بسم الله الرحمن الرحیم

رسم فنی تخصصی

رشتهٔ صنایع فلزی

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۱۷۱۰

۵۲۶/۹ ر ۷۲۵ م/ ۱۳۹۴

محمّد خواجه حسینی، آرش حبیبی

رسم فنی تخصصی/ مؤلفان: محمّد خواجه حسینی، آرش حبیبی. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۲۶۱ ص. مصور. ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۱۷۱۰)

متون درسی رشتهٔ صنایع فلزی، زمینهٔ صنعت.

برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ صنایع فلزی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.

۱. رسم فنی تخصصی. الف. خواجه حسینی، محمّد. ب. حبیبی، آرش. ج. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ صنایع فلزی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. د. عنوان. هـ. فروست.

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

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

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

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

این کتاب در اســفند ماه ۱۳۸۹ بر اساس نظرهای ارسالی از سوی استان‌ها توسط کمیسیون تخصصی برنامه ریزی و تألیف رشتهٔ صنایع فلزی اصلاح گردید.

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

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

نام کتاب : **رسم فنی تخصصی ــ ۴۸۷/۶**

مؤلفان : **محمّد خواجه حسینی، آرش حبیبی**

اعضای کمیسیون تخصصی : **نصرالله بنی‌مصطفی‌عرب، علی‌شاهدی، مهدی‌فردی، حسن‌ضیغمی، محمّدرضا کرمانشاه، بهرام‌زارعی و آرش‌حبیبی**

ویراستار ادبی : **حسین داودی**

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

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

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

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

رسام : **حامد حاجی محمّدی، آرش حبیبی و مجتبی حصامی**

صفحه‌آرا : **خدیجه محمّدی**

حروفچین : **فاطمه باقری مهر**

مصحح : **رضا جعفری، علیرضا ملکان**

امورآماده‌سازی خبر : **زهرا محمّدنظامی**

امور فنی رایانه‌ای : **حمید ثابت‌کلاچاهی، پیمان حبیب‌پور**

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

تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **واژنگار**

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

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۹- ۱۸۸۵- ۰۵- ۹۶۴ ISBN 964-05-1885-9

از مکاید [حیله‌های] بزرگ شیطان و نفس اماره آن است که جوانان را وعده صلاح و اصلاح در زمان پیری می‌دهد تا جوانی با غفلت از دست برود و به پیران وعده طول عمر می‌دهد و تا لحظه آخر با وعده‌های پوچ انسان را از ذکر خدا و اخلاص برای او باز می‌دارد تا مرگ برسد.

امام خمینی (قدس سره الشریف)

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

پیش‌گفتار ۱

فصل ۱ حجم‌های مهم هندسی ۲

فصل ۲ ترسیم‌های هندسی ۲۳

فصل ۳ هندسهٔ ترسیمی ۳۱

فصل ۴ برخورد صفحه و جسم ۵۴

فصل ۵ برخورد اجسام ۷۰

فصل ۶ گسترش و اصول آن ۸۶

فصل ۷ گسترش احجام ساده ۹۶

فصل ۸ گسترش احجام متقاطع ۱۲۱

فصل ۹ گسترش کانال‌ها ۱۴۲

فصل ۱۰ نقشه‌های ترکیبی ۱۵۸

فصل ۱۱ نقشه‌های جوش ۱۷۸

فصل ۱۲ نقشه‌کشی به کمک رایانه ۲۰۰

واژه نامه ۲۵۸

منابع ۲۶۱

پیش‌گفتار

نقشه، پایه و اساس تولید است. پس هیچ یک از رشته‌های صنعتی از نقشه بی‌نیاز نیستند. افزون بر آن، ارتباطات گستردهٔ صنعتی وجود زبانی یکسان و توانا را برای مبادلات فکری اجتناب‌ناپذیر می‌کند. نقشه‌کشی صنعتی بار این مبادلات فکری را بر عهده دارد. به وسیلهٔ آن طراحان و تولیدکنندگان با یک دیگر گفت‌وگو می‌کنند و سازنده می‌تواند دیدگاه‌های دقیق طراح را درک و در ساختمان محصول پیاده کند. بنگاه جهانی استاندارد یعنی ایزو (ISO)[1] وظیفهٔ تدوین دستورات و قواعد این زبان را بر عهده دارد. از سوی دیگر، به دلیل گسترش بیش از پیش رشته‌های فنی و دانش بشری، هر رشته‌ای در کارهای تخصصی، برای خود دارای نقشه‌کشی تخصصی است.

صنایع فلزی، که عمدهٔ کار آن ساخت سازه‌های فلزی است، گرچه جزئی از نقشه‌کشی مکانیک است، با این حال مباحثی ویژهٔ خود دارد. نقشه‌هایی که مربوط به سازه‌های تولیدی از ورق است (مثل مخازن، کانال‌ها، لوله‌ها) از انواع پروفیل‌ها استفاده می‌کند، مانند ساخت اسکلت‌های فلزی و آنچه مربوط به جوشکاری است.

نکتهٔ دیگر آن که برای یک فرد فنی در هر رشته‌ای، به ویژه کسی که با ساخت اشکال و احجام صنعتی سروکار دارد، ورود آگاهانه به موضوع نقشه، مستلزم یادگیری و درک مباحث پایه‌ای و ریشه‌ای نقشه است. چرا که نقشه‌کشی، ضمن داشتن بُعد عملی، امروزه یک علم محسوب می‌شود، علمی که پایه و اساس آن هندسه است.

در این کتاب در حد توان، کوشش شده تا محتوا به شکلی منظم تدوین شود. ابتدا با اصول و قواعد نقشه و استانداردهای رایج آن تا حدی آشنا می‌شویم. سپس، با نگاهی دوباره اطلاعات خود را در مورد احجام بالا می‌بریم، زیرا احجام پایهٔ هر مصنوع‌اند، به ویژه احجامی که از نظر هندسی معین و تعریف شده هستند و هرگونه محاسبه و برآورد در مورد آن‌ها امکان‌پذیر باشد.

پس ابتدا آگاهی‌های خود را در مورد احجام منظم می‌کنیم، از برخی موارد مهم و بسیار کاربردی ترسیمی آگاه می‌شویم. آن‌گاه مقدمه‌ای از هندسهٔ ترسیمی را بررسی می‌کنیم، تا آن حد که بتوان به اندازه‌های واقعی، که نیاز اصلی ساخت است، دست‌رسی پیدا کرد و نیز خط‌های جدید حاصل از برخورد احجام و صفحه‌ها را با هم، به‌دست آورد. همهٔ این‌ها به این دلیل است که یک فرد فنی، افزون بر خلاقیت، باید به ابزار تفکر بهتر و نتیجه‌گیری قوی‌تر هم مجهز باشد.

دنبالهٔ کار، در حقیقت استفاده از اطلاعات به دست آمده در حل مسائل گسترش، نقشه‌های ترکیبی و به دنبال آن نقشه‌های جوش است، و در پایان با توجه به نقش گستردهٔ نرم‌افزارهای طراحی و نقشه‌کشی در صنعت و از طرفی ضرورت به‌روز شدن اطلاعات هنرجویان، فصل دوازدهم به آموزش اتوکد در حالت دوبعدی پرداخته است. البته هدف کلّی هم تا حدی مسیر را روشن می‌سازد. در این‌جا از استادان گرامی خواهشمند است به هر فصل و اهداف آن دقیقاً توجه شود. هیچ‌گاه نباید بدون بررسی دقیق هر فصل، وارد فصل بعدی شد. در برخی از فصل‌ها ساخت انگاره (ماکت) از مقوای نازک پیشنهاد شده است که به اجرای آن‌ها توصیه می‌شود. ضمناً مطالبی زیر عنوان «برای مطالعه» یا «تحقیق کنید» آمده است که نباید در هیچ آزمونی مورد پرسش قرار گیرد. شایسته است، در آموزش فصل دوازدهم از تمرین‌های سایر فصول این کتاب استفاده شود.

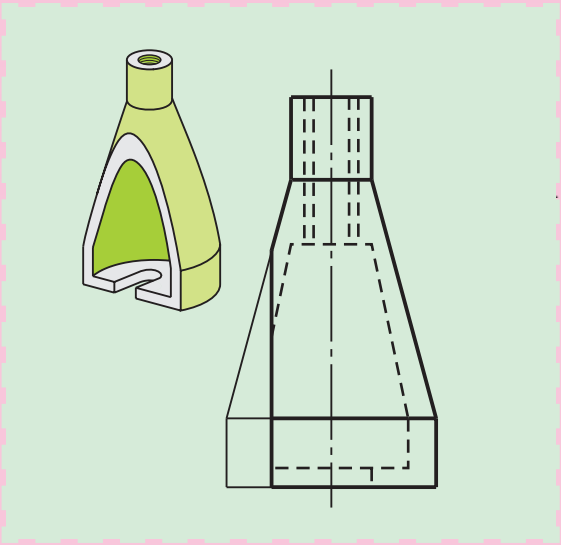
هدف کلی

توانایی ترسیم، خواندن و پیاده کردن نقشه‌های اجرایی سازه و ترسیم نقشه‌های دوبعدی به کمک اتوکد.

۱ــ سازمان جهانی استاندارد، International Standardization Organization = ISO

فصل ۱

حجم‌های مهم هندسی



سازه‌ها، از حجم‌های آشنای هندسی ساخته می‌شوند

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ کاربرد حجم‌های مهم هندسی را در صنعت بیان کند.

۲ــ منشور و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.

۳ــ هرم و ویژگی‌های مهم آن را تعریف کند.

۴ــ استوانه و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.

۵ــ مخروط و ویژگی مهم آن را شرح دهد.

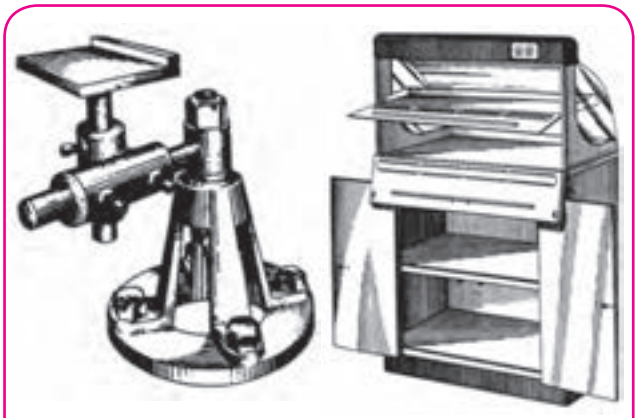
۶ــ کره و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.

۱ــ۱ــ مقدمه

با کمی دقت در اجسامی که در اطراف ما وجود دارند متوجه می‌شویم که بیشتر آن‌ها دارای شکل‌های منظم و مشخص هندسی هستند. احجامی از قبیل استوانه، مکعب، مکعب‌مستطیل، مخروط و ... .

شکل ۱ــ۱

کاربرد این احجام به آنچه که در زندگی عادی با آن‌ها سروکار داریم منحصر نمی‌شود و در صنعت، که مورد توجه ماست، کاربردهای فراوان دارند. به نمونه‌هایی از آن‌ها در شکل ۲ــ۱ توجه کنید.



