بسم الله الرحمن الرحیم

رسم فنی تخصصی

رشتهٔ ساخت و تولید

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی وحرفه‌ای

شمارهٔ درس ۱۵۴۹

سرشناسه : غلامرضایی ،حمید رضا،۱۳۴۹ـ
عنوان و نام پدید آور : رسم فنی تخصصی رشتهٔ ساخت و تولید شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای
مؤلف : حمید رضا غلامرضایی
مشخصات نشر :تهران :شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران ،۱۳۹۴
مشخصات ظاهری :۳۳۵ ص
شابک : ۲ـ۲۲۶۲ـ۰۵ـ۹۶۴ـ۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
موضوع : رسم فنی
رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ ۵ و ۸ غ /۳۵۳
رده بندی دیویی :۶۰۴/۲
شماره کتابشناسی ملی :۲۷۱۳۳۵۹

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

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

پیام‌نگار (ایمیل) **tvoccd@roshd.ir**

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

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

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

نام کتاب : **رسم فنی تخصصی ـ ۴۸۸/۶**

مؤلف : **حمید رضا غلامرضایی**

ویرایش ادبی : **حسین داوودی**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران ـ ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ ـ ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ : **لیدا نیک‌روش**

گرافیک ترسیمی : **امیر رجلی، سیّد علی هدایتی و مریم دهقان‌زاده**

عکاس : **مرتضی صفا تاج، روح اله موسوی، شیوا شجاعی و نسرین اصغری (به انضمام عکس‌های آرشیوی : مؤلف، امیر رجلی، علی هدایتی)**

طراح جلد : **حمیدرضا غلامرضایی**

صفحه‌آرا : **راحله زادفتح‌اله**

حروفچین : **سیده فاطمه محسنی، زهرا ایمانی نصر**

مصحح : **نرگس رحمانی‌پور، نرگس معاونیان**

امور آماده‌سازی خبر : **زینت بهشتی شیرازی**

امور فنی رایانه‌ای : **سیده شیوا شیخ‌الاسلامی، ناهید خیام‌باشی**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)**

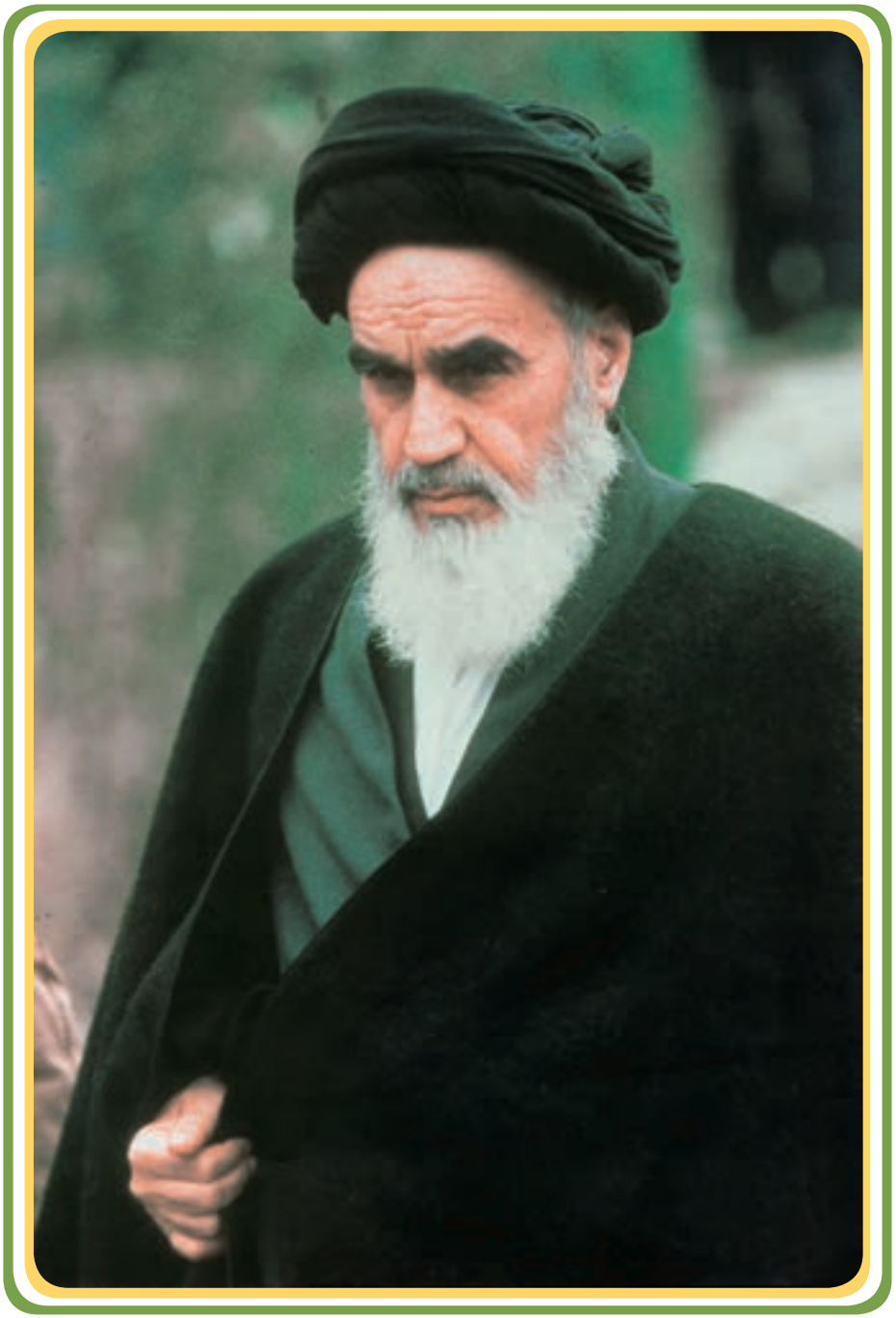
تلفن : ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

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

سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ دوم ۱۳۹۴**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۲ـ۲۲۶۲ـ۰۵ـ۹۶۴ـ۹۷۸ **ISBN 978-964-05-2262-2**



...شما خودتان جوان‌هایی هستید که می‌توانید همه کارها را انجام بدهید. مخترعین ما می‌توانند در سطح بالا اختراع بکنند. مبتکرین ما می‌توانند در سطح بالا ابتکار کنند، به شرط اینکه خودشان اعتماد به نفس داشته باشند و معتقد بشوند به اینکه «می‌توانیم»... این شما جوان‌های کشور هستید که در هر جا هستید، باید به فکر آتیه کشور خودتان باشید.

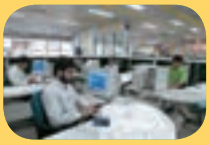
لازم است که با دو خصیصه اتکا به خدای تبارک و تعالی و اطمینان به نفس به پیش بروید و بعد از مدت کوتاهی خواهید دید که راه‌های سعادت بر شما باز می‌شود...

پیشگفتار

- سخنی با هنرآموزان محترم ۷
- سخنی با هنرجویان عزیز ۱۰
- جدول پیشنهادی بودجه بندی تدریس ۱۲

بخش اول

ضرورت نقشه‌خوانی صنعتی



فصل۱. در پیرامون نقشه‌خوانی صنعتی ۱۵

بخش دوم

نقشه‌خوانی برخورد اجسام

فصل۱. کاربرد اجسام هندسی در تشکیل فرم هندسی قطعات ۲۷

فصل۲. شناخت اجزای تشکیل‌دهنده قطعات ۳۶

فصل۳. برخورد صفحه با جسم ۵۶

فصل۴. برخورد حجم با حجم ۷۵

بخش سوم

نقشه‌خوانی اندازه‌ها و علائم

فصل۱. اندازه‌گذاری تولید ۹۸

فصل۲. تولرانس‌ها و انطباقات ۱۱۷

فصل۳. تولرانس‌های «هندسی» و «وضعی» ۱۵۴

فصل۴. کیفیت سطح ۱۷۶

بخش چهارم

نقشه خوانی اجزای ماشین

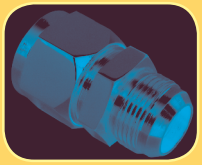
فصل ۱. اصطلاحات متداول در قطعات صنعتی ۲۰۸

فصل ۲. نقشه‌خوانی اتصالات دائمی

- جوش ۲۱۲
- پرچ ۲۳۰

فصل ۳. نقشه‌خوانی اتصالات غیر دائمی

- پیچ و مهره‌ها ۲۳۷
- خارها و گوه‌ها ۲۵۵
- هزارخارها ۲۶۰



فصل ۴. نقشه‌خوانی اجزای انتقال دهنده حرکت و قدرت

- یاتاقان‌ها ۲۶۳
- چرخ‌دنده‌ها ۲۶۷

بخش پنجم

نقشه‌های ترکیبی

فصل ۱. آشنایی با نقشه‌های ترکیبی ۲۸۱

فصل ۲. اصول خواندن نقشه از روی نقشه ترکیبی ۲۸۷

فصل ۳. پیاده کردن (دمونتاژ) ۳۰۲

فصل ۴. سوار کردن (مونتاژ کردن) ۳۱۵

بخش ششم

آشنایی با برخی از نرم افزارهای

طراحی ـ مهندسی..... ۳۲۷

فهرست منابع

منابعی که برای تألیف از محتویات یا تصاویر آنها ایده گرفته شده یا مورد استفاده قرار گرفته است.....۳۳۳

معرفی دو نماد :

✓ در مواردی که در کنار برخی از مطالب صفحات کتاب از این نماد استفاده شده است، برای اطلاعات عمومی بیشتر بوده و به عنوان «بیشتر بدانیم» مطرح شده است.

از این مباحث ارزش‌یابی به عمل **نمی‌آید**.

✓ در قسمت پایین (سمت چپ) برخی از صفحات کتاب از این نماد استفاده شده است. با دیدن این نماد، باید به صفحه مورد نظر در کتاب کار مراجعه و تمرینات آن در قالب : «ارزش‌یابی»، «نقشه خوانی» یا «ترسیم نقشه» انجام شود.

ر.ک. به صفحه ۱۶ : به مفهوم رجوع کنید به صفحه ۱۶

سخنی با هنرآموزان محترم

با سلام و عرض تبریک به مناسبت آغاز سال تحصیلی جدید

همان‌طور که می‌دانیم رسم فنی و نقشه‌کشی را «زبان صنعت» نامیده‌اند. چون از طریق خواندن و درک یک ترسیم فنی می‌توان به ذهن و اندیشه طراح و ماهیت آنچه که قرار است ساخته و تولید شود، پی برد و از این طریق ارتباط طراحان با صنعتگران برقرار شده و یک زبان مشترک ــ در تمام دنیا ــ بین آنها حاکم می‌شود.

از طرفی موفقیت در تولید هر محصول مبتنی بر وجود نقشه‌های دقیق و استاندارد است. بدیهی است که هنرجویان رشته ساخت و تولید با توجه به اهمیت و کاربرد رشته تخصصی خود در سطوح دیپلم یا بالاتر ناگزیر به استفاده از ترسیم فنی و نقشه ــ خصوصاً در جایگاه : **نقشه‌خوانی صنعتی** ــ خواهند بود. به این دلیل و با همین ضرورت و رویکرد، کتاب رسم‌فنی تخصصی برای این رشته تألیف مجدد شده است. برای آن که شما همکار محترم از محتوای تهیه شده به نحو مؤثری در زمان تدریس خود بهره‌مند شوید، مؤلف پیشنهادهایی را به صورت چند نکته صرفاً جهت یادآوری خدمتتان ارائه می‌کند تا آنها را در کنار تجربیات و سوابق «آموزشی ــ صنعتی» ارزشمند خود قرار داده و در نهایت به نحو رضایت بخشی، موفق به ارائه آسان مطالب و یادگیری بهتر هنرجویان عزیز شوید.

چند نکته

✸ از آن‌جایی که کتاب جدیداً تألیف شده است، مرور و مطالعه اجمالی کل مطالب (قبل از تدریس) به بودجه‌بندی فرآیند یاددهی و طرح درس شما کمک می‌کند.

پیشنهاد می‌شود متناسب با جدول بودجه‌بندی پیشنهادی که در صفحات۱۲و۱۳ ارائه شده است، تدریس خود را برنامه‌ریزی کنید تا با کمبود زمان مواجه نشوید. در صورت وجود تعطیلی ــ در صورت امکان ــ بهتر است کلاس جبرانی داشته باشید.

✸در این کتاب تا حد امکان و توان سعی شده تا محتوای آموزشی (اعم از تیترها و زیر تیترها) به شکل منظم و با رعایت پیش‌نیازهای آموزشی تدوین شود.

✸ استاندارد ظرفیت کلاس برای تدریس رسم‌فنی‌تخصصی رشته ساخت و تولید، یک هنرآموز به ازاء هر ۱۵ هنرجو است. در صورتی که این تعداد بیشتر از ۱۶ نفر باشند، به یک همکار کمکی نیاز خواهید داشت.

✸در بخش‌هایی از کتاب مواردی با عنوان «**بیشتر بدانیم**» برای مطالعه آزاد ارائه شده که با نماد در برخی از صفحات کتاب معرفی شده است، که **نباید** در آزمون‌ها مورد سنجش و ارزش‌یابی قرار گیرد.

✸ از آن جایی که هدف این کتاب آشنایی فراگیران با نقشه و دانش نقشه‌خوانی صنعتی است، در مواردی اطلاعات علمی داده شده در شروع هر درس خیلی مختصر است. مثلاً در بخش چهارم با عنوان «نقشه خوانی اجزای ماشین»، فرضاً در خصوص تعاریف و کاربرد اجزایی مثل : پرچ، خار و... مطالبی ارائه نشده است، چون دروس تخصصی دیگری مثل درس اجزای ماشین این مسئولیت را بر عهده داشته است.

✸ سعی شده نحوهٔ نگارش مطالب کتاب به صورت خودآموز باشد تا هنرجویان عزیز در صورت تمایل قبل از تدریس شما، موفق به مطالعه و یادگیری شوند. بنابراین پیشنهاد می‌شود برای استفاده مطلوب و بهتر از وقت تدریس و سهولت در یادگیری هنرجویان، از آنها بخواهید صفحات مورد نظر شما ــ از کتاب درسی ــ را در هر جلسه برای تدریس جلسه آینده مرور کنند.

مرور اولیه و نگاه کردن به تصاویر و نقشه‌ها، باعث ثبت یک سری اطلاعات اولیه در ضمیر ناخودآگاه فراگیران می‌شود.

زمانی که شما در جلسه بعدی تدریس را شروع می‌کنید،مرور قبلی هنرجویان باعث تمرکز و توجه سریع‌تر آنها به درس شده و از طرفی افرادی که مطالب را عمیقاً مطالعه کرده باشند با توضیحات شما به‌طور بهتری خواهند آموخت.

✸برای صرفه جویی در وقت تدریس شما و انتقال مفاهیم از طریق تصاویر و نقشه‌ها (در حداقل زمان ممکن)، تصاویر صفحات کتاب به صورت pdf روی CD ارائه شده که از طریق امکانات نرم‌افزاری امکان انتقال آن بر روی پرده (دیوار) وجود دارد.

هدف اصلی این است که به جای آن که به هنرجویان توضیح دهید در هر صفحه کتاب به چه شکل و مطالبی توجه کنند، با کمترین زمان ممکن می‌توانید با استفاده از این تصاویر ــ که در حقیقت بر روی دیوار بزرگ‌نمایی می‌شوند ــ با سهولت بیشتری توجه آنها را به تصاویر و نقشه‌ها جلب نموده و با سرعت بالایی مفاهیم درسی را منتقل نمایید. این روش (نسبت به روش سنتی ترسیم بر روی تخته سیاه یا وایت برد) فراگیران را متمرکز کرده و توجه بیشتری به هنرآموز نشان می‌دهند.

در صورتی که امکاناتی برای ارائه CD از طریق برنامه‌های نمایشی نرم افزاری ندارید، می‌توانید از محتویات CDپرینت تهیه نموده و به کمک دستگاه‌های «اوپک» یا «اورهد» اقدام به نمایش صفحات کتاب نمایید. این CD از طریق کارشناسی بررسی محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها باید در اختیار هنرستان شما قرار گیرد.

✹ این کتاب در تداوم کتاب رسم فنی عمومی سال دوم ــ با فرض این که هنرجو مطالب سال قبل را در حد قابل قبول فرا گرفته است ــ کوشش دارد در این مسیر حرکت کند، اما بدون شک تجربه همکاران محترم در فعالیت‌های صنعتی در کنار سال‌ها تجربه تدریس رسم فنی می‌تواند برای هنرجویان بسیار ارزنده و مؤثر باشد. بنابراین اگر در بین همکاران محترم افرادی در فعالیت‌های خارج از کلاس درسی با نقشه ارتباط دارند، از هر آنچه که مرتبط با سرفصل این کتاب است در صورت امکان می‌توانند تجربیات صنعتی خود را به زبان ساده به هنرجویان عزیز منتقل نمایند. این موضوع نه تنها بر اعتماد به نفس هنرجویان تأثیر می‌گذارد، بلکه باعث ایجاد انگیزه از آموخته‌های تئوری خود و شناخت نسبت به جایگاه آن در صنعت می‌گردد.

✹استفاده از رسانه‌های آموزشی نه تنها باعث سهولت و تسریع در یادگیری فراگیران می‌شود، بلکه یادگیری را نیز لذت‌بخش می‌سازد. از میان سایر رسانه‌ها شاید تصویر جزء کم هزینه‌ترین و آسان‌ترین رسانه‌ها باشد. استفاده ازتصاویر واقعی اجسام و قطعات صنعتی به خصوص برای هنرجویان رشته ساخت و تولید نه تنها درک آنها را افزایش می‌دهد و آنها را با طیف‌های مختلفی از قطعات صنعتی آشنا می‌کند، بلکه قدرت تجسم و نحوه ورود به حل مسأله را برای آنها تسهیل و تسریع می‌بخشد.

امید است اساتید محترم به تصاویر این کتاب بسنده نکرده و خودشان به کمک تصاویر موجود در سایر کتاب‌ها و بروشورها بتوانند مقاصد و اهداف آموزشی خود را به روش مطلوب و بهتری به فراگیران خود منتقل نمایند.

✹تمام تمرینات «**کتاب درسی**» و «**کتاب کار**» در قالب : «ارزش‌یابی» و «نقشه‌خوانی» مطرح شده است که در ضمن تدریس با راهنمایی هنرآموز محترم، توسط هنرجویان در حین تدریس یا پس از تدریس (در کلاس درس یا منزل) مورد سنجش قرار می‌گیرد. در قسمت پایین (سمت چپ) برخی از صفحات کتاب درسی از یک تصویر به صورت نماد استفاده شده است. پس از مطالعه هر صفحه از مطلب کتاب درسی با دیدن این نماد هنرجویان را راهنمایی فرمایید تا برای حل تمرین در نظر گرفته شده به کتاب کار مراجعه و اقدام به حل تمرین (تمرین های) مورد نظر نمایند.

توجه : این تمرین‌ها در دو گروه زیر، هم در «کتاب درسی» و هم در «کتاب کار» ارائه شده‌اند :

الف) تمرین‌هایی که در کتاب درسی ارائه شده است، باید بلافاصله پس ازتدریس با مشارکت همه هنرجویان مورد ارزش‌یابی قرار گیرند. این تمرین‌ها در داخل خود کتاب درسی پاسخ داده می‌شوند. روش حل یا ترسیم آنها با دست آزاد یا ارائه پاسخ‌های کوتاه به سؤالات است. هدف از طرح این نوع سؤالات تثبیت اطلاعات آموخته شده ــ که با عناوین ارزش‌یابی و نقشه‌خوانی ارائه شده است ــ در ذهن هنرجویان بلافاصله پس از تدریس است. برای اثربخشی بیشتر سعی کنید تا حد امکان مشارکت تمام هنرجویان را در حل این تمرینات داشته باشید.

ب) تمرین‌هایی که در کتاب کار ارائه شده است ــ نیز با دو عنوان «ارزش‌یابی» و «نقشه خوانی» وجود دارند که به صلاحدید هنرآموز محترم بخشی از حل این تمرین‌ها باید در کلاس درس و برخی دیگر در منزل انجام گیرد. در مورد روش و نحوه حل آنها دو نکته مهم وجود دارد :

۱ــ در برخی از برگه‌های کتاب کار نقطه‌چین، برای برش برگه از «کتاب کار» مشاهده می شود. این برگه‌ها الزاماً باید از کتاب کار جدا شده و با وسایل نقشه‌کشی (خط‌کش T، گونیا و...) و نقشه داخلی آنها با دقت ترسیم شوند.

۲ــ برخی دیگر از برگه‌ها که سؤالات آنها به صورت نوشتاری یا شامل پرسش‌های چند گزینه‌ای می‌باشد در داخل خود برگه قابل پاسخگویی است. هنرجویان به برخی از سؤالات ترسیمی کتاب کار نیز (با استفاده از وسایلی نظیر گونیا و خط‌کش) ــ بدون جدا کردن برگه ــ می‌توانند پاسخ دهند.

✹ در صورتی که هنرجویی در پاسخ به ارزش‌یابی‌ها و نقشه‌خوانی با مشکلی مواجه شد، توضیحات لازم را ارائه کنید، ضمن این که ایشان را راهنمایی فرموده و یادآور شوید که قبل از حل تمرین مورد نظر به شماره صفحه کتاب درسی (که در جدول پایین برخی از صفحات کتاب کار اشاره شده) جهت مرور مجدد مطالب درسی مراجعه نمایند.

✹ در صورتی که هنرجویانی تمایل به انجام تمرینات بیشتر داشتند و یا انجام تمرین درمنزل را بیشتر از حد کتاب درسی ضروری دانستید، می‌توانید از منابع آموزشی معتبر، تمرین‌هایی را متناسب با سرفصل آموزشی به صورت پلی‌کپی در اختیار هنرجویان خود قرار دهید.

مؤلف بر این باور است که «هنرجویان» امروز در رشته ساخت و تولید به عنوان صنعتگران آینده (تکنیسین فنی، مهندس و ...) در صورتی که با نقشه آشنا باشند و به تأثیر و لزوم آن در فرایند ساخت و دقت محصولات تولیدی اعتقاد داشته باشند، از نقشه در جهت بالا بردن راندمان و کیفیت قطعات ساخته شده بهره خواهند گرفت.

از طرفی وجود اطلاعات هدفمند و همسو با نیازهای جامعه صنعتی در کتاب‌های آموزشی فنی و کمیت و کیفیت نحوه ارائه مطالب متناسب با نیاز هنرجویان عزیز، نه تنها احترام به خواسته‌های آنها تلقی می‌شود، بلکه در «خودباوری» و «اعتماد به نفس» آنها در آگاهی از توانمندی خود در جهت استفاده مطلوب از امکانات و سرمایه‌های ملی بازخورد و تأثیری مثبت خواهد داشت.

بدون شک طراحان و مهندسانی که امروز در ایران و یا خارج از کشورمان محصولات جدیدی را طراحی وتولید می‌کنند، همان نوجوانان دیروز بوده اند. **بنابراین دور از انتظار نخواهد بود که هنرجویان این مرز پرگُهر با کسب آگاهی و خود باوری بتوانند در آینده محصولاتی بهتر و کامل‌تر از آنچه که تاکنون وجود داشته، برای رفاه و آسایش جامعه خود و سایر کشورها به عنوان یک ایرانی موفق طراحی و تولید نمایند.** لذا امیدوارم آگاهی و نگرشی که محتوای این کتاب ــ در کنار سایر کتاب‌های درسی ــ به هنرجویان رشته ساخت و تولید می‌دهد، سهمی در شکل‌گیری خلاقیت‌ها و ایده‌های جدید ذهنی آنها در راستای بهبود و ارتقاءفناوری برای کشور عزیزمان به همراه داشته باشد. به‌طور یقین تشویق‌ها و حمایت‌های به هنگام شما اساتید محترم، می‌تواند در این مسیر فوق‌العاده مؤثر و در ذهن و اندیشه هنرجویان ماندگار باشد.

نظر به تازگی نحوهٔ ارائه برخی مطالب، احتمال کاستی‌ها و اشتباهاتی در کتاب وجود دارد. همکاران محترم و هنرجویان عزیز می‌توانند با ارسال پیشنهادهای ارشادی، «مؤلف» را مورد لطف خود قرار دهند.

در خاتمه وظیفه خود می‌دانم از حمایت‌های فکری و معنوی معلمان، اساتید و همکاران ارجمندم، همچنین هنرجویان و دانشجویان عزیزم و تمامی روشنگران راه زندگی‌ام که همواره مشوق و همراه من در به ثمر رساندن اهدافم بوده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم. امید که بتوانم پاسخگوی الطاف و محبت‌های همه این بزرگواران باشم. از خداوند متعال برای این عزیزان و شما اساتید گرامی توفیقات روز افزون مسئلت می‌نمایم.

با آرزوی افتخارآفرینی برای هنرجویان امروز کشورمان (آینده سازان ایران فردا)

حمیدرضا غلامرضایی
hrgho@yahoo.com

سخنی با هنرجویان عزیز

از آن جایی که رسم فنی «زبان صنعت[1]» نامیده می‌شود، استفاده و بهره‌مندی از «نقشه و نقشه‌خوانی صنعتی» توسط هنرجویان رشته ساخت و تولید یکی از راه‌های موفقیت در این رشته است. نکته قابل توجه این که علاقه مندی و کسب تجربه و پشتکار در زمینه نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی صنعتی، هنرجوی رشته ساخت وتولید را در آینده مستعد انجام فعالیت‌های طراحی مهندسی نیز خواهد کرد.

روش نگارش متن، تهیه تصاویر و نقشه‌های این کتاب در راستای توانمندی‌های در حین تحصیل شما فراگیران عزیز تهیه شده است، که امید است به نحو مطلوبی از آن بهره ببرید.

* برای موفقیت در این مسیر ارزشمند چند نکته قابل ذکر است :

● برای ایجاد و تقویت درک فنی خویش در مورد قطعاتی که در محیط زندگی یا حتی قطعاتی که در کارگاه می‌بینید، تا حد امکان سعی کنید راجع به نحوه و چگونگی معرفی این قطعات «به‌صورت نقشه» از طریق تهیه طرح دستی (اسکیچ دستی)، روش‌های اندازه برداری از آن و از همه مهم‌تر راجع به نحوه ساختن آن با دوستان و هنرآموزان خود گفتگو کنید. در این راستا استفاده از دست ساخته‌های هنرجویان سال قبل می‌تواند فوق العاده مؤثر باشد.

● در صورتی که امکان بازدید از کارخانه یا کارگاه‌ها و واحدهای صنعتی از طریق شما یا دوستانتان وجود دارد با همکاری مدیر محترم هنرستان و هنرآموزان رشتهٔ تخصصی خودتان شرایط بازدید را به منظور کسب تجربه برای خود و همکلاسی‌هایتان ــ با هماهنگی مدیر هنرستان ــ فراهم آورید.

● به دلیل اهمیتی که تأثیر نقشه و نقشه‌خوانی صنعتی در رشته مهم و ارزشمند ساخت وتولید در صنعت کشورمان دارد، سعی شده در این کتاب محتویات آموزشی موردنیاز شما فراگیران عزیز تا حد امکان جنبهٔ صنعتی و کاربردی داشته باشد تا نه تنها یادگیری برای شما لذت‌بخش و آسان شود، بلکه باتعمق و دیدن تصاویر قطعات گوناگون بر جسارت فنی شما افزوده و حس کنجکاویتان را تا حد امکان اقناع کند.

● کتاب رسم فنی تخصصی به همراه «کتاب کار»، طراحی و تألیف شده است. که توضیحات مربوط به کتاب کار برای شما به‌طور جداگانه در مقدمه «کتاب کار» ارائه شده است. توضیحات مربوط به این قسمت را حتماً مطالعه فرمایید.

ــ در قسمتی از صفحات کتاب درسی بعضاً از عبارت «بیشتر بدانیم» به همراه نماد استفاده شده، به مفهوم آن است که از این مباحث ارزش‌یابی به عمل نمی آید.

نکته مهم :

ــ در پایان مطالب برخی از صفحات کتاب درسی از نماد استفاده شده است. پس از تدریس هنرآموز محترم یا مطالعه خودتان به شماره صفحه موردنظر در کتاب کار مراجعه کنید وتمرینات کتاب کار را در قالب : ارزش‌یابی، نقشه خوانی یا ترسیم نقشه (با راهنمایی هنرآموز محترم) انجام دهید.

ــ در بخش ششم کتاب درسی، مطالبی در خصوص آشنایی شما هنرجویان عزیز با برخی از نرم‌افزارهای متداول در طراحی و نقشه‌کشی ارائه شده است. مطالب این فصل به صورت «مطالعه آزاد» بوده که هدف ایجاد آشنایی و اطلاع‌رسانی به آن دسته از هنرجویانی است که علاقه‌مند به کار با این نرم‌افزارها هستند. از مطالب این بخش ارزش‌یابی به عمل نمی‌آید.

در خاتمه ضمن آرزوی موفقیت برای همه شما آینده‌سازان ایران عزیز، انتظار می‌رود مطابق خواست و نیاز اساتید و هنرآموزان محترمتان، مثال‌ها، ارزش‌یابی‌ها و نقشه‌خوانی‌ها را در مدت زمانی که برای شما تعیین می‌شود،به نحو احسن انجام دهید تا انشاالله در آینده چه در سطوح تحصیلی بالاتر و چه در فعالیت‌هایی صنعتی و تولیدی بتوانید از آموخته‌هایتان در زمینه «رسم‌فنی و نقشه‌خوانی صنعتی» در راستای موفقیت‌های خود و صنعت کشورمان به‌نحو مطلوبی بهره‌مند شوید.

*** به یاد داشته باشید :**

تکنیسین‌ها، طراحان و مهندسان بزرگ ایرانی که امروز در کشورمان یا در نقاط مختلفی از دنیا، ابزارها و محصولات جدیدی را طراحی و تولید می‌کنند همان نوجوانان دیروز بوده‌اند که از فرصت‌های زمان تحصیل خود ــ خصوصاً از راهنمایی‌ها و تجربیات معلمان خود ــ بهره گرفته و با پشتکار، اعتماد به نفس و اتکاء به خداوند متعال به موفقیت‌های بزرگ رسیده‌اند.

بنابراین دور از انتظار نخواهد بود شما جوانان توانمند این سرزمین با کسب آگاهی و خود باوری بتوانید در آینده ابداعات و محصولاتی بهتر و کامل‌تر از آنچه که اکنون وجود دارد برای رفاه و آسایش مردم کشورمان و سایر کشورها به عنوان یک «ایرانی موفق» طراحی و تولید نمایید.

با آرزوی موفقیت‌تان در رشته با شکوه و ارزشمند : «ساخت و تولید» و افتخار آفرینی شما برای کشور عزیزمان

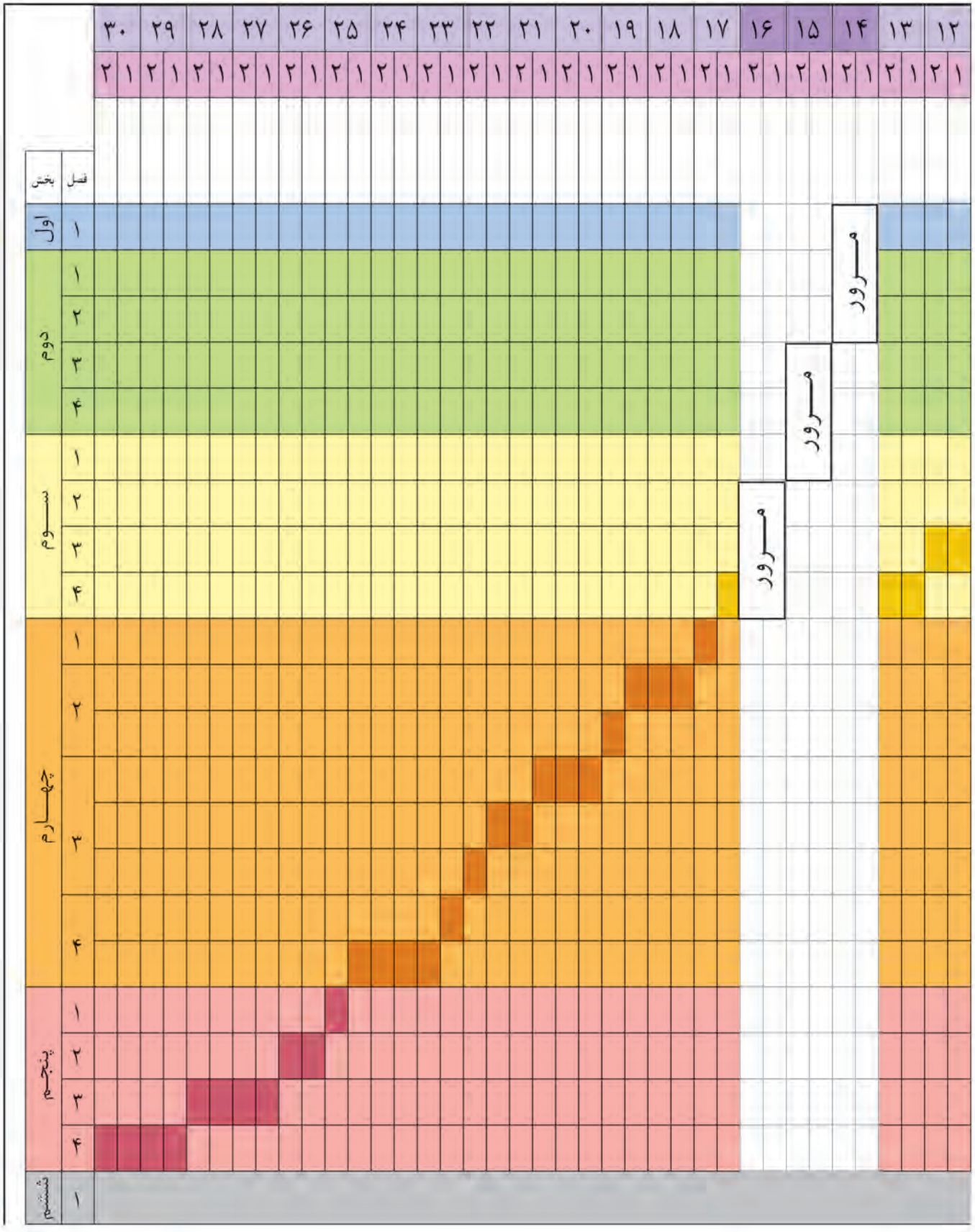
«مؤلف»

۱ــ Industerial language

جدول پیشنهادی بودجه بندی تدریس

بخش	فصل	عنوان			صفحه	هفته آموزشی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
						جلسه. . . .	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲	۱ ۲
		سرفصل آموزشی															
اول	۱	درپیرامون نقشه خوانی صنعتی															
دوم	۱	کاربرد اجسام هندسی			۲۷												
	۲	شناخت اجزای تشکیل دهنده قطعات			۳۶												
	۳	برخورد صفحه با جسم			۵۶												
	۴	برخورد جسم با جسم			۷۵												
سوم	۱	اندازه گذاری خاص			۹۸												
	۲	تولرانس ها و انطباقات			۱۱۷												
	۳	تولرانس های هندسی			۱۵۴												
	۴	کیفیت سطح			۱۷۶												
چهارم	۱	اصطلاحات متداول در قطعات صنعتی			۲۰۸												
	۲	نقشه خوانی اتصالات دائمی		جوش	۲۱۲												
				پرچ	۲۳۰												
	۳	نقشه خوانی اتصالات غیر دائمی	اتصالات پیچ و مهره ای		۲۳۷												
			اتصالات شافت و توپی	خارها و گوه ها	۲۵۵												
				هزارخارها	۲۶۰												
	۴	نقشه خوانی اجزای انتقال دهنده حرکت و قدرت	یاتاقان ها		۲۶۳												
			چرخ دنده ها		۲۶۷												
پنجم	۱	آشنایی با نقشه های ترکیبی			۲۸۱												
	۲	اصول خواندن نقشه از روی...			۲۸۷												
	۳	پیاده کردن (دمونتاژ)			۳۰۲												
	۴	سوارکردن (مونتاژ)			۳۱۵												
ششم	۱	آشنایی با نرم افزارها															

رسم فنی تخصصی (رشته ساخت و تولید)

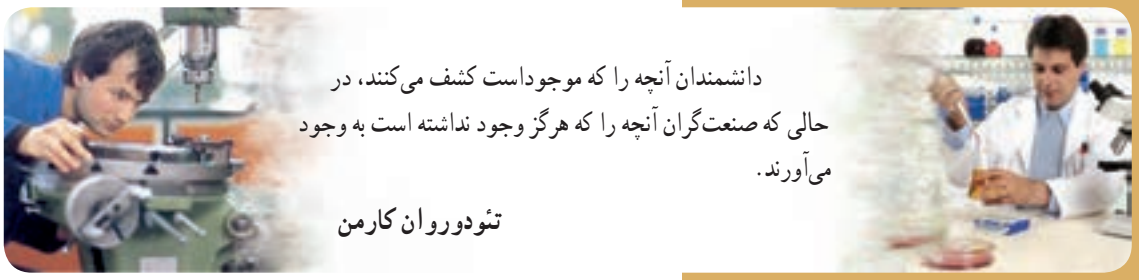


اخلاق حرفه‌ای در نگه‌داری اسناد و نقشه‌ها

صاحبان حِرَف و مشاغل ملزم هستند اطلاعات محرمانهٔ مشتری را حفظ و حراست کنند. این الزام در حرفه‌های گوناگون، مانند پزشکی، یک اصل سابقه‌دار است. چرا که اطلاعات بیمار باید به‌صورت محرمانه نگه‌داری شود. اطلاعات کارفرما و مشتری در کارهای فنی و مهندسی نیز این چنین هستند. برای مثال اطلاعات دربارهٔ چرخش یک فعالیت اقتصادی برتوان رقابتی شرکت‌ها در بازار تأثیر مستقیم دارد. نتایج تست‌ها، اطلاعات محصولات پخش نشده، طراحی‌ها و فرمول تولیدات از این نوع‌اند. بنابراین باید همهٔ آنها محفوظ بمانند.

رعایت این الزام اخلاقی پس از ترک خدمت هم لازم است. یعنی اگر شما پس از مدتی به کار دیگری وارد شدید که در حوزهٔ مشابه کار قبلی باشد نباید اطلاعات ویژه و اختصاصی را برای کارفرمای جدید بازگو کنید. البته این به آن معنا نیست که اگر فردی به سراغ کار جدید می‌رود همهٔ اطلاعات و تجربه و دانش سال‌ها کار حرفه‌ای خود را به‌دست فراموشی بسپارد.[۱]

۱ــ برگرفته از کتاب بایسته‌های اخلاق مهندسی ــ ترجمهٔ مصطفی ساکت



دانشمندان آنچه را که موجوداست کشف می‌کنند، در حالی که صنعتگران آنچه را که هرگز وجود نداشته است به وجود می‌آورند.

تئودوروان کارمن

بخش اول
ضرورت نقشه‌خوانی صنعتی
فصل ۱

شما درحال حاضرهنرجوی سال سوم رشته «ساخت و تولید» هستید. از آنجایی که فرایندهای ماشین‌کاری جزء فرصت‌های خوب شغلی محسوب می‌شود، شما در رشتهٔ ساخت و تولید در دورهٔ دیپلم و یا با ادامهٔ تحصیل در دوره‌های تحصیلی بالاتر (کاردانی، کارشناسی و...) دارای شغلی پرتحرک، جذاب و مؤثر خواهید بود. بنابراین برای موفقیت و پیشرفت مستمردر این رشته و در این شغل، نیازمند برنامه‌ریزی آموزشی و کسب علوم جدید هستید، از جمله برای انجام صحیح وظایف خود لازم است مهارت‌هایی را کسب نمایید که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از :

ـ دانش لازم در زمینه روش‌های تولید و ابزارهای مورد نیاز این روش‌ها

ـ آشنایی با «نقشه‌خوانی صنعتی» و توانایی ترسیم نقشه‌های سادهٔ صنعتی (در حد نیاز)

ـ آشنایی با روش ساخت ابزارها و...؛

ـ دانش لازم در زمینهٔ محاسبات فنی، اندازه‌گیری دقیق، اجزای ماشین، شناخت و خواص مواد...

در این فصل با فرایند نقشه‌خوانی، اهمیت و ضرورت آن خصوصاً برای رشته «ساخت و تولید» به طور خلاصه آشنا می‌شوید.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- اهمیت و ضرورت نقشه خوانی را بیان کند.
- تأثیر نقشه را در مشاغل مرتبط با رشته ساخت و تولید شرح دهد.
- اهمیت و جایگاه نقشه‌خوانی را درفرایند تولید توضیح دهد.

استفاده از نقشهٔ صنعتی

نقشهٔ صنعتی پایه و اساس تولید در هر صنعتی است. بنابراین هیچ تخصص و رشتهٔ فنی‌ای وجود ندارد که از نقشه صنعتی بی‌نیاز باشد. امروزه گسترش ارتباطات صنعتی میان کشورها، وجود زبان مشترک را برای تبادل افکار و اطلاعات مورد نظر طراحان و سازندگان اجتناب ناپذیر می‌کند.

نقشهٔ صنعتی این وظیفهٔ مهم را برعهده دارد و به وسیلهٔ این زبان مشترک طراحان و سازندگان با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند.

بنابراین طبیعی است که یک نقشه در کشوری طراحی و تهیه شود و یک سازنده در کشور دیگری، طبق آن نقشه، محصول مورد نظر را بسازد.

هماهنگی زبان مشترک بین طراح وسازنده برعهدهٔ سازمان جهانی استاندارد (ایزو :ISO) است. این سازمان فعالیت‌های متنوع و فراوانی را انجام می‌دهد که یکی از آنها تدوین استاندارد نقشه‌های صنعتی برای تمام استفاده‌کنندگان از نقشه در سراسر جهان است؛ چه افرادی که به عنوان نقشه‌کش صنعتی به‌ترسیم نقشه‌های صنعتی اقدام می‌کنند و چه افرادی که به‌عنوان تولیدکننده وسازنده از نقشه بهره می‌گیرند.

در صفحه بعد برخی از مشاغلی که با «نقشه‌های صنعتی» ارتباط دارند معرفی شده‌اند.

تولید کنندگان

نمونه‌سازان

تکنیسین‌های فنی

مونتاژکاران

بازرسان و کنترل کننده‌ها

تعمیرکاران

به نظر شما چه گروه‌هایی از مشاغل دیگر در شغل و حرفه خود از «نقشه» بهره می‌گیرند؟
در مورد برخی از آنها با معلم خود گفتگو کنید و تعدادی از آنها را یادداشت کنید.

فرایند نقشه‌خوانی

افرادی که با تولید ارتباط نزدیک دارند و وظیفه‌شان ساخت قطعات صنعتی است، باید با اطلاعات «نقشه‌خوانی صنعتی» آشنایی داشته باشند.

نقشه‌خوانی صنعتی مهارتی است که در آن سازنده به کمک اطلاعات روی نقشه، اعم از تصویر، علائم، اعداد، حروف و... می‌تواند از خواسته و نظر طراح مطلع شود و آنچه را در نقشه مدنظر است تولید کند. بنابراین سازنده برای ساخت هر قطعه‌ای نیازمند به استفاده از نقشه خواهد بود.

اغلب اوقات سازنده لازم است قطعاتی را که خودش می‌سازد کنترل کند تا مطمئن شود که آن قطعات با مشخصات درج شده در نقشهٔ صنعتی مطابقت دارد یا خیر. بنابراین او ناگریز است از نقشه استفاده کند. برای آن که او بتواند در این کار موفق شود به عوامل متفاوتی باید توجه داشته باشد. یکی از عوامل موفقیت در فرایند تولید، داشتن نقشهٔ کار صحیح و اطلاعات لازم در مورد نحوهٔ قرائت ودرک اطلاعات از روی نقشه (نقشه‌خوانی) است.

نقشهٔ قطعهٔ کار

نقشهٔ یک قطعه وقتی حاوی اطلاعات کامل باشد و از نظر شکل، اندازه، جنس قطعه، کیفیت سطح، تولرانس‌ها و... کامل باشد، سازنده با خواندن آن در مورد قطعه اطلاعات کاملی کسب می‌نماید و فرایند تولید خود را با موفقیت و صحت پشت سر می‌گذارد.

بنابراین ماشین کار باید با دقت نقشهٔ قطعهٔ کار و فرایند تولید آن را مطالعه نماید. در واقع او باید قطعهٔ کار و فرایند تولید آن را کاملاً بشناسد.

خواندن نقشه

منظور از خواندن نقشهٔ یک قطعه تعیین مراحل مختلف ساخت (روش تولید) آن قطعه و رعایت ترتیب آن است.

نقشه همیشه باید مشخصات جسم را به طور کامل به سازنده معرفی کند.

نحوهٔ خواندن یک نقشه معمولاً به ترتیب زیر است :

۱ــ بررسی مندرجات جدول، خصوصیات ساخت، اندازه‌ها و...؛

۲ــ تجسم شکل ودرک کامل مفهوم علامت‌های اختصاری موجود در تصاویر؛

۳ــ پیدا کردن کلیه اندازه‌ها، مبناها، تولرانس‌ها و...

هنگام ساختن قطعه از روی نقشهٔ آن، سریع خواندن نقشه عامل مؤثری است و سازندهٔ موفق فردی است که عملاً با یک نظر اجمالی، چگونگی شکل قطعه را از روی نقشه دریابد. البته این مهارت (سریع خواندن نقشه) اکتسابی است و به مرور حاصل می‌شود.

برای آن که هنرجویان رشتهٔ ساخت و تولید در خواندن نقشه تسلط پیداکنند، لازم است تمرین‌های گوناگونی را که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است، انجام دهند.

۱ــ ترسیم نقشه از روی مدل‌های صنعتی ساده؛ (شکل۱)

۲ــ کنترل و بازبینی مجدد نقشهٔ قطعاتی که تولید شده‌اند (بر اساس همان نقشه و همان قطعهٔ صنعتی موجود)؛ (شکل۲)

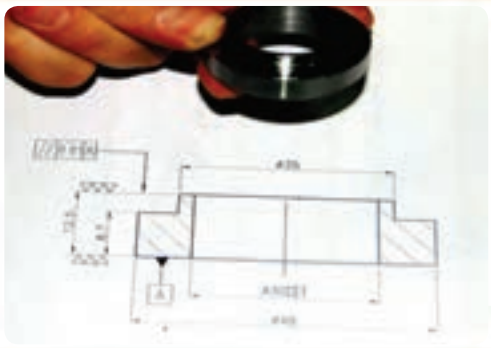
۳ــ مطالعه و بررسی نقشه اجرایی یک قطعه و تجسم شکل آن ترجیحاً با کمک نمونهٔ واقعی قطعه مورد نظر؛ (شکل۳)

۴ــ بررسی و تحلیل نمونهٔ قطعات و مجموعه‌های ساخته شده توسط سایر هنرجویان، با راهنمایی هنرآموزان محترم (خصوصاً در مبحث آموزش نقشه‌های ترکیبی) (شکل۴).

به نظر شما آیا راه‌های دیگری وجوددارد؟
آنها را در قسمت مقابل یادداشت کنید.

شکل ۱

شکل ۲



شکل ۳

شکل ۴

اهمیت وضرورت نقشه‌خوانی برای رشتهٔ ساخت و تولید

رشته ساخت و تولید از جمله رشته‌های فنی است که ارتباط فوق العاده نزدیک و تنگاتنگ با نقشه‌های صنعتی دارد. حرفه‌های منشعب از رشتهٔ ساخت و تولید بسیار زیاد و متنوع است و دانش‌آموختهٔ این رشته چه در دورهٔ دیپلم و چه در دورهٔ بالاتر دانشگاهی برای موفقیت در شغل و حرفه‌اش به اطلاعات «نقشه‌خوانی صنعتی» نیازمند است. در این‌جا برای نمونه تنها ۹ شغل و ارتباط آنها با نقشه و نقشه‌خوانی به‌طور خلاصه ارائه می‌شود.

شکل ۱

۱ــ یک دانش آموختهٔ رشتهٔ ساخت و تولید در روند انجام فعالیت‌های تخصصی خود ممکن است به دریافت راهنمایی فنی و اطلاعات تخصصی از تکنیسین‌های ماهر ابزارسازی نیازمندباشد. داشتن اطلاعات لازم از نقشهٔ صنعتی قطعه، به ماشین‌کار کمک می‌کند تاحد امکان مطابق با خواست و نیاز مطرح شده در نقشهٔ صنعتی از تجربهٔ افراد دیگر (ابزارسازان و...) استفاده کند تا ضمن صرفه جویی در وقت، کار به سهولت و زودتر به سرانجام برسد (شکل ۱).

شکل ۲

۲ــ یک دانش آموختهٔ رشتهٔ ساخت و تولید می‌تواند در زمینهٔ آمار وتهیهٔ گزارش‌های فنی به مهندسان کمک کند. اغلب برنامه‌های بازرسی و کنترل کیفیت توسط ماشین‌کاران برجسته به کمک نقشه‌هایی که به همین منظور تهیه شده‌اند هدایت می‌شوند (شکل ۲).

شکل ۳

۳ــ یک دانش‌آموختهٔ رشتهٔ ساخت و تولید می‌تواند عملیات نگه‌داری، تعمیر و یا تهیهٔ ابزار برای ماشین آلات را نیز بر عهده گیرد. دانش نقشه‌خوانی به او کمک می‌کند تا در کنار آشنایی با زبان لاتین بتواند از اطلاعات و نقشه‌های موجود در بروشورهای فنی در جهت انتخاب ابزار و یا تعمیر و نصب و نگه‌داری ماشین‌آلات بهره‌مند شود (شکل ۳و۴).

شکل ۴

۴ــ دانش آموختهٔ رشتهٔ ساخت و تولید می‌تواند در کنار فعالیت‌های فنی و حرفه‌ای در بخش صنعت تحت عنوان «مربی» به «تدریس نقشه خوانی» نیز بپردازد.

بخش عظیمی از موفقیت تدریس در زمینهٔ آموزش‌های فنی و حرفه‌ای،خصوصاً در رشتهٔ ساخت و تولید، درگرو استفاده از «نقشه‌های مختلف و متنوع صنعتی» به همراه قطعات یا مدل‌های تولید شده است، ضمن این که این روش در ثبات یادگیری مخاطبان فوق العاده مؤثر است (شکل‌های ۱ و ۲).

شکل ۱

۵ــ دانش آموختهٔ رشتهٔ ساخت و تولید در صورت داشتن تبحر می‌تواند مسئولیت تعدادی از همکاران خود را بپذیرد و با قبول مسئولیت سرپرستی آنها، مسئولیت حفظ و ارتقای کیفیت قطعات ساخته شده را نیز بر عهده گیرد.

او به عنوان یک مسئول می‌تواند با آموزش به کارکنان خود (پرسنل) در زمینه‌های مختلف، خصوصاً روش استفاده صحیح از نقشه و «نقشه‌خوانی صنعتی» دانش آنان را در این زمینه ارتقا دهد و به این ترتیب می‌تواند در بالا بردن کیفیت محصول و دقت قطعات تولید شده سهم مؤثری داشته باشد (شکل ۳).

شکل ۲

۶ــ دانش آموختهٔ رشتهٔ ساخت و تولید ممکن است بنا به‌ضرورت وظیفهٔ شغلی،مسئولیت واحد طراحی ابزار یک کارگاه تولیدی را عهده‌دار شود.

اصولاً نقشه‌های مورد نیاز برای ماشین‌کار توسط بخش طراحی و نقشه‌کشی صنعتی تهیه می‌شود، اما در کارگاه‌های خیلی کوچک ممکن است استثنائاً یک ماشین‌کار همهٔ کارها را از مرحلهٔ تهیهٔ نقشه تا مرحلهٔ تولید و کنترل، خود برعهده داشته باشد.

شکل ۳

بنابراین آشنایی و دانش کافی در این زمینه، خصوصاً تعامل و رابطهٔ کاری خوب با افرادی که در حوزهٔ نقشه‌کشی صنعتی مطلع هستند می‌تواند برای دانش آموختهٔ رشته ساخت و تولید فوق‌العاده تأثیرگذار باشد (شکل ۴).

شکل ۴

۷ــ پیدایش و به‌کارگیری ماشین‌های کنترل عددی(CNC) در زمینهٔ فرایندهای ماشین‌کاری یک تحول بزرگ محسوب می‌شود. از آن‌جایی که رایانه‌ها هوش ذاتی ندارند، برای برنامه‌نویسی به ماشین‌کار ماهر نیاز است. چنین ماشین‌کاری می‌تواند ماشین ابزار CNC را برای انجام یک کار خاص برنامه‌نویسی کند.

شکل ۱

او پس از مطالعهٔ «نقشه صنعتی»، قادرخواهد بود جهت انجام عملیات ماشین کاری ابزارهای برشی مناسب و حرکت‌های مورد نیاز را برگزیند و در قالب دستورهایی که به حافظهٔ ماشین وارد می‌کند، آن را برای انجام عملیات آماده سازد. داشتن تسلط در نقشه‌خوانی صنعتی در کنار آشنایی با علوم کامپیوتر و روش‌ها و فرایندهای تولید، همچنین آشنایی لازم با ریاضیات و محاسبات فنی از جمله عوامل موفقیت یک ماشین‌کار در زمینهٔ کار با ماشین‌های CNC خواهد بود(شکل ۲،۱).

شکل ۲

۸ــ یکی از عوامل موفقیت در هر کارگاه یا کارخانه، داشتن گواهی نامهٔ کیفیت ایزو (ISO) است و یکی از مهم‌ترین مستندات که برای دریافت این گواهینامه مهم است، وجود نقشه‌های صنعتی دقیق و آشنایی تکنیسین‌ها و ماشین‌کاران با دانش نقشه‌خوانی صنعتی است(شکل ۳).

شکل ۳

۹ــ یک ماشین‌کار با بررسی نقشهٔ (نقشه‌های) صنعتی‌ای که برای قطعه تهیه شده و به کمک برگه‌های روش تولید (فرایند تولید) ماشین کاری را شروع می‌کند.

بنابراین یکی از مهم‌ترین کاربردهای نقشه برای ماشین‌کاران استفادهٔ همزمان از نقشه در کنار «برگهٔ فرایند تولید» است. ماشین‌کار به کمک برگهٔ فرایند تولید و با راهنمایی گرفتن از نقشه مطلع می‌شود که از چه ماشین و چه ابزاری برای ساختن قطعهٔ موردنظرش باید استفاده کند (شکل ۴).

شکل ۴

یکی از ابزارها و کلیدهای موفقیت در این مسیر دانش «نقشه‌خوانی صنعتی» است. بدون شک قطعه یا محصولی که بدون بهره‌گیری از نقشه تولید شود با فرهنگ صحیح ساخت و تولید قابل توجیه نیست و بهره نگرفتن از نقشه نشانهٔ ناآگاهی علمی و بی‌فرهنگی صنعتی است! حاصل این شیوهٔ غلط استفاده از روش آزمایش و خطا، اتلاف وقت، افزایش هزینه، کاهش دقت، نداشتن کیفیت و ناکارآمدی درتولید خواهد بود !

آماده شوید

فرایندها و روش‌های تولید زمینه‌ای از فعالیت‌های فنی‌وحرفه‌ای است.در این فعالیت‌ها ایده‌ها، افکار جدید و روش‌های نو به طور مستمر ابداع و ارائه می‌شود. بنابراین دائماً موقعیت‌های شغلی جدید ــ که از قبل وجود نداشته است ــ در این زمینه ایجاد می‌شود.

توجه داشته باشید که پایان دورهٔ هنرستان پایان کسب علم و مهارت آموزی نیست! چه ادامهٔ تحصیل بدهید و چه با دیپلم فنی شروع به کار تخصصی کنید؛ برای حفظ و نگه داشتن شغل (رشتهٔ ساخت وتولید) و پیشرفت در آن باید مهارت‌ها و اطلاعات علمی خود را به روز کنید و مهارت‌های جدیدی کسب نمایید و با پیشرفت علم و فناوری هماهنگ شوید.

این کتاب برخی از مباحث رسم فنی را با رویکرد فناوری (تکنولوژی) به شما آموزش می‌دهد. سعی کنید تا حد امکان تمرین‌های مشخص شده در «کتاب درسی» و «کتاب کار» را انجام دهید.

هدف اصلی این کتاب آن است که پس از مطالعهٔ آن و پایان دانش‌آموختگی در کنار سایر مهارت‌هایی که باید کسب کنید، مهارت مهم و ارزشمند دیگری به نام «مهارت نقشه‌خوانی صنعتی» را در سطح مقدماتی تا متوسط کسب کرده باشید؛ چرا که خلاقیت شما در طراحی و ایده‌های جدید صنعتی و علاقه‌مندی شما به استفاده از نقشه و مهارت شما در زمینهٔ

«نقشه‌خوانی صنعتی»، احتمالاً شما را به مسیری سوق می‌دهد که در کنار فعالیت ساخت و تولید در زمینهٔ طراحی قطعه و محصول نیز اطلاعاتی را کسب نمایید و در این خصوص به‌مرور زمان متخصص شوید.

در صورت علاقه‌مندی به موضوع نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی صنعتی و ارتقای مهارت در این زمینه، می‌توانید با راهنمایی و هدایت هنرآموزان محترم خود از کتاب‌های درسی رشتهٔ نقشه‌کشی یا سایر کتاب‌های مناسب در کتابخانهٔ هنرستان محل تحصیل خود نیز بهره‌مند شوید.

ارزش‌یابی ۱

می‌توان گفت که تقریباً همهٔ جنبه‌های زندگی، با رشتهٔ «ساخت و تولید» در ارتباط‌اند.

در این راستا، ماشین‌های ابزار و دستگاه‌ها (مرحله الف) به ما کمک می‌کنند تا مراکز و امکاناتی را که برای یک زندگی مطلوب لازم است، تأسیس، تجهیز و سازماندهی کنیم. (مرحله ب)

اماکن و مراکز تأسیس شده می‌توانند در زندگی ما فوق‌العاده اثرگذار و سودمند باشند. (مرحله پ)

با توجه به سه مرحلهٔ فوق، به نظر شما آشنایی با نقشه‌های فنی و نقشه‌خوانی صنعتی در «مرحلهٔ الف» چه تأثیری می‌تواند بر روند کمّی و کیفی مراحل «ب و پ» داشته باشد؟

مرحله الف) برخی از ماشین‌ها و ابزارها در تصاویر زیر دیده می‌شوند.

مرحله ب) تأمین و تجهیز برخی از مراکز،صنایع و اماکن توسط ماشین‌ها و ابزارها

مرحله پ) اماکن و مراکز تأسیس شده

ر.ک.به. صفحه‌های ۱۱ تا ۱۳ کتاب کار

نقشه‌خوانی برخورد اجسام

کاربرد اجسام هندسی
در تشکیل فرم هندسی قطعات

بخش دوم

فصل ۱

اغلب قطعات صنعتی و سازه‌های محیط پیرامون ما از شکل‌های منظم هندسی ساخته شده‌اند.

اجسام مهم هندسی در صنعت بسیار کاربرد دارند به طوری که اغلب در ترسیم و خواندن نقشه‌های صنعتی اجسام هندسی را در قسمت‌های بیرونی یا داخلی قطعات صنعتی مشاهده می‌کنیم.

در این فصل با ویژگی وکاربرد برخی از این اجسام مهم هندسی مثل : منشور، هرم، استوانه، مخروط وکره آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

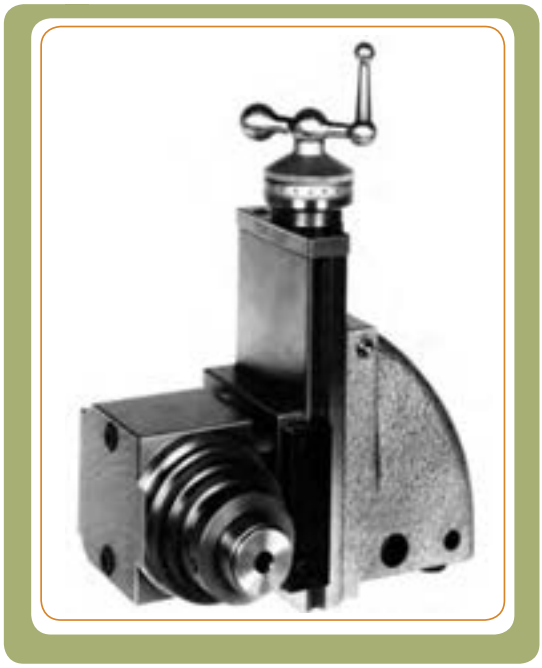
- اجسام مهم هندسی را نام ببرد.
- کاربرد اجسام را در تشکیل یک قطعهٔ صنعتی بیان کند.
- اجسام هندسی مختلف را روی یک قطعهٔ صنعتی مشخص کند.

مقدمه

اغلب اجسامی که در محیط اطراف ما هستند، از شکل‌های منظم و مشخص هندسی تشکیل شده‌اند. به‌طوری که قسمت‌های بیرونی یا داخلی آنها به صورت حفره، شیار یا شکاف از اجسام مهمی مثل : منشور، هرم، استوانه، مخروط یا کره تشکیل شده است.

این اجسام در صنعت نیز بسیارکاربرد دارند. احتمالاً تاکنون قطعات فراوانی را به صورت تک یا مجموعه‌ای (سوارشده) روی ماشین آلات ملاحظه کرده‌اید، که از اجسام با شکل‌های معین و مشخص هندسی تشکیل شده‌اند. مثلاً در شکل مقابل، مجموعهٔ کلگی فرز از اجسام مختلفی تشکیل شده است. با این که اشکال و اجسام هندسی متنوع نیستند، اما ماهیت کاربردی فراوانی در تشکیل قطعات دارند.

علاوه بر آن، در فرایند نقشه‌خوانی صنعتی، آشنایی با اجسام تشکیل دهندهٔ یک قطعهٔ صنعتی به سازنده کمک می‌کند تا نقشه را آسان‌تر و سریع‌تر درک کند.



در زیر، تصاویر برخی از قطعات صنعتی ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، جسم‌های مختلف هندسی در شکل‌گیری و ساخت این قطعات دخالت دارند و به راحتی قابل تشخیص‌اند.

جسم

جسم بخشی از فضاست که با چند صفحه محدود شده است. برای درک بهتر، اجسام را به دو گروه تقسیم می‌کنیم.

۱ــ اجسامی که سطوح آنها تخت است.

مثل : منشور و هرم

۲ــ اجسامی که سطوح آنها منحنی است،

مثل : استوانه، مخروط و کره.

در میکرومتر(شکل ۱) چه اجسامی را می‌بینید؟

آیا می‌توانید آنها را نام ببرید.

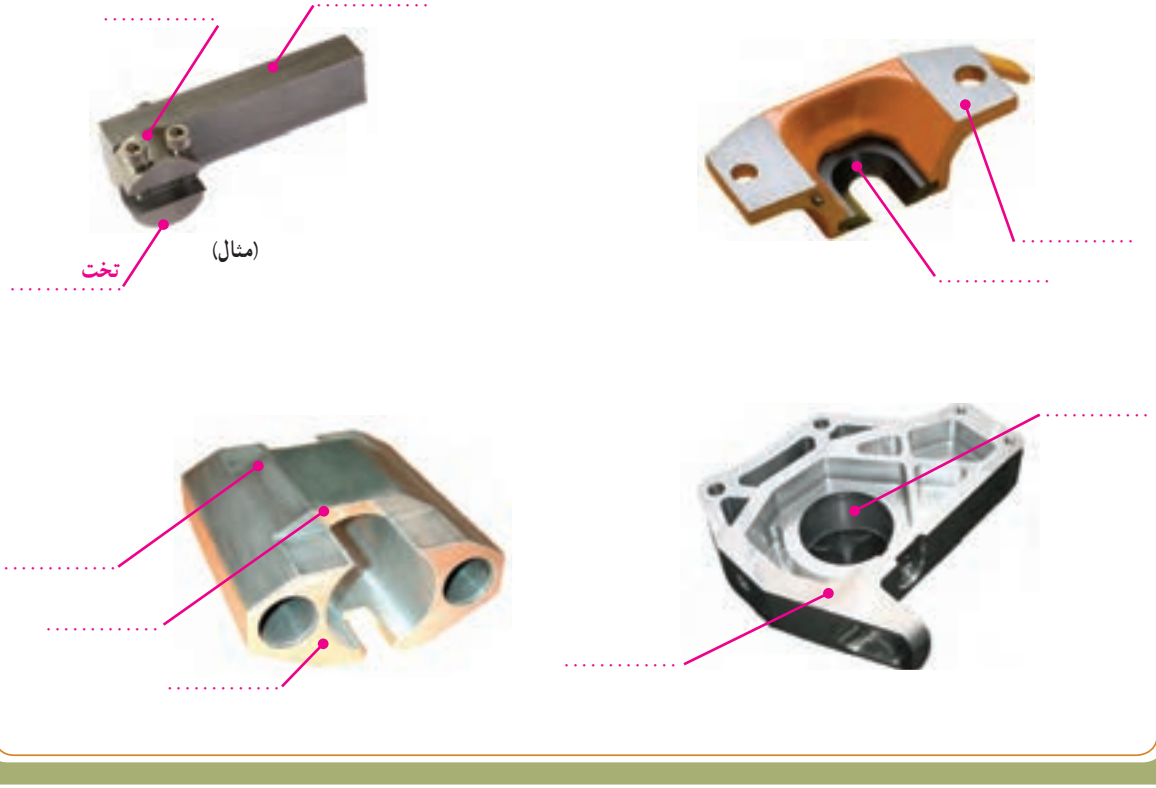
شکل ۱

سازندگان به کمک ابزار می‌توانند سطوح مختلفی را که مد نظر طراح است بر «مبنای نقشه» روی قطعه ایجاد نمایند. این سطوح می‌توانند مربوط به اجسامی مثل : منشور، استوانه، مخروط یا کره باشند.

تصاویر (شکل۲) برخی از آنها را نشان می‌دهند.

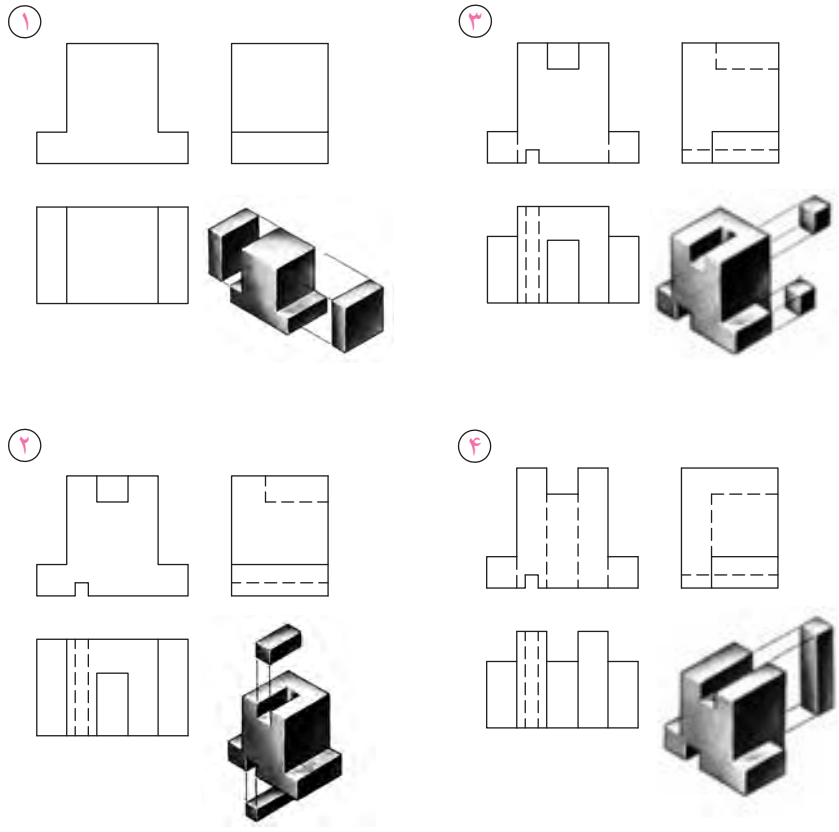
بر روی قسمت‌های مشخص شدهٔ سطوح قطعات زیر، (مطابق مثال) مشخص کنید کدام سطح، تخت و کدام انحنادار است؟

شکل ۲

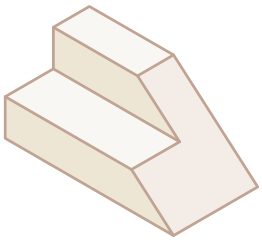


تصاویر اجسام سادهٔ هندسی

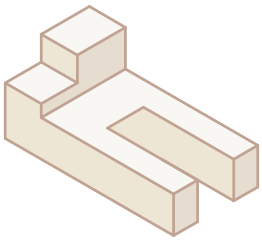
در رسم فنی سال دوم با ترسیم سه نمای اجسام سادهٔ هندسی آشنا شدید. در این جا بر ویژگی آنها به همراه معرفی تصاویر اصلی این اجسام مروری خواهیم داشت. قبل از آن که به این موضوع بپردازیم به چند جسم ساده که در تصاویر پایین ارائه شده است. توجه کنید آیا می‌توانید بگویید برای تولید هر یک از آنها، چه اجسامی از جسم اولیه بریده یا برداشته شده است؟ قبل از دادن پاسخ، به مثال شکل سمت چپ توجه کنید. در شکل سمت چپ برای رسیدن به جسم نهایی (شمارهٔ ۴) در هر مرحله اجسامی از مکعب اولیه برداشته شده تا به مرحلهٔ نهایی رسیده است.



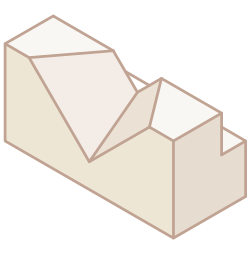
* اجسام برداشته شده از جسم زیر عبارت‌اند از :



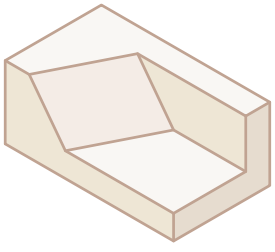
* اجسام برداشته شده از جسم زیر عبارت‌اند از :



* اجسام برداشته شده از جسم زیر عبارت‌اند از :

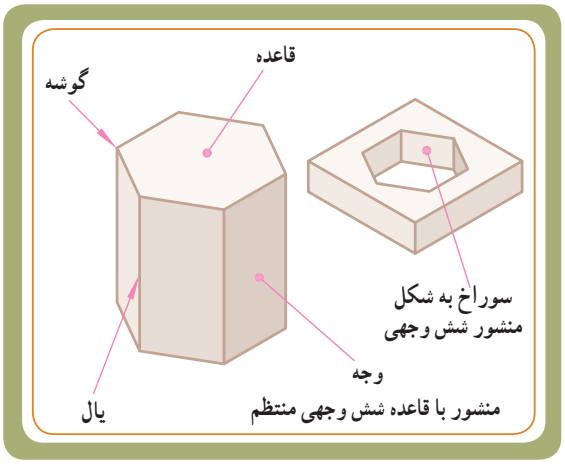


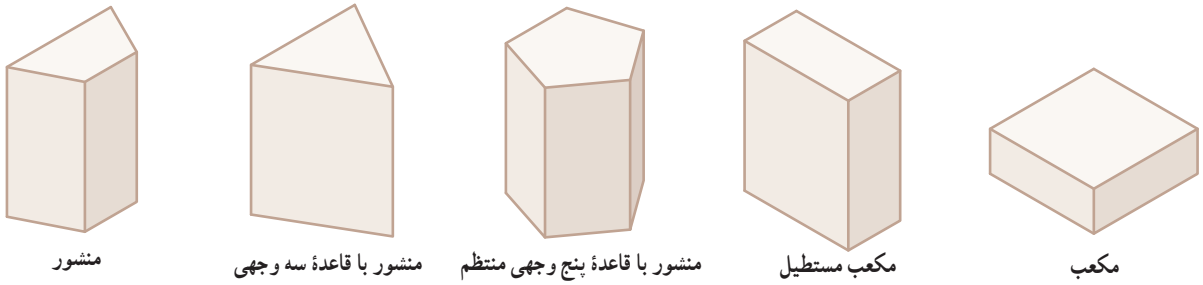
* اجسام برداشته شده از جسم زیر عبارت‌اند از :



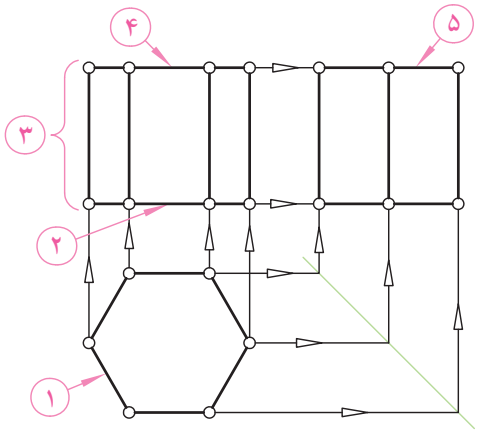
تصاویر یک «منشور»

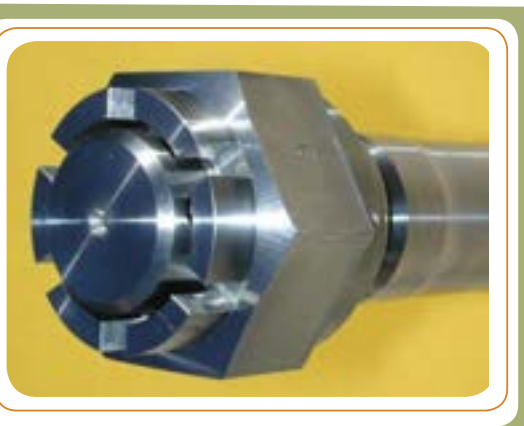
یک منشور از چند مستطیل یا متوازی الاضلاع به نام سطح جانبی و دو چند ضلعی یکسان به نام قاعده تشکیل شده است. مجموعهٔ سطح جانبی و سطح دو قاعده را سطح کل منشور می‌نامند. اجزای یک منشور با قاعدهٔ شش وجهی منتظم در شکل مقابل معرفی شده است. در زیر تصویر مجسم، پنج منشور دیگر از منشورهای قائم را می‌بینید که در آنها یال‌ها به سطح قاعده عمود هستند.





برای ترسیم تصاویر یک منشور شش وجهی قائم، ابتدا تصویر افقی(مرحله ۱) و سپس تصویر روبه رو (مرحله ۲ تا ۴) و نهایتاً تصویر جانبی (مرحله ۵) را ترسیم می‌کنیم. در تصاویر افقی قاعدهٔ بالایی و قاعدهٔ پایینی و همچنین در تصاویر روبه رو، سه وجه جلو وعقب بر هم منطبق هستند.

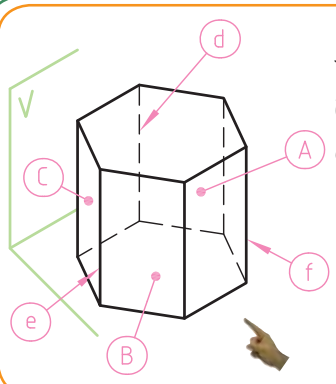




یک قطعه صنعتی که قسمتی از جسم آن
از یک منشور شش وجهی تشکیل شده است.

نقشه خوانی

بر روی سه تصویر (شکل سمت راست) سطوح A ،B ،C و همچنین یال‌های d،e،f را نشان دهید.

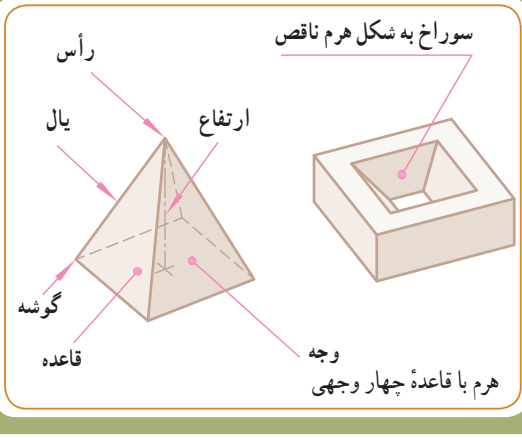


تصاویر یک «هرم»

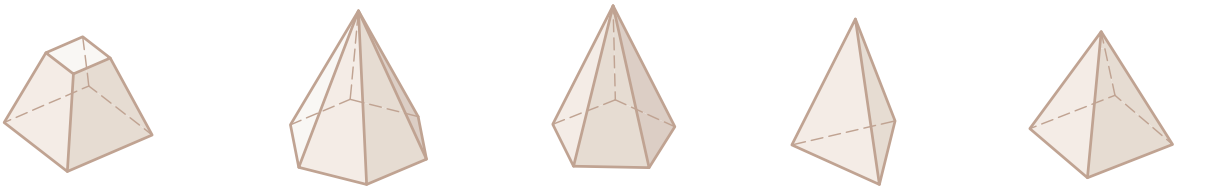
بدنهٔ هرم از چند مثلث به نام سطح جانبی و یک قاعده تشکیل شده است. مجموعهٔ مثلث‌ها را سطح جانبی و مجموعهٔ مثلث‌ها و قاعده را سطح کل هرم می‌نامند.

اجزای یک هرم با قاعدهٔ چهار وجهی منتظم در شکل مقابل معرفی شده است.

در زیر تصویر مجسم پنج نوع دیگر از هرم‌ها را می‌بینید.



هرم با قاعدهٔ چهار وجهی

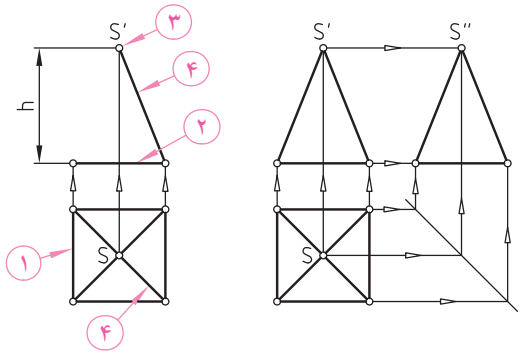


۱ــ هرم چهار وجهی منتظم (چهار مثلث متساوی الاضلاع)
۲ــ هرم با قاعدهٔ سه وجهی
۳ــ هرم با قاعدهٔ پنج وجهی
۴ ــ هرم با قاعدهٔ شش وجهی
۵ــ هرم چهار وجهی ناقص

اگر هرم را موازی با قاعدهٔ آن برش دهیم، هرم ناقص به وجود می آید. شکل ۵ یک هرم ناقص چهاروجهی است.

برای ترسیم تصاویر یک هرم چهار وجهی، ابتدا تصویر افقی آن را که در حقیقت یک مربع چهار وجهی است ترسیم می‌کنیم. (مرحله ۱) سپس درتصویر روبه‌رو قاعدهٔ هرم را، که به صورت یک خط افقی است، ترسیم (مرحله۲) و از وسط آن طولی برابر با ارتفاع هرم جدا می‌کنیم (نقطهٔ s در مرحله ۳).

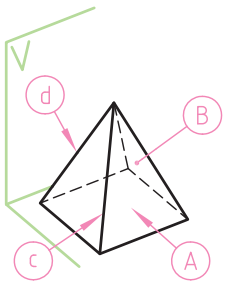
سپس این نقطه را به تصویر رو به رو قاعده وصل (مرحله۴) و در تصویر افقی نیز، خطوط یال را از نقطهٔ s به چهار گوشهٔ قاعده متصل می‌کنیم. مشاهده می‌شود که تصاویر وجوه جلو و عقب بر هم منطبق هستند.



یک قطعهٔ صنعتی که قسمتی از جسم آن از یک هرم ناقص چهار وجهی تشکیل شده است.

نقشه خوانی

بر روی سه تصویر (شکل سمت راست) سطوح A و B، همچنین یال‌های c، d را نشان دهید.

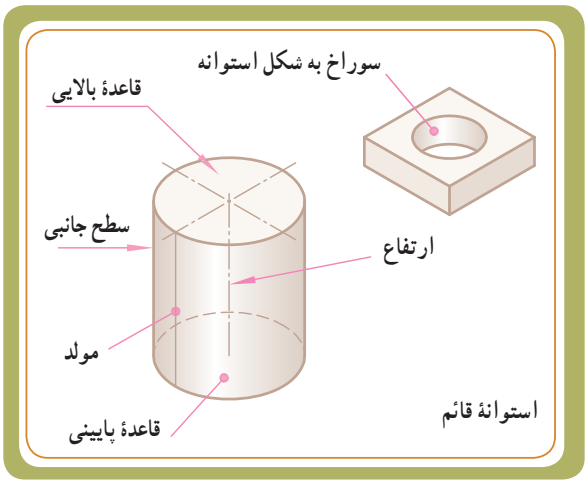


تصاویر یک «استوانه»

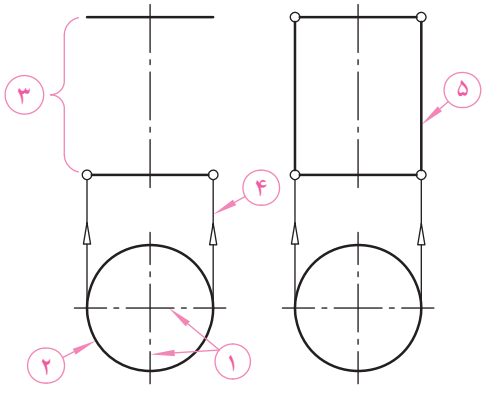
یک استوانه جسمی است که از دوران یک صفحهٔ چهار ضلعی حول یکی از اضلاع آن حاصل می‌شود.

مجموعهٔ سطح جانبی خم شده و سطح دو قاعدهٔ استوانه را سطح کل استوانه می‌نامند.

قسمت‌های یک استوانه در شکل مقابل معرفی شده است. در زیر برخی از قطعات صنعتی ارائه شده را، که جسم اصلی آنها استوانه بوده، و سوراخ‌های استوانه‌ای نیز روی آنها ایجاد شده است، ملاحظه می‌کنید.



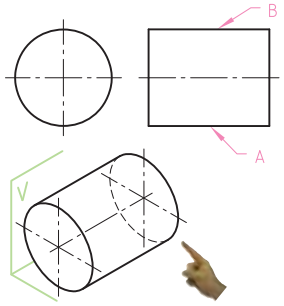
ترسیم تصاویر یک استوانهٔ قائم را از قاعدهٔ آن، که به‌صورت یک دایره است، شروع می‌کنیم. ابتدا در تصویر افقی، دو خط عمود بر هم ترسیم می‌کنیم(مرحله ۱). سپس در محل برخورد این دو خط محور، به کمک پرگار دایره‌ای به‌قطر موردنظر نیز ترسیم می‌کنیم (مرحله ۲). آن‌گاه از روی تصویر رو به‌رو، قاعدهٔ دایره‌ای شکل، ارتفاع استوانه را جدا می‌کنیم (مرحله ۳) و توسط دو خط رابط کمکی مماس برقطر تصویرافقی، تصویر رو به رو را کامل می‌کنیم (مرحله ۴ و ۵). مشاهده می‌شود که تصویر افقی قاعدهٔ بالایی و پایینی بر هم منطبق هستند. برای استوانه قائم دو تصویر کافی است.



تولید یک قطعهٔ صنعتی نسبتاً پیچیده که خود قطعه به شکل استوانه و سوراخ‌های ایجاد شده بر روی قاعدهٔ آن نیز به شکل استوانه است،

نقشه خوانی

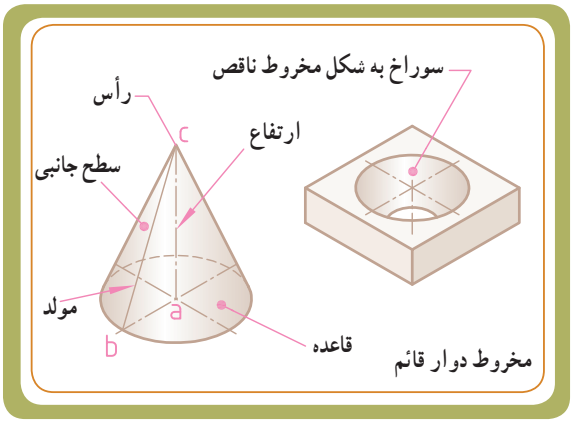
بر روی تصویر مجسم زیر، مولد A و B را نشان دهید.



تصاویر یک «مخروط»

یک مخروط **دوّار** از دَوَران یک مثلث راست گوشهٔ ABC به دوریکی از اضلاع زاویهٔ قائمه به وجود می‌آید. اگر قاعدهٔ مخروط به شکل دایره باشدوارتفاع در مرکز دایره قرار گیرد، مخروط را دوّار می‌نامند.[1]

مجموعهٔ سطح جانبی و سطح قاعدهٔ مخروط را سطح کل مخروط می نامند. اجزای یک مخروط دوّار در شکل مقابل معرفی شده است.

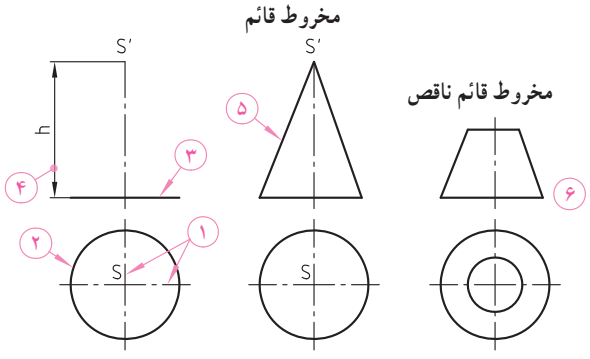


در زیر تصاویر برخی از قطعات ،که شکل هندسی قسمتی از آنها به صورت مخروط است، ارائه شده است.

یک قطعهٔ صنعتی که طرفین آن را یک جسم مخروطی تشکیل داده است.

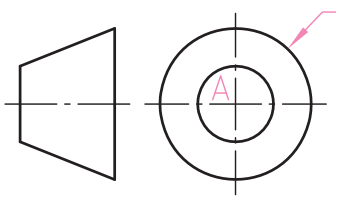
برای ترسیم یک مخروط ابتدا در تصویر افقی، دو خط محور عمود برهم را ترسیم می‌کنیم (مرحله ۱). سپس در محل برخورد این دو خط محوربه کمک پرگار دایره‌ای به قطر قاعدهٔ مخروط ترسیم می‌کنیم(مرحله۲). از روی نمای افقی قطر و محور را به نمای روبه‌رو انتقال می‌دهیم. آن‌گاه از روی تصویر روبه‌رو قاعده مخروط، ارتفاع مخروط را روی محور درنمای رو به رو جدا می‌سازیم و توسط دو خط، مولدهای مخروط را از طرفین قاعده به رأس S وصل می‌کنیم (مرحله۴و۵).

نکته : اگر مخروط دوّار را به موازات قاعدهٔ آن برش دهیم،مخروط ناقص حاصل می‌شود (مرحله ۶).



نقشه خوانی

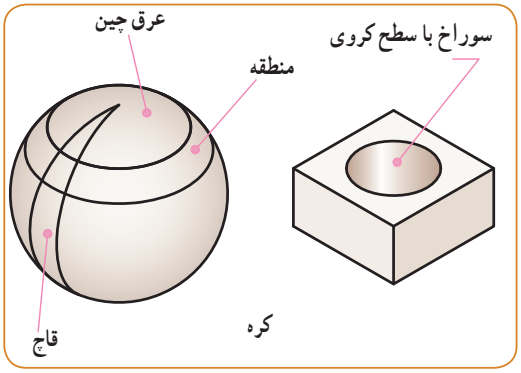
سطح A را در تصویر روبه رو نشان دهید. دایرهٔ B در تصویر جانبی معرف چیست؟



۱ ــ زمانی که تنها واژه مخروط به کار برده می‌شود، منظور همان «مخروط دوار» است که در حقیقت همان مخروط قائم است.

تصاویر یک «کره»

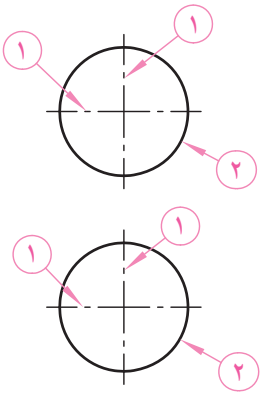
کره سطحی است دارای دو خم که از چرخش یک نیم دایره به دور قطر آن به‌وجود می‌آید. کره از بخش‌های گوناگونی، که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از قاچ، عرقچین و منطقه، تشکیل شده است.



در زیر تصاویر برخی از قطعات ،که شکل هندسی قسمتی از آنها به‌صورت کره است، ارائه شده است.

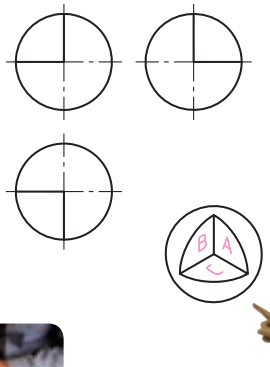
یک قطعه صنعتی که قسمتی از آن از یک جسم کروی تشکیل شده است.

برای ترسیم کره کافی است دایره‌ای برابر با قطر کره (قطر بزرگ‌ترین دایرهٔ موجود) را در دو تصویر روبه‌رو و افقی ترسیم کنیم. ابتدا دو خط محورعمود بر هم ترسیم می‌کنیم (مرحله۱). سپس در محل برخورد خطوط محور، به کمک پرگار این دو دایره را نیز ترسیم می‌کنیم (مرحله ۲).



نقشه خوانی

در تصویر مجسم زیر، مقدار یک‌هشتم از کره برداشته شده است. سطوح A و B و C را روی سه تصویر روبه رو، افقی و نیمرخ نشان دهید.



ر.ک.به. صفحه‌های ۱۴ و ۱۵ کتاب کار

نقشه‌خوانی برخورد اجسام

شناخت اجزای تشکیل‌دهنده قطعات: نقطه، خط(لبه)، صفحه

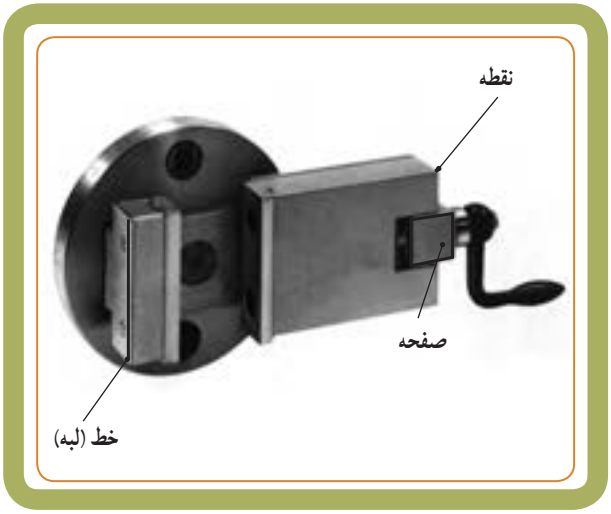
بخش دوم

فصل ۲

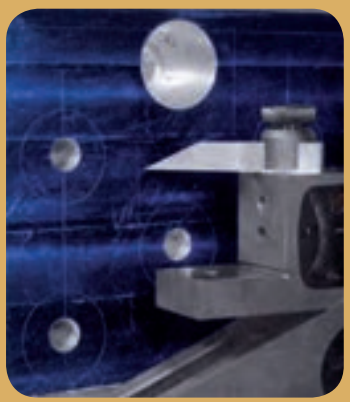
برای ترسیم سه‌نما از روی مدل یا ترسیم تصویر سوم یک قطعه توسط خطوط کمکی و یا تجسم، می‌توانیم نقشه تهیه کنیم.

اما زمانی که جسم پیچیده باشد، بدون آگاهی و اطلاعات کافی در خصوص نقطه ، خط (لبه) و صفحه نمی‌توانیم جسم را تجزیه وتحلیل کنیم و یا نقشهٔ آن را بخوانیم.

آشنایی مختصری با اجزای تشکیل‌دهندهٔ قطعات، شامل نقطه، خط و صفحه در جهت شناخت وتجسم قطعه، به منظور درک بهتر نقشهٔ قطعات صنعتی، بسیار کمک خواهد کرد.



در این فصل با ویژگی ۷ خط و صفحه در رسم‌فنی آشنا می‌شویم.

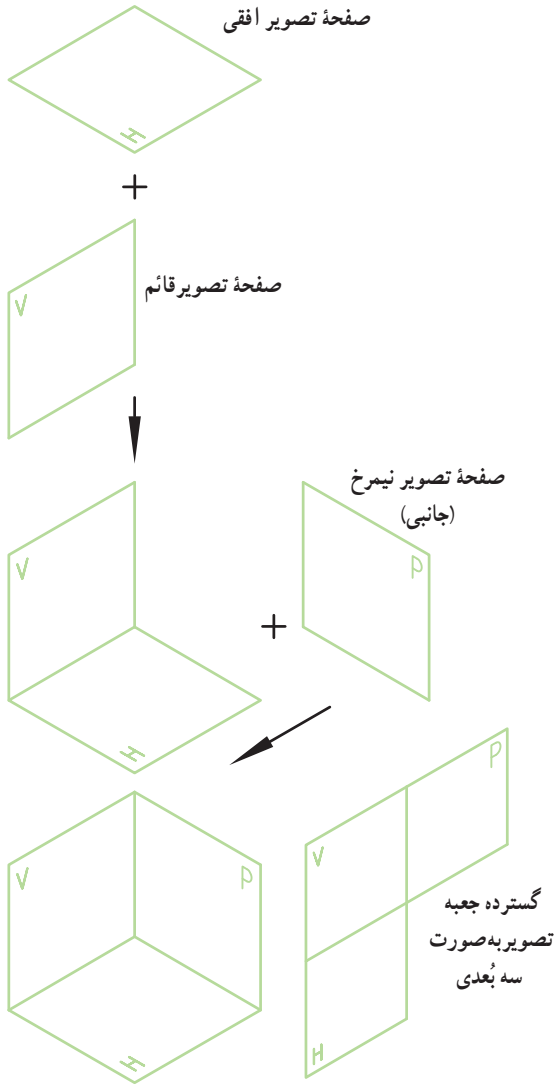


هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

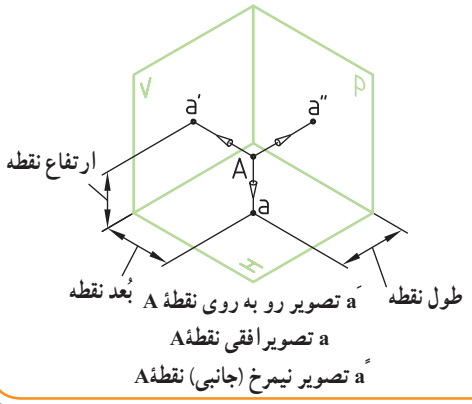
- اجزای تشکیل دهنده قطعات صنعتی را نام ببرد.
- انواع خط در رسم فنی را نام ببرد.
- انواع صفحه در رسم فنی را نام ببرد.

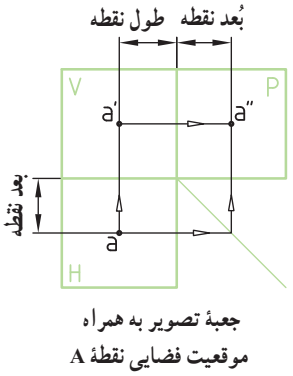
یادآوری

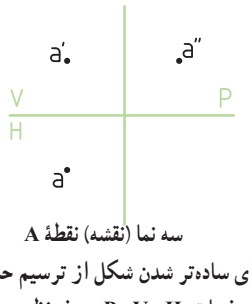
در سال گذشته با نحوهٔ ترسیم تصاویر اجسام در «رسم‌فنی» آشنا شدید. همان‌طور که می‌دانید، برای نمایش یک جسم احتیاج به سطحی است که آن را صفحهٔ تصویر می‌نامیم. برای نمایش و معرفی جسم از دو صفحهٔ تصویراستفاده می‌کنیم که یکی را صفحهٔ تصویر افقی (صفحهٔ H) و دیگری را صفحه تصویر روبه‌رو (صفحهV) می‌نامند. زمانی که نیاز داشته باشیم تصویر سوم را معرفی کنیم از صفحهٔ نیمرخ (صفحهٔ تصویر جانبی) نیز استفاده می‌کنیم. (صفحه P). شکل مقابل که از کنار هم قرار گرفتن صفحاتV، H و P تشکیل شده است، جعبهٔ تصویررا تشکیل می‌دهد. برای نمایش تصویر اجسام، جعبهٔ تصویر را باز می‌کنیم و آن را به‌صورت دوبعدی نشان می‌دهیم.



به منظور یادآوری، نقطهٔ A را در جعبهٔ تصویر فرض و سه تصویر آن را ترسیم می‌کنیم.







هر نقطه دارای مختصات سه گانهٔ طول، بُعد و ارتفاع است (شکل ۱).

یکی از قطعات اصلی یک ماشین تراش، رندهٔ آن است که از آن برای براده برداری ، به کمک یک رنده‌گیر (نگه‌دارنده)[۱] استفاده می شود.

برای مثال از نقطهٔ A مربوط به نوک رنده برای تعیین و شناخت موقعیت نقطه بر روی صفحات تصویر استفاده می‌کنیم (شکل ۲).

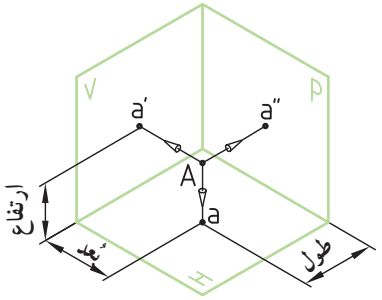
با رسم تصاویر عمودی نقطهٔ A به وسیلهٔ ترسیم خطوط رابطی عمود بر V، H و P نقطهٔ a، a′ و a″ به‌دست می‌آیند (شکل ۳).

چند نکته (شکل ۴)

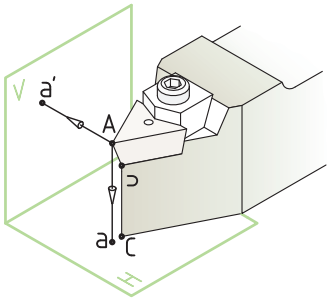
ـ اگر نقطه‌ای (مثل A) روی صفحهٔ تصویر افقی باشد، ارتفاع آن صفر است.

ـ اگر نقطه‌ای (مثل B) روی صفحهٔ تصویر روبه‌رو باشد، بُعد آن صفر است.

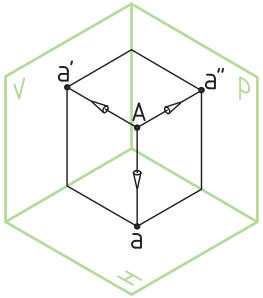
ـ اگر نقطه‌ای (مثل C) روی خط زمین باشد، بُعد و ارتفاع آن صفر است.



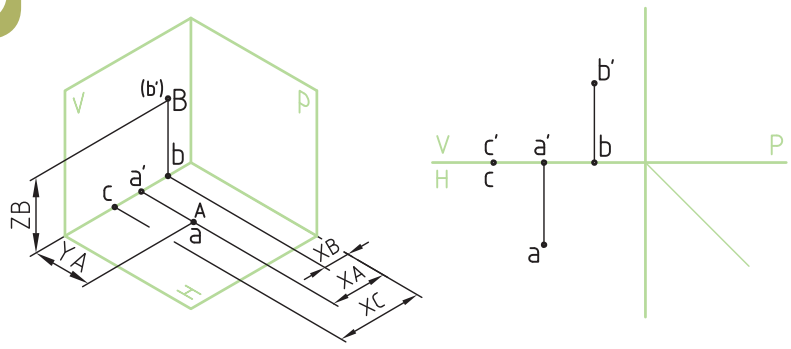
شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳



شکل ۴

۱ـ Holder

تصاویر نقطهٔ واقع بر سطوح اجسام هندسی

قطعات صنعتی همیشه به شکل ساده و بدون حفره و سوراخ نیستند، بلکه اغلب مشاهده می‌شود که روی سطوح آنها توسط ابزارها، حفره‌ها و سوراخ‌هایی ایجاد می‌شود. تصاویر این حفره‌ها و سوراخ‌ها معمولاً به‌صورت دایره، بیضی یا منحنی‌هایی دیده می‌شوند.

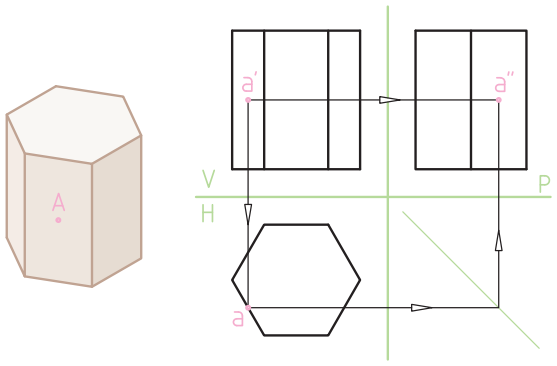
در نقشه‌خوانی تصاویر اجسام صنعتی که دارای سوراخ یا حفره هستند، لازم است موقعیت مرکز آن سوراخ‌ها یا حفره‌ها روی تصاویر مشخص شود تا به هنگام نقشه‌خوانی درک بهتری از نقشه حاصل شود.

در صورتی که یک تصویر از نقطه‌ای که بر روی سطح یک جسم هندسی واقع شده است معلوم باشد، دو تصویر دیگر آن را می‌توان ترسیم کرد.

در این تصویر به حفره‌ها، سوراخ‌ها و رزوه‌های ایجاد شده روی سطوح قطعه توجه کنید.

الف) تصویر نقطهٔ روی اجسام تخت :

«با سطوح غیرشیب‌دار» : در شکل مقابل نقطهٔ A روی سطح منشور قرار گرفته است. به کمک یک خط رابط عمودی می‌توان تصاویر نقطهٔ A را روی هر سه نمای منشور نشان داد.

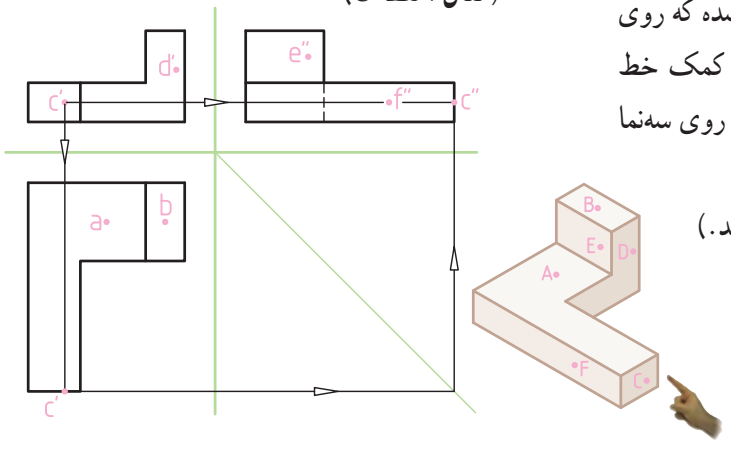


ارزش‌یابی

در سه نما (مطابق شکل) نقاطی مشخص شده که روی تصویر مجسم نیز، نشان داده شده است. به کمک خط رابط، تصاویر نقاطی که نشان داده نشده را بر روی سه‌نما (مطابق مثال) تعیین کنید.

(برای ترسیم از یک خط‌کش کوتاه استفاده کنید.)

(مثال : نقطه C)



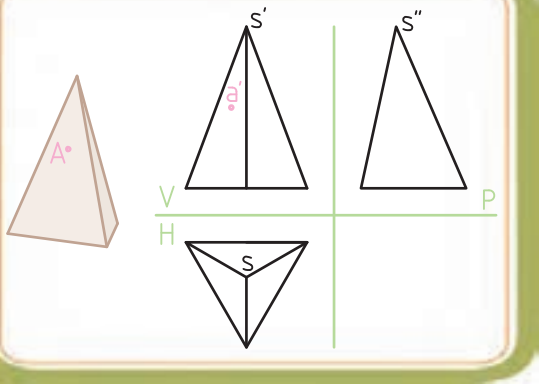
ب) تصویر نقطهٔ روی اجسام تخت :

«با سطوح شیب‌دار» : در شکل ۱ نقطهٔ A روی سطح هرم سه‌وجهی قرار گرفته است. چون سطح جسم شیب‌دار است، نمی‌توان مشابه روش قبل عمل نمود.

در این‌جا دو راه حل وجود دارد[۱] :

* راه حل اوّل استفاده از خط (یال) کمکی است.

شکل ۱



در این روش به ترتیب زیر عمل می‌کنیم :

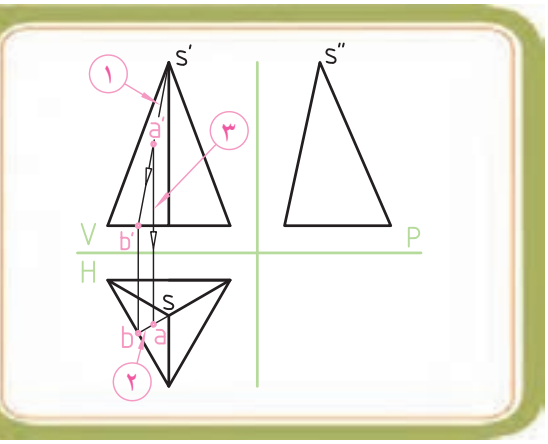
① یک خط کمکی از نقطهٔ s′ در تصویر رو به‌رو به نقطهٔ a′ وصل می‌کنیم و آن را امتداد می‌دهیم تا قاعدهٔ هرم را در نقطهٔ b′ قطع کند (شکل ۲).

② با داشتن خط s′b′ در تصویر رو به‌رو، می‌توانیم تصویر افقی آن (یعنی خط sb) را بیابیم.

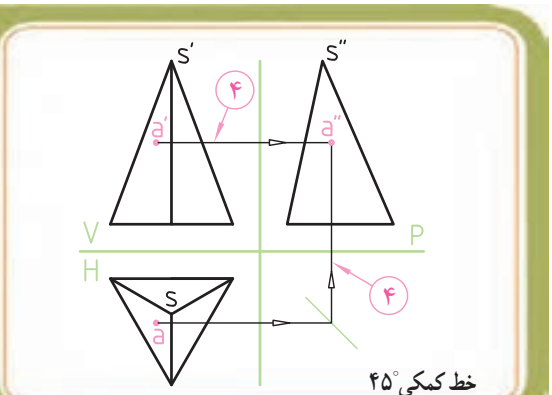
③ برای تعیین تصویر افقی نقطهٔ A، کافی است بر روی تصویر رو به رو از نقطهٔ a′ خط رابط عمودی چنان ترسیم کنیم تا خط sb را در تصویر افقی قطع نماید. نقطهٔ a، تصویر افقی نقطهٔ A است.

④ با داشتن دو نقطهٔ a′ و a توسط خط رابط و خط کمکی ۴۵° می‌توان به راحتی تصویر جانبی، نقطهٔ a″ را به‌دست آورد (شکل۳).

شکل ۲



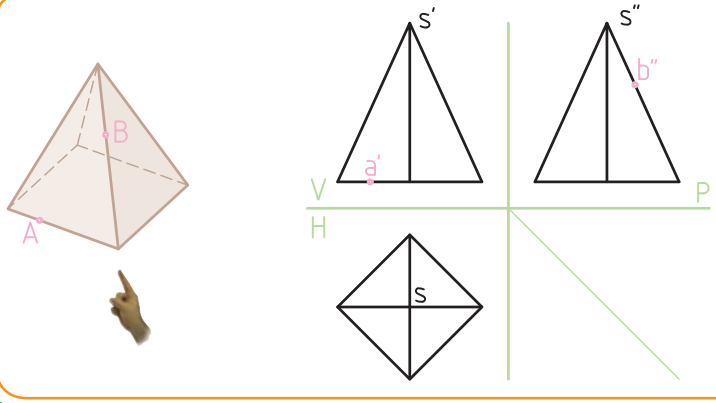
شکل ۳



ارزش‌یابی

با معلوم بودن دو تصویر از نقاط A و B ، دو تصویر دیگر هر یک از این نقاط را به کمک خط رابط ترسیم کنید.

(برای ترسیم از یک خط کش کوتاه استفاده کنید.)

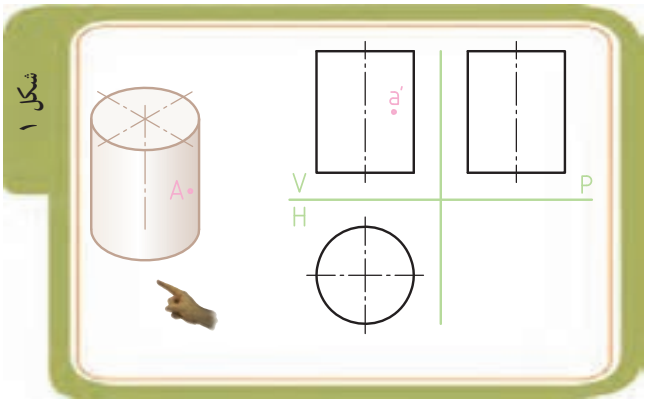


۱ــ راه حل دوم روش استفاده از مرور صفحهٔ کمکی است که در مباحث بعدی همین بخش راجع به آن توضیحاتی ارائه شده است.

پ) تصویر نقطه روی اجسام منحنی‌دار (انحنادار)

۱ــ اجسام استوانه‌ای : به سوراخ‌های ایجاد شده روی قطعه استوانه‌ای شکل مقابل توجه کنید. موقعیت مرکز این سوراخ‌ها درابتدا توسط یکسری «نقطه» تعیین شده‌اند.

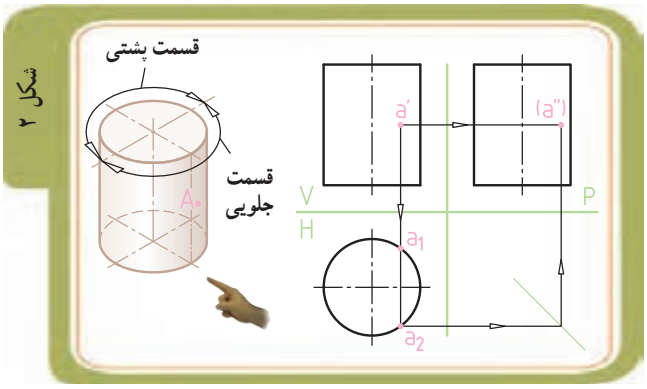
در (شکل ۱) نقطهٔ A روی سطح استوانه قرار گرفته است. همانند آنچه که برای منشور قائم گفته شد، در این‌جا نیز به کمک یک خط رابط عمودی می‌توان تصویر افقی نقطهٔ A را روی تصویر افقی استوانه نشان داد (نقطهٔ a).



در (شکل ۲) نقطهٔ A بر روی تصویر مجسم در قسمت جلویی سطح استوانه قرار گرفته است. بنابراین از میان دو تصویر افقی به دست آمده a_1 و a_2، تصویر افقی a_2 ــ که روی نیمهٔ پایینی دایره قراردارد ــ جواب صحیح است.

* چون به چشم ناظر نزدیک‌تر است.

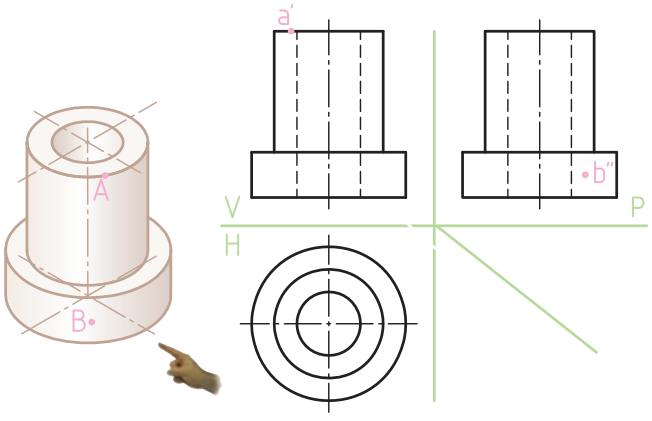
در تصویر جانبی نقطه a دیده نمی‌شود، بنابراین ندید بوده و حرف ″a داخل پرانتز قرارمی‌گیرد.



ارزش‌یابی

با معلوم بودن دو تصویر از نقطهٔ A و B دو تصویر دیگر هر یک از این نقاط را به کمک خط رابط ترسیم کنید.

(برای ترسیم از یک خط کش کوتاه استفاده کنید.)



۲ــ اجسام مخروطی : به سوراخ‌های ایجاد شده روی سطح مخروط ناقص قطعه مقابل توجه کنید. موقعیت مرکز این سوراخ‌ها توسط یکسری «نقطه» تعیین شده‌اند. در شکل ۱ نقطهٔ A روی سطح مخروط قرار گرفته است. همانند آنچه که برای تعیین نقطه بر روی سطح هرم گفته شد، در این‌جا نیز توسط یک خط کمکی می‌توان تصویر افقی نقطهٔ A را تعیین کرد.

* با استفاده از خط (یال) کمکی، در این روش به ترتیب زیر عمل می‌کنیم :

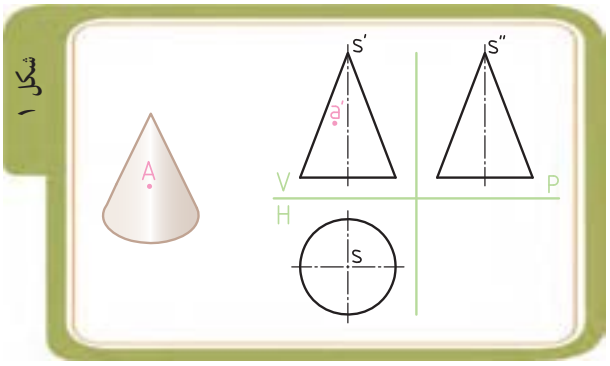
① در تصویر رو به رو (شکل ۲) از نقطهٔ s′ یک خط کمکی چنان ترسیم می‌کنیم که از نقطهٔ a′ عبور کند و قاعدهٔ مخروط را در نقطهٔ m′ قطع کند.

② به کمک یک خط رابط و با داشتن تصویر رو به‌روی s′m′ می‌توانیم تصویر افقی نقطهٔ M وتصویر افقی خط sm را تعیین کنیم.

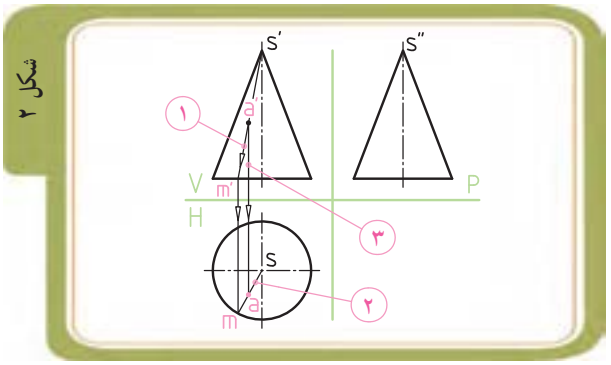
③ از روی تصویر روبه رو، نقطه a′ را که روی خط s′m′ قرار گرفته است، توسط خط رابطی بر روی خط sm در تصویر افقی منتقل می‌کنیم تا نقطهٔ a (تصویر افقی نقطه A) مشخص شود.

④ توسط خط رابط و با استفاده از خط کمکی ۴۵° ، نقطهٔ a″ (تصویر جانبی نقطهٔ A) به دست می‌آید (شکل ۳).

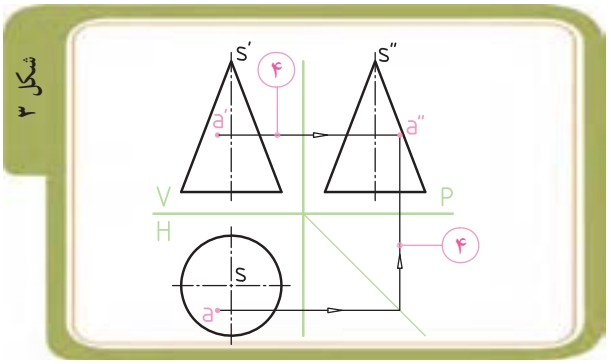
شکل ۱



شکل ۲

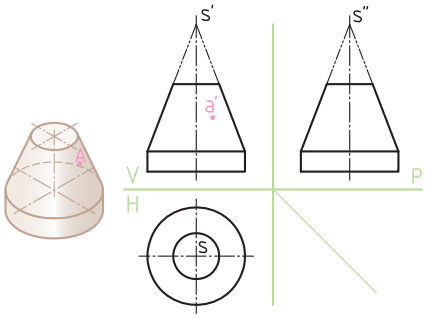


شکل ۳



ارزش‌یابی

تصویر افقی و جانبی نقطهٔ A را به کمک خط رابط ترسیم کنید (برای ترسیم از یک خط کش کوتاه استفاده کنید).

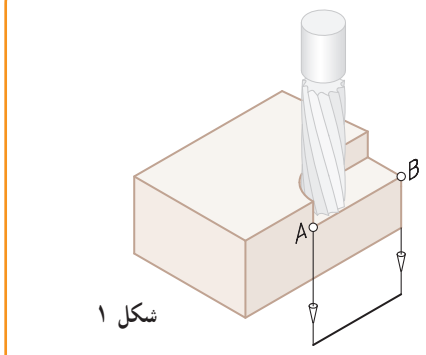


ر.ک.به. صفحهٔ ۱۶ کتاب کار

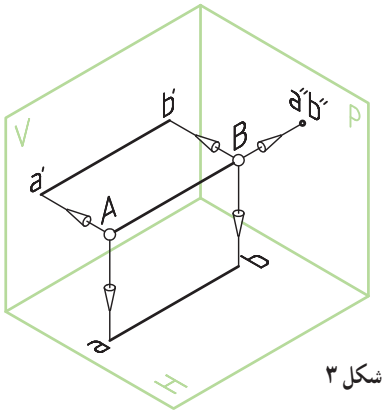
خط (لبه)

از برخورد دوصفحه، «خط» (لبه) به‌وجود می‌آید. برای نشان دادن یک خط لازم است که دو سر آن معلوم باشد (شکل ۱).

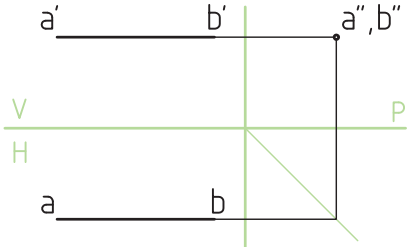
(شکل‌های ۲و۳) تصویر مجسم و تصویر مُلخَص (ساده شده) خط AB را نشان می‌دهند.



شکل ۱



شکل ۳



شکل ۲

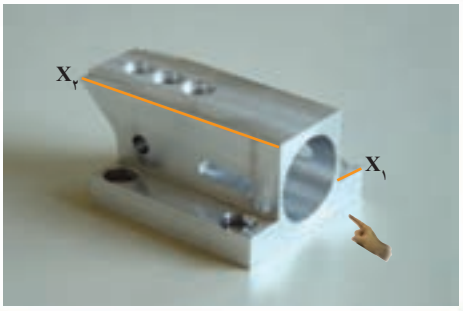
خطوط همیشه با صفحات تصویر مستقیم و موازی نیستند.

در تصویر (شکل ۴) قطعه‌ای را مشاهده می‌کنید که لبه‌های آنها (مرز بین سطوح آنها) از خطوط با شکل‌ها و زوایای مختلفی تشکیل شده است.

برخی خطوط مستقیم و برخی انحنادار هستند.

شکل ۴

برخی خطوط نسبت به جهت دید ناظر طوری قرار می‌گیرند که اندازهٔ حقیقی آنها دیده می‌شود، مثل خط X_1 (شکل ۵). برخی از خطوط نیز طوری قرار می‌گیرند که در جهت دید ناظر به صورت نقطه دیده شوند، مثل خط X_2 (شکل ۵).



شکل ۵

در ادامه، به معرفی انواع خط در رسم فنی با ذکر ویژگی‌های آنها می‌پردازیم. برای درک بهتر این هفت نوع خط از مدل سه بعدی نگه دارنده رنده (Holder) به‌همراه تصاویر تعدادی قطعات صنعتی، استفاده خواهیم کرد.

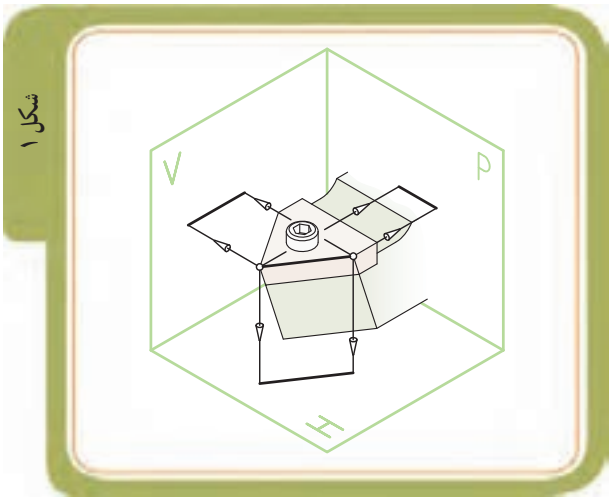
انواع خط

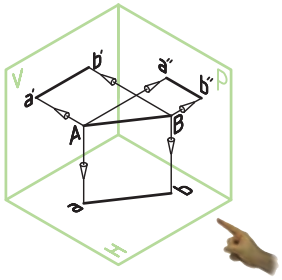
۱ــ خط افقی : این خط با صفحهٔ افقی تصویر (H) موازی است.

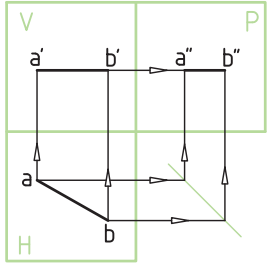
ویژگی : نمای افقی (از بالا)این خط اندازهٔ واقعی دارد و تصویر نیمرخ آن کوچک‌تر خواهد بود (شکل ۱).

سؤال : تصویر رو به روی خط افقی چگونه است ؟

شکل ۱





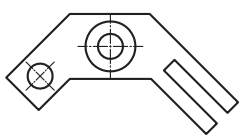


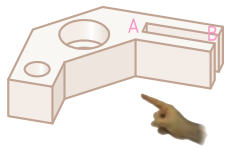
نقشه خوانی

بر روی تصویر افقی قطعه :

۱ ــ خط افقی A ــ B را نشان دهید .

۲ ــ خط افقی دیگری را نیز روی تصویر افقی نشان دهید.



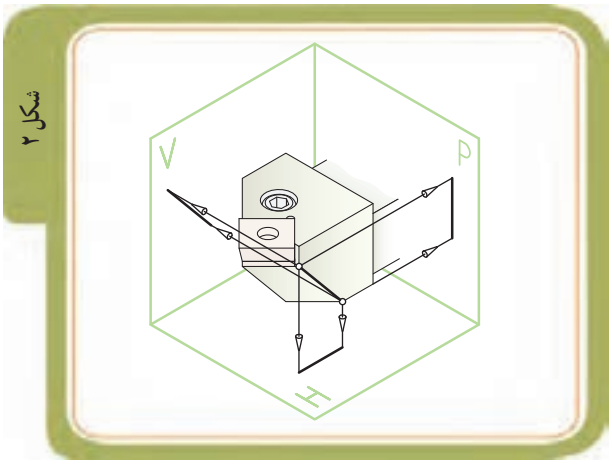


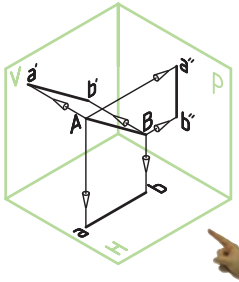
۲ــ خط جبهی : این خط با صفحهٔ تصویر روبه‌رو (V) موازی است.

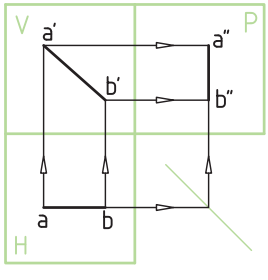
ویژگی : نمای روبه روی این خط ، اندازهٔ واقعی دارد و تصویر افقی آن کوچک تر خواهد بود (شکل ۲).

سؤال : تصویر جانبی خط جبهی چگونه است ؟

شکل ۲





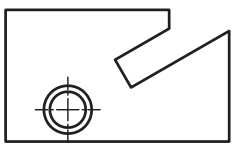


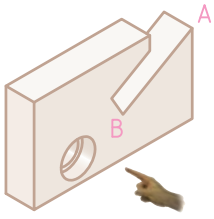
نقشه خوانی

بر روی تصویر روبه‌رو قطعه :

۱ ــ خط جبهی A ــ B را نشان دهید.

۲ ــ خط جبهی دیگری را نیز روی تصویر روبه‌رو نشان دهید.



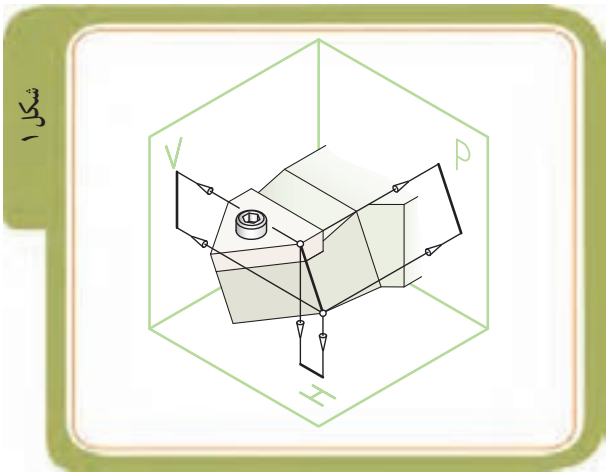


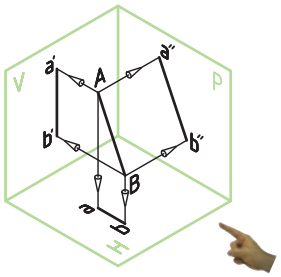
۳ــ خط نیمرخ : این خط با صفحهٔ تصویر نیمرخ موازی است.

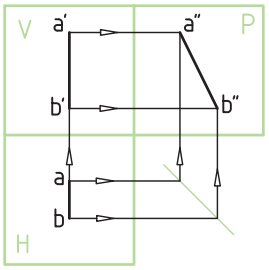
ویژگی : در نمای نیمرخ، این خط اندازهٔ واقعی دارد و تصویر رو به روی آن کوچک‌تر است (شکل ۱).

سؤال : تصویر افقی خط نیمرخ چگونه است؟

شکل ۱





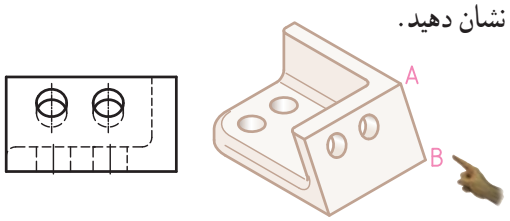


نقشه خوانی

بر روی تصویر رو به روی قطعه :

۱ــ خط نیمرخ A ــ B را نشان دهید.

۲ــ خط نیمرخ دیگری را نیز روی تصویر روبه‌رو نشان دهید.

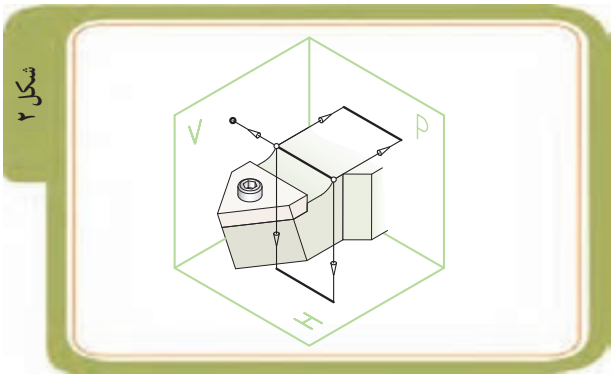


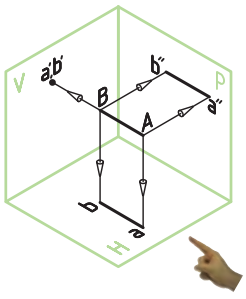
۴ــ خط منتصب : این خط بر صفحهٔ قائم تصویر(V) عمود است.

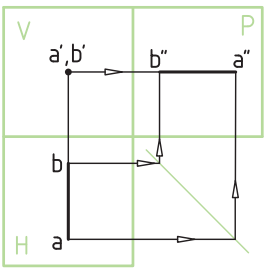
ویژگی : نمای روبه‌روی آن نقطه و نمای افقی آن یک خط با اندازهٔ واقعی است (شکل ۲).

سؤال : تصویر جانبی خط منتصب چگونه است؟

شکل ۲





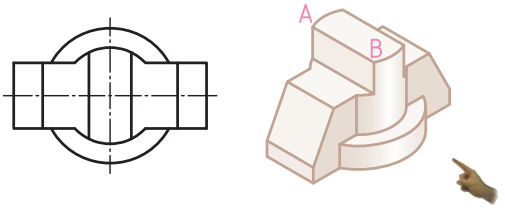


نقشه خوانی

بر روی تصویر افقی قطعه :

۱ ــ خط منتصب A ــ B را نشان دهید.

۲ ــ خط منتصب دیگری را نیز روی تصویر افقی نشان دهید.

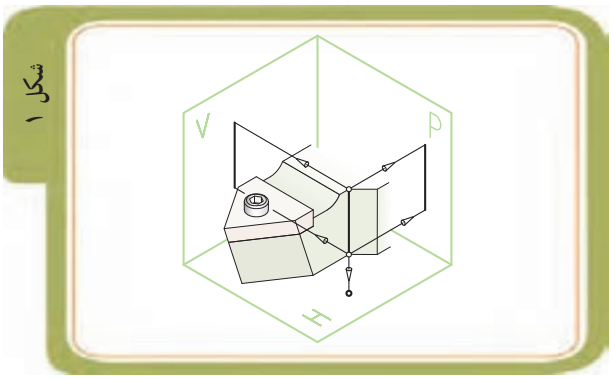


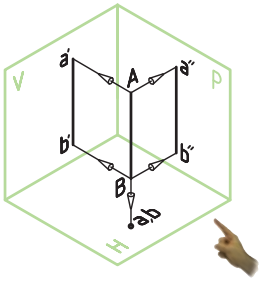
۵ــ خط قائم : این خط بر صفحهٔ افقی تصویر (H) عمود است.

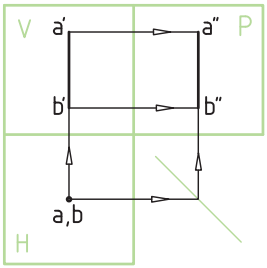
ویژگی : نمای رو به‌روی آن به اندازهٔ واقعی و نمای افقی آن به صورت نقطه خواهد بود (شکل ۱).

سؤال : تصویر نیمرخ خط قائم چگونه است؟

شکل ۱





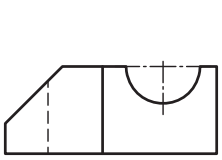


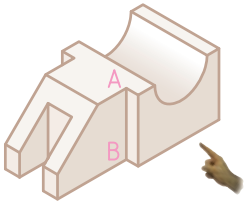
نقشه خوانی

بر روی تصویر روبه‌رو قطعه :

۱ــ خط قائم A ــ B را نشان دهید.

۲ــ خط قائم دیگری را نیز روی تصویر روبه‌رو نشان دهید.



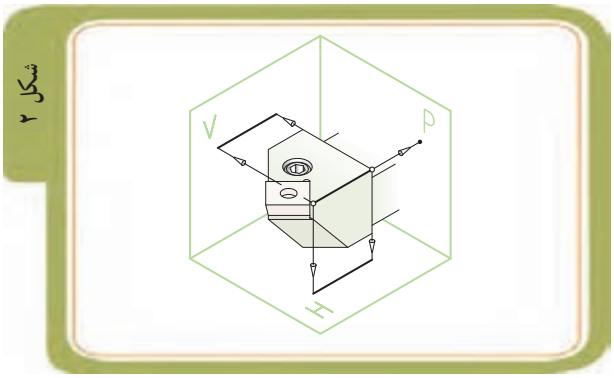


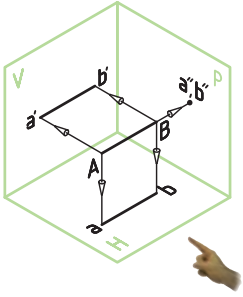
۶ــ خط مواجه : این خط بر صفحهٔ نیمرخ (P) عمود است.

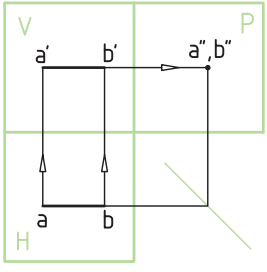
ویژگی : در نمای روبه‌رو و نمای افقی این خط دارای اندازهٔ واقعی است (شکل ۲).

سؤال : تصویر جانبی خط مواجه چگونه است؟

شکل ۲





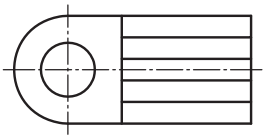


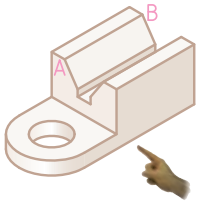
نقشه خوانی

بر روی تصویر افقی قطعه :

۱ــ خط مواجه A ــ B را نشان دهید.

۲ــ خط مواجه دیگری را نیز روی تصویر افقی نشان دهید.

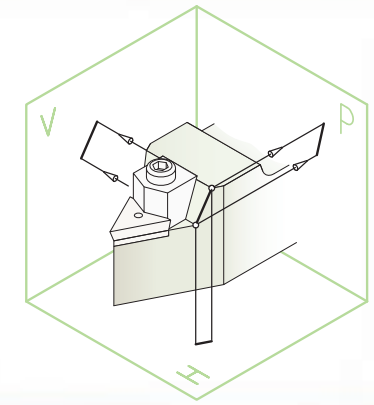


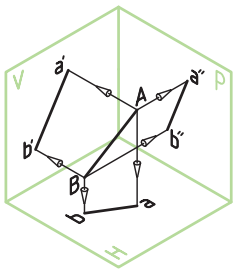


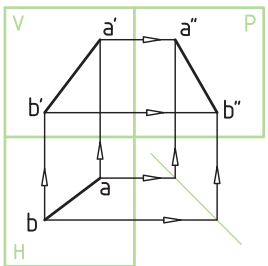
۷ــ خط غیرخاص (غیرمشخص) : این خط با صفحات تصویر، موازی نیست (شکل ۱).

ویژگی : در هیچ یک از تصاویر سه‌گانه این خط اندازهٔ واقعی ندارد.

شکل ۱





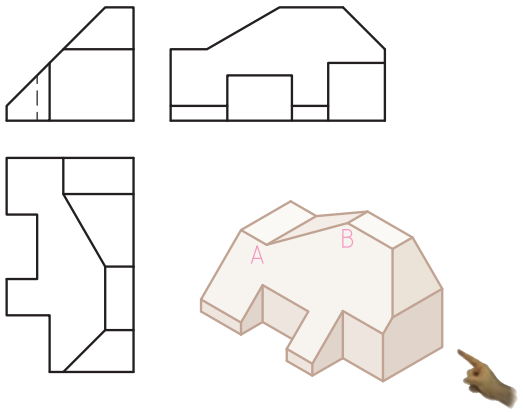


نقشه خوانی

بر روی سه تصویر قطعه :

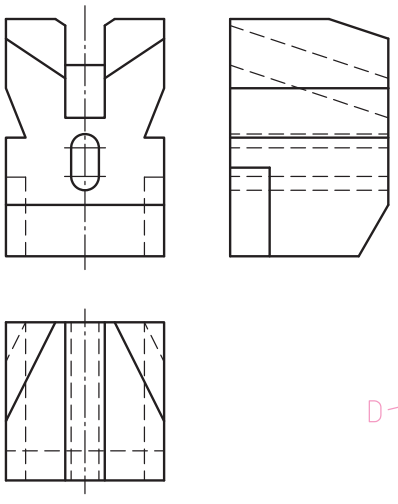
۱ــ خط غیرخاص A ــ B را روی هر سه تصویر نشان دهید.

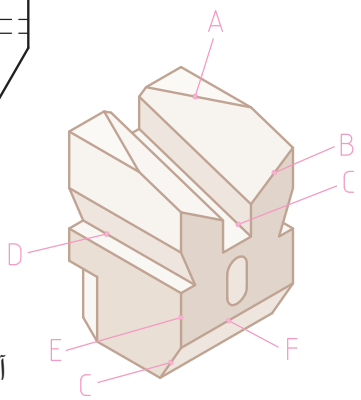
۲ــ خط غیرخاص دیگری را نیز نشان دهید.



مثال حل شده از چند نوع خط

خط	نام خط
A	افقی
B	جبهی
C	نیمرخ
D	منتصب
E	قائم
F	مواجه



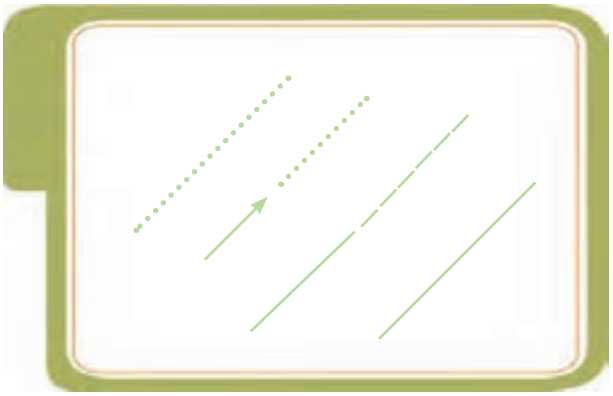


آیا خط غیرخاص در این حجم وجود دارد؟

ر.ک.بـ. صفحه‌های ۱۷ و ۱۸ کتاب کار

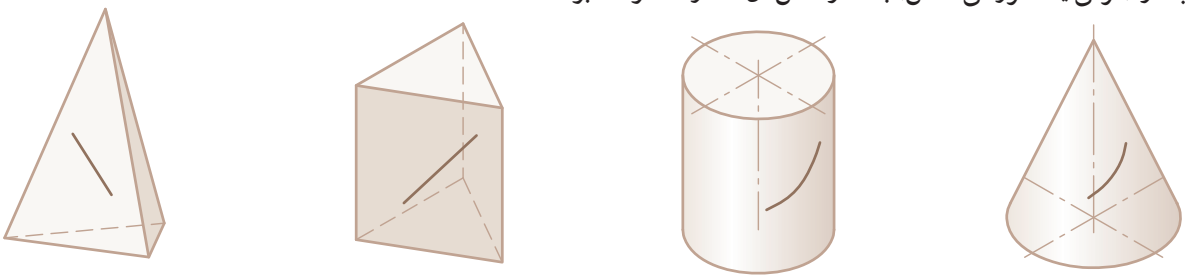
تصاویر خط واقع بر سطوح اجسام

بر روی سطوح قطعات صنعتی، بعضاً شیارهایی ایجاد شده است. تصاویر این شیارها و شکاف‌ها به‌صورت خط (لبه) دیده می‌شوند.



همانطور که می‌دانیم، از به هم پیوستگی تعدادی نقطه (آغاز حرکت نقطه) خط ایجاد می‌شود. بنابراین توضیحاتی که در مورد موقعیت نقطه روی سطح جسم ارائه شده در مورد خط نیز صادق است.

چنانچه خط برسطوح اجسام غیر شیب‌دار و قائم واقع شود، حل مسأله راحت است. اما چنانچه خط بر روی سطح یک جسم شیب‌دار (هرمی یا مخروطی شکل) باشد راه‌حل آن متفاوت خواهد بود.

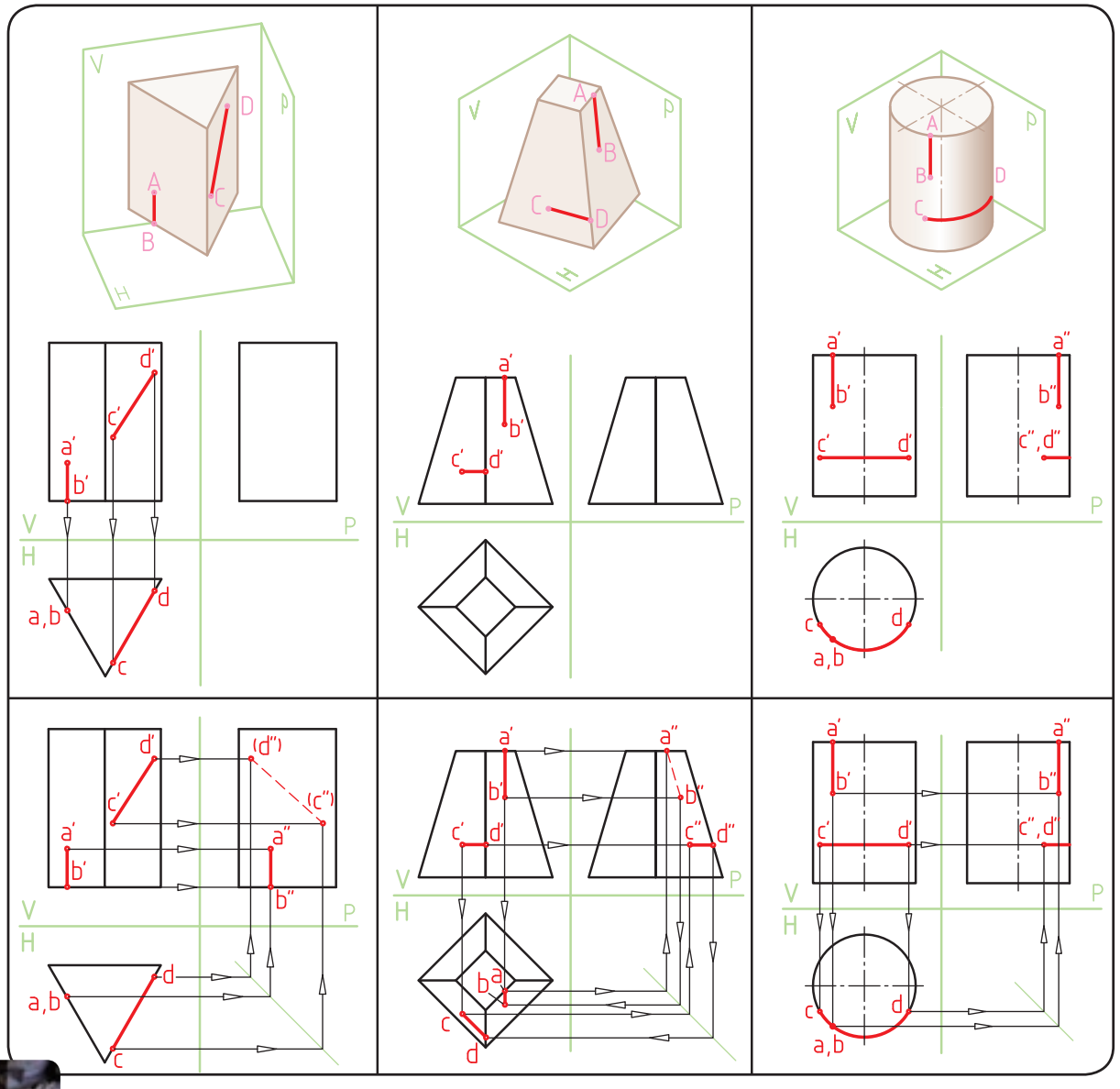


تصاویر زیر برخی از قطعات صنعتی را نشان می‌دهد.

به «خطوط» حاصل از شیارها یا روی لبه‌ها و محل برخوردها بر روی این اجسام توجه کنید.

خط روی اجسام (چند مثال)

تصاویر زیر خط (لبه) را بر روی سه جسم : منشور،هرم و استوانه به همراه تصاویر خط بر روی سه نمای آنها را نشان می‌دهد.



سطح

سطح می‌تواند به‌صورت تخت یا منحنی باشد.

معمولاً سطح تخت را صفحه می‌گویند.

برخی از ابزارهای برشی باعث تولید سطح تخت و برخی دیگر باعث ایجاد سطوح منحنی (انحنادار) می‌شوند.

در رسم فنی صفحه به روش‌های مختلفی نمایش داده می‌شود.

متداول‌ترین روش نمایش صفحه به کمک محدوده‌ای از آن به شکل‌های مختلف، مانند مثلث، مربع، مستطیل و... است (شکل ۲).

شکل ۱

صفحه ــ صرف‌نظر از شکل هندسی ــ می‌تواند وضعیت‌های مختلفی را نسبت به صفحات تصویر V، H و P داشته باشد. به چند نمونه زیر توجه کنید.

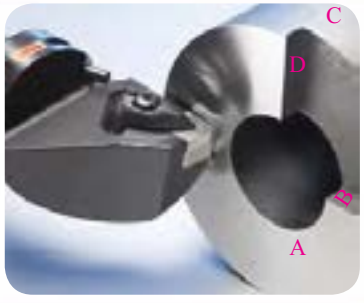
شکل۲

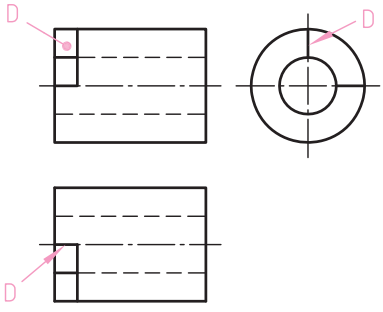
صفحهٔ موازی با V | صفحهٔ عمود بر V | صفحهٔ عمود بر H | صفحهٔ موازی با H

ارزش‌یابی

سه سطح A، B، C و D را از روی (شکل ۳) بر روی سه نمای زیر مطابق مثال ــ D نشان دهید.

شکل ۳





در ادامه، به معرفی انواع صفحه در رسم فنی با ذکر ویژگی‌های آنها می‌پردازیم. برای درک بهتر این هفت نوع صفحه، از مدل سه بُعدی یک قطعه ــ در حالت براده‌برداری ــ استفاده کرده‌ایم. برای یادگیری بهتر توصیه می‌کنیم، ابتدا مدل کاغذی این قطعه را از روی نقشهٔ گسترده آن در صفحهٔ ۲۰ کتاب کار بسازید.

توجه : قبل از مطالعهٔ انواع صفحه، به صفحهٔ ۲۰ کتاب کار مراجعه کنید و مطابق دستورالعمل ماکت آن را بسازید.

هنگام مطالعهٔ صفحات ۵۲ تا ۵۵ زمانی که هنرآموز محترم شما این صفحات را تدریس می‌کند، ماکت ساخته شده را در دست خواهید گرفت و ویژگی‌های توضیح داده شده برای هفت نوع صفحه را عملاً به خوبی خواهید آموخت. ساخت و استفاده از این ماکت به تثبیت یادگیری و به خاطرسپاری ویژگی هفت نوع صفحه در رسم فنی ــ خصوصاً برای حل تمرین‌ها و مسائل بخش‌های بعدی ــ کمک فراوانی می کند.

دستورالعمل ساخت ماکت کاغذی

۱ــ ابتدا از روی نقشهٔ گستردهٔ داخل کتاب کار کپی تهیه کنید.

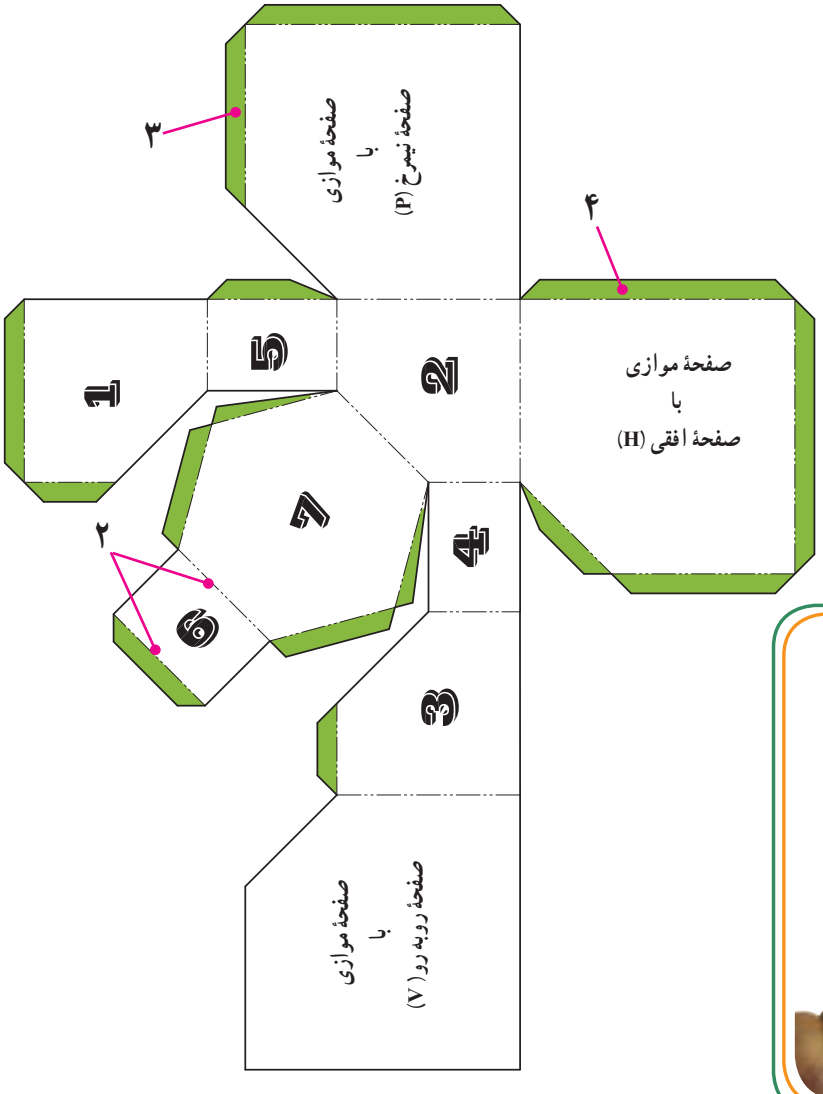
۲ــ قسمت‌های خط تا را با پشت چاقوخط تا بیندازید.

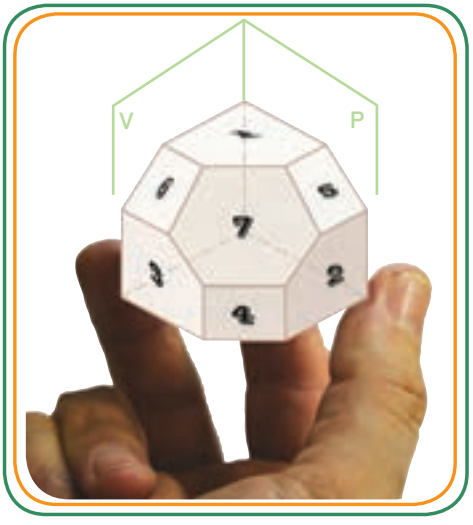
۳ــ سپس خطوط اصلی را با دقت برش زده و گستردهٔ جسم را از میان کاغذ اصلی جدا کنید.

۴ــ سطوح اتصال را، چسب بزنید.
(ترجیحاً از چسب جامد استفاده کنید.)

۵ــ سطوح به چسب آغشته شده باید در زیر سطوح مجاور قرار گیرند.

◉ مدل آماده استفاده است.



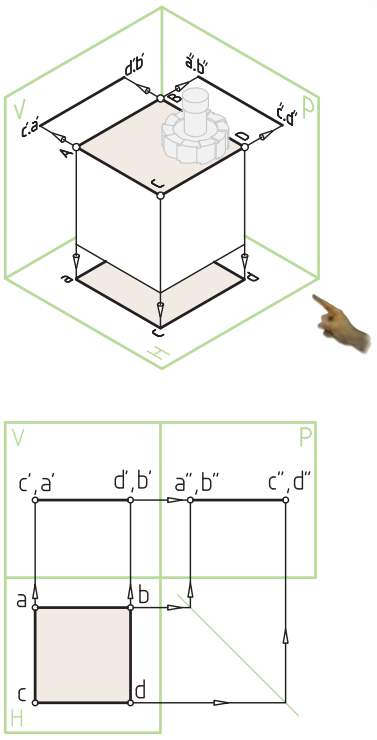


انواع صفحه

۱ــ صفحهٔ افقی : صفحهٔ افقی ABCD در شکل مقابل صفحه‌ای موازی با صفحهٔ تصویر افقی (صفحهٔ H) است. (شکل ۱) تصویر رو به رو و تصویر جانبی آن به‌صورت خط افقی دیده می شود. تصویر افقی آن دارای اندازهٔ حقیقی است. بنابراین از سه نمای آن فقط تصویر از بالا به اندازهٔ حقیقی دیده می شود.

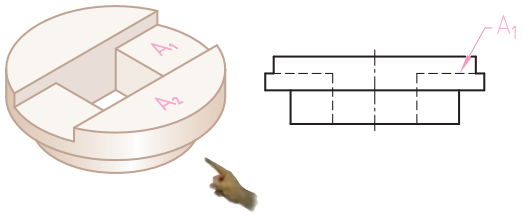
* **ویژگی** : تصویر افقی آن به اندازهٔ حقیقی است.

شکل ۱



نقشه‌خوانی

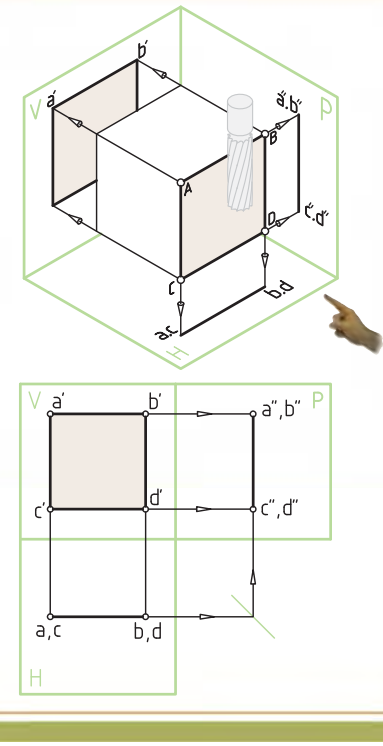
صفحهٔ افقی A_2 را بر روی تصویر روبه‌رو قطعه (مشابه صفحه A_1) نشان دهید.



۲ــ صفحهٔ جبهی : صفحهٔ جبهی ABCD در شکل مقابل صفحه‌ای موازی با صفحهٔ تصویر روبه‌رو (صفحهٔ V) است. (شکل ۲) تصویر جانبی و تصویر افقی آن به صورت خط افقی دیده می‌شود. تصویر روبه‌روی آن دارای اندازهٔ حقیقی است. بنابراین از سه نمای آن، فقط نمای جلو به اندازهٔ حقیقی دیده می‌شود.

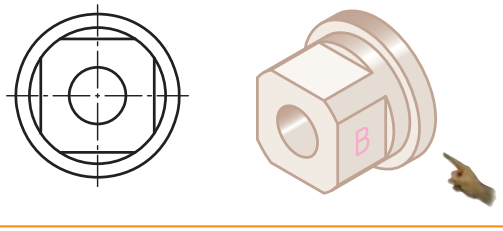
* **ویژگی** : تصویر روبه‌روی آن به اندازهٔ حقیقی است.

شکل ۲



نقشه خوانی

صفحهٔ جبهی B را بر روی تصویر جانبی قطعه نشان دهید.

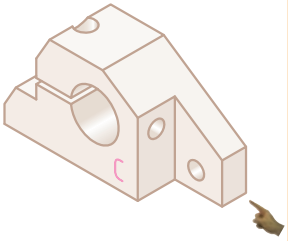


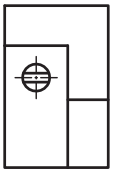
۳ــ صفحهٔ نیمرخ : صفحهٔ نیمرخ ABCD در شکل مقابل صفحه‌ای موازی با صفحهٔ تصویر نیمرخ (صفحه P) است (شکل ۱). تصویر روبه‌رو و تصویر افقی آن به‌صورت خط دیده می‌شود. تصویر جانبی آن دارای اندازهٔ حقیقی است. بنابراین از سه نمای آن، فقط تصویر جانبی به اندازهٔ حقیقی دیده می‌شود.

* **ویژگی** : تصویر جانبی آن به اندازهٔ حقیقی است.

نقشه خوانی

صفحهٔ نیمرخ C را بر روی تصویر روبه‌روی قطعه نشان دهید.





