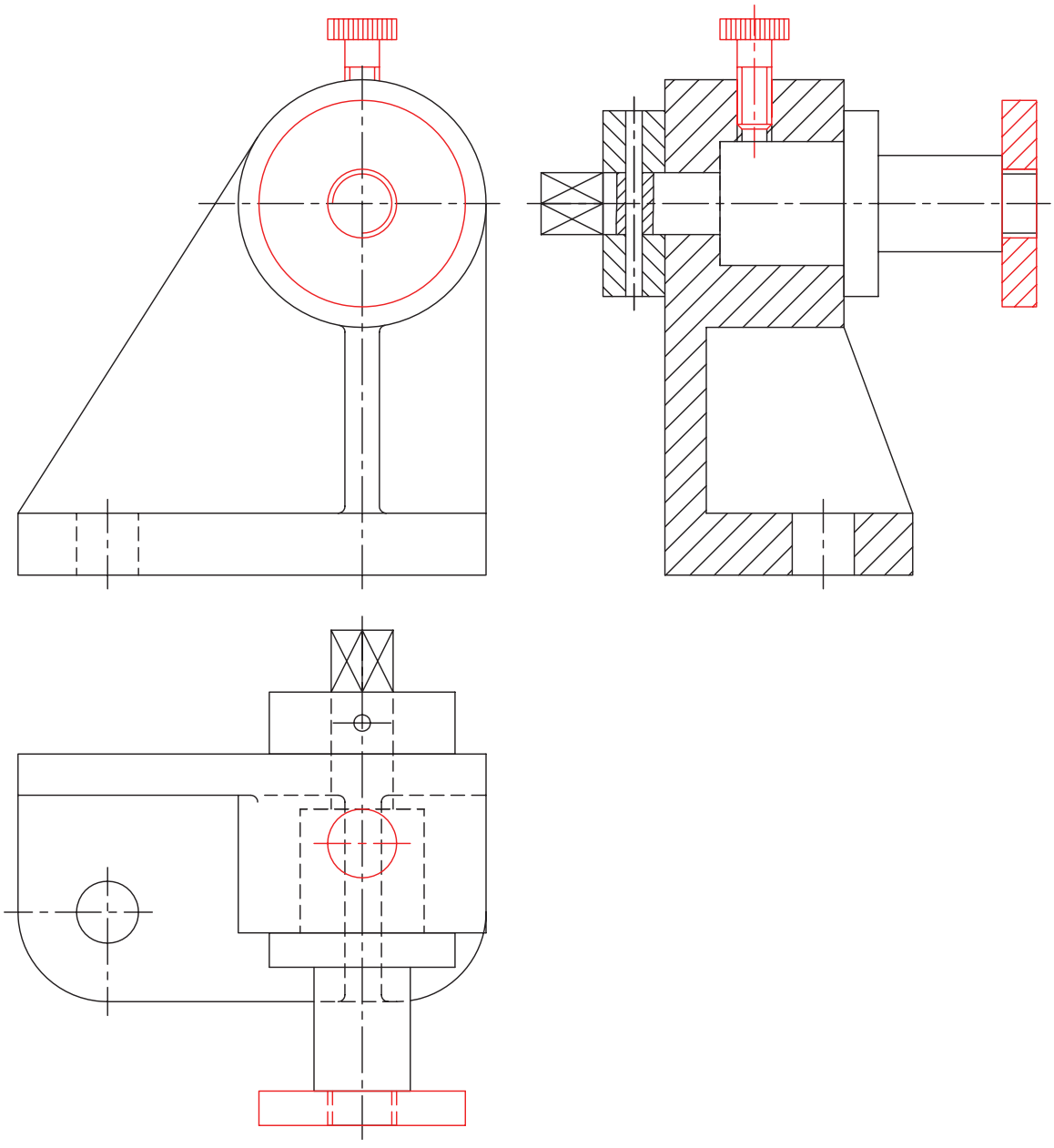
۲. قطرهـای محور شـماره ۲ و همچنین ابعاد و قطرهای سـوراخ‌های بدنه شـماره ۱ را با دقت بررسـی می‌کنیم. قرارگرفتن محور شـماره ۲ در داخل بدنه شـماره ۱ فقط از سمت راسـت آن امکان‌پذیر است. به شکل زیر توجه کنید.



۳. برای جلوگیری از حرکت محوری قطعه شماره ۲، آن‌را با سوار کردن قطعات ۳ و ۴ در محل خود تثبیت می‌کنیم.



۴. نقشه را با قرار دادن پیچ شماره ۵ و سپس مهره شماره ۶ کامل می‌کنیم.



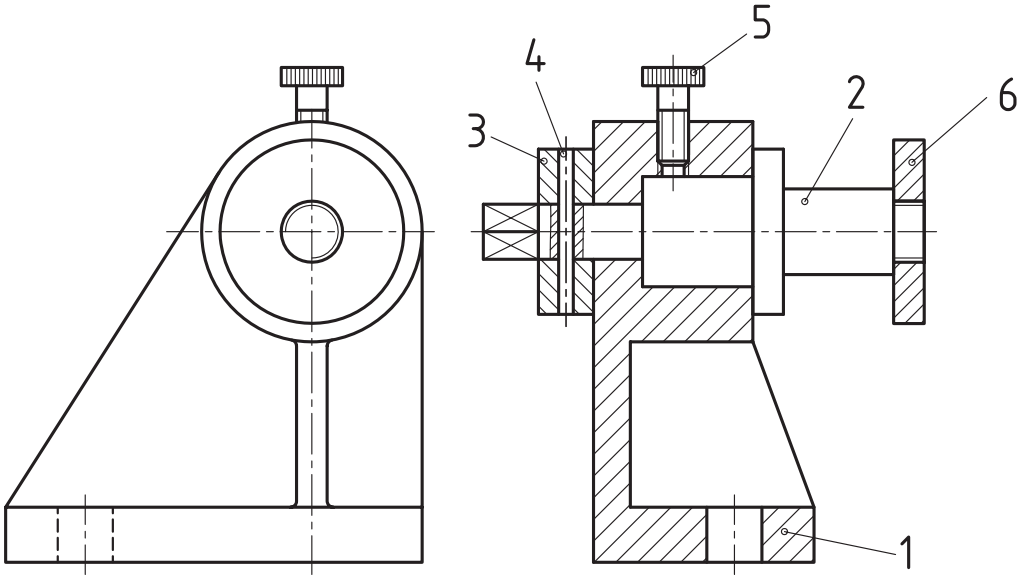
۵. پس از سوار کردن قطعات، نقشه را پررنگ و سپس شماره‌گذاری می‌کنیم. به نقشه‌ی نهایی که در داخل کادر جدول ترسیم شده، دقت کنید و سپس به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

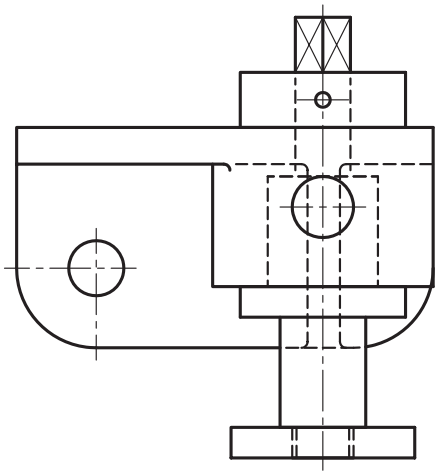
– آیا نقشه در تصاویر کافی ترسیم شده است؟

– آیا برش‌های ترسیم شده، مناسب هستند؟

– اصول شماره‌گذاری قطعات را به اختصار توضیح دهید.

– از روی این نقشه می‌توانید هر یک از قطعات را تجزیه و تحلیل کنید،سپس پیاده نمایید؟





شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
6	1	مهره M10	فولاد			
5	1	پیچ‌تثبیت M10	فولاد			
4	1	پین	st۴۵			
3	1					
2	1	محور	st۳۷			
1	1	بدنه	آهن ریخته‌گری			

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	**نام مجموعه:** بوپین پیچ	
			A4

دستورکار شماره ۲

هدف: نحوه سوارکردن یک مجموعه

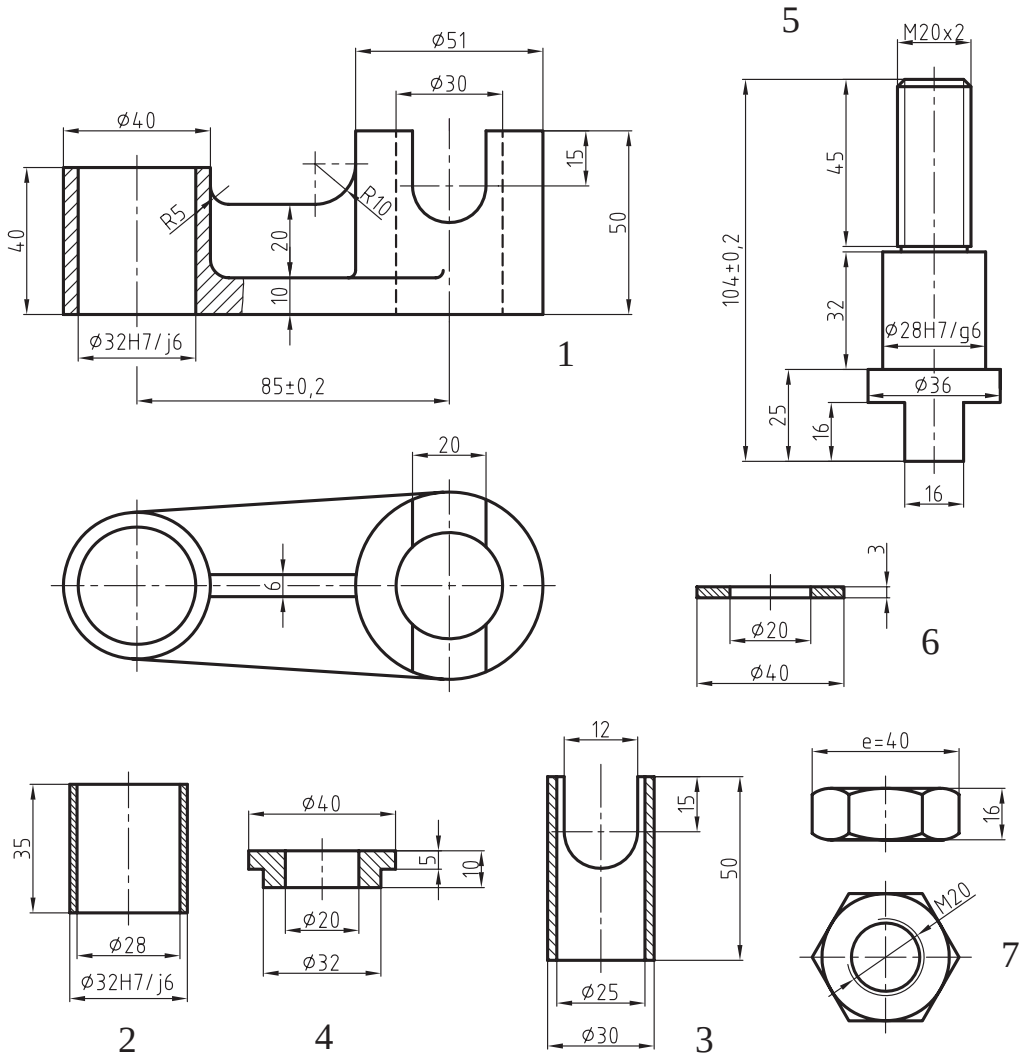
(۱۵۰ دقیقه)

مشـــخصات: شـــکل‌های صفحه بعد نقشه اجرایی یک یاتاقان متحرک را نشـــان می‌دهد. نقشه ترکیبی آن‌را روی یک برگ کاغذ A4 رسم کنید.

کاغذ A4 را به‌صورت عمود می‌بندیم. سپس کادر و جدول آن‌را رسم می‌کنیم.

شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه	

تغییرات							
طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:		تولرانس عمومی:	
رسام							
بازبین						1802768	
تصویب						مقیاس	
	شماره نقشه			سفارش‌دهنده:	نام مجموعه: **یاتاقان متحرک**		
A4							



شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
7	1	مهره شش گوش	st۳۰	ISO 4032 - M20		
6	1	واشر	st۳۷			
5	1	محور	st۴۵			
4	1	درپوش	st۳۷			
3	1	یاتاقان لغزشی	فولاد آلیاژی			
2	1	یاتاقان	فولاد آلیاژی			
1	1	بدنه یاتاقان	فولاد ریخته‌گری			

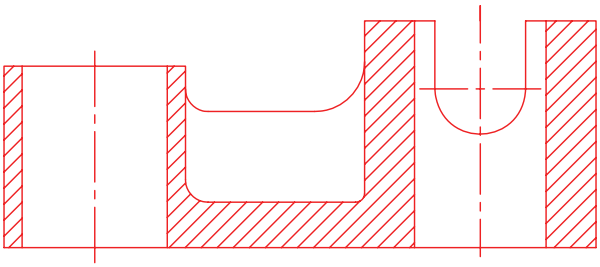
تغییرات

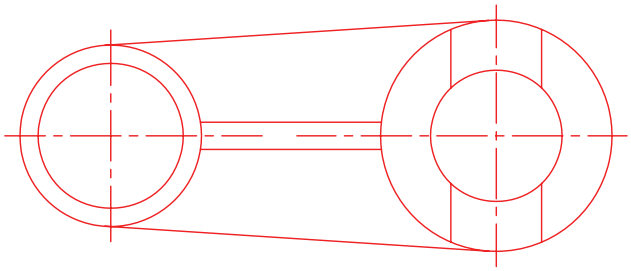
طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

A4	شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه: **یاتاقان متحرک**

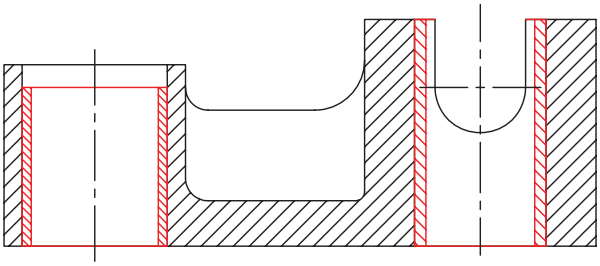
مراحل ترسیم

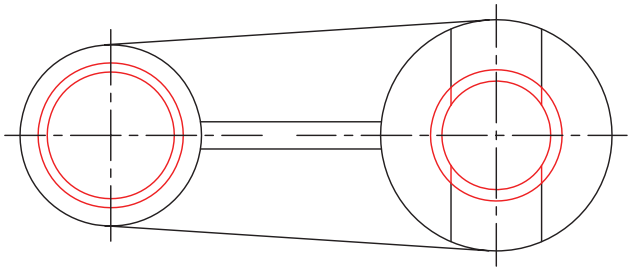
۱. ابتدا بدنه شـماره ۱ را در دو نمـای روبه‌رو و افقی به فاصله لازم از یکدیگر رسم می‌کنیم. ترسیم نمای روبه‌رو در حالت برش و نمای افقی بدون برش، با خطوط نازک و کم‌رنگ مناسب است.