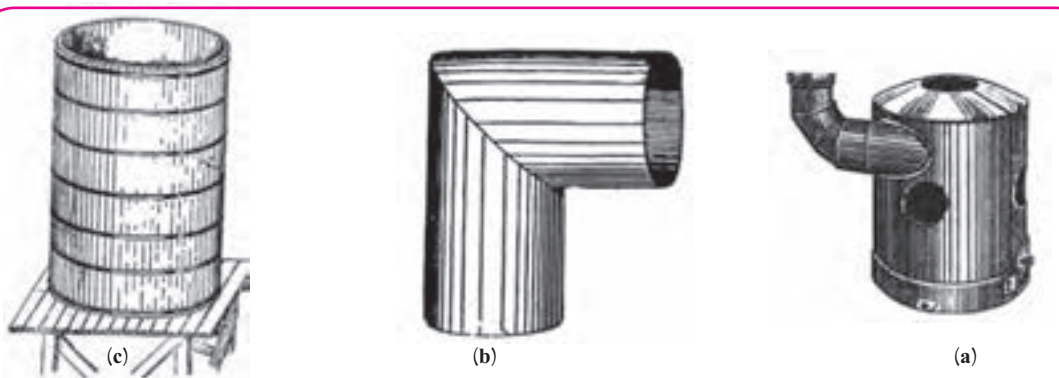
شکل ۲ــ۱

استفاده از احجام با شکل‌های معین و تعریف شدهٔ هندسی در سازه‌ها دلایلی دارد، برای نمونه :

۱ــ ویژگی‌های احجام با شکل‌های معین به راحتی قابل تعیین هستند، مانند وزن و حجم.

۲ــ ساخت این احجام ساده و قانونمند است.

دستهٔ بزرگی از احجام، ظروف هستند، یعنی آن‌هایی که به دلایل مختلف برای نگهداری مایعات و مواد یا عبور سیّالات مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۳ــ۱).



شکل ۳ــ۱

با کمی توجه و بررسی متوجه می‌شویم که آن‌ها زیاد تنوع ندارند. با وجود این، دارای شکل‌های کاربردی فراوان‌اند.

آشنایی با این احجام، شاید از نظر مصرف‌کننده مهم نباشد اما از نظر سازنده و طراح امری بسیار مهم و اساسی است. این آگاهی به او کمک می‌کند که طراحی را چگونه انجام دهد، چگونه بهترین شکل را انتخاب کند و از نظر استحکام و کارآیی به چه مسائلی توجه کند. هم‌چنین چگونه مسائل اقتصادی و هزینه‌ها را مورد توجه قرار دهد و بسیاری موارد دیگر.

۲ــ۱ــ تعریف

جسم، بخشی از فضاست که با چند صفحه محدود می‌شود.

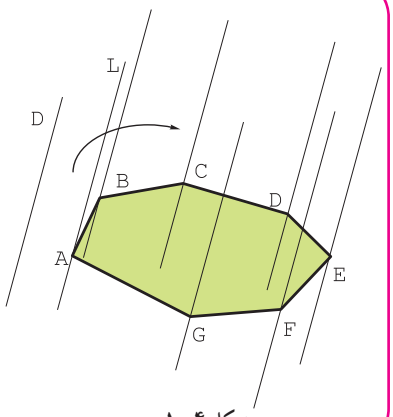
اجسام هندسی را می‌توان به دو بخش بزرگ تقسیم کرد :

الف) آن‌ها که دارای سطوح تخت هستند، مانند مکعب مستطیل، هرم.

ب) آن‌ها که دارای سطوح منحنی هستند، مانند استوانه، مخروط، کره.

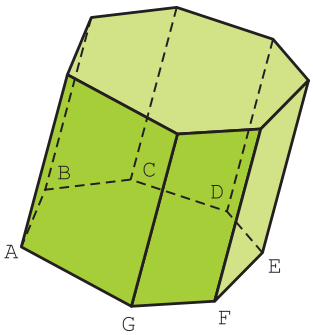
۳ــ۱ــ سطح منشوری

اگر خط راستی مانند L، چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک چندضلعی ABCDE... متکی و با یک خط معین D موازی باشد، سطحی به نام سطح منشوری به‌وجود می‌آید[1] (شکل ۴ــ۱).



شکل ۴ــ۱

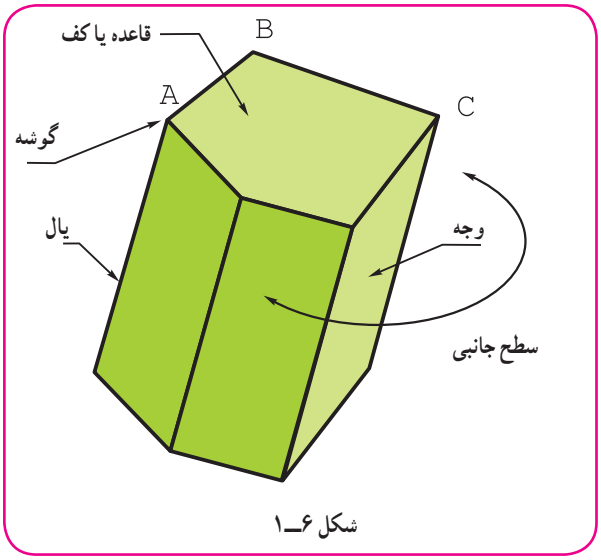
۱ــ۳ــ۱ــ تعریف منشور : منشور بخشی از سطح منشوری است که با دو صفحهٔ موازی محدود می‌شود (شکل ۵ ــ۱).



شکل ۵ــ۱

به سادگی متوجه می‌شویم که یک منشور از چند مستطیل یا متوازی‌الاضلاع به نام سطح جانبی و دو چند ضلعی یکسان به نام قاعده تشکیل می‌شود. اجزای یک منشور در شکل ۶ــ۱ معرفی شده است.

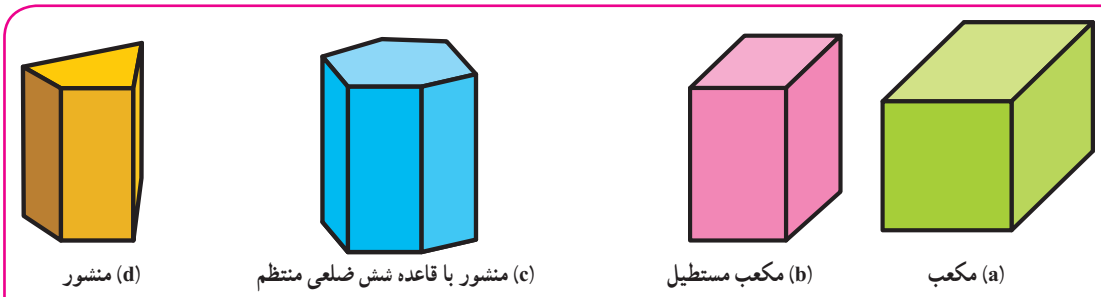
مجموعهٔ سطح جانبی و سطح دو قاعده را سطح کل منشور گویند.



شکل ۶ــ۱

۱ــنامحدوداست.

۲ــ۳ــ۱ــ منشور قائم : در آن یال‌ها بر سطح قاعده عمود هستند (شکل ۷ــ۱) .

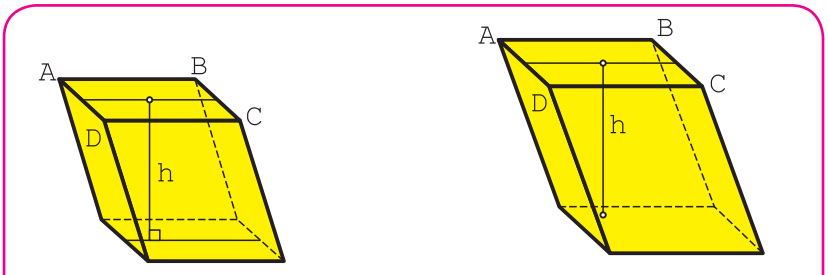


(a) مکعب (b) مکعب مستطیل (c) منشور با قاعده شش ضلعی منتظم (d) منشور

شکل ۷ــ۱

ارتفاع یک منشور قائم، برابر یال آن است.

۳ــ۳ــ۱ــ منشور مایل : در آن یال‌ها بر قاعده عمود نیستند (شکل ۸ــ۱).



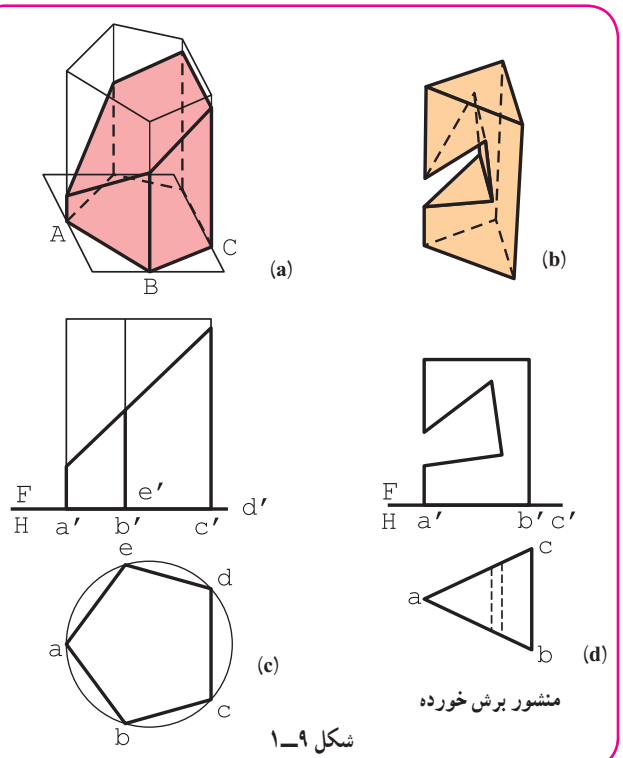
(a) وجوه جانبی مستطیل و متوازی‌الاضلاع (b) وجوه جانبی همه متوازی‌الاضلاع

شکل ۸ ــ۱

به این جسم متوازی‌السطوح هم می‌گویند ودر آن ارتفاع خطی است که بر دو قاعده عمود شود.

۴ــ۳ــ۱ــ منشور برش خورده : اگر قسمتی از یک منشور بریده شود، گویند منشور برش خورده است (شکل ۹ــ۱).

برش منشور می‌تواند بنابر نیاز، با یک صفحه، یا چندین صفحه انجام شود. در شکل a منشور با یک صفحه و در شکل b منشور با سه صفحه برش خورده است.

