

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# نقشه کشی (۲)

رشته نقشه کشی عمومی (صنعتی)

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه ای

شماره درس ۱۵۹۴

۴-۶	خواجه حسینی. محمد
ن ۷۷۳/۲ خ	نقشه کشی (۲) / کمیسیون تخصصی رشته نقشه کشی عمومی (صنعتی) / تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب های
۱۳۹۵	درسی ایران، ۱۳۹۵.
	۳۴۲ ص. : مصور. — (شاخه آموزش فنی و حرفه ای؛ شماره درس ۱۵۹۴)
	متون درسی رشته نقشه کشی عمومی (صنعتی)، زمینه صنعت.
	برنامه ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و
	کاردانش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.
	۱. کتاب نقشه کشی. ۲. الف. خواجه حسینی، محمد. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون
	برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی رشته نقشه کشی عمومی. ج. عنوان، د. فروست.

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :  
پیشنهادهای و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی  
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتابهای درسی فنی  
و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.  
پیام نگار (ایمیل) [tvoccd@medu.ir](mailto:tvoccd@medu.ir)  
وبگاه (وبسایت) [tvoccd.medu.ir](http://tvoccd.medu.ir)

محتوای این کتاب در کمیسیون تخصصی رشته نقشه کشی عمومی دفتر تألیف کتابهای  
درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش تأیید شده است.

### وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : نقشه کشی (۲) — ۴۸۸/۹

مؤلف : محمد خواجه حسینی

اعضای کمیسیون تخصصی : عزیزخوشینی، ابوالحسن موسوی، احمدرضا دوراندیش، حسن عبداله‌زاده،

حسن امینی و سید حسین حسینی

ویراستار ادبی : حسین داوودی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وبسایت : [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

مدیر امور فنی و چاپ : لیدا نیک‌روش

رسام فنی : سید مرتضی میرمجیدی

طراح جلد : مریم کیوان

صفحه‌آرا : زهره بهشتی‌شیرازی

حروفچین : زهرا ایمانی‌نصر

مصحح : علیرضا ملکان، علیرضا کاهه

امور آماده‌سازی خبر : زینت بهشتی‌شیرازی

امور فنی رایانه‌ای : حمید نابت کلاچاهی، مریم دهقان‌زاده

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ ششم ۱۳۹۵

حق چاپ محفوظ است.



از شماست که مردان و زنان بزرگ تربیت می شود. شما باید تحصیل کوشش کنید که برای فضایل اخلاقی،  
فضایل اعلیٰ مجز شوید. شما برای آتی مملکت ما جوانان نیرومند تربیت کنید. دامن شما یک مدرسه ای است که  
در آن جوانان بزرگ تربیت شود. شما فضایل تحصیل کنید تا کوچه دکان شما دامن شما به فضیلت برسند.  
امام خمینی (ره)

## فهرست مطالب

پیش گفتار	
سخنی با همکاران ارجمند	
فصل اول	
انواع نقشه	۱
فصل دوم	
پرداخت سطح	۱۹
فصل سوم	
نشانه‌های مثلی	۴۸
فصل چهارم	
تولرانس اندازه	۶۱
فصل پنجم	
انطباق در صنعت	۸۶
فصل ششم	
تولرانس هندسی	۱۲۲
فصل هفتم	
رسم اجزای ماشین	۱۴۴
فصل هشتم	
نقشه ترکیبی	۱۸۴
فصل نهم	
رسم ترکیبی	۲۰۵
فصل دهم	
اندازه گذاری اجرایی قطعات	۲۲۹
فصل یازدهم	
نقشه انفجاری و اجرایی	۲۵۵
فصل دوازدهم	
جوش و پرچ	۲۷۷

## پیش گفتار

### سخنی با همکاران ارجمند

آموزش و یادگیری نقشه کشی، مانند هر رشته فنی دیگر، نیازمند فراگیری اصول و قوانین کار و توانایی به کارگیری درست ابزار و استفاده بهینه از آن است. با تقویت چنین ذهنیتی یک فرد فنی می تواند در هر لحظه با تصمیمی درخور و شایسته، کار خود را به بهترین صورت انجام دهد. کار با ابزار نامناسب یا انجام کار نامناسب با ابزار، نتیجه ای جز بی انضباطی و تباه کردن امکانات نخواهد داشت. در کتاب حاضر تأکید اصلی بر رعایت اصول و قواعد در هر تمرین است. انجام ندادن کار بهتر است از کاری که از روی خستگی و بی حوصلگی اجراء شود. انجام کار خوب از یک سو و کنترل و بازرسی استاد از سوی دیگر، نتیجه ای قابل قبول خواهد داشت.

به این ترتیب این کتاب در حد توان اندک خود کوشش دارد در چنین راهی حرکت کند ولی حرف نهایی در کلاس و توسط استاد زده خواهد شد. بنابراین جداً خواهشمند است که همواره جمیع جهات مورد توجه باشد. هر نقشه باید در حد نیاز بازمینی و رفع اشکال و ارائه طریق شود تا در نقشه بعدی اشکالات گام به گام برطرف شود. فرض اولیه این است که هنرجو مطالب سال قبل را در حد قابل قبول فرا گرفته و انضباط لازم در وجود او ایجاد شده است. البته یک پرسش و پاسخ کوتاه می تواند این مطلب را روشن کند. به همین ترتیب در روند کاری کتاب کوشش می شود که از کارهای حجمی بیهوده واقعاً اجتناب شود. پس هر تمرین، هدفمندی ویژه خود را دارد. برای نمونه اگر هدف ترسیم درست نشانه های پرداخت سطح در نقشه است، ترسیم مجدد یک نقشه کامل یا برش و مجهول یابی و از این قبیل کارها لزومی ندارد. چرا که باید تمرکز اصلی روی موارد جدید آموزشی باشد و همه انرژی و توان روی آن گذاشته شود.

بنابراین باید، در برخی موارد، مدل های کاری را اصلاح کنیم. به همین خاطر گروهی از نقشه ها قبل از شروع کار باید کپی شوند و کار روی آنها انجام گیرد. همکاران گرامی ترتیبی اتخاذ کنند تا تهیه کپی، قبل از شروع کلاس صورت گیرد و در همه این مسائل باید به گونه ای تنظیم شود که هنرجو در هر لحظه انضباط و رعایت مقررات را حس کند!

مسئله دیگر در مورد تمرین این است که به هیچ وجه نباید از تمرین های متفرقه، خارج از کتاب استفاده شود، مگر آنکه تمرین های موجود کافی نباشد. پس فقط ممکن است تمرینی که بار آموزشی مناسب داشته باشد، از طرف استاد داده شود.

در بسیاری موارد اطلاعات علمی داده شده کافی نیست، چون اطلاعات اصلی از دروس دیگر گرفته خواهد شد. برای نمونه، مطالب داده شده در مورد چرخ دنده ها یا پیچ ها، البته کافی نیست، اما درسی مانند اجزای ماشین این نواقص را پوشش خواهد داد. آنچه گفته شده در حد نیازهای اولیه برای ترسیم نقشه از اجزای ماشین است.

نکته دیگر آنکه از یک فرد دانش آموخته فنی، نه تنها انتظار توانایی انجام کار هست، بلکه انتظار می رود در حد مطالب علمی خوانده شده بتواند پاسخ گوی پرسش ها باشد، چیزی که مکرراً در کارگاه و کارخانه با آن رو به رو هستیم. از همین رو دیده می شود که همواره تعدادی از هدف های رفتاری با «توضیح دهد» یا «شرح دهد» همراه است و به نظر می رسد که این انتظار از یک نقشه کش صنعتی بیشتر از بسیاری رشته های فنی دیگر است. پس همواره باید جهت آموزش به گونه ای باشد که این جنبه تقویت شود. روش های پرسش و پاسخ مکرر، کنفرانس و... می تواند در این زمینه کارآیی داشته باشد.

کتاب در دوازده فصل تنظیم شده است، زمان های پیشنهادی هم تقریبی است که می تواند تا اندازه ای کم و زیاد شود. فصل ۱ مربوط به آشنایی با انواع نقشه است. فصل های ۲ تا ۶ به مباحث مهم پرداخت سطح، تولرانس ابعادی، انطباق و تولرانس هندسی

اختصاص دارد. اجزای ماشین از نظر رسم نقشه‌ها در فصل ۷ بررسی می‌شود. فصل‌های ۸ تا ۱۱ به نقشه‌های ترکیبی و اجرایی می‌پردازد و در فصل ۱۲، جوش و پرچ بررسی خواهد شد.

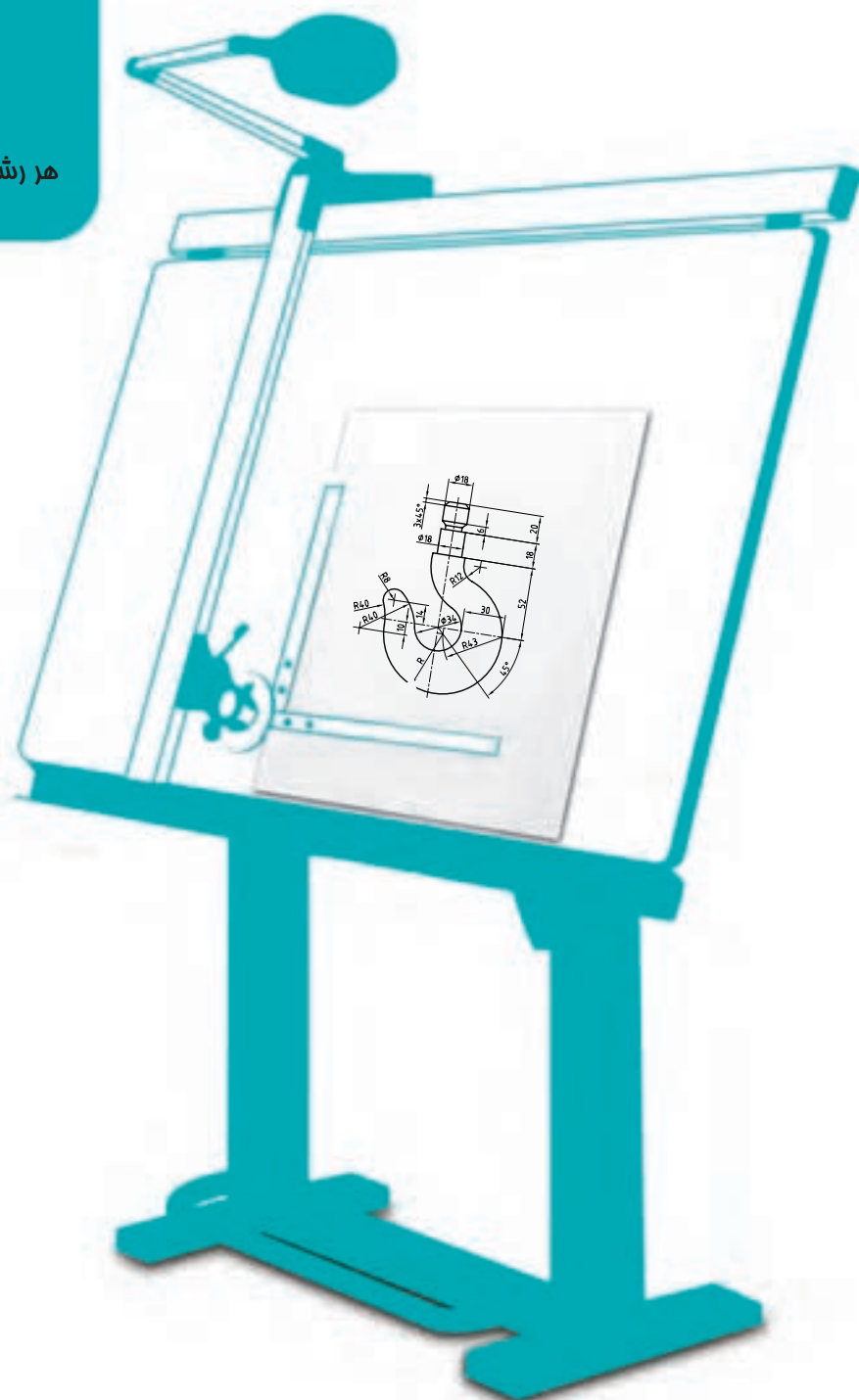
در مواردی نقشه روی کالک و با مرکب درخواست شده که انجام آنها اجباری است. یک نقشه اجرایی برای یک مجموعه، حاصل کل آموزشی است که باید دقیقاً مطابق اصول و روش‌های ارائه شده تحویل شود. باز هم دقت شود که این نقشه از نظر حجمی مورد توجه نیست، بلکه از نظر کیفیت ارائه مهم است. ان شاء الله این نقشه، آغازی برای شروع اساسی کارهای آینده با رایانه خواهد شد. در این کلاس هیچ گونه کاری حتی کشیدن یک خط با رایانه انجام نخواهد شد و هیچ گونه تکلیفی که با رایانه انجام شده باشد قابل پذیرش نخواهد بود. مطابق کتاب اول، گاهی مواردی به عنوان تحقیق یا برای مطالعه و به صورت پیوست آورده شده که به هیچ روی نباید در آزمون‌ها مورد پرسش قرارگیرد.

**مؤلف**

# فصل اول

## انواع نقشه

هر رشته فنی، برای خود نقشه‌های ویژه دارد.



## انواع نقشه

هدف های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می تواند :

- ۱- انواع نقشه را توضیح دهد.
- ۲- نقشه حرفه های مختلف را معرفی کند.

### ۱-۱- نقشه

نقشه تصویری است شامل خط، نشانه و نوشته که بر پایه نیاز و آگاهی، طبق قاعده رسم شود.

### ۱-۲- انواع نقشه

در نقشه کشی صنعتی از گونه های مختلف نقشه استفاده می شود که هر یک نام ویژه ای دارد که در زمان نیاز به کار می رود. با آن ها به گونه ای کوتاه آشنا می شویم.

۱-۲-۱- نقشه با دست آزاد<sup>۱</sup> : برای ساخت یک قطعه یا یک طرح، نقشه ابتدایی آن با دست آزاد کشیده می شود. همچنین در هنگام نقشه برداری از روی یک قطعه، نقشه دستی تهیه می شود. پس از بررسی های مقدماتی و اطمینان از درستی نقشه دستی، در صورت نیاز به تعداد زیاد نقشه، یا آماده سازی برای ساخت، نقشه با ابزار کشیده خواهد شد. نقشه دست آزاد یا نقشه دستی را اسکچ<sup>۲</sup> هم می گویند<sup>۳</sup> (شکل ۱-۱).

اسکچ باید با دقت رسم شود. در آن، اندازه ها تا حد امکان تناسب دارند. اما چون اندازه ها نظری هستند، پس دقیق نیستند ولی امکان استفاده از ابزار هم هست.

---

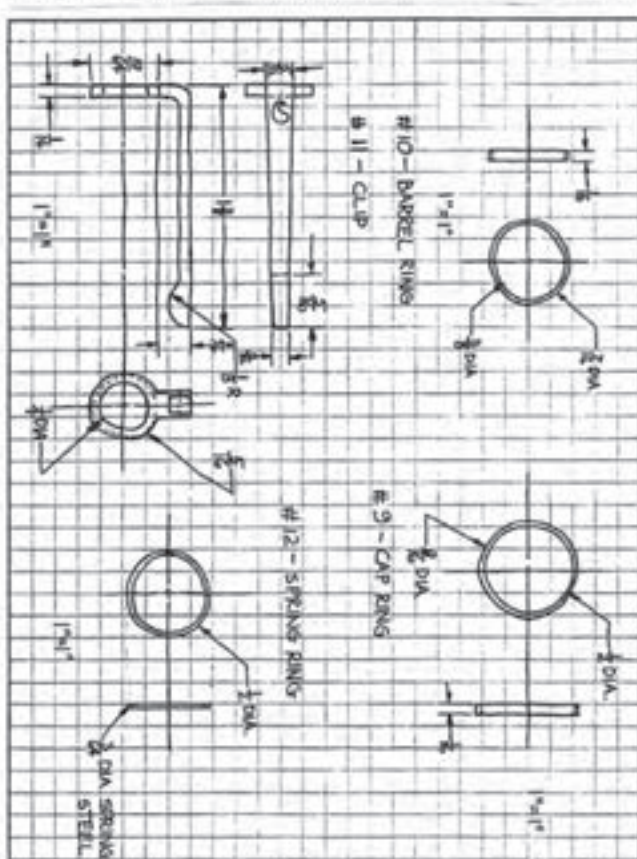
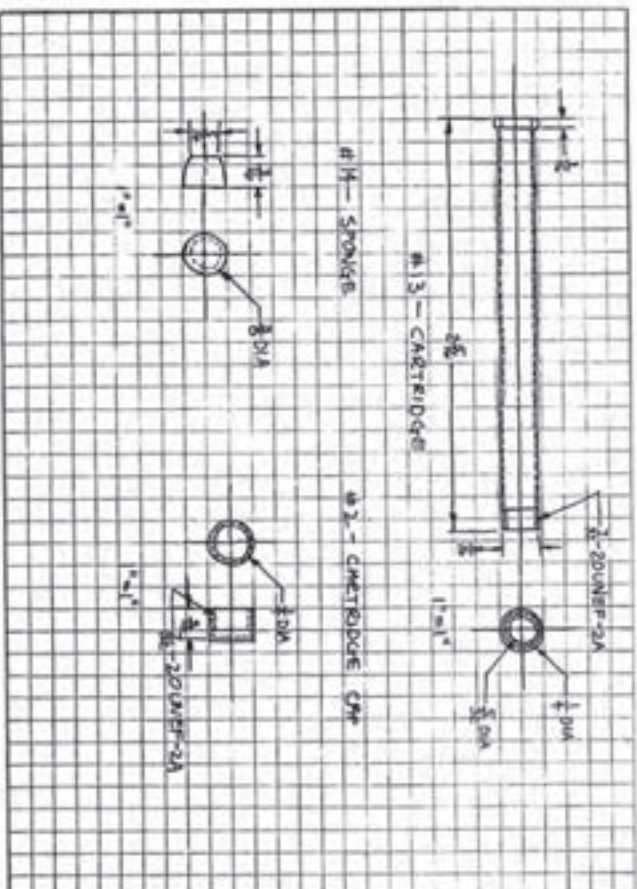
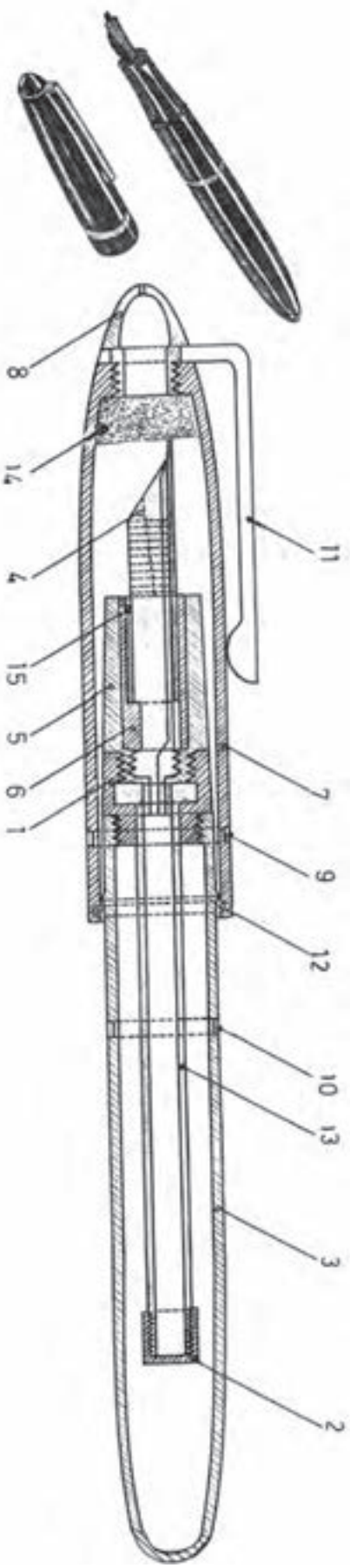
۱- دست آزاد Freehand

۲- نقشه دستی، دست آزاد Sketch

۳- در انتهای این فصل و در مطلبی زیر نام «برای مطالعه»، نکته هایی در مورد برخی شکل ها آمده است که تنها برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر است و آموختن آن ها الزامی

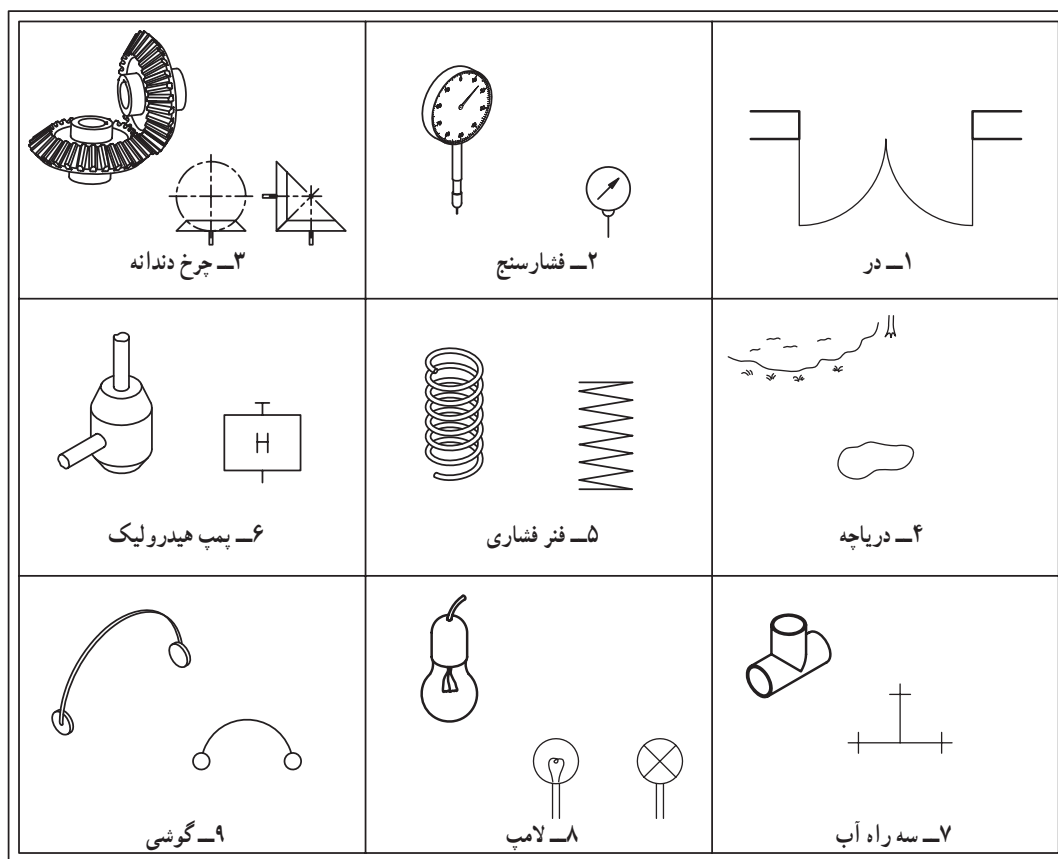
نیست.





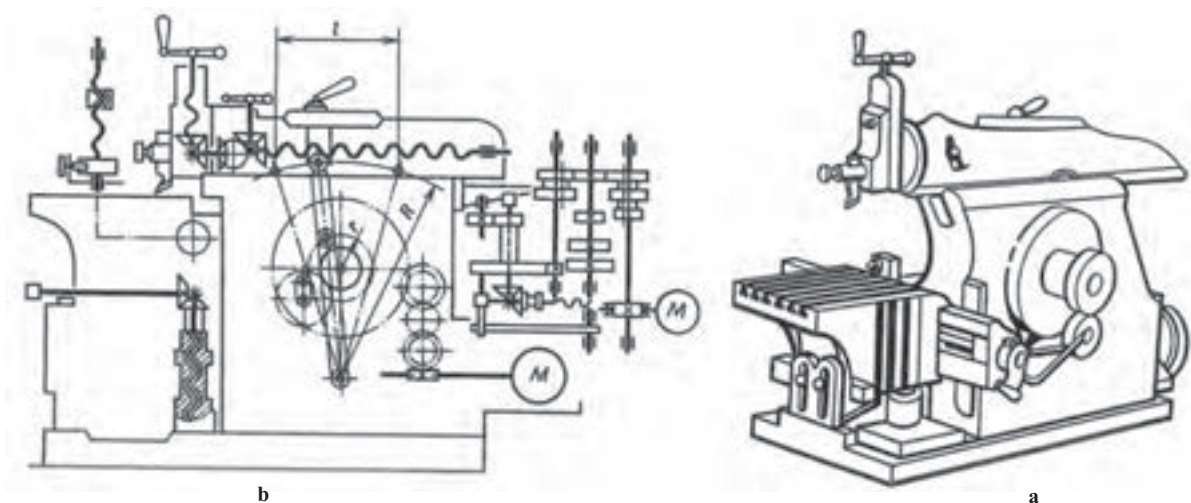
شکل ۱-۱ بخشی از نقشه‌های دستی و اولیه برای ساخت یک خودنویس، a- قسمت‌های فلزی، b- قسمت‌های غیر فلزی

۱-۲-۲- نقشه اختصاری: شکلی است نمادین یا مختصر که یک قطعه را در ساده‌ترین حالت ممکن معرفی می‌کند. این نقشه‌ها در همه زمینه‌های صنعتی کاربرد دارند. شکل ۱-۲ نمونه‌هایی مربوط به رشته‌های فنی را نشان می‌دهد (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲

۱-۲-۳- نقشه شماتیک: نقشه‌ای است که در آن قطعات، به‌ویژه اجزای ماشین به صورت نمادین معرفی می‌شود. این نقشه بیشتر برای نمایش مجموعه‌ها مناسب است. شکل ۱-۳ نمونه‌ای از نقشه شماتیک و حقیقی را نشان می‌دهد.

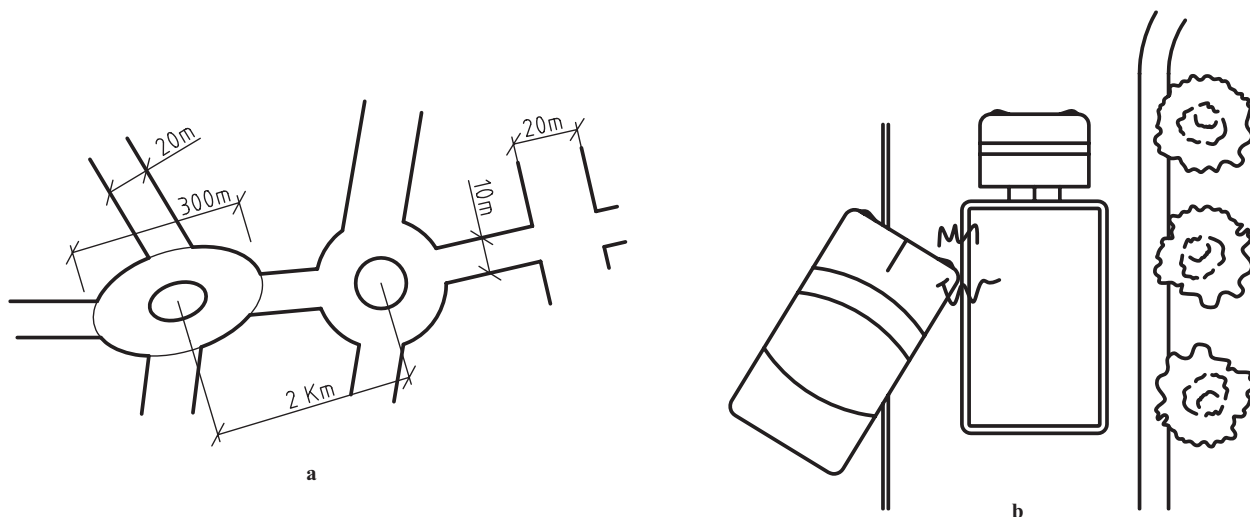


شکل ۱-۳- صفحه تراش، a- شکل حقیقی، b- شکل شماتیک

از این نقشه در صنایع دیگر مانند برق و الکترونیک به گونه گسترده‌ای استفاده می‌شود.

۴-۲-۱- کروکی: نقشه‌ای است که دستی رسم می‌شود، ولی رسم آن با ابزار هم ممکن است. در این نقشه مقیاس‌ها رعایت

نمی‌شود، به این معنی که ممکن است یک اندازه بزرگ، خیلی کوچک یا یک اندازه کوچک خیلی بزرگ رسم شود (شکل ۴-۱).

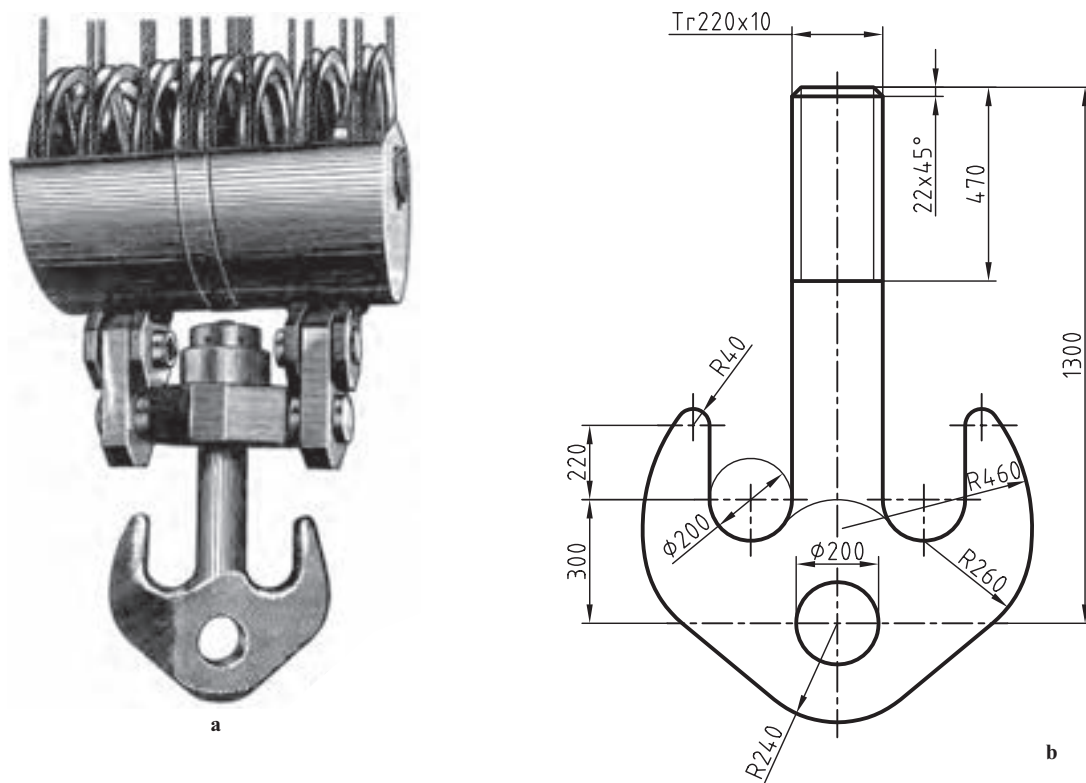


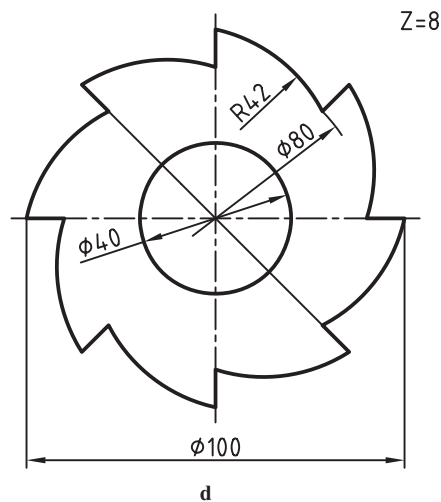
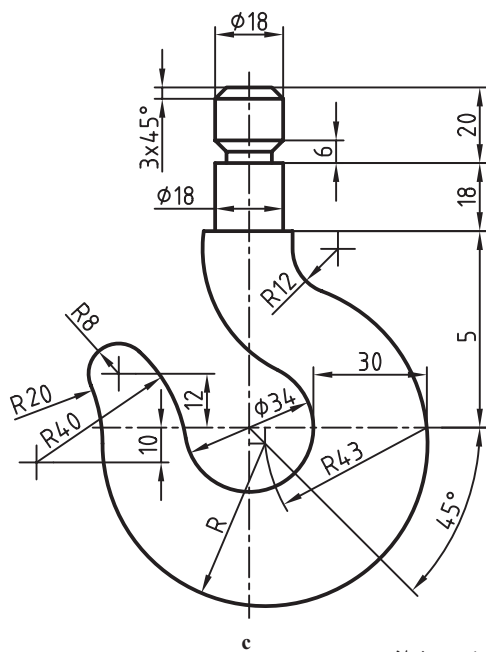
شکل ۴-۱- کروکی، a- نقشه دستی ناحیه (مانند آدرس)، b- نقشه تصادف

۵-۲-۱- نقشه هندسی: نقشه‌ای است که در رسم آن باید از اصول و قضایای هندسی کمک گرفت. این نقشه‌ها بسیار

متنوع‌اند.

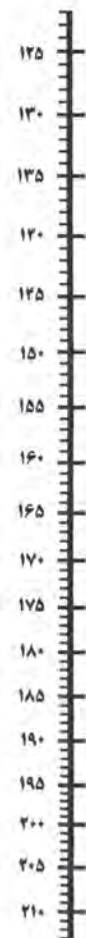
الف) نقشه‌هایی که برای ساخت قطعه روی مواد کار رسم می‌شوند باید از این گونه باشند (شکل ۵-۱).





شکل ۱-۵ - a - نقشه هندسی، b و c - قلاب، d - تیغه برش فولادی

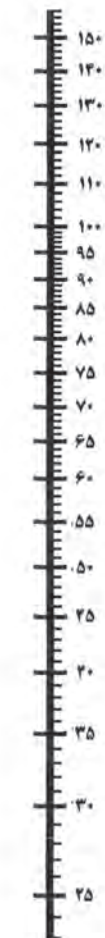
قد (سانتی متر)



نمایه توده بدنی (BMI)



وزن (کیلوگرم)

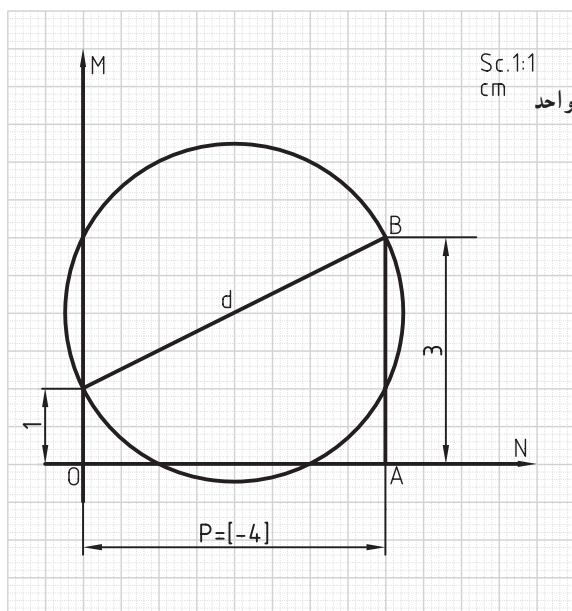


ب) نمودارهای دقیق

هم نوعی نقشه هندسی هستند، زیرا می‌توان به کمک آن‌ها اعدادی را با دقت کافی به دست آورد (شکل ۱-۶).

شکل ۱-۶ - نمودار مقابل به شما می‌گوید که آیا وزن شما مناسب است یا نه؟



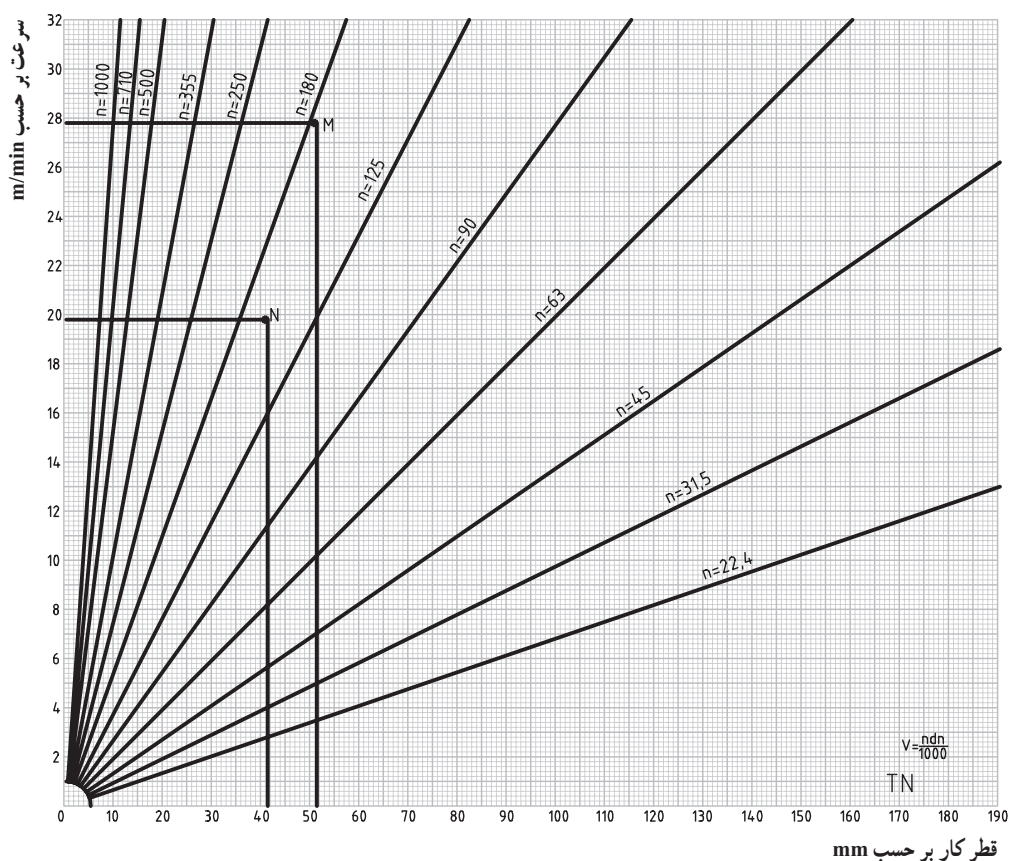


می‌توانید با قرار دادن یک خط‌کش روی اعدادی که معرف قد شما به سانتی‌متر و وزن شما به کیلوگرم است، وضعیت BMI خود را بررسی کنید.

پ) با یک نقشه هندسی می‌توان مسئله حل کرد و محاسبه نمود. مانند آنکه بخواهیم ریشه یک معادله درجه دوم را به دست آوریم (شکل ۱-۷).

شکل ۱-۷- شکل هندسی که به کمک آن می‌توان معادله درجه دوم را حل کرد.

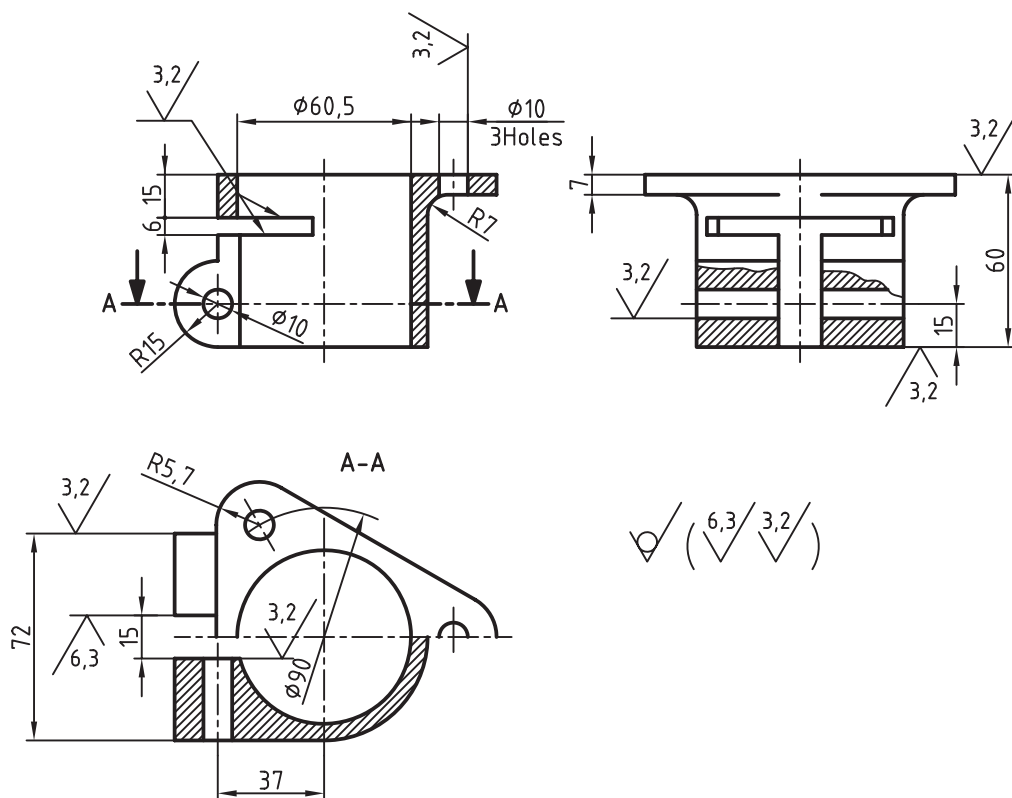
نمونه دیگری از نقشه هندسی در شکل ۸-۱ دیده می‌شود.



شکل ۸-۱- نمودار سرعت برش در ماشین تراش ۴° TN ساخت تبریز

۱- شاخص توده بدن Body Mass Index

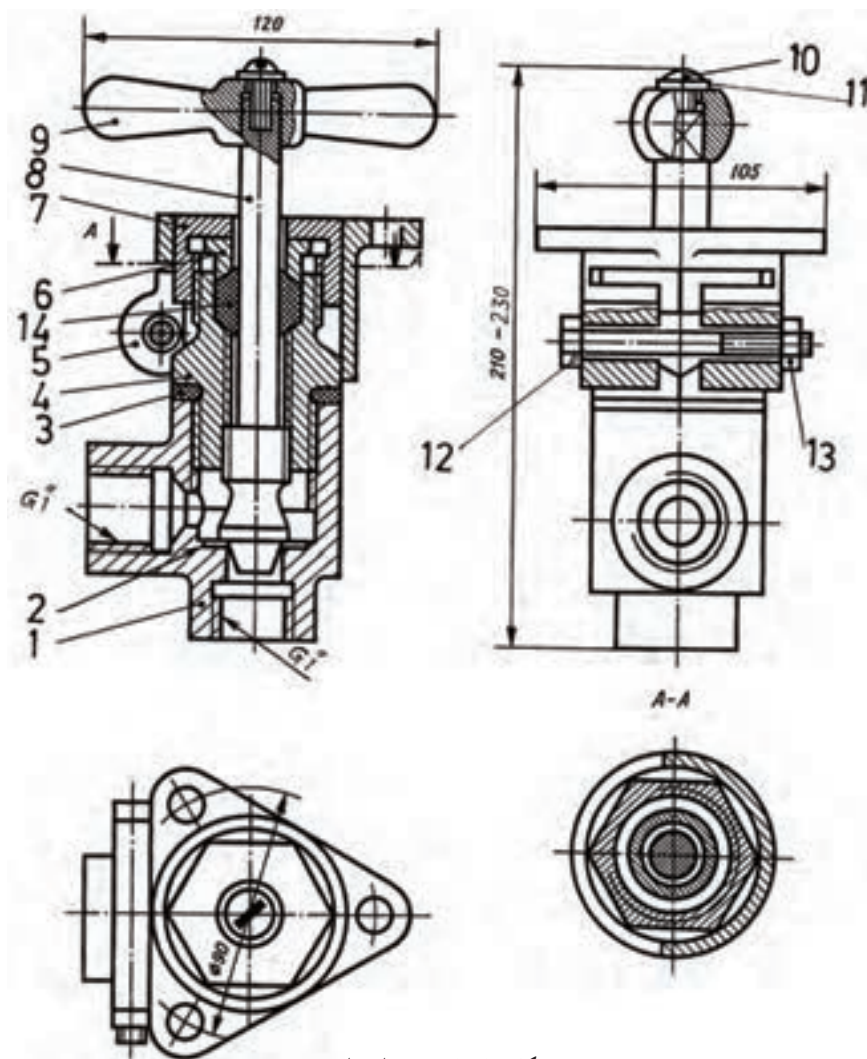
۶-۲-۱- نقشه ساده: نقشه‌ای است که یک قطعه را با جزئیات لازم برای ساخت معرفی می‌کند. با این نقشه کاملاً آشنا هستیم. در شکل ۹-۱ نمونه‌ای از این نوع نقشه‌ها دیده می‌شود.



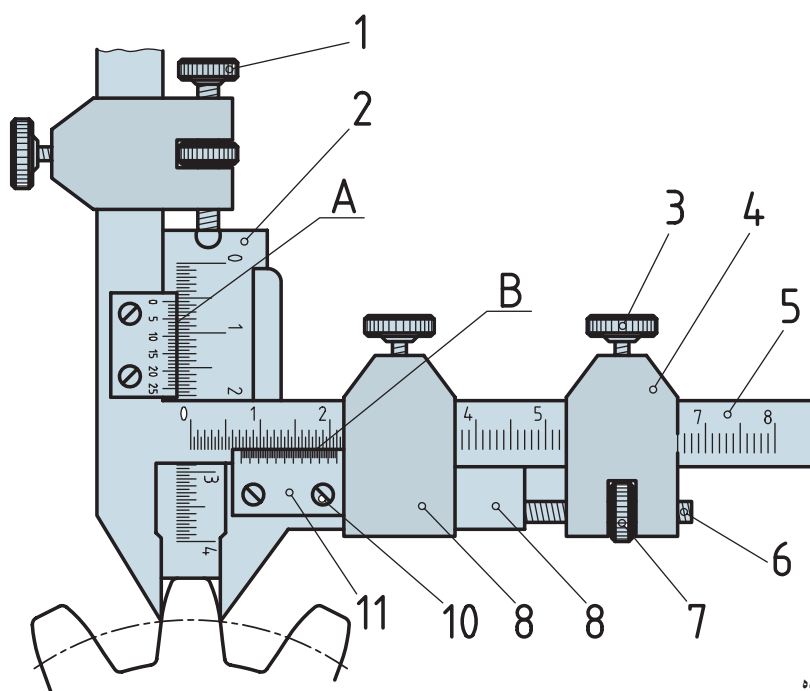
شکل ۹-۱- نقشه ساده

۷-۲-۱- نقشه ترکیبی: نقشه‌ای است که مجموعه قطعات یک مکانیزم را در کنار هم معرفی می‌کند. شکل ۱-۱ نمونه‌ای از این نوع نقشه‌ها را نشان می‌دهد. این مجموعه یک شیر زاویه‌ای را با اندازه اسمی یک اینچ نشان می‌دهد. نقشه ترکیبی را مرکب هم می‌گویند. در شکل ۱۱-۱ نمونه دیگری داده شده است. در این شکل یک کولیس ویژه برای اندازه‌گیری مشخصات دندانه، در یک چرخ‌دنده را می‌بینید.

۱- می‌توان گفت مکانیزم، Mechanism، مجموعه‌ای از قطعات است که برای انجام یک کار معین و یا به وجود آوردن یک سازه معلوم در کنار هم قرار می‌گیرند. در واقع می‌توان گفت، مکانیزم ساختمان یک چیز است. باز هم در مورد آن گفته خواهد شد.



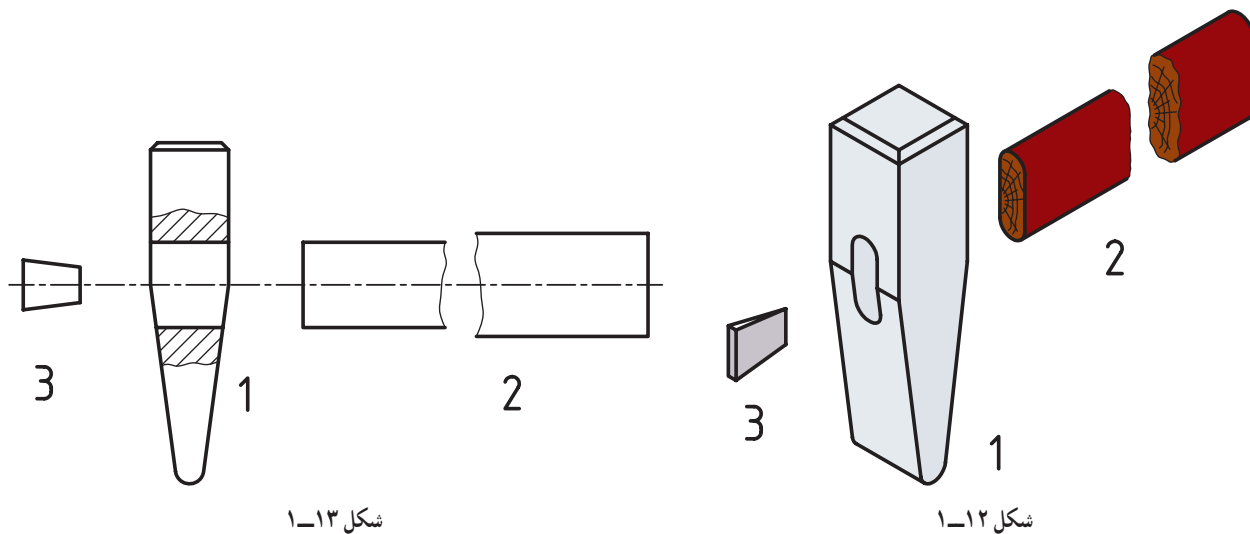
شکل ۱۱-۱ شیر زاویه‌ای



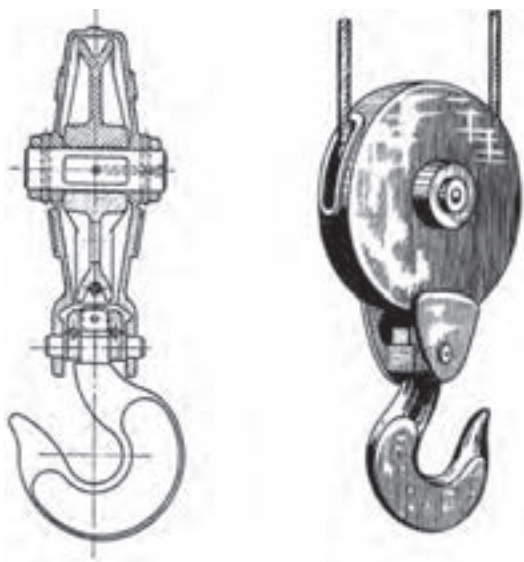
شکل ۱۱-۱۱ کوئیس چرخ دنده

۸-۲-۱- نقشه انفجاری : نقشه‌ای است که اجزای یک مجموعه را به صورت باز شده معرفی می‌کند. این نقشه، معمولاً به صورت سه بعدی ارائه می‌شود (شکل ۱-۱۲).

ارائه آن به حالت دو بعدی هم ممکن است. در شکل ۱-۱۳ نمونه‌ای از این نوع نقشه‌ها دیده می‌شود. در نقشه انفجاری ارتباط اجزا قابل تشخیص است. امروزه این نقشه در پروژه‌های تولیدی نقش مهمی دارد.



۹-۲-۱- نقشه سه بعدی بسته : تقریباً شبیه عکس است (شکل ۱-۱۴).



شکل ۱-۱۴- قرقره و قلاب

### ۳-۱- نقشه حرفه‌ها

در دوران نقشه‌کشی، موارد بسیاری پیش می‌آید که با نقشه‌های حرفه‌های دیگر برخورد می‌کنیم. آشنایی مختصری با این نقشه‌ها می‌تواند از جنبه‌های گوناگون مفید باشد. برای نمونه درک می‌شود که :

– همه صنایع تا چه میزان با نقشه ارتباط دارند.



– اصول پایه در همه نقشه‌ها تقریباً یکسان است.

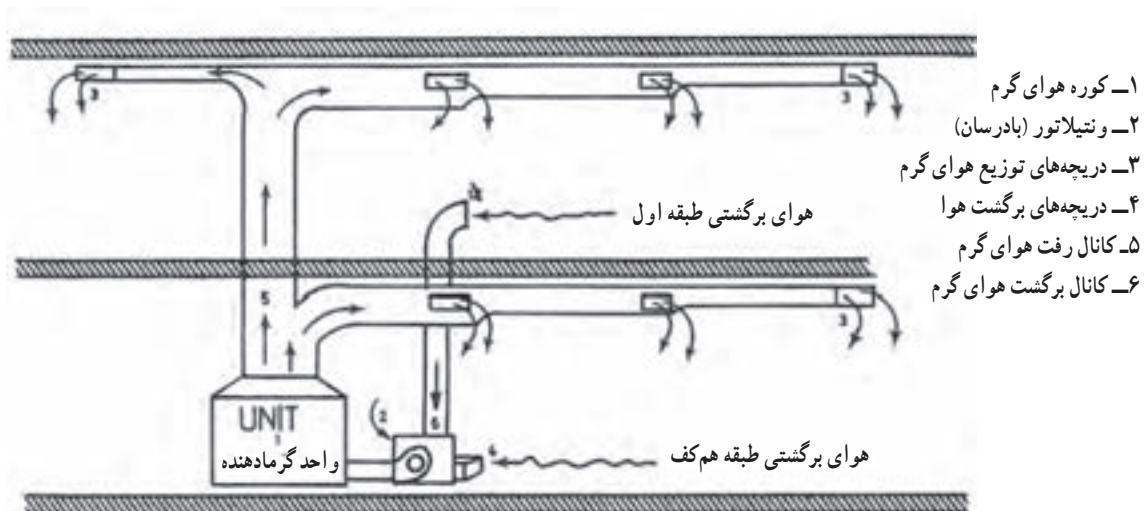
چند نمونه :

سقف معرفی می‌کند. پلان در حقیقت برش افقی ساختمان است (شکل ۱۵-۱).



۲-۳-۱- صنایع فلزی : در این شاخه از صنعت، ورق کاربرد گسترده‌ای دارد. شکل ۱۶-۱، نمونه‌ای از نقشه‌های آن را

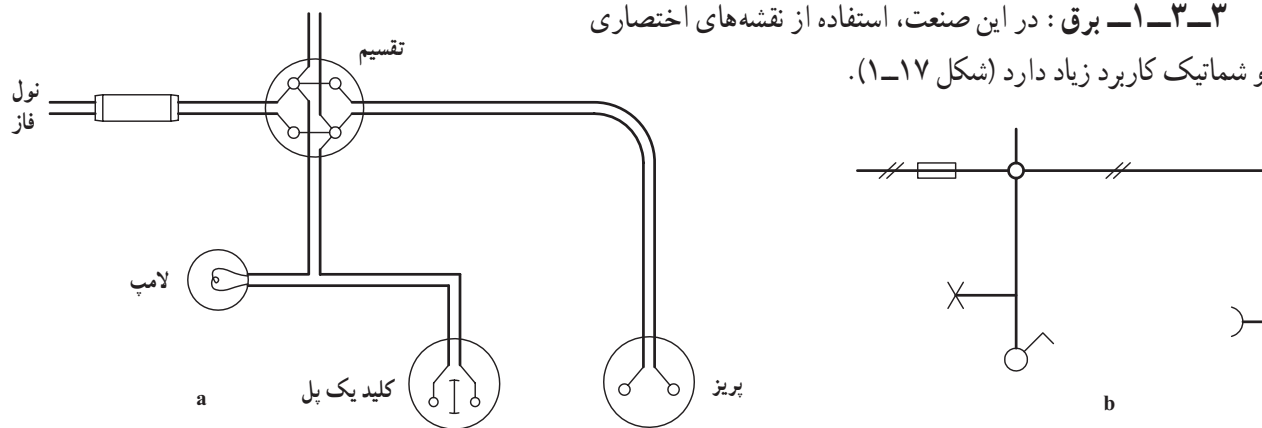
نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۱- نقشه کانال‌های اصلی تهویه

۳-۳-۱- برق : در این صنعت، استفاده از نقشه‌های اختصاری

و شماتیک کاربرد زیاد دارد (شکل ۱۷-۱).

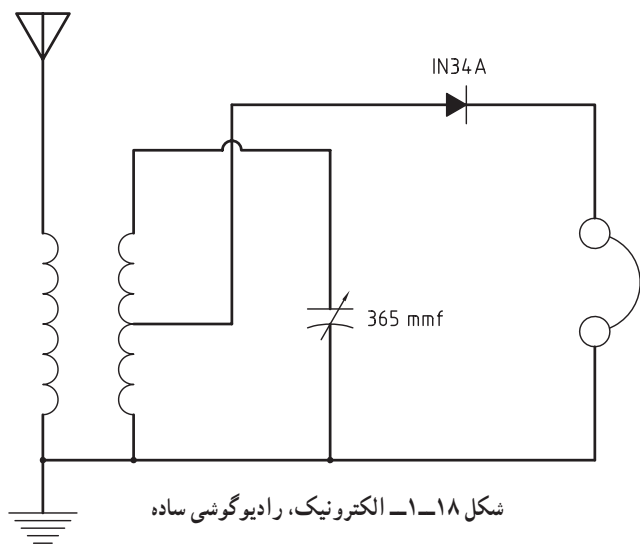


شکل ۱۷-۱- a و b- طرحی از یک لامپ، کلید و پریز (به همراه فیوز و جعبه تقسیم)

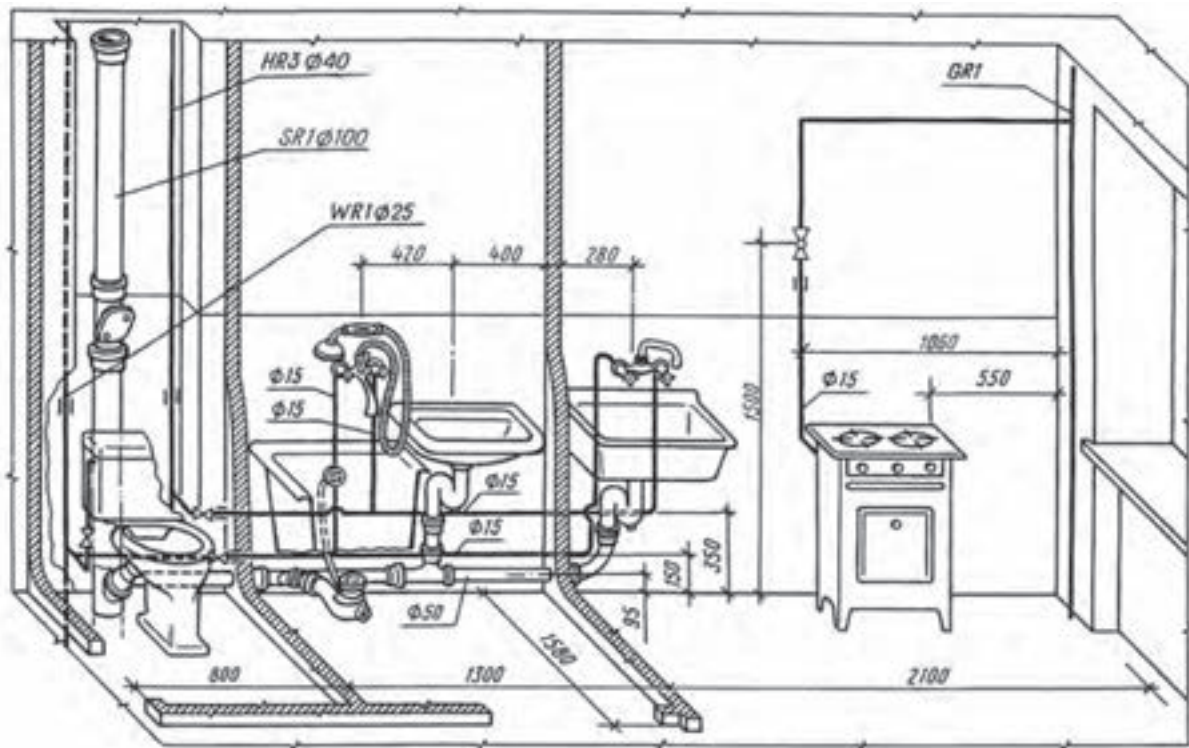
۴-۳-۱- الکترونیک : در این رشته هم نقشه‌های

شماتیک کاربرد فراوان دارد (شکل ۱۸-۱).

در نقشه روبه‌رو یک رادیوگوشی دیده می‌شود که با کمک یک آنتن می‌تواند ایستگاه‌های نزدیک رادیویی را بگیرد.



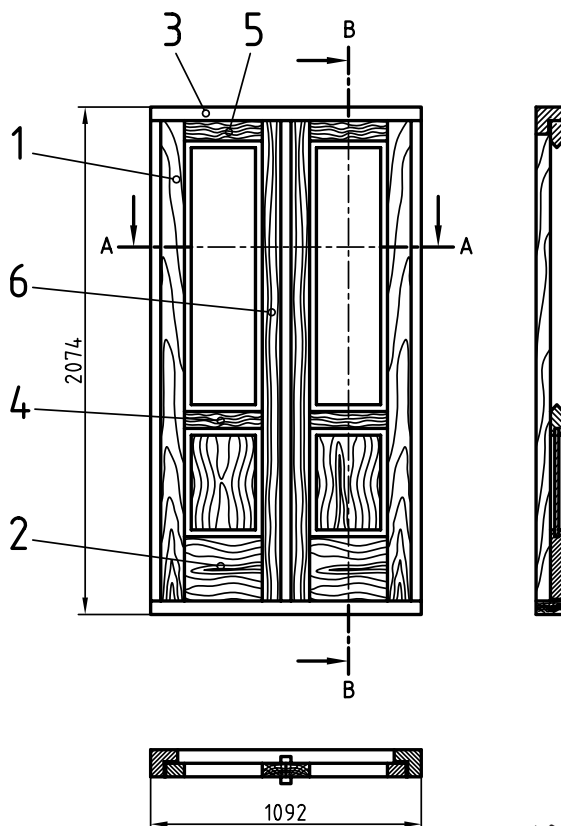
۵-۳-۱- تأسیسات : یک نمای سه بعدی گویای گونه‌ای از نقشه‌های تأسیساتی است (شکل ۱۹-۱).



شکل ۱۹-۱- سرویس بهداشتی و آشپزخانه

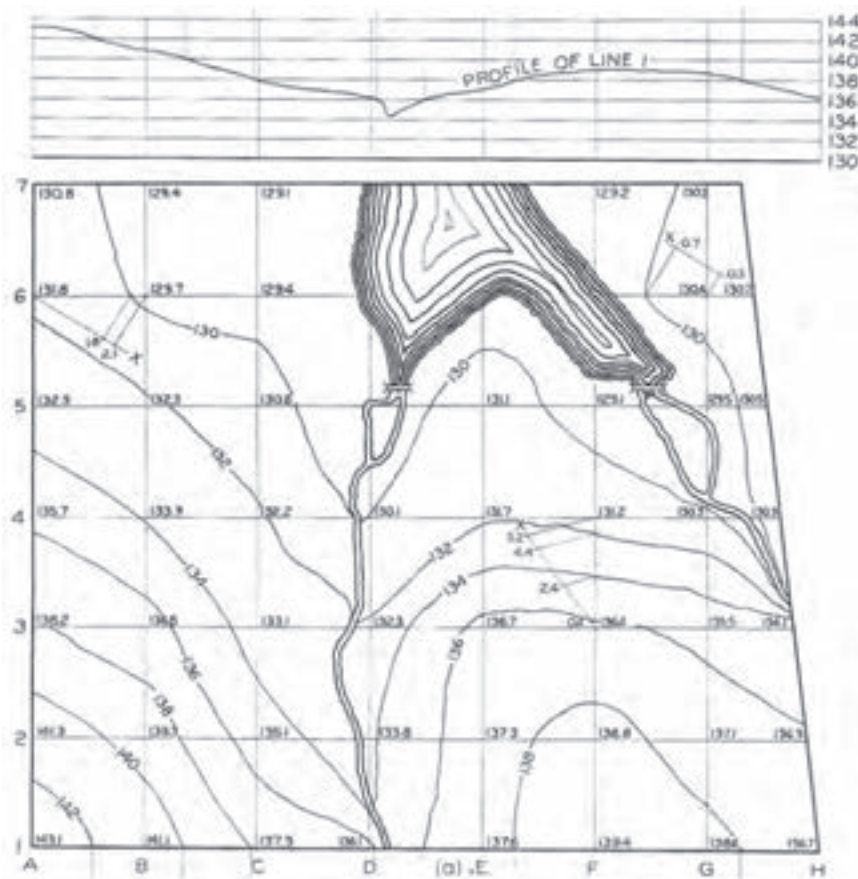
۶-۳-۱- صنایع چوب : از نقشه‌های صنایع چوب به

یک نمونه توجه کنید (شکل ۲۰-۱).

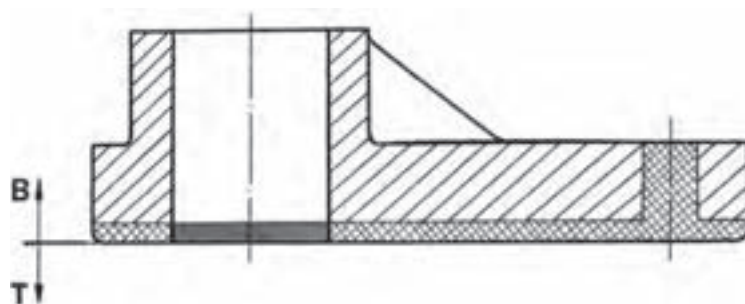


شکل ۲۰-۱- در چوبی

۷-۳-۱- زمین شناسی : با نقشه های زمین مانند نقشه های جغرافیایی کاملاً آشنا هستید. به نمونه ای از نقشه مربوط به پستی و بلندی های زمین یعنی نقشه برداری یا توپوگرافی، نگاه کنید (شکل ۲۱-۱).



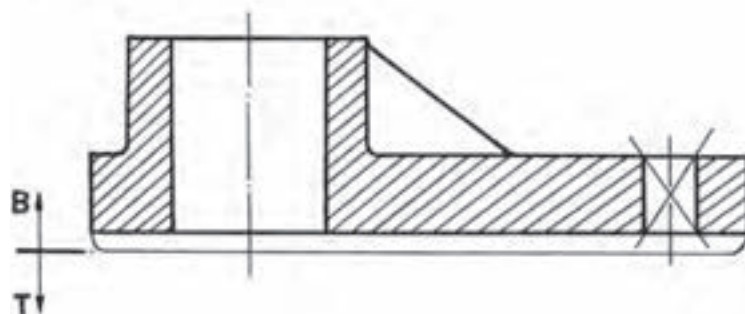
شکل ۲۱-۱- زمین هایی در پیرامون یک دریاچه شامل دو رودخانه



۸-۳-۱- مدل سازی : با نمونه ای از

نقشه مدل مربوط به ریخته گری به بحث پایان می دهیم.

اما نقشه های حرفه ها و صنایع بیش از این ها گسترده است.



شکل ۲۲-۱- نقشه مدل (برای ریخته گری)

## خلاصه مطالب مهم



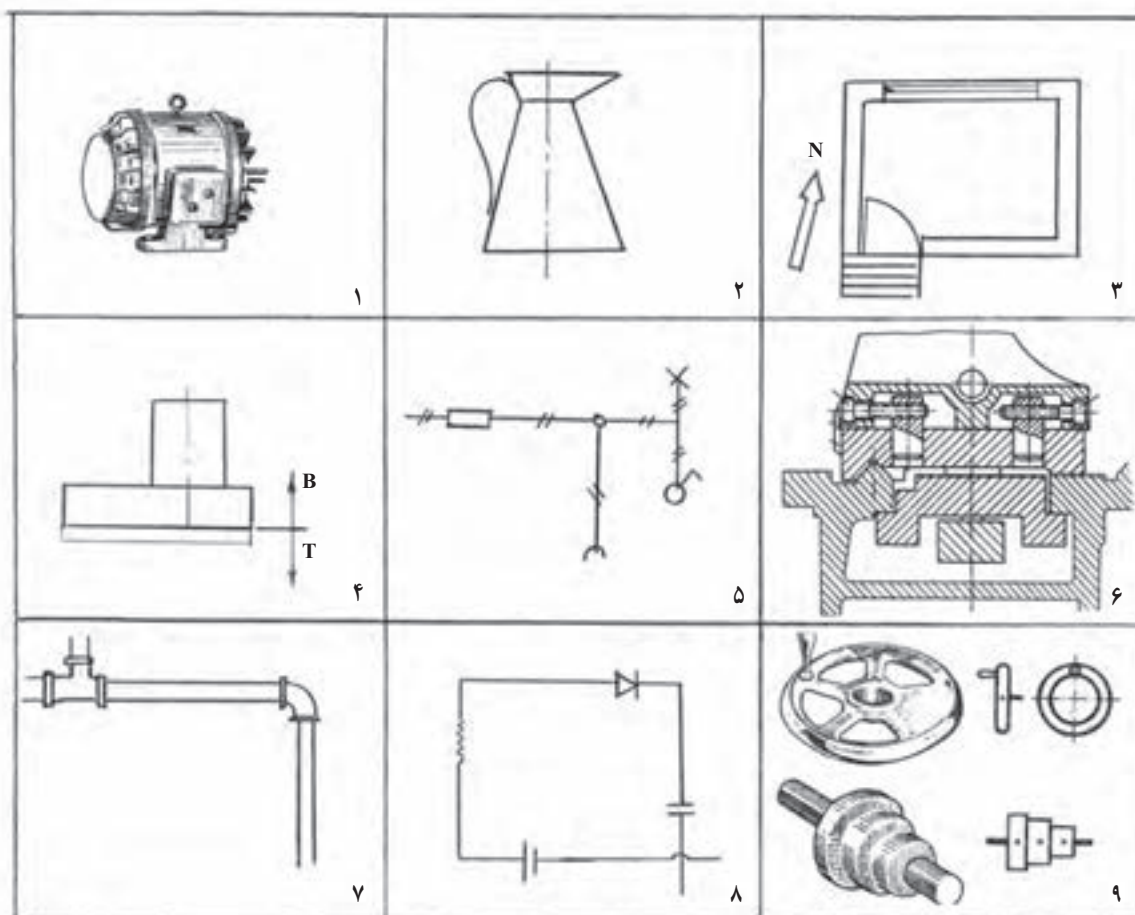
- ۱- نقشه دستی، نقشه‌ای است که با دست آزاد رسم شود.
- ۲- در نقشه دستی، تناسب اندازه‌ها رعایت می‌شود.
- ۳- نقشه اختصاری، یک جزء معروف را به ساده‌ترین صورت و با شکلی نمادین نشان می‌دهد.
- ۴- در نقشه شماتیک از شکل‌های نمادین استفاده می‌شود.
- ۵- در کروکی مقیاس اندازه‌ها رعایت نمی‌شود.
- ۶- در رسم نقشه هندسی از اصول و قضایای هندسی استفاده می‌شود.
- ۷- نقشه ساده معرف یک قطعه و نقشه ترکیبی معرف یک مجموعه است.
- ۸- نقشه انفجاری، اجزای یک مجموعه را به صورت باز شده در حالت دو بعدی یا سه بعدی معرفی می‌کند.

## خود را بیازمایید

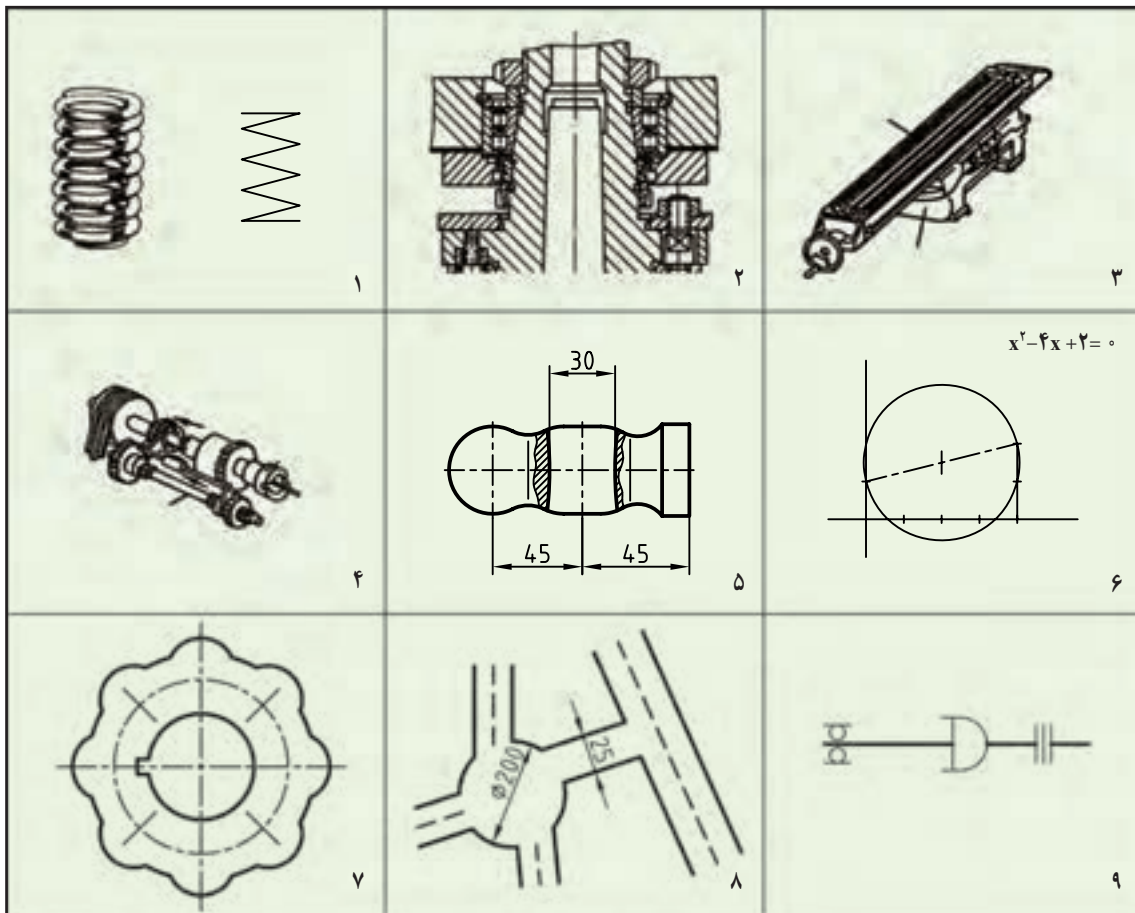


- ۱- نقشه با دست آزاد چه نام‌های دیگری دارد؟
- ۲- نقشه با دست آزاد چیست و چه ویژگی مهمی دارد. یک نمونه رسم کنید.
- ۳- نقشه اختصاری، نقشه شماتیک، نقشه کروکی و ویژگی‌های آن‌ها را تعریف کنید.
- ۴- در مورد نقشه هندسی و انواع آن دقیقاً توضیح دهید.
- ۵- برای هریک از انواع نقشه هندسی نمونه بیاورید.
- ۶- نقشه ساده را تعریف کنید و یک نمونه را رسم کنید.
- ۷- نقشه ترکیبی را تعریف کنید و یک نمونه از مکانیزم را نام ببرید.
- ۸- نقشه انفجاری را تعریف کنید و انواع آن را نام ببرید.
- ۹- هریک از نقشه‌های داده شده در شکل ۱-۲۳ مربوط به چه رشته‌ای است؟



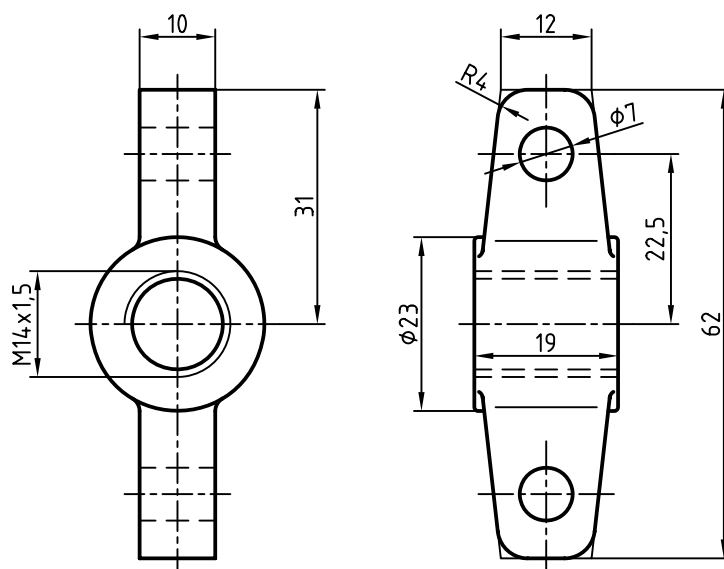


شکل ۱-۲۳



شکل ۲۴-۱

- ۱۰- هر یک از نقشه‌های داده شده در شکل ۲۴-۱ چه نوعی از نقشه است؟
- ۱۱- جدول داده شده در شکل ۲-۱ را به صورت دستی و با دقت در حفظ اندازه‌ها رسم کنید.
- ۱۲- یکی از سه نقشه هندسی داده شده در شکل ۵-۱ را با دست آزاد رسم و اندازه‌گذاری کنید.
- ۱۳- یک کروکی مربوط به آدرس خانه یا هنرستان خود را رسم کنید (با دست آزاد).
- ۱۴- به کمک یک خط کش و با در نظر گرفتن قد و وزن خود، وضعیت بدنی خود را تعیین کنید (با استفاده از دیاگرام داده شده در شکل ۶-۱)
- ۱۵- اگر قطر کار مورد تراش ۳۲ و سرعت مجاز  $20 \frac{m}{min}$  باشد، دور مناسب چند است؟ (شکل ۸-۱)
- ۱۶- پلان شکل ۱۵-۱ را با دست آزاد رسم و اندازه‌گذاری کنید.
- ۱۷- شکل‌های ۱۷-۱ و ۱۸-۱ را با دست آزاد رسم کنید.
- ۱۸- شکل ۲۵-۱ را با اندازه‌های دو برابر رسم و اندازه‌گذاری کنید. تصویر مجسم هم رسم شود. کلیه کارها با دست آزاد.



شکل ۲۵-۱- بدنه پولی کش (فولاد)

## تحقیق کنید



- ۱- حداقل ۵ رشته دیگر را که برای خود نقشه ویژه‌ای دارند، نام ببرید.
- ۲- از نقشه‌های معرفی شده، جمعاً چند تا مربوط به رشته مکانیک است؟
- ۳- نقشه ساده معرفی شده در شکل ۱-۹ مربوط به چه مکانیزمی است؟
- ۴- آیا یک نقاشی را می‌توان نقشه‌ای دستی یا اسکیچ نامید؟ چه فرقی بین نقشه و نقاشی هست؟
- ۵- آیا می‌توانید مفهوم اعداد موجود در شکل ۱-۲۱ را بیان کنید؟

## برای مطالعه



با توجه به شکل ۱-۱، نقشه‌های داده شده فقط دو برگ از چهار برگ نقشه‌های مربوط به طراحی خودنویس

است.<sup>۱</sup>

با توجه به نمودار شکل ۱-۶، این دیاگرام براساس فرمول  $BMI = \frac{kg}{m^2} \frac{(وزن)}{(قد)}$  پیشنهاد شده است که می‌تواند معیاری برای قد و وزن مناسب باشد. بی‌ام‌آی به مفهوم شاخص توده بدن است و مقدار آن بین ۱۸/۵ تا ۲۵ طبیعی است.

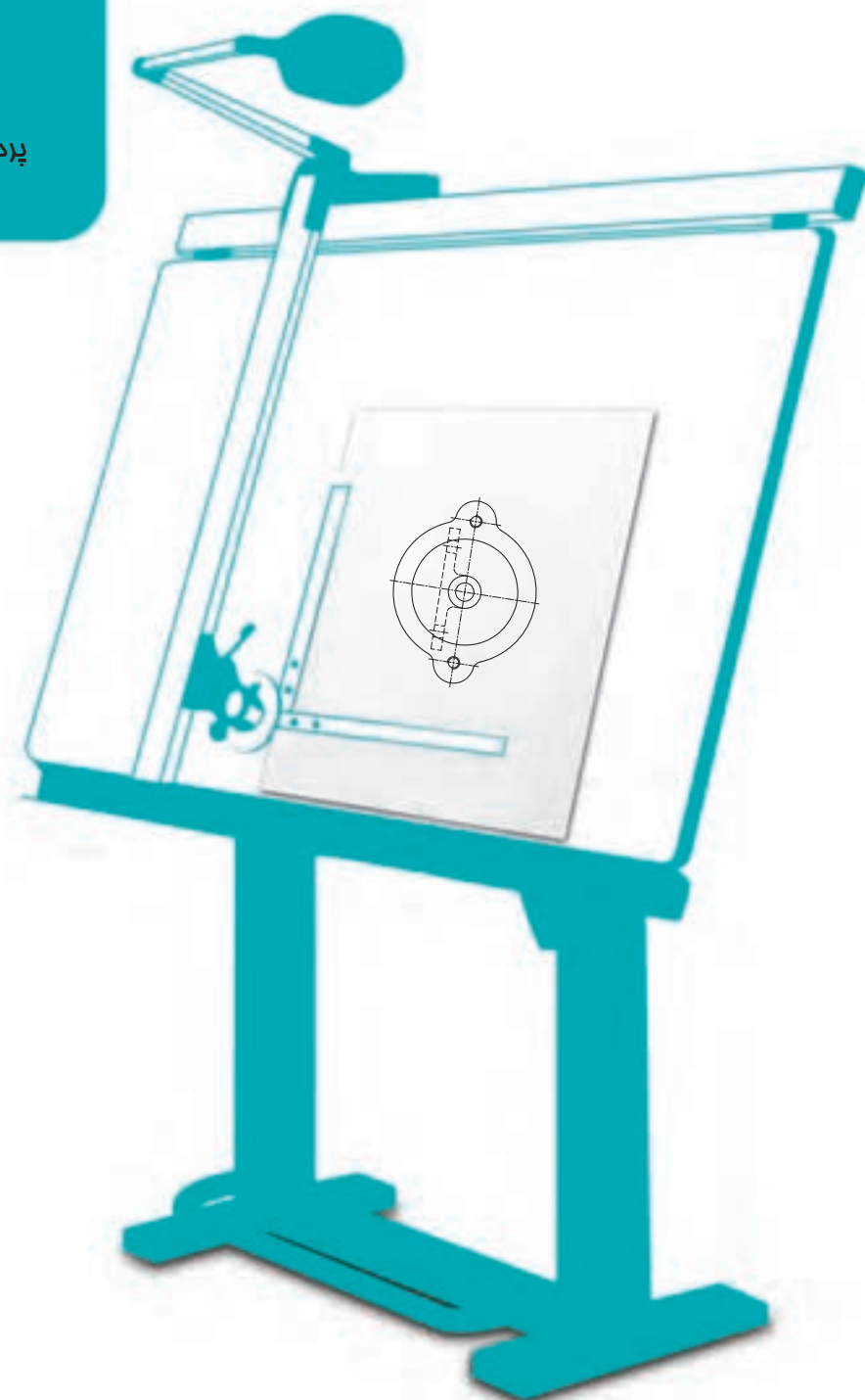
شکل ۱-۷ مربوط به حل معادله  $x^2 - 4x + 3 = 0$  با پاسخ‌های  $x = 1$  و  $x = 3$  است.

۱- برای به‌دست آوردن اطلاعات بیشتر می‌توانید به کتاب اصلی یعنی GRAPHICS از S.LEVENS مراجعه کنید.



# فصل دوم پردازش سطح

پردازش مناسب سطح، نقش مهمی  
در کارکرد آن دارد.



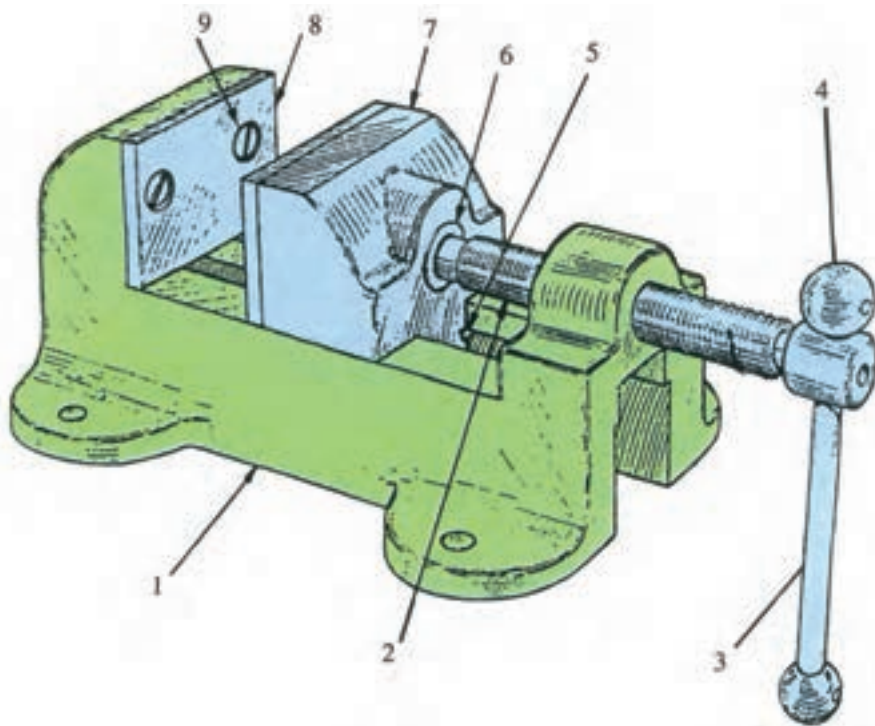
### پرداخت سطح

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می‌تواند :

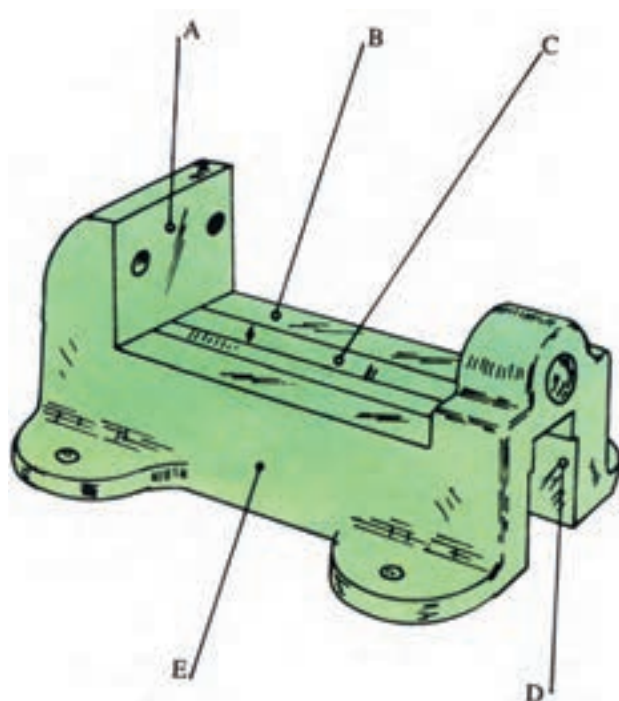
- ۱- پرداخت سطح را تعریف کند.
- ۲- سنج‌های پرداخت سطح را نام ببرد.
- ۳- مفهوم نشانه‌های  $Ra$  و  $Rz$  را بیان کند.
- ۴- نشانه‌های  $Ra$  را در نقشه به کار برد.
- ۵- روش‌های تعیین پرداخت موجود یک سطح را توضیح دهد.

#### ۱-۲- پیشگفتار

به شکل ۱-۲ نگاه کنید. در این شکل یک گیره رومیزی دیده می‌شود.



شکل ۱-۲- گیره



شکل ۲-۲ - بدنه

این گیره دارای چند قطعه مانند پیچ، اهرم، فک لغزنده، بدنه و... است. هریک از این قطعه‌ها به روش ویژه خود ساخته می‌شود. برای نمونه:

— شماره ۱ یا بدنه، ریخته‌گری و بعد کارهای دیگر روی آن انجام می‌شود.

شماره ۲ تراش کاری و حدیده کاری می‌شود.

شکل ۲-۲ را نگاه کنید.

در این شکل بدنه گیره به تنهایی دیده می‌شود. برای ساخت آن ابتدا از روش ریخته‌گری استفاده شده و سپس با انجام ماشین کاری روی آن، تکمیل و آماده شده است. روشن است که این بدنه پس از پایان مراحل ساخت، دارای سطوح گوناگونی است.

برخی از آن‌ها در کارکرد آینده مؤثر هستند و برخی دیگر نه. سازنده کوشش می‌کند که هر یک از این سطوح تا آنجا که لازم است صاف و تمیز باشد ولی روشن است که نیاز نیست این

صافی و پرداختی برای همه یکسان باشد. برای نمونه سطح B باید از E بهتر باشد، چرا؟ زیرا در کارکرد گیره تأثیر دارد.

آیا صاف و پرداخت کردن هزینه دارد؟ بله، قسمتی از قیمت قطعه مربوط به پرداخت کاری است. بنابراین، برای متعادل بودن هزینه‌ها هر سطح باید به آن اندازه پرداخت شود که وسیله بتواند کار خود را به خوبی انجام دهد. اینک کمی قطعه را بررسی کنیم:

— سطح A نیاز به ماشین کاری دارد، زیرا باید نسبت به سطح B گونیا شود البته نیاز به پرداخت زیادی ندارد، چون قسمت آج خورده فک روی آن سوار می‌شود.

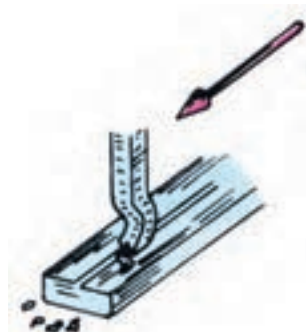
— سطح B باید پرداخت خوب داشته باشد تا فک لغزنده به راحتی بلغزد.

— سطح C به علت آنکه یک سطح راهنما است، نیاز به ماشین کاری و پرداخت خوب دارد.

— سطح D نیز به صورت اولیه، حاصل از ریخته‌گری، باقی خواهد ماند.

— سطح E هم به همان صورت به دست آمده از ریخته‌گری باقی می‌ماند.

به این ترتیب در صنعت معمول است که برای سطوح گوناگون، درجه‌های معینی از زبری در نظر می‌گیرند تا بتوانند آن‌ها را از نظر صافی و پرداختی با هم بسنجند.



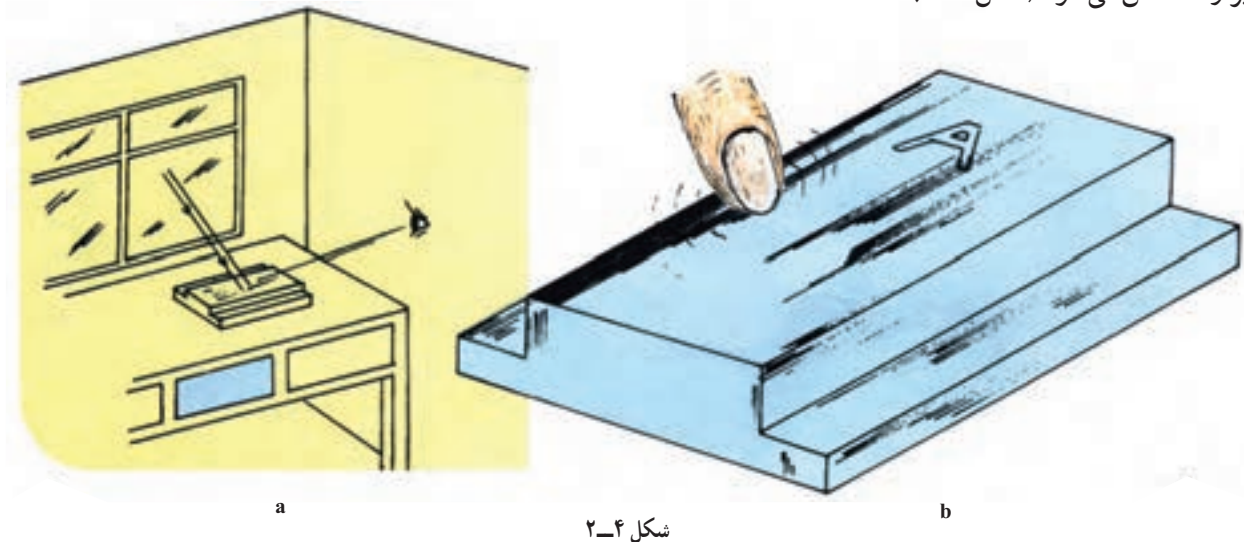
شکل ۲-۳

در شکل ۲-۳، قطعه‌ای را می‌بینید که در آن سطح A به روش صفحه تراشی تولید شده است. در این روش براده‌برداری به وسیله یک رنده که حرکت طولی مستقیم دارد انجام می‌شود. پس خراش‌های ایجاد شده تقریباً موازی هستند.

پیکان، جهت براده‌برداری را نشان می‌دهد. شیارهای بسیار ظریف به‌جا مانده از کار رنده را «خواب ابزار» می‌نامند. که در حقیقت همان جهت تولید است.

اگر برای ساخت این سطح بهترین شرایط را در نظر بگیریم، باز هم خواب ابزار را می‌توان با چشم دید به علاوه، اگر ناخن انگشت کوچک را به آرامی روی سطح بکشیم، خواب

ابزار احساس می‌شود (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴

#### ۱-۱-۲- تعریف: پرداخت کاری یعنی کندن ذرات

بسیار ریز از سطح به منظور صاف و هموار کردن آن. پس به وجود آمدن پستی و بلندی اجتناب‌ناپذیر است. البته این پستی و بلندی‌ها با کوچکتر شدن اندازه ذرات کمتر خواهد شد.

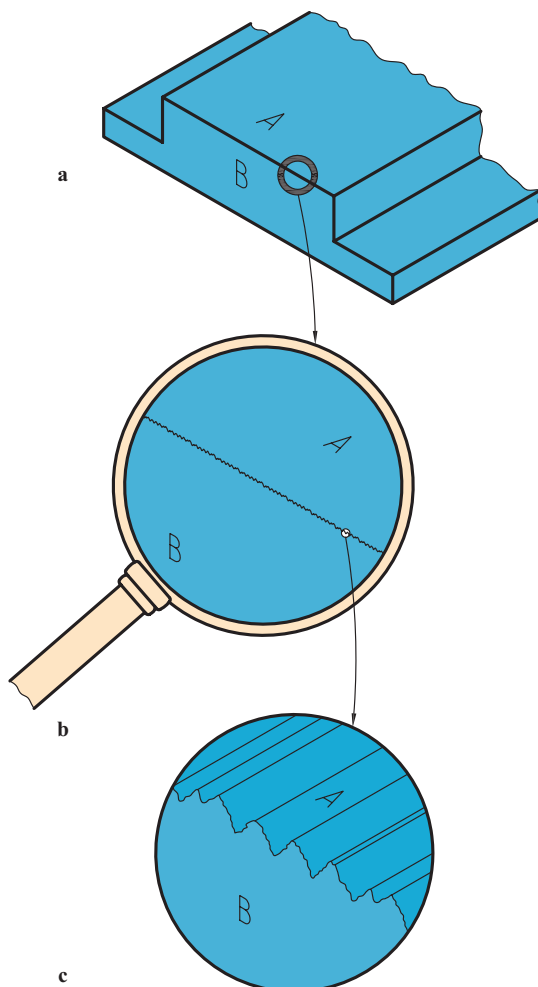
اما به هر حال، حتی زمانی که براده‌ها آن قدر ریز باشند که با چشم دیده نشوند، باز هم پستی و بلندی وجود خواهد داشت. به گفته‌ای ساده، به دست آوردن سطح مطلقاً صاف امکان ندارد.

اگر به کمک ذره‌بین، پستی و بلندی‌های موجود را حدود ۲۰

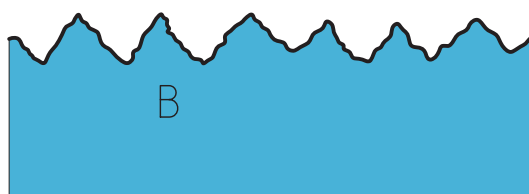
برابر بزرگ کنیم، تصویری مانند شکل ۲-۵-ب دیده خواهد شد.

اگر بزرگ‌نمایی با کمک میکروسکوپ و حدود ۵۰۰ برابر انجام

شود، شکل ۲-۵-ج را خواهیم داشت. به این ترتیب دیده می‌شود که یک سطح به ظاهر صاف و پرداخت، تا چه اندازه ممکن است دارای ناهمواری باشد.



شکل ۲-۵



شکل ۲-۶

در این جا به یک نکته مهم توجه کنید که انتخاب مقطع برای بزرگ نمایی، عمود بر جهت تولید صورت گرفته است. شکل ۲-۶، نمای روبه روی تصویر بزرگ شده را نشان می دهد.

۲-۱-۲- نمونه : اکنون باید دید که چگونه میزان پرداخت

سطح را مشخص می کنیم، یعنی در نقشه نمایش می دهیم. استاندارد

ISO، سطوح گوناگون را به ۱۲ مرحله اصلی تقسیم می کند. برای تعیین این مراحل باید نمونه ای از سطح را عمود بر جهت خواب ابزار یا جهت تولید انتخاب کنیم و سنجش را بر اساس آن انجام دهیم. هرچه پرداخت ظریف تر باشد باید از نمونه کوچک تر استفاده کرد. جدول ۲-۱، اندازه های استاندارد نمونه را معرفی می کند.

جدول ۲-۱- اندازه های استاندارد شده نمونه

طول نمونه آزمایش بر حسب میلی متر	۸	۲۵	۸	۲۵	۸
----------------------------------	---	----	---	----	---

## ۲-۲- سنجه های زبری<sup>۱</sup> سطح

معیارهای زبری سطح گوناگون هستند ولی دو مورد از آنها امروزه در مقیاس وسیع مورد استفاده قرار می گیرد.

۲-۲-۱- میانگین زبری<sup>۲</sup> سطح : این سنجه با نشانه Ra مشخص می شود.

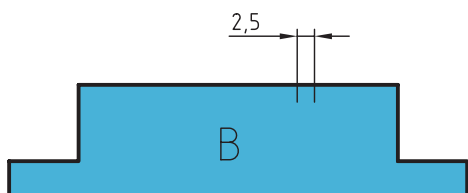
۲-۲-۲- میانگین بلندترین ارتفاع های زبری : این سنجه با علامت Rz معرفی می شود.

۲-۲-۳- تعریف زبری سطح Ra : Ra عبارت است از میانگین ارتفاعات زبری سطح.

برای روشن شدن مطلب به شکل ۲-۷ نگاه کنید.

در این شکل نمونه ای دیده می شود که طول آن ۲/۵ میلی متر می باشد.

بنابراینچه که پیش از این گفته شد، سطح انتخابی خشن است. چرا؟ چون طول نمونه بزرگ تری را در نظر گرفته ایم. به هر حال، نمونه را به کمک میکروسکوپ قوی بزرگ نمایی می کنیم. شکل ۲-۸ را خواهیم داشت.



شکل ۲-۷



شکل ۲-۸

در این شکل می توان خطی فرضی را تقریباً موازی با جهت عمومی سطح در نظر گرفت. این خط چنان رسم می شود که در حد

۱- Roughness زبری

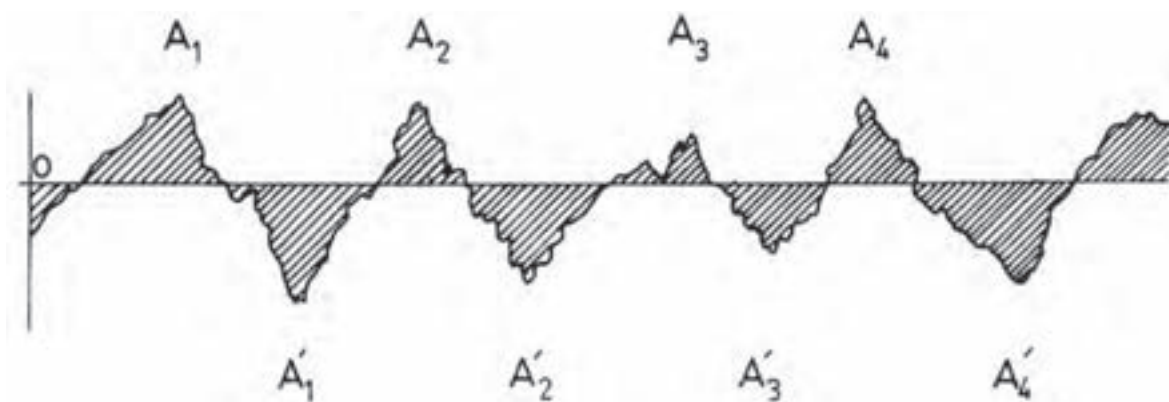
۲- Roughness Average

متوسط پستی و بلندی‌ها قرار گیرد. در شکل ۲-۹، این خط با  $OX$  نام‌گذاری شد.



شکل ۲-۹

اضافه می‌شود که  $OX$  چنان رسم شده است که جمع کل سطوح هاشورخورده بالای خط با سطوح هاشورخورده زیر خط تقریباً برابر باشد (شکل ۲-۱۰).



شکل ۲-۱۰

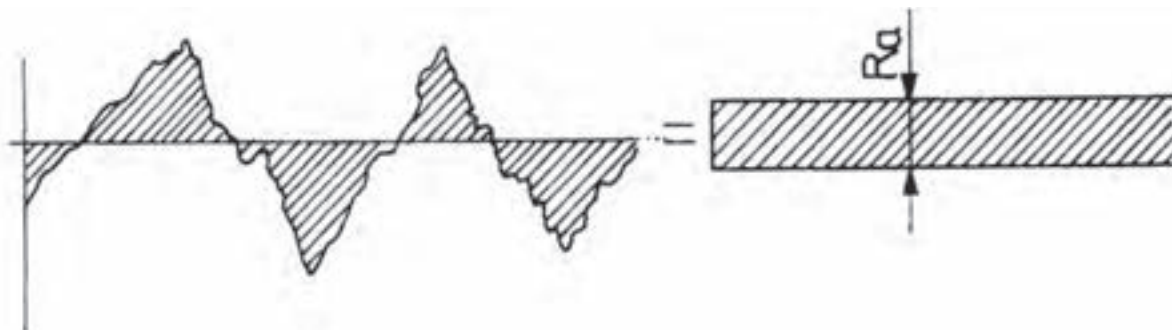
$$A_1 + A_2 + A_3 + \dots = A'_1 + A'_2 + A'_3 + \dots$$

پس می‌توان نوشت :

$$A = A_1 + A_2 + \dots = A'_1 + A'_2 + \dots$$

اگر مجموعه سطوح  $A_n$  و  $A'_n$  را با  $A$  نشان دهیم داریم :

در این صورت می‌توان  $A$  را سطح نواری به طول  $OX$  و عرض یک نواخت دانست (شکل ۲-۱۱).

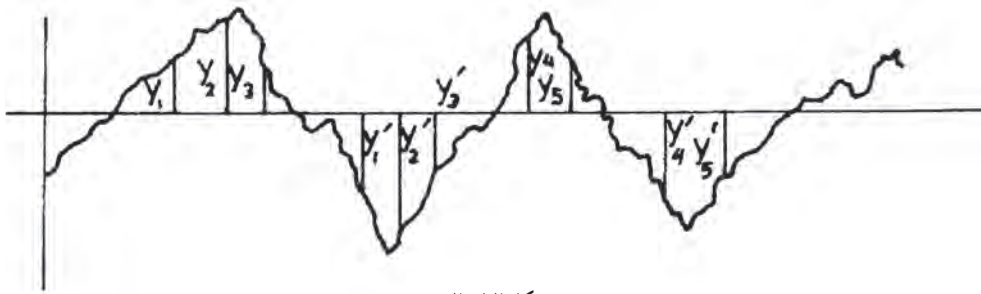


شکل ۲-۱۱

با کمی دقت، نتیجه می‌گیریم که عرض این نوار مستطیلی باید برابر  $Ra$  یا متوسط ارتفاع زبری باشد. البته متوجه هستیم که به



دلیل کوچکی Ra، باید آن را با واحدی مناسب اندازه گیری کنیم یکای مناسب میکرون متر یا یک میلیونیم متر<sup>۱</sup> خواهد بود. آیا عرض این نوار فرضی می تواند نشان دهنده میزان زبری سطح باشد؟ بله، زیرا هر چه عرض آن کمتر باشد، سطح پرداخت تر خواهد بود. این موضوع را با زبان ریاضی هم می توان بیان نمود. به شکل ۲-۱۲ نگاه کنید.



شکل ۲-۱۲

به شمار بلندی های مثبت یعنی  $y_1, y_2, y_3, \dots$  و بلندی های منفی، مانند  $y'_1, y'_2, y'_3, \dots$  اندازه گیری می شود. آنگاه میانگین حسابی آن ها بدون در نظر گرفتن علامت منفی برای  $y'_1, y'_2, \dots$  به دست می آید. این معدل حسابی همان Ra خواهد بود. یعنی:

$$\frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y'_1 + y'_2 + y'_3 + \dots}{2n}$$

در رابطه بالا، n تعداد بلندی های مثبت یا منفی است. برای محاسبه دقیق تر می توان کل مساحت ها را در یک طول معین L یا همان نمونه اندازه گیری و بر L تقسیم کرد تا متوسط عرض به دست آید.

پرسش نمونه: جمع سطوح اندازه گیری شده در یک آزمایش، برابر  $27500 \mu m^2$  در طول  $2/5$  می باشد. Ra چیست؟

$$Ra = \frac{\text{مجموع سطوح}}{L} = \frac{27500}{2500} = 11 \mu m \text{ عرض نوار}$$

حل:

۲-۲-۴- تعریف زبری سطح Rz - Rz عبارت است از میانگین بلندترین ارتفاع های زبری که آن را به کمک نمودار و به صورت های گوناگون می توان معین کرد. به شکل ۲-۱۳ نگاه کنید.



شکل ۲-۱۳

$$1 \mu m = \frac{1}{1000} m$$

۲- دستگاه های زبری سنج مقدار Ra و Rz و دیگر موارد را به طور خودکار اندازه گیری می کنند. گونه معمولی آن ها بر اساس حرکت سوزنی بسیار ظریف در پستی و بلندی ها

کار می کند.

با در نظر گرفتن خط OX در طول نمونه می‌توان ۵ بلندی  $y'_1, y'_2, \dots$  یا بلندی نسبت به OX و پنج گودی  $y'_1, y'_2, \dots$  را اندازه‌گیری کرد و میانگین آن‌ها را به ترتیب زیر به دست آورد. روشن است که باز هم علامت منفی را در نظر نمی‌گیریم:

$$R_z = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 + y'_5}{5}$$

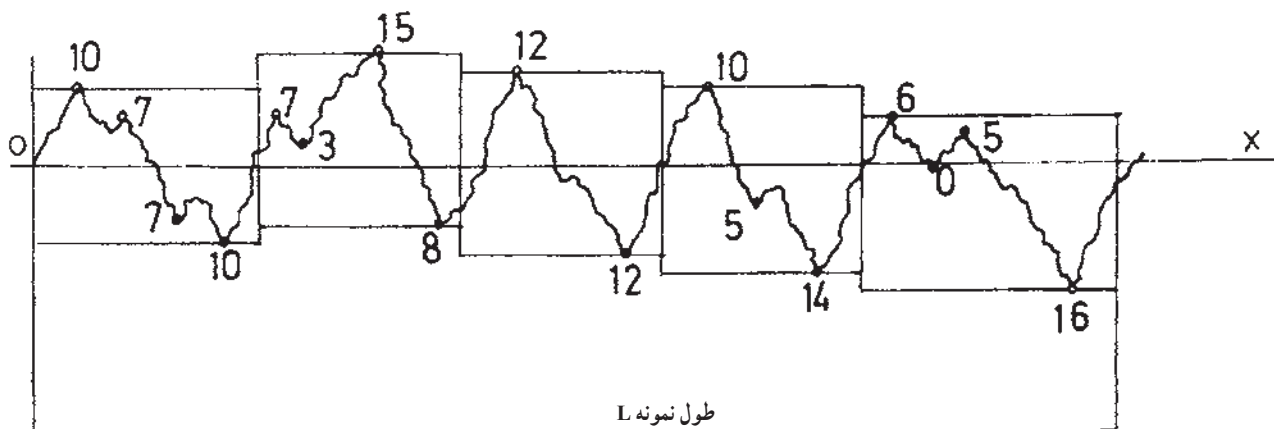
در این جا توجه کنید که نیاز نیست خط OX حتماً در وسط قرار گیرد. تنها کافی است که موازی با جهت عمومی سطح باشد. نکته دیگر آنکه از پستی و بلندی‌های موجود در یک نمونه، بلندترین به تعداد ۱۰ برگزیده می‌شود که شامل ۵ بلندی و ۵ پستی یا گودی خواهد بود. شکل ۱۴-۲ همین مفهوم را به صورتی دیگر بیان می‌کند.



شکل ۱۴-۲

$$R_z = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{5} \quad \text{پس داریم:}$$

پرسش نمونه: با توجه به نمودار دیده شده زیر میکروسکوپ،  $R_z$  چیست؟ (شکل ۱۵-۲).



شکل ۱۵-۲

عددهای داده شده در این نمودار، برحسب میکرون از خط مبنا X است که همه را مثبت در نظر می‌گیریم. پس داریم:

$$R_z = \frac{20 + 23 + 24 + 24 + 22}{5} = 22.6 \mu\text{m}$$

در ضمن دیده می‌شود که در هر مورد بیشترین عدد انتخاب شد و از آن‌ها که کم‌تر بودند صرف نظر شد.<sup>۱</sup>

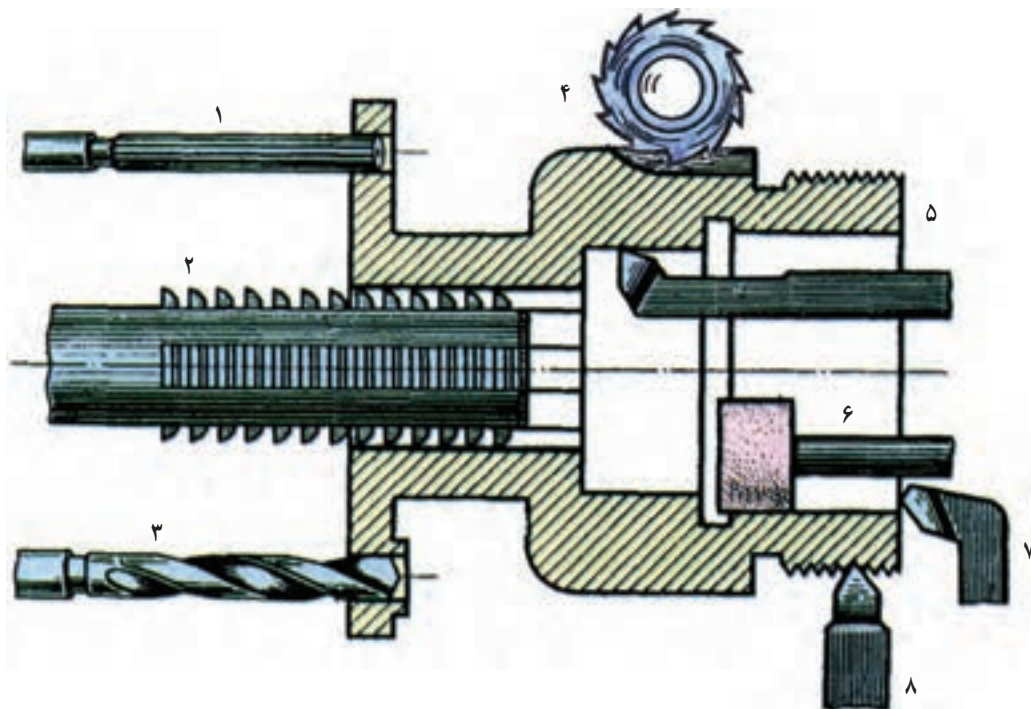
۱- می‌توان بیشترین عدد یعنی ۲۴ را،  $R_{\text{max}}$  ماکزیم نامید، یعنی  $R_{\text{max}}$ .



به این ترتیب روشن است که رابطه‌ای ریاضی بین Ra و Rz وجود ندارد.

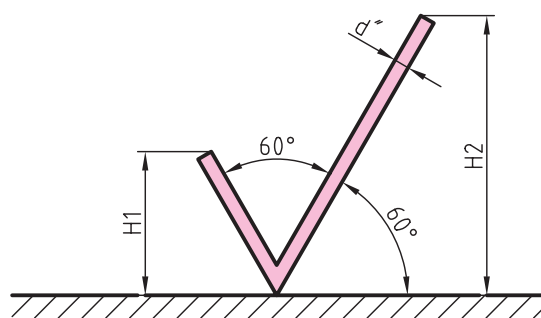
### ۲-۳- نشانه‌های کیفیت سطح در نقشه

سطوح مربوط به یک قطعه، به روش‌های گوناگونی در کارگاه ساخته و آماده می‌شود. این روش‌ها بسیار متنوع هستند. ریخته‌گری، تراشکاری، سوهان‌کاری و ... برای نمونه قسمت‌های مختلف یک قطعه ریخته‌گری را که با کارهای براده‌برداری کامل می‌شود، در شکل ۲-۱۶ ببینید.



۱- برقوکاری، ۲- خان‌کشی، ۳- مته‌کاری، ۴- فرزکاری، ۵- تراشکاری داخلی، ۶- سنگ‌زنی، ۷- پیشانی تراشی، ۸- پیچ‌بری  
شکل ۲-۱۶

#### ۲-۳-۱- معرفی نشانه‌ها و مشخصات<sup>۱</sup>: برای معرفی پرداخت باید نشانه‌های مناسب را به کاربرد. برای نشانه پایه در



شکل ۲-۱۷

پرداخت سطح از علامتی مانند شکل ۲-۱۷ استفاده می‌شود.

- این نشانه از دو بازوی مورب ساخته می‌شود.

- زاویه این بازوها و نیز نسبت به سطح مورد نظر ۶۰ درجه است.

- طول بازوی سمت راست کمی بیش از دو برابر بازوی سمت

چپ است.

- بلندی نشانه یعنی  $H_1$  با توجه به بلندی شماره‌های به کاربرده

شده برای اندازه‌گذاری به دست می‌آید. جدول ۲-۲، اطلاعات بیشتری

می‌دهد.

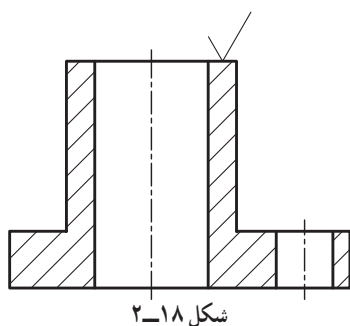
۱- مطالب این فصل براساس استاندارد ISO ۱۳۰۲ می‌باشد.

جدول ۲-۲

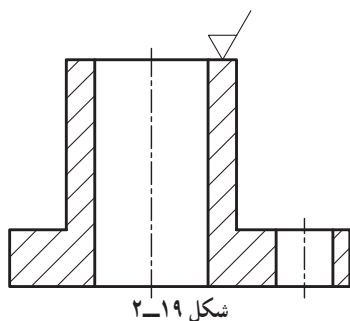
d پهنای خط اصلی نقشه	۰/۳۵	۰/۵	۰/۷	۱	۱/۴	۲
h بلندی اعداد و حروف بزرگ	۱/۸	۲/۵	۳/۵	۵	۷	۱۰
d'' پهنای خط برای نشانه‌ها و نوشتن	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۵	۰/۷	۱
H <sub>۱</sub> بلندی	۲/۵	۳/۵	۵	۷	۱۰	۱۴
H <sub>۲</sub> بلندی	۵/۵	۷/۵	۱۰/۵	۱۵	۲۱	۳۰

به کار بردن اندازه‌های داده شده در جدول بسیار ساده است. برای نمونه گروه خط ۰/۵ را در نظر می‌گیریم. در این گروه پهنای خط اصلی ۰/۵، خط چین ۰/۳۵ و خط نازک ۰/۲۵ است، پس بلندی حروف و اعداد ۲/۵ و پهنای قلم برای نوشتن اعداد و رسم علائم ۰/۲۵ می‌باشد. بلندی H<sub>۱</sub> و H<sub>۲</sub> هم به ترتیب ۳/۵ و ۷/۵ خواهد بود.<sup>۱</sup>

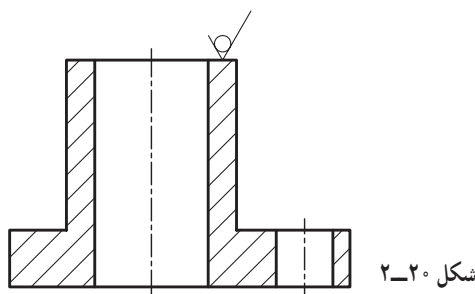
به طور معمول علامت داده شده در شکل ۲-۱۷ مفهومی ندارد، مگر آنکه برای آن مفهومی تعریف شود. چگونگی کاربرد این علامت را روی جسمی می‌بینید (شکل ۲-۱۸).



اگر براده برداری با روش ماشینی مورد نظر باشد، به این علامت یک پاره خط اضافه خواهد شد (شکل ۲-۱۹).



اگر براده برداری مجاز نباشد به علامت مبنای یک دایره اضافه می‌شود (شکل ۲-۲۰).



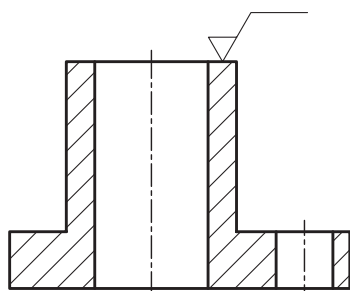
۱- نشانه‌های پرداخت سطح با اندازه‌های دقیق، روی شابلون هم هست.

این نشانه بسیار مهم است. این علامت در حقیقت معرف سطح کار موجود است و می گوید که سطح باید، به همان گونه ای که از مراحل ساخت به دست می آید، باقی بماند. پس سطح به هر روشی که تولید شده باشد، با براده برداری یا بدون براده برداری، دیگر روی آن پرداختی صورت نمی گیرد. به طور خلاصه مفاهیم زیر از این نشانه درک می شود :

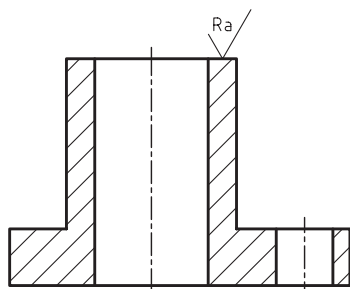
– روی سطح هیچ گونه پرداختی انجام نخواهد شد.

– سطح باید با بهترین کیفیت از روش های ساخت به دست آید.<sup>۱</sup>

اکنون اگر بخواهیم مشخصات خاصی از سطح را یادآور شویم، به علامت مبنا پاره خطی افقی اضافه می کنیم (شکل ۲-۲۱).



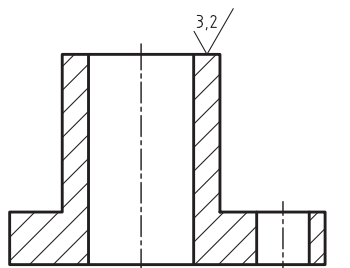
شکل ۲-۲۱



شکل ۲-۲۲

۲-۳-۲- نشانه های اضافی و تکمیلی : همان گونه که گفته شد، پرداخت یک

سطح را با نماد Ra معین می کنند. این مقدار می تواند به هر کدام از نشانه های گفته شده، افزوده شود. به شکل ۲-۲۲ توجه کنید.

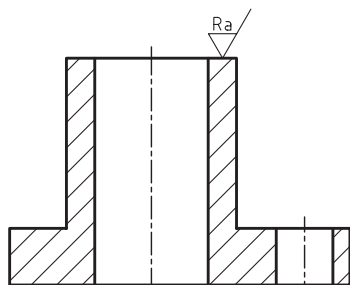


شکل ۲-۲۳

به این مفهوم که این سطح ممکن است به هر روشی تولید شود در پایان کار باید پرداخت

آن Ra مثلاً  $3/2 \mu m$  باشد (شکل ۲-۲۳).

توجه دارید که در این جا، تنها عدد  $3/2$  نوشته شد و دیگر نیازی به Ra نیست.



شکل ۲-۲۴

اگر سطح با براده برداری ماشیننی ساخته می شود، به علامت مبنا یک پاره خط کوچک

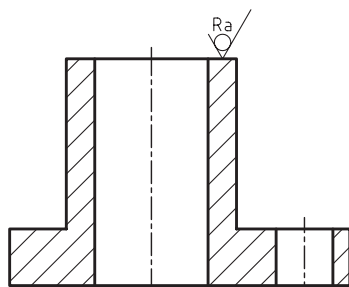
اضافه می شود (شکل ۲-۲۴).

۱- برای نمونه اگر سطح از ریخته گری به دست می آید، ریخته گر می فهمد که باید بهترین سطح را تولید کند و اگر از تراشکاری حاصل می شود، تراشکار موظف است بهترین تراش را انجام دهد و اگر نجار از تخته آماده استفاده می کند باید توجه کند که سطح میز ساخته شده کوچکترین صدمه ای در حین کار نبیند.

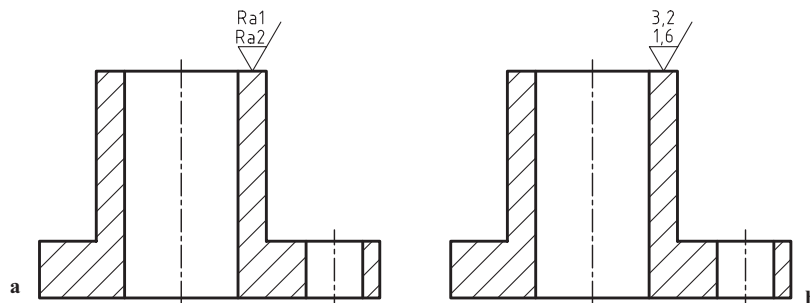
پس هنگامی که مثلث کامل است، مفهوم براده برداری ماشین‌ری را دارد.  
به شکل ۲-۲۵ نگاه کنید.

مفهوم نشانه موجود این است که هیچ‌گونه پرداخت کاری انجام نخواهد شد، ولی سطح تمام شده باید دارای پرداخت نوشته شده باشد.

اگر لازم باشد که حداقل و حداکثر پرداخت داده شود، می‌توان بیشترین حد را در بالا و کمترین حد را در پایین نوشت (شکل ۲۶-۲-a)  
در شکل ۲۶-۲-b یک نمونه عددی داده شده است.



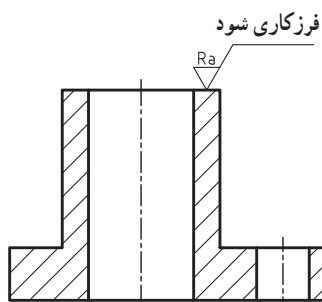
شکل ۲-۲۵



شکل ۲-۲۶

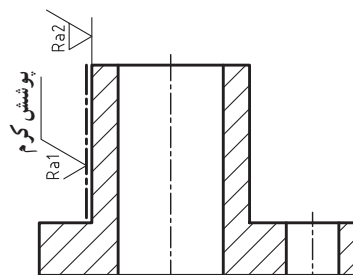
## ۲-۴- مشخصات ویژه کیفیت سطح

در بسیاری اوقات روی سطح، کارهای اضافی مانند آب‌کاری فلزی، سخت‌کاری، رنگ‌کاری انجام می‌شود و یا باید با روش‌های ویژه‌ای تولید شود. در این صورت، در بالای خط اضافه شده به بازوی بلند و با زبانی ساده نوشته می‌شود. شکل ۲۷-۲ نمونه‌ای را نشان می‌دهد.



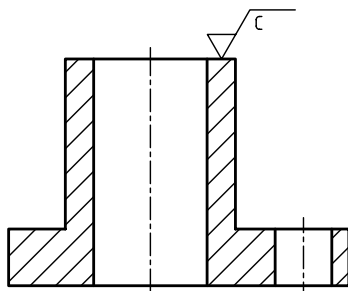
شکل ۲-۲۷

اگر مشخص کردن چگونگی سطح، قبل و بعد از عملیات، ضروری باشد، می‌توان مانند شکل ۲۸-۲ رفتار کرد.



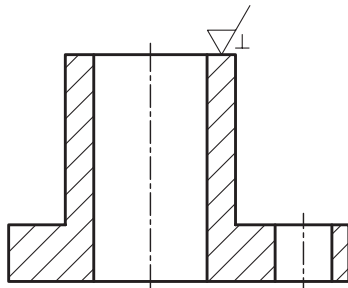
شکل ۲-۲۸

۱-۴-۲- طول نمونه : اگر یادآوری طول نمونه مورد آزمایش لازم باشد، آن را در زیر رادیکال، گوشه بالا سمت چپ می نویسند (شکل ۲-۲۹).



شکل ۲-۲۹

اگر نیاز به کنترل با توجه به جهت تولید باشد<sup>۱</sup>، این امر با نشانه ای مناسب به علامت کیفیت سطح اضافه می شود (شکل ۲-۳۰).



شکل ۲-۳۰

علامت های اضافی و نیز توضیحات مربوطه برای حالتی که ابزار براده برداری، حرکتی ساده دارد، در جدول ۲-۳ داده شده است.

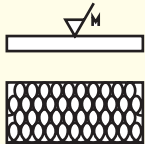
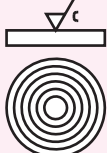
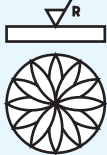
جدول ۲-۳- خواب های ساده ابزار

نمایش تصویری	نشانه	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 که علامت برای آن به کار رفته است حالت ضربدری دارد.

۱- جهت تولید به صورت جهت کنترل، خواب ابزار و جهت شیار هم گفته می شود.

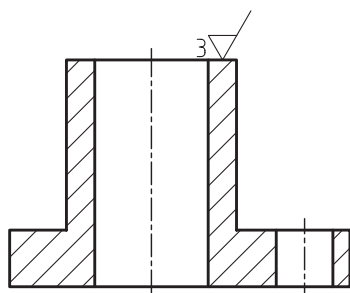
جدول ۲-۴ مواردی را که ابزار براده برداری حرکتی پیچیده و ترکیبی دارد، نشان می‌دهد.

جدول ۲-۴- خواب‌های چند جهته ابزار

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

اضافه می‌شود که جهت تولید سطح، همان خواب ابزار یا شیارهای موجود از کارکرد ابزار بر سطح است که به‌روش تولید بستگی دارد. پس جهت تولید یا خواب ابزار همان نقش‌هایی است که روی سطح وجود دارد که ممکن است با چشم هم دیده شود.

۲-۴-۲ مقدار مجاز ماشین‌کاری: به ضخامت اضافه‌ای که باید از سطح تراشیده شود مقدار مجاز ماشین‌کاری گویند. اگر بخواهیم آن را مشخص کنیم، مطابق شکل ۲-۳۱ رفتار می‌کنیم.



شکل ۲-۳۱

## ۲-۵ جایگاه نشانه‌ها

جایگاه نشانه‌ها نسبت به علامت کلی مطابق شکل ۲-۳۲ خواهد بود.

a - مقدار Ra.

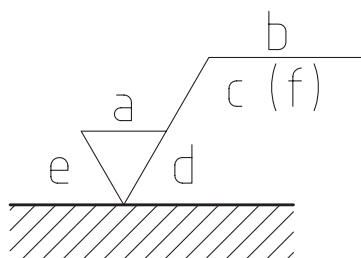
b - روش تولید، نوع پوشش، عملیات دیگر.

c - طول نمونه.

d - جهت تولید، خواب ابزار.

e - مقدار مجاز ماشین‌کاری، مقدار کل براده برداری.

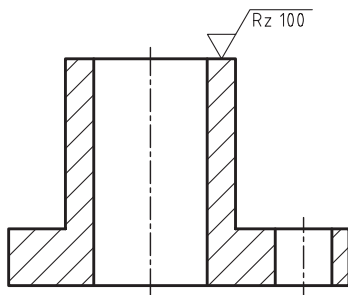
f - مقدارهای دیگر زبری سطح که می‌تواند داخل پرانتز نوشته شود.



شکل ۲-۳۲

در شکل ۲-۳۳ نمونه‌ای دیده می‌شود.

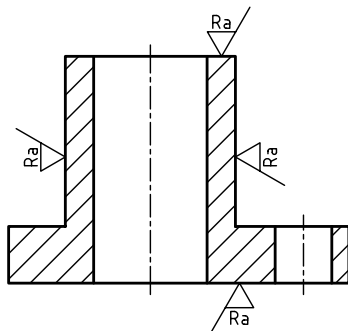
همه اعداد و حروف و نشانه‌های مورد استفاده، مطابق قانون اندازه‌گذاری باید از سمت پایین یا راست خوانده شوند.



شکل ۲-۳۳

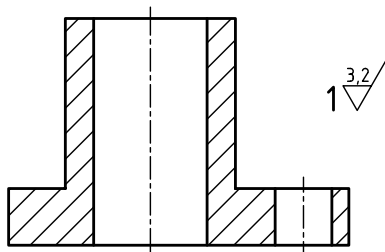
## ۲-۶ کاربرد نشانه‌ها

علامت‌ها را روی هر سطحی و بنابر نیاز می‌توان به کاربرد. شکل ۲-۳۴ وضعیت علامت‌ها را در چهار سطح نشان می‌دهد.



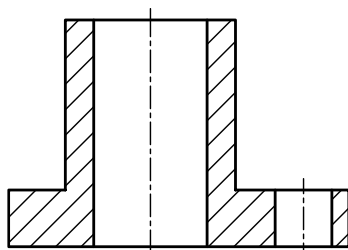
شکل ۲-۳۴

اگر پرداخت برای همه سطوح یک قطعه یکسان باشد، در کنار شکل و در جای مناسب، آن را می‌گذاریم. در صورت معین بودن شماره قطعه، شماره هم اضافه می‌شود (شکل ۲-۳۵).

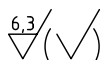
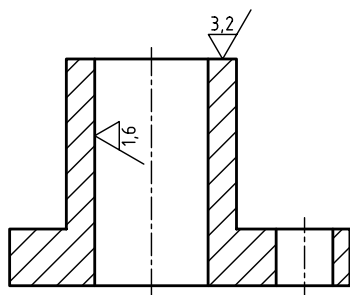


شکل ۲-۳۵

اگر به‌دلیلی از شماره قطعه استفاده نشود، می‌توان مانند شکل ۲-۳۶ کار کرد.

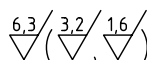
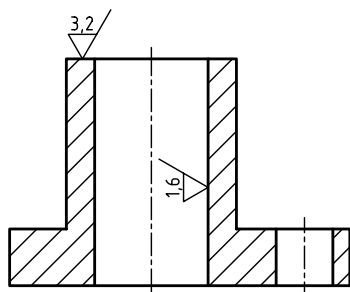


شکل ۲-۳۶



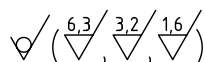
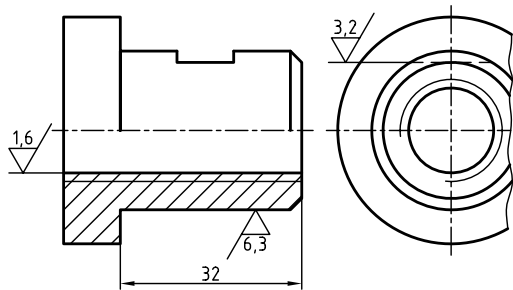
شکل ۲-۳۷

در صورت مختلف بودن پرداخت‌ها برای سطوح، پرداخت هر سطح روی خودش و برای آن‌ها که دارای اکثریت اند در بیرون گذاشته می‌شود. به دو شکل اساسی توجه کنید. الف) در شکل ۲-۳۷، علائم سطوح اقلیت روی آن‌ها گذاشته شده است.



شکل ۲-۳۸

در بیرون شکل و در کنار شماره قطعه علامت اکثریت گذاشته شده است. در یک پراتز یک علامت مینا قرار داده شده است. مفهوم علامت مینای داده شده در پراتز آن است که برای سطوح اقلیت یا خاص به نقشه مراجعه کنید. ب) در روش رایج‌تر، همه نشانه‌های پرداخت موجود در نقشه را داخل پراتز می‌گذارند (شکل ۲-۳۸).

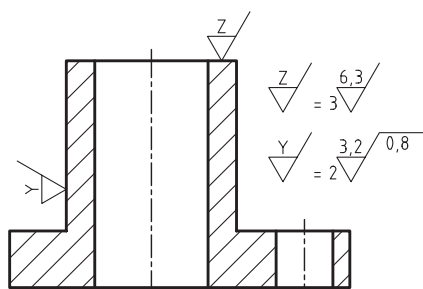


شکل ۲-۳۹

به شکل ۲-۳۹ نگاه کنید. در مورد آن چند نکته مهم وجود دارد: - طبق اصول اندازه‌گذاری، پرداخت برای هر سطح، تنها یک بار داده می‌شود. - بهترین موقعیت را برای معرفی آن در نظر می‌گیریم. - نوک مثلی علامت باید روی سطح را نشان دهد نه پشت آن را. - علامت می‌تواند روی خود سطح یا خط نازکی که امتداد آن را مشخص می‌کند گذاشته شود. - خط رابط می‌تواند به خاطر علامت، بریده شود. - در صورت نیاز، علامت می‌تواند روی خط چین یا خط نازک امتداد آن گذاشته شود.

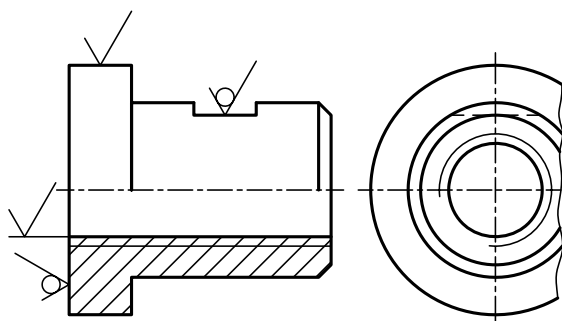


اگر علائم مفصل باشند، می‌توان برای جلوگیری از شلوغی، روی نقشه علامت ساده‌ای گذاشت و بعد در کنار نقشه آن را تعریف کرد (شکل ۲-۴۰).



شکل ۲-۴۰

شکل ۲-۴۱، نمونه دیگری را معرفی می‌کند.



$$1 \sqrt{6.3} (\checkmark) \quad \checkmark = \frac{3.2}{\checkmark} \quad \checkmark = \frac{1.6}{\checkmark}$$

شکل ۲-۴۱

جدول ۲-۵

مقدار ریزی Ra		عدد درجه ریزی
میکرون اینچ μ"	میکرون متر μm	
۲۰۰۰	۵۰	N۱۲
۱۰۰۰	۲۵	N۱۱
۵۰۰	۱۲٫۵	N۱۰
۲۵۰	۶٫۳	N۹
۱۲۵	۳٫۲	N۸
۶۳	۱٫۶	N۷
۳۲	۰٫۸	N۶
۱۶	۰٫۴	N۵
۸	۰٫۲	N۴
۴	۰٫۱	N۳
۲	۰٫۰۵	N۲
۱	۰٫۰۲۵	N۱

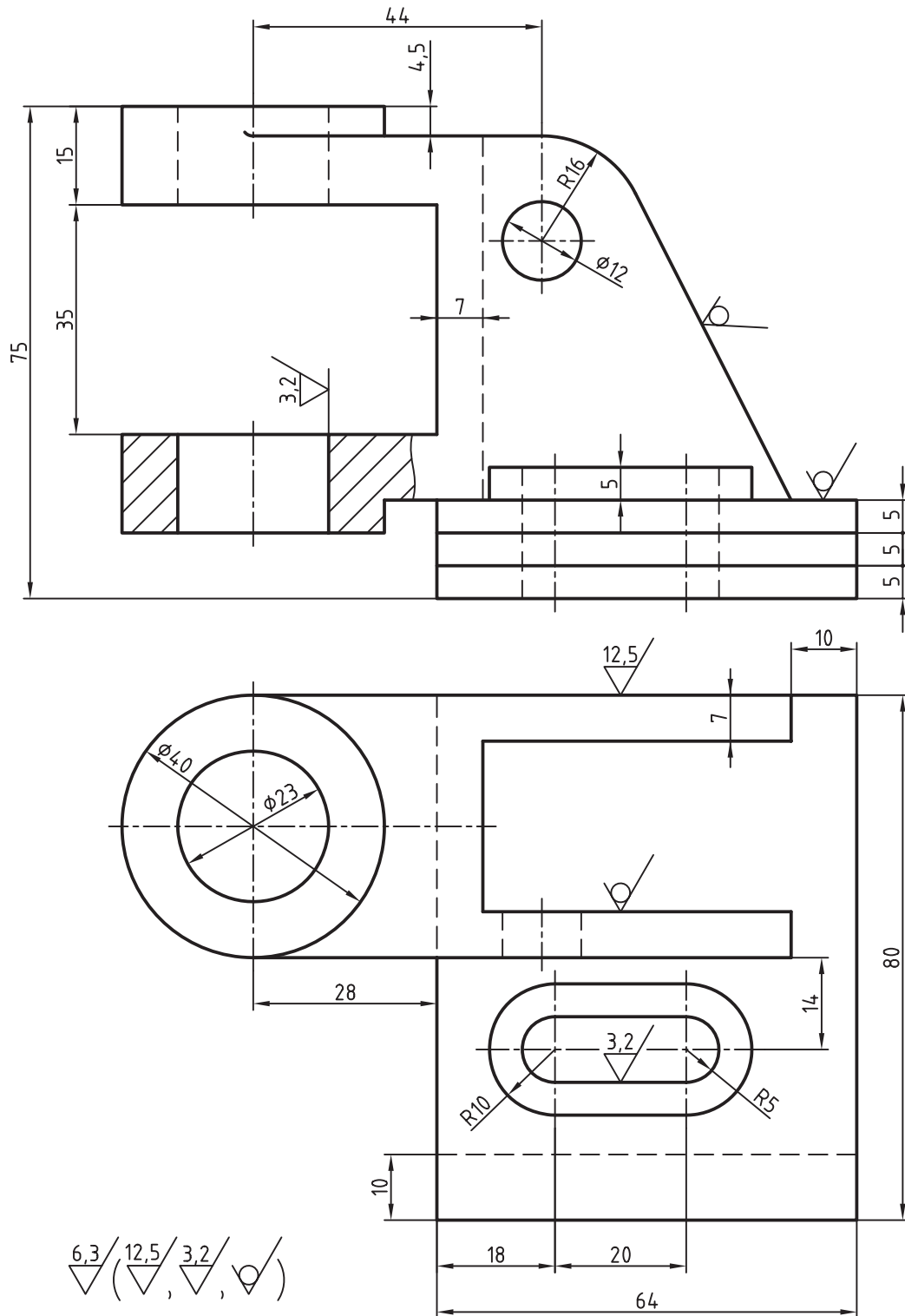
## ۲-۷- جدول استاندارد مقادیر زبری

گفته شد که Ra یا میانگین زبری می‌تواند معرف نوع پرداخت سطح باشد. در نگاه اول روشن است که Ra هر عددی را می‌تواند داشته باشد. این موضوع در عمل اتفاق می‌افتد، اما استاندارد برای سامان‌دهی، دوازده عدد یا مرحله را پیشنهاد کرده است. این اعداد با شماره ۱ تا ۱۲ یا مقادیر میلی‌متری و اینچی مشخص شده‌اند (جدول ۲-۵).

هنگامی که در نقشه عددی برای پرداخت نوشته می‌شود (مانند  $Ra \frac{3}{2}$ )، مفهوم آن پرداختی است بین  $Ra \frac{1}{6}$  و  $Ra \frac{3}{2}$ . به عبارت دیگر زبری سطح نباید از  $Ra \frac{3}{2}$  بیشتر شود ولی می‌تواند کمتر از آن باشد. حتی به  $Ra \frac{1}{6}$  خیلی نزدیک شود.

شکل ۲-۴۲، نقشه نمونه‌ای را نشان می‌دهد.

مفهوم علامت زیر آن یکسان بودن پرداخت برای همه سطوح است، غیر از آن‌ها که در پراتز داده شده‌اند.



۲-۴۲ پایه چدنی

## ۸-۲- تعیین مقدار زبری یک سطح موجود

در موقع نقشه برداری از قطعات صنعتی، یکی از مواردی که باید مشخص شود، میزان پرداخت سطوح قطعه است. به سخنی کوتاه می‌توان سه روش برای این کار برشمرد:

۱- روش حسّی: با این روش می‌توان یک برداشت ساده از پرداخت را به دست آورد. یعنی اگر زبری سطحی با دست حس شود و با چشم دیده شود می‌گوییم سطح کمی پرداخت شده است. اگر زبری با دست حس نشود ولی با چشم دیده شود می‌گوییم پرداخت خوب است ولی اگر با چشم هم زبری یا خراش‌های سطح دیده نشد می‌گوییم پرداخت بسیار خوب است.

۲- روش مقایسه‌ای: برای هر روش تولید می‌توان یک سطوح مقایسه فراهم کرد. برای نمونه می‌توان پرداخت‌های ممکن از روش تراشکاری را به صورت تکه‌های آماده روی یک صفحه قرار داد.<sup>۱</sup> زیر هر تکه مقدار پرداخت آن قید شده است. اینک ما سطح موجود قطعه را، به شرط آنکه بدانیم از روش تراشکاری تهیه می‌شود می‌توانیم با آن تکه‌ها مقایسه و تعیین پرداخت کنیم.<sup>۲</sup> صفحه‌های مقایسه برای روش‌های تولید ساده موجود است.

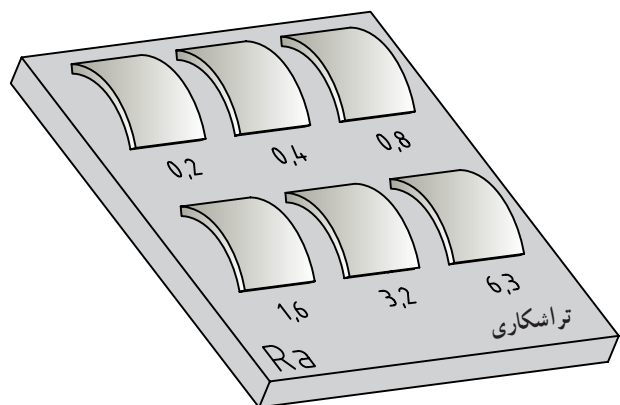
۳- روش آزمایشگاهی: این اندازه‌گیری به کمک دستگاه زبری سنج انجام می‌شود.

در این جا هم دانستن روش تولید یعنی خواب ابزار اهمیت دارد.

در پایان نکته قابل توجه دیگر آن است که به دلیل رواج علامت پرداخت Ra در اکثر کشورهای جهان و از جمله در ایران، این علامت را به کار بردیم. برای علامت‌های دیگر مانند Rz که بیشتر در سوئد و آلمان به کار می‌رود می‌توانید به کتاب‌های دیگر مراجعه کنید. در دو جدول خیلی مهم، توانایی ماشین‌ها و روش‌های ساخت در ایجاد پرداخت‌های مختلف داده شده است که بررسی دقیق آن‌ها توصیه می‌شود.



b - زبری سنج در حال اندازه‌گیری زبری













a - صفحه مقایسه برای تراشکاری

شکل ۴۳-۲

۱- صفحه مقایسه در آزمایشگاه اندازه‌گیری دقیق موجود است.

۲- از استادان گرامی خواهشمند است در این مورد توضیح بیشتری بدهند.

روش‌های تولید	Ra								روش‌های تولید	Ra							
	۰.۲۵	۰.۵	۱.۰	۱.۲۵	۱.۶	۲.۰	۲.۵	۳.۱۵		۰.۲۵	۰.۵	۱.۰	۱.۲۵	۱.۶	۲.۰	۲.۵	۳.۱۵
 نوردکاری									 خان‌کشی								
 صفحه‌تراشی									 برق‌کاری								
 مته‌کاری									با الماس  ظریف ترشکاری خشن								
 فرزکاری									 سنگ زنی خارجی (یا داخلی)								
 داخل تراشی									 هونینگ، گونه‌ای از سنگ‌زنی با پرداخت عالی								

جدول ۷-۲

Ra													روش‌های تولید
												μm	
												μm	
												۱	پرداخت با ابزار نرم پرداخت عالی
												۲	
												۴	
												۸	صیقل دادن جلا دادن با پارچه جلا دادن الکترولیتیک
												۱۶	
												۳۲	
												۶۳	سنگزنی دقیق صاف کردن با ابزار غلتان تحت فشار
												۱۲۵	
												۲۵۰	
												۵۰۰	سنگ سنباده سنگزنی خارج از مرکز سنگزنی قائم سنگزنی افقی
												۱۰۰۰	
												۲۰۰۰	
												۵۰	تراشکاری داخلی برای پرداخت خان‌کشی برق‌کاری
												۲۵	
												۱۲/۵	
												۶/۳	ساییدن با جرقه شابرکاری
												۳/۲	
												۱/۶	
												۰/۸	تراشکاری با الماس با فولاد کاربید ظریف خشن
												۰/۴	
												۰/۲	
												۰/۱	فرزکاری فرزکاری شیمیایی
												۰/۰۵	
												۰/۰۲۵	
												۵۰	صفحه تراشی ظریف خشن
												۲۵	
												۱۲/۵	
												۶/۳	کشیدن از داخل یک قید
												۳/۲	
												۱/۶	
												۰/۸	نورد سرد گرم
												۰/۴	
												۰/۲	
												۰/۱	ریخته‌گری پلاستیک فلزات
												۰/۰۵	
												۰/۰۲۵	
												۵۰	مته‌کاری تمیزکاری با ذرات شن سوهان‌کاری
												۲۵	
												۱۲/۵	
												۶/۳	ریخته‌گری در قالب پخته در بوته در ماسه
												۳/۲	
												۱/۶	
												۰/۸	اره‌کاری آهن‌گری برش با شعله
												۰/۴	
												۰/۲	

## خلاصه مطالب مهم



- ۱- هر سطح باید به آن اندازه پرداخت شود که بتواند کار خود را به خوبی انجام دهد.
- ۲- پرداخت کاری یعنی کندن ذرات بسیار ریز از سطح، به منظور صاف و هموار کردن آن.
- ۳- نمونه، طولی از سطح است عمود بر خواب ابزار با پنج اندازه استاندارد.
- ۴- مهم ترین سنجه های پرداخت سطح، Ra و Rz است.
- ۵- میانگین ارتفاعات زبری و Rz میانگین بلندترین ارتفاعات زبری به تعداد ۵ در طول نمونه است.
- ۶- Ra معیار نمایش زبری رایج تر است که واحد آن  $\mu m$  است.
- ۷- علامت پایه برای نمایش پرداخت سطح دو خط مورب با زاویه  $60^\circ$  درجه است.
- ۸- کلیه علائم و نشانه ها با خط نازک رسم می شوند.
- ۹- برای نوشتن مشخصات ویژه کیفیت سطح، یک خط اضافی به بازوی بلندتر وصل می شود.
- ۱۰- خواندن علائم و نشانه ها مطابق قانون اندازه گذاری است.
- ۱۱- استاندارد، پرداخت را به ۱۲ مرحله از  $25 \mu m$  تا  $5 \mu m$  تقسیم کرده است.

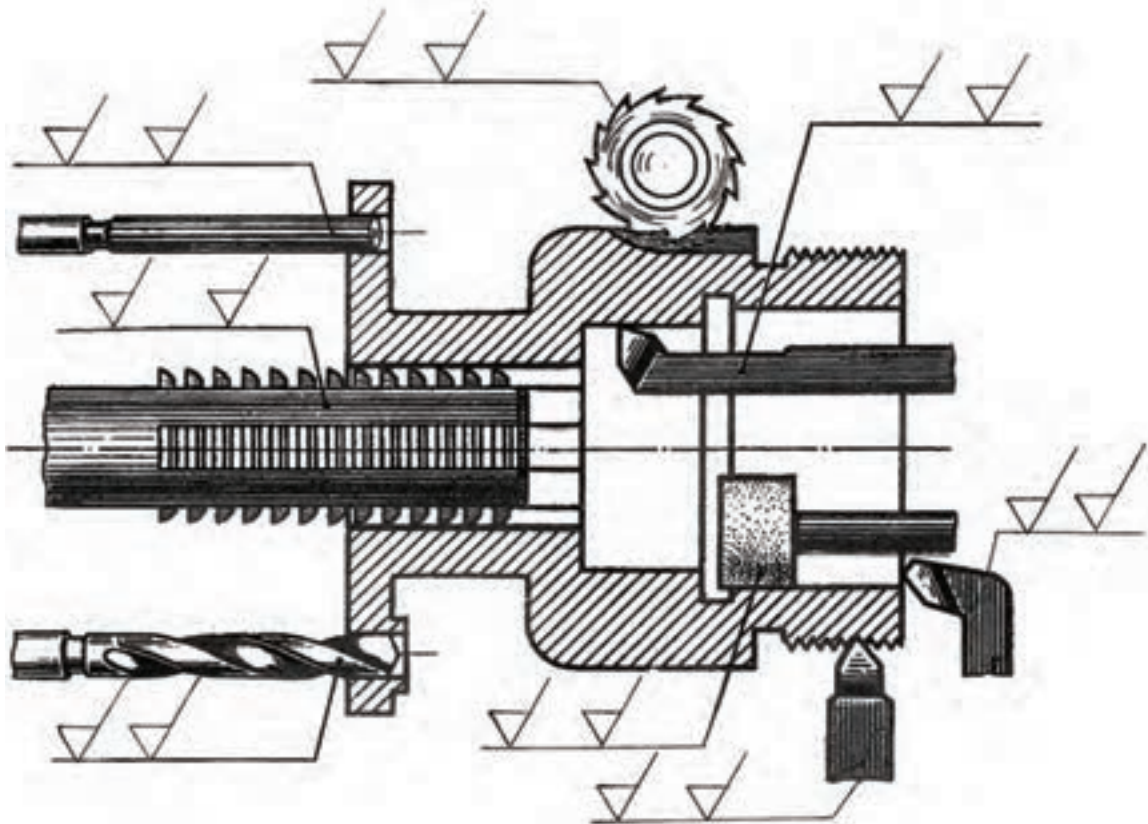
## خود را بیازمایید



- ۱- هر سطح به چه میزان پرداخت می شود؟
- ۲- پرداخت کاری را تعریف کنید.
- ۳- خواب ابزار چیست؟
- ۴- نمونه چیست و با چه طول هایی قابل انتخاب است؟
- ۵- Ra و Rz را تعریف کنید.
- ۶- با رسم نمودار، چگونگی به دست آوردن Ra را توضیح دهید.
- ۷- با رسم نمودار، چگونگی به دست آوردن Rz را توضیح دهید.
- ۸- در مورد نشانه مبنا و چگونگی ترسیم آن دقیقاً توضیح دهید.
- ۹- مفهوم نشانه  $\sqrt[3/2]{}$  دقیقاً چیست؟
- ۱۰- مفهوم نشانه  $\sqrt[1/6]{}$  چیست؟
- ۱۱- در مورد نشانه  $\sqrt[3/2]{}$  دقیقاً توضیح دهید.
- ۱۲- مفهوم نشانه  $\sqrt[3/2]{}$  چیست؟
- ۱۳- اگر بلندی اعداد ۳/۵ باشد، مقادیر پهنای خط رسم نشانه ها،  $H_1$  و  $H_2$  چیست؟
- ۱۴- برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطح باشد، علامت چیست؟ برای جهت چندتایی؟
- ۱۵- اگر علائمی مفصل باشد و در نقشه برای آن ها جای کافی نباشد چه باید کرد؟
- ۱۶- هر چه در مورد جدول زبری Ra می دانید بنویسید.
- ۱۷- با توجه کامل به شکل ۴۴-۲، کارهای زیر را انجام دهید :
- الف) عملیات مختلف براده برداری چه هستند؟ آن ها را نام ببرید و در نقشه بنویسید.



ب) با مراجعه به جدول ۶-۲ حدود دقت‌های پرداخت سطح را استخراج کنید و در جای پیش‌بینی شده، روی علامت‌ها بنویسید.



شکل ۴۴-۲

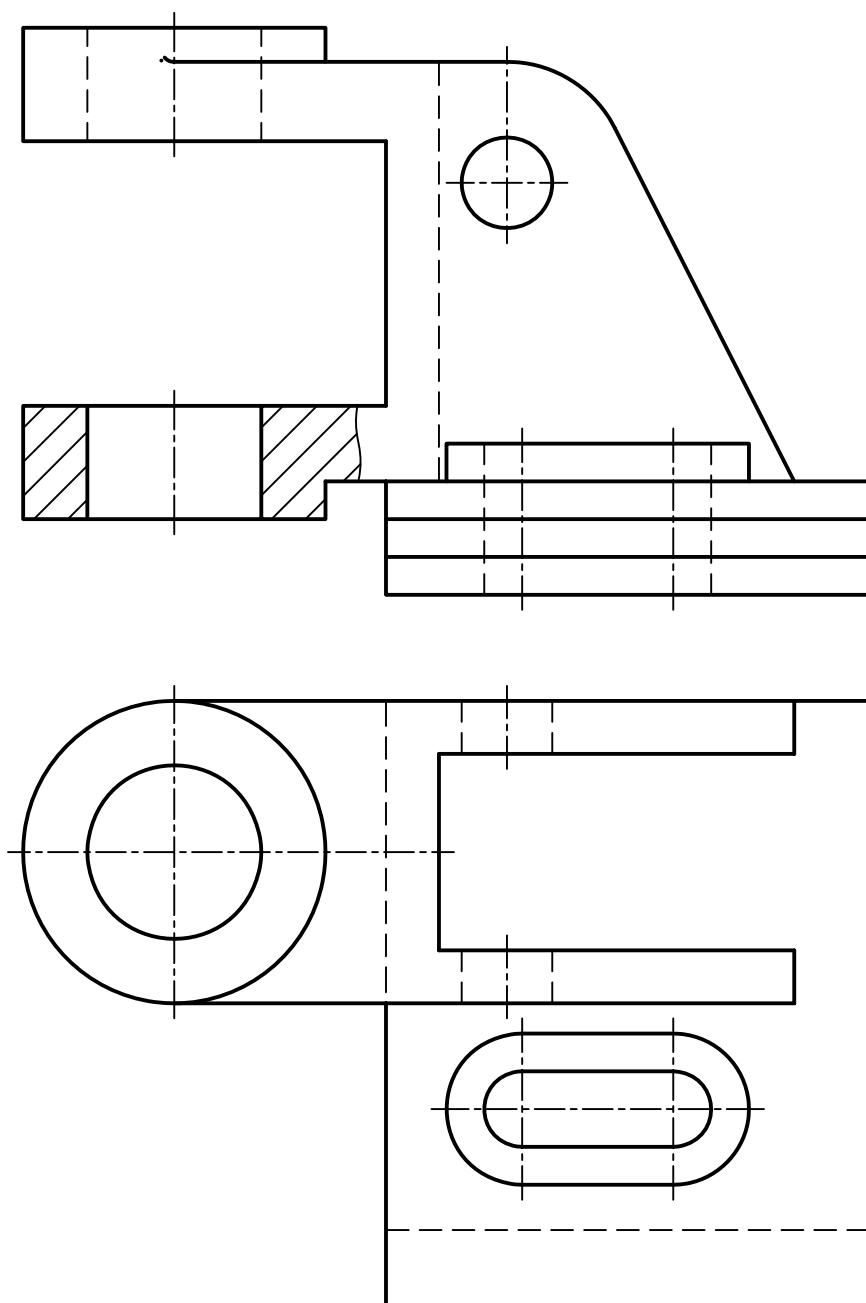
- ۱۸- مقدار عددی  $Ra$  معادل  $N_8$  چیست؟ مقدار اینچی آن چه قدر؟
- ۱۹- پرداخت کلیه سطوح یک قطعه یکسان است، با رسم شکل چگونگی بیان آن را توضیح دهید.
- ۲۰- یک گُرّه فولادی به قطر  $4^\circ$ ، که روی آن مهره  $M12$  به عمق ۲۴ ایجاد شده است باید آب گُرْم داده شود. اما پیش از آن باید سطح گُرّه با  $Ra \ 1/6$  پرداخت شود. پرداخت آب گُرْم هم  $Ra \ 0/8$  خواهد بود. شکل و خواسته‌ها را نمایش دهید.