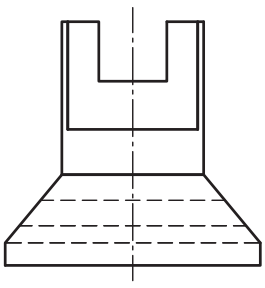
برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه، خطوط ندید ترسیم نشده است!

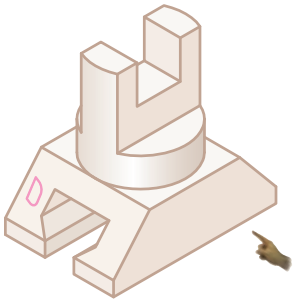
۴ــ صفحهٔ منتصب : صفحهٔ منتصب ABCD در شکل مقابل، صفحه‌ای عمود بر صفحهٔ تصویر روبه‌رو (صفحهٔ V) است (شکل ۲). تصویر روبه‌روی آن یک خط مایل است. دو تصویر افقی و تصویر جانبی آن به شکل صفحه، اما به اندازهٔ غیرحقیقی است. بنابراین از سه نمای آن، نمای رو به‌رو به‌صورت خط مایل و دو نمای دیگر به‌صورت صفحه با اندازهٔ غیر حقیقی دیده می‌شود.

* **ویژگی** : تصویر روبه‌روی آن یک خط مایل است.

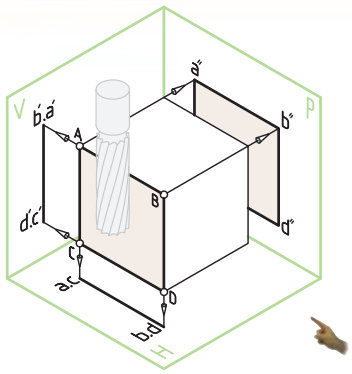
نقشه خوانی

صفحهٔ منتصب D را بر روی تصویر روبه‌رو قطعه نشان دهید.

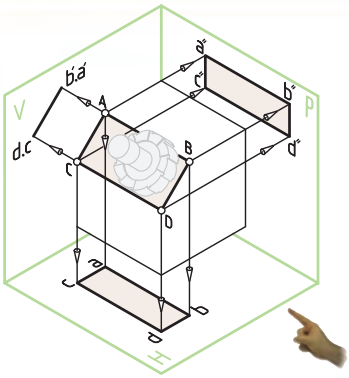




شکل ۱



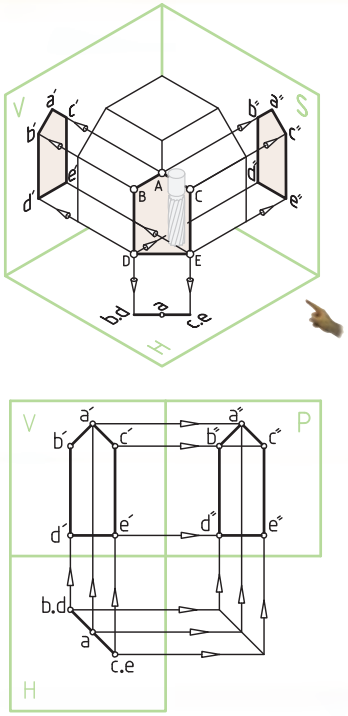
شکل ۲



۵ــ صفحهٔ قائم : صفحهٔ قائم ABCDE در شکل مقابل، صفحه‌ای عمود بر صفحهٔ تصویر افقی (صفحهٔ H) است (شکل ۱). تصویر افقی آن یک خط مایل است. دو تصویر روبه‌رو و تصویر جانبی آن به شکل صفحه، اما به اندازهٔ غیرحقیقی است. بنابراین از سه نمای آن، نمای بالا به‌صورت خط مایل و دو نمای دیگر به‌صورت صفحه به اندازهٔ غیر حقیقی دیده می‌شود.

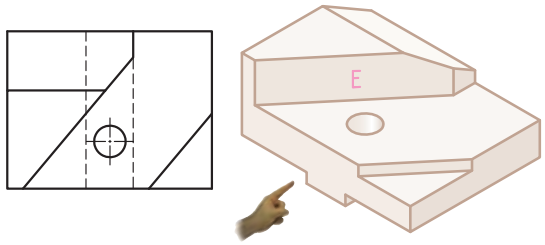
ویژگی : تصویر افقی آن یک خط مایل است.

شکل ۱



نقشه خوانی

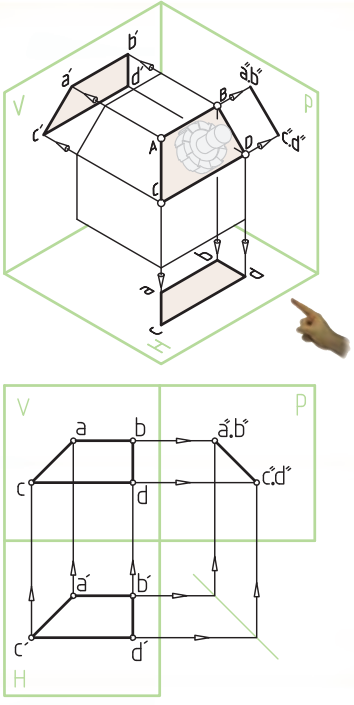
صفحهٔ قائم E را بر روی تصویر افقی قطعه نشان دهید.



۶ــ صفحهٔ مواجه : صفحهٔ مواجه ABCD در شکل مقابل، صفحه‌ای عمود بر صفحهٔ تصویر جانبی (صفحهٔ P) است. تصویر جانبی آن یک خط مایل است. دو تصویر روبه‌رو و تصویر افقی آن به شکل صفحه، اما به اندازهٔ غیرحقیقی است. بنابراین از سه نمای آن، نمای جانبی به‌صورت خط مایل و دو نمای دیگر به‌صورت صفحه به اندازهٔ غیرحقیقی دیده می‌شود.

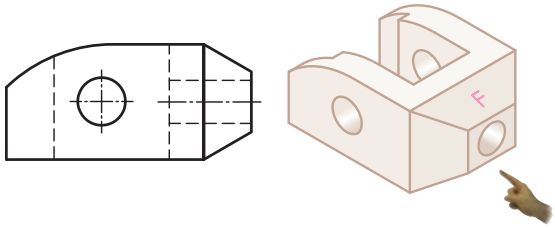
* **ویژگی** : تصویر جانبی آن یک خط مایل است.

شکل ۲



نقشه خوانی

صفحهٔ مواجه F را بر روی تصویر جانبی قطعه نشان دهید.

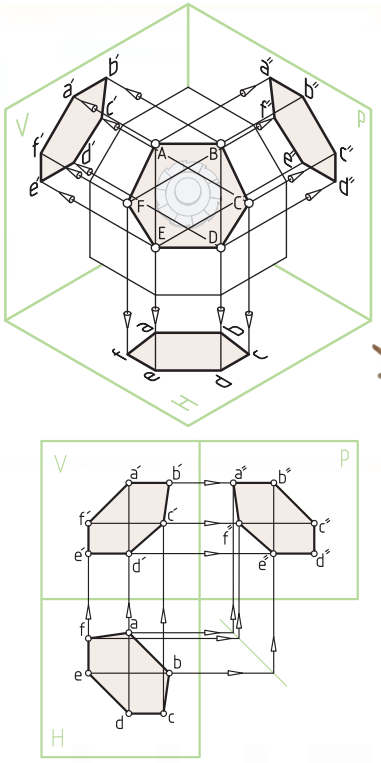


۷ــ صفحهٔ غیرخاص (غیرمشخص) : صفحهٔ غیرخاص ABCDEF در شکل مقابل، با صفحات تصویر V، H و P موازی نیست (شکل۱).

ویژگی : در هیچ یک از سه نما اندازهٔ حقیقی ندارد.

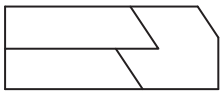
بنابراین سه نمای صفحهٔ غیر خاص سه صفحه با اندازهٔ غیرحقیقی خواهد بود.

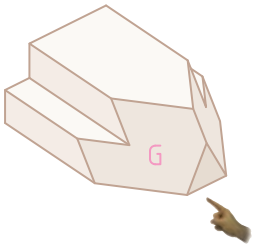
شکل ۱



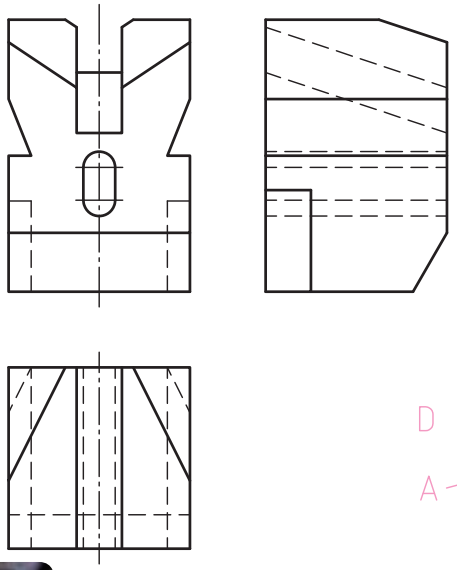
نقشه خوانی

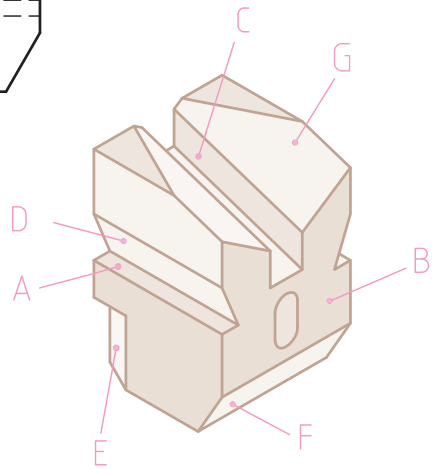
صفحهٔ غیر خاص G را بر روی تصویر جانبی قطعه نشان دهید.





مثال حل شده از هفت نوع صفحه





صفحه	نام صفحه
A	افقی
B	جبهی
C	نیمرخ
D	منتصب
E	قائم
F	مواجه
G	غیرخاص

ر.ک.به. صفحهٔ ۲۱ کتاب کار

نقشه‌خوانی برخورد اجسام

برخورد صفحه با جسم

بخش دوم

فصل ۳

هر جسم را می‌توان با یک یا چند صفحه برش داد. این برش «برخورد صفحه با جسم» نیز نامیده می‌شود. که در ساخت وتولید قطعات صنعتی کاربرد دارد.

شکل زیر دو قطعهٔ صنعتی را که توسط ابزارهای برشی (صفحهٔ برش) بریده شده است، نشان می‌دهد.

در این فصل به کمک آموخته‌هایمان از فصل قبل در خصوص ویژگی صفحات در رسم فنی می‌توانیم از آنها به عنوان یک ابزار کمکی برای ترسیم تصویر اجسام برش خورده استفاده کنیم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- برخورد صفحه با منشور را ترسیم کند.
- برخورد صفحه با هرم را ترسیم کند.
- برخورد صفحه با استوانه را ترسیم کند.
- در ترسیم برخورد صفحه با اجسام، اصول نقشه‌کشی را رعایت کند.

تجزیهٔ اجسام

در روش‌های مختلف تولید، مثل ریخته‌گری، ماشین‌کاری و... اجسام مهم هندسی مثل : منشور، هرم، استوانه و... متناسب با طراحی قطعهٔ صنعتی، شکل اولیه و کامل خود را از دست می‌دهند و اشکال گوناگونی به خود می‌گیرند.

اگر یک قطعه را به اجسام هندسی مختلف تجزیه کنیم، مشاهده می‌شود که اجزای تشکیل دهندهٔ آن، در حقیقت یک سری اجسام سادهٔ هندسی هستند[1](شکل ۱).

به عبارت دیگر، هر جسم را می‌توانیم جداگانه ترکیبی از چند جسم مهم هندسی فرض کنیم، بدون آن که چگونگی ترکیب آن قطعات در نظر گرفته شود.

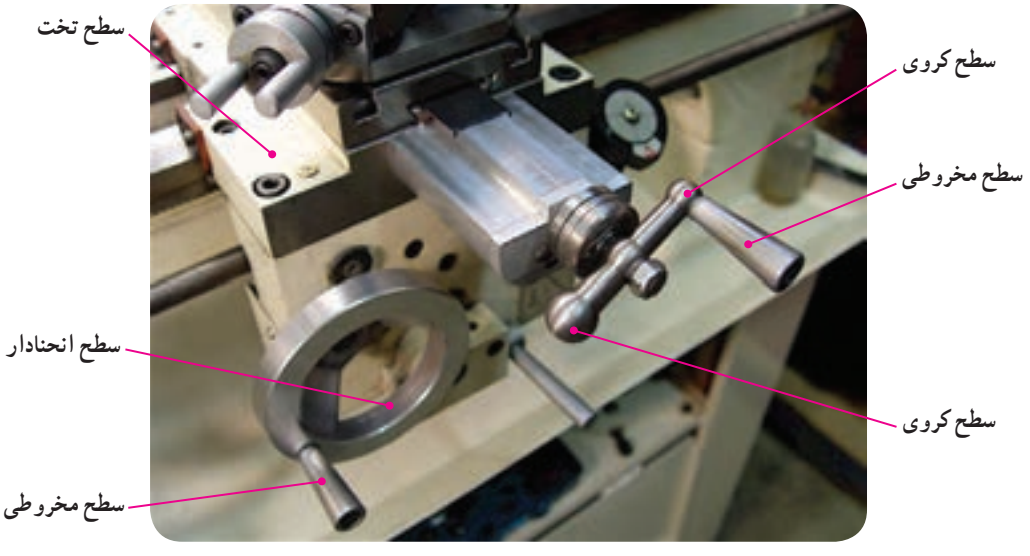
متداول‌ترین سطوحی که قطعات مختلف صنعتی را تشکیل می‌دهند، عبارت‌اند از :

ـ سطوح صاف و تخت (مستوی)

ـ سطوح دوار : استوانه‌ای، مخروط و کره‌ای (شکل۲)

شکل ۱

شکل ۲



۱ـ اجسام سادهٔ هندسی، مثل منشور، استوانه و مخروط در بخش اول معرفی شدند.

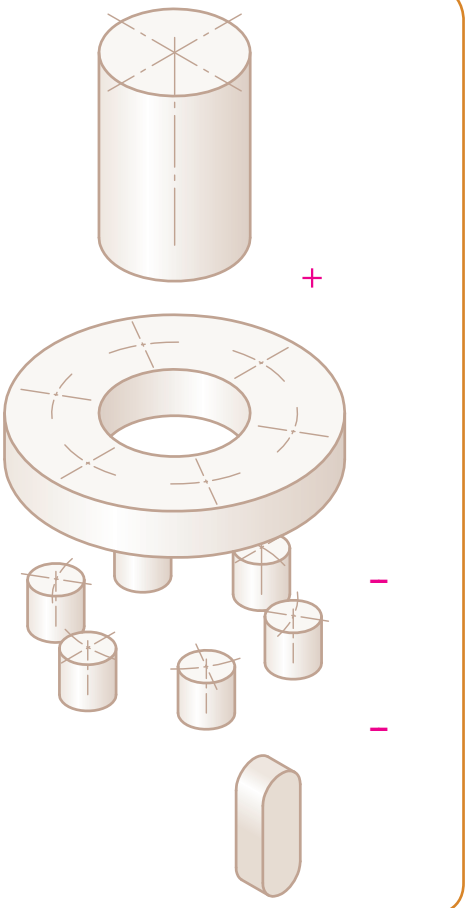
ماهیت قطعات

بدیهی است که همهٔ قطعات صنعتی، به صورت صُلب و توپُر نیستند، بلکه ممکن است با توجه به کاربرد آنها شکاف‌ها، شیارها یا سوراخ‌هایی (توسط اجسام مهم هندسی) در داخل قطعه ایجاد شده باشد.

اگر قطعه مطابق (شکل۲) را به اجسام اولیهٔ آن تجزیه کنیم، اجسام تشکیل‌دهندهٔ آن مطابق (شکل۱) خواهد بود.

برخی از قطعات مطابق (شکل۳) نیز قسمت‌هایی از آنها بریده شده یا طراحی اولیهٔ آنها به گونه‌ای بوده که جسم هندسی مورد نظرشان کامل نبوده و ناقص است.

شکل ۱



شکل ۳

شکل ۲

در این فصل هدف ما آشنایی با نقشه‌های اجسام و قطعاتی است که مشابه (شکل۳) توسط صفحاتی (چه به روش ماشین‌کاری یا به روش‌های دیگر)، سطوح یا قسمت‌های داخلی آنها بریده یا برداشته شده باشد. در حقیقت موضوع بحث ما : «برخورد صفحهٔ با جسم» است.

شکاف و شیار روی سطوح اجسام

به کمک آموخته‌هایمان در فصل قبل راجع به خط و صفحه می‌توانیم تصاویر قطعاتی را که قسمت‌هایی از داخل یا بیرون آنها بریده شده یا شکافی ایجاد شده است، ترسیم کنیم یا نقشهٔ آنها را بخوانیم (شکل۱).

* چگونه این کار امکان‌پذیر است؟

شکل ۱

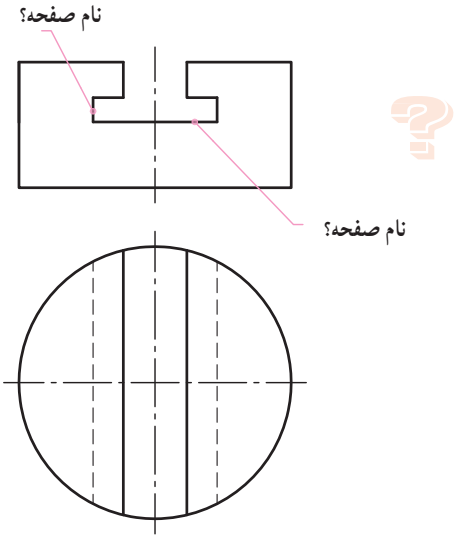
برخورد صفحهٔ با جسم می‌تواند روی سطح آن شیار یا شکاف نیز ایجاد نماید.

طرح مسئله

قبل از توضیح راجع به این روش، به طرح مسئله‌ای که قرار است با همین روش (در صفحات بعدی) آن را حل کنیم، توجه کنید. استوانه‌ای مطابق (شکل۲) را در نظر بگیرید که داخل آن شیار T شکلی ایجاد شده است.

احتمالاً چنین شکاف‌های T شکل را روی بستر استوانه‌ای دستگاه‌ها و ماشین‌های ابزار مشاهده کرده‌اید (شکل۳).

شکل ۲



شکل ۳

به نظر شما دانستن این موضوع که صفحات برش دهندهٔ استوانه ــ درنقشه (شکل۲) ــ چه نوع صفحاتی هستند، آیا می‌تواند به حل مسئله برای یافتن تصویر سوم (نمای جانبی) این نقشه کمک کند؟

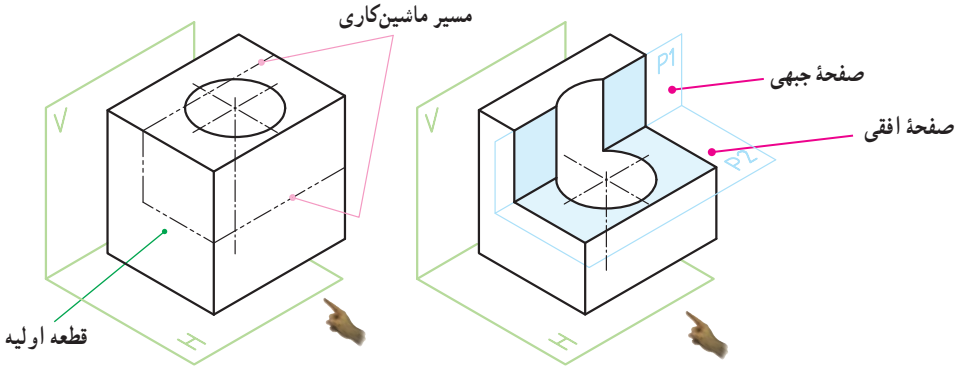
* بعداز مطالعه صفحات ۶۹ و ۷۰کتاب درسی در صفحه ۲۸ کتاب کار می‌توانید این تمرین را حل کنید.

ابزارهای کمکی

استفاده از صفحات خاص (در رسم فنی) : از حالا به بعد برای درک بهتر مطالب به جای استفاده از واژهٔ ماشین کاری در برش اجسام، صفحات خاص را به عنوان ابزار کمکی برای برش اجسام مدنظر قرار می‌دهیم. چگونه؟

مثلاً مطابق شکل ۱، به جای آن که بگوییم قطعه را با فرز ماشین‌کاری کرده و سطح مورد نظر جدیدی را ایجاد کرده‌ایم، می‌گوییم قطعه را توسط دو صفحهٔ : «افقی P_2» و «جبهی P_1 » برش زده‌ایم.

شکل ۱



واژهٔ صفحات خاص در رسم فنی به این مفهوم است که این صفحات اندازهٔ حقیقی دارند. صفحات خاص (با ویژگی اندازهٔ حقیقی) در رسم فنی مطابق آنچه در صفحهٔ ۵۲ و ۵۳ فصل دوم مطالعه کرده‌اید، عبارت‌اند از : صفحهٔ نیمرخ، صفحهٔ افقی و صفحهٔ جبهی.

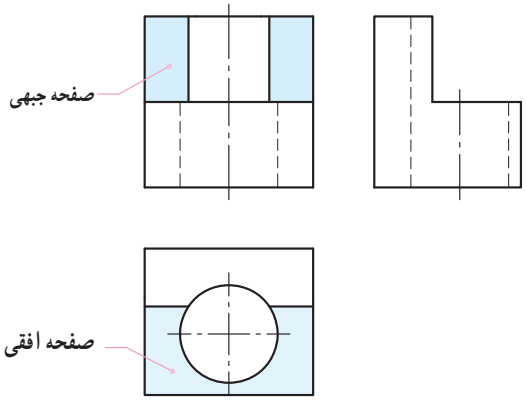
«صفحهٔ P_1» صفحهٔ جبهی : این صفحهٔ در نمای روبه رو اندازهٔ حقیقی سطحی را که برش زده است نشان می‌دهد.

«صفحهٔ P_2 »صفحهٔ افقی : این صفحه در نمای افقی اندازهٔ حقیقی سطحی را که برش زده است نشان می‌دهد.

در صورت نیاز،مطالب صفحهٔ ۵۲ فصل ۲ را مجدداً مطالعه و مرور کنید.

ارزش‌یابی

در تصویر جانبی، دو صفحهٔ «جبهی» و «افقی» را که جسم توسط آنها بریده شده است، نشان دهید.

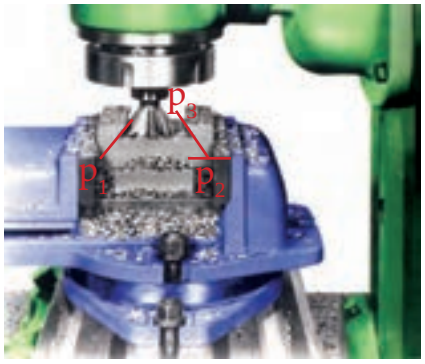


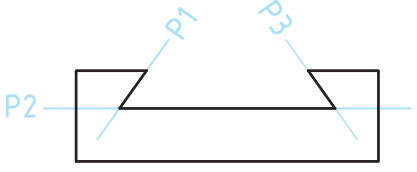
*نکته : از این‌جا به بعد هرجا صفحه‌ای به نام P ملاحظه کردید، به مفهوم آن است که در مسیر صفحهٔ فرضی P عملیات ماشین‌کاری (براده‌برداری) برروی جسم انجام شده است.

برش اجسام مهم هندسی

در فصل۲ همین بخش مطالبی راجع به انواع صفحات در رسم فنی آموختیم. هدف آن است که از این صفحات کمک بگیریم و برای نقشه خوانی از قطعاتی،که بریده شده یا داخل آن شکاف یا شیاری ایجاد شده است، استفاده کنیم.

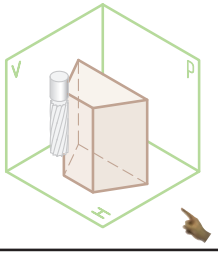
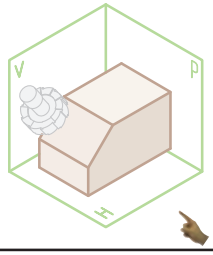
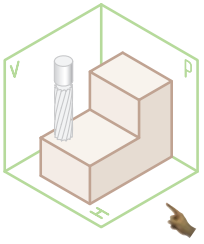
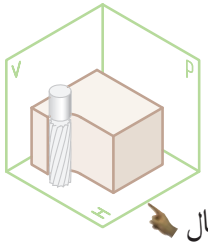
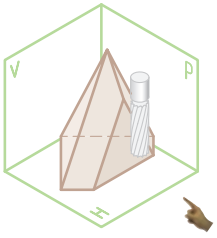
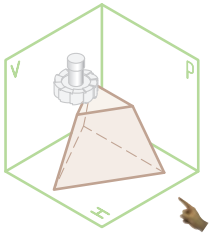
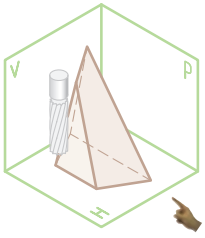
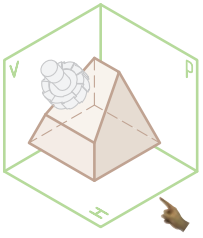
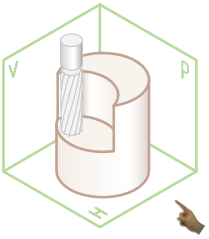
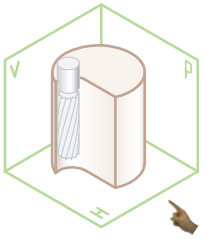
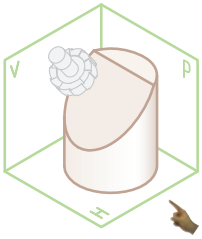
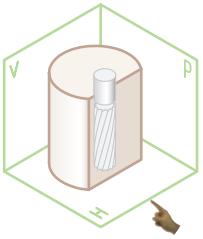
در این بخش برش اجسامی مثل منشورها، هرم‌ها و استوانه‌ها توسط برخی از صفحات، مانند : افقی، نیمرخ، جبهی و منتصب مورد بررسی قرار می‌گیرد.





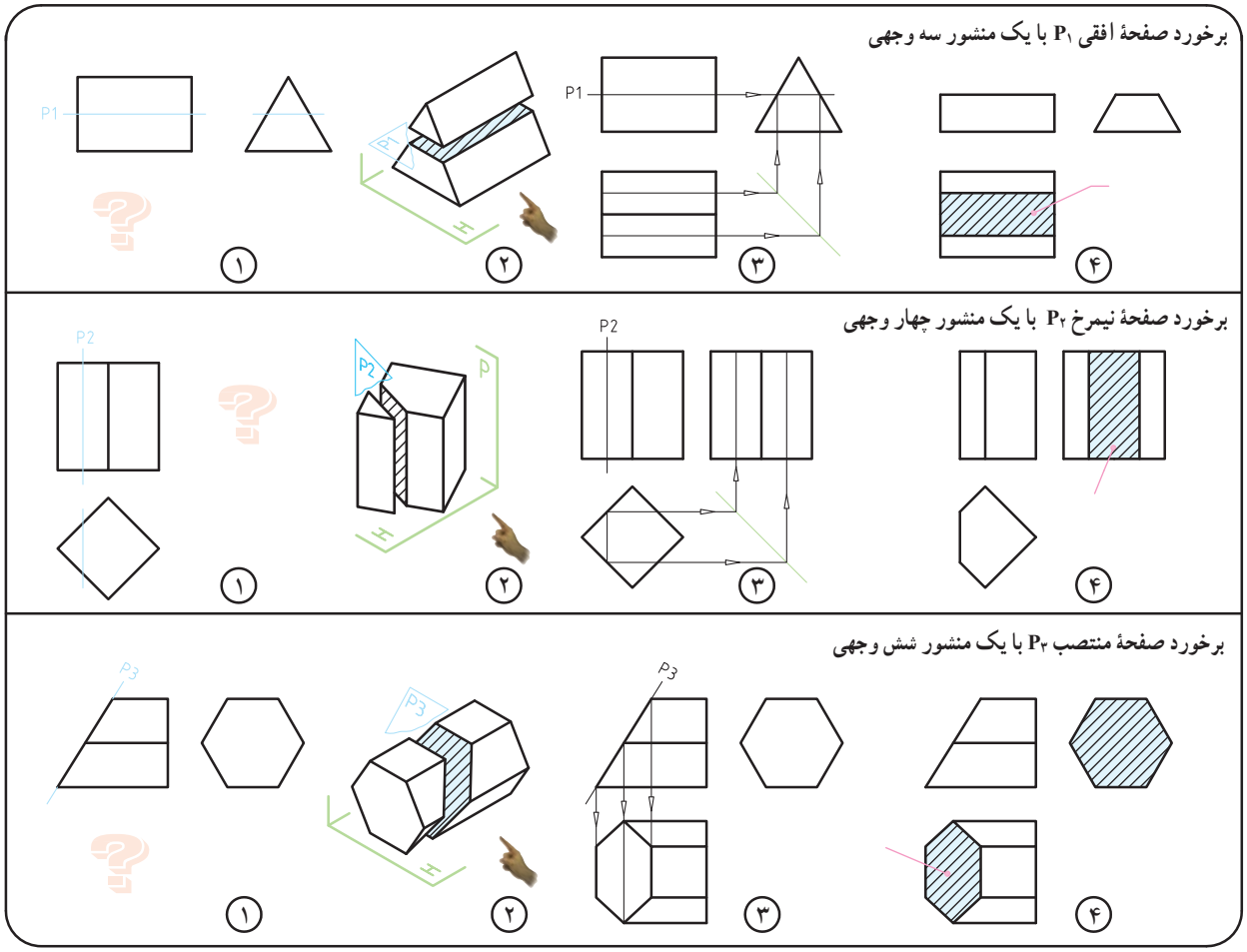
ارزش‌یابی

با توجه به شکل‌های زیر و جهت دید آنها، تعیین کنید هر جسم با چه صفحه‌ای بریده شده است. در قسمت نقطه‌چین (مطابق مثال) نام صفحه را بنویسید.

			 مثال
نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی : نیمرخ
			
نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی :.....
			
نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی :.....	نام صفحه برشی :.....

مفهوم مرور صفحهٔ کمکی

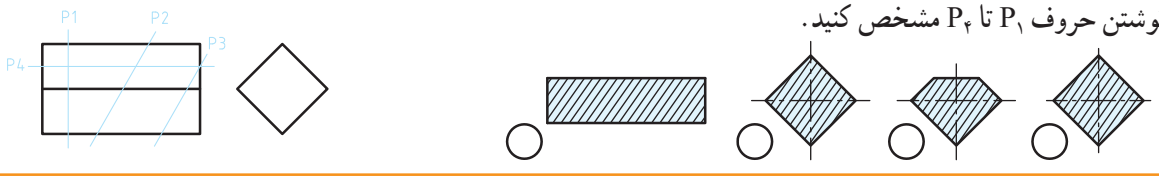
اگر از صفحاتی که در فصل ۲ آموخته‌اید، استفاده کنید، خواهید توانست به کمک این ابزارها درک صحیح و سریعی از نقشه و تصاویر قطعه به دست آورید. در این جا سه نمونه از برخورد صفحات با منشورها و مقاطعی که در اثر برش آنها ایجاد می‌شود، ارائه شده است.



از آنجایی که این صفحات را به صورت فرضی داخل اجسام مرور می‌دهیم تا مقاطع مورد نظر را بشناسیم و تصاویر آنها را ترسیم کنیم، به این روش مرور صفحات کمکی گفته می‌شود. مثال صفحهٔ ۶۵ با این روش حل شده است.

ارزش‌یابی

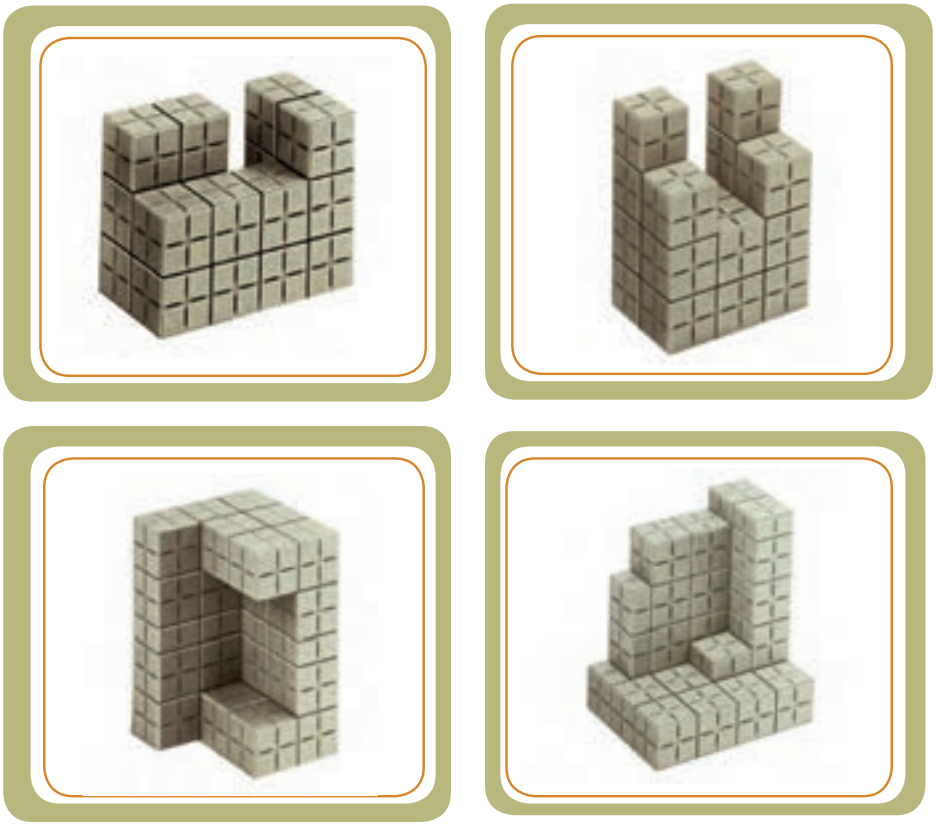
در نقشهٔ مقابل، منشور چهار وجهی با چه صفحاتی بریده شده است ؟ داخل دایره، نام مقاطع ارائه شده در تصاویر زیر را با نوشتن حروف P_1 تا P_4 مشخص کنید.



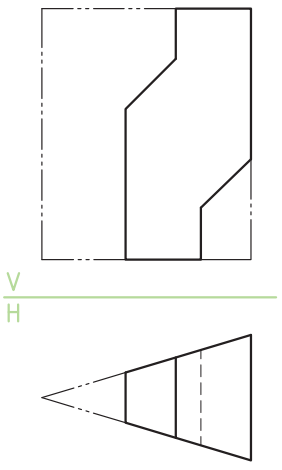
برخورد صفحهٔ با اجسام

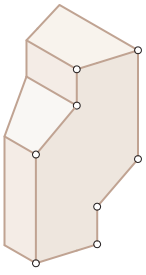
الف) برخورد صفحه با منشورها

در رسم فنی عمومی سال گذشته با اجسامی آشنا شدید که مشابه قطعات زیر، ماهیت آنها منشور بوده و با صفحات غیرشیب‌دار بریده شده بودند. ترسیم نقشه این قطعات و خواندن نقشه‌های آنها ــ مطابق تصاویر زیر ــ با توجه به آموخته‌های سال گذشتهٔ شما، کار دشواری نخواهد بود!



حال اگر منشوری مطابق شکل با یک صفحهٔ شیب‌دار بریده شود، برای خواندن نقشه یا برای ترسیم تصویر جانبی آن، به تعمق و اطلاعات بیشتری نیاز داریم. (حل ترسیمی این منشور در صفحهٔ ۶۵ ارائه شده است.)

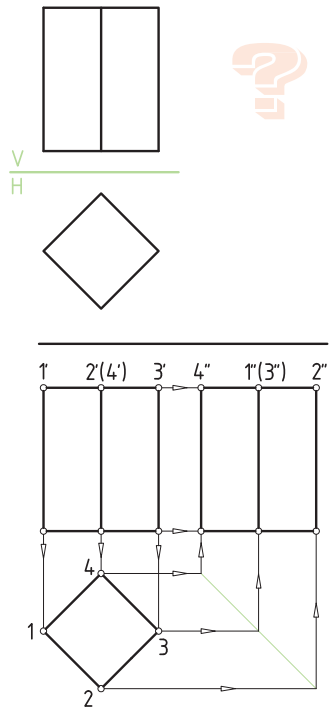




برخورد صفحه با منشور چهار وجهی : شکل مقابل، دو تصویر از یک منشور چهاروجهی را نشان می‌دهد. با استفاده از خط کمک ۴۵° و انتقال نقاط از روی یال‌ها می‌توانیم تصویر جانبی آن را ترسیم کنیم.

منشورها ــ و اغلب اجسام مهم هندسی ــ همیشه (مثل شکل ۱) این‌طور ساده و کامل نیستند، بلکه با توجه به کاربری آنها، معمولاً فرم‌های مختلف هندسی را به آنها می‌افزایند یا از داخل آنها می‌کاهند و جسم جدیدی، مشابه چند نمونهٔ صنعتی، (شکل ۲) ایجاد می‌کنند.

شکل ۱

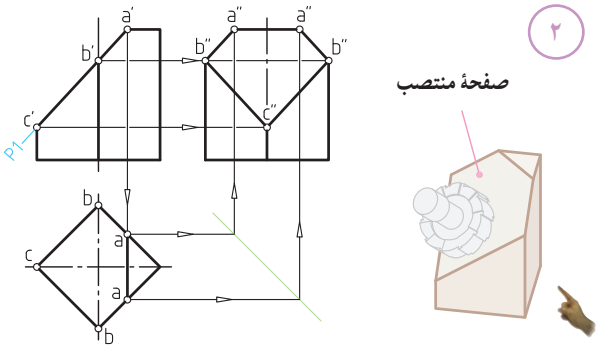


شکل ۲

تصاویر ۱ تا ۴ را، با توجه به مدل سه بعدی، بررسی کنید. ببینید آیا می‌توانید به روش ترسیم تصاویر جانبی آنها توسط نقاط کمکی A، B و C پی ببرید؟

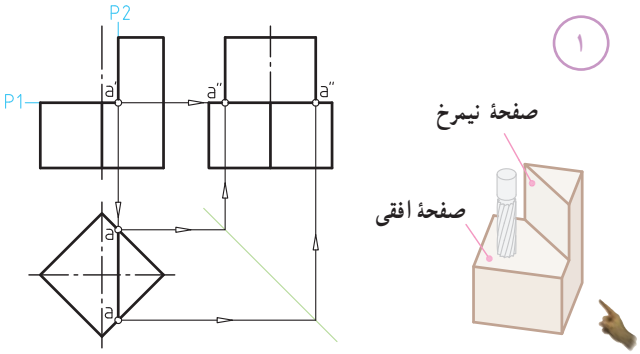
برش منشور چهار وجهی با صفحهٔ : منتصب P_1

۲



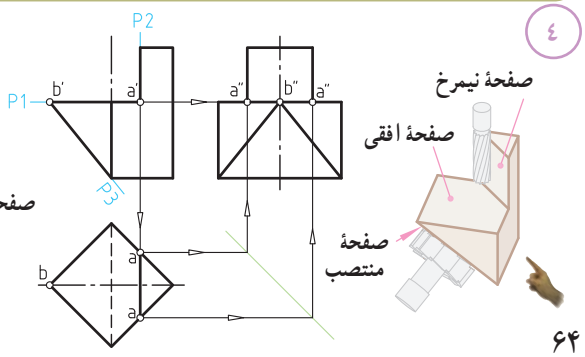
برش منشورچهار وجهی با دوصفحهٔ :افقی P_1 و نیمرخ P_2

۱



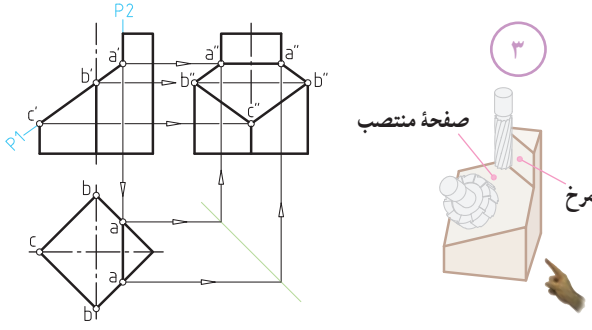
برش منشور چهاروجهی با سه صفحهٔ : افقی P_1، نیمرخ P_2 و منتصب P_3

۴



برش منشور چهار وجهی با دوصفحهٔ : منتصب P_1 و نیمرخ P_2

۳



مثال حل شده (با ابزار: مرور صفحهٔ کمکی)

با توجه به ابزار کمکی معرفی شده در صفحات قبل، مثال (شکل مقابل) زیر را با همین روش حل می‌کنیم.

دو تصویر یک منشور سه وجهی برش خورده مطابق شکل مفروض است. برای یافتن تصویر جانبی آن از ابزار کمکی مرور صفحه استفاده می‌کنیم تا به سهولت به پاسخ مسئله برسیم.

طبق روش ابزار کمکی ما می‌توانیم، منطبق بر سطح A و E، دو صفحهٔ کمکی نیمرخ P_2 و P_3 را عبور دهیم.

* چرا صفحهٔ کمکی نیمرخ را انتخاب کردیم؟

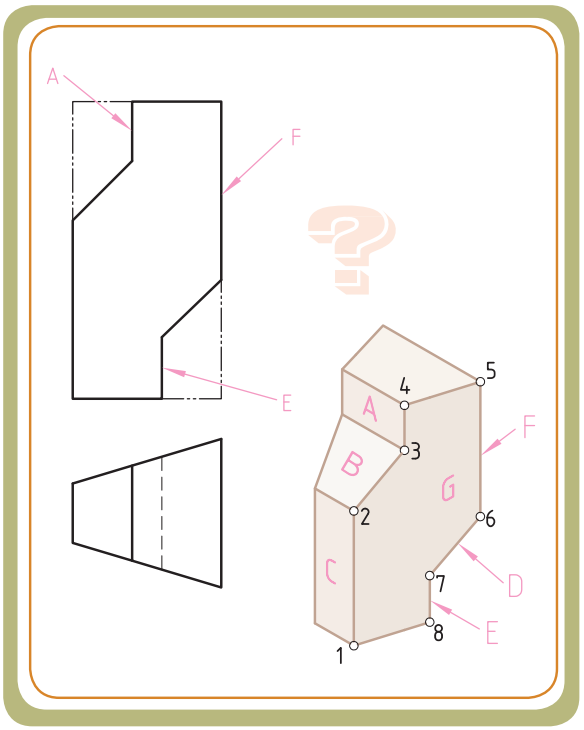
به این دلیل که صفحهٔ نیمرخ در تصویر جانبی اندازه حقیقی دارد.

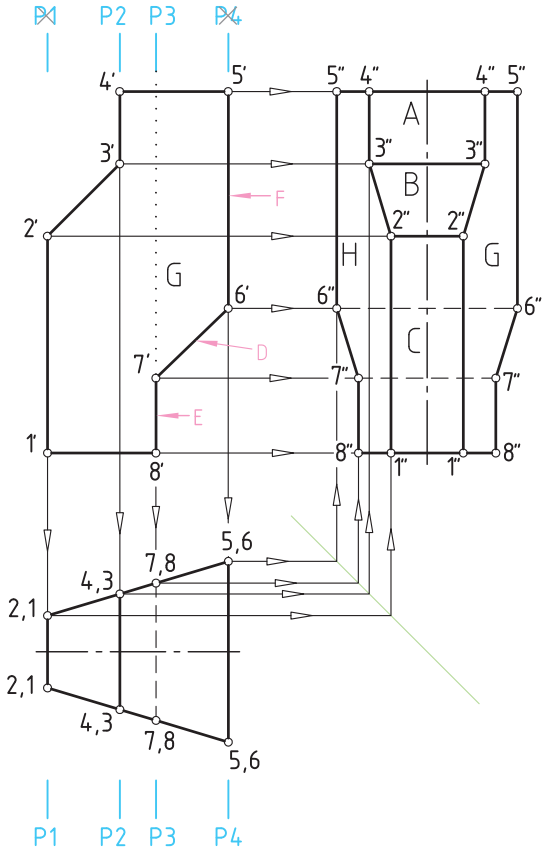
از آن جایی که تصویر جانبی منشور مجهول است، پس روش مرور صفحهٔ کمکی توسط صفحهٔ نیمرخ انتخاب گردید.

از طرفی چون دو صفحهٔ C و F، صفحهٔ نیمرخ‌اند، به مرور صفحهٔ کمکی P_1 و P_4 منطبق بر آنها نیازی نیست !

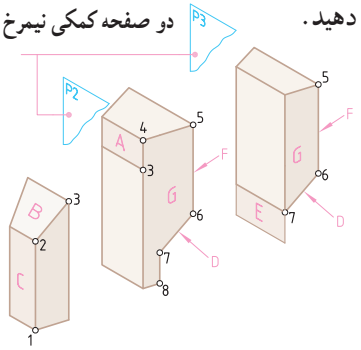
مرور دو صفحهٔ کمکی نیمرخ P_2 و P_3 روی سطح A و E به ما کمک می‌کند تا از وضعیت نقاط ۳ و ۷ درک بهتری داشته باشیم. درحقیقت دو صفحهٔ کمکی نیمرخ P_2 و P_3 برای یافتن تصویر جانبی دو نقطه ۳ و ۷ به کار برده می‌شوند. چون دو نقطه ۲ و ۶ خودشان روی صفحهٔ نیمرخ واقع شده‌اند، تصویر آنها به راحتی معین می‌شود. نقاط ۱، ۲، ۴، ۵ و ۸ هم که روی دو قاعدهٔ منشور واقع شده‌اند، وضعیت معلوم و مشخصی دارند. با عبور دو صفحهٔ کمکی نیمرخ P_2 و P_3 و کمک گرفتن از موقعیت آنها در تصویر افقی و با استفاده از خط کمکی 45° دو نقطهٔ مهم ۳ و ۷ در تصویر جانبی معلوم و سایر نقاط نیز به راحتی معین می‌شوند.

سؤال : چهار سطح F، C، G، H را روی سطوح «تصویر افقی (نمای بالا)» نشان دهید.





دو صفحه کمکی نیمرخ P_2 و P_3



ــ درصورت تمایل می‌توانید به حل دو تمرین ۳ و ۴ در صفحه۶۴ مراجعه کرده و با اطلاعات جدیدی که از حل مسأله این صفحه کسب کردید، روش حل این دو تمرین را مجدداً بررسی کنید.

یادآوری مهم

همان‌طور که در صفحات قبل اشاره شد، مهم‌ترین عامل و رمز موفقیت در نقشه‌خوانی صنعتی اجسام،شناخت کامل ویژگی‌های هفت نوع صفحه در رسم فنی است.

برای نمونه اگر شما دریابید که صفحهٔ مواجه چه ویژگی‌هایی دارد، با سهولت و در کوتاه‌ترین مدت (حتی بدون تجسم) می‌توانید درک کلی و جامع‌تری از نقشه‌ای مشابه (شکل ۱) داشته باشید.

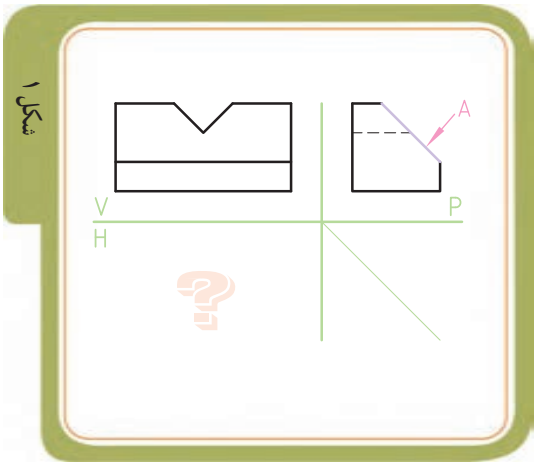
به مثال زیر توجه کنید :

دو تصویر از یک منشور، که داخل آن به صورت جناغی و از جلو تحت زاویه بریده شده، مفروض است. می‌خواهیم بدانیم تصویر افقی صحیح آن کدام گزینه است؟ وقتی صفحهٔ مواجه را بشناسیم و با ویژگی آن آشنا باشیم، مسئله به راحتی حل می‌شود. در نقشه (شکل۱) منشور از قسمت جلو با صفحهٔ مواجه بریده شده است. از همین پارامتر مهم، استفاده می‌کنیم. از آن جایی که صفحهٔ مواجه، صفحه‌ای است که در تصویر نیمرخ به صورت خط شیب‌دار دیده می‌شود (شکل۲)، تنها خط شیب‌دار در تصویر جانبی نقشه (شکل ۱)، خط A خواهد بود.

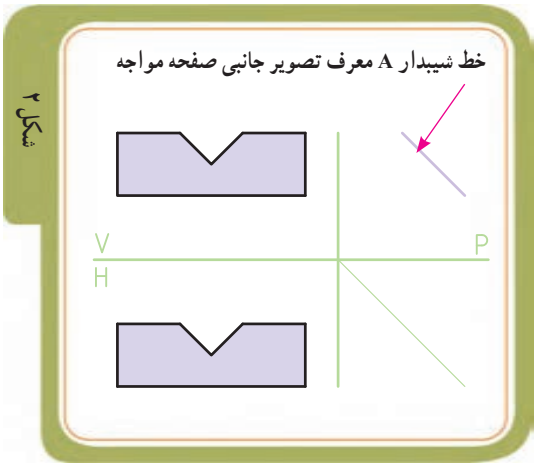
از طرفی در صفحهٔ مواجه، تصویر جانبی به صورت خط شیب دار و دو تصویر روبه‌رو و افقی سطح مورد نظر، شکل یکسانی دارند. بنابراین پاسخ صحیح، گزینهٔ ۳ خواهد بود.

توجه کنید که اگر با خط کمکی 45° یا تجسم کردن هم مسئله را حل می‌کردیم باز هم به همین جواب می‌رسیدیم. اما از طریق آشنایی با ویژگی صفحات در رسم فنی به عنوان یک راه میان‌بُر نه تنها از پاسخ صحیح مطمئن می‌شویم، بلکه درک و تجسم بهتری از جسم خواهیم داشت و در نتیجه سریع‌تر نیز به جواب می‌رسیم.

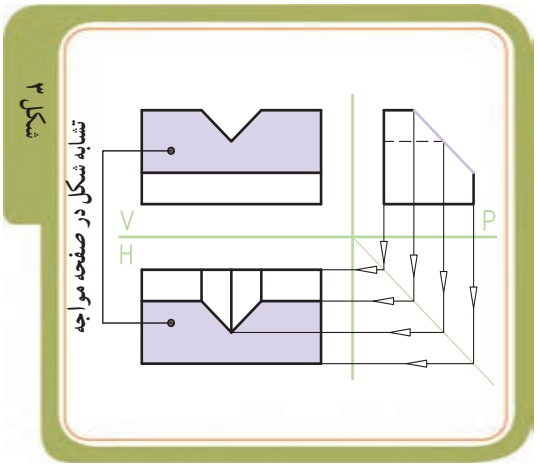
شکل ۱

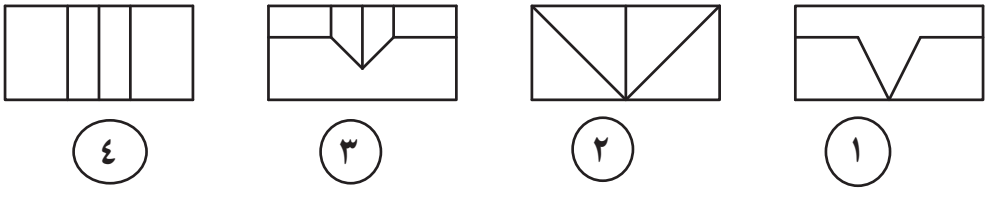


شکل ۲



شکل ۳





ر.ک.بـ. صفحه‌های ۲۲ تا ۲۴ کتاب کار

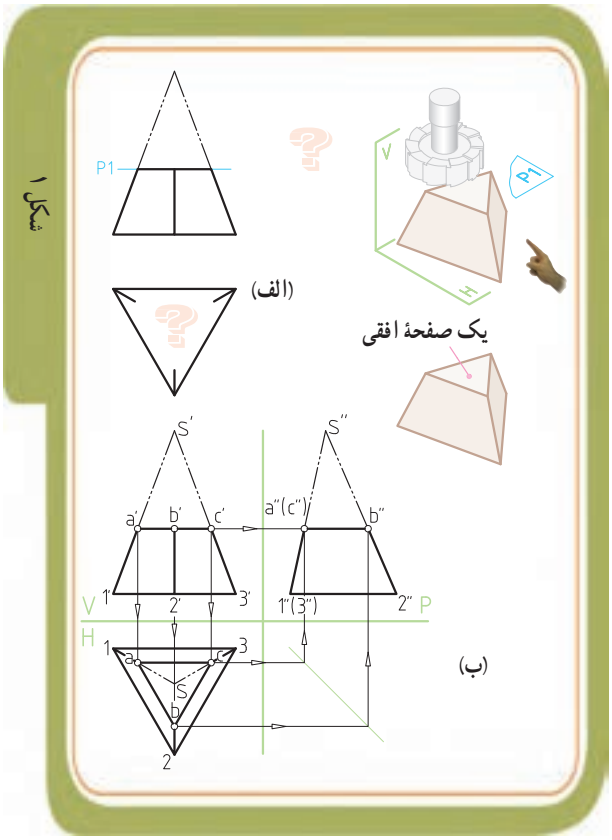
برخورد صفحهٔ با هرم (دو مثال حل شده)

۱ــ برش هرم سه وجهی توسط صفحهٔ افقی : صفحهٔ افقی P_1 را اثر حاصل از برش هرم توسط تیغهٔ فرز درنظر می گیریم که به موازات قاعدهٔ هرم موازی با صفحهٔ تصویر افقی (صفحهٔ H) هرم را بریده است (شکل ۱ــ الف).

محل برخورد صفحهٔ P_1 با یال $S'1'$ را در تصویر روبه رو نقطهٔ a' نامیده‌ایم (شکل ۱ــ ب).

با انتقال نقطهٔ a' (توسط یک خط رابط) به تصویر افقی، نقطهٔ a روی یال S1 به دست می‌آید. چون صفحهٔ P_1، یک صفحهٔ افقی و موازی با قاعدهٔ هرم است، بنابراین در تصویر افقی می‌توان از این نقطه، خطوطی را به موازات قاعدهٔ ۳ــ۲ــ۱ ترسیم کرد. مثلث به دست آمده در تصویر افقی، مقطع حاصل از برش صفحهٔ P_1 است،که اندازهٔ این مثلث واقعی است. با استفاده از خط کمکی 45° و با انتقال سه نقطهٔ a، b وc، تصویر جانبی هرم برش خورده به دست می آید.

شکل ۱

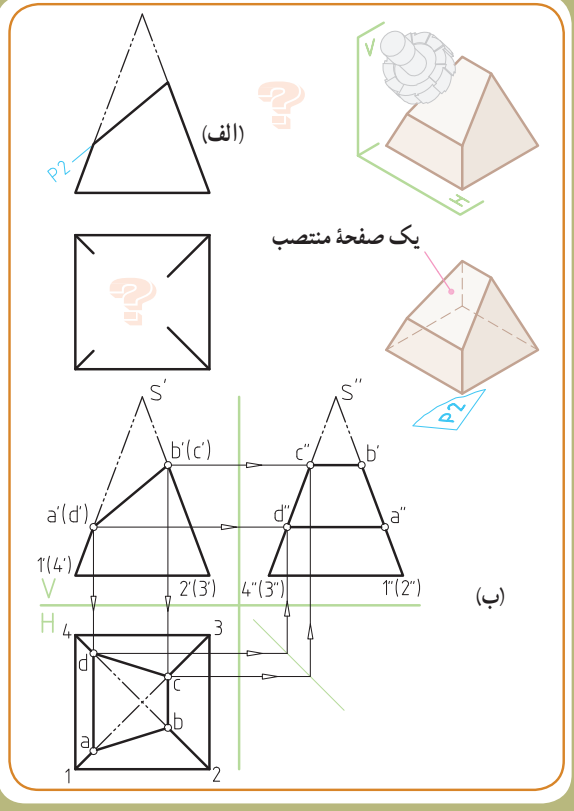


۲ــ برش هرم چهار وجهی توسط صفحهٔ منتصب : صفحهٔ منتصب P_2 را اثر حاصل از برش هرم توسط تیغهٔ فرز درنظر می‌گیریم که عمود بر صفحهٔ تصویر روبه‌رو (صفحهٔ V) هرم را بریده است (شکل۲ــ الف).

صفحهٔ P_2 با هر چهار یال هرم برخورد کرده است که آنها را نقاط a'، b'، c' و d' می نامیم (شکل۲ــ ب).

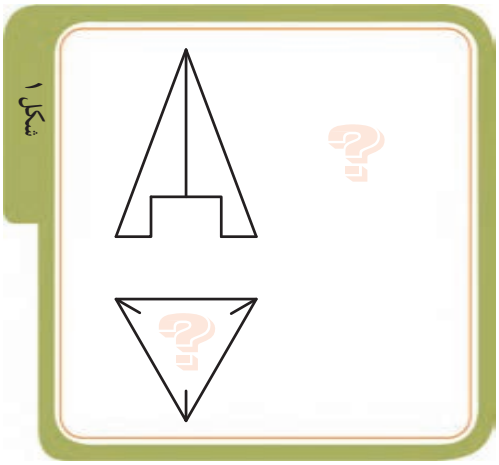
با انتقال این نقاط توسط خط رابط به تصویر افقی، نقاط a، b، c و d روی هرچهار یال هرم در تصویر افقی به دست می‌آید. با وصل کردن این چهار نقطه به همدیگر، اثر افقی سطح بریده شده حاصل می‌گردد. با استفاده از خط کمکی 45° و با انتقال چهار نقطهٔ a، b، c وd، تصویر جانبی هرم برش خورده مشخص می‌شود.

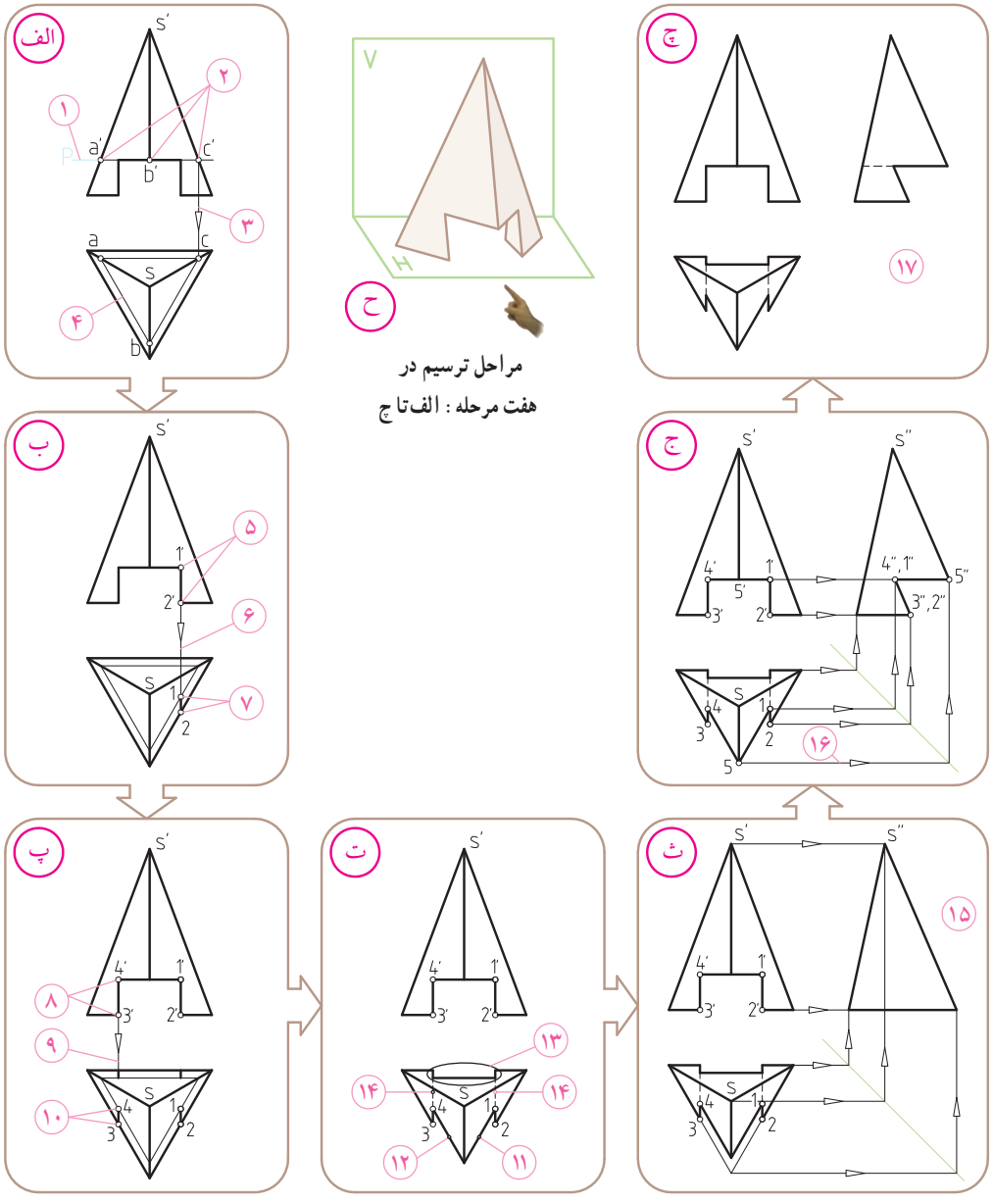
شکل ۲



* بررسی کنید

در قسمت پایین یک هرم سه وجهی مطابق (شکل ۱)، شیاری ایجاد شده است. برای تعیین تصویر افقی و جانبی این هرم (مشابه مطالب قبلی) از روش مرور صفحهٔ کمکی استفاده می‌کنیم. مراحل انجام کار طی هفت مرحله (شکل الف تا چ) به‌صورت تصویری و گام به گام ارائه شده است. برای درک بهتر حل مسئله و رسیدن به پاسخ نهایی، در شکل (ح) در هر مرحله به شماره‌های ارائه شده در داخل دایره‌های قرمز رنگ توجه کنید.



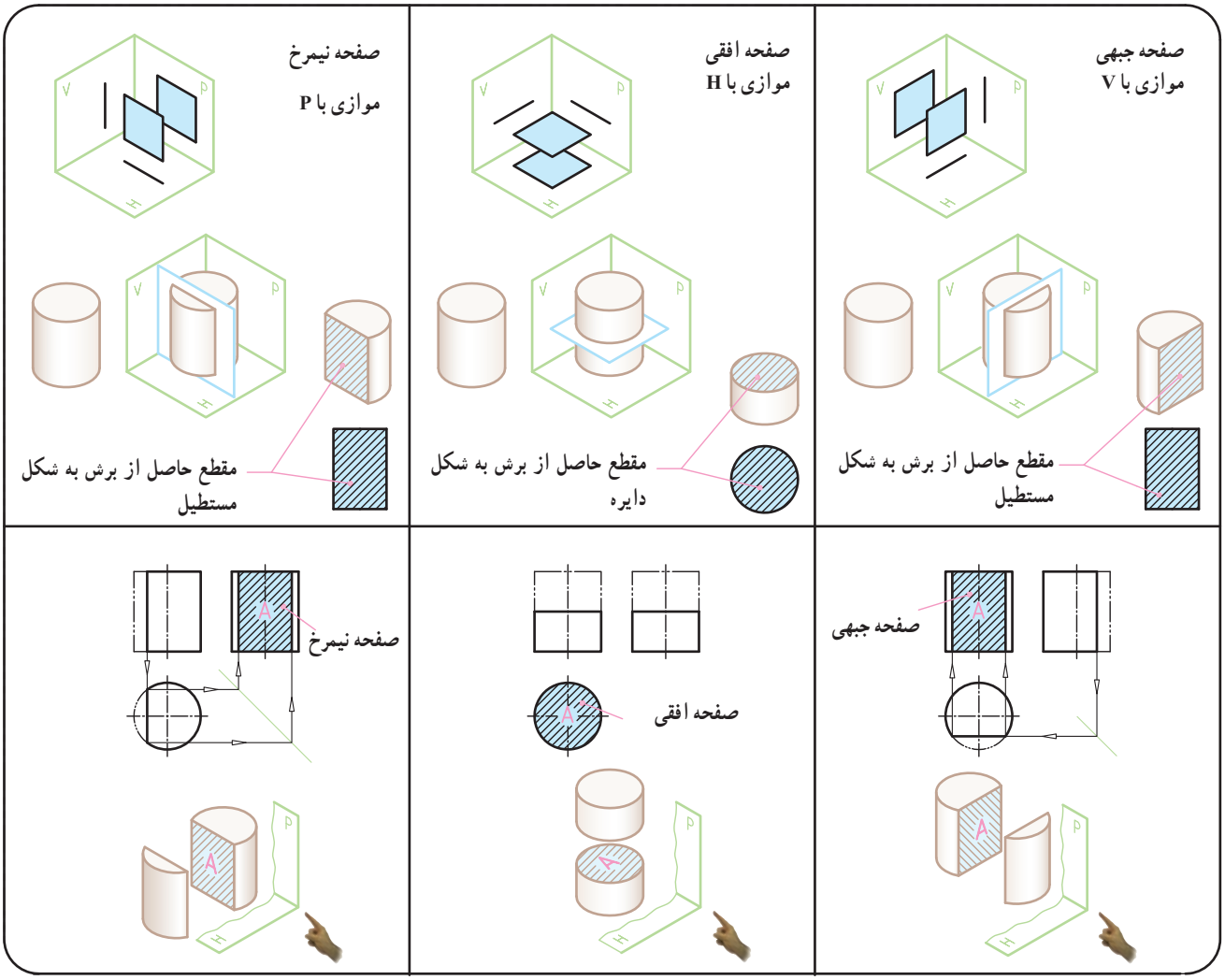


ر.ک.ب. صفحه‌های ۲۵ تا ۲۶ کتاب کار

برخورد صفحه با استوانه

قسمت اول : صفحات موازی با صفحات تصویر (V ــ H ــ P)

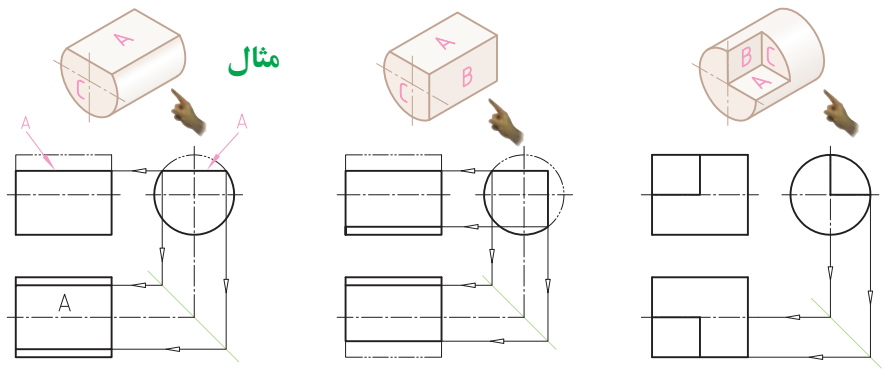
صفحاتی مثل : صفحه نیمرخ، صفحه افقی، صفحه جبهی



از ۳ نوع صفحه‌ای که در رسم فنی آموختیم، می توانیم به عنوان «ابزار کمکی» برای ترسیم استوانه‌های برش خورده وشیاردار استفاده کنیم

ارزش‌یابی

با توجه به تصویر مجسم، صفحات A ــ B ــ C و D را(مطابق مثال A) بر روی هر یک از سه نما ــ به‌طور جداگانه ــ نشان دهید.



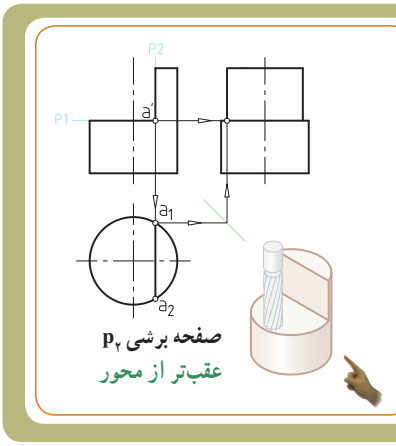
برخورد صفحهٔ با استوانه (توپُر)

برای ترسیم تصاویر استوانه‌هایی که با صفحات غیر شیب‌دار (صفحاتی که موازی با صفحات تصویر V ـ H ـ P) بریده می شوند، مطابق آنچه در صفحهٔ قبل اشاره شد، می‌توانیم از ابزار صفحهٔ کمکی ـ مطابق سه شکل پایین ـ استفاده کنیم.

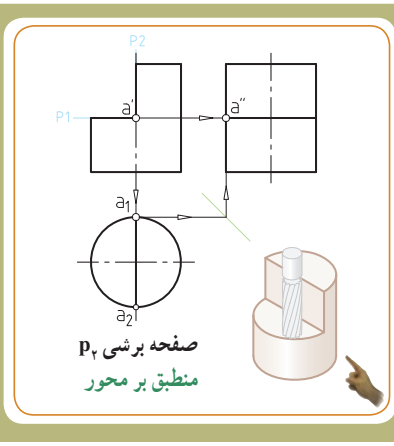
به این صورت که با عبور دادن دو صفحهٔ افقی P_1 ونیمرخ P_2 (به عنوان ابزار کمکی) نقاط مشابهی روی تصویر افقی مثل نقطهٔ A به وجود می‌آید. نقطهٔ a را از تصویر افقی توسط خط کمکی 45° به تصویر جانبی منتقل می‌کنیم و موازی با مولدها و محور استوانه، خط کمکی را به طرف بالا امتداد می‌دهیم تا امتداد خط افقی حامل نقطهٔ a' از تصویر روبه رو را در نقطه a'' قطع کند.

با توجه به جهت دید، سطوح تخت این قطعه توسط چه صفحاتی بریده شده است؟

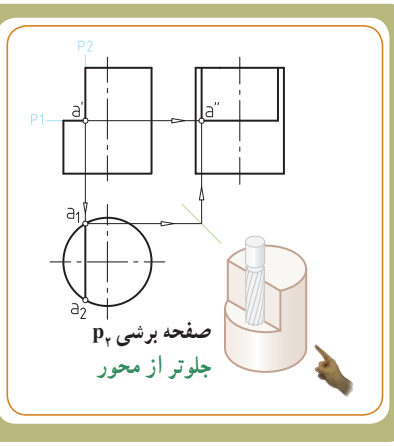
در هر سه حالت زیر، استوانه‌ها توسط دو صفحهٔ افقی P_1 و نیمرخ P_2 درموقعیت‌های مختلف **روی محور**، **جلوتر از محور** و **پشت محور** بریده شده‌اند. توجه داشته باشید در صورت یادگیری این سه حالت ویژه می‌توانید اغلب استوانه‌هایی را که توسط صفحات غیرشیب‌دار بریده می‌شوند را به راحتی درک کرده و نقشه آنها را بخوانید.



صفحه برشی P_2
عقب‌تر از محور



صفحه برشی P_2
منطبق بر محور



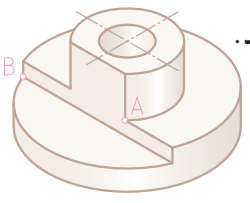
صفحه برشی P_2
جلوتر از محور

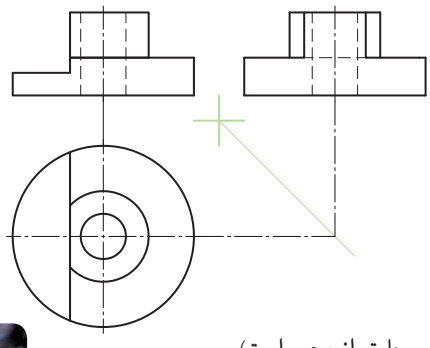
ارزش‌یابی

با توجه به نقشهٔ مقابل، موارد زیر را انجام دهید :

۱ـ نقاط A وB واقع بر روی تصویر مجسم را در سه تصویر مقابل نشان دهید.

۲ـ تصویر جانبی را کامل کنید.





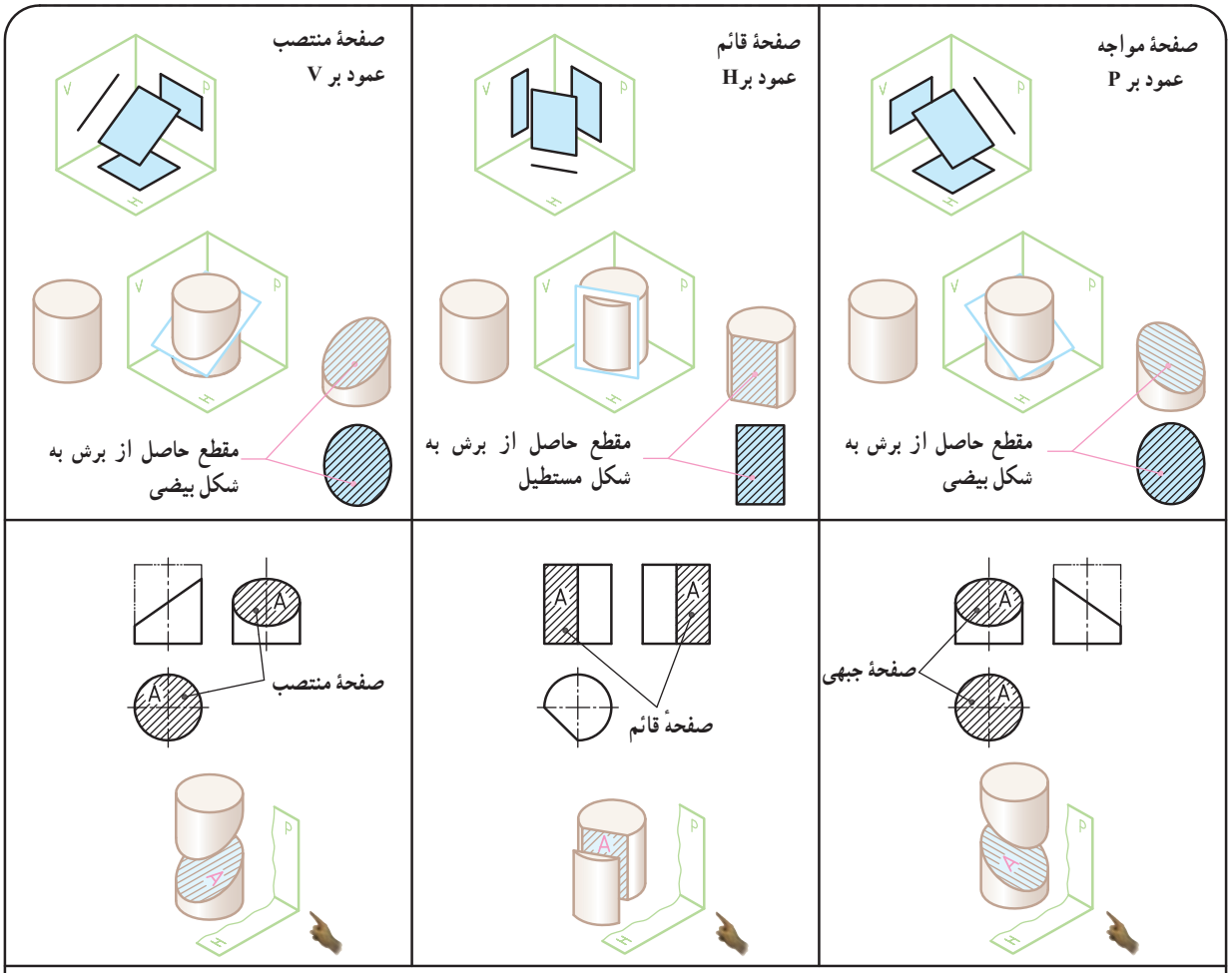
(صفحه برشی جلوتر از محور است)

ر.ک.بـ. صفحه‌های ۲۷ تا ۲۹ کتاب کار

برخورد صفحهٔ با استوانه

قسمت دوم :صفحات عمود برصفحات تصویر(V ـ H ـ P)

صفحاتی مثل : صفحهٔ منتصب، صفحهٔ قائم و صفحهٔ مواجه

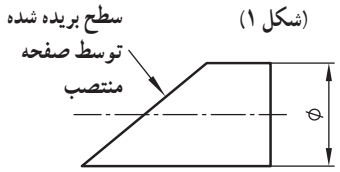


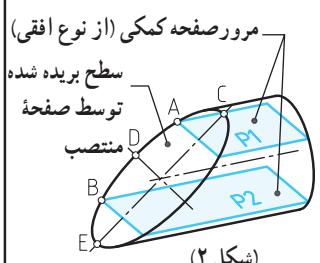
از ۳ نوع صفحه‌ای که در رسم فنی آموختیم، می‌توانیم به عنوان **ابزار کمکی** برای ترسیم استوانه‌های برش خورده و شیاردار استفاده کنیم.

در شـــکل ۱، استوانه توسط صفحهٔ منتصب بریده شده اســـت. برای تعیین منحنی حاصل از برش، ابزار مرور صفحهٔ کمکی (مطابق شـــکل ۲) می‌تواند کمک کننده باشد.

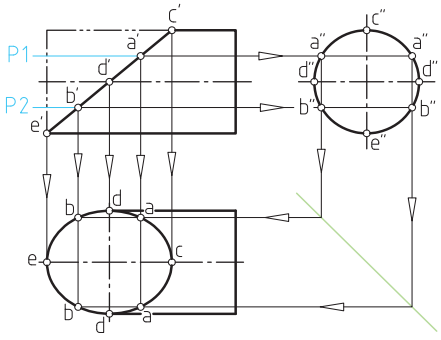
بـــرای این منظور نقاطی را مثـــل نقاط a′ و b′ روی سطح بریده شده در تصویر روبه رو انتخاب می کنیم و از آن جا صفحات افقی P_1 و P_2 را عبور می دهیم. سه نقطهٔ C، D و E روی قطرهای خود اســـتوانه هستند که نقاط آنها را نیزتوســـط خط کمکی ۴۵° به تصویر افقی منتقل می‌کنیم.

(شکل ۱)



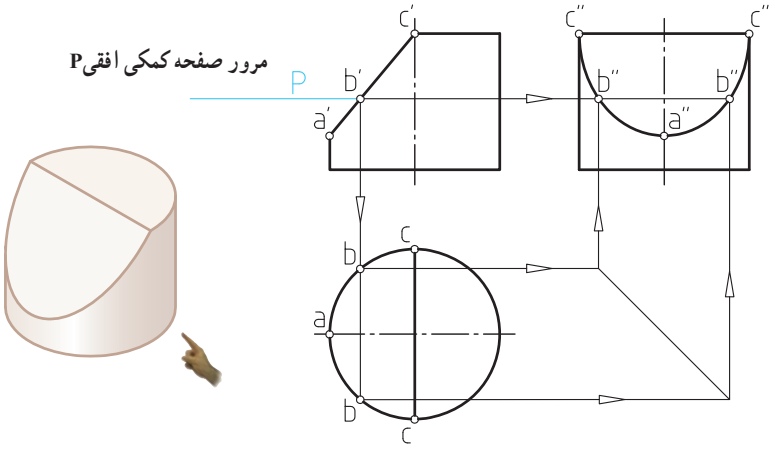


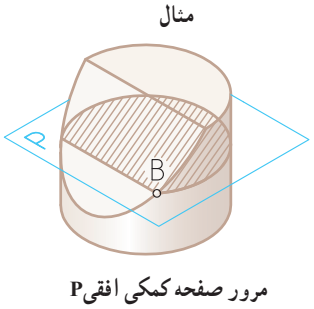
(شکل ۲)



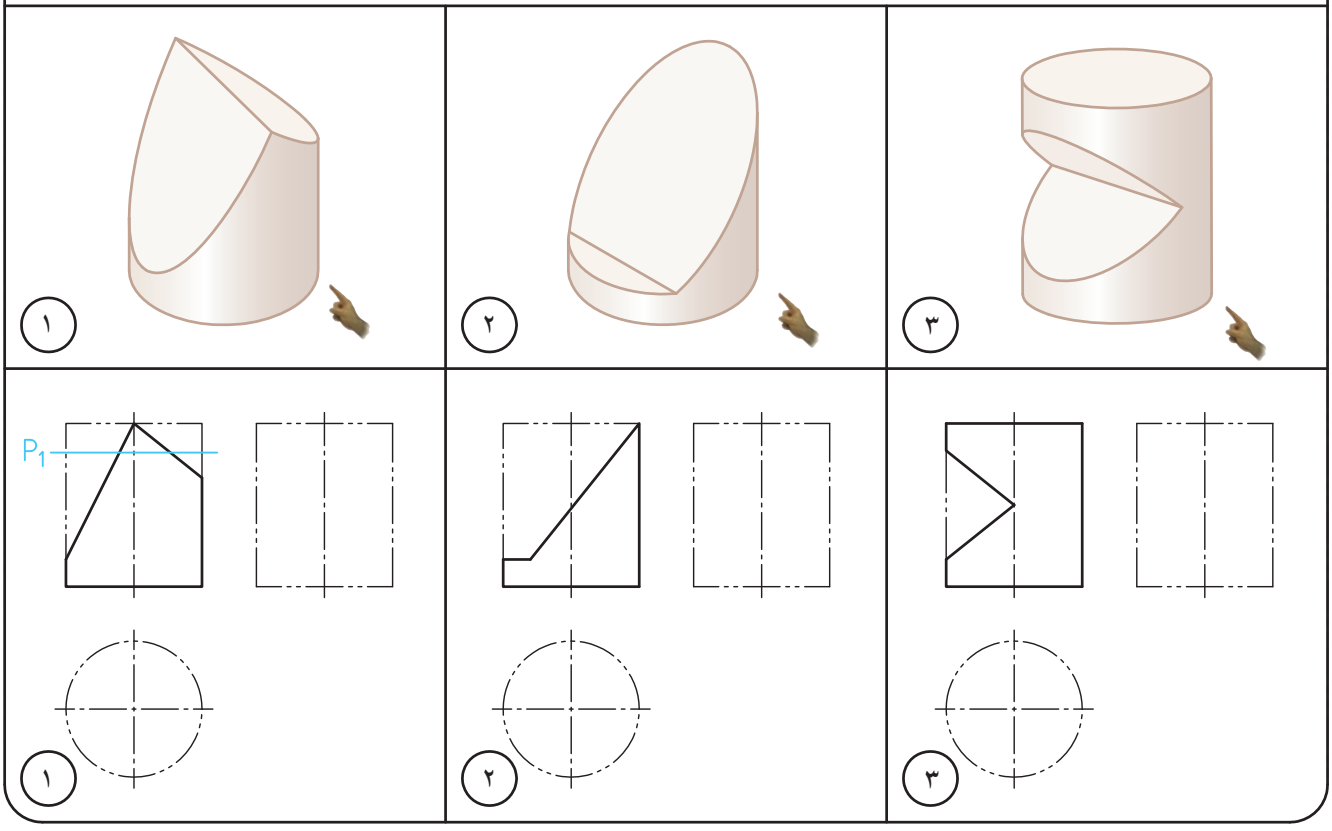
ارزش‌یابی

با توجه به مثال حل شدهٔ زیر، برای هریک از سه استوانه ۱ تا ۳، مرور چه نوع صفحهٔ کمکی را پیشنهاد می‌کنید؟
قبل از حل، به این نکته فکر کنید که مرور صفحات کمکی (برش‌های کمکی) در کدام وضعیت و حالت می‌تواند ساده‌ترین شکل برشی را برای حل مسئله ایجاد کنند؟





مشابه نمونهٔ بالا، صفحات کمکی پیشنهادی خود را (مطابق مثال) در تصویر روبه رو اجسام ۱، ۲ و ۳ با دست آزاد ترسیم کنید.



همکاران محترم : هنرجویان را راهنمایی کنید که صرفاً مرور صفحهٔ کمکی افقی را پیشنهاد ندهند، بلکه آن را (مطابق مثال) ترسیم و تمرین‌ها را با دست آزاد و با دقت بالا داخل همین برگه حل کنند.

برخورد صفحات مایل با استوانه

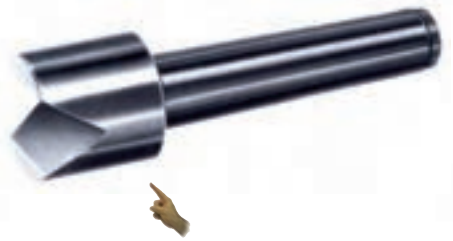
برای ترسیم تصاویر استوانه‌هایی که با صفحات مایل (صفحات عمود بر صفحات تصویر V_H_P) بریده می‌شوند، می‌توانیم مطابق آنچه در صفحهٔ قبل اشاره شد، از ابزار «صفحهٔ کمکی» استفاده کنیم. شکل پایین صفحه را مشاهده کنید.

از دو نقطهٔ اختیاری a′ و b′ از روی تصویر روبه رو، دو صفحهٔ کمکی افقی P_1 و P_2 را عبور می‌دهیم.

سه نقطهٔ دیگر c′، d′، e′ نیز روی قطرهای استوانه وجود دارند. این نقاط را به تصویر جانبی انتقال می‌دهیم و هر جا که با سطوح استوانه در تصویر جانبی بر خورد کرد، آنها را a″، b″، c″، d″ و e″ می‌نامیم. سپس این نقاط را توسط خط کمکی ۴۵° به تصویر افقی منتقل می‌کنیم. اگر نقاط a′، b′، c′، d′، e′ را از تصویر رو به رو به تصویر افقی نیز منتقل کنیم درمحل برخورد این خطوط، نقاط جدید a، b، c، d وe به دست می‌آیند.

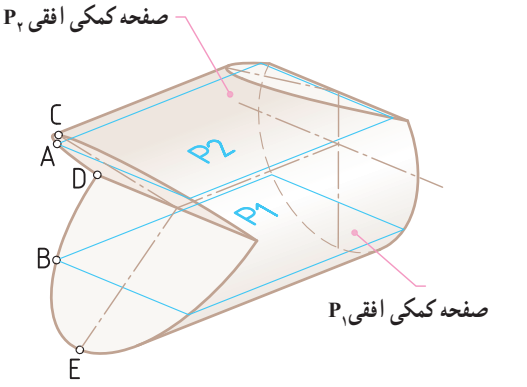
با اتصال این نقاط به همدیگر (توسط شابلن) منحنی تصویر افقی به دست می‌آید. برای تعیین منحنی طرف راست استوانه نیز روش حل به همین صورت است.

شکل ۱

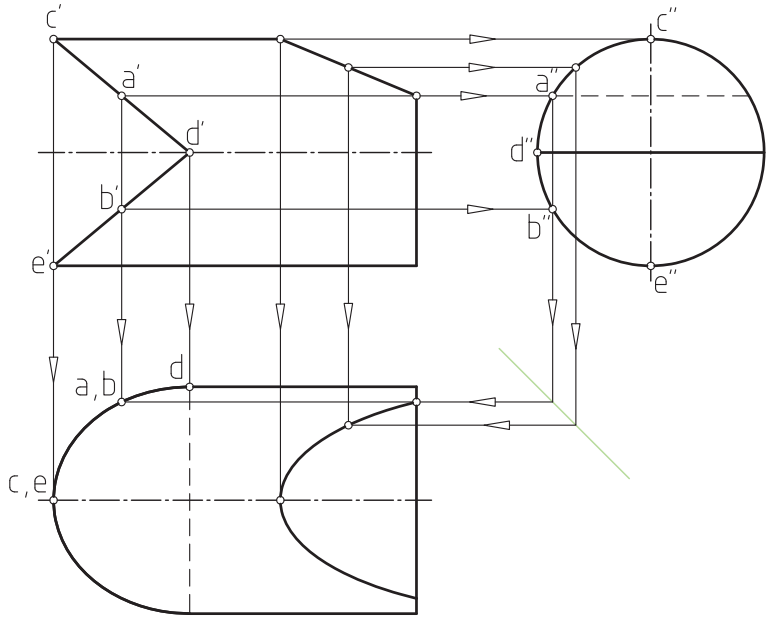


به نظر شما در این قطعه، قسمت استوانه‌ای شکل (با توجه به جهت دید) با چه صفحه‌ای بریده شده است؟

.....

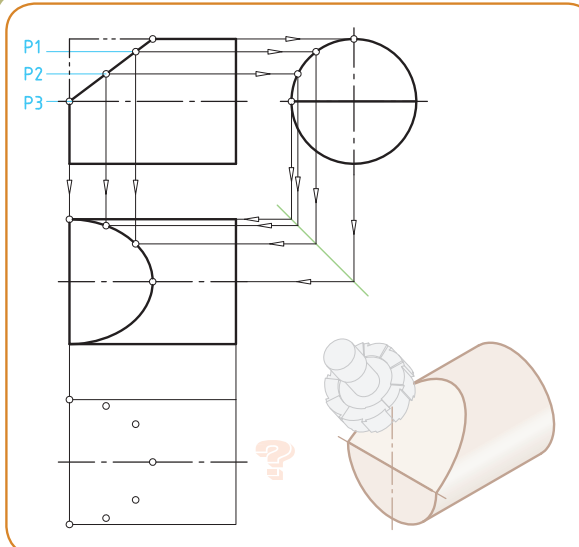


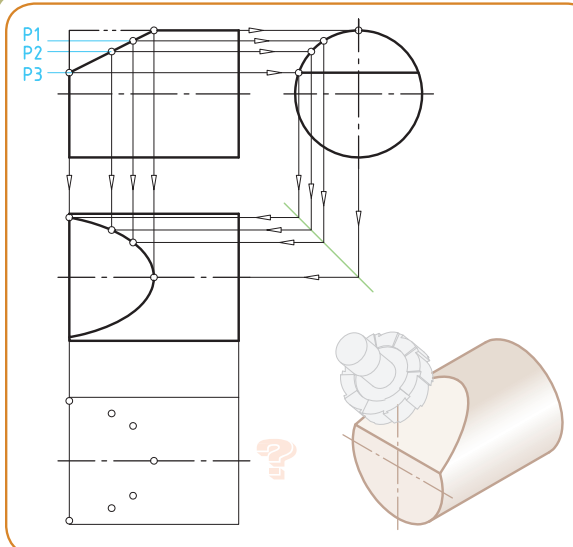
نکته : اگر برخورد صفحهٔ منتصب با استوانه ،تحت زاویهٔ ۴۵° انجام گرفته باشد ،تصویر جانبی سطح برش خورده، یک دایره خواهد بود. زیرا طول هر دو محور بیضی مساوی است.

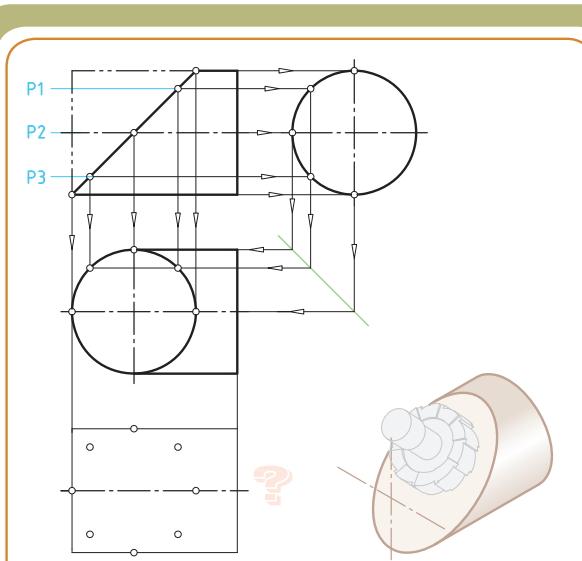


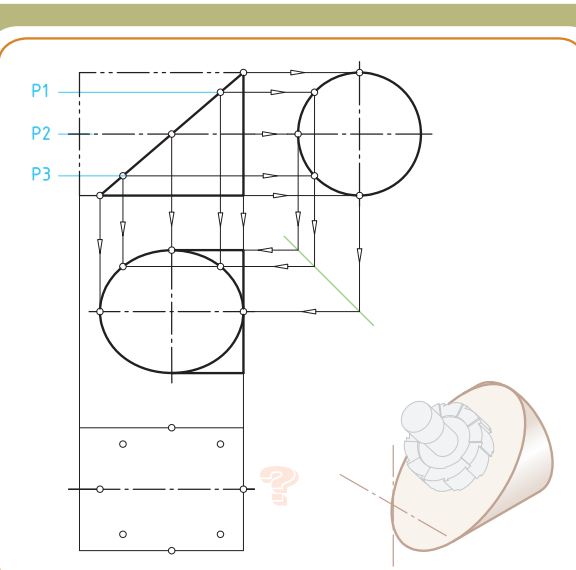
مثال‌های حل شده

هریک از چهار استوانهٔ زیر توسط صفحه‌ای منتصب اما در موقعیت‌های متفاوت بریده شده‌اند.
با توجه به تصاویر حل شده موارد زیر را انجام دهید :
۱ــ برداشت خود را در مورد روش حل مسئله در زیر هر تصویر یادداشت کنید.
۲ــ می‌توانید در قسمت پایین تصویرافقی (نمای از بالا) ،با وصل کردن خطوط،مجدداً تصویر افقی را با دست آزاد ترسیم کنید.









ر.ک.بـ. صفحه‌های ۳۰ و ۳۱ کتاب کار

نقشه‌خوانی برخورد اجسام

برخورد حجم با حجم

بخش دوم

فصل ۴

استوانه‌ها جزء احجام هندسی مهمی هستند که در صنعت، نسبت به سایر احجام هندسی خصوصاً اجسام دوار کاربرد وسیع‌تری دارند.

استوانه‌ها ممکن است به صورت توپر یا توخالی به احجام دیگری متصل شده باشند. درمواردی نیز استوانه‌ای با استوانه دیگری برخورد می‌کند که به محل برخورد آنها «فصل مشترک» می‌گویند.

در این فصل راجع به روش پیدایش و شـکل‌گیری فصل مشـترک حاصل از برخورد استوانه‌ها و نحوهٔ خواندن نقشه‌های آنها مطالبی را خواهید آموخت.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- صفحات خاص در رسم فنی را برای ترسیم فصل مشترک (به روش مرور صفحه کمکی) به کار گیرد.
- مفهوم فصل مشترک را بیان کند.
- فصل مشترک روی استوانه سوراخ‌دار را ترسیم کند.
- فصل مشترک حاصل از برخورد دو جسم استوانه‌ای را ترسیم کند.
- در ترسیم فصل مشترک حاصل از برخورد دو استوانه، اصول نقشه‌کشی را رعایت کند.

فصل مشترک حاصل از برخورد

در هریک از حالت‌های زیر، منحنی‌هایی روی سطح استوانه پدید می‌آید. در اینجا سه مثال ارائه شده است.

۱ــ وقتی که روی یک استوانه را با مته سوراخ می‌کنیم (شکل الف) ؛

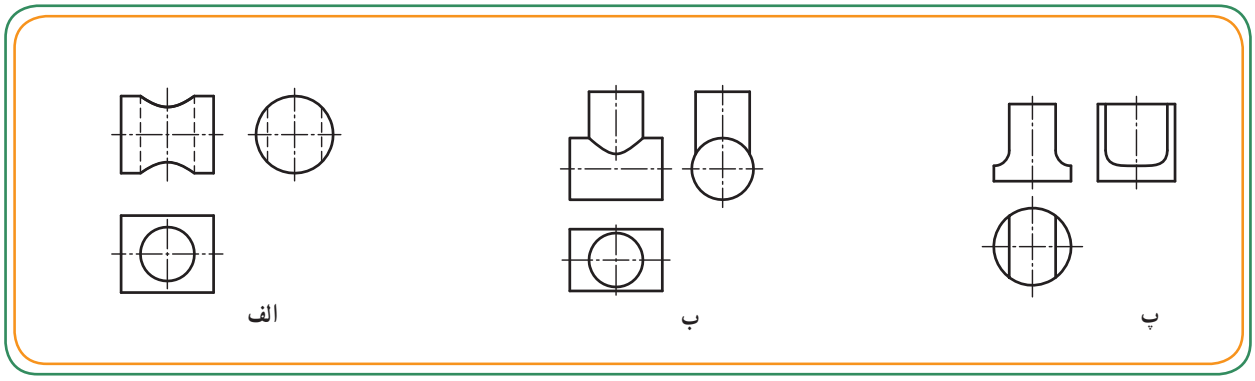
۲ــ وقتی که دو استوانه باهم برخورد می‌کنند(شکل ب) ؛

۳ــ وقتی سطح استوانه توسط سطوح انحنادار بریده می شود (شکل پ).

* آیا می‌توانید نمونه‌های دیگری (حالت‌های دیگری) را نام ببرید؟

.....

.....

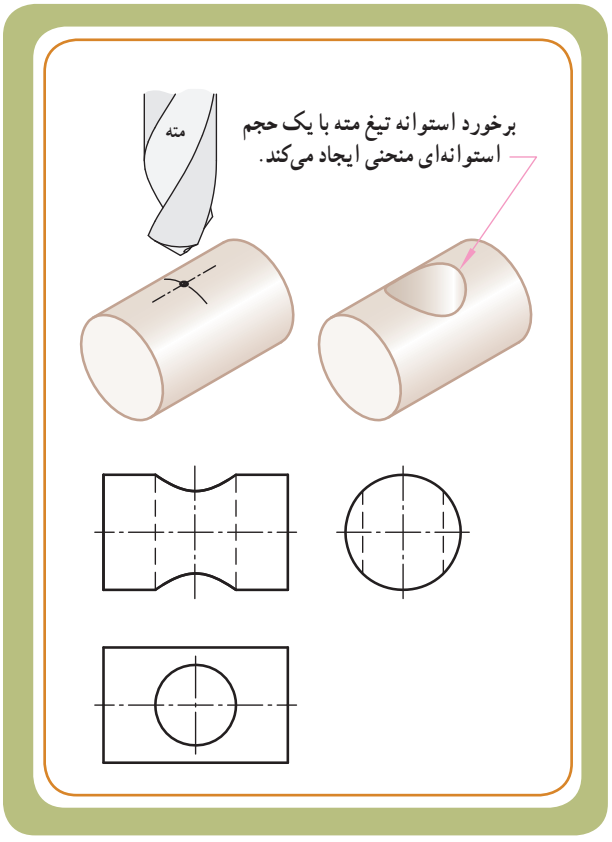


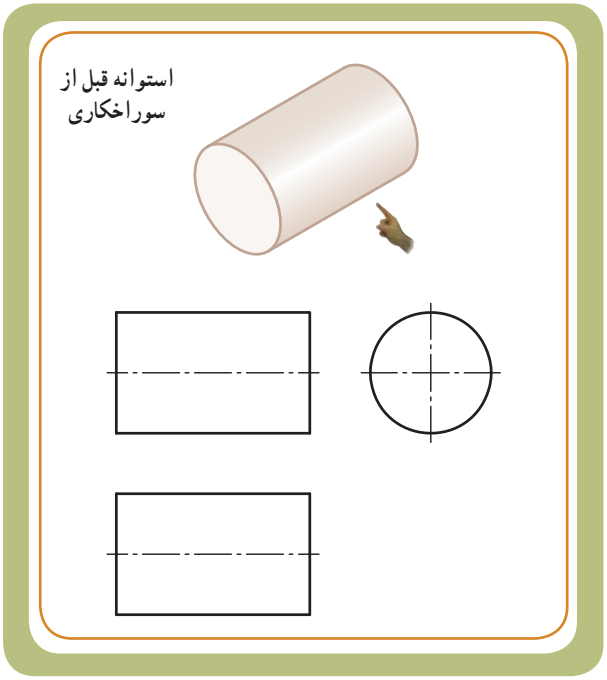
درهمهٔ این حالت‌ها روی سطح استوانه‌ها منحنی‌هایی پدید می‌آید. این منحنی‌ها باید در نقشهٔ آنها نیز معرفی و لحاظ شوند. دو قطعهٔ صنعتی که حجم اصلی آنها به فرم استوانه بوده و روی آنها منحنی‌هایی پدید آمده است، در تصاویر زیر مشاهده می‌کنید.

منحنی حاصل از برخورد احجام روی سطح استوانه‌ای

قسمت اول : سوراخ روی استوانه

همان‌طور که یک صفحه می‌تواند با یک حجم برخورد کند، احجام هم می‌توانند با یکدیگر برخورد نمایند. در مواقعی ممکن است جسمی که با حجم مورد نظر ما برخورد می‌کند، یک ابزار برشی باشد. برای مثال، در اثر برخورد متهٔ استوانه‌ای شکل با سطوح انحنادار یک استوانه، منحنی روی استوانه ایجاد می‌شود. این منحنی در اثر برخورد یک جسم استوانه‌ای شکل بر روی یک استوانه دیگر به وجود آمده است که می‌توانیم به این منحنی فصل مشترک حاصل از برخورد مته با استوانه نیز بگوییم.



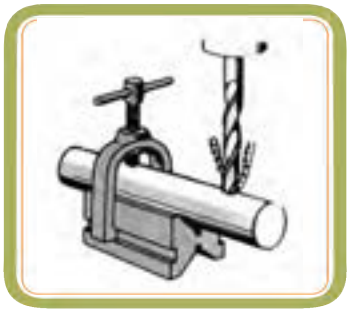


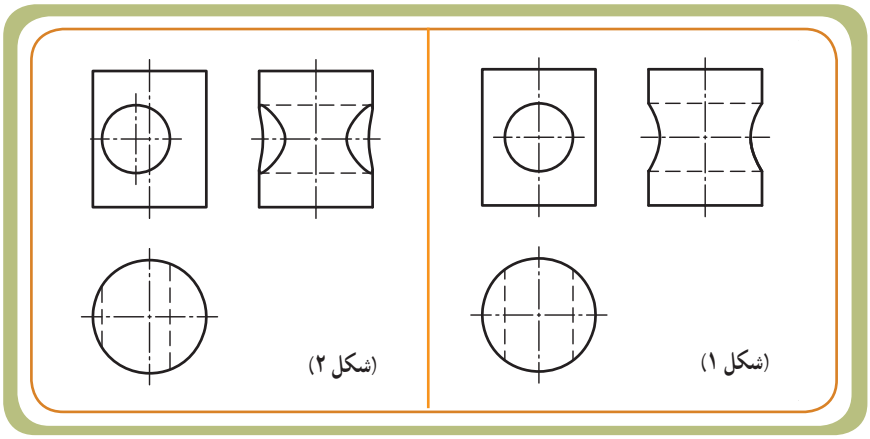
در بیشتر اوقات این منحنی‌ها (فصل مشترک‌ها) را نمی‌توان به کمک وسایل رسم فنی به سادگی ترسیم کرد، بلکه باید به کمک ابزارها و روش‌های خاص حل مسئله مثل روش مرور صفحه کمکی که در فصل قبل با این روش آشنا شدید، نقاط منحنی‌ها را یافت و به ترسیم منحنی‌های حاصل از فصل مشترک اقدام نمود.

تعیین منحنی حاصل از ایجاد سوراخ روی استوانه :

فرض کنید مته‌ای به قطر A باید استوانه‌ای به قطرB را سوراخ کند.

اگر سوراخ (مطابق شکل ۱) هم مرکز یا (مطابق شکل۲) غیر هم مرکز باشد، در هر دو حالت سوراخ روی سطح استوانه ــ در تصویر جانبی ــ به صورت یک منحنی ارائه می‌شود.

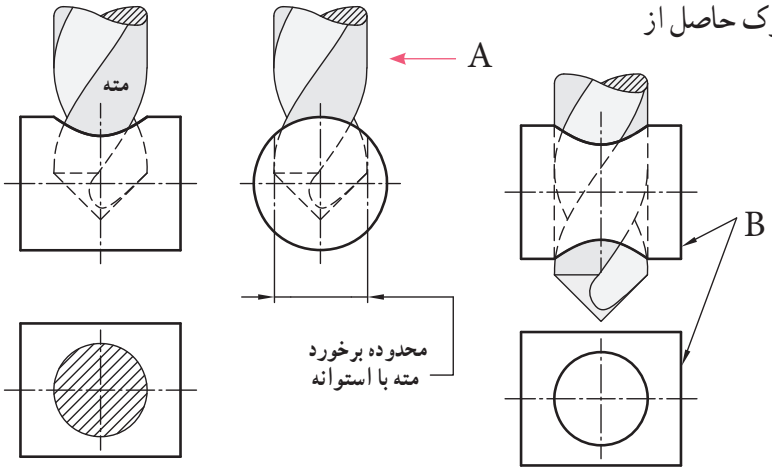




این منحنی در حقیقت مربوط به فصل مشترک حاصل از برخورد دو استوانهٔ زیر است :

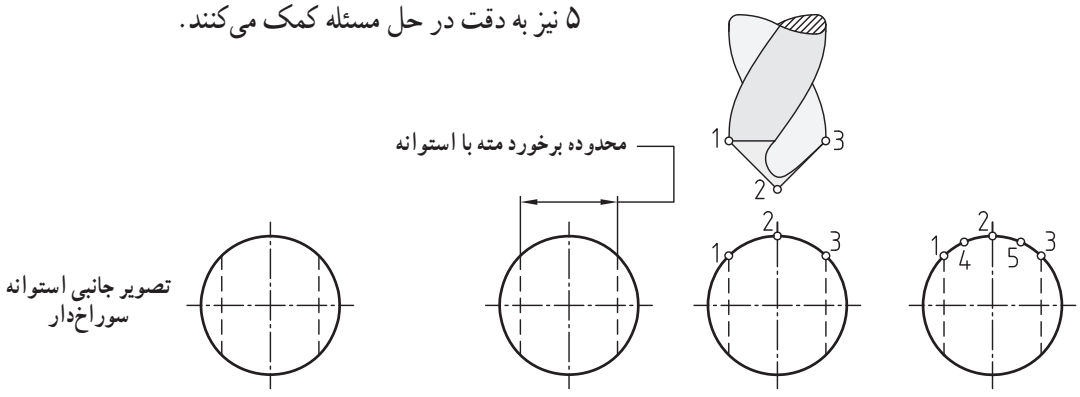
۱ــ استوانهٔ مته به قطر A

۲ــ استوانهٔ توپر (قطعه) به قطر B

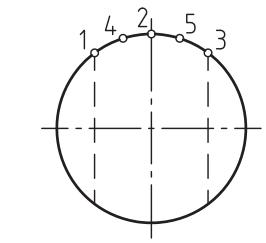


برای تعیین منحنی حاصل از برخورد تیغهٔ مته با اســتوانه مشــابه شــکل زیر، اولین گام تعیین یک ســری نقاط روی سطح جانبی استوانه است.

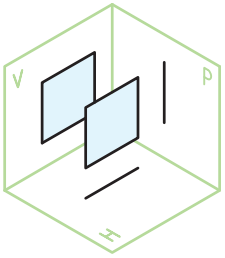
تعیین نقاط ۱، ۲ و۳ خیلی مهم است، چون در حقیقت متعلق به قطرهای اصلی استوانهٔ مته می‌باشند. نقطهٔ اختیاری ۴ و ۵ نیز به دقت در حل مسئله کمک می‌کنند.



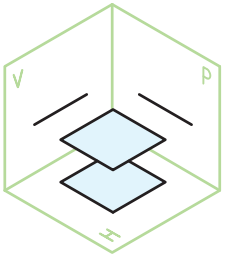
حالا در تصویر جانبی و محدودهٔ برخورد مته با استوانه پنج نقطه داریم که توسط روش مرور صفحهٔ کمکی می‌توانیم از این نقاط استفاده کنیم. در مبحث قبل اشاره شد که برای استفاده از روش مرور صفحهٔ کمکی باید از صفحاتی استفاده کنیم که دارای اندازهٔ حقیقی باشند. یعنی از میان هفت نوع صفحه‌ای که آموختیم، صفحاتی را باید انتخاب کنیم که با صفحات تصویر، H، V و P موازی باشند، مثل سه صفحه زیر :



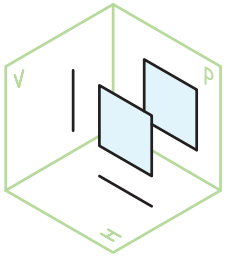
تصویر جانبی استوانه سوراخ‌دار



صفحهٔ جبهی (موازی با V)



صفحهٔ افقی (موازی با H)



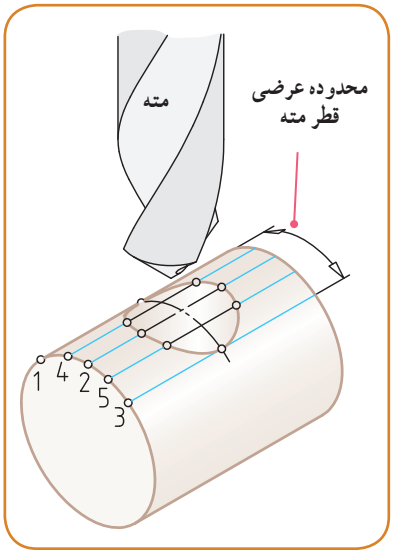
صفحهٔ نیمرخ (موازی با P)

برای یافتن منحنی حاصل از برخورد استوانهٔ مته با استوانهٔ توپر (قطعه) باید از یکی از این سه صفحه کمک بگیریم تا بتوانیم منحنی را در تصویر روبه‌رو بیابیم.

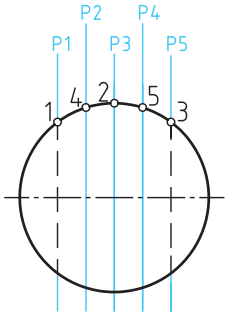
از میان سه صفحهٔ فوق، از صفحهٔ جبهی استفاده می‌کنیم. زیرا این صفحه در تصویر روبه‌رو دارای اندازهٔ حقیقی است.

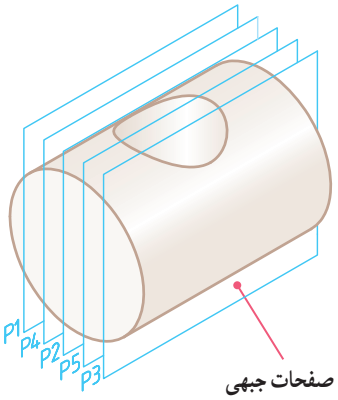
بنابراین از پنج نقطهٔ انتخاب شده بر روی تصویر جانبی استوانه، باید پنج صفحهٔ جبهی عبور بدهیم.

- (شکل ۱) نقاط انتخاب شده روی سطح جانبی استوانه
- (شکل ۲) عبور دادن پنج صفحه جبهی



شکل ۱ــ نقاط انتخاب شده روی سطح جانبی استوانه

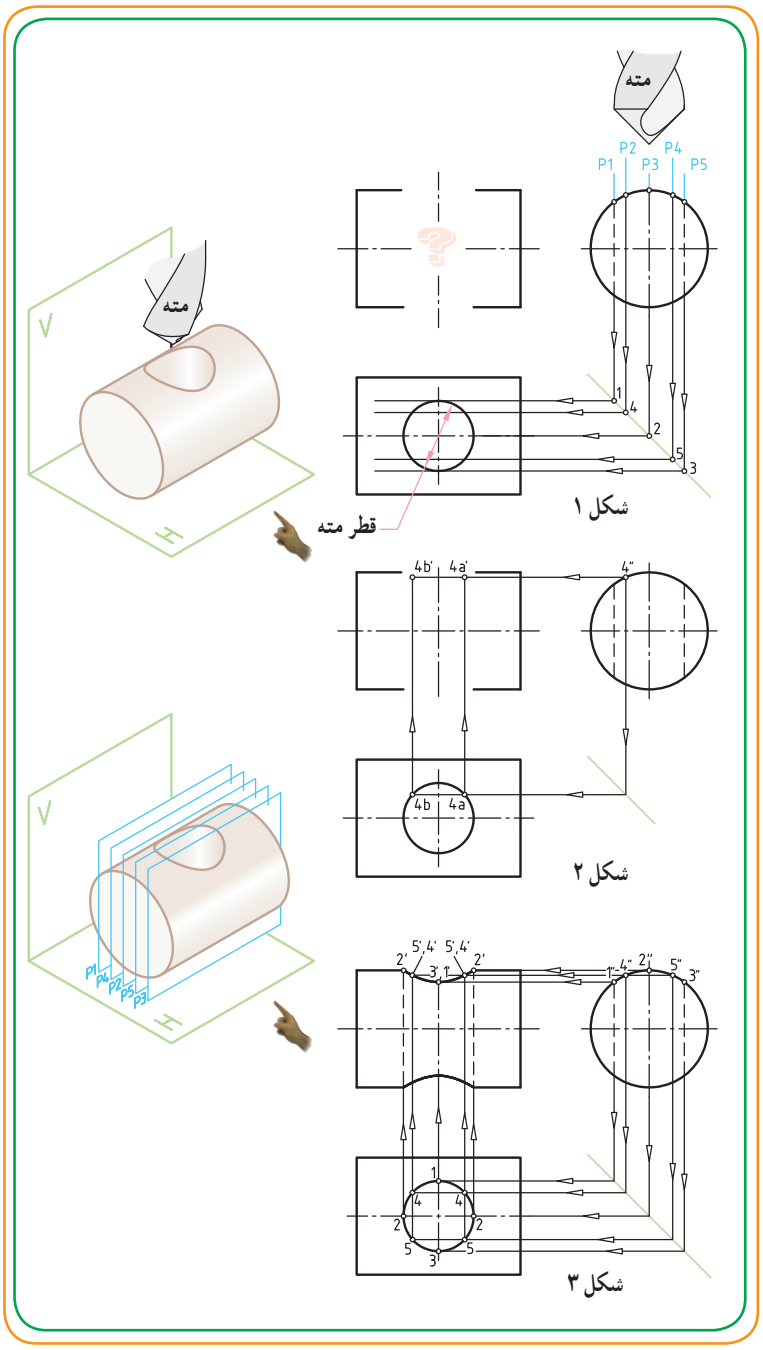




شکل ۲ــ عبور دادن ۵ صفحه جبهی P_1 تا P_5

استفاده از خط کمکی ۴۵° برای انتقال صفحات کمکی : پس از اینکه در محدودهٔ عرضی حرکت مته، پنج نقطه را انتخاب و از میان این نقاط پنج صفحهٔ کمک جبهی را عبور دادیم ، باید تأثیر این نقاط و صفحات را روی دو تصویر دیگر، یعنی تصویر افقی و در نهایت تصویر زیر نشان دهیم. برای نشان دادن آثار صفحهٔ جبهی روی تصویر افقی، امتداد صفحات P_1 تا P_5 را از روی تصویر جانبی بر روی خط کمکی ۴۵° امتداد می‌دهیم تا تصویر افقی را قطع کند (شکل ۱).

این خطوط را به تصویر افقی امتداد می‌دهیم تا نقاط ۱ تا ۵ روی اثر سوراخ دایره‌ای مته در تصویر افقی به دست آید.



مشاهده می‌شود برای برخی از نقاط امتداد داده شده، دو نقطه در تصویر افقی به دست می‌آید. مثلاً دو نقطهٔ ۴ خواهیم داشت (شکل ۲). این نقاط جدید را به تصویر روبه‌رو امتداد می‌دهیم و همزمان از تصویر جانبی نیز خطوط رابطی را از نقاط مورد نظر به سمت تصویر روبه‌رو امتداد می‌دهیم تا خطوط کمکی قبلی را در نقاط جدید ۴a′ و ۴b′ قطع کند. این نقاط جدید دو نقطه از منحنی فصل مشترک هستند.

بعد از اینکه تمام نقاط ۱ تا ۵ را از تصویر جانبی توسط خط کمکی ۴۵° به تصویر افقی و از آنجا به تصویر روبه رو منتقل کردیم، نقاط ۱′ تا ۵′ در تصویر رو به رو به دست می‌آیند که با اتصال آنها به یکدیگر، منحنی کامل فصل مشترک در تصویر روبه‌رو به دست می‌آید (شکل ۳).

برای حل مسئله قبل می‌توانستیم به جای تصویر جانبی از تصویر افقی شروع کنیم، به این صورت :

(۱) در تصویر افقی، اثر سوراخ مته را به تعداد قسمت‌های مساوی ــ مثلاً هشت قسمت ــ تقسیم می‌کنیم.

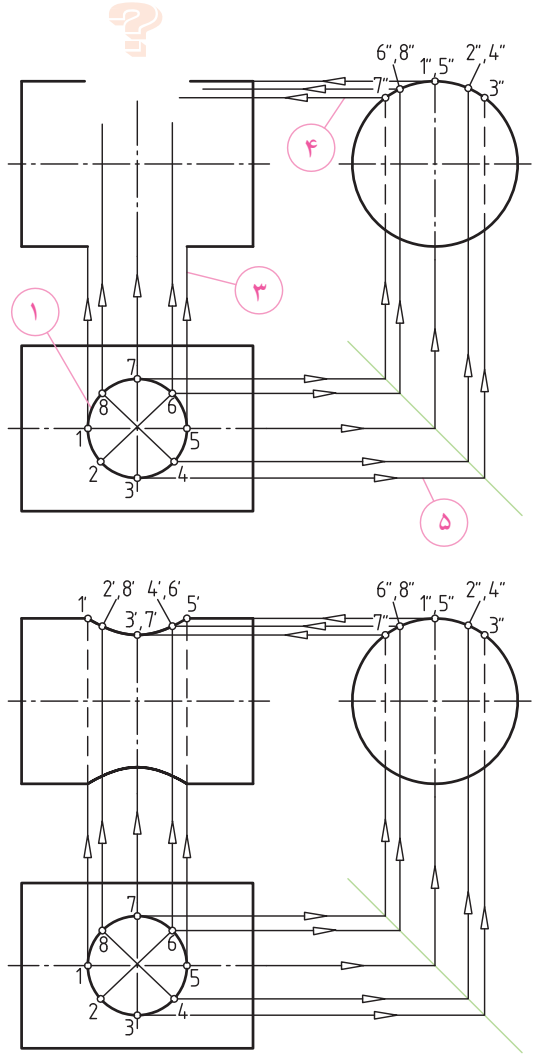
(۲) نقاط ۱ تا ۸ را از تصویر افقی توسط خط کمکی ۴۵° به تصویر جانبی منتقل می‌کنیم.

(۳) نقاط ۱ تا ۸ را از تصویر افقی به تصویر روبه‌رو منتقل می‌کنیم.

(۴) از محل برخورد نقاط ۱ تا ۸ بر روی دایره در تصویر جانبی، خطوط کمکی را به تصویر روبه‌رو (به سمت چپ) منتقل می‌کنیم تا خطوط رابط (استخراج شده از تصویر روبه‌رو) را در نقاط جدید ″۱ تا ″۸ قطع نماید.

نتیجه می‌گیریم که برای حل مسئله هم از تصویر افقی و هم از تصویر جانبی می‌توانیم شروع کنیم.

توجه داشته باشید نقاطی را که در تصویر افقی (توسط خطوط رابط) به تصویر جانبی منتقل کردیم، در حقیقت آثار صفحات کمکی P_1 تا P_8 بوده‌اند که برخی از آنها مثل ۶، ۸، ۱،۵، ۴ و ۲ بر هم منطبق شده‌اند.

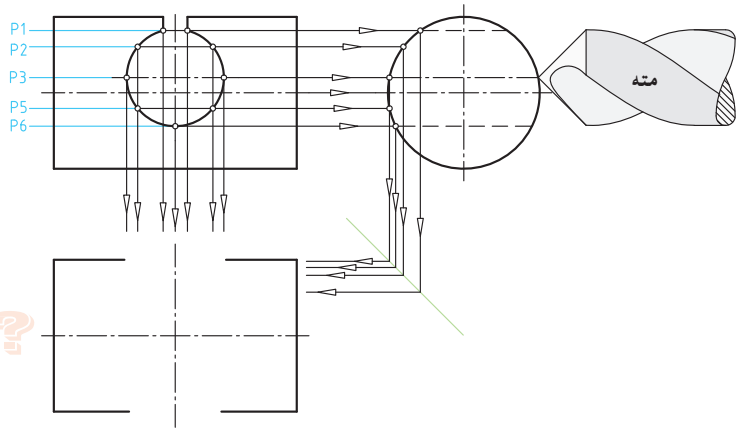


صفحات کمکی جبهی P_2 و P_4 و P_6 و P_8 بر هم منطبق هستند.

بیشتر بدانیم

ارزش‌یابی

با توجه به دو تصویر روبه‌رو و نیمرخ، به کمک خطوط رابط روی نقشه، تصویر افقی را کامل کنید :



راهنمایی برای حل : ابتدا محل برخورد صفحات با سوراخ را در تصویر روبه‌رو شماره‌گذاری کنید. شماره‌ها را روی تصویر نیمرخ نیز مشخص و سپس توسط یک خط کش و گونیا با استفاده از خط کمکی ۴۵°، نقاط را ردیابی کنید.

بیشتر بدانیم

مثال حل شده

فصل مشترک حاصل از ایجاد سوراخ بر روی جسم

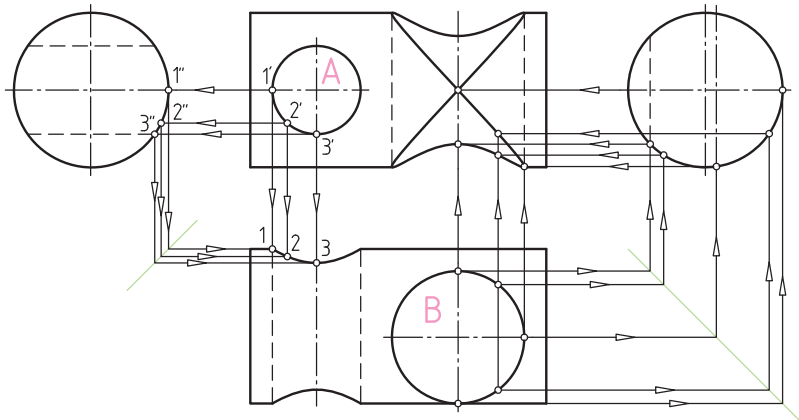
جسم : شکل مقابل، یک لولهٔ صنعتی را نشان می‌دهد که روی آن سوراخ‌هایی ایجاد شده است.

در صنعت قطعات متنوعی با حجم استوانه‌ای شکل وجود دارند که روی آن سوراخ‌هایی با قطرهای مختلف و هم مرکز یا خارج از مرکز (نسبت به محور استوانه) ایجاد می‌شوند.

شکل زیر نقشه قطعه‌ای را نشان می‌دهد که روی حجم استوانه توپر دو سوراخ A وB ایجاد شده است. سوراخ A هم‌مرکز با محور استوانه و سوراخ B، نسبت به محور استوانه، خارج از مرکز است و به مُوَلد استوانه نیز مماس است.

برایِ ترسیم منحنی حاصل از ایجاد سوراخ A ، از تصویر کمکی دایره (تصویر جانبی در سمت چپ) استفاده می‌کنیم، ابتدا نقاط ۱′ ، ۲′ و ۳′ را روی سطح سوراخ A در تصویر روبه‌رو تعیین و به کمک خط رابط، موقعیت این نقاط را روی دایرهٔ سمت چپ مشخص می‌کنیم، تا نقاط ۱″،۲″ و ۳″ به دست آید. توسط خط کمکی ۴۵° و امتداد دادن نقاط ۱″،۲″ و ۳″ و ۱′، ۲′ و ۳′ به طرف تصویر افقی، نقاط منحنی با شماره‌های ۱، ۲ و۳ روی سطح استوانه در تصویر افقی ایجاد می‌شود.

ایجاد دو سوراخ روی یک جسم استوانه‌ای با موقعیت و قطرهای مختلف



بررسی کنید :

۱ــ با معلم خود راجع به روش ترسیم اثر سوراخ B روی تصویر روبه رو گفتگو کنید.

۲ــ دو تصویر جانبی به صورت ناقص ارائه شده‌اند. آنها را کامل کنید.

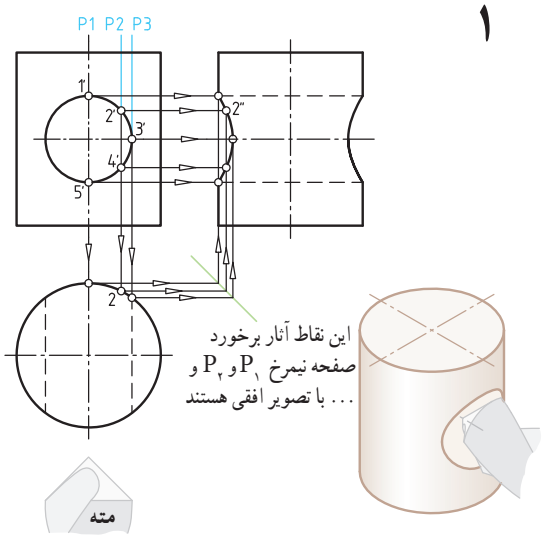
(برای تعیین وضعیت سوراخ A در تصویر افقی، از مرور صفحهٔ کمکی افقی استفاده شده است. برای تعیین وضعیت سوراخ B در تصویر بالا نیز از مرور صفحهٔ کمکی جبهی استفاده شده است).

مثال‌های حل شده

مشابه توضیحات مثال ۱، برداشت خود را برای هریک از تصاویر ۲، ۳ و ۴ در زیر نقشهٔ آن یادداشت کنید. سایر نقاط را روی تصویر جانبی و افقی شماره گذاری کنید.

برخورد یک سوراخ هم مرکز و منطبق بر محور استوانه

۱

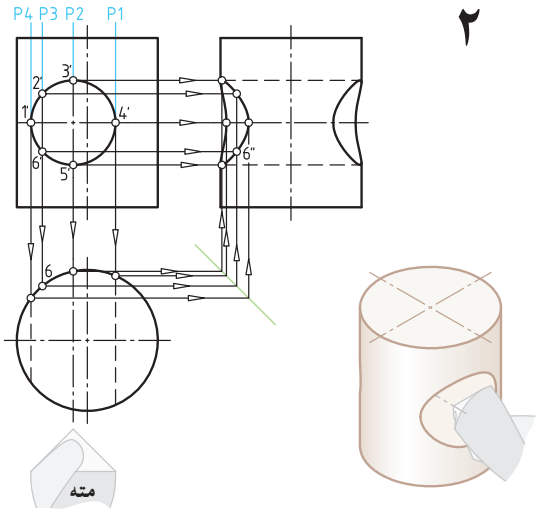


از نقاط انتخاب شده بر روی سوراخ در تصویر روبه رو(مثل نقطهٔ ۲′) صفحات نیمرخ P_1 و P_2 و ... عبور داده می شود تا تصویرافقی را نیز در نقاط۱ ، ۲و... قطع نماید . با استفاده از خط کمکی ۴۵° تصویر جانبی این نقاط به دست می‌آید.

برخورد سوراخ خارج از مرکز با استوانه

بیشتر بدانیم

۲



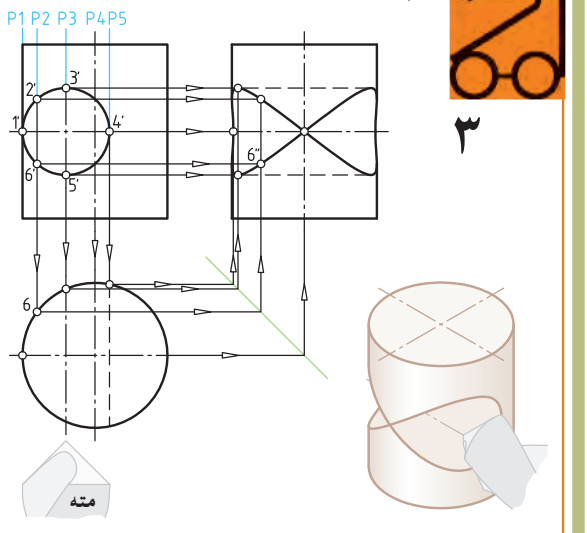
.....

.....

برخورد یک سوراخ خارج از مرکز با استوانه (قطر سوراخ مماس بر مولد استوانه)

بیشتر بدانیم

۳



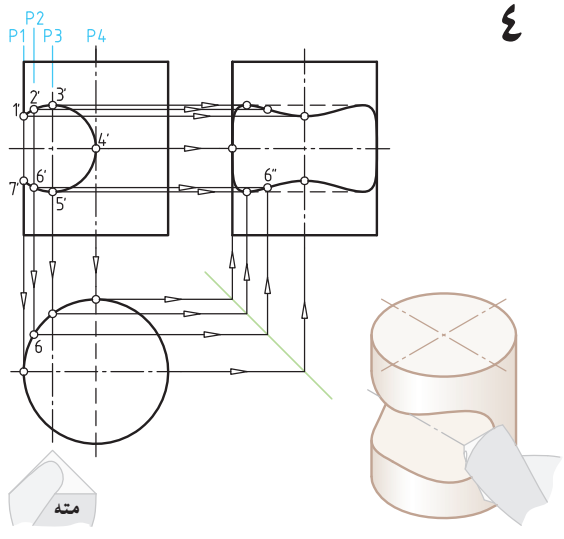
.....

.....

برخورد یک سوراخ خارج از مرکز سرتاسری با استوانه

بیشتر بدانیم

۴



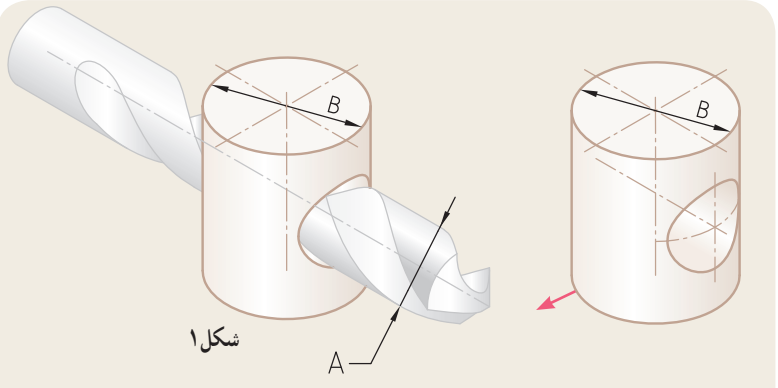
.....

.....

ر.ک.به. صفحه‌های ۳۲ و ۳۳ کتاب کار

قسمت دوم : برخورد استوانه با استوانه

استوانه‌ای مطابق شکل را فرض کنید که توسط مته‌ای سوراخکاری شده است. اگر قطر استوانه‌ای شکل مته را قطر یک استوانهٔ معمولی در نظر بگیریم دو شکل ۱ و۲، نشان می‌دهند که «منحنی روی سطح استوانهٔ B » چه سوراخ‌دار باشد و چه میله‌ای با آن برخورد کرده باشد، دارای شکل منحنی یکسان است.



شکل ۱

مته‌ای به قطر A، استوانه‌ای به قطر B را سوراخ کرده است.

شکل ۲

استوانه‌ای با قطر A با استوانه‌ای به قطر B برخورد کرده است.

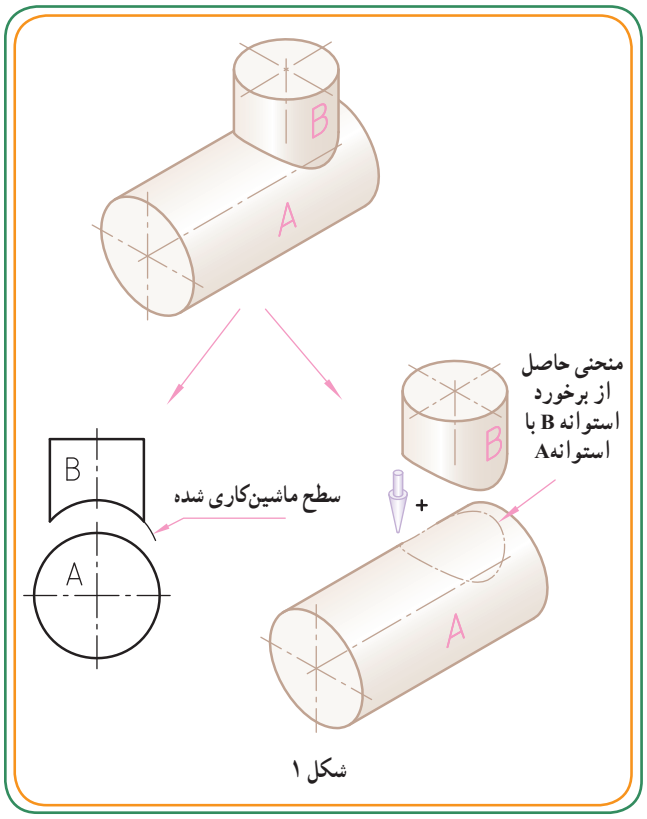
تشابه منحنی فصل مشترک در هردو حالت : سوراخ کاری یا برخورد دو استوانه .

اگر با روش تعیین منحنی (حاصل از ایجاد سوراخ) روی استوانه آشنا شده باشیم، منحنی حاصل از برخورد دو استوانه نیز مطابق روش ایجاد سوراخ تعیین می‌شود.

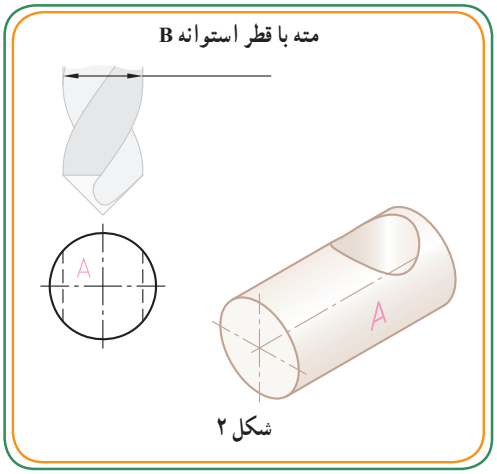
برای استقرار استوانهٔ B روی سطح استوانهٔ A دو راه وجود دارد :

۱ــ قسمت پایین استوانهٔ قائم B را مطابق با منحنی بیرونی سطح استوانهٔ A ماشین‌کاری کنیم (شکل ۱).

۲ــ داخل استوانهٔ A را به اندازه قطر استوانهٔ B سوراخ کنیم و استوانهٔ B را داخل استوانهٔ A جا بزنیم (شکل ۲).

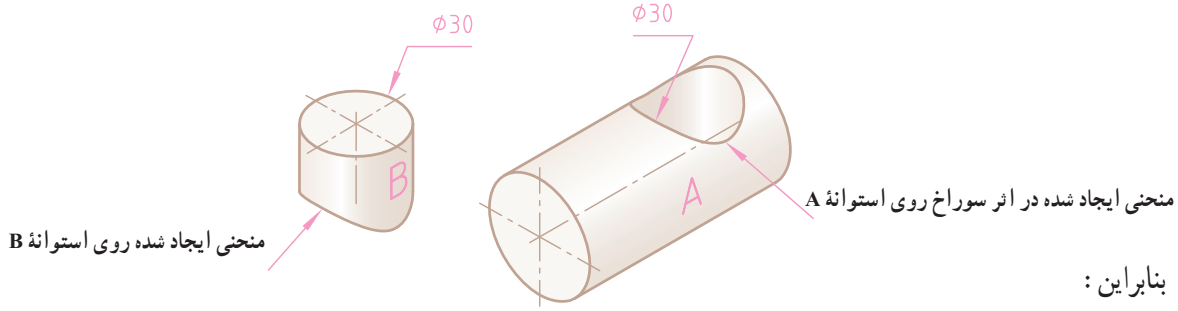


شکل ۱



شکل ۲

در اینجا ، صرف نظر از این که کدام راه منطقی یا اصولی است، فقط فرم هندسی منحنی فصل مشترک برای ما مهم است. چه قسمت زیر استوانه B را ماشین کاری و چه استوانه A را به اندازهٔ قطر استوانه B سوراخ کاری کنیم، هدف این است که تشخیص دهیم در هر دو حالت، منحنی حاصل از فصل مشترک یکسان است



بنابراین :

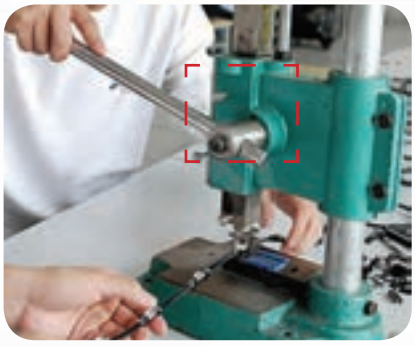
منحنی ایجاد شده در اثر سوراخ با متهٔ قطر ۳۰mm روی سطح استوانهٔ A= منحنی استوانهٔ B با قطر ۳۰mm

می‌توانیم نتیجه بگیریم که فصل مشترک این دو استوانه، یک خط منحنی خواهد بود. چه استوانه A با استوانه B با هم برخورد کنند و چه استوانهٔ A توسط متهای به قطر B سوراخ شود در هر دو حالت فرم هندسی فصل مشترک یکسان خواهد بود.

مثال حل شده

فصل مشترک برخورد استوانه با استوانه : برخی از قطعات ممکن است، از دو قطعه که به هم متصل شده‌اند (برخورد کرده‌اند) تشکیل شده باشند. (شکل ۱) نمونه‌ای از برخورد دو قطعه استوانه‌ای شکل را نشان می‌دهد.

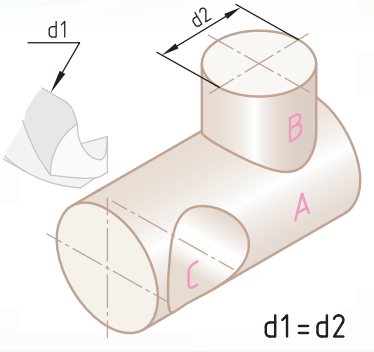
شکل ۱



در (شکل ۲) برخورد استوانه B با استوانه A را مشاهده می‌کنید. همچنین در (شکل ۲) یک سوراخ داخلی (C) بر روی قطعهٔ A وجود دارد که قطر آن برابر با قطر استوانهٔ B است :

$$\phi C = \phi B$$

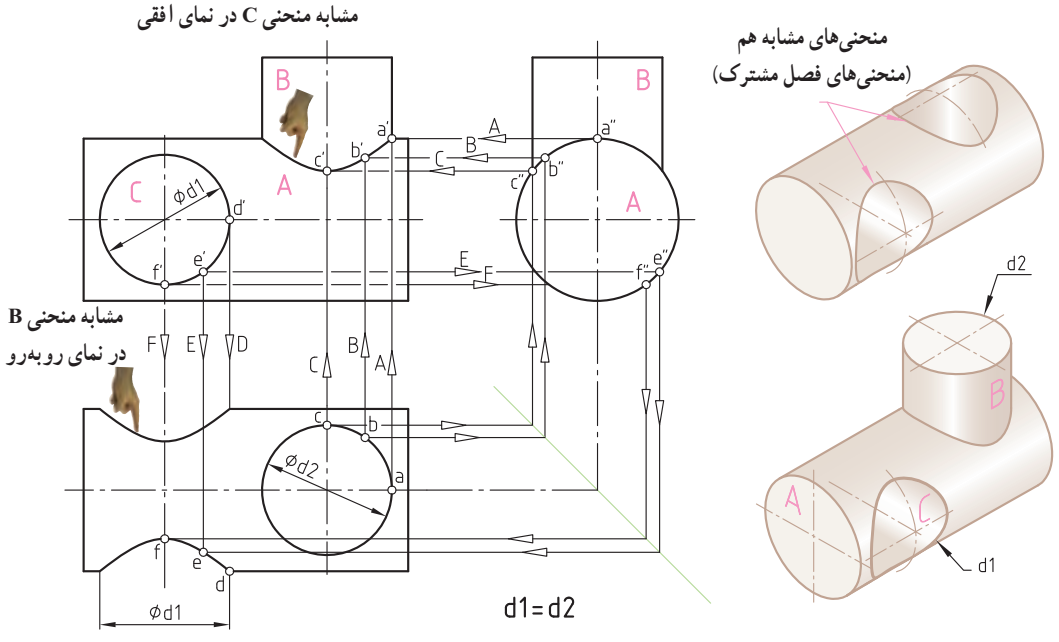
شکل ۲



فصل مشترک استوانه داخلی C، که با قطر d_1 توسط یک مته ایجاد شده، با فصل مشترک حاصل از برخورد استوانه خارجی B که با همان قطر با استوانهٔ A برخورد کرده، یکسان است.

در نقشه شکل پایین تشابه دو منحنی را مشاهده می کنید .

در نقشهٔ زیر؛ تصویر جانبی و تصویر افقی را با ترسیم خط ندید، کامل کنید .



در مورد روش تعیین فصل مشترک حاصل از برخورد استوانهٔ خارجی B با A و استوانهٔ داخلی C با استوانهٔ A ، با معلم خود گفت وگو کنید.

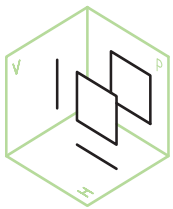
تعیین منحنی حاصل از برخورد دو استوانه

دو استوانه : وقتی دو حجم استوانه‌ای با هم برخورد می‌کنند به کمک روش مرور صفحهٔ کمکی به راحتی می‌توان منحنی حاصل از فصل مشترک آنها را شناسایی و تعیین کرد. **چگونه؟**

اگر به یاد داشته باشید سه نوع صفحه در رسم فنی(مطابق شکل ۱ــ الف، ب وپ) عبارت بودنـد از : صفحهٔ جبهی، صفحهٔ نیمرخ، صفحهٔ افقـی. اگر بتوانیم از ویژگی این صفحات کمک بگیریم، می‌توانیم منحنی فصل مشترک را تعیین کنیم.

شکل ۱ــ الف

صفحهٔ جبهی : اندازهٔ حقیقی در تصویر رو به رو، تصویر جانبی و افقی آن به صورت خط دیده می‌شوند.



شکل ۱ــ ب

صفحهٔ نیمرخ : اندازهٔ حقیقی در تصویر جانبی، تصویر روبه‌رو و افقی آن به صورت خط دیده می‌شوند.

شکل ۱ــ پ

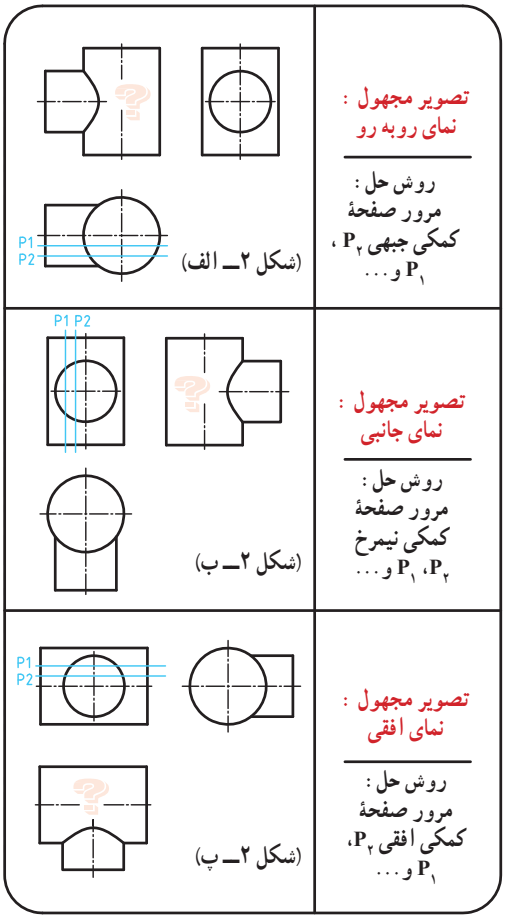
صفحهٔ افقی : اندازهٔ حقیقی در تصویر افقی، تصویر جانبی و روبه روی آن به صورت خط دیده می‌شوند.

مطابق شکل ۲ــ الف، ب و پ :

ــ اگـر منحنی فصل مشـترک در تصویر روبـه‌رو مجهول باشـد، از روش مـرور صفحهٔ کمکی جبهی استفاده می‌کنیم. زیرا صفحهٔ جبهی در تصویر روبه رو انـدازه حقیقی را به ما می‌دهد (شکل ۲ــ الف).

ــ اگر منحنی فصل مشـترک در تصویر جانبـی (نیمـرخ) مجهول باشـد، از روش مرور صفحهٔ کمکـی نیمرخ اسـتفاده می‌کنیم. زیرا صفحهٔ نیمرخ در تصویر جانبی اندازهٔ حقیقی را به ما می‌دهد (شکل ۲ــ ب).

ــ اگر منحنی فصل مشـترک در تصویر افقی (نمای بالا) مجهول باشـد، از روش مرور صفحـهٔ کمکـی افقی اسـتفاده می‌کنیـم. زیرا صفحهٔ افقی درتصویر افقی اندازهٔ حقیقی را به ما می‌دهد (شکل ۲ــ پ).



تصویر مجهول : نمای روبه رو

روش حل : مرور صفحهٔ کمکی جبهی P_2 ، P_1 و ...

(شکل ۲ــ الف)

تصویر مجهول : نمای جانبی

روش حل : مرور صفحهٔ کمکی نیمرخ P_1 ،P_2 و ...

(شکل ۲ــ ب)

تصویر مجهول : نمای افقی

روش حل : مرور صفحهٔ کمکی افقی P_2، P_1 و ...

(شکل ۲ــ پ)

مرور صفحهٔ کمکی در عمل: برای تعیین فصل مشترک دو استوانهٔ ۱ و ۲ در تصویر روبه‌رو، می‌خواهیم از روش مرور صفحهٔ کمکی استفاده کنیم. نظر به اینکه در تصویر روبه رو منحنی فصل مشترک دیده می‌شود، برای تعیین آن باید از روش مرور صفحهٔ کمکی جبهی استفاده کرد.

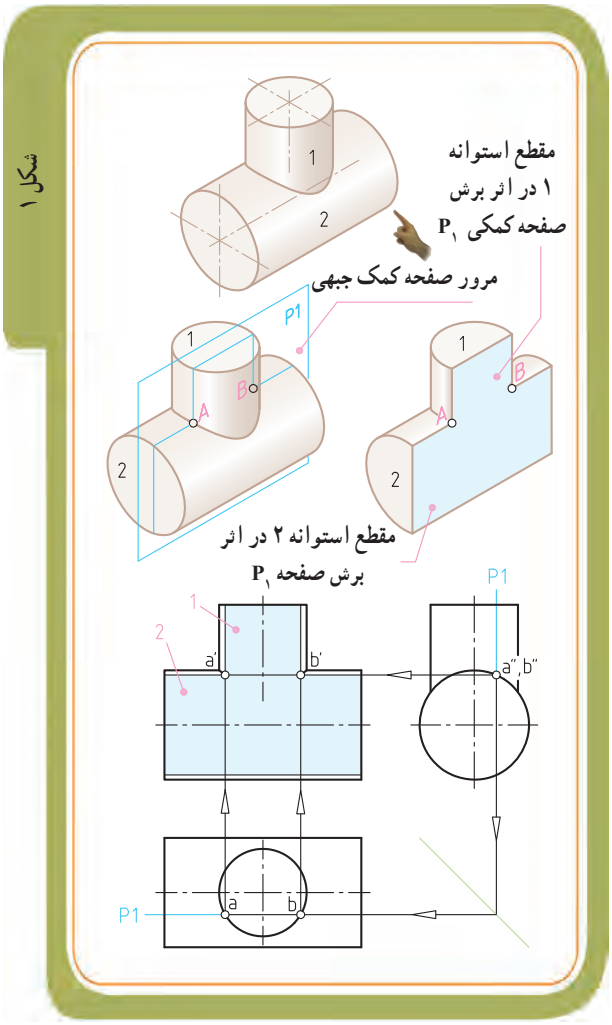
در (شکل ۱) با مرور صفحهٔ کمکی جبهی P_1، مقاطع استوانه‌های ۱و۲ به شکل مستطیل ایجاد می‌شوند که محل برخورد این مقاطع یعنی نقاط A و B (دو نقطه از منحنی فصل مشترک) خواهند بود.

دو مقطع مستطیلی بریده شده در اثر صفحهٔ P_1 با استوانه‌های ۱ و۲ در حقیقت صفحهٔ جبهی هستند که در تصویر روبه رو، اندازهٔ آنها حقیقی است.

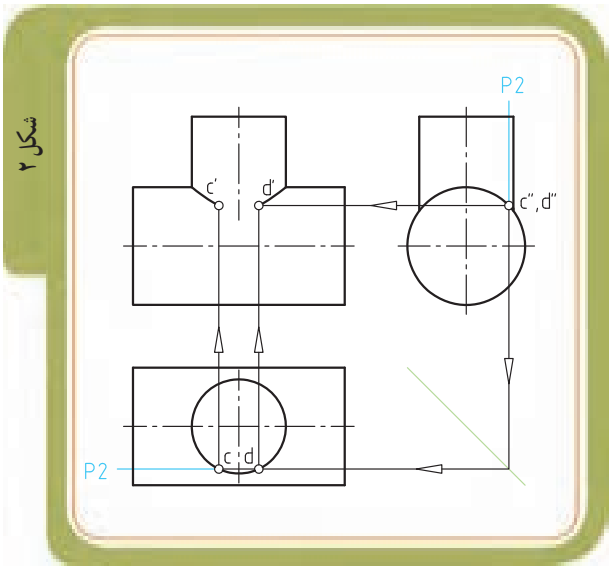
همان‌طور که در نقشهٔ شکل مقابل نشان داده شده است، برای تعیین منحنی فصل مشترک، مسیر برش توسط صفحهٔ کمکی جبهی P_1 را بر روی استوانهٔ ۱ و۲ در هر دو تصویر نیمرخ و افقی نشان می‌دهیم. صفحهٔ P_1 در مسیر برش خود استوانهٔ ۱و۲ را در دو نقطهٔ A وB قطع می‌کند.

دو نقطهٔ a وb را از تصویر افقی به طرف بالا (نمای روبه رو) انتقال می‌دهیم. همچنین نقاط a و b بر روی تصویر افقی را از طریق خط کمکی 45° به تصویر نیمرخ منتقل می‌کنیم تا نقاط a″ وb″ به دست آید. با امتداد دادن نقاط a وb از تصویر افقی و نقاط a″ وb″ از تصویر جانبی به طرف تصویر روبه رو این خطوط همدیگر را در دو نقطهٔ a′ و b′ قطع می‌کنند که این دو نقطه در حقیقت پاسخ مسئله، یعنی دو نقطه از فصل مشترک خواهد بود.

شکل ۱



شکل ۲



ارزش‌یابی

* آیا می‌توانید با توجه به (شکل ۲) در مورد صفحهٔ کمکی P_2 و نقاط به دست آمده توسط مرور این صفحه توضیح دهید؟

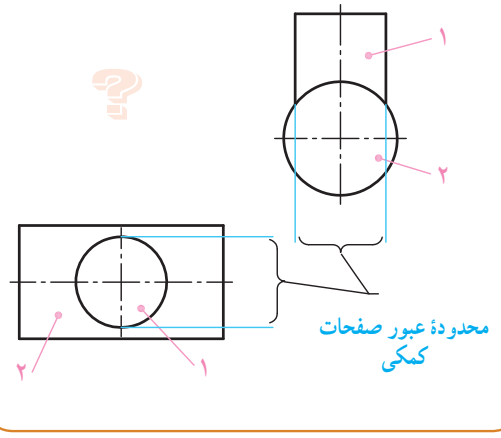
.....

.....

.....

تعداد صفحات کمکی : در (شکل ۱)، دو تصویر نیمرخ و افقی، معلوم و تصویر روبه‌روی آن مجهول است. در این نقشه، یکی از دو تصویر نیمرخ یا افقی را برگزیده و تعداد مرور صفحات کمکی را از روی آن انتخاب می‌کنیم.

شکل ۱

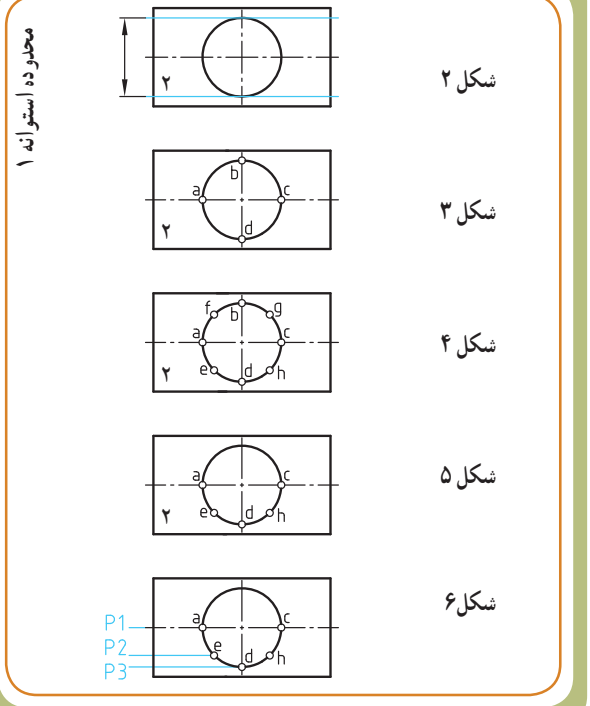


فرضاً تصویر افقی را انتخاب می‌کنیم تا در محدوده و محیط استوانهٔ ۱ بتوانیم تعدادی صفحهٔ کمکی جبهی را عبور دهیم (شکل۲).

عبور صفحهٔ کمکی از نقاطی که محل برخورد خط محور استوانهٔ ۱ است، اهمیت دارد (یعنی چهار نقطهٔ a ، c،b و d در شکل ۳). برای دقت در ترسیم منحنی می‌توانیم چهار نقطهٔ دیگر مابین این نقاط مثل نقاط e، f، g وh را انتخاب کنیم (شکل ۴).

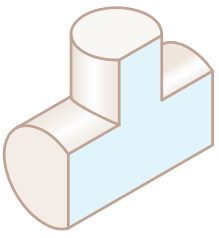
از آنجایی که استوانهٔ ۱ در راستای محور مرکزی استوانهٔ ۲ قرار گرفته و قسمت بالایی و پایینی استوانهٔ ۱ در تصویر افقی متقارن است، می‌توانیم از نیمهٔ بالایی استوانهٔ ۱ یعنی خطوط f، b، و g صرف‌نظر کنیم و فقط نقاط a ، e، d ، h و c را مد نظر قرار دهیم (شکل ۵).

حالا صفحات کمکی جبهی P را از روی این نقاط عبور می‌دهیم (شکل ۶). مشاهده می‌شود که دو نقطهٔ (a وc) و (h وe) برروی هم منطبق می‌شوند.

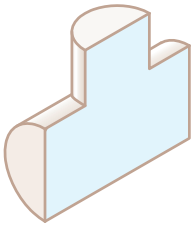


ارزش‌یابی

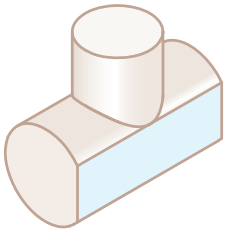
در شکل‌های زیر مشخص کنید کدام مقاطع به صفحات P_1 ، P_2 و P_3 مربوط‌اند؟ (از شکل ۶ در تصویر بالا کمک بگیرید.)



مقطع ایجاد شده در اثر مرور صفحه .....



مقطع ایجاد شده در اثر مرور صفحه.....



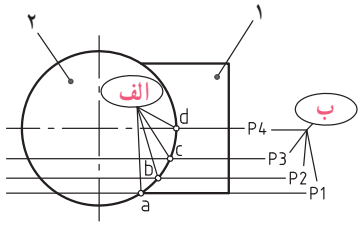
مقطع ایجاد شده در اثر مرور صفحه.....

مثال حل شده : در شکل مقابل دو استوانهٔ غیر هم قطر ۱ و ۲ که در تصویر افقی به صورت متقارن قرار گرفته‌اند با هم برخورد کرده‌اند. برای تعیین منحنی حاصل از برخورد دواستوانه در تصویر روبه رو کافی است از روش مرور صفحهٔ کمکی جبهی استفاده کنیم.