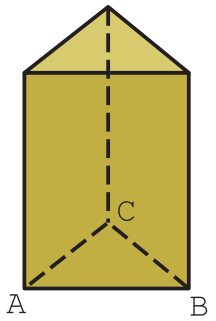
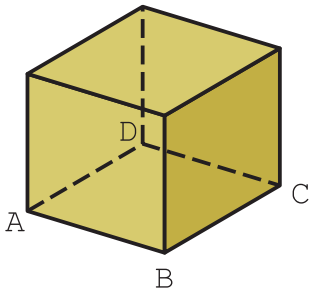
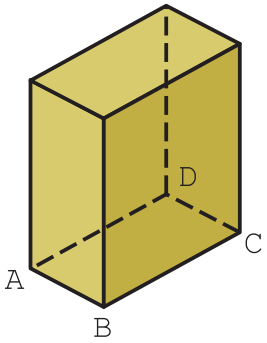
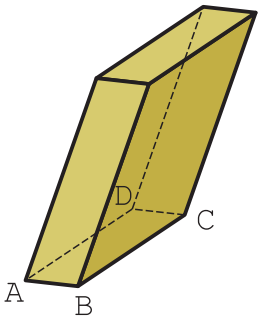
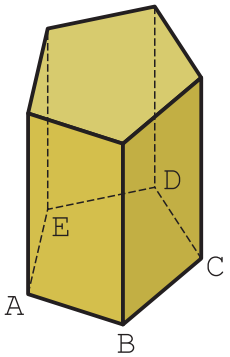
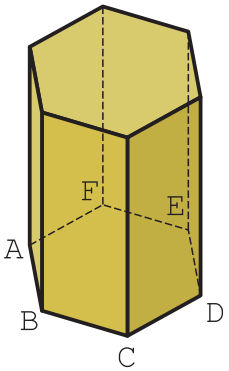
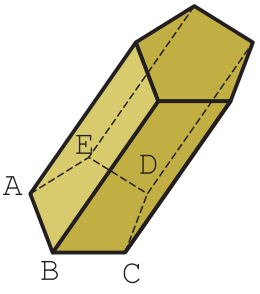
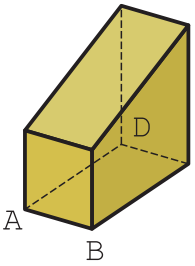
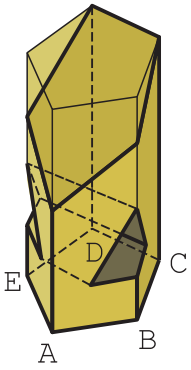


منشور برش خورده

شکل ۹ــ۱

در جدول شمارهٔ ۱ــ۱، نمونه‌هایی از منشور دیده می‌شود.

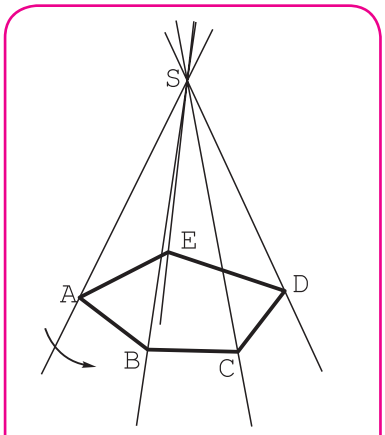
جدول ۱ــ۱ــ گونه‌هایی از منشور

		
۱ــ منشور سه بر (سه پهلو)	۲ــ مکعب	۳ــ مکعب مستطیل
		
۴ــ متوازی‌السطوح	۵ــ منشور پنج بر	۶ــ منشور شش بر
		
۷ــ منشور مایل	۸ــ منشور برش خورده	۹ــ منشور برش خورده

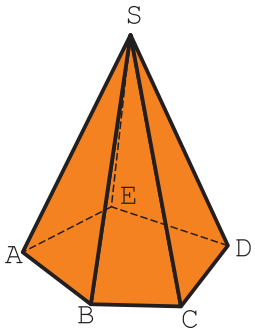
۴ــ۱ــ سطح هرمی

اگر خط راستی مانند L، چنان در فضا حرکت کند که همواره از نقطهٔ ثابت S بگذرد و بر چندضلعی تخت ABCDE... متکی باشد، سطح دو شاخهٔ هرمی به وجود می‌آید (شکل ۱۰ــ۱).

۱ــ۴ــ۱ــ هرم : اگر قسمت محدودی از یک شاخهٔ سطح هرمی را درنظر بگیریم، یک هرم خواهیم داشت. بنابر تعریف، هرم قسمت محدودی از یک سطح هرمی است (شکل ۱۱ــ۱).



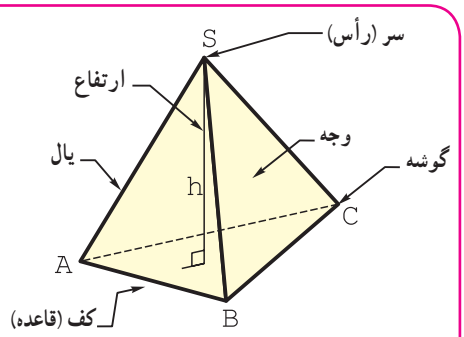
شکل ۱۰ــ۱



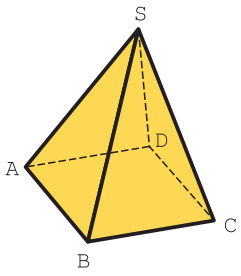
شکل ۱۱ــ۱

دیده می‌شود که بدنهٔ هرم از چند مثلث به نام سطح جانبی و یک قاعده تشکیل می‌شود. اجزای هرم در شکل ۱۲ــ۱ معرفی شده است.

مجموعهٔ مثلث‌ها را سطح جانبی و مجموعهٔ مثلث‌ها و قاعده را سطح کل گویند.



(a) اجزاء هرم

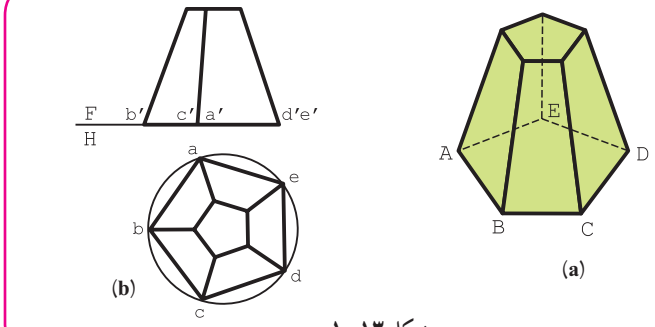


(b) هرم با قاعدهٔ مربع

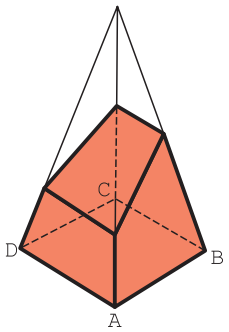
شکل ۱۲ــ۱

۲ــ۴ــ۱ــ هرم ناقص : اگر یک هرم را موازی با قاعدهٔ آن برش دهیم، هرم ناقص به‌وجود می‌آید (شکل ۱۳ــ۱).

۳ــ۴ــ۱ــ هرم برش خورده : اگر هرم را به‌طور دلخواه برش دهیم، آن را هرم برش خورده گویند (شکل ۱۴ــ۱).



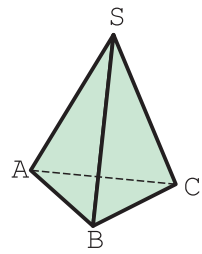
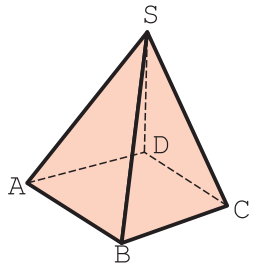
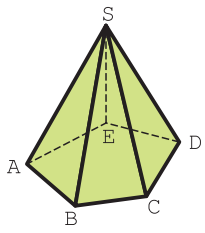
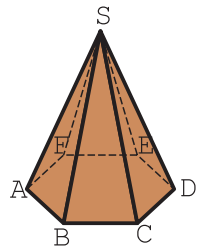
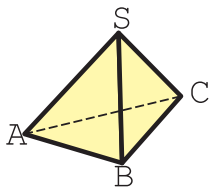
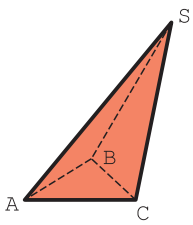
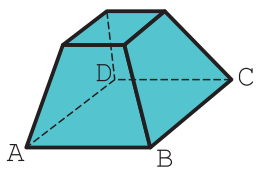
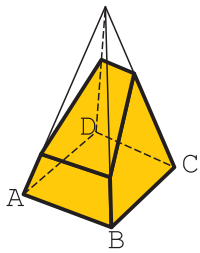
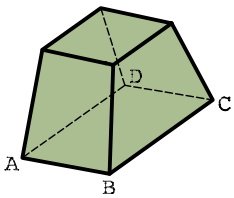
شکل ۱۳ــ۱



شکل ۱۴ــ۱

در جدول شمارهٔ ۲ــ۱ گونه‌هایی از هرم با برخی جزئیات آن معرفی شده است.

جدول ۲ــ۱ــ گونه‌هایی از هرم

 ۱ــ هرم سه‌بر (سه پهلو)	 ۲ــ هرم چهاربر (چهار پهلو)	 ۳ــ هرم پنج‌بر (پنج پهلو)
 ۴ــ هرم شش‌بر (شش پهلو)	 ۵ــ چهاروجهی منتظم (چهار مثلث متساوی‌الاضلاع)	 ۶ــ هرم مایل (سه پهلو)
 ۷ــ هرم ناقص	 ۸ــ هرم برش خورده	 ۹ــ شبه هرم (یال‌ها در یک نقطه به هم نمی‌رسند.)

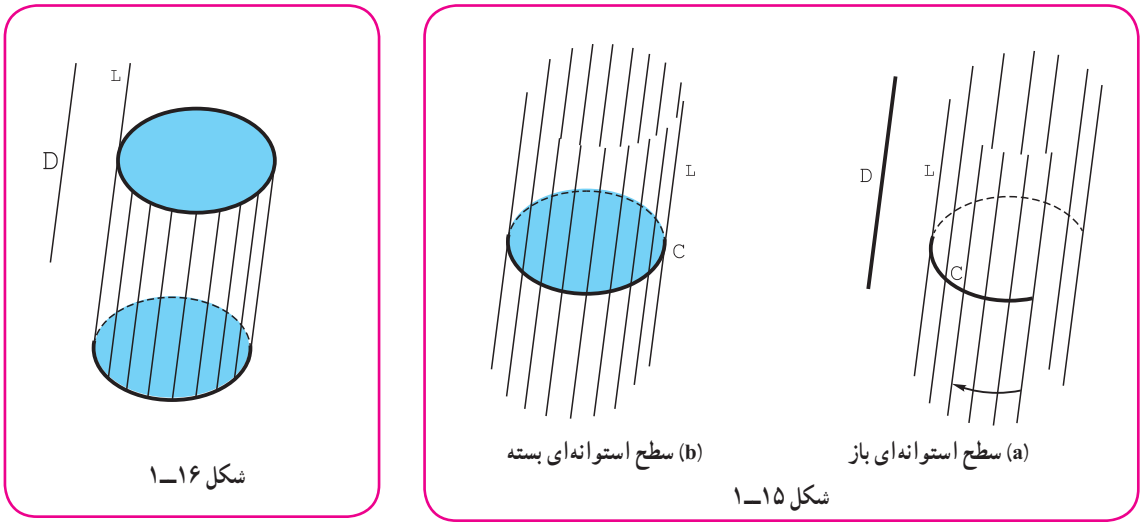
۵ــ۱ــ سطح استوانه‌ای

اگر خط راست L چنان در فضا حرکت کند که همواره بر منحنی مسطح C متکی و با امتداد D موازی باشد، سطح استوانه‌ای به وجود می‌آید.