## ارزیابی عملی



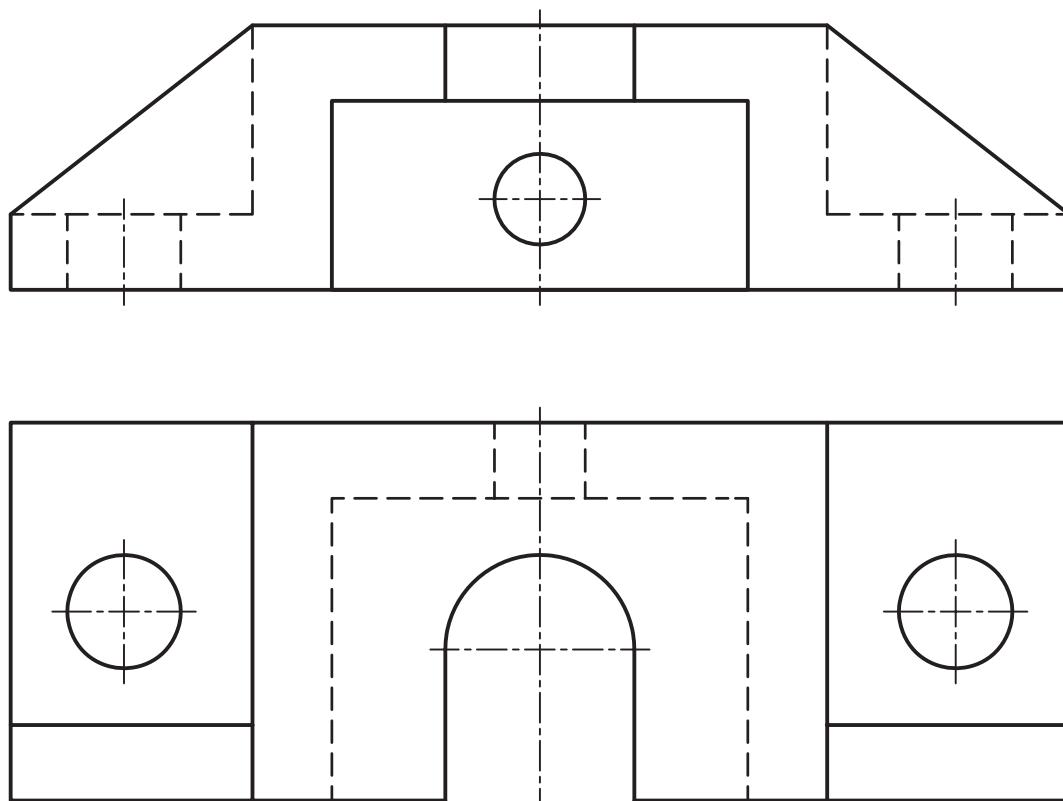
- ۱- شکل‌های ۱۷-۲ تا ۴۱-۲ را به‌طور دقیق روی کاغذ  $A_4$  رسم کنید.
- قبل از انجام کار باید از شکل‌های ۴۵-۲ تا ۵۱-۲ کپی روی کاغذ  $A_4$  تهیه و کارهای خواسته شده روی آنها انجام شود.
- ۲- همه نشانه‌های موجود روی شکل ۴۲-۲ را روی شکل ۴۵-۲ مجدداً رسم کنید. اگر می‌خواهید جای علامتی را تغییر دهید، با استاد مشورت کنید.

۱- هر نقشه حتماً باید روی یک برگ کاغذ  $A4$  شامل کادر و جدول تکبیر شده باشد.



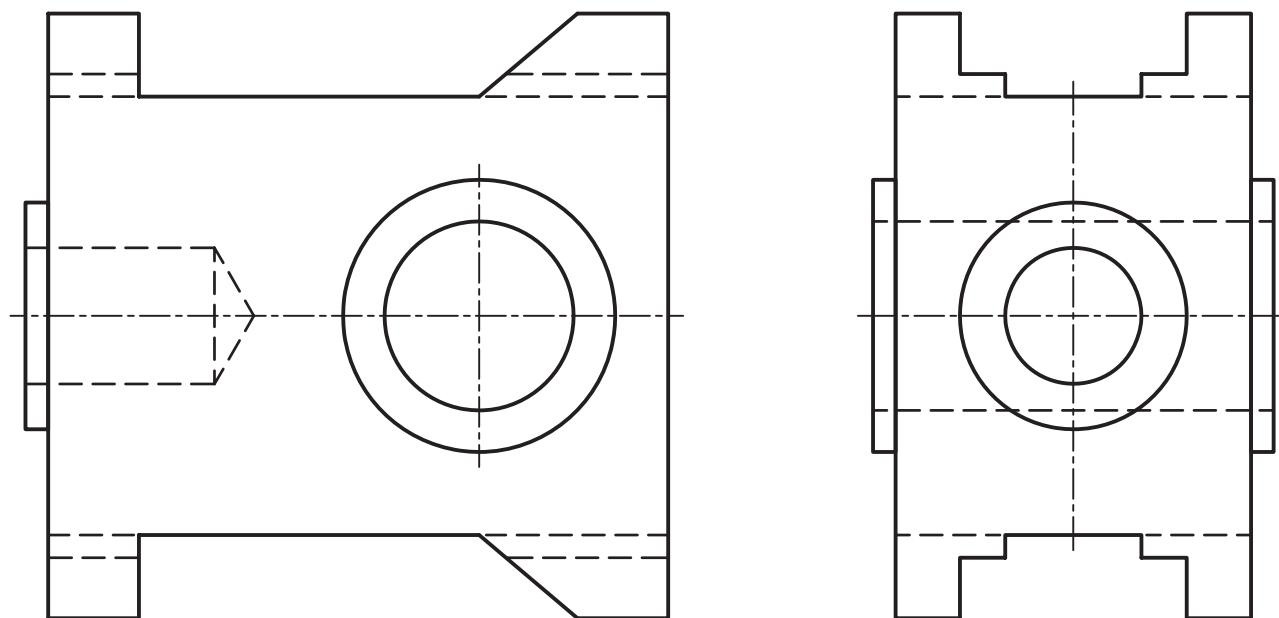
شکل ۴۵-۲- پایه چدنی

۳- برای بدنه چدنی، شکاف U شکل با پرداخت ۳/۲، سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، کف قطعه با پرداخت ۶/۳ و بقیه با پرداخت خوب حاصل از تولید (شکل ۴۶-۲).



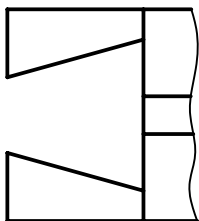
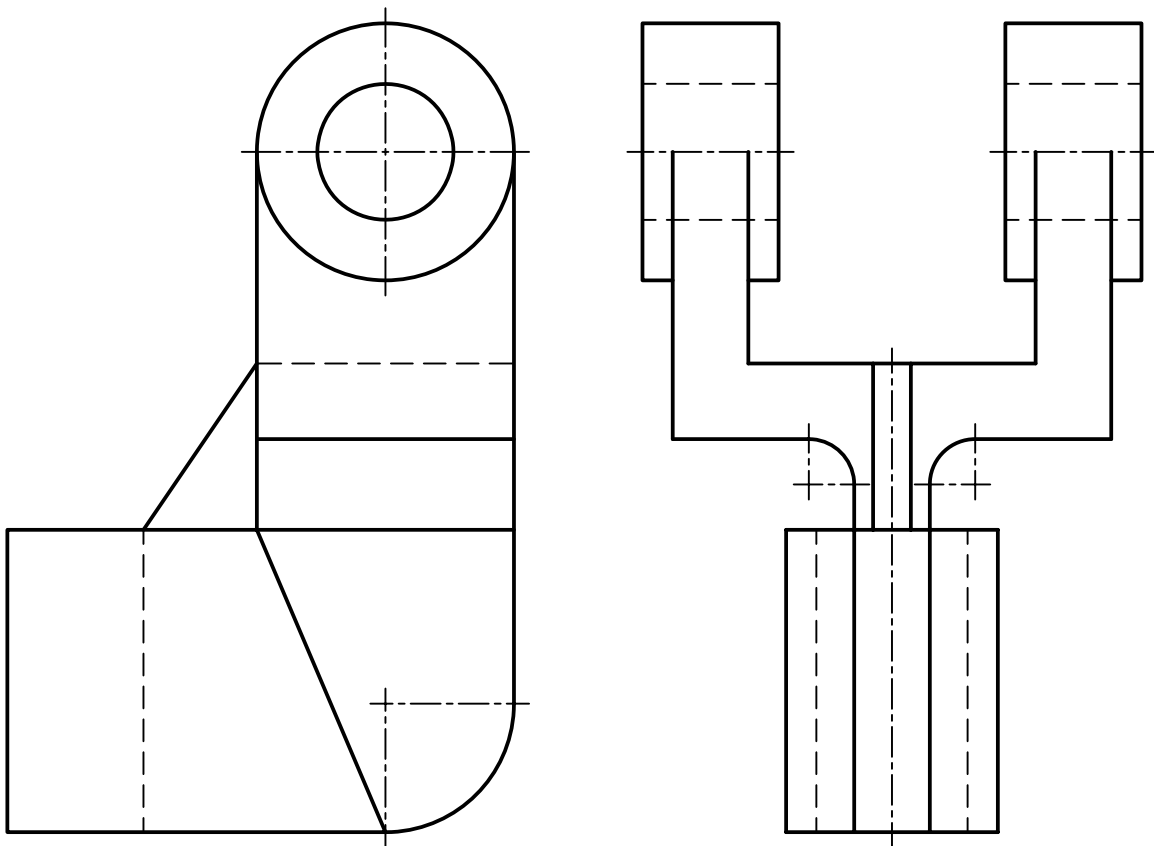
شکل ۲-۴۶- بدنه چدنی

۴- برای پایه شکل ۲-۴۷، سوراخ بزرگ در نمای روبه‌رو با پرداخت  $1/6$ ، سوراخ بن بست با  $1/6$ ، کف و دیواره‌های شیارهای موجود در نمای نیم‌رخ با  $3/2$  و بقیه سطوح با دستور تولید خوب علامت گذاری شود.



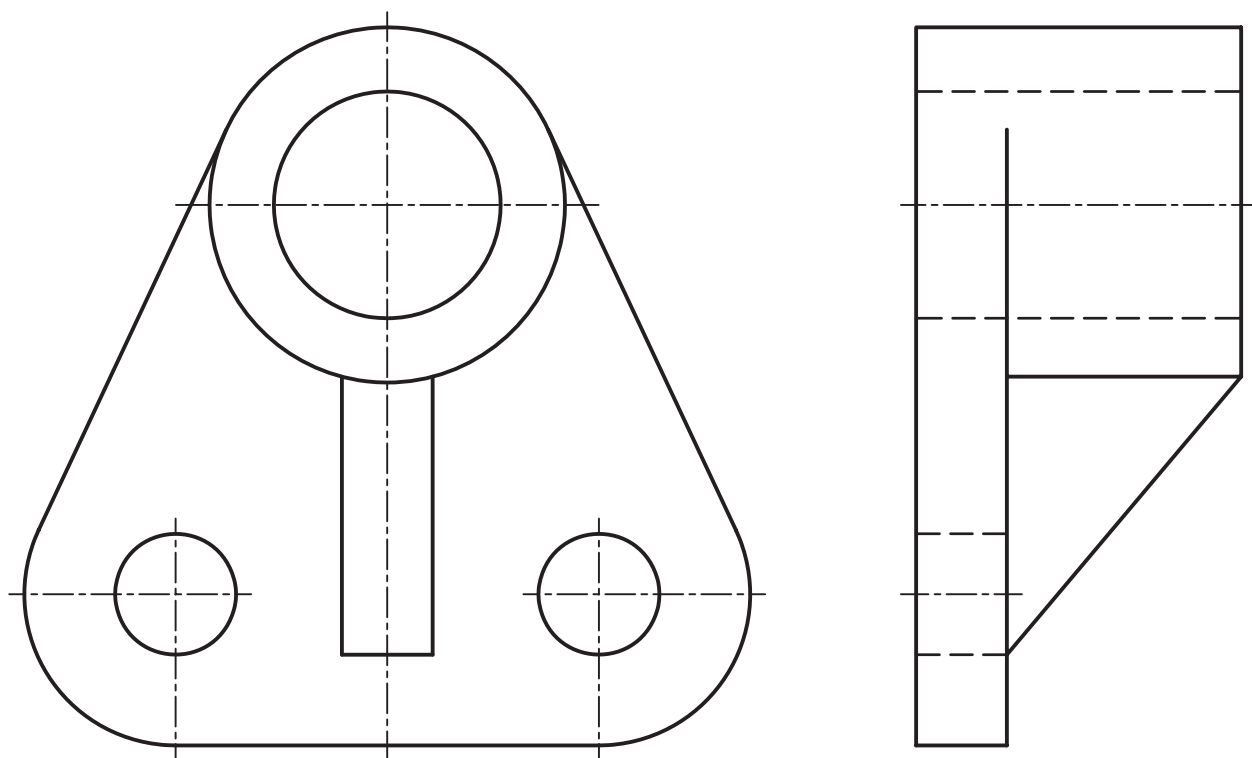
شکل ۲-۴۷- پایه آلومینیومی

۵- برای اهرم دو شاخه چدنی در شکل ۲-۴۸، سطوح داخلی سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، سطح داخل شیار و دیواره‌های آن با ۳/۲، سطوح پیشانی استوانه‌ها با ۳/۲ و بقیه سطوح با دستور تولید خوب.



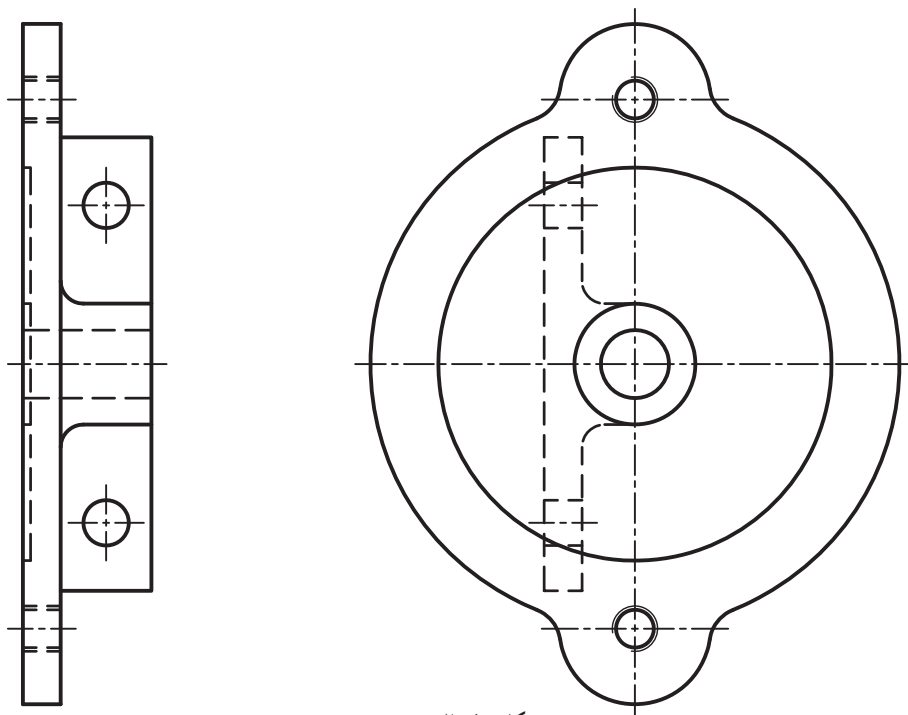
شکل ۲-۴۸- اهرم دو شاخه از چدن

۶- برای دیوار کوب آلومینیم، ابتدا خط‌های محور را رسم کنید. برای آن پرداخت‌های مناسب را خود در نظر بگیرید و نقشه را اندازه‌گذاری کامل کنید.



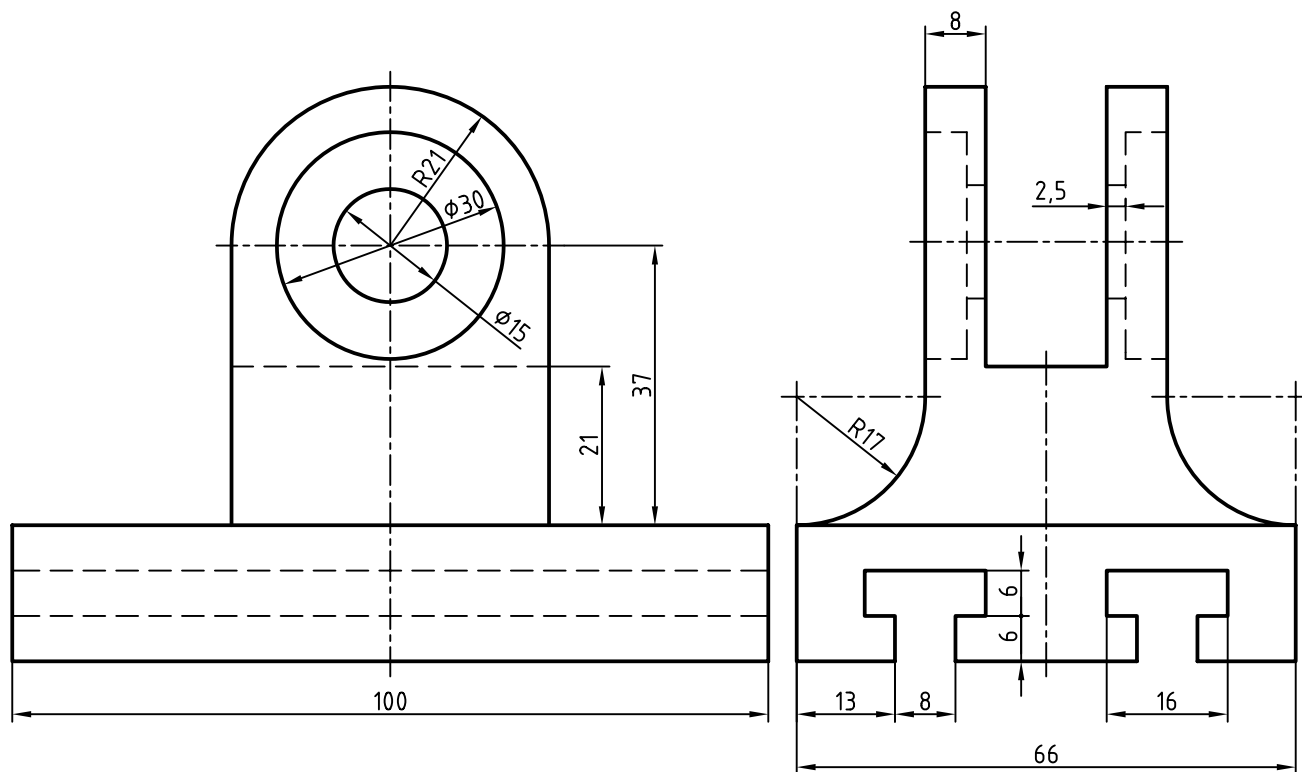
شکل ۴۹-۲ دیوارکوب

۷- برای درپوش آلومینیم شکل ۵۰-۲، سوراخ وسط با پرداخت  $1/6$  و قید آنکه برقوزده می شود. برای کف پرداخت  $3/6$  و دستور تولید با فرز. برای کف برجستگی روی آنکه شامل دو سوراخ است پرداخت  $6/3$  و برای سوراخ های آن پرداخت  $3/2$ . سایر پرداخت ها خوب و حاصل از تولید است.



شکل ۵۰-۲ درپوش

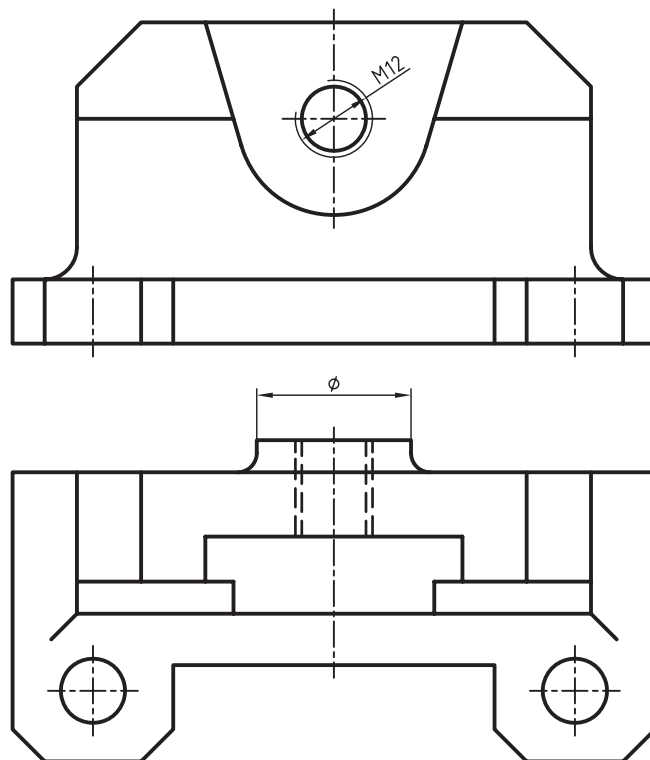
۸- برای یاتاقان چدنی که به طور کامل اندازه گذاری شده است، کارهای خواسته شده را انجام دهید. شیارهای T شکل با پرداخت ۶/۳ برای همه سطوح، سوراخ های استوانه ای با پرداخت ۳/۲، کف جسم با پرداخت ۱۲/۵ و بقیه سطوح با دستور تولید خوب (شکل ۵۱-۲).



شکل ۵۱-۲- یاتاقان چدنی



۹- برای بدنه شکل ۵۲-۲، سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، همراه با دستور برقوکاری در نظر گرفته شود. کف جسم با پرداخت ۳/۲ به روش فرزکاری، برای دیگر سطوح دستور تولید خوب و پرداخت موجود ۶/۳. این نقشه باید اندازه‌گذاری کامل شود (شکل ۵۲-۲).



شکل ۵۲-۲- بدنه از چدن

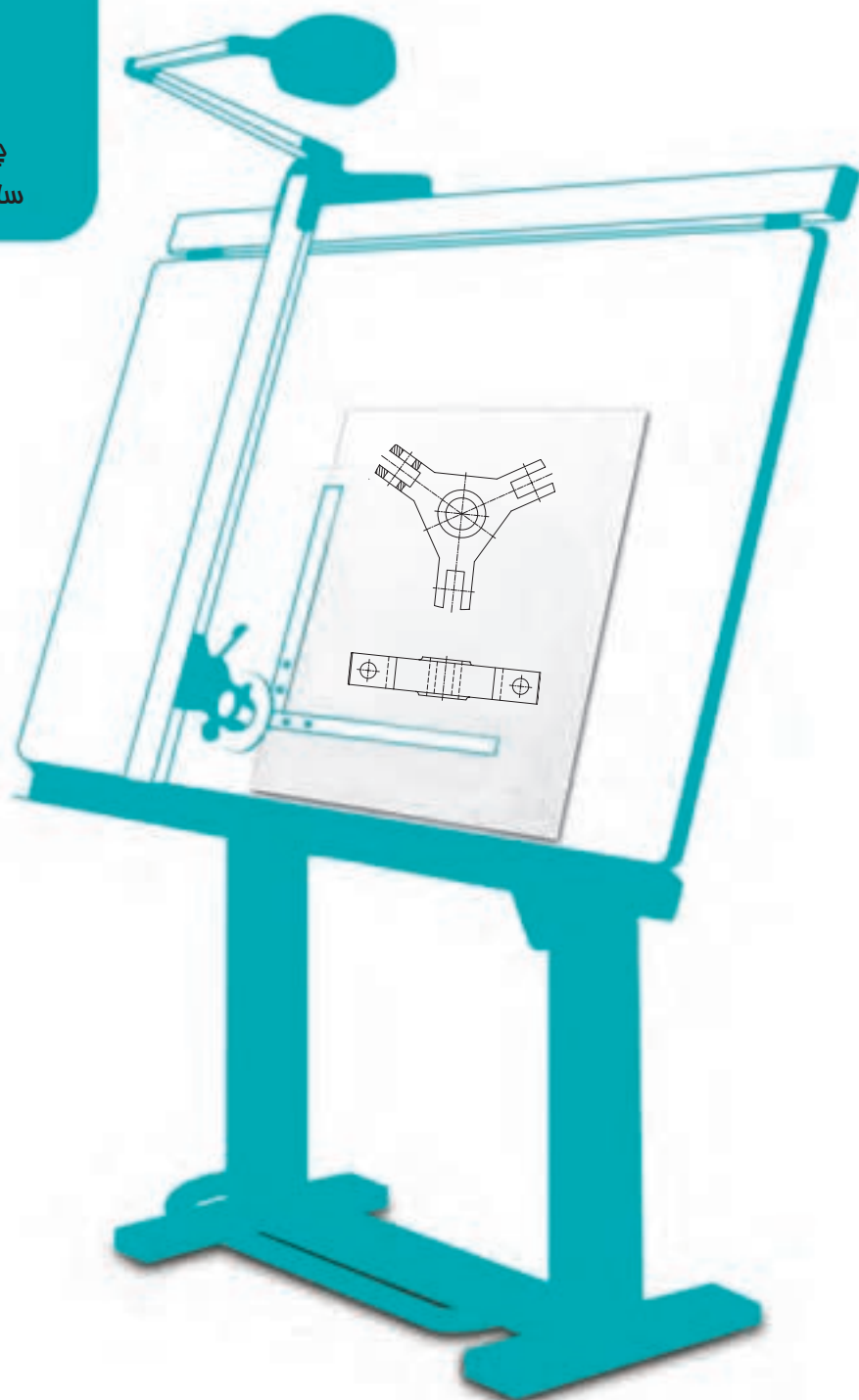
### تحقیق کنید



- ۱- آیا معیارهای دیگری برای تعیین زبری وجود دارد؟
- ۲- دستگاه‌های زبری سنج چه مواردی را کنترل می‌کنند؟
- ۳- آیا رابطه یا نموداری برای تبدیل Ra به Rz و برعکس وجود دارد؟

# فصل سوم نشانه‌های مثلثی

چگونگی پرداخت سطح به گونه‌ای  
ساده، با هواس ما قابل بررسی است.



## نشانه‌های مثلثی

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می‌تواند :

۱- نشانه‌های کیفیت سطح مثلثی را معرفی کند.

۲- علائم مثلثی را در نقشه به کار برد.

۳-  $R_z$ ،  $R_a$  و علائم مثلثی را به هم تبدیل کند.

### ۳-۱- نمایش پرداخت سطح با نشانه مثلث

در این روش قدیمی از مثلث به عنوان مبنای پرداخت استفاده شده است.

### ۳-۲- روش مثلث‌ها

نظر به اینکه هنوز نقشه‌های زیادی موجود هستند که در آن‌ها برای مشخص نمودن پرداخت سطح از روش قدیمی، یعنی مثلث‌ها، استفاده شده است، ناگزیریم اطلاعات کمی درباره آن‌ها داشته باشیم. از سوی دیگر برای تغییر علامت نقشه‌های قدیمی به روش جدید، نیاز به این اطلاعات داریم. نمایش پرداخت سطح در این روش، بسیار ساده است.

۳-۲-۱- تعریف : در روش مثلث‌ها، بلندترین ارتفاع زبری یعنی  $R_{max}$ ، معیار

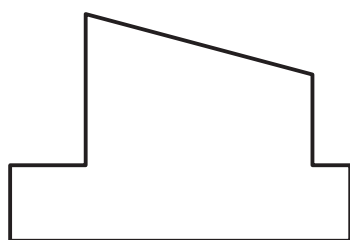
زبری است<sup>۱</sup>.

۳-۲-۲- نشانه‌ها : به شکل ۳-۱ نگاه کنید. در این حالت هیچ نشانه‌ای روی

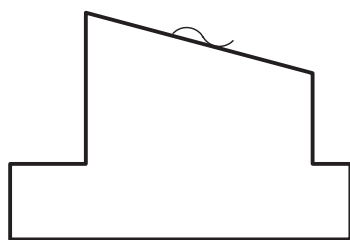
سطح نیست.

این بدان معناست که روی سطح هیچ‌گونه عملی صورت نمی‌گیرد. به عبارت دیگر،

سطح به همان صورتی که تولید می‌شود، باقی می‌ماند.



شکل ۳-۱



شکل ۳-۲

در شکل ۳-۲ باز هم منظور آن است که سطح به صورت تولیدی باقی خواهد ماند،

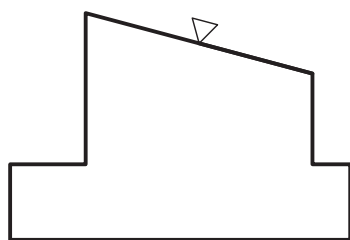
منتها دستور داده شده است که باید در ساخت آن دقت کامل بشود.

برای رساندن این مفهوم، نشانه‌ای روی سطح گذاشته شده که تقریباً دو نیم دایره

و جمعاً شبیه مدّ روی حرف «آ» است. این نماد و کلیه نمادهای دیگر با خط نازک رسم

می‌شوند.

۱-  $R_{max}$ ، بزرگترین ارتفاع زبری‌ها در یک نمونه است. ضمناً به زیرنویس مربوط به شکل ۲-۱۴ در فصل دوم نیز مراجعه کنید.



شکل ۳-۳

۳-۲-۳- نماد مثلثی: مثلث از نوع متساوی الاضلاع انتخاب می شود. بلندی آن مانند روش Ra، از پهنای خط اصلی پیروی می کند. پس اگر خط اصلی ۵/۰ باشد، بلندی مثلث ۳/۵ میلی متر خواهد بود. رأس مثلث روی سطح مورد نظر قرار می گیرد (شکل ۳-۳). به این ترتیب پرداخت سطح خیلی ساده است و شاید همین سادگی باعث دوام آن شده است!

### ۳-۳-۲- جدول مقادیر زبری

با توجه به آنکه در هنگام براده برداری به هر صورت و به هر روش، خواب ابزار باقی خواهد ماند، اعداد موجود در جدول، خیلی ساده، گودی شیارها را نشان می دهد. این گودی ها یا بلندی ها را می توان با  $R_{max}$  معرفی کرد (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱

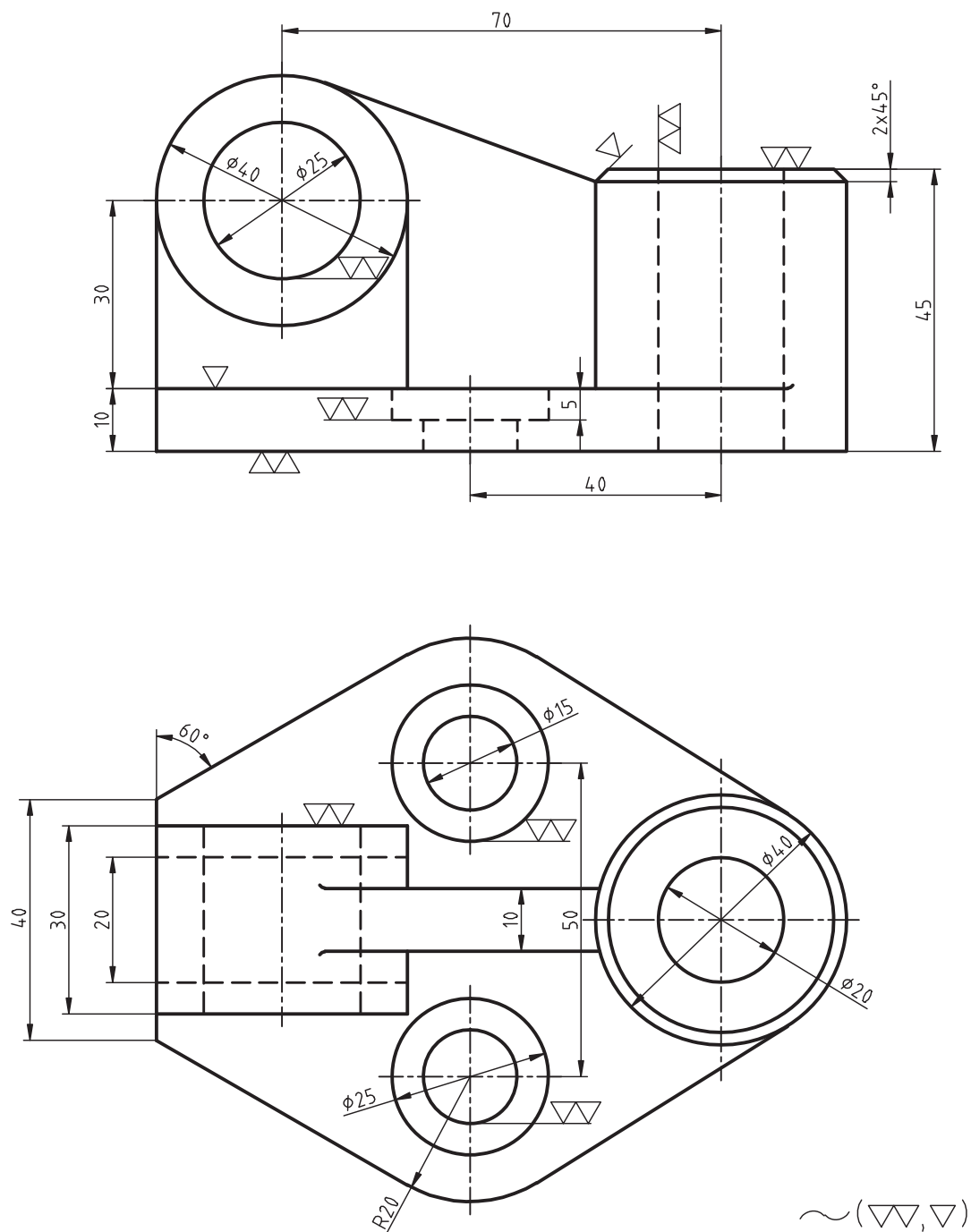
علائم پرداخت سطح				
عمق خطوط به جا مانده در اثر براده برداری	۱۶-۴۰ μm ۰/۴-۱ μm	۱۶-۲۵ μm ۱۰۰-۶۴ μm	۴۰-۱۰۰ μm ۴۰۰-۱۶۰ μm	۱۶-۲۵ μm ۱۰۰۰-۶۴۰ μm
نام گذاری سطح	پرداخت عالی	پرداخت خیلی خوب	پرداخت خوب	پرداخت کم
وضعیت از نظر تشخیص	خطوط با دست حس و با چشم دیده می شود	خطوط با دست حس و با چشم دیده می شود	خطوط با دست حس و با چشم دیده می شود	خطوط با دست حس و با چشم دیده می شود
برخی روش های تولید	سنگ زدن دقیق سایش با پارچه	سنگ زدن	تراشکاری دقیق فرزکاری دقیق	نورد ریخته گری در قالب فلزی

برای نمونه در ستون دوم، سمت راست، کیفیت سطحی با یک مثلث معرفی شده که:

- در این حال سطح را خشن گویند و بیشترین گودی شیارهای آن حدود ۱۶۰ μm و کمترین آن ها ۲۵ μm خواهد بود.
- سطح را خشن نامند، زیرا چنین پرداختی از نظر فنی در حد بالای زبری قرار دارد.
- خطوط حاصل از تولید، یعنی خواب ابزار، هم با چشم دیده و هم با دست حس می شود.
- از روش های ساختی که این پرداخت را می دهد می توان اره کاری، سوهان کاری، ریخته گری در قالب فلزی و صفحه تراشی را نام برد.

۳-۳-۱- مراحل پرداخت: در روش مثلث ها، پرداخت سطح به چهار مرحله تقسیم می شود. در ماشین سازی عمومی و دقیق تا سه مثلث و برای پرداخت های بسیار دقیق و عالی از چهار مثلث استفاده می شود. در همین جا اضافه می شود که چهار مرحله برای پرداخت خیلی کم است. به همین جهت استاندارد، مراحل را به دوازده افزایش داده است. شکل ۳-۴ نمونه ای از نقشه با نشانه گذاری مثلثی را معرفی می کند.

۱- توجه شود که رأس مثلث باید سطح مورد نظر را نشان دهد نه پشت آن را.


















شکل ۴-۳ پایه چدنی

در این نقشه، برخی از سطوح علامتی ندارند که از نظر تعداد هم در اکثریت هستند. دستور پرداخت این سطوح در پای نقشه داده شده است. در پای نقشه علامت ~ دارای این مفهوم است که کلیه سطوح بدون علامت، دارای این نشانه خواهند بود. در پای نقشه نشانه‌هایی درون پراکنش هستند، این‌ها علائمی هستند که روی نقشه وجود دارند.

## ۴-۳- جایگزینی نشانه‌ها


- به دلایل متعددی مجبور هستیم که علائم پرداخت سطح را به هم تبدیل کنیم. به چند مورد توجه کنید :
  - نقشه‌ای قدیمی است و با مثلث‌ها علامت‌گذاری شده است و باید به یک نقشه با استاندارد روز تبدیل شود.
  - نقشه جدید است ولی با Rz کدگذاری شده است و می‌خواهیم آن را با کد Ra مشخص کنیم.
  - تبدیل Ra به Rz یا مثلث‌ها هم ممکن است.
- جدول ساده ۲-۳ در این تبدیل‌ها ما را یاری می‌کند.<sup>۱</sup>

جدول ۲-۳- با توجه به شرایط، یکی از سه مقدار معادل جایگزین خواهد شد.

روش مثلث‌ها															
روش Ra	-	-	-	۵۰	۲۵	۱۲٫۵	۶٫۳	۳٫۲	۱٫۶	۰٫۸	۰٫۴	۰٫۲	۰٫۱	۰٫۰۵	۰٫۰۲۵
															
روش Rz	-	-	-	۴۰۰	۱۶۰	۱۰۰	۴۰	۲۵	۱۶	۶٫۳	۴	۲٫۵	۱	۰٫۴	۰٫۲۵
															

## خلاصه مطالب مهم



- نمایش پرداخت سطح توسط مثلث‌ها یک روش قدیمی ولی ساده است.
- در این روش، پرداخت سطح به چهار مرحله با نماد یک مثلث، دو مثلث، سه مثلث و چهار مثلث تقسیم می‌شود.
- پرداخت سطحی که زبری آن با چشم دیده و با دست حس شود با یک مثلث مشخص می‌شود.
- پرداختی که زبری آن با دست حس نشود ولی با چشم دیده شود با دو مثلث مشخص می‌شود.
- نشانه پرداخت خیلی خوب، سه مثلث و پرداخت بسیار عالی، چهار مثلث می‌باشد.
- در روش مثلث‌ها، گودی کلی شیارها بر حسب  $\mu m$  داده می‌شود.
- بلندترین ارتفاع زبری یعنی  $R_{max}$  معیار تعیین زبری در روش مثلث‌ها است.
- سطح با دستور تولید خوب با علامت  معرفی می‌شود.

<sup>۱</sup> در برابری دقیق مقادیر مثلثی با Ra به Rz اختلاف نظرهای زیادی وجود دارد. دلیل آن هم عدم یک تعریف واحد برای مقادیر مثلثی است. به هر حال می‌توانید به منابع دیگری

در این زمینه مراجعه کنید.

## خود را بیازمایید



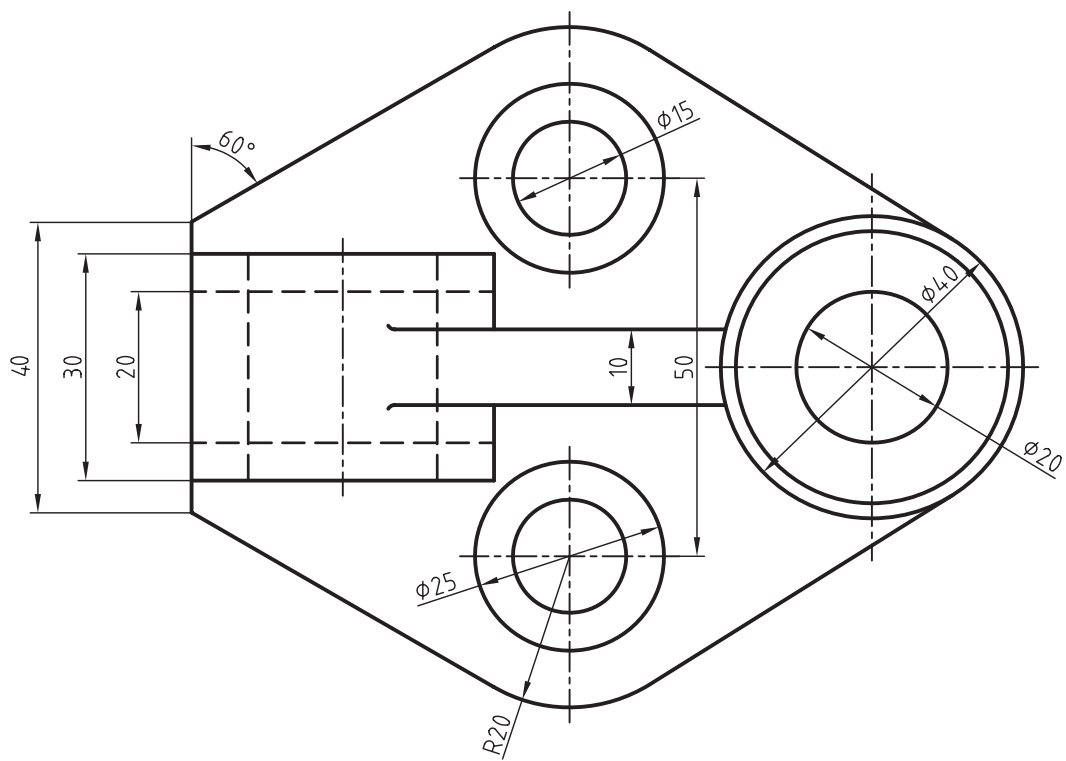
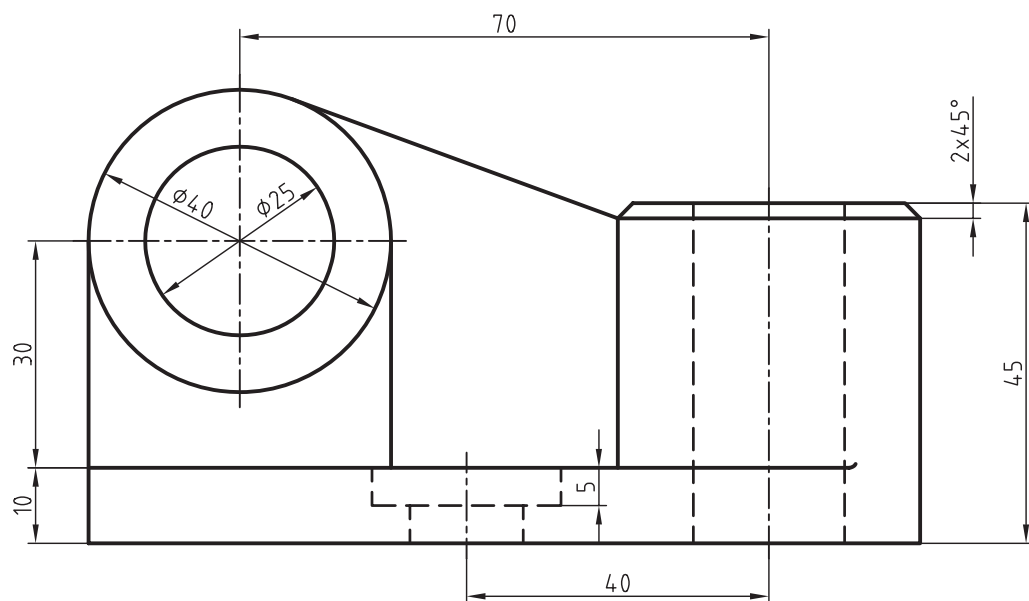
- ۱- چگونه پرداخت سطح را به کمک مثلث‌ها نشان می‌دهند؟
- ۲- دستور تولید خوب چیست و چه مفهومی دارد؟
- ۳- پرداخت سطوحی که با یک مثلث، دو مثلث، سه مثلث یا چهار مثلث مشخص شده‌اند چیست؟
- ۴-  $R_{\max}$  چیست؟
- ۵- مقادیر اینچی معادل با سه مثلث کدام است؟
- ۶- شکلی رسم کنید و چگونگی استفاده از علامت‌های مثلثی را روی آن نشان دهید.

## ارزشیابی عملی



- ابتدا از نقشه‌های ۳-۵ تا ۳-۹ کپی تهیه کنید و سپس کارهای خواسته شده را روی آن‌ها انجام دهید. نقشه‌ها نیاز به اندازه‌گذاری ندارند.
- ۱- نشانه‌های موجود روی شکل ۳-۴ از متن درس را با دقت روی شکل ۳-۵ رسم کنید.

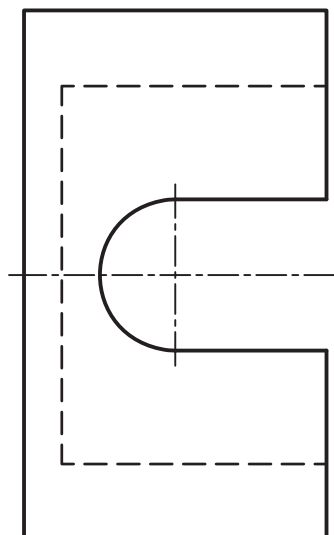
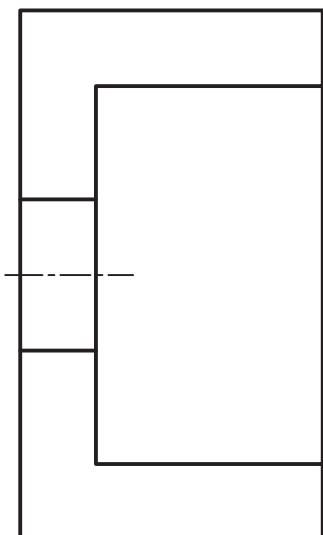
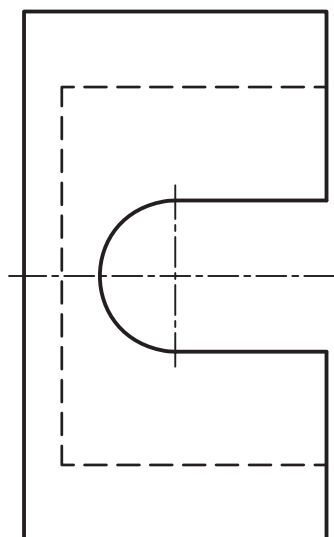
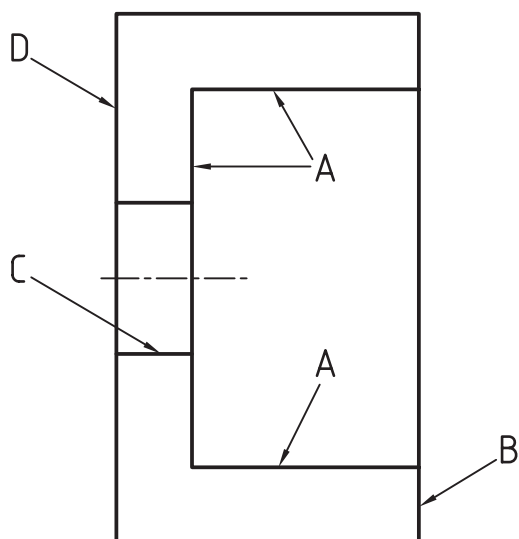




شکل ۵-۳- پایه چدنی

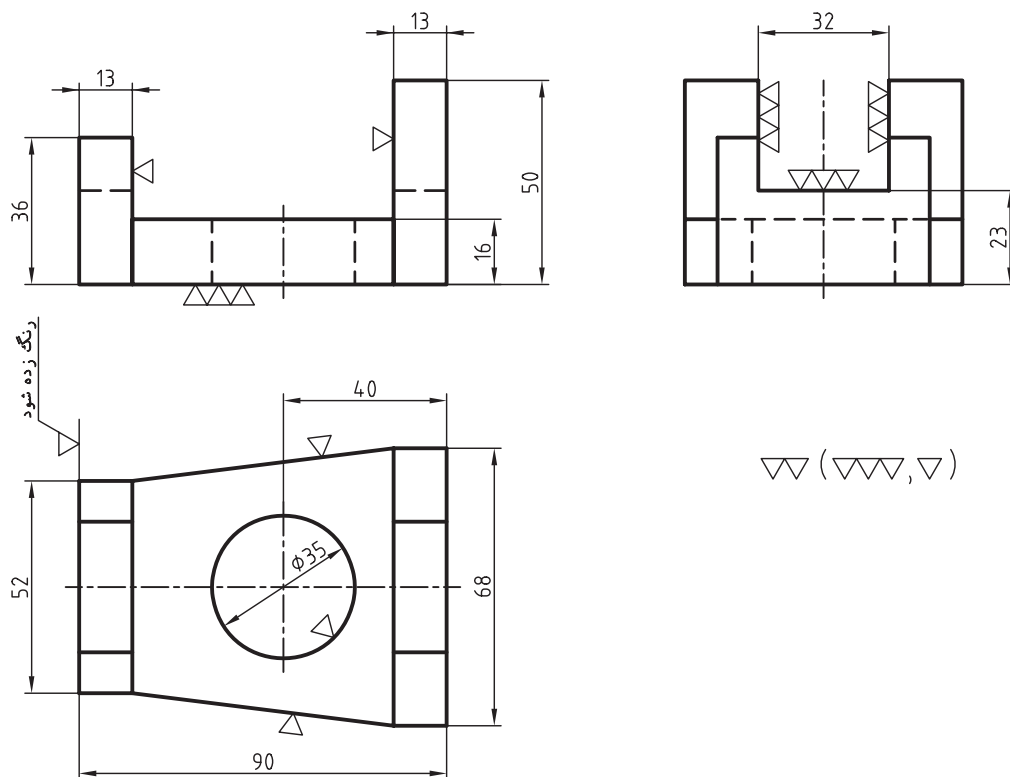
۲- برای قطعه اتصال پلاستیکی شکل ۳-۶، کارهای زیر با علائم مثلثی انجام شود.

- سطح A با پرداخت کم.
- سطح B با پرداخت خوب.
- سطح C با پرداخت خیلی خوب.
- سطح D با پرداخت خوب.
- بقیه سطوح با دستور تولید خوب.

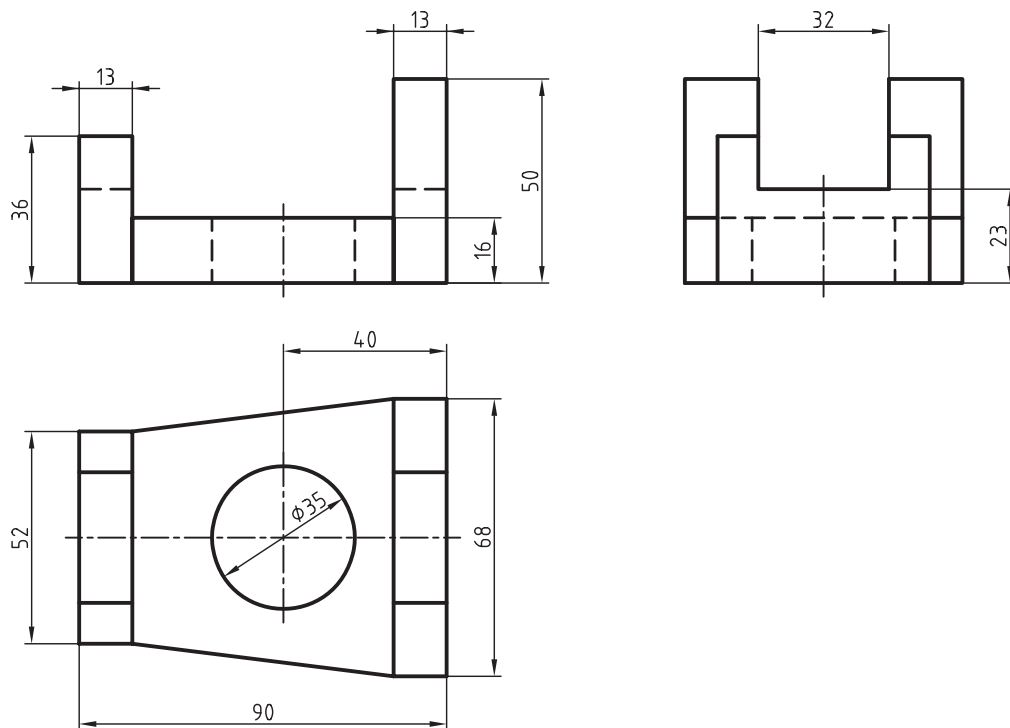


شکل ۳-۶

۳- برای پایه فولادی، نشانه‌های مثلی را به نشانه‌های Ra تبدیل کنید. ضمناً توجه کنید که می‌توانید جای قرار دادن نشانه‌ها را هم با نظر خود تغییر دهید (شکل ۷-۳).

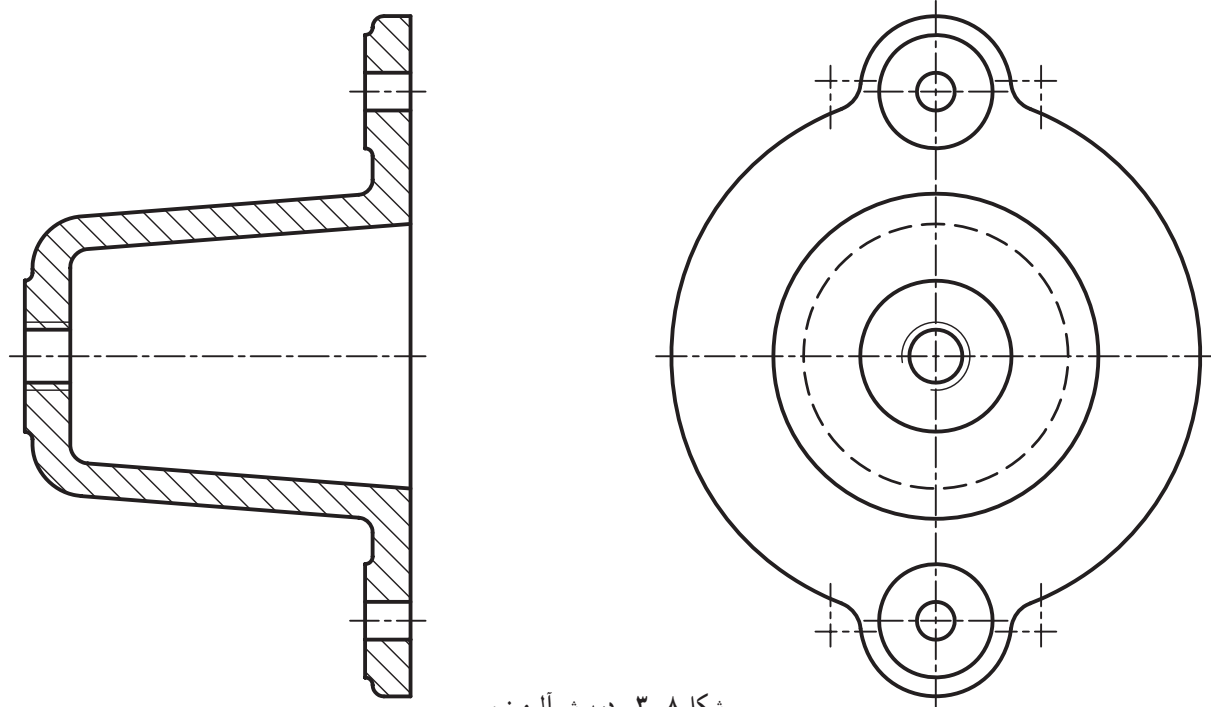
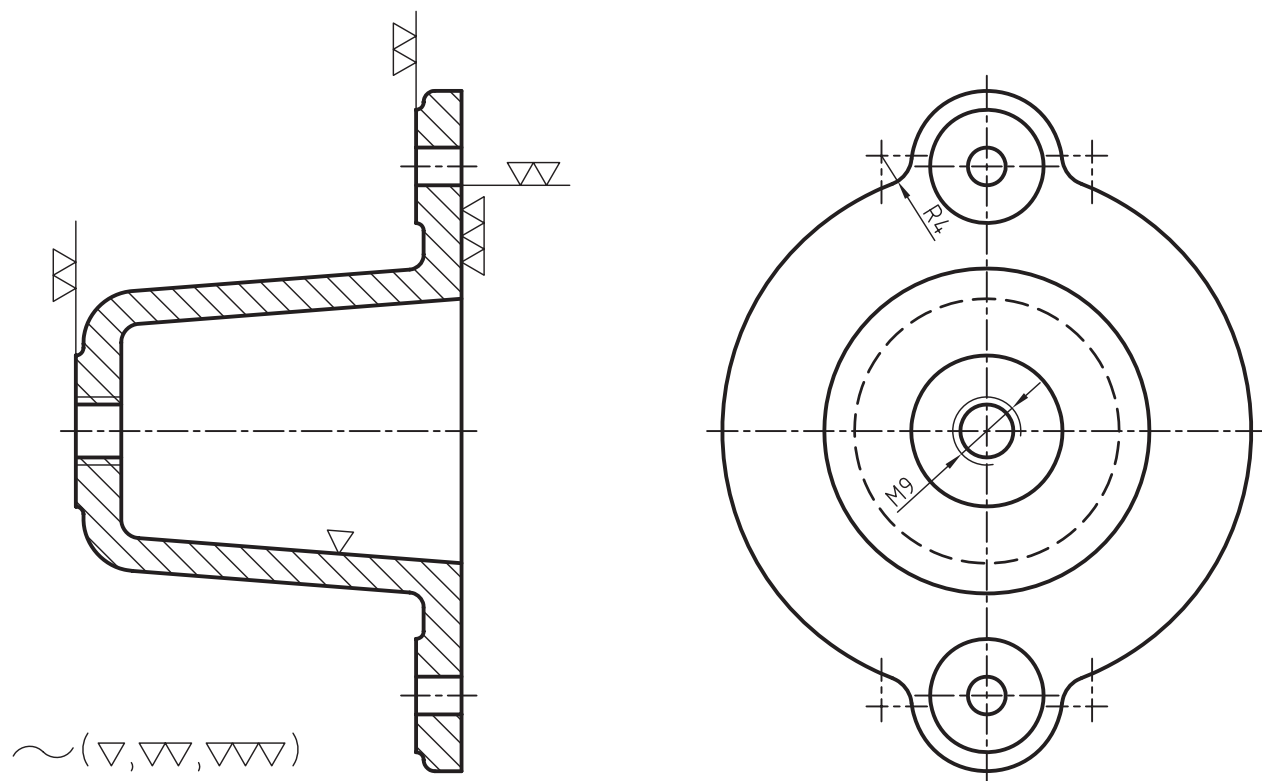


توجه: کپی از شکل زیر با مقیاس ۱:۱ انجام شود.



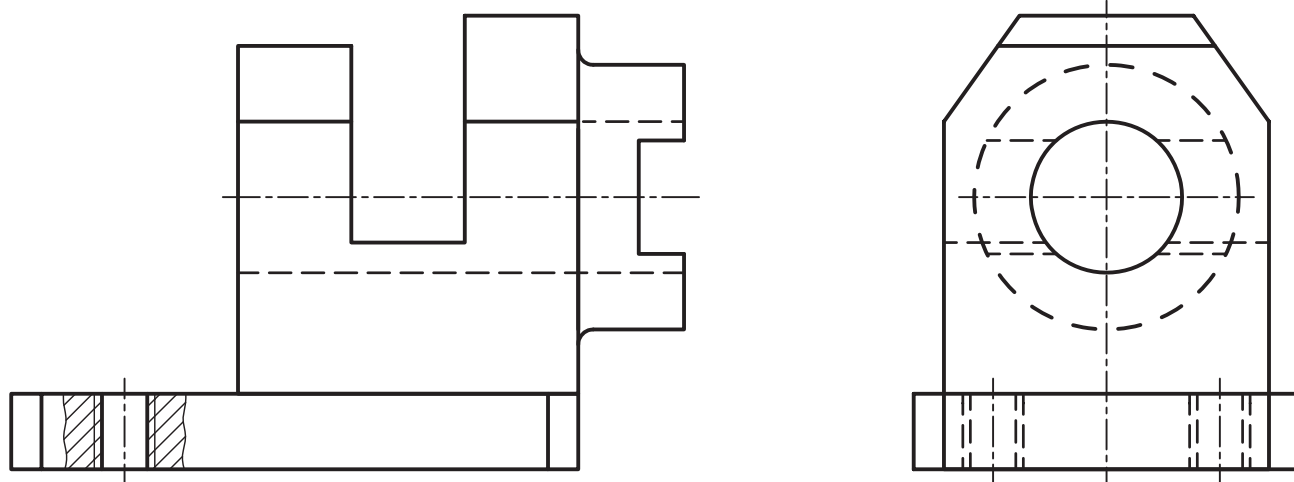
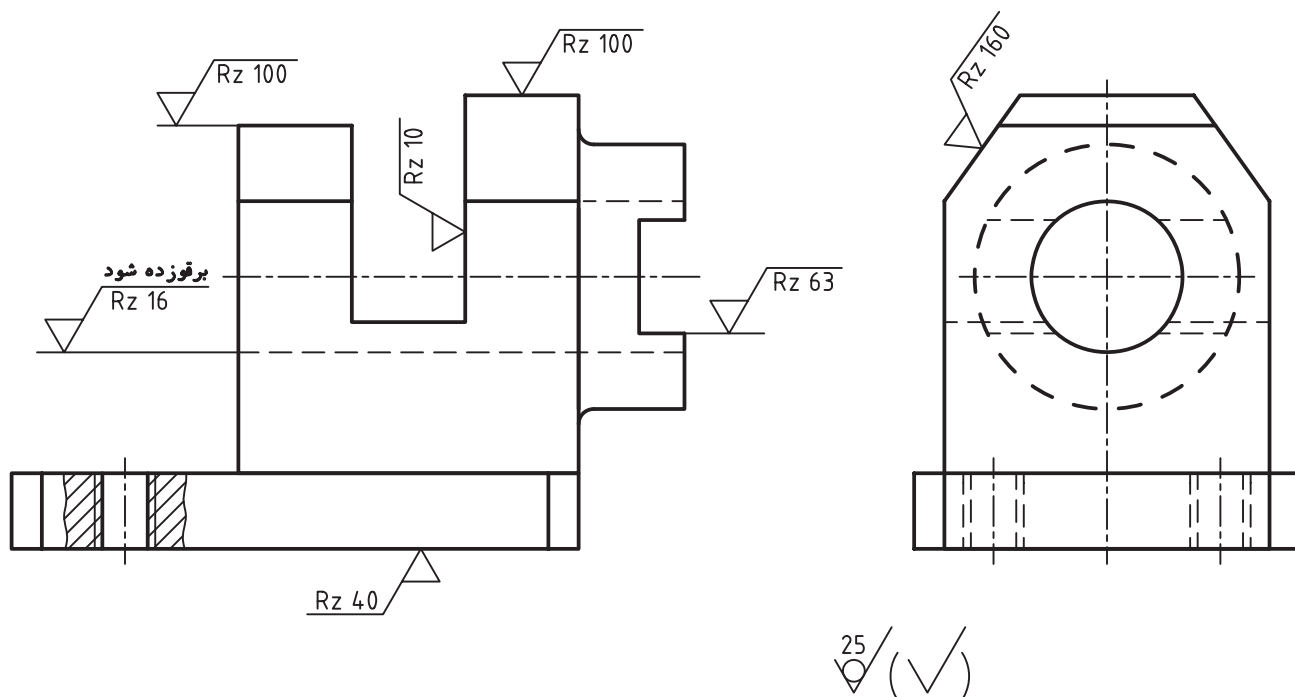
شکل ۷-۳- پایه فولادی

۴- برای درپوش آلومینیمی، نقشه را با روش Ra کدگذاری پرداخت نمایید (شکل ۳-۸).



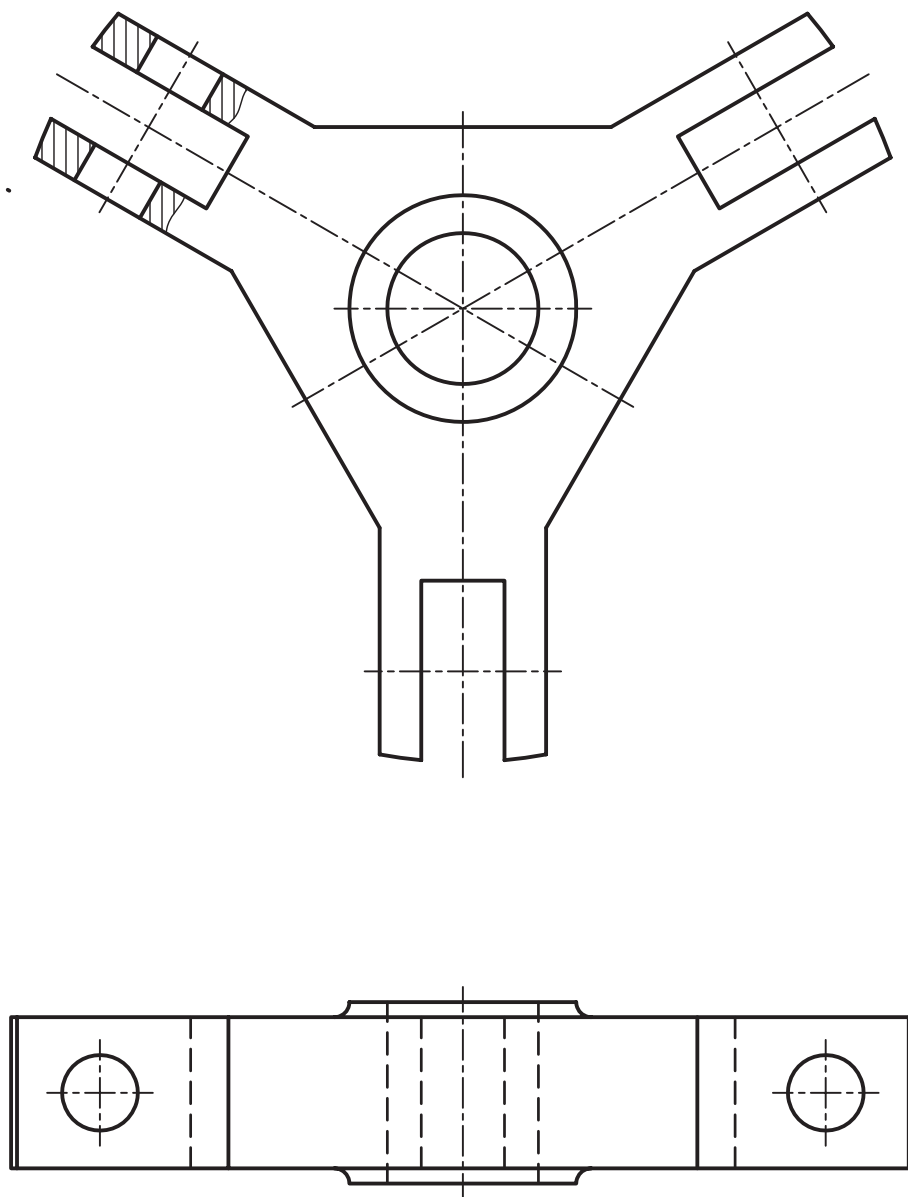
شکل ۳-۸- درپوش آلومینیمی

۵- علائم موجود در شکل ۳-۹ را به Ra تبدیل کنید.



شکل ۳-۹- یاتاقان برنزی

۶- برای بدنه فولادی پولی کش (شکل ۱۰-۳)، با نظر خود علائم پرداخت مثلثی را تعیین و روی شکل موجود بگذارید.



شکل ۱۰-۳- بدنه فولادی

## برای مطالعه



علائم مثلثی از اوایل قرن بیستم متداول بوده است. در ابتدا یک مثلث و یک عدد در کنار آن داده می‌شد، این اعداد محدودیت نداشت و برای هر نوع پرداخت یا عمل دیگر، مثل رنگ زدن و سخت کاری، شماره‌ای تعریف می‌شد. مثلاً علامت  $\nabla 30$  می‌توانست معرف پرداخت باشد یا نشانه  $\nabla 68$  می‌توانست نماینده‌ی دستوری برای پرچ کردن قطعه باشد.

نشانه‌های چهارگانه مثلثی بعد از آن به وجود آمد و مخصوص پرداخت سطح شد. اکنون می‌توانستند با افزودن یک بازوی افقی، مشخصات دیگر را قید کنند. مانند:



امروزه معیار Rz از همان اعداد  $R_{max}$ ، یعنی بیشترین گودی یا بلندی سطح استفاده می‌کند، منتها با تعریف جدیدی که گفته شده است.

## تحقیق کنید

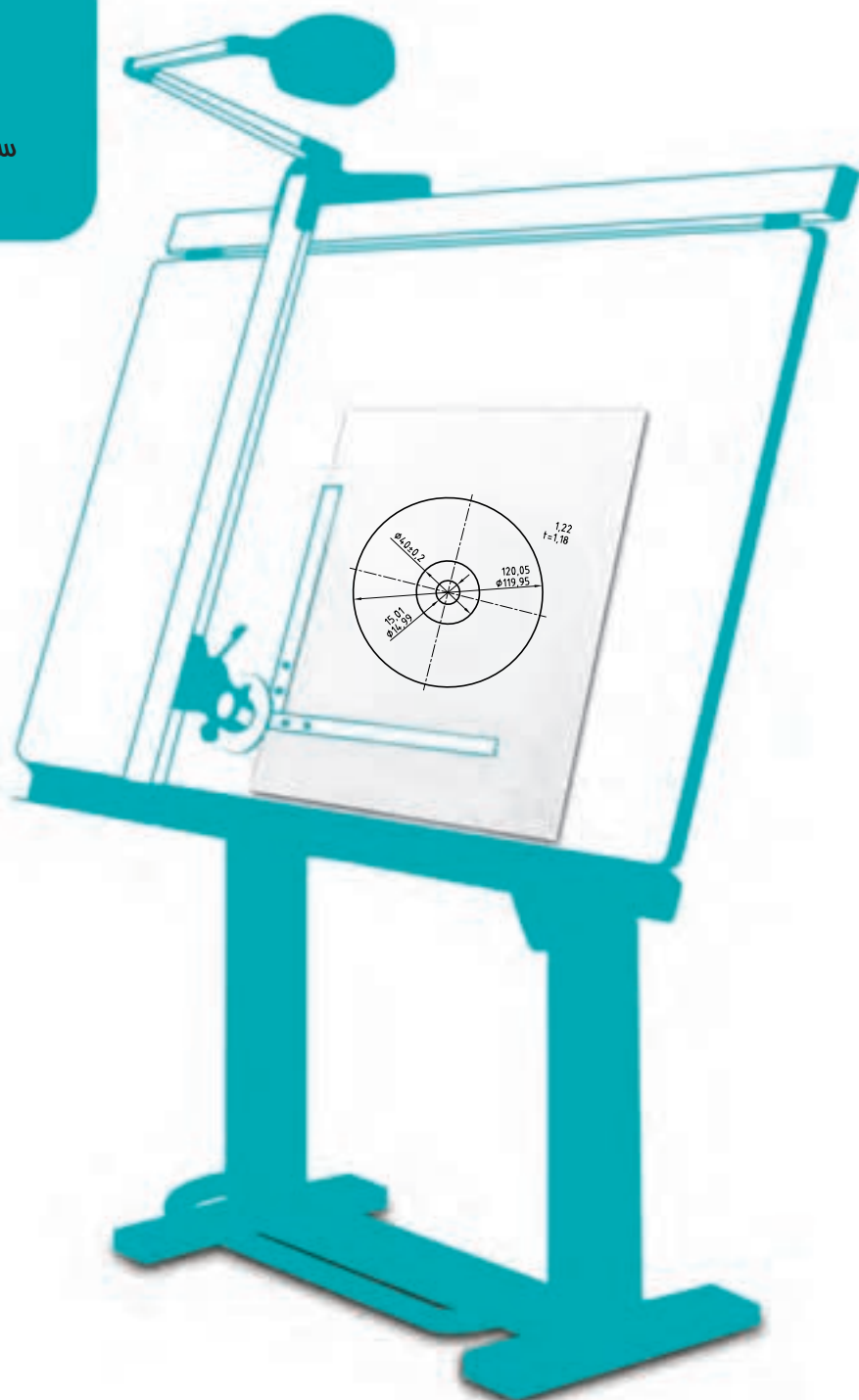


- ۱- مقادیر استاندارد برای Rz چیست؟
- ۲- حرف z در کنار Rz به چه مفهومی است؟ 30
- ۳- دستگاه زبری سنج چگونه کار می‌کند؟



# فصل چهارم تولرانس اندازه

سافت هیچ قطعه‌ای با اندازه کاملاً  
دقیق و بدون خطا امکان ندارد.



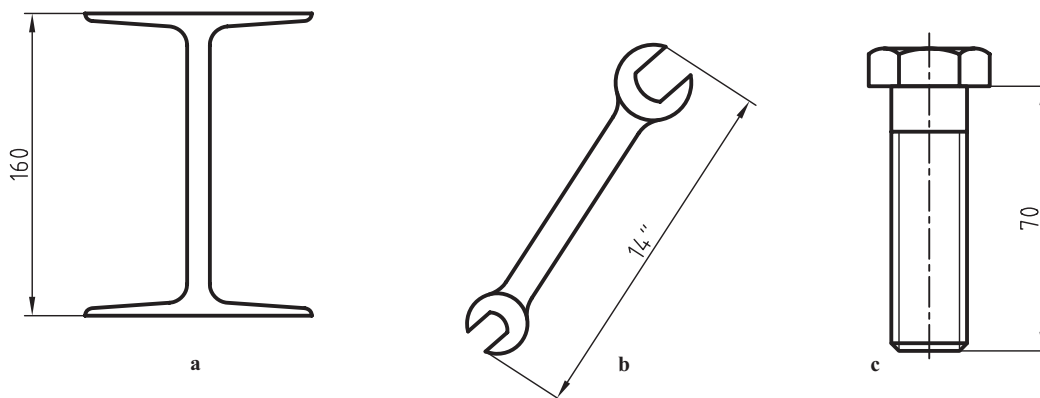
### تولرانس اندازه

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس باید :

- ۱- انواع اندازه را نام ببرد.
- ۲- تولرانس را تعریف کند.
- ۳- مفاهیم اولیه تولرانس‌ها را بیان کند.
- ۴- جزئیات جدول اصلی تولرانس‌ها را بیان کند.
- ۵- جزئیات جدول تولرانس‌های آزاد را بیان کند.
- ۶- مقادیر تولرانس را از جدول استخراج کند.
- ۷- چگونگی تعیین تولرانس یک اندازه را شرح دهد.
- ۸- تولرانس را به صورت استاندارد در نقشه بنویسد.

#### ۴-۱- مقدمه

در شکل ۴-۱ یک پیچ با طول  $70\text{ mm}$ ، یک آچار با بلندی  $14\text{ in}$  و یک تیرآهن معمولی با فاصله دو بال  $16\text{ cm}$  دیده می‌شود. به این اندازه‌ها، اندازه اسمی (نامی)<sup>۱</sup> می‌گویند. آیا این اندازه‌ها دقیق هستند؟ دقیق یعنی چه؟ با یک مثال به این نکته توجه بیشتری می‌کنیم.



شکل ۴-۱

۱- اندازه نامی Nominal Size با اختصار N



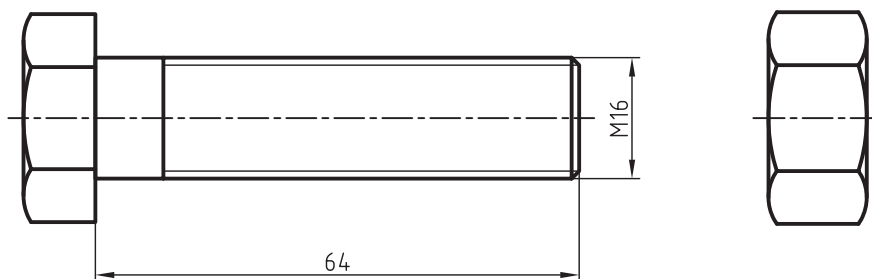
شکل ۴-۲

می‌خواهیم بدانیم وزن یک قطعه فولادی چه قدر است؟ (شکل ۴-۲).

در اینجا زمانی که کفه مربوط به فولاد کمی بالا آمد، مقدار وزن مشخص می‌شود. اینک اگر به جای فولاد وزن مقداری طلا مورد نظر باشد، آیا با کمی بالا آمدن کفه،

موضوع تمام است؟ یا اصلاً با این ترازو سنجش را انجام خواهیم داد؟ خیر، می‌گوییم وزن طلا باید نسبت به فولاد دقیق‌تر باشد، چرا؟ چون قیمت طلا خیلی زیادتر از فولاد است. پس می‌گوییم وزن آن باید دقیق‌تر معین شود. برای فولاد، گذشتن از چند گرم اضافه اهمیتی ندارد ولی برای طلا، هزارم‌های گرم اهمیت دارد.

پس دقت، یک مسئله نسبی است. ما از دقت زمانی صحبت می‌کنیم که بخواهیم یک اندازه‌گیری و سنجش را نزدیک‌تر به آنچه که واقعاً هست بدانیم. طول، کمیتی است که در کارهای صنعتی بیشتر از هر چیز دیگر مورد سنجش قرار می‌گیرد. چرا؟ زیرا یک قطعه از قطعات بی‌شمار صنعتی در گام نخست با توجه به اندازه‌های آن ساخته می‌شود. یک پیچ و مهره را در نظر می‌گیریم (شکل ۴-۳).



شکل ۴-۳

قطعات دارای تعداد زیادی اندازه هستند. آیا دقت همه این اندازه‌ها باید باهم برابر باشند؟ می‌بینیم که بلندی ۶۴ می‌تواند تا ۱ میلی‌متر اضافه یا کم شود و مشکلی پیش نیاید اما قطر ۱۶ نسبت به تغییر اندازه بسیار حساس‌تر است. یعنی حتی ۰/۲ میلی‌متر بیشتر یا کمتر را هم نمی‌تواند تحمل کند. پس هر اندازه باید با دقت مناسب ساخته شود. دلایل متعددی وجود دارد. مثلاً:

– برای اندازه‌گیری دقیق‌تر نیاز به وسایل دقیق‌تر است. زیرا همان‌گونه که می‌دانید هرچه وسیله اندازه‌گیر بخواهد جزء کوچک‌تری از میلی‌متر را بسنجد، قیمت آن بیشتر خواهد بود.

– برای ساخت اندازه دقیق‌تر نیاز به ماشین‌های دقیق‌تر است.

یادآوری این نکته جالب است که سازنده می‌خواهد قطعات را هرچه ممکن است دقیق‌تر بسازد ولی می‌داند که نتیجه آن گرانتر شدن تولید خواهد بود.

به این ترتیب برای برقراری تعادل، طراح مجبور است برای هر اندازه دقت کافی در نظر بگیرد.

## ۴-۲- انواع اندازه

در مورد پیچ و مهره مورد بحث، دیده می‌شود که تغییر اندازه در طول پیچ خیلی حساس نیست، بلکه تغییر اندازه در قطر پیچ بسیار مهم است.

پس دو نوع اندازه خواهیم داشت :

۱- اندازه غیر مؤثر (NF)، مانند طول پیچ که به آن اندازه آزاد هم می‌گویند.

۲- اندازه مؤثر (F)، مانند اندازه قطر پیچ، که به قطر مهره هم بستگی دارد.

### ۳-۴- تولرانس<sup>۱</sup> (T)

تعریف : مقدار خطایی که طراح برای یک اندازه مجاز می‌داند<sup>۲</sup> و اینک چند اصطلاح اساسی در این گفتگو :

۳-۴-۱- اندازه اسمی (نامی N) : اندازه‌ای است که مورد نظر طراح می‌باشد. مانند  $\phi 22$  یا  $\phi 16/25$  یا  $\phi 12/05$  و ....

۳-۴-۲- بزرگترین اندازه (اندازه بیشینه)<sup>۳</sup> : که به آن حداکثر اندازه هم می‌گویند، بزرگترین اندازه‌ای است که از نظر

طراح قابل قبول می‌باشد.

۳-۴-۳- کوچکترین اندازه (اندازه کمینه)<sup>۴</sup> : که به آن حداقل اندازه هم می‌گویند، درحقیقت کمترین اندازه‌ای است که

طراح آن را قابل قبول می‌داند.

۳-۴-۴- مقدار تولرانس : اندازه تولرانس از اختلاف بین

بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازه قابل قبول یا مجاز به دست می‌آید. به

شکل ۴-۴ نگاه کنید.

طراح برای قطر و ضخامت یک CD، اندازه‌های اسمی  $12^\circ$  و  $1/2^\circ$

را در نظر گرفته است. چون ساختن این اندازه‌ها بدون خطا ممکن نیست،

برای قطر  $0.05^\circ$  میلی متر، اضافه و کم و برای ضخامت فقط  $0.02^\circ$ ، کمتر یا

بیشتر را قابل قبول دانسته است. حال بزرگترین اندازه، کوچکترین اندازه

و تولرانس چیست؟

$12^\circ$  = اندازه اسمی برای قطر

$12^\circ/05$  = بزرگترین اندازه

$119/95$  = کوچکترین اندازه

(کوچکترین اندازه) - (بزرگترین اندازه) = تولرانس

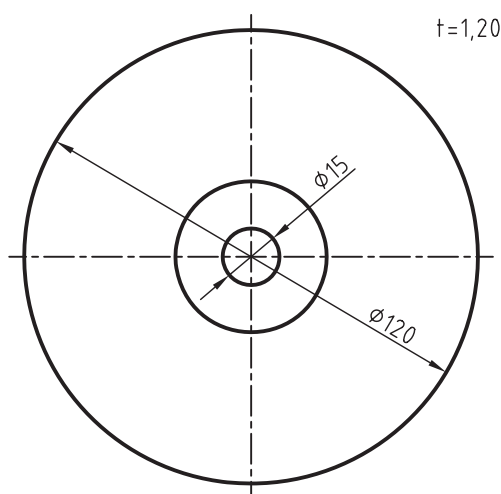
$= 12^\circ/05 - 119/95 = 0/10 \text{ mm}$

$1/2^\circ$  = اندازه اسمی ضخامت

$1/22$  = بزرگترین اندازه

$1/18$  = کوچکترین اندازه

میلی متر  $0/4^\circ = 1/22 - 1/18$  = تولرانس



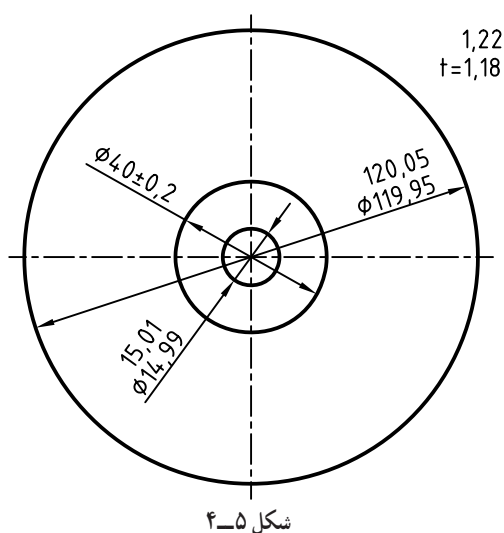
شکل ۴-۴

۱- تولرانس، رواداری، حد تحمل Tolerance با علامت اختصاری T.

۲- البته این یک تعریف فنی و ویژه طول می‌باشد ولی مفهوم تولرانس عبارتست از حد تحمل و در هر جایی که نوعی اندازه‌گیری صورت گیرد، تولرانس هم وجود دارد.

۳- اندازه بیشینه یا حداکثر اندازه یا بزرگترین اندازه.

۴- اندازه کمینه یا حداقل اندازه یا کوچکترین اندازه.



شکل ۴-۵، اندازه گذاری مطابق نظر طراح است. دیده می شود که تولرانس همیشه یک عدد مثبت است.

آیا می توانید بگویید برای قطر CD جمعاً چند اندازه حقیقی به دست می آید؟ (در تولید).

۴-۳-۵ حد بالایی<sup>۱</sup>: اختلاف میان اندازه اسمی (نامی) و بزرگترین اندازه است. یعنی:

$$(\text{اندازه اسمی}) - (\text{بزرگترین اندازه}) = \text{حد بالایی}$$

به عبارت دیگر، حد بالایی مقدار انحراف مجاز به سمت بالای اندازه اسمی است.

۴-۳-۶ حد پایینی<sup>۲</sup>: اختلاف میان اندازه اسمی (نامی) و کوچکترین اندازه است. یعنی:

$$(\text{اندازه اسمی}) - ((\text{نامی})) - (\text{کوچکترین اندازه}) = \text{حد پایینی}$$

به عبارت دیگر انحراف پایینی مقدار انحراف اندازه به سمت پایین اندازه اسمی است.

به این ترتیب ممکن است رابطه دومی هم برای تعیین تولرانس داشت:

$$(\text{حد پایینی}) - (\text{حد بالایی}) = \text{تولرانس}$$

۴-۳-۷ اندازه فعلی<sup>۳</sup>: یا اندازه حقیقی، همان اندازه ای است که روی قطعه ساخته شده وجود دارد. روشن است که

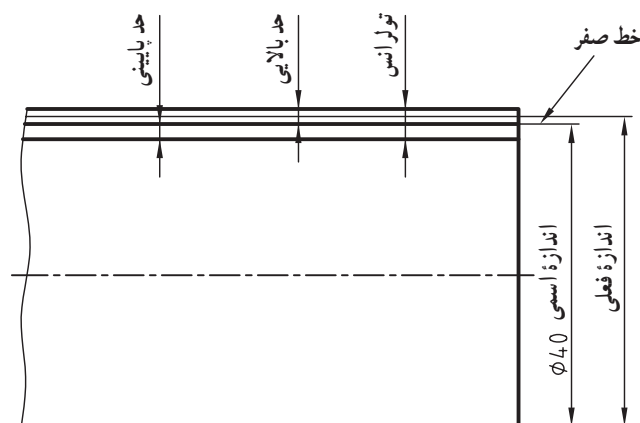
اندازه فعلی زمانی قابل قبول است که بین بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازه قرار داشته باشد. در غیر این صورت، قطعه ساخته شده مردود خواهد بود.

آیا می توانید بگویید برای یک CD موجود (شکل ۴-۵) جمعاً چند اندازه فعلی خواهیم داشت؟

۴-۳-۸ خط صفر<sup>۴</sup>: در حقیقت نمایش دهنده اندازه اسمی (نامی) است.

همه موارد گفته شده در شکل ۴-۶ برای میله ای به

قطر ۴۰ دیده می شود.



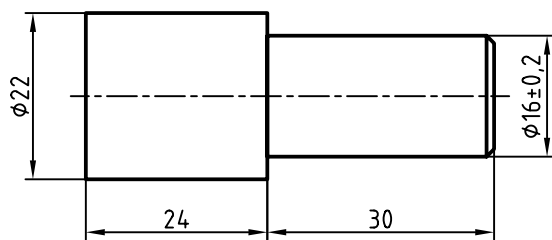
شکل ۴-۶

۱- حد بالایی یا فوقانی برای سوراخ ES و برای میله es به آن بیراهی بالایی هم می گویند. (از اصل فرانسه Superior Ecarte)

۲- حد پایینی یا تحتانی برای سوراخ EI و برای میله ei به آن بیراهی پایینی هم می گویند. (از اصل فرانسه Inferior Ecarte)

۳- اندازه کنونی

۴- خط صفر Zero Line



شکل ۴-۷

پرسش نمونه ۱: برای قطعه مربوط به لولای در، اندازه قطر کوچک، طبق شکل ۴-۷ است.

اندازه اسمی، بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازه، تولرانس،

حد بالایی و حد پایینی چیست؟

$16 = \text{اندازه اسمی (نامی)}$

$0/2 = \text{حد بالایی}$

$-0/2 = \text{حد پایینی}$

$16/2 = 16 + 0/2 = \text{بزرگترین اندازه}$

$15/8 = 16 - 0/2 = \text{کوچکترین اندازه}$

پرسش نمونه ۲: اندازه اسمی برای طول قسمت ضخیم تر لولا ۲۴ است. اگر انحراف بالایی  $0/2$  و انحراف پایینی  $-0/1$  باشد،

بزرگترین اندازه، کوچکترین اندازه و تولرانس چیست؟

$24/2 = 24 + 0/2 = \text{بزرگترین اندازه}$

$23/9 = 24 - 0/1 = \text{کوچکترین اندازه}$

$\text{کوچکترین اندازه} - \text{بزرگترین اندازه} = \text{تولرانس}$

$0/3 = 24/2 - 23/9 = \text{تولرانس}$

$(\text{حد پایینی}) - (\text{حد بالایی}) = \text{تولرانس یا}$

$0/3 = 0/2 - (-0/1) = \text{تولرانس}$

اینک نیاز هست که به سه اصطلاح دیگر خیلی با دقت توجه شود.

۴-۳-۹ کیفیت تولرانس: کیفیت یا چگونگی تولرانس عبارت است از مقدار آن که هرچه کمتر باشد، می گویند درجه

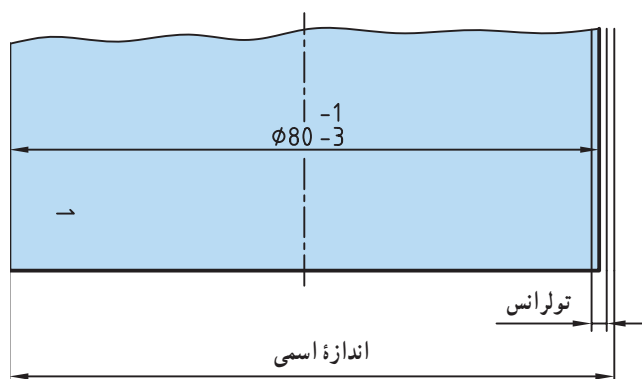
مرغوبیت آن بیشتر است. پس هرچه تولرانس کمتر باشد، اندازه دقیق تر است و اندازه حقیقی خطای کمتری دارد. آیا می توان گفت

هرچه تولرانس بیشتر باشد، به دست آوردن اندازه فعلی ساده تر است؟

۴-۳-۱۰ موقعیت تولرانس: عبارت است از چگونگی قرار گرفتن حد بالایی و حد پایینی نسبت به خط صفر.

۴-۳-۱۱ میدان تولرانس: مجموعه کیفیت و موقعیت تولرانس را میدان تولرانس می گویند. به یک مسئله اساسی

توجه کنید.



شکل ۴-۸

اگر اندازه اسمی قطر یک میله  $80$  و تولرانس در نظر

گرفته شده  $0.3$  باشد، میدان های اصلی ممکن برای تولرانس

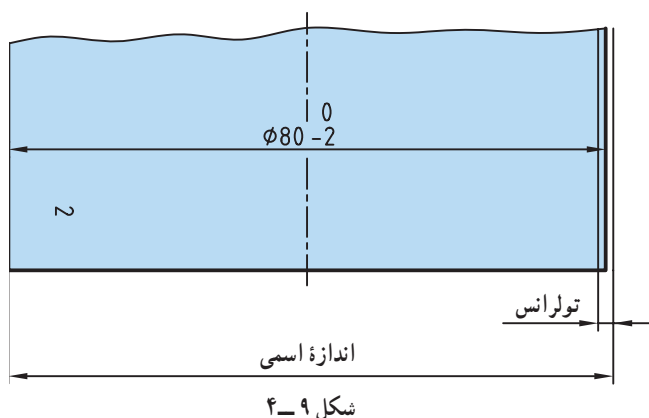
چیست؟

الف) می توان میدان را به گونه ای در نظر گرفت

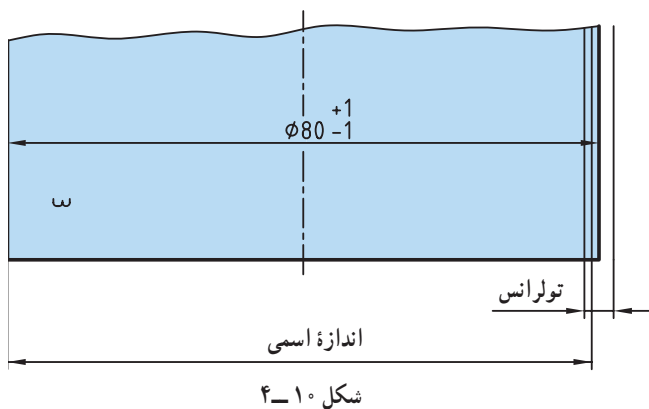
که همواره، اندازه فعلی زیر اندازه اسمی قرار گیرد (شکل

۴-۸).

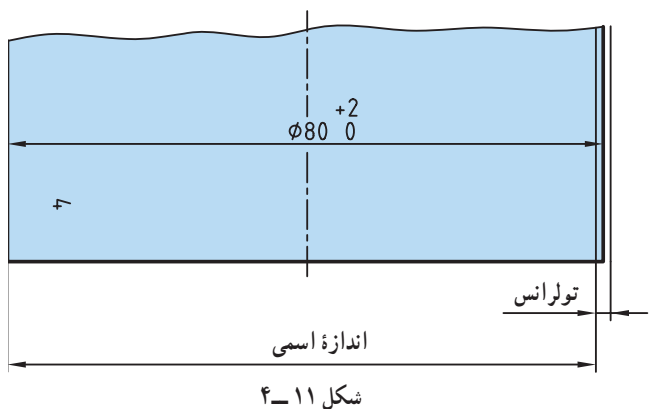
۱- توجه کنید که تولرانس ۲ خیلی زیاد است و انتخاب آن برای مقایسه بهتر است.



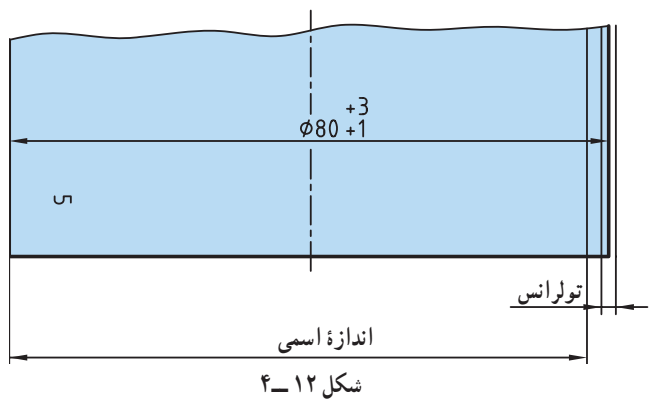
آیا می‌توان گفت این تنها حالت ممکن است؟ در این حال بزرگترین و کوچکترین اندازه چیست؟  
(ب) می‌توان میدان را به گونه‌ای انتخاب کرد که بزرگترین اندازه برابر اندازه اسمی باشد (شکل ۴-۹).



آیا حالت‌های دیگری هم ممکن است؟  
پ) می‌توان میدان را به گونه‌ای در نظر گرفت که بزرگترین اندازه بالای اندازه اسمی و کوچکترین اندازه زیر اندازه اسمی قرار گیرد (شکل ۴-۱۰).

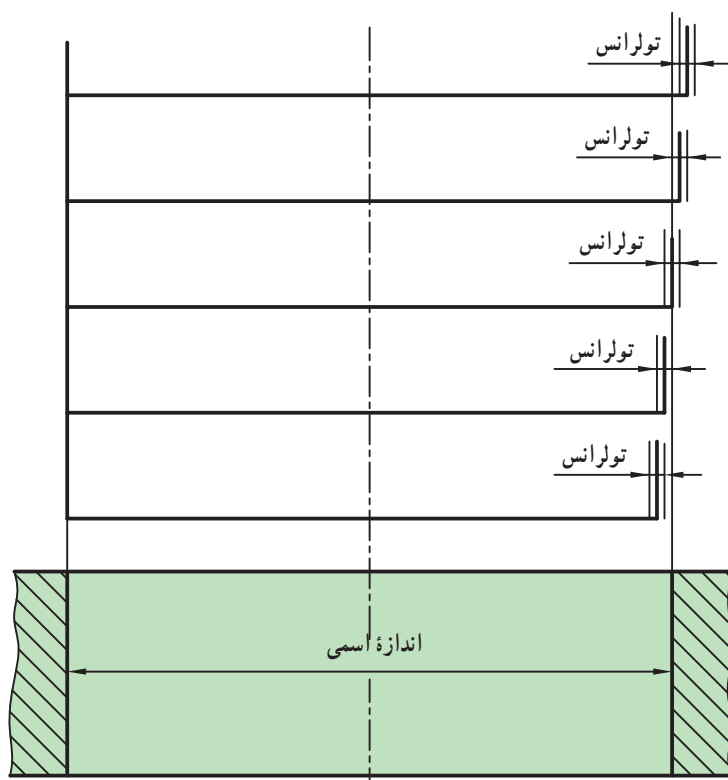


آیا می‌توانید حالت دیگری هم در نظر بگیرید؟  
ت) می‌توان میدان را به گونه‌ای برگزید که کوچکترین اندازه میله برابر اندازه اسمی باشد (شکل ۴-۱۱).



آیا حالت‌های دیگری هم ممکن است؟  
ث) می‌توان میدان را به گونه‌ای برگزید که کوچکترین اندازه همواره بالای اندازه اسمی باشد (شکل ۴-۱۲).  
به گونه‌ای کوتاه می‌توان گفت پنج میدان برای تولرانس وجود دارد:  
یکم، اندازه فعلی همواره زیر اندازه اسمی خواهد بود.





شکل ۱۳-۴

دوم، بزرگترین اندازه برابر اندازه اسمی است.  
 سوم، اندازه فعلی می تواند بالا یا پایین اندازه اسمی باشد.  
 چهارم، کوچکترین اندازه برابر اندازه اسمی است.  
 پنجم، اندازه فعلی همواره بالای اندازه اسمی خواهد بود.  
 شکل ۱۳-۴ از نظر مقایسه، شکلی بسیار مهم است.  
 در مقابل میله ها با قطرهای گوناگون، حاصل میدان های پنج گانه، سوراخی فرضی با اندازه اسمی، بدون تولرانس یا با تولرانس بسیار کوچک، قرار دارد.  
 آیا می توانید چگونگی داخل شدن میله را در سوراخ موجود، از نظر نیروی لازم بررسی کنید؟

#### ۴-۴-۴- جدول اصلی مقدارهای تولرانس

انتخاب دلخواه تولرانس برای اندازه های مختلف، صنعت را دچار اختلال می کند. به عبارت دیگر اگر قرار باشد که تولید کنندگان برای اندازه های مورد نیاز خود، اختلاف اندازه های متفاوت در نظر گیرند، ارتباط صنعتی از میان می رود. برای هماهنگی، استاندارد ISO یک جدول اصلی برای اختلاف اندازه های مجاز یا تولرانس ها پیشنهاد کرده است. پیش از آوردن این جدول بنیادی، یک جدول کوچک را با در نظر گرفتن آنچه که درباره کیفیت تولرانس گفته شد می آوریم (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱، شماره های IT

بادقت بیشتر					← اندازه ها →					بادقت کمتر									
۰۱	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸

طبق این جدول، استاندارد ISO برای کیفیت یا مرغوبیت تولرانس، ۲۰ مرحله در نظر گرفته است که با ۰۱ شروع و با ۱۸ پایان می یابد. برای عبارت تولرانس ایزو، نشانه IT را برمی گزینند<sup>۱</sup>. بنابراین کیفیت های بیست گانه را می توان به صورت IT۰، IT۱، IT۸، IT۲ و IT۱۸ نشان داد. از IT۰ تا IT۵ برای کارهای بسیار دقیق مانند ساخت ابزارهای اندازه گیری، از IT۶ تا IT۱۱ برای ماشین سازی عمومی و دقیق و از آن به بعد برای کارهای کم دقت ترو صنایع سنگین استفاده می شود. اکنون جدول شماره ۲-۴ یعنی جدول اصلی مقدارهای تولرانس پیشنهادی ISO را ببینید.

تولرانس های استاندارد

گروه های اندازه mm	میکرون متر $\mu m$													میلیمتر mm							
	۰.۱	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	
> ۱ تا ۳	-۰.۰۳	-۰.۰۵	-۰.۰۸	۱/۳	۲	۳	۴	۵	۶	۱۰	۱۴	۲۵	۴۰	۶۰	-۰.۱	-۰.۱۴	-۰.۲۵	۴	۶	۱	۱/۴
> ۳ تا ۶	-۰.۰۴	-۰.۰۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۵	۸	۱۲	۱۸	۳۰	۴۸	۷۵	-۰.۱۱۲	-۰.۱۱۸	-۰.۱۳	-۰.۱۴۸	-۰.۱۷۵	۱/۲	۱/۸	
> ۶ تا ۱۰	-۰.۰۴	-۰.۰۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۹	۱۵	۲۲	۳۶	۵۸	۹۰	-۰.۱۱۵	-۰.۱۲۲	-۰.۱۳۶	-۰.۱۵۸	-۰.۱۹	۱/۵	۲/۳	
> ۱۰ تا ۱۸	-۰.۰۵	-۰.۰۸	۱/۲	۲	۳	۵	۸	۱۱	۱۸	۲۷	۴۳	۷۰	۱۱۰	-۰.۱۱۸	-۰.۱۲۷	-۰.۱۴۳	-۰.۱۷	۱/۱	۱/۸	۲/۷	
> ۱۸ تا ۳۰	-۰.۰۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۹	۱۳	۲۱	۳۳	۵۲	۸۴	۱۳۰	-۰.۱۲۱	-۰.۱۳۳	-۰.۱۵۲	-۰.۱۸۴	۱/۳	۲/۱	۲/۳	
> ۳۰ تا ۵۰	-۰.۰۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۷	۱۱	۱۶	۲۵	۳۹	۶۲	۱۰۰	۱۶۰	-۰.۱۲۵	-۰.۱۳۹	-۰.۱۶۲	۱	۱/۶	۲/۵	۲/۹	
> ۵۰ تا ۸۰	-۰.۰۸	۱/۲	۲	۳	۵	۸	۱۳	۱۹	۳۰	۴۶	۷۴	۱۲۰	۱۹۰	-۰.۱۳	-۰.۱۴۶	-۰.۱۷۴	۱/۲	۱/۹	۳	۴/۶	
> ۸۰ تا ۱۲۰	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۱۰	۱۵	۲۲	۳۵	۵۴	۸۷	۱۴۰	۲۲۰	-۰.۱۳۵	-۰.۱۵۴	-۰.۱۸۷	۱/۴	۲/۳	۳/۵	۵/۴	
> ۱۲۰ تا ۱۸۰	۱/۲	۲	۳/۵	۵	۸	۱۲	۱۸	۲۵	۴۰	۶۳	۱۰۰	۱۶۰	۲۵۰	-۰.۱۴	-۰.۱۶۳	۱	۱/۶	۲/۵	۴	۶/۳	
> ۱۸۰ تا ۲۵۰	۲	۳	۴/۵	۷	۱۰	۱۴	۲۰	۲۹	۴۶	۷۲	۱۱۵	۱۸۵	۲۹۰	-۰.۱۴۶	-۰.۱۷۲	۱/۱۵	۱/۸۵	۲/۹	۴/۶	۷/۲	
> ۲۵۰ تا ۳۱۵	۳/۵	۴	۶	۸	۱۲	۱۶	۲۳	۳۲	۵۲	۸۱	۱۳۰	۲۱۰	۳۲۰	-۰.۱۵۲	-۰.۱۸۱	۱/۳	۲/۱	۳/۳	۵/۲	۸/۱	
> ۳۱۵ تا ۴۰۰	۳	۵	۷	۹	۱۳	۱۸	۲۵	۳۶	۵۷	۸۹	۱۴۰	۲۳۰	۳۶۰	-۰.۱۵۷	-۰.۱۸۹	۱/۴	۲/۳	۳/۶	۵/۷	۸/۹	
> ۴۰۰ تا ۵۰۰	۴	۶	۸	۱۰	۱۵	۲۰	۲۷	۴۰	۶۳	۹۷	۱۵۵	۲۵۰	۴۰۰	-۰.۱۶۳	-۰.۱۹۷	۱/۵۵	۲/۵	۴	۶/۳	۹/۷	
> ۵۰۰ تا ۶۳۰	۴/۵	۶	۹	۱۱	۱۶	۲۲	۳۲	۴۴	۷۰	۱۱۰	۱۷۵	۲۸۰	۴۴۰	-۰.۱۷	۱/۱	۱/۷۵	۲/۸	۴/۴	۷	۱۱	
> ۶۳۰ تا ۸۰۰	۵	۷	۱۰	۱۳	۱۸	۲۵	۳۶	۵۰	۸۰	۱۲۵	۲۰۰	۳۲۰	۵۰۰	-۰.۱۸	۱/۲۵	۲	۳/۲	۵	۸	۱۲/۵	
> ۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۵/۵	۸	۱۱	۱۵	۲۱	۲۸	۴۰	۵۶	۹۰	۱۴۰	۲۳۰	۳۶۰	۵۶۰	-۰.۱۹	۱/۴	۲/۳	۳/۶	۵/۶	۹	۱۴	
> ۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰	۶/۵	۹	۱۳	۱۸	۲۴	۳۳	۴۷	۶۶	۱۰۵	۱۶۵	۲۶۰	۴۲۰	۶۶۰	۱/۰.۵	۱/۶۵	۲/۶	۴/۳	۶/۶	۱۰/۵	۱۶/۵	
> ۱۲۵۰ تا ۱۶۰۰	۸	۱۱	۱۵	۲۱	۲۹	۳۹	۵۵	۷۸	۱۲۵	۱۹۵	۳۱۰	۵۰۰	۷۸۰	۱/۲.۵	۱/۹۵	۳/۱	۵	۷/۸	۱۲/۵	۱۹/۵	
> ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۹	۱۳	۱۸	۲۵	۳۵	۴۶	۶۵	۹۲	۱۵۰	۲۳۰	۳۷۰	۶۰۰	۹۲۰	۱/۵	۲/۳	۳/۷	۶	۹/۳	۱۵	۲۳	
> ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰	۱۱	۱۵	۲۲	۳۰	۴۱	۵۵	۷۸	۱۱۰	۱۷۵	۲۸۰	۴۴۰	۷۰۰	۱۱۰۰	۱/۷.۵	۲/۸	۴/۴	۷	۱۱	۱۷/۵	۲۸	
> ۲۵۰۰ تا ۳۱۵۰	۱۳	۱۸	۲۶	۳۶	۵۰	۶۸	۹۶	۱۳۵	۲۱۰	۳۳۰	۵۴۰	۸۶۰	۱۳۵۰	۲/۱	۳/۳	۵/۴	۸/۶	۱۳/۵	۲۱	۳۳	

جدول ۲-۴ مقدار عددی تولرانس های استاندارد

به این جدول با دقت نگاه کنید. این جدول پایه و مبنای همهٔ مطالب آورده شده در این بحث است<sup>۱</sup>.  
به چند نکتهٔ مهم تر دربارهٔ آن توجه کنید :

– ستون اول با واحد میلی متر درست چپ، مربوط به طول یا قطر است، مانند [۸° تا ۵°] که مفهوم آن برای بیشتر از ۵° است تا ۸° و همچنین خود ۸° (که شامل ۵° نخواهد بود).

– ستون دوم یا ۱°، با واحد میکرون متر ( $\mu\text{m}$ )، اولین کیفیت تولرانس است.

در این ستون اختلاف اندازهٔ مجاز برای اندازه‌ها داده شده است. برای نمونه در مورد ۳° تا ۱۸°، تولرانس پیشنهادی برابر ۰/۶ میکرون متر خواهد بود و شامل اندازه‌های بیشتر از ۱۸ تا ۳° و خود ۳° می‌شود.

– دیده می‌شود که در ستون‌های بعدی به طور مرتب مقدار تولرانس افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که برای نمونهٔ پیشین یعنی ۳° تا ۱۸° و مثلاً در ۹ IT خواهیم داشت  $52\mu\text{m}$ .

پرسش : ۱۱ IT، ۱۷ IT را برای قطر ۳۷، از جدول استخراج کنید.

حل : با مراجعه به جدول داریم :

$$11\text{ IT} = 160\mu\text{m} \text{ برای } 37$$

$$17\text{ IT} = 2/5\text{ mm} \text{ برای } 37$$

دیده می‌شود که مطابق این جدول، استاندارد ISO، بیست کیفیت تولرانس برای هر اندازه در نظر گرفته است. انتخاب کیفیت طبق نظر طراح انجام می‌شود.

## ۵-۴- تولرانس زاویه

زاویه هم یکی از کمیت‌های قابل اندازه‌گیری است، پس دارای تولرانس خواهد بود. این رواداری برحسب درجه، دقیقه و ثانیه بیان خواهد شد.

برای زاویه جدول اصلی خاصی در نظر نمی‌گیریم و مقادیر تولرانس زاویه یا با نظر طراح و یا از جدول تولرانس‌های آزاد برای زاویه استخراج می‌شود.

## ۶-۴- تولرانس آزاد

با آنکه جدول اصلی تولرانس می‌تواند پاسخ‌گوی همهٔ نیازهای صنعتی باشد، ولی گاهی طراح ترجیح می‌دهد که تولرانس‌هایی خارج از این جدول برای اندازه‌ها در نظر بگیرد. این تولرانس‌ها را آزاد گویند. این کار، به ویژه برای اندازه‌های غیرمؤثر، انجام می‌شود.

۱-۶-۴- جدول تولرانس‌های آزاد : تولرانس آزاد با دو روش تعیین می‌شود.

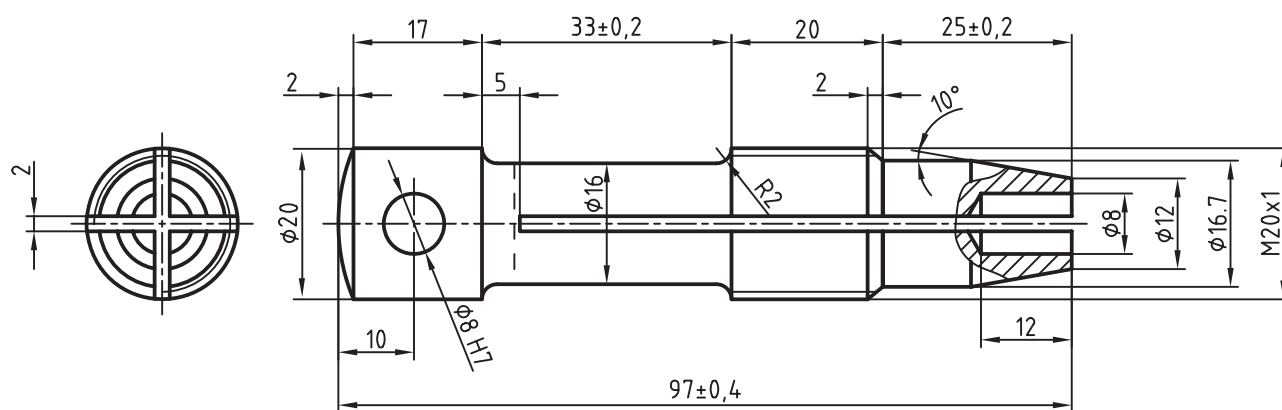
روش ۱ : در این روش، طراح خود تولرانس را می‌دهد، مثلاً برای اندازهٔ ۲۸ می‌گوید  $+0/4$  یا  $+0/5$   $-0/1$   $28\phi$  پس او

می‌تواند برای تعدادی از اندازه‌ها، تولرانس را روی نقشه بنویسد و برای بقیهٔ اندازه‌ها به عنوان نمونه بگوید :  $\pm 0/1$  (شکل ۱۴-۴).

این روش برای زمانی که اندازه‌های موجود به هم نزدیک باشند، نسبتاً خوب است.

اما اگر اختلاف اندازه‌های قطعه زیاد باشد کارایی ندارد. چرا؟

۱- اعداد این جدول براساس فرمول‌های پیشنهادی ISO محاسبه و دسته‌بندی شده است.



شکل ۱۴-۴- بدنه قلاویزگیر فشنگی

روش ۲: استفاده از جدول تolerانس‌های آزاد پیشنهادی ایزو. در این جدول که ویژه اندازه‌های غیرمؤثر است، تolerانس‌ها در چهار گروه ظریف<sup>۱</sup>، متوسط<sup>۲</sup>، خشن<sup>۳</sup> و خیلی خشن<sup>۴</sup> معرفی شده‌اند. پس می‌توان تolerانس را برای یک طول معین، ظریف، متوسط یا خشن در نظر گرفت (جدول ۳-۴).

جدول ۳-۴- مقادیر پیشنهادی تolerانس آزاد ISO به شماره ۲۷۶۸

اندازه‌ها بر حسب mm	ظریف f	متوسط m	خشن c	خیلی خشن v.c
۰/۵ تا ۳	±۰/۰۵	±۰/۱	±۰/۱۵	—
۳ تا ۶	±۰/۰۵	±۰/۱	±۰/۲	±۰/۵
۶ تا ۳۰	±۰/۱	±۰/۲	±۰/۵	±۱
۳۰ تا ۱۲۰	±۰/۱۵	±۰/۳	±۰/۸	±۱/۵
۱۲۰ تا ۳۱۵	±۰/۲	±۰/۵	±۱/۲	±۲
۳۱۵ تا ۱۰۰۰	±۰/۳	±۰/۸	±۲	±۳
۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰	±۰/۵	±۱/۲	±۳	±۴

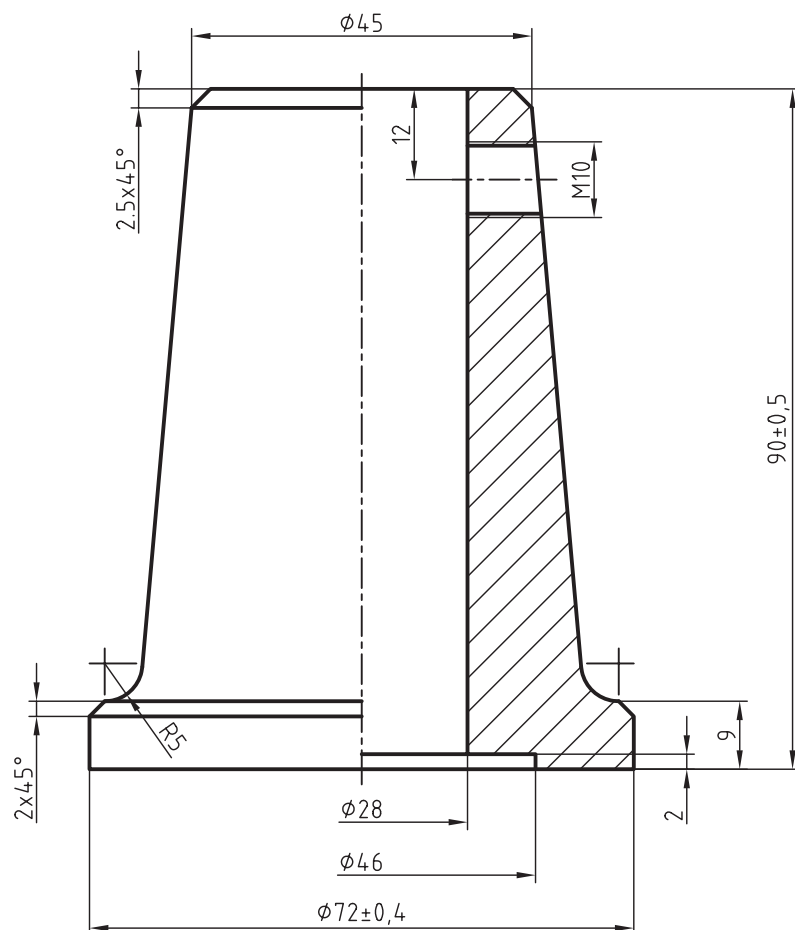
۱- ظریف، کم fine

۲- متوسط medium

۳- خشن coarse

۴- خیلی خشن very coarse

برای نمونه طراح برای اندازه‌های موجود بدون تولرانس یک نقشه، تولرانس آزاد، مرحله متوسط را انتخاب کرده است، بنابراین باید این مطلب را در جدول نقشه بنویسد. چون شماره این جدول ۲۷۶۸ می‌باشد، در جدول نقشه می‌نویسد ISO ۲۷۶۸-m. شکل ۱۵-۴ یک نمونه است.



مقیاس	نام موسسه	نقشه کش
		بازبین
تاریخ	نام نقشه	
تولرانس ISO 2768-m	پایه جک	

شکل ۱۵-۴- پایه جک

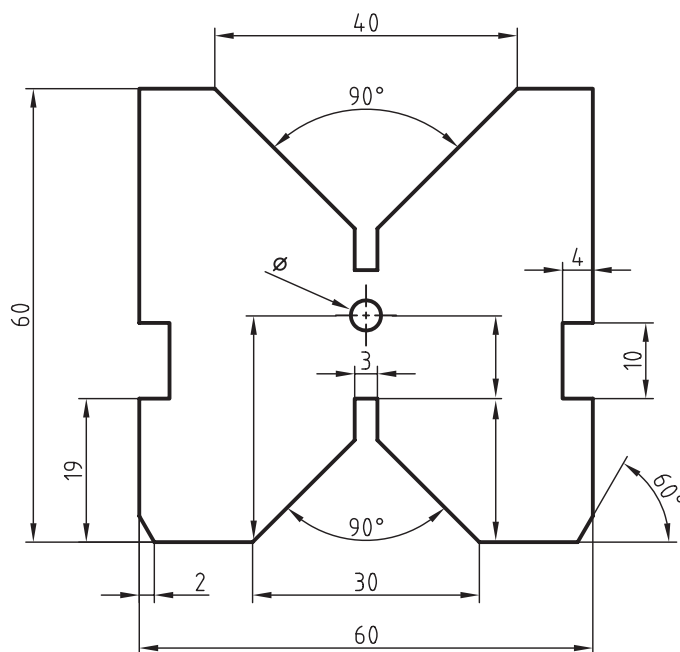
برای تولرانس زاویه جدول ۴-۴ موجود است.<sup>۱</sup>

۱- با همان شماره ۲۷۶۸. این تولرانس در حد متوسط می‌باشد.

جدول ۴-۴- تولرانس زاویه

اندازه ضلع کوتاه زاویه		۱۰ تا	۵۰ تا ۱۰	۱۲۰ تا ۵۰	۴۰۰ تا ۱۲۰
تولرانس	درجه، دقیقه	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$
	میلی متر در طول ۱۰۰	$\pm 1/8$	$\pm 0/9$	$\pm 0/6$	$\pm 0/3$

طبق این جدول دیده می شود که هرچه طول کوتاه تر زاویه افزایش یابد، دقت اندازه گیری بیشتر می شود. پس می توان زاویه را دقیق تر ساخت (شکل ۴-۱۶).



نام منشور		
	مقیاس	1:1
	تولرانس	ISO 2768-m

شکل ۴-۱۶- منشور

چنین تولرانسی متوسط<sup>۱</sup> است. در شکل مقدار تولرانس با توجه به طول کوتاه تر زاویه داده شده که مبنای آن یا خود طول ضلع کوتاه تر، (متناسب با ردیف دوم جدول) یا تاثرات زاویه انحراف است.

## ۴-۷- چگونگی تعیین تولرانس یک اندازه

در شکل ۴-۱۷ یک پیستون داده شده است. فرض می‌کنیم هدف اندازه برداری این قطعه برای تهیه نقشه آن است. یکی از مواردی که باید مشخص شود، تولرانس هر اندازه است. در مورد اندازه‌های آزاد یا غیرمؤثر کار ساده است.

بدین ترتیب که اگر قطعه ما مربوط به صنایع سبک و ماشین‌سازی معمولی و دقیق است، مرحله متوسط جدول تولرانس‌های آزاد کافی است. اما کار برای اندازه‌های مؤثر به این سادگی نیست. اندازه‌هایی مانند  $\phi 20$  و  $3$  و  $5$  و  $\phi 66$  اندازه‌های مؤثر هستند که در کارکرد قطعه اثر مستقیم دارند. برای تعیین تولرانس آن‌ها می‌توان:

۱- به طور مستقیم به طراح یا فرد ارشد و صاحب نظر قسمت مراجعه و میدان‌های تولرانس را پرسید و در نقشه درج نمود.

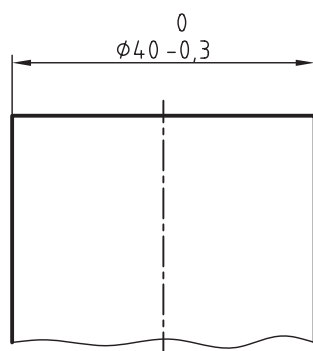
۲- با توجه به اینکه در صنایع سبک، معمولاً قطر سوراخ، میدان معین دارد، مشکلی برای اندازه  $\phi 20$  یا حتی  $3$  نیست<sup>۲</sup>. اما برای اندازه‌های  $5$  و  $66$ ، تنها یک اندازه فعلی برای ما موجود است. در این حال یا باید نظر فرد ارشد رعایت شود یا اطلاعات لازم از کارخانه سازنده و منابع دیگر دریافت شود. در صورتی که تعدادی قطعه نو مثلاً  $50$  عدد در اختیار باشد، ابتدا تمام اندازه‌های فعلی برداشته شود و پس از تعیین میانگین اندازه‌ها، اختلاف آن با بزرگترین و نیز کوچکترین موارد تعیین شود، که هم مقدار و هم موقعیت تولرانس مشخص شود.<sup>۳</sup>

## ۴-۸- درج تولرانس در نقشه

برای نوشتن درست و استاندارد تولرانس‌ها در نقشه باید مانند اندازه‌گذاری، نهایت دقت را به کار ببریم. برای این کار نمونه‌هایی اساسی آورده می‌شوند که باید با دقت به مورد اجراء گذاشته شوند. نکته مهم دیگر آن است که اندازه‌ها باید همه برحسب میلی‌متر باشند. در شکل ۴-۱۸ میله‌ای با تولرانس آزاد و قطر نامی  $40$  داده شده است.

دیده می‌شود که حد پایینی درست در مقابل  $\phi 40$  و حد بالایی در بالای آن نوشته شده است. چون انحراف یا حد بالایی صفر است، نیاز به نشانه مثبت یا منفی نیست.

شکل ۴-۱۸



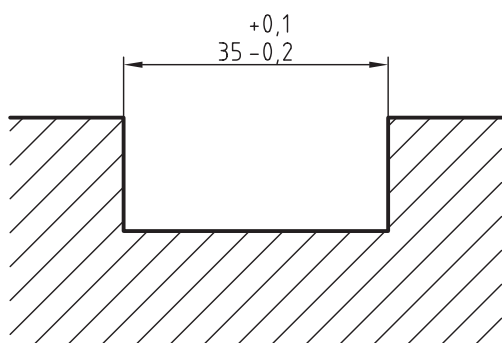
۱- مقادیر خشن هم موجود است. به جدول‌های کامل‌تر مراجعه کنید.

۲- در فصل چهارم به آن می‌پردازیم.

۳- از اساتید محترم، خواهشمند است در صورت لزوم توضیح بدهند.

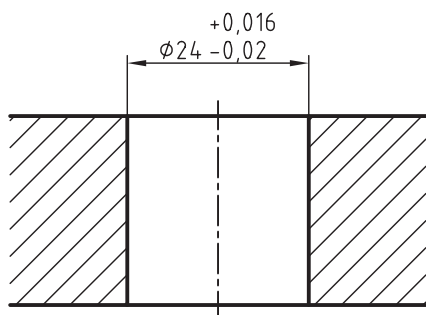


در شکل ۴-۱۹ هر دو انحراف دارای مقدار است. شکاف موجود همان مفهوم سوراخ را دارد.



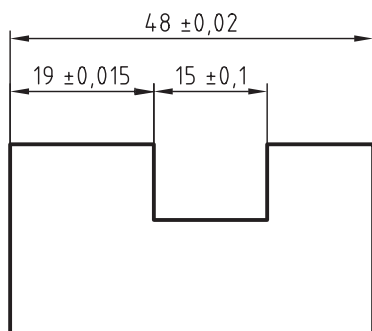
شکل ۴-۱۹

در شکل ۴-۲۰ نمونه دیگری با تolerانس خیلی کم ارائه شده است.



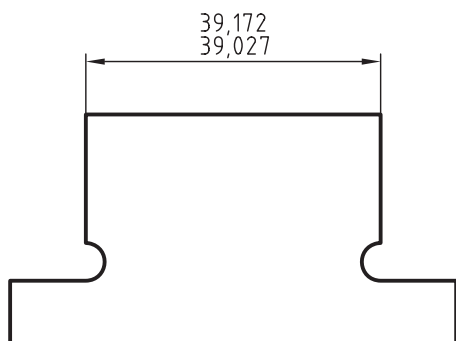
شکل ۴-۲۰

در شکل ۴-۲۱، تolerانس به صورت متقارن تقسیم به دو حد بالا و پایین شده است. ضمناً شکاف موجود هم دارای اندازه گذاری است.

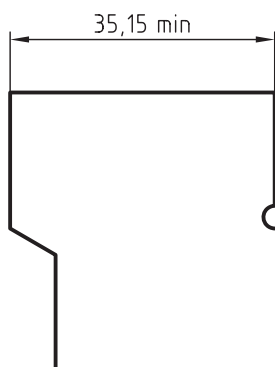


شکل ۴-۲۱

در شکل ۴-۲۲، نیاز بوده است که هم بزرگترین و هم کوچکترین اندازه مستقیماً درج شود.

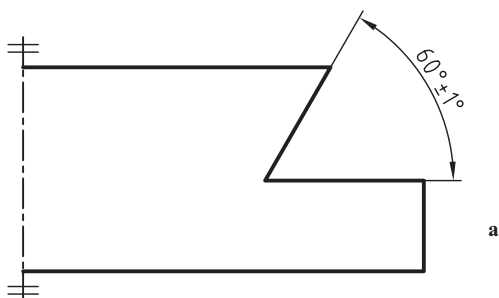


شکل ۴-۲۲

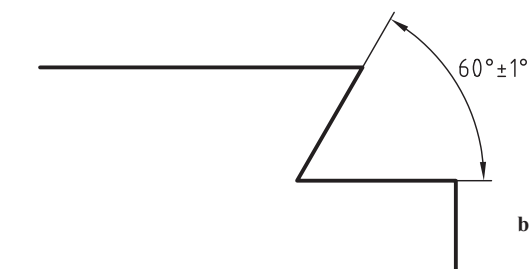


شکل ۴-۲۳

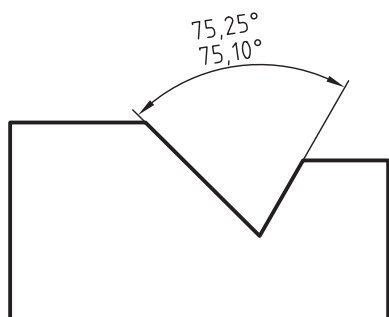
ممکن است نیاز باشد کوچکترین اندازه از حد معینی کمتر نشود، این کوچکترین اندازه را با نشانه min مشخص می کنیم (شکل ۴-۲۳).  
البته این کار را برای بزرگترین اندازه هم می توان با نماد max انجام داد.



در شکل ۴-۲۴، زاویه ای با تolerانس ۲ درجه و با دو حد متقارن داده شده است.

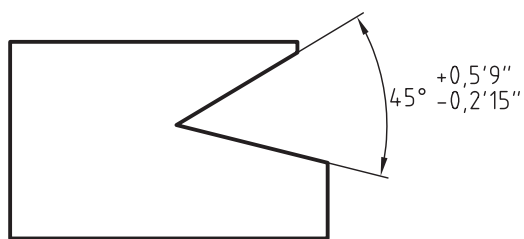


شکل ۴-۲۴



شکل ۴-۲۵

در شکل ۴-۲۵، یک زاویه با بزرگترین و کوچکترین اندازه داده شده است.



شکل ۴-۲۶

شکل ۴-۲۶، زاویه ای را با دو حد بالایی و پایینی متفاوت معرفی می کند.  
نقشه ای که همه تolerانس های آن مشخص نباشد، بی ارزش

است!؟

## خلاصه مطالب مهم



- ۱- اندازه‌های موجود روی یک قطعه به دو دسته مؤثر و غیرمؤثر تقسیم می‌شوند.
- ۲- تولرانس مقدار خطایی است که طراح برای یک اندازه مجاز می‌داند.
- ۳- اندازه اسمی، اندازه‌های مورد درخواست طراح است.
- ۴- مقدار تولرانس، اختلاف بین بزرگترین و کوچکترین اندازه مورد قبول است.
- ۵- حد بالایی، اختلاف بین بزرگترین اندازه قابل قبول و اندازه اسمی است.
- ۶- حد پایینی، اختلاف بین کوچکترین اندازه قابل قبول و اندازه اسمی است.
- ۷- اندازه فعلی، اندازه به دست آمده در ساخت است.
- ۸- خط صفر، نمایش دهنده محدوده اندازه اسمی است.
- ۹- کیفیت تولرانس عبارت است از مقدار تولرانس.
- ۱۰- هرچه تولرانس یک اندازه کمتر باشد، آن اندازه دقیق‌تر و به اندازه واقعی نزدیک‌تر است.
- ۱۱- موقعیت تولرانس، چگونگی قرار گرفتن حد بالایی و حد پایینی نسبت به خط صفر است.
- ۱۲- میدان تولرانس مجموعه کیفیت و موقعیت تولرانس است.
- ۱۳- برای یک اندازه و تولرانس آن، پنج میدان اصلی وجود دارد.
- ۱۴- استاندارد برای تولرانس‌های یک اندازه، ۲۰ کیفیت در نظر گرفته است.
- ۱۵- جدول اصلی تولرانس‌های ایزو برای اندازه‌های مؤثر است.
- ۱۶- تولرانس اندازه‌های غیرمؤثر یا توسط طراح یا از جدول تولرانس‌های آزاد انتخاب می‌شود.
- ۱۷- جدول تولرانس‌های آزاد چهار مرحله ظریف، متوسط، خشن و خیلی خشن دارد.
- ۱۸- جدول تولرانس زاویه براساس طول ضلع کوچکتر زاویه تنظیم شده است.

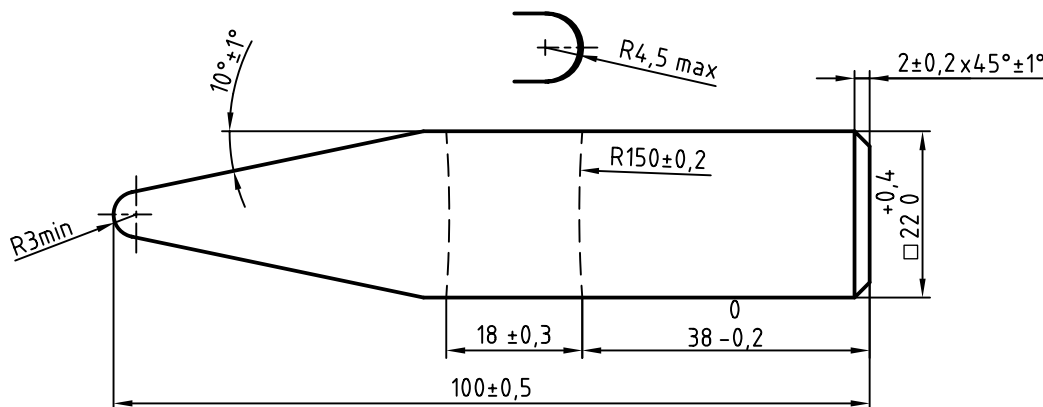
## خود را بیازمایید



- ۱- اندازه‌های موجود روی یک قطعه چند نوع است؟ با رسم شکل نشان دهید.
- ۲- در چه زمانی از تولرانس سخن به میان می‌آید و تعریف دقیق فنی آن چیست؟
- ۳- مفاهیم اندازه اسمی، بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازه، مقدار تولرانس، حد بالا، حد پایین، اندازه فعلی و خط صفر را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۴- کیفیت، موقعیت و میدان تولرانس را تعریف کنید.
- ۵- با آوردن یک نمونه عددی و رسم شکل، میدان‌های پنج گانه تولرانس را توضیح دهید.
- ۶- کیفیت تولرانس ایزو چند مرحله است و چرا این تعداد مرحله در نظر گرفته می‌شود؟
- ۷- هرچه راجع به جدول اصلی تولرانس‌های ایزو می‌دانید بنویسید.
- ۸- هرچه در مورد جدول تولرانس‌های آزاد و لزوم آن می‌دانید بنویسید.
- ۹- چرا انتخاب تولرانس‌های مرغوب‌تر، گران‌تر تمام می‌شود؟
- ۱۰- تولرانس یک اندازه مؤثر از یک قطعه صنعتی را چگونه معین می‌کنید؟ دقیقاً توضیح دهید.

- ۱۱- با رسم یک نقشه ساده، چگونگی تولرانس گذاری کامل آن را توضیح دهید.
- ۱۲- چه زمانی می توانید توضیحی راجع به تولرانس در جدول بنویسید، نمونه بیاورید.
- ۱۳- تولرانس اندازه های ۲۱، ۳۰ و ۳۱۲ را در IT های ۷ و ۱۱ و ۱۶، از جدول اصلی تولرانس ها به دست آورید.

- ۱۴- تولرانس اندازه های بالا از جدول تولرانس های آزاد، مراحل m و c چیست؟
- ۱۵- در شکل ۲۷-۴، در مورد هر اندازه و زاویه، بزرگترین و کوچکترین اندازه، تولرانس، حد بالا، حد پایین و اندازه اسمی را معین کنید.



شکل ۲۷-۴- سرچکش ۳۰۰ گرمی

- ۱۶- در مورد نوشتن تولرانس های اندازه و زاویه در نقشه، در شرایط مختلف با رسم شکل توضیح دهید.

## ارزشیابی عملی

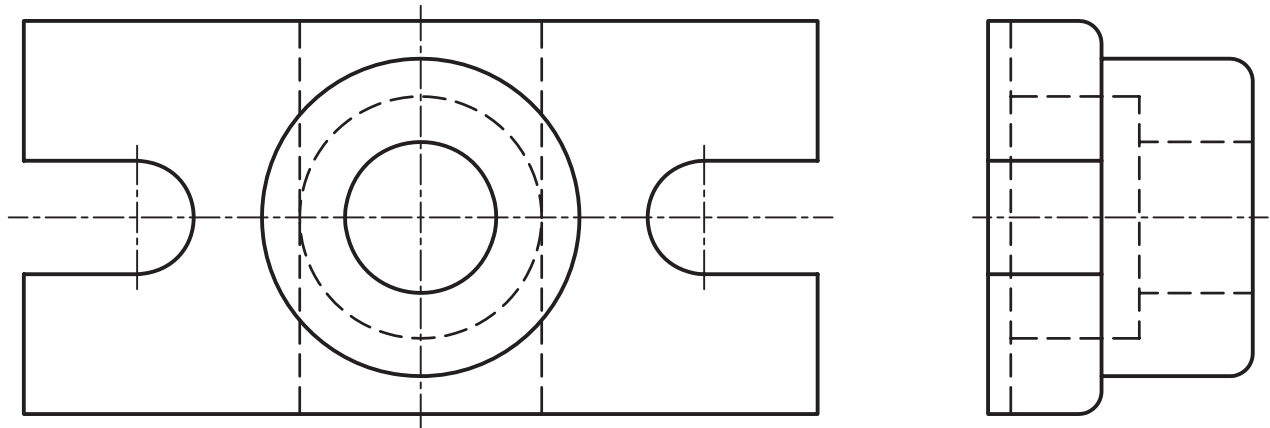


پیش از شروع به تمرین در کلاس، باید شکل های ۲۸-۴ تا ۳۶-۴ کپی شود و در اختیار هنرجویان قرار گیرد. هیچ شکلی ترسیم مجدد نخواهد شد و هر تمرین زمانی باید انجام شود که تمرین قبلی به درستی تأیید شده باشد. (هر نقشه روی یک برگ A۴)

- ۱- با رسم هایی ساده، موارد اشاره شده در شکل های ۸-۴ تا ۱۳-۴ و ۱۸-۴ تا ۲۶-۴ را با دقت رسم کنید.

- ۲- بر روی پایه برنزی شکل ۲۸-۴ موارد زیر را مشخص کنید.
- بلندی با تولرانس ۰/۴، قدر مطلق حدود برابر (یعنی به صورت  $\pm 0.2$  نوشته شود)
  - طول با تولرانس ۰/۸، قدر مطلق حدود برابر
  - عرض کلی با تولرانس ۰/۲ با حدود متقارن (یعنی  $\pm 0.1$ )
  - برای همه کمان ها، تولرانس ۰/۳ با حدود متقارن

– همهٔ تولرانس‌های داده نشده  $0.5^\circ$ ، با حدود متقارن



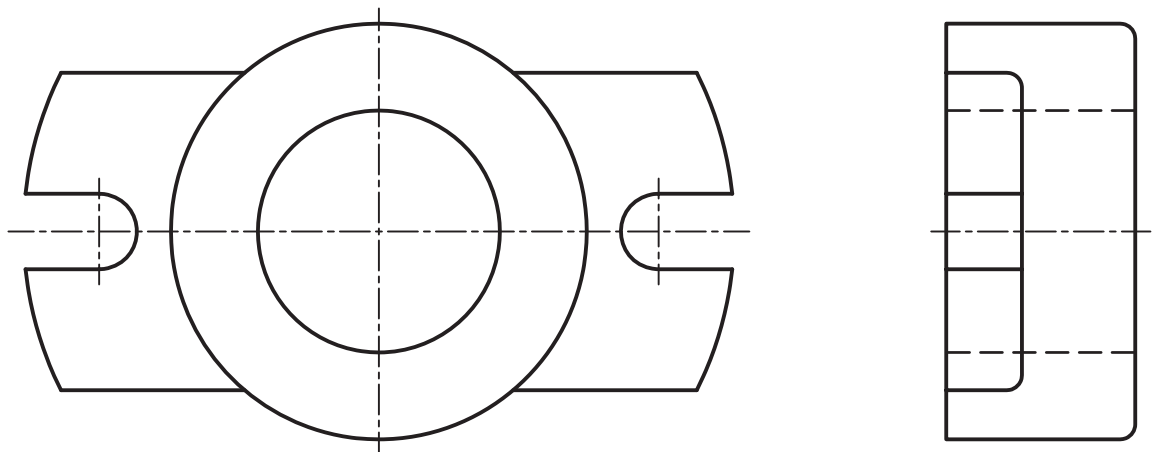
شکل ۴-۲۸

۳- بر روی پایهٔ آلومینیومی شکل ۴-۲۹ موارد زیر را مشخص کنید :

– برای کمان‌ها و دایره‌های موجود به ترتیب تولرانس‌های  $0.6^\circ$ ،  $0.5^\circ$ ،  $0.4^\circ$ ،  $0.3^\circ$  و  $0.2^\circ$ ، از بزرگ به کوچک و همه متقارن.

– اندازه‌های باقی مانده همه با تولرانس  $0.44^\circ$  با حدود متقارن.

آیا تولرانس  $0.44^\circ$  برای اندازه‌های باقی مانده مناسب است؟ نظر خود را بگویید.



شکل ۴-۲۹

۴- روی قطعهٔ راهنما از St۳۷، شکل ۴-۳۰ کارهای زیر انجام شود :

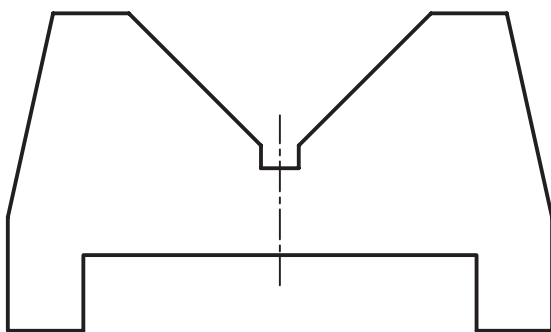
– تولرانس زاویهٔ  $9^\circ$  درجه برابر  $0.2^\circ$  درجه با حدود قرینه

– تولرانس زاویه در نمای جانبی،  $2^\circ$  درجه با حدود قرینه

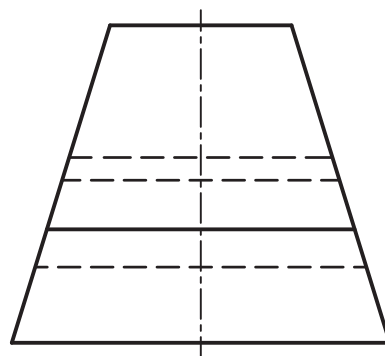
– ارتفاع شیار زیر قطعه با تولرانس  $0.1^\circ$  و حدود قرینه

– تولرانس زاویهٔ کوچکتر در نمای روبه رو  $3^\circ$  درجه به طور قرینه

– دیگر تولرانس‌ها همه برابر  $0.4^\circ$  و به صورت قرینه



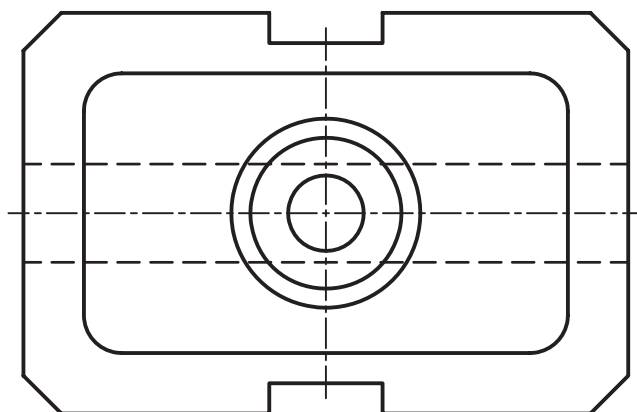
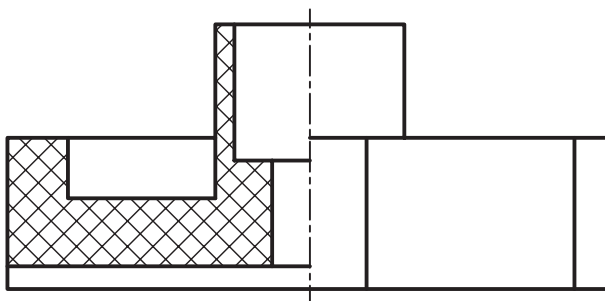
شکل ۴-۳۰



۵- روی پایه آلومینیومی شکل ۴-۳۱ باید اندازه‌گذاری کامل انجام شود، ضمناً همه تolerانس‌ها به طور

قرینه.

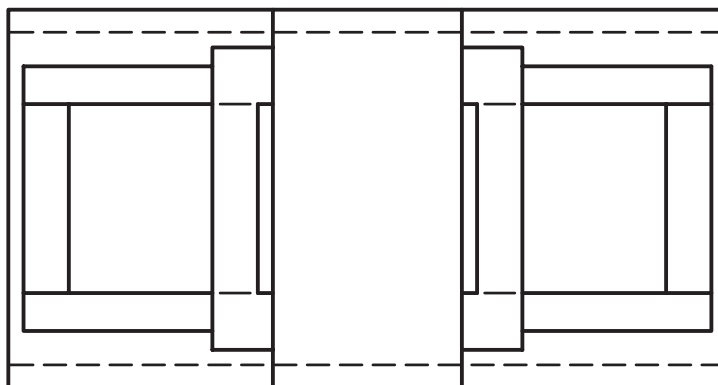
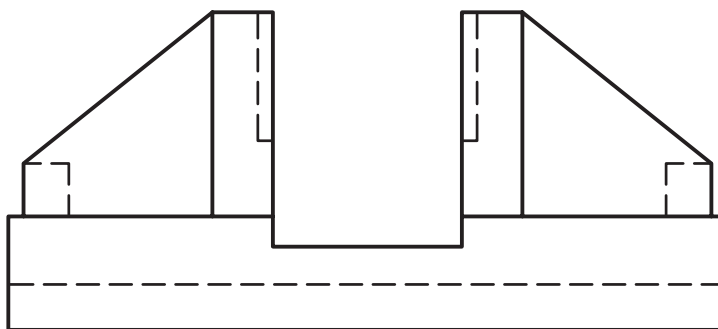
- تولرانس طول کلی ۰/۴
- تولرانس بلندی کلی ۰/۳
- تولرانس عرض کلی ۰/۳۴
- تولرانس شیارهای عمودی و طولی ۰/۳۸
- تولرانس برای دیگر قسمت‌ها ۰/۲



شکل ۴-۳۱

۶- برای پایه پلاستیک داده شده در شکل ۴-۳۲ :

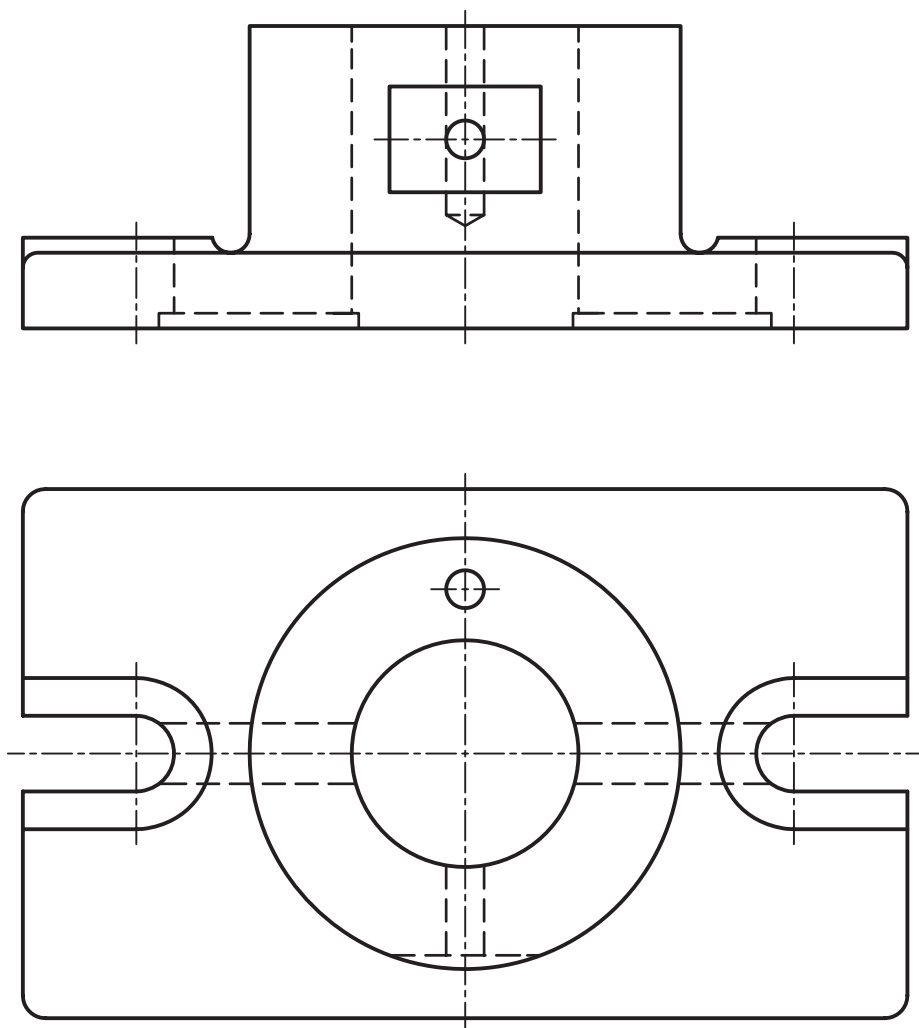
- طول با تولرانس  $\pm 0.36$  و حدود متقارن
- بلندی با تولرانس  $\pm 0.36$ ، حد بالایی  $0.1$
- تولرانس عرض  $\pm 0.4$  با حد پایینی  $0.35$
- تولرانس شکاف عرضی  $\pm 0.36$  با حد پایینی صفر
- تولرانس های دیگر  $\pm 0.4$  با حدود متقارن



شکل ۴-۳۲

۷- برای بدنه داده شده در شکل ۴-۳۳ :

- سوراخ وسط با تولرانس  $\pm 0.14$  و حد پایینی صفر
- شکاف U شکل با تولرانس  $\pm 0.2$  و حد پایینی صفر
- فاصله سوراخ کوچک در نمای افقی و مرکز سوراخ بزرگ با تولرانس  $\pm 0.2$  و حدود قرینه
- تولرانس برای فاصله سوراخ کوچک در نمای روبه رو با کف قطعه  $\pm 0.24$  و حدود متقارن
- تولرانس های دیگر، مرحله متوسط از جدول تولرانس های آزاد.



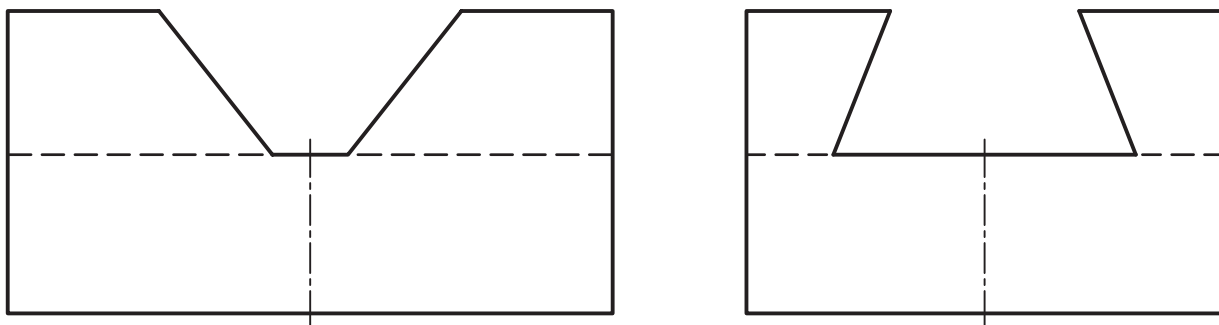
شکل ۴-۳۳

۸- برای کشویی فولادی شکل ۴-۳۴ :

- سوراخی به قطر  $20^\circ$  در وسط با تولرانس  $0.17^\circ$  و حد پایینی صفر در نظر بگیرید.

