بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

# رسم فنی (۲)

## پایهٔ یازدهم

## دورهٔ دوم متوسطه

## شاخهٔ: کاردانش

## زمینهٔ: صنعت

## گروه تحصیلی: مکانیک

## رشته‌های مهارتی: تراشکاری CNC ـ تراشکاری ـ فرزکار CNC ـ فرزکاری ـ مکانیک صنایع ـ ماشین‌ابزار ـ قالب‌سازی فلزی

## نام استاندارد مهارتی مبنا: تراشکاری درجهٔ ۲

## کد استاندارد متولی: ۳۴/۲۲/۲/۳ - ۸


عنوان و نام پدیدآور: رسم فنی(۲) [کتاب‌های درسی]: رشته‌های مهارتی تراشکاریCNC و ... /برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلف: محمد خواجه حسینی؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

مشخصات نشر: تهران: شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران.

مشخصات ظاهری: ۱۳۸ص.: مصور

فروست: شاخهٔ کاردانش

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۳۲۱-۶

وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا

یادداشت: زمینهٔ صنعت: گروه تحصیلی مکانیک

یادداشت: نام استاندارد مهارتی مبنا؛ تراشکاری درجهٔ۲، کد استاندارد متولی ۳۴/۲۲/۲/۳-۸

موضوع: ماشین‌آلات_رسم فنی

موضوع: رسم فنی

شناسهٔ افزوده: خواجه حسینی، محمد، ۱۳۲۸

شناسهٔ افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش

شناسهٔ افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

رده‌بندی کنگره: TJ ۲۳۰/ر۵ ۱۳۹۰

رده‌بندی دیویی: ۶۲۱/۸۱۵

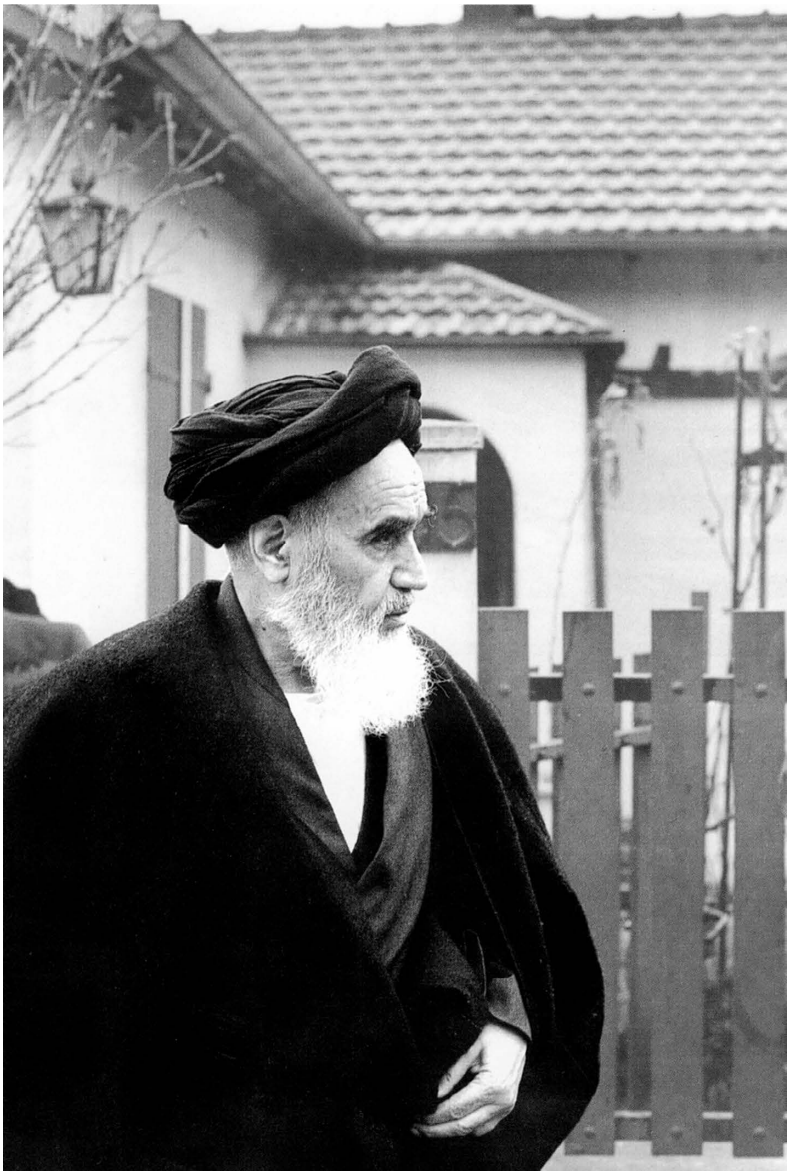
شمارهٔ کتابشناسی ملی: ۵۶۷۶۴۳۲

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

**نام کتاب :** رسم فنی (۲) ـ ۳۱۱۱۴۶
**پدیدآورنده :** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
**مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف :** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
**شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف :** غلامحسن پایگانه، عزیز خوشینی، ابوالحسن موسوی، محمد خواجه حسینی، حسن‌عبداللهزاده، حسن امینی، احمدرضا دوراندیش (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
محمد خواجه‌حسینی (مؤلف) ـ عبدالمجید خاکی‌صدیق (ویراستار فنی) ـ محمدباقر خسروی (ویراستار ادبی)
**مدیریت آماده‌سازی هنری :** ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
**شناسه افزوده آماده‌سازی :** نرگس ذاکر هندوآبادی (مدیر هنری و صفحه‌آرا) ـ محبوبه آقاحسینی (طراح جلد) ـ سیدمرتضی میرمجیدی (رسام فنی) ـ مهدی جاهد (عکاس)
**نشانی سازمان :** تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه : www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
**ناشر :** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
**چاپخانه :** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
**سال انتشار و نوبت چاپ :** چاپ ششم ۱۴۰۱

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

شابک ۶-۲۳۲۱-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ ISBN 978-964-05-2321-6



جوان‌هـــا قدر جوانی‌شـــان را بداننـــد و آن را در علم و تقوی و سازندگی خودشـــان صرف کنند که اشخاصی امین و صالح بشوند. مملکت ما با اشخاص امین می‌تواند مستقل باشد.

**امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»**

**همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :**

**پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب بـه نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.**


**پیام‌نگار (ایمیل)** **info@tvoccd.sch.ir**

**وب‌گاه (وب‌سایت)** **www.tvoccd.sch.ir**

## مقدمه‌ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

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

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

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

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

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

**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**
**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش**

## مقدمه مؤلف

کتابی که پیش‌رو دارید در حقیقت ادامه کتاب رسم فنی ۱ است. محتوای تألیف بر اساس برنامه مصوب بوده و در این کتاب کوشش شده است که مهم‌ترین مباحث باقی‌مانده از رسم فنی به صورتی ساده، پوشش داده شود.

کتاب از ۸ فصل تشکیل شده است که سه فصل اول به مباحث مهم از نظر فنی یعنی پرداخت سطح، تولرانس و انطباق می‌پردازد و در فصول بعدی به ترتیب اجزای ماشین در حد شناخت نقشه‌های این قطعات، نقشه‌ی‌ترکیبی در حد شناخت و کاربرد، نقشه‌ی اجرایی و کاربرد آن و چگونگی ارائه توجه می‌شود. دو فصل آخر نیز به موضوعاتی چون برش و برخورد اجسام و همچنین گسترش پرداخته است.

کوشش فراوانی شده است که مطالب به زبان ساده بیان شود، مفید باشد و کوتاه. ممکن است در برخی موارد کمبودهایی احساس شود که استادان عزیز آن‌ها را پوشش خواهند داد.

در هر فصل چند پرسش و چند تمرین عملی داده شده است که با انجام دقیق آن توسط هنرجو می‌توان به اهداف رسید.

مؤلف

## توصیه‌هایی به هنرجویان

الف) توصیه‌های کلی

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

۱۵. برای حمل‌ونقل ابزار از کیف مخصوص استفاده کنید.

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

ب) توصیه‌های آموزشی

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

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

۳. در حل تمرین‌ها با هنرآموز محترم در تعامل باشید. مشارکت و همکاری همکلاسی‌هایتان نیز مؤثر است.

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

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

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

# فهرست


| عنوان | صفحه |
| --- | --- |
| **واحد کار: به‌کارگیری وخواندن علائم در نقشه‌های صنعتی و ترسیم نقشه‌های ترکیبی و برخورد گسترش احجام** | ۱ |
| توانایی به کارگیری نشانه‌های پرداخت سطح در نقشه | ۲ |
| توانایی‌تولرانس‌گذاری نقشه‌های صنعتی | ۱۶ |
| توانایی اجرای انطباقات در نقشه‌های صنعتی | ۲۷ |
| توانایی‌ترسیم نقشه‌ی اجزای ماشین | ۴۴ |
| توانایی ترسیم نقشه‌ی ترکیبی | ۶۴ |
| توانایی خواندن نقشه‌ی اجرایی | ۸۳ |
| توانایی ترسیم برخورد اجسام | ۹۹ |
| توانایی ترسیم گسترش اجسام | ۱۱۹ |
| منابع | ۱۳۸ |

# واحـــد کار به‌کارگیری وخواندن علائم در نقشـــه‌های صنعتی و ترسیم نقشه‌های ترکیبی و برخورد گسترش احجام

◄ **هدف کلی: ترسیم انواع برش در قطعات صنعتی**

| عنوان توانایی | زمان | | |
|---|---|---|---|
| | نظری | عملی | جمع |
| به کارگیری نشانه‌های پرداخت سطح در نقشه | ۲ | ۲ | ۴ |
| تولرانس‌گذاری نقشه‌های صنعتی | ۲ | ۲ | ۴ |
| اجرای انطباقات در نقشه‌های صنعتی | ۲ | ۲ | ۴ |
| ترسیم نقشه‌ی اجزای ماشین | ۲ | ۳ | ۵ |
| ترسیم نقشه‌ی ترکیبی | ۲ | ۵ | ۷ |
| خواندن نقشه‌ی اجرایی | ۲ | ۶ | ۸ |
| ترسیم برخورد اجسام | ۲ | ۴ | ۶ |
| ترسیم گسترش اجسام | ۲ | ۴ | ۶ |

# توانایی به کارگیری نشانه‌های پرداخت سطح در نقشه

◄ **پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:**

- نشانه‌های پرداخت سطح را معرفی کند.
- نشانه‌های پرداخت را در نقشه به کاربرد.
- اصول کاربرد نشانه‌های سطح را بیان کند.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ۲ | ۴ |

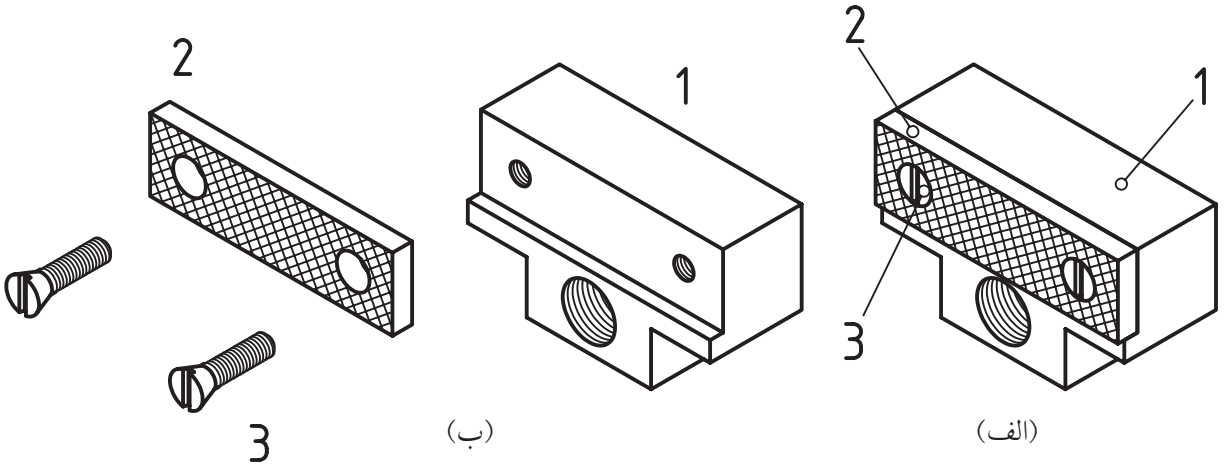
# پیش آزمون

۱. به نظر شما مجموعه‌ی داده شده‌ی (الف) مربوط به چه چیزی است؟

۲. این مجموعه از چند تکه‌ی غیر مشابه تشکیل می‌شود؟

۳. تکه‌ی شماره‌ی ۱ از چند رویه (سطح) تشکیل می‌شود؟

۴. آیا صافی یا پرداخت همه‌ی رویه‌های آن باید مانند هم باشند؟




۵. چرا پرداخت یا صاف‌بودن سطوح با هم فرق می‌کند؟

۶. به نظر شما برای ساختن این قطعه از چه روش‌هایی استفاده شده است؟ (شماره‌ی ۱)

۷. آیا این قطعه را با تمام ویژگی‌های آن، می‌توان از یک روش تولید (مانند ریخته‌گری) به دست آورد؟

۸. چرا باید صافی و پرداختی سطوح با هم فرق کند؟

۹. آیا راهی می‌شناسید و یا راهی می‌توانید پیشنهاد کنید که بتوان چگونگی پرداخت هر سطح را مشخص کرد؟

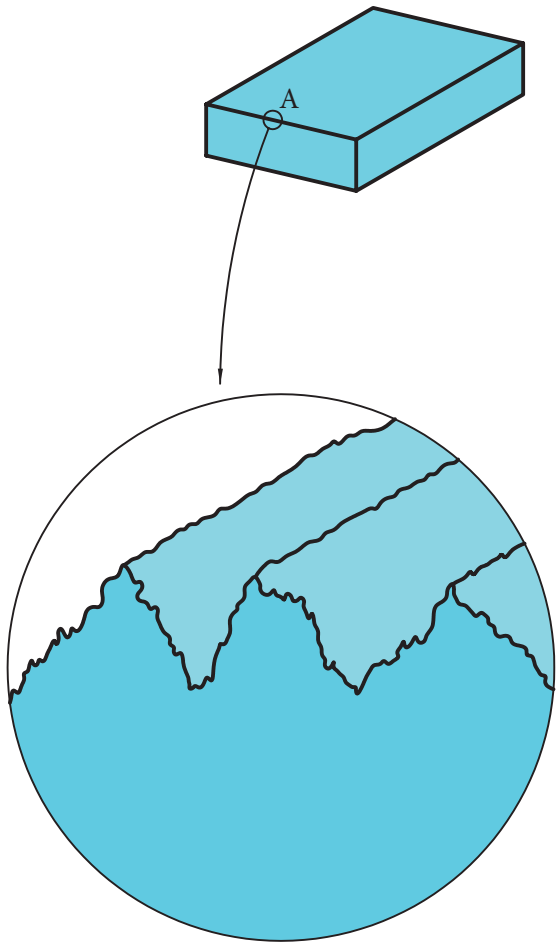
۱۰. آیا پرداخت همه‌ی سطوح به صورت خیلی عالی، مزایایی دارد؟

# پرداخت سطح

**تعریف:**

پرداخت یک سطح یعنی برداشتن (کندن) ذرات کوچک از یک سطح، برای صاف و هموار کردن آن است.

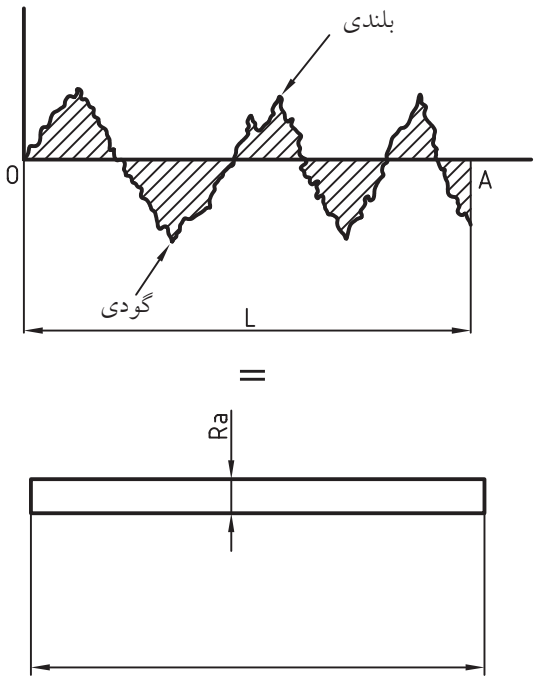
سطح A را سوهان زده‌ایم. این سطح به نظر صاف و پرداخت شده می‌رسد. اگر بخش کوچکی از آن را به وسیله‌ی میکروسکوپ، چند صد برابر بزرگ کنیم، زبری‌های جزئی موجود در آن دیده خواهد شد.




شکل این پستی و بلندی‌ها بستگی به روشی دارد که برای تولید این سطح به کار برده‌ایم. برای نمونه سطح تولید شده بر اثر کارکرد ابزار تراش‌کاری، با سطح تولیدی در فرزکاری یا سوهان‌کاری یا ... فرق می‌کند.

برای معرفی کیفیت و شناسانیدن پرداخت سطح در نقشه، روش‌های گوناگونی وجود دارد.

برای این کار باید یک سنجه یا معیار، برای اندازه‌گیری پرداخت را تعیین و استاندارد کنیم. در مورد پرداخت سطح، سنجه‌های مهم‌تر را با Ra و Rz می‌توان معرفی کرد. به شکل نگاه کنید:




پاره‌خط $\overline{OA}$ تقریباً در وسط پستی (گودی) و بلندی‌ها رسم شده است. طول نمونه‌ی انتخاب شده، L است که به طور معمول به آن طول نمونه می‌گویند.

جمع مساحت بخش‌های هاشورخورده، در طول نمونه‌ی L، برابر است با مساحت مستطیلی با همان طول که عرض آن را با Ra نشان می‌دهیم.

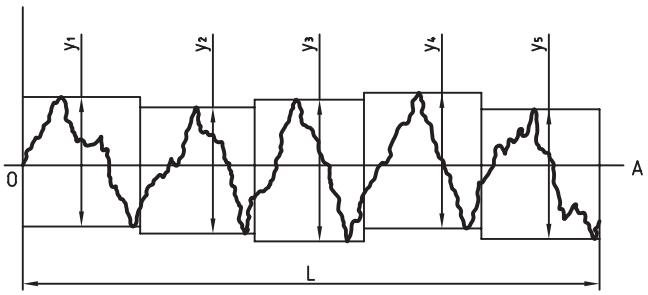
به گفته‌ای کوتاه، جمع مساحتی که گودی‌ها (پستی‌ها) زیر $\overline{OA}$ با جمع مساحت‌های در بالای $\overline{OA}$ برابر است که همه با هم جمع خواهند شد. پس از تقسیم این مساحت کلی بر L، عرض نوار یا مستطیل یعنی Ra به دست می‌آید.

**یادآوری**

سنجه یا معیار، چیزی است قراردادی که برای سنجیدن یا مقایسه کردن به کار می‌رود. برای نمونه، می‌گوییم، سنجه برای درازا، متر یا برای اندازه‌گیری زمان، ساعت است. متر، طولی قراردادی و ساعت، زمانی معین است. در نمونه‌ای دیگر، می‌گویید، اگر طلا کاملاً خالص باشد، عیار آن ۲۴ است و اگر مثلاً ۱۰ قسمت آن دارای ناخالصی مانند مس باشد، عیار آن ۱۴ خواهد بود.

**تعریف: $R_a$ عبارت است از میانگین زبری**. واحد میانگین زبری، میکرون‌متر است. دیده می‌شود که هر چه پستی و بلندی‌ها کمتر باشد، $R_a$ دارای مقدار کمتری خواهد شد.

سنجه‌ی دیگر $R_z$ است که با توجه به پنج مورد از بلندترین زبری‌ها در طول یک نمونه، معین خواهد شد.




اگر جمع $(y_1+y_2+y_3+y_4+y_5)$ را به دست آوریم و حاصل را بر ۵ تقسیم کنیم، $R_z$ به دست خواهد آمد.

**تعریف: $R_z$ عبارت است از میانگین بلندترین، ارتفاعات زبری.**

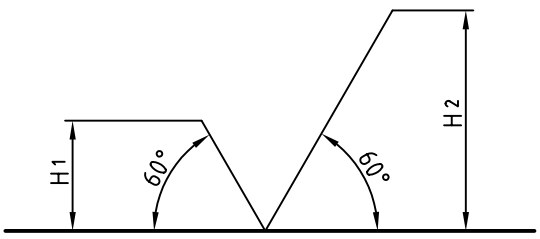
میانگین زبری Roughness average به مفهوم متوسط یا معدل زبری است. به دلیل کوچکی آن را با واحد میکرون‌متر (یک میلیونیم متر) می‌سنجند. پس، میکرون‌متر با نشانه‌ی μm برابر $\frac{1}{1000}$ میلی‌متر یا $\frac{1}{1000,000}$ متر خواهد بود.

**توجه:** اندازه‌گیری‌های $R_a$ و $R_z$ به روش‌های گوناگون و در آزمایشگاه ممکن است.

## نمادهای پرداخت سطح

برای معرفی پرداخت سطح، نماد پایه، شکلی انتخابی است. این نماد با خط نازک رسم می‌شود.

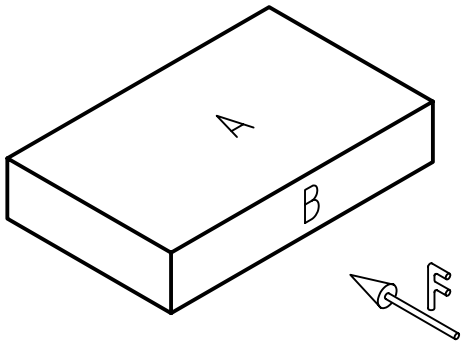
هنگامی که گروه خط مورد کاربرد ما ۰/۵ باشد، پهنای خط نازک ۰/۲۵ و بنابراین $H_1$ = ۳/۵ و $H_2$ = ۸ خواهد بود. در کارهای تمرینی می‌توانید $H_1$ را تا ۵ و $H_2$ را تا ۱۱ افزایش دهید.

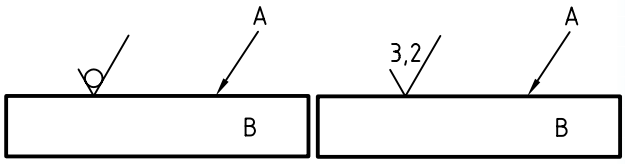


اندازه‌های پرداخت، استاندارد است. برای نمونه، در مورد Ra، این اعداد ( برحسب میکرون متر ) طبق جدول زیر است:

| سنجه | بسیار خوب | | | خوب | | | متوسط | | | خشن | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ra | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۵ | ۰/۱ | ۰/۲ | ۰/۴ | ۰/۱۱ | ۱/۶ | ۳/۲ | ۶/۳ | ۱۲/۵ | ۲۵ | ۵۰ |
| Rz | ۰/۲۵ | ۰/۴ | ۱ | ۲/۵ | ۴ | ۶/۳ | ۱۶ | ۲۵ | ۴۰ | ۱۰۰ | ۱۶۰ | ۴۰۰ |

معمولاً برای‌تعیین میزان پرداخت از اعداد جدول استفاده می‌شود. مقادیر Rz هم داده شده است. اکنون دوباره به سطح A از قطعه نگاه کنید.



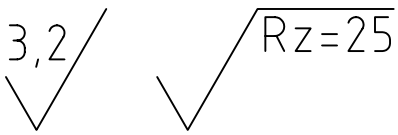

**در مورد چگونگی این سطح می‌توان درخواست‌های گوناگونی داشت:**

۱. سطح پس از تولید اولیه، پرداخت کاری نخواهد شد ولی به بهترین صورت از تولید بیرون بیاید. در این صورت، به نشانه‌ی پایه یا مبنا، یک دایره اضافه می‌شود. مانند سطح گونیایی که در دست شماست (گونیای نقشه‌کشی). چون این قطعه پس از تولید، پرداخت نمی‌شود. ولی سطح آن هر چه صاف‌تر باشد، بهتر است.

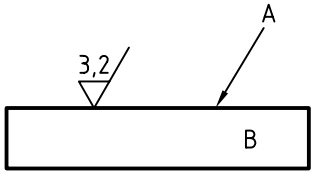
اگر لازم باشد که سطح A پس از تولید، پرداخت شود، باید مقدار پرداخت مشخص شود. اکنون اگر روش کار دستی یا ماشینی یا در حقیقت دلخواه باشد، مطابق شکل مشخص خواهد شد.

پرداخت داده شده در این شکل بر حسب Ra است. تاکنون درباره‌ی جایگاه نوشتن Ra و Rz نسبت به این نشانه، روش‌های گوناگونی ارائه شده است. در یک نمونه، استاندارد، مطابق شکل، جایگاه این نشانه‌ها و نمادها را معین کرده است.

۲. اگر هدف، دادن سنجه‌ی Ra است، می‌توان این نشانه را هم حذف کرد و تنها مقدار آن را به صورت داده شده در شکل، نوشت. اما برای Rz، نشانه کامل خواهد بود (بهتر است اعداد پرداخت از جدول برگزیده شوند).

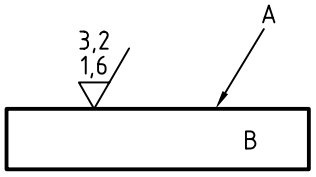


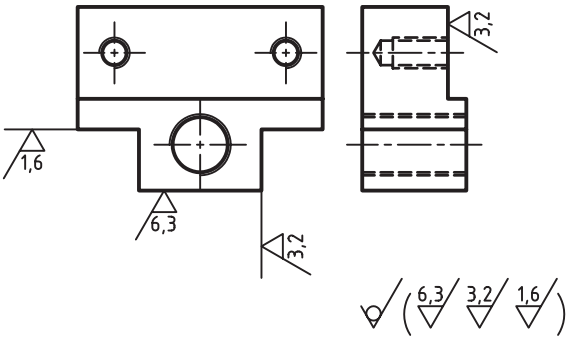
اگر پرداخت به وسیله‌ی ماشین مورد نظر باشد، به نشانه‌ی مبنا، یک پاره خط افقی افزوده می‌شود.




اگر پرداخت میان دو حد معین قرار گیرد، هر دو حد نوشته می‌شود (عدد بزرگتر در بالا)

در شکل، نشانه‌های پرداخت برای فک لغزنده‌ی گیره گذاشته شده است.




**در مورد شکل به نکته‌های زیر دقیقاً توجه کنید و همواره آن‌ها را در نوشتن پرداخت‌ها در نظر داشته باشید:**

۱. نوک تیز نشانه‌ی پرداخت همواره باید روی سطح مورد نظر باشد (بند پشت آن)

۲. اگر سطح نشانه گذاری‌شده، مشابه هم دارد، نشانه‌ی مربوط به آن هم هست. برای نمونه Ra۱/۶ مربوط به دو سطح است.

۳. اعداد مربوط به پرداخت، مانند اعداد اندازه‌گذاری و با همان جهت‌ها نوشته می‌شود.

۴. بازوی بلند همواره به گونه‌ای قرار می‌گیرد که با قرار گرفتن نوک آن، رو به پایین، بازو در سمت راست واقع شود (مانند Ra۶/۳ در این نقشه).

۵. نشانه‌ی پرداخت را می‌توان روی سطح یا در امتداد آن نوشت.

۶. نشانه‌ی پرداخت سطوح بدون علامت را در زیرنویس و نشانه‌های مربوط به سطوح دارای علامت را در پرانتز می‌آوریم. به گفته‌ای کوتاه، مفهوم نشانه‌های زیر نقشه این گونه است:

همه‌ی سطوح با دستور تولید خوب، جز آن‌ها که در پرانتز داده شده‌اند، دارای پرداخت ویژه هستند. به این ترتیب، تمام سطوح یک قطعه دارای پرداخت معین خواهند بود. روشن است که:

ـ در یک نقشه، پرداخت همه‌ی سطوح باید مشخص شود.

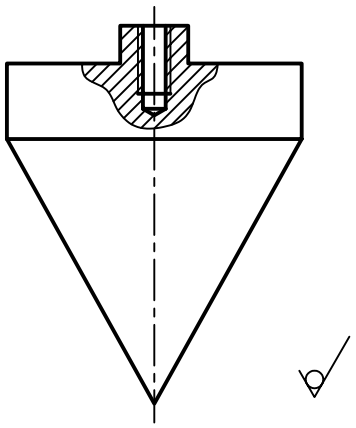
ـ پرداخت زیادتر از نیاز، باعث گران تمام شدن قطعه می‌شود.

ـ پرداخت کم و نامناسب، باعث فرسایش زودرس قطعه خواهد شد.

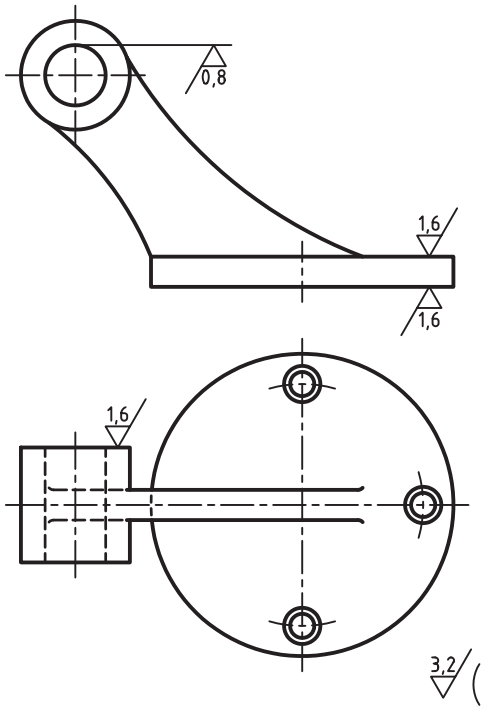
پس هر سطح به آن میزان پرداخت می‌شود که بتواند کار خود را به‌خوبی انجام دهد. به نمونه‌ای دیگر توجه کنید:

در این قطعه، پرداخت همه‌ی سطوح یکسان است؛ پس نیاز به گذاشتن نشانه روی سطوح نیست و تنها در زیرنویس داده می‌شود.

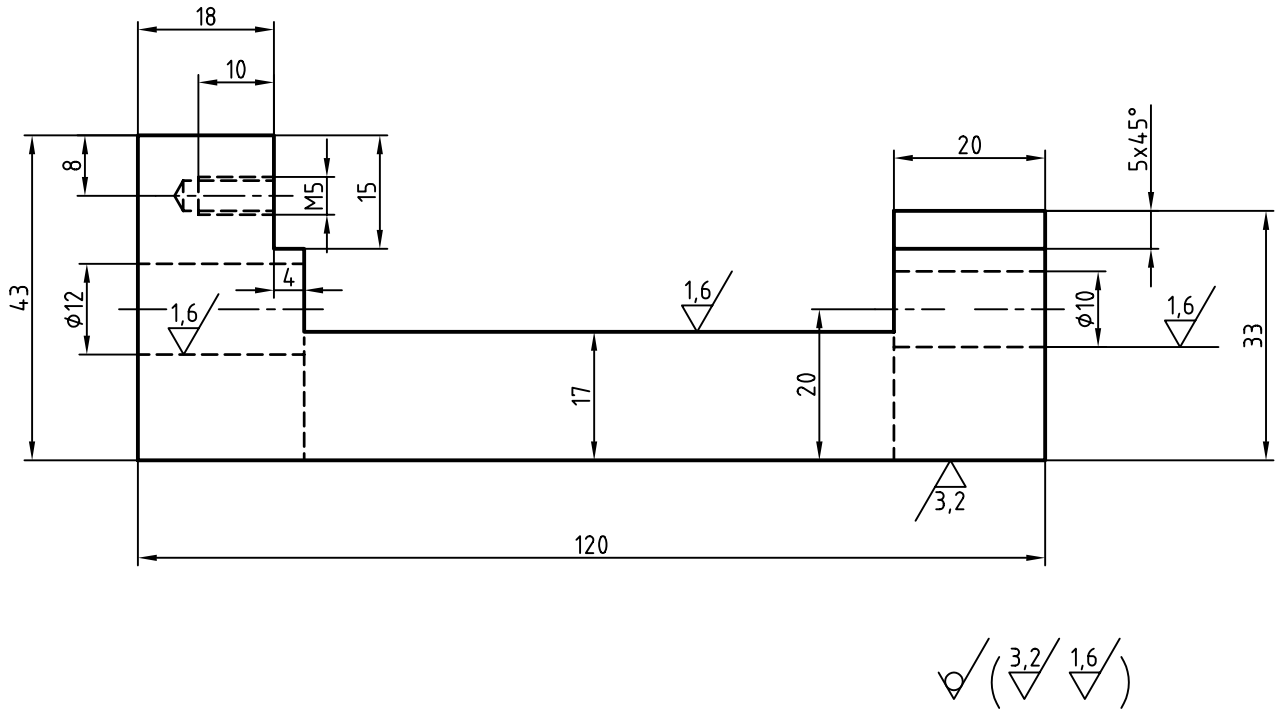
به نظر شما این شکل چه چیزی را معرفی می‌کند؟



در نمونه‌ای دیگر، قطعه دارای سطوح خمیده هم هست.
شـــکل یک پایه‌ی آلومینیمی تزیینی را نشـــان می‌دهد که سطوح آن پرداخت‌کاری می‌شود.

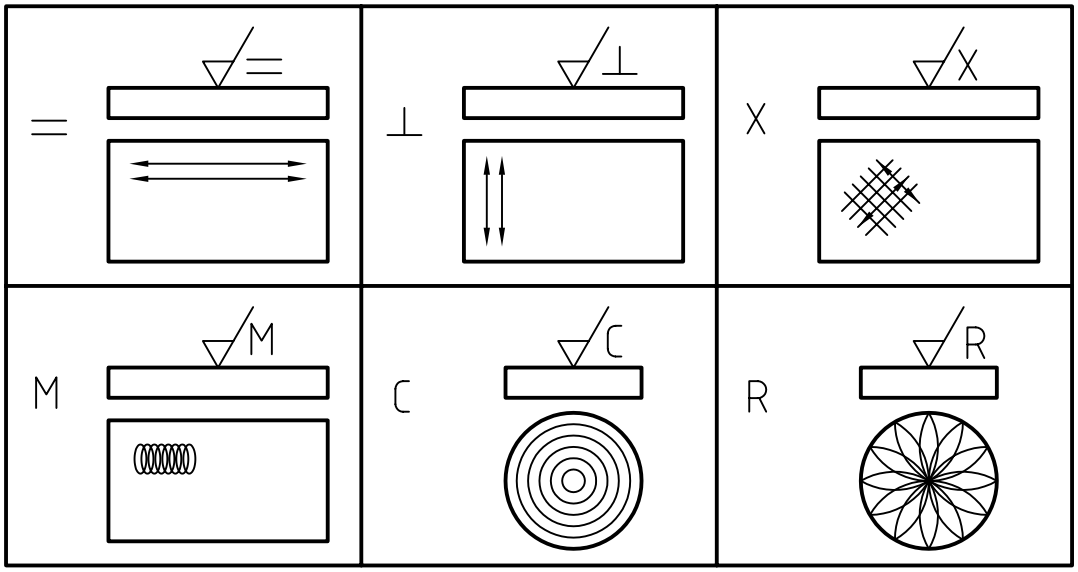



در نمونه‌ی پایانی، شکل اندازه‌گذاری هم شده است.



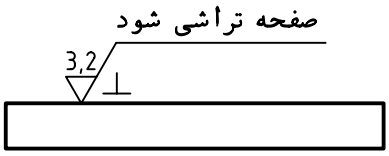
## جهت تولید

جهــت تولیــد، در حقیقت، آثاری اســت کــه از کارکرد ابزار براده برداری، روی ســطح برجــا می‌ماند. آثار به‌جا مانده را می‌توان دســته‌بندی کرد. بــرای هر جهت تولید، نشــانه‌ی ویژه‌ای وجود دارد. در جدول شــماری از آن‌ها معرفی‌شده‌اند.




از جهت‌های تولید می‌توان برای بررسی و اندازه‌گیری میزان پرداخت به‌دست آمده کمک گرفت. ضمناً به جایگاه قرار گرفتن نشانه‌ی تولید توجه کنید.

◀ **توضیحات اضافی:** اگر نیاز به توضیح اضافی باشــد می‌تــوان به نشــانه‌ی، یک بــازوی افقی اضافــه کرد. در نمونه‌ای برای یک سطح، جهت تولید، در جهتی است که شما به نقشه نگاه می‌کنید، یعنی عمود بر صفحه‌ی تصویر. این سطح باید از روش صفحه‌تراشی ساخته شود و میزان پرداخت سطح $R_a$۳/۲ باشد.



**چکیده مطالب**

## شناسایی اصول کاربرد نشانه‌های پرداخت

این اصول را در یک جدول خلاصه می‌کنیم.

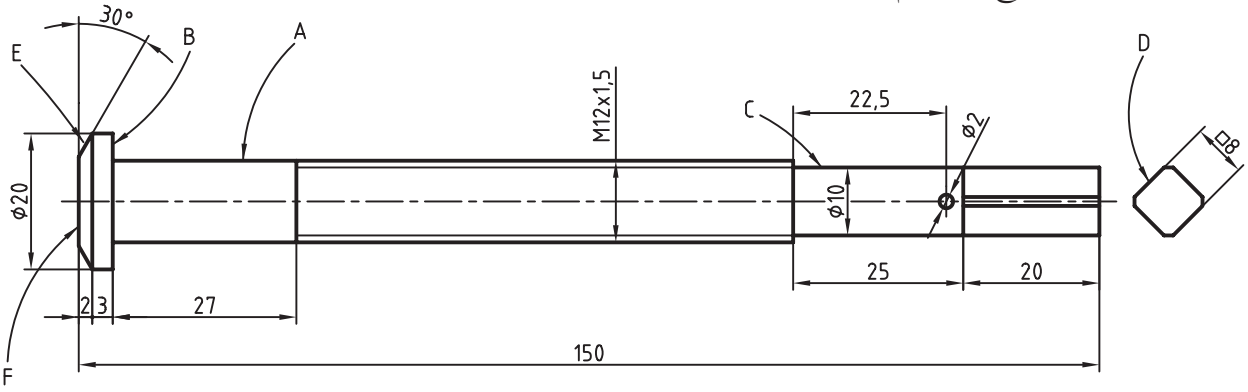
| | | |
|---|---|---|
| ۱ | | نشانه‌ی مبنا. این نشانه‌ی پایه به تنهایی مفهومی ندارد. |
| ۲ | | الف) سطح پرداخت نمی‌شود.<br>ب) سطح باید با بهترین کیفیت ممکن از روش تولید خود خارج شود. |
| ۳ | | پرداخت سطح ۳/۲ است – روش پرداخت کاری دلخواه است (دستی یا ماشینی) |
| ۴ | | پرداخت سطح Ra برابر ۳/۲ است. روش کار ماشینی |
| ۵ | | پرداخت این سطح باید بین دو حد Ra۳/۲ و Ra۱/۶ قرار گیرد. |
| ۶ | | پرداخت‌کاری نمی‌شود، اما در مراحل تولید اولیه باید به پرداخت ۶/۳ برسد. |
| ۷ | | پرداخت سطح بر پایه‌ی Rz، برابر ۱۰۰ است. |

# دستورکار

## کاربرد، نشانه‌های پرداخت سطح

(۵۰ دقیقه)

نشانه‌های پرداخت سطح را ترسیم کنید.

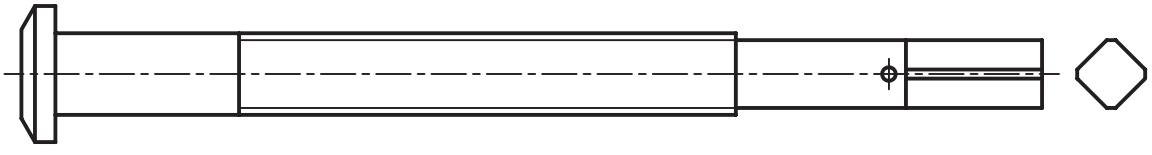



ابتدا پیچ بلند داده شـــده را با دقت بررســـی کنید. سپس آن را دوباره ترسیم کنید. نشانه‌های پرداخت سطح را روی آن قرار دهید و اندازه‌گذاری کنید.

### مراحل ترسیم

۱. پیچ بلند داده شده را با مقیاس ۱:۱ ترسیم کنید (بدون اندازه‌گذاری).

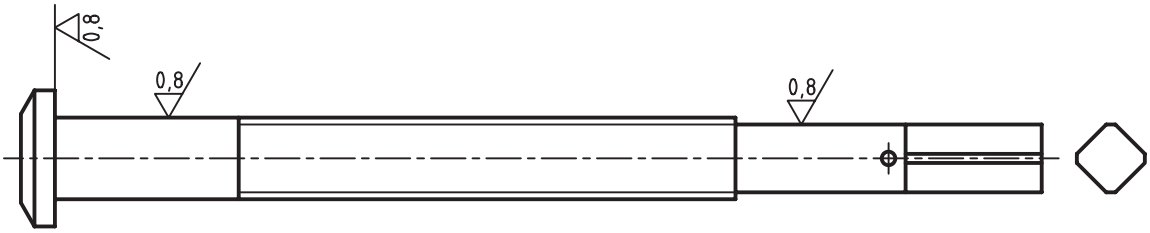
– به نظر شما این پیچ مربوط به چیست؟



۲. پرداخت‌ها برای سطوح B, A و C برابر $Ra$ ۰/۸ است.

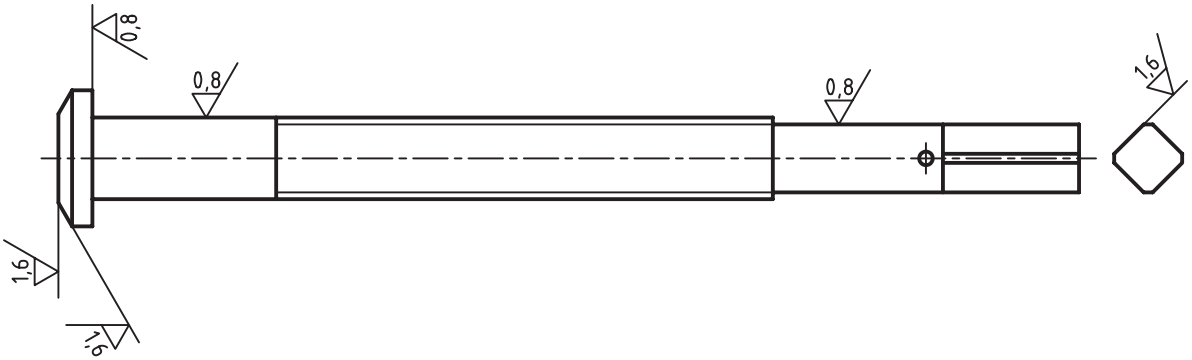
– این پرداخت‌ها را روی نقشه بگذارید.

– یک روش کار در شکل داده شده است. اگر با آن موافق هستید ، به همان ترتیب کار کنید.




۳. برای سطوح E، D و F پرداخت را $Ra$ ۱/۶ در نظر بگیرید.

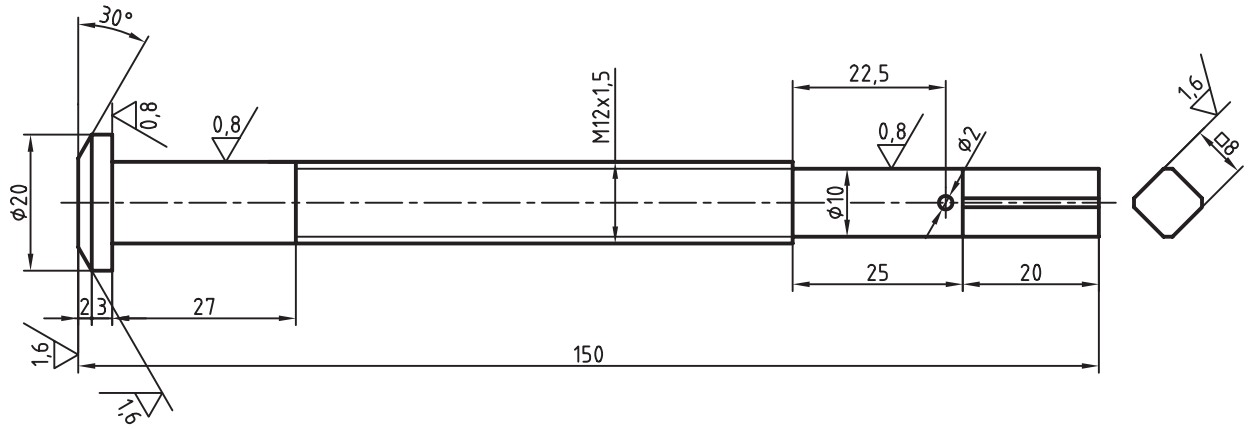
– در اینجا هم یک روش پیشنهاد شده است. اگر با آن موافق هستید، همان گونه کار کنید. در غیر این صورت، پس از خاتمه‌ی کار، در مورد درستی کار خود با هنرآموز محترم خود مشورت کنید.




۴. در این مرحله باید کار به طور کامل اندازه‌گذاری شود.

– روشن است که برای اندازه‌گذاری، باید تغییراتی در جای گذاشتن اندازه‌ها بدهیم.

– شکل به صورت پیشنهادی کامل شده است. در صورت هر گونه تغییری با هنرآموز محترم خود مشورت کنید.



# ارزشیابی پایانی

## نظری

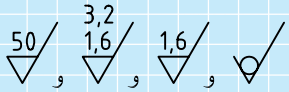
۱. پرداخت سطح را دقیقاً تعریف کنید.

۲. $R_a$ و $R_z$ را تعریف کنید.

۳. نماد پایه در پرداخت سطح چیست و چه ویژگی‌هایی دارد؟

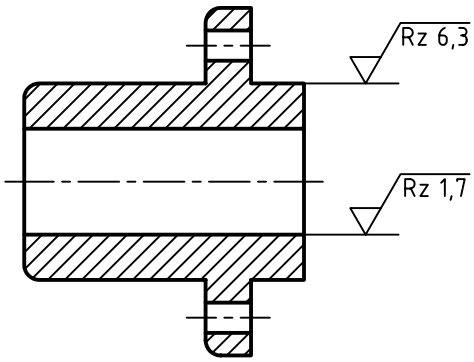
۴. چگونگی گذاشتن نشانه‌های پرداخت سطح را برای یک قطعه‌ی دلخواه با رسم شکل توضیح دهید.

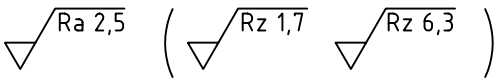
۵. مفهوم دقیق هر یک از نشانه‌های داده شده چیست؟



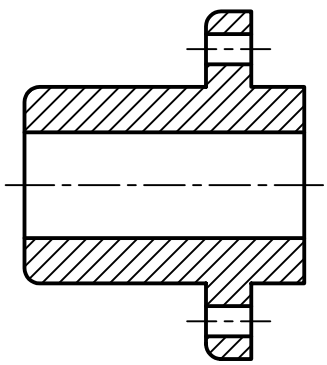
**◄ عملی: (زمان: ۷۰ دقیقه) ( تمام کارها در کتاب و در صورت امکان روی کپی آن‌ها انجام شود.)**

۱. مفهوم نشانه‌های نوشته شده در زیر نقشه دقیقاً چیست؟

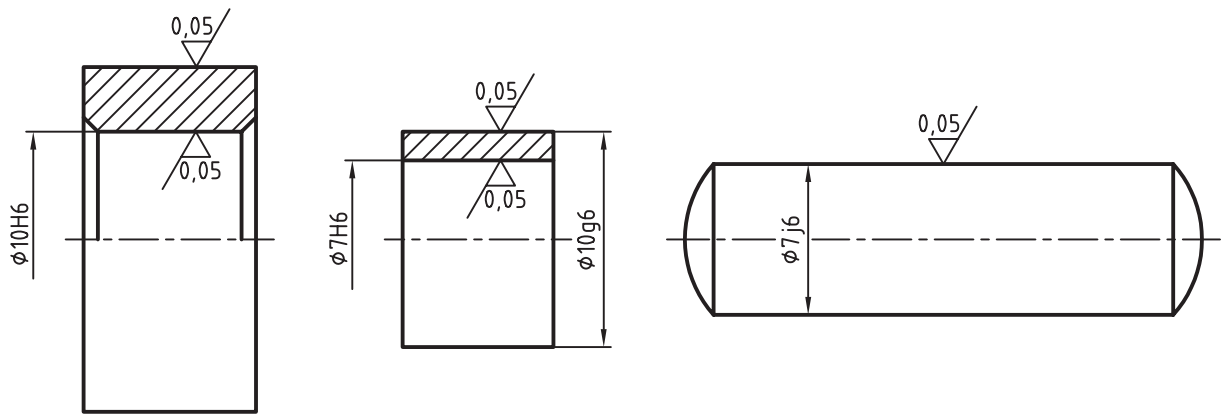


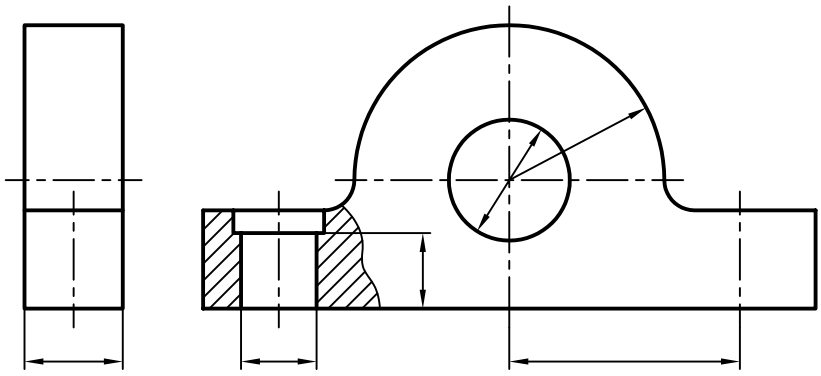

۲. با اســتفاده از جدول موجود در متن، نشــانه‌های $R_z$ داده شده در پرســش ۱ را بر حسب $R_a$ روی‌شکل زیر بگذارید و زیرنویس را کامل کنید.



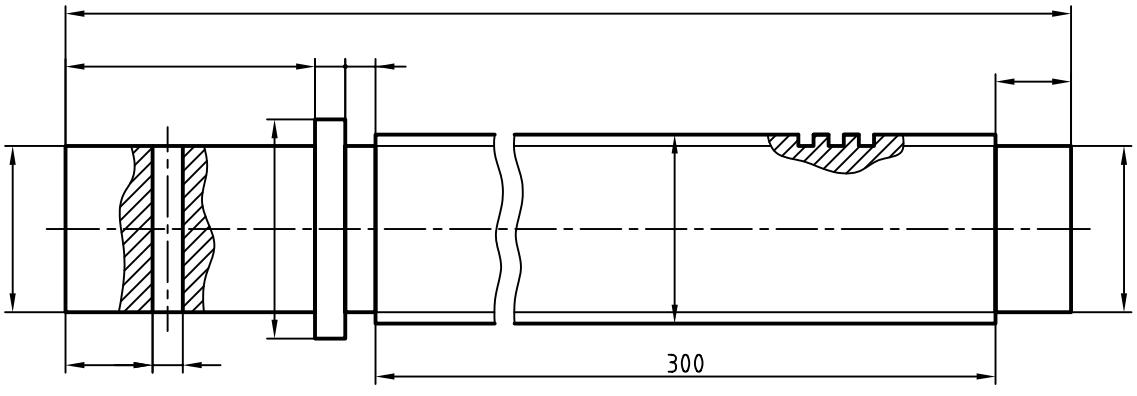
۳. برای هر شکل زیرنویس را بنویسید. در هر مورد، اندازه‌گذاری را هم کامل کنید.



۴. با در نظر گرفتن پرداخت داخل سوراخ‌ها برابر ۱/۶ و کف جسم برابر ۶/۳، نقشه را کامل کنید.
(اندازه‌های داده نشده را شناسایی کنید و بنویسید.)



۵. پس از نوشتن اندازه‌ها برای پیچ، به شرط آنکه تمام سطوح در بهترین صورت تولید شوند، وضعیت پرداخت سطح را نیز مشخص کنید.