سطح استوانه‌ای هم مانند سطح منشوری می‌تواند باز یا بسته باشد. خط L را مولد، C و D را، راهنما می‌گویند (شکل ۱۵ــ۱).

۱ــ۵ــ۱ــ استوانه : اگر یک سطح استوانه‌ای را با دو صفحهٔ موازی برش دهیم، بخش محدودی از آن به دست می‌آید که استوانه نام دارد.

پس بنابر تعریف، قسمتی از سطح استوانه‌ای محدود میان دو صفحهٔ موازی را استوانه گویند (شکل ۱۶ــ۱).



(a) سطح استوانه‌ای باز (b) سطح استوانه‌ای بسته

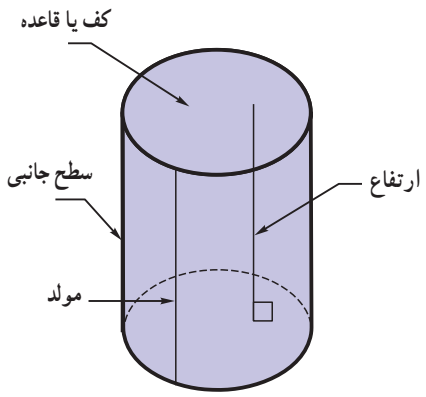
شکل ۱۵ــ۱

شکل ۱۶ــ۱

بنابراین، استوانه حجمی است با سطح جانبی دارای خمیدگی یا انحنا و دو قاعدهٔ موازی. در شکل ۱۷ــ۱، جزئیات یک استوانه دیده می‌شود.

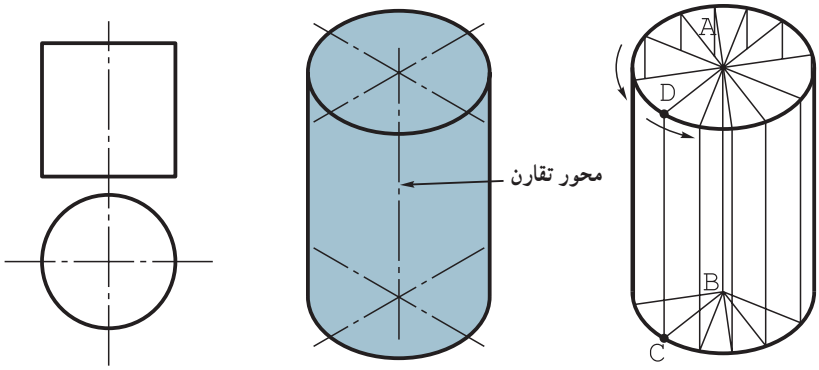
استوانه چه در تولید به‌صورت توپُر و چه در سازه‌های حاصل از ورق مهم‌ترین حجم صنعتی، شناخته می‌شود. می‌توان آن را به شکل‌های گوناگون دسته‌بندی کرد.

نیاز به توضیح کوتاهی در این زمینه هست.



شکل ۱۷ــ۱

۲ــ۵ــ۱ــ استوانهٔ دوّار : اگر یک مستطیل به دور یکی از اضلاع خود بچرخد، یک استوانهٔ دوّار به وجود می‌آید (شکل ۱۸ــ۱).



(a) چرخش مستطیل ABCD (b) استوانهٔ دوار (c) استوانهٔ دوار

شکل ۱۸ــ۱

به این ترتیب یک استوانهٔ دوّار دارای دو کف دایره‌ای و مولدهای عمود بر کف است. این استوانه دارای یک محور دوران است. معمولاً منظور از استوانه، همان استوانهٔ دوّار خواهد بود که مهم‌ترین جسم صنعتی است.

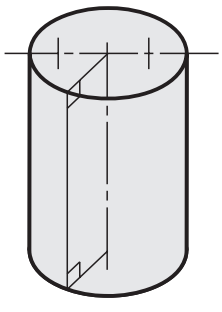
توجه

با نگاهی به تعریف ۵ــ۱ برای سطح استوانه‌ای دوار کافی است منحنی C را یک دایره درنظر بگیریم که مولد L بر سطح آن عمود باشد.

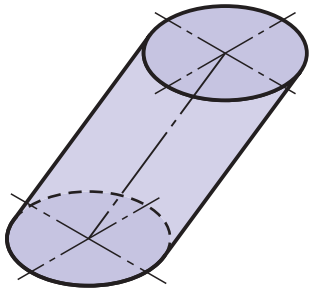
۳ــ۵ــ۱ــ استوانه قائم : ممکن است کف استوانه شکلی غیر از دایره، مثلاً بیضی یا هر منحنی دیگر باشد، اما مولدها بر آن عمود باشند، در این صورت آن را استوانهٔ قائم گویند (شکل ۱۹ــ ۱).

پس استوانهٔ دوّار هم، نوعی استوانهٔ قائم خواهد بود.

۴ــ۵ــ۱ــ استوانهٔ مایل : گونهٔ دیگری از استوانه است. در این حالت مولّدها بر قاعده عمود نیستند (شکل ۲۰ــ۱). شکل قاعده هر چه می‌تواند باشد (مانند دایره).

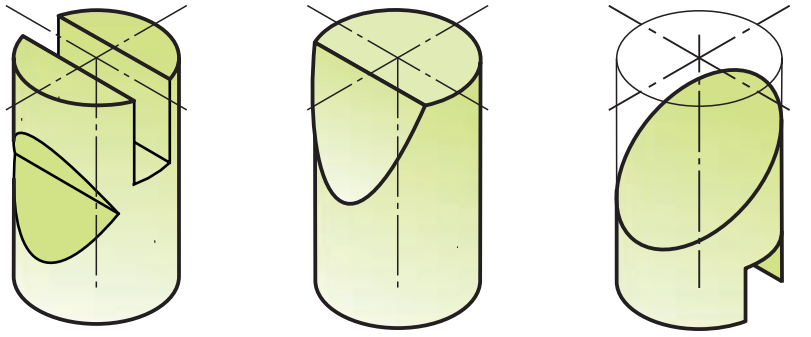


شکل ۱۹ــ۱ــ استوانهٔ قائم



شکل ۲۰ــ۱ــ استوانهٔ مایل (استوانهٔ مستدیر)

۵ــ۵ــ۱ــ استوانهٔ بریده شده : اگر استوانه را به‌صورتی دلخواه برش دهیم، آن را استوانهٔ برش‌خورده گویند. شکل ۱ــ۲۱ نمونه‌هایی را معرفی می‌کند.



(a) برش مایل، مقطع بیضی (b) برش مایل (بخشی از بیضی) (c) چند برش

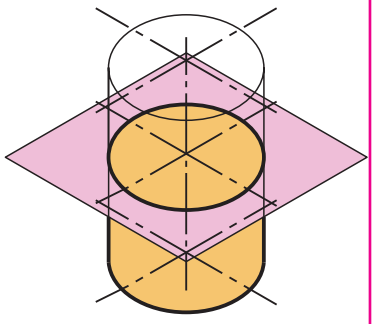
شکل ۱ــ۲۱

اینک به نمونه‌هایی از برش استوانهٔ دوّار دقت کنید :

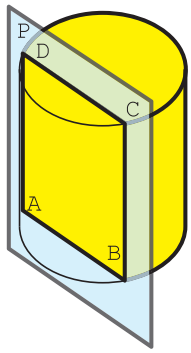
الف) اگر استوانه را عمود بر محور آن برش دهیم، شکل حاصل یک دایره است (شکل ۱ــ۲۲).

ب) اگر استوانه را موازی با محور آن برش دهیم، مقطع یک مستطیل است (شکل ۱ــ۲۳).

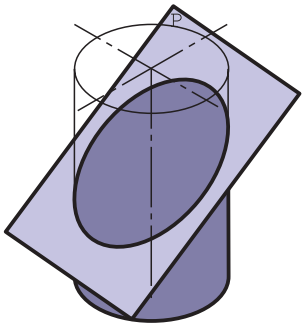
پ) اگر استوانه را به صورتی دلخواه ببریم، شکل حاصل یک بیضی خواهد بود (شکل ۱ــ۲۴).



شکل ۱ــ۲۲ــ عمود بر محور



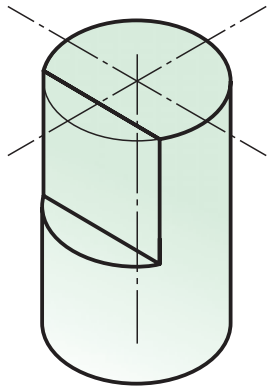
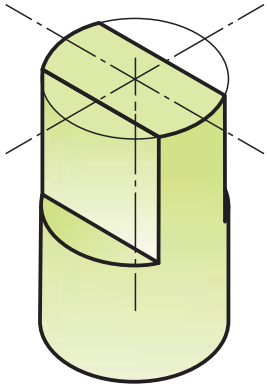
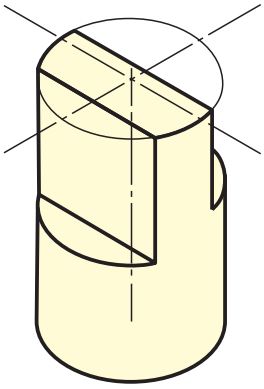
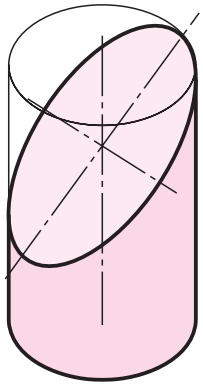
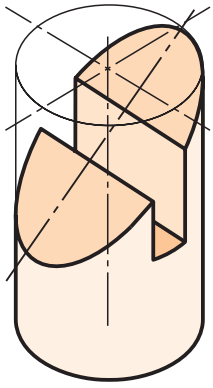
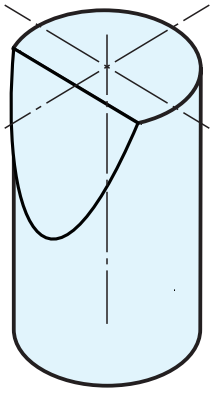
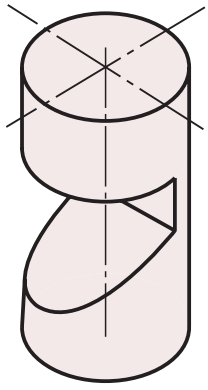
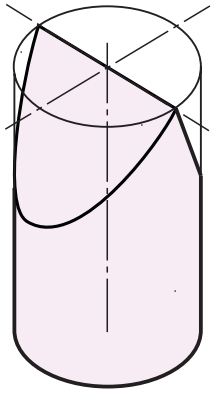
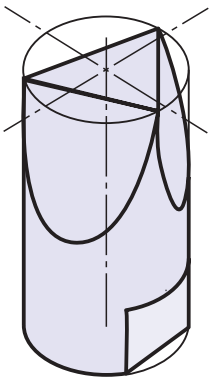
شکل ۱ــ۲۳ــ موازی با محور



شکل ۱ــ۲۴ــ دلخواه

در جدول ۳ــ۱، نمونه‌هایی از برش استوانه دیده می‌شود.