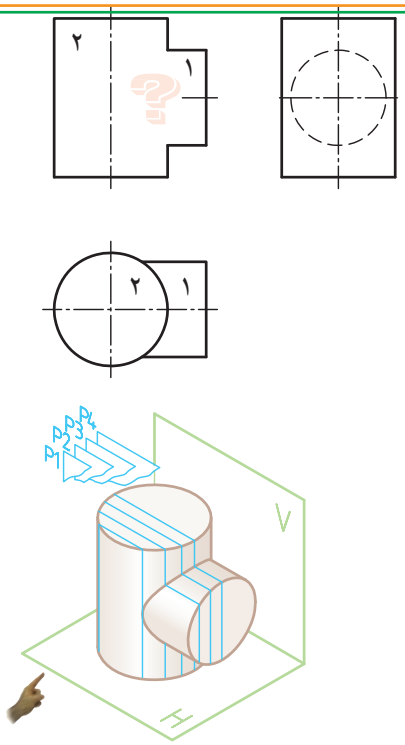
برای این منظور :

الف ــ ابتدا در تصویر افقی نقاطی مثل a، b، c و d را مطابق شکل زیر در نظر می‌گیریم.

ب ــ از روی چهار نقطهٔ a، b، c و d چهار صفحه جبهی P_1 تا P_4 را عبور می‌دهیم.

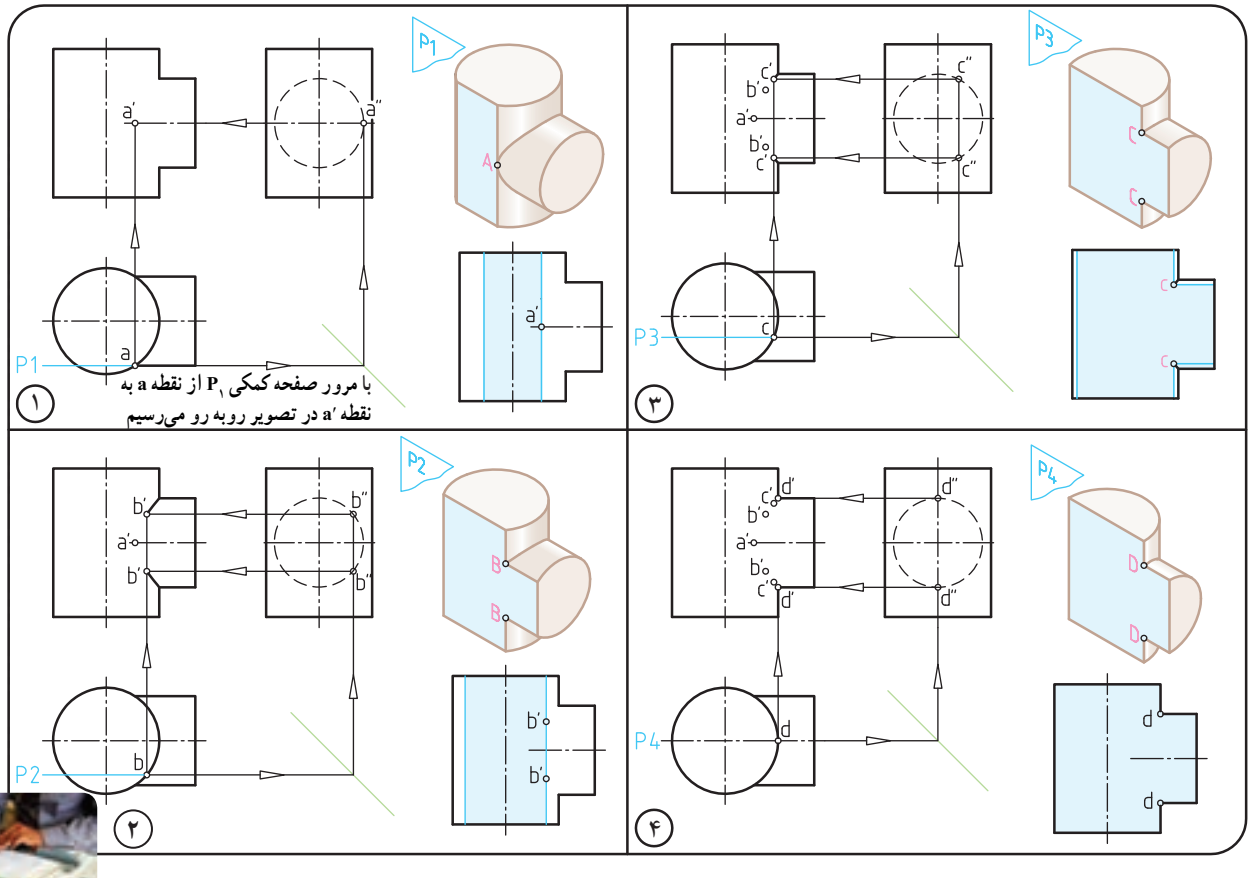


تصویر افقی دو استوانه ۱ و ۲



چهار شکل زیر تصویر مجسم مقاطع بریده شده را در اثر مرور صفحات P_1 تا P_4 برای تعیین نقاط منحنی فصل مشترک نشان می‌دهند.

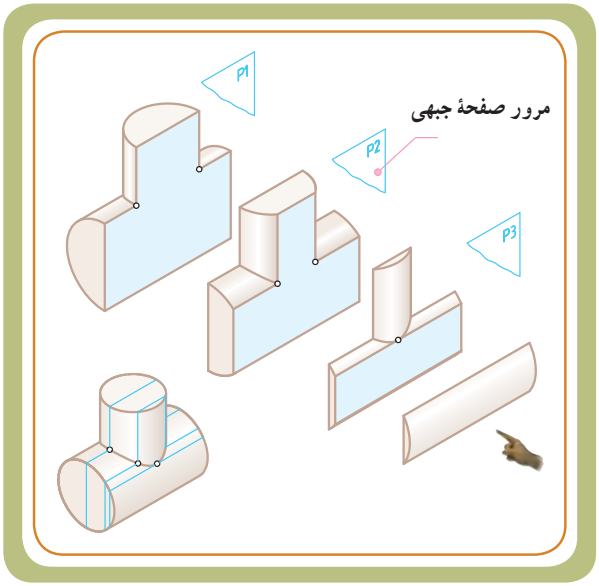
* در شکل مرحلهٔ ۴ ، با اتصال نقاط a′ تا d′ به همدیگر، منحنی فصل مشترک را با دست آزاد ترسیم کنید.



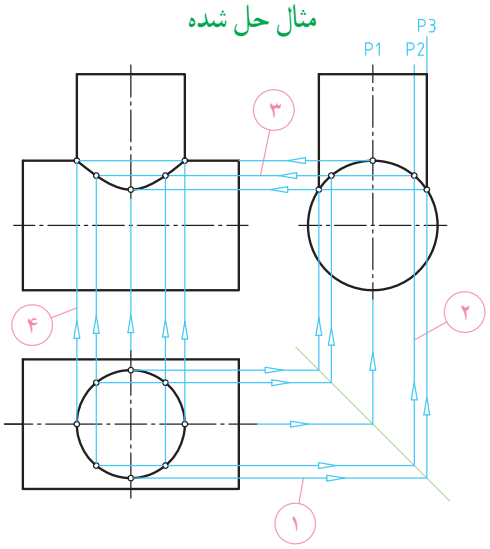
ر.ک.ب. صفحهٔ ۳۴ کتاب کار

برخورد دو استوانهٔ هم مرکز و غیر هم‌قطر :

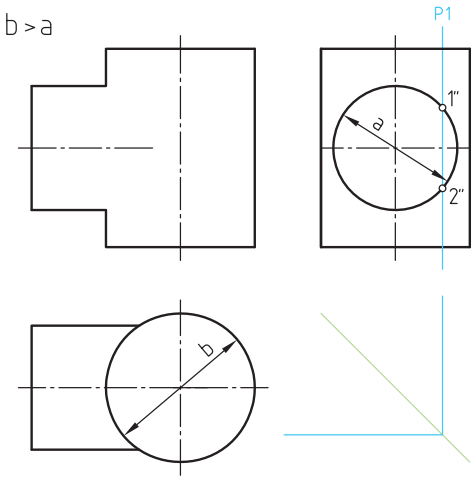
تعیین فصل مشترک حاصل از برخورد دو استوانه غیر هم قطر به روش : مرور صفحهٔ جبهی



مثال حل شده



ارزش‌یابی

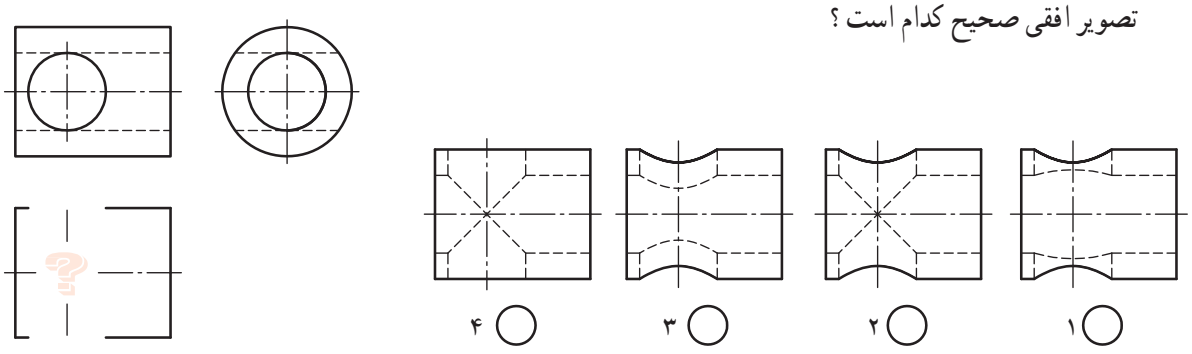


شکل مقابل، برخورد دو استوانهٔ هم مرکز و غیرهم قطر را نشان می‌دهد. مسیر برش صفحهٔ P_1 را که در تصویر جانبی مشخص شده، در تصویر افقی نیز (با استفاده از خط رابط و خط کمکی 45°) نشان دهید.

سپس موقعیت دو نقطهٔ ۱ و ۲ را در تصویر روبه‌رو تعیین کنید.

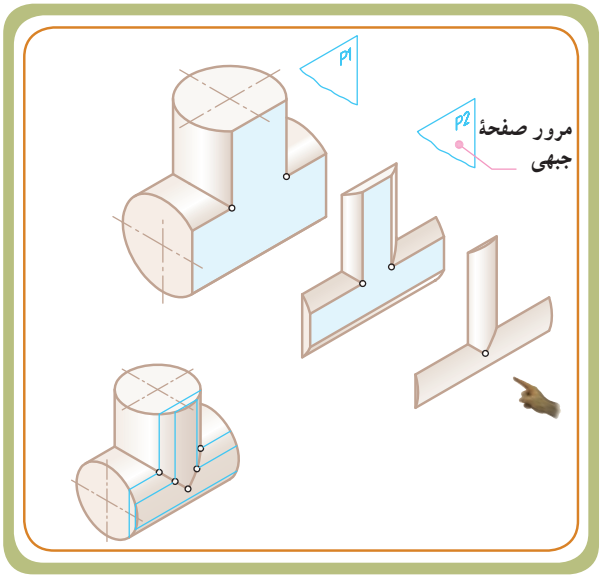
نقشه‌خوانی

تصویر افقی صحیح کدام است ؟

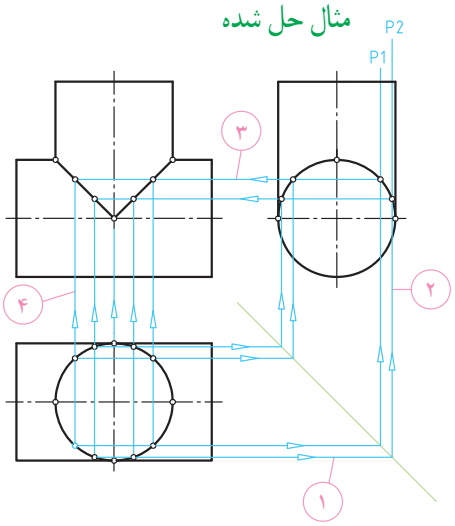


برخورد دو استوانهٔ هم مرکز و هم قطر :

تعیین فصل مشترک حاصل از برخورد دو استوانهٔ هم قطر به روش : مرور صفحهٔ جبهی



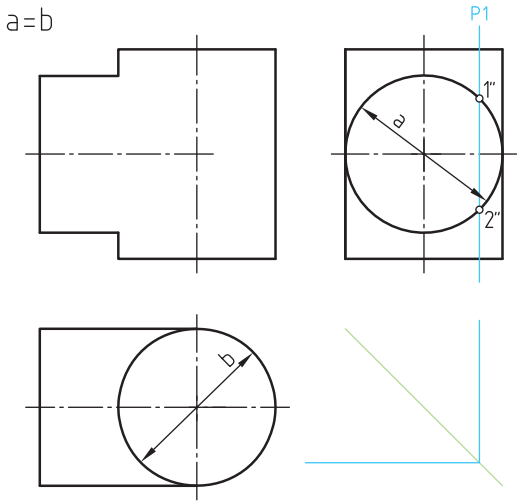
مثال حل شده



ارزش‌یابی

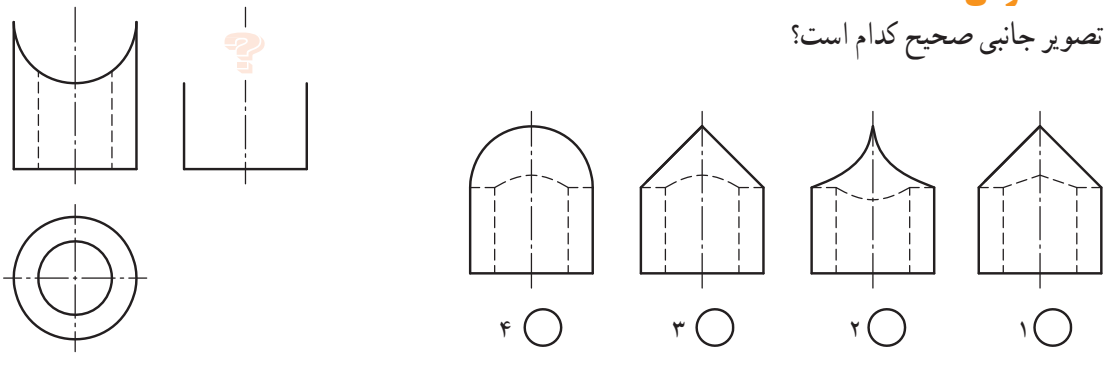
شکل مقابل، برخورد دو استوانهٔ هم مرکز و هم قطر را نشان می‌دهد. مسیر برش صفحهٔ P_1 را که در تصویر جانبی مشخص شده، در تصویر افقی نیز (با استفاده از خط رابط و خط کمکی 45°) نشان دهید.

سپس موقعیت دو نقطهٔ ۱ و۲ را در تصویر روبه‌رو تعیین کنید.



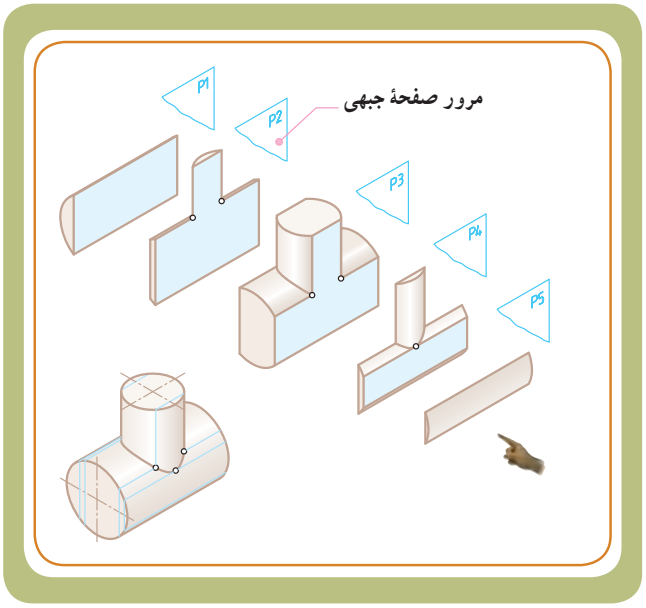
نقشه‌خوانی

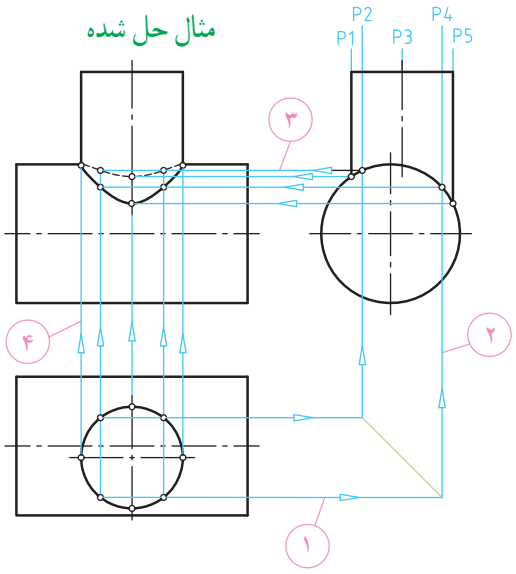
تصویر جانبی صحیح کدام است؟



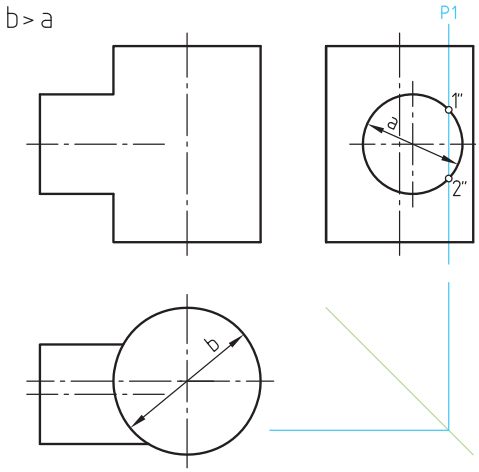
برخورد دو استوانه غیرهم مرکز و غیرهم قطر :

تعیین فصل مشترک حاصل از برخورد دو استوانه غیرهم قطر وغیرهم مرکز به روش : مرور صفحه جبهی





ارزش‌یابی

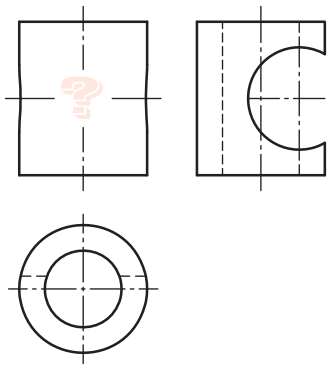


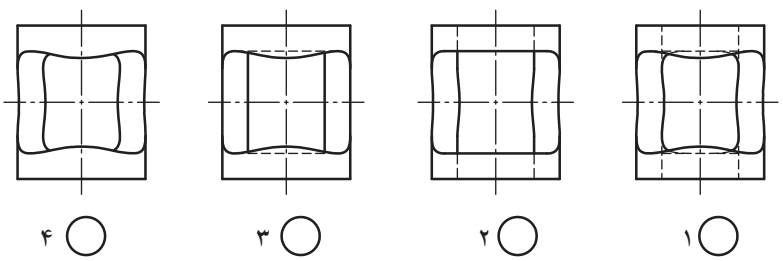
شکل مقابل برخورد دو استوانه غیرهم مرکز و غیرهم قطر را نشان می‌دهد. مسیر برش صفحهٔ P_1 را که در تصویر جانبی مشخص شده، در تصویر افقی نیز (با استفاده از خط رابط و خط کمکی 45°) نشان دهید.

سپس موقعیت دو نقطهٔ ۱ و ۲ را در تصویر روبه‌رو تعیین کنید.

نقشه‌خوانی

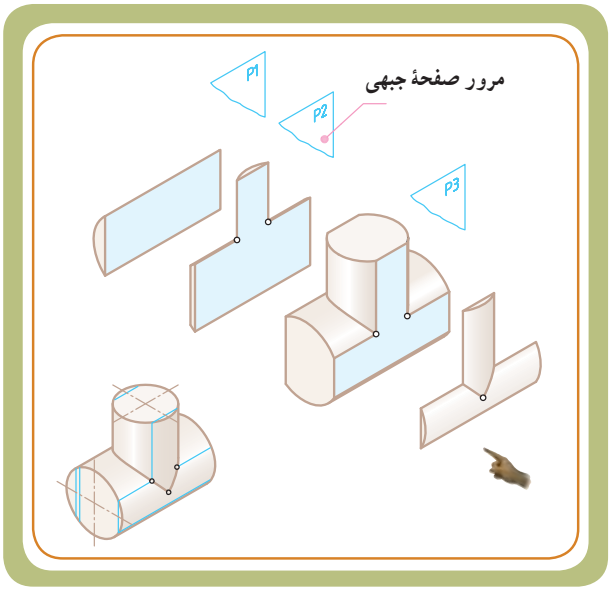
تصویر روبه‌رو صحیح کدام است؟



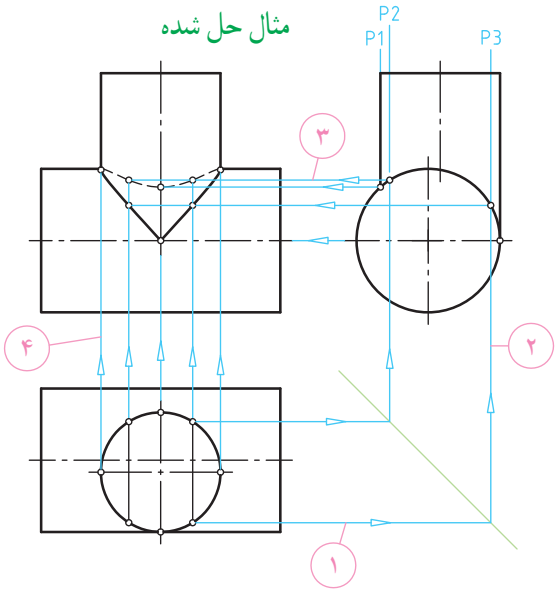


برخورد دو استوانه غیرهم مرکز و غیرهم قطر(مماس برمولَد) :

تعیین فصل مشترک حاصل از برخورد دو استوانه غیرهم قطر و غیرهم مرکز (مماس بر مولَد استوانه) به روش : مرور صفحه جبهی



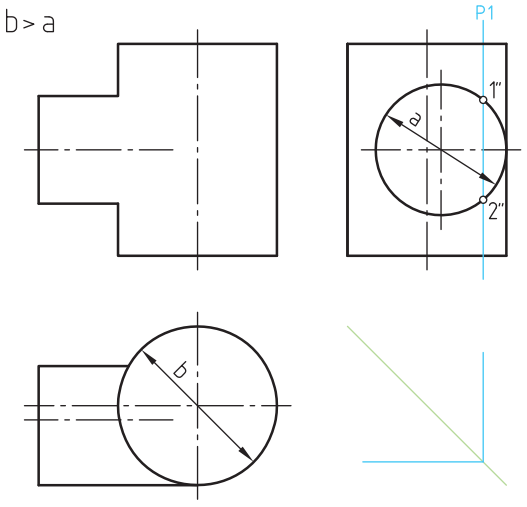
مثال حل شده



ارزش‌یابی

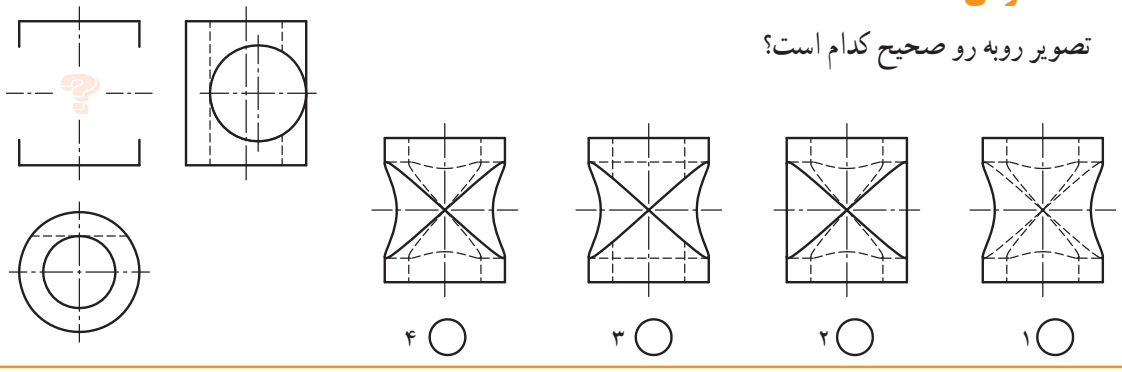
شکل مقابل برخورد دو استوانه غیرهم مرکز و غیرهم قطر (مماس بر مولَد) را نشان می‌دهد. مسیر برش صفحهٔ P_1 را که در تصویر جانبی مشخص شده، در تصویر افقی نیز (با استفاده از خط رابط و خط کمکی 45°) نشان دهید.

سپس موقعیت دو نقطهٔ ۱ و۲ را در تصویر روبه‌رو تعیین کنید.



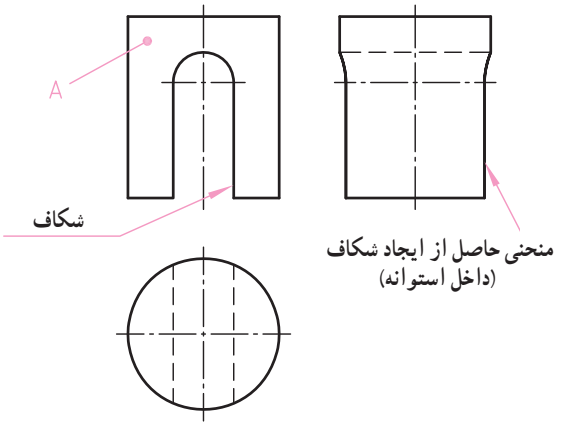
نقشه‌خوانی

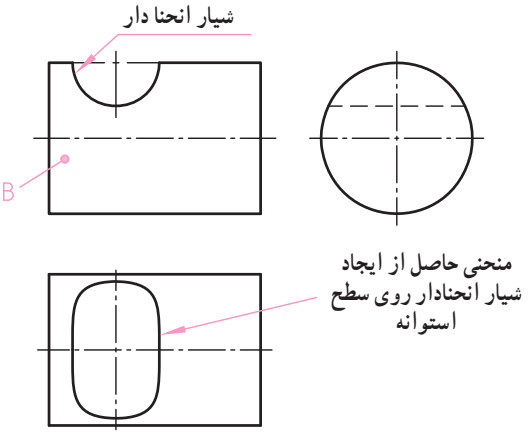
تصویر روبه رو صحیح کدام است؟

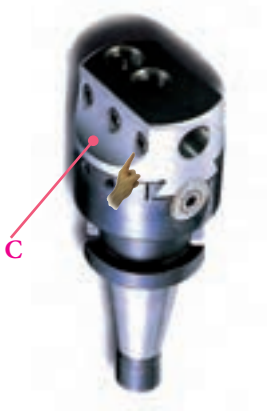


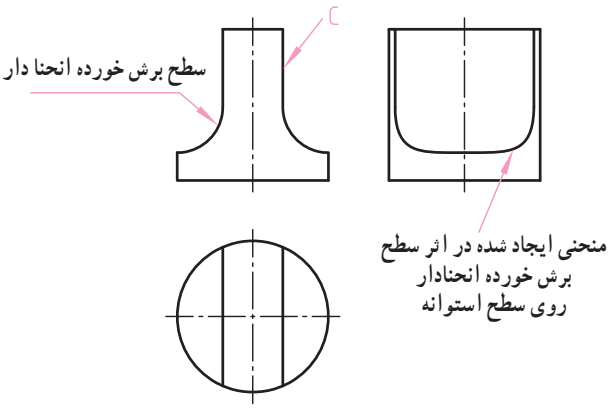
ر.ک.بـ. صفحه‌های ۳۵ و ۳۶ کتاب کار

قسمت سوم : برش‌ها و شیارهای انحنادار روی سطح استوانه : در مواردی ممکن است روی سطح استوانه، شکاف‌ها یا شیارهایی ایجاد شده باشد. در این قسمت به درج مطالبی راجع به منحنی‌های ایجاد شده روی سطح استوانه می‌پردازیم. تصاویر زیر برخی از این نوع برش‌ها و شیارها را نشان می‌دهد.









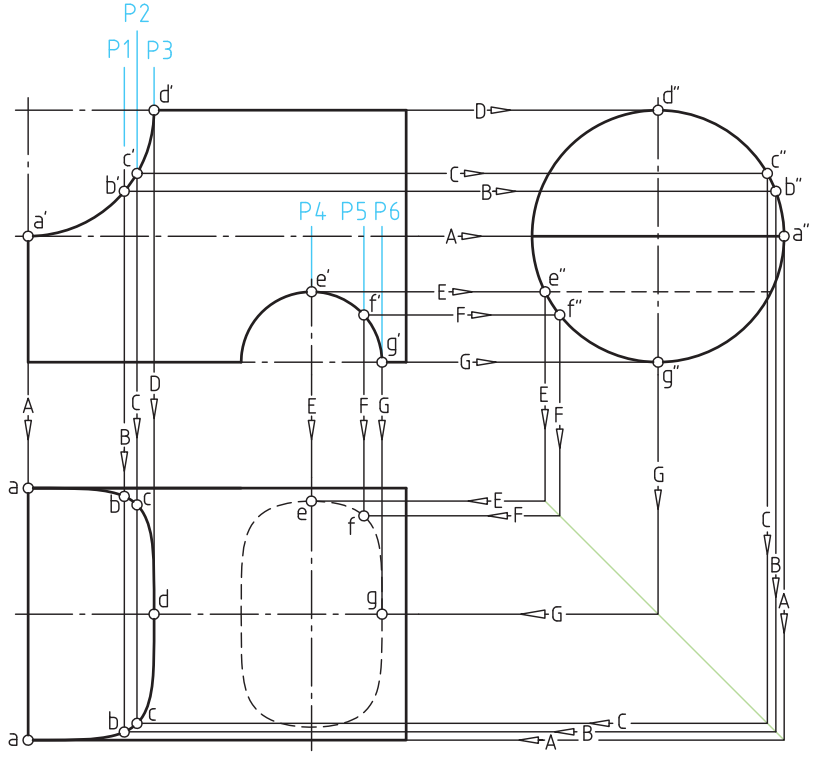
استوانه‌هایی با شیار و شکاف‌های انحنادار : ترسیم منحنی واقع بر سطوح استوانه‌هایی که روی آنها برش‌ها و شیارهای انحنادار ایجاد می‌شود، همانند دوحالت قبل (مشابه برخورد استوانه با استوانه‌های سوراخ‌دار) می‌باشد.

به این ترتیب که باید بر روی سطوح انحنادار در تصاویر معلوم، نقاطی را انتخاب کنیم و از روی آن نقاط، صفحات کمکی را عبور دهیم. همان‌طورکه در شکل زیر مشاهده می‌شود، استوانه، توسط دو سطح انحنادار بریده شده است. با انتخاب نقاط بر روی آنها و انتقال آن به تصویر جانبی و نهایتاً امتداد این نقاط توسط خط کمکی 45° به طرف تصویرافقی (تصویر مجهول) می‌توانیم نقاط منحنی فصل مشترک را تعیین و منحنی مورد نظر را ترسیم کنیم.

به فرم انحنادار روی استوانه‌های فک میکرومتر توجه کنید.

نقشه‌خوانی

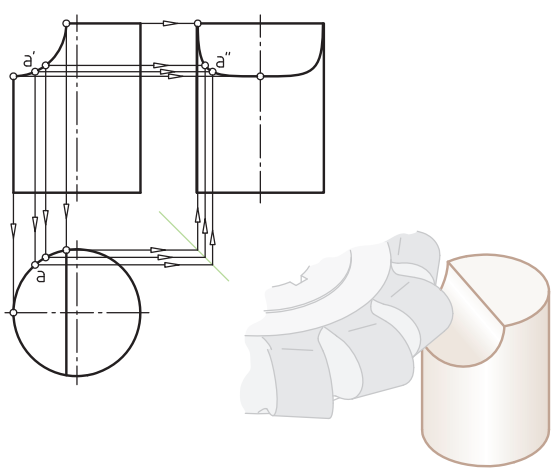
به نظرشما برای تعیین منحنی در تصویر افقی (از نقاط تعیین شده درتصویر روبه رو) چه صفحاتی عبور داده شده است؟ نام و تعداد آنها را بنویسید.



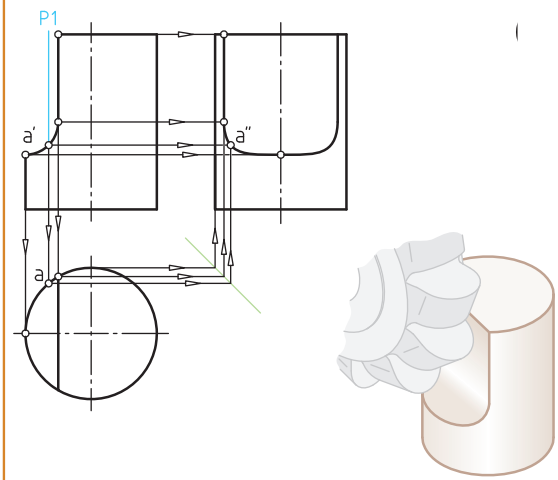
ر.ک.ب. صفحهٔ ۳۷ کتاب کار

مثال‌های حل شده

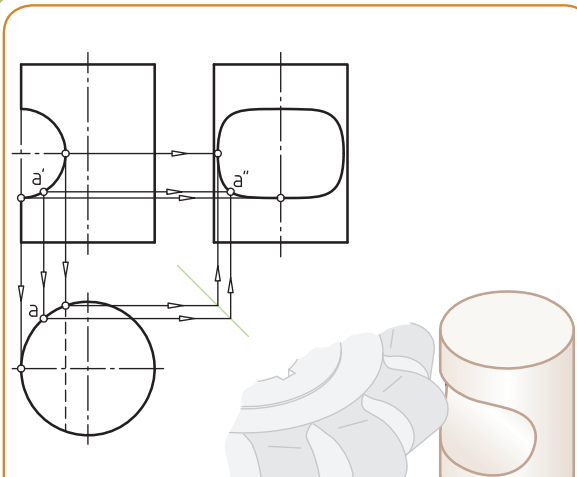
مشابه توضیحات مثال ۱ ، برداشت خود را برای هریک از تصاویر ۲ ، ۳ و۴ یادداشت کنید. همچنین به غیر از نقطه a، سایر نقاط را در تصویر جانبی و افقی نشان دهید.



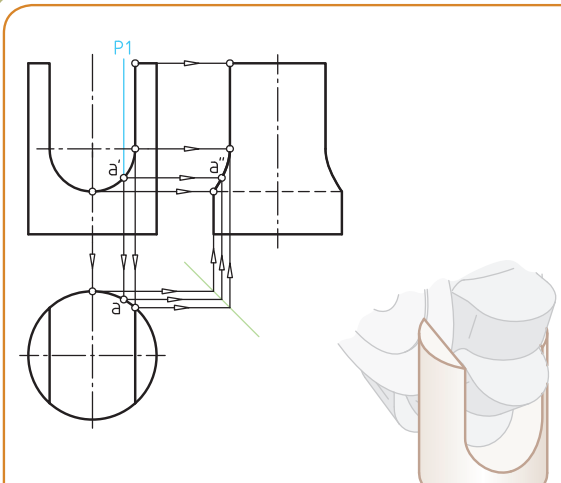
۱ از نقاط انتخاب شده بر روی سطح شیار در تصویر روبه رو (مثل نقطه A) می‌توان صفحات نیمرخ مثل P_1 را عبور داد تا تصویر افقی را در نقاط هم نام خود قطع نماید. با استفاده از خط کمکی ۴۵° تصویر جانبی نقطه(Aیعنی a″) به دست می‌آید.



۲ .....
.....



۳ .....
.....



٤ .....
.....

ر.ک.به. صفحهٔ ۳۸ کتاب کار

نقشه‌خوانی اندازه‌ها و علائم

اندازه‌گذاری تولید

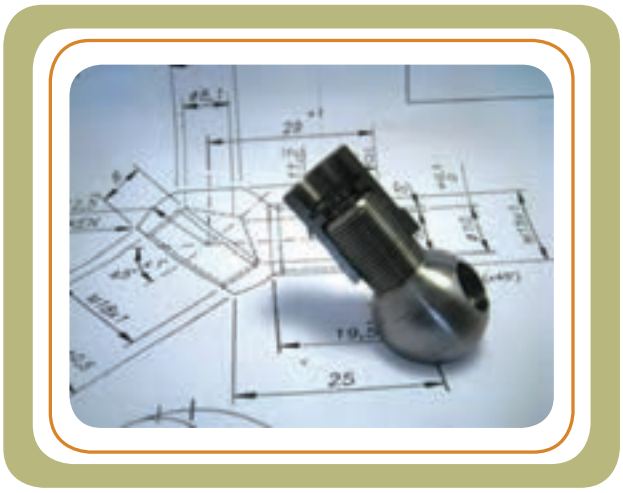
بخش سوم

فصل ۱

نقشـهٔ یک قطعهٔ کار هنگامی می‌تواندبرای ساخت یا تولید آن قطعه به کار رود که علاوه برداشتن شکل کامل و نقشه گویا، مشخصات، جنس مواد و... کلیهٔ اندازه‌های آن دقیقاً تعیین شده باشد.

از طرف دیگر کمبود هر اندازه‌ای در نقشه یا اندازه گذاری کامل، اما غیر اصولی و مغایر با روش تولید و کنترل آن، ساخت قطعه را با مشکل مواجه می‌کند.

بنابراین طراحان بر اساس انتظاری که از قطعه دارند، باید اندازه‌های آن را برای سـازندگان به طور دقیق، کامل و به روش استاندارد مشخص نمایند.



نظر به این که شـکل هندسی و شـرایط هر قطعه‌ای نسبت به قطعـات دیگر، خاص و متفاوت اسـت، در ایـن فصل، بحث اندازه‌گـذاری خـاص را مطرح مـی کنیم تا با برخـی از این نوع اندازه‌گذاری ها آشنا شوید.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- اندازه‌گذاری قسمت‌های مختلف یک قطعه را تشخیص دهد.
- علائم و نمادهای به کار رفته در اندازه‌های یک قطعه را معرفی کند.
- علائم و نمادهای به کار رفته بر روی نقشه قطعات را تفسیر کند.
- اندازه های خاص را بر روی یک نقشه توضیح دهد.

مقدمه

نقشه‌ها، حاوی اندازه‌هایی هستند که سازنده و تولیدکننده می‌تواند به کمک آنها قطعه را طبق نقشه و اندازه های مندرج در آن بسازد و کنترل کند.

اندازه‌گذاری قطعات، با توجه به روش تولید، روش کنترل و عملکرد قطعهٔ کار، در مجموعه‌ای که باید به کار گرفته شود، با یکدیگر فرق دارند.

دراین بخش قصد داریم با نحوهٔ اندازه‌گذاری و خواندن اندازه‌ها از روی نقشه‌ها، خصوصاً اندازه گذاری قطعات صنعتی (مشابه برخی از نمونه‌های زیر) که فرم هندسی خاصی دارند، آشنا شویم. لذا این مبحث با عنوان اندازه‌گذاری خاص ارائه شده است.

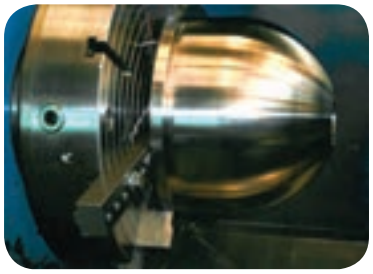
۱ به سطوح تخت چندوجهی(انتهای قطعه) و قسمت آجدار روی قطعه توجه کنید.

۲ به شکل مخروطی و سطوح تخت روی بدنهٔ استوانه‌ای قطعات توجه کنید.

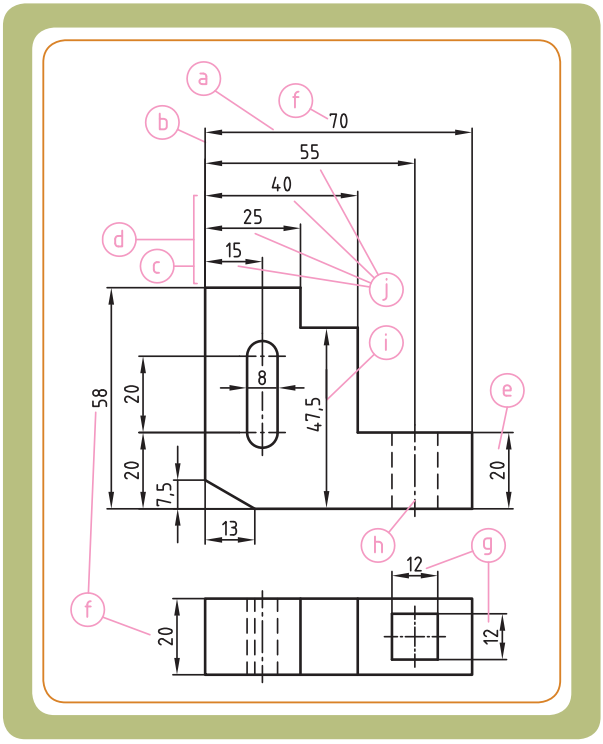
۳ به شعاع و پخ‌های لبهٔ حفره توجه کنید.

۴ به تقارن حفره‌ها، سوراخ‌ها و قوس‌های روی این قطعهٔ عظیم توجه کنید.

۵ به سوراخ های فراوان روی قطعهٔ استوانه‌ای شکل توجه کنید.



۶ به سطح کُروی روی قطعهٔ ماشین‌کاری شده توجه کنید.



یادآوری (چند نکته در مورد اندازه گذاری)

(a) خطـوط انـدازه با خـط پُر نـازک و در انـدازه های طولی، به موازات طول مورد اندازه‌گذاری، ترسـیم می شـوند.

(b) خطـوط رابـط (کمکـی) انـدازه بـه صـورت عمود بر طـول انـدازه گـذاری با خـط پُر نـازک معرفی می شـود.

(c) ، (d) خطـوط انـدازه به فاصلهٔ حداقـل ۷/۵ mm از لبه‌های قطعهٔ کار (c) و ۷mm از همدیگر (d) ترسیم می‌شوند.

(e) عـدد اندازه، به گونه‌ای که از پایین و سـمت چپ قابل خواندن باشد، در بالای خط اندازه و در امتداد آن نوشته می‌شود.

هر اندازه، فقط یک بار ــ آن هم در نمایی که به بهترین شـکل قابل درک باشد ــ درج می شود.

(f) طول کلی، عرض کلی و ارتفاع کلی قطعات اندازهٔ اصلی (ابعاد اصلی) نامیده می شوند.

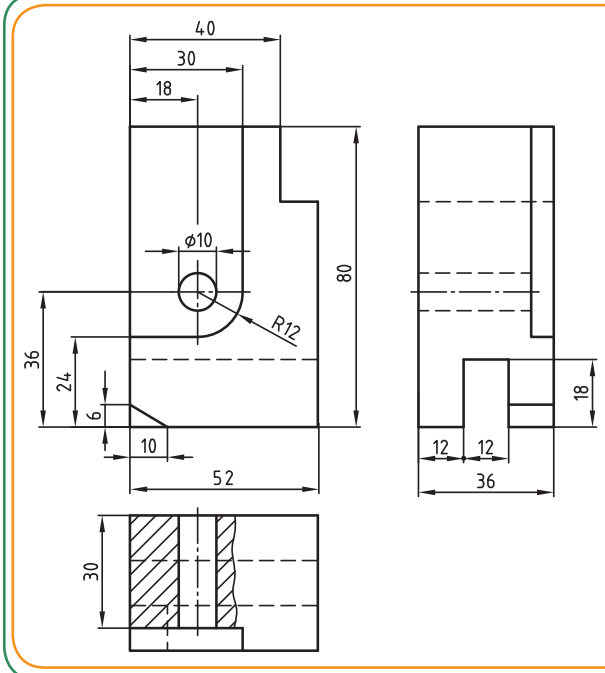
(g) زائده‌ها، شیارها، سوراخ و... توسط اندازه های ابعادی معرفی می‌شوند. هر گاه چند نما موجود باشد، اندازه های ابعادی در نمایی ارائه می‌شود که به بهترین وجه قابل فهم باشد (مثل اندازهٔ ۱۲ برای سوراخ چهاروجهی و اندازه‌های ۲۰و۸ برای سوراخ کشویی).

(h) موقعیت سـوراخ‌ها، شـیارها و... توسط اندازه‌های موقعیت مشخص می‌شـوند. (مثل اندازهٔ ۲۰ ــ پایینی ــ برای تعیین موقعیت سوراخ کشویی شکل، یا اندازهٔ ۵۵ برای تعیین موقعیت محور سوراخ چهارگوش).

(i) در صورت نیاز، خطوط اندازه می‌تواند به لبه های قطعات (و نه به گوشهٔ قطعات) تکیه داده شود.

(j) در جایی از نقشه که تعداد خطوط اندازه زیاد باشد، اعداد اندازه را در یک امتداد نمی نویسند.

نقشه‌خوانی



با توجه به سه تصویر مقابل به سوالات زیر پاسخ دهید :

۱ــ سه اندازه اصلی را با ترسیم دایره به دور آنها نشان دهید.

۲ــ عمق سوراخ ۱۰ چند میلی متر است؟

.....

۳ــ در تصویر جانبی یک شیار به ارتفاع ۱۸mm وجود دارد؟ پهنای آن چند میلی متر است؟

.....

۴ــ دو اندازه ۳۶ و ۱۸ (در تصویر روبه رو) چه نامیده می‌شود؟

.....

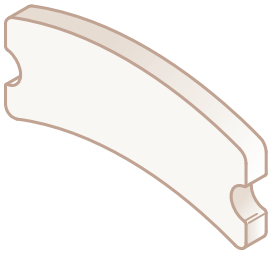
۵ــ R۱۲ و قطر ۱۰ چه اندازه‌هایی هستند؟

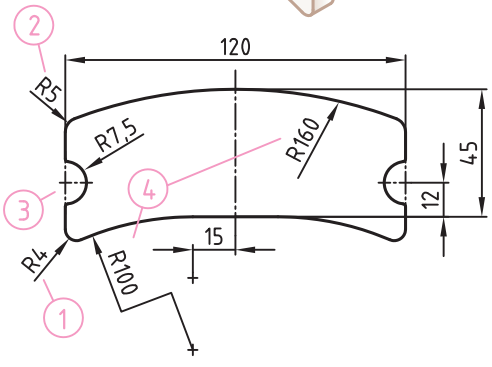
.....

۶ــ کدام اندازه، (در اندازه‌گذاری) فراموش شده است؟

اندازه گذاری شعاع قوس‌ها

قطعاتی وجود دارند که داخل یا بیرون آن قوس‌هایی به صورت ناقص یا کامل ایجاد شده است.





۱) علامت شعاع قوس حرف R می‌باشد که در سمت چپ عدد اندازه نوشته می‌شود.

۲) خط اندازهٔ شعاع، فقط یک نوک پیکان به سمت پیرامون قوس دارد.

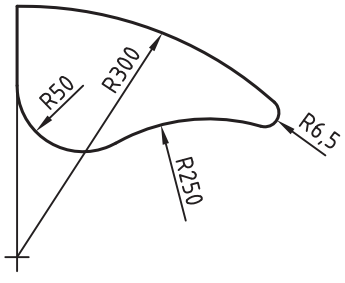
۳) هر گاه موقعیت مرکز قوس ها برای روش ساخت یا کنترل آنها مورد نیاز باشد، می‌توان آنها را با تلاقی دو خط محور نشان داد.

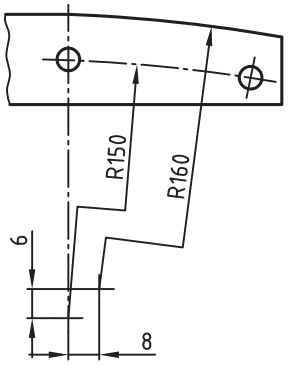
۴) وقتی مرکز قوس مشخص نشده باشد، خط اندازه مستقیماً مرکز قوس واقعی را نشان می دهد و یا در مواردی، به دلیل محدودیت فضا، به طور عمودی شکسته و کوتاه رسم می‌شود.

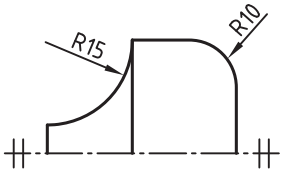
۵) چنانچه روی قطعهٔ کار چند قوس با شعاع های مساوی وجود داشته باشد، می‌توان همهٔ آنها را با یک عبارت معرفی نمود.

مثلاً : (شعاع داده نشده R=۱)

در مورد این نقشه ها با معلم خود گفت وگو کنید.



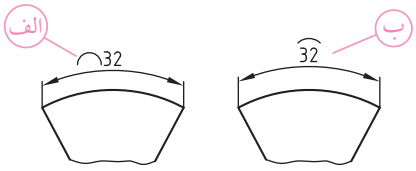




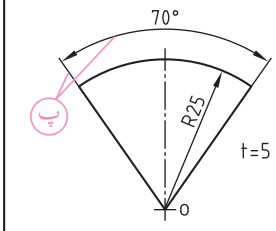
اندازه‌گذاری کمان، زاویه، وتر

قطعاتی وجود دارند که قسمت‌های داخلی یا بیرونی آن‌ها دارای کمان‌ها و قوس‌هایی با گوشه‌های انحنادار است.

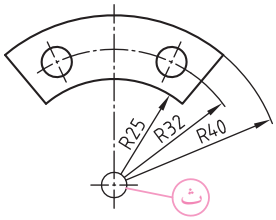
(الف) و (ب) علامت طول کمان ⌒ می‌باشد که (الف) در سمت چپ یا (ب) بالای عدد اندازه نوشته می‌شود.

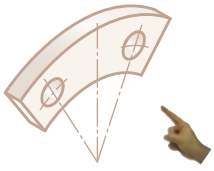


(پ) در اندازه‌گذاری زاویه خطوط کمکی در امتداد دو ضلع زاویه و خط اندازه از مرکز قوس رسم شده، به موازات قوس رسم می‌شود. و عدد اندازه بالای خط اندازه نوشته شده و علامت درجه (o) در سمت راست و بالای عدد اندازه قرار می‌گیرد.

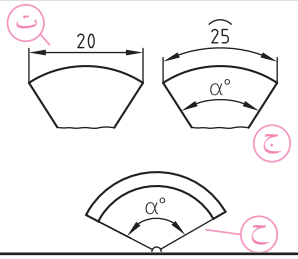


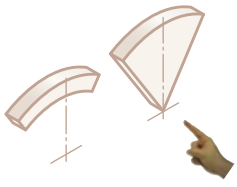
(ث) در صورت وجود شعاع‌های زیاد، می‌توان یک دایرهٔ کمکی ترسیم و خط‌های اندازه را به آن متصل کرد.



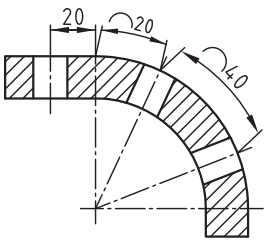


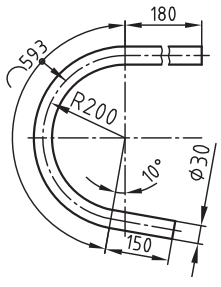
(ت) در اندازه‌گذاری وتر قوس، ابتدا از دو انتهای قوس دو خط رابط به موازات هم رسم کرده و سپس خط اندازه را به موازات وتر ترسیم می‌کنند و اندازه وتر بالای خط اندازه نوشته می‌شود.
(ج) اندازهٔ کمان‌ها با گذاشتن قوس در بالای عدد اندازه نشان داده می‌شود.
اگر $\alpha \leq 90^\circ$ باشد خط اندازه به صورت قوسی ترسیم می شود.
(ح) اگر $\alpha > 90^\circ$ باشد خط کمکی اندازه به طرف مرکز قوس است. خط اشاره، قوس مورد نظر اندازه‌گذاری را نشان می‌دهد.





در مورد این نقشه‌ها با معلم خود گفت وگو کنید.





اندازه‌گذاری قطرها

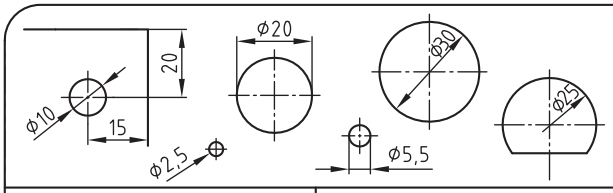
قطعاتی وجود دارد که داخل یا بیرون آنها دارای برجستگی‌ها یا سوراخ‌هایی استوانه‌ای شکل است.

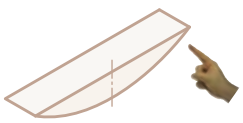
در اندازه‌گـذاری دایره‌ها خط اندازه مایـل نمایش قطر تا حدامکان تحت زاویه ۴۵° ترسیم می‌شود.

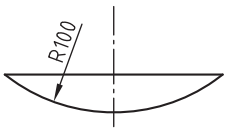
دایـره ها دو خط مرکز عمود بر هم دارند که یکدیگر را در مرکز دایره قطع می کنند.

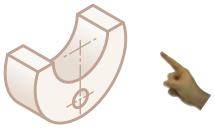
انـدازهٔ قطر با دو پیکان (فلش) منتهی به پیرامون دایره با خطوط کمکیِ اندازه ترسیم می‌شود.

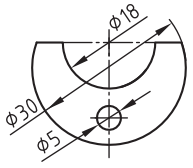
برای تمام قطرها علامت Ø سـمت چپ عدد اندازه قرار می‌گیرد .ارتفاع نماد Ø با عدد اندازه مطابقت دارد.



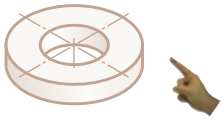


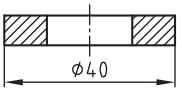




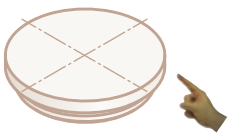


در قطعات اسـتوانه‌ای و گرد به کمک نماد Ø و به همراه عدد اندازه می‌توان از کشیدن تصاویر دیگر صرف نظر کرد.

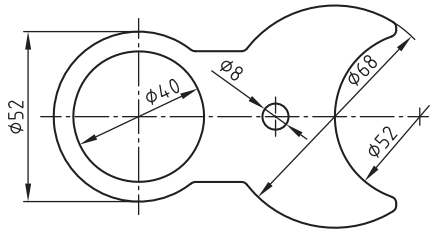


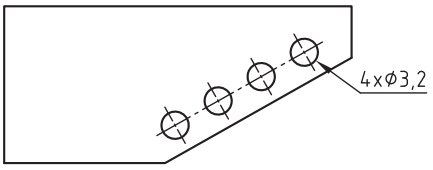


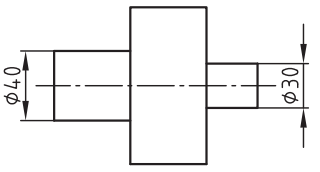
در صورت کمبود جا، در قطعات دوار می‌توان خطوط اندازه را در سمت راست قطعه ترسیم و علامت Ø و اندازه اسمی را در بالای آنها نوشت.



در مورد این نقشه‌ها با معلم خود گفت وگو کنید.

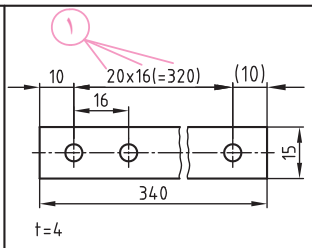
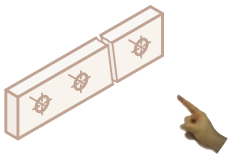
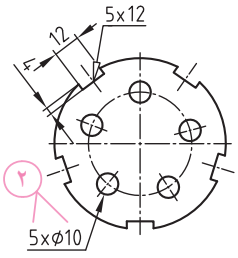
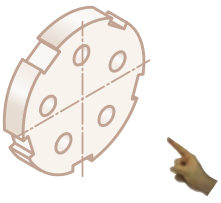
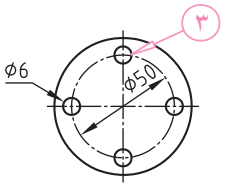
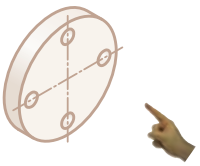
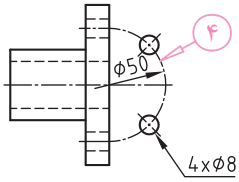
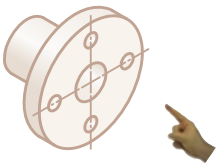




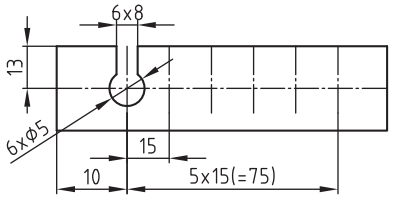


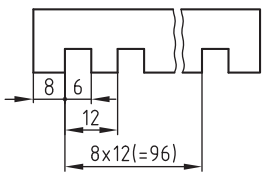
اندازه‌گذاری اجزای فرم دار یکسان

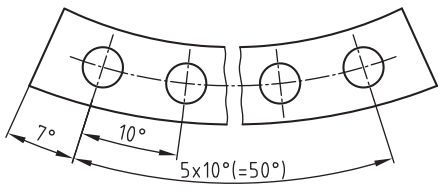
قطعاتی وجود دارد که بر روی آنهاتقسیمات مشابه، به فاصله های مساوی، بر روی قطعهٔ کار به صورت سوراخ یا شیار انجام گرفته است.

۱ قطعاتی که در فاصله های مساوی دارای سوراخ یا شکاف‌های مشابه هستند، ابتدا تعداد تقسیمات، سپس فاصله هر تقسیم و نهایتاً طول کل تقسیم آنهادر پرانتز معرفی می شود.		
۲ شیار یا سوراخ های مشابه روی قطعه را می توان ابتدا با تعدادشان، سپس با ذکر اندازه معرفی کرد. مثال : ۵ شکاف، به عمق ۴mm و به پهنای ۱۲mm و ۵سوراخ به قطر۱۰mm.		
۳ اگر دو یا تعداد بیشتری سوراخ یا شکاف به طورمنظم بر روی دایرهٔ تقسیم سوراخ ها وجود داشته باشد، اندازه قطر تقسیم و یکی از سوراخ‌ها را مشخص می کنند.		
۴ دایرهٔ تقسیم را، که سوراخ ها روی آن قرار می‌گیرند، می‌توان متصل به تصویر یا در نمای دیگر ترسیم نمود و تعداد و قطر سوراخ‌ها را روی آن اندازه‌گذاری کرد.		

در مورد این نقشه‌ها با معلم خود گفت وگو کنید.

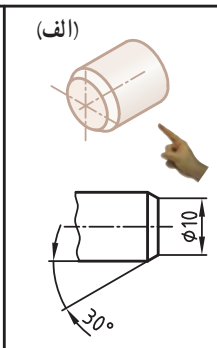
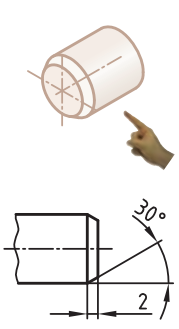
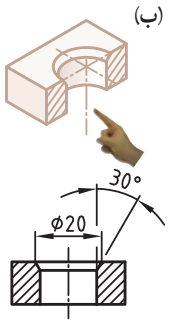
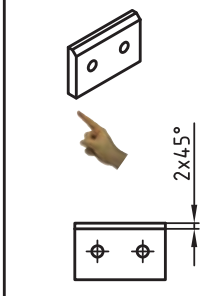
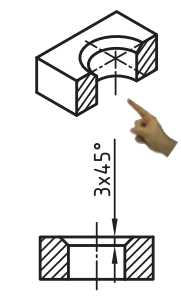
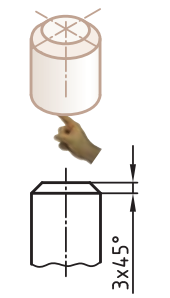
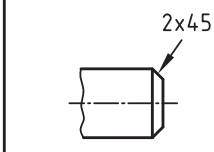
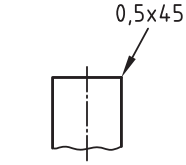
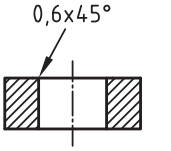
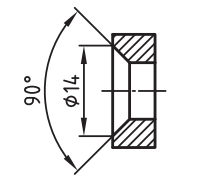
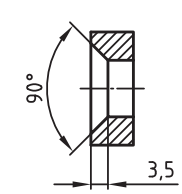
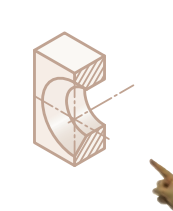






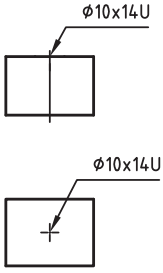
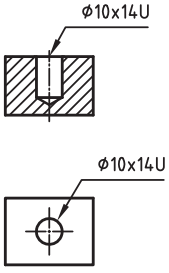
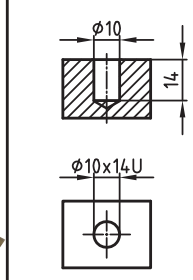
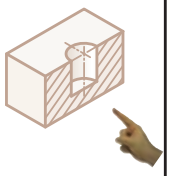
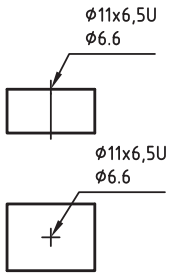
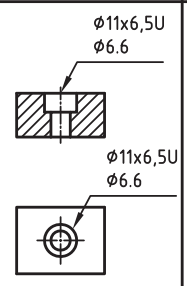
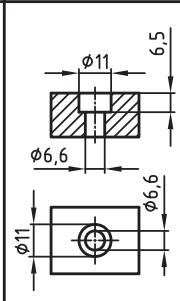
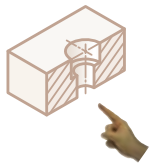
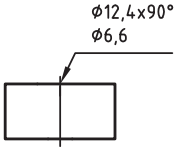
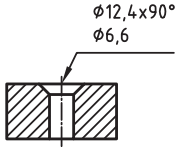
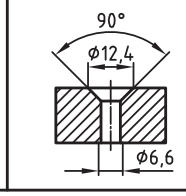
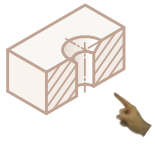
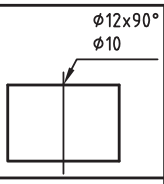
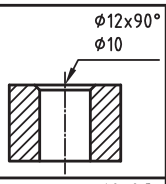
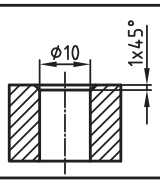
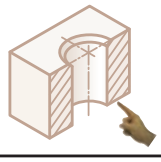
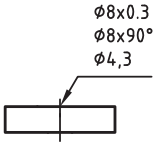
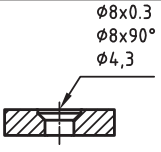
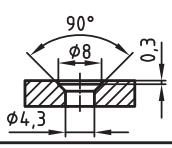
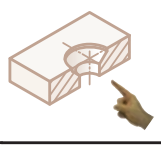
اندازه‌گذاری پخ‌ها و خزینه‌ها

قطعاتی وجود دارد که برای امنیت در کار یا بهتر نصب‌شدن بر روی قطعات مجاور، به لبهٔ آنها پخ یا خزینه می‌زنند.

ابعـاد پخ میله‌هـا و خزینه سـوراخ‌ها که زاویهٔ آنهـا ۴۵ درجه نباشد : (الف) در میله‌ها اندازه زاویه و عرض پخ یا قطر کوچک پخ و (ب) در سـوراخ‌ها اندازه زاویه وعمق خزینه یا قطر بزرگ خزینه داده می‌شوند.	(الف) 		(ب) 
ابعاد پخ‌هایی که زاویهٔ آنها ۴۵° باشـد به شـکل سـاده، ابتدا با نوشتن عرض پخ یا خزینه و سپس علامت ضربدر و در خاتمه با نوشتن زاویه اندازه‌گذاری می‌شود.			
پخ‌هـای ۴۵ درجه با عرض کمتر از یـک میلیمتر را می‌توان به کمک خط اشـاره (بدون رسـم پخ یا خزینه) در محل مورد نظر اندازه‌گذاری نمود.			 پخ در نقشه مشخص نیست
در اندازه‌گـذاری خزینه‌های ۹۰ درجه، پیچ‌های سـر خزینه باید اندازه زاویه خزینه و عمق خزینه یا اندازه زاویه خزینه و قطر بزرگ خزینه جداگانه نوشته شود.			

اندازه‌گذاری سادهٔ سوراخ‌ها و خزینه‌ها

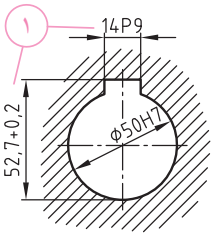
قطعاتی وجود دارد که روی سطح آنها سوراخ‌هایی با خزینه استوانه‌ای تخت یا مخروطی ایجاد می‌کنند.

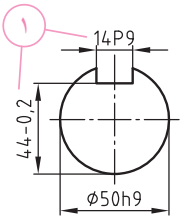
	اندازه گذاری ساده		اندازه گذاری کامل	تصویر مجسم
	نمایش ساده	نمایش کامل	نمایش کامل	
سوراخ‌های بن بست (کور) منظور از علامت U، عمق سوراخ بن‌بست است که در صورت نیاز بعد از اندازه قطر سوراخ ارائه می شود. در نمایش ساده : ـ در تصویر روبه رو به جای خط محور از خط پُر نازک استفاده می شود. ـ در تصویر افقی از دو خط اصلی عمود بر هم (علامت جمع)، به جای نمای بالای سوراخ، استفاده می شود.				
سوراخ‌های خزینه‌دار در سوراخ های خزینه‌دار، ابتدا قطر سوراخ و بعد از آن عمق خزینه و قطر داده می‌شود. خطوط مورد استفاده برای نمایش سادهٔ آن، مشابه حالت قبلی است.				
خزینه‌ها و پخ‌ها در خزینه ها و پخ سوراخ ها، ابتدا قطر سوراخ و بعد از آن زاویه خزینه و قطر داده می‌شود.				
دو مثال سوراخ به قطر ۱۰ راه به در(سراسری) پخ ۱×۴۵°				
خزینه استوانه‌ای به قطر ۸mm به عمق ۳/۰mm، سوراخ راه به در به قطر Ø۴/۳mm با خزینهٔ مخروطی ۹۰° ، قطر خزینه ۸mm.				

اندازه گذاری شیار جای خارها

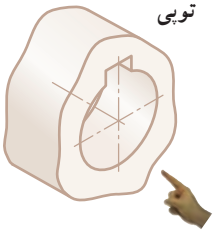
قطعاتی وجود دارند که برای اتصال آنها به قطعات دیگر، روی میله‌ها یا سوراخ‌های آنها شیارهایی ایجاد می‌کنند.

(۱) بـا توجه به قطـر میله کار و توپـی از روی جدول، اندازه مقطع خار و جای خار تعیین و اندازه‌گذاری مطابق دو شـکل مقابل انجام می‌گیرد.

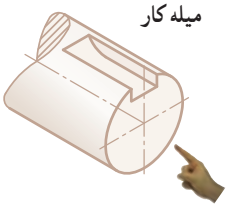




توپی

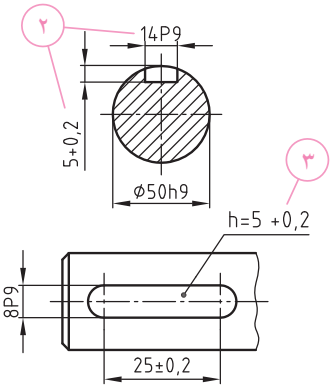


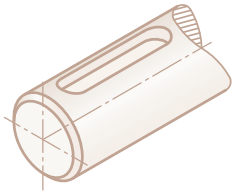
میله کار



(۲) در اندازه گذاری، جای خارها، عرض و عمق شـیار دو سر نیم‌گرد میله‌ها نشان داده می‌شود.

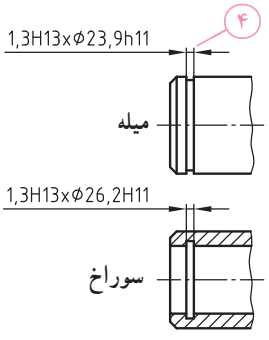
(۳) (عمق شیارهای نمایی از بالا را می‌توان به صورت ساده نشان داد.)

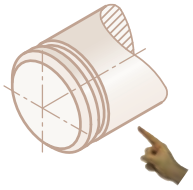


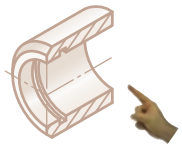


(۴) بـرای جـای خارهای فنـری رینگی میله‌ها و سـوراخ‌ها، قطر شـیار جـای خار را می تـوان به همراه پهنـای جای خار با درنظرگرفتن علایم انطباقی نشان داد.

مثال : پهنای شـیار جای خـار روی میلـه ۱/۳ mm با علامت انطباقی H۱۳ ، قطر شـیار نشـیمنگاه جای خار ۲۳/۹ mm با علامت انطباقی h۱۱ [۱].





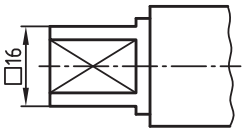


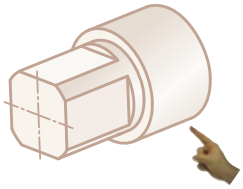
۱ــ با علائم انطباقی مثل H۱۳ یا h۱۱ در فصل بعد آشنا می‌شوید.

اندازه‌گذاری زبانه‌ها و سوراخ‌های چهارگوش

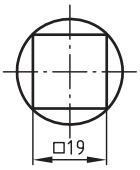
قطعاتی وجود دارد که روی میله‌ها و سوراخ‌ها سطح جانبی یا داخل آنها را موازی با هم ــ به صورت مسطح وتخت ــ ماشین کاری می کنند.

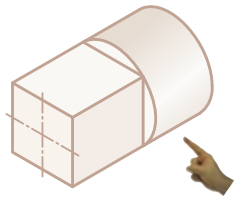
یک میله زبانه‌دار می‌تواند در یک نما معرفی و اندازه گذاری شـود. برای شناسایی چهارگوش، جلوی عدد اندازه از نماد مربع (□) استفاده می‌شود. علامت □ هنگامی به کار می‌رود که فقط یک نما موجود باشد. با علامت ضربدری قطری (خطوط پُر نازک) می توان سـطوح تخت روی قطعات گرد را مشخص نمود.



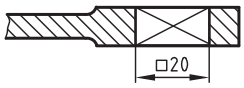


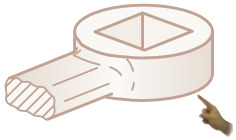
علامت ضربدر در صورتی به کار می رود که فقط یک نما موجود باشد. علامت چهارگوش (□) در سمت چپ اندازه قرار می‌گیرد.



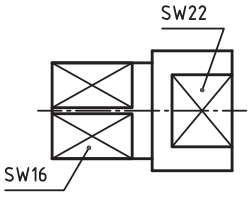


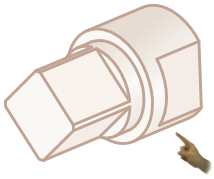
در سوراخ‌های چهارگوش علامت ضربدری قطری که با خط پُر نازک رسم شده، نشانه یک سطح تخت است.



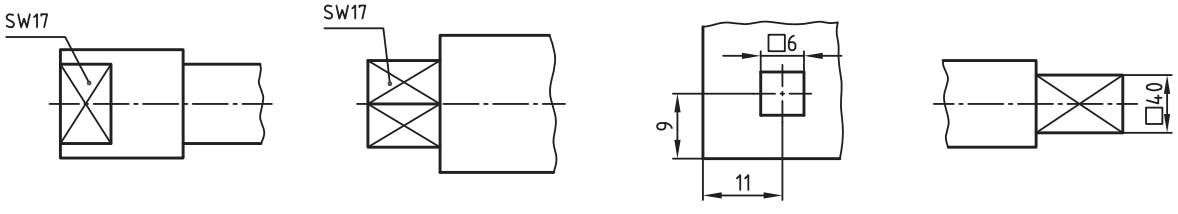


علامـت SW[1]، که انـدازهٔ آچار خور را با آن نشـان می‌دهند، بیان‌کنندهٔ فاصلهٔ دو سـطح تخت موازی است که به صورت متقارن نسبت به محور قطعه قرار گرفته‌اند. در نمای اندازه‌گذاری شدهٔ روی این سطوح، مشابه حالت‌های قبلی، علامت ضربدرِ قطری را با خط پُر نازک نشان می‌دهند.





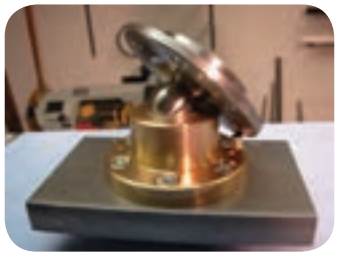
در مورد نقشه های زیر با معلم خود گفت و گوکنید.



۱ــ حرف SW مخفف واژه Schlüssel Weite در زبان آلمانی است.

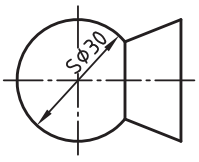
اندازه گذاری سطوح کروی

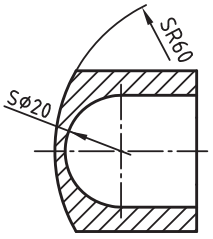
قطعاتی وجود دارد که سطح خارجی یا داخلی آنهابه شکل کُروی ایجاد شده است.



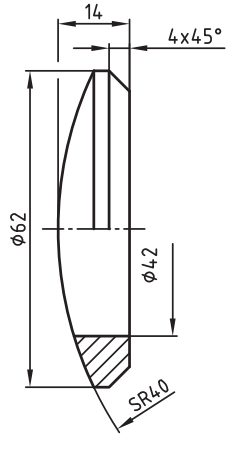
در اندازه‌گذاری قطعات کُروی، کلمهٔ کرهٔ قبل از علامت نمایش قطرØ یا قبل از علامت نمایش شعاع R، نوشته می شود.

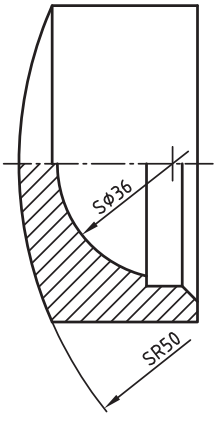
حرف S (مخفف Sphere) به معنای کُره اســت. در صورتی از علامت نمایش قطرØ اســتفاده می‌شــود که مرکــز کره موجود باشــد. (S Ø)در غیراین‌صورت از علامت نمایش شعاع (R) استفاده می‌شود. (SR)

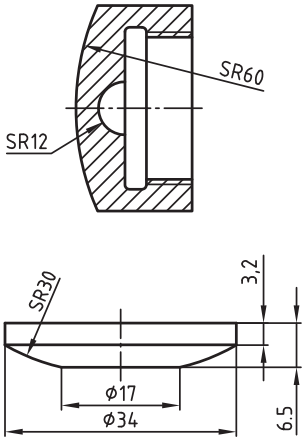




در مورد نقشه‌های زیر با معلم خود گفت و گو کنید.





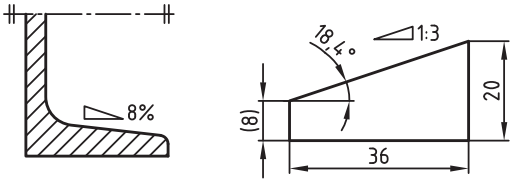


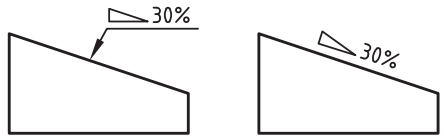
شیب و باریک شدگی

قطعاتی وجود دارد که سطح خارجی آنها از یک یا دو طرف شیب دار است.

شیب گوه عبارت است از نسبت اختلاف ارتفاع‌های دو سر گوه تقسیم بر طول گوه.

برای نشان دادن جهت شیب از نماد ◺ یا ◿ استفاده می‌شود. این نماد قبل از درج مقدار ابعادی شیب (بر حسب نسبت یا درصد) قرار می گیرد. علامت ◺ جهت شیب را مشخص می کند و باید طوری قرار گیرد که شیب آن با شیب قطعه کار مطابقت داشته باشد. این علامت ترجیحاً با یک اشاره و فلش به سطح شیب دار روی نقشه مرتبط می‌شود. خط اشاره عمود بر سطح شیب و انتهای خط اشاره خطی به‌صورت خط شکسته به موازات قاعده بزرگ رسم می‌شود. زاویهٔ شیب یا هر اندازهٔ کمکی دیگر در داخل پرانتز نشان داده می شود.



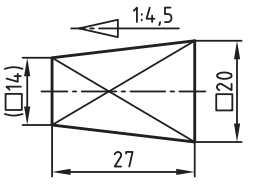


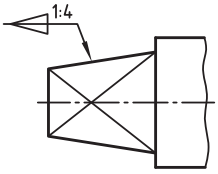
نسبت باریک‌شدگی هرم‌ها عبارت است از اختلاف اندازه اضلاع دو قاعده بر طول هرم.

نسبت باریک‌شدگی مخروط‌ها عبارت است از اختلاف اندازه دو قطر قاعده مخروط تقسیم بر طول مخروط.

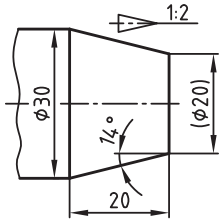
برای نشان دادن میزان باریک شدگی مخروط و هرم، از نماد ◺ یا ◿ استفاده می‌شود. این نماد قبل از درج مقدار باریک شدگی موقعیت این علامت باید با راستای باریک شدگی قطعهٔ کار مطابقت داشته باشد. نمایش این علامت حتی المقدور نزدیک به محل مورد نظر انجام می گیرد، یا این که با یک خط اشاره و فلش به خطوط باریک شدگی مرتبط می‌شود.

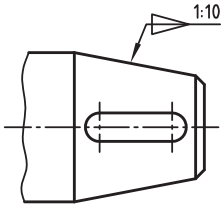
هرم



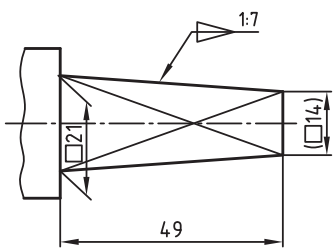


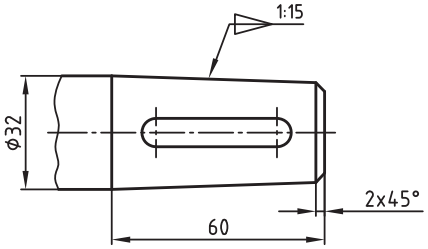
مخروط

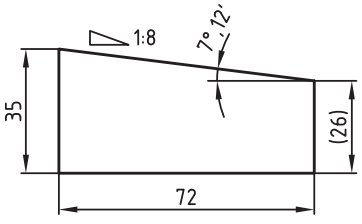




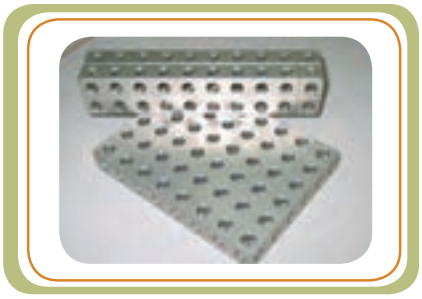
سه نمونه نقشه







انواع اندازه گذاری

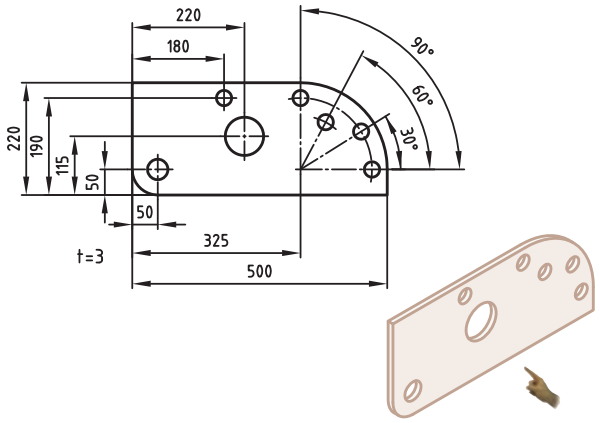


در مواردی مهم اســت که موقعیت ســوراخ‌های یک قطعه، نسبت به همدیگر یا نسبت به یک سطح مبنا، سنجیده شوند.

اندازه گذاری موازی

ــ در اندازه‌گذاری موازی همه خطوط اندازه‌ها، خط رابط مشترکی داشته و خط اندازه‌ها به موازات همدیگر رسم می‌شوند.

ــ خط اندازه‌های زوایا نیز به موازات همدیگر از یک مرکز رســم شــده و خطوط رابط مشترکی دارند.



اندازه‌گذاری نسبی

ــ همه اندازه‌ها با توجه به یک نقطه نسبی مشترک (نقطه o) اندازه‌گذاری می‌شوند.

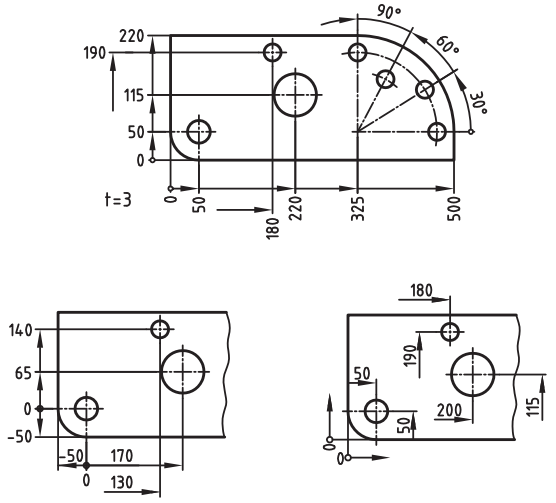
ــ برای هر راستا فقط یک خط اندازه مشترک به کار می‌رود.

در صورت کمبود جا، دو یا چند خط اندازه مشترک به‌کار می‌رود.

ــ خطوط اندازه به صورت بریده شده به‌کار می‌رود.

ــ هر اندازه دارای یک خط کمکی اندازه و یک فلش می‌باشند.

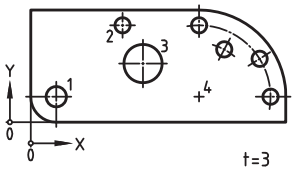
ــ اگر اندازه‌ای در خلاف جهت مبدأ باشــد با یک علامت منفی (–) به کار می‌رود.



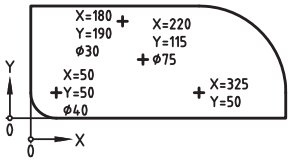
اندازه‌گذاری مختصاتی

ــ از محور x برای اندازه‌گذاری طول‌ها و از محور y برای اندازه‌گذاری عرض‌ها استفاده می‌شود.

ــ اندازه قطر ســوراخ‌ها و مختصات مرکز ســوراخ‌ها نســبت به مبدأ در جدول کنار نقشه یا نقطه مختصات ارائه می‌شود.



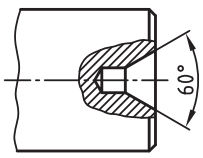
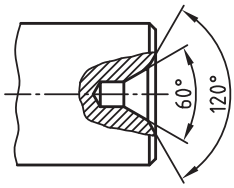
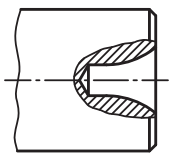
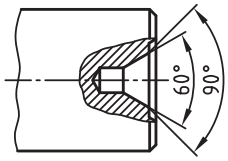
*Pos.	X	Y	d
1	50	50	ϕ40
2	180	190	ϕ30
3	220	115	ϕ75
4	325	50	-



*pos: (position) موقعیت

اندازه گذاری سوراخ جای مرغک

سوراخ‌های جای مرغک برای قطعاتی که بین دو مرغک ماشین‌کاری می‌شوند، لازم است. سوراخ‌های جای مرغک طبق استاندارد، در چهار فرم A، B، R و C، مطابق جدول زیر ایجاد می‌شوند :

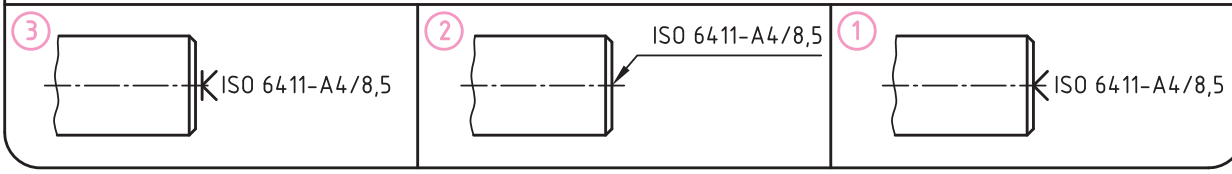
سوراخ جای مرغک فرم A	سوراخ جای مرغک فرم B	سوراخ جای مرغک فرم R	سوراخ جای مرغک فرم C
بدون خزینه محافظ	با خزینهٔ محافظ	با خزینهٔ سر قوس‌دار	با خزینهٔ مخروطی ناقص کمکی
			

نمایش ساده سوراخ جای مرغک روی پیشانی قطعه کار :

۱ــ جای مته مرغک لازم است روی قطعه کار باقی بماند.

۲ــ جای مته مرغک مجاز است روی قطعه کار باقی بماند یا از بین برود.

۳ــ جای مته مرغک نباید روی قطعهٔ کار تمام شده باقی بماند.



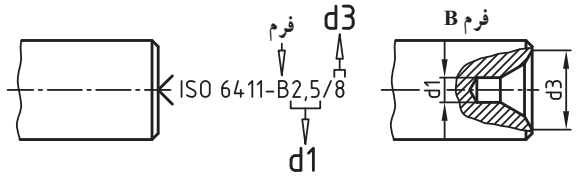
تحلیل نمادهای سه شکل فوق :

قطر راهنمای d۱ (نوک مته مرغک) در شکل‌های بالا : d۱=۴mm

قطر خزینه در پیشانی قطعه کار در شکل‌های بالا d۲=۸/۵mm

شمارهٔ استاندارد ISO ۶۴۱۱

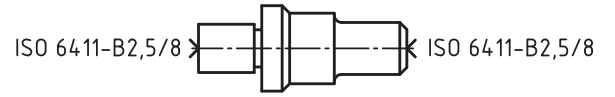
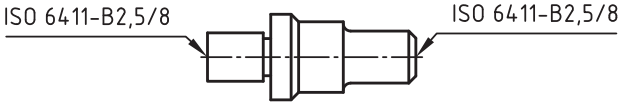
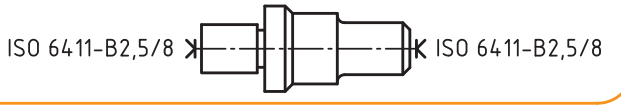
یک حرف لاتین برای فرم سوراخ جای مرغک (یکی از چهار حرف A،B،C و R)



مثال : در شکل بالا مقطع سوراخ مته مرغک فرم B (با خزینه محافظ) نشان داده شده است.

d۳=۸mm و d۱=۲/۵mm

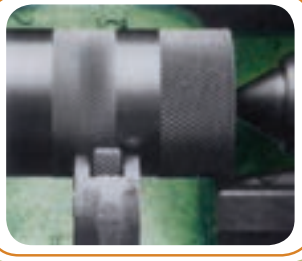
سه نمونه نقشه

	وجود سوراخ جای مرغک بر روی دو طرف قطعهٔ کار الزامی است.
	سوراخ جای مرغک می‌تواند از دو طرف قطعهٔ کار از بین برود.
	سوراخ جای مرغک نباید روی دو طرف قطعهٔ کار تمام شده باقی بماند.

بیشتر بدانیم

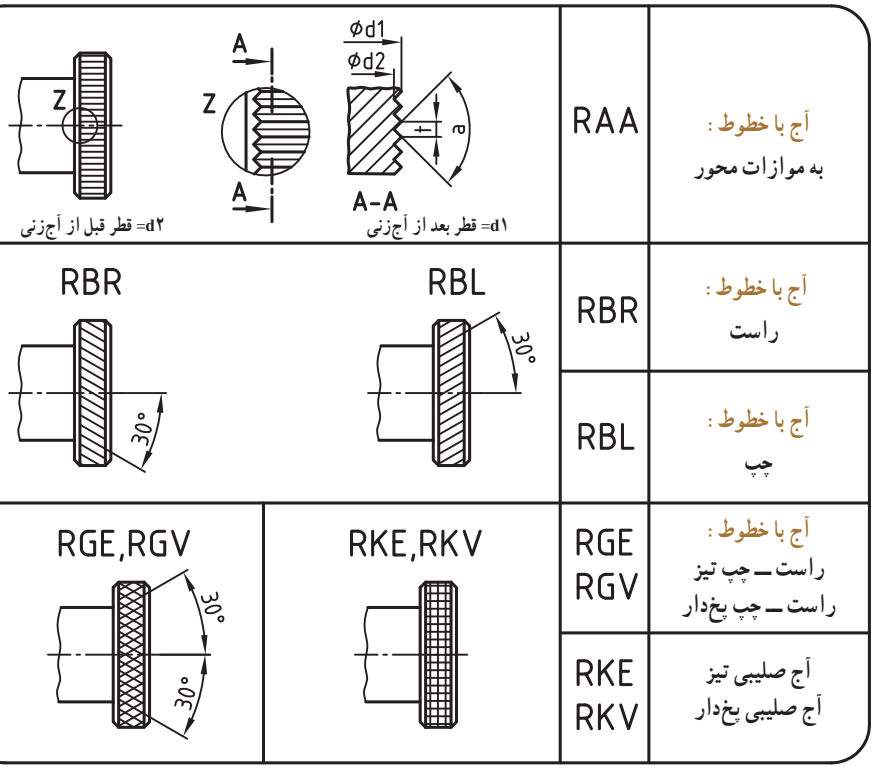
اندازه‌گذاری آج‌ها

در برخی از قطعات گرد، که توسط دست مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای آنکه بهتر در دست گرفته و به راحتی هدایت کرد، معمولاً سطوح آنها را آج می‌زنند.

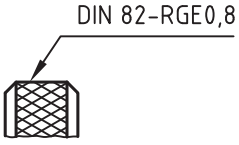


نحوهٔ معرفی در نقشه[1]

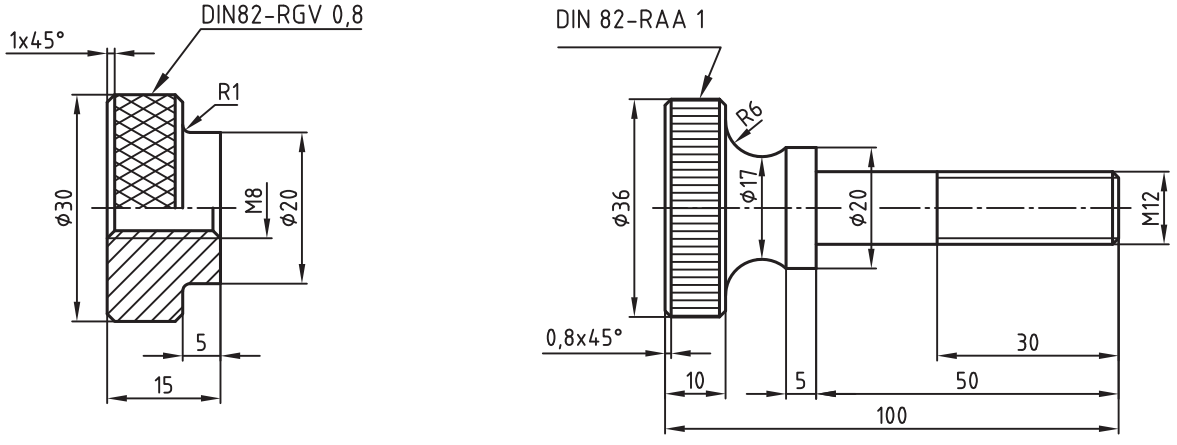
مشخصات : آج راست ــ چپ، تیز با گام $t = ۰/۸$



RAA	آج با خطوط : به موازات محور
RBR	آج با خطوط : راست
RBL	آج با خطوط : چپ
RGE RGV	آج با خطوط : راست ــ چپ تیز راست ــ چپ پخ‌دار
RKE RKV	آج صلیبی تیز آج صلیبی پخ‌دار



دو نمونه نقشه



۱ــ برای اطلاع از اندازه های قطر نامی و قطر اولیه به همراه گام و... به کتاب جداول استانداردها مراجعه فرمایید.

بیشتر بدانیم

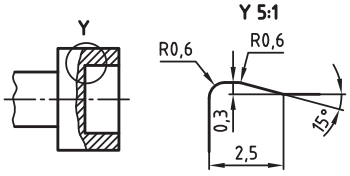
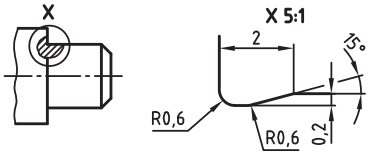
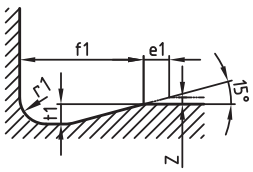
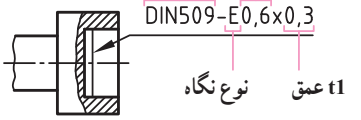
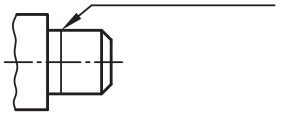
اندازه‌گذاری گاه آزاد

برای اینکه عمل تراشکاری یا سنگ زنی و... بر روی محورهای پله دار و یا در سوراخ های داخلی به راحتی امکان‌پذیر باشد، بر روی سطوح، گاه آزاد ایجاد می‌شود.

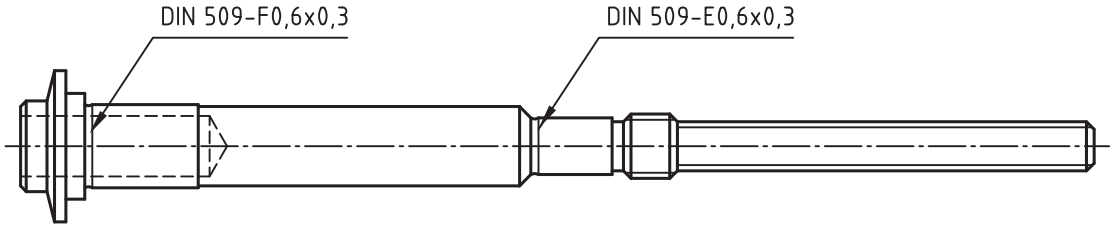
گاه آزاد طبق استاندارد در فرم های مختلف E،F،G،H وجود دارد.

در جدول زیر فقط گاه E به صورت نمونه معرفی شده است[1].

گاه آزاد (به منزلهٔ جزئیات نقشه) روی نقشه رسم و اندازه‌گذاری می شود.

	گاه داخلی	گاه خارجی	گاه نوع E (به عنوان نمونه)
نمایش کامل			
نمایش ساده			Z= اضافه تراش t۱=عمق گاه r۱= شعاع ته زبانه f۱= عرض شیار

نقشه‌نمونه

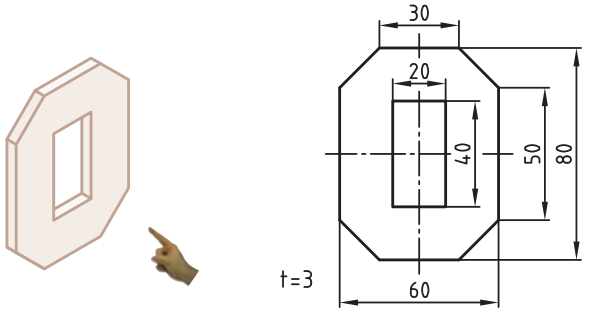


۱ــ برای دریافت اطلاعات بیشتر در خصوص سایر فرم های مختلف گاه به کتاب جداول استانداردها مراجعه فرمایید.

اندازه‌های خاص

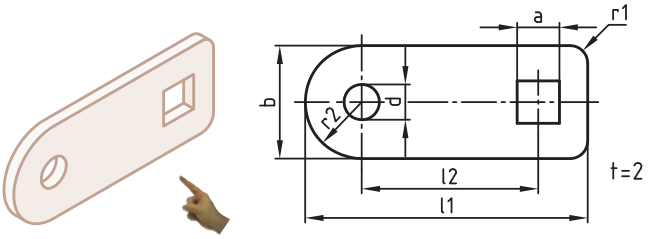
❊ قطعات تخت و نازک

قطعاتی را که دارای ضخامت یکسان و به‌صورت مسطح و تخت‌اند، می‌توان در یک نما ترسیم و اندازه‌گذاری نمود.
حرف t به مفهوم : ضخامت (thick) به همراه مقدار عددی نشان دهندهٔ ضخامت یکسان کل قطعه است.



❊ قطعات مشابه و یکسان

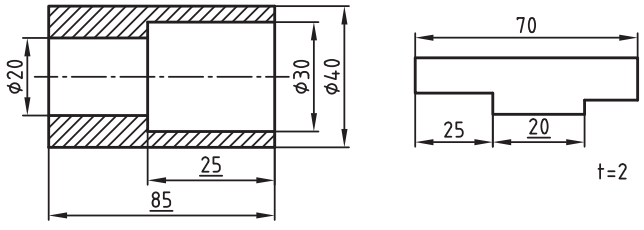
در نقشه‌های الگو (نقشه‌های مربوط به قطعه‌ای که باید به شکل مشابه ولی در اندازه‌های مختلف تولید شود)، ابعاد مختلف را با کمک حروفی غیر از مقادیر ابعادی مربوط، بر روی نقشه نمایش می‌دهند و مقادیر عددی این حروف را در جدول جداگانه‌ای مشخص می‌کنند.



Nr.	l1+2	b±0,2	d	a+0,1	l2±0,2	r1	r2	t
1	80	32	ϕ10	□12	50	R6	(R16)	2
2	100	40	M12	□16	64	R8	(R20)	16
3	120	48	ϕ16	□20	78	R10	(R24)	6

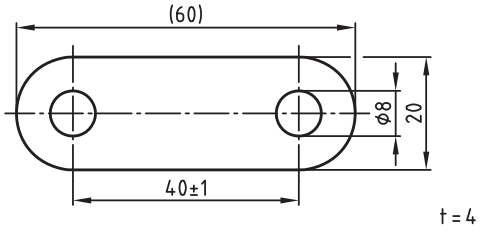
❊ اندازه‌های خارج از مقیاس

اعداد اندازه‌ای که در نقشه‌های مقیاس‌دار، بدون مقیاس نوشته می‌شوند، زیر آن‌ها یک خط تیره کشیده می‌شود.



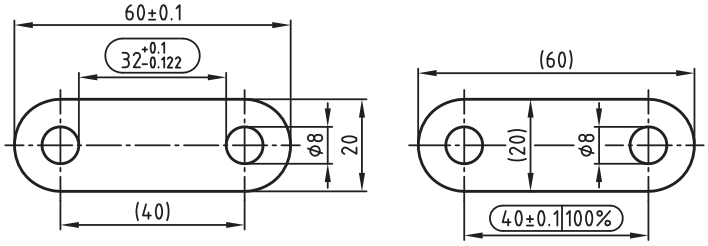
❊ ابعاد کمکی

اندازه‌هایی که پس از تولید قطعه، از آنها برای کنترل استفاده می شود به نشانهٔ اندازه‌های کمکی (برای بیان اطلاعات اضافی) در داخل پرانتز معرفی می‌شوند.
در شکل مقابل اندازهٔ ۶۰ یک اندازهٔ کمکی است.

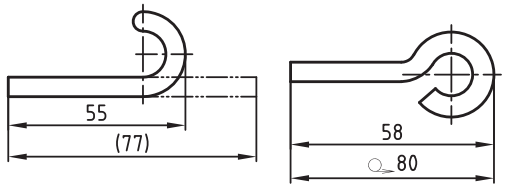


اندازه‌های خاص

ابعاد بازبینی (کنترلی) :
ابعاد بازبینی در داخل کادری با گوشه‌های گرد (مطابق شکل) قرار می‌گیرد.
( ) صاحب کار (تحویل گیرنده)، ابعاد را هنگام پذیرش، بررسی خواهد کرد.
(100%) صاحب کار (تحویل گیرنده)، ابعاد را هنگام پذیرش، ۱۰۰٪ بازدید خواهد کرد.

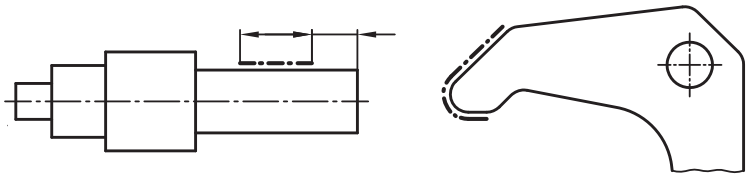


❊ اندازه‌گذاری طول گسترده
قطعات خم‌کاری‌شده :
طول گسترده قطعه خم‌کاری شده را به نشانهٔ ابعاد کمکی داخل پرانتز قید می‌کنند (شکل الف)
گستردهٔ قطعه توسط خط دو نقطه نازک نمایش داده می‌شود.
هنگامی که طول اولیه نشان داده نشده باشد، برای مشخص ساختن این اندازه می توان از نماد طول گسترده قطعات خم‌کاری‌شده ⌒ (مطابق شکل ب) استفاده نمود.

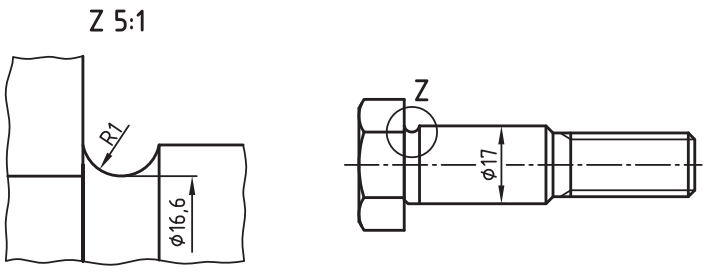


(الف) (ب)

❊مناطق محدود :
هر گاه لازم باشد بر روی قسمتی از سطح قطعهٔ کار عملیات خاصی (مثل سختکاری، آبکاری و...) انجام دهند، آن مناطق محدود را با استفاده از خط نقطه ضخیم نمایش می‌دهند.



جزئیات نقشه (دیتایل)
اگر نتوانیم جزئیات یک نقشه را به صورت دقیق نشان دهیم و اندازه‌گذاری کنیم، می‌توان آن را جداگانه با مقیاس بزرگ‌تر تحت عنوان جزئیات (دیتایل) ترسیم کرد. پیرامون قسمتی از نقشه را، که باید جزئیاتش را نشان دهند، دایرهٔ نازکی ترسیم می‌کنند و با استفاده از حروف آخر الفبای لاتین یک نام برایش مشخص می‌کنند (مثلاً : Z). مقیاس بزرگ‌نمایی نیز برای آن مشخص و به همراه حرف لاتین ــ در نزدیک تصویرِ بزرگ نمایی شده ــ معرفی می‌شود.



ر.ک.بـ. صفحه‌های ۳۹ تا ۴۲ کتاب کار

نقشه‌خوانی اندازه‌ها و علائم

تولرانس‌ها و انطباقات

بخش سوم

فصل ۲

وقتی طراح، یک قطعه را طراحی می‌کند، در حقیقت یک اندیشه (طرح، ایده) را از طریق نقشه ارائه می‌دهد. یک طرح ایده‌آل فقط در ذهن وجود دارد، در ساخت وتولید همیشه انحرافاتی، بین اندازهٔ روی نقشه و اندازهٔ قطعهٔ پس از تولید، به وجود می‌آید.

با توجه به اینکه ساخت دقیق قطعه مطلقاً با اندازهٔ اسمی امکان‌پذیر نیست، لذا باید در ساخت قطعه انحراف‌های مُجاز و احتمالی را در نظر گرفت.

اگر در ساخت ابزارگیر بالا، تولرانس اندازه‌ها به خوبی رعایت نشود، نه تنها درتولید دچار خطا می‌شویم، بلکه ممکن است حادثه نیز ایجاد کند. دراین فصل مطالبی راجع به تولرانس‌ها و انطباقات خواهیدآموخت.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- مفهوم تولرانس را بیان کند.
- میزان انحراف ها را از روی جدول تولرانس‌ها استخراج کند.
- مفهوم انطباق را بیان کند.
- مفاهیم لقی و سفتی را توضیح دهد.
- سیستم‌های انطباقی را نام ببرد.
- علائم و نمادهای مربوط به انطباقات را بیان کند.
- علائم و نمادهای مربوط به تولرانس ها و انطباقات را از روی نقشه تفسیر کند.

تولرانس‌ها وانطباقات

قسمت اول : تولرانس‌های ابعادی

برای ساختن هر قطعه‌ای دانستن اندازهٔ ابعاد آن ضروری است.

این اندازه‌ها به سازنده کمک می‌کند تا براساس آن قطعهٔ مورد نظر را بسازد.

پس از ساختن قطعه، مشاهده می‌شود که اندازه‌های جسم ساخته شده با تمام سعی و دقتی که سازندهٔ آن داشته است، مبرا از خطا و لغزش نیست. این اختلاف اندازه ممکن است به ابزار کار، جنس قطعه، مقدار باری که به دستگاه وارد می‌شود و کم و زیاد شدن دور دستگاه بستگی داشته باشد.

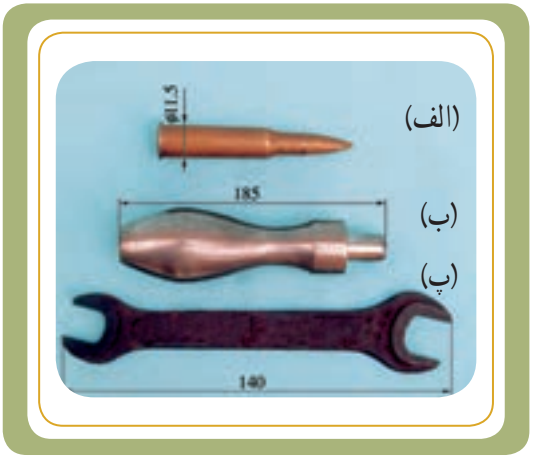
به طور کلی هرچند در حین اجرای کار دقت به عمل آید و از ماشین‌آلات و وسایل پیشرفته و مدرن نیز استفاده شود، باز هم در ساخت ابعاد قطعه احتمال خطای جزئی هست.

بنابراین طراح به سازنده اجازه می‌دهد تا در موقع ساخت قطعه، ابعاد مورد نظر را تا حد قابل قبولی زیادتر یا کمتر از اندازهٔ درج شده در نقشه در نظر بگیرد. این مقدار اختلاف را تولرانس یا اختلاف اندازهٔ مُجاز می‌نامند.

یکی از بزرگ‌ترین مزایای تولرانس‌ها آن است که امکان تولید قطعات یدکی را فراهم آورده است، در نتیجه می‌توانیم در صورت خرابی، فقط همان قطعهٔ معیوب یا مستهلک شده را تعویض کنیم. برای مثال، اگر یک بلبرینگ در دستگاهی فرسوده یا شکسته شود، این بلبرینگ مطابق با اصول استاندارد با دقتی ساخته شده است که در جایگاه خود مجدداً نصب می‌شود و وظیفهٔ خود را انجام می‌دهد.

تعاریف و اصطلاحات

برای اینکه به مفهوم تولرانس بیشتر پی ببریم، ابتدا با برخی از اصطلاحات به کار برده شده در تولرانس‌ها آشنا می‌شویم :



اندازه اسمی (اندازه نامی)

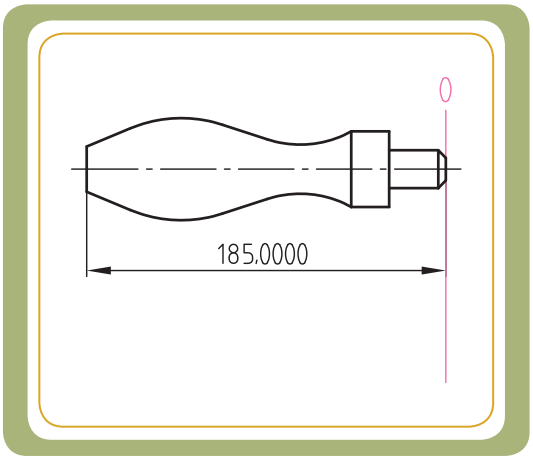
تمام اندازه‌های قطعه کار، که در روی نقشهٔ فنی بدون در نظر گرفتن انحراف‌ها آورده می شوند، اندازهٔ اسمی نامیده می‌شود و آن را با حرف N نمایش می‌دهند.

برای مثال، اندازهٔ قطر۱۱/۵mm فشنگ (در شکل الف) و اندازهٔ طول ۱۸۵mm دستگیره (درشکل ب) و اندازهٔ طول ۱۴۰mm آچارتخت (درشکل پ) را اندازهٔ اسمی می گوییم.

یک اندازه را هرگز نمی‌توان با دقت مطلق و مطابق اندازهٔ اسمی ساخت. دستگیرهٔ شکل ب را در نظر بگیرید. ساختن آن بدون هیچ خطایی با طول ۱۸۵mm (یعنی ۱/۸۵۰/۰۰۰) از نظر فنی امکان‌پذیر نیست. لذا باید انحراف مُجازی را برای ساخت قطعه در نظر گرفت.

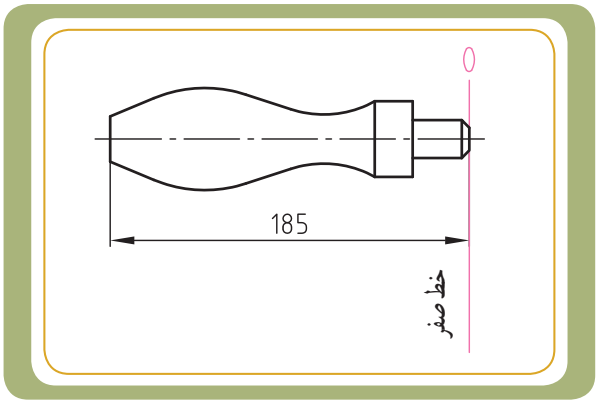
اگر بخواهیم اندازهٔ واقعی را به اندازهٔ اسمی نزدیک‌تر کنیم، مستلزم صرف هزینهٔ زیادتری است و حتماً ماشین و ابزارآلات دقیق‌تری باید به کار گرفته شوند که مقرون به صرفه نخواهد بود. بعدها می‌بینیم که انحراف اندازه‌ها نسبت به اندازه اسمی و کیفیت تولرانس سنجیده می‌شوند.

به اندازهٔ اسمی اندازهٔ نامی نیز می گویند.

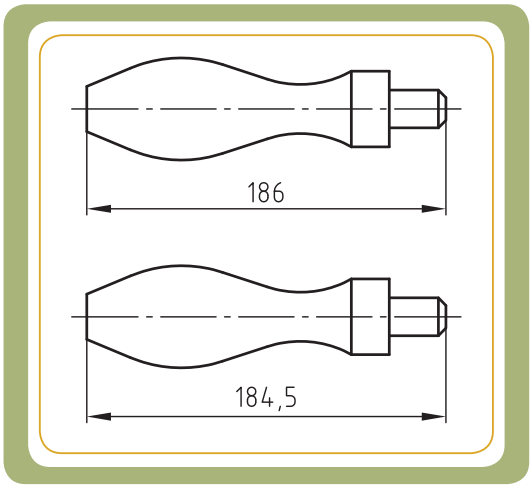


خط صفر

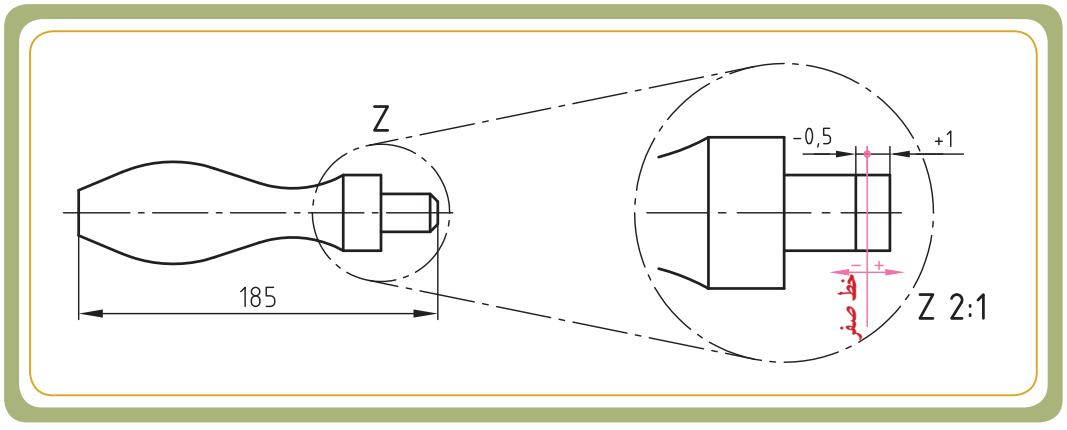
انحراف‌ها نسبت به یک مبدأ یا مبنا به نام خط صفر سنجیده می‌شوند. خط صفر خطی است منطبق بر اندازهٔ اسمی و یا مرزی است که در آنجا انحراف اندازه برابر صفر است.



انحراف‌ها : همان طور که قبلاً اشاره شد، ساختن قطعه‌ای با اندازهٔ اسمی به طور مطلق امکان‌پذیر نیست. بنابراین باید انحراف‌های مُجازی را برای ساخت قطعه در نظر گرفت.

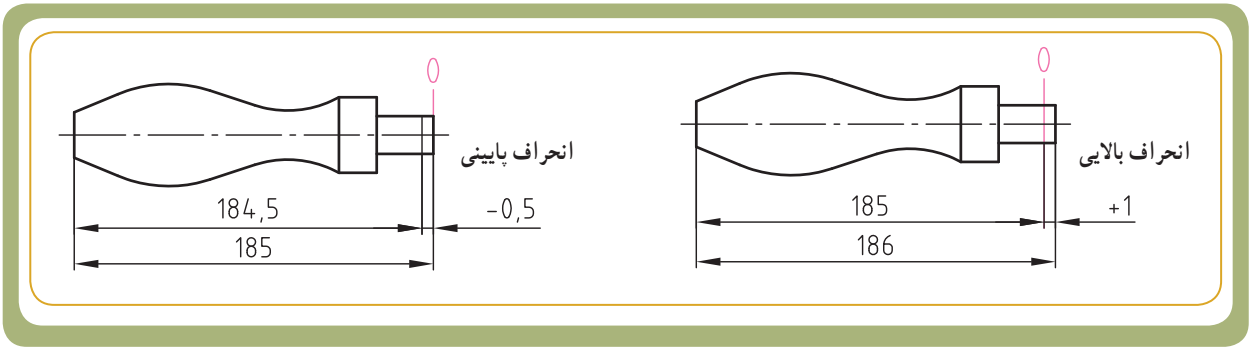


برای مثال، برای طول ۱۸۵mm دستگیره، طراح انحراف‌های مُجاز $^{+1mm}_{-0/5mm}$ را در نظر گرفته است. یعنی سازنده مجاز است طول دستگیره را ۱mm بیشتر و تا ۰/۵ mm کمتر از اندازهٔ اسمی بسازد.

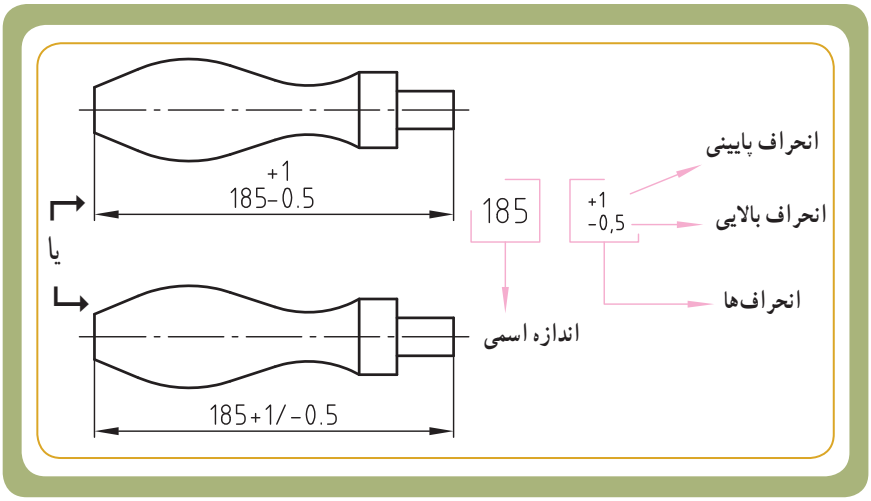


به عبارت دیگر ،تمام دستگیره‌های ساخته‌شده که اندازهٔ طول تمام شدهٔ آنها بین ۱۸۴/۵ mm تا ۱۸۶mm باشد، قابل‌قبول است.

انحراف بالایی و انحراف پایینی[1] : فاصلـهٔ بیـن خط صفر و بزرگ ترین اندازهٔ مجاز را انحراف بالایی و فاصلهٔ بین خط صفر و کوچک ترین اندازهٔ مجاز را انحراف پایینی گویند.



در نقشهٔ فنی دستگیرهٔ مورد نظر، انحراف بالایی و انحراف پایینی را مطابق شکل نمایش می‌دهند. اگر مقدار انحراف بالایی و انحراف پایینی را با هم برابر در نظر بگیرند، مقدار انحراف‌ها بعد از اندازهٔ اسمی و نماد ± قبل از مقدار انحراف نوشته می‌شود.
(مثال ۱۸۵ ±۰/۵ یا ۱±۱۸۵).

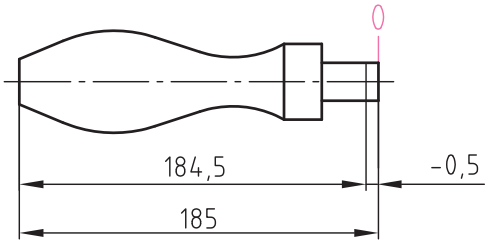


* بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه

بزرگ‌ترین اندازه، از جمع جبری اندازهٔ اسمی و انحراف بالایی و کوچک‌ترین اندازه ،از جمع جبری اندازهٔ اسمی و انحراف پایینی حاصل می شود.

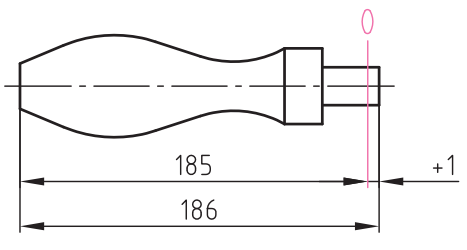
کوچک ترین اندازهٔ مجاز = انحراف پایینی + اندازهٔ اسمی

۱۸۵+(-۰/۵)=۱۸۴/۵mm



بزرگ ترین اندازهٔ مجاز = انحراف بالایی + اندازهٔ اسمی

۱۸۵+(+۱)=۱۸۶mm



۱ــ به انحراف بالایی و پایینی، انحراف فوقانی و تحتانی نیز گفته می‌شود.

تولرانس[1]

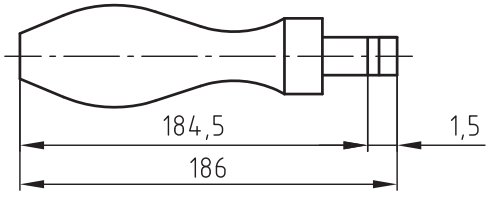
مقدار تغییرات مُجاز در اندازه را تولرانس می گوییم. مقدار تولرانس از تفاضل بزرگ ترین اندازه از کوچک ترین اندازه حاصل می‌شود(شکل ۱).

همچنین برای تعیین مقدار تولرانس می‌توان به طورمستقیم انحراف اندازه پایینی را از انحراف اندازه بالایی کم کرد (شکل ۲).

مقدار تولرانس را با حرف T نمایش می دهند. در دستگیرهٔ مورد نظر مقدار تولرانس عبارت است از :

کوچک ترین اندازه مجاز ـ بزرگ ترین اندازهٔ مُجاز = تولرانس

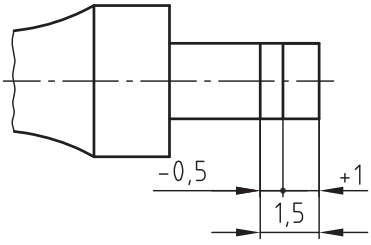
T= (۱۸۶) – (۱۸۴/۵)=۱/۵ mm



شکل ۱

انحراف پایینی ـ انحراف بالایی = تولرانس

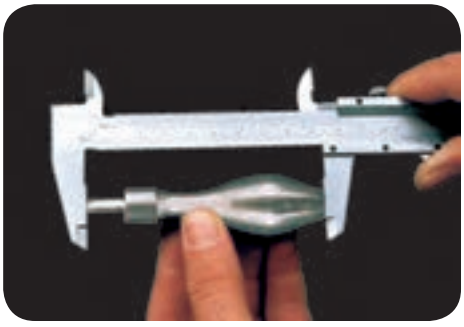
T = (+ ۱) – (–۰/۵)=۱/۵ mm

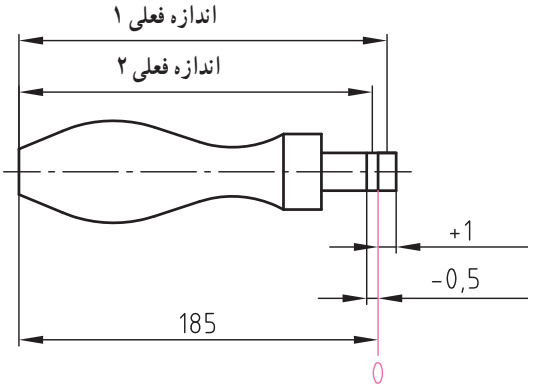


شکل ۲

اندازهٔ فعلی (اندازهٔ حقیقی)

اندازهٔ فعلی که به آن اندازهٔ حقیقی، اندازهٔ واقعی یا اندازهٔ تمام شده نیز می‌گویند، اندازه‌ای است که پس از فرایند تولید با اندازه‌گیری به وسیلهٔ ابزارهای اندازه‌گیری به‌دست می‌آید. یعنی همان اندازهٔ تمام شده‌ای که از روی قطعهٔ کار خوانده می‌شود.





اندازهٔ قطعهٔ ساخته شده هنگامی مورد قبول واقع می‌شود که میان بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازهٔ مُجاز واقع شده باشد. برای مثال در مورد دستگیره، اگر در زمان کنترل اندازه، کولیس مقدار ۱۸۵/۵۵را نشان دهد، این اندازه قابل قبول است. چون در محدوده‌های اندازهٔ مجاز قرار گرفته است. به طورکلی دستگیره می‌تواند (با توجه به نقشهٔ آن) در محدودهٔ زیر قابل قبول باشد.

۱۸۴/۵mm≤۱۸۵mm≤۱۸۶mm

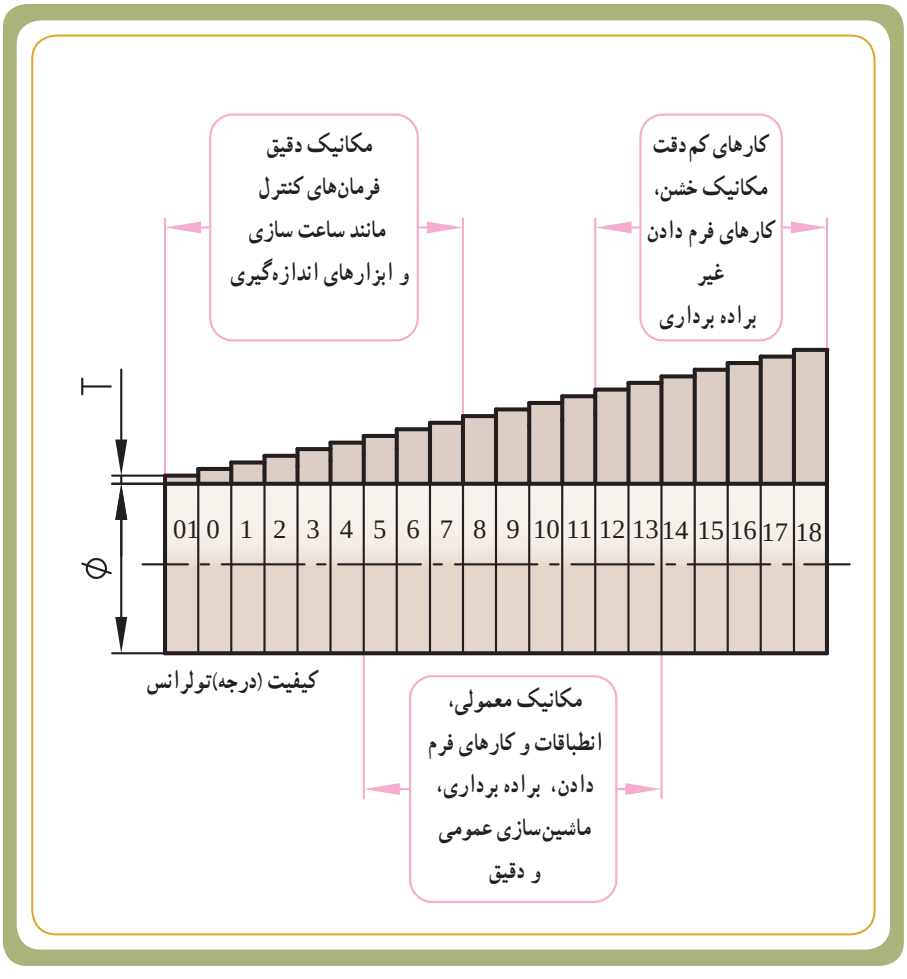
ر.ک.ب. صفحه‌های ۴۳ و ۴۴ کتاب کار

۱– /Tolerance تولرانس را با حرف T نمایش می‌دهند. معنی دیگر آن «رواداری» است.

کیفیت تولرانس

انتخاب دلخواه تولرانس برای اندازه‌ها، صنعت را دچار اختلال می‌کند، به عبارت دیگر اگر قرار باشد که تولیدکنندگان برای اندازه‌های مورد نیاز خود، اختلاف اندازه‌های متفاوت درنظر گیرند، ارتباط صنعتی از میان می‌رود. برای هماهنگی در این زمینه، استاندارد ایزو(ISO)، ۲۰ مرحله، کیفیت را برای تولرانس در نظر گرفته است. این مراحل با ۰۱ شروع می شود و تا ۱۸ ادامه دارد. این اعداد را به اختصار IT[1] می‌نامند. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود، برای کیفیت تولرانس ۰۱ کوچک‌ترین مقدار تولرانس و برای کیفیت تولرانس ۱۸ بزرگ‌ترین مقدار تولرانس تعلق دارد.

از میان ۲۰ کیفیت تولرانس، کیفیت تولرانس ۰۱ تا ۱۸ کاربرد عمومی دارند. از کیفیت ۰۱ تا ۷ برای کارهای بسیار دقیق مانند ابزارهای اندازه‌گیری، و از کیفیت ۷ تا ۱۱ برای ماشین‌سازی عمومی و دقیق و از آن به بعد در صنایع سنگین و کارهای کم‌دقت، استفاده می‌شود.



۱ – IT مخفف ISO Tolerance است.

مقادیر تولرانس های اصلی

مقادیر تولرانس های اصلی با مقادیر اندازه‌های اسمی و کیفیت تولرانس های اصلی ارتباط مستقیم دارد . هرچه اندازهٔ اسمی و عدد درجهٔ تولرانس در نقشهٔ قطعهٔ کار بیشتر باشد ،مقدار تولرانس بیشتر و دقت ساخت و هزینهٔ تولید آن نیز ،کمتر می شود . درجهٔ تولرانس‌های اصلی را با واژهٔ IT مشخص می‌کنند .استاندارد ISO مقادیر تولرانس های اصلی را برای کیفیت تولرانس IT۰۱ تا IT۱۸ و برای اندازه‌های اسمی تا ۵۰۰mm در جدول ۱ گردآوری کرده است . این جدول مهم است واساس و مبنای مطالب تولرانس‌هاست.

راهنمای استفاده از جدول

جدول ۱ــ مقادیر تولرانس‌های اصلی

درجه تولرانس‌های اصلی (IT)	اندازه اسمی (بر حسب mm)												
	– تا 3	>3 تا 6	>6 تا 10	>10 تا 18	>18 تا 30	>30 تا 50	>50 تا 80	>80 تا 120	>120 تا 180	>180 تا 250	>250 تا 315	>315 تا 400	>400 تا 500
01	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2	2	2,5	3	4
0	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1	1,2	1,5	2	3	4	5	6
1	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
2	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
3	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
4	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
14	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
15	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500
16	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000
17	1000	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000	4600	5200	5700	6300
18	1400	1800	2200	2700	3300	3900	4600	5400	6300	7200	8100	8900	9700

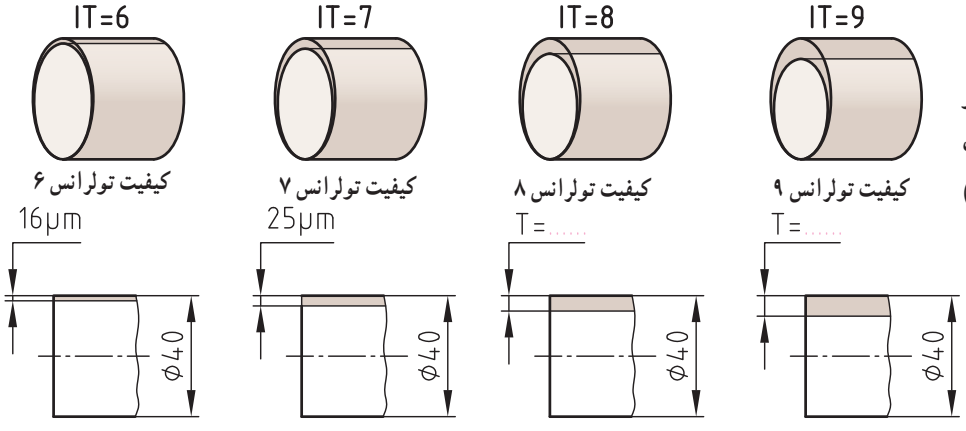
❊ ردیف بالای جدول اندازهٔ اسمی قطعه (به طول یا به قطر برحسب mm) است. مثلاً اگر اندازهٔ قطر میله‌ای ۴۰mmباشد ، باید این اندازه را از ستون اندازهٔ اسمی از میان ۳۰ تا ۵۰ جست‌وجو کنیم.

❊ **نکتهٔ مهم** : اگر اندازهٔ اسمی مورد نظر ما عددی بود که در دو ستون جدول تکرار شده بود{مثل اندازه ۱۲۰ } از ستون قبلی یعنی از ۸۰ تا ۱۲۰ استفاده می‌کنیم.

❊ اولین ستون سمت چپ مربوط به کیفیت تولرانس‌های اصلی (IT) است. مقادیر تولرانس‌های اصلی بر حسب μmهستند .

مثال :برای میله ای به قطر ۴۰mm می خواهیم مقدار تولرانس را برای کیفیت۶ و۷ تعیین کنیم .ابتدا اندازهٔ۴۰mm را از ستون ششم جدول (یعنی ستون اندازه‌های از ۳۰ تا ۵۰) انتخاب و همزمان از ردیف IT۶ وIT۷ از ستون اول به سمت راست حرکت می‌کنیم. مشاهده می شود که مقدار تولرانس برای دو کیفیت ۶ و۷ به ترتیب ۱۶ μm (۰/۰۱۶mm) و۲۵ μm (۰/۰۲۵mm) است.

حالا شما به کمک جدول ،مقدار تولرانس IT۸ و IT۹ را برای میله ای به قطر ۴۰mm تعیین و در قسمت نقطه چین (روی نقشه مقابل) یادداشت کنید.

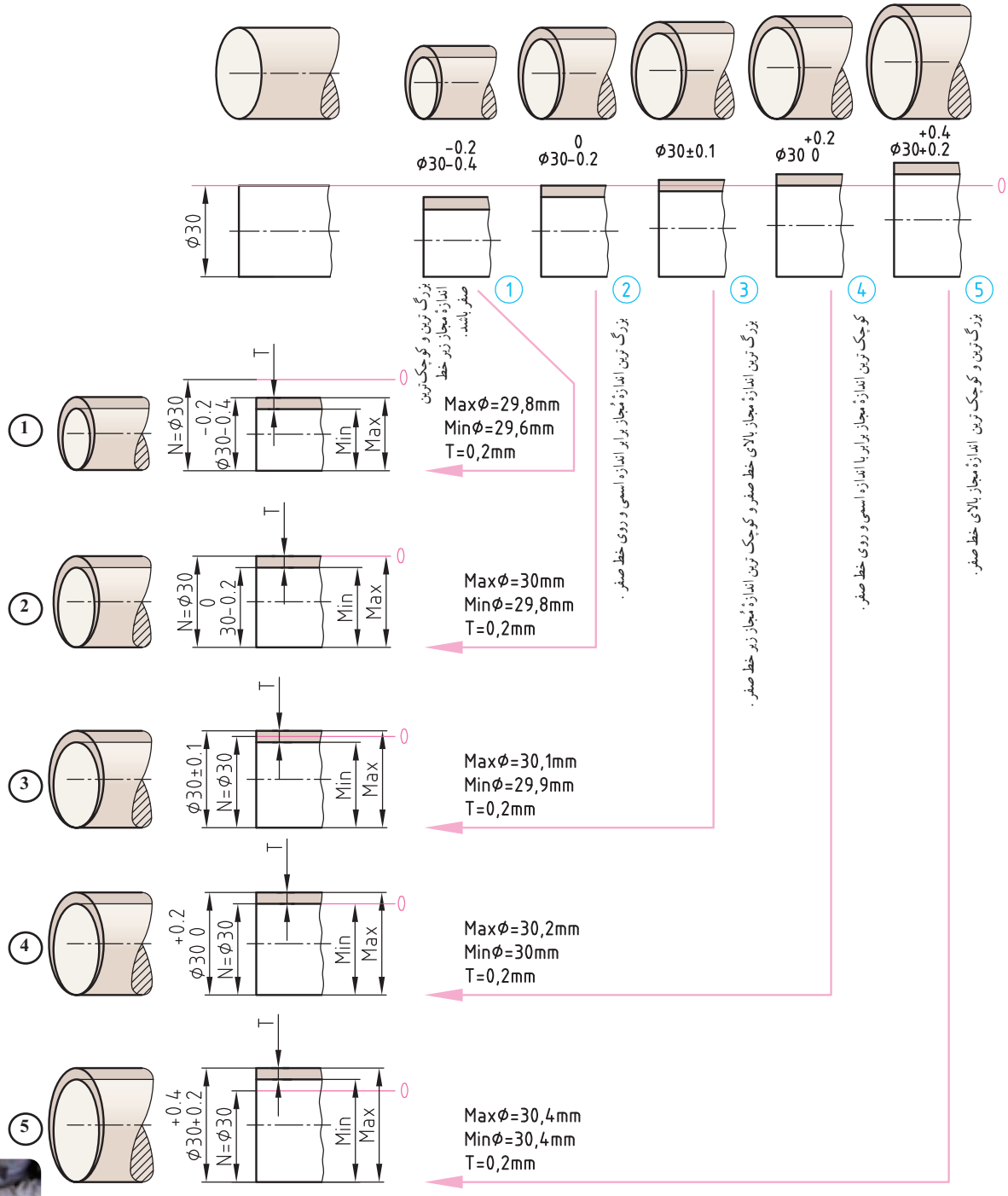


موقعیت و میدان تولرانس

موقعیت تولرانس عبارت است از وضعیت قرارگیری میدان تولرانس نسبت به خط صفر.

به عبارت دیگر، چگونگی قرارگیری انحراف بالایی و پایینی نسبت به خط صفر را موقعیت تولرانس می‌گویند.

به طورکلی پنج نوع موقعیت تولرانس قابل تشخیص است. برای مثال، اگر اندازهٔ اسمی قطر یک میله ۳۰mm باشد، با در نظرگرفتن انحراف اندازه‌های مختلف می‌توان پنج موقعیت مختلف را نسبت به خط صفر به دست آورد که در کارهای صنعتی کاربرد مخصوص به خود را دارند و در مبحث انطباقات راجع به آنها بیشتر صحبت خواهیم کرد. (صفحات ۱۳۷ تا ۱۴۳)



ر.ک.به. صفحه‌های ۴۵ تا ۴۷ کتاب کار

بیشتر بدانیم

تولرانس‌های عمومی[1] (طبق : ۱ــ ISO۲۷۶۸)

طراح قطعه مقدار تولرانس ابعادی را بر مبنای تجربه و کارکرد قطعه و بر اساس استاندارد مربوطه تعیین می کند. در مواردی که برای اندازه‌های طولی مقادیر انحراف اندازهٔ روی نقشهٔ آنها پیش‌بینی نشده باشد، معمولاً برای تعیین انحراف اندازهٔ مُجاز از تولرانس‌های عمومی کمک می گیرند.

تولرانس‌های عمومی در سیستم ایزو طبق استاندارد ۲۷۶۸ ISO و در چهاردرجهٔ تولرانس ظریف (f)، متوسط (m)، خشن (c) و خیلی خشن (v) مطابق جدول ۲ ارائه شده است. شمارهٔ استاندارد تولرانس عمومی و درجهٔ تولرانس آن در قسمتی از جدول نقشه(مطابق شکل مقابل) نوشته می‌شود(مثلاً :ISO۲۷۶۸–m).

مفهوم آن این است که مقدار انحراف‌ها برای اندازه‌های اسمی بدون انحراف بالایی و پایینی از جدول تولرانس های عمومی قابل استخراج است.

جدول۲ــ محدودهٔ انحراف اندازه‌ها برای اندازه‌های طولی(اندازه بر حسب mm) ISO۲۷۶۸

اندازه‌های اسمی / درجه تولرانس		از ۰/۵ تا ۳	بالای ۳ تا ۶	بالای ۶ تا ۳۰	بالای ۳۰ تا ۱۲۰	بالای ۱۲۰ تا ۴۰۰	بالای ۴۰۰ تا ۱۰۰۰	بالای ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰	بالای ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰
f	ظریف	± ۰/۰۵	± ۰/۰۵	± ۰/۱	± ۰/۱۵	± ۰/۲	± ۰/۳	± ۰/۵	–
m	متوسط	± ۰/۱	± ۰/۱	± ۰/۲	± ۰/۳	± ۰/۵	± ۰/۸	± ۱/۲	± ۲
c	خشن	± ۰/۲	± ۰/۳	± ۰/۵	± ۰/۸	± ۱/۲	± ۲	± ۳	± ۴
v	خیلی خشن	–	± ۰/۵	± ۱	± ۱/۵	± ۲/۵	± ۴	± ۶	± ۸

جدول ۳ ــ محدودهٔ انحراف اندازه‌ها برای اندازه‌های شعاع قوس‌ها، پخ‌ها و ارتفاع خزینه‌ها (اندازه بر حسبmm) ISO۲۷۶۸

محدوده تولرانس / درجه تولرانس		از ۰/۵ تا ۳	بالای ۳ تا ۶	بالای ۶
f	ظریف	± ۰/۲	± ۰/۵	± ۱
m	متوسط			
c	خشن	± ۰/۴	± ۱	± ۲
v	خیلی خشن			

مثال ۱ : قطعه‌ای به طول ۵۰mm با درجهٔ تولرانس m تولید خواهد شد. مقدار انحراف بالایی و پایینی آن از جدول ۲ برابر ±۰/۳mm خواهد بود.

مثال ۲ : قوس قطعه‌ای به شعاع ۵mm با درجهٔ تولرانس m تولید خواهد شد. مقدار انحراف بالایی و پایینی آن از جدول ۳برابر ±۰/۵mm خواهد بود.

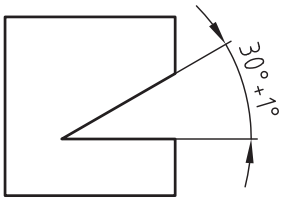
۱ – General Tolerance/ به تولرانس‌های عمومی، تولرانس های آزاد نیز می گویند.

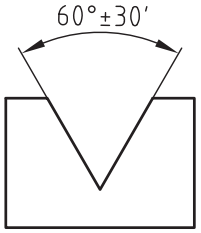
پیشتر بدانیم

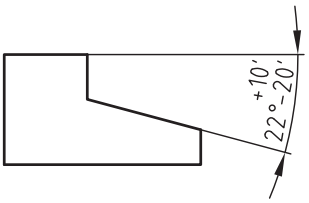
تولرانس زوایا

ساختن یک زاویهٔ قطعهٔ کار به طور دقیق با اندازهٔ اسمی امکان پذیر نیست، لذا در ساختن آن انحراف مُجازی را در نظر می گیرند و آن را برحسب درجه(°)، دقیقه (′) و ثانیه (″) در سمت راست اندازهٔ اسمی می‌نویسند :

برای زوایایی که در روی نقشهٔ آنها انحراف بالایی و پایینی داده نشده است، به منظور تعیین انحراف اندازه با توجه به ضلع کوتاه‌تر زاویه از تولرانس های عمومی ISO۲۷۶۸ استفاده می کنند.





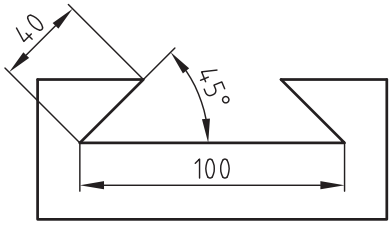


جدول ۴ــ محدودهٔ انحراف اندازهٔ زوایا برای اندازه‌های اسمی (با توجه به ضلع کوتاه تر زاویه)

(اندازه‌ها بر حسب mm) ISO۲۷۶۸

محدوده تولرانس / درجه تولرانس		تا ۱۰	بالای ۱۰ تا ۵۰	بالای ۵۰ تا ۱۲۰	بالای ۲۰ تا ۴۰۰	بالای ۴۰۰
f	ظریف	± ۱°	± ۳۰′	± ۲۰′	± ۱۰′	± ۵′
m	متوسط					
c	خشن	± ۱°۳۰′	± ۱°	± ۲۵′	± ۱۵′	± ۱۰′
v	خیلی خشن	± ۳°	± ۲°	± ۱°	± ۳۰′	± ۲۰′

مثال : شیار دوم چلچله‌ای قطعهٔ مقابل با درجهٔ تولرانس m ساخته خواهد شد. مقدارانحراف‌های زاویه، با توجه به جدول ۴ ±۳۰′ خواهد بود.



قسمت دوم: انطباقات (طبق ISO۲۸۶ـ۱ :)

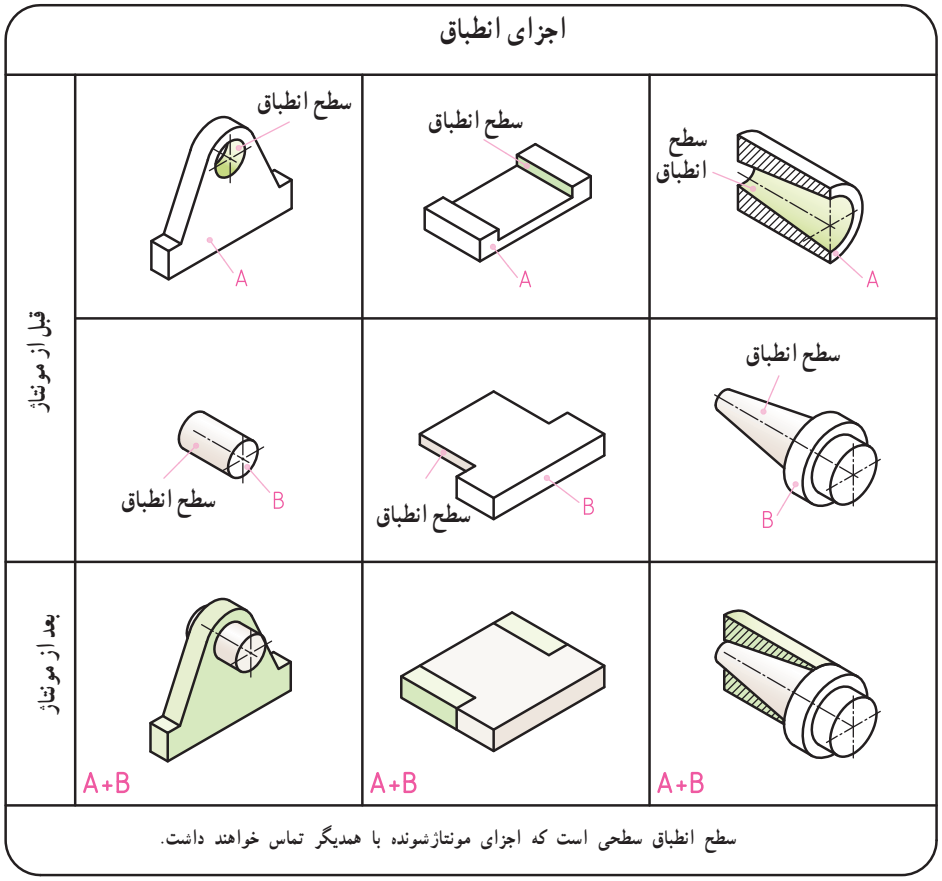
وقتی دو قطعه در داخل یکدیگر قرار می گیرند، می گوییم آن دو قطعه بر هم منطبق شده و انطباقی را به وجود آورده اند.

از نظر تعریف، رابطهٔ موجود بین اندازه‌های دو قطعهٔ انطباقی A وB (درشکل زیر) را قبل از مونتاژ کردن آنها به یکدیگر انطباق می‌گویند.

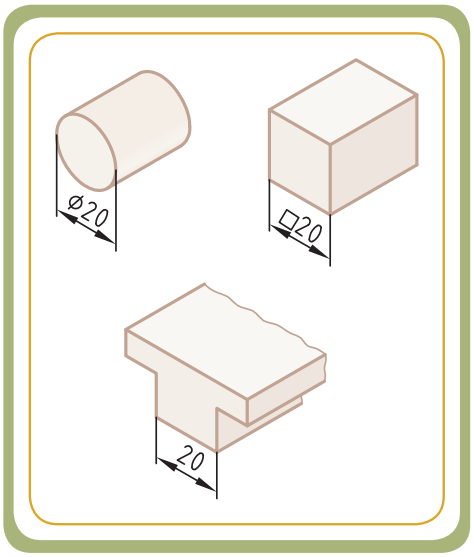
انطباق دو قطعه زمانی امکان پذیر است که اندازهٔ اسمی مشترکی داشته باشند.

در این کارخانه اجزای میل لنگ کشتی روی هم منطبق می‌شوند.

برای هماهنگ کردن اندازه‌های مورد لزوم قطعات به منظور رسیدن به انطباق مورد نظر، مؤسسه استاندارد بین‌المللی ایزو (ISO)انطباقات را زیر پوشش استاندارد خود قرار داده که به نام انطباقات ISO معروف است. رعایت انطباقات ایزو در صنعت باعث دقت و صحت در مونتاژ قطعات می‌گردد.

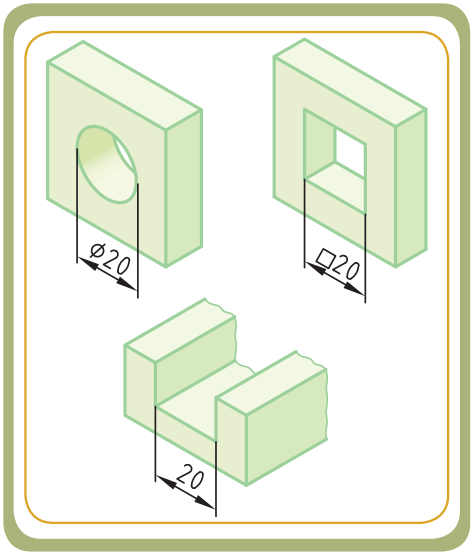


سطح انطباق سطحی است که اجزای مونتاژشونده با همدیگر تماس خواهند داشت.



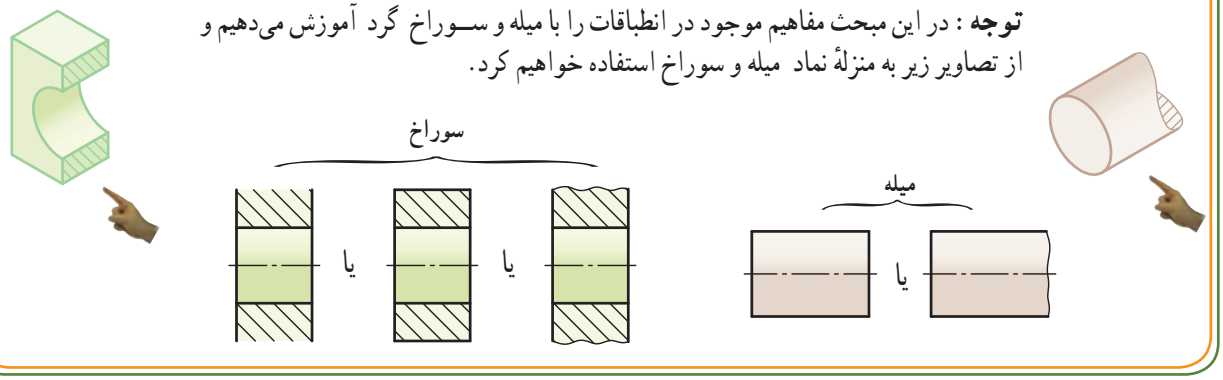
قطعات انطباقی بر حسب انتظاری که از آنها می‌رود، می‌توانند تولرانس‌های متفاوت و نسبت به هم دارای لقی یا سفتی متفاوت داشته باشند. قبل از آنکه به مفهوم سفتی و لقی بپردازیم، لازم است با اصطلاحات به کار برده شده در انطباقات و مفهوم آنها آشنا شویم.

میله : به قسمتی از جسم که دارای اندازهٔ بیرونی باشد میله می‌گویند، مانند قطر میله‌ها و محورها با فرم‌های مختلف مقاطع (گرد، چهارگوش، شش‌گوش و...)، ابعاد زبانه‌ها، پهنا، ضخامت تسمه‌ها و...



سوراخ : به قسمتی از جسم که دارای اندازهٔ داخلی باشد سوراخ می‌گویند، مانند قطر سوراخ‌های گرد، چهارگوش، شش‌گوش، پهنای شیارها و....

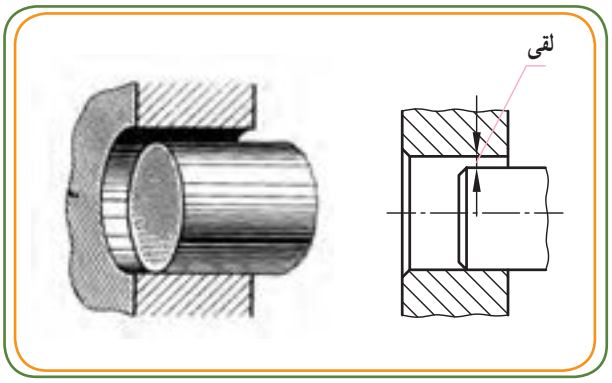
توجه : در این مبحث مفاهیم موجود در انطباقات را با میله و سوراخ گرد آموزش می‌دهیم و از تصاویر زیر به منزلهٔ نماد میله و سوراخ استفاده خواهیم کرد.



آشنایی با مفاهیم لقی و سفتی

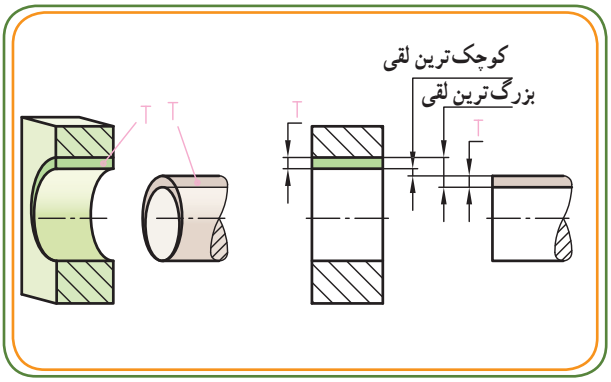
لقی : تفاضل اندازهٔ قطر میله ازقطر سوراخ را لقی می‌گویند، درصورتی که همواره اندازهٔ قطر سوراخ از اندازهٔ قطر میله بزرگ‌تر باشد.

از آنجایی که میله و سوراخ هر کدام دارای تولرانس‌اند، لذا در عمل ممکن است لقی‌های متفاوتی (از بزرگ‌ترین تا کوچک‌ترین لقی) بین دو قطعه به وجود آید.



❊ بزرگ‌ترین لقی وقتی پیش می‌آید که سوراخ بزرگ‌ترین و میله کوچک‌ترین اندازهٔ ممکنه را داشته باشد.

❊ کوچک‌ترین لقی وقتی پیش می‌آید که سوراخ کوچک‌ترین و میله بزرگ ترین اندازهٔ ممکنه را داشته باشد.

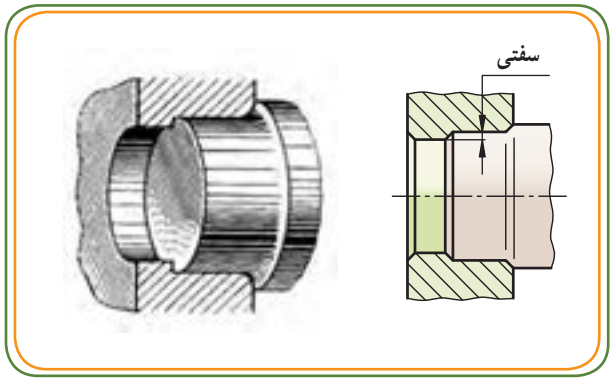


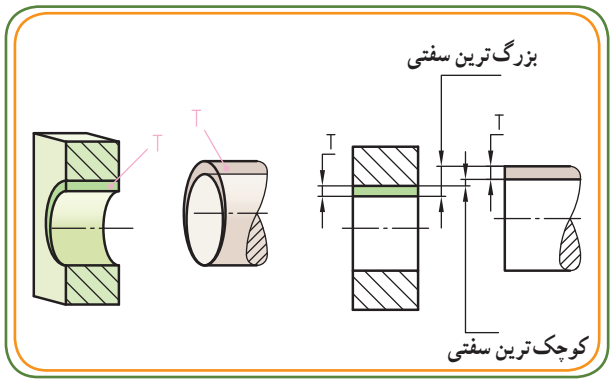
سفتی : تفاضل اندازه قطر میله از قطر سوراخ را سفتی می‌گویند، در صورتی که همواره اندازه قطر میله از اندازه قطر سوراخ بزرگ‌تر باشد.

از آنجایی که میله و سوراخ هر کدام دارای تولرانس می‌باشند، لذا در عمل ممکن است سفتی‌های متفاوتی از کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین سفتی بین دو قطعه وجود داشته باشد.

❊ بزرگ‌ترین سفتی وقتی پیش می‌آید که میله بزرگ‌ترین و سوراخ کوچک‌ترین اندازه ممکنه را داشته باشد.

❊ کوچک‌ترین سفتی وقتی پیش می‌آید که میله کوچک‌ترین و سوراخ بزرگ‌ترین اندازه ممکنه را داشته باشد.

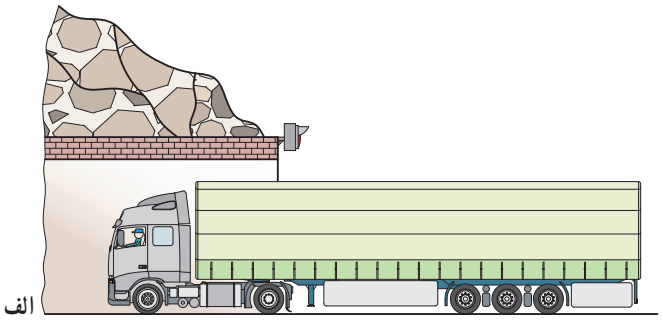




انواع انطباق

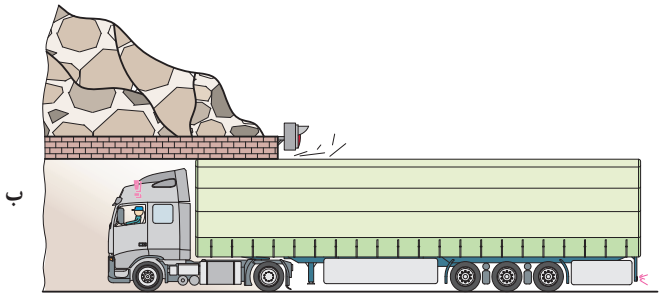
قطعات انطباقی بر حسب انتظاری که از آنها می‌رود، می‌توانند نسبت به هم دارای لقی و یا سفتی متفاوت باشند. به طور کلی می‌توان سه نوع انطباق بازی دار [1]، عبوری [2] و پرسی [3] را تعریف نمود.