# توانایی تولرانس گذاری نقشه‌های صنعتی

**◄ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:**

- مفاهیم تولرانس ابعادی را بیان کند.
- چگونگی تعیین تولرانس برای هر اندازه را شرح دهد.
- در مورد جدول تولرانس‌های آزاد ایزو توضیح دهد.
- در مورد جدول تولرانس‌های اصلی ایزو توضیح دهد.
- چگونگی استفاده از جدول‌های تولرانس را توضیح دهد.
- نقشه را تولرانس‌گذاری کند.
- از جدول تولرانس‌ها مقادیر مورد نیاز را استخراج کند.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ۲ | ۴ |

# پیش آزمون

۱. قطعه‌ی روبه رو چه نام دارد؟




۲. آیا اندازه‌های موجود، از نظر سازنده اشکال ندارد؟

۳. دقت اندازه‌ها، یا به عبارت دیگر، اندازه‌ی دقیق چه مفهومی دارد؟

۴. آیا می‌توان اندازه‌های داده شده، مثلاً ∅20 را با دقت ۲۰/۰۰۰۰۰ ساخت؟

۵. دقت ابزارهایی مانند خط‌کش فلزی یا کولیس چه‌قدر است؟

۶. آیا می‌توان اندازه‌ای با دقت ۲۰/۰۰۰۰۰ را با کولیس معمولی تعیین کرد؟ در هر صورت ( بلی یا نه ) توضیح دهید چرا؟

۷. مفهوم کولیس ۰/۰۲ چیست؟

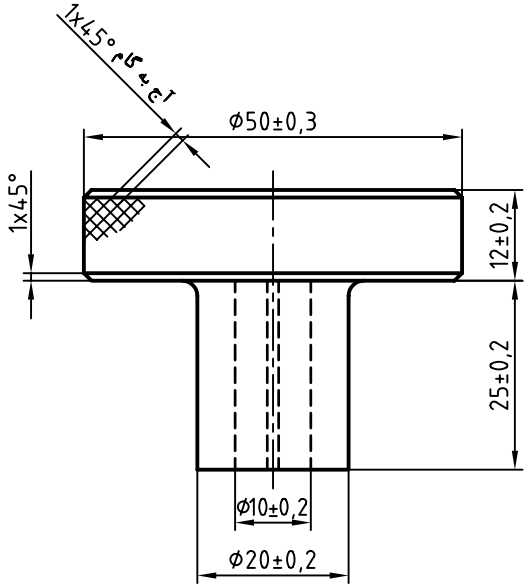
۸. برای ساختن دقیق‌تر اندازه‌ها، به چه چیزهایی نیاز داریم؟

۹. آیا دقیق بودن همه‌ی اندازه‌ها در قطعه‌ی بالا مهم است؟

۱۰. چگونه می‌توان به سازنده کمک کرد که اندازه‌ها را با دقت لازم بسازد؟

## تولرانس

**مقدمه:** در شکل زیر دستگیره‌ای استوانه‌ای دیده می‌شود. برخی از اندازه‌ها برای شناسایی آن داده شده است. این اندازه‌ها را «اندازه‌ی نامی» می‌گویند.




انـدازه‌ی نامی، اندازه‌ای خام اسـت که از دقت کافی برخوردار نیست. اگر دوباره به شکل دقت کنید، خواهید دید که لازم نیست همه‌ی اندازه‌های آن خیلی دقیق باشند. اما اصولاً منظور از دقیق چیسـت؟ بـرای نمونه، اندازه‌ی نامـی ۲۰ موجود برای قطر اسـتوانه‌ی دسـتگیره در نظر بگیرید. اگر آنچه که از سـاخت حاصل شده است دارای قطر ۲۰/۴ باشـد، می‌گوییم اندازه چندان دقیق نیست. اما اگر اندازه‌ی به دسـت آمده برابر ۲۰/۰۴ باشد، می‌گوییم، دقیق است!

اکنـون اگر با کولیـس معمولی انـدازه‌ی آن را ۲۰/۰ بخوانیـم، می‌گوییم خیلی دقیق اسـت!؟ پس منظور ما از دقیق، نزدیک‌تر بودن به اندازه‌ی نامی است.

موضوع مهمی که در کار ساخت و تولید مطرح است، آن است که ساختن اندازه‌ها با دقت بیشتر ( یعنی هر چه نزدیک‌تـر بودن به اندازه‌ی نامی)، گران‌تر تمام می‌شـود. به همین دلیل، سـازندگان علاقه‌ی زیادی به دقیق ساختن اندازه‌ها، به ویژه در زمانی که لازم نباشد، نشان نمی‌دهند.

### تولرانس

هر سـازنده می‌خواهد بداند که چه میزان خطا در اندازه، در کارکرد بعدی قطعه، اشکال ایجاد نمی‌کند. پس او برای سـاخت هر اندازه، میزان خطـای قابل قبول را از کارفرما (یعنی کسی که کار را سفارش می‌دهد) درخواست می‌کند. ایـن خطای قابل قبول را در صنعـت، با نام «تولرانس» یا «رواداری» می‌شناسند.

**تعریـف: تولرانس یعنی مقدار خطای مجازی که طراح بـرای اندازه‌ها در نظر می‌گیـرد.** به این ترتیب، به زبانی بسـیار سـاده، می‌توان اندازه‌گـذاری روی شـکل را با تولرانس همراه دانست.

برای نمونه، تولرانس برای قطر ۵۰، برابر ۰/۳± یا جمعاً ۰/۶ mm خواهـد بود. پس، انـدازه‌ی ۵۰، میان دو مقدار ۴۹/۷ و ۵۰/۳ قابل قبول است.

**چگونگی تعیین تولرانـس:** با رابطه‌ی زیر می‌توان مقدار تولرانس را به دست آورد.

(کوچک‌ترین اندازه‌ی قابل قبول) – (بزرگ‌ترین اندازه قابل قبول) = تولرانس

۰/۶ µm = ۴۹/۷ – ۵۰/۳ = تولرانس ( برای قطر بزرگ قطعه)

تولرانس برای اندازه‌های دیگر چگونه به دست می‌آید؟

**نکته**

مقدار تولرانس هیچ‌گاه منفی نیست.

## مفاهیم و اصطلاحات پایه:

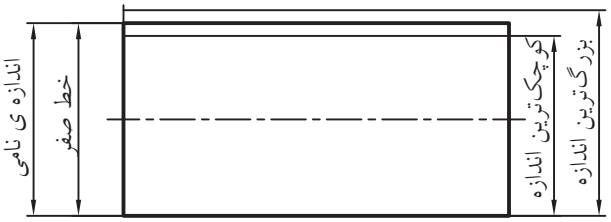
- **بیراهـــی یا انحراف:** مقدار خطـا از اندازه‌ی نامی را گویند.
- **بیراهی بالایی:** افزونی اندازه‌ی نامی را گویند. مثلاً، برای اندازه‌ی ۵۰، بیراهی بالایی برابر ۰/۳+است.
- **بیراهی‌پایینی:** کاســتی اندازه‌ی نامی را گویند. مثلاً، برای اندازه‌ی ۵۰، بیراهی پایینی برابر ۰/۳− است.
- **خط صفر:** همان اندازه‌ی نامی است.
- **اندازه‌ی کنونی:** اندازه‌ای است که با ابزار اندازه‌گیری گرفته می‌شود.
- **بزرگ‌ترین اندازه یا اندازه‌ی بیشینه:** جمع اندازه‌ی نامی و بیراهی بالایی را گویند، یعنی:

**(بیراهی بالایی) + ( اندازه‌ی نامی) = بزرگ‌ترین اندازه**

- **کوچک‌ترین اندازه یا اندازه‌ی کمینه:** جمع اندازه‌ی نامی و بیراهی پایینی را گویند، یعنی:

**(بیراهی‌پایینی) + (اندازه‌ی نامی) = کوچک‌ترین اندازه**

شکل ، نشان دهنده‌ی این توضیحات است.




پین استوانه‌ای

**پرسش نمونه:** در اندازه‌ی ۰/۲ ± ۲۵مقادیر زیر را به دست آورید:

اندازه‌ی نامی، بیراهی بالایی، بیراهی پایینی، بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه، تولرانس.

**پاسخ:**

۲۵ mm = اندازه‌ی نامی

۰/۲ mm = بیراهی بالایی

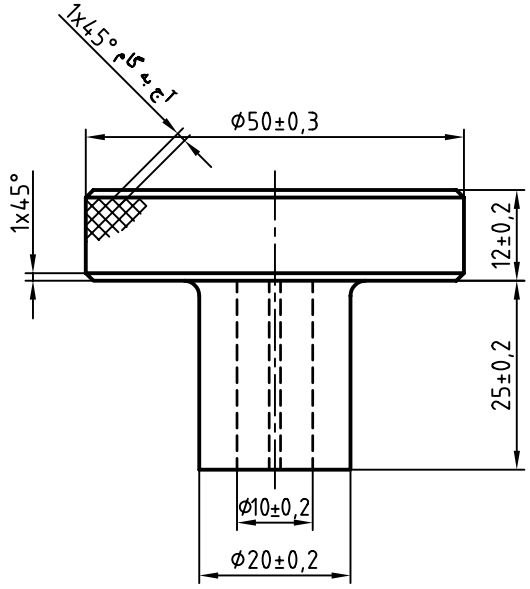
−۰/۲ mm = بیراهی‌پایینی

۲۵/۲ mm = بزرگ‌ترین اندازه

۲۴/۸ mm = کوچک‌ترین اندازه

۰/۴ mm = ۲۴/۸ − ۲۵/۲ = تولرانس

- **انــدازه‌ی آزاد (غیرمؤثــر):** اندازه‌ای اســت که به اندازه‌ی دیگر بستگی ندارد؛ مانند ∅۵۰ در دستگیره.




- **اندازه‌ی وابسته (مؤثر):** اندازه‌ای است که به اندازه‌ای دیگر بستگی دارد؛ مانند ۱۰ در دستگیره.

**جدول تولرانس‌های آزاد:** در استاندارد ISO جدول مهمی برای سازندگان قطعات صنعتی پیشنهاد شده است که آن را

«جدول تولرانس‌های آزاد» می‌نامند. این جدول در استاندارد شماره‌ی ISO 2768 آمده است. به جدول نگاه کنید. دقت کنید! در سمت چپ، اندازه‌ها داده شده است. ما باید اندازه‌ی مورد نظرمان را در آن‌ها بیابیم.

– در ستون‌های دیگر مقادیر تولرانس در سه عنوان ظریف، متوسط و خشن داده شده است. به این ترتیب، اندازه‌های آزاد در قطعه‌ی دستگیره، تولرانس‌ها از این جدول برگزیده می‌شود.

**جدول تولرانس‌های آزاد ایزو به شماره‌ی ۲۷۶۸**

| اندازه‌ها برحسب میلی‌متر | ظریف f | متوسط m | خشن c |
|---|---|---|---|
| ۰/۵ تا ۳ | ± ۰/۰۵ | ±۰/۱ | |
| ۳ تا ۶ | ±۰/۰۵ | ±۰/۱ | ±۰/۲ |
| ۶ تا ۳۰ | ±۰/۱۰ | ±۰/۲ | ±۰/۵ |
| ۳۰ تا ۱۲۰ | ±۰/۱۵ | ±۰/۳ | ±۰/۸ |
| ۱۲۰ تا ۳۱۵ | ±۰/۲ | ±۰/۵ | ±۱/۲ |
| ۳۱۵ تا ۱۰۰۰ | ±۰/۳ | ±۰/۸ | ± ۲ |
| ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ | ±۰/۵ | ±۱/۲ | ± ۲ |

**جدول تولرانس‌های اصلی**: اندازه‌های وابسته، یعنی اندازه‌هایی که با اندازه‌ای دیگر در ارتباط هستند، در جدول تولرانس‌های اصلی ایزو پیشنهاد شده است.

– در سمت چپ، اندازه‌ها داده شده است (برحسب میلی متر)

– در بالای جدول، ردیف اول، ۱۸ کیفیت برای تولرانس داده شده است.

– مقدار تولرانس‌های پیشنهادی از چپ به راست زیاد می‌شود.

**نکته**

در صنایع سبک، معمولاً تولرانس‌های آزاد از مرحله‌ی متوسط برگزیده می‌شوند و این امر باید در جدول پای نقشه نوشته شود (به صورت: تولرانس‌ها ISO2768-m )

**تحقیق**

در جدول تولرانس‌های آزاد ایزو ستونی برای تولرانس‌های خیلی خشن Vc هم وجود دارد، مقادیر آن را بیابید.

– همه‌ی اعداد موجود در جدول برحسب میکرون‌متر هستند (غیر از ستون سمت راست و ردیف افقی بالای جدول)

**مقادیر عددی تولرانس‌های استاندارد بر حسب میکرون‌متر (µm)**

| | ۰۱ | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ≤ ۳ | ۰/۳ | ۰/۵ | ۰/۸ | ۱/۲ | ۲ | ۳ | ۴ | ۶ | ۱۰ | ۱۴ | ۲۵ | ۴۰ | ۶۰ | ۱۰۰ | ۱۴۰ | ۲۵۰ | ۴۰۰ | ۶۰۰ |
| ۳ تا ۶ > | ۰/۴ | ۰/۶ | ۱ | ۱/۵ | ۲/۵ | ۴ | ۵ | ۸ | ۱۲ | ۱۸ | ۳۰ | ۴۸ | ۷۵ | ۱۲۰ | ۱۸۰ | ۳۰۰ | ۴۸۰ | ۷۵۰ |
| ۶ تا ۱۰ > | ۰/۴ | ۰/۶ | ۱ | ۱/۵ | ۲/۵ | ۴ | ۶ | ۹ | ۱۵ | ۲۲ | ۳۶ | ۵۸ | ۹۰ | ۱۵۰ | ۲۲۰ | ۳۶۰ | ۵۸۰ | ۹۰۰ |
| ۱۰ تا ۱۸ > | ۰/۵ | ۰/۸ | ۱/۲ | ۲ | ۳ | ۵ | ۸ | ۱۱ | ۱۸ | ۲۷ | ۴۳ | ۷۰ | ۱۱۰ | ۱۸۰ | ۲۷۰ | ۴۳۰ | ۷۰۰ | ۱۱۰۰ |
| ۱۸ تا ۳۰ > | ۰/۶ | ۱ | ۱/۵ | ۲/۵ | ۴ | ۶ | ۹ | ۱۳ | ۲۱ | ۳۳ | ۵۲ | ۸۴ | ۱۳۰ | ۲۱۰ | ۳۳۰ | ۵۲۰ | ۸۴۰ | ۱۳۰۰ |
| ۳۰ تا ۵۰ > | ۰/۶ | ۱ | ۱/۵ | ۲/۵ | ۴ | ۷ | ۱۱ | ۱۶ | ۲۵ | ۳۹ | ۶۲ | ۱۰۰ | ۱۶۰ | ۲۵۰ | ۳۹۰ | ۶۲۰ | ۱۰۰۰ | ۱۶۰۰ |
| ۵۰ تا ۸۰ > | ۰/۸ | ۱/۲ | ۲ | ۳ | ۵ | ۸ | ۱۳ | ۱۹ | ۳۰ | ۴۶ | ۷۴ | ۱۲۰ | ۱۹۰ | ۳۰۰ | ۴۶۰ | ۷۴۰ | ۱۲۰۰ | ۱۹۰۰ |
| ۸۰ تا ۱۲۰ > | ۱ | ۱/۵ | ۲/۵ | ۴ | ۶ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۲ | ۳۵ | ۵۴ | ۸۷ | ۱۴۰ | ۲۲۰ | ۳۵۰ | ۵۴۰ | ۸۷۰ | ۱۴۰۰ | ۲۲۰۰ |
| ۱۲۰ تا ۱۸۰ > | ۱/۲ | ۲ | ۳/۵ | ۵ | ۸ | ۱۲ | ۱۸ | ۲۵ | ۴۰ | ۶۳ | ۱۰۰ | ۱۶۰ | ۲۵۰ | ۴۰۰ | ۶۳۰ | ۱۰۰۰ | ۱۶۰۰ | ۲۵۰۰ |
| ۱۸۰ تا ۲۵۰ > | ۲ | ۳ | ۴/۵ | ۷ | ۱۰ | ۱۴ | ۲۰ | ۲۹ | ۴۶ | ۷۲ | ۱۱۵ | ۱۸۵ | ۲۹۰ | ۴۶۰ | ۷۲۰ | ۱۱۵۰ | ۱۸۵۰ | ۲۹۰۰ |
| ۲۵۰ تا ۳۱۵ > | ۲/۵ | ۴ | ۶ | ۸ | ۱۲ | ۱۶ | ۲۳ | ۳۲ | ۵۲ | ۸۱ | ۱۳۰ | ۲۱۰ | ۳۲۰ | ۵۲۰ | ۸۱۰ | ۱۳۰۰ | ۲۱۰۰ | ۳۲۰۰ |
| ۳۱۵ تا ۴۰۰ > | ۳ | ۵ | ۷ | ۹ | ۱۳ | ۱۸ | ۲۵ | ۳۶ | ۵۷ | ۸۹ | ۱۴۰ | ۲۳۰ | ۳۶۰ | ۵۷۰ | ۸۹۰ | ۱۴۰۰ | ۲۳۰۰ | ۳۶۰۰ |
| ۴۰۰ تا ۵۰۰ > | ۴ | ۶ | ۸ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۷ | ۴۰ | ۶۷ | ۹۷ | ۱۵۵ | ۲۵۰ | ۴۰۰ | ۶۳۰ | ۹۷۰ | ۱۵۵۰ | ۲۵۰۰ | ۴۰۰۰ |

**نکته**

در جدول تولرانس‌های آزاد حداکثر چهار کیفیت داده می‌شود، ولی در جدول تولرانس‌های اصلی ۱۸ کیفیت داده شده است. کیفیت‌ها نیاز به نام‌گذاری ویژه‌ای ندارند (مانند ظریف، متوسط، و ...) بلکه از شماره‌ی آن‌ها می‌توان به میزان مرغوبیت تولرانس پی برد (هر چه تولرانس کمتر باشد می‌گویند مرغوب‌تر یا دقیق‌تر است).

**یادآوری**

طراح باید برای همه‌ی اندازه‌های موجود، تولرانس مناسب را تعیین کند.

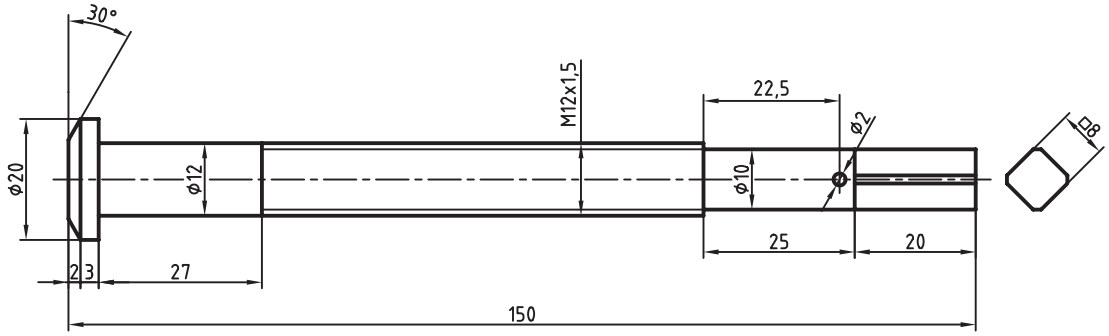
**پرسش و پاسخ**

**پرسش:** برای اندازه‌ی وابسته‌ی ۶۶ و در کیفیت شماره‌ی ۹، مقدار تولرانس چه مقدار است؟

**پاسخ:** ابتدا عدد ۶۶ را در ستون سمت چپ میان (۵۰ تا ۸۰) پیدا می‌کنیم (ردیف هشتم).

آنگاه از آن به سمت راست می‌رویم تا به عدد موجود در زیر کیفیت شماره‌ی ۹ می‌رسیم. این عدد برابر ۷۴ است. پس، تولرانس برای اندازه ۶۶ و در کیفیت شماره‌ی ۹ برابر µm ۷۴ (میکرون متر) خواهد بود.

**کاربرد جدول تولرانس**: یک طراح باید برای تمام اندازه‌های موجود در نقشـــه، تولرانس را تعیین کند. دوباره به قطعه‌ی پیچ اصلی گیره نگاه کنید:




با کمی دقت متوجه می‌شـــویم که اندازه‌های ۸ (برای مربع)، ۱۰∅ و ۱۲∅، اندازه‌هایی وابســـته هستند. بقیه‌ی اندازه‌ها نیز، یا در فرایند تولید به‌دست خواهند آمد (مانند قطر دقیق پیچ M۱۲) یا ســـازنده، آن‌ها را تنظیم می‌کند. بـــرای چنیـــن اندازه‌هایی، طراح، تولرانـــس را از جدول تولرانس‌های آزاد مشخص خواهد کرد.

## ترتیب کار

با مراجعه به جدول تولرانس‌های آزاد، مرحله‌ی متوسط، و برای اندازه‌های طولی، تولرانس‌ها به ترتیب زیر است:

| | | |
|---|---|---|
| برای اندازه‌ی ۲۰ | ← مقدار تولرانس | ← ±۰/۲ |
| برای اندازه‌ی ۲۵ | ← مقدار تولرانس | ← ±۰/۲ |
| برای اندازه‌ی ۲۷ | ← مقدار تولرانس | ← ±۰/۲ |
| برای اندازه‌ی ۲۲/۵ | ← مقدار تولرانس | ← ±۰/۲ |
| برای اندازه‌ی ۳ | ← مقدار تولرانس | ← ±۰/۱ |
| برای اندازه‌ی ۲ | ← مقدار تولرانس | ← ±۰/۲ |
| برای اندازه‌ی ۲۰ | ← مقدار تولرانس | ← ±۰/۲ |

و برای اندازه‌های وابســـته نیز از جدول اصلی تولرانس‌ها مقادیر زیر را به دست خواهید آورد:

| |
|---|
| برای اندازه‌ی ۸∅ مقدار تولرانس از کیفیت شماره‌ی ۶ برابر ۹ µm |
| برای اندازه‌ی ۱۰∅ مقدار تولرانس از کیفیت شماره‌ی۶ برابر ۹ µm |
| برای اندازه‌ی ۱۲∅ مقدار تولرانس از کیفیت شماره‌ی۶ برابر ۱۱ µm |

کیفیت شـــماره‌ی ۶ برای اندازه‌هـــای ۸، ۱۰ و ۱۲ چیزی است که خودمان در نظر گرفتیم (که می‌تواند اعداد دیگری هم باشد)

**چکیده مطالب**

## اصول استفاده از جدول تولرانس

۱. دقت می‌کنیم که نوع اندازه، اندازه آزاد (غیرمؤثر) است یا وابسته (مؤثر).

۲. اگر اندازه آزاد باشد به جدول تولرانس‌های آزاد ایزو به شماره‌ی ۲۷۶۸ مراجعه می‌کنیم.

۳. با توجه به آنکه تولرانس ظریف، متوسط یا خشن مورد نیاز است، تولرانس را برمی‌گزینیم.

۴. اگر اندازه‌ی مؤثر یا وابسته باشد باید به جدول اصلی تولرانس ها مراجعه کنیم.

۵. اندازه‌ی معین ما، در ستون سمت چپ را پیدا می‌کنیم.

۶. با توجه به عدد IT (یعنی مشخصه‌ی کیفیت)، ستون مورد نظر را پیدا می‌کنیم.

۷. عددی که در ستون مورد نظر و در مقابل اندازه‌ی مورد نظر قرار دارد، همان تولرانس ایزو در کیفیت مورد نظر است.

# دستورکار

## تعیین تولرانس در نقشه

(۳۰ دقیقه)

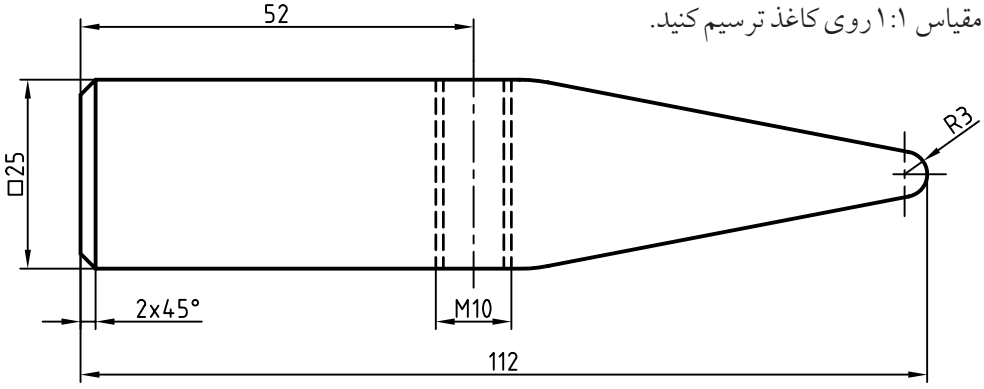
نقشه را تولرانس‌گذاری کنید.

### مراحل ترسیم

۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

– کادر و جدول را ترسیم کنید.

–سر چکش داده شده را با مقیاس ۱:۱ روی کاغذ ترسیم کنید.




۲. ابتدا بررسی کنید که کدام اندازه‌ها آزاد و کدام وابسته هستند؟

– به جدول تولرانس‌های آزاد، مرحله‌ی متوسط، مراجعه کنید و درخواست‌های داده شده در جدول را تکمیل کنید.

| |
|---|
| برای اندازه‌ی ۱۱۲ مقدار تولرانس..... |
| برای اندازه‌ی □۲۵ مقدار تولرانس..... |
| برای اندازه‌ی ۵۲ مقدار تولرانس..... |
| برای اندازه‌ی ۲ مقدار تولرانس..... |

# ارزشیابی پایانی

## نظری

۱. چرا سازندگان علاقه‌ی زیادی به ساخت اندازه‌ها با دقت زیاد ندارند؟

۲. تولرانس را به طور دقیق تعریف کنید.

۳. چه رابطه‌ای برای محاسبه‌ی مقدار تولرانس می‌توانید بنویسید.

۴. هر یک از عبارات خط صفر، اندازه‌ی کنونی، اندازه‌ی نامی، بیراهی، بیراهی‌پایینی، بیراهی بالایی چه مفهومی دارند.

۵. با رسم یک شکل وضعیت اندازه نامی را با کوچک‌ترین اندازه، و بزرگ‌ترین اندازه نشان دهید.

۶. با توجه به اندازه‌ی $\varnothing 36^{+0/018}_{-0}$ ، کوچک‌ترین اندازه، بزرگ‌ترین اندازه، بیراهی بالایی، بیراهی‌پایینی، مقدار تولرانس و نمونه‌ای از اندازه‌ی کنونی کدام‌اند؟

۷. جدول تولرانس‌های آزاد چیست و چه کاربردی دارد؟

۸. جدول تولرانس‌های اصلی چیست و چه کاربردی دارد؟

۹. آنچه درباره‌ی جدول اصلی تولرانس‌ها می‌دانید بنویسید.

۱۰. حذف مبحث تولرانس‌ها چه زیانی به ساخت و تولید می‌زند؟

**عملی (زمان:۹۰ دقیقه)**

۱.برای دو نما از یک یاتاقان کارهای زیر را انجام دهید (روی کپی یا همین شکل)

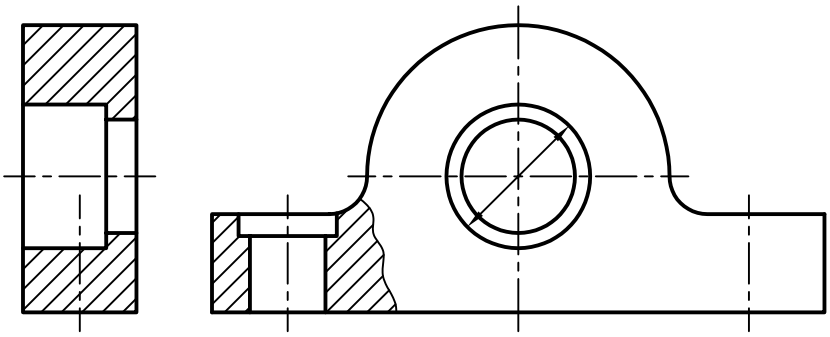
– بلندترین اندازه با تولرانس ±۰/۱

– فاصله‌ی دو سوراخ با تولرانس ±۰/۲

– فاصله‌ی محور قطعه تا کف آن ±۰/۰۵

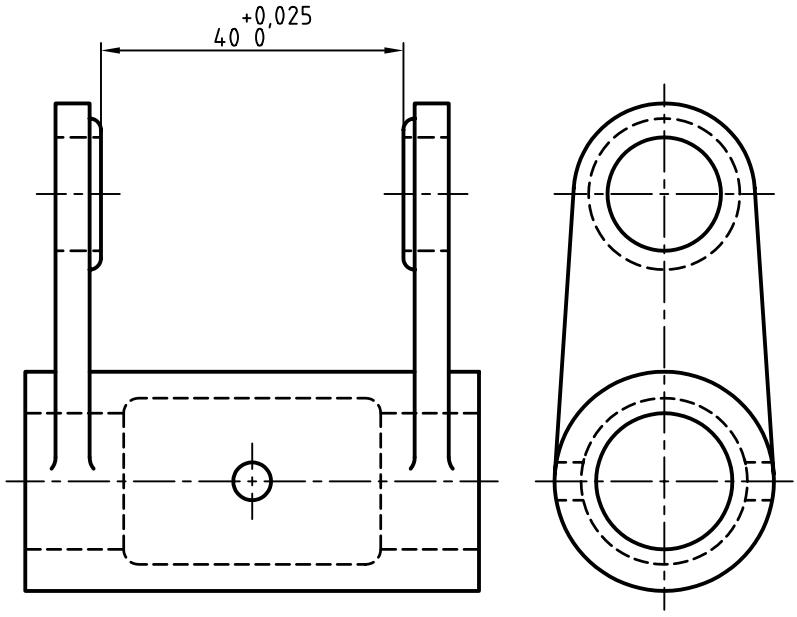
– بقیه تولرانس‌ها از جدول تولرانس آزاد مرحله‌ی متوسط (به جز سوراخ‌ها)

– اگر برای سوراخ‌ها تولرانس از کیفیت ۷ باشد و بیراهی پایینی برابر صفر، تولرانس آن‌ها را نیز بنویسد. (نقشه نیاز به اندازه‌گذاری کامل ندارد.)



۲. لازم است برای همه‌ی سوراخ‌ها، اندازه، همراه تولرانس گذاشته شود (تولرانس از جدول اصلی تولرانس‌ها)

– برای سوراخ‌های ۲۰ و بالاتر از آن تولرانس از کیفیت شماره‌ی ۷ با در نظر گرفتن بیراهی پایینی صفر و برای سوراخ‌های کوچک‌تر از ۲۰، تولرانس از کیفیت شماره‌ی ۶ با بیراهی صفر نوشته شود. برای نمونه یک مورد روی شکل نوشته شده است.



# توانایی اجرای انطباقات در نقشه‌های صنعتی

**◄ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:**

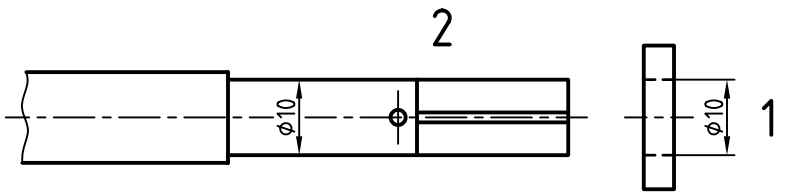
- مفهوم انطباق را شرح دهد.
- مفهوم میله و سوراخ را در انطباق بیان کند.
- مراحل انطباقی را به صورت کلی و نیز تشریحی توضیح دهد.
- انواع دستگاه‌های مبنا را نام ببرد.
- چگونگی استفاده از جداول انطباقی را شرح دهد.
- انطباقات را در نقشه اجرا کند.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ۲ | ۴ |

# پیش آزمون

۱. به نظر شما واژه‌ی انطباق چه مفهومی دارد؟

۲. واشر۱ باید روی میله به قطر ۱۰ قرار می‌گیرد، آیا این کار نیاز به فشار دارد؟

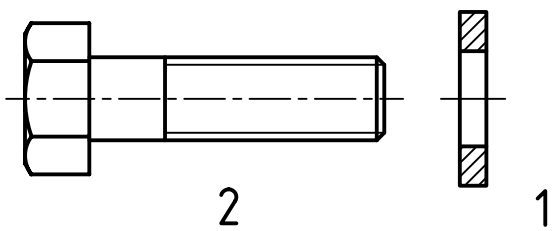



۳. آیا پس از ورود میله به واشر، آن‌ها محکم خواهند بود؟ چندان محکم نیستند؟ یا اصلاً دارای لقی خواهند بود؟

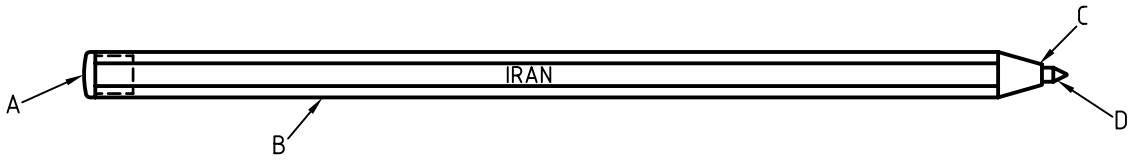
۴. حالت مناسب از میان محکم بودن، روان بودن (نداشتن لقی) یا لقی داشتن کدام است؟

۵. آیا یکی از حالت‌های پرسش چهار، بستگی به کارکرد قطعات دارد؟

۶. به نظر شما در زمان ورود پیچ به واشر، کدام حالت مناسب‌تر است؟ لق بودن (بازی داشتن)، روان بودن یا محکم بودن؟



۷. درپوش دنباله‌ی خودکار یعنی A، چه حالتی نسبت به لوله‌ی B دارد؟




۸. دیگر اجزای خودکار چه حالت‌هایی نسبت به هم دارند؟ این خودکار دقیقاً چند تکه دارد؟

۹. چرا دادن دو اندازه‌ی ۱۰ برای قطعات در پرسش ۲، به تنهایی نمی‌تواند چگونگی آن‌ها را بیان کند؟

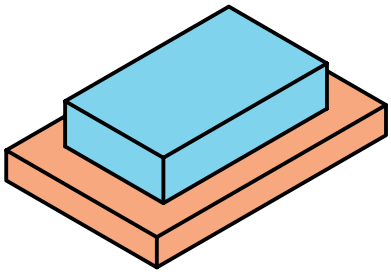
۱۰. آیا با تقسیم مراحل به محکم بودن و روان بودن و لق بودن (بازی داشتن) کار تمام است؟

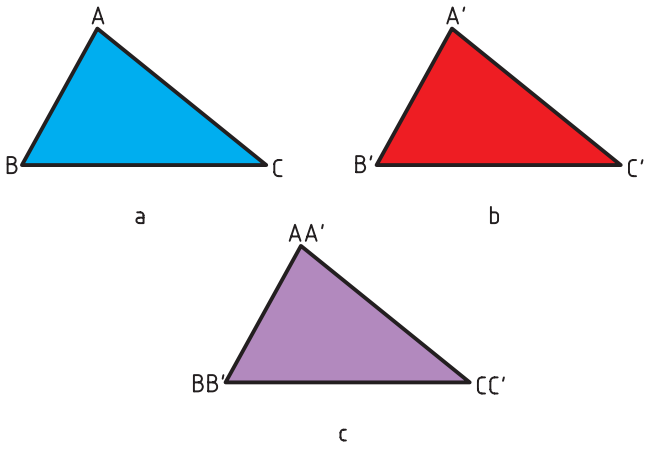
۱۱. آیا محکم بودن یا روان بودن یا بازی داشتن، هر کدام خود می‌توانند مراحلی داشته باشند؟

## انطباق و مفهوم آن در صنعت

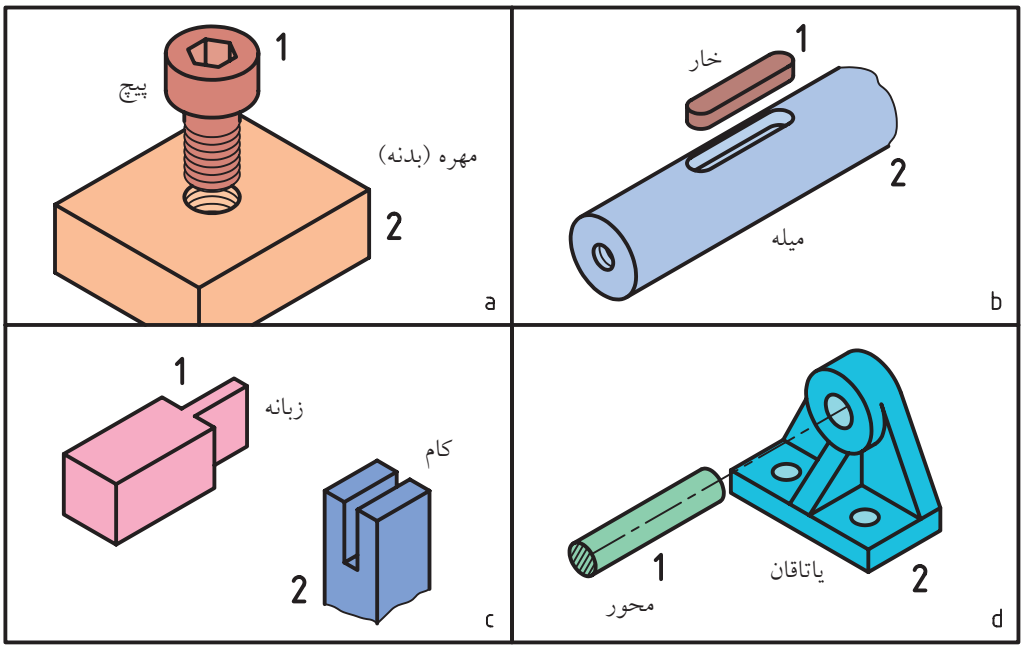
در گفتار عادی منظور از انطباق، قرار دادن دو قطعه روی هم است (حتی قرار دادن یک جسم تخت روی میز!)

در هندسه، مفهوم انطباق آن است که دوشکل کاملاً مساوی، می‌تواننـد روی هم قرار گیرند، یعنی تمـام اجزای آن‌ها روی هـم قرار گیرند (مانند دو مثلث متسـاوی الاضلاع)






به این ترتیب، اگر دو مثلث ABC و $A'B'C'$، اضلاع و گوشه‌ها برابر باشند، قابل انطباق‌اند.اما مفهوم صنعتی انطباق، نوعی در هم رفتن (داخل هم شدن) است. به شکل نگاه کنید:



a. اگر پیچ در مهره بسته شود، می‌گوییم انطباق انجام شده است.

b. اگر خار را در جای آن بگذاریم، گوییم انطباق را انجام داده‌ایم.

c. وارد شدن زبانه در کام (فاق) را در ساخت‌وساز و اتصالات چوبی، انطباق گوییم.

d. ورود میله‌یا محور را به‌یاتاقان، انطباق نامند.

**تعریف: داخل شدن میله در سوراخ یا زبانه در شکاف را انطباق گویند.**

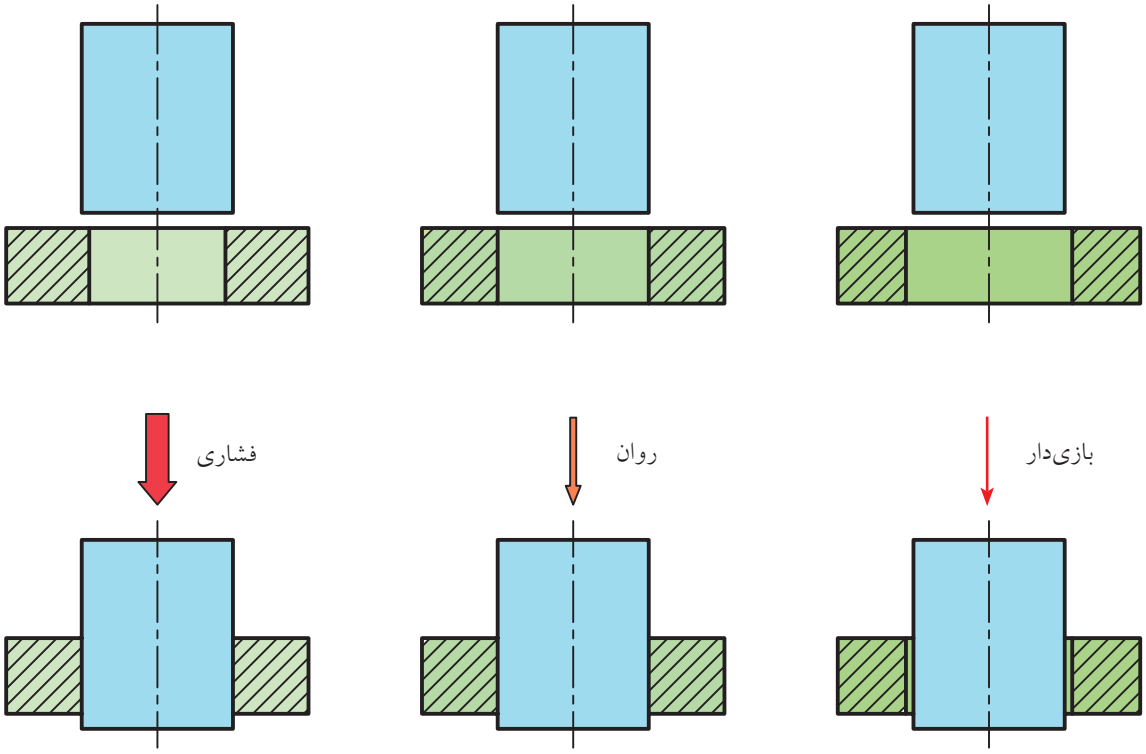
میله و سوراخ: در کار فنی، میله و سوراخ دارای مفهومی ویژه هستند.

میله: میله به مفهوم اندازه‌ی بیرونی است. پس خار، پیچ، زبانه و محور اندازه‌های بیرونی (خارجی) هستند.

سوراخ: سوراخ به معنای اندازه‌ی درونی (داخلی) است. به این ترتیب، سوراخ ساده، مهره، جای خار، کام و ... اندازه‌های درونی هستند.

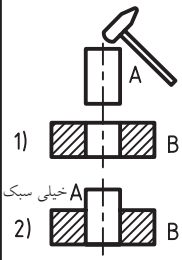
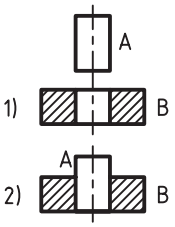
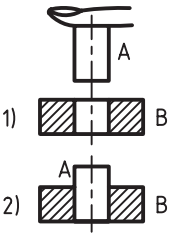
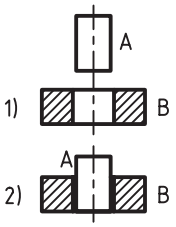
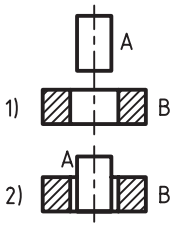
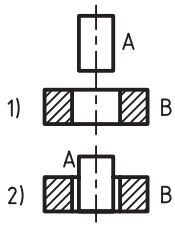
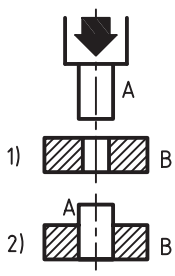
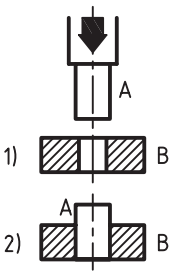
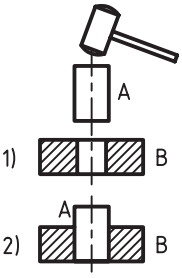
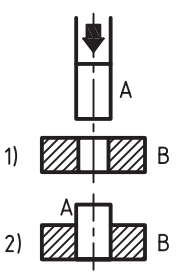
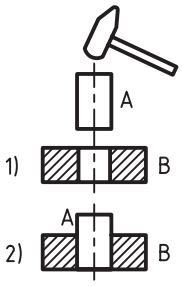
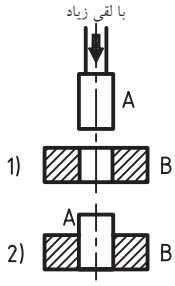
مراحل انطباقی: به گونه‌ای ساده می‌توان انطباق را در سه حالت بررسی کرد:

- بازی‌دار (آزاد)
- روان (جذب، بدون لقی، عبوری)
- فشاری (پرسی یا تداخلی)



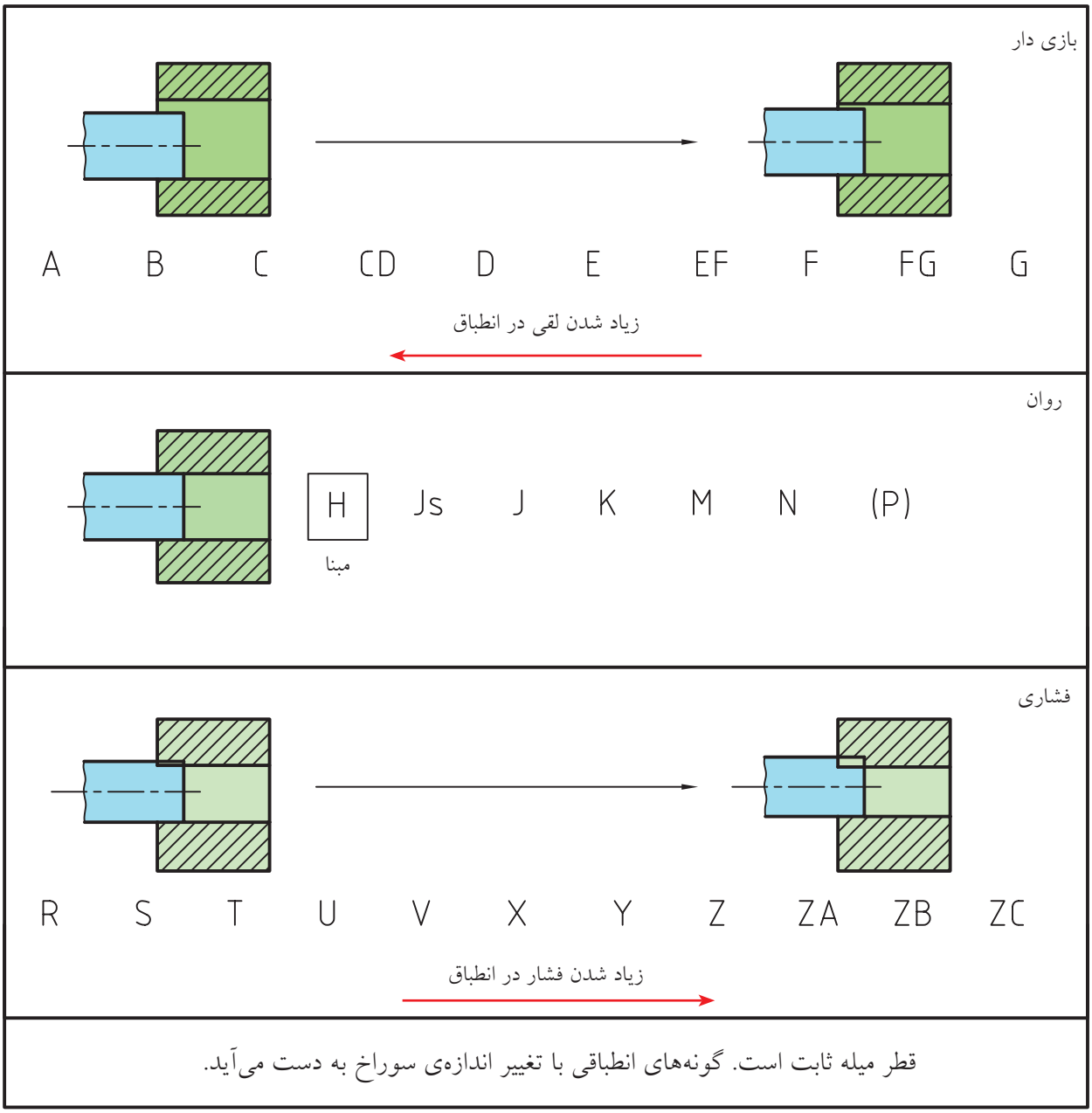
اما به زودی متوجه می‌شـویم که این تقسـیم‌بندی بسیار نارسـا و ناکافی اسـت. اکنون با دانسـتن مفاهیم میله و سوراخ باید به نکته‌ی مهم دیگری توجه کنیم. انطباق میله و سوراخ به صورت‌های بسیار گوناگون ممکن است. این کار برای تولیدات گسترده‌ی صنعتی اجتناب‌ناپذیر است؛ به گونه‌ای که تقسـیم بندی سـه مرحله‌ای ابداً پاسـخگو نخواهد بود.

بـه جدول نگاه کنید. در این‌جـا، میله‌ی A باید داخل سـوراخ B شود. حالت‌های بسیاری وجود دارد. برخی از این حالات در جدول نشان داده شده است.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| سوراخ و میله تقریباً برابر<br>  <br><br>با زدن چکش سبک انطباق فشاری | سوراخ و میله برابر<br>  <br><br>با فشار دست، بدون لقی | سوراخ و میله تقریباً برابر<br>  <br><br>با فشار انگشت، بدون لقی | سوراخ بزرگ‌تر<br>  <br><br>بدون هیچ‌گونه نیرو، بدون لقی | سوراخ بزرگ‌تر<br>  <br><br>بدون هیچ‌گونه نیرو، با لقی کم | سوراخ بزرگ‌تر<br>  <br><br>بدون هیچ‌گونه نیرو، با لقی زیاد |
| سوراخ خیلی کوچک‌تر<br>  <br><br>با دستگاه فشار خیلی سنگین و استفاده از اختلاف دما انطباق جدانشدنی | سوراخ خیلی کوچک<br>  <br><br>با دستگاه فشار سنگین انطباق فشاری خیلی سنگین | سوراخ کوچک‌تر<br>  <br><br>با ضربات چکش سنگین انطباق فشاری سنگین | سوراخ کوچک‌تر<br>  <br><br>با دستگاه فشار متوسط انطباق فشاری نسبتاً سنگین | سوراخ نسبتاً کوچک‌تر<br>  <br><br>با چکش متوسط، انطباق فشاری سبک | سوراخ کمی کوچک‌تر<br>  <br><br>با دستگاه فشار سبک (انطباق) فشاری نسبتاً سبک |

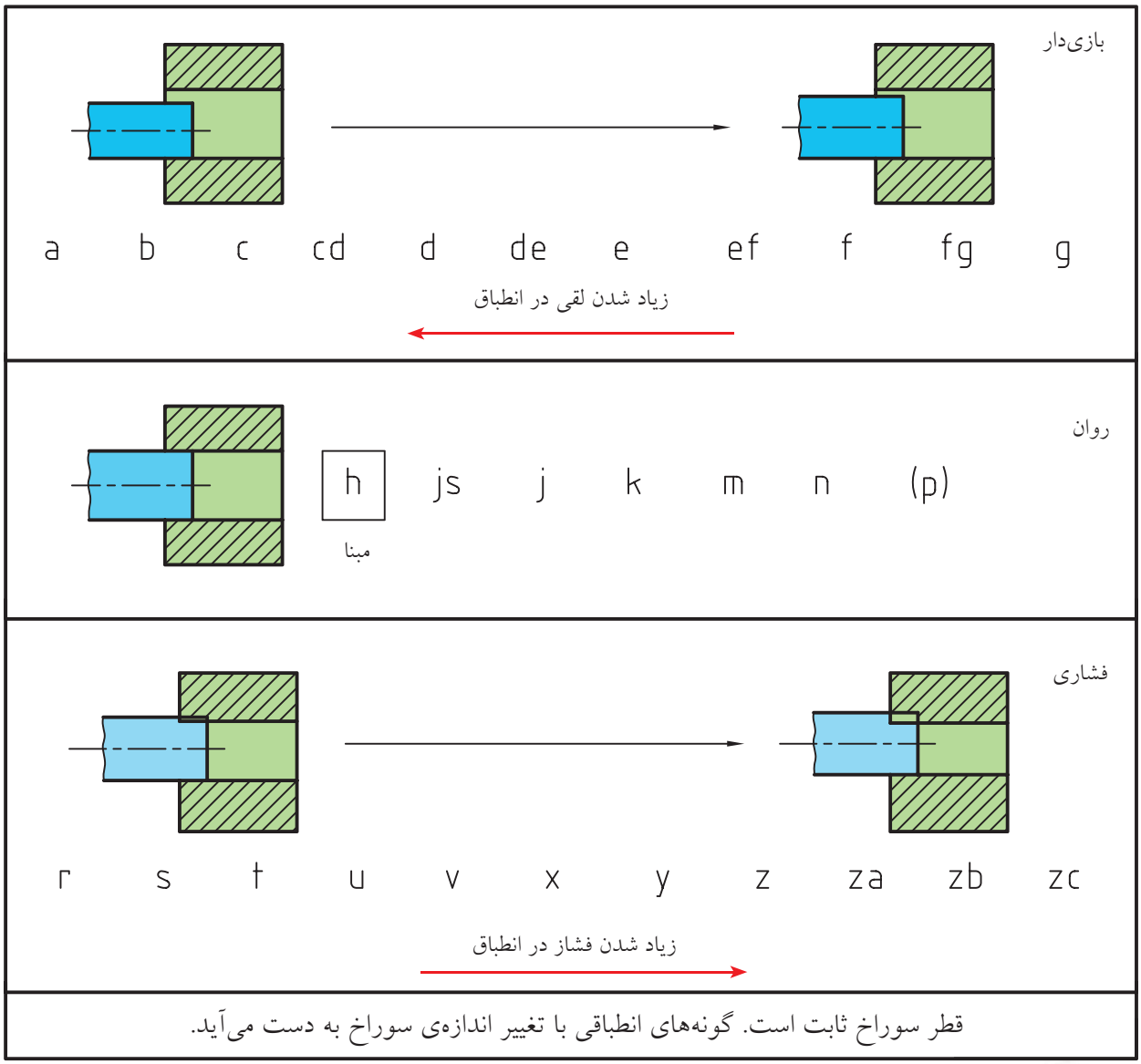
توجـه کنید که قطـر میله را در همـه‌ی مراحل ثابت در نظـر گرفته‌ایم و انطباقات دلخواه را با تغییر قطر سـوراخ به‌دسـت آورده‌ایم. با این همه، حتـی آنچه که در جدول آمده کافی نیست.