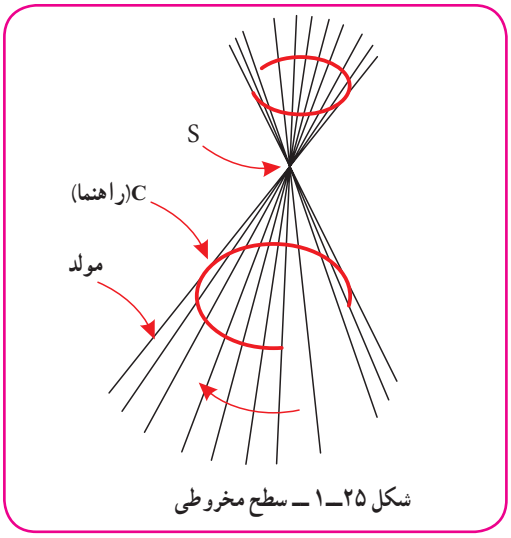
جدول ۳ــ۱

 ۱ــ موازی با محور، عمود بر محور (دو برش)	 ۲ــ موازی با محور، عمود بر محور، چهار برش	 ۳ــ موازی با محور، عمود بر محور، جمعاً چهار برش
 ۴ــ برش دلخواه	 ۵ــ برش دلخواه (جمعاً با چهار برش)	 ۶ــ برش دلخواه، ناقص
 ۷ــ برش (جمعاً با سه برش)	 ۸ــ گوه (جمعاً با دو برش)	 ۹ــ برش‌ها، مایل و ساده جمعاً پنج مورد

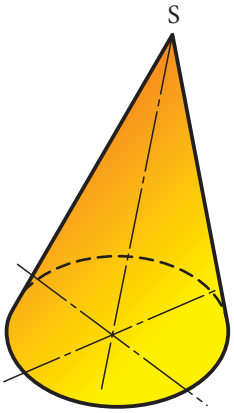
۶ــ۱ــ سطح مخروطی

یک منحنی مانند یک دایره و یک نقطه مثل S را درنظر می‌گیریم. اگر خطی در فضا چنان حرکت کند که همواره از S بگذرد و بر منحنی تکیه داشته باشد سطحی دوشاخه به‌وجود می‌آید که به آن سطح مخروطی می‌گویند. خط به وجود آورندهٔ سطح را مولد، دایره را راهنما و S را نوک گویند. روشن است که این سطح دارای یک خم (انحنا) خواهد بود (شکل ۲۵ــ۱).

۱ــ۶ــ۱ــ مخروط : قسمت محدودی از یک شاخهٔ سطح مخروطی را مخروط گویند (شکل ۲۶ــ۱).



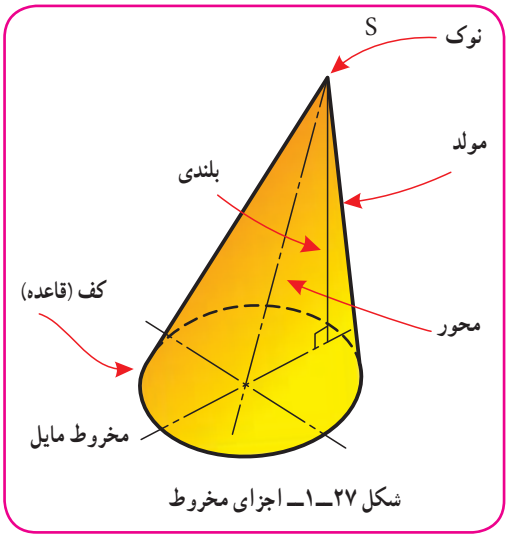
شکل ۲۵ــ۱ ــ سطح مخروطی



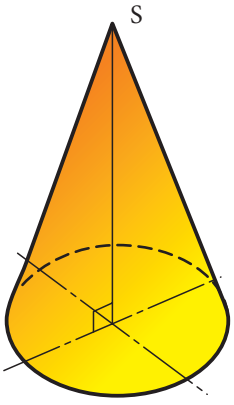
شکل ۲۶ــ۱ــ مخروط مایل

قسمت‌های مختلف مخروط روی شکل نام‌گذاری شده است (شکل ۲۷ــ۱).

۲ــ۶ــ۱ــ مخروط دوّار : اگر قاعدهٔ مخروط دایره باشد و ارتفاع در مرکز دایره قرار گیرد مخروط را دوّار گویند (شکل ۲۸ــ۱).



شکل ۲۷ــ۱ــ اجزای مخروط

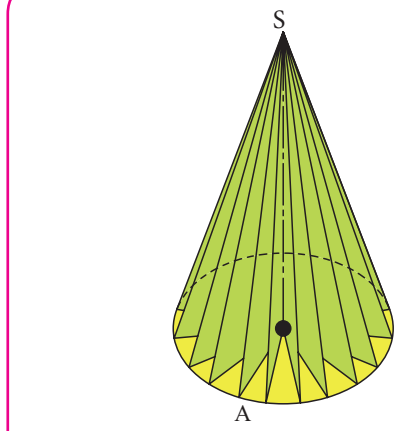


شکل ۲۸ــ۱ــ مخروط دوار

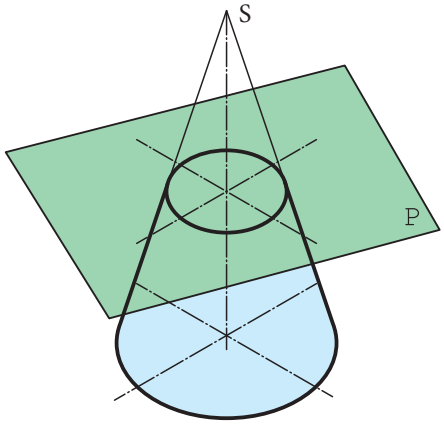
دیده می‌شود که یک مخروط دوّار می‌تواند از دوران یک مثلث راست گوشهٔ SHA به دور یکی از اضلاع زاویهٔ قائمه به وجود آید (شکل ۲۹ ــ ۱).

زمانی که تنها کلمهٔ مخروط را به‌کار می‌بریم، منظور همان مخروط دوّار است.

۳ــ۶ــ۱ــ مخروط ناقص : اگر یک مخروط دوّار را به موازات قاعده برش دهیم، به آنچه حاصل می‌شود مخروط ناقص گویند. اما مخروطی که به صورت‌های دیگر بریده شود، با نام مخروط برش خورده معرفی می‌شود (شکل ۳۰ــ۱).



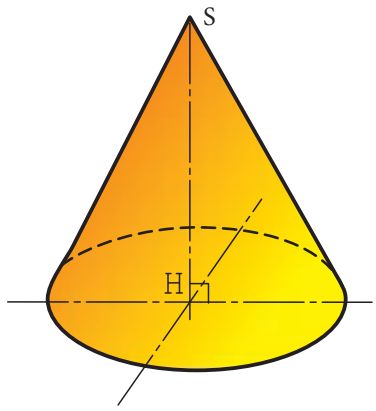
شکل ۲۹ــ۱ــ ایجاد مخروط با چرخش صفحهٔ SHA



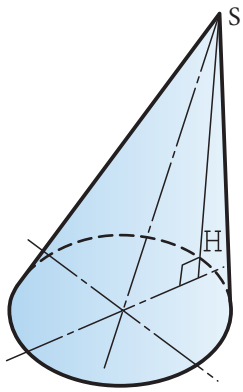
شکل ۳۰ــ۱ــ برش به موازات قاعده یا عمود بر محور

۴ــ۶ــ۱ــ سایر حالت‌ها : مخروط دوّار در حقیقت نوعی مخروط قائم است.

اما اگر قاعدهٔ مخروط شکلی مثل بیضی هم داشته باشد و ارتفاع آن در مرکز بیضی وارد شود، می‌توان آن را قائم نامید. اگر ارتفاع مخروط بر مرکز قاعده وارد نشود، آن را مخروط مایل گویند (شکل ۳۱ــ۱).



(a) مخروط قائم

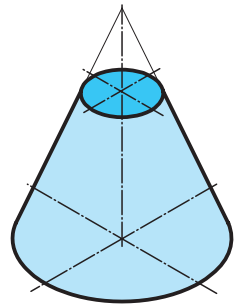
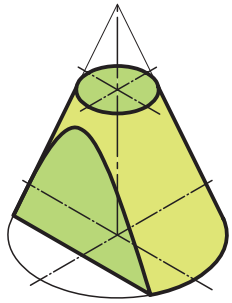
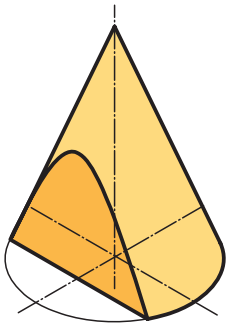
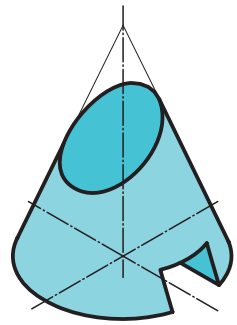
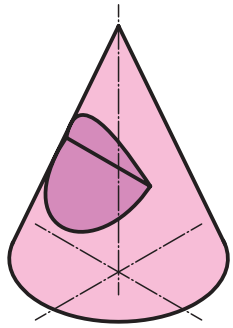
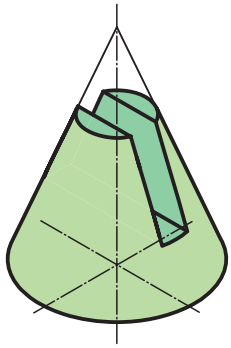
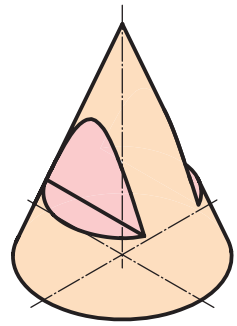
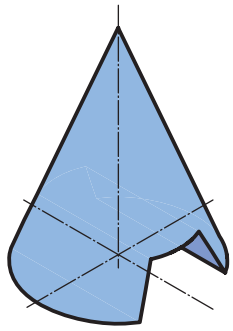
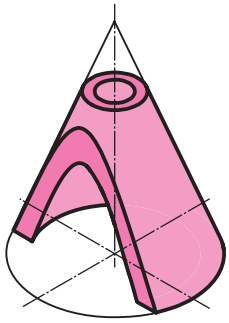


(b) مخروط مایل

شکل ۳۱ــ۱

جدول شمارهٔ ۴ــ۱ نمونه‌هایی از برش روی مخروط را معرفی می‌کند.