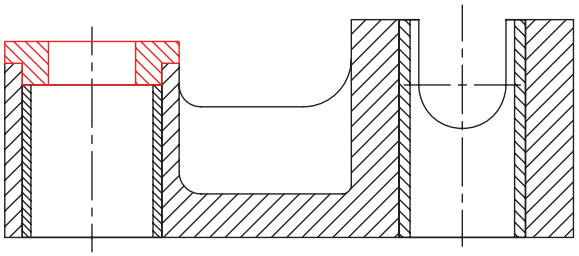


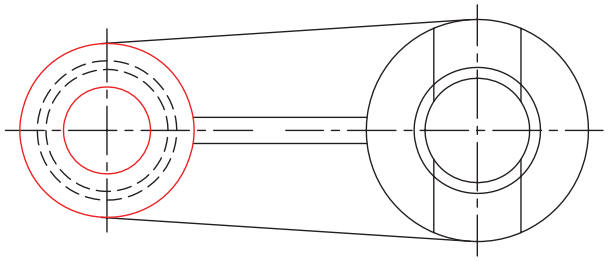
۲. محل استقرار یاتاقان شماره ۲، در سوراخ سمت چپ و بوش شماره ۳، در سوراخ سمت راست قطعه ۱ است.



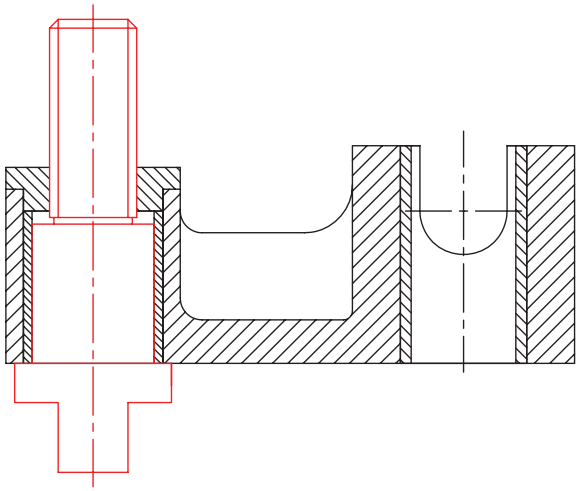


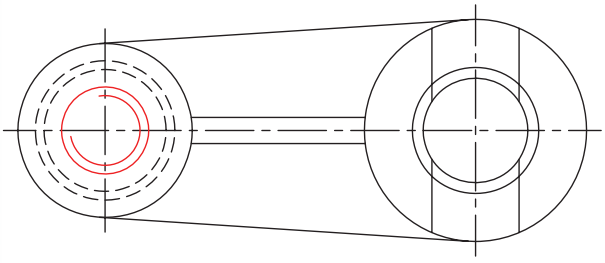
۳. درپـوش شـماره ۴ در انتهـای بوش شـماره ۳ قرار



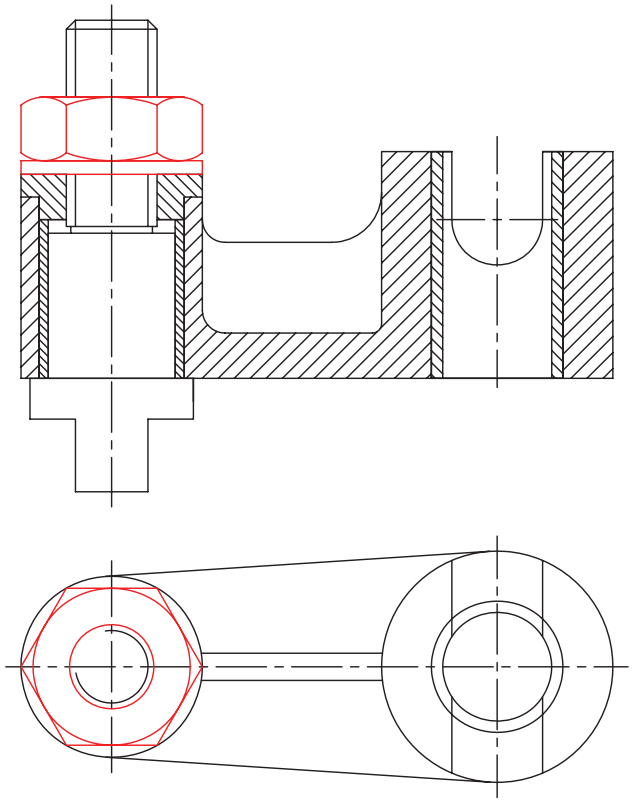


می‌گیرد. ۴. جهت قرار گرفتن محور شـماره ۵ با توجه به





قطر خارجی پیچ انتهایی آن و همچنین اندازه سوراخ درپوش شماره ۴ آن مطابق شکل است.



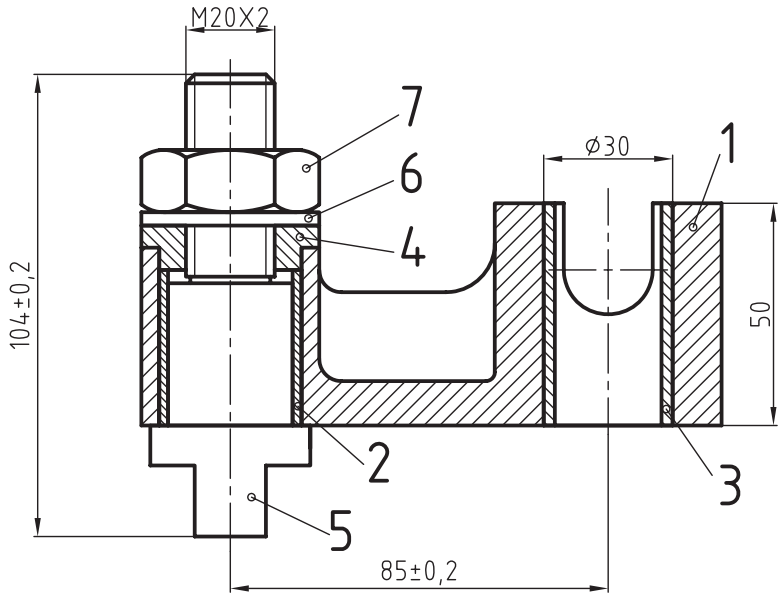
۵. نقشه را با رسم واشر و مهره کامل کنید.

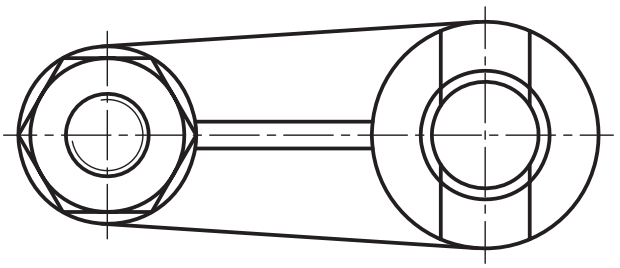
۶. در ادامه نقشه نهایی یاتاقان متحرک را همراه با کادر و جدول ترکیبی ملاحظه می‌کنید و پس از بررسی آن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

– آیا نقشه به‌درستی اندازه‌گذاری شده است؟ در مورد درست یا نادرست بودن آن توضیح دهید.

– نظر خود را در مورد نماهای ترسیم شده، بیان کنید.

– آیا روش بهتری برای سوار کردن قطعات آن می‌شناسید؟ روش پیشنهادی خود را از طریق ترسیم توضیح دهید.





شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
7	1	مهره شش گوش	st۳۰	ISO 4032 - M20		
6	1	واشر	st۳۷			
5	1	محور	st۴۵			
4	1	درپوش	st۳۷			
3	1	یاتاقان لغزشی	فولاد آلیاژی			
2	1	یاتاقان	فولاد آلیاژی			
1	1	بدنه یاتاقان	فولاد ریخته‌گری			

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه: **یاتاقان متحرک**	
A4			

ارزشیابی پایانی

◄ نظری

۱. مفهوم سوارکردن قطعات یک مجموعه را توضیح دهید.

۲. اصول سوارکردن را تعریف کنید.

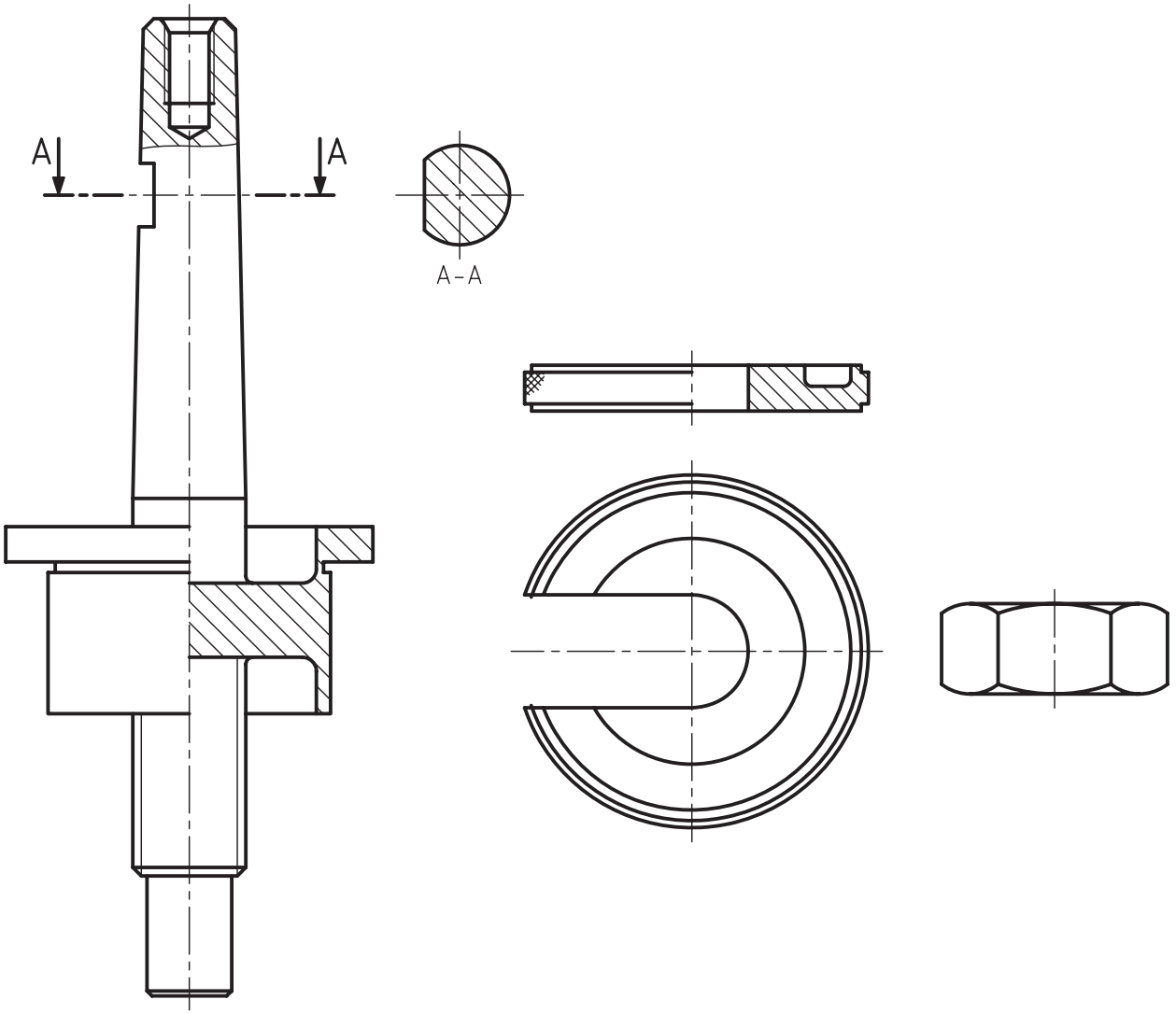
۳. نحوه اندازه‌گذاری یک نقشه مرکب را توضیح دهید.

۴. بر چه اساسی می‌توان نقشه‌های سوار شده را شماره‌گذاری کرد؟

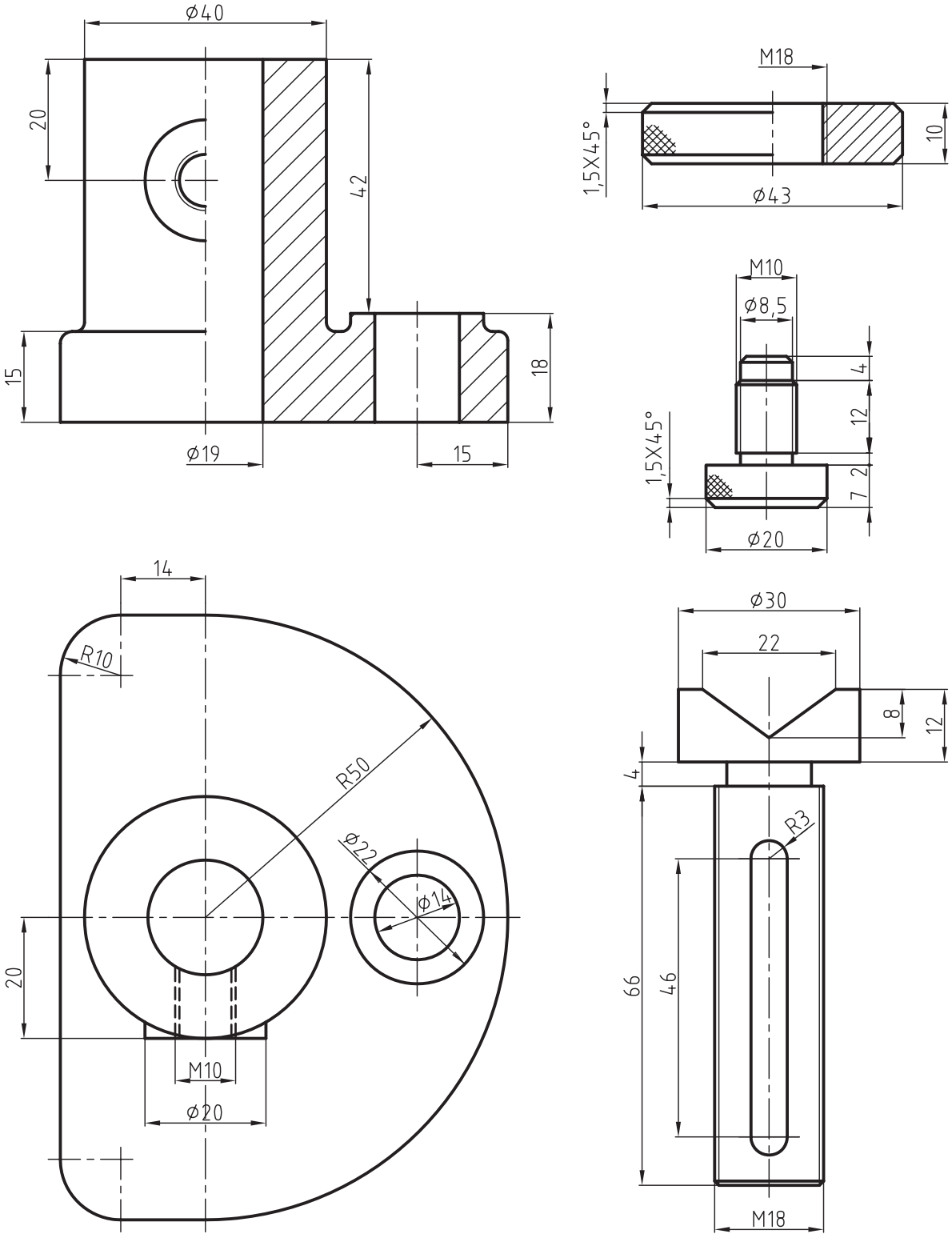
۵. آیا اندازه‌گذاری و علائم انطباقی در نقشـــه قطعات یک مجموعه می‌تواند راهنمای مناســـبی برای سوارکردن قطعات آن باشد؟ روش به‌کارگیری آن‌را با ذکر یک مثال ساده توضیح دهید.