بـــه این ترتیـــب، ناچاریم کـــه به کمک حـــروف، مراحل انطبـــاق را تـــا ۲۸ حالت افزایـــش دهیـــم. مطابق جدول دیده می‌شـــود که در ۱۱ مرحله‌ی بازی‌دار، قطر ســـوراخ از A که بزرگ‌ترین حالت اســـت تـــا G که کوچک‌ترین حالت بازی‌دار است، تغییر می‌کند. بنابراین، ۱۱ مرحله‌ی بـــازی‌دار، یک حالت مبنا (H) و ۶ حالت روان یا عبوری و ۱۱ مرحله‌ی فشـــاری از خیلی ســـبک تا بسیار سنگین، پاسخگوی نیازهای صنعتی خواهد بود.




قطر میله ثابت است. گونه‌های انطباقی با تغییر اندازه‌ی سوراخ به دست می‌آید.

حالــت H را مبنا در نظر می‌گیرند و این حالتی اســت که کوچک‌ترین اندازه‌ی ســوراخ برابر اندازه‌ی نامی است و به نسبت تولرانس انتخابی ( از جدول اصلی تولرانس‌ها)، قطر ســوراخ می‌تواند بزرگ‌تر شود. به همین ترتیب برای میله، همین ۲۸ مرحله وجود خواهد داشت.




قطر سوراخ ثابت است. گونه‌های انطباقی با تغییر اندازه‌ی سوراخ به دست می‌آید.

توجه به نکته‌ای لازم است. اگر به فرض تولرانس را صفر در نظر بگیریم، در شرایط مبنا (برای سوراخ H و بــرای میله‌ی h)، ســوراخ یا میله دارای اندازه‌ی نامی خواهد بــود. اما به دلیل دخالت تولرانس، قاعده آن است که در حالت مبنا، در مورد سوراخ، همه‌ی تولرانس بالای اندازه‌ی نامی و در مورد میله، همه تولرانس زیر اندازه‌ی نامی قرار گیرد.

بـــرای نمونـــه، اگر تولرانس برای ســـوراخی بـــه ∅۲۴ را ۲۱ µm داشـــته باشـــیم، بزرگ‌ترین اندازه‌ی سوراخ برابر ۲۴/۰۲۱ و کوچک‌تریـــن آن ۲۴/۰۰۰ خواهـــد بـــود. اگر همین تولرانس برای میله باشـــد، آنـــگاه داریم: ۲۳/۹۷۹= کوچک‌ترین اندازه‌ی میله و ۲۴/۰۰۰= بزرگ‌ترین اندازه‌ی میله

**دســـتگاه‌های مبنا:** برای داشتن انطباق، می‌توان دو حالت از موارد ۲۸گانه‌ی ممکن برای ســـوراخ و میله را در نظر گرفـــت، مانند M و d، اما این یـــک حالت نامعین از نظر انطباقـــی خواهد بود. به ایـــن ترتیب، دامنـــه‌ی انطباقات بی‌شمار و تشخیص حالت مفید دشوار خواهد شد.

**دســـتگاه سوراخ مبنا:** برای‌شـــکل دادن انطباقات و سر و ســـامان دادن تولید، لازم است حالت مبنا انتخاب شود. به این ترتیب، اگر یک سوراخ به قطر دقیق ۴۰ ساخته شود، می‌تـــوان همه‌ی حالات ۲۸گانه‌ی انطباقی را با تغییر دادن قطر میله به‌دســـت آورد. پس اگر در یـــک کار فنی، ابتدا ســـوراخ‌ها با قطر نامی (حالت H) ساخته شوند و سپس انطبـــاق مورد نیاز با تغییر اندازه‌ی میله به‌دســـت آیند، در چنین وضعیتی، روش کار را «ســـوراخ مبنا» می‌نامند. این کار در صنایع سبک معمول است (چرا؟)

**دســـتگاه میله مبنا:** اگر بـــرای به‌دســـت آوردن انطباقات درخواســـتی، قطر میله را ثابت نگه داریم (درحالت h) و قطر ســـوراخ را تغییر دهیم، روش کار «دستگاه میله مبنا» خوانده می‌شود.

این روش در صنایع سنگین معمول است (چرا؟).

## جداول انطباقی

مانند تولرانس‌ها، برای انطباقات هم جداولی وجود دارد. جدول بزرگ انطباقات، که بر پایه‌ی آن می‌توان بیراهی‌ها را بـــرای هر یک از حالات انطباقی پیـــدا کرد. اما جداول کاربردی‌تری نیز وجود دارند که در حقیقت تفســـیری از جدول بزرگ هستند برای نمونه به جدول نگاه کنید.

این جدول از چهار بخش تشکیل شده است:

- پنج IT برای f، شامل اندازه‌های بزرگ‌تر از ۳ تا ۱۲۰ است.
- پنج IT مهم‌تر برای رده‌ی انطباقی g
- پنج IT برای رده‌ی H (مبنا)
- پنج IT برای رده‌ی m

همـــه‌ی شـــماره‌های موجـــود در جـــدول برحســـب میکرون‌متـــر و در همه موارد ابتدا بیراهی بالایی و ســـپس بیراهی پایینی داده شده است.

**یادآوری**

در تولید انبوه، استفاده از دستگاه مبنا اجتناب‌ناپذیر است.

| رده | IT | اندازه‌ها (mm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۳ تا ۶ | ۶ تا ۱۰ | ۱۰ تا ۱۸ | ۱۸ تا ۳۰ | ۳۰ تا ۵۰ | ۵۰ تا ۸۰ | ۸۰ تا ۱۲۰ |
| µm | ۵ | −۱۰ / −۱۵ | −۱۳ / −۱۹ | −۱۶ / −۲۴ | −۲۰ / −۲۹ | −۲۵ / −۳۶ | −۳۰ / −۴۳ | −۳۶ / −۵۱ |
| | ۶ | −۱۰ / −۱۸ | −۱۳ / −۲۲ | −۱۶ / −۲۷ | −۲۰ / −۳۳ | −۲۵ / −۴۱ | −۳۰ / −۴۹ | −۳۶ / −۵۸ |
| f | ۷ | −۱۰ / −۲۲ | −۱۳ / −۲۸ | −۱۶ / −۳۴ | −۲۰ / −۴۱ | −۲۵ / −۵۰ | −۳۰ / −۶۰ | −۳۶ / −۷۱ |
| | ۸ | −۱۰ / −۲۸ | −۱۳ / −۳۵ | −۱۶ / −۴۳ | −۲۰ / −۵۳ | −۲۵ / −۶۴ | −۳۰ / −۷۶ | −۳۶ / −۹۰ |
| | ۹ | −۱۰ / −۴۰ | −۱۳ / −۴۰ | −۱۶ / −۵۹ | −۲۰ / −۷۲ | −۲۵ / −۸۷ | −۳۰ / −۱۰۴ | −۳۶ / −۱۲۳ |
| g | ۵ | −۴ / −۹ | −۵ / −۱۱ | −۶ / −۱۴ | −۷ / −۱۶ | −۹ / −۲۰ | −۱۰ / −۲۳ | −۱۲ / −۲۷ |
| | ۶ | −۴ / −۱۲ | −۵ / −۱۴ | −۶ / −۱۷ | −۷ / −۲۰ | −۹ / −۲۵ | −۱۰ / −۲۹ | −۱۲ / −۳۴ |
| | ۷ | −۴ / −۱۶ | −۵ / −۲۰ | −۶ / −۲۴ | −۷ / −۲۸ | −۹ / −۳۴ | −۱۰ / −۴۰ | −۱۲ / −۴۷ |
| | ۸ | −۴ / −۲۲ | −۵ / −۲۷ | −۶ / −۳۳ | −۷ / −۴۰ | −۹ / −۴۸ | −۱۰ / −۵۶ | −۱۲ / −۶۶ |
| | ۹ | −۴ / −۳۶ | −۵ / −۴۱ | −۶ / −۴۹ | −۷ / −۵۹ | −۹ / −۷۱ | ـــــ | ـــــ |
| H | ۵ | +۵ / ۰ | +۶ / ۰ | +۸ / ۰ | +۹ / ۰ | +۱۱ / ۰ | +۱۳ / ۰ | +۱۵ / ۰ |
| | ۶ | +۸ / ۰ | +۹ / ۰ | +۱۱ / ۰ | +۱۳ / ۰ | +۱۶ / ۰ | +۱۹ / ۰ | +۲۲ / ۰ |
| | ۷ | +۱۲ / ۰ | +۱۵ / ۰ | +۱۸ / ۰ | +۲۱ / ۰ | +۲۵ / ۰ | +۳۰ / ۰ | +۳۶ / ۰ |
| | ۸ | +۱۸ / ۰ | +۲۲ / ۰ | +۲۷ / ۰ | +۳۳ / ۰ | +۳۹ / ۰ | +۴۸ / ۰ | +۵۴ / ۰ |
| | ۹ | +۳۰ / ۰ | +۳۶ / ۰ | +۴۳ / ۰ | +۵۲ / ۰ | +۶۲ / ۰ | +۷۴ / ۰ | +۸۷ / ۰ |
| m | ۵ | +۹ / +۴ | +۱۲ / +۶ | +۱۵ / +۷ | +۱۷ / +۸ | +۲۰ / +۹ | +۲۴ / +۱۱ | +۲۸ / +۱۳ |
| | ۶ | +۱۲ / +۴ | +۱۵ / +۶ | +۱۸ / +۷ | +۲۱ / +۸ | +۲۵ / +۹ | +۳۰ / +۱۱ | +۳۵ / +۱۳ |
| | ۷ | +۱۶ / +۴ | +۲۱ / +۶ | +۲۵ / +۷ | +۲۹ / +۸ | +۳۴ / +۹ | +۴۱ / +۱۱ | +۴۸ / +۱۳ |
| | ۸ | +۲۲ / +۴ | +۲۸ / +۶ | +۳۴ / +۷ | +۴۱ / +۸ | +۴۸ / +۹ | ـــــ | ـــــ |
| | ۹ | +۳۴ / +۴ | +۴۲ / +۶ | +۵۰ / +۷ | +۶۰ / +۸ | +۷۱ / +۹ | ـــــ | ـــــ |

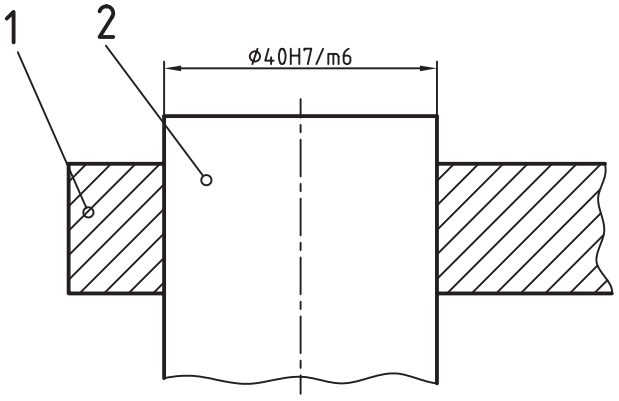
جدول IT (۵،۶،۷،۸،۹) برای چهار رده‌ی انطباقی f،g،H و m

( هر بخش این جدول، جزیی از یک جدول بزرگ اســت که در این‌جا فقط برای آشنایی آورده شده است. برای اطلاعات بیشتر می‌توان به منابع دیگر مراجعه کرد.)

اکنون تفسیر چند نمونه از انطباق را ببینید.

نــوع انطباق و مفهــوم عددی عبــارت ∅40H7/m6 چیســت؟ لازم اســت، در این عبارت، به دو بخش H7 و m6 دقت شود. در H7، حرف H، نشانه‌ی سوراخ مبناست و عدد ۷، نماینده‌ی کیفیت تولرانس آن (یا مقدار تولرانس آن) بر اســاس جدول اصلی‌تولرانس‌هاست. پس، می‌توان

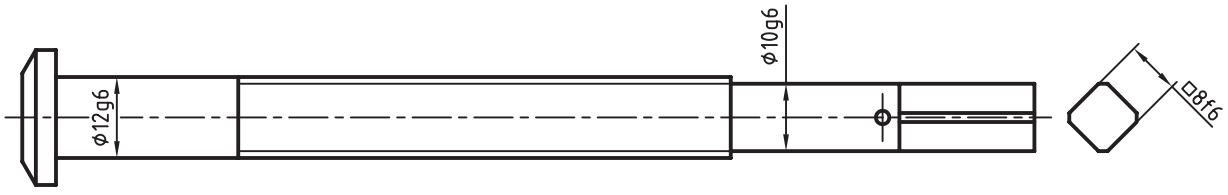
با مراجعه به جدول اصلی تولرانس‌ها، در مقابل عدد ۴۰ و زیر کیفیت۷، مقدار تولرانس را برابر ۲۵ µm خواند. برای نشانه‌ی m۶ نیز مقدار تولرانس طبق کیفیت شماره‌ی ۶ از جدول اصلی برابر ۱۶ µm (۲۵ µm – ۹ µm) حاصل خواهد شد. حرف m هم نشانه‌ی میله در حالت روان خواهد بود. به این ترتیب، دیده می‌شود که این یک انطباق از دستگاه سوراخ مبناست که سوراخ در حالت مبنا و میله در حالت روان (عبوری) است. این انطباق معمولاً با فشار کم انجام می‌شود حتی در شـــرایطی بدون نیاز به فشار. برای درک مفهـــوم عددی آن، پس از مراجعه به جدول، اعداد لازم را به دست می آوریم. در پایان به مفاهیم زیر خواهیم رسید.




$\phi 40\ H7 \longrightarrow \phi 40\ ^{+0,025}_{0}$

$\phi 40\ m6 \longrightarrow \phi 40\ ^{+0,025}_{+0,009}$

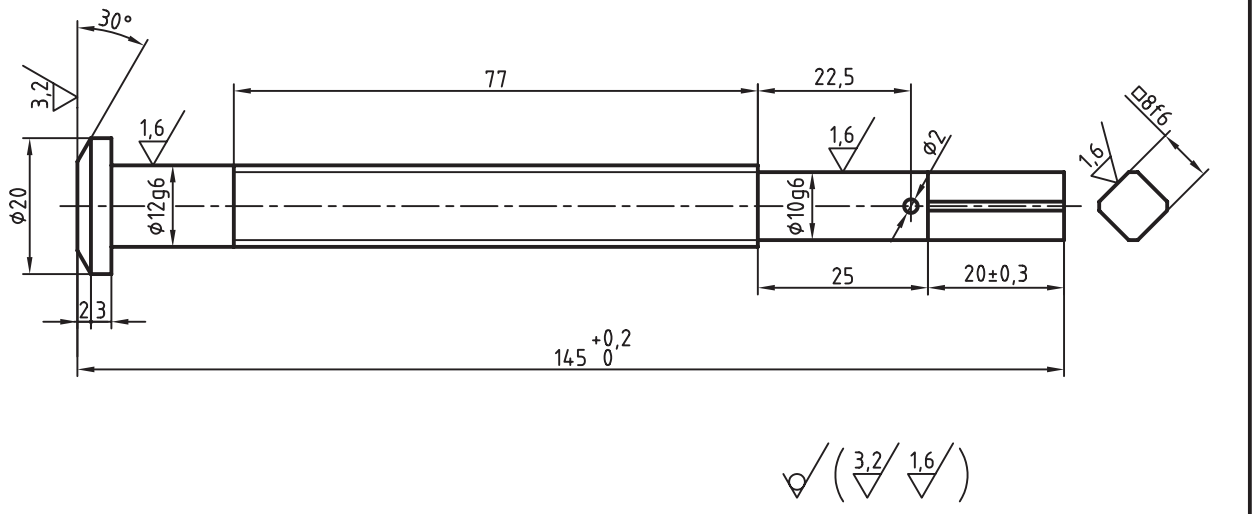
**نقشه‌ی نمونه ۱:** به کاربردهایی از اندازه‌های انطباقی توجه کنید.



در این قطعه (پیچ گیره)، سه اندازه‌ی وابسته وجود دارد. آن‌هـا باید با قطعه‌های دیگری کار کنند. بنابراین، اگر هم قطر ۱۰ و هم قطر ۱۲، در سـوراخ‌هایی با همین اندازه‌ها وارد خواهند شد. به این ترتیب، اگر قطر آن سوراخ‌ها به ترتیب ۱۰ و ۱۲ با نشـانه‌ی انطباقی H7 باشد (در حالت مبنا و با کیفیت تولرانسـی شـماره‌ی ۷، از جدول اصلی تولرانس‌ها)، آن‌گاه این اندازه‌های میله در شرایط بازی‌دار خواهنـد بود (یعنی تقریباً بدون لقـی). در این حالت، از نظر گردش پیچ، بسیار حالت خوبی است. دنباله‌ی مربعی هم با یک دستگیر (به مفهوم آچار) دارای لقی کمی است (زیرا در مرحله‌ی F قرار دارد).

**نقشـه‌ی نمونه‌ی ۲:** اکنون می‌توانیم نقشه‌ی نسبتاً کاملی برای ساخت این پیچ ارائه کنیم.

این نقشه روی یک برگ A۴ با جدول داده شده است. در این نقشـه، همـه‌ی پرداخت‌ها و همـه‌ی تولرانس‌ها مشخص شده است.




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | نام: | تاریخ | تولرانس: ISO 2768-m | جنس: فولاد پیچ |
| طراح | | | | |
| نقشه‌کش | | | نام: پیچ گیره | سفارش: |
| بازبین | | | | |
| تصویب | | | | |
| مقیاس ۱:۱ | کد | | | |

**یادآوری**

برقو ابزاری اسـت بـرای پرداخت‌کاری داخل سـوراخ که می‌تواند وضعیت انطباقی مورد نیاز را هم به‌وجود آورد.

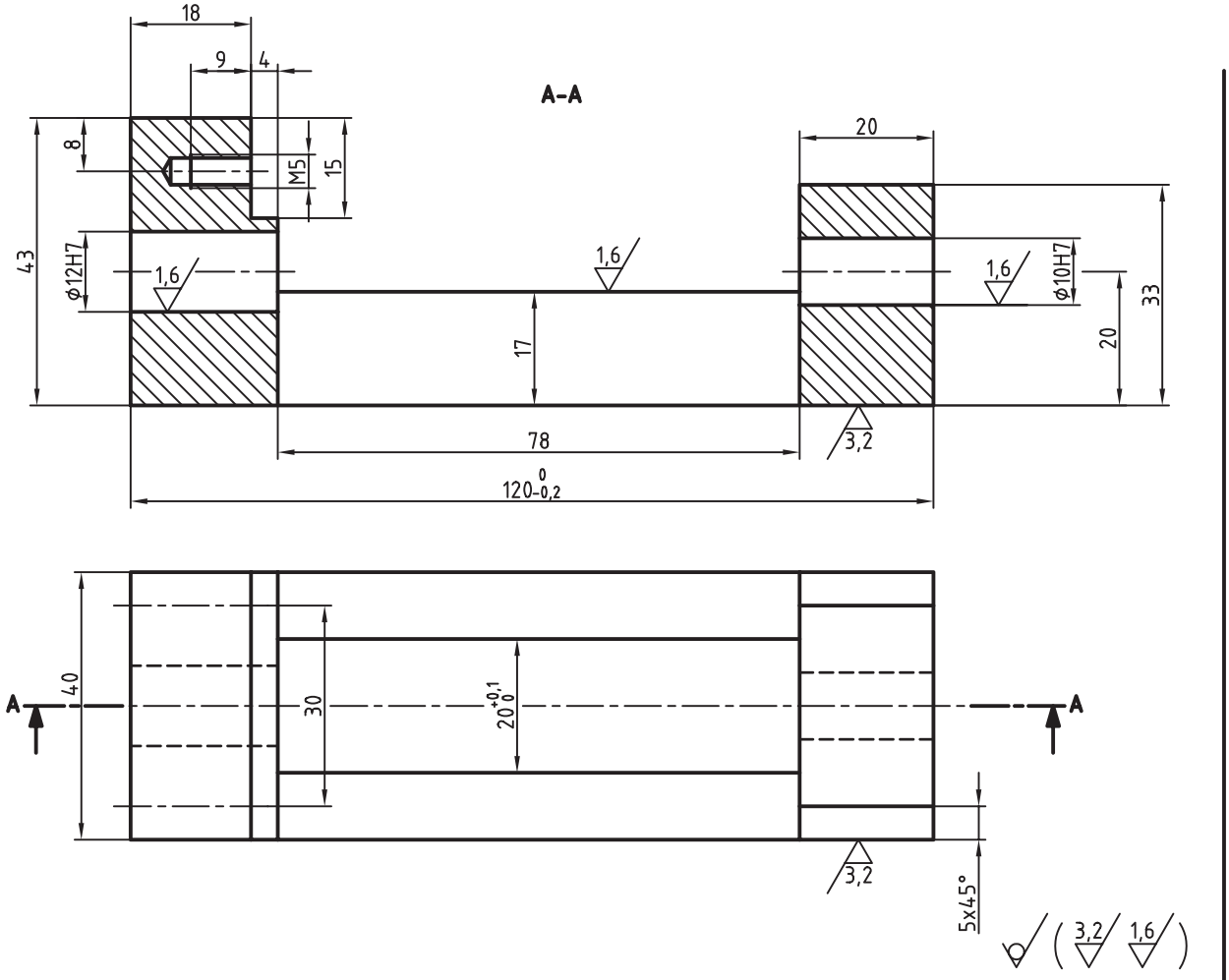
**نقشه‌ی نمونه‌ی ۳:** بدنه‌ی گیره‌ای کوچک را در شکل می‌بینید.

ـ جنس بدنه از چدن است.

ـ دو سوراخ به قطرهای ۱۰ و ۱۲ با مرحله‌ی انطباقی H۷ در یک راستا قرار دارند.

ـ داخل سـوراخ‌ها با برقو باید پرداخت شـود. پرداخت آن‌ها Ra۱/۶ خواهد بود.

– در این قطعه، دو سطح هم وجود دارد که چون فک متحرک گیره روی آن حرکت خواهد کرد که باید خوب پرداخت شده باشد.




| | نام: | تاریخ | تولرانس: ISO 2768-m | جنس: چدن |
|---|---|---|---|---|
| طراح | | | | |
| نقشه‌کش | | | | |
| بازبین | | | | |
| تصویب | | | | |
| مقیاس ۱:۱ کد | | | | |

نام: بدنه

سفارش:

**خلاصه مطالب**

### اصول به دست آوردن مقادیر انطباقی از جداول انطباقی

۱. برای هر اندازه، که در شرایط انطباقی قرار می‌گیرد، یک بیراهی بالایی و یک بیراهی‌پایینی وجود دارد.

۲. اگر در این وضع انطباقی از حرف H یا h (مبنا) استفاده شده باشد، بیراهی از یک طرف صفر خواهد بود (برای H، بیراهی‌پایینی و برای h، بیراهی بالایی)

۳. چگونگی بیراهی را در شرایط دیگر (غیر از H یا h از جداول انطباقی به دست خواهیم آورد.

# دستورکار

## نوشتن تولرانس و انطباق

(۶۰ دقیقه)

**هدف:** یافتن تولرانس و انطباق از جدول و نوشتن آن در نقشه

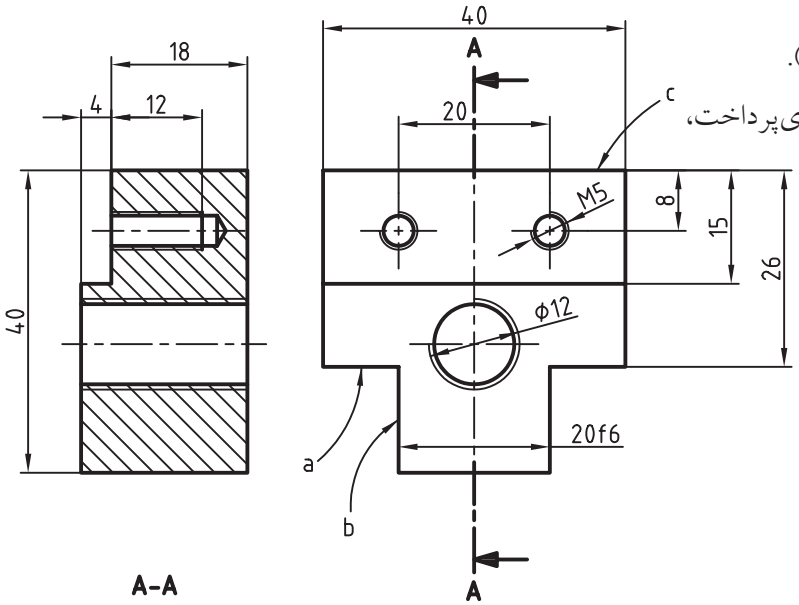
### مراحل ترسیم

۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

– نقشـــه‌ی داده شـــده، مربوط به فک لغزنده‌ی گیره را با مقیاس ۱:۱ ترسیم کنید.

– فاصله‌ی دو نما را افزایش دهید (حدود ۳۰).

– نقشه را اندازه‌گذاری نکنید (هدف تنها کار روی‌پرداخت، تولرانس و انطباق است)




۲. برای سطح c پرداخت ۳/۲ در نظر بگیرید.

– برای سطح a پرداخت ۱/۶ در نظر بگیرید.

– برای سطح b پرداخت ۳/۲ را بنویسید.

–برای اندازه‌ی ۴۰ در هر دو حالت تولرانس ۰/۱± را بگذارید.

– تولرانس‌هـــای دیگر را از جـــدول تولرانس‌های آزاد در نظر بگیرید.

– برای اندازه‌ی 20f6، بیراهی‌ها را معین کنید و بنویسید.

– با ترســـیم کادر و جدول و زیرنویس پرداخت، نقشه را کامل کنید.

– نقشـــه‌ی کامل شده را برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود نشان دهید.

# ارزشیابی پایانی

## ◄ نظری

۱. با آوردن نمونه، مفهوم صنعتی انطباق را شرح دهید.

۲. مفاهیم فنی میله و سوراخ را شرح دهید.

۳. مراحل انطباقی کدام‌اند؟ (با رسم شکل دستی)

۴. تعداد مراحل بازی‌دار، روان و فشاری را با حروف آن توضیح دهید. (هم برای میله و هم برای سوراخ)

۵. در حالت مبنا، وضعیت بیراهی‌ها برای میله و سوراخ چگونه است؟

۶. کاربرد هر یک از دستگاه‌های مبنا در کجاست؟

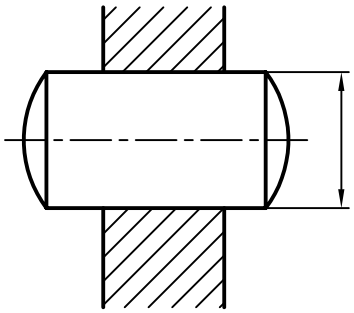
۷. سه انطباق داده شده را به گونه‌ای کامل کنید که به ترتیب از چپ به راست، بازی‌دار، روان، و فشاری باشند:

..../t7 ∅20 و ...../44k9∅ و .... / ∅32H7

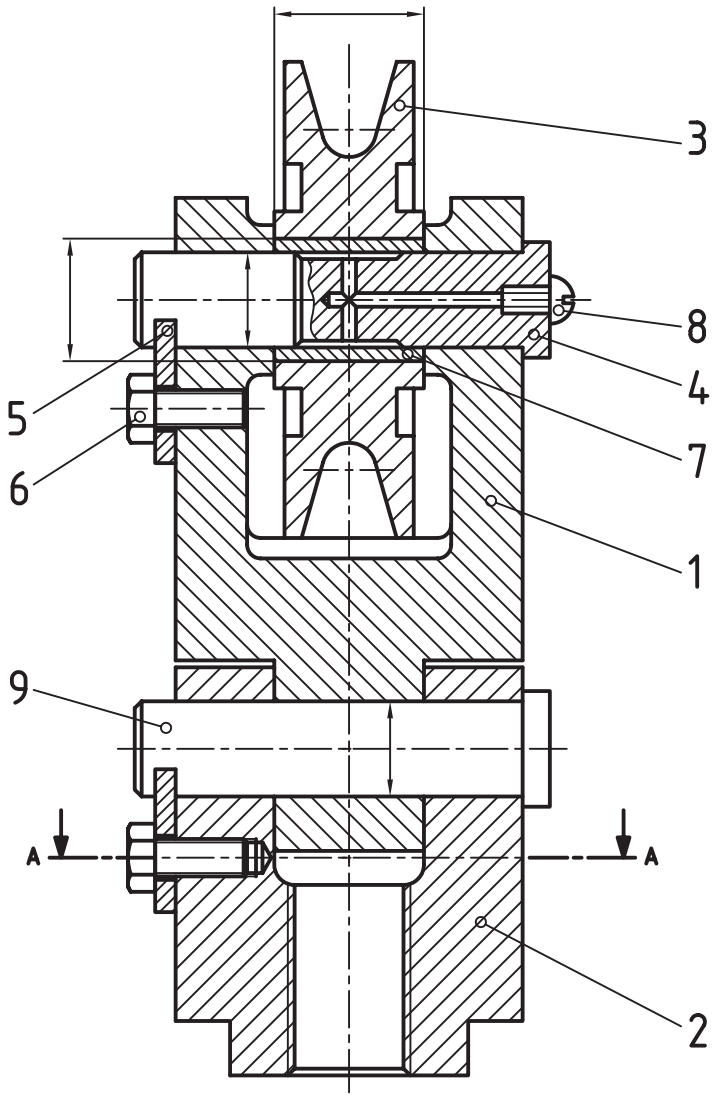
۸. نوع انطباق و مفهوم عددی عبارت‌های ∅60H6/m5، ∅33H7/f6 را شرح دهید.

**◄ عملی (زمان: ۶۰ دقیقه)**

۱. برای میله و سوراخ داده شده یک انطباق با بازی کم در نظر بگیرید و روی آن بنویسید.

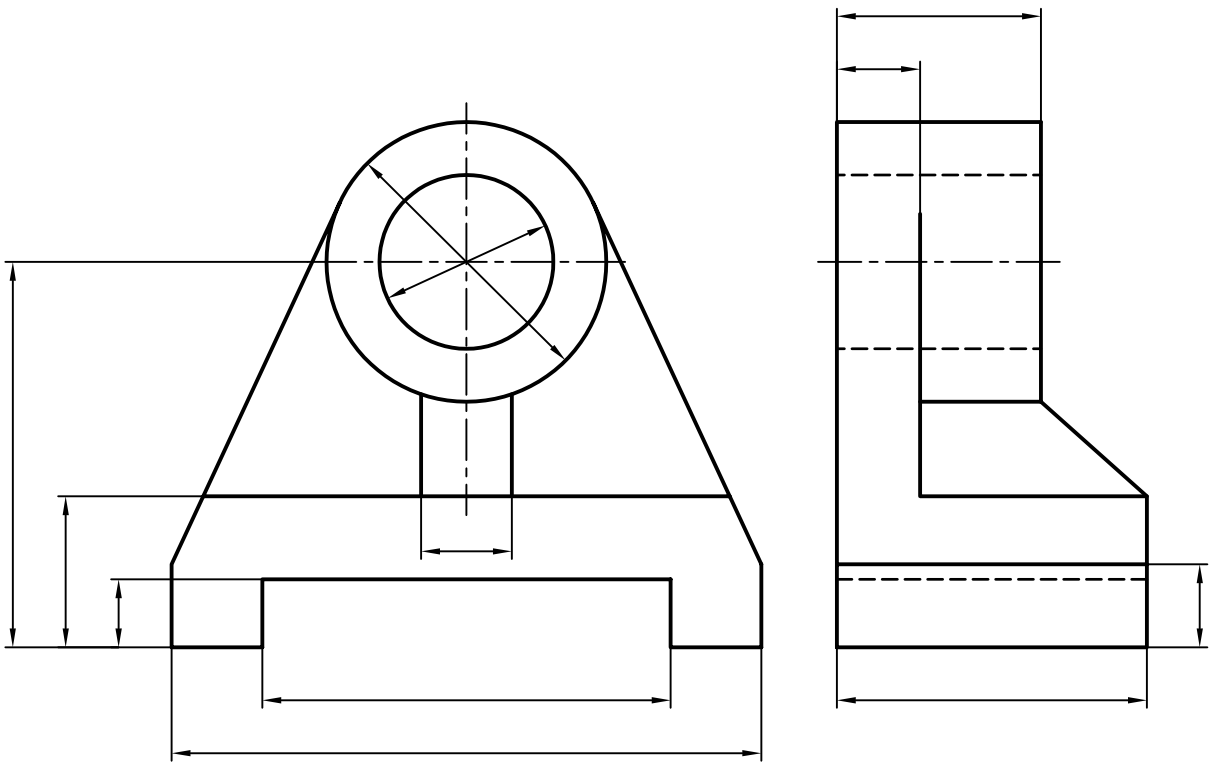


۲. برای مکانیزم قرقره، انطباق بوش ۷ و قرقره‌ی ۳، فشـــاری و انطباق ۴ و ۱، روان و انطباق ۳ و ۱، بازی‌دار و انطباق ۹ و ۲، روان و ۹ با ۲ بازی‌دار است آن‌ها را با انتخاب رده‌ها بنویسید (روی اندازه‌های مشخص شده).



۳. نقشه‌ی مربوط به‌یاتاقان را کامل کنید. با شرایط زیر:

- سوراخ اصلی رده‌ی مبنا و کیفیت تولرانسی ۸
- شکاف زیر قطعه از رده‌ی بازی‌دار G و کیفیت تولرانسی ۹
- تولرانس محور تا کف برابر ۰/۰۵ ±
- دیگر تولرانس‌ها از مرحله‌ی متوسط تولرانس آزاد
- پرداخت‌های جزئی و کلی را معین کنید.



# توانایی ترسیم نقشه‌ی اجزای ماشین

**◄ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:**

- اتصالات جداشدنی و جدانشدنی را بیان کند.
- اجزای ماشین را معرفی کند.
- اجزای ماشین را در نقشه ترسیم کند.
- اصول ترسیم اجزای ماشین را توضیح دهد.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ۳ | ۵ |

# پیش‌آزمون

۱. یک مجموعه از قطعات چگونه به هم وصل می‌شوند؟

۲. آیا می‌توانید چگونگی اتصال یک مجموعه را که می‌شناسید توضیح دهید.

۳. یک مدادتراش ساده چند قطعه دارد؟ آن‌ها چگونه با هم ارتباط دارند؟

۴. آیا می‌توان یک مدادتراش ساده را مجموعه‌ای از قطعات نامید.

۵. در این مجموعه، وظیفه‌ی پیچ کوچک، در وسط تیغ چیست؟

۶. آیا می‌توانید بگویید از پیچ و مهره چه استفاده‌هایی می‌شود؟

۷. آیا می‌توانید چند وسیله‌ی اتصال‌دهنده یا روش اتصال دادن را نام ببرید.

۸. اگر وسایل اتصال‌دهنده وجود نداشته باشند، باز هم می‌توان تولیدات صنعتی را ساخت؟

۹. آیا می‌توانید کمی در مورد روش‌های اتصال مانند جوشکاری، چسب‌کاری و پرچ‌کاری توضیح دهید.

۱۰. به نظر شما مهم‌ترین وسیله‌ی اتصال دهنده در زندگی انسان چیست؟

## اتصالات

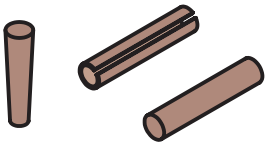
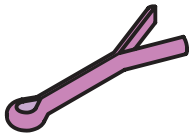
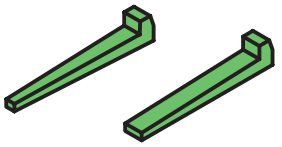
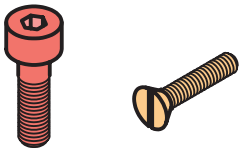
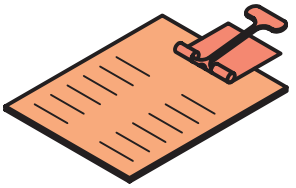
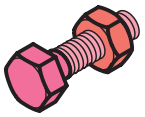
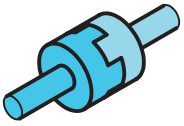
به طور کلی، اتصالات وسایلی هستند که برای به هم وصل کردن قطعات به کار می روند. این وسایل می‌توانند قطعات را به دو صورت متصل کنند.

◄ **جداشدنی:** در این حالت، می‌توان قطعات را از هم جدا کرد و پس از تعمیر یا تعویض قطعه‌ای، آن‌ها را دوباره سوار کرد؛ مانند بستن به کمک پیچ و مهره.

◄ **جدانشدنی:** در این حالت، قطعات به گونه‌ای متصل شده‌اند که دیگر قابل باز کردن نیستند؛ مانند به هم پیوستن به‌وسیله‌ی جوش یا پرچ. در جدول برخی از اتصالات را می‌بینید:

| | | | |
|---|---|---|---|
| پیوندهای جداشدنی | پیچ و مهره | خار | انطباق فشاری<br>ϕ30H7/m6 |
| | پین | خار | اشپیل |
| پیوندهای جدانشدنی | انطباق فشاری<br>ϕ30H7/y6 | چسب | دوخت |
| | بست کابل | پرچ | جوش |

در این جدول برخی از اجزا برای اتصال جداشدنی را ببینید.

| | | |
|---|---|---|
| خار | پین  | اشپیل  |
| گوه  | پیچ  | خار |
| گیره  | پیچ و مهره  | کوپلینگ  |

## اجزای ماشین

اجزای ماشین عبارتی است با مفهومی بسیار گسترده. اگر بخواهیم اجزای ماشین را تعریف کنیم، شاید تعریف زیر مناسب باشد:

**تعریف:** اجزای ماشین بیشتر قطعاتی هستند که شکلی آشنا دارند. به همین جهت، می‌توان آن‌ها را به صورتی ساده و قراردادی در نقشه نمایش داد.

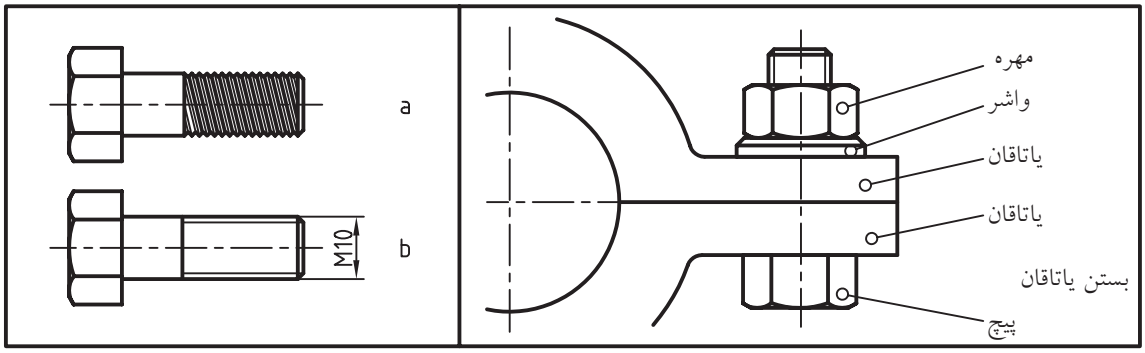
این قطعات بیشتر به صورت پیش‌ساخته در بازار موجود و در دسترس هستند. بسیاری از آن‌ها از نظر ساختمان بسیار ظریف هستند، ولی در صورت آشنا بودن با قطعات، می‌توان با شکلی ساده آن‌ها را نمایش داد.

**آیا می‌دانید**

اجزای ماشین را می‌توان با کیفیت مناسب، ایجاد استاندارد و بهای معین از بازار تهیه کرد و ساخت برخی از قطعات، تا زمانی که در بازار موجود باشند، صرفه‌ی اقتصادی ندارد.

هدف اصلی از مطالب این بخش توجه به چگونگی رسم اجزای ماشین در نقشه است. بنابراین، کوشش می‌شود که در هر مورد، شـــکلی از کاربرد یک جزء داده شود. شکلی که در نقشـــه‌ها بـــه آن برخورد می کنیـــم. پس به گفته‌ای کوتاه، هدف شناســـایی چگونگی نمایش اجزای ماشـــین آشناتر، در نقشه‌های فنی است. به نمونه‌هایی نگاه کنید.

◄ **پیچ:** یک پیچ مطابق شکل است.(شکل a) ولی چون آن را بـــه خوبی می‌شناســـیم، می‌توانیـــم آن را به صورت ساده‌ای نمایش دهیم.(شکل b).




**شکل حقیقی پیچ و شکل قراردادی**

این شـــکل ساده قراردادی اســـت. این به دلیل مشکل بودن نمایش پیچ به حالت اصلی آن اســـت. از این وسیله برای اتصال دادن قطعات و همچنین انتقال قدرت استفاده می‌شـــود. نشـــانه‌ی M هم به مفهوم پیچ اتصال متریک با زاویه‌ی ۶۰ درجه است.

**آیا می‌دانید**

در جـــک یا گیره از پیچ متریک در انتقال قدرت اســـتفاده می‌شـــود. دنده ذوزنقه یا نشانه‌ی Tr و دنده اره‌ای با نشانه‌ی S از گونه‌های دیگر پیچ‌اند.

◄ **بلبرینـــگ:** بلبرینگ را یاتاقان غلتشـــی هم می‌گویند. این وسیله تکیه‌گاهی است برای محوری که باید بچرخد و در جعبه دنده‌ها، موتورها و بســـیاری از وســـایل دیگر کاربرد دارد. این یاتاقان‌ها دارای اصطکاک کم هستند.

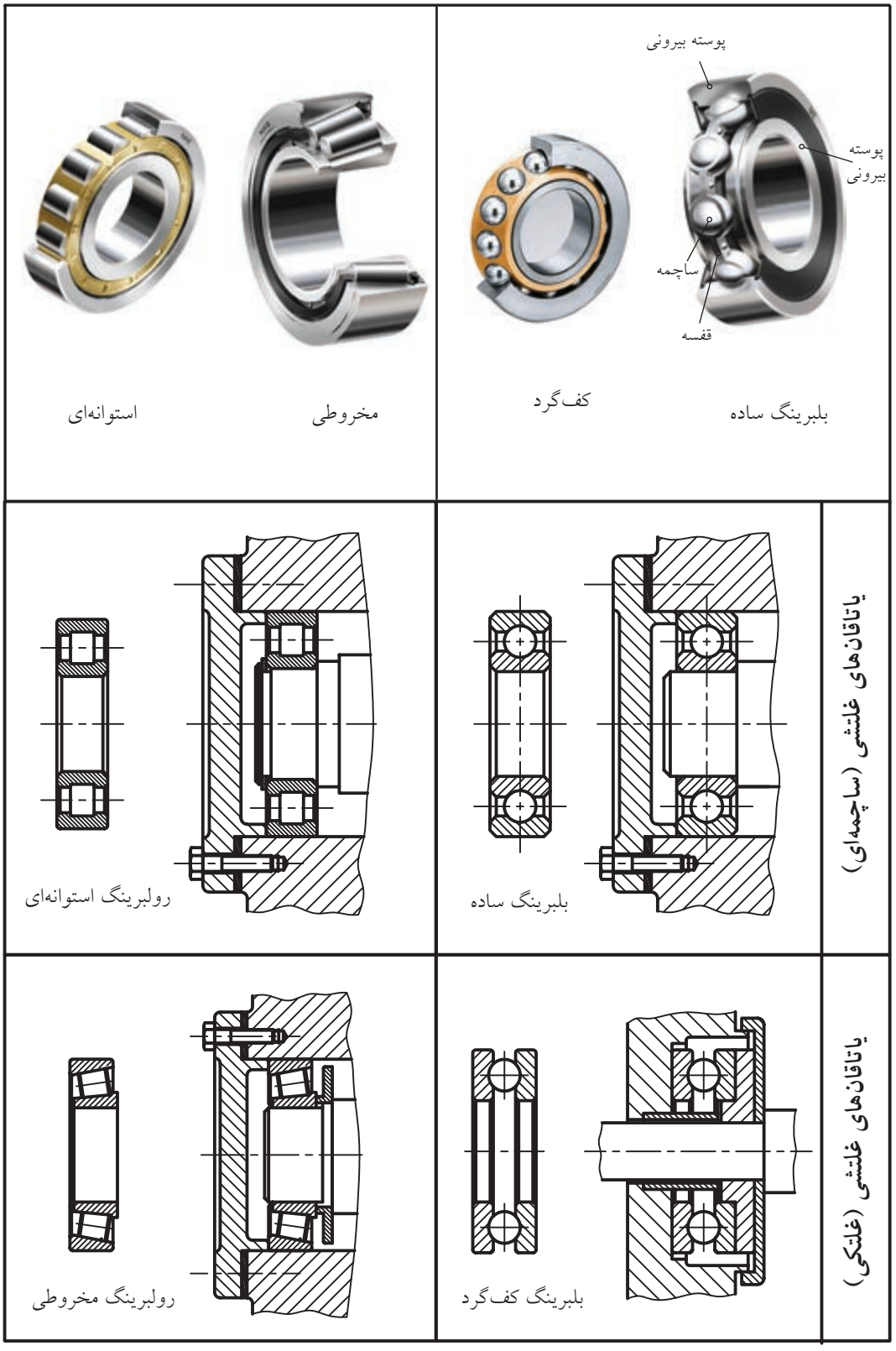
از بلبرینگ‌های ســـاده برای انتقـــال قدرت‌های کم و متوسط با دورهای کم و متوسط استفاده می‌شود.

گونه‌ی ایـــن یاتاقان‌هـــا، بلبرینگ کف‌گرد اســـت که نیروهای عمودی را تحمل می‌کند. یاتاقان‌های دیگری نیز وجود دارد. که نیروهای بیشـــتری را تحمـــل می‌کنند. به آن‌ها رولبرینگ یا «یاتاقان غلتکی» می‌گویند.

در آن‌هـــا به جای ســـاچمه (که کره اســـت) از غلتک اســـتفاده می‌شـــود. گونه‌ای از این رولبرینگ‌ها استوانه‌ای است که برای تحمل نیروهای بیشتر مناسب است.

رولبرینگ مخروطی دو نوع نیروی محوری (در امتداد محور) و شعاعی (عمود بر محور) را تحمل می‌کند.

یک بلبرینگ پیچیدگی‌های بسیاری دارد؛ اما می‌توان آن را بسیار ساده نمایش داد.



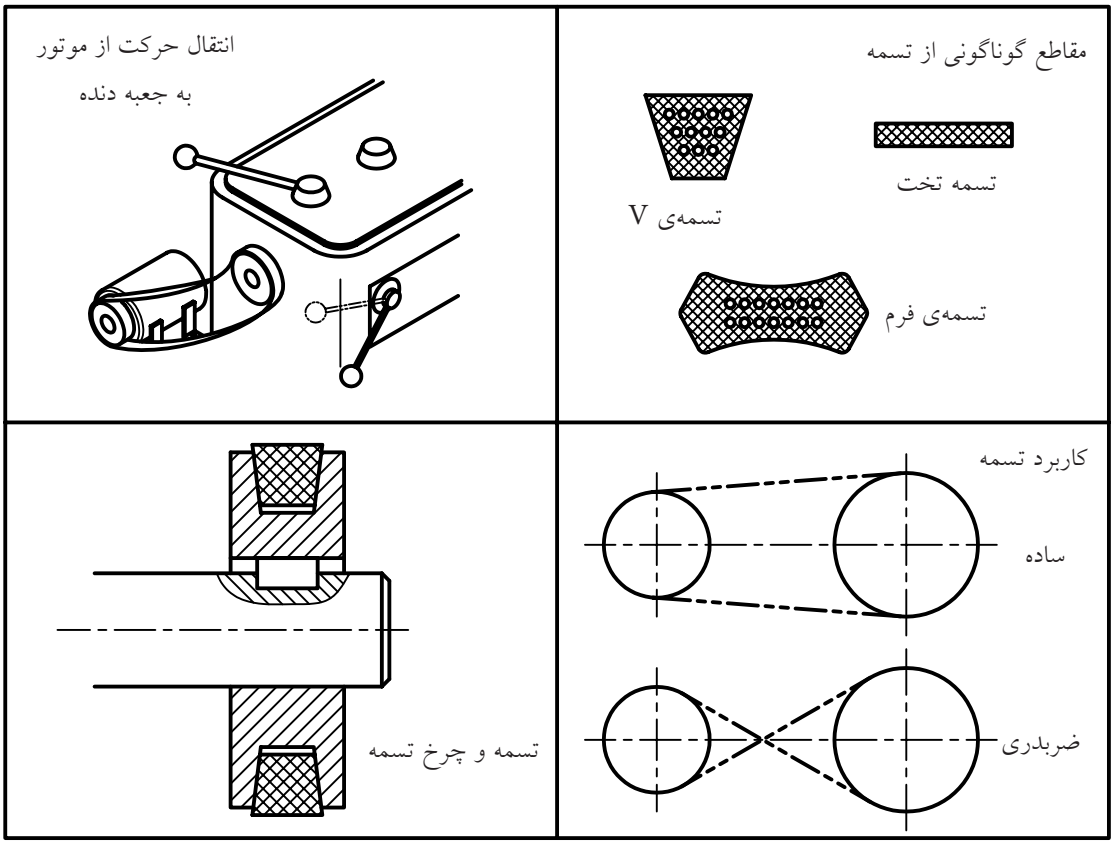
◀ **تسمه و چرخ تسمه:** از تسمه‌ها و چرخ تسمه‌ها برای انتقال قدرت استفاده می‌شود. به دلیل نرمشی که تسمه دارد، می‌توان برای مواردی که فاصله‌ی دو محور زیاد است از آن استفاده کرد.

در شکل یک موتور برقی دیده می‌شود که گردش محور آن، به کمک تسمه به جعبه دنده منتقل می‌شود.

همچنین در شکل چگونگی قرار گرفتن تسمه در چرخ تسمه دیده می‌شود. مقطع تسمه‌ها، همان‌گونه که دیده می‌شود، به صورت ذوزنقه است. با این حال، تسمه با مقاطع دیگر هم وجود دارد. چند نمونه را در شکل می‌توانید ببینید.

جنس تسمه‌ها از چرم یا مواد مصنوعی و لاستیک است.

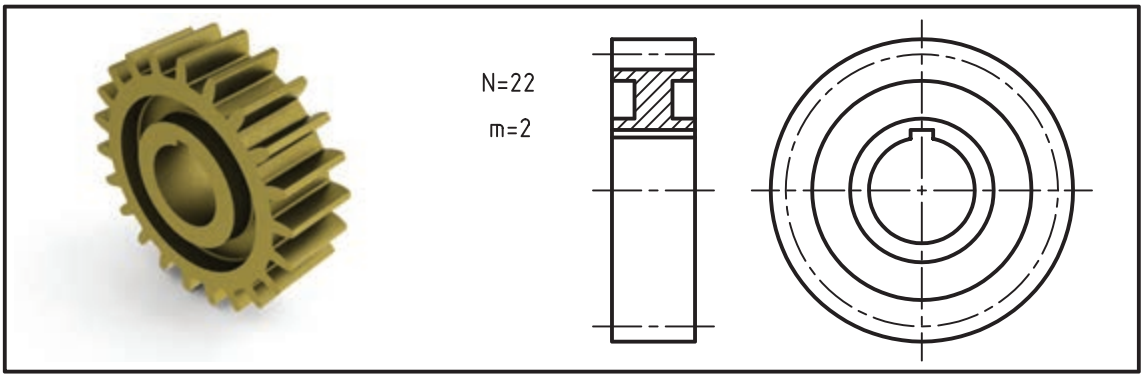
بیشتر اوقات برای تقویت کشش تسمه، رشته‌هایی از کتان، پنبه یا ابریشم در داخل آن‌ها به کار می‌رود.