برای درک بهتر سه نوع انطباق بازی‌دار، عبوری و پرسی به مثال ساده زیر توجه کنید :



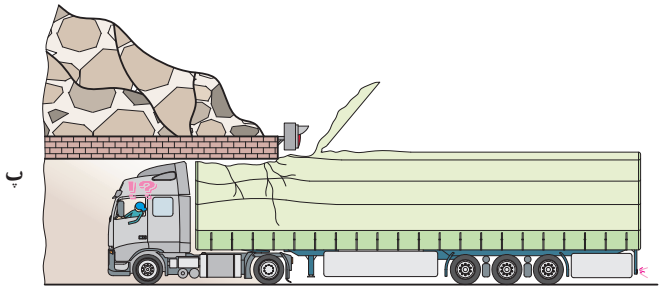
الف

کامیونی در حال حرکت باید از تونلی عبور کند. در شکل الف به دلیل آنکه سقف تونل به قدر کافی بلند است، کامیون به راحتی و بدون هیچ گونه اِشکالی عبور می‌کند. در این صورت می‌توان گفت که عبور به طور آزاد انجام پذیرفته است.



ب

در شکل ب به دلیل آنکه ارتفاع سقف تونل تقریباً برابر با ارتفاع کامیون است، عبور آن به‌راحتی انجام نمی‌شود و در مقابل، حرکت آن کمابیش مقاومتی صورت می‌گیرد، اما به هر حال عبور به طور فیت انجام می شود.



پ

در شکل پ اختلاف ارتفاع زیاد سقف تونل(پایین بودن ارتفاع تونل نسبت به کامیون) باعث برخورد و اصطکاک بسیار شدید می‌شود، به طوری که عبور کامیون با مشکل مواجه می‌شود.

۱ــ به انطباق بازی‌دار، انطباق آزاد و لق نیز گفته می‌شود.

۲ــ به انطباق عبوری، انطباق فیت، جذب یا فی مابین نیز گفته می‌شود.

۳ــ به انطباق پرسی، انطباق فشاری نیز گفته می‌شود.

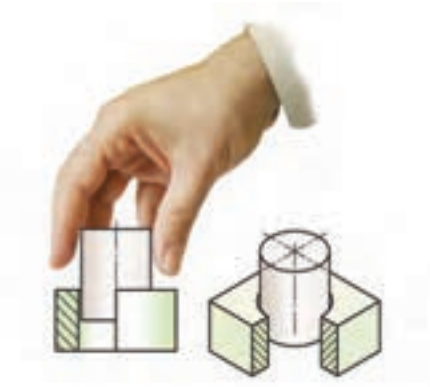
انطباق بازی‌دار :

انطباق بازی‌دار (که به آن انطباق لق یا آزاد هم گفته می‌شود)، انطباقی است که همواره بین سوراخ و میله، لقی ایجاد می‌کند. انطباق بازی‌دار زمانی پیش می‌آید که بزرگ‌ترین اندازهٔ میله از اندازهٔ سوراخ کوچک‌تر و یا حداکثر برابر با کوچک‌ترین اندازهٔ سوراخ باشد.

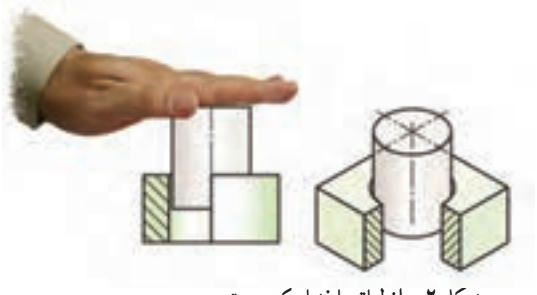
ــ ممکن است لقی زیاد یا متوسط باشد، طوری که برای جا زدن نیاز به نیرو نباشد(شکل ۱).

ــ ممکن است لقی کم باشد، طوری که برای جا زدن، فشار کم دست کافی باشد (شکل ۲).

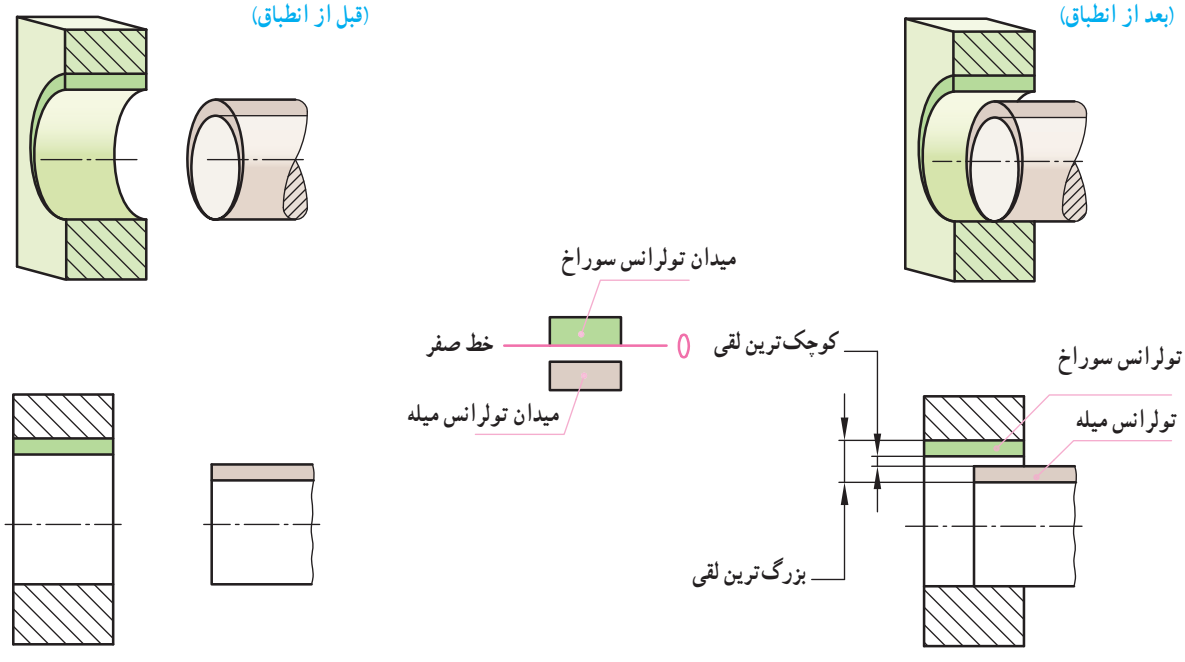
در انطباق بازی‌دار، قطر میله همواره از اندازه قطر سوراخ کوچک‌تر است و میله در داخل سوراخ می‌تواند حرکت آزاد و روان داشته باشد (شکل ۳).



شکل ۱ــ انطباق بدون فشار دست

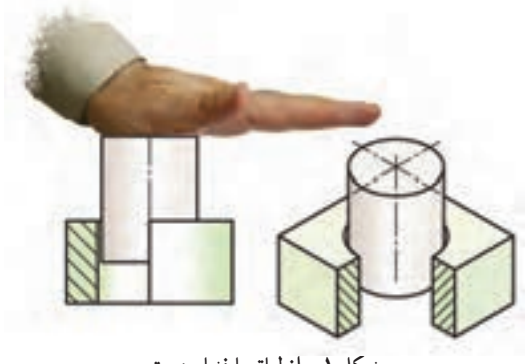


شکل ۲ــ انطباق با فشار کم دست



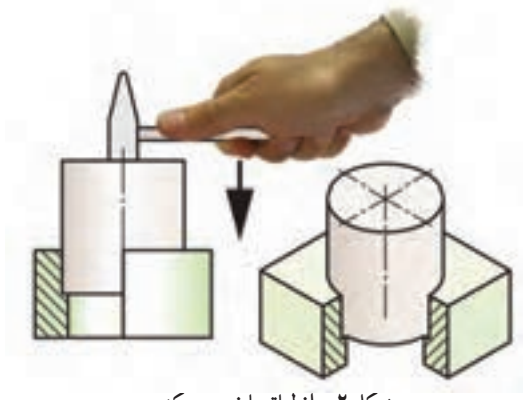
(شکل ۳)

انطباق عبوری : انطباق عبوری که به آن انطباق روان نیز می‌گویند، انطباقی است که ممکن است بین سوراخ و میله لقی یا سفتی ایجاد کند، که نوع آن بستگی به اندازهٔ واقعی (فعلی) سوراخ و میله دارد.



شکل ۱ــ انطباق با فشار دست

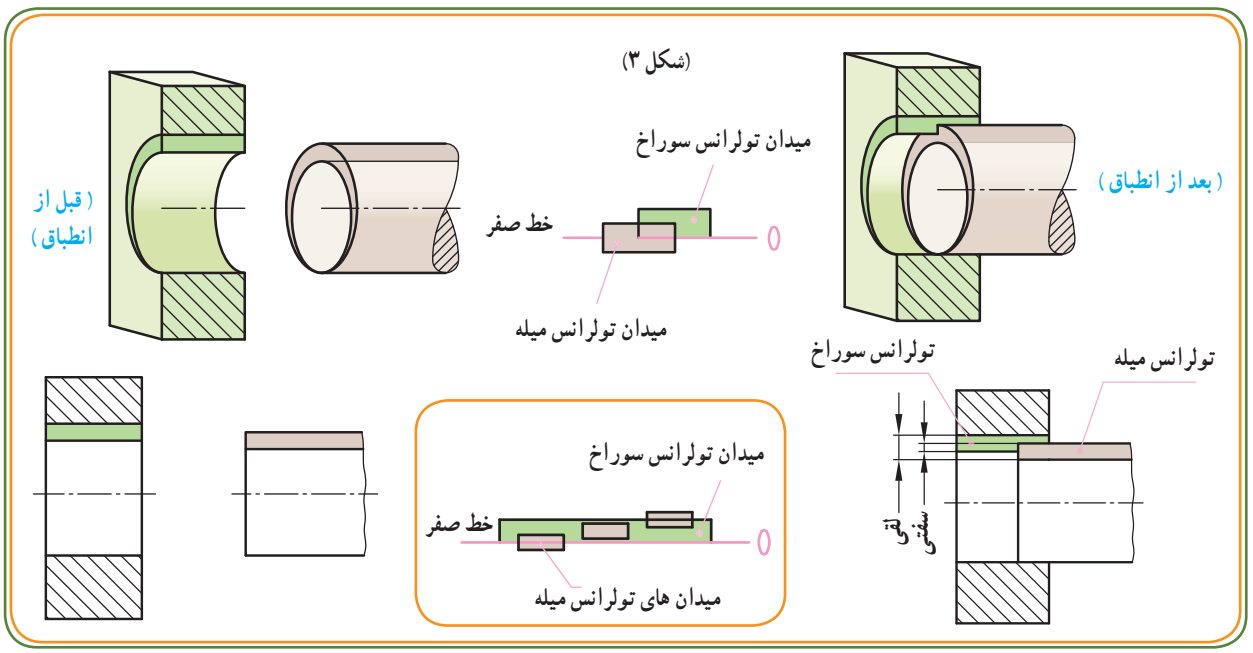
ــ ممکن است لقی خیلی کم یا صفر باشد، طوری که جازدن با تنظیم دقیق میله درامتداد محور سوراخ با فشار دست انجام گیرد(شکل ۱).



شکل ۲ــ انطباق با ضربه چکش

ــ ممکن است سفتی خیلی کم باشد، طوری که جازدن با ضربات ملایم چکش سبک میسر باشد (شکل ۲).

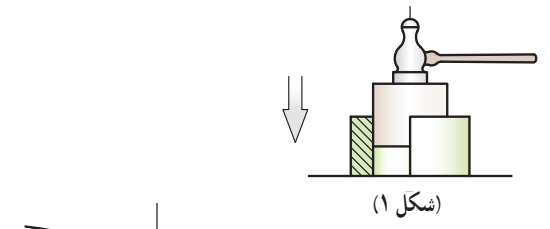
در انطباق عبوری اندازهٔ قطر میله بر حسب مورد می تواند از قطر سوراخ بزرگ‌تر یا کوچک‌تر باشد.
برحسب اندازهٔ فعلی، میله در داخل سوراخ می‌تواند نسبت به هم، حالت بازی دار تا پرسی را داشته باشد (شکل ۳).

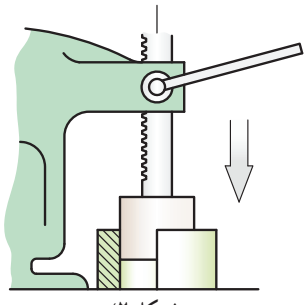


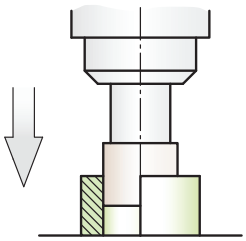
انطباق فشاری (پرسی) : انطباقی است که همواره بین سوراخ و میله، سفتی ایجاد کند. انطباق پرسی زمانی پیش می‌آید که اندازهٔ میله از اندازهٔ سوراخ بزرگ‌تر باشد.

برای انجام انطباق پرسی به نیروی فشار (با شدت‌های مختلف) نیاز است. هرچه اندازهٔ میله نسبت به سوراخ بیشتر شود، نیروی فشار بیشتری برای انطباق آن دو نیاز است.

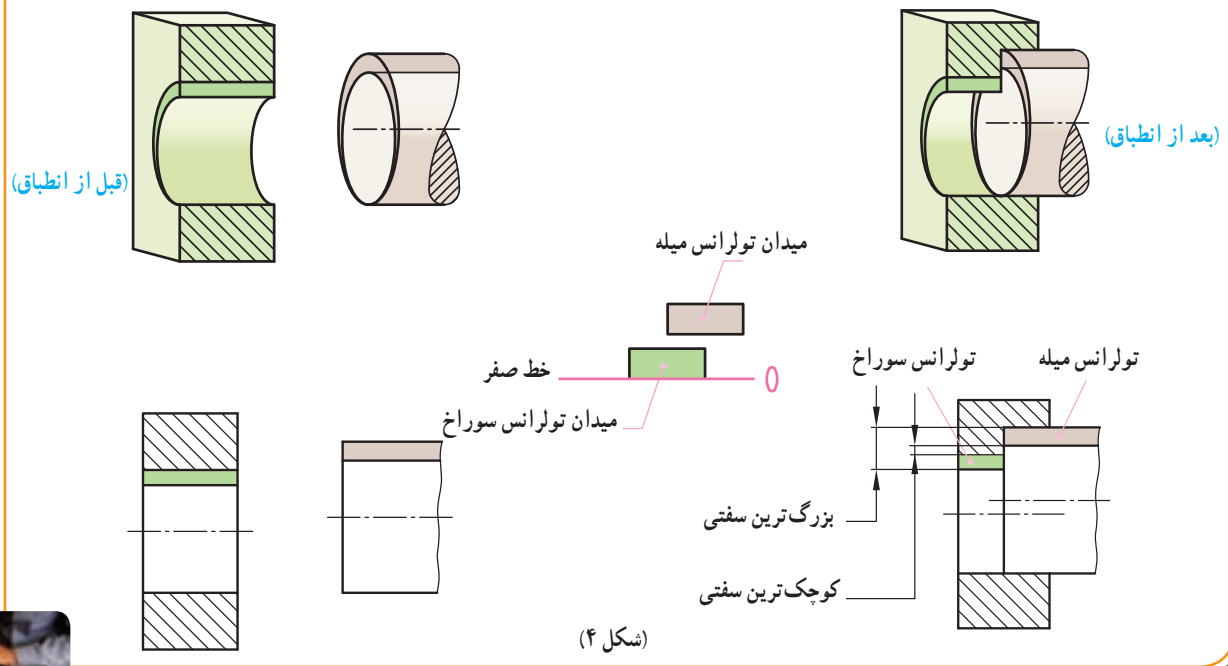
در (شکل ۱)، میله در داخل سوراخ با فشار ضربات چکش سنگین منطبق می‌شود. در (شکل ۲) فشار توسط پرس دستی یا پرس هیدرولیکی باعث انطباق می‌شود (شکل ۳). به کمک انبساط (گرم کردن سوراخ) و انقباض (سرد کردن میله) و به کمک پرس، انطباق انجام می‌شود (انطباق سنگین).


(شکل ۱)


(شکل ۲)


(شکل ۳)

در انطباق پرسی همواره اندازه قطر میله از اندازه سوراخ بزرگ‌تر می‌باشد و بین میله و سوراخ کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین سفتی وجود خواهد داشت (شکل ۴).

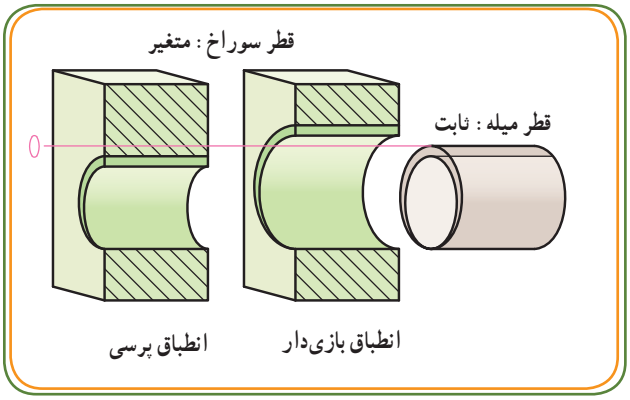


(شکل ۴)

ر.ک.ب. صفحهٔ ۴۸ کتاب کار

سیستم انطباق :انواع انطباق‌ها (بازی دار، عبوری و پرسی) می‌توانند برحسب لزوم در یکی از دو سیستم : ثبوت سوراخ یا سیستم ثبوت میله مورد استفاده قرار گیرند.

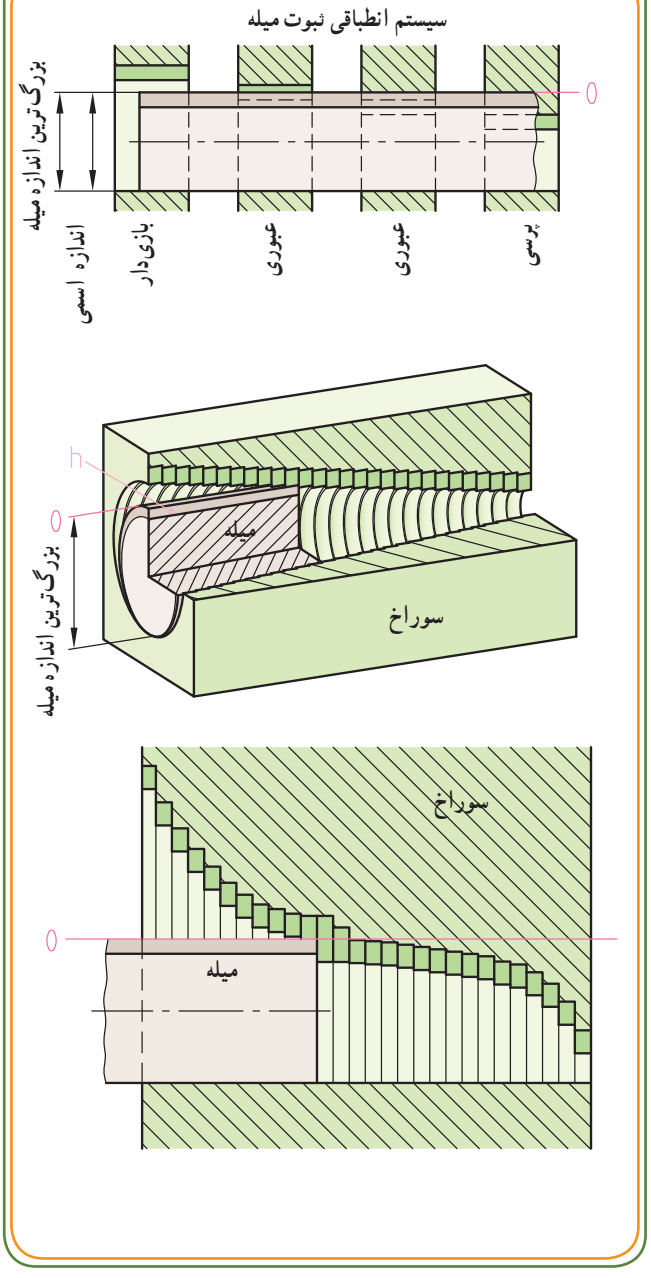
سیستم ثبوت میله (میله مبنا) : در سیستم ثبوت میله، اندازهٔ قطر میله‌ها را ثابت نگه می‌دارند و با انتخاب انحراف اندازه‌های لازم، قطر سوراخ‌ها را بر حسب نیاز به نحوی تغییر می‌دهند که هر نوع انطباقی که لازم باشد حاصل شود.



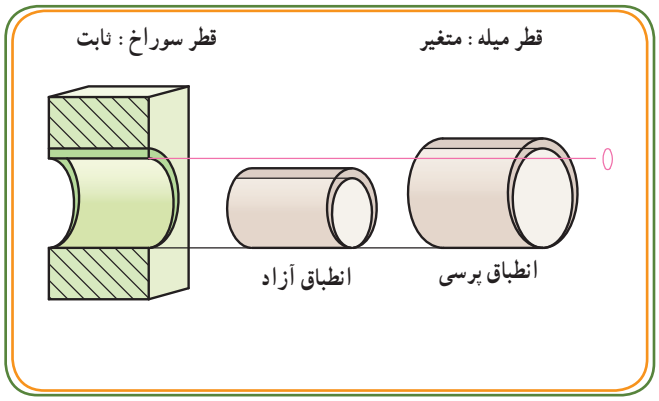
تصاویر روبه رو را از بالا به پایین بررسی کنید. مشاهده می‌شود که در این سیستم برای همهٔ میله‌ها انحراف اندازهٔ بالایی برابر صفر، بزرگ‌ترین اندازهٔ میله برابر اندازهٔ اسمی است و همگی منطبق برخط صفرند.

در سیستم ثبوت میله، انحراف بالایی میله برابر صفر است.

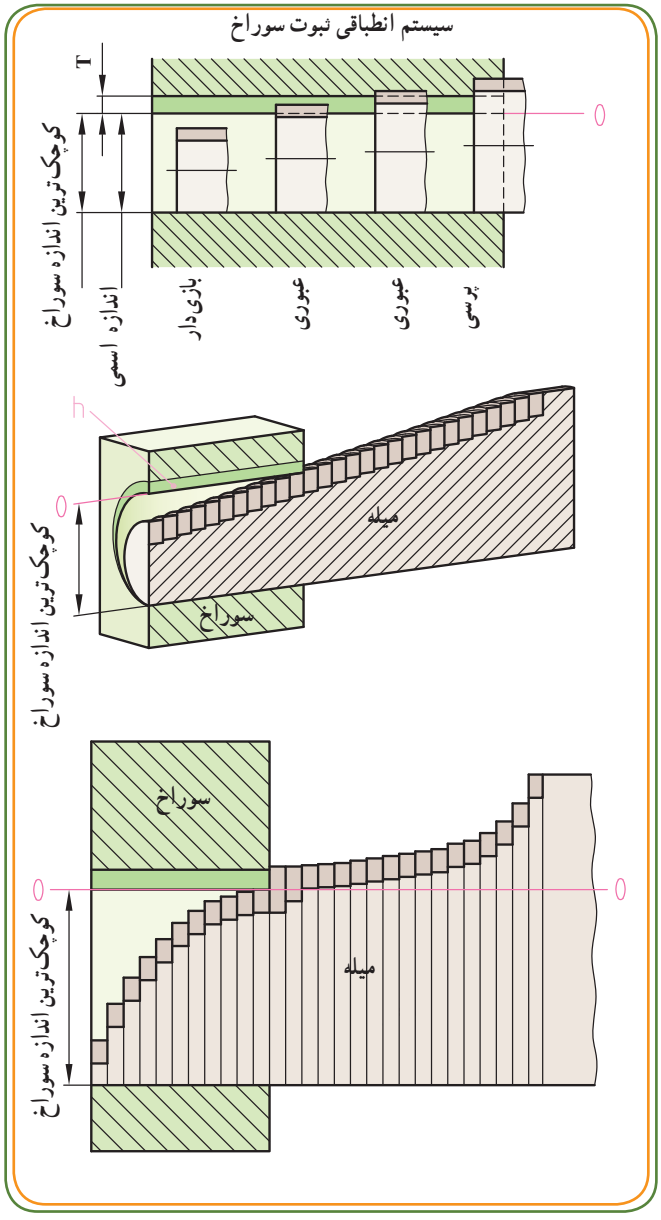
از سیستم ثبوت میله بیشتر در صنایع سنگین استفاده می‌شود.



سیستم ثبوت سوراخ (سوراخ مبنا) : در سیستم ثبوت سوراخ، اندازهٔ قطر سوراخ ها را ثابت نگه می دارند و با انتخاب انحراف اندازهٔ لازم، قطر میله‌ها را بر حسب نیاز به نحوی تغییر می دهند که هر نوع انطباقی لازم باشد حاصل شود.



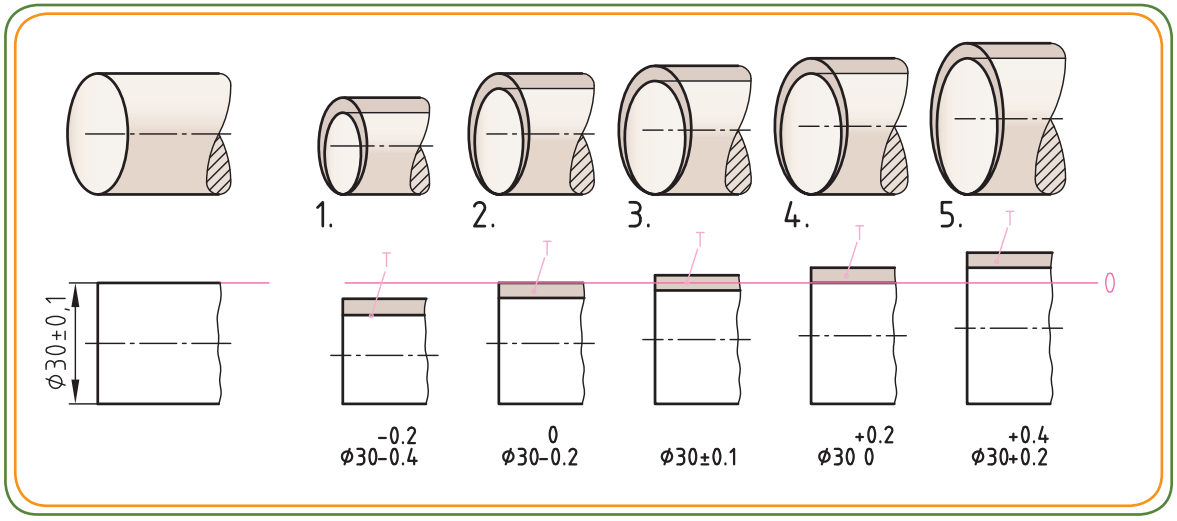
تصاویر روبه‌رو را از بالا به پایین بررسی کنید. مشاهده می‌شود که در این سیستم برای همهٔ سوراخ‌ها، انحراف اندازهٔ پایینی برابر صفر و کوچک‌ترین اندازهٔ سوراخ برابر اندازهٔ اسمی وهمگی منطبق برخط صفرند.



در سیستم ثبوت سوراخ، انحراف پایینی سوراخ برابر صفر است.

از این سیستم بیشتر در ماشین‌سازی عمومی و دقیق یعنی صنایع سبک استفاده می‌شود.

مراحل انطباق : انواع انطباقات (آزاد، عبوری، پرسی) می‌توانند بر حسب مورد لزوم در یکی از دو سیستم : ثبوت سوراخ یا ثبوت میله مورد استفاده قرار گیرند. از طرفی مشاهده شد که در هر کدام از حالت‌های انطباقی (آزاد، عبوری و پرسی) می‌توان لقی و سفتی‌های متفاوتی را در نظر گرفت :(لقی کم، لقی متوسط، لقی زیاد یا سفتی کم، سفتی متوسط و سفتی زیاد). همچنین در مبحث موقعیت تولرانس‌ها در صفحه ۱۲۵ اشاره شد که در یک میله موقعیت تولرانس نسبت به خط صفر در پنج حالت کلی (مطابق شکل زیر) وجود دارد.

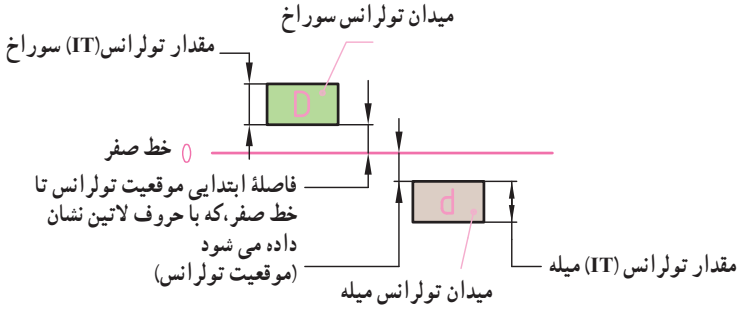


اما از آنجایی که در عمل، پنج مرحلهٔ فوق برای مشخص کردن موقعیت تولرانس کافی نیست، استاندارد ایزوISO (به جای پنج مرحلهٔ کلی فوق)، ۲۸ موقعیت تولرانس را، در نظر گرفته است. این ۲۸ مرحله با حروف لاتین مشخص می شوند.

*** انتخاب حروف لاتین برای موقعیت تولرانس** : موقعیت تولرانس توسط یک یا دو حرف از حروف A تا ZC برای سوراخ ها و a تا zc برای میله‌ها در نظر گرفته می شود.

در شکل زیر مشاهده می‌کنید که فاصلهٔ ابتدایی موقعیت‌های تولرانس تا خط صفر با حروف لاتین(مثلd یاD) نشان داده شده است. بنابراین حروف لاتین نشان‌دهندهٔ کوچک‌ترین فاصلهٔ موقعیت تولرانس از « خط صفر» می‌باشند.

در تقسیم‌بندی حروف، حرف H برای سوراخ مبنا، با انحراف پایین صفر و حرف h برای میله مبنا با انحراف بالایی صفر در نظر گرفته می‌شود.



موقعیت تولرانس برای میله ها

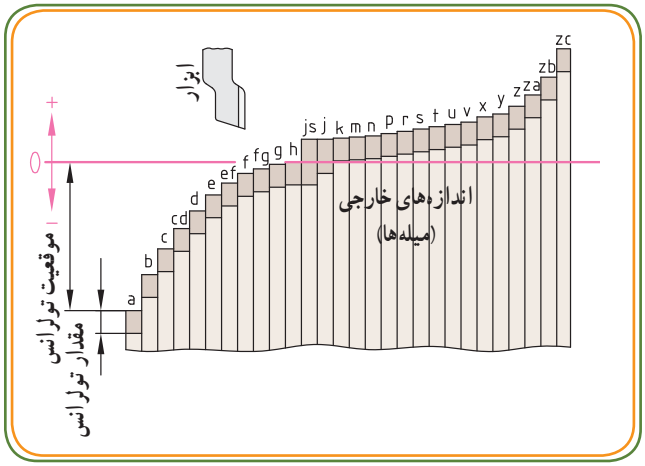
در سیستم ایزو ISO برای میله ها، ۲۸ موقعیت تولرانس نسبت به خط صفر (از a تا zc) در نظر گرفته شده است.

برای معرفی موقعیت تولرانس میله‌ها از حروف لاتین کوچک استفاده می‌شود.

با توجه به نمودار مقابل :

از حروف a تا g قطر میله‌ها کوچک‌تر از اندازهٔ اسمی هستند و پایین تر از خط صفر قرار دارند.

از حرف h به بعد اندازه‌های میله‌ها بزرگ‌تر از اندازه اسمی هستند و بالای خط صفر قرار می‌گیرند.



□ نتیجه اینکه :

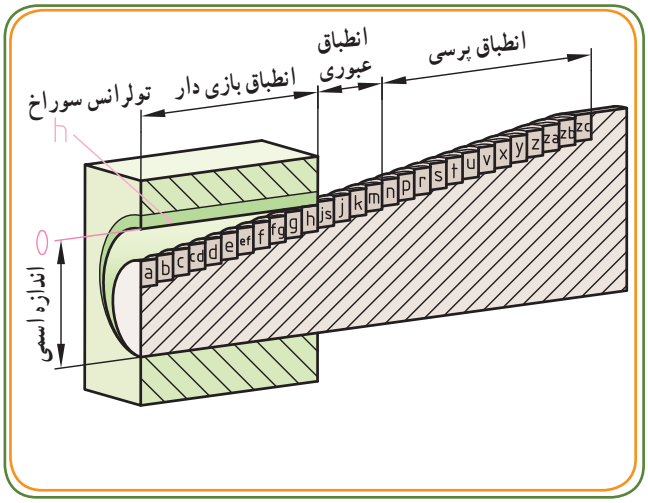
برای ایجاد انطباق آزاد می‌توان از حروف a تا h استفاده کرد.

گفتنی است که بیشترین لقی در حرف a و کمترین لقی در حرف h وجود دارد.

برای ایجاد انطباق عبوری از حروف js تا n استفاده می‌شود.

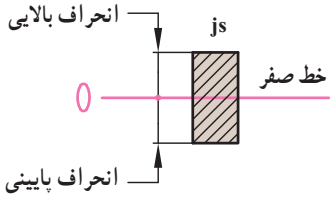
برای ایجاد انطباق پرسی از حروف p تا zc استفاده می‌شود.

گفتنی است که کمترین سفتی در حرف p و بیشترین سفتی در حرف zc به وجود می‌آید.



* دو نکته مهم

۱ــ در مرحلــه انطباقی js مقدار انحــراف بالایی و پایینی برابر است.



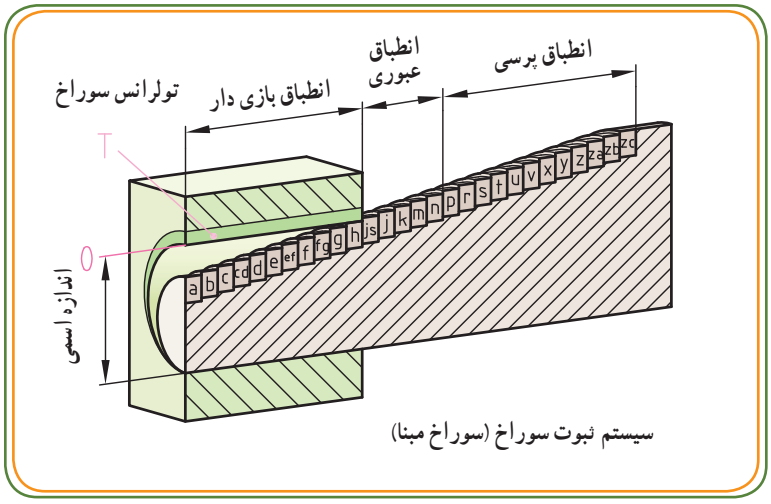
۲ــ در مرحله انطباقی h، بزرگ ترین اندازهٔ میله بر اندازهٔ اسمی منطبق است.

به عبارت دیگر در مرحلهٔ انطباقی h، انحراف بالایی میله صفر است.

جدول زیر، حروف لاتینی که برای ۲۸ مرحلهٔ انطباقی میله در نظر گرفته شده‌اند را نشان می‌دهد.

میله	بازی‌دار	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g			
	مبنا	h	مرحلهٔ h مبناست											
	عبوری	js	j	k	m	n								
	پرسی	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	

میله ها با توجه به موقعیت‌های تولرانس مربوطه (از a تا zc) می‌توانند انطباق های متفاوتی را با سوراخ مبنا H (مطابق شکل و مثال های زیر) به وجود آورند :



سیستم ثبوت سوراخ (سوراخ مبنا)

مثال :

ϕ30H7/g6 بازی‌دار
ϕ30H8/j6 عبوری
ϕ30H7/r6 پرسی

به شکل بالا دقت کنید.

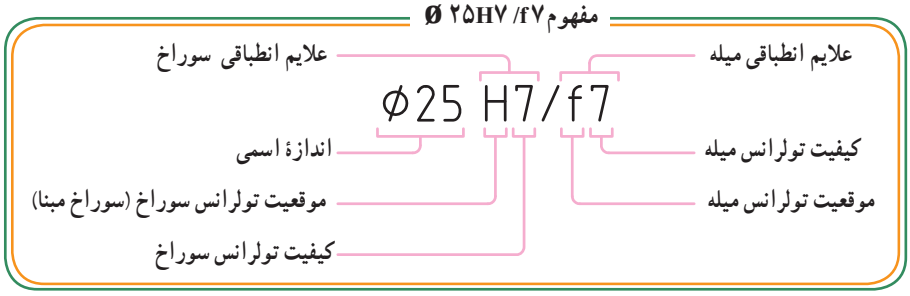
هرچه از حرف a به طرف حرف zc نزدیک شویم، نوع انطباق محکم‌تر می‌شود. به این ترتیب سوراخی با موقعیت تولرانس H، با میله هایی با موقعیت تولرانس از a تا h انطباق بازی دار و از js تا n انطباق عبوری و از p تا zc انطباق پرسی را به وجود می آورند.

*** توجه :**

وقتی می‌نویسیم ø۴۲H۷/g۶ به مفهوم آن است که انطباق بازی دار مربوط به یک میله و سوراخ با اندازهٔ اسمی ۴۲mm است. بعد از اندازه اسمی ابتدا علایم انطباقی سوراخ (مثل H۷) و سپس علایم انطباقی میله (مثل g۶) معرفی می شود.

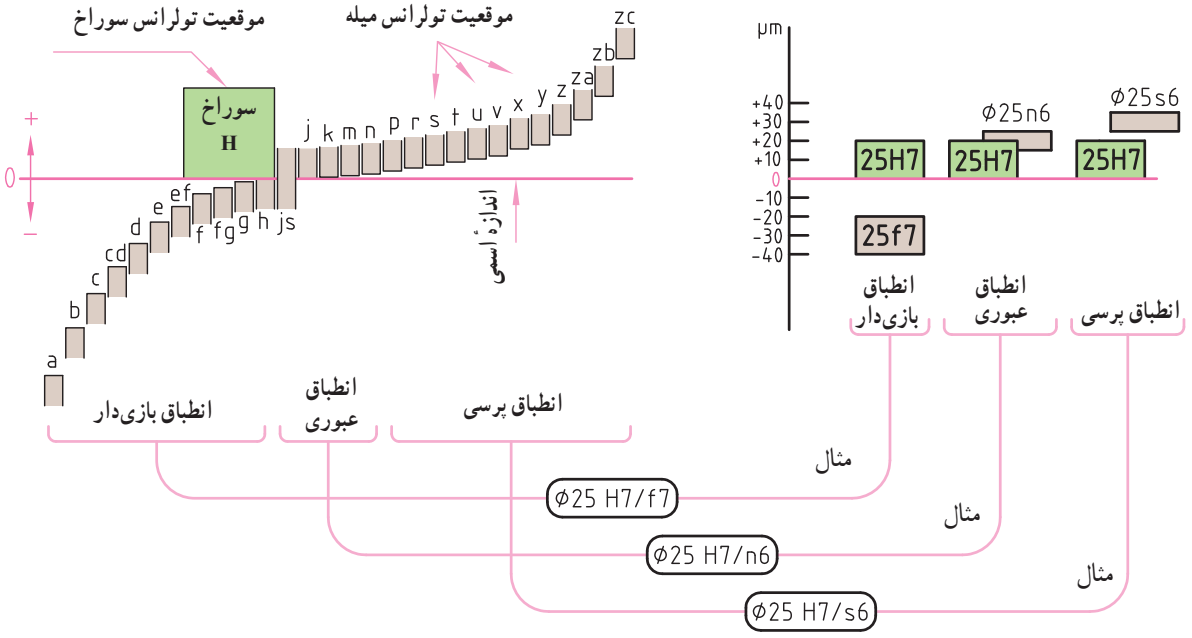
به مفهوم Ø ۲۵H۷ /f۷ توجه کنید :

مفهوم Ø ۲۵H۷ /f۷



مثال : در سیستم انطباقی ثبوت سوراخ در شکل زیر برای اندازهٔ اسمی ۲۵ Ø، سه حالت انطباقیِ : بازی‌دار، عبوری و پرسی در نظر گرفته شده است.

* دو اندازه : یکی Ø ۲۵f۷ برای میله و دیگری Ø ۲۵H۷ برای سوراخ ← یک انطباق بازی‌دار را فراهم می‌کند.
* دو اندازه : یکی Ø ۲۵n۶ برای میله و دیگری Ø ۲۵H۷ برای سوراخ ← یک انطباق عبوری را فراهم می‌کند.
* دو اندازه :Ø۲۵s۶ برای میله و دیگری Ø ۲۵H۷ برای سوراخ ← یک انطباق پرسی را فراهم می‌کند.



ارزش‌یابی

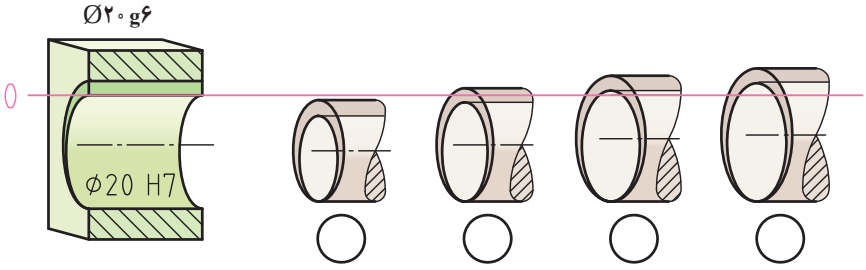
در سیستم انطباقی ثبوت سوراخ با نوشتن اعداد ۱ تا ۴ (در داخل دایره‌های زیر تصویر میله‌ها) مشخص کنید هریک از علامت انطباقی، متعلق به کدام میله است؟

① Ø۲۰g۶

② Ø۲۰r۶

③ Ø۲۰k۶

④ Ø۲۰js۶



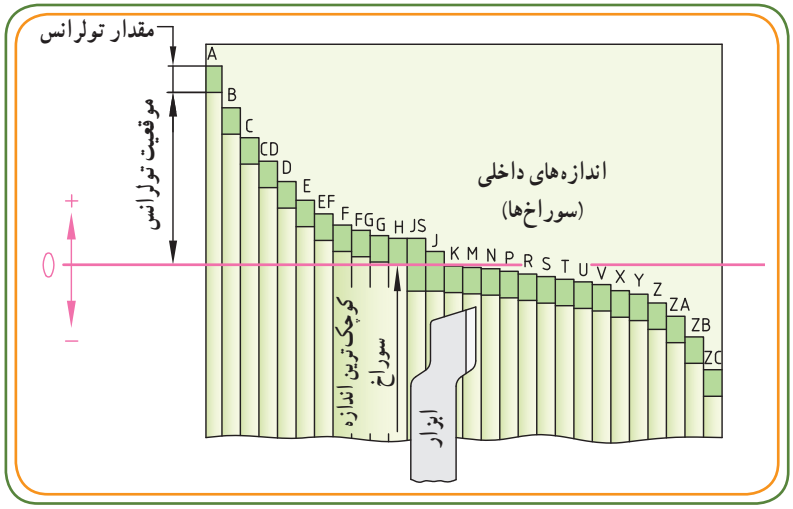
موقعیت تولرانس برای سوراخ‌ها

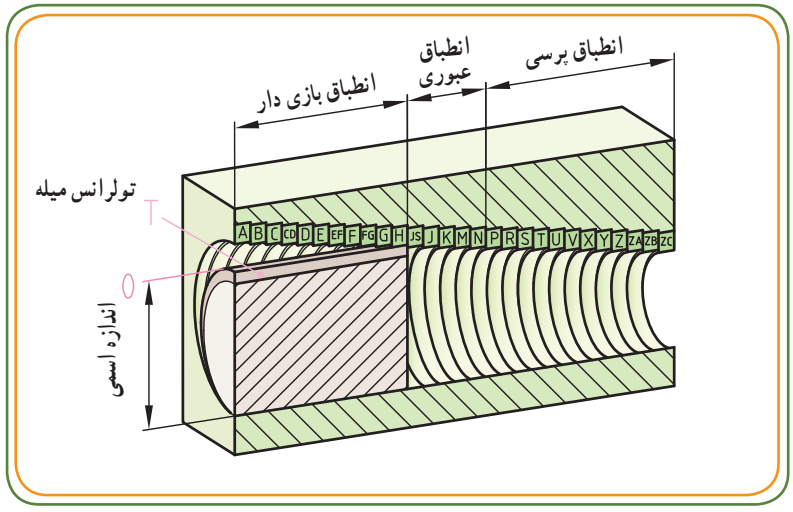
در سیستم ایزو ISO برای سوراخ‌ها، ۲۸ موقعیت تولرانس نسبت به خط صفر (از A تا ZC) در نظر گرفته شده است. برای معرفی موقعیت تولرانس سوراخ‌ها از حروف لاتین بزرگ استفاده می‌شود.

با توجه به نمودار مقابل :

از حروف A تا G قطر سوراخ‌ها بزرگ‌تر از اندازهٔ اسمی است و بالاتر از خط صفر قرار دارند.

از حروف js تا zc قطر سوراخ‌ها کوچک‌تر از اندازه اسمی هستند و در پایین خط صفر قرار می‌گیرند.





□نتیجه اینکه :

برای ایجاد انطباق آزاد می‌توان از حروف A تا H استفاده کرد.

گفتنی است که بیشترین لقی در حرف A و کمترین لقی در حرف H وجود دارد.

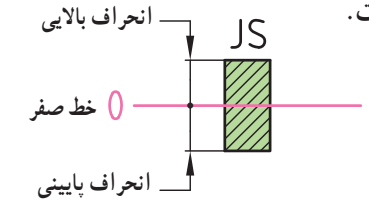
برای ایجاد انطباق عبوری از حروف JS تا N استفاده می‌شود.

برای ایجاد انطباق پرسی از حروف P تا ZC استفاده می‌شود.

گفتنی است که کمترین سفتی در حرف P و بیشترین سفتی در حرف ZC به وجود می‌آید.

* دو نکته مهم

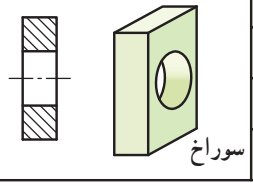
۱ــ در مرحلــه انطباق JS، مقدار انحراف بالایی و پایینی برابر است.



۲ــ در مرحلهٔ انطباقی H،کوچک ترین اندازهٔ سوراخ بر اندازهٔ اسمی منطبق است.

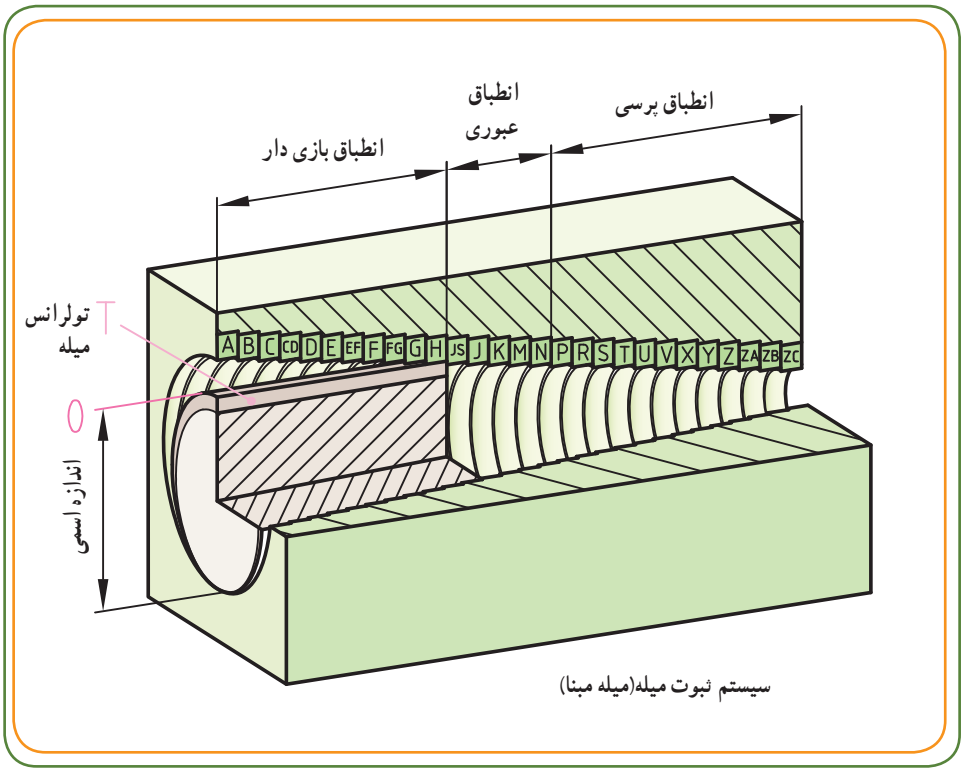
به عبارت دیگر در مرحلهٔ انطباقیH انحراف پایینی سوراخ صفر است.

جدول زیر، حروف لاتینی که برای ۲۸مرحلهٔ انطباقی سوراخ در نظر گرفته شده است، را نشان می‌دهد.



بازی‌دار	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G			
مبنا	H	مرحلهٔ H مبناست											
عبوری	JS	J	K	M	N								
پرسی	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	

در سیستم ثبوت میله حرف h مشخص کنندهٔ موقعیت تولرانس میله است و همواره سیستم ثبوت میله را تداعی می‌کند.(حرف h برای میله مبنا برگزیده شده است) سوراخ‌ها، با توجه به موقعیت میدان‌های تولرانس مربوط از (A تا ZC)، می‌توانند انطباق های متفاوتی را با میلهٔ مبنا h (مطابق شکل و مثال‌های زیر) به وجود آورند.



مثال :

آزاد $\phi 30 G7/h6$

عبوری $\phi 30 J7/h6$

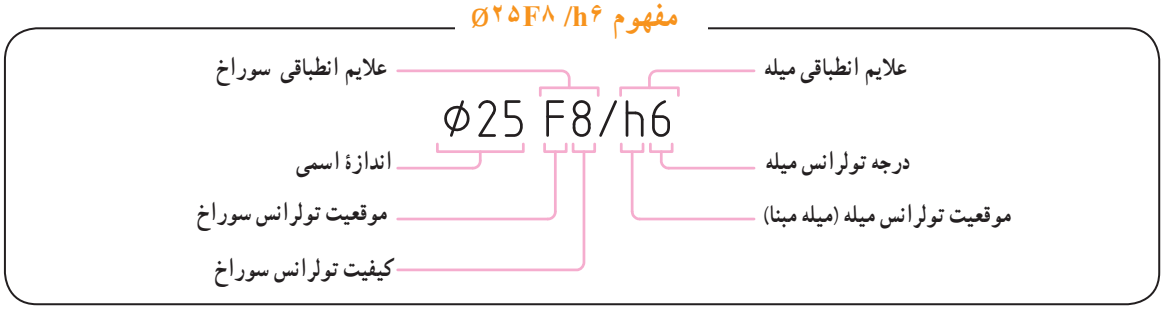
پرسی $\phi 30 S7/h6$

به شکل بالا دقت کنید :

هر چه از حرف A به طرف حرف ZC نزدیک شویم، نوع انطباق محکم‌تر می‌شود. به این ترتیب میله‌ای با موقعیت تولرانس h با سوراخ هایی با موقعیت تولرانس از A تا H انطباق بازی‌دار، از JS تا N انطباق عبوری و از P تا ZC انطباق پرسی رابه وجود می‌آورند.

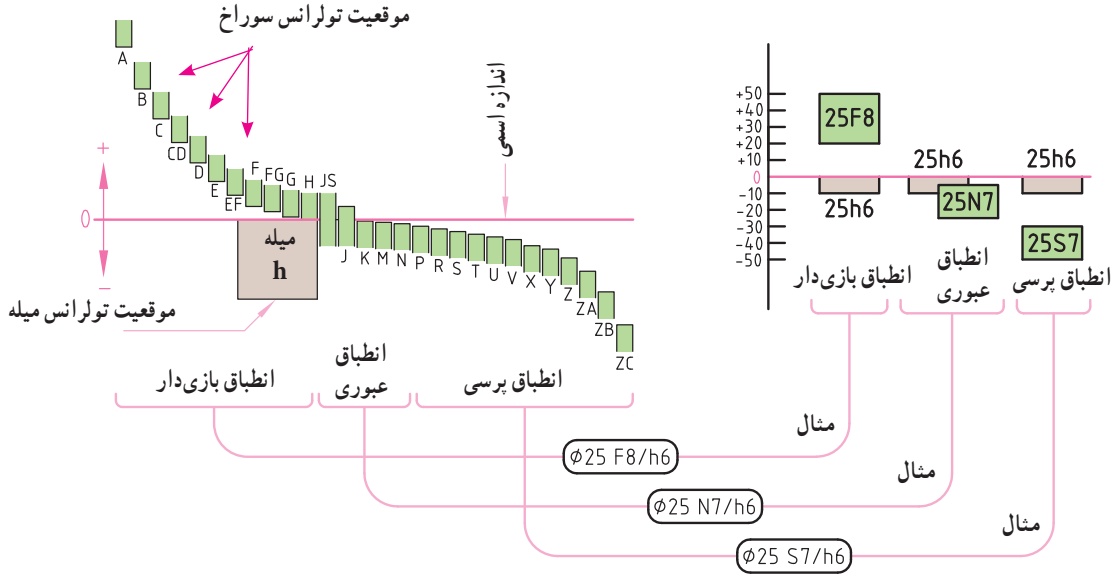
به مفهوم Ø۲۵F۸ /h۶ توجه کنید :

مفهوم Ø۲۵F۸ /h۶



مثال : در سیستم انطباقی میلهٔ مبنا، در شکل زیر برای اندازه اسمی Ø۲۵ سه حالت انطباقیِ : بازی‌دار، عبوری و پرسی در نظر گرفته شده است.

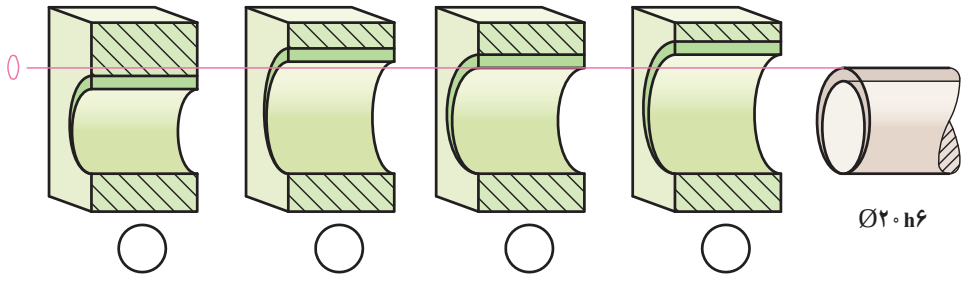
* دو اندازه : یکی Ø۲۵F۸ برای سوراخ و دیگری Ø۲۵h۶ برای میله ← یک انطباق بازی‌دار را فراهم می‌کند.
* دو اندازه : یکی Ø۲۵N۷ برای سوراخ و دیگری Ø۲۵h۶ برای میله ← یک انطباق عبوری را فراهم می‌کند.
* دو اندازه : یکی Ø۲۵S۷ برای سوراخ و دیگری Ø۲۵h۶ برای میله ← یک انطباق پرسی را فراهم می‌کند.



ارزش‌یابی

در سیستم انطباقی ثبوت میله با نوشتن اعداد ۱ تا ۴ (در داخل دایره‌های زیر تصویر سوراخ‌ها) مشخص کنید هر یک از علایم انطباقی متعلق به کدام سوراخ است؟

۱) Ø۲۰N۷
۲) Ø۲۰G۷
۳) Ø۲۰F۷
۴) Ø۲۰H۷



ر.ک.به. صفحه‌های ۴۹ تا ۵۱ کتاب کار

استفاده از جدول تولرانس‌ها و انطباقات

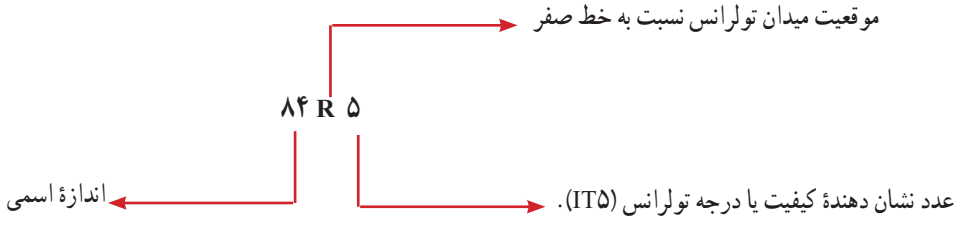
بنابرآنچه گفته شد نتیجه می‌گیریم حروف لاتین موقعیت تولرانس سوراخ و میله را نسبت به خط صفر نشان می دهند. به این ترتیب می‌توان از حروف الفبای لاتین پی برد که آیا اندازه و علائم انطباقی موردنظر به سوراخ مربوط است یا به میله.

همچنین می‌توان با توجه به حروف لاتین، حالت انطباق را هم تشخیص داد.

مثال : مفهوم ∅۳۰H۷... این است که سوراخی با قطر ۳۰ و در حالت مبنا با کیفیت تولرانس ۷ موجود است و مفهوم ∅۴۳g۶ ... آن است که میله‌ای با قطر ۴۳ به حالت آزاد مرحلهٔ g و کیفیت تولرانس ۶ می‌باشد.

در نقشه کار اندازه اسمی به همراه حروف لاتین (موقعیت میدان تولرانس) و به همراه عدد (درجه تولرانس) آورده می‌شود.

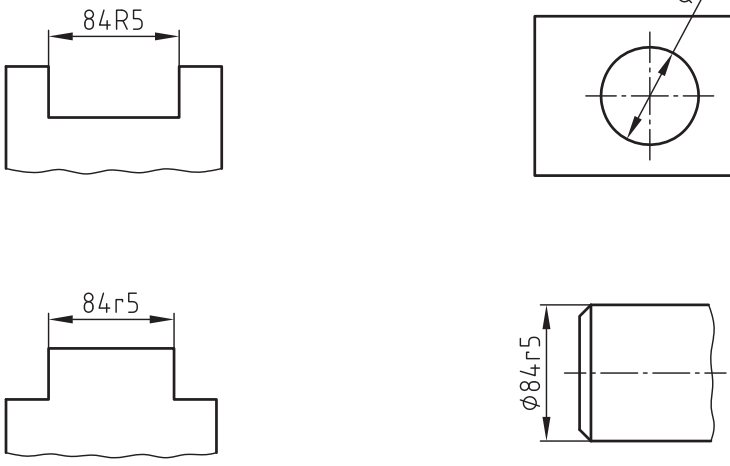
چند مثال



(توجه کنید که عبارت ۸۴R۵ مختصر شدهٔ عبارت ۸۴RIT۵ است.)

از روی حرف R بزرگ مشخص می شود که اندازهٔ مورد نظر مربوط به اندازه داخلی (شیار یا سوراخ) است.

اگر علایم انطباقی به صورت ۸۴r۵ باشد از روی حرف r کوچک مشخص می‌شود که اندازه مورد نظر مربوط به اندازه بیرونی (میله یا زبانه) است.



نکته : با بالارفتن عدد کیفیت تولرانس، مقدار تولرانس بیشتر و دقت کار و هزینه ساخت کمتر می‌شود.

انتخاب محدودهٔ تولرانس (مقدار انحراف‌های حدّی سوراخ و میله) در انطباقات (ISO ۲۸۶-۲)

در انطباقات ایزو، برای هریک از ۲۸ نوع موقعیت تولرانس سوراخ ها و میله‌ها، مقدار انحراف اندازهٔ بالایی و پایینی را برای اندازه‌های اسمی تا ۵۰۰mm و در برخی موارد لازم تا ۳۱۵۰mm از روی روابط موجود محاسبه و در جدول ۲ــ۲۸۶ ISO درج نموده‌اند.

در صنایع مکانیک، طراحان با توجه به کاربرد قطعات انطباقی و با مراجعه به جداول راهنمای انطباقات ایزو، علایم انطباقی مناسب آنها را با توجه به نوع سیستم انطباق (سیستم ثبوت سوراخ یا میله) تعیین و روی نقشه های فنی ثبت می نمایند.

سازنده‌ها و تولیدکننده‌ها نیز با مراجعه به جداول انتخاب محدودهٔ تولرانس، مقدار انحراف بالایی و پایینی سوراخ و میله را با در نظر گرفتن اندازهٔ اسمی و علامت انطباقی، از جدول تعیین می‌کنند و در ساخت و تولید به کار می‌برند. (شکل‌های ۱ و ۲)

در شکل زیر قسمتی از یک جدول استاندارد ارائه شده است[1].

شکل ۱

ISO ــ انطباقات

سیستم سوراخ مبنا — محدودهٔ تولرانس به µm (۱µm = ۰٫۰۰۱mm)

محدوده اندازه نامی تا... از mm	سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس لق: h5	j6	k6	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس خوری: n5	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس برسی: p5	سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس لق: f7	g6	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس لق: h6	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس خوری: j6	k6	m6	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس برسی: n6	r6	s6
	H6						H7									
1...3	+6 0	0 -4	+4 -2	+6 0	+8 +4	+10 +6	+10 0	-6 -16	-2 -8	0 -6	+4 -2	+6 0	+8 +2	+10 +4	+16 +10	+20 +14
3...6	+8 0	0 -5	+6 -2	+9 +1	+13 +8	+17 +12	+12 0	-10 -22	-4 -12	0 -8	+6 -2	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+23 +15	+27 +19
6...10	+9 0	0 -6	+7 -2	+10 +1	+16 +10	+21 +15	+15 0	-13 -28	-5 -14	0 -9	+7 -2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+28 +19	+32 +23
10...14	+11 0	0 -8	+8 -3	+12 +1	+20 +12	+26 +18	+18 0	-16 -34	-6 -17	0 -11	+8 -3	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+34 +23	+39 +28
14...18																
18...24	+13 0	0 -9	+9 -4	+15 +2	+24 +15	+31 +22	+21 0	-20 -41	-7 -20	0 -13	+9 -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+41 +28	+48 +35
24...30																
30...40	+16 0	0 -11	+11 -5	+18		37	+25 0	-25 -50	-9 -25	0 -16	+11		26	+33	+50 +34	+59 +43

شکل ۲

مثال : برای تعیین میزان انحراف اندازه Ø۲۳H۷ /g۶ مراحل زیر را انجام می‌دهیم :

۱ــ اندازه اسمی ۲۳ میلی‌متر را از ستون محدوده اندازه نامی و از ردیف ۱۸ تا ۲۴ انتخاب می‌کنیم.

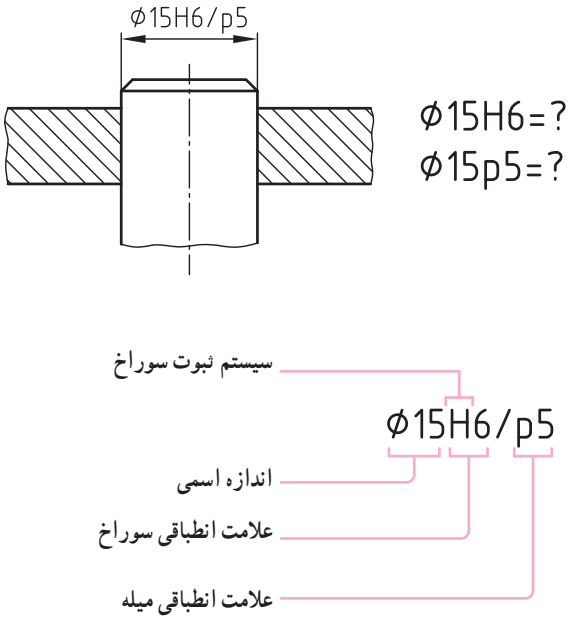
۲ــ برای یافتن مقادیر انحراف اندازه سوراخ در زیر ستون H۷ و در راستای اندازه اسمی (۲۴....۱۸) به مقادیر $^{+۲۱\ \mu m}_{۰}$ می‌رسیم.

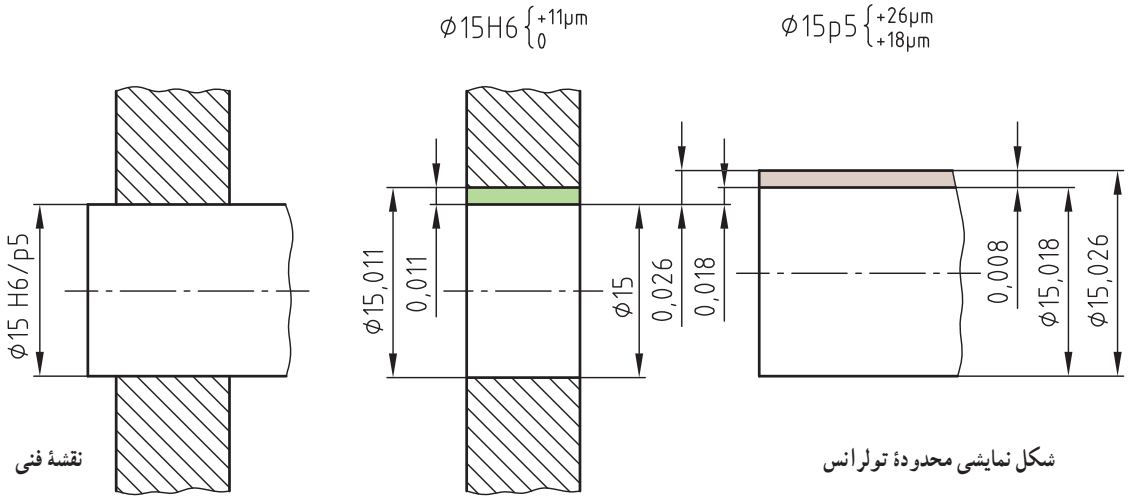
۳ــ برای یافتن مقادیر انحراف اندازه میله در زیر ستون g۶ و در راستای اندازه اسمی (۲۴....۱۸) به مقادیر $^{-۷\ \mu m}_{-۲۰\ \mu m}$ می‌رسیم.

۱ــ نمونهٔ کاملی از جدول در درس محاسبات فنی (۲) وجود دارد.

مثال : در روی نقشهٔ میله و سوراخی اندازهٔ اسمی و علامت انطباقی Ø۱۵H۶ /p۵ نوشته شده است. مقادیر انحراف بالایی و پایینی را برای میله و سوراخ از جداول انطباقات تعیین نمایید. همچنین نوع انطباق، مقدار تولرانس و بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه میله و سوراخ را محاسبه و در جدول پایین همین صفحه درج نمایید و آن را روی شکل نمایشی محدودهٔ تولرانس منتقل کنید.

روش حل : با استفاده از جدول انطباقات ایزو محدودهٔ تولرانس (مقادیر انحراف بالایی و پایینی) سوراخ را می‌توان به دست آورد. درسمت چپ جدول (شکل۲ صفحهٔ قبل) اندازهٔ اسمی ۱۵mm بین محدودهٔ اندازهٔ نامی۱۴تا ۱۸ قرار دارد. درامتداد علامت انطباقی H۶ مقدار انحراف‌ها برای سوراخ $^{+11\mu m}_{0}$ درج شده که معرف انحراف بالایی ۰/۰۱۱mm + و انحراف پایینی صفر است. همچنین درامتداد علامت انطباقی p۵ مقدار انحراف ها برای میله $^{+26\mu m}_{+18\mu m}$ درج شده که معرف انحراف بالایی ۰/۰۲۶mm و انحراف پایینی ۰/۰۱۸mm است. (۱µ m= ۰/۰۰۱mm)



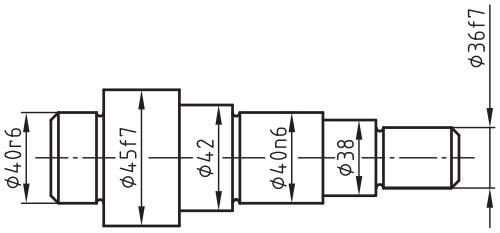


اندازه اسمی =۱۵mm	نوع انطباق : پرسی		Ø۱۵H۶/P۵
انحراف بالایی = +۰/۰۱۱	انحرافات سوراخ	انحراف میله بالایی = + ۰/۰۲۶mm	انحرافات میله
انحراف پایینی = ۰/۰۰۰		انحراف میله پایینی = + ۰/۰۱۸mm	
تولرانس سوراخ = ۰/۰۱۱ − ۰ = ۰/۰۱۱		تولرانس میله = ۰/۰۲۶ − ۰/۰۱۸ = ۰/۰۰۸	
بزرگ‌ترین اندازه سوراخ = ۱۵ + ۰/۰۱۱ = ۱۵/۰۱۱ mm		بزرگ‌ترین اندازه میله = ۱۵ + ۰/۰۲۶ = ۱۵/۰۲۶ mm	
کوچک‌ترین اندازه سوراخ = ۱۵ − ۰/۰۰۰ = ۱۵ mm		کوچک‌ترین اندازه میله = ۱۵ + ۰/۰۱۸ = ۱۵/۰۱۸ mm	

بیشتر بدانیم

انتخاب نوع انطباق

برای آنکه قطعات ماشین بتوانند پس از طراحی و ساخت، وظیفهٔ خود را به نحو مطلوب انجام دهند، لازم است که انطباق آنها نسبت به هم بر اساس درستی انتخاب گردد. برای انتخاب صحیح نوع انطباق از جدول راهنما برای تعیین علایم انطباقی در انطباقات ایزو ISO و مثال‌هایی از کاربرد* کمک می‌گیرند.



در اینجا لازم به تذکر است که در انتخاب نوع انطباق و همچنین علامت انطباقی باید برای هر قطعه دقت لازم را در نظر گرفت نه دقت زیاد، زیرا اگرچه دقت کار زیاد و در نتیجه تولرانس کم باشد قیمت وهزینهٔ تولید به سرعت افزایش می‌یابد. از آن جایی که سیستم ثبوت سوراخ در ماشین‌سازی کاربرد بیشتری دارد، به یک مثال در تعیین نوع انطباق توجه نمایید.

فرض کنید طراح در نظر دارد بر روی محوری (مطابق با شکل بالا) با مشخصات داده شده یک کلاچ، دو یاتاقان و یک چرخ حلزون را سوار نماید. او بر اساس کارکرد، حرکت یا تثبیت قطعات در مجموعه و تجربیات موجود در نمونه‌های صنعتی سه نوع انطباق مختلف را انتخاب می‌کند :

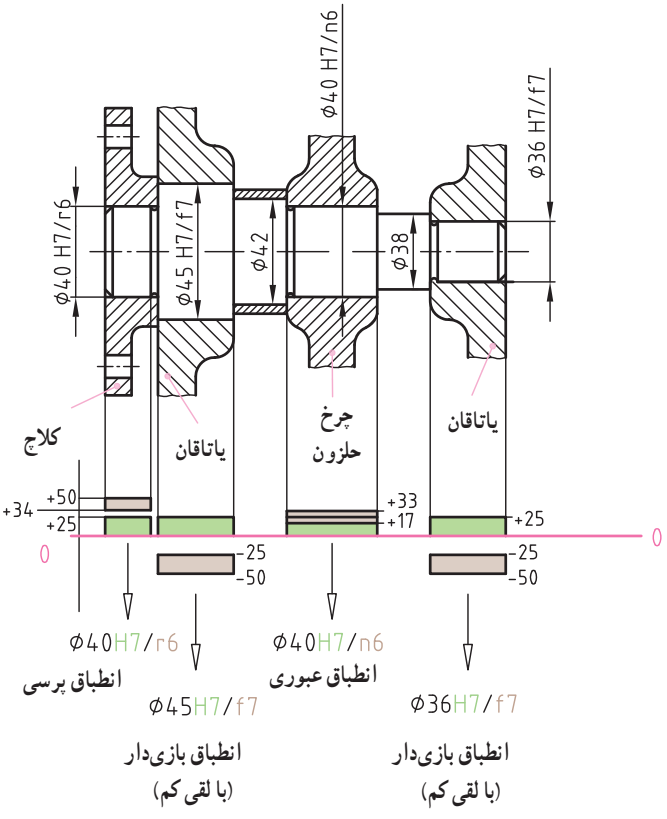
برای محور (در قطرهای مختلف) :

Ø ۴۰r۶، برای نشیمنگاه کلاچ، که یک انطباق پرسی است؛

Ø۴۵f۷ و Ø ۳۶f۷،برای نشیمنگاه یاتاقان‌ها، که یک انطباق بازی‌دار با لقی کم است.

Ø ۴۰n۶ برای نشیمنگاه چرخ حلزون،که یک انطباق عبوری است.

❊ **برای سوراخ مبنا** H۷ انتخاب می‌شود.



* مثال‌هایی از کاربرد : مشابه جدول صفحه بعد

بیشتر بدانیم

جدول راهنما برای تعیین علائم انطباقی در انطباقات ISO و مثال‌هایی از کاربرد

نوع انطباق	علائم انطباقی		ملاحظات	مثال‌هایی از کاربرد
	ثبوت سوراخ	ثبوت میله		
انطباق پرسی	H۸/x۸		سفتی خیلی زیاد انطباق توسط انبساط و انقباض	محکم کردن چرخ‌های واگن روی میله‌ها، کلاچ‌ها روی انتهای میله‌ها
	H۸/u۸		سفتی خیلی زیاد انطباق توسط انبساط و انقباض	سوار کردن بوش‌ها در نافی چرخ‌ها، تاج فلکه‌ها روی بدنه آنها
	H۷/s۶	S۷/h۶	سفتی زیاد اجزاء با فشار زیاد نیروی پرس یا توسط انقباض وانبساط جازده می‌شوند.	جازدن حلقه‌های انقباضی، تاج چرخ دنده‌ها برروی بدنهٔ آنها، چرخ‌ها روی میله‌ها
	H۷/r۶	R۷/h۶	سفتی متوسط اجزاء با فشار توسط نیروی پرس جا زده می‌شوند.	جازدن بوش‌ها دریاتاقان‌ها، سوارکردن صفحه لنگ‌ها روی محورها
انطباق عبوری	H۷/n۶	N۷/h۶	سفتی زیاد و لقی کم. اجزاء با نیروی چکش آهنگری جازده می‌شوند (ضامن حرکتی نیاز ندارند)	جازدن بوش یاتاقان‌ها، چرخ دنده‌های کوچک روی میله‌ها، سوار کردن میلهٔ راهنما، گژنپین
	H۷/m۶	M۷/h۶	سفتی متوسط و لقی کم. اجزاء با نیروی زیاد چکش دستی جا زده می شوند. (ضامن حرکتی نیاز دارند)	سوار کردن چرخ دنده‌ها، چرخ تسمه‌ها، کلاچ‌ها و حلقهٔ داخلی بلبرینگ ها روی میله‌ها
	H۷/k۶	K۷/h۶	سفتی کم و لقی متوسط. اجزاء با نیروی متوسط چکش دستی جا زده می‌شوند. (ضامن حرکتی نیاز دارند)	سوارکردن چرخ دنده‌ها، چرخ تسمه‌ها، کلاچ‌ها و حلقهٔ داخلی بلبرینگ‌ها روی میله‌ها، صفحهٔ ترمز، آرمیچرموتورهای برقی
	J۷/h۶	J۷/h۶	سفتی کم و لقی زیاد. اجزاء با ضربات ملایم چکش دستی و یا با دست جا به جا می شوند. (ضامن حرکتی نیاز دارند)	چرخ دنده های کشویی عوض شونده، حلقهٔ خارجی بلبرینگ‌ها در نشیمنگاه خود، توپی‌ها و محورها

ادامه جدول

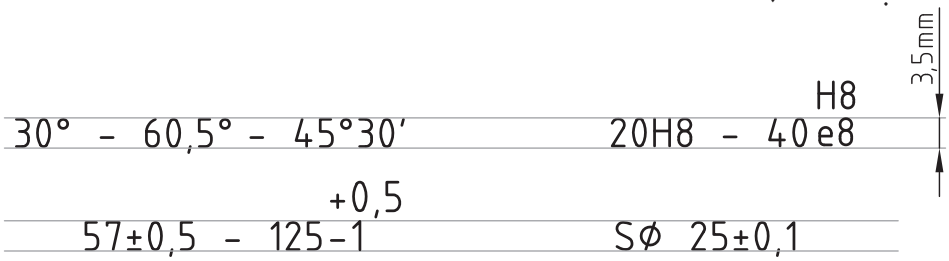
نوع انطباق	علائم انطباقی		ملاحظات	مثال‌هایی از کاربرد
	ثبوت سوراخ	ثبوت میله		
انطباق بازی دار	H۷/h۶	H۷/h۶	لقی خیلی کم تا صفر. انطباق سرشی در صورت اجرای دقیق لغزشی است. در صورت روغنکاری با دست قابل حرکت هستند.	میل مرغک توخالی، دستگاه مرغک، بوش‌های فاصله نگه‌دار، تیغهٔ فرز روی درن فرزگیر، بوش میلهٔ راهنما و پین راهنما درقالب سازی،وفلانچ های متحدالمرکز کننده.
	H۸/h۹	H۸/h۹	لقی کم تا صفر– انطباق لغزشی اجزاء با نیروی کم دست قابل حرکت هستند.	واشرها، اهرم‌ها، چرخ‌ها، کلاچ‌ها، چرخ های دستی، نشیمنگاه گوه برای میلهٔ ترانسمیسیون
	H۷/g۶	G۷/h۶	لقی خیلی کم. انطباق لغزشی اجزاء با نیروی دست قابل حرکت هستند.	یاتاقان میلهٔ کار ماشین‌های ابزار، میلهٔ دستگاه تقسیم،چرخ دنده‌های آزاد، چرخ دنده‌های تعویضی، یاتاقان محور سنگ.
	H۷/f۷	F۷/h۶	لقی کم تا خیلی کم. اجزاء داخلی هم قابل حرکت هستند.	کشویی‌های راهنما، یاتاقان‌های میله با دور زیاد، یاتاقان‌های لغزشی، چرخ دنده های کشویی.
	H۸/f۸	F۸/h۹	لقی قابل توجه اجزاء داخل هم، آسان حرکت می کنند.	پیستون‌های تغییردهنده حرکت در سیلندرها، میله شیرها، پمپ‌های پره‌ای، در پوش راهنما، میله‌های گذرنده از چند یاتاقان.
	H۸/e۸	E۸/h۶	لقی کافی گردش آسان در قسمت نشیمن	یاتاقان با روغنکاری حلقه‌ای، میلهٔ سوپاپ‌ها، یاتاقان دینام‌ها و تلمبه ها، یاتاقان میل پیچ‌های حرکتی (ذوزنقه‌ای)، یاتاقان میل لنگ‌ها و میله های چرخ حلزون.
	H۸/d۹	D۹/h۸	لقی زیاد قطعات انطباقی به سهولت داخل هم حرکت می کنند.	برای تمام یاتاقان های میله های ترانسمیسیون و برای دور تند محورهای ماشین ها، یاتاقان ماشین‌های کشاورزی و ساختمانی، تأسیسات نوار نقّاله
	H۹/d۱۰	D۱۰/h۹	لقی خیلی زیاد قطعات انطباقی به راحتی داخل هم حرکت می کنند.	بوش محور جرّاثقال‌ها، محور ارابه‌ها، یاتاقان ماشین‌های کشاورزی، یاتاقان میلهٔ ترانسمیسیون
	H۱۱/h۱۱	H۱۱/h۱۱	قطعات انطباقی دارای تولرانس بیشتر و لقی ناچیز.	قطعاتی که با پین ها و پیچ ها به منظور جوشکاری روی هم سوار می شوند، لولاها و ماشین‌های تحریر
	H۱۱/d۱۱	D۱۱/h۱۱	قطعات انطباقی دارای تولرانس بیشتر و لقی کمتر.	یاتاقان ماشین‌های کشاورزی و ساختمانی، جرثقیل‌ها، چرخ‌های آزاد گرد، میخ پرچ‌ها
	H۱۱/c۱۱	C۱۱/h۱۱	قطعات انطباقی دارای تولرانس بیشتر و لقی بیشتر	یاتاقان ماشین‌های زراعتی، ماشین های خانه‌داری، یاتاقان کلیدهای برقی گردان، پین‌های متحرک، یاتاقان‌های گرم شونده مانند ماشین‌های بزرگ ساختمانی
	H۱۱/a۱۱	A۱۱/h۱۱	قطعات انطباقی دارای تولرانس بیشتر و لقی خیلی زیاد (خیلی شل درنشیمن)	یاتاقان‌هایی که خطر کثیف شدن زیاد داشته و رساندن روغن به آنها مشکل است، مانند بولدوزرها،اتصال مفصل‌ها، لولای در پارکینگ، میلهٔ رگولاتور بخار در لکوموتیوها

خواندن اندازه‌های تولرانس دار و انطباقی از روی نقشه

ثبت مقادیر عددی اندازه‌ها بر روی نقشه ها باید کاملاً واضح و قابل خواندن باشد.

ارتفاع اندازهٔ اسمی و ارتفاع اندازهٔ انحراف‌ها باید یکسان باشند.

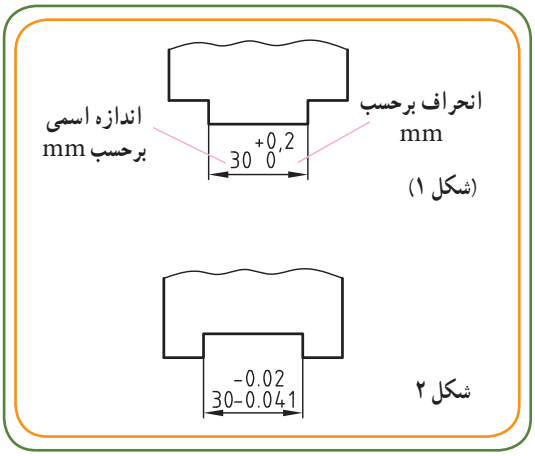
تصاویر زیر نمونه‌هایی را نشان می‌دهد (ضخامت خطوط برای نوشتن اعداد تقریباً ۰/۳۵mm و ارتفاع اعداد در کاغذ سایز A3 و A4 ۳/۵mm انتخاب شده است).



نمایش علایم انطباقی

برای نمایش اندازه های انطباقی (به ترتیب)، ابتدا علامت قطر و اندازهٔ اسمی، سپس در سمت راست آن حرف یا حروف مشخص کنندهٔ موقعیت تولرانس سوراخ یا میله و در خاتمه کیفیت تولرانس آورده می‌شوند.

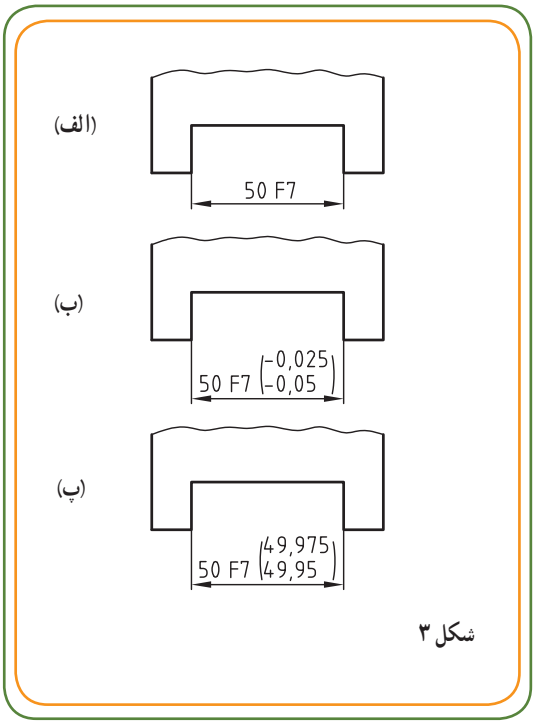
مثال : سوراخ ۵۰H۷ Ø و ۲۰js۶ میله ۲۴h۸ Ø و ۶۲g۶



- اندازه اسمی که انحراف دارد، واحد طول یکسانی دارند. اگر اندازهٔ اسمی بر حسب میلی متر باشد، میزان انحراف نیز برحسب میلی متر آورده می‌شود (شکل ۱).
- اگر ناچار باشند دو انحراف مربوط به یک اندازه را نشان دهند، هر دو با تعداد اعشار یکسان بیان می‌شوند. انحراف پایینی را مقابل اندازه اسمی و انحراف بالایی در بالای انحراف پایینی نوشته می‌شود (شکل ۲).
- اجزای یک بُعد تولرانس‌گذاری شده باید به ترتیب زیر مشخص گردند :

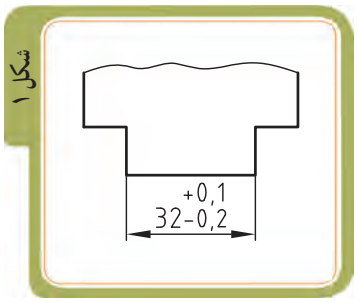
ابتدا اندازهٔ اسمی سپس علامت انطباقی نوشته می‌شود (شکل۳ــ الف)

اگر لازم باشد، علاوه بر علائم انطباقی، مقادیر انحراف‌ها نیز آورده می‌شود (شکل ۳ــ ب) یا حدود اندازه‌ها آورده می‌شود. (مطابق شکل ۳ــ پ) نوشته می‌شود. اطلاعات اضافی در داخل پرانتز نشان داده می‌شود.



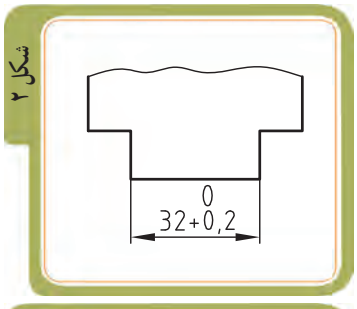
• مقادیر انحراف اندازه در سمت راست اندازهٔ اسمی مطابق (شکل ۱) قید می‌شود.

شکل ۱



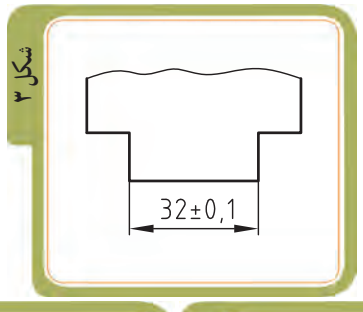
اگر یکی از مقادیر انحراف، صفر باشد آن را با عددصفر نشان می‌دهند (شکل ۲).

شکل ۲



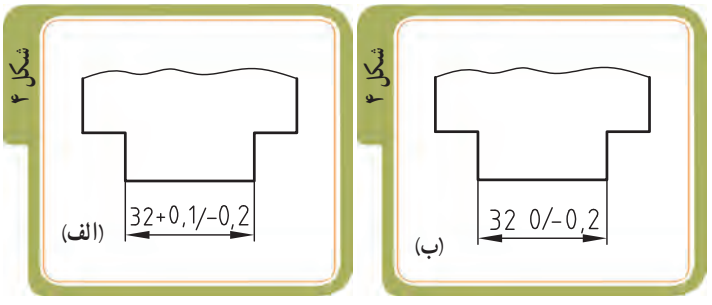
• اگر تولرانس نسبت به اندازهٔ اسمی قرینه باشد، مقدار انحراف فقط یک بار و پس از علامت ± نشان داده می‌شود (شکل ۳).

شکل ۳



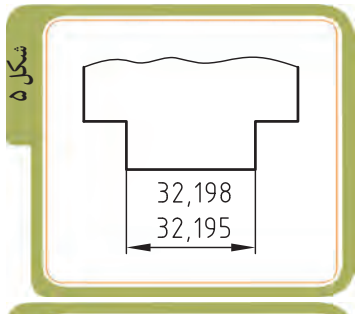
• اگر بخواهند اندازهٔ اسمی و مقادیر انحراف را در یک سطر نشان دهند، در این صورت ابتدا اندازه اسمی و سپس انحراف بالایی و در خاتمه انحراف پایینی را می‌توان نوشت. در بین دو انحراف خط مایلی قرار می‌گیرد (شکل ۴ــ الف و ب).

شکل ۴



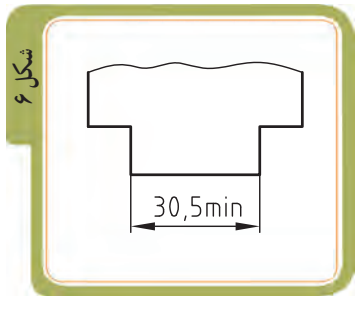
• در اندازه‌گذاری اندازه‌های حدی می‌توان کوچک‌ترین انـدازه را در بالای خط اندازه و بزرگ‌تریـن اندازه را در بالای کوچک‌ترین اندازه نوشت (شکل ۵)

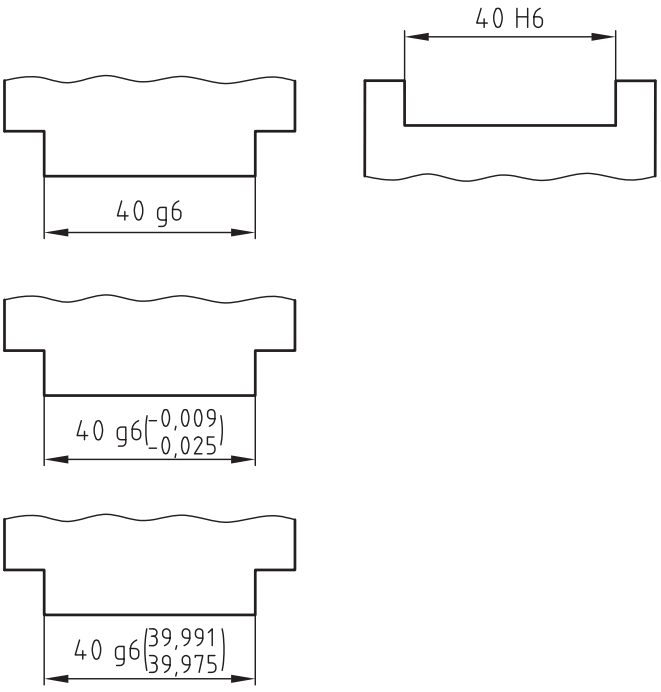
شکل ۵



• اگر لازم باشد که یک بُعد را صرفاً در یک جهت محدود نماییم،(بخواهیم کوچک‌ترین اندازه از حد معینی کمتر نشود) می‌توانیم آن را با افزودن min (حداقل) به بُعد مورد نظر نشان دهیم (شکل ۶).

شکل ۶





● بـرای نمایش موقعیت تولرانس سـوراخ ها از حروف بزرگ لاتین و برای نمایش موقعیت تولرانس میله‌ها از حروف کوچک لاتین اسـتفاده می‌شـود : سوراخ‌ها (اندازه‌های داخلی) و میله‌ها (اندازه‌های بیرونی).

● مقـدار انحراف انـدازهٔ بالایـی و پایینی را می‌تـوان با توجه به اندازه اسـمی و علایـم انطباقی از جـدول انطباقات تعیین کرد و مقدار آنها را بر حسـب میلی متر در سمت راست علایم انطباقی در داخل پرانتز نوشت.

● همچنین مقـدار بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین انـدازه را می‌توان با توجه به انحـراف اندازه بالایی و پایینی و اندازه اسـمی تعیین کرد و مقـدار آنها را در سمت راسـت علایم انطباقی در داخل پرانتز نوشت.

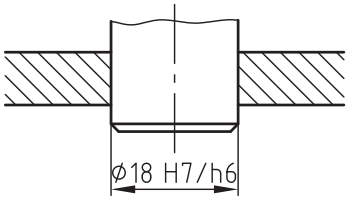
قطعات سوار شده (مونتاژی)

● برای اندازه‌گذاری قطعات سوار شده (مونتاژی) در بالای خط اندازه، به ترتیب، ابتدا علامت قطر و اندازهٔ اسمی و سپس علایم انطباقی سوراخ و در خاتمه علایم انطباقی میله را در یک ردیف می‌نویسـند و بین علایم انطباقی سـوراخ و میله،خط تیرهٔ مایلی قرار می‌دهند (شکل الف).

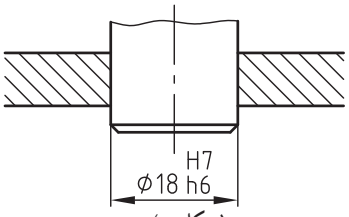
● همچنین می‌توان در بالای خط اندازه در سمت راست اندازهٔ اسـمی علایم انطباقی میلـه و در بالای آن علایم انطباقی سوراخ را نوشت (شکل ب).

● در اندازه‌گـذاری قطعـات انطباقـی که به صورت مونتاژ رسم می‌شوند، می‌توان از دو خط رابط مشترک و دو خط اندازه مجزا اسـتفاده کرد و در بالای خط اندازهٔ اولی، اندازهٔ اسـمی و علایم انطباقی سوراخ و در سمت راست آنها مقدار انحراف اندازهٔ بالایی و پایینی را در داخل پرانتز نوشت.

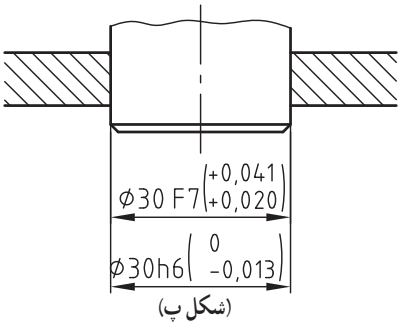
همچنیـن در بالای خط اندازهٔ دومی، اندازهٔ اسـمی و علایم انطباقی میله و در سـمت راست آنها مقدار انحراف اندازهٔ بالایی و پایینی را در داخل پرانتز نوشت (شکل پ).



شکل الف ــ قطعات مونتاژی



(شکل ب)



(شکل پ)

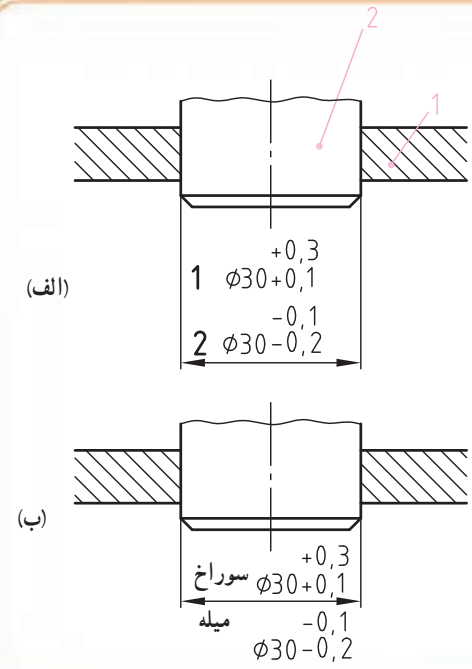
قطعات سوار شده و پیاده شده

در قطعات انطباقی که به صورت مونتاژ (سوار شده) رسم می‌شوند می‌توان قطعات را شماره‌گذاری کرده و در بالای خط اندازه ابتدا شمارهٔ قطعه و سپس اندازه اسمی و در خاتمه مقادیر انحراف پایینی و بالایی را نوشت.

باید توجه داشت که همیشه اندازهٔ سوراخ در بالای اندازهٔ میله نوشته می‌شود.

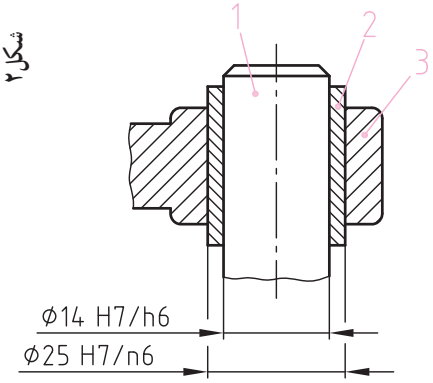
می‌توان از واژهٔ سوراخ و میله قبل از اندازهٔ اسمی نیز استفاده کرد(شکل ۱ــ ب).

شکل ۱

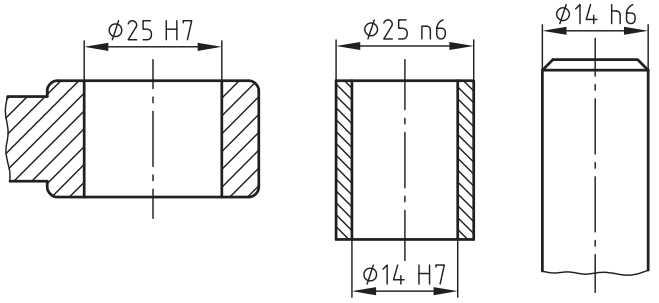


با توجه به اندازه‌های روی نقشه (شکل ۲ــ الف) به اندازه روی قطعات پیاده شده (شکل ۲ــ ب) توجه کنید.

شکل ۲



الف ــ قطعات سوار شده



ب ــ قطعات پیاده شده

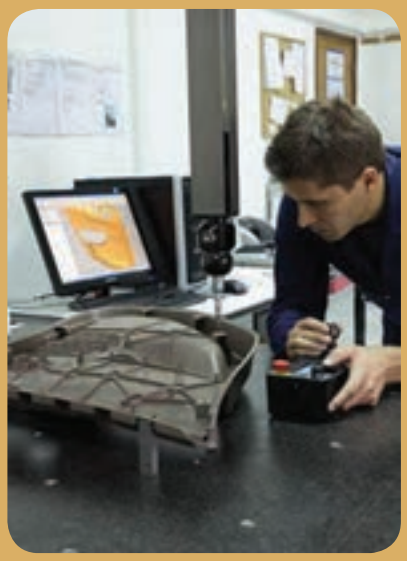
ر.ک.ب. صفحه‌های ۵۲ و ۵۳ کتاب کار

نقشه‌خوانی اندازه‌ها و علائم

تولرانس‌های «هندسی» و «وضعی»

بخش سوم

فصل ۳



بررسی و کنترل اندازه‌های یک قطعه توسط دستگاه اندازه‌گیری سه بعدی

تعیین تولرانس‌های ابعادی برای ساخت قطعات صنعتی لازم است، اما کافی نیست. برای تکمیل شدن اطلاعات نقشهٔ ساخت به تولرانس دیگری به نام «تولرانس هندسی» و «وضعی» نیاز است. تولرانس‌های هندسی تحت عنوان GD&T[1] در دنیا شناخته شده است، که با رعایت موارد آن، قطعات ساخته شده از دقت کافی برخوردار خواهند بود، در حقیقت این مهم‌ترین مزیت تولرانس‌های هندسی است که مقاصد و اهداف طراحان را در کلیهٔ کشورها، یکسان می‌کند.

برای تولید قطعات این «دستگاه تراش مخصوص» دقت بالایی لازم است. به همین منظور باید دقیقاً به تولرانس‌های هندسی توجه کرد و سازندهٔ خود را به استفاده از آنها ملزم نماید.

در این فصل با «تولرانس‌های هندسی» و «وضعی» و و علائم آنها در نقشه‌ها آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- مفهوم «تولرانس هندسی» و «وضعی» را بیان کند.
- علائم و نمادهای مربوط به انواع تولرانس‌های «هندسی» و «وضعی» را نام ببرد.
- علائم و نمادهای مربوط به انواع تولرانس‌های «هندسی» و «وضعی» را از روی نقشه تفسیر کند.

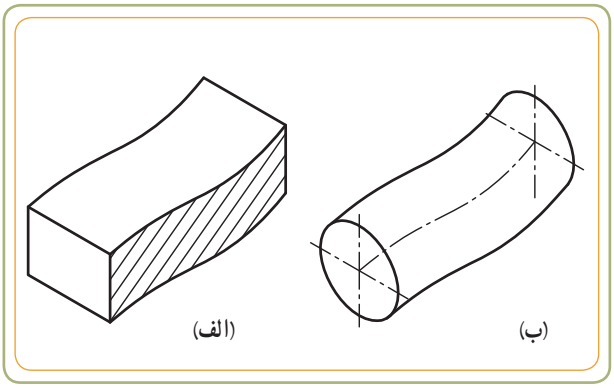
۱ـ GD&T(Geometrical Dimensioning&Tolerancing) تولرانس‌گذاری هندسی

ساخت یک قطعهٔ صنعتی با دقت مطلق، نه امکان‌پذیر است و نه مقرون به صرفه. به همین جهت اندازه‌ها را، با در نظر گرفتن تولرانس‌های معیّن و با توجه به نوع کاربرد و به تناسب نیاز، می‌سازند. به این ترتیب :

* تولرانس‌های ابعادی نشانگر اختلاف اندازه‌های طولی مُجاز برای ساخت یک قطعه است و این همان تولرانسی است که معمولاً روی نقشه‌های ساخت مشاهده می‌شود و به کار می‌رود (شکل ۱).

در برخی شرایط خاص، تولرانس‌های ابعادی نمی‌توانند به تنهایی شکل‌های هندسی موردنظر را به میزان لازم کنترل نمایند.

شکل ۱



به دو شکل بالا دقت کنید :

این قطعات به لحاظ ابعادی صحیح‌اند، ولی در هنگام مونتاژ قطعات، ایجاد مشکل می‌نمایند.

در (شکل الف) ضخامت قطعهٔ مربوطه در تمام قسمت‌های آن یکسان است، اما این قطعه تاب دارد.

در (شکل ب) تمامی سطح مقطع‌های قطعهٔ مربوطه مدوّر هستند، ولی امتداد این قطعه تاب دارد.

هر چند ممکن است این دو قطعه از نظر ابعادی مورد تأیید باشند، اما تحت هیچ شرایط مُجازی نمی‌توانند با قطعهٔ دیگری مونتاژ شوند. مشکل این قبیل قطعات را می‌توان با استفاده از تولرانس هندسی برطرف کرد.

شکل ۲

به نظر شما اگر محور سوراخ‌های مشخص شده قطعه (شکل ۲) در یک راستا نباشند و اختلاف محورآنها با مقدار موجود در نقشه مطابقت نکند، چه مشکلی پیش می‌آید؟

امروزه در اغلب نقشه‌های صنعتی از تولرانس‌های «هندسی» و «وضعی» استفاده می‌شود. با به‌کارگیری تولرانس‌های هندسی :

۱ ــ طراح قطعه بهتر می‌تواند جزئیات طرح خود را بیان کند.

۲ ــ سازندهٔ قطعه نیز راحت‌تر می‌تواند کلیهٔ مشخصات قطعهٔ کار را دریابد.

۳ ــ درهنگام مونتاژ از مشکلات کاسته می‌شود و به حداقل ممکن می‌رسد.

انحرافات هندسی

هر قطعه‌ای که ساخته می‌شود باید وظیفه مشخصی را انجام دهد که برای آن منظور تولید شده است. وظیفهٔ هر قطعه‌ای معمولاً در مجاورت قطعات دیگر قرار گرفتن برای انجام کار خاصی است. توانایی انجام وظیفه از نظر هندسی به معنی توانایی جفت شدن است.

در تصاویر مقابل اگر هر یک از قطعات تشکیل دهنده آنها، بیشتر از حد مُجاز انحراف داشته باشند نمی‌توانند روی همدیگر جفت شوند یا حرکتی داشته باشند.

بنابراین هر قطعه‌ای باید طوری تولرانس گذاری شود که بتواند وظایفش را به درستی در طول عمر موردنظر (در داخل مجموعه به‌کار رفته) انجام دهد.

علت ایجاد انحراف‌های هندسی (فرم)

انحراف‌های شکلی به‌واسطهٔ مواردی مثل :

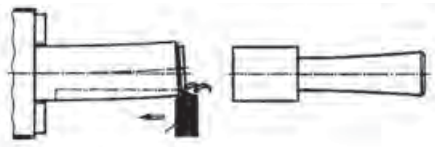
- بی‌دقتی ماشین‌ها (لنگی میله کار ماشین‌ها و لقی سوپرت‌ها)؛
- اثر نیروی برش توسط ابزارها بر روی قطعه کار؛
- در امتداد هم نبودن محور میله کار با محور مرغک
- خطای ماشین کار و... به‌وجود می‌آیند.

به دو مثال شکل زیر توجه کنید :

انحراف مدوّر بودن قطعهٔ تراشکاری در (شکل الف) به یاتاقان بندی محور ماشین وابسته است. انحراف لنگی قطعه تراشکاری در (شکل ب) ناشی از نبودن دقت در فک‌های سه نظام است.

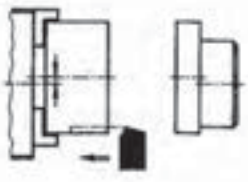
بنابراین ساخت قطعات با شکل دقیق هندسی بدون هیچ گونه خطایی امکان پذیر نیست.

(الف)



انحراف مدوّر بودن

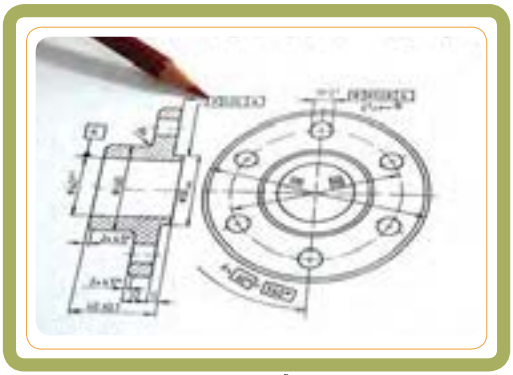
(ب)



انحراف لنگی

لذا طراحان، علاوه بر در نظر گرفتن مواردی مثل کیفیت سطح، تولرانس‌های ابعادی، انطباقات و...، انحرافات شکل هندسی را نیز مورد توجه قرار می‌دهند و در قالب تولرانس‌های هندسی آنها را به روی نقشه‌های ساخت به نمایش در می‌آورند.

با توجه به توضیحات فوق، تولرانس هندسی را به‌طور ساده تعریف می‌کنیم : تولرانس هندسی انحراف‌های مُجاز یک شکل هندسی را از فرم و موقعیت ایده آل آن بیان می‌کند، طوری که قطعه پس از تولید بتواند وظیفهٔ خود را به درستی انجام دهد.



نمونه نقشه‌ای که روی آن علامت برخی از تولرانس‌های هندسی آمده است.

چند اصطلاح در تولرانس‌های هندسی

برای درک مطلب مورد بحث در تولرانس‌های هندسی بهتر است با چند واژهٔ مهم آشنا شویم.

اندازه‌های روی نقشه، اندازهٔ اسمی (ایده آل) تعیین شده توسط طراح است.

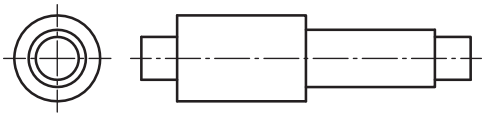
از آنجایی که یک اندازهٔ ایده‌آل فقط در ذهن وجود دارد، باید پذیرفت که در ساخت و تولید، همیشه اختلافات (انحرافاتی) بین اندازهٔ فعلی (اندازه‌ای که پس از تولید به دست می‌آید) و اندازهٔ مورد نظر طراح (اندازهٔ ایده‌آل) قابل تصور است. بنابراین تغییراتی ابعادی یا هندسی در اندازه‌ها و شکل قطعه پس از تولید، مطابق تصاویر زیر خواهیم داشت که برای آشنایی بهتر با این تغییرات (درصفحهٔ بعد) با چند واژه آشنا می‌شویم.

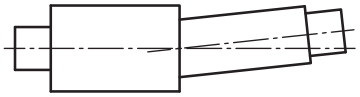
قبل از آن، به تصاویر زیر نگاه کنید و با ذکر شماره مشخص کنید از نظر شما کدام عبارت سمت چپ مربوط به تصاویر سمت راست است؟

داخل دایره‌ها را شماره‌گذاری کنید.

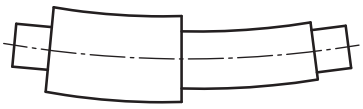
متخصصان اندازه‌گیری دقیق به کمک دستگاه‌های پیشرفته و حساس، اندازه دقیق قطعه را پس از تولید با اندازهٔ موردنظر طراح که روی نقشه درج شده است، مقایسه می‌کنند.

فرم ایده‌آل مورد نظر طراح قطعه کار :

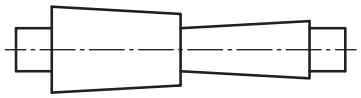




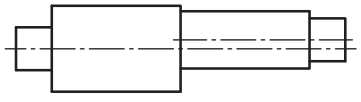
۱ــ مخروطی تولید شده است.



۲ــ خم شده تولید شده است.



۳ــ خارج از مرکز تولید شده است.



۴ــ انحنادار تولید شده است.

برخی از تعاریف

طرح اسمی : از یک طرح که به صورت ایده‌آل در ذهن طراح قطعه وجود دارد، صحبت می‌کند.

طراح به هنگام اندازه‌گذاری نقشه، یک اندازهٔ اسمی(که عملاً ایده‌آل و دست نیافتنی است.) تعیین می‌کند و سپس با تولرانس‌های موردنظر، خطای مُجاز آن را مشخص می‌نماید.

اندازه : یک سوراخ یا میله می‌تواند بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از اندازهٔ موردنظر تولید شود.

فرم : یک سوراخ یا میله گرد ممکن است به‌صورت بیضی تولید شود، در حالی که وسیلهٔ اندازه‌گیری، اندازهٔ قطر آن را به طور صحیح نشان بدهد.

مکان : یک بوش یا میلهٔ پله‌دار ممکن است هم محور نبوده یا لنگ تولید شود، هرچند وسیلهٔ اندازه‌گیری اندازهٔ قطر آن را به طور صحیح نشان بدهد.

انحراف فرم : اختلاف بین اندازهٔ فرم ایده‌آل و اندازهٔ فرم فعلی را انحراف فرم می‌گوییم.

اندازهٔ فرم فعلی – اندازهٔ فرم ایده‌آل = انحراف فرم

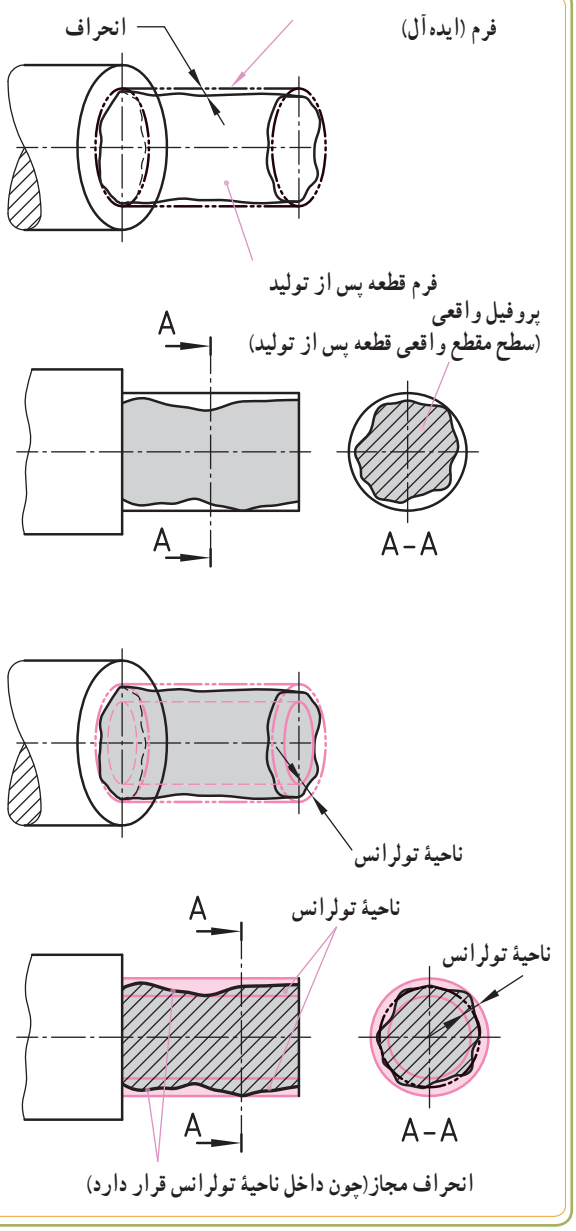
منطقهٔ (ناحیهٔ) تولرانس : فضا و محدوده‌ای که سطح قطعهٔ تولید شده باید درون آن فضا قرار گیرد (در صفحهٔ ۱۶۳ با منطقهٔ تولرانس هندسی بیشتر آشنا می‌شویم)

انحراف فرم مُجاز : هر انحراف فرم موجود که درون منطقهٔ تولرانس قرار گیرد، انحراف فرم مُجاز است. مقدار تولرانس فرم مجاز کوچک‌تر از مقدار تولرانس ابعادی باید درنظر گرفته شود. و باید در محدوده بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه باشد.

* زمانی که انحراف داخل منطقهٔ تولرانس باشد، انحراف مُجاز خواهد بود.

خطای غیرمُجاز : وقتی انحراف از منطقهٔ (ناحیهٔ) تولرانس خارج شود، آن موقع می‌گوییم خطای غیرمجاز وجود دارد.

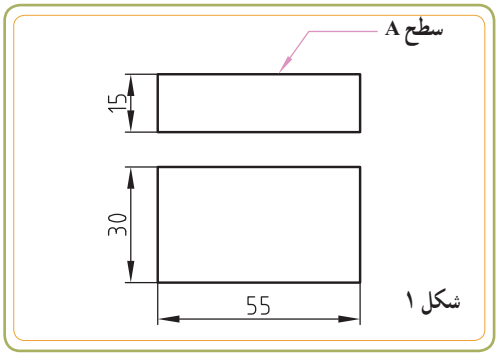
در صفحهٔ بعد به کمک یک مثال با اصطلاحات و تعاریف فوق بیشتر آشنا می‌شویم.



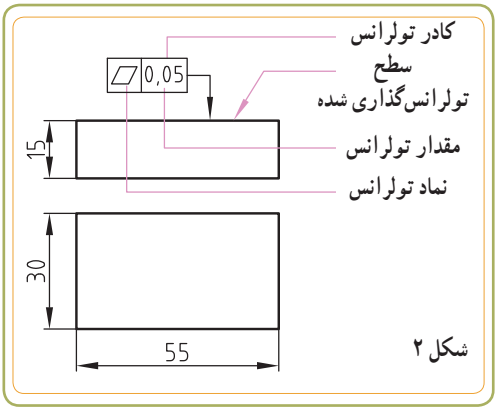
مثال : (برای توضیح اصطلاحات و تعاریف) : فرض کنید قرار است قطعه‌ای مکعبی شکل (مطابق نقشه شکل ۱) تولید شود. هدف طراح آن است که سطح A، یک سطح تخت باشد و برای آن مقدار تولرانس تختی ۰/۰۵mm را تعیین می‌کند. برای این منظور طراح باید مقصود خود را به سازنده کاملاً واضح و شفاف اعلام کند.

لذا طراح مقدار تولرانس تختی (که مقدار ۰/۰۵mm است) را داخل یک مستطیل به نام کادر تولرانس قرار می‌دهد. او همچنین باید سازنده را مطلع کند که سطح A لازم است تخت باشد. او مفهوم تخت بودن را توسط یک نماد به شکل ▱ در داخل کادر تولرانس معرفی می‌کند. از آنجایی که قطعهٔ پس از تولید ممکن است کاملاً تخت نباشد، برای آن یک منطقه یا ناحیه را تعریف و مشخص می‌کند که به آن منطقهٔ تولرانس یا ناحیهٔ تولرانس می‌گویند. (شکل ۳) نکته اینکه: سطح A وقتی قابل قبول است که پس از تولید در داخل این منطقه (ناحیه) قرار گیرد.

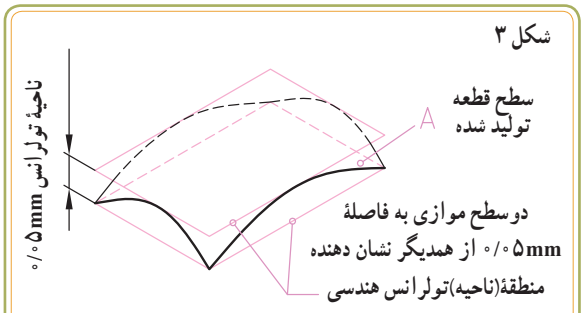
به عبارت ساده‌تر، سطح تولرانس‌گذاری شدهٔ A (درشکل ۲) فقط در منطقهٔ تولرانسی (شکل ۳)، مُجاز به انحراف دلخواه است.



شکل ۱



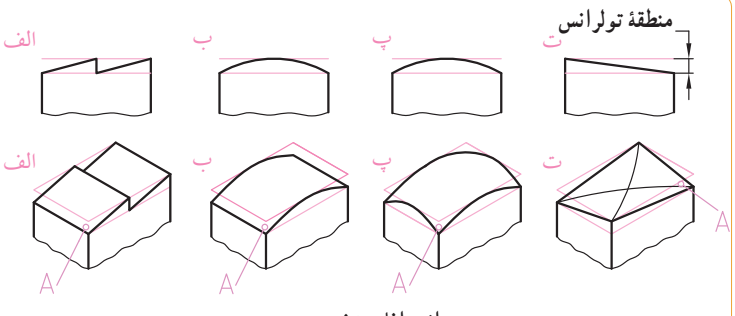
شکل ۲



شکل ۳

دو سطح موازیِ هم(به رنگ قرمز)، منطقهٔ (ناحیه) تولرانس هندسی را نشان می‌دهند. سطح قطعهٔ تولید شده زمانی قابل قبول است که اگر مطابق یکی از حالت‌های (شکل ۴) تولید شود، نهایتاً داخل این دو صفحهٔ موازی محدود شود. با این توصیف تمام حالت‌های (الف تا ت) قابل قبول اند، مشروط بر اینکه سطح واقعی قطعه پس از تولید (یعنی سطح A) در داخل منطقهٔ تولرانس قرار گیرد.

شکل ۴ چند نمونه از انحرافاتی را که ممکن است پس از تولید برای مثال موردنظر ما پیش بیاید، نشان می‌دهد.



انحرافات تخت بودن

الف) پله‌ای ب) خمیدگی پ) محدب ت) پیچیدگی
A (سطح واقعی قطعهٔ پس از تولید)

شکل ۴

نماد تولرانس‌های «هندسی» و «وضعی» در نقشه‌های فنی

برای تعیین «تولرانس‌های هندسی» و «وضعی» از نمادهای مطابق جدول استفاده می‌شود که هر کدام از آنها نشان دهندهٔ وضعیت خاصی است (با ویژگی این نمادها در دو جدول صفحه ۱۶۷ بیشتر آشنامی‌شوید).

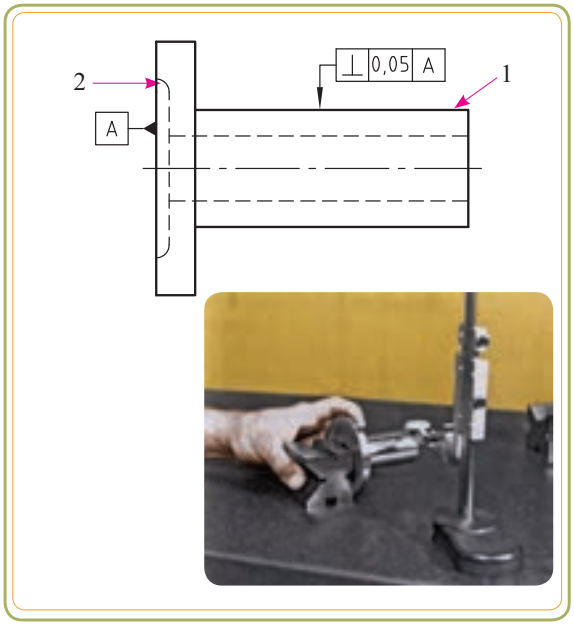
نمادهای تولرانس‌های هندسی (فرم)						نمادهای تولرانس‌های وضعی راستا			نماد تولرانس‌های وضعی مکانی			نماد تولرانس‌های وضعی دورانی	
راستی (مستقیم بودن)	تختی (صاف بودن)	دایره‌ای بودن	استوانه‌ای بودن	فرم خطی	فرم سطحی	توازی	عمود بودن	زاویه دار بودن	موقعیت	هم محوری و هم مرکزی	تقارن	لنگی موضعی	لنگی کلی

فرضاً در قطعهٔ مطابق شکل به کمک نماد تولرانس وضعی راستا می‌خواهیم عمود بودن سطح ۱ را نسبت به سطح ۲ نشان دهیم.

در تولرانس وضعی نشان دادن دو سطح عمود بر هم توسط نماد ⊥ مشخص می‌شود.

در نقشهٔ مثال بالا کدام یک از ویژگی‌های زیر مورد کنترل قرارگرفته است؟

۱) فرم ○ ۲) راستا ○ ۳) موقعیت ○ ۴) لنگی ○



شکل مقابل قطعه‌ای را نشان می‌دهد که توسط دستگاه، تولرانس گردی آن در حال کنترل است.

تولرانس گردی جزء کدام دسته از تولرانس‌های هندسی است؟

۱)فرم ○ ۲)راستا ○ ۳)موقعیت ○ ۴)لنگی ○

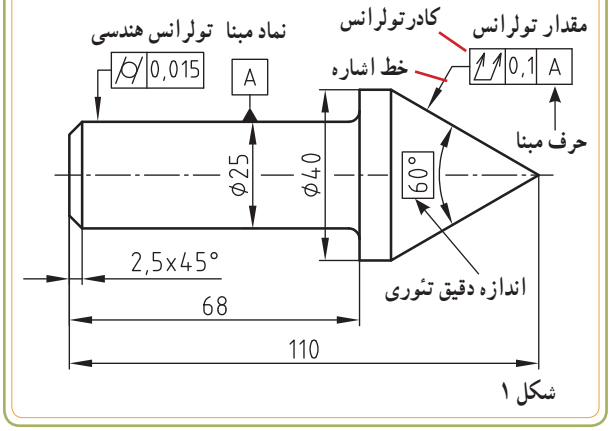
نمایش تولرانس‌های هندسی بر روی نقشه

مطابق آنچه که در مثال صفحهٔ قبل مطالعه کردیم، برای نمایش تولرانس‌های هندسی بر روی نقشه باید با پارامترهایی مثل کادر تولرانس، نماد تولرانس، مبنا و... (در شکل ۱) آشنا باشیم، که در ادامه به معرفی هریک ازآنها می‌پردازیم.

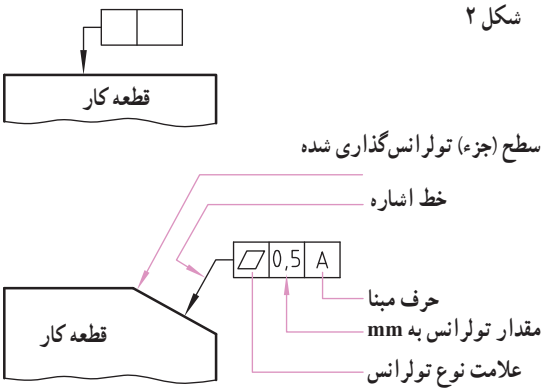
کادرتولرانس : تولرانس‌های هندسی درون یک کادر نمایش داده می‌شوند. کادری چهارگوش (مستطیل شکل) و حداقل با دو خانه (مطابق شکل ۲). در اولین خانه از سمت چپ علامت نوع تولرانس قرار می‌گیرد. در دومین خانه مقدار تولرانس بر حسب میلی‌متر قرار می‌گیرد. خانهٔ سوم (یا خانه‌های بعد از آن) شامل حروف مشخصهٔ لاتین است و از آنها برای ذکر مبنا در تولرانس‌های هندسی وابسته[1] استفاده می‌شود.

کادر تولرانس با یک خط اشاره به یک فلش (پیکان اندازه) متصل می‌شود. خط اشاره عمود بر جزء (سطح) تولرانس‌گذاری شده قرار می‌گیرد.

* در جدول زیر، قسمت‌های را که با نقطه‌چین(...) مشخص شده‌اند، را نام‌گذاری کنید.

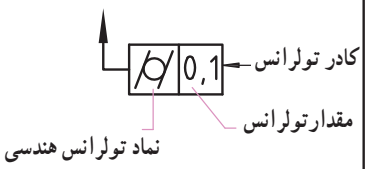


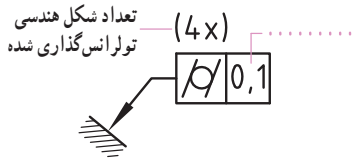
شکل ۱



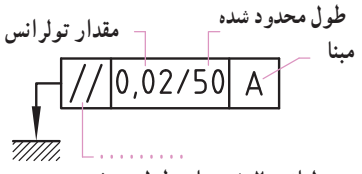
چند مثال از برخی حالت‌های کادر تولرانس هندسی

* جهت خط اشـــاره، با توجه به سطح تولرانس گذاری شده متفاوت (متغیر) خواهد بود.

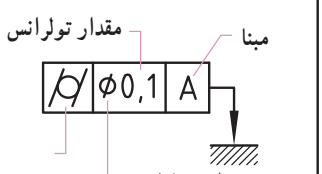


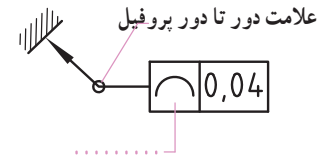


مقدار تولرانس که مربوط به چهار سوراخ است.

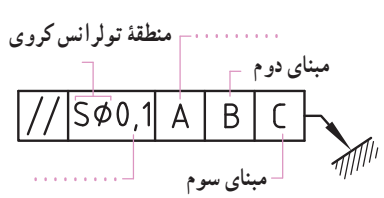


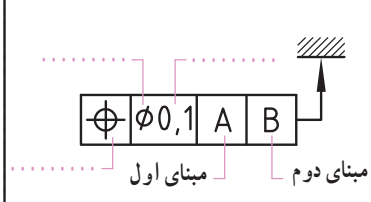
تولرانس ۰/۰۲ برای طول مشخص و محدود ۵۰ mm است





تولرانس ۰/۰۴ فقط به پیرامون سطح مقطع مشخص شده اعمال می‌شود.





۱ــ تولرانس‌های هندسی وابسته در جدول صفحهٔ ۱۶۷ معرفی شده‌اند.

بیشتر بدانیم

تولرانس‌های عمومی : مقدار «تولرانس هندسی» و «وضعی» بر مبنای کاربرد و عملکرد قطعه و براساس استاندارد مربوطه توسط طراح تعیین می‌شود.

در مواردی که مقادیر «تولرانس‌های هندسی» و «وضعی» روی نقشه تعیین نشده باشد، می‌توان برای تعیین انحراف اندازه‌های مُجاز از تولرانس‌های عمومی کمک گرفت.

طبق استاندارد DIN ISO ۲۷۶۸–۲ در ماشین سازی برای برخی از «تولرانس‌های هندسی» و «وضعی» مطابق جدول زیر سه درجه در نظر گرفته شده است :

H : تولرانس ظریف

K : تولرانس‌های متوسط

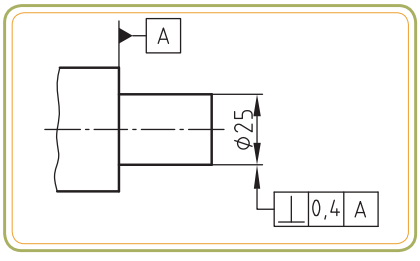
L : تولرانس‌های خشن

جدول تولرانس‌های عمومی برای برخی از تولرانس‌های هندسی و وضعی (اندازه‌ها بر حسب mm)

	محدودهٔ اندازهٔ اسمی	تا ۱۰mm	بیشتر از ۱۰ تا ۳۰mm	بیشتر از ۳۰ تا ۱۰۰mm	بیشتر از ۱۰۰ تا ۳۰۰mm	بیشتر از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰mm	بیشتر از ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰mm
درجهٔ ظریف H	— ▱	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴
	⊥	۰/۲			۰/۳	۰/۴	۰/۵
	⫽	۰/۵					
	↗	۰/۱					

	محدودهٔ اندازهٔ اسمی	تا ۱۰mm	بیشتر از ۱۰ تا ۳۰mm	بیشتر از ۳۰ تا ۱۰۰mm	بیشتر از ۱۰۰ تا ۳۰۰mm	بیشتر از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰mm	بیشتر از ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰mm
درجهٔ ظریف k	— ▱	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۸
	⊥	۰/۴			۰/۶	۰/۸	۱/۰
	⫽	۰/۶				۰/۸	۱/۰
	↗	۰/۲					

	محدودهٔ اندازهٔ اسمی	تا ۱۰mm	بیشتر از ۱۰ تا ۳۰mm	بیشتر از ۳۰ تا ۱۰۰mm	بیشتر از ۱۰۰ تا ۳۰۰mm	بیشتر از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰mm	بیشتر از ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰mm
درجهٔ ظریف L	— ▱	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۸	۱/۲	۱/۶
	⊥	۰/۶			۱/۰	۱/۵	۲/۰
	⫽	۰/۶			۱/۰	۱/۵	۲/۰
	↗	۰/۵					

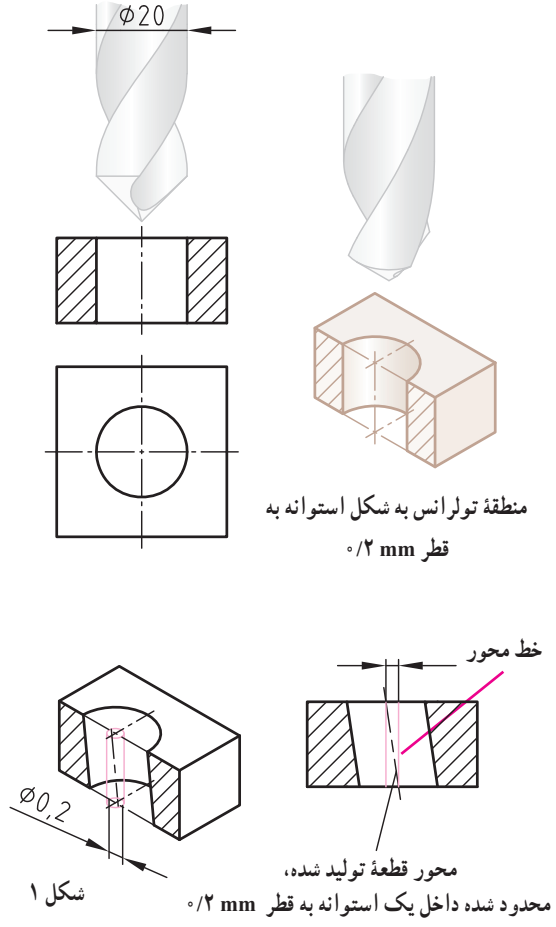


مثال : برای قطعه‌ای به قطر ۲۵mm با درجهٔ تولرانس k، مقدار تولرانس تعامد از جدول برابر با ۰/۴ خواهد بود.

*** منطقهٔ تولرانس :** فرض کنیم می‌خواهیم در قطعه‌ای، سوراخی به قطر ۲۰mm ایجاد کنیم. از آنجایی که ساخت قطعه با اندازهٔ اسمی به ندرت اتفاق می‌افتد و احتمالاً محور سوراخ دقیقاً در راستای حرکت محور مته قرار نمی‌گیرد، طراح ناگزیر است منطقه‌ای را برای مقدار انحراف محور سوراخ در نظر بگیرد.

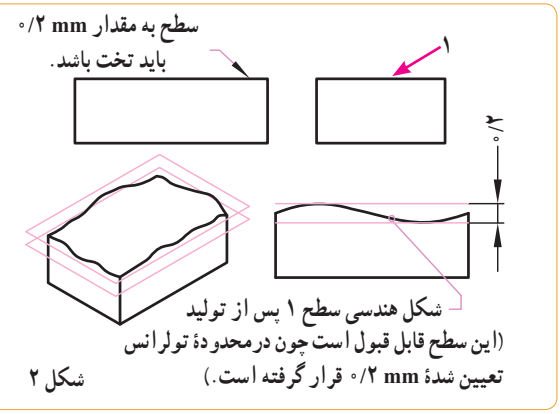
هرگاه پس از تولید، مقدار انحراف محور در داخل این منطقه قرار گیرد، قطعه کار قابل قبول است. این منطقه، را منطقهٔ تولرانس می‌نامند که با عناوینی همچون : ناحیهٔ تولرانس یا گسترهٔ تولرانس نیز نامیده می‌شود. در مثال مورد نظر ما، منطقهٔ تولرانس استوانه‌ای (مطابق شکل ۱) به قطر ۰/۲ mm است.

به‌طور کلی می‌توان گفت منطقهٔ (ناحیهٔ) تولرانس محدوده‌ای است که بخش تولرانس‌گذاری شدهٔ قطعهٔ پس از تولید، باید به‌طور کامل در آن محدوده قرار بگیرد.



شکل ۱

*** شکل منطقهٔ تولرانس :** شکل منطقهٔ تولرانس به شکل قطعه و قسمت مورد کنترل آن بستگی دارد که بر حسب نوع «تولرانس هندسی» و «وضعی» ممکن است مطابق (شکل ۲) به صورت دو صفحه موازی یا مطابق جدول زیر به شکل چهار گوش، دایره، کره و... باشد.

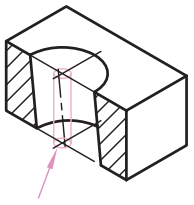


شکل ۲

داخل یا مماس بر دایره	بین دودایرهٔ هم مرکز	بین دوخط موازی	مماس بر کره
داخل استوانه	بین دو استوانهٔ هم محور	بین دوصفحهٔ موازی	داخل یک متوازی السطوح

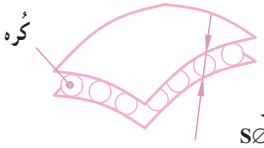
نکته : اگر منطقهٔ تولرانس هندسی به صورت استوانه‌ای باشد در کادر تولرانس قبل از مقدار تولرانس، نماد ∅ قرار می‌گیرد.

اگر منطقهٔ تولرانس به‌صورت کُروی باشد در کادر تولرانس قبل از مقدار تولرانس نماد S∅[1] قرار می‌گیرد.



ϕ0,2

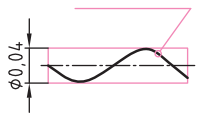
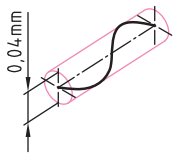
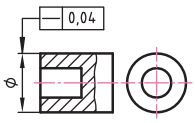
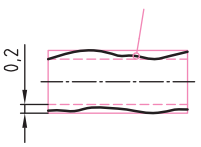
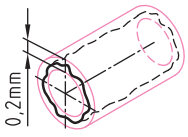
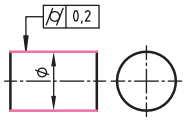
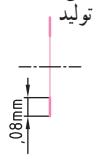
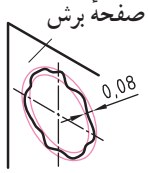
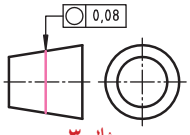
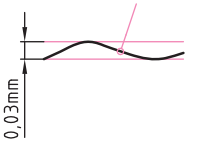
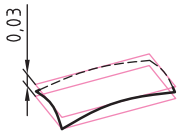
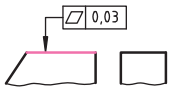
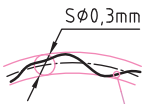
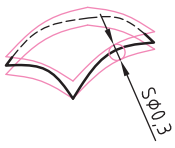
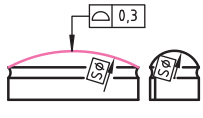
استوانه به قطر ۰/۲ mm



Sϕ0,2

فاصله این دو صفحه از همدیگر برابر با کره‌هایی با قطر ۰/۲ mm S∅

در جدول زیر به کمک پنج قطعه با برخی از مناطق تولرانس‌های هندسی آشنا می‌شوید.

منطقهٔ تولرانس				توضیح	
نما(منطقهٔ تولرانس)	تصویر مجسم (منطقهٔ تولرانس)	ویژگی منطقهٔ تولرانس (باتوجه به نقشه)	مقدار تولرانس	تفسیر	نقشه
شکل محور قطعهٔ پس از تولید 		یک استوانه به قطر۰/۰۴mm است.	۰/۰۴ این مقدار برابر با قطر استوانهٔ مربوط به منطقهٔ تولرانس است.	محور استوانه بیرونی باید در داخل محدوده تولرانس استوانه‌ای به قطر ۰/۰۴mm قرار گیرد.	 مثال ۱
شکل سطح پیرامونی قطعه پس از تولید 		دو استوانهٔ هم محور که فاصلهٔ آنها از همدیگر ۰/۲mm است.	۰/۲ این مقدار برابر با فضای بین دو استوانهٔ هم محور مربوط به منطقهٔ تولرانس است.	انحراف سطح پیرامونی قطعهٔ پس از تولید تا حدی قابل قبول است که در فضای بین دو استوانه هم محور- که فاصلهٔ آنها از همدیگر ۰/۲mm است، قرار گیرد.	 مثال ۲
شکل مقطع قطعه پس از تولید 	صفحهٔ برش 	دو دایرهٔ هم مرکز که فاصلهٔ آنها از همدیگر ۰/۰۸mm است.	۰/۰۸ این مقدار برابر با فضای بین دو دایرهٔ هم مرکز مربوط به منطقهٔ تولرانس است.	مقطع جسم باید پس از تولید بین دو دایرهٔ هم مرکز به فاصلهٔ ۰/۰۸mm قرار گیرد.	 مثال ۳
سطح واقعی قطعهٔ پس از تولید 		دو سطح تخت و موازی همدیگر که فاصلهٔ آنها از همدیگر ۰/۰۳mm است.	۰/۰۳ این مقدار برابر با فضای بین دو صفحه مربوط به منطقهٔ تولرانس است.	سطح قطعهٔ پس از تولید باید بین دو صفحهٔ موازی که فاصلهٔ آنها از هم ۰/۰۳mm است قرار بگیرد.	 مثال ۴
سطح واقعی قطعهٔ پس از تولید 		دوسطح که فاصله آنها از همدیگر برابر با کره‌هایی به قطر ۰/۳mm است.	۰/۳ این مقدار برابر با فضای بین دو صفحه مربوط به منطقهٔ تولرانس است.	سطح قطعهٔ پس از تولید باید بین دو صفحه انحنادار کاملاً موازی که فاصله آنها ۰/۳mm (قطر کُره فرضی) است، قرار گیرد.	 مثال ۵

۱ــ S مخفف Sphere به مفهوم کُره و SØ۰/۱ به مفهوم کره‌ای به قطر ۰/۱mm می‌باشد.

*** مبنا (مرجع)** : تولرانس‌های وضعی اغلب نسبت به یک مبنا سنجیده می‌شوند. معمولاً وقتی که قرار است جزئی نسبت به یک مبنا تولرانس‌گذاری شود، مبدأ موردنظر را توسط حروفی معین می‌کنند (شکل ۱).

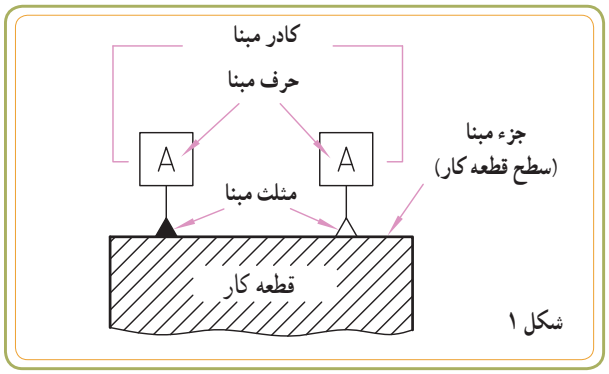
برای مثال، در (شکل ۲) می‌خوانیم سطح ۱ با سطح ۲ موازی باشد. در اینجا سطح ۲ مبنای مقایسه است، بنابراین علامت مبنا A را روی سطح ۲ می‌گذاریم و آن را مبنای A فرض کرده و سطح ۱ را با آن می‌سنجیم. (علامت تولرانس وضعی را روی سطح ۱ می‌گذاریم.)

سطح ۱؛ سطح مورد نظر برای تولرانس گذاری است که باید حالت موازی بودن آن سطح نسبت به سطح مبنای ۲ سنجیده شود.

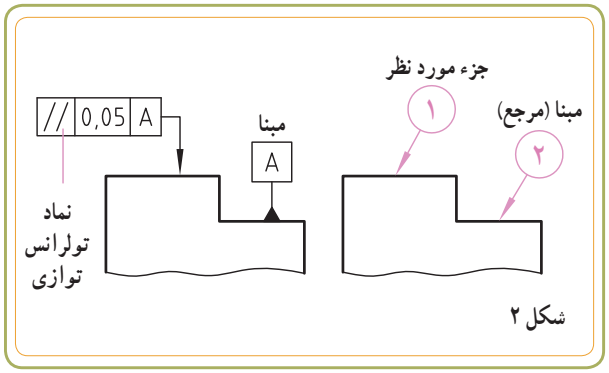
نماد مبنا (مطابق شکل ۱ و۲) عبارت است از یک حرف لاتین بزرگ که در داخل یک کادر مربعی شکل درج می‌شود (معمولاً از حروف الفبای لاتین استفاده می‌شود.)

نماد مبنا و کادر آن توسط یک خط کوتاه و مثلث مرجع (توپر یا توخالی) به سطح مبنا متصل می‌شود.

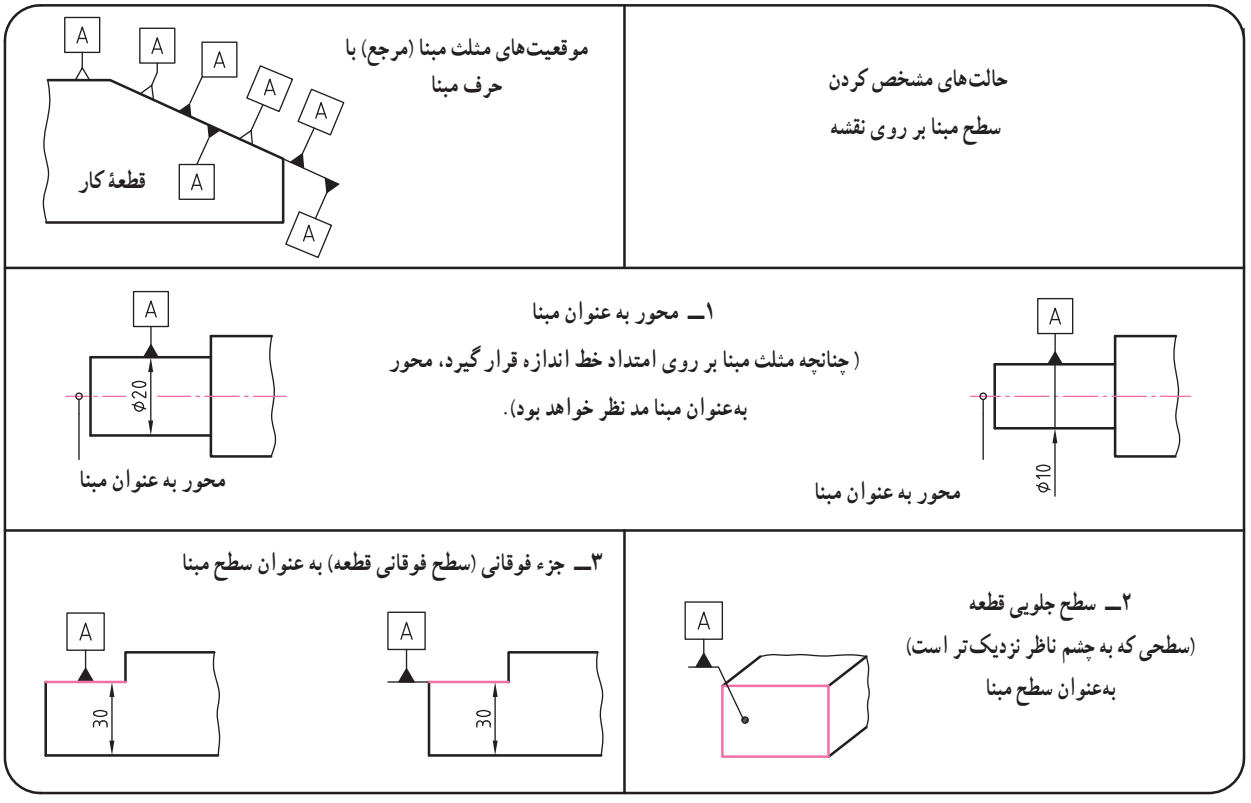
(مثلث توپر سیاه در نقشه بهتر رؤیت می‌شود)



شکل ۱

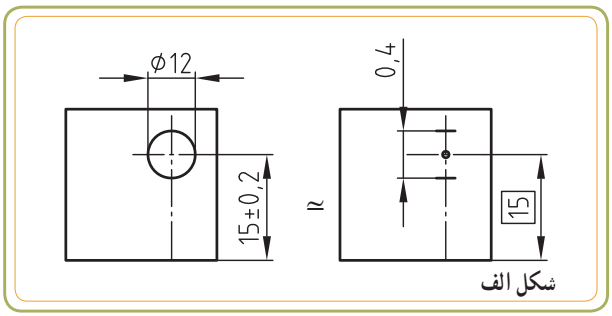


شکل ۲

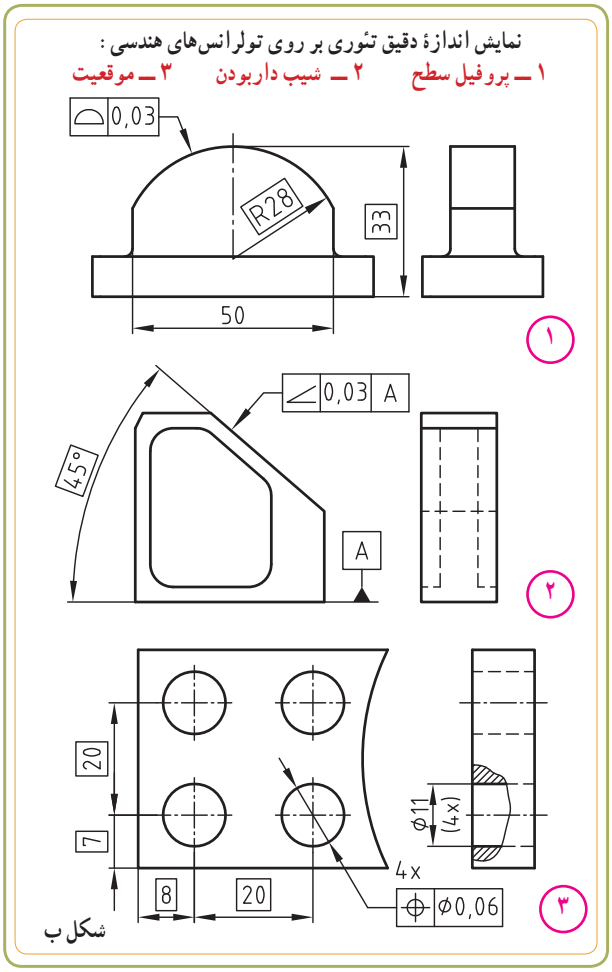


*** اندازهٔ دقیق تئوری** : اندازهٔ دقیق تئوری که به آن اندازهٔ ایده آل نیز می‌گویند یک اندازهٔ مبناست که میدان تولرانس نسبت به آن تعیین می‌شود. اندازهٔ تئوری نشان‌دهندهٔ موقعیت ایده‌آل است. برای آنکه این اندازه قابل شناسایی باشد، آن را داخل کادر چهار ضلعی ثبت می‌کنند. تولرانس‌های عمومی بر روی اندازه‌های دقیق تئوری اثر ندارند. این اندازه‌ها به‌وسیله سنجه‌ها (فرمان‌ها) کنترل می‌شوند.

اندازه‌های تئوری برای بیان وضعیت ایده‌آل هندسی برخی از تولرانس‌های هندسی به کار می‌روند. سه تصویر مقابل (شکل ب) کاربرد اندازهٔ دقیق تئوری را برای تولرانس هندسی : ۱ــ پروفیل سطح، ۲ــ شیب دار بودن و ۳ــ موقعیت، نشان می‌دهند.

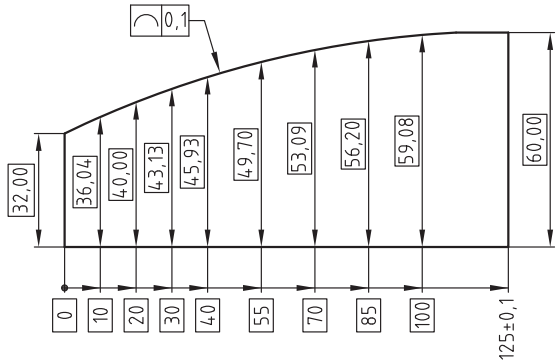


شکل الف



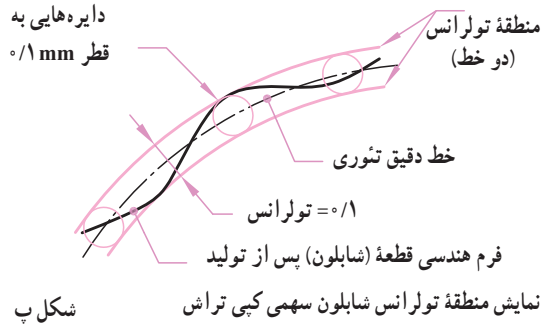
شکل ب

نقشهٔ زیر شابلون سهمی شکل برای کپی تراش را نشان می‌دهد. شکل دقیق خط لبهٔ شابلون به وسیلهٔ اندازه‌های تئوری مشخص شده‌اند.



تفسیر نقشهٔ شابلون : با تولرانس هندسی پروفیل خط ⌓ به مقدار ۰/۱mm، خواسته می‌شود که اندازهٔ فعلی لبهٔ شابلون باید بین دوخط (مطابق شکل پ) (که منطقهٔ تولرانس است) قرار گیرد.

به عبارت دیگر، منطقهٔ تولرانس فضای بین دو خط است و فاصلهٔ این دو خط از همدیگر برابر با دایره‌هایی به قطر ۰/۱mm است.



نمایش منطقهٔ تولرانس شابلون سهمی کپی تراش

شکل پ

انواع «تولرانس‌های هندسی» و «وضعی» به همراه نماد آنها

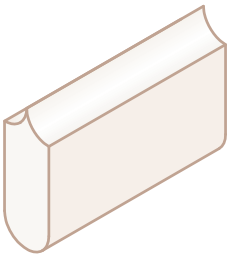
نوع تولرانس	ویژگی	نام گذاری	نماد(علامت)
تولرانس‌های هندسی (فرم)	تولرانس‌های فرم، گروهی از تولرانس‌های هندسی هستند که برای کنترل ویژگی‌های شکل ظاهری، نظیر مستقیم بودن، تخت بودن، گرد بودن و استوانه‌ای بودن به‌کار می‌روند. تولرانس‌های فرم، خطای مُجاز یک قسمت از قطعهٔ کار را به‌تنهایی (نه نسبت به قسمت‌های دیگر) نشان می‌دهند. به همین دلیل به این نوع از تولرانس‌ها، تولرانس‌های هندسی مستقل یا غیر وابسته نیز می‌گویند. چهار نوع تولرانس هندسی فرم (مطابق ستون سمت چپ) وجود دارد. * این تولرانس‌ها را در صفحات ۱۶۸ و ۱۶۹ مورد بررسی قرار می‌دهیم.	راستی (مستقیم بودن)	
		تختی (صاف بودن)	
		گردی (دایره‌ای بودن)	
		استوانه‌ای (استوانه‌ای بودن)	
تولرانس هندسی شکل پروفیل	تولرانس‌های هندسی شکل پروفیل، گروهی از تولرانس‌های هندسی هستند که برای کنترل ویژگی‌هایی نظیر: فرم خطی و فرم سطحی به‌کار می‌روند. دو نوع تولرانس هندسی شکل پروفیل (مطابق ستون سمت چپ) وجود دارد. * این تولرانس‌ها را در صفحهٔ ۱۷۰ مورد بررسی قرار می‌دهیم.	فرم خطی	
		فرم سطحی	

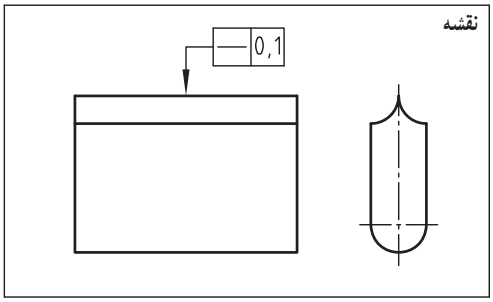
نوع تولرانس	ویژگی	نام گذاری		نماد(علامت)
تولرانس‌های وضعی راستا	تولرانس‌های وضعی راستا، گروهی از تولرانس‌های وضعی هستند که برای کنترل دقت (توازی، تعامد و زاویه‌دار بودن) یک قسمت از یک قطعهٔ کار نسبت به یک یا چند محل مبنا به‌کار می‌روند. به همین دلیل به این نوع از تولرانس‌ها، تولرانس‌های وضعی غیرمستقل یا وابسته نیز می‌گویند. سه نوع تولرانس وضعی راستا (مطابق ستون سمت چپ) وجود دارد. * این نوع تولرانس‌ها را در صفحات ۱۷۱ و ۱۷۲ مورد بررسی قرار می‌دهیم.	توازی		
		تعامد (عمود بودن)		
		زاویه‌دار بودن (شیب‌دار بودن)		
تولرانس‌های وضعی مکانی	تولرانس‌های وضعی مکانی، گروهی از تولرانس‌های وضعی هستند که برای بررسی دقت موقعیت یک شکل یا یک قسمت از قطعهٔ کار به کار می‌روند. سه نوع تولرانس وضعی مکانی (مطابق ستون سمت چپ) وجود دارد. * این تولرانس‌ها را در صفحات۱۷۲و ۱۷۳ مورد بررسی قرار می‌دهیم.	موقعیت		
		هم محوری (هم مرکزی)		
		تقارن		
تولرانس‌های وضعی (دورانی)	تولرانس‌های وضعی دورانی، گروهی از تولرانس‌های وضعی هستندکه برای کنترل میزان لنگی سطح یک قطعهٔ کار مدوّر نسبت به یک محور مبنا به کار می‌روند. دو نوع تولرانس وضعی دورانی (مطابق ستون سمت چپ) وجود دارد. * این نوع تولرانس‌ها را، در صفحات ۱۷۴ و ۱۷۵ مورد بررسی قرار می‌دهیم.	لنگی موضعی	شعاعی موضعی	
			محوری موضعی	
		لنگی کل	شعاعی کل	
			محوری کل	

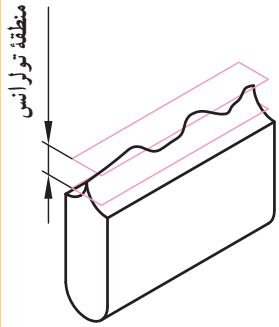
در ادامه، به کمک ۳۲ مثال (۱۶ مثال در کتاب درسی + ۱۶ مثال در کتاب کار) و ۱۶ تمرین نقشه‌خوانی (در کتاب کار) با انواع تولرانس‌های هندسی بیشتر آشنا می‌شویم.

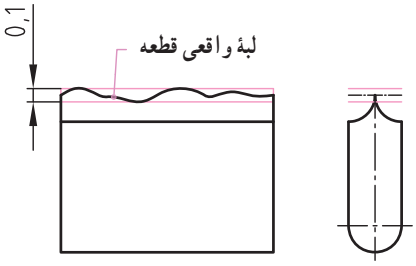
تولرانس مستقیم بودن : تولرانس مستقیم بودن برای محدود کردن انحرافات قطعه از خط مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. علامت تولرانس مستقیم بودن به صورت — است.

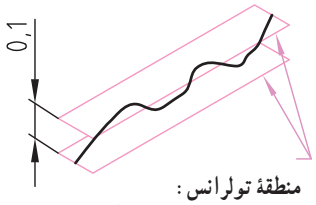
در نقشهٔ شکل مقابل :
نوع تولرانس : مستقیم بودن
مقدار تولرانس : ۰/۱mm
* **تفسیر :** لبهٔ واقعی قطعه باید (بین دو صفحهٔ موازی) که به فاصله ۰/۱mm از همدیگرند، قرار گیرند.
منطقهٔ تولرانس : دو صفحهٔ موازی به فاصلهٔ ۰/۱mm از همدیگر است.