- تولرانس زاویه ها از جدول تولرانس های آزاد زاویه

- دیگر تولرانس ها از جدول تولرانس های آزاد مرحله خشن

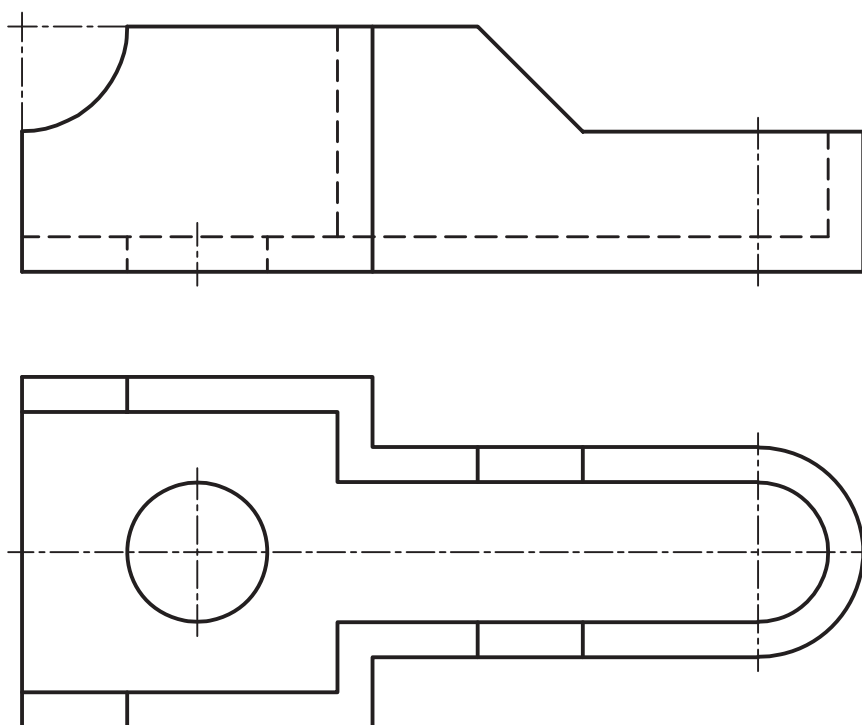


شکل ۴-۳۴



۹- برای بدنه آلومینیومی شکل ۴-۳۵ :

- ربع دایره با تولرانس  $0/2^\circ$ ، متقارن
- سوارخ با تولرانس  $0/2^\circ$  و میدان چهارم، به ترتیب میدان‌های گفته شده
- طول کلی با بزرگترین اندازه برابر اندازه اسمی
- عرض کلی با کوچکترین اندازه برابر اندازه اسمی
- برای شعاع‌های مشخص شده، تولرانس  $0/2^\circ$ ، با توجه به میدان سوم. بنابراین، میزان حدهای بالا و پایین را خود انتخاب کنید و در نقشه بنویسید.
- تولرانس زاویه موجود در نمای روبه رو از جدول تولرانس‌های زاویه
- دیگر تولرانس‌ها از جدول تولرانس‌های آزاد، مرحله متوسط

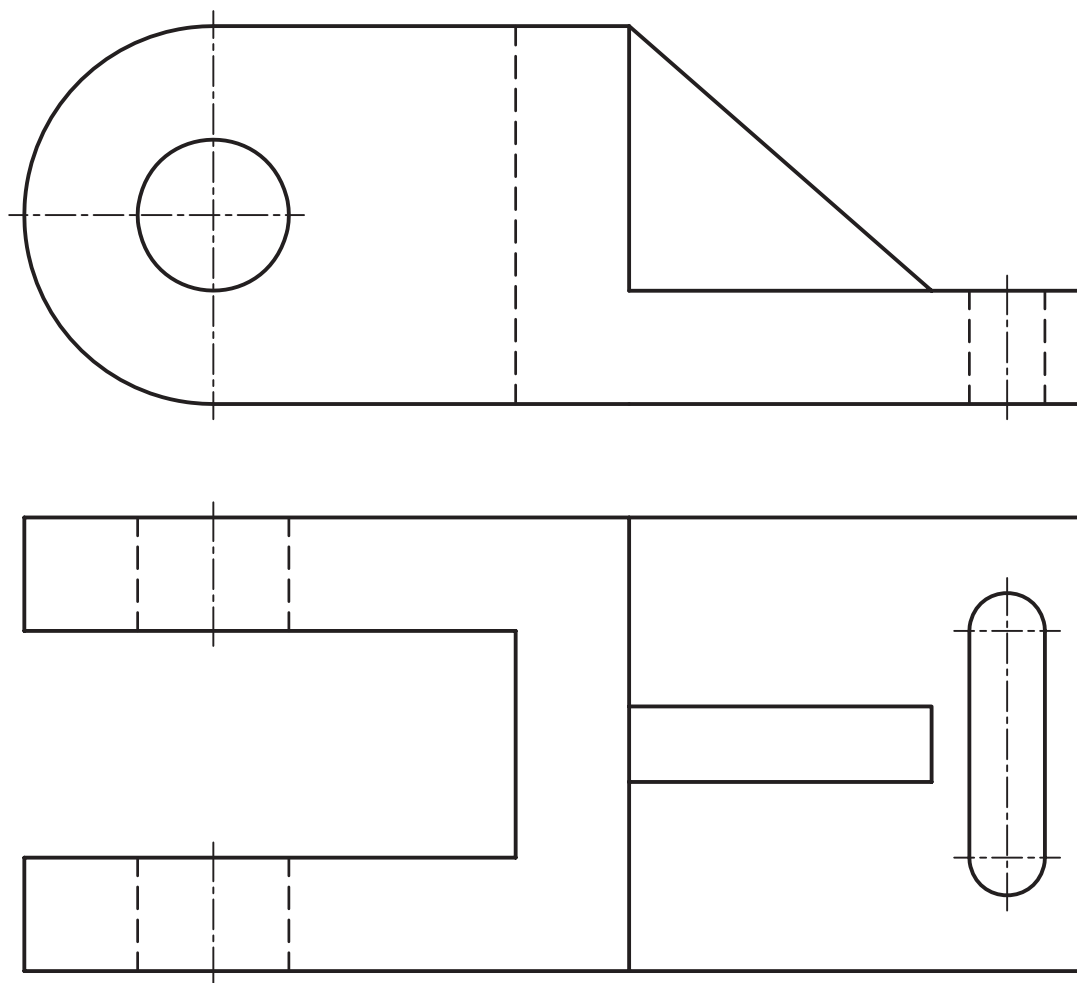


شکل ۴-۳۵

۱۰- برای قطعه واسطه چدنی شکل ۴-۳۶ :

- نقشه باید به طور کامل اندازه‌گذاری شود.
- تولرانس شکاف‌ها و سوارخ با IT ۷ و با حد پایینی صفر با درج اندازه‌ها به صورت کوچکترین اندازه و بزرگترین اندازه
- شعاع کمان بزرگ با IT ۸ و انحراف‌های قرینه
- فاصله محور سوارخ سمت چپ و محور شکاف سمت راست با IT ۹ و میدان پنجم تولرانس، حد بالا و پایین را خود مشخص کنید.

— سایر تولرانس‌ها از جدول تولرانس‌های آزاد مرحله متوسط.



شکل ۳۶-۴

## برای مطالعه



جدول اصلی تولرانس‌های ایزو افزون بر مقادیر میلی متری، به صورت اینچی هم ارائه شده است. اعداد جدول اصلی و آزاد، در تمام استانداردها یکسان و مورد پذیرش است. مبنای این جدول فرمول‌های پیشنهادی است که از راه تجربه به دست آمده‌اند. این جدول در کارهای معمولی تا اندازه ۵۰۰ کاربرد دارد ولی ادامه آن تا ۱۰۰۰۰ هم وجود دارد. به طور معمول می‌توان گفت که از IT ۱ تا IT ۱۶ بیشترین کاربرد را در صنعت دارد، ولی از IT ۰ و IT ۱۷ و همچنین IT ۱۸ خیلی کمتر و در کارهای خیلی ظریف یا خیلی خشن استفاده می‌شود. اضافه می‌شود که امروزه صناعی وجود دارند که مقادیری ظریف‌تر از جدول اصلی را هم به کار می‌برند و این مربوط به استانداردهای ملی یا کارخانه‌ای است. در مورد جدول تولرانس‌های آزاد طول و زاویه هم شماره استاندارد آمریکا ۴/۳ ANSI/B و شماره استاندارد آلمان DIN/۷۱۶۸ بوده است (اکنون منسوخ است).

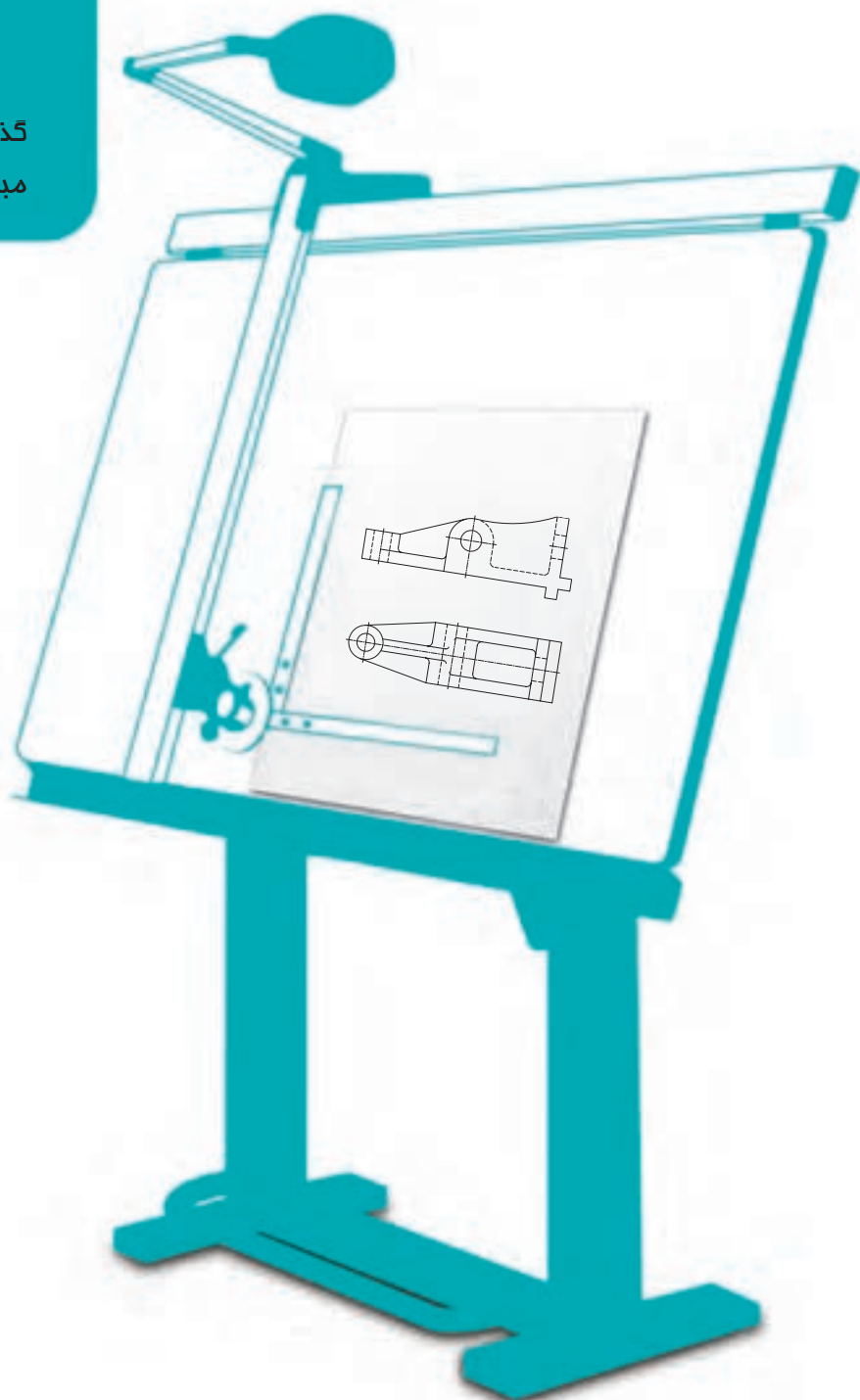
## تحقیق کنید



در یک IT ثابت، هر چه اندازه بزرگتر می شود، تولرانس مربوط به آن هم زیاد می شود!! چرا؟  
چرا وقتی اندازه ها اختلاف زیادی با هم دارند، دادن تولرانس آزاد یکسان برای همه اندازه ها خوب نیست؟  
قطر یک دایره به صورت  $\phi 200 \pm 0.2$  و یک دایره دیگر  $\phi 2 \pm 0.1$  شده است. تولرانس کدام مرغوب تر است؟

# فصل پنجم انطباق در صنعت

گذشتن یک میله از یک سوراخ، موجد  
مبمٹ بزرگی به نام انطباق است.



### انطباق در صنعت

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده در پایان این درس می‌تواند :

- ۱- مفهوم فنی یک انطباق را توضیح دهد.
- ۲- مراحل انطباق استاندارد را نام ببرد.
- ۳- مفهوم دستگاه سوراخ مبنا را توضیح دهد.
- ۴- مفهوم دستگاه میله مبنا را توضیح دهد.
- ۵- کاربرد دستگاه‌های مبنا را توضیح دهد.
- ۶- اطلاعات لازم را از جدول انطباق استخراج کند.
- ۷- نشانه‌های انطباقی را در نقشه بنویسد.
- ۸- نقشه اجرایی را رسم کند.

#### ۱-۵- مقدمه

به شکل ۱-۵ نگاه کنید. این شکل یکی از مهم‌ترین مفاهیم صنعتی را به زبانی ساده بیان می‌کند. کامیونی هنگام حرکت باید از زیر گذری عبور کند. در حالت a به علت آن که سقف به اندازه کافی بلند است، یا با بلندی کامیون تناسب دارد، کامیون به راحتی و بدون هیچ گونه اشکالی رد می‌شود. در این صورت عبور روان و آزاد انجام می‌پذیرد. در حالت b به علت آن که بلندی سقف تقریباً برابر با ارتفاع کامیون موجود است، عبور به راحتی انجام نمی‌شود و در برابر حرکت کم و بیش مقاومتی صورت می‌گیرد، اما به هر حال عبور انجام می‌شود. در حالت c بلندی کامیون و سقف تناسب لازم را ندارند، پس اختلاف بلندی باعث برخورد و اصطکاک شدید می‌شود، به گونه‌ای که عبور به این سادگی‌ها امکان ندارد. در این جا عامل مهم، اختلاف اندازه‌ایست که می‌توان برای بلندی سقف یا کامیون قائل شد. برای انجام رویدادهای بالا سه حالت ممکن است :

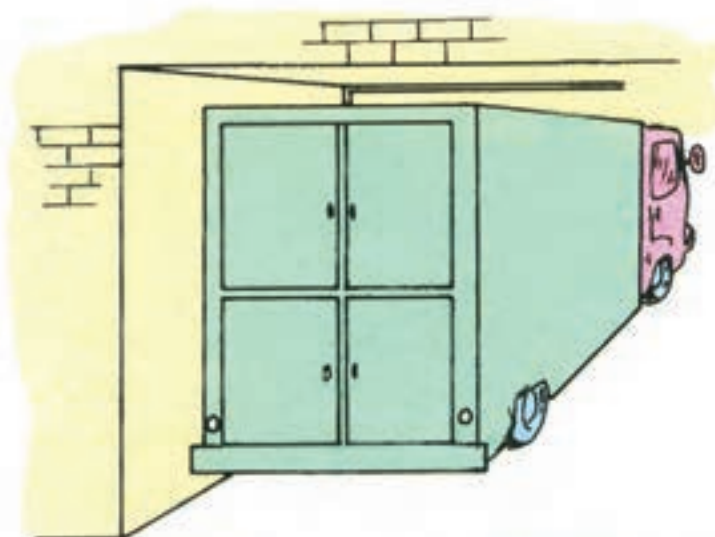
۱- ارتفاع سقف ثابت باشد و ارتفاع کامیون‌ها تغییر کند. یعنی حالت‌های بالا را تنها با تغییر دادن ارتفاع کامیون‌ها به دست آورد.

۲- ارتفاع کامیون ثابت باشد، اما بخواهد از زیر سقف‌هایی با ارتفاع‌های مختلف بگذرد.

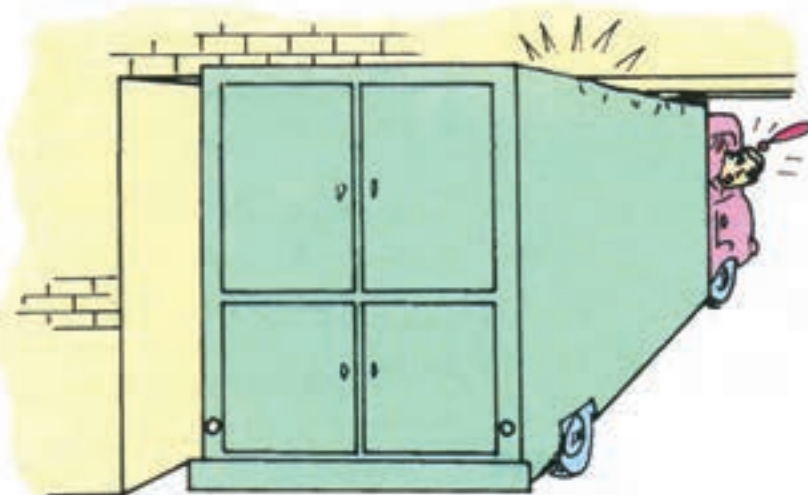
۳- تغییر بلندی مربوط به هر دو باشد.

اگر بلندی کامیون یا سقف را به طور مستقل و جدا از هم در نظر بگیریم یک مطلب است، ولی اگر آن‌ها را در ارتباط با یکدیگر سنجش کنیم، مطلبی دیگر است.

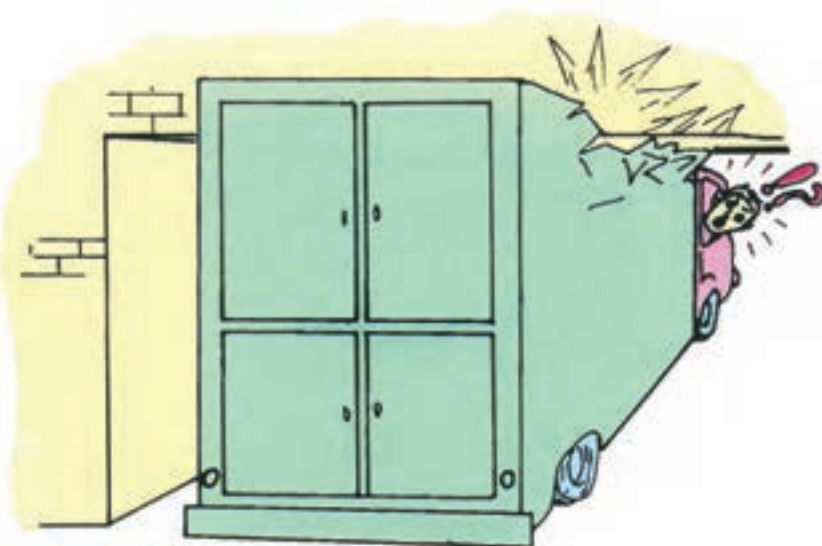
در ساخت قطعه‌های صنعتی، چنین تغییراتی در اندازه‌ها بسیار مهم است، به گونه‌ای که طراحان صنعتی همیشه ملزم به تعیین



a



b

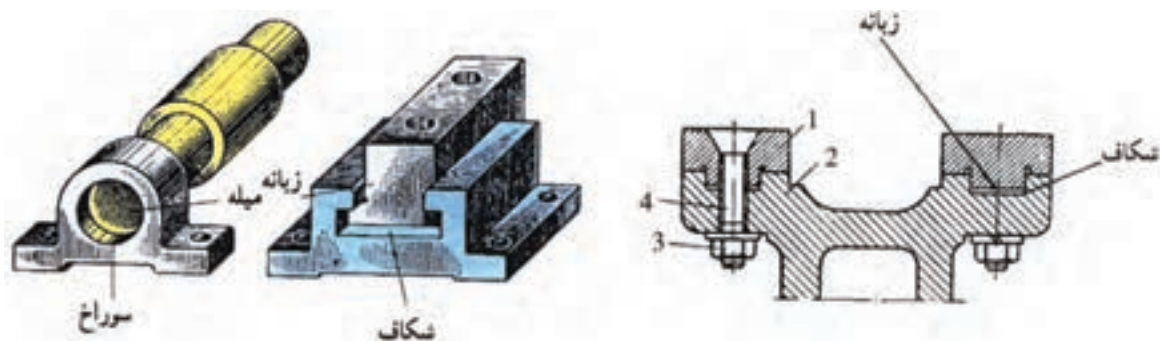


c

شکل ۱-۵

دقیق اختلاف اندازه‌های مجاز در طراحی‌های خود هستند. برای نمونه کسی که یک گیره را طراحی می‌کند باید ضمن دادن اندازه‌های اصلی (برای قسمت‌های مختلف یک قطعه)، تغییرات مجاز برای هر اندازه را نیز بدهد. این موضوع تا آنجا که به یک اندازه آزاد مانند طول اهرم گیره مربوط است، نوعی تغییر را تحمل می‌کند و آن جا که مربوط به دو قطعه در هم رفتنی و منطبق شونده است، نوعی دیگر را، که تازه بستگی به نوع تداخل هم دارد.

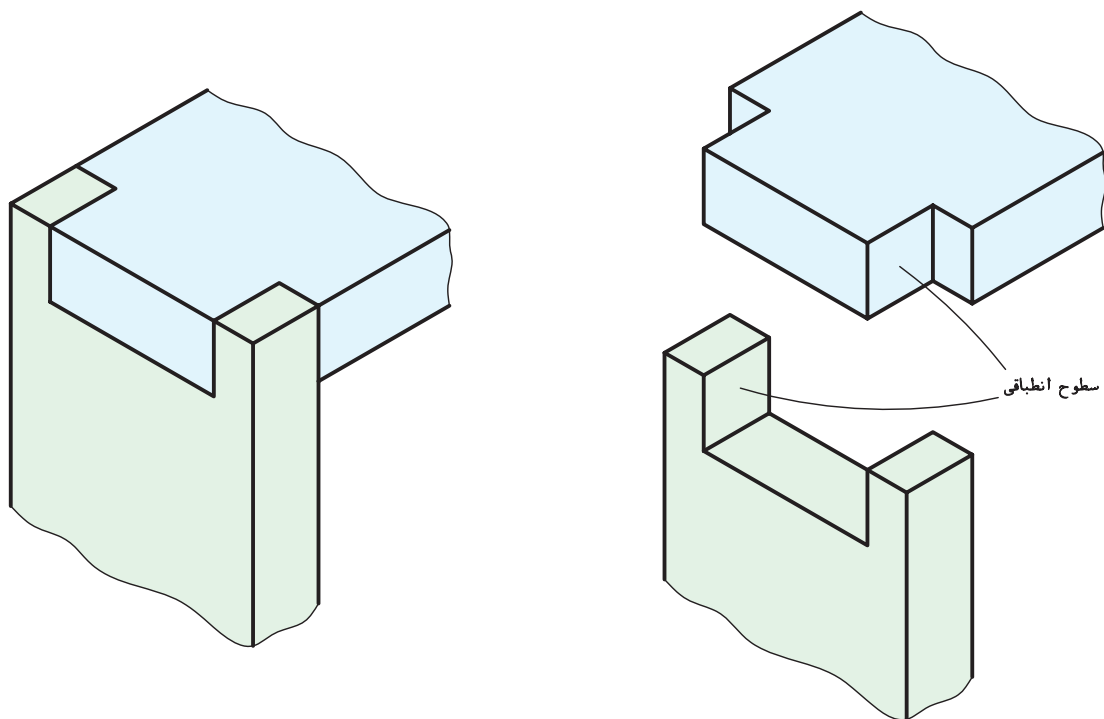
**۱-۱-۵- مفهوم فنی انطباق:** اگر یک قطعه، به هر صورت، در قطعه‌ای دیگر داخل شود، می‌گویند یک انطباق انجام گرفته است. به شکل ۵-۲ نگاه کنید.



شکل ۵-۲- چندگونه انطباق

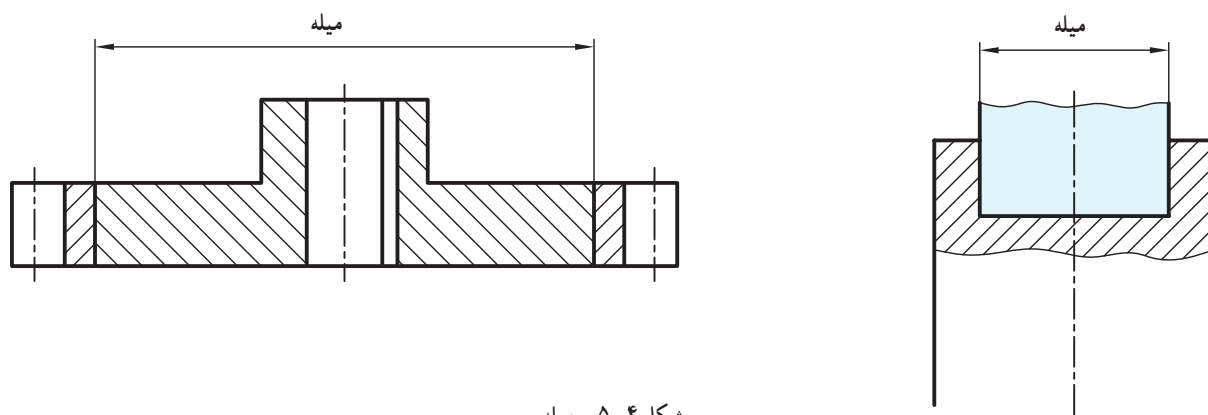
در این شکل‌ها انواعی از انطباق دیده می‌شود. داخل شدن میله در سوراخ یا زبانه در شکاف، هر دو انطباق هستند. به شکل ۵-۳ نگاه کنید.

در یک انطباق، سطوحی با یکدیگر مجاور خواهند شد که لازمه این مجاورت نوعی تداخل، به هر شکلی، است. آن سطوح را، سطوح انطباق می‌گویند.



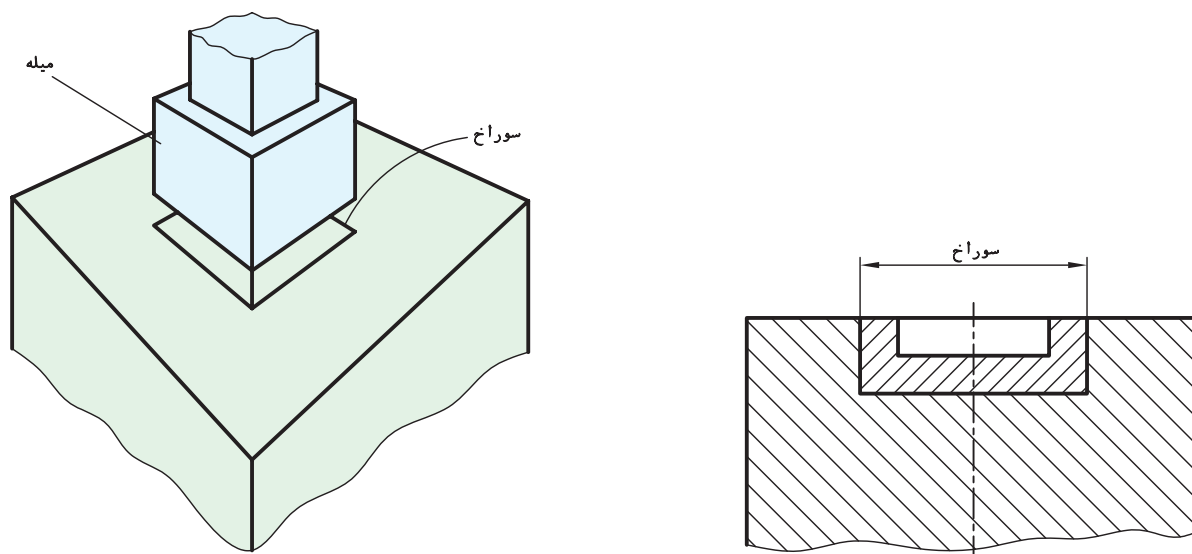
شکل ۵-۳- سطوح انطباقی

۵-۱-۲- میله: منظور از میله در یک انطباق، علاوه بر معنی عمومی آن که قطعه‌ای استوانه‌ای است، هر فرم و شکل دیگر از قطعه است که در یک انطباق، وارد قطعه‌ای دیگر می‌شود. مانند میله‌ای که داخل سوراخ می‌شود و مانند زبانه‌ای که داخل شکاف قرار می‌گیرد. شکل ۵-۴ انواعی از میله را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۴- میله

۵-۱-۳- سوراخ: منظور از سوراخ در یک انطباق، علاوه بر معنی عمومی آن یعنی سوراخ به شکل استوانه‌ای، هر فرم و شکلی است که قطعه در آن داخل می‌شود. شکل ۵-۵ نمونه‌هایی را معرفی می‌کند. پس به طور کلی یک اندازه خارجی را میله و یک اندازه داخلی را سوراخ گویند.



شکل ۵-۵- سوراخ

## ۵-۲- انواع انطباق<sup>۱</sup>

روشن است که گوناگونی تولیدات صنعتی درجه‌های مختلفی از انطباق را طلب می‌کند. از نظر کلی سه مرحله برای انطباق وجود دارد.

۱- چون دمای استاندارد صنعتی  $20^{\circ}\text{C}$  می‌باشد، تمام مواردی که گفته شده یا می‌شود در این دما اعتبار دارد.



### ۱-۲-۵- انطباق بازی دار: انطباق بازی دار یا آزاد، زمانی

پیش می آید که دو قطعه منطبق شوند، نسبت به هم دارای لقی باشند. به طور کلی:

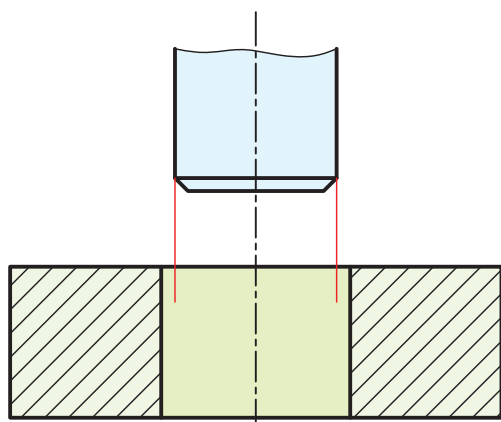
$$(\text{اندازه فعلی میله}) - (\text{اندازه فعلی سوراخ}) = \text{لقی}$$

شکل ۵-۶ طبق اندازه فعلی میله و سوراخ رسم شده است.

لقی یا میزان بازی میان میله و سوراخ هم می تواند دارای دو حد بالا و پایین باشد.

(کوچکترین اندازه میله) - (بزرگترین اندازه سوراخ) = بیشترین لقی

(بزرگترین اندازه میله) - (کوچکترین اندازه سوراخ) = کمترین لقی



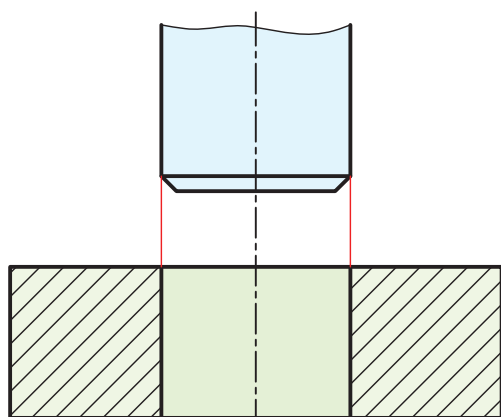
شکل ۵-۶ انطباق بازی دار

### ۲-۲-۵- انطباق روان: انطباق عبوری یا روان یا انتقالی،

حالتی است که دو قطعه ضمن نداشتن لقی در یکدیگر قابل حرکت و لغزیدن با نیروی کم هستند.

این نتیجه گیری با اندازه های فعلی تقریباً مساوی حاصل می شود.

شکل ۵-۷ میله و سوراخ را با اندازه های فعلی نشان می دهد.



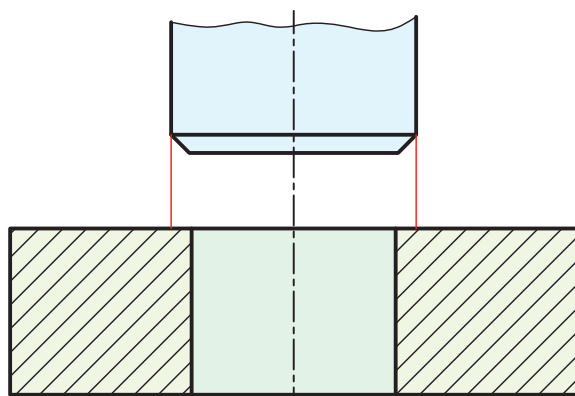
شکل ۵-۷ انطباق عبوری، روان

### ۳-۲-۵- انطباق فشاری: اگر اندازه فعلی میله از

اندازه فعلی سوراخ زیادتر باشد، برای انجام انطباق نیاز به نیروی فشاری با درجات مختلف هست.

روشن است که هرچه اندازه میله نسبت به سوراخ بیشتر

شود، نیروی فشاری بیشتری لازم خواهد بود (شکل ۵-۸).



شکل ۵-۸ انطباق فشاری

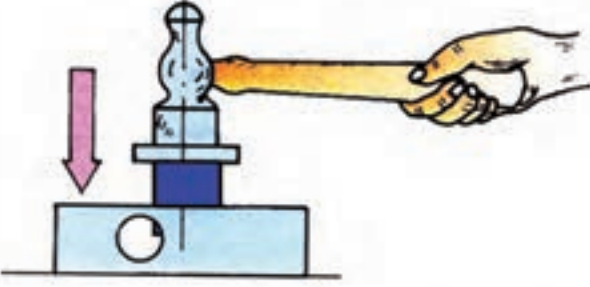
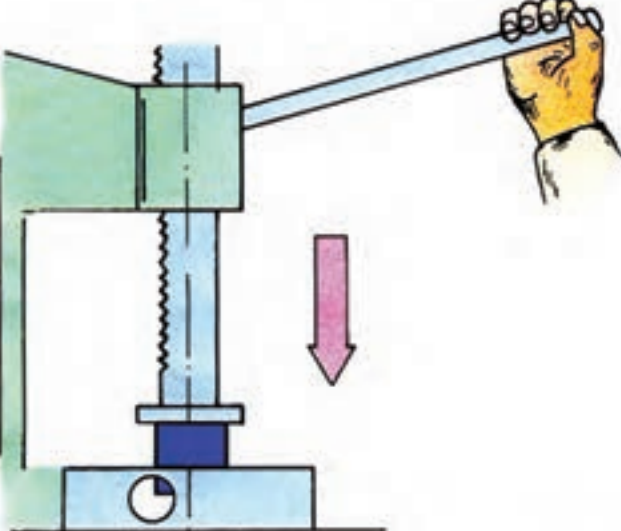
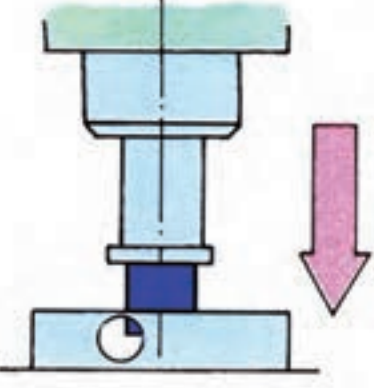
آیا تقسیم انطباق به سه درجه کافی است؟ پاسخ منفی است. بنابراین هر یک از موارد باید خود دارای مرحله هایی باشند. شاید

بررسی دو جدول ۵-۱ و ۵-۲ تا اندازه ای مطلب را روشن کند.

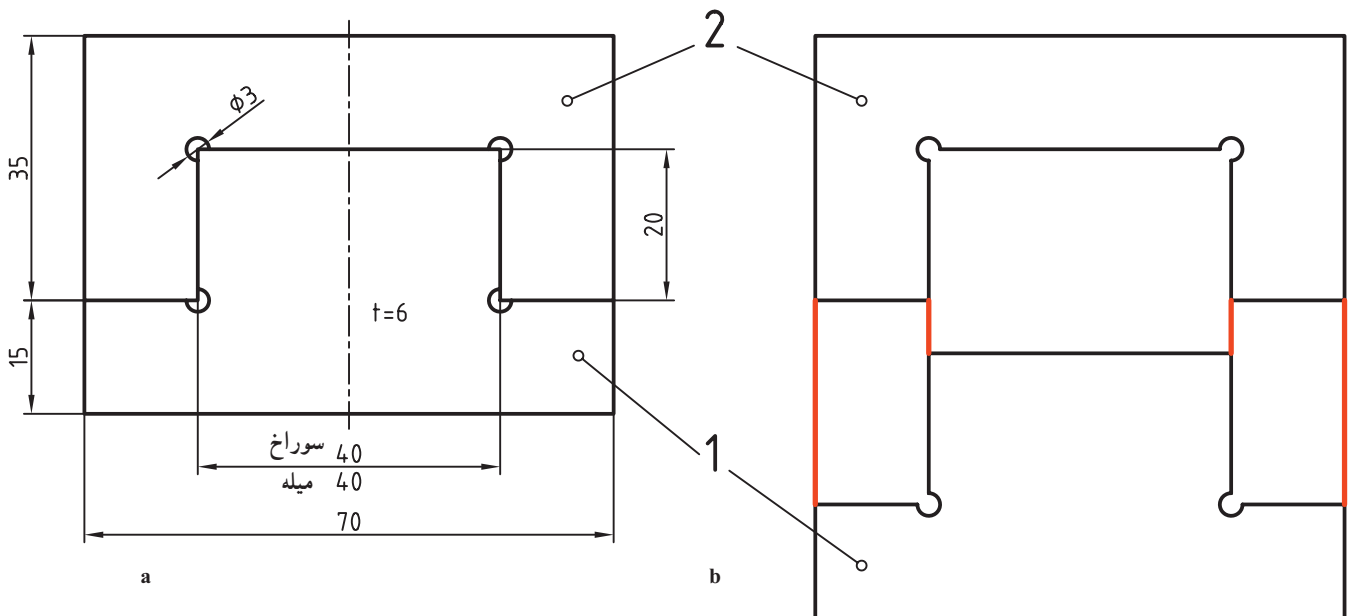
جدول ۱-۵- مربوط به انطباقات سبک

نوع انطباق	وضعیت
<p>آزاد یا بازی دار</p>	<p>                     - لقی زیاد                      - جازدن آزاد                      - متحرک نسبت به هم با بازی خیلی زیاد                      - برای جازدن نیاز به نیرو نیست.                 </p> 
<p>با بازی کم</p>	<p>                     - با لقی متوسط با لقی کم                      - جازدن شل، جازدن راحت                      - متحرک نسبت به هم با بازی کم و در نهایت،                      برای جازدن فشار کم دست کافی است.                 </p> 
<p>فیت لغزشی یا سُرششی</p>	<p>                     - با لقی خیلی کم                      - جازدن با فشار زیاد دست                      - در هر صورت با فشار دست امکان حرکت انتقالی هست.                 </p> 
<p>نسبتاً سفت سفت</p>	<p>                     - بدون هیچ گونه لقی                      - امکان جازدن و انتقال با دست نیست.                      - جازدن با ضربات چکش سبک میسر است.                 </p> 
<p>خیلی سفت فشاری سبک</p>	<p>                     - تداخلی کم                      - اتصال بدون چرخش به کمک ضامن                      - جازدن به کمک پرس سبک صورت می گیرد                 </p> 

جدول ۲-۵- مربوط به انطباقات سنگین

نوع انطباق	وضعیت
فشاری	<p>– تداخلی متوسط</p> <p>– نوع اتصال دائم</p> <p>– تداخل با ضربات چکش سنگین</p> <p>– امکان چرخش وجود ندارد، نیاز به ضامن نیست.</p> 
فشاری محکم	<p>– تداخلی</p> <p>– نوع اتصال دائم</p> <p>– تداخل با نیروی زیاد</p> <p>– نیاز به اختلاف دما وجود دارد؛ یعنی باید دمای سوراخ زیاد و دمای میله کم باشد.</p> 
فشاری سنگین	<p>– تداخلی سخت</p> <p>– نوع اتصال دائم</p> <p>– تداخل با نیروی خیلی زیاد</p> <p>– نیاز به اختلاف دما هست.</p> <p>– از نظر استحکام با جوشکاری قابل مقایسه است.</p> 

یک مسئله اساسی! در کارگاه سوهان کاری می‌خواهیم قطعات ۱ و ۲ را مطابق شکل ۹-۵ بسازیم.



تولرانس‌ها  $\pm 0.1$  غیر از اندازه 40



شکل ۹-۵- انطباق روان

این دو قطعه از ورق ۶ ساخته می‌شوند و باید بدون لقی یعنی درحالت عبوری و بدون داشتن درز نوری، با هم جفت شوند. روش کار چیست؟

چون شما می‌خواهید تنها یک نمونه را با این شرایط بسازید، می‌توانید با یکی از سه روش زیرکار کنید. پس از خط‌کشی دقیق طبق اندازه اسمی:

روش اول: ابتدا سوراخ را تمام کنید. یعنی قطعه ۲ مطابق اندازه‌ها آماده شود. سپس کار روی میله را آغاز کنید، تا به نتیجه برسید. اینجا شما سوراخ را مبنا و اساس کار خود قراردادید. اینک برای رسیدن به هدف باید میله را با سوراخ هماهنگ کنید.

روش دوم: ابتدا میله یا قطعه شماره ۱ را تمام کنید. اینجا شما میله را اساس کار قرار می‌دهید. پس برای رسیدن به هدف، باید سوراخ را با میله هماهنگ کنید.

حالت اول را می‌توان «سوراخ مبنا» و حالت دوم را «میله مبنا» نامید.

روش سوم: آنکه، قطعه ۲ یعنی سوراخ را تا نزدیک اندازه اسمی آن سوهان بزنید و آن را ناتمام بگذارید. قطعه ۱ را هم تا نزدیک اندازه اسمی برسانید. آن‌گاه به تناوب، هم روی میله و هم روی سوراخ، کار کنید، تا هر دو هماهنگ شوند.

شما کدام روش را می‌پسندید؟

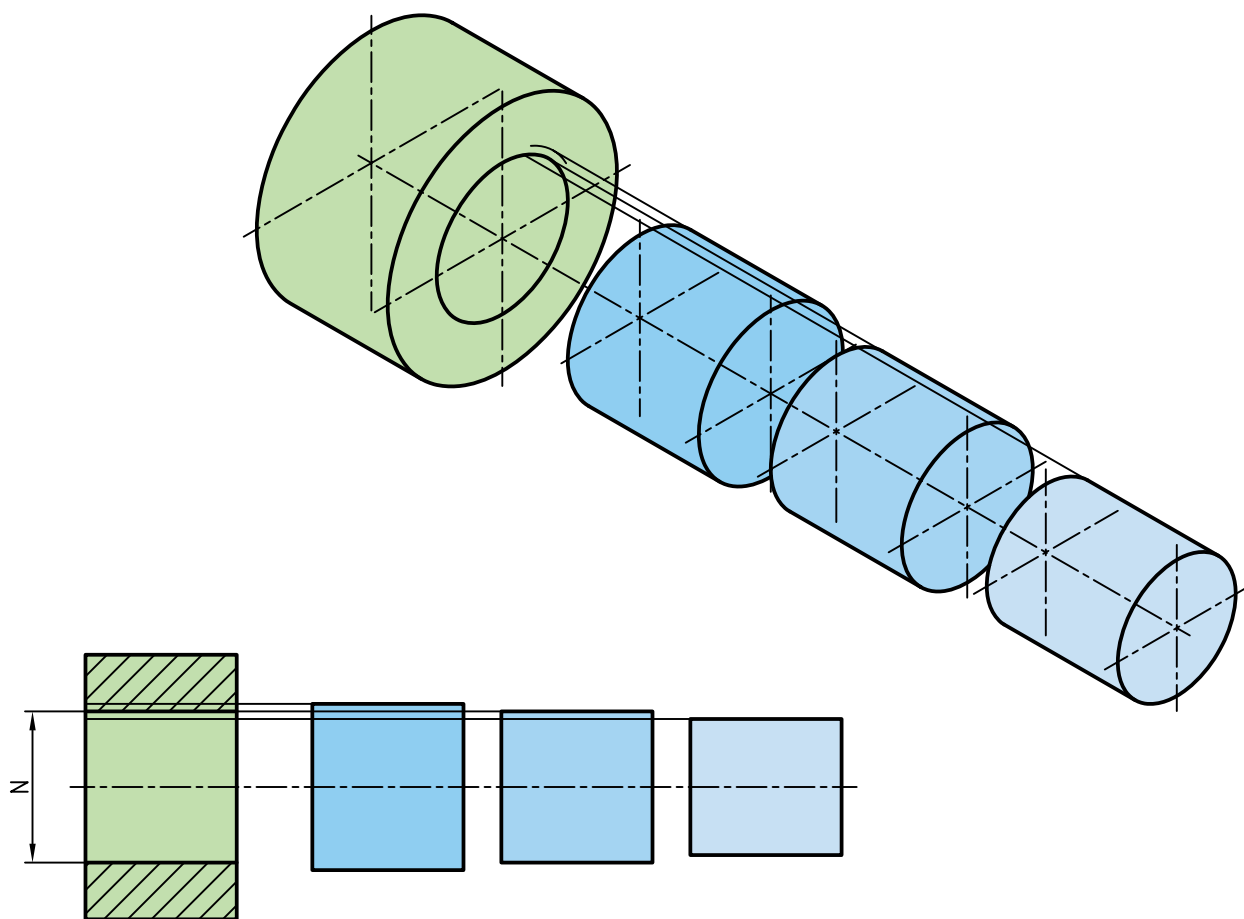
اما کار ساخت انبوه را نمی‌توان به طور دلخواه انجام داد. سپس تولید انبوه تنها برپایه یکی از روش‌های اول یا دوم خواهد بود.<sup>۱</sup> و روش سوم جز در تعمیرات، جای دیگری ندارد.

نکته‌ای هست که باید به آن توجه شود. ساخت سوراخ‌های کوچک و میله‌های بزرگ مشکل است و درمقابل ساخت سوراخ‌های بزرگ و میله‌های کوچک آسان. پس تکلیف صنعت و تولید انبوه آن روشن است!

### ۳-۵- دستگاه‌های مبنا

امروزه صنعت بر پایه یکی از دستگاه‌های سوراخ مبنا یا میله مبنا استوار است. درغیراین صورت، ارتباط صنعتی و مسئله ساخت یدکی و قطعات تعویضی منتفی خواهد بود.<sup>۱</sup>

۱-۳-۵- دستگاه سوراخ مبنا: گفته شد که در این روش یا دستگاه، ابتدا قطر یا اندازه سوراخ آماده و سپس میله با آن هماهنگ می‌شود شکل ۱-۵ برای هر سه حالت انطباقی گویاست.



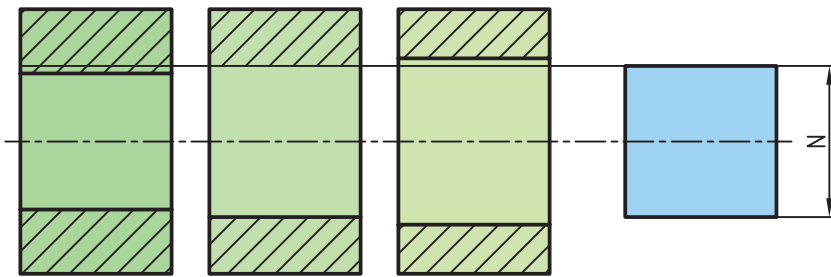
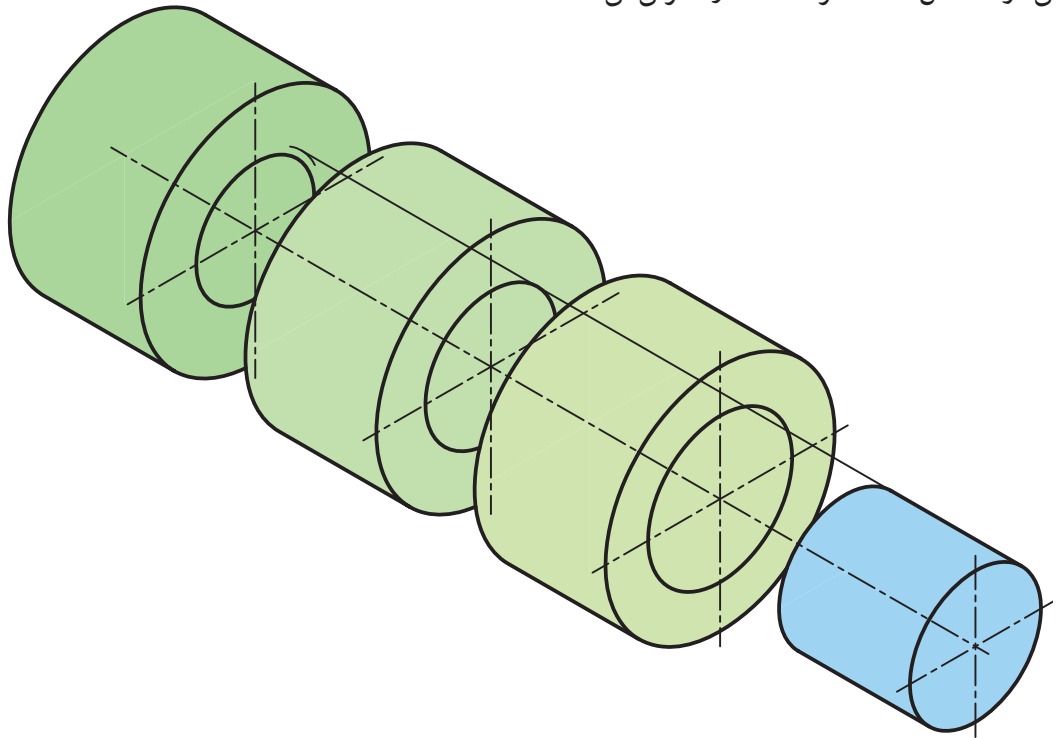
شکل ۱-۵- سه حالت انطباق در سوراخ مبنا

N اندازه اسمی است و می‌دانید که در هر مورد میدان تولرانس هم اثر قطعی خواهد داشت.

۲-۳-۵- دستگاه میله مبنا: دراین دستگاه یا روش، ابتدا قطر یا اندازه میله‌ها آماده و سپس سوراخ با آن هماهنگ

۱- چنان که در قدیم وجود نداشت که البته یکی از عوامل آن هم بی‌توجهی یا نبود اختلاف اندازه‌های معین و تعریف شده بود.

می‌شود. شکل ۵-۱۱ هر سه حالت را معرفی می‌کند.



شکل ۵-۱۱ سه حالت انطباق در میله مبنا

۳-۳-۵ کاربرد دستگاه مبنا : روش سوراخ مبنا را «دستگاه ثبوت سوراخ» هم می‌گویند که در صنایع سبک به کار می‌رود و روش «میله مبنا» یا «ثبوت میله» هم در صنایع سنگین<sup>۱</sup> کاربرد دارد.

۴-۳-۵ مراحل انطباق : اگر منظور جفت شدن دو قطعه برای مقصودی معین باشد، پرسشی که مطرح می‌شود این است که این انطباق باید چگونه باشد؟

– اگر بازی داراست، در چه مرحله‌ای و با چه میزانی از لقی؟

– اگر عبوری و روان است، با چه درجه‌ای از روانی؟

– اگر فشاری است، با چه میزان از فشار؟

پس سه مرحله انطباقی یعنی بازی دار (آزاد)، عبوری و فشاری (پرسی) باید با دقت بررسی شود.

گرچه جدول‌های ۵-۱ و ۵-۲ تا حدی موضوع را روشن می‌کنند ولی اصلاً کافی نیستند.

۱- البته نه به این مفهوم که صنایع سبک اصلاً از میله مبنا استفاده نمی‌کند، بلکه معمولاً خیلی کم و در موارد خاص استفاده می‌شود.

به همین دلیل امروزه استاندارد، این مراحل اصلی سه گانه را به ۲۸ مرحله با تغییرات کاملاً مناسب تقسیم کرده است. در این ۲۸ مرحله، آن چه به سوراخ مربوط است با حرف بزرگ و آنچه به میله مربوط است با حرف کوچک معرفی می شود. مراحل ۲۸ گانه، برای سوراخ در جدول ۵-۳ دیده می شود.<sup>۱</sup>

جدول ۵-۳- مراحل موقعیت تولرانس برای سوراخ

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

با توجه به این جدول دیده می شود که :

یک سوراخ را در ۱۰ مرحله می توان بزرگتر از اندازه اسمی ساخت، به گونه ای که از حالت G، این بزرگتر بودن شروع شود و هرچه به سمت A می رود، بزرگتر هم بشود. همچنین در ۱۷ مرحله سوراخ کوچکتر از اندازه اسمی ساخته می شود، از JS به بعد، و مرتباً کوچکتر هم می شود.

نمودار ۵-۱۲ برای قطر سوراخ در حدود ( $8^{\circ}$  تا  $5^{\circ}$ )، رسم شده است.

۱- بیشتر به دلیل کم احتمال بودن می توان (P و p) و گاهی (N و n) را نیز جزء فشاری (تداخلی) محسوب کرد. یعنی انتهای عبوری را M(m) در نظر گرفت. به ویژه که اغلب

میله را یک درجه مرغوب تر از سوراخ می سازند.





دیده می شود که با در نظر گرفتن خط صفر، در مرحله A، سوراخ بیشتر از  $30\text{ }\mu\text{m}$  بیش از اندازه اسمی است. در مرحله D چه قدر؟

در مرحله H کوچکترین اندازه سوراخ برابر اندازه اسمی است<sup>۱</sup> و در مرحله Z، بزرگترین اندازه سوراخ بیش از  $100\text{ }\mu\text{m}$  کمتر از اندازه اسمی است.

یادآوری می شود که این نمودار برای اندازه اسمی بزرگتر از  $50$  تا  $80$  رسم شده است که می تواند برای هر محدوده دیگری هم رسم شود.

آیا مقدار تولرانس، با توجه به  $20$  کیفیت تولرانسی هم در این امر مؤثر است؟  
مرحله H، مبنا است. به این ترتیب می توان ابزارهایی مثل مته و برقو<sup>۲</sup> را به گونه ای ساخت که انحراف پایینی سوراخ از اندازه اسمی، صفر باشد.

پرسش نمونه : اندازه اسمی یک سوراخ که در مرحله H ساخته می شود  $24$  می باشد. اگر برای آن IT $7$  در نظر گرفته شود، بزرگترین و کوچکترین اندازه آن چیست؟

حل : چون در IT $7$  برای اندازه  $24$  مقدار تولرانس  $21$  می باشد داریم :

$$24/000 = \text{کوچکترین اندازه و } 24/021 = \text{بزرگترین اندازه}$$

پس می توان نوشت

$$+0.021$$

$$\phi 24H7 = \phi 24 \text{ } 0$$

دقت شود که همه اندازه ها بر حسب میلی متر خواهند بود. اگر IT $16$  باشد، خواهیم داشت :

$$+1.300$$

$$\phi 24H16 = \phi 24 \text{ } 0$$

همین  $28$  مرحله را برای میله هم می توان در نظر گرفت. جدول  $4-5$  مراحل را با حروف کوچک بیان می کند.

جدول  $4-5$  مراحل موقعیت تولرانس برای میله

میله (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

باز هم به نمودار شکل  $12-5$  برای اندازه های  $80$  تا  $500$ ، برای میله نگاه کنید.

۱- پس انحراف پایینی آن صفر است.

۲- معمولاً برای رساندن سوراخ به قطر درست، از برقو استفاده می شود.

می توانید نمودار را برای قطر  $6^\circ$  در نظر بگیرید. دیده می شود که برای نمونه بزرگترین قطر میله در مرحله a، بیشتر از  $300\mu m$  زیراندازه اسمی است و میله ای که در مرحله انطباقی h ساخته می شود، بزرگترین اندازه ای برابر اندازه اسمی دارد. پرسش نمونه: اندازه اسمی یک میله که در مرحله h ساخته می شود، ۳۲ است. اگر برای آن IT۶ در نظر گرفته شود، بزرگترین و کوچکترین اندازه آن چیست؟

گفته شد که بزرگترین اندازه میله در مرحله انطباقی h، برابر اندازه اسمی است. پس داریم:

$$31/84 = \text{کوچکترین اندازه و } 32 = \text{بزرگترین اندازه}$$

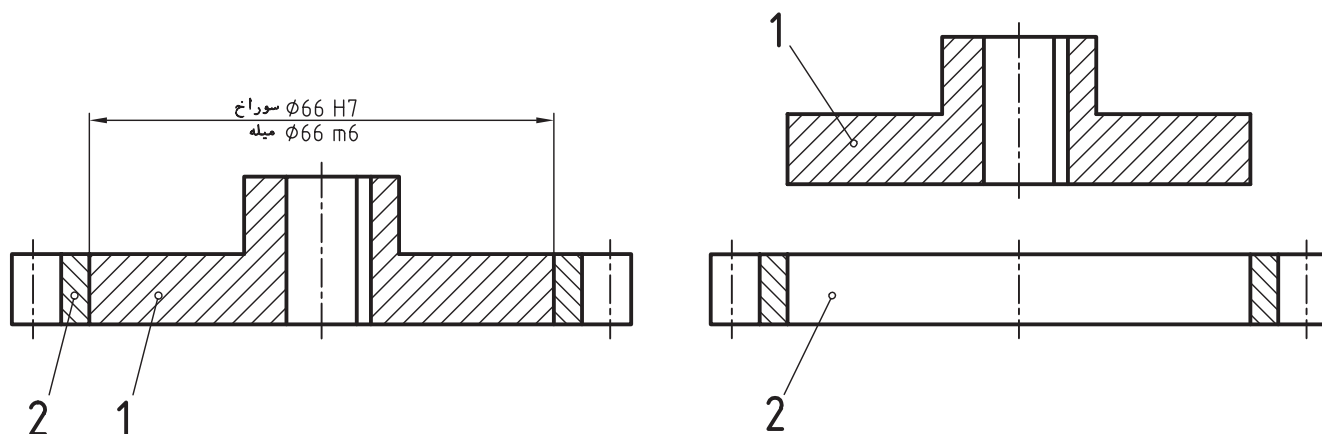
$$\phi 32h6 = \phi 32 - 0.016$$

اگر IT۷ باشد،  $\phi 32h7$  چگونه نوشته می شود؟

لازم به یادآوری است که در صنایع سنگین که سوراخ ها تراشیده می شوند، می توان میله ها را قبلاً با اندازه لازم و در ردیف h ساخت و آنگاه با تغییرات اندازه روی سوراخ، به انطباق مورد نظر رسید.

## ۴-۵- جدول بزرگ انطباقات

پیش از اشاره به جدول، یک انطباق بین میله و سوراخ را در نظر بگیرید.



شکل ۱۳-۵ میله و سوراخ در یک انطباق فشاری سبک

قطعه ۱ «میله» و قطعه ۲ «سوراخ» است. دستگاه مبنا برای ساخت، سوراخ مبنا می باشد و چون میله در مرحله انطباقی m ساخته شده، نوع انطباق عبوری می باشد. مفهوم عددی اندازه سوراخ عبارت است از:

$$\phi 66H7 = \phi 66 \begin{matrix} +0.030 \\ 0 \end{matrix}$$

زیرا می دانیم که حد پایینی صفر است و IT۷ برای  $66\mu m$  ۳۰ می باشد.

اما برای  $66\mu m$  چگونه؟ نظر به این که حدهای بالایی یا پایینی برای ما معلوم نیست نمی توانیم مقدار عددی  $\phi 66m6$  را بنویسیم.

وظیفه جدول، بزرگ انطباقات مشخص کردن حدود بالایی یا پایینی در مراحل ۲۸ گانه هم برای سوراخ و هم برای میله است.

۱-۴-۵- جدول انطباق برای سوراخ: به جدول ۵-۵ نگاه کنید. این جدول انطباقات برای سوراخ ها است.



به چند نکته در مورد آن دقت کنید :

– ستون اول سمت چپ، همان گروه های عددی جدول تolerانس ها است.

– در ستون بزرگ مجاور آن از A تا H، حدهای پایینی سوراخ در مراحل انطباقی بازی دار داده شده است<sup>۱</sup>.

– در ستون بزرگ سمت راست آن و از Js تا Zc حدهای بالایی در مراحل انطباقی عبوری و فشاری داده شده است. برای

نمونه اگر اندازه سوراخ به صورت  $\phi 40F6$  یا  $\phi 40P7$  بیان شده باشد، مفهوم عددی آن ها به شرح زیر است :

$$+0.041$$

$$\phi 40F6 = \phi 40 + 0.025$$

زیرا IT6 برای قطر  $40^\circ$  برابر  $16 \mu m$  و حد پایینی  $25 \mu m$  می باشد.

$$-0.026$$

$$\phi 40P7 = \phi 40 - 0.051$$

زیرا IT7 برای قطر  $40^\circ$  برابر  $25 \mu m$  و حد بالایی طبق جدول  $26 \mu m$  بود.

**۲-۴-۵- جدول انطباق برای میله :** به جدول ۶-۵ نگاه کنید. این جدول انطباقات برای میله ها است.

---

۱- که البته حد بالایی هم با توجه به تolerانس اندازه مشخص خواهد شد.





به چند نکته در مورد آن دقت کنید :

– در ستون بزرگ سمت چپ از a تا h، حدهای بالایی میله در انطباق بازی دار داده شده است.

– در ستون بعد از h یعنی از Js تا Zc، حدهای پایینی در مراحل عبوری و فشاری داده شده است. برای نمونه اگر اندازه میله

به صورت  $\phi 44f6$  یا  $\phi 44p7$  بیان شده باشد، مفهوم عددی آن‌ها به شرح زیر خواهد بود.

$$-0.025$$

$$\phi 44f6 = \phi 44 - 0.041$$

$$+0.051$$

$$\phi 44p7 = \phi 44 + 0.026$$

برای ساده‌تر شدن کاربرد جداول و استخراج اندازه‌ها و مقادیر، استاندارد جدول‌های تفسیر شده را در اختیار قرار می‌دهد که

آن‌ها دو کار مهم را انجام می‌دهند :

۱- حدهای بالا و پایین را برای هر مرحله انطباقی و هر گروه عددی می‌دهند.

۲- مراحل انطباقی متداول در صنعت را معرفی می‌کنند.<sup>۱</sup>

به سه جدول تشریحی نمونه نگاه کنید. یکی برای سوراخ‌ها، یکی برای میله‌ها و یکی هم برای تعیین میزان لقی بین میله و سوراخ در

انطباقات انتخابی پرکاربرد (جدول‌های ۷-۵ تا ۹-۵).

---

۱- زیرا در صنعت از تمام مراحل انطباقی ممکن و برای گروه‌های عددی استفاده نمی‌شود و فقط برخی از محدوده‌ها کاربرد زیادی دارند. می‌توانید به کتاب‌های تخصصی

مراجعه کنید.

جدول ۵-۷- حد بالا و حد پایین برای سوراخ‌ها در مرحله‌های انطباقی G و FG

اندازه اصلی mm		FG								G							
>	≤	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
-	۳	+۶ +۴	+۷ +۴	+۸ +۴	+۱۰ +۴	+۱۴ +۴	+۱۸ +۴	+۲۹ +۴	+۳۲ +۴	+۲ +۲	+۵ +۲	+۶ +۲	+۸ +۲	+۱۲ +۲	+۱۶ +۲	+۲۷ +۲	+۳۲ +۲
۳	۶	+۸/۵ +۶	+۱۰ +۶	+۱۱ +۶	+۱۲ +۶	+۱۸ +۶	+۲۴ +۶	+۳۶ +۶	+۵۲ +۶	+۶/۵ +۲	+۸ +۲	+۹ +۲	+۱۲ +۲	+۱۶ +۲	+۲۲ +۲	+۳۲ +۲	+۵۲ +۲
۶	۱۰	+۱۰/۵ +۸	+۱۲ +۸	+۱۴ +۸	+۱۷ +۸	+۲۳ +۸	+۳۰ +۸	+۴۴ +۸	+۶۶ +۸	+۷/۵ +۵	+۹ +۵	+۱۱ +۵	+۱۴ +۵	+۲۰ +۵	+۲۷ +۵	+۳۱ +۵	+۶۳ +۵
۱۰	۱۸									+۹ +۶	+۱۱ +۶	+۱۲ +۶	+۱۷ +۶	+۲۴ +۶	+۳۲ +۶	+۳۲ +۶	+۷۶ +۶
۱۸	۳۰									+۱۱ +۷	+۱۳ +۷	+۱۶ +۷	+۲۰ +۷	+۲۸ +۷	+۴۰ +۷	+۵۹ +۷	+۹۱ +۷
۳۰	۵۰									+۱۳ +۹	+۱۶ +۹	+۲۰ +۹	+۲۵ +۹	+۳۴ +۹	+۴۸ +۹	+۷۱ +۹	+۱۰۹ +۹
۵۰	۸۰											+۲۳ +۱۰	+۲۹ +۱۰	+۴۰ +۱۰	+۵۶ +۱۰		
۸۰	۱۲۰											+۲۷ +۱۲	+۳۲ +۱۲	+۴۷ +۱۲	+۶۶ +۱۲		
۱۲۰	۱۸۰											+۳۲ +۱۴	+۳۹ +۱۴	+۵۴ +۱۴	+۷۷ +۱۴		
۱۸۰	۲۵۰											+۴۵ +۱۵	+۴۲ +۱۵	+۶۱ +۱۵	+۸۷ +۱۵		
۲۵۰	۳۱۵											+۴۰ +۱۷	+۴۹ +۱۷	+۶۹ +۱۷	+۹۸ +۱۷		
۳۱۵	۴۰۰											+۴۲ +۱۸	+۵۲ +۱۸	+۷۵ +۱۸	+۱۰۷ +۱۸		
۴۰۰	۵۰۰											+۴۷ +۲۰	+۶۰ +۲۰	+۸۳ +۲۰	+۱۱۷ +۲۰		
۵۰۰	۶۳۰												+۶۶ +۲۲	+۹۲ +۲۲	+۱۳۲ +۲۲		
۶۳۰	۸۰۰												+۷۴ +۲۴	+۱۰۴ +۲۴	+۱۴۹ +۲۴		
۸۰۰	۱۰۰۰												+۸۲ +۲۶	+۱۱۶ +۲۶	+۱۶۶ +۲۶		
۱۰۰۰	۱۲۵۰												+۹۴ +۲۸	+۱۳۲ +۲۸	+۱۹۳ +۲۸		
۱۲۵۰	۱۶۰۰												+۱۰۸ +۳۰	+۱۵۵ +۳۰	+۲۲۵ +۳۰		
۱۶۰۰	۲۰۰۰												+۱۲۴ +۳۲	+۱۸۲ +۳۲	+۲۶۲ +۳۲		
۲۰۰۰	۲۵۰۰												+۱۴۴ +۳۴	+۲۰۹ +۳۴	+۳۱۴ +۳۴		
۲۵۰۰	۳۱۵۰												+۱۷۳ +۳۸	+۲۴۸ +۳۸	+۳۶۸ +۳۸		

جدول ۵-۸ - حد بالا و حد پایین برای میله‌ها در مرحله انطباقی g

اندازه اصلی mm		g							
>	≤	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
-	۳	-۲ -۴	-۲ -۵	-۲ -۶	-۲ -۸	-۲ -۱۲	-۲ -۱۶	-۲ -۲۷	-۲ -۴۲
۳	۶	-۴ -۶/۵	-۴ -۸	-۴ -۹	-۴ -۱۲	-۴ -۱۶	-۴ -۲۲	-۴ -۳۴	-۴ -۵۲
۶	۱۰	-۵ -۷/۵	-۵ -۹	-۵ -۱۱	-۵ -۱۴	-۵ -۲۰	-۵ -۲۷	-۵ -۴۱	-۵ -۶۳
۱۰	۱۸	-۶ -۹	-۶ -۱۱	-۶ -۱۴	-۶ -۱۷	-۶ -۲۴	-۶ -۳۳	-۶ -۴۹	-۶ -۷۶
۱۸	۳۰	-۷ -۱۱	-۷ -۱۳	-۷ -۱۶	-۷ -۲۰	-۷ -۲۸	-۷ -۴۰	-۷ -۵۹	-۷ -۹۱
۳۰	۵۰	-۹ -۱۳	-۹ -۱۶	-۹ -۲۰	-۹ -۲۵	-۹ -۳۴	-۹ -۴۸	-۹ -۷۱	-۹ -۱۰۹
۵۰	۸۰		-۱۰ -۱۸	-۱۰ -۲۳	-۱۰ -۲۹	-۱۰ -۴۰	-۱۰ -۵۶		
۸۰	۱۲۰		-۱۲ -۲۲	-۱۲ -۲۷	-۱۲ -۳۴	-۱۲ -۴۷	-۱۲ -۶۶		
۱۲۰	۱۸۰		-۱۴ -۲۶	-۱۴ -۳۲	-۱۴ -۳۹	-۱۴ -۵۴	-۱۴ -۷۷		
۱۸۰	۲۵۰		-۱۵ -۲۹	-۱۵ -۳۵	-۱۵ -۴۴	-۱۵ -۶۱	-۱۵ -۸۷		
۲۵۰	۳۱۵		-۱۷ -۳۳	-۱۷ -۴۰	-۱۷ -۴۹	-۱۷ -۶۹	-۱۷ -۹۸		
۳۱۵	۴۰۰		-۱۸ -۳۶	-۱۸ -۴۳	-۱۸ -۵۴	-۱۸ -۷۵	-۱۸ -۱۰۷		
۴۰۰	۵۰۰		-۲۰ -۴۰	-۲۰ -۴۷	-۲۰ -۶۰	-۲۰ -۸۳	-۲۰ -۱۱۷		
۵۰۰	۶۳۰				-۲۲ -۶۶	-۲۲ -۹۲	-۲۲ -۱۳۲		
۶۳۰	۸۰۰				-۲۴ -۷۴	-۲۴ -۱۰۴	-۲۴ -۱۴۹		
۸۰۰	۱۰۰۰				-۲۶ -۸۲	-۲۶ -۱۱۶	-۲۶ -۱۶۶		
۱۰۰۰	۱۲۵۰				-۲۸ -۹۴	-۲۸ -۱۳۳	-۲۸ -۱۹۳		
۱۲۵۰	۱۶۰۰				-۳۰ -۱۰۸	-۳۰ -۱۵۵	-۳۰ -۲۲۵		
۱۶۰۰	۲۰۰۰				-۳۲ -۱۲۴	-۳۲ -۱۸۲	-۳۲ -۲۶۲		
۲۰۰۰	۲۵۰۰				-۳۴ -۱۴۴	-۳۴ -۲۰۹	-۳۴ -۳۱۴		
۲۵۰۰	۳۱۵۰				-۳۸ -۱۷۳	-۳۸ -۲۴۸	-۳۸ -۳۶۸		



جدول ۹-۵- تفسیر شده برای انطباق‌های نمونه. دستگاه سوراخ مینا است و انطباق‌ها از مرحله بازی دار<sup>۱</sup>

اندازه‌های اسمی		H۱۱_e۱۱			H۹_d۱۰			H۹_e۹			H۸_f۷			H۷_g۶		
>	≤	کمترین لقی	میانگین لقی	بیشترین لقی	کمترین لقی	میانگین لقی	بیشترین لقی	کمترین لقی	میانگین لقی	بیشترین لقی	کمترین لقی	میانگین لقی	بیشترین لقی	کمترین لقی	میانگین لقی	بیشترین لقی
min -	mm ۳	۶۰	۱۲۰	۱۸۰	۲۰	۵۲/۵	۸۵	۱۴	۳۹	۶۴	۶	۱۸	۳۰	۲	۱۰	۱۸
۳	۶	۷۰	۱۴۵	۲۲۰	۳۰	۶۹	۱۰۸	۲۰	۵۰	۸۰	۱۰	۲۵	۴۰	۴	۱۴	۲۴
۶	۱۰	۸۰	۱۷۰	۲۶۰	۴۰	۸۷	۱۳۴	۲۵	۶۲	۹۷	۱۳	۳۱/۵	۵۰	۵	۱۷	۲۹
۱۰	۱۸	۹۵	۲۰۵	۳۱۵	۵۰	۱۰۶/۵	۱۶۳	۳۲	۷۵	۱۱۸	۱۶	۳۸/۵	۶۱	۶	۲۰/۵	۳۵
۱۸	۳۰	۱۱۰	۲۴۰	۳۷۰	۶۵	۱۳۳	۲۰۱	۴۰	۹۲	۱۴۴	۲۰	۴۷	۷۴	۷	۲۴	۴۱
۳۰	۴۰	۱۲۰	۲۸۰	۴۴۰	۸۰	۱۶۱	۲۴۲	۵۰	۱۱۲	۱۷۴	۲۵	۵۷	۸۹	۹	۲۹/۵	۵۰
۴۰	۵۰	۱۳۰	۲۹۰	۴۵۰												
۵۰	۶۵	۱۴۰	۳۳۰	۵۲۰	۱۰۰	۱۹۷	۲۹۴	۶۰	۱۳۴	۲۰۸	۳۰	۶۸	۱۰۶	۱۰	۳۴/۵	۵۹
۶۵	۸۰	۱۵۰	۳۴۰	۵۳۰												
۸۰	۱۰۰	۱۷۰	۳۹۰	۶۱۰	۱۲۰	۲۳۳/۵	۳۴۷	۷۲	۱۵۹	۲۴۶	۳۶	۸۰/۵	۱۲۵	۱۲	۴۰/۵	۶۹
۱۰۰	۱۲۰	۱۸۰	۴۰۰	۶۲۰												
۱۲۰	۱۴۰	۲۰۰	۴۵۰	۷۰۰	۱۴۵	۲۷۵	۴۰۵	۸۵	۱۸۵	۲۸۵	۴۳	۹۹/۵	۱۴۶	۱۴	۴۶/۵	۷۹
۱۴۰	۱۶۰	۲۱۰	۴۶۰	۷۱۰												
۱۶۰	۱۸۰	۲۳۰	۴۸۰	۷۳۰												
۱۸۰	۲۰۰	۲۴۰	۵۳۰	۸۲۰	۱۷۰	۳۲۰	۴۷۰	۱۰۰	۲۱۵	۳۳۰	۵۰	۱۰۹	۱۶۸	۱۵	۵۲/۵	۹۰
۲۰۰	۲۲۵	۲۶۰	۵۵۰	۸۴۰												
۲۲۵	۲۵۰	۲۸۰	۵۷۰	۸۶۰												
۲۵۰	۲۸۰	۳۰۰	۶۲۰	۹۴۰	۱۹۰	۳۶۰	۵۳۰	۱۱۰	۲۴۰	۳۷۰	۵۶	۱۲۲/۵	۱۸۹	۱۷	۵۹	۱۰۱
۲۸۰	۳۱۵	۳۳۰	۶۵۰	۹۷۰												
۳۱۵	۳۵۵	۳۶۰	۷۲۰	۱۰۸۰												
۳۵۵	۴۰۰	۴۰۰	۷۶۰	۱۱۲۰	۲۱۰	۳۹۵	۵۸۰	۱۲۵	۲۶۵	۴۰۵	۶۲	۱۳۵	۲۰۸	۱۸	۶۴/۵	۱۱۱
۴۰۰	۴۵۰	۴۴۰	۸۴۰	۱۲۴۰												
۴۵۰	۵۰۰	۴۸۰	۸۸۰	۱۲۸۰												

۱- جدول بالا نماینده میزان لقی است و در هر مورد، کمترین لقی، میانگین لقی و بیشترین لقی را معرفی می‌کند.

۳-۴-۵- تعیین نوع انطباق: انتخاب نوع انطباق در یک تداخل به عهده طراح است. در این راستا اطلاعات زیادی براساس تجربه‌های صنعتی جمع‌آوری شده است که به کمک طراحان می‌آید. برای نمونه، سه جدول ۱-۵، ۱۱-۵، ۱۲-۵ داده شده است.

جدول ۱-۵- مربوط به ماشین‌سازی عمومی با دقت معمولی

دستگاه سوراخ مبنا	دستگاه میله مبنا	نوع انطباق	برخی از کاربردها
h۸ و h۹	h۸ و h۹	H۸	حلقه‌های مکانی - دسته‌های لنگ - چرخ دنده‌ها - چرخ تسمه‌های محکم
e۹ و f۸		E۹ و F۸	میله سوپاپ‌ها - پیستون‌های اتومبیل - یاتاقان دینام - یاتاقان تلمبه
d۱۰		D۱۰	بوش محور چرنقیل‌ها - یاتاقان ماشین‌های کشاورزی

جدول ۱۱-۵- مواردی که تolerانس زیاد مجاز است «در صورت زنگ زدن اشکالی پیش نمی‌آید»

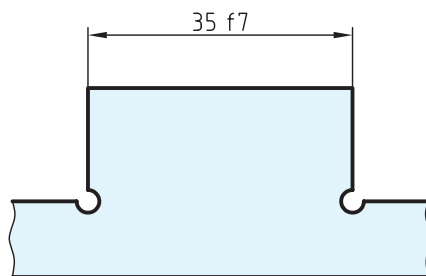
دستگاه سوراخ مبنا	دستگاه میله مبنا	نوع انطباق	برخی از کاربردها
h۱۱	h۱۱	H۱۱	جایی که باوجود تolerانس زیاد در ساختن دو قسمت، بازی میان آنها کم باشد
d ۱۱		D۱۱	حرکت تحت هر شرایطی امکان برداشت - میخ پرچ‌ها - پین مفصل‌ها
c۱۱ و b۱۱		C۱۱ و B۱۱	یاتاقان کلیدهای گردنده برق - پین‌های متحرک
a۱۱		A۱۱	میله رگولاتور بخار در لوکوموتیو - یاتاقان میله ترمز - بوش چرخ‌ها در درهای کشویی

جدول ۵-۱۲- مربوط به ماشین سازی دقیق

مثال هایی از کاربرد	نوع انطباق	دستگاه میله مبنا	دستگاه سوراخ مبنا
بوش یا تاقان ها - صفحات روتور ماشین های برق	با فشار زیاد	RV SV	r <sub>6</sub> s <sub>6</sub>
بوش یا تاقان ها - اهرم و لنگ روی میله ها	نشیمن محکم بدون ضامن	NV	n <sub>6</sub>
چرخ دنده ها - چرخ تسمه ها، حلقه داخلی بلبرینگ روی میله	سوار شدن به وسیله چکش با ضامن	MV	m <sub>6</sub>
فلکه ها - اهرم ها	با نیروی کمتر و با ضامن (جلوگیری کننده از چرخش)	KV	k <sub>6</sub>
چرخ دنده های عوض شونده در جعبه دنده، حلقه های خارجی بلبرینگ ها در موقع سوار شدن در جای خود	اتصال به آسانی	JV	j <sub>6</sub>
قسمت های با حرکت انتقالی - پین دسته ها - فلاش های متحدالمرکز کننده	قابل حرکت انتقالی با دست	HV	h <sub>6</sub>
چرخ دنده های آزاد - میله دستگاه تقسیم ماشین فرز - پیستون ها	متحرک با بازی کم	G <sub>6</sub>	g <sub>6</sub>
یاتاقان ها - غلاف ها - میله ها با دور زیاد	متحرک	F <sub>7</sub>	f <sub>7</sub>
میله پیچ های حرکتی - میله های گذرنده از داخل چند یاتاقان - میله ها با دور متوسط	قسمت های متحرک با بازی نسبتاً زیاد	E <sub>8</sub>	e <sub>8</sub>
میله های ترانس میسیون و چرخ های آزاد روی آن ها	متحرک با بازی خیلی زیاد	D <sub>9</sub>	d <sub>9</sub>

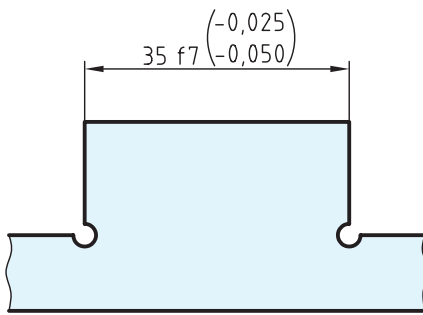
## ۵-۵- کاربرد نشانه های انطباقی در نقشه

می توان یک اندازه را با استفاده از ردیف های انطباقی و عدد کیفیت تولرانس یعنی IT معرفی کرد (شکل ۵-۱۴).



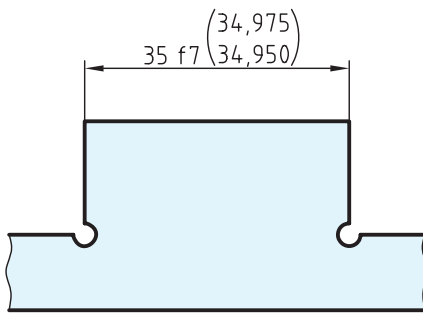
شکل ۵-۱۴

اگر به دلیلی لازم باشد که انحراف بالایی و پایینی هم نوشته شود، می توان آن ها را داخل پرانتز نوشت (شکل ۵-۱۵).



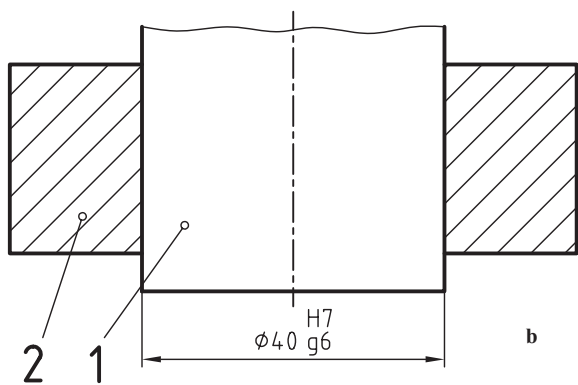
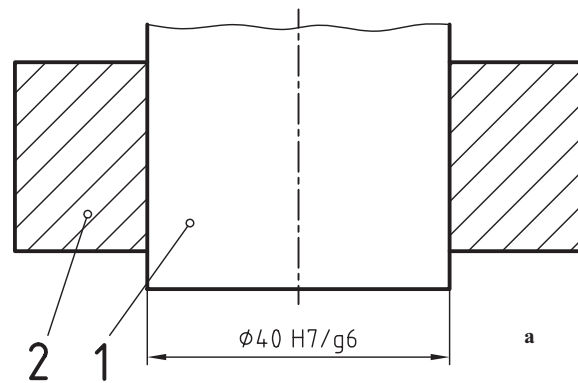
شکل ۵-۱۵

ممکن است ضمن به کاربردن علائم انطباقی، بخواهیم کوچکترین و بزرگترین اندازه ها را بدهیم (شکل ۵-۱۶).



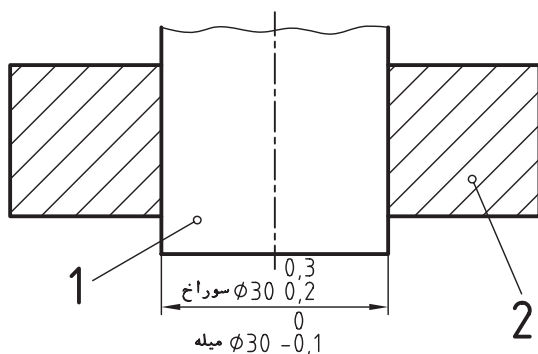
شکل ۵-۱۶

در یک اندازه گذاری که میله و سوراخ هر دو وجود دارند، ابتدا علامت انطباقی سوراخ و سپس میله نوشته می شود. طبق شکل ۵-۱۷ a و b ممکن است اندازه ها را به صورت خطی و یا ستونی (در صورت کم بود جا) نوشت.



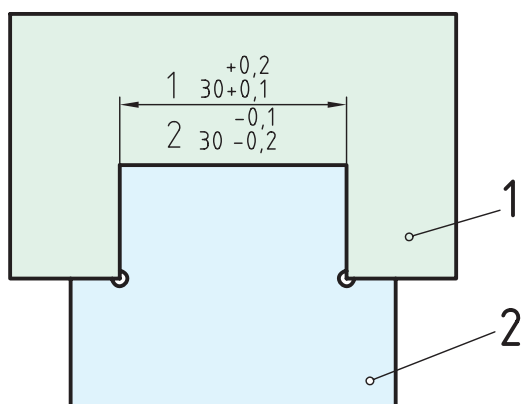
شکل ۵-۱۷

در موردی که از تolerانس‌های آزاد، یعنی آنچه که در جدول اصلی تolerانس‌ها نیست، استفاده می‌شود، باید سوراخ و میله را به طور جداگانه اندازه‌گذاری کرد (شکل ۵-۱۸).



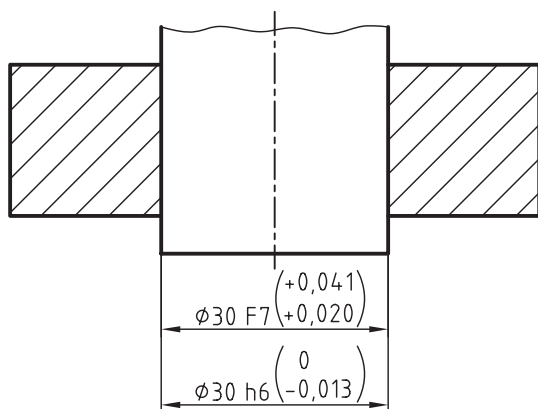
شکل ۵-۱۸

در این مورد از واژه‌های سوراخ و میله استفاده خواهد شد. می‌توان به‌جای واژه‌ها، شماره قطعات را نوشت (شکل ۵-۱۹).



شکل ۵-۱۹

می‌توان ضمن به‌کار بردن نشانه‌های انطباقی، مقادیر انحراف را هم نوشت (شکل ۵-۲۰).



شکل ۵-۲۰

## ۵-۶- نقشه اجرایی

زمانی به یک نقشه ساده، نقشه اجرایی می‌گوییم که شامل تمام نیازهای ساخت یعنی اندازه‌ها، پرداخت‌ها، تolerانس‌ها و انطباقات باشد. شکل ۵-۲۱ نمونه‌ای از نقشه اجرایی می‌باشد. پس از بررسی دقیق، در صورت نیاز با استاد مشورت کنید.



## خلاصه مطالب مهم



- ۱- اگر یک قطعه به هر صورتی در قطعه دیگری وارد شود، گویند یک انطباق انجام شده است.
- ۲- یک اندازه خارجی را میله و یک اندازه داخلی را سوراخ گویند.
- ۳- انطباق از نظر کلی سه مرحله بازی دار، عبوری و فشاری دارد.
- ۴- در یک انطباق، تفاضل اندازه فعلی میله از سوراخ را لقی گویند.
- ۵- اگر لقی مثبت باشد، انطباق بازی دار است. اگر لقی تقریباً صفر باشد، انطباق عبوری و اگر منفی باشد، انطباق فشاری است.

- ۶- یک انطباق باید با توجه به دستگاه سوراخ مبنا یا میله مبنا ساخته شود.
- ۷- تولید انبوه و ساخت قطعات تعویضی، تنها با استفاده از دستگاه‌های مبنا ممکن است.
- ۸- در دستگاه سوراخ مبنا، ابتدا سوراخ با دقت لازم ساخته می‌شود.
- ۹- در دستگاه میله مبنا، ابتدا میله با اندازه لازم ساخته می‌شود.
- ۱۰- دستگاه سوراخ مبنا به طور معمول در صنایع سبک و میله مبنا در صنایع سنگین به کار می‌رود.
- ۱۱- استاندارد ۲۸ مرحله انطباقی برای سوراخ و ۲۸ مرحله برای میله در نظر گرفته است.
- ۱۲- ۱۰ مرحله انطباقی بازی دار، حدود ۱۱ مرحله فشاری و یک محدوده عبوری وجود دارد.
- ۱۳- در مرحله H، کوچکترین اندازه سوراخ، برابر اندازه اسمی است.
- ۱۴- در مرحله h، بزرگترین اندازه میله، برابر اندازه اسمی است.
- ۱۵- از جدول انطباقی می‌توان یکی از حدهای بالایی یا پایینی را دریافت کرد.
- ۱۶- در یک پروژه، تعیین نوع هر انطباق به عهده طراح است.

## خود را بیازمایید



- ۱- انطباق چیست؟
- ۲- مفهوم میله و سوراخ چیست؟
- ۳- تقسیم بندی کلی انطباقات چیست؟ ۲۸ مرحله انطباقی چگونه است؟
- ۴- لقی چیست و چگونه به دست می‌آید؟
- ۵- بیشترین و کمترین لقی بین میله و سوراخ با مشخصات  $\phi 16H7$  و  $\phi 16f6$  چقدر است؟
- ۶- بیشترین و کمترین لقی در انطباق  $\phi 27m6$  و  $\phi 27H7$  چقدر است؟
- ۷- بیشترین و کمترین لقی در انطباق  $\phi 30js6$  و  $\phi 30H7$  چقدر است؟ شما در ارتباط با این دو حالت چه

نظری دارید؟

- ۸- در مورد دستگاه سوراخ مبنا هر چه می‌دانید بنویسید.
- ۹- در مورد دستگاه میله مبنا هر چه می‌دانید بنویسید.
- ۱۰- تولید انبوه و ساخت قطعات یدکی و تعویضی چگونه ممکن است؟
- ۱۱- کاربرد دستگاه‌های مبنا در کجا است؟

۱۲- تعداد مراحل آزاد، عبوری و فشاری برای میله یا سوراخ چیست؟

۱۳- آیا می‌توانید نوع هر انطباق را بگویید؟

$\phi 180M12/h11$ ،  $\phi 4G8/h7$ ،  $\phi 40H7/m6$ .

۱۴- جدول‌های تفسیر شده چه هستند و چه فایده‌ای دارند؟

۱۵- جداول انطباقی تجربی برای ساخت چه هستند و چه ویژگی‌هایی دارند؟

۱۶- نظر خود را در مورد انطباق‌های  $\phi 80P9/f9$  و  $\phi 44D11/P9$  بگویید.

## ارزشیابی عملی



۱- شکل، ۵-۱۴ تا ۵-۲۰ مربوط به متن درس را با دقت رسم کنید.

۲- با توجه به دو نمای بدنه معرفی شده در شکل ۵-۲۲، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

الف) در این نقشه چند اندازه مربوط به میله و چند اندازه مربوط به سوراخ است.

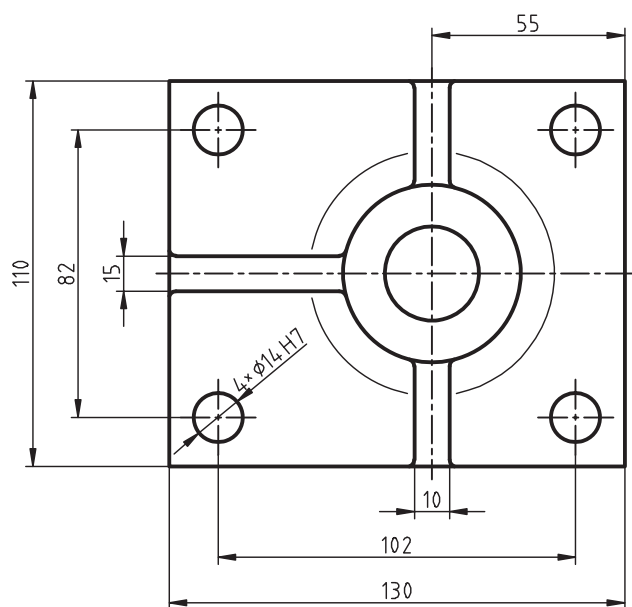
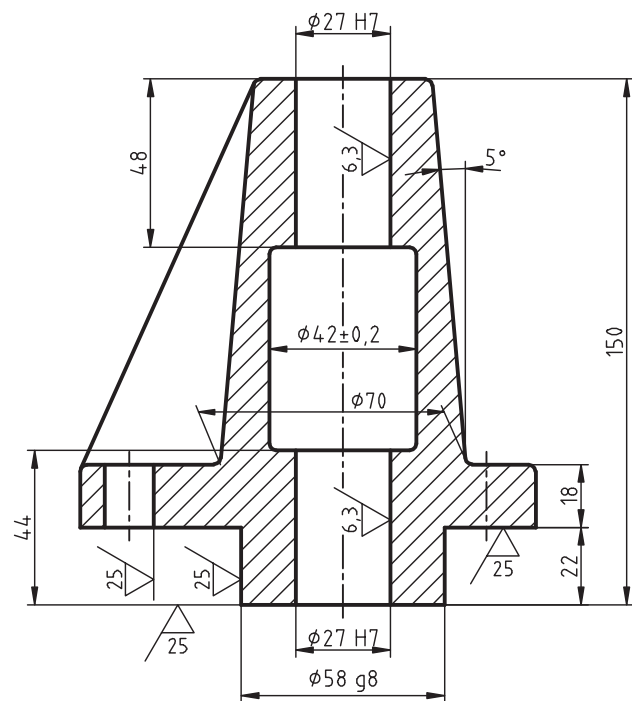
ب) مشخصات پای نقشه در ارتباط با پرداخت‌ها چیست؟ (با دستور تولید خوب).

پ) اگر تolerانس‌های داده نشده از مرحله متوسط جدول تolerانس‌های آزاد باشد، در جدول چه باید نوشته

شود؟

ت) شعاع قوس‌های کوچک یا راکوردها ۲ می‌باشد. یادداشت شما چیست؟





شکل ۲۲-۵ بدنه از ۱۵ GG ، مقیاس ۱ : ۲

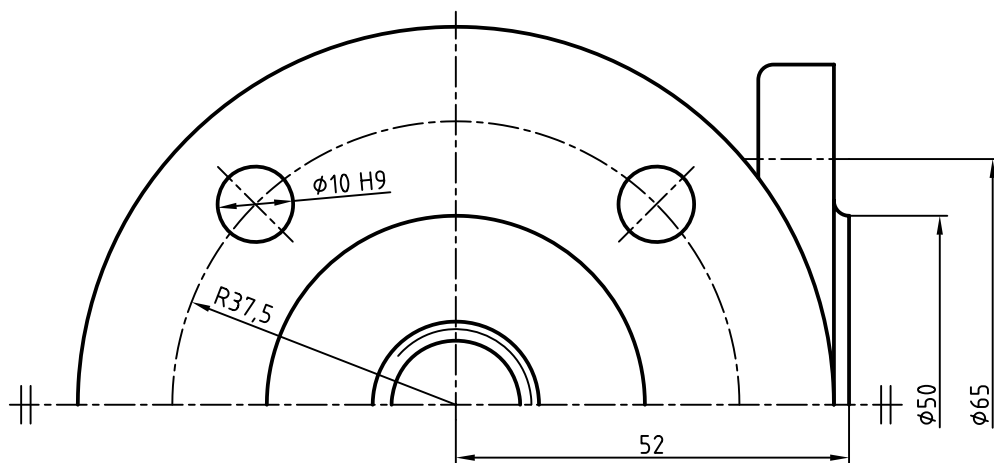
۳- در شکل ۵-۲۳ a، تصاویری از پوسته و نیتلاتور داده شده است. پس از تهیه کپی از شکل ۵-۲۳ b، کارهای زیر را انجام دهید:

الف) نمای از جلو را با نیم برش در سمت چپ کامل کنید.

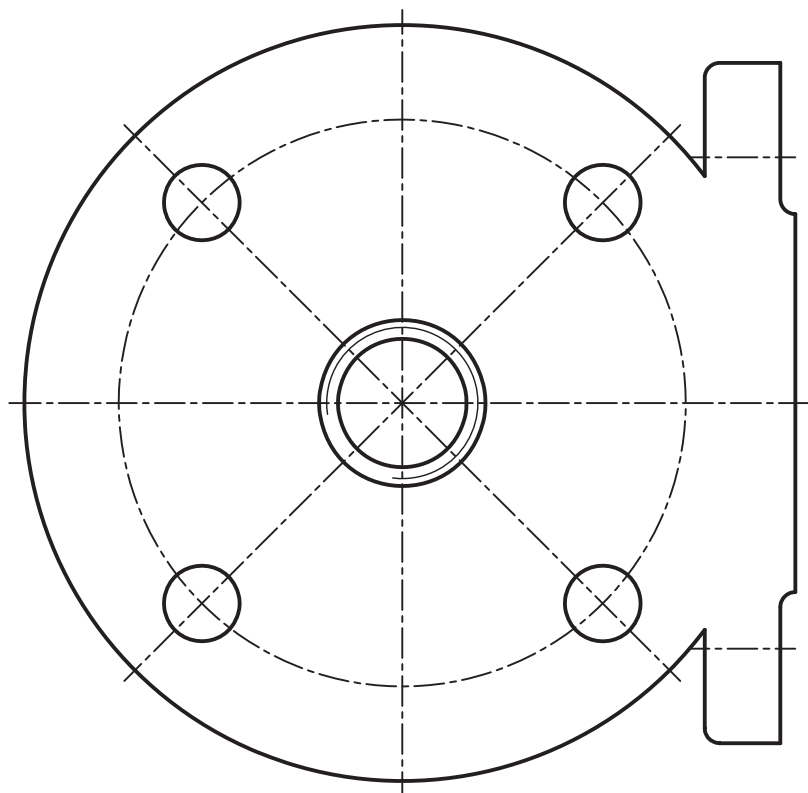
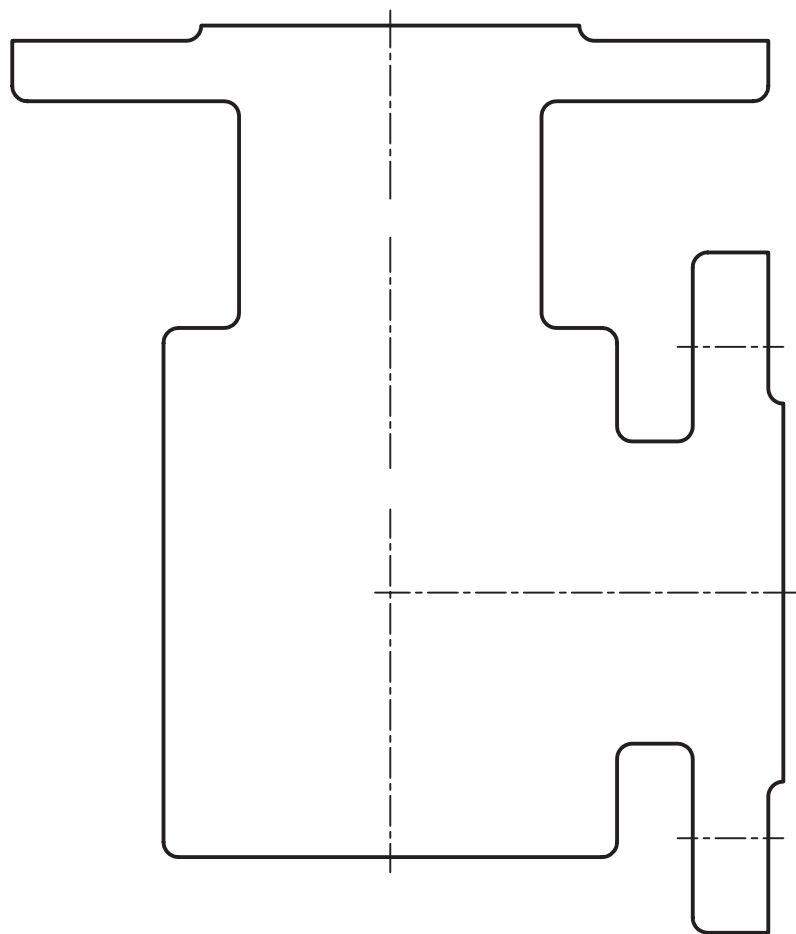
ب) نمای افقی را به صورت نیم برش در سمت پایین کامل کنید.

پ) همه مشخصات موجود روی نقشه a را به شکل b منتقل کنید.

ت) تولرانس‌های داده نشده از مرحله متوسط جدول تولرانس‌های آزاد، فیلتهای ۲ و دستور تولید خوب، برای سطوح بدون پرداخت (جنس CuSn - تکمیل جدول).

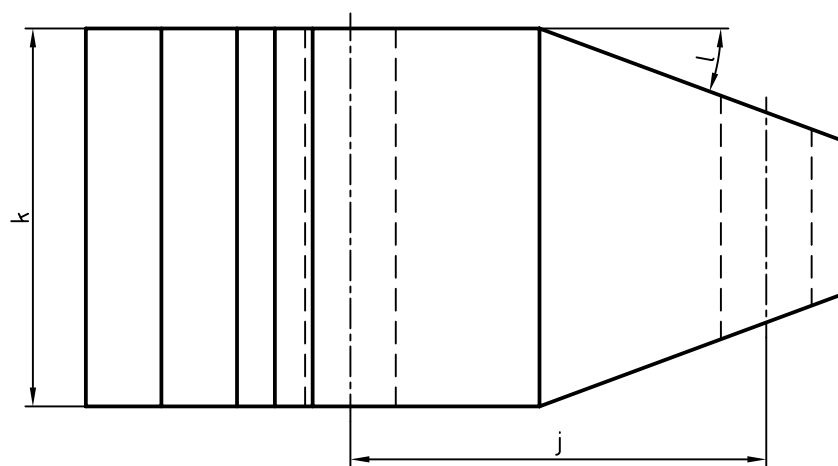
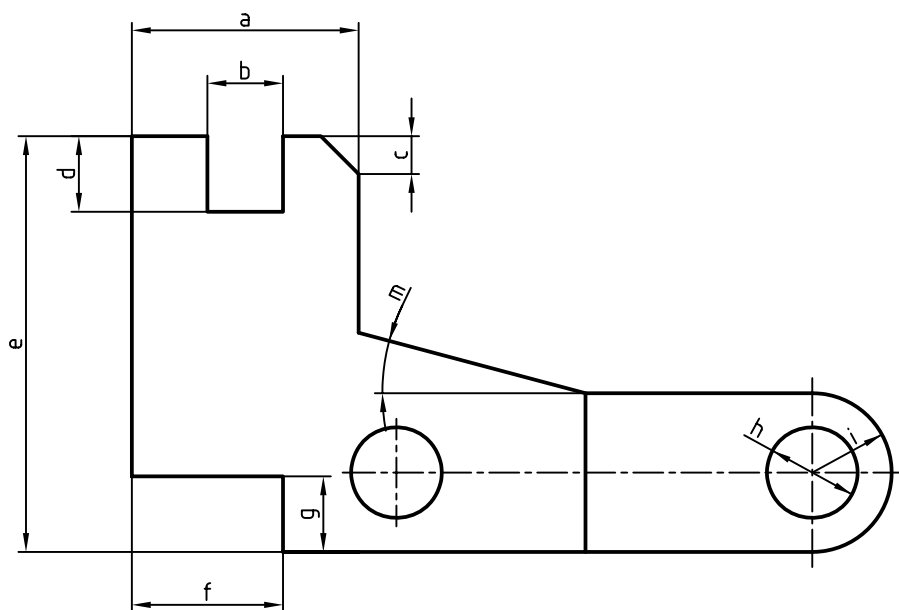


۱۱۷



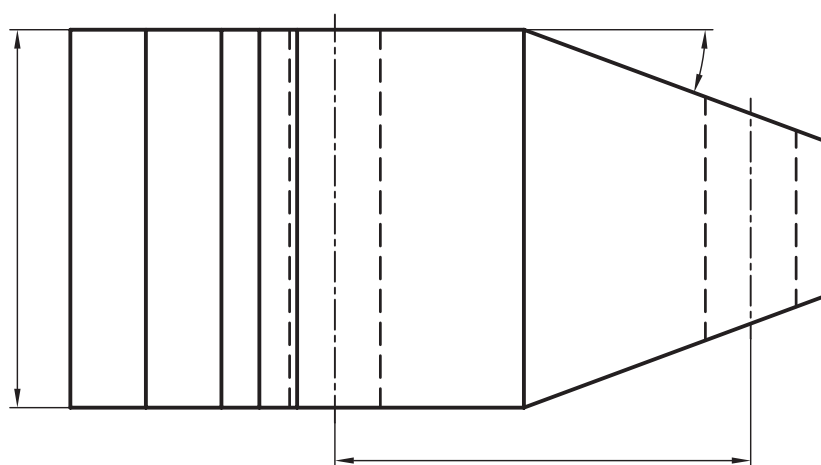
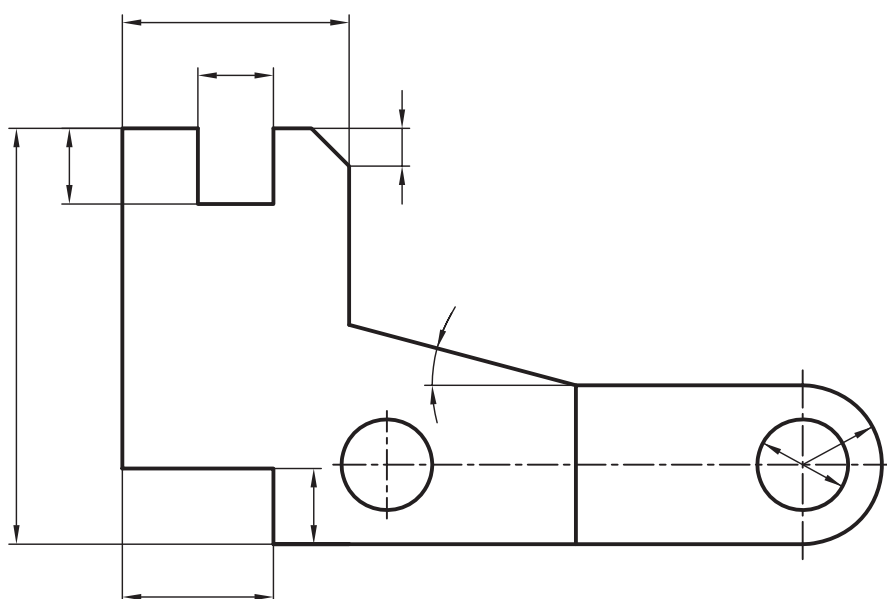
شکل ۲۳-۵-ب پوسته و نتیلاتور از CuSn

۴- یک اهرم در نماهای شکل ۵-۲۴ داده شده است. پس از تهیه کپی از شکل b، کارهای زیر را روی آن انجام دهید.



شکل ۵-۲۴ - a

a



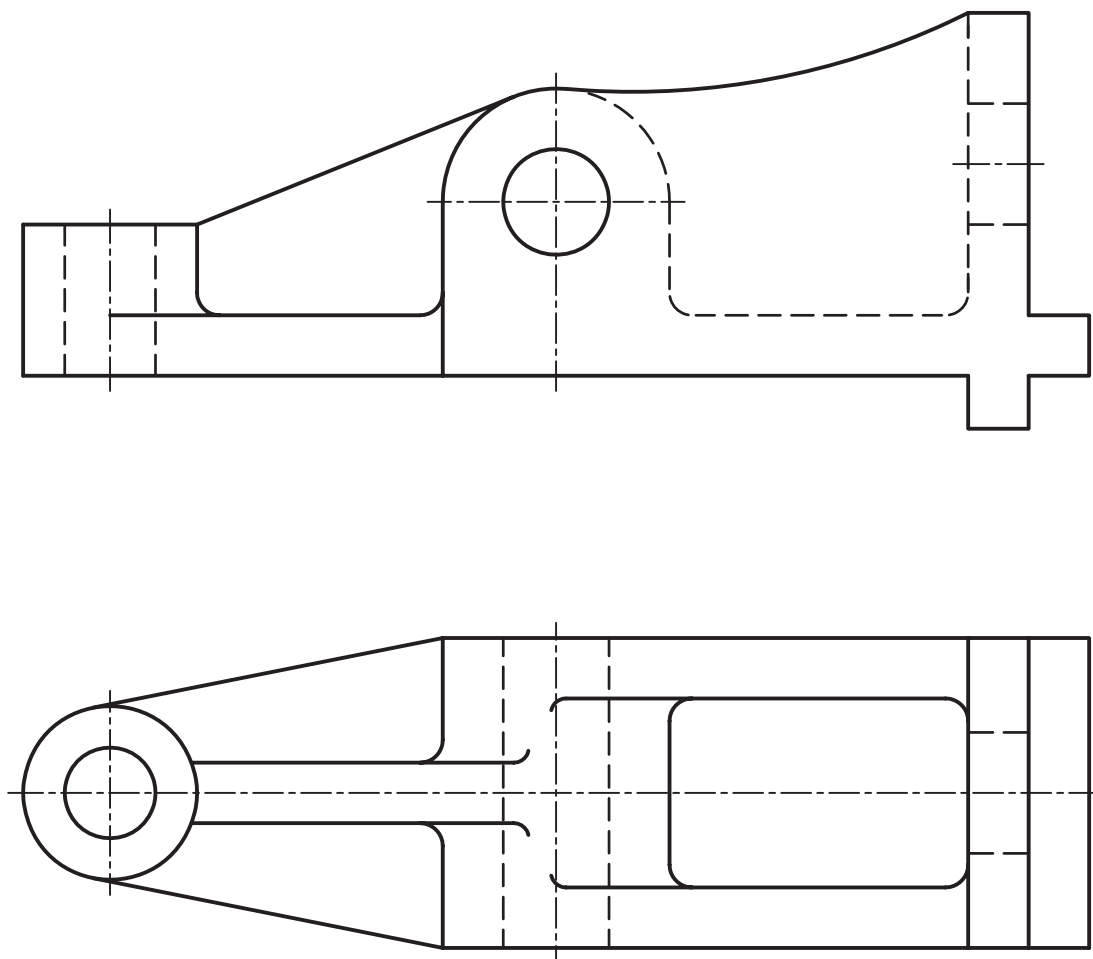
b

شکل ۲۴-۵-b

- a برابر  $3^\circ$  با f7 و نمایش حدهای بالا و پایین.
- b برابر  $1^\circ$  در حالت مبنا و IT7.
- c برابر  $45^\circ \times 5$  و با تolerانس زاویه  $\pm 1'$ .
- d برابر  $1^\circ$  با تolerانس  $\pm 0.02^\circ$  و e برابر 55 با تolerانس  $0.3^\circ$  و حد بالایی  $0.2^\circ$ .
- f برابر  $2^\circ$  با تolerانس  $0.25^\circ$  و حد پایینی  $-0.1^\circ$ .
- g برابر  $1^\circ$  و با اختلاف اندازه مجاز  $0.2^\circ$  و حد بالایی  $0.15^\circ$ .
- h برابر 12 با علامت مبنا و IT7، i با اندازه حداکثر 11/1.
- z برابر 56 با  $0.13^\circ$  اضافه و  $0.7^\circ$  کم، تolerانس چیست؟
- k با حداقل 1/50، l برابر  $2^\circ$  با  $1''$ ،  $2'$  اضافه و  $18''$ ،  $2'$  کم.

– طول کلی جسم  $10^3$ ، تولرانس‌های عمومی مرحله متوسط، پرداخت برای شکاف b و سوراخ‌ها  $3/2$ ، برای شیب‌ها  $6/3$  و برای سایر سطوح  $12/5$  (تکمیل جدول).

۵– برای بدنه آلومینیمی شکل ۲۵–۵، کلیه مشخصات سطح و موارد انطباقی را خود با استفاده از جداول تعیین کنید و پس از مشورت با استاد و اطمینان از درستی کار، موارد را به همراه اندازه‌گذاری روی نقشه درج کنید (کارها را روی کپی تهیه شده انجام دهید).



شکل ۲۵–۵ بدنه آلومینیمی

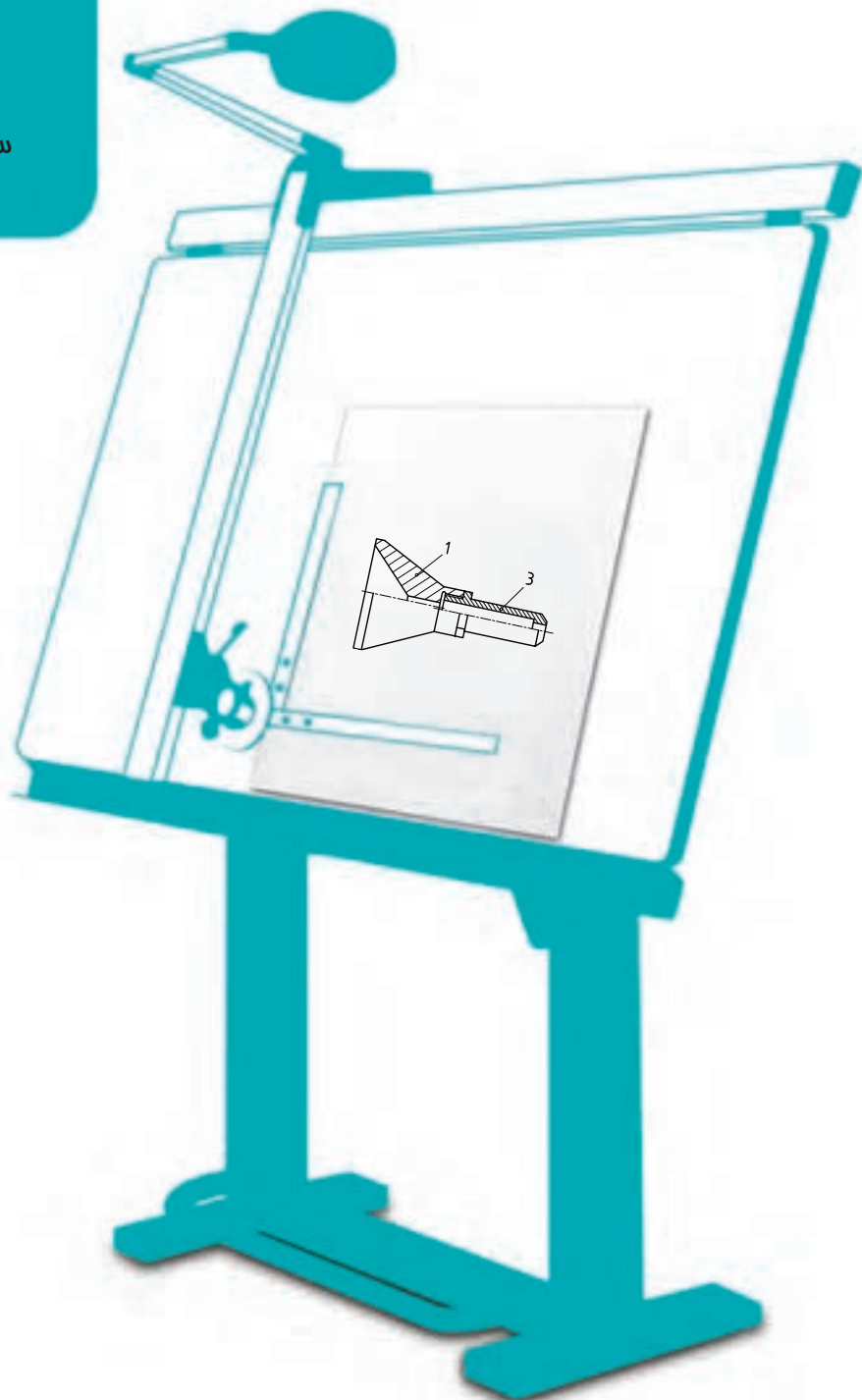
## تحقیق کنید



- ۱– آیا برای تعیین اعداد جداول بزرگ انطباقات روابطی ریاضی وجود دارد؟
- ۲– آیا می‌توانید چند نمونه از انطباق‌های مشخص بیاورید؟
- ۳– آیا می‌توانید یک وسیله را با انواع انطباق آن شرح دهید؟
- ۴– آیا می‌توانید در مورد مرحله عبوری توضیح بیشتری بدهید؟
- ۵– آیا می‌توانید مجموعه انطباقات موجود در یک خودکار معمولی را تشریح کنید؟

# فصل ششم تولرانس هندسی

سافت هیچ فرم هندسی بدون خط  
امکان ندارد.





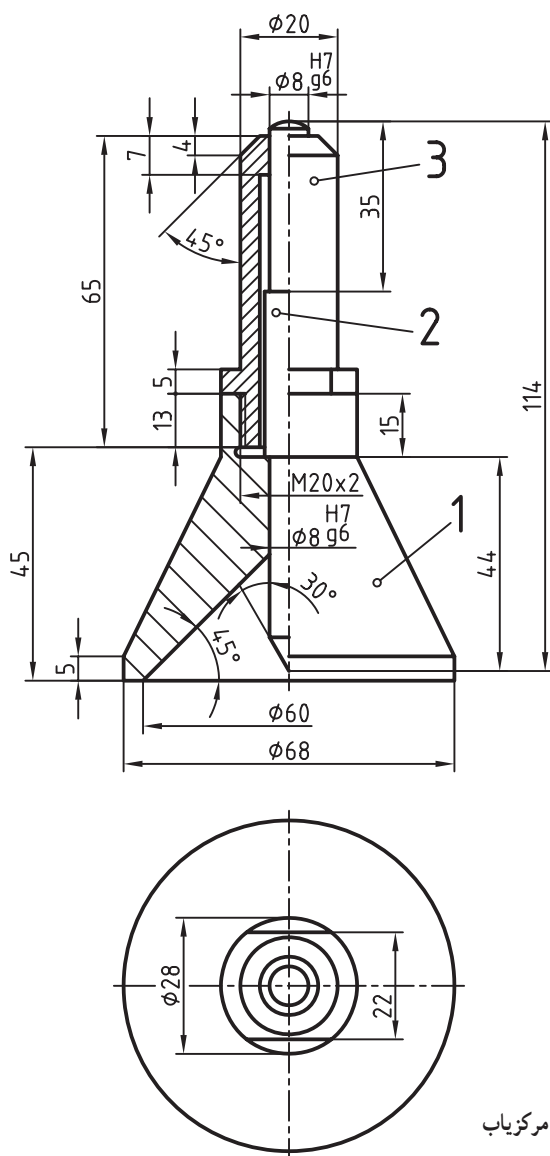
## ٲولرانس هندسي'

**هدف‌های رفتاری : فراگیرنده در پایان این درس می‌تواند :**

- ۱- مفهوم تولرانس هندسی را بیان کند.
- ۲- تولرانس هندسی را تعریف کند.
- ۳- نشانه‌های تولرانس هندسی را توضیح دهد.
- ۴- نشانه‌های تولرانس را در نقشه به کار برد.

## ۱-۶۔ تولرانس ھندسی

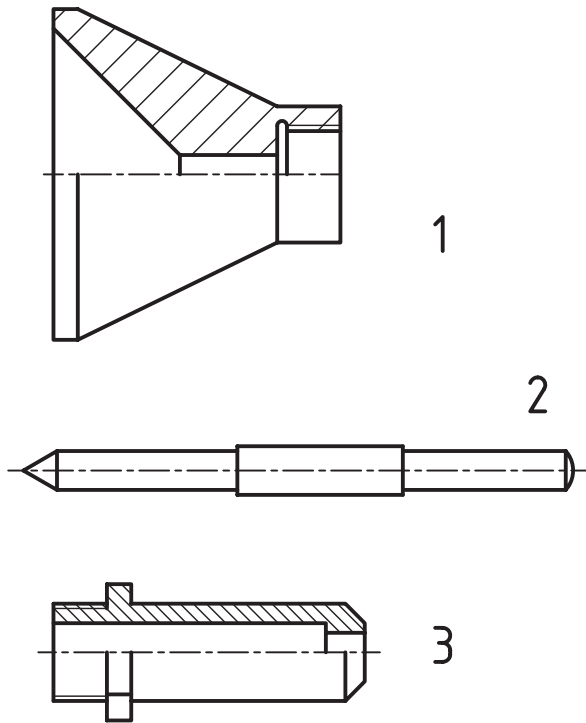
به شکل ۱-۶ نگاه کنید. در این شکل ابزاری به نام مرکز نشان یا زنگوله مرکز یاب دیده می شود. از آن برای سنبه نشان زدن در مرکز سرب یک میله با هر قطری، استفاده می شود.<sup>۲</sup>



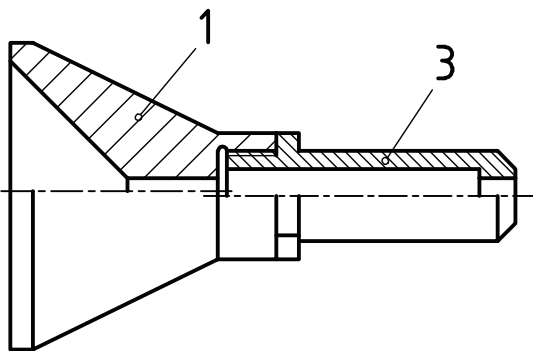
شکل ۱-۶- زنگوله مرکزیاب

این ابزار سه تکه دارد. این سه تکه با شماره‌های ۱، ۲ و ۳ و به ترتیب در شکل ۶-۲ دیده می‌شوند.

برای مرکزگیری دقیق، باید شماره ۲، از جنس فولاد ابزار، در قسمت قطر هشت خود، بدون هیچ‌گونه لقی و در حالت روان، در قطعات ۱ و ۳ حرکت کند. پس از تولید این سه تکه در کارگاه، در بسیاری موارد متوجه می‌شوید که سوار کردن آن‌ها با کیفیت مطلوب ممکن نیست. زمانی که قطعات، به ویژه سوراخ‌ها و میله در اندازه هشت میلی‌متری خود بازرسی می‌شوند، هیچ‌گونه اشکالی دیده نمی‌شود. پس چرا قطعات به درستی روی هم سوار یا به اصطلاح مونتاژ نمی‌شوند؟



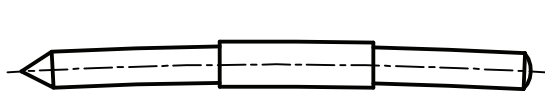
شکل ۶-۲- اجزای مرکزیاب، بدنه، سنبه و راهنما



شکل ۶-۳- هم راستا نبودن محورها

ممکن است دلایل بسیاری وجود داشته باشد، برای نمونه :

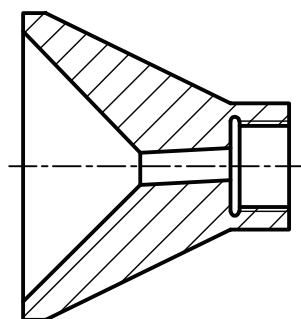
- دو سوراخ استوانه‌ای به قطر هشت، موجود در تکه‌های ۱ و ۳، دقیقاً در یک راستا قرار نمی‌گیرند. پس با اغراق زیاد، شکل ۶-۳ را داریم :



شکل ۶-۴- خمیدگی سنبه

- قطعه ۲، کمی خمیده شده و از حالت استوانه‌ای دقیق خارج شده است. باز هم با اغراق زیاد، شکل ۶-۴ را داریم<sup>۱</sup> :

۱- روشن است که این خمیدگی با چشم دیده نمی‌شود و تنها با آزمایش می‌توان به آن پی برد.



شکل ۵-۶ زاویه داشتن محور  
سوراخ کوچک نسبت به محور بدنه

۵-۶، انحراف دیده می شود. - محور سوراخ موجود در شماره ۳، نسبت به محور مخروط انحراف دارد. در شکل

از این گونه انحراف ها و اشکال ها زیاد است و در هنگام تولید قطعات فراوان به وجود می آید. این نارسایی ها می تواند مربوط به خطای کارگر، دستگاه، دما و ابزارهای اندازه گیری باشد.

یک پرسش مهم!

آیا ساخت قطعات با شکل دقیق هندسی و بدون هیچ گونه خطای شکلی ممکن است؟ پاسخ دقیقاً نه می باشد! یعنی هرگز امکان ساخت یک شکل و فرم دقیق از نظر هندسی وجود ندارد.

پس مسئله تازه ای در مقابل طراح وجود دارد. او باید افزون بر در نظر گرفتن مواردی مانند پرداخت سطح، تolerانس و انطباق، انحرافات شکلی را هم مورد توجه قرار دهد.

این انحرافات شکلی را زیر عنوان، تolerانس های هندسی بررسی می کنیم. بررسی را در سه مرحله انجام می دهیم:

۱- چند گونه انحراف شکلی در ساخت پیش می آید؟

۲- این انحرافات با چه نشانه هایی مشخص می شوند؟

۳- چگونه آن ها را در نقشه بیان می کنند؟

۱-۱-۶ تعریف تolerانس هندسی: تolerانس هندسی، انحراف مجاز یک شکل از فرم ایده آل آن است. این

انحراف می تواند تا آن حد باشد که، قطعه بتواند کار خود را به خوبی انجام دهد.

## ۲-۶ گونه های تolerانس

تولرانس های هندسی را به دو بخش عمده تقسیم می کنند.

۱- تولرانس های غیر وابسته، یعنی آن ها که به جزء دیگری بستگی ندارند. آن ها را زیر نام تولرانس های فرم بررسی می کنند.

۲- تولرانس های وابسته، یعنی آن ها که به جزء دیگری بستگی دارند و در واقع متکی به یک مبنا هستند. آن ها به نوبه خود در

سه بخش تولرانس های جهت<sup>۲</sup>، موقعیت<sup>۳</sup> و لنگی<sup>۴</sup> بررسی می شوند.

۱-۲-۶ نشانه ها<sup>۵</sup>: جدول ۶-۱، نشانه های تولرانسی مربوط به فرم، جهت، موقعیت و دویدگی را فهرست وار معرفی

می کند.

۱- فرم Form

۲- جهت Orientation

۳- موقعیت Location

۴- لنگی یا به تعبیر دیگر دویدگی Run - out

۵- نشانه ها Signs

جدول ۱-۶- تولرانس های هندسی

علائم	خواص تولرانس	مشخصات تولرانس
—	راست بودن	تولرانس های فرم
	تخت بودن، تختی، صاف بودن	
	گرد بودن، گردی، دایره ای بودن	
	استوانه ای بودن	
	شکل هر نوع خط	
	شکل هر نوع سطح	
//	موازی بودن	تولرانس های جهت
	عمود بودن	
	زاویه داشتن	
	وضعیت	تولرانس های موقعیت
	هم محوری و هم مرکزی	
	تقارن	
	دویدگی دایره ای - لنگی شعاعی	تولرانس های لنگی
	دویدگی کلی - لنگی کلی	

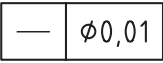
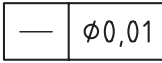
این جدول شامل، نوع تولرانس، نام و نشانه نقشه ای است. برای رسیدن به توانایی درج آن ها در نقشه، این علائم باید بررسی شوند.

۲-۲-۶- کادر<sup>۱</sup> تولرانس: اندازه و مشخصات تولرانس در داخل خانه های مستطیل شکل که از دو، سه و گاهی بیشتر تشکیل می شوند، قرار می گیرند. ترتیب قرار گرفتن نشانه ها و اندازه ها در داخل خانه ها به ترتیب از چپ به راست عبارت است از: نشانه تولرانس، مقدار آن بر حسب میلی متر و مبنا. شکل ۶-۶ نمونه ای را نشان می دهد.

//	0,1	A
----	-----	---

شکل ۶-۶- کادر تولرانس

بلندی کادر یعنی عرض مستطیل، می تواند ۵ یا ۷، با توجه به پهنای خط اصلی ۵/۰ باشد که تا پایان این درس، آن را ۷ در نظر می گیریم. تمام نشانه ها و حروف و کادر با خط ۲/۵ یعنی خط نازک خواهد بود<sup>۲</sup>.

سوراخ 4	4X
	
b	a

شکل ۶-۷- توضیح اضافه

۳-۲-۶- توضیح اضافی: اگر نیاز به یادداشتی در مورد تولرانس باشد، آن را در بالای کادر می نویسند. به دو نمونه در شکل ۶-۷ نگاه کنید.

۱- کادر، قاب Frame، در فرانسه Cadre

۲- در هنگام نقشه کشی با رایانه می توانید بلندی کادر را ۵ در نظر بگیرید (بلندی شماره ۲/۵).

○	0,1	
//	0,06	B

شکل ۸-۶ چند تولرانس همراه

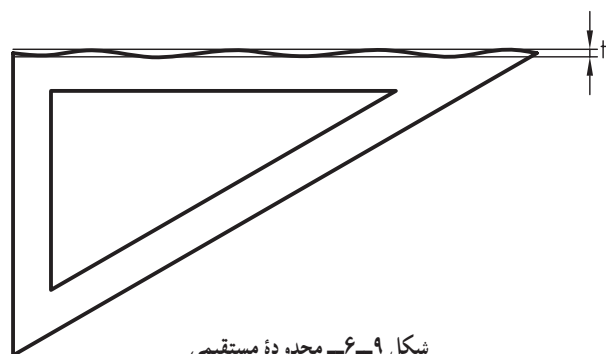
در هر دو حالت a و b تولرانس مربوط به چهار سوراخ است. هم چنین اگر نیاز باشد بیش از یک علامت برای یک جزء معین شود شکل ۸-۶، را خواهیم داشت.  
 ۴-۲-۶- نشانه‌های کمکی : در جدول ۲-۶ تعدادی از نشانه‌های کمکی آورده شده است.

جدول ۲-۶- نشانه‌های کمکی

نشانه‌ها	توضیحات
	مستقیم
	به وسیله حروف
	مستقیم
	به وسیله حروف
	اندازه دقیق تئوری

### ۳-۶- کاربرد نشانه‌ها در نقشه

در ادامه این گفتار، ابتدا توضیحی کوتاه در مورد هر یک از تولرانس‌ها و مفهوم آن‌ها داده می‌شود و سپس کاربردهای آن در یک نقشه ساده آورده می‌شود.



شکل ۹-۶- محدوده مستقیمی

۱-۳-۶- راست بودن<sup>۱</sup>: مستقیمی یا مستقیم بودن ساده‌ترین تولرانس هندسی است. دامنه کاربرد آن می‌تواند مربوط به هر خط راستی که در یک قطعه وجود دارد باشد. برای نمونه لبه‌های گونیای نقشه‌کشی رادر نظر بگیرید. آیا لبه‌های آن کاملاً مستقیم هستند؟ با یک آزمایش دقیق مثلاً به کمک ساعت، مقدار انحراف به دست خواهد آمد. شکل ۹-۶ مقدار خروج از مستقیمی را به صورتی اغراق آمیز نشان می‌دهد.

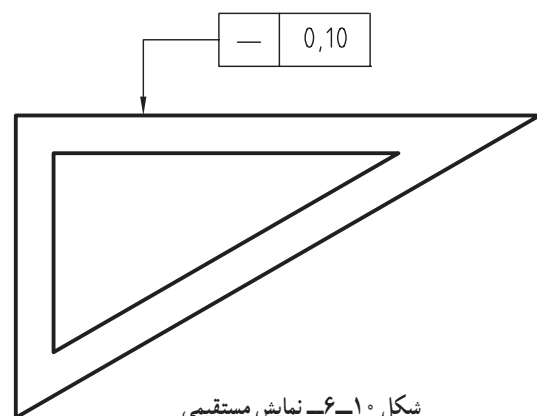
مقدار  $t$  همان تولرانس هندسی مستقیمی است که توسط طراح معین می‌شود. این مطلب را در نقشه به صورت شکل ۱۰-۶ نشان می‌دهند.

— علامت مستقیمی داخل کادر و در سمت چپ.

— مقدار تولرانس برابر  $0,1$  بعد از آن.

کادرها به وسیله خط رابط و یک فلش، دقیقاً جزء مورد نظر یعنی لبه گونیا را نشان می‌دهد.

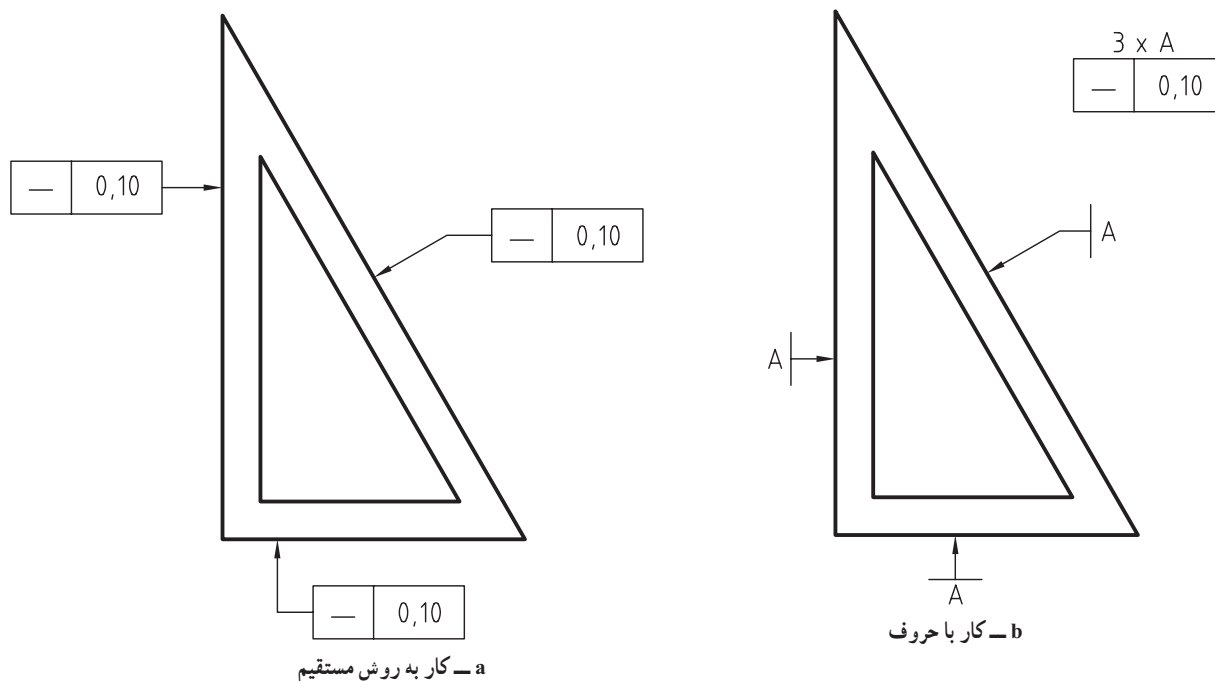
در این جا به گونه‌ای مستقیم به جزء مورد نظر اشاره



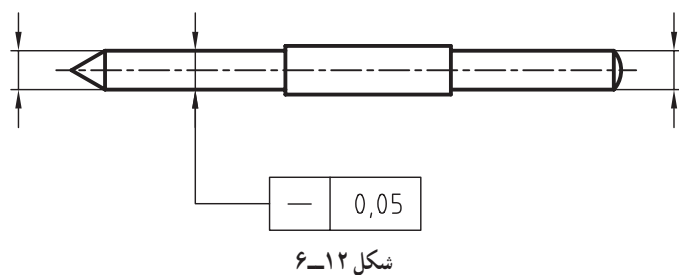
شکل ۱۰-۶- نمایش مستقیمی

۱- راست بودن Straightness

کرده ایم. اینک اگر بخواهیم تولرانس راست بودن را به طور مساوی به هر سه لبه گونیا نسبت دهیم می توانیم از دومین نشانه در جدول ۶-۲ استفاده کنیم، یعنی با حروف کار کنیم. شکل ۶-۱۱، هم کار با حروف و هم روش مستقیم را نشان می دهد.



شکل ۶-۱۱



شکل ۶-۱۲

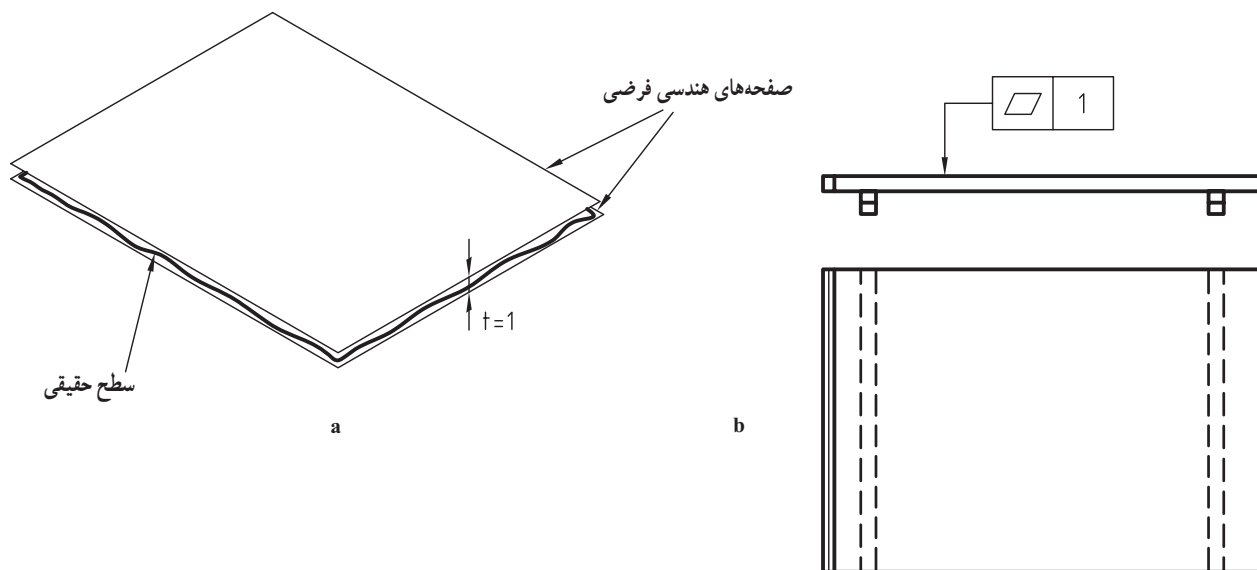
محور یک قطعه هم می تواند دارای مفهوم راست بودن باشد. برای نمونه، میله زنگوله مرکزیاب را در نظر بگیرید. راست نبودن محور، از عواملی است که سوار کردن آن را مشکل می کند. شکل ۶-۱۲ میزان انحراف از مستقیمی را  $0.05^\circ$  میلی متر تعیین کرده است. نکته ای که باید دقیقاً به آن توجه کنید آن است که

اشاره به محور، طبق دستور ISO به کمک یک خط اندازه انجام خواهد شد. یعنی اگر می خواهیم به محور یک قطعه اشاره کنیم، باید ابتدا یک خط اندازه رسم کنیم، با عدد اندازه یا حتی بدون آن و سپس فلش مربوط به کادر نشانه ها را به فلش اندازه سربه سر کنیم.

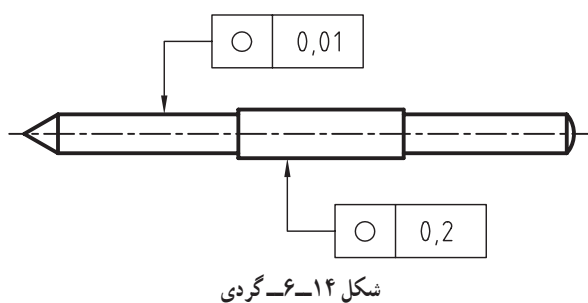
۶-۳-۲ تختی<sup>۱</sup>: تخت بودن دومین تولرانس هندسی است و می تواند مربوط به هر سطح تخت باشد. برای نمونه مهم ترین وسیله ترسیم ما، تخته رسم است که باید به اندازه کافی تخت باشد. در شکل ۶-۱۳، میزان انحراف از تخت بودن یا صاف نبودن برابر ۱ میلی متر برای تخته  $300 \times 500$  تعیین شده است.

مفهوم آن خیلی ساده است. سطح تخته ما می تواند بین دو سطح هندسی به فاصله ۱ میلی متر از هم ناصافی داشته باشد و نه

بیشتر.

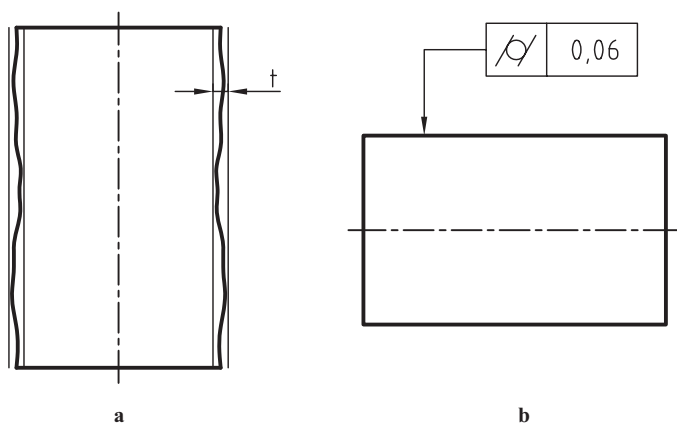


شکل ۱۳-۶- صافی تخته رسم



شکل ۱۴-۶- گردی

۳-۳-۶- گردی<sup>۱</sup>: گردی یا دایره‌ای بودن می‌تواند مربوط به هر مقطعی باشد که شکل دایره‌ای دارد. تعداد این دایره‌ها روی یک میله یا محور، بی‌شمار است. باز هم محور مرکز یاب را در نظر بگیرید. هر مقطع آن دایره است که باید دقت لازم را داشته باشد. شکل ۱۴-۶- تولرانس گرد بودن را ۰/۰۱٪ تعیین کرده است. این تولرانس می‌تواند مربوط به هر مقطعی از استوانه‌های  $\phi 8$  باشد.



شکل ۱۵-۶- استوانه‌ای بودن

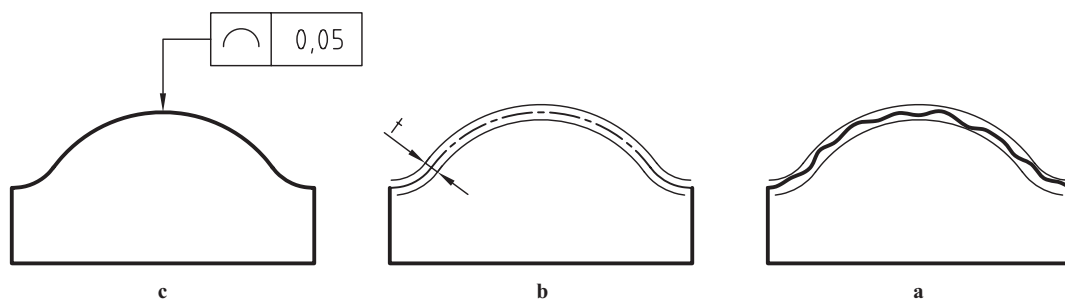
۴-۳-۶- استوانه‌ای بودن: دو استوانه هندسی در نظر بگیرید که فاصله آن‌ها برابر  $t$  یعنی تولرانس باشد. اکنون اگر استوانه‌ای ساخته شده بین آن دو قرار گیرد و به هیچ وجه خروجی از آن‌ها نداشته باشد، قابل قبول خواهد بود. روشن است که هر چه  $t$  کوچک‌تر شود، استوانه مورد نظر دقیق‌تر و به حالت هندسی نزدیک‌تر می‌شود<sup>۲</sup>. در شکل ۱۵-۶- $b$ ، تولرانس ۰/۰۶٪ می‌باشد.

۵-۳-۶- هر نوع خط: در این جا منظور یک خط فرم دار است. پس زمانی که خط مورد نظر دارای

۱- گردی، گرد بودن، دایره‌ای بودن Circularity

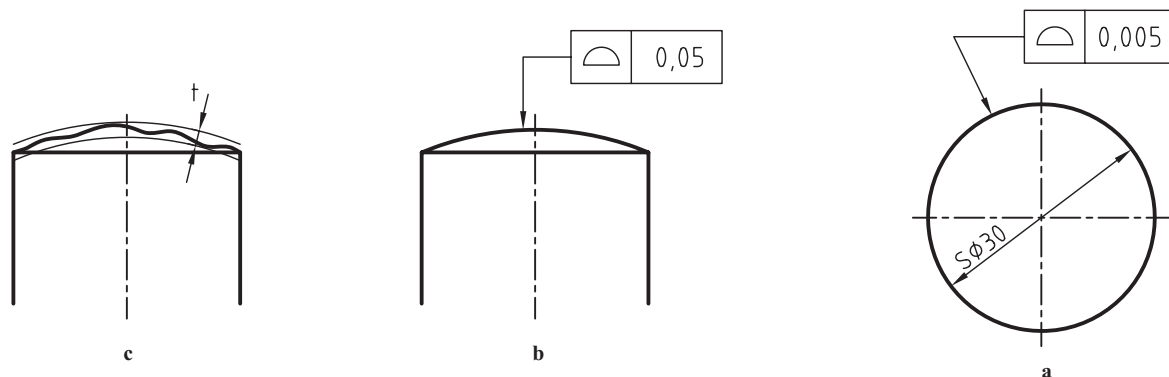
۲- و به همان نسبت هزینه تولید آن بیشتر و قیمت آن زیاده‌تر خواهد شد. چرا؟

فرمی غیرمستقیم باشد، باز هم محدوده تغییرات این فرم بین دو حد ایده‌آل هندسی به فاصله  $t$  قرار می‌گیرد (شکل ۶-۱۶).



شکل ۶-۱۶- شکل هر نوع خط

۶-۳-۶ هر نوع سطح<sup>۱</sup>: اگر سطح فرم‌داری مورد نظر باشد، مانند سطح یک کُره یا گلگیر خودرو، می‌توان از نشانه ویژه آن استفاده کرد. در شکل ۶-۱۷، تولرانس هر نوع سطح برابر  $0,005$  برای یک ساجمه کروی به قطر  $30^\circ$  و  $0,05$  برای انتهای گرد شده یک میله است.



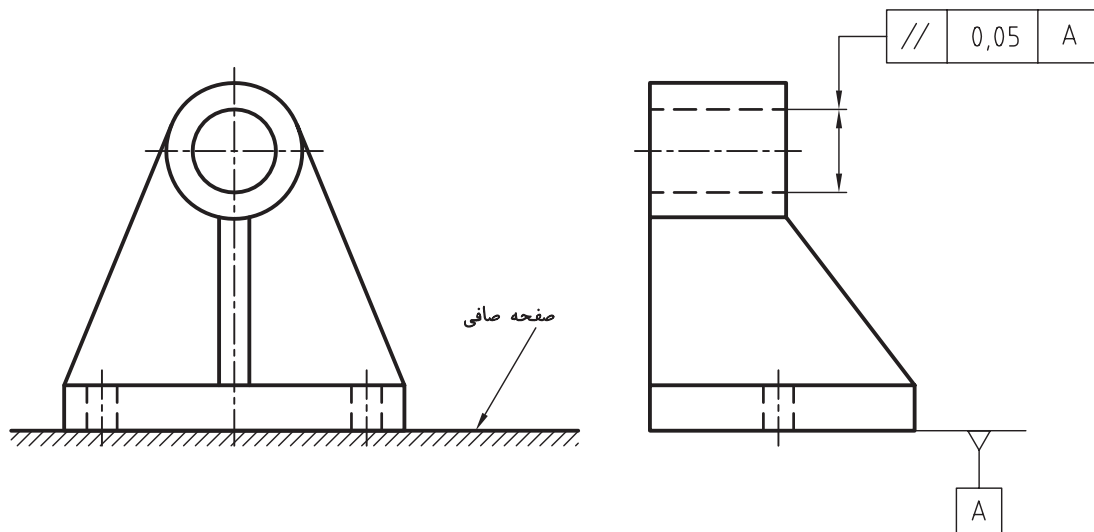
شکل ۶-۱۷

۶-۳-۷ موازی بودن<sup>۲</sup>: توازی اولین مورد از تولرانس‌های هندسی جهت است که موضوع آن موازی بودن یک سطح با یک محور یا یک سطح مبنا است. وقتی یک قطعه مانند یاتاقان دیوارکوب را روی صفحه صافی قرار می‌دهید، کف آن در نقاطی با صفحه صافی تماس می‌یابد که همان به عنوان سطح مبنا کافی است. در شکل ۶-۲۰، محور سوراخ با بیشترین انحراف مجاز  $0,05$  باید با کف قطعه به عنوان مبنا موازی باشد (شکل ۶-۱۸).  
به بیانی مختصر، محور استوانه سوراخ می‌تواند در داخل یک استوانه هندسی موازی با قاعده به قطر  $0,05$  بازی داشته باشد.

۱- شکل هر نوع سطح Profile of any surface

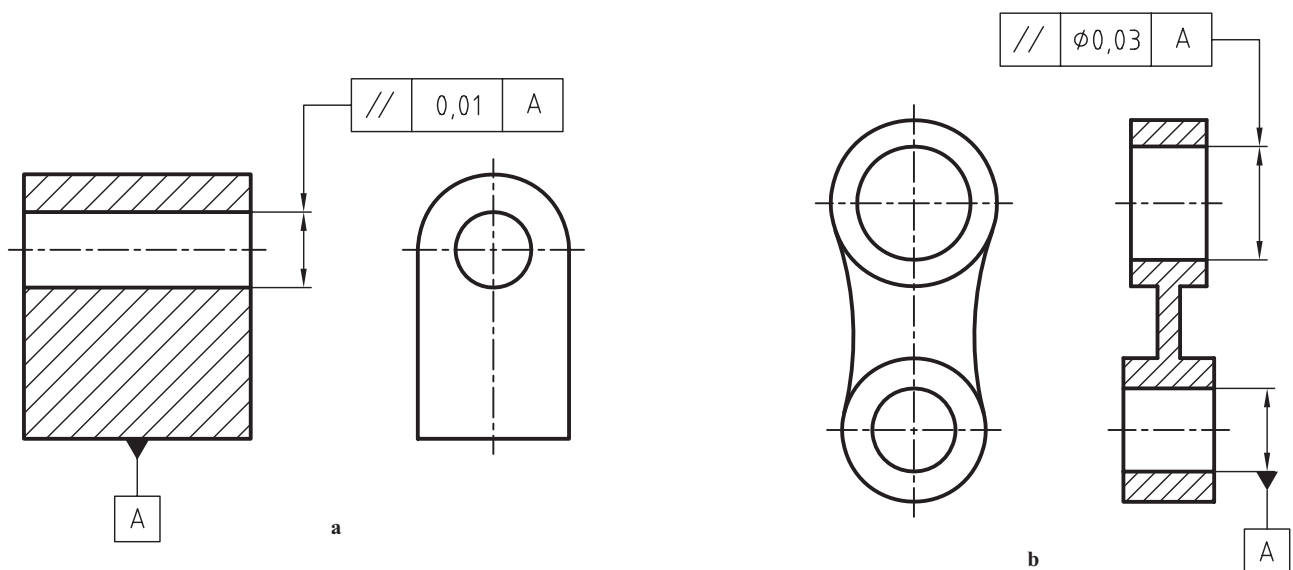
۲- موازی بودن Parallelism





شکل ۱۸-۶- یاتاقان دیوارکوب چدنی

دو نمونه دیگر، داده شده در شکل ۱۹-۶ را بررسی کنید.

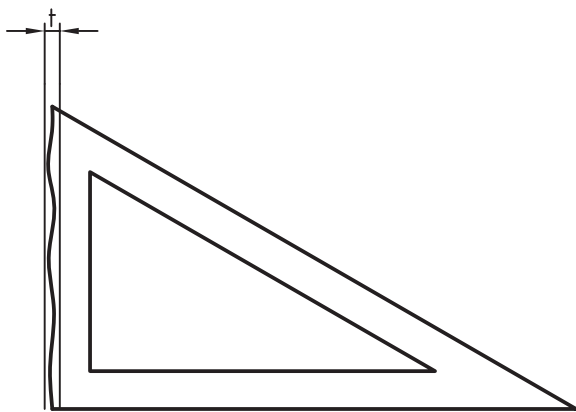


شکل ۱۹-۶- پایه، a- b- اهرم

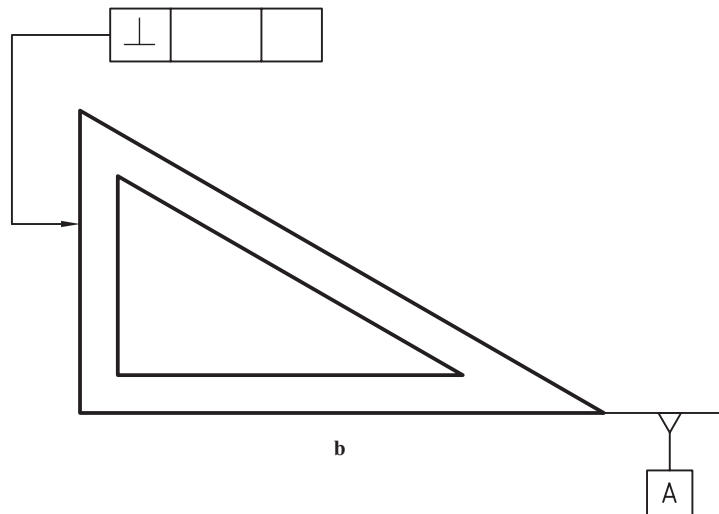
لازم است به چگونگی نمایش و معرفی مبنای A که می تواند یک سطح یا یک محور باشد توجه کنید. مثلث مبنا از قاعده به مبنا می چسبد و مثلثی متساوی الاضلاع به بلندی ۲ تا ۲/۵ میلی متر است. این مثلث، توخالی یا توپر رسم می شود.

۸-۳-۶- عمود بودن<sup>۱</sup>: تعامد به مفهوم عمود بودن یک جزء بر جزء دیگر است. برای نمونه، ضلع گونیا باید بر ضلع دیگر عمود باشد. پس باید یکی از ضلع های زاویه ۹۰ درجه را به عنوان مبنا انتخاب کنیم. شکل ۲۰-۶، علاوه بر گونیا، دو نمونه دیگر را هم معرفی می کند.

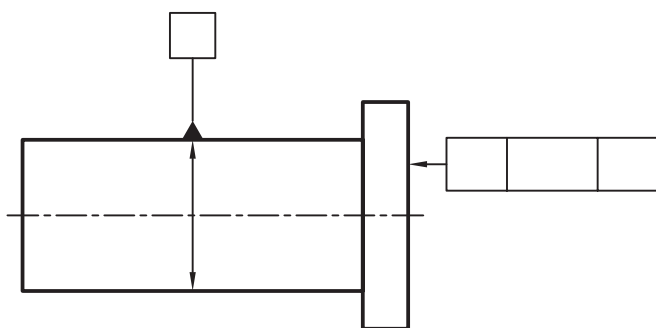
۱- عمود بودن Perpendicularity



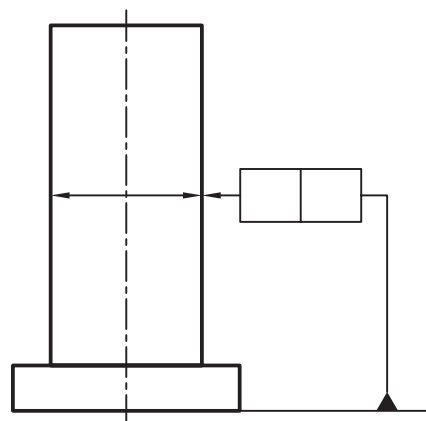
a



b



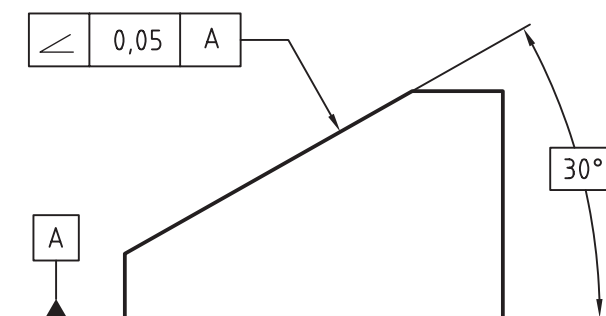
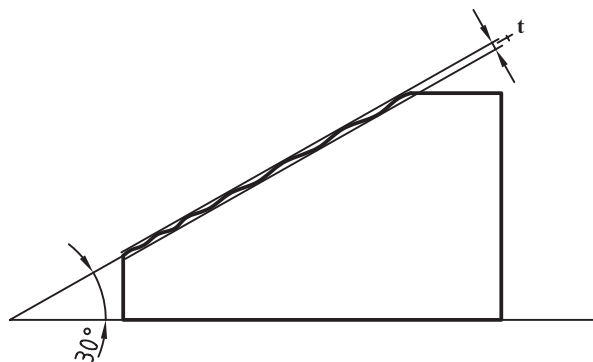
c



d

شکل ۶-۲۰- گونیا، محور

می بینید که در حالت d، به طور مستقیم به مبنا اشاره شده، پس نیاز به حروف نیست.<sup>۱</sup>  
 ۹-۳-۶ زاویه داشتن<sup>۲</sup>: ضلع بزرگ زاویه را مبنا می گیریم. اگر دو صفحه هندسی به فاصله t یعنی محدوده تولرانس، نسبت به مبنا زاویه درست را داشته باشند، ضلع کوچکتر فقط می تواند داخل این محدوده، دچار انحراف شود (شکل ۶-۲۱).

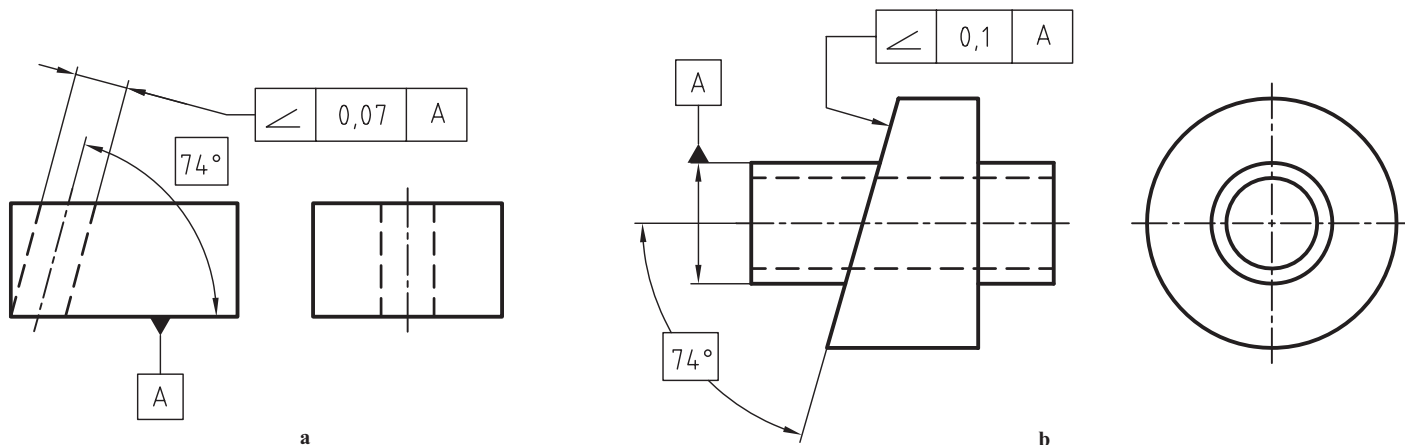


شکل ۶-۲۱- زاویه داشتن

۱- به جدول ۶-۲، سطر چهارم نگاه کنید.