**تسمه، برش‌های تسمه، حالت‌های کاربرد تسمه**

◀ **چرخ دندانه:** مهم‌ترین وسایل انتقال قدرت هستند و در انواع بسیار، موجودند. آن‌ها اجزای اصلی جعبه‌دندانه‌ها هستند. از آن‌ها می‌توان برای کاستن یا افزودن دور استفاده کرد.

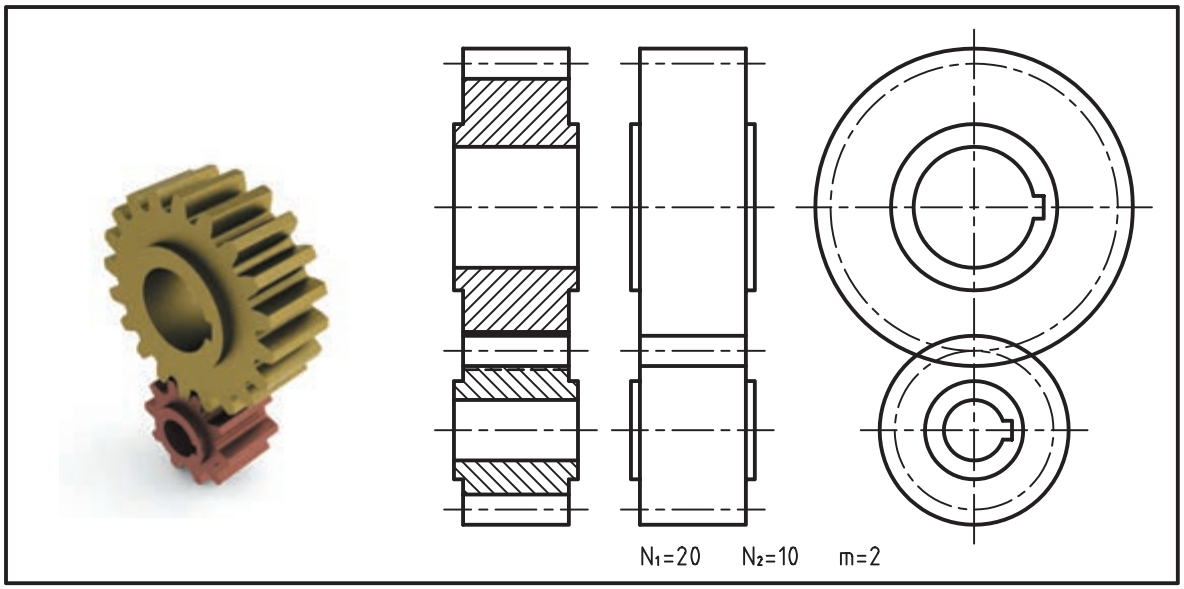
در شکل یک چرخ‌دندانه‌ی ساده (با دندانه‌های راست) دیده می‌شود که از آن برای انتقال قدرت نسبتاً کم با دور نسبتاً کم استفاده می‌شود.




**چرخ دندانه‌ی ساده و نماهای استاندارد آن**

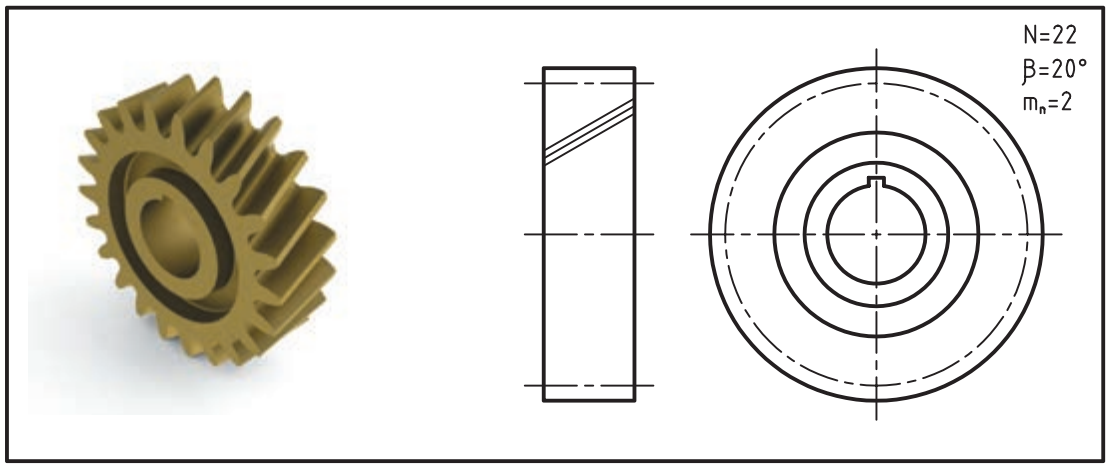
حرف N نشان دهنده‌ی تعداد دندانه و حرف m نشان‌دهنده‌ی بلندی سر دندانه است. بلندی خوددندانه کمی بیشتر از ۲m خواهد بود. همان گونه که می‌بینید، شکل قراردادی چرخ دندانه، نسبت به اصل چرخ دندانه، بسیار ترسیم شده است.

دو چرخ دندانه‌ی ساده را می‌توان در شرایط درگیری ترسیم کرد. در شکل، دو حالت برش و بدون برش را می‌توانید ببینید. البته به طور معمول، تعداد دندانه‌های یک چرخ دندانه نباید کمتر از ۱۲ باشد.



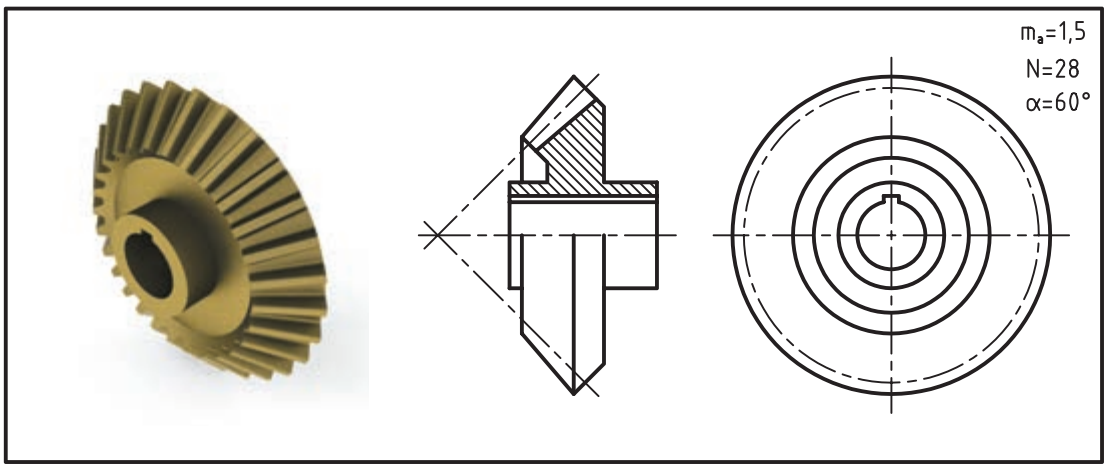

**دو چرخ دندانه‌ی ساده‌ی درگیر با نماهای استاندارد**

اگر چرخ دندانه مارپیچ باشد، با سه خط شیب‌دار، آن را مشخص می‌کنند.




**چرخ دندانه‌ی مارپیچ و نماهای استاندارد آن($m_n$ بلندی سردندانه و $\beta$ زاویه‌ی مارپیچی)**

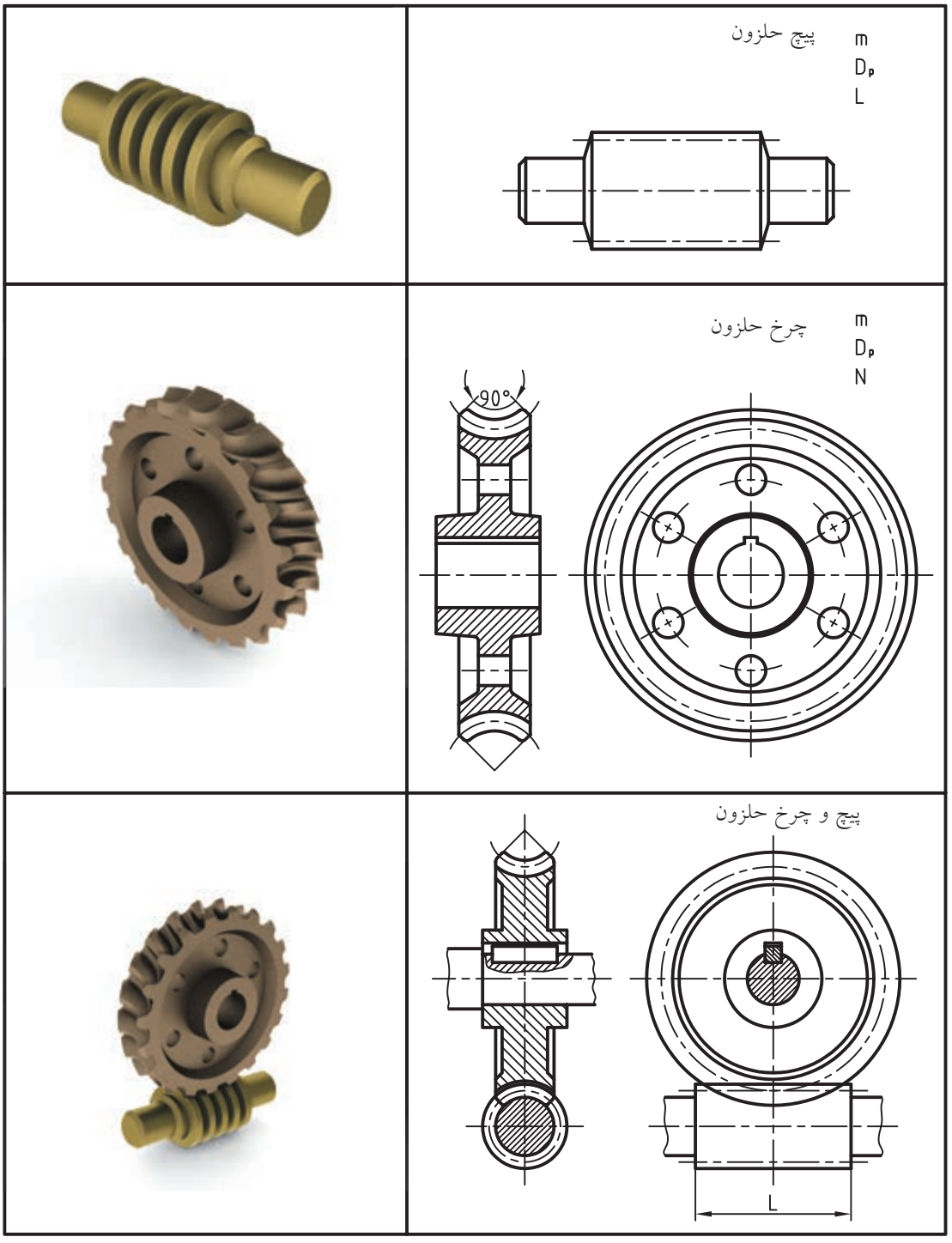
چرخ دندانه به شکل مخروطی هم ساخته می‌شود که نمونه‌ای از آن را می‌توانید ببینید.




**چرخ دندانه‌ی مخروطی و نماهای استاندارد آن ($m_a$ بلند سر دندانه و $\alpha$ زاویه‌ی مخروطی)**

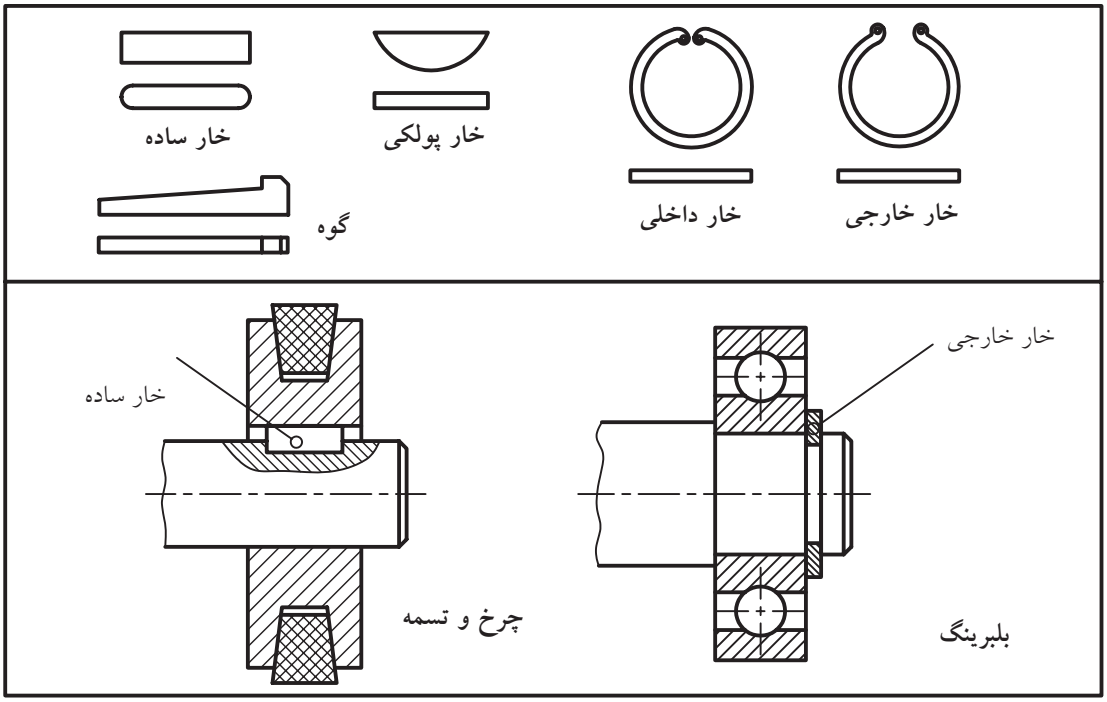
پیچ و چرخ حلزون شـــکل مهمی از چرخ دندانه‌ها هستند که برای کم کردن دورهای زیاد، بسیار مناسب‌اند.

پیچ از جنس فولاد و بســـیار شـــبیه یک پیچ معمولی اســـت و چرخ نیز از جنس برنز (یا پلاســـتیک) است. به نماهای استاندارد آن‌ها نگاه کنید.



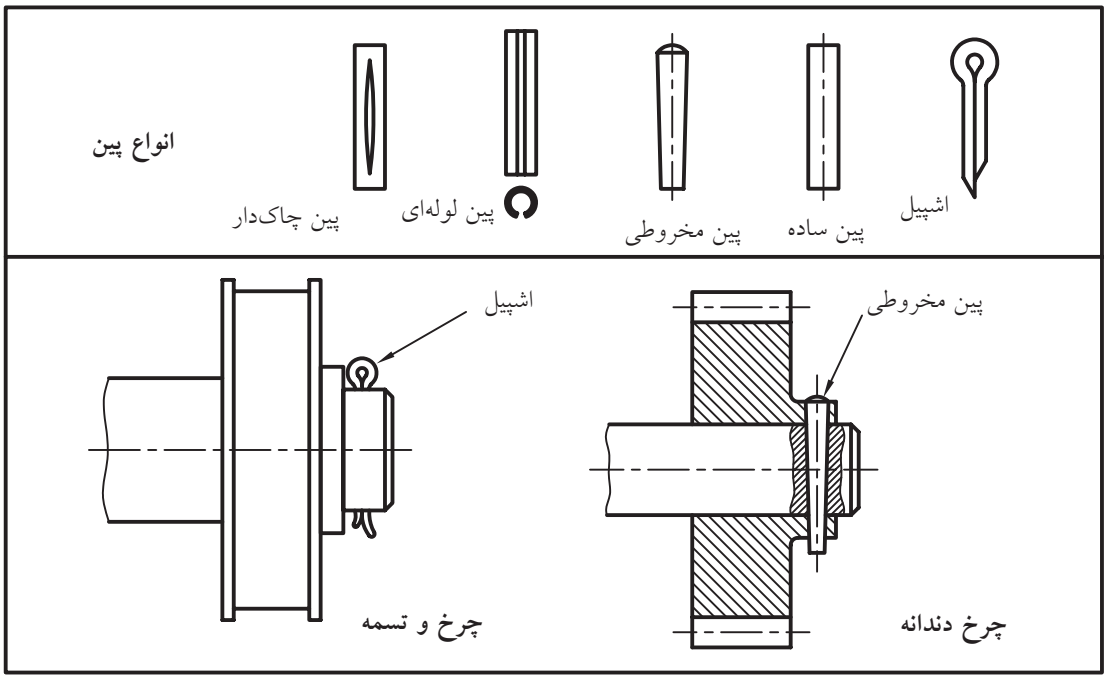

**پیچ و چرخ حلزون و نماهای استاندارد آن‌ها**

◀ **خارها:** گونه‌هایی از اجزای ماشین هستند که برای ایجاد ارتباط بین دو قطعه به منظور ثابت‌کردن آن‌ها نسبت به هم یا محدود کردن حرکات به کار می‌روند. چند نمونه در شکل را ببینید.



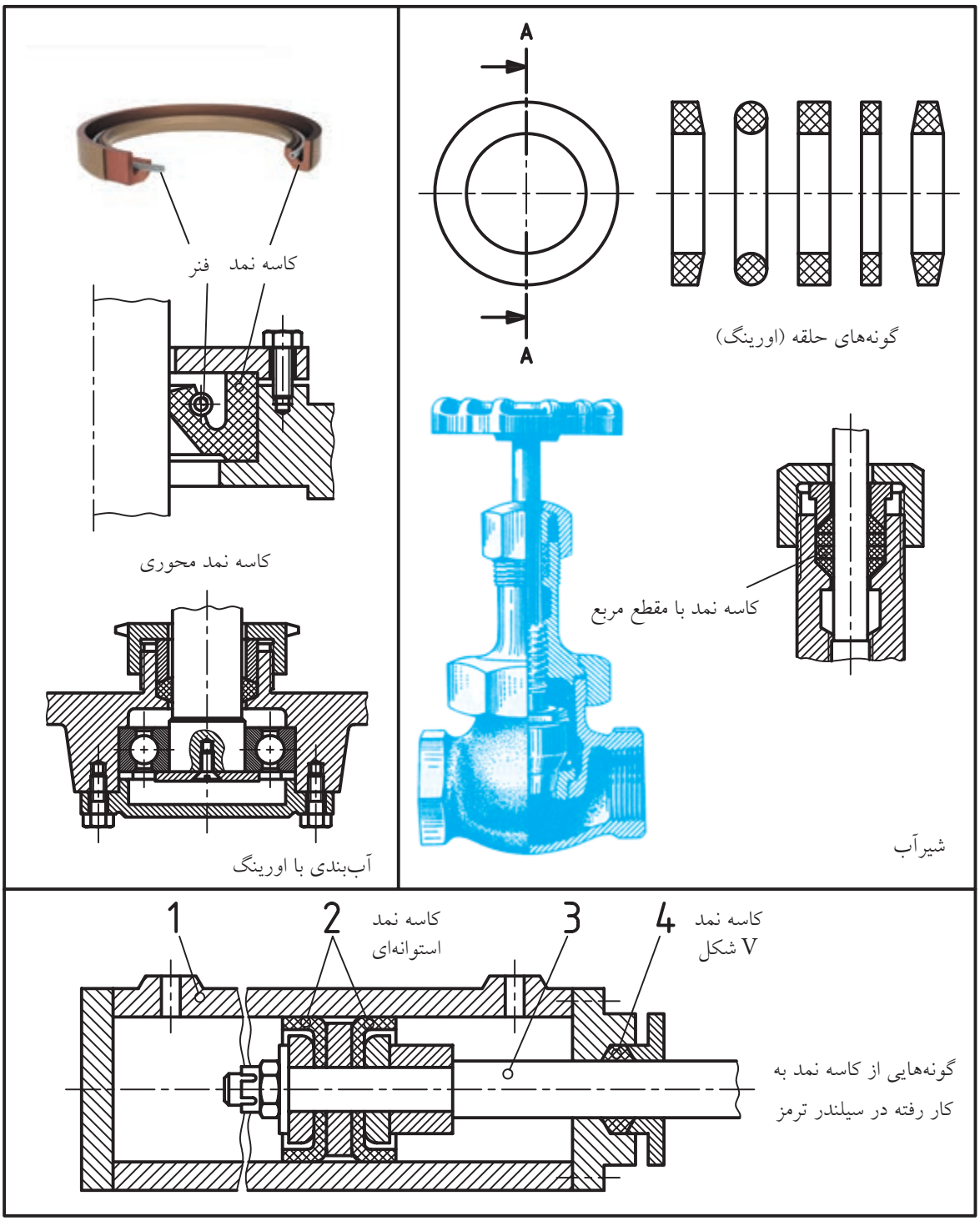

**نمونه‌های خار و کاربرد دو گونه از آن‌ها**

◀ **پین:** در بسیاری موارد می‌توان برای از بین بردن حرکت دو قطعه نسبت به هم از پین یا شبیه به آن استفاده کرد. چند نمونه را در شکل ببینید.




**دو نمونه از کاربرد پین**

◀ **کاسه نمد:** کاسه نمد یا آب‌بند ابزاری است برای جلوگیری از ریزش یا نشت مایع یا گاز. از این وسیله به میزان بسیار گسترده در صنایعی که به نحوی با مایعات، گاز و بخار سروکار دارند، استفاده می‌شود. چند نمونه در شکل را ببینید.



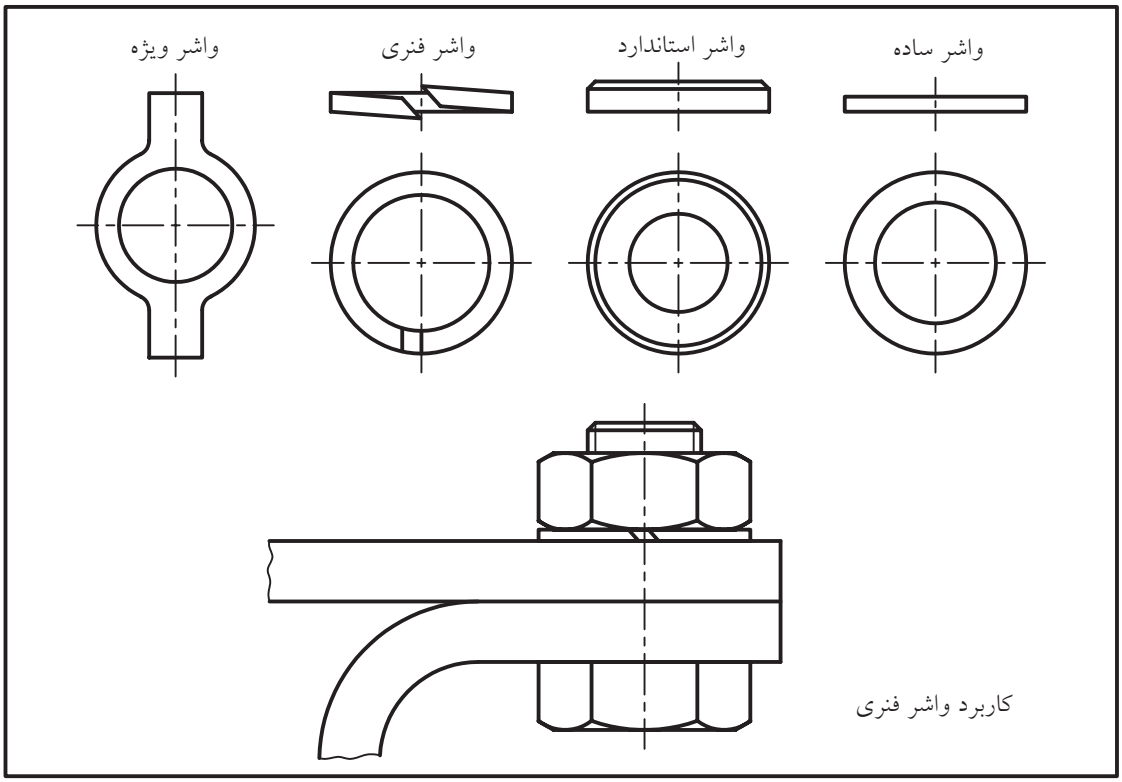

**نمونه‌هایی از کاسه نمد و کاربرد آن‌ها**

**واشـــر:** در حقیقت، واســطه بین مهره و بدنه است. استفاده از واشر دلایل گوناگونی دارد؛ برای نمونه:

۱. زیـــر مهره قرار می گیرد تا چرخش مهره به قطعه‌ی اصلی آسیب نرساند.

۲. از باز شدن مهره یا پیچ براثر لرزش جلوگیری می‌کند.

۳. فشار حاصل از بســتن مهره بر قطعه‌ی کار را بهتر انتقال می‌دهد.




**گونه‌هایی از واشر**

**چکیده مطالب**

## اصول رسم اجزای ماشین

بسیاری از اجزای ماشین دارای شکل‌هایی بسیار دقیق و از نظر جزییات پیچیده‌اند، بنابراین:

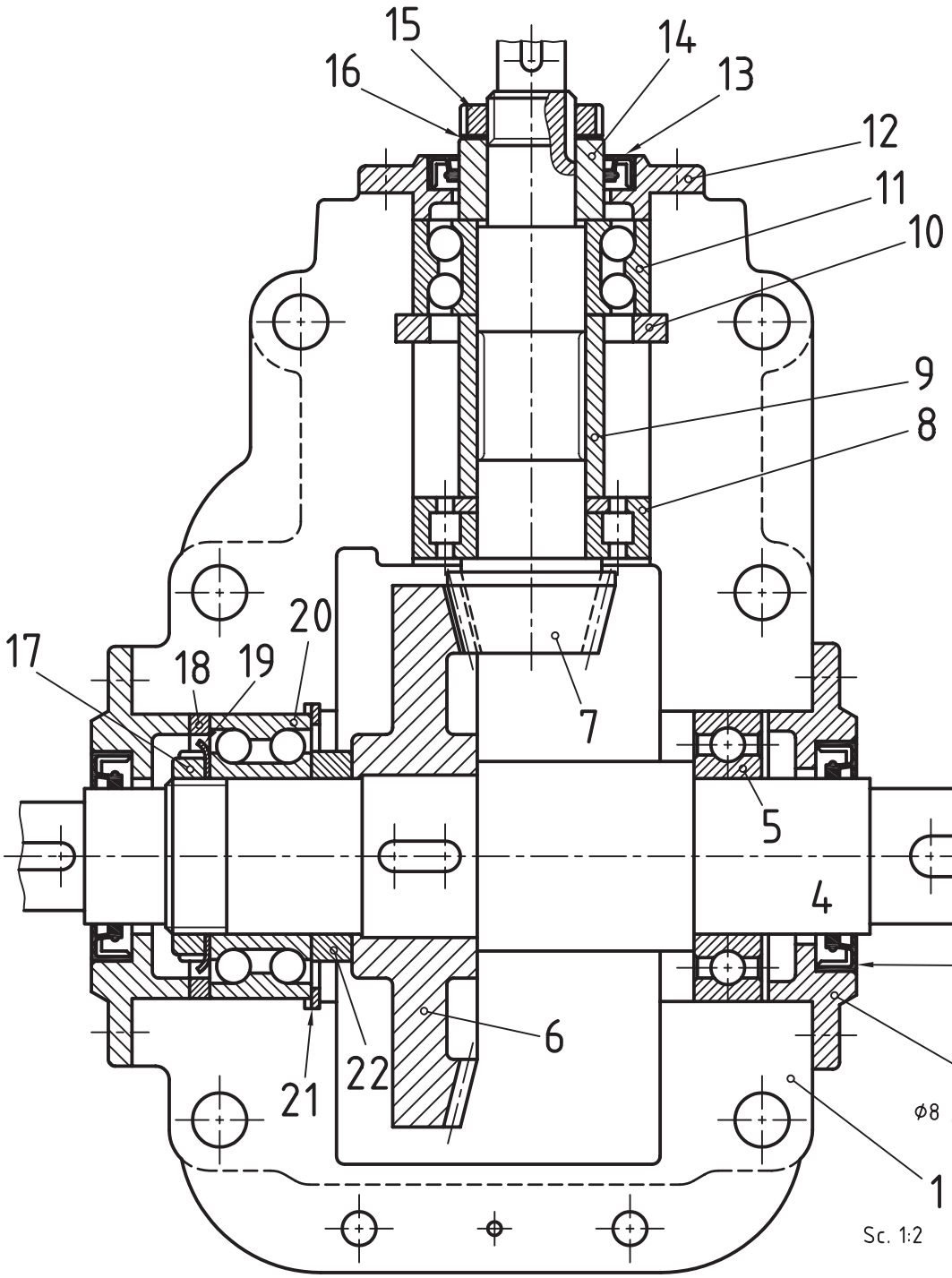
۱. باید آن‌ها را به شکل ساده‌ای ترسیم کرد.

۲. شکل ساده باید از نظر کلی، کاملاً شبیه قطعه‌ی اصلی باشد.

۳. روی آن‌ها معمولاً اندازه‌هایی را که طبق محاسبه به دست می‌آیند نمی‌نویسند.

۴. با وجود سادگی در نمایش، اگر لازم باشد قطعه ساخته شود، باید تمام جزئیات در نقشه بیاید.

مجموعه‌ی داده شـــده مربوط به یک جعبه دنده است. لازم اســـت که به چگونگی به‌کارگیری اجزای ماشین در آن کاملاً دقت کنید. آیا می‌توانید بگویید که از هر کدام از آن‌ها به چه منظوری استفاده شده است؟




کاسه نمد محوری

دوتا

درپوش با شش سوراخ ϕ8

جعبه دنده

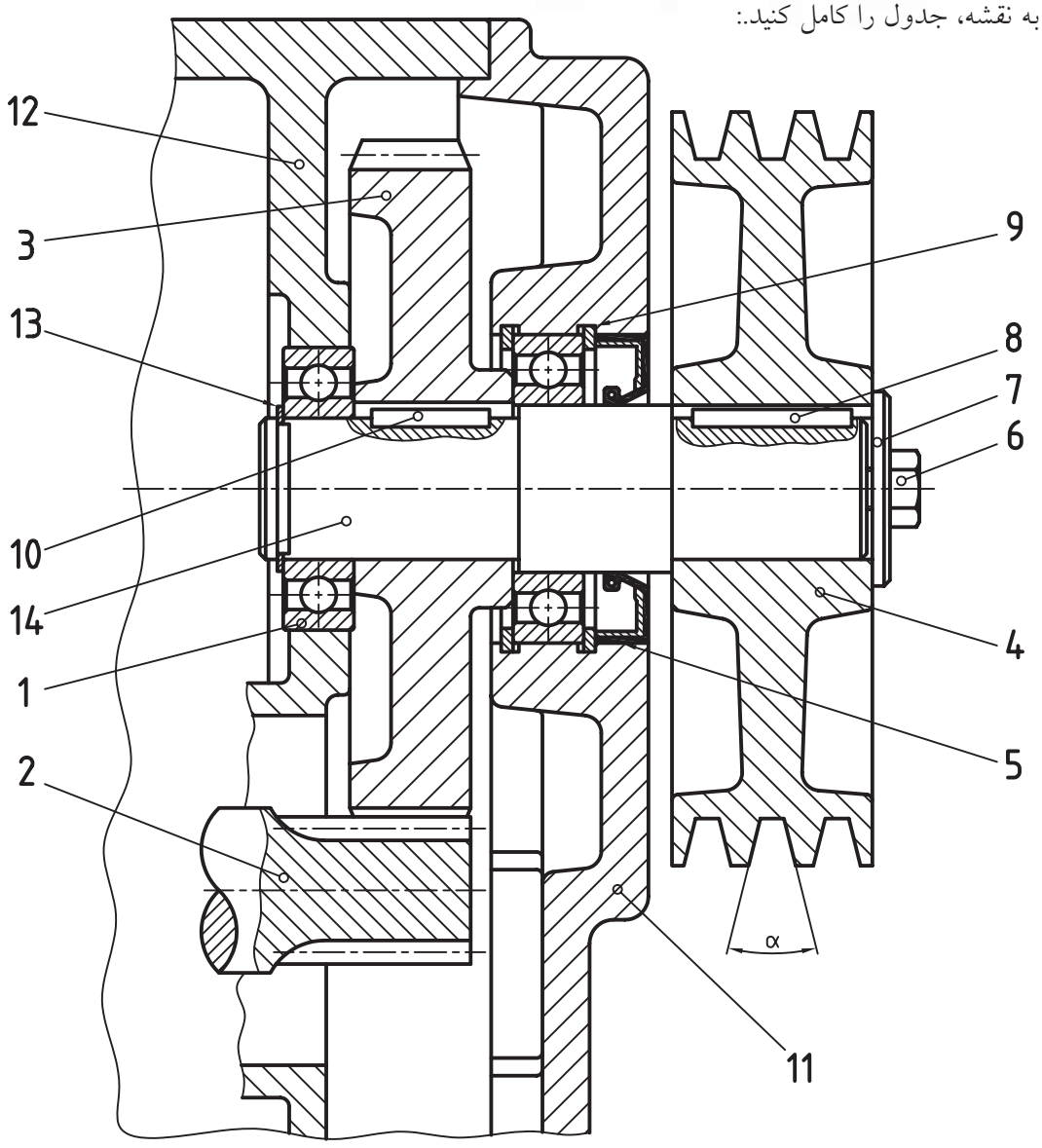
جعبه دنده

# دستورکار

## شناسایی و رسم اجزای ماشین

(۴۰ دقیقه)

با توجه به نقشه، جدول را کامل کنید.:



| | |
|---|---|
| نام پیشـــنهادی شما برای مجموعه چیست؟ | |
| نام و کار قطعه‌ی ۱ | |
| نام و کار قطعه‌ی ۳ | |
| نام و کار قطعه‌ی ۴ | |
| نام و کار قطعه‌ی ۵ | |
| نام و کار قطعه‌ی ۷ | |
| نام و کار قطعه‌ی ۸ | |
| نام و کار قطعه‌ی ۹ | |
| نام و کار قطعه‌ی ۱۴ | |

قطعه‌های ۱ و ۴ را رسم کنید.

– قطعه‌ی شماره ۱ در نمای برش.

– قطعه‌ی شماره‌ی ۴ در یک نمای نیم برش.

قطعه‌ی شماره‌ی۱

قطعه‌ی شماره‌ی۴

# ارزشیابی پایانی

## نظری

۱.پیوندها (اتصالات) را به چند دسته تقسیم می‌کنید.

۲. پیوندهای جداشدنی را تعریف کنید و پنج نمونه را نام ببرید.

۳. با رسم شکل دستی سه نمونه از پیوندهای جدانشدنی را نمایش دهید.

۴. شکلی از یک پیچ به صورت قراردادی ترسیم کنید. (دستی)

۵. منظور از عبارت M24 چیست؟

۶. ترسیم شکل دستی، اجزای یک بلبرینگ ساده را معرفی کنید.

۷. جنس تسمه چیست و برای بالا بردن توان آن چه باید کرد؟

۸. کاسه نمد را تعریف کنید و یک نمونه از آن را به صورت دستی ترسیم کنید.

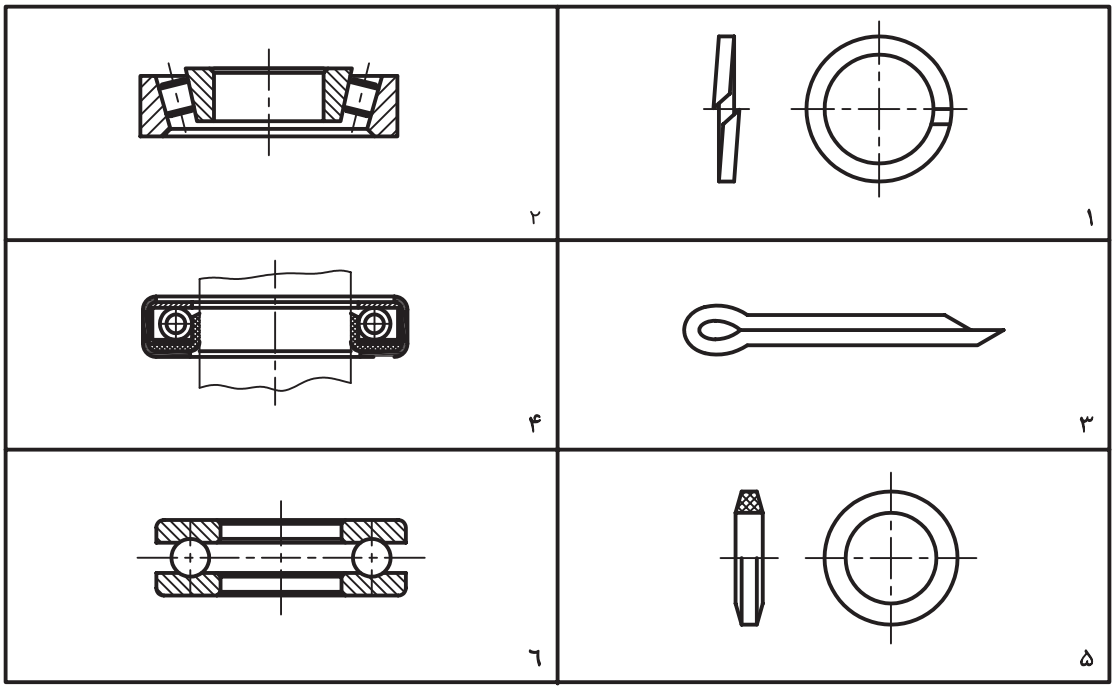
۹. با رسم شکل دستی، نماهای استاندارد و چرخ دنده‌ی ساده درگیر را نشان دهید.

۱۰. واشر چیست و کاربردهای آن کدام‌اند؟

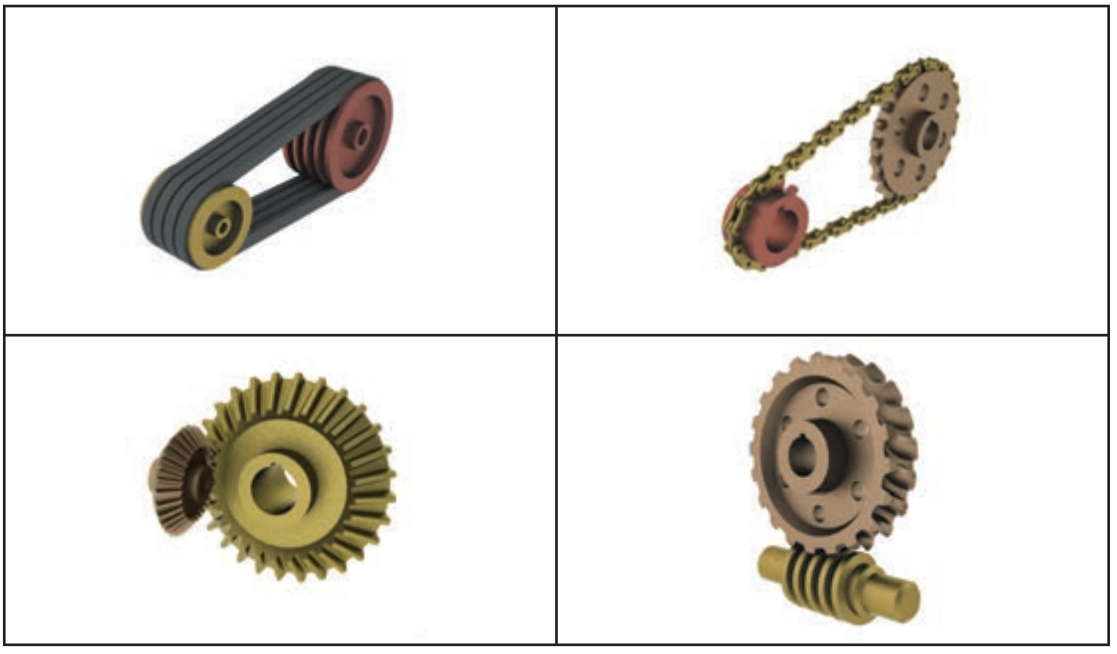
**◄ عملی (زمان: ۱۴۰دقیقه)**

به پرسش‌های موجود روی برگه‌ها پاسخ دهید.

۱. نام و کاربرد هر جزء را بنویسید.




۲. نام و کاربرد هر مجموعه را بنویسید.



۳. در هر مورد نام مناسبی بنویسید.

.a

.b

.c

.d

.e

.f

.g

.h

.i

.a

.b

.c

.d

.e

.f

.g

.h

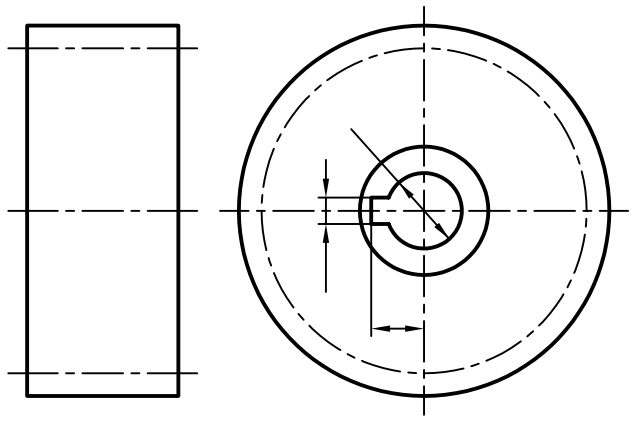
.i

۴. نام مناسبی برای هر مجموعه بنویسید و در ارتباط با کار آن، توضیح دهید.

نام:

شرح:

۵. بلندی سر دندانه ۳ و شمار دندانه ۱۵ است. مشخصات عددی را کامل کنید.



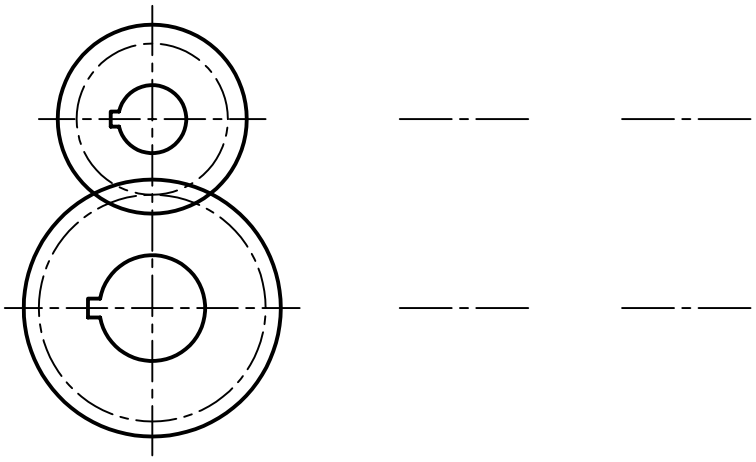
۶. نمای نیم‌رخ را ترسیم کنید.

الف) در برش

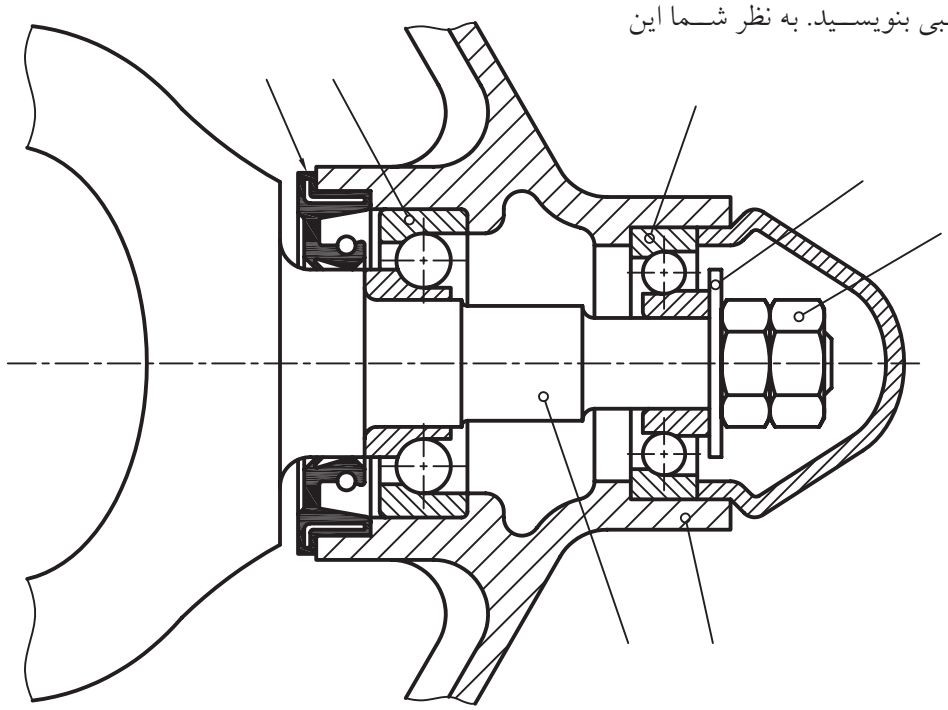
ب) بدون برش

مشخصات را بنویسد.

$m=۲$ و $N_2 = ۱۵$ و $N_1 = ۱۱$



۷. برای هر جزء نام مناسبی بنویسید. به نظر شما این مجموعه چیست؟



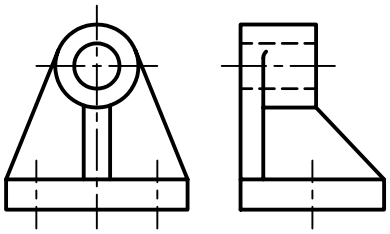
# توانایی ترسیم نقشه‌ی ترکیبی

**◄ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:**

- نقشه‌ی ترکیبی را تعریف کند.
- کاربردهای نقشه‌ی ترکیبی را بیان کند.
- اجزای جدول ترکیبی را شرح دهد.
- نقشه‌ی ترکیبی را بخواند.
- اجزای نقشه‌ی ترکیبی را پیاده کند.
- اصول پیاده کردن قطعات از مجموعه را بیان کند.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ۵ | ۷ |

# پیش آزمون

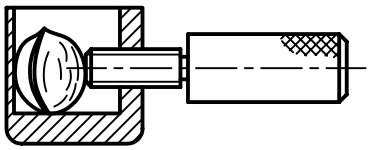


۱. نقشه‌ی روبه‌رو مربوط به چند قطعه است؟

۲. این نقشه مربوط به چیست و چه کاری انجام می‌دهد؟

۳. آیا می‌توان آن را یک نقشه‌ی ساده نامید؟ چرا؟

۴. به نقشه‌ی روبه رو دقت کنید. این نقشه از چند قطعه‌ی جدا از هم به وجود آمده است؟

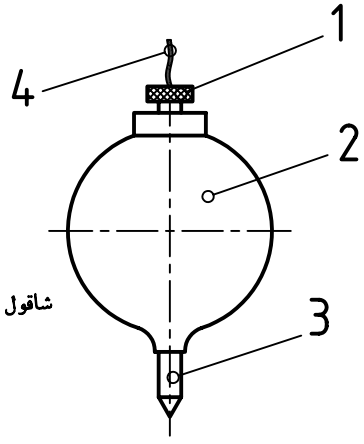


۵. نام و طرز کار آن چیست؟

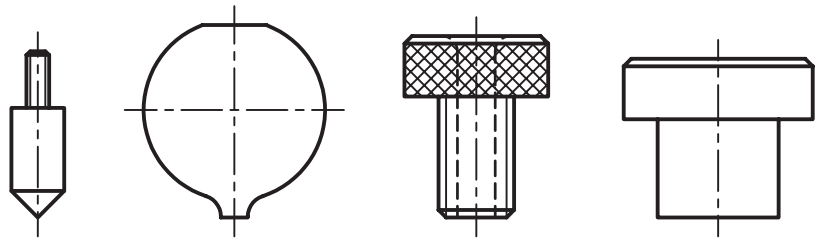
۶. چه نامی برای مجموعه‌ی روبه رو انتخاب می‌کنید؟

۷.کدام یک از نام‌های پیشنهادی را برای مجموعه‌ی داده شده در پرسش ۶ مناسب‌تر می‌دانید؟ ترکیبی، گروهی، مرکب، مجتمع، چند تکه.

۸. آیا نام مناسب‌تری (نسبت به نام‌های داده شده در پرسش ۷) می‌توانید پیشنهاد کنید؟



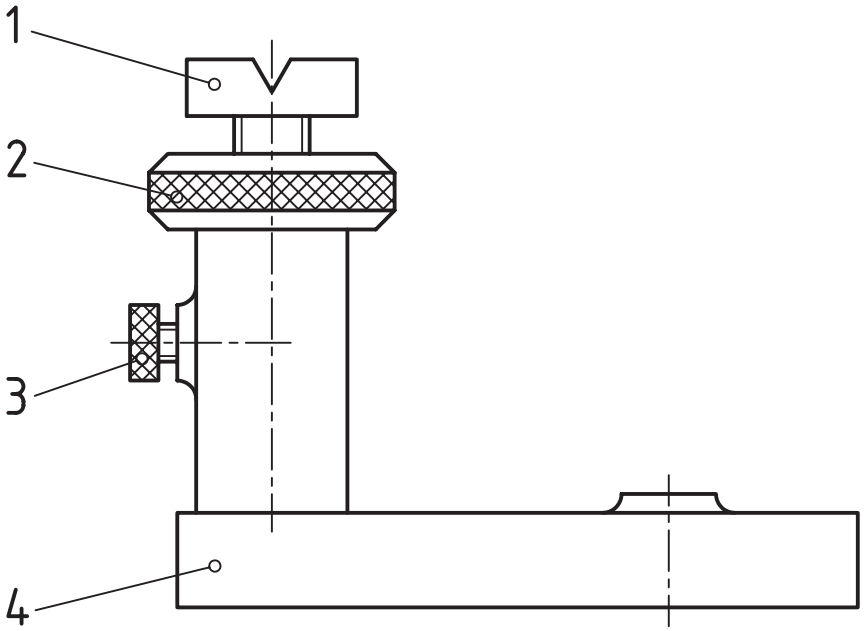
۹. کدام یک از قطعات داده شـــده می‌تواند مربوط به شـــاقول صفحه قبل باشـــد؟ در این صورت شماره‌ی آن را زیر قطعه بگذارید.