جدول ۴ــ۱

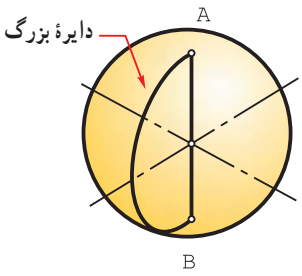
 ۱ــ برش مخروط با صفحهٔ موازی با قاعده	 ۲ــ مخروط بریده شده با دو صفحه (یکی عمود بر محور و یکی موازی با آن)	 ۳ــ برش موازی با محور
 ۴ــ مخروط با چهار برش	 ۵ــ مخروط با دو برش	 ۶ــ مخروط با چهار صفحهٔ برش
 ۷ــ مخروط با چهار صفحهٔ برش	 ۸ــ مخروط با سه صفحهٔ برش	 ۹ــ مخروط میان‌تهی با دو برش

۷ــ۱ــ کره

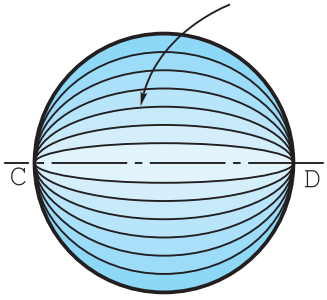
ــ بنا بر تعریف، کره سطحی است دارای دو خم که از چرخش یک نیم‌دایره به دور قطر آن به‌وجود می‌آید[1] (شکل ۳۲ــ۱).

۱ــ به صورتی دیگر می‌توان گفت، کره مکان هندسی نقاطی است از فضا که فاصلهٔ آن‌ها از یک نقطهٔ معین، برابر باشد.

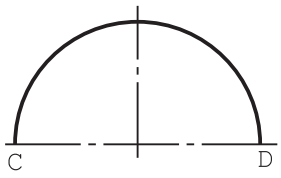
اگر دو نقطهٔ A و B را دو قطب کره بنامیم، تعداد دایره‌های بزرگ موجود روی کره که باید از دو قطب بگذرند، بی‌شمار است (شکل ۳۳ــ۱).



شکل ۳۳ــ۱ــ قطر بزرگترین دایره موجود، برابر قطر کره است.



(b) کره

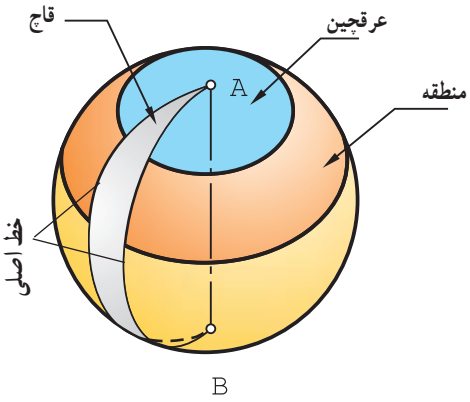


(a) نیم‌دایره

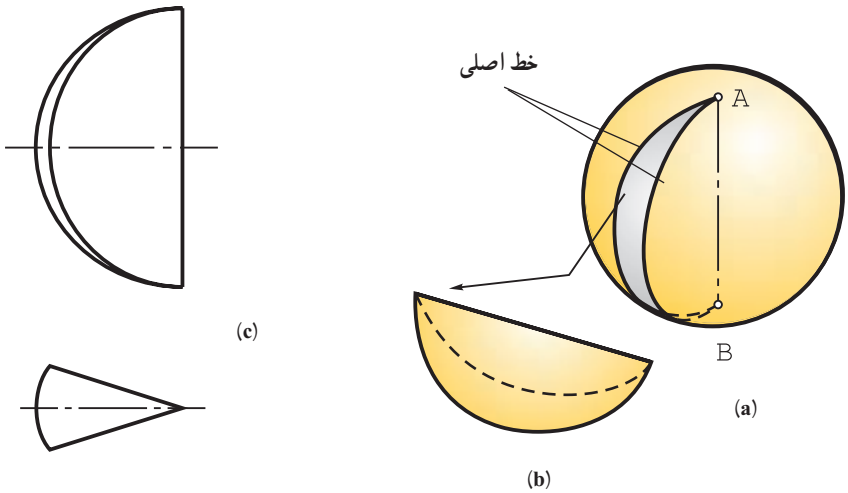
شکل ۳۲ــ۱

۱ــ۷ــ۱ــ اجزای کره : بخش‌های گوناگون یک کره، نام‌های ویژه خود را دارند که برخی از آن‌ها مانند قاچ، عرقچین و منطقه مهم‌ترند (شکل ۳۴ــ۱).

۲ــ۷ــ۱ــ قاچ : قسمت کوچکتری که میان دو صفحهٔ گذرنده بر قطب‌های کره قرار می‌گیرد، قاچ نامیده می‌شود (شکل ۳۵ــ۱).



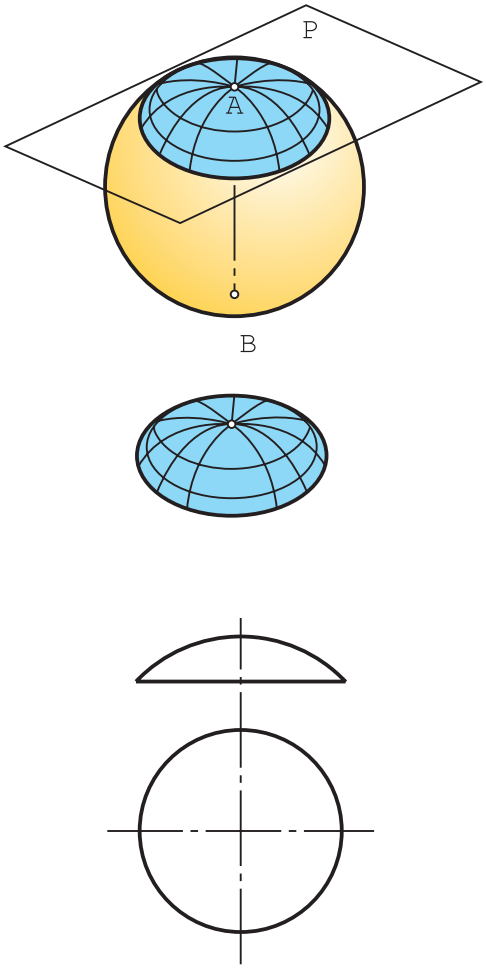
شکل ۳۴ــ۱ــ اجزای کره



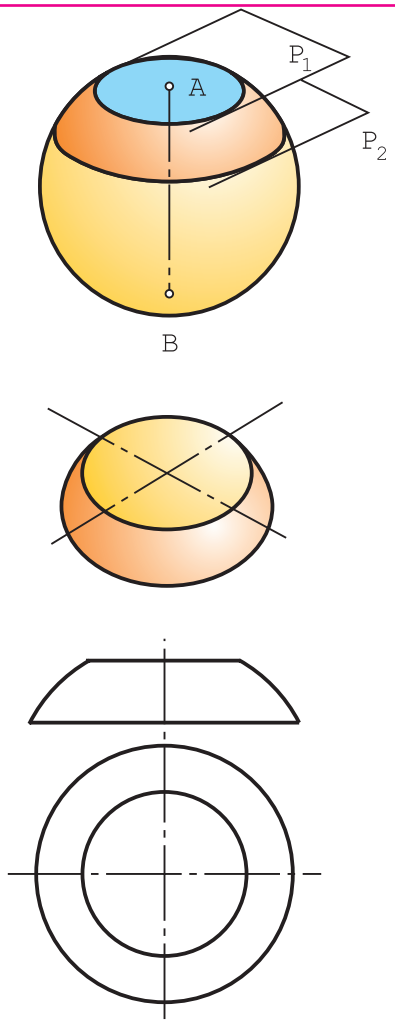
شکل ۳۵ــ۱ــ قاچ

۳ــ۷ــ۱ــ عرقچین : اگر کره را با یک صفحه ببریم، قسمت کوچکتر را عرقچین گویند (شکل ۳۶ ــ ۱).

۴ــ۷ــ۱ــ منطقه : اگر کره را با دو صفحهٔ موازی برش دهیم، آنچه که بین دو صفحه قرار دارد، منطقه نامیده می‌شود (شکل ۳۷ ــ ۱).



شکل ۳۶ــ۱ــ عرقچین

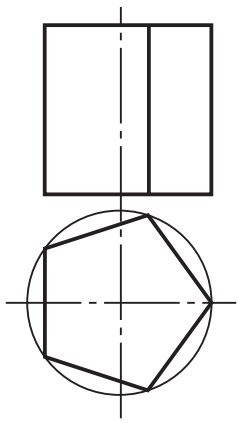


شکل ۳۷ــ۱ــ منطقه

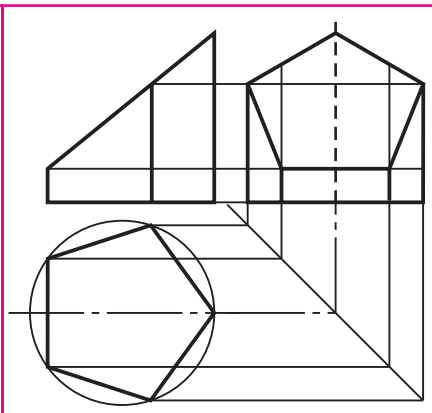
در جدول شمارهٔ ۵ ــ۱، نماهای گوناگونی از احجام با سطوح تخت داده شده است. آن‌ها باید با دقت بررسی شوند.

در جدول شمارهٔ ۶ــ۱، نماهای گوناگونی از احجام با سطوح خمیده داده شده که دقت بیشتر در آنها لازم است.