عملی

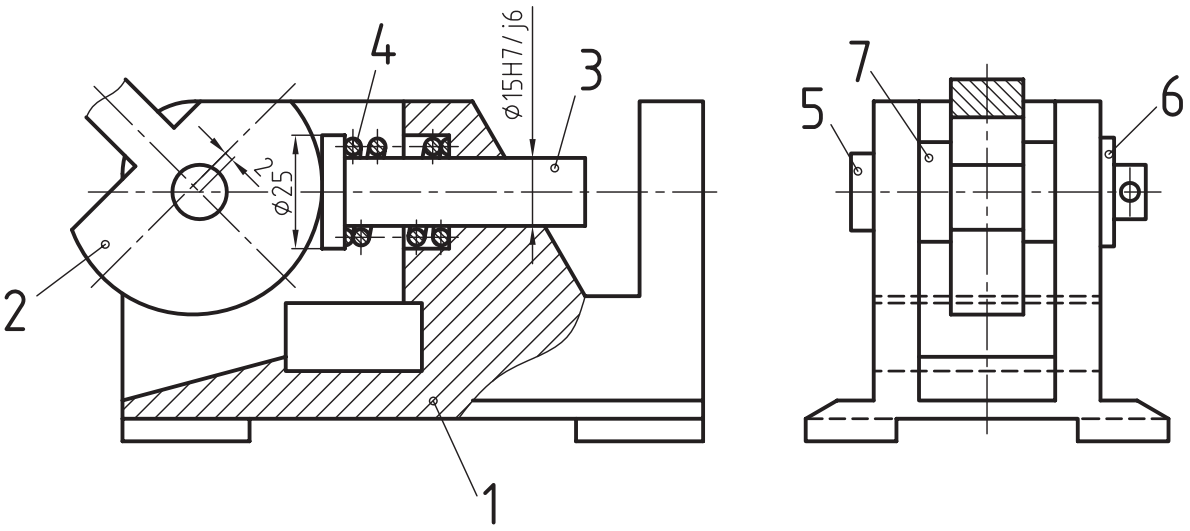
۱. در زیر نقشه قطعات یک مجموعه را ملاحظه می‌کنید. برای آن یک نقشه ترکیبی همراه با کادر و جدول روی یک برگ کاغذ A4 بصورت افقی در تصویرهای لازم ترسیم کنید.



۲. قطعات زیر به یک جک مخصوص روی میز ماشین‌فرز مربوط است. نقشه ترکیبی آن‌را در نماهای لازم روی یک برگ کاغذ A3 رسم، و اندازه‌گذاری کنید.



۳. نقشـــه قطعات یک دســتگاه در زیر نشان داده شده است. پس از بررســی قطعات، نقشه ترکیبی دستگاه را در تصاویر و برش‌های لازم ترسیم کنید. پس از ترسیم، نقشه را اندازه‌گذاری و شماره‌ی قطعات را مشخص کنید.



توانایی ترسیم نقشه‌های انفجاری

در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ نقشه‌های انفجاری را تعریف کند.

ـ روش ترسیم نقشه‌های انفجاری را توضیح دهد.

ـ کاربرد نقشه‌های انفجاری را شرح دهد.

ـ نقشه‌ی انفجاری یک مجموعه را ترسیم کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۴	۲۰	۲۴

پیش‌آزمون

۱. نقشه انفجاری را به‌طور مختصر توضیح دهید.

۲. برای ترسیم نقشه‌ی انفجاری معمولاً از کدام تصویر استفاده می‌شود؟

۳. تفاوت نقشه انفجاری با یک نقشه ترکیبی را توضیح دهید.

۴. آیا می‌توان نقشه انفجاری را با تصویرهای سه‌بعدی دیمتریک ترسیم کرد؟ چرا؟

۵. معمولاً کدام‌یک از قطعات یک مجموعه به‌عنوان شروع ترسیم در نقشه‌های انفجاری مناسب است؟ دلایل خود را بنویسید.

۶. کاربرد نقشه‌های اجرایی را بنویسید و در مورد هر یک توضیح دهید.

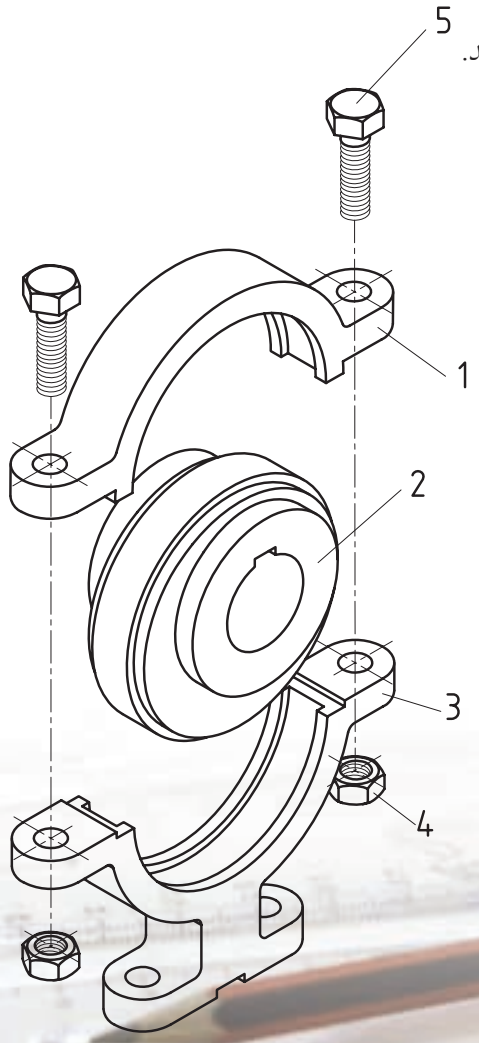
۷. آیا نقشه‌ی انفجاری، به اندازه‌گذاری نیاز دارد؟

۸. با توجه به شکل روبه‌رو، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

ـ نقشه روبه‌رو چه نوع نقشه‌ای است؟ در مورد آن توضیح دهید.

ـ نام مجموعه را بنویسید.

ـ طرز کار مجموعه را توضیح دهید.



نقشه‌های انفجاری

تعریف

نقشه انفجاری به نقشه‌ای در یک مجموعه گفته می‌شود که قطعات باز شده آن، طبق نظم یا دستور خاصی به‌صورت سه‌بعدی ترسیم شود. جهت نمایش بهتر تصاویر سه‌بعدی یک مجموعه، معمولاً تصویرهای مجسم ایزومتریک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مراحل ترسیم

برای ترسیم نقشه انفجاری یک مجموعه، رعایت نکات زیر ضروری است:

ـ قبل از شروع ترسیم بهتر است طرز کار مجموعه را بررسی کنیم.

ـ نحوه سوار کردن و همچنین پیاده‌سازی قطعات به ما کمک می‌کند تا بتوانیم هر یک از قطعات را در جای مناسب خود رسم کنیم، به‌طوری‌که از روی نقشه بتوان قطعات را از هم جدا و یا روی هم مونتاژ کرد.

ـ لازم است کار ترسیم را با پایه یا بدنه اصلی شروع کنیم و سپس بقیه اجزاء را به‌ترتیب سوار کردن آن‌ها نمایش دهیم.

ـ هر قطعه با شماره خود معرفی شود « ارتفاع و ضخامت شماره‌ها مانند نقشه‌های ترکیبی است».

ـ رسم جدول ترکیبی الزامی است.

شماره‌ها و مشخصات قطعات باید در جدول ترکیبی نوشته شود.

برای آشنایی با شیوه ترسیم، به مثال زیر توجه کنید.

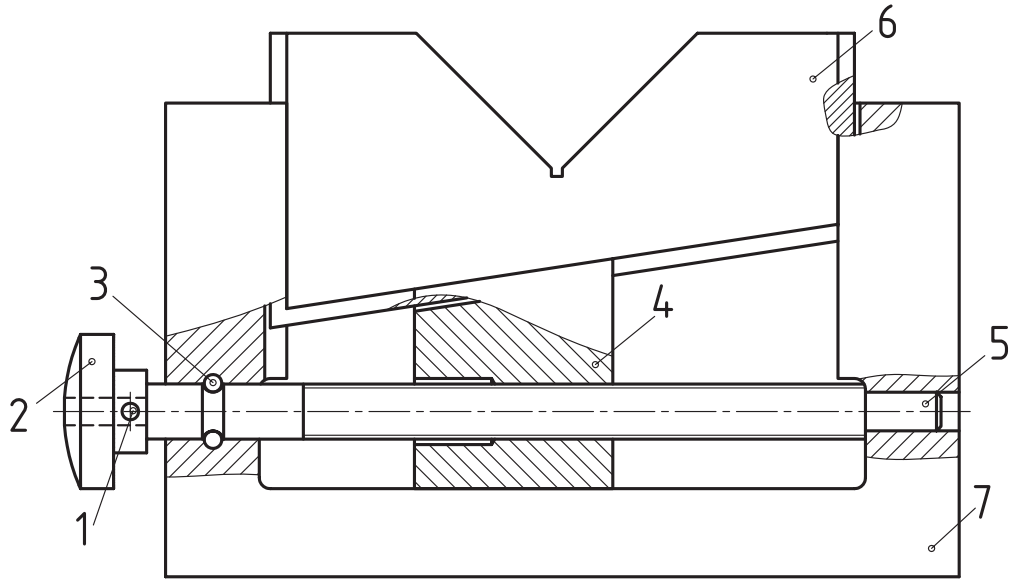
◀ **مثال ۱:** در شکل زیر نقشه ترکیبی یک پایه قابل تنظیم را که در دو نما معرفی شده، ملاحظه می‌کنید. برای آن یک نقشه انفجاری ترسیم کنید.

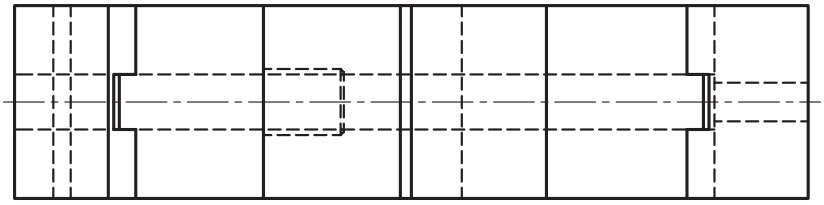
کاربرد دستگاه

قسمت Vشکل قطعه شماره ۶ برای قرارگرفتن قطعات مدور مانند میله، جهت انجام عملیات ماشین‌کاری است. ارتفاع میله نسبت به سطح میز ماشین قابل تنظیم است.

طرز کار دستگاه

پیچ شماره ۵ با سوراخ مهره شده قطعه شیب‌دار شماره ۴ درگیر است. با گردش پیچ که به‌وسیله دسته شماره ۱ انجام می‌گیرد، قطعه شماره ۴ می‌تواند به سمت چپ یا راست حرکت کند. سطح شیب‌دار قطعه ۴ حرکت عمودی تکیه‌گاه شماره ۶ را فراهم می‌سازد.





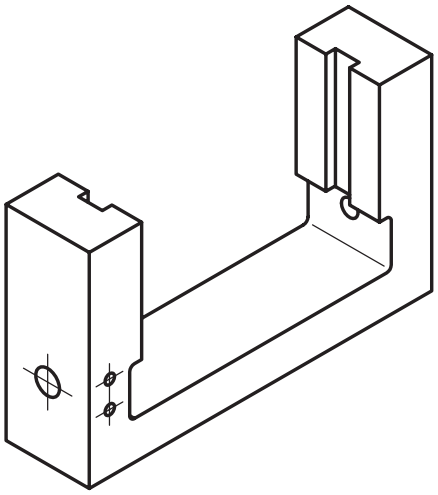
شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
7	1	بدنه	فولاد			
6	1	قطعهV شکل	فولاد			
5	1	پیچ	فولاد			
4	1	مهره لغزنده	فولاد			
3	2	پین	فولاد			
2	1	پین	فولاد			
1	1	دسته	فولاد			

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه: جک میز ماشین فرز	
A4			

مراحل ترسیم

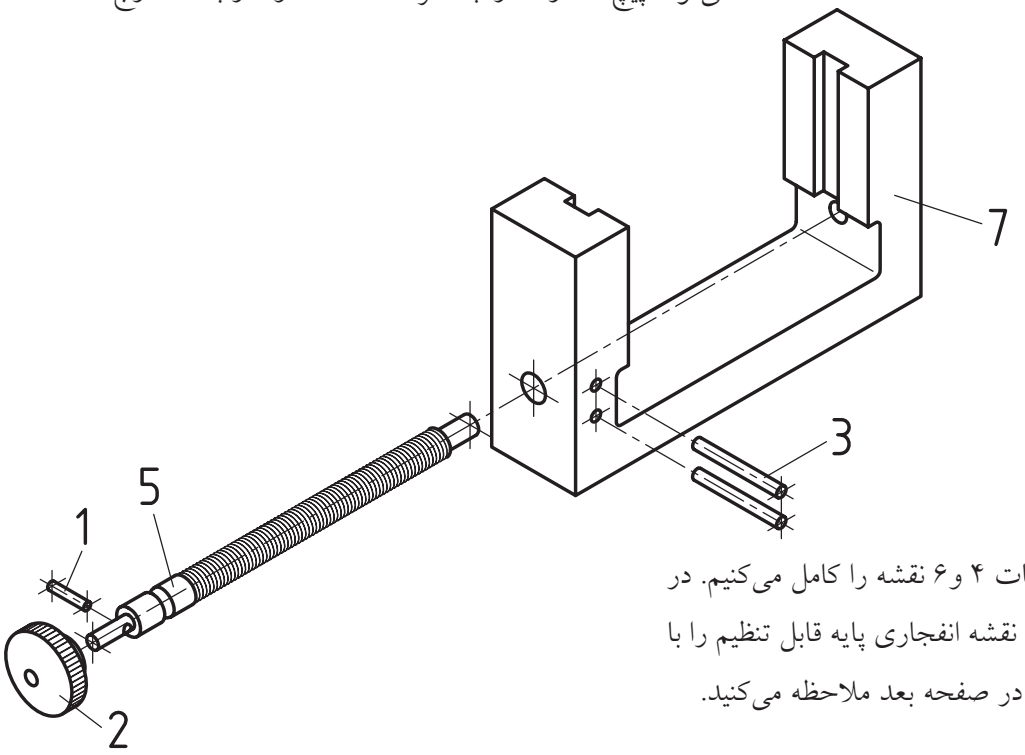


انتخاب دید مناسب برای ترسیم یک نقشه انفجاری بسیار دارای اهمیت است، بنابراین باید با بررسی مجموعه، بهترین جهت دید را برای بازکردن مجموعه جهت شروع ترسیم نقشه انتخاب کنیم.