۱۰. نقشه‌ی مربوط به کدام یک از وسایل زیر را می‌توان ترکیبی نامید؟

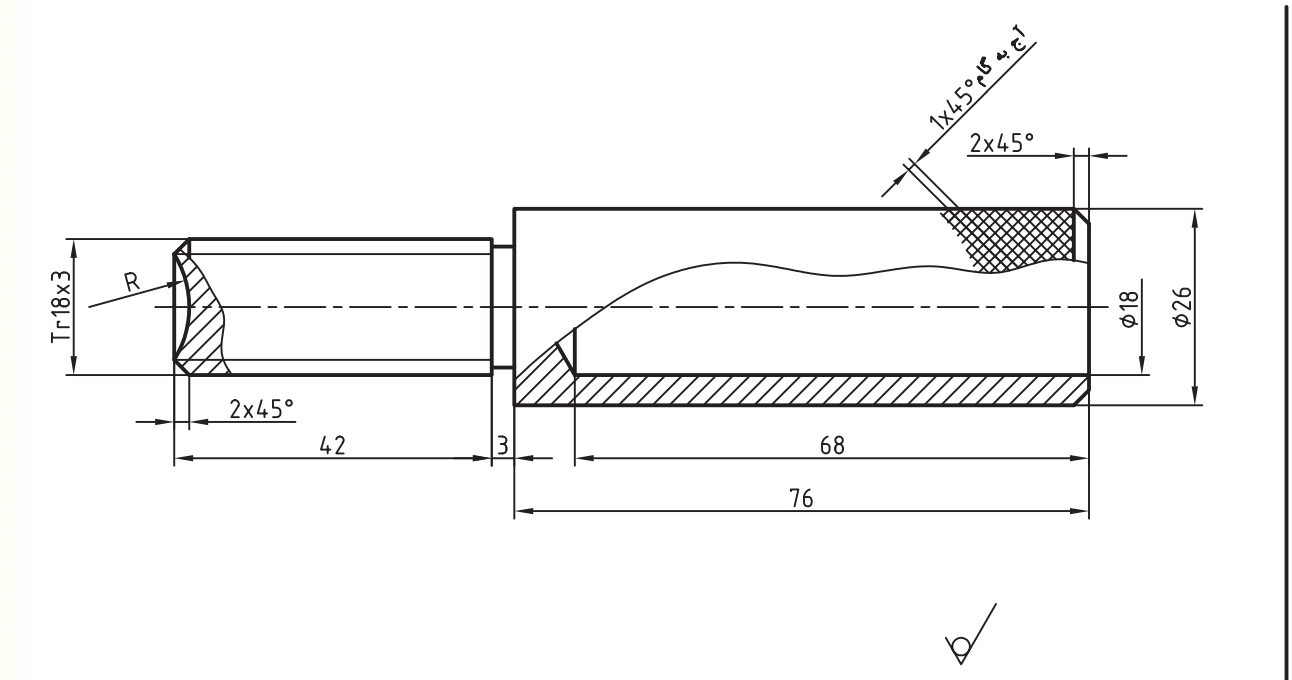
میز، چکش، انبردست، پیچ گوشتی، آچار تخت، آچار فرانسه، گیره، مدادتراش

۱۱. از بین نام‌های گیره، جک، پایه، یاتاقان، نگهدارنده، کدام را برای مجموعه‌ی روبه رو مناسب می‌دانید؟ چرا؟



## نقشه‌ی ترکیبی

اگر نقشه‌ای شامل تنها یک قطعه باشد، نقشه ساده خوانده می‌شـود. نقشه‌ی سـاده پاسـخگوی همه‌ی نیازها برای ساخت قطعه است.




| | نام: | تاریخ | تولرانس: ISO 2768-m | جنس: آلومینیم | شماره: ۱ |
|---|---|---|---|---|---|
| طراح | | | نام: | | |
| رسام | | | | | |
| بازبین | | | دستگیره | | |
| مقیاس ۱:۱ | | | | | |

به این ترتیب، از نقشـه‌ی ساده باید اطلاعات زیر به طور کامل به دست آید:

۱. شکل دقیق قطعه

۲. اندازه‌های مورد نیاز

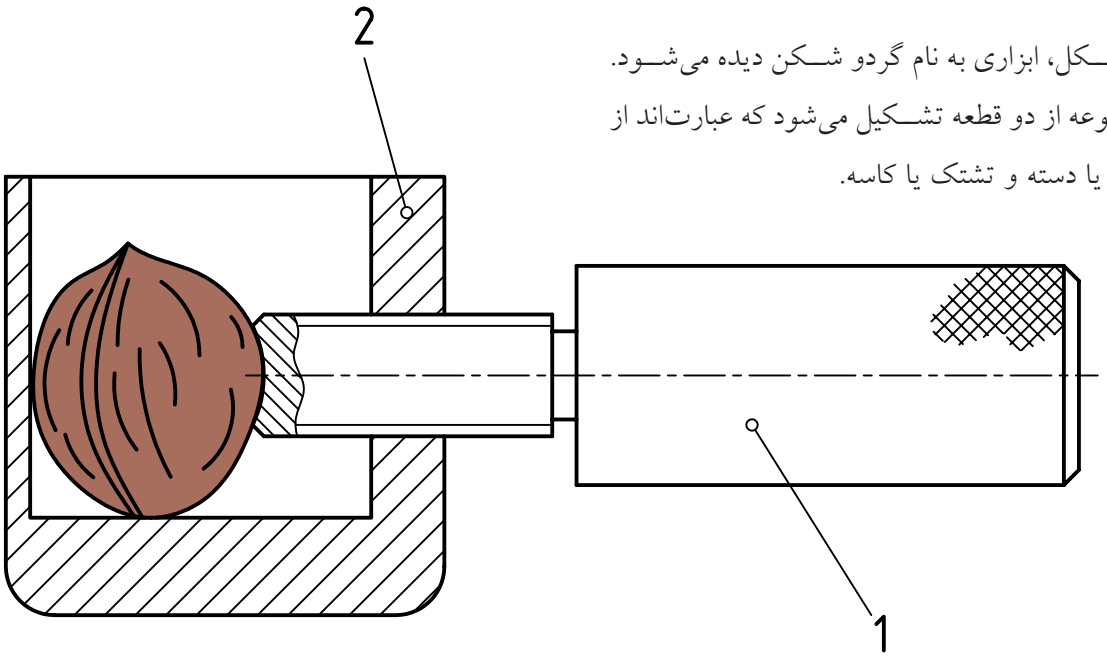
۳. پرداخت مناسب برای همه‌ی سطوح

۴. دقت لازم برای هر اندازه (تولرانس)

اگر نقشه شـامل بیشتر از یک قطعه باشد، آنگاه آن را نقشه‌ی ترکیبی می‌نامند که به معنی تشکیل شدن آن از دو یا چند قطعه است.

پس، نقشـه‌ی ترکیبی، نقشه‌ای است که نماینده‌ی یک مجموعه است. این مجموعه می‌تواند یک گیره، یک جک، یک موتور برق، یک قفل و ... باشد.

در شـــکل، ابزاری به نام گردو شـــکن دیده می‌شـــود. این مجموعه از دو قطعه تشـــکیل می‌شود که عبارت‌اند از دستگیره یا دسته و تشتک یا کاسه.



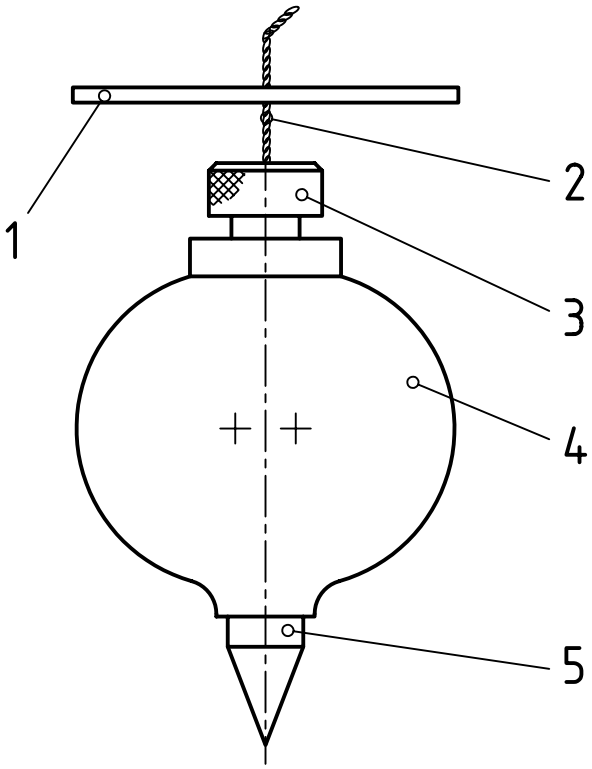

کارکرد این وســـیله به این ترتیب اســـت که پس از قرار دادن گردو، تشتک را با دست چپ نگه می‌داریم و دسته را می‌گردانیم، در نتیجه گردو زیر فشـــار قرار می‌گیرد و پوست آن خرد می‌شود.

اجزای این نقشه با شماره مشخص می‌شود. شماره‌ی ۱ دستگیره و شماره‌ی ۲، تشتک است. به نمونه‌ای دیگر از نقشه‌ی ترکیبی نگاه کنید.

در این نقشه یک شاقول بنایی شامل پنج جزء دیده می‌شود.

شماره‌ی ۱، یک صفحه ی مربع است که ضلع این مربع حدود دو تا چهار میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر شاقول است.

شماره‌ی ۲، نخ (ریسمان)، شماره‌ی ۳، پیچ، شماره‌ی ۴ بدنه و شماره‌ی ۵ میله نوک تیز آن است.



**نکته**

در نقشـــه‌ی ترکیبی می‌توان رابطه‌ی قطعات را با هم بررسی کرد.

## کاربردهای نقشه‌ی ترکیبی

نقشـــه‌ی ترکیبی در مـــوارد گوناگون به کار می‌رود. از آن جمله است:

۱. اســـتفاده از آن در سوار کردن قطعات. هنگامی که قطعات مختلف یک مجموعه، مانند یک جعبه دنده، ساخته و آماده می‌شوند، برای سوار کردن آن‌ها باید این نقشه را به کار برد. نقشه‌ی ترکیبی، راهنمای خوبی برای این کار است.

۲. یک تعمیرکار آشـــنا با نقشـــه، با توجه به نقشـــه‌ی ترکیبـــی، می‌تواند کار تعمیرات را انجام دهد، یعنی قطعه یـــا قطعات معیوب و فرســـوده را از مجموعـــه باز کند و قطعه‌ی سالم را به جای آن بگذارد.

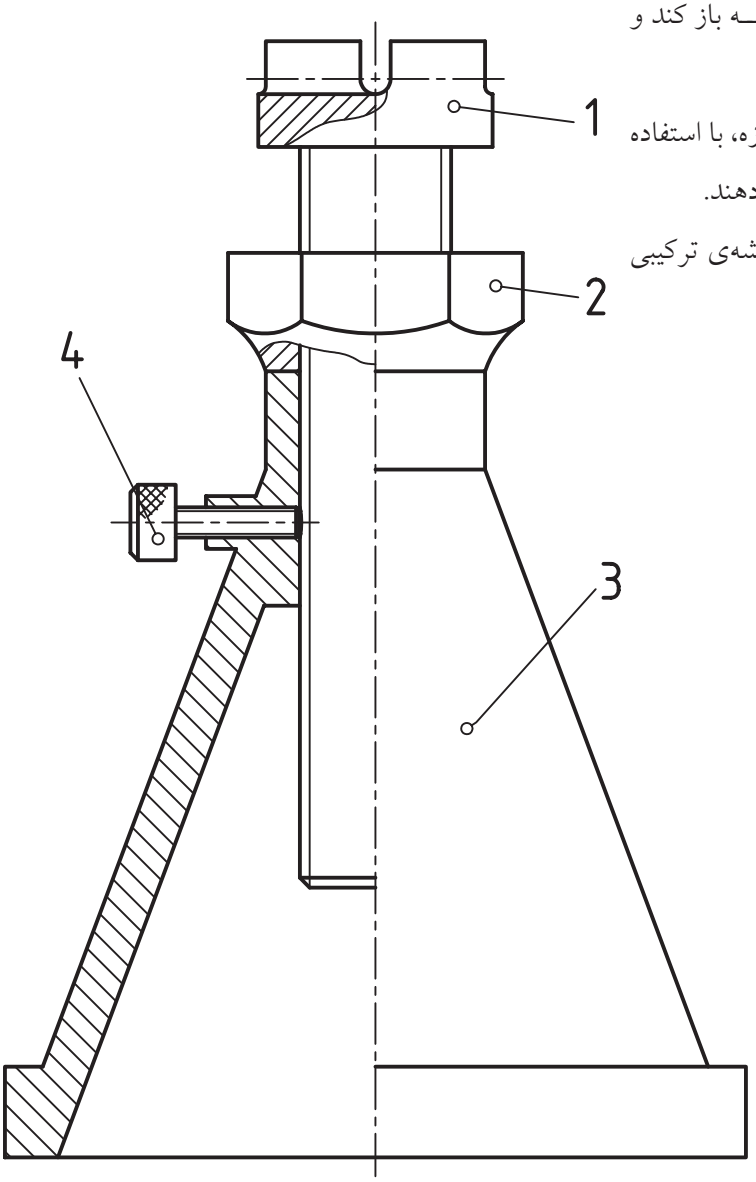
۳. طراحان، برای طراحی یک وسیله‌ی تازه، با استفاده از آن بررسی‌های اولیه را روی آن انجام می‌دهند.

۴. چگونگی کار مجموعه هم از روی نقشه‌ی ترکیبی تحقیق و بررسی می‌شود.

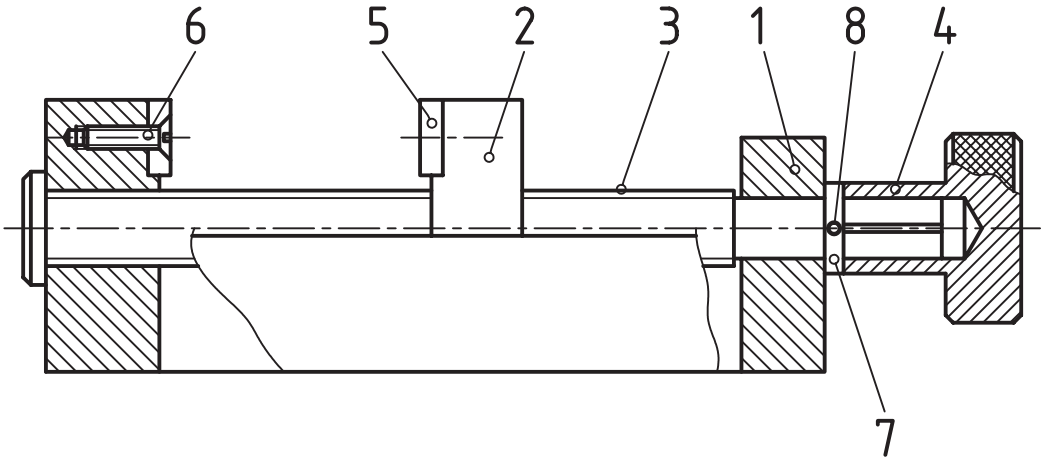
به نمونه‌ای دیگر توجه کنید:

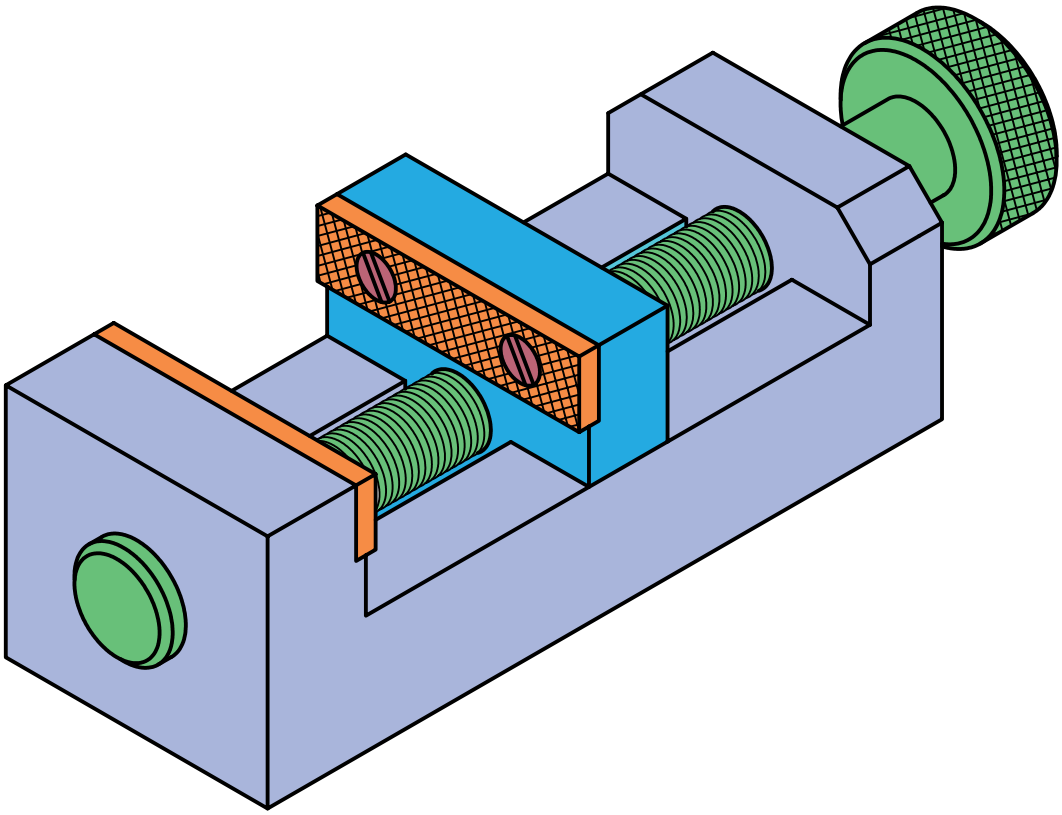
نقشـــه، جکی کوچـــک را معرفی می‌کنـــد که از چهار تکه ســـاخته شده اســـت. با چرخاندن مهره‌ی شماره‌ی ۲، می‌توان پیچ شماره‌ی ۱ را بالا یا پایین برد. این پیچ، سری با شـــکل ویژه دارد که زیر وزنه‌ی ســـنگین قرار می‌گیرد. پس، می‌توان ارتفاع وزنه را کم یا زیاد کرد و کار گرداندن مهره‌ی ۲ را با یک آچار تخت می‌توان انجام داد.

پـــس از تنظیم ارتفاع وزنه، پیچ ضامن شـــماره‌ی ۴ را روی پیچ اصلی سفت می‌کنیم.



در نمونه‌ای دیگر گیره‌ی کوچکی را می‌بینید.



در این گیره، فک جابه‌جاشونده قطعه‌ی شماره‌ی ۲ است. این جابه‌جایی به کمک پیچ شماره‌ی ۳ انجام می‌شود. به کمک دستگیره‌ی ۴، پیچ چرخانده خواهد شد.

آزادی حرکت پیچ شماره‌ی ۳ از دو سمت گرفته شده است. از سمت چپ به کمک سر آن و از سمت راست به وسیله‌ی یک واشر و یک پین (شماره‌های ۷ و ۸)

شیار موجود در بدنه‌ی شماره‌ی ۱، فک ۲ را راهنمایی می‌کند.

آیا می‌توانید بگویید که بزرگ‌ترین اندازه‌ای که دهانه‌ی گیره توانایی پذیرش آن را دارد چیست؟

## جدول ترکیبی

نظر به این که یک نقشـــه‌ی ترکیبی از چندین تکه تشکیل می‌شود، جدول ساده برای آن کافی نیست. به این جهت، جدولی با نام «جدول ترکیبی» به کار خواهد رفت.

به نمونه‌ای از این جدول که در زیر نقشه‌های ترکیبی می‌آید نگاه کنید.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| تعداد | نام | جنس | مشخصات | شماره | وزن | | کاغذ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | نام: | تاریخ | تولرانس: | |
| طراح | | | | |
| نقشه‌کش | | | | |
| بازبین | | | نام: | سفارش دهنده: |
| تصویب | | | | |
| مقیاس ۱:۱ | کد | | | |

150

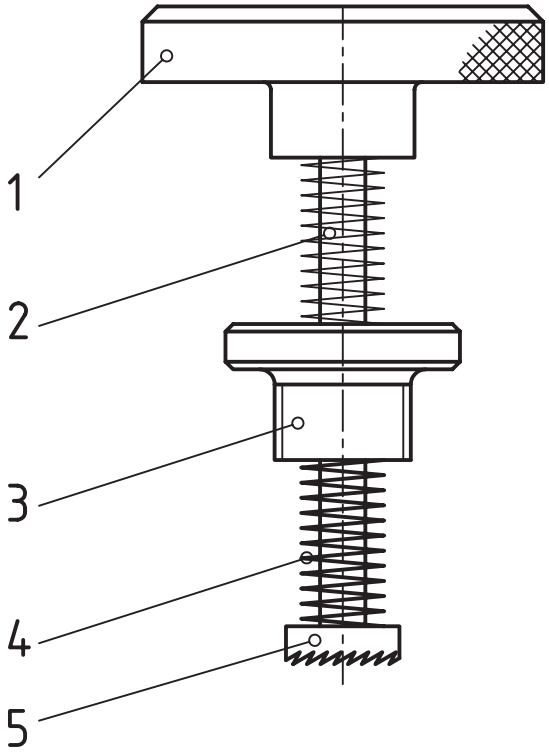
180

همان‌گونـــه که دیده می‌شـــود، مواردی چـــون طراح، نقشـــه‌کش، بازبیـــن، تصویب کننده، شـــماره، نـــام، وزن، مشخصات و تعداد قطعه آورده شده است.

**توجـــه:** جدول ترکیبی از نظر شـــکل و محتوا اســـتاندارد نیست و شـــما حالات گوناگونی از آن را می‌توانید ببینید. جدول داده شده تنها یک جدول پیشنهادی است.

به نمونه‌ای از نقشـــه و کاربرد جدول ترکیبی برای آن نگاه کنید.

جایگاه جدول در سمت پایین و راست، چسبیده به کادر است (مانند جدول ساده)




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | تیغچه (فرز) | فولاد | فولاد | ۵ | | | |
| ۱ | فنر | فولاد فنر | راستگرد | ۴ | | | |
| ۱ | پیچ رابط | برنز | ½-14UNC | ۳ | | | |
| ۱ | محور | فولاد st۳۷ | | ۲ | | | |
| ۱ | دستگیره | برنز | | ۱ | | | |
| تعداد | نام | جنس | مشخصات | شماره | وزن | | کاغذ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| نام: | تاریخ | | تولرانس: ISO 2768-m | جنس: فولاد پیچ |
| طراح | | | | |
| نقشه‌کش | | | نام: چکه‌گیرهن | سفارش دهنده: |
| بازبین | | | | |
| تصویب | | | | |
| مقیاس ۱:۱ | کد | | | |

**بیشتر بدانیم**

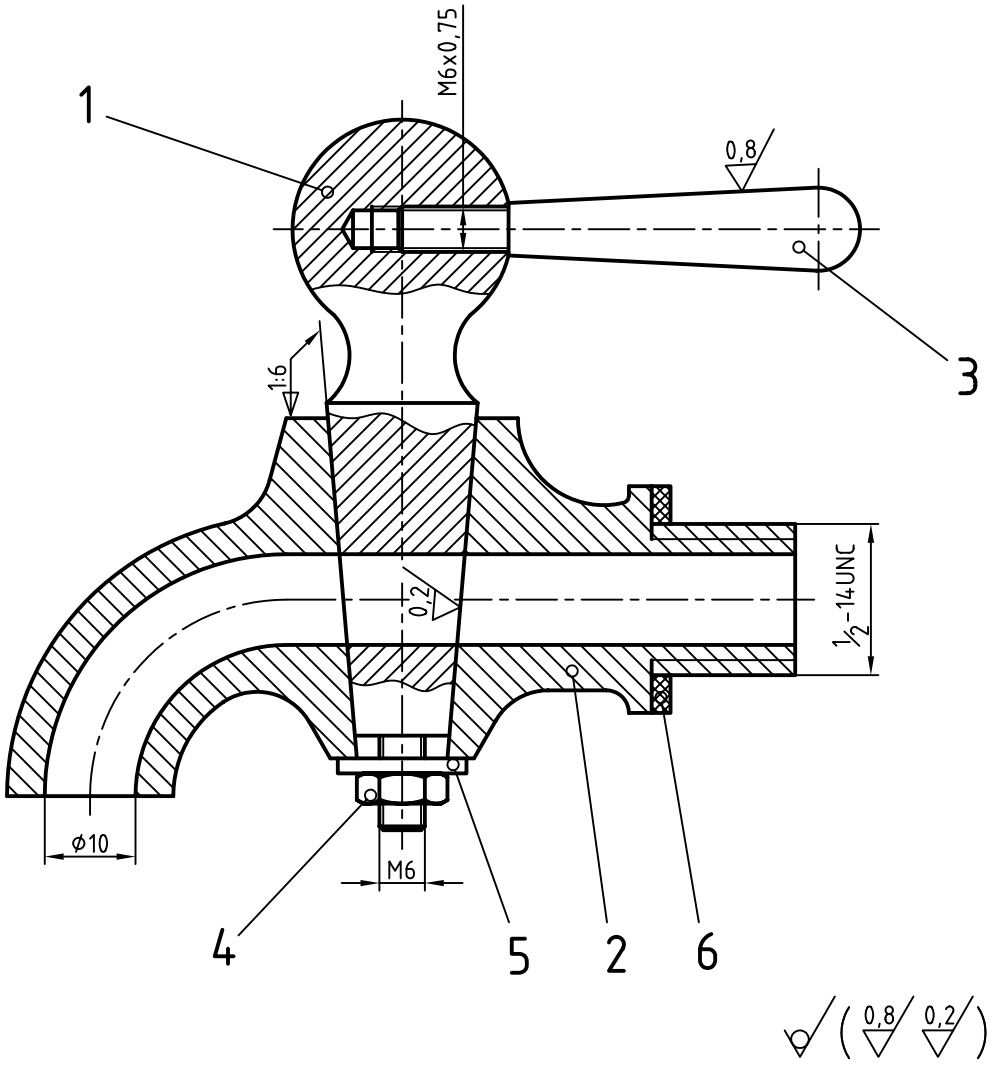
چکه‌گیرهن برای تراشیدن و پرداخت بخش داخلی شیرآب (نشیمنگاه واشر) استفاده می‌شود و معروف‌ترین نوع این وسیله است.

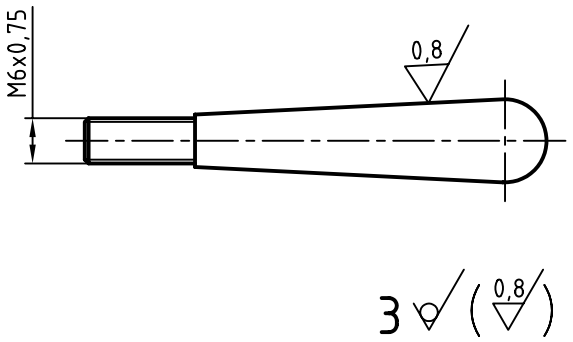
## خواندن و پیاده کردن نقشه‌ی ترکیبی

خواندن یک نقشه به معنی درک و فهم دو مورد زیر است:

۱. شکل ساختمانی قطعه، به این ترتیب که بتوان تمام نکات شکلی را درک کرد.

۲. دریافت مفاهیم به نشانه‌ها و نکته‌های داده شده در نقشه. برای نمونه: اندازه‌ها، انطباقات، پرداخت‌ها، و ... به این ترتیب می‌گوییم. نقشـــه خوانده شده است. در شکل شیر سماوری دیده می‌شود.

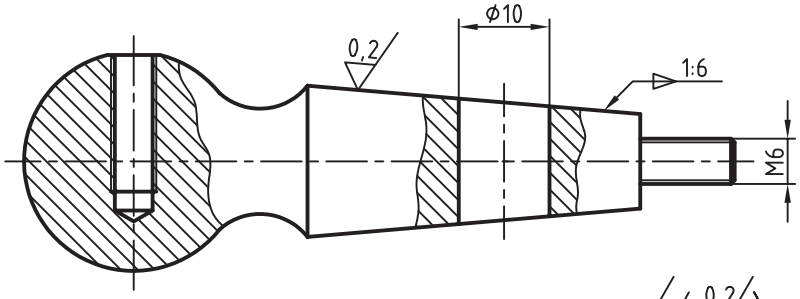



قطعه‌ی شـــماره ۳، معـــرف دســـتگیره، دارای دنباله‌ای دندانه شده در طول آن است. به کمک این دنباله در محور شماره‌ی ۱ محکم می شود. به این ترتیب، جدا شده‌ی آن از مجموعه، به صورت شکل خواهد بود.

دقت کنید که سوراخ اضافی بعد از پیچ، در شماره‌ی ۱، اضافه پیشروی مته برای آسانی قلاویز زدن است. پیچ دندانه ریز و گام آن ۰/۷۵ است. پرداخت آن خوب است و دستوری هم برای تولید هر چه بهتر آن داده شده است. پس، در گام نخست، شکل درست تکه‌ی شماره‌ی ۲ را دریافته و در گام دوم مفهوم نشانه‌ها را بیان کردیم.

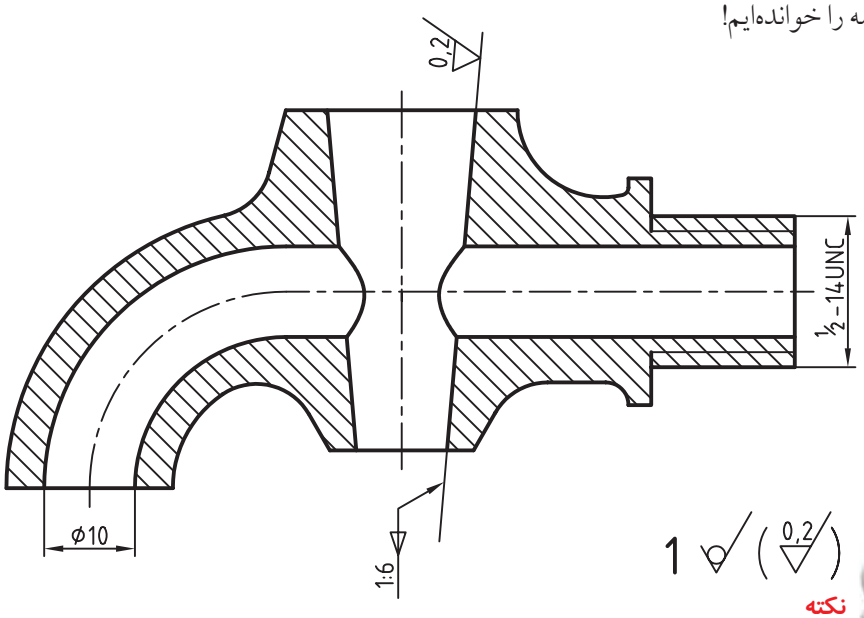
برای تکه‌ی ۱، یعنی محور، با توجه به برش‌های موضعی موجود روی آن، شکل نهایی را تشخیص دادیم. کدهای مربوطه را نیز دریافته و درج کردیم.




2 $\sqrt{}$ ( $\frac{0,2}{\nabla}$ )

درباره‌ی بدنه، یعنی تکه‌ی شماره‌ی ۲، پرداخت داخل سوراخ آب‌بندی را، بسیار خوب، یعنی $Ra$ ۰/۲، تشخیص می‌دهیم. دنباله دارای پیچ M6 و سوراخی به قطر ۱۰ در موقعیت لازم خواهد بود. اگر همه‌ی کارهای ما در دست باشد، می‌گوییم نقشه را خوانده‌ایم!

در پایان می‌توان این‌گونه گفت که در گام اول نقشه بررسی می‌شود تا جزئیات را درک کنیم و در گام دوم، اجزا را به صورت تکی رسم و یا بهتر بگوییم، پیاده می‌کنیم. روشن است که اندازه‌گذاری و نوشتن نشانه‌ها لازم است.




1 $\sqrt{}$ ( $\frac{0,2}{\nabla}$ )

**نکته**

دریافت آنچه که در جدول ترکیبی هست و بسیاری نکات ریز دیگر، از قبیل شعاع گوشه‌ها، اندازه‌ی کمان‌ها، پخ‌ها و ... هم جزء موارد نقشه‌خوانی است.

چکیده مطالب

## اصول پیاده کردن قطعات

۱. نقشه با دقت بررسی شود.

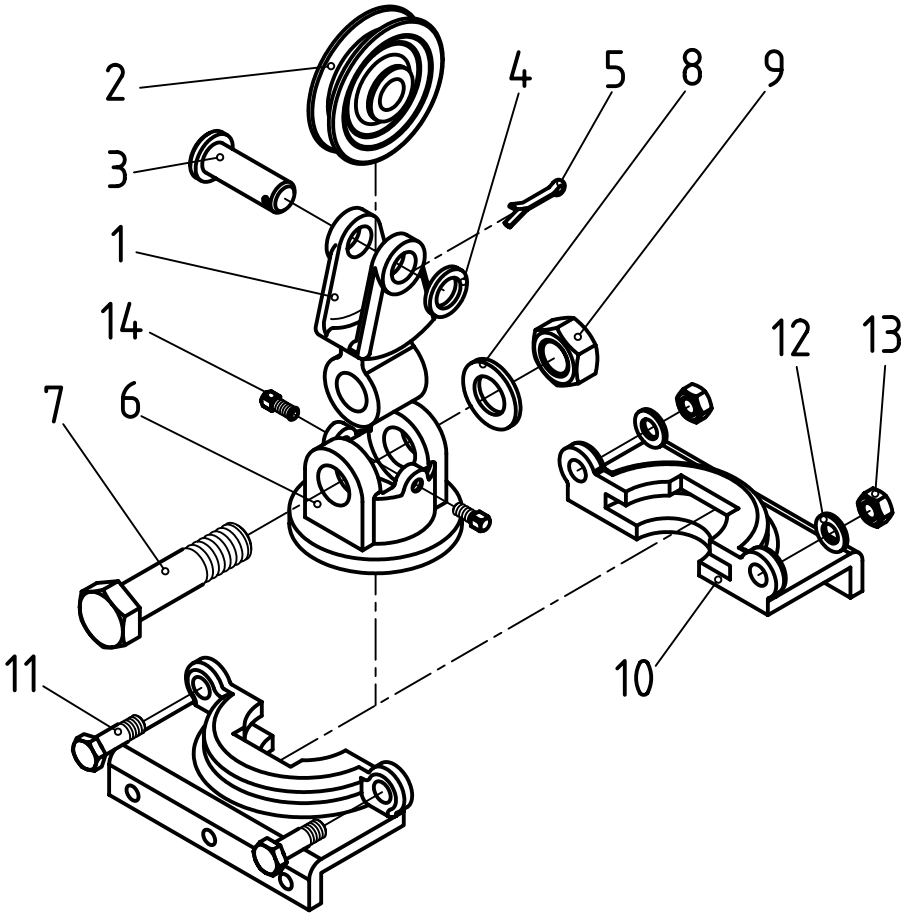
۲. کوشش کنید، با دانستن نام و کاربردها، دانش خود را درباره‌ی مجموعه افزایش دهید.

۳. زمانی که وسیله به درستی شناخته شود، می‌توان کارکرد هر تکه را در آن بررسی کرد. به این ترتیب، در پایان به ترسیم شکل درست آن خواهیم رسید.

۴. به دست آوردن آگاهی‌های هرچه بیشتر درباره‌ی مجموعه، بسیار مفید خواهد بود.

۵. پس از کشیدن بهترین نماها برای هر قطعه و به کارگیری برش‌های مناسب، اندازه‌گذاری و کدگذاری انجام شود.

۶. کار اصولی و درست آن است که هر قطعه روی یک برگ جداگانه ترسیم شود.



# دستورکار شماره‌ی ۱

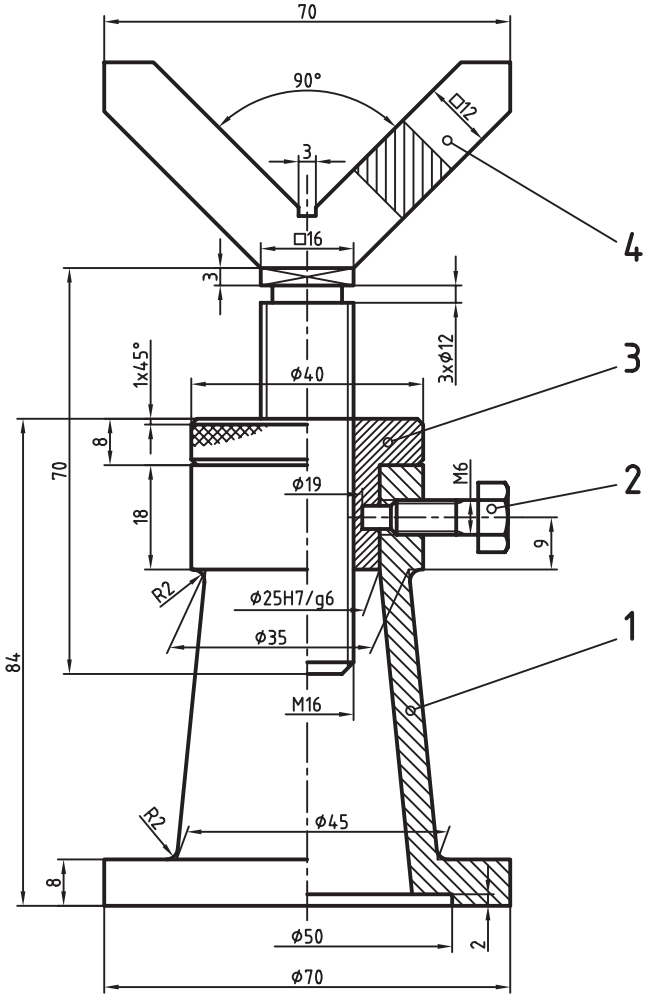
## پیاده کردن قطعات

(۱۲۰ دقیقه)

پس از بررسی کامل مجموعه‌ی داده شده، جدول را کامل کنید.

### مراحل ترسیم

پرداخت میان ۱ و ۳ برابر Ra 0.4 دیگر قسمت‌ها با دستور تولید خوب آج موجود به گام ۱ و زاویه‌ی ۴۵




۱. پس از بررسی کامل مجموعه داده شده، جدول را کامل کنید.

| |
|---|
| نام مجموعه: |
| جنس شماره‌ی ۱: |
| جنس ۳: |
| وظیفه‌ی آن: |
| نام شماره‌ی ۴: |
| نوع برش‌ها: |
| تعداد قطعه: |
| جنس ۴: |
| وظیفه‌ی ۲: |
| نام شماره‌ی ۱: |
| نام ۳: |
| بلندی نهایی آن: |

۲. تکه‌ی شـــماره‌ی ۱ را جدا کنید، نمایش دهید و کدهای لازم را روی آن بگذارید. برای این مرحله، کارها را روی یک برگ کاغذ A۴ به صورت مجزا انجام دهید.

ـ محور تکه‌ی شماره‌ی ۱ را در حالت افقی ترسیم کنید.

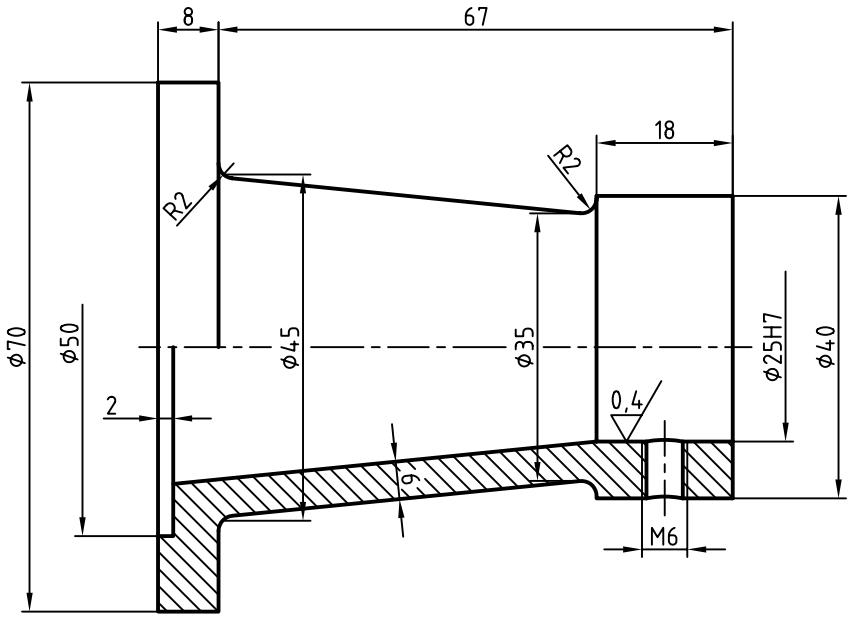
ـ برای آن نیم‌برش در نظر بگیرید.

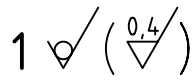
– ســوراخ مهره‌ی M6 را ترسیم کنید و نشانه‌ی دندانه را بگذارید.

– شــکل را اندازه‌گذاری کنیــد و تولرانس‌های آزاد را به صورت ISO 2768-m بنویسید.

– نشانه‌های جزئی و کلی پرداخت را بگذارید.

جنــس از چدن، تولرانس‌هــا ISO 2768-m را در جدول یادداشت کنید.




◀ برای سوراخ ∅25، باید مرحله‌ی انطباقی H7 را بنویسید. پرداخــت داخل این ســوراخ هم برابــر ۰/۴ خواهد بود.

◀ دقت کنید که ســوراخ مته بــرای مهره‌ی M6 با خط پهن و نشانه‌ی دنده با خط نازک باشد.

◀ به دلیل آن که بیشتر کارهای ماشینی این قطعه به‌صورت افقی انجام می‌شود، باید محور آن را افقی در نظر بگیرید.

◀ بهترین برش برای این قطعه نیم‌برش اســت که آن را رسم می‌کنید.

◀ زیرنویس نقشــه برای پرداخت‌ها را بــا دقت انجام دهید. مطابق این زیرنویس، ســطوح باید با بهترین کیفیت حاصل از تولید باشند.

۳. تکه‌ی شماره‌ی ۳ را ترسیم و کدگذاری کنید.

کارها را روی یک برگ کاغذ A۴ انجام دهید.

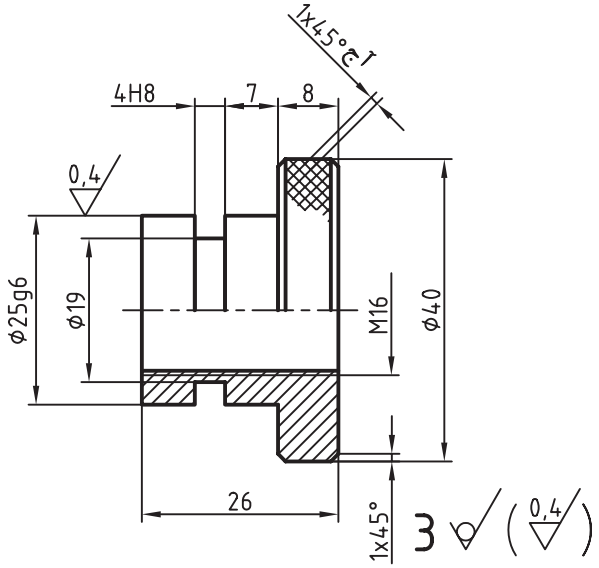
– محور این تکه را افقی در نظر بگیرید (چرا؟)

– برای آن نیم‌برش انتخاب کنید.

– دقت کنید که خط‌های مهره را درست در نظر بگیرید.

– شکل را اندازه‌گذاری کنید و برای شیار ۴، حالت انطباقی H8 را در نظر بگیرید.

– تولرانس‌های آزاد را هم باید در جدول بنویسید.




۴. تکه‌ی شماره‌ی ۴ را جدا و کدگذاری کنید. کارها را روی برگ A۴ انجام دهید.

– محور کار را عمودی در نظر بگیرید.

–پس از بررسی جزئیات، نما را ترسیم کنید.

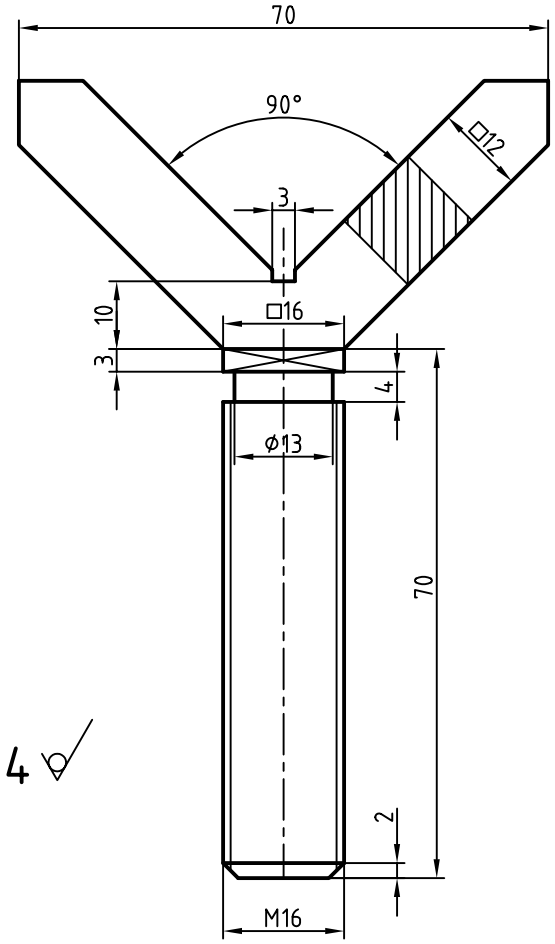
– در بخش V شکل یک برش گردشی در نظر بگیرید.

– پیچ اصلی M16 است. در نمایش درست آن دقت کنید.

– نقشه را اندازه‌گذاری کنید.

– زیرنویس پرداخت را درج کنید.

– تولرانس‌های داده نشده را بر اساس ISO 2768 مرحله‌ی متوسط (m) در جدول بنویسید.




تولرانس‌ها ISO 2768-m

جنس: فولاد پیچ

در پایان این کاربرگ باید سه برگ کاغذ A۴، دقیقاً با کادر و جدول پر شده، آماده کرده باشید. نتیجه‌ی کار را برای تأیید و ارزشیابی به هنرآموز محترم خود نشان دهید.

# دستورکار شماره‌ی ۲

## رسم و تکمیل جدول ترکیبی

(۲۰ دقیقه)

### مراحل ترسیم

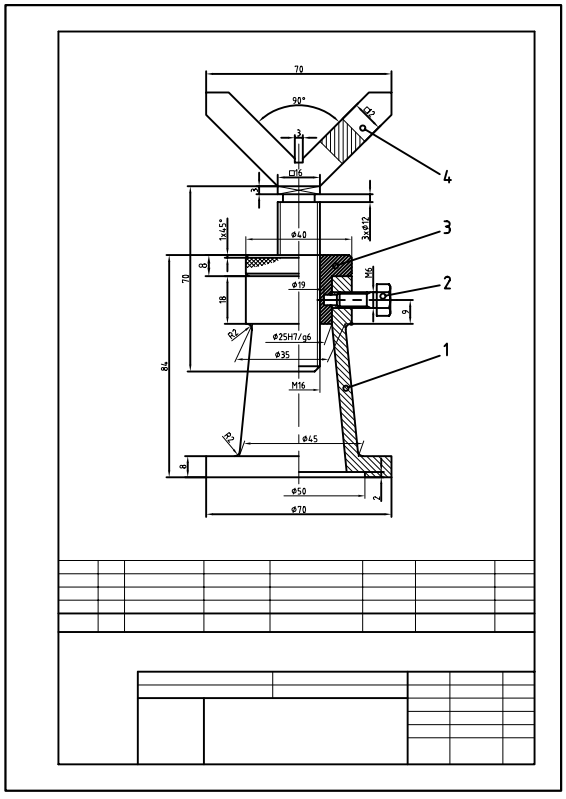
۱. کاغذ A۴ را به صورت عمودی بچسبانید.

– کپی تهیه‌شده از نقشه‌ی جک را در کاربرگ شماره‌ی ۱ بـا دقت برش دهید و روی این برگه بچسـبانید. آنگاه در زیر آن جدول ترکیبی مناسـب را (برابر آنچه که می‌دانید) ترسیم کنید.

۲. بـرای ایـن جدول چهـار ردیف افقی اصلـی در نظر بگیرید.

– مجموعه‌ی اطلاعات زیر را در این جدول وارد کنید.

برای قطعه‌ی ۱، اندازه‌ی کاغذ A۴، جنس چدن، وزن ۲۸۱ گرم، تعداد ۱، مشخصات GG15، برای قطعه‌ی ۳، اندازه‌ی کاغذ A۴، جنس برنز، وزن ۷۸ گرم، تعداد ۱، مشـخصات CuZnAl برای قطعه‌ی ۴، اندازه‌ی کاغذ A۴، جنس فولاد پیـچ، وزن ۱۶۳ گرم، تعداد ۱، مشـخصات St50,C35N برای قطعه‌ی ۲، اندازه‌ی کاغذ A۴، جنس فولاد پیچ، وزن ۱۳ گـرم، تعداد ۱، مشـخصات St37,C15N در ارتباط با درستی کارتان با هنرآموز محترم خود مشورت کنید.



# ارزشیابی پایانی

**نظری**

۱. یک نقشه‌ی ساده چه اطلاعاتی را باید در اختیار ما قرار دهد؟

۲. نقشه‌ی ترکیبی چگونه نقشه‌ای است؟ کاربردهای آن کدام‌اند؟

۳. طراحان چه بهره‌ای از نقشه‌ی ترکیبی می‌برند؟

۴. حداقل ۶ مورد از نکاتی را که در جدول ترکیبی موجود است بنویسید.

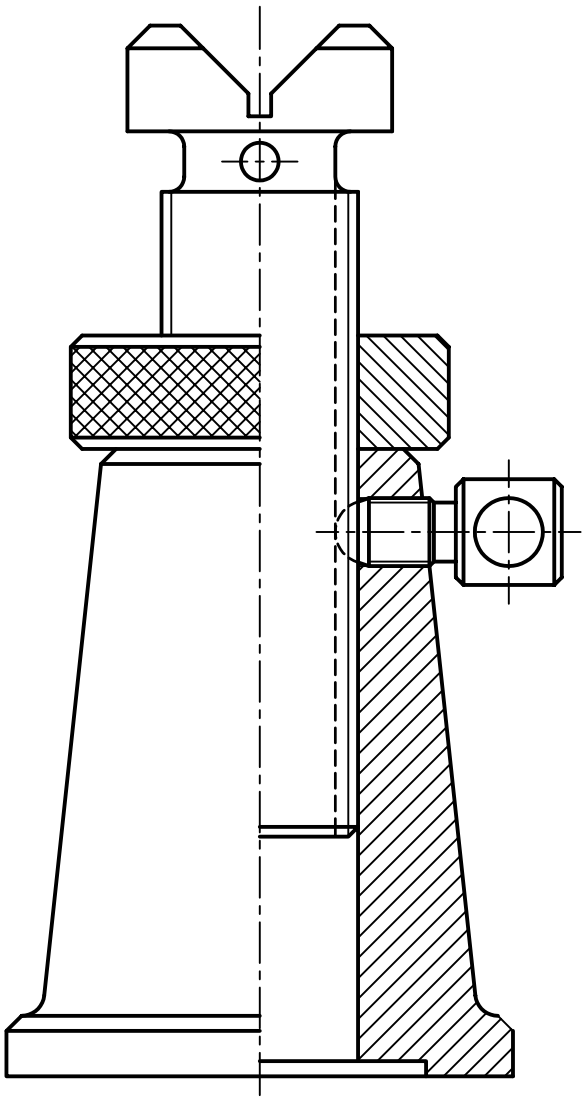
۵. خواندن یک نقشه‌ی ترکیبی یعنی چه؟

**عملی: (زمان: ۱۶۰دقیقه)**

۱. چهار تکه‌ی موجود در نقشه‌ی جک را شماره‌گذاری کنید.

– اجزای آن را پیاده کنید. (برای مهره و پایه نیم‌برش در نظر بگیرید).

– اجزا را اندازه‌گذاری کنید. (هر قطعه روی یک برگ A۴).

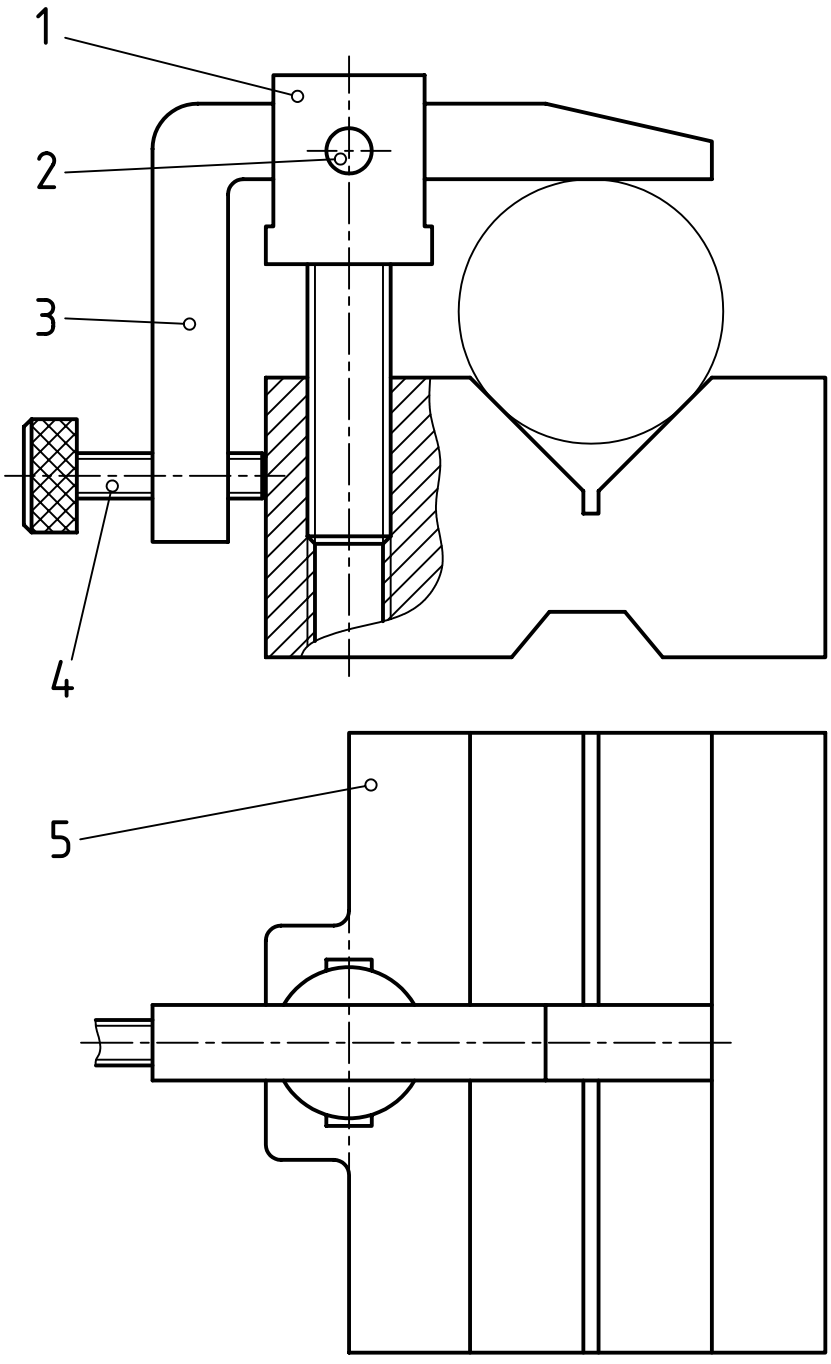


۲. برای قطعات موجود در منشور خط‌کشی کارهای زیر را انجام دهید:

– برای هر یک از قطعات ۳،۱ و ۵ دو نما با اندازه‌گذاری، پرداخت سطح، تولرانس و انطباق ترسیم کنید.