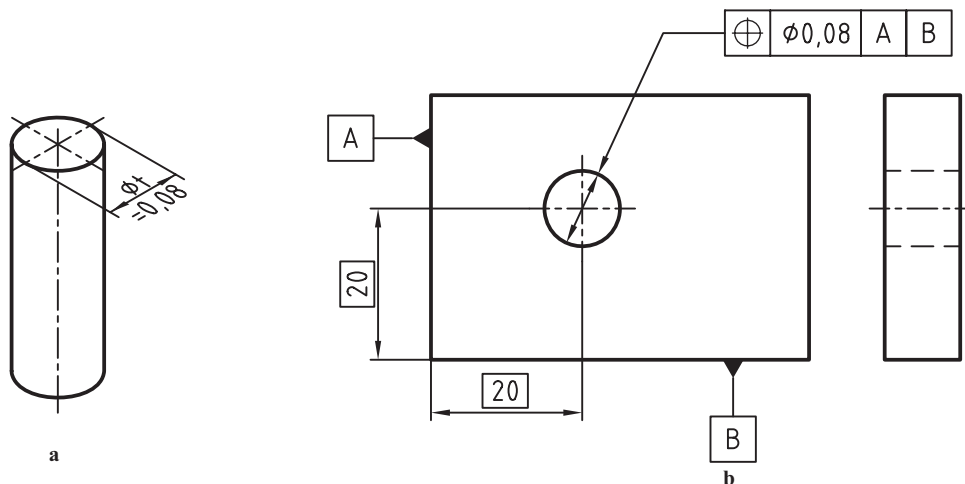
۲- زاویه داشتن Angularity

توجه کنید که مفهوم زاویه داشتن به کلی با مفهوم تولرانس زاویه متفاوت است. در شکل زاویه  $3^\circ$  درجه داخل کادر نوشته شده، که به معنی اندازه دقیق تئوری است. تولرانس این زاویه را صفر یا خیلی کم در نظر می گیرند و معرف زاویه محدوده تولرانس با خط یا سطح مبنا است. در شکل ۶-۲۲ دو نمونه دیگر دیده می شود.



شکل ۶-۲۲- تولرانس زاویه داشتن

۱-۳-۶- وضعیت<sup>۱</sup>: اولین مورد از تولرانس های موقعیت، تولرانس وضعیت است. بنابر تعریف، موقعیت یعنی چگونگی قرار گرفتن یک جزء از یک قطعه، مثلاً محور یک سوراخ را نسبت به لبه های کار، وضعیت محور آن سوراخ می گویند. در شکل ۶-۲۳، محور سوراخ می تواند داخل استوانه ای به قطر  $8^\circ$  با توجه فاصله های دقیق تئوری  $2^\circ$  از لبه های مبنا، بازی داشته باشد.



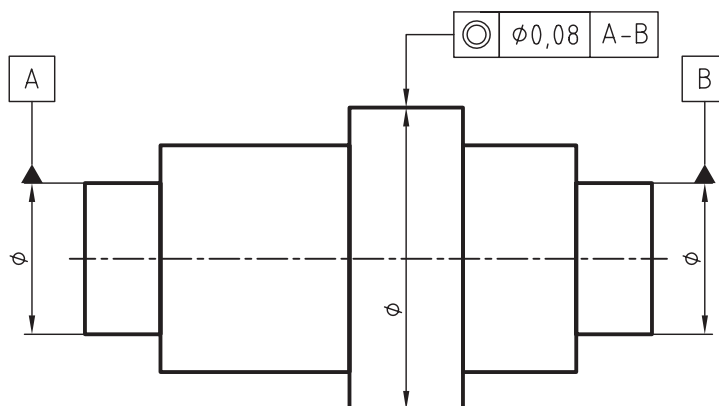
شکل ۶-۲۳- وضعیت

۱۱-۳-۶- هم محوری<sup>۲</sup> و هم مرکزی: یکی از مهم ترین مشکلاتی که در زمان سوار کردن قطعات پیش می آید، عدم هم محوری است. اگر توجه کنیم خواهیم دید که تولرانس هم محوری در حقیقت شامل راست بودن، استوانه ای بودن و دایره ای بودن است.

۱- وضعیت Position

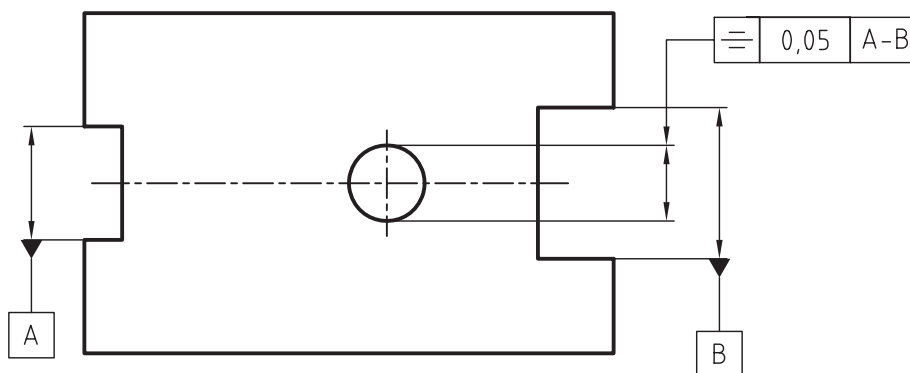
۲- هم محوری Concentricity

تولرانس هم محوری به ویژه در مورد قطعات پله دار مطرح می شود. در شکل ۶-۲۴ محور کلی قطعه به عنوان مبنا می باشد که محور استوانه تولرانس گذاری شده، نسبت به آن سنجیده می شود.



شکل ۶-۲۴ هم محوری

۶-۳-۱۲- قرینه بودن<sup>۱</sup>: هنگامی که دو سطح موازی باید از یک محور یا سطح معین به یک فاصله باشند، تولرانس تقارن یا قرینه بودن مطرح می شود. شکل ۶-۲۵ یک تولرانس گذاری تقارن را نشان می دهد.



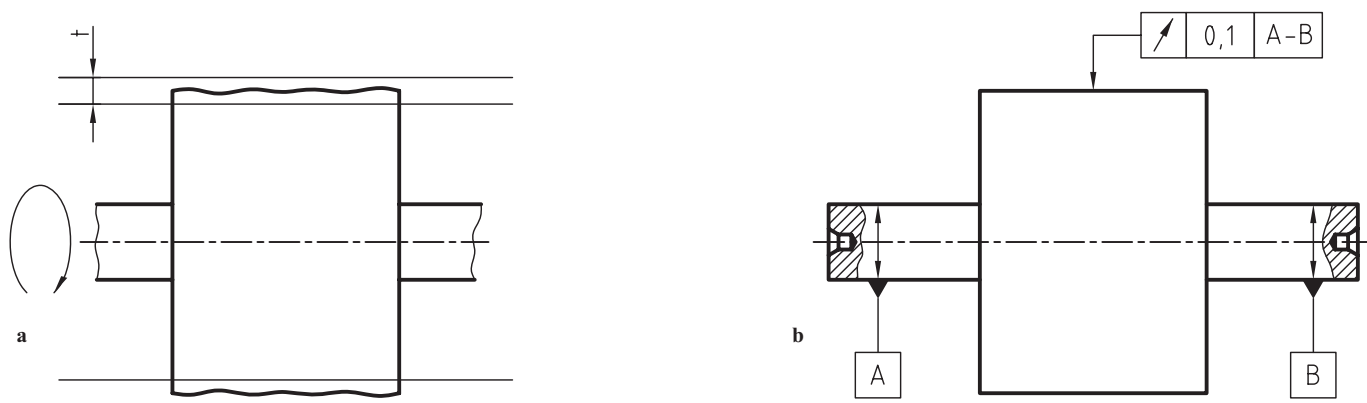
شکل ۶-۲۵ قرینه بودن

۶-۳-۱۳- دویدگی دایره ای<sup>۲</sup>: آن را لنگی ساده یا جزئی هم می گویند. لنگی هم شامل گرد نبودن است و هم خارج از مرکز بودن نسبت به محور تقارن قطعه.

وقتی قطعه کار دارای دو جای مرغک است، قطعه را روی مرغک ها سوار و به کمک ساعت، لنگی ساده را در هر مقطع دایره ای اندازه گیری می کنند. پس لمس کننده ساعت، در هر نقطه ای که روی استوانه قرار گیرد، با چرخش استوانه، لنگی نباید از ۱/۱۰ بیشتر شود (شکل ۶-۲۶).

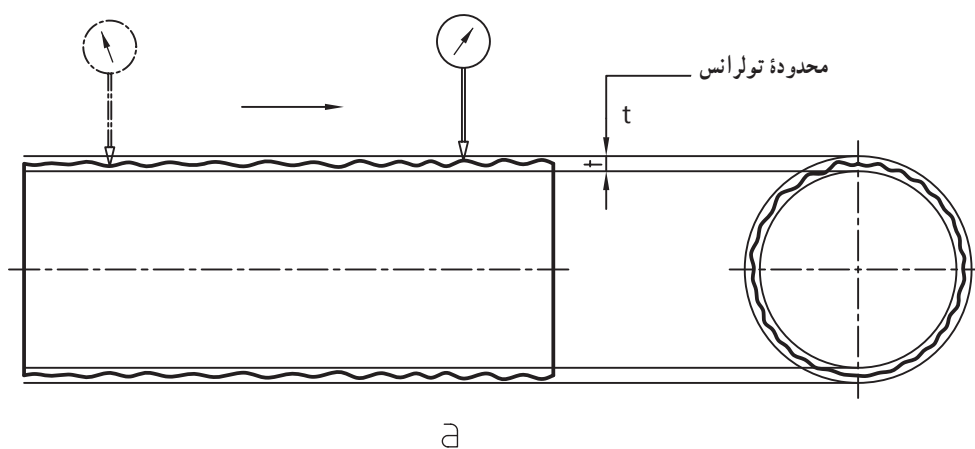
۱- قرینه بودن، تقارن Symmetry

۲- دویدگی دایره ای out - Circular run



شکل ۲۶-۶- لنگی جزیی یا دویدگی دایره‌ای

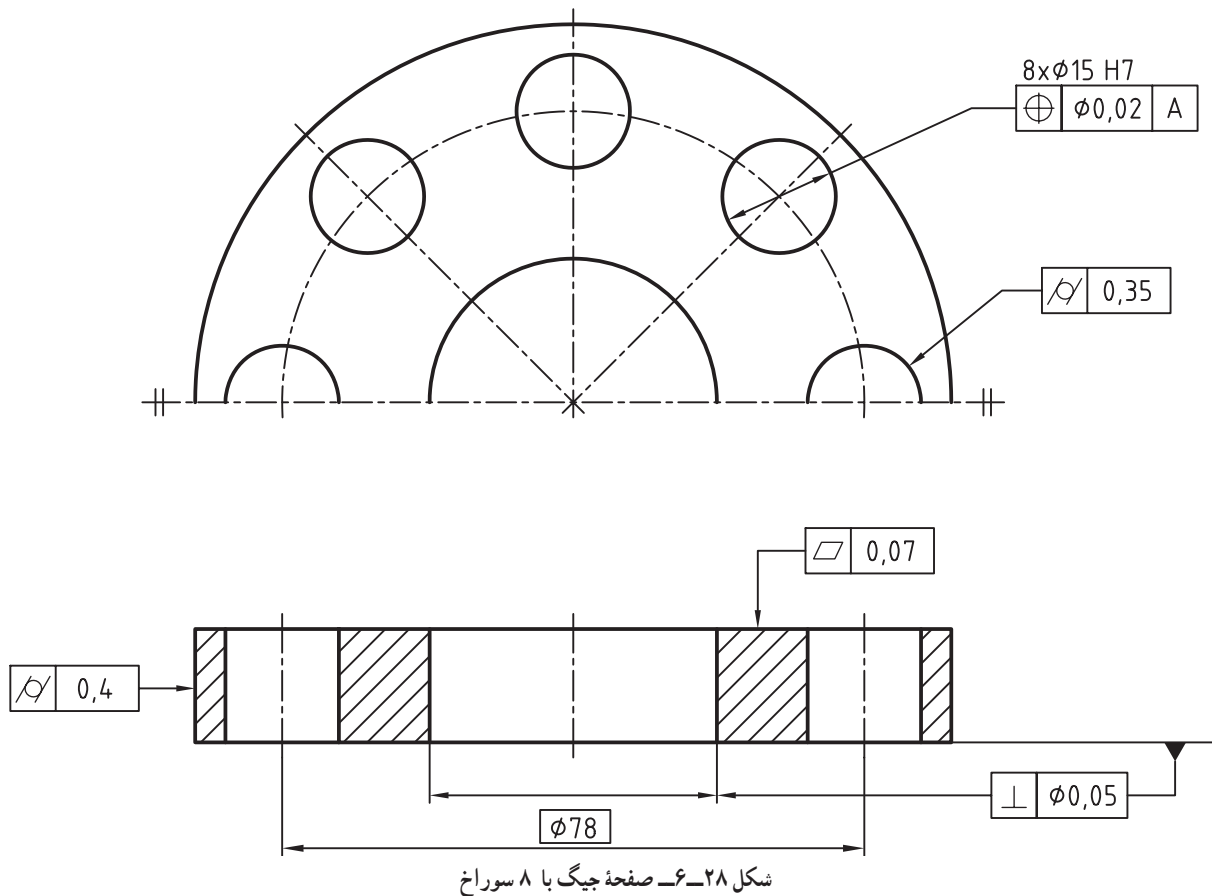
۱۴-۳-۶- لنگی کلی: دویدگی کلی که به آن لنگی محوری هم می‌گویند، در حقیقت پیچیده‌ترین نوع انحراف شکلی است که بسیاری از موارد پیشین، مثل مستقیمی یا دایره‌ای بودن را در بردارد. باز هم بازرسی روی مرغک انجام می‌شود و تولرانس به کل قطعه مربوط خواهد شد. در شکل ۲۷-۶، لنگی کلی ۰/۱ منظور شده است.



شکل ۲۷-۶- دویدگی کلی

پس لمس‌کننده ساعت در تمام طول استوانه نباید بیشتر از  $\frac{1}{8}$ ° منحرف شود.  
 آیا در مورد لنگی جزیی، ساعت می‌تواند در کل طول استوانه بیشتر از  $\frac{1}{8}$ ° منحرف شود؟  
 به نقشه نمونه‌ای توجه کنید که طراح برای آن تولرانس‌های هندسی گوناگونی در نظر گرفته است.  
 به چند نکته مهم توجه کنید:

– معمولاً تولرانس‌های هندسی روی نقشه‌های ساخت یا اجرایی گذاشته نمی‌شود.  
 – به نقشه ۲۸-۶، نقشه کنترل کیفیت می‌گویند و نقشه‌ای است مربوط به آزمایشگاه کنترل کیفیت.



– درج تولرانس‌های هندسی در نقشه اجرایی، کاری به جز شلوغی انجام نمی‌دهد.  
 – برای تولرانس‌های هندسی هم جدول‌های پیشنهادی موجود است که طراح می‌تواند مقدار تولرانس‌های هندسی را در هر موردی از آن‌ها انتخاب کند. علاوه بر آن، جدول‌هایی موجود است که برای کارهای گوناگون فنی، تولرانس‌های هندسی را داده است.  
 به دو نمونه از جدول‌ها، یکی برای مواردی مانند مستقیمی و تختی و یکی برای جزء وابسته مانند موازی بودن توجه کنید (جدول‌های ۳-۶ و ۴-۶).  
 می‌بینید که در اینجا هم مقدار تولرانس می‌تواند به اندازه بستگی داشته باشد.

جدول ۳-۶- برای مستقیمی و تختی، اجزای مستقل

mm	$\mu\text{m}$								
Ra →	۰٫۱ تا ۰٫۴			۰٫۸ تا ۳٫۲			۶٫۳ تا ۱۲٫۵		
→ مرغوبیت	A	B	C	A	B	C	A	B	C
↓ ۱۰ تا	۱٫۶	۲٫۵	۴	۴	۶	۱۰	۱۰	۱۶	۲۵
> ۱۰-۳۰	۲٫۵	۴	۵	۵	۸	۱۲	۱۲	۱۸	۳۰
> ۳۰-۸۰	۴	۶	۱۰	۱۰	۱۶	۲۵	۲۵	۴۰	۶۰
> ۸۰-۱۸۰	۶	۱۰	۱۵	۱۲	۱۸	۳۰	۳۰	۵۰	۸۰
> ۱۸۰-۴۰۰	۸	۱۲	۱۸	۱۸	۲۵	۴۰	۴۰	۶۰	۱۰۰

A خیلی خوب - B خوب - C متوسط

جدول ۴-۶- برای توازی، جزء غیر مستقل

mm	$\mu\text{m}$								
Ra →	۰٫۱ تا ۰٫۴			۰٫۸ تا ۳٫۲			۶٫۳ تا ۱۲٫۵		
→ مرغوبیت	A	B	C	A	B	C	A	B	C
↓ ۱۰ تا	۱٫۶	۲٫۵	۴	۴	۶	۱۰	۱۰	۱۶	۲۵
> ۱۰-۳۰	۲٫۵	۴	۵	۵	۸	۱۲	۱۲	۱۸	۳۰
> ۳۰-۸۰	۴	۶	۱۰	۱۰	۱۶	۲۵	۲۵	۴۰	۶۰
> ۸۰-۱۸۰	۶	۱۰	۱۵	۱۲	۱۸	۳۰	۳۰	۵۰	۸۰
> ۱۸۰-۴۰۰	۸	۱۲	۱۸	۱۸	۲۵	۴۰	۴۰	۶۰	۱۰۰

## خلاصه مطالب مهم



- ۱- ساخت قطعه با شکل دقیق هندسی امکان ندارد.
- ۲- تولرانس هندسی انحراف مجاز یک شکل هندسی را از فرم ایده‌آل آن بیان می‌کند.
- ۳- تولرانس‌های هندسی به دو دسته تولرانس‌های فرم و تولرانس‌های موقعیت تقسیم می‌شود.
- ۴- تولرانس‌های فرم معمولاً به جزء دیگری بستگی ندارند و در شش گونه بررسی می‌شوند.
- ۵- تولرانس‌های موقعیت، همواره به جزء دیگری بستگی دارند و در هشت گونه بررسی می‌شوند.
- ۶- تولرانس‌های وابسته را در سه دسته جهت، موقعیت و دویدگی بررسی می‌کنند.
- ۷- اگر پهنای خط اصلی  $0.5^\circ$  باشد، کادر تولرانس مستطیلی است به عرض ۰.۷. (در ترسیم کلاسی)
- ۸- در کادر تولرانس، مشخصات نوع تولرانس، مقدار و مبنا، از چپ به راست نوشته می‌شود.
- ۹- تولرانس راست بودن مربوط به انحراف مجاز یک لبه راست از فرم هندسی آن است.
- ۱۰- تولرانس تختی، انحراف مجاز یک سطح تخت را از تختی به مفهوم هندسی آن مشخص می‌کند.
- ۱۱- تولرانس گردی، میزان انحراف مجاز از گردی هندسی را معین می‌کند.
- ۱۲- تولرانس استوانه‌ای بودن، میزان انحراف مجاز از شکل هندسی استوانه را معین می‌کند.
- ۱۳- تولرانس شکل خط، مقدار انحراف از شکل تئوری و ایده‌آل یک خط فرم‌دار را محدود می‌کند.
- ۱۴- تولرانس هر نوع سطح، میزان انحراف از شکل واقعاً درست هندسی یک سطح فرم‌دار را محدود می‌کند.
- ۱۵- تولرانس توازی، مقدار انحراف از موازی بودن یک خط یا یک سطح را نسبت به یک مبنا محدود می‌کند.
- ۱۶- تولرانس عمود بودن، مقدار انحراف مجاز یک جزء عمود بر جزء دیگر را معین می‌کند.
- ۱۷- تولرانس زاویه داشتن، مقدار انحراف مجاز یک ضلع زاویه را نسبت به ضلع مبنا معین می‌کند.
- ۱۸- تولرانس وضعیت، میزان انحراف محور یک جزء را نسبت به لبه‌های مبنا مشخص می‌کند.
- ۱۹- تولرانس هم محوری، میزان انحراف یک محور را نسبت به محور مبنا معلوم می‌کند.
- ۲۰- تولرانس تقارن، میزان انحراف دو جزء موازی را نسبت به محور مبنا معین می‌کند.
- ۲۱- تولرانس لنگی جزئی، میزان لنگی هر مقطع دایره‌ای را نسبت به محور مبنا مشخص می‌کند.
- ۲۲- تولرانس لنگی کلی، مقدار لنگی را در کل طول قطعه نسبت به محور مبنا معین می‌کند.
- ۲۳- تولرانس هندسی معمولاً در نقشه کنترل کیفیت درج می‌شود.
- ۲۴- تولرانس‌های هندسی هم دارای جدول هستند.

## خود را بیازمایید



- ۱- مفهوم تولرانس هندسی را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۲- تولرانس هندسی را به طور دقیق تعریف کنید.
- ۳- تولرانس‌های هندسی چند بخش هستند؟ نام ببرید.

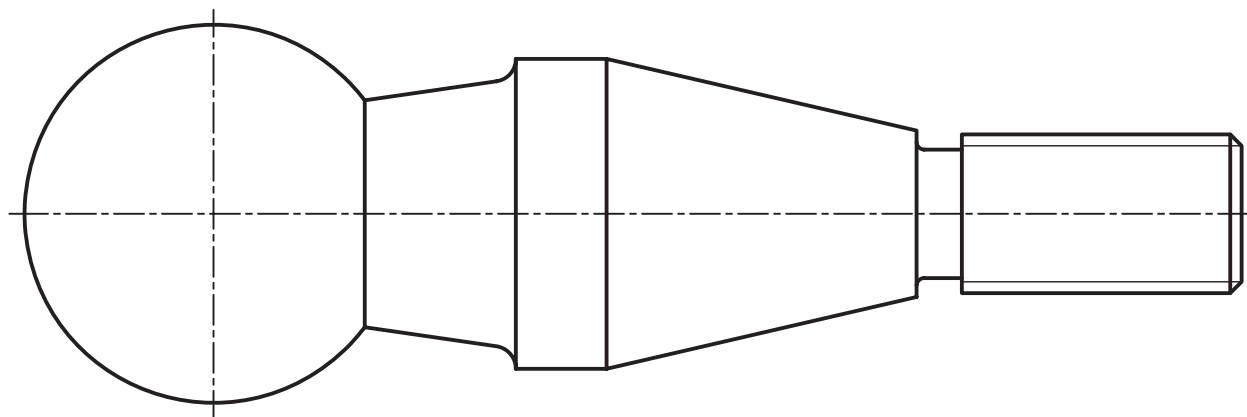


- ۴- چه نوع تولرانس را مستقل و چه نوع را وابسته می‌گویند. نمونه بیاورید.
- ۵- همه تولرانس‌ها را نام ببرید.
- ۶- هر یک از تولرانس‌ها را بیان کنید.
- ۷- در مورد کادر تولرانس، اندازه‌ها، پهنای خط و چگونگی درج نکات توضیح دهید.
- ۸- جایگاه نقشه‌ای تولرانس‌های هندسی کجا است؟
- ۹- اگر پرداخت سطح یک صفحه صافی چدنی  $0.04^\circ$  و طول آن  $300^\circ$  باشد، تولرانس هندسی تختی آن را از جدول به دست آورید.
- ۱۰- اصولاً چرا انحرافات شکلی در ساخت یک قطعه پیش می‌آید؟

## ارزشیابی عملی



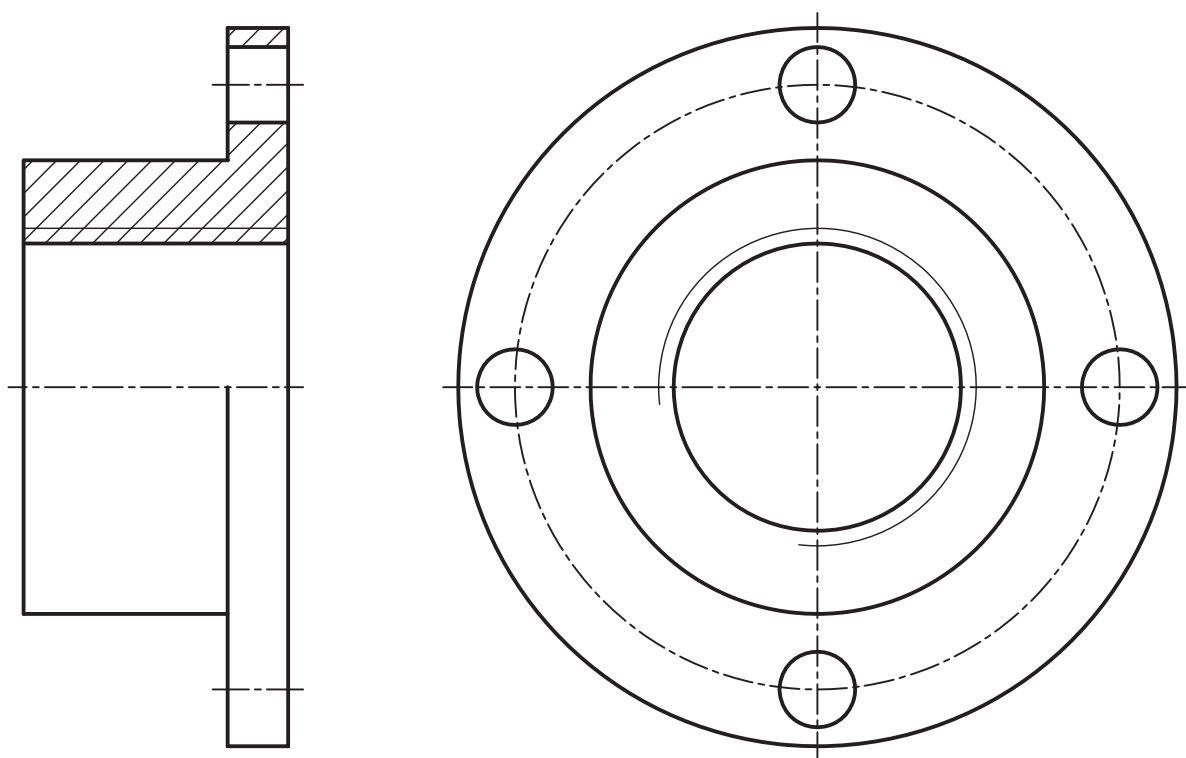
- ۱- کلیه شکل‌های متن درس از شماره ۱۱-۶ تا ۲۸-۶ را به طور دقیق روی برگه‌های A۴ رسم کنید.
- ۲- جدول‌های ۱-۶ و ۲-۶ را، هر کدام روی یک برگ A۴ رسم کنید.
- پس از تهیه کپی از شکل‌های ۲۹-۶ تا ۳۳-۶، کارهای خواسته شده را روی آن انجام دهید. بدیهی است که پس از انجام هر مورد باید اشکالات رفع و سپس مورد بعدی شروع شود. همه موارد بدون اندازه‌گذاری.
- ۳- روی شکل ۲۹-۶ کارهای زیر انجام شود:
  - الف) تولرانس راست بودن روی مولد مخروط‌ها، به مقدار  $0.02^\circ$
  - ب) تولرانس گردی روی مخروط بزرگ، به مقدار  $0.05^\circ$
  - پ) تولرانس فرم سطح برای کره، به مقدار  $0.03^\circ$
  - ت) تولرانس لنگی جزئی برای کره به مقدار  $0.04^\circ$
  - ث) مستقیمی محور کار  $0.07^\circ$



شکل ۲۹-۶- محور فولادی

- ۴- روی شکل ۳۰-۶ کارهای زیر انجام شود.
  - الف) عمود بودن محور فلانچ بر کف آن به مقدار  $0.02^\circ$
  - ب) توازی پیشانی و کف قطعه  $0.03^\circ$

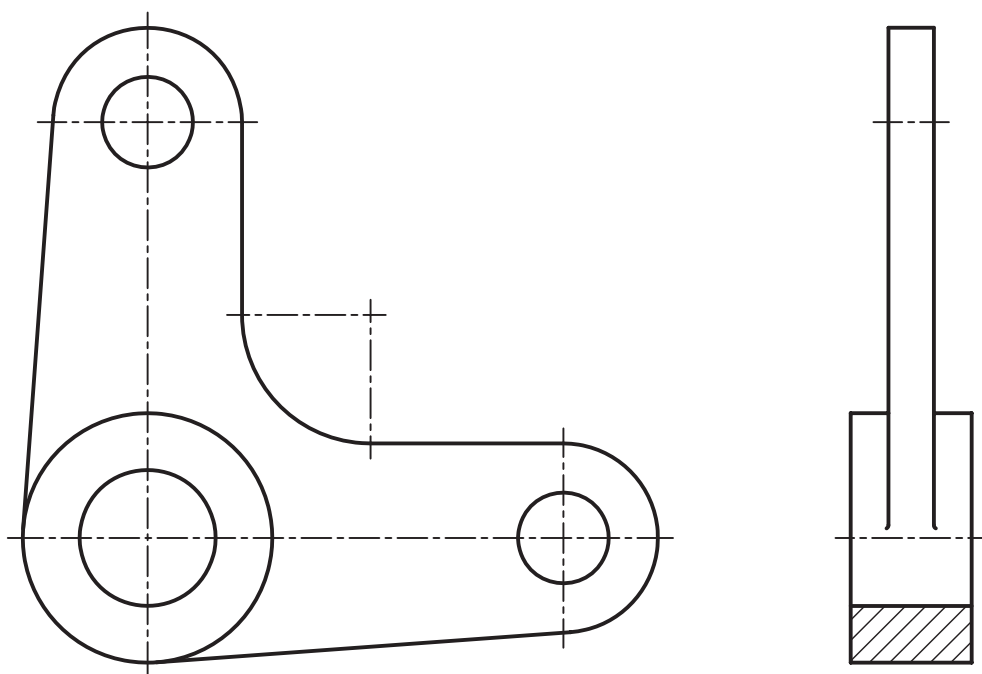
ب) توالرانس وضعیت چهار سوراخ نسبت به محور قطعه ۰/۲



شکل ۳۰-۶-فلانچ

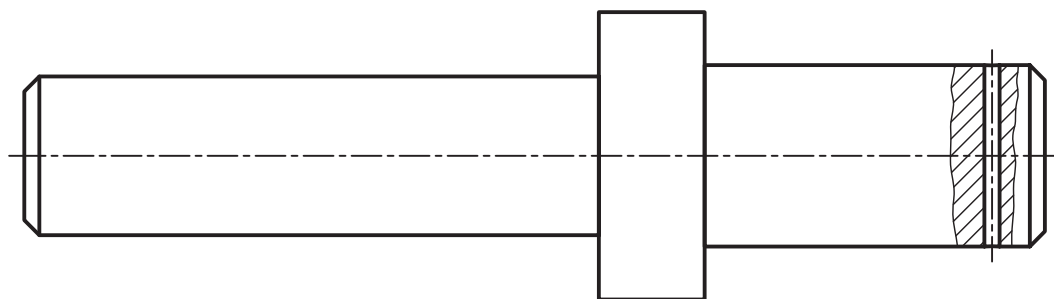
۵- روی شکل ۳۱-۶ کارهای زیر انجام شود :

الف) عمود بودن محورهای افقی و عمودی در نمای جلوی اهرم، ۰/۴



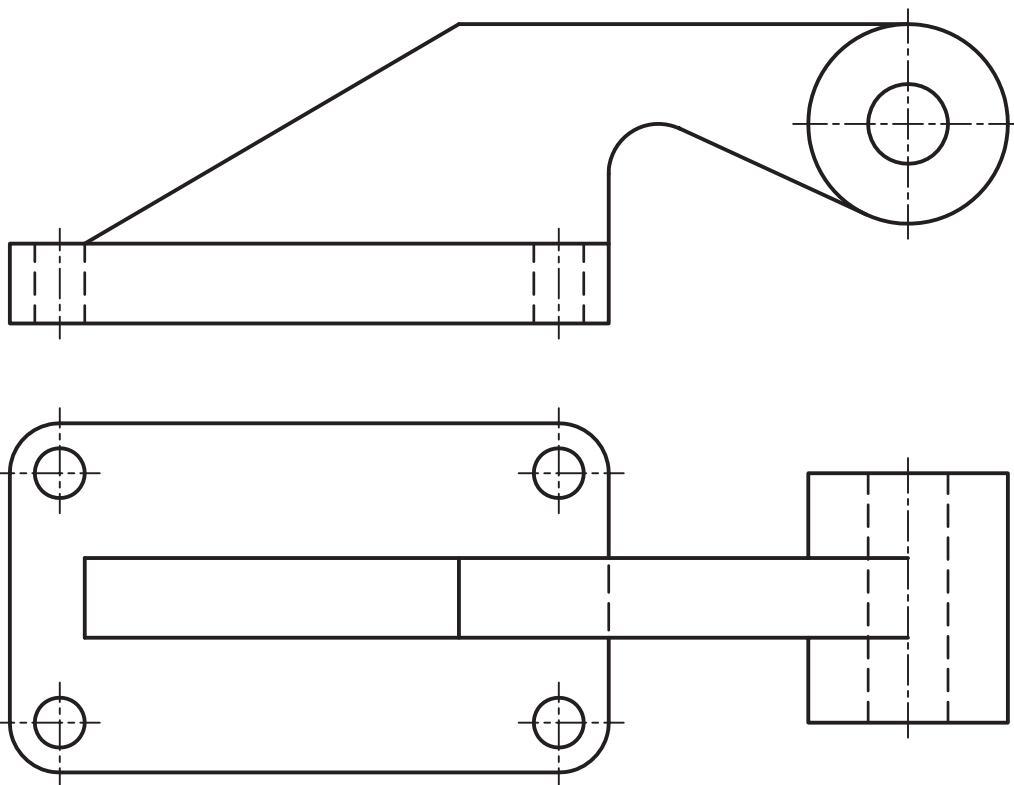
شکل ۳۱-۶-اهرم

- (ب) موازی بودن سطوح پیشانی استوانه بزرگ،  $0.2^\circ$
- (پ) تولرانس وضعیت محور سوراخ‌های کوچک نسبت به محور سوراخ بزرگ،  $0.05^\circ$
- (ت) تختی سطوح پیشانی استوانه‌ای بزرگ برابر  $0.3^\circ$
- ۶- روی محور ۳۲-۶ موارد زیر را اجرا کنید :
- (الف) استوانه‌ای بودن برای سه استوانه موجود برابر  $0.1^\circ$
- (ب) توازی محور سوراخ کوچک با پیشانی استوانه میانی، برابر  $0.2^\circ$
- (پ) هم محوری استوانه میانی با محور کلی قطعه برابر  $0.08^\circ$
- (ت) دویدگی جزیی استوانه میانی با محور کلی، برابر  $0.05^\circ$



شکل ۳۲-۶- محور

- ۷- روی قطعه بدنه، از آلومینیوم، کارهای زیر را انجام دهید :
- (الف) زاویه داشتن سطح شیب‌دار سمت چپ نسبت به کف قطعه برابر  $0.5^\circ$



شکل ۳۳-۶

- ب) تقارن محور سوراخ‌ها نسبت به محور دیوارهٔ میانی برابر  $0.2^\circ$
- پ) توازی محور استوانهٔ بزرگ با کف قطعه  $0.2^\circ$
- ت) تختی کف و نیز پیشانی‌های استوانهٔ بزرگ برابر  $0.5^\circ$

## برای مطالعه



تولرانس هندسی و مباحث مربوط به آن بیش از اندازه گسترده و مورد توجه است.

در این راستا اصطلاحات و تعاریف بسیاری وجود دارد. به سه نمونه توجه کنید:

۱- حداکثر اندازهٔ ماده یا MMS<sup>۱</sup> - زمانی که یک میله در بیشترین قطر مجاز خود قرار می‌گیرد، گفته می‌شود که میله در حداکثر اندازهٔ ماده خود قرار گرفته است.

این موضوع برای سوراخ زمانی که در کوچکترین اندازهٔ مجاز خود قرار بگیرد، پیش می‌آید. درحقیقت در شرایط MMS میله یا سوراخ از بیشترین مواد ممکن ساخته شده است. برای نمونه یک میله  $0.2^\circ \pm \phi 24$  زمانی در MMS قرار دارد که قطر آن برابر  $24/2$  باشد.

۲- حداکثر شرایط ماده یا MMC<sup>۲</sup> - اگر میله در MMS باشد و در این حال تولرانس هندسی مربوط به آن را با آن جمع کنیم، وضعیت حداکثر شرایط ماده به دست می‌آید. برای نمونه اگر  $0.2^\circ \pm \phi 24$  دارای تولرانس مستقیمی  $0.8^\circ$  باشد، بنابراین حداکثر شرایط ماده، قطر  $24/28$  برای آن در نظر گرفته می‌شود. در زمانی که  $0.2^\circ \pm \phi 24$  مربوط به سوراخ باشد، MMC برای آن قطر  $23/72$  را در نظر می‌گیرد. نشانهٔ این اصل حرف M است که در صورت نیاز در نقشه به کار خواهد رفت.

۳- بدون توجه به اندازهٔ قطعه یا RFS<sup>۳</sup> - در این جا مقدار تولرانس هندسی را بدون توجه به اندازه‌های قطعه و به صورتی ساده بیان می‌کنند. یعنی قطر میله در هر اندازهٔ مجازی باشد، تولرانس هندسی ثابت است.

مواردی که در این جا بیان شد، بیشتر مربوط به ساخت شابلون برای بازرسی دقت قطعات ساخته شده است.

۴- چرا در گذشته از زنگولهٔ مرکزیاب بیشتر استفاده می‌شد؟

۵ - اگر میله‌ای با  $0.2^\circ \pm \phi 24$  با تولرانس مستقیمی  $0.8^\circ$  در اندازه‌ای مانند  $\phi 24/1$  ساخته شده باشد، وضعیت MMC آن چیست؟

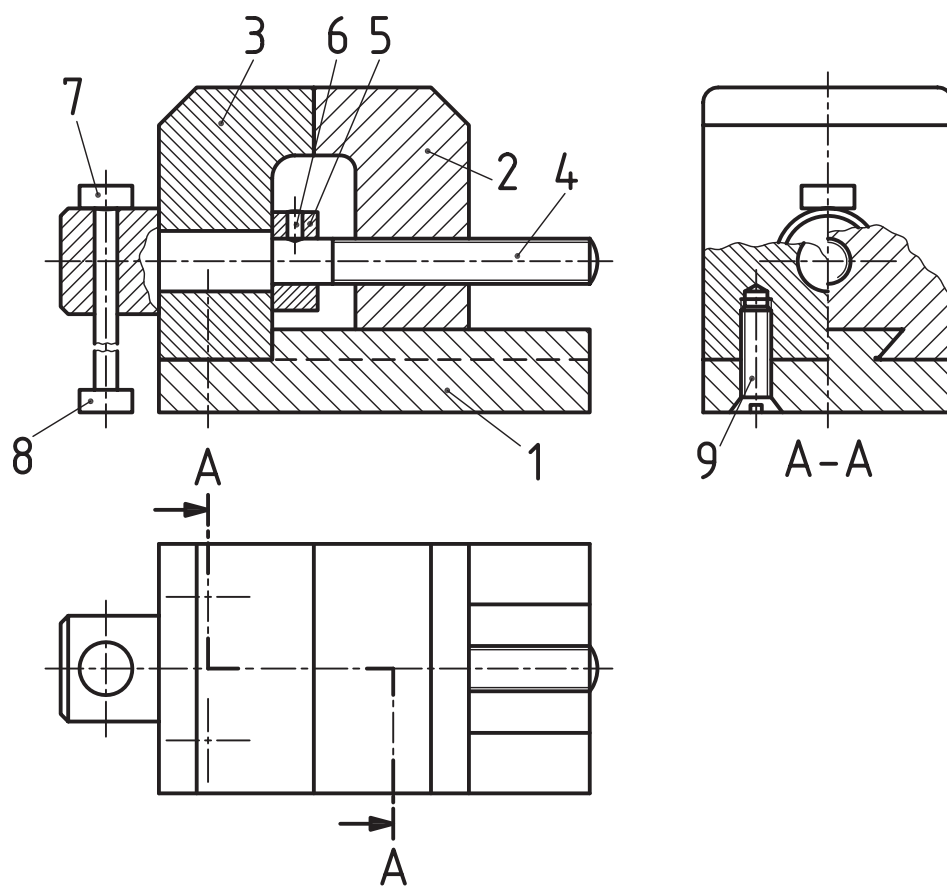
۶- تفاوت دقیق لنگی جزیی و لنگی کلی یک میله به قطر  $16$  و طول  $90$  را با تولرانس دویدگی  $0.2^\circ$  توضیح دهید.

۷- با توجه به شکل ۳۴-۶، در مورد پرداخت‌ها، تولرانس‌ها، انطباق‌ها و تولرانس‌های هندسی لازم برای هر قطعه اظهار نظر کنید.

۱- حداکثر اندازهٔ ماده Maximum Material Size

۲- حداکثر شرایط ماده Maximum Material Condition

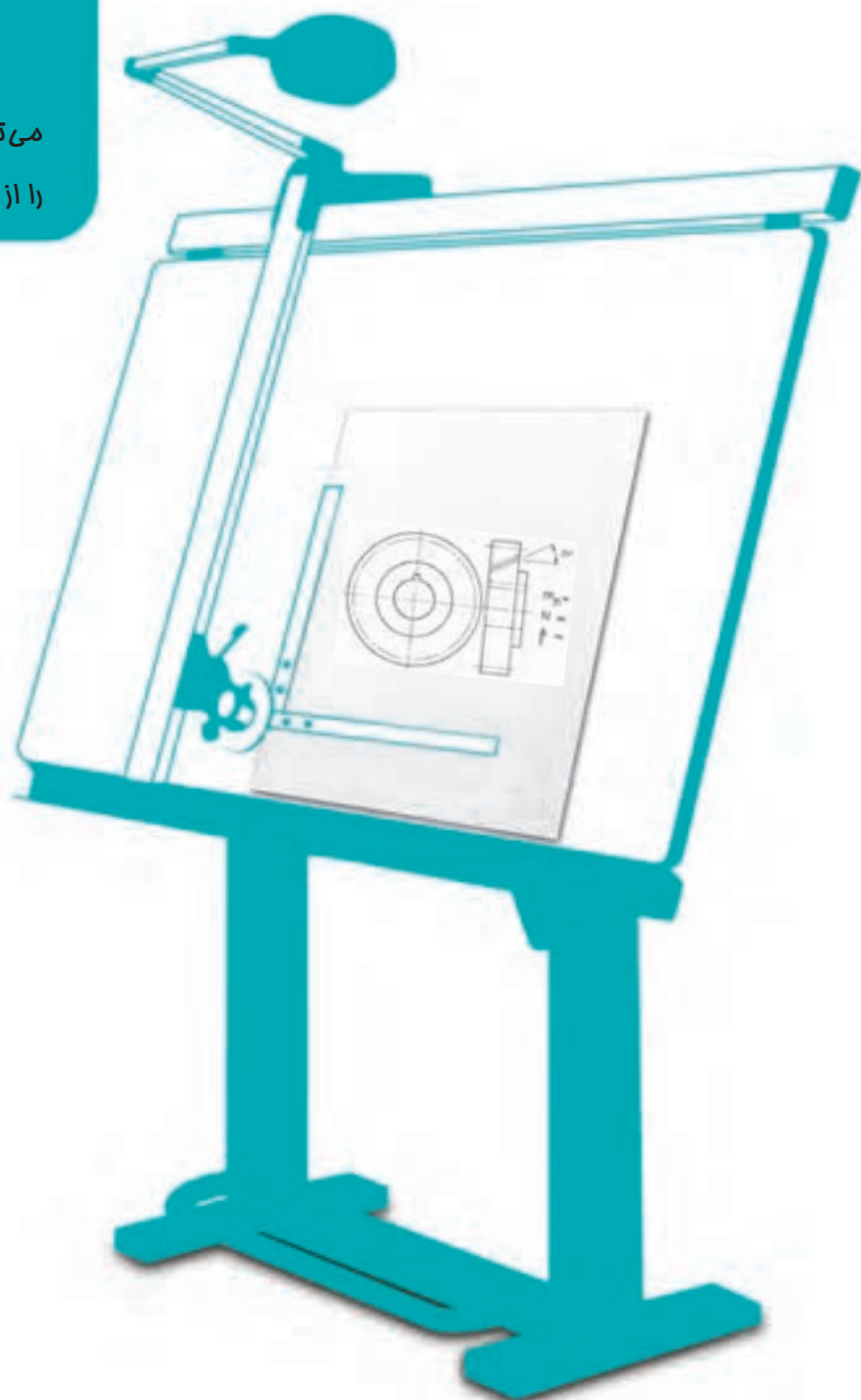
۳- بدون توجه به اندازهٔ قطعه Regardless of feature Size



شکل ۳۴-۶- گیره کوچک

# فصل هفتم رسم اجزای ماشین

می‌توان بسیاری از قطعات ماشین آلات  
را از پیش و با دقت بسیار خوب سافت.



## رسم اجزای ماشین<sup>۱</sup>

هدف های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می تواند :

- ۱- اتصالات و انواع آن را نام ببرد.
- ۲- اجزای ماشین معروف را نام ببرد.
- ۳- مشخصات دندانه ها را بیان کند.
- ۴- انواع پیچ را با علامت اختصاری معرفی کند.
- ۵- نقشه پیچ و مهره استاندارد را رسم کند.
- ۶- نقشه فنر را رسم کند.
- ۷- بلبرینگ و رولبرینگ را رسم کند.
- ۸- کاسه نمد را رسم کند.
- ۹- چرخ دندانه ها را رسم کند.

### ۱-۷- اجزای ماشین

در نقشه کشی، معمولاً به قطعاتی برخورد می شود که برای ما آشنا هستند. از سوی دیگر، به دلیل داشتن جزئیات زیاد، ترسیم نقشه آن ها مشکل است. به شکل ۱-۷ نگاه کنید، نمونه هایی دیده می شود.

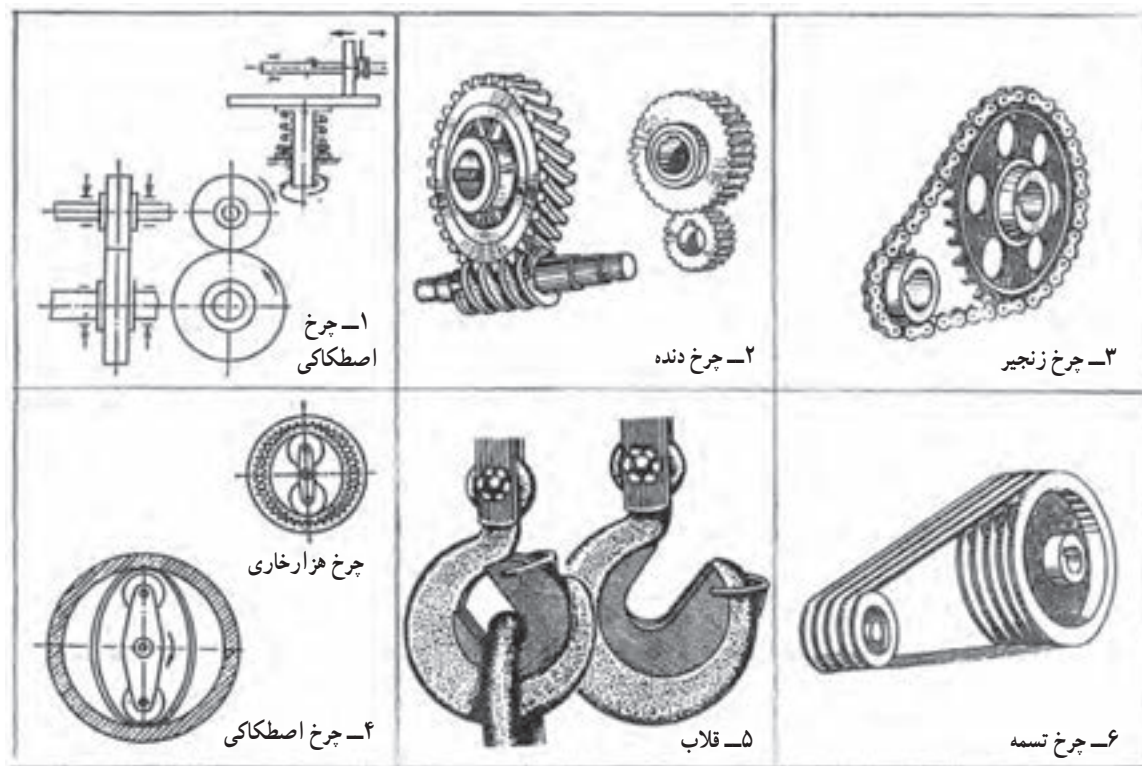


شکل ۱-۷- اجزای ماشین

تقریباً آنچه که به نام اجزای ماشین می‌شناسیم در این دسته قرار می‌گیرد. در اینجا، اصول و قواعد نقشه‌کشی اجازه می‌دهد که نقشه‌ها از آنچه که باید باشند ساده‌تر رسم شوند. از طرف دیگر این قطعات بیشتر به صورت پیش‌ساخته در بازار موجود و قابل تهیه هستند. پس کارخانه‌های سازنده وسایل و تجهیزات از آن‌ها به صورت آماده استفاده می‌کنند و نیازی به ساختن آن‌ها ندارند. به گفته‌ای کوتاه:

۱-۷-۱- تعریف: اجزای ماشین قطعاتی هستند که دارای شکل ساختمانی آشنا بوده، بیشتر به صورت پیش‌ساخته در بازار موجودند. بنابراین می‌توان آن‌ها را با شکلی ساده در نقشه معرفی کرد.

برای نمونه با نگاهی به وسایل انتقال قدرت، بسیاری از این اجزا را می‌بینیم (شکل ۷-۲).



شکل ۷-۲

## ۷-۲-۱- اتصالات<sup>۱</sup>

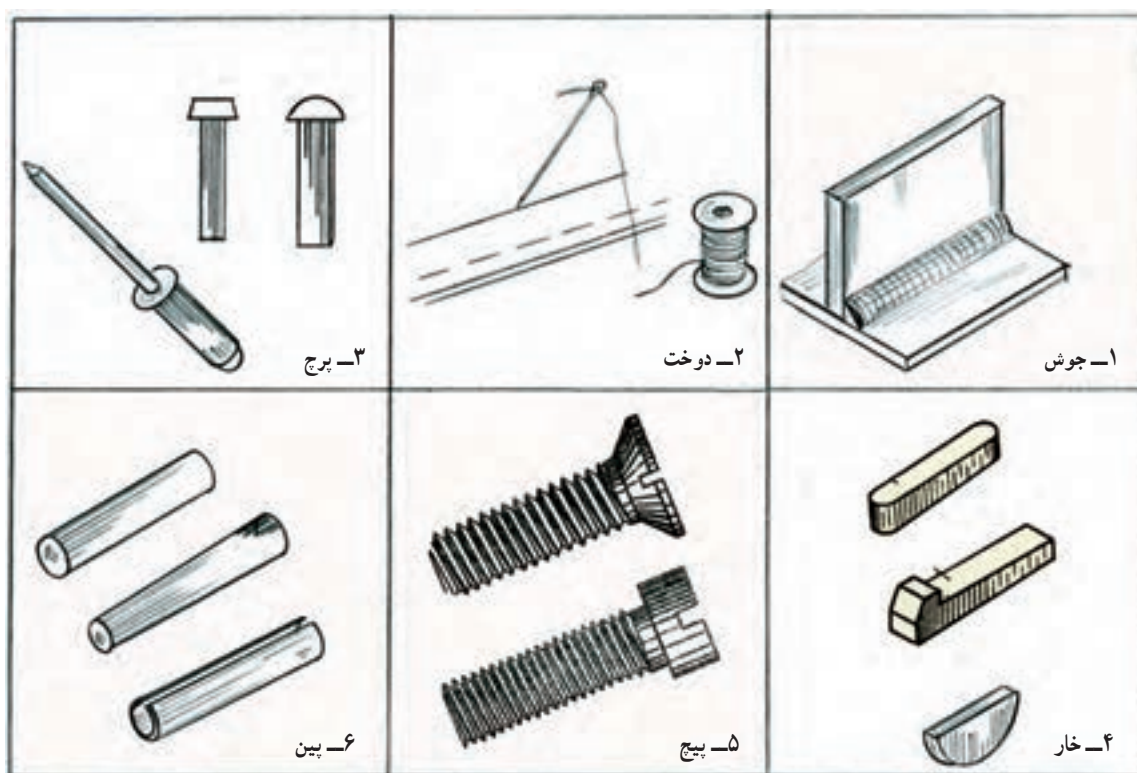
دسته بزرگی از اجزای ماشین، وسایل اتصال هستند. آن‌ها را با نام اتصالات می‌شناسیم. برای آن که بتوان یک مجموعه مانند گیره، جک، جعبه دنده و... را به وجود آورد، نیاز به این وسایل هست. اتصالات را در دو بخش قرار می‌دهند، جداسدنی و جدانشدنی<sup>۲</sup>. اگر با برداشتن وسیله اتصال، به خود وسیله یا قطعات آسیب برسد، اتصال جدانشدنی است و در غیر این صورت جداسدنی. شکل ۷-۳ موارد آشناتر را در دو بخش نشان می‌دهد.

نکته: گرچه در مواردی مانند جوش، انطباق، چسب و لحیم، واقعاً قطعه اتصال با شکل مشخصی وجود ندارد، ولی معمول است این روش‌ها را هم در همین بحث قرار دهند.

۱- اتصالات Fasteners

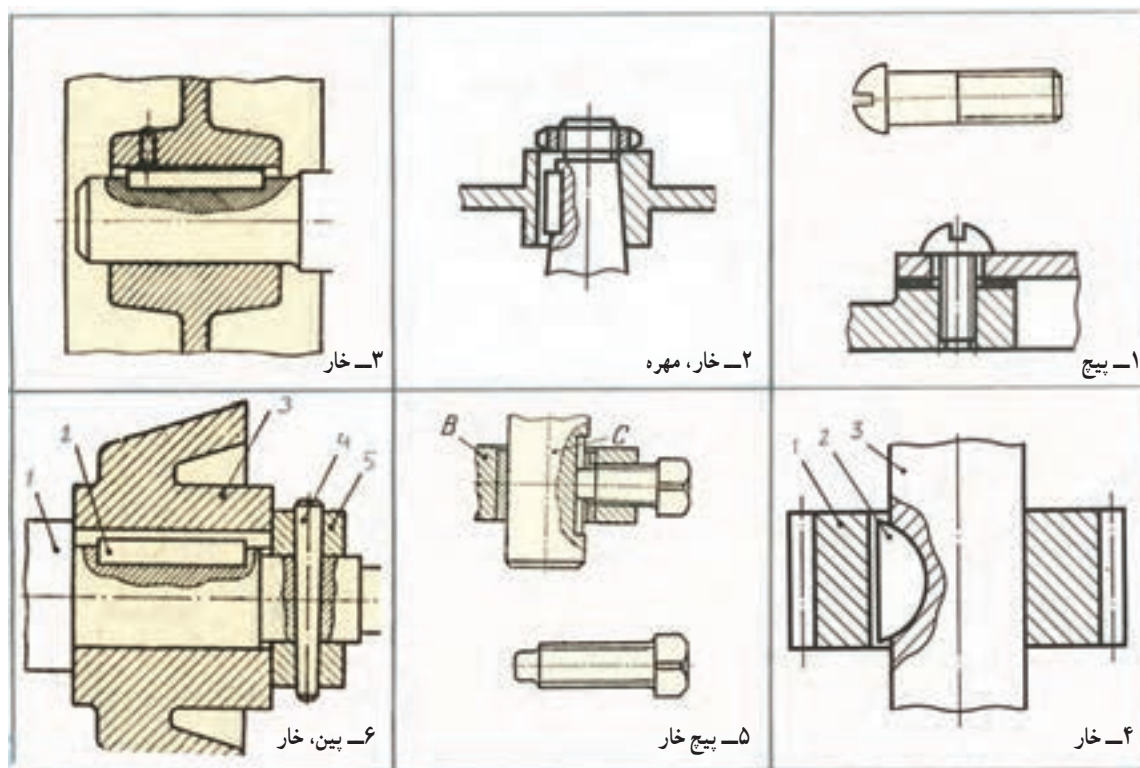
۲- در مورد اتصالات جدانشدنی در بحث جوش و برچ صحبت می‌شود. ضمناً آنچه که در این درس در مورد اجزای ماشین گفته می‌شود، در حد لازم برای ترسیم است و شرح جزئیات در درس اجزای ماشین ارائه می‌شود.





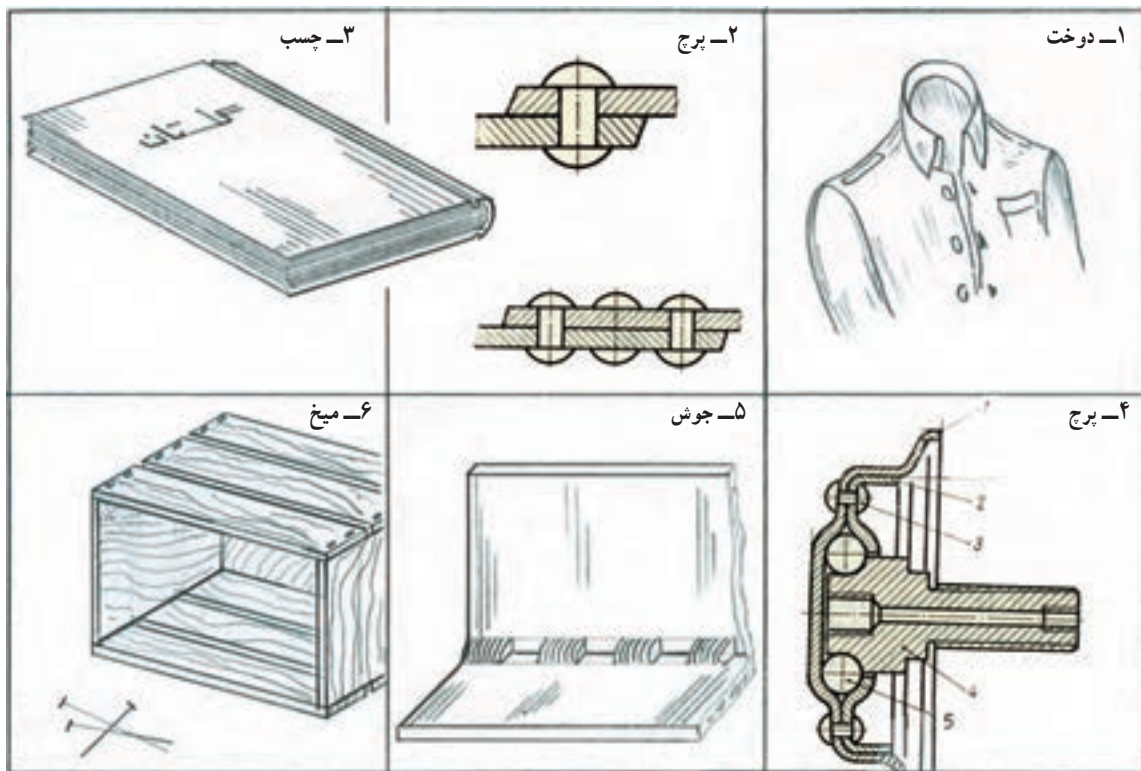
شکل ۳-۷- وسایل برای اتصالات جداولدنی و جدادشندی

در شکل ۴-۷ نمونه‌ای از کاربرد اتصالات موقت (جدادشندی) دیده می‌شود.



شکل ۴-۷- نمونه‌هایی از اتصالات جدادشندی

در شکل ۷-۵ نمونه‌هایی از کاربرد اتصالات دائمی (جدا نشدنی) را ببینید.



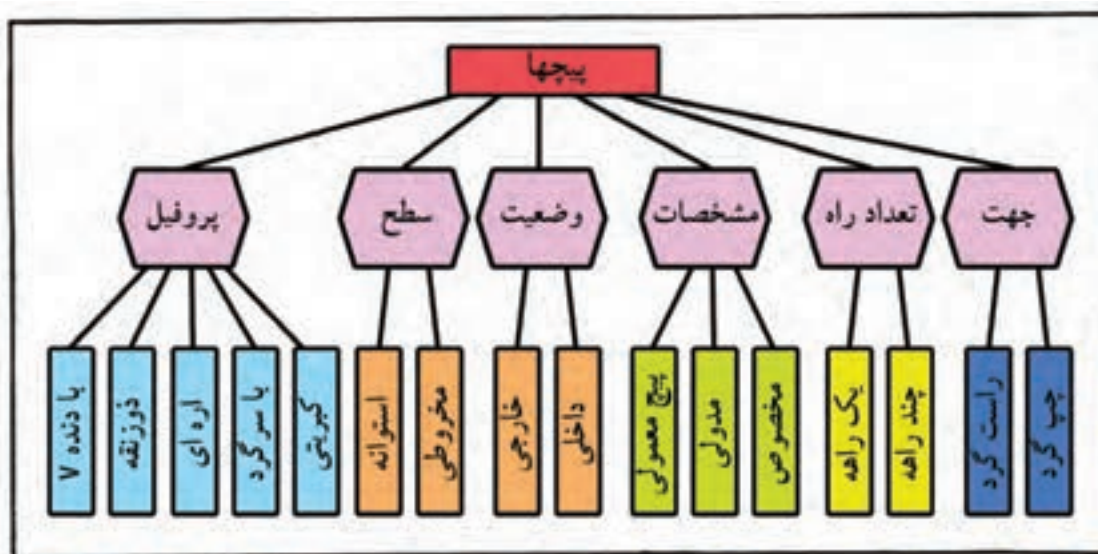
شکل ۷-۵ نمونه‌هایی از اتصالات نشدنی

۱-۲-۷ اجزای دیگر ماشین: افزون بر اتصالات، قطعاتی مانند فنر، چرخ دنده، چرخ تسمه، چرخ زنجیر، تسمه، زنجیر، بلبرینگ، کاسه نمد و... را هم جزء اجزای ماشین می‌دانند.

### ۳-۷ پیچ و مهره

مهم‌ترین وسیله اتصال جدا شدنی، پیچ و مهره است. با توجه به اهمیت بسیار زیاد آن، دسته‌بندی و انواعی از آن در جدول ۷-۱ و شکل ۷-۶ داده شده است.

جدول ۱-۷- دسته‌بندی پیچ‌ها

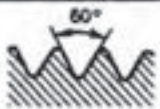
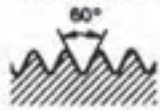
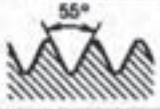
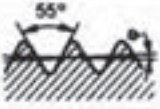
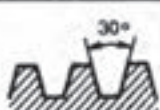



شکل ۶-۷- نمونه‌هایی از انواع پیچ

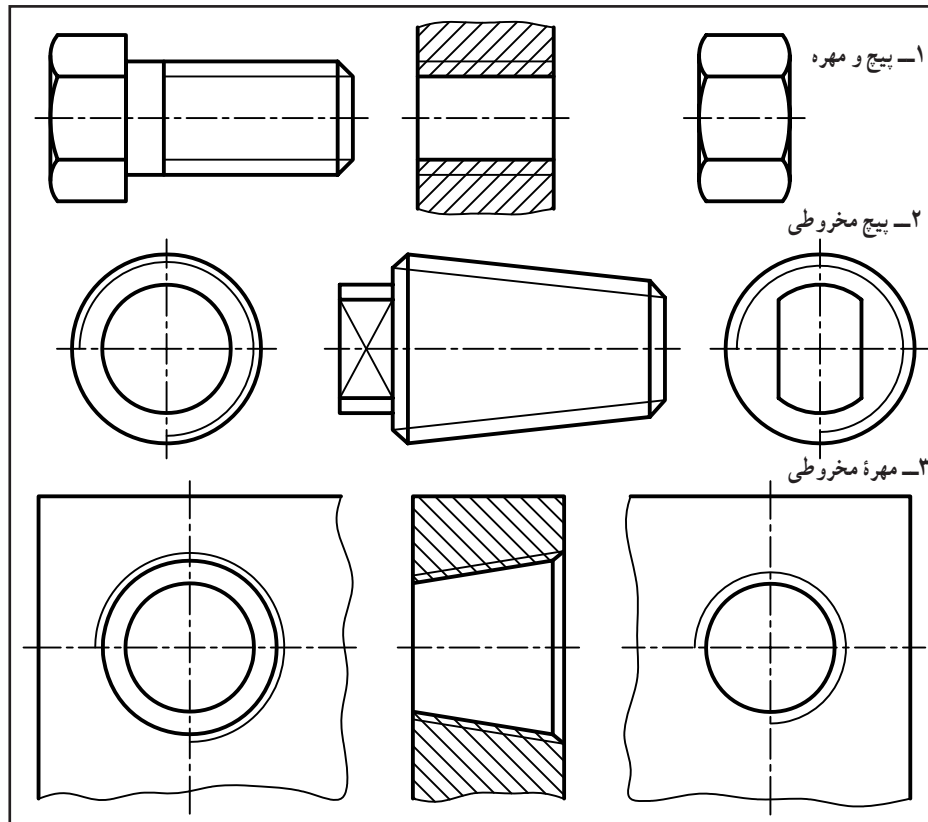
در جدول ۲-۷، گونه‌های پیچ با نشانه‌های اختصاری معرفی شده‌اند. مقطع یا پروفیل دنده در پیچ‌های اتصال ساده، مثلث است و در پیچ‌های دیگر مانند انتقال قدرت یا لوله شکل‌های دیگر دارد.



جدول ۷-۲- انواع پیچ با نشانه‌های اختصاری و یک نمونه از مشخصات پیچ

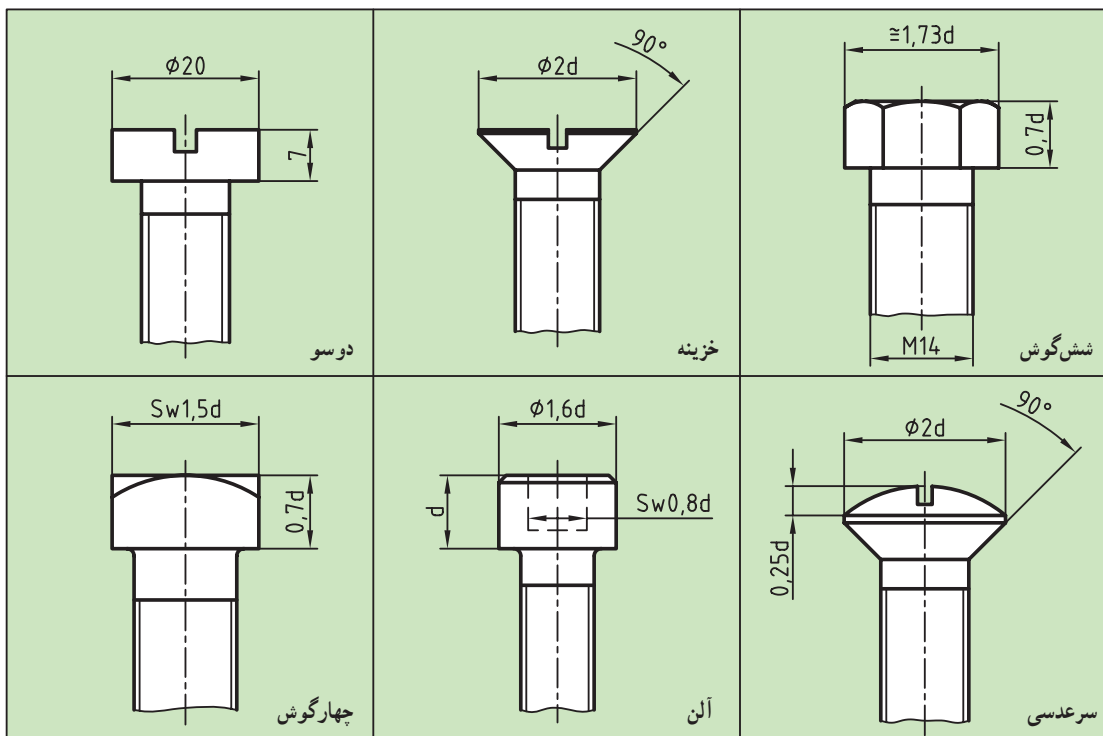
پروفیل دنده	نوع پیچ	نمونه‌ای از مشخصات			
		جهت	گام	×	قطر بزرگ میلی‌متر یا اینچ اندازه اسمی علامت
	متریک دنده درشت «خشن»		M	12	
	متریک ظریف		M	12	× 0.75
	پیچ لوله «استوانه‌ای»		G	1 1/2	
	پیچ لوله «مخروطی»		R	3/4	خارجی R <sub>c</sub> 1/2 داخلی
	دورزنقه‌ای ۳۰ درجه		Tr	32	× ۶
	ازدای		S	50	× 8 LH
<div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">Tr24×9-3-LH</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span>چپ‌گرد</span><span>تعداد راه</span><span>گام حقیقی</span><span>قطر خارجی</span><span>علامت پیچ</span> </div>					

پیچ معمولاً استوانه یا مخروطی است که روی آن به منظور ایجاد درگیری، دندانه‌دار است ولی مهره که یک پیچ داخلی است می‌تواند قطعه‌ای مجزا باشد یا در بدنه ساخته شود (شکل ۷-۷).



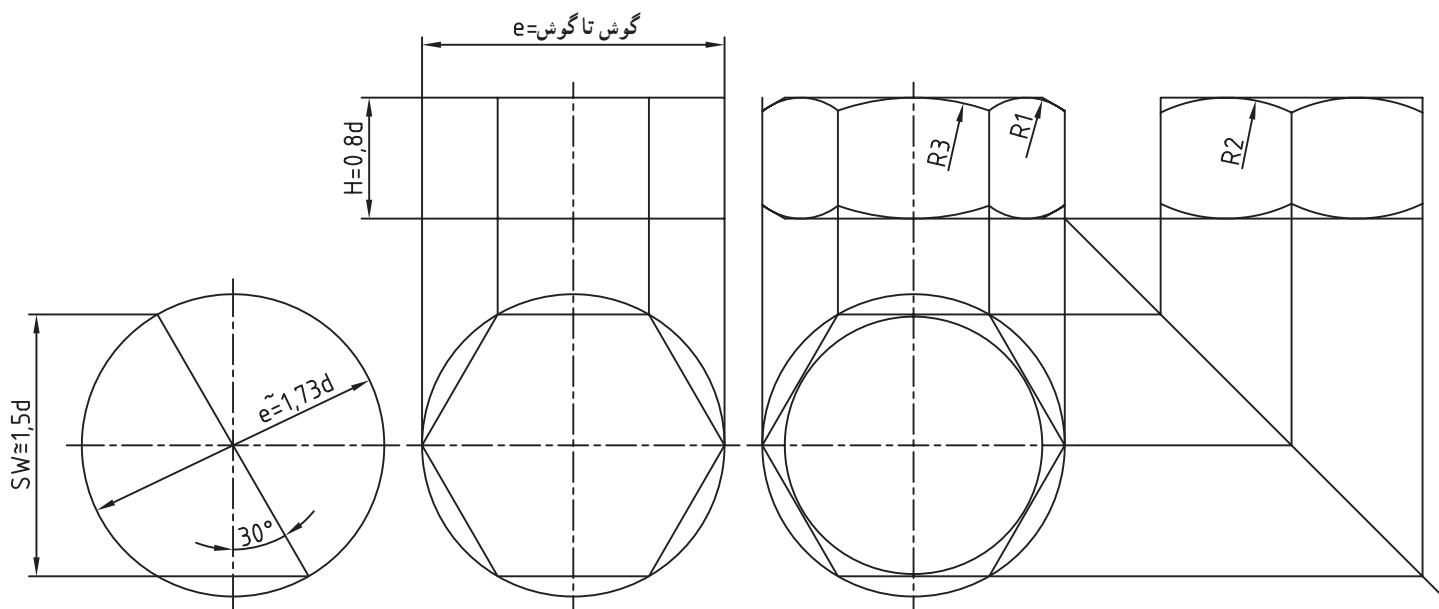
شکل ۷-۷ پیچ ساده و مهره، پیچ مخروطی و مهره در سه نما

۱-۳-۷ پیچ‌های اتصال: معمولاً برای اتصال دو قطعه با ضخامت کم، از پیچ و مهره استفاده می‌شود. برای چرخاندن (به منظور بستن یا باز کردن پیچ و مهره) باید برای آن‌ها آچارخور درست کرد. شکل ۸-۷ تعدادی از آچارخورهای آشناتر را معرفی می‌کند.



شکل ۸-۷ چندگونه از آچارخورهای آشناتر

۲-۳-۷ پیچ سرشش گوش: آچارخور در این حالت یک شش ضلعی منتظم می باشد. این شکل متداول ترین نوع و دلیل آن هم چرخش زاویه ای مناسب آن به کمک آچار است. اکنون بهتر است ابتدا رسم مهره بررسی شود. شکل ۷-۹ چگونگی رسم یک مهره شش گوش را نشان می دهد.



شکل ۷-۹- رسم مهره شش گوش

معلومات، SW یعنی آچارخور و d قطر نامی پیچ است. در این شکل :

$$H = \frac{0.8}{\sqrt{3}} d$$

$$SW \approx \frac{1}{\sqrt{3}} d \pm 1$$

$$e = \frac{1}{\sqrt{3}} SW$$

$$R_1 \approx \frac{1}{4} e \text{ شعاع کمان کوچک (تقریبی)}$$

$$R_2 \approx \frac{2}{4} e \text{ شعاع کمان متوسط (تقریبی)}$$

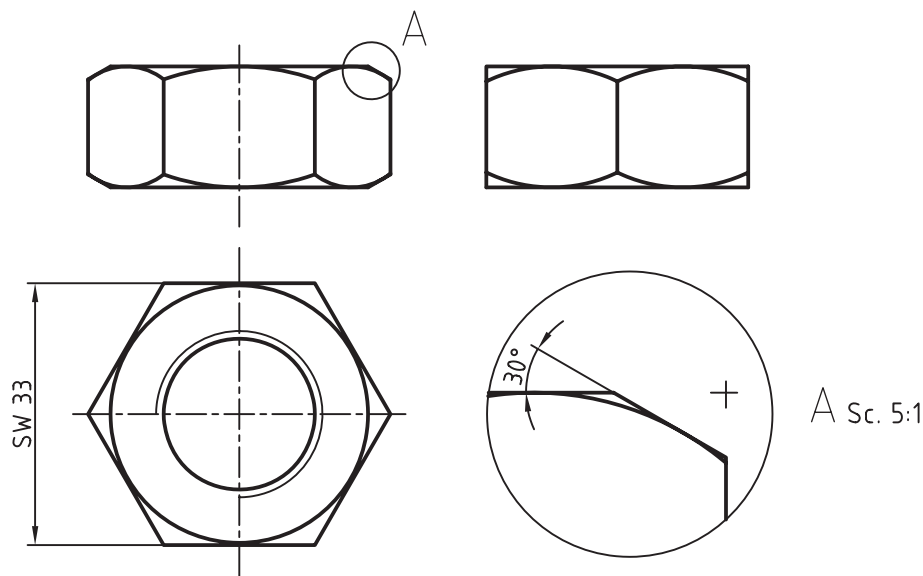
$$R_3 \approx \frac{3}{4} e \text{ شعاع کمان بزرگ (دقیق)}$$

نمونه - در مهره M22 داریم :  $SW = 33$  ، نقشه را در سه نما رسم و اندازه گذاری کنید. شکل ۷-۱۰، ترتیب ترسیم را نشان

می دهد.

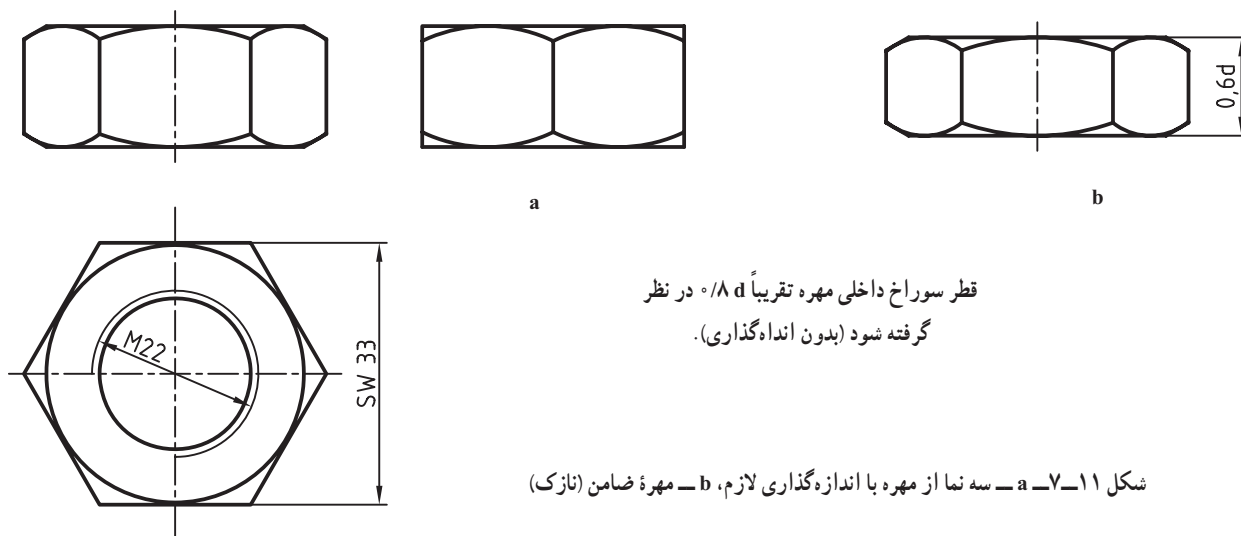
۱- در برخی نقشه ها برای آچارخور حرف S و در برخی حرف W به کار رفته است.

۲- اندازه های  $R_1$ ،  $R_2$ ،  $R_3$  و خود e را محاسبه نمی کنیم بلکه پس از رسم شش ضلعی به کمک آچارخور، این اندازه ها در نمای روبه رو به دست می آیند.

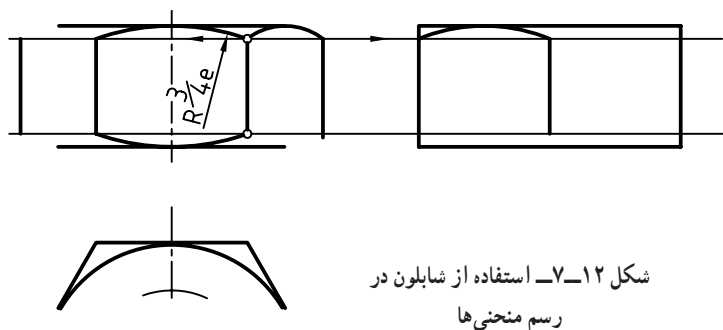


شکل ۷-۱۰ سه نما از مهره M ۲۲ به همراه بزرگنمایی

توجه کنید که مقادیر  $e$  یا  $R_1$  و ..... مستقیماً از روی شکل به دست می آیند و نیاز به هیچ گونه محاسبه ای نیست. در شکل ۷-۱۱، مهره به طور کامل و با اندازه گذاری دیده می شود. دقت شود که روی نماهای مهره، خط چین گذاشته نمی شود.



شکل ۷-۱۱ سه نما از مهره با اندازه گذاری لازم، b - مهره ضامن (نازک)



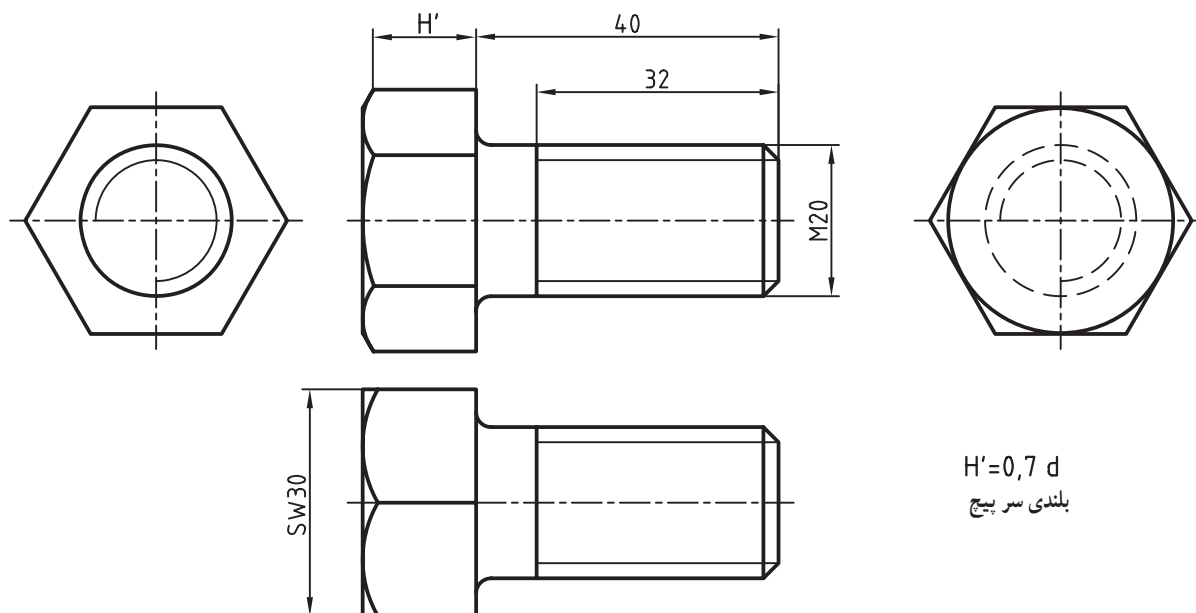
شکل ۷-۱۲ استفاده از شابلون در رسم منحنی ها

می توان منحنی های روی مهره را به روشی دیگر نیز رسم کرد. به این ترتیب که ابتدا کمان وسط را رسم می کنیم (به شعاع  $\frac{3}{4}e$ )، آنگاه برای رسم کمان های کوچک و نیز کمان های لازم در نمای جانبی، به روش شکل ۷-۱۲ کار می کنیم. در این روش کمان های کوچک در نمای

روبه‌رو همچنین کمان‌های جانبی با شابلون دایره رسم می‌شوند.

۷-۳-۳- رسم پیچ: شرایط رسم آچارخوریچ مانند مهره است با این تفاوت که پیچ تنها در یک سمت دارای منحنی روی

آچارخور می‌باشد. شکل ۷-۱۳ یک پیچ سرشش گوش را در چهار نما و اندازه گذاری کامل نشان می‌دهد.



شکل ۷-۱۳- پیچ سرشش گوش در چهار نما

فاصله دو خط نازک نشانه دنده روی پیچ تقریباً  $d/8$  می‌باشد.

ارتفاع سریپیچ را  $d/7$  در نظر می‌گیرند. پس  $H' = d/7$

۷-۳-۴- پیچ سرچهارگوش: باز هم برای از بین بردن لبه‌های تیز سریپیچ و درگیری بهتر آچار با آن، لبه‌های پیچ و مهره پخ

زده می‌شود که باز هم منحنی‌هایی به وجود می‌آید. در آچار خور چهارگوش نیز  $SW = 1/5d$  خواهد بود.

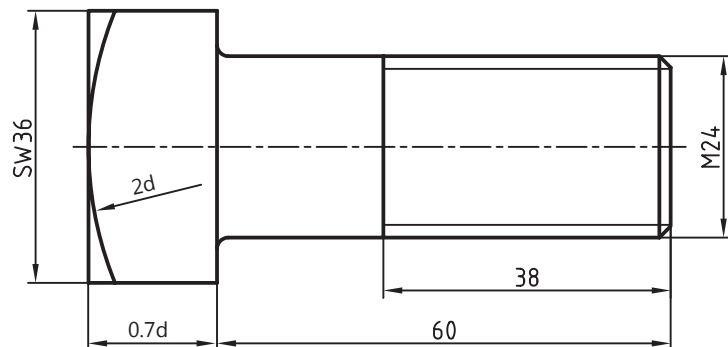
نمونه - در یک پیچ M24 داریم  $SW = 36$ .

اگر طول کلی  $60$  و قسمت دندانه شده  $38$  باشد. یک

نما از آن رسم کنید.

با در نظر گرفتن ضخامت سریپیچ برابر  $d/7$

و شعاع منحنی  $2d$ ، شکل ۷-۱۴ رسم شد.

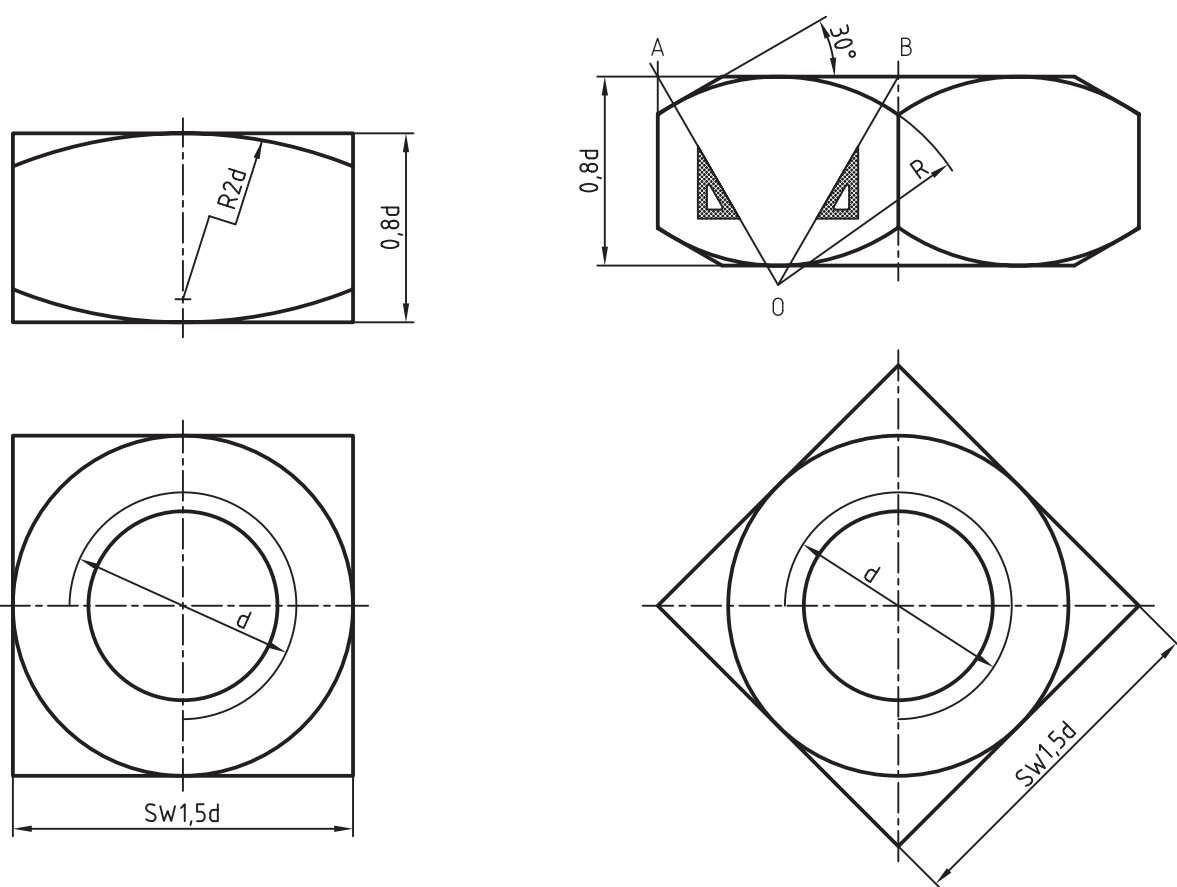


شکل ۷-۱۴- پیچ سرچهارگوش با اندازه گذاری

برای مهره نیز  $H = d/8$  در نظر گرفته می‌شود. شکل ۷-۱۵، مهره چهارگوش را در دو حالت ترسیمی نشان می‌دهد. مشخصات

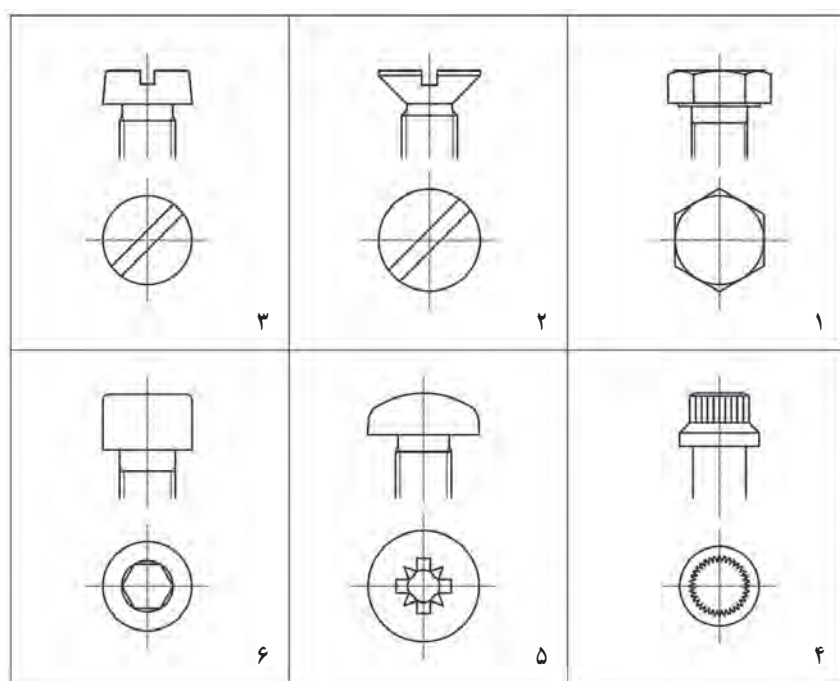
دیگر و چگونگی رسم را در شکل ببینید.





شکل ۷-۱۵- دو حالت نمایی برای مهره چهارگوش

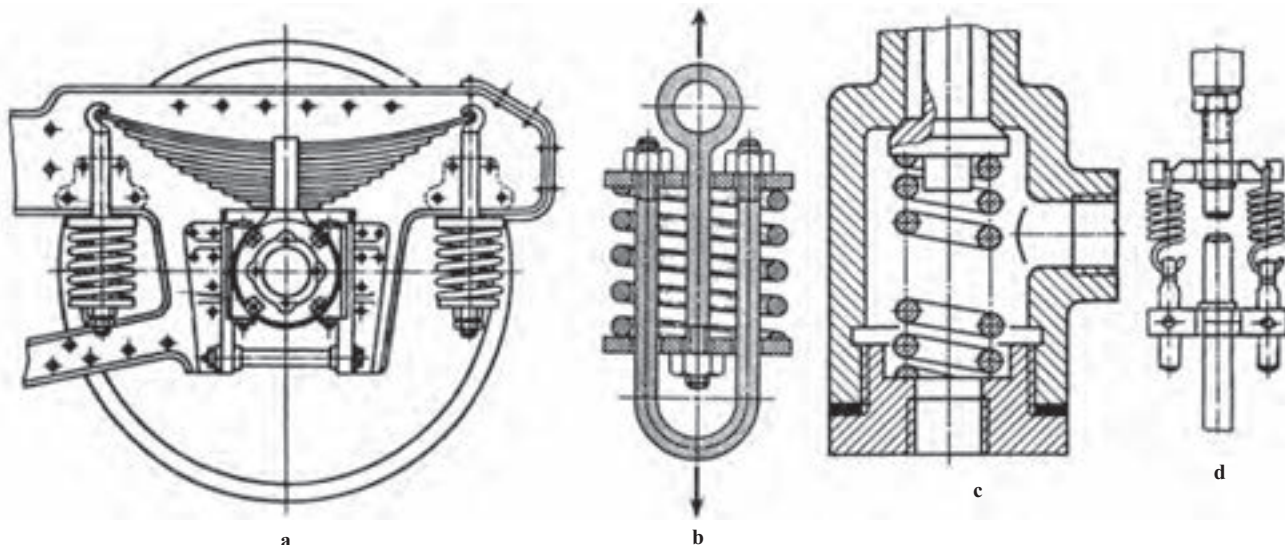
چند نوع آچارخور دیگر را در شکل ۷-۱۶ می بینید.



شکل ۷-۱۶

## ۷-۴-۱- فنر<sup>۱</sup>

۷-۴-۱- تعریف : فنر وسیله‌ای است که انرژی مکانیکی را در خود ذخیره می‌کند و در هنگام نیاز آن را پس می‌دهد. پس می‌توان آن را با باتری خودرو مقایسه کرد. به این معنی که باتری انرژی الکتریکی را ذخیره می‌کند و فنر انرژی مکانیکی را. از این خاصیت به صورت‌های گوناگون استفاده می‌شود. شکل ۷-۱۷ نمونه‌هایی را ارائه می‌کند.



شکل ۷-۱۷- کاربردهایی از فنر

فنرها را می‌توان به صورت‌های گوناگونی دسته‌بندی کرد برای نمونه :

- شکل ظاهری، مانند فنر استوانه‌ای، فنر مخروطی، فنر تخت

- شکل مواد مصرفی، مانند فنر مفتولی، فنر برگی

- جنس، مانند فنر فولادی، فنر برنجی

- چگونگی کاربرد، مانند فنر فشاری، فنر کششی، فنر پیچشی

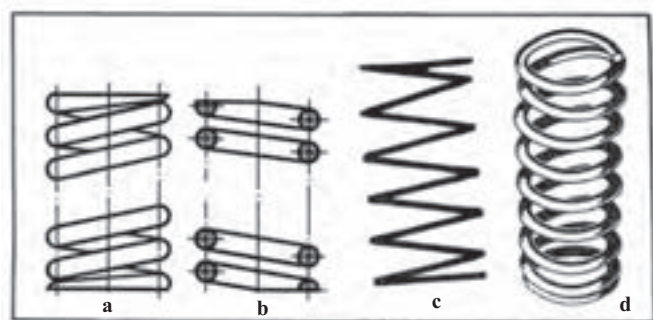
اینک چگونگی رسم برخی فنرهای مهم‌تر در نقشه<sup>۲</sup>.

## ۷-۴-۲- فنر مارپیچ فشاری با مفتول گرد :

برای فنر چهارگونه نما ممکن است. سه‌بعدی، نمای ساده،

نمای برش و نمای اختصاری. شکل ۷-۱۸، این چهار

حالت تصویری را برای فنر فشاری نشان می‌دهد.



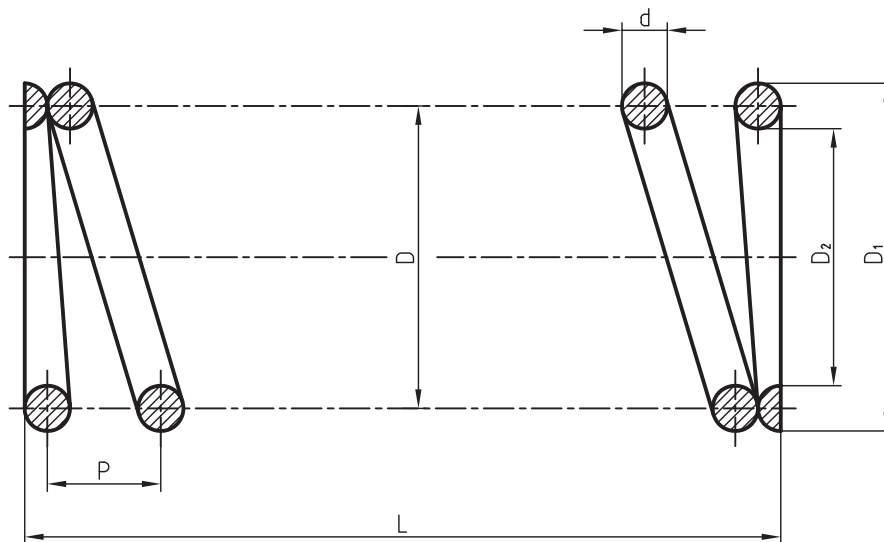
شکل ۷-۱۸- چهار حالت تصویری فنر فشاری

<sup>۱</sup> فنر Spring

<sup>۲</sup> فنرها و به‌طور کلی اجزای ماشین دارای نکته‌های بسیاری هستند که تنها با مراجعه به کاتالوگ می‌توان به آن‌ها رسید. نقشه‌کش شماره استاندارد و مشخصات دیگر را از

طراح دریافت می‌کند.

شکل ۷-۱۹ فنر را در حالت برش معرفی می کند.



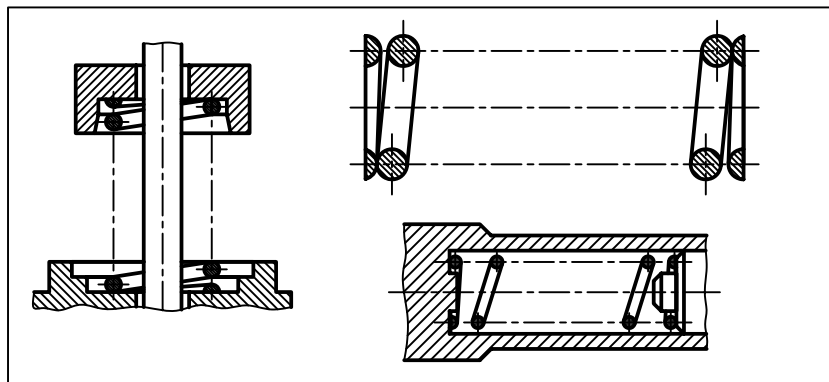
شکل ۷-۱۹

به نکته‌های زیر توجه کنید :

– بنابر استاندارد، تمام حلقه‌های فنر رسم نمی‌شود. در یک حالت معروف، یک و نیم حلقه برای سر و یک و نیم حلقه برای ته فنر کافی است.

– طول کلی فنر در حالت آزاد با حرف  $L$  مشخص شده است.

– اگر مقطع مفتول به قدر کافی بزرگ باشد، آن را هاشور می‌زنیم. در غیر این صورت باید سیاه شود (شکل ۷-۲۰).



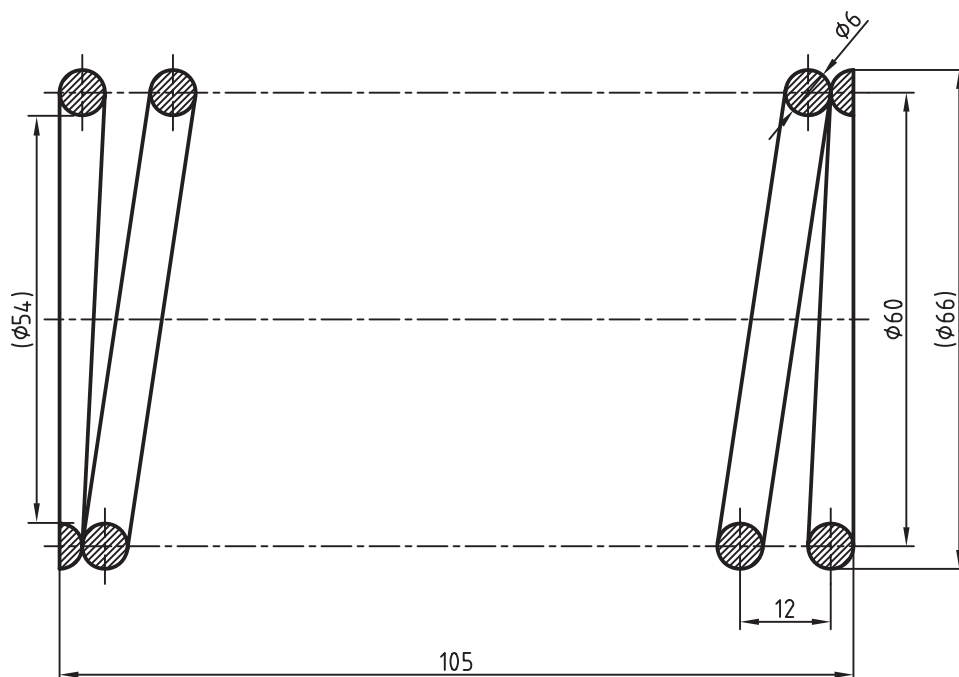
شکل ۷-۲۰

– گام با  $p$ ، تعداد حلقه کامل با  $n$ ، قطر خارجی با  $D_1$ ، قطر داخلی با  $D_2$  و قطر متوسط با  $D$  مشخص می‌شود. قطر مفتول فنر هم با  $d$  نمایش داده خواهد شد.

– بین  $L$ ،  $p$ ،  $n$  و  $d$  یک رابطه می‌توان نوشت :  $L = n.p + 1/5 d$

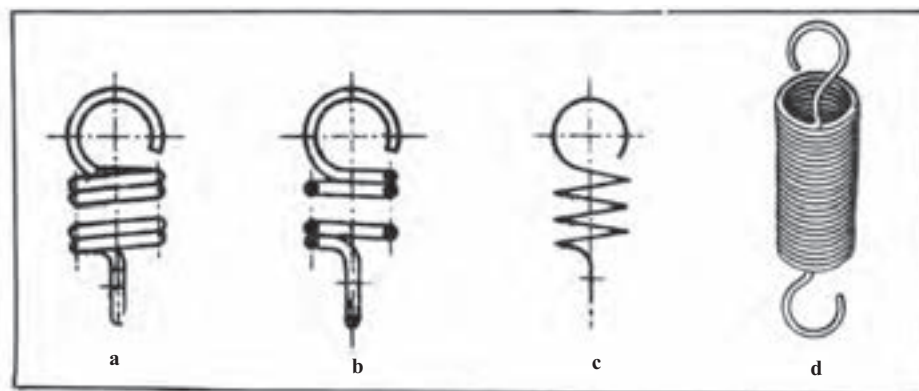
در این فنر، بیشترین انرژی، چه موقع ذخیره می‌شود؟

نمونه : اگر تعداد حلقه کامل یک فنر ۸، قطر مفتول ۶، قطر متوسط ۶۰، فنر راست گرد و گام آن ۱۲ باشد، شکل را در برش رسم کنید و اندازه‌های لازم را روی نقشه بگذارید (شکل ۷-۲۱).



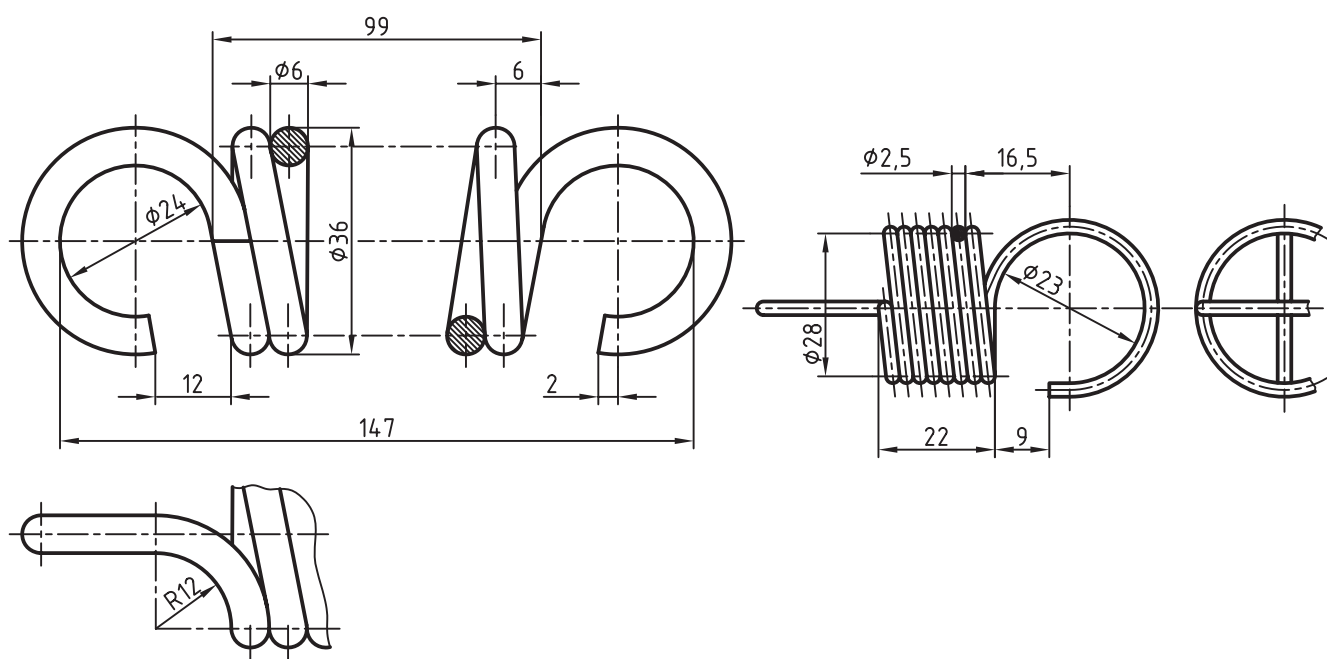
شکل ۷-۲۱

۷-۴-۳- فنر مارپیچ کششی : در حالت آزاد، حلقه‌های این فنر به هم چسبیده‌اند. پس باید قلاب‌هایی برای کشیده شدن و ذخیره انرژی داشته باشد. در شکل ۷-۲۲، چهار حالت ترسیمی از این فنر دیده می‌شود.



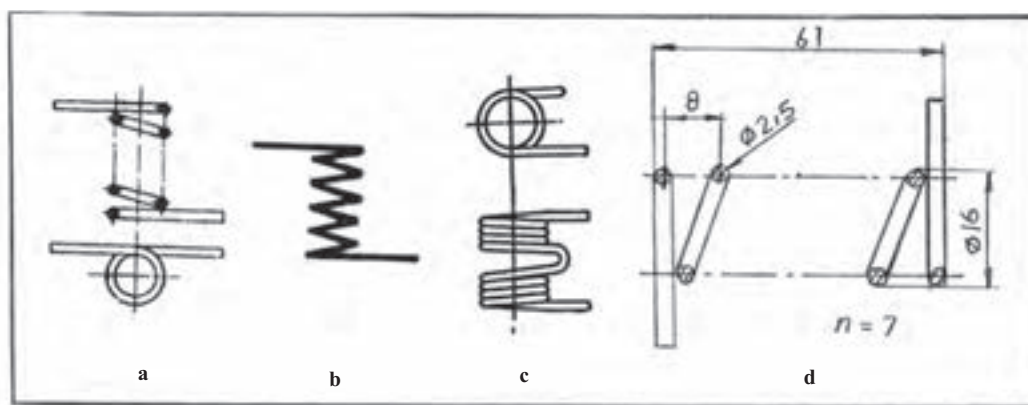
شکل ۷-۲۲- چهار حالت تصویری فنر کششی

در شکل ۷-۲۳، نمونه‌ای با اندازه‌گذاری در برش و بدون برش داده شده است.



شکل ۷-۲۳- دو گونه نقشه برای فنر کششی

۷-۴-۴- فنر مارپیچ پیچشی: حلقه‌ها ممکن است چسبیده یا با فاصله باشند. شکل ۷-۲۴ نمونه‌هایی را با اندازه‌گذاری نشان می‌دهد.



شکل ۷-۲۴- چهار حالت تصویری فنر مارپیچ پیچشی

همان طور که می‌دانید، جزئیات دقیق فنرها از کاتالوگ‌هایی که کارخانه‌های سازنده در اختیار می‌گذارند به دست می‌آید. اینک شکل‌های نقشه‌ای فنرها را در جدول‌های ۷-۳ تا ۷-۱۳، طبق استاندارد ISO ۲۱۶۲-۱ می‌آوریم.

جدول ۷-۳- فنرهای مارپیچ

اختصار	برش	نما

فنر مارپیچ استوانه‌ای  
فشاری

فنر مارپیچ مخروطی  
فشاری

جدول ۷-۴- ترکیب فنرهای مارپیچ فشاری

اختصار	برش	نما

فنر دو مخروطی مارپیچ  
فشاری بشکته‌ای




فنر دو مخروطی مارپیچ  
فشاری کمرباریک

فنر مارپیچ دو تایی فشاری


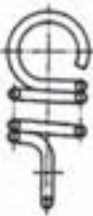

فنر مارپیچ استوانه‌ای  
فشاری با مقطع مربع



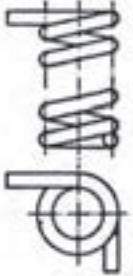


جدول ۷-۵- فنر نواری جمع شونده

	نما	برش	اختصار
فنر نواری مارپیچ فشاری			





جدول ۷-۶- فنر کششی

	نما	برش	اختصار
فنر مارپیچ استوانه‌ای کششی			







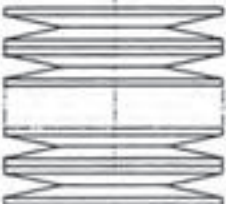
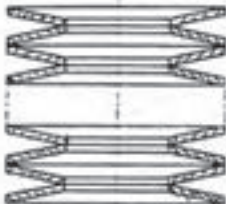
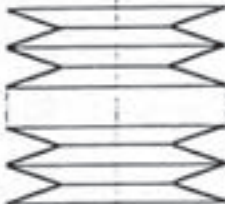
جدول ۷-۷- فنرهای پیچشی

	نما	برش	اختصار
فنر مارپیچ استوانه‌ای پیچشی			

جدول ۷-۸- فنرهای میله‌ای پیچشی


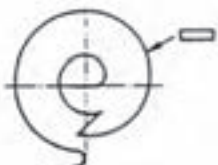
	نما	اختصار
فنر پیچشی میله‌ای		
فنر نواری پیچشی چند لایه		

جدول ۷-۹- فنر پولکی یا بلویل ( Belle Ville ) یا بشقابی

	نما	برش	اختصار
فنر پولکی، فنر بل ویل			
فنر بل ویل تقویت شده			
فنر بل ویل ترکیبی			

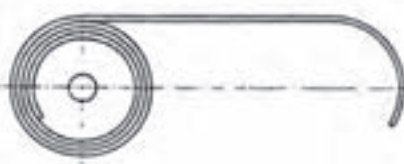
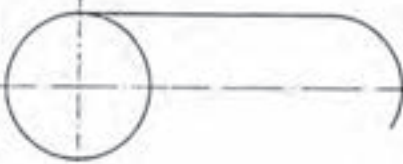
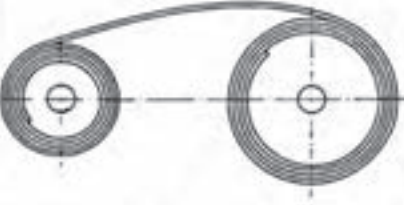
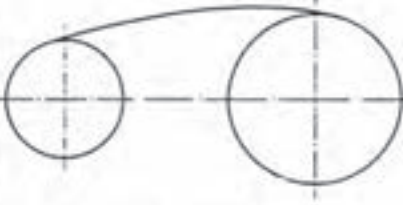

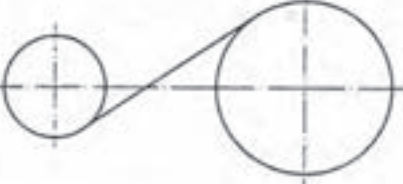
نیاز به دانستن این نکته هست که فنر بل ویل درحقیقت پولکی است شبیه واشر گود شده که تنها با یک نوع از آن می توان فنرهایی با طول یا توانایی دلخواه ساخت. برای جلوگیری از به هم ریختن پولک ها باید یک محور (مانند یک لوله) در میان آن قرارداد.

جدول ۷-۱۰- فنر مارپیچ نواری





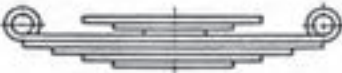



	نما	اختصار
فنر مارپیچ نواری یا حلزونی		













جدول ۱۱-۷- فنر نواری

	نما	اختصار
فنر نواری باز شده		
فنر نواری دوتایی		
فنر نواری دوتایی معکوس		

جدول ۱۲-۷- فنرهای برگه تخت

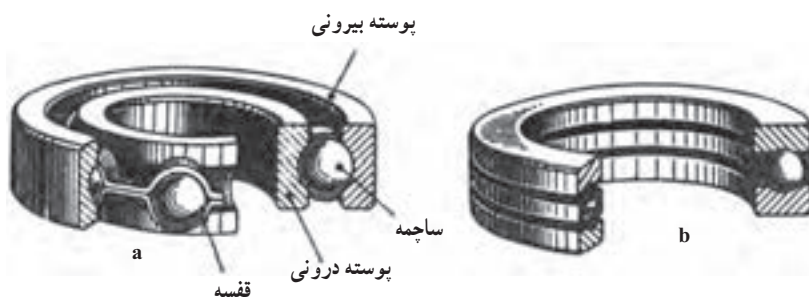
	نما	اختصار
فنر برگه		
فنر برگه با چشمی		
فنر برگه با چشمی و فنر کمکی		
فنر برگه با چشمی و فنر کمکی		

جدول ۷-۱۳

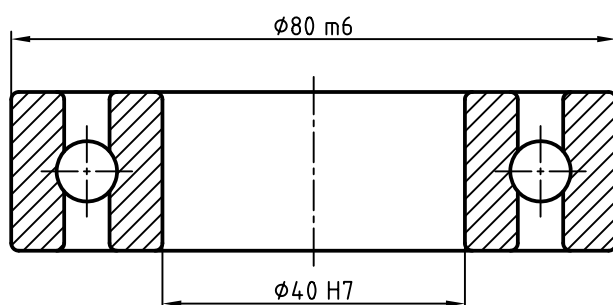
اختصار	نما	
		فتر سهمی گون با چشمی
		فتر سهمی گون
		فتر سهمی با چشمی
		فتر سهمی گون با چشمی و فتر کمکی
		فتر سهمی گون با چشمی و فتر کمکی

## ۷-۵- بلبرینگ‌ها<sup>۱</sup>

بلبرینگ ساده‌ترین یاتاقان غلتشی با اصطکاک خیلی کم می‌باشد که تا دورهای متوسط و بارهای معمولی، به خوبی انجام وظیفه می‌کند. شکل ۷-۲۵ نمونه‌هایی را معرفی می‌کند.



شکل ۷-۲۵- a- بلبرینگ ساده، b- بلبرینگ کف گرد



شکل ۷-۲۶

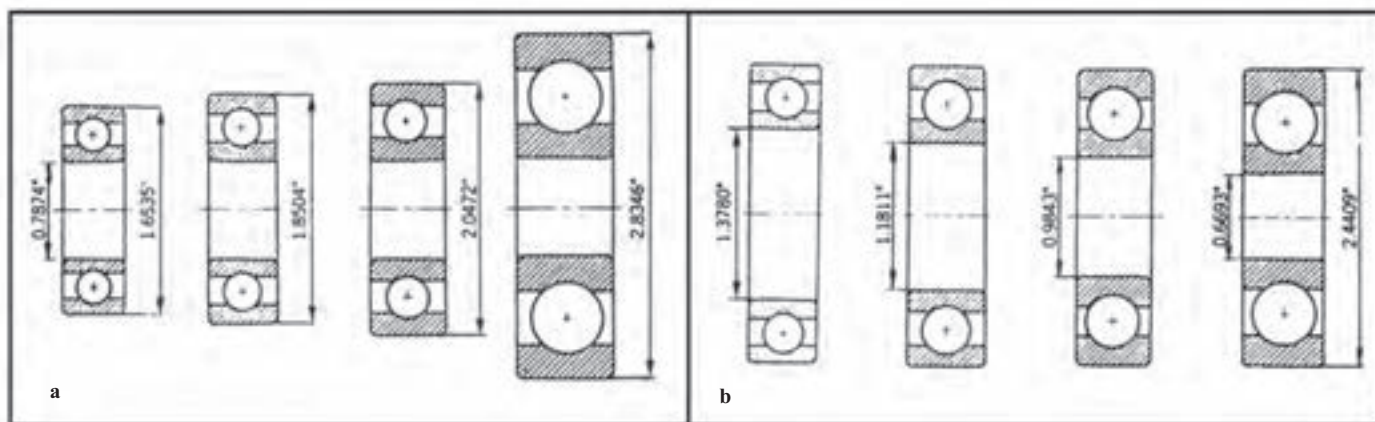
در ساختمان آن‌ها از گوی‌هایی به نام ساچمه استفاده می‌شود. طبق شکل، قسمت‌های اصلی عبارت‌اند از ساچمه، پوسته بیرونی، پوسته درونی و قفسه.

مهم‌ترین اندازه‌های یک بلبرینگ قطر سوراخ موجود در پوسته درونی و قطر پوسته بیرونی است<sup>۲</sup> (شکل ۷-۲۶).

شکل ۷-۲۷ دوسری بلبرینگ اینچی را نشان می‌دهد که در سری a، قطر سوراخ ثابت و قطر بیرونی تغییر می‌کند و در سری b، قطر بیرونی ثابت و قطر سوراخ تغییر کرده است.

۱- بلبرینگ، یاتاقان غلتشی Ball Bearing (یاتاقان ساچمه‌ای).

۲- به نشانه‌های انطباقی داده شده روی شکل دقیقاً توجه کنید! همچنین به جهت هاشور.



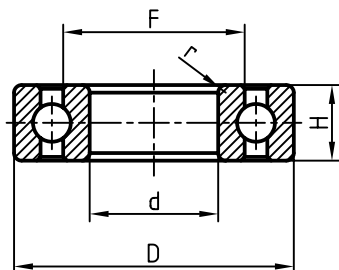
شکل ۲۷-۷-ا قطر درونی ثابت، ب- قطر بیرونی ثابت

هر بلبرینگ با یک کد شناسایی معرفی می‌شود که مربوط به کارخانه سازنده و استاندارد مربوطه است و درج آن در جدول کافی است، مگر طراح مشخصات دیگری را نیز ضروری بداند<sup>۱</sup>. در این جا باید توجه داشت که هیچ کارخانه‌ای بلبرینگ مصرفی در تجهیزات خود را، نمی‌سازد. پس هرگز نیاز به ترسیم نقشه دقیق آن نیست. اما در نقشه‌های ترکیبی، بلبرینگ هم یکی از اجزا است که باید رسم شود و همان طور که پیش از این گفته شد، شکل ساده کافی خواهد بود.

۷-۵-۱- رسم بلبرینگ: در جدول ۷-۱۴ و ۷-۱۵ بخشی از مشخصات بلبرینگ ساده و کف گرد، به اندازه نیاز برای ترسیم داده شده است.<sup>۲</sup>

جدول ۷-۱۴- داده‌ها برای رسم بلبرینگ در نقشه

نشانه	d	D	H	r	F
۶۳۰۰	۱۰	۳۵	۱۱	۱	۱۶
۶۳۰۴	۲۰	۵۲	۱۵	۲	۲۸
۶۳۰۶	۳۰	۷۲	۱۹	۲	۴۳
۶۳۰۸	۴۰	۹۰	۲۳	۲/۵	۵۱/۵

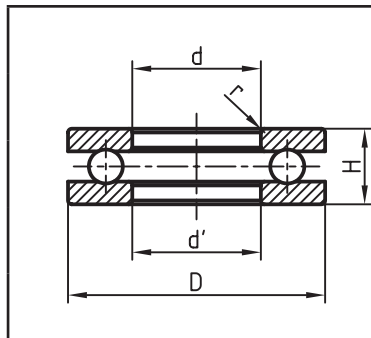


۱- در هر صورت نقشه‌کش مشخصات را از طراح دریافت و در جدول قید می‌کند.

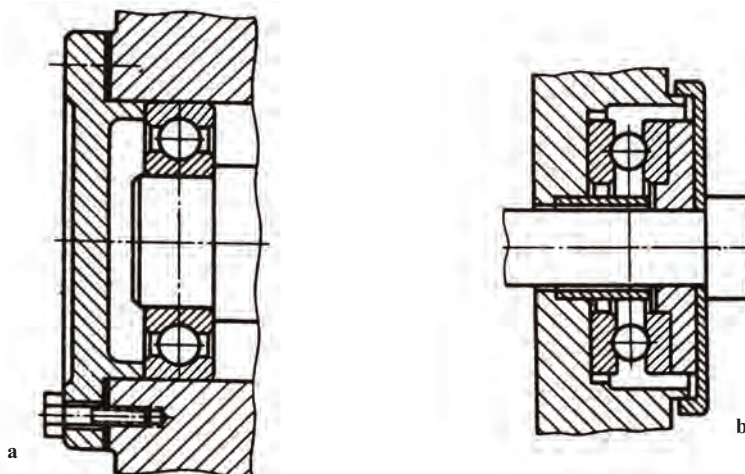
۲- برخی از مشخصات داده نشده را خودتان با رعایت تناسب در نظر بگیرید.

جدول ۷-۱۵- داده‌ها برای رسم بلبرینگ کف گرد در نقشه

نشانه	d	D	d'	r	H
۵۱۲۰۲	۱۵	۳۲	۱۷	۱	۱۲
۵۱۲۰۴	۲۰	۴۰	۲۲	۱	۱۴
۵۱۲۰۵	۳۰	۵۲	۳۲	۱	۱۶
۵۱۲۰۸	۴۰	۶۸	۴۲	۱/۵	۱۹



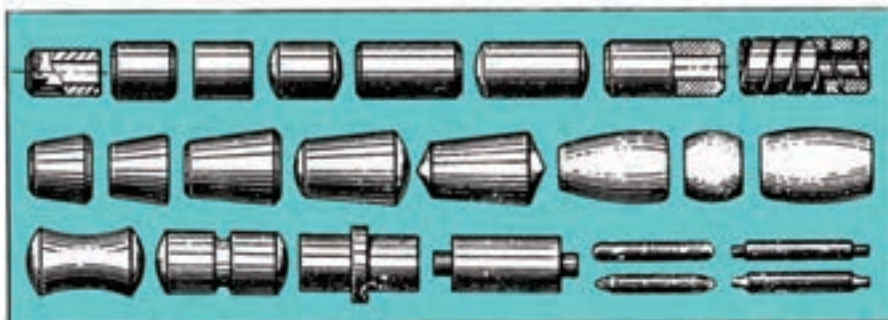
برای نمونه، قطر درونی و ضخامت و قطر بیرونی برای بلبرینگ شماره ۶۳۰۴ به ترتیب برابر ۲۰، ۱۵ و ۵۲ می‌باشد. در کنار جدول‌ها یک نمونه از بلبرینگ ساده و یک نمونه از بلبرینگ کف گرد داده شده است. جهت هاشور در پوسته‌ها یکسان است.<sup>۱</sup> در شکل ۷-۲۸، a و b دو نمونه از کاربرد بلبرینگ‌ها در نقشه‌های ترکیبی دیده می‌شود. مجموعه یک بلبرینگ یک قطعه محسوب و با یک شماره مشخص می‌شود.



شکل ۷-۲۸- نمونه‌های کاربردی، a- بلبرینگ ساده، b- کف گرد

## ۷-۶- یاتاقان غلتکی

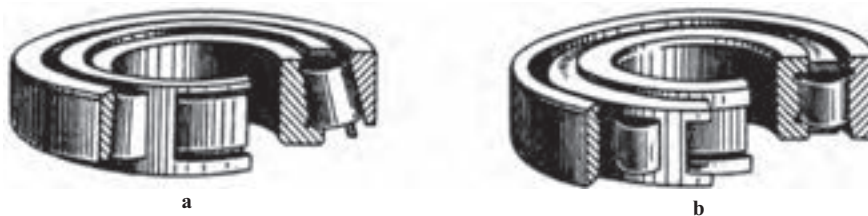
اگر در ساخت یاتاقان از غلتک استوانه‌ای یا مخروطی یا بشکه‌ای و... استفاده شود، آن را غلتکی می‌گویند. این گونه یاتاقان‌ها برای تحمل نیروهای بیشتر مناسب هستند. شکل ۷-۲۹ مجموعه‌ای از غلتک‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۲۹- گروهی از غلتک‌های به کار برده شده در رولبرینگ‌ها

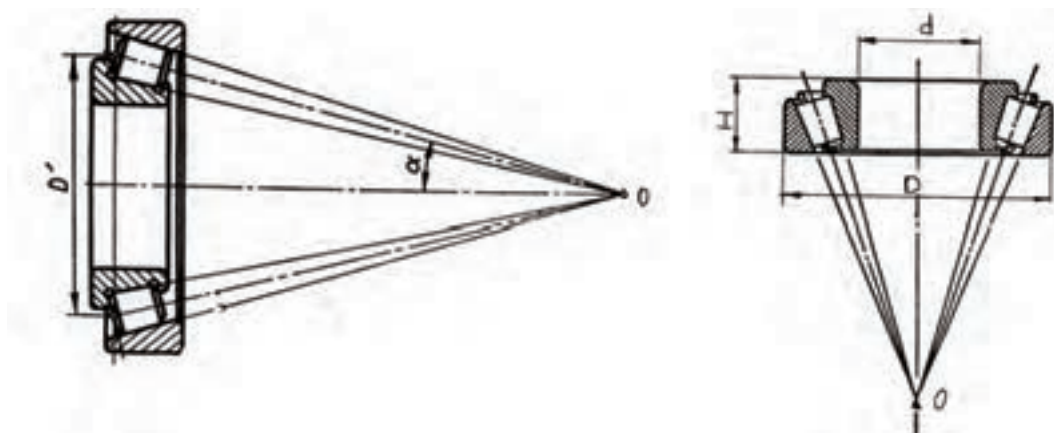
۱- جهت مخالف هم غلط نیست ولی بهتر است که همواره جهت هاشور یکی باشد.

به این یاتاقان‌ها، رولبرینگ<sup>۱</sup> هم می‌گویند. شکل ۷-۳۰ دو نمونه از آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳۰- a- رولبرینگ مخروطی، b- رولبرینگ معمولی

در شکل ۷-۳۱ برخی مشخصات برای رسم یک رولبرینگ مخروطی دیده می‌شود.



شکل ۷-۳۱- برخی نیازها برای رسم رولبرینگ مخروطی

در دو جدول ۷-۱۶ و ۷-۱۷ مشخصاتی از رولبرینگ‌های استوانه‌ای و مخروطی، تا حد لازم برای ترسیم داده شده است.<sup>۲</sup> شکل نقشه‌ای هم در کنار جدول آمده است.

جدول ۷-۱۶- برخی داده‌های مهم تر برای رسم نقشه رولبرینگ استوانه‌ای

نقشه	d	D	H	r	F
۲۳۰۴	۲۰	۵۲	۲۱	۲	۲۸/۵
۲۳۰۶	۳۰	۷۲	۲۷	۲	۴۲
۲۳۰۸	۴۰	۹۰	۳۳	۲/۵	۵۳/۵
۲۳۱۰	۵۰	۱۱۰	۴۰	۳	۶۵

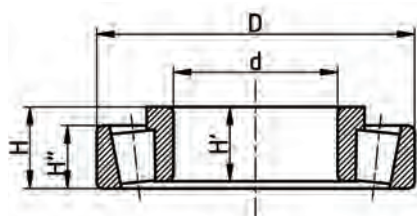
۱- یاتاقان غلتکی، رولبرینگ Roller Bearing

۲- بقیه مشخصات را باید خود انتخاب کنید. در صورت نیاز توضیح بیشتر داده شود.

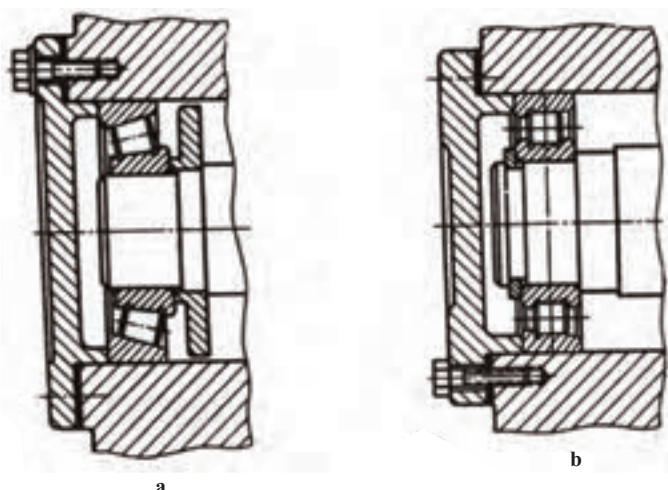


جدول ۷-۱۷- برخی داده‌های مهم تر برای رسم نقشه رولبرینگ مخروطی

نشانه	d	D	H	H'	H''
۳۰۳۰۴	۲۰	۵۲	۱۶/۲۵	۱۵	۱۳
۳۰۳۰۶	۳۰	۷۲	۲۰/۷۵	۱۹	۱۶
۳۰۳۰۸	۴۰	۹۰	۲۶/۲۵	۲۳	۲۰
۳۰۳۱۰	۵۰	۱۱۰	۲۹/۲۵	۲۷	۲۳



در شکل ۷-۳۲، دو نمونه کاربردی از این دو یاتاقان را در دو مکانیزم ترکیبی می‌بینید.

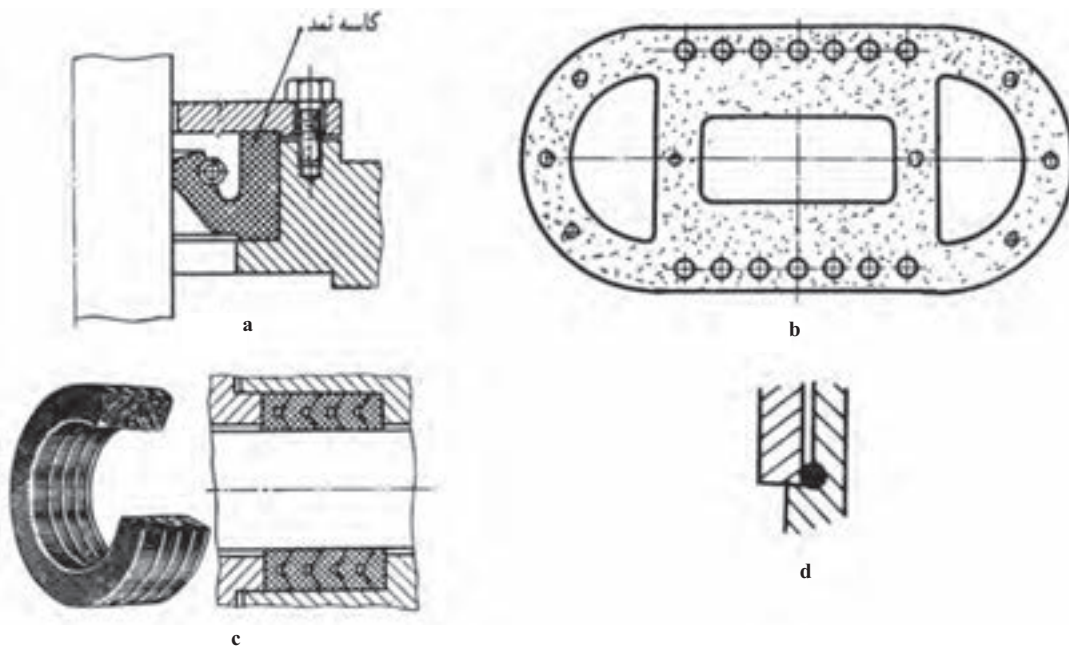


شکل ۷-۳۲- a- کاربرد رولبرینگ مخروطی، b- کاربرد رولبرینگ استوانه‌ای

## ۷-۶- کاسه نمد<sup>۱</sup>

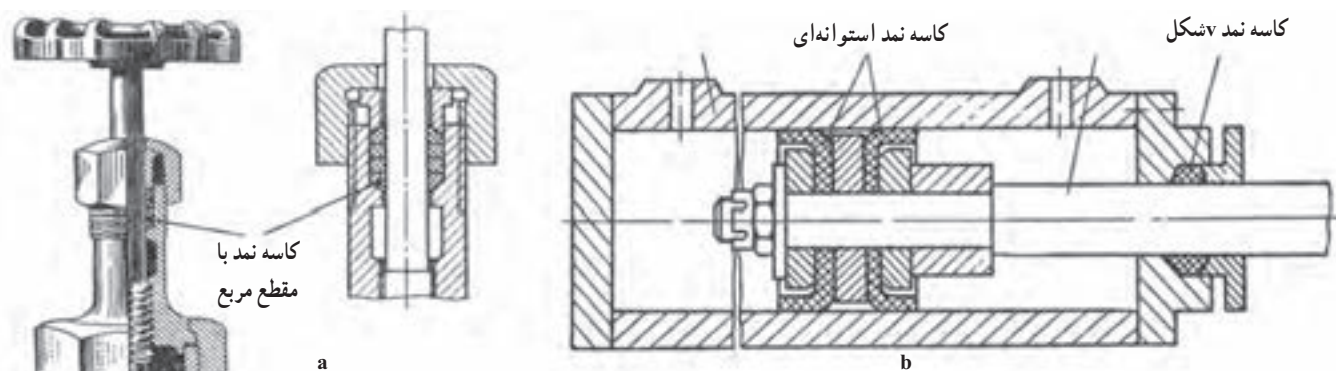
کاسه نمد یا آب بند، ابزاری است برای جلوگیری از ریزش یا نشت یک مایع یا گاز در فشار جو یا بیشتر. بنابراین واشرهای به کار رفته در شیرهای آب یا واشر سرسیلندر یا وسایل جلوگیری از ورود گردوغبار به داخل بلبرینگ ها جزء آب بندها هستند. شکل ۷-۳۳ نمونه‌هایی را ارائه می‌کند.

۱- کاسه نمد، آب بند Seal, Packing



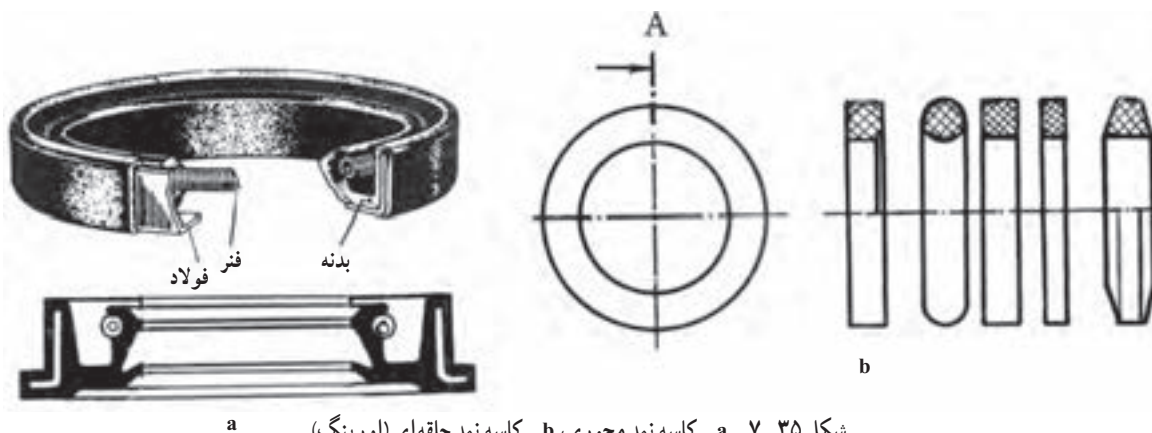
شکل ۷-۳۳- گونه‌هایی از آب‌بند

کاربرد کاسه نمد در یک شیرآب را در شکل ۷-۳۴- a و یک سیلندر ترمز را در شکل b ببینید.



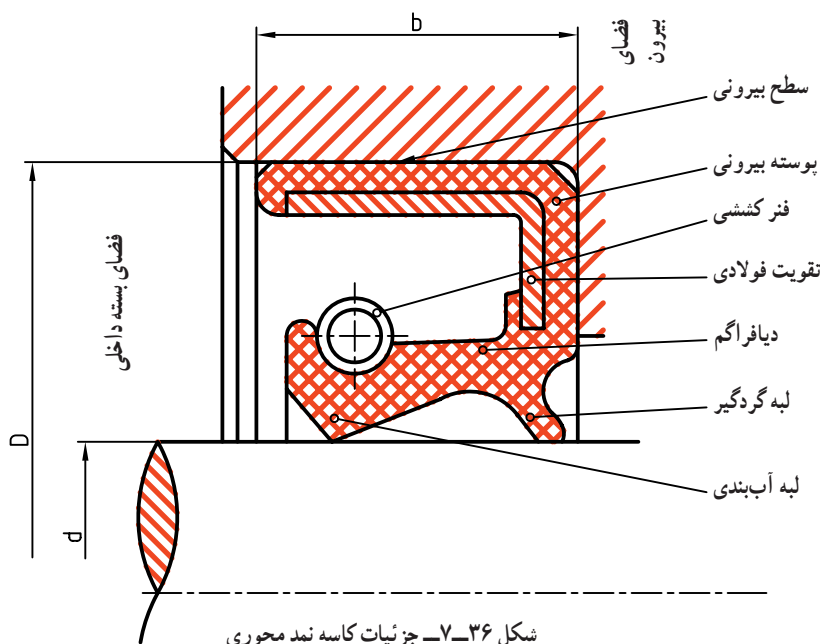
شکل ۷-۳۴- a- شیرفلکه آب، b- سیلندر ترمز

شکل ۷-۳۵ دو مورد از آشنا ترین کاسه نمدها به نام‌های حلقه‌ای یا اورینگ و محوری را نشان می‌دهد.

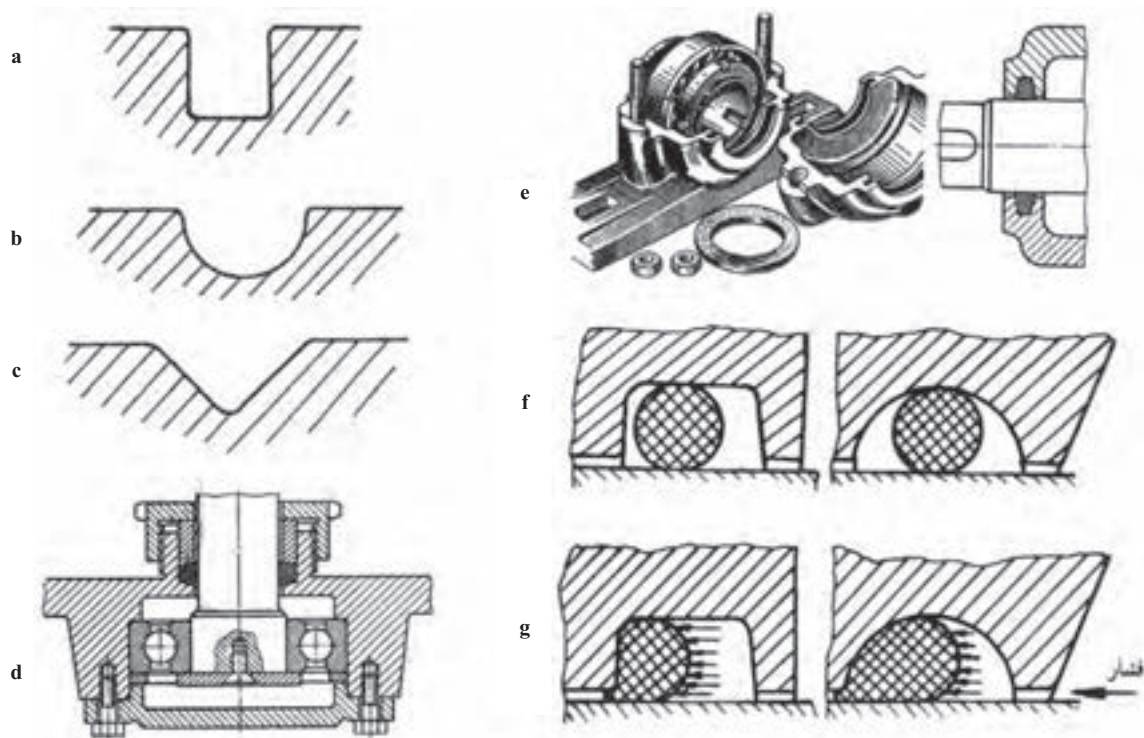


شکل ۷-۳۵- a- کاسه نمد محوری، b- کاسه نمد حلقه‌ای (اورینگ)

توجه شود که تماس محور و کاسه نمد به وسیله یک فنر مارپیچ کششی تأمین می‌شود و نیاز هست که محور کاملاً پرداخت و بدون خراش باشد. این کاسه نمد در تجهیزات هیدرولیک (آبی، روغنی) و پنوماتیک (بادی) حرف اول را می‌زند. در شکل ۷-۳۶ جزئیات بیشتری را در مورد کاسه نمد محوری ببینید.



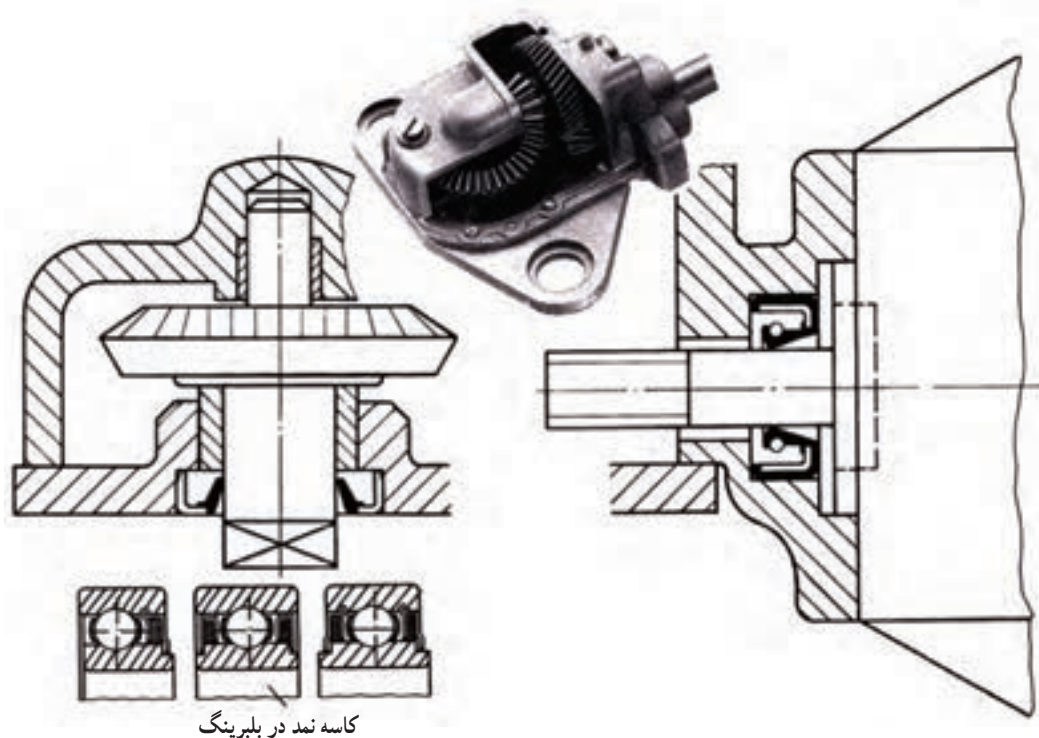
جالب توجه است که با افزایش فشار، آب‌بندی این کاسه نمد بیشتر و بهتر می‌شود. شکل ۷-۳۷ چند گونه شیار برای قرار گرفتن اورینگ و نیز واکنش آن را در برابر فشار نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳۷ - چند شیار برای جایگیری حلقه آب‌بندی، d - حلقه v برای جلوگیری از ریزش روغن، e - حلقه گردگیر، f - اورینگ پیش از فشار، g - چگونگی کار اورینگ در برابر فشار



در شکل ۷-۳۸ نمونه‌هایی از کاربرد کاسه نمد محوری را در جعبه دنده و بلبرینگ ببینید.

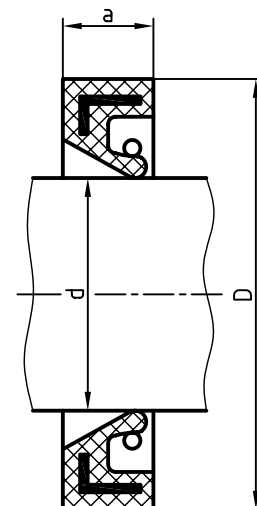


شکل ۷-۳۸

۱-۶-۷- رسم کاسه نمد: آب بندها، معمولاً شکل ساده‌ای دارند، ولی برای مواردی مانند کاسه نمد محوری باید به کاتالوگ مربوط به آن مراجعه کرد. در جدول ۷-۱۸، اطلاعاتی در مورد یک نوع کاسه نمد محوری داده شده است.

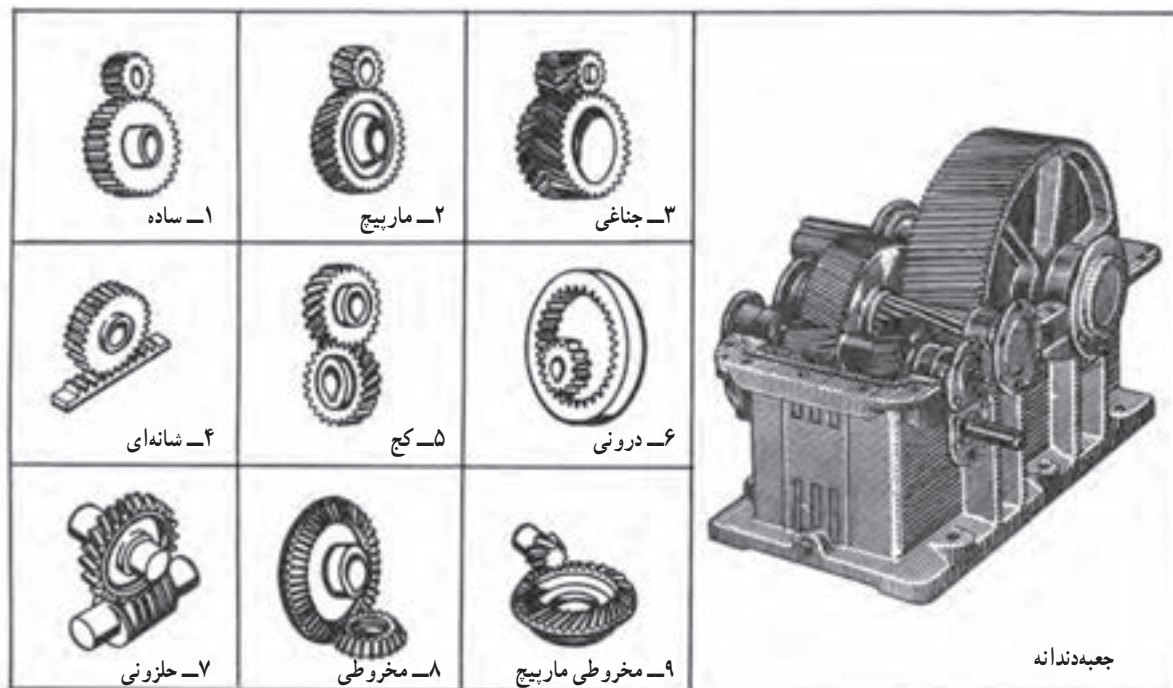
جدول ۷-۱۸- برخی اندازه‌ها برای کاسه نمد محوری، در هر مورد دو اندازه برای D داده شده است.

ضخامت a با تولرانس ISO2768-m	قطر بیرونی D، انطباق با سوراخ H8	سوراخ d، انطباق با محور h11
۷	۳۲	۲۸
۷	۳۵	۳۰
۷	۴۰	۳۵
۷	۵۲	۴۲
۷	۴۲	۴۰
۷	۶۲	۵۲
۷	۵۰	۴۷
۷	۶۲	۵۲
۷	۵۵	۵۲
۷	۷۲	۶۲
۸	۶۲	۶۰
۸	۷۲	۶۵
۸	۶۸	۶۵
۸	۸۰	۷۲



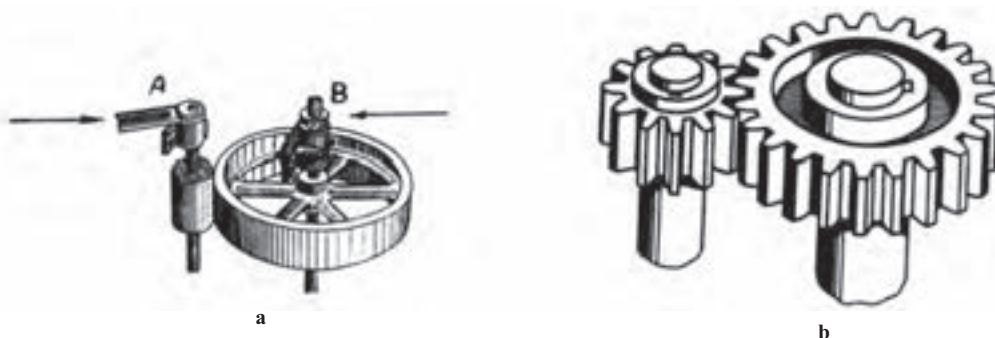
## ۷-۷- چرخ دندانه<sup>۱</sup>

برای انتقال قدرت می توان با توجه به شرایط موجود، از چرخ دنده، چرخ تسمه یا چرخ زنجیر و ... استفاده کرد. در زمانی که فاصله محوری کم باشد، معمولاً از چرخ دندانه و در صورت زیاد بودن فاصله، از چرخ تسمه یا چرخ زنجیر استفاده می شود. شکل ۷-۳۹، چند نوع چرخ دندانه آشنا تر را در حالت درگیری نشان می دهد.



شکل ۷-۳۹- گونه های چرخ دندانی

اکنون به دو چرخ ساده استوانه ای در شکل ۷-۴۰ نگاه کنید. محورهای A و B به سوی هم فشرده می شوند، اصطکاک به وجود آمده در چرخ های استوانه ای می تواند باعث انتقال قدرت و چرخش از چرخ A به B و بر عکس آن بشود.

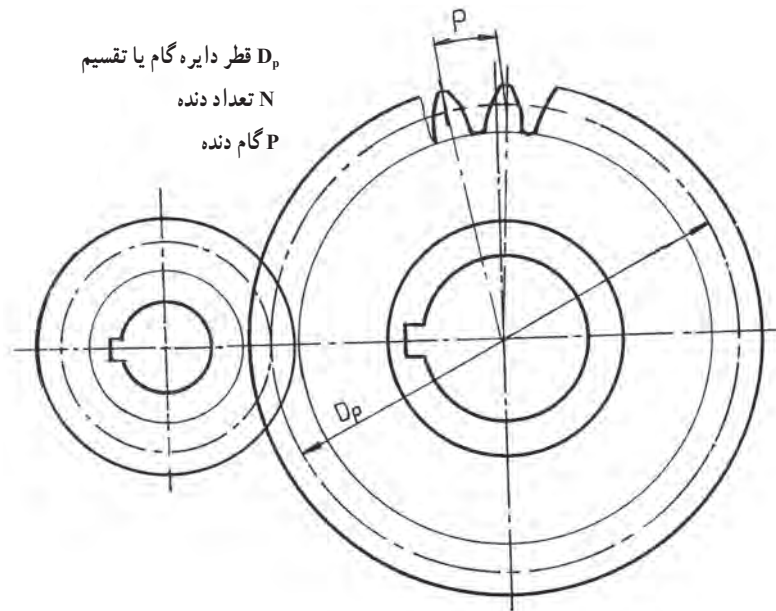


شکل ۷-۴۰- a- چرخ های اصطکاکی، b- چرخ های دندانه دار

روشن است که در اثر افزایش قدرت یا کاهش فشار میان دو محور، چرخ‌ها سر می‌خورند و توان را منتقل نمی‌نمایند. اکنون با ایجاد دندانه روی هر دو چرخ، می‌توان درگیری را به گونه‌ای کامل بالا برد. از سوی دیگر، این دندانه‌ها باید با دقت و با روشی ویژه ساخته شوند. به همین منظور در ساخت آن‌ها از منحنی‌های صنعتی به نام «چرخ زا» یا «سیکلوئید»<sup>۱</sup> و «پوش» یا «اینوالوت»<sup>۲</sup> استفاده می‌شود.

برای ترسیم یک چرخ دندانه تا اندازه‌ای نیاز به شناسایی اجزای آن داریم. پس بهتر است به کوتاهی به این امر بپردازیم.

۱-۷-۷- چرخ دنده ساده<sup>۳</sup>: به شکل ۷-۴۱ نگاه کنید.



شکل ۷-۴۱

دو دایره به صورت خط نقطه، در چرخ دنده‌ها دیده می‌شود. قطراین دایره‌ها در حقیقت قطر چرخ‌های اصطکاکی خواهد بود. آن‌ها را دایره گام یا تقسیم دنده می‌نامند. این قطر را با  $D_p$  مشخص می‌شود. اگر تعداد دنده یک چرخ دنده را با  $N$  و گام یک دندانه را با  $p$  نمایش دهیم، باید داشته باشیم  $D_p \pi = p \cdot N$ .  $D_p$  برابر محیط دایره تقسیم است).

رابطه بالا را می‌توان به صورت  $D_p = \frac{p}{\pi} \cdot N$  نوشت. نسبت  $\frac{p}{\pi}$  را بنا بر تعریف، ضریب یا مدول<sup>۵</sup> می‌نامند. و با حرف  $m$  مشخص می‌کنند. روشن است که با تغییر مقدار  $p$ ، برای  $m$  اعداد گوناگونی به دست می‌آید. اما در صنعت معمول است که  $p$  چنان انتخاب شود که  $m$ ، دارای مقادیر مشخصی باشد. به عبارت دیگر مقادیر  $m$ ، استاندارد شده است. جدول ۷-۱۹، اعداد استاندارد برای  $m$  را می‌دهد و براساس آن‌ها، تیغه‌های تراش چرخ دندانه طراحی می‌شود.