پس از انتخاب دید، ترسیم را آغاز می‌کنیم. به توضیحات زیر توجه کنید.

۱.بدنه شماره ۷ را به‌عنوان قطعه اصلی یا مبنا انتخاب، و به‌صورت تصویر مجسم ایزومتریک رسم می‌کنیم. بهترین دید برای این قطعه جهتی است که قطعه شماره ۵ را بتوان آن از مجموعه جدا ساخت. به شکل زیر توجه کنید.

۲.با باز کردن قطعه‌ی ۳ که تعداد آن ۲ عدد است، می‌توان پیچ شماره ۵ را به‌همراه قطعات ۱ و۲ از بدنه خارج ساخت.

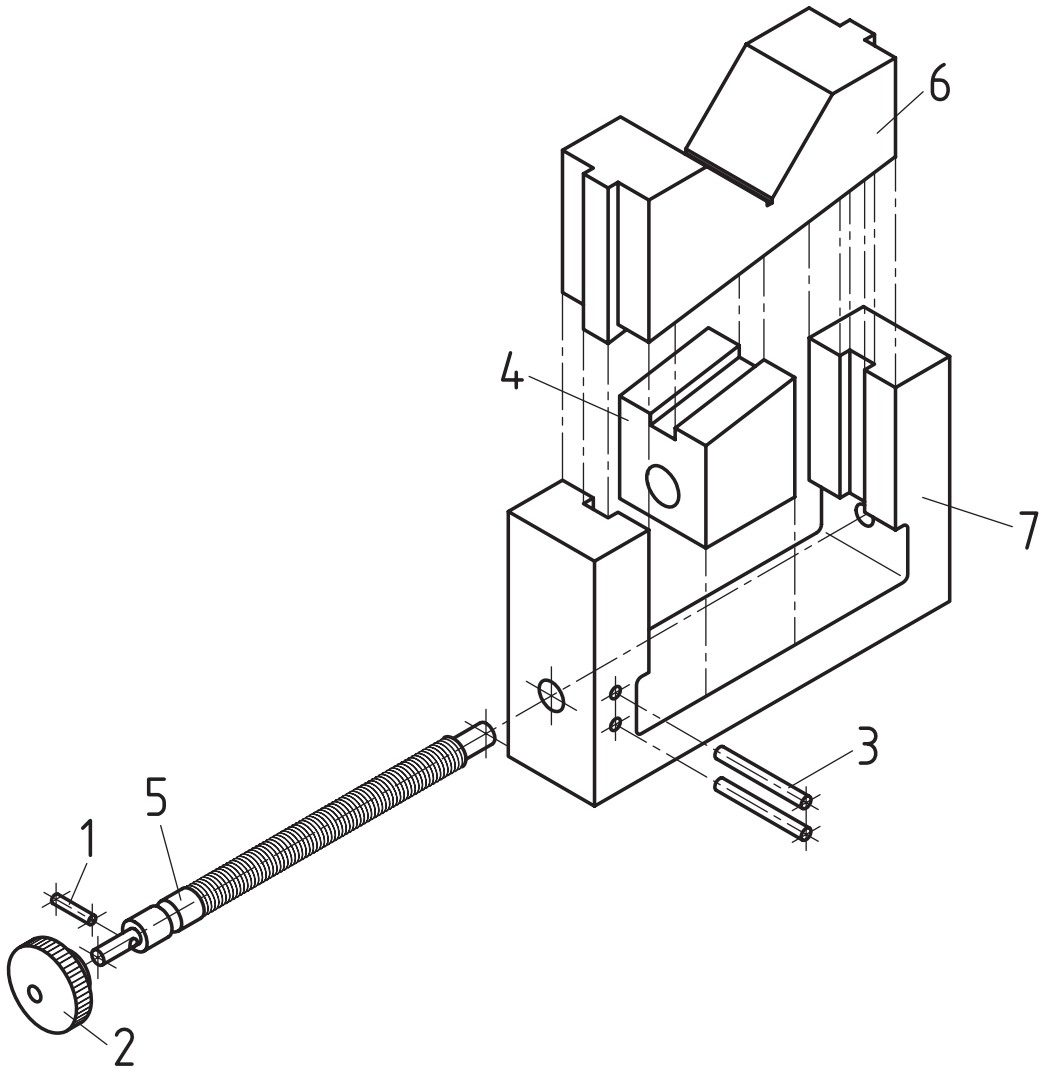


۳.پس از ترسیم قطعات ۴ و۶ نقشه را کامل می‌کنیم. در شکل چگونگی ترسیم نقشه انفجاری پایه قابل تنظیم را با کادر و جدول ترکیبی در صفحه بعد ملاحظه می‌کنید.

کاربرد نقشه‌های انفجاری

نقشه‌های انفجاری به‌طور معمول در کارخانجات صنعتی برای تولید و مونتاژ قطعات استفاده می‌شوند. علاوه بر آن نیز در زمینه‌های تعمیرات و سرویس دستگاه‌ها و ماشین‌آلات صنعتی و نیز لوازم خانگی کاربرد فراوانی دارند، زیرا این نقشه‌ها راهنمای خوب و مناسبی جهت باز کردن و بستن دستگاه‌ها و ماشین‌آلات هستند.

توجه: در صنعت، نقشه‌ی انفجاری جزء مدارک فنی محسوب می‌شود و باید ضمیمه نقشه‌های اجرایی گردد.



شماره	تعداد	نام قطعه	جنس	استاندارد	وزن	ابعاد اولیه
7	1	بدنه	فولاد			
6	1	قطعهV شکل	فولاد			
5	1	پیچ	فولاد			
4	1	مهره لغزنده	فولاد			
3	2	پین	فولاد			
2	1	پین	فولاد			
1	1	دسته	فولاد			

تغییرات

طراح	نام	امضاء	تاریخ	نام شرکت:	تولرانس عمومی:
رسام					1802768
بازبین					مقیاس
تصویب					

شماره نقشه	سفارش‌دهنده:	نام مجموعه: جک میز ماشین فرز	
A4			

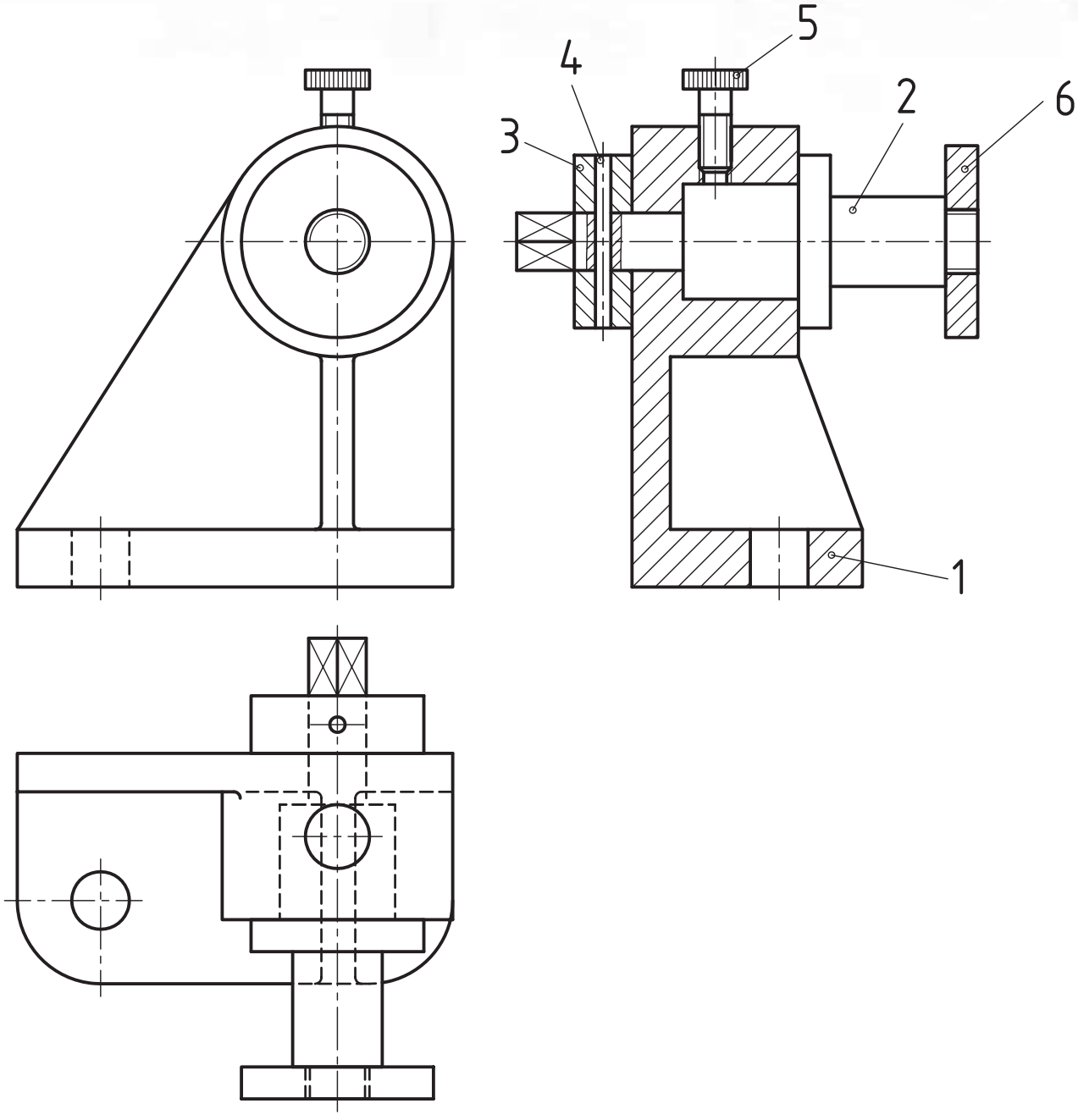
دستور کار

هدف: ترسیم نقشه انفجاری

(۱۸۰ دقیقه)

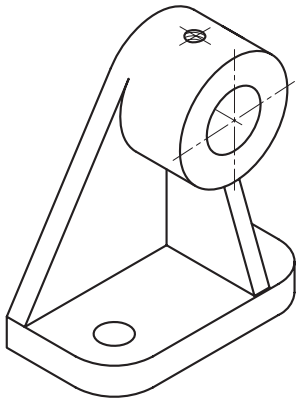
مشخصات: از نقشه ترکیبی بوبین پیچ شکل زیر یک نقشه انفجاری با مقیاس 1:1 رسم کنید.

کاغذ A3 را به‌صورت افقی می‌بندیم و پس از ترسیم کادر و جدول، جهت دید مناسب را انتخاب می‌کنیم.

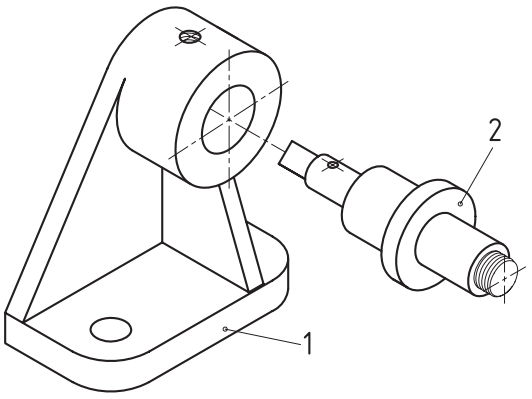


مراحل ترسیم

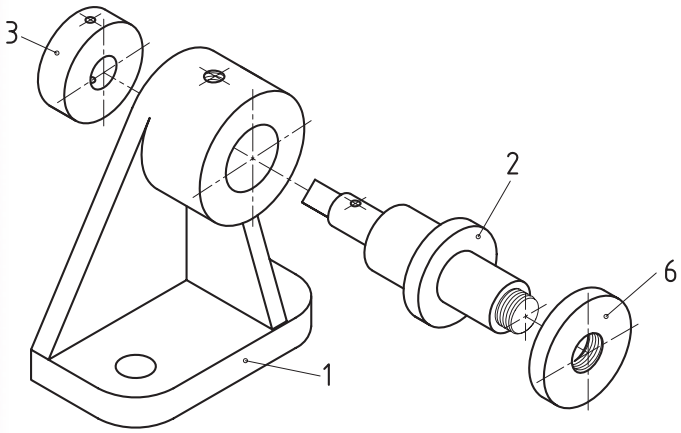
۱. قطعه ۱، را که بدنه است، انتخاب می‌کنیم.
تصویر مجسم ایزومتریک آن در جهت دید مناسب رسم می‌کنیم.



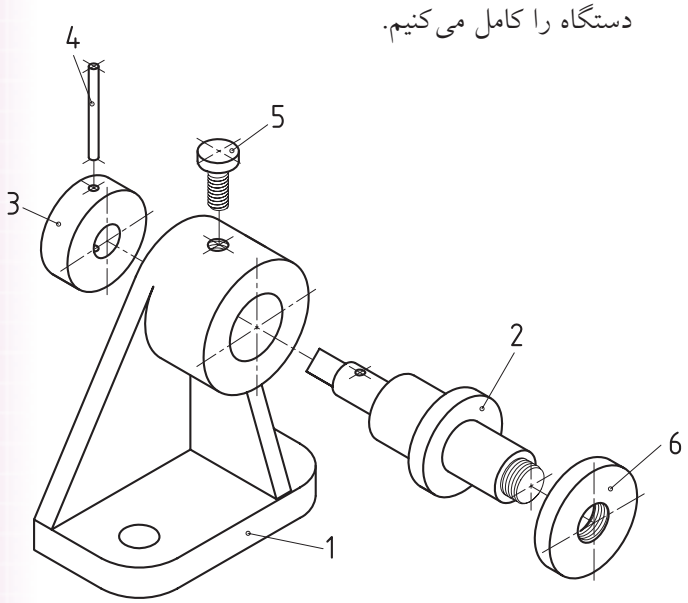
۲. تصویر مجسم قطعه شماره ۲ را که محور است، با فاصله مناسب در امتداد محور سوراخ قطعه شماره ۱ رسم می‌کنیم.



۳. تصویر ایزومتریک قطعه شماره ۳ و همچنین مهره شماره ۶ را با توجه به محل استقرارشان در نقشه ترکیبی ، در امتداد خط محور در فاصله‌های مناسب ترسیم می کنیم.



۴. با قرار دادن پین شماره ۳ و پیچ شماره ۵ نقشه انفجاری دستگاه را کامل می‌کنیم.