– برای قطعه‌ی ۴ یک نما به شرح بالا ترسیم کنید.

**توجه:** با دقت در کارکرد مجموعه، به حدود رده‌های انطباقی خواهید رسید. ضمناً برای منشور (قطعه‌ی شماره‌ی ۵) پرداخت‌های خوب و تولرانس‌های خیلی کم در نظر بگیرید.



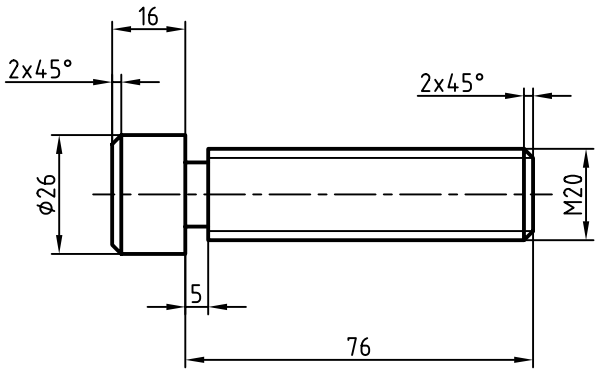
# توانایی خواندن نقشه‌ی اجرایی

**◄ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:**

- نقشه‌ی اجرایی را شرح دهد.
- نقشه‌ی انفجاری را معرفی کند.
- کاربردهای نقشه‌ی انفجاری را بیان کند.
- اجزای نقشه‌ی اجرایی را نام ببرد.
- نقشه‌ی اجرایی را بخواند.
- اصول خواندن نقشه‌ی اجرایی را شرح دهد.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ۶ | ۸ |

# پیش آزمون




۱. برای آن که یک قطعه در کارگاه ساخته شود، به دانستن چه چیزهایی نیاز داریم؟

۲. آیا دادن نقشـــه‌ی یک قطعه (مانندپیچ)، برای ساخت آن در کارگاه کافی است؟

۳. به نظر شما نقشه چه کمبودهایی دارد؟

۴. برای امکان‌پذیر شدن ساخت این پیچ چه پیشنهادهایی دارید؟

۵. آیا اگر پرداخت‌ها و تولرانس‌ها را در آن مشخص کنیم، کار ساخت انجام می‌شود؟

۶. آیا اصولاً مجموعه‌ی اطلاعات روی نقشه برای ساخت آن کافی است؟

۷. آیا جدول می‌تواند به تکمیل اطلاعات کمک کند؟

۸. در جدول معمولاً چه چیزهایی را می‌توان عرضه کرد؟

۹. آیا دسته‌ی سوم اطلاعات (یعنی آن‌ها که در اطراف نقشه هستند) نقشی در درک بهتر نقشه دارند؟

۱۰. آیا می‌توان برای نقشه‌ای که همه گونه اطلاعات را برای ساخت در اختیار می‌گذارد، نام نقشه‌ی اجرایی را برگزید؟

## نقشه‌ی اجرایی

نقشـــه‌ی اجرایی زمانی اجرایی اســـت که از نظر نیازهای ســـاخت، هیچ‌گونه کمبود یا کاستی نداشته باشد. نیازهای ساخت چیست؟

۱. شکل دقیق قطعه

۲. اندازه‌های کامل، حتی کوچک‌ترین جزئیات

۳. پرداخت‌ها، برای همه‌ی سطوح

۴. تولرانس‌ها و انطباقات در همه‌ی موارد.

۵. جنس و نکته‌های استاندارد.

اما بیشـــتر از آن، نقشه‌ی اجرایی با مفاهیم پیچیده‌تری همراه است. به عبارت دیگر، زمانی که نقشه‌ی یک قطعه برای ساخت داده می‌شود، روشن است که باید پاسخگوی موارد بالا باشـــد. بنابراین، نقشه‌ی اجرایی یک پروژه، در حقیقت مجموعه‌ای است از نقشه‌ها.

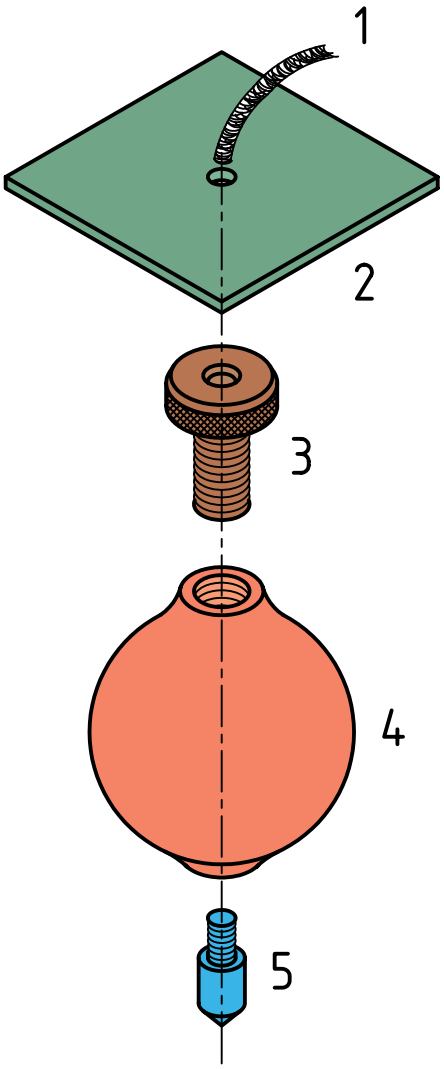
## نقشه‌ی انفجاری

برای آن که درک بهتری از یک نقشـــه‌ی ترکیبی به‌دســـت آیـــد، می‌توان آن را به صورت ســـه‌بعدی نمایش داد. این نقشه‌ی ســـه‌بعدی، به ویژه برای بازشده‌ی یک مجموعه، بسیار رایج اســـت. معمولاً به این نقشه‌ی سه‌بعدی، که به صورت بازشده خواهد بود، نقشه‌ی انفجاری می‌گویند.

به نمونه‌ای که تکه‌های یک شـــاقول را نشـــان می‌دهد توجه کنید. شـــماره‌ی ۱ نخ، شماره‌ی ۲ صفحه، شماره‌ی ۳ پیچ، شـــماره‌ی ۴ بدنه و شـــماره‌ی ۵ نوک اســـت (آیا می‌توانید وظیفه‌ی هر قطعه را شرح دهید).

در ایـــن نقشـــه، هر تکه همـــان شـــماره‌ی ۱ را که در ترکیب دارد، خواهد داشـــت. ممکن اســـت این نقشه هم اندازه‌گذاری شـــود. با توجه به این نقشه می‌توان دریافت بهتری درباره‌ی هر یک از قطعات داشت.

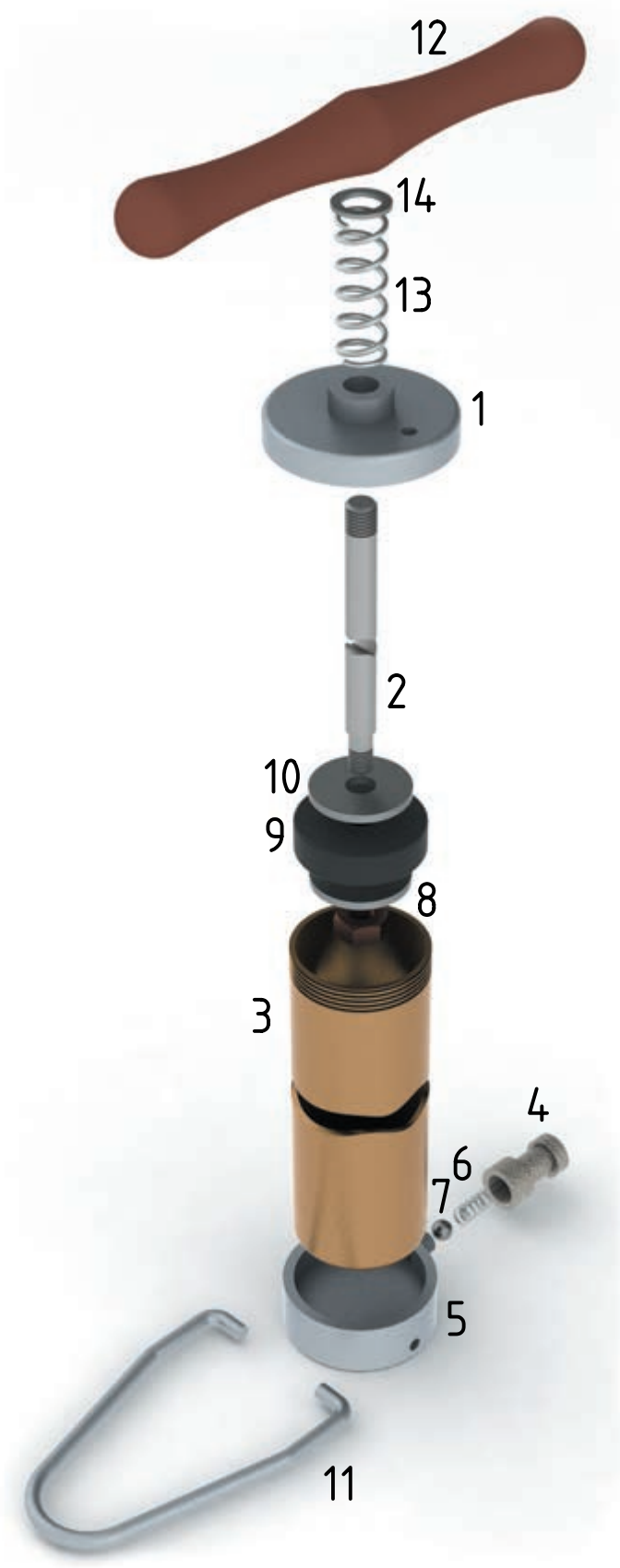
به نمونه‌ای دیگر نگاه کنید.




در نقشه‌ی انفجاری صفحه بعد، اجزای یک تلمبه‌ی باد دوچرخه دیده می‌شود. با دقت در این جزئیات می‌توانید بـــه خوبی به چگونگـــی کار تلمبه پی ببریـــد با این حال، می‌توان افزود:

– میله‌ی بلند و دوسر دنده‌ی آن از یک سو، در دسته‌ی شماره‌ی ۱۲ بسته می‌شود، در حالی که واشر ۱۴ و فنر ۱۳ میان ۱ و ۲ قرار می‌گیرد.

– میله‌ی شماره ۲ از سوی دیگر پس از عبور از واشر بزرگ




۱۰، کاسه‌ی چرمی ۹ و واشر ۸ در مهره بسته می‌شود.

– مجموعه داخل لوله‌ی بلند ۳ می‌شود و درپوش شماره‌ی ۱ روی آن بسته و سفت می‌شود.

– ساچمه‌ی ۷ ، فنر ۶ و سرشلنگی ۴ بسته می‌شوند.

– لوله‌ی ۳ روی ۵ بسته می‌شود و زیرپایی ۱۱ هم (که حالت فنری دارد) در سوراخ‌های موجود روی ۵ قرار می‌گیرد.

هنگامی که دسته‌ی تلمبه را با سرعت پایین می‌آوریم، تشتک ۹، که کاسه‌ای چرمی است، هوا را فشرده می‌کند و ساچمه، با جمع شدن فنر پشت آن، اجازه‌ی عبور هوا به درون لاستیک دوچرخه را می‌دهد. همین ساچمه با کمک فنر از برگشت باد لاستیک به لوله جلوگیری می‌کند. شماره‌ی ۹، در واقع، یک کاسه‌نمد از جنس چرم است.

## کاربردهای نقشه‌ی انفجاری

نقشه‌ی انفجاری کاربردهای بسیاری دارد.

۱. سوار کردن قطعات (مونتاژ): این نقشه راهنمای خوبی است برای سوار کردن. برای نمونه، شما می‌توانید با راهنمایی آن، اجزای تلمبه‌ی بادِ دوچرخه را با دقت لازم روی هم ببندید. می‌بینید که مجموعه اگر اجزای بیشتری هم داشته باشد، توانایی چنین کاری هست.

۲. در تعمیرات: یک تعمیرکار باتجربه می‌تواند اجزای مجموعه‌ای را (که ممکن است تاکنون آن را ندیده باشد) باز کند و پس از تعویض قطعه‌ی خراب‌شده، باز هم آن را ببندد. پس، این نقشه برای باز کردن درست یک مجموعه هم کارایی دارد. این مطلب با توجه به آن که بسیاری از تعمیرکاران با نقشه‌خوانی آشنا نیستند اهمیت زیاد دارد.

شیر فرمان اهرمی (سه‌بعدی انفجاری)

شیر فرمان‌دهنده‌ی اهرمی (سه‌بعدی بسته)

افزون بر آن، این نقشه در طراحی (برای بررسی بهتر فرم‌ها)، در ساخت (برای به‌دست آوردن دریافت بهتر از شکل و پیچیدگی‌های قطعات) و در سرویس و نگهداری محصولات صنعتی اداری، خانگی و... کاربرد دارد.

## اجزای نقشه‌ی اجرایی

پیش از این گفته شد که نقشه‌ی اجرایی یک پروژه، مجموعه‌ای از نقشه‌هاست. این اجزا به شرح زیر است:

۱. نقشه‌ی ترکیبی از مجموعه، به گونه‌ای کاملاً واضح و گویا، به همراه یک جدول ترکیبی.

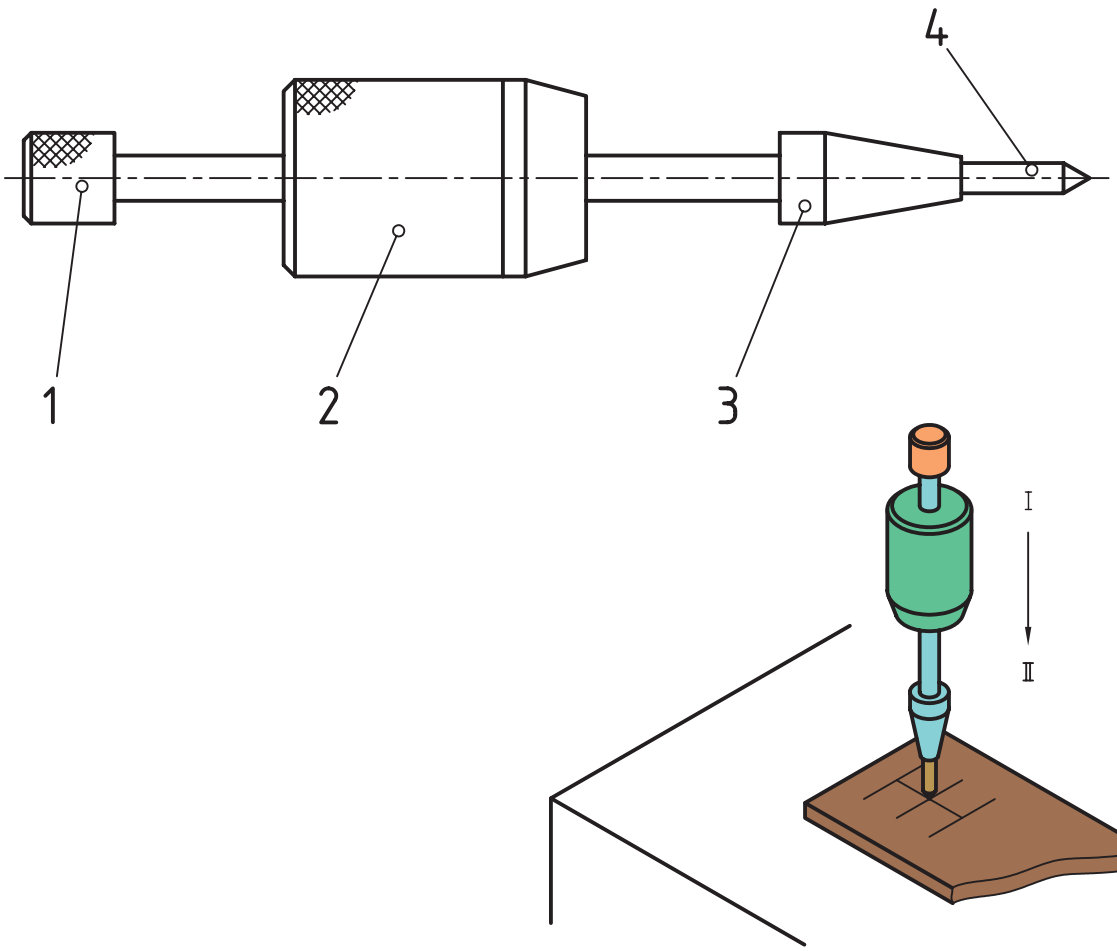
۲. نقشه‌ی انفجاری برای نمایش همه‌ی تکه‌ها به صورت سه‌بعدی و برای درک بهتر.

۳. نقشه‌ی، اجزایی که باید ساخته شود با جزئیات کامل (برابر آنچه که گفته شده است). این نقشه‌ها می‌توانند شامل برخی از اجزای ماشین هم باشند.

**نکته**

آن دسته از اجزای ماشین که در بازار موجودند، نیاز به نقشه ندارند، مانند پیچ و مهره‌ی استاندارد، پین، واشر، خار، فنر، تسمه،... ولی برخی که در بازار نیستند نیاز به نقشه دارند، مانند چرخ دنده و چرخ تسمه.

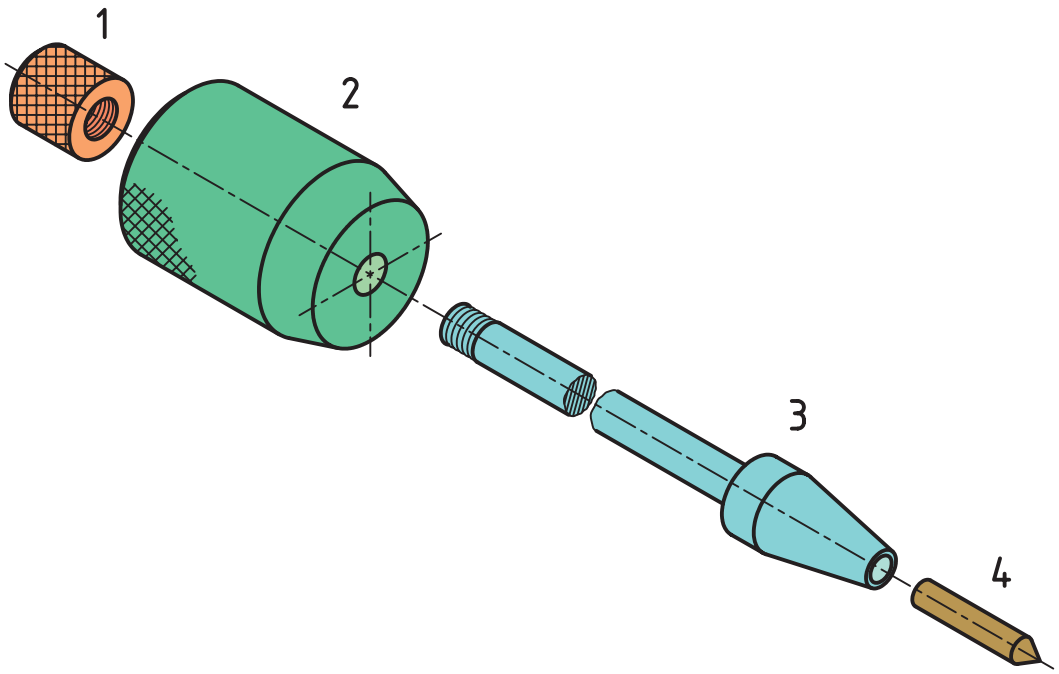
نقشه‌ی هر تکه از مجموعه باید به تنهایی روی یک برگه‌ی جداگانه داده شود. البته بخش تولید ممکن است نقشه‌های دیگری را نیز درخواست کند که بعداً پیوست خواهد شد. در این‌جا به نمونه‌ای از یک نقشه‌ی اجرایی نگاه کنید و نکته‌های مهم آن را به خاطر بسپارید.




| تعداد | نام | جنس | مشخصات | شماره | وزن | | | کاغذ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | سنبه | فولاد کربنی | H.C.S. | ۴ | | | | A۴ |
| ۱ | محور | فولاد ساختمانی | St37 | ۳ | | | | A۴ |
| ۱ | وزنه | فولاد ساختمانی | St37 | ۲ | | | | A۴ |
| ۱ | مهره | فولاد پیچ | M6x0,75 | ۱ | | | | A۴ |

| | نام | تاریخ | | |
|---|---|---|---|---|
| طراح | | | تولرانس: | |
| نقشه‌کش | | | نام: سنبه نشان وزنه‌ای | سفارش: |
| بازبین | | | | |
| تصویب | | | | |
| مقیاس ۱:۱ | | ۱/۶ | | |

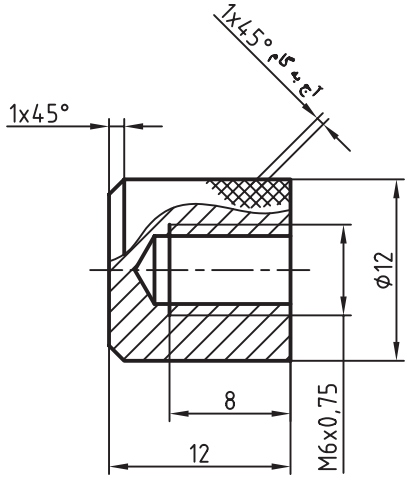
**نقشه‌ی ترکیبی، نخستین برگه از مجموعه‌ی شش‌برگی (که در یک پوشه قرار دارد).**




| تعداد | نام | جنس | مشخصات | شماره | وزن | | کاغذ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | سنبه | فولاد کربنی | H.C.S. | ۴ | | | A۴ |
| ۱ | محور | فولاد ساختمانی | St37 | ۳ | | | A۴ |
| ۱ | وزنه | فولاد ساختمانی | St37 | ۲ | | | A۴ |
| ۱ | مهره | فولاد پیچ | M6x0,75 | ۱ | | | A۴ |

| | نام | تاریخ | | |
|---|---|---|---|---|
| طراح | | | تولرانس: | |
| نقشه‌کش | | | نام: سنبه نشان وزنه‌ای | سفارش: |
| بازبین | | | | |
| تصویب | | | | |
| مقیاس ۱:۱ | | 2/6 | | |

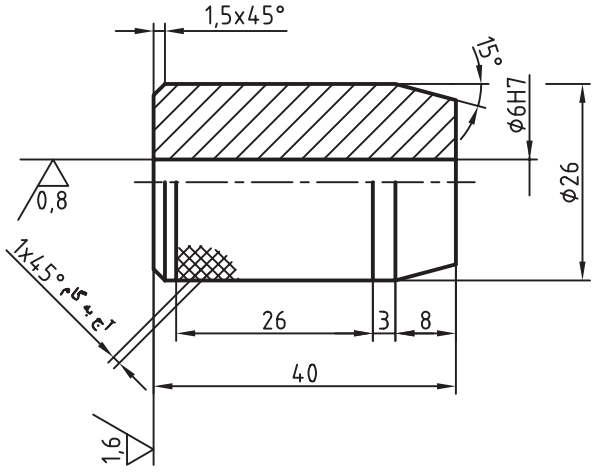
**نقشه‌ی انفجاری، دومین برگه از مجموعه‌ی شش‌برگی اجرایی.**




1 ✓

| | نام | تاریخ | تولرانس: ISO 2768-m | |
|---|---|---|---|---|
| طراح | | | | |
| نقشه‌کش | | | | |
| بازبین | | | نام: | سفارش: |
| تصویب | | | سنبه نشان وزنه‌ای | |
| مقیاس ۱:۱ | | 3/6 | | |

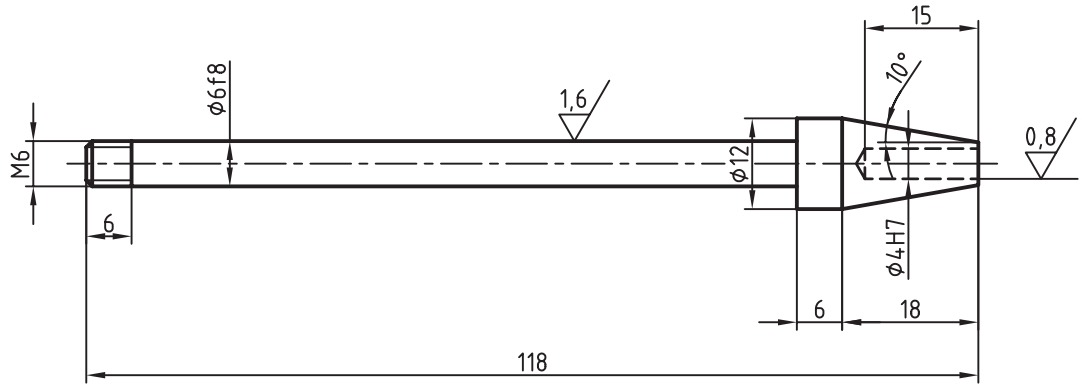
**نقشه‌ی محور، سومین برگه از مجموعه‌ی شش‌برگی اجرایی.**




2 √ ( 1,6 / 0,8 / )

| | نام | تاریخ | تولرانس: | |
|---|---|---|---|---|
| طراح | | | | |
| نقشه‌کش | | | | |
| بازبین | | | نام: | سفارش: |
| تصویب | | | | |
| مقیاس ۱:۱ | | 4/6 | | |

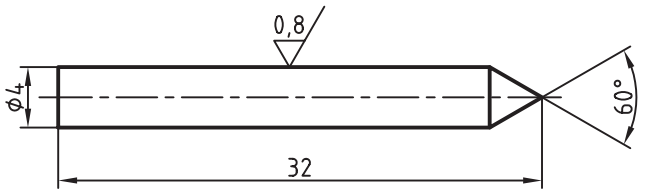
**نقشه‌ی وزنه، چهارمین برگه از مجموعه‌ی شش‌برگی اجرایی.**




3 $\sqrt{}$ ( $\frac{1,6}{\nabla}$ $\frac{0,8}{\nabla}$ )

| | نام | تاریخ | تولرانس: | | |
|---|---|---|---|---|---|
| طراح | | | | | |
| نقشه‌کش | | | نام: | | سفارش: |
| بازبین | | | | | |
| تصویب | | | مهره | | |
| مقیاس ۱:۱ | | 5/6 | | | |

**نقشه‌ی مهره، پنجمین برگه از مجموعه‌ی شش‌برگی اجرایی**




4 $\sqrt{}$ ( $\frac{0,8}{\nabla}$ )

| | نام | تاریخ | تولرانس: | | |
|---|---|---|---|---|---|
| طراح | | | | | |
| نقشه‌کش | | | نام: سنبه | | سفارش: |
| بازبین | | | | | |
| تصویب | | | | | |
| مقیاس ۱:۱ | | 6/6 | | | |

**نقشه‌ی سنبه، ششمین برگه از مجموعه‌ی شش‌برگی اجرایی.**

## خواندن نقشه‌ی اجرایی

خواندن نقشه‌ی اجرایی، همانند خواندن هر نقشه‌ی دیگر، از دو بخش تشکیل می‌شود:

الف) دریافت شکل قطعه با تمام جزئیات آن.

ب) دریافتن و فهمیدن همه‌ی اطلاعات موجود در برگه‌ی نقشـــه که عبارت‌اســـت از : اندازه‌ها، نشانه‌ها، آنچه که در اطراف نقشه آمده و اطلاعاتی که مربوط به ساخت است.

در پایان، اگر قطعه‌ای با توجه به اطلاعات موجود در برگه‌ی نقشـــه، به درستی ساخته شـــود، می‌گوییم نقشه‌ی اجرایی به خوبی خوانده شده است.

**چکیده مطالب**

### اصول خواندن نقشه‌ی اجرایی:

برای خواندن نقشه‌ی اجرایی به توانایی‌های زیر نیاز است:

۱. نقشه‌خوانی ساده، یعنی دریافتن جسم با توجه به نماها.

۲. آشنایی دقیق با اصول و قواعد اندازه‌گذاری برای برداشت خوب از اندازه‌ها و نشانه‌ها.

۳. تسلط بر خواندن نشانه‌های پرداخت سطح.

۴. دانستن مفاهیم اساسی تولرانس‌ها و انطباقات.

۵. آشنایی با مفاهیمی در جداول می‌آید (مانند جنس مواد، استانداردهای مربوطه، عملیات لازم).

# دستورکار

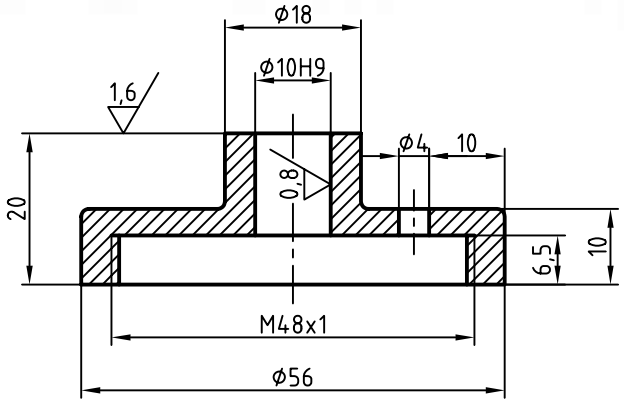
## خواندن نقشه‌ی اجرایی

(۲۰ دقیقه)

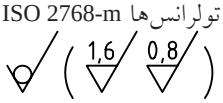
۱. نقشه‌ی داده‌شده را بررسی کنید.

ـ بر اســاس اطلاعاتی که از نقشــه برداشت می‌کنید جدول زیر را کامل کنید.

**راهنمایی:** این قطعه درپوش تلمبه‌ی باد دوچرخه است و از جنس برنز است.




تولرانس‌ها ISO 2768-m




### مراحل ترسیم

| | |
|---|---|
| پرداخت‌های موجود در قطعه چیست؟ | |
| در قطعه از چه نوع انطباقی استفاده شده است؟ | |
| گوشه‌ها با چه شعاعی گرد شده‌اند؟ | |
| جنس قطعه چیست و چرا این ماده انتخاب شده است؟ | |
| تولرانس‌های داده‌نشده چگونه انتخاب می‌شوند؟ | |
| چرا پرداخت سوراخ ∅۱۰ خوب انتخاب شده است؟ | |
| شماره‌ی این قطعه در تلمبه چه بوده است؟ | |

پس از تکمیل جدول، آن را برای تأیید و ارزشیابی به هنرآموز محترم خود نشان دهید.

# ارزشیابی پایانی

## ◄ نظری

۱ . نقشه‌ی اجرایی چیست و از آن چه انتظاراتی می‌توان داشت؟

۲. نقشه‌ی انفجاری چیست و چه توانایی‌هایی دارد؟

۳. چگونگی استفاده از نقشه‌ی انفجاری را در تعمیرات توضیح دهید.

۴. اجزای یک نقشه‌ی اجرایی را دقیقاً نام ببرید.

۵. نقشه‌ی دستی از یک قطعه (هر چند ساده) را به صورت نقشه‌ی اجرایی نمایش دهید.

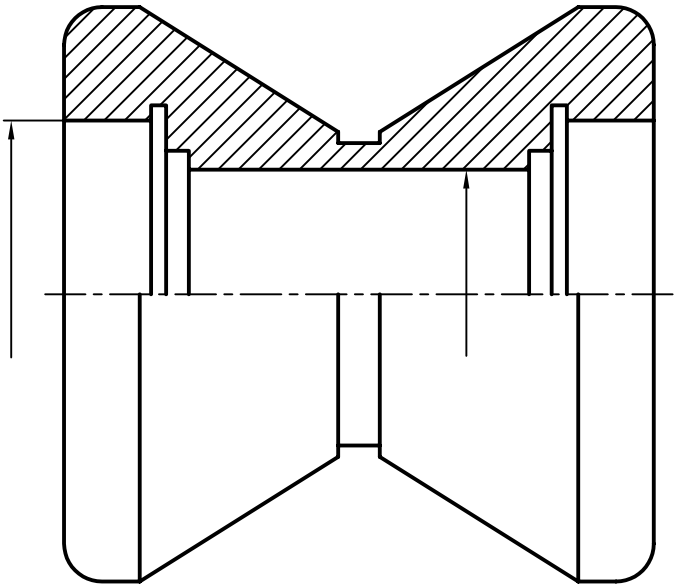
**عملی: (زمان: ۳۴۰دقیقه)**

۱. یک نما از یک قرقره را در نیم‌برش می‌بینید. کارهای خواسته‌شده را روی آن انجام دهید.

الف) پرداخت سوراخ بزرگ و نیز سوراخ کوچک برابر ۰/۸ (بقیه‌ی سطوح با دستور تولید خوب).

ب) تولرانس برای طول اصلی و قطر اصلی ±۰/۲

پ) انطباق برای کلیه‌ی سوراخ‌ها از رده‌ی H7

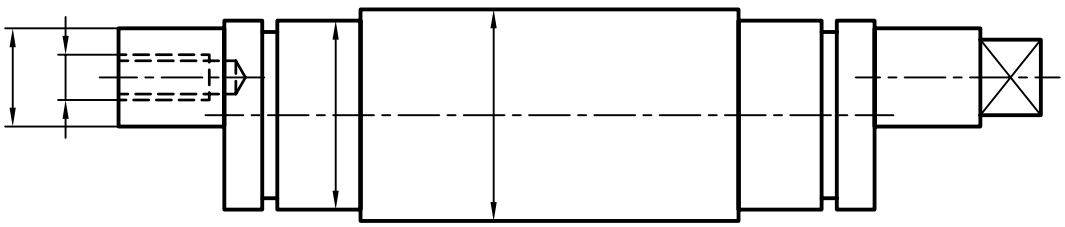


۲. برای محور لنگ، کارهای خواسته‌شده را به همراه اندازه‌گذاری کامل انجام دهید.

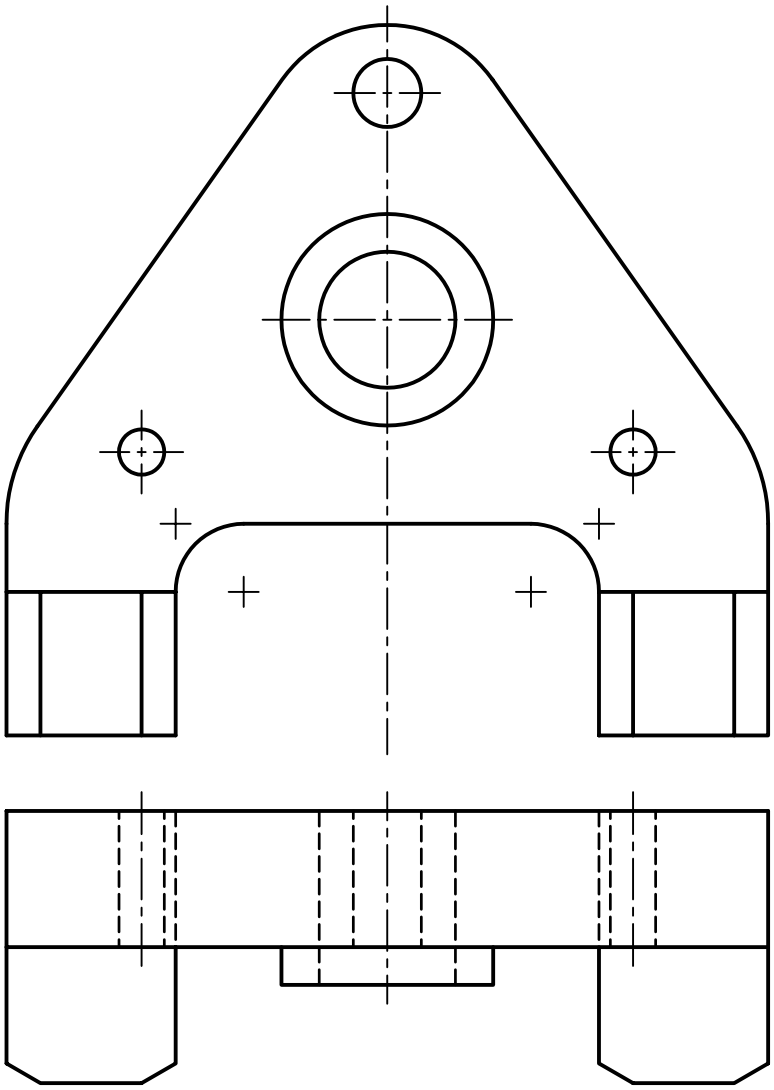
الف) سطح دو استوانه‌ی دارای اندازه به مقدار ۱/۶ پرداخت شود (بقیه‌ی سطوح با پرداخت ۳/۲).

ب) رده‌ی انطباقی برای دو استوانه‌ی شامل اندازه، m۶

پ) تولرانس طول کلی قطعه ±۰/۳



۳. برای قطعه‌ی مربوط به رنده‌گیر دستگاه تراش از جنس فولاد ابزار، همه‌ی اندازه‌ها را بنویسید و پرداخت‌ها، تولرانس‌ها و انطباقات را تعیین کنید و پس از مشورت با هنرآموز محترم خود روی نقشه بنویسید.
(بهتر است از این نقشه کپی تهیه شود زیرا به ترسیم جدول هم نیاز است.)



۴. نقشه‌ی اجرایی مربوط به سنبه نشان وزنه‌ای را ترسیم کنید.
برگه‌ها همه باید A۴ باشد و در یک پوشه مرتب شود.

# توانایی ترسیم برخورد اجسام

**◄ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:**

- برخورد را تعریف کند.
- برخورد صفحه با اجسام را رسم کند.
- برخورد دو استوانه را ترسیم کند.
- برخورد استوانه و مخروط را ترسیم کند.
- اصول تعیین برخورد اجسام را توضیح دهد.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ۴ | ۶ |

# پیش‌آزمون

۱. ساده‌ترین حجم هندسی که می‌شناسید چیست؟

۲. آیا می‌توانید مکعب را تعریف کنید؟

۳. منشور چگونه حجمی است؟

۴. آیا می‌توانید بگویید ساده‌ترین منشور کدام است؟

۵. آیا می‌توان یک مکعب‌مستطیل را گونه‌ای از منشور دانست؟

۶. آیا می‌توانید پنج جمله‌ی درست درباره‌ی مکعب بگویید؟

۷. استوانه را به چه صورت‌هایی می‌توان برید؟ شرح دهید.

۸. به نظر شما قطعه‌ی روبه‌رو چیست؟

۹. شکل روبه‌رو چیست؟ این قطعه چه کاربردی دارد؟

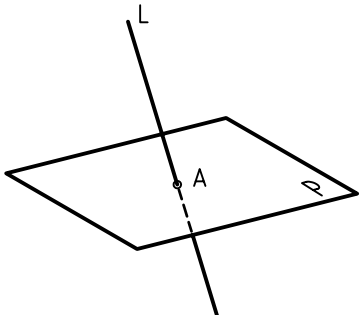
۱۰. مورد شکل ۹، از برخورد چه حجم‌هایی ساخته شده است؟

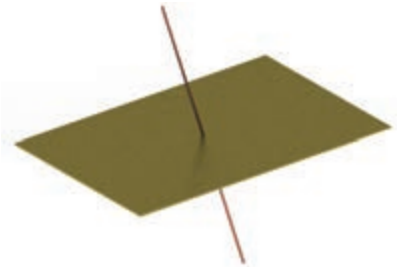
۱۱. به نظر شما نمای داده‌شده مربوط به چیست؟ این سازه از چه موادی ساخته شده است و چند تکه است؟

## برخورد

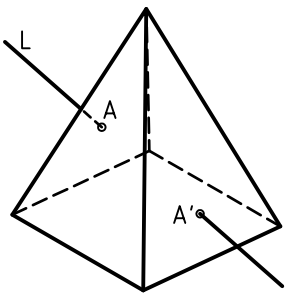
در نقشه‌کشـــی منظور از برخورد دو شکل هندسی، یافتن فصل مشترک آن‌هاست. به نمونه‌هایی نگاه کنید:

**۱. برخـــورد خط و صفحه**: یک خط می‌تواند در برخورد با یک صفحه، یک نقطه‌ی مشـــترک ایجاد کند. در شکل، A نقطه‌ی مشترک است.

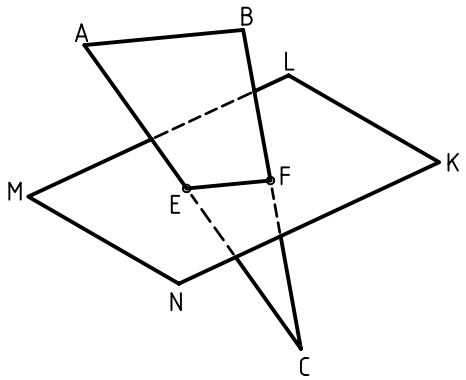


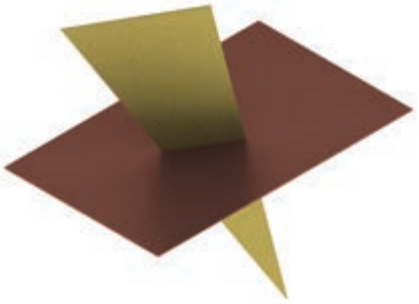



**۲. برخورد خط و جســـم**: یک خط می‌تواند در برخورد خود با یک جســـم، دو نقطه‌ی مشترک به وجود آورد. در شـــکل، نقطه‌ی A ورود خط به جســـم و $A'$ خروج آن از جسم است.



**۳. برخـــورد صفحه و صفحه**: یک صفحه‌ی P می‌تواند با برخورد خود با صفحه‌ی دیگر مانند $P'$ یک خط مشـــترک به‌وجود آورد. در شکل، EF، برخورد دو صفحه یا اشتراک آن‌هاست.

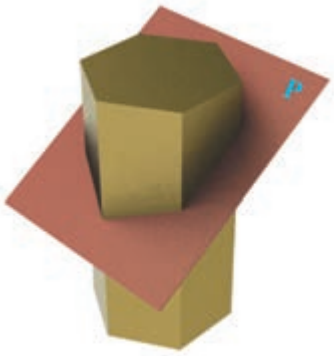


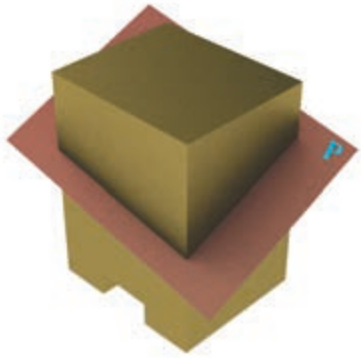
**بیشتر بدانیم**

برخورد را با نام‌های «تقاطع» یا فصل مشـــترک هم به کار می‌برند.

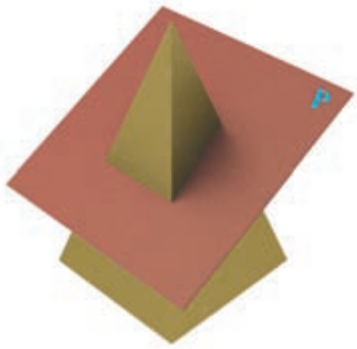
**۴. برخورد صفحه با جسم:** یک صفحه می‌تواند با جسم برخورد کند و شکل‌های گوناگون را به‌وجود آورد. به جدول نگاه کنید. برخورد یک صفحه‌ی P با منشور، استوانه، هرم، مخروط و ... دیده می‌شود.




۱. برش منشور با یک صفحه

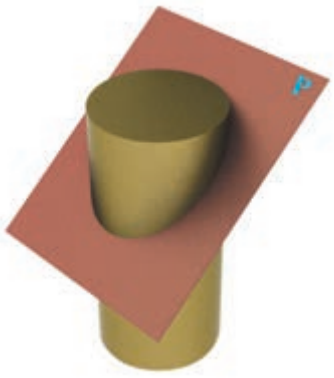



۲. برش منشور با چهار صفحه



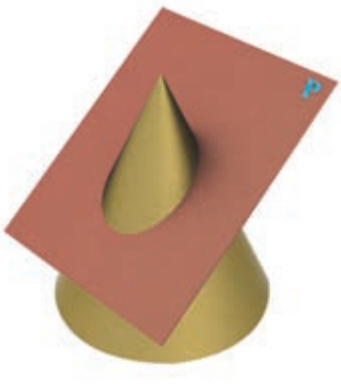

۳. برش هرم با یک صفحه

۴. برش هرم با شش صفحه



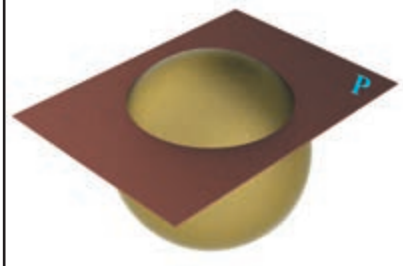

۵. برش استوانه با یک صفحه

۶. برش استوانه با پنج صفحه




۷. برش مخروط با یک صفحه

۸. برش مخروط با دو صفحه



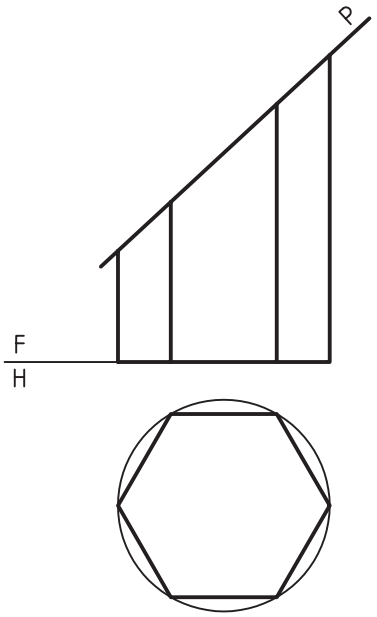

۹. برش کره با یک صفحه

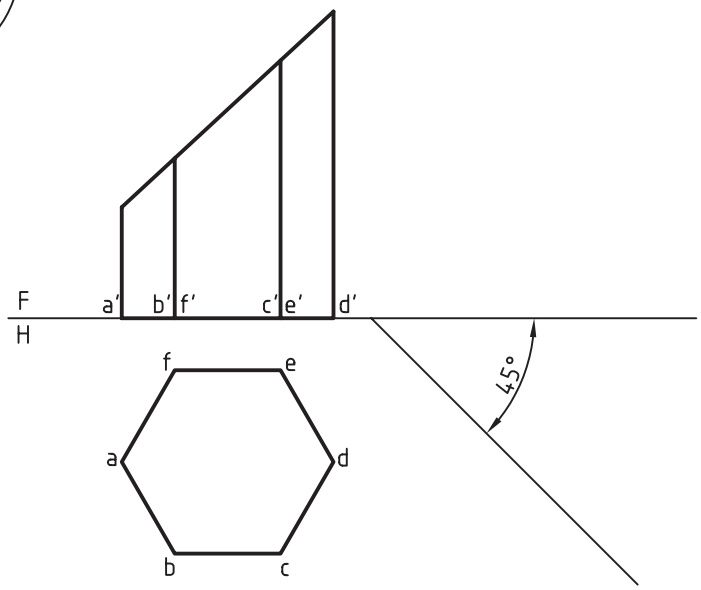
این برخوردها را می‌توان با اســـتفاده از روابط بین نماها ترسیم و تکمیل کرد. به چند نمونه نگاه کنید.

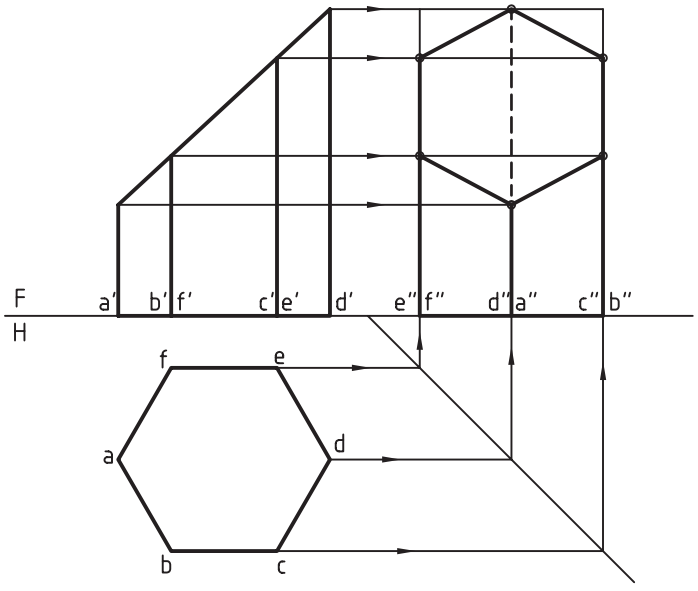
◀ **برخورد صفحه و منشور:** منشوری شش‌بر (شش‌ضلعی منتظم) با صفحه بریده شده است.

دو نمای موجود کامل است. برای رسم نمای سوم، با رسم خط ۴۵°، کار را آغاز می‌کنیم. همه‌ی نقطه‌های مورد نیاز به کمک خط‌های رابط به‌دست می‌آید.

با اتصال نقاط و رســـم خط‌ها در نمای نیم‌رخ، شکل کامل خواهد شد.



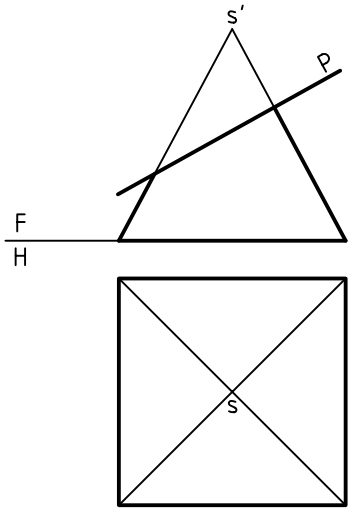



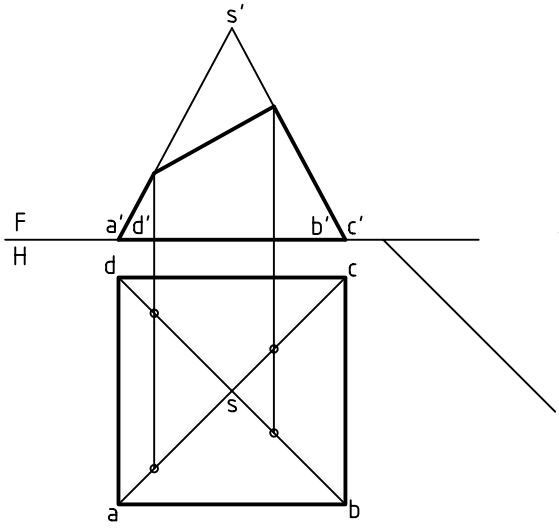
**برخـــورد صفحه و هـــرم:** هرم را بـــا قاعده‌ی مربع در نظـــر می‌گیریم و آن را با صفحـــه‌ی P برش می‌دهیم. می‌خواهیم سه نمای کامل آن را ترسیم کنیم.