۱- چرخ‌زا، سیکلوئید Cycloid

۲- پوش دایره، اینوالوت Involute

۳- چرخ دنده ساده Spur Gear

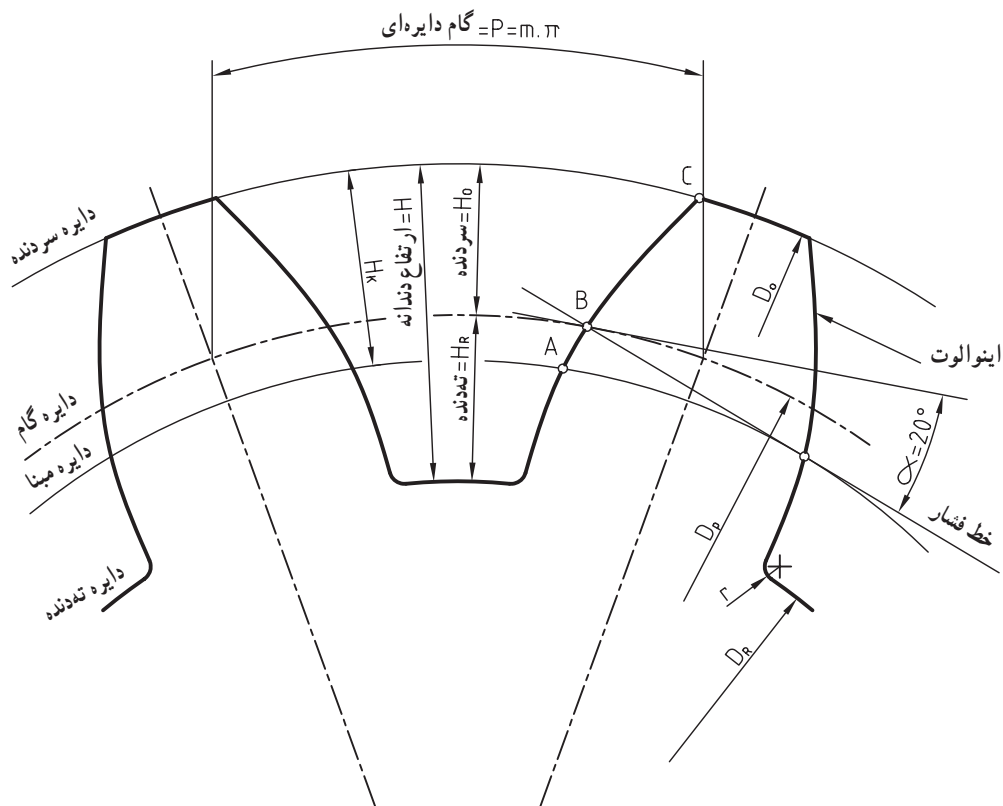
۴- قطر دایره گام Pitch Diameter

۵- ضریب، مدول module

جدول ۱۹-۷ ضریب‌های استاندارد چرخ دندان

مدول m	جدول مدول‌های استاندارد											
خیلی ظریف	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۱	۱/۲۵	۱/۵	۱/۷۵	۲
ظریف	۲/۲۵	۲/۵	۲/۷۵	۳	۳/۲۵	۳/۵	۳/۷۵	۴	۴/۵	۵		
متوسط	۵/۵	۶	۶/۵	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	
بزرگ	۱۵	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۷	۳۰	۳۳	۳۶	۳۹	
بسیار بزرگ	۴۲	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵				

اکنون می‌توان نوشت  $D_p = m \cdot N$  یعنی قطر دایره گام برابر است با حاصل ضرب تعداد دنده در مدول. بنابراین برقرار داد، ارتفاع دندان هم  $2/167$  برابر مدول خواهد بود. پس  $H = 2/167m$  و از این مقدار  $1m$  برابر ارتفاع سر دنده و  $1/167m$  برابر ارتفاع پای دندان است. شکل ۴۲-۷، آگاهی‌های بیشتری می‌دهد.



شکل ۴۲-۷ جزئیات دندانه

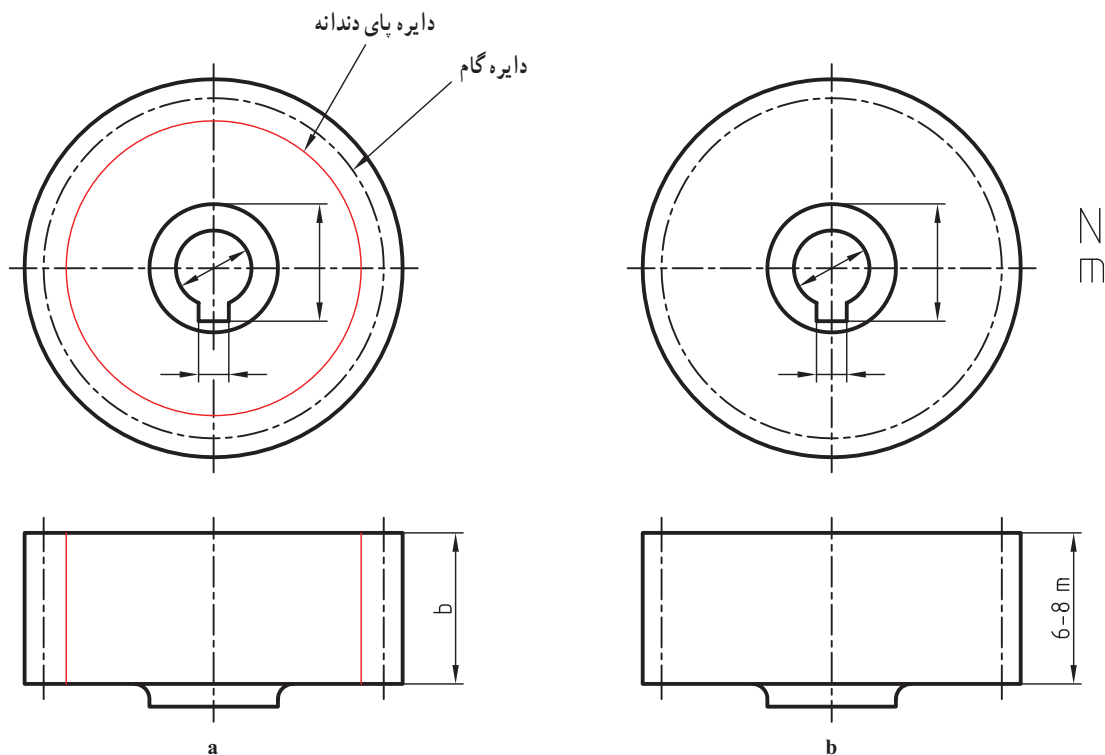
طول کمان CBA، منحنی متداول چرخ دنده یعنی پوش دایره یا اینوالوت است و بقیه دندان تقریباً خطی راست و شعاعی است. تعدادی از رابطه‌های مورد نیاز در جدول ۲۰-۷ داده شده است.<sup>۱</sup>

۱- اختصارات داده شده در جدول معادل‌هایی آلمانی دارند که عبارت‌اند از:  $D_o = d_k$ ,  $D_f = d_F$ ,  $D_R = d_R$  که کم و بیش رایج هستند.

جدول ۷-۲- نیازهای اولیه برای رسم نقشه

نیازهای اولیه $m, N$	
$D_p$	$D_p = m \cdot N$
$D_o$	$D_o = D_p + 2m$
$D_R$	$D_R = D_p - 2/33m$

۷-۷-۲- رسم چرخ دنده ساده: به طور کلی هر دندانه ای مانند دنده پیچ، هزار خار، دندانه چرخ دنده و... را می توان با خط پرنازک نشان داد. اما در مورد چرخ دنده بیشتر به رسم دایره گام اکتفا می شود. در شکل ۷-۴۳،  $a$  و  $b$ ، یک چرخ دنده ساده را در دو حالت می بینید.



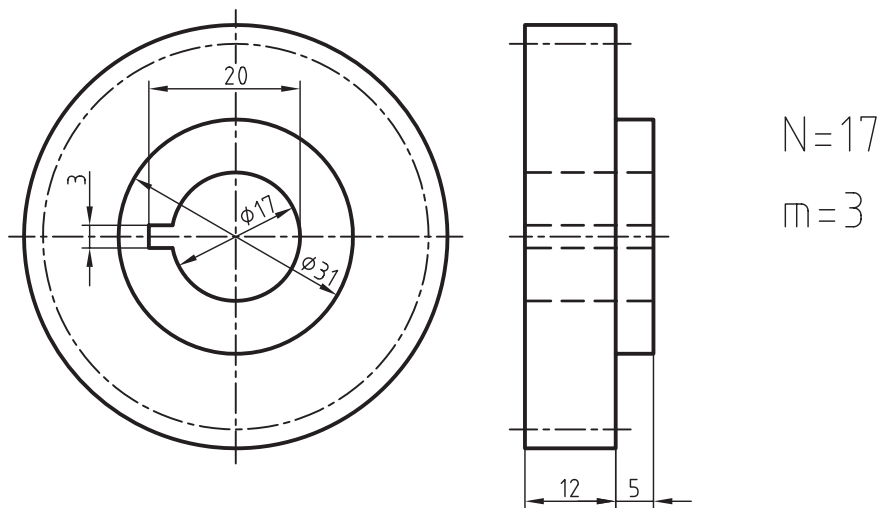
شکل ۷-۴۳

شکل بهتر،  $b$  است، مشخصه های اصلی یعنی  $m$  و  $N$  باید در کنار نقشه نوشته شود زیرا جزء نقشه است. برای دو چرخ دنده درگیر، دایره های گام برهم مماس می باشند. شکل ۷-۴۴ را ببینید. شکل چرخ دنده ساده ای را نشان می دهد که در آن  $N=17$  و  $m=3$  است که طبق روابط داریم:

$$D_p = m \cdot N = 3 \times 17 = 51 \text{ mm}$$

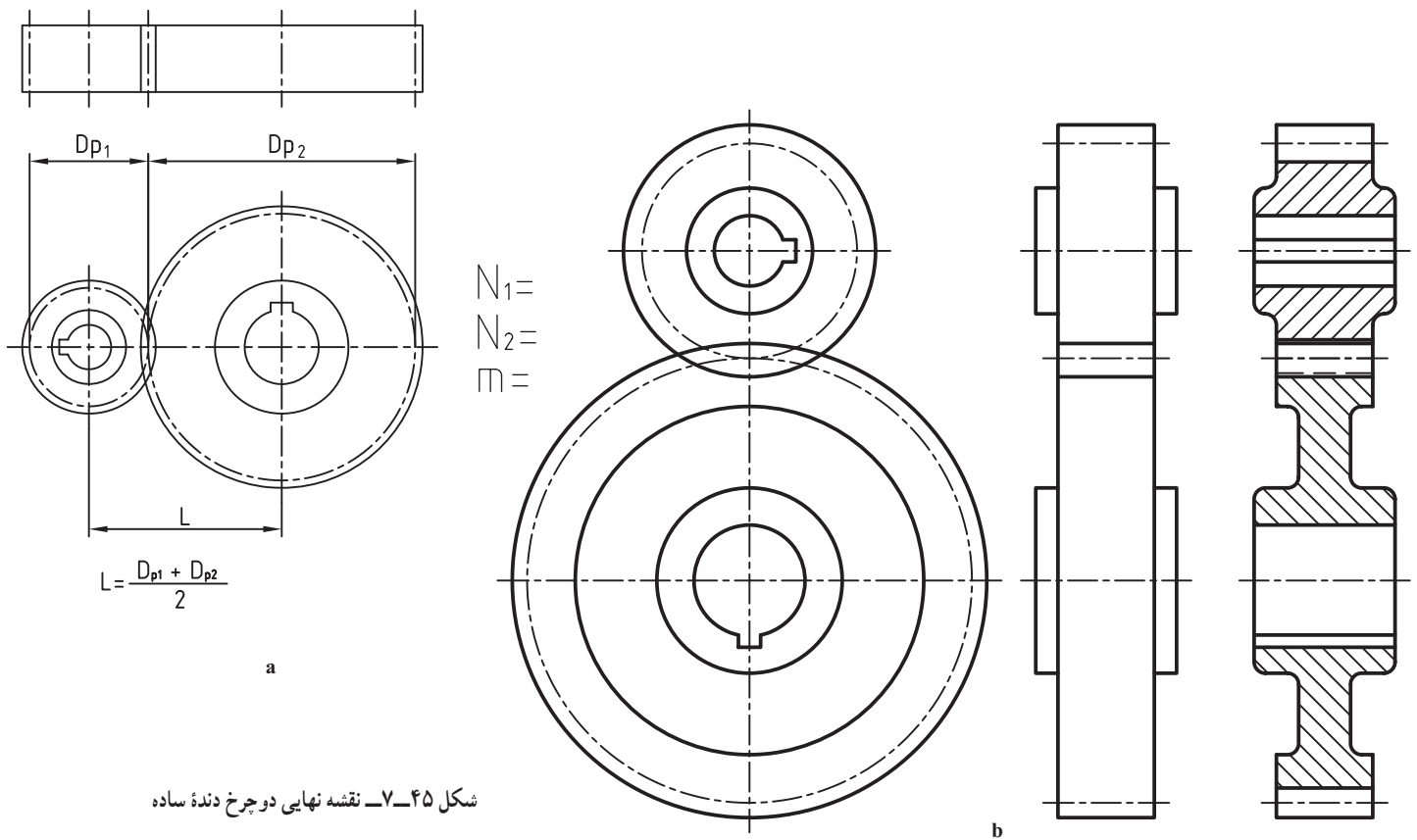
$$D_o = D_p + 2m = 51 + 6 = 57 \text{ mm}$$

$$D_f = D_p - 2/33m = 44 \text{ mm}$$



شکل ۷-۴۴

در شکل ۷-۴۵، دو چرخ دنده ساده را در حالت نما و برش می بینیم. توجه کنید که دندانه ها جزء بی برش ها هستند. با توجه به  $N_1$  و  $N_2$  و  $m$ ، همه موارد  $D_o$ ،  $D_p$  و  $D_f$  به دست خواهد آمد. فاصله دو محور هم  $\frac{D_{p1} + D_{p2}}{2}$  خواهد بود. بقیه مشخصات باید اندازه گذاری شود.



شکل ۷-۴۵ - نقشه نهایی دو چرخ دنده ساده

۱- قطر بیرونی Outside Diameter

۲- قطر درونی، دایره پای دندانه Root Diameter

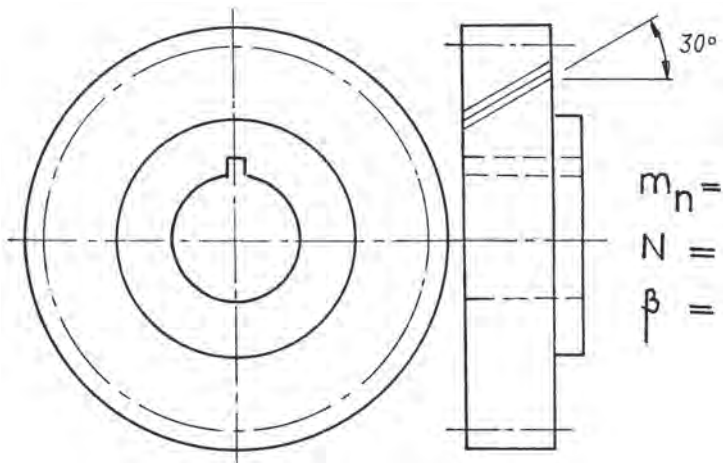


### ۷-۷-۳- رسم چرخ دنده مارپیچ:

نمایش نقشه‌ای این چرخ دنده مانند چرخ دنده ساده است. در شکل ۷-۴۶، پیمایش دندانه‌ها دیده می‌شود.



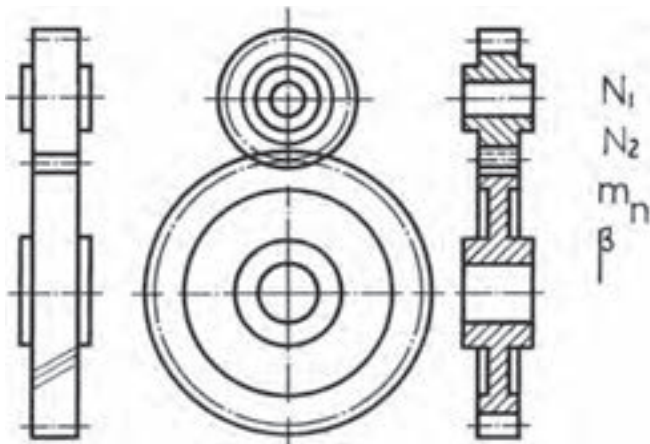
شکل ۷-۴۶



شکل ۷-۴۷

برای رساندن مفهوم مارپیچی دندانه، سه خط نازک موازی با زاویه  $30^\circ$  درجه نسبت به خط محور چرخ دندانه، روی نمای اصلی رسم می‌شود. توجه کنید که در حقیقت نمای اصلی چرخ دنده، نمایی است که ضخامت‌ها را معرفی می‌کند. ضمناً علاوه بر مدول و تعداد دندانه، باید زاویه مارپیچی هم نوشته شود. شکل ۷-۴۷ یک چرخ دنده مارپیچ را معرفی می‌کند.

در شکل ۷-۴۸ دو چرخ دنده مارپیچ در حالت درگیری رسم شده‌اند.



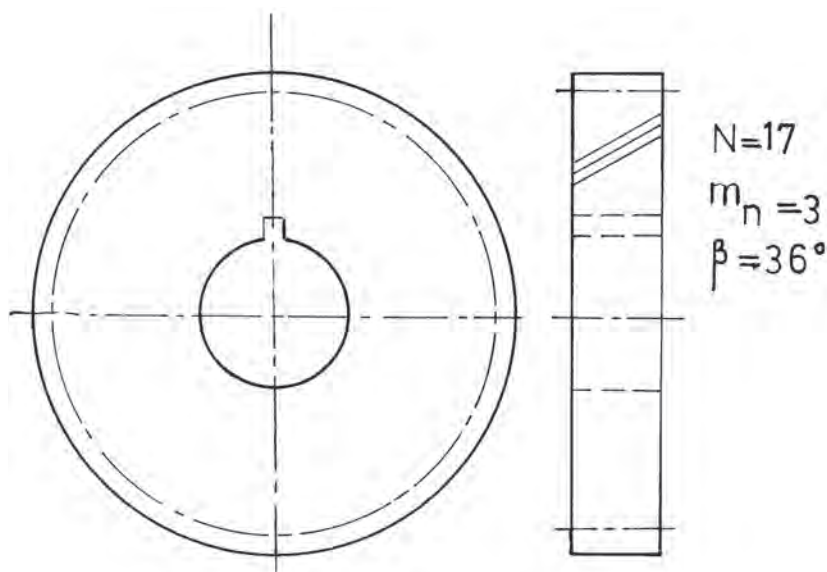
شکل ۷-۴۸

دیده می شود که نشانه های مشخصه، خط های نازک با زاویه  $3^\circ$  درجه، مدول چرخ دنده و زاویه مارپیچی است. آن ها در حالت برش با چرخ دنده های ساده فرقی ندارند. رابطه های لازم برای محاسبات در جدول ۷-۲۱ آمده است.

جدول ۷-۲۱- فرمول ها در حد نیاز برای رسم نقشه است.

نیازهای اولیه $m_n, \beta, N$	
$D_p$	$D_p = \frac{m_n}{\cos \beta} N$
$D_o$	$D_o = D_p + 2m_n$
$D_R$	$D_R = D_p - 2/3 m_n$

در اینجا  $m_n$  مدول نرمال<sup>۱</sup> است. در شکل ۷-۴۹، یک نمونه چرخ دنده مارپیج با زاویه پیش ۳۶ درجه، تعداد دندانه ۱۷ و مدول نرمال ۳ رسم شده است.



شکل ۷-۴۹

باز هم دقت کنید که  $m_n, \beta$  و  $N$  جزء نقشه است. در این نقشه  $N = \frac{3}{17} \times 17 = 63/5$  می باشد<sup>۲</sup>.

$$D_o = D_p + 2m_n = 63/5 + (2 \times 3) = 69/5$$

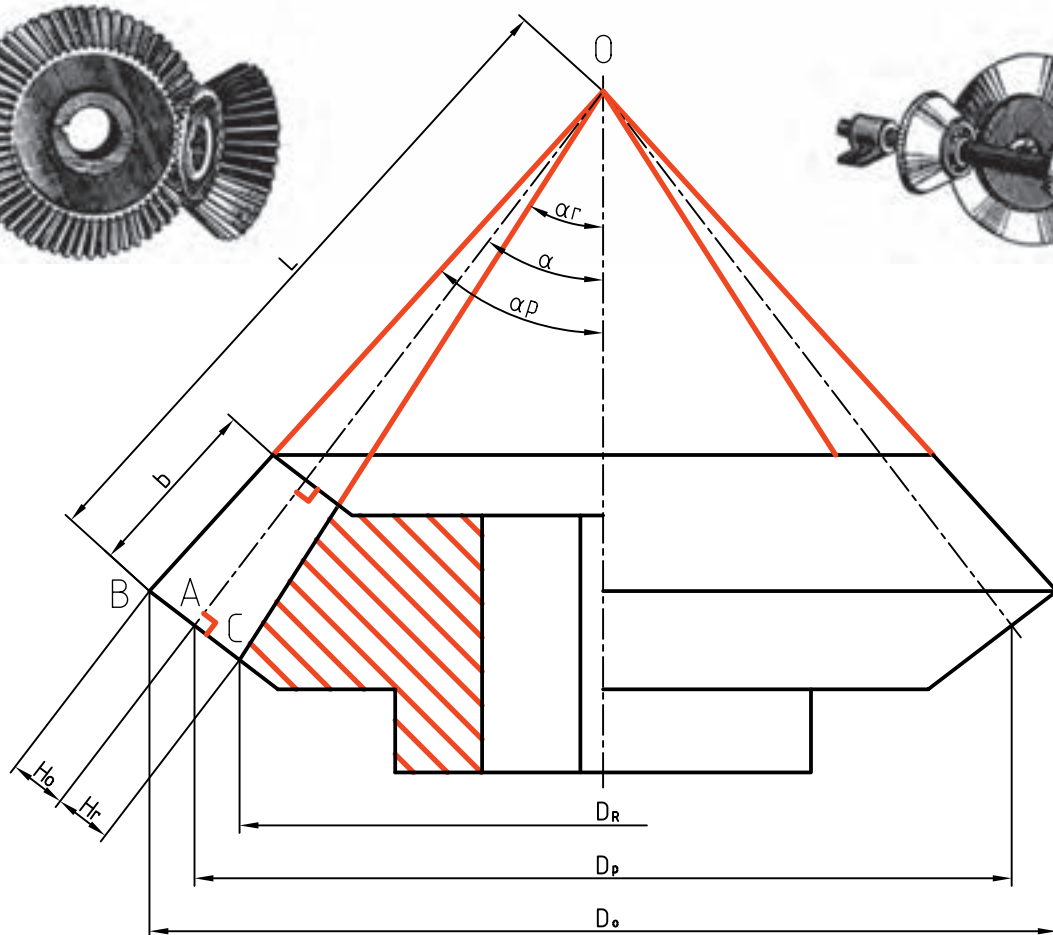
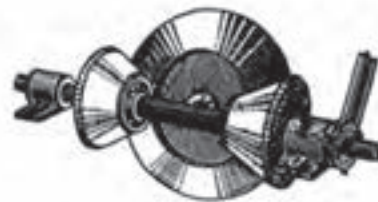
۷-۷-۴- چرخ دنده مخروطی<sup>۳</sup>: شکل ۷-۵۰ یک چرخ دنده مخروطی را نشان می دهد. همان گونه که دیده می شود، بلندی دندانه از سر کوچک تا سر بزرگ تغییر می کند. بنابراین، در این چرخ دنده دو مدول بزرگ  $m_a$  و مدول کوچک  $m_b$  وجود دارد که در ساخت و محاسبه  $m_a$  در نظر گرفته می شود.

۱- عمودی، نرمال Normal

۲- خوب است که  $D_p$  به دست آمده در اینجا را با  $D_p$  به دست آمده برای چرخ دنده ساده با همین دنده و مدول مقایسه کنید.

۳- چرخ دندانه مخروطی Bevel Gear





$m_a$   
 $N$   
 $\alpha$

شکل ۵-۷- جزئیات یک چرخ دنده مخروطی

برای رسم آن،  $D_p$  را محاسبه و  $\alpha$  را رسم می کنیم. در نقطه A عمودی بر خط گام ترسیم و  $m_a$  برای سر دندانه و  $1/167 m_a$  برای پای دندانه جدا می شود.  $b$  را جدا می کنیم و سایر مشخصات دلخواه است. جدول ۲۲-۷، برخی مشخصات را می دهد.

جدول ۲۲-۷- نیازهای اولیه برای رسم نقشه

نیازهای اولیه $N, m_a, \alpha$	
$D_p$	$D_p = m_a \cdot N$
$b$	$b = \frac{L}{3}$

$\alpha$  نیم زاویه مخروط گام،  $b$  پهنای دندانه برابر مولد مخروط گام تقسیم بر ۳ یعنی  $b = \frac{L}{3}$  است. نمای افقی مانند نمای سطحی چرخ دنده ساده است.

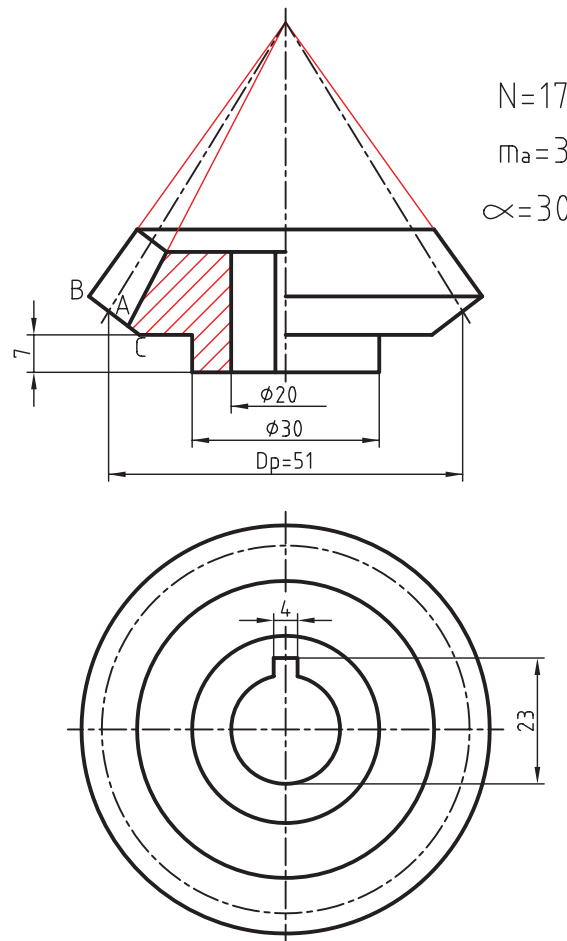
پرسش نمونه: یک چرخ دنده مخروطی با تعداد دندانه ۱۷ و مدول بزرگ ۳ و زاویه مخروطی  $3^\circ$  درجه را رسم کنید (محور

عمودی و شامل نمای افقی).

$$D_p = m_a \times N \Rightarrow D_p = 3 \times 17 = 51$$

با داشتن  $D_p = 51$ ، پس از رسم خط محور عمودی در شکل ۷-۵۱،  $D_p$  را برابر ۵۱ جدا می‌کنیم و امتداد می‌دهیم تا خط نقطه‌مربوط به مخروط گام را در A قطع کند.

آنگاه  $\overline{AB} = m_a$  و  $\overline{AC} = 1/167 m_a$  جدا می‌شود. b را برابر  $\frac{L}{3}$  جدا و بقیه نقشه را طبق نظر طراح تکمیل می‌نماییم. کلیه اندازه‌های لازم روی نقشه گذاشته شده است. (البته اندازه  $D_p$  نباید روی نقشه گذاشته شود).



شکل ۷-۵۱- همه اندازه‌های روی شکل انتخابی است.

## خلاصه مطالب مهم



- ۱- اجزای ماشین قطعاتی هستند با شکل ساختمانی معروف، پس می‌توان آن‌ها را با شکلی ساده‌تر معرفی کرد.
- ۲- اتصالات به دو بخش، اتصالات «جدا شدنی یا موقت» و اتصالات «جدا نشدنی یا دائمی» تقسیم می‌شوند.
- ۳- مهم‌ترین اتصال جدا شدنی، پیچ و مهره است.
- ۴- در یک آچارخور شش گوش یا چهار گوش داریم تقریباً  $SW = 1/5d \pm 1$ .
- ۵- فنر وسیله‌ای است برای ذخیره انرژی مکانیکی و پس دادن آن در موقع نیاز.
- ۶- مقطع فنر، در صورت بزرگ بودن، هاشور می‌خورد و در صورت کوچک بودن سیاه می‌شود.
- ۷- در فنر فشاری، حلقه‌ها از هم باز، در فنر کششی به هم چسبیده و در پیچشی هر دو حالت ممکن است.
- ۸- در ساخت بلبرینگ از ساچمه و در رولربرینگ از غلتک استفاده می‌شود.
- ۹- کاسه نم‌یاب یا آب بند وسیله‌ای است برای جلوگیری از نشت مایع یا گاز در فشار جو یا بیشتر.
- ۱۰- در ساخت چرخ دنده‌ها از منحنی‌های صنعتی به نام اینوالوت و سیکلوئید استفاده می‌شود.

## خود را بیازمایید



- ۱- اجزای ماشین را تعریف کنید و چند نمونه را نام ببرید.
- ۲- اتصالات چگونه دسته‌بندی می‌شوند؟ در هر مورد دو نمونه بیاورید.
- ۳- حداقل ده مورد از اتصالات جدا شدنی و ده مورد جدا نشدنی را نام ببرید.
- ۴- چگونه مرز بین اتصال جدا شدنی و جدا نشدنی را مشخص می‌کنید؟
- ۵- حداقل ده مورد از اجزای ماشین، غیر از اتصالات را نام ببرید.
- ۶- پروفیل دنده دوزنقه را رسم کنید و جزئیات آن را بگویید.
- ۷- انواع پیچ و علامت اختصاری آن‌ها را بنویسید.
- ۸- چگونه رسم یک مهره را در سه نما، دقیقاً توضیح دهید.
- ۹- یک پیچ با سر شش گوش را در چهار نما رسم و اندازه‌گذاری کنید.
- ۱۰- فنر را تعریف کنید و چند نمونه از آن را نام ببرید.
- ۱۱- آنچه در مورد دسته‌بندی فنرها می‌دانید بگویید.
- ۱۲- چهار حالت نقشه‌ای فنر مارپیچ استوانه‌ای را با رسم شکل بیان کنید.
- ۱۳- در یک فنر مارپیچ استوانه‌ای، تعداد حلقه ۱۱، گام ۱۴، قطر مفتول ۶ و قطر خارجی ۵۰ است. طول آزاد، قطر داخلی و قطر متوسط را محاسبه کنید.
- ۱۴- یک فنر مارپیچ کششی را با رسم شکل و اندازه‌گذاری معرفی کنید.
- ۱۵- شکلی از یک فنر مارپیچ پیچشی را همراه با مشخصات آن رسم کنید.
- ۱۶- با رسم شکل، قسمت‌های مختلف یک بلبرینگ را نام ببرید.
- ۱۷- با رسم یک بلبرینگ، درباره چگونگی هاشور آن توضیح دهید.

- ۱۸- یک رولرپرینگ استوانه‌ای را رسم کنید و قسمت‌های مختلف آن را نام ببرید.
- ۱۹- کاسه نمد را دقیقاً تعریف کنید و نمونه‌های آن را با رسم شکل نشان دهید.
- ۲۰- حداقل ده نمونه از کاربردهای کاسه نمد را بگویید.
- ۲۱- با رسم شکل، چگونگی عملکرد کاسه نمد را در استوانه‌ترمز شرح دهید.
- ۲۲- با رسم شکل، چگونگی واکنش اورینگ را در برابر فشار، نشان دهید.
- ۲۳- با رسم شکل، چگونگی کار چرخ‌های اصطکاکی را، شرح دهید.
- ۲۴- چگونگی رسم دقیق یک چرخ دنده ساده را در نماهای ساده و برش شرح دهید.
- ۲۵- چگونگی رسم چرخ دنده مارپیچ را شرح دهید.
- ۲۶- چگونگی رسم یک چرخ دنده مخروطی را با دقت شرح دهید.
- ۲۷- با رسم شکل یک دندانه، اجزای مهم چرخ دنده را نام ببرید و نشانه‌های اختصاری آن‌ها را بنویسید.

### ارزشیابی عملی



- ۱- سه نما از یک مهره سرشش گوش  $M39$  را رسم کنید و اندازه‌های لازم را روی آن بگذارید.
- ۲- چهارنما از یک پیچ سرشش گوش  $M45$  به طول کلی  $100$  و طول دنده  $60$  را رسم کنید.
- ۳- سه نما از یک مهره چهار گوش  $M27$  را رسم و اندازه گذاری کنید.
- ۴- سه نما از یک پیچ با سر پیچ گشتی خور  $M20$  تمام دنده به طول  $70$  را ترسیم کنید.
- ۵- سه نما از یک پیچ با سر آلن  $M24$ ، تمام دنده به طول  $72$  را رسم کنید.  $SW = 19$ .
- ۶- دو نما از یک پیچ دو سر دنده  $M20$  با طول دنده  $24$  و  $32$  و طول کلی  $80$  را رسم کنید.
- ۷- یک فنر مارپیچ فشاری با گام  $17$ ، قطر بیرونی  $66$ ، تعداد حلقه  $20$  و قطر مفتول  $7$  را رسم کنید.
- ۸- جدول‌های شماره  $9-7$ ،  $10-7$ ،  $12-7$ ،  $15-7$  را با مقیاس  $1:2$  ترسیم کنید.
- ۹- بلبرینگ‌های شماره  $6306$  و  $51208$  را رسم و اندازه گذاری کنید.
- ۱۰- رولرپرینگ‌های شماره  $8230$  و  $30310$  را رسم و اندازه گذاری کنید.
- ۱۱- مطلوب است رسم سیلندر ترمز شکل  $3-7-b$  با مقیاس  $1:2$  (اندازه‌ها باید به کمک پرگار تقسیم منتقل شود، نه با خط کش).

- ۱۲- یک کاسه نمد محوری با قطر سوراخ  $40$  را رسم کنید. (اندازه‌های داده نشده دلخواه).
- ۱۳- یک چرخ دنده ساده با تعداد دندانه  $32$ ، مدول  $4$  را در سه نمای ساده و برش رسم و اندازه گذاری کنید.
- ۱۴- یک چرخ دنده مارپیچ را با زاویه  $\beta = 36^\circ$ ، تعداد دندانه  $27$  و مدول نرمال  $4$ ، رسم و اندازه گذاری کنید.  
( $\cos 36^\circ = 0.8$ )
- ۱۵- یک چرخ دنده مخروطی را در حالت نیم برش و در یک نما رسم و اندازه گذاری کنید، در صورتی که داشته باشیم:  $\alpha = 45^\circ$  و  $N = 24$  و  $m_a = 5$ .
- ۱۶- دو چرخ دنده ساده درگیر را در سه نما رسم و اندازه گذاری کنید.  $N_1 = 20$ ،  $N_2 = 30$ ،  $m = 3$ .
- ۱۷- دو چرخ دنده مارپیچ را با  $\beta = 36^\circ$ ،  $N_1 = 20$ ،  $N_2 = 30$  در سه نمای ساده و برش رسم و اندازه گذاری کنید. توجه: برای  $\cos \beta$  به جدول پایان کتاب نگاه کنید (یا آن را تقریباً  $0.8$  در نظر بگیرید).

## برای مطالعه



بلبرینگ‌ها و رولربرینگ‌ها قطعاتی هستند بسیار ظریف و حساس، زیرا در ساخت آن‌ها از بهترین پرداخت‌های سطح و مرغوب‌ترین تولرانس‌های مجاز استفاده می‌شود. چرا پرداخت‌ها باید مرغوب باشد؟ برای آن که اصطکاک کم شود. چرا تولرانس‌ها باید مرغوب باشد؟ زیرا اندازه‌ها باید تا حد ممکن دقیق باشند، مثلاً اختلاف اندازه ساچمه‌ها نباید از چند میکرون بیشتر شود. باید انحرافات هندسی تا حد ممکن کم باشد که البته این همه موجب بالا رفتن قیمت بلبرینگ خواهد شد. از طرف دیگر احساس می‌شود که اجزای یک بلبرینگ در حالت عادی نسبت به هم لقی زیاد دارند. ولی پس از انطباق لازم و با دقت کافی در موقع سوار کردن، لقی به حد مجاز خواهد رسید. دلیل آن انطباق فشاری سبک میله در پوسته درونی آن و انطباق فشاری سبک پوسته بیرونی در نشیمنگاه خود است. این باعث افزایش قطر پوسته درونی و کاهش قطر پوسته بیرونی و در نتیجه تنظیم لقی بین ساچمه‌ها و پوسته‌ها خواهد شد.

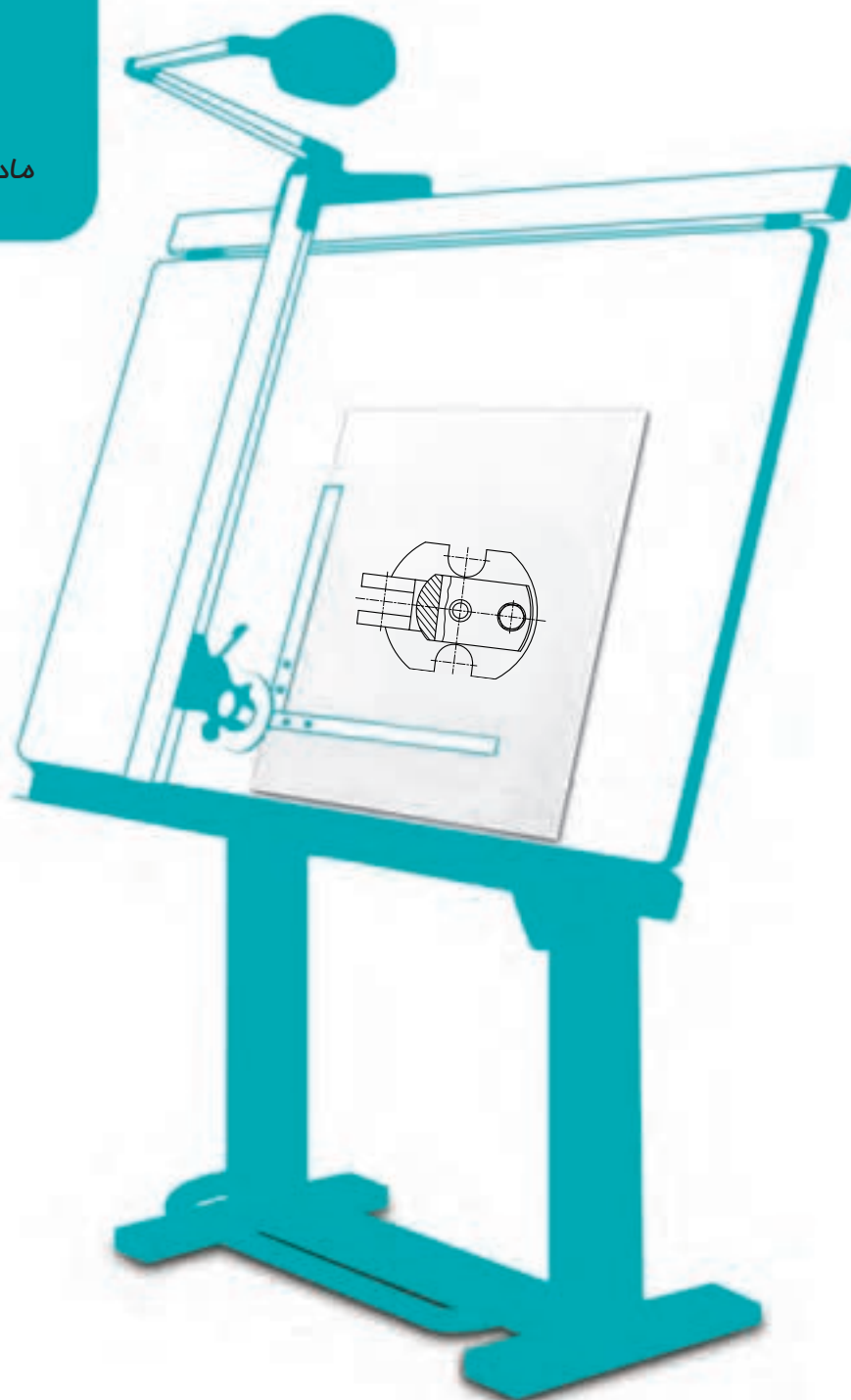
## تحقیق کنید



- ۱- منحنی‌های موجود روی مهره و سر پیچ، چه نام دارند و چگونه به وجود می‌آیند؟
- ۲- یک پوش و یک چرخ‌زا چگونه به وجود می‌آیند و انواع آن‌ها چیست؟
- ۳- انطباق چرخ دنده با محور آن معمولاً  $H7/m6$  است، چرا؟

# فصل هشتم نقشه ترکیبی

مادر هر پروژه فنی، نقشه ترکیبی است.



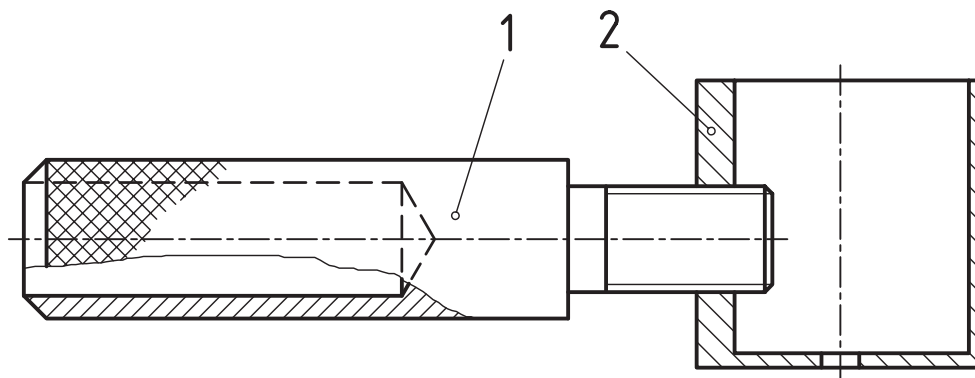
## نقشه ترکیبی

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می‌تواند :

- ۱- نقشه ترکیبی و کاربرد آن را شرح دهد.
- ۲- اصول ترسیم یک نقشه ترکیبی را توضیح دهد.
- ۳- جدول ترکیبی و اجزای آن را توضیح دهد.

### ۸-۱- نقشه ترکیبی

پیش از این تا حدودی با نقشه ترکیبی یا مرکب آشنا شدیم<sup>۱</sup>. اکنون به نمونه‌ای دیگر توجه کنید (شکل ۸-۱).



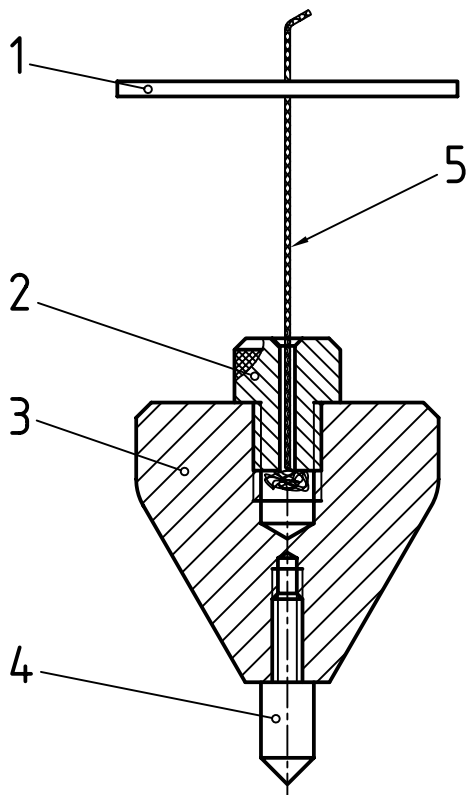
شکل ۸-۱- گردوشکن

در این شکل وسیله‌ای برای شکستن گردو دیده می‌شود. ابتدا گردو را در داخل تشتک آن قرار می‌دهیم، سپس با چرخاندن دست گیره شماره ۱، پیچ به پیش می‌رود و گردو را زیر فشار می‌گذارد. نتیجه کار شکستن پوست گردو است. اگر کمی حوصله داشته باشید، کار کردن با آن جالب است.

### ۸-۲- تعریف

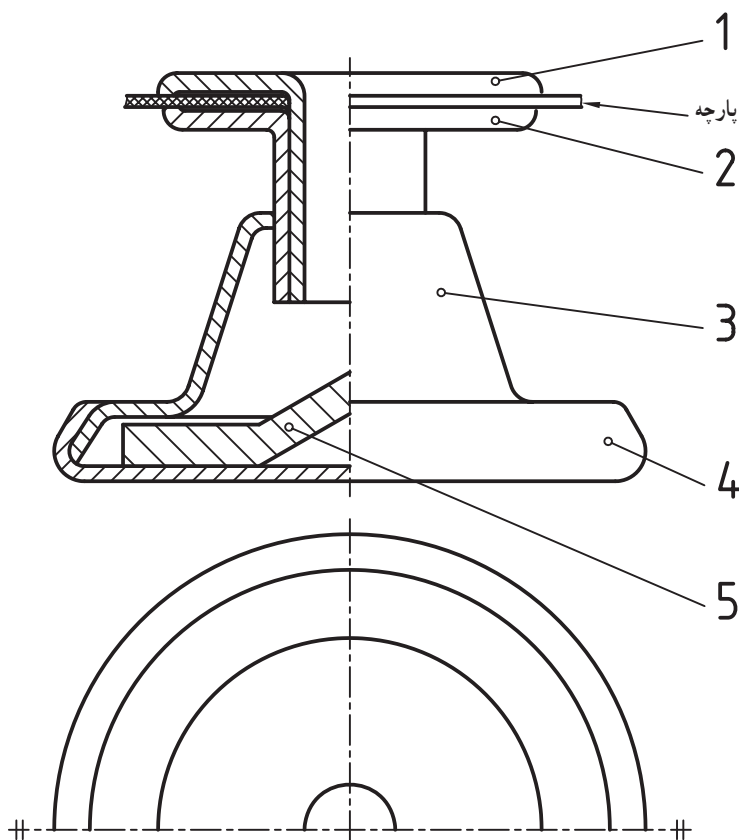
یک نقشه ترکیبی، معرف مجموعه‌ای از قطعات است که برای هدفی معین طراحی شده است. در نمونه بالا، هدف شکستن گردو بوده است. شکل ۸-۲ یک شاقول را نشان می‌دهد. کار آن را می‌دانید. قطعه شماره ۳، بدنه است که در بالا و پایین آن مهره ایجاد شده، شماره ۲ برای گذراندن نخ است. این قطعه باعث می‌شود که نخ

کاملاً در راستای محور تکه ۱ قرار گیرد. نوک تیز تکه سخت شده ۴ نیز برای نمایش بهتر جهت عمودی، مورد استفاده است.



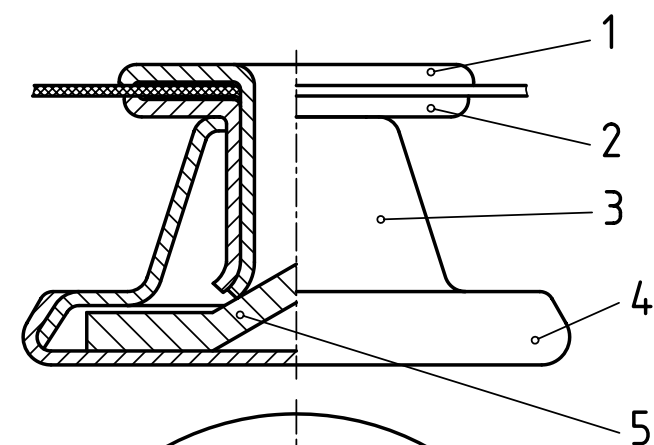
شکل ۲-۸ - شاقول

شکل ۳-۸ نشان دهنده یک دگمه فلزی لباس، با مقیاس ۱:۵، پیش از کاربرد می باشد.

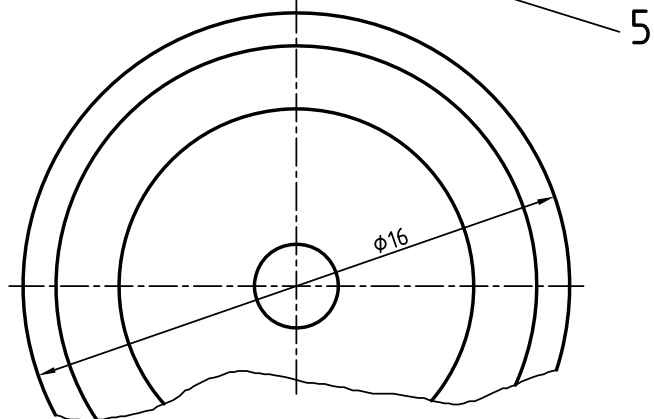


شکل ۳-۸ - دگمه فلزی پیش از پرچ



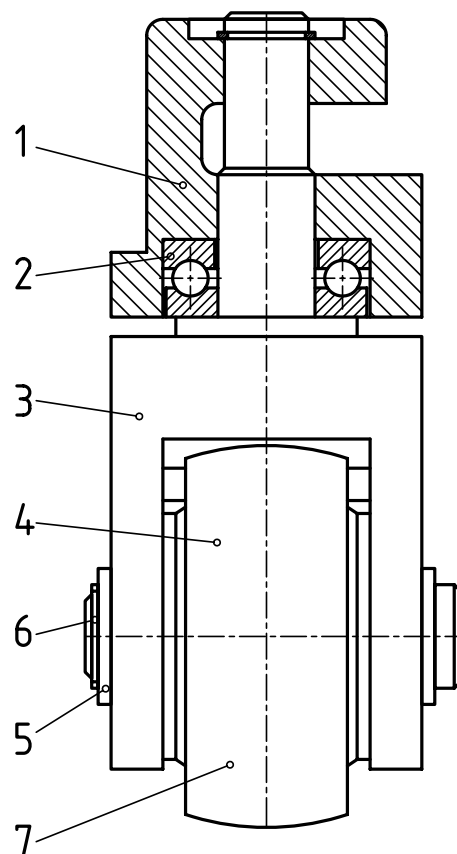
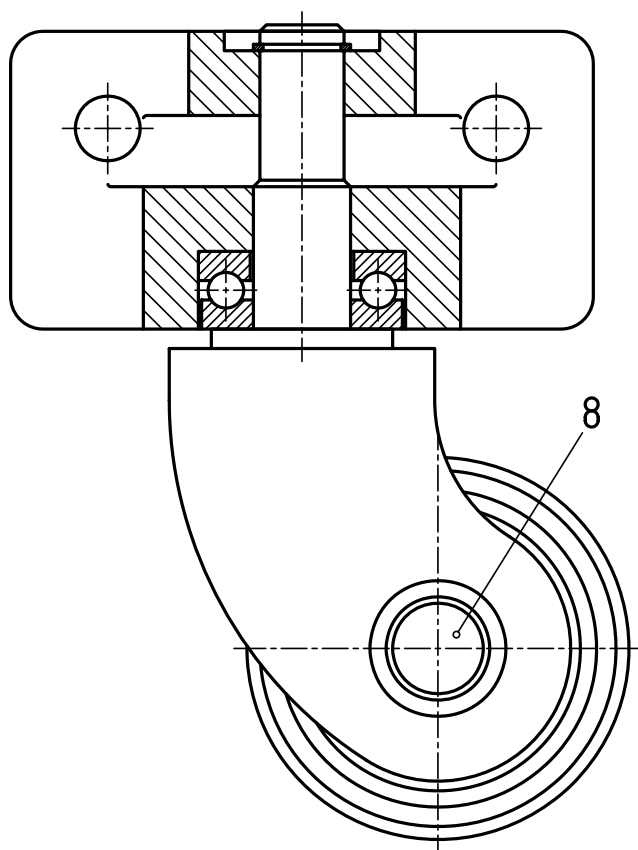


ابتدا تکه ۱ از سوراخ ایجاد شده در پارچه  
گذرانده و وارد قطعه شماره ۲ می‌شود. این دو قطعه  
به همراه هم وارد سوراخ قطعه ۳ خواهند شد. با فشار  
آوردن روی شماره ۱ و فشار متقابل از شماره ۵، لبه‌های  
دو قطعه ۱ و ۲ باز و لاله‌گون می‌شود و دیگر از شماره  
۳ خارج نخواهد شد. در ضمن ۱ و ۲ نسبت به هم ثابت  
خواهند شد (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸ - دگمه فلزی پس از برج

در شکل ۵-۸ یک چرخ گردان دیده می‌شود.  
این چرخ را در زیر وسایلی مانند میز تلویزیون و...  
می‌بینید. زمانی که به محور عمودی بدنه شماره ۱،  
یک نیروی افقی وارد شود (یعنی وقتی که به میز فشار  
وارد می‌کنید)، بدنه شماره ۳ می‌چرخد و موجب  
می‌شود که میز به سمت دلخواه حرکت کند.



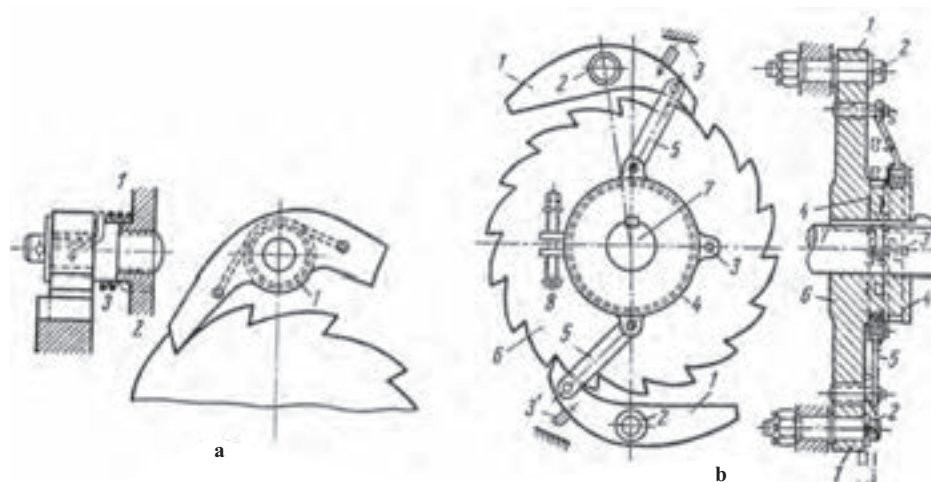
شکل ۵-۸ - چرخ گردان

### ۳-۸- کاربردهای نقشه ترکیبی

طرح اصلی برای شکل گیری یک فکر نو یا پروژه، نقشه ترکیبی یا مرکب است. بخشی از کاربردهای آن را بررسی می کنیم که عبارت اند از طراحی اولیه، سوار کردن مجموعه، انجام تعمیرات بر اساس آن و ... .

#### ۱-۳-۸- در طراحی: این نقشه در طراحی های اولیه نقش اصلی را دارد. اهداف و روابط قطعات را با هم نشان می دهد.

بنابراین، طراح ایده های اولیه خود را به صورت یک نقشه ترکیبی بیان می کند. برای نمونه، اگر هدف طرح یک ضامن است، باید نخستین نقشه آن یک نقشه مرکب باشد (شکل ۶-۸).

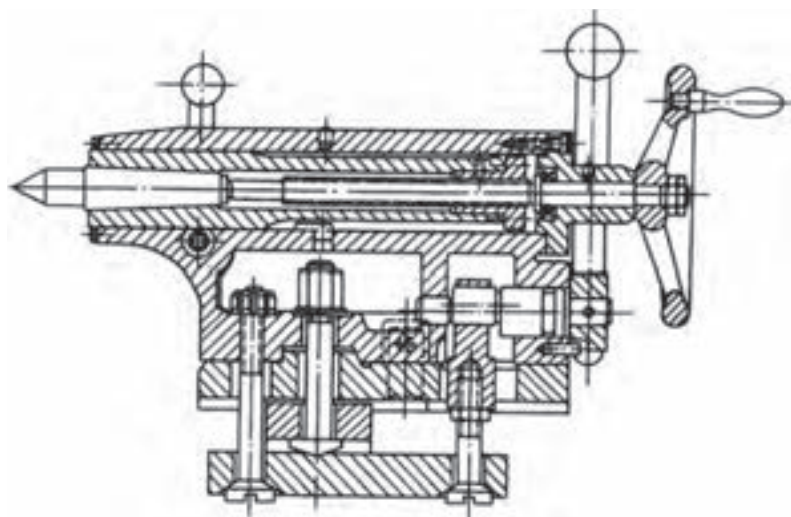


شکل ۶-۸- ضامن جفجغه ای

این طرح، مکانیزم مورد نظر را نشان می دهد. بر مبنای آن می توان:

- آن را با دقت بررسی کرد.
- روی آن محاسبات لازم را انجام داد.
- تناسب قطعات را با هم سنجید.
- نقاط ضعف را بر طرف کرد.
- آن را از نظر زیبایی ظاهری (اگر نیاز

باشد) بررسی کرد.

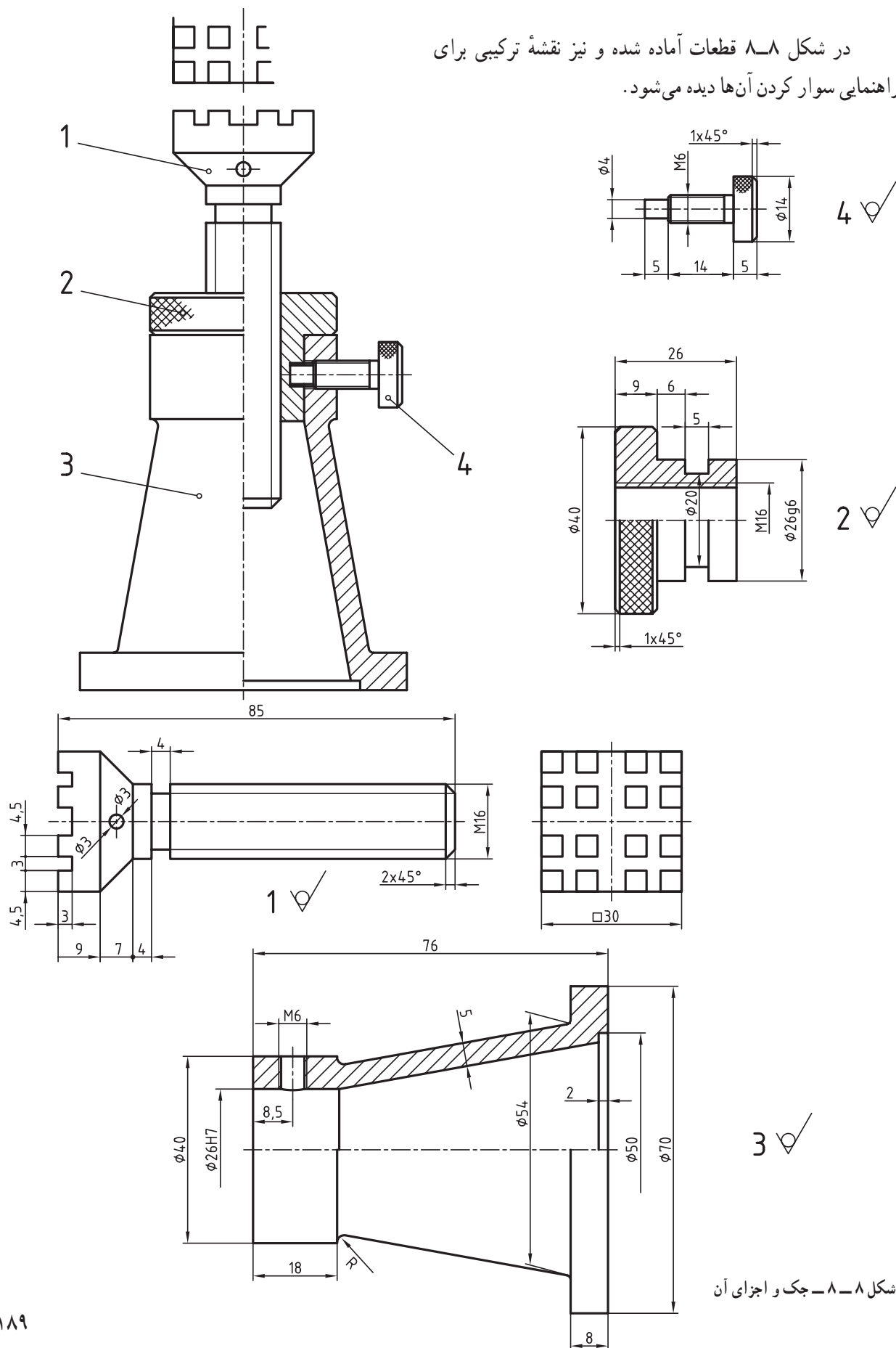


شکل ۷-۸- دستگاه مرغک (تراش ۶۱۶A)

#### ۲-۳-۸- سوار کردن: برای ساخت

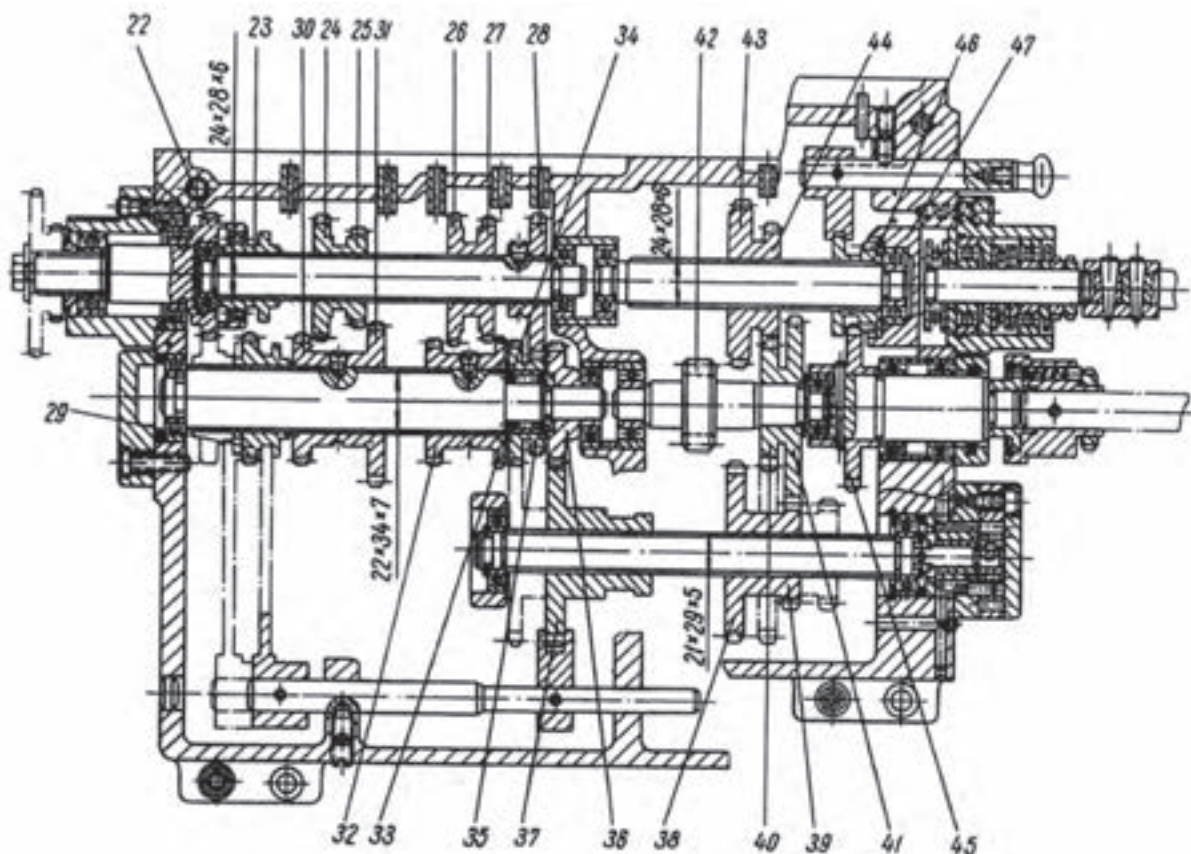
یک مکانیزم تعدادی قطعه چه به صورت پیش ساخته مانند اجزای ماشین و یا ساخته شده در کارخانه (در محل)، آماده و به خط سوار کردن قطعات، راهنمایی می شود. یک نقشه ترکیبی می تواند راهنما و تعیین کننده برای چگونگی سوار کردن اجزای آماده باشد (شکل ۷-۸).

در شکل ۸-۸ قطعات آماده شده و نیز نقشه ترکیبی برای راهنمایی سوار کردن آن‌ها دیده می‌شود.



شکل ۸-۸- جک و اجزای آن

۳-۳-۸- تعمیرات : یک تعمیرکار می تواند برای انجام کار خود، نقشه ترکیبی را به کاربرد. به شکل ۸-۹ نگاه کنید. این نقشه مربوط به یک جعبه دنده است. تعمیرکار با توجه به آن در می یابد که هر قطعه را چگونه و به چه ترتیب باید باز و برداشت نماید تا به جزء معیوب برسد. همچنین او می داند که پس از عوض کردن قطعه، چگونه تکه های برداشته شده سوار خواهند شد.



شکل ۸-۹ - جعبه دنده (تراش ۶۱۶A)

۴-۳-۸- چگونگی کار : با توجه به نقشه ترکیبی می توان به چگونگی کارکرد مجموعه پی برد و روابط قطعات را بررسی کرد. شکل ۸-۱۰ یک پمپ روغن گریس به نام «گریس پمپ» را نشان می دهد. در مورد آن می توان گفت :

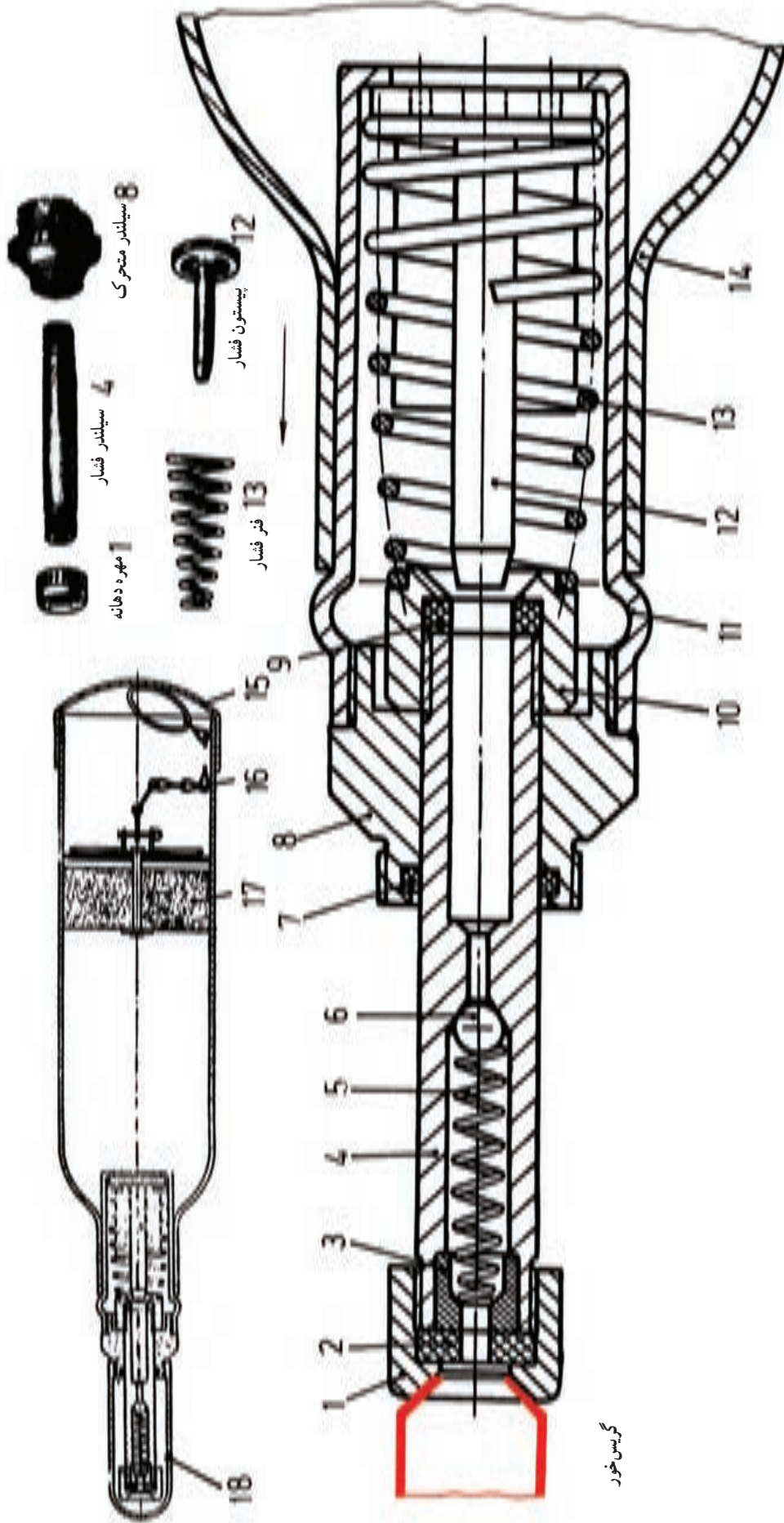
- فشار دست به بدنه باعث پیشروی ۱۲ به داخل ۴ و وارد کردن گریس در آن می شود.
- روغن گریس با وارد کردن نیرو به ۶، آن را جابه جا و روغن را با فشار زیاد وارد گریس خور می نماید<sup>۱</sup>.
- پس از برداشتن نیرو، ۱۲ به عقب می آید و شماره ۶، از برگشت روغن جلوگیری می کند.

روشن است که این کار همواره امکان پذیر نیست.<sup>۲</sup> با این وجود مواردی مانند دانستن نام مجموعه، شماره گذاری، برش و نوع آن، اندازه گذاری و... می تواند کمکی در شناسایی کار مکانیزم باشد.

۱- گفته می شود که فشار تولیدی، بالای ۳۰۰ اتمسفر است.

۲- یعنی درک دقیق کار مجموعه فقط با توجه به نقشه ترکیبی به ویژه برای مبتدیان.





## ۴-۸- اصول ترسیم یک نقشه ترکیبی

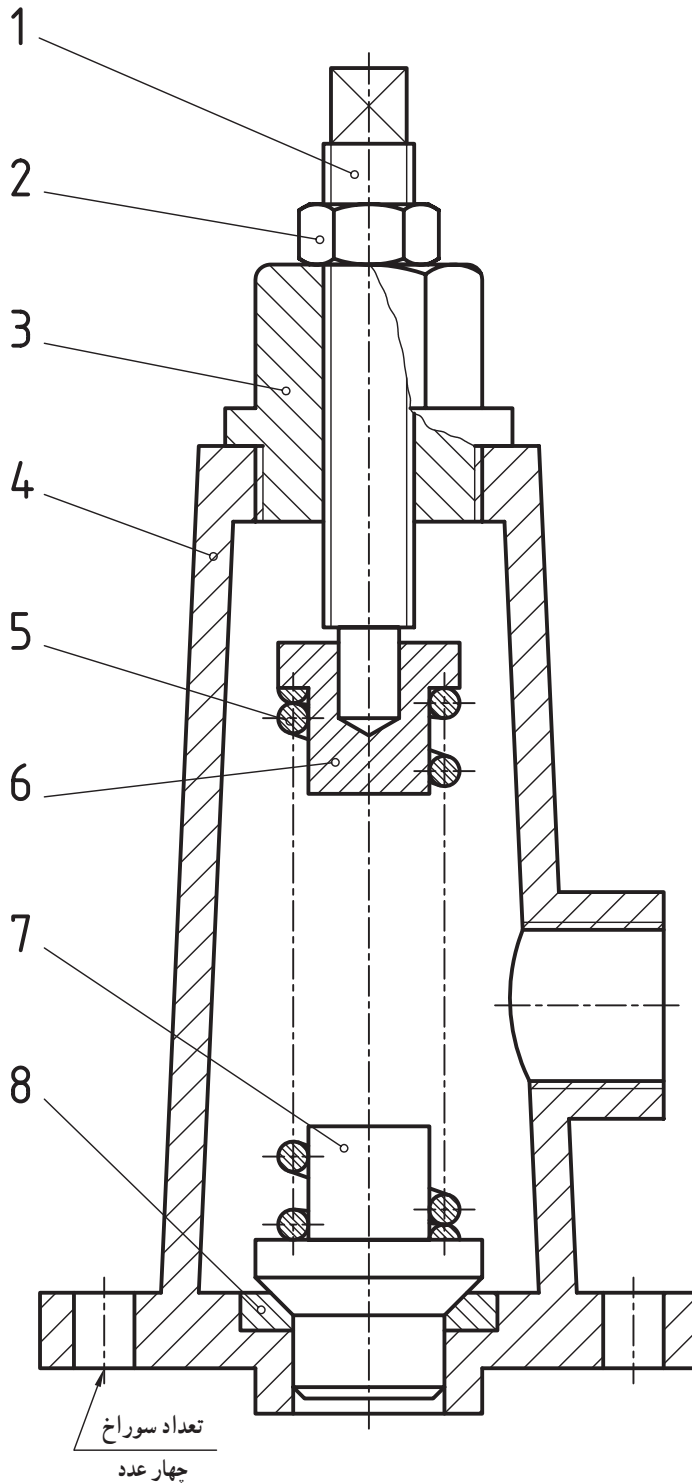
در این بخش، هدف بیان نکته‌ها و اصولی است که به رسم یک نقشه ترکیبی منجر می‌شود. خواسته‌ها، طبق آنچه که گذشت، معلوم است. پرسش اصلی این است که این نقشه باید شامل چه نکته‌هایی باشد تا ما را به اهداف بالا برساند؟ به این ترتیب:

۱- نقشه باید همه قطعات موجود در یک ترکیب را معرفی کند.

۲- کارکرد هر قطعه را نشان دهد.

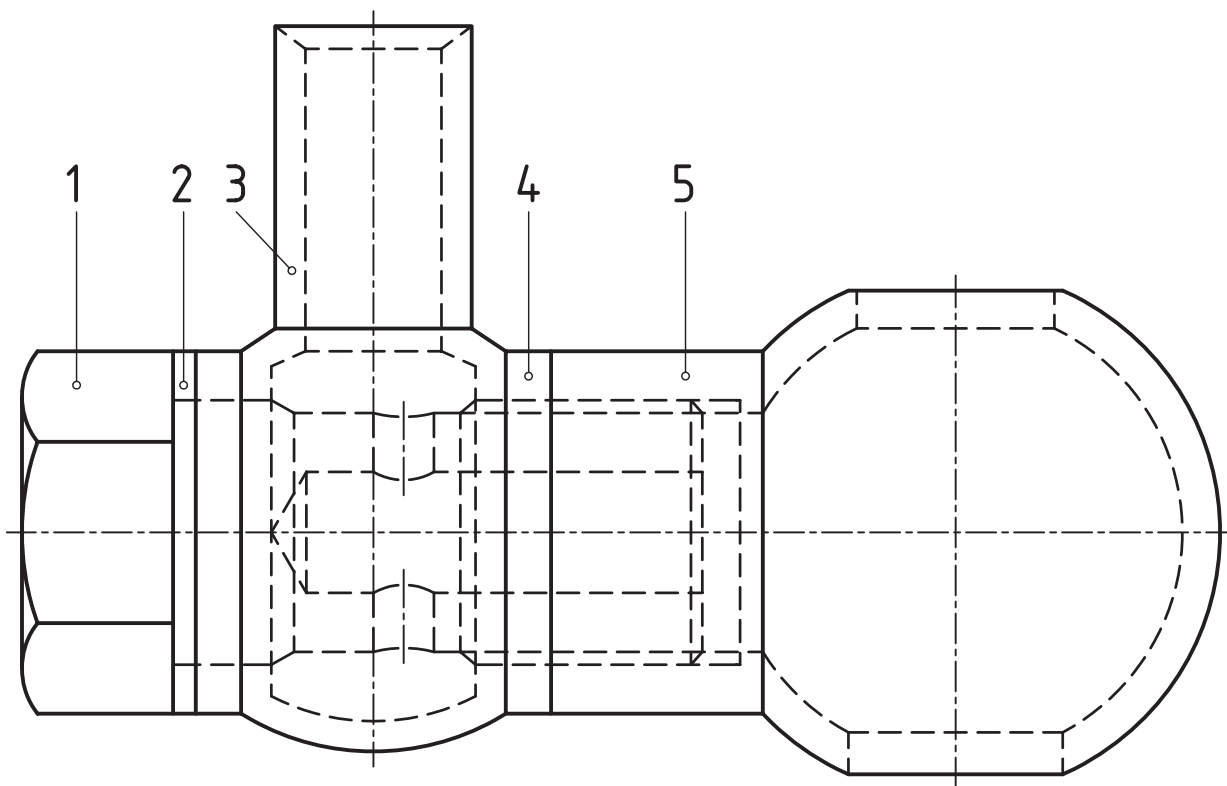
در این راستا لازم نیست که در یک نقشه ترکیبی شکل ساختمانی دقیق هر قطعه معرفی شود. این وظیفه به عهده نقشه‌های ساده است. پس می‌توان مجموعه را تنها با یک تصویر هم معرفی کرد. به شکل ۸-۱۱ نگاه کنید. مجموعه یک دریچه اطمینان است که کار تخلیه فشار اضافه را انجام می‌دهد.

اما در نقشه‌های آموزشی یا حتی کارخانه‌ای اغلب دیده می‌شود که شکل ساختمانی هر جزء را هم می‌توان فهمید. بر این پایه چند نمونه آورده می‌شود. همان‌گونه که خواهید دید، برش یک ابزار نیرومند در بیان این مجموعه‌ها است. پس از برش، عوامل دیگری مانند اندازه‌گذاری، شماره قطعه و... کمک‌های مؤثری هستند.



شکل ۸-۱۱- دریچه (سوآپ)

۱-۴-۸- برش: انواع برش ابزارهایی هستند برای بیان و درک بهتر نقشه.  
در شکل ۸-۱۲ یک بخش اتصال<sup>۱</sup> دیده می شود که در آن از برش استفاده نشده است.

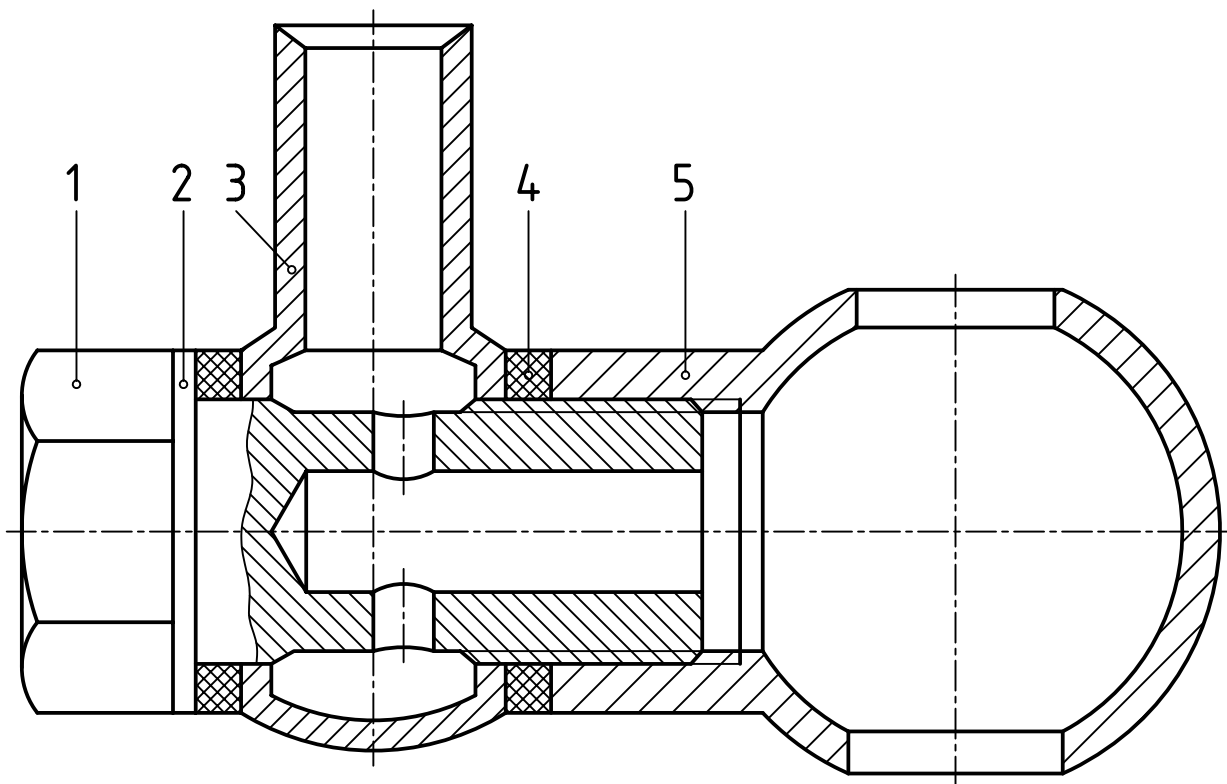


شکل ۸-۱۲- اتصال سوخت رسانی (بدون برش)

۱- مربوط به لوله های اتصال در موتورهای گازوئیلی خودرو، که با مقیاس ۱: ۲/۵ بزرگ نمایی شده است.

اکنون آن را در برش نمایش می‌دهیم (شکل ۱۳-۸).

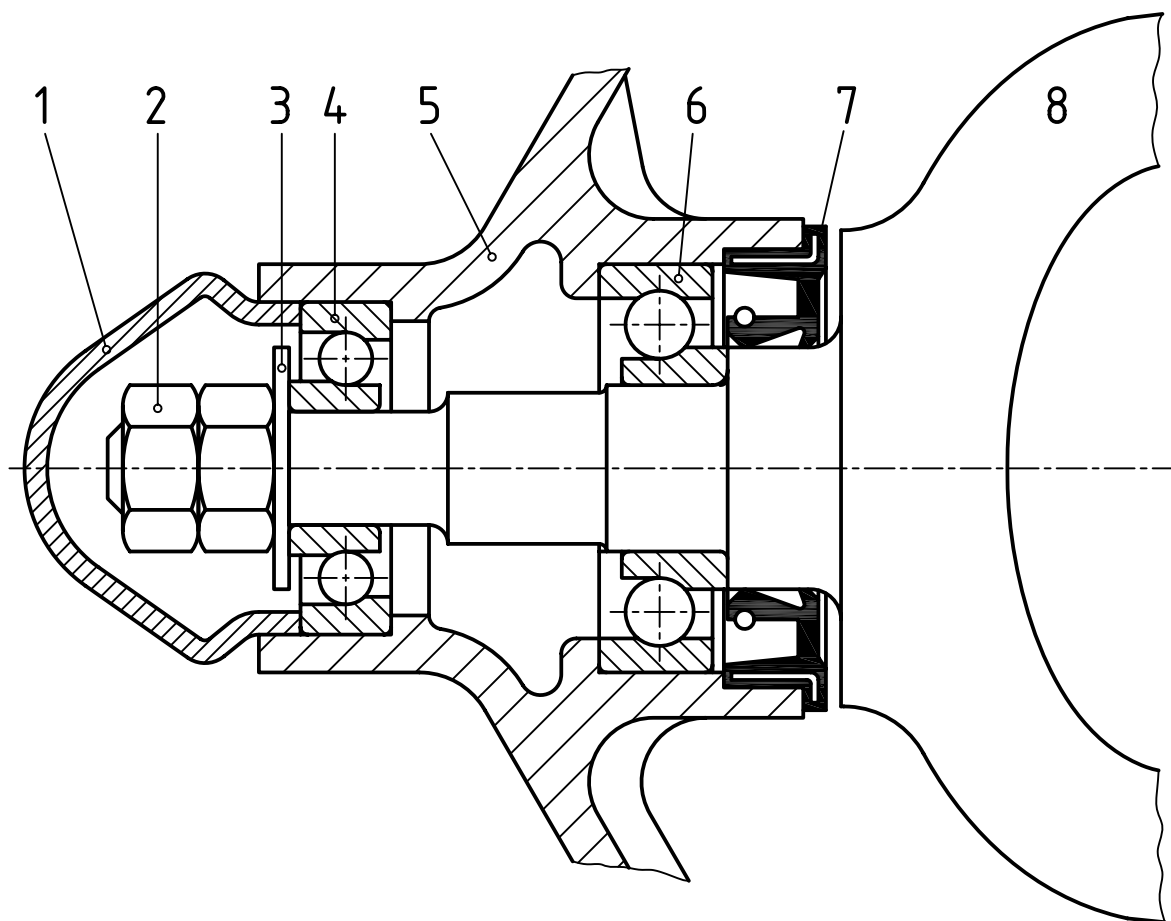
دیده می‌شود که هر قطعه با مشخص بودن جهت هاشور خودش، بهتر معرفی می‌شود. به ویژه، تغییر جهت هاشور این مطلب را تقویت می‌کند. نکته دیگر آن که هر جزء می‌تواند برش مناسب خود را داشته باشد. به این ترتیب، در یک نقشه ترکیبی ممکن است هم زمان چند برش مختلف وجود داشته باشد. آیا می‌توانید بگویید در شکل بالا این موارد کدام‌اند؟



شکل ۱۳-۸ - اتصال سوخت رسانی (در برش)



- ۲-۴-۸- شماره گذاری : هر جزیی با یک شماره مشخص می شود<sup>۱</sup>. با توجه به شکل ۱۴-۸، دقت داشته باشید که :
- شماره با خط اصلی نوشته می شود.
  - شماره با یک خط نازک نشانه به قطعه ارتباط داده می شود.
  - در انتهای خط نازک یک دایره کوچک تو خالی (یا پُر) به قطر حدود یک گذاشته می شود.
  - برای شماره، هیچ چیز اضافه ای گذاشته نمی شود.
  - شماره ها را به صورتی مرتب می نویسیم که اگر به ترتیب شماره هم باشند، خیلی بهتر است.
  - در صورتی که اشتباهی پیش نیاید، می توان شماره را روی خود قطعه هم گذاشت. در این مورد شماره ۸ را روی خود قطعه گذاشته ایم.

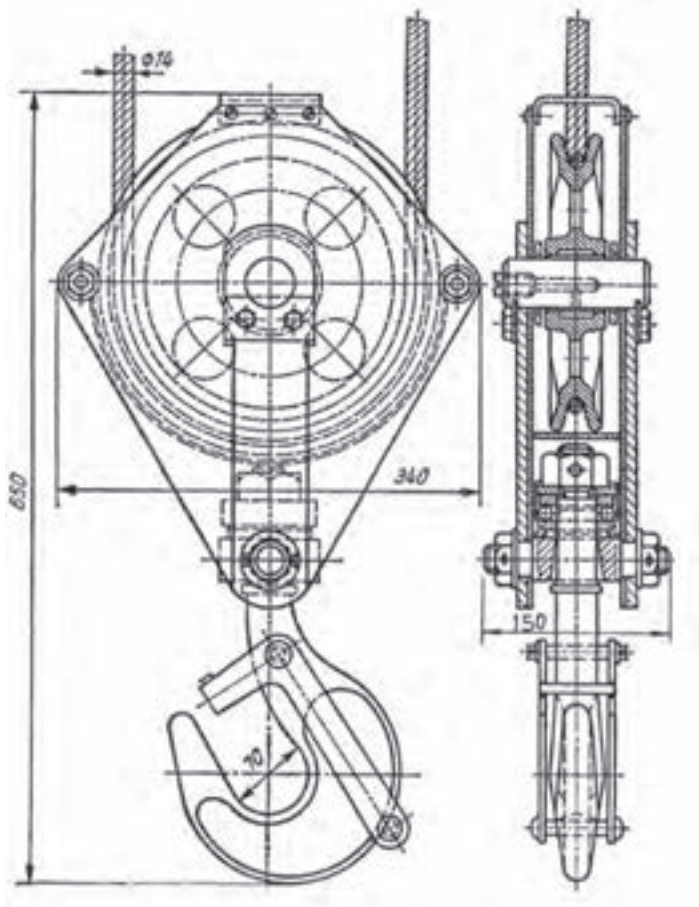


شکل ۱۴-۸ - محفظه انتهایی محور

۱- این شماره ها را با توجه به شرایط مختلف انتخاب می کنند که از بحث ما خارج است.

### ۳-۴-۸ - اندازه گذاری : در یک نقشه مرکب

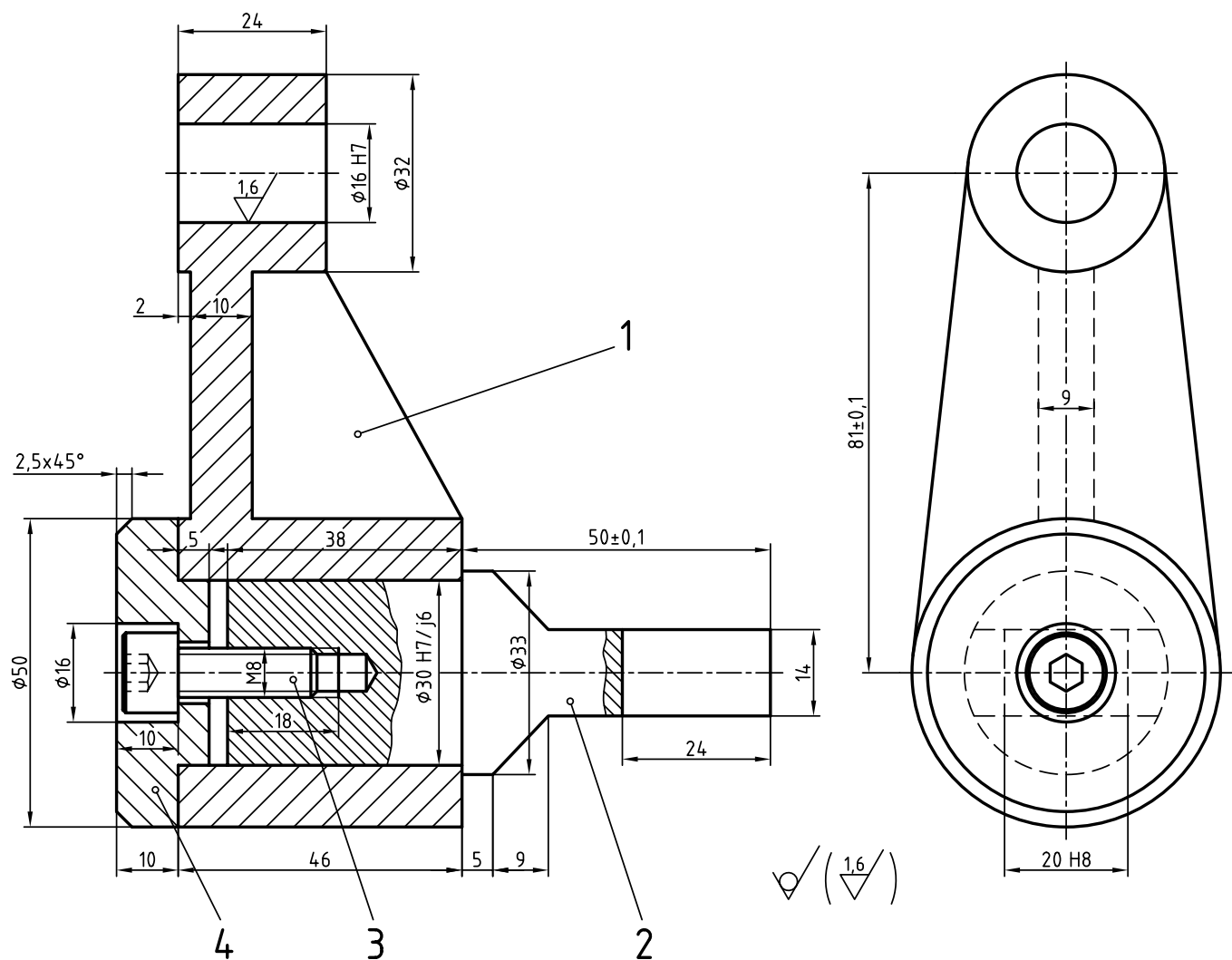
امکان نمایش اندازه‌های اصلی و یا همه اندازه‌ها هم هست. اندازه‌های لازم در یک مجموعه، معمولاً بزرگترین طول، بیشترین ارتفاع و بیشترین عرض است که اندازه اصلی قطعه هم افزوده خواهد شد. به شکل ۸-۱۵ نگاه کنید.



شکل ۸-۱۵ - قلاب

برای قلاب داده شده، بیشترین طول، عرض و ارتفاع داده شده است. اندازه اسمی هم به عنوان اندازه اصلی، برابر  $70\text{ mm}$  افزوده شده است. روشن است که این اندازه‌ها از نظر کاربرد مهم است. روی این نقشه، اندازه گذاری کامل هم ممکن است<sup>۱</sup>. به شکل ۸-۱۶ نگاه کنید.

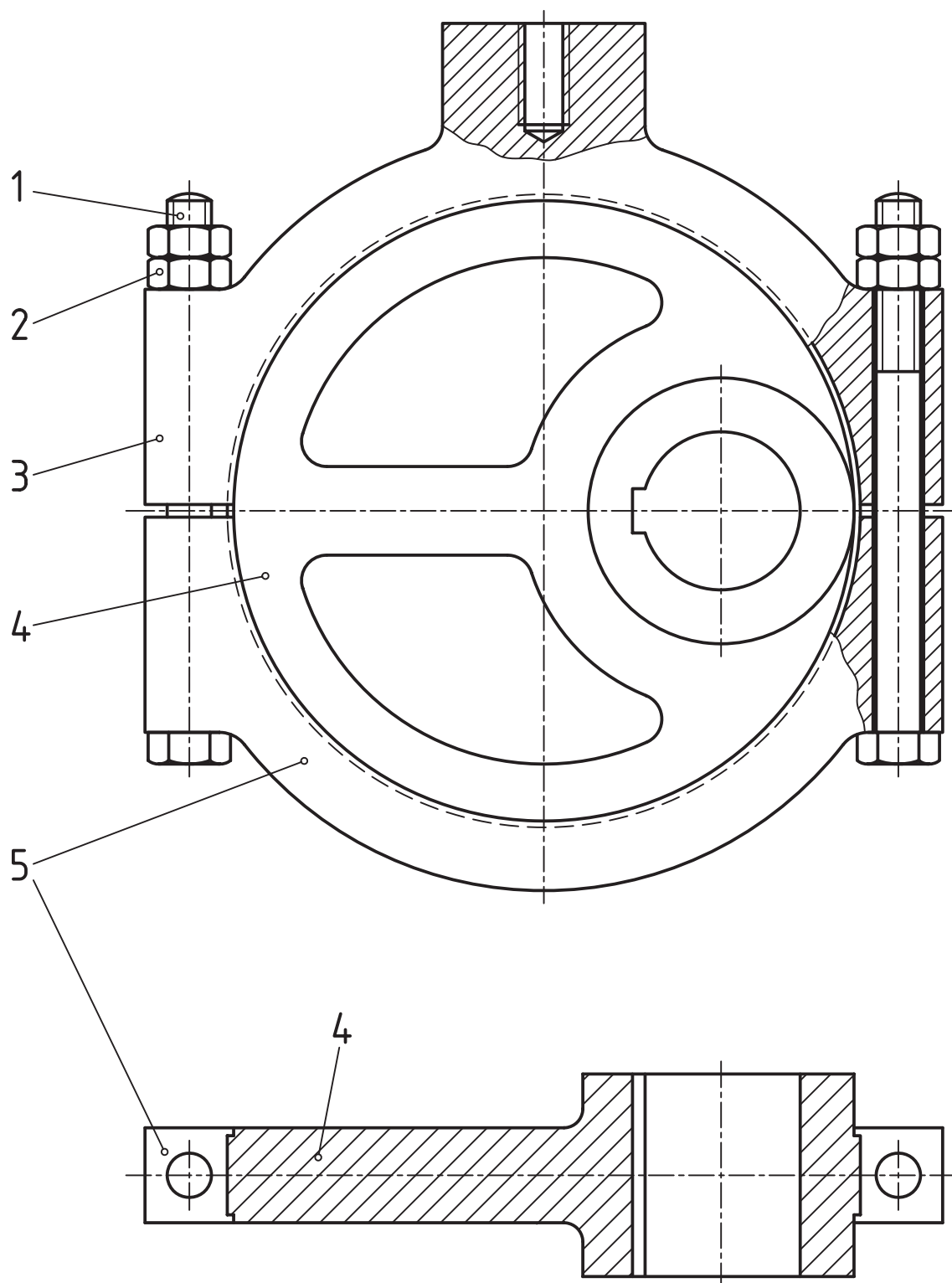
۱- روشن است که رعایت کلیه اصول و قواعد اندازه گذاری الزامی است.



شکل ۱۶-۸- اهرم

در مورد این نقشه به نکته مهمی توجه کنید که هر دو نما کامل است (یعنی هر نما شامل همه قطعات هست).  
 با بررسی چند نمونه کلاسیک دیگر این بحث را به پایان می بریم.  
 - در شکل ۱۷-۸، یک نما کامل است و نمای دیگر تنها برخی از قطعه ها را معرفی می کند.

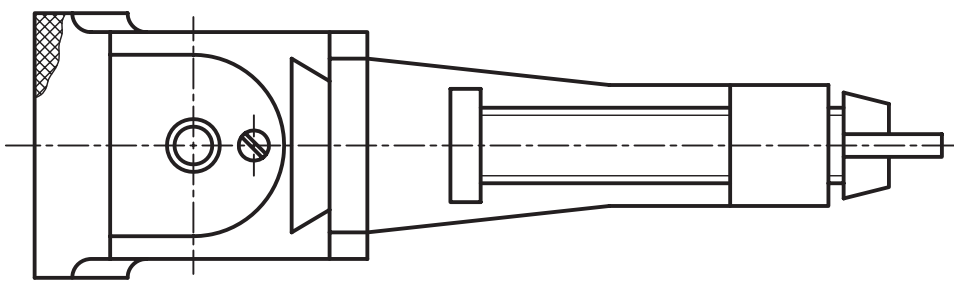
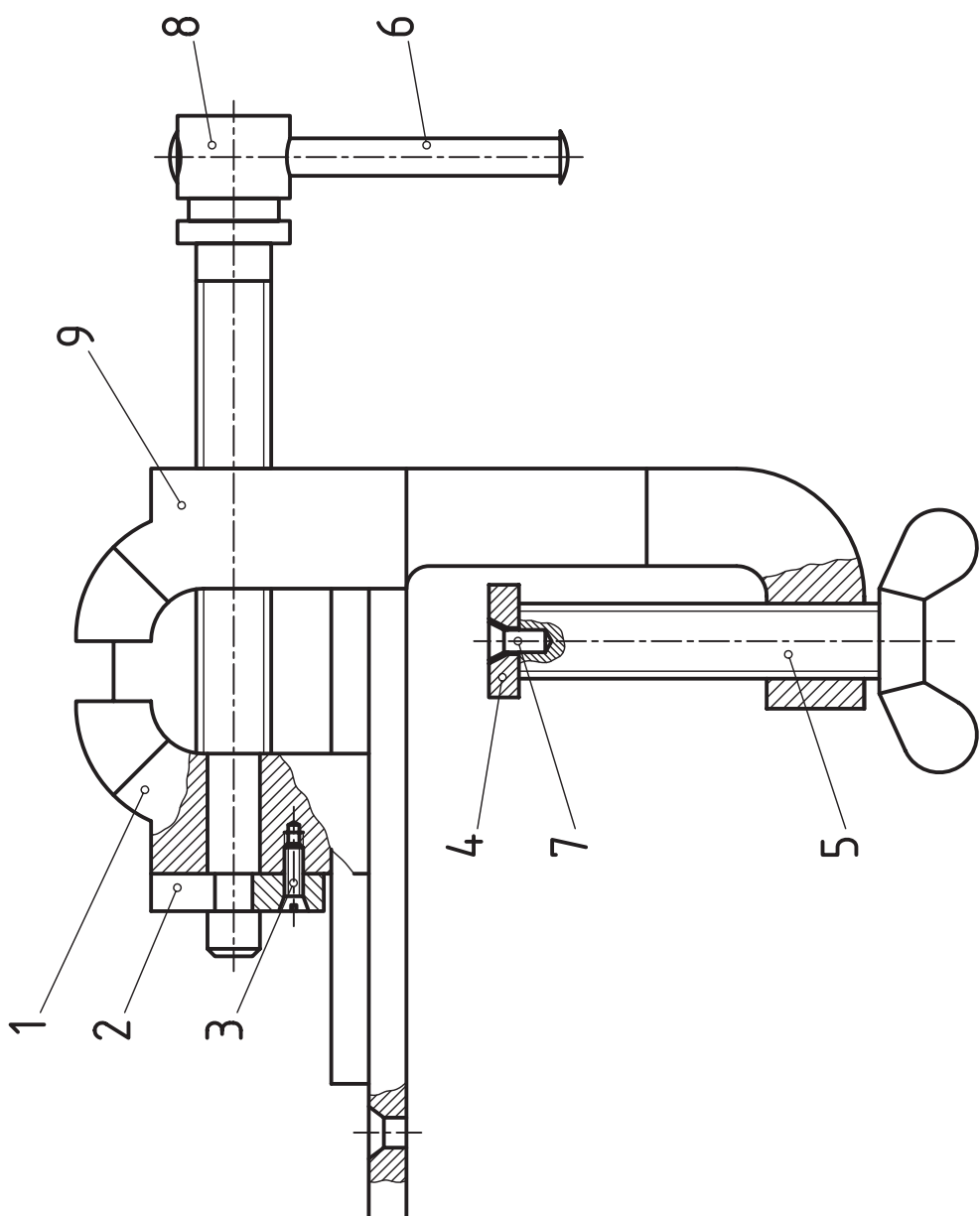
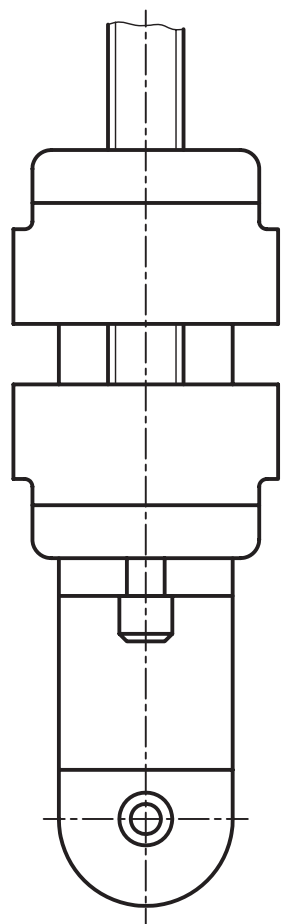
۱- در کارهای آینده خود می توانید بنابر شرایط، هریک از آنها را الگو قرار دهید. نظر به اهمیت این قسمت، خواهشمند است که توضیح کافی داده شود زیرا هدف صرفاً معرفی چند نقشه نبوده است، بلکه تمرکز و تحلیل هر نقشه و سبک ارائه کار است.



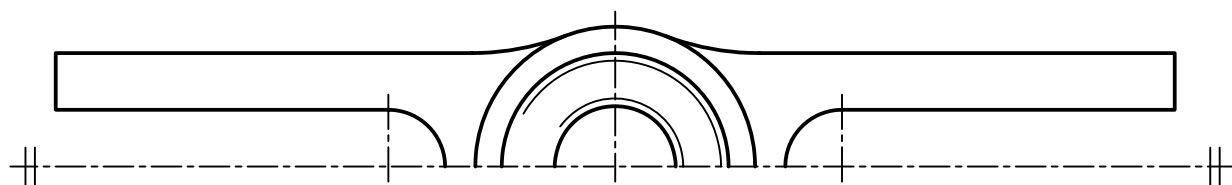
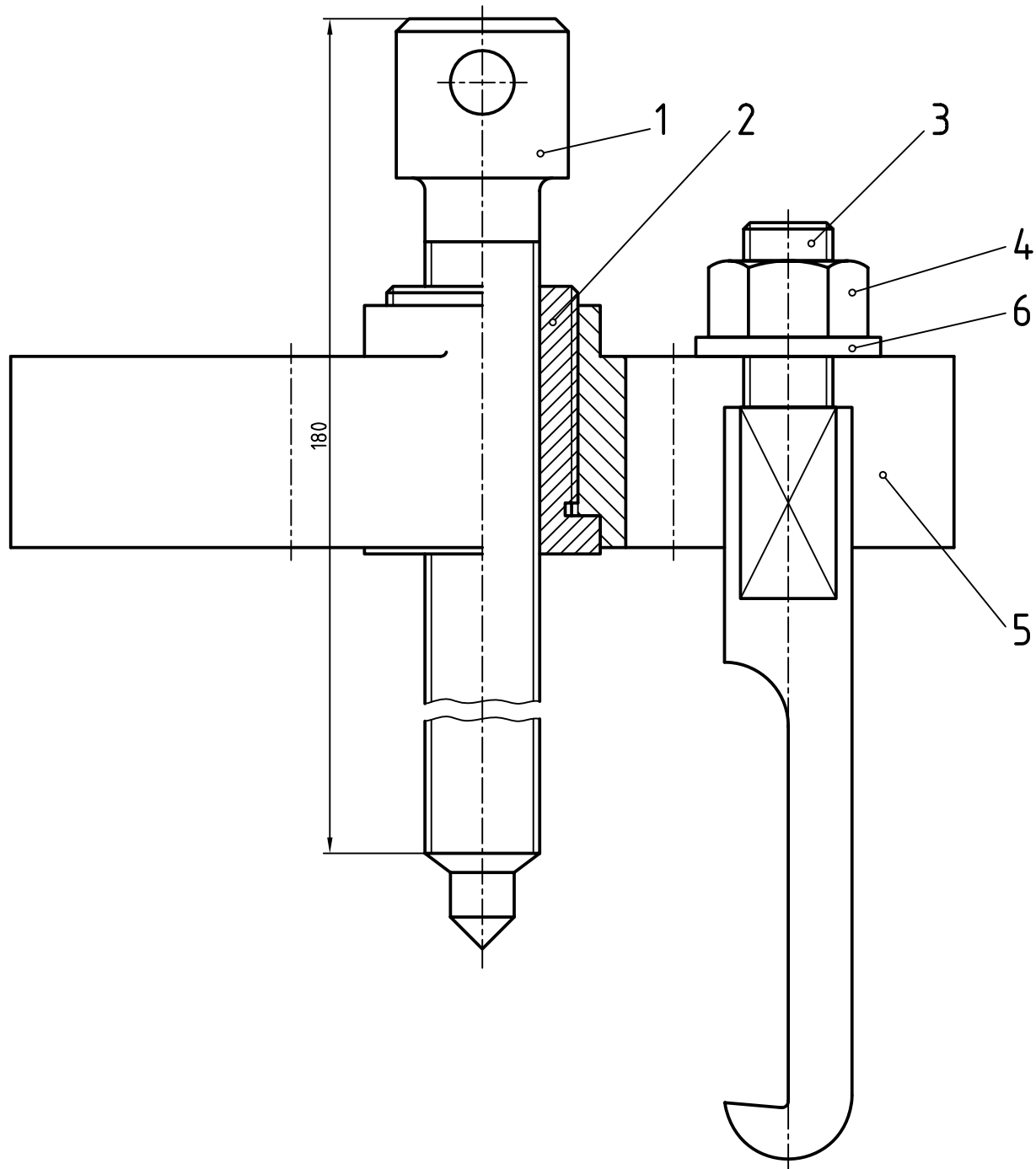
شکل ۱۷-۸ - لنگ (ماشین بخار)

در شکل ۱۸-۸، نقشه کش با بهره گیری از سه نما، از خط چین و برش استفاده نکرده است. نتیجه کار عالی است.

شکل ۸-۱۸- گیره

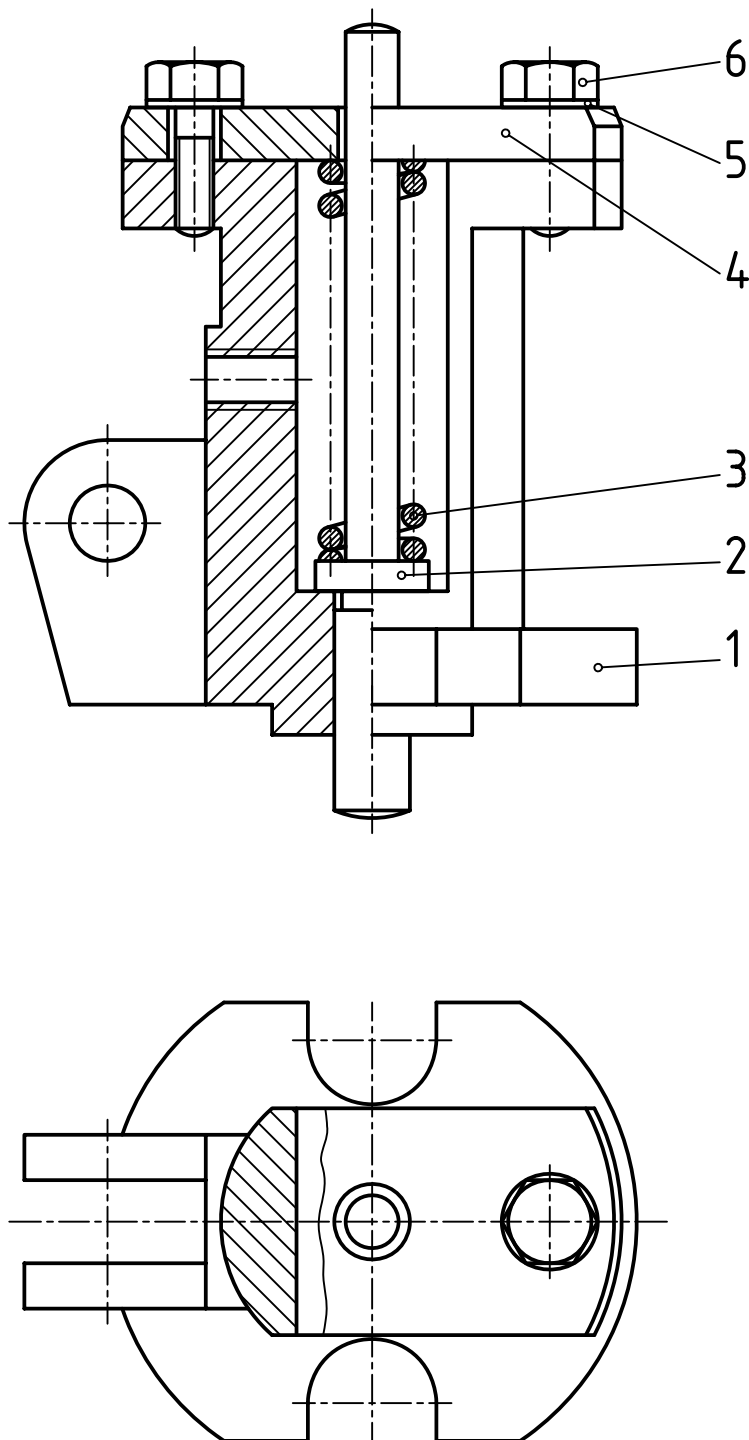


– در شکل ۸-۱۹، از رسم قطعات تکراری خودداری شده است.  
همان گونه که دیده می شود ابتکار دیگر نقشه کش استفاده خوب او از نیم نما است.



شکل ۸-۱۹ – بولی کش دوشاخه

— در شکل ۸-۲، نقشه کش کوشش بسیار موفق کرده است که با حداقل نما، اجزای یک مجموعه را به درستی بیان کند. البته چنین کاری امروزه چندان مورد پسند نیست، چون درک نقشه خیلی مشکل خواهد شد. با بررسی نقشه ها و کتاب های دیگر، می توانید نمونه های دیگری را هم ببینید.



شکل ۸-۲ — مکانیزم فرمان دهنده

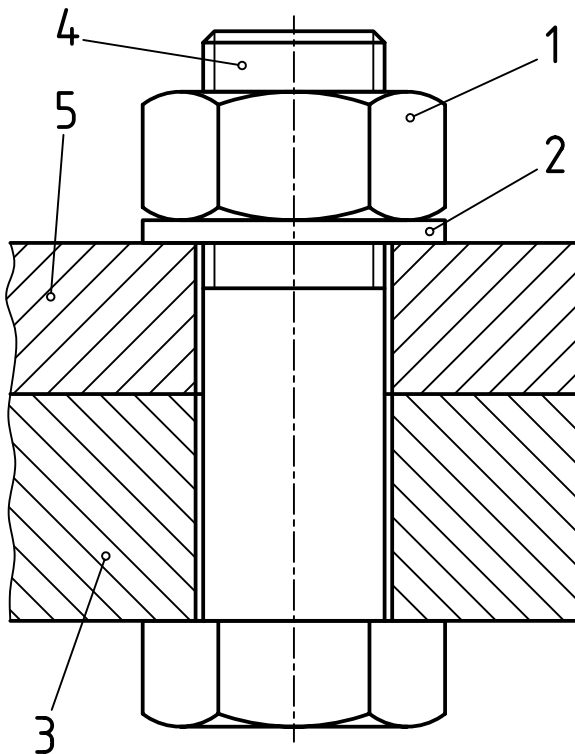
## ۵-۸- بستن قطعات

اجزای یک مجموعه باید به روش‌های گوناگون به یکدیگر بسته شوند. یکی از این روش‌ها، بستن با پیچ و مهره است.

### ۱-۵-۸- بستن با پیچ و مهره: اگر ضخامت دو

قطعه کم باشد می‌توان از پیچ و مهره و واشر استفاده کرد. شکل ۲۱-۸ نمونه‌ای را معرفی می‌کند. در این نمونه، پیچ و مهره شش‌گوش به کار رفته است.

اگر ملاحظات خاصی در کار نباشد، سوراخ گذر پیچ را حدود  $\frac{1}{16}$  اندازه اسمی پیچ بزرگتر می‌سازیم. کلفتی واشر هم حدود  $\frac{1}{16}$  اندازه اسمی پیچ خوب است. مهره باید در جایی قرار بگیرد که باز و بستن آن آسان‌تر باشد. توجه دارید که پیچ و مهره و واشر از بی‌برش‌ها هستند.

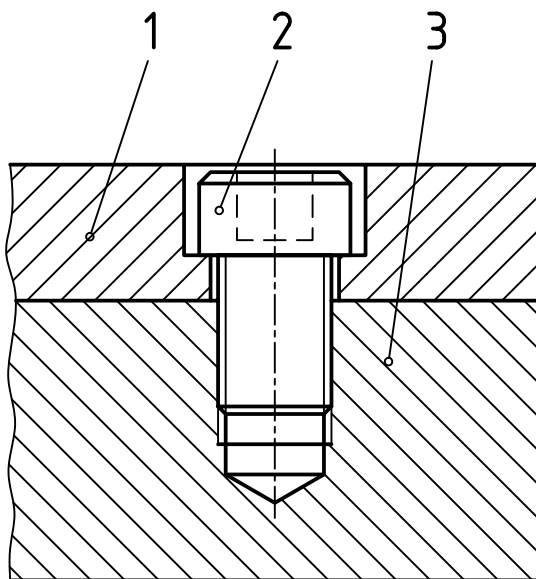


شکل ۲۱-۸

### ۲-۵-۸- بستن با پیچ: در صورتی که ضخامت

یکی از قطعه‌ها زیاد باشد، می‌توان آن را سوراخ و قلاويز کرد، یعنی در آن مهره ایجاد نمود. به شکل ۲۲-۸ نگاه کنید.

پیچ مصرفی آلن است که برای جلوگیری از مزاحمت آن، خزینه استوانه‌ای ساخته شده است<sup>۱</sup>. لازم است به انطباق پیچ با مهره بیشتر دقت کنید. تا آنجا که پیچ در مهره پیشروی کرده است، نشانی از مهره نیست، ولی به محض تمام شدن پیچ، مهره خود را نشان می‌دهد.



شکل ۲۲-۸

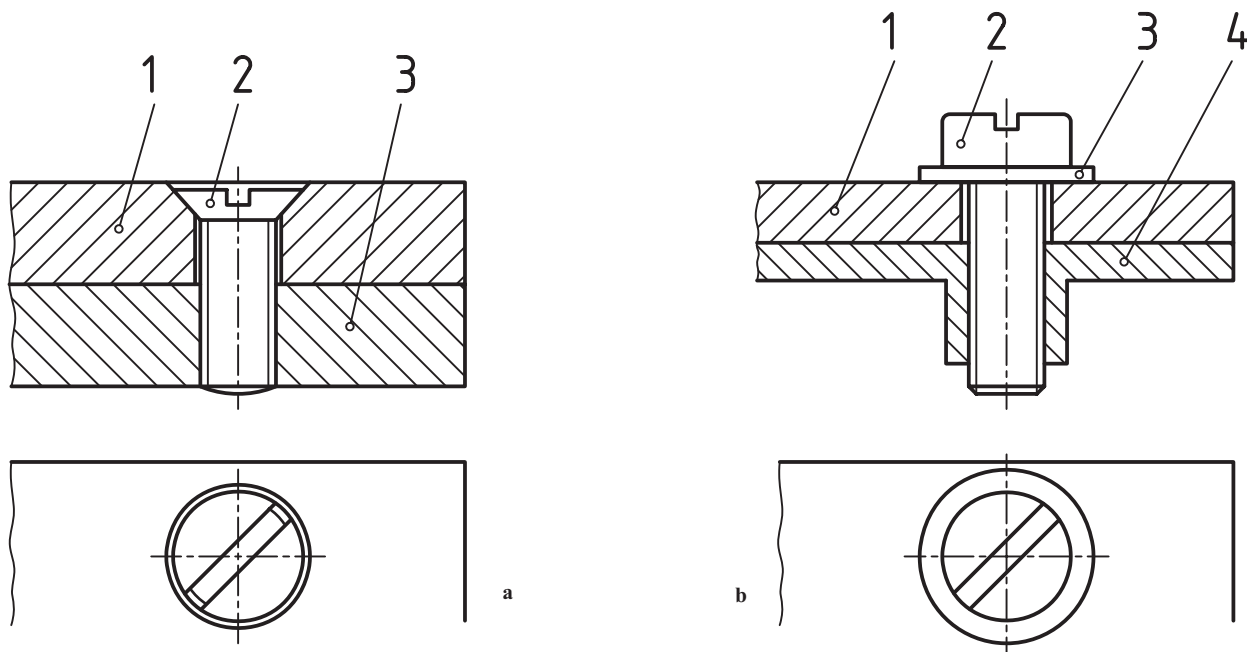
۱- این پیچ را می‌توان خیلی محکم بست. به‌ویژه قرار گرفتن گل پیچ در خزینه از مزایای آن است. پس برای جاهایی که گل پیچ نباید مزاحم باشد، خیلی مناسب است. در ساخت

قالب مصرف زیادی دارد.

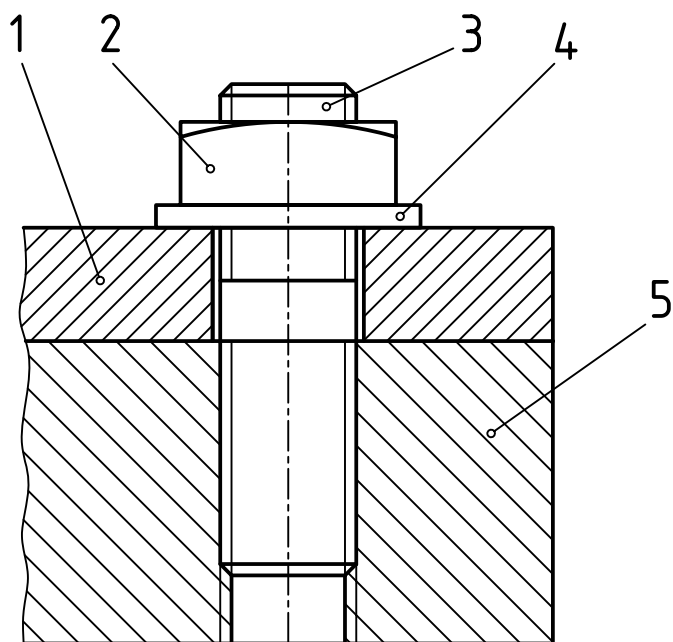


در صورت دسترسی نداشتن به پشت قطعات، می‌توان برای دو قطعه نازک هم از این روش استفاده کرد. به شکل ۲۳-۸- a و b توجه کنید.

در حالت a، پیچ سر خزینه و در حالت b، پیچ سر استوانه به کار رفته است. به نمای افقی توجه کنید که در آن از خط چین استفاده نشده و شیار پیچ‌ها نیز به صورت  $45^\circ$  رسم شده است.



شکل ۲۳-۸



شکل ۲۴-۸

۳-۵-۸ - بستن با پیچ دو سر دنده : در صورتی که اجزا باید باز و بسته شوند و سالم ماندن مهره ساخته شده در بدنه اهمیت دارد، پیچ دو سر دنده، گزینه مناسبی است. به شکل ۲۴-۸ توجه کنید. مهره مورد استفاده چهار گوش است.

## خلاصه مطالب مهم



- ۱- نقشه ترکیبی، نماینده مجموعه‌ای از قطعات است که برای هدفی معین طراحی شود.
- ۲- از نقشه ترکیبی برای طراحی اولیه، سوار کردن مجموعه، تعمیرات و نمایش چگونگی کارکرد استفاده می‌شود.

- ۳- یک نقشه مرکب باید همه قطعات و کارکرد هر کدام را معرفی کند.
- ۴- برش، شماره‌گذاری و اندازه‌گذاری عواملی هستند که نقشه را تقویت می‌کنند.
- ۵- در شماره‌گذاری، شماره‌ها با خط اصلی نوشته می‌شوند و هیچ‌گونه اضافاتی ندارند.
- ۶- نوشتن اندازه‌های اصلی مجموعه الزامی است.



## خود را بیازمایید

- ۱- نقشه ترکیبی را تعریف کنید و با رسم دستی یک نمونه را با کارکرد آن معرفی کنید.
- ۲- از نقشه ترکیبی در چهار مورد استفاده می‌شود. آن‌ها کدام‌اند؟
- ۳- چگونگی استفاده از نقشه ترکیبی را در طراحی بیان کنید.
- ۴- چگونگی کاربرد نقشه مرکب در سوار کردن را بیان کنید.
- ۵- کاربرد نقشه مرکب در تعمیرات چگونه است؟
- ۶- با توجه به مکانیزم گریس پمپ، کارکرد و وظیفه تک تک قطعات را توضیح دهید.
- ۷- دو نکته مهم در ترسیم نقشه ترکیبی کدام است؟
- ۸- آیا لازم است که جزئیات هر قطعه دقیقاً از نقشه ترکیبی به دست آید؟
- ۹- چه عواملی در تقویت نقشه ترکیبی دخالت می‌کنند؟
- ۱۰- درباره برش، شماره‌گذاری و اندازه‌گذاری روی نقشه ترکیبی دقیقاً توضیح دهید.
- ۱۱- یک نقشه ترکیبی چگونه ارائه می‌شود؟ (کلیه موارد توضیح داده شود).
- ۱۲- ارائه یک مکانیزم با حداقل نما چه اشکالی دارد؟ آیا ارائه با نماهای بیشتر مزیتی دارد؟
- ۱۳- اتصال با پیچ و مهره به چه صورت‌هایی ممکن است؟ با رسم دستی توضیح دهید.
- ۱۴- در مورد کار هر یک از مکانیزم‌های داده شده در متن توضیح دهید.

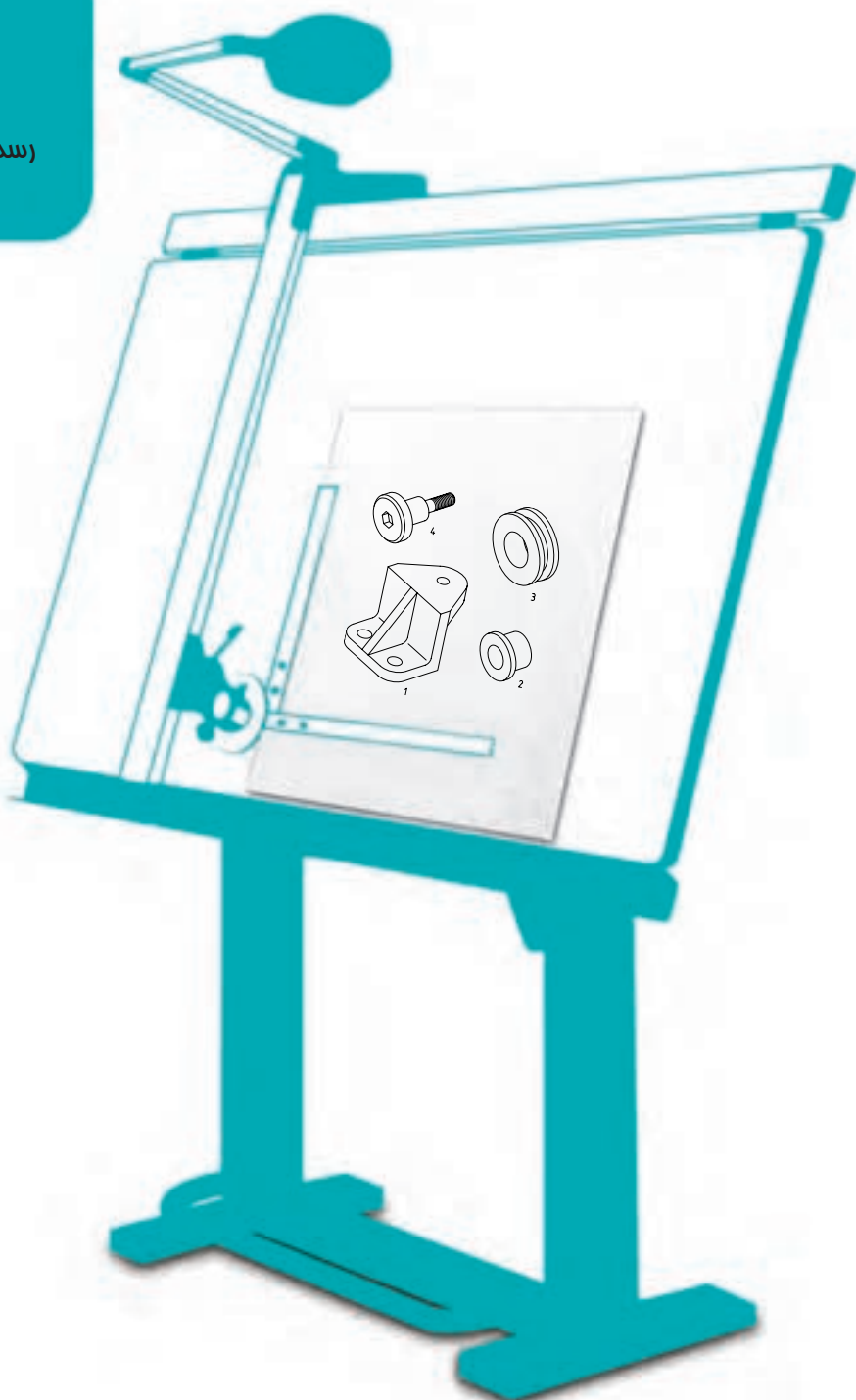


## تحقیق کنید

- ۱- با مراجعه به کتاب‌های دیگر، روش‌های دیگری را که برای رسم ترکیبی به کار رفته معرفی کنید.
- ۲- آیا می‌توانید روش‌های دیگری، برای بستن با پیچ و مهره را بگویید؟

# فصل نهم رسم ترکیبی

رسم ترکیبی، نخستین گام در طراحی یک  
سازه است.



### رسم ترکیبی

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می‌تواند :

- ۱- اصول سوار کردن قطعات را توضیح دهد.
- ۲- پیچ و مهره را برای انجام اتصال به کار برد.
- ۳- قطعات جدا شده یک مجموعه را به صورت ترکیبی رسم کند.

#### ۹-۱- اصول سوار کردن

نقشه ترکیبی یک نقشه اساسی در روند ساخت می‌باشد. بنابراین باید در ترسیم آن دقت زیادی داشت.

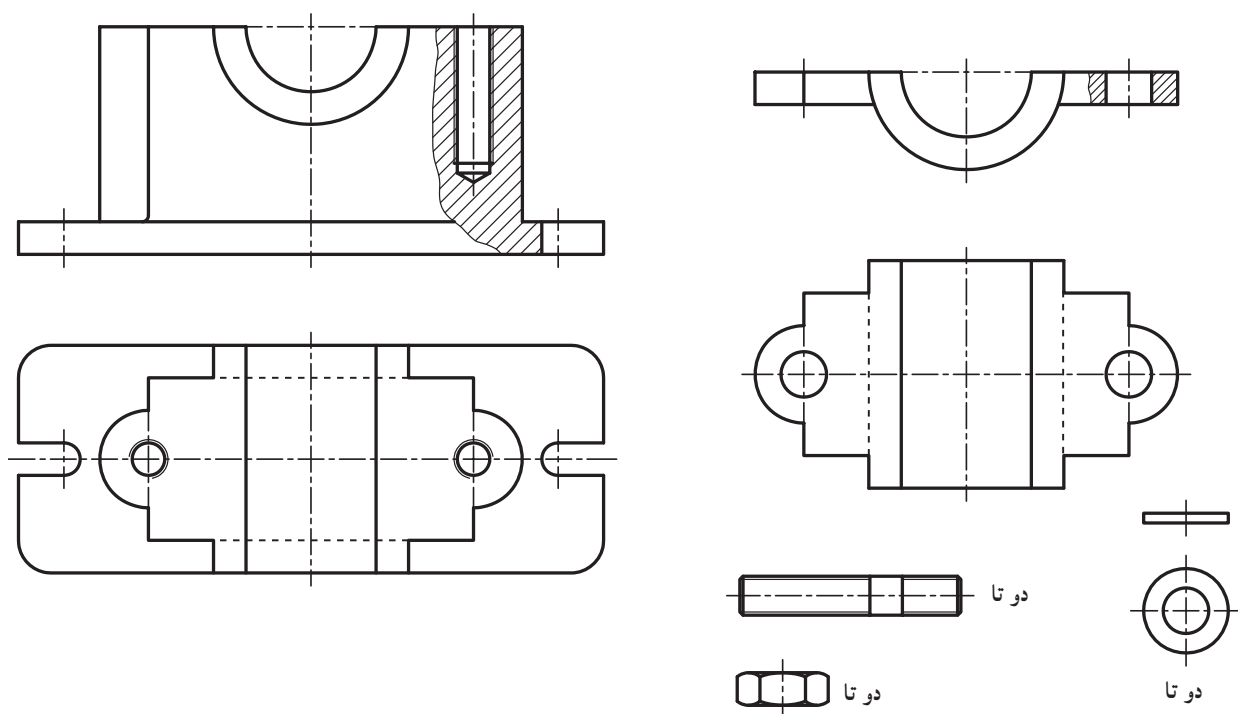
#### ۹-۲- آمادگی

- اینک، با فرض آن که نقشه‌های اولیه از قطعات را آماده کرده‌ایم، به بررسی اصول و چگونگی رسم این نقشه می‌پردازیم. به این ترتیب برای رسیدن به یک نقشه خوب و قابل قبول باید :
- ۱- آگاهی‌های خود را نسبت به جزء کامل کنیم (مانند کار آن، تعداد آن و موقعیت آن نسبت به اجزای دیگر).
  - ۲- اطلاعات خود را از چگونگی کار مجموعه کامل کنیم.
  - ۳- نماهای لازم از مجموعه را مشخص کنیم.
  - ۴- برش‌های لازم را در نظر بگیریم.
  - ۵- یک قطعه را که معمولاً بدنه یا پایه است، به عنوان طرح اصلی انتخاب کنیم.

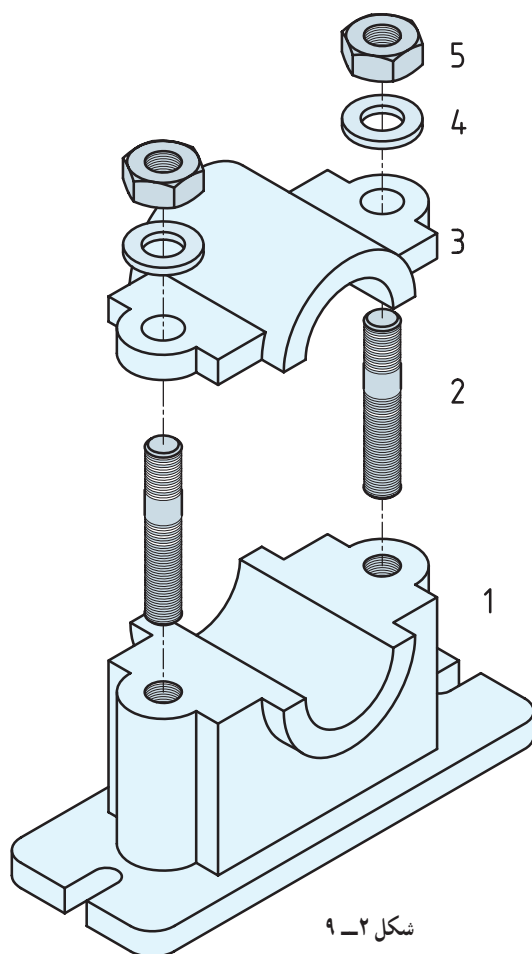
#### ۹-۳- انجام کار

برای آغاز کار می‌توان از جزء اصلی مجموعه شروع کرد.

- ۹-۳-۱- نمونه ۱ : اجزای مربوط به یک یاتاقان را در نظر می‌گیریم (شکل ۱-۹).



شکل ۹-۱



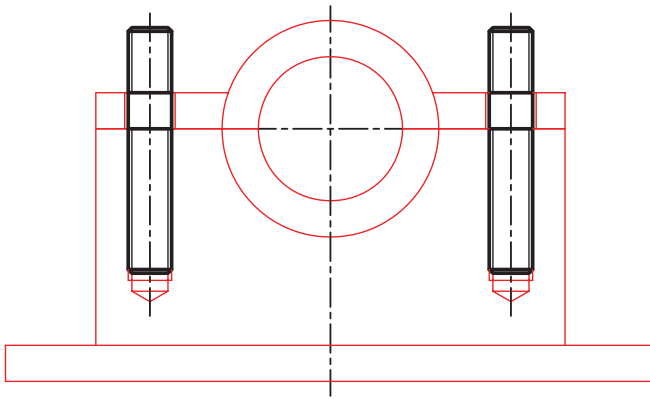
شکل ۹-۲

بدنه (پایه) را به عنوان مبنای کار انتخاب می‌کنیم. باید آن را در بهترین شرایط تصویری قرار دهیم. شرایط سوار کردن و ترتیب آن را در شکل ۹-۲ می‌بینیم.

اینک دو نما از پایه شماره ۱ را با فاصله مناسب رسم می‌کنیم. شکل مقدماتی باید با خط خیلی نازک کم رنگ رسم شود تا بتوان تغییرات را در آن پیاده کرد.

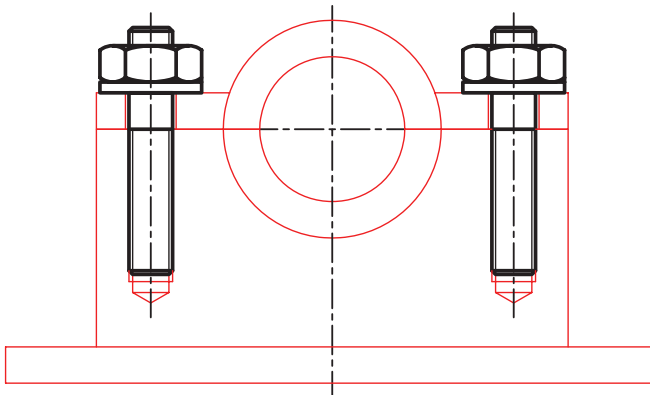
حال پیچ دو سر دنده را در مهره قرار می‌دهیم. چون پیچ جزء بی برش هاست، هاشور نمی‌خورد (برش نمی‌خورد)، پس تا آنجا که در مهره پیش می‌رود، جلوی نمایش مهره را می‌گیرد.

در گام بعدی کفۀ بالایی یاتاقان را سوار می‌کنیم<sup>۱</sup>  
(شکل ۹-۳).



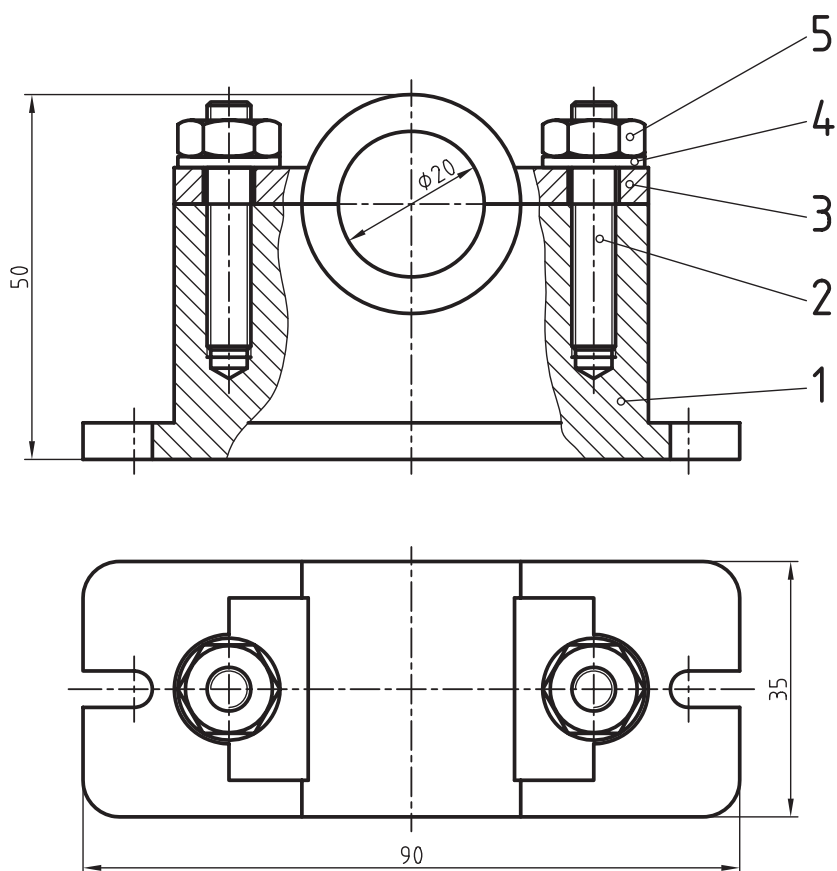
شکل ۹-۳

اکنون می‌توان واشر و مهره را هم افزود (شکل ۹-۴).



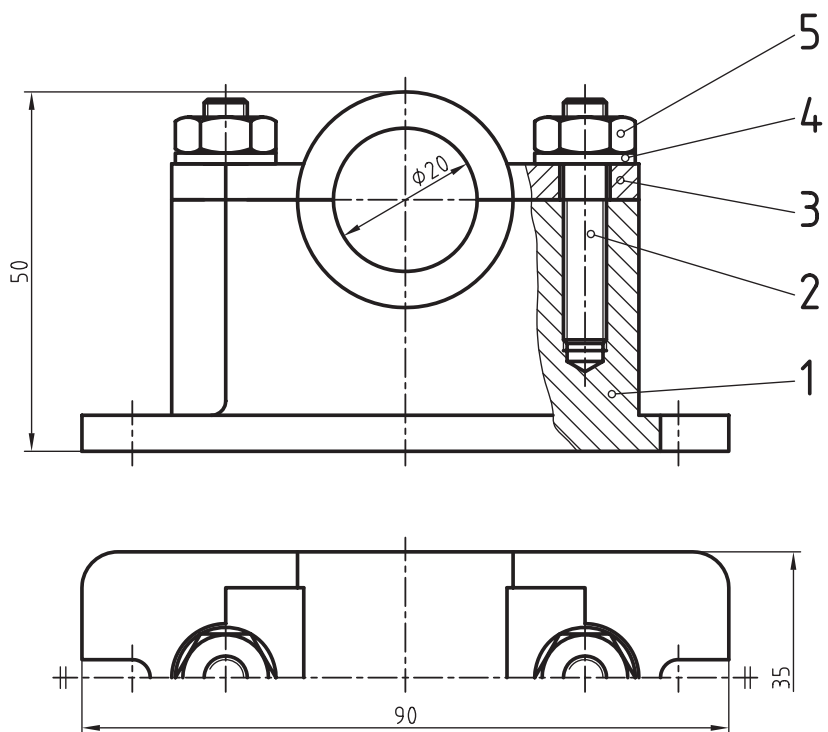
شکل ۹-۴

۱- نظر به اهمیت آموزشی این نمونه، از اساتید محترم خواهشمند است که در تشریح جزء به جزء کارهای انجام شده و تغییرات شکل‌ها در مراحل ترسیم کمال دقت انجام شود.  
این نقشه نمونه تنها برای ارائه روش کار نیست، بلکه بیشتر به جزئیات توجه دارد (مانند تغییری که نمای افقی بعد از افزودن واشر و مهره خواهد کرد).



شکل ۵-۹

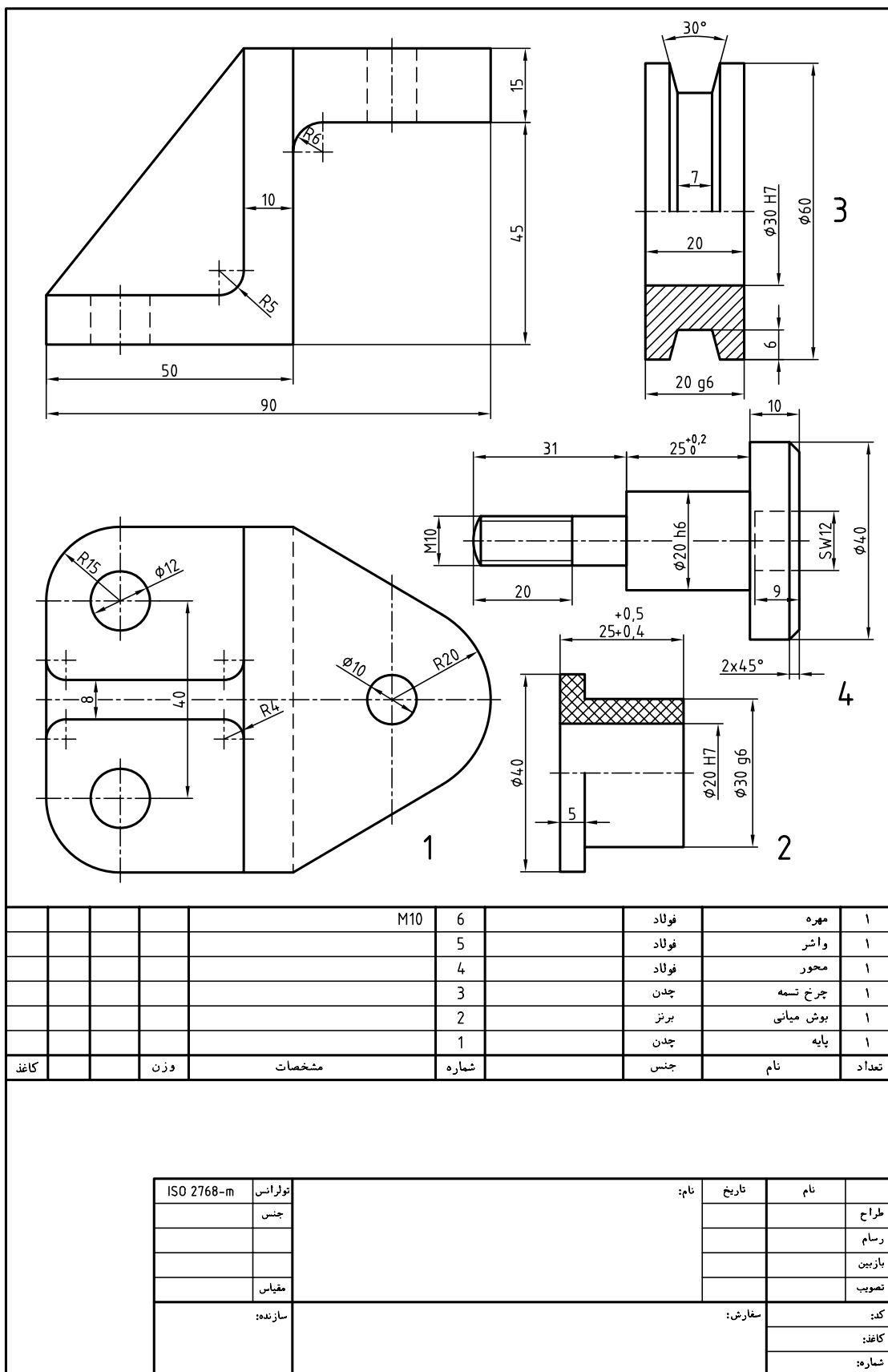
نقشه پایانی مطابق شکل ۹-۵ خواهد بود که دارای اندازه‌های اصلی هم هست.



شکل ۶-۹

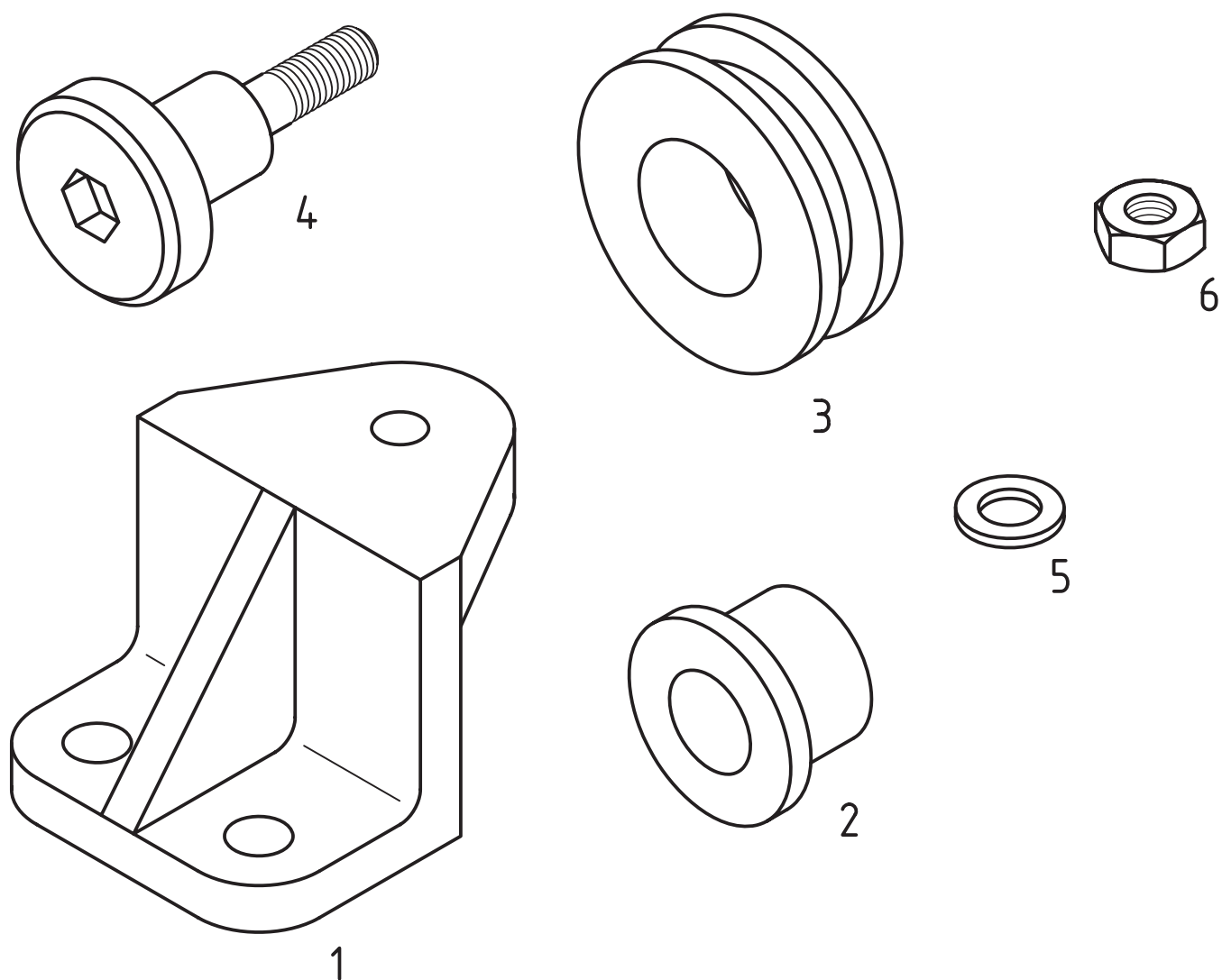
با توجه به این که دو بار نمایش پیچ خور در برش چندان لازم نیست، می‌توان نقشه را به صورت شکل ۹-۶ هم تنظیم نمود. کاربرد نیم نما هم جالب است.

۲-۳-۹- نمونه ۲: شکل ۷-۹ شامل اجزای یک پایه تسمه است که در آن هر قطعه با نماهای مناسب، معرفی شده است.



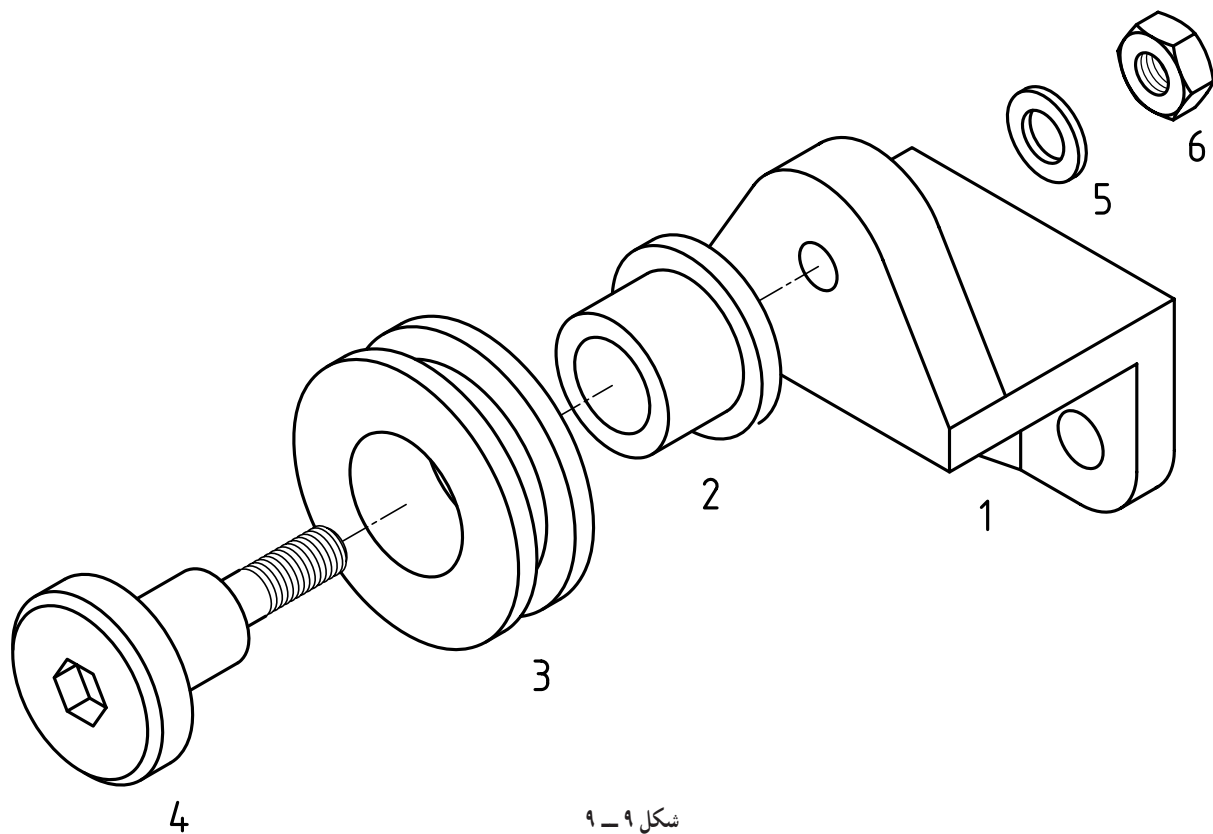


اگر کار سوار کردن اجزا را با حوصله و از روی برنامه شروع کنیم، در ادامه با هیچ مشکلی روبه‌رو نمی‌شویم. یادآوری این مطلب ضروری است که آگاهی‌های ما در مورد چگونگی کار یک مکانیزم، در درستی نقشه‌ای که رسم می‌کنیم، کاملاً مؤثر است. در شکل ۸-۹، اجزای پایه‌تسمه را به صورت سه‌بعدی داریم.



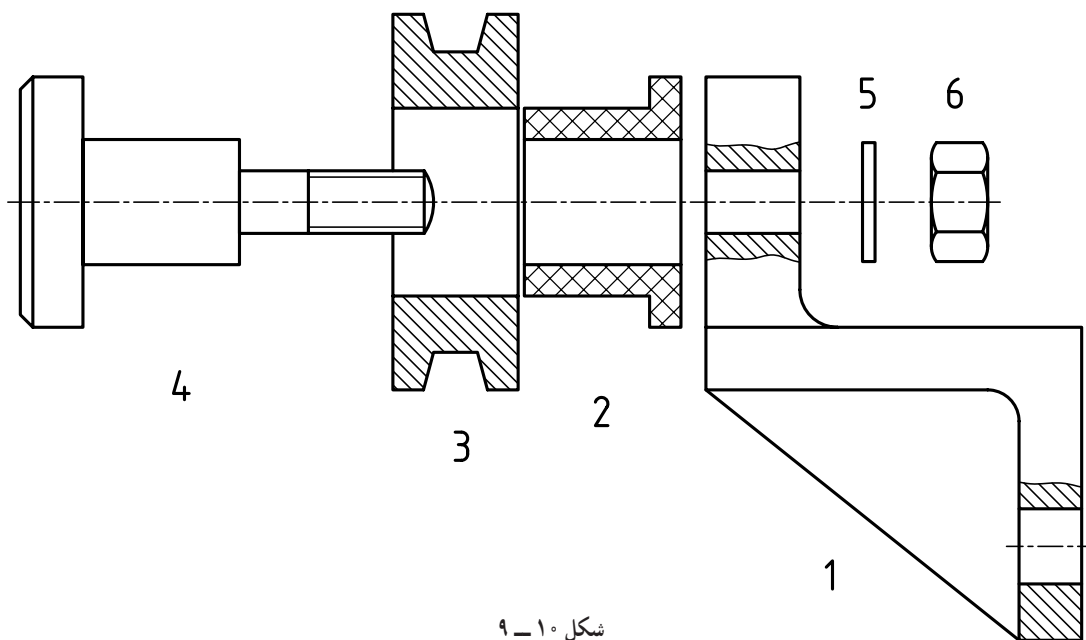
شکل ۸-۹

روشن است که این تصویرهای سه بعدی کار ما را آسان تر خواهند کرد. در شکل ۹-۹ آن ها را به ترتیب سوار کردن در نظر گرفتیم.