ارزشیابی پایانی

◄ نظری

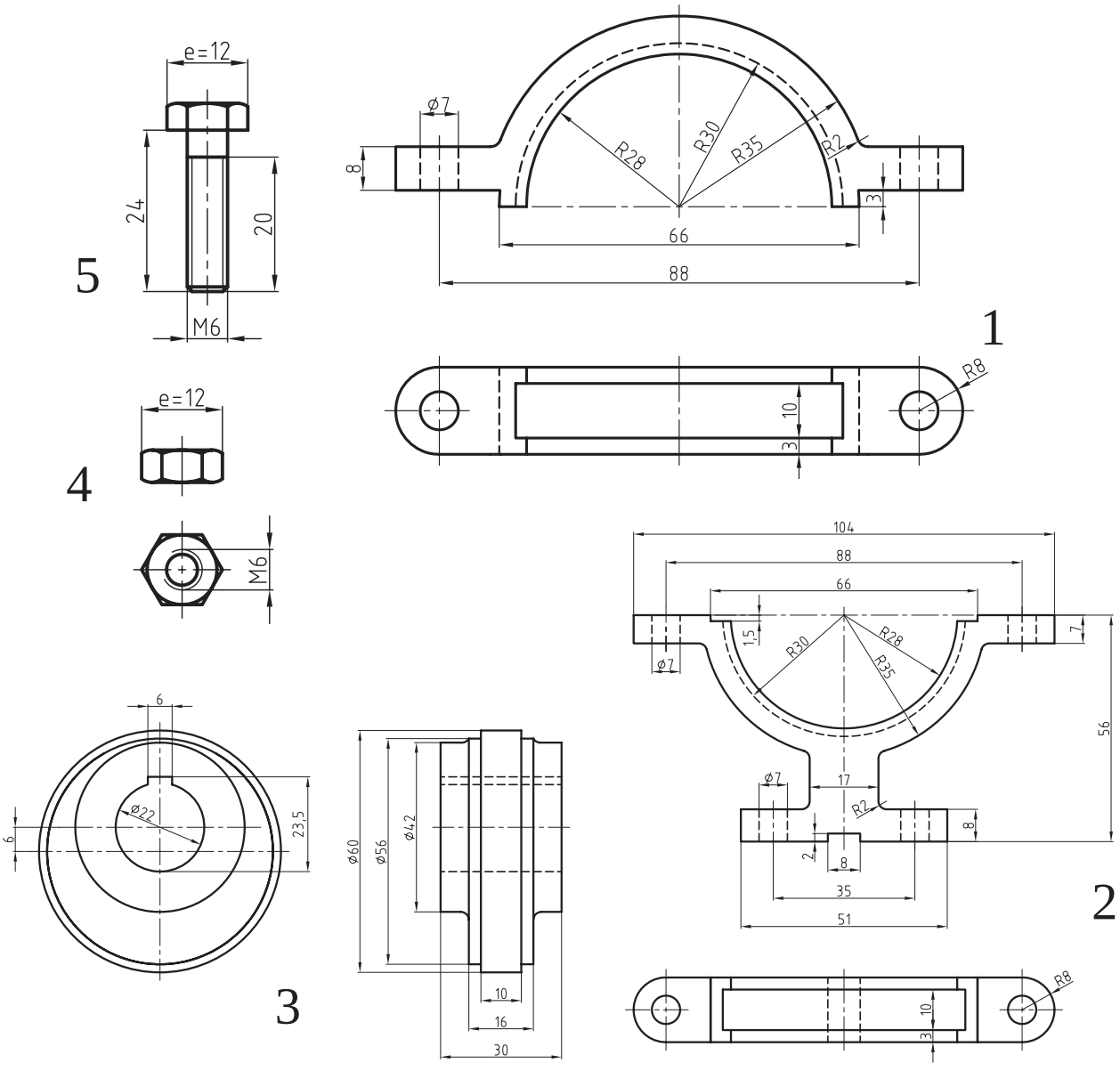
۱. نقشه انفجاری را توضیح دهید.

۲. روش ترسیم یک نقشه انفجاری را شرح دهید.

۳. موارد استفاده از نقشه انفجاری را بنویسید.

عملی

۱. نقشه قطعات یک مجموعه را در شکل زیر ملاحظه می‌کنید. برای آن یک نقشه انفجاری رسم کنید.



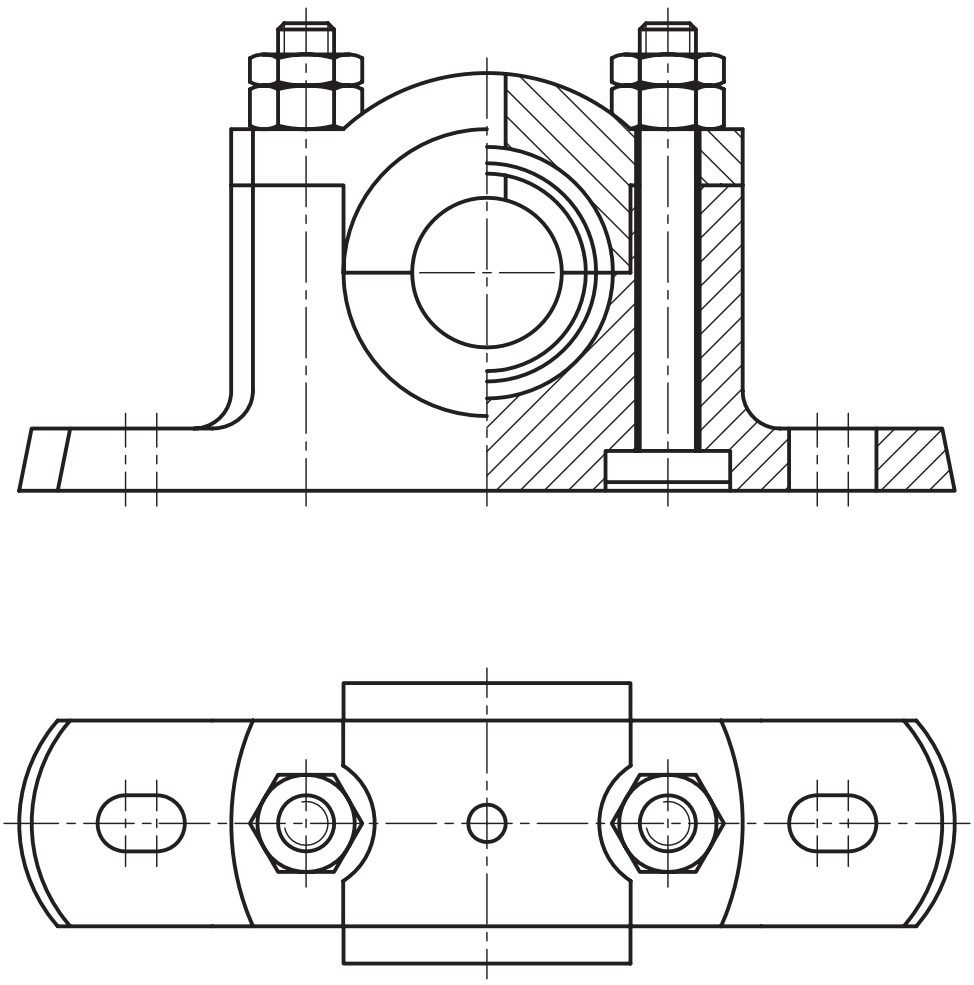
۲. از نقشه ترکیبی مجموعه زیر، نخست به پرسش‌های زیر پاسخ دهید، سپس برای آن یک نقشه انفجاری روی یک برگ کاغذ A3 با مقیاس مناسب رسم کنید. رسم جدول ترکیبی الزامی است.

-نام مجموعه

-کاربرد مجموعه

-نام هر یک از قطعات

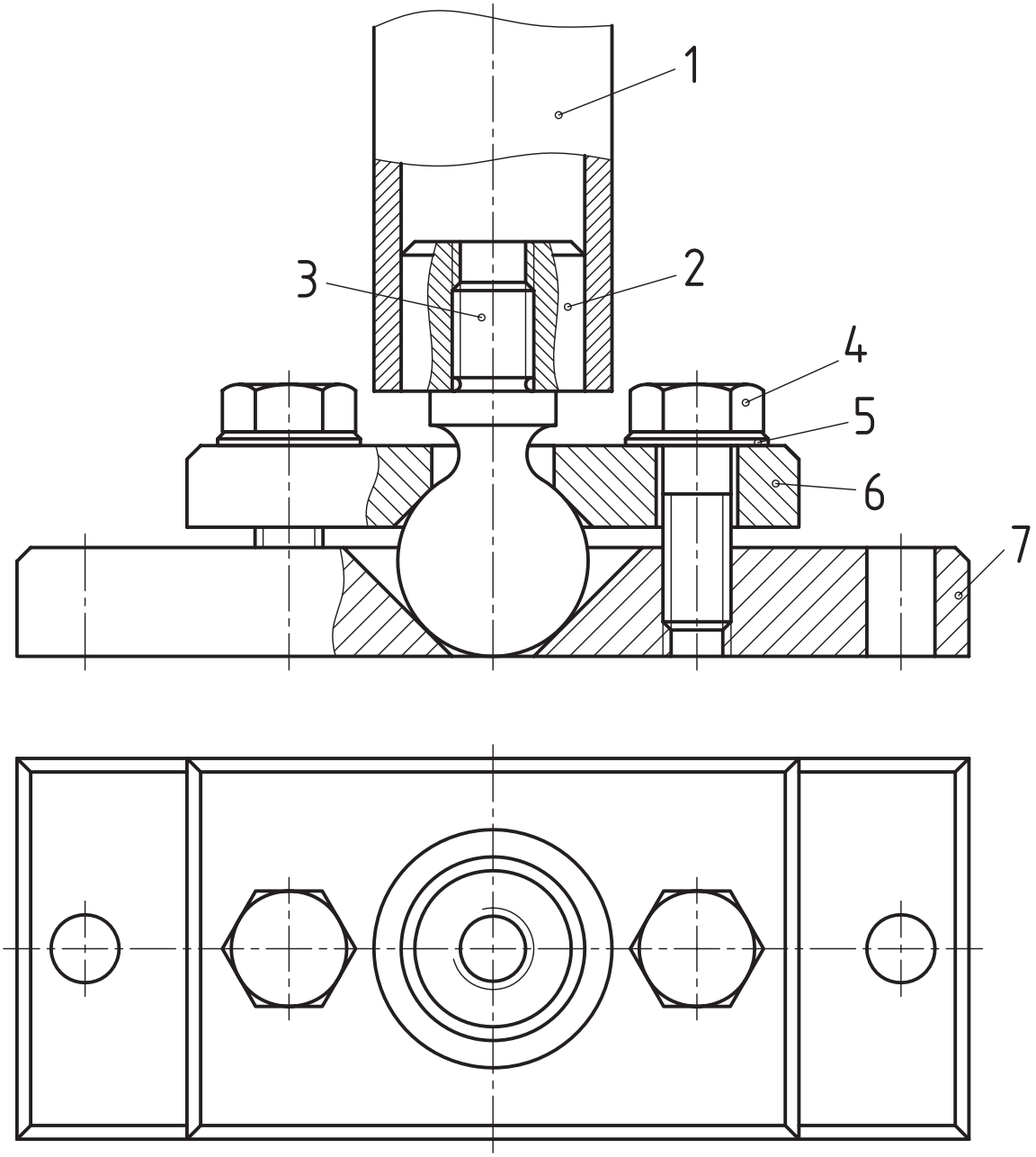
-شماره‌گذاری قطعات



۳. از نقشه‌ی ترکیبی زیر:

ـ نقشه‌ی هر یک از قطعات را در تصاویر و برش‌های لازم، رسم و اندازه‌گذاری کنید.

ـ نقشه‌ی انفجاری آن‌را همراه با جدول ترکیبی رسم کنید.



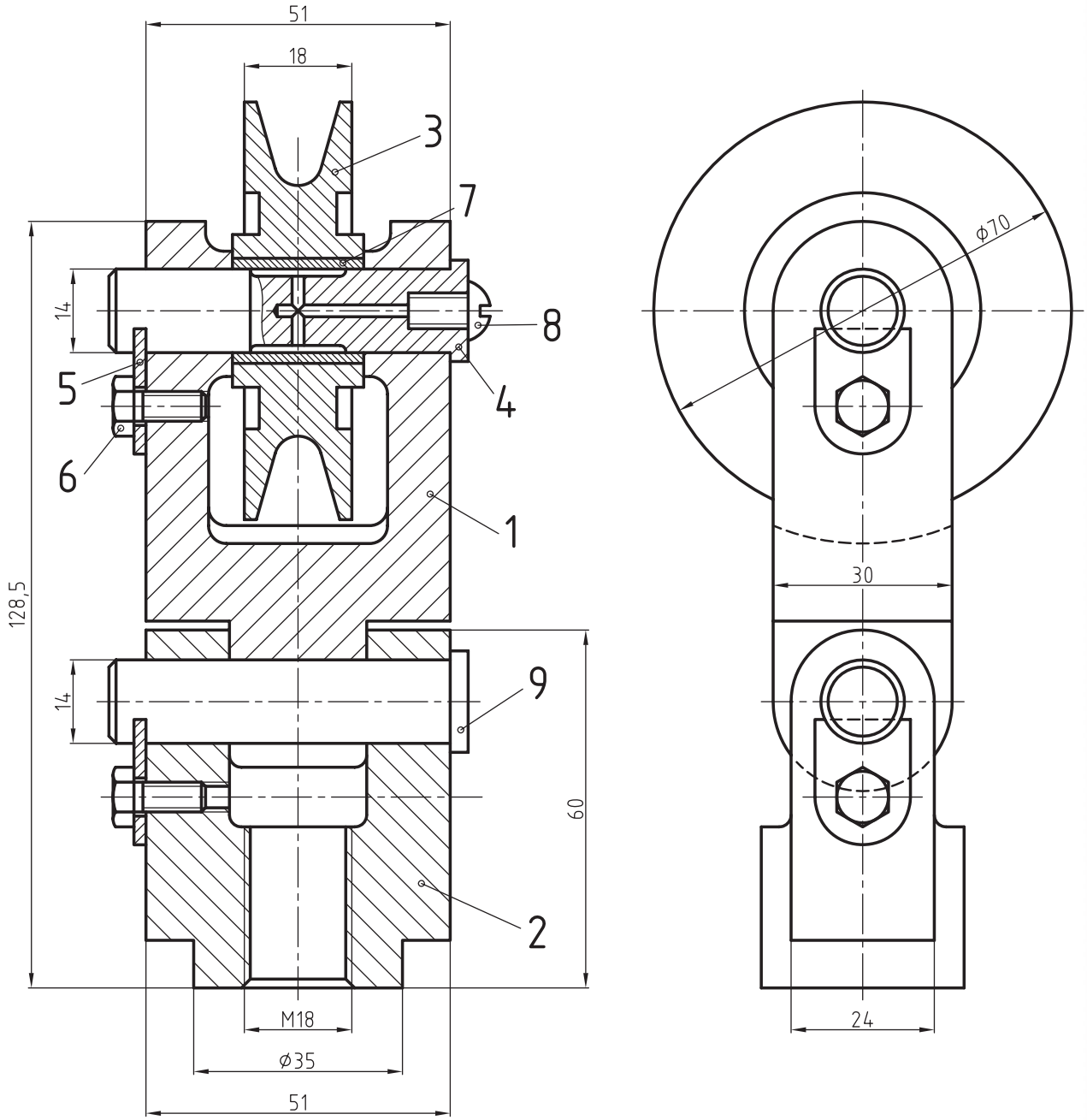
۴.شکل زیر نقشه ترکیبی یک مکانیزم را نشان می‌دهد. برای آن خواسته‌های زیر را انجام دهید.