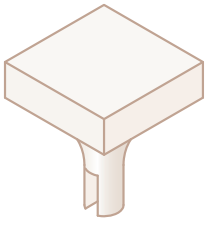


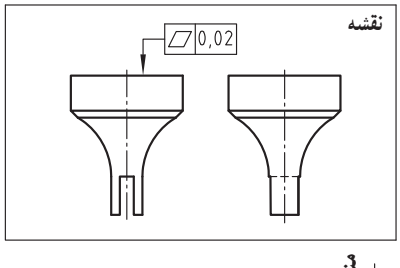


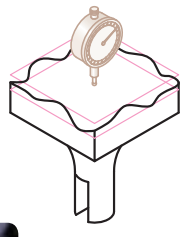


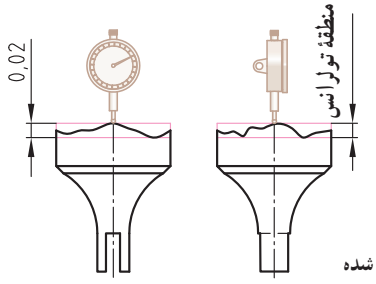
تولرانس تخت بودن : تخت بودن معیاری برای سنجش تغییرات نقاط یک سطح است که عمود برآن سطح، اندازه‌گیری می‌شود. علامت تولرانس تخت بودن به صورت ▱ است.

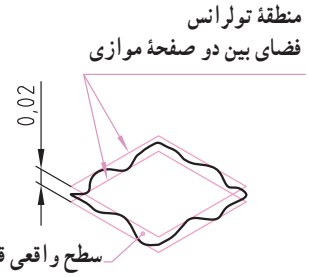
در نقشه شکل مقابل :
نوع تولرانس : تخت بودن
مقدار تولرانس : ۰/۰۲
* **تفسیر :** سطح تولرانس‌گذاری شده (سطح واقعی قطعهٔ پس از تولید) باید بین دو صفحهٔ موازی، که فاصلهٔ آنها از همدیگر ۰/۰۲mm است، قرار گیرد.
منطقهٔ تولرانس : دو صفحهٔ موازی به فاصله ۰/۰۲mm است.



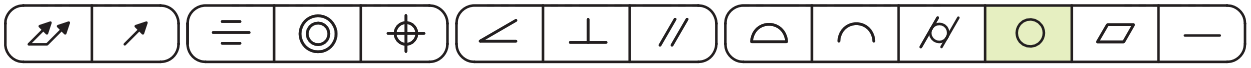






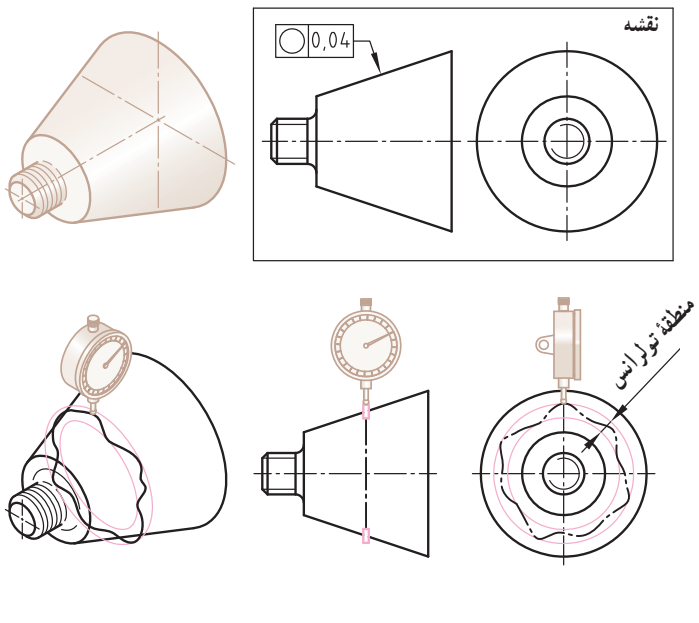


ر.ک.به. صفحهٔ ۵۴ کتاب کار



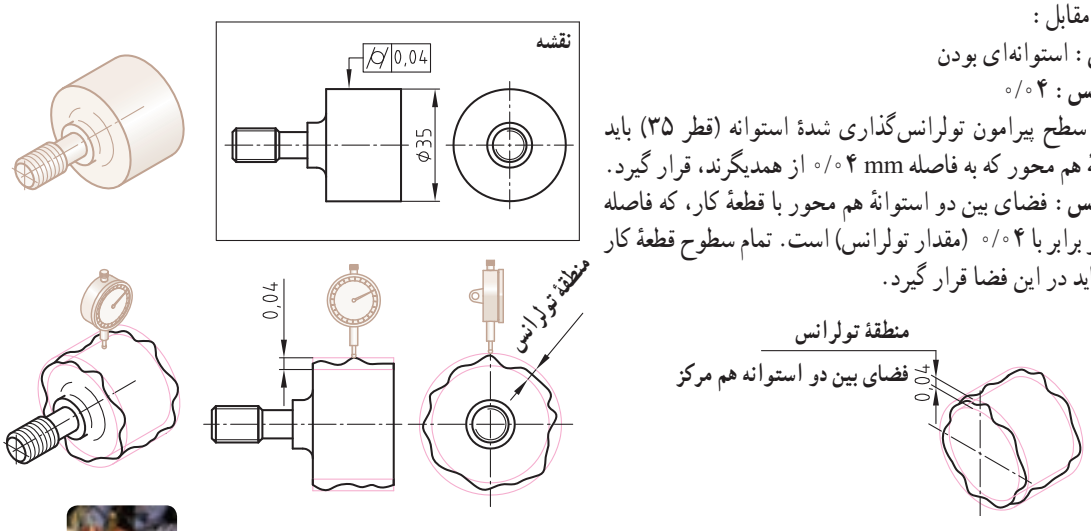
تولرانس گرد بودن : تولرانس گرد بودن در قطعات مدوّر مانند استوانه یا مخروط، در یک سطح مقطع عمود بر محور دوران سنجیده می‌شود. تولرانس هندسی گرد بودن یک منطقهٔ تولرانس محدود به دو دایرهٔ هم مرکز را تعریف می‌کند، به طوری که سطح محصور بین این دو دایره، عمود بر محور دوران قطعهٔ کار قرار داشته باشد. علامت تولرانس گرد بودن به صورت ○ است.

درنقشه شکل مقابل :
نوع تولرانس : گرد بودن
مقدار تولرانس : ۰/۰۴
منطقهٔ تولرانس : فضای بین دو دایرهٔ هم مرکز که فاصله آنها از همدیگر ۰/۰۴mm است.
* **تفسیر :** خط پیرامون تولرانس‌گذاری شدهٔ در هر سطح برشِ (مقطع) عمود بر محور باید بین دو دایرهٔ هم مرکز، که فاصله آنها از همدیگر ۰/۰۴mm است، قرار گیرد.



تولرانس استوانه‌ای بودن : استوانه‌ای بودن یک سطح به این معناست که سطح جانبی استوانه موردنظر باید بین دو سطح جانبی استوانه هم‌محور (که فاصله جدار آنها در محدودهٔ تولرانس است) قرار گیرد.
* علامت تولرانس استوانه‌ای بودن به صورت ⌭ است.

درنقشه شکل مقابل :
نوع تولرانس : استوانه‌ای بودن
مقدار تولرانس : ۰/۰۴
* **تفسیر :** سطح پیرامون تولرانس‌گذاری شدهٔ استوانه (قطر ۳۵) باید بین دو استوانهٔ هم محور که به فاصله ۰/۰۴ mm از همدیگرند، قرار گیرد.
منطقهٔ تولرانس : فضای بین دو استوانهٔ هم محور با قطعهٔ کار، که فاصله آنها از همدیگر برابر با ۰/۰۴ (مقدار تولرانس) است. تمام سطوح قطعهٔ کار پس از تولید باید در این فضا قرار گیرد.



ر.ک.به. صفحهٔ ۵۵ کتاب کار

تولرانس هندسی فرم خطی : تولرانس هندسی فرم خطی، یک منطقهٔ تولرانس دو بعدی را تعریف می کند که در طول (محیطی) قطعهٔ کار قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر منطقهٔ تولرانس درراستای شکل مورد نظر قرار گرفته می‌گیرد.

علامت تولرانس هندسی فرم خطی به‌صورت ⌒ است.

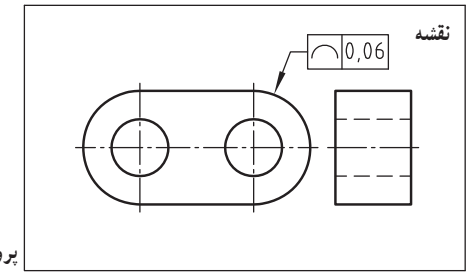
در نقشه شکل مقابل :

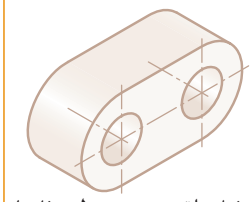
نوع تولرانس : شکل یک خط

مقدار تولرانس : ۰/۰۶

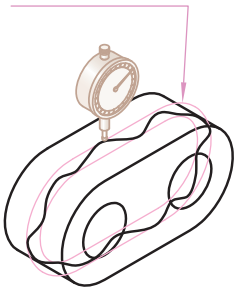
*** تفسیر** : پروفیل تولرانس‌گذاری شده باید بین دو خط منحنی بسته ــ که فاصله این دو خط توسط دایره‌هایی به قطر ۰/۰۶mm از همدیگر محدود شده است ــ قرار گیرد. مرکز این دایره‌ها روی پروفیل ایده‌آل قرار دارد.

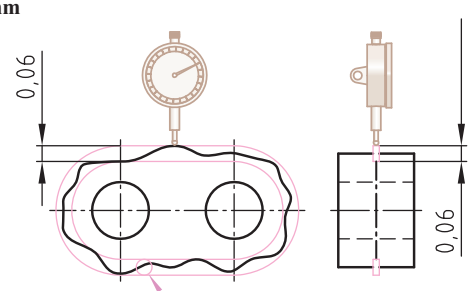
منطقهٔ تولرانس : دو خط موازی، که فاصلهٔ بین آنها توسط دایره‌هایی به قطر ۰/۰۶mm محدود شده است.



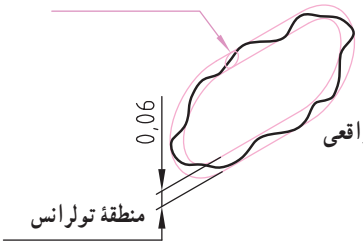


پروفیل واقعی بین دو خط به فاصله ۰/۰۶mm قرار گرفته است.





دایره‌هایی به قطر Ø ۰/۰۶mm



تولرانس هندسی فرم سطحی : تولرانس هندسی فرم سطحی، یک منطقهٔ تولرانس سه بعدی را تعریف می کند که بر روی تمام سطوح قطعه قرار می‌گیرد.

به عبارت دیگر منطقهٔ تولرانس تمام طول وعرض قطعهٔ کار را پوشش می‌دهد.

علامت تولرانس فرم سطحی به‌صورت ⌓ است.

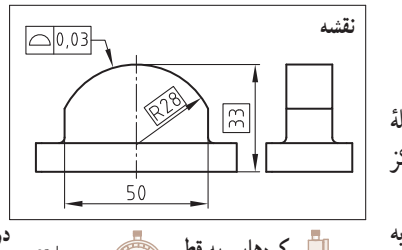
در نقشه شکل مقابل :

نوع تولرانس : فرم سطحی

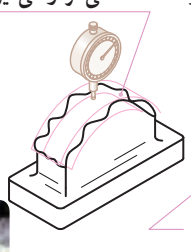
مقدار تولرانس : ۰/۰۳

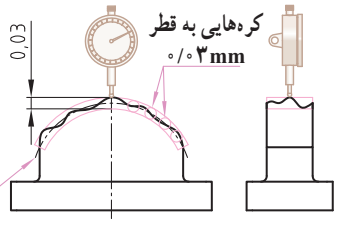
*** تفسیر** : سطح تولرانس‌گذاری شده باید بین دو سطح منحنی، که فاصلهٔ آنها از یکدیگر توسط کره‌هایی به قطر ۰/۰۳mm است، قرار گیرد. مرکز کره‌ها بر روی سطح ایده‌آل هندسی قرار دارد.

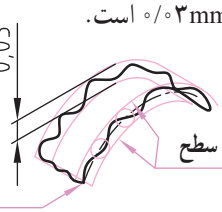
منطقهٔ تولرانس : دو صفحهٔ منحنی موازی که فاصلهٔ آنها از همدیگر به اندازهٔ کُره‌هایی به قطر ۰/۰۳mm است.



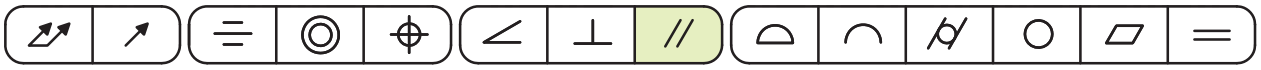
سطح واقعی قطعه بین دوصفحهٔ منحنی قرار می‌گیرد.







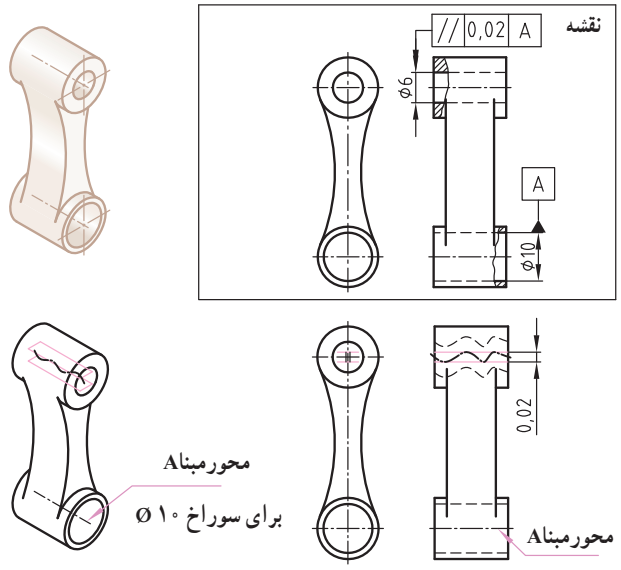
ر.ک.به. صفحهٔ ۵۶ کتاب کار



تولرانس وضعی توازی : تولرانس وضعی توازی، مشخص می‌کند که یک جزء از یک خط یا یک سطح تا چه حد با یک محور یا یک صفحهٔ مبنا موازی است.

علامت تولرانس وضعی توازی به صورت // است.

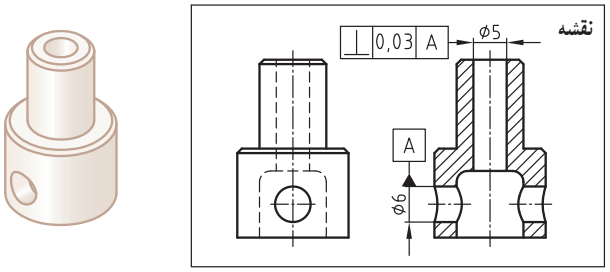
در نقشه شکل مقابل :
نوع تولرانس : توازی
مقدار تولرانس : ۰/۰۲
*** تفسیر** : محور سوراخ تولرانس‌گذاری شده (Ø ۶) باید بین دو صفحهٔ موازی به فاصلهٔ ۰/۰۲ از همدیگر و موازی با محور مبنای A (محور سوراخ قطر ۱۰) قرار گیرد.
منطقهٔ تولرانس : دو صفحهٔ موازی به فاصلهٔ ۰/۰۲mm

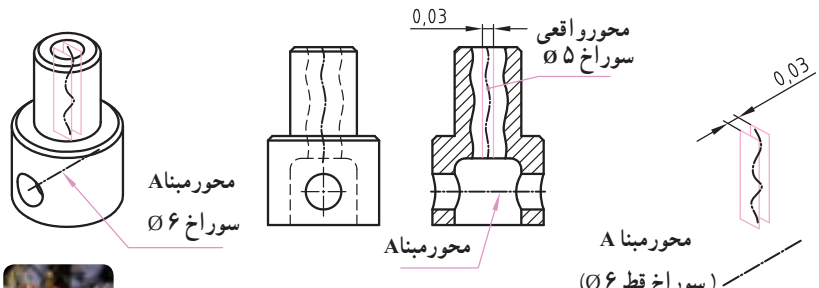


تولرانس وضعی تعامد : تولرانس وضعی تعامد، یک منطقهٔ تولرانسی را تعریف می‌کند که عمود بر یک سطح مبنا یا یک محور مبنا قرار می‌گیرد.

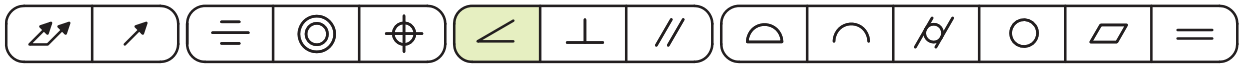
علامت تولرانس عمودبودن به صورت ⊥ است.

در نقشه شکل مقابل :
نوع تولرانس : تعامد
مقدار تولرانس : ۰/۰۳
*** تفسیر** : محورتولرانس گذاری (سوراخ Ø ۵) باید بین دو صفحه ــ که فاصلهٔ آنها از همدیگر ۰/۰۳ و عمود بر محور مبنای A (محور سوراخ قطر۶) است ــ قرار گیرد.
منطقهٔ تولرانس : دو صفحهٔ موازی به فاصلهٔ ۰/۰۳mm





ر.ک.به. صفحهٔ ۵۷ کتاب کار



تولرانس وضعی زاویه دار بودن : تولرانس وضعی زاویه دار بودن برای بررسی وضعیت یک سطح یا محور از قطعهٔ کار که با زاویهٔ خاص (به جزء ۹۰°) نسبت به یک سطح یا محور مبنا قرار گرفته است، به‌کار می‌رود.

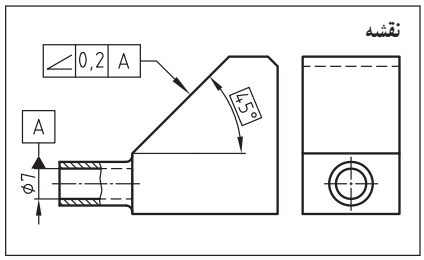
علامت تولرانس هندسی وضعی زاویه‌دار بودن به‌صورت است.

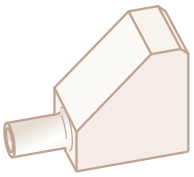
در نقشه شکل مقابل :

نوع تولرانس : زاویه دار بودن

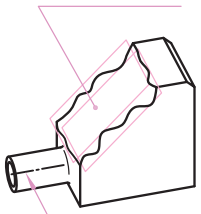
مقدار تولرانس : ۰/۲

* **تفسیر** : سطح شیب دار تولرانس‌گذاری شده باید بین دو سطح موازی ــ که نسبت به محور مبنا A شیب‌دار بوده و فاصله آنها از یکدیگر ۰/۲mm است، قرار گیرد. زاویهٔ ایده‌آل هندسی ۴۵° است.

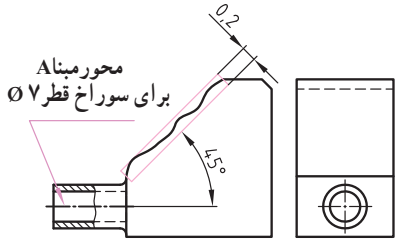


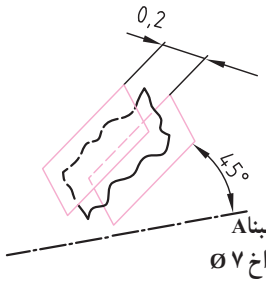


سطح واقعی قطعه
پس از تولید



محورمبنای A





تولرانس وضعی موقعیت : در اندازه‌گذاری یک نقشه، اندازهٔ اصلی، موقعیت حقیقی یک شکل را نسبت به یک یا چند سطح مبنا بیان می‌کند. تولرانس وضعی موقعیت تعیین می‌کند که تا چه اندازه یک شکل یا یک محور می‌تواند نسبت به موقعیت حقیقی خود منحرف شود. بنا بر تعریف، وضعیت یعنی چگونگی قرار گرفتن یک جزء از یک قطعه. مثلاً در شکل زیر محور هر چهار سوراخ به قطر ۱۲ را نسبت به لبه‌های قطعهٔ کار، وضعیت محور آن سوراخ‌ها می‌گویند. علامت تولرانس وضعی موقعیت به صورت است.

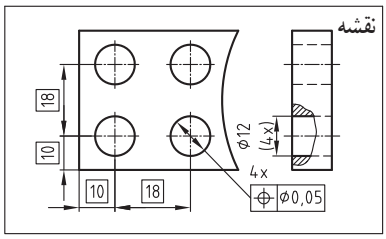
در نقشه شکل مقابل :

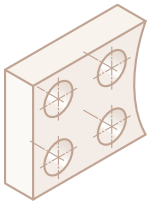
نوع تولرانس : وضعیت

مقدار تولرانس : ۰/۰۵

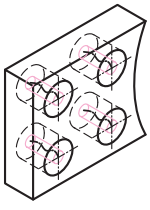
* **تفسیر** : محور هر یک از چهار سوراخ ۱۲ Ø باید در داخل استوانه‌ای به قطر ۰/۰۵mm قرار گیرد. محور این استوانه‌ها منطبق بر اندازهٔ دقیق تئوری و منطبق با خط محور هر یک از سوراخ‌هاست.

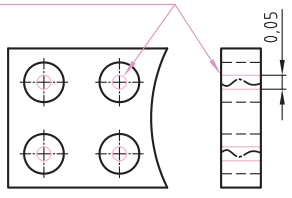
منطقهٔ تولرانس : استوانه‌ای به قطر ۰/۰۵mm



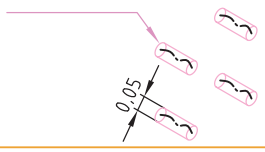


منطقهٔ تولرانس چهار استوانه
به قطر ۰/۰۵mm Ø





(چهارمنطقهٔ تولرانس)
استوانه‌هایی به
قطر ۰/۰۵mm Ø



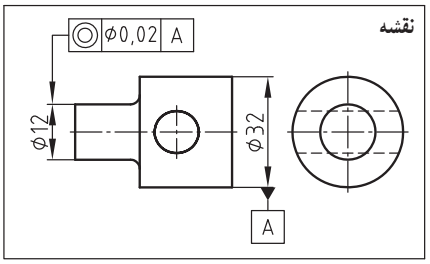
ر.ک.ب. صفحهٔ
۵۸ کتاب کار

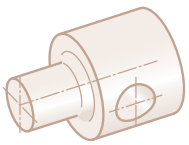
تولرانس وضعی هم محوری (هم مرکزی) : تولرانس وضعی هم محوری (هم مرکزی) هم محور یا هم‌مرکز بودن یک میله یا یک سوراخ را نسبت به محور مبنای سوراخ یا میله دیگر را نشان می‌دهد.

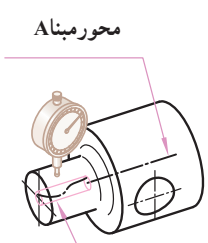
تولرانس هم محوری شامل : راست بودن، استوانه‌ای بودن و دایره‌ای بودن است.

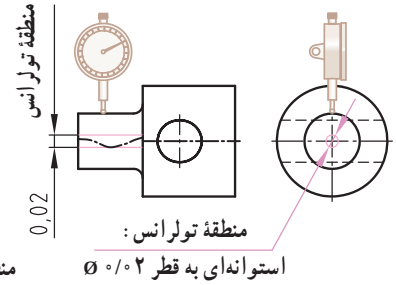
علامت تولرانسِ وضعی هم محوری به صورت ◎ است.

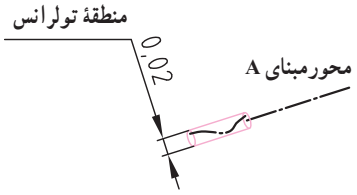
درنقشه شکل مقابل :
نوع تولرانس : هم محوری
مقدار تولرانس : ۰/۰۲
منطقهٔ تولرانس : استوانه‌ای به قطر ۰/۰۲mm محور مرکزی این استوانه منطبق بر محور مبنای A است.
* **تفسیر** : محور استوانهٔ تولرانس‌گذاری شده (استوانه Ø۱۲) باید در داخل استوانه‌ای به قطر ۰/۰۲mm که هم‌محور با محور مبنا A (استوانه ۳۲ Ø) است، قرار گیرد.







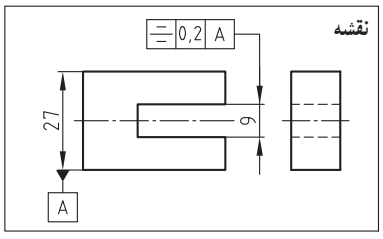


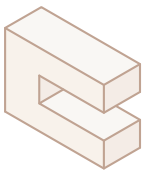


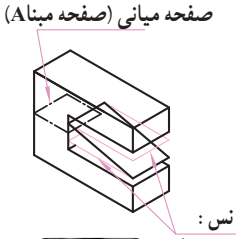
تولرانس وضعی تقارن : در مواقعی که بخواهیم حالت قرینه بودن یک شکل را نسبت به محور خود آن شکل یا شکل دیگری تعریف کنیم، می‌توانیم از تولرانس وضعی تقارن استفاده کنیم.

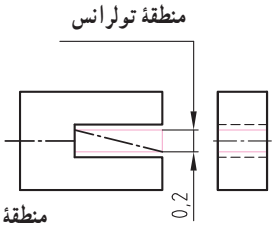
علامت تولرانس وضعی تقارن به‌صورت ⌯ است.

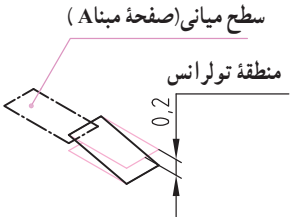
در نقشه شکل مقابل :
نوع تولرانس : تقارن
مقدار تولرانس : ۰/۲
منطقهٔ تولرانس : مساحت بین دو صفحهٔ موازی (یا دو خط موازی) که به صورت متقارن در اطراف صفحهٔ مبنا قرارگرفته‌اند.
* **تفسیر** :سطح میانی شیار با (پهنای ۹mm)، باید بین دو صفحه موازی و با فاصلهٔ ۰/۲mm از همدیگر (که به‌طور قرینه نسبت به سطح میانی سطوح بالا و پایین قطعهٔ کار است،) قرار گیرد.











ر.ک.به. صفحهٔ ۵۹ کتاب کار

تولرانس وضعی لنگی شعاعی موضعی : تولرانس وضعی لنگی شعاعی موضعی میزان گرد بودن یک سطح مقطع از قطعهٔ کار و میزان لنگی آن را نسبت به یک محور مبنا اندازه می‌گیرد. علامت تولرانس لنگیِ شعاعی موضعی به‌صورت ↗ است.

در نقشه شکل مقابل برای کنترل قطعه، شاخص اندازه‌گیر، عمود برمحور مبنا قرار می‌گیرد.

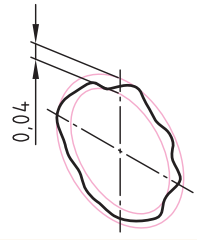
نوع تولرانس : لنگی شعاعی موضعی

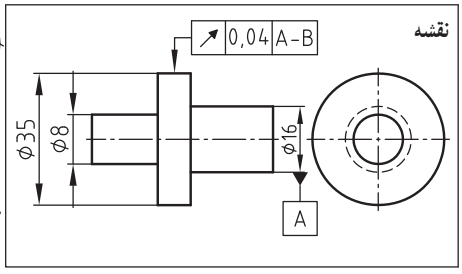
مقدار تولرانس : ۰/۰۴

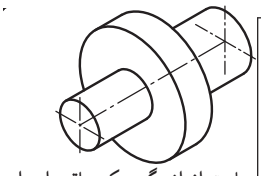
مقدار تولرانسِ لنگی که در کادر تولرانس مشخص می‌شود، حداکثر مقدار مُجاز حرکت عقربه ساعت اندازه‌گیر در روی قطعه را در حالی که قطعه کار در حول محور مبنا ۳۶۰° بچرخد معین می‌کند.

*** تفسیر** : شاخص ساعت اندازه‌گیر عمود بر محور مبنای مشترک A_B قرار می‌گیرد. به هنگام دوران قطعهٔ کار، حول محور مبنای مشترک A_B، انحراف لنگی طولی در هر سطح اندازه‌گیری عمود بر محور مبنا (طی یک دور چرخش کامل ۳۶۰°) نباید بیشتراز ۰/۰۴mm شود.

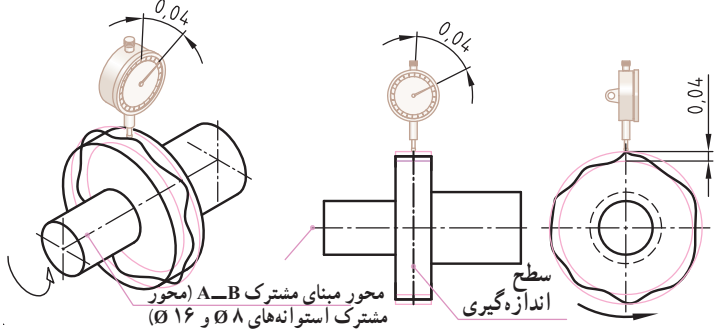
منطقهٔ تولرانس : فاصله بین دو دایره هم مرکز است که مرکز آنها روی محور مبنا قرار گرفته است.







ساعت اندازه گیر یک حلقه دایره‌ای از المان تولرانس گذاری شده را کنترل می‌کند. علامت ↗ نمایانگر یک ساعت اندازه‌گیر است.



تولرانس وضعی لنگی محوری موضعی : تولرانس وضعی لنگی محوری موضعی میزان لنگ بودن (اعوجاج) یک سطح از قطعه کار را نسبت به محور مبنا اندازه می‌گیرد.

علامت تولرانس وضعی لنگی محوری موضعی همانند تولرانس وضعی لنگی شعاعی موضعی به‌صورت ↗ است.

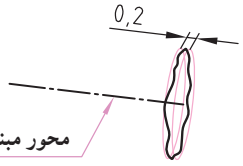
در نقشه شکل مقابل برای کنترل قطعه، شاخص ساعت اندازه‌گیر، به موازات محور مبنا قرار می‌گیرد.

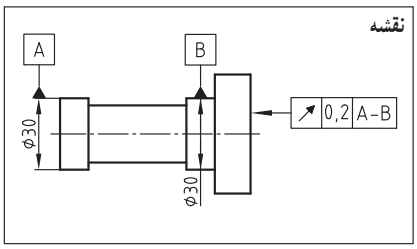
نوع تولرانس : لنگی محوری موضعی

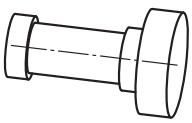
مقدار تولرانس : ۰/۲

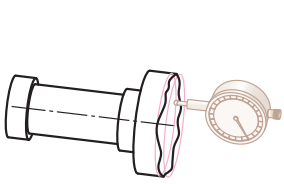
مقدار تولرانس لنگی که در کادر تولرانس مشخص می‌شود، حداکثر مقدار مُجاز حرکت ساعت اندازه‌گیر در روی قطعه کار را در حالی که حول محور مبنا ۳۶۰° بچرخد، معین می‌کند.

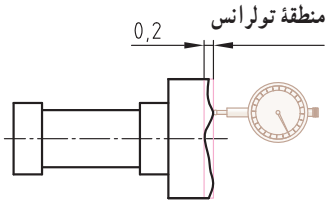
*** تفسیر** : شاخص ساعت اندازه‌گیر موازی با محور مبنا قرار می‌گیرد. به هنگام دَوَران قطعهٔ کار حول محور مبنای مشترک A _ B، انحراف لنگی محوری موضعی در هر نقطهٔ اندازه‌گیری (طی یک دور چرخش کامل ۳۶۰°) نباید بیشتر از ۰/۲ شود.



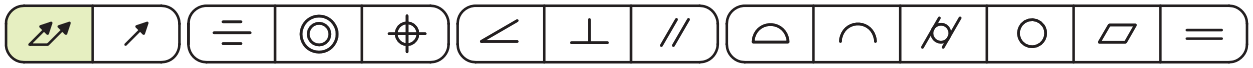








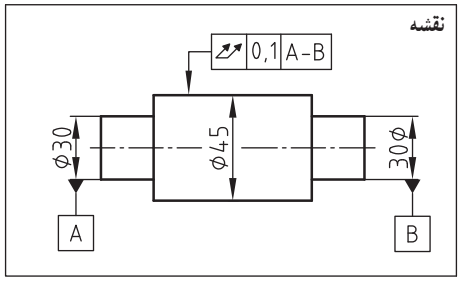
ر.ک.به. صفحهٔ ۶۰ کتاب کار

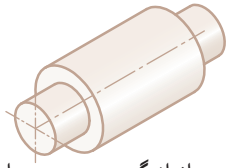


تولرانس وضعی لنگی شعاعی کل : تولرانس وضعی لنگی شعاعی کل علاوه بر لنگی شعاعی کل، میزان گرد بودن، مستقیم بودن و استوانه‌ای بودن یک قطعهٔ کار را در حالی که حول یک محور در حال گردش است، تعیین می‌کند. علامت تولرانس لنگی شعاعی کل به‌صورت است.

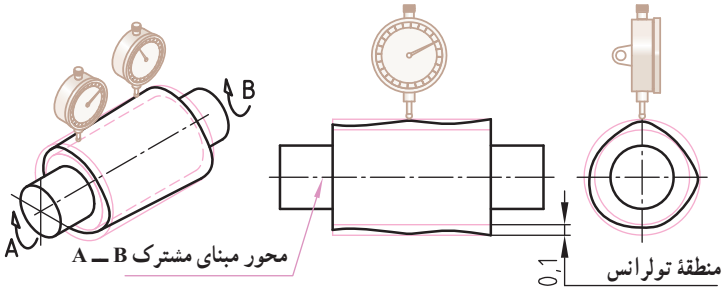
درنقشه شکل مقابل
نوع تولرانس : لنگی شعاعی کل
مقدار تولرانس : ۰/۱
*** تفسیر :** شاخص ساعت عمود بر محور مبنا مشترک A ــ B قرار می‌گیرد. به هنگام دَوَران قطعهٔ کار حول محور مرجع مشترک A ــ B و جابه‌جایی محوری در طی یک دور چرخش کامل ۳۶۰°، تمام نقاط سطوح قطعه باید در فضای بین دو دیوارهٔ استوانهٔ توخالی به پهنای ۰/۱mm قرار گیرند.

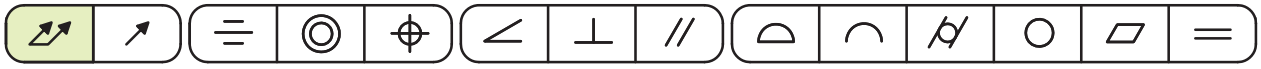
منطقهٔ تولرانس : دو استوانهٔ هم محور است که مرکز استوانه‌ها روی محور مبنا قرار گرفته است. فاصلهٔ شعاعی بین استوانه‌ها برابر با مقدار تولرانس لنگی شعاعی کل و به اندازهٔ ۰/۱mm است.





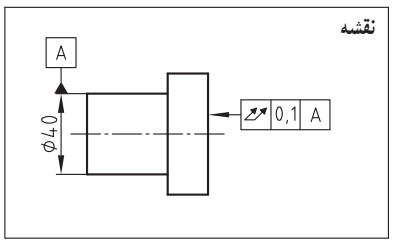
ساعت اندازه‌گیر در حین دوران قطعه کار موازی محور مبنا جابه‌جا می‌شود. علامت ↗↗ به مفهوم جابه‌جایی وسیلهٔ اندازه‌گیری است.



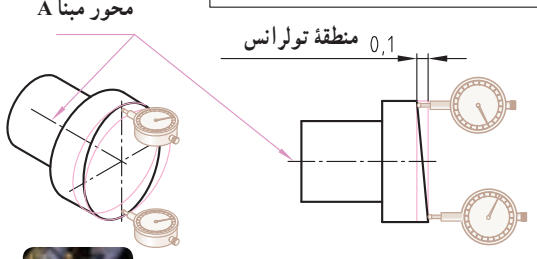


تولرانس وضعی لنگی محوری کل : تولرانس وضعی لنگی محوری کل، علاوه بر لنگی محوری کل، تعامد سطح قطعهٔ کار را در حالی که حول یک محور در حال گردش است، تعیین می‌کند. علامت تولرانس لنگی محوری کل همانند لنگی شعاعی کل به‌صورت است.

در نقشه شکل مقابل :
نوع تولرانس : لنگی محوری کل
مقدار تولرانس : ۰/۱
*** تفسیر :** به هنگام دَوَران حول محور مبنا A و با جابه‌جایی در همهٔ شعاع‌ها، تمام نقاط سطوح قطعهٔ کار باید در بین (دوصفحهٔ موازی) به پهنای ۰/۱mm قرار گیرد.
منطقهٔ تولرانس : دو صفحهٔ موازی و عمود بر محور مبنا است. فاصلهٔ بین این دو صفحهٔ موازی با مقدار تولرانس لنگی محوری کل برابر است.
میله لمس‌کننده ساعت اندازه‌گیر به موازات محور مبنا A باید قرار گیرد و در شعاع‌ها حرکت نماید.



برای کنترل قطعه، شاخص ساعت اندازه‌گیر، عمود بر محور مبنا روی تمام سطح پیشانی قطعه حرکت می‌کند.



ر.ک.پ. صفحهٔ ۶۱ کتاب کار

نقشه‌خوانی اندازه‌ها و علائم

کیفیت سطح

بخش سوم

فصل ۴

فناوری مدرن، ضرورت پرداخت سطح را ایجاب می‌کند تا کارکرد مناسب و عمر مفید و طولانی قطعات ماشین‌ها تضمین گردد.

اغلب قطعات صنعتی به کیفیت سطح مناسب نیاز دارند تا به نحو مطلوب کار کنند. پرداخت سطح بیشتر همیشه مورد نیاز نیست وتنها سبب افزایش هزینه تولید می‌شود. جهت جلوگیری از پرداخت کاری بیش از حد یک قطعه، میزان پرداخت مورد نظر، بر روی نقشه کارگاهی نمایش داده می‌شود. این اطلاعات که میزان پرداخت را مشخص می‌کند به وسیله نمادهایی به کاربر منتقل می‌شود.

در این فصل با مفاهیم کیفیت سطح، پارامترهای مهم آن و نمادهای مربوطه در نقشه‌های صنعتی آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- مفهوم کیفیت سطح را شرح دهد.
- روش‌های مرسوم در تعیین کیفیت سطح را توضیح دهد.
- علائم و نمادهای کیفیت سطح را بیان کند.
- علائم و نمادهای کیفیت سطح را از روی نقشه تفسیر کند.

مقدمه

بیشتر تولیدات مورد استفادهٔ روزمره، اعم از وسایل خانگی یا صنعتی از چند قطعهٔ مجزا تشکیل می‌گردد که به‌طور جداگانه ساخته و روی هم سوار می‌شوند.

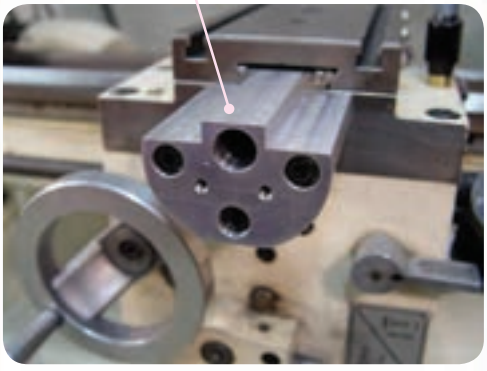
هر یک از این قطعات محدود به سطوحی است و هر کدام کم و بیش در عملکرد دستگاه وظیفه‌ای بر عهده دارند. سطحی که با قطعات مجاور در تماس نباشد (سطح آزاد)، مستقیماً در کارکرد دستگاه نقشی ندارد. در حالی‌که سطوح در تماس به تناسب کاری که در مجموعه انجام می‌دهند از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. این سطوح از نظر کیفیت باید دارای پرداخت سطح معینی باشند تا عملکرد مناسبی داشته باشند (شکل ۱).

شکل ۱

به سطوحی که با هم در تماس هستند توجه کنید.

سطوح آزاد (یعنی سطوحی که یا خارج از درگیری هستند یا از قطعهٔ هم جوار فاصله دارند) باید با کیفیت سطح پایین‌تری تولید شوند تا صرفهٔ اقتصادی داشته باشد (شکل۲).

شکل ۲



در گیره‌ای، مطابق شکل۳، و دو قطعهٔ شکل ۴ آیا می‌توانید برخی از سطوح آزاد را با کشیدن یک خط اشاره مشخص کنید؟

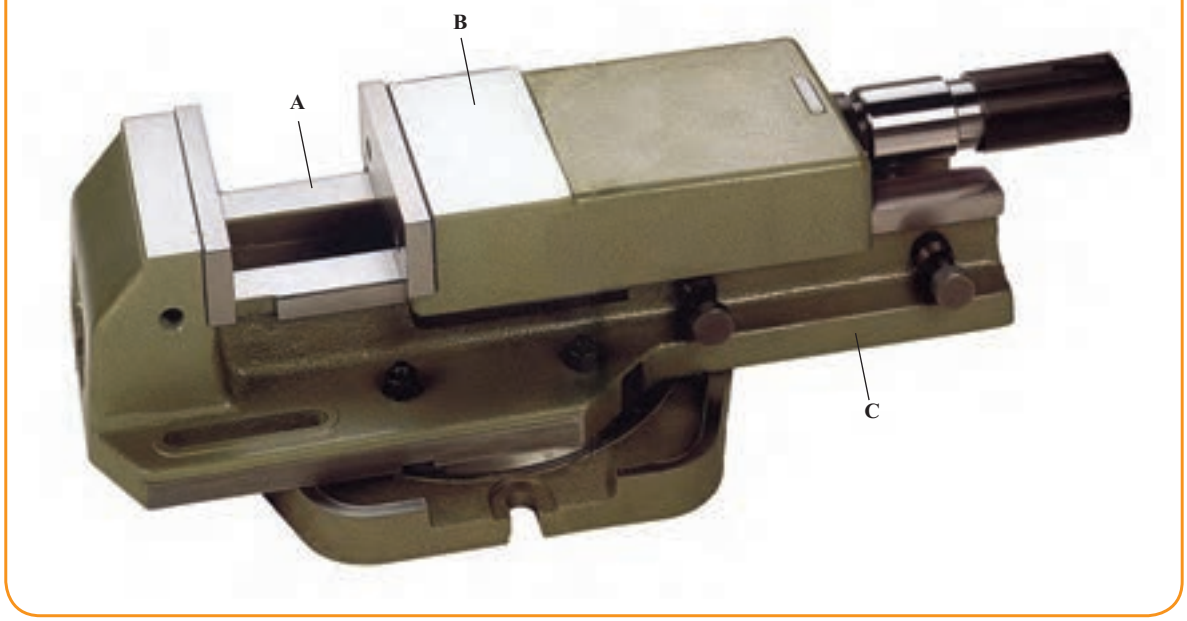
شکل ۳

شکل ۴

تصویر زیر، یک گیره (کارگاهی) را نشان می‌دهد

میزان پرداخت سطوح اجزای این گیره با هم متفاوت است. با اندکی دقت ملاحظه می‌شود که روی گیره سطوح مختلفی قابل تشخیص است :

مشاهده می‌شود که تمام سطوح گیره به یک اندازه پرداخت نشده‌اند. سطوح یاد شده با دقت‌های مختلفی از نظر درجه صافی ساخته می‌شوند.



برای نمونه : A ● سطحی که پرداخت آنها خوب است.
B ● سطحی که پرداخت سطح آنها متوسط است.
C ● سطحی که به همان حالت اولیه‌ای که تولید شده‌اند باقی می‌مانند و پرداخت سطح آنها پایین است.

در صنعت، هر سطح را با توجه به درجهٔ اهمیت و کاربرد آن پرداخت می‌نمایند، زیرا پرداخت زیادتر از نیاز باعث صرف وقت و هزینهٔ بیشتر می‌شود، که این در نهایت، بالا رفتن قیمت تولید را به همراه دارد.

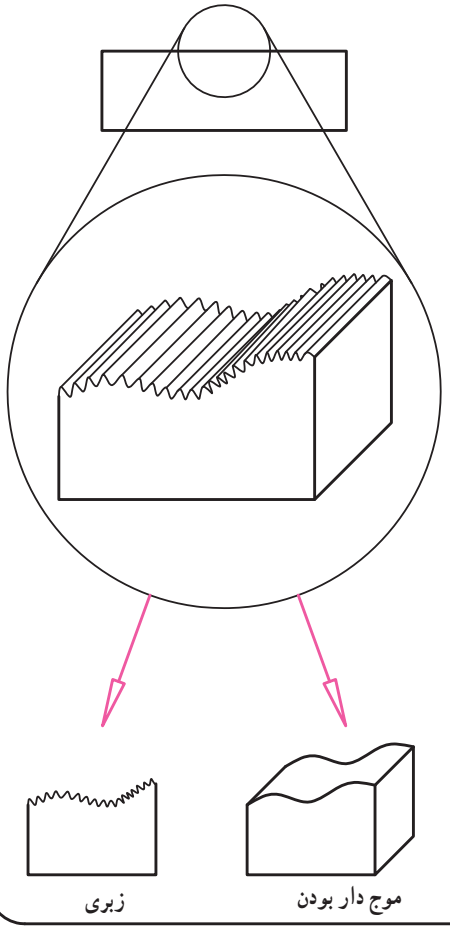
در نتیجه :

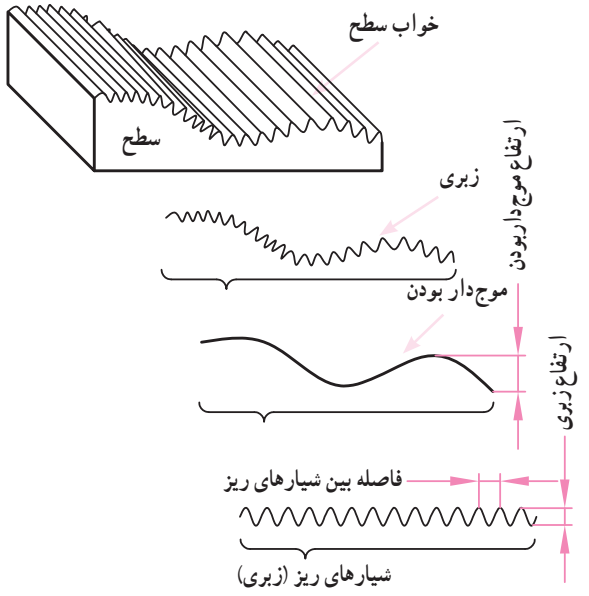
هر سطح تا آن اندازه پرداخت می‌شود که بتواند وظیفهٔ مورد انتظار را با دقت لازم انجام دهد.

البته نوع صافی هر سطح به مورد استفاده آن قطعه در صنعت بستگی دارد و در موقع ساختن باید مشخص شود که هر سطح از چه درجهٔ صافی باید برخوردار باشد. به‌طور کلی شرایطی که سطوح قطعه دارد در عملکرد قطعه، طول عمر و شکل ظاهری آن تأثیرگذار است.

چون براده‌برداری از یک سطح الزاماً به کمک ابزار برشی صورت می‌گیرد و عملکرد این ابزار در نهایت کندن براده با اندازه‌های متفاوت از سطح مورد نظر است،ایجاد پستی و بلندی روی سطح اجتناب ناپذیر خواهد بود، بنابراین امکان ندارد که سطحی مطلقاً صاف به دست آید. لذا سطح، نسبت به سطح ایده‌آل، انحرافاتی خواهد داشت. انحرافاتی مثل : موج دار بودن یا شیارهای ریز.

علت	معایب سطح	شکل
ارتعاش قطعهٔ کار و یا ماشین. خطا در بستن قطعهٔ کار	ایجاد سطح موج دار موج دار بودن	
تشکیل نوع براده نامناسب انتخاب مقدار پیشروی و عمق بار نامناسب فرم نامناسب لبهٔ برندهٔ ابزار	ایجاد شیارهای ریز (زبری)	





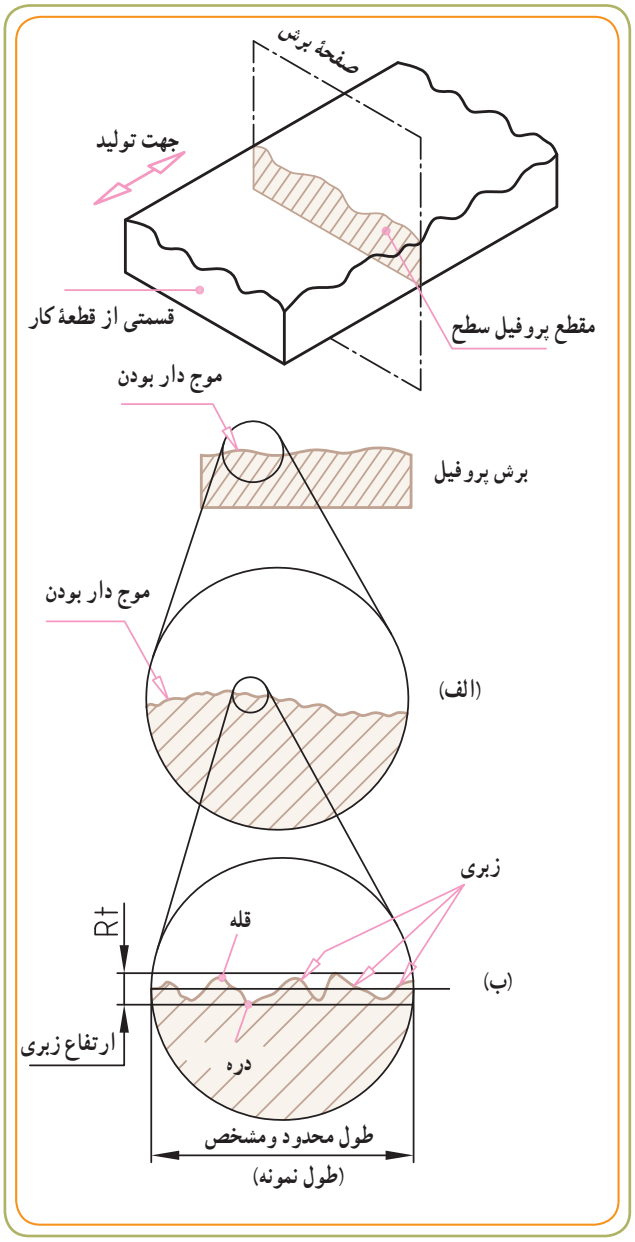
در صفحات بعدی با مفهوم زبری بیشتر آشنا می‌شویم.

زبری سطح

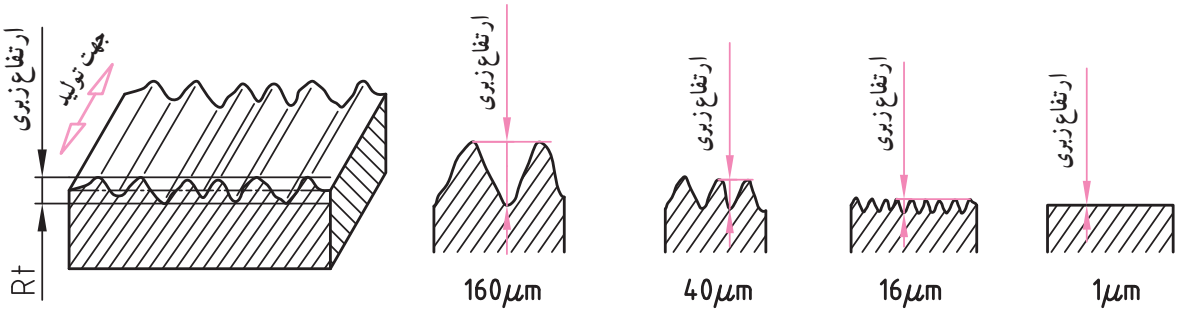
برای درک بهتر مطلب، مقطعی از یک قطعهٔ تولید شده را توسط یک صفحهٔ صاف برش می‌زنیم، که به آن پروفیل سطح می‌گویند.

نکته : صفحهٔ برش عمود بر جهت تولید، عبور داده شده است. به کمک این پروفیل می‌توانیم با مفهوم موج‌دار بودن و زبری سطح بیشتر آشنا شویم. اگر قسمتی از پروفیل سطح را چند برابر بزرگ کنیم، تصویری مانند شکل (الف) را می‌بینیم. اگر آن را چند برابر دیگر بزرگ‌تر کنیم شکل (ب) را خواهیم داشت.

در دو شکل (الف و ب) تفاوت ظاهری بین «موج‌دار بودن» و «زبری» را مشاهده می‌کنید.

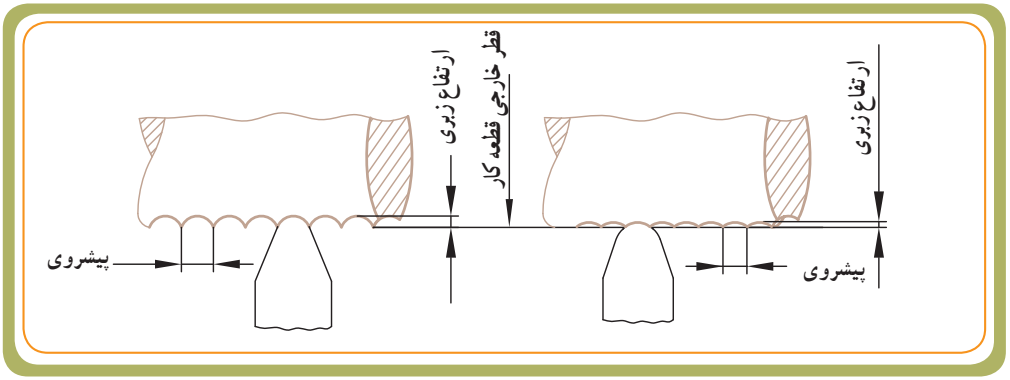


ارتفاع زبری : ارتفاع زبری عبارت است از ارتفاع بلندترین نقطهٔ زبری (قله) تا پایین‌ترین نقطهٔ آن (دره) در یک طول محدود و مشخص مورد اندازه‌گیری که به آن طول نمونه می‌گویند.

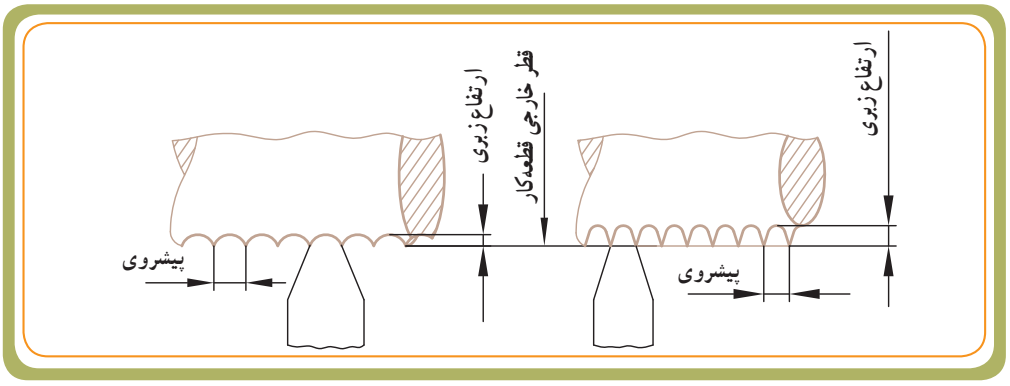


ارتفاع زبری سطح به عوامل زیادی بستگی دارد که در اینجا به شش مورد آن اشاره می‌شود :

۱ــ مقدار پیشروی رنده : هر چه مقدار پیشروی کم انتخاب شود، ارتفاع زبری کمتر و سطح ایجاد شده صاف‌تر است.



۲ــ شعاع نوک رنده : هر چه شعاع گردی نوک رنده بیشتر انتخاب شود، ارتفاع زبری کمتر و سطح تراشیده شده، صاف‌تر خواهد بود.



۳ــ سرعت برش : ارتفاع زبری سطح به سرعت برش و در نتیجه نیروی برش بستگی دارد. وقتی سرعت برش زیاد شود، نوع براده‌ها روان‌تر است و سطح صاف‌تری، تولید می‌شود.

۴ــ استفاده از مایع برش (خنک کاری) : مایع برش، علاوه بر خنک‌کاری و ازدیاد طول عمر لبهٔ برنده ابزار، کیفیت سطح بهتری را، به وجود می‌آورد و اجازه می‌دهد تا سرعت برش را افزایش دهیم.

۵ــ جنس قطعه کار

۶ــ نوع عملیات

بیشتر بدانیم

جدول زیر رابطهٔ بین ارتفاع زبری با سرعت برش، مقدار پیشروی و شعاع نوک رنده در تراشکاری را نشان می‌دهد.

ردیف	سرعت برش v (m/min)	مقدار پیشروی (s) mm/u	شعاع نوک ابزار برش r (mm)	ارتفاع زبری به µm Rt	شکل سطح خارجی
1	90	1.2	2	130	اندازه‌گیری ارتفاع زبری
2	150	0,4	0,8	24	
3	150	0,2	0,8	15	
4	210	0,1	0,8	10	
5	310	0,05	0,8	4	
6	150	0,4	1,6	15	
7	150	0,2	1,6	10	
8	210	0,1	1,6	8	
9	310	0,05	1,6	4	

طول نمونه

طبق استاندارد ایزو (ISO) برای تعیین و اندازه‌گیری میزان پرداخت سطح قطعه، قسمتی از سطح را عمود بر جهت تولید انتخاب می‌کنند و مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌دهند.

طول نمونه‌ها استاندارد است. جدول زیر اندازه‌های طول نمونهٔ (L) را بر حسب میلی‌متر نشان می‌دهد.

پیشتر بدانیم

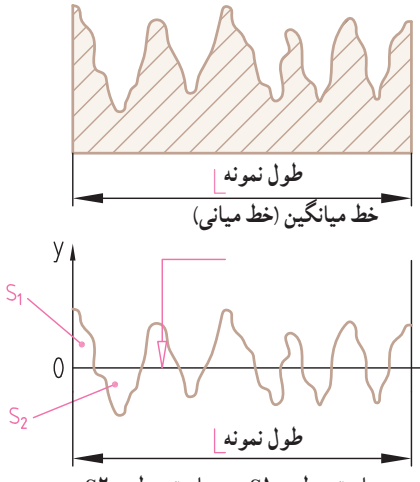
L طول نمونه برحسب mm	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۸	۲/۵	۸

توجه : برای سطوح صاف‌تر از طول نمونهٔ کوچک‌تر و برای سطوح زبرتر از طول نمونهٔ بزرگ‌تر استفاده می‌شود.

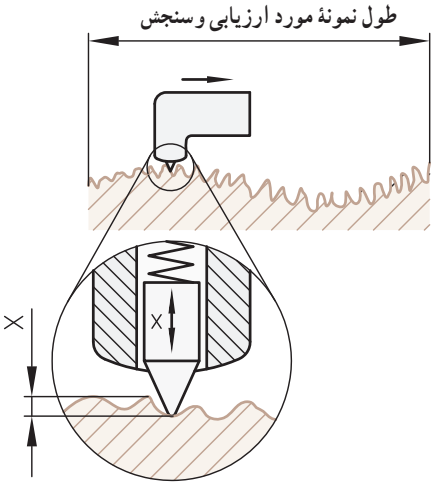
به خطی که از پروفیل سطح می‌گذرد و سطوح بالا و پایین زیر انحراف‌ها را به‌طور تقریبی نصف می‌کند، خط میانگین (خط میانی) می‌گویند.

برای اندازه‌گیری و کنترل دقیق پرداخت سطح قطعه، می‌توان از تجهیزات الکترونیکی استفاده کرد. در این تجهیزات، یک میلهٔ حس کننده بر روی سطح قطعهٔ کار به‌حرکت درمی‌آید و زبری‌های سطح را حس می‌کند. این اطلاعات پس از پردازش، برحسب میکرومتر بر روی صفحه نمایشگر دستگاه قابل مشاهده است و امکان چاپ نمودار آن بر روی کاغذ نیز وجود دارد.

شاخص دستگاه در یک طول مشخص و معین مقدار صافی سطح را کنترل می‌کند.



مساحت سطوح S۱ ≃ مساحت سطوح S۲



روش‌های تعیین زبری سطح : زبری سطح کار را می‌توان با روش‌های مختلف نشان داد. اما دو مورد از آنها روش‌های متداول و معروفی هستند که بیشترین کاربرد را دارند : روش‌های Ra و Rz.

تعریف زبری سطح Ra : Ra عبارت است از میانگین ارتفاعات زبری سطح. برای درک بهتر مطلب به (شکل ۱) توجه کنید. طولی از سطح موردنظر را به مقدار ۲/۵mm برای ارزیابی انتخاب کردیم، سپس توسط میکروسکوپ قوی طول مورد ارزیابی L را چند برابر بزرگ‌تر کردیم تا (شکل۲) به‌دست آید.

حالا خط میانگین (خط میانی) ox را به‌طور تقریبی به گونه‌ای در نظر می‌گیریم که در حد متوسط پستی‌ها (دره‌ها) و بلندی‌ها (قله‌ها) قرار بگیرد. (شکل۳) به‌عبارت دیگر، باید مساحت سطوح بالایی خط میانی با مساحت سطوح پایینی خط میانی تقریباً مساوی باشد (شکل۴).

در شکل ۵ داریم :

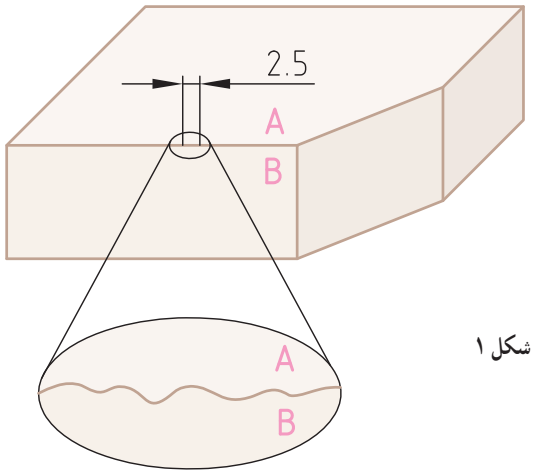
$$A۱+A۲+A۳+\ldots = A'۱+A'۲+A'۳$$

حال اگر مجموع مساحت‌ها (سطوح پروفیل زبری) را به‌طول نمونهٔ مورد ارزیابی تقسیم کنیم، مقدار Ra به‌دست می‌آید.

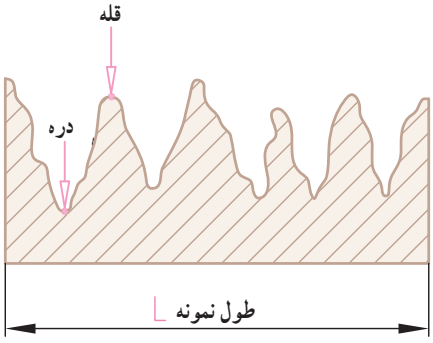
$$Ra=\frac{\text{مجموعه مساحت سطوح پروفیل زبری}}{\text{طول نمونه}}$$

$$Ra=\frac{(A۱+A۲+A۳+\cdots)+(A'۱+A'۲+A'۳+\cdots)}{L}$$

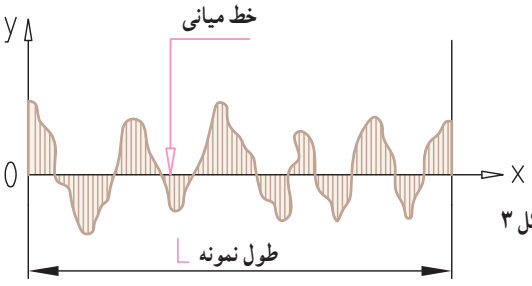
بنابراین می‌توانیم Ra را این‌گونه نیز تعریف کنیم :
ارتفاع زبری به‌دست آمده از جمع مساحت سطوح هاشور خورده پروفیل زبری، تقسیم بر طول نمونه.



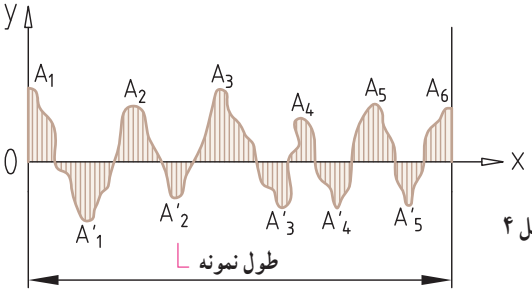
شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳



شکل ۴

در شکل۶ مساحت نوار مستطیلی هاشورزده برابر با مساحت سطوح پروفیل زبری است و عرض نوار همان ارتفاع زبری Ra می‌باشد.

$$Ra \times L = \sum A_1 + A_2 + \ldots + A'_1 + A'_2 + \ldots$$

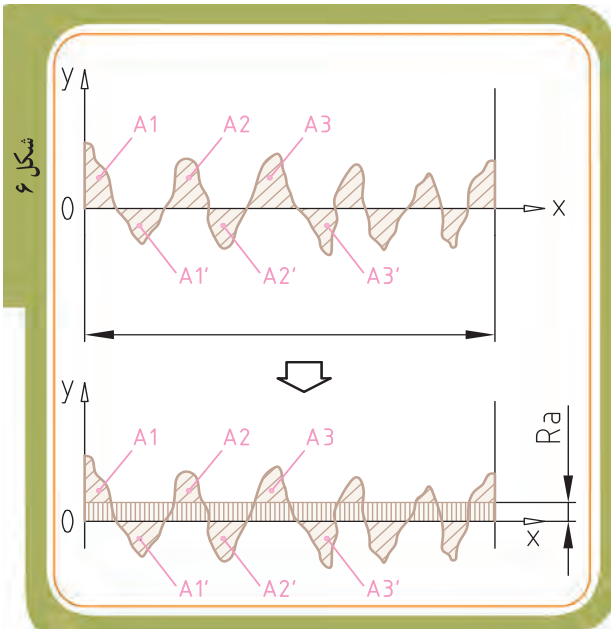
واحد اصلی که اندازه‌های صافی سطح برحسب آن اندازه‌گیری می‌شوند، میکرون‌متر (μm) است، که برابر است با یک میلیونیم متر (۱ μm=۰/۰۰۱mm)

اگر کل مجموعه سطح را با A نشان دهیم ؛ در این صورت می‌توان A را سطح نواری مستطیلی به طول OX و عرض یکنواخت دانست.

بنابراین عرض این نوار، میانگین ارتفاع زبری یا همان Ra است.

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

شکل ۶



پیشنهاد پدانیم

مثال :

در سنجش قطعهٔ کاری، طول نمونه ۱۲۵mm[1] و مجموع مساحت‌ها برابر با ۱۰۰۰μm.mm است. می‌خواهیم مقدار Ra را تعیین کنیم.

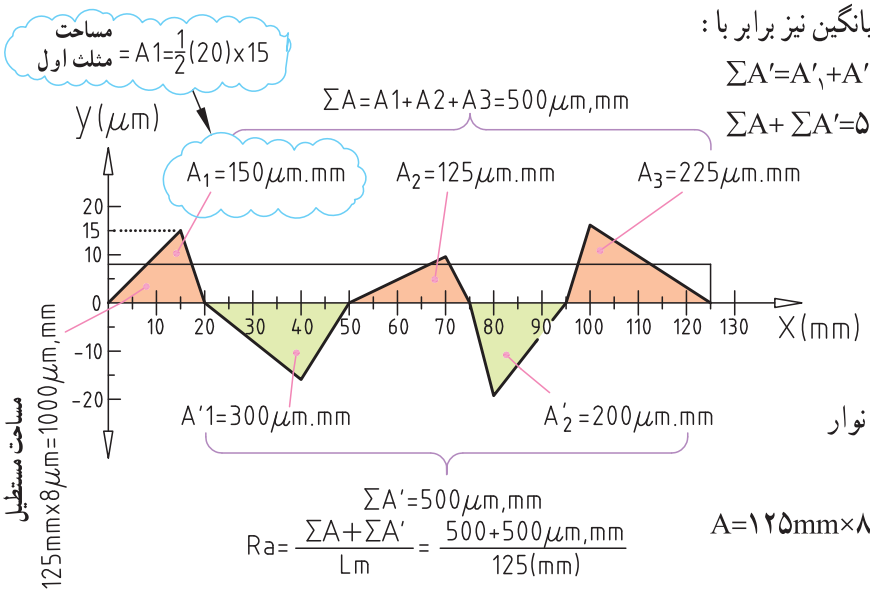
پاسخ : طبق نمودار شکل زیر مجموعه مساحت‌های بالای خط میانگین برابر با :

$$\sum A = A_1 + A_2 + \ldots = ۱۵۰ + ۱۲۵ + ۲۲۵ = ۵۰۰ \mu m.mm$$

مجموع مساحت‌های پایینی خط میانگین نیز برابر با :

$$\sum A' = A'_1 + A'_2 + \ldots = ۳۰۰ + ۲۰۰ = ۵۰۰ \mu m.mm$$

$$\sum A + \sum A' = ۵۰۰ + ۵۰۰ = ۱۰۰۰ \mu m.mm$$



مشاهده می‌شود Ra برابر با عرض نوار مستطیل به ارتفاع ۸μm است.

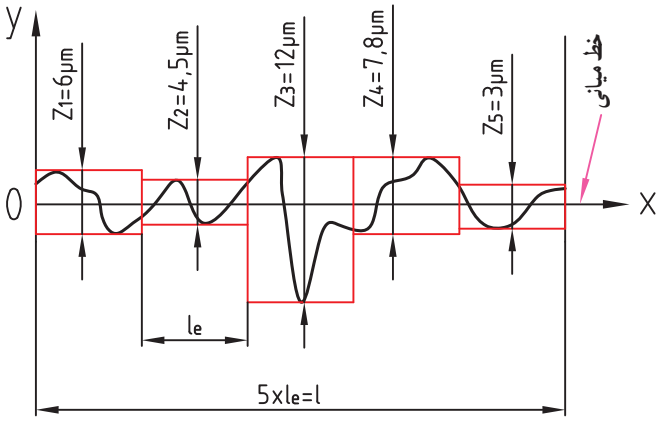
مساحت مستطیل A=۱۲۵mm×۸μm=۱۰۰۰μm.mm

۱ــ طول نمونه ۱۲۵mm استاندارد **نیست**. این مقدار فقط برای درک و توصیف بهتر نمودار به طور فرضی ارائه شده است.

تعریف زبری سطح Rz : Rz عبارت است از میانگین ارتفاع زبری پنج قله بلند و پنج دره عمیق پشت سر هم از پروفیل زبری (یا ۱۰ نقطه پشت سرهم)

برای درک بهتر مطلب به شکل مقابل توجه کنید.

همانند آنچه که برای Ra گفته شد، طول نمونهٔ مشخصی را برای ارزیابی در نظر می‌گیریم. در اینجا خط میانی ox نیز مطرح است. طول نمونهٔ L را به پنج قسمت مساوی (le) تقسیم می‌کنیم. در طول نمونه ارتفاع یک قله و یک دره پشت سرهم با Z۱ و بقیه با Z۲، Z۳، Z۴ و Z۵ نمایش داده شده است.



Rz برابر با میانگین ۵ ارتفاع Z۱ تا Z۵ در طول مورد ارزیابی L است.

$$RZ = \frac{۱}{۵}(Z۱ + Z۲ + Z۳ + Z۴ + Z۵)$$

$$Rz = \frac{۱}{۵}(۶\mu m + ۴/۵\mu m + ۱۲\mu m + ۷/۸\mu m + ۳\mu m)$$

$$Rz = \frac{۳۳/۳}{۵} = ۶/۶۶\mu m$$

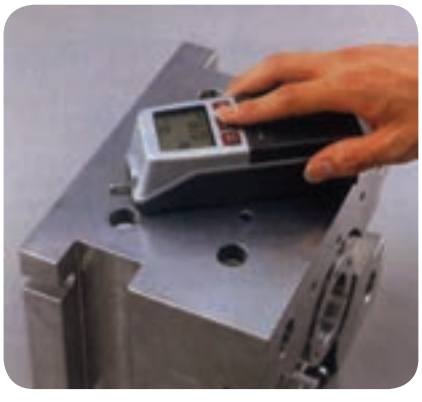
مقدار Rz (مانند مقدار Ra) به‌کمک وسایل الکترومکانیکی و نوری و مکانیکی قابل اندازه‌گیری است و همزمان تغییرات زبری سطح برروی نوار چاپ می‌گردد.

$$Rz=\frac{۱}{۵}(Z۱+Z۲+Z۳+Z۴+Z۵)$$

$$Rz=\frac{۱}{۵}(۶\mu m+۴/۵\mu m+۱۲\mu m+۷/۸\mu m+۳\mu m)$$

$$Rz=۶/۶۶\mu m$$

با دستگاه‌های ثابت یا سیار مقدار کیفیت سطح برای Ra یا Rz قابل نمایش است و چاپ نمودار آن، به همراه سایر مقادیر و پارامترهای دیگر زبری سطح نیز، امکان‌پذیر است.



بیشتر بدانیم

ارتباط Ra و Rz با همدیگر

نمودار تبدیل (مقایسه‌ای) مقدار زبری Ra و Rz : مشخصات کیفیت سطح در برخی از نقشه‌ها به روش Ra و در برخی دیگر به روش Rz معرفی می‌شوند. برای تبدیل مقادیر Ra به Rz و بالعکس می‌توانید از نمودار زیر استفاده کنید :

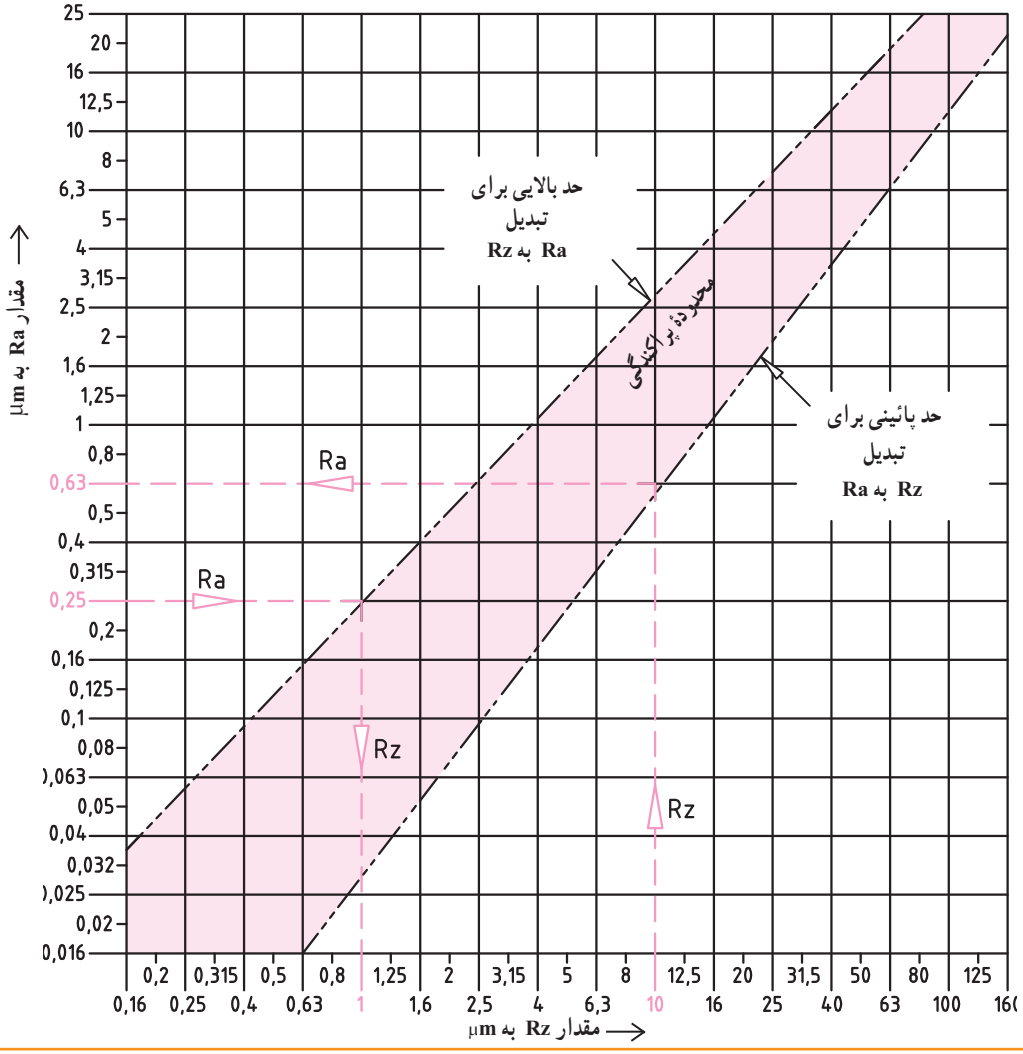
* برای تبدیل Ra به Rz از روی محور عمودی مثلاً مقدار Ra=۰/۲۵µm را انتخاب می‌کنیم به سمت راست امتداد می‌دهیم. پس از برخورد با اولین خط شیب‌دار (حد بالایی محدودهٔ پراکندگی) آن را به سمت پایین امتداد می‌دهیم تا مقدار Rz =۱ µm به‌دست آید.

سؤال : برای Ra =۰/۱۶µm معادل Rz آن چه مقدار است ؟.....

* برای تبدیل Rz به Ra از روی محور افقی مثلاً مقدار Rz =۱۰µm را انتخاب می‌کنیم و به سمت بالا امتداد می‌دهیم. پس از برخورد با اولین خط شیب‌دار (حد پایینی محدودهٔ پراکندگی) آن را به سمت چپ امتداد می‌دهیم تا مقدار Ra =۰/۶۳µm به‌دست آید.

سؤال : برای Rz =۲/۵µm معادل Ra آن چه مقدار است؟

.....



بیشتر بدانیم

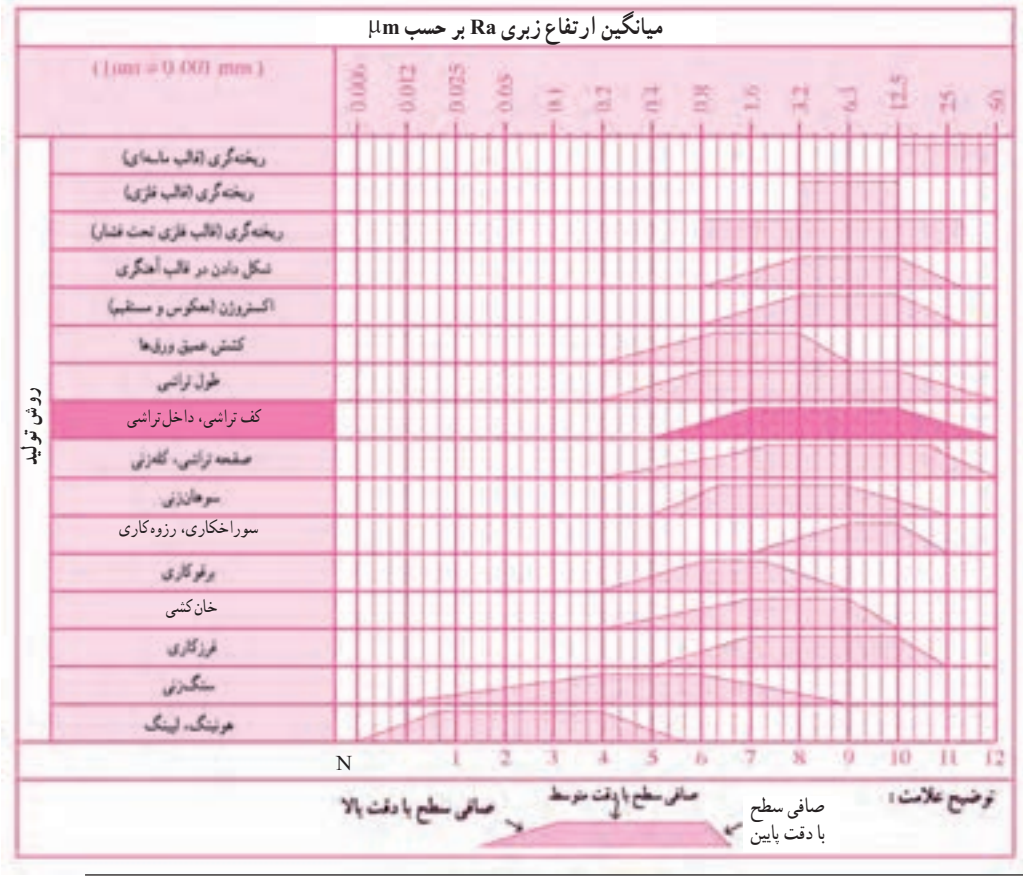
مقادیر عددی Ra و Rz : استاندارد ایزو (ISO) برای دسته‌بندی سطوح از نظر پرداخت، ۱۲ مرحله (طبقه) را برای Ra و Rz در نظر گرفته است.

در استاندارد ISO، در درجه‌بندی زبری N۱ تا N۱۲ مقادیر میانگین ارتفاع زبری Ra و Rz را به‌ترتیب زیر درنظر گرفته است.

درجهٔ‌زبری	N۱۲	N۱۱	N۱۰	N۹	N۸	N۷	N۶	N۵	N۴	N۳	N۲	N۱
Ra برحسب µm	۵۰	۲۵	۱۲/۵	۶/۳	۳/۲	۱/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲۵
Rz برحسب µm	۱۶۰	۱۰۰	۶۳	۴۰	۱۶ ۲۵	۱۰	۴ ۶/۳	۲/۵	۱/۶	۱	۰/۴ ۰/۶۳	۰/۲۵ ۰/۴

با توجه به روش تولید، مقدار زبری سطح توسط طراح انتخاب می‌شود. به‌عنوان مثال برای روش تولید : کف‌تراشی زبری سطح در روش Ra مطابق جدول زیر (در یک محدودهٔ مشخص) انتخاب می‌گردد. یعنی می‌توان هریک از مقادیر ۰/۴، ۰/۸، ۱/۶، ۳/۲، ۶/۳، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ را انتخاب کرد.

اما این مقادیر بسته به نوع دقت تولید محدود می‌شوند. اگر به علامت ▱ در زیر جدول توجه کنید، ملاحظه خواهید کرد که سمت چپ این تصویرمتعلق به کیفیت سطح با دقت بالا و سمت راست آن متعلق به کیفیت سطح با دقت پایین است. اعداد روی خط صاف با دقتِ متوسط است.



مثال برای روش تولید کف‌تراشی :

محدودهٔ ۰/۴ تا ۱/۶ با دقت بالا (برای کارهای دقیق) و مقادیر ۱۲/۵ µm تا ۵۰µm برای دقت کم و پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدودهٔ ۱/۶µm تا ۱۲/۵µm دقت معمولی و متوسط را در روش تولید کف‌تراشی نشان می‌دهند.

* هر چه روش تولید دقیق‌تر و ظریف‌تر باشد مقدار زبری Ra نیز کاهش می‌یابد.

* جدولی مانند جدول بالا برای Rz نیز وجود دارد.

انتخاب روش تولید با توجه به علامت کیفیت سطح

سطوح مربوط به یک قطعه در کارگاه به روش‌های گوناگون تولید می‌شوند. این روش‌ها بسیار متنوع اند.

در شکل مقابل فرم هندسی داخل و خارج قطعه توسط ابزارهایی مختلف کامل می‌شود.

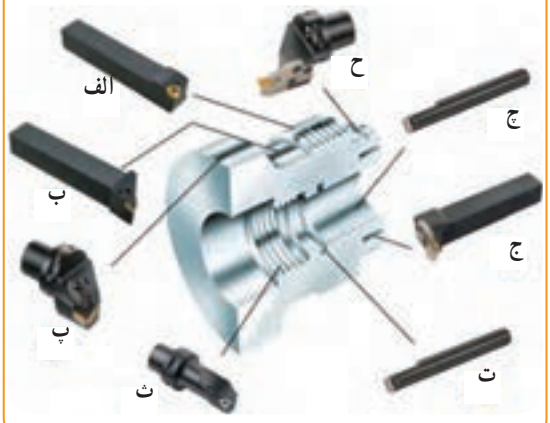
آیا می‌توانید نام هر فرایند را بگویید؟

(الف) رزوه‌تراشی (خارجی) (ب).....

(پ)..... (ث).....

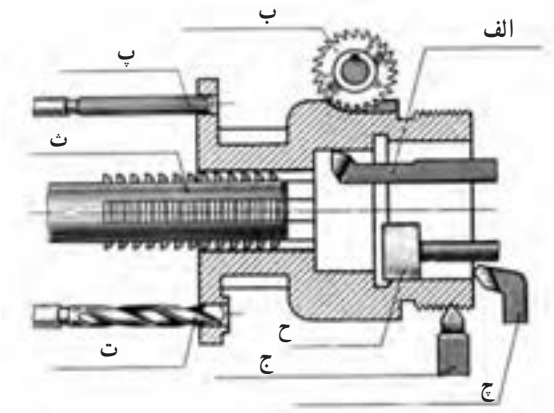
(ت)..... (ج).....

(چ)..... (ح).....



ارزش‌یابی

قسمت‌های مختلف یک قطعهٔ ریخته گری شده، با هشت فرایند در حال براده برداری و کامل شدن است. با توجه به نام هر فرایند، مقدار کیفیت سطح را از جدول صفحه قبل تعیین و در جدول زیر (مطابق مثال) یادداشت کنید.



مقدار کیفیت سطح (µm) Ra	فرایند	
۵۰ تا ۰/۴ مثال	داخل‌تراشی	الف
	فرزکاری	ب
	برقو کاری	پ
	خان‌کشی	ث
	سوراخ کاری	ت
	رزوه تراشی	ج
	کف‌تراشی	چ
	سنگ‌زنی	ح

علائم کیفیت سطح

همان‌طور که اشاره شد، کیفیت و تکمیل سطح یک قطعهٔ کار با ابزارهای مختلفی انجام می‌شود که به‌عملکرد مورد انتظار از آن، بستگی دارد. برای اطلاع رسانی در مورد چنین شرایطی، کیفیت سطح مورد انتظار توسط علائم و نمادهایی در نقشه علامت‌گذاری می‌شوند تا سازندگان و تولیدکنندگان به کمک این نمادها از مقدار کیفیت سطح لازم برای تولید قطعهٔ موردنظرشان مطلع شوند.

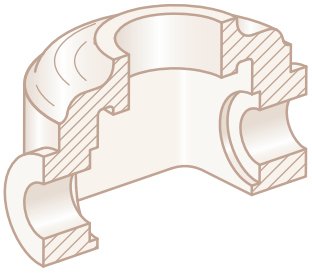
در نقشه‌های فنی هر مقدار زبری را می‌توان با نمادهای ساده معرفی کرد. به قطعه‌ای مطابق (شکل۱)، که ریخته‌گری شده و قرار است ماشین‌کاری شود، توجه کنید.

در استانداردهای قدیمی که به روش مثلثی موسوم است (DIN۳۱۴۱) میزان پرداخت سطوح را با علامت مثلث نشان می‌دادند.[۱]

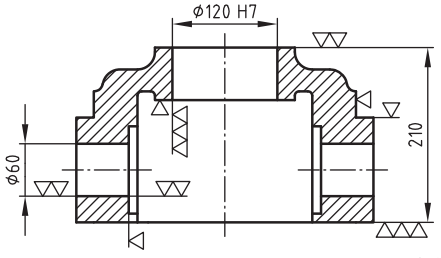
در این روش هر چه تعداد مثلث‌ها بیشتر باشد، کیفیت سطح بالاتر و ارتفاع زبری کمتر است. در این استاندارد برای معرفی قطعهٔ ریخته‌گری شده و سطوح ماشین‌کاری شده بر روی آن مطابق (شکل۲) علامت مثلث روی سطوح موردنظر قرار می‌گیرد.

با پیشرفت صنعت و تکنولوژی و افزایش و تنوع روش‌های مختلف ساخت و تولید، تقسیم‌بندی به روش مثلثی، گویا و کافی نبوده و منسوخ شده است. به همین جهت برای دقت بیشتر و رسیدن به صافی سطح مطلوب، نمادهای جدیدی موسوم به نمادهای رادیکالی به‌کار گرفته می‌شود. این نمادها توسط استاندارد (ایزو) توصیه و در اغلب کشورها از آن استفاده می‌شود.[۲]

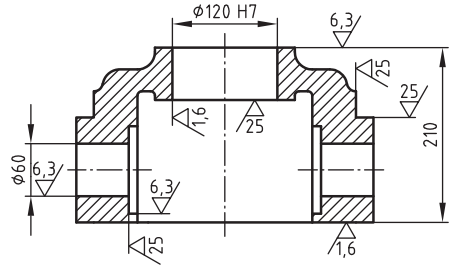
(شکل۳) همان قطعهٔ قبلی است که به روش رادیکالی (روش جدید) نماد کیفیت سطح بر روی نقشهٔ آن ارائه شده است.



شکل۱



شکل۲



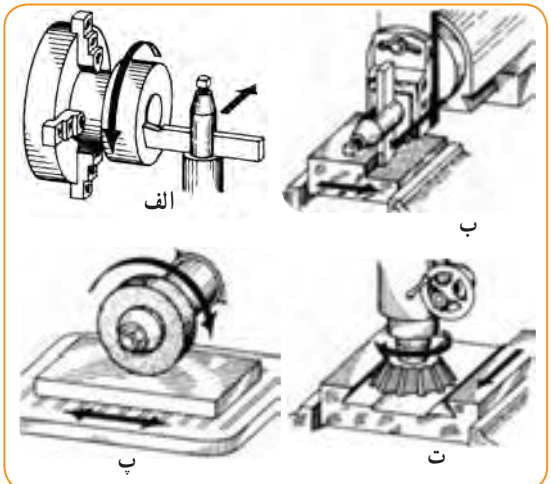
شکل۳

۱ــ با روش مثلث‌ها در صفحهٔ ۱۹۹ آشنا می‌شوید.

۲ــ طی سال‌های اخیر مجدداً تغییراتی در این علائم جدید نیز به‌وجود آمده که در پائین صفحه ۱۹۷ توضیح مختصری ارائه شده است.

خواب سطح [1]

سطوح مربوط به قطعات در کارگاه به روش‌های مختلفی براده‌برداری می‌شوند. این روش‌ها بسیار گوناگون‌اند. شکل مقابل نمونه‌هایی از آنها را نشان می‌دهد.



با توجه به تصویر مقابل نام هر روش ماشین‌کاری را بنویسید.

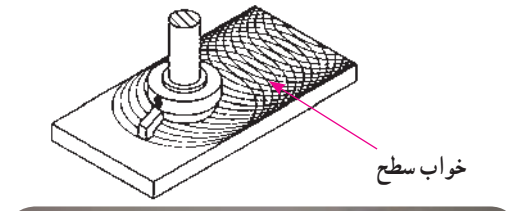
الف).....

ب).....

پ).....

ت).....

در هر روش بنا بر وضعیت نوع حرکت ابزار و قطعه کار، سطح با کیفیت خاصی به دست می‌آید. نقش‌های بسیار ظریف به جا مانده از روش ماشین کاری را «خواب سطح» یا جهت شیارهای حاصل از براده برداری می‌نامند.

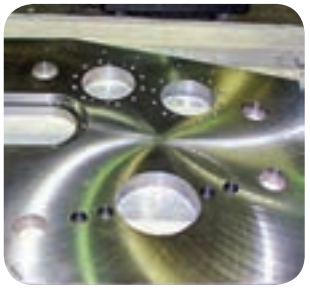


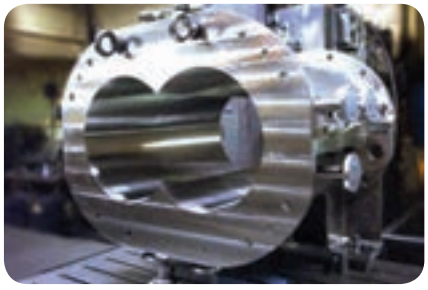
به نقش‌های به جا مانده از روش ماشین کاری در شکل بالا توجه کنید.

اگر برای تولید هر سطح بهترین شرایط را در نظر بگیریم، باز هم ممکن است خواب سطح (جهت براده‌برداری) با چشم دیده شود. بعضاً ممکن است با کشیدن سر ناخن بر روی سطح، خواب سطح را احساس کنید.

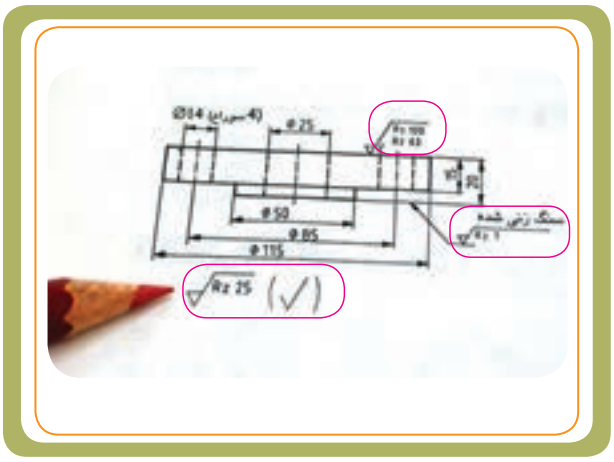
* در جدول صفحهٔ ۱۹۶ با نحوهٔ نمایش خواب سطح در علائم کیفیت سطح آشنا می‌شویم.

به «خواب سطح» در سه تصویر زیر توجه کنید.





۱ــ خواب سطح در مواردی خواب ابزار، جهت شیار و یا جهت تولید نیز نامیده می‌شود.



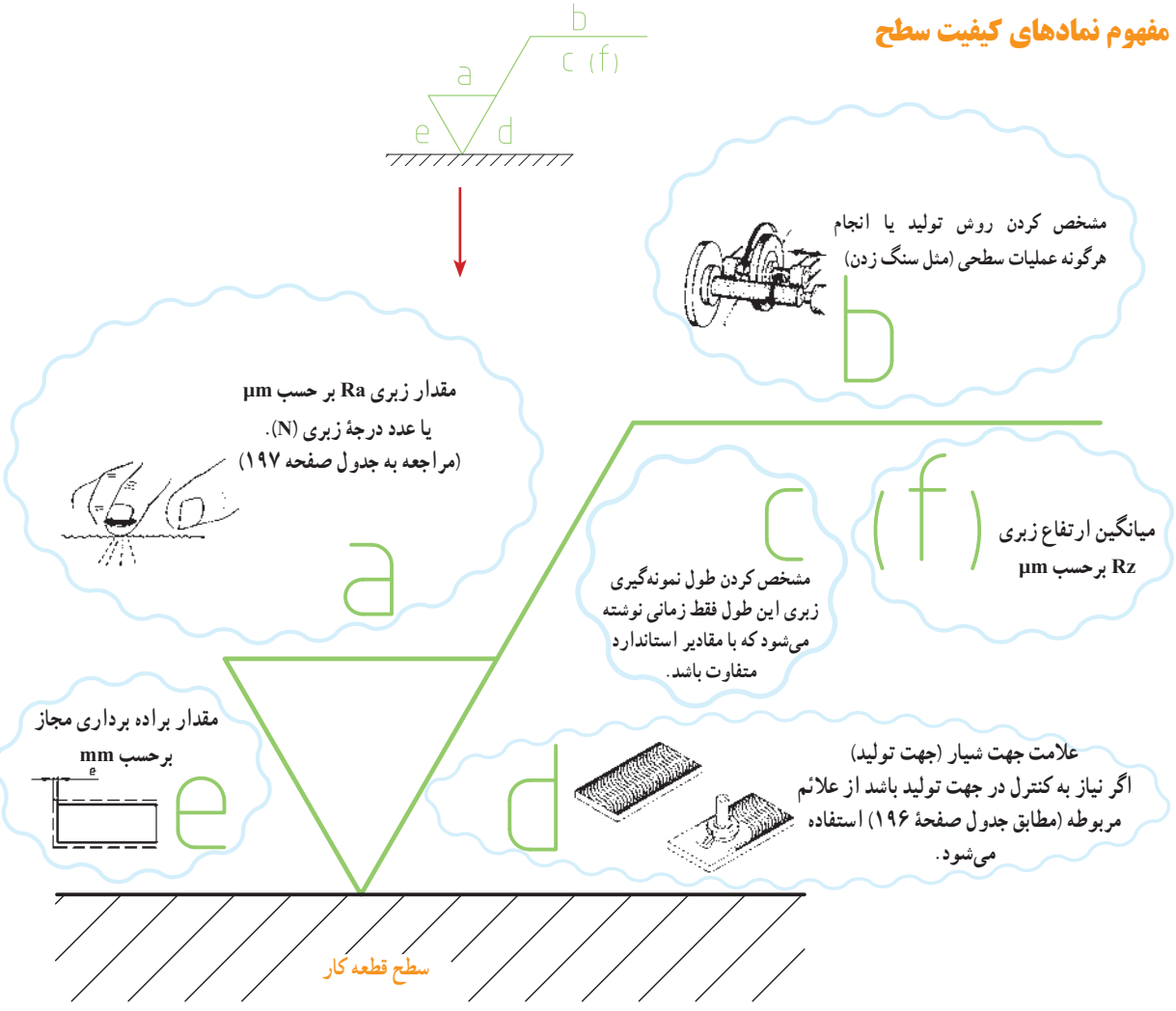
مشخصات ویژه روی علامت کیفیت سطح

در استاندارد رادیکالی ISO روی علامت کیفیت سطح در محل‌های حروف‌گذاری شده اطلاعات اضافی در صورت لزوم آورده می‌شود که مفهوم آنها به قرار زیر است :

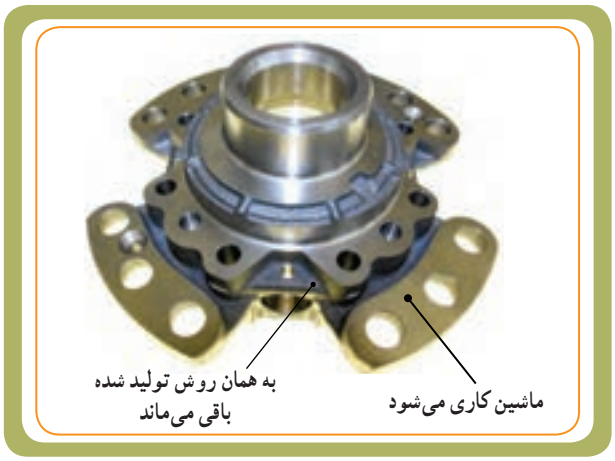
* جایگاه نشانه‌ها نسبت به علامت کلی مطابق شکل زیر است :

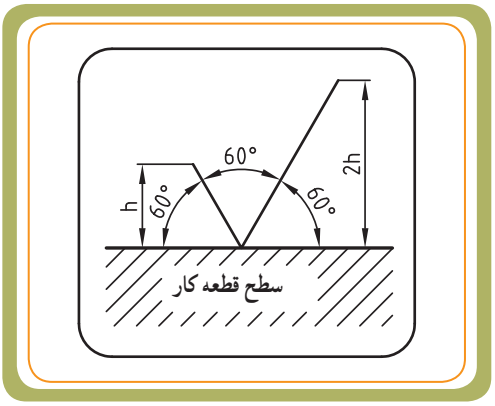
a) مقدار زبری Ra بر حسب µm (یا عدد درجهٔ زبری N)
b) روش تولید، نوع پوشش و عملیات سطحی
c) طول نمونه‌گیری زبری
d) علامت جهت شیار (جهت تولید)
e) اضافهٔ‌تراش (مقدار مجاز ماشین‌کاری برحسب mm)
f) میانگین ارتفاع زبری Rz برحسب µm.

مفهوم نمادهای کیفیت سطح



سطوح قطعات تولیدی ممکن است تماماً ماشین‌کاری نشوند. بعضی از سطوح قطعه ممکن است به همان روش تولید شده باقی بمانند. در هر حال، اگر قرار باشد سطح قطعهٔ کار به همان روش تولید شده باقی بماند یا عملیات متفاوتی روی سطوح آن انجام شود، باید این موارد را در نقشه مشخص کنیم. برای این منظور از نمادهای مخصوص استفاده می‌کنیم. در استاندارد قدیمی از علامت مثلث (▽) و در استاندارد جدید از علامت شبیه به رادیکال (√) استفاده می‌شود. در استاندارد جدید علامت کیفیت سطح مطابق شکل روبه‌رو با دو خط مورب که هر یک تحت زاویهٔ ۶۰° نسبت به سطح قطعه کار رسم می‌شوند آورده می‌شود. ارتفاع دو خط مورب با توجه به ارتفاع اسمی حروف و اعداد نوشته شده در نقشه انتخاب می‌شود.





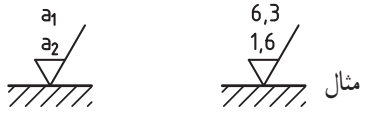
جدول علائم اصلی صافی سطح

نمادها و مفهوم آنها		مثال و مفهوم آن
√	**علامت اصلی** نماد اصلی به مفهوم سطحی که روی آن کاری انجام می‌شود و با هر نوع روش تولیدی که بتوان مشخصه نوشته شده روی آن را برآورده کرد.	
a √	**علامت اصلی با اطلاعات اضافی** علامت کیفیت سطحی که باید با یکی از روش‌های براده‌برداری یا غیر براده‌برداری حاصل شود.*	سطح ممکن است به هر طریقی تولید شود منتها با مقدار زبری سطح Ra ≤ ۳/۲μm 3,2
√	**علامت اصلی با یک خط بلند در کنار آن** هنگامی که لازم است عملیات خاصی روی سطح انجام شود به نماد اصلی پاره خط بلندی (از بازوی بلندتر) رسم می‌کنیم و عملیات موردنظر را روی آن می‌نویسیم.	سنگ زده شود

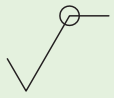
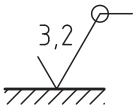
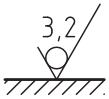
* وقتی که فقط یک عدد برای پرداخت مشخص شده باشد، معرف حداکثر مقدار پرداخت (عمق زبری) مجاز است.

در صورتی که تعیین مقدار حد بالا و پایین پرداخت لازم باشد، هر دو مقدار را مشخص می‌نمایند و در این صورت مقدار حد بالایی (a۱) را بالاتر از مقدار حد پایینی (a۲) می‌نویسند.

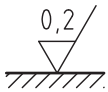
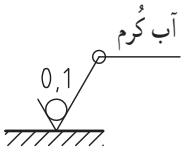
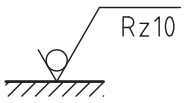
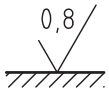
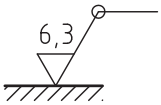
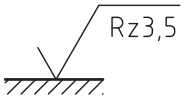
مثال : محدوده میانگین ارتفاع زبری Ra بین ۱/۶ تا ۶/۳μm



ادامهٔ جدول علائم اصلی صافی سطح

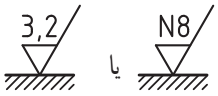
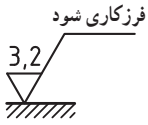
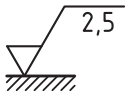
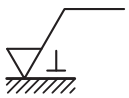
	نمادها و مفهوم آنها	مثال و مفهوم آن
	**علامت اصلی با دایرهٔ اضافی** دایره اضافه شده به معنی آن است که کیفیت سطح در تمام سطوح قطعه یکسان است.	 میزان زبری سطح در تمامی سطوح قطعه یکسان و برابر با ۳/۲µm (در روش Ra) است.
	علامت اصلی با ترسیم یک پاره‌خط کوتاه روی آن نماد صافی سطح برای سطوحی که باید با یک نوع روش براده‌برداری حاصل شود.	 سطحی که به روش براده برداری با میانگین ارتفاع زبری Ra≤ ۳/۲µm ایجاد می شود.
	علامت اصلی با یک دایره داخل آن بیانگر غیرمجاز بودن عملیات براده‌برداری از آن سطح است. (علامت کیفیت سطحی که با یکی از روش‌های غیر براده برداری حاصل می‌شود) سطح قطعهٔ کار باید به همان وضعیت قبلی باقی بماند؛ مثل سطوح ریخته‌گری یا نوردکاری شده (یا سطوحی که توسط شرکت‌های تولید مواد خام ایجاد می‌شوند).	 سطح باید به همان گونه ای که از مراحل ساخت حاصل می‌شود باقی بماند، منتها با درجهٔ پرداخت ماکزیمم ۳/۲µm در روش Ra. ممکن است این سطح به هر روشی تولید شده باشد. Ra≤ ۳/۲µm
توجه : نمادهای ماشین‌کاری روی نقشه‌ها برای تعیین سطوحی که باید روی آنها ماشین کاری انجام شود، به کار می‌روند. نمادهای صافی سطح و حروفی که روی نماد ماشین کاری به کار می‌برند، مقدار کیفیت سطح لازم در پایان کار حاصل می‌شود، نشان می‌دهند.		

چند نمونه مثال

 علامت صافی سطح با مجازبودن براده‌برداری با حد فوقانی زبری ۰/۲µm در روش Ra Ra ≤ ۰/۲µm	 علامت صافی سطح بدون براده برداری با حد فوقانی زبری ۰/۱µm در روش Ra ـ آب‌کُرم برای تمامی سطوح Ra ≤ ۰/۱µm	 علامت صافی سطح بدون براده برداری با حدفوقانی زبری ۱۰µm در روش Rz Rz ≤۱۰µm
 سطح ممکن است به هر روش تولید شود، اما با مقدار زبری حداکثر ۰/۸µm در روش Ra Ra ≤۰/۸µm	 علامت صافی سطح با مجاز بودن براده‌برداری با حد فوقانی زبری ۶/۳µm در روش Ra، برای کل سطح قطعه Ra ≤ ۶/۳µm	 سطح ممکن است به هر روش تولید شود،اما با مقدار زبری حداکثر ۳/۵µm در روش Rz Rz ≤ ۳/۵µm

در ادامه، به معرفی بیشتر هر یک از اطلاعات اضافی در علائم صافی سطح (پارامترهای a، b، c، d، e، f) می‌پردازیم :

جدول ۱ــ معرفی اطلاعات اضافی (پارامترها)

نمادها و مفهوم آنها		مثال و مفهوم آن	
a	میانگین ارتفاع زبری Ra بر حسب µm یا درجهٔ زبری N	هنگامی که براده برداری موردنظر است، حداکثر مقدار پرداخت مجاز در روش Ra درج می‌شود یابه صورت عدد درجهٔ زبری N نوشته می‌شود.	 در این نماد مقدار مجاز ماشین‌کاری ۳/۲µm در روش Ra یا معادل آن ردیف ۸ عدد درجهٔ زبری است. $Ra \leq ۳/۲ \mu m$ (به جدول بالای صفحه ۱۸۸ یا ۱۹۸ مراجعه کنید)
b	روش تولید، انجام هرگونه عملیات سطحی یا نوع پوشش سطح	در بسیاری از اوقات، روی سطح عملیات اضافی مثل آبکاری، رنگ کاری و... انجام می‌شود و یا اینکه سطح باید با عملیات مخصوص تولید شود. در این صورت لازم است که بالای خط افقی اطلاعات لازم به زبان ساده نوشته شود.	 در این نماد دستور براده برداری به کمک فرز داده شده است. $Ra \leq ۳/۲ \mu m$
c	طول نمونه‌گیری زبری	اگر ذکر طول نمونه ضروری باشد، آن را در زیر رادیکال و در قسمتی که با حرف C نشان داده شده، ذکر می کنند. (اگر مقدار آن تعیین نشده باشد، یعنی مقدار استاندارد آن ــ که اغلب ۰/۸mm است ــ انتخاب می‌شود).	 در این نماد، طول نمونه ۲/۵mm است.
d	جهت خواب (جهت تولید) جهت شیارهای حاصل از براده‌برداری	اگر نیاز به کنترل در جهت تولید باشد، به وسیلهٔ علامتی که به علامت کیفیت سطح اضافه می‌شود (با توجه به جهت تولید مطابق جدول صفحه ۱۹۶) یکی از نمادها انتخاب می‌گردد.	 در این نماد جهت تولید عمود بر سطحی است که علامت روی آن گذاشته شده است.

توجه : چنانچه هریک از این خصوصیات بر روی علامت کیفیت سطح در نقشه ذکر نشده باشد، دلیل ناچیز بودن تأثیر آن عامل در کارکرد قطعهٔ موردنظر است.

* دو پارامتر e و f در جدول صفحهٔ ۱۹۷ معرفی شده‌اند.

جهت شیارها (جهت تولید)

منظور از جهت شیارها، جهت تولید، نقش و طرح‌های باقیمانده بر سطح قطعه کار در اثر براده برداری است.

* این نمادها هنگامی در علائم کیفیت سطح به کار می‌روند که نیاز به کنترل جهت تولید (خواب ابزار) باشد،

جهت شیارها در نیروی اصطکاک قطعات مونتاژی که روی هم حرکت می‌کنند، تأثیر دارد.

به نظر شما در شکل مقابل جهت شیارها (جهت تولید) چگونه است؟

.....

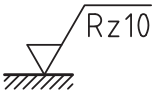
خواب‌های چند جهته ابزار

نمایش تصویری	توضیح	نماد
۱	برای حالتی که جهت تولید چند تایی است، یعنی سطح در جهات مختلف تولید می‌شود. مانند فرزکاری با پیشانی تیغه فرز	M جهات بیشتر
۲	برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً شعاعی دارد. مانند سنگ‌زنی با پیشانی سنگ بدون حرکت پیشروی	R شعاع‌ها نسبت به مرکز
۳	برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی دایره‌ای دارد. مانند پیشانی تراشی و روتراشی قطعات تخت روی ماشین تراش	C دایره‌ای نسبت به مرکز
۴	برای حالتی که سطح فاقد شیار و جهت است (نقطه‌ای) مانند اسپارک (براده‌برداری جرقه‌ای)	P نقطه‌ای

خواب‌های ساده ابزار

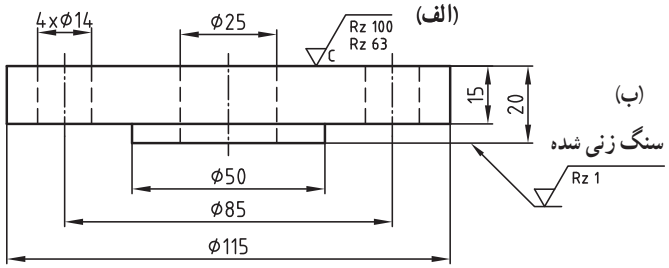
نمایش تصویری	توضیح	نماد
۵	برای حالتی که جهت تولید موازی با سطحی است که علامت برای آن به کار رفته است. مانند صفحه تراش و سنگزنی قطعات تخت	= موازی
۶	برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطحی است که علامت برای آن گذاشته شده است. مانند صفحه تراش و سنگزنی قطعات تخت	⊥ عمود
۷	برای حالتی که جهت تولید نسبت به سطحی که علامت برای آن به کار رفته است، حالت ضربدری دارد. مانند شابرزنی	X ضربدری

ادامهٔ جدول ۱ از صفحه ۱۹۵ معرفی اطلاعات اضافی (پارامترها)

نمادها و مفهوم آنها		مثال و مفهوم آن	
	مقدار براده برداری لازم (به میلی متر)	زمانی کـه لازم باشـد مقـدار مجاز ماشـین‌کاری مشـخص شود، آن را مطابق شـکل نشان می‌دهند. این مقدار در سـمت چپ علامت کیفیت سطح قرار می‌گیرد.	در این نماد، مقدار مجاز ماشین‌کاری ۳mm است.
	سایر کمیت‌های اندازه‌گیری زبری	دیگر اندازه‌های ناصافی سطح (مثلاً : Rz)	 در این نماد، بیشترین مقدار عمق ناصافی در روش Rz برابر با ۱۰µm است. $Rz \leq ۱۰\,\mu m$

ارزش‌یابی

نمادهای الف وب را در شکل مقابل توصیف کنید.



الف).....

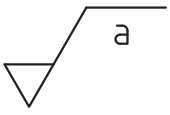
.....

ب).....

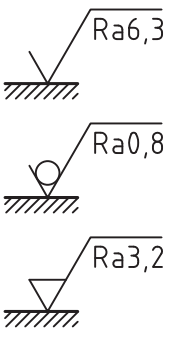
.....

بیشتر بدانیم

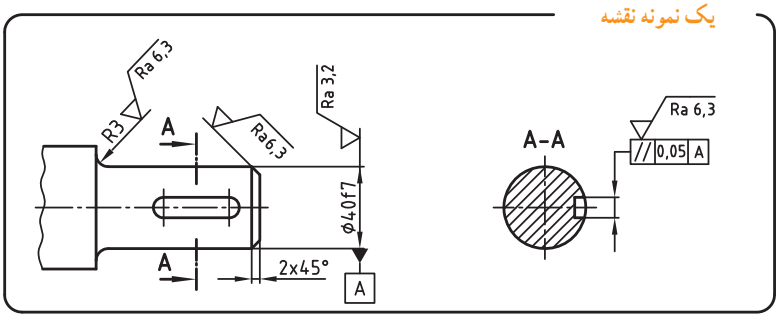
در استاندارد جدید برای روش Ra،مقدار مشخصه کیفیت سطح (a) در قسمت زیر رادیکال (مشابه شکل مقابل) قرار می‌گیرد.



چند مثال



یک نمونه نقشه



درجهٔ زبری (N)

ارقام زبری N۱ تا N۱۲ را می‌توان به جای مقادیر میکرومتری روی نقشه ذکر کرد.

در جدول زیر ۱۲ طبقه از استاندارد درجه‌بندی سطوح از نظر پرداخت سطح را ملاحظه می‌کنید که در آن مقدار میانگین ارتفاع زبری Ra برحسب میکرومتر و معادل درجهٔ زبری (N) درج گردیده است.

مقادیر پیشنهادی استاندارد برای درجهٔ زبری و مقایسهٔ آن با Ra

میانگین ارتفاع زبری Ra برحسب µm	۰/۰۲۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۸	۱/۶	۳/۲	۶/۳	۱۲/۵	۲۵	۵۰
درجه زبری N	N۱	N۲	N۳	N۴	N۵	N۶	N۷	N۸	N۹	N۱۰	N۱۱	N۱۲

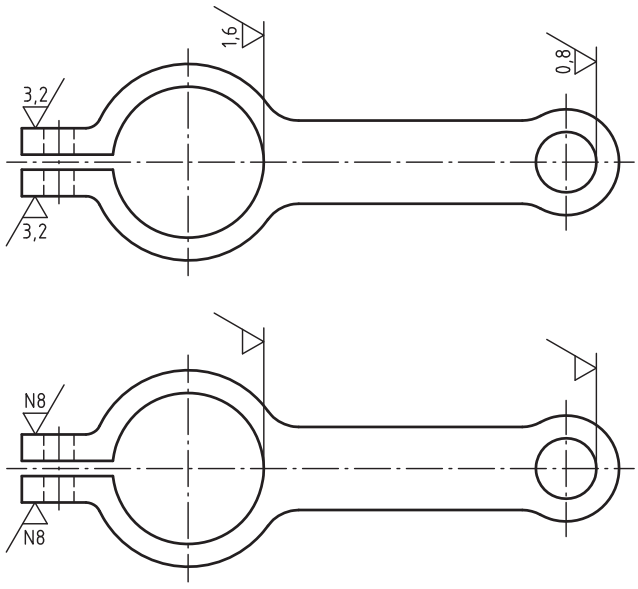
ردیف پایین جدول معرف درجهٔ زبری برحسب یک عدد است.

در بالای هر شماره N، حد نهایی زبری مجاز آن نوشته شده است. برای مثال N۸ یعنی درجهٔ زبری شمارهٔ ۸، هنگامی که در نقشه عدد درجهٔ زبری N۸ انتخاب می‌شود، یعنی پرداخت آن معادل ۳/۲µm در روش Ra است. (یعنی : Ra≤ ۳/۲µm)

همان طور که اشاره شد، در روی نقشه می‌توان از یکسری اعداد همراه با N به جای اندازه‌های میکرونی برای تعیین زبری استفاده کرد.

ارزش‌یابی

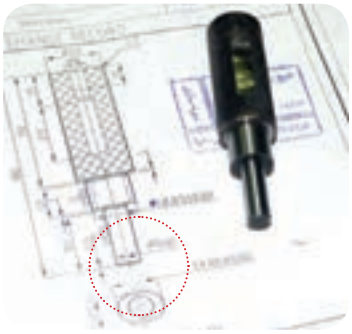
در نقشهٔ زیر به جای مقادیر Ra۳/۲µm از عدد زبری N۸ بر روی علامت کیفیت سطح استفاده شده است. حالا شما به جای دو مقدار Ra۱/۶µm و Ra۰/۸µm از عدد درجه زبری مناسب استفاده کنید و بر روی نقشهٔ پایینی این مقدار را نشان دهید.



* در قسمت پایین جدول صفحهٔ ۱۸۸ مقادیر N مشاهده می‌شود.

روش مثلث‌ها

در استانداردهای قدیمی برای نشان دادن نمادهای پرداخت سطح در روی نقشه‌ها از نمادهای مثلثی استفاده می‌کردند. برای تغییر علامت نقشه‌های قدیمی (مثلثی) به روش جدید (رادیکالی) بهتر است اطلاعاتی راجع به آنها داشته باشیم.



بیشتر بدانیم

* نمایش پرداخت سطح به روش مثلث‌ها

در روش مثلث‌ها، میزان پرداخت سطح قطعهٔ کار را به چهارمرحله تقسیم می‌کردند که برای نشان دادن آنها از مثلث متساوی الاضلاع استفاده می‌شد.

از مثلث‌ها زمانی استفاده می‌شود که روی سطح، عملیات براده برداری انجام شده باشد (شکل ۳ تا ۶).

هر چه تعداد مثلث‌ها بیشتر باشد، درجهٔ پرداخت سطح بالاتر و ارتفاع زبری[1] کمتر است.

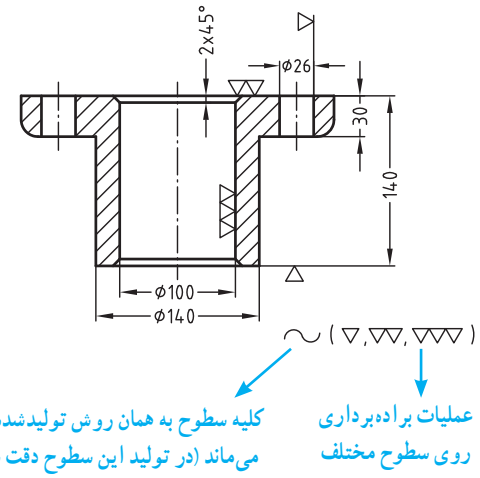
خیلی از مواقع پیش می‌آید که سطوحی از قطعه پس از تولید به همان حالت اولیه باقی می‌ماند و روی سطح آن هیچ گونه عملیاتی صورت نمی‌گیرد. در این حالت هیچ‌گونه علامتی روی سطح قطعه گذاشته نمی‌شود (شکل ۱). اما اگر لازم باشد در ساخت قطعه دقت کامل به عمل آید و سطح پس از تولید نیز به‌همان صورت اولیه باقی بماند از علامت ~ استفاده می‌شود (شکل ۲).

علائم صافی سطح	مفهوم (طبق DIN۳۱۴۱)
شکل ۱	سطح : **خام** سطح به همان صورتی که تولید شده، باقی خواهد ماند. (بدون توجه به روش تولید)
شکل ۲	سطح : **خام** با روش بدون براده‌برداری دقیق حاصل می‌شود.
شکل ۳	سطح : **زبر** با روش براده برداری خشن حاصل می‌شود. شیارها محسوس بوده و با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند.
شکل ۴	سطح : **پرداخت** شیارها با چشم غیرمسلح هم دیده می‌شوند، اما با دست لمس نمی‌شوند.
شکل ۵	سطح : **پرداخت ظریف** شیارها دیگر با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند.
شکل ۶	سطح : **پرداخت خیلی ظریف**

۱ــ ارتفاع زبری در صفحهٔ ۱۸۰ توضیح داده شد.

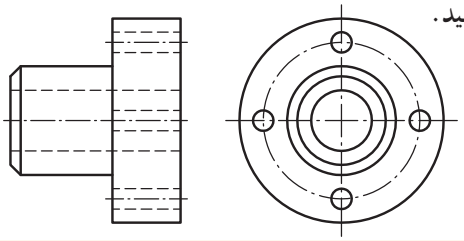
نحوهٔ چینش علامت ارتفاع زبری پای نقشه در روش مثلث‌ها

در شکل مقابل دستور پرداخت سطح در پایین نقشه ارائه شده است. علامت ~ دارای این مفهوم است که کلیهٔ سطوح، علامت‌گذاری **نشده** به همان روش تولید شده باقی می‌مانند ــ ضمن آنکه در تولید این سطوح دقت می‌شود. علامت مثلث‌ها در داخل پرانتز ارائه شده است. اینها نمادهایی هستند که روی نقشه به کار رفته و به‌ترتیب، آنها داخل پرانتز معرفی شده‌اند. سطوحی که با علامت مثلث‌ها مشخص شده‌اند به مفهوم آن است که عملیات براده برداری روی آنها انجام می‌شود.



ارزش‌یابی

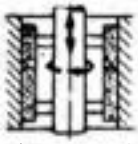
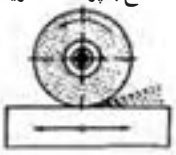
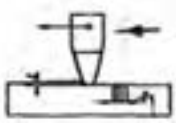
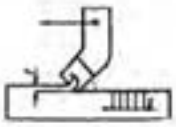
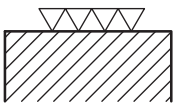
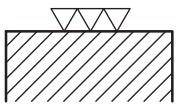
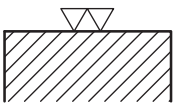
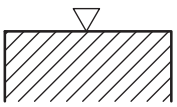
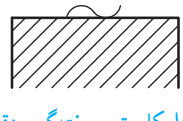
اگر تمام سطوح قطعه (مطابق شکل) به غیر از بدنهٔ اصلی آن به میزان ▽▽ براده‌برداری ظریف شود و بدنهٔ آن به همان روش تولید شده باقی بماند، بر روی نقشه به روش مثلث‌ها نماد کیفیت سطح بگذارید و علامت پای نقشه را نیز یادداشت کنید.



.....

پیشتر دانیم

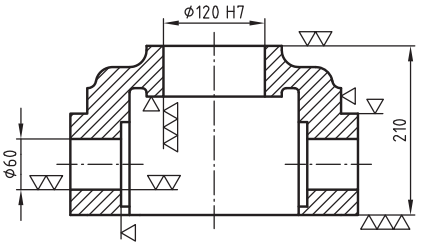
جدول زیر، نماد کیفیت سطح به روش مثلث‌ها را به همراه ارتفاع زبری و برخی از روش‌های تولیدنشان می‌دهد.

سطح با پرداخت خیلی ظریف	سطح با پرداخت ظریف	سطح : پرداخت	سطح : زبر	سطح : خام
				
براده‌های خیلی ظریف سایش با پارچهٔ مانند : هونن و لپن	براده‌های ظریف مانند : سنگ زدن و برقوکاری	عمق برادهٔ کم،پیشروی کم مانند : تراشکاری یا فرزکاری دقیق و سوراخ‌کاری	عمق برادهٔ زیاد،پیشروی زیاد،مانند : تراشکاری و فرزکاری غیر دقیق و اره‌کاری	بدون براده‌برداری مانند : نوردکاری، کوره‌کاری و ریخته‌گری
				
۲/۵µm ≥ ارتفاع زبری	۱۰µm تا ۲/۵ = ارتفاع زبری	۴۰µm تا ۱۰ = ارتفاع زبری	۴۰۰µm تا ۴۰ = ارتفاع زبری	مانند : دایکاست، ریخته‌گری دقیق کوره‌کاری تمیز، برش با گاز تمیز

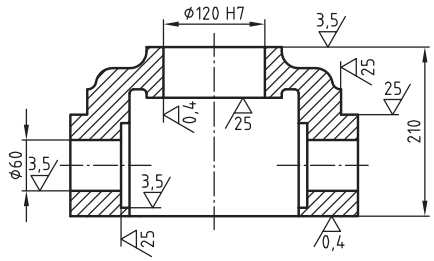
تبدیل علائم قدیم به علائم جدید

به دلایلی ممکن است نیاز داشته باشیم علائم قدیم را به جدید تبدیل کنیم.

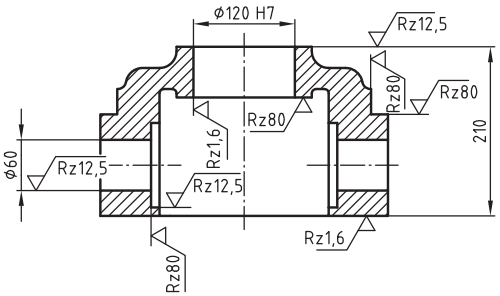
برای مثال، شکل ۱ نقشه‌ای قدیمی را نشان می‌دهد که با روش مثلث‌ها[1] علامت‌گذاری شده است و باید به نقشه‌ای مطابق استاندارد جدید تبدیل شود. به کمک جدول زیر می‌توانیم علائم پرداخت سطح این نقشه را از روش مثلث‌ها به روش جدید Ra شکل ۲ یا Rz شکل ۳ یا برحسب عدد درجهٔ زبری N شکل ۴ ارائه کنیم.



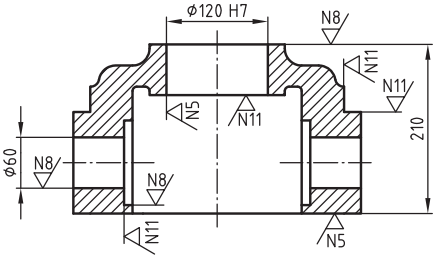
شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳



شکل ۴

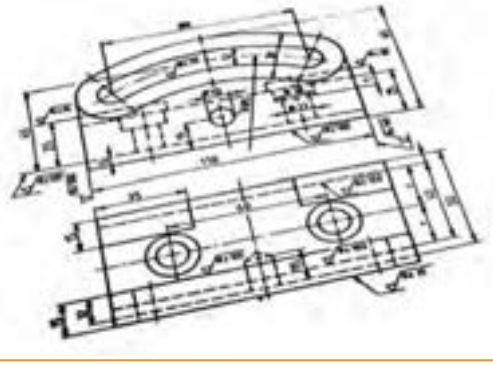
بیشتر بدانیم

روش مثلث‌ها	Ra (μm)	Rz (μm)	N
~	▽	▽	–
▽	50	Rz160	N12
	25	Rz80	N11
	12,5	Rz40	N10
▽▽	6,3	Rz25	N9
	3,5	Rz12,5	N8
	1,6	Rz6,3	N7
▽▽▽	0,8	Rz3,15	N6
	0,4	Rz1,6	N5
	0,2	Rz0,8	N4
▽▽▽▽	0,1	Rz0,4	N3
	0,05	Rz0,2	N2
	0,025	Rz0,16	N1

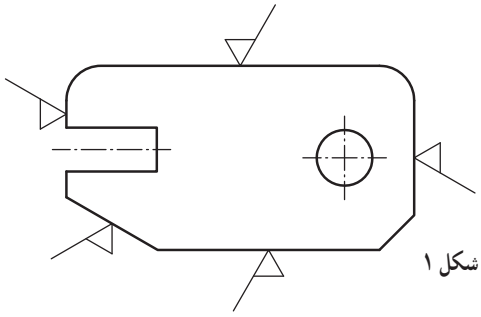
۱ــ در نقشه‌های جدید نباید از روش مثلث‌ها استفاده کرد.

کاربرد علایم و نمادها

علائم و نمادهای کیفیت سطح روی هر سطحی، با توجه به نیاز، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

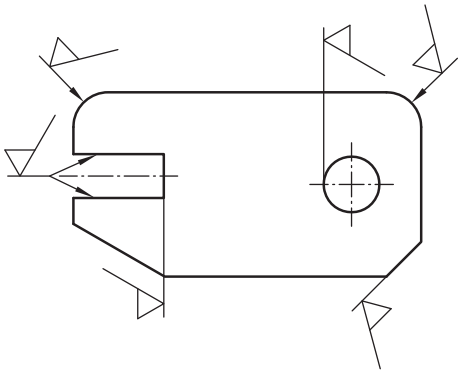


شکل ۱، حالت ترسیم علامت پرداخت سطح را روی سطوح عمود برهم نشان می‌دهد.



شکل ۱

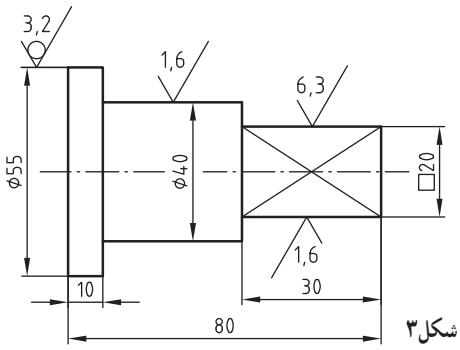
در مواردی که روی سطح قطعه فضا وجود نداشته باشد یا سطح قطعه انحنادار باشد می‌توان به کمک خط رابط یا فلش نمادها را مشابه شکل ۲ نیز نشان داد.



شکل ۲

در صورتی که هر سطح قطعه از یک نوع کیفیت سطح برخوردار باشد، روی هر سطح علامت کیفیت سطحِ موردنظر داده می‌شود.

در شکل ۳ سه نوع کیفیت سطح مختلف بر روی قطعه انجام می‌شود.

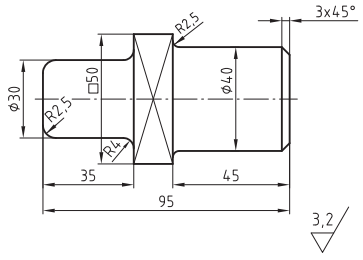


شکل ۳

وقتی که همهٔ سطوح قطعه صافی سطح یکنواخت و یکسانی دارند، اطلاعات مربوط به پرداخت سطح در کنار نقشه گذاشته می‌شود (شکل۱).

در شکل مقابل تمامی سطوح دارای پرداخت سطح ۳/۲µm در روش Ra است.

$Ra \leq ۳/۲\,\mu m$

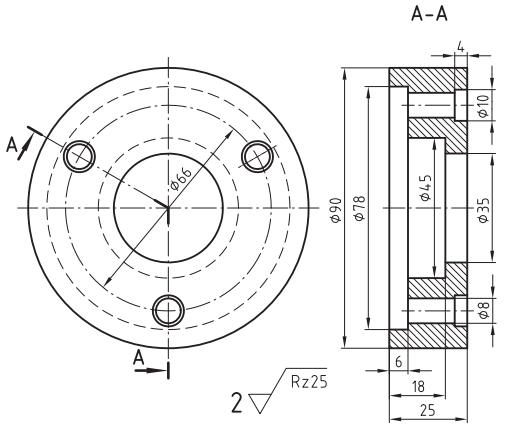


شکل۱

اگر در کنار نقشه شمارهٔ قطعه وجود داشت، علامت پرداخت سطح در طرف راست شمارهٔ قطعه نوشته می‌شود (شکل۲).

در شکل۲ عدد ۲ معرف شمارهٔ قطعه و پرداخت سطح کل قطعهٔ ۲۵µm در روش Rz است.

$Rz \leq ۲۵\,\mu m$

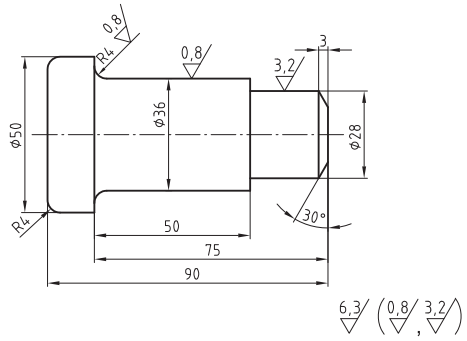


شکل ۲

در صورتی که پرداخت سطوح یک قطعه مختلف باشد، پرداخت هر سطح روی خودش و پرداخت سطوح مربوط به کل قطعه در خارج از پرانتز ارائه می‌شود (شکل۳).

در شکل۳ پرداخت سطوح قطعه کار با مقادیر ۳/۲µm و ۰/۸µm، که روی سطح قطعه گذاشته شده است، داخل پرانتز، اما پرداخت سطوح کل قطعه، که مقدار آن ۶/۳µm است، در بیرون پرانتز معرفی شده است.

✻ به عبارت دیگر، علامت خارج از پرانتز معرف کیفیت سطح تمام سطوح علامت‌گذاری نشده و علامت داخل پرانتز معرف کیفیت سطوحی است که علامت‌گذاری شده است.



شکل ۳

در شکل۱ یک علامت مبنا ✓ داخل پرانتز ارائه شده است علامت داخل پرانتز به مفهوم : **سطوح حداقل نقشه** است.

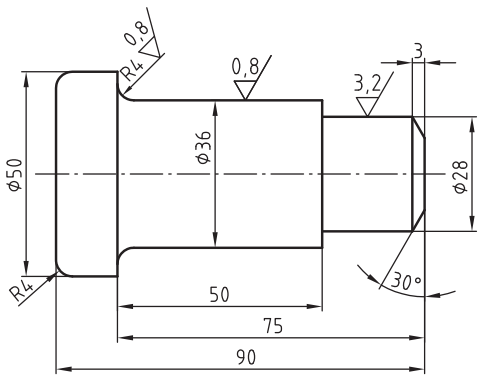
در نقشهٔ شکل۱ تمام سطوح قطعه دارای کیفیت سطح ۶/۳µm است به غیر از سطوحی که بر روی نقشه مشخص شده است. در اینجا از علامت مبنا ✓ به جای مقادیر $\overset{3,2}{\nabla}$ و $\overset{0,8}{\nabla}$ استفاده شده است.

در مواردی ممکن است نقشه به کمک توضیحات (مطابق شکل۲) علامت گذاری شود.

در نقشهٔ شکل۲ تمام سطوح قطعه دارای پرداخت سطح ۶/۳µm است، (یعنی: Ra≤۶/۳µm) به جزء سطوحی که در روی نقشه با مقادیر ۰/۸µm و ۳/۲µm علامت‌گذاری شده است. (یعنی: Ra≤۰/۸µm و Ra≤۳/۲µm)

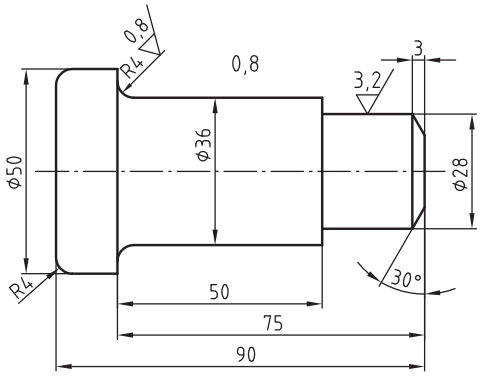
در مواردی که فضای کافی بر روی نقشه وجود نداشته باشد می‌توان از علائم ساده‌تری که همان معنا را داشته باشد استفاده کرد.

در (شکل۳) عدد ۵ معرف شمارهٔ قطعه است. پرداخت بیشترین سطح قطعه به مقدار ۳/۲µm است. علامت ✓ در داخل پرانتز به مفهوم سطوح اقلیت است، یعنی سطوحی که با z و y معرفی شده‌اند. برای جلوگیری از شلوغی نقشه اطلاعات مربوط به z و y در کنار نقشه یا نزدیک جدول نقشه ارائه می‌شود. پرداخت سطح قطعه، در قسمتی که با y نشان داده شده است، به مقدار ۰/۴µm انجام می‌شود؛ اما سطحی از قطعه که با z نمایش داده شده است، به همان روش تولید شده باقی می‌ماند و براده‌برداری از آن مجاز نیست.



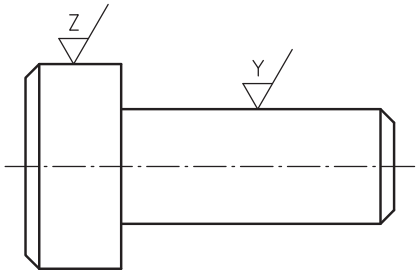
شکل۱

$\overset{6,3}{\nabla}$ (✓)



تمام سطوح $\overset{6,3}{\nabla}$ به غیر از سطوحی که روی نقشه مشخص شده‌اند.

شکل۲



5 $\overset{3,2}{\nabla}$ (✓)

$\overset{Y}{\nabla}$ = $\overset{0,4}{\nabla}$

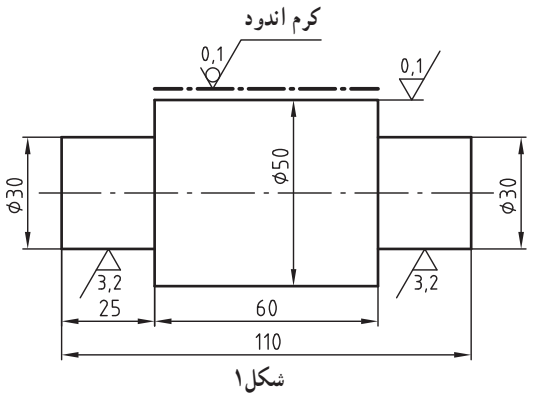
$\overset{Z}{\nabla}$ = ✓

شکل۳

در صورتی که کیفیت سطحِ قسمت محدودی از جسم قرار است تغییر کند ــ مثلاً به سطحِ مورد نظر لازم است آب کُرم داده شود ــ باید اطلاعات لازم را همراه با نماد روی یک خط و نقطهٔ ضخیم نشان داد.

در نقشه شکل۱ سطح مشخص شده مجاز نیست که بعد از کُرم اندود براده برداری شود.

مثال‌هایی در مورد نقشه خوانی علائم کیفیت سطح از روی نقشه



شکل۱

نقشه خوانی

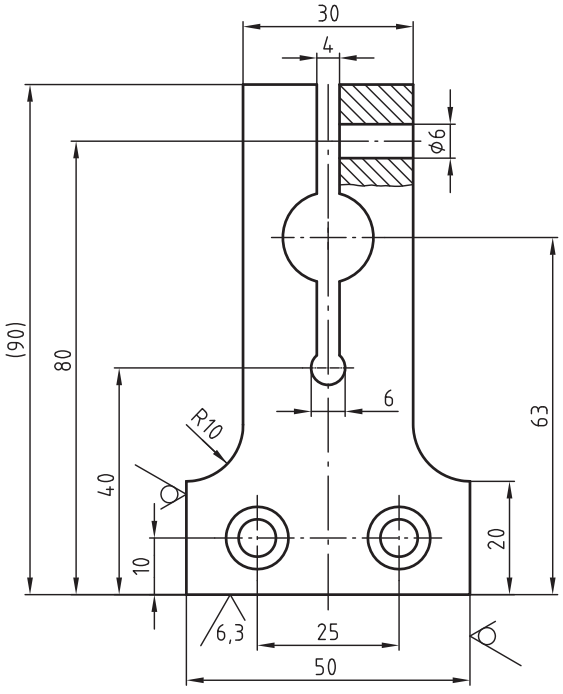
با توجه به نقشهٔ ارائه شده، برداشت خودرا از علامت پای نقشه $\sqrt{}^{12,5}\ (\sqrt{},\sqrt{}^{6,3})$ یادداشت کنید.

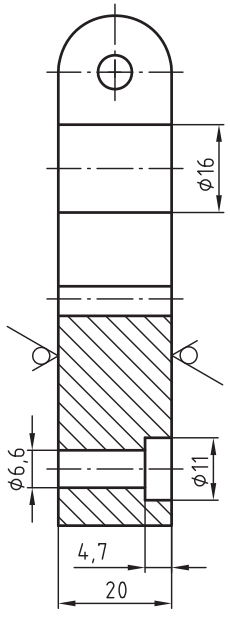
.....

.....

.....

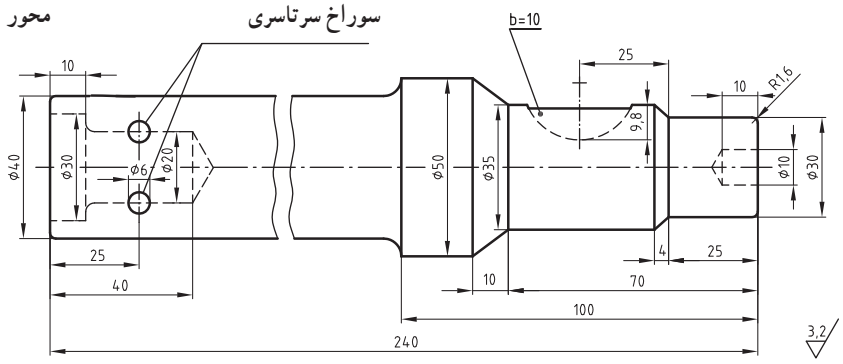
.....





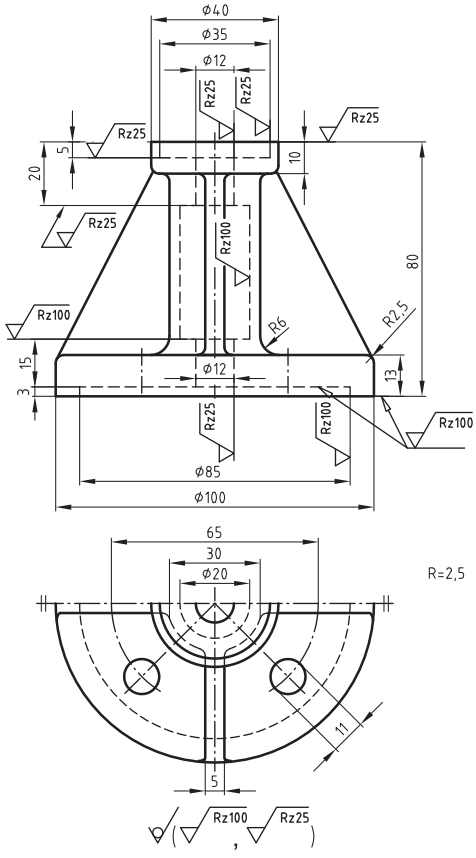
$\sqrt{}^{12,5}\ (\sqrt{},\sqrt{}^{6,3})$

مثال‌هایی در مورد نقشه خوانی علائم کیفیت سطح از روی نقشه

مفهوم	مثال
تمامی سطوح محور دارای بیشترین مقدار زبری مجاز ۳/۲μm در روش Ra است. $Ra \leq ۳/۲ \mu m$	۱ محور — سوراخ سرتاسری 

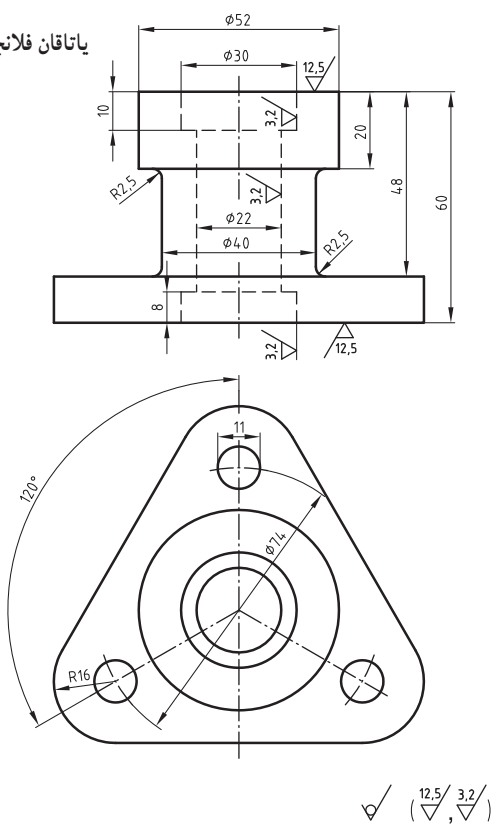
تمامی سطوح پایه به همان صورت اولیهٔ ساخت باقی می‌ماند، به استثنای سطوحی که روی آنها عملیات ماشین‌کاری انجام می‌شود. (بیشترین مقدار زبری سطح برای سطوح علامت گذاری شده در روی نقشه برابر با ۱۰۰μm و ۲۵μm در روش Rz است).

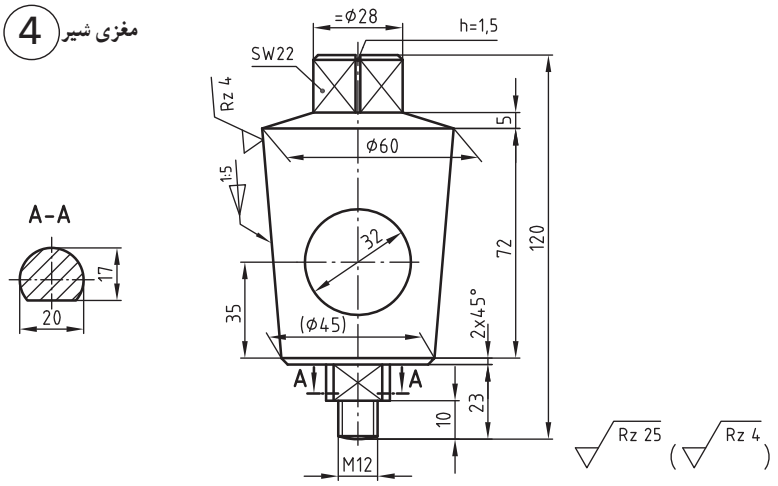
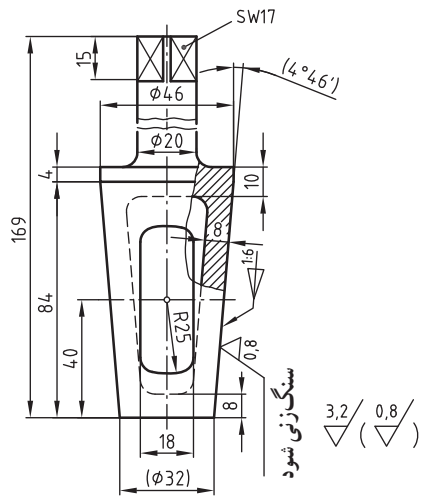
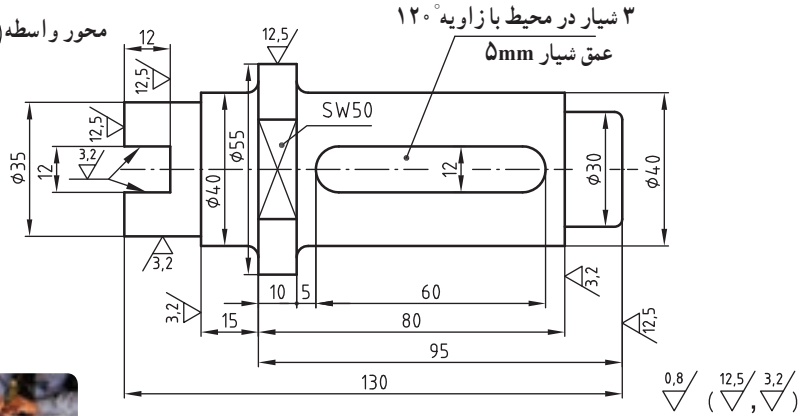
۳ پایه



تمامی سطوح یاتاقان فلانچ به همان صورت اولیهٔ ساخت باقی می‌ماند، به استثنای سطوحی که روی آنها عملیات ماشین کاری انجام می‌شود (بیشترین مقدار زبری سطح برای سطوح علامت‌گذاری شده در روی نقشه برابر با ۱۲/۵μm و ۳/۲μm در روش Ra است).

۲ یاتاقان فلانچی



مفهوم	مثال
تمامی سطوح مغزی شیر، به استثنای سطوحی که در نقشه روی آنها مقدار ۴μm در روش Rz قید شده است، ماشین کاری می‌شود. (مقدار زبری حاصل از ماشین کاری کل سطح قطعه باید ۲۵μm در روش Rz باشد.)	4 مغزی شیر 
تمامی سطوح مغزی شیر ماشین کاری می‌شود. مقدار زبری حاصل از ماشین‌کاری باید ۳/۲μm در روش Ra باشد. (Ra≤۳/۲ μm) به استثنای سطوحی که در نقشه روی آنها مقدار ۰/۸μm در روش Ra قید شده است. (Ra≤۰/۸μm) سطح مخروطی قسمت خارجی شیر، سنگ زده می‌شود و مقدار زبری حاصل شده پس از فرایند سنگ زنی به میزان ۰/۸μm در روش Ra خواهد بود. (Ra≤۰/۸μm)	5 مغزی شیر 
تمامی سطوح محور واسطه، به استثنای سطوحی که در نقشه روی آنها مقادیر ۱۲/۵μm و ۳/۲μm در روش Ra قید شده است، ماشین‌کاری می‌شود. (مقدار زبری حاصل از ماشین‌کاری بقیه سطوح باید ۰/۸μm در روش Ra باشد).	6 محور واسطه ۳ شیار در محیط با زاویه ۱۲۰° عمق شیار 5mm 

ر.ک.به. صفحه‌های ۶۲ تا ۶۷ کتاب کار

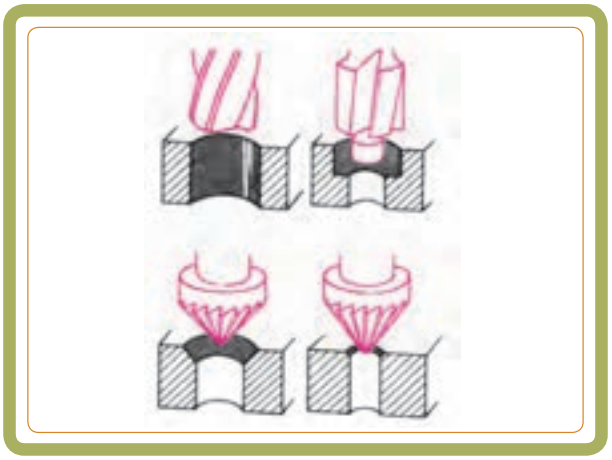
نقشه‌خوانی اجزای ماشین

اصطلاحات متداول
در قطعات صنعتی

بخش چهارم

فصل ۱

در صنعت، برخی از اجزاء و قطعات دستگاه‌ها و فرم هندسی آنها برای بازار و صنعتگران دارای اصطلاحات خاصی است. این اصطلاحات و مفاهیم به شکل ظاهری، کاربرد، جایگاه و .... آنها بستگی دارد .



دراین فصل به معرفی تصویری تعدادی از این واژه‌ها می‌پردازیم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- اصطلاحات متداول در قطعات صنعتی را نام ببرد.
- برخی از قطعات صنعتی متداول را نام ببرد.

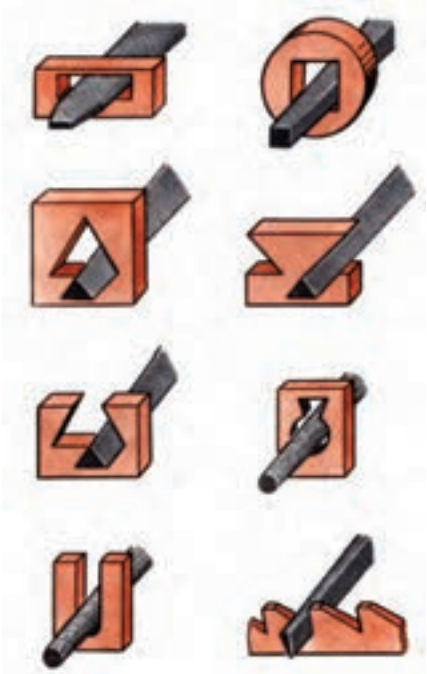
اصطلاحات سادهٔ فنی

درماشین سازی، بیشتر قطعات از ترکیب اجزای ساده و متشابه هندسی شکل می‌گیرند. این اجزای ساده و متشابه، که فرم هندسی خاصی دارند، اغلب به کمک ابزارهای دستی یا ماشینی شکل داده و ساخته می شوند .

به همین منظور آشنایی با این فرم‌های هندسی و درک این اصطلاحات فنی ساده برای فراگیران رشتهٔ ساخت و تولید، که مستقیماً با فرایند ساخت ارتباط دارند، ضروری به نظر می رسد.

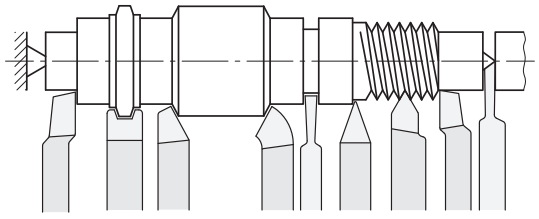
برخی از فرم‌های هندسی که توسط وسایل و ابزار آلات دستی و ماشینی شکل می‌گیرند در تصاویر روبه‌رو و زیر دیده می‌شوند.

ایجاد شکاف‌ها و شیارها، توسط ابزارهای مختلف



یکسری از سوراخ‌ها، شیارها و فرم‌های مختلف هندسی که با فرایند سوهان کاری ایجاد می‌شود.

فرم‌های مختلف هندسی روی قطعات، متناسب با شکل هندسی و جهت حرکت ابزارها پدید می‌آیند.



رنده‌های مختلف، فرم‌های هندسی مختلف را روی یک محور استوانه‌ای ایجاد می‌کنند.

برخی از اصطلاحات مربوط به چگونگی شکل قسمت‌های متشابه و مشترک در قطعات

پـخ : سطوح شیب‌دار کوتـاه واقـع در انتـهای میـله‌هـا، محورها و پیچ‌ها و ... را پخ گویند.

گوشه‌های گرد (راکورد) : سطوح باریک دوّار موجود بین دو سطح استوانه‌ای مجاور و با دو قطر مختلف (داخلی و خارجی)؛

یقه : سطح استوانه‌ای برآمده روی میله.

شیار : سطوح استوانه‌ای یا مخروطی کوتاه داخل یک قطعه؛

شیار روغن : شیارهای داخل نیم استوانه یا تاقان.

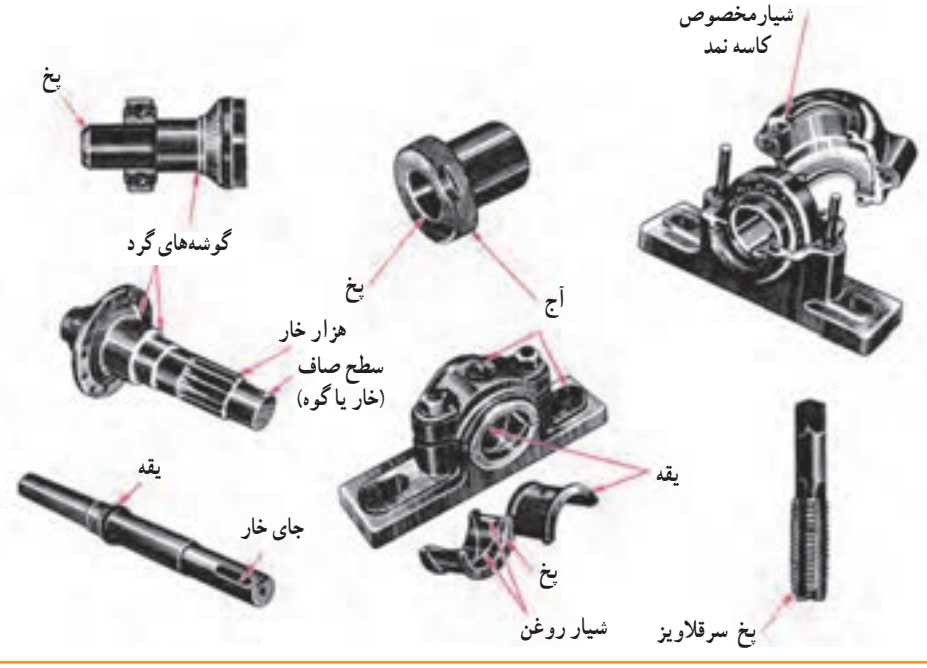
جای خار : شیارهای مخصوص قرار گرفتن خار بر روی میله یا روی سوراخ داخل قطعه.

هزار خار : شیارهای طولی با مقطع مستطیلی یا مثلثی و...، که در داخل سوراخ چرخ و یا روی میله‌ها قرار دارند.

شکاف : شیارهای باریک روی پیچ‌ها یا روی بدنه قطعات

آج (آج زده) : سطوح راه دار زبر که معمولاً روی سطوح استوانه ایجاد می شود.

در جدول صفحهٔ بعد با اصطلاحات بیشتری آشنا می شویم .



آشنایی با نام برخی از قطعات

قطعات صنعتی در شکل‌های متنوع و از جنس‌های مختلف تولید می شوند . در اینجا با نام تعداد محدودی قطعهٔ صنعتی آشنا می‌شوید.

هدف اصلی از ارائهٔ این تصاویر در حقیقت ارائهٔ قطعاتی است که شکل ظاهری و فرم هندسی متفاوت و متنوعی دارند. بنابراین، ضمن فراگیری نام این قطعات، بیشتر به شکل و فرم هندسی آنها دقت و توجه کنید.