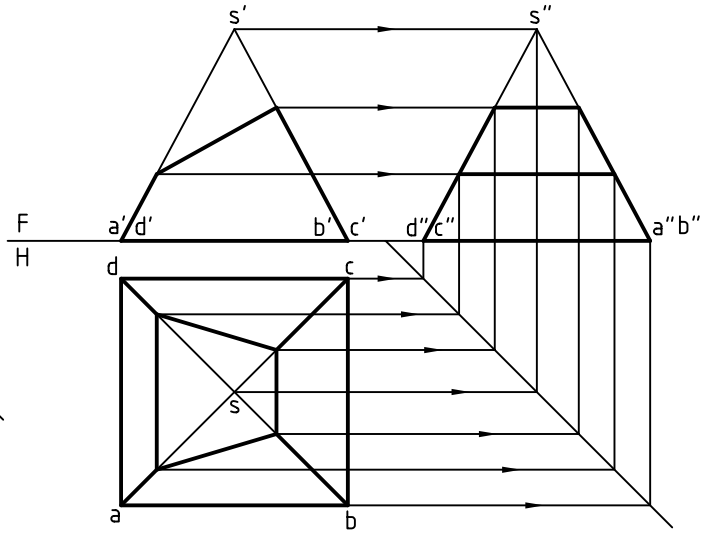
نمای از جلو کامل است، اما نمای افقی ناقص است.

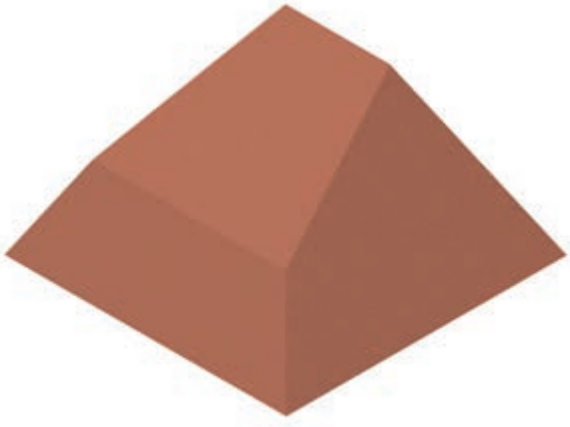
ابتدا با ترســـیم خط‌های رابـــط، نقاط لازم برای نمای افقی به‌دست می‌آید.

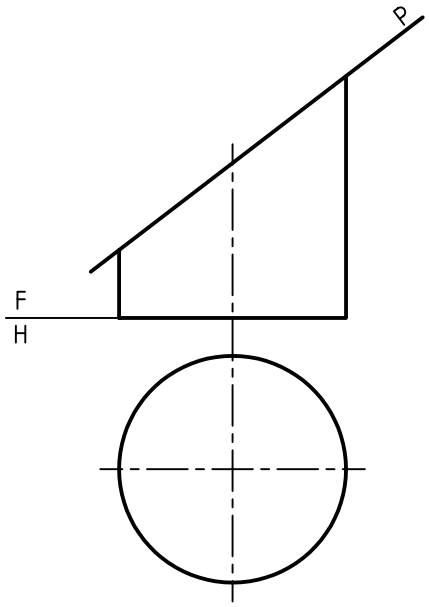
آنگاه با ترسیم رابط و کمک خط ۴۵° درجه نقطه‌های لازم برای نمای ســـوم مشخص می‌شود. در شکل سه نما کامل است.



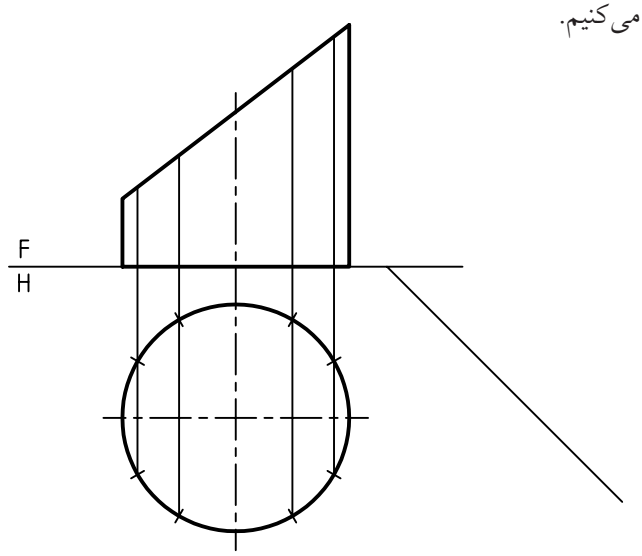



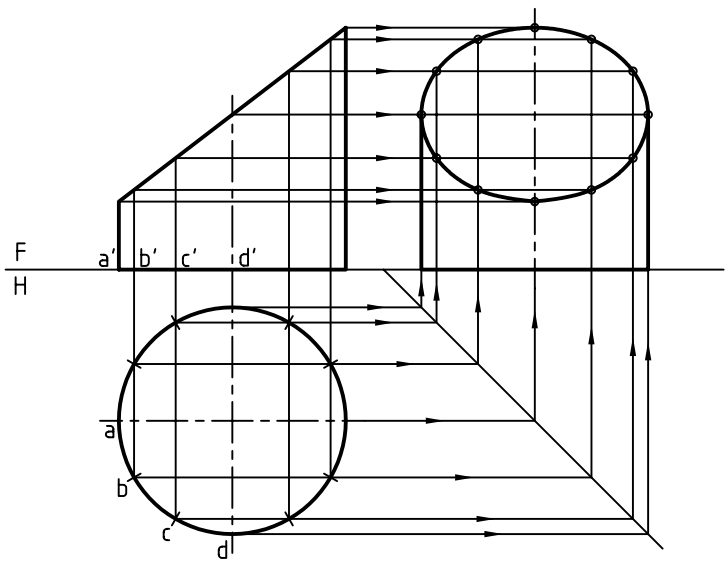



◀ **برخورد صفحه و اســتوانه:** اســتوانه‌ای را با صفحه برش داده‌ایم. دو نمای موجود کامل اســت. برای به‌دست آوردن نمای جانبی، بایــد نقطه‌یابی کنیم. این کار به دلیل آن است که بر اثر برش، یک بیضی به‌دست آمده و بیضی را به‌ســادگی نمی‌توان ترسیم کرد مگر آن که نقطه‌هایی از آن را در دست داشته باشیم.

پس، باید شماری از نقطه‌ها را انتخاب کنیم.

این کار با بخش کردن قاعده به دوازده قســمت انجام می‌شود. نقطه‌ها را به نمای روبه‌رو منتقل می‌کنیم. اکنون با رسم خط ۴۵ درجه و انتقال نقطه‌ها به نمای نیم‌رخ، بیضی به‌دست می‌آید. نما را کامل می‌کنیم.



**برخورد صفحه و مخـــروط:** مخروط را می‌توان در حـــالات گوناگون با صفحـــه برید. در یـــک نمونه، برش به‌دست آمده یک بیضی است.

روشـــن اســـت که نمای روبه‌رو کامـــل و نمای افقی ناقص است.

در این‌جا می‌توان با تقســـیم قاعده، شماری از نقطه‌ها را مشخص کرد. آن‌ها از ۱ تا ۱۲ نام‌گذاری می‌شوند.

برای هر شماره می‌توان یک مولد از مخروط را ترسیم کرد. این مولدها را به نمای روبه‌رو منتقل می‌کنیم.

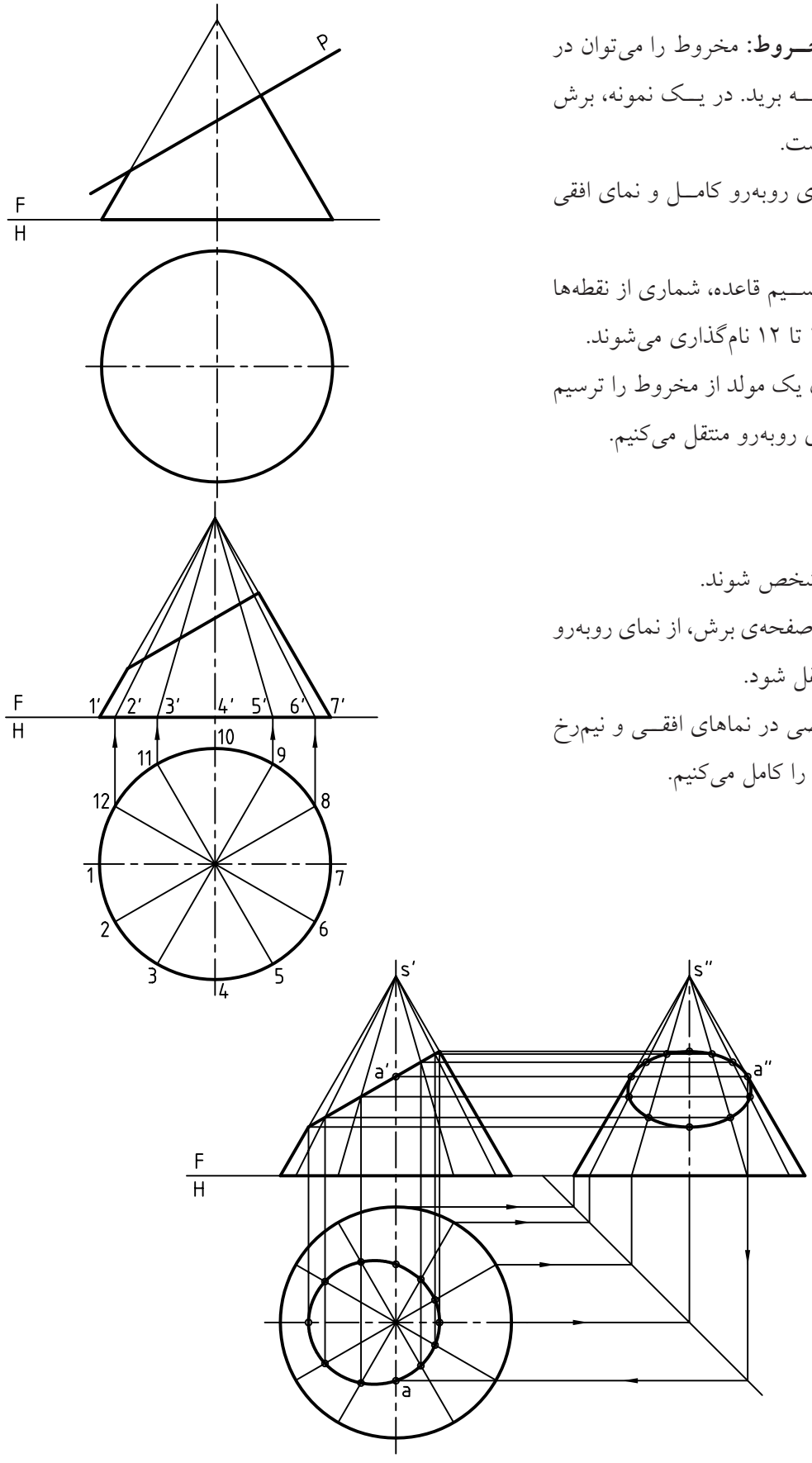
اکنون باید:

خط ۴۵° رسم شود.

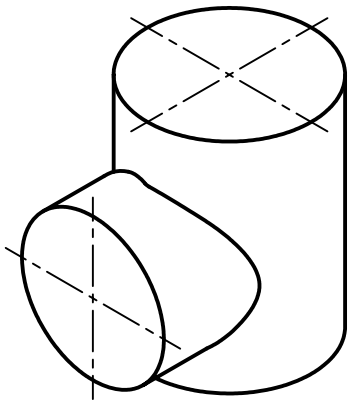
– مولدها در هر سه نما مشخص شوند.

– نقاط برخورد هر مولد با صفحه‌ی برش، از نمای روبه‌رو به نمای افقی و نیم‌رخ منتقل شود.

– بـــه این ترتیـــب، دو بیضی در نماهای افقـــی و نیم‌رخ به‌دست می‌آید. هر سه نما را کامل می‌کنیم.



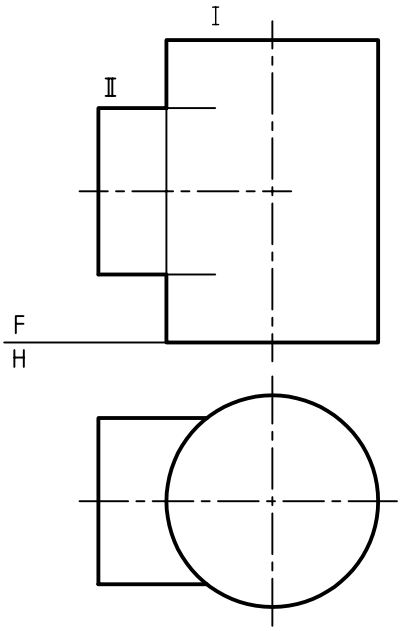
چون a در نمای افقی با رابط ساده به دست نمی‌آید، آن را از نمای نیم‌رخ به نمای افقی می‌آوریم (زیرا a″ در نمای نیم‌رخ در دست است).

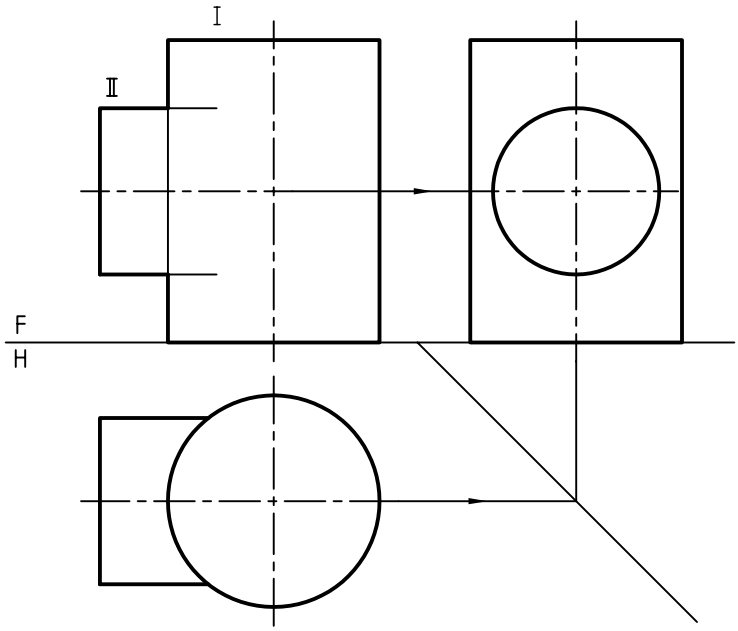


**۵. برخورد دو استوانه:** اجسام هم می‌توانند با هم برخورد کنند. این برخوردها در صنعت کاربردهای بسیاری دارند. از مهم‌ترین آن‌ها، برخورد دو استوانه است. بر اثر این برخورد یک منحنی به‌دست می‌آید که باید نمای آن را به کمک نقطه‌یابی کامل کرد.

دو نمونه را ببینید:

◀ به شکل نگاه کنید. در شرایط موجود نمای افقی کامل است ولی نمای روبه‌رو باید کامل شود. برای این کار، به تقسیم‌بندی یکی از استوانه‌ها نیاز داریم. با این همه به نمای سوم هم نیاز است.

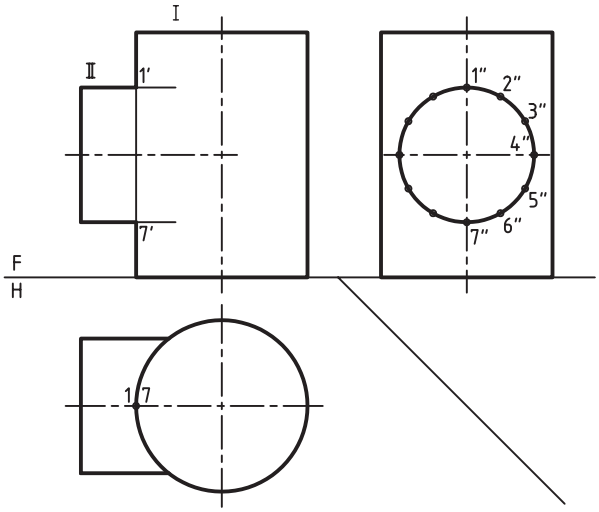


– دیده می‌شـود که با کشـیدن خط ۴۵ درجه و به کمک خط‌های رابط، نمای سـوم به دست آمد. می‌بینید که این نما هم کامل است.

ـ اکنون قاعده‌ی استوانه‌ی افقی را در نمای نیم‌رخ تقسیم می‌کنیم.

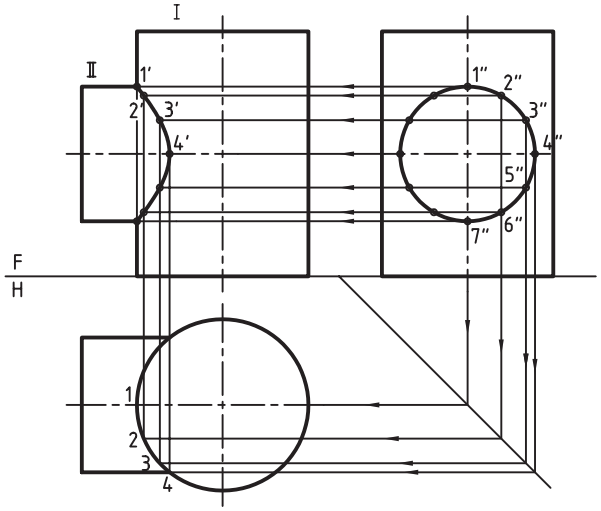
ـ بخشی از این تقسیمات را شماره‌گذاری می‌کنیم.




ـ از نمای نیم‌رخ به سمت نمای روبه‌رو رابط کردیم.

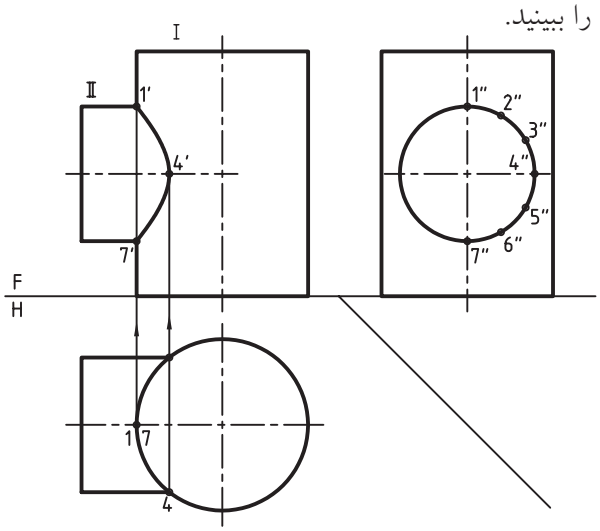
ـ از همین نما به سـمت خط ۴۵ درجه و سپس به نمای افقی رابط کردیم.

ـ اکنون با ترسـیم رابط‌ها از نمای افقی به سـمت نمای روبه‌رو، نقطه‌های لازم مشخص می‌شوند.




می‌بینید که از نقطه‌های به‌دسـت آمده، نقطه‌های $1'$ و $4'$ و $7'$ مهم‌تر هستند (چرا؟).

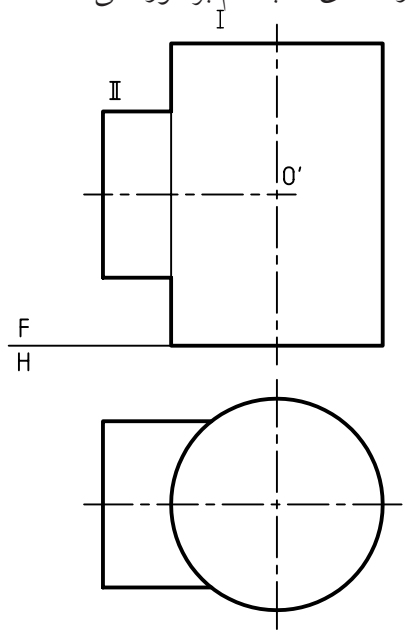
ـ با کمی دقت متوجه می‌شـویم که نقطه‌های $1'$ و $4'$ و $7'$ را می‌توانسـتیم از ابتدا هم به‌دست آوریم. چگونه؟ شکل را ببینید.



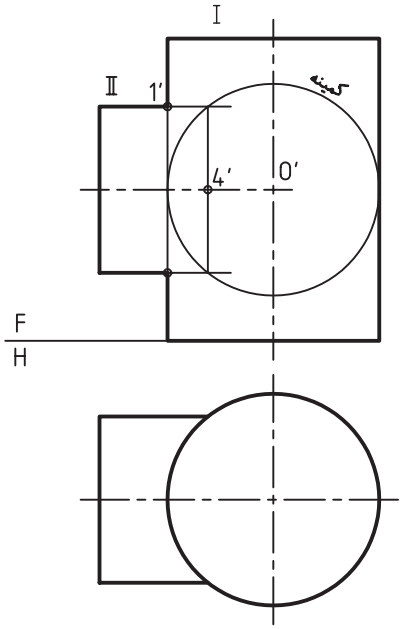

نقشه را کامل می‌کنیم.

◀ این برخورد را برای دو اسـتوانه با روش دیگری هم می‌توان به‌دست آورد. به این روش، «روش کره‌ی کمکی» یا «روش ساچمه‌ای» هم می‌گویند.

دوباره بـه صورت مسـئله نگاه کنیـد. محورهای دو استوانه در نقطه‌ی $o'$ به هم برخورد می‌کنند.

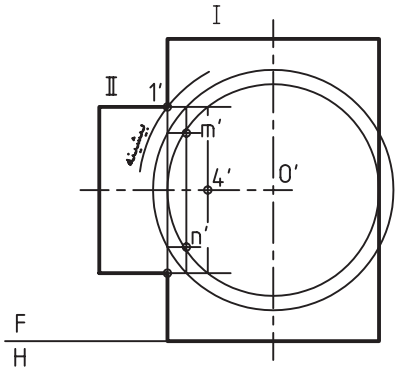


این نقطه را در مرکز دایره‌هایی قرار می‌دهیم که یکی از آن‌ها ترسیم شده است. (مماس بر بدنه‌ی استوانه‌ی بزرگ‌تر) بـــه کمک این دایره، نقطه‌ی مهم 4 شناســـایی می‌شـــود.



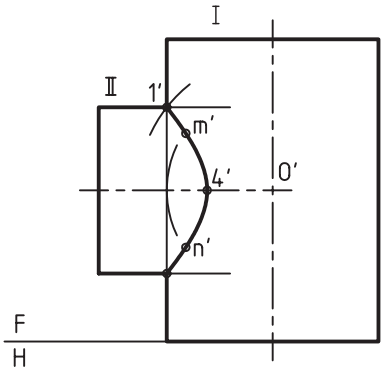

نقطه‌هایـــی مانند $1'$ هم که از ابتدا مشـــخص بود. به این ترتیب، برای ادامه‌ی کار به نمای افقی نیازی نیست.

ـ اکنون با ترسیم دایره‌های بزرگ‌تر می‌توان به نقطه‌های بیشتری دست پیدا کرد. پس از نقاط برخورد این دایره‌ها با اســـتوانه‌ها، رابط‌هایی ترسیم می‌شـــود که نتیجه‌ی آن به‌دست آمدن نقطه‌هایی مانند $n'$ و $m'$ خواهد بود.




ـ می‌تـــوان دایره‌ها را به هر تعداد تکرار کرد، اما شـــعاع آن‌ها نباید بزرگ‌تر از $\overline{0'\,1'}$ شود.

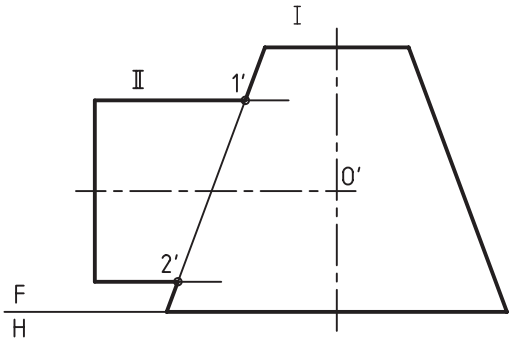
ـ برخورد کامل شده اســـت. این روش مناسبی است که نیاز به داشتن دو یا سه نما ندارد.



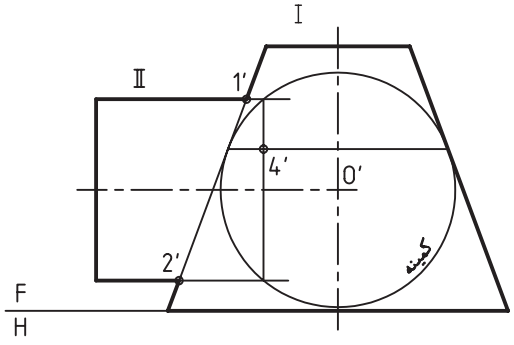

**برخورد استوانه و مخروط**

به شـــکل نگاه کنید. یک اســـتوانه با محـــور افقی با یک استوانه با محور عمودی برخورد می‌کند. نقطه‌ی برخورد محورها را $o'$ می‌نامیم.

ـ نقطه‌های مهم $1'$ و $2'$ از ابتدا معین هستند.




ـ بـــا زدن یک دایره مماس بر بدنه‌ی مخروط و ترســـیم رابط‌ها از نقاط برخورد با استوانه، و از نقطه‌های تماس با مخروط، نقطه‌ی مهم $4'$ مشخص می‌شود.



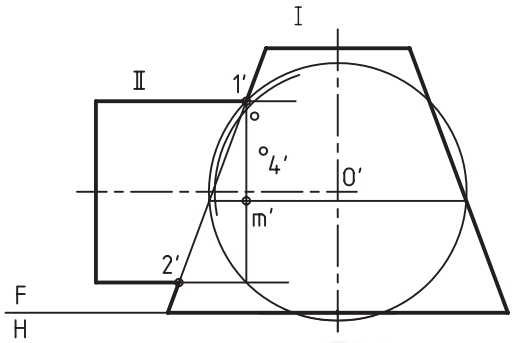
**نکته**

دایـره‌ی کمینه، ممـاس بر هر یک از اجسـام که بزرگ‌تر باشـد، ترسیم می‌شـود. در این‌جا مخروط بزرگ‌تر است.

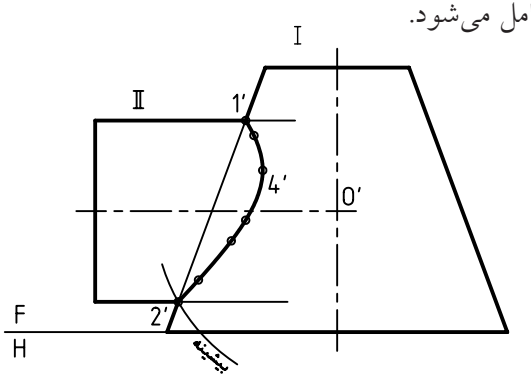
بزرگ‌ترین دایره‌ای که قابل استفاده است دایره‌ای اسـت، کـه از دورترین نقطه یعنـی $2'$ می‌گذرد. (دایره‌ی بیشینه)

ـ با ترسـیم دایره‌های دیگر، با شـعاع دلخـواه، می‌توان نقطه‌هایی مانند $m'$ را به‌دست آورد.

ـ این دایره‌ها را تا نقطه‌ی $2'$ می‌توان بزرگ کرد.




ـ اکنون با وصل کردن نقطه‌ها، منحنی حاصل از برخورد، کامل می‌شود.



**چکیده مطالب**

## اصول رسم برخوردها

۱. ابتدا نماهای موجود را بررسی می‌کنیم.

۲. در مورد اجسام با سطوح تخت، مانند منشور:

به کمک خط ۴۵ درجه و ترسیم رابط، نقطه‌های لازم را به‌دست می‌آوریم.

۳. برای اجسام با سطوح خمیده، مانند استوانه:

باید بدنه را تقسیم‌بندی کرد. در این‌جا نیز ترسیم خط ۴۵ درجه لازم است.

۴. برای برخورد دو جسم مانند استوانه، می‌توان روش «ساچمه‌ای» را به‌کار برد.

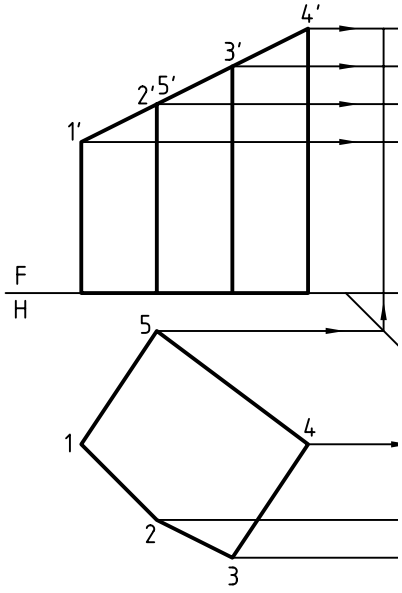
۵. در هر مورد باید به نقاط مهمی که در حقیقت تعیین‌کننده‌ی شکل کلی برخورد هستند، توجه داشت. پس نخست باید آن‌ها را تعیین کرد.

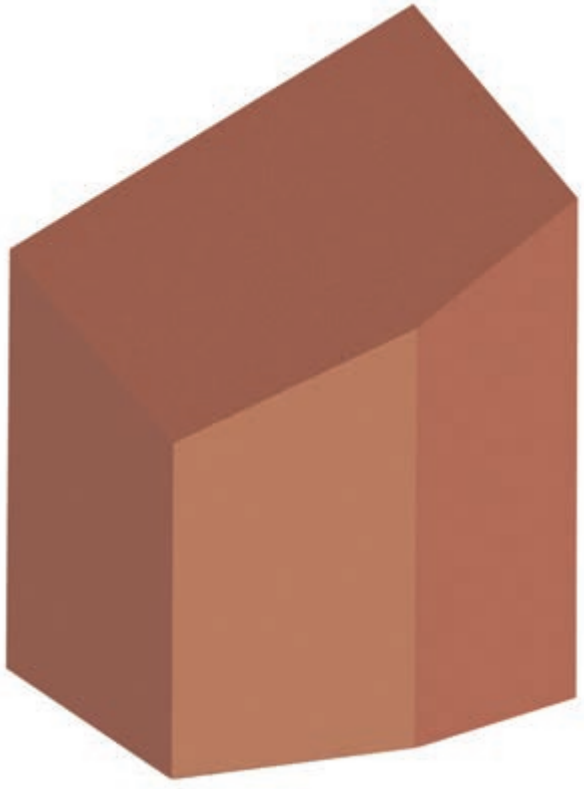
# دستورکار شماره‌ی ۱

## برش منشور

(۳۰ دقیقه)

سه نمای منشور بریده‌شده را ترسیم کنید.



## مراحل ترسیم

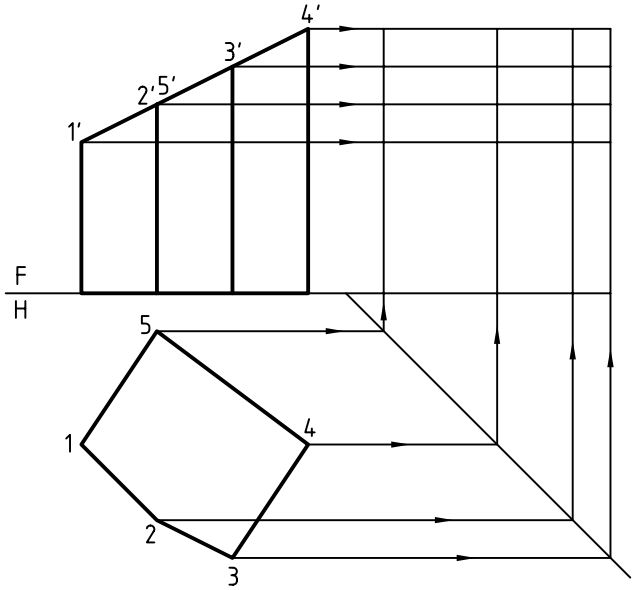
۱. کاغذA۴ را به صورت افقی بچسبانید.

ـ طرح داده‌شده از منشور را با در نظر گرفتن هر مربع برابر ۱۰ ترسیم کنید.

ـ این منشور با صفحه‌ی P بریده شده است.

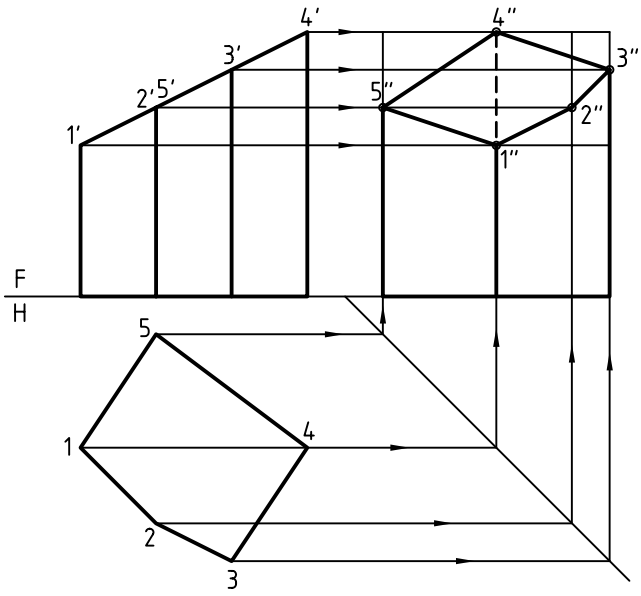
۲. ابتدا یال‌ها را نام‌گذاری کنید. (1،2،3،4،5)

ـ خط ۴۵° را ترسیم کنید و به کمک رابط نقاط لازم را در نمای جانبی به‌دست آورید.




۳. نقطه‌های مربوط به سطح برش‌خورده یعنی 1″،2″،3″،4″،5″ را با توجه به برخورد رابط‌ها مشخص کنید.

ـ خطوط دید و ندید را تشخیص دهید و پنج‌ضلعی 1″2″3″4″5″ را کامل کنید.



# دستورکار شماره‌ی ۲

## برش استوانه

(۳۰ دقیقه)

سه نما از استوانه‌ی بریده شده را ترسیم کنید.

### مراحل ترسیم

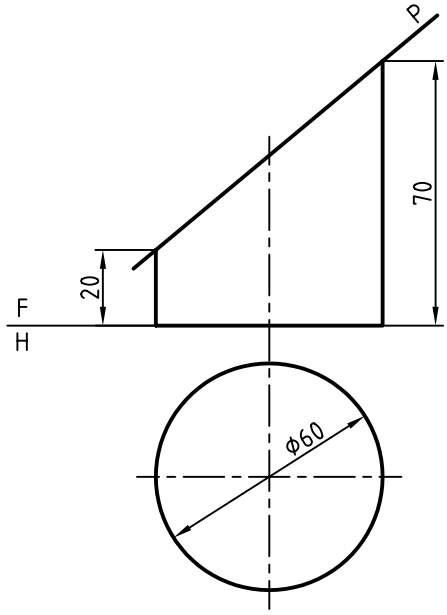
۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

– نقشه‌ی روبه‌رو مربوط به یک استوانه را ترسیم کنید.

– این استوانه با صفحه‌ی P بریده شده است.

P را در نقشه ترسیم کنید.

– نقشه را اندازه‌گذاری نکنید.

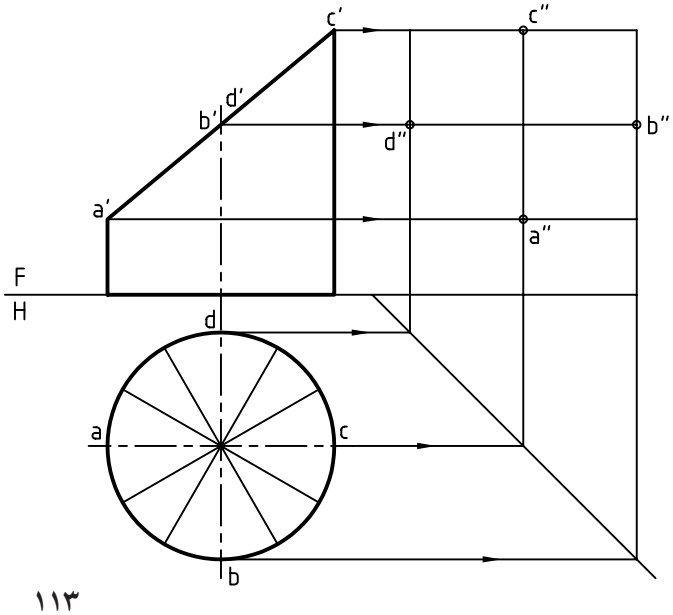



۲. خط کمکی ۴۵° را ترسیم کنید.

– نقاط مهم یعنی A ، B ، C و D را روی دو نمای موجود بنویسید. ( به صورت $aa'$ و $bb'$ و $cc'$ و $dd'$).

– ترسیم رابط از نمای روبه‌رو و از نمای افقی، به نقاط $a''$، $b''$ ، $c''$ ، $d''$ برسید.

– کف استوانه را به دوازده قسمت تقسیم کنید.

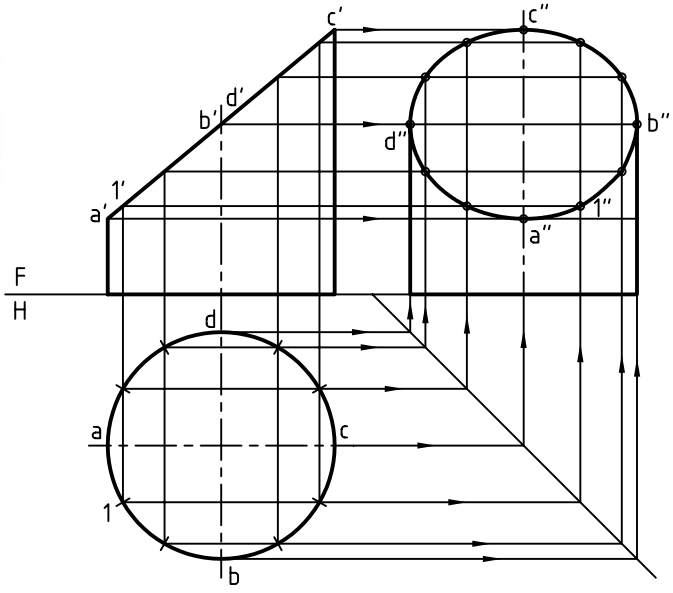


۳. از تقسیمات روی قاعده به نمای نیم‌رخ و به نمای روبه‌رو رابط کنید.

– می‌توانید نقطه‌های جدید را نام‌گذاری کنید. (برای نمونه شماره‌ی 1 را ببینید).

– نقطه‌ی $1''$ و نقاط دیگر را به‌دست آورید.

– اکنون با داشتن ۱۲ نقطه می‌توانید نمای نیم‌رخ (به‌صورت بیضی) را کامل کنید.



# دستورکار شماره‌ی ۳

## برخورد دو استوانه

(۳۰ دقیقه)

خم حاصل از برخورد دو استوانه را به‌دست آورید.

### مراحل ترسیم

۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

– نقشه‌ی داده‌شده مربوط به دو استوانه‌ی متقاطع را ترسیم کنید.

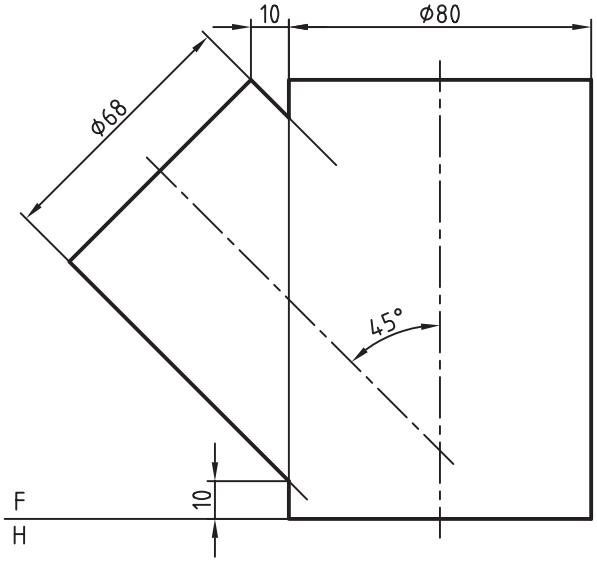
– هدف کامل کردن همین نماست.

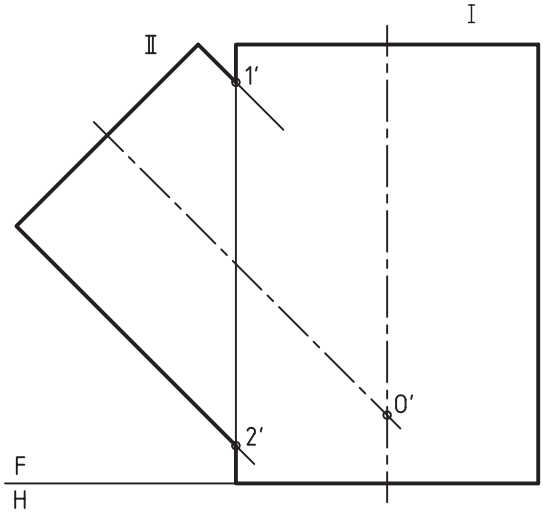
۲. نقاط مهم $1'$ و $2'$ را در نقشه مشخص کنید.

– محور را امتداد دهید تا $0'$ به‌دست آید.

– 0 مرکز کره‌های کمکی است که باید ترسیم شود.

– روش نقطه‌یابی، روش کره‌های کمکی است.



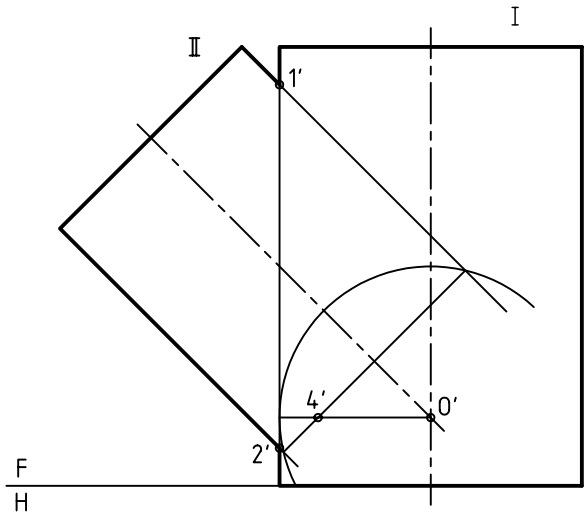
۳. کوچک‌ترین کره‌ی کمکی آن است که بر دیواره‌ی استوانه‌ی بزرگ مماس می‌شود.

ـ این کره را ترسیم کنید.

ـ از نقطه‌ی تماس بر محور استوانه‌ی I عمود کنید (که از $0'$ می‌گذرد.)

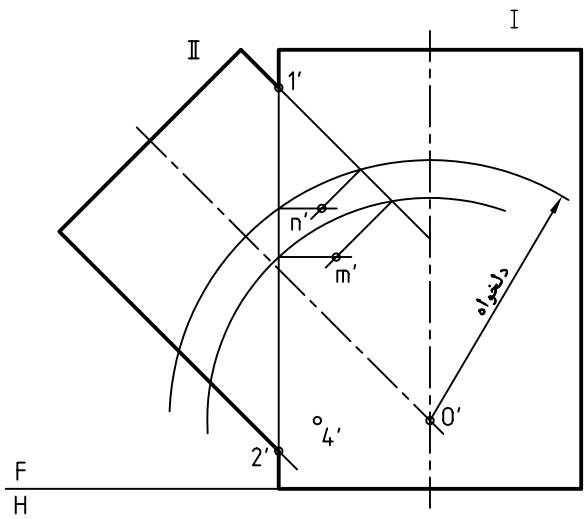
ـ از نقاط برخورد کره با استوانه‌ی I I خطی ترسیم کنید.

ـ نقطه‌ی کلیدی $4'$ را مشخص کنید.



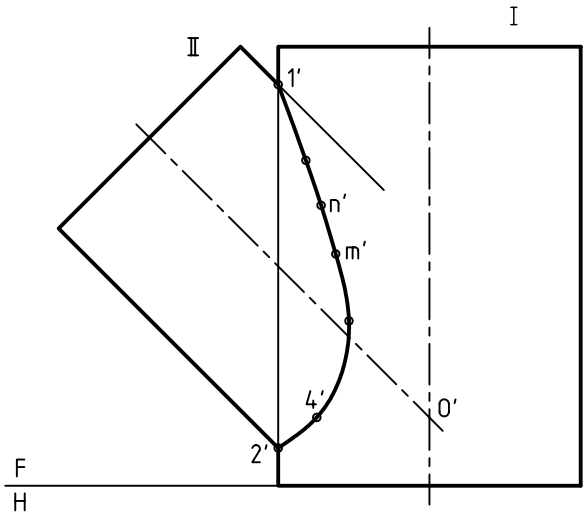

۴. می‌توانید دایره‌هایی به دلخواه ترسیم کنید (به هر تعداد که لازم باشد)

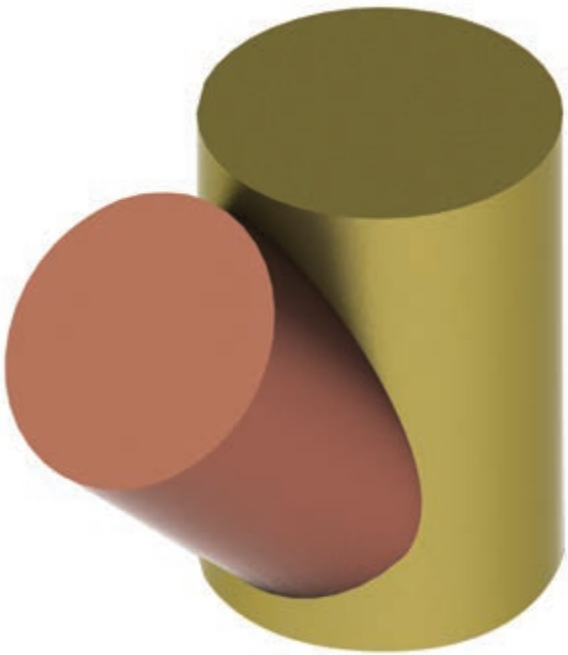
ـ هر کره با استوانه‌ی بزرگ‌تر و کوچک‌تر برخورد می‌کند که از اتصال هر کدام، نقطه‌هایی مانند $n'$ یا $m'$ به‌دست می‌آید.




۵. از اتصال این نقاط به هم برخورد کامل می‌شود.

ـ هرچه تعداد نقاط بیشتر باشد، منحنی دقیق‌تر خواهد بود.



# ارزشیابی پایانی

## نظری

۱. برخورد در هندسه چه مفهومی دارد؟

۲. برخورد صفحه و جسم چیست و نمونه‌ای را با دست آزاد نشان دهید.

۳. با ترسیم دستی شکل، برخورد یک صفحه با منشور را شرح دهید.

۴. با ترسیم دستی شکل، برخورد یک صفحه با هرم را شرح دهید.

۵. با ترسیم دستی شکل، برخورد یک صفحه با استوانه را شرح دهید.

۶. با ترسیم دستی شکل، برخورد یک صفحه با مخروط را شرح دهید.

۷. با ترسیم دستی شکل، چگونگی برخورد دو استوانه را شرح دهید.

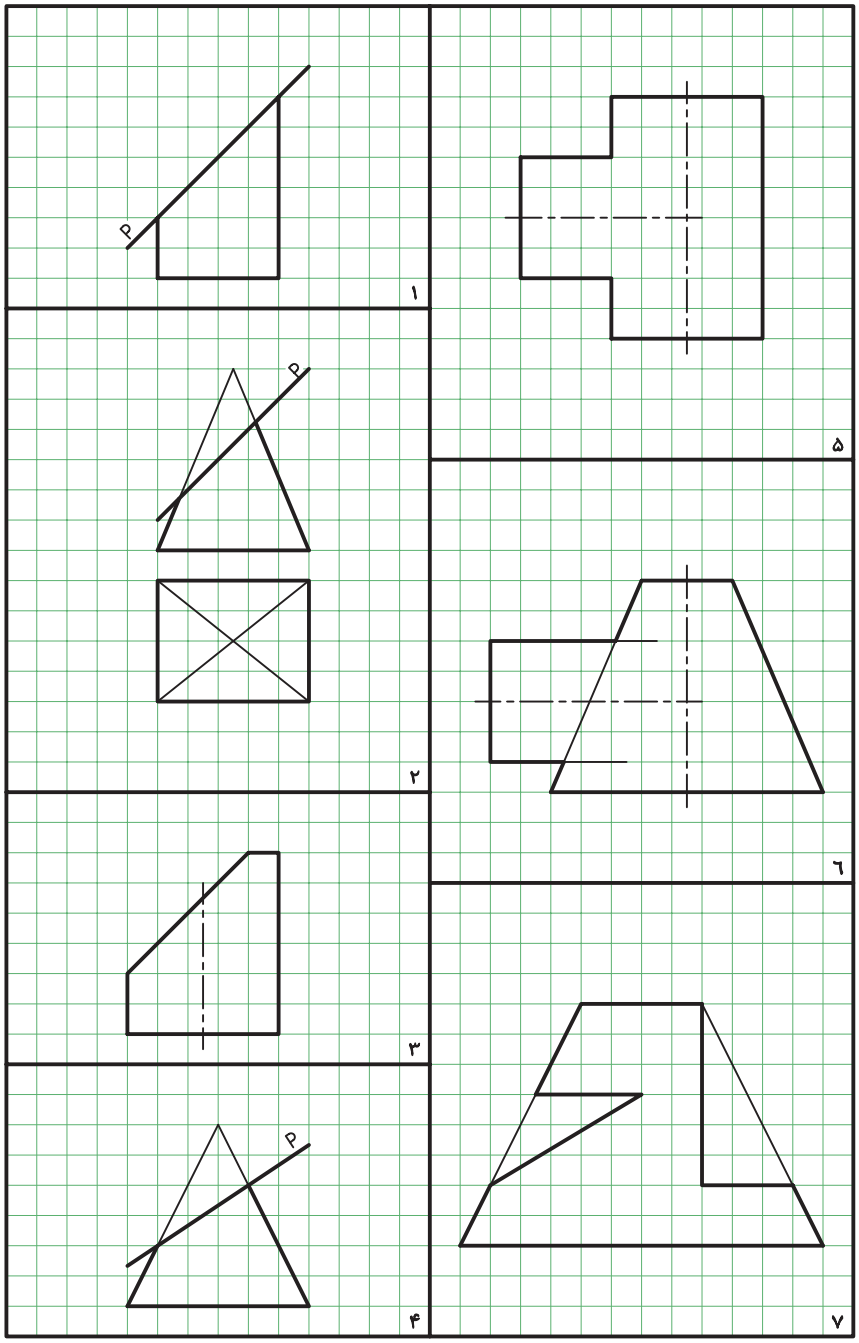
۸. با ترسیم دستی شکل، چگونگی برخورد استوانه با مخروط را شرح دهید.

**◄ عملی: (زمان: ۱۵۰دقیقه)**

۱. برای پرسش‌های عملی ۱ تا ۷ سه نمای کامل (بدون اندازه‌گذاری) مورد نیاز است:

– هر پرسش روی یک برگ A۴ ترسیم شود.

– هر مربع برابر ۱۰ در نظر گرفته شود.



# توانایی ترسیم گسترش اجسام

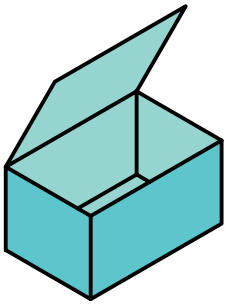
◄ **پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود.**

- گسترش و کاربرد آن را شرح دهد.
- گسترده‌ی منشور را ترسیم کند.
- گسترده‌ی هرم را ترسیم کند.
- گسترده‌ی استوانه را ترسیم کند.
- گسترده‌ی مخروط را ترسیم کند.
- اصول ترسیم گسترش را شرح دهد.