ـ نام دستگاه

ـ طرز کار دستگاه

ـ نام و مشخصات هر یک از قطعات

ـ نقشه انفجاری آن‌را روی یک برگ کاغذ مناسب رسم کنید.



توانایی تا کردن کاغذهای نقشه‌کشی

درپایان این توانایی از فراگیر انتظارمی‌رود:

- تا زدن کاغذهای نقشه‌کشی را تعریف کند.
- کاغذهای نقشه‌کشی را تا بزند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۰/۵	۱/۵	۲

پیش آزمون

۱. علت تا زدن کاغذهای نقشه‌کشی را توضیح دهید.

۲. آیا کاغذهای A4 هم باید تا زده شود؟ علت را شرح دهید.

۳. شکل زیر، کاغذ A3 را با کادر وجدول نشان می‌دهد. نحوه تا زدن آن‌را توضیح دهید.

۴. چگونگی قرار گرفتن جدول در نقشه را توضیح دهید.

۵. نحوه قرار دادن کاغذ A4 در پوشه را با رسم شکل تعریف کنید.

تا زدن نقشه‌ها

تعریف

در صنعت، نقشه‌های یک محصول را به‌منظور ایجاد نظم، حفظ و نگهـداری در واحدی به‌نام آرشـیو فنی بایگانی می‌کنند. بایگانی نقشـه‌ها به‌صورت‌هـای مختلف و طی دستورالعمل‌های خاصی انجام می‌گیرد. یکی از روش‌های بایگانی، قراردادن نقشه‌ها در داخل کلاسورها یا پوشه‌ها است.

در ایـن روش کاغذهای A4 به‌صـورت عمودی در داخل کلاسـور قرار می‌گیرد، به‌طوری که جدول آن باید در پایین نقشـه قرار بگیرد. همان‌طور که می‌دانید جدول تمامی نقشـه‌ها باید در گوشه سمت راسـت و در پایین نقشـه قرار بگیرد. بدین‌ترتیب کار اسـتخراج نقشـه از کلاسورهای بایگانی به‌راحتی امکان‌پذیر خواهد بود.

بایگانـی نقشـه‌ها از A3 تا A0 در داخل کلاسـورها بدون تا زدن آن‌هـا امکان‌پذیر نخواهد بود، به‌همین دلیل نقشـه‌های A3 تا A0 را بر اسـاس استاندارد به‌گونه‌ای تا می‌زنند که به کاغذ A4 تبدیل شـود تا بتوان آن‌ها را طبق استاندارد در داخل کلاسور یا پوشه بایگانی کرد. با توجه به توضیحات داده شـده، تا زدن نقشـه‌ها را اصطلاحاً تا زدن روی A4 می‌گوینـد. برای تا زدن و همچنین بایگانی نقشه‌ها در داخل کلاسورها رعایت نکات زیر الزامی است.

۱. کلاسور یا پوشه باید حتماً از سمت چپ باز شود.

۲. نقشـه‌ها باید حتماً از سـمت چپ، یعنی فاصله‌ای که برای ایجاد سـوراخ در نظر گرفته شـده، سوراخ و سپس بایگانی شوند.

۳. جدول باید در پایین سـمت راسـت نقشه قرار گیرد، به‌طوری که شماره نقشه به‌سادگی قابل رؤیت باشد.

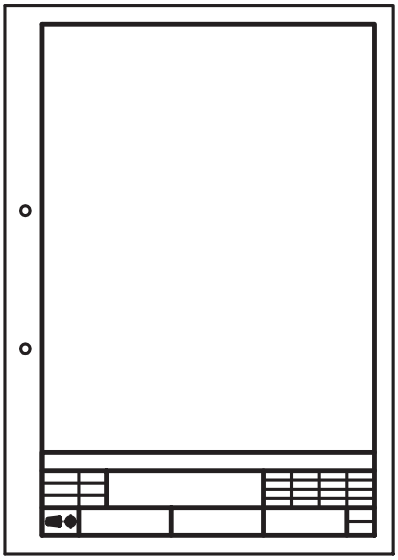
۴. نقشـه‌های A4 باید به‌صورت عمود، در داخل کلاسور قرار گیرند.

۵. نقشـه‌های A3 تا A0 باید پس از تا زدن با نقشـه‌های A4 منطبق شـوند، به‌گونه‌ای که جدول نقشه قابل رؤیت باشد.

پیـش از آن‌که به چگونگی تا زدن نقشـه‌های A3 تا A0 بپردازیم، شـما را با طرز قـرار گرفتن کاغذ A4 در درون کلاسور آشنا می‌سازیم.

۱. نقشه‌های A4

مطابق شـکل زیر از سـمت چپ در داخل کلاسور قرار می‌گیرند. سوراخ‌های حاشیه سمت چپ آن‌ها برای قرار دادن نقشـه در داخل کلاسور تعبیه شده است. جدول در پایین نقشه قرار دارد.

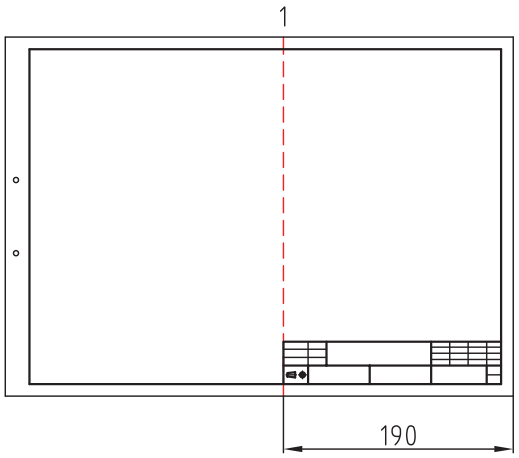


نحوه تا زدن: اسـتاندارد این روش تا زدن نقشه‌ها را طبق اسـتاندارد DIN & 24 فقط برای بایگانی کردن در داخل پوشه‌ها یا زونکن‌ها معرفی کرده است. به توضیحات زیر توجه کنید.

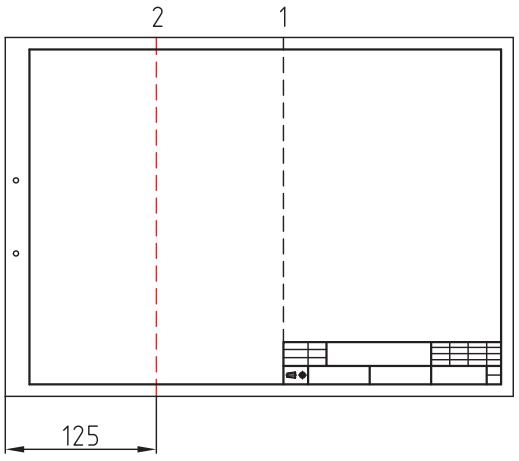
۲. نقشه‌های A3

شکل‌های زیر مراحل تا زدن نقشه‌های A3 را نشان می‌دهد.

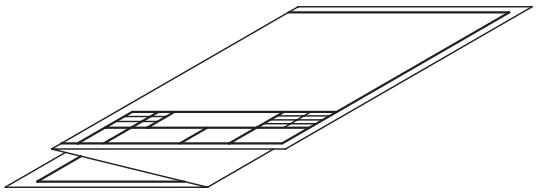
◀ **مرحله اول:** از لبه سمت راست کاغذ خطی به فاصله ۱۹۰ میلی‌متر رسم می‌کنیم تا نقطه ۱ محل تای اول مشخص شود.



◀ **مرحله دوم:** از لبه سمت چپ کاغذ خطی به فاصله 125 میلی‌متر ترسیم می‌کنیم تا نقطه 2 محل تای دوم به‌دست آید.



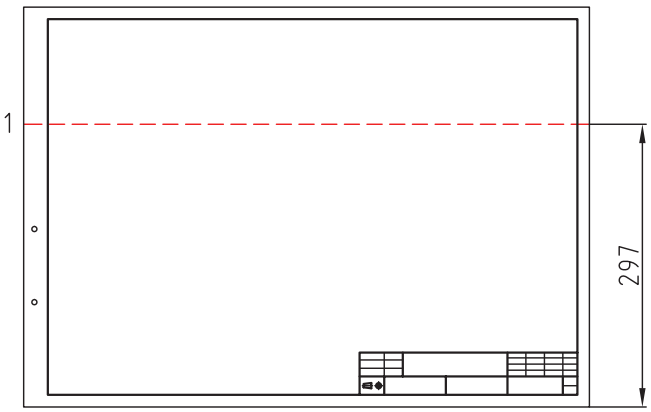
◀ پس از ترسیم خطوط نقشه را مطابق شکل تا می‌کنیم و سپس در پوشه قرار می‌دهیم.



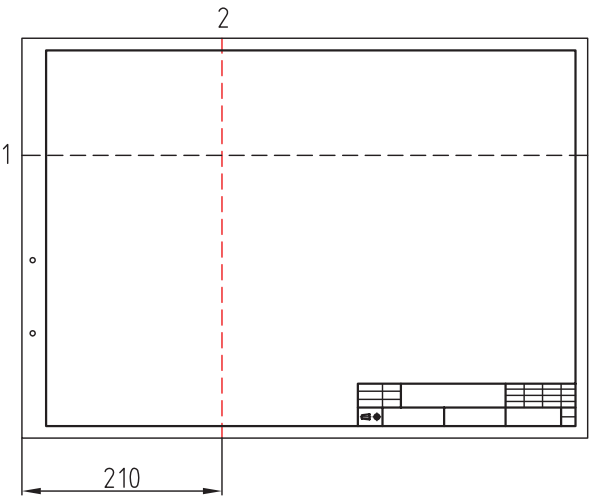
۳. نقشه‌های A2

شکل‌های زیر مراحل تا زدن نقشه‌های A2 را نشان می‌دهد.

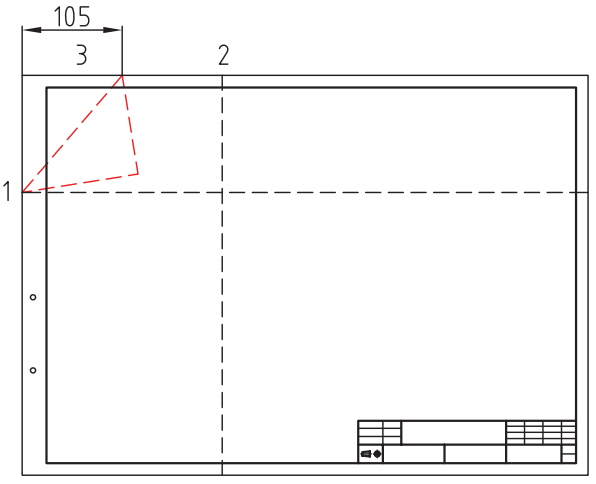
◀ **مرحله اول:** به ارتفاع ۲۹۷ از لبه پایین کاغذ خطی رسم می‌کنیم.



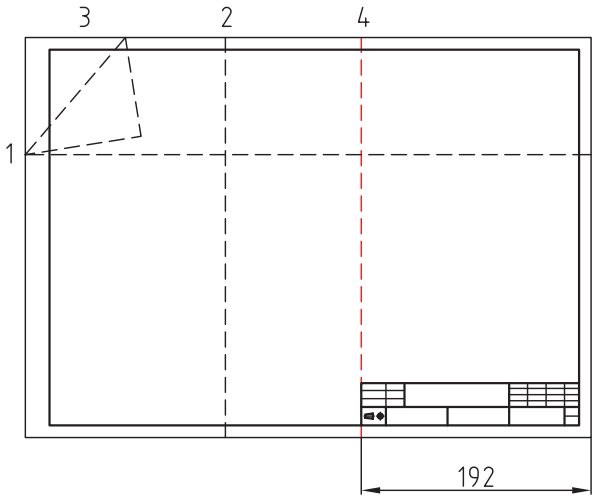
◀ **مرحلــه دوم:** به اندازه ۲۱۰ میلی‌متر از لبه ســمت چپ کاغذ جدا می‌کنیم.



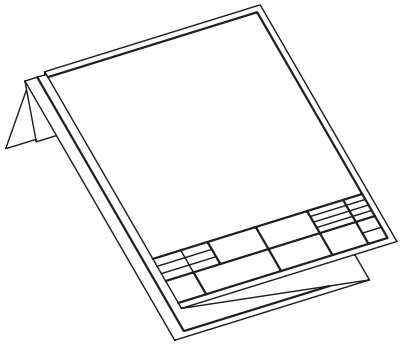
◀ **مرحله سـوم:** از نقطه 3 لبه سمت چپ بالای کاغذ به اندازه ۱۰۵ میلی‌متر جدا می‌کنیم و ســپس آن‌را به نقطه ۱ وصل می‌کنیم.



◀ **مرحله چهارم:** از لبه ســمت راست کاغذ به اندازه ۱۹۲ میلی‌متر جدا می‌کنیم تا نقطه ۴ به‌دســت آید، سپس خط تا را رسم می‌کنیم.



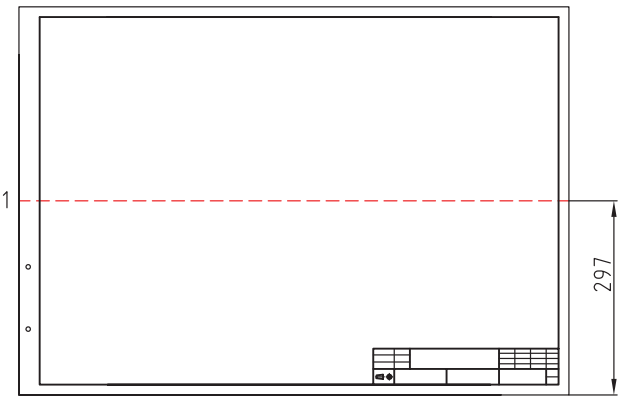
◀ پس از ترسیم، خطوط کاغذ را مطابق شکل تا می‌زنیم و در پوشه مربوط به آن قرار می‌دهیم.