پوسته

درپوش

درپوش

درپوش

مغزی

فلانچ

چرخ تسمه پله‌ای

چرخ طیار

حلقه

محفظه

دیوار کوب

اهرم

بادامک

ر.ک.ب. صفحه‌های ۷۱ و ۷۲ کتاب کار

نقشه خوانی اجزای ماشین

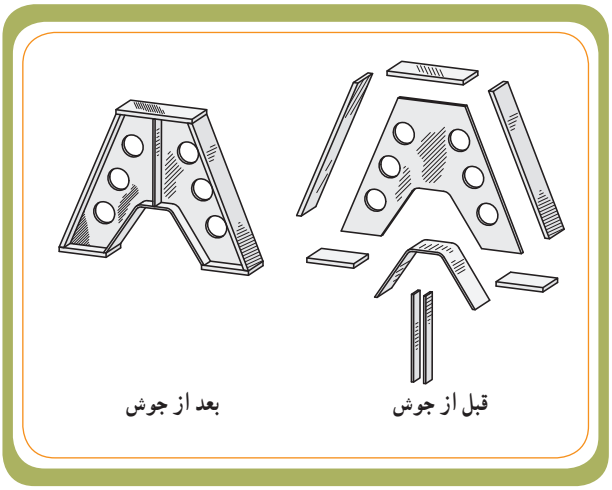
نقشه‌خوانی اتصالات دائمی: جوش

بخش چهارم

فصل ۲

جوش

هدف از جوشکاری اتصال دائمی قطعات به همدیگر است. قطعات جوشکاری شده معمولاً از قطعات تولید شده توسط روش‌هایی مثل آهنگری یا ریخته‌گری سبک‌ترند.

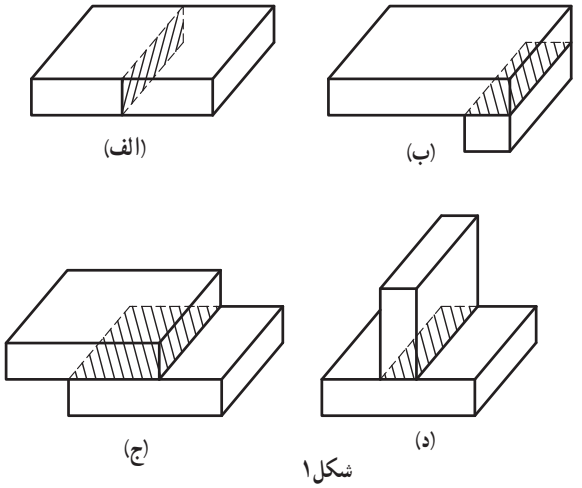


در این فصل با علائم ساده در نقشه‌های اتصالات جوشکاری آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

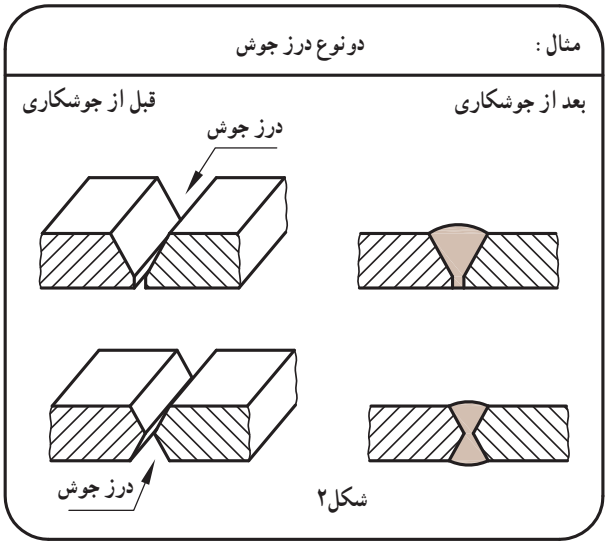
- درز جوش‌های متداول را نام ببرد.
- نمادها و علائم مربوط به درز جوش‌های متداول را نام ببرد.
- علائم و نمادهای مربوط به درز جوش‌ها را از روی نقشه تفسیر کند.

اگر بخواهیم دو قطعه را از طریق جوشکاری به هم متصل کنیم می‌توانیم قطعات را در کنار هم یا سرهم قرار دهیم و سپس به جوشکاری بپردازیم (شکل ۱). سطوح هاشور خورده در شکل‌های مقابل سطح تماس دو قطعه را قبل از جوشکاری نشان می‌دهند. اما اگر استحکام و اطمینان بیشتر در جوشکاری مدنظر باشد، شیار یا فضای خالی بین دوقطعه را برای نفوذ بهتر جوش در نظر می‌گیرند که به آن درزجوش می‌گویند. درز جوش قطعات را در محل اتصال سطوح به هم متصل می‌کند.



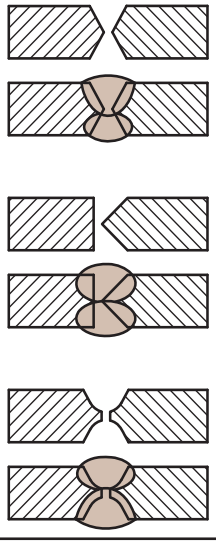
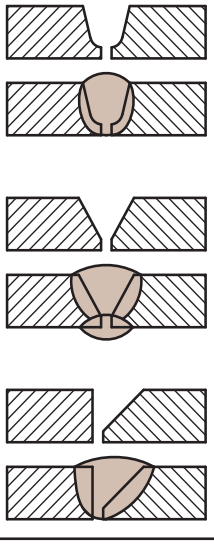
شکل۱

در شکل۲، قطعات در یک سطح قرار دارند، اما در لبه‌های محل اتصال آنها درزی را به وجود می‌آورند که در آن قسمت عمل جوشکاری انجام می‌شود.

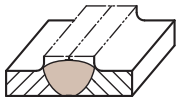
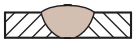
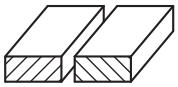
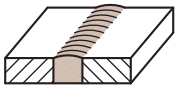
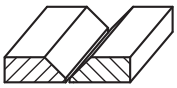
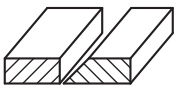
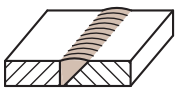
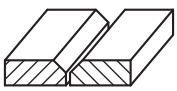
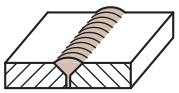
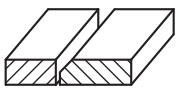
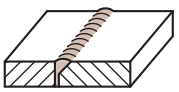
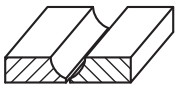
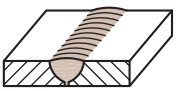
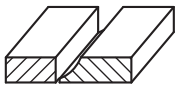
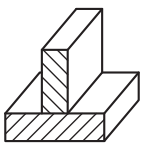
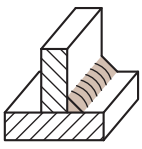


شکل۲

برخی از موقعیت‌های هندسی قطعات که به هم درزجوش می‌شوند، در جدول زیر ارائه شده‌اند :

اتصال سربه سر با درزجوش دوطرفه (از بالا و پایین)	اتصال سربه سر با درزجوش یک طرفه (از طرف بالا)	اتصال سربه سر بدون درز جوش
		

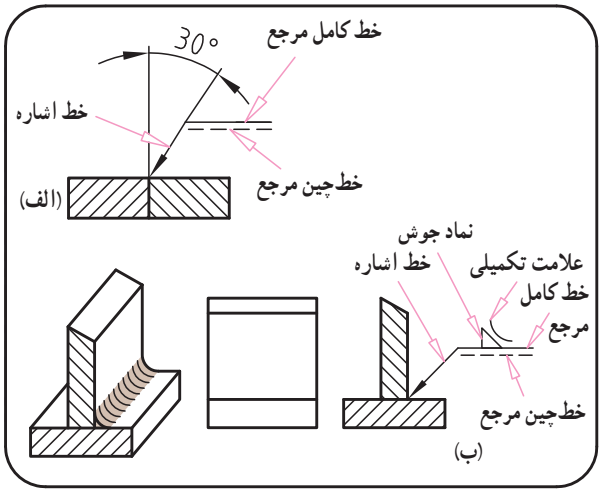
برای شناخت بهتر درزجوش‌ها چند نمونه از مهم‌ترین آنها در جدول زیر ارائه شده است.

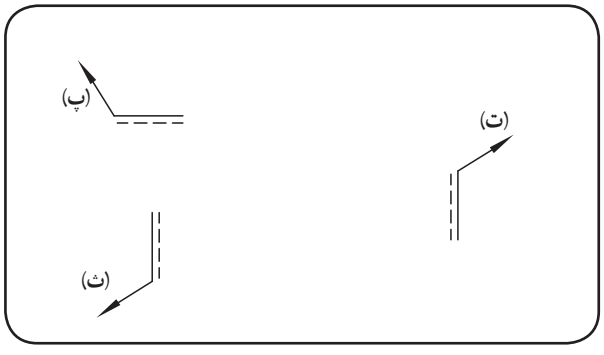
نام درزجوش	نماد	شکل درزجوش(قبل از جوشکاری)		شکل درز جوش (بعد از جوشکاری)	
		تصویر سه بعدی	تصویر دو بعدی	تصویر سه بعدی	تصویر دوبعدی
گُرده ماهی	⌒				
لب به لب	||				
جناغی تیز (Vشکل)	V				
نیم‌جناغی تیز (نیم V)	∠				
جناغی کُند (اتصال Y)	Y				
نیم جناغی کُند	۲				
لاله‌ای	Y				
نیم لاله‌ای	۲				
گوشه	◺				

علائم و نمادها در جوشکاری

برای ساده کردن نقشه‌ها از نمادها و علائم جوشکاری استفاده می‌شود. به عبارت دیگر نمادهای جوشکاری مشخص کننده فرم هندسی، آماده سازی و اجرای اتصال جوش هستند.

برای مثال در شکل زیر، دوقطعهٔ استوانه‌ای شکل به هم جوش خورده‌اند. به دو روش می‌توان نقشه دو بعدی این قطعه را نمایش داد : (الف) نمایش ساده با نماد (ب) نمایش اجرایی بدون نماد.





علائم جوش به نقشه‌خوان کمک می کنند تا نوع درزجوش و چگونگی قرار گرفتن آن را در نقشه متوجه شود. برای این منظور شکل درز جوش‌ها به صورت نمادهایی به همراه علامت پایه و علائم تکمیلی بر روی نقشه‌ها به کار می‌رود.

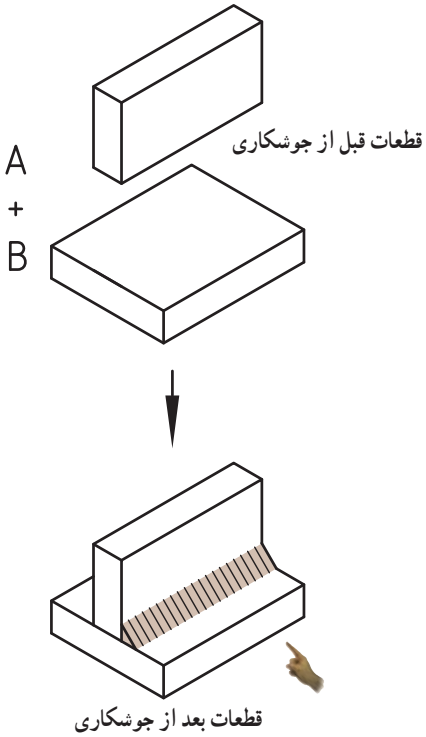
علامت پایه (شکل الف و ب) از یک خط اشاره (با زاویه ۳۰°) به همراه خط کامل مرجع تشکیل شده است. انتهای خط اشاره یک فلش قرار دارد. بالا یا پایین خط مرجع، یک خط ندید (خط‌چین مرجع) آورده می‌شود که جلو یا عقب قرار گرفتن درز جوش را می‌رساند.

نماد درز جوش (شکل مقطع جوش) که در صفحات بعد بیشتر توضیح داده خواهد شد، روی خط مرجع قرار می‌گیرد.

علامت پایه می‌تواند به چهار حالت (ب، پ، ت و ث) در نقشه‌های قطعات جوشکاری قرار گیرد.

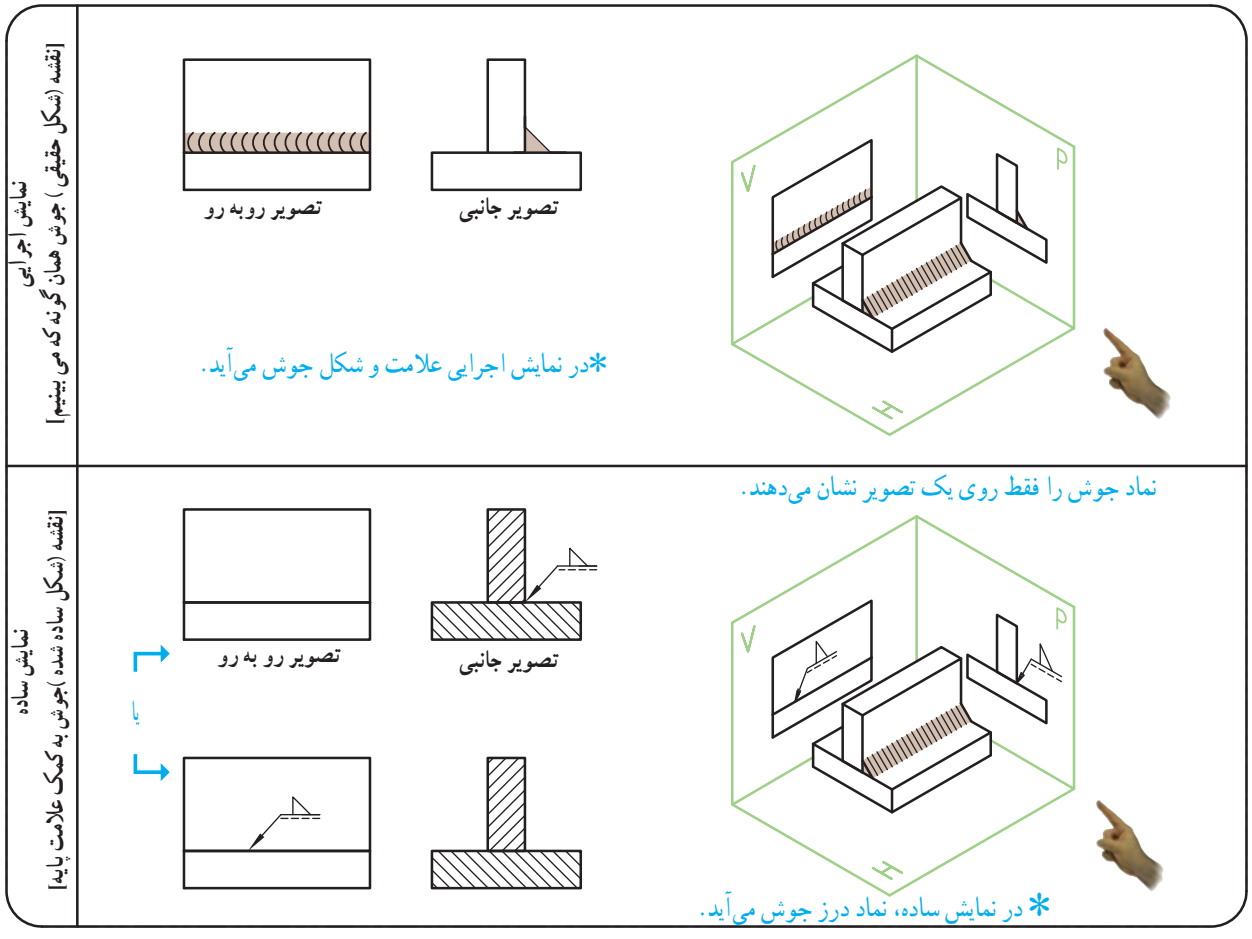
نقشه خوانی جوش

همان طور که اشاره شد، برای معرفی نوع جوش باید از علامت پایه استفاده کنیم. روی علامت پایه، نماد جوش و مقدار آن قرار می‌گیرد. فرض کنید می‌خواهیم دو قطعه A و B را به هم جوشکاری کنیم. درز جوش مورد نظر برای این اتصال از نوع گوشه است.



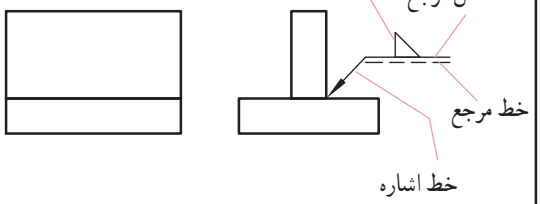
شکل درز جوش گوشه به صورت ◺ می‌باشد و

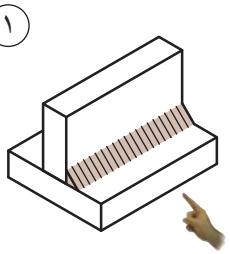
نماد جوش گوشه به صورت ◺ است.



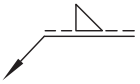
قطعات مورد جوشکاری در حالت برش خورده مخالف یکدیگر هاشور زده می‌شوند.

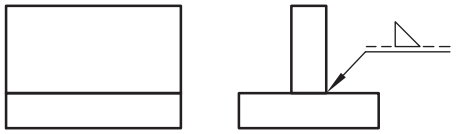
چون مقطع درز جوش به چشم ناظر نزدیک است (در قسمت جلوی قطعه قرار می‌گیرد) نماد درز جوش ◺ روی خط کامل مرجع قرار می‌گیرد.



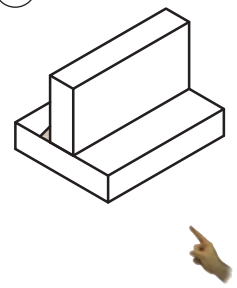


در صورتی که مقطع درز جوش در قسمت پشت قطعه قرار گیرد، علامت نماد درزجوش ◺ روی خط‌چین مرجع قرار می‌گیرد.





خط چین مرجع برای رساندن مفهوم دید یا ندید بودن درز جوش مورد استفاده قرار می‌گیرد.



چند نکته :

۱ــ نماد جوش فقط روی یک نما گذاشته می‌شود.

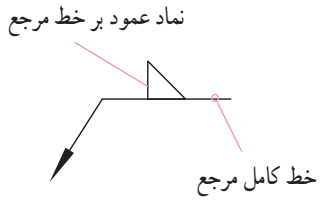
۲ــ نماد درز جوش همواره عمود بر خط مرجع قرار دارد.

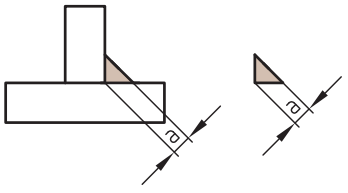
۳ــ از جمله اطلاعاتی که روی خط مرجع و در کنار علامت درز جوش قرار می‌گیرد، ضخامت جوش است. (مانند a3Δ یا Z4)

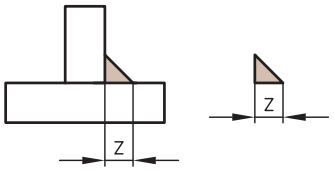
۴ــ در برخی از جوش‌ها مثل جوش گوشه‌ای لازم است که ضخامت جوش نوشته شود.

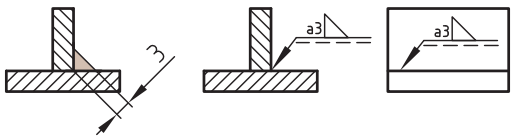
a) ضخامت درزجوش (ارتفاع مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین)

(z) ضخامت پایه درز جوش (طول ضلع مثلث متساوی‌الساقین)







ضخامت درز جوش a = ۳mm	
ضخامت پایه جوش z=۴mm	

جوش دو طرفه

اگر بخواهیم دو طرفه بودن اتصال جوش را مشخص کنیم، از ترسیم خط ندید بر روی علامت مبنا صرف نظر می‌کنیم و به جای آن دو بار علامت جوش به کار برده می‌شود.

به همین دلیل واژه دوطرفه، دوبل یا دوسویه به عنوان پسوند جوش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

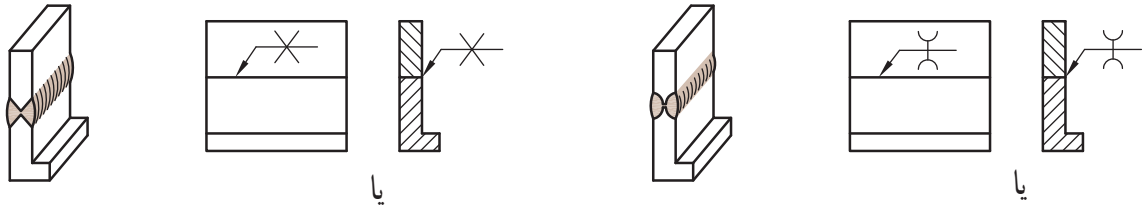
مثلاً : جوش گوشه‌ای دوطرفه یا جوش‌گوشه‌ای دوبل یا جوش گوشه‌ای دوسویه در جدول شکل مقابل (شکل ج).

جوش گوشه‌ای یک طرفه (درز جوش به چشم ناظر نزدیک است)	جوش گوشه‌ای یک طرفه (درز جوش در سوی دیگر قرار دارد)	جوش گوشه‌ای دو طرفه
(الف)	(ب)	(ج)

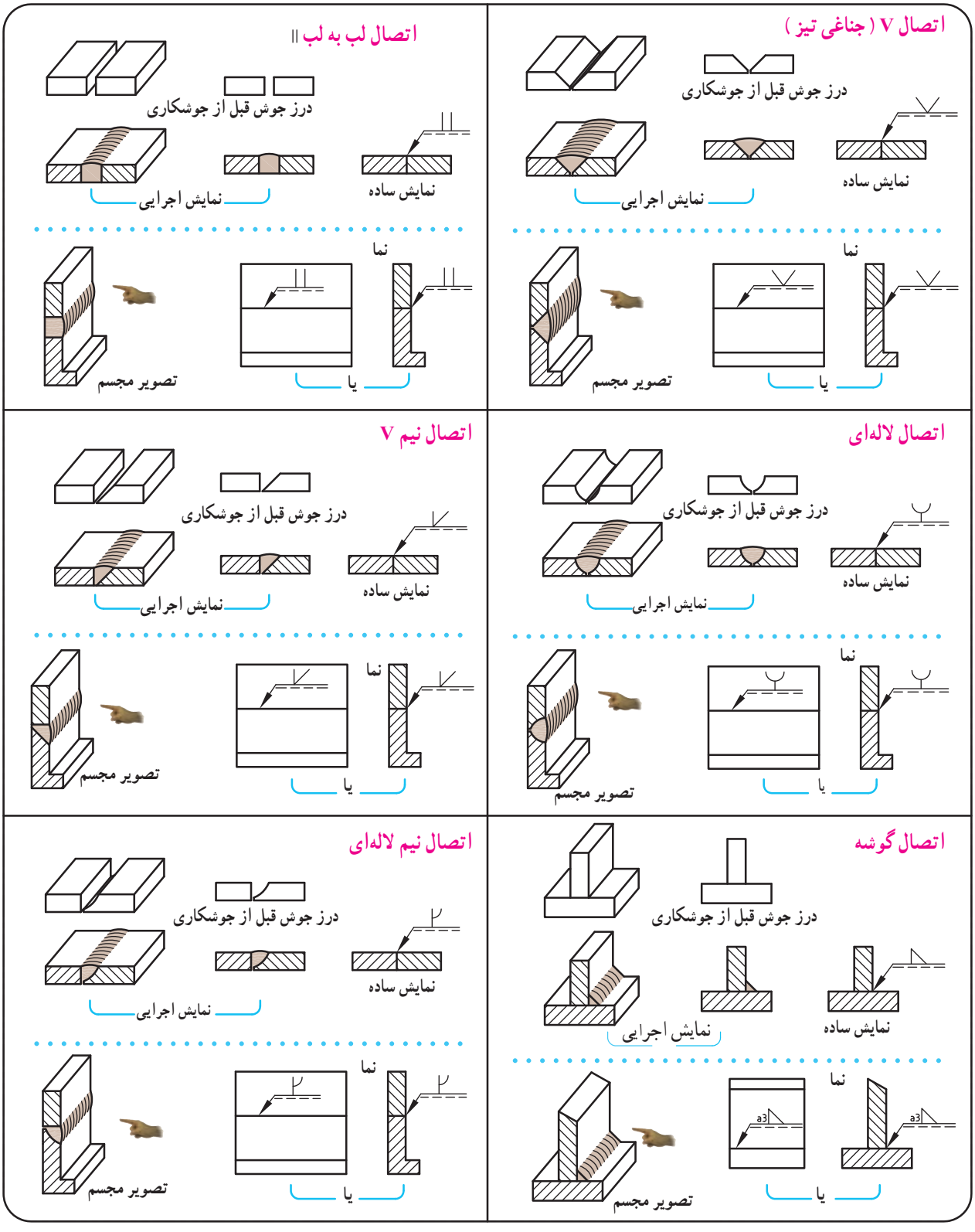
جدول پایین چهار نوع از درز جوش‌ها را به صورت یک طرفه و دو طرفه نشان می‌دهد.

تصویر سه بعدی درز جوش	نام و شکل نماد	شکل برخی از درز جوش‌های دو طرفه	شکل برخی از درز جوش‌های یک طرفه
	V دو طرفه		۱
	نیم V دو طرفه		۲
	لاله‌ای دو طرفه		۳
	نیم لاله‌ای دو طرفه		۴

دو مثال از درز جوش‌های دو طرفه به همراه نماد آن بر روی نقشه



درز جوش‌ها به همراه نماد : درز جوش‌ها بسیار متنوع هستند. در جدول زیر با تعدادی از مهم‌ترین آنها آشنا می‌شوید.



مثال : قرار است چهار قطعه مطابق شکل زیر به هم جوشکاری شوند و یک قطعه جدید را تشکیل بدهند. جوشکاری از نوع درز گوشه و به ضخامت ۴mm در نظر گرفته شده است.

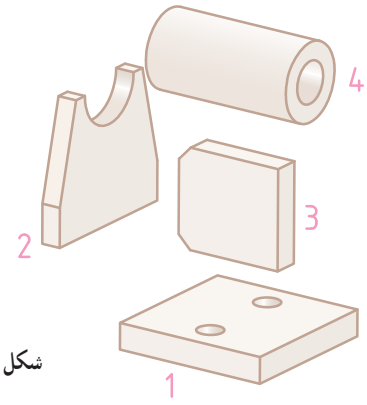
ـ قطعه ۲ روی قطعه ۱ قرار می‌گیرد (شکل‌های ۱ و۲) در مرز مشترک a (شکل۳) به هم جوش می‌خورند.

ـ قطعه ۳ روی قطعه ۱ و در قسمت جلویی قطعه ۲ قرار می‌گیرد (شکل‌های ۱ و۲) و در مرز مشترک b و c به هم جوش می‌خورند (شکل۳).

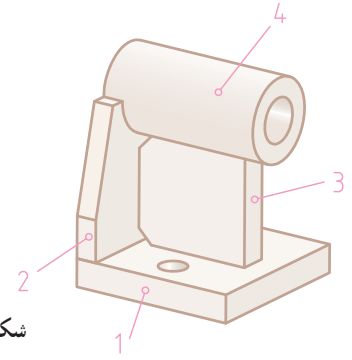
ـ قطعه ۴ نیز روی قطعه ۲ و۳ قرار می‌گیرد (شکل‌های ۱ و ۲) و در مرز مشترک e و d به هم جوش می خورند. (شکل ۳)

ـ آیا می‌توانید بگویید در نقشه زیر در کدام مرز مشترک‌ها و کدام قطعات از درز جوش گوشه دو طرفه استفاده شده است؟ (شکل۴)

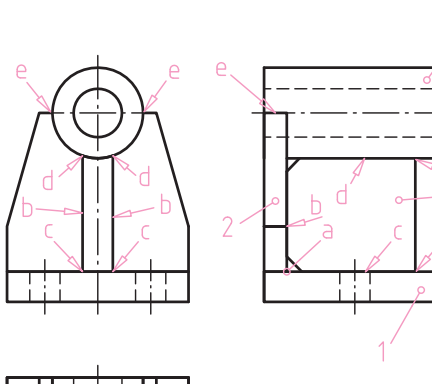
.....



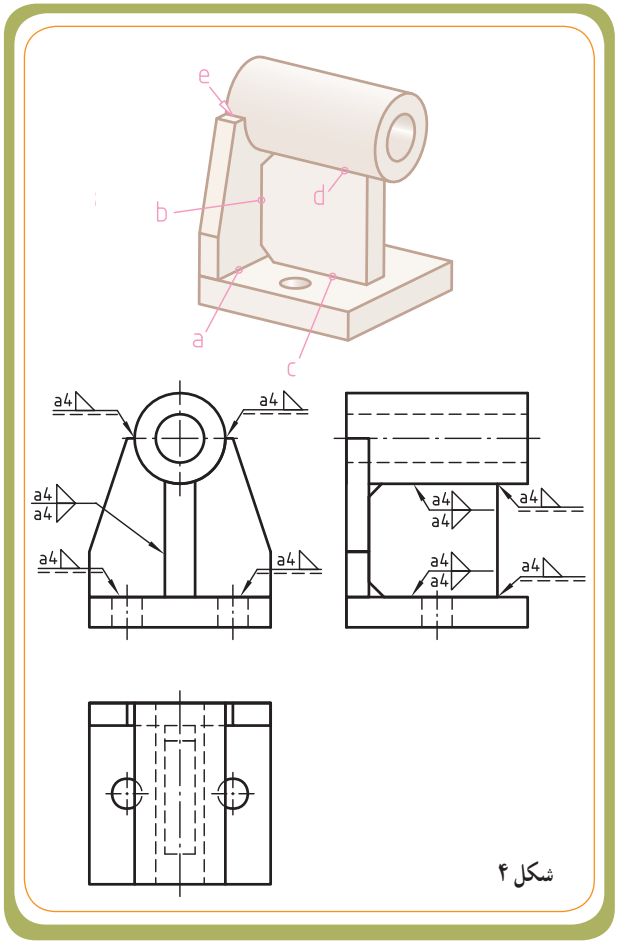
شکل ۱



شکل ۲



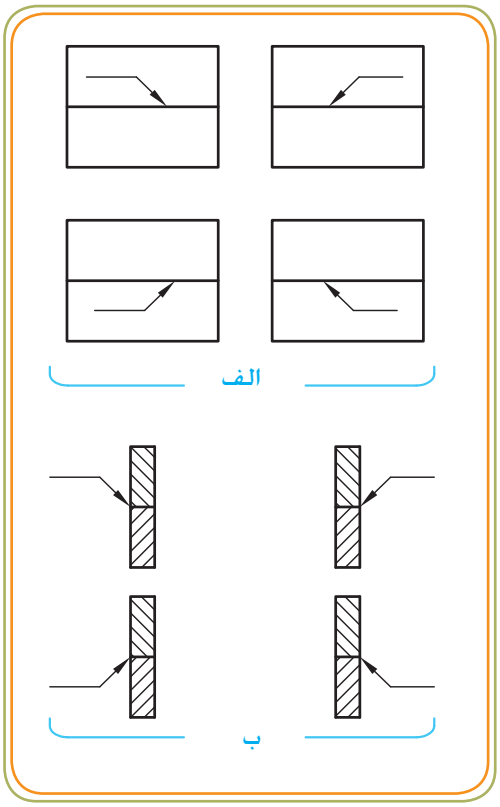
شکل ۳



شکل ۴

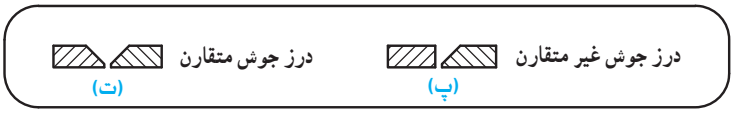
جهت پیکان خط اشاره (علامت پایه)

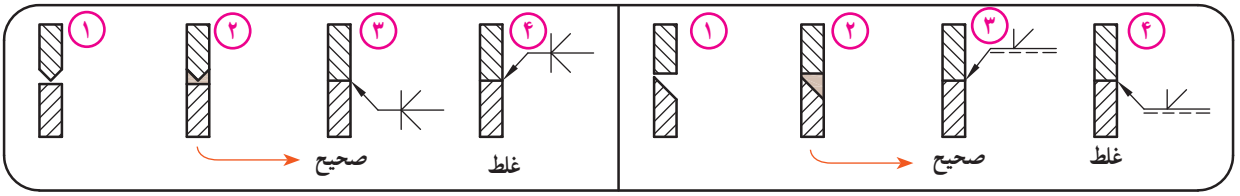
ـ خط اشاره و جهت فلش آن می‌تواند در هریک از چهار حالتی که لازم باشد (بالا، پایین، چپ و یا راست) درز جوش مطابق (شکل الف و ب) قرار گیرد.

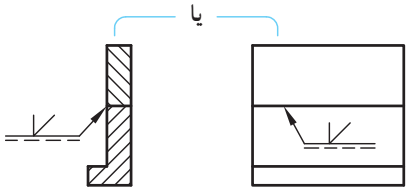
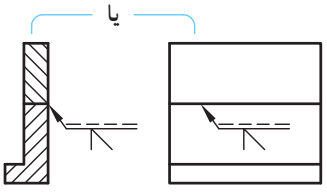
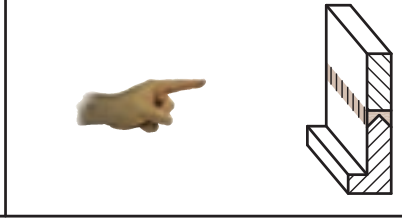
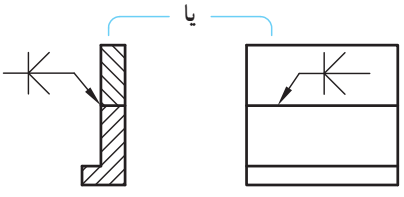


ـ در صورتی که پخ فقط بر روی یکی از دو قطعه زده شود ـ یعنی اتصال غیر متقارن ـ جهت فلش خط اشاره، اشاره به قطعه‌ای می‌کند که بر روی آن پخ زده شده است.

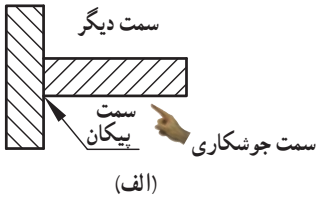
به شکل پ و ت توجه کنید.

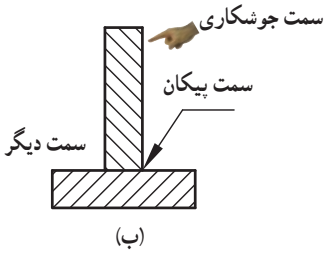


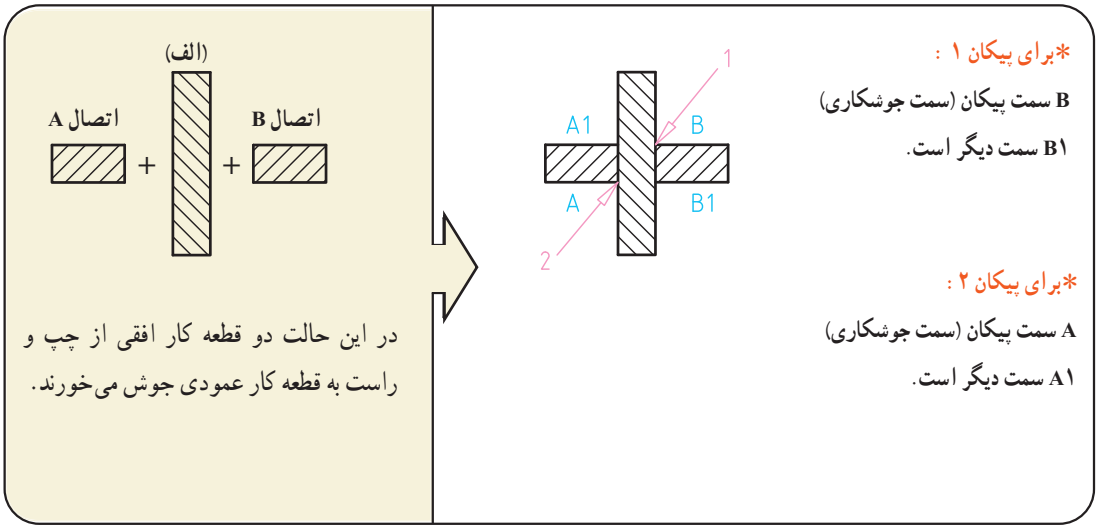


نماد جوش	تصویر مجسم و جهت دید درز جوش	نمایش ساده
V		
V		
K		

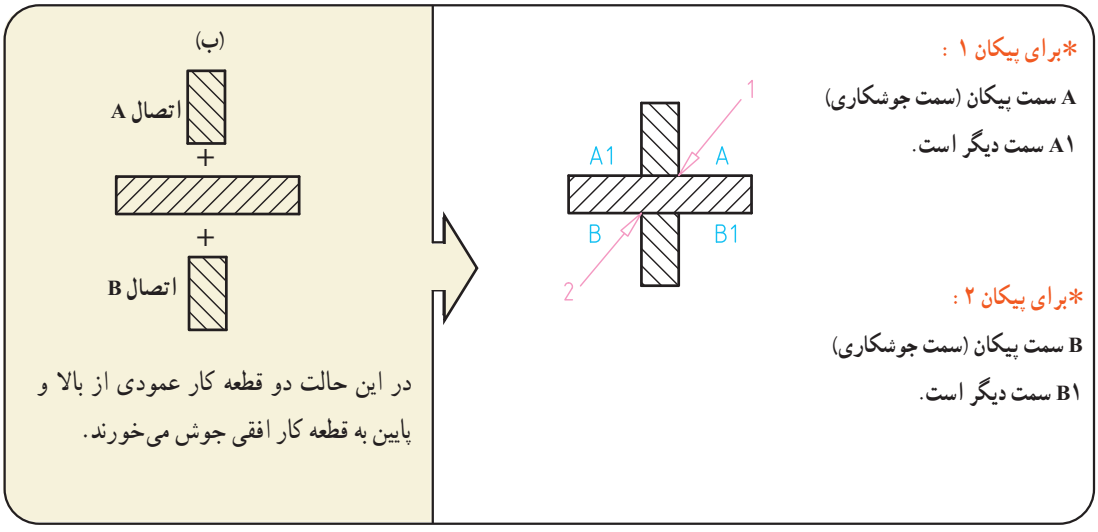
خط اشاره و سمت پیکان، جای جوش و سمت جوشکاری را نشان می‌دهد. سمتی از قطعه کار که جوشکاری نمی‌شود، سمت دیگر نامیده می‌شود. به دو شکل الف و ب توجه کنید.







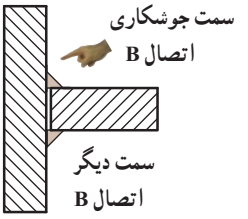
* به مثال‌های شکل الف در صفحه بعد توجه کنید.



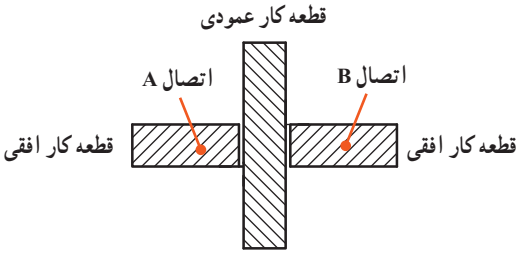
* ارزش‌یابی صفحه بعد را انجام دهید.

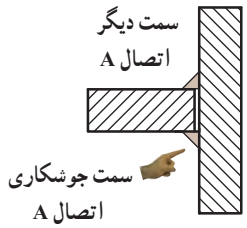
چند مثال (الف)

دو قطعه از کنار به قطعه وسط جوش می‌خورد

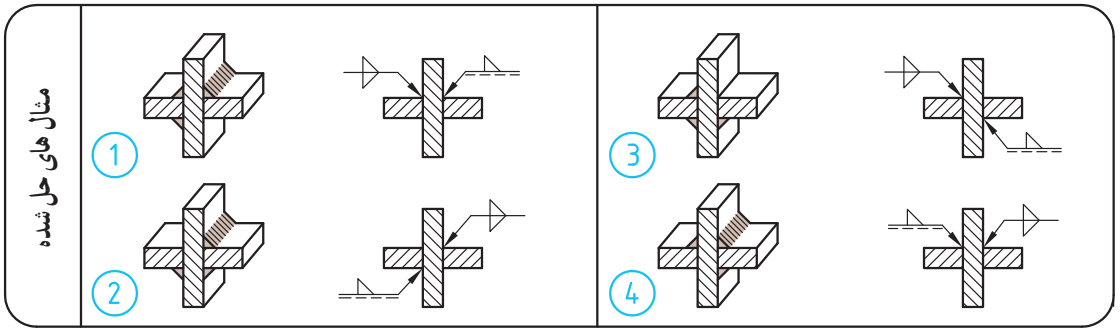


* سمت جوشکاری و سمت دیگر می‌تواند جوش دوبل شود.



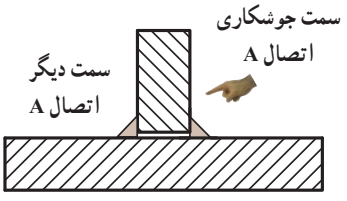


* سمت جوشکاری و سمت دیگر می‌تواند جوش دوبل شود.

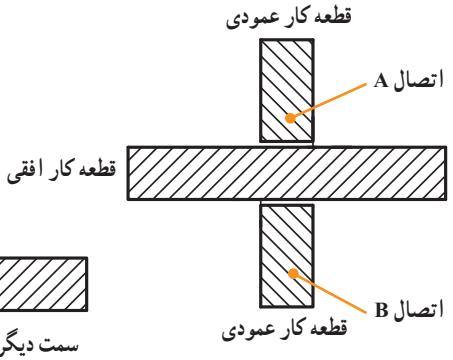


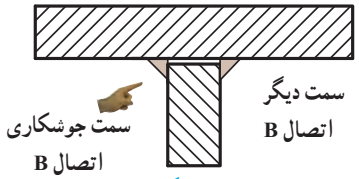
چند مثال (ب)

دو قطعه از بالا و پایین به قطعه وسط جوش می‌خورد



* سمت جوشکاری و سمت دیگر می‌تواند جوش دوبل شود.

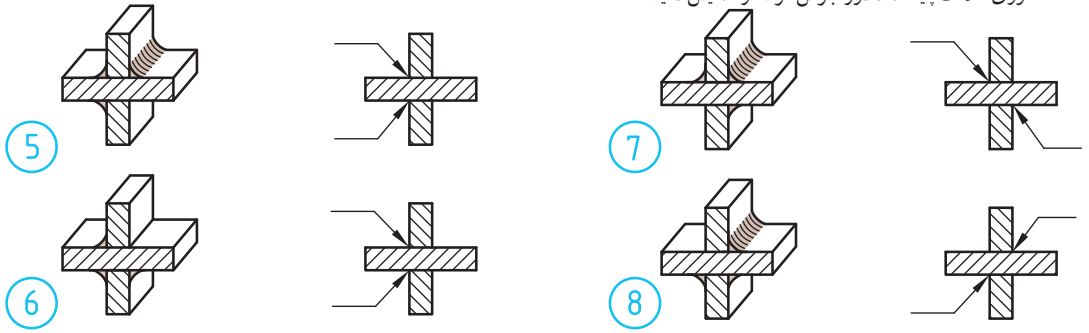


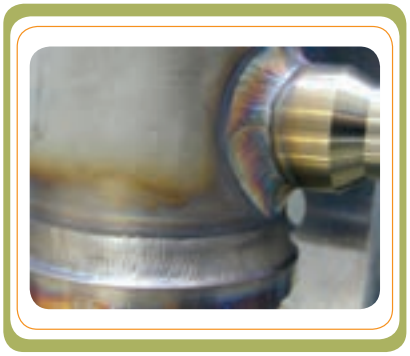


* سمت جوشکاری و سمت دیگر می‌تواند جوش دوبل شود.

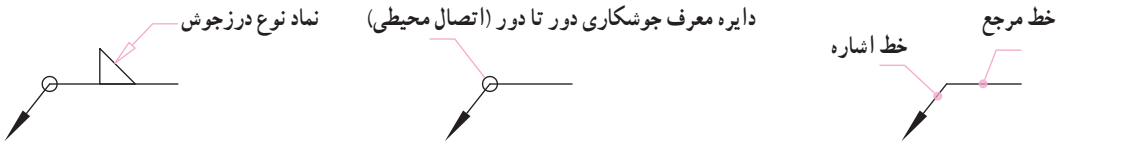
ارزش‌یابی

روی علامت پایه، نماد درز جوش گوشه را نمایش دهید.





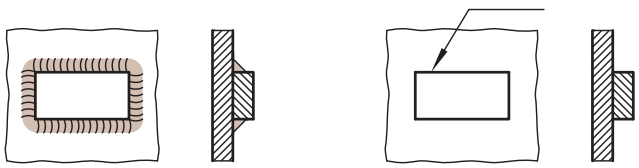
جوشکاری محیطی (دورتادور): برای اینکه نشان داده شود که عملیات جوشکاری باید محیط (دور تا دور) قطعه انجام شود، یک علامت دایره در فصل مشترک خط اشاره (خط راهنما) و خط مرجع قرار داده می‌شود.



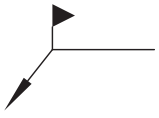
نمایش ساده	نمایش اجرایی	نوع اتصال	تصویر سه بعدی
a3 a3 یا		(اتصال محیطی حلقوی) دور تا دور قطعه به شکل حلقه روی قطعه دیگر جوش داده می‌شود.	

ارزش‌یابی

با توجه به نمایش اجرایی بر روی خط کامل مرجع (با توجه به درزجوش گوشه‌ای) نماد درزجوش و اتصال محیطی را نشان دهید.
a=۴mm



جوشکاری در هنگام مونتاژ (در محل نصب) :برای اینکه نشان دهند اتصال قطعات هنگام مونتاژ در محل نصب صورت می‌گیرد از علامتی به شکل پرچم (مثلثی مطابق شکل روبه‌رو) استفاده می‌کنند. این علامت عمود بر فصل مشترک خط اشاره و خط مرجع قرار می‌گیرد.



نمایش ساده	نمایش اجرایی	نوع اتصال	تصویر سه بعدی
a3 یا a3 a3 a3	3	اتصال هنگام مونتاژ	

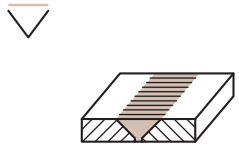
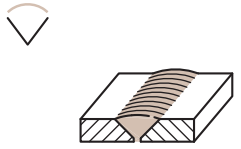
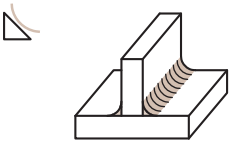
ارزش‌یابی

با توجه به نمایش اجرایی بر روی خط کامل مرجع با توجه به درزجوش V، علامت جوشکاری در محل نصب را روی نقشه نشان دهید.

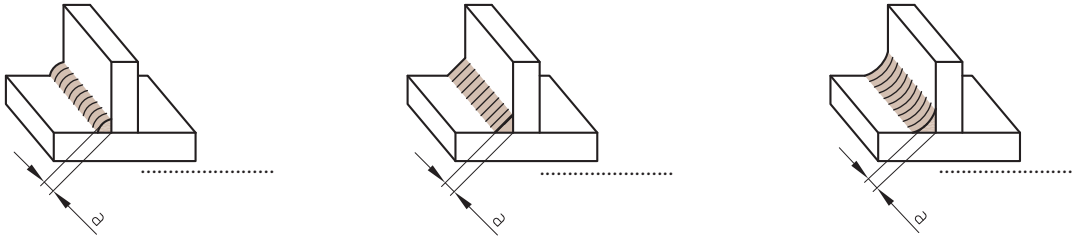
بیشتر بدانیم

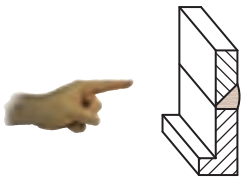
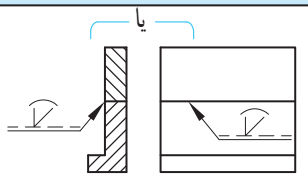
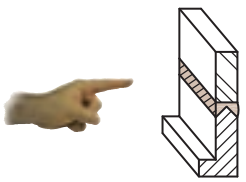
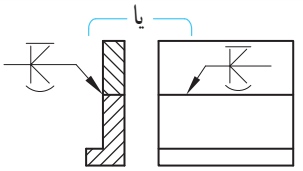
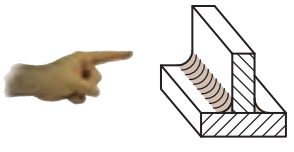
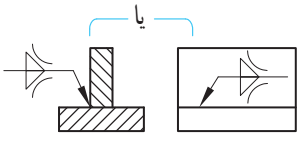
نمادهای تکمیلی اتصالات

نمادهای تکمیلی، فرم سطح درزجوش‌ها را مشخص می‌کند.
نمادهای تکمیلی را بر روی سه اتصال زیر مشاهده می‌کنید.

شکل سطح درزجوش	مسطح (تخت)	محدب (قوسی)	مقعر (گود)
علایم تکمیلی	—	⌒	◟
مثال			

در زیر هر شکل نماد درز جوش و علائم تکمیلی آنها را نمایش دهید.



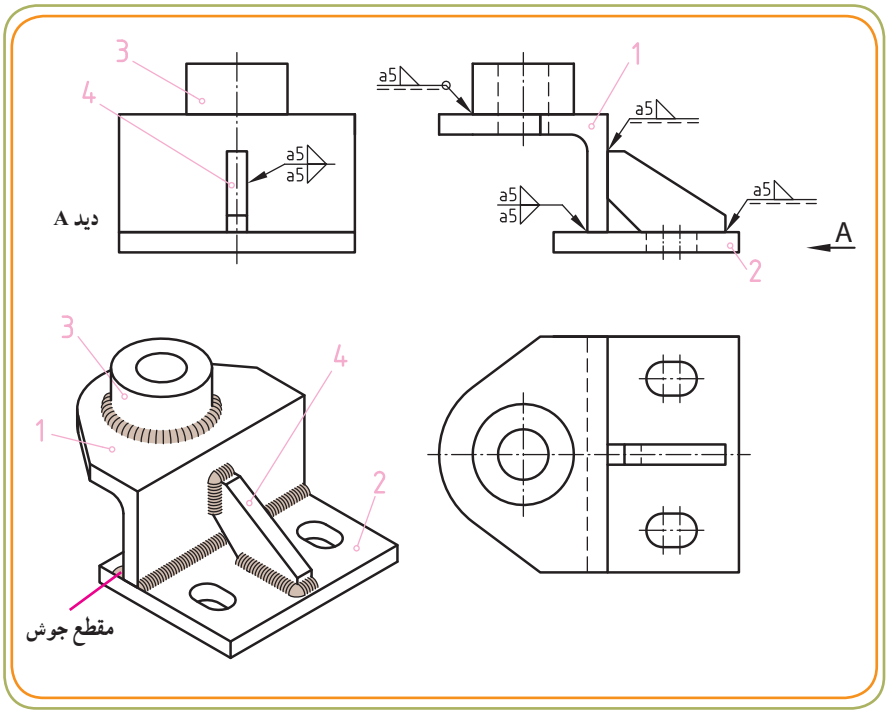
چند مثال	نماد جوش	تصویر مجسم	نمایش ساده	توضیح
				اتصال نیم v تیز با سطح محدب
				اتصال نیم v تیز دو طرفه با سطوح تخت و محدب
				اتصال گوشه دو طرفه با سطح مقعر

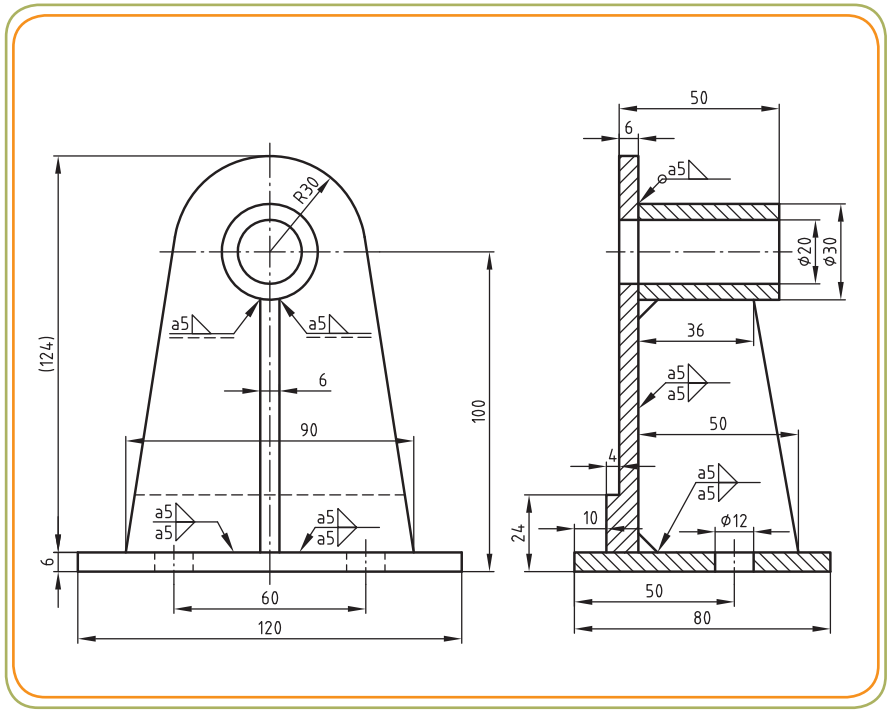
دو نقشه نمونه

در زیر دو نقشه نمونه ارائه شده است.

در مورد نحوهٔ معرفی قطعه، نماها و نحوهٔ علائم جوش در نقشه با معلم خود گفت و گو کنید.

آیا علائم جوش در نماها به‌طور کامل آمده است؟

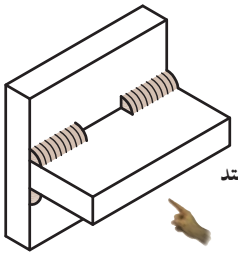


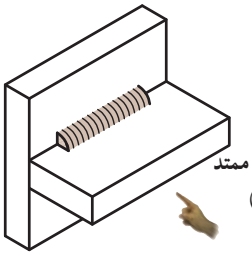


* **تمرین پیشنهادی** : در صورت تمایل (برای یادگیری بهتر) می‌توانید شکل سه‌بعدی نقشه پایینی را با نمایش درز جوش آن با دست آزاد (روی برگه جداگانه) ترسیم کنید.

طول درزجوش

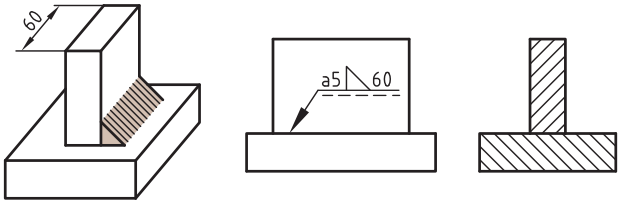
جوش ها چه یک طرفه و چه دوطرفه باشند، ممکن است همیشه یکسره و ممتد نباشند. به دو شکل زیر توجه کنید.


جوش دو طرفه غیر ممتد
(با درز جوش گوشه)

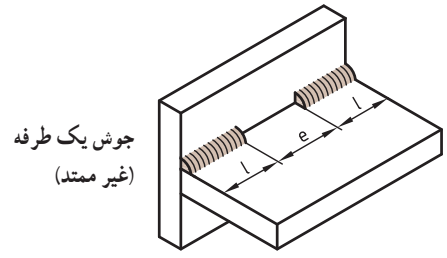

جوش یک طرفه غیر ممتد
(با درز جوش گوشه)

مشاهده می‌شود که بعضی اوقات ممکن است اتصال جوش به طول قطعه مجاورش نباشد.

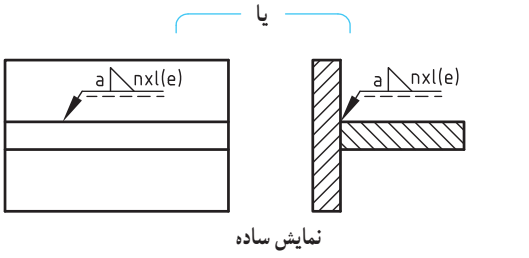
در شکل زیر ضخامت اتصال 5mm و طول درزجوش 60mm است. طول درزجوش بعد از علامت درزجوش روی علامت پایه، نوشته می‌شود (مقدار 60mm در شکل زیر).



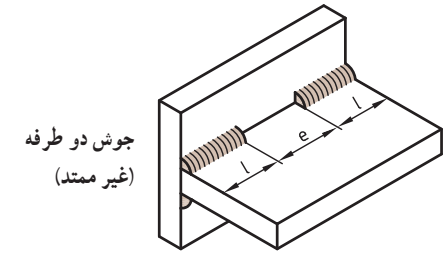
در مواردی که اتصال جوش به صورت ممتد نباشد، بعد از علامت درزجوش :
ابتدا تعداد اتصال (n)،سپس طول جوش (L) و فاصله اتصالات از یکدیگر (e) در داخل پرانتز نوشته می شود.



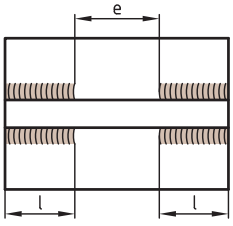
جوش یک طرفه
(غیر ممتد)



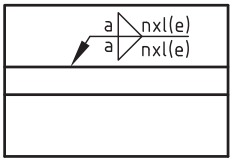
نمایش ساده



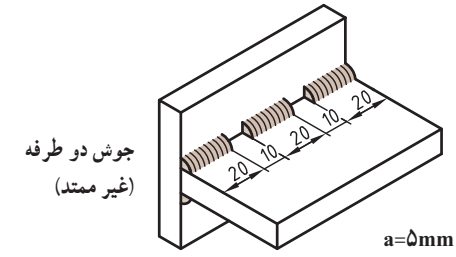
جوش دو طرفه
(غیر ممتد)



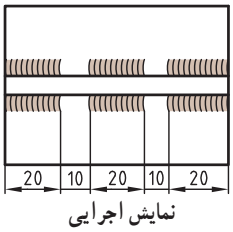
نمایش اجرایی



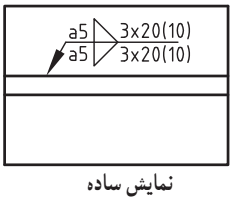
نمایش ساده



جوش دو طرفه
(غیر ممتد)
a=5mm

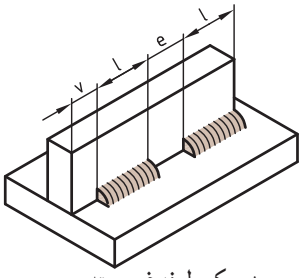


نمایش اجرایی



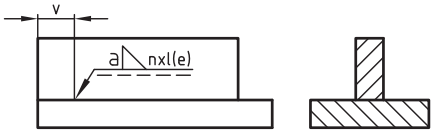
نمایش ساده

در صورتی که اتصال جوش از لبه قطعه فاصله داشته باشد، مقدار آن را در تصویر نشان می‌دهیم :

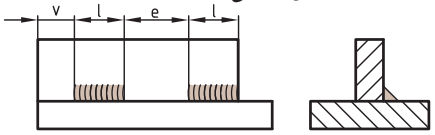


جوش یک طرفه غیر ممتد

نمایش ساده



نمایش اجرایی

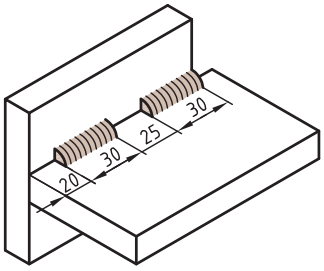


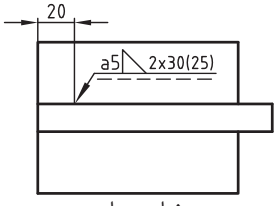
v : فاصله از لبه

e : فاصله اتصالات از یکدیگر

l : طول جوش

n :تعداد تکه جوش

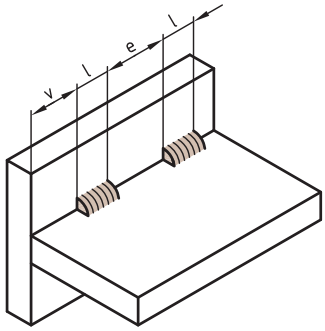




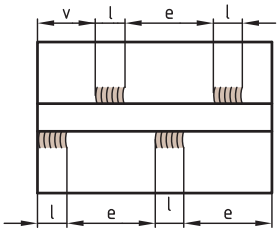
نمایش ساده

مثال : اتصال گوشه ای در شکل مقابل، با ضخامت درزجوش ۵mm، دو اتصال جوشکاری هر کدام به طول ۳۰mm، فاصله اتصال از یکدیگر ۲۵mm و فاصله از لبه ۲۰mm است.

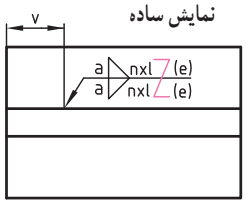
در مواردی ممکن است در جوش‌های دو طرفه، طول اتصال جوش در راستای یکدیگر نباشند. به این نوع اتصال چپ و راست یا زیگزاگ (zig_zag) می‌گویند و نماد آن شبیه حرف Z است.



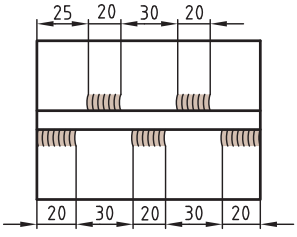
نمایش اجرایی



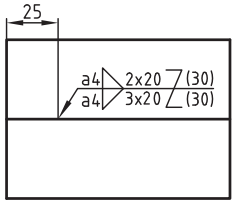
نمایش ساده



مثال : در شکل مقابل اتصال گوشه‌ای با ضخامت درز جوش ۴mm، دو اتصال جوشکاری در یک طرف هر کدام به طول ۲۰mm با فاصله ۳۰mm از همدیگر و ۲۵mm فاصله از لبه طرف چپ، سوی دیگر، سه اتصال جوشکاری هرکدام به طول ۲۰mm با فاصله ۳۰mm از همدیگر که از لبه قطعه فاصله‌ای ندارند.



نمایش اجرایی

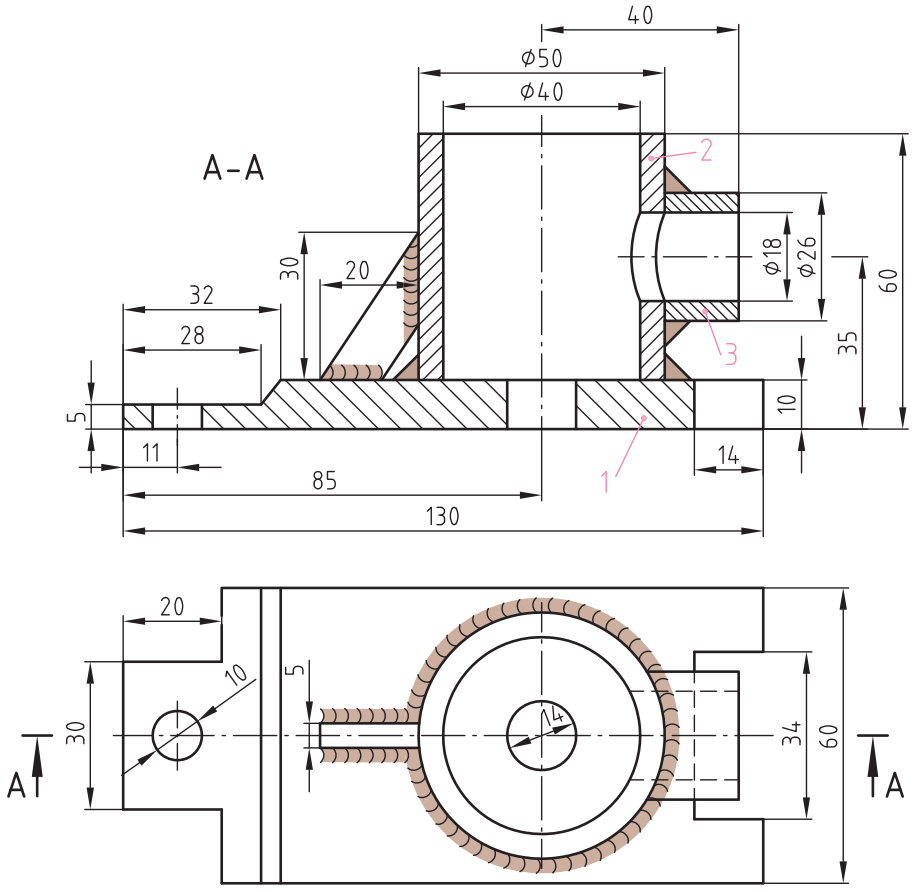


نمایش ساده

ر.ک.بـ. صفحه‌های ۷۳ و ۷۴ کتاب کار

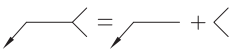
بیشتر بدانیم

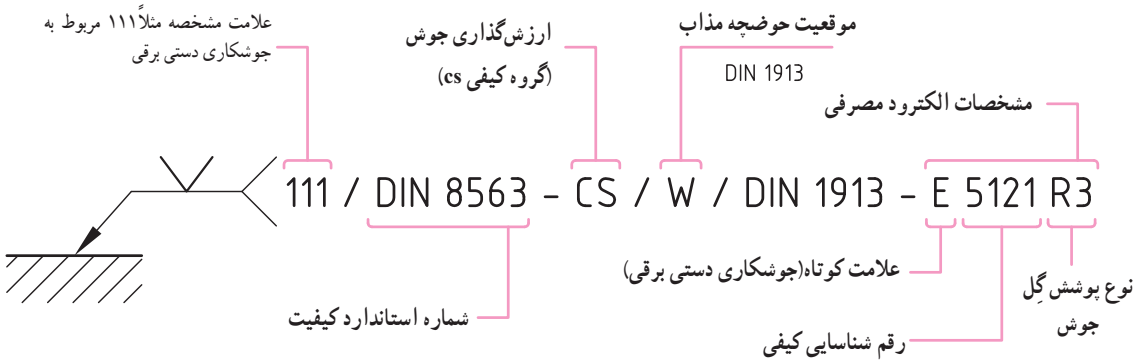
*** نکته ۱** : در مواردی که نوع جوش کم اهمیت باشد، به جای آنکه مشخصات را از طریق نماد جوش، روی نقشه درج کنند، به صورت نمایش اجرایی و غیرفنی قسمت‌های مورد اتصال را مشابه نقشه زیر نمایش می‌دهند.



نمایش اجرایی(غیر فنی)

در این نقشه نمونه به قسمت‌های قهوه‌ای رنگ که جایگزین نماد جوش شده است، توجه کنید.

*** نکته ۲** : اضافه کردن دو شاخه به نشانه مبنا  برای اشاره به فرایند جوش است. توضیح اینکه نوع فرایند جوشکاری به همراه سایر اطلاعات کمی و کیفی جوش و مشخصات سیم جوش باذکر شماره استاندارد داده می شود که تعیین این موارد بر عهده مهندسان طراح است. برای مثال به نماد زیر توجه کنید.

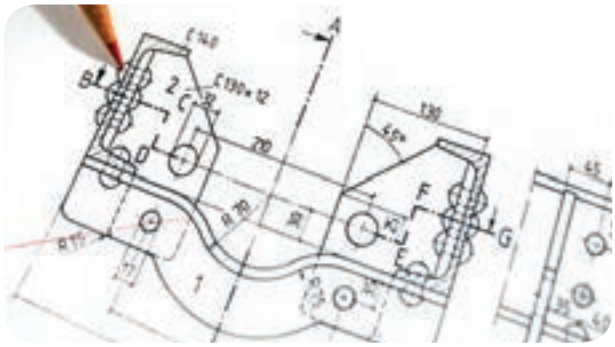


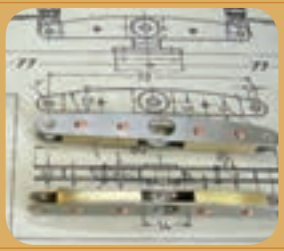
نقشه خوانی اجزای ماشین

نقشه‌خوانی اتصالات دائمی: پرچ

بخش چهارم

فصل ۲





پرچ

پرچ‌ها برای اتصال دائمی ورق‌ها یا قطعات به همدیگر به کار می‌روند. قطعاتی که توسط میخ پرچ به یکدیگر متصل می‌شوند برای مقاصد و اهداف گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند که از آن جمله می‌توان به سه نوع اتصال زیر اشاره کرد :

- اتصال محکم : در ساختمان های فلزی، خودروسازی، پل‌ها، وسایل نقلیه و ...
- اتصال محکم و آب‌بندی : در مخازن تحت فشار و دیگ‌های بخار و منبع‌سازی
- اتصال آب‌بندی : در ورق‌های نازک و مخازن مایعات

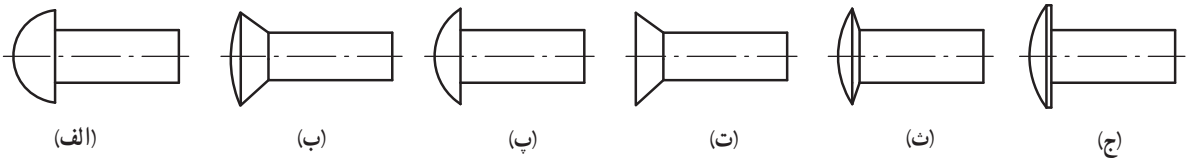
در پرچکاری، قطعات مورد اتصال، پس از سوراخکاری توسط میخ پرچ به روش دستی یا ماشینی، به هم متصل می‌شوند.

در این فصل با نحوه نمایش برخی از میخ پرچ‌ها در نقشه‌ها آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- اندازه‌های مهم در اتصالات میخ پرچ را نام ببرد.
- انواع اتصالات با میخ پرچ را نام ببرد.
- میخ پرچ را در نقشه شناسایی کند.

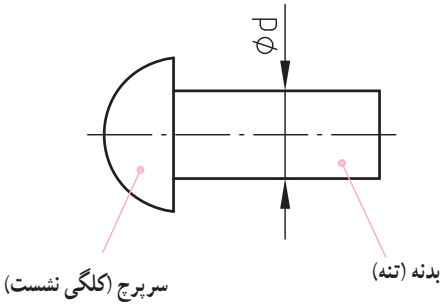
میخ پرچ‌ها از دو قسمت سر و بدنه تشکیل شده‌اند و از لحاظ فرم، سر میخ پرچ‌ها بسیار متنوع‌اند، اما بدنه آنها را معمولاً در دو گروه توپر و توخالی تولید می‌کنند. میخ پرچ‌های توپُر فولادی به لحاظ فرم سر (نیم‌گرد و سرخزینه) در سازه‌های فولادی و دیگ سازی مورد استفاده قرارمی‌گیرند. میخ‌پرچ‌های تا قطر ۱۰mm برای اتصال قطعات کم‌ضخامت به‌کار می‌روند. برخی از انواع متداول آنها در تصاویر زیر معرفی شده‌اند :



(الف) سر نیم‌گرد (برای سازه‌های فولادی)
(ب) سر خزینه عدسی (برای سازه‌های فولادی)
(پ) سر عدسی
(ت) سر خزینه دار
(ث) سرعدسی خزینه‌دار
(ج) سر عدسی تخت

میخ پرچ‌های سر نیم‌گرد (مطابق شکل مقابل) بیشتر از سایر پرچ‌ها در ماشین سازی کاربرد دارند.

یک میخ پرچ خام از میله‌ای به قطر d به نام تنه (بدنه) و سرپرچ (کلگی نشست)، تشکیل شده است.

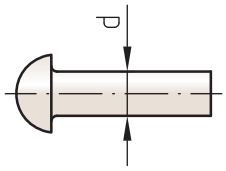


بیشتر بدانیم

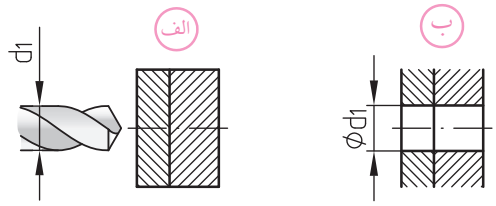
روند انجام کار

روش پرچکاری مطابق مراحل جدول زیر انجام می‌گیرد :

۱ انتخاب میخ پرچ مورد نظر با قطر ∅d



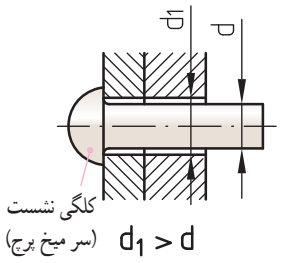
۲ ایجاد سوراخ به ∅d1



$d > ۹mm$ $d_1 = d + ۱mm$ قطر سوراخ در پرچکاری گرم

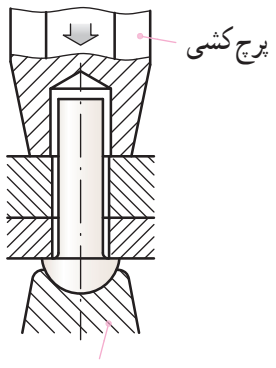
$d < ۹mm$ $d_1 = d + ۰/۱$ تا $۰/۵mm$ قطر سوراخ در پرچکاری سرد

۳



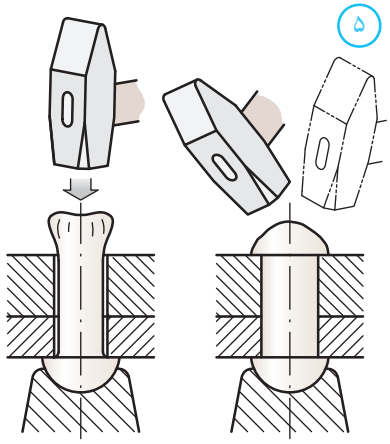
قرار گرفتن میخ پرچ داخل سوراخ

۴



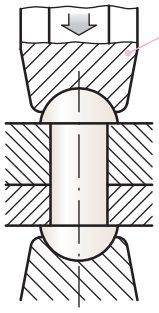
فشردن قطعات اتصال
به‌وسیله پرچ کش

۵



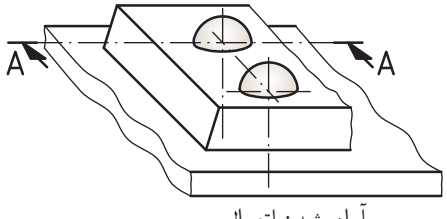
فرم دادن سرقفل کننده به‌وسیله ضربات چکش

۶

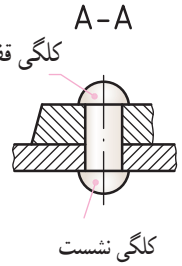


کامل کردن فرم سرقفل کننده
میخ پرچ به‌وسیله قالب سرپرچ
و چکش

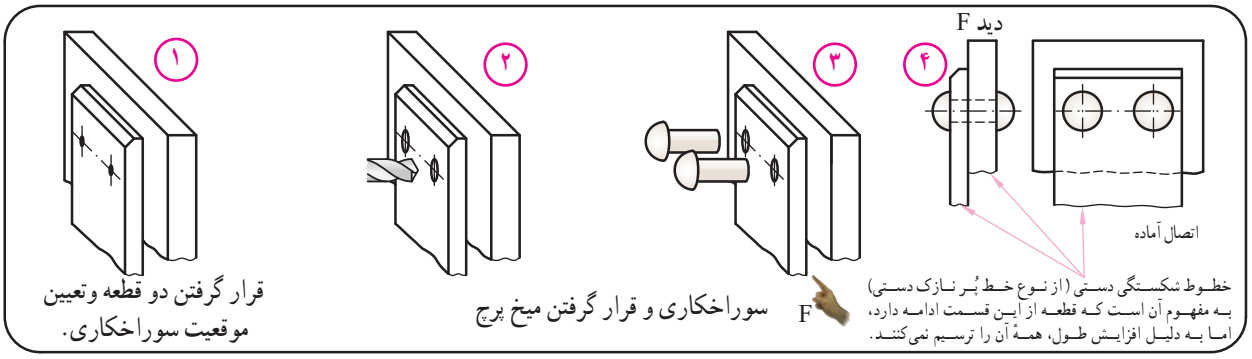
۷

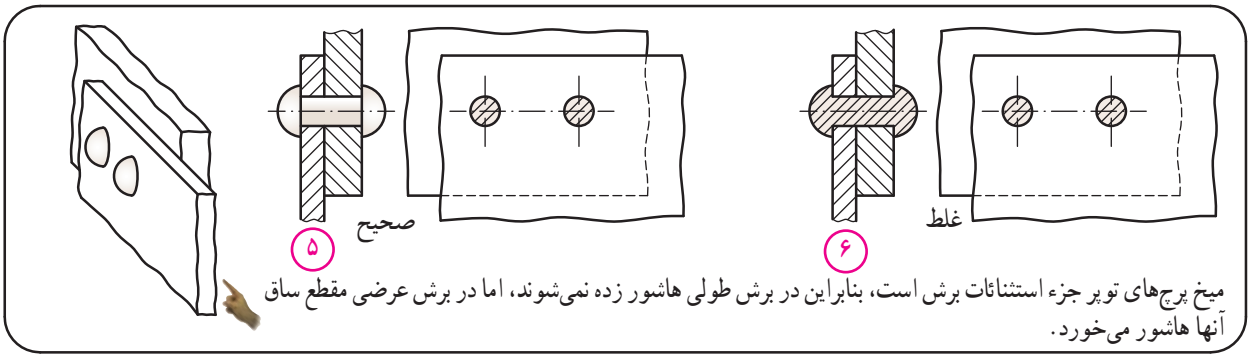


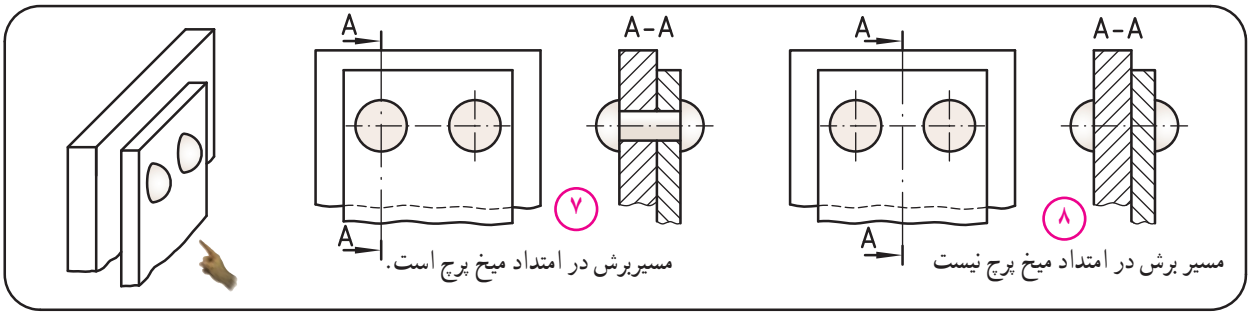
آماده شدن اتصال



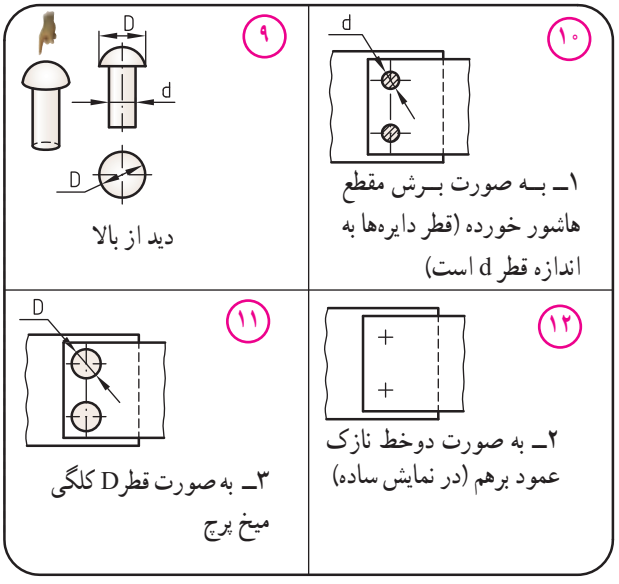
نحوه نمایش میخ پرچ در اتصال



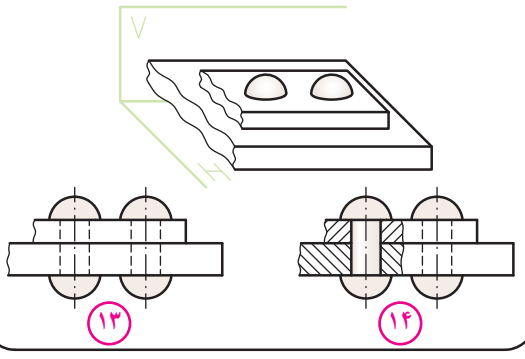




اگر جهت دید عمود برمحور میخ پرچ باشد، تصویر میخ پرچ را در سه حالت زیر (شکل‌های ۱۰ تا ۱۲) می‌توانیم نشان دهیم :



میخ پرچ اگر در مسیر برش قرار نگیرد، می‌توانیم ساق آن را در حالت ندید ترسیم کنیم (شکل ۱۳). در صورت لزوم می‌توانیم همزمان از برش موضعی نیز استفاده کنیم (شکل ۱۴).



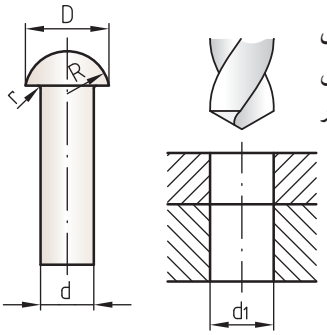
میخ پرچ‌های سرنیم گرد

میخ پرچ‌های سر نیم گرد فولادی به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند :

الف) میخ پرچ‌های سازه‌های فولادی : با هدف اتصال ثابت

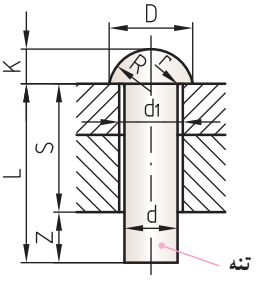
ب) میخ پرچ‌های دیگ سازی : با هدف اتصال ثابت و آب بندی

میخ پرچ سر نیم گرد (برای سازه‌های فولادی)

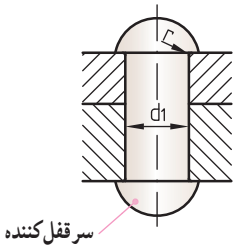


سوراخ میخ پرچ در سازه‌های فولادی فقط به مقدار جزئی پـخ زده می‌شـود و پخ آن در برش نمایش داده نمی‌شود.

نکتـــه : قطر کلگی میخ پرچ‌های سـازه فـولادی از قطر کلگی میخ پرچ‌های دیگ سازی (مخازن)کوچک تر است.



میخ پرچ کوبیده نشده
در پرچکاری سرد $z \simeq 1/5d$



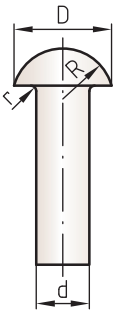
میخ پرچ کوبیده شده

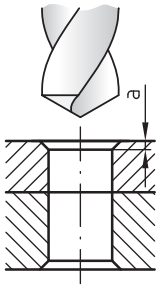
مشخصهٔ یک میخ پرچ سر نیم گرد برای سازه‌های فولادی

DIN 124 -16 x 40-UQ St38-2

- شمارهٔ استاندارد
- جنس
- قطر میخ پرچ d=۱۶mm
- طول میخ پرچ L=۴۰mm

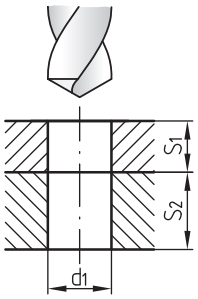
میخ پرچ سرنیم گرد (برای دیگ‌های بخار و مخازن تحت فشار)





ایجـاد پخ بـه آب‌بندی مطمئـن اتصال در مخازن کمک می‌کند (عمق خزینه a)

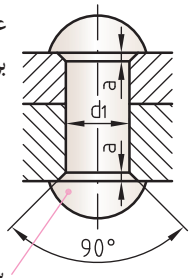
$(r \simeq a)$



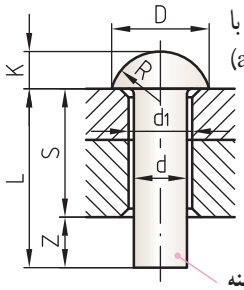
سوراخکاری دو ورق

$S=S_1+S_2$

شعاع گردی تنهٔ پرچ با عمق سوراخ خزینه (a) برابر است.



میخ پرچ کوبیده شده



میخ پرچ کوبیده نشده
در پرچکاری گرم $z \simeq 1/8d$

مشخصهٔ یک میخ پرچ سر نیم‌گرد برای مخازن تحت فشار

DIN 123 -16 x 40-RSt 44-2

- شمارهٔ استاندارد
- جنس
- قطر میخ پرچ d=۱۶mm
- طول میخ پرچ L=۴۰mm

اندازه‌های مهم یک میخ پرچ سر نیم گرد :

D : قطر سرمیخ پرچ

d :قطر تنهٔ میخ پرچ

* تمامی‌اندازه‌هـای یک اتصال پرچی بسـتگی به قطـر تنه پرچ دارد (انتخاب d تقریباً معادل دو برابر ضخامت ورق است).

d۱ : قطر سوراخ میخ پرچ $d1=d+1mm$ در پرچکاری گرم

$d1 = d + 0/1$ تا $0/5mm$ در پرچکاری سرد

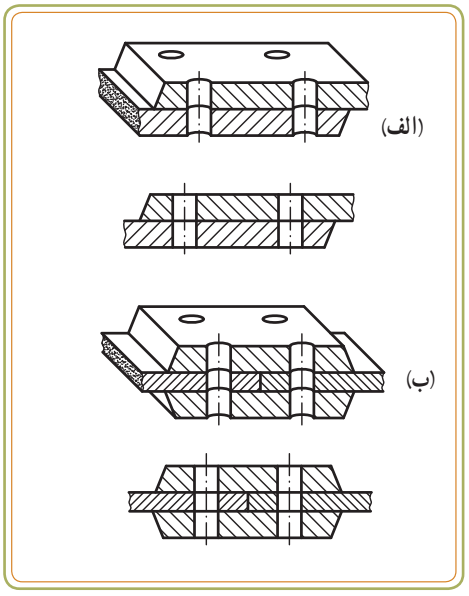
K :ارتفاع سرمیخ پرچ

S :ضخامت قطعات پرچ شونده(طول درگیری)

Z :طولی که باید پرچکاری شود. $z \simeq 1/8d$ پرچکاری گرم

L :طول میخ پرچ $L = S + Z$

(طـول میخ پرچ متناسـب بـا قطر و فرم سـوراخ میخ پـرچ انتخاب می‌شود).



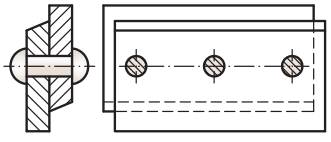
انواع اتصال در میخ پرچ‌ها

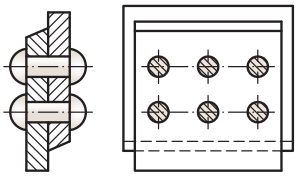
اتصالات پرچی از نظر قرار گرفتن میخ پرچ‌ها به دو روش روی هم (شکل الف) و لب به لب (شکل ب) ساخته می‌شوند.

الف) اتصال روی هم : همان‌طور که از نام اتصال مشخص است، در این نوع اتصال لبهٔ یک قطعه روی قطعهٔ دیگر قرار می‌گیرد و پرچکاری انجام می‌شود. (شکل‌های ۱ تا ۵)

نکته : پرچ‌ها را برای اتصال مطابق با نیروی لازم، به صورت یک ردیفه یا چند ردیفه طراحی می‌کنند :

۱ــ اتصال روی هم یک ردیفه(شکل ۱)
۲ــ اتصال روی هم دو ردیفه موازی (شکل ۲)
۳ــ اتصال روی هم سه ردیفه موازی (شکل ۳)
۴ــ اتصال روی هم دوردیفه زیگزاگ (شکل ۴)
۵ــ اتصال روی هم سه‌ردیفه زیگزاگ (شکل ۵)


شکل ۱

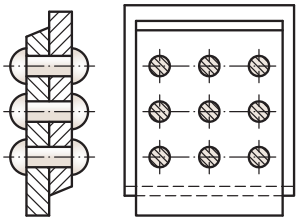

شکل ۲

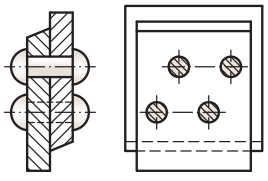
*** ترتیب قرارگیری پرچ‌ها :**

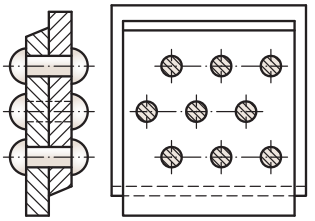
وقتی دو یا چند ردیف پرچ مورد نیاز باشد، ترتیب قرارگیری پرچ‌ها می‌تواند «موازی » یا «زیگزاگ» باشد.

ــ اگر میخ پرچ‌ها در مقابل هم قرار داشته باشند، اتصال را «موازی» می‌نامند (شکل‌های ۲ و ۳).

ــ در غیر این صورت اتصال را «زیگزاگ» می‌نامند (شکل‌های ۴ و ۵).

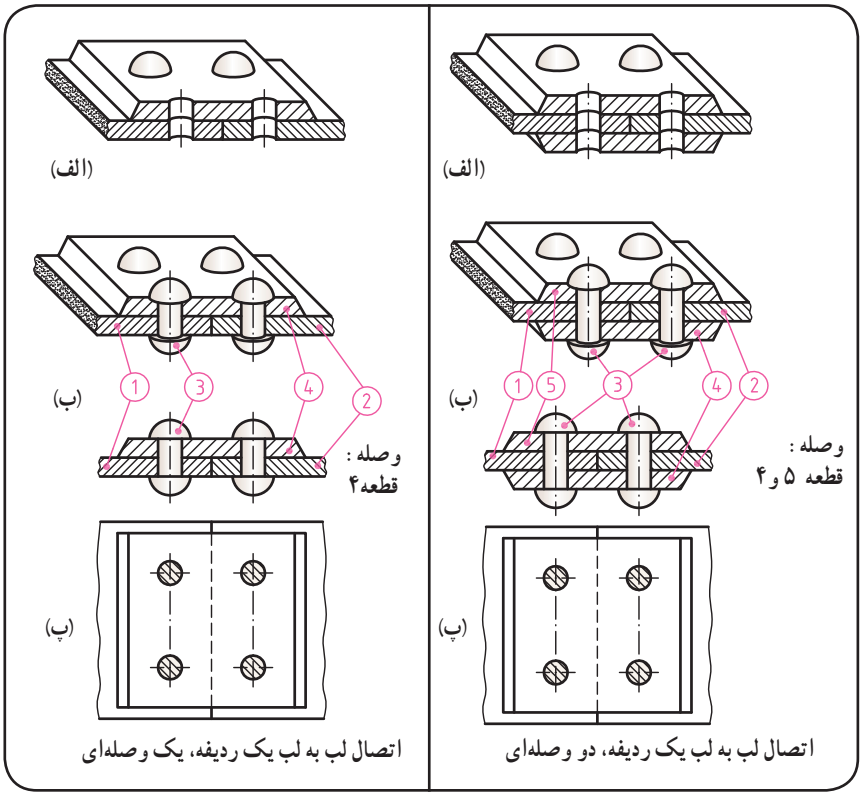

شکل ۳


شکل ۴

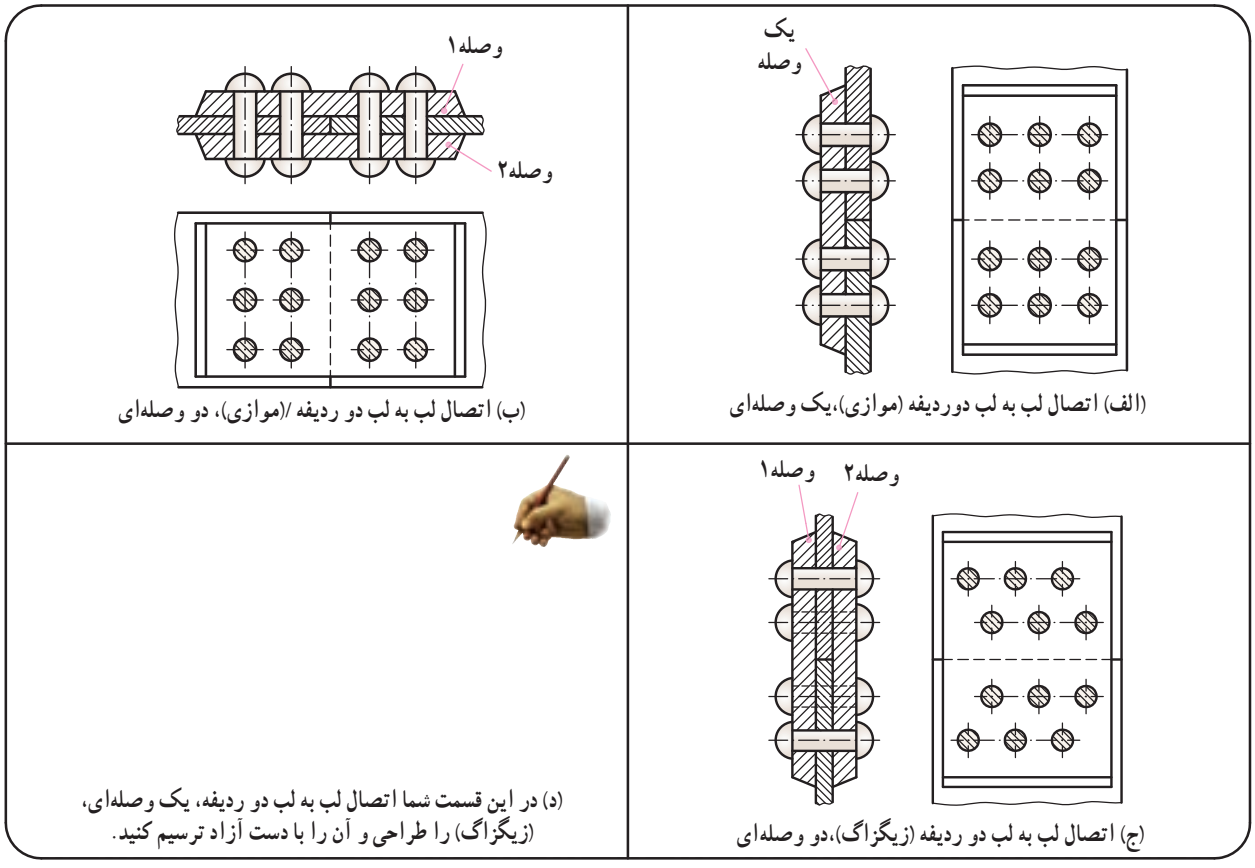

شکل ۵

ب) اتصال لب به لب

(اتصال وصله‌ای): در اتصال لب به لب، لبه‌های دو قطعه به هم جفت می‌شوند و یک قطعه ورق (یا تسمه فلزی) به صورت وصله، زیر یا روی محل اتصال دو قطعه قرار می‌گیرد و پرچکاری می‌شود.



اتصال لب به لب یک ردیفه، دو وصله‌ای — اتصال لب به لب یک ردیفه، یک وصله‌ای



(الف) اتصال لب به لب دوردیفه (موازی)،یک وصله‌ای

(ب) اتصال لب به لب دو ردیفه /(موازی)، دو وصله‌ای

(ج) اتصال لب به لب دو ردیفه (زیگزاگ)،دو وصله‌ای

(د) در این قسمت شما اتصال لب به لب دو ردیفه، یک وصله‌ای، (زیگزاگ) را طراحی و آن را با دست آزاد ترسیم کنید.

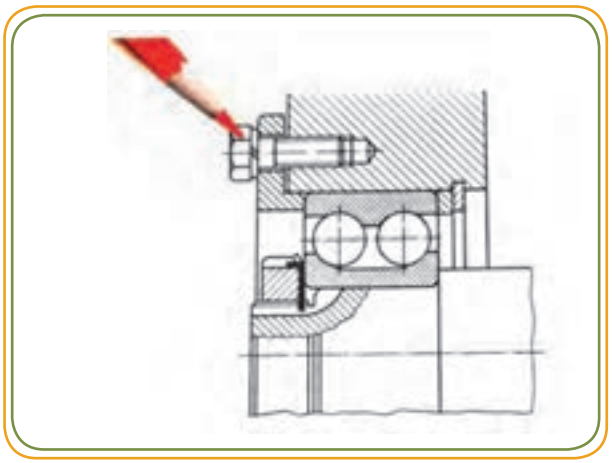
ر.ک.ب. صفحه‌های ۷۵ و ۷۶ کتاب کار

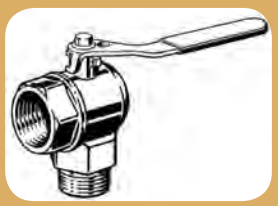
نقشه خوانی اجزای ماشین

نقشه‌خوانی اتصالات غیر دائمی: پیچ و مهره‌ها

بخش چهارم

فصل ۳





پیچ ومهره‌ها

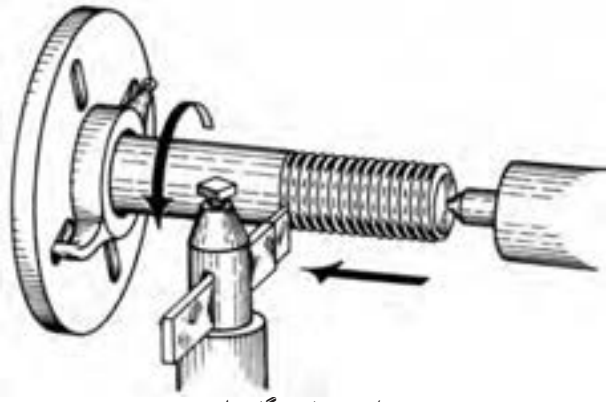
پیچ ومهره‌ها اجزایی هستند که بیش از اجزای دیگر در اتصالات مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخلاف اتصالاتی مثل جوش و پرچ، اتصالات پیچ و مهره ای را می‌توان بدون آنکه آسیبی به آنها و قطعات متصل شونده برسد، از هم باز کرد و به دفعات به یکدیگر متصل نمود. اجزای ماشین‌ها مانند بدنهٔ ماشین‌ها، گیربکس‌ها و... توسط پیچ ومهره به یکدیگر متصل می‌شوند. پیچ‌ها به غیر از اتصال، جهت انتقال حرکت و نیرو،تبدیل حرکت دَوَرانی به خطی و... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

درایـن فصل با نحـوه نمایش برخی از پیـچ ومهره‌ها در نقشه‌ها آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

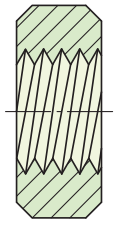
- روش نمایش رزوه پیچ و مهره را توضیح دهد.
- روش معرفی رزوه‌های متداول را به کمک علائم و نمادهای آنها بیان کند.
- روش نمایش پیچ و مهره سوار شده را توضیح دهد.
- اندازه‌های مربوط به معرفی رزوه‌ها را تفسیر کند.

رزوه ؛ عبارت است از شیاری که به فرم‌ها و زوایای معینی به صورت مارپیچ حول محور ایجاد می‌گردد. اگر شیار مارپیچ روی میله ایجاد گردد به آن پیچ گفته می‌شود و اگر این شیار مارپیچ در داخل سوراخ‌ها ایجاد شود، آن را مهره می‌نامند.

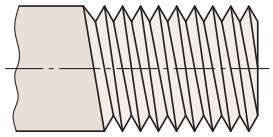


تولید پیچ با دستگاه تراش

تولید مهره با قلاویز



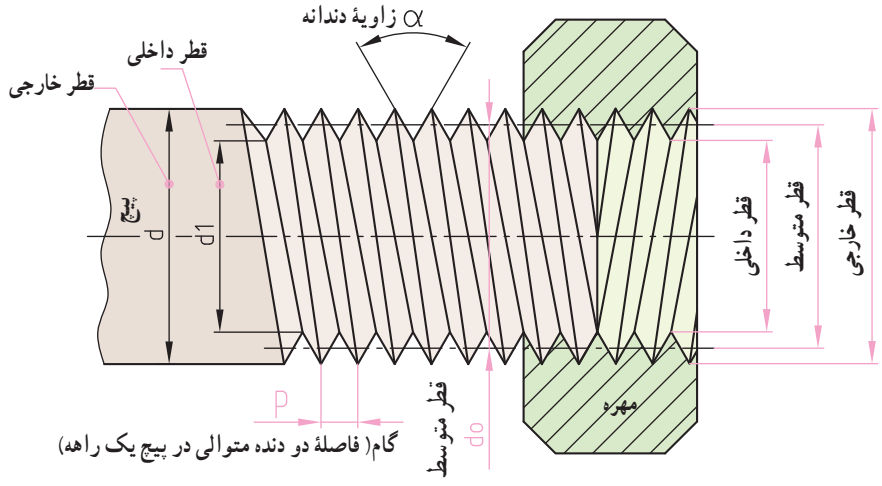
مهره (رزوهٔ داخلی)



پیچ (رزوهٔ خارجی)

تولیدپیچ با حدیده

برخی از اندازه‌های مهم

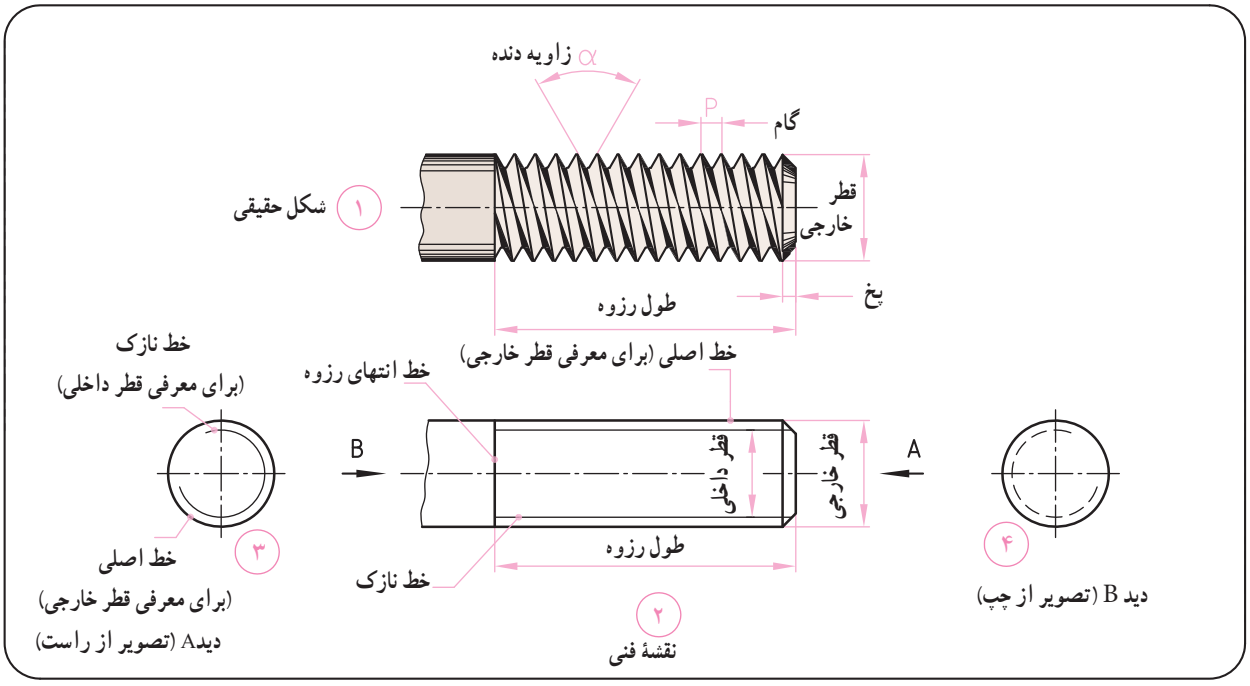


نمایش رزوه پیچ

به منظور صرفه جویی در وقت، برای ترسیم نقشه‌ها رزوهٔ پیچ را با شکل حقیقی (مطابق شکل ۱) ترسیم نمی‌کنند، بلکه به شکل ساده (مطابق شکل‌های ۲، ۳ و ۴) یا در برش (مطابق شکل‌های ۵ و۶) معرفی می‌شوند.

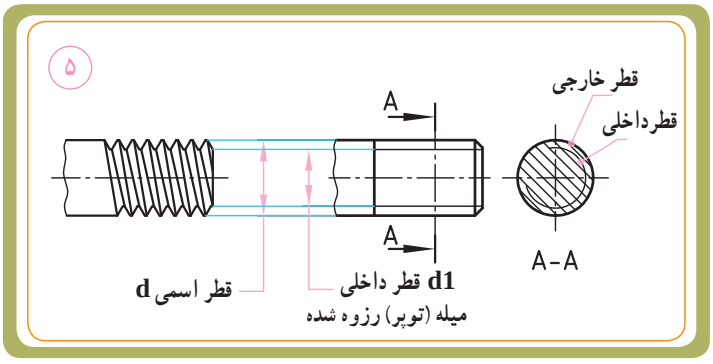
بـرای معرفـی تصویر روبه رو (مطابق شـکل ۲) قطر خارجی پیچ را با خط پُر ضخیم و قطر داخلی آن را با خط پُر نازک نشـان می‌دهند. مطابق شکل ۲، خط انتهای رزوه، با خط پُر ضخیم معرفی می‌شود.

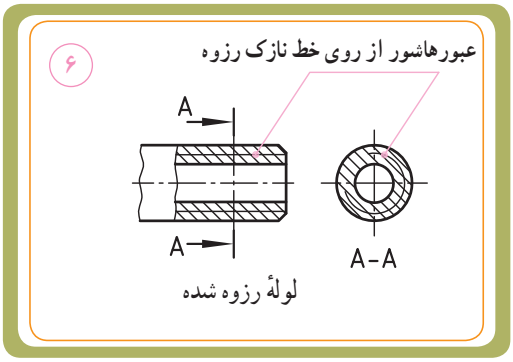
برای معرفی تصویر جانبی (مطابق شکل ۳ و ۴) قطر خارجی را به شکل دایره با خط پُر ضخیم و قطر داخلی آن را با خط پُر نازک و به شکل دایرهٔ ناقص (تنها $\frac{۳}{۴}$ از یک دایره) ترسیم می‌کنند (شکل ۳). در صورتی که تصویر جانبی از جهتی باشد که رزوه دیده نشود، دایرهٔ $\frac{۳}{۴}$ آن با خط ندید (مطابق شکل۴) معرفی می‌شود.



* در تصویر جانبی دید از چپ (شکل ۴)، رزوه دیده نمی‌شود، بنابراین دایرهٔ $\frac{۳}{۴}$ به صورت ندید ارائه می شود.

در مواقعی ممکن است لازم باشد پیچ را در برش نشان دهند. در چنین حالتی هاشور می‌تواند از روی خط نازک رزوه عبور کند (شکل‌های ۶و ۵).



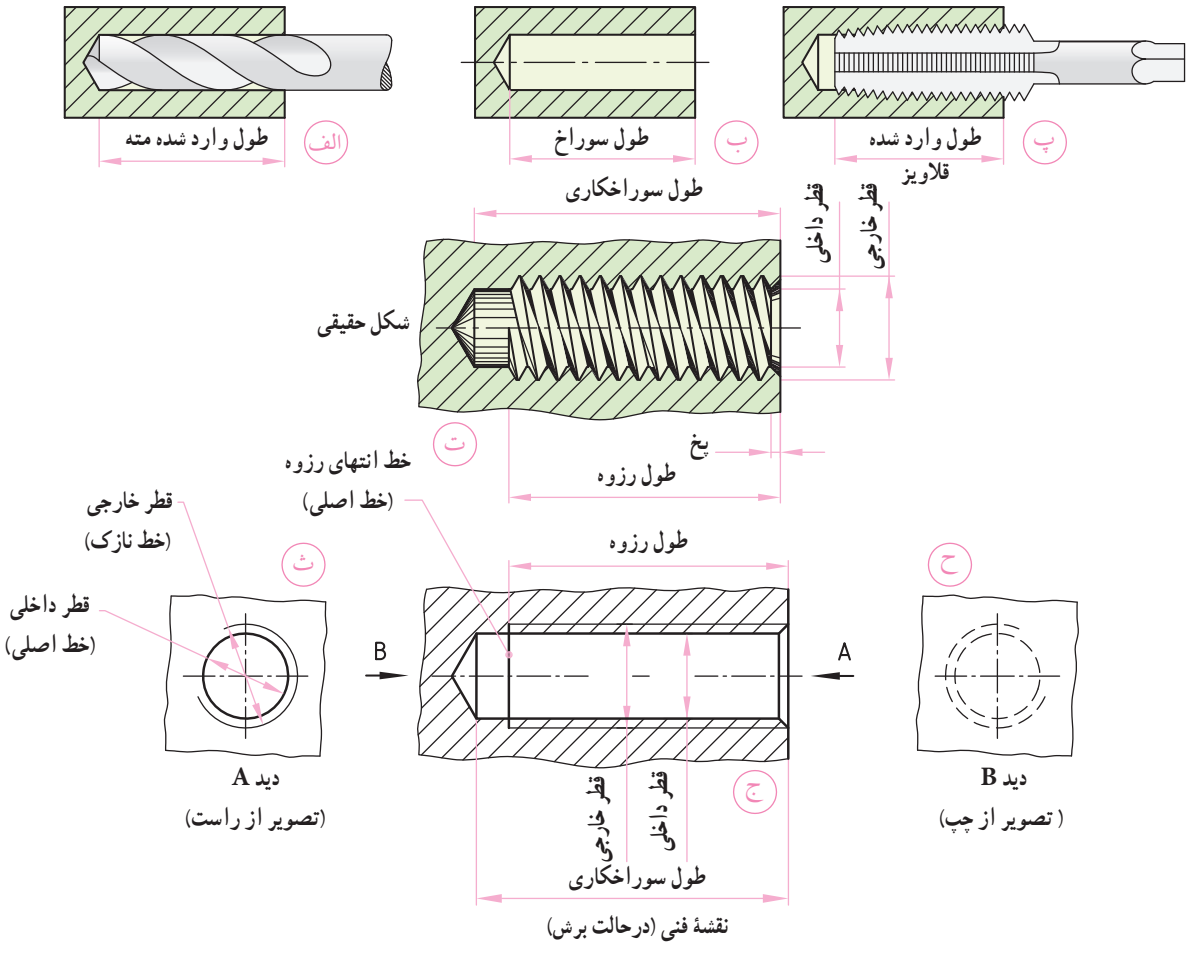


نمایش رزوهٔ مهره

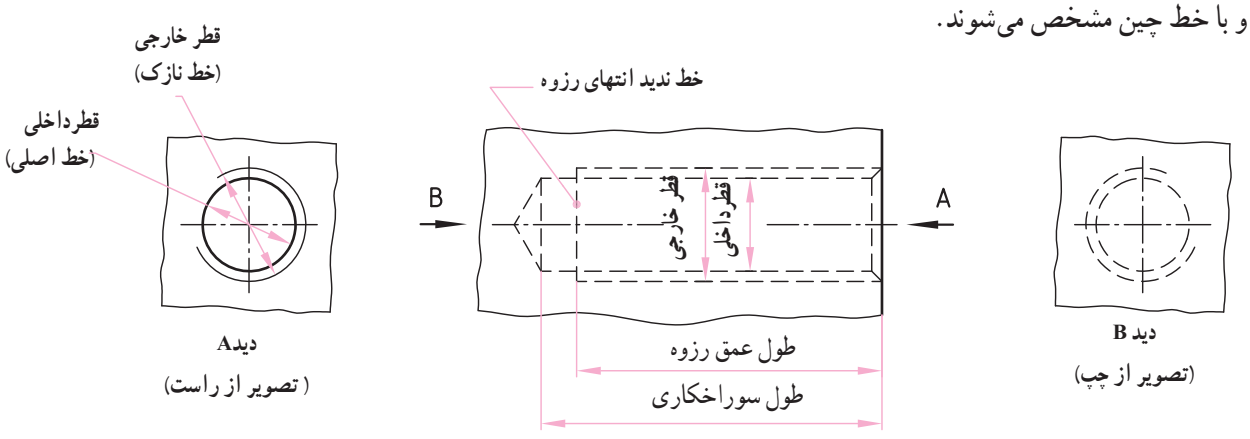
در مورد رزوهٔ مهره‌ها نیز ــ همانند رزوهٔ پیچ ها ــ برای صرفه جویی در وقت ترسیم نقشه‌ها، رزوهٔ مهره را با شکل حقیقی (مطابق شکل ت) ترسیم نمی‌کنند ؛ بلکه به شکل ساده (مطابق شکل‌های ج، ث و ح)معرفی می‌شوند.

سوراخ رزوه شدهٔ مهره‌ها ممکن است سرتاسری یا بن بست (کور) باشد. شکل‌های (الف تا پ) مراحل ایجاد یک سوراخ رزوه شدهٔ بن‌بست را نشان می‌دهند. برای معرفی تصویر روبه رو در حالت برش (مطابق شکل ج) قطر خارجی مهره را با خط پُر نازک و قطر داخلی را با خط پُر ضخیم نمایش می‌دهند. چنانچه سوراخ رزوهٔ مهره بن بست بود، خط انتهای رزوه نیز با خط پُر ضخیم (مطابق شکل ج) نمایش داده می‌شود. در حالت برش، خطوط هاشور به قطر داخلی (قطر سوراخ مته) منتهی می‌شود.

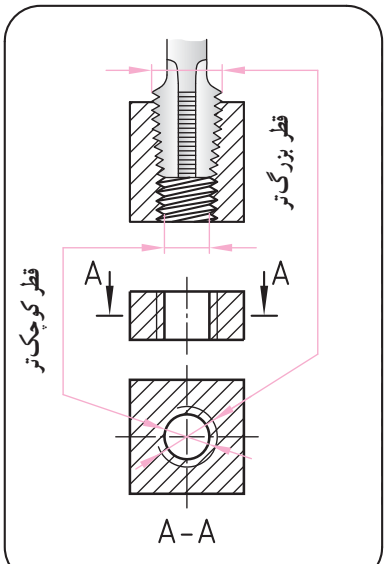
برای معرفی تصویر جانبی (مطابق شکل ث) قطر داخلی را به شکل دایره با خط پُر ضخیم و قطر خارجی آن را با خط پر نازک و به شکل دایرهٔ ناقص تنها $\frac{۳}{۴}$ از یک دایره ترسیم می‌کنند. در صورتی که تصویر جانبی از جهتی باشد که رزوه دیده نشود، هر دو قطر داخلی و خارجی به صورت ندید (مطابق شکل ح) معرفی می‌شود.



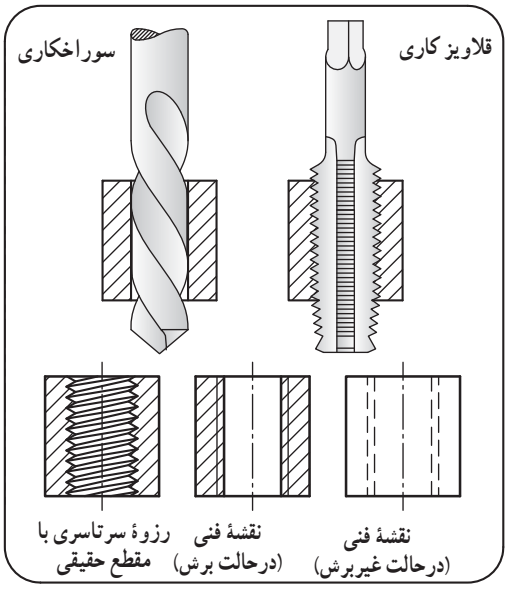
در صورتی که رزوهٔ داخلی در حالت برش نشـان داده نشود، در تصویر روبه‌رو هر دو قطر خارجی و داخلی به صورت نامرئی و با خط چین مشخص می‌شوند.



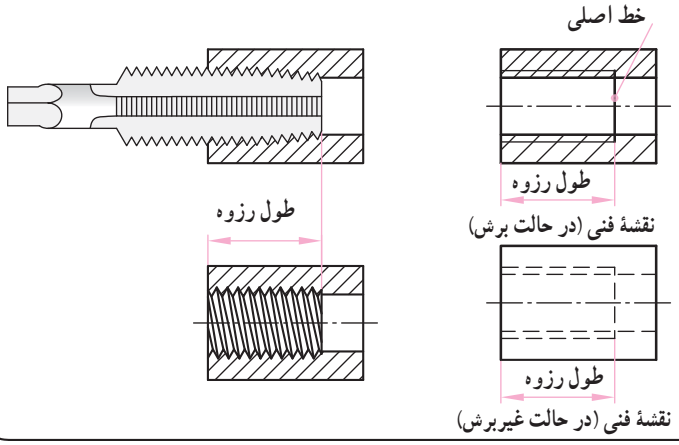
نقشهٔ فنی (در حالت نمای بیرونی)



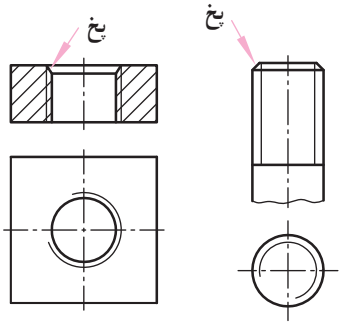
رزوه‌های داخلی در مواردی نیز به صورت سرتاسری تولید می‌شوند، همانند رزوه‌های بن‌بست. در این حالت نیز هاشور از روی خط نازک رزوه عبور می‌کند و تا لبه قطر داخلی که با خط پُر ضخیم نشان داده شده است، امتداد می‌یابد.



ممکن اسـت رزوه‌های داخلی به طول محدودی در داخل سوراخ‌های سرتاسری ایجاد شوند. در این حالت نیز ــ همانند حالت‌های رزوه‌های بن بست ــ خط انتهای رزوه در برش با خط اصلی ترسیم می‌شود.

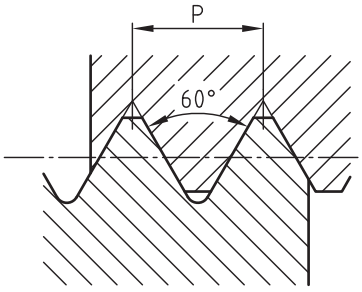


نکته : پخ‌های مربوط به سرمیله پیچ‌ها و خزینه‌های سوراخ‌های قلاویز شده در تصاویر که جهت دید عمود بر محور پیچ یا سوراخ قلاویز شده است، نشان داده نمی‌شود.



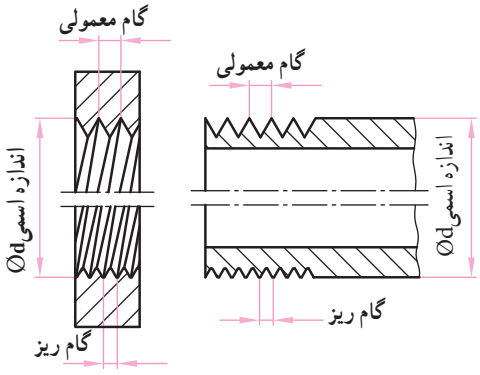
پیچ های دندهٔ مثلثی متریک

- **در این نوع پیچ ها** : کلیهٔ اندازه‌ها بر حسب میلی‌متر است.
- فرم هندسی دندانه به شکل مثلث متوازی الاضلاع است، با سر دندهٔ تخت و ته‌دندهٔ گرد.
- زاویهٔ رزوه یا دندانه 60° است.
- نماد این نوع پیچ حرف لاتین M است.
- علامت M۲۰، یعنی پیچ میلی‌متری که قطر خارجی آن ۲۰mm است.
- در اندازه‌گذاری رزوه‌های متریک دندهٔ ریز، معمولاً گام را نیز به همراه قطر خارجی می‌نویسند.
- مثلاً M۱۸×۱/۵



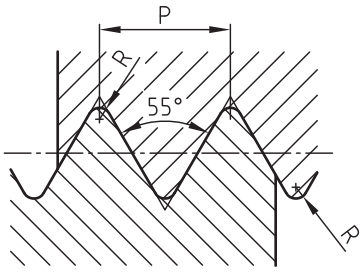
پیشتر بدانیم

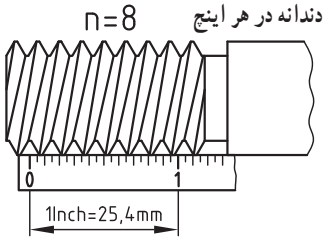
طبق استاندارد ISO در پیچ‌های متریک برای هر اندازهٔ اسمی یک گام معمولی و یک گام ریز در نظر گرفته شده است. در شکل مقابل با ثابت بودن اندازهٔ اسمی d روی پیچ ومهره، دو نوع رزوه با گام معمولی و ریز نشان داده شده است.



پیچ‌های دنده مثلثی اینچی (ویتورثی[1])

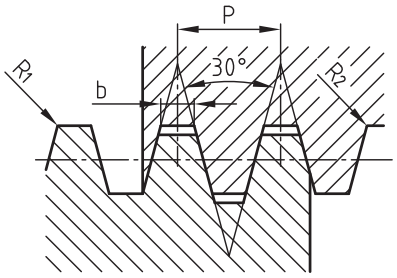
- در این نوع پیچ ها : کلیهٔ اندازه‌ها مثل قطر خارجی، قطر داخلی و گام برحسب اینچ است.
- فرم هندسی دندانه به شکل مثلث متساوی الساقین با سرو ته دندانهٔ قوسی شکل.
- زاویهٔ رزوه یا دندانه 55° است و در دوسری دنده معمولی و دنده ریز ساخته می‌شود.
- قطر پیچ‌های دنده درشت فقط به اینچ نوشته می‌شود.
- در پیچ‌های دنده ظریف قطر خارجی به میلی متر و گام را بر حسب تعداد در هر اینچ به همراه نماد w مشخص می کنند.
- پیچ $\frac{1''}{2}$ یعنی پیچی که قطر خارجی آن $\frac{1}{2}$ اینچ است و تعداد دندانه در هر اینچ آن از جدول پیچ‌ها ۱۲ است.
- پیچ $W48\times\frac{1''}{8}$ یعنی پیچ اینچی دنده ظریف به قطر خارجی ۴۸mm و گام ۸ دندانه در هر اینچ.





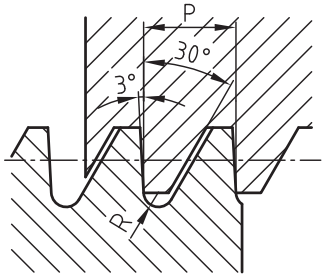
۱- whitworth

پیچ‌های دنده ذوزنقه‌ای



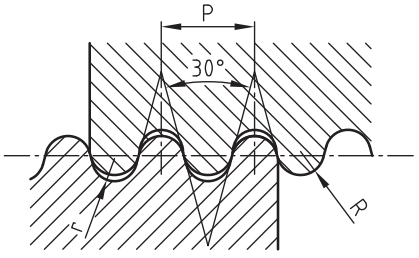
- در این نوع پیچ‌ها : کلیهٔ اندازه‌ها، مثل قطر خارجی و داخلی و گام آنها برحسب میلی متر است.
- فرم هندسی دندانه این نوع پیچ‌ها به صورت ذوزنقه است.
- زاویهٔ رزوه یا دندانه 30° است.
- حروف مشخصه پیچ های دنده ذوزنقه‌ای حرف Tr است.
- علامت Tr۲۰×۴ یعنی پیچ یا مهرهٔ دنده ذوزنقه‌ای به قطر اسمی ۲۰mm و گام ۴mm است.

پیچ‌های دنده اره‌ای



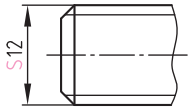
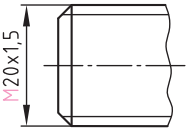
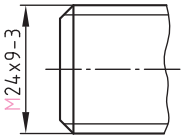
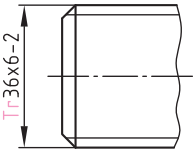
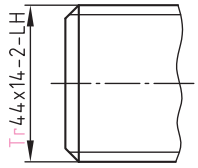
- در این نوع پیچ ها : قطر خارجی، قطر داخلی و گام آن برحسب میلی متر است.
- فرم هندسی دندانه‌ها به شکل ذوزنقه است.
- زاویهٔ رزوه یا دندانه‌ها 30° است.
- حروف مشخصه پیچ‌های دنده اره‌ای، حرف S است.
- علامت S۳۲×۶، یعنی پیچ یا مهرهٔ دنده اره‌ای به قطر اسمی ۳۲mm و گام ۶mm است.

پیچ‌های دنده گرد



- در این نوع پیچ ها : قطر خارجی به میلی متر و گام آنها به اینچ است.
- تمام قسمت‌های دندانه، قوسی شکل با شعاع بیشتر است.
- زاویهٔ رزوه یا دنده‌ها 30° است.
- حروف مشخصه پیچ‌های دنده گرد، حرف Rd است.
- علامت Rd ۳۰×$\frac{۱}{۸}$، یعنی پیچ دنده گرد به قطر اسمی ۳۰mm وگام $\frac{۱}{۸}$ اینچ (۸ دندانه در هر اینچ)

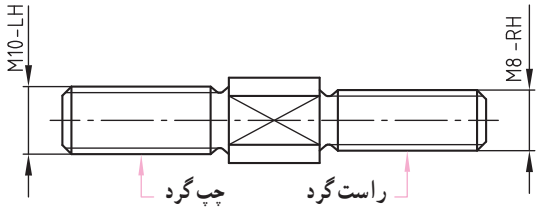
روش معرفی و اندازه‌گذاری برخی از رزوه‌ها

نقشه	مفهوم	نماد (روش معرفی)	ترتیب ارائهٔ نماد
	رزوهٔ دنده اره‌ای با قطر خارجی ۱۲ mm	M , R , Tr , S , ... مثال S12 اندازه اسمی نماد دنده اره‌ای	(قطر خارجی) حرف مشخصه
	رزوه متریک دنده ریز باقطر خارجی ۲۰mm وگام ۱/۵mm	مثال M20x1,5 نماد متریک اندازه اسمی گام حقیقی	(قطر خارجی) حرف مشخصه گام+
	رزوهٔ متریک با قطر خارجی ۲۴mm، گام حقیقی ۹mm و سه راهه	مثال M24x9-3 نماد متریک اندازهٔ اسمی تعداد راه گام حقیقی	(قطر خارجی) حرف مشخصه تعداد راه (n) ـ گام حقیقی+
	رزوهٔ دنده ذوزنقه‌ای به قطر خارجی ۳۶mm، گام حقیقی ۶mm و دو راهه	مثال Tr36x12-2 نماد دنده ذوزنقه‌ای اندازهٔ اسمی تعداد راه گام حقیقی	(قطر خارجی) حرف مشخصه تعداد راه (n) ـ گام حقیقی +
	رزوهٔ دنده ذوزنقه‌ای به قطر خارجی ۴۴mm و گام حقیقی ۱۴mm دو راهه و چپ گرد	مثال Tr44x14-2-LH نماد دنده ذوزنقه‌ای اندازه اسمی چپ‌گرد تعداد راه گام حقیقی	(قطر خارجی) حرف مشخصه تعداد راه (n) ـ گام حقیقی+ ـ LH

W48x1/8"	پیچ اینچی (ویتورثی) با قطر خارجی ۴۸mm و گام ـــ اینچ (۸ دندانه در اینچ)
Tr24x5	پیچ دنده ذوزنقه‌ای با قطر خارجی ۲۴mm وگام ۵mm
S32x6	پیچ دنده اره‌ای با قطر خارجی ۳۲mm و گام ۶mm
Rd28x1/10"	پیچ دنده گرد با قطر خارجی ۲۸mm و گام $\frac{۱}{۱۰}$ اینچ (۱۰ دنده در اینچ)

M20	پیچ متریک دنده معمولی با قطر خارجی ۲۰mm
M16x1,5	پیچ متریک دنده ریزبا قطر خارجی ۱۶mm و گام ۱/۵mm
M20x5-2	پیچ متریک دنده معمولی با قطر خارجی ۲۰mm و گام حقیقی ۵mm و دوراهه
3/4"	پیچ اینچی دنده معمولی با قطر خارجی $\frac{۳}{۴}$ اینچ

❋ علامت پیچ چپ گرد LH (Left Hand) و علامت RH (Right Hand) فقط در صورت ضرورت قید می‌شود،(چون اکثر پیچ ها راست گرد هستند). ممکن است در قطعه‌ای (مطابق نقشهٔ مقابل) از دو نوع رزوه استفاده شده باشد.
یکی چپ‌گرد و دیگری راست‌گرد، لذا در چنین حالتی باید چپ‌گرد و راست‌گرد بودن هر دو طرف قید شود.



LH چپ‌گرد
RH راست‌گرد

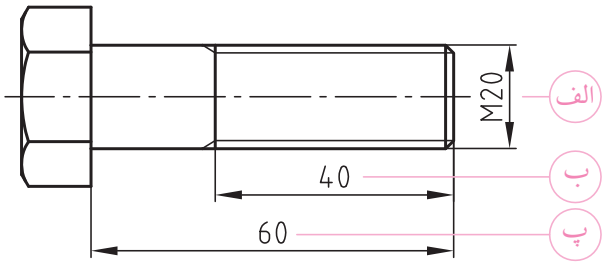
پیچ‌ها

متداول‌ترین و پر مصرف‌ترین پیچ‌ها در صنایع، پیچ‌های سرشش گوش است، که برای درگیری بهتر و آسان آچار با پیچ، پیشانی آنها را تحت زاویه ۳۰° (دور تا دور) پخ می‌زنند. در نقشه‌ها معمولاً پیچ شش گوش را فقط در یک تصویر (مشابه نقشهٔ زیر) به همراه سه اندازهٔ مهم :

الف) قطر خارجی پیچ

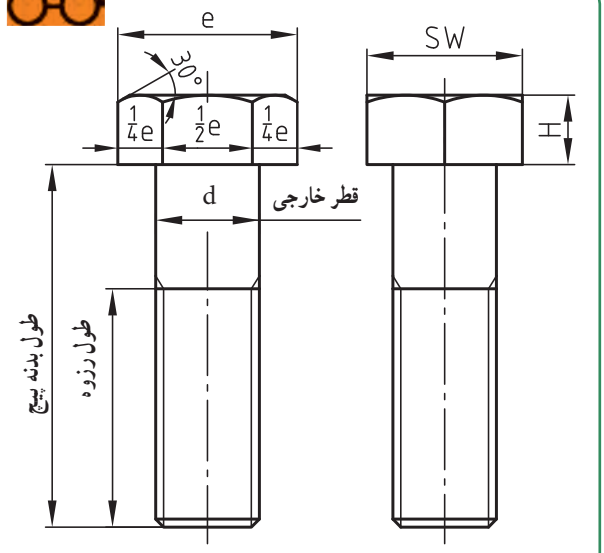
ب) طول رزوه

پ) طول بدنهٔ پیچ



❊ با مشخص بودن قطر خارجی رزوه می‌توان سایر اندازه‌های ضروری دیگر را از جدول استاندارد استخراج نمود.

بیشتر بدانیم



$SW=۰/۸۶۶\times e$

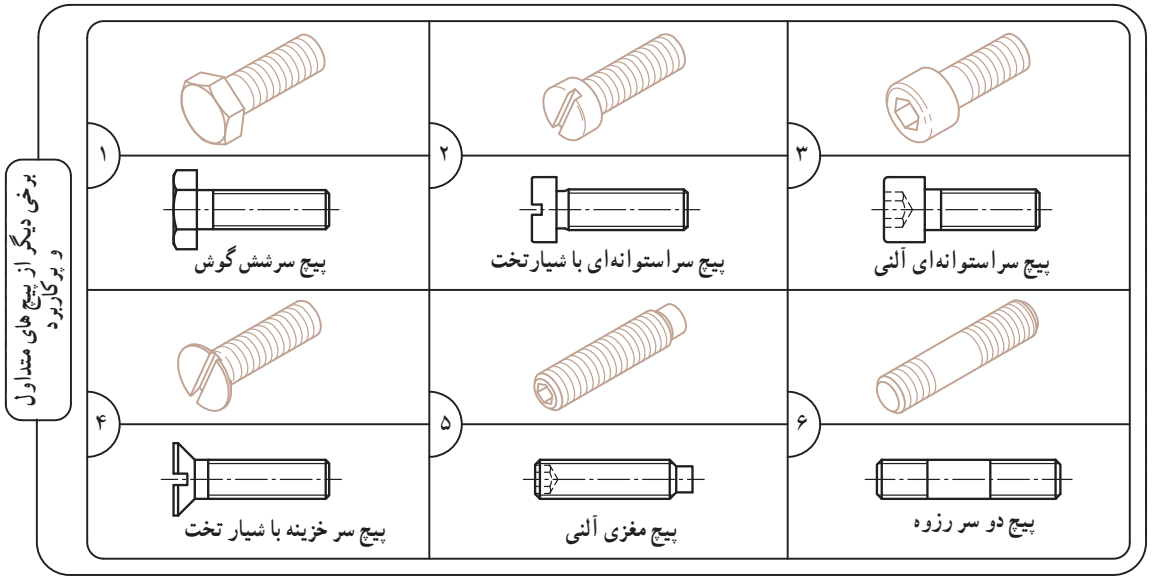
$H=۰/۷\times d$

$e=۲\times d$

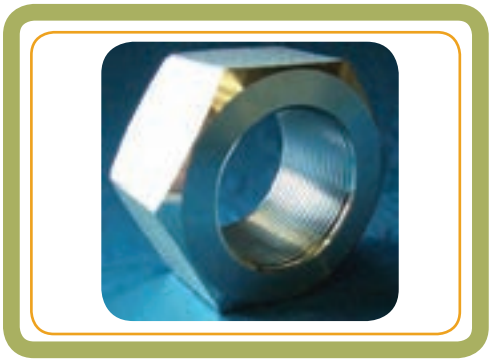
اندازه‌های H و e با توجه بـــه قطر رزوه پیچ از جدول استانداردها استخراج می‌شود.

در صورت نیاز به ترسیم دقیق پیچ، اندازه‌های مهم در شکل مقابل ارائه شده است.

در جدول زیر با برخی دیگر از پیچ‌های متداول آشنا می‌شویم.



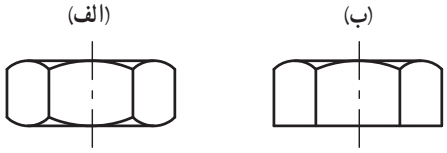
مهره‌ها



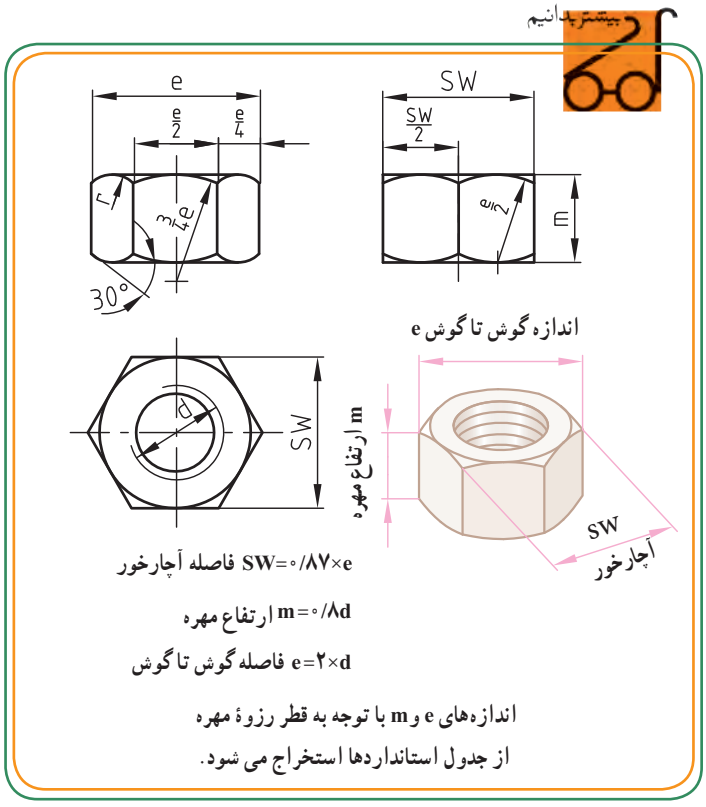
متداول ترین و پرمصرف ترین مهره ها در صنایع، مهره‌های سرشش گوش است که برای درگیری بهتر و آسان آچار با مهره‌ها سر آنها را تحت زاویه ۳۰° (دور تادور) پخ می‌زنند.

معمولاً مهره‌ها از دو طرف پخ خوردگی دارند (شکل الف).

در مواردی نیز ممکن اســت مهره از یک طرف پخ خورده باشــد (شکل ب).



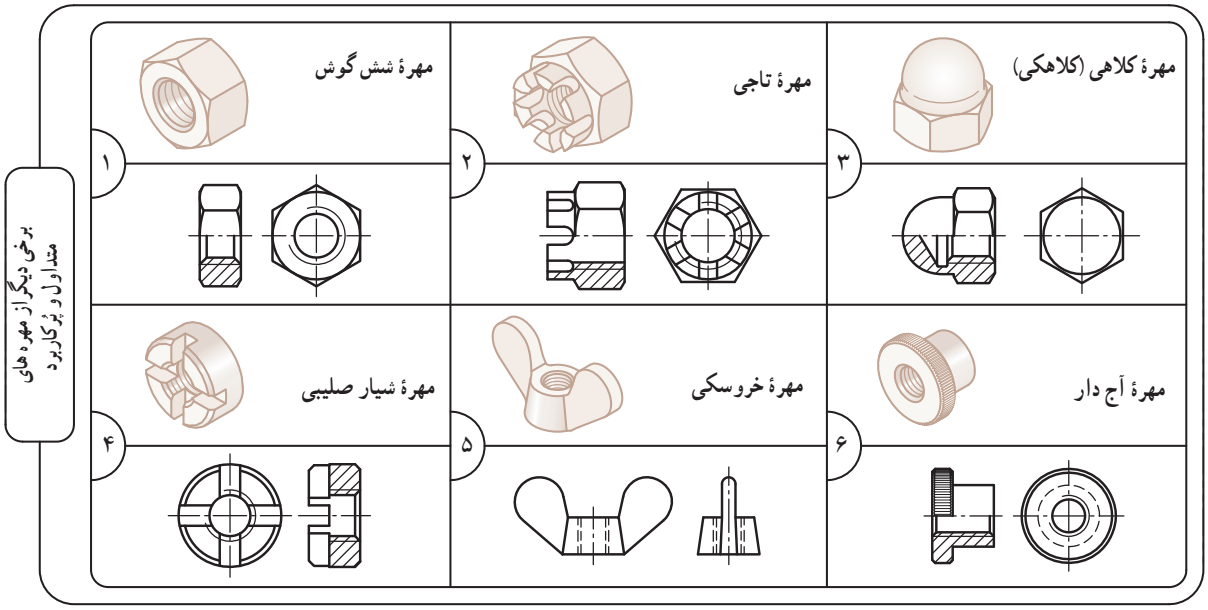
بیشتر بدانیم



درصورت نیاز به ترسیم دقیق مهره، اندازه‌های مهم در شکل مقابل ارائه شده است.

در جدول زیر با برخی دیگر از مهره‌های متداول آشنا می‌شویم.

برخی دیگر از مهره‌های متداول و پرکاربرد



نمایش سوارشده رزوه پیچ و مهره

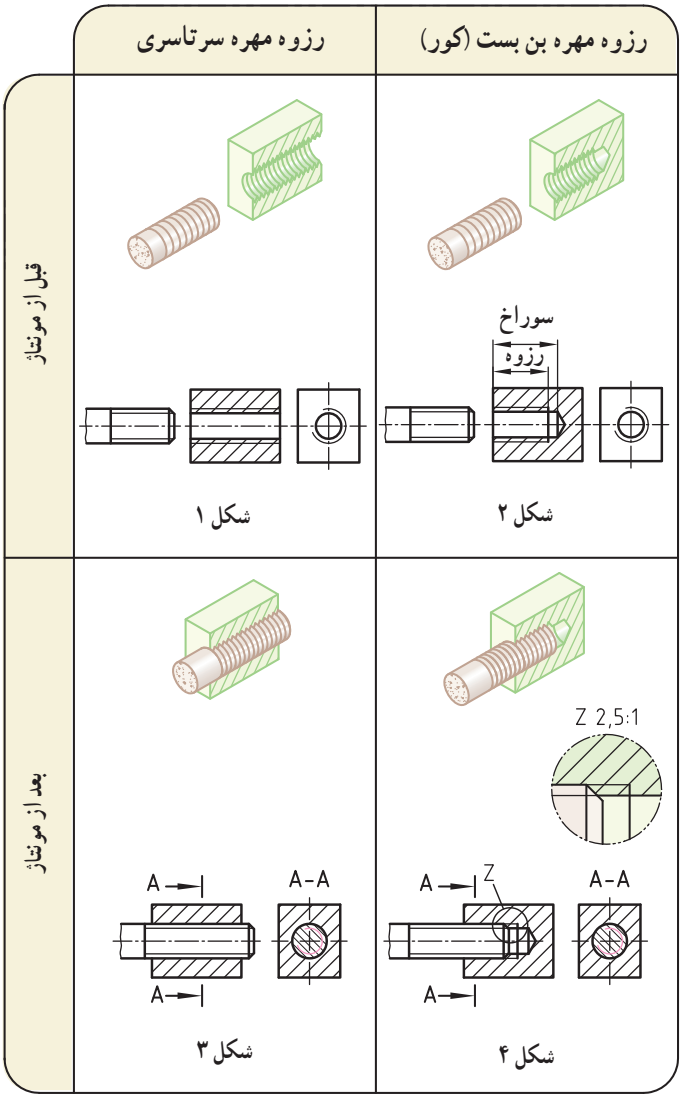
• در هنگام بستن مهره روی پیچ، دندانه های پیچ در داخل شیارهای مهره قرار می گیرند. شکل های ۱ و ۲ نحوه ترسیم پیچ و مهره را قبل از مونتاژ و شکل‌های ۳ و ۴ نحوه ترسیم را بعد از مونتاژ نشان می‌دهند.

• **نکتهٔ ۱** : پیچ ها مانند میله‌ها جزء استثنائات برش هستند و در جهت طولی برش نمی‌خورند. در مورد پیچ‌هایی که روی مهره بسته شده اند، در قسمتی که پیچ با مهره درگیر است، خط هاشور به قطر بزرگ پیچ منتهی می‌شود (شکل‌های ۳ و ۴).

• **توجه** : در برش عرضی (برش مقطع) پیچ و مهره‌های مونتاژ شده، کل مقطع پیچ، هاشور زده می‌شود. ضمناً جهت هاشور پیچ و مهره عکس یکدیگرند.

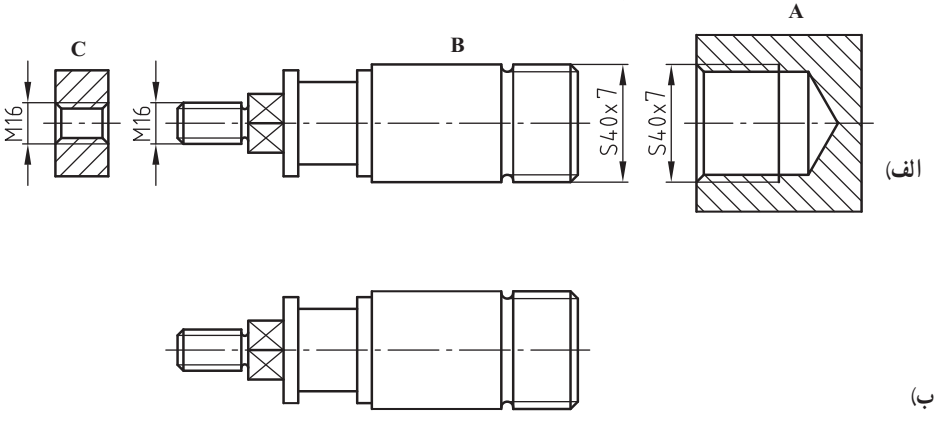
• **نکتهٔ ۲** : خطوط هاشور در قسمت رزوه شدهٔ مهره (قبل از مونتاژ) به قطر کوچک مهره منتهی‌می‌شود (شکل ۱ و ۲) و درمرحله بعد از مونتاژ، به قطر بزرگ پیچ منتهی می‌شود. (شکل ۴ و ۳)

به نقشهٔ جزئیات (دیتایل) z نیز توجه کنید.



ارزش‌یابی

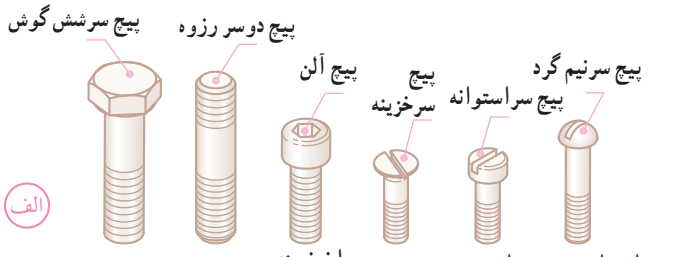
در شکل زیر سه قطعهٔ A، B و C در موقعیت (الف) نمایش داده شده است. تصویر سوارشده دو مهرهٔ A و C را روی قطعهٔ B با دست آزاد (در موقعیت ب) ترسیم کنید.

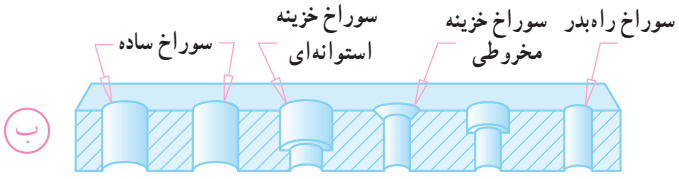


اتصال های پیچی

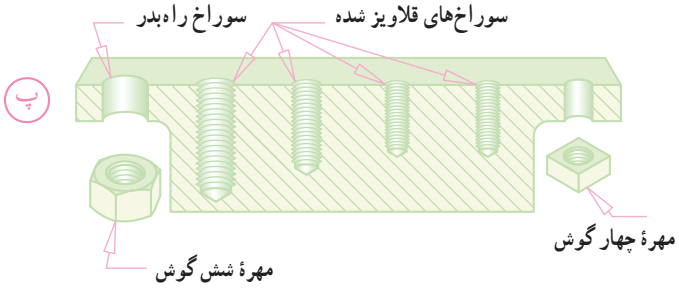
الف) شکل مقابل شش نوع از پیچ‌های اتصال متداول در صنعت را نشان می دهد.

* قطعاتی که باید به هم متصل شوند :

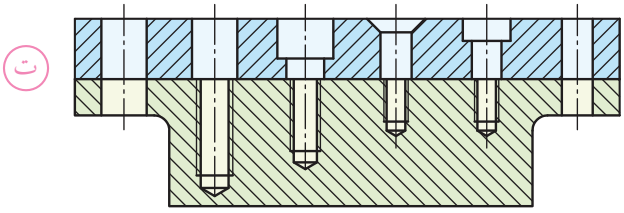




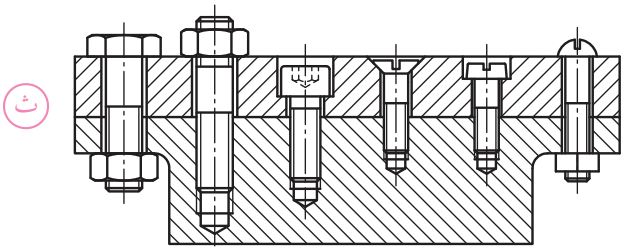
ب) قطعهٔ اتصال بالایی



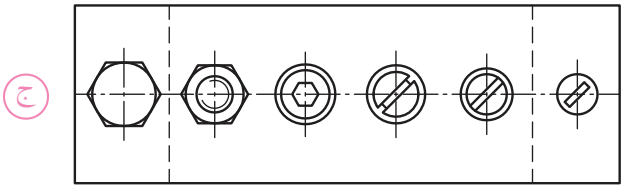
پ) قطعهٔ اتصال پایینی



ت) تصویر قائم در حالت برش دو قطعه سوارشده روی هم



ث) تصویر قائم در حالت برش دو قطعه سوارشده روی هم به همراه پیچ‌ها و مهره‌های اتصال

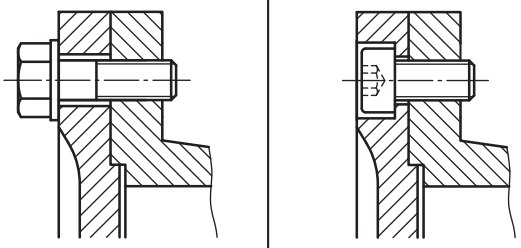
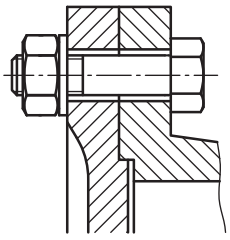
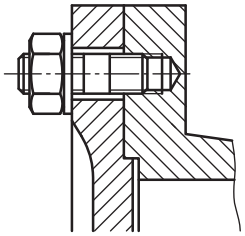


ج) تصویر افقی دو قطعه سوار شده به همراه پیچ‌ها و مهره‌های اتصال

توجه : به نحوه درگیری بدنه پیچ‌ها در سوراخ‌های قلاویزشده و کله پیچ‌ها در خزینه سوراخ‌ها توجه نمایید. (شکل ث و ج)

اتصال دو یا چند قطعه

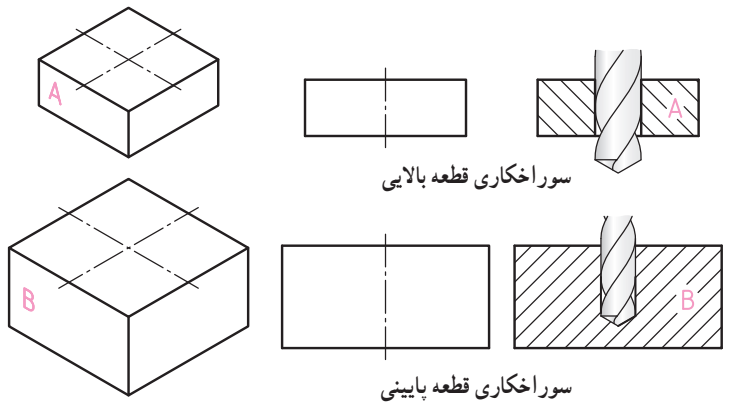
درصورتی که بخواهند دو قطعه را توسط اتصالات پیچی به هم متصل نمایند، معمولاً یکی از سه حالت زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد :

الف) اتصال توسط پیچ و سوراخ قلاویزشده	ب) اتصال توسط پیچ ومهره	ج) اتصال توسط پیچ دوسر رزوه و مهره
		

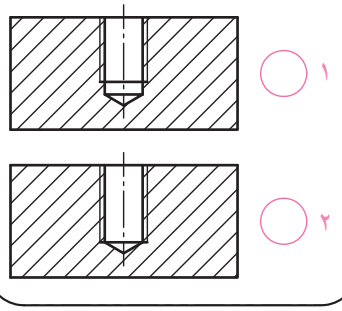
الف) اتصال توسط پیچ و سوراخ قلاویز شده

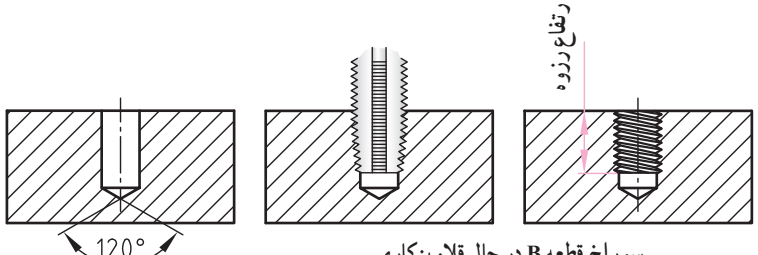
: برای اتصال دو قطعهٔ A وB به همدیگر، قطر سوراخ قطعهٔ A باید نسبت به قطر سوراخ قطعهٔ B بزرگ تر باشد تا پیچ به راحتی از قطعهٔ A عبور کند.

عمق سوراخ قلاویزشده مقداری بیش از عمق رزوه مورد نظر است تا مواد زائد براده در آن قسمت باقی بماند و به قلاویز آسیب نرساند. سوراخ قطعهٔ B را به اندازهٔ قطر خارجی رزوه پیچ و به ارتفاع لازم قلاویز می‌کنند.

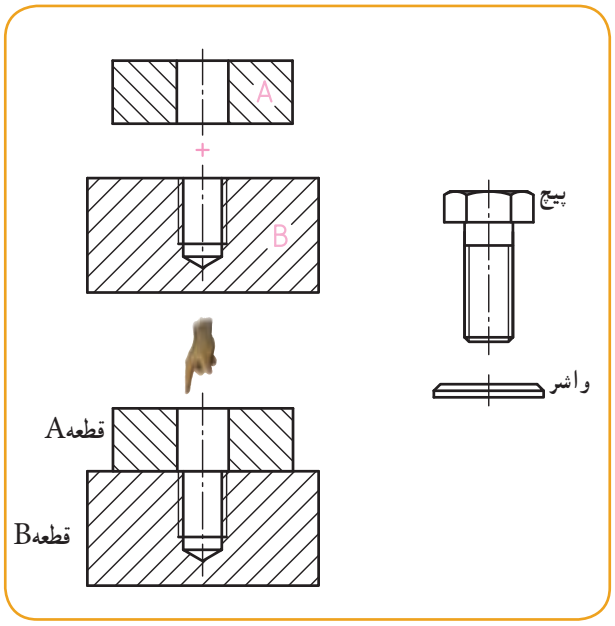


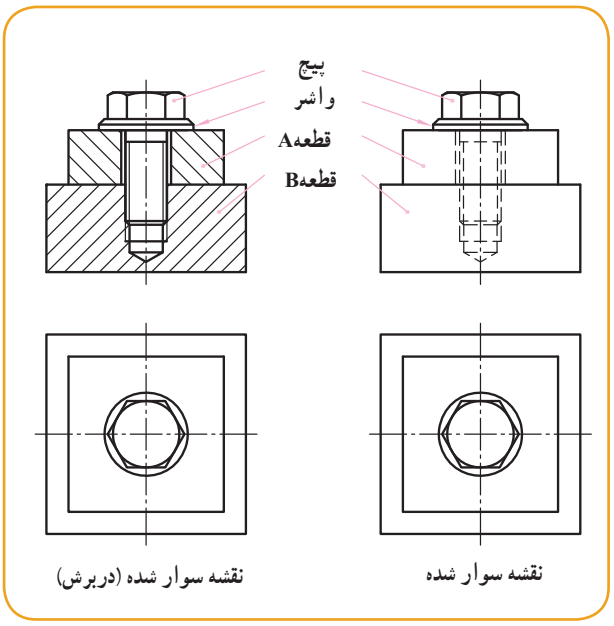
به نظر شما در کدام تصویر رزوه داخل سوراخ به طور صحیح معرفی شده است؟ (شکل ۱ یا ۲)





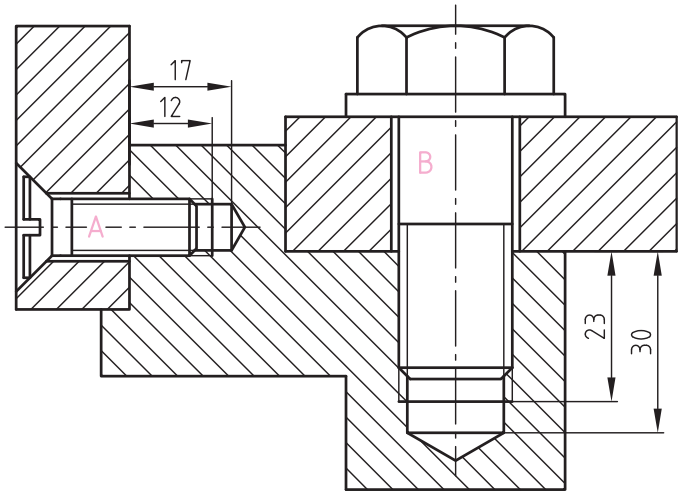
قطعهٔ A روی قطعهٔ B قرار می‌گیرد و با قرار دادن یک واشـر در زیر کلگی پیچ، آن را از داخل سـوراخ قطعهٔ A عبور می‌دهند و در داخل مهره (قطعهٔ B) می‌بندند. تصاویر زیر این مراحل را به ترتیب شماره نشان می‌دهد.