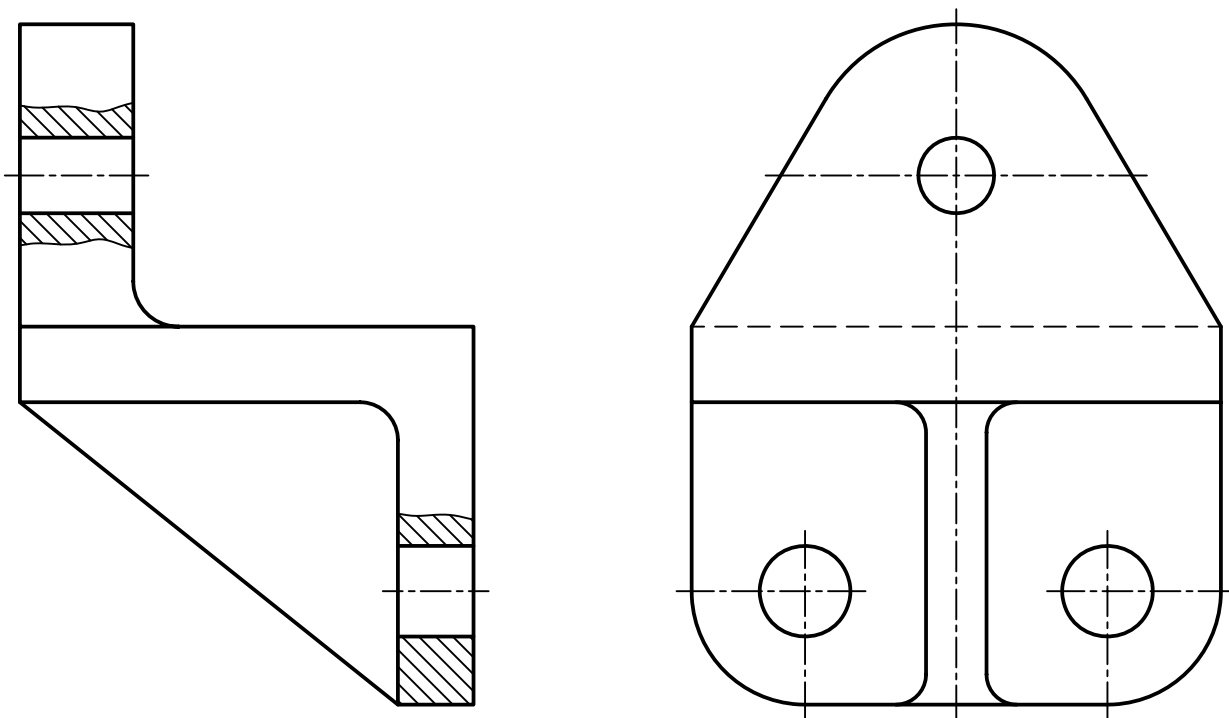
شکل ۹-۹

به این نقشه، که سه بعدی ها را به گونه باز شده و مرتب نشان می دهد، نقشه انفجاری می گویند. اکنون اگر با توجه به آن نقشه را دوبعدی رسم کنیم، باز هم یک نقشه انفجاری، اما به صورت دوبعدی، داریم (شکل ۹-۱۰).



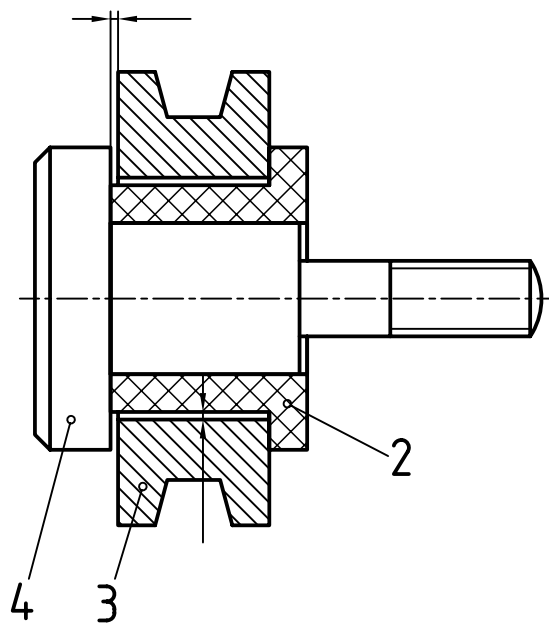
شکل ۹-۱۰

پایه شماره ۱ را به عنوان مبنای کار و در بهترین شرایط در نظر گرفته ایم (شکل ۹-۱۱).



شکل ۹-۱۱

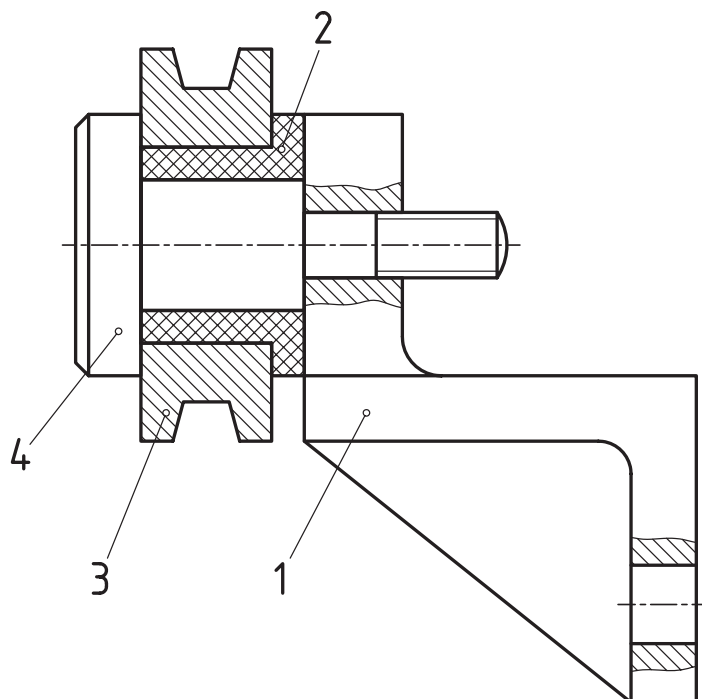
اگر سه تکه ۲، ۳ و ۴ را با بزرگ نمایی فرضی اختلاف اندازه‌ها در نظر بگیریم به شکل ۹-۱۲ خواهیم رسید<sup>۱</sup>.



شکل ۹-۱۲

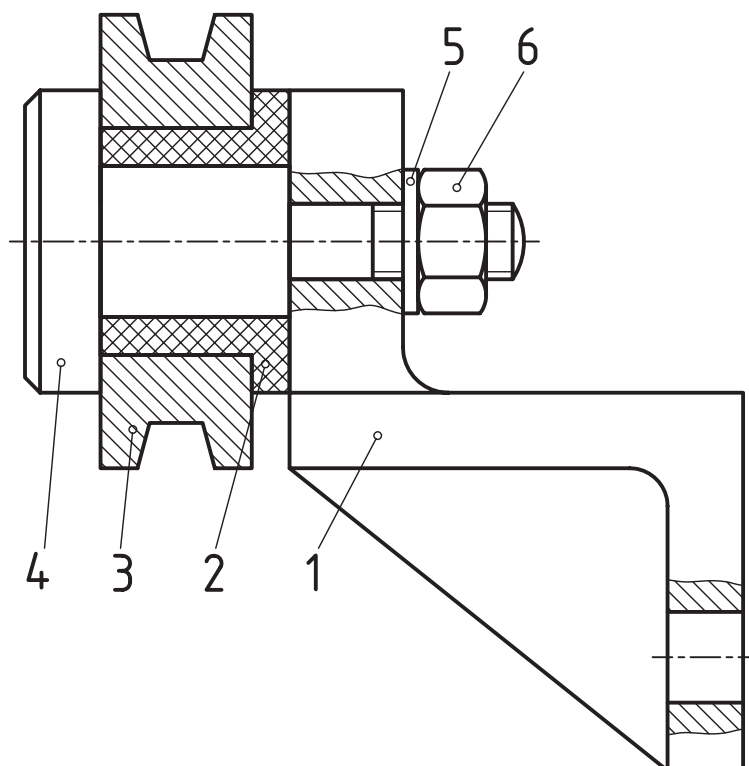
۱- برای کارکرد خوب پایه تسمه این اختلاف اندازه‌ها مورد نیاز است. در صورت نیاز توضیح بیشتر داده شود.

با سوار کردن این مجموعه بر روی ۱، به شکل ۹-۱۳ می‌رسیم.



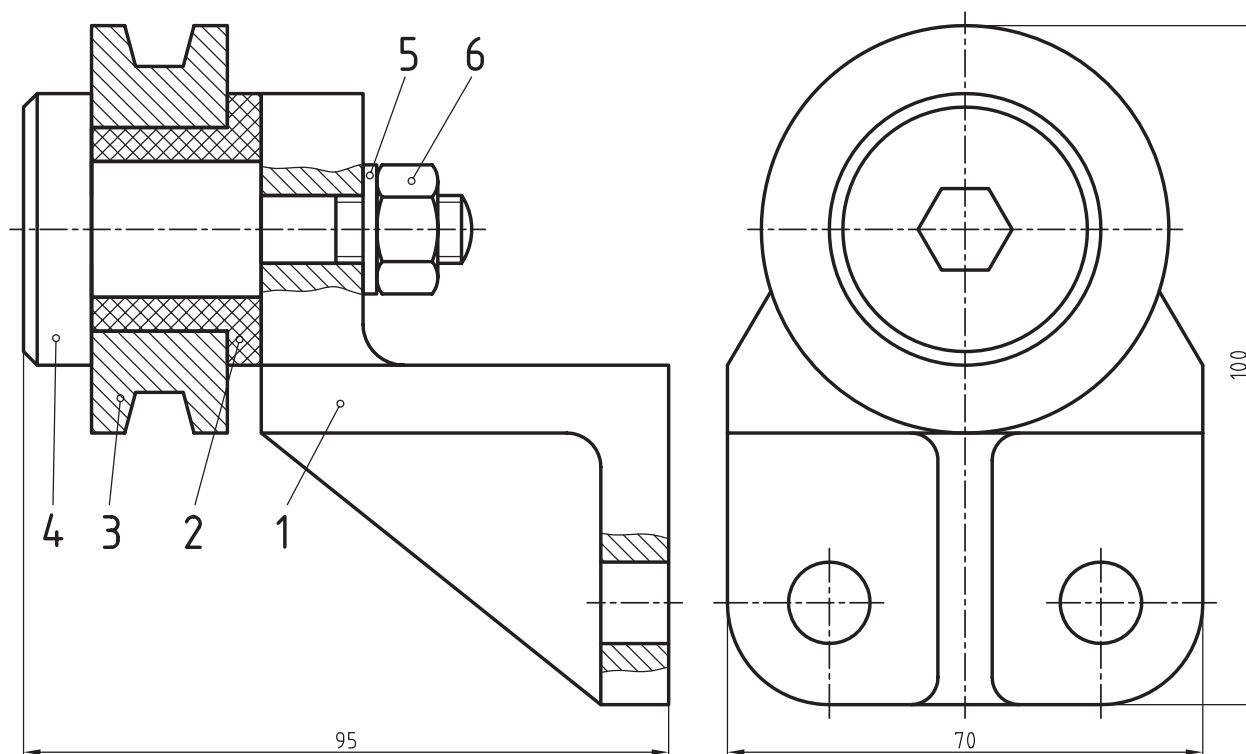
شکل ۹-۱۳

پس از افزودن واشر و مهره  $M10$ ، نمای اصلی را داریم (شکل ۹-۱۴).



شکل ۹-۱۴

برای داشتن یک نقشه ترکیبی قوی تر، نمای نیمرخ هم اضافه شده است. در این نما به رسم خط‌های ندید نیازی نیست.



شکل ۱۵-۹

#### ۹-۴- جدول ترکیبی

اطلاعات مربوط به یک نقشه را می‌توان به طور کلی در سه دسته بررسی کرد.

۹-۴-۱- دسته ۱: اطلاعاتی که مستقیماً روی خود نقشه داده می‌شود مانند اندازه‌ها.

۹-۴-۲- دسته ۲: اطلاعاتی که نوشتن آن‌ها در نقشه ممکن نیست و به عهده جدول است، مانند نام نقشه‌کش.

۹-۴-۳- دسته ۳: مواردی که معمولاً نه روی نقشه جایگاهی دارند و نه در جدول، مانند تعداد دنده چرخ دندانه.

۹-۴-۴- رسم جدول: البته، تاکنون با جدولی که در نقشه‌های ساده به کار می‌رود، آشنا هستید. در این جدول اطلاعاتی

داده می‌شود که جنبه عمومی دارند و برای هر قطعه قابل استفاده است، اما زمانی که موضوع یک مجموعه در میان است، مطلب فرق می‌کند، مانند نام هر قطعه که یک جدول ساده نمی‌تواند پاسخ گو باشد. در این شرایط نیاز به جدولی جامع‌تر است که به آن جدول ترکیبی می‌گویند. این جدول می‌تواند دارای مواردی مانند: نام، تعداد، جنس، استاندارد، شماره قالب و ... برای هر قطعه باشد. این جدول زمانی مفهوم کامل پیدا می‌کند که جدول ساده هم به آن افزوده شود.

۹-۴-۵- جدول نمونه: با توجه به گوناگونی مجموعه‌ها، دیده می‌شود که امکان ارائه یک جدول جامع و استاندارد

وجود ندارد! یک دلیل آن است که جدول مناسب برای کارخانه ماشین‌سازی حاوی اطلاعاتی است که شاید برای کارخانه شیشه‌سازی مناسب نباشد. پس هر کارخانه می‌تواند با توجه به نیازهای خود این جدول را تنظیم کند.<sup>۱</sup> در شکل شماره ۱۶-۹، یک جدول داده شده است.

این یک جدول برای نقشه‌های ترکیبی است که به آن جدول ترکیبی یا مرکب می‌گویند.

۱- فراتر از این، دیده می‌شود که حتی دو کارخانه که کار مشابهی را انجام می‌دهند، از یک جدول پیروی نمی‌کنند!؟

[illegible]

پس به هر قطعه ردیف ویژه‌ای داده می‌شود که به ترتیب شماره‌ای که دارند، نوشته خواهند شد.

— چند ستون خالی مانده، امکاناتی است برای افزودن مشخصاتی که گاهی برای قطعه‌ای مورد نیاز است.

— بخش بزرگی در جدول هست که برای توضیحات می‌باشد. از آن در موارد گوناگون استفاده می‌شود. برای نمونه، اندازه‌ای باید تغییر کند، اندازه‌ای را می‌توان در این حدود تغییر داد، روش براده‌برداری این گونه باشد، برای ساخت اندازه‌ای به این ترتیب عمل شود و... .

## ۵-۹- نقشه نمونه

در نقشه داده شده مربوط به یک یاتاقان جدول کامل شده است (شکل ۹-۱۷).

می‌توان اضافه کرد که :

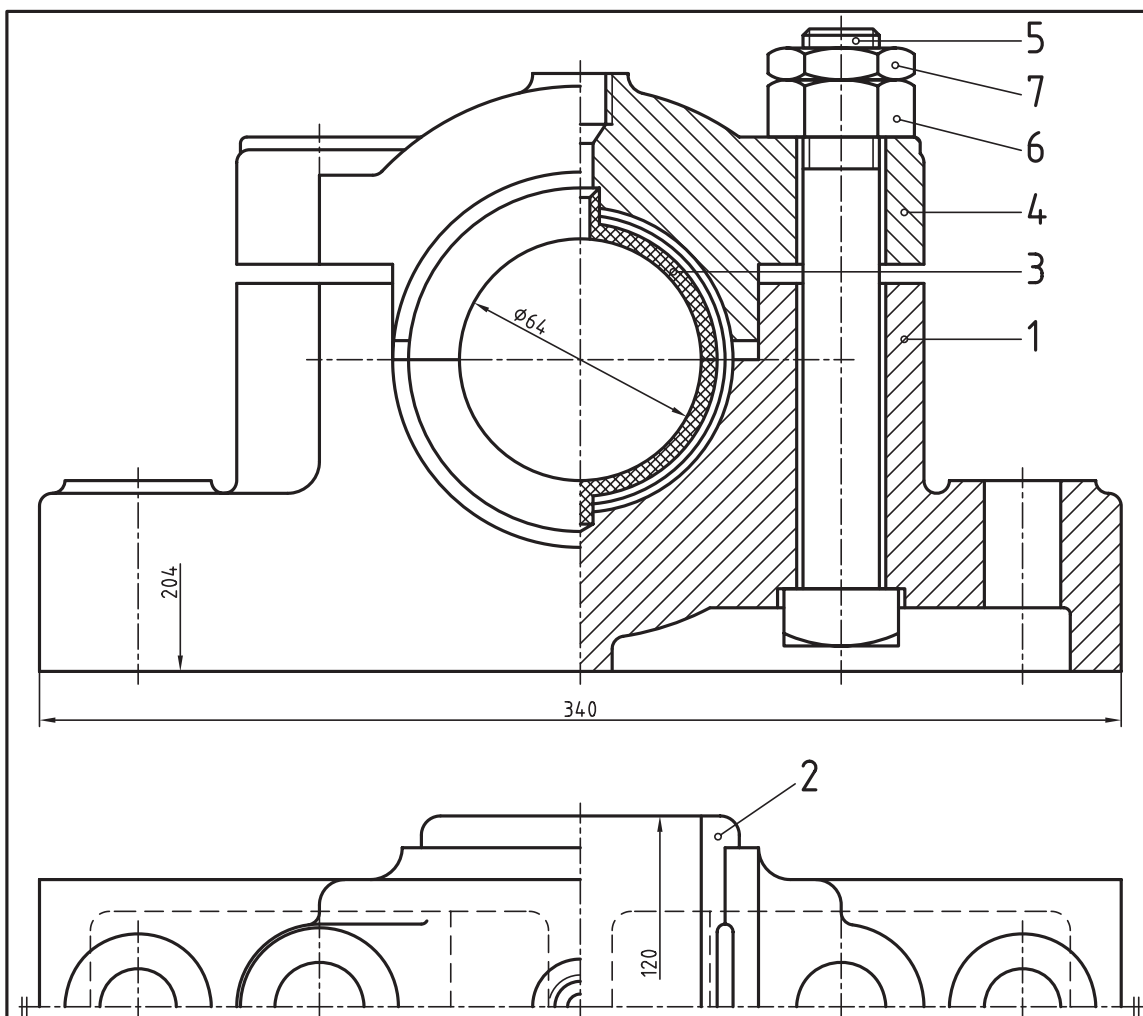
در نمای افقی تنها دو تکه شماره ۱ و ۲ داده شده که برای رسیدن به شکل کامل آن‌ها کافی است. در نمای رو به رو هم از دادن تکه‌های تکراری ۵، ۶ و ۷ خودداری شده است. اندازه‌های اصلی هم موجود است.

در پایان، باید به چند نکته دیگر اشاره کرد :

— معمولاً جدول در پای کاغذ آورده می‌شود.

— گاهی شمار قطعات در یک مجموعه یا پروژه بسیار زیاد است به گونه‌ای که یک کاغذ A۴ را کاملاً پر می‌کند یا چندین برگ A۴ پیاپی را شامل می‌شود.

— همان گونه که دیده می‌شود، عرض جدول ترکیبی  $18^\circ$  در نظر گرفته شد که برابر عرض مفید برگه A۴ است.



				ANSI B <sub>1</sub> 8,2,2	7		فولاد	مهره خامن	2
				ANSI B <sub>1</sub> 8,2,2	6		فولاد	مهره اصلی	2
				سر چهارگوش ANSI B <sub>1</sub> 8,2,1	5		فولاد	پیچ	2
A3					4		چدن	درپوش	1
A4					3		بایت	کفی بالایی	1
A4					2		بایت	کفی پایینی	1
A3					1		چدن	پایه	1
کاغذ			وزن	مشخصات	شماره		جنس	نام	تعداد

<div> <div> تولرانس جنس مقیاس سازنده: ماشین ساز </div> <div> یاتاقان </div> </div>				نام:	تاریخ	نام	
					۴۷/۸/۸	م.پ.ر.اد	طراح
					۳۸/۱۲/۵	د.شیرازی	رسم
					۴۹/۲/۱۷	ج.فروتن	بازبین
					۴۹/۳/۳۰	ا.ا.شاد	تصویب
کارخانه ماشین های کشاورزی				سفارش:	A.02.03.00	کد:	
					A3	کاغذ:	
					27	شماره:	



## خلاصه مطالب مهم



- ۱- برای رسم نقشه ترکیبی خوب باید اطلاعات کاملی درباره آن به دست آوریم.
- ۲- در نقشه ترکیبی، بدنه یا پایه یا ... را که قطعه اصلی است، در بهترین شرایط تصویری قرار می‌دهیم.
- ۳- اطلاعات مربوط به یک نقشه سه دسته است که روی نقشه، در کنار آن و در جدول داده می‌شوند.
- ۴- جدول ترکیبی، جدولی جامع است که شامل اطلاعات زیادی در مورد نقشه ترکیبی است.
- ۵- جدول ترکیبی شامل جدول ساده و قسمت تکمیلی است.
- ۶- بنابر یک پیشنهاد، می‌توان پهنای کلی جدول ترکیبی را برابر پهنای مفید کاغذ A4، یعنی  $180^\circ$  در نظر گرفت.
- ۷- مشخصات هر قطعه در ردیف ویژه آن نوشته می‌شود.

## خود را بیازمایید



- ۱- برای آغاز ترسیم یک نقشه ترکیبی خوب چه کارهایی باید انجام دهید؟
- ۲- اطلاعات مربوط به یک نقشه ترکیبی چند دسته‌اند و هر کدام شامل چه مواردی است؟
- ۳- یک جدول ترکیبی رسم کنید و موارد مهم آن را بنویسید.
- ۴- در یک جدول ترکیبی چه مواردی آورده می‌شود؟
- ۵- آیا می‌توان یک جدول ترکیبی مناسب برای همه رشته‌های فنی طرح کرد؟
- ۶- مشخصات عمده‌ای که برای هر قطعه در جدول آورده می‌شود چیست؟
- ۷- در بخش توضیحات جدول چه نکته‌هایی را می‌توان نوشت؟
- ۸- اگر تعداد قطعات خیلی زیاد باشد، چه می‌کنند؟

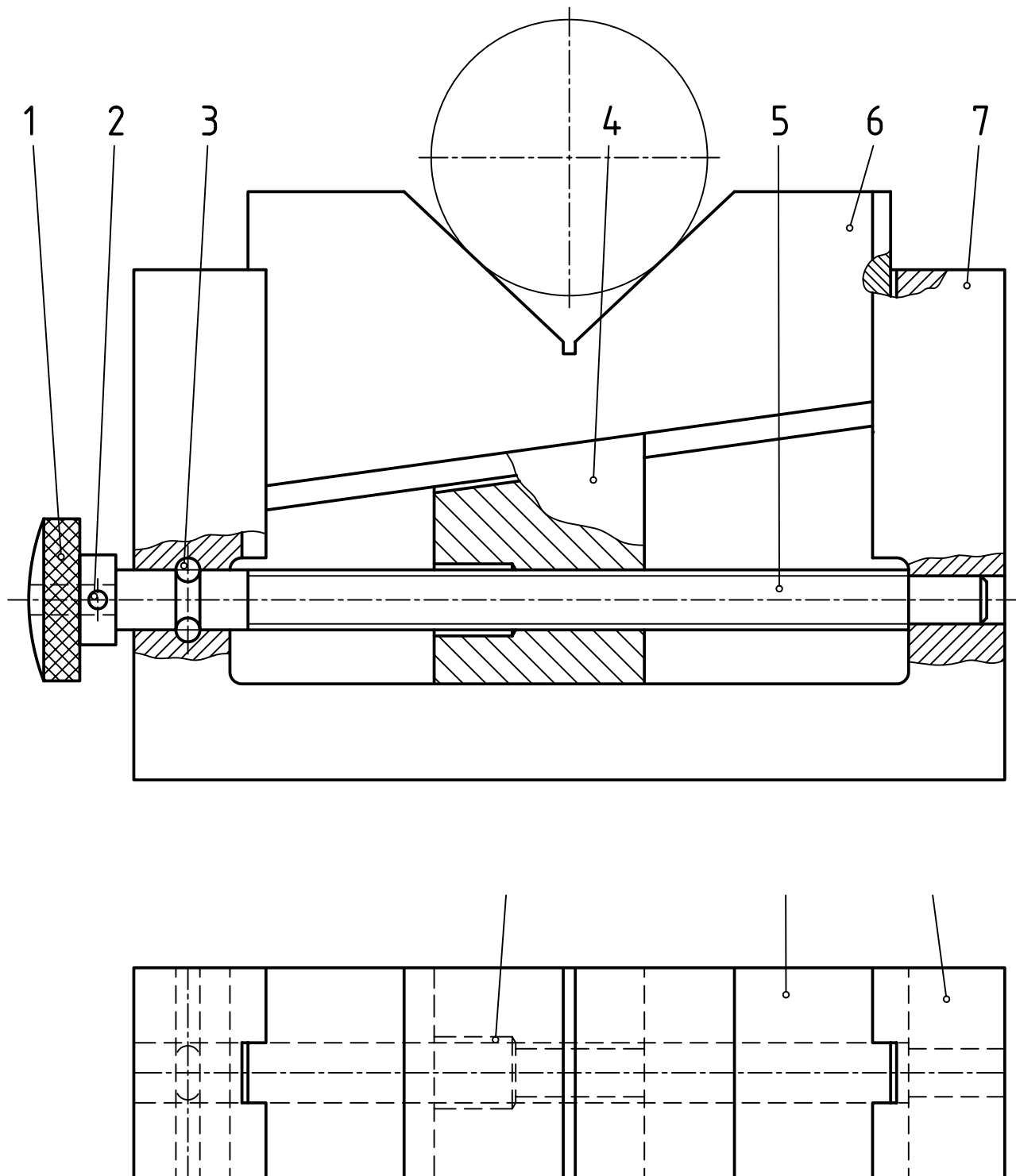
## ارزشیابی عملی<sup>۱</sup>



- ۱- تنها با توجه به شکل ۹-۱، مجموعه ترکیبی را با دست آزاد، رسم کنید (بدون کوچک‌ترین مراجعه به نقشه سوار شده).
- ۲- تنها با توجه به شکل ۹-۷ کارهای زیر را انجام دهید :
  - الف) رسم انفجاری دو بعدی (دست آزاد) .
  - ب) رسم ترکیبی (دست آزاد) .
- ۳- شکل ۹-۱۸، یک پایه قابل تنظیم برای نگهداری میله در حالت افقی است.
  - الف) چگونگی کارکرد آن را شرح دهید.
  - ب) در نمای افقی کدام قطعه موجود است؟ (شماره‌ها را بنویسید).
  - پ) چگونگی کار هر جزء چیست؟

۱- بدیهی است که تمرین‌ها باید با دقت انجام و در نکات آموزشی آن، بحث شود. تنها زمانی استفاده از نقشه‌های متفرقه ممکن است که تمرین‌های متن انجام شده باشد.

ت) فقط جدول ترکیبی را برای آن رسم و با توجه به جنس هر قطعه، آن را کامل کنید.  
 ۱ برنز، ۲ و ۳ فولاد، ۴ و ۶ و ۷ چدن.



شکل ۱۸ - ۹

[illegible]

برای آن کارهای زیر را انجام دهید :

الف) اجزا را به ترتیب سوار کردن شماره گذاری کنید.

ب) اندازه های اصلی را بنویسید.

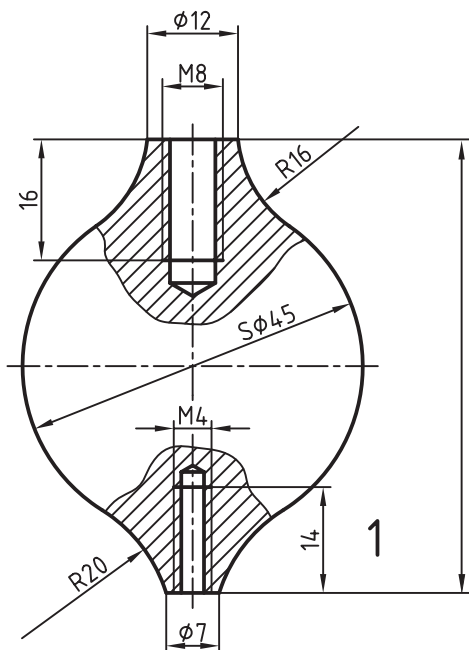
پ) کار هر قطعه را بیان کنید.

ت) در جدول ترکیبی موجود نام هر قطعه را با نظر خود تعیین کنید و بنویسید. اگر حداکثر در مورد چگونگی

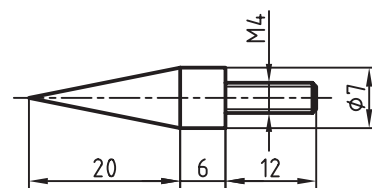
کارکرد دو قطعه پرسش نمایید، کار شما بسیار خوب است.

۵- شکل ۲-۹ سه جزء یک شاقول<sup>۱</sup> را معرفی می کند. تنها نقشه سوار شده را در نمای رو به رو با برش های

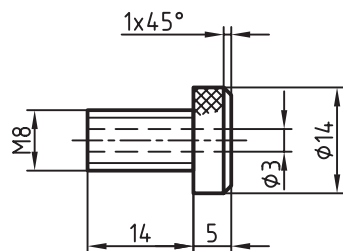
موضعی رسم کنید<sup>۲</sup> (مقیاس رسم ۱:۲).



2



3



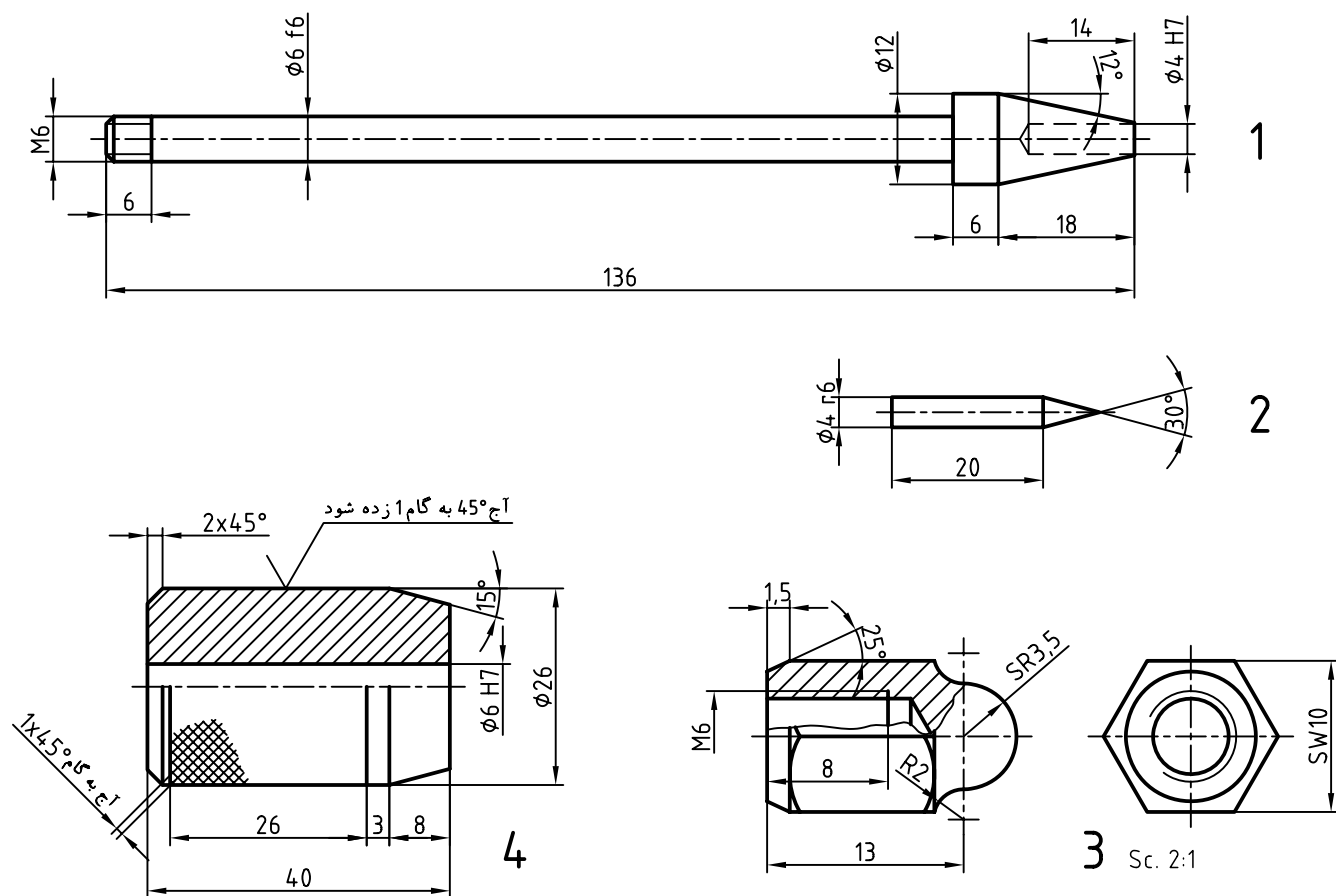
شکل ۲-۹

۱- این شاقول دارای یک صفحه مربعی به ضلع حدود ۵۰ با سوراخی در وسط و هم چنین ریسمان است که در این مجموعه داده نشده اند (در صورت نیاز اساتید محترم

توضیح بیشتر خواهند داد).

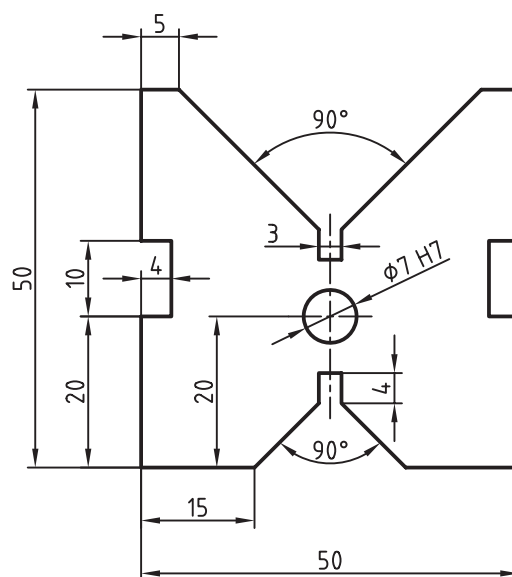
۲- نقشه پس از افزودن اندازه های اصلی و شماره گذاری با نظم و دقت گفته شده، کامل خواهد بود. (جدول ترکیبی با صلاح دید استاد).

۶- اجزای یک سنبه نشان وزنه‌ای در شکل ۹-۲۱ معرفی شده است.

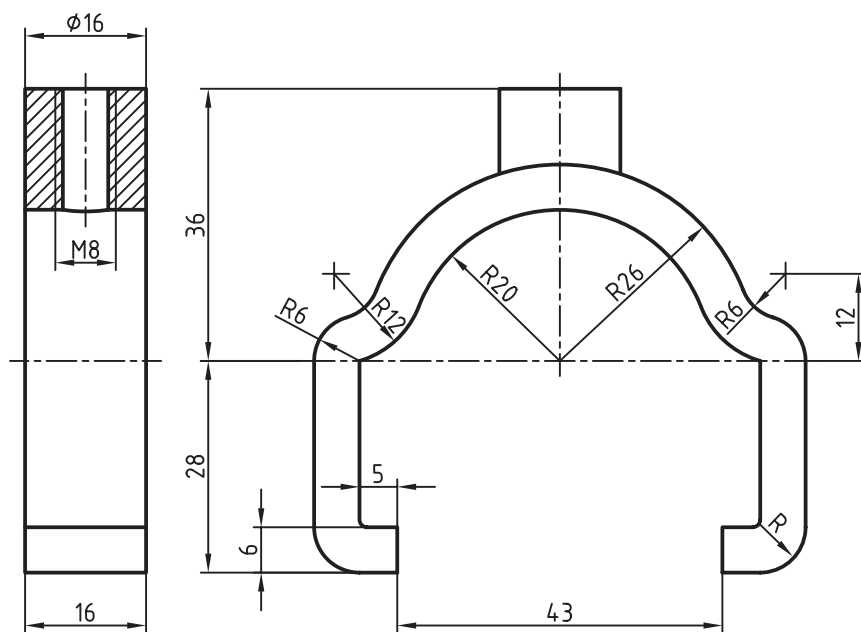


شکل ۹-۲۱

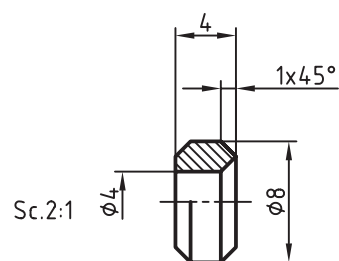
نمای روبه‌روی ترکیب را با مقیاس ۱:۲ رسم کنید.  
 در این ترسیم برش‌های مورد نیاز را خود مشخص کنید.  
 ۷- تکه‌های یک گیره جناغی (منشوری) ویژه خط‌کشی روی میله، در شکل ۹-۲۲ داده شده است. سوار شده را در نماهای روبه‌رو و جانبی رسم کنید.  
 برش‌های لازم را خود در نظر بگیرید.



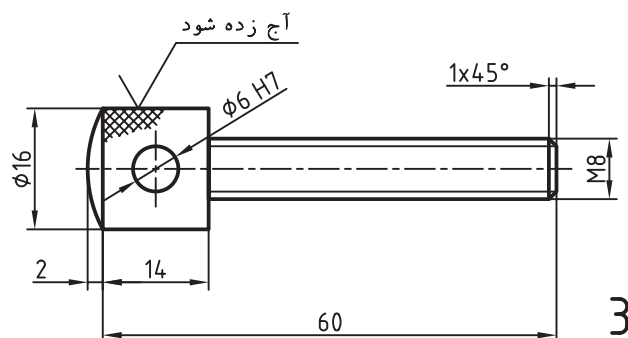
1



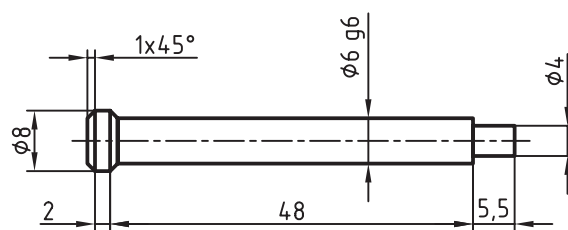
2



5



3



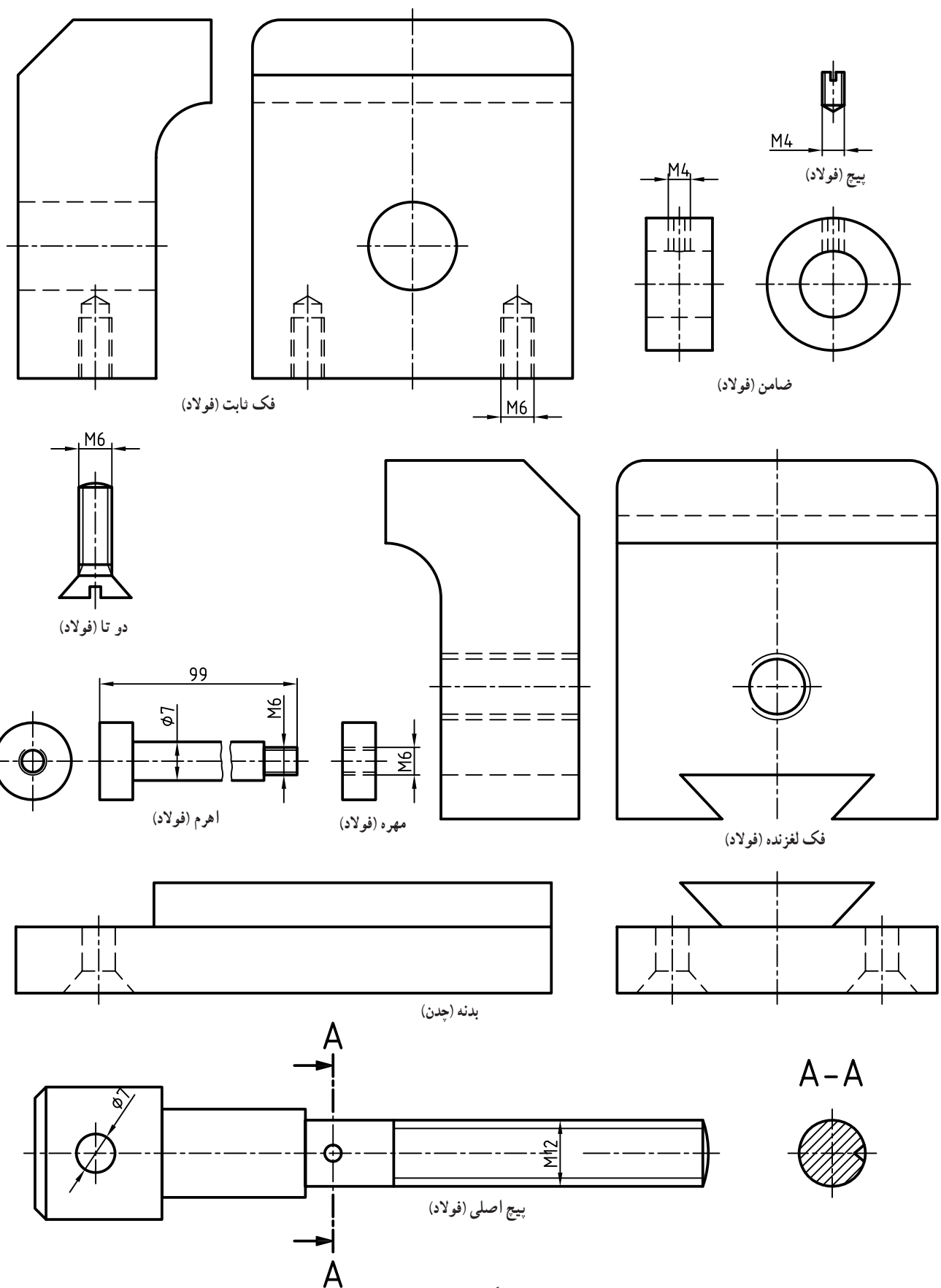
4



اینک می‌توان قلاب U شکل را وارد قفل کرده و سپس با گرداندن یک یا چند حلقه، قفل بسته می‌شود. رمز قفل سه شماره است که بر روی سه حلقه حک شده و باید در یک راستا قرار گیرند تا قفل باز شود. ترسیم با مقیاس ۱:۲ انجام شود. جنس شماره ۴ فولاد و بقیه برنز خواهد بود.

۹- اجزای یک گیره کوچک در شکل ۲۴-۹ داده شده است. سوار شده در سه نما رسم شود. پیش از شروع به کار، اجزا را به ترتیب سوار کردن شماره گذاری کنید و برش‌های لازم را در نظر بگیرید.

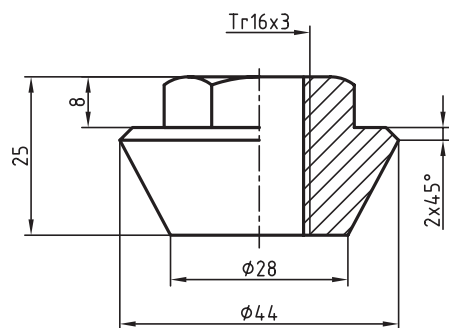
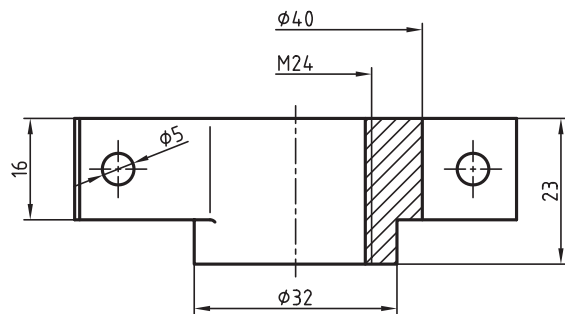




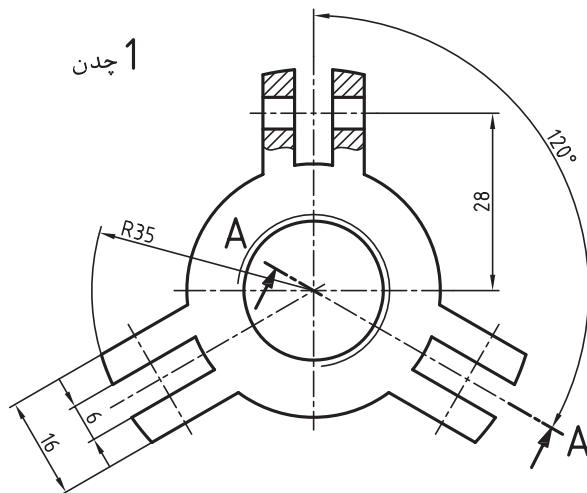
شکل ۲۴ - ۹

۱- قطعات یک پولی کش داده شده است. سوار شده در دو نمای روبه‌رو و افقی رسم شود (شکل

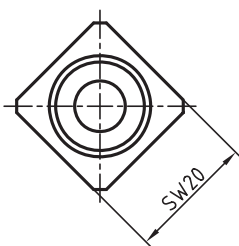
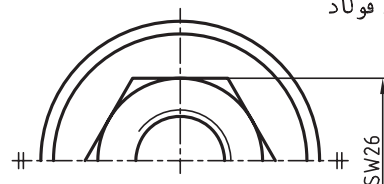
۹-۲۵).



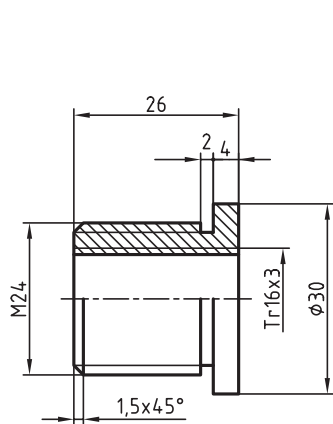
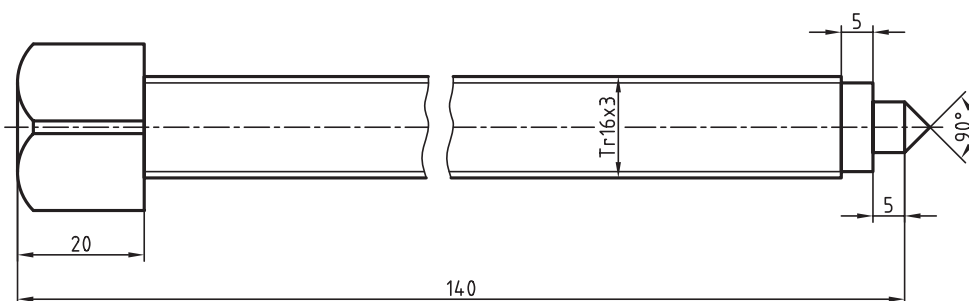
2 فولاد



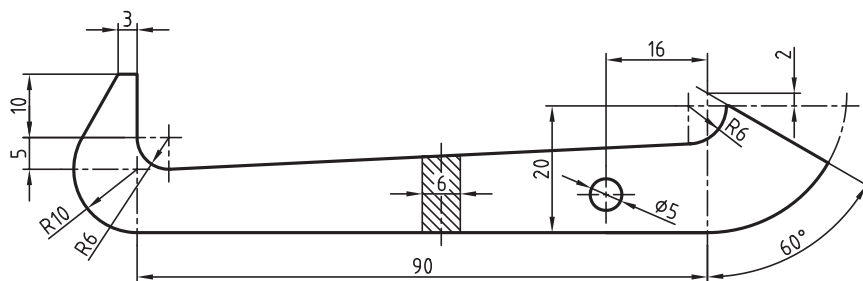
1 چدن



6 فولاد

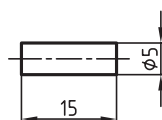


3 برنز



5 سه تا فولاد

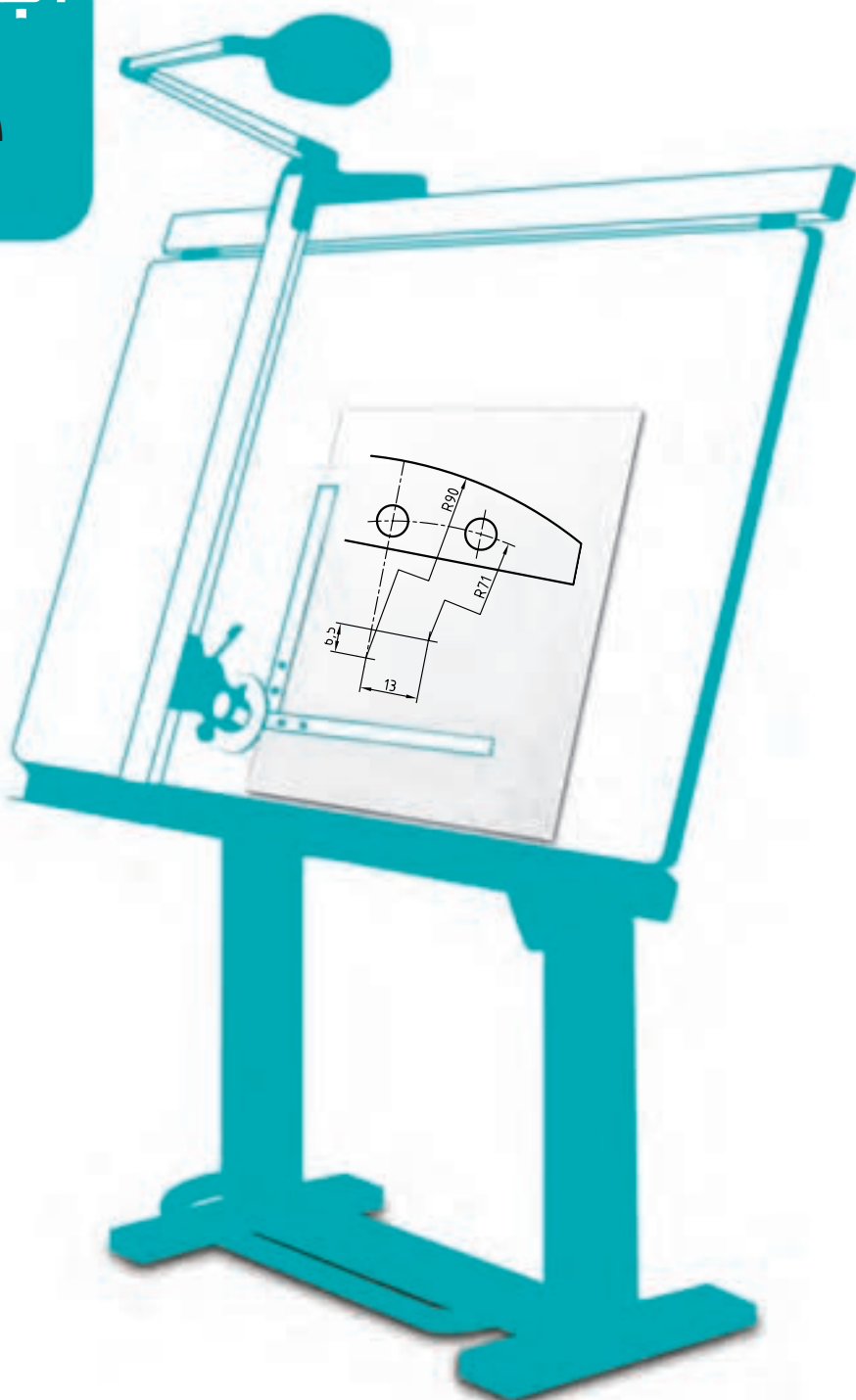
4 سه تا فولاد



شکل ۹-۲۵

# فصل دهم اندازه‌گذاری اجرای قطعات

اندازه‌گذاری درست، سافت درست  
را تضمین می‌کند.



## اندازه گذاری اجرایی قطعات

هدف های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می تواند :

- ۱- اندازه گذاری اجرایی را بیان کند.
- ۲- اندازه گذاری اجرایی را انجام دهد.
- ۳- نقشه را روی کالک رسم کند.
- ۴- اصول پیاده کردن قطعات را توضیح دهد.
- ۵- اجزای یک مجموعه را پیاده و اندازه گذاری کند.

### ۱-۱- اندازه گذاری اجرایی

این مطلب زمینه بسیار گسترده ای است که اگر بخواهیم آن را به گونه ای ساده بررسی کنیم باید بگوییم که :  
اندازه گذاری اجرایی یک اندازه گذاری کامل است که در راستای آن :

- ۱- همه اندازه های یک قطعه داده شود.
- ۲- روش ساخت هر اندازه معرفی شود.
- ۳- هر اندازه به راحتی قابل بررسی و کنترل باشد.
- ۴- مسائل مربوط به موتناژ در نظر گرفته شده باشد<sup>۱</sup>.

### ۲-۱- نکته های لازم

برای آن که ما بتوانیم در این راستا تا اندازه ای موفق باشیم رعایت نکته های زیر مفید است :

- ۱- در نظر گرفتن مبناها برای اندازه گذاری.
- ۲- تا حد ممکن پرهیز از اندازه گذاری زنجیری (اندازه گذاری پله ای بهتر است).
- ۳- در نظر داشتن امکان اندازه گیری و کنترل هر اندازه.

### ۳-۱- انجام کار

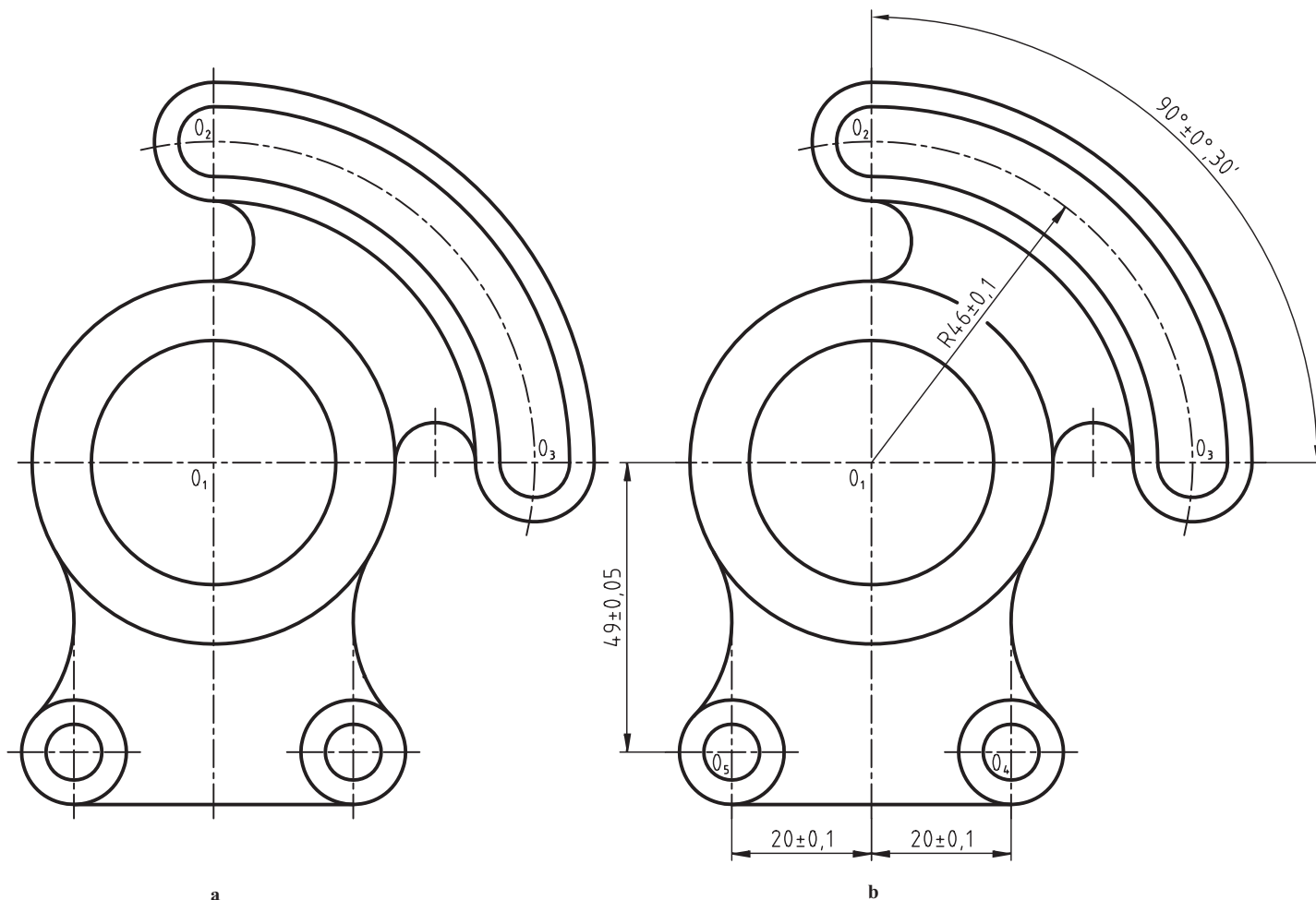
باید دانست که تنها بیان اندازه ها برای یک قطعه کافی نیست، بلکه رعایت نکات بالا و دریافت دیدگاه های اصلاحی از صاحب نظران در کارخانه الزامی است<sup>۲</sup>.

---

۱- به این ترتیب، روشن است که این کار فقط در عهده یک طراح توانا است. این توانایی تنها با به دست آوردن تجربه قابل دسترس نیست، بلکه لازمه آن تسلط بر مواردی چون طراحی علمی، ماشین کاری، کنترل کیفیت و اطلاعات علمی دیگر است.

۲- این مطلب مربوط به زمانی است که شما خود باید نقشه را اندازه گذاری کنید که مربوط به نقشه برداری از قطعات یا مهندسی معکوس است ولی اگر نقشه قطعات قبلاً توسط طراح ارائه شده باشد، دقیقاً به همان صورت که خود طراح اندازه ها را داده است عمل می شود (بدون هیچ گونه تغییر!).

۱-۳-۱- نمونه ۱: قطعه‌ای مطابق شکل ۱-۱-۱ را در نظر می‌گیریم. هدف، اندازه‌گذاری آن است.



شکل ۱-۱-۱

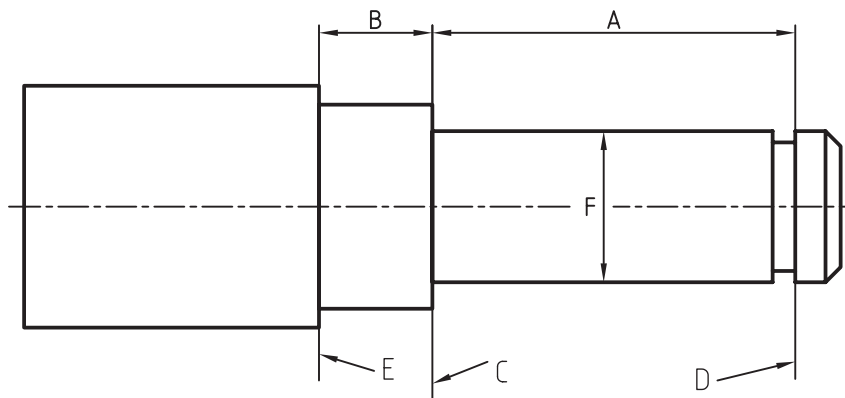
این دیوارکوب تنظیم باید ریخته‌گری و سپس ماشین کاری شود. اندازه‌های مهم در آن، فاصله مرکزهای کمان‌ها است که در کارکرد آینده آن نقش مهمی دارد. اما نکته مهم آن است که این اندازه‌ها باید نسبت به چه مبنایی بیان شوند؟ با کمی دقت متوجه خواهیم شد که نقطه  $O_1$  یعنی مرکز سوراخ بزرگ، مبنای مناسبی است. چه، هم کنترل و بازرسی اندازه‌ها با دقت لازم ممکن است و هم ماشین کاری به سادگی انجام می‌شود.

در شکل b این اندازه‌ها با تولرانس‌های تعیین شده از طرف طراح داده شده است. البته دقت قطر سوراخ هم اهمیت زیادی دارد. اندازه‌های دیگر نیز اضافه خواهند شد<sup>۱</sup>. تولرانس‌ها هم از طرف طراح داده می‌شود.

۱-۳-۲- نمونه ۲: در شکل ۱-۲-۱ یک محور داده شده است.

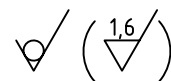
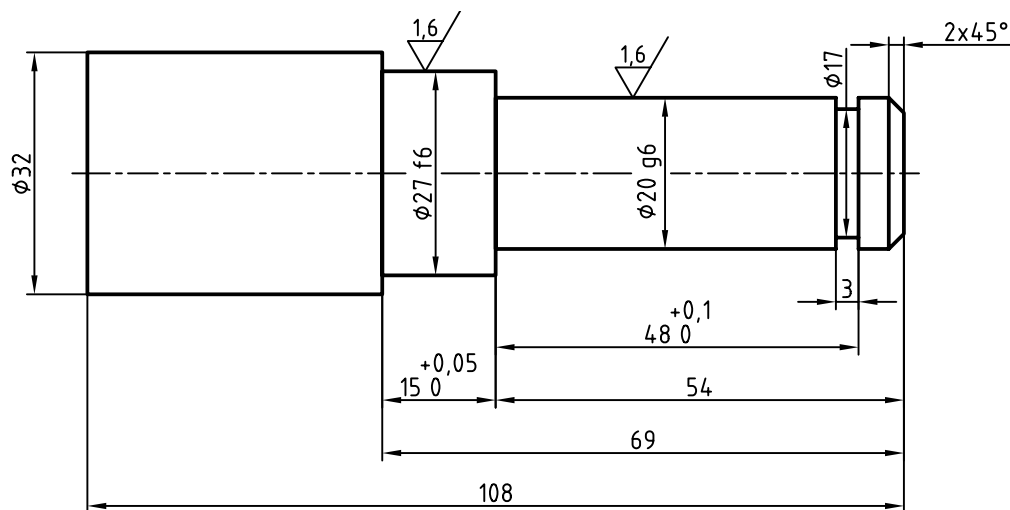
موارد مهم از نظر اندازه مشخص شده است. اندازه‌های طولی A، B و اندازه‌های قطری E و F در کارکرد بعدی مؤثرند. برای A و B می‌توان اضافه کرد که فاصله سطح تمام شده D با سطح C و هم چنین، سطح تمام شده C تا E خیلی اهمیت دارند.

۱- آن‌ها اندازه‌های غیر مؤثر در کارکرد می‌باشند که می‌توان برای آن‌ها از تولرانس‌های خشن‌تر استفاده کرد.



شکل ۲-۱۰

در شکل ۳-۱۰، این محور به طور کامل اندازه گذاری شده است.



نام	تاریخ	نام:	تولرانس	ISO 2768-m
طراح		محور	جنس	ST37
رسم				
بازبین				
تصویب			مقیاس	1 : 1
کد:	04 02 1107	سفرش:	سازنده:	
کاغذ:	A5			
شماره:	5			

شکل ۳-۱۰

برای آن، تولرانس ها و پرداخت ها نیز با دریافت از طراح، درج شده است<sup>۱</sup>.

۱- تولرانس و پرداخت تنها زمانی به وسیله نقشه کش تعیین خواهد شد که به او اختیار کامل داده شود و یا او موظف به این کار باشد. در مطلبی که با نام برای مطالعه در پایان

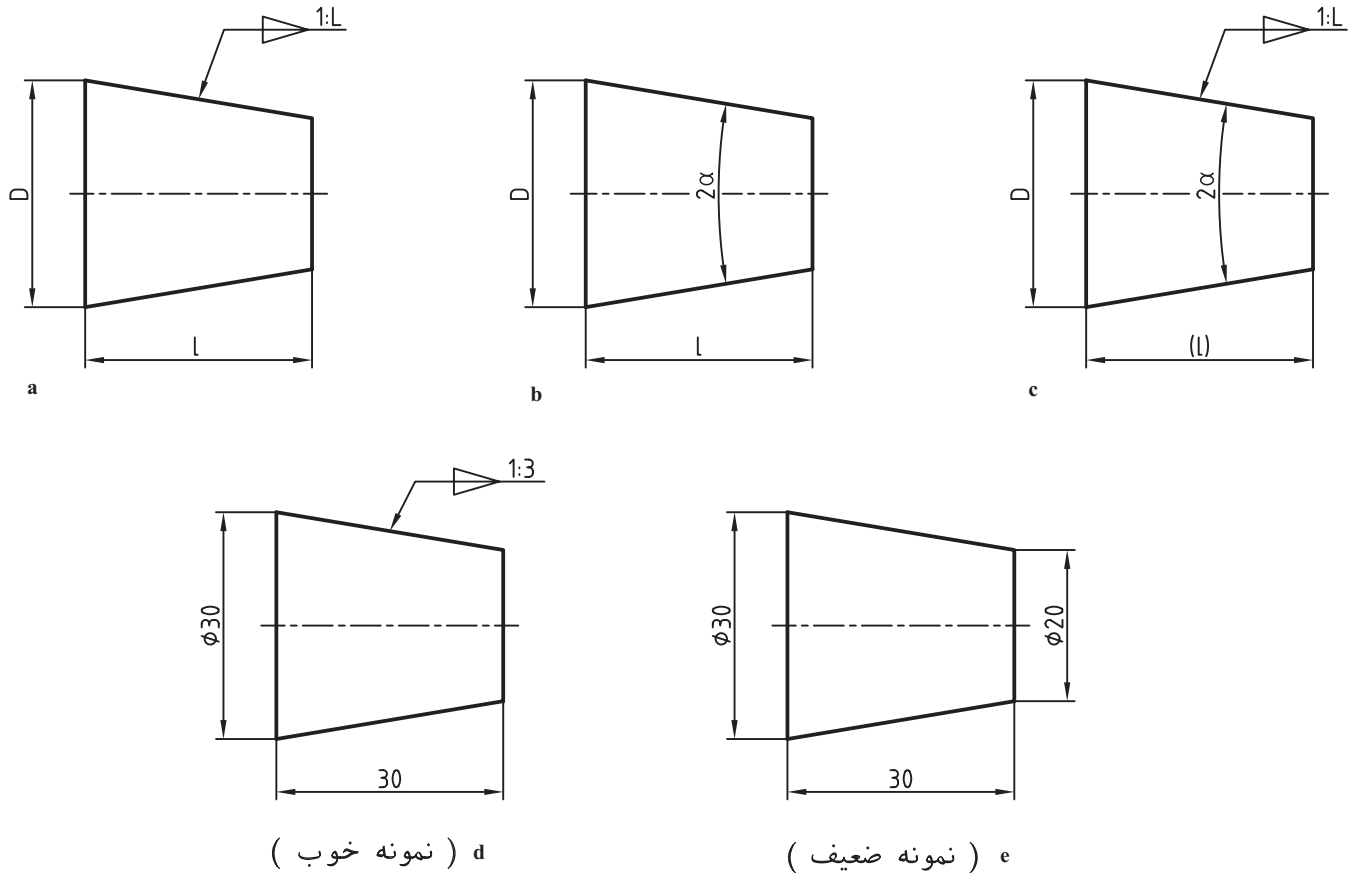
فصل می آید می توانید اطلاعات دیگری به دست آورید.

#### ۴-۱- اندازه گذاری های ویژه

در اینجا برای تکمیل اطلاعات خود در اندازه گذاری و دستیابی به روش های دیگری در نمایش اندازه ها، نکته هایی گفته می شود. دانستن این موارد، با توجه به پیچیدگی ها و گوناگونی های موجود در قطعات صنعتی الزامی است.

۴-۱-۱- مخروط: بهترین روش اندازه گذاری مخروط، آن است که به خوبی قابل بررسی و کنترل باشد. در شکل

۴-۱-۱، سه نمونه داده شده است.

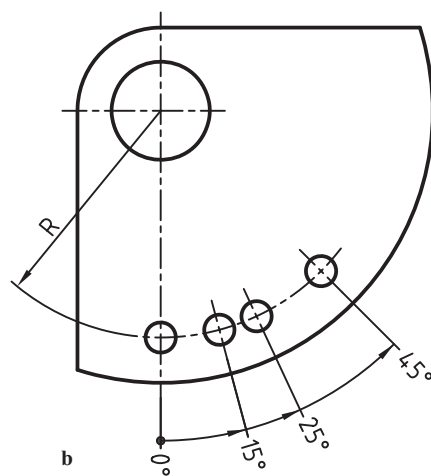
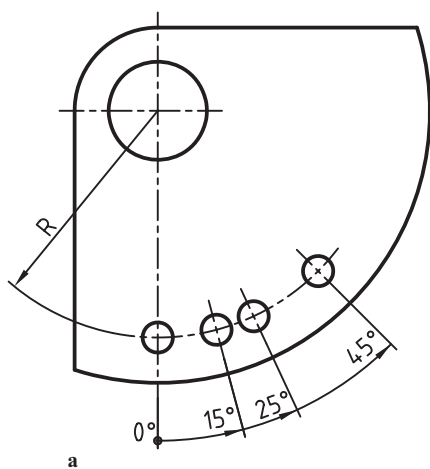


شکل ۴-۱

در حالت a، باریک شدگی مخروطی 1:1 به این معنی است که مخروط در هر 1 میلی متر از طول خود، یک میلی متر کاهش قطر خواهد داشت<sup>۱</sup>.

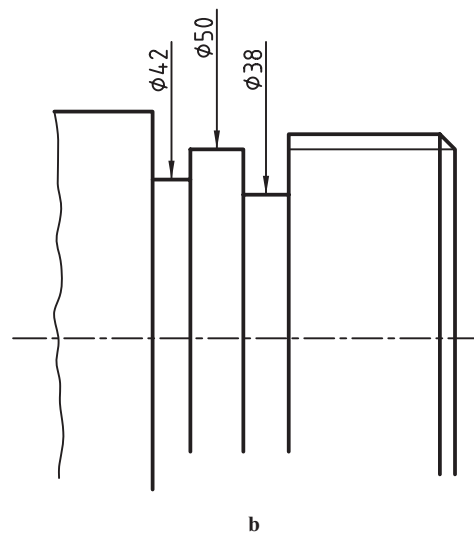
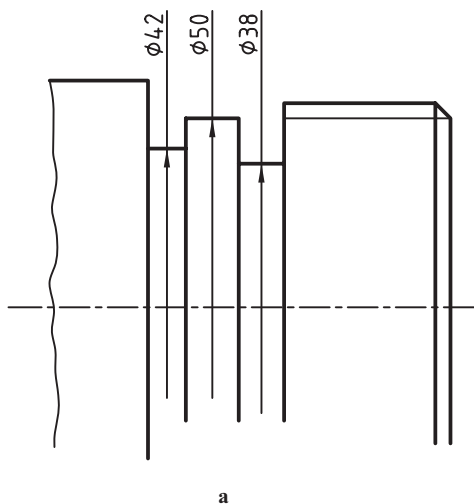
۴-۱-۲- اندازه با مبنا: در شکل ۴-۵-۱ یک صفحه فلزی با در نظر گرفتن مبنا، اندازه گذاری زاویه ای شده است.

۱- شکل c، در شرایطی که اندازه گیری دقیق مورد نظر باشد، چندان مناسب نیست، چرا؟

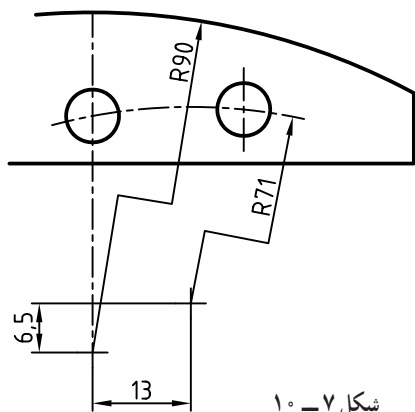


شکل ۵-۱۰

۳-۴-۱۰- پله و گاه: پله‌ها و شیارها روی استوانه خیلی به هم نزدیک هستند. در این مورد بنابر شرایط، یکی از دو روش a یا b را به کار می‌بریم (شکل ۶-۱۰).



شکل ۶-۱۰



۴-۴-۱۰- مرکز دور: مرکز دایره مشخص، ولی دور از دسترس می‌باشد به گونه‌ای که دادن آن در محدوده کاغذ امکان ندارد، در این حال از شعاع شکسته استفاده می‌شود (شکل ۷-۱۰).

شکل ۷-۱۰

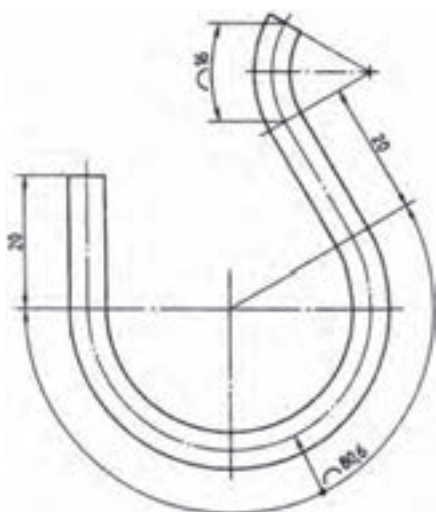


#### ۵-۴-۱۰- لایه میانی<sup>۱</sup>: برای معرفی لایه میانی برای میله یا

تسمه خمیده می توان مطابق شکل ۸-۱۰ رفتار نمود.

دیده می شود که با دادن طول کمان، از دادن زاویه خودداری

شده است.



شکل ۸-۱۰

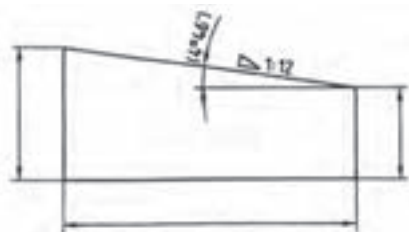
#### ۶-۴-۱۰- شیب: شیب های ساده، مخروطی یا هرمی را

می توان با نشانه باریک شدگی معرفی کرد. در شکل ۹-۱۰ نمونه هایی داده شده است.

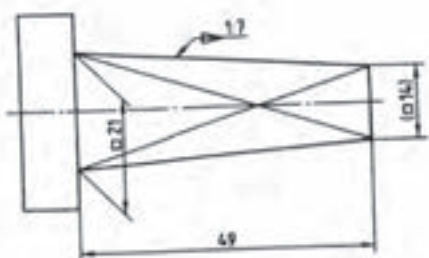
در مورد a، یک سطح شیب دار ساده دیده می شود که در هر ۱۲

میلی متر طول، ۱ میلی متر از بلندی آن کم می شود. در مورد b در هر ۷ میلی متر، ۱ میلی متر از ضلع مقطع مربعی کاسته خواهد شد.

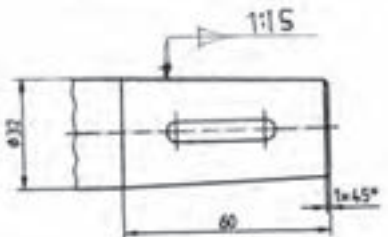
a



b



c

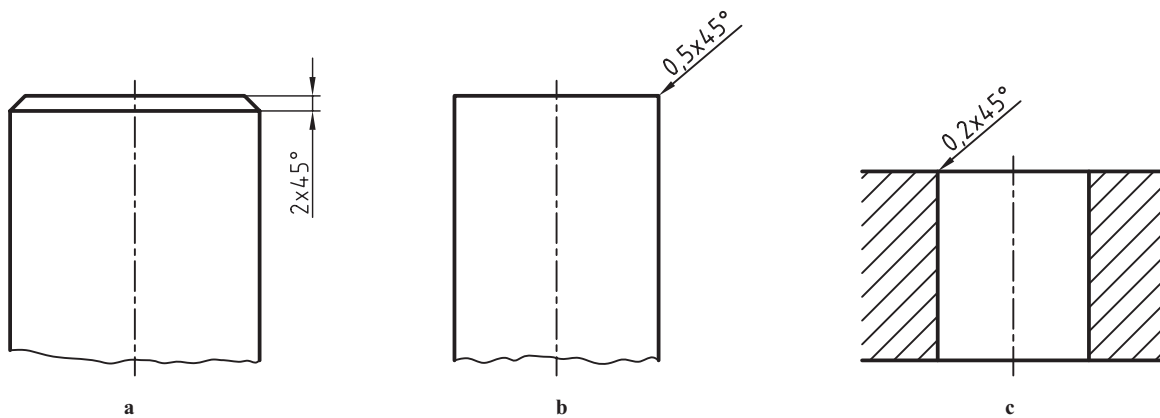


شکل ۹-۱۰

#### ۷-۴-۱۰- پخ: اندازه گذاری یک پخ به صورت شکل ۱۰-۱۰، حالت a انجام می شود ولی اگر این پخ خیلی کم باشد،

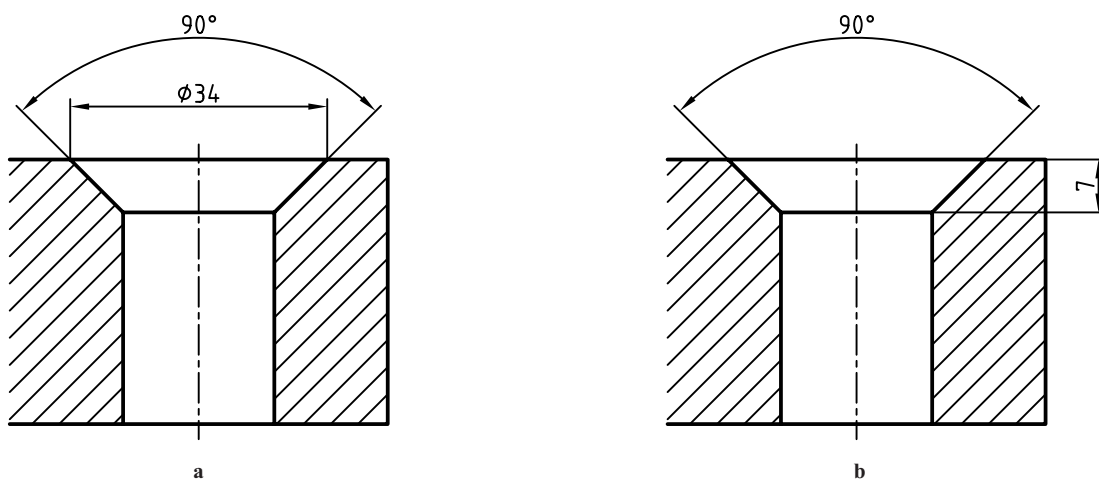
روش های b و c هم امکان دارد.

۱- به لایه میانی، تار میانی و تار خنثی هم می گویند.



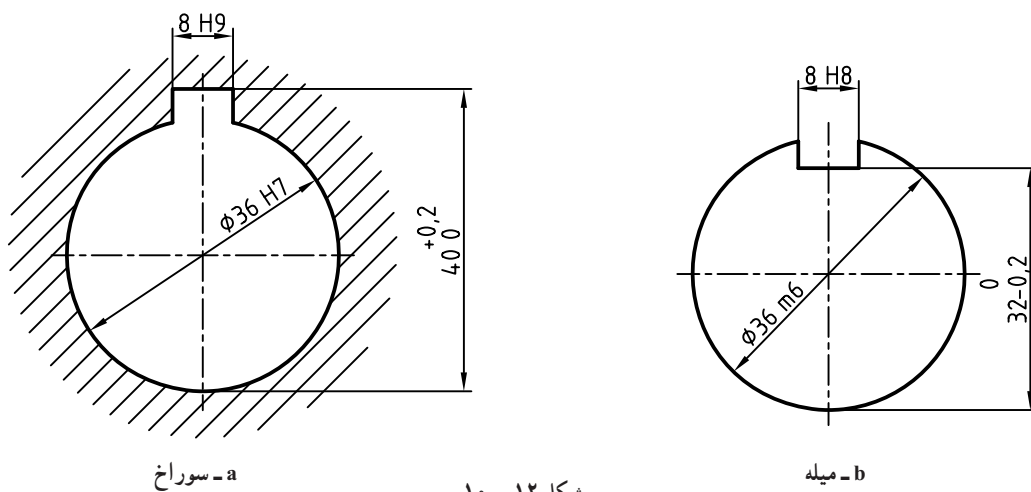
شکل ۱۰-۱۰

۸-۴-۱۰- خزینه : یک خزینه مخروطی برای قرار گرفتن سربچ را به صورت های a و b می توان معرفی کرد (شکل ۱۱-۱۰).



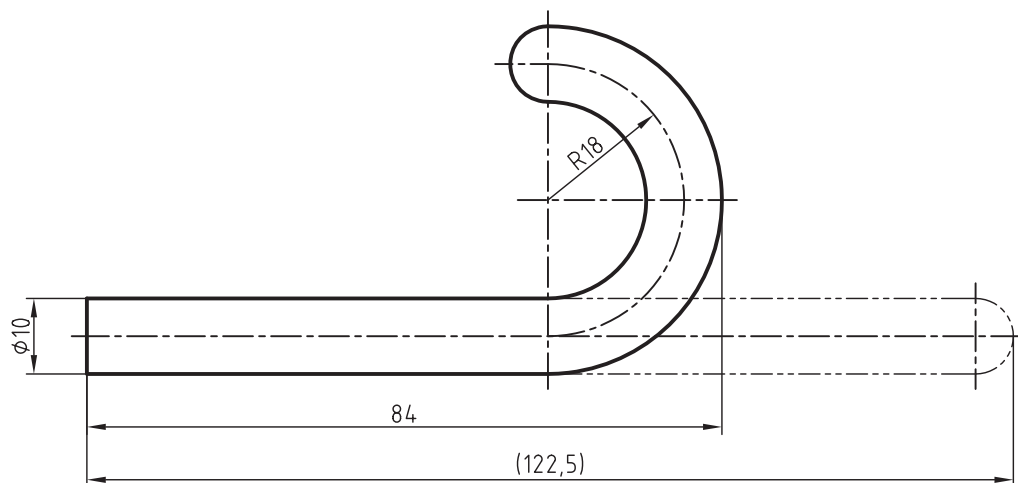
شکل ۱۱-۱۰

۹-۴-۱۰- جای خار : بهترین روش نمایش اندازه جای خار در شکل ۱۲-۱۰ دیده می شود.



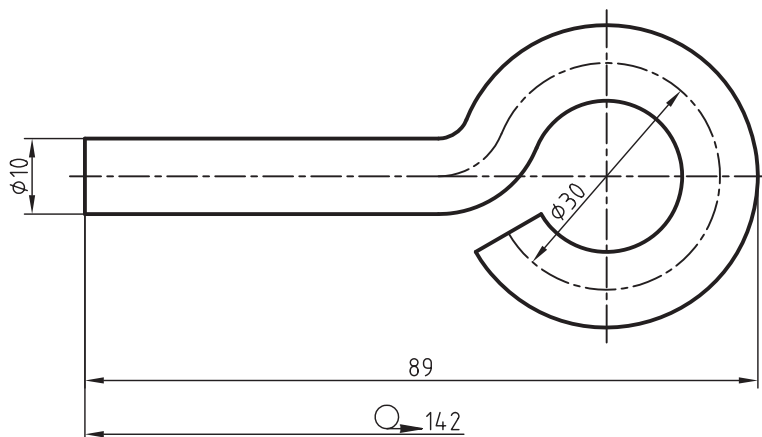
شکل ۱۲-۱۰

۱۰-۴-۱۰- اندازه ابتدایی و پایانی : برای مفتول یا تسمه، می توان اندازه مواد اولیه در شروع کار و اندازه به دست آمده را مطابق شکل ۱۰-۱۳ معرفی کرد.



شکل ۱۰-۱۳

در شکل ۱۰-۱۴، روشی دیگر برای این مورد دیده می شود. در اینجا به نشانه ویژه ای که داده شده دقت نمایید.



شکل ۱۰-۱۴

## ۱۰-۵- رسم روی کالک

کالک کاغذی است نیمه شفاف که دارای ریشه گیاهی یا مصنوعی است. مرکب نقشه کشی روی این کاغذ به خوبی اثر می گذارد. نقشه نهایی باید روی کالک رسم شود. چون هم از نظر نگهداری و هم از نظر چاپ و تکثیر نتیجه ای عالی دارد. کالک کاغذی است حساس، بنابراین باید در کار با آن احتیاط لازم را به کار بست.

پیش از این در ارتباط با قلم های مرکبی کردن اطلاعاتی به دست آورده ایم. می دانیم که این قلم ها با بهناهای خطی گوناگون در دسترس هستند. می توان مخزن آن ها را از مرکب پر کرد یا از انواع یک بار مصرف استفاده کرد. دست کم یک گروه سه تایی مانند گروه ۵/۵، ۳۵/۵ و ۲۵/۵ که گروه پنجم خط های استاندارد ISO را رسم می کنند باید تهیه شود.

۱-۵-۱ چند تذکر : نکته‌های زیر ما را در انجام یک کار خوب راهنمایی می‌کنند<sup>۱</sup> :

الف) نقشه پیش‌نویس باید روی کاغذ سفید آماده شده باشد به گونه‌ای که هیچ اشکالی نداشته باشد.

ب) نقشه را روی میز می‌چسبانیم و کاغذ کالک را روی آن قرار می‌دهیم و می‌چسبانیم.

پ) ابتدا خط‌های اصلی را با قلم ۵/۰ رسم می‌کنیم. آن‌گاه خطوط متوسط یعنی خط چین‌ها را با ۳۵/۰ و در نهایت خط‌های نازک را با ۲۵/۰.

ت) توجه شود که خط‌ها باید با سرعت مناسب رسم شوند. بنابراین، قبلاً باید با رایید به قدر کافی تمرین کرد.

ث) اگر از قلم رایید معمولی استفاده می‌شود باید قلم تقریباً از مرکب پر باشد.

ج) پیش از کشیدن هر خط، باید از آماده به کاری قلم، اطمینان داشت.

چ) هر خط فقط در یک حرکت و در جهت درست کشیده خواهد شد.

ح) دقت خواهیم کرد که اشتباه نکنیم (گرچه پاک کن ویژه رایید وجود دارد).

خ) خط‌های اشتباه را می‌توان با پاک کن ویژه پاک کرد و یا با یک تیغ و به آهستگی بر طرف نمود.

د) باید از تماس کف دست و نوک انگشتان با سطح کالک جلوگیری کرد (زیرا چربی و رطوبت دست باعث خرابی خط‌های ترسیمی خواهد شد).

ذ) هرگز نباید روی کالک، با مداد یا خودکار خط کشید. در واقع فقط به کمک کالک کپی برمی‌داریم.

ر) کاغذهای کالک در پهنای ۹۰ و ۱۱۰ سانتی‌متر و درازای ۲۰ و ۵۰ متر به صورت لوله شده (رول) موجود است، که باید با دقت بریده و استفاده شود<sup>۲</sup>.

ز) چون کالک نسبت به پاره شدن حساس است، بهتر است برای نگهداری نقشه‌های مهم دور آن را نوار گرفت<sup>۳</sup>.

ژ) از تازه بودن مرکب نیز باید اطمینان حاصل کرد<sup>۴</sup>.

س) در صورتی که مدت زیادی با رایید کار نمی‌کنید، مرکب آن را خالی کرده، آن را طبق ضوابط بشویید.

## ۶-۱۰ اصول پیاده کردن

برای رسیدن توانایی هر چه بیشتر در نقشه خوانی، یک تمرین بسیار مناسب، پیاده کردن اجزای یک مجموعه به صورت ساده است. به شکل ۱۵-۱۰ نگاه کنید.

هدف رسم اجزای غیراستاندارد آن به صورت جزء به جزء است. برای آنکه این کار به صورت قابل قبول انجام شود نیاز به رعایت اصولی ساده هست.

۱- تعیین نام مجموعه.

۲- آگاهی کامل از چگونگی کار آن.

۳- شناسایی نام و وظیفه هر قطعه در آن.

۴- بررسی اجزای ماشین موجود.

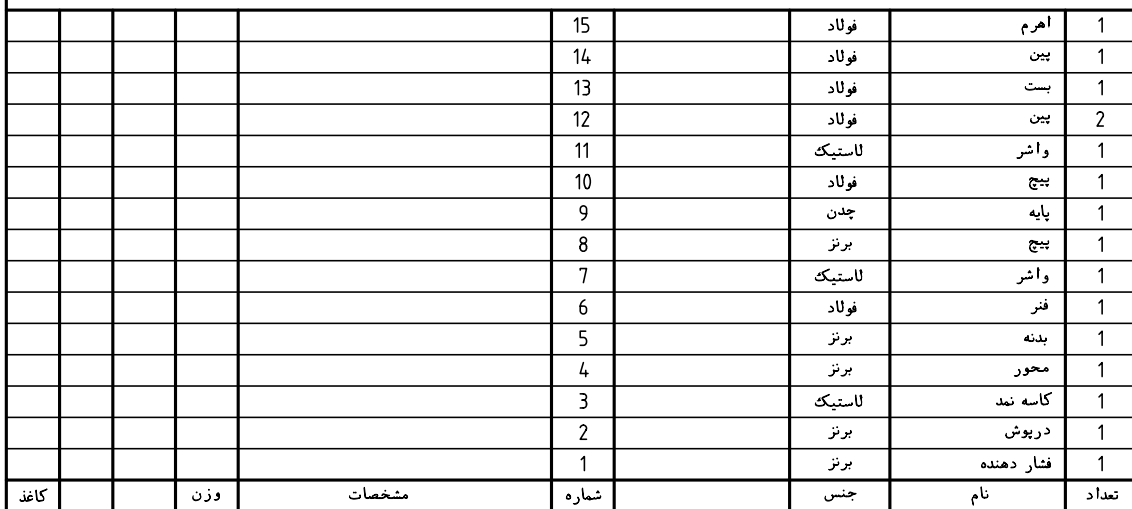
---

۱- قطعاً متن ارائه شده کافی نخواهد بود. پس راهنمایی‌های استاد محترم کاملاً ضروری است.

۲- قبلاً با دستگاه برش کالک آشنا شده‌اید.

۳- برای نوارگیری دور کالک، نوار چسب‌ها و دستگاه ویژه هست.

۴- خواهشمند است در این مورد توضیح کافی داده شد.



۲۳۹

۵- شناسایی دقیق مقاطع قلاويز خورده.

۶- تعيين برش‌های موجود برای هر قطعه و تشخیص بی‌برش‌ها.

افزون بر موارد بالا، شماره قطعات، اندازه‌گذاری و موارد انطباقی نیز به نوبه خود کمک‌های مؤثری هستند<sup>۱</sup>. به این ترتیب می‌توان هر جزء را به‌درستی تفکیک و پیاده کرد.

## ۷-۱- رسم اجزا

زمانی که هر قطعه شناسایی شد، باید تصاویر مناسبی برای آن در نظر گرفت. این نماها ممکن است همان نماهای موجود در نقشه ترکیبی نباشند زیرا هر قطعه که خود را با مجموعه هماهنگ می‌کند، شاید در بهترین شرایط تصویری قرار نگیرد. اگر بخواهیم یک جزء، بعد از پیاده شدن، کاملاً قابل قبول باشد، رعایت نکته‌های زیر لازم است:

الف) نماها در بهترین شرایط باشند.

ب) نماها کافی باشند.

پ) برش‌های مناسب در نظر گرفته شود.

ت) اندازه‌گذاری کامل باشد (با رعایت اصول اندازه‌گذاری اجرایی).

ث) تولرانس‌ها، انطباق‌ها و پرداخت‌ها با دقت مشخص شوند.

ج) هر قطعه روی یک برگ کاغذ جداگانه رسم شود.

چ) برای هر قطعه، جدول ساده تنظیم شود.

۷-۱-۱- نمونه ۱: به شکل ۱۶-۱ نگاه کنید که یک یاتاقان را معرفی می‌کند.

وظایف قطعات به شرح زیر است:

— شماره ۱، پایه یا بدنه است که در جای مناسب خود، روی دستگاه مربوطه بسته می‌شود.

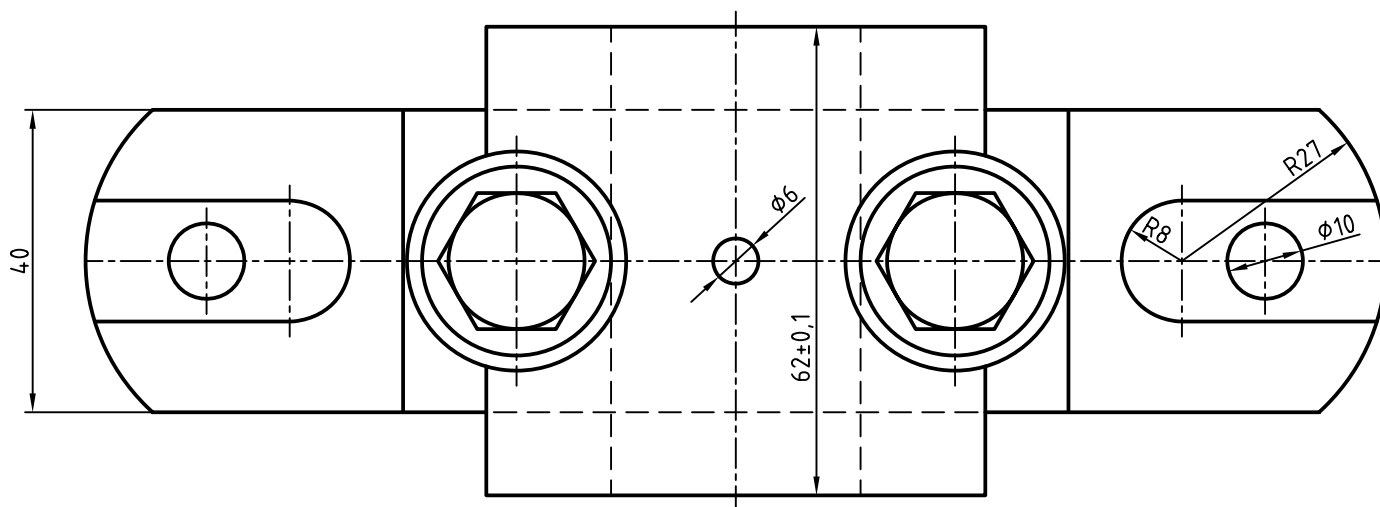
— شماره ۲، درپوش است.

— شماره ۳ و ۴، واشر و پیچ استاندارد هستند (که نیاز به رسم نقشه آنها نیست).

— شماره ۵، دو عدد پین است که موقعیت ۲ را نسبت به ۱، تنظیم می‌کنند.


---

۱- اطلاعات زیادی نیز از جدول ترکیبی به‌دست می‌آید.



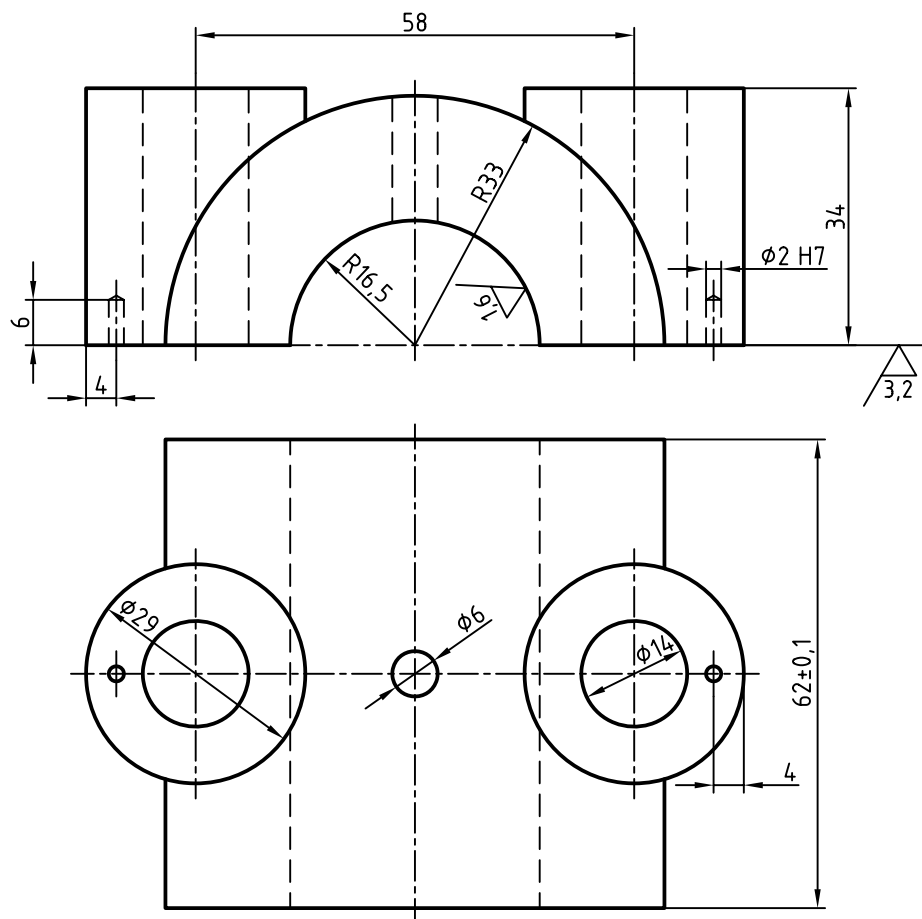
۲۴۱

[illegible]

1 

۱- اجزای استاندارد که همان اجزای ماشین هستند، معمولاً نیاز به نقشه ندارند زیرا از بازار تهیه می شوند.

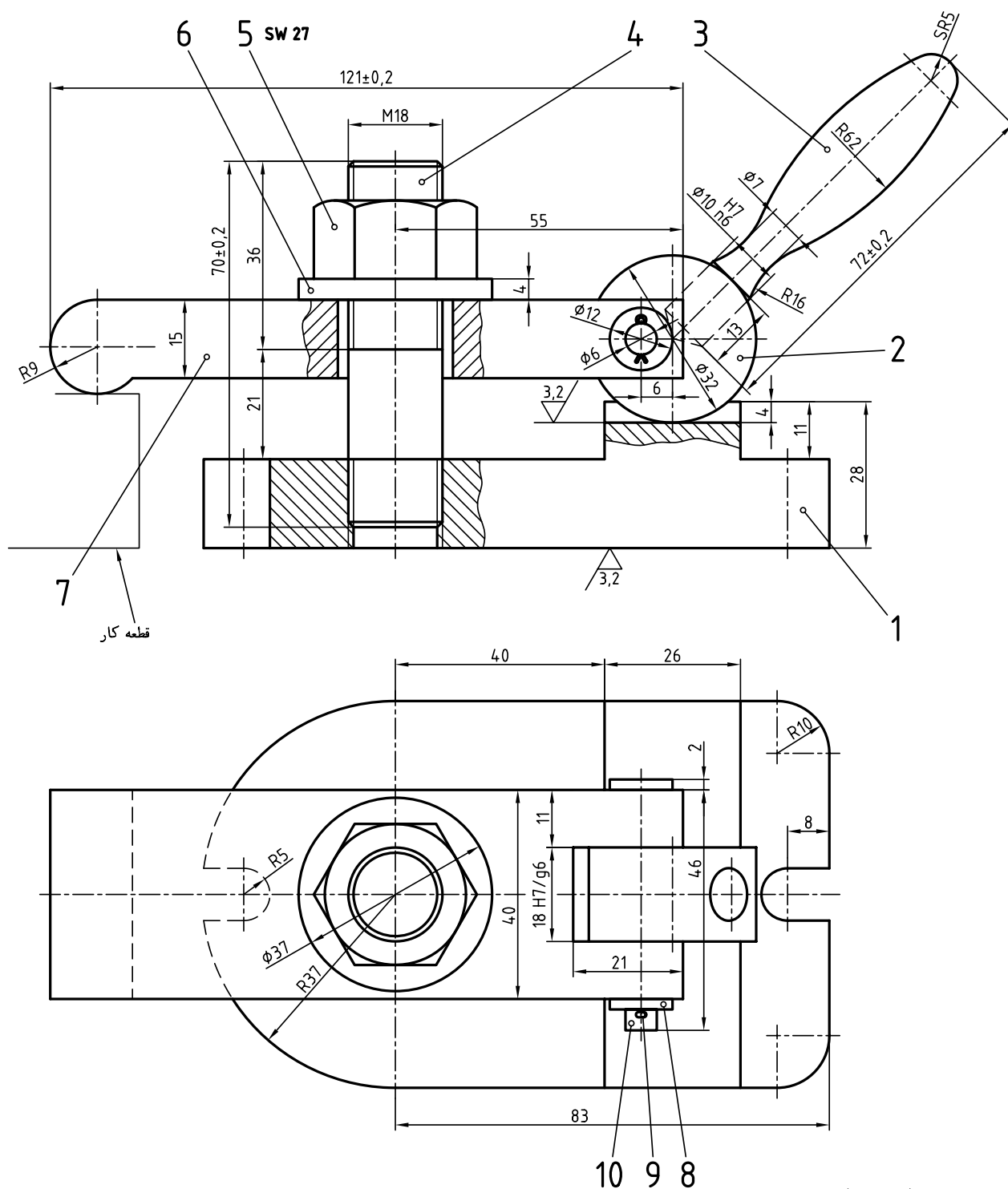




2  $\sqrt{\left(\frac{3.2}{\sqrt{1.6}}\right)}$

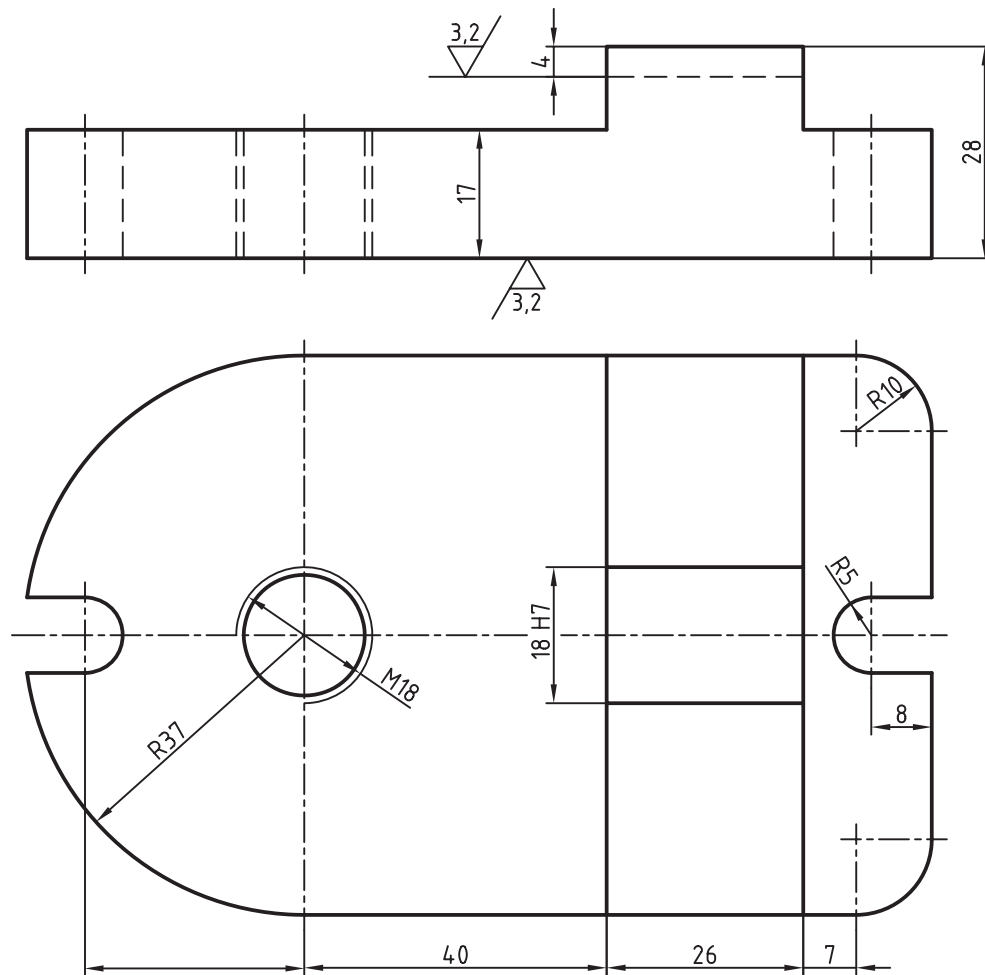
شکل ۱۸-۱۰

انتهای شماره ۷ روی قطعه کار قرار می گیرد و با پایین آوردن اهرم شماره ۳، بخش فرم دار ۷، کار را به میز ماشین می فشارد.


$$\nabla \left( \frac{3,2}{\nabla} \right)$$

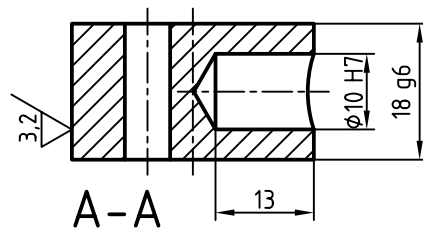
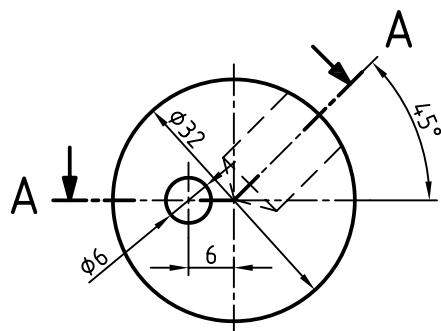
۲۴۴

اجزاء این مجموعه در شکل های ۱۰-۲۰ تا ۱۰-۲۴ داده شده اند.



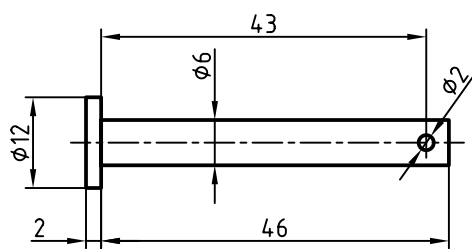
1  $\sqrt{\left(\frac{3.2}{\sqrt{\quad}}\right)}$

شکل ۲۰ - ۱۰



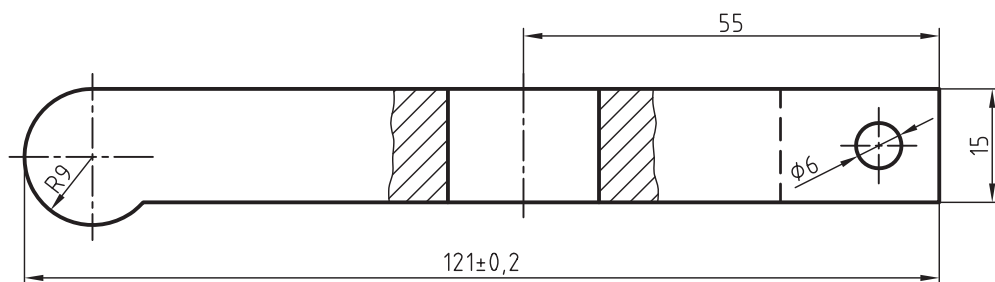
2  $\sqrt{\left(\frac{3.2}{\sqrt{\quad}}\right)}$

شکل ۲۱ - ۱۰

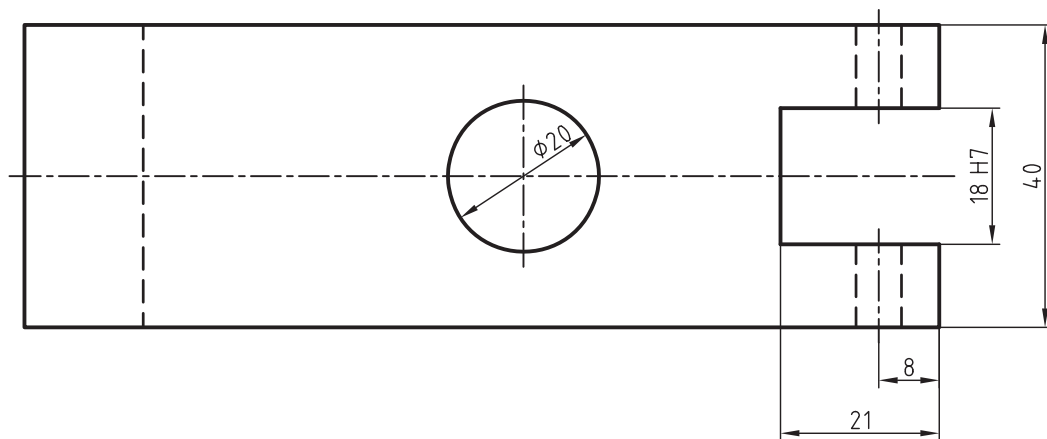


10 ✓

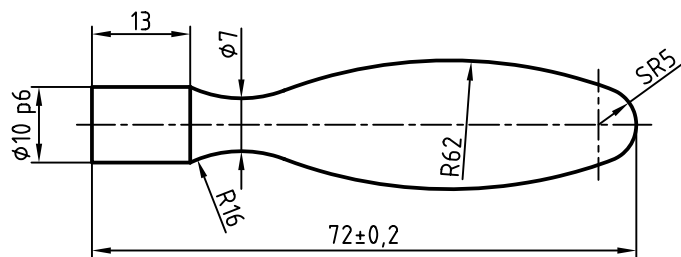
شکل ۲۲ - ۱۰



7 ✓



شکل ۲۳ - ۱۰



3 ✓

شکل ۲۴ - ۱۰

اجزای استاندارد یعنی پیچ دو سر دنده، مهره، واشر و اشپیل نیاز به نقشه ندارند.

## برای مطالعه



در ارتباط با چگونگی ساخت محور داده شده در شکل ۳-۱، می‌توان مواردی را بررسی کرد. اما پیش از آن بیان چند نکته لازم است.

۱- وقتی طراح، طرحی را ارائه می‌کند، تعیین اندازه‌ها روی نقشه دستی اولیه، به‌عهده خود اوست. به این ترتیب طراح تمام نکات ساخت یک اندازه، کنترل و بازرسی آن، چه از نظر سازنده و چه از نظر کنترل کیفی، تولرانس و انطباق را در نظر دارد<sup>۱</sup>.

۲- زمانی که نقشه کش خود قطعه را اندازه‌برداری می‌کند، نقشه را طبق نکات گفته شده در شروع این فصل اندازه‌گذاری خواهد کرد. البته او می‌تواند در تمام مراحل از نظرات افراد ذی‌صلاح استفاده کند. اما در پایان کار بازبین‌کننده تذکرات لازم را خواهد داد و در نهایت، نقشه تا حد ممکن قابل اجرا می‌شود. اما برای ساخت :

– میل گرد به قطر ۳۵ در سه نظام قرار می‌گیرد و پس از یک کف تراشی، مته مرغک ۳/۲ زده می‌شود.

– کار به اندازه تقریبی ۱۲۰ خارج از سه نظام و به کمک مرغک گردان سوار و به قطر ۳۲ می‌رسد.

– قطر ۲۰ با دقت لازم تراشیده و اندازه ۵۴ بازرسی می‌شود (تا سطح c).

– با اندازه‌گیری از سطح c، گاه با اندازه ۳ و قطر ۱۷ تراشیده می‌شود، به گونه‌ای که تولرانس پیشنهادی رعایت

شود.

– با توجه به سطح c، اندازه ۱۵ با تولرانس مورد نظر تراش می‌خورد.

– اکنون می‌توان با توجه به اندازه ۱۰۸، از پیشانی کار یا ۳۹ از سطح E، کار را برید (که حالت اول بهتر

است).

## خلاصه مطالب مهم



۱- یک اندازه‌گذاری اجرایی کامل، شامل تمام اندازه‌های لازم برای ساخت است ضمن این که چگونگی ساخت هر اندازه، بازرسی و مونتاژ را هم زیر نظر دارد.

۲- برای انجام یک اندازه‌گذاری خوب باید به مبناها و چگونگی بازرسی و کنترل اندازه‌ها توجه داشت.

۳- به‌طور معمول بهتر است که اندازه‌گذاری زنجیری انجام نشود.

۴- بهتر است برای اندازه‌گذاری مخروط، شیب (یا زاویه)، قطر بزرگ و طول داده شود.

۵- باریک‌شدگی مخروط عبارت است از کم شدن ۱ میلی‌متر از قطر به ازاء طول معین.

۶- کالک کاغذی است نیمه شفاف با واکنش عالی در مقابل مرکب نقشه‌کشی و چاپ.

۷- در رسم نقشه‌های معمولی روی کاغذ A۴، A۳ و A۲ گروه قلم‌های ۵/۰، ۳۵/۰ و ۲۵/۰ مناسب هستند.

۸- خط باید توسط رایید با سرعت مناسب و در جهت درست ترسیم شود.

۹- کاغذ کالک در لوله‌های ۲۰ و ۵۰ متری و با پهنای ۹۰ و ۱۱۰ سانتی‌متر در دسترس است.

۱۰- برای پیاده کردن اجزای یک مجموعه، به‌دست آوردن آگاهی‌های مقدماتی لازم است.

۱۱- برای رسم اجزاء از یک ترکیب، باید بهترین نماها را برای آن‌ها در نظر گرفت.

۱- نقشه کش نباید هیچ گونه تغییر یا اصلاحی را با نظر خود انجام دهد (و این یک اصل است که نباید فراموش شود).

## ارزشیابی نظری

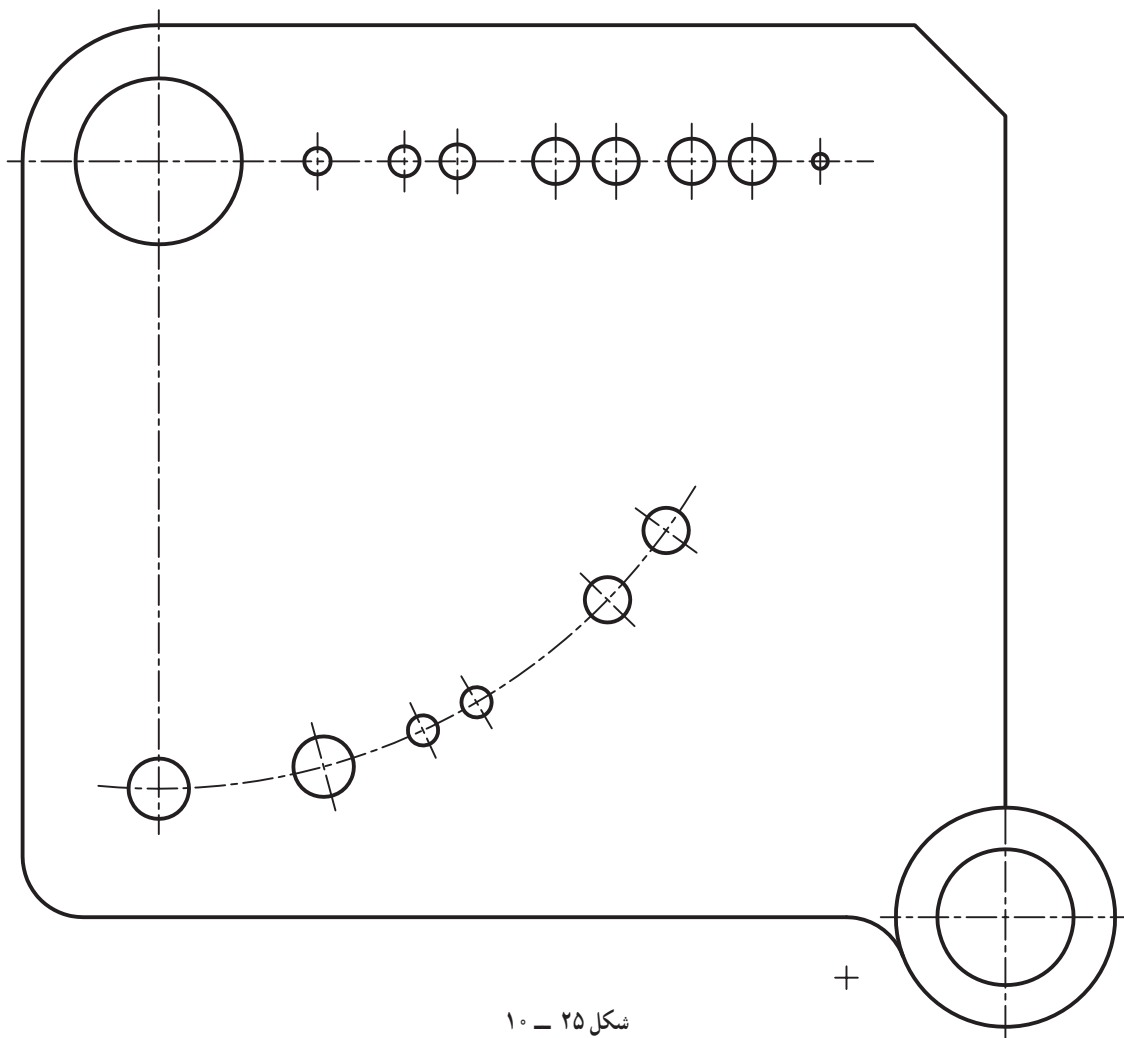


- ۱- اندازه‌گذاری اجرایی چیست؟ آیا می‌توانید آن را تعریف کنید؟
- ۲- رعایت چه نکته‌هایی ما را در انجام یک اندازه‌گذاری خوب اجرایی کمک می‌کند؟
- ۳- با رسم یک شکل دستی، چگونگی توجه به مبنا را در اندازه‌گذاری توضیح دهید.
- ۴- با رسم شکل دستی، چگونگی اندازه‌گذاری خوب روی مخروط را نشان دهید.
- ۵- با رسم شکل دستی، چگونگی اندازه‌گذاری مبنایی را توضیح دهید.
- ۶- برای اندازه‌گذاری پخ‌های کوچک چه می‌کنید؟
- ۷- برای اندازه‌گذاری طول ابتدایی یک میله خم شده از چه روش‌هایی استفاده می‌شود؟
- ۸- کالک چه ویژگی‌هایی دارد؟ ترسیم روی کالک چه مزایایی دارد؟
- ۹- نکات ایمنی در کار با کالک چیست؟
- ۱۰- یک گروه مناسب از قلم‌های رایید برای رسم نقشه‌های ما کدام است؟
- ۱۱- برای به‌دست آوردن بهترین نقشه روی کالک، رعایت چه چیزهایی لازم است؟
- ۱۲- در کار با قلم رایید چه نکته‌هایی باید رعایت شود؟
- ۱۳- اگر خط مرکبی خراب شد، چه می‌توان کرد؟
- ۱۴- به چه دلیل ترسیم قطعات از یک نقشه ترکیبی (در کارهای آموزشی) مهم است؟
- ۱۵- با رعایت چه مواردی، پیاده کردن قطعات بهتر انجام خواهد شد؟
- ۱۶- در پیاده کردن هر قطعه و رسم تصاویر آن چه نکته‌هایی را در نظر دارید؟
- ۱۷- در مورد چگونگی کارکرد مکانیزم‌های داده شده (در شکل‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۹)، دقیقاً توضیح دهید.

## ارزشیابی عملی



- ۱- همه شکل‌های داده شده در متن از ۴-۱۰ تا ۱۴-۱۰ را با دقت روی یک برگ A۳ رسم کنید.
- ۲- شکل ۲۵-۱۰ را اندازه‌گذاری کنید (حتماً قبلاً از «شکل ۲۵-۱۰» کی تهیه و کار روی آن انجام شود).



شکل ۲۵ - ۱۰

۳- تنها با توجه به شکل ۱۶-۱۰، قطعات ۱ و ۲ را پیاده و اندازه گذاری کنید. آنگاه برای بازرسی درستی کار خود، به شکل های ۱۷-۱۰ و ۱۸-۱۰ نگاه کنید. توجه داشته باشید که در هر مورد دو نمای روبه رو و افقی کافی است و نقشه نیاز به اندازه گذاری ندارد.

۴- تنها با توجه به شکل ۱۹-۱۰، اجزای ۱، ۲، ۳ و ۷ را رسم و اندازه گذاری کنید. توجه کنید که برای هر قطعه دو نمای روبه رو و افقی کافی است. نقشه ها نیاز به اندازه گذاری ندارند.

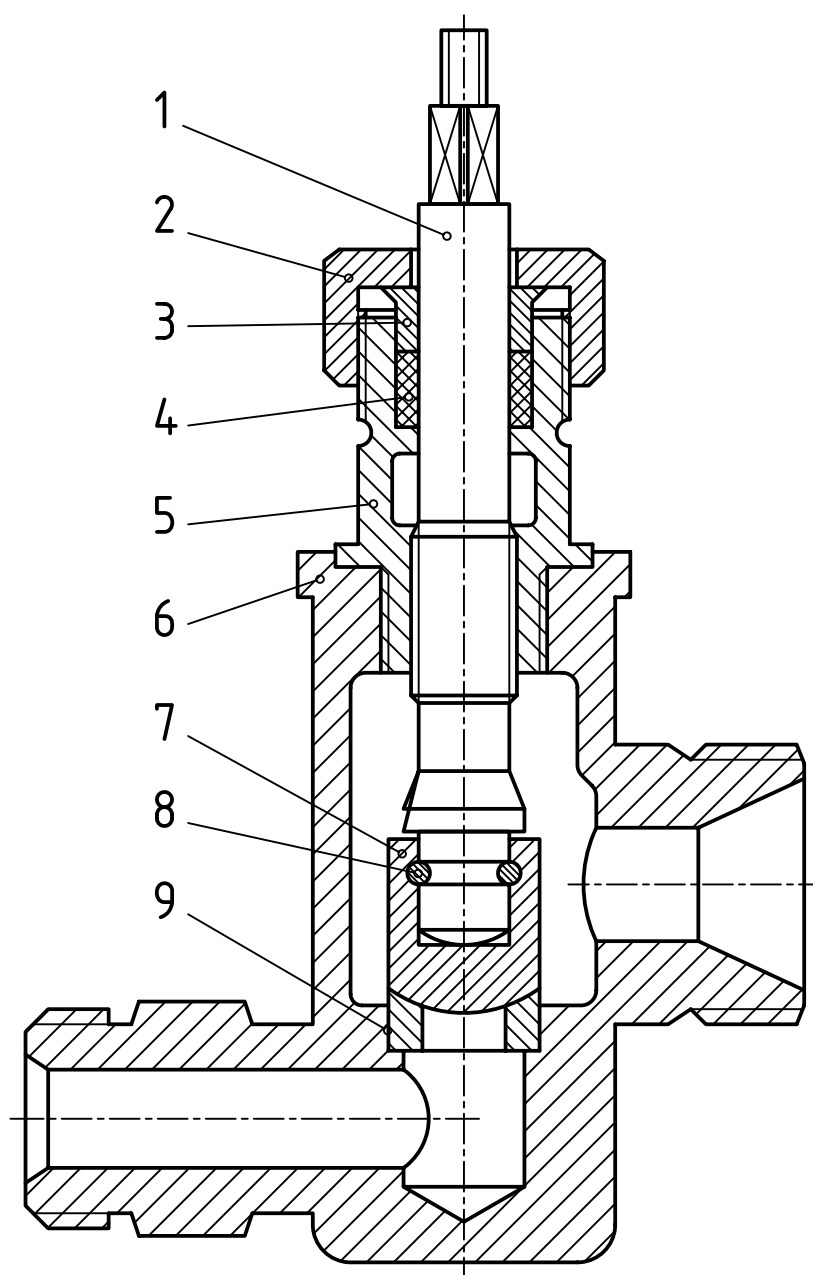
۵- شکل ۲۶-۱۰ مربوط به یک شیر آب است. کلیه قطعات را به صورت دستی و تنها در یک نما و با اندازه تقریبی، به ترتیب زیر و بدون اندازه گذاری رسم کنید:

– قطعه ۱ به صورت افقی.

– قطعه های ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۹ در یک نما، نیم برش.

– قطعه ۶ در یک نما، برش کامل.

بدیهی است که مقاطع دندانده شده باید با دقت بررسی شوند.



شکل ۲۶ - ۱۰

۶- از مکانیزم مفصلی، خواسته‌های زیر را انجام دهید.

— قطعه ۱ در دو نما، از جلو، نیم‌پرش، از بالا.

— قطعه ۲ در سه نما، از جلو، نیم‌پرش، از بالا نیم نما، از چپ، نیم‌پرش.

— قطعه ۳ در یک نما، فولاد، اندازه‌گذاری کامل و رسم جدول ترکیبی.

توجه: قطعات ۱ و ۲ از چدن هستند.





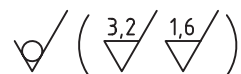
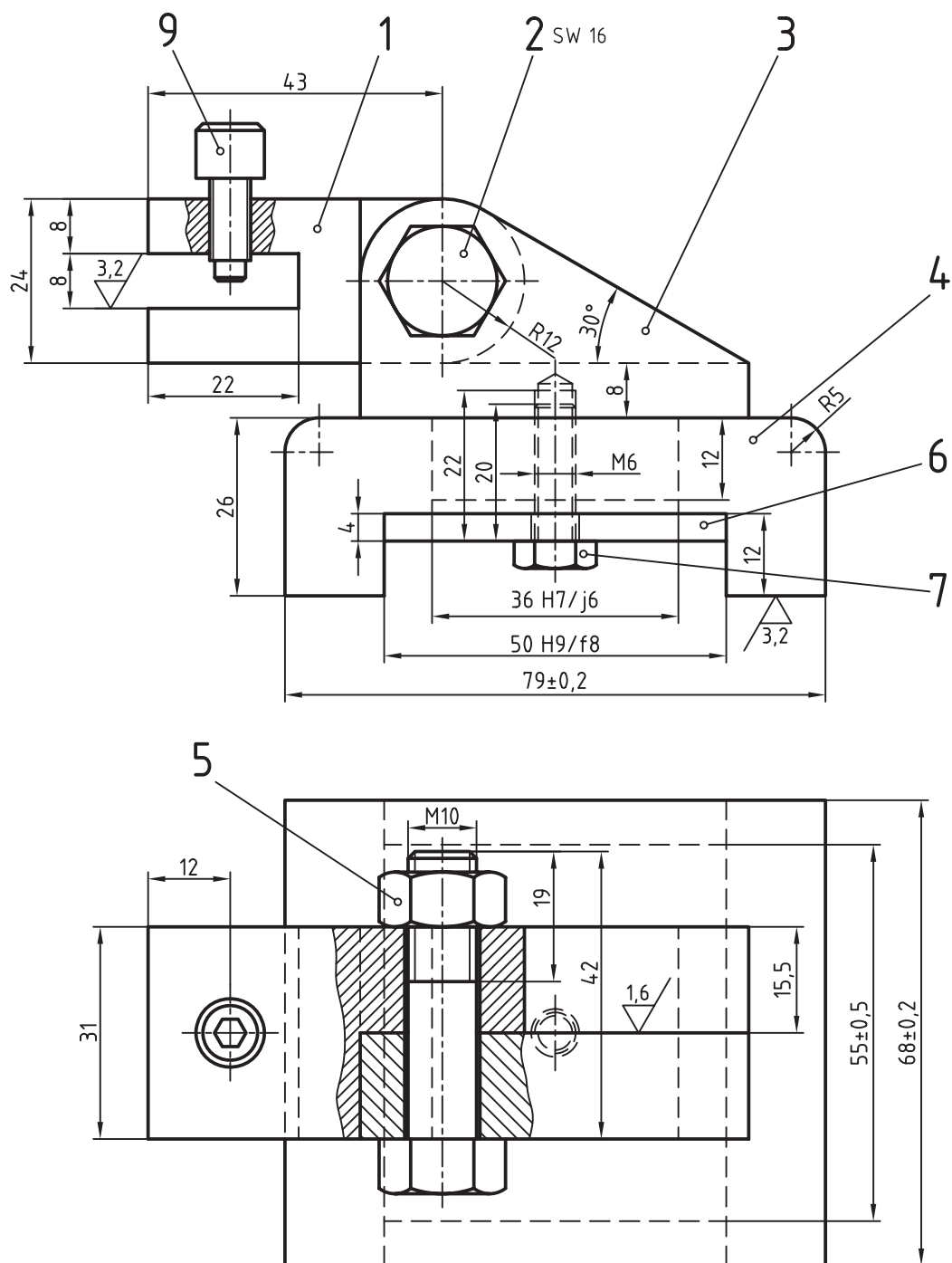
۷- از مکانیزم نگهدارنده کارهای زیر را انجام دهید. مقیاس ۱: ۲ (شکل ۲۸-۱۰).

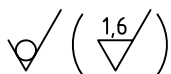
— قطعه ۱ در سه نما با برش موضعی در نمای رو به رو.

— قطعه ۳ در سه نما با برش موضعی در نمای رو به رو.

— قطعه ۴ در دو نما، از جلو نیم برش، از بالا.

توجه شود که کلیه کارها باید روی کاغذ کالک و با مرکب رسم و اندازه گذاری شود.



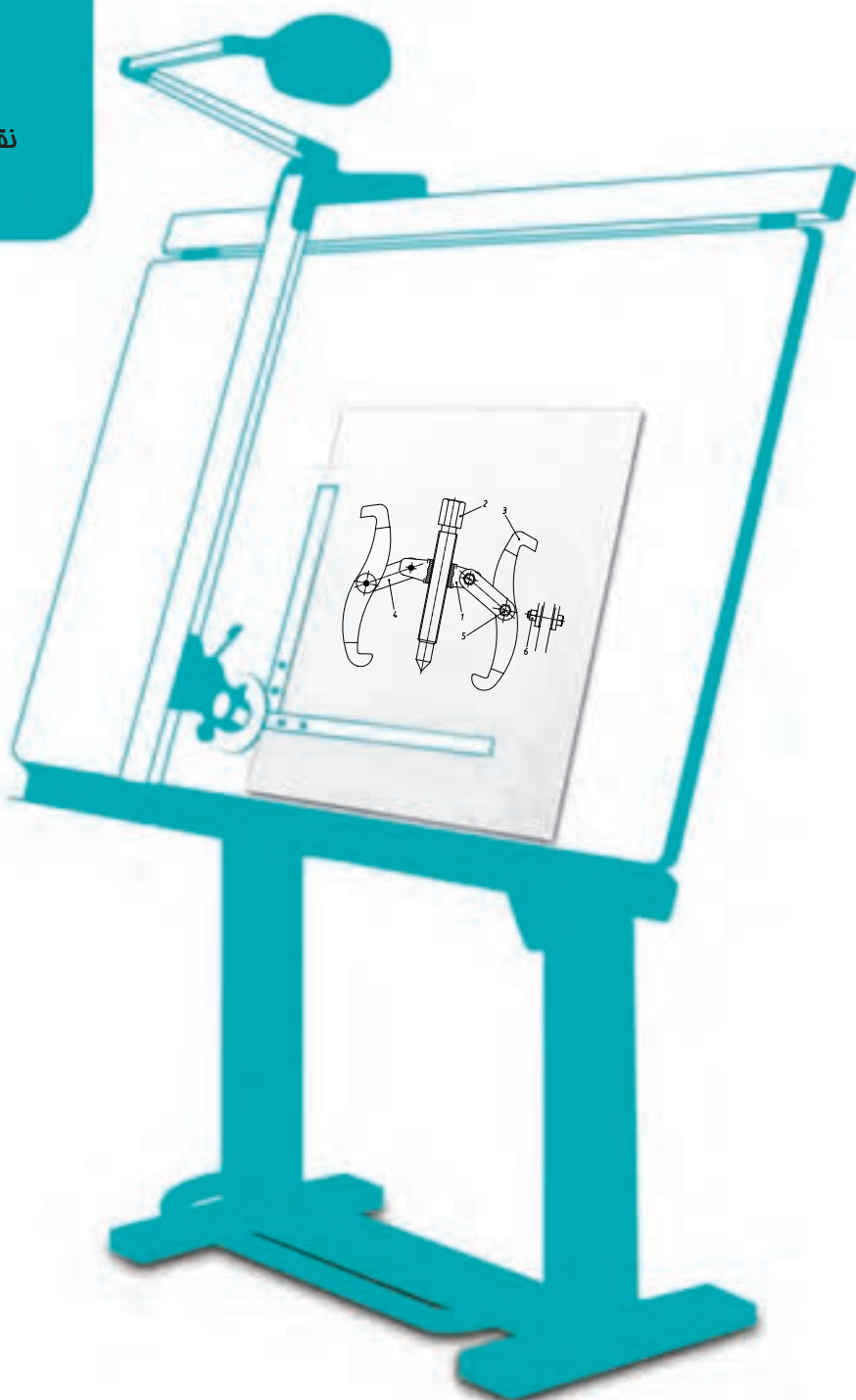
[illegible]

برای آن خواسته‌های زیر را انجام دهید :

- شماره ۱، در یک نما نیم برش، مقیاس ۱ : ۲.
  - شماره ۲، دو نما از جلو نیم برش، از بالا کامل، مقیاس ۱ : ۱.
  - شماره ۵، دو نما، از جلو نیم برش، از بالا، مقیاس ۱ : ۱.
  - شماره ۶، یک نما.
- همه کارها روی کالک با اندازه‌گذاری کامل، نمایش تولرانس‌ها و انطباقات و پرداخت‌ها.

# فصل یازدهم نقشه انفجاری و اجرایی

نقشه انفجاری نقش بزرگی در طراحی،  
تعمیرات و مونتاژ دارد.



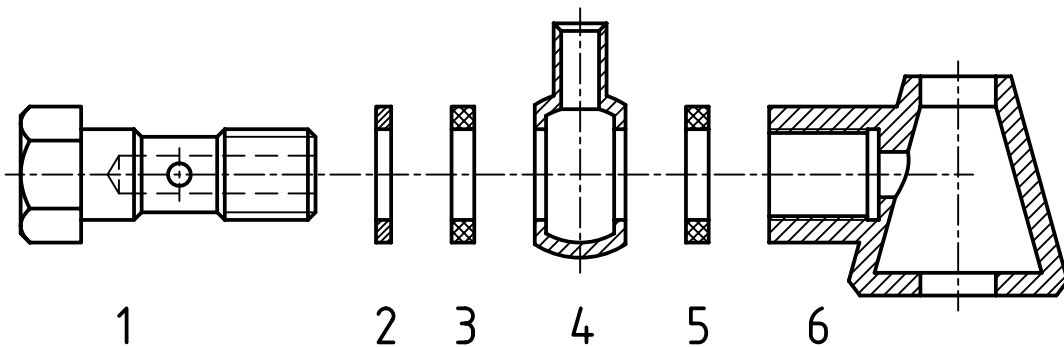
### نقشه انفجاری<sup>۱</sup> و اجرایی

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می‌تواند :

- ۱- نقشه باز شده (انفجاری) را معرفی کند.
- ۲- کاربرد نقشه باز شده را بیان کند.
- ۳- چگونگی رسم نقشه انفجاری را توضیح دهد.
- ۴- نقشه باز شده را رسم کند.
- ۵- نقشه اجرایی یک مجموعه را رسم کند.

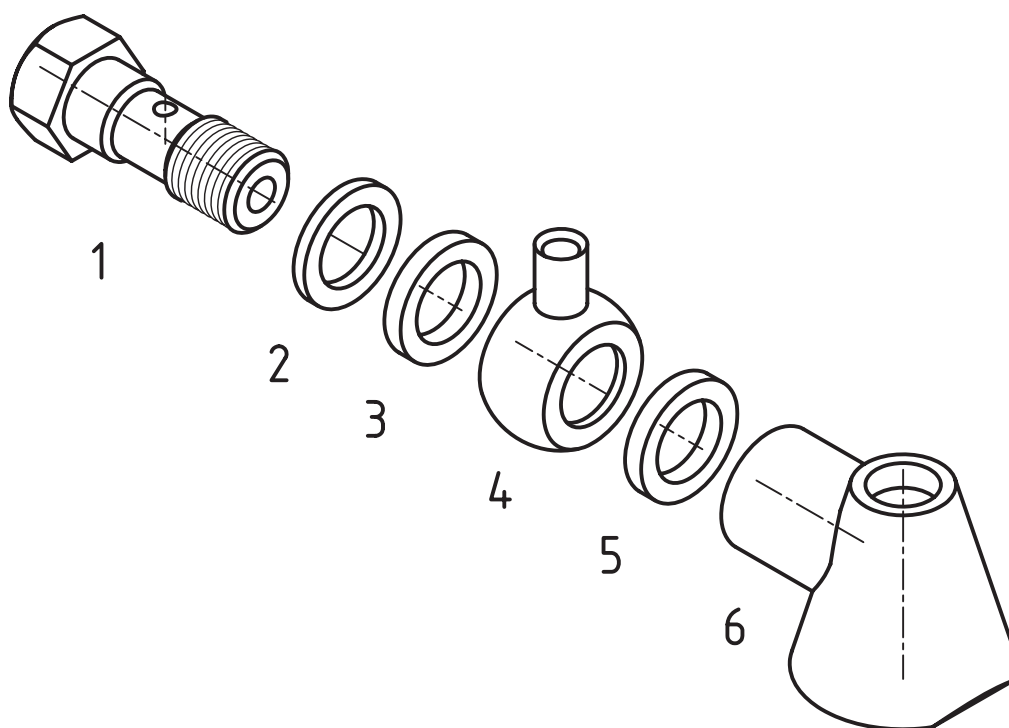
#### ۱۱-۱- نقشه انفجاری

این نقشه در حقیقت از یک نقشه ترکیبی حاصل می‌شود. به این ترتیب که تکه‌های باز شده، دو بعدی یا سه بعدی به گونه‌ای رسم شوند که ارتباط کلی همه اجزا دیده شود. در شکل ۱۱-۱ یک نمونه دو بعدی و در شکل ۱۱-۲ یک نمونه سه بعدی دیده می‌شود.



شکل ۱- ۱۱

۱- نقشه انفجاری Drawing Assembly Exploded ، اصطلاحی متداول است، اما می‌توان به آن «نقشه باز شده» هم گفت.



شکل ۲- ۱۱

## ۱۱-۲- تعریف

به گفته‌ای کوتاه، نقشه انفجاری، نقشه‌ای است که یک مجموعه را به صورت باز شده (دو بعدی یا سه بعدی) معرفی کند.

## ۱۱-۳- کاربرد

از این نقشه‌ها به گونه‌ای گسترده، در زمینه‌های صنعتی و غیر آن استفاده می‌شود<sup>۱</sup> که طراحی، برنامه‌ریزی، تعمیرات، سرویس و ساخت از آن جمله‌اند.

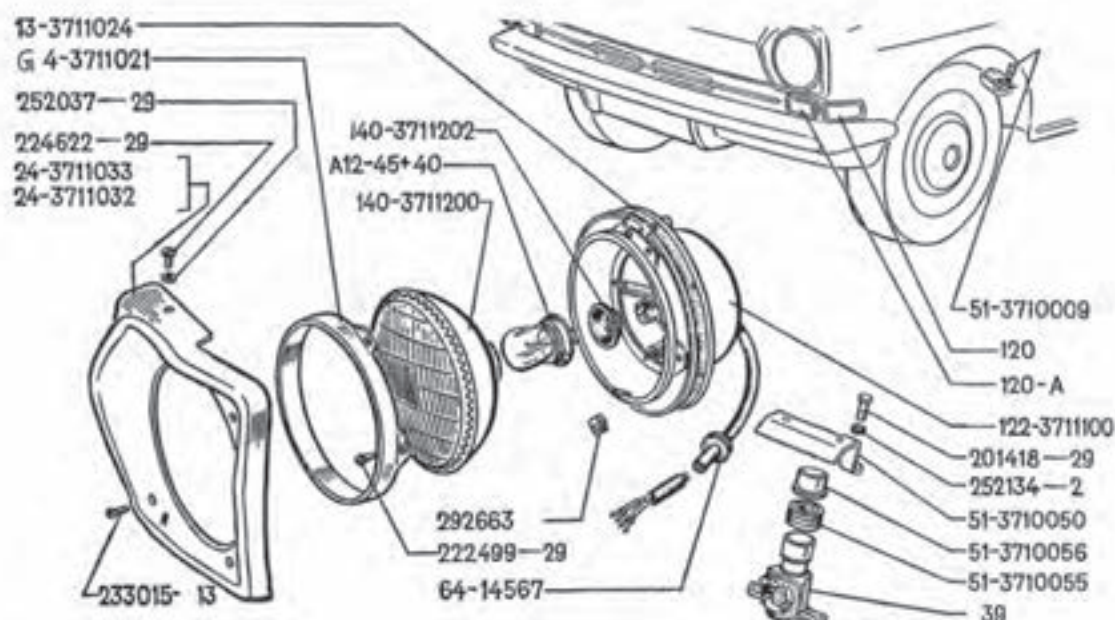
**۱۱-۳-۱- طراحی:** گرچه نقشه اصلی در طراحی، ترکیبی است ولی یک نقشه سه بعدی باز شده هم می‌تواند بیانگر بسیاری از مطالب باشد به گونه‌ای که در بیشتر موارد، انفجاری پس از نقشه ترکیبی، در مجموعه نقشه‌ها قرار می‌گیرد. البته جدول ترکیبی برای آن هم در نظر گرفته می‌شود. امروزه طراحی اولیه به صورت سه بعدی هم انجام می‌شود.

**۱۱-۳-۲- برنامه‌ریزی:** به دلیل آن که کلیه دست‌اندرکاران در یک پروژه، مانند افرادی که در برنامه‌ریزی‌ها شرکت دارند با نقشه خوانی به خوبی آشنا نیستند، باز شده سه بعدی می‌تواند در بالا بردن درک آن‌ها نسبت به پروژه کاملاً مؤثر باشد و از بسیاری اشتباهات جلوگیری کند<sup>۲</sup>.

**۱۱-۳-۳- تعمیرات:** به این دلیل که بسیاری از تعمیرکاران با نقشه خوانی آشنا نیستند، یک نقشه انفجاری می‌تواند به آن‌ها در چگونگی باز کردن یک وسیله و سپس بستن آن کمک کند. در این راستا حتی دیده می‌شود که کاتالوگ تعمیراتی خیلی از وسایل و دستگاه‌ها به صورت سه بعدی تنظیم می‌شود. شکل ۱۱-۳ مربوط به یک چراغ است.

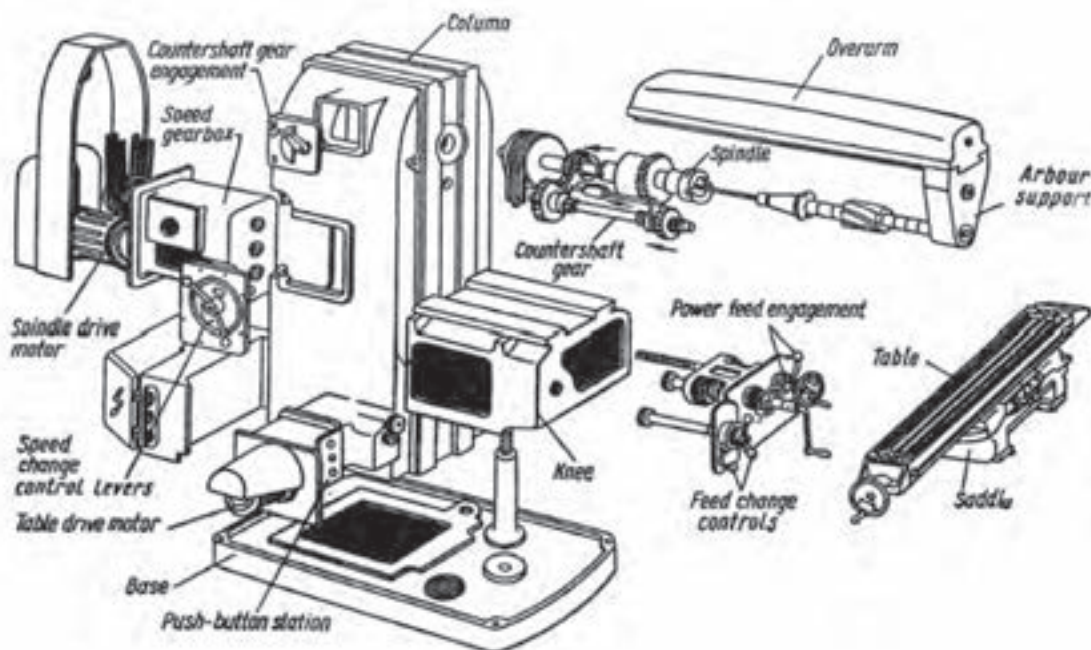
۱- به ویژه با توانایی رایانه‌ای در ترسیم این نماها، نقش آن بر رنگ‌تر هم شده است.

۲- این نقشه شدیداً مورد درخواست است به ویژه در مواردی که قطعات پیچیده و مشکل باشند



شکل ۳- ۱۱- چراغ

همان گونه که دیده می شود یک تعمیرکار می تواند طبق آن، تکه معیوب را تعویض نماید<sup>۱</sup>. البته انفجاری می تواند مربوط به مجموعه های اصلی یا فرعی دستگاه های پیچیده هم باشد. شکل ۴- ۱۱ نمونه ای را معرفی می کند که در آن هر مجموعه، می تواند خود دارای یک شماره باشد<sup>۲</sup>.



شکل ۴- ۱۱- مجموعه های اصلی یک ماشین فرز

۱- کاتالوگ های تعمیراتی خودروهای سبک، عمدتاً بر این اساس هستند و این موضوع تازه ای نیست.

۲- البته در این مورد به دلیل نوشته شدن نام هر مجموعه، نیازی به نوشتن شماره نبوده است.

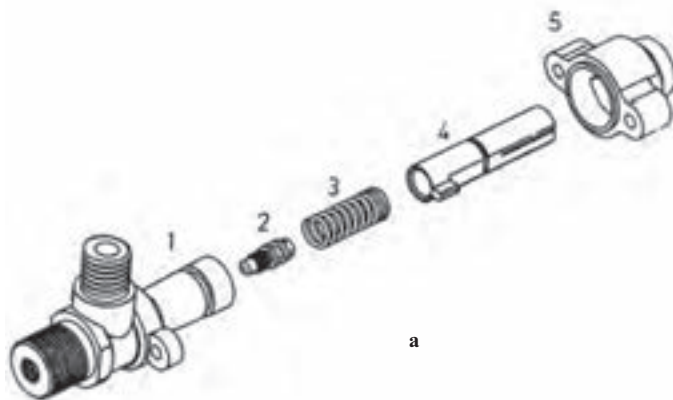
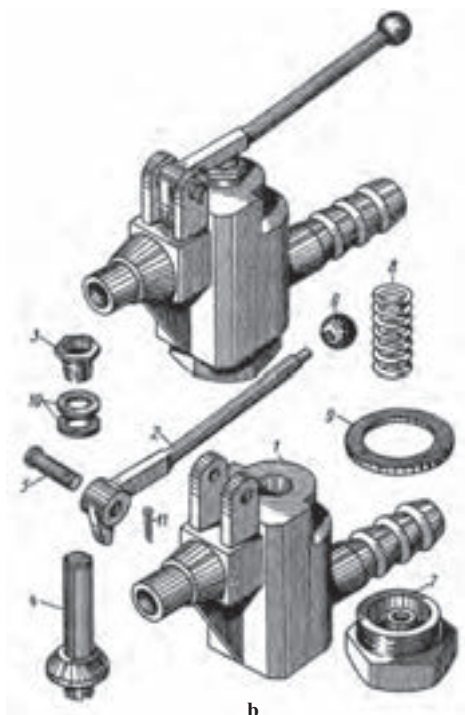




۴-۳-۱۱- سرویس : امروزه بسیاری از لوازم صنعتی، اداری، خانگی و... این نقشه را به همراه دارند. به عبارت دیگر سازنده برای سرویس و نگهداری، بخش هایی را به عهده مصرف کننده می گذارد. شکل ۵-۱۱ مربوط به یک جاروی شارژی دستی است. به این ترتیب دیده می شود که کاربر مجاز است که بخش هایی را مرتباً باز کرده، سرویس یا تمیز نماید و دوباره ببندد.

۵-۳-۱۱- ساخت : بسیاری از نقشه های دوبعدی آن قدر پیچیده و مشکل هستند که سازنده، هر چه در نقشه خوانی توانا باشد، یا به درستی آن را درک نمی کند و یا از ادراکات خود مطمئن نیست. پس ناگزیر به این نقشه نیاز دارد. در موارد ساده تر هم وجود چنین نقشه ای ایجاد اطمینان می کند. شکل ۶-۱۱ نمونه هایی را معرفی می کند.

شکل ۵-۱۱- باز کردن و سرویس یک جاروی شارژی



شکل ۶-۱۱- مغزی شیر گاز a- شیر تخلیه b

## ۴-۱۱- چگونگی ارائه انفجاری

باز کردن یک مجموعه به صورت دوبعدی یا سه بعدی باید با نظم و ترتیب خاصی انجام شود، به گونه ای که طبق آن بتوان مجموعه را دوباره سوار نمود. در هر حال نکته های زیر می توانند در ترسیم درست یک نقشه انفجاری راهنما باشند:

(الف) برای هر قطعه، شکل حقیقی آن در نظر گرفته می شود.

(ب) می توان از رسم اجزای تکراری خودداری کرد.

(پ) هر قطعه با شماره خود مشخص می شود (برای اجزای تکراری تنها یک شماره کافی است).

(ت) معمولاً شماره در کنار قطعه و بدون خط رابط و هیچ گونه اضافه دیگر نوشته می شود.

(ث) شماره با خط اصلی نوشته می شود.

(ج) کاربرد برش هم در این نماها ممکن است.

(چ) گرچه بیشتر نماهای ایزومتریک به کار می رود ولی دیگر تصاویر مجسم هم ممکن است.

(ح) این نقشه معمولاً اندازه گذاری نمی شود (گرچه اندازه گذاری آن هم اشکالی ندارد). در شکل ۷-۱۱ نمونه ای را ببینید.

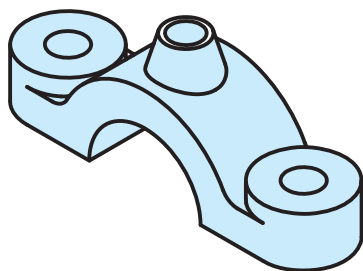
(خ) نقشه های انفجاری عمدتاً به صورت سه بعدی رسم می شوند.

(د) همه اجزا باید در شرایط تصویری یکسان قرار گیرند.

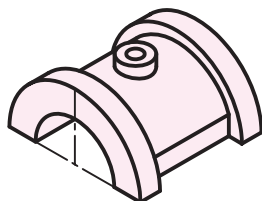
(ذ) در صورت شلوغی نقشه، ممکن است برای شماره خط ارتباط هم گذاشته شود.

(ر) استفاده از سایه شکل را قوی تر می کند.

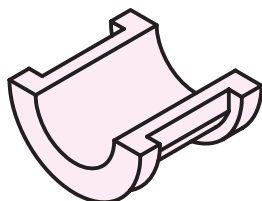
(ز) تصاویر در انفجاری جدا از هم هستند ولی به دلیل کمبود جا ممکن است تا حدی یکدیگر را پوشش دهند.<sup>۱</sup> به نمونه ای دیگر در شکل ۸-۱۱ توجه کنید.



1



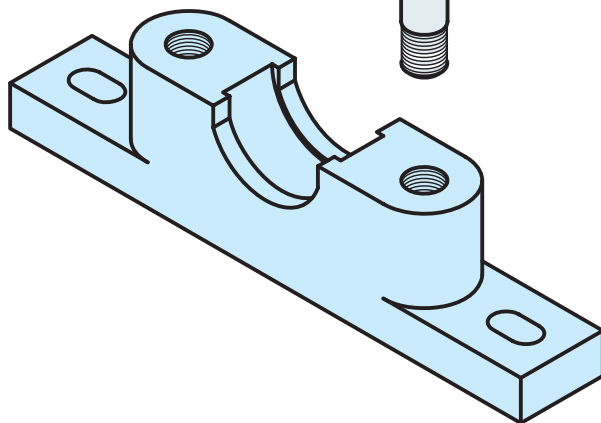
2



3

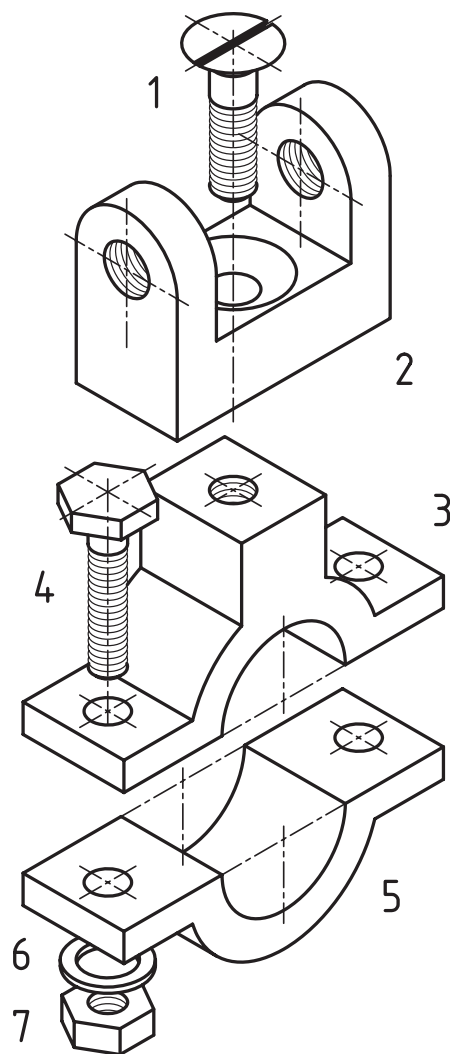


4



5

شکل ۷-۱۱- یاتاقان چدنی



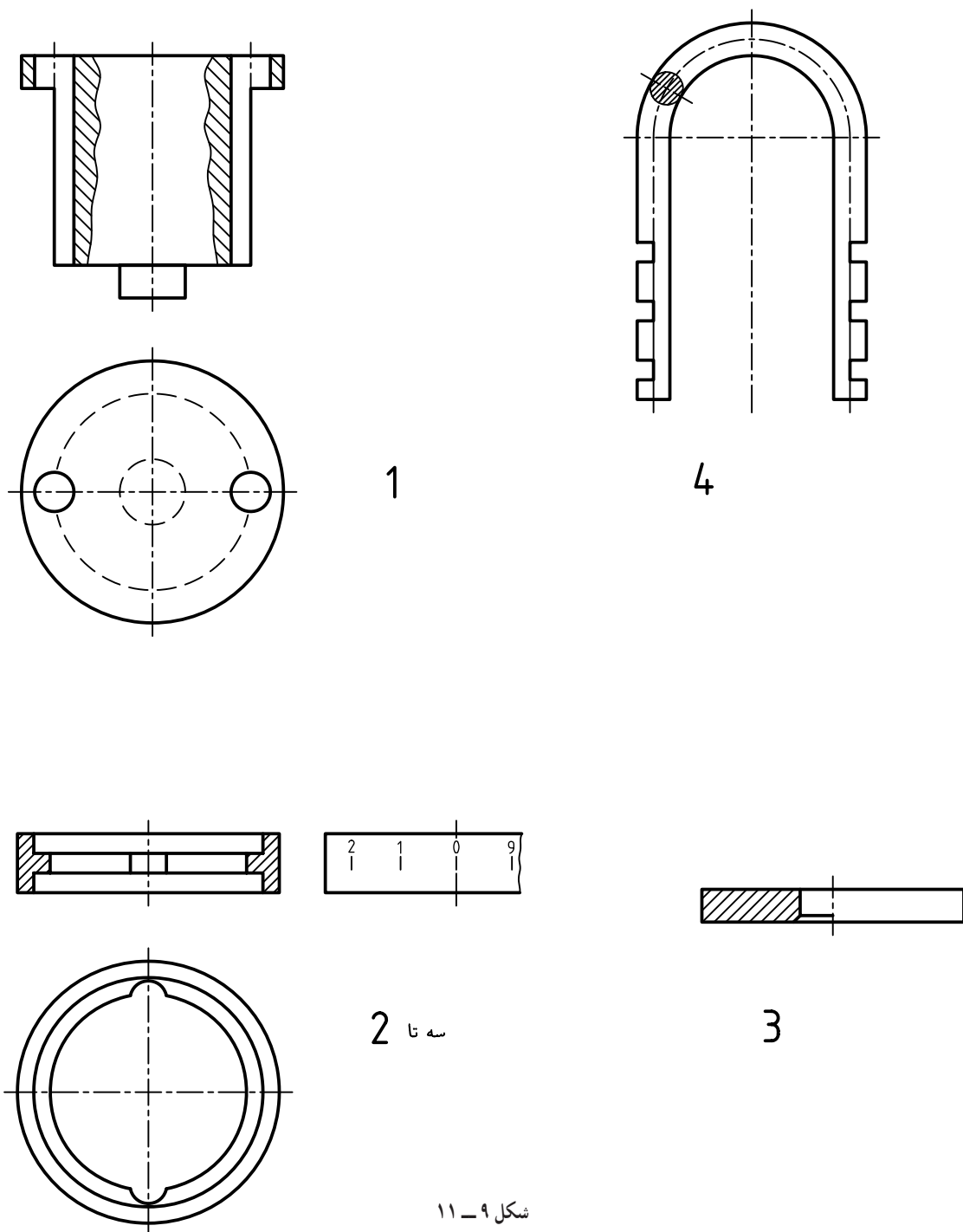
					7	فولاد	مهبره	2
					6	فولاد	واشر	2
					5	چدن	پایه	1
					4	فولاد	پیچ	2
					3	چدن	درپوش	1
					2	چدن	دو شاخه	1
					1	فولاد	پیچ	1
تعداد	نام	جنس	شماره	مشخصات	کاغذ			

	یاتاقان	نام:		تاریخ		نام	
							طراح
							رسم
							بازبین
							تصویب
							کد:
							کاغذ:
							شماره:

در اینجا همه نکته‌های گفته شده رعایت شده است.<sup>۱</sup> اجرای هر مورد جز آنچه که گفته شده است، درست نیست. این نقشه هم الزاماً باید دارای جدول مرکب باشد (که همان جدول داده شده برای نقشه ترکیبی است).