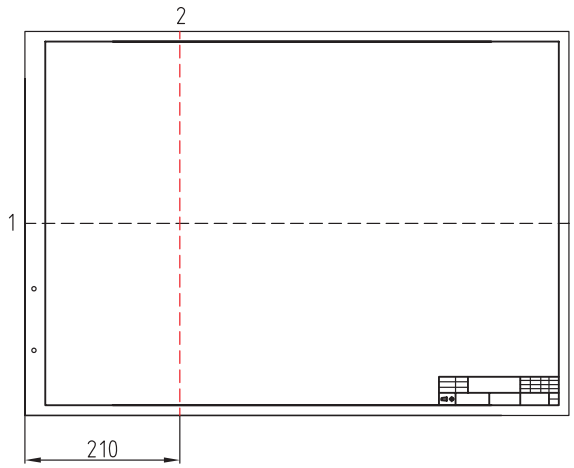
۴. نقشه‌های A1

شکل‌های زیر مراحل خط‌کشی و تا زدن کاغذهای A1 را نشان می‌دهد.

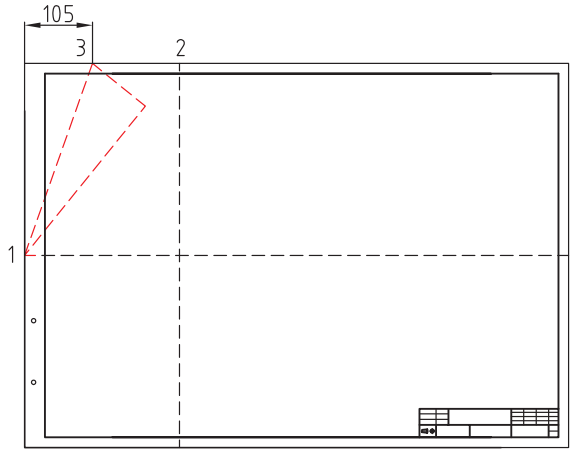
◀ **مرحله اول:** به ارتفاع ۲۹۷ از لبه پایین کاغذ خطی رسم می‌کنیم.



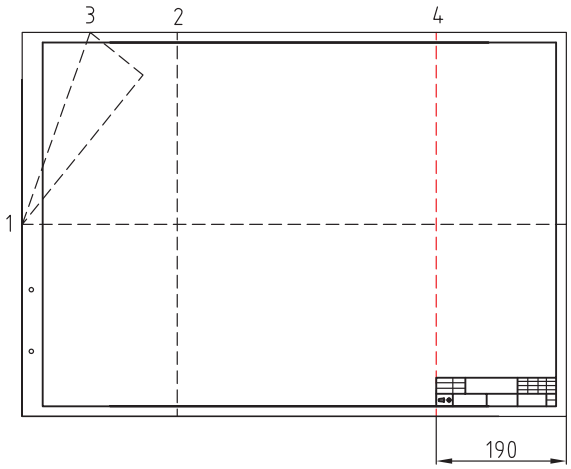
◀ **مرحله دوم:** از لبه سمت چپ کاغذ به اندازه 105 میلی‌متر خطی رسم می‌کنیم.



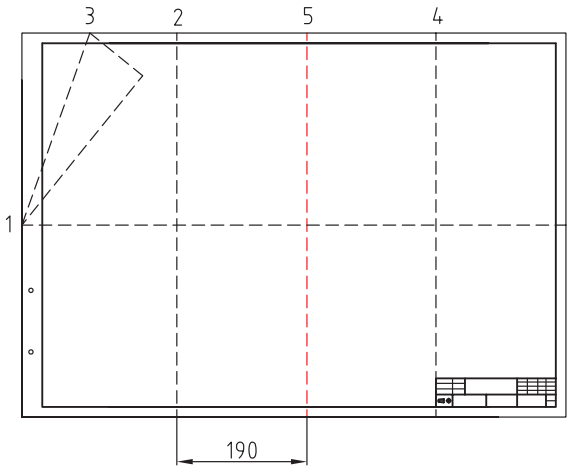
◀ **مرحله سوم:** به اندازه ۱۰۵ میلی‌متر از لبه سمت چپ بالای کاغذ نقطه۳ را مشخص می‌سازیم و به نقطه 1 وصل می‌کنیم.



◀ **مرحله چهارم:** خطی به فاصله ۱۹۰ میلی‌متر از لبه سمت راست کاغذ رسم می‌کنیم تا تقسیم تای چهارم به‌دست آید.

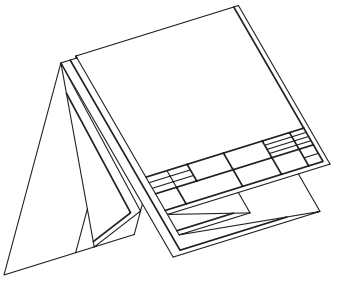


◀ **مرحله پنجم:** به فاصله ۱۹۰ میلی‌متر از سمت راست نقطه ۲ خطی رسم می‌کنیم تا محل تای پنجم مشخص شود.



◀ **مرحله ششم:** از نقطه وسط تای ۴ و ۵ خطی رسم می‌کنیم تا نقطه ۶ مشخص شود.

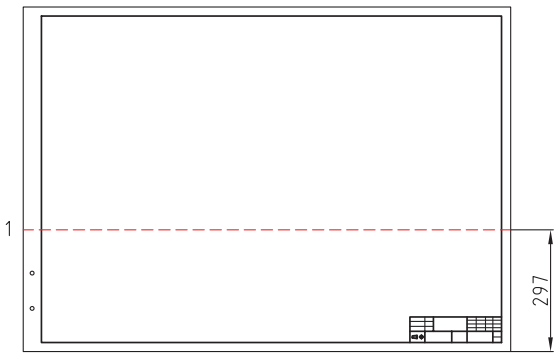
◀ پس از ترسیم خطوط، نقشه را مطابق شکل نهایی تا می‌کنیم و سپس در درون پوشه قرار می‌دهیم.



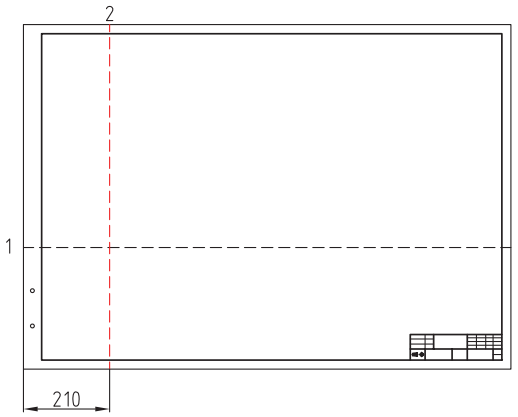
۵. نقشه‌های A_0

شکل‌های زیرمراحل ترسیم خطوط و تا زدن نقشه‌های A_0 را نشان می‌دهد.

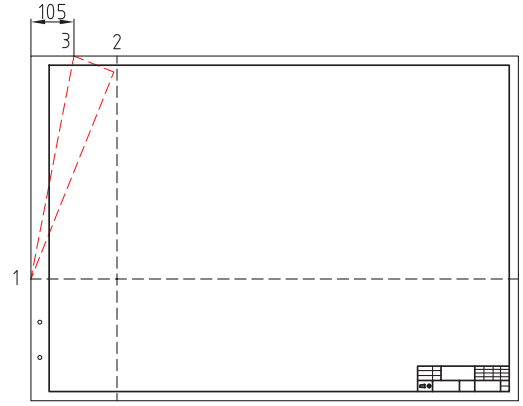
◀ **۱) مرحله اول:** از لبه پایینی کاغذ خطی به فاصله ۲۹۷ میلی‌متر به موازات افق رسم می‌کنیم.



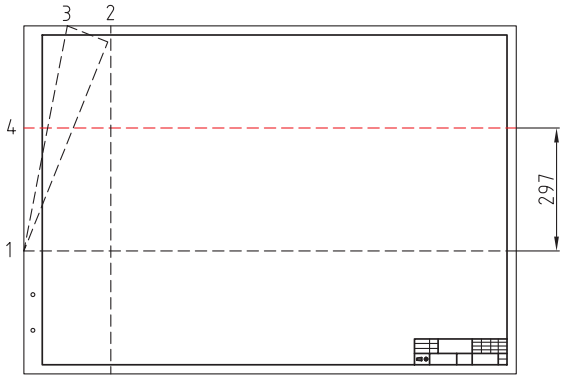
◀ **۲) مرحله دوم:** از لبه سمت چپ کاغذ خطی به فاصله ۲۱۰ میلی‌متر جدا می‌کنیم تا نقطه ۲ به‌دست آید.



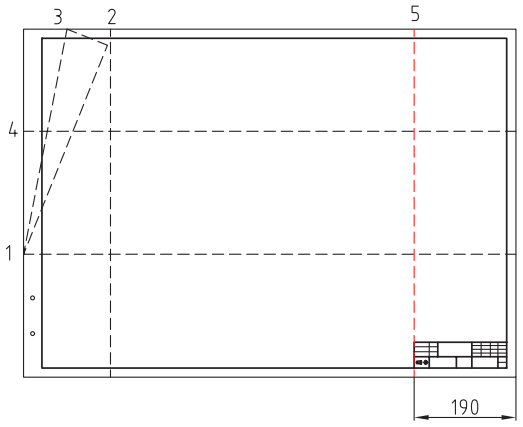
◀ **مرحله سوم:** از لبه سمت چپ بالای کاغذ خطی به‌فاصله ۱۰۵ میلی‌متر جدا می‌کنیم تا نقطه ۳ به‌دست آید. سپس نقطه ۳ را به نقطه ۱ وصل می‌کنیم.



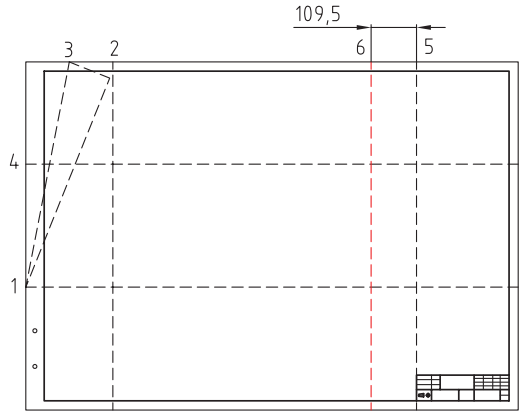
◀ **مرحله چهارم:** از نقطه ۱ به فاصله ۲۹۷ میلی‌متر نقطه ۴ را جدا و سپس خطی افقی رسم می‌کنیم.



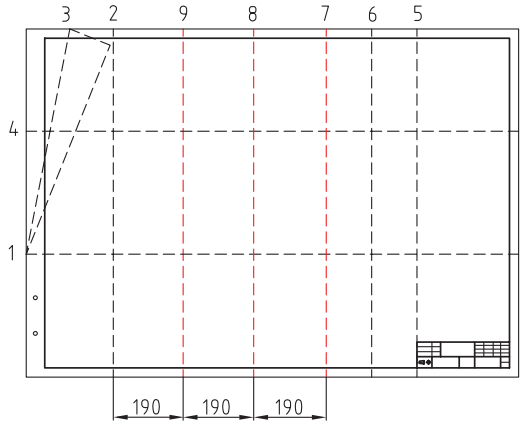
◀ **مرحله پنجم:** از لبه سمت راست کاغذ به‌فاصله ۱۹۰ میلی‌متر خطی رسم می‌کنیم تا نقطه ۵ مشخص شود.



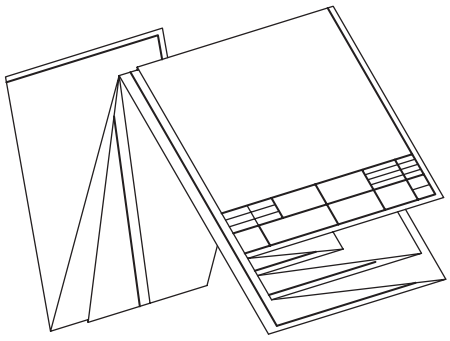
◀ **مرحله ششم:** از نقطه ۵ خطی به‌فاصله ۱۰۹/۵ میلی‌متر رسم می‌کنیم تا موقعیت نقطه ۶ مشخص شود.



◀ **مرحله هفتم:** از نقطه ۲، سه اندازه ۱۹۰ میلی‌متر جدا می‌کنیم و سپس خطوطی به‌صورت عمود رسم می‌کنیم تا جایگاه نقاط ۷، ۸، ۹ مشخص شود.



◀ پس از ترسیم خطوط، نقشه را مطابق شکل نهایی تا می‌زنیم و سپس در درون پوشه قرار می‌دهیم.



ارزشیابی پایانی

۱. در هنگام تا زدن یک نقشه، رعایت چه نکاتی الزامی است؟ به‌طور کامل توضیح دهید.

۲. چرا نقشه‌های بزرگ‌تر از A4 باید تا زده شود؟ علت را توضیح دهید.

۳. طریقه بایگانی نقشه‌های A4 در پوشه یا کلاسور را شرح دهید.

۴. نحوه باز کردن نقشه‌های بزرگ‌تر از A3 را تعریف کنید.

۵. نحوه جمع کردن و بایگانی نقشه‌های بزرگ‌تر از A3 را به اختصار بنویسید.

۶. علت بایگانی کردن نقشه‌ها را به اختصار توضیح دهید.

۷. پس از ترسیم کادر و جدول بر روی کاغذهای A3 تا A0 آن‌ها را تا بزنید. نحوه تا زدن را توضیح دهید و سپس آن‌را در درون یک پوشه بایگانی کنید.

توانایی ترسیم زیباتون (عکس برگردان)

◄ در پایان این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:

- زیباتون را تعریف کند.
- کاربرد زیباتون را توضیح دهد.

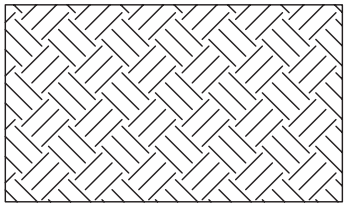
ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۰/۵	۱/۵	۲

پیش آزمون

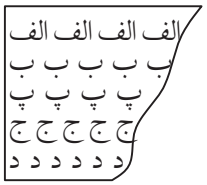
۱. زیباتون چیست؟

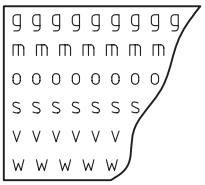
۲. چند نمونه از زیباتون را با دست آزاد ترسیم کنید.

۳. شکل زیر معرف چیست؟ کاربرد آن‌را توضیح دهید.