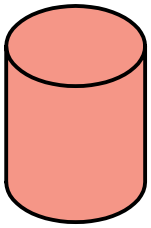
| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ۴ | ۶ |

# پیش‌آزمون

۱. به نظر شما یک جعبه‌ی مقوایی مطابق شکل چگونه ساخته می‌شود؟



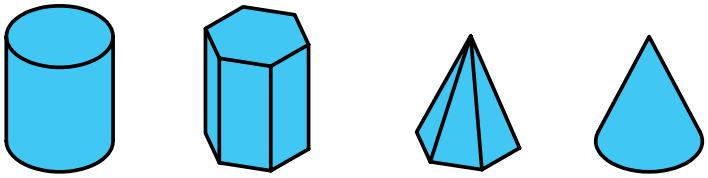
۲. برای ساخت یک قوطی استوانه‌ای، از حلبی، برای مواد غذایی چه باید کرد؟



۳. احجامی مانند جعبه یا استوانه‌ی بالا از چه نوع موادی ساخته می‌شوند؟

۴. آیا می‌توان بدون هیچ کار اضافی، از ورق هر حجم دلخواهی را ساخت؟

۵. آیا شکل ورق برای ساخت احجام روبه‌رو یکسان است؟



۶. به نظر شما برای ساخت هر یک از احجام بالا، ورق به چه شکل‌هایی بریده خواهد شد؟

۷. آیا تاکنون حجمی را از ورق، مانند مقوا، ساخته‌اید؟ در صورت مثبت بودن جواب، بگویید چگونه؟

۸. به نظر شما با چه روش‌هایی می‌توان لبه‌ها را به هم وصل کرد؟

۹. اصولاً چگونه احجامی را می‌توان از ورق ساخت؟

۱۰. به نظر شما یک توپ فوتبال از چه شکل‌هایی ساخته می‌شود و از چند تکه؟

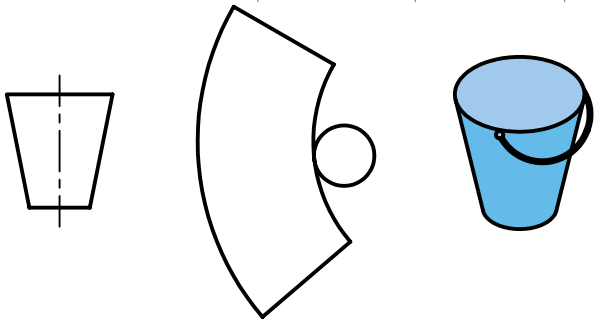
**یادآوری**

حلبـی، ورق فولادی نازک را گویند که قلع‌اندود شده و برای مواد غذایی مناسب است.

## گسترش

گسترش فرایندی است که در آن با ترسیم طرحی دوبعدی بر روی ورق، حجمی سه‌بعدی ساخته می‌شود.

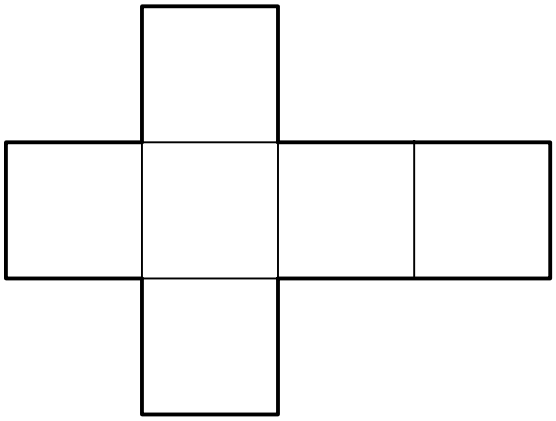
با برش این طرح دوبعدی و سپس تازدن‌ها و خم‌کردن‌های لازم، می‌توان حجم مورد نظر را ساخت.

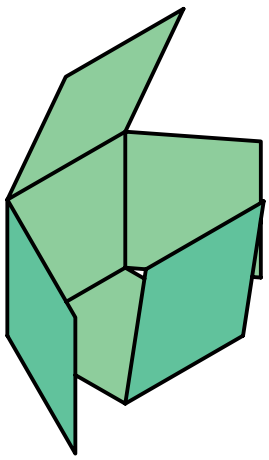


گسترده برای ساخت سطل

به گستره‌ی یک مکعب و چگونگی ساخت آن نگاه کنید.

در این‌جا، پس از برش، با چند تازدن به نتیجه می‌رسیم.

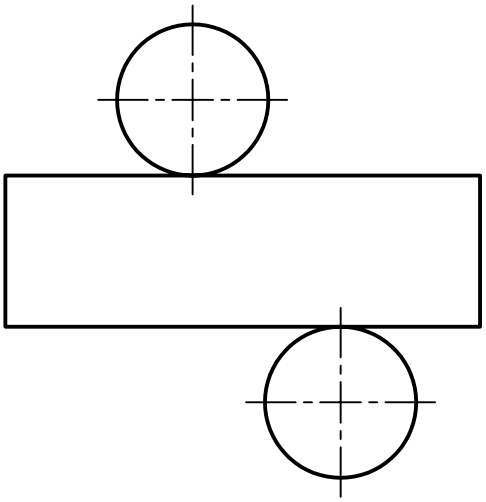


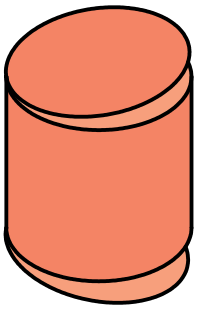


لبه‌های ورق را می‌توان با جوش، چسب و روش‌های دیگر به هم متصل کرد.

به گسترش یک استوانه و چگونگی ساخت آن توجه کنید.

در این‌جا با خم‌کردن (دورکردن) به نتیجه می‌رسیم.





**کاربردها:** از این روش برای ساختن احجام استفاده می‌شود. احجامی که از ورق به‌وجود می‌آیند. نمونه‌هایی از آن‌ها را ببینید.

a

b

c

d

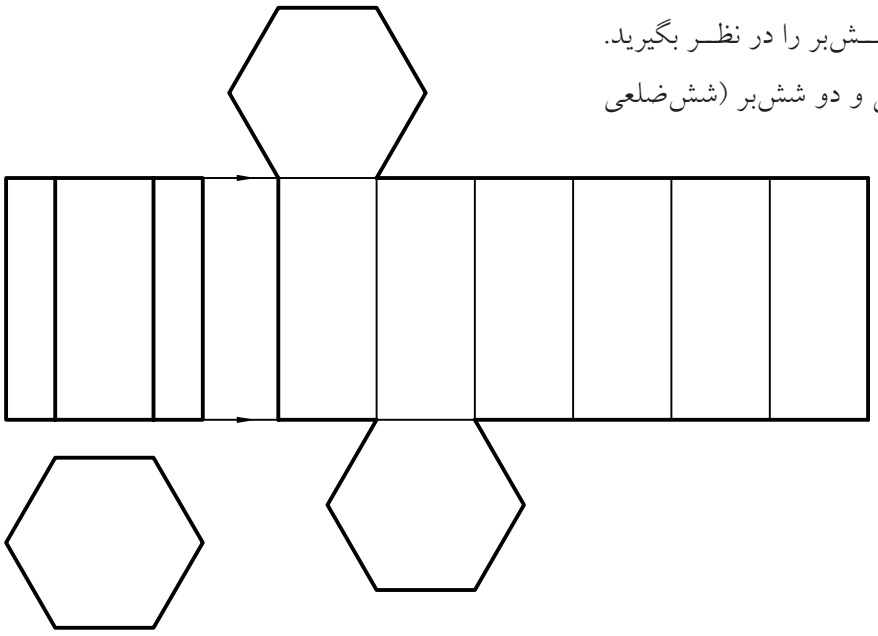
e

f

a. قفس پرنده، b. سه‌راه، c. دودکش، d. سرتاس،e. زانو، f. مخزن

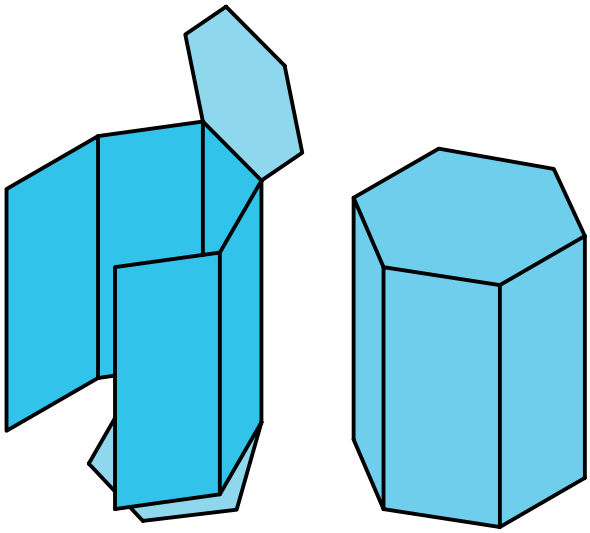
این احجام برای نگهداری مواد جامد یا مایع یا گاز، عبور مواد در شـرایط گوناگـون و ... کاربـرد دارد. چگونگی گسـترش و ساخت برخی از احجام آشناتر را به گونه‌ای کوتاه بررسی می‌کنیم.

◀ **منشـور:** یک منشـور شـش‌بر را در نظـر بگیرید. گستره‌ی آن از شش مسـتطیل و دو شش‌بر (شش‌ضلعی منتظم) تشـکیل می‌شـود. برای ترسیم گسـترش، محیط قاعده را روی خط راستی که به کمک خط‌کش تی ترسیم می‌شـود، منتقل می‌کنیم. به این ترتیب، شـش مسـتطیل به‌دسـت می‌آوریم که طول هر کدام برابر بلندی منشـور

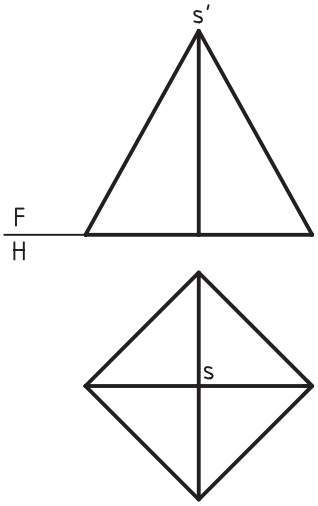


و عـرض آن‌ها برابـر ضلع قاعده‌ی منشـور خواهد بود. گسترده‌ی کامل دارای دو شش‌بر هم هست.

اکنون طرح ترسیم‌شده را برش می‌زنیم. آنگاه پس از تازدن‌های لازم (۷ تا) به حجم مورد نظر می‌رسیم.

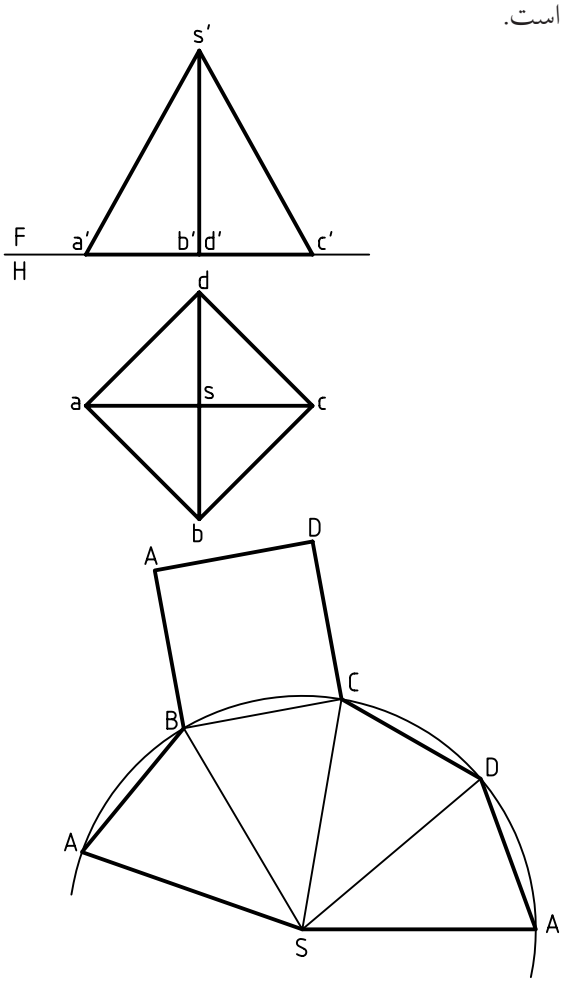


◀ **هرم**: یک هرم چهاربـر را در نظر می‌گیریم. بدنه از چهار مثلث متساوی‌الساقین تشکیل می‌شود. قاعده‌ی آن یک مربع اسـت. پس گسـترده‌ی آن باید از پنج قسمت تشکیل شود.

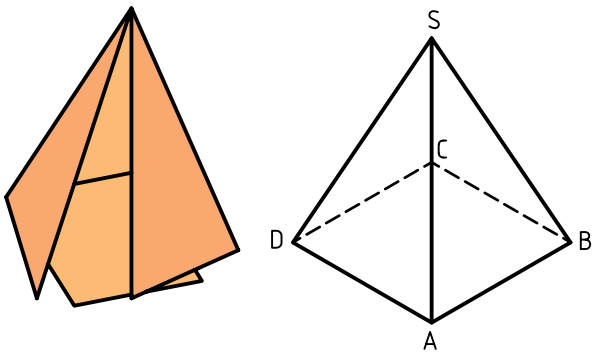


هـرم چهاربر، هرم با قاعده‌ی چهارضلعی منتظم یا مربع و یا هرم مربع‌القاعده نیز گویند.

برای ترسیم گسترده، کافی اسـت دایره‌ای با شعاع $\overline{s'a'}$ بزنیـم و چهار وتر مسـاوی $\overline{ab}$ در آن جـدا کنیم. طول هر وتـر برابر ضلع قاعده‌ی هرم خواهـد بود. با افزودن قاعده‌ی هرم به گسـترده، طرح برای سـاخت آماده شده است.



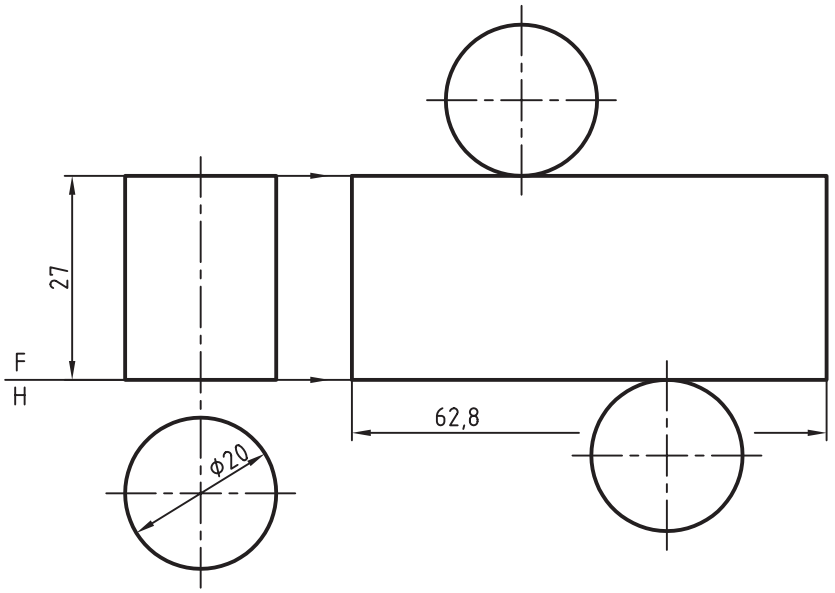

اکنون پس از برش طرح و زدن تاهای لازم، هرم سـاخته می‌شود.



◀ **استوانه:** گسترده‌ی بدنه‌ی یک استوانه، یک مستطیل است. عرض این مستطیل برابر ارتفاع استوانه و طول آن برابر پیرامون کف ( محیط قاعده) استوانه یعنی $\pi \cdot d$ خواهد بود. درازای این مستطیل را می‌توان محاسبه کرد.

برای نمونه، اگر D =۲۰ باشد، L یعنی درازای مستطیل، برابر ۶۲/۸ خواهد شد.

پس از برش‌های لازم، استوانه ساخته خواهد شد.



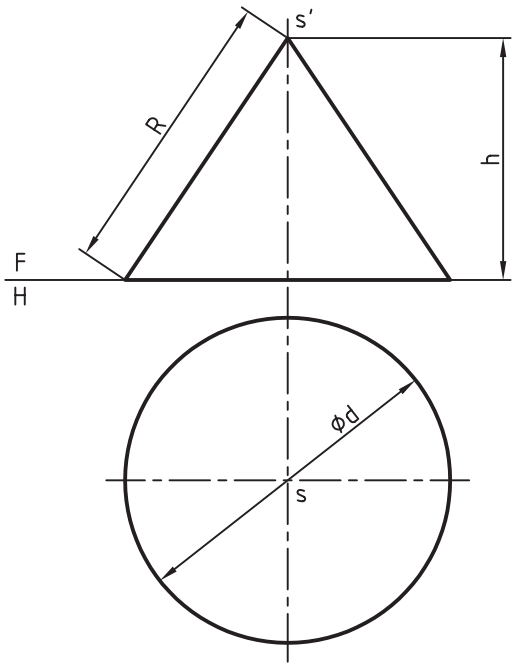

$L = d \cdot \pi$

$L = ۳/۱۴ \times ۲۰ = ۶۲/۸$

◀ **مخروط:** گسترش مخروط، بخشی از یک دایره یا قطاع است.

زاویه‌ی این بخش از دایره را می‌توان با توجه به قطر دایره‌ی کف و درازای مولد به‌دست آورد. در شکل، R برابر مولد، h ارتفاع مخروط و d قطر قاعده است.

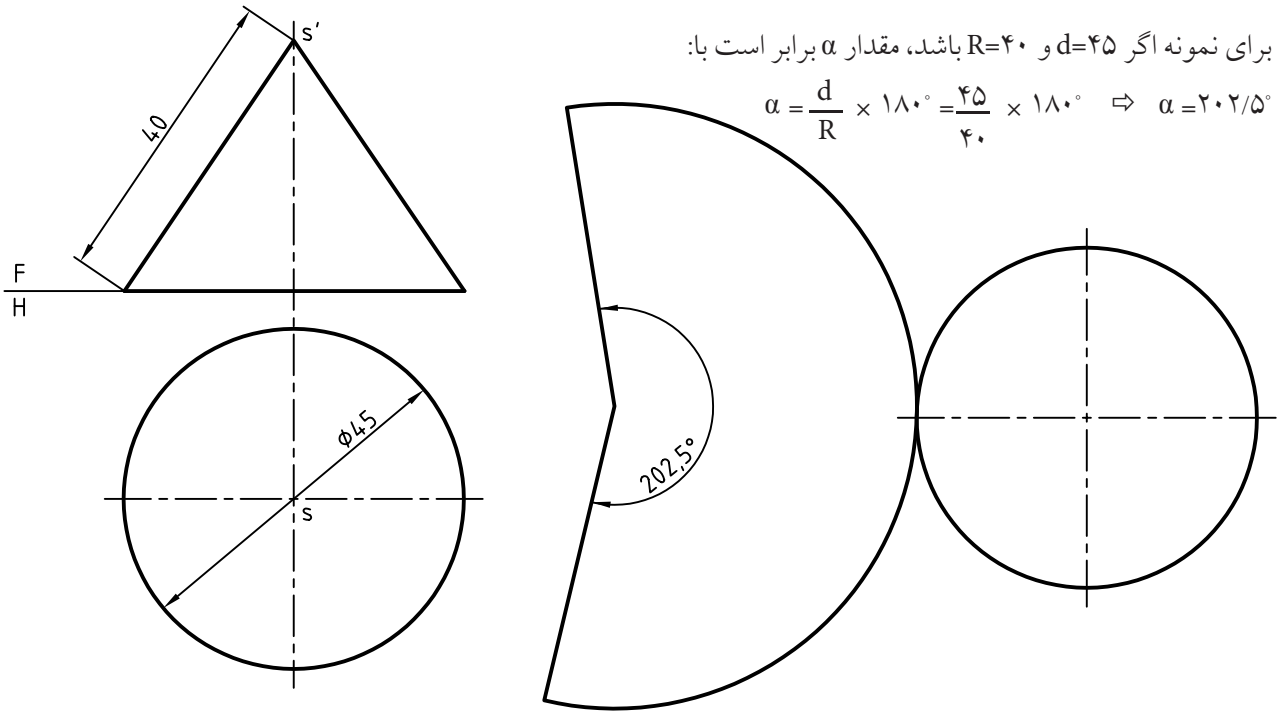
به این ترتیب، می‌توان زاویه‌ی گسترده را از رابطه‌ی $\alpha = \frac{d}{R} \times ۱۸۰^\circ$ به‌دست آورد.



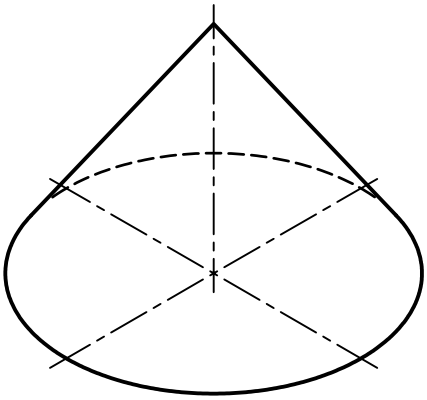
در صورتی که ارتفاع مخروط مشخص باشد، پس از رسم دقیق، می‌توانید مولد را اندازه بگیرید. اگر بخواهید R را محاسبه کنید می‌توانید از رابطه‌ی $R = \sqrt{d^۲ \times h^۲}$ استفاده کنید.

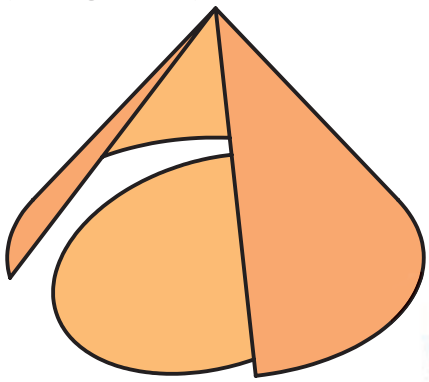
برای نمونه اگر d=۴۵ و R=۴۰ باشد، مقدار α برابر است با:

$$\alpha = \frac{d}{R} \times ۱۸۰^\circ = \frac{۴۵}{۴۰} \times ۱۸۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۲۰۲/۵^\circ$$




اکنون می‌توان با برش زدن و خم‌کردن طرح ترسیم‌شده، مخروط را ساخت.





## چکیده مطالب

### اصول گسترش

۱. ابتدا نماهای لازم از حجم مورد نظر را ترسیم می‌کنیم. بهتر است که از نماهای روبه‌رو و افقی استفاده کنیم.

۲. در مورد منشور، محیط قاعده را روی یک خط مستقیم منتقل می‌نماییم و مستطیل‌های بدنه را ترسیم می‌کنیم.

۳. در مورد هرم باید کمانی از دایره ( که شعاع آن برابر یال هرم است) ترسیم شود. آن گاه مثلث‌های بدنه در آن مشخص شود.

۴. در مورد استوانه کافی است مستطیلی که یک ضلع آن ارتفاع استوانه و ضلع دیگرش پیرامون کف است ترسیم شود.

۵. برای مخروط کمانی از دایره انتخاب می‌شود که شعاع آن برابر مولد مخروط و طول کمان آن برابر محیط قاعده‌ی مخروط باشد.

# دستورکار شماره‌ی ۱

## گسترش منشور

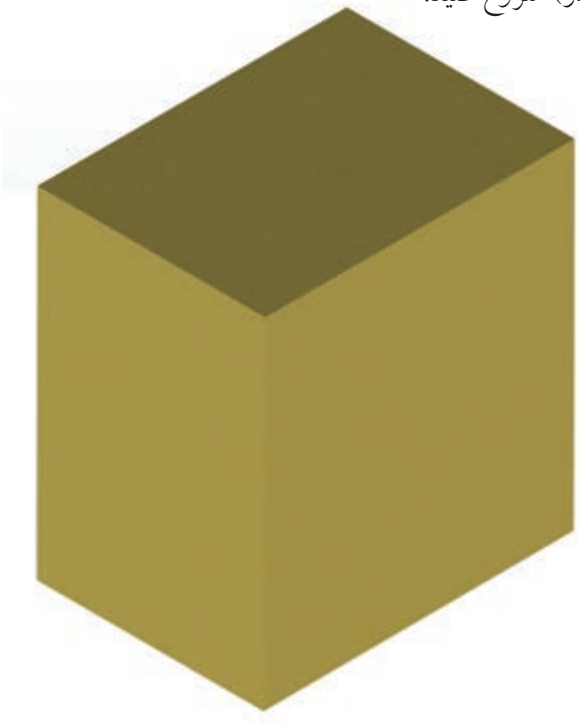
(۲۰ دقیقه)

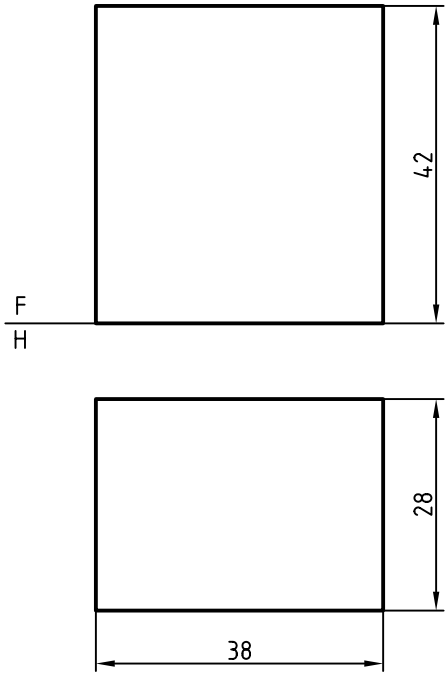
منشور با قاعده‌ی مستطیل (مکعب‌مستطیل) را گسترش دهید.

### مراحل ترسیم

۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

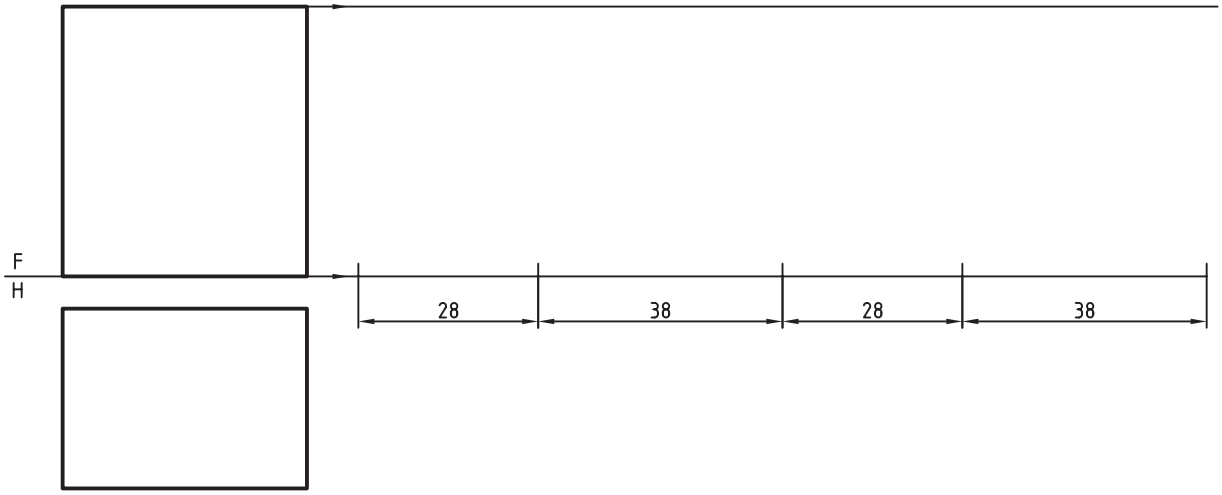
– مکعب‌مستطیل روبه‌رو را با اندازه‌های داده‌شده ترسیم کنید. ترسیم را با فاصله‌ی ۳۰ از بالا و از چپ (نسبت به کادر) شروع کنید.



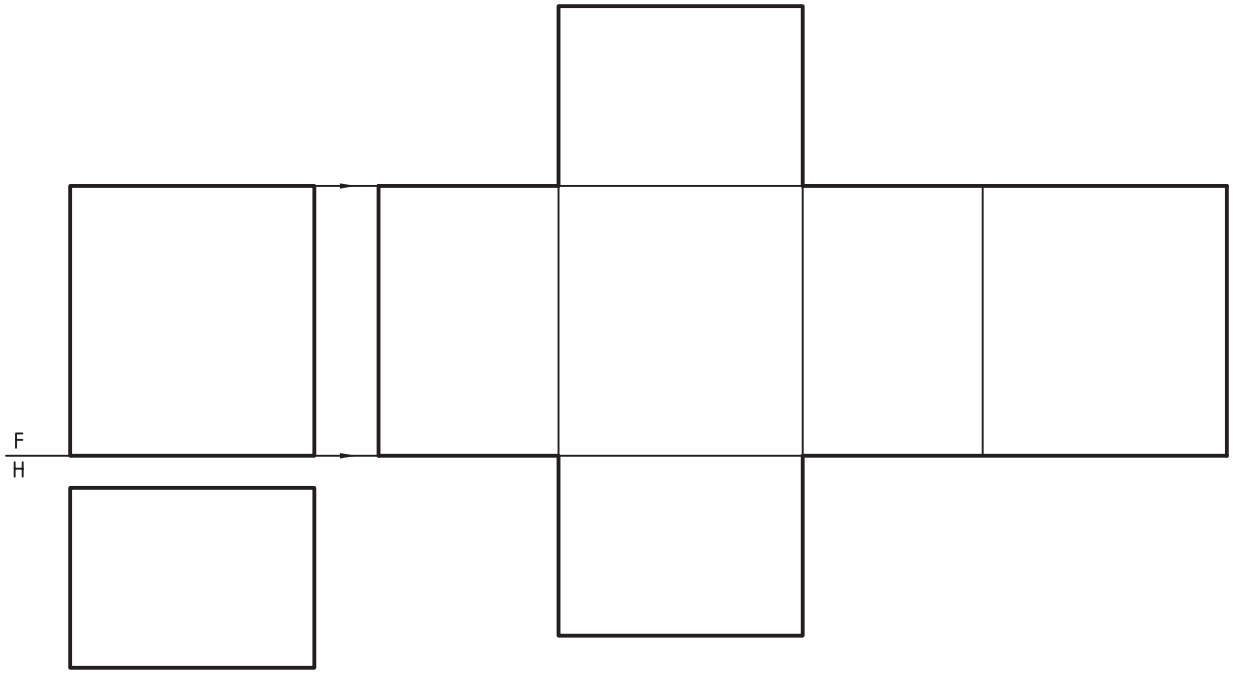


۲. دو خط راست از سمت راست نمای روبه‌رو به کمک خط‌کش تی ترسیم کنید.

– اندازه‌های ۲۸، ۳۸، ۲۸ و ۳۸ را پی‌درپی روی خط اندازه نشان دهید.




خطوط عمودی را که نماینده‌ی مستطیل‌ها در گسترش هستند ترسیم کنید. سپس با افزودن دو مستطیل شکل گسترده را کامل کنید.




می‌توانید، پس از تأیید هنرآموز محترم، شکل را برش داده، آن را بسازید.

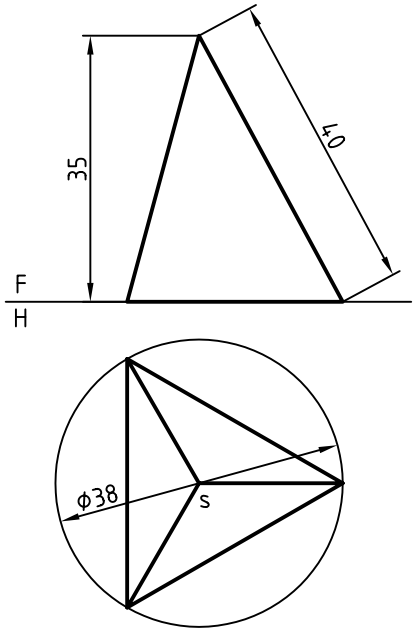
# دستورکار شماره‌ی ۲

## گسترش هرم

(۳۰ دقیقه)

هرم سه‌بر را گسترش دهید.

### مراحل ترسیم




۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

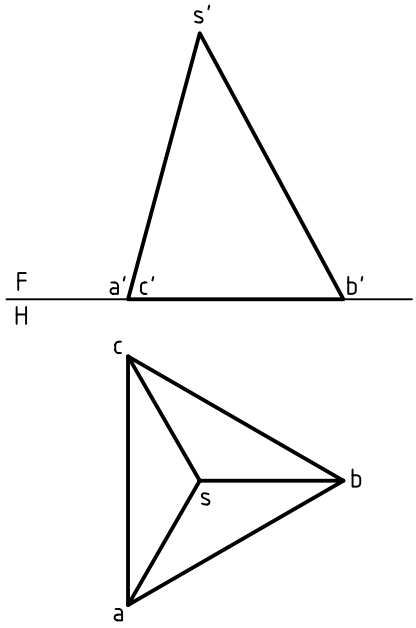
– هرم روبه‌رو را با اندازه‌های داده‌شده ترسیم کنید.

– ترسیم را با فاصله‌ی ۳۰ از سمت چپ کاغذ و ۳۰ از سمت بالا شروع کنید.

**راهنمایی:** برای ترسیم مثلث متساوی‌الاضلاع، دایره‌ای به قطر ۳۸ ترسیم کنید. سپس این مثلث را به ترتیب خواسته‌شده به‌دست آورید. ارتفاع هرم نزدیک ۳۵ است.

۲. کمانی دایره‌ای به شعاع ۴۰ در یک جای مناسب ترسیم کنید.

– سه وتر پی‌درپی در این دایره جدا کنید (به کمک پرگار). اندازه‌ی وترها برابر ضلع قاعده یعنی مثلث متساوی‌الاضلاع است (طول یک وتر = $\overline{ab}$)



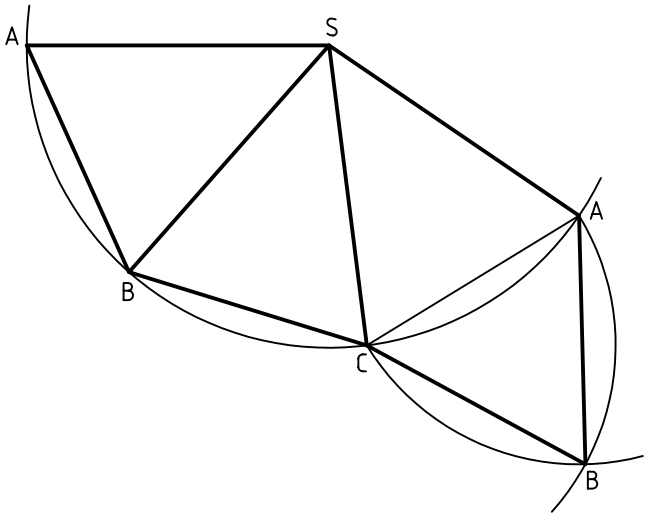

۳. اکنون خط‌های لازم را پررنگ کنید.

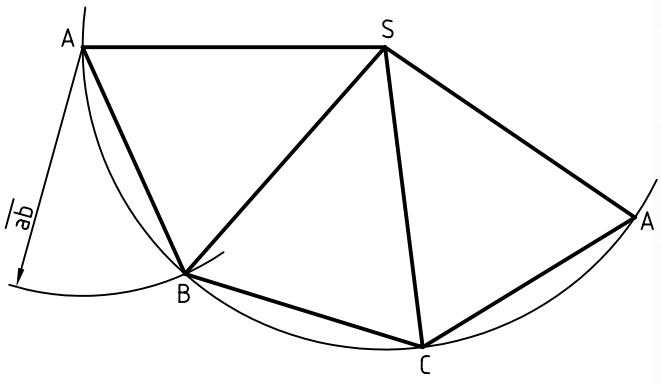
– مثلث قاعده را نیز با زدن دو کمان مشخص کنید.

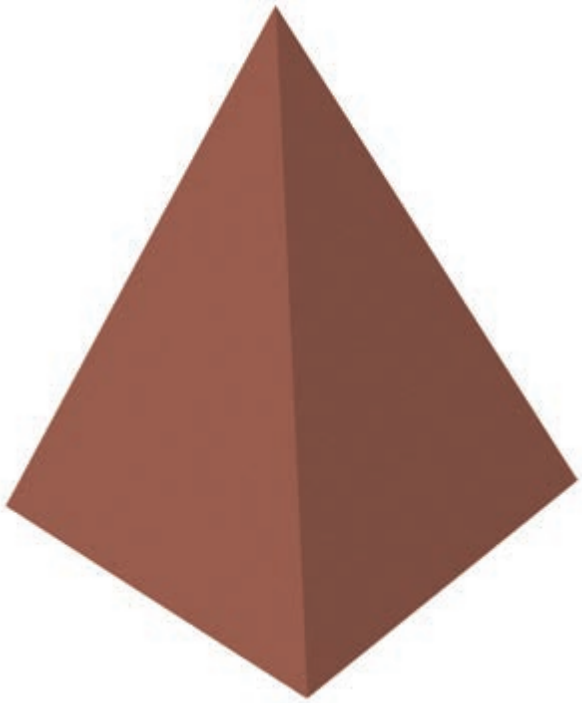
– نقطه‌ی B گوشه‌ی سوم مثلث کف است.

– این مثلث را نیز کامل کنید.

آیا می‌توانید این هرم را با اندازه‌ی دوبرابر و از مقوا (یا طلق نازک) بسازید؟



# دستورکار شماره‌ی ۳

## گسترش استوانه

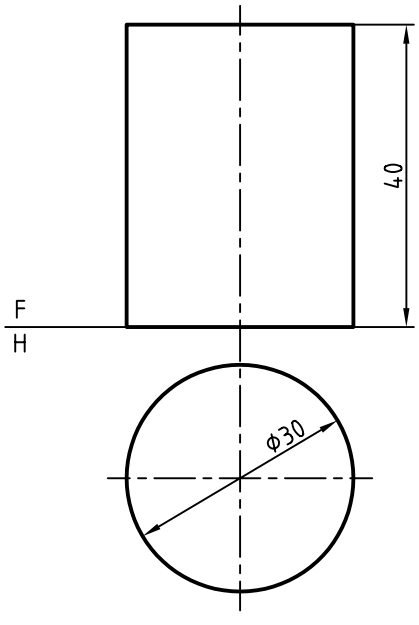
(۲۰ دقیقه)

گسترش یک استوانه بدون در را گسترش دهید.

### مراحل ترسیم

۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

– شکل مربوط به استوانه (بدون در) را با مقیاس ۱:۱ ترسیم کنید. (بدون اندازه‌گذاری)



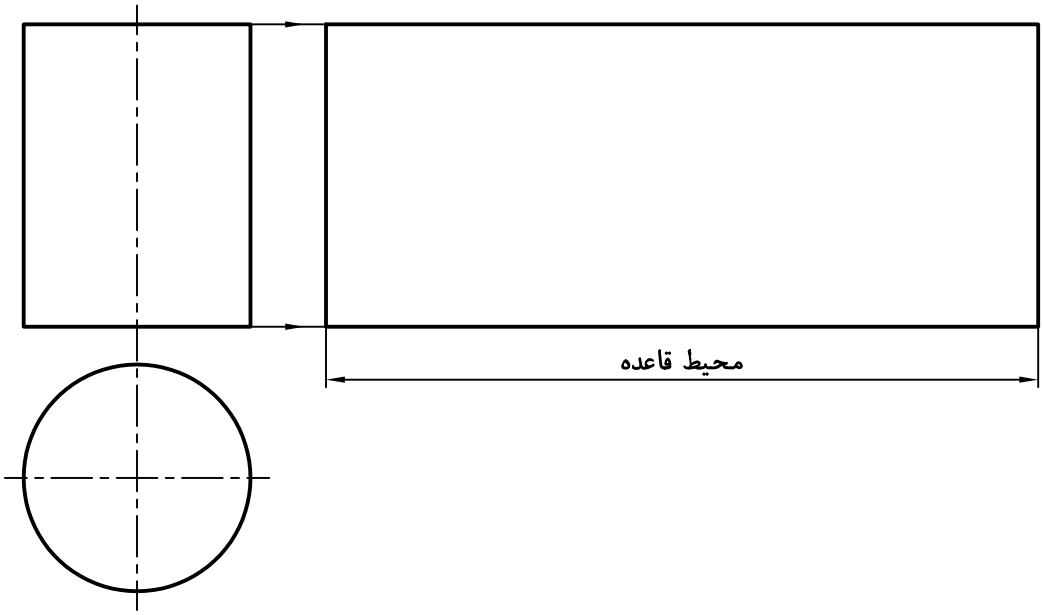
۲. گسترش را به صورت یک مستطیل ترسیم کنید.

– طول مستطیل را باید از رابطه‌ی $L = \pi . D$ محاسبه کنید.

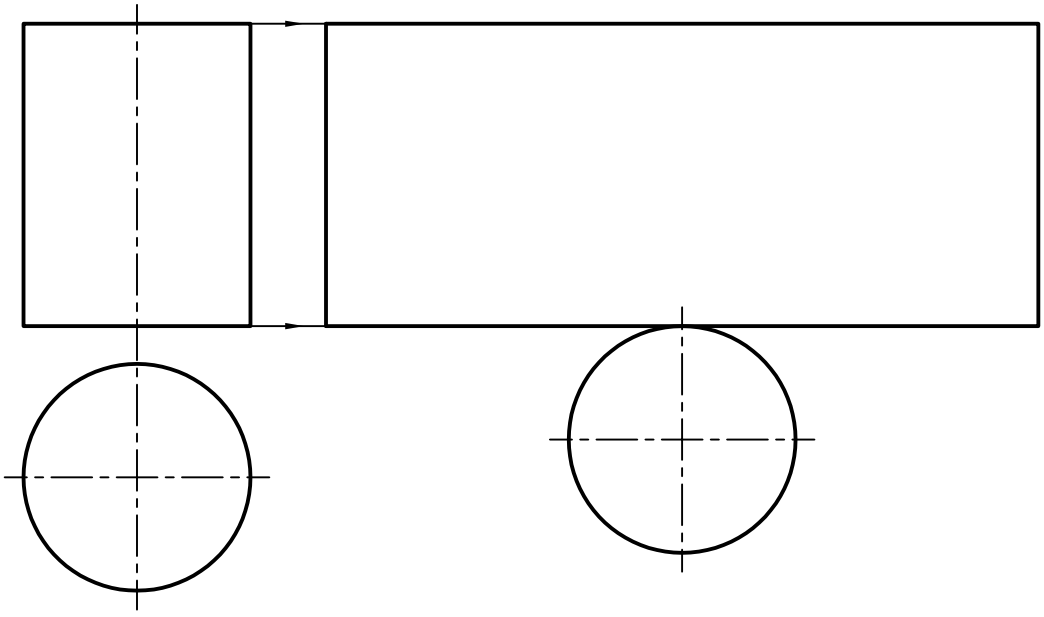
– گسترده را ترسیم کنید.

– برای این کار می‌توانید دو خط راست با فاصله‌ای برابر ۴۰ (ارتفاع استوانه) ترسیم کنید.

– روی این خط راســت، محیط کف استوانه را جدا کنید. (محیط را چه‌قدر محاسبه کرده‌اید؟)




فقــط کف را بــه آن اضافه کنید. (زیرا اســتوانه بدون در اســت)، گسترش کامل‌شــده را برای ارزشیابی و تأیید به هنرآموز محترم خود نشان دهید.



# دستورکار شماره‌ی ۴

## گسترش مخروط

(۲۰ دقیقه)

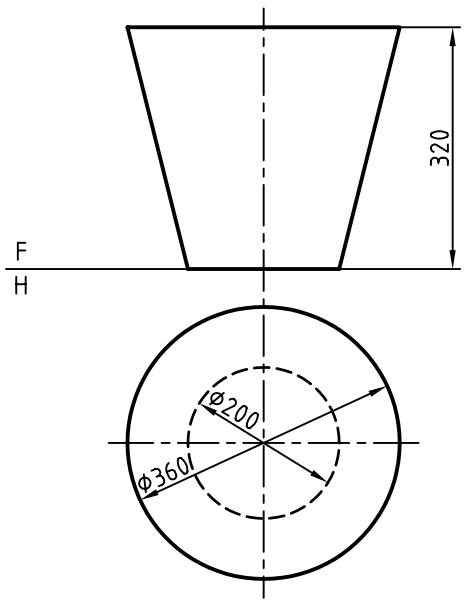
گسترش مخروط ناقص (بدنه‌ی سطل) را ترسیم کنید.

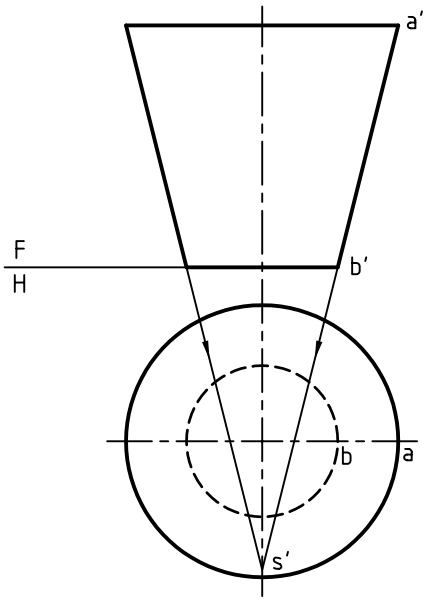
### مراحل ترسیم

۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

– شـــکل روبه‌رو مربوط به بدنه‌ی یک سطل را با مقیاس ۱:۱۰ ترسیم کنید (هر اندازه را بر ۱۰ تقسیم کنید).

– فاصلـــه از لبه‌های کاغذ (از بـــالا و از چپ برابر ۳۰) و نقشه نیاز به اندازه‌گذاری ندارد.






۲. چون نوک مخروط در نقشه نیست، باید با امتداد دادن مولدها آن را به‌دست آورید.

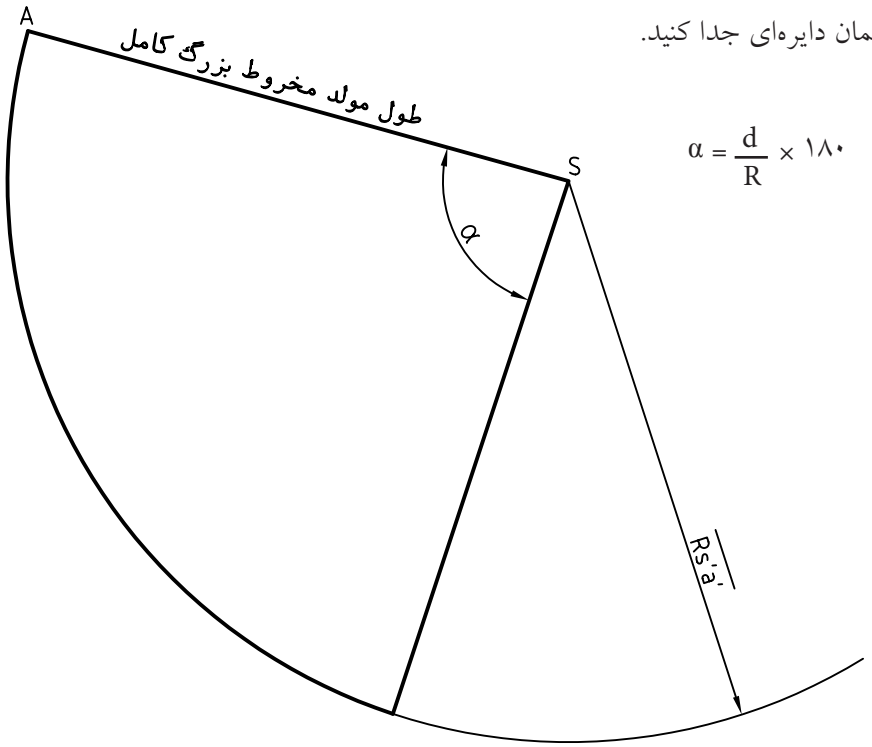
ـ دو مولـد کناری مخروط را ادامه دهیـد تا به نقطه‌ی s′ برسید. اگر مخروط کامل بود، باید نوک آن s′ باشد.

۳. برای ترسـیم گسـترش بایـد دایره‌ای به شـعاع مولد مخـروط کامل یعنی $\overline{S'A'}$ بزنید. ایـن کار را انجام دهید. (با اندازه‌ای که از s′ تا a′ و با کمال دقت برمی‌دارید).

ـ زاویه‌ی گسترده را برای مخروط بزرگ محاسبه کنید.

ـ زاویه را روی کمان دایره‌ای جدا کنید.

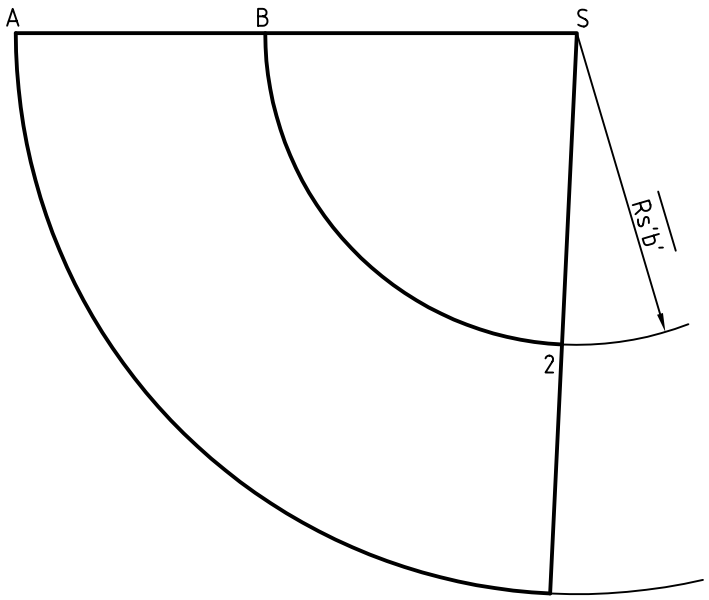
$$\alpha = \frac{d}{R} \times ۱۸۰$$



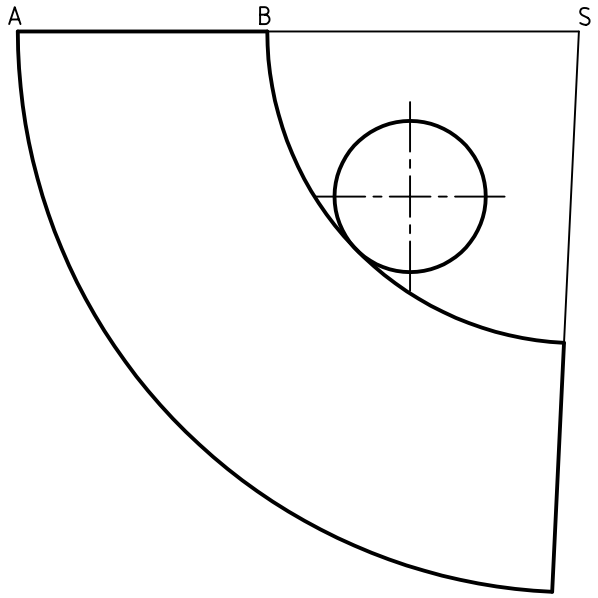
۴. اگــر مولد مخروط بزرگ را تقریبــاً حدود ۷۴ در نظر بگیرید، بسیار مناسب است.

ـ زاویه نیز تقریباً ۸۷ تا ۸۸ درجه بسیار مناسب است.

ـ اکنون دایره‌ای با شــعاع S′b′ و به مرکز S در گســترش ترسیم کنید تا نقطه‌های B و 2 مشخص شود.




۵. اکنون می‌توانید با اضافه کردن کف ســطل، گسترده را کامل کنید.



# ارزشیابی پایانی

**◄ نظری**

۱. گسترش را تعریف کنید و نمونه‌ای بیاورید.

۲. کاربردهای گسترش کدام‌اند؟

۳. با ترسیم شکل چگونگی گسترش یک منشور شش‌بر را توضیح دهید.

۴. ترسیم دستی شکل، چگونگی گسترش استوانه را شرح دهید.

۵. ترسیم دستی شکل، چگونگی گسترش مخروط را توضیح دهید.

۶. برش خیالی را شرح دهید و کاربرد آن را بنویسید.

**عملی: (زمان: ۱۴۰ دقیقه)**

۱. گسترش کامل یک مکعب‌مستطیل با اندازه‌های ۶۰ × ۵۰ × ۴۰ را ترسیم کنید.

۲.گسترده‌ی کامل یک منشور شش‌بر به ضلع قاعده‌ی ۲۵ و ارتفاع ۶۰ را ترسیم کنید.

۳. گسترش هرمی را ترسیم کنید که قاعده‌اش مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع ۳۸ و ارتفاع آن برابر ۶۶ باشد. ( وضعیت نماها را خود انتخاب کنید).

۴. یک استوانه با قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۱۶۰ را با مقیاس ۱:۲ ترسیم و گسترش دهید.

۵. مخروطی با ارتفاع ۶۲ و قطر ۴۸ را گسترش دهید.

۶. مخروطی به ارتفاع ۸۰ و قطر قاعده‌ی ۶۰ را به فاصله‌ی ۴۸ از قاعده می‌بریم. گسترده‌ی باقی‌مانده را ترسیم کنید.

## منابع


**الف) فارسی**

۱. نقشه‌کشی، سال سوم (تئوری و عملی) رشتهٔ نقشه‌کشی صنعتی، شرکت چاپ و نشر.
مؤلفین محمد حسین شربت ملکی، محمد خواجه حسینی.

۲. نقشه‌کشی، سال چهارم (تئوری و عملی) رشتهٔ نقشه‌کشی صنعتی، شرکت چاپ و نشر.
مؤلف محمد خواجه‌حسینی.

**ب) انگلیسی**

Engineering ,Drawing/ Bogolyubov