## ۱۱-۵- چگونگی ترسیم

اجزای یک قفل رمزی در شکل ۱۱-۹ داده شده است.



شکل ۱۱-۹

۱- دیده می‌شود که برخی از تکه‌ها به دلیل کمبود جا، بخش‌هایی از تکه‌های دیگر را پوشانده‌اند، این کار هم در نقشه‌های انفجاری اشکالی ندارد.

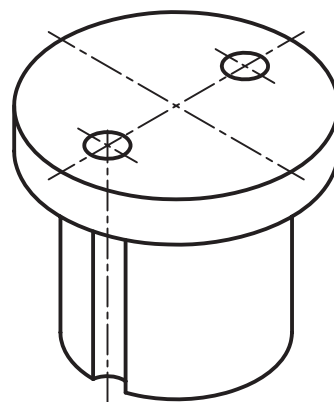
هدف، رسم نقشه باز شده آن است. به چگونگی انجام کار توجه کنید.

۱- ابتدا روش کار را انتخاب می‌کنیم. برای نمونه، آن را ایزومتریک در نظر می‌گیریم.

۲- قطعه اصلی مجموعه یعنی بدنه (پایه یا...) را در بهترین شرایط قرار می‌دهیم (شکل ۱۰-۱۱).

۳- اکنون با انتخاب جزئی دیگر، سه بعدی آن را اضافه می‌کنیم (شکل ۱۱-۱۱).

۴- کار را ادامه می‌دهیم و همه اجزا را یکی در پی رسم می‌کنیم (شکل ۱۲-۱۱).



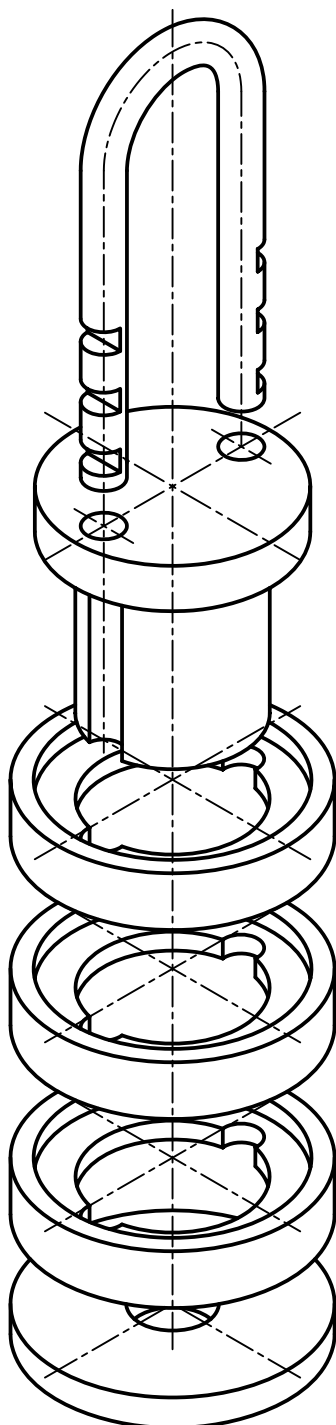
شکل ۱۰-۱۱

4

1

2

3



شکل ۱۲-۱۱

4

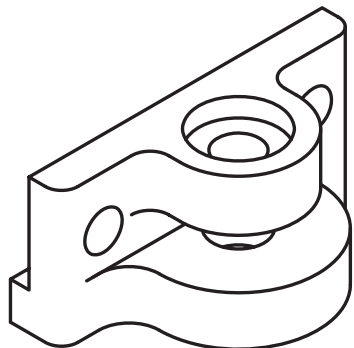
1

شکل ۱۱-۱۱

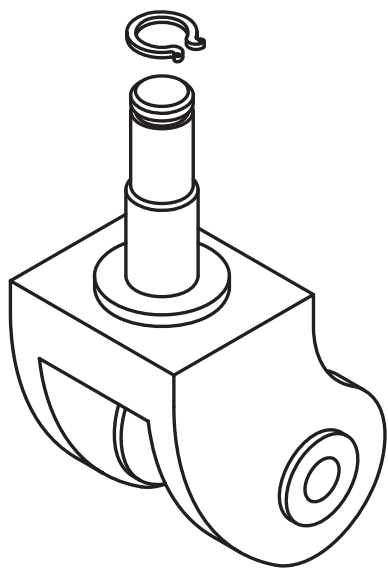
دیده می‌شود که خط‌های محور راهنماهای خوبی برای مونتاز هستند. با نوشتن شماره‌ها در جای مناسب، نقشه تکمیل شده است. توجه به چند نکته ضروری است:

۱- در صورتی که جای کافی برای رسم کاملاً مجزای هر جزء نباشد، ممکن است برخی از آن‌ها تا حدودی با اجزای دیگر پوشیده شوند. به همین جهت دیده می‌شود که برخی از اجزا با سایر قطعات تداخل تصویری دارند.

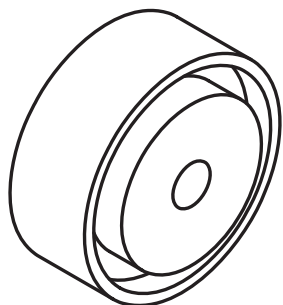
۲- ممکن است نتوانیم تخمین مناسبی از فاصله‌ها داشته باشیم. در این صورت، می‌توان هر قطعه را به طور جداگانه روی یک برگ رسم کرد. سپس آن‌ها را با چیدمانی مناسب روی میز قرار داد<sup>۱</sup>. آن‌گاه با گذاشتن کالک روی آن‌ها، نقشه را مرکبی کرد. شکل ۱۱-۱۳، ترسیمات روی برگه‌ها را معرفی می‌کند.



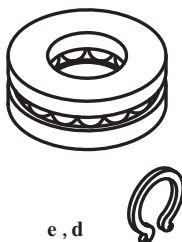
a



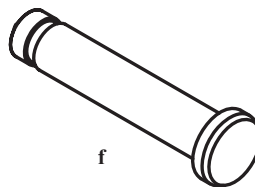
b



c



e, d

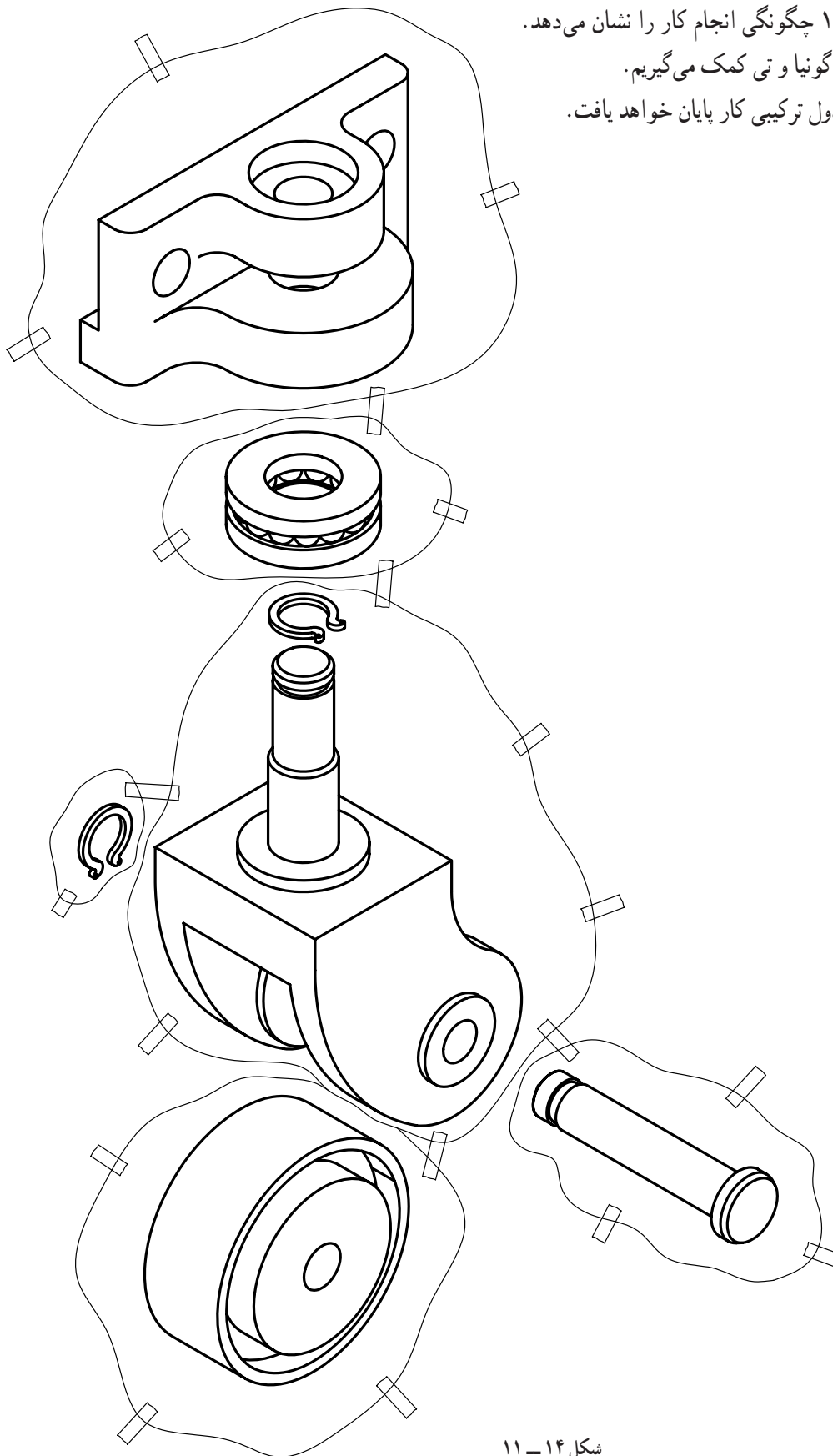


f

شکل ۱۱-۱۳

۱- اضافه‌ها را با قیچی می‌بریم و تصویر مورد نظر را روی میز قرار داده، می‌چسبانیم. این کار باید در شرایط مناسب و با در نظر گرفتن محورها انجام پذیرد.

شکل ۱۱-۱۴ چگونگی انجام کار را نشان می‌دهد.  
در تنظیم شکل‌ها از گونیا و تی‌کمک می‌گیریم.  
با افزودن جدول ترکیبی کار پایان خواهد یافت.



شکل ۱۱-۱۴

## ۶-۱۱- نقشه اجرایی

نقشه‌ای است که برای تولید ارائه می‌شود. این نقشه باید هیچ‌گونه اشکالی نداشته باشد. به عبارت دیگر باید پاسخ‌گوی تمام نیازهای ساخت، کنترل کیفیت و مونتاژ باشد.

۶-۱۱-۱- چگونگی ارائه : آنچه که از دفتر نقشه‌کشی ارائه می‌شود می‌تواند شامل موارد زیر باشد :

۱- نقشه ترکیبی به همراه جدول ترکیبی، روی یک برگه.

۲- نقشه انفجاری به همراه جدول ترکیبی، روی یک برگه.

۳- نقشه ساده‌تک تک قطعات (غیراستاندارد) به همراه جدول ساده، هر کدام روی یک برگه.

۴- نقشه‌های کنترل کیفیت.

نیاز به یادآوری است که نقشه‌های ساده باید شامل تمام نیازهای ساخت مانند اندازه‌ها، پرداخت‌ها، تolerانس‌ها، انطباقات، مراحل سخت‌کاری و ... باشند. ضمناً نقشه‌های کنترل کیفیت، شامل تolerانس‌های هندسی هم خواهند بود<sup>۱</sup>.

در شکل‌های ۱۵-۱۱ تا ۲۲-۱۱ یک نقشه تقریباً اجرایی داده شده که مربوط به یک پولی‌کش است و بر روی هم در ۸ برگ تنظیم و کلاسه خواهد شد.

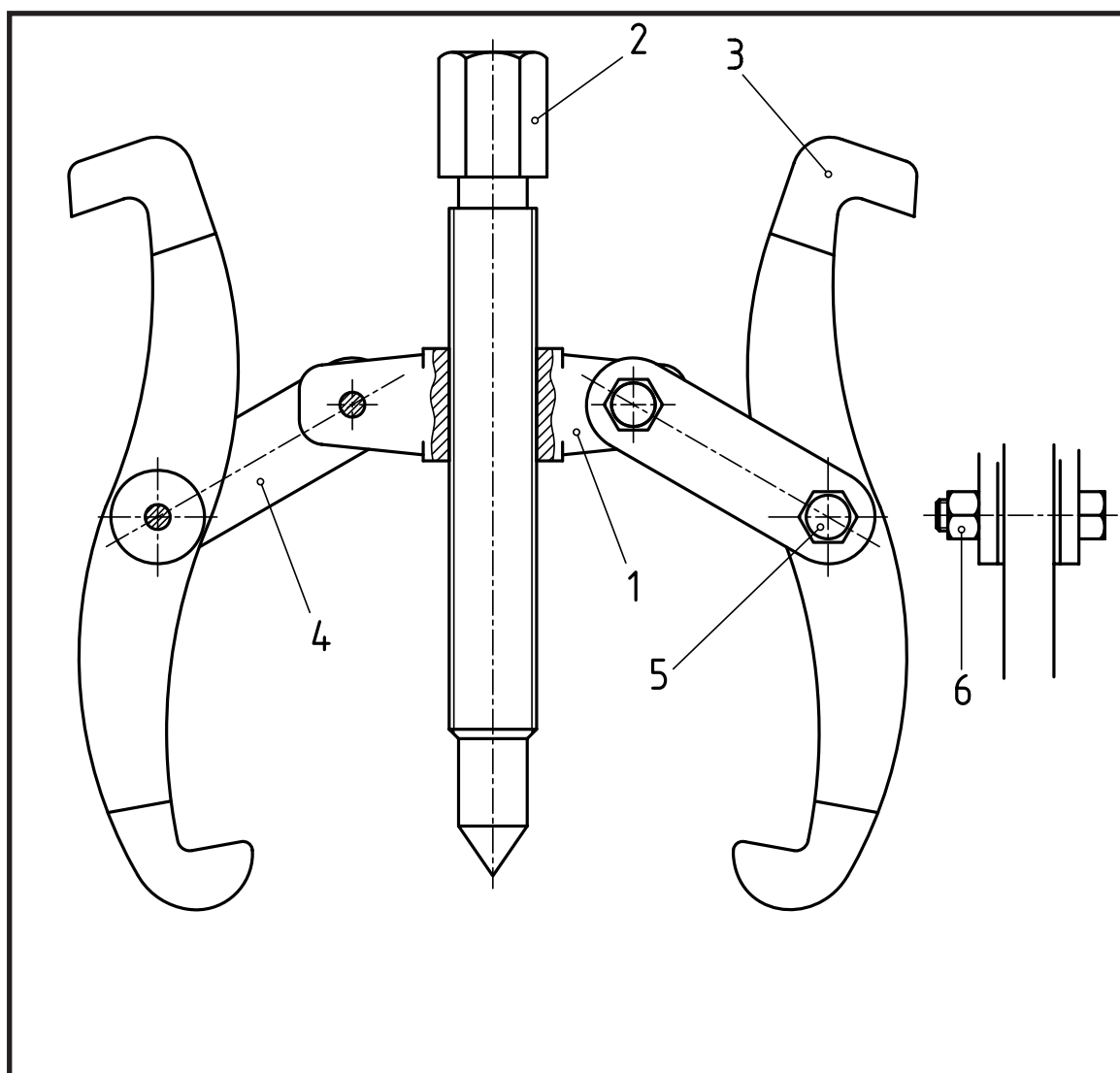
این مجموعه به دلایل گوناگون و پس از زمان لازم، ممکن است به دفتر نقشه‌کشی بازگشت داده شود و افزودن موارد دیگری خواسته شود<sup>۲</sup>. ضمناً برگه‌های شماره ۷ و ۸ مربوط به کنترل کیفیت است که می‌تواند خیلی مفصل تر هم باشد.

---

۱- گرچه در خیلی از موارد، تolerانس‌های هندسی را نیز روی نقشه‌های ساده کارگاهی می‌گذارند که البته با نظر قسمت طراحی است. ولی بهتر است آن‌ها تنها در نقشه‌های کنترل کیفیت داده شوند.

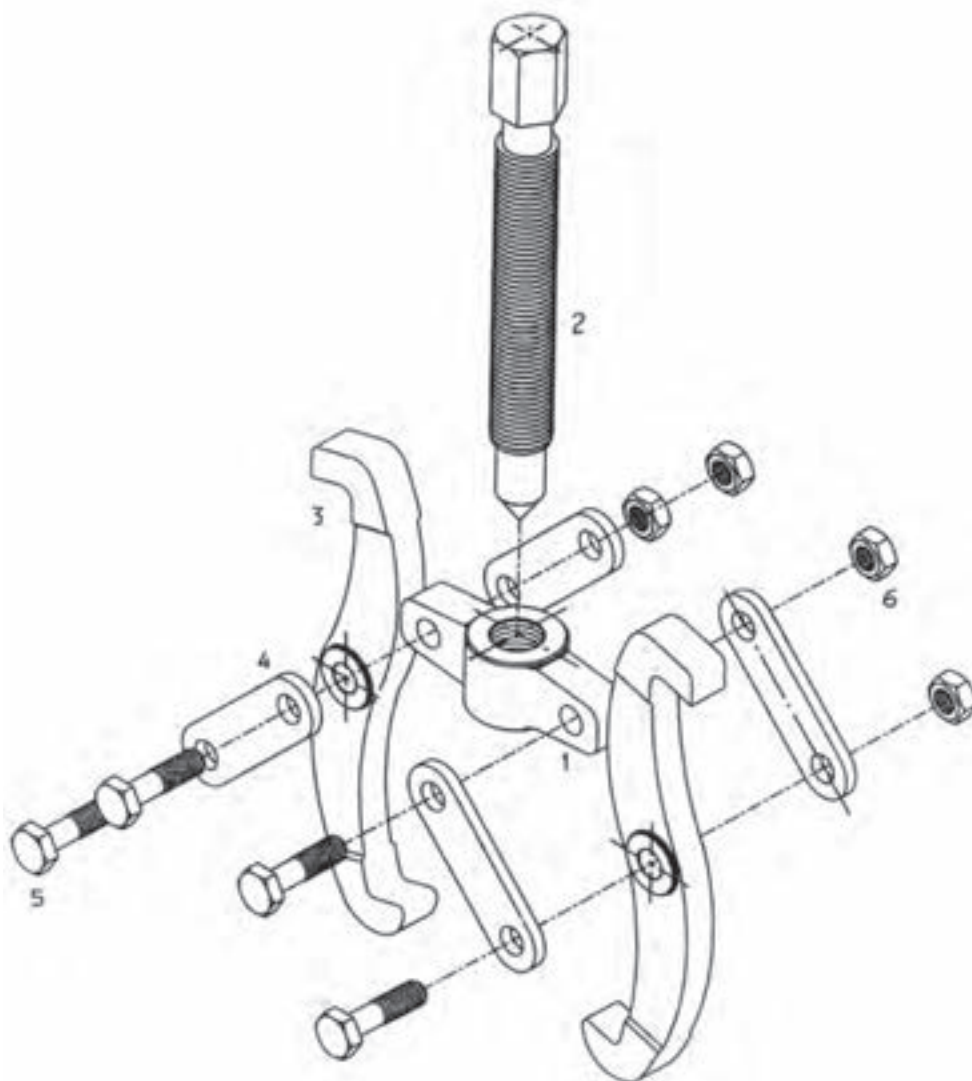
۲- این موارد ممکن است شامل اصلاحات جدید، تغییرات، نقشه‌های مراحل کار، نقشه مدل و ... باشد که از بحث ما خارج است. در صورت نیاز استادان محترم توضیح بیشتر خواهند داد.



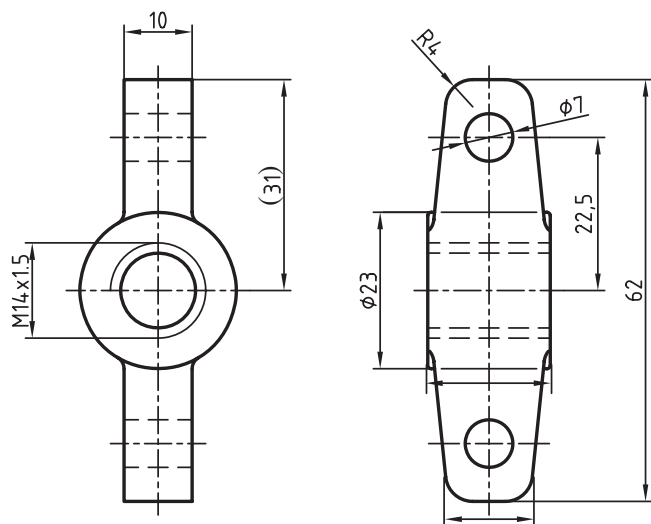


			2	DIN 125 A	6		فولاد	مهره	4
			8	M6 x 22	5		فولاد	پیچ	4
A4			15		4		فولاد فورز	رابط	4
A4			120		3		فولاد فورز	فک	2
A4			130		2		فولاد	پیچ اصلی	1
A4			60		1		فولاد فورز	بدنه	1
کاغذ			وزن	مشخصات	شماره		جنس	نام	تعداد

نام: _____ تاریخ: _____ نام: _____ تاریخ: _____ نام: _____ تاریخ: _____ نام: _____ تاریخ: _____	طراح	پوئی کش دوفکه ۱۱-۱۵	نویسنده
	رسم		چک
	بازبین		مقیاس
	تصویب		1 : 2
	کد:		سازنده:
کاغذ:	A3		
شماره:	1		



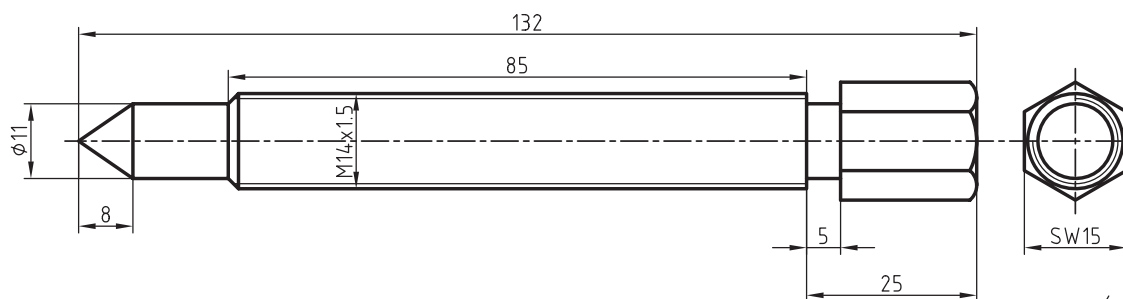
			2	DIN 125 A	6		فولاد	مهره	4
			8	M6 x 22	5		فولاد	پیچ	4
A4			15		4		فولاد فورز	رابط	4
A4			120		3		فولاد فورز	فک	2
A4			130		2		فولاد	پیچ اصلی	1
A4			60		1		فولاد فورز	بدنه	1
کاغذ			وزن	مشخصات	شماره		جنس	نام	تعداد



1 ✓

نام	تاریخ	نام:	تولرانس	ISO 2768-m
طراح		بدنه	جنس	فولاد فورز
رسم				
بازبین				
تصویب			مقیاس	1 : 1
کد:	P010001	سفارش:	سازنده:	
کاغذ:	A4			
شماره:	1			

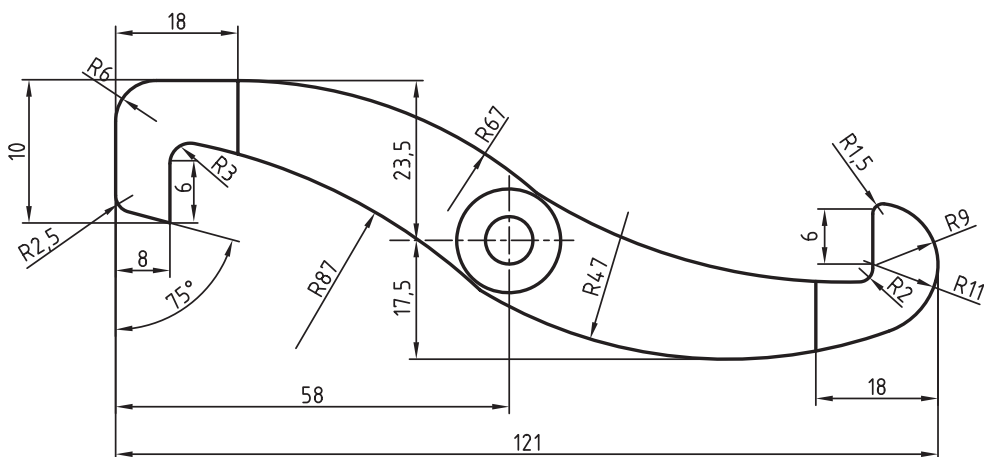
شکل ۱۷ - ۱۱



2 ✓

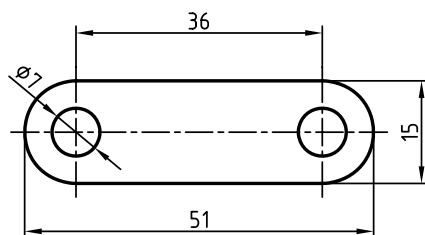
نام	تاریخ	نام:	تولرانس	ISO 2768-m
طراح		پیچ اصلی	جنس	فولاد
رسم				
بازبین				
تصویب			مقیاس	1 : 1
کد:	P010002	سفارش:	سازنده:	
کاغذ:	A4			
شماره:	4			

شکل ۱۸ - ۱۱



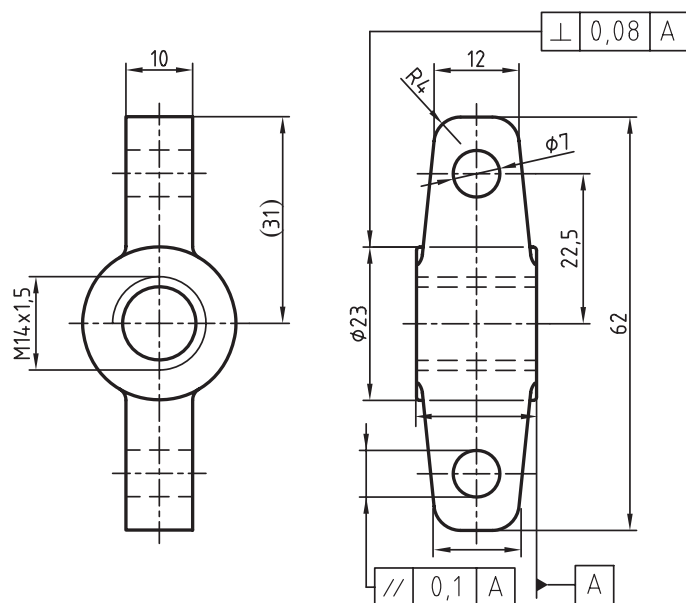
نام:	تاریخ	نام	طراح
فک			رسم
			بازبین
			تصویب
ISO 2768-m	نولرانس	جنس	مقیاس
			1 : 1
سازنده:	سفارش:	کد: P010003	کاغذ: A4
			شماره: 5

شکل ۱۹ - ۱۱



نام:	تاریخ	نام	طراح
رابط			رسم
			بازبین
			تصویب
ISO 2768-m	نولرانس	جنس	مقیاس
			1 : 1
سازنده:	سفارش:	کد: P010004	کاغذ: A4
			شماره: 6

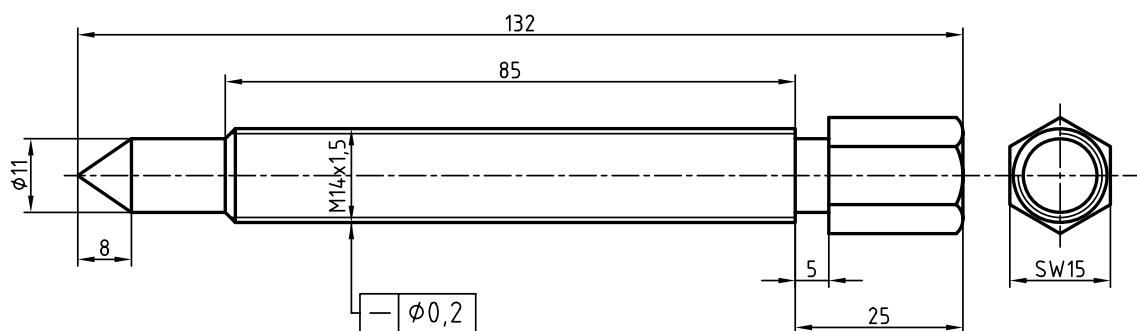
شکل ۲۰ - ۱۱



1 ✓

طراح	نام	تاریخ	نام:	تولرانس	ISO 2768-m
رسم			بدنه	جنس	فولاد فورژ
بازبین					
تصویب				مقیاس	1 : 1
کد:				سازنده:	
کاغذ:	A3		سفارش:		
شماره:	1				

شکل ۲۱ - ۱۱



2 ✓

طراح	نام	تاریخ	نام:	تولرانس	ISO 2768-m
رسم			پیچ اصلی	جنس	فولاد
بازبین					
تصویب				مقیاس	1 : 1
کد:	P010002			سازنده:	
کاغذ:	A4		سفارش:		
شماره:	4				

شکل ۲۲ - ۱۱

## خلاصه مطالب مهم



- ۱- انفجاری، نقشه‌ای است که اجزای یک مجموعه را به صورت باز شده، دوبعدی یا سه‌بعدی معرفی کند (بیشتر سه‌بعدی).
- ۲- از نقشه انفجاری در تعمیرات، سرویس و نگهداری، طراحی، برنامه‌ریزی و ساخت استفاده می‌شود.
- ۳- در یک نقشه انفجاری می‌توان اجزای تکراری را حذف کرد (البته این کار اجباری نیست).
- ۴- در نقشه انفجاری هر قطعه باید با شکل حقیقی خود داده شود (نه شکل قراردادی).
- ۵- در نقشه انفجاری همه اجزا در شرایط تصویری یکسان قرار خواهند گرفت.
- ۶- برای یک نقشه انفجاری رسم جدول ترکیبی الزامی است (مانند نقشه ترکیبی).
- ۷- در نقشه انفجاری اجزا جدا رسم می‌شوند، اما در صورت کمبود جا، می‌توانند هم‌پوشی داشته باشند.
- ۸- یک نقشه اجرایی مجموعه کاملی است برای یک پروژه، که عمدتاً شامل نقشه ترکیبی، انفجاری، ساده و کنترل کیفیت خواهد بود.

## خود را بیازمایید

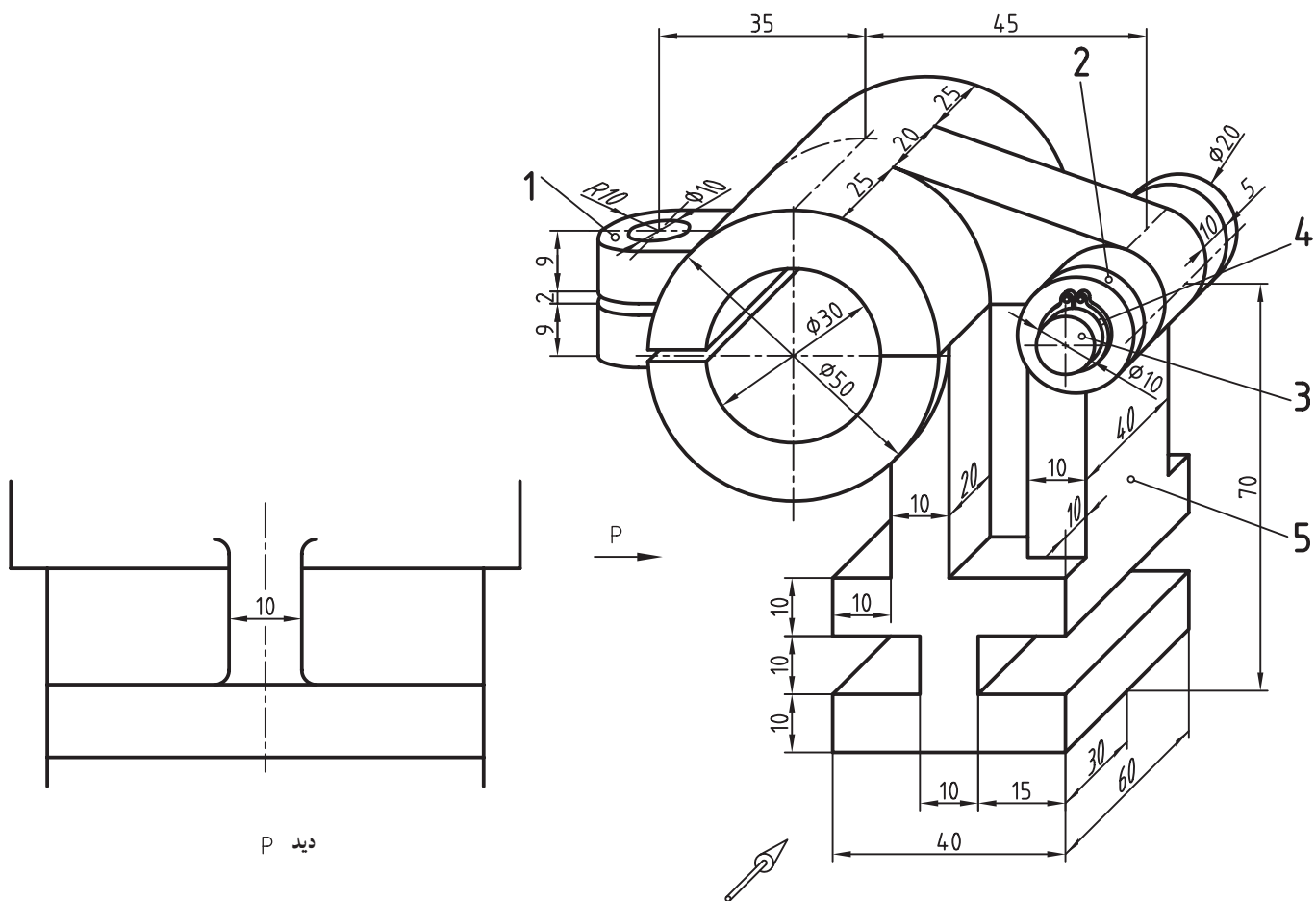


- ۱- نقشه انفجاری را تعریف کنید.
- ۲- از نقشه انفجاری در چه مواردی استفاده می‌شود؟
- ۳- هر مورد استفاده از نقشه انفجاری را دقیقاً توضیح دهید.
- ۴- یک نقشه انفجاری دقیقاً چگونه ارائه می‌شود؟
- ۵- آیا می‌توان اجزای ماشین معروف را با شکل‌های قراردادی، در نقشه انفجاری رسم کرد؟
- ۶- در نقشه انفجاری برای اجزای تکراری چه می‌توان کرد؟
- ۷- در مورد شماره‌گذاری روی انفجاری توضیح دهید.
- ۸- مزایا و معایب نقشه‌های انفجاری دوبعدی و سه‌بعدی را مقایسه کنید.
- ۹- برای رسم یک نقشه انفجاری، در صورتی که نتوانیم تخمین مناسبی از جا داشته باشیم، چه می‌کنیم؟
- ۱۰- یک نقشه اجرایی چگونه ارائه می‌شود؟ با رسم دستی یک نمونه را معرفی کنید.
- ۱۱- یک نقشه اجرایی شامل چه مواردی است؟

## ارزشیابی عملی

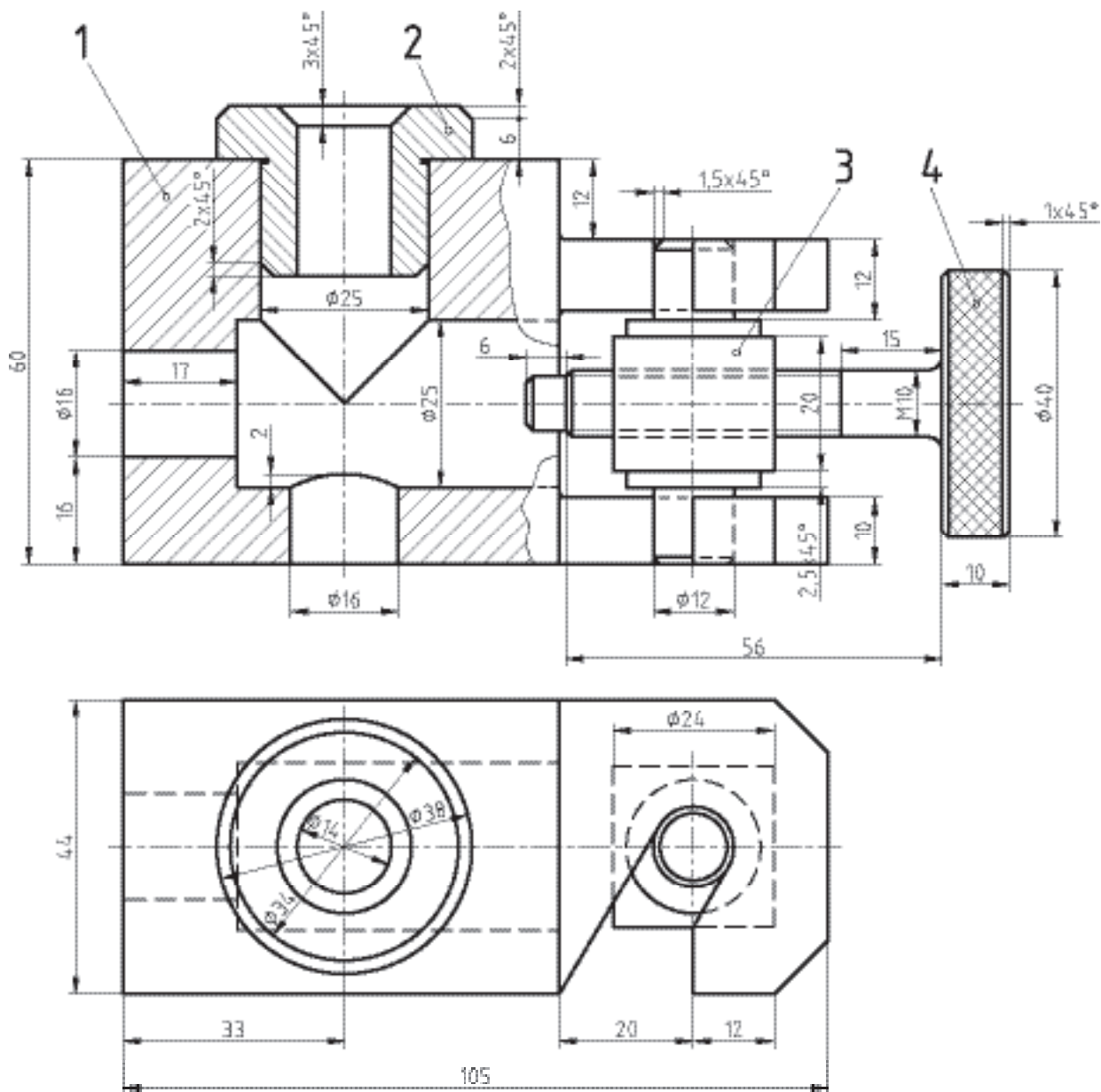


- ۱- یک نمونه نقشه انفجاری را با رسم دستی معرفی کنید.
- ۲- شکل ۸-۱۱ از متن را با مقیاس ۱:۱ رسم و شماره‌گذاری کنید.
- ۳- سوار شده شکل ۱۱-۱۲ را به صورت سه‌بعدی بسته رسم کنید (مقیاس ۱:۲) و با تکمیل شماره‌های روی حلقه‌ها از ۹ تا ۹، طرز کار آن را توضیح دهید.
- ۴- یک نقشه کامل انفجاری برای شکل ۳-۸ (فصل هشتم)، به همراه جدول، رسم کنید.
- ۵- با توجه به ضامن، که سه‌بعدی بسته آن داده شده، یک انفجاری کامل رسم کنید (شکل ۲۳-۱۱).



شکل ۲۳-۱۱- ضامن

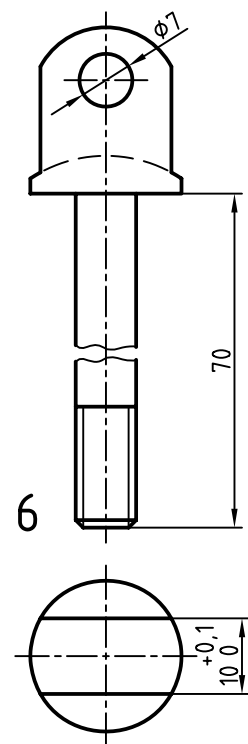
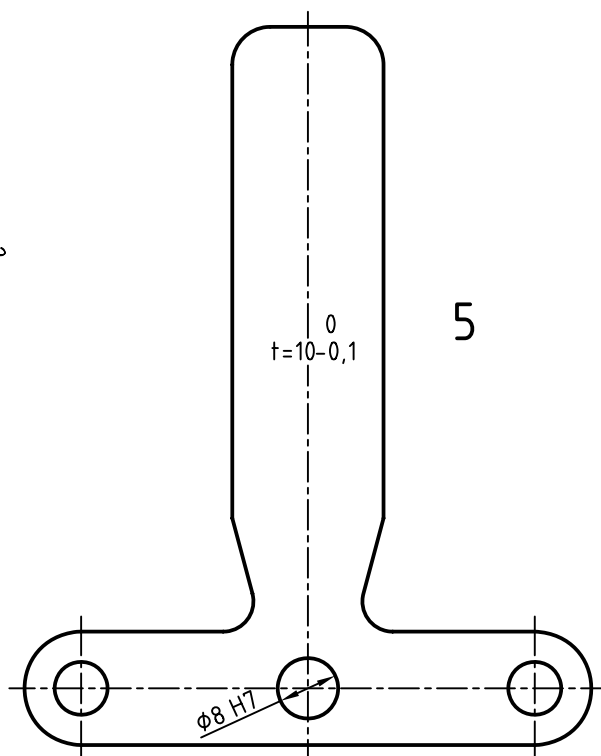
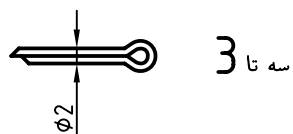
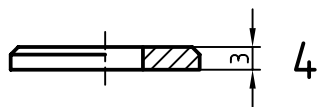
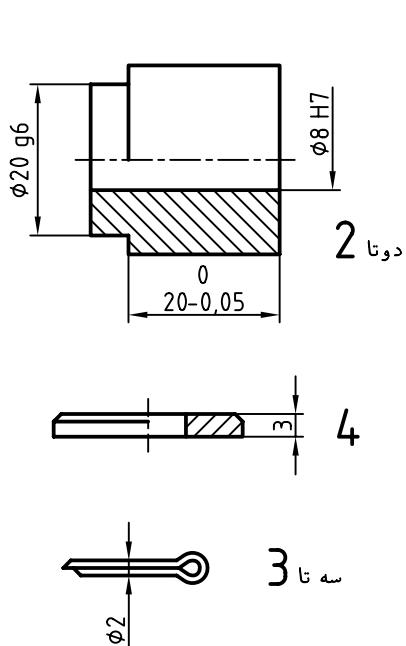
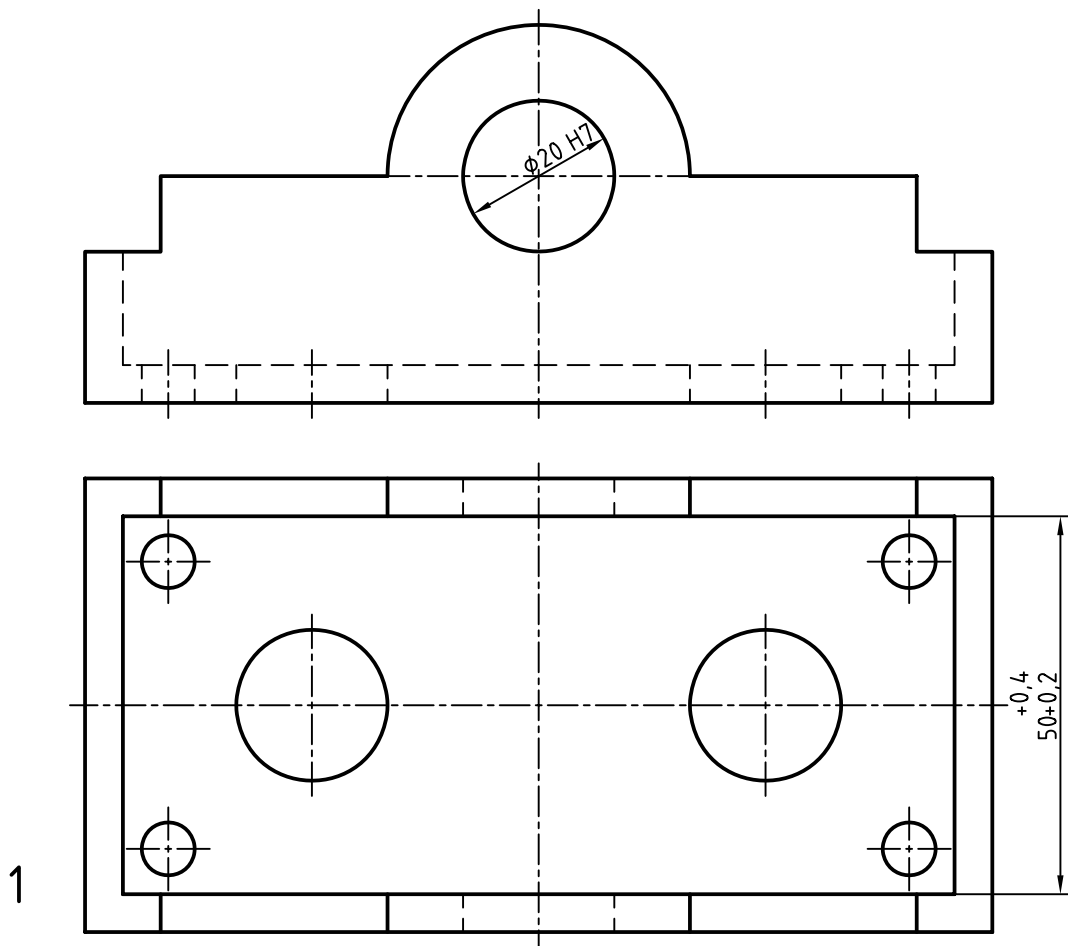
- ۶- برای مجموعه داده شده در شکل ۸-۸ (فصل هشتم)، نقشه انفجاری رسم کنید.
- ۷- برای مجموعه داده شده در شکل ۱۱-۲۴، نقشه کامل اجرایی رسم کنید.



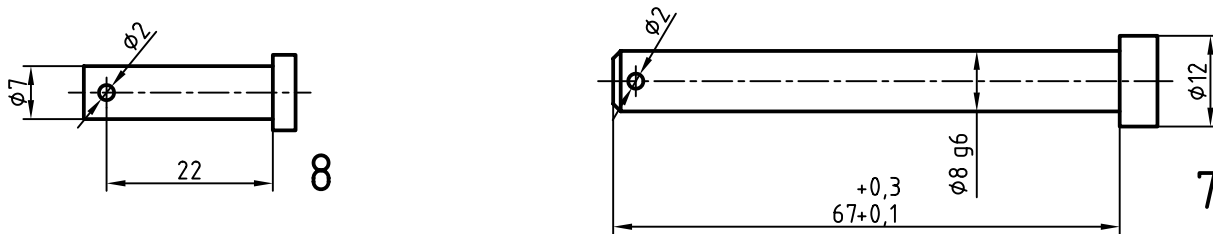
شکل ۲۴-۱۱- راهنمای سوراخ کاری

- ۸- برای مکانیزم اهرمی داده شده در شکل ۱۱-۲۵، یک نقشه کامل اجرایی رسم کنید.





شکل ۲۵ - ۱۱ - مکانیزم اهرمی



ادامه شکل ۲۵ - ۱۱ مکانیزم اهرمی

دسته شماره ۵ (اهرم فرمان دهنده) باید حدود  $\pm 12/5^\circ$  نوسان کند. جنس بدنه چدن و دیگر اجزا فولاد هستند. پرداخت ها در موارد انطباقی  $Ra 1/6$  و برای سطوح دیگر، بهترین حالت تولید خواهد بود. تمام موارد باید روی کالک انجام و در یک پوشه کلاسه شده، تحویل شود (این کار در خانه انجام خواهد شد).

### تحقیق کنید

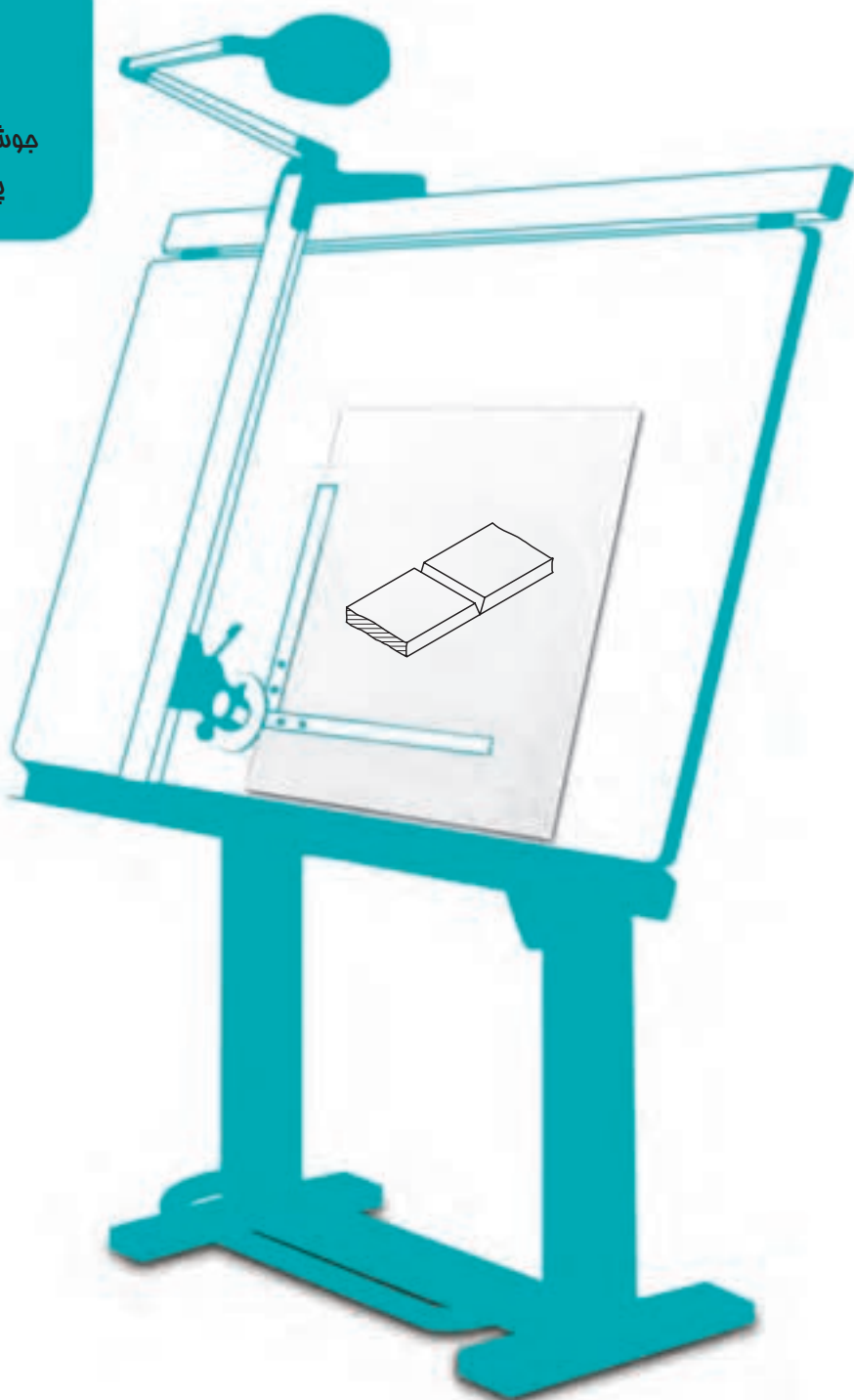


- ۱- در نقشه اجرایی داده شده در پایان این درس، کمبودهایی هست، آیا می توانید آن ها را مشخص کنید؟
- ۲- نقشه مراحل کار چیست و چرا لازم است؟
- ۳- به نظر شما بهتر نیست روی هر برگه نقشه ساده، تصویر سه بعدی قطعه هم داده شود؟ این کار دارای چه مزایایی هست؟ آیا معایبی هم دارد؟

# فصل دوازدهم

## جوش و پرچ

جوش به دلیل ارزانی، استمکام و سرعت،  
پایه اصلی در سازه‌های فلزی است.



## جوش و پرچ

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می‌تواند :

۱- جوشکاری و روش‌های مهم آن را تعریف کند.

۲- گونه‌های درزجوش و نشانه‌های آن‌ها را معرفی کند.

۳- نقشه‌های ساده جوش را رسم کند.

۴- پرچکاری و روش‌های مهم آن را تعریف کند.

۵- نقشه‌های ساده پرچ را رسم کند.

### ۱۲-۱- جوشکاری

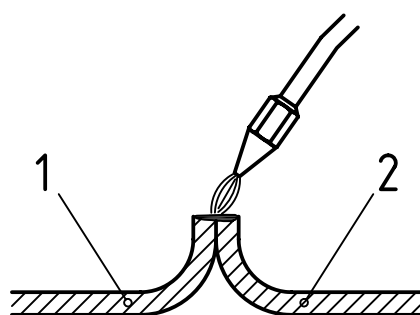
می‌دانیم که اتصالات بر دو دسته هستند، جدانشدنی (موقت) و جدانشدنی (دائم). از گروه اول پیچ و مهره، خار، پین و... و از گروه دوم دوخت، چسب، جوش، پرچ و... را می‌شناسیم. در این جا بررسی کوتاهی پیرامون جوش و پرچ خواهیم داشت.

۱۲-۱-۱- تعریف جوش : جوش فرآیندی است که با کمک گرما، لبه‌های دو قطعه ذوب می‌شوند و با یک واسطه و یا

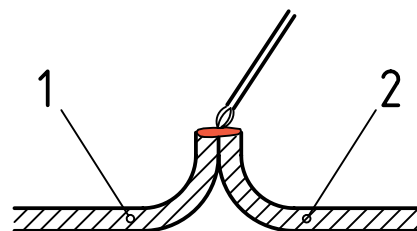
بدون آن، به هم می‌چسبند.

۱۲-۱-۲- ویژگی‌های جوش : جوش به دلیل ارزانی، سرعت و استحکام، اتصال بسیار مطلوبی است.

این روش برای فلزهای هم‌جنس به‌ویژه فولادها بسیار خوب است<sup>۱</sup>.



a - تنها با گرما



b - با گرما و فلز واسطه

شکل ۱۲-۱- چگونگی قرار گرفتن قطعات نسبت به هم

۱- اگر توجه شود که عمده ساخت و سازهای فلزی، فولادی هستند، بیشتر به اهمیت مطلب بی می‌بریم.

## ۱۲-۲- گونه‌های جوش

جوشکاری، با توجه به نوع منبع گرمایی، روش کار، فلز واسطه و محافظت‌کننده‌ها، نام‌گذاری می‌شود.

۱۲-۲-۱- جوش برق<sup>۱</sup>: منبع گرمایی قوس الکتریک با  $350^{\circ}\text{C}$  است. فلز واسطه الکتروود نام دارد.

۱۲-۲-۲- جوش گاز<sup>۲</sup>: منبع گرمایی گاز استیلن و اکسیژن با گرمای  $3200^{\circ}\text{C}$  و هیدروژن به همراه اکسیژن با گرمای

$2000^{\circ}\text{C}$  می‌باشد. فلز واسطه معمولاً آلیاژهای مس مانند برنج، مسوار و ... است.

۱۲-۲-۳- جوش مالشی<sup>۳</sup>: گرمای لازم با اصطکاک به دست می‌آید.

## ۱۲-۳- محافظ

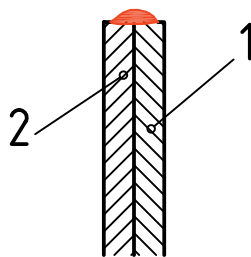
محافظ عاملی گازی است که محیط جوش را از ورود اکسیژن مزاحم هوا محافظت می‌کند.<sup>۴</sup> این وظیفه در جوش برق به عهده

روکش الکتروود و در جوش  $\text{CO}_2$ ، به عهده گاز  $\text{CO}_2$  و در جوش آرگون به عهده گاز بی‌اثر آرگون می‌باشد.

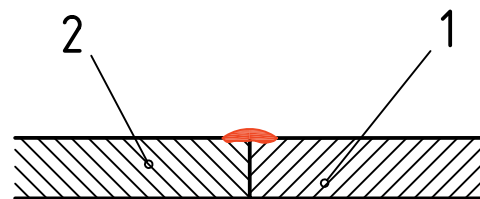
## ۱۲-۴- درز جوش

اگر هدف جوشکاری دو قطعه مانند دو ورق باشد، آن‌ها را در کنار هم قرار می‌دهند و جوش سر به سر یا لب به لب می‌دهند

(شکل ۱۲-۲).



b- جوش لبه (دو تکه کنار هم)



a- جوش سر به سر یا لب به لب

شکل ۱۲-۲

۱- جوش برق SMAW

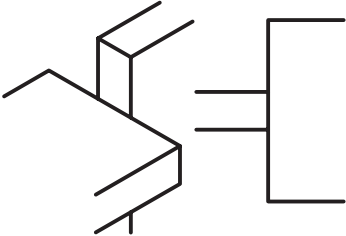




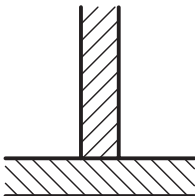
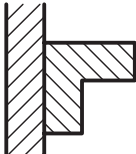
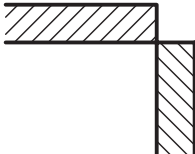
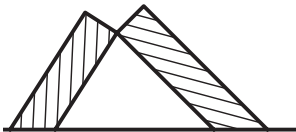
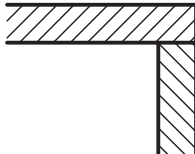
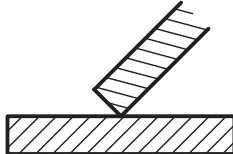

۲- جوش گاز OHW یا OGW

۳- جوش مالشی FW

۴- زیرا این اکسیژن با میل ترکیبی شدیدی که در محیط گرما دارد باعث خرابی جوش خواهد شد. این موضوع مربوط به جوش‌های قوس الکتریک است.

در جدول ۱-۱۲، چند روش برای در کنار هم قراردادن قطعات دیده می شود.

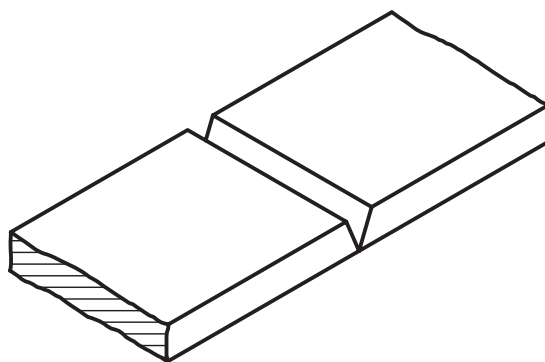
جدول ۱-۱۲

وضعیت دو قطعه نسبت به هم		وضعیت دو قطعه نسبت به هم	
	ضربدری		لب به لب یا سر به سر
	موازی (پیشانی)		لب روی لب
			تی شکل
			لب گوشه ای (گوشه)
	شیبدار (مورب)		
			لب برگردان

اما برای ایجاد استحکام بیشتر باید در لبه‌های کار، درزهای ویژه‌ای به نام درز جوش، برای پرشدن از جوش پیش‌بینی کرد. این شیارها با توجه به نظرطراح دارای شکل‌های گوناگون است. به دلیل تنوع کار باید درزها را با نشانه‌های ویژه، مشخص کرد.

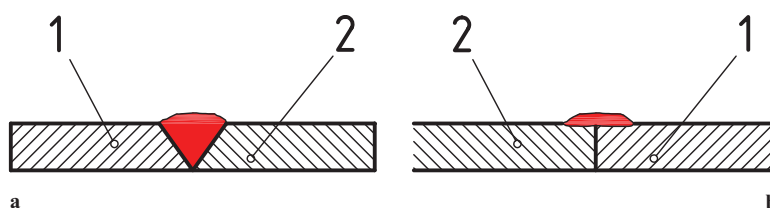
**۱۲-۴-۱- تعریف:** درز جوش فضای خالی یا شیری است که بین دو قطعه، برای نفوذ بهتر جوش ایجاد می‌شود که به آن «لبه‌سازی» یا «لبه‌زنی» هم گفته‌اند.

در نظر گرفتن درز جوش، به‌ویژه برای کارهای حساس مانند ساخت کپسول‌ها و مخازن و لوله‌های تحت فشار الزامی است. به شکل ۱۲-۳ نگاه کنید.



شکل ۱۲-۳

در این شکل، درز معروف به «جناغی» دیده می‌شود. این شیار توسط ذوب الکتروود پر می‌شود و با یک مقایسه ساده درمی‌یابیم که نسبت به حالت بدون درز بسیار محکم‌تر خواهد بود (شکل ۱۲-۴).



شکل ۱۲-۴- a - با درز جوش، b - بدون درز جوش

**۱۲-۴-۲- درزهای جوش:** به دلایل فنی درزهای جوش بسیار متنوع‌اند. جدول‌های ۱۲-۲ و ۱۲-۳، درزهای جوش معروف را معرفی می‌کنند.<sup>۱</sup>

۱ - استاندارد ISO ۲۵۵۳ در این زمینه آگاهی‌های بیشتری می‌دهد.

جدول ۲-۱۲

نوع درز	نام	شکل نمادین	نمایش		نمای مجسم
			مقطع درز	فرم درز	
درزهای لب به لب	درز نیم جناغی دمدار				
	درز نیم جناغی دمدار (دو سویه کند)				
	درز نیم لاله‌ای (یک سویه)				
	درز نیم لاله‌ای دو سویه				
درزهای پیشانی	درز پیشانی تخت				
	درز پیشانی جناغی				
درزهای گلوئی	درز گلوئی یا گوشه‌ای				
	درز گوشه‌ای یا گلوئی دو سویه				
	درز گوشه‌ای یا درز گلوئی بیرونی				
	درز نیم جناغی با ریشه باز				



جدول ۳-۱۲

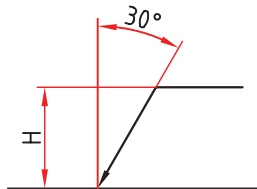
نمای مجسم	نمایش		شکل شماتیک	نام	نوع درز
	مقطع درز	فرم درز			
	بعد از جوش 	قبل از جوش 		درز لب برگردان	درزهای لب به لب
				I - درز سر به سر یا لب به لب	
				V - درز جناغی	
				درز جناغی با ریشه باز	
				درز جناغی دوسویه تیز	
				درز جناغی دمدار	
				درز جناغی دو سویه کُند	
				درز ناودانی یا لاله‌ای یک سویه	
				درز ناودانی یا لاله‌ای دو سویه	
				درز نیم جناغی	
				درز نیم جناغی دوسویه تیز	

این جدول‌ها شامل حالت‌های تصویر قبل از جوش و بعد از جوش و نشانه‌های قراردادی است.

## ۱۲-۵- نقشه‌های جوش

چگونگی و نوع جوش را در نقشه با نشانه‌های قراردادی به همراه نشانه مبنا و موارد اضافی، نشان می‌دهند.

۱۲-۵-۱- نشانه پایه : نشانه مبنا یک فلش است با دنباله شکسته و خط نازک. به شکل



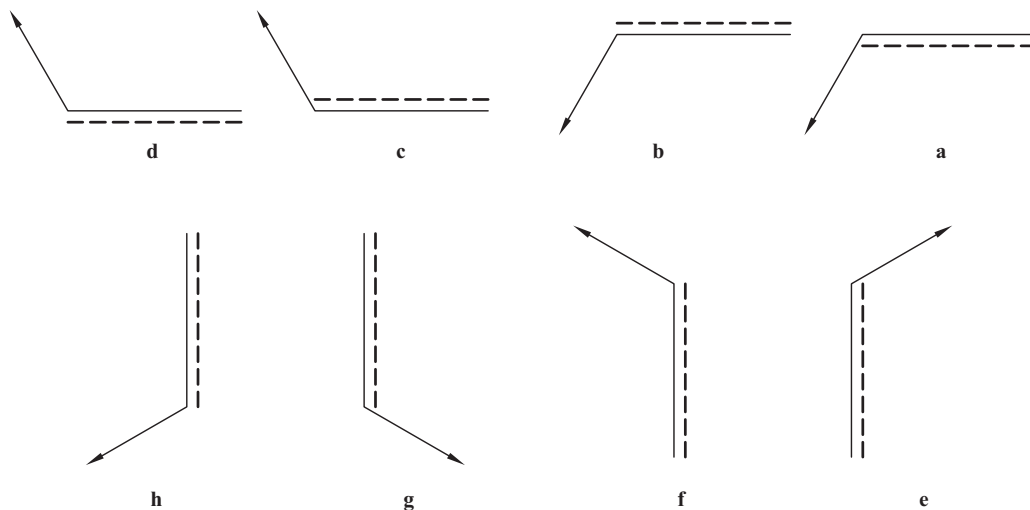
شکل ۱۲-۵

۱۲-۵ نگاه کنید.

معمولاً  $H$  بیشتر از دو برابر شماره در نقشه بلندی دارد. زاویه خط مورب هم  $30^\circ$  خواهد بود. یک تکه خط چین هم با این نشانه همراهی می‌کند که می‌توان آن را «خط تشخیص» نامید. این

خط را برای رساندن مفهوم دید یا ندید بودن درز جوش به کار می‌بریم. نشانه مبنا در شکل ۱۲-۶ در حالت  $a$  تا  $h$  دیده می‌شود.

افزون بر آن‌ها می‌توان این علامت را در حالات شیب دار هم به کار برد.

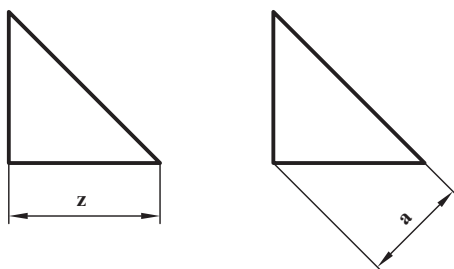


شکل ۱۲-۶

## ۱۲-۵-۲- ضخامت جوش : همان گونه که از شکل‌های جوش

داده شده در جدول دیده می‌شود، گودی و ضخامت جوش تا اندازه زیادی با کلفتی ورق‌ها و قطعات مربوطه تناسب دارد. ضمناً درجوش‌های گوشه‌ای، لازم است که ضخامت جوش نوشته شود. 'درجوش گوشه‌ای، شکل جوش تقریباً یک مثلث راست گوشه متساوی الساقین است که می‌توان، ارتفاع وارد بر وتر یا یک ضلع آن را، «ضخامت جوش» دانست (شکل ۱۲-۷).

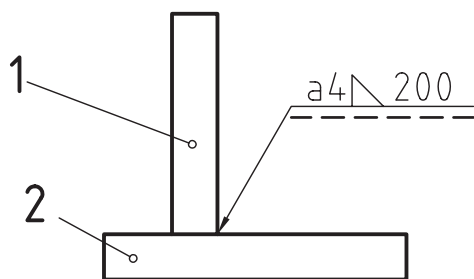
آوردن نشانه‌های  $a$  یا  $z$  لازم است. البته  $a$  کاربرد بیشتری دارد. به نمونه‌ای از کاربرد علامت توجه کنید (شکل ۱۲-۸).



شکل ۱۲-۷

۱- در دیگر موارد، هم در صورت نیاز، نوشته می‌شود.

مفهوم شکل آن است که : جوش گوشه‌ای است با ضخامت ۴ و طول ۲۰۰ میلیمتر که درز جوش دیده می‌شود.

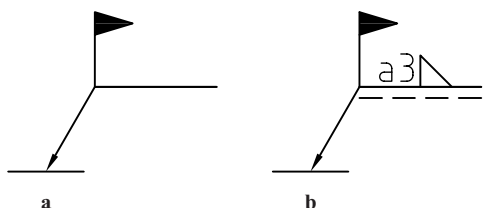


شکل ۸-۱۲

## ۱۲-۶- نشانه‌های اضافی

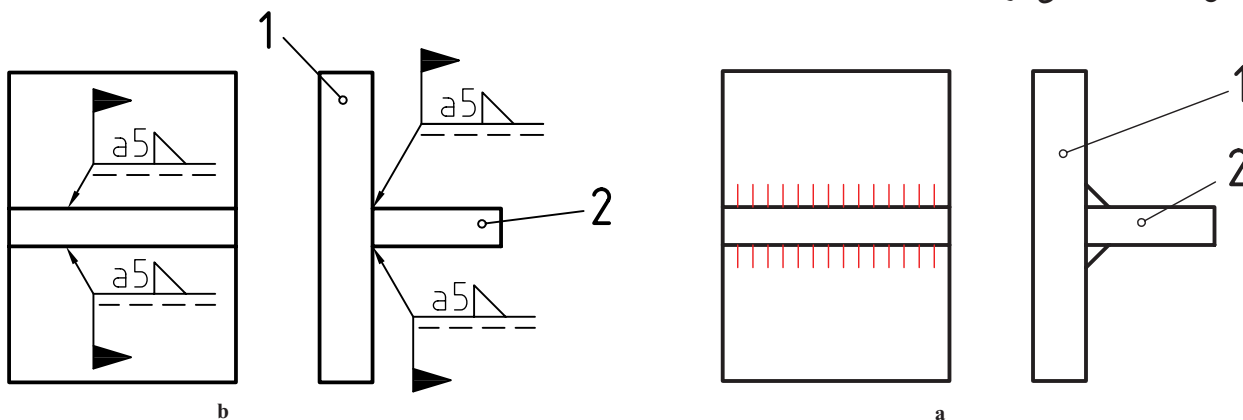
این نشانه‌ها برای دادن اطلاعات ویژه به کار می‌روند.

۱-۱۲-۶-۱ نشانه پرچم : ممکن است لازم باشد که قطعه‌ای پس از قرارگرفتن در جای مورد نظر جوشکاری شود. در این صورت، یک نشانه پرچم مانند توپر، افزوده خواهد شد (شکل ۱۲-۹-ا).



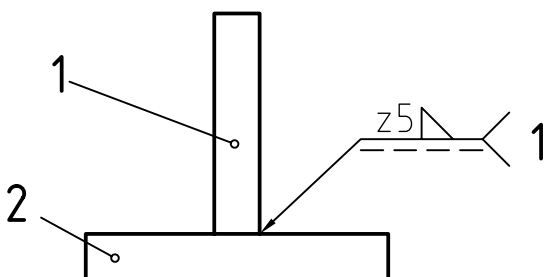
شکل ۹-۱۲

در حالت b این مطلب درک می‌شود که ضخامت جوش گوشه‌ای ۳ و جوشکاری در هنگام سوارکردن انجام خواهد شد. نمونه‌ای از کاربرد در شکل ۱۰-۱۲ دیده می‌شود.



شکل ۱۰-۱۲-ا- نمای حقیقی، b- نمای نمادین

۲-۱۲-۶-۲ فرآیند جوش : اگر بخواهند چگونگی جوش و نوع آن را معین کنند باید در پایان خط نشانه یک گوشه شامل یک عدد افزوده شود. برای نمونه، عدد ۱ نماینده جوش قوس الکتریکی است (شکل ۱۱-۱۲). آیا می‌توانید مفهوم تقریبی نشانه‌ها را بگویید؟



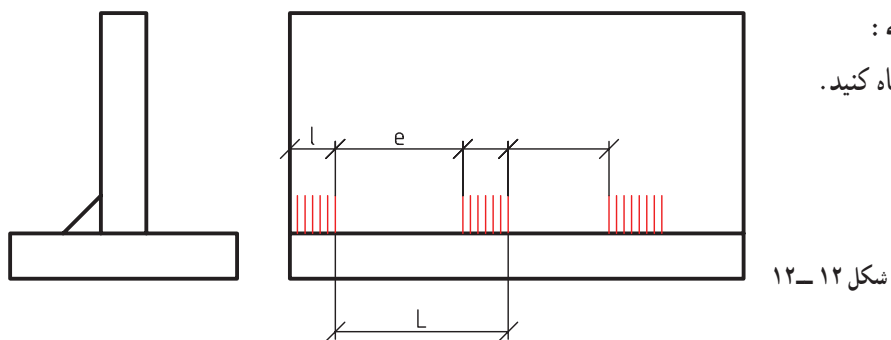
شکل ۱۱-۱۲

۱- مانند یک فلش.

۲- برای به دست آوردن آگاهی‌های بیشتر، می‌توان به استاندارد ISO ۴۰۶۳ یا کتاب استانداردها و علائم جوشکاری تألیف آقای محمدرضا علیپور، مراجعه کرد.

۱۲-۶-۳- نقشه‌های نمونه :

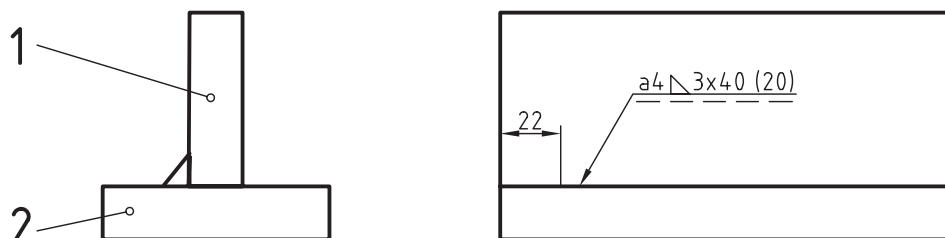
نمونه ۱ : به شکل ۱۲-۱۲ نگاه کنید.



شکل ۱۲-۱۲

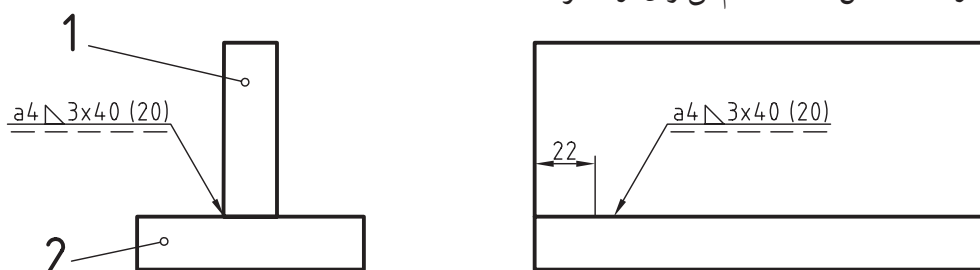
دیده می‌شود که جوش یک سره نیست (تکه تکه است). طول هر تکه  $l$  و فاصله  $e$  و گام  $L$  است. نمونه‌ای عددی در شکل ۱۲-۱۳ داده شده است.

به این مفهوم که ضخامت جوش درزگلوئی  $a = 4$ ، سه تکه  $4^\circ$ ، با فاصله  $2^\circ$  که شروع آن به اندازه  $22$  از لبه است. این جوش در حالت دید است.



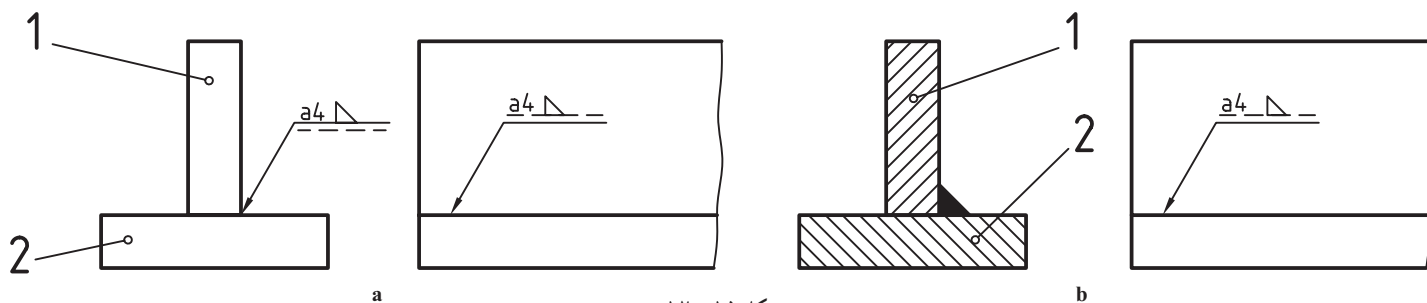
شکل ۱۲-۱۳

این نقشه را مانند شکل ۱۲-۱۴ هم می‌توان ارائه کرد.



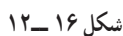
شکل ۱۲-۱۴

نمونه ۲ : اگر بخواهیم ندید بودن جوش را برسانیم، شکل ۱۲-۱۵ را داریم :



شکل ۱۲-۱۵

۴-۶-۱۲- جوش دور تا دور : با افزودن یک دایره به نشانه مبنا، می‌توان دور تا دور بودن جوش را یادآور شد (شکل



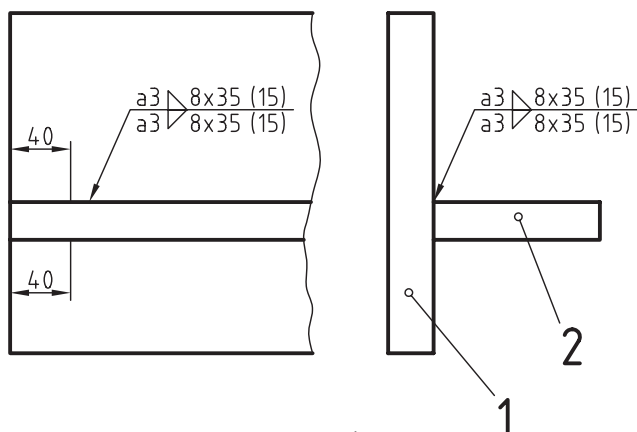
بودن جوش را مشخص کنیم، خط تشخیص یعنی خط چین، نباید به کار برده شود و به جای آن نشانه جوش دوبار تکرار می شود. در شکل ۱۷-۱۲ نشانه درز گلولی دوبار آمده است.



نمونه ۱: شکل ۱۸-۱۲، جوش دو سوویه، یک سره و در حالت دید است.



۲۸۷

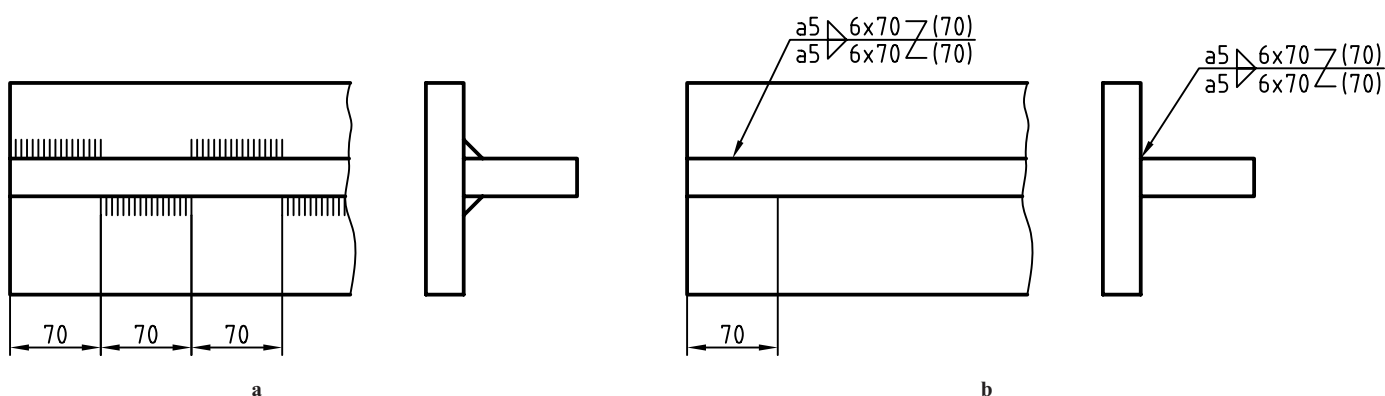


شکل ۱۹-۱۲

نمونه ۲: در شکل ۱۹-۱۲، جوش دوطرفه و تکه تکه است و هر تکه رو به روی تکه دیگر است.

در این نمونه، کلفتی جوش ۳، تعداد تکه‌ها ۸، جوش درزگلوبی، فاصله خالی ۱۵ و طول تکه‌ها ۳۵ است، فاصله اولیه از لبه، موقعیت تکه جوش‌ها را مشخص می‌کند. در شکل ۲۰-۱۲ فاصله اولیه به گونه‌ای است که فاصله‌های خالی بالا، در زیر قطعه ۲ پر می‌شود. این جوش چپ و راست (زیگزاگ) و نشانه‌ای شبیه Z معرف آن است.

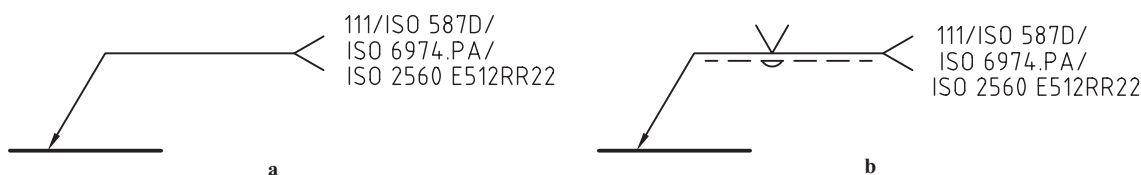
اعداد موجود روی شکل هر کدام معرف چیست؟



شکل ۲۰-۱۲

## ۱۲-۷- جوش‌های دیگر

گفته شد که اضافه کردن دو شاخه به نشانه مینا، برای اشاره به فرآیند جوش است که می‌تواند به مفهوم کاربرد جوش‌های دیگر هم باشد (مانند سیم جوش یا لحیم). در شکل ۲۱-۱۲ نمونه‌ای دیده می‌شود.



شکل ۲۱-۱۲

در حالت b شکل جوش هم افزوده شده است.

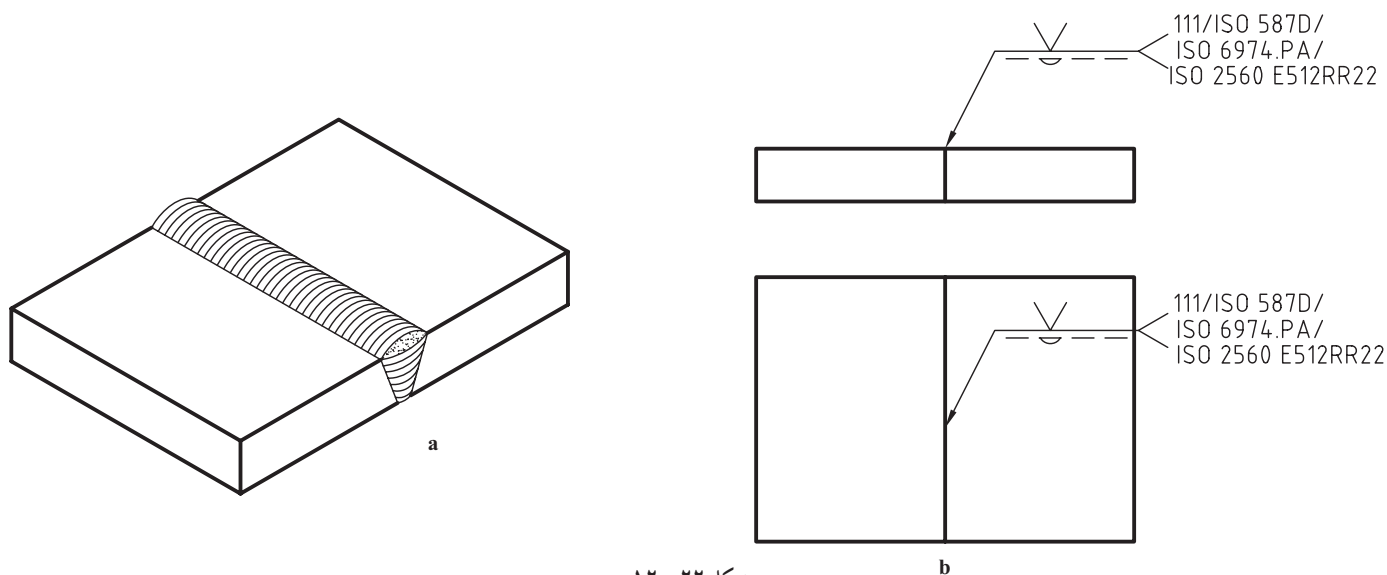
ممکن است که مشخصات سیم جوش یا لحیم مصرفی با شماره‌ها و موارد استاندارد دیگر داده شود<sup>۲</sup>. به نمونه‌ای در شکل

۱- زیگزاگ - چپ و راست Zig-Zag. در فارسی زیگزال و زیگزاک هم گفته‌اند (واژه آلمانی)

۲- که البته به عهده طراح است.

۱۲-۲۲ نگاه کنید.

در این اتصال از جوش گاز و سیم جوش با مشخصات استاندارد داده شده استفاده خواهد شد.



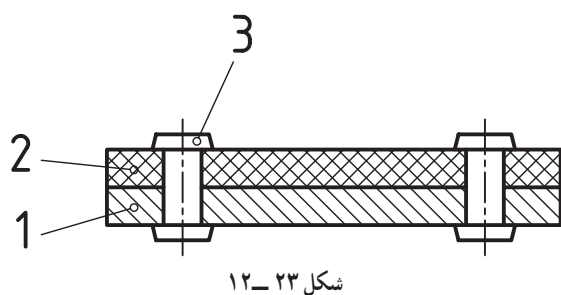
شکل ۲۲-۱۲

## ۱۲-۸-پرچ

پرچ گونه دیگری از اتصال جدانشدنی است.

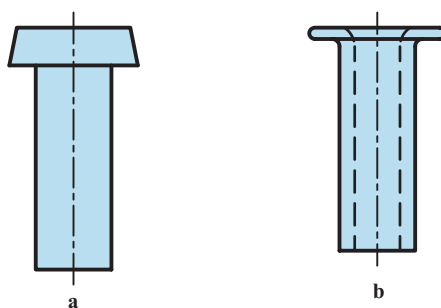
۱۲-۸-۱-تعریف: پرچکاری عمل اتصال ورق‌ها به

کمک قطعه‌ای به نام میخ پرچ است (شکل ۲۳-۱۲).



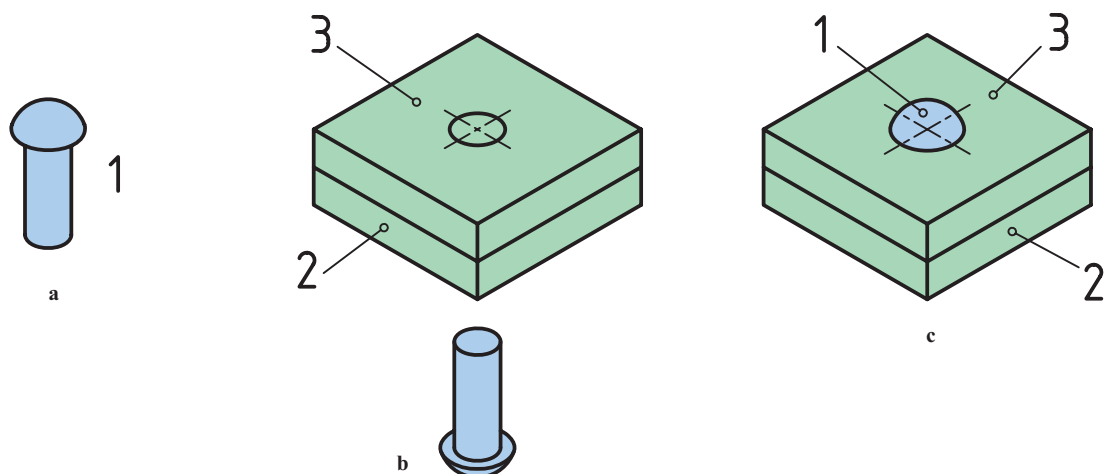
شکل ۲۳-۱۲

ابزار این کار قطعه‌ای استوانه‌ای توپری یا توخالی است که قبلاً با شکل مناسب آماده شده است (شکل ۲۴-۱۲).



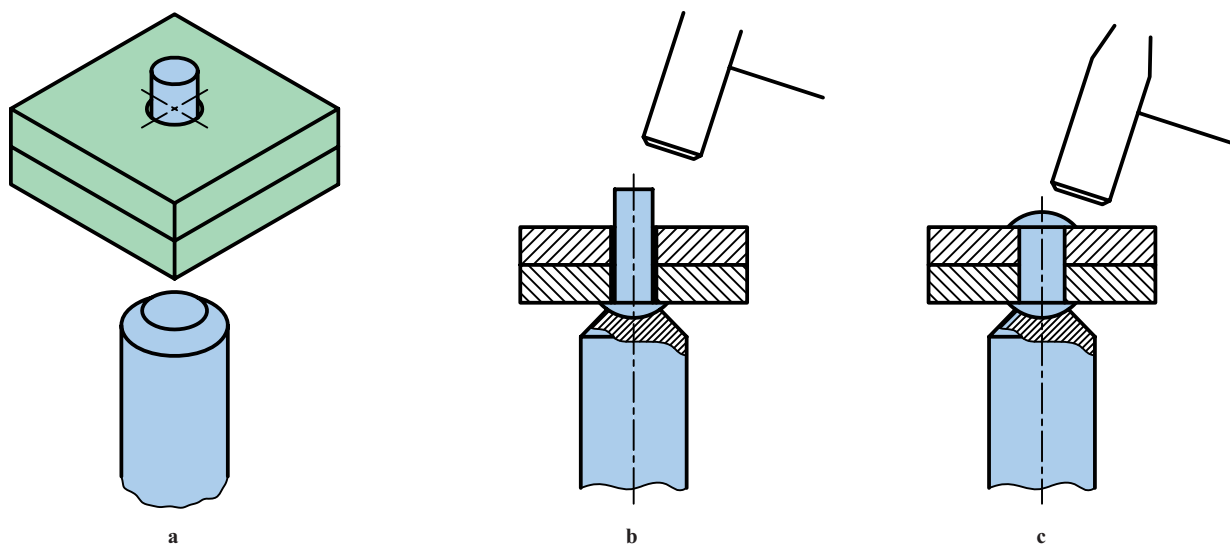
شکل ۲۴-۱۲

درحقیقت پرچ نوعی نیم ساخته است که کاربرد آن همراه تغییر شکل است (شکل ۲۵-۱۲).



شکل ۲۵-۱۲

۲-۸-۱۲- چگونگی انجام پرچ: به کمک پرچ می توان ورق ها را به یکدیگر وصل کرد. برای این کار سوراخی کمی بزرگتر از قطر اسمی پرچ در ورق ها ایجاد می شود. سپس، با کوبش پرچ با چکش یا پرچ کوب (درحالی که سر آماده پرچ توسط ابزار ویژه نگهداری می شود)، آن را فرم می دهند (شکل ۲۶-۱۲).



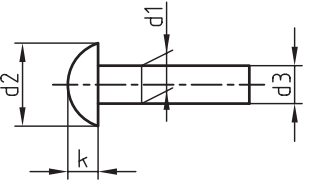
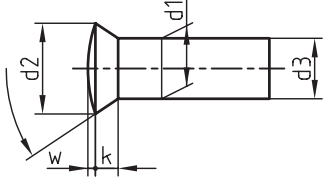
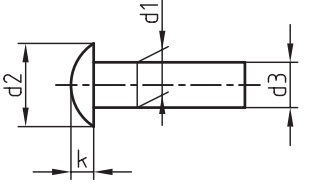
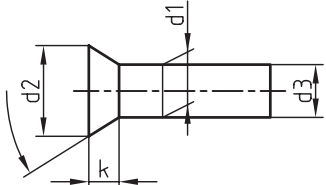
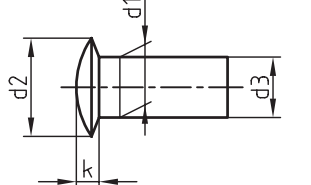
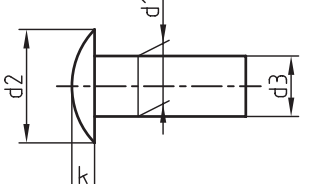
شکل ۲۶-۱۲

درجدول ۴-۱۲، گونه هایی از پرچ توپر و درجدول ۵-۱۲، انواعی از پرچ توخالی داده شده است<sup>۱</sup>.

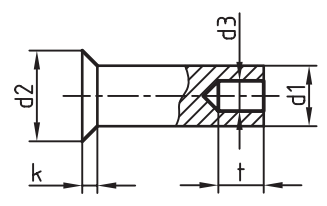
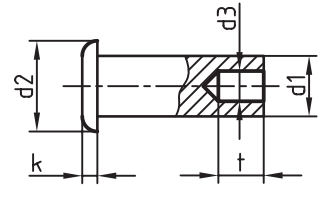
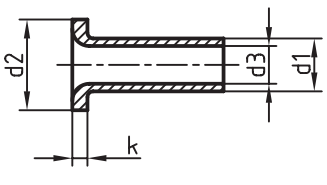
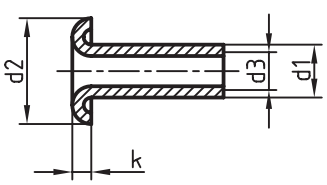
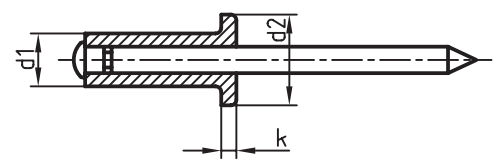
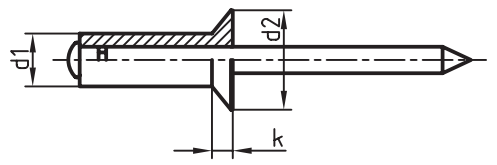
۱- برای به دست آوردن آگاهی بیشتر به هندبوک شماره ۴۳ دین، اتصالات بخش دوم نگاه کنید. DIN ۴۳ HandBook , Fasteners ۲



جدول ۴-۱۲- میخ پرچ‌های ساده توپر

شکل پرچ	استاندارد	نام و بازه اندازه	نمونه
	دین ۱۲۴	سر نیم کروی $10 \leq d_1 \leq 36$	$d_1 = 20$ $d_2 = 32$ $d_3 = 19/1$ $k = 13$
	دین ۳۰۲	سر عدسی خزینه بلند $10 \leq d_1 \leq 36$	$\alpha = 60^\circ$ $d_1 = 20$ $d_2 = 31/5$ $d_3 = 19/1$ $w = 1$ $k = 10$
	دین ۶۶۰	سر گرد $1 \leq d_1 \leq 8$	$d_1 = 2/5$ $d_2 = 4/4$ $d_3 = 2/37$ $k = 1/5$
	دین ۶۶۱	سر خزینه $1 \leq d_1 \leq 8$	$d_1 = 6$ $d_2 = 10/5$ $d_3 = 5/82$ $k = 3$
	دین ۶۶۲	سر عدسی خزینه کوتاه $1/6 \leq d_1 \leq 6$	$d_1 = 2$ $d_2 = 4$ $d_3 = 1/87$ $k = 1$
	دین ۶۷۴	سر عدسی $(1/4) \leq d_1 \leq 6$ معمولاً ۱/۴ پیشنهاد نمی‌شود	$d_1 = 1/6$ $d_2 = 3/6$ $d_3 = 1/52$ $k = 0/8$

جدول ۵-۱۲- میخ پرچ‌های ساده میان تهی

نمونه	نام و بازه اندازه	استاندارد	شکل پرچ
$d_1=5$ $d_r=1^\circ$ $d_r=3/5$ $t=5$ $k=1/4$	پرچ نیم پر سرخزینه $1/6 \leq d_1 \leq 1^\circ$	دین ۶۷۹۲	
$d_1=6$ $d_r=12$ $d_r=4/2$ $k=2/6$ $t=6/5$	پرچ نیم پر ساده $1/6 \leq d_1 \leq 1^\circ$	دین ۶۷۹۱	
$d_1=4$ $d_r=7/5$ $d_r=3$ $k=1$	پرچ توخالی ساده $3 \leq d_1 \leq 1^\circ$	دین ۷۳۳۸ تیپ c	
$d_1=4$ $d_r=6$ $k=3/2$ $d_r=0/7$	پرچ توخالی لب برگردان $1 \leq d_1 \leq 4$	دین ۷۳۴۰	
$d_1=3/2$ $d_r=6/5$ $k=0/8$	پرچ پوپ ساده $2/4 \leq d_1 \leq 6/4$	دین ۷۳۳۷ گونه A	
$d_1=3/2$ $d_r=6/5$ $k=0/9$	پرچ پوپ سرخزینه $2/4 \leq d_1 \leq 6/4$	دین ۷۳۳۷ گونه B	

۳-۸-۱۲- جنس و کاربرد: جنس پرچ می‌تواند فولاد، آلومینیم، مس و ... باشد. مهم آن است که به خوبی چکش‌خوار باشد. کاربرد پرچ بسیار گسترده است.

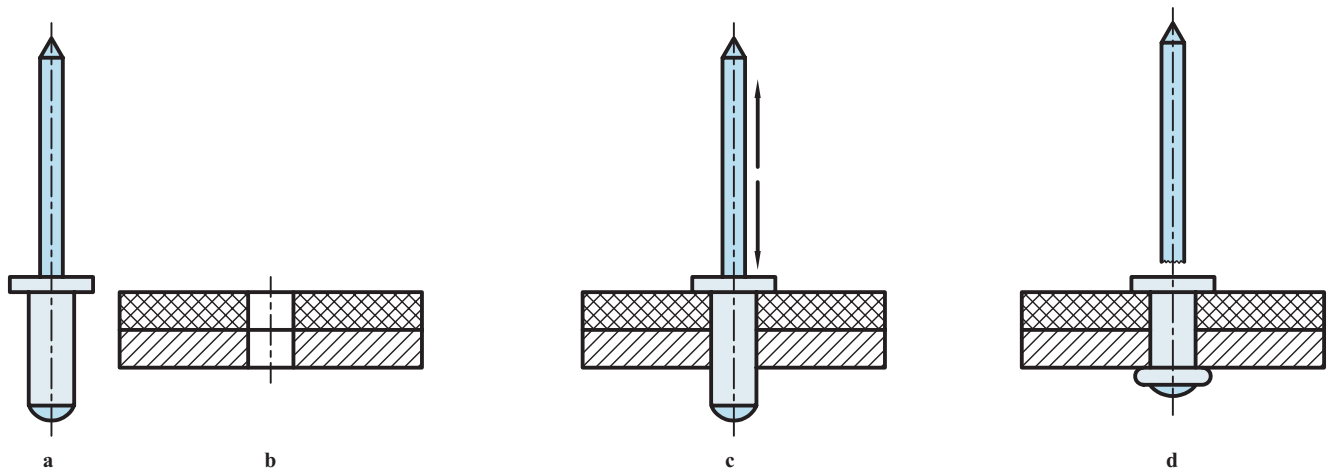
از مزایای مهم آن می‌توان، قابلیت محاسبه دقیق، استحکام و توانایی اتصال چند ورق هم‌جنس و غیرهم‌جنس را به‌طور هم‌زمان برشمرد. با این وجود از پرچ به دلیل گرانی و کندی درانجام کار، در هنگام نیاز استفاده می‌شود. کاربرد آن از کارهای ظریف گرفته تا سازه‌های بزرگ، مانند دیگ‌های بخار، پل‌ها، ساختمان‌ها و ... رایج است.

۴-۸-۱۲- روش‌های پرچکاری: پرچکاری به روش‌های گوناگون انجام می‌شود.

الف) با کوبیدن: که نمونه‌ای آورده شد.

ب) با کشیدن: که نمونه مشهور آن پرچ پوپ است. برای این کار، پس از انجام سوراخ در ورق‌ها، پرچ دنباله‌دار را داخل سوراخ قرار می‌دهند. آنگاه با ابزار ویژه (انبر پرچکاری) آن را می‌کشند<sup>۱</sup>.

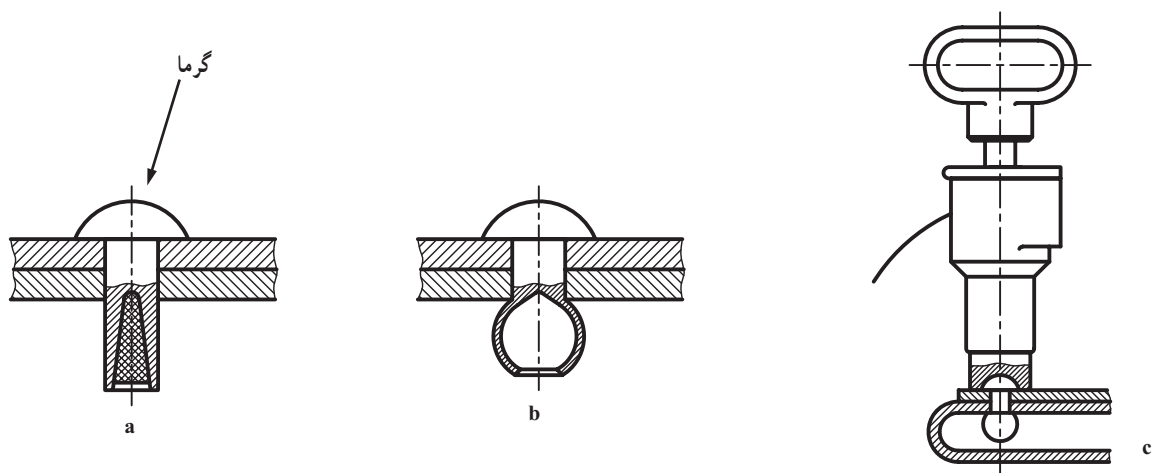
انبر پرچکاری از یک سو میخ را می‌کشد و از سوی دیگر بر پرچ نیرو وارد می‌کند. پس از جدا شدن میخ، پرچکاری تمام است (شکل ۲۷-۱۲).



شکل ۲۷-۱۲- a- پرچ پوپ، b- ورق‌های آلومینیم و فولاد، c- قراردادن پرچ، d- پرچکاری

پ) با انفجار: در پرچ انفجاری مقداری مواد منفجره قرارداده شده است. پس از قراردادن پرچ در سوراخ مورد نظر، آن را به کمک گرم کن، گرم می‌کنند. در نتیجه، با انفجار مواد، دهانه خروجی لاله، و اتصال برقرار می‌شود (شکل ۲۸-۱۲).

این پرچ نیز برای اتصالات قوی، به ویژه زمانی که به پشت ورق‌ها دسترسی نداریم، مناسب است<sup>۲</sup>.



شکل ۲۸-۱۲- a- پرچ انفجاری، b- پس از عمل، c- دستگاه گرم کن برقی که با گرمای حدود  $130^{\circ}\text{C}$  موجب انفجار می‌شود.

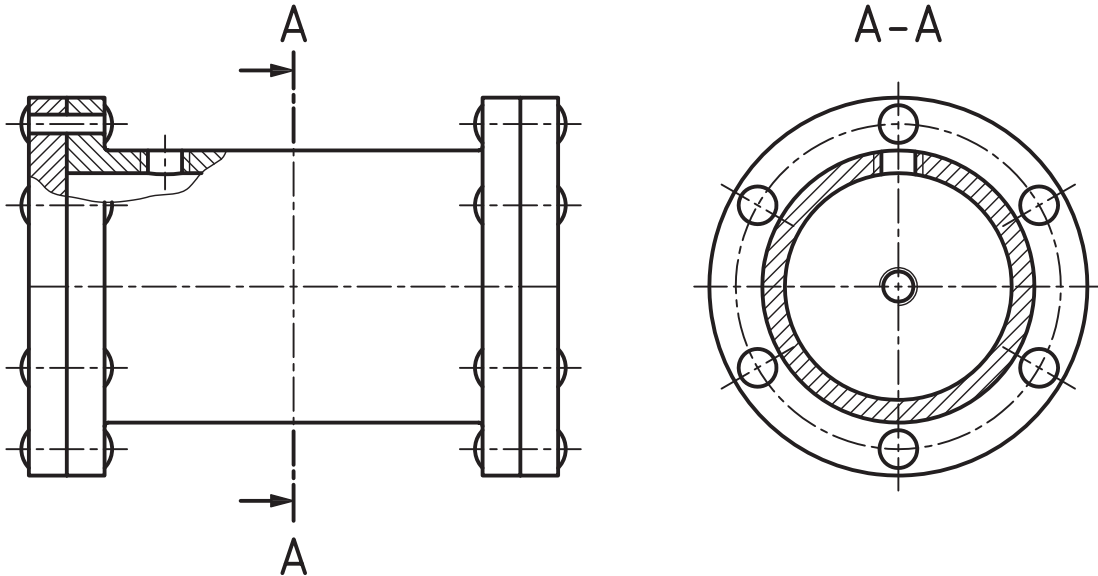
۱- این روش برای زمانی که به پشت ورق‌ها دسترسی نداریم، بسیار مناسب است.

۲- روش‌های دیگر هم هست.

## ۵-۸-۱۲- نقشه‌های پرچکاری :

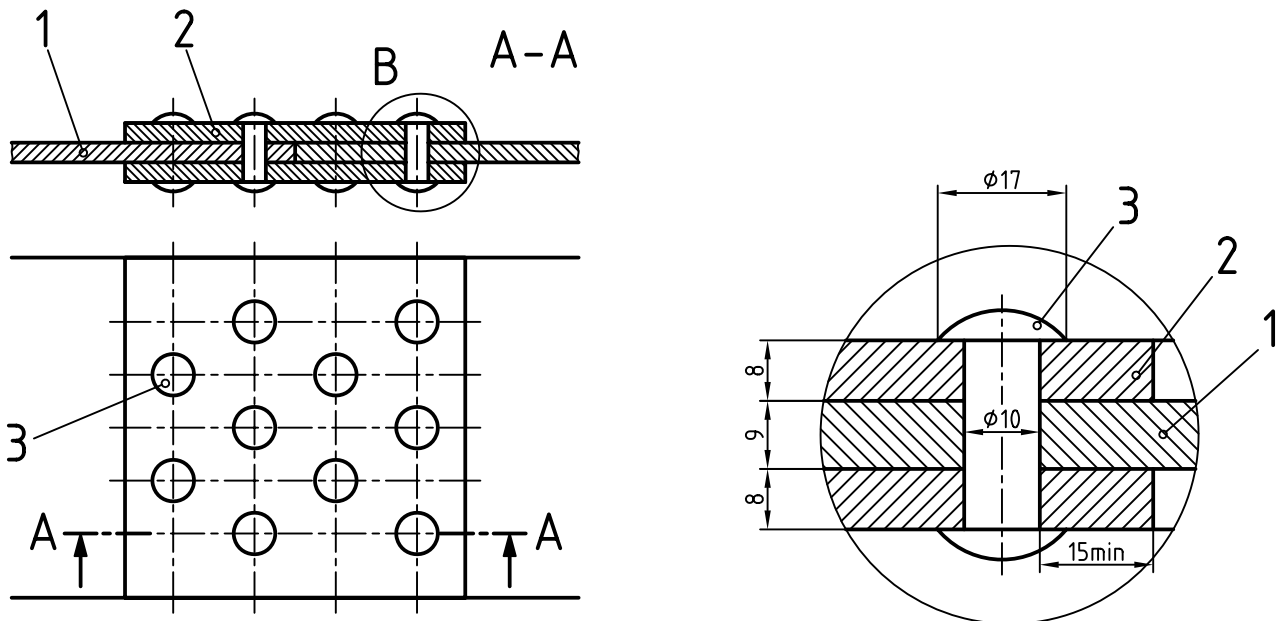
نمونه ۱: پرچ توپر جزء بی‌برش‌ها است و بنابراین هاشور نمی‌خورد. در شکل ۱۲-۲۹ دیده می‌شود که درپوش‌های یک دیگ بخار چگونه پرچ شده‌اند.

در زمان نیاز می‌توان این پرچ‌ها را برداشت و برای بستن دوباره، پرچ‌های تازه‌ای را به کار برد.



شکل ۱۲-۲۹- دیگ بخار با سه سوراخ

نمونه ۲: برای اتصال دو ورق از پرچ، به صورت زیگزاگ و دوردیفه استفاده شده است. در این طرح دو قطعه ورق برای ایجاد ارتباط به کاررفته است (شکل ۱۲-۳۰).

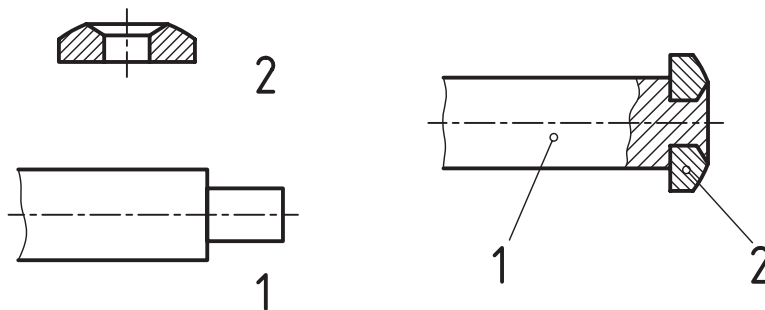


Sc.1:2,5 -a

detB  
Sc.1:1

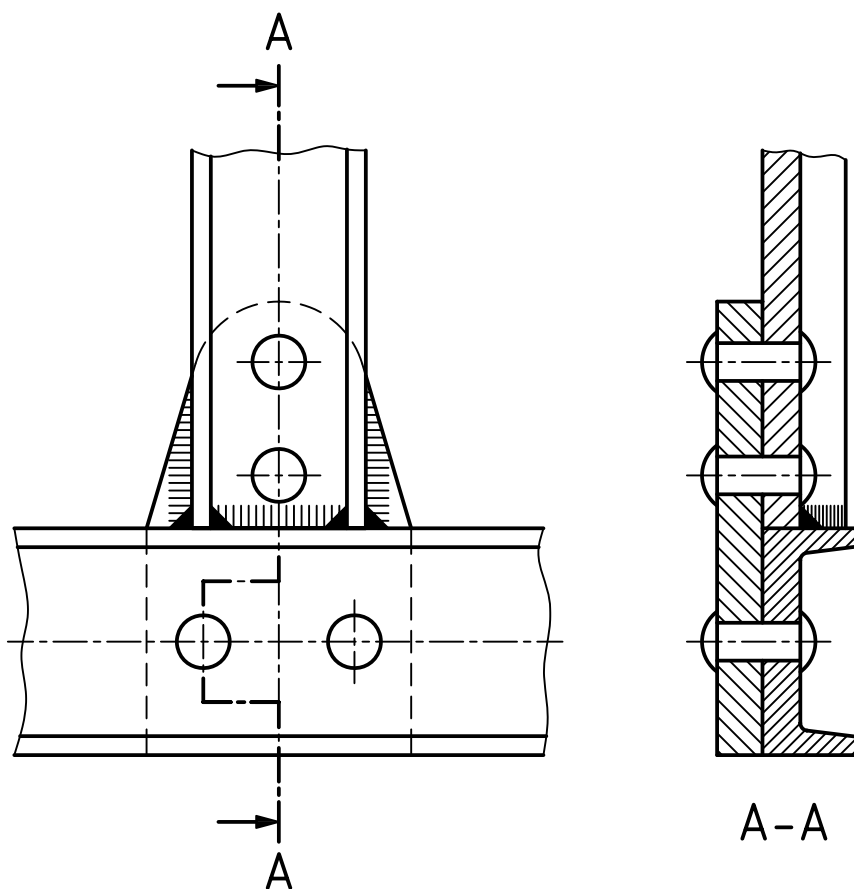
شکل ۱۲-۳۰

نمونه ۳: همواره اتصال پرچی با میخ پرچی انجام نمی‌شود، بلکه ممکن است قسمتی از میله‌ها یا محورها خود پرچ شوند (شکل ۱۲-۳۱).



شکل ۱۲-۳۱- دسته گیره

نمونه ۴: قسمتی از یک سازه (پل) دیده می‌شود. در شکل ۱۲-۳۲ دیده می‌شود.



شکل ۱۲-۳۲

## خلاصه مطالب مهم



- ۱- جوش فرآیندی است که با کمک گرما، لبه‌های دو قطعه ذوب می‌شوند و با یک واسطه یا بدون آن به هم می‌چسبند.
- ۲- مهم‌ترین جوش‌ها، جوش برقی، گازی و مالشی (اصطکاکی) است.
- ۳- محافظ عاملی است که از نزدیک شدن اکسیژن به محیط جوش جلوگیری می‌کند.
- ۴- برتری‌های جوش، ارزانی، سرعت و استحکام آن است.
- ۵- برای ایجاد استحکام بیشتر، باید از درز جوش استفاده کرد.
- ۶- درز جوش فضای خالی یا شیار است که میان دو قطعه، برای نفوذ بهتر جوش، ایجاد می‌شود.
- ۷- نشانه پایه درجوشکاری، یک پیکان است با دنباله شکسته که با خط نازک رسم می‌شود.
- ۸- خط تشخیص که وظیفه‌اش رساندن مفهوم دید یا ندید بودن جوش درنما است، با نشانه اصلی همراه خواهد شد.
- ۹- اگر قطعه، پس از سوار کردن، جوش داده می‌شود، یک نشانه پرچم مانند به آن اضافه می‌شود.
- ۱۰- افزودن یک دایره به نشانه مبنا، مفهوم دور تا دور بودن جوش را می‌رساند.
- ۱۱- پرچکاری عمل اتصال ورق‌ها به کمک قطعه‌ای به نام میخ پرچ است.
- ۱۲- برتری‌های پرچ عبارت‌اند از توانایی اتصال قطعات غیرهم جنس، استحکام و دقت محاسباتی.
- ۱۳- پرچکاری با کوبیدن، کشیدن، انفجار، اختلاف دما و ... انجام می‌شود.
- ۱۴- معایب پرچ عبارت‌اند از گرانی، کندی (زمان بری).

## خود را بیازمایید



- ۱- جوش را تعریف کنید.
- ۲- انواع جوش چگونه نام‌گذاری می‌شود؟
- ۳- جوش برقی، گازی و مالشی (اصطکاکی) را توضیح دهید.
- ۴- محافظ چیست؟ چند مورد را می‌شناسید؟
- ۵- برتری‌های جوش کدام‌اند؟
- ۶- درز جوش و لزوم آن چیست؟
- ۷- درز جوش را دقیقاً تعریف کنید.
- ۸- درمورد درز جناغی با رسم شکل توضیح دهید.
- ۹- حداقل ۵ نوع درز جوش را با رسم شکل و نشانه قراردادی معرفی کنید.
- ۱۰- درمورد نشانه پایه درجوش و مشخصات آن توضیح دهید.
- ۱۱- ضخامت جوش چیست و اندازه آن به چه مسائلی ارتباط دارد؟ نشانه‌های آن کدام است؟
- ۱۲- درمورد افزودنی‌های دایره، پرچم و دوشاخه به علامت پایه، دقیقاً توضیح دهید.
- ۱۳- مفهوم هریک از شکل‌های ۱۲-۱۲ تا ۱۲-۲۰ را دقیقاً شرح دهید.

۱۴- پرچ را تعریف کنید.

۱۵- انواع کدام اند؟

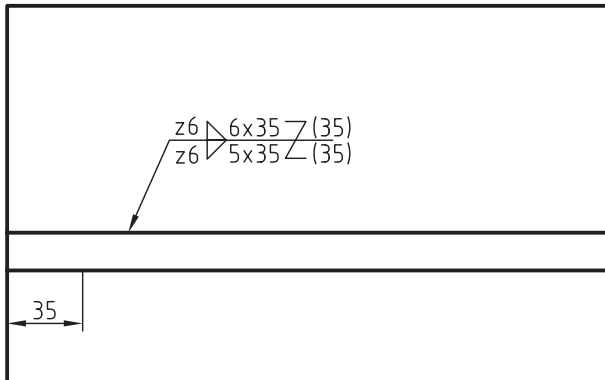
۱۶- مزایا و معایب پرچ کدام اند؟

۱۷- پرچکاری با چه روش هایی انجام می شود؟

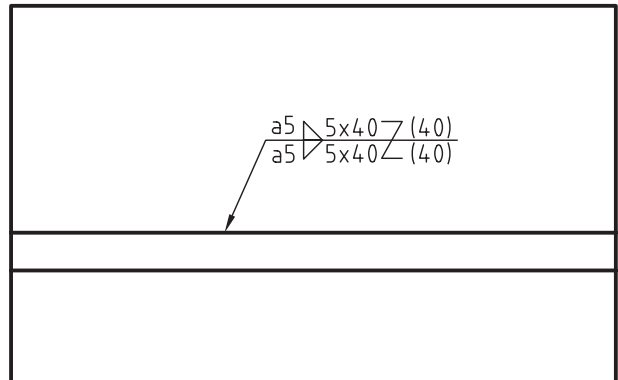
۱۸- درمورد هریک از روش های پرچکاری توضیح دهید.

۱۹- درمورد شکل های ۱۲-۲۹ و ۱۲-۳۰ هرچه می دانید بنویسید.

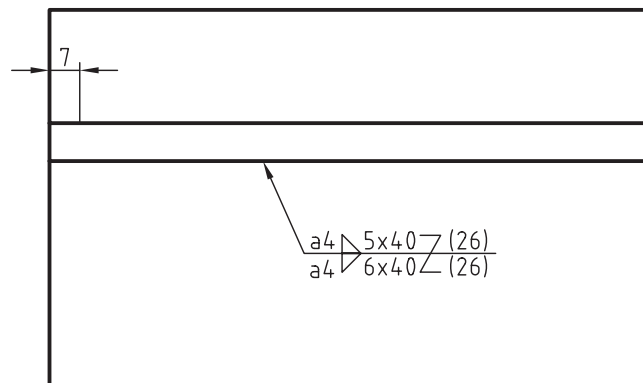
۲۰- مفهوم هریک از شکل های ۱۲-۳۳ تا ۱۲-۳۵ را بنویسید.



شکل ۱۲-۳۴



شکل ۱۲-۳۳



شکل ۱۲-۳۵



۱- برخی از شکل‌های داده شده در متن از ۱۲-۱ تا ۱۲-۳۰ را، روی برگه‌های A۳ رسم کنید (با انتخاب استاد).

۲- شکل ۱۲-۳۲ را رسم و شماره‌گذاری کنید (با اندازه‌های لازم).

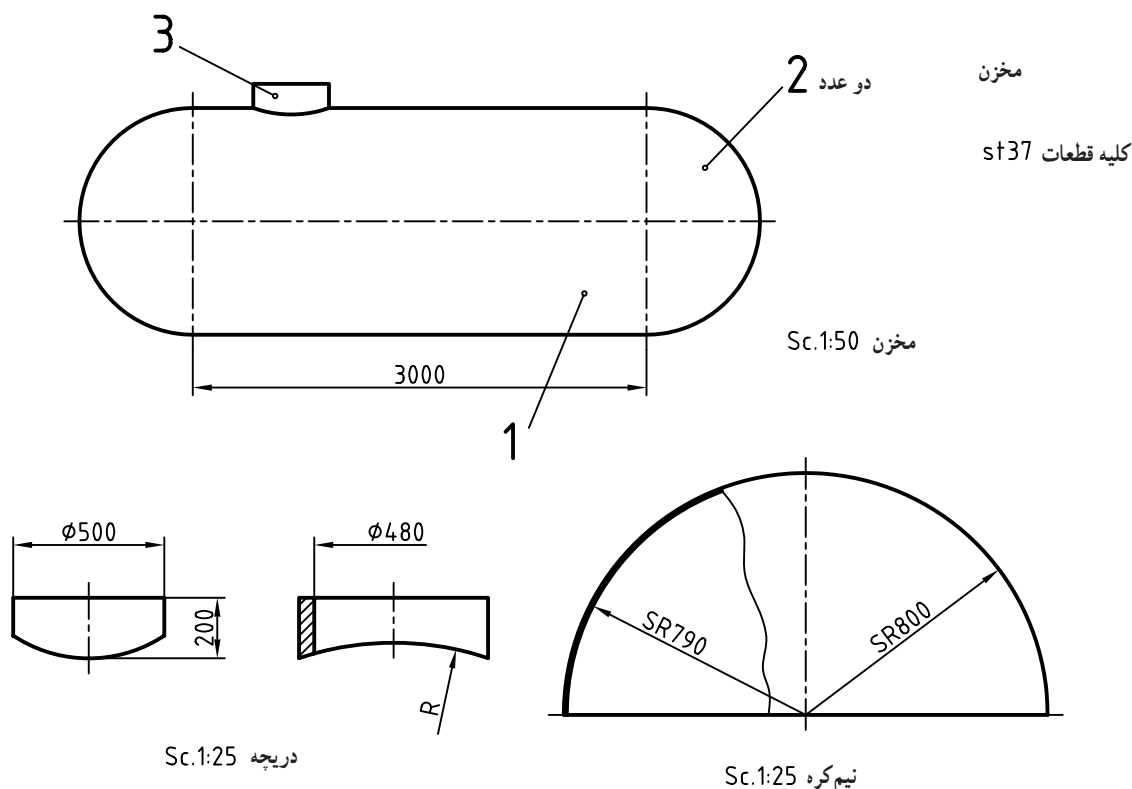
۳- شکل ۱۲-۳۳ را رسم کنید. (جوش درست از لبه سمت چپ شروع و در لبه سمت راست تمام می‌شود). آیا می‌توانید بگویید طول قطعه کار چه قدر است؟ آنگاه تصویر حقیقی را نیز رسم کنید.

۴- شکل ۱۲-۳۴ را رسم کنید. آنگاه تصویر حقیقی را رسم کنید.

۵- شکل ۱۲-۳۵ را رسم کنید. جوش قسمت پایین ۶ تکه، از لبه سمت چپ شروع و در لبه سمت راست پایان خواهد یافت. طول کلی چه قدر خواهد شد؟ رسم شکل حقیقی هم لازم است.

۶- مخزن داده شده در شکل ۱۲-۳۶ باید جوشکاری شود. روش کار درز جناغی است. مقیاس برای

ترسیم ۱:۲۵

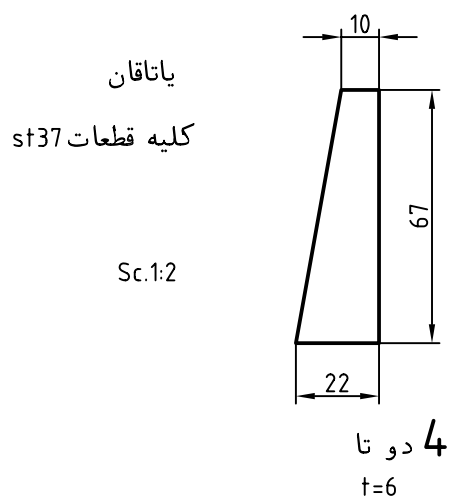
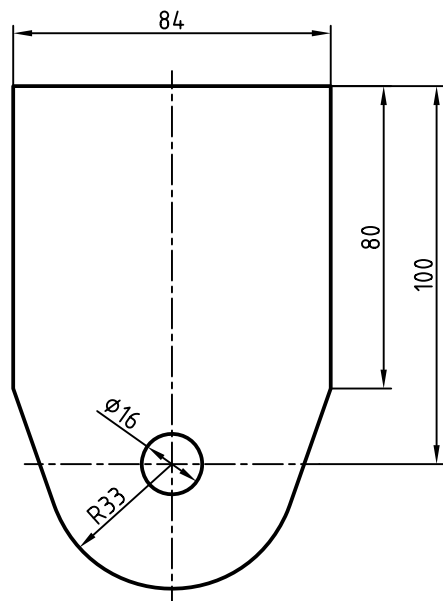
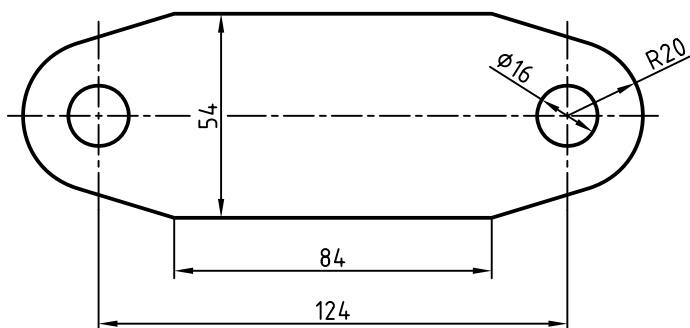
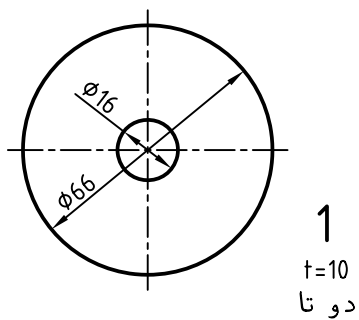


شکل ۱۲-۳۶

۷- یاتاقان داده شده در شکل ۱۲-۳۷ باید جوشکاری شود. تکه ۲ روی خط تقارن طولی تکه ۳ قرار می‌گیرد. ابتدا تیغه‌های ۴ و سپس ۲ جوش خواهند شد.

دو صفحه دایره‌ای هم با کمک یک میله کمکی قطر ۱۶ با ۲ هم‌آهنگ و درجا، جوش می‌شوند (جوش در زمان سوار کردن). پس از تمام شدن جوش، قطر سوراخ ۱۶، اضافه خواهد شد.





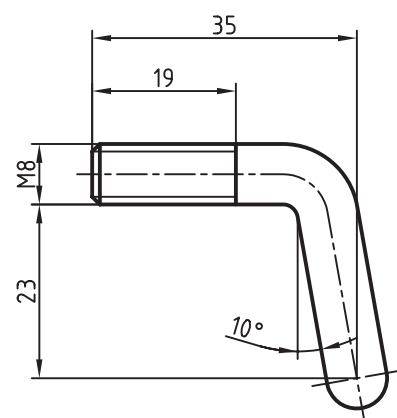
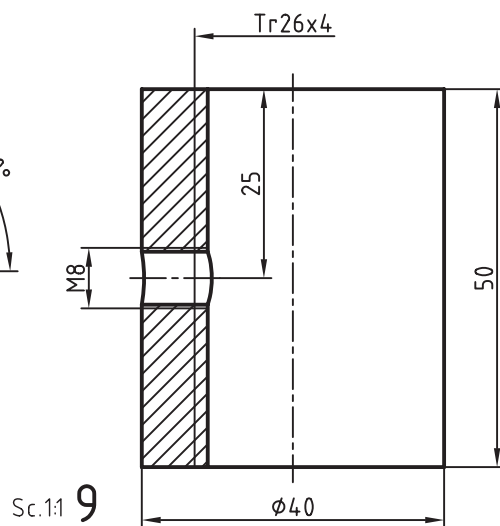
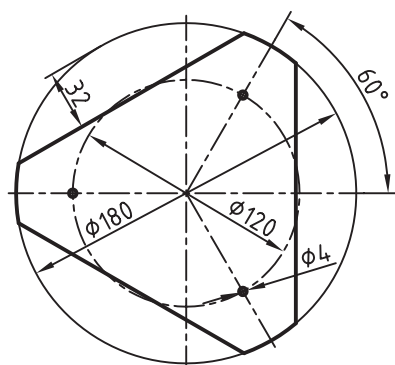
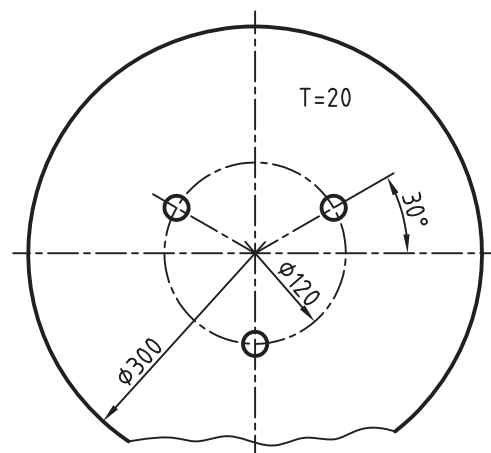
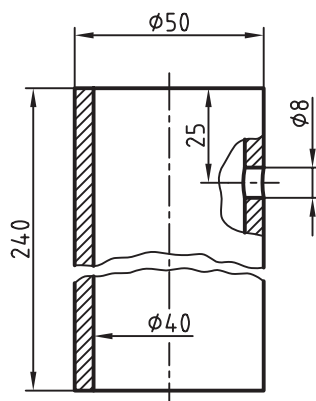
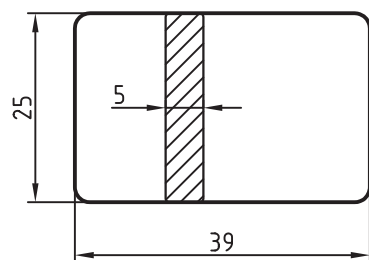
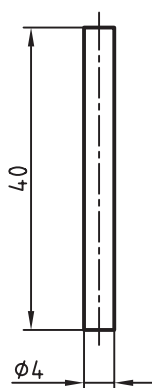
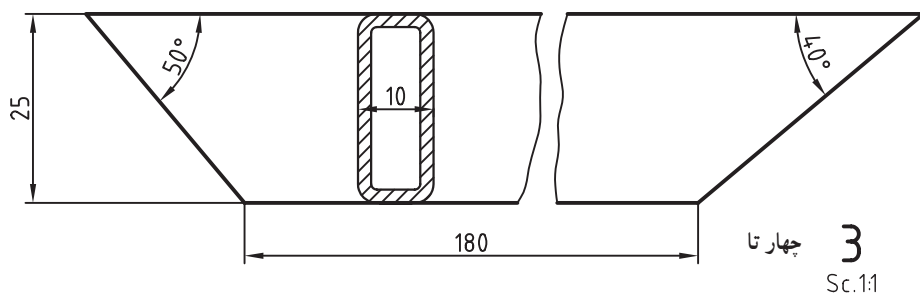
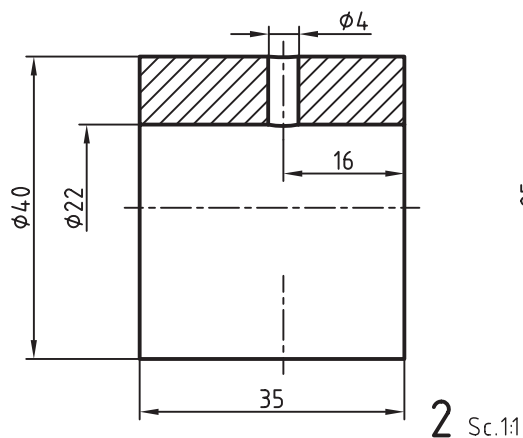
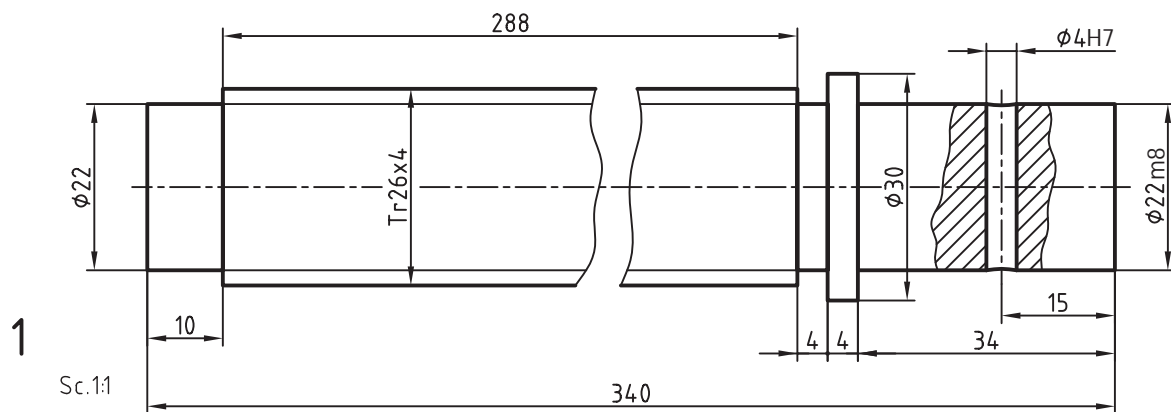
یاتاقان

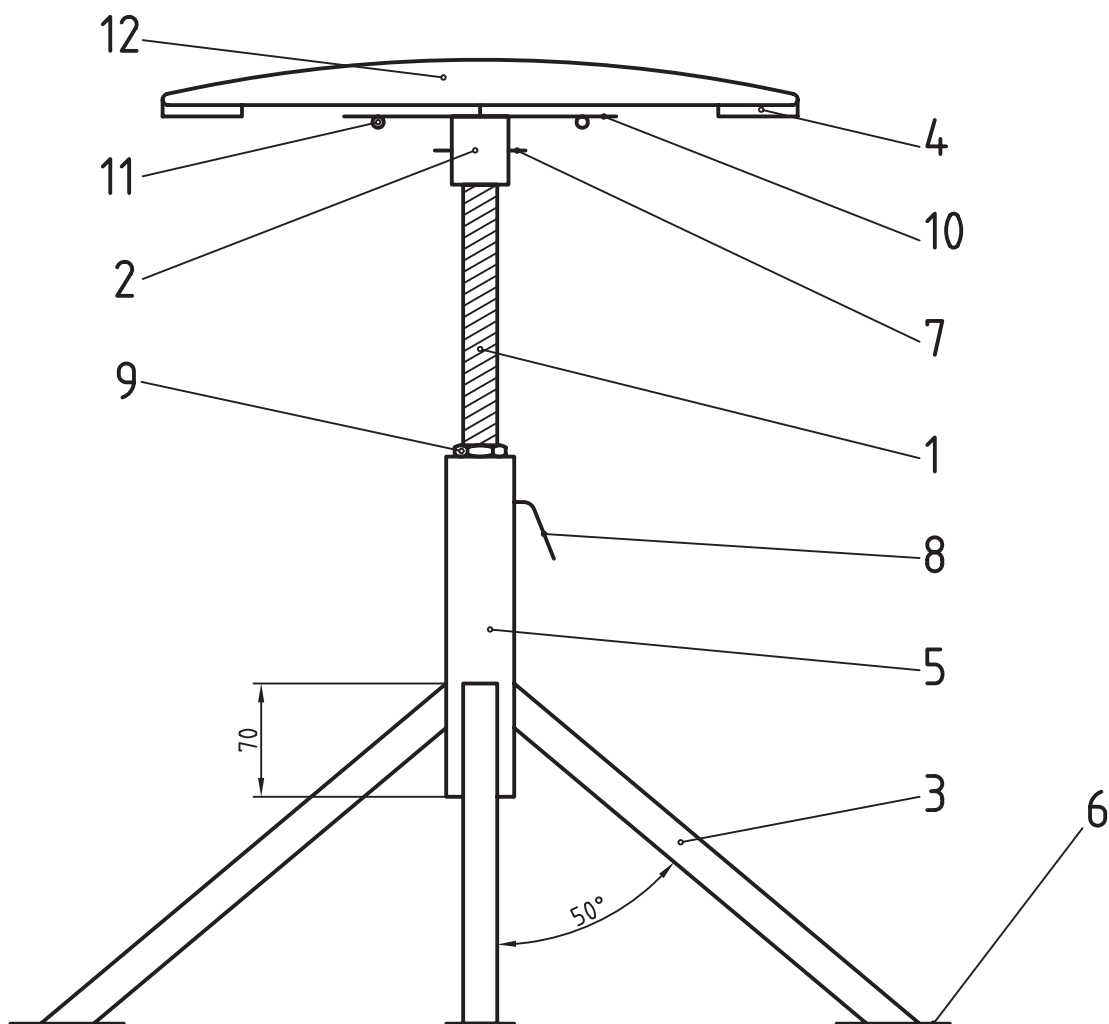
کلیه قطعات st37

Sc.1:2

شکل ۳۷-۱۲

۸- اجزای صندلی را به مقیاس ۱:۲ و در یک نما، روی کاغذ A۳ رسم و کدگذاری کنید (یعنی نشانه‌های لازم را به آن بیفزایید). نوعی دیگر از جدول ترکیبی را در شکل ۳۸-۱۲ ببینید.






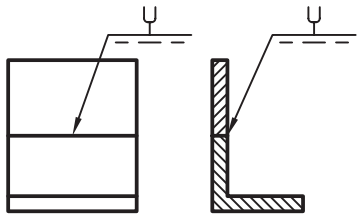

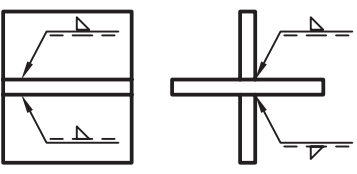

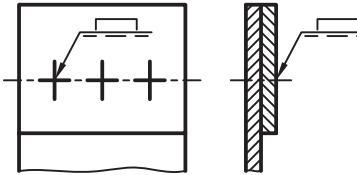

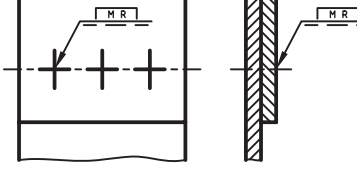

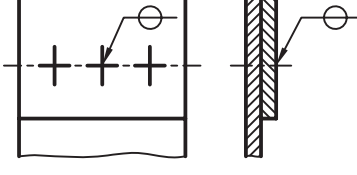

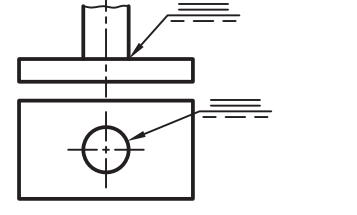

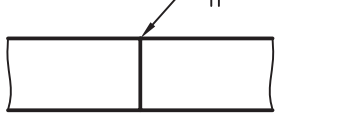
نام	مقیاس	مشخصات	جنس	تعداد	شماره قطعه
شماره:	صندلی گردان	مؤسسه:	ترسیم: محمد کاظم الهام		
		هنرستان فنی کارآموز	بازبین: هادی کامکارفر		
روکش چرم یا نایلون	1: 1			1	12
پیچ خودرو		$\varnothing 4 \times 20$	فولاد پیچ	3	11
صفحه واسطه	1: 2	ضخامت ۳ یا بیشتر	ST 37	1	10
مهره	1: 1	Tr 26×4	ST 37	1	9
پیچ ضامن	1: 1	M8	ST 37	1	8
پین	1: 1	$\varnothing 4 \times 40$	مفتول فولادی	1	7
تسمه	1: 1	25×5	ST 37	4	6
لوله سیاه	1: 2	$\varnothing 50$	ST 37	1	5
کفی صندلی	1: 5	ضخامت 20	تخته چندلا	1	4
پروفیل قوطی	1: 1	10×25	ST 37	4	3
قطعه واسطه	1: 1		ST 37	1	2
پیچ دنده دوزنقه	1: 1	Tr 26×4	ST 37	1	1



## برای مطالعه

در جدول ۶-۱۲ مواردی از کاربرد نشانه‌ها برای افزایش آگاهی داده شده است.

جدول ۶-۱۲

نقشه	شکل حقیقی و توضیح
<p>نماد</p> 	 <p>درز لاله‌ای، در نمای روبه‌رو و هم در نمای نیم‌رخ درز جوش دیده می‌شود.</p>
	 <p>درز گلولی در دو سمت به گونه‌ای انجام می‌شود که حالت قطری دارند. آنچه را که در نمای روبه‌رو ندید است می‌توان به دو حالت معرفی کرد.</p>
	 <p>حفره جوش، سوراخ‌های ایجاد شده از جوش پر خواهند شد.</p>
	 <p>حفره جوش، سوراخ‌های ایجاد شده از جوش پر خواهد شد و نوار اضافی موقت در پشت آن قرار خواهد داشت و اگر لازم باشد که نوار دائم باشد فقط از حرف M استفاده خواهد شد.</p>
	 <p>نقطه جوش، گام نقطه روی نقشه‌ها مشخص خواهد شد و در صورت نیاز قطر آن به علامت اضافه می‌شود مانند ضخامت درز گلولی و در همان‌جا</p>
	 <p>درز تخت، در این حالت تمام پیشانی یا مقطع میله به صفحه جوش داده می‌شود مثل جوش اصطکاکی</p>
	 <p>جوش لب به لب صفحه‌ای که در آن مقطع میله‌ها کاملاً جوش می‌خورند مثل جوش اصطکاکی یا مقاومتی<sup>۱</sup></p>

۱- در جوش مقاومتی، دو سر میله به هم فشرده می‌شود و در همان حال یک شدت جریان الکتریکی قوی عبور می‌کند که باعث ذوب میله‌ها و جوش خوردن آن‌ها می‌شود. این روش برای جوش دادن حلقه‌های زنجیر خیلی خوب است.

## نمونه ارزشیابی پایانی



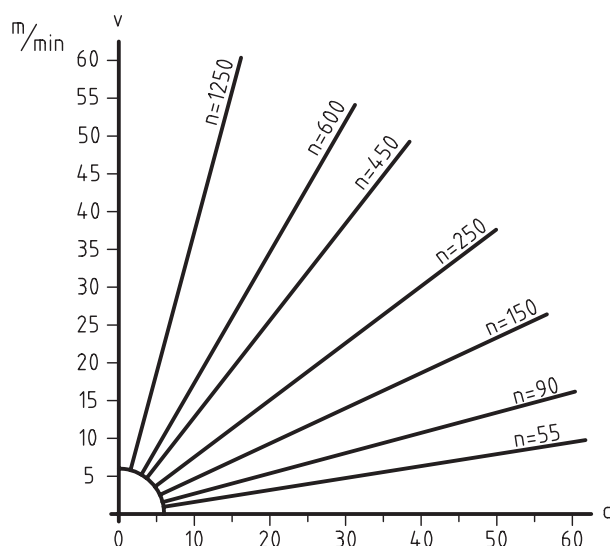
ارزشیابی باید بر پایه آنچه که در کتاب آمده است انجام شود. بدیهی است که یک آزمون جامع در یک زمان محدود امکان ندارد و نمونه کنونی تنها یک پیشنهاد است. این آزمون بر اساس ۲۰ نمره تنظیم شده است<sup>۱</sup>.

به ۲۰ مورد از ۲۵ پرسش داده شده پاسخ دهید. بارم هر مورد ۲۵٪ و جمع ۵ می باشد.

۱- نقشه شماتیک و ویژگی های آن را توصیف کنید.

۲- برای سه گونه از نقشه ها، نمونه ای با دست آزاد رسم کنید.

۳- با توجه به نمودار شکل ۳۹-۱۲ جدول زیر آن را کامل کنید.



n	v	d
	45	35
250	40	
42		26

شکل ۳۹-۱۲- نمودار سرعت برش

۴- مفهوم عبارت  $(\sqrt[3/2]{\frac{1}{\sqrt{d}}})$  دقیقاً چیست؟

۵- مفهوم  $3\sqrt[3]{\frac{0.8}{R_z 25}}$  <sup>فرز کاری شود</sup> را دقیقاً بنویسید.

۱- آزمون پایانی تنها برای آگاهی از توانایی های علمی و عملی هنرجونیست بلکه توانایی ارائه و انتقال مطالب را به صورت گفتاری و نوشتاری نیز بررسی می کند، بنابراین آزمون

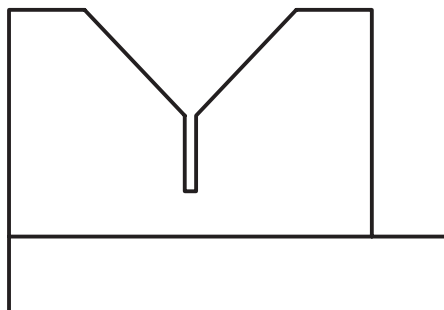
به صورت تست مناسب نیست با این همه اگر استاد صلاح بدانند می توان نیمی از بارم تئوری (۲/۵ نمره) را به این کار اختصاص داد.

- ۶- شکلی رسم کنید و روی آن دستور تولید خوب و چهار مرحله پرداخت را به روش مثلث‌ها نشان دهید.
- ۷- پرداخت سطوحی که با یک مثلث، دو مثلث، سه مثلث و چهارمثلث مشخص شده‌اند چیست؟
- ۸- با رسم یک نقشه ساده، چگونگی تولرانس گذاری کامل آن را توضیح دهید.
- ۹- هرچه راجع به جدول اصلی تولرانس‌ها می‌دانید بنویسید.
- ۱۰- تعریف دقیق فنی تولرانس چیست؟
- ۱۱- با رسم شکل، یکی از میدان‌های تولرانس را نشان دهید.
- ۱۲- نوع هرانطباق را بنویسید:  $\varnothing 15^{\circ} N12/h11$ ،  $45HV/n6$ ،  $\varnothing 16H6/t6$ ،  $\varnothing 27H16/d14$
- ۱۳- کاربرد دستگاه‌های مبنا در کجا است؟
- ۱۴- چه نوع تولرانسی را وابسته و چه نوع را مستقل گویند؟ از هر کدام نمونه بیاورید.
- ۱۵- کلیه نشانه‌های تولرانس هندسی را بنویسید.
- ۱۶- یک رولرپرینگ استوانه‌ای را رسم کنید و اجزای مهم آن را نام ببرید.
- ۱۷- چگونگی رسم دقیق یک چرخ دنده ساده را در نماهای ساده و برش توضیح دهید.
- ۱۸- از نقشه ترکیبی در چه مواردی استفاده می‌شود؟
- ۱۹- یک نقشه ترکیبی چگونه می‌تواند ارائه شود؟
- ۲۰- معمولاً در یک جدول ترکیبی چه مواردی آورده می‌شود؟
- ۲۱- با رسم شکل دستی چگونگی اندازه‌گذاری مبنایی را شرح دهید.
- ۲۲- از نقشه انفجاری در چه مواردی استفاده می‌شود؟
- ۲۳- حداقل پنج نوع درز جوش را با رسم شکل و نشانه قراردادی معرفی کنید.
- ۲۴- روش‌های نقطه‌یابی در برخوردها را نام ببرید و یک مورد را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۲۵- واژه‌های تا و خم را با رسم شکل تعریف کنید.

## پرسش‌های عملی



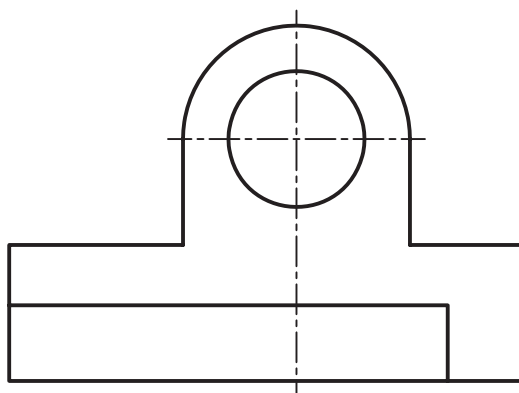
- ۱- این موارد را روی شکل ۴۰-۱۲ نشان دهید (بارم ۱). کار روی شکل موجود انجام شود.



شکل ۴۰-۱۲- پایه

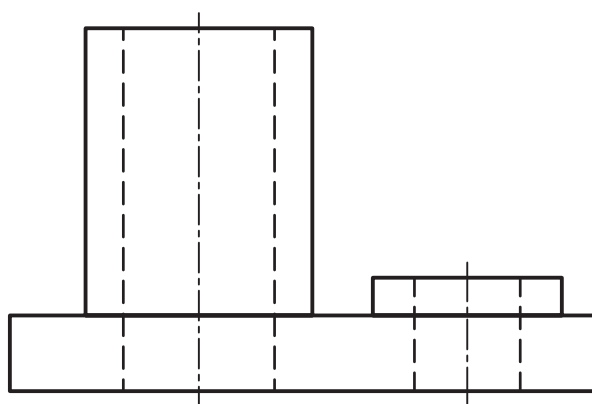
- پرداخت یک سطح  $3/2$ ، یک سطح  $1/6$  و سطوح دیگر با دستور تولید خوب.

- ۲- این موارد را روی شکل ۱۲-۴۱ نشان دهید (بارم ۷۵٪). (کار روی شکل موجود).  
 - یک اندازه با تولرانس  $0.4^\circ$  به صورت متقارن، یک اندازه با قید کمترین اندازه، سوراخ با قطر حداکثر  $20.4^\circ$  و حداقل  $19.92$  و یک اندازه با انحراف پایینی صفر و انحراف بالایی  $0.2^\circ$ .



شکل ۱۲-۴۱- بدنه

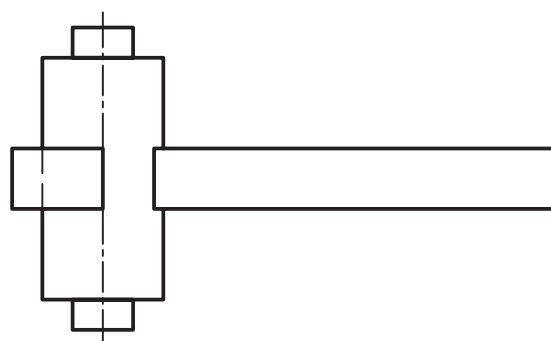
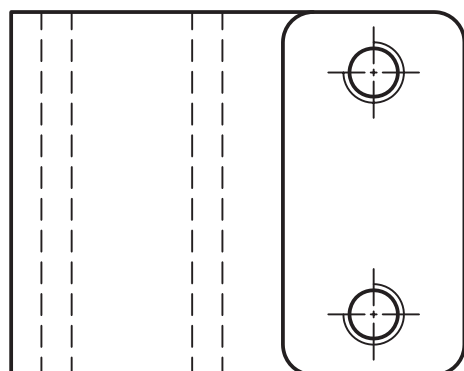
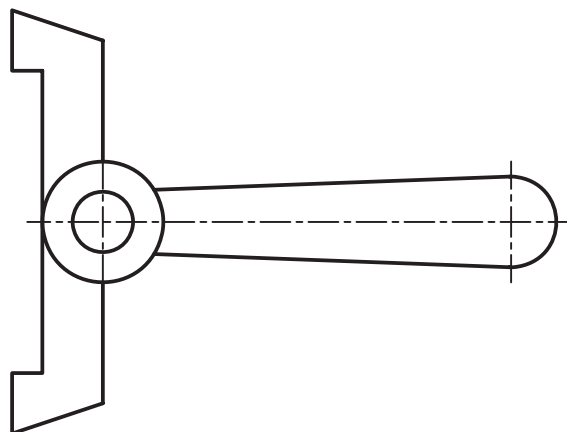
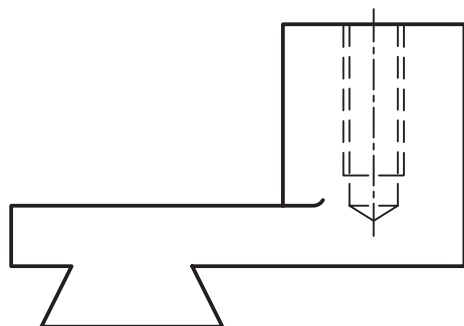
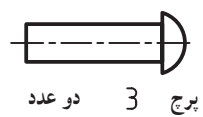
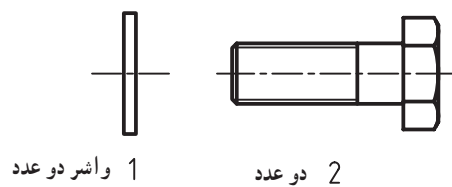
- ۳- روی شکل ۱۲-۴۲ موارد زیر را مشخص کنید (بارم ۷۵٪). کار روی شکل موجود.



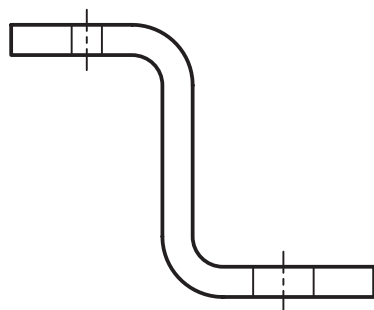
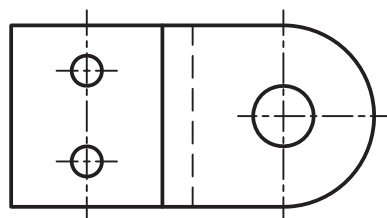
شکل ۱۲-۴۲- پایه

- عمود بودن محور بر کف جسم با تولرانس  $0.6^\circ$ ، تختی کف جسم برابر  $0.1^\circ$ ، توازی بالاترین سطح با کف برابر  $0.5^\circ$ .