نقشه‌خوانی

طول قلاویزشده، هریک از قطعات اتصال را برای پیچ A و B با ترسیم دایره بر روی اندازه مورد نظر نشان دهید.



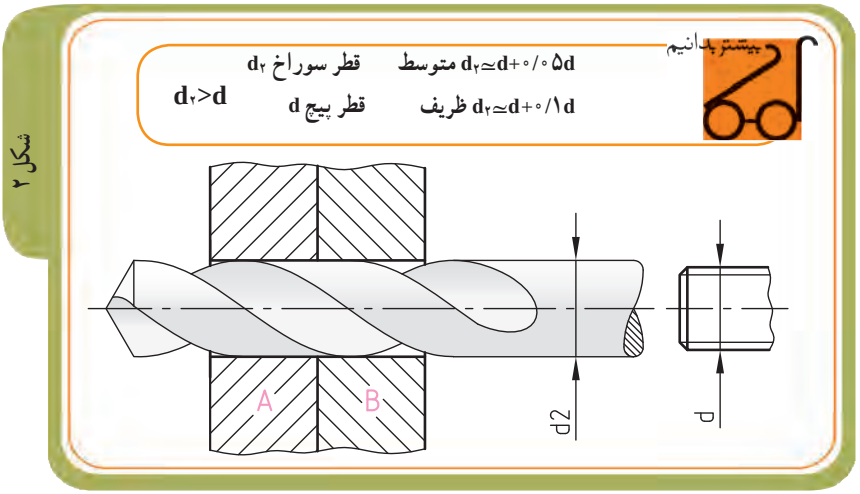
ب) اتصال قطعات توسط پیچ و مهره : وقتی صحبت از اتصال قطعات توسط پیچ و مهره است، هدف ایجاد سوراخی راه‌بدر (سرتاسری) در قطعاتی است که باید به هم متصل (بسته) شوند.

برای بستن قطعات به هم، از دو جزء به نام پیچ و مهره و گاهی به همراه آنها از جزئی دیگر به نام واشر استفاده می‌کنند (شکل ۱).

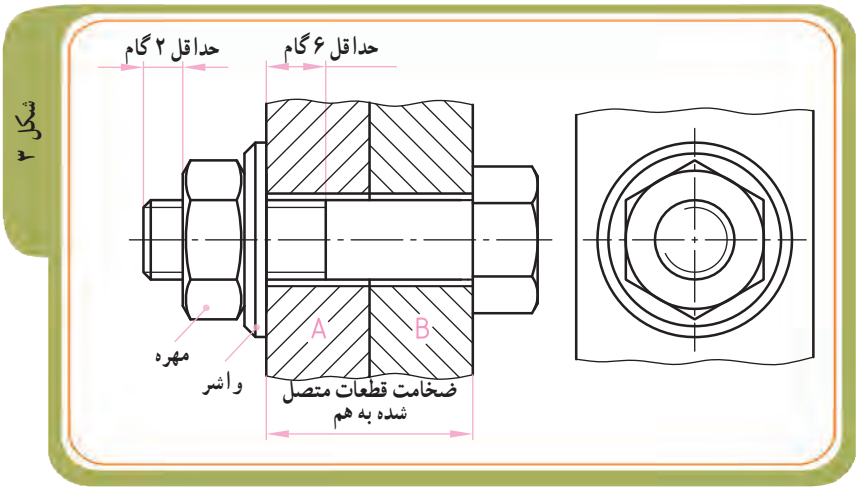
قطر سوراخ ایجاد شده در قطعاتی که باید توسط پیچ ومهره به هم بسته و متصل شوند یکسان و از اندازهٔ قطر خارجی پیچ بزرگ تر است. فرضاً اگر قطر پیچ M۲۰ باشد، دو قطعهٔ AوB را با متهای به قطر ۲۲mm سوراخ می‌کنند(شکل ۲) و سپس میله پیچ M۲۰، با توجه به لقی موجود، به راحتی از میان دو قطعهٔ A و B عبور می‌کند (شکل ۳).

شکل ۱

شکل ۲

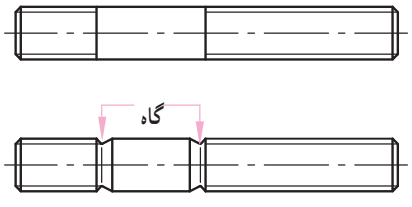


شکل ۳



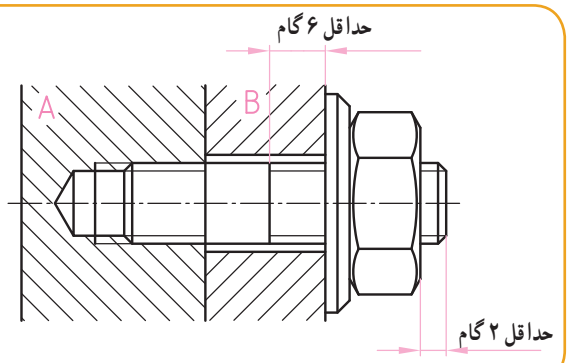
ج) اتصال قطعات توسط پیچ دو سر رزوه : پیچ دوسر رزوه میله‌ای است که دو طرف آن رزوه شده و با مهره‌هایی با همان قطر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دو قسمت رزوه شده به وسیلهٔ یک فاصله بدون رزوه از هم جدا می شوند. زمانی که قطعات مورد اتصال ضخامت زیادی دارند یا نیاز به تعویض مکرر قطعهٔ کار وجود دارد از پیچ‌های دوسر رزوه استفاده می‌کنند.

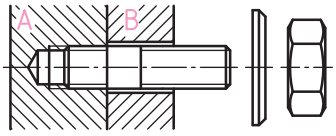


پیچ های دو سررزوه ممکن است دارای گاه باشند یا نباشند

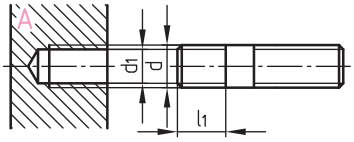
شکل مقابل نقشهٔ یک پیچ دو سر رزوه برای اتصال دو قطعهٔ AوB به همدیگر را نشان می‌دهد. به محدوده‌های انتهایی هاشورها توجه کنید.



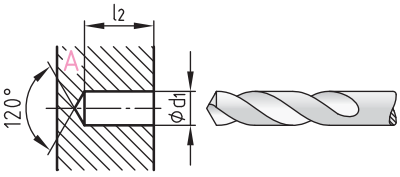
جدول زیر مراحل انجام کار برای اتصال توسط پیچ دوسر رزوه را نشان می دهد.



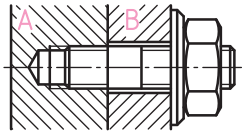
۵ ــ نصب قطعهٔ B بر روی قطعهٔ A
(قطر سوراخ قطعهٔ B بزرگ‌تر از قطر d)



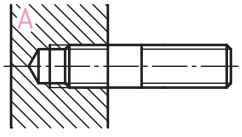
۳ــ پیچ دو سر رزوه و سوراخ قلاویز شده



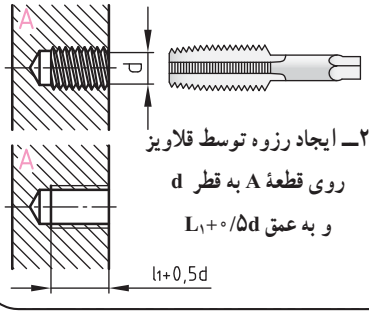
۱ــ ایجاد سوراخ با مته به قطر d ۱
و به عمق L۲



۶ــ قرار دادن واشر روی پیچ دو سر رزوه
و قطعهٔ B و در نهایت بستن مهره



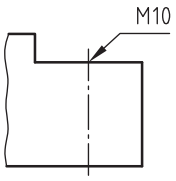
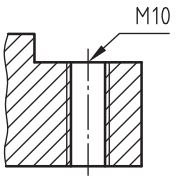
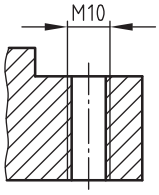
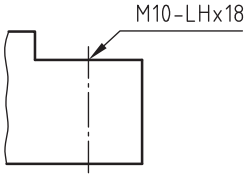
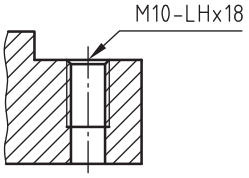
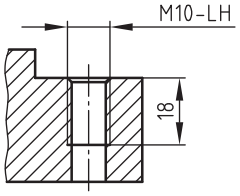
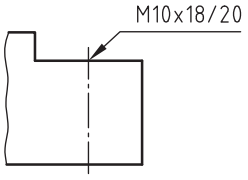
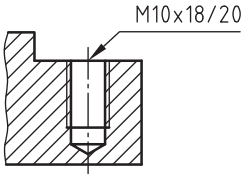
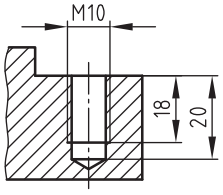
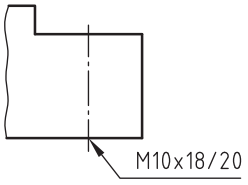
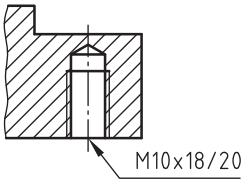
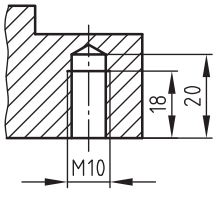
۴ــ بستن پیچ دو سر رزوه داخل قطعهٔ A



۲ــ ایجاد رزوه توسط قلاویز
روی قطعهٔ A به قطر d
و به عمق L۱+۰/۵d

اندازه‌گذاری سوراخ های رزوه شده

در راستای آنچه که در صفحه۲۴۴ اشاره شد، در اندازه گذاری سوراخ های رزوه شده، علاوه بر قطر اسمی رزوه، عمق سوراخ مته و عمق سوراخ رزوه شده به همراه جهت پیچش رزوه از ضروریات است. در سمت چپ عمق رزوه از نماد × و در سمت چپ عمق سوراخ از نماد / استفاده می شود. سوراخ های بدون مشخصهٔ عمق، در واقع سوراخ راه به در (سراسری) هستند.

نمایش ساده	نمایش کامل		توصیف (شرح)
	اندازه گذاری ساده	اندازه‌گذاری کامل	
			سوراخ : سرتاسری عمق رزوه : سرتاسری قطر اسمی رزوه : ۱۰mm نوع رزوه : متریک (M)
			سوراخ : سرتاسری عمق رزوه : ۱۸mm قطر اسمی رزوه : ۱۰mm نوع رزوه : متریک (M) جهت رزوه : چپ گرد
			سوراخ : بن بست عمق سوراخ مته : ۲۰mm عمق رزوه : ۱۸mm قطر اسمی رزوه : ۱۰mm نوع رزوه : متریک (M)
			سوراخ رزوه : بن بست عمق سوراخ مته : ۲۰mm عمق رزوه : ۱۸mm قطر اسمی رزوه : ۱۰mm نوع رزوه : متریک (M)

ر.ک.ب. صفحه‌های ۷۷ تا ۸۱ کتاب کار

بیشتر بدانیم

قفل کردن پیچ و مهره‌ها

از آنجایی که ممکن است پیچ و مهره‌ها بعد از مدتی کارکردن به‌تدریج شل و باز شوند، لذا آنها را به کمک تجهیزاتی ثابت می‌کنند. در جدول زیر برخی از متداول‌ترین این تجهیزات معرفی شده‌اند.

استفاده از اشپیل

برخی از تجهیزات مرسوم برای قفل کردن پیچ و مهره‌ها

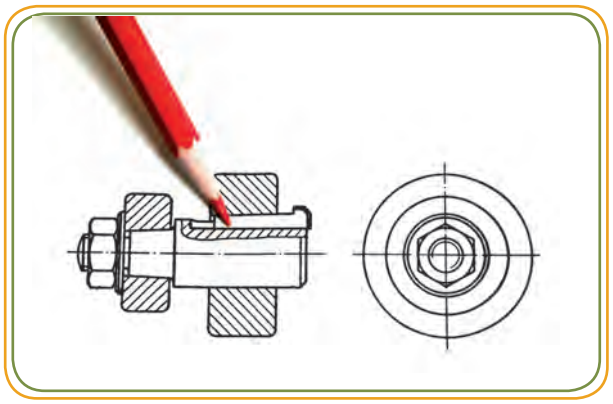
اشپیل	واشر فنری	واشر قفلی زبانه‌دار	واشر قفلی زبانه دار
* استفاده از اشپیل (شکل ت)، که پس از بستن مهره، اشپیل از داخل سوراخ پیچ و مهره عبور می‌کند و دو سر آن خم می‌شود.	* استفاده از واشر فنری (شکل پ).	* واشر قفلی زبانه دار (شکل الف وب)، که زبانه‌های آن بر روی سطح آچارگیر پیچ و لبه قطعه اتصال‌شونده خم شده است.	
(ت)	(پ)	(ب)	(الف)

نقشه خوانی اجزای ماشین

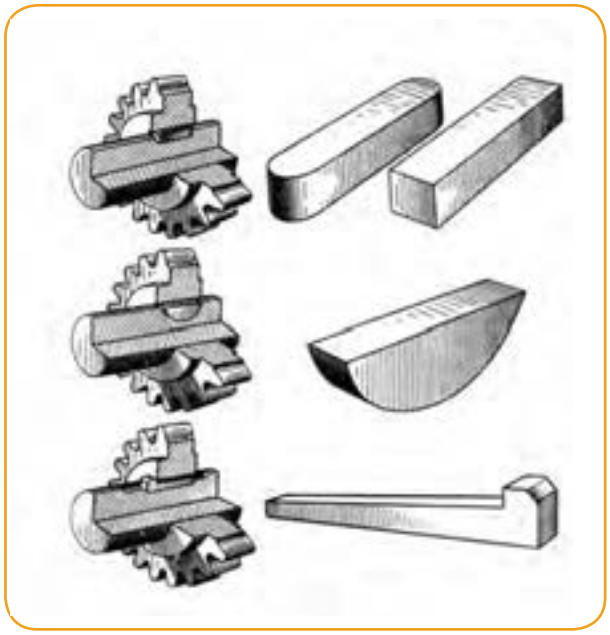
نقشه‌خوانی اتصالات غیر دائمی:
خارها و گوه‌ها

بخش چهارم

فصل ۳



خارها و گوه‌ها برای اتصال و انتقال حرکت اجزای گردان مثل چرخ دنده‌ها، چرخ تسمه‌ها و... بر روی میله ــ جهت اتصال موقت ــ مورد استفاده قرار می‌گیرند. متداول‌ترین خارها عبارت‌اند از: خارهای منشوری و خارهای پولکی (ناخنی). متداول‌ترین گوه‌ها نیز به صورت نصبی، جازدنی و دماغه دار هستند که به‌صورت شیبدار مورد استفاده قرار می‌گیرند.



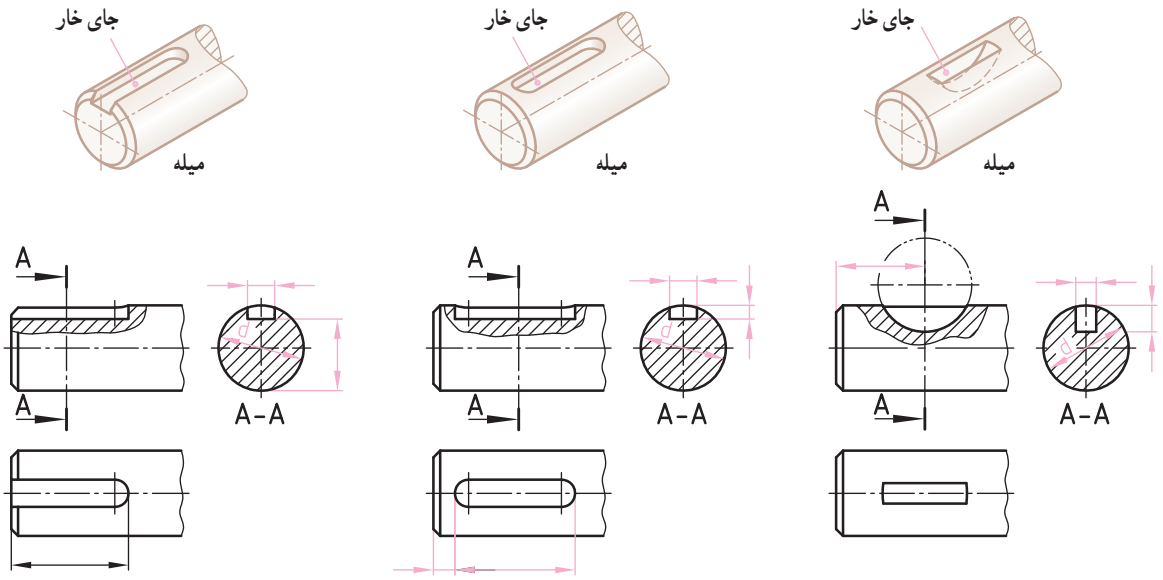
در این فصل با نحوه نمایش برخی از خارها و گوه‌ها در نقشه‌ها آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری: پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- انواع خارهای متداول را نام ببرد.
- انواع گوه‌های متداول را نام ببرد.
- خارهای متداول را بر روی نقشه مشخص کند.
- گوه‌های متداول را برروی نقشه مشخص کند.

نکات ترسیمی در مورد خارها

خارها در درون شیار ایجاد شده بر روی محور و قطعهٔ مورد اتصال قرار می‌گیرند و در داخل شیار میله بدون لقی و در درون شیار قطعهٔ سوارشونده در قسمت بالا، با لقی خیلی کمی (۰/۲ تا ۰/۳mm) جاگذاری می‌شوند. در تصاویر زیر با نحوهٔ نمایش جای خار روی میله و اندازه های مهم آنها آشنا می‌شوید.



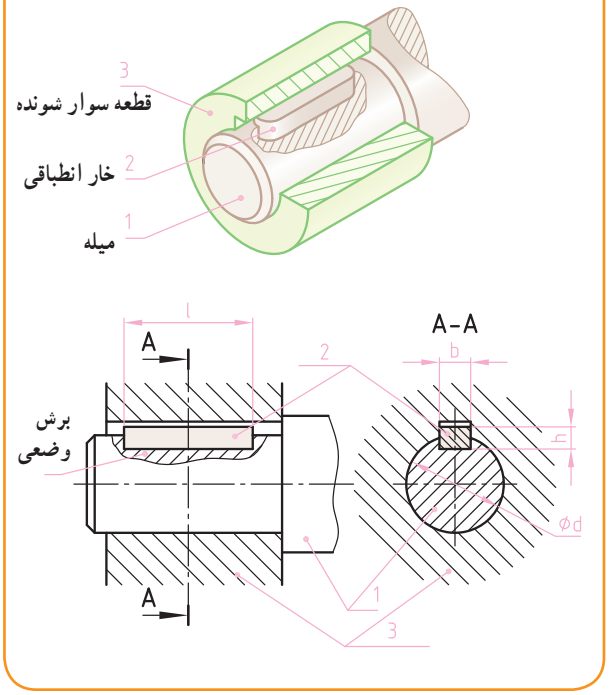
* از آنجایی که در برش طولی میله‌ها هاشور ترسیم نمی‌شود، استفاده از برش موضعی در تصویر روبه روی میله‌های شیاردار مجاز است (مطابق تصاویر بالا و پایین).
* در تصور جانبی برش مقطع A–A محورها می‌توان هاشور ترسیم کرد(قطرd).

تصویر مقابل، نقشهٔ سوار شدهٔ محور و توپی را به همراه خار انطباقی نشان می‌دهد. خارها جزء استثنائات برش هستند و زمانی که در مسیر برش طولی قرار می‌گیرند، هاشور نمی‌خورند، اما در برش عرضی داخل آنها هاشور ترسیم می‌شود.

* قطعهٔ سوار شوندهٔ شماره ۳ (چرخ دنده، چرخ تسمه و...) به جز شیار جای خار، در سایر قسمت‌های توپر آن هاشور ترسیم می‌شود.

همان طور که در شکل دیده می‌شود، شیار جای خار روی قطعهٔ سوار شونده (قطعهٔ ۳) سرتاسری (راه‌بدر) ایجاد شده است.

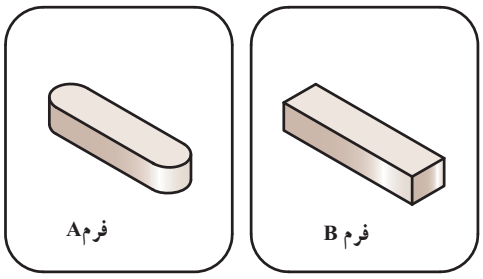
h ارتفاع خار
b پهنای خار
d قطر میله

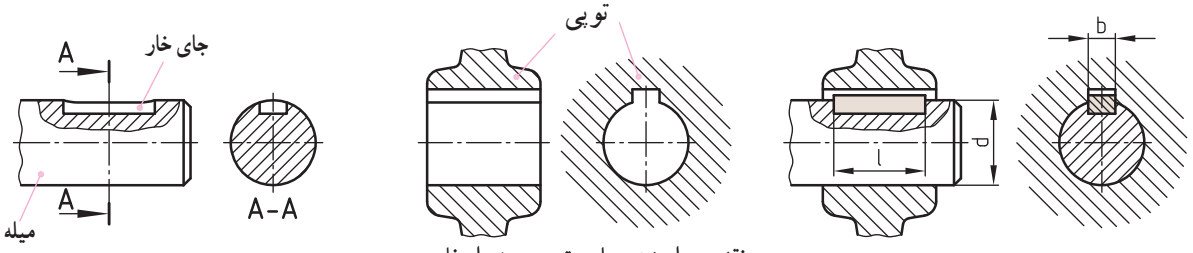


توجه : اندازه خارها و جای خارها با توجه به قطر میله‌ها از جداول استاندارد انتخاب می‌شود.

برخی از خارهای متداول

خارهای تخـــت انطباقی : این خارها در دونوع ســرگرد (فرم A) و سرتخت (فرمB) ساخته می‌شوند که باید در شیار خود بر روی محور با ســفتی کمی جا زده شوند، به طوری که از بالا دارای لقی کمی باشــند. ابتدا خار را درون شــیار خود روی محور نصب می‌نمایند ســپس قطعهٔ سوار شوندهٔ مورد نظر (مثل چرخ دنده ، پولی و...) را بر روی آن سوار می کنند.

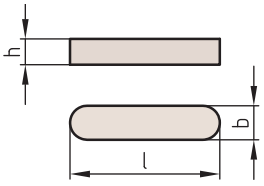




نقشه سوار شده میله و توپی به همراه خار

بیشتر بدانیم

نحوهٔ معرفی خار تخت



شمارهٔ استاندارد

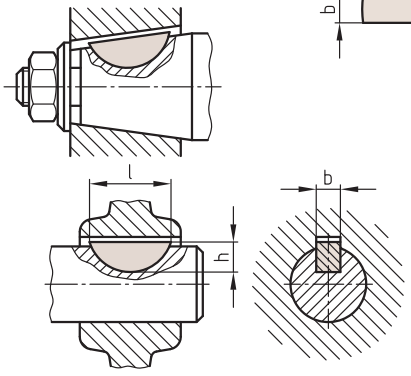
DIN 6885 - A - 12 x 8 x 56

مثال

با فرم A (سرنیم گرد) — پهنا(b) — ارتفاع(h) — طول (L)

خارهای پولکی (ناخنی) : خارهای پولکی روی میله‌های مخروطی و استوانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنها می‌توان در انتقال نیروهای کم استفاده نمود. این خارها دراثر تماس با شیار داخل قطعه سوارشونده، خودبه‌خود لغزیده و بر آن منطبق می‌شوند.

در قسمت بالای خار و جای خار مقداری لقی وجود دارد.



بیشتر بدانیم

نحوهٔ معرفی خار ناخنی

شمارهٔ استاندارد

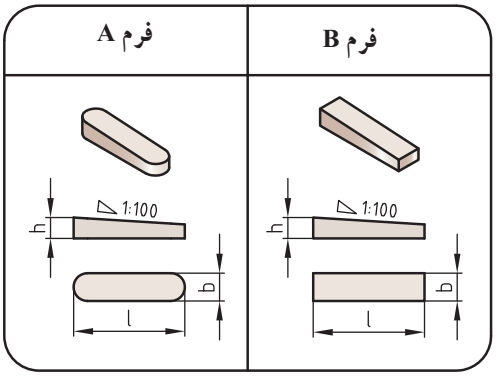
DIN 6888 - 6 x 9

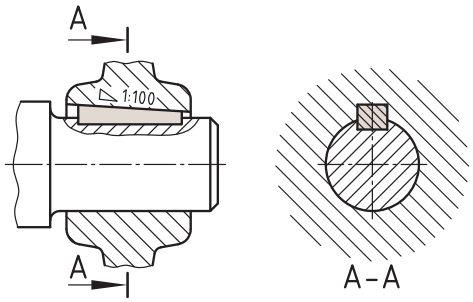
مثال

عرض جای خار(b) — ارتفاع خار(h)

برخی از گوه‌های متداول

الف) گوه‌های نصبی (جاسازی شده) : این گوه‌ها در دو شکل سر نیم گرد (فرم A) و سرتخت (فرمB) ساخته می‌شوند. گوه‌های نصبی در داخل شیار میله قرار می‌گیرند و سپس قطعهٔ سوار شونده(توپی) روی آن رانده می‌شود .این نوع گوه روی محور قرار می‌گیرد و سپس گلویی قطعهٔ سوار شونده را بر روی آن می‌رانند.



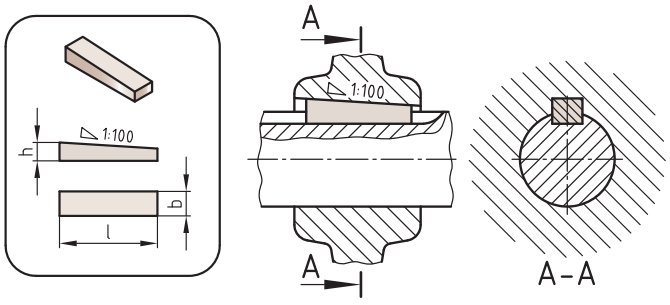


پیشنهاد دانیم

مشخصهٔ یک گوهٔ نصبی با فرم A

شمارهٔ استاندارد
مثال DIN 6886 - A10 - 8 x 50
فرم گوه
b
h
L

ب) گوه‌های جازدنی (رانشی) : این گوه‌ها به صورت پیشانی تخت ساخته می‌شوند. ابتدا توپی (قطعهٔ سوارشونده) روی میله جا زده می‌شود، سپس گوه به صورت رانشی داخل فضای موجود قرار می‌گیرد.
بنابراین از این گوه‌ها وقتی استفاده می‌شود که در دو طرف قطعه سوارشونده برای جازدن و خارج کردن گوه جای کافی وجود داشته باشد.

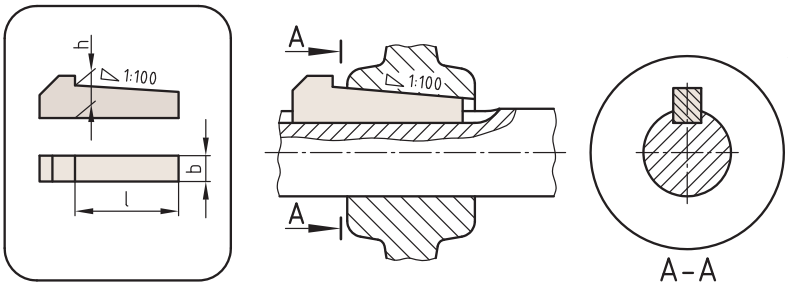


پیشنهاد دانیم

مشخصهٔ یک گوهٔ جازدنی

شمارهٔ استاندارد
مثال DIN 6883 - 12 - 6 x 70
b
h
L

ج)گوه‌های دماغه‌دار (زبانه‌ای) : در مواردی که جازدن (کارگذاشتن) گوه‌ها فقط از یک طرف امکان‌پذیر باشد، از این نوع گوه‌ها استفاده می‌شود. از دماغهٔ گوه برای جازدن و یا خارج ساختن آن استفاده می شود.
برای آنکه دماغه این گوه‌ها دراثر گردش باعث ایجاد سانحه نگردد، لازم است که در روی آنها پوشش مناسبی را قرار دهند.



پیشنهاد دانیم

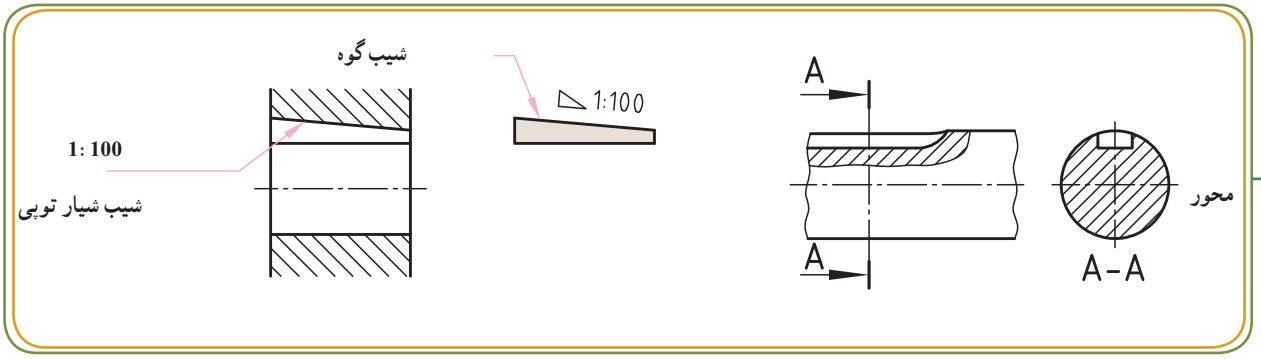
مشخصهٔ یک گوهٔ دماغه‌دار

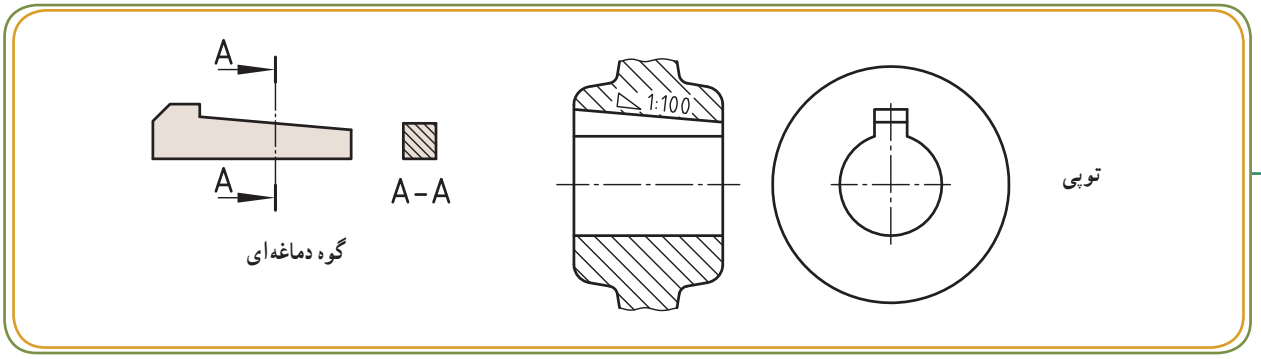
شمارهٔ استاندارد
مثال DIN 6887 - 8 - 7 x 63
b
h
L

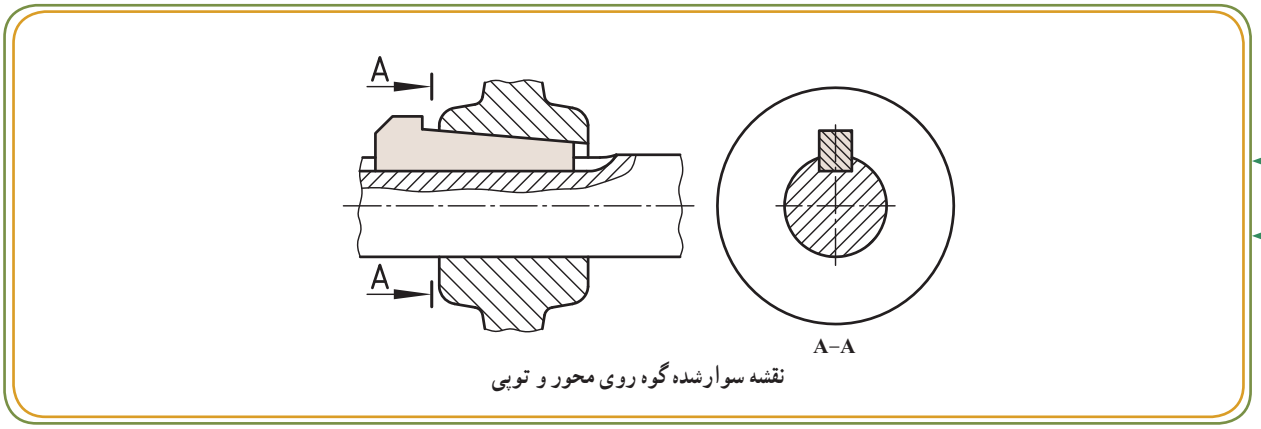
ر.ک.پ. صفحه‌های ۸۲ تا ۸۴ کتاب کار

نکات ترسیمی در مورد گوه‌ها

گوه‌ها در شیار محور و توپی قرار گرفته و آنها را از طرف مقابل به یکدیگر می‌فشارند. نیروی اتصال توسط سطح شیب‌دار روی گوه صورت می‌گیرد. بنابراین شیب شیار روی توپی با شیب گوه متناسب است. این شیب استاندارد و مقدار آن برابر ۱۰۰ : ۱ است. جهت شیب به وسیلهٔ یک نماد مثلثی شکل مشخص می شود. اصول و قواعد ترسیم گوه‌ها مشابه خارهاست؛ فقط موقع اتصال بین بالای خار و جای خار لقی وجود ندارد.







نقشه سوارشده گوه روی محور و توپی

نقشه خوانی اجزای ماشین

نقشه‌خوانی اتصالات غیر دائمی: هزارخارها

بخش چهارم

فصل ۳

هر گاه که در حین انتقال حرکت، قدرت زیادی از یک میله به میله دیگر منتقل شود، از میله‌های شیاردار، که به آن اصطلاحاً هزارخار می‌گویند، استفاده می‌شود.

اتصال با میله هزارخار به این ترتیب به وجود می‌آید که شیارهای منظم و یکنواخت بر روی میله تعبیه می‌کنند (شکل الف) و سپس شیارهایی شبیه آن خارها و با همان ترتیب بر روی سوراخ قطعه درمی‌آورند که به آن توپی گفته می‌شود (شکل ب).

قسمت خارجی توپی ممکن است شکل‌های مختلفی داشته باشد اما شکل هندسی قسمت داخلی آن باید مطابق میله‌ای باشد که داخل آن قرار می‌گیرد.

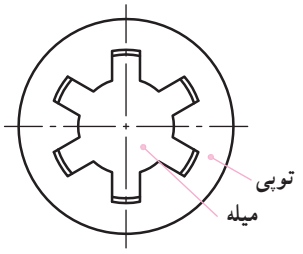
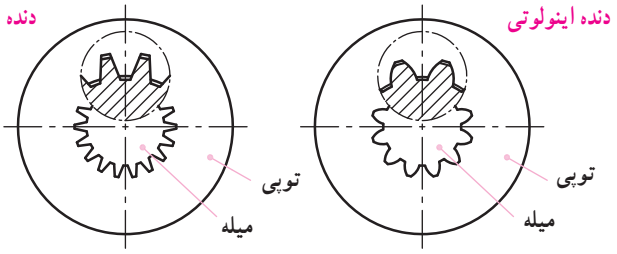
از میله‌های هزارخار زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم اجزای انتقال حرکت (مانند چرخ دنده‌ها) روی میله لغزان بوده و حرکت طولی داشته باشند. همچنین در مواردی که نیروی انتقالی زیاد و جهت حرکت متناوباً تغییر کند، استفاده می‌کنند.

دراین فصل با نحوه نمایش برخی از هزارخارها در نقشه‌ها آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- هزارخارهای متداول را نام ببرد.
- محور و توپی هزارخارها را بر روی نقشه مشخص کند.

مقطع‌های رایج در هزار خارها عبارت اند از :

هزارخار با وجوه موازی	هزارخار دنده‌ای
	
میله و توپی هزارخار با وجوه موازی	میله هزارخار(دنده اینولوتی) میله هزارخار(دنده فاقی)

(شکل ۱) نمایش میله هزار خار با وجوه موازی را به صورت تصویر قائم و تصویر جانبی در برش نشان می‌دهد :

* روش معرفی میله هزار خار

قطر کوچک میله به همراه ردیف انطباقی و قطر بزرگ میله به همراه ردیف انطباقی ارائه می‌شود.

D قطر بزرگ Ø۳۰a۱۱،

d قطر کوچک Ø۲۰f۷

N تعداد خار = ۶ عدد

نکته : تعداد خارهای محیطی میله به مقدار نیروی انتقالی بستگی دارد. ممکن است روی میله هزارخار ۶، ۸ یا ۱۰ خار محیطی وجود داشته باشد.

* شکل ۲ نمایش توپی هزار خار با وجوه موازی را به صورت تصویر قائم و جانبی در برش نشان می‌دهد :

روش معرفی توپی هزار خار

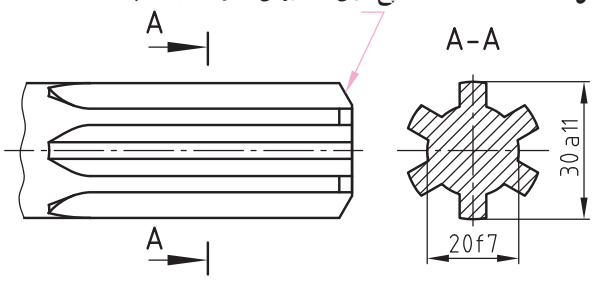
N= تعداد خار (۶ عدد)

D= قطر بزرگ Ø۳۰H۱۰

d= قطر کوچک Ø۲۶H۷

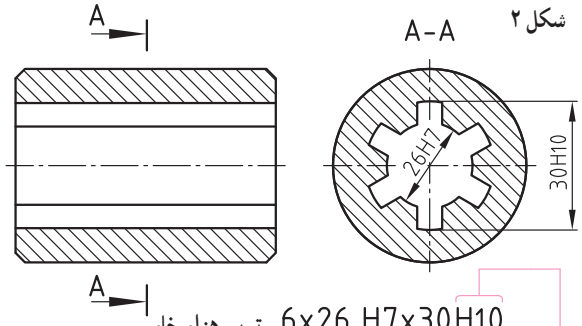
*برای سهولت در ترسیم و خواندن نقشه و صرفه‌جویی در وقت، نقشه‌های میله و توپی هزار خار به صورت ساده و منطبق با اصول استاندارد (مشابه جدول صفحهٔ بعد) ارائه می‌شوند.

شکل ۱ پخ روی میله برای سهولت در نصب



میله هزار خار 6x20f7x30a11

شکل ۲



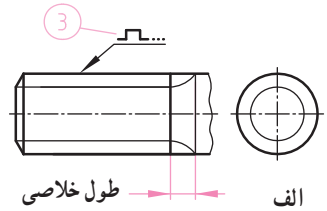
توپی هزار خار 6x26 H7x30H10

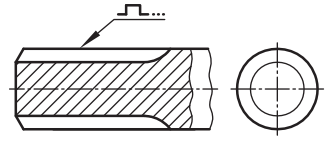
تعداد دندانه — قطر بزرگ

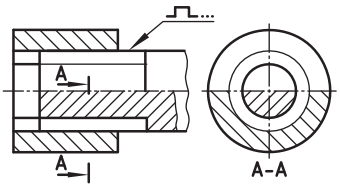
قطر کوچک — ردیف انطباقی

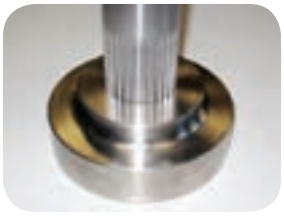
جدول زیر نمایش استاندارد میله وتوپی هزارخار را به طور ساده نشان می‌دهد :

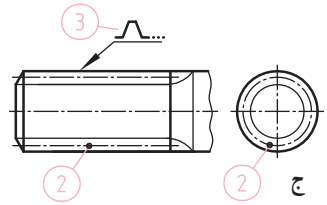
نقشهٔ ساده (اتصال میله و توپی)	توپی	میله	
		بدون برش	میله و توپی هزار خار با وجوه موازی
اتصال میله و توپی در حالت نیم برش		در حالت برش	
		بدون برش	میله و توپی هزارخار دنده ای (اینولوتی)
اتصال میله و توپی در حالت نیم برش		در حالت برش	

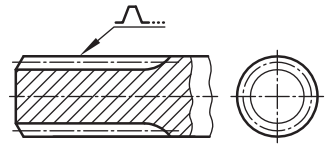


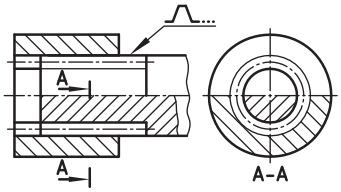












چند نکته :

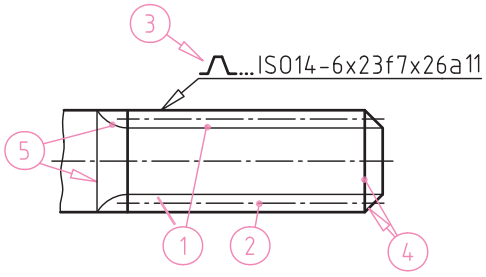
(۱) قطر کوچک میله هزار خار در نمای روبه رو و جانبی (در حالت بدون برش) با خط پُر نازک نمایش داده می‌شوند.

(۲) در میله و توپی هزار خار نوع : «دنده‌ای» روی قطر متوسط میله و توپی در تصویر روبه‌رو و جانبی، با خط نقطه نازک ترسیم می‌شود.

(۳) در استاندارد از نماد ⎍ برای معرفی هزارخار با وجوه موازی و از نماد ⎍ برای معرفی هزارخار با وجوه دنده‌ای استفاده می‌شود. در تصاویر بالا به جای نقطه چین در کنار این دو نماد، از شمارهٔ استاندارد، تعداد خار و اندازه‌های قطر کوچک و قطر بزرگ استفاده می‌شود.

(۴) در نقشه‌های ساده مطابق جدول فوق از ترسیم پخ انتهای محورهای توپی و لبه‌های داخلی توپی صرف نظر می‌شود (تصاویر سمت راست بالا). اما در عمل این پخ ها وجود دارند.

(۵) طول خلاصی هزارخار و قوس انتهای شیار هزارخار در نمایش ساده (مطابق تصاویر سمت راست بالا) نشان داده نمی‌شوند. اما در نمایش فنی می‌توان طول خلاصی و قوس انتهایی را ترسیم کرد (دو شکل الف و ج بالا).



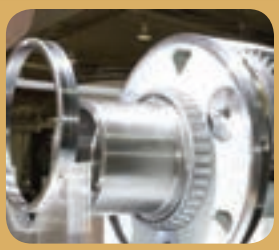
ر.ک.ب. صفحهٔ ۸۵ کتاب کار

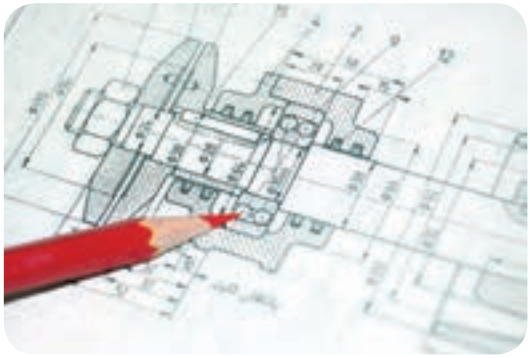
نقشه خوانی اجزای ماشین

نقشه‌خوانی اجزای انتقال‌دهنده حرکت و قدرت: یاتاقان‌ها

بخش چهارم

فصل ۴





یاتاقان‌ها محل استقرار و نشیمن‌گاه زبانه میله‌ها و یا محورها و قطعات متحرک هستند و وظیفه حمل و راهنمایی آنها را به عهده دارند. یاتاقان‌ها با توجه به کاربردشان به دو گروه لغزشی (شکل الف) و غلتشی(شکل ب) تقسیم می‌شوند.

(الف)

(ب)

در این فصل با نحوه نمایش برخی از یاتاقان‌های غلتشی در نقشه‌ها آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

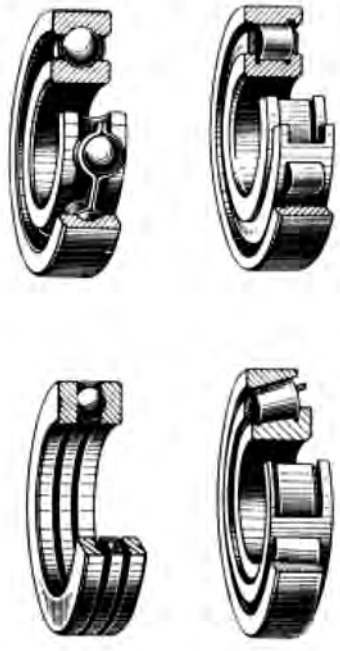
- یاتاقان‌های غلتشی متداول را نام ببرد.
- یاتاقان‌های غلتشی متداول را در نقشه مشخص کند.
- روش معرفی یاتاقان‌های غلتشی در نقشه را توضیح دهد.

یاتاقان‌های غلتشی

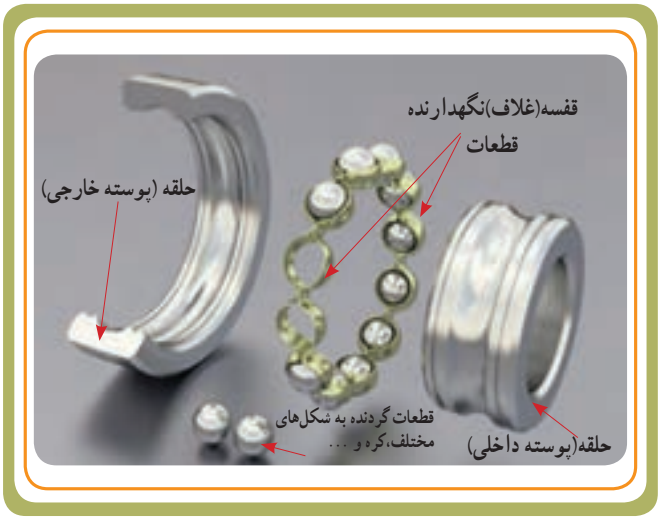
چنان چه بین میله و یاتاقان، قطعات غلتنده‌ای به فرم کره یا استوانه قرار گیرند، اصطکاک لغزشی آن به اصطکاک غلتشی تبدیل می‌شود که به آن یاتاقان های غلتشی می گویند. این یاتاقان‌ها بر حسب شکل اجسام غلتان به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند :

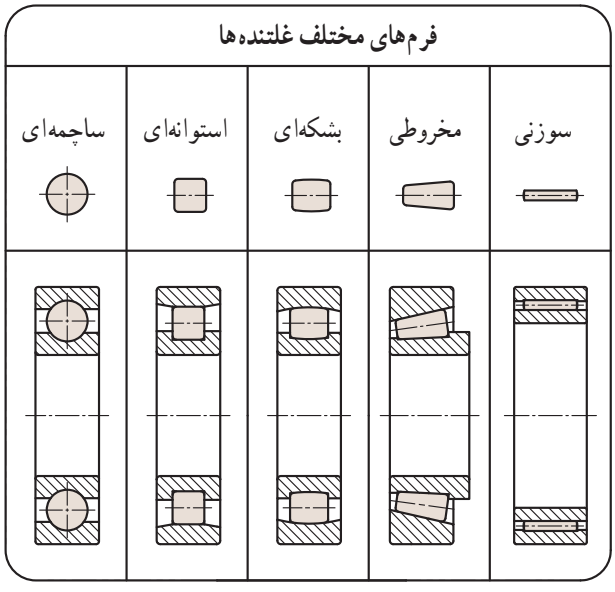
الف) بلبرینگ‌ها : بلبرینگ‌ها یاتاقان‌های غلتشی می‌باشند که فرم قطعات غلتنده آنها، کره (ساچمه) است.

ب) رولربرینگ‌ها: رولربرینگ‌ها یاتاقان‌های غلتشی‌ای می‌باشند که شکل قطعات غلتنده آنها استوانه‌ای، مخروطی، بشکه‌ای و سوزنی است.



یاتاقان‌ها از چهار قسمت اصلی تشکیل شده‌اند :





اندازه‌های یاتاقان غلتشی

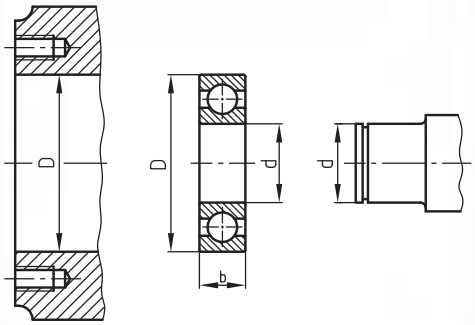
مهم‌ترین اندازه‌های یک یاتاقان غلتشی، قطر سوراخ حلقه داخلی و قطر خارجی حلقه بیرونی و پهنای آن است (شکل ۱).

شکل ۲ دو سری یاتاقان غلتشی را نشان می‌دهد.

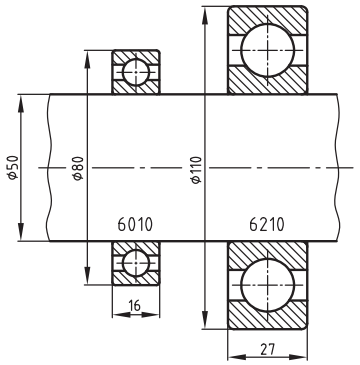
در شکل ۲ــ الف قطر سوراخ یاتاقان ثابت و قطر خارجی آن متغیر است.

در شکل ۲ ــ ب قطر خارجی یاتاقان ثابت و قطر سوراخ آن متغیراست.

شکل ۱



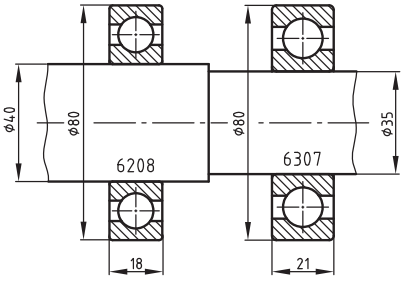
بیشتر بدانیم



شکل ۲ــ الف

d=ϕ50
b=16
D=ϕ80

d=ϕ50
b=27
D=ϕ110

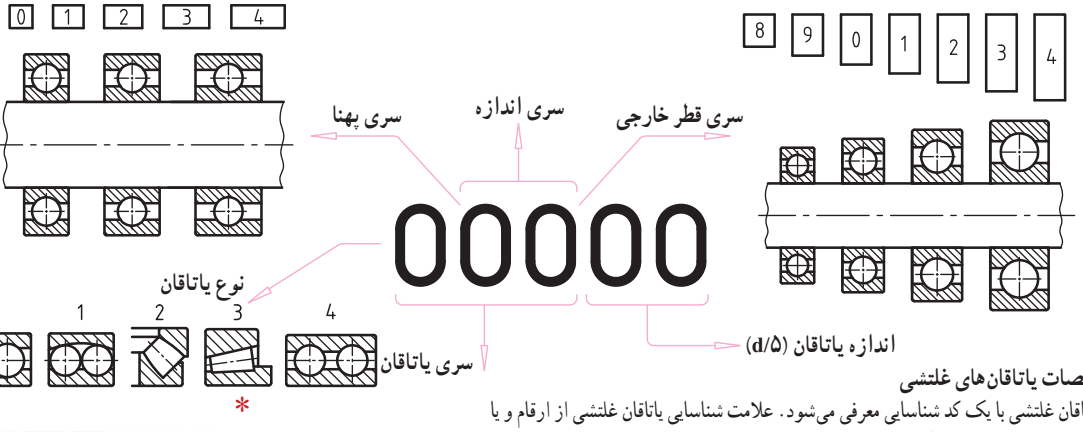


شکل۲ــ ب

d=ϕ40
b=18
D=ϕ80

d=ϕ35
b=21
D=ϕ80

بیشتر بدانیم



مشخصات یاتاقان‌های غلتشی

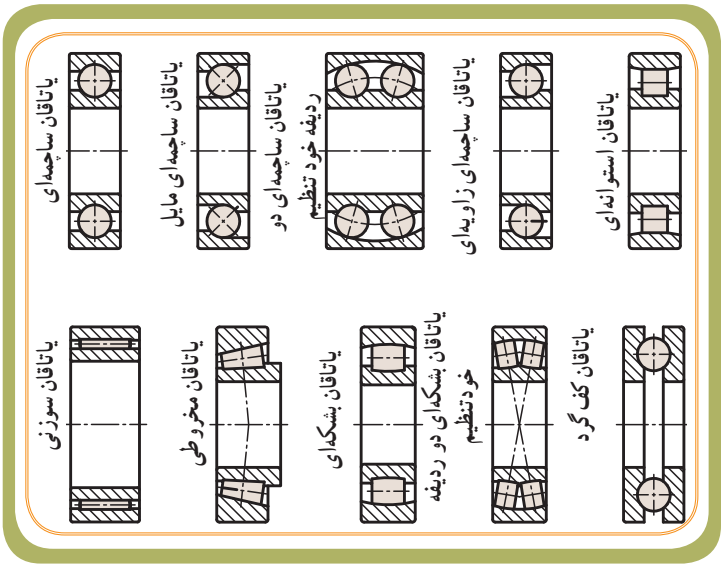
هر یاتاقان غلتشی با یک کد شناسایی معرفی می‌شود. علامت شناسایی یاتاقان غلتشی از ارقام و یا ترکیبی از حروف و ارقام تشکیل می‌شود. عدد اول از سمت چپ مشخص کننده نوع ساختمان یاتاقان است. عدد دوم سری پهنای یاتاقان و عدد سوم سری قطر یاتاقان را نشان می‌دهد. اندازه سوراخ حلقه داخلی یاتاقان از حاصل ضرب دو رقم آخر عدد شناسایی در عدد ۵ حاصل می‌شود.

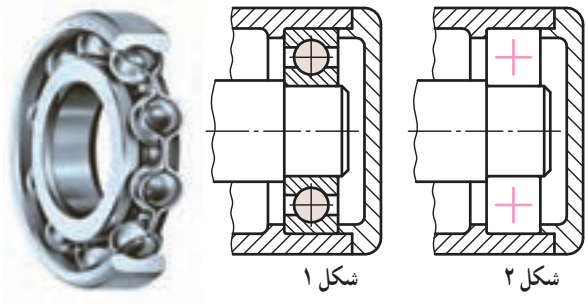
ترسیم (نمایش) بلبرینگ‌ها در حالت برش

نقشه‌ها بلبرینگ‌ها و رولربرینگ‌ها را در حالت برش ترسیم می‌کنند. با اینکه بلبرینگ‌ها از چند قطعه تشکیل شده‌اند، اما برای نمایش آنها در حالت برش تمام اجزاء آنها را به عنوان یک قطعه واحد در نظر می‌گیرند. لذا هاشور حلقه داخلی و خارجی آنها در یک جهت ترسیم می‌شوند. قطعات غلتنده جزء استثنائات برش هستند و هاشور زده نمی‌شوند. تصویر مقابل برخی از یاتاقان‌های غلتشی پرمصرف را در حالت برش نمایش می‌دهد.

در ترسیم نقشه‌های سوار شده به جای رسم یاتاقان‌های غلتشی در برش می‌توان آنها را به صورت اختصاری (شماتیک) مطابق شکل ۲ نشان داد.

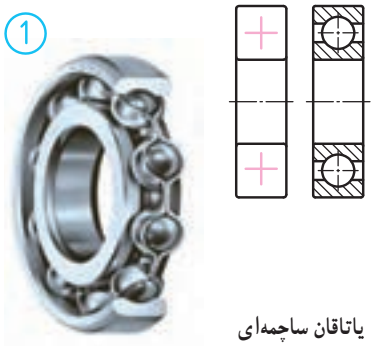
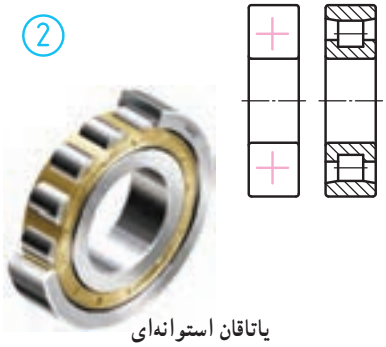
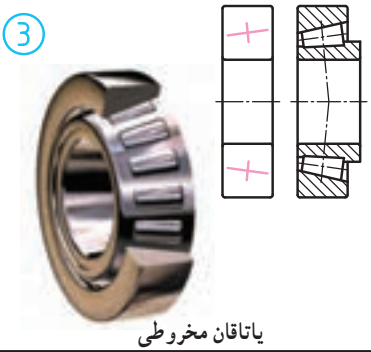
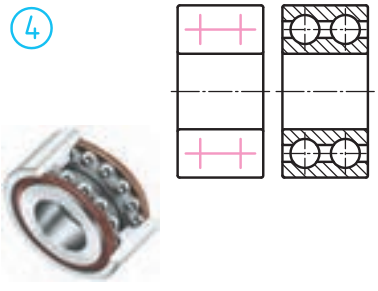
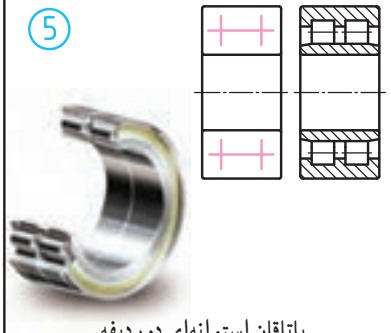
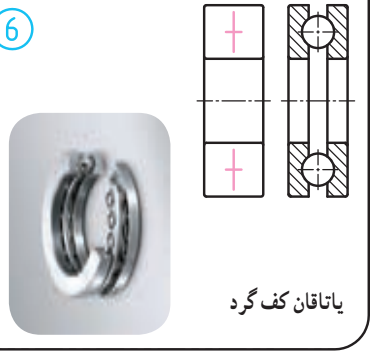
در شکل ۱ مجموعه سوار شده یاتاقان در حالت برش و در شکل ۲ در حالت اختصاری نمایش داده شده است.





شکل ۱ — شکل ۲

جدول زیر تصاویر اختصاری(شماتیک) و برش خورده برخی از یاتاقان‌های غلتشی را نمایش می‌دهد.

①  یاتاقان ساچمه‌ای	②  یاتاقان استوانه‌ای	③  یاتاقان مخروطی
④  یاتاقان ساچمه‌ای دو ردیفه	⑤  یاتاقان استوانه‌ای دوردیفه	⑥  یاتاقان کف گرد

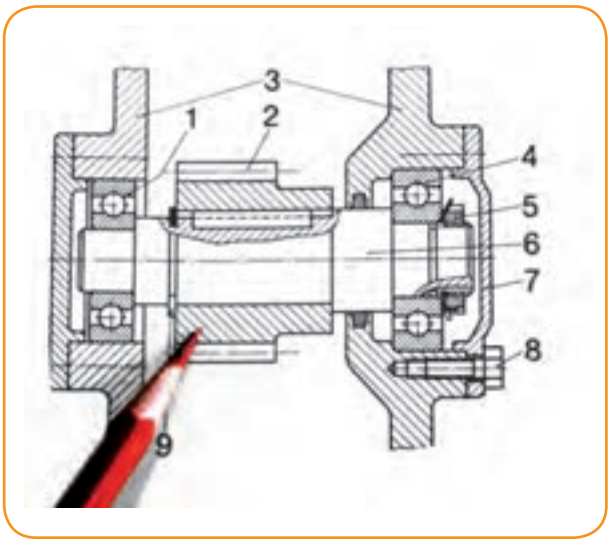
ر.ک.به. صفحهٔ ۸۶ کتاب کار

نقشه خوانی اجزای ماشین

نقشه‌خوانی اجزاء انتقال‌دهنده حرکت و قدرت: چرخ‌دندانه‌ها

بخش چهارم

فصل ۴



برای انتقال حرکت از یک میله گردنده به میله دیگر ــ اگر فاصله میله‌ها کم باشد ــ از چرخ دندانه استفاده می‌شود. چرخ‌دنده‌ها می‌توانند حرکت دورانی و گشتاور گردشی را بدون لغزش و بدون افت دور با نسبت دقیق منتقل نمایند. چرخ‌دنده‌ها ممکن است دارای دنده‌های خارجی یا داخلی باشند. بیشترین کاربرد چرخ‌دنده‌ها در جعبه دنده‌ها (گیربکس‌ها) است. در این بخش با نقشه خوانی دو نوع از متداول‌ترین آنها، یعنی چرخ‌دنده‌های ساده و مخروطی، آشنا می‌شویم.

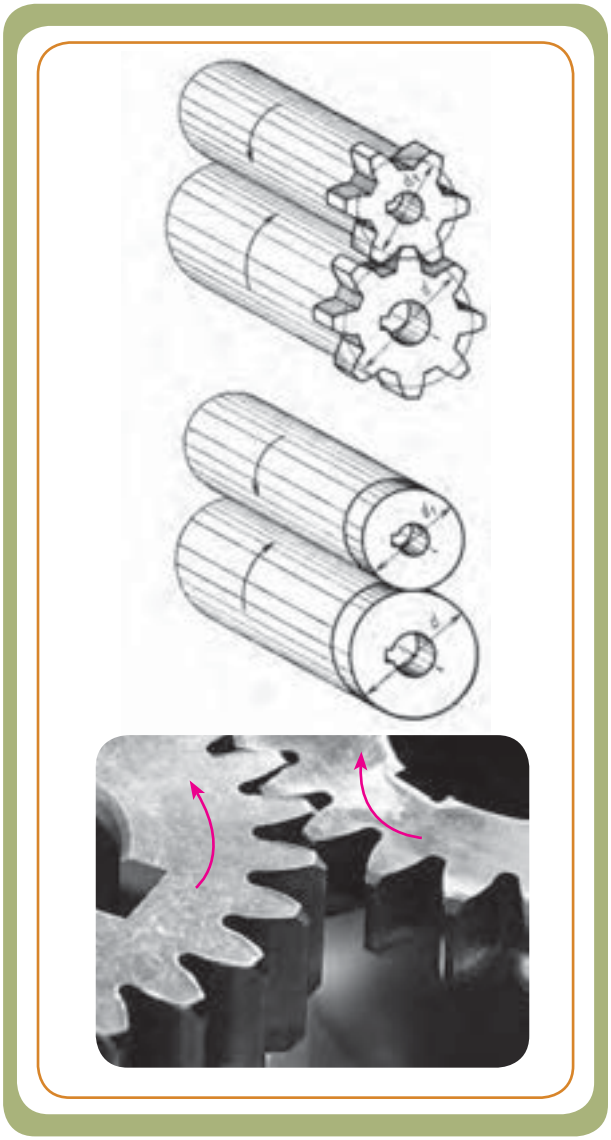
هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- اجزای چرخ دنده ساده رانام ببرد.
- روش نمایش چرخ دنده ساده را شرح دهد.
- روش نمایش دو چرخ دنده ساده درگیر را شرح دهد.
- اجزای چرخ دنده مخروطی را نام ببرد.
- روش نمایش چرخ دنده مخروطی را شرح دهد.
- روش نمایش دوچرخ دنده مخروطی درگیر را شرح دهد.

چرخ دنده‌ها

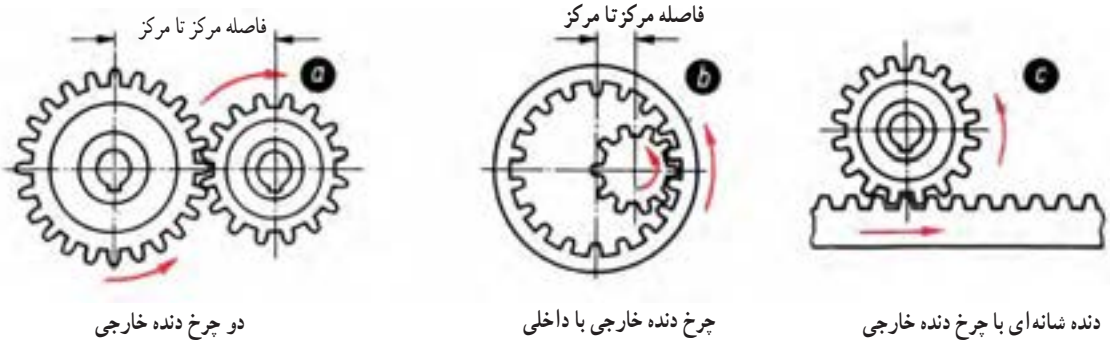
تقریباً در تمام ماشین‌ها لازم می‌شود که نیرو و حرکت را از میله‌ای به میله دیگر انتقال داد. در ساده‌ترین حالت، این عمل به وسیلهٔ تماس چرخ‌های استوانه‌ای که روی میله‌ها سوار هستند انجام می‌شود. به این صورت که با فشار آوردن به یکدیگر، انتقال نیرو و حرکت از طریق اصطکاک انجام می شود.

از آن جایی که امکان دارد استوانه‌ها روی هم بلغزند، این درگیری را با ایجاد دندانه‌هایی در روی هر دو چرخ به نحو مطلوبی ایجاد می کنند تا بتوانند در داخل یکدیگر قرار گیرند و با هم کارکنند، این چرخ‌های دندانه‌دار به نام چرخ دنده‌ها مشهورند.



چرخ دنده‌ها ممکن است اصولاً دارای دنده خارجی یا داخلی باشند. دو چرخ دنده درگیر که دنده خارجی دارند، دارای جهت حرکت مخالف اند، در صورتی که جهت حرکت چرخ دنده خارجی درگیر با چرخ دنده داخلی یکی است.

درگیری انواع چرخ‌دنده‌های ساده

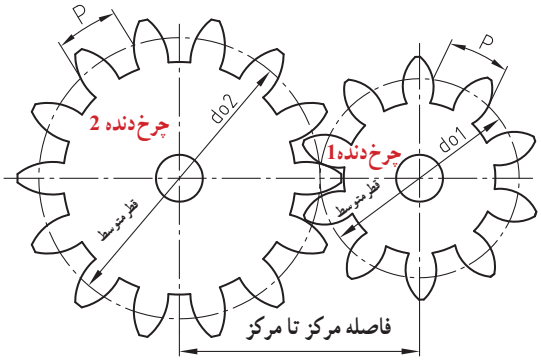


دو چرخ دنده خارجی — چرخ دنده خارجی با داخلی — دنده شانه‌ای با چرخ دنده خارجی

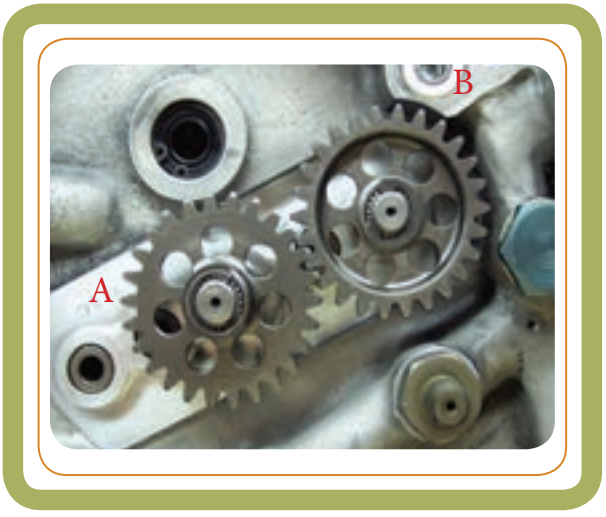
a جهت گردش مخالف هم b جهت گردش موافق هم و فاصله مرکزتا مرکز کوتاه
c حرکت دورانی به یک حرکت مستقیم الخط هم جهت تبدیل می‌شود و یا برعکس

چرخ دنده ساده

برای ترسیم و نقشه‌خوانی تا حدودی به شناسایی و مشخصات چرخ دنده ساده نیاز داریم. بنابراین در مورد مهم‌ترین آنها توضیحات مختصری ارائه می شود.



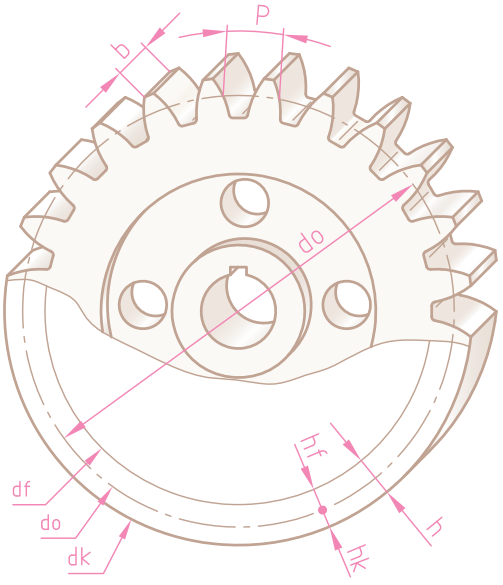
اگر دو چرخ دنده ساده A و B روی دو محور موازی محکم شده باشند، چنانچه یکی از این چرخ دنده‌ها حول محور یا شافت خود حرکت نماید، چرخ دنده دیگر را به حرکت درمی‌آورد.



برای اینکه چرخ دنده‌ها در یکدیگر درگیر شوند و به‌طور روان و بدون صدا حرکت نمایند، لازم است دایرهٔ متوسط (قطر متوسط) هر دو چرخ دنده در هر لحظه درگیری بر یکدیگر مماس باشند.

به قطر دایره متوسط، قطر دایرهٔ گام (do) نیز می‌گویند. (برحسب قرارداد، همیشه دایره متوسط را با خط و نقطه نازک مشخص می‌کنند.)

* قطر سردنده (dk) : قطر دایره‌ای که از بالاترین نقاط دندانه‌ها (از سردندانه‌ها) عبور می‌کند.
* قطر پای دنده (df) : قطر دایره‌ای که از عمق دندانه‌ها (از کف دندانه‌ها) عبور می‌کند.
* ارتفاع دندانه (h) : فاصله عمودی بین سر دنده و پای‌دنده چرخ دنده است.
* ارتفاع سردنده (hk) : فاصله عمودی سردنده تا دایره گام
* ارتفاع پای دنده (hf) : ارتفاع عمودی پای دنده تا دایره گام
* عرض دندانه (b) : پهنای بخش دندانه شده چرخ دنده را عرض یا ضخامت چرخ دنده می‌گویند.



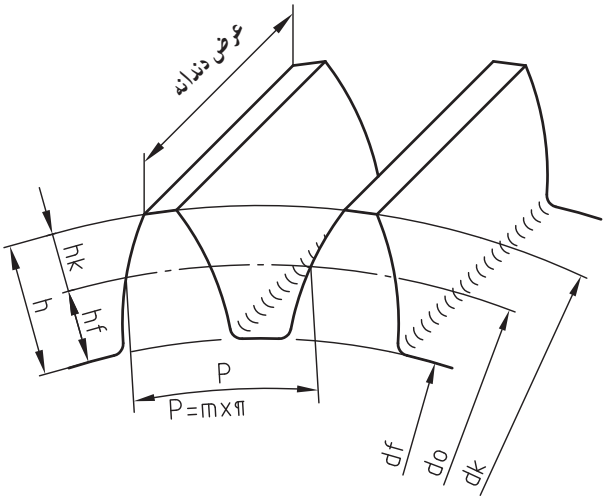
* گام (p) :فاصله دو دندانه مجاور واقع بر روی دایره گام را می‌گویند.

* تعداد دندانه در هر چرخ دنده را با نماد z نشان می‌دهند که باید عدد صحیح باشد.

مدول m : مدول یک عدد انتخابی برحسب میلی‌متر (کمیت مشخصه دنده‌زنی) است که نشان‌دهنده بزرگی یا کوچکی دندانه‌های چرخ دندانه است.

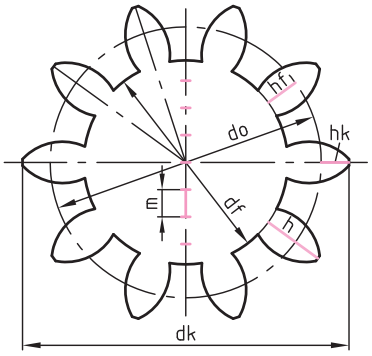
مدول از تقسیم گام بر عدد پی به‌دست می‌آید :

$$m = \frac{P}{\pi}$$



* محیط دایره گام برابر است با حاصل ضرب تعداد دندانه‌ها (z) در گام دایره‌ای (p)

با در دست داشتن مدول (m) و تعداد دندانه (z) می‌توان سایر مقادیر مهم یک چرخ دنده معمولی را تعیین کرد.



بیشتر بدانیم

برخی از روابط مهم

قطر تقسیم $do = m \times z$

قطر خارجی $dk = do + ۲m = m(z + ۲)$

قطر داخلی $df = dk - ۲h$

ارتفاع دنده $h = ۲/۱۶۷m$

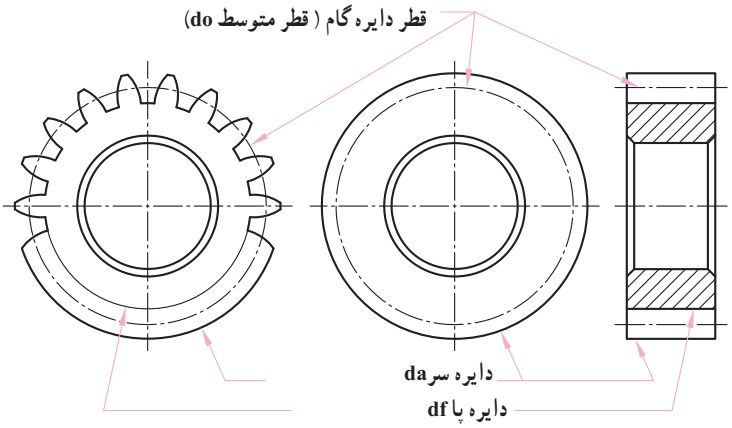
ارتفاع سردنده $hk = m$

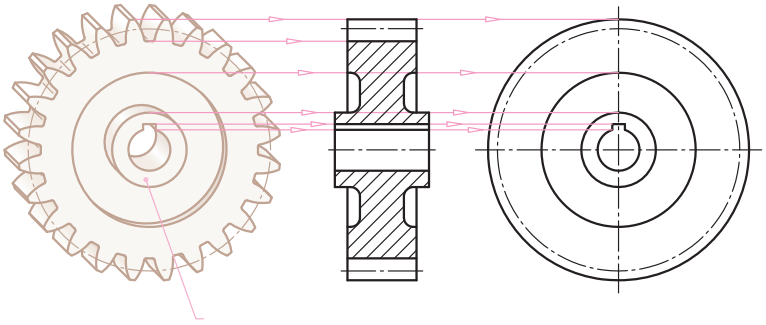
ارتفاع پای دنده $hf = ۱/۱۶۷m$

لقی بین دوچرخ‌دنده $c = ۰/۱۶۷m$

عرض دندانه $b \simeq ۱۰m$

نمایش چرخ دنده‌های ساده در نقشه : با توجه به اینکه چرخ دنده‌ها اکثراً استاندارد هستند و برای ترسیم آنها وقت زیادی صرف می‌شود، جهت صرفه‌جویی در وقت و سهولت در ترسیم ، آنها را به روش‌های زیر نمایش می‌دهند.





چرخ دنده‌ها را معمولاً در دو تصویر نمایش می‌دهند :

تصویر از جلو و تصویر جانبی (تصویری که پهنای چرخ دنده را نشان می‌دهد، معمولاً در برش ساده یا نیم برش نشان می‌دهند.)

دندانه‌های چرخ دنده‌ها جزء استثنائات برش هستند و داخل آنها هاشور ترسیم نمی‌شود.

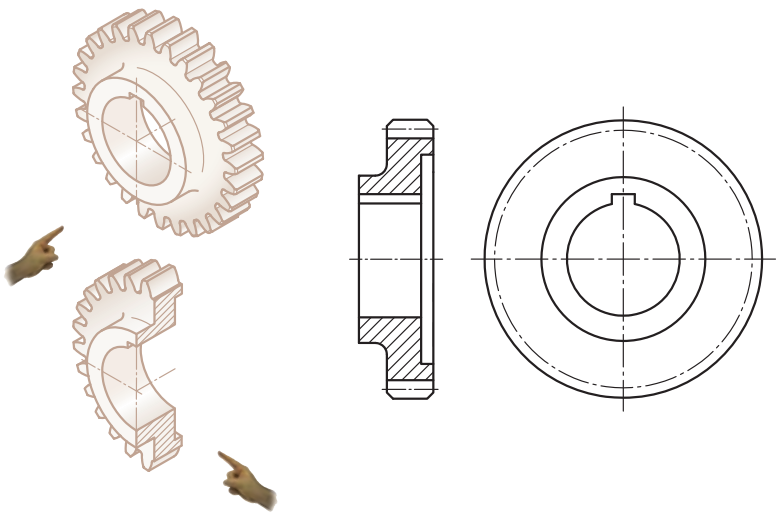
قطر دایره سردنده و قطر da (قطر خارجی) را با خط پر ضخیم (خط اصلی) نشان می‌دهند.

دایره پای دنده df (قطر کوچک) در نمایی که چرخ دنده را به صورت دایره نشان می‌دهند ترسیم نمی‌شود.

قطر دایره گام do (قطر متوسط) با خط و نقطه نازک نمایش داده می‌شود.

* چنانچه چرخ دنده توپی داشته باشد، قطر توپی با خط اصلی نشان داده می‌شود.

مثال

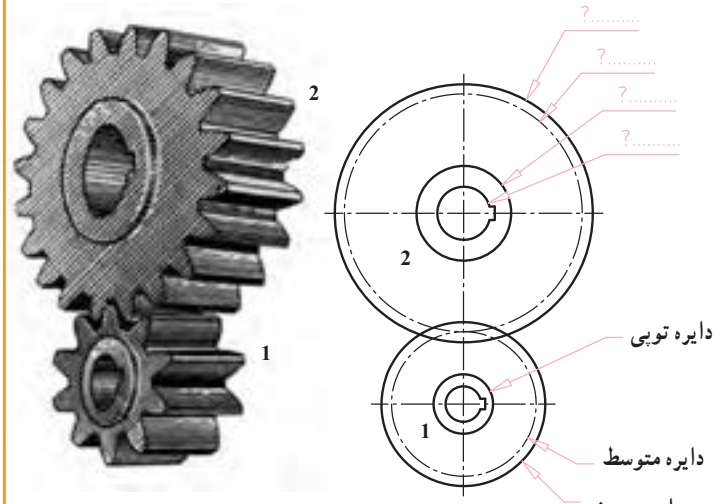


ر.ک.ب. صفحهٔ ۸۷ کتاب کار

درگیری دو چرخ دنده ساده : شکل ۱ درگیری دو چرخ دنده ساده را نشان می‌دهد. در شکل ۲ مشاهده می‌کنید که قطر متوسط چرخ دنده (دایره‌های گام) با یکدیگر مماس می‌شوند. برای دو زوج چرخ دنده درگیر نیز ــ همانند چرخ دنده ساده ــ به ترسیم دایره سردنده و دایره گام، اکتفا می‌شود.

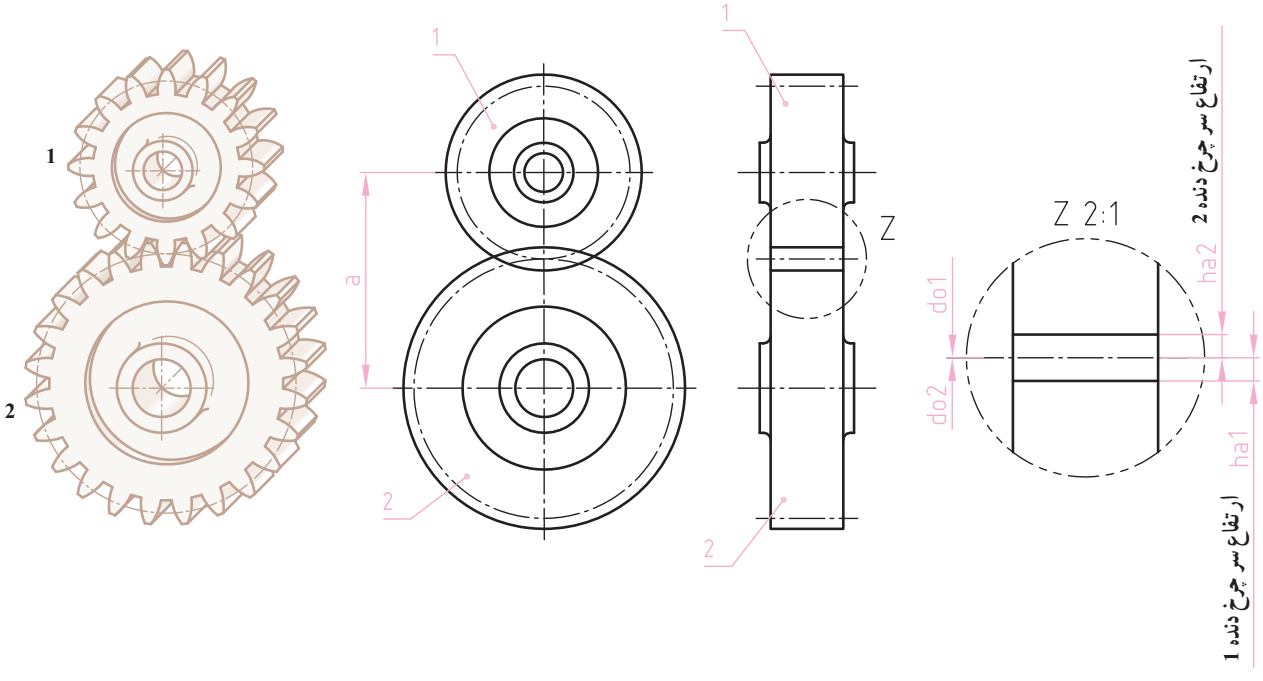
* مشخصات مورد نظر را روی چرخ دنده ۲ (نقشه شکل ۲) یادداشت کنید.

شکل ۱

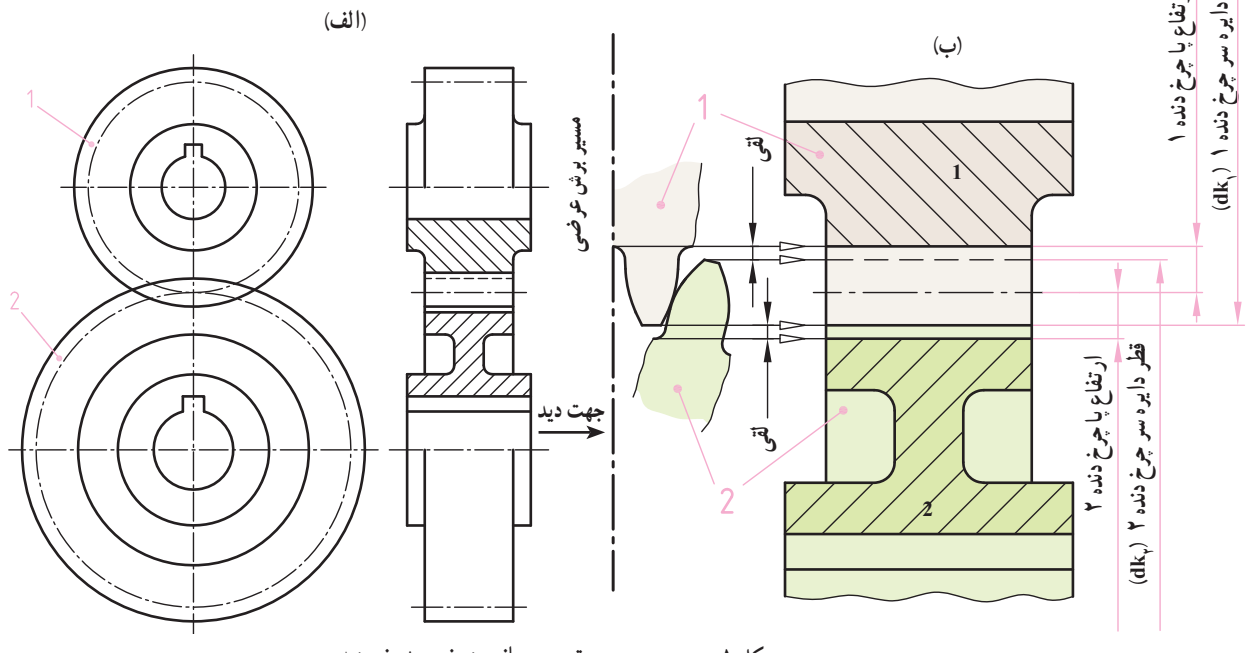


شکل ۲

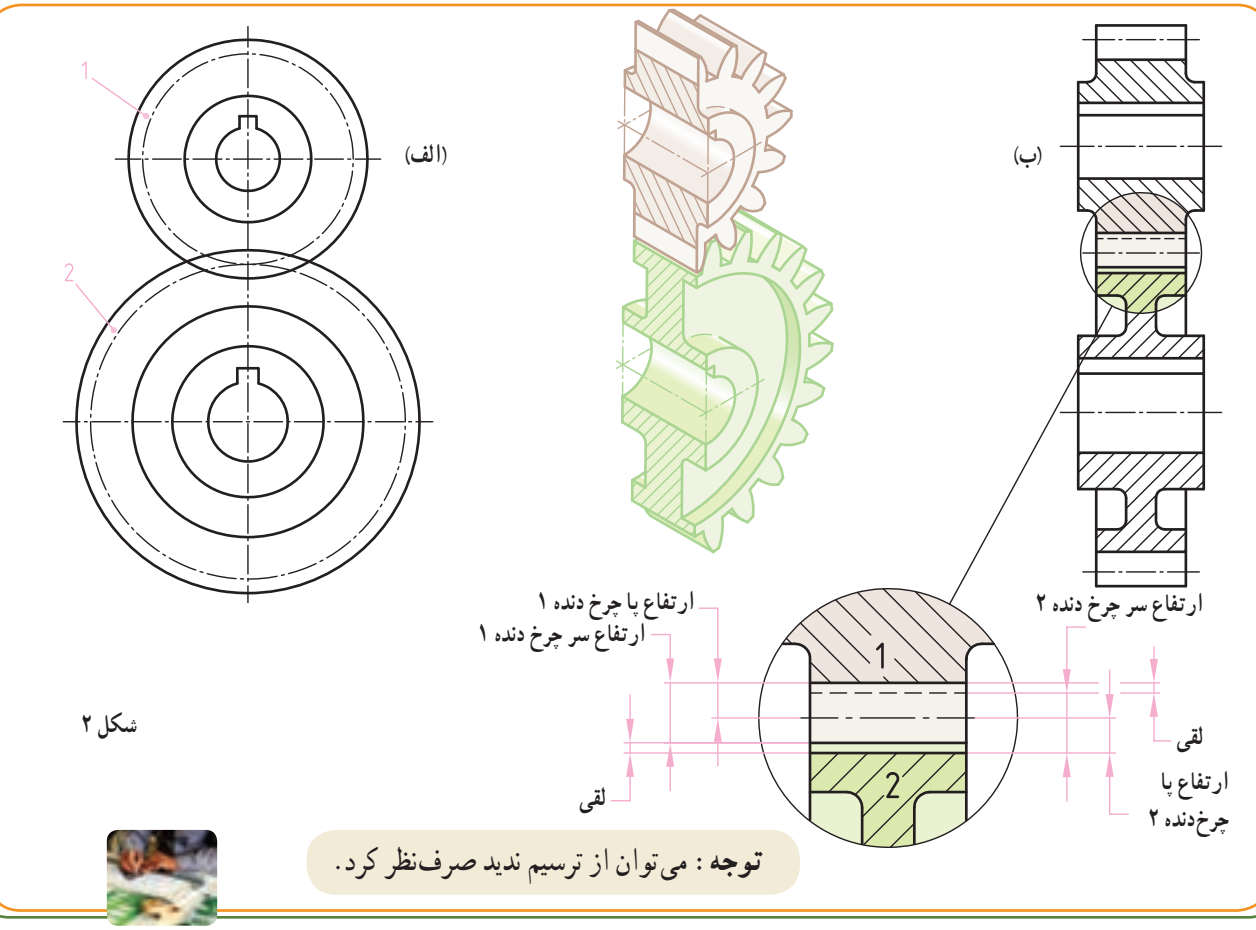
شکل زیر دو تصویر رو به رو و جانبی برای زوج چرخ دنده ساده را در حالت درگیری نشان می‌دهد.



به شکل‌های ۱ و ۲ که جزئیات بیشتری از درگیری دو چرخ دنده ساده را نشان می‌دهند، توجه کنید.



تصویر قائم — تصویر جانبی در نیم‌برش نیم‌دید — شکل ۱



شکل ۲

توجه : می‌توان از ترسیم ندید صرف‌نظر کرد.

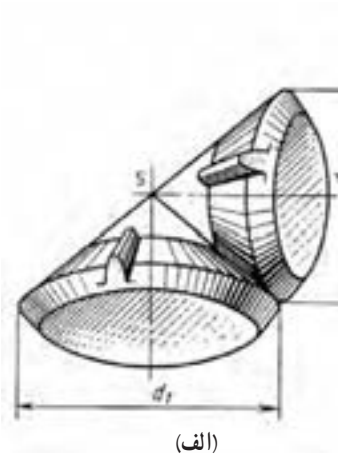
ر.ک.به. صفحهٔ ۸۸ کتاب کار

چرخ دنده‌های مخروطی

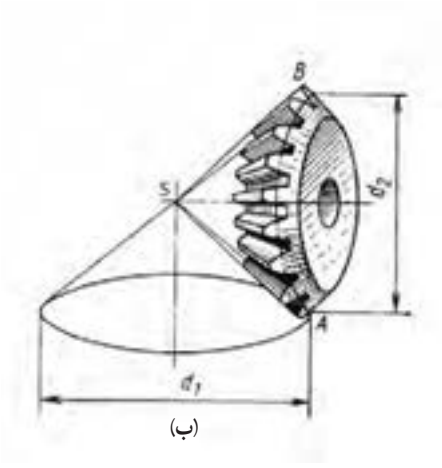
همانند چرخ دنده‌های ساده برای ترسیم و نقشه خوانی چرخ دنده‌های مخروطی تا حدودی به شناسایی و اجزای این نوع چرخ دنده‌ها نیاز داریم، که در زیر در مورد مهم‌ترین آنها توضیحات مختصری ارائه می‌شود.

چرخ‌دنده‌های مخروطی اغلب برای انتقال نیرو و حرکت بین دو محور متعامد (زاویه دو محور ۹۰°) کاربرد دارند. تماس دندانه‌ها روی مخروط‌های گام دو چرخ انجام می‌گیرد (شکل ۱ــ الف). رئوس مخروط‌های گام دو چرخ‌دنده بایستی در نقطه S محل تلاقی دو محور قرار گیرد. پروفیل دندانه‌های چرخ دنده مخروطی به طرف رأس مشترک کوچک‌تر می‌شوند، لذا مدول و گام دندانه آنها در طول دندانه متغیر است.

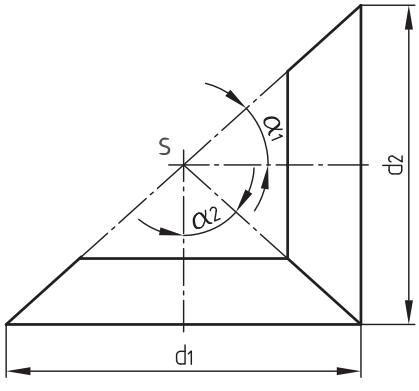
چرخ دنده‌های مخروطی از مخروط‌های ناقص، مطابق (شکل ۱ــ ب) با رأس S و مولد SA تشکیل شده‌اند.



(الف)



(ب)



(پ)

شکل ۱

تعاریف

مخروط گام (مخروط تقسیم) : این مخروط توسط قطر دایره گام و زاویه α (زاویه مخروط گام) مشخص می‌شود.

❊ **مخروط تکمیلی** : عبارت است از مخروطی که مولدهای آن به مولدهای مخروط گام عمود هستند.

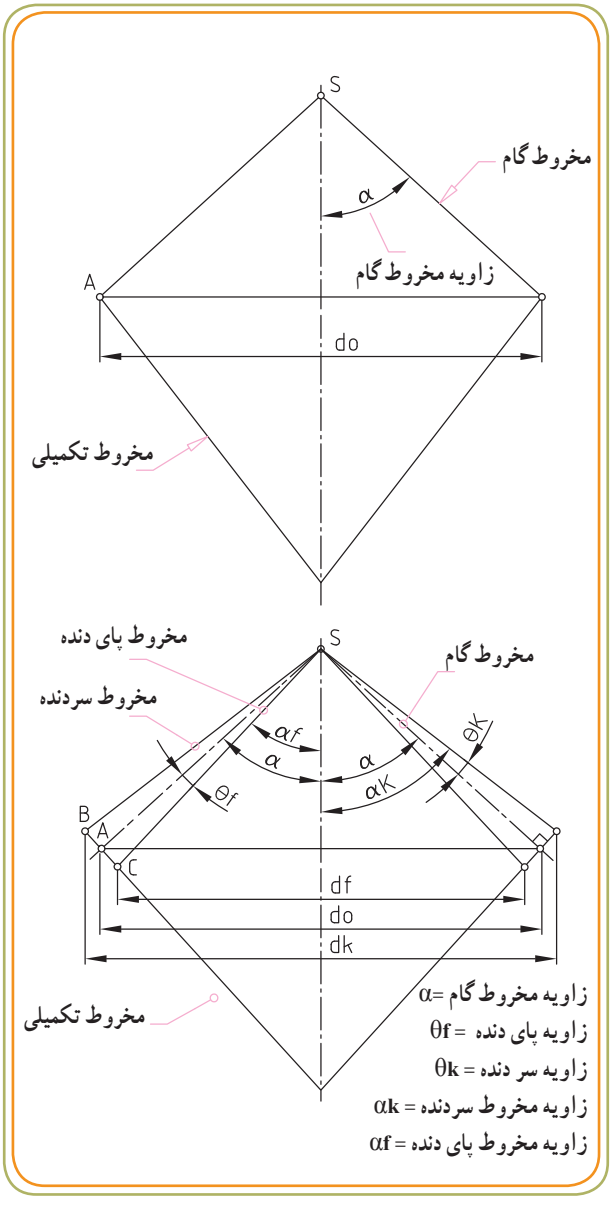
(محل برخورد قطر دایره مخروط گام را با مخروط تکمیلی، قطر اولیه می‌نامند و آن را با do نمایش می‌دهند.)

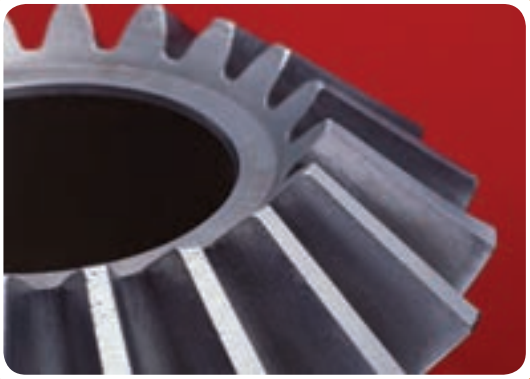
❊ **مخروط سردنده** : عبارت است از مخروطی که مولد آن از رأس S بگذرد. زاویه این مخروط توسط قطر سر دنده dk و زاویه مخروط سردنده (αK) مشخص می‌شود.

$$\alpha K = \alpha + \theta K$$

❊ **مخروط پای‌دنده** : عبارت است از مخروطی که مولد آن از پای دنده‌ها بگذرد. این مخروط توسط قطر پای دنده df و زاویه مخروط پای دنده (αf) مشخص می‌شود.

$$\alpha f = \alpha - \theta f$$





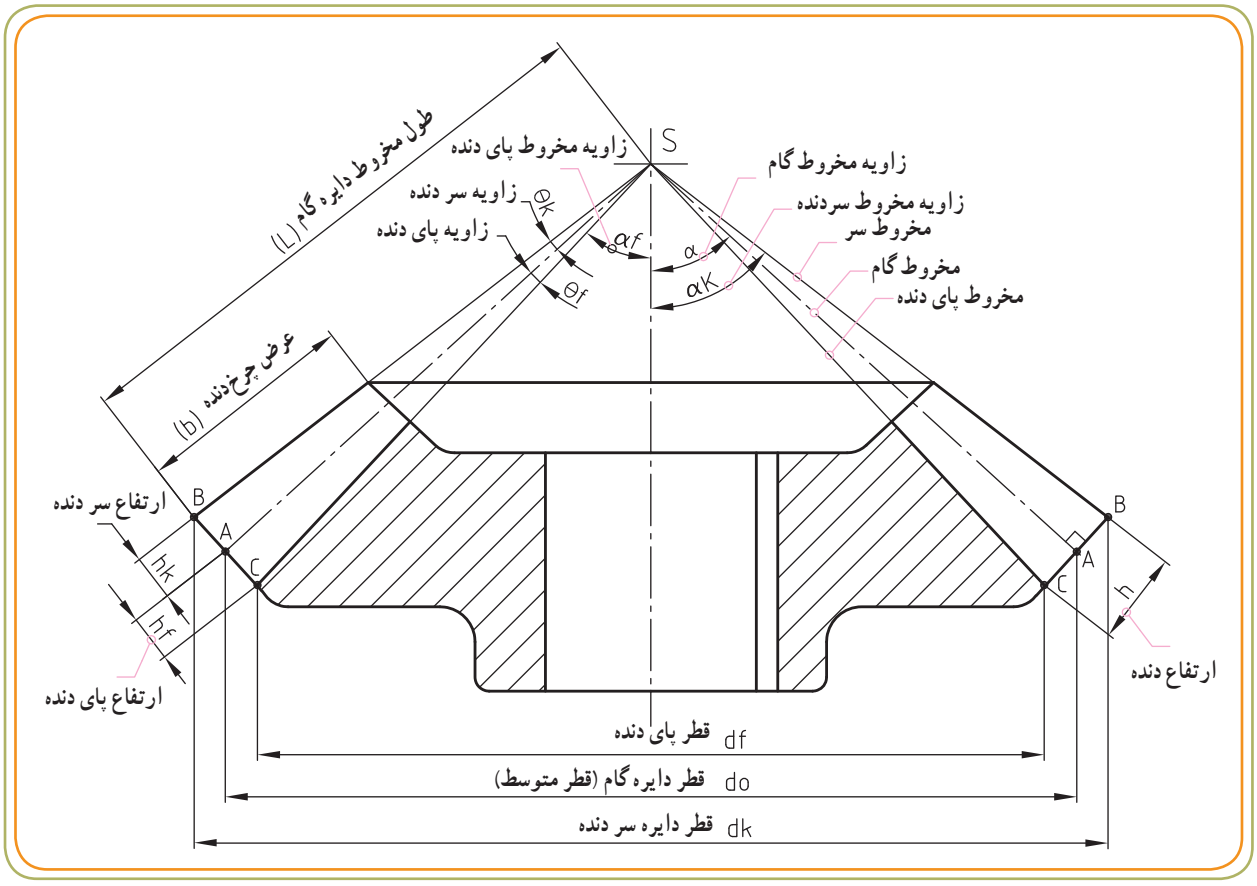
مدول : چون چرخ دنده مخروطی است، ارتفاع دندانه‌ها در طول دنده تغییر می‌کند. به عبارت دیگر گام و ارتفاع دندانه‌ها به سمت رأس مخروط باریک می‌شوند. بنابراین چرخ دنده مخروطی در هر نقطه از عرض دندانه دارای مدول‌های متفاوتی است، لذا برای محاسبات یا ترسیم نقشه چرخ دنده مخروطی، بزرگ ترین مدول آن (ma) را در نظر می‌گیرند.

hk ارتفاع سردنده : عبارت است از فاصله دایره گام تا دایره سر دنده

ارتفاع سردندانه (hk) برابر با مدول ma است. hk=ma

hf ارتفاع پای‌دنده : عبارت است از فاصله دایره گام تا دایره پای دنده

h ارتفاع دنده : فاصله بین دایره سردنده و دایره پای‌دنده (ته‌دنده) را ارتفاع دنده می‌نامند. این فاصله از مجموع ارتفاع سر دنده kh و ارتفاع پای دنده fh به دست می‌آید.



بیشتر بدانیم

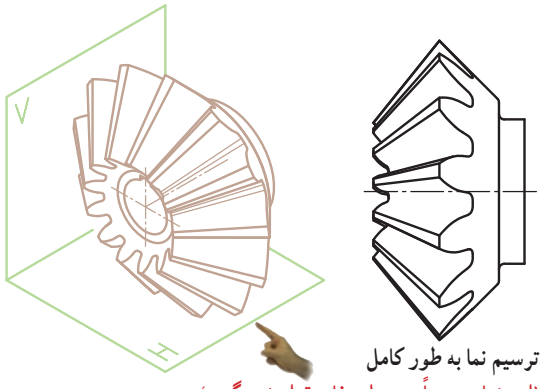
hk = ma	$b \simeq L/3$	h = hk+hf	αk=α+θk	dk=do+۲ma×cosα
hf =1.16ma	αf=α−θf	df=do−2.33ma×cosα	L=do/۲sinα	

نمایش چرخ دنده مخروطی در نقشه

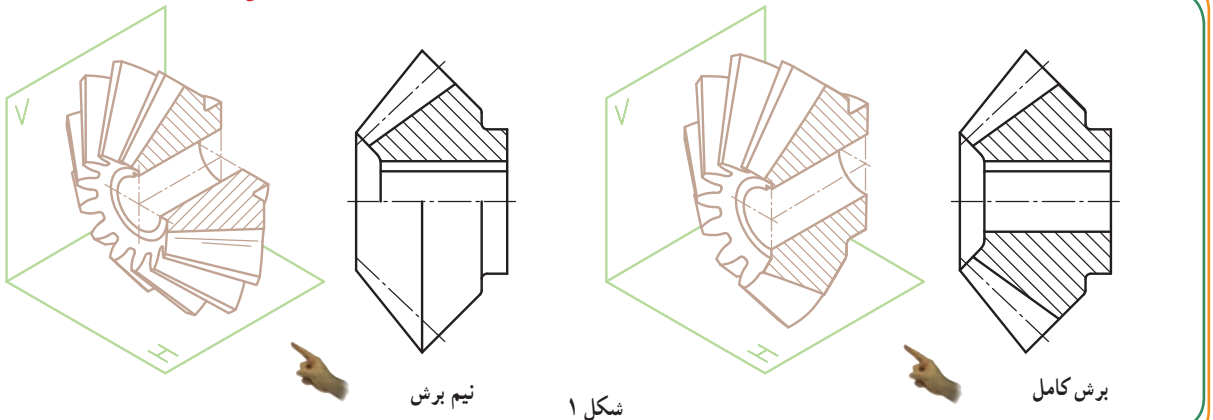
چرخ دنده‌های مخروطی همانند چرخ دنده‌های ساده در دو تصویر نمایش داده می‌شوند :

نمای روبه رو و نمای جانبی

۱ــ زمانی که جهت دید عمود بر محور چرخ دنده باشد (شکل ۱). در چنین حالتی ترسیم و درک نقشه چرخ دنده مخروطی درحالت نما دشوار خواهد بود. به شکل ۱ توجه کنید. بنابراین مشابه چرخ‌دنده‌های ساده از کشیدن دندانه‌ها به‌طور واقعی صرف نظر می‌شود و برای درک ساده و بهتر نقشه چرخ دنده مخروطی را به دو صورت نیم برش یا برش کامل مطابق تصاویر زیر معرفی می‌کنند.



ترسیم نما به طور کامل
(این نما ترجیحاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرد)

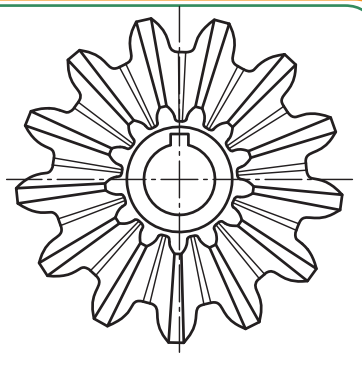


برش کامل
نیم برش

شکل ۱

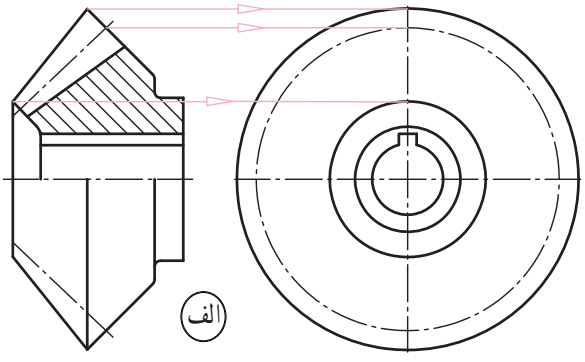
۲ــ زمانی که جهت دید در امتداد محور سوراخ چرخ دندانه باشد، (شکل ۲ــ ب). در چنین حالتی در نمای جانبی قطر دایره سردنده را با خط پُرضخیم ترسیم می‌کنند. همچنین ، قطر دایره گام (قطر متوسط) را با خط و نقطه نازک و قطر تورفتگی یا برجستگی‌های مربوط به توپی و سوراخ آن را توسط خط پرضخیم نشان می‌دهند.

در کنار نقشه چرخ دنده (مشابه چرخ دنده‌های ساده)، علاوه بر مشخصات مدول و تعداد دندانه‌ها اندازه‌های مهم و لازم دیگری نیز روی نقشه قید می‌شوند.



نمای جانبی (واقعی)
(این نما ترجیحاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرد)

ب



نمای جانبی
جهت دید : در امتداد محورسوراخ چرخ دنده

الف

نمای روبه رو درنیم برش نیم‌دید
جهت دید : عمود بر محور چرخ دنده

شکل ۲

ر.ک.پ. صفحهٔ ۸۹ کتاب کار

درگیری دو چرخ دنده مخروطی

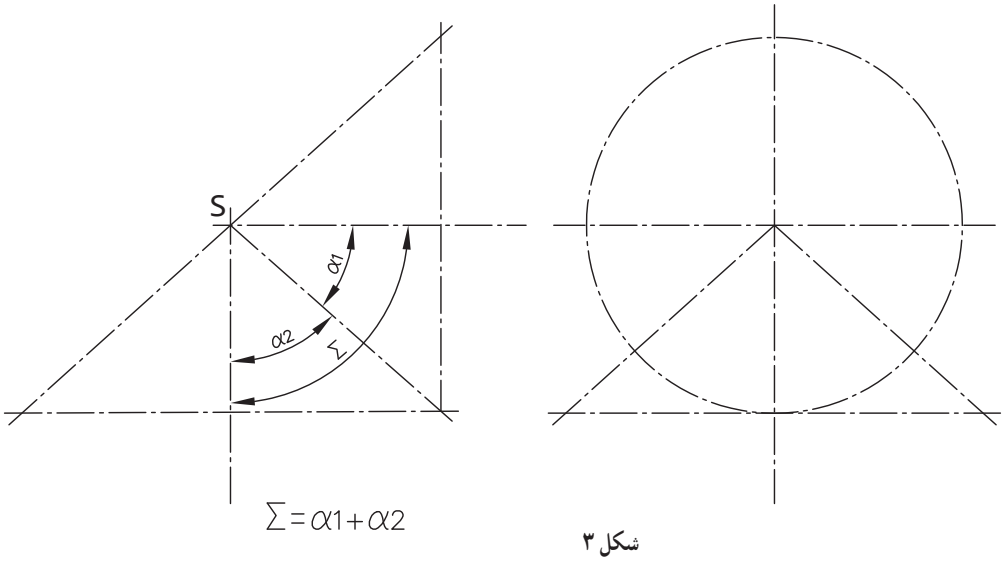
مقدار مدول و فرم دندانه‌های هردو چرخ دنده مخروطی همانند درگیری دو چرخ دنده ساده، با یکدیگر برابر و دایره متوسط (دایره گام) هر دو چرخ دنده مخروطی در حین درگیری با هم مماس‌اند (شکل ۲و۱).

شکل ۱

در نمایش دو چرخ‌دنده مخروطی، ابتدا دایره گام و مخروط گام ترسیم می‌شوند. امتداد خطوط گام زوج چرخ دنده به نقطه S ختم می‌شوند (شکل ۳).

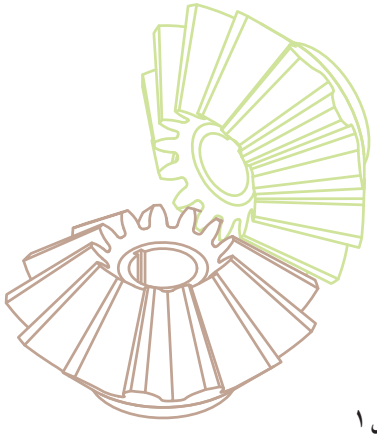
زاویه‌ای که محورهای یک زوج چرخ دنده مخروطی با هم می‌سازند، زاویه بین دو محور $\Sigma = \alpha 1 + \alpha 2$ نامیده می‌شود. زاویه بین محورها به زوایای مخروط‌های گام بستگی دارد.

شکل ۲

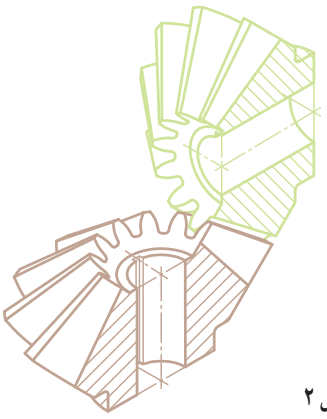


شکل ۳

شکل ۱ تصویر مجسم دو زوج چرخ دنده مخروطی را در حالت درگیری نشان می‌دهد. شکل ۲ درگیری دو زوج چرخ دنده‌ها را در حالت برش نمایش می‌دهد.

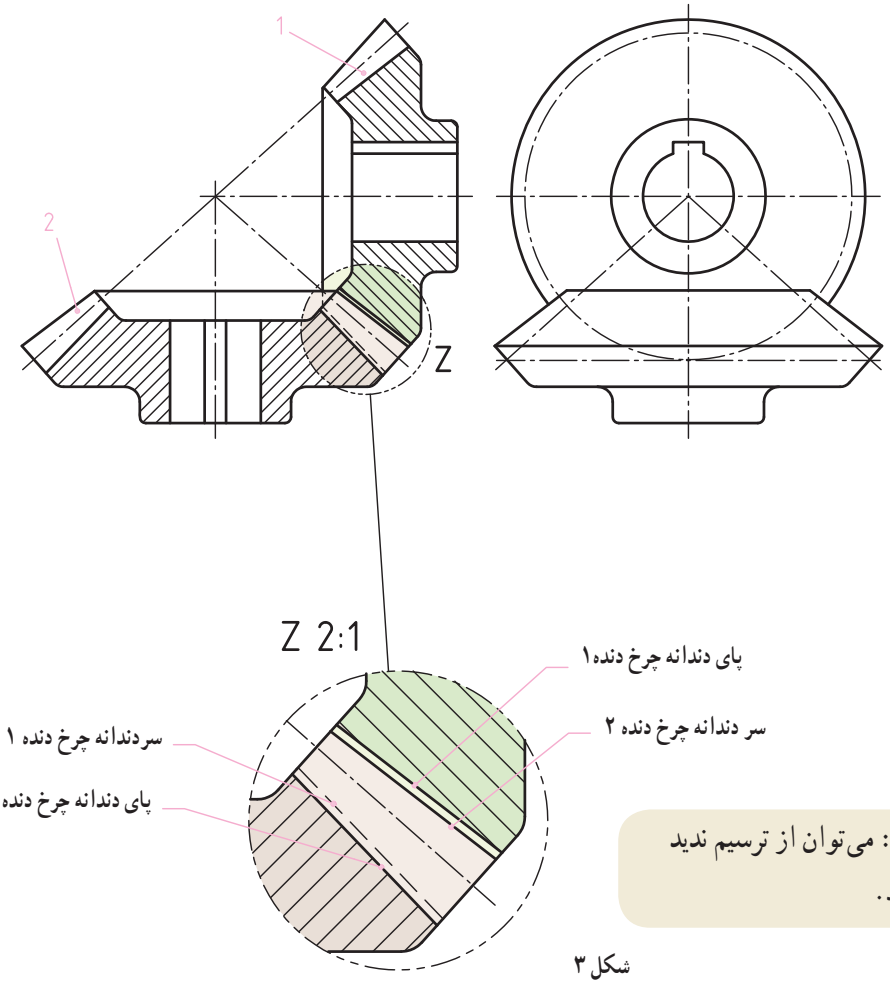


شکل ۱



شکل ۲

در شکل ۳ تصویر روبه‌رو، در برش کامل به همراه تصویر جانبی و نقشه جزئیات Z به صورت بزرگ‌نمایی شده ارائه شده است.



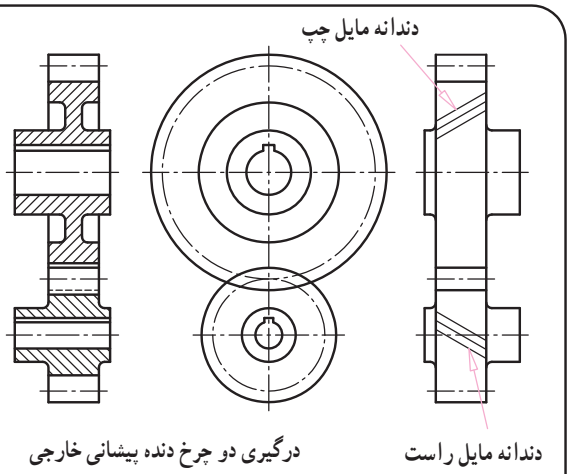
شکل ۳

توجه : می‌توان از ترسیم ندید صرف‌نظر کرد.

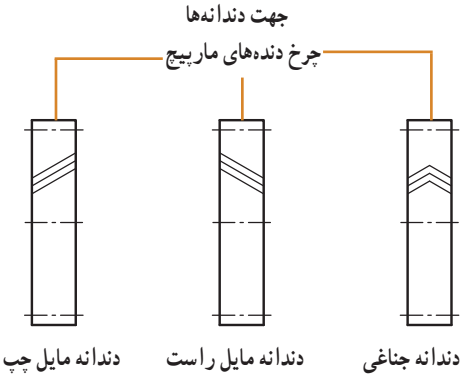
ر.ک.ب. صفحهٔ ۹۰ کتاب کار

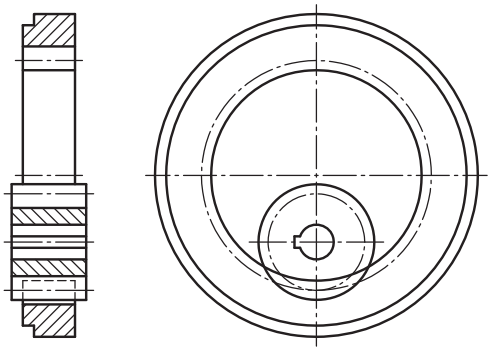
بیشتر بدانیم

جدول زیر نحوه نمایش برخی از چرخ دنده‌ها به همراه چرخ زنجیر و چرخ تسمه را جهت اطلاعات بیشتر به شما معرفی می‌کند.

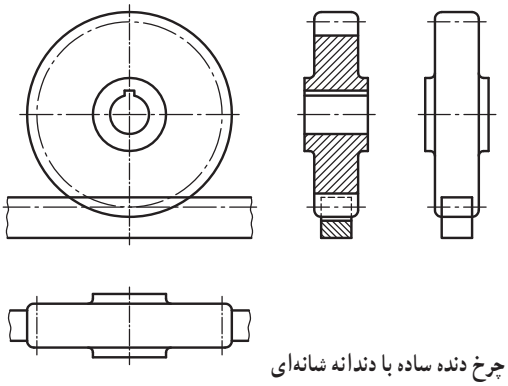


درگیری دو چرخ دنده پیشانی خارجی

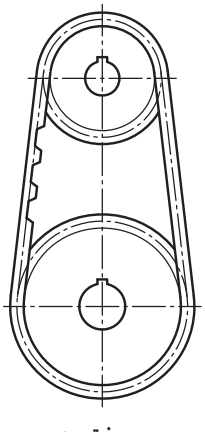




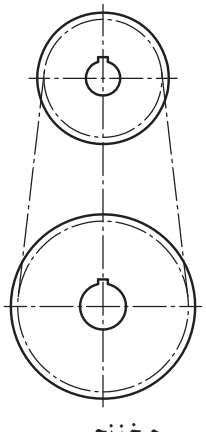
درگیری چرخ دنده خارجی با چرخ‌دنده داخلی ساده



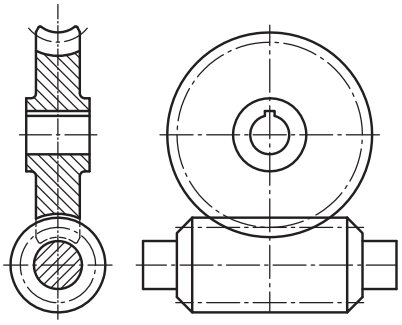
چرخ دنده ساده با دندانه شانه‌ای



چرخ تسمه



چرخ زنجیر



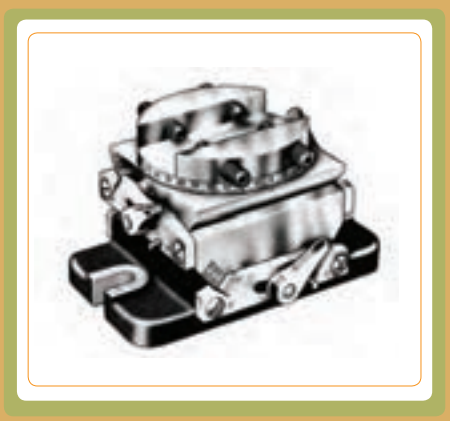
چرخ حلزون و پیچ حلزون

نقشه‌های ترکیبی

آشنایی با نقشه‌های ترکیبی

بخش پنجم

فصل ۱



همـــان طور که می‌دانید، برای ســـاخت هر محصول به تهیهٔ نقشهٔ آن نیاز داریم. محصولات و دستگاه‌های فراوانی وجود دارند که برای تـولید آنها نقشه‌های متعددی باید ترسیم شوند. «نقشه‌های ترکیبی» این محصولات از ده‌ها، صدها و در برخی از موارد هزاران قطعه تشکیل شده است. شکل زیر یک نمونه را نشان می‌دهد.

این مجموعه از تعدادی قطعهٔ مجزا تشکیل شده، که برای ســـاخت هر کدام از آنها لازم است نقشه‌های اجرایی مختلفی تهیه شود. همچنین تهیهٔ یک «نقشهٔ ترکیبی» برای این مجموعه می‌تواند به درک ارتباط قطعـــات با همدیگر و موقعیت آنها کمک کند و در حین «مونتاژ قطعات[1]» نیز مفید واقع گردد.

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- ویژگی‌های یک نقشه ترکیبی را نام ببرد.
- مؤلفه‌های شناسایی نقشه ترکیبی را توضیح دهد.
- روش‌های تفکیک (دمونتاژ) قطعات را از روی نقشه ترکیبی توضیح دهد.
- روش‌های سوار کردن (مونتاژ) را برای ترسیم نقشه ترکیبی توضیح دهد.

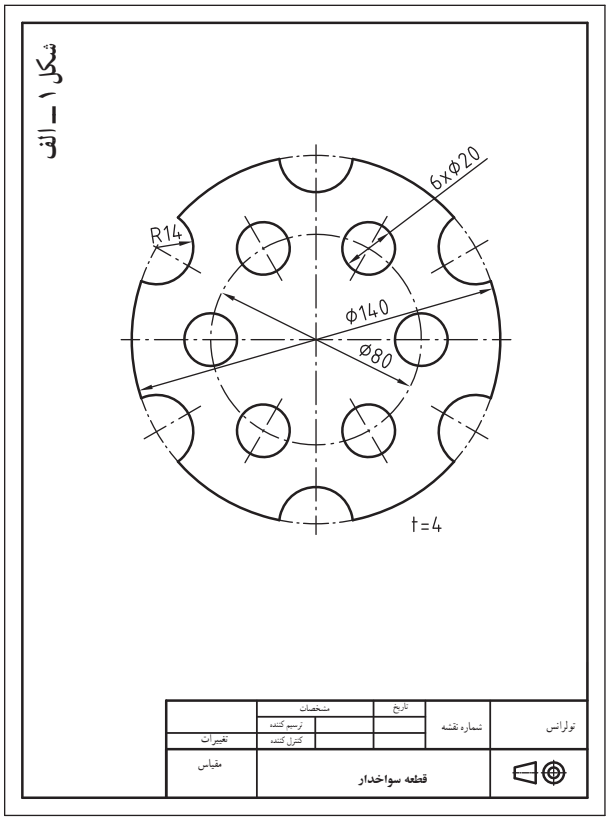
۱ــ montage مونتاژ (سوار کردن)

آشنایی با نقشه‌های ترکیبی

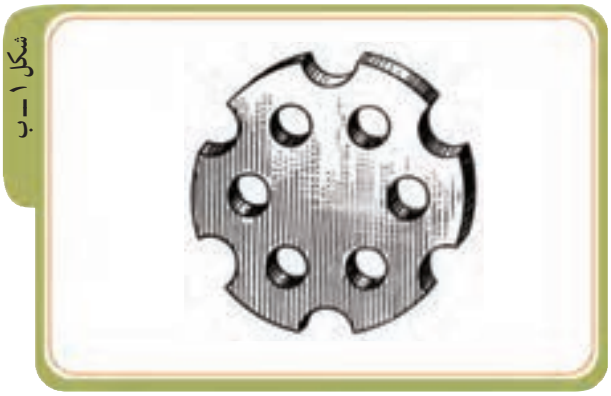
نقشهٔ ترکیبی نقشه‌ای است که از چند قطعه تشکیل شده باشد. اصطلاح نقشهٔ ترکیبی در مقابل «نقشهٔ ساده» به کار می‌رود. اگر نقشه تنها مربوط به یک قطعه باشد، آن را «نقشهٔ ساده» می‌گویند.

شکل ۱ــ الف نقشهٔ سادهٔ یک جسمِ واحد را نشان می‌دهد و شکل ۱ ــ ب تصویر مجسم مربوط به آن است.

شکل ۱ ــ الف

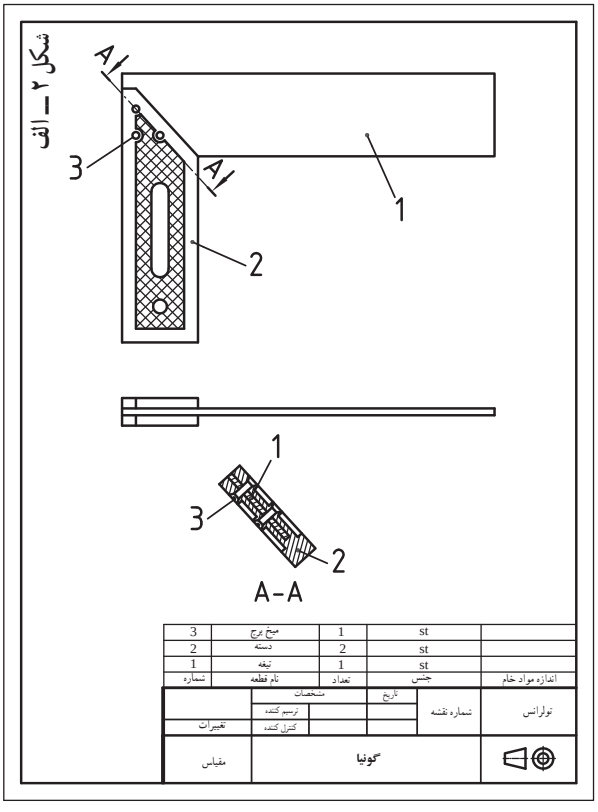


شکل ۱ ــ ب



اگر تصاویری از یک مجموعه چند قطعه‌ای (مثل گونیا)، تهیه کنیم می‌گوییم «نقشهٔ ترکیبی» ترسیم کرده‌ایم (شکل ۲ــ الف). یک نقشهٔ ترکیبی مجموعه‌ای از قطعات را در کنار هم نشان می‌دهد که هر کدام از قطعات هدف و کاربرد معین و مشخصی دارند. مثلاً در این گونیا، وظیفهٔ قطعهٔ ۲ در نقش نگه دارندهٔ تیغهٔ ۱ و همزمان در نقش دستگیره به وظیفهٔ خود عمل می‌کند. شکل ۲ــ ب تصویر این گونیا را نشان می‌دهد.

شکل ۲ ــ الف



شکل ۲ ــ ب

نقشهٔ ترکیبی را «نقشهٔ مرکب» نیز می‌نامند.

وظیفهٔ نقشهٔ ترکیبی

نقشهٔ ترکیبی وظیفه دارد قطعات یک مکانیزم را معرفی کند. تصاویر مقابل مجموعه‌ای از قطعات یک جعبه دنده را نشان می‌دهند. برای معرفی عملکرد و موقعیت این قطعات نسبت به همدیگر، علاوه بر نقشه تک تک قطعات نیاز به تهیه نقشه مرکب نیز وجود دارد.

در تصاویر زیر مکانیزم‌هایی را می‌بینید که برای ساختن آنها نیاز به تهیه نقشه‌های ساده تک تک قطعات و همچنین نقشه‌های ترکیبی آنها است.

* نام هرکدام از آنها را در زیر تصاویرشان یادداشت کنید.

۱ .....

۲ .....

۳ .....

۴ .....

۵ .....

۶ .....

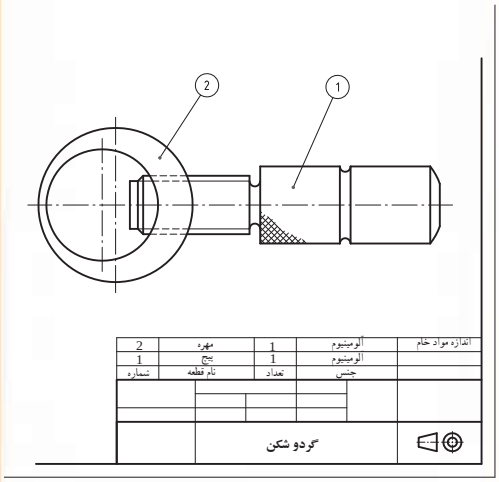
ویژگی‌های یک نقشهٔ ترکیبی

برای آنکه یک نقشهٔ ترکیبی بتواند وظیفه‌اش را به درستی انجام دهد باید یک سری ویژگی‌ها داشته باشد :

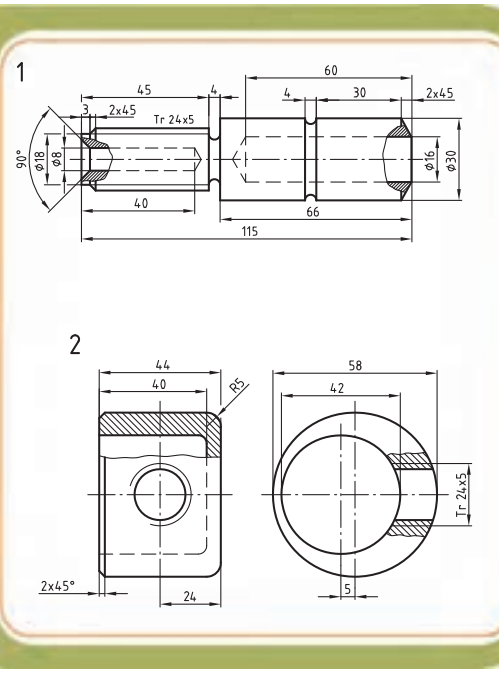
- تمامی قطعات و نحوهٔ ارتباط آنها را با یکدیگر نمایش دهد.
- اطلاعات ضروری، مانند : نام قطعات، تعداد، جنس و مشخصات استاندارد را در اختیار قرار دهد.
- کارکرد هر قطعه را نمایش دهد.

* این ا طلاعات می‌تواند با استفاده از تکنیک‌های نقشه‌کشی مانند برش، خطوط و... و یا درج در جدول مشخصات در نقشه آورده شود.

شکل الف



شکل ب



شکل الف، نقشهٔ ترکیبی و شکل ب، نقشهٔ سادهٔ قطعات یک «گردو شکن» را نشان می‌دهد.

* به نقشهٔ اجزای قطعه، که به صورت جداگانه تفکیک و ترسیم شده است، نقشهٔ دمونتاژ[1] (پیاده شده) نیز می گویند.

در یک نقشهٔ ترکیبی لازم نیست که جزئیات هر قطعه به‌طور دقیق معرفی شود. معرفی شکل هندسی دقیق هر قطعه برعهدهٔ «نقشهٔ ساده» است. نقشهٔ ترکیبی را می‌توان با حداقل تصاویر نیز نشان داد، به شرطی که :

- بهترین حالت‌های تصویر انتخاب شود.
- از برش‌های مناسب استفاده شود.
- شماره گذاری صحیح و مشخصی روی قطعات انجام شود.
- از خطوط نامرئی(ندید) غیر ضروری استفاده نشود.

۱ــ Demontag پیاده شده (دمونتاژ)

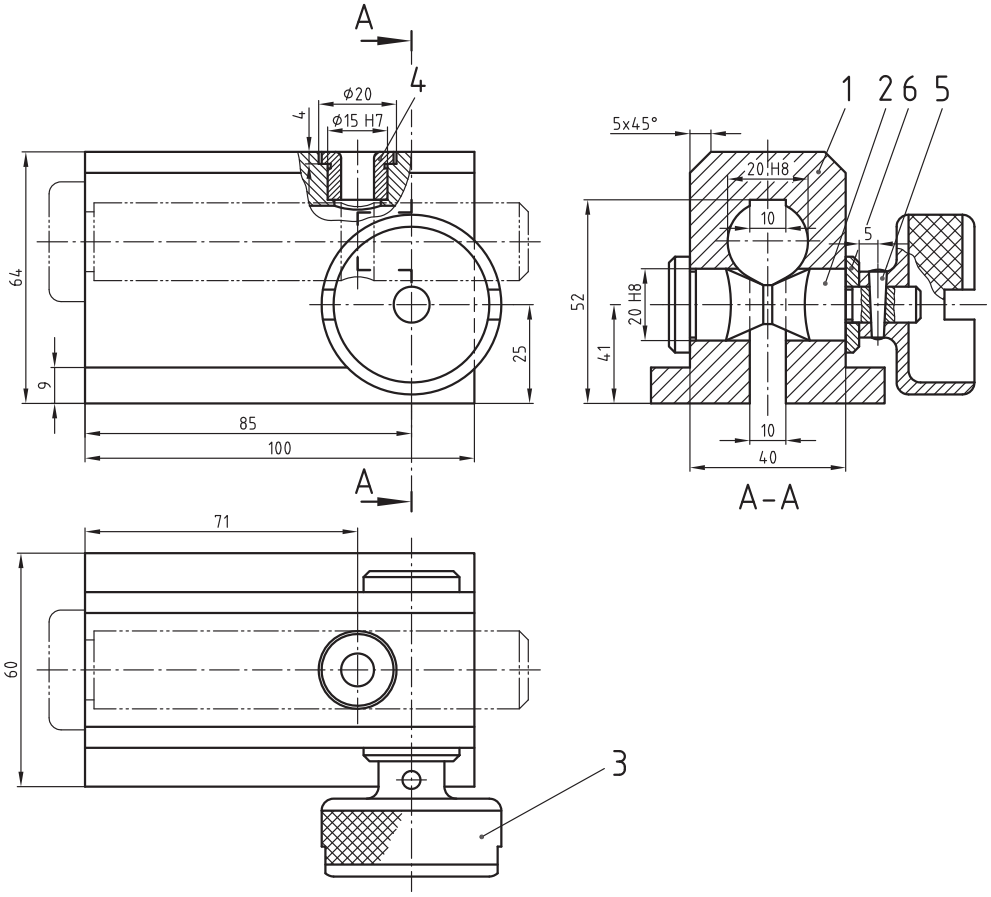
نمایش نقشه‌های ترکیبی

برای تهیه و ترسیم نقشه‌های ترکیبی باید اصولی را در نظر گرفت :

ـ قطعات مجموعهٔ نقشهٔ مرکب باید شماره داشته باشند.

ـ در موارد ضروری باید اندازه های کلی مجموعه داده شود.

مثال : نقشهٔ زیر مربوط به یک راهنما (جیگ) سوراخکاری است.



6	واشرزیر سری	1	9 S20	DIN125-B13
5	پین مخروطی	1	St 50K	ISO 2339-A-3x20
4	بوش راهنمای مته	1	C15	DIN172-B8x12
3	دستگیره آجدار	1	C15	
2	محور شیاردار	1	C15	
1	بدنهٔ راهنما	1	C45	
شماره	نام قطعه	تعداد	جنس	اندازه مواد خام

	مشخصات		تاریخ	شماره نقشه / تولرانس عمومی
	ترسیم کننده			
تغییرات	کنترل کننده			
مقیاس	راهنما (جیگ)سوراخکاری			

اجزای استاندارد (ماشین) در نقشه‌های ترکیبی

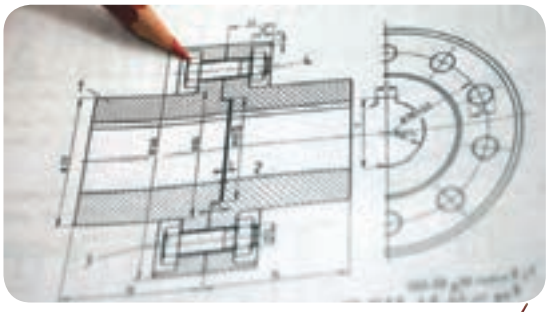
قطعات در مجموعه‌ها اغلب به یکدیگر متصل می‌شـوند تا کار خود را به طور صحیح انجام دهند. اتصال قطعات به همدیگر ممکن اسـت دائمی باشـد، مثل : اتصال توسط جوش یا پرچ. یا ممکن است اتصال به صورت غیردائمی (موقت) باشد، مثلِ : پیچ و مهره، خار، گوه و ... .

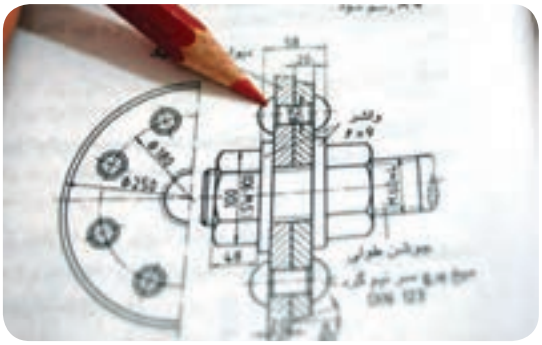
از طرف دیگر، در مجموعه‌ها ممکن است قطعات ماشین نیز وجود داشته باشد. قطعاتی مثل : میله‌ها، چرخ‌دنده‌ها، چرخ تسمه‌ها، فنرها و ... .

وظیفهٔ این قطعات در مجموعهٔ ترکیبی، انتقال نیرو یا حرکت است.

قبل از آنکه با اصول خواندن نقشه‌های‌ترکیبی‌آشنا شوید، در شـکل‌های مقابل تعدادی نقشه ارائه شـده که نشان می‌دهند در نقشـه‌های ترکیبی از «اجزای استاندارد ماشین» و یا «اجزای اتصال دهنده» اسـتفاده شده است. دربخش ۴ مطالبی را در این مورد آموخته‌اید، در اینجا به منظور یادآوری در زیر هر نقشـه نام اجزای به کار رفته در نقشهٔ مرکب را (مطابق مثال) مشخص کنید به چه موردی در نقشه ترکیبی اشاره شده است؟!

مثال : کاربرد علائم جوش در نقشه ترکیبی



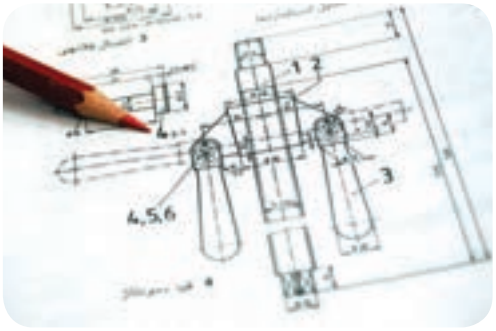


ر.ک.پـ. صفحهٔ ۹۱ کتاب کار

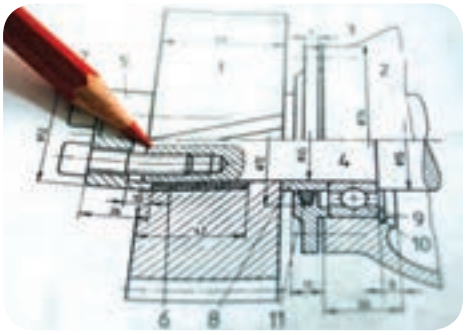
فصل ۲ اصول خواندن نقشه از روی نقشهٔ ترکیبی

برای شناسایی و تفکیک قطعات تشکیل دهندهٔ یک مجموعه از روی نقشهٔ ترکیبی، جهت درک و خواندن نقشه و ترسیم آن می‌توان از ۶ مورد زیر بهره گرفت :

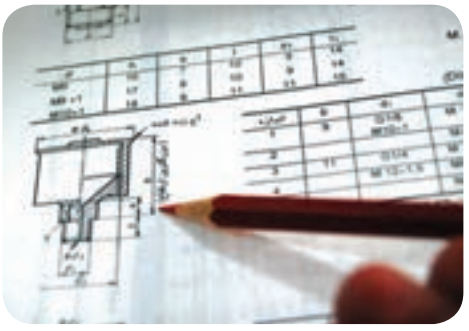
۱ــ استفاده از شماره‌های روی قطعات



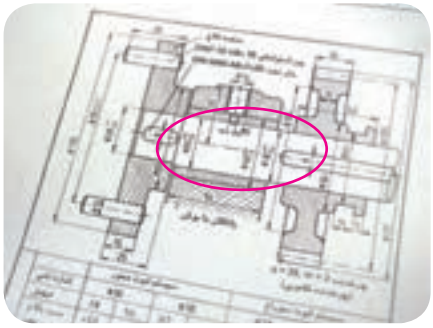
۲ــ استفاده از نوع برش و جهت هاشورها در قطعات



۳ــ استفاده از اندازه‌های کلی و جزئی بر روی نقشه‌ها



۴ــ استفاده از اندازه‌های دارای تولرانس و علائم انطباقی بر روی نقشه‌ها



۵ ــ استفاده از جدول نقشهٔ ترکیبی

۶ــ استفاده از تصویر مجسم

به کمک این ۶ مورد می‌توانید از قطعات تشکیل دهنده نقشهٔ ترکیبی درک بهتری داشته باشید. در ادامه، به معرفی هر یک از این موارد می‌پردازیم. پس از مطالعهٔ این بخش شما آمادگی آن را خواهید داشت تا به کمک یک سری نکات دیگر، قطعات یک مجموعه را از روی نقشهٔ ترکیبی آن بخوانید، نقشه‌های قطعات آن را شناسایی و تفکیک نمایید و در صورت لزوم تصاویر آنها را ترسیم کنید.

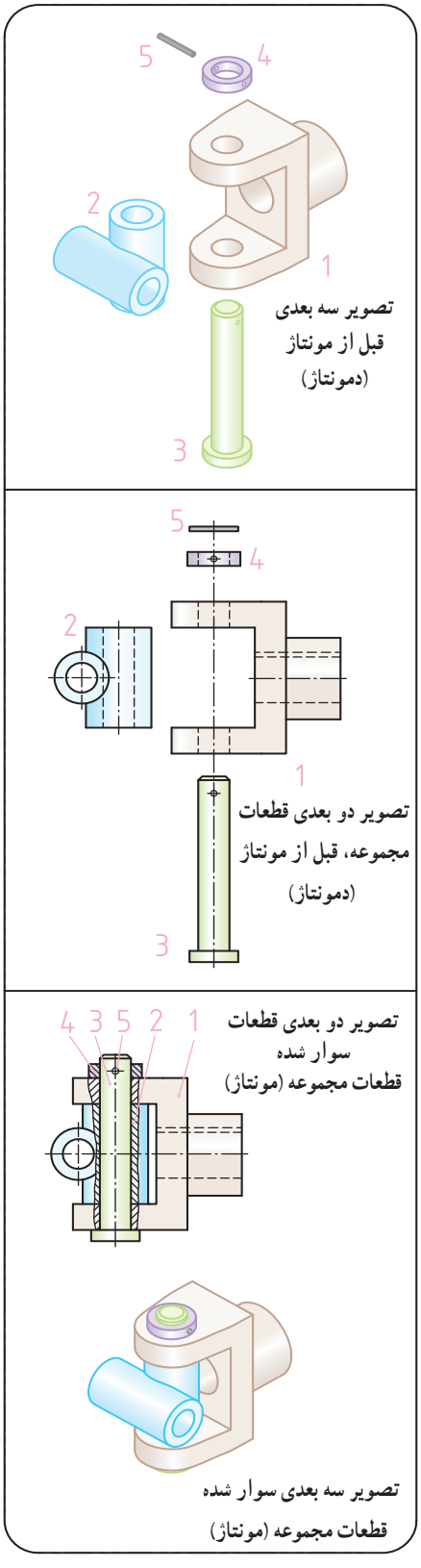
۱ــ استفاده از شماره‌های روی قطعات

هر یک از قطعات یک نقشهٔ ترکیبی با شمارهٔ قطعه مشخص می‌شوند. شمارهٔ قطعهٔ به بزرگی تقریباً دو برابر اعداد اندازه و در کنار شکل قطعهٔ به ضخامت خط اصلی نوشته می‌شود.

جهت ارتباط شماره با قطعهٔ مورد نظر از خط اشاره (خط پُرنازک) اســتفاده می شــود. انتهای خط مبنا توسط یک دایرهٔ کوچک توخالی یا توپُر به قطر حداکثر ۱mm ارتباط تصویر را با شمارهٔ قطعه برقرار می کند.

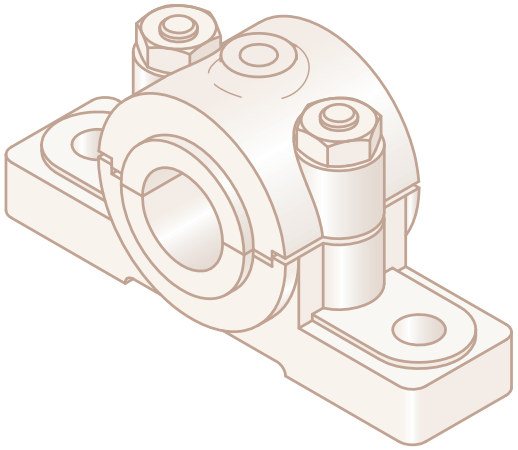
با توجه به شــماره‌های نوشــته شــده برای قطعات، خیلی سریع متوجه تعداد قطعات مجموعه نیز خواهیم شد. در مجموعه مطابق شکل تعداد قطعات پنج عدد خواهد بود.

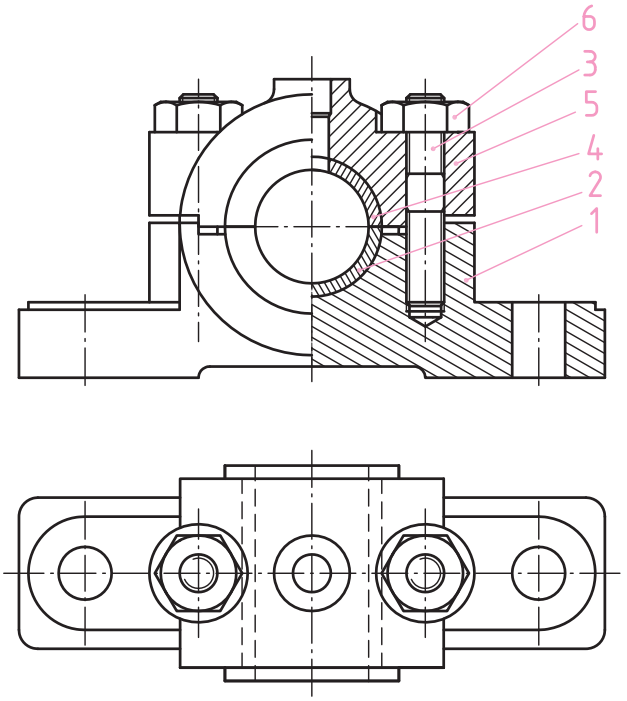
نکته : برای قطعات تکراری (یکســان) فقط یک شماره درنظر گرفته می شود.



نکته : در مواردی شـماره‌گذاری یک مجموعه به ترتیب سوار شدن قطعات شماره‌گذاری می شود.

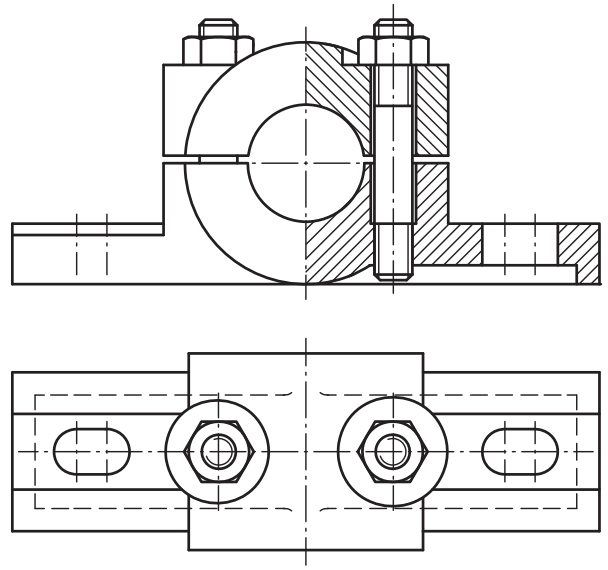
در نقشهٔ زیر قطعات یک یاتاقان به ترتیب شماره‌ها روی هم سوار می شوند.





ارزش‌یابی

نقشهٔ یاتاقان را به ترتیب سوار شدن قطعات شماره‌گذاری کنید.



ر.ک.به. صفحهٔ ۹۲ کتاب کار

۲ــ استفاده از نوع برش و جهت هاشور در قطعات

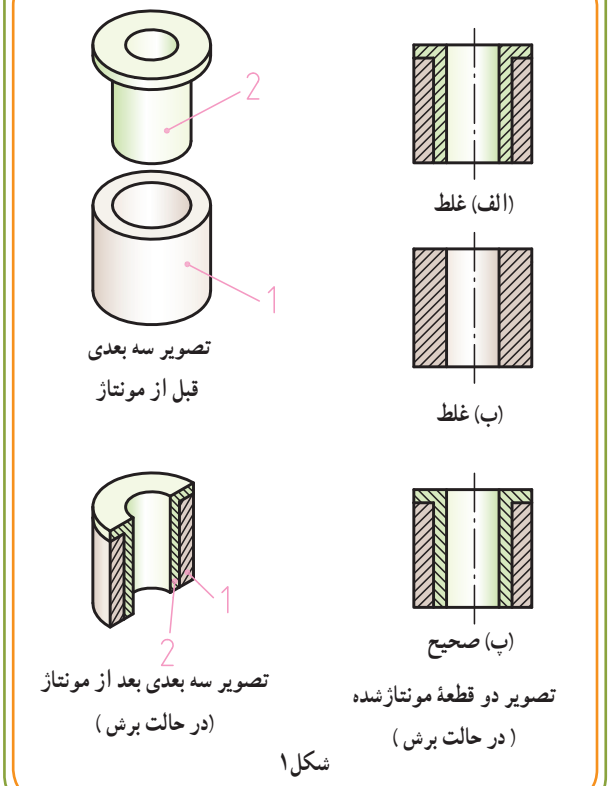
استفاده از انواع برش در نقشه‌های ترکیبی کمک مؤثری است برای خواندن آنها ؛ خصوصاً تغییر جهت هاشور برای قطعات مجاور هم، به‌خوبی مرزها را معین می‌کند.

تغییر جهت هاشور، استفاده کننده از نقشه را سریعاً به اطلاعات زیاد و گسترده‌ای می رساند.

در شکل ۱ــ الف، مطابق اصول و قواعد برش، خط هاشور از روی خط اصلی (جزئی) نمی‌تواند عبور کند. این خط اصلی مرز مشترک بین دو قطعهٔ ۱ و۲ است.

اگراین خط مرز مشترک را ــ طبق اصول برش ــ حذف کنید، مرز مشترک از بین می‌رود و شکل چنان نشان می‌دهد که یک قطعه بیشتر نیست! (شکل ۱ــ ب).

در شکل ۱ــ پ، هر دو جنبه مراعات شده است و هر قطعه برای خود جهت هاشور جداگانه‌ای دارد، در حالی که خطوط هاشور به خط مرزی مشترک منتهی می‌شوند.



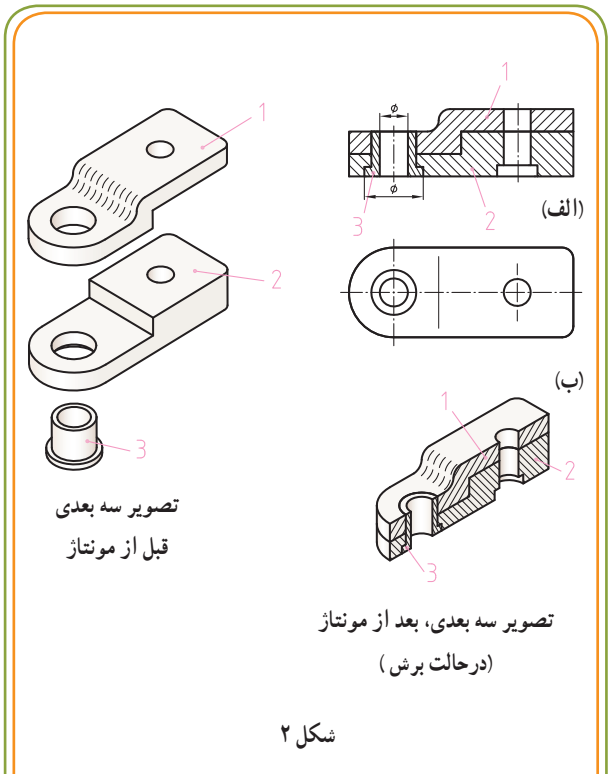
شکل۱

در مورد نقشه‌های ترکیبی که بیشتر از دو قطعه دارند و دارای مرز مشترک با همدیگرند، از خطوط هاشور با فاصلهٔ کمتر یا بیشتر استفاده می‌شود (مثل قطعهٔ ۳ در شکل۲ــ الف).

در صورتی که قطعات ترکیبی در یک تصویر ارائه شده باشند، علائم اندازه‌گذاری مثل، Ø و□ . . . کمک کننده خواهد بود (شکل۲ــ الف).

زمانی که به درستی از برش استفاده شود، می‌توان از کشیدن خطوط ندید صرف نظر کرد تا نقشه شلوغ نشود.

با ترسیم نمای روبه رو در برش، از ترسیم ندید خزینه سوراخ‌ها در تصویر افقی (شکل۲ــ ب) صرف نظر شده است.



شکل ۲

مثال : در نقشهٔ ترکیبی می توان از انواع مختلف برش به طور همزمان استفاده کرد.

آیا می‌توانید حدس بزنید این نقشه متعلق به چیست ؟

.....

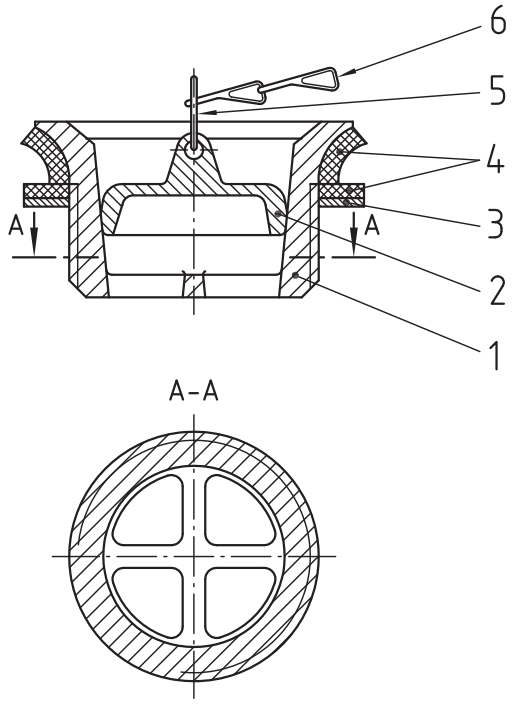
.....

.....

.....

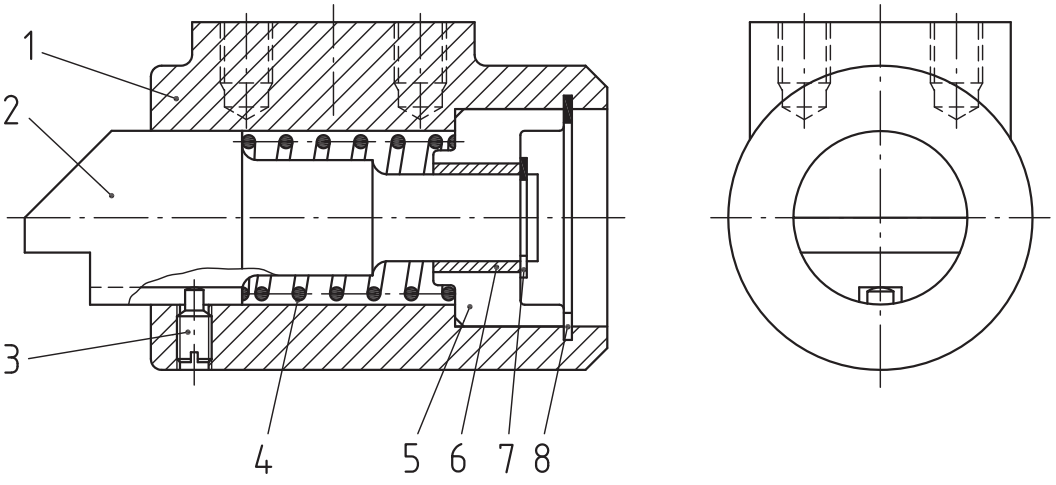
.....

.....



ارزش‌یابی

در نقشهٔ زبانهٔ کشویی زیر با ترسیم هاشور(توسط خط‌کش و گونیا) در قطعات ۲ و۵،نقشهٔ ترکیبی را کامل کنید.



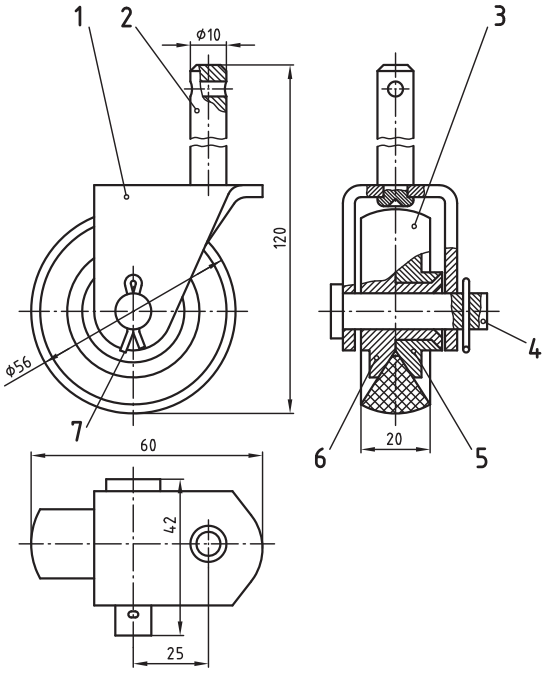
ر.ک.پـ. صفحهٔ ۹۳ کتاب کار

۳ــ استفاده از اندازه‌های کلی و جزئی بر روی نقشه‌ها

معمولاً در نقشه‌های ترکیبی اندازه های کلی و مؤثر داده می‌شود. مثلاً بزرگ‌ترین طول، بزرگ‌ترین عرض یا بزرگ‌ترین ارتفاع، طول درگیری، اندازهٔ آچارخور و.... یا موقعیت قطعات نسبت به یکدیگر یا نسبت به یک سطح مبنا.