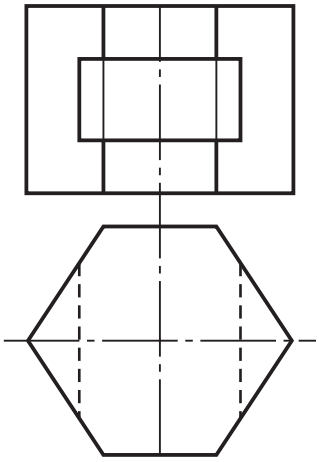
جدول ۵ــ۱



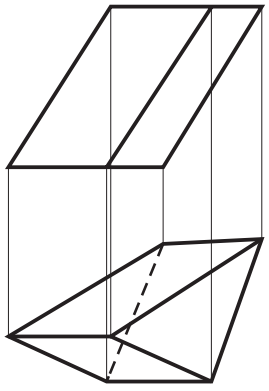
۱ــ منشور پنج‌بر



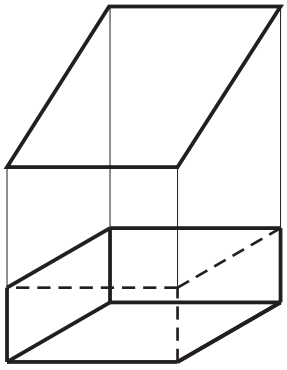
۲ــ منشور بریده شده



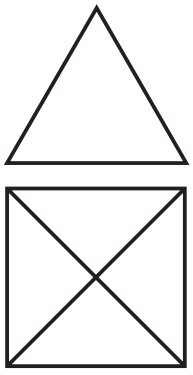
۳ــ منشور با کف شش ضلعی



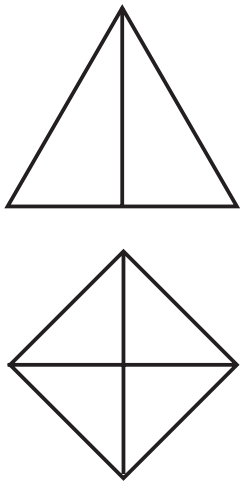
۴ــ منشور مایل



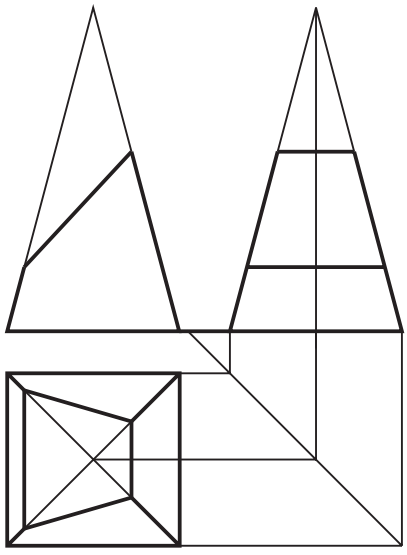
۵ــ متوازی‌السطوح



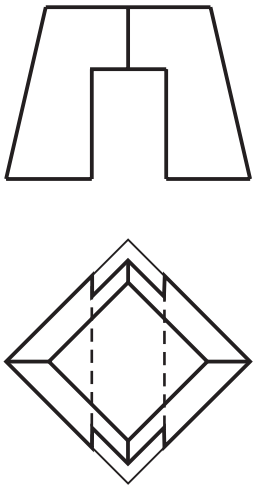
۶ــ هرم چهاربر (با قاعدهٔ مربع)



۷ــ هرم با قاعدهٔ مربع (چهاربر)

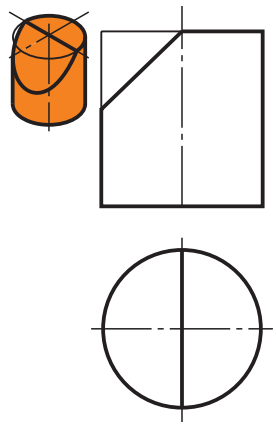


۸ــ هرم بریده شده

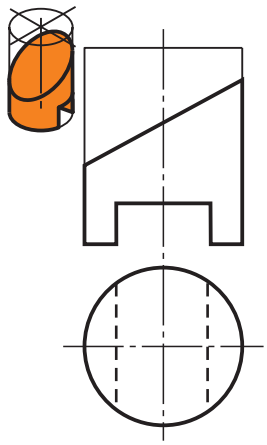


۹ــ هرم بریده شده

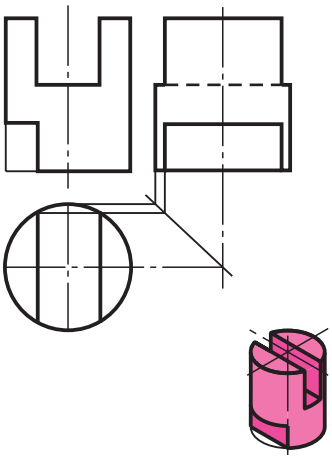
جدول ۶ــ۱



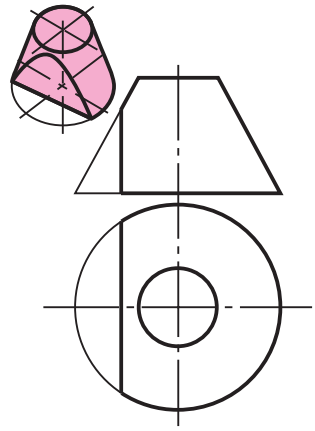
۱ــ استوانه و بیضی



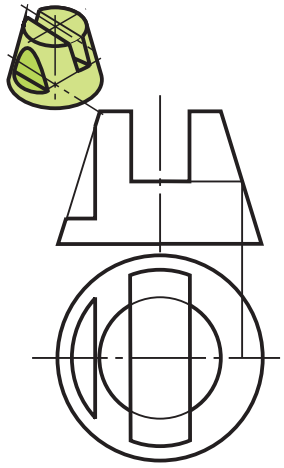
۲ــ استوانه و بیضی و مستطیل



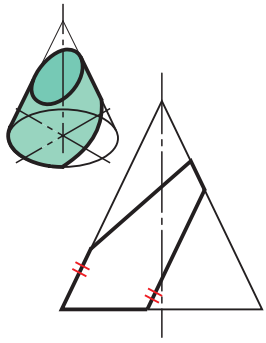
۳ــ استوانه و مستطیل



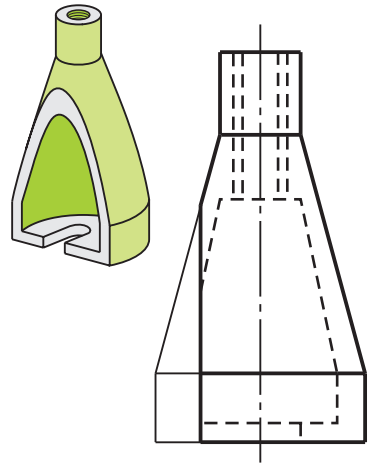
۴ــ مخروط، دایره، هذلولی



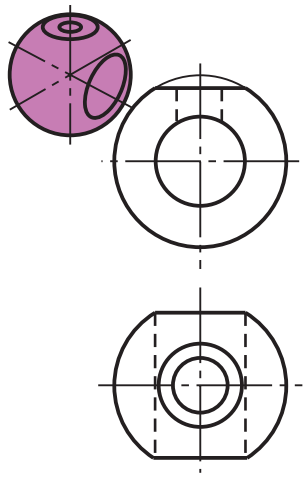
۵ــ مخروط، دایره، هذلولی



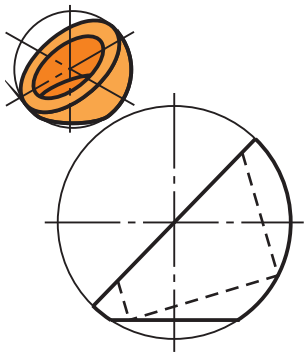
۶ــ مخروط، بیضی، سهمی



۷ــ مخروط، هذلولی، دایره



۸ــ کره، دایره



۹ــ کره، دایره

گزیدهٔ مطالب

۱ــ سازه‌های پیرامون ما، بیشتر از شکل‌های منظم هندسی ساخته شده‌اند.

۲ــ برای احجام معین، محاسبات و ساخت به سادگی انجام می‌شود.

۳ــ احجام مهم هندسی با وجود کمی گونه‌ها، کاربردهای بی‌شمار دارند.

۴ــ شناخت ویژگی‌های احجام مهم برای سازنده یک امر اساسی است.

۵ــ جسم بخشی از فضاست که با چند صفحه محدود می‌شود.

۶ــ احجام را به دو دستهٔ بزرگ با سطوح تخت و با سطوح منحنی تقسیم می‌کنند.

۷ــ اگر خط راستی چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک چند ضلعی متکی و با یک خط راهنمای D موازی باشد سطح منشوری به وجود می‌آید.

۸ــ بخش محدودی از سطح منشوری را منشور گویند.

۹ــ اگر یال‌ها بر قاعدهٔ منشور عمود باشند آن را قائم و در غیر این صورت آن را مایل نامند.

۱۰ــ اگر خط راستی چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک چندضلعی منتظم متکی باشد و از نقطه‌ای ثابت بگذرد، سطح هرمی حاصل می‌شود که بخش محدودی از آن را هرم می‌گویند.

۱۱ــ اگر خط راست M چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک منحنی متکی و با یک خط راهنما موازی باشد سطح استوانه‌ای به‌وجود می‌آید که به قسمت محدودی از آن استوانه می‌گویند. M را مولد استوانه نامند.

۱۲ــ استوانه مهم‌ترین حجم صنعتی است که کاربرد آن بی‌شمار است استوانه ساده‌ترین سطح قابل ساخت است.

۱۳ــ اگر منحنی راهنمای سطح استوانه‌ای، دایره و مولّد M بر آن عمود باشد استوانه دوّار است، یعنی مهم‌ترین سطح صنعتی.

۱۴ــ یک استوانهٔ دوّار را می‌توان با صفحه به گونه‌ای برید که یک مستطیل، یک دایره یا یک بیضی به دست آید.

۱۵ــ اگر یک خط راست چنان در فضا حرکت کند که همواره از یک نقطهٔ ثابت بگذرد و بر یک منحنی تخت متکی باشد، سطح مخروطی به وجود می‌آید.

۱۶ــ بخش محدودی از سطح مخروطی را مخروط گویند.

۱۷ــ مخروط دوّار از چرخش یک مثلث قائم‌الزاویه به دور یکی از اضلاع آن به دست می‌آید.

۱۸ــ کره از چرخش یک نیم‌دایره به دور قطر خود به دست می‌آید.

توجه

در ارزشیابی نظری در تمام موارد لازم باید شکل‌ها با دست رسم شوند و براساس آن‌ها توضیح داده شود.

ارزشیابی نظری

۱ــ چه مواردی از طبیعت را می‌شناسید که به طور تقریبی با احجام معروف هندسی مطابقت دارند؟

۲ــ چرا صنعت‌گران در ساخت تولیدات خود، از احجام سادهٔ هندسی بیشتر استفاده می‌کنند؟ می‌توانید چند مورد را نمونه بیاورید؟

۳ــ دلیل استفادهٔ بیشتر از احجام شناخته شده چیست؟

۴ــ آگاهی طراح و سازنده از شکل‌های مهم هندسی و ویژگی‌های آن‌ها چه مزایایی دارد؟

۵ــ جسم را به طور دقیق تعریف کنید.

۶ــ تقسیم بندی احجام هندسی چگونه است؟

۷ــ سطح منشوری را تعریف کنید. مشخصات منشور قائم چیست؟

۸ــ سطح هرمی را تعریف کنید. مشخصات یک هرم چیست؟

۹ــ سطح استوانه‌ای را تعریف کنید. مشخصات استوانهٔ دوّار چیست؟

۱۰ــ استوانهٔ مایل چگونه حجمی است؟ آیا قاعدهٔ استوانهٔ مایل می‌تواند دایره باشد؟

۱۱ــ استوانهٔ دوّار، مایل و قائم را دقیقاً معرفی کنید.

۱۲ــ مقاطع استوانه را با صفحه معرفی کنید.

۱۳ــ سطح مخروطی را تعریف کنید. مخروط چگونه حجمی است؟

۱۴ــ یک مخروط دوّار به چه روش‌هایی به وجود می‌آید؟

۱۵ــ مخروط ناقص چیست؟ چگونه به وجود می‌آید؟

۱۶ــ اجزای منشور، هرم، استوانه و مخروط را نام ببرید.

۱۷ــ کره را تعریف کنید و بخش‌های مهم آن را معرفی کنید.

۱۸ــ قاچ، عرق‌چین و منطقه چه ویژگی‌هایی دارند؟

ارزشیابی عملی

۱ــ یک منشور با قاعدهٔ شش‌ضلعی منتظم به ضلع ۲۳ و ارتفاع ۶۸ را در سه نما رسم کنید.