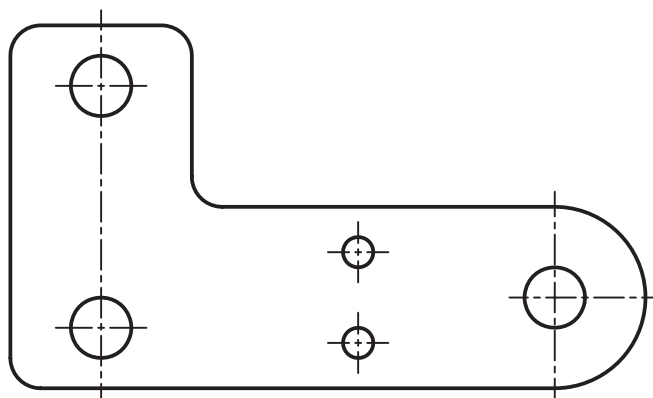
- ۴- برای مجموعه مکانیزم اهرمی که اجزای آن داده شده است، نقشه ترکیبی و انفجاری رسم کنید (شکل ۱۲-۴۳). [بارم ۴/۵ (۲/۲۵ و ۲/۲۵)]



5 اهرم



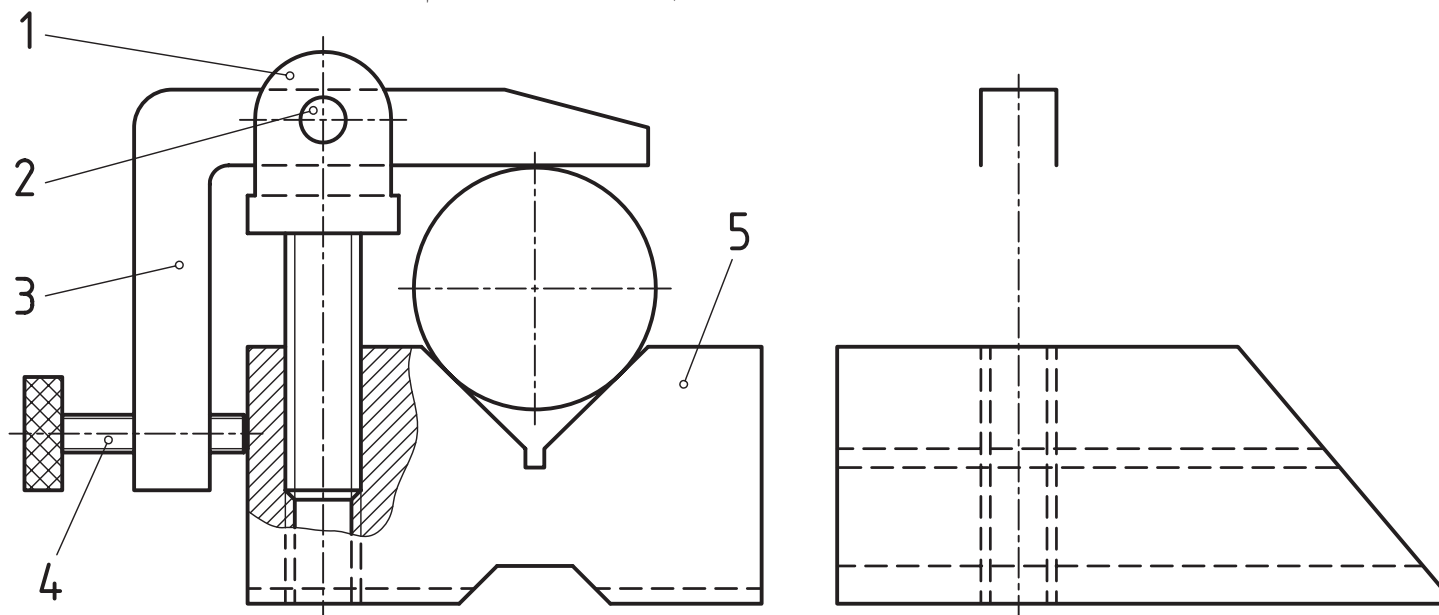
7 بست نگهدارنده



6 بازو

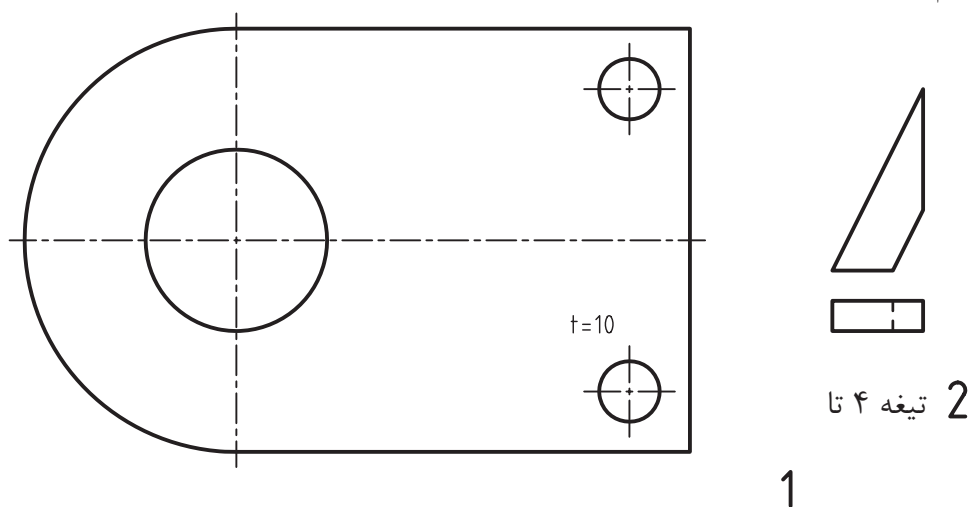


۵- قطعه شماره ۵ از مجموعه گیره منشوری را در نماهای لازم رسم و اندازه گذاری کنید. موارد پرداخت، انطباق و تolerانس ابعادی و هندسی باید به طور دقیق قید و تفهیم شود (شکل ۴۴-۱۲، بارم ۳).

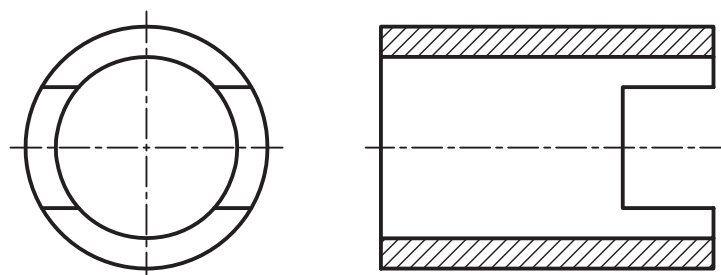


شکل ۴۴-۱۲

۶- با در نظر گرفتن جوش درز گلوبی به ضخامت ۴، قطعات پایه را به هم متصل و نقشه را تکمیل کنید (شکل ۴۵-۱۲، بارم ۲).



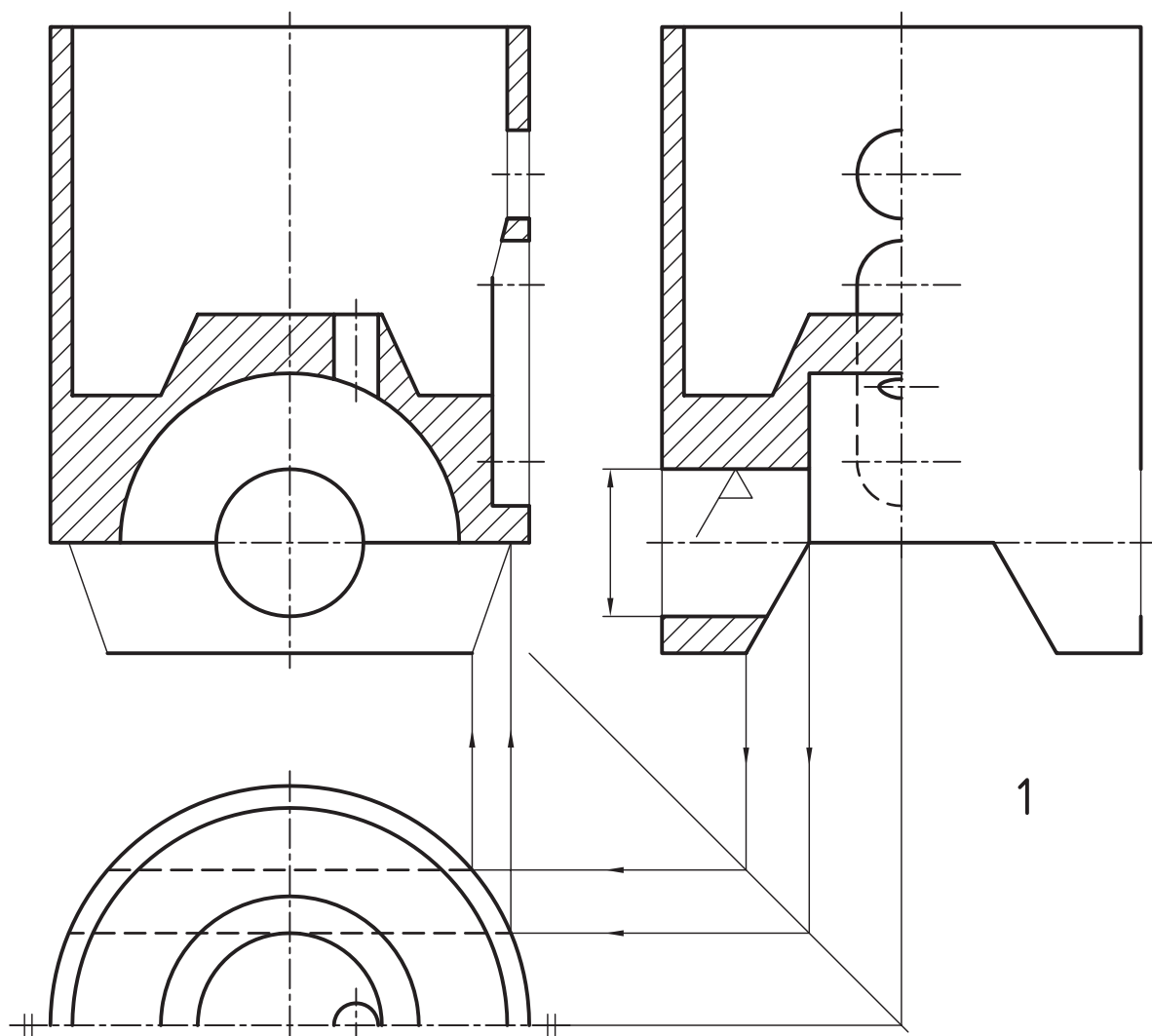
1



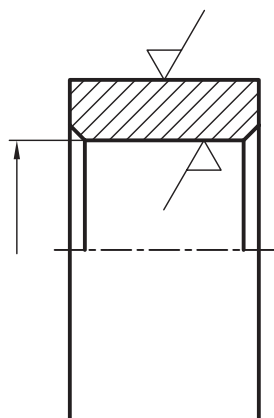
3

## پیوست‌ها

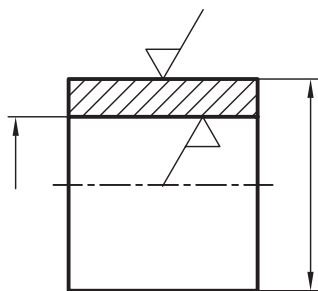
مسائل زیر تنها در صورت باقی بودن وقت انجام شود.



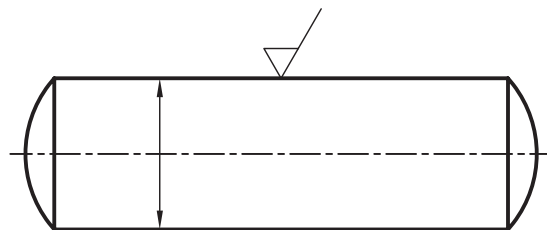
1



4

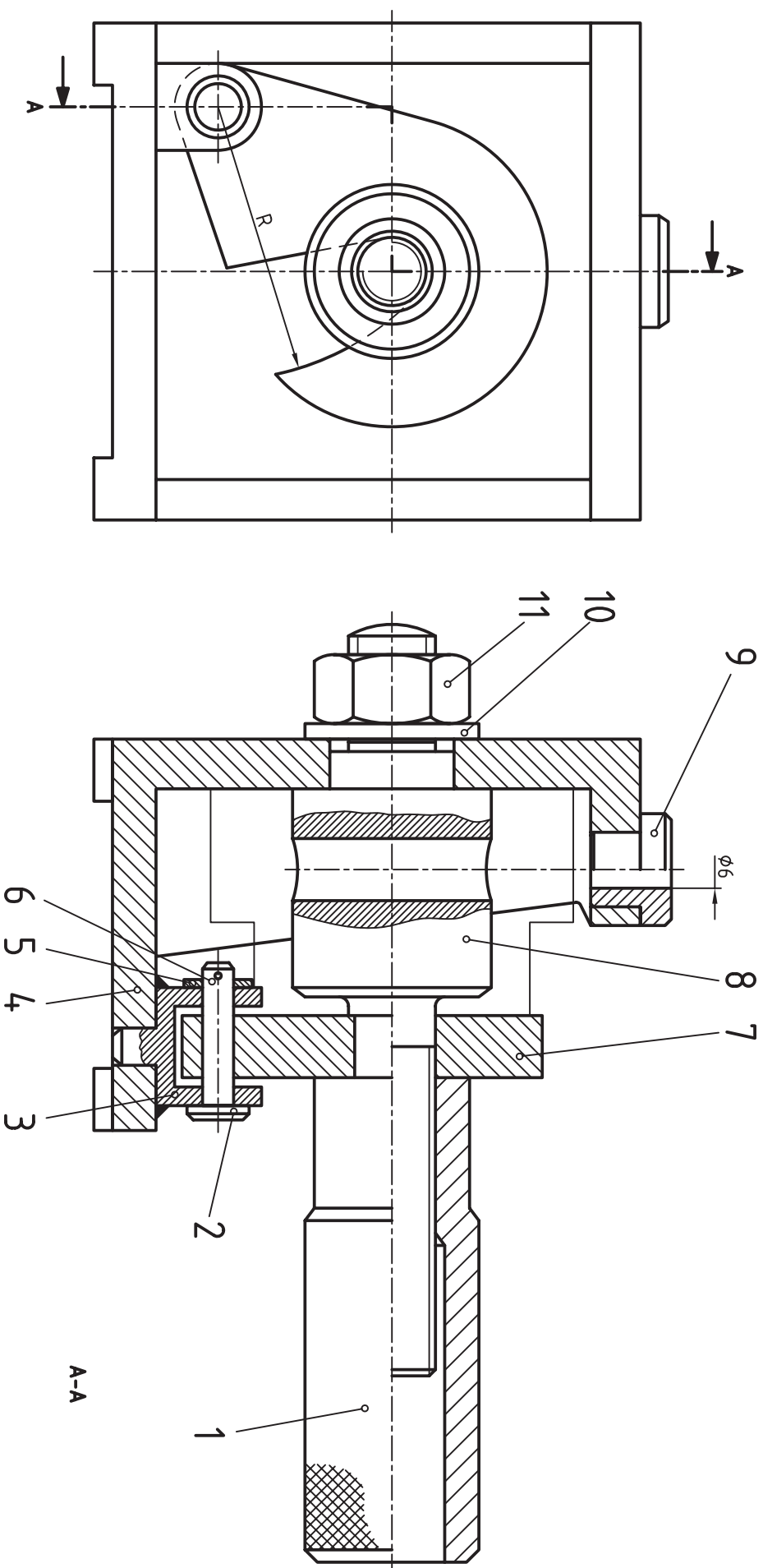


3

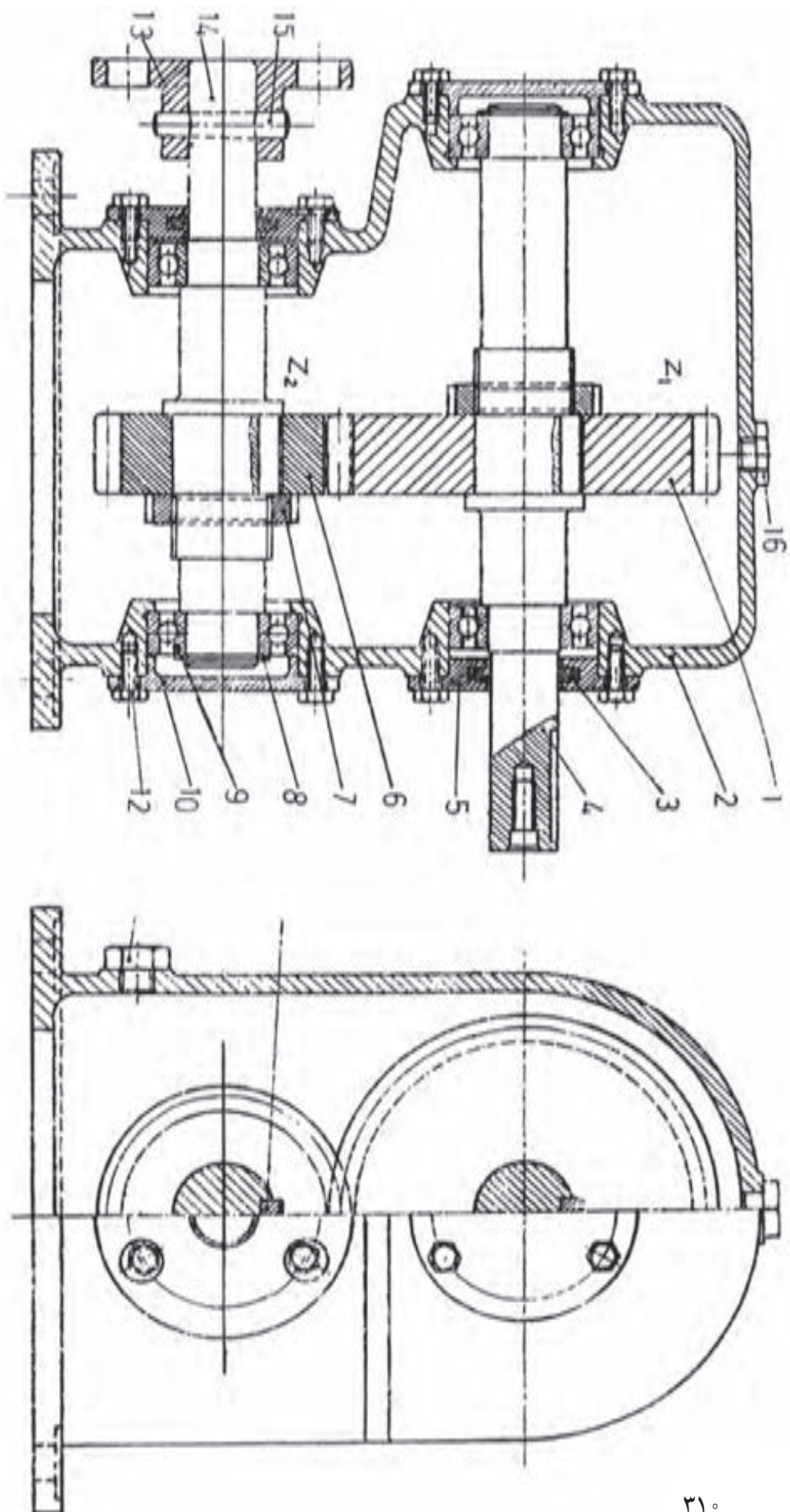


2

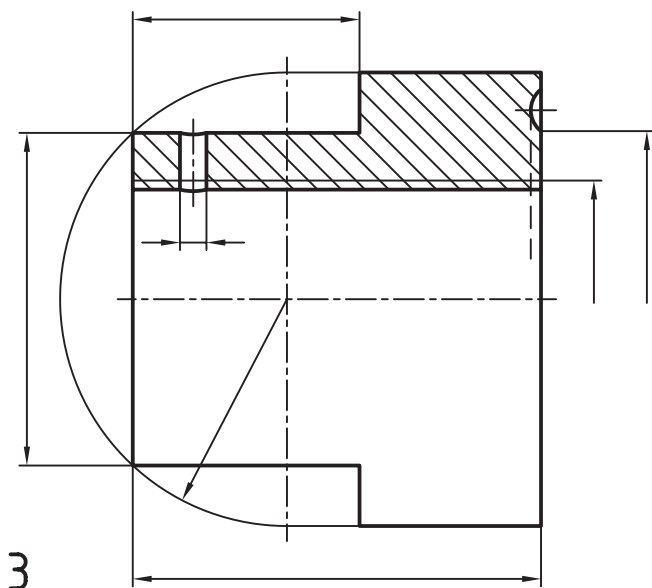
شکل ۱ - شکل نماینده اجزای یک زیر سوبایی است که با مقیاس ۱ : ۲/۵ رسم شده است. پرداخت‌ها از نوع بسیار مرغوب هستند. آن‌ها را کامل کنید و زیرنویس هر قطعه را مشخص نمایید. آیا می‌توانید در مورد چگونگی سوار کردن اجزا و تکمیل قسمت‌های ناقص توضیح دهید؟



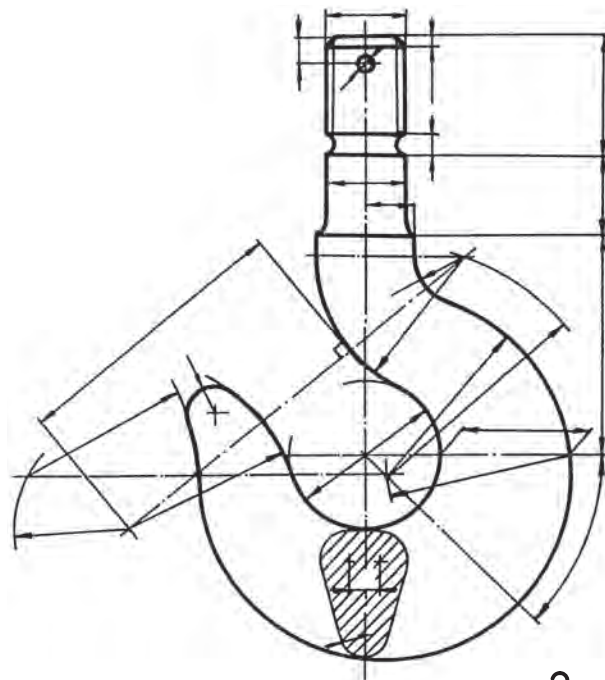
شکل ۲- یک راهنمای سوراخ کاری معروف دیده می شود. قطعه کار را با خط نازک، در نمای جانبی می بینید. پس از اظهار نظر در مورد کار مجموعه، قطعات را به صورت دستی رسم کنید.



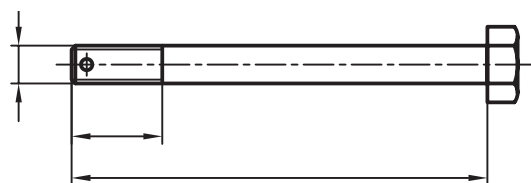
شکل ۳- یک جعبه دندانه ساده برای کاهش دور (یا افزایش) را می‌بینید. ابتدا در مورد چگونگی کارکرد آن توضیح دهید. سپس اجزا ماشین و تعداد هر کدام را معین کنید.



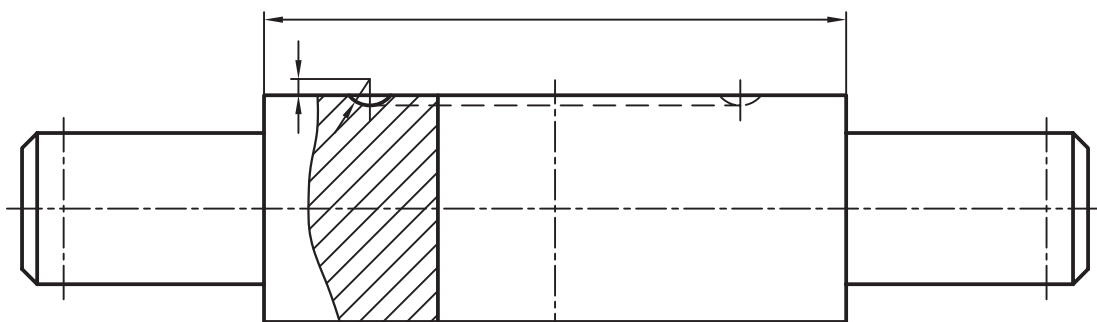
3



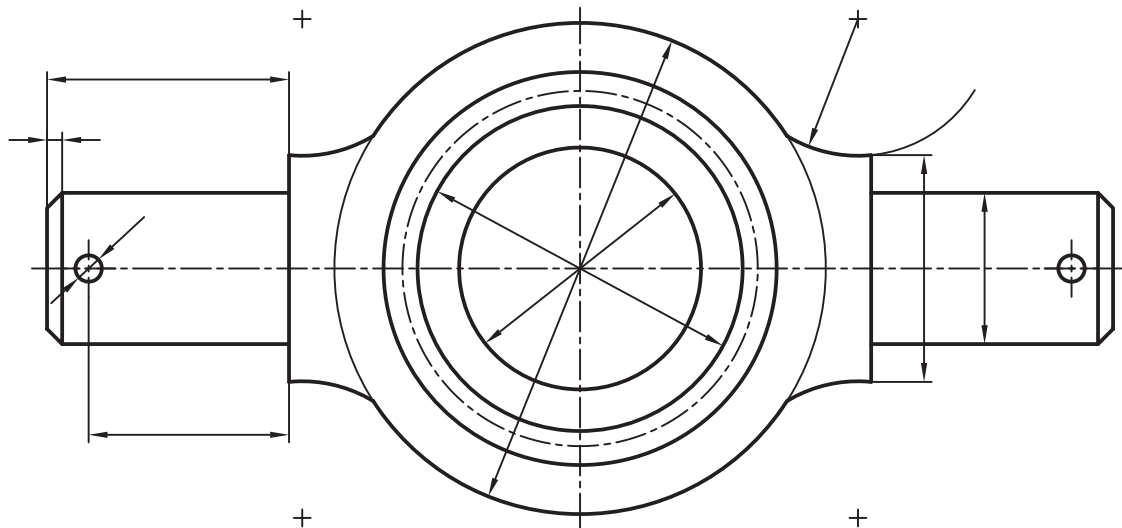
2



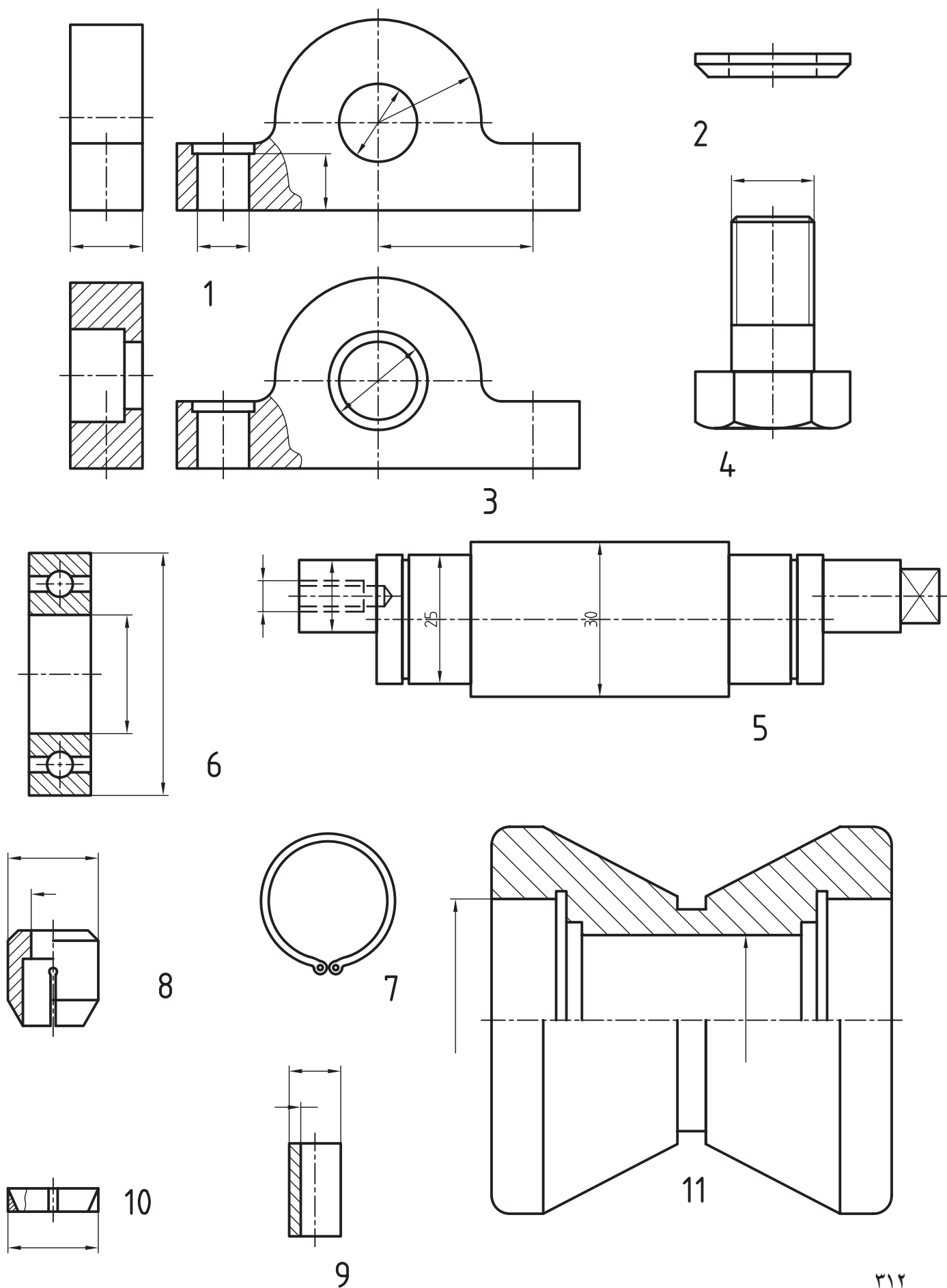
4



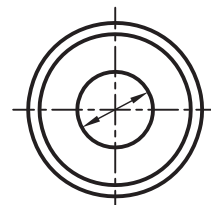
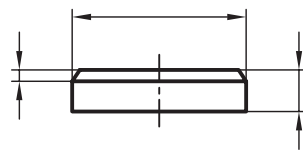
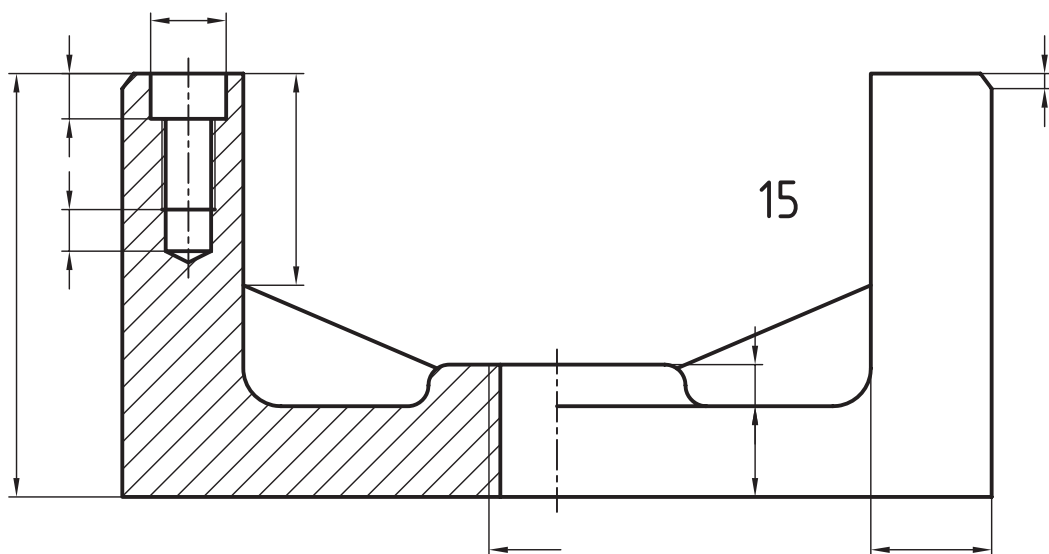
1



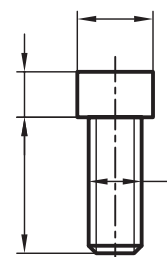
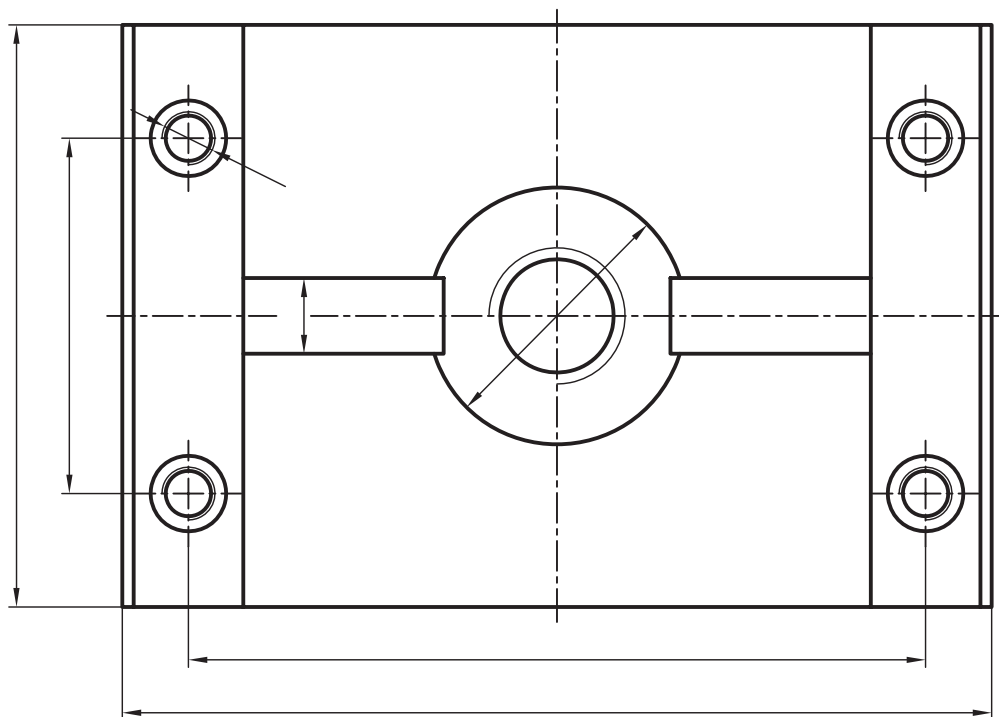
شکل ۴- اجزا یک قلاب را اندازه‌گذاری کنید (با شابلون حروف و اعداد). می‌توانید چگونگی سوارکردن را توضیح دهید؟



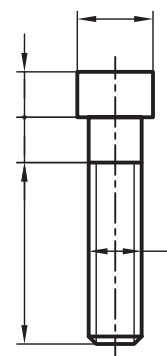
شکل ۵- پس از تکمیل اندازه‌ها با شابلون، در مورد نام و کار مجموعه و چگونگی سوار کردن اظهار نظر کنید.



12



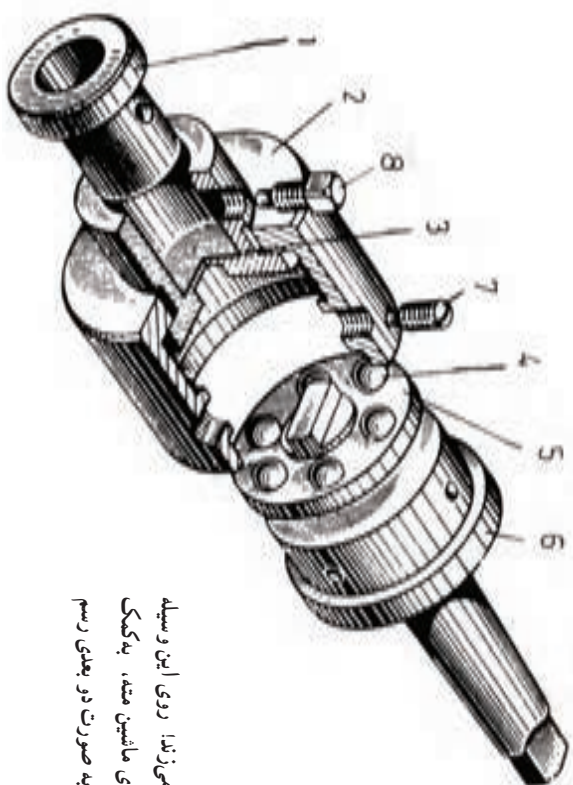
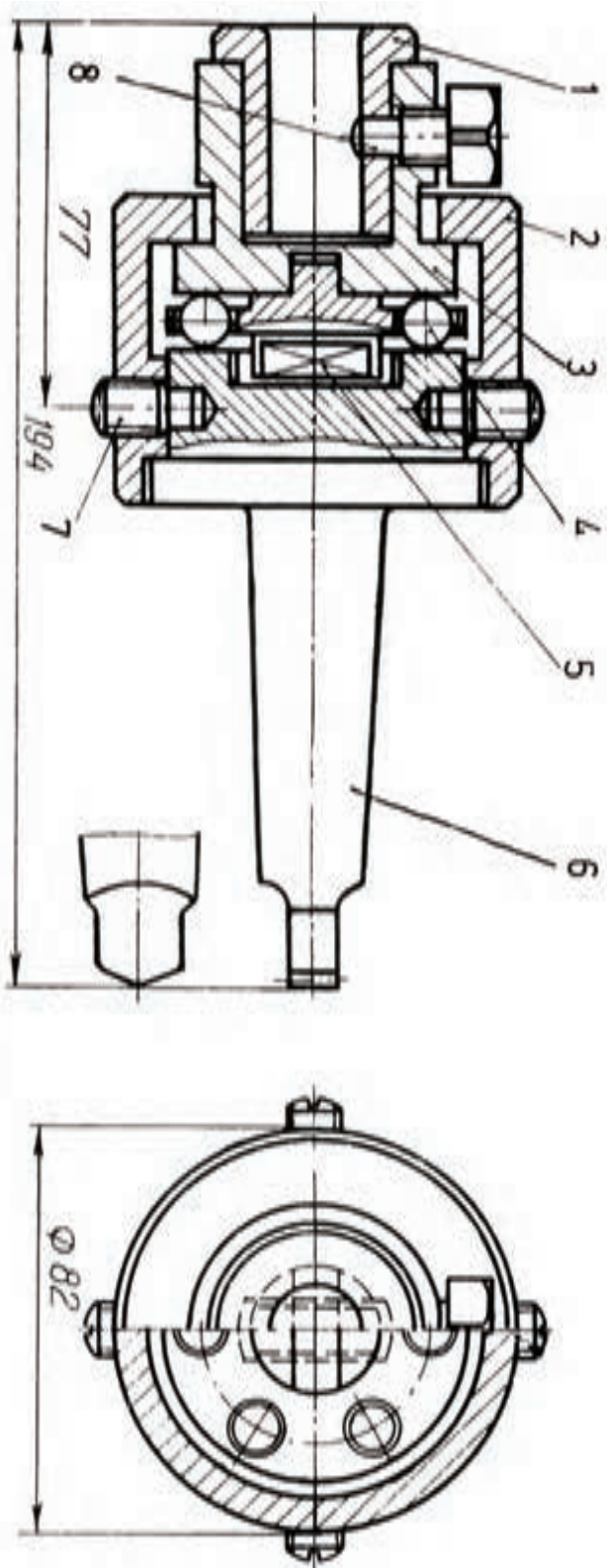
13



14

ادامه شکل ۵

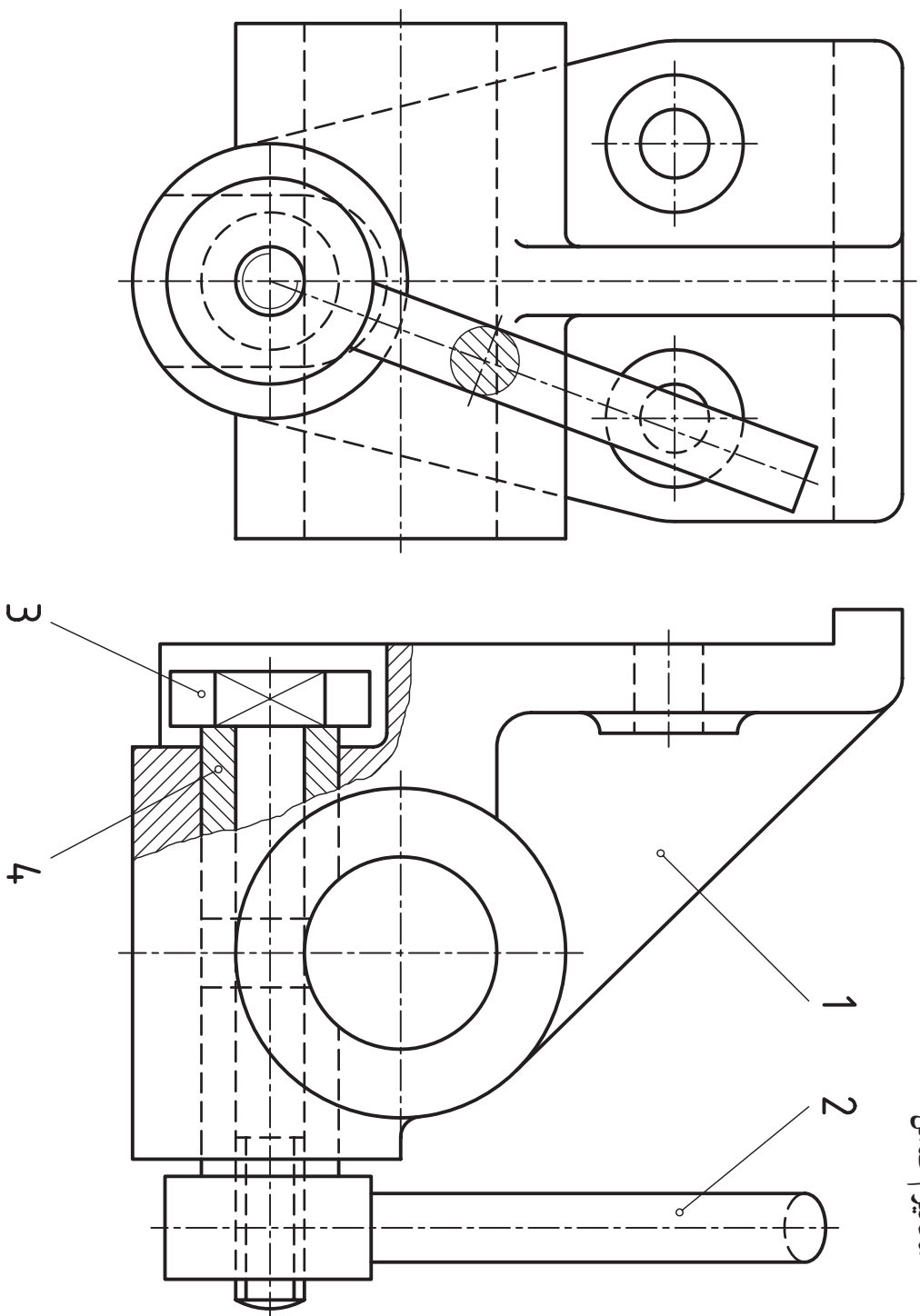




شکل ۶- مکانیزم معروف برای متدای که سوراخ چهارگوش می‌زنند: روی این وسیله متدای با شکل ویژه سوار می‌شود که پس از قرار گرفتن روی ماشین متد، به کمک شابلون، سوراخ چهارگوش تولید می‌کند. انفجاری مجموعه را به صورت دو بعدی رسم کنید. آیا می‌توانید در مورد چگونگی کار آن اظهار نظر کنید؟

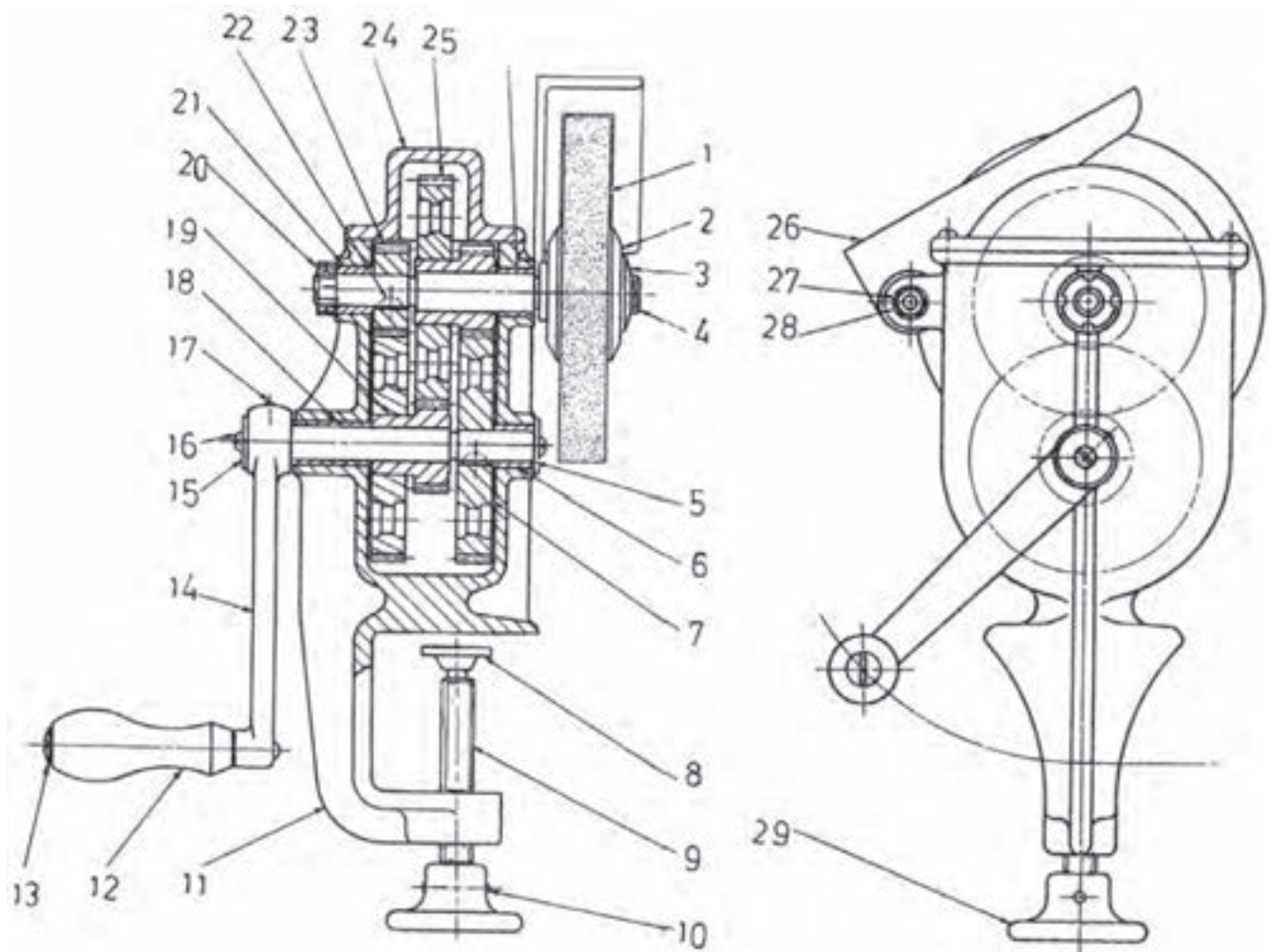


# مکانیزم ضامن



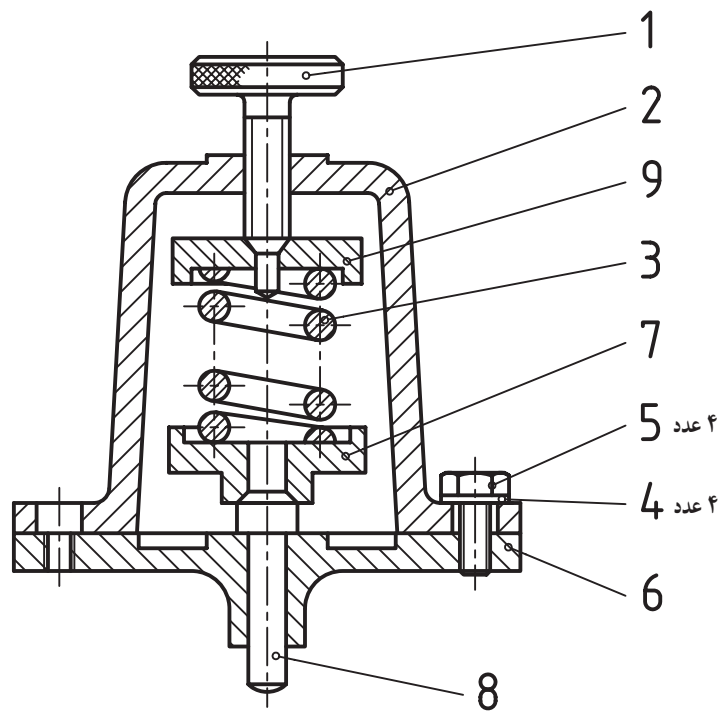
شکل ۷- یک مکانیزم ضامن را می بینید. آیا می توانید چگونگی کار آن را توضیح دهید؟ هر قطعه چه شکلی دارد؟

## سنگ رومیزی



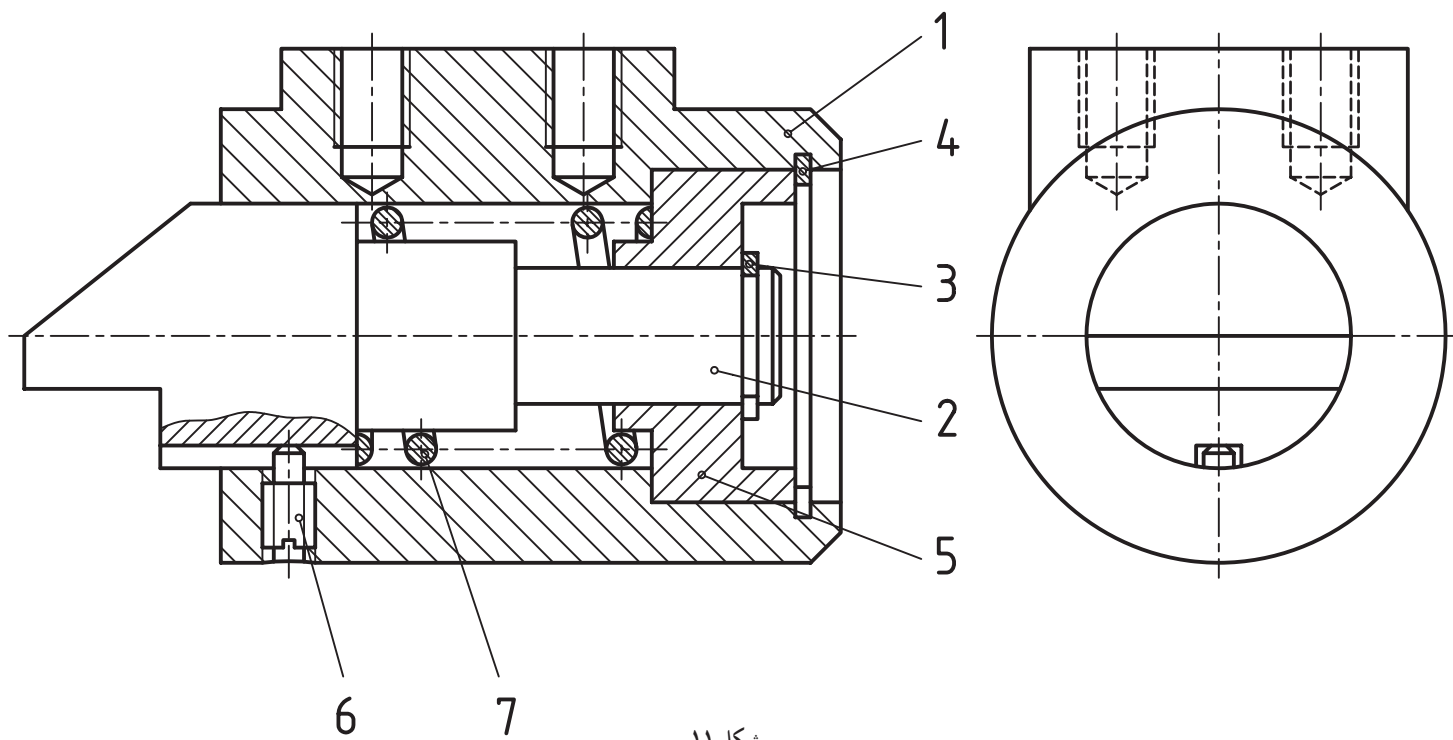
شکل ۸- یک شاهکار طراحی دیده می‌شود. می‌توان با چرخاندن شماره ۱۲، دوری برابر با سنگ دیواری برقی را به سنگ موجود داد. آیا می‌توانید چگونگی کارکرد آن را شرح دهید؟





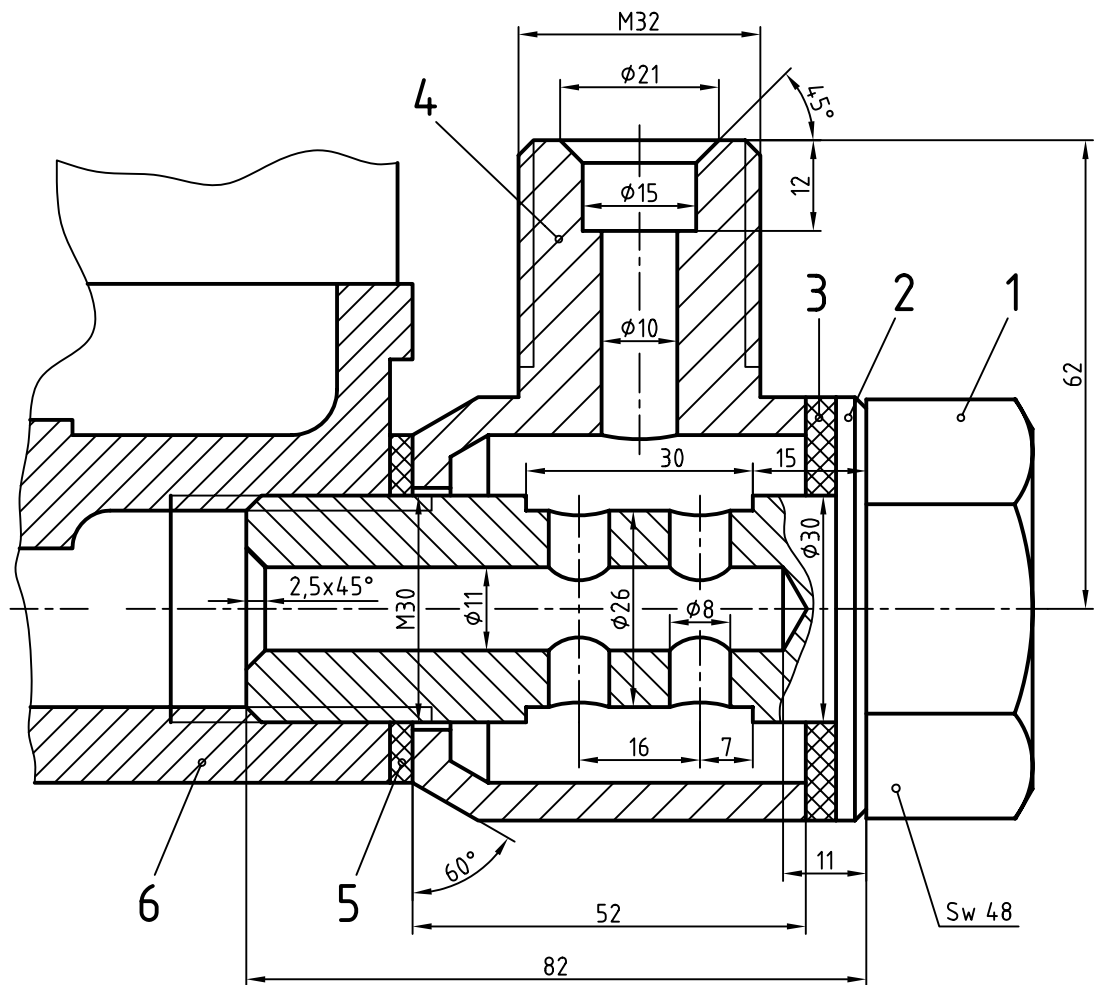
شکل ۱۰

ابزار داده شده، برای تنظیم فشار است. این مجموعه از بخش استوانه‌ای زیر شماره ۶ و با انطباق فشاری، سوار می‌شود. برای آن یک نقشه انفجاری رسم کنید.

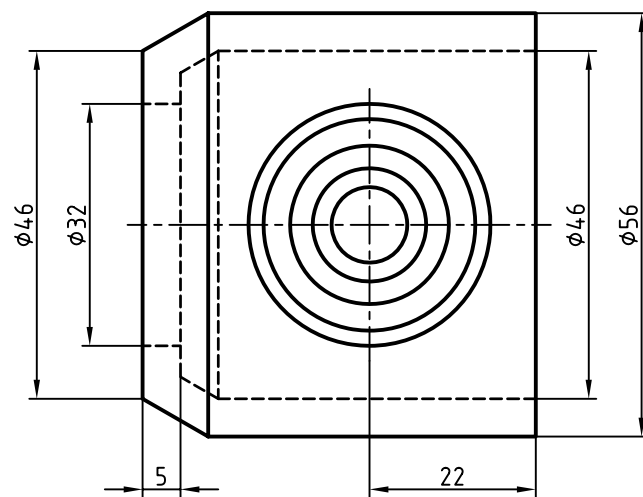


شکل ۱۱

— برای مجموعه ضامن (محدود کننده حرکت) یک نقشه انفجاری دوبعدی با اندازه گذاری و رسم جدول ترکیبی رسم کنید.



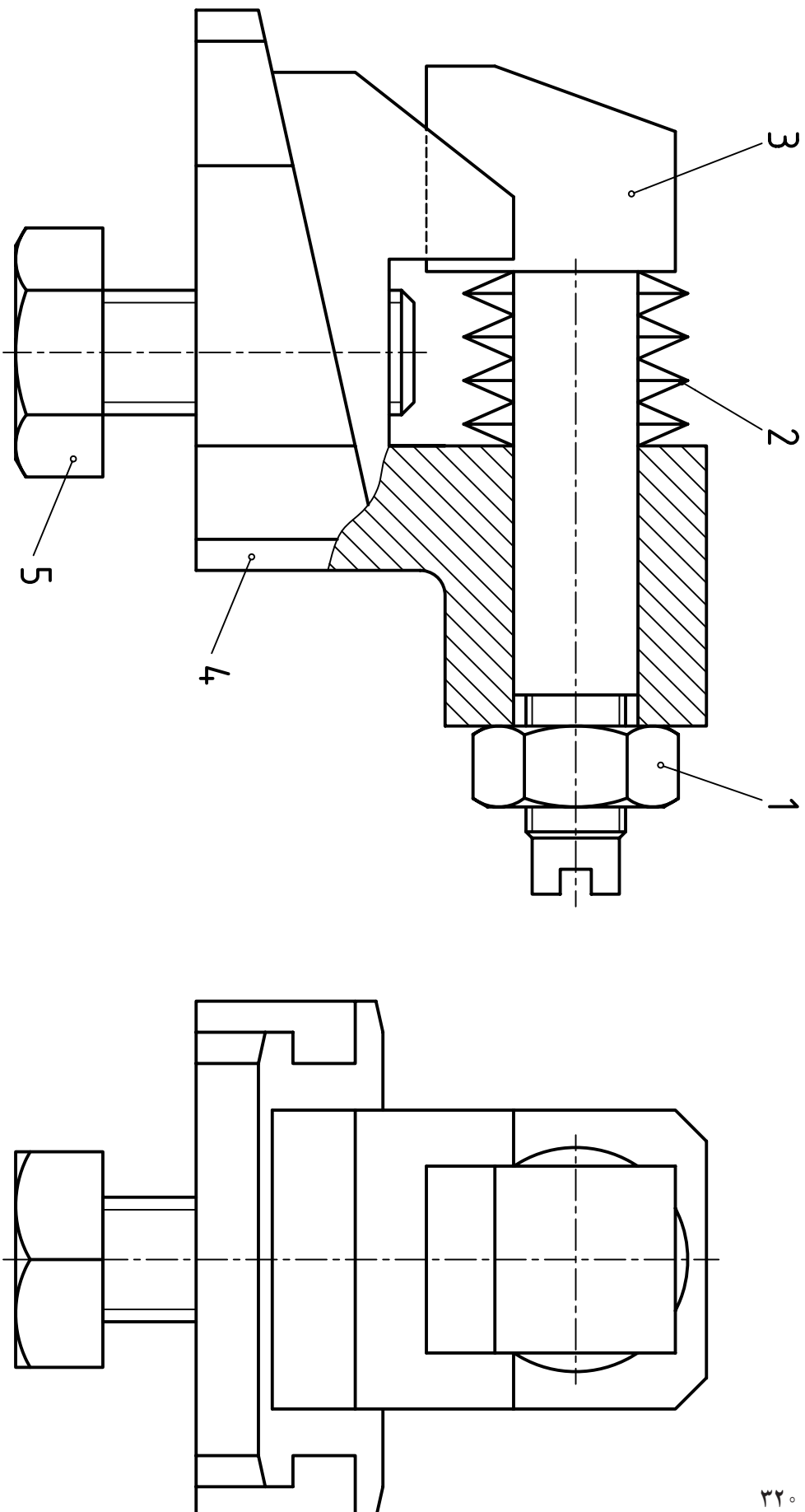
M=1:1



شکل ۱۲

بخشی از مدار «سوخت رسانی» خودرو، داده شده است. یک نقشه کامل برای تکه‌های ۱ و ۴ تهیه کنید (هر کدام روی یک

برگ A۴).



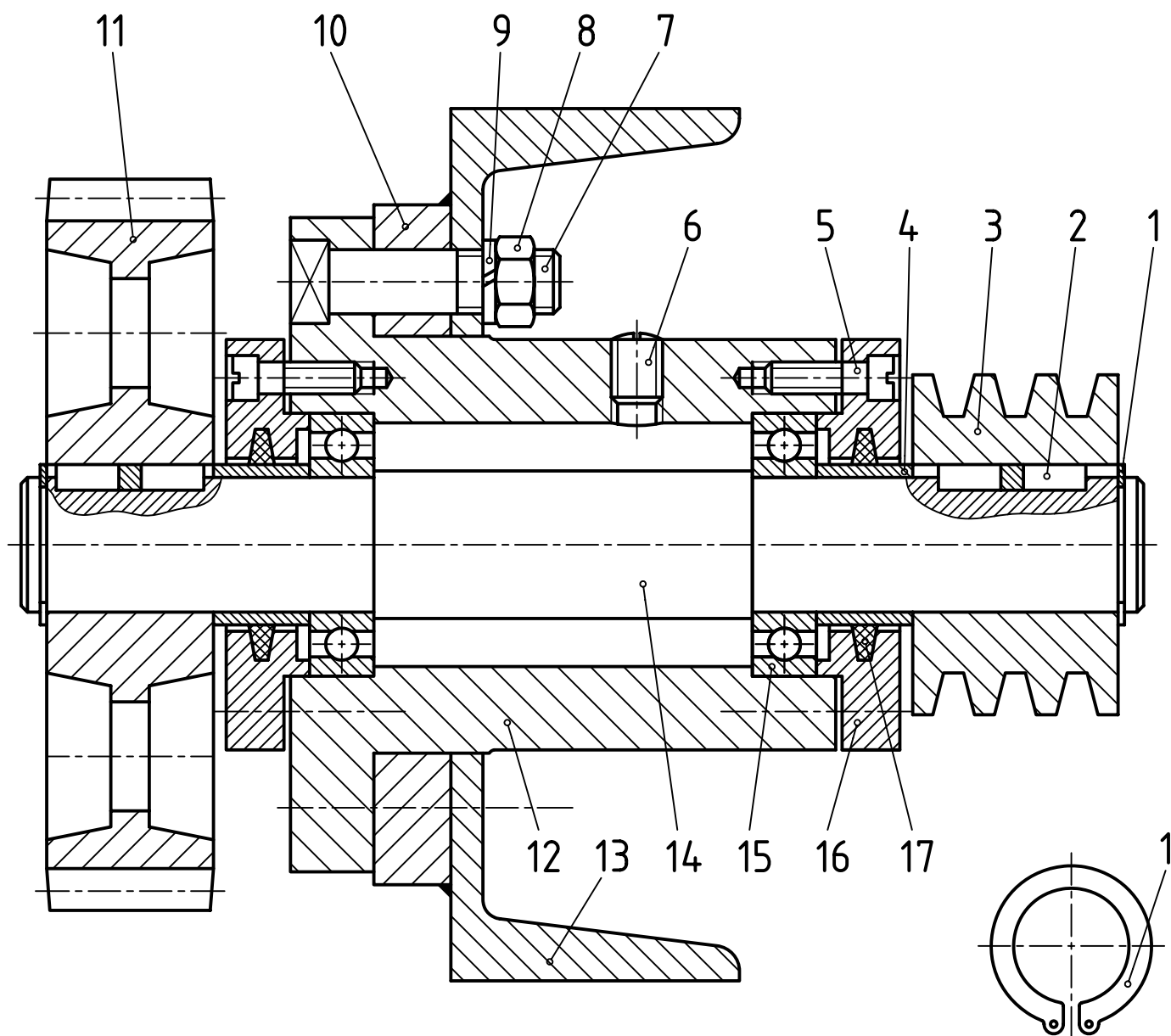
شکل ۱۳

برای مکانیزم نوسانی بالا، رسم نقشه انفجاری مورد نظر است. آن را رسم و اندازه گذاری کنید.  
آیا می توانید چگونگی کار آن را بگویید؟



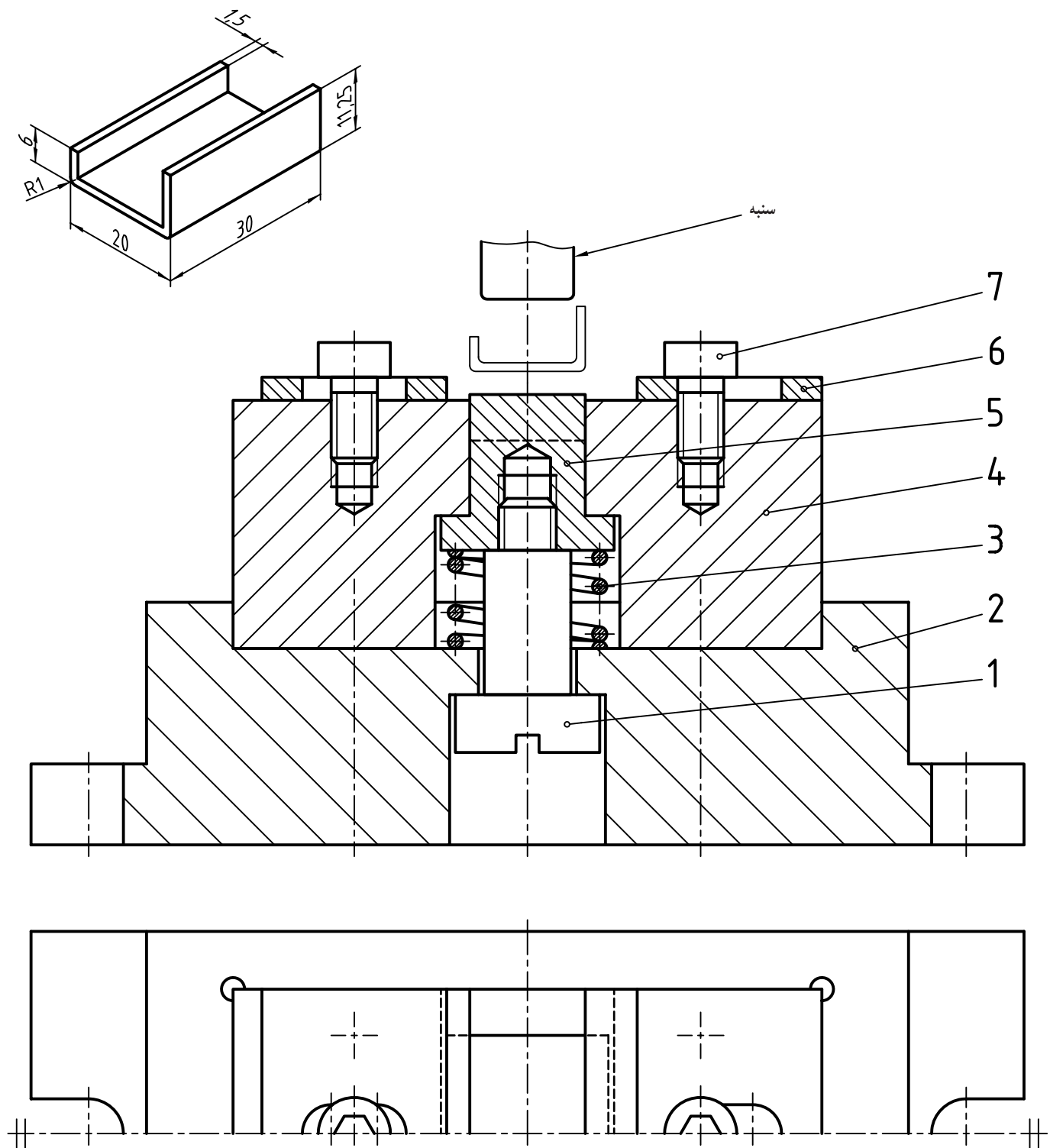






شکل ۱۶

- برای مکانیزم انتقال توان (قدرت) بالا، کارهای زیر را به انجام برسانید :
- ۱- نام همه اجزای ماشین موجود را در کنار شماره‌های موجود بنویسید.
  - ۲- در یک اسکیچ، روی یک برگ A۳، همه اجزا را با نماهای کافی رسم کنید.
  - ۳- در یک جدول ترکیبی همه اجزا را بنویسید (جدول ترکیبی با دقت روی یک برگ A۴ رسم شود).



شکل ۱۷

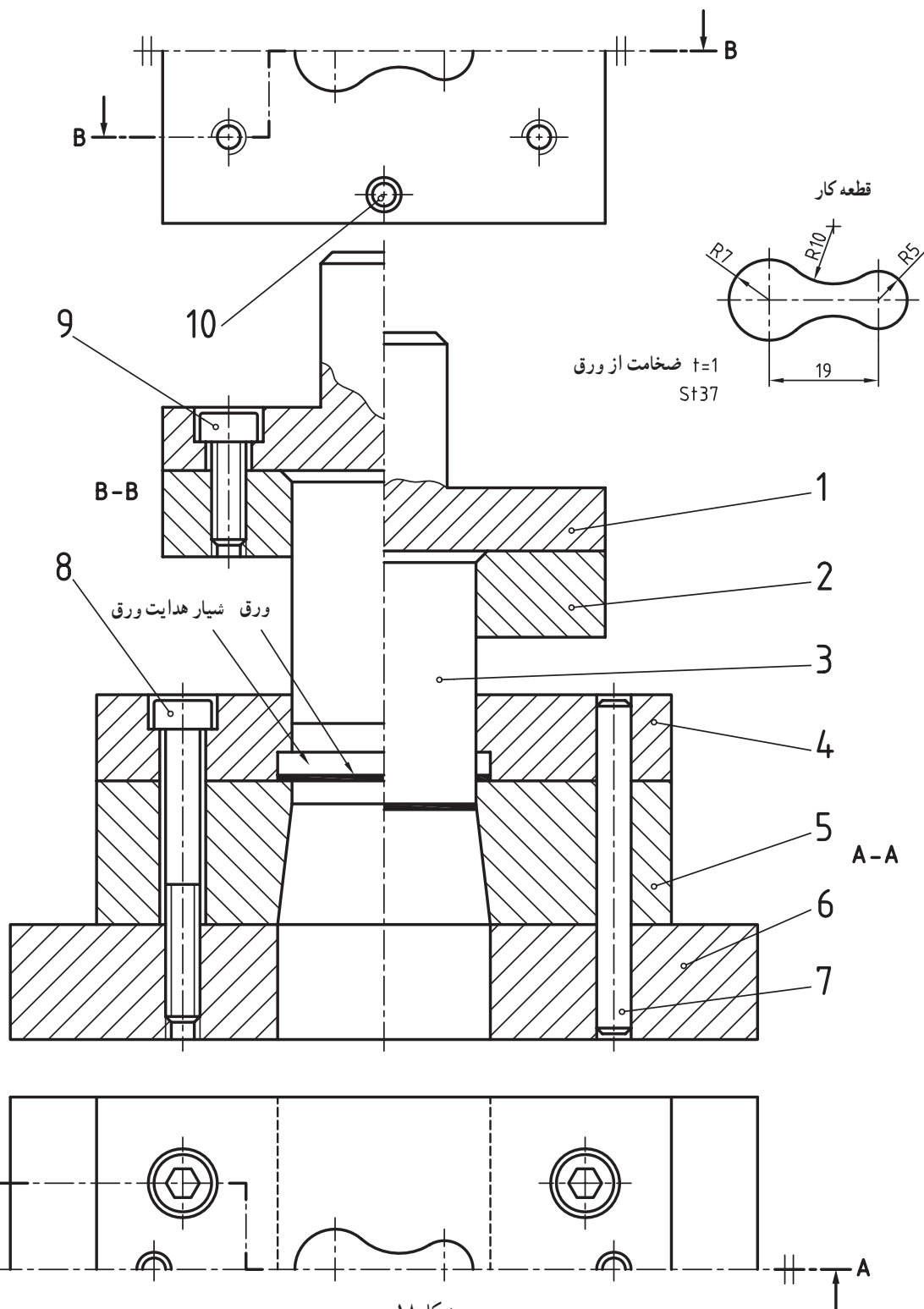
سازه بالا، قالبی است برای خم کردن، کار نشان داده شده.  
ابتدا ورقی با اندازه‌های تقریبی  $۱/۵ \times ۳۰ \times ۳۴/۵$  روی قالب در جای پیش‌بینی شده، میان دو بست ۶ گذاشته می‌شود. آنگاه با پایین آمدن سنبه، کار خم می‌شود و سپس توسط بیرون انداز (پران) شماره ۵، به بیرون پرتاب می‌شود.  
برای این قالب یک نقشه اجرایی آماده کنید.

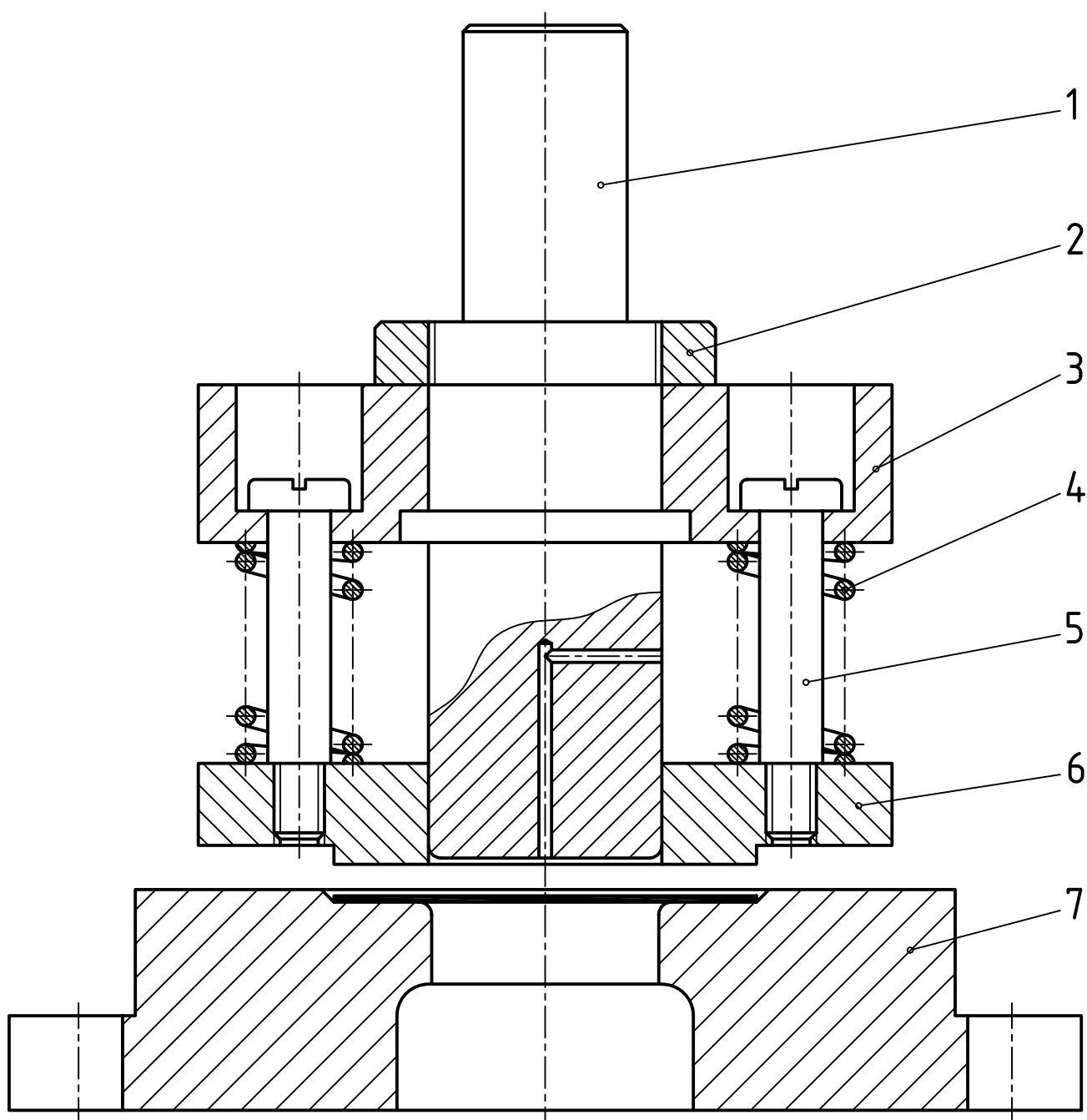
در شکل نماهایی از یک قالب برای بریدن تکه‌ای از ورق St37 به کلفتی ۱ دیده می‌شود.

۱- توضیح دهید، نماهای موجود چه هستند؟

۲- کار قالب چگونه است؟

۳- یک نقشه انفجاری با دست آزاد از آن رسم کنید.

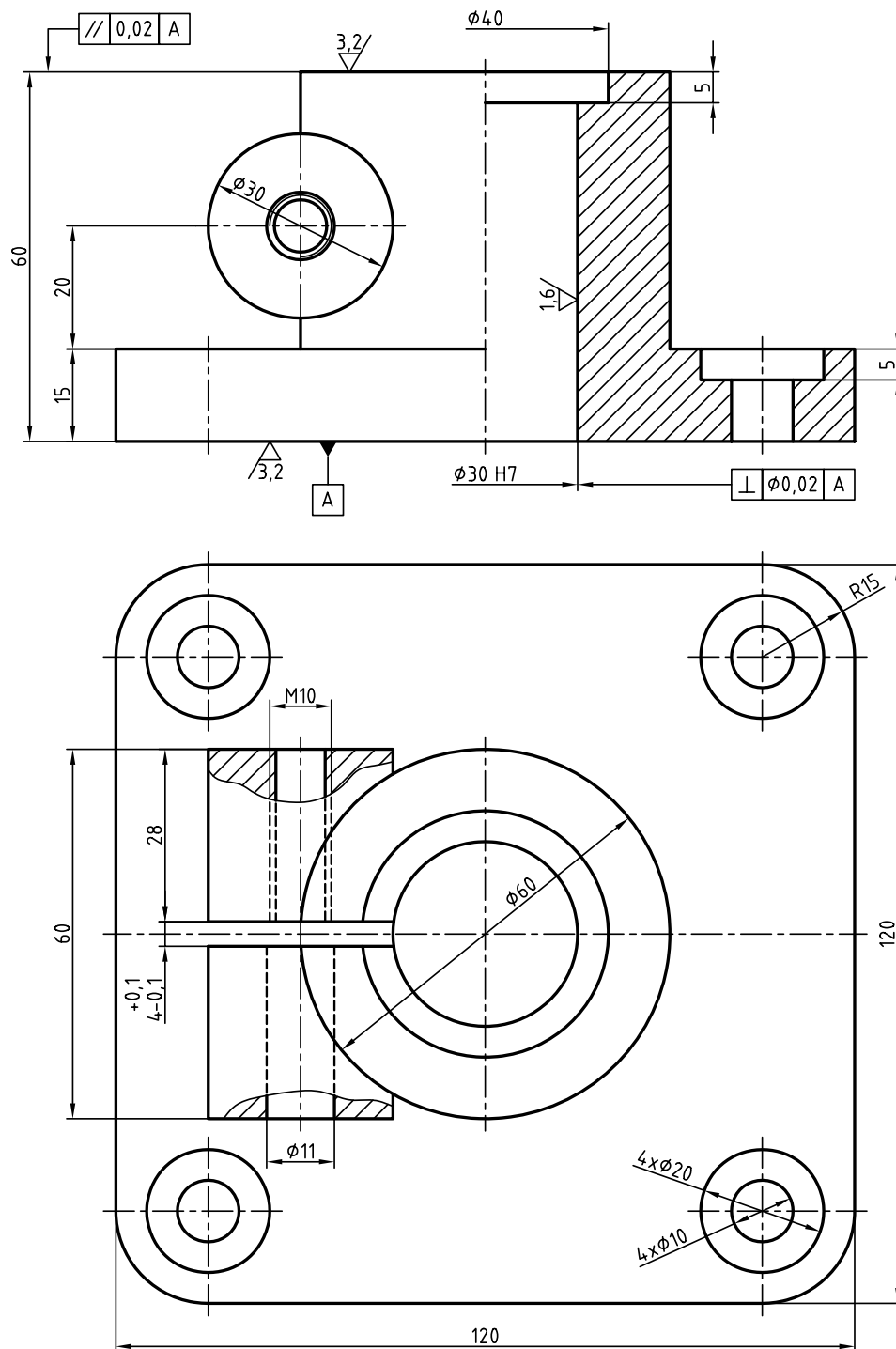




شکل ۱۹- قالب کششی با فشار انداز

مجموعه داده شده یک قالب برای ساخت یک «تشتک» با گودی حدود ۱۲ می باشد.  
 شماره ۱ سنبه است که پایین می آید و گرده ورق را به تشتک تبدیل می کند.  
 پیش از رسیدن سنبه به گرده، فشارانداز شماره ۶ روی ورق قرار می گیرد و از چروک شدن آن، در هنگام رفتن به داخل ۷  
 (ماتریس) جلوگیری می کند.  
 نقشه اجرایی را رسم کنید.

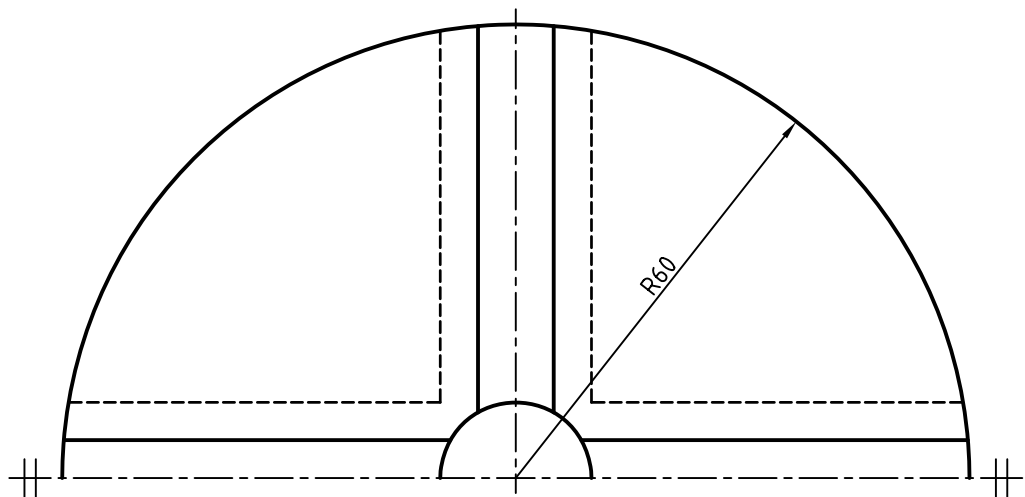
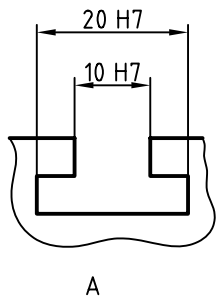
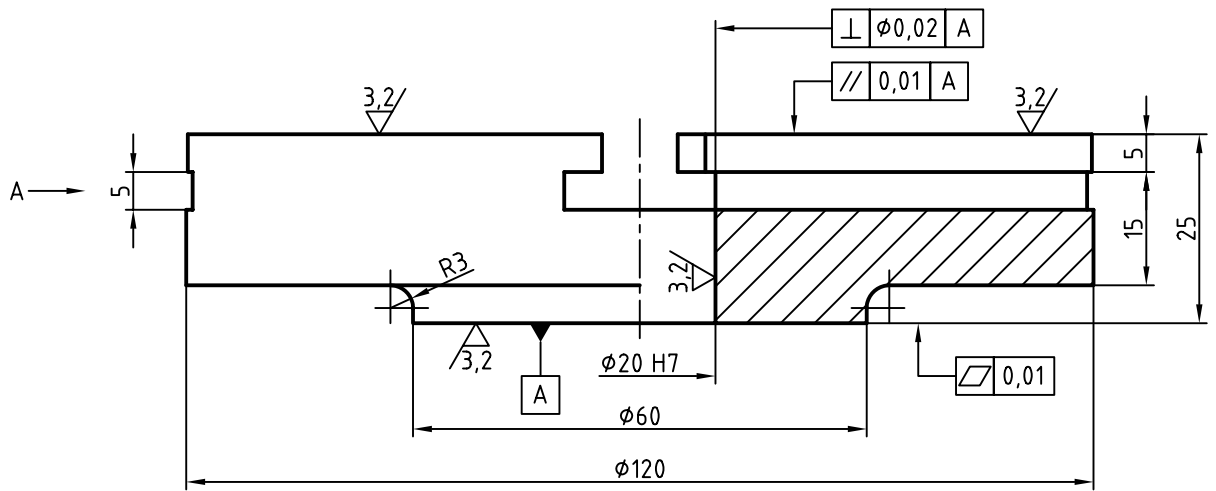




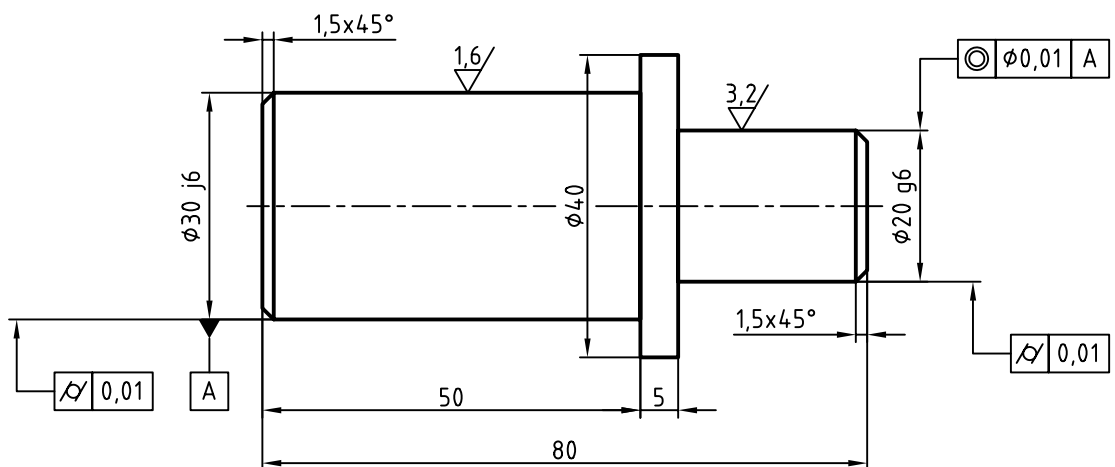
شکل ۲۱ پایه ۱  $\sqrt[3]{\frac{3.2}{1.6}}$

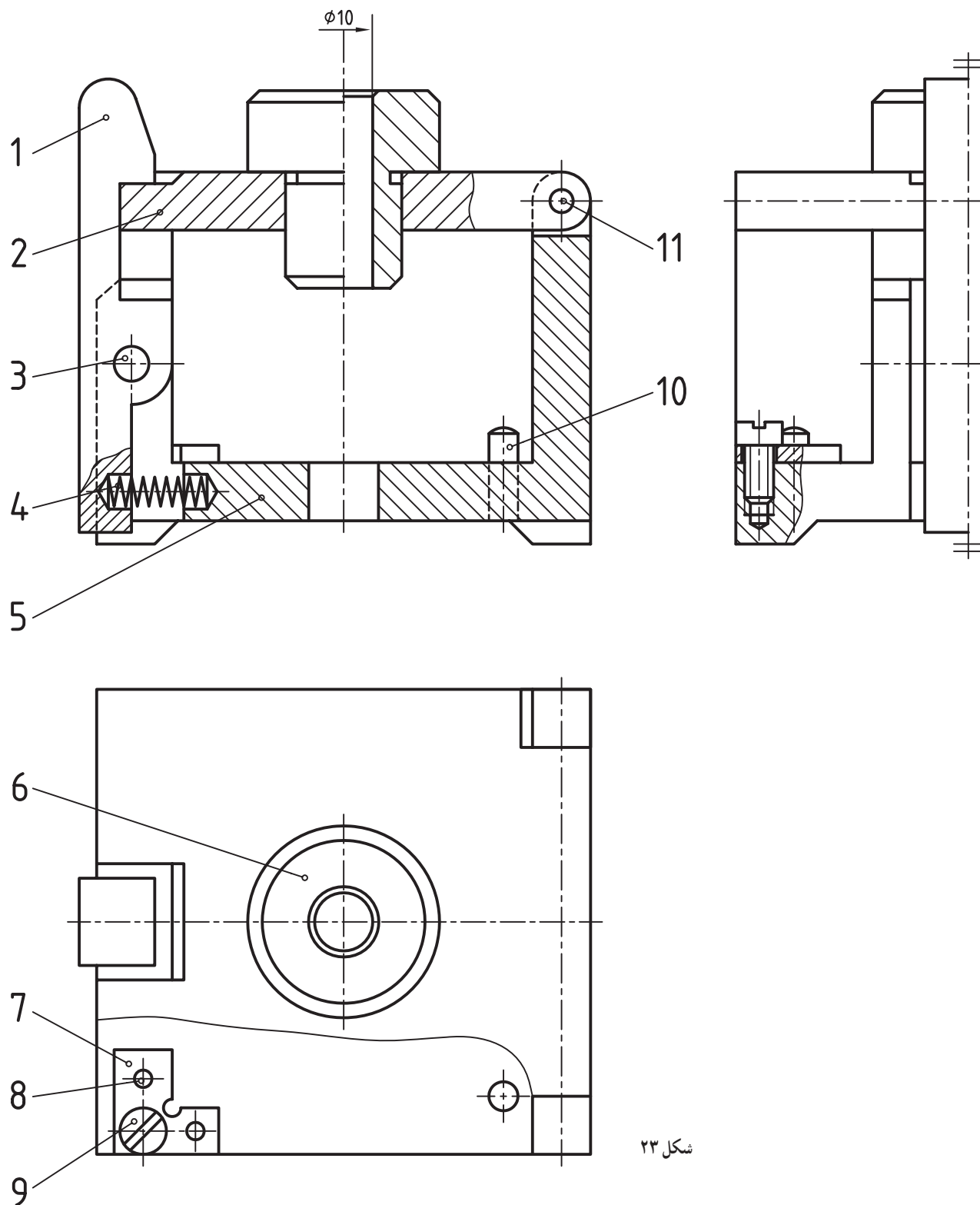
سه تکه از پایه نگهدارنده (برای قید سوراخ کاری) با مشخصات لازم داده شده است. هدف رسم نقشه ترکیبی، با نوشتن همه مشخصات موجود در این تصاویر، بر روی آن است. یک پیچ سرشش گوش بلند با واشری مناسب هم باید به مجموعه اضافه شود. کشیدن و تکمیل جدول ترکیبی هم نیاز هست.

۱- نمونه‌ای از قید که قابل سوارکردن روی این پایه است، در نقشه‌های پیوست، موجود است.



صفحه گردان 2  $\sqrt{(\frac{3.2}{\sqrt{3.2}})}$

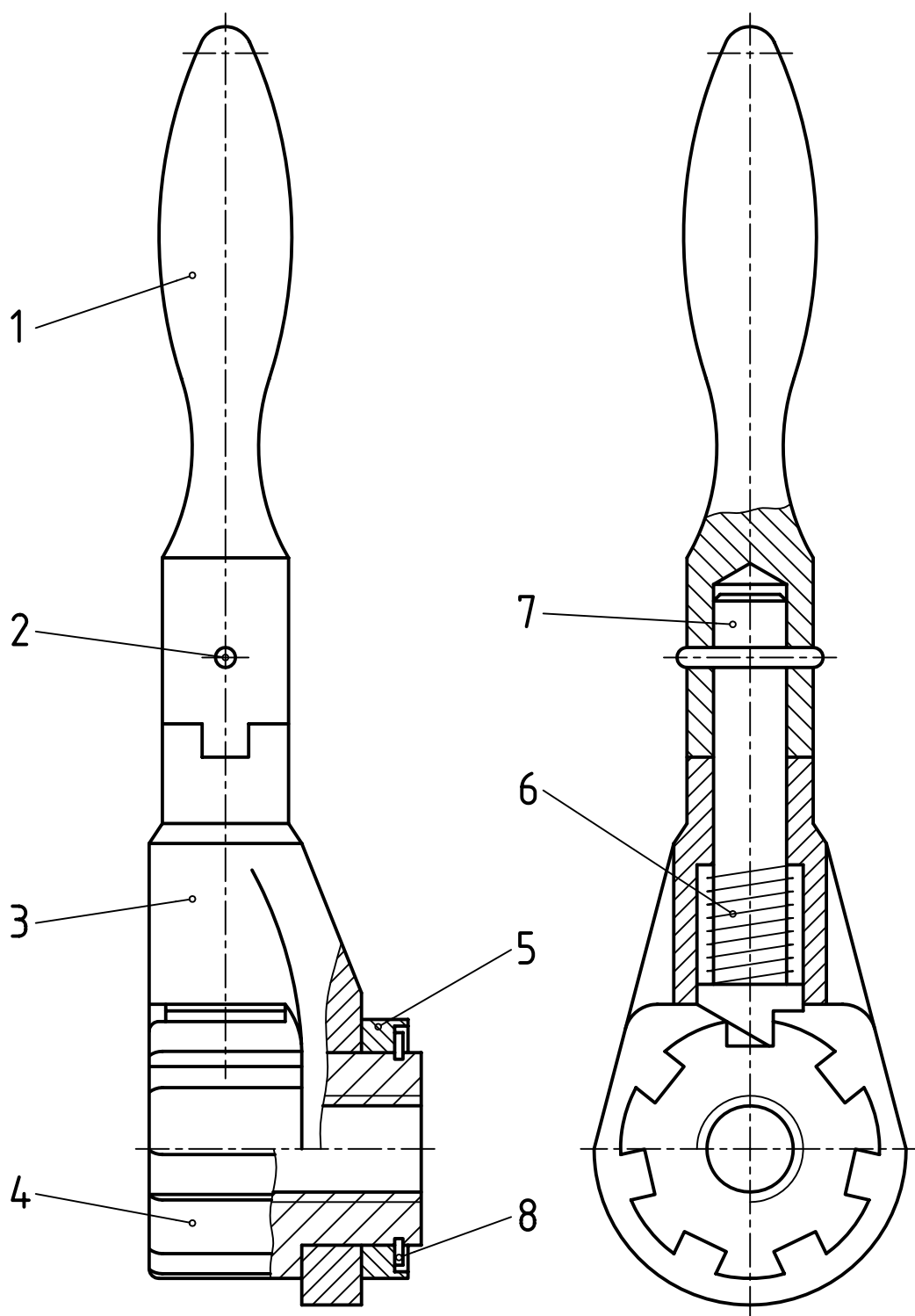




شکل ۲۳

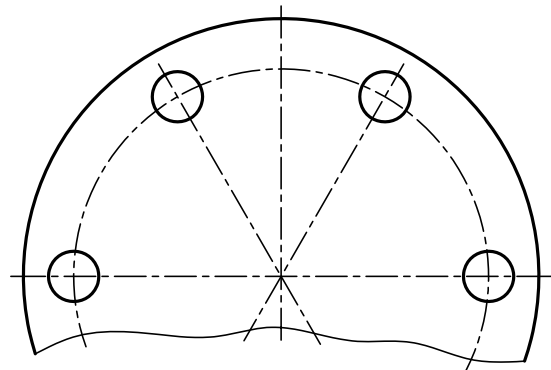
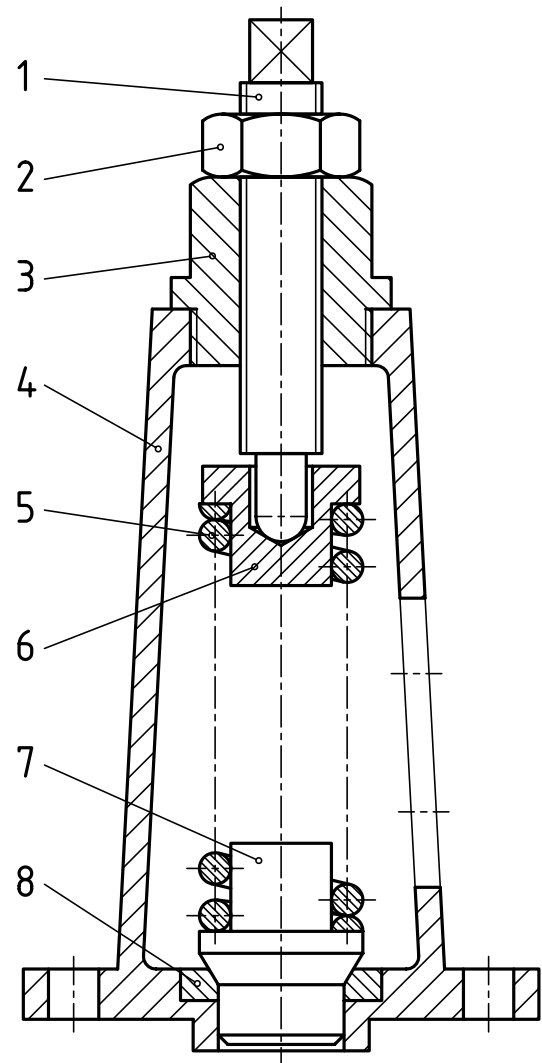
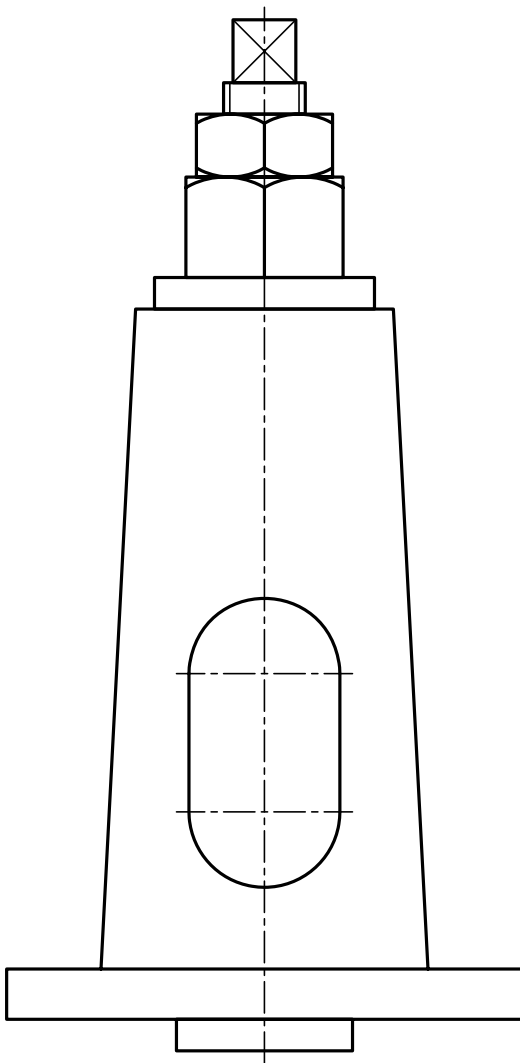
مجموعه داده شده، نماینده یک «قید» سوراخکاری است. نقشه کش در ترسیم آن توانایی زیادی داشته است. از این ابزار برای زدن سوراخ به قطر  $10^\circ$  روی یک قطعه کار استفاده می شود. با کشیدن شماره ۱ به سمت چپ، صفحه ۲ (شامل بوش راهنمای مته)، آزاد می شود. با بلند کردن آن، کار سوراخ شده، برداشته و کار تازه گذاشته می شود. ابتدا در مورد انطباقات موجود در این سازه نظرات خود را یادداشت کنید. آنگاه برای اطمینان از درستی نظرات خود، با استاد مشورت کنید. سپس برای این مجموعه یک نقشه انفجاری رسم کنید.





شکل ۲۴

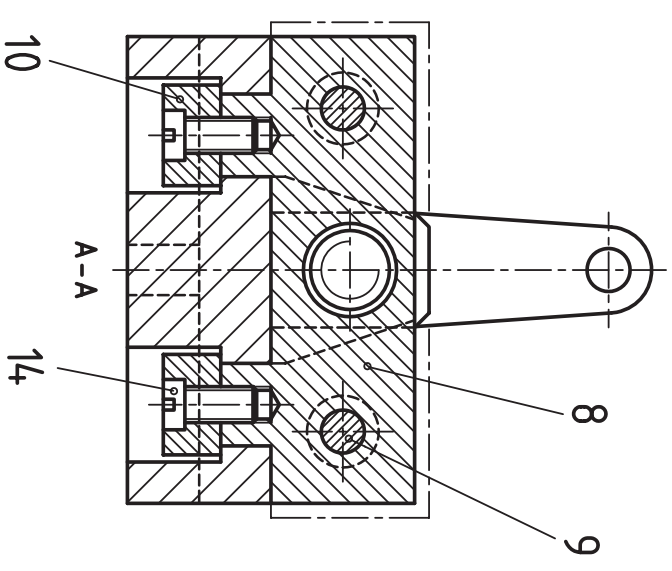
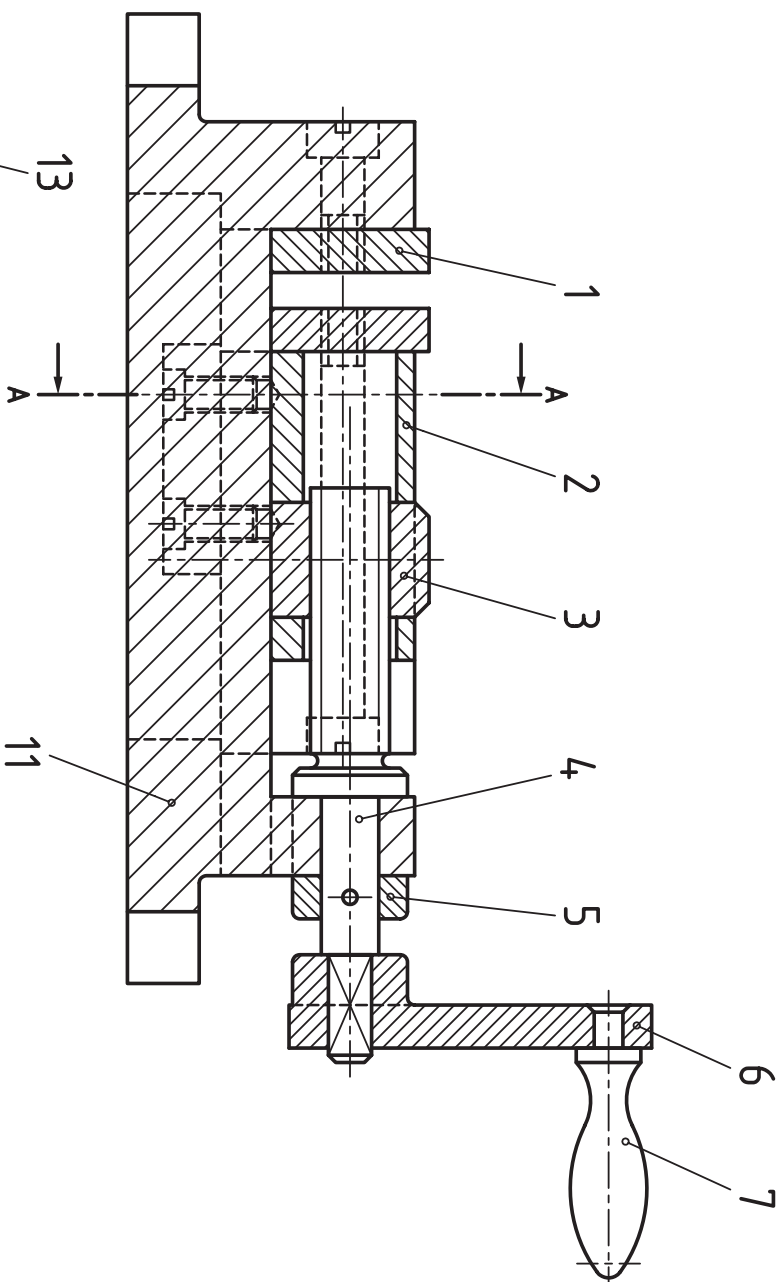
یک دسته جفجغه قابل تنظیم برای بازکردن یا بستن در شکل دیده می شود.  
 پس از توضیح چگونگی کارکرد آن، یک نقشه اجرایی رسم کنید.



شکل ۲۵

برای دريچه اطمینان داده پرسش‌ها و کارهای زیر را انجام دهید.

- ۱- در نمای افقی چه قطعاتی حذف شده است؟
- ۲- آیا تصویر از جلو به طور کامل ترسیم شده؟
- ۳- اگر بخواهیم به ترتیب پیاده کردن قطعات آن‌ها را شماره‌گذاری کنیم، هر قطعه دارای چه شماره‌ای خواهد بود؟
- ۴- با در نظر گرفتن نماهای مورد نیاز، یک نقشه کامل اجرایی با جدول ترکیبی رسم کنید.



شکل ۲۶

نماهایی از یک گیره داده شده است.

نخست به برش‌ها پاسخ دهید :

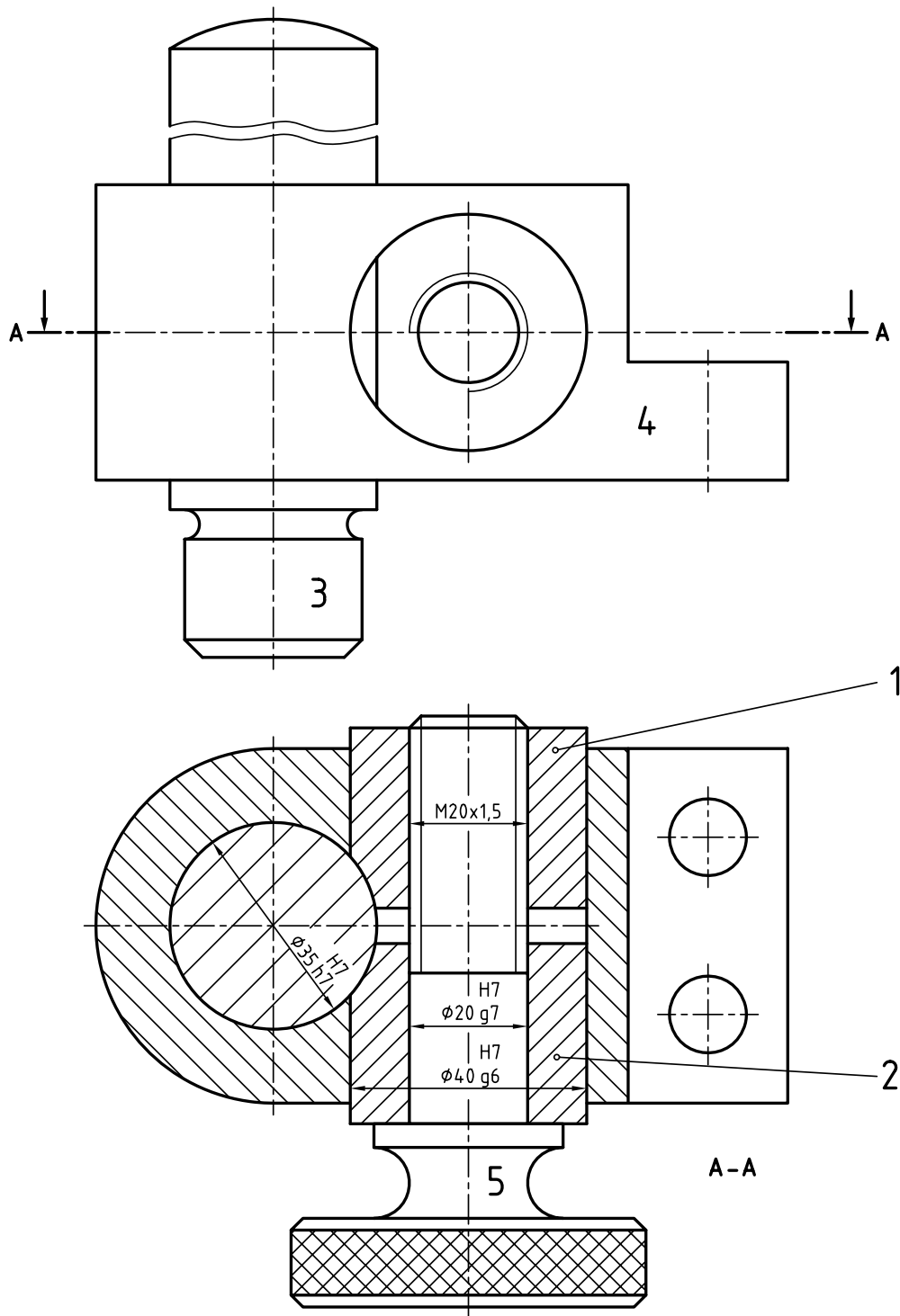
۱- بیشترین فاصله دو فک چیست؟

۲- خط و نقطه در نمای نیم‌رخ چیست؟

۳- کار هر تکه در گیره چه می‌باشد؟

آنگاه، هر تکه را در نماهای کافی و برش‌های

مناسب، بکشید و اندازه‌گذاری کنید.



شکل ۲۷

برای سازه نگهدارنده، خواسته‌ها را انجام دهید :

۱- کار سازه چیست؟

۲- در نمای روبه‌رو چه تکه‌ای حذف شده؟

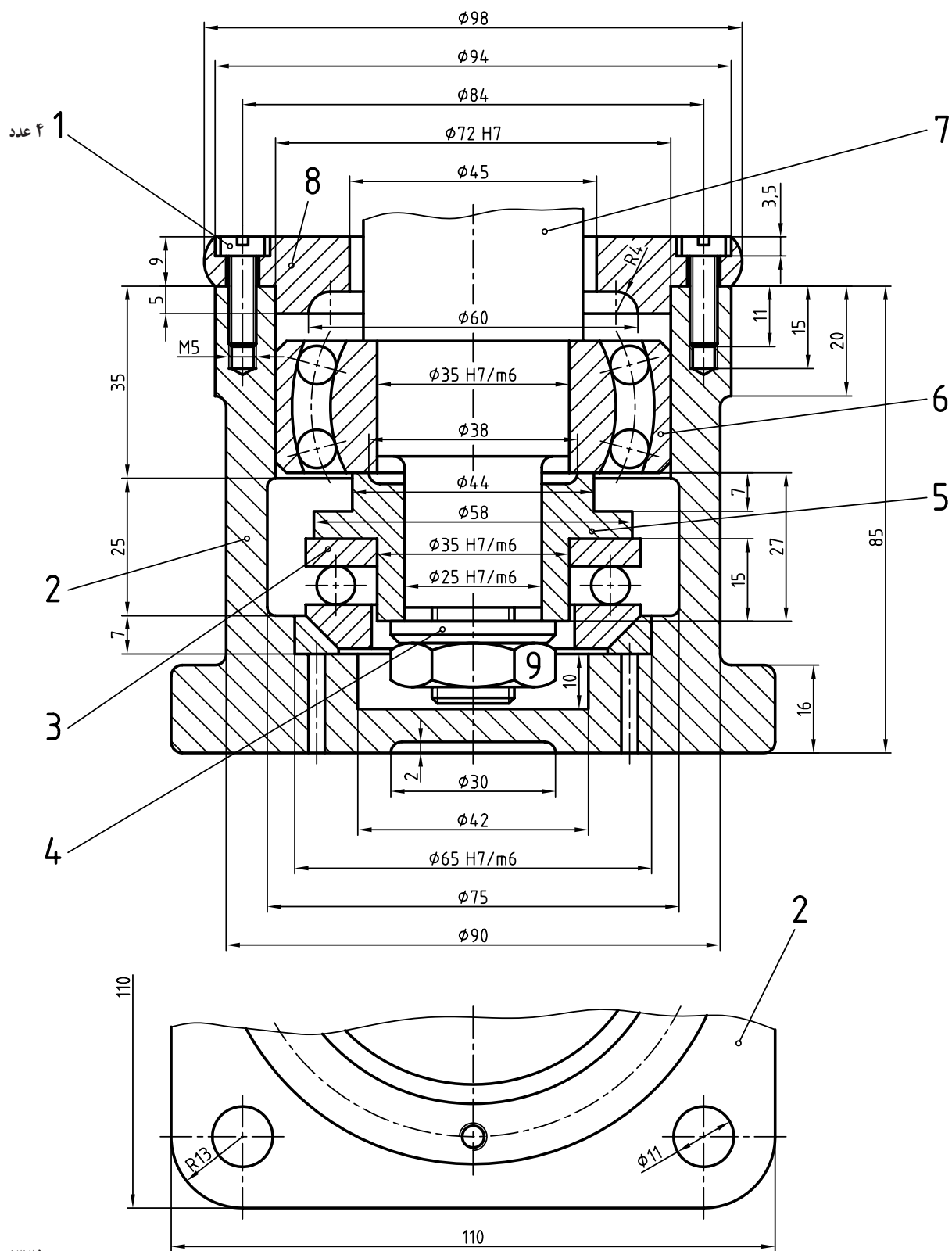
۳- شماره گذاری چگونه انجام شده؟ آیا به نظر شما اشکالی دارد؟

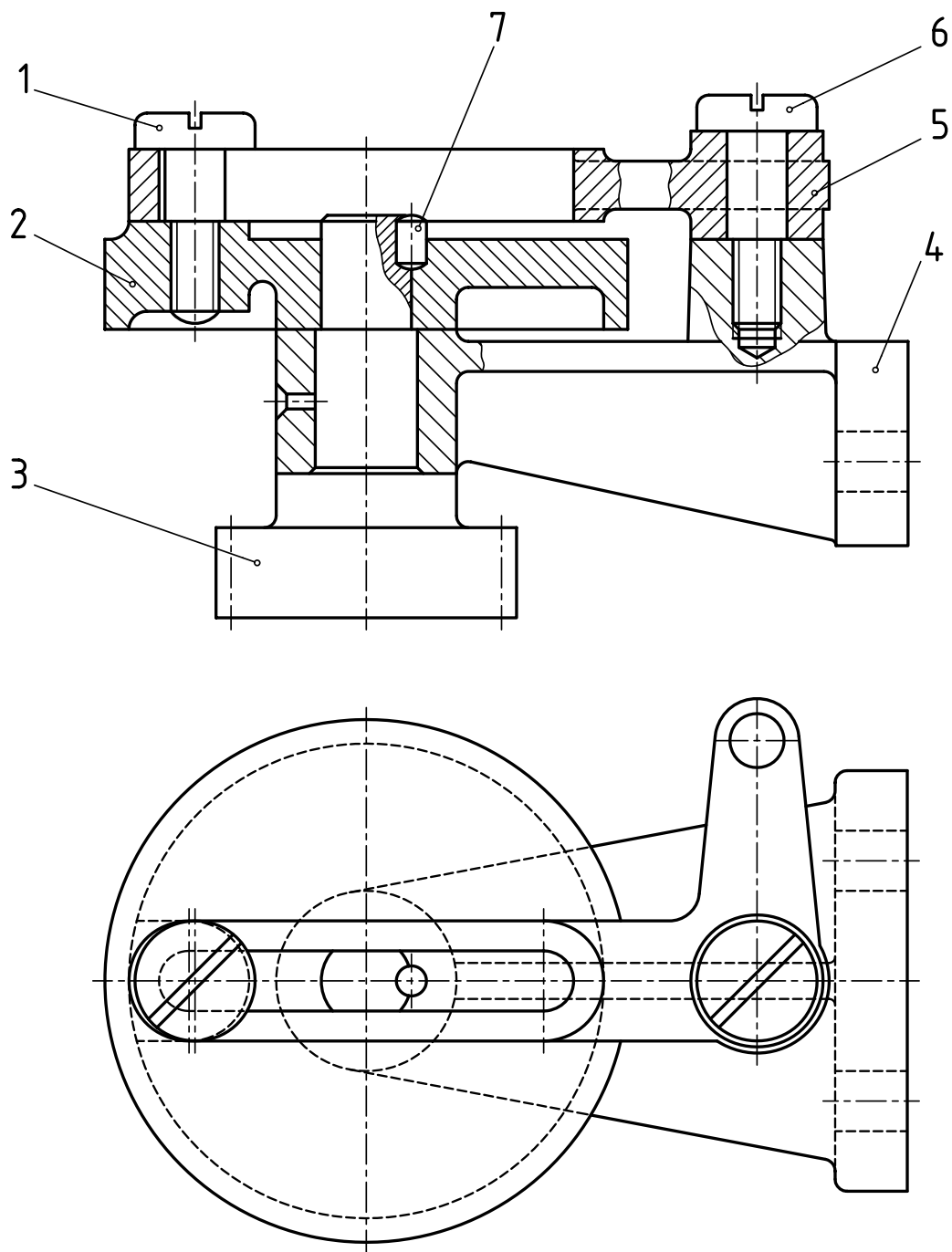
۴- هریک از تکه‌ها را با نماهای کافی رسم و اندازه گذاری کنید.

از مکانیزم پایه، یک نمای کامل و یک نمای ناقص داده شده است.

۱- دادن نمای ناقص برای چیست؟

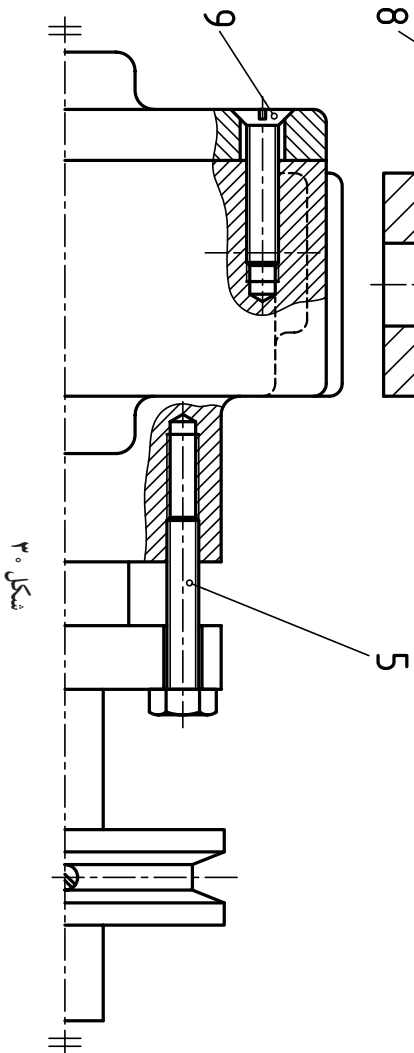
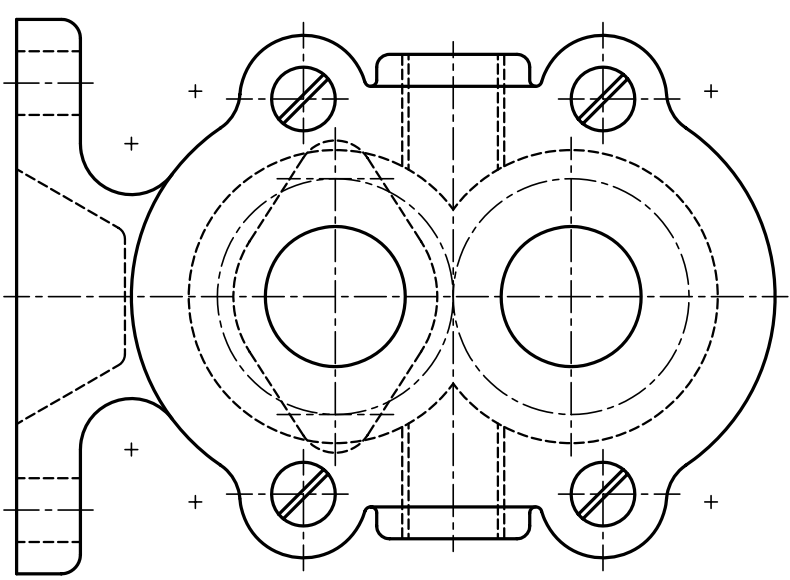
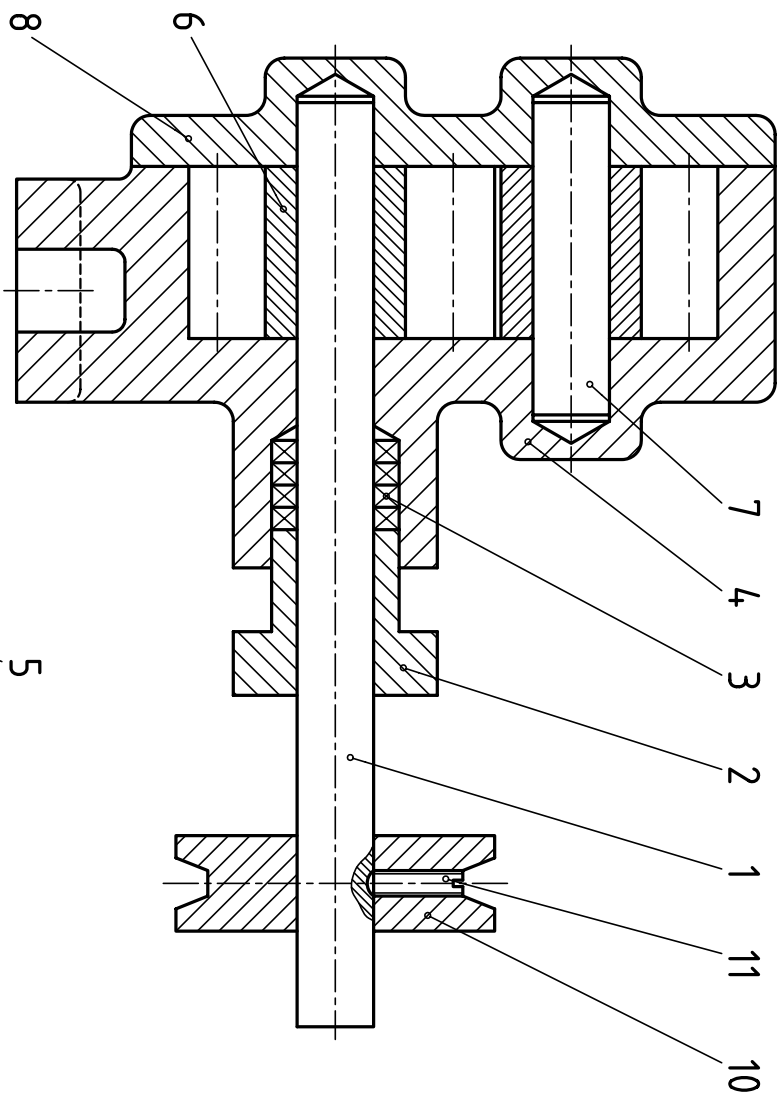
۲- ترسیم نقشه اجرایی.





شکل ۲۹

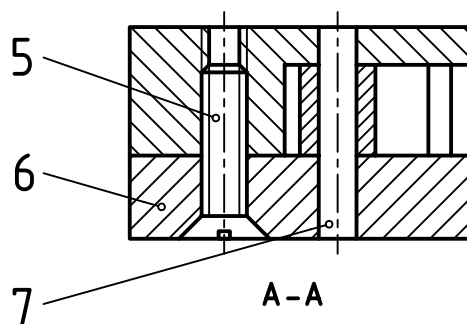
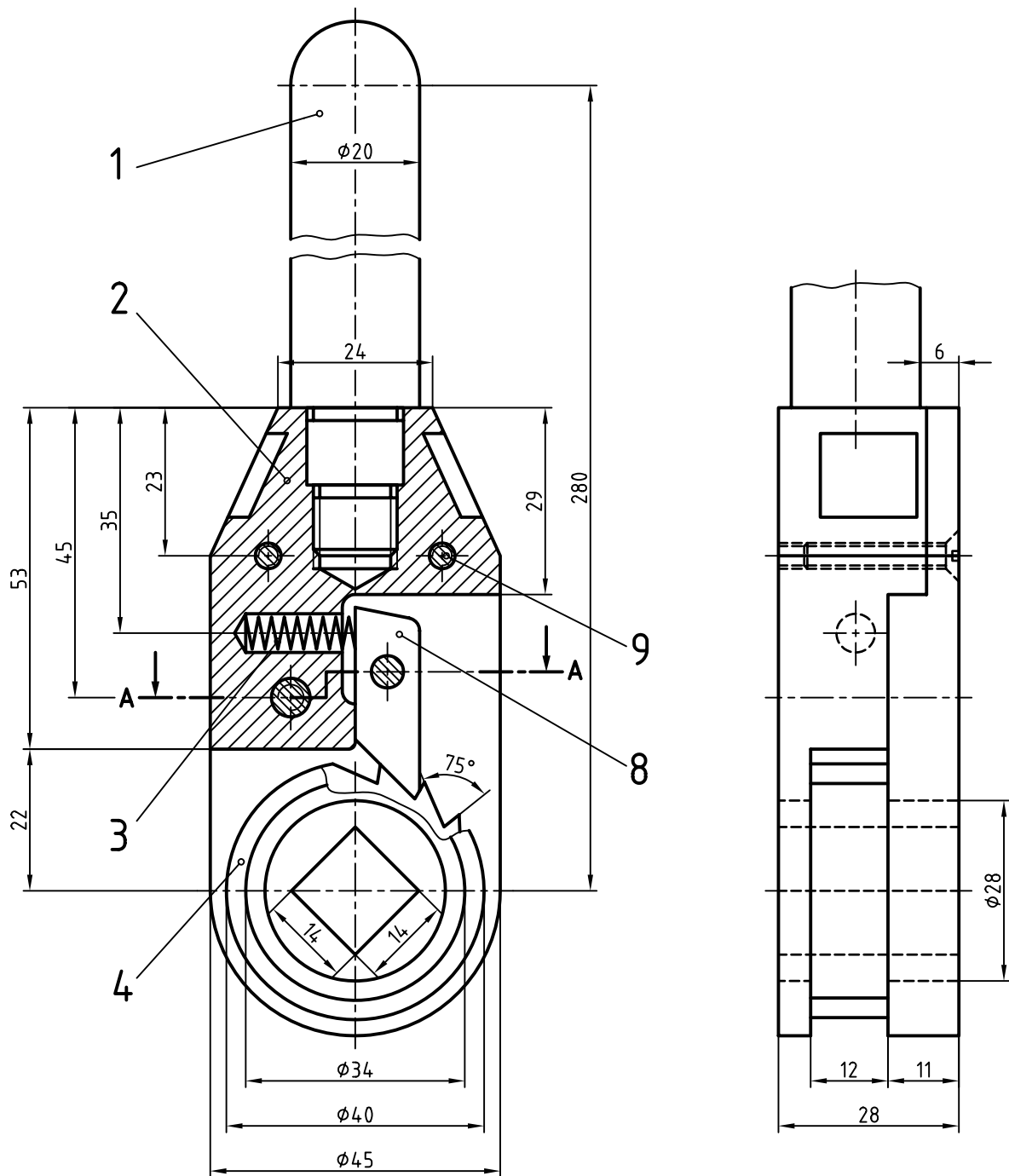
- برای سازه «اهرمی نوسانی» داده شده، خواسته‌ها را انجام دهید :
- ۱- آیا ایرادی در شماره گذاری هست؟ در این صورت آن را اصلاح کنید.
  - ۲- با توجه به اندازه‌های موجود، شمار دندانه‌های چرخ دنده، چند است؟
  - ۳- چگونگی کارکرد مجموعه را توضیح دهید.
  - ۴- اجزای ماشین موجود در این مجموعه کدام‌اند؟ برای آن‌ها نام‌هایی مناسب بگویید.
  - ۵- بعد از تعیین نماهای لازم و برشهای مناسب، برای هر قطعه، نقشه را رسم و تکمیل کنید.



شکل ۳۰

یک نقشه اجرایی برای «پمپ چرخ دنده ای» روغن رسم کنید.

تعداد	جنس	نام	شماره قطعه
۱	فولاد	محور	۱
۱	فولاد ریخته گری	دریوش	۲
۴	نخ مخصوص	واتر آب بندی	۳
۱	چدن	بدنه	۴
۲	فولاد	پیچ سر شش گوش	۵
۲	فولاد	چرخ دنده ساده $m=5, N=8$	۶
۱	فولاد	محور	۷
۱	چدن	دریوش بدنه	۸
۴	فولاد	پیچ خزینه	۹
۱	فولاد ریخته گری	چرخ تسمه	۱۰
۱	فولاد	پیچ خار	۱۱



شکل ۳۱

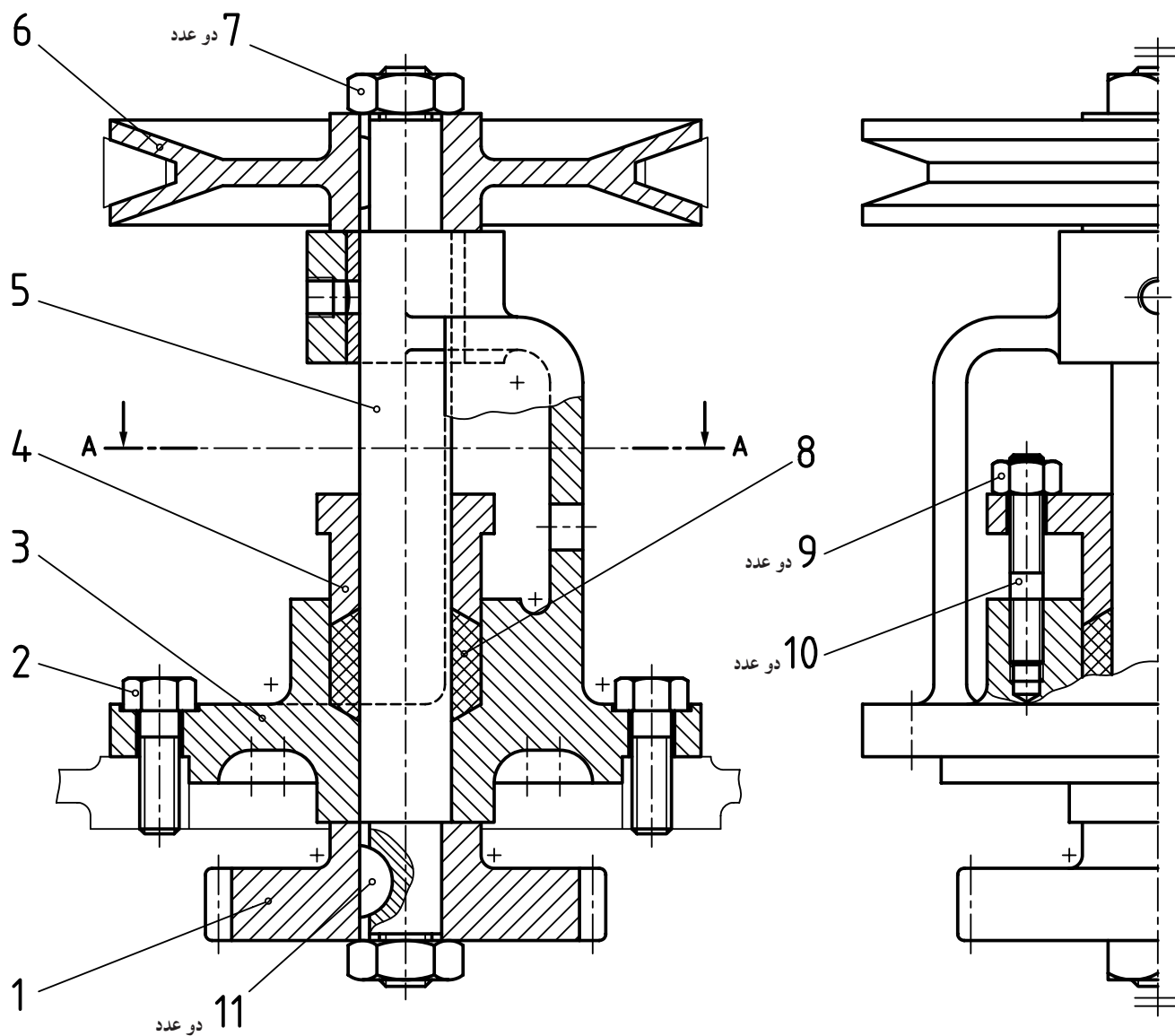
سازه داده شده یک آچار جغجغه برای سفت کردن «سیم بکسل» است.

۱- چگونگی کارکرد آن را بگویید.

۲- هر یک از تکه‌ها را با نمای کافی رسم کنید (هر تکه روی یک برگ A۴).

۳- نیاز به اندازه‌گذاری و نوشتن پرداخت‌ها هست.





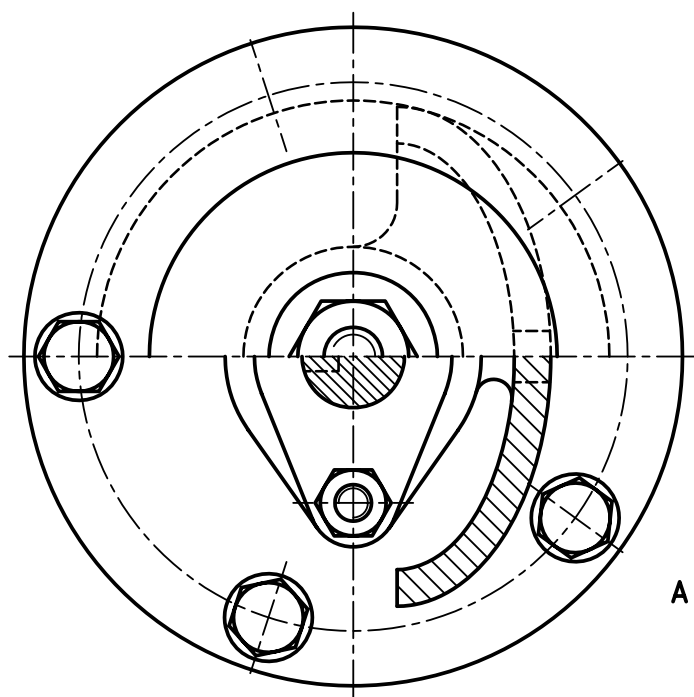
تصاویر فوق معرف یک مکانیزم انتقال حرکت

است.

برای آن کلیه قطعات را با تصویر کافی و

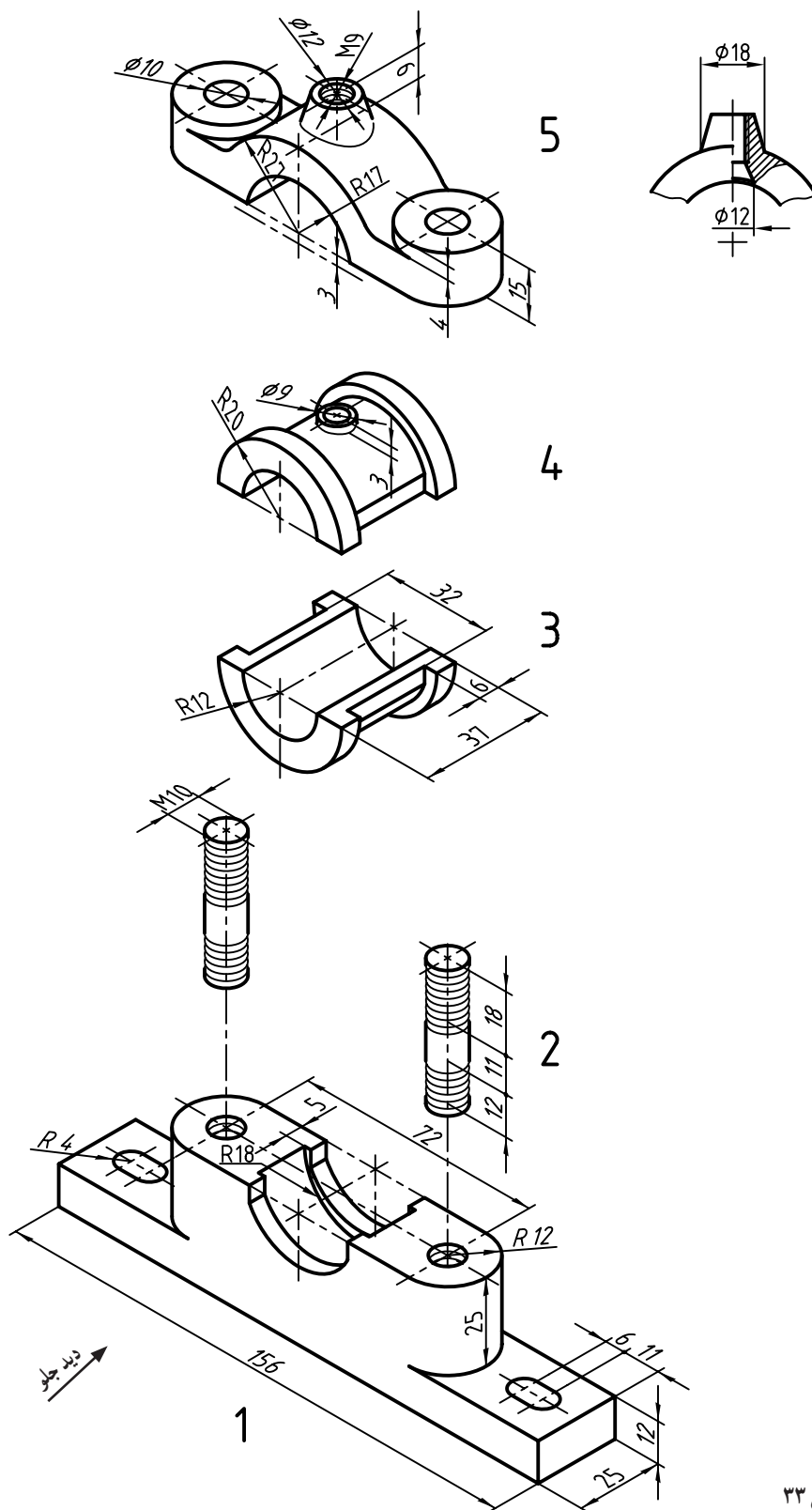
اندازه گذاری ترسیم کنید.

تعداد دنده چرخ دندانه شماره ۱۱ چند است؟



A-A

شکل ۳۲



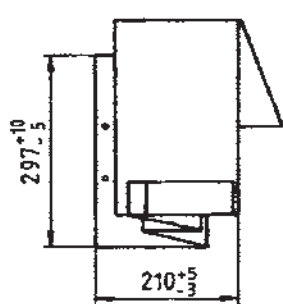
شکل ۳۳

در مجموعه یاتاقان (که با آن آشنا هستید) که به صورت سه بعدی «انفجاری» داده شده، هدف رسم مجدد با اندازه گذاری کامل است. در همین نقشه باید پرداخت ها و انطباقات را هم نشان دهید. همه کارها را روی یک برگ A۳ عمودی انجام دهید (جدول ترکیبی فراموش نشود).

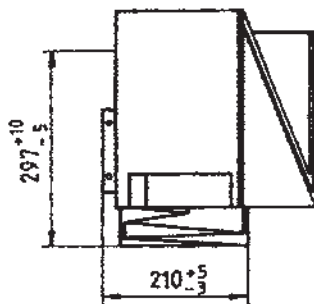
مقادیر توابع مثلثاتی تا یک ده هزارم تقریب

اندازه زاویه		Sin.	Cos.	Tan.	Cot.	اندازه زاویه		Sin.	Cos.	Tan.	Cot.
درجه	رادیان					درجه	رادیان				
۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	نامعین	۴۶	۰/۸۰۲۹	۰/۷۱۹۳	۰/۶۹۲۷	۱/۰۲۵۵	۰/۹۶۵۷
۱	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۵	۰/۹۹۹۸	۰/۰۱۷۵	۵۷/۲۹۰	۴۷	۰/۸۲۰۳	۰/۷۳۱۴	۰/۶۸۲۰	۱/۰۷۲۲	۰/۹۳۲۵
۲	۰/۰۳۴۹	۰/۰۳۴۹	۰/۹۹۹۲	۰/۰۳۴۹	۲۸/۶۳۶	۴۸	۰/۸۳۷۸	۰/۷۴۳۱	۰/۶۶۹۱	۱/۱۱۰۶	۰/۹۰۰۲
۳	۰/۰۵۲۳	۰/۰۵۲۳	۰/۹۹۸۶	۰/۰۵۲۳	۱۹/۰۸۱	۴۹	۰/۸۵۵۲	۰/۷۵۴۷	۰/۶۵۶۱	۱/۱۵۰۹	۰/۸۶۹۳
۴	۰/۰۶۹۸	۰/۰۶۹۸	۰/۹۹۷۶	۰/۰۶۹۹	۱۲/۳۰۰	۵۰	۰/۸۷۲۷	۰/۷۶۶۰	۰/۶۴۲۸	۱/۱۹۱۸	۰/۸۳۹۱
۵	۰/۰۸۷۳	۰/۰۸۷۳	۰/۹۹۶۲	۰/۰۸۷۵	۱۱/۴۳۰	۵۱	۰/۸۹۰۱	۰/۷۷۷۱	۰/۶۲۹۳	۱/۲۳۲۹	۰/۸۰۹۸
۶	۰/۱۰۴۷	۰/۱۰۴۵	۰/۹۹۴۵	۰/۱۰۵۱	۹/۵۱۳۴	۵۲	۰/۹۰۷۶	۰/۷۸۸۰	۰/۶۱۵۷	۱/۲۷۹۹	۰/۷۸۱۳
۷	۰/۱۲۲۲	۰/۱۲۱۹	۰/۹۹۲۵	۰/۱۲۲۸	۸/۱۴۴۳	۵۳	۰/۹۲۵۰	۰/۷۹۸۶	۰/۶۰۱۸	۱/۳۲۷۰	۰/۷۵۳۶
۸	۰/۱۳۹۶	۰/۱۳۹۲	۰/۹۹۰۳	۰/۱۴۰۵	۷/۱۱۵۴	۵۴	۰/۹۴۲۵	۰/۸۰۹۰	۰/۵۸۷۸	۱/۳۷۶۲	۰/۷۲۶۵
۹	۰/۱۵۷۱	۰/۱۵۶۳	۰/۹۸۷۷	۰/۱۵۸۴	۶/۳۱۳۸	۵۵	۰/۹۵۹۹	۰/۸۱۹۲	۰/۵۷۳۶	۱/۴۲۸۱	۰/۷۰۰۲
۱۰	۰/۱۷۴۵	۰/۱۷۳۶	۰/۹۸۴۸	۰/۱۷۶۳	۵/۶۷۱۳	۵۶	۰/۹۷۷۴	۰/۸۲۹۰	۰/۵۵۹۲	۱/۴۸۲۶	۰/۶۷۲۵
۱۱	۰/۱۹۲۰	۰/۱۹۰۸	۰/۹۸۱۶	۰/۱۹۳۲	۵/۱۲۳۶	۵۷	۰/۹۹۴۸	۰/۸۳۸۷	۰/۵۴۴۶	۱/۵۳۹۹	۰/۶۴۹۴
۱۲	۰/۲۰۹۴	۰/۲۰۷۹	۰/۹۷۸۱	۰/۲۱۲۶	۴/۷۰۳۶	۵۸	۱/۰۱۲۳	۰/۸۴۸۰	۰/۵۲۹۹	۱/۶۰۰۳	۰/۶۲۴۹
۱۳	۰/۲۲۶۹	۰/۲۲۵۰	۰/۹۷۴۴	۰/۲۲۰۹	۴/۳۳۱۵	۵۹	۱/۰۲۹۷	۰/۸۵۷۲	۰/۵۱۵۰	۱/۶۶۶۳	۰/۶۰۰۹
۱۴	۰/۲۴۴۳	۰/۲۴۱۹	۰/۹۷۰۳	۰/۲۴۹۳	۴/۰۱۰۸	۶۰	۱/۰۴۷۶	۰/۸۶۶۰	۰/۵۰۰۰	۱/۷۳۲۱	۰/۵۷۷۴
۱۵	۰/۲۶۱۸	۰/۲۵۸۸	۰/۹۶۵۹	۰/۲۶۷۹	۳/۷۳۲۱	۶۱	۱/۰۶۴۷	۰/۸۷۴۶	۰/۴۸۴۸	۱/۸۰۴۰	۰/۵۵۴۳
۱۶	۰/۲۷۹۳	۰/۲۷۵۶	۰/۹۶۱۳	۰/۲۸۶۷	۳/۴۸۷۳	۶۲	۱/۰۸۲۱	۰/۸۸۲۹	۰/۴۶۹۵	۱/۸۸۰۷	۰/۵۳۱۷
۱۷	۰/۲۹۶۷	۰/۲۹۲۴	۰/۹۵۶۳	۰/۳۰۵۷	۳/۲۷۰۹	۶۳	۱/۰۹۹۶	۰/۸۹۱۰	۰/۴۵۴۰	۱/۹۶۲۶	۰/۵۰۹۵
۱۸	۰/۳۱۴۲	۰/۳۰۹۰	۰/۹۵۱۱	۰/۳۲۴۹	۳/۰۷۷۷	۶۴	۱/۱۱۷۰	۰/۸۹۸۸	۰/۴۳۸۴	۲/۰۵۰۳	۰/۴۸۷۷
۱۹	۰/۳۳۱۶	۰/۳۲۵۶	۰/۹۴۵۵	۰/۳۴۴۳	۲/۹۰۴۲	۶۵	۱/۱۳۴۵	۰/۹۰۶۳	۰/۴۲۲۶	۲/۱۲۲۵	۰/۴۶۶۳
۲۰	۰/۳۴۹۱	۰/۳۴۲۰	۰/۹۳۹۷	۰/۳۶۴۰	۲/۷۴۷۵	۶۶	۱/۱۵۱۹	۰/۹۱۳۵	۰/۴۰۶۷	۲/۲۴۶۰	۰/۴۴۵۲
۲۱	۰/۳۶۶۵	۰/۳۵۸۴	۰/۹۳۳۶	۰/۳۸۳۹	۲/۶۰۵۱	۶۷	۱/۱۶۹۴	۰/۹۲۰۵	۰/۳۹۰۷	۲/۳۵۵۹	۰/۴۲۲۵
۲۲	۰/۳۸۴۰	۰/۳۷۴۶	۰/۹۲۷۲	۰/۴۰۴۰	۲/۴۷۵۱	۶۸	۱/۱۸۶۸	۰/۹۲۷۲	۰/۳۷۴۶	۲/۴۷۵۱	۰/۴۰۴۰
۲۳	۰/۴۰۱۴	۰/۳۹۰۷	۰/۹۲۰۵	۰/۴۲۴۵	۲/۳۵۵۹	۶۹	۱/۲۰۴۳	۰/۹۳۳۶	۰/۳۵۸۴	۲/۶۰۵۱	۰/۳۸۳۹
۲۴	۰/۴۱۸۹	۰/۴۰۶۷	۰/۹۱۳۵	۰/۴۴۵۲	۲/۲۴۶۰	۷۰	۱/۲۲۱۷	۰/۹۳۹۷	۰/۳۴۲۰	۲/۷۴۷۵	۰/۳۶۴۰
۲۵	۰/۴۳۶۳	۰/۴۲۲۶	۰/۹۰۶۳	۰/۴۶۶۳	۲/۱۴۲۵	۷۱	۱/۲۳۹۲	۰/۹۴۵۵	۰/۳۲۵۶	۲/۹۰۴۲	۰/۳۴۴۳
۲۶	۰/۴۵۳۸	۰/۴۳۸۴	۰/۸۹۸۸	۰/۴۸۷۷	۲/۰۵۰۳	۷۲	۱/۲۵۶۶	۰/۹۵۱۱	۰/۳۰۹۰	۲/۰۷۷۷	۰/۳۲۴۹
۲۷	۰/۴۷۱۲	۰/۴۵۴۰	۰/۸۹۱۰	۰/۵۰۹۵	۱/۹۶۲۶	۷۳	۱/۲۷۴۱	۰/۹۵۶۳	۰/۲۹۲۴	۲/۲۷۰۹	۰/۳۰۵۷
۲۸	۰/۴۸۸۷	۰/۴۶۹۵	۰/۸۸۲۹	۰/۵۲۱۷	۱/۸۸۰۷	۷۴	۱/۲۹۱۵	۰/۹۶۱۳	۰/۲۷۵۶	۲/۴۸۷۳	۰/۲۸۶۷
۲۹	۰/۵۰۶۱	۰/۴۸۴۸	۰/۸۷۴۶	۰/۵۳۴۳	۱/۸۰۴۰	۷۵	۱/۳۰۹۰	۰/۹۶۸۹	۰/۲۵۸۸	۲/۷۳۲۱	۰/۲۶۷۹
۳۰	۰/۵۲۳۶	۰/۵۰۰۰	۰/۸۶۶۰	۰/۵۷۷۴	۱/۷۳۲۱	۷۶	۱/۳۲۶۵	۰/۹۷۰۳	۰/۲۴۱۹	۲/۰۱۰۸	۰/۲۴۹۳
۳۱	۰/۵۴۱۱	۰/۵۱۵۰	۰/۸۵۷۲	۰/۶۰۰۹	۱/۶۶۴۳	۷۷	۱/۳۴۳۹	۰/۹۷۴۴	۰/۲۲۵۰	۲/۳۳۱۵	۰/۲۳۰۹
۳۲	۰/۵۵۸۵	۰/۵۲۹۹	۰/۸۴۸۰	۰/۶۲۴۹	۱/۶۰۰۳	۷۸	۱/۳۶۱۴	۰/۹۷۸۱	۰/۲۰۷۹	۲/۷۰۴۶	۰/۲۱۲۶
۳۳	۰/۵۷۶۰	۰/۵۴۴۶	۰/۸۳۸۷	۰/۶۴۹۴	۱/۵۳۹۹	۷۹	۱/۳۷۸۸	۰/۹۸۱۶	۰/۱۹۰۸	۵/۱۴۴۶	۰/۱۹۴۴
۳۴	۰/۵۹۳۴	۰/۵۵۹۲	۰/۸۲۹۰	۰/۶۷۴۵	۱/۴۸۲۶	۸۰	۱/۳۹۶۳	۰/۹۸۴۸	۰/۱۷۳۶	۵/۶۷۱۳	۰/۱۷۶۳
۳۵	۰/۶۱۰۹	۰/۵۷۳۶	۰/۸۱۹۲	۰/۷۰۰۲	۱/۴۲۸۱	۸۱	۱/۴۱۳۷	۰/۹۸۷۷	۰/۱۵۶۴	۶/۳۱۳۸	۰/۱۵۸۴
۳۶	۰/۶۲۸۳	۰/۵۸۷۸	۰/۸۰۹۰	۰/۷۲۶۵	۱/۳۷۶۴	۸۲	۱/۴۳۱۲	۰/۹۹۰۳	۰/۱۳۹۲	۷/۱۱۵۴	۰/۱۴۰۵
۳۷	۰/۶۴۵۸	۰/۶۰۱۸	۰/۷۹۸۶	۰/۷۵۳۶	۱/۳۲۷۰	۸۳	۱/۴۴۸۶	۰/۹۹۲۵	۰/۱۲۱۹	۸/۱۴۴۳	۰/۱۲۲۸
۳۸	۰/۶۶۳۲	۰/۶۱۵۷	۰/۷۸۸۰	۰/۷۸۱۳	۱/۲۷۹۹	۸۴	۱/۴۶۶۱	۰/۹۹۴۵	۰/۱۰۴۵	۹/۵۱۳۴	۰/۱۰۵۱
۳۹	۰/۶۸۰۷	۰/۶۲۹۳	۰/۷۷۷۱	۰/۸۰۹۸	۱/۲۳۲۹	۸۵	۱/۴۸۳۵	۰/۹۹۶۳	۰/۰۸۷۲	۱۱/۴۳۰۰	۰/۰۸۷۵
۴۰	۰/۶۹۸۱	۰/۶۴۲۸	۰/۷۶۶۰	۰/۸۳۹۱	۱/۱۹۱۸	۸۶	۱/۵۰۱۰	۰/۹۹۷۶	۰/۰۶۹۸	۱۲/۳۰۰۰	۰/۰۶۹۹
۴۱	۰/۷۱۵۶	۰/۶۵۶۱	۰/۷۵۴۷	۰/۸۶۹۳	۱/۱۵۰۳	۸۷	۱/۵۱۸۴	۰/۹۹۸۶	۰/۰۵۲۳	۱۹/۰۸۱۰	۰/۰۵۲۳
۴۲	۰/۷۳۳۰	۰/۶۶۹۱	۰/۷۴۳۱	۰/۹۰۰۴	۱/۱۱۰۶	۸۸	۱/۵۳۵۹	۰/۹۹۹۴	۰/۰۳۴۹	۲۸/۶۳۶۰	۰/۰۳۴۹
۴۳	۰/۷۵۰۵	۰/۶۸۲۰	۰/۷۳۱۴	۰/۹۳۲۵	۱/۰۷۲۴	۸۹	۱/۵۵۳۳	۰/۹۹۹۸	۰/۰۱۷۵	۵۷/۲۹۰۰	۰/۰۱۷۵
۴۴	۰/۷۶۷۹	۰/۶۹۴۷	۰/۷۱۹۳	۰/۹۶۵۷	۱/۰۳۵۵	۹۰	۱/۵۷۰۸	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	نامعین	۰/۰۰۰۰
۴۵	۰/۷۸۵۴	۰/۷۰۷۱	۰/۷۰۷۱	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰						

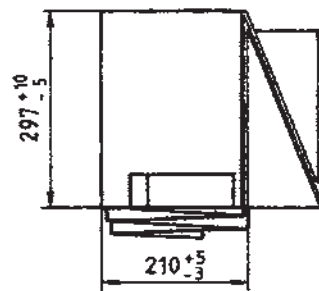
# تازدن کاغذ



فرم A



فرم B



فرم C

جگونگی تا کردن	در پوشه A4
<p>A0 : 841 × 1189</p>	
<p>A1 : 594 × 841</p>	
<p>A2 : 420 × 594</p>	<p>A3 : 297 × 420</p>