شکل مقابل، نقشهٔ پایهٔ چرخ را نشان می‌دهد.

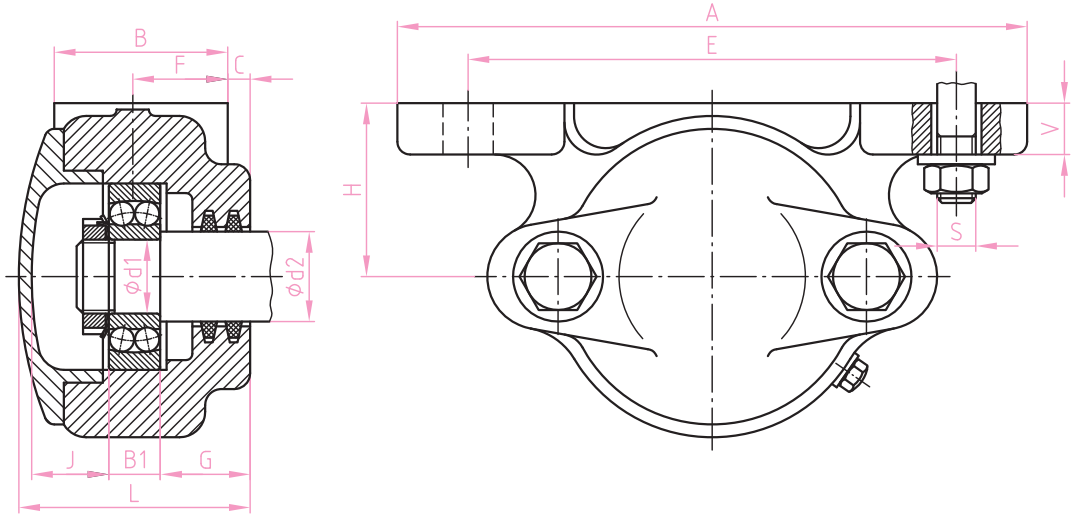
اندازه‌ها می‌توانند به درک بهتر قطعات و موقعیت آنها نسبت به قطعات مجاورشان کمک کنند.



شکل زیر نمونهٔ دیگری از کاربرد اندازه‌های اصلی و مهم در یک نقشهٔ ترکیبی است.

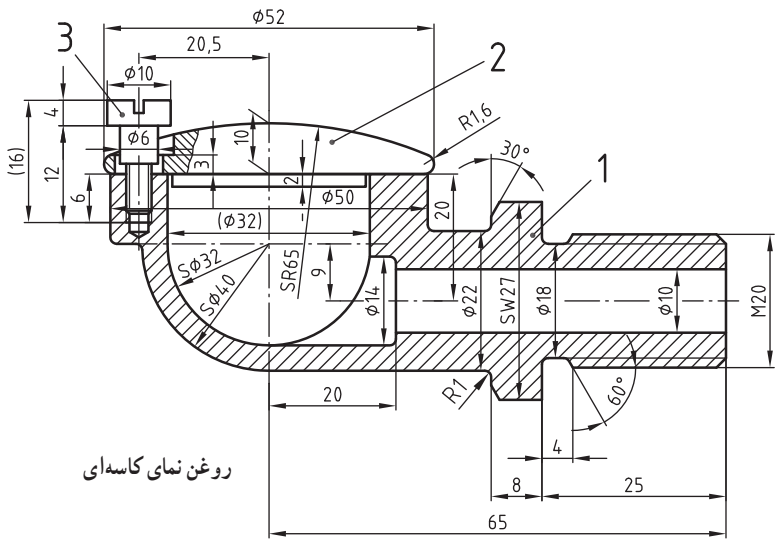
نقشهٔ زیر، تصاویر مربوط به یاتاقان‌بندی انتهایی محور را نشان می‌دهد. اندازه‌های روی نقشه با توجه به جدول ارائه شده، می‌تواند انتخاب شود.

در مورد روش استفاده از این جدول با معلّم خود گفت وگو کنید.



نوع	d_1	d_2	B	B_1	C	F	G	H	J	L	A	E	V	S
3	30	35	52	16	7	30	27	50	23	71	190	150	16	M12
4	40	50	60	18	8	35	33	60	30	86	210	170	18	M12
5	50	60	60	20	8	35	34	60	31	90	210	170	20	M12

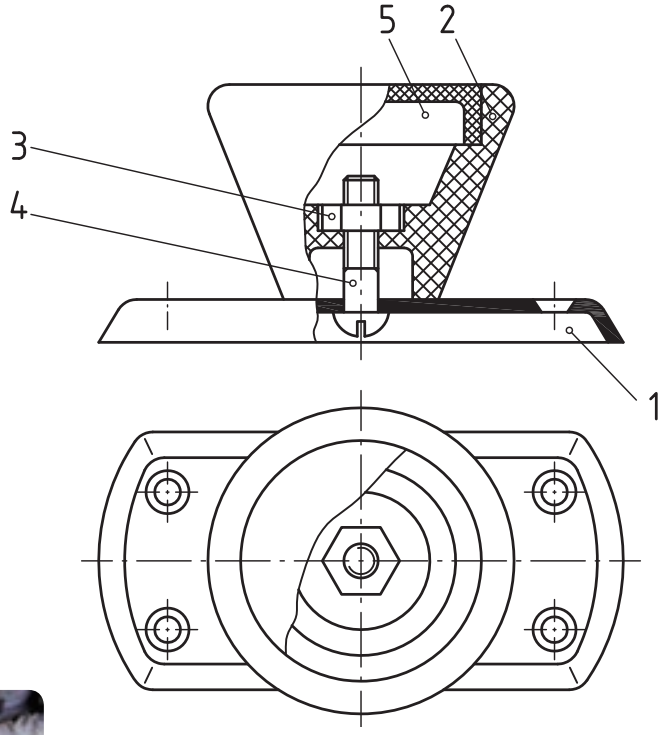
مثال : روی نقشه های ترکیبی می‌توان اندازه‌های کاملی را هم ارائه داد. به نقشهٔ زیر و اندازه‌های روی آن توجه کنید.



ارزش‌یابی

به نظر شما برای معرفی مجموعه دستگیره‌ای مطابق نقشه به چه اندازه‌های اساسی و اصلی نیاز است؟ با ترسیم خط اندازه ←→ اندازه‌های مورد نظر را نشان دهید.

(برای ترسیم خط اندازه از گونیا استفاده کنید.)



ر.ک.به. صفحهٔ ۹۴ کتاب کار

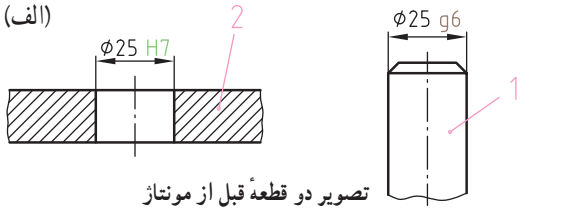
۴ــ استفاده از اندازه‌های دارای تولرانس و علائم انطباقی بر روی نقشه‌ها

اندازه‌ها به همراه علائم انطباقی در روی قطعات می‌توانند برای خواندن ودرک نقشهٔ ترکیبی راهنمای مفیدی باشند.

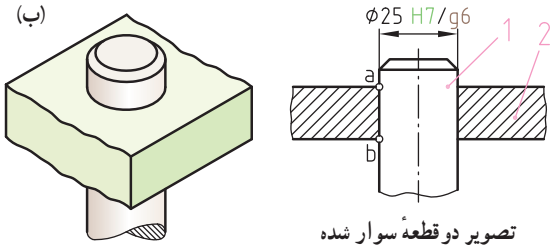
در صورت مساوی بودن اندازه های اسمی قطعات سوار شده بر روی هم می‌توان قضاوت کرد که قطعات به هم مربوط‌اند.

در شکل۱ــ الف Ø۲۵H۷،۱ قطر سوراخ و Ø۲۵g۶ قطر میله است.اندازه های اسمی هر دو قطعه یکسان و برابر ۲۵mm است.در شکل۱ــ ب، خطوط جداره‌های خارجی میله و جدارهٔ داخل سوراخ در حد فاصل نقطهٔ a تا b بر همدیگر منطبق‌اند، زیرا اندازهٔ قطر هر دو ۲۵mm است.

این خط مرز مشترک بین دو قطعه است.



تصویر دو قطعهٔ قبل از مونتاژ



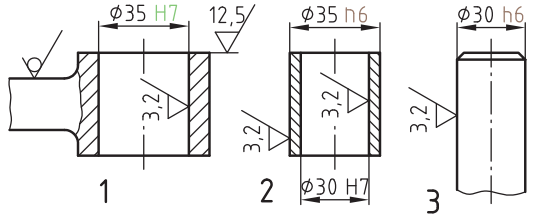
تصویر سه بعدی بعداز سوار شدن

تصویر دوقطعهٔ سوار شده (درحالت برش)

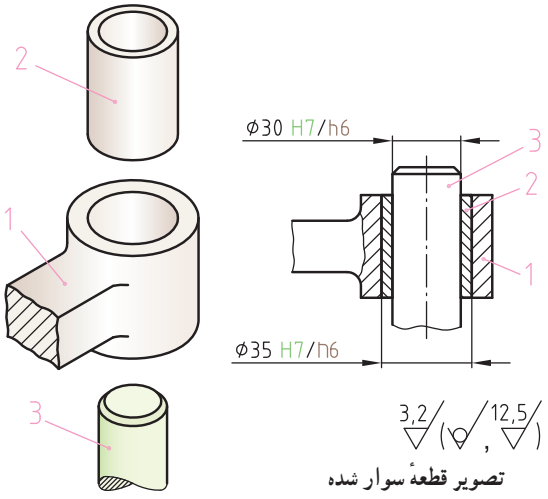
شکل ۱

در شکل ۲ اگر Ø۳۰h۶ قطر محور ۳ و Ø۳۰H۷قطر سوراخ بوش ۲ باشد، صرف نظر از علائم انطباقی متفاوت، دارای اندازه‌های اسمی برابرند.

نکته : قطعات سوار شده زمانی که به صورت جدا از هم ترسیم می‌شوند، موقع پیاده (دمونتاژ)شدن، اندازه‌های انطباقی و علائم کیفیت سطوح را همراه خود دارند.



تصویر سه قطعهٔ قبل از سوار شدن



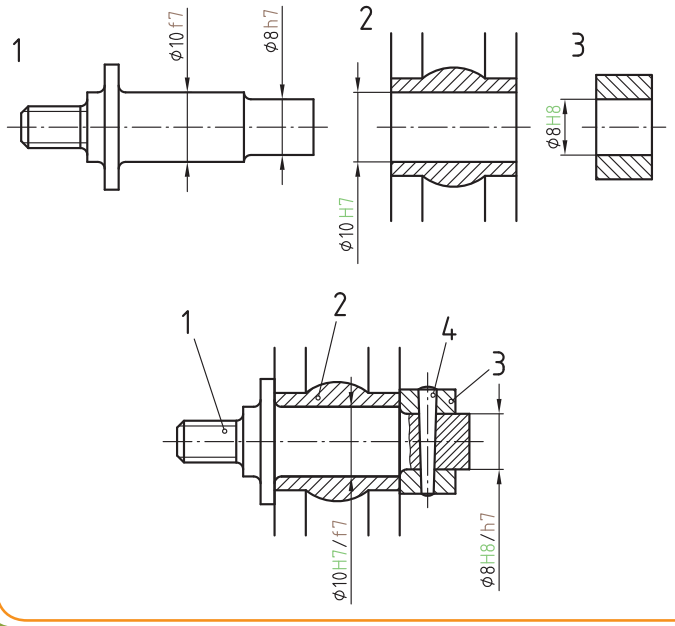
تصویر سه بعدی قبل از سوار شدن

تصویر قطعهٔ سوار شده (در حالت برش)

شکل۲

مثال : به سه قطعهٔ مقابل توجه کنید. هرکدام از قطرهای روی محور ۱ اندازهٔ اسمی و ردیف انطباقی خود را دارند. به اندازه‌های اسمی روی سوراخ‌ها نیز توجه کنید.

قطر بزرگ‌تر محور ۱ داخل سوراخ قطعهٔ ۲ و قطر کوچک‌تر محور ۱ داخل سوراخ قطعهٔ ۳ منطبق می‌شود. به اندازه‌های روی نقشهٔ ترکیبی نیز توجه کنید.

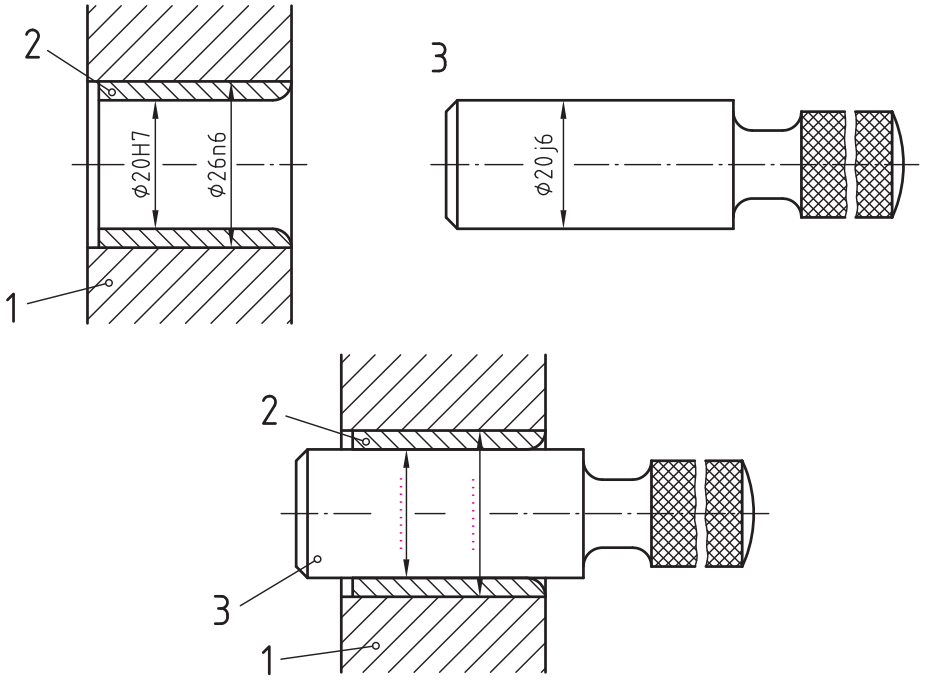


ارزش‌یابی

در مجموعهٔ زیر سه قطعهٔ داخل هم مونتاژ می‌شوند. قطعهٔ ۲ با اندازهٔ Ø ۲۶n۶ داخل سوراخ قطعهٔ ۱ با اندازهٔ Ø ۲۶H۷ حالت عبوری مونتاژ می‌شود.

قطعهٔ ۳ نیز با اندازهٔ Ø۲۰j۶ داخل بوش ۲ که اندازهٔ سوراخ آن Ø ۲۰H۷ است به‌صورت عبوری منطبق می‌شود.

اندازهٔ قطعات فوق را برروی نقشهٔ ترکیبی (به صورت انطباقی) اندازه‌گذاری کنید.



ر.ک.ب. صفحهٔ ۹۵ کتاب کار

۵ ــ استفاده از جدول نقشهٔ ترکیبی

قطعات تشکیل‌دهندهٔ مجموعه‌ها و دستگاه‌های مشابه (شکل ۱) را می‌توان به دو گروه طبقه‌بندی کرد :

* **الف**) قطعاتی که براساس استاندارد به صورت پیش ساخته عرضه می‌شوند، مثل یاتاقان‌ها، خارها، فنر و ... .

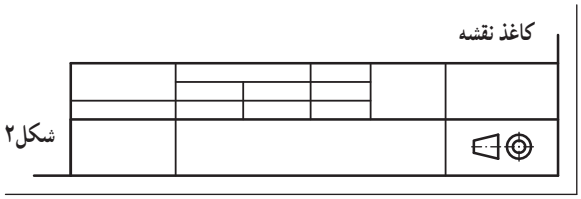
شکل ۱

* **ب**) قطعاتی که باید ساخته شوند، مثل بدنه‌ها، درپوش‌ها، محفظه‌ها، چرخ‌دنده‌ها و ... .

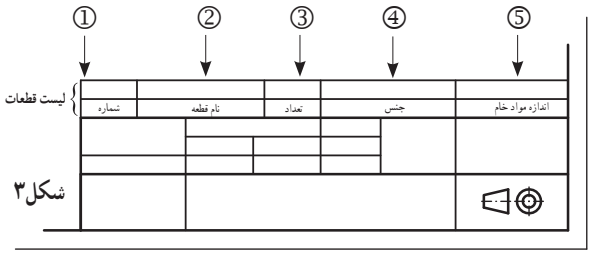
زمانی که اجزای یک مجموعه آماده شد، مشخصات همهٔ قطعات آن ــ اعم از قطعات پیش ساخته یا قطعاتی که باید ساخته شوند ــ در یک جدول معرفی می شوند.

از آنجایی که جدول نقشه‌های ساده (شکل۲) جوابگوی اطلاعات همهٔ این قطعات نخواهد بود، لذا باید برای این کار جدول خاصی در نظر گرفت. به این نوع جدول، جدول ترکیبی (جدول مرکب) می گویند(شکل۳).

جدول نقشه‌های ترکیبی همانند جدول نقشه‌های ساده است، با این تفاوت که یک لیست قطعات نیز به آن اضافه می شود.



شکل۲



شکل۳

با استفاده از اطلاعات مندرج در جدول نقشه‌های ترکیبی و از روی نقشــه‌ها تا حد بسیار بالایی می‌توان به شناخت و درک قطعات پی برد.

اطلاعاتی که ذکر آنها باعث شــلوغی نقشــه می‌شوند، مثل : نام و تعــداد قطعات، اندازهٔ مواد خــام قطعه، جنس قطعه و . . . . توســط جدول نقشــهٔ ترکیبی در داخل یک لیســت تحت عنوان لیست قطعات معرفی می‌شوند.

جدول نقشــه‌های ترکیبی یک حالت اســتاندارد و کاملاً مشــخص ندارد و هر کارخانه با توجه به نوع و تنوع محصولات تولیدی، از جدول خاصی استفاده می‌کند.

جدول نقشه‌های ترکیبی همانند جدول مشخصات نقشه‌های ساده، در قسمت پایین سمت راست کاغذ نقشه کشی قرار می گیرد.

در جدول نقشهٔ ترکیبی، فهرســت کاملی از قطعاتی که در مجموعهٔ یک دستگاه به کار می‌روند، آورده می شود.

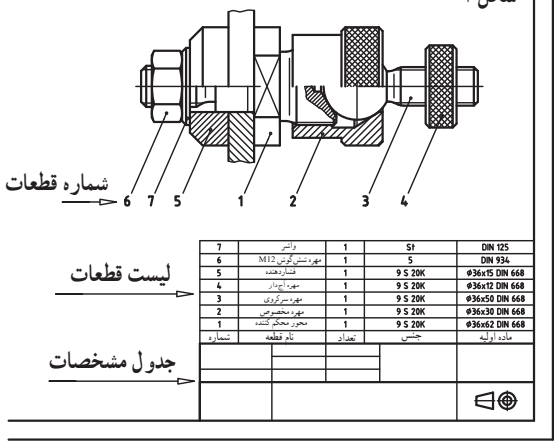
لیســت قطعات ممکن اســت به جدول مشــخصات نقشهٔ متصل باشد(شکل ۱).

همچنین ممکن اســت فهرســت قطعات جــدا از جدول مشــخصات در روی نقشهٔ شــکل ۲ یا بر روی برگه هایی جداگانه ــ خارج از نقشه ــ تهیه شود(شکل ۳).

زمانی که لیســت قطعات به جدول مشخصات نقشه متصل باشــد (شــکل ۴ــ الف) اطلاعات، داخل لیســت قطعات نوشته می‌شود و جهت (ترتیب) خواندن آن از پایین به بالاست.

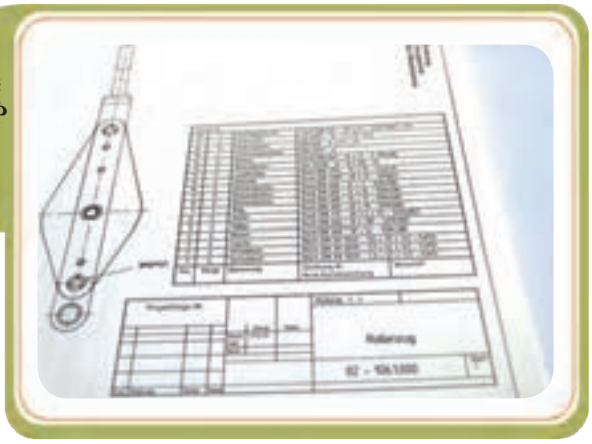
زمانی که لیســت قطعات به جدول مشخصات نقشهٔ متصل نباشــد (به صورت جداگانه ارائه شــود)، اطلاعات داخل لیست قطعات نوشته می شود و جهت (ترتیب) خواندن آن از بالا به پایین است (شکل ۴ــ ب).

شکل ۱

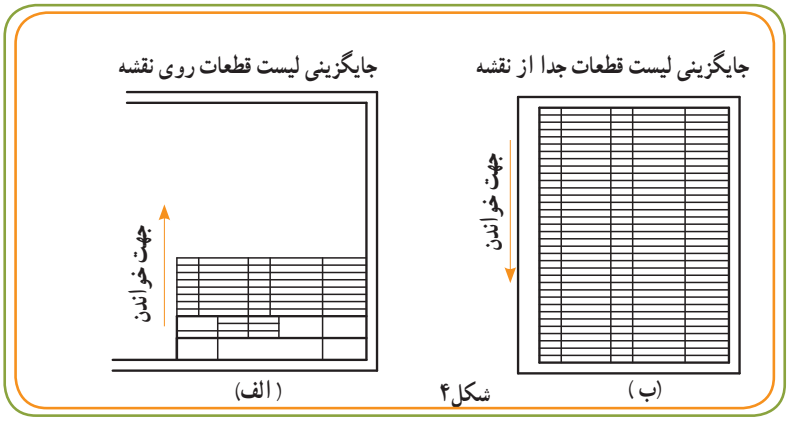


7	واشر	1	St	DIN 125
6	مهره‌شش‌گوش M12	1	5	DIN 934
5	فنارفنده	1	9 S 20K	ø36x15 DIN 668
4	مهره‌آچدار	1	9 S 20K	ø36x12 DIN 668
3	مهره‌سرتری	1	9 S 20K	ø36x50 DIN 668
2	مهره‌مخصوص	1	9 S 20K	ø36x30 DIN 668
1	محور محکم کننده	1	9 S 20K	ø36x62 DIN 668
شماره	نام قطعه	تعداد	جنس	ماده اولیه

شکل ۲

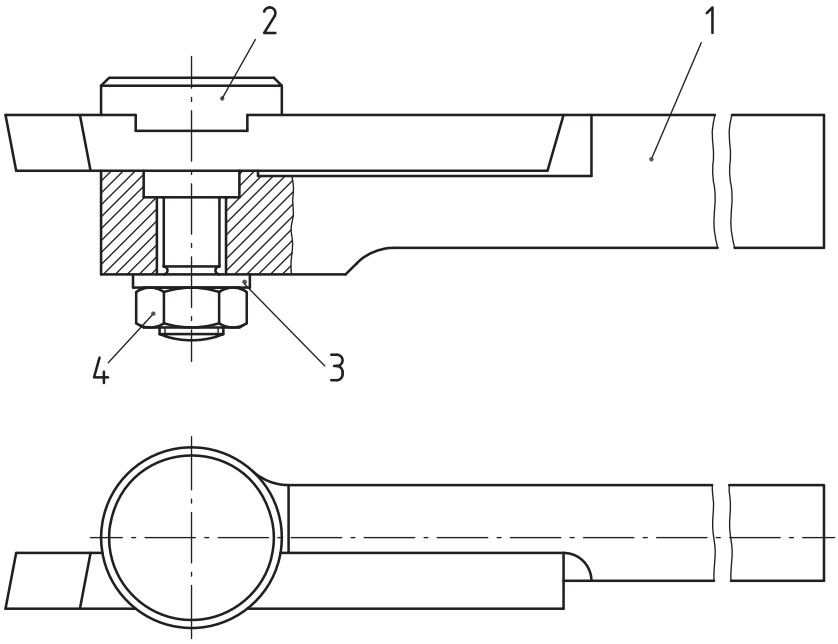


شکل ۳



شکل ۴

مثال : اطلاعات مربوط به مجموعهٔ قلم‌گیر و قطعات آن را از روی جدول نقشهٔ ترکیبی استخراج کنید.



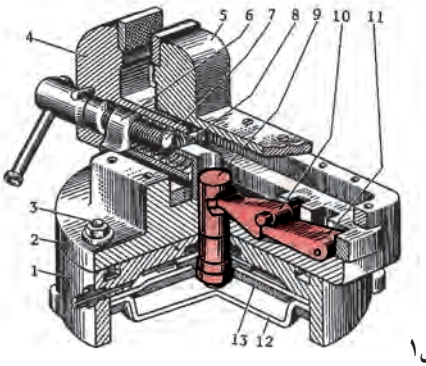
4	مهرهٔ شش‌گوش	1	St	DIN 934–M12
3	واشر	1	St	DIN125 – A13
2	پیچ نگهدارندهٔ قلم	1	St	⌀35x51
1	بدنهٔ قلم گیر	1	St	35x35x173
شماره	نام قطعه	تعداد	جنس	اندازهٔ مواد خام

	مشخصات	تاریخ	شمارهٔ نقشه	تولرانس
	ترسیم کننده			
تغییرات	کنترل کننده			
مقیاس	قلم گیر			

ر.ک.بـ. صفحه‌های ۹۶ تا ۹۸ کتاب کار

۶ــ استفاده از تصویر مجسم

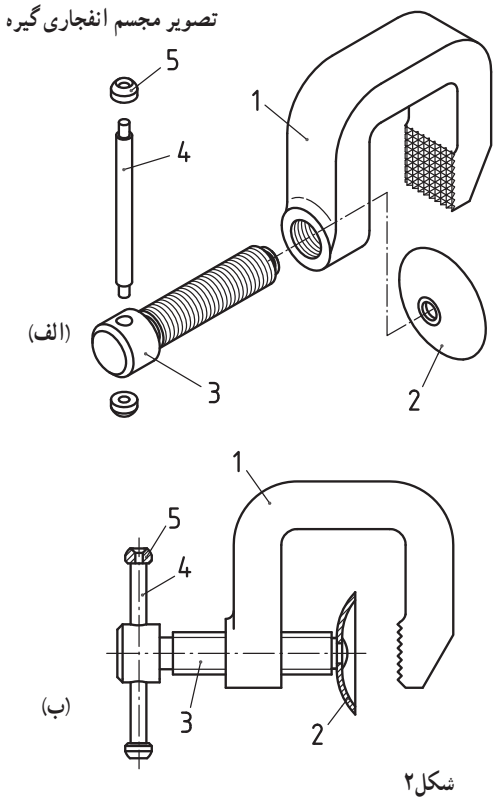
به نقشهٔ سه بعدی (تصویر مجسم) گیره مطابق شکل ۱ توجه کنید. گاهی اوقات تصویر مجسم به درک بهتر نقشهٔ ترکیبی بسیار کمک می کند. ضمن آنکه کارکرد و شکل ظاهری و موقعیت قطعات را به راحتی به اســتفاده کنندهٔ آن منتقل می نماید. تصویر مجســم ممکن است در حالت مونتاژ (سوار شده) باشد شکل ۱ یا به صورت پیاده شده و جدا از همدیگر ارائه شده باشد که به آن نقشهٔ انفجاری می گویند.



شکل۱

(شکل ۲ــ الف)، تصویر مجســم انفجاری یک نوع گیرهٔ دستی را به همراه نقشهٔ ترکیبی آن (شکل۲ــ ب) نشان می دهد.

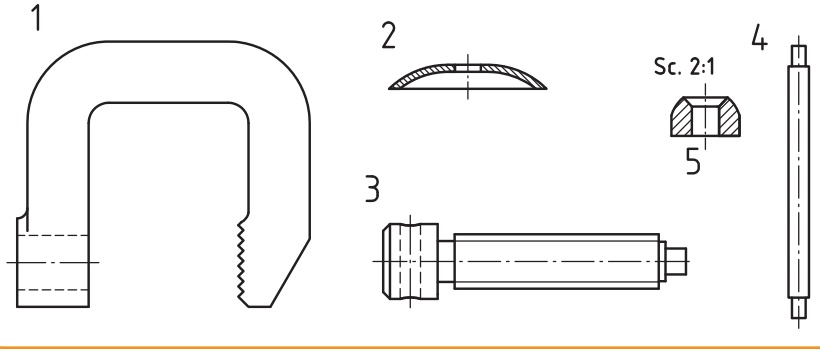
در حقیقت نقشــهٔ انفجاری از یک نقشهٔ ترکیبی به وجود می‌آید. به این صورت که قطعات باز شده در حالت‌های : دو بعدی یا ســه بعدی طوری ترســیم می شــوند که ارتباط آنها با همدیگر دیده می‌شوند.



شکل۲

گاهی تصویر دوبُعدی قطعات پیاده شده برای معرفی جسم کافی بوده و گاهی کافی نیستند و نیاز به نماهای بیشتری دارند! (شکل۳).

در این مورد با معلم خود گفتگو کنید.

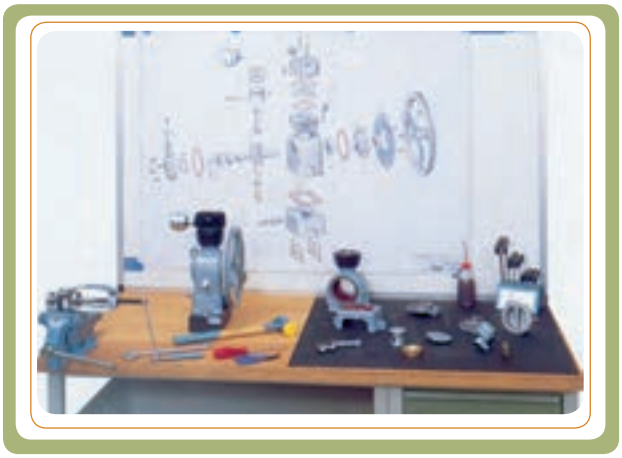


شکل۳ــ برخی از تصاویر دو بعدی باز شده قطعات گیره

برخی از کاربردهای نقشه‌های انفجاری

از نقشه‌های انفجاری در زمینه‌ها و موضوعات مختلفی استفاده می‌شود که در اینجا به سه مورد از مهم‌ترین آنها اشاره می‌کنیم.

الف) کمک به مونتاژ : یک نفشهٔ انفجاریِ باز شده می‌تواند به مونتاژکاران کمک کند تا در زمان بستن قطعات برروی همدیگر، درک بهتری از ارتباط صحیح قطعات با هم داشته باشند و قطعات را به طور صحیح روی هم سوار (مونتاژ) کنند.



ب) تعمیر و نگه‌داری : از نقشه‌های انفجاری، می‌توان برای تعمیر، نصب و نگهداری و مونتاژ مجموعه‌ها نیز استفاده کرد. یک نفشهٔ انفجاری به بازکردن و بستن مجدد یک مجموعه کمک می‌کند.

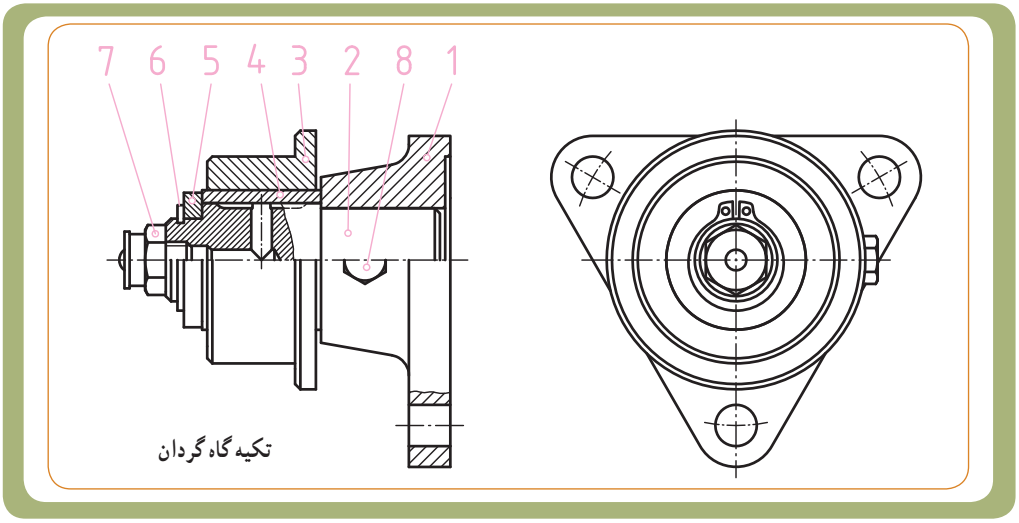
نکته : تصاویر آموزشی یا تبلیغاتی گاهی نیز به کمک فرایندهای : عکاسی، تصویرسازی، رسامی و....از قطعات مجموعه‌ها (به صورت باز شده یاسوار شده) تهیه می‌شوند که می‌تواند برای استفاده کنندگان جنبه تبلیغاتی یا آموزشی داشته باشد.

به دو شکل زیر توجه کنید.

تصویرسازی

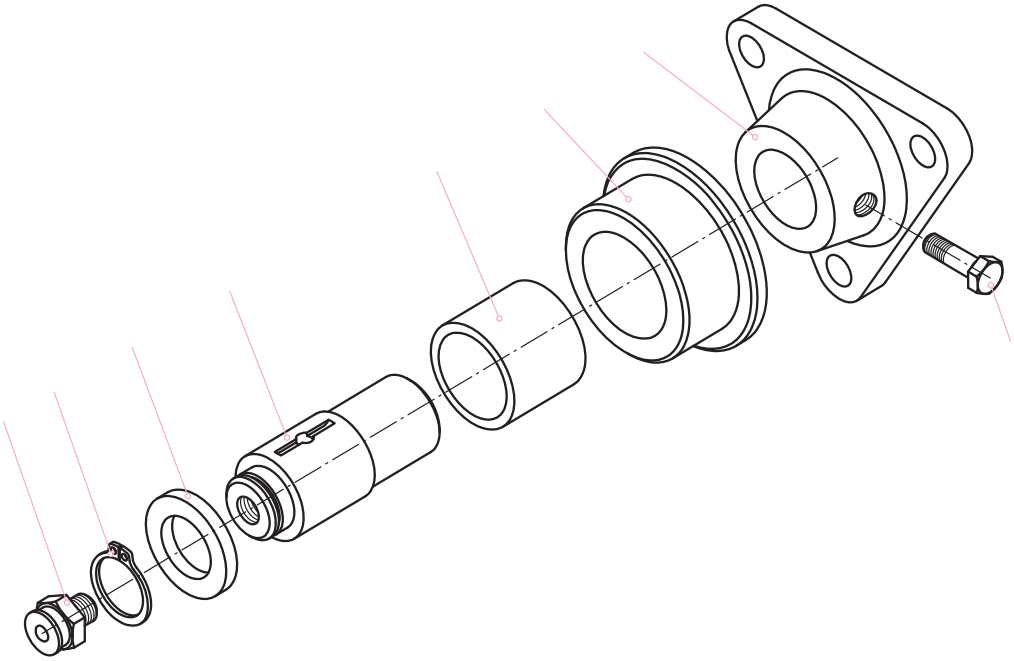
عکاسی

ج) ساخت : بعضی از نقشه‌های ترکیبی، که درک آنها برای تولیدکنندگان مشکل است، به کمک نقشه های انفجاری مشکل‌شان برطرف می‌شود. نقشه‌های انفجاری به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا ساختار نقشهٔ ترکیبیِ دو بعدی را کاملاً درک کنند.



ارزش‌یابی

با استفاده از نقشهٔ ترکیبی دوبُعدی بالا، قطعات را (بر روی تصویر مجسم زیر) شماره‌گذاری کنید.



ر.ک.به. صفحهٔ ۹۹ کتاب کار

فصل ۳

پیاده کردن (دمونتاژ)

شکل ۱

شاید برای شما نیز پیش آمده باشد که مجموعه یا دستگاهی صنعتی به هر دلیل خراب شده باشد، یا اینکه به دلیل کنجکاوی و علاقه‌مندی نسبت به عملکرد آن تصمیم گرفته باشید آن مجموعه را باز کنید.

شکل ۲

باز کردن اجزای یک مجموعه یا دستگاه را دمونتاژ یا پیاده کردن آن می‌نامند (شکل‌های ۱ و ۲).

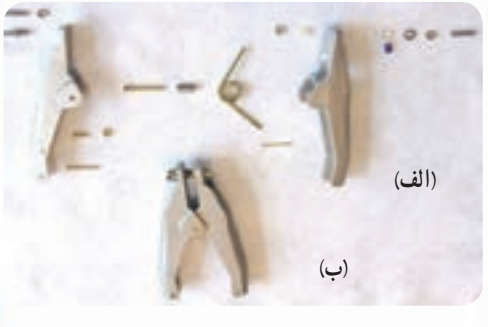
یکی از تمرین‌ها و راه‌های مناسب برای ایجاد مهارت در نقشه خوانی نقشه‌های ترکیبی، پیاده‌کردن اجزای یک مجموعه‌های ساده و غیرقابل استفاده است.

شکل ۳

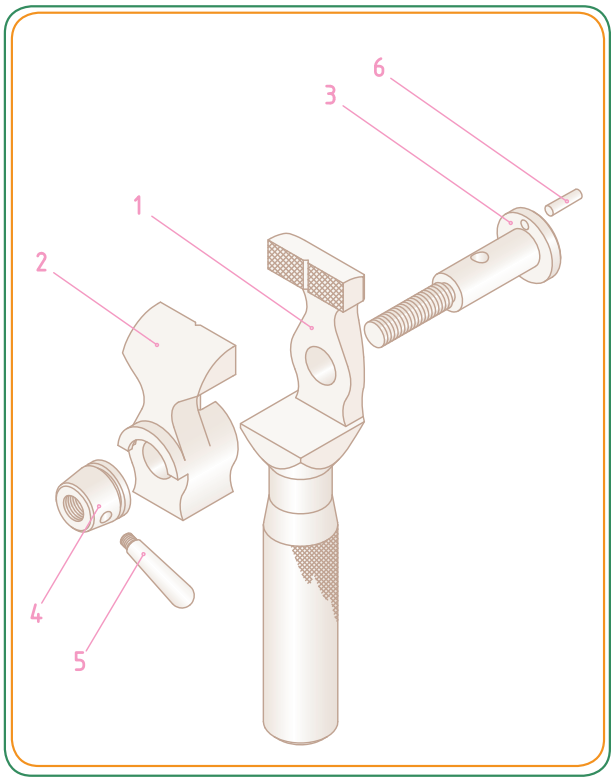
در عمل برای تولید مجموعه‌ها یا دستگاه‌ها، ابتدا باید قطعات آن به‌طور جداگانه طراحی و ساخته شوند تا پس از ساخته شدن، آنها را روی هم سوار کرده و مجموعه یا دستگاه را ایجاد کنیم.

بدیهی است برای تولید اجزای هر دستگاهی نیاز به نقشه‌های اجرایی اجزای آن می‌باشد. لذا برای هر قطعه‌ای از دستگاه ابتدا نقشهٔ ساده و اجرایی آن تهیه شده، سپس عمل ساخت براساس آن انجام می‌شود، و در خاتمه مجموعه سوار (مونتاژ) می‌شود (شکل ۳).

شکل ۴



شکل ۴ــ الف قطعات مجموعه یک «بست» را نشان می‌دهد که با سوار کردن آنها بر روی همدیگر بست شکل ۴ــ ب ساخته می‌شود.



تهیه نقشهٔ ساده اجرایی

همان‌طور که اشاره شد برای ساختن هر کدام از قطعات یک مجموعه (مثل گیره دستی مطابق شکل) باید نقشهٔ ساده‌ای برای هر قطعهٔ تهیه کرد؛ چرا که نقشه‌های ساده، نقشه‌های اصلی ساخت و تولید هستند. به‌عبارتی در مورد نقشه های ساده می‌توان گفت :

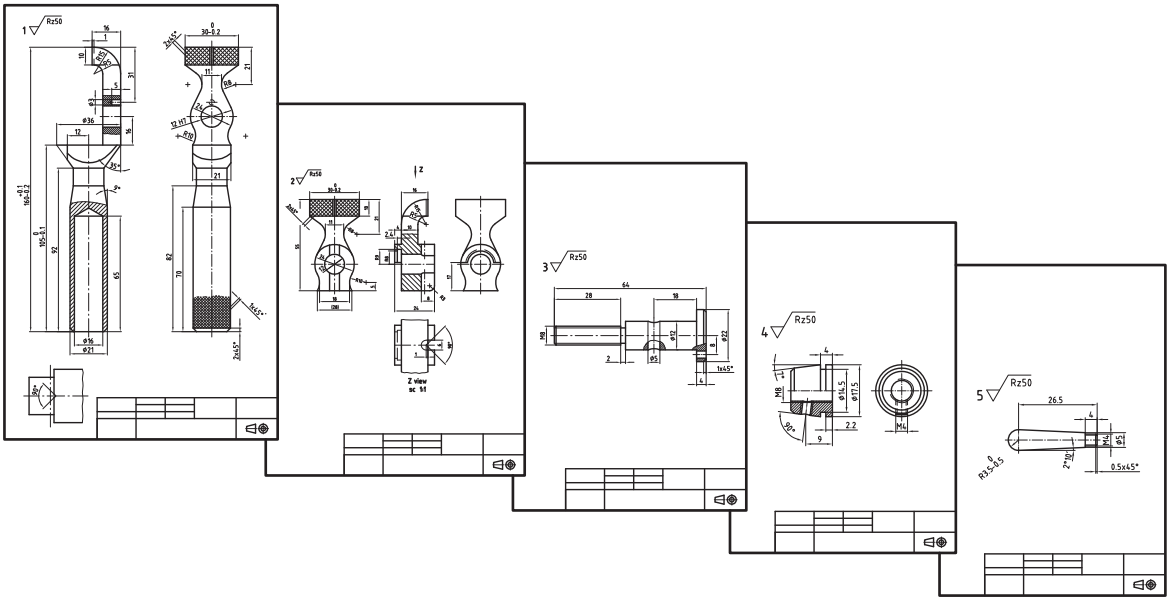
۱ــ این نقشه‌ها باید اطلاعات و نیازهای ساخت یک قطعه را معرفی کنند.

۲ــ آنها باید در بهترین شرایط ممکن از نظر تصویری معرفی شوند و در معرفی آنها از برش‌های مناسب استفاده شود.

۳ــ نقشهٔ این قطعات ساده باید شامل اندازه‌های لازم، تولرانس، علائم کیفیت سطح و... باشند، همچنین جنس قطعات باید مشخص شوند.

۴ــ هر قطعه باید روی یک برگه جداگانه ترسیم شود و برای هر قطعه جدول ساده تهیه شود.

تصاویر زیر نقشه‌های ساده هر یک از قطعات مجموعه گیرهٔ دستی شکل مقابل را نشان می‌دهند.



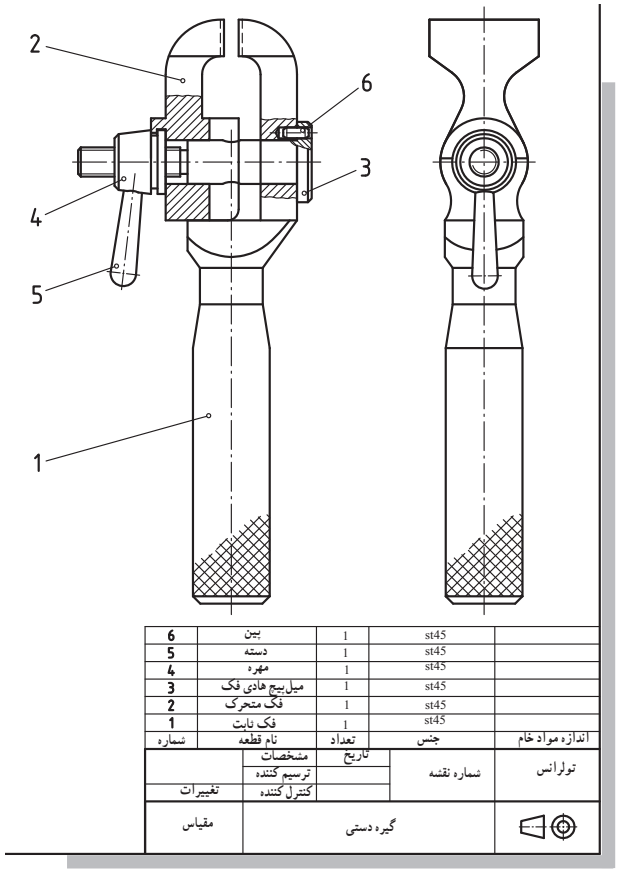
پیاده کردن قطعات

منظور از پیاده کردن قطعات، جدا کردن قطعات موجود در یک نقشهٔ ترکیبی و نمایش هر یک از اجزای آن با تصاویر کافی است، به‌نحوی که بتوانیم از روی این نقشه، قطعات مربوط به‌مجموعه را دقیقاً بسازیم.

همان‌طور که در صفحات قبل اشاره شد برای خواندن نقشه و ترسیم صحیح قطعات، عوامل مهمی در تجزیه یک مجموعه به ما کمک می‌کنند تا بتوان قطعات آن را به‌درستی تشخیص داد و آنها را تفکیک کرد. این عوامل مهم عبارت بودند از :

شماره‌گذاری، برش‌ها، اندازه‌ها و...

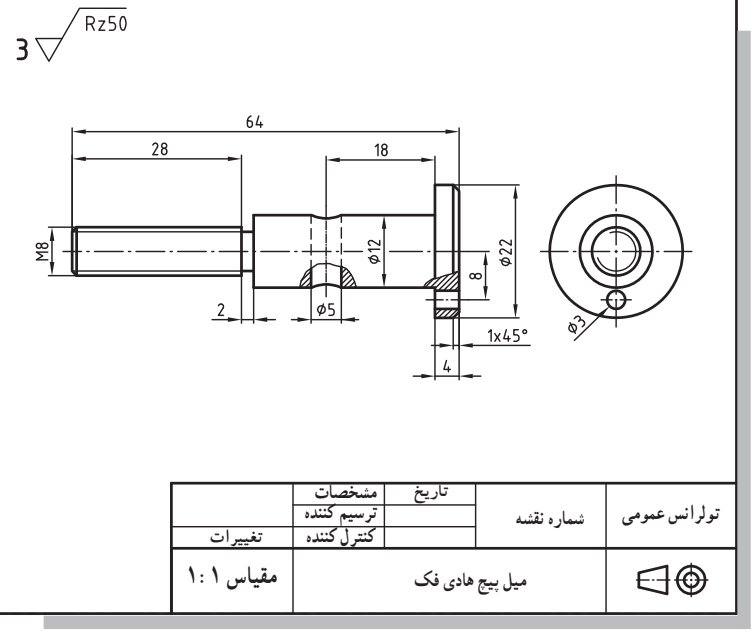
اگر یافتن شکل صحیح یک قطعه یا جزئیاتی از آن مشکل باشد، این عوامل به ما کمک می‌کنند تا با شناسایی دقیق قطعات مجاور هر قطعه و حذف تک تک آنها شکل صحیح را شناسایی و تعیین کنیم.



شکل ۱

شکل ۱ نقشهٔ ترکیبی یک گیرهٔ دستی را نشان می‌دهد. شکل ۲ نیز قطعهٔ شمارهٔ ۳ آن را که پیاده شده است نشان می‌دهد.

(تصویر سه‌بعدی این گیره در صفحهٔ قبل ارائه شده است.)



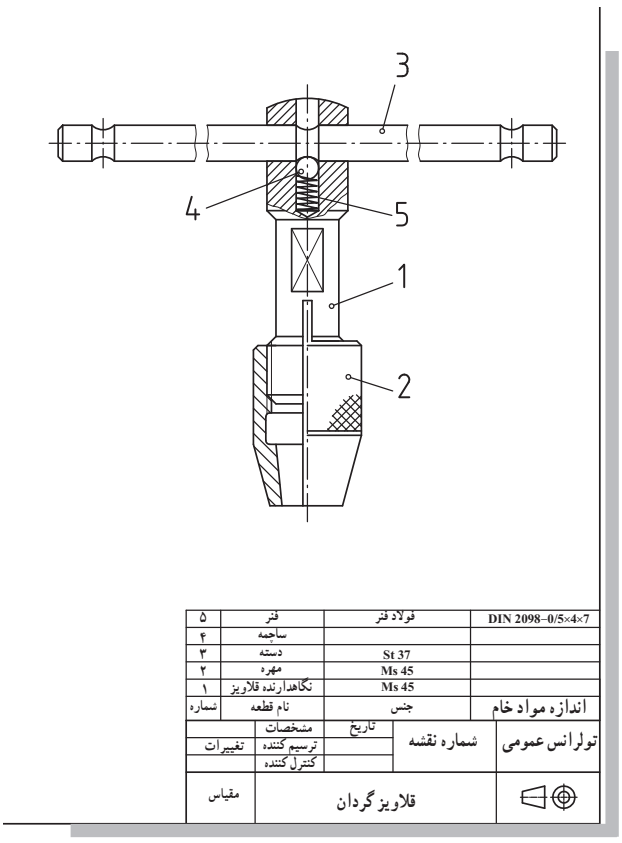
شکل ۲

مثال : نقشهٔ مطابق شکل ۱ یک قلاویزگردان را نشان می‌دهد. عوامل مهمی که ما را در تجزیه (تفکیک) صحیح مجموعه کمک می‌کنند، عبارتند از :

- دانستن طرز کار مجموعه
- شمارهٔ قطعات
- برش‌ها

سایر مواردی که در بخش قبل توضیح داده شد.

برای ترسیم تصاویر هر قطعهٔ تفکیک شده، در نظر داشته باشید که تصاویر همیشه باید شامل حداکثر اطلاعات ممکن دربارهٔ شکل و اندازه‌های قطعه موردنظر باشد.



شکل ۱

برای ترسیم تصاویر بهتر است مراحل زیر عمل شود :

۱ــ تصاویر قطعات با مقیاس مناسب ترسیم شوند.

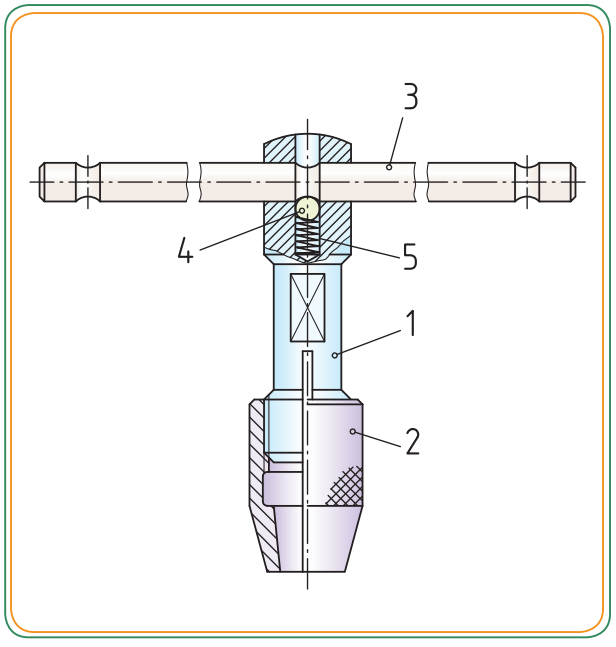
۲ــ ترسیم خط محور برای قطعات متقارن

۳ــ ترسیم خطوط اصلی

۴ــ استفاده از برش‌های مناسب

۵ــ ترسیم خطوط اندازه

۶ــ نوشتن اعداد اندازه به همراه تولرانس، انطباقات و کیفیت سطوح



شکل ۲

توجه : رنگ داخلی نقشه ترکیبی فقط جنبه آموزشی دارد و برای درک بهتر نقشه و تفکیک قطعات آن (در صفحه بعد) انجام شده است.

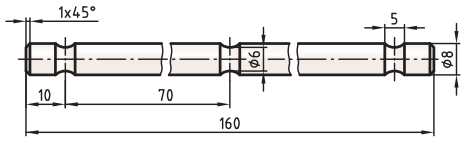
اگر یافتن شکل صحیح یک قطعهٔ (یا جزئیاتی از آن) مشکل باشد، سعی کنید با شناسایی دقیق قطعات مجاور آن و حذف تک تک آنها شکل صحیح را تعیین کنید.

در زیر مراحل پیاده کردن مجموعه قلاویز گردان را بررسی می‌کنیم :

۱ــ ابتدا قطعات استاندارد را شناسایی کنید.
به‌عنوان مثال ساچمه شمارهٔ ۴ و فنر شمارهٔ ۵ (شکل ۱).

شکل ۱

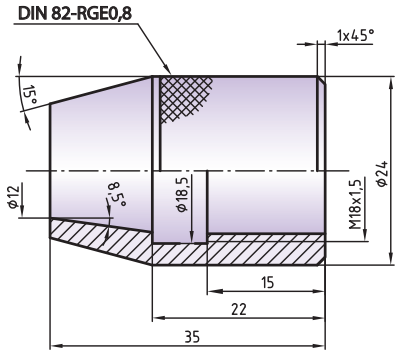
۲ــ در نقشه‌های تفکیکی و پیاده شده، معمولاً قطعات استاندارد شده ترسیم نمی‌شوند و به‌جای آن شمارهٔ استاندارد و جنس آن در جدول نقشهٔ ترکیبی قید می‌شود.



3 شکل ۲ sc. 1:2

۳ــ سپس قطعات ساده (غیر استاندارد) را در نظر گرفته، ترسیم کنید. به عنوان مثال دستهٔ شمارهٔ ۳ (شکل ۲). همچنان که در شکل ۲ دیده می‌شود، قطعات طویل یا با طول بلند را می‌توان به‌صورت کوتاه (بریده شده) نشان داد.

* قطعات دوار که با تراشکاری ساخته می‌شوند بهتر است به‌حالت محور افقی رسم شوند.

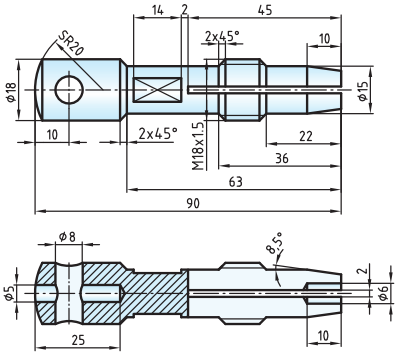


2 شکل ۳ sc. 1:1

۴ــ در مرحلهٔ بعدی، یکی دیگر از قطعات اصلی را انتخاب کنید. در این مرحله مهرهٔ شمارهٔ ۲ را در نظر بگیرید. به کمک تجسم سایر قطعات مجاور این قطعه را به‌طور فرضی حذف و مهره را در بهترین حالت نشان دهید.

در اینجا مهرهٔ شمارهٔ ۲ در حالت نیم برش ارائه شده است. چون دارای شیار و رزوه داخلی است. (شکل ۳) را ببینید.

نگهدارنده (قطعهٔ شماره ۱) که نسبت به سایر قطعات کمی دشوارتر است را در مرحله آخر ترسیم کنید (شکل ۴).



1 شکل ۴ sc. 1:2

بیشتر بدانیم

آشنایی با طرز کار

همان‌طور که می‌دانیم یکی از وظایف نقشهٔ ترکیبی آن است که اطلاعات لازم و کافی را در مورد طرز کار، عملکرد و وظیفهٔ هریک از اجزاء یک مجموعه یا دستگاه را در اختیار «نقشهٔ خوان» و «سازنده» قرار دهد.

آشنایی با طرز کار مجموعه یا دستگاه محاسن زیادی دارد از جمله :

۱ــ وقتی سازنده با طرز کار آن آشنا باشد، از میزان خطای او در تولید کاسته می‌شود، فرضاً اگر اشکالات احتمالی از نظر مونتاژ و عملکرد قطعات وجود داشته باشد، سازنده با آشنایی که نسبت به طرز کار و عملکرد دستگاه دارد، می‌تواند این مشکلات را به طراح و نقشه‌کش منتقل نموده و از ساختن قطعات مشکل‌دار و صرف هزینه بیهوده جلوگیری نماید.

۲ــ آشنایی با طرز کار دستگاه باعث می‌شود نقشه خوان و سازنده، درک و تجسم بهتری از قطعات داشته و در زمان خواندن نقشه و در حین تولید با مشکل کمتری مواجه شود.

۳ــ در مواقعی که سازنده نیاز به ترسیم قطعات تفکیکی داشته باشد، ولی نقشه‌کش در دسترس نباشد، سازنده با دانش نقشه‌خوانی که دارد می‌تواند تصاویر مورد نظر از اجزاء دستگاه را ترسیم کند.

* آیا می‌توانید چند مزیت دیگر برای آشنایی با طرز کار مجموعه یا دستگاه را به معلّم خود توضیح دهید ؟!

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

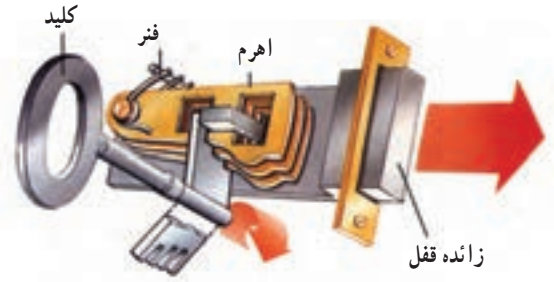
. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

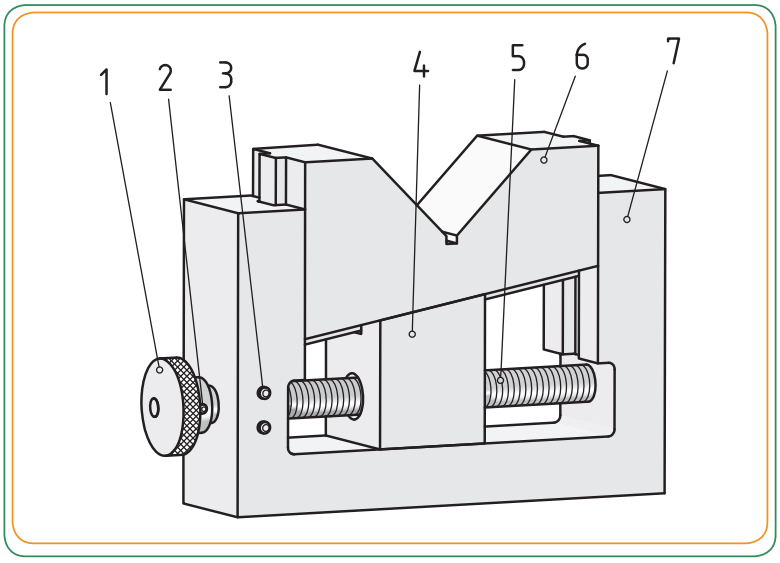
در صفحات بعدی جهت آشنایی با طرز کار برخی از دستگاه‌ها یا مجموعه‌ها، با چند مکانیزیم ساده نیز آشنا می‌شویم.

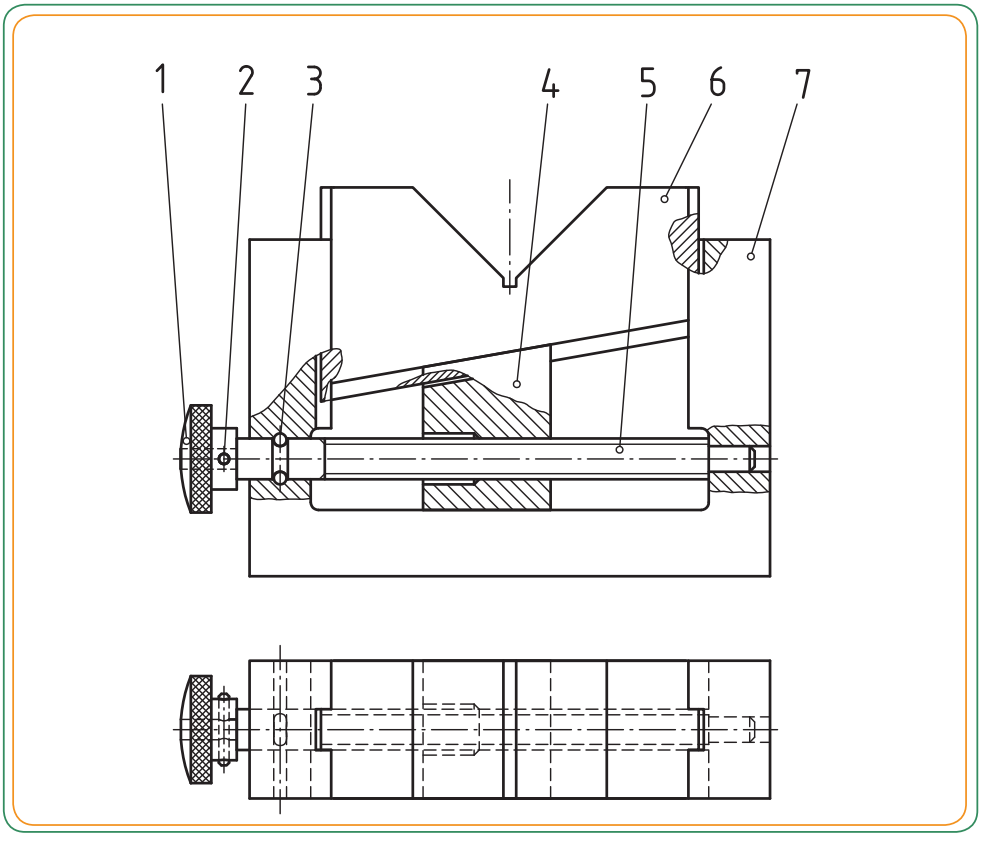
دو تصویر زیر شکل داخلی از عملکرد یک خودکار و یک قفل را نشان می‌دهد. بررسی روش طرز کار برخی از وسایل بی‌خطر پیرامون زندگی، (خصوصاً مجموعه‌های غیر قابل استفاده) بر افزایش قدرت تجسم فنی ما تأثیر فوق‌العاده‌ای دارد.



مثال : این تصویر مربوط به یک منشور V شکل قابل تنظیم است. با چرخاندن پیچ شمارهٔ ۵ توسط دستگیرهٔ شمارهٔ ۱، گوهٔ شمارهٔ ۴ حرکت کرده و منشور V شکل شمارهٔ ۶ به‌طرف بالا یا پایین حرکت می‌کند. از این وسیله جهت تنظیم ظریف استفاده می‌شود.

* به قطعات مجاور هم، هاشورها و نحوهٔ کارکرد مجموعه با توجه به نقشه ترکیبی، توجه کنید.



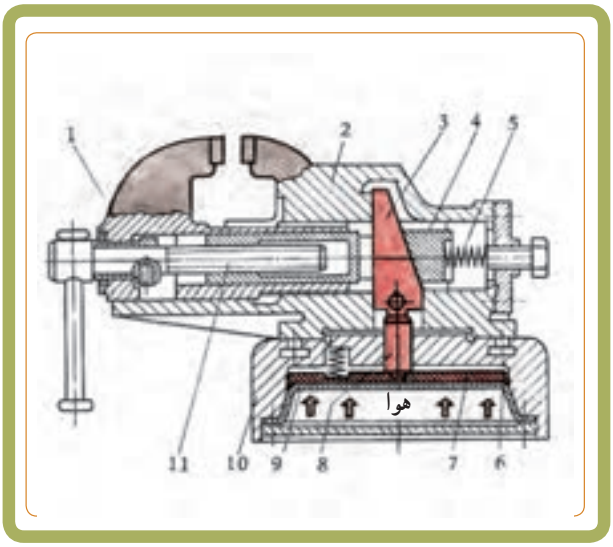


ر.ک.به. صفحهٔ
۱۰۰ کتاب کار

مکانیزم

یک مکانیزم با توجه به حرکت و کار مورد نیاز طراحی و ساخته می‌شود. در شکل مقابل از طریق نقشهٔ ترکیبی می‌توانیم به مکانیزم گیره که شامل : اجزاء گیره، روابط بین قطعات و طرز کار می‌باشد، پی ببریم.

* تصویر سه بعدی این گیره در صفحهٔ ۲۹۹ ارائه شده است.



تمام مثال‌هایی که در زیر ارائه شده، نمونه‌هایی از مکانیزم‌هایی هستند که در صفحات بعدی جهت آشنایی بیشتر با طرز کار و نحوهٔ ارائهٔ نقشه‌های ترکیبی، به برخی از آنها اشاره می‌شود.

نام مجموعه را در زیر هر تصویر یادداشت کنید.

۱

.....

۲

.....

۳

.....

۴

.....

گیره‌ها

گیره‌ها گروه بزرگی از ثابت‌کننده‌ها هستند.

در یک گیره می‌توان کارهایی با شکل‌های متنوع و مختلف را بست.

معمولاً یک گیره را طوری طراحی می‌کنند که دهانهٔ آن به مقدار معینی حداکثر اندازه کارگیر باز شود. بنابراین یکی از پارامترهای یک گیره مقدار حداکثر فاصله بین دو فک آن خواهد بود.

در مورد نحوهٔ عملکرد و کاربرد گیره‌های نشان داده شده با دوستان و معلّم خود گفت‌وگو کنید.

۱

.....
.....
.....
.....

۲

.....
.....
.....
.....

۳

.....
.....
.....
.....

۴

.....
.....
.....
.....

ر.ک.ب. صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳ کتاب کار

جک‌ها : از جک‌ها برای بلند کردن و یا نگه‌داشتن قطعه یا جسمی در ارتفاعی معین استفاده می‌کنند.

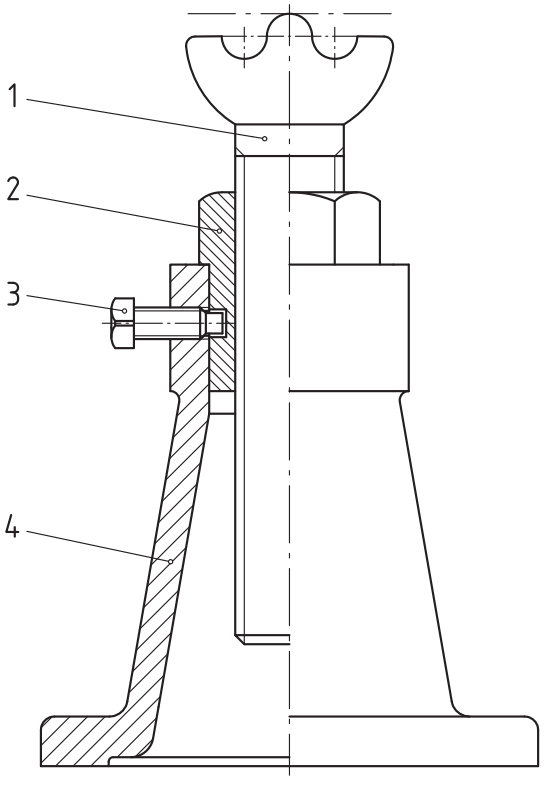
جک‌ها مانند گیره‌ها بسیار متنوع هستند.

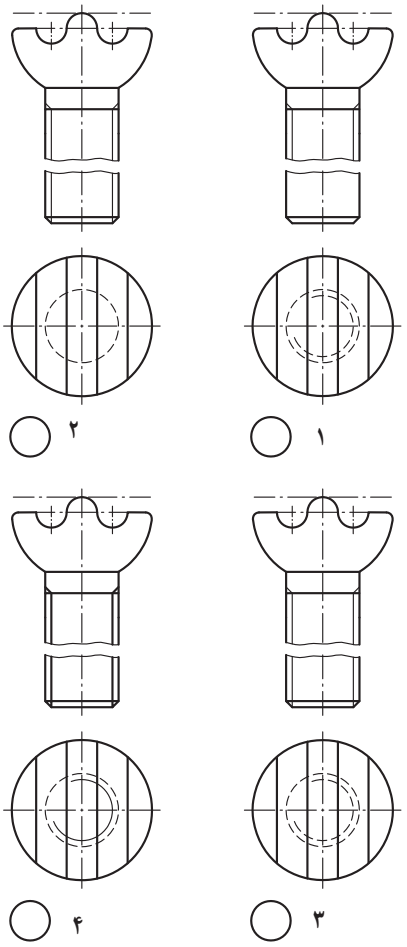
تصویر مقابل تعدادی جک پیچی را نشان می‌دهد.

شکل زیر نقشهٔ نوعی جک را نشان می‌دهد. این جک روی میز ماشین فرز قرار می‌گیرد تا قطعهٔ کار را در ارتفاع معین برای فرزکاری آماده کند.

ارزش‌یابی

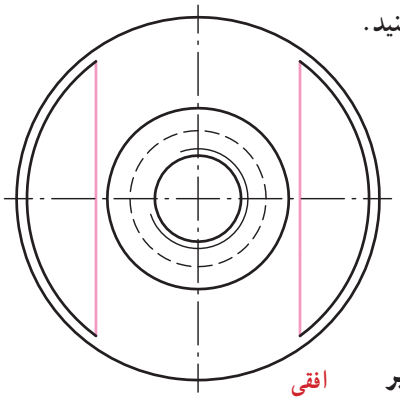
به نظر شما نمایش صحیح قطعهٔ ۱، کدام گزینه است ؟



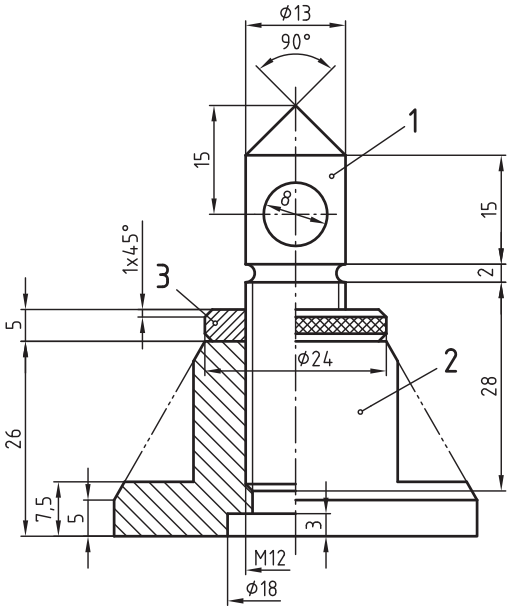


ارزش‌یابی

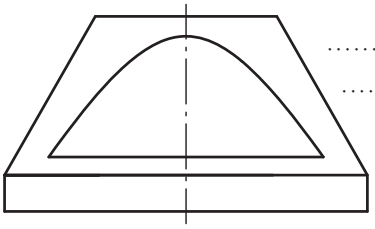
برای جک پیچی مطابق شکل؛ نام هر تصویر را با ذکر شماره قطعه در کنار آن نوشته، و تصویر ناقص را (مطابق مثال) کامل کنید.

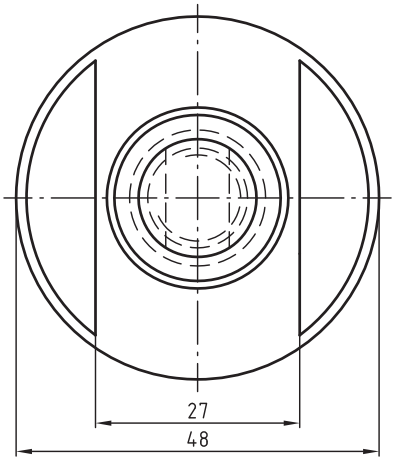


تصویر افقی
قطعهٔ ۲

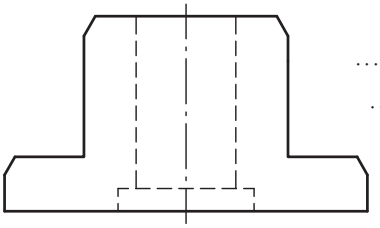


تصویر .....
قطعهٔ .....

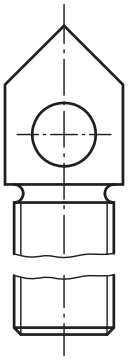




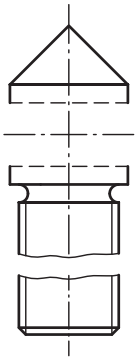
تصویر .....
قطعهٔ .....



تصویر .....
قطعهٔ .....



تصویر .....
قطعهٔ .....

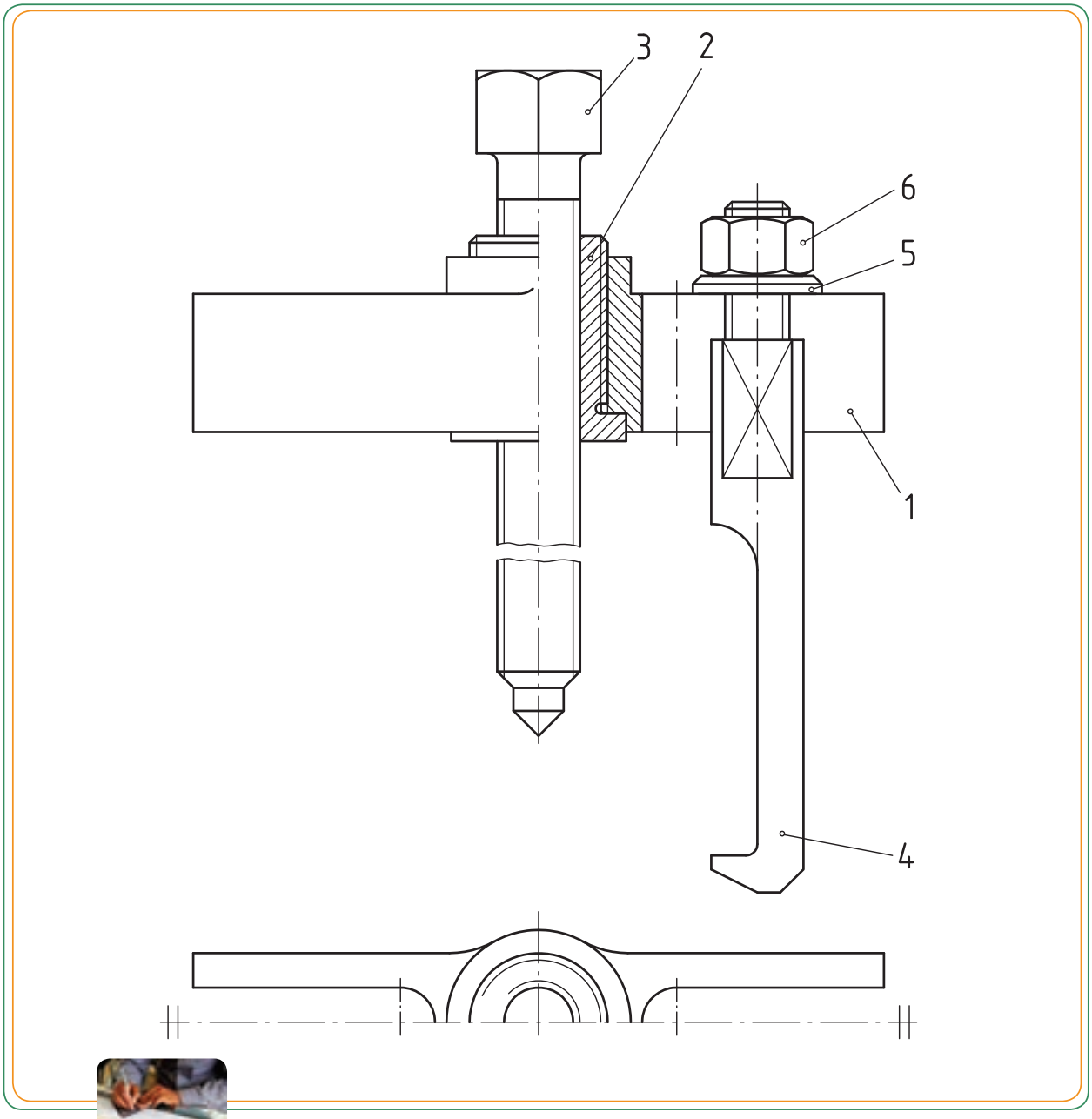


قطعات تکراری

در بسیاری از نقشه‌ها قطعات مشابهی وجود دارند، که در این مورد برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه، معمولاً یکی از آن قطعات را به عنوان نمونه ترسیم می‌کنند، همچنین از ترسیم خطوط ندید تا حد امکان صرف نظر کرده و به جای آن از انواع برش استفاده می‌شود.

به‌عنوان مثال ترسیم کننده در نقشهٔ پولی‌کش زیر، از ترسیم قطعات تکراری (شماره‌های : ۴ و ۵ و ۶) صرف‌نظر کرده است و به کمک برش مناسبی که بر روی مجموعه ترسیم کرده، از ترسیم خطوط ندید برای قسمتی از قطعات ۳، ۴ و ۲ که در فضای قطعهٔ ۱ قرار می‌گیرند، صرف نظر شده است.

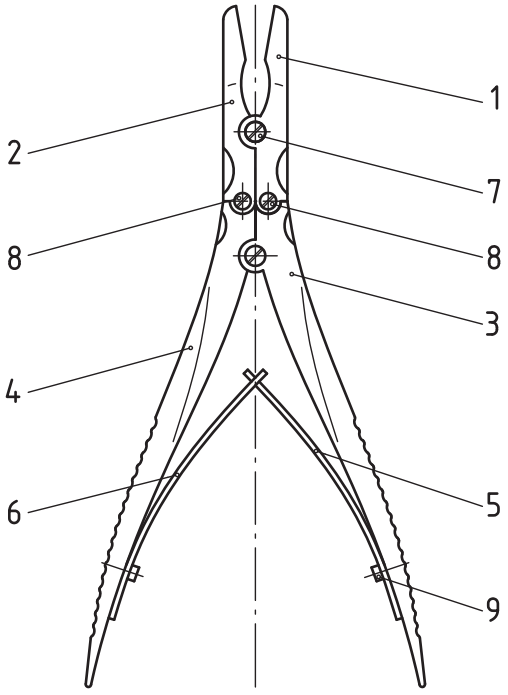
در تصویر افقی نیز ــ که به‌صورت نیم نما ارائه شده است ــ فقط تصویر افقی قطعهٔ ۲ و ۱ ارائه شده است.



ر.ک.به. صفحهٔ ۱۰۵ کتاب کار

پروژه ۱

با توجه به نقشهٔ سوار شده و نقشهٔ قطعات تک تک مجموعه پنس، مجدداً نقشهٔ قطعات ۱ ، ۴ و ۶ از روی نقشه‌های صفحات ۱۰۶ تا ۱۰۸کتاب کار را روی یک برگ A۴ جداگانه با اندازه‌گذاری کامل و مقیاس ۱ :۱ ترسیم کنید.

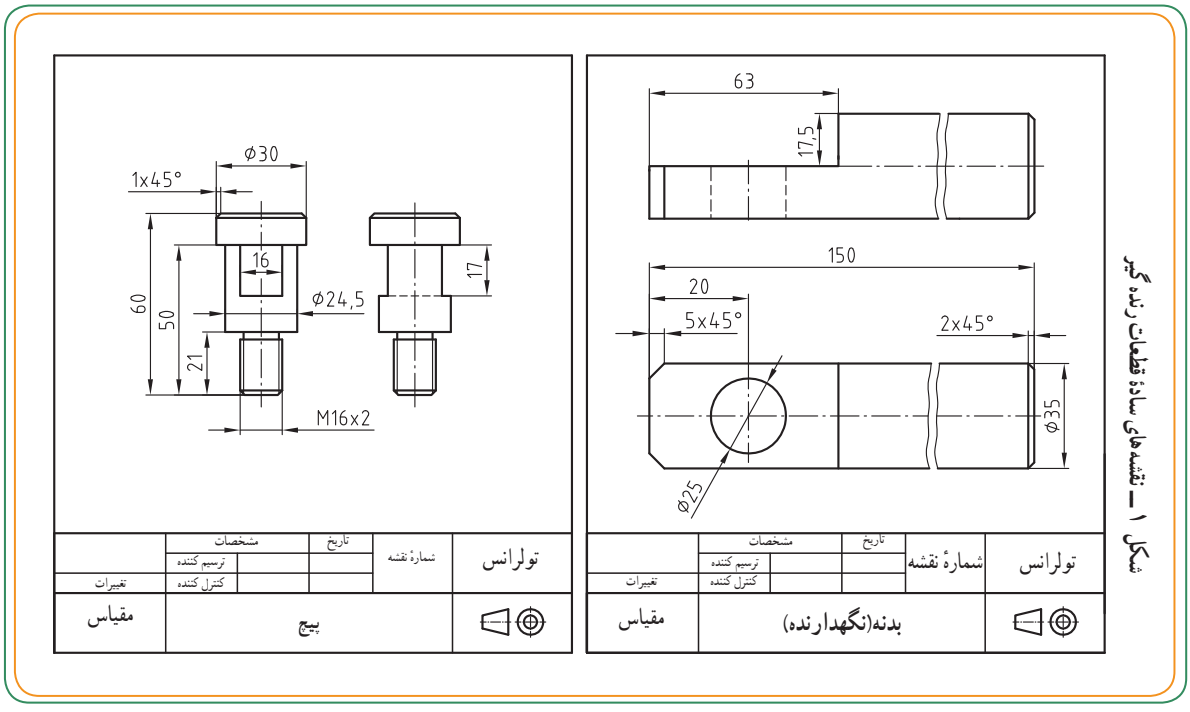


9	پیچ استوانه‌ای	2	V 2 A	
8	پیچ استوانه‌ای	2	V 2 A	
7	پیچ استوانه‌ای	2	V 2 A	
6	صفحه فنری	1	St	
5	صفحه فنری	1	St	
4	دسته چپ انبر	1	X20 Cr13	
3	دسته راست انبر	1	X20 Cr13	
2	شاخه چپ انبر	1	X20 Cr13	
1	شاخه راست انبر	1	X20 Cr13	
شماره	نام قطعه	تعداد	جنس	اندازه مواد خام

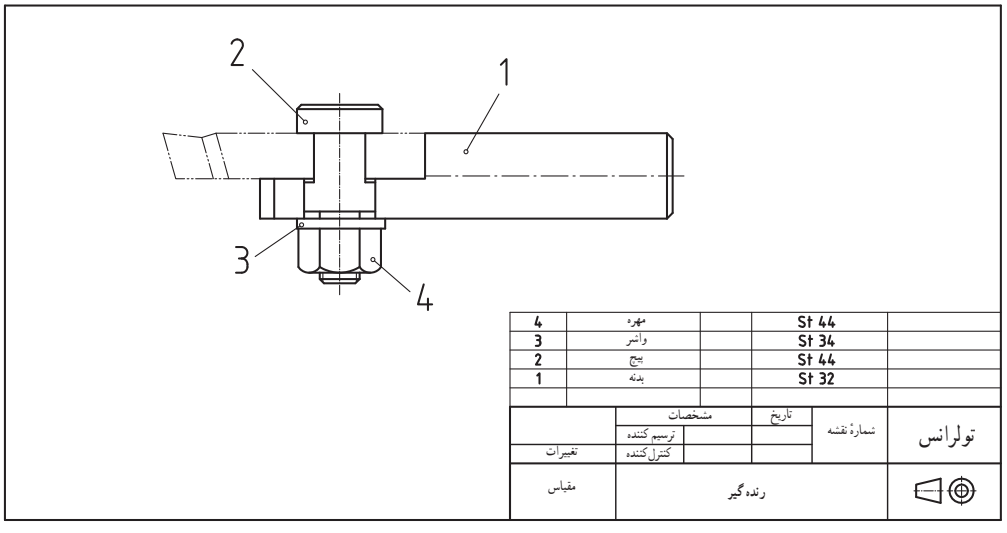
	تاریخ	مشخصات	
تولرانس	شماره نقشه	ترسیم کننده	
		کنترل کننده	تغییرات
	انبر (پنس)		مقیاس

فصل ۴ سوار کردن (مونتاژکردن)

در اینجا روش کار عکس روش پیاده کردن قطعات از یک مجموعه است. به‌طوری که قطعات به‌صورت مجزا داده می‌شوند و به‌صورت مجموعهٔ ترکیبی خواسته می‌شود. دو شکل زیر اجزای یک «رنده گیر» را به‌صورت نقشه‌های سادهٔ دو بعدی نشان می‌دهد (شکل ۱). اگر با توجه به آنها مجموعه سوار شده را ترسیم کنیم، می‌گوییم یک نقشهٔ ترکیبی به‌دست آمده است (شکل ۲).



شکل ۱ ــ نقشه‌های سادهٔ قطعات رنده گیر



شکل ۲ ــ نقشهٔ ترکیبی سوار شدهٔ رنده گیر

روش انجام کار

قبل از شروع به ترسیم «نقشهٔ ترکیبی سوار شده» باید :

* اطلاعات خود را در مورد هر قطعه، تعداد آن و موقعیت آن نسبت به سایر قطعات کامل کنیم.
* از نحوهٔ کارکردن مجموعه مطلع باشیم.
* نماهای لازم و بهترین نما را برای معرفی مجموعه در نظر بگیریم.

برای معرفی هر قطعه مشخص کنیم از چه نوع برشی می‌توانیم استفاده کنیم.

* قطعهٔ اصلی مجموعه را مشخص کنیم.
* اندازه‌ها و علائم انطباقی را برای مونتاژ، مورد توجه قرار دهیم.

□ با توجه به موارد فوق می‌خواهیم قطعات یک «جک پیچی» را روی هم سوار کنیم (این جک کوچک، مخصوص میز ماشین فرز است).

مثال : روش انجام کار برای مونتاژ یک «جک پیچی»

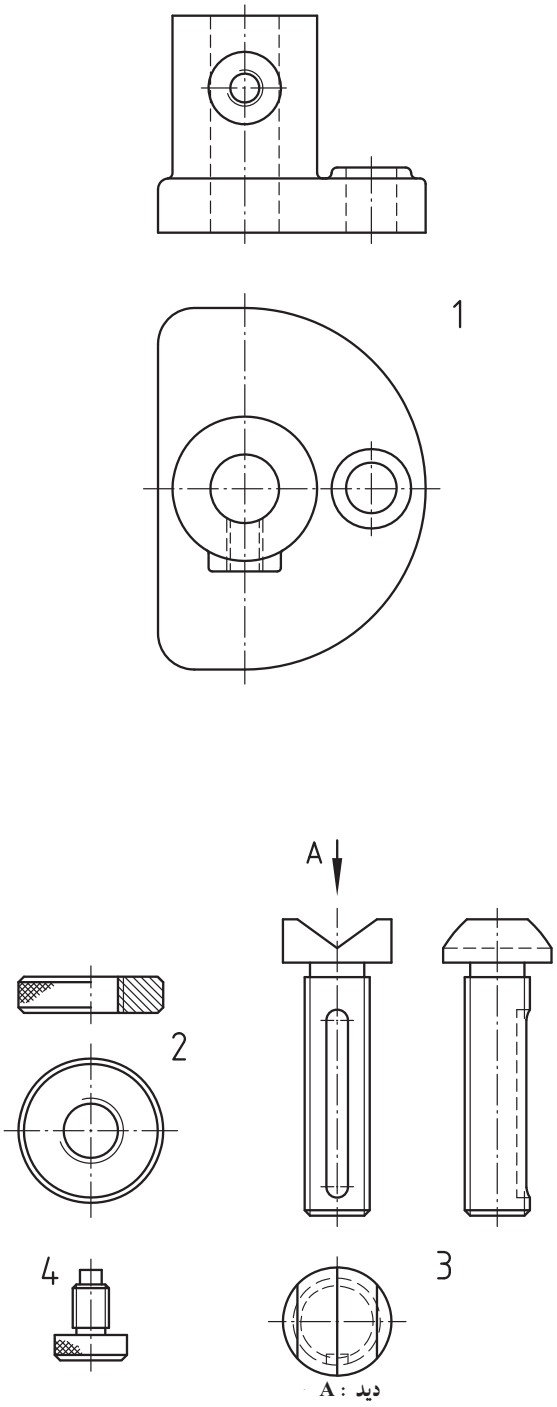
ابتدا اطلاعات خود را در مورد هر قطعه کامل می‌کنیم :

● **قطعهٔ شمارهٔ ۱** : قطعهٔ اصلی جک است. روی بدنهٔ قطعهٔ اصلی یک سوراخ وجود دارد که می‌توان این جک را روی تکیه گاه مستقر کرد.

● **قطعهٔ شمارهٔ ۲** : یک مهره است که روی سطح بیرونی آن آج زده شده است. آج کمک می‌کند تا بتوان مهره را با دست چرخاند. با چرخش مهره، قطعهٔ شمارهٔ ۳ (پیچ) به سمت بالا یا پایین حرکت خواهد کرد و ارتفاع جک را افزایش یا کاهش می‌دهد.

● **قطعهٔ شمارهٔ ۳** : یک پیچ با سر v شکل است. روی بدنهٔ این پیچ، شیاری طولی وجود دارد که برای تنظیم است. روی «قطعهٔ ۳» این جک، قطعه‌ای استوانه‌ای شکل می‌تواند تکیه کند.

● **قطعهٔ شمارهٔ ۴** : یک پیچ است که دور قسمت کلگی آن آج زده شده است. این قطعه از چرخش قطعهٔ ۳ جلوگیری می‌کند.



قطعات یک جک پیچی کوچک

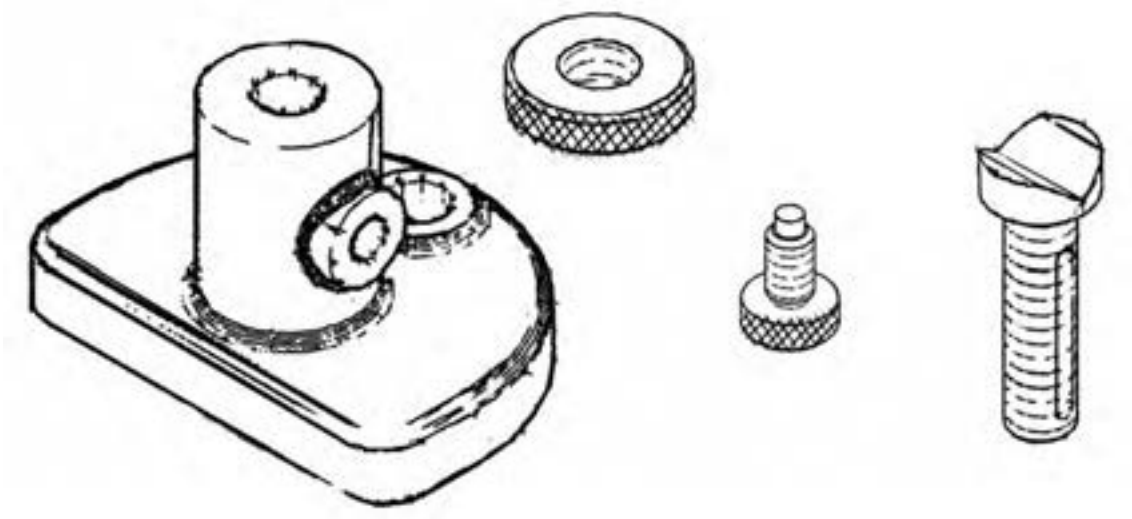
نکات کمکی در موقع سوار کردن

همانند نکات کمکی که برای «پیاده کردن قطعات» اشاره شد، در اینجا نیز به چند نکتهٔ مهم اشاره می کنیم : توجه داشته باشید که مطالبی که قبلاً آموختید با تلفیق نکات زیر به ترسیم نقشه سوارشده (مونتاژ) کمک می کند.

◘ نکتهٔ اوّل :استفاده از تصویر مجسم (تصویر سه بعدی)

ترسیم تصویر مجسم هر یک از قطعات با دست آزاد (به صورت اسکچ) به ترسیم نقشهٔ سوار شده بسیارکمک می کند. به طور مثال، قطعهٔ ۱ (مربوط به جک پیچی صفحهٔ قبل) با دو تصویر بیان شده بود، که در اینجا با یک تصویر سه بعدی مشخص شده است.

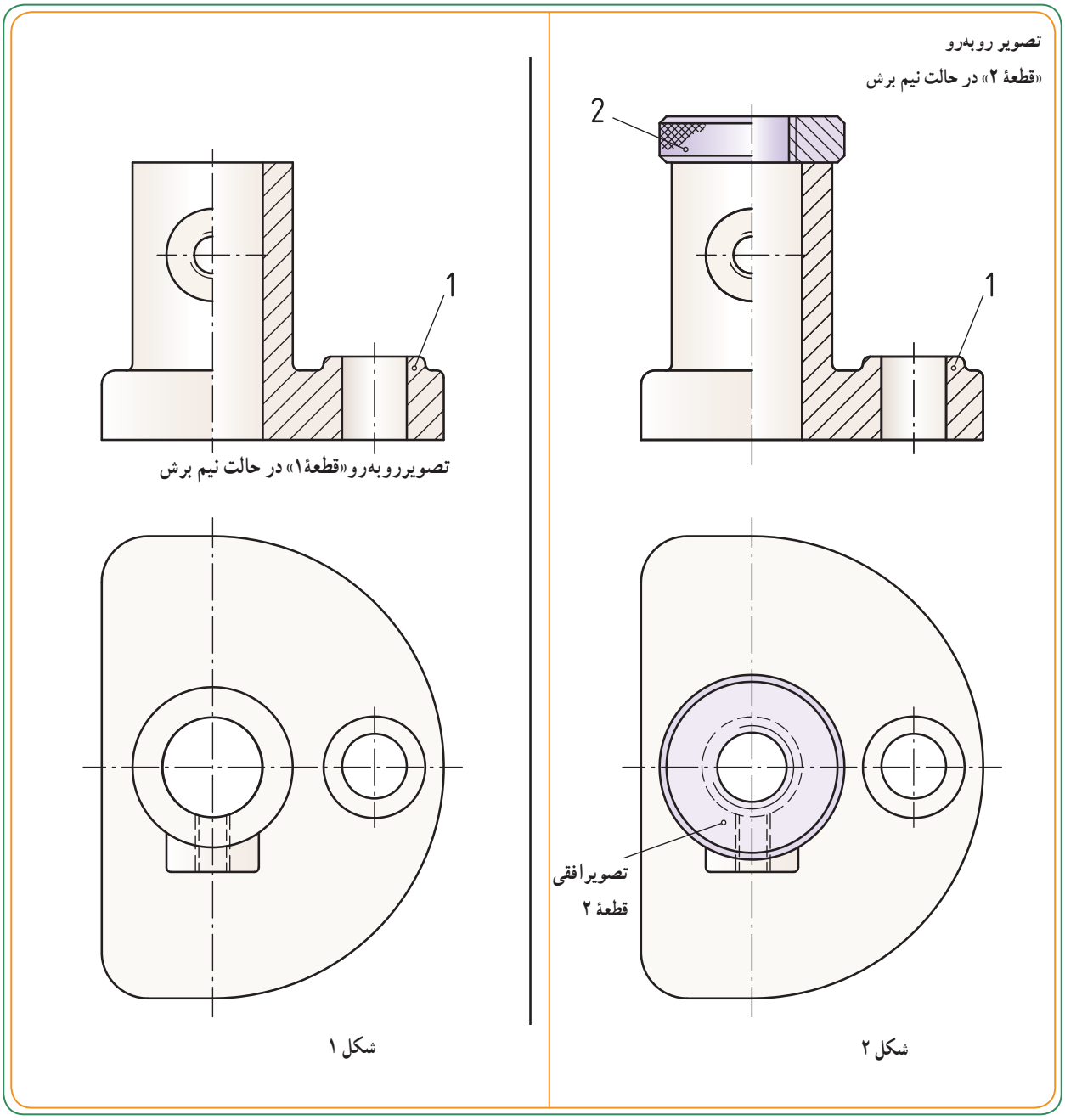
چنانچه با دست آزاد، با رعایت تناسب اندازهٔ قطعات، به راحتی بتوانید تصویر مجسم (تصویر سه بعدی) تهیه کنید خواهیددید که تا چه حد کار درک نقشه آسان خواهد بود. شکل زیر مجموعهٔ آماده شده‌ای از تصاویر سه بعدی قطعات را نشان می‌دهد.



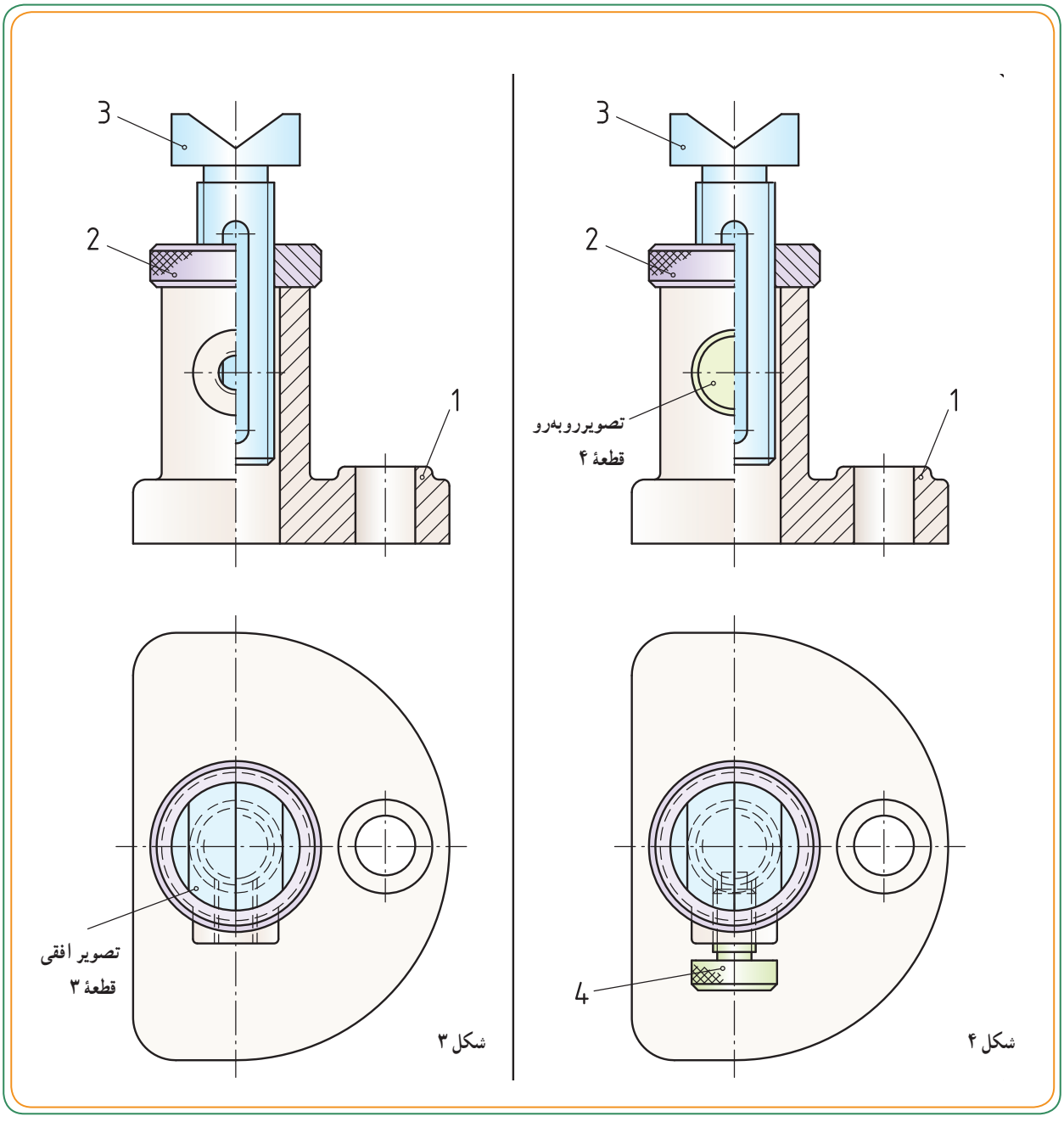
همان طور که قبلاً توضیح داده شده به این نقشه، که تصاویر سه بعدی را به‌صورت باز شده نشان می‌دهد، «نقشهٔ انفجاری » می‌گویند.

چون نام مجموعه، طرز کار و وظایف اجزای آن را می‌دانیم، مشکلی در ترسیم نقشهٔ سوار شدهٔ آن نخواهیم داشت. برای شروع کار از قطعهٔ اصلی (پایه) استفاده می‌کنیم. تصویر مجسم به ما کمک می‌کند تا از قطعات ــ خصوصاً قطعهٔ ۱ــ و از انتخاب روش مناسبی برای معرفی بهتر آن درک بهتری داشته باشیم. در شکل ۱، قطعهٔ اصلی را که همان پایهٔ جک است در دو نما ترسیم می‌کنیم. برای معرفی بهتر، تصویر روبه‌رو قطعهٔ ۱، آن را در حالت نیم برش ارائه کرده‌ایم.

در شکل ۲، مهرهٔ آج‌دار (قطعهٔ ۲) را بر روی مجموعه (در دو نما) سوار کرده‌ایم، به گونه‌ای که محور مهره با محور سوراخ قطعهٔ ۱ منطبق باشد. با توجه به استفاده از نیم‌برش برای قطعهٔ ۱، قطعهٔ شمارهٔ ۲ نیز شامل نیم برش می‌شود.



حالا پیچ ۳ را مطابق شکل ۳ روی مجموعه سوار می‌کنیم. نظر به اینکه قطعات ۱ و۲ را در دو نما معرفی کردیم، قطعهٔ ۳ نیز در دو نمای رو به رو و افقی ارائه می‌شود. از آنجایی که محورهای توپُر جزء استثنائات برش‌اند، قطعهٔ ۳ نیز درنمای روبه رو برش نمی‌خورد. در مرحلهٔ بعد، قطعهٔ ۴ را ــ به عنوان آخرین قطعه ــ مطابق شکل روی مجموعه سوار می‌کنیم. تصویر روبه‌رو قطعهٔ ۴ نیز به تبعیت از دو قطعهٔ ۱ و۲ در حالت نیم برش قرار می‌گیرد.



پس از بستن قطعهٔ ۴، برای مشخص شدن وضعیت بهتر قطعات درگیر ــ خصوصاً نحوهٔ ارتباط قطعهٔ ۴ با شیار روی قطعهٔ ۳ــ می‌توانیم از برش کمکی مقطع A ــ A استفاده کنیم.

با این کار (در تصویر افقی) از شلوغی نقشه توسط خطوط ندید جلوگیری کرده‌ایم.

قطعهٔ ۴ یک پیچ تنظیم است که جزء استثنائات برش است و هاشور زده نمی‌شود.

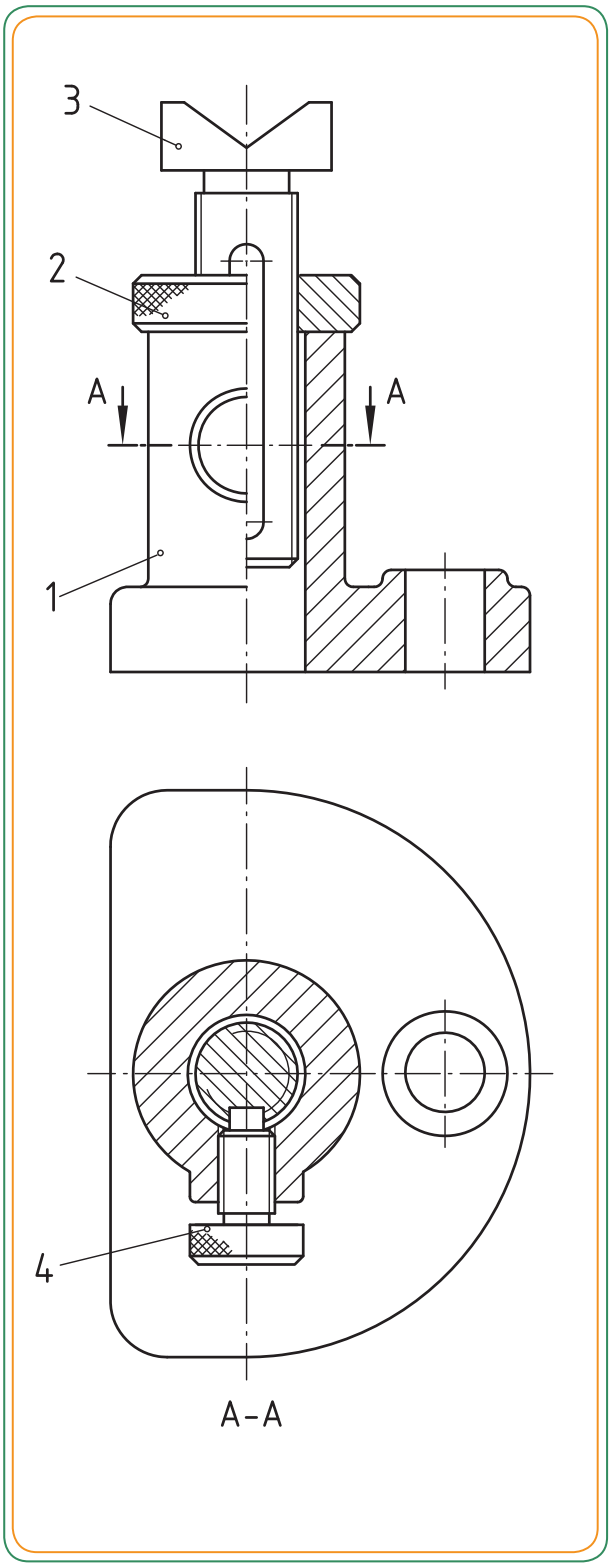
پس از اتمام کار، موقعیت تصاویر هر قطعه و ارتباط هر یک از قطعات را با همدیگر مجدداً کنترل و سپس جهت شماره‌گذاری روی مجموعه اقدام می‌کنیم.

قطعهٔ اصلی (پایه) ⟵ قطعهٔ شمارهٔ : ۱

مهرهٔ آج دار ⟵ قطعهٔ شمارهٔ : ۲

پیچ باسر V شکل ⟵ قطعهٔ شمارهٔ : ۳

پیچ تنظیم ⟵ قطعهٔ شمارهٔ : ۴



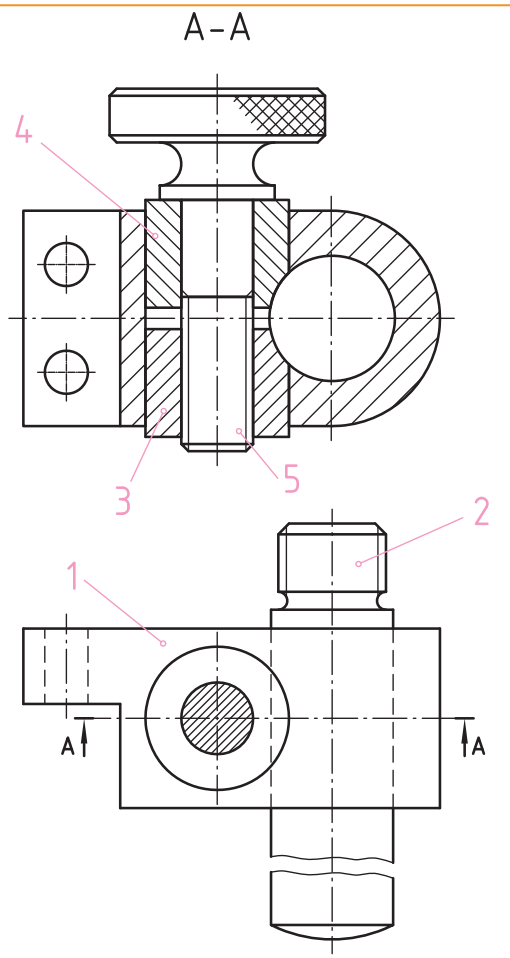
ر.ک.به. صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۱۱ کتاب کار

◘ نکتهٔ دوم : اندازه‌گذاری‌ها

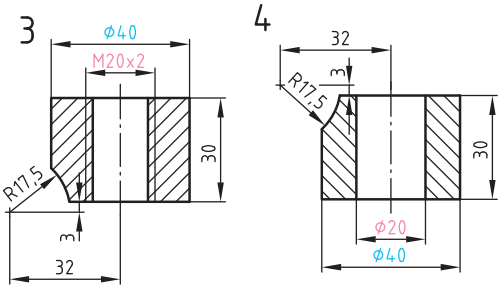
اندازه‌های ابعادی موجود روی قطعات می‌تواند تا حدودی به ترکیب و سوار کردن صحیح قطعات روی همدیگر کمک کند.

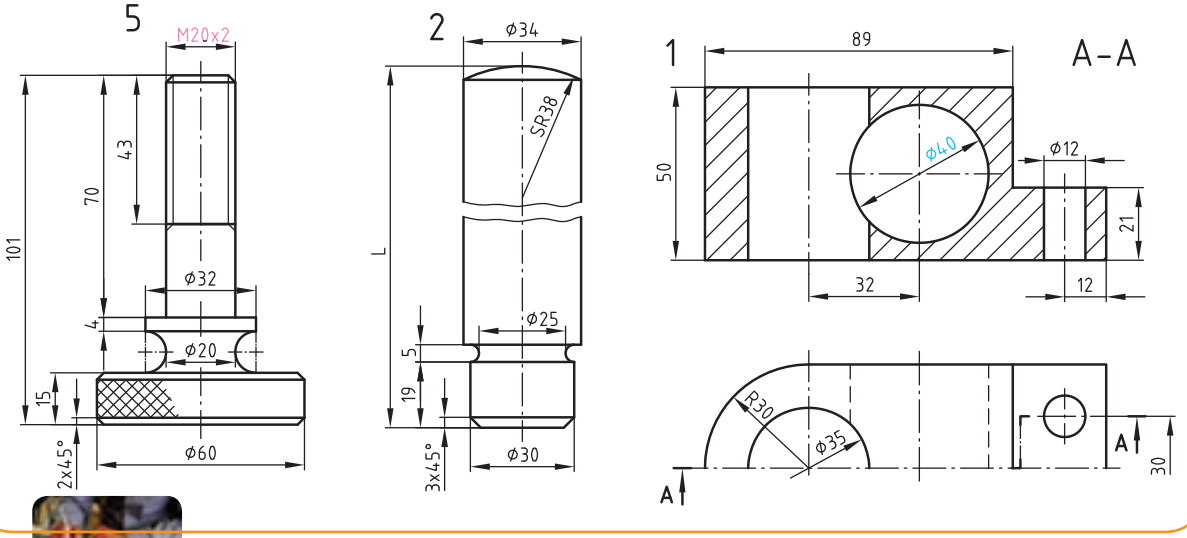
مثلاً در تصاویر زیر ، سوراخ روی قطعهٔ ۴ یا رزوهٔ M۲۰ بر روی قطعهٔ ۳ نشان می‌دهد که قطعهٔ ۵ قرار است از داخل یکی از آنها عبور کند و در داخل دیگری پیچ شود.

یا سوراخ ø۴۰ در نمای رو به‌رو قطعهٔ ۱ نشان می‌دهد که دو قطعهٔ ۳ و ۴ با قطر خارجی ø۴۰ به این سوراخ مربوط می‌شوند. بنابراین اندازه‌ها با قطر بیرونی ø۴۰ برای مونتاژ می‌توانند آگاهی بخش و کمک کننده باشند.



نام مجموعه : ثابت‌کننده سادهٔ پیچی





ر.ک.به. صفحهٔ ۱۱۲ کتاب کار

◘ نکتهٔ سوم : علائم انطباقی (اندازه‌های انحراف‌دار)

اندازه‌های انحراف‌دار یا علائم انطباقی مربوط به میزان دقت در یک انطباق بین یک «زبانه و شکاف» یا یک «میله و سوراخ» است که اگر این اندازه‌ها یا علائم انطباقی روی «میله و سوراخ » یا «زبانه و شکاف» وجود داشته باشد، در صورت تشابه در «اندازه‌های اسمی » می‌توانیم بگوییم که کدام قطعات به هم مربوط می‌شوند (شکل ۱).

درتصاویر شکل ۲، اندازهٔ اسمی قطر سوراخ قطعهٔ ۱ برابر ۳۶mm، همچنین قطر خارجی قطعهٔ ۲ در یک طرف آن برابر با ۳۶mm است. بنابراین این دو قطعه به هم مربوط می‌شوند. علامت انطباقی H۷ در کنار اندازهٔ اسمی سوراخ در قطعهٔ ۱ و علامت انطباق n۶در کنار اندازهٔ اسمی ۳۶ Ø روی قطعهٔ ۲ نشان می‌دهد که دو قطعه پس از سوار شدن چه نوع انطباقی را خواهند داشت.

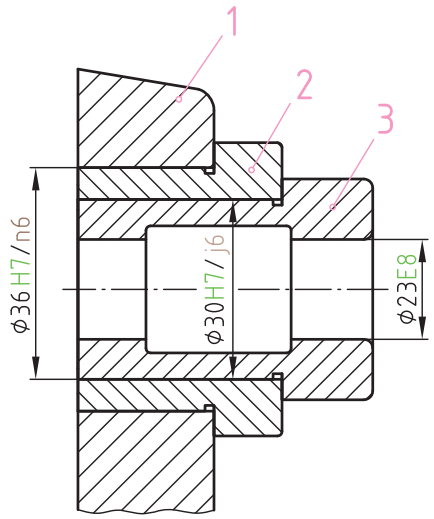
ارزش‌یابی

به نظر شما انطباق دو قطعهٔ ۱ و۲ با هم چگونه است ؟

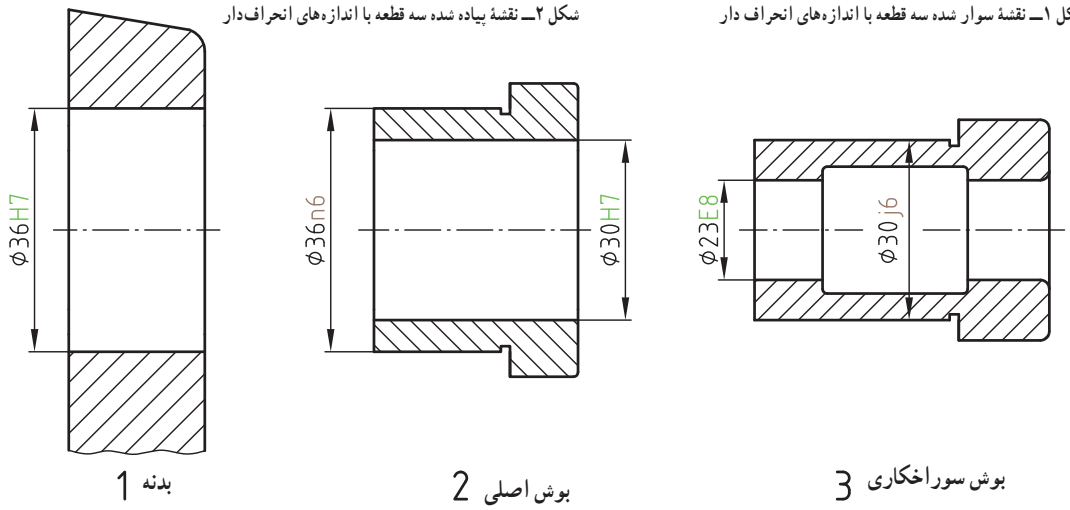
.....

انطباق قطعهٔ ۳ با ۲ با هم چگونه است ؟

.....



شکل ۱ــ نقشهٔ سوار شده سه قطعه با اندازه‌های انحراف دار



شکل ۲ــ نقشهٔ پیاده شده سه قطعه با اندازه‌های انحراف‌دار

ر.ک.بـ. صفحهٔ ۱۱۳ کتاب کار

◘ نکتهٔ چهارم : شماره‌گذاری

ممکن است نحوهٔ شماره‌گذاری قطعات به سوار کردن قطعات کمک کند.

ـ اگر شماره‌گذاری به ترتیب سوار کردن باشد، از قطعات شماره‌های ۱ و به ترتیب ۲، ۳ و .... شروع می‌کنیم.

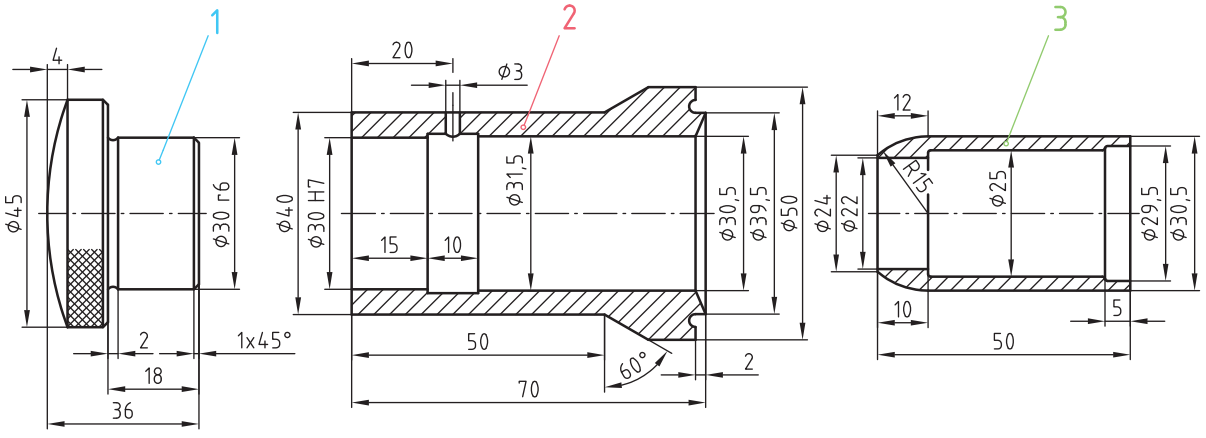
ـ اگر شماره‌گذاری به ترتیب پیاده کردن باشد از شمارهٔ آخر شروع می‌کنیم.

چرا باید از شمارهٔ آخر شروع کنیم ؟

.....

.....

.....



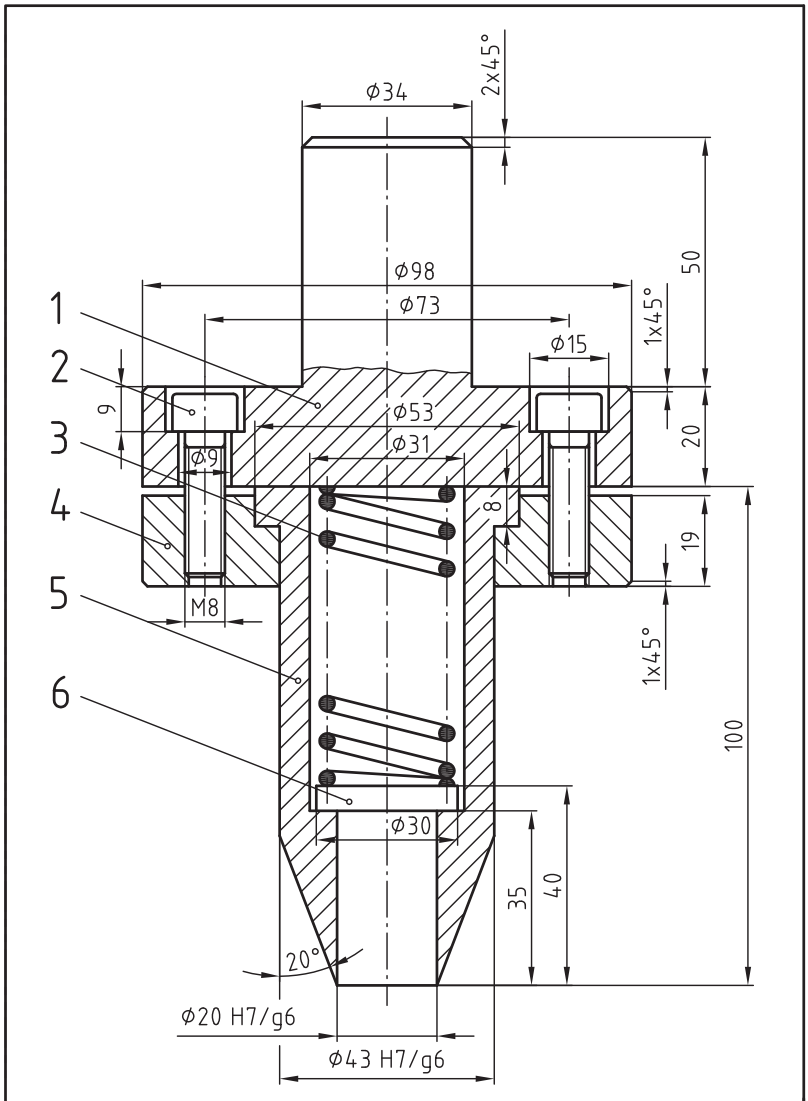
اندازهٔ مواد خام	جنس	تعداد	نام قطعه	شماره
			دگمهٔ ضربه خور (سخت شده)	۱
			لوله سمانته شده	۲
			بوش سخت شده	۳

تولرانس	شمارهٔ نقشه	تاریخ	مشخصات
			ترسیم کننده
			کنترل کننده
	بوش ضربه‌ای (جهت جا زدن کاسه نمد)		مقیاس

ر.ک.به. صفحهٔ ۱۱۴ کتاب کار

نکتهٔ پنجم : جدول نقشه ترکیبی

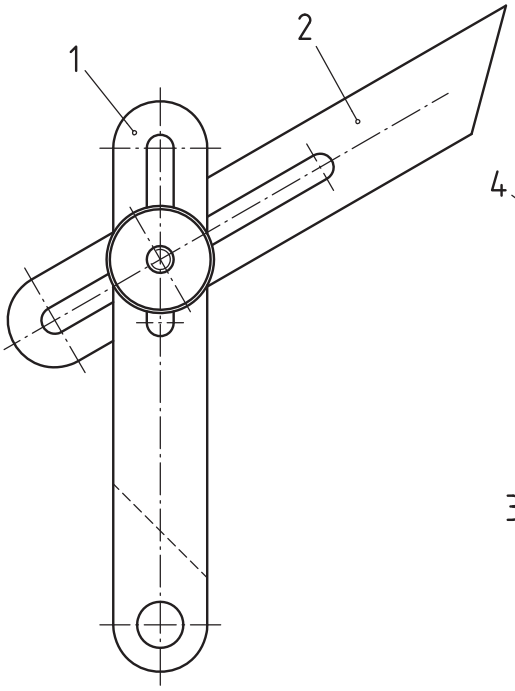
همان طور که در مبحث نقشه‌های پیاده‌کردنی توضیح مختصری ارائه شد، اطلاعات مربوط به نقشه را در داخل جدول وارد می‌کنند. در نقشه‌های سوار شده (ترکیبی) چون اطلاعات یک مجموعه باید ثبت شود، جدول ساده نمی‌تواند پاسخ‌گو باشد، لذا از یک جدول کامل و جامع استفاده می‌شود که به آن جدول «نقشهٔ ترکیبی» می‌گویند. به کمک جدول نقشهٔ ترکیبی می‌توان همزمان با شمارهٔ قطعه، از تعداد آن، نام آن، جنس و استاندارد قطعه مطلع شد، که این موارد به نحوهٔ سوارکردن قطعات بسیار کمک می‌کند.

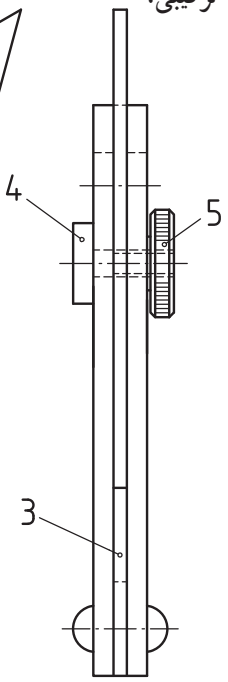


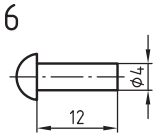
شماره	نام قطعه	تعداد	جنس	اندازه مواد خام
6	بیرون انداز	1	فولاد سخت	
5	سنبه	1	فولاد سخت s.p.k	
4	صفحهٔ سنبه گیر	1	فولاد نیمه سخت	
3	فنر بیرون انداز	1	DIN 2098–2/5×25×90	
2	پیچ آلن	3	DIN 912–M8×25	
1	توپی	1		

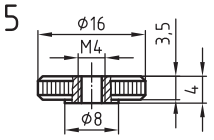
تولرانس	شماره نقشه	تاریخ	مشخصات	
		ترسیم کننده		
		کنترل کننده		تغییرات
	قالب پولک بُر (برای پولک‌های پلاستیکی یا مقوایی)			مقیاس

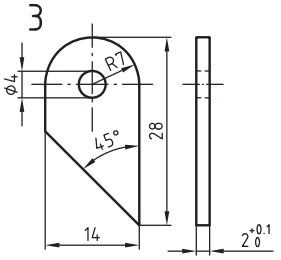
نکته : در مواردی نیز مشابه گونیای تاشو در شکل زیر، ممکن است به همراه نقشهٔ ترکیبی، نقشهٔ قطعات تکی مجموعه نیز ارائه شود.

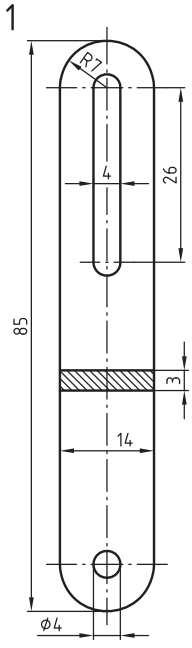


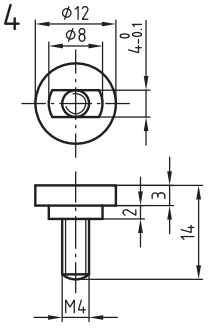


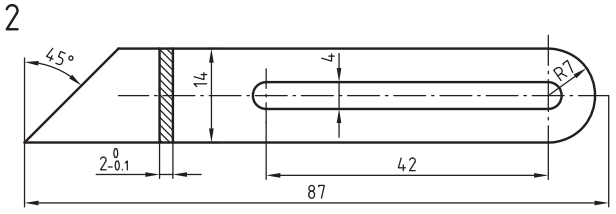












6	میخ پرچ سرعدسی	1	St 37	12x⌀4
5	مهره آج دار	1	St 37	⌀18x20
4	پیچ	1	St 37	⌀15x23
3	قطعه مابین	1	St 37	31x16x3
2	زبانه	1	St 37	88x16x3
1	قسمت ثابت	2	St 37	88x16x4
شماره	نام قطعه	تعداد	جنس	اندازه مواد خام

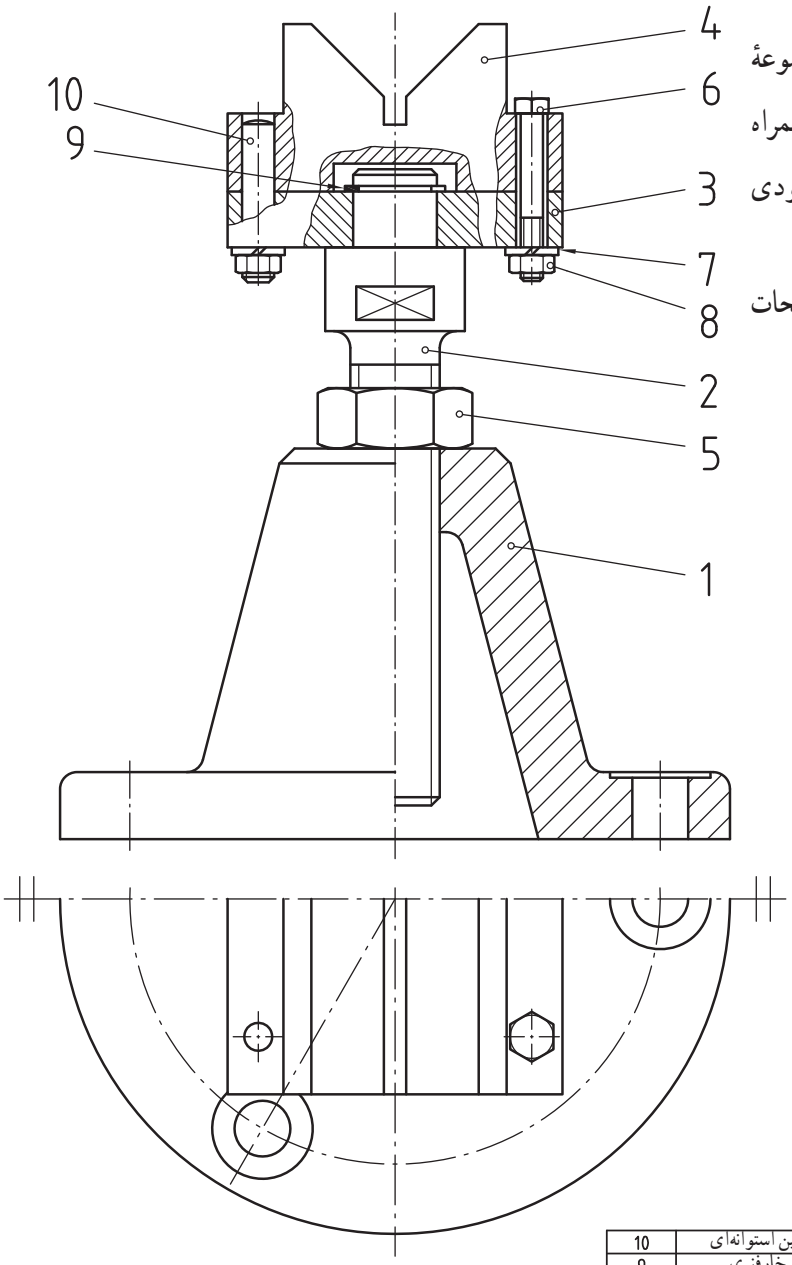
تولرانس	شماره نقشه	تاریخ	مشخصات
			ترسیم کننده
			کنترل کننده
	گونیای تاشو		تغییرات
			مقیاس

ر.ک.پ. صفحهٔ ۱۱۵ کتاب کار

پروژه ۲

با توجه به قطعات مربوط به «مجموعهٔ جک»، نقشهٔ ترکیبی سوار شده آن را به‌همراه جدول نقشهٔ ترکیبی روی یک برگه A۳ عمودی با مقیاس ۱ :۱ ترسیم کنید.

(نقشهٔ چهار قطعه :۴،۳،۲،۱ در صفحات ۱۱۶ و ۱۱۷ کتاب کار ارائه شده است).



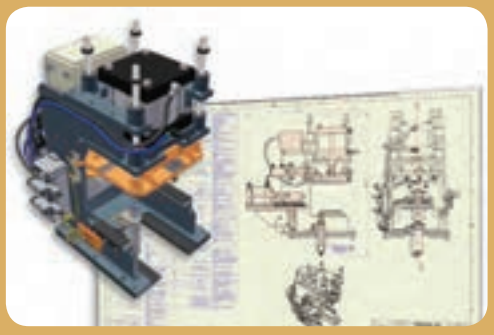
10	پین استوانه‌ای	1	DIN7-5h 8×20-St	
9	خارفنری	2	ISO 8734-5x24-A-St	
8	مهره شش گوش	2	DIN EN 24032-M5-8	
7	واشر فنری	2	DIN 128-A5-FSt	
6	پیچ سرشش گوش	2	DIN EN 24014-M5x30	
5	مهره شش گوش	1	DIN EN 28673-M16x1,5	
4	بلوک (جناغی)	1		
3	صفحه زیربند منشور	1		
2	پیچ	1		
1	پایه	1		
شماره	نام قطعه	تعداد	جنس	اندازه مواد خام

تولرانس	شماره نقشه	تاریخ	مشخصات	
			ترسیم کننده	
			کنترل کننده	تغییرات
	جک پیچی			مقیاس

ر.ک.ب. صفحه‌های ۱۱۶ و ۱۱۷ کتاب کار

بخش ششم

آشنایی با برخی از نرم‌افزارهای:
طراحی ــ مهندسی



بیشتر بدانیم

در این بخش مطالبی در خصوص آشنایی با برخی از نرم‌افزارهای متداول در طراحی و نقشه‌کشی ارائه شده است مطالب این بخش به‌صورت «مطالعه آزاد» بوده که هدف ایجاد آشنایی و اطلاع رسانی به آن دسته از هنرجویانی است که علاقه‌مند به‌کار با این نرم‌افزارها هستند.

از مطالب این بخش ارزش‌یابی به عمل نمی‌آید.

نرم‌افزار اتوکد (Autocad mechanical Desktop)

Autocad mechanical

این نرم‌افزار قدرتمند در طراحی مکانیکی به شما این امکان را می‌دهد تا طرح و نقشه‌های صنعتی را با سرعت و دقت بسیار خیره‌کننده‌ای ارائه نمایید. نظر به اینکه امروزه در طراحی‌های مکانیکی و صنعتی از نرم‌افزار اتوکد کمتر بهره گرفته می‌شود، ضرورت دارد جهت استفاده بهتر و مؤثرتر از این نرم‌افزار مهارت وتسلط کافی کسب کنیم.

یکی از توانایی‌های مهم این نرم‌افزار استفاده آن در مهندسی معکوس است، به‌طوری که طراح با در اختیار داشتن قطعهٔ صنعتی مورد نظر و برآورد اندازه‌ها و مقیاس‌های لازم، آن قطعه را طراحی می‌نماید. این روش مخصوصاً به بومی سازی برخی فناوری‌ها بسیار کمک می‌کند.

برخی از ویژگی‌های این نرم‌افزار عبارت‌اند از :

- داشتن ابزارهای گزارش‌گیری و مستندسازی پروژه؛
- امکان به اشتراک‌گذاری یک پروژه بین چندطراح؛
- نماگیری از قطعات و نقشه‌های انفجاری و ویرایش آنها؛
- امکان اعمال محدودیت‌های اندازه‌ای بر روی نقشه و بسیاری قابلیت‌های منحصر به فرد دیگر در حیطهٔ استانداردهای طراحی و نقشه‌کشی صنعتی.

نرم‌افزار Inventor

Inventor

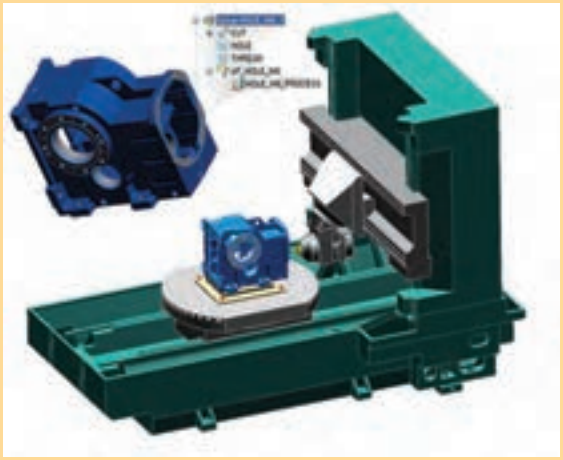
نرم‌افزاری نوظهور اما بسیار قدرتمند در زمینهٔ طراحی و ساخت قطعات و ماشین آلات پیچیده صنعتی است. استفاده از این نرم‌افزار در طراحی قالب‌های پیچیدهٔ صنعتی، اعم از برش، کشش، خم، تزریق پلاستیک و دایکاست به طراح بسیار کمک می‌کند و او را در طراحی این نوع قالب‌ها سریع‌تر به هدف خود می‌رساند.

این بدان دلیل است که نرم‌افزار Inventor بسیاری از قطعات استاندارد قالب‌ها را از شرکت‌های سازندهٔ معروف در این زمینه در خود جای داده و شما می‌توانید به راحتی از این قطعات (به طور مدل) در طراحی‌های خود بهره ببرید. گفتنی است در این نرم‌افزار اجزای دیگری مانند انواع شفت‌ها، چرخ‌دنده‌ها، فنرها، یاتاقان‌ها و بسیاری از قطعات استاندارد دیگر به‌طور پیش فرض وجود دارند و کافی است که طراح، پارامترهای مدنظر خود را در جداول مربوط به هر یک از اجزا وارد نماید تا در طراحی آن قطعه به هدف اصلی خود برسد.

نرم‌افزار Inventor شامل محیط‌هایی از قبیل موارد زیر است :

- محیط مدل‌سازی قطعات Part Design؛
- محیط مونتاژ Assembly Design؛
- محیط طراحی و مدل‌سازی قطعات از جنس ورق sheet metal؛
- محیط جوش کاری weld ment؛
- محیط طراحی قالب‌های صنعتی؛
- محیط تهیهٔ نقشه‌های فنی و مهندسی.

نرم‌افزار Pro /Engineering



این نرم‌افزار یکی از قدرتمندترین نرم‌افزارها در زمینهٔ CEA/CAM/CAD در سطح جهان است. بسیاری از مهندسان ساخت و تولید در دنیا معتقدند هیچ نرم‌افزاری در زمینهٔ تهیهٔ خروجی‌های دستگاه‌های کنترل کامپیوتری (CMM/ NC/CNC و...) قابلیت رقابت با این نرم‌افزار را ندارد. ادعای آنان را نمی‌توان نادیده گرفت، زیرا بسیاری از کشورهای پیشرفتهٔ صنعتی در دنیا در زمینهٔ طراحی، ساخت و تولید ادوات نظامی، خودروسازی، کشتی‌سازی، هوافضا و بسیاری از صنایع دیگر از این نرم‌افزار بهره می‌جویند.

برخی از ویژگی‌های این نرم‌افزار :

ــ داشتن قدرت منحصر به فرد مدل‌سازی مجموعه‌های مکانیکی (مانند سازهٔ هواپیما، سکوی پرتاب موشک و...)

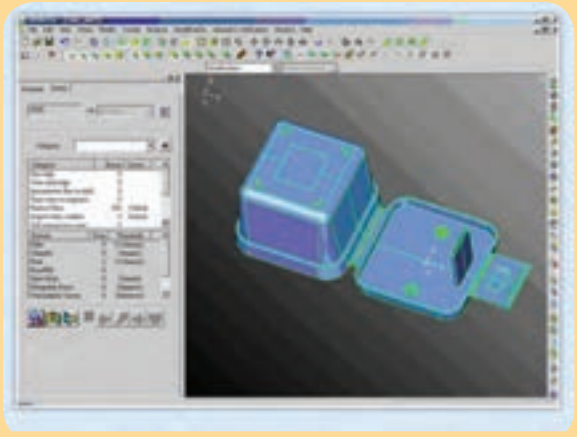
ــ قابلیت برقراری ارتباط با دستگاه‌های تولید (از قبیل CNC، وایرکات، برش پلاسما و...)؛

ــ سامان دهی خطوط تولید و مونتاژ؛

ــ امکان تحلیل و شبیه سازی پیشرفتهٔ مکانیزم و حرکت مجموعه‌ها.

همچنین قابل ذکر است از این نرم‌افزار در شرکت‌های بزرگ هواپیماسازی بهره گرفته می‌شود.

نرم‌افزار Mold flow



این نرم‌افزار امکانات پیشرفته‌ای برای شبیه‌سازی عملیات تزریق پلاستیک، پیش‌بینی و برطرف نمودن مشکلات و مسائل احتمالی در هنگام تزریق را در اختیار طراح قرار می‌دهد.

شما می‌توانید مراحل پُرشدن، بسته شدن، سردشدن و تغییر شکل قطعه را تحلیل نمایید و قبل از ساخت قالب تزریق موردنظر جزئیات عملیات تزریق را به‌صورت شبیه‌سازی مشاهده کنید.

از قابلیت‌های بارز این نرم‌افزار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

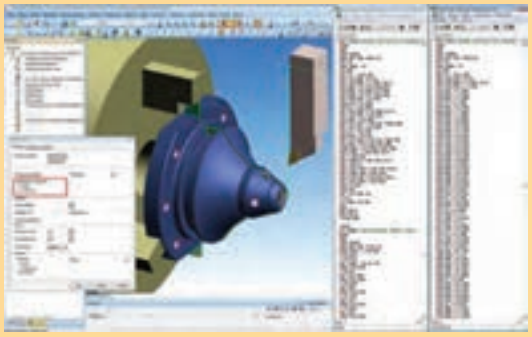
ــ انتخاب مادهٔ تزریق شونده و نوع ماشین تزریق؛

ــ تعیین فشار و دمای قالب؛

ــ انتخاب راهگاه‌های مناسب؛

ــ دیدن نتایج افت فشار، تغییرات دما در قالب، تغییر شکل قطعه و شبیه‌سازی و تحلیل عملیات تزریق.

نرم‌افزار Edge Cam



این نرم‌افزار در زمینهٔ تراش‌کاری سطحی و عمقی و چرخش چند محوری پیچیده در فرزکاری، تراشکاری چرخشی و چند صفحه‌ای قابلیت‌های فراوانی دارد و در صنایعی همچون هوافضا، خودروسازی، نفت و گاز، خدمات مهندسی، صنایع ریخته‌گری، برش‌کاری، صنایع بهداشتی و نیروی محرکه نیز پرکاربرد است.

از مزایای این نرم‌افزار می‌توان به‌موارد زیر اشاره کرد :

ــ افزایش بازدهی و سود از طریق کاهش استفاده از مواد؛

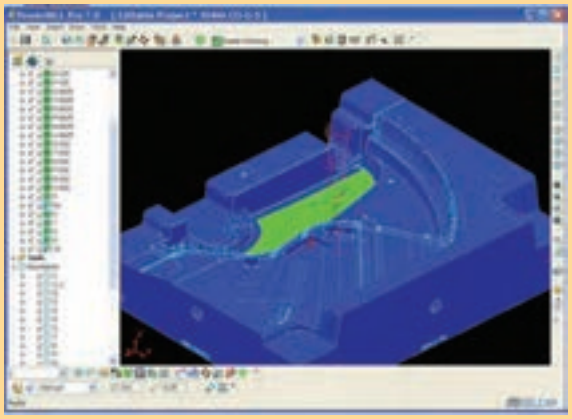
ــ کاهش زمان طراحی و افزایش زمان تولید؛

ــ انعطاف‌پذیری و مدولار بودن آن.

نرم‌افزار Surfcam

از این نرم‌افزار می‌توان در مدل‌سازی سطوح اجسام صلب، مهندسی معکوس، الگوسازی ماشین‌های تولیدی، برنامه‌نویسی ماشین‌های CNC دو، سه، چهار و پنج محوره، ماشین‌های تراش CNC برش پلاسما، جِت آب و وایرکات بهره گرفت. این نرم‌افزار رابط خوبی بین رایانه و ماشین‌های تولید است و به‌وسیلهٔ آن می‌توان این ماشین‌ها را به‌راحتی کنترل نمود و از آنها در جهت ساخت و ماشین‌کاری قطعات بهره گرفت.

نرم‌افزار power mill

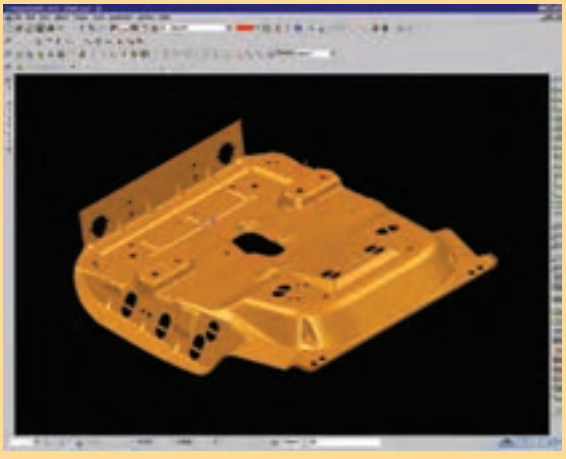


این نرم‌افزارکاربر را قادر می‌سازد تا با دسترسی داشتن به ابزارهای شبیه سازی فرایند براده برداری، بهترین سطح خروجی را از قطعه به‌دست آورد و پس از تهیهٔ G_cod و انتقال آن به ماشین‌های تولید، دقیقاً به‌همان کیفیت سطح موردنظر دست یابد.

این نرم‌افزار به‌دلیل توانمندی‌های بی‌نظیر، سادگی کار با آن و ارائهٔ نتایج بی‌نقص، در صنایع مختلفی نظیرِ قالب‌سازی، خودروسازی، هوافضا و کشتی‌سازی در سطح دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از این نرم‌افزار عمدتاً در تهیهٔ مسیر حرکت ابزارهای برشی در دستگاه‌های CNC و روی قطعهٔ کار جهت براده برداری استفاده می‌شود.

نرم‌افزار power shape

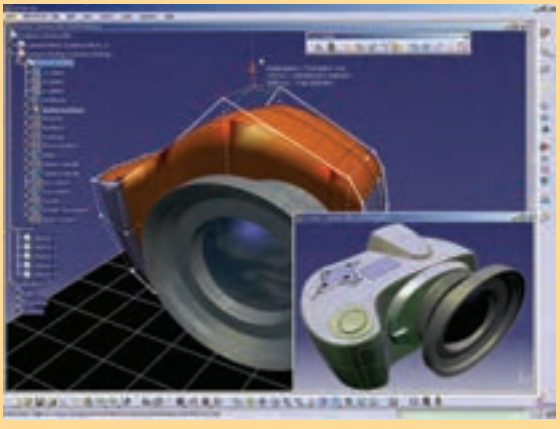


این نرم‌افزار یکی از معروف‌ترین و کاربردی‌ترین نرم‌افزارها در صنعت قالب‌سازی است و در طراحی قالب‌های تزریق پلاستیک، دایکاست، اکستروژن، ترموست و تزریق آلومینیم و همچنین در طراحی قالب‌های رزینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابلیت بارز این نرم‌افزار تهیهٔ خروجی برای نرم‌افزارهای دیگر یا تبدیل یک فرمت به فرمت دیگر به کمک Exchane_Ps است.

نرم‌افزار Solid Works

این نرم‌افزار یکی از قدرتمندترین و کار آمدترین نرم‌افزارهای طراحی و مدل‌سازی مکانیکی است. بسیاری از دفاتر طراحی و مهندسی در دنیا از آن برای مدل سازی، تهیهٔ نقشه‌های فنی، ثبت و مستند سازی، مدیریت اطلاعات فنی محصول، تحلیل‌های استاتیکی و سینماتیکی، تعیین روش‌های تولید قطعه، طراحی قالب‌های صنعتی، طراحی سازه‌های سنگین و سبک و بسیاری دیگر استفاده می کنند. همچنین این نرم‌افزار در بین طراحان لوازم خانگی (برای مدل سازی پوسته‌ای) بسیار طرفدار دارد. ویژگی برتر این نرم‌افزار نسبت به همپایان خود سادگی کار با آن و محیط کاری زیبا و جذاب آن است، به‌طوری که کاربر را شیفته خود می کند. این نرم‌افزار قابلیت طراحی قالب‌های تزریق پلاستیک را نیز دارد و این ویژگی را مدیون قطعات استاندارد فراوانی از استانداردهای روز دنیا می‌داند. همچنین ابزارهای مخصوص این بخش، طراح را برای رسیدن هر چه سریع‌تر به هدف یاری می کند.

نرم‌افزار CATIA



این نرم‌افزار را می‌توان به یک کارخانهٔ بزرگ یا یک گروه صنعتی عظیم تشبیه کرده با قابلیت و کاربردهای فراوان، از جمله :تجسم اولیهٔ محصول در ذهن، طراحی مفهومی، ساخت نمونهٔ اولیه، طراحی قالب‌ها وجیگ و فیکسچرها، برنامه ریزی فرایند طراحی و پروسهٔ تولید (مثل برنامه‌نویسی دستگاه‌های CNC و...)، تراش‌های CNC و جوش کاری، قالب گیری، شکل دهی (ورق کاری)، طراحی و شبیه‌سازی مکانیزم‌های ماشین، تحلیل‌های دینامیکی، استاتیکی و سینماتیکی، طراحی مدار و بردهای الکترونیکی، طراحی شبکه‌های تأسیساتی (تهویه، گرمایش و سرمایش، سیستم آب رسانی و...)، استخراج نقشهٔ مهندسی ثبت و مستند سازی، مدیریت اطلاعات فنی محصولات، طراحی خطوط تولید و مونتاژ کارخانهٔ بسته‌بندی و نحوهٔ حمل و نقل محصول.

موارد ذکر شده توانسته است جایگاه ویژه‌ای را برای این نرم‌افزار در بین شرکت‌های داخلی بزرگی همچون ایران خودرو، سایپا و... و شرکت‌های بزرگ خارجی بسیاری به ارمغان آورد. همچنین این نرم‌افزار سهم عمده‌ای در پیشرفت صنایعی همچون خودروسازی، کشتی‌سازی، صنایع هوانوردی و دفاعی در کشورمان داشته است.

منابع فارسی

نام کتاب	مؤلف/مترجم	ناشر	سال نشر
آزمون های فنی و حرفه ای (جلد۵)	محمدرضا پارساخو	انتشارات فاطمی	۱۳۷۲
استانداردهای کامل ISO در نقشه‌کشی صنعتی - (جلد ۲)	فتح اله معطوفی	فدک ایساتیس	۱۳۸۸
اصول طراحی مدل ها و قالب های ریخته گری	مراد سلیمی	مؤلف	۱۳۷۰
آموزش رسم فنی(جلد ۲)	حسن مجید زاده		
اندازه گذاری و صافی سطح	حمیدرضا غلامرضایی	سازمان آموزش و پرورش شهر تهران	۱۳۸۱
انطباقات (استاندارد صنعتی اطریش)	صمد خادمی اقدم	دانشگاه شهید رجایی	۱۳۷۳
تراشکاری ۲ (کد ۴۶۸/۵)	حسین رشید زاد محمد حسین هاشمی سرشت	وزارت آموزش و پرورش	۱۳۷۳
تولرانس های ابعادی و هندسی	حمیدرضا غلامرضایی	سازمان آموزش و پرورش شهر تهران	۱۳۸۱
تولرانس های مدرن هندسی	حمیدرضا غلامرضایی	آموزشکده فنی وحرفه ای دختران	۱۳۷۷
جداول و استانداردهای طراحی و ماشین سازی	عبداله ولی نژاد	طراح	۱۳۸۷
در پیرامون ماشین های افزار	علی اکبر جوانفر	وسترمان	۱۹۶۰
درس فنی سال سوم دبیرستان آموزش فنی ماشین ابزار	بهرام لاله زاری	سازمان کتاب های درسی	۱۳۵۶
درس فنی- رشته ماشین ابزار (کد۶۰۳)	صمد خادمی اقدم بهروز نصیری زنوزی	وزارت آموزش و پرورش	۱۳۶۹
رسم فنی و نقشه خوانی صنعتی(جلد۳)	حمیدرضا غلامرضایی محسن بیاتی	مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران	۱۳۸۴
رسم فنی تخصصی (رشته صنایع فلزی)	محمد خواجه حسینی آرش حبیبی	وزارت آموزش و پرورش	۱۳۸۹
راهنمای مهندسان و تکنیسین ها	عبدالنبی وحیدی	سایکو	۱۳۸۹
رسم فنی سال سوم نقشه کشی صنعتی تولید (تئوری و عملی)	محمد خواجه حسینی	وزارت آموزش و پرورش	۱۳۷۱
رسم فنی سال چهارم نقشه کشی صنعتی تولید(تئوری و عملی) کد ۸۲۲ و ۸۲۲/۱	محمد خواجه حسینی	وزارت آموزش و پرورش	۱۳۷۰
رسم فنی	محمد باقر رجال	انتشارات خوارزمی	۱۳۶۷

منابع فارسی

نام کتاب	مولف/مترجم	ناشر	سال نشر
رسم فنی	مهندس طاعت	انتشارات دهخدا	۱۳۵۲
رسم فنی سال سوم هنرستان آموزش فنی قالب سازی	فیروز بروشکی	شرکت چاپ و نشر ایران	۱۳۶۸
رسم فنی سال چهارم دبیرستان آموزش فنی اتومکانیک	محمد صفایی- مرتضی کلوشانی عزیز خوشبینی	سازمان کتاب های درسی	
رسم فنی سال دوم هنرستان آموزش فنی- مکانیک عمومی	عبدالنبی وحیدی مجید فریدی آذر	شرکت چاپ و نشر ایران	۱۳۶۴
شناخت اجزای ماشین	حمیدرضاغلامرضایی	مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران	۱۳۸۰
صافی سطح	حمیدرضا غلامرضایی	آموزشکده فنی و حرفه ای دختران	۱۳۷۷
طراحی اجزای مکانیکی ماشین	احد آشوبی	آذربایجان	۱۳۸۱
طراحی اجزای ماشین (جلد ۱ و ۲)	محمدرضا فرامرزی	طراح	۱۳۸۵
طراحی تولرانس ها	سید رامین کابلی	طراح	۱۳۸۹
فرمان ها و ابزار های اندازه گیری و کنترل	اکبر شیرخورشیدیان	طراح	۱۳۸۳
فرهنگ مصور ۵ زبانه مهندسی مکانیک	راستکار محمود زاده	تلاش (تبریز)	۱۳۸۲
مبانی نقشه‌کشی صنعتی	حمیدرضا غلامرضایی	انستیتو مکانیک مرکز آموزش عالی فنی انقلاب اسلامی	۱۳۶۹
نقشه‌کشی مقدماتی اتومکانیک	ابوالقاسم میرقشمی	سازمان آموزش فنی و حرفه ای	۱۳۷۲
نقشه‌کشی صنعتی	حمیده بحرانیان	سازمان آموزش فنی و حرفه ای	۱۳۷۷
نقشه‌کشی صنعتی	عبدالنبی وحیدی	دانشکده مکانیک انستیتو تکنولوژی تهران	۱۳۶۰
نقشه‌کشی صنعتی	عبدالنبی وحیدی	دانشکده تربیت دبیر فنی دانشگاه شهید رجایی	۱۳۷۴
نقشه‌کشی ۲ (رشته نقشه‌کشی عمومی کد۴۸۸/۹)	محمد خواجه حسینی	وزارت آموزش و پرورش	۱۳۸۹
نقشه‌کشی صنعتی	عبداله ولی نژاد محمد تصیری نیا	طراح	۱۳۷۷
نقشه‌کشی صنعتی(جلد۲)	مهندس مرجانی	انتشارات دانشگاه علم و صنعت	۱۳۷۲
نقشه‌کشی مقدماتی (کتاب درسی کاردانش-کد۶۰۴/۲)	حمیدرضاغلامرضایی	وزارت آموزش و پرورش	۱۳۸۲

منابع غیرفارسی

نام کتاب	مؤلف/مترجم	ناشر	سال نشر
Basic Technical Drawing	Spencer/Dygdon	Mc Graw - Hill	1980
Das Fachwissen des Metallgewerblers(Teil.4)	F.Diefenbach	Dummlers Fachbucherei	1965
نشریات فنی برای محققان جوان در گرایش‌های مکانیک	Der Junge Metall HandWerker	Frankfurter Fachverlag	1975 to 1990
Engineering Drawing	A.yarwood	Cassell	1982
Engineering Drawing	I.S.Vyshnepolsky	Mir Publishers	1985
Engineering Graphics	Giesecke &....	Macmillan	1969
Fach- Zeichnen Metal	Baucke - Heidorn	Hand Werk und Technik	1975
Fachkenntnisse Metall Industriemechaniker	Christof Braun & ...	Hand Werk und Technik	1995
Fachzeichnen Fur das Metallgewerbe (1,2,3)	Dehmlow-Kiel	Klett	
Graphic Technology	James H.Earle	Pearson	2005
Grundfertigkeiten Von Hand	Hoischen/ Tuunermann(Teil.1)	girardet	1957
How Things Work?	Lesley Firth	Kingfisher books	1989
Introduction to Graphical Analysis & Design	B. Leighton Wellman	MC. Graw-Hill	1966
Lehrbuch Fur Metallberufe	A.Rotthowe R.Kotte	Hermann Schroedel	1976
Machine Tool Practices	Richard R.Kibbe	Pearson	2006
Mechanical Drawing	Louis Zelikoff	Mir Publishers	1969
Methode Active de Dessin Technique	C.Hazard A.Ricordeau C.corbet	CASTEILLA	2003
Problems in Structural Drawing	A.Yakubovich	Mir Publishers	1988
Technisches Zeichnen	Hans Hoischen	Cornelsen	1993
Technisches Zeichnen Teil 1	Peter Peschel	Europa Lehrmittel	2000
Technisches Zeichnen	A.Bachman R.Forberg	B.G.TEUBNER	
The Geometrical Tolerancing desk Reference	Paul Green	Newnes	2005
Unterrichtswerk Metall	Brauckhoff-pfeil-pieper	W.Girardet.Essen	1976
Zeichenfibel Fur das Metallgewerbe	A.Hoischen	Girardet	