۲ــ هرمی با قاعدهٔ مربع به بلندی ۶۸ را در دو نما رسم کنید. ضلع مربع ۳۶ است.

۳ــ هرم بالا را دوباره رسم کنید، به گونه‌ای که ۳۵ میلی‌متر از بالای آن بریده شده باشد.

۴ــ استوانه‌ای دوّار به قطر ۴۴ و ارتفاع ۶۰ را رسم کنید. این استوانه را با صفحه‌ای موازی محور ببرید. فاصله از محور ۱۰ باشد.

۵ــ یک مخروط با قاعده‌ای به قطر ۱۴۰ و ارتفاع ۱۸۵ را به مقیاس ۱:۲ رسم کنید. این مخروط را با صفحه‌ای به فاصلهٔ ۹۶ از قاعده ببرید.

۶ــ کره‌ای به قطر ۶۰ رسم کنید، به‌گونه‌ای که یک چهارم آن برداشته شده باشد.

تحقیق کنید

۱ــ آیا می‌توانید بدون محاسبه بگویید که حجم یک استوانه به قطر قاعدهٔ ۴۰۰ و ارتفاع ۶۰۰ چند برابر حجم یک مخروط به قطر قاعدهٔ ۲۰۰ و ارتفاع ۳۰۰ است؟

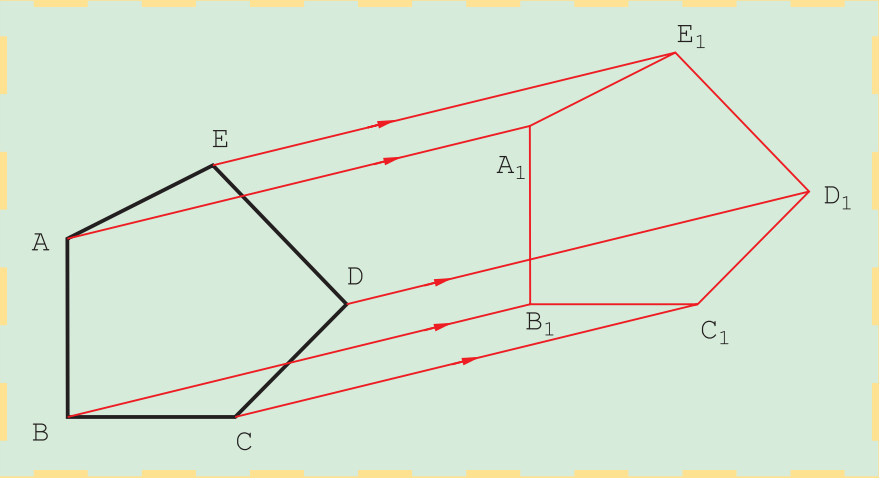
۲ــ آیا می‌توان گفت حجم دو مخروط دوّار و مایل با قاعده و ارتفاع مساوی برابر است؟ سطح جانبی آن‌ها چطور؟

۳ــ از دوران یک مثلث راست گوشه به دور وتر، چه چیزی حاصل می‌شود؟

۴ــ معروف‌ترین منشور و هرم کدام است؟ از هر کدام دست کم ۵ ویژگی را بگویید.

فصل ۲

ترسیم‌های هندسی



رسم هندسی، اساس کشیدن نقشه‌های دقیق است.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ ترسیم‌های مفید هندسی را نام ببرد.

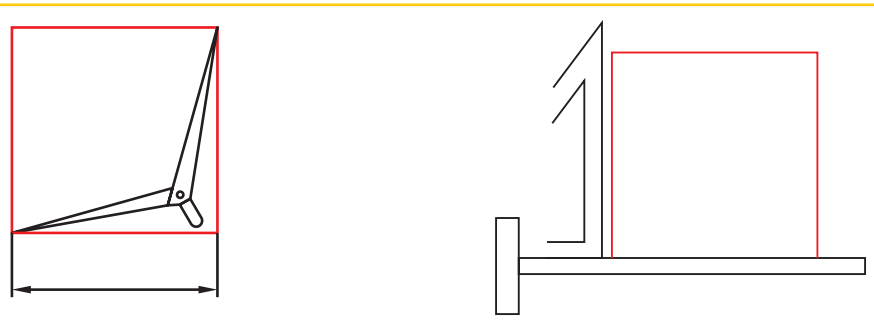
۲ــ کاربرد این ترسیم‌ها را در نقشه شرح دهد.

۳ــ این ترسیم‌ها را در نقشه به‌کار برد.

۱ــ۲ــ ترسیم‌های هندسی

در رسم نقشه‌های دقیق باید از روش‌هایی دقیق‌تر (نسبت به تی و گونیا) استفاده کرد. ابزار کار معمولاً خط‌کش است، مانند لبهٔ گونیا و پرگار.

با تعدادی از این ترسیم‌ها در رسم فنی عمومی آشنا شده‌اید. برای نمونه دیده‌اید که با یادگیری چگونگی رسم عمودمنصف، می‌توانیم مسائل زیادی را حل و رسم کنیم. برای بررسی بهتر آزمایشی را انجام دهید. ابتدا با کمک تی و گونیا مربعی به ضلع ۱۰۰ رسم کنید. آنگاه به کمک پرگار تقسیم دو قطر آن را اندازه بگیرید (مقایسه کنید). چرا آن‌ها دقیقاً برابر نیستند[۱]؟



(b) (a)

شکل ۱ــ۲

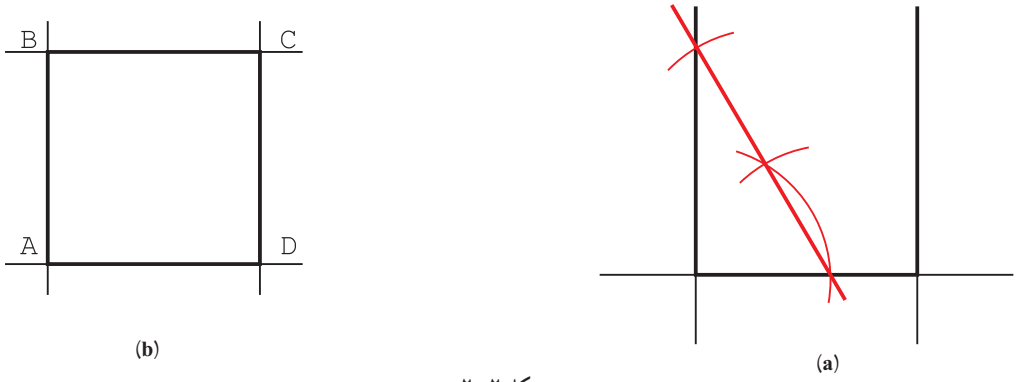
دلیل آن احتمالاً دقیق نبودن زاویهٔ ۹۰ درجه در گونیاست. اکنون دوباره همین مربع را به روش ترسیم هندسی انجام دهید.

روش کار :

ــ پاره خطی به طول ۱۰۰ رسم کنید.

ــ بر هر یک از دو سر آن خطی عمود کنید (به روش گفته شده در رسم فنی عمومی)

ــ مربع را تکمیل کنید (شکل ۲ــ۲).



(b) (a)

شکل ۲ــ۲

۱ــ بهترین آزمایش برای بررسی دقت یک مربع یا مستطیل، اندازه‌گیری قطرهاست، که اگر با هم برابر باشند مربع یا مستطیل دقیق است.

اکنون، دوباره قطرها را بررسی کنید. نتیجه چیست؟

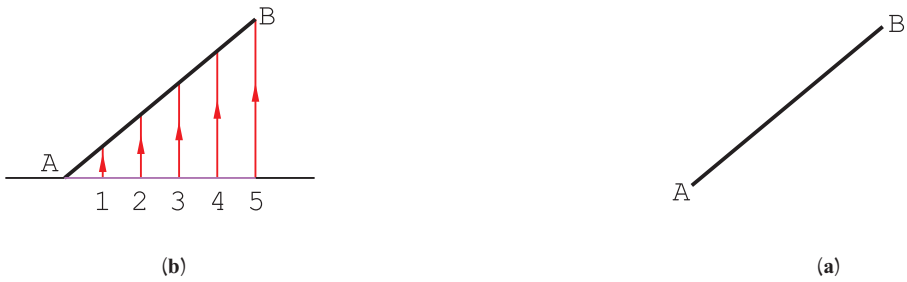
اینک چند ترسیم مفید و کاربرد آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

۲ــ۲ــ تقسیم پاره‌خط

پاره‌خط AB را به n قسمت مساوی تقسیم کنید[۱].

۱ــ تعداد تقسیم را ۵ در نظر می‌گیریم.

ــ ابتدا از A خطی دلخواه رسم می‌کنیم (شکل ۳ــ۲).



شکل ۳ــ۲

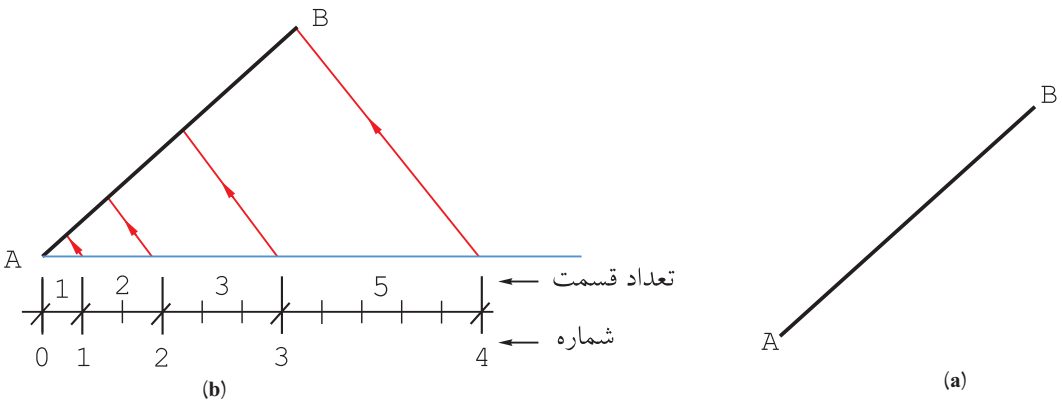
ــ روی این خط با پرگار تقسیم، ۵ قسمت مساوی به طول دلخواه جدا شد.

ــ از ۵ به B وصل شد.

ــ از نقطه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ خط‌هایی موازی با $\overline{5B}$ کشیده شد[۲].

۲ــ پاره‌خط AB را به نسبت‌های ۱، ۲، ۳ و ۵ تقسیم کنید (شکل ۴ــ۲).

ــ از A خط دلخواهی رسم شد.



شکل ۴ــ۲

۱ــ این کار بر اساس قضیهٔ تالس انجام می‌شود.

۲ــ همان‌طور که می‌دانید، می‌توان این خط‌های موازی را به کمک دو گونیا و خیلی دقیق رسم کرد.

ـ از روی آن به کمک پرگار تقسیم، جمعاً ۱۱ قسمت مساوی جدا شد (مجموع نسبت‌ها)