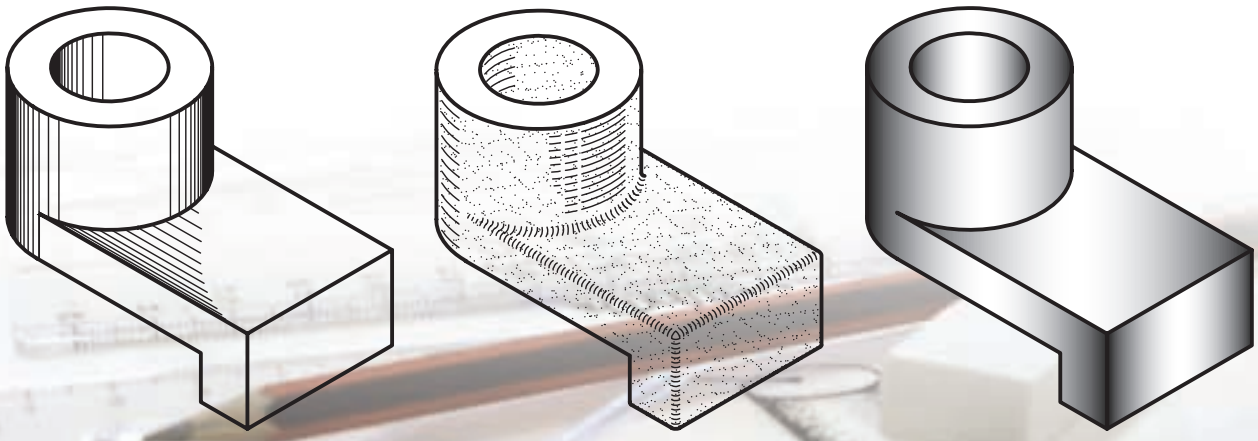


۴. شکل‌های زیر حروف‌برگردان را نشان می‌دهد. آیا می‌توان آن‌ها را زیباتون نامید؟





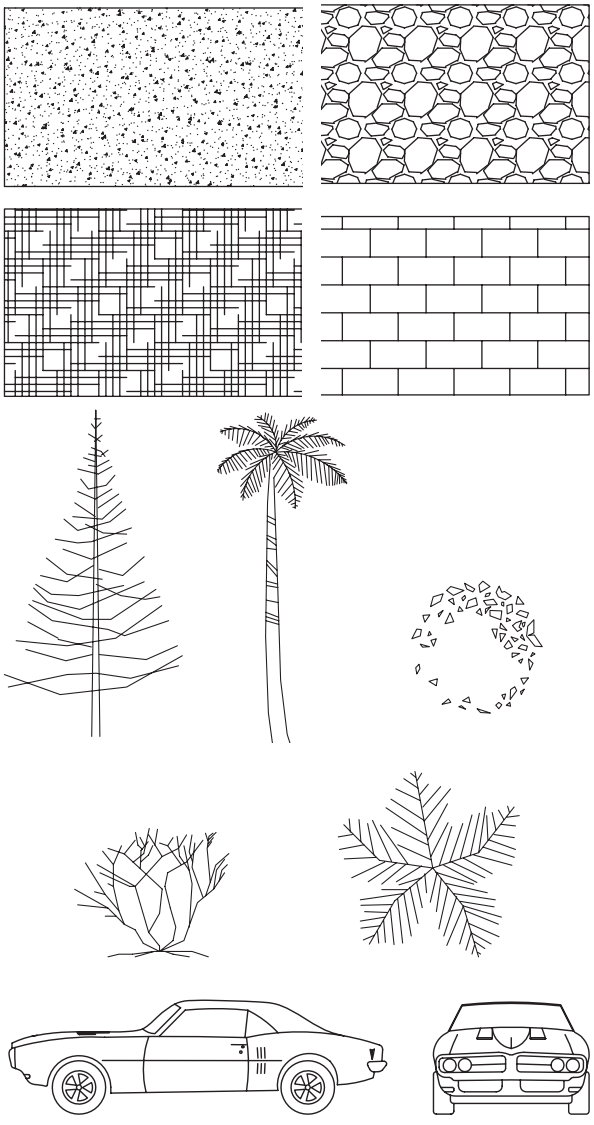
۵. آن‌چه در مورد شکل‌های زیر می‌دانید، توضیح دهید.



زیباتون [1]

تعریف

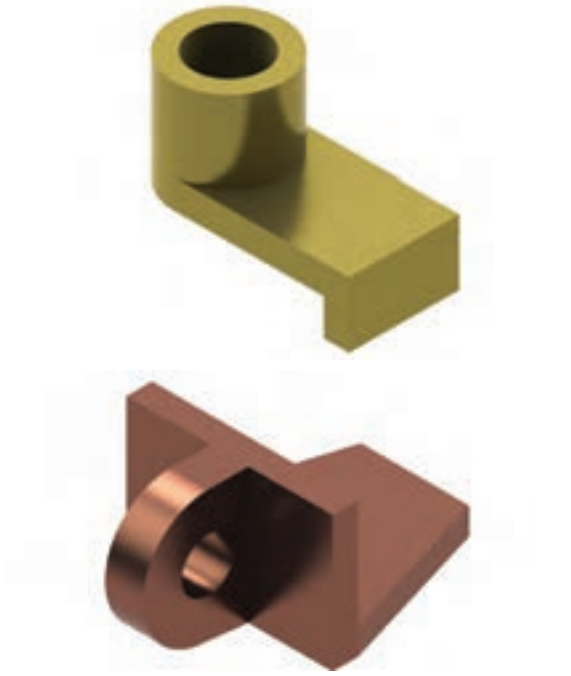
زیباتون به علائم و نقش‌های چاپی گفته می‌شود که بر روی ورقه‌های شفافی از جنس نایلون قرار دارند. این علائم و نقش‌های چاپی که به‌صورت بسیار متنوعی تهیه می‌شوند، شامل انواع تصاویر مانند: حروف (لتراست [2])، مبل، میزناهارخوری، صندلی، خودرو، درخت و غیره است که در نقشه‌کشی صنعتی و معماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل‌های زیر نمونه‌هایی از این تصاویر یا زیباتون را ملاحظه می‌کنید.



کاربرد

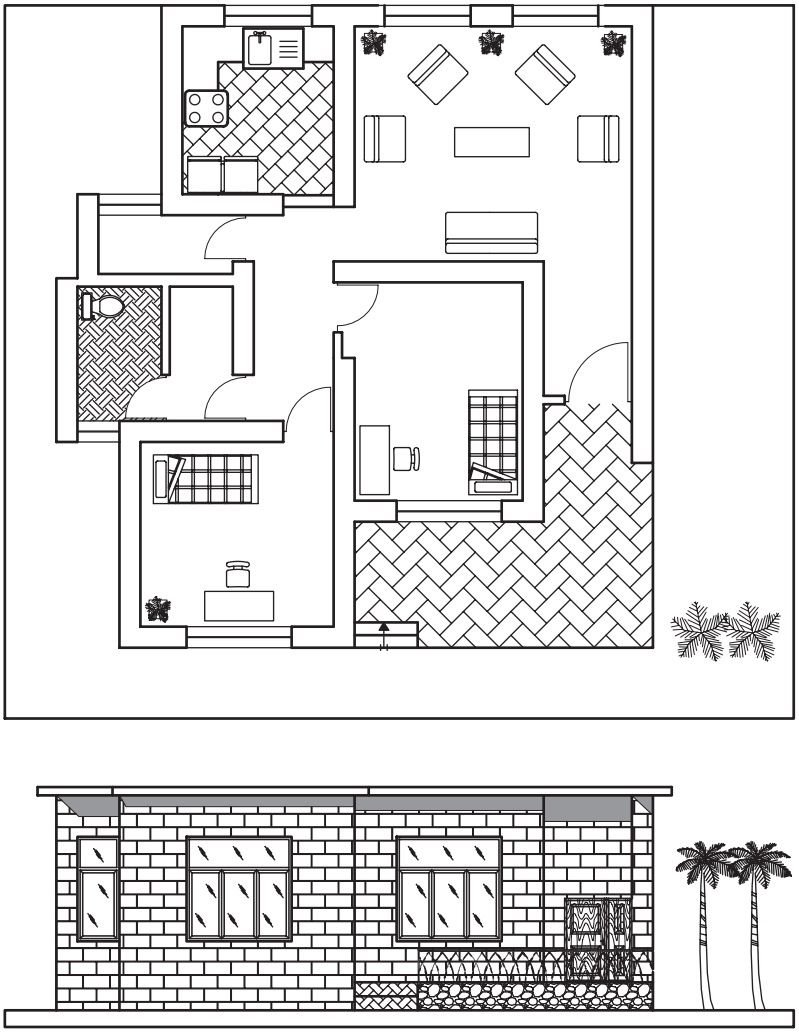
در نقشه‌کشی برای سرعت‌عمل بیشتر و کارایی بهتر از زیباتون استفاده می‌کنند. برای این منظور نقش‌های چاپی را در محل موردنظر قرار می‌دهند و سپس با فشار دست و کشیدن آن به سطح ورقه نایلونی باعث می‌شود تا تصویر آن روی صفحه کاغذ انتقال یابد. امروزه با پیشرفت فناوری و با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای روز مانند اتوکد می‌توان این علائم و تصویرها را با سرعت و دقت بیشتری ترسیم کرد. برای آشنایی با کاربرد زیباتون در نقشه‌کشی به توضیحات زیر توجه کنید.

۱. زیباتون سایه برای نمایش بهتر تصویرهای سه‌بعدی مانند تصویرهای مجسمه به‌کار می‌رود. زدن سایه در نقشه‌های سه‌بعدی باعث می‌شود تا برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های جسم به خوبی نمایش داده شود. در شکل زیر نمونه‌ای از کاربرد سایه در تصویر مجسمه ایزوتمتریک را ملاحظه می‌کنید.



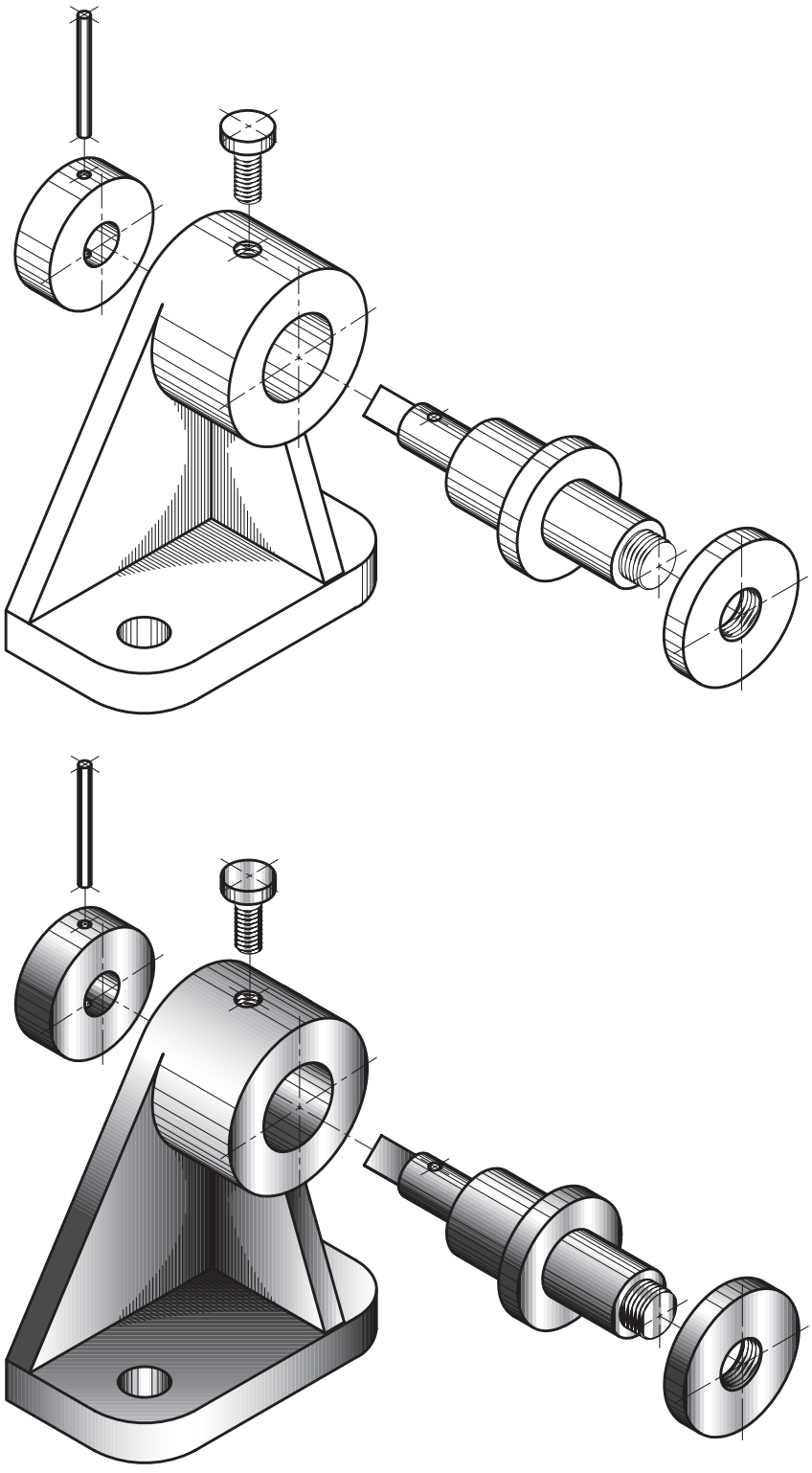
1.Zip- a- tone
2.Lettrasett

۲. در نقشـــه‌های معماری برای تجسم بهتر صاحبان کار از فضای مسکونی، نقشـــه‌های مبلمان را ترسیم می‌کنند. ترسیم وسایل زندگی مانند مبل، میز نهارخوری، صندلی، تخت‌خواب و غیره در پلان[1] یک ساختمان را نقشه مبلمان گویند. در شـــکل‌های زیر پلان یک ساختمان و همچنین پلان مبلمان آن دیده می‌شود.



۱.در نقشه‌های معماری به برش افقی یک ساختمان پلان گفته می‌شود.

۳.در شکل زیر نقشه انفجاری دستگاه بوبین پیچ را ملاحظه می‌کنید که برای نمایش آن از زیباتون استفاده شده است.



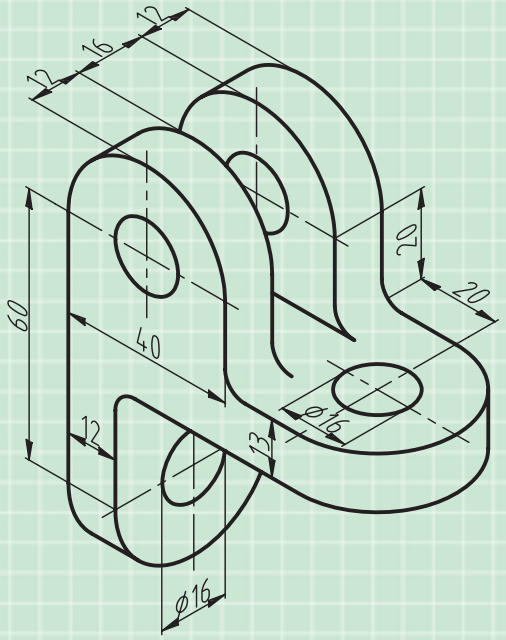
ارزشیابی پایانی

۱. زیباتون را تعریف کنید.

۲. موارد استفاده از زیباتون را نام ببرید.

۳. کاربرد زیباتون سایه را توضیح دهید.

۴. نقشه ایزومتریک شکل زیر را با مقیاس 1:1 رسم کنید و سپس آن‌را سایه بزنید.



منابع

نقشه‌کشی ۲، مولف: محمدخواجه‌حسینی، شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران، کد۴۸۸/۹

1. Technicehuen, Hans Hoischen, Cornelson Verlay Berlin, 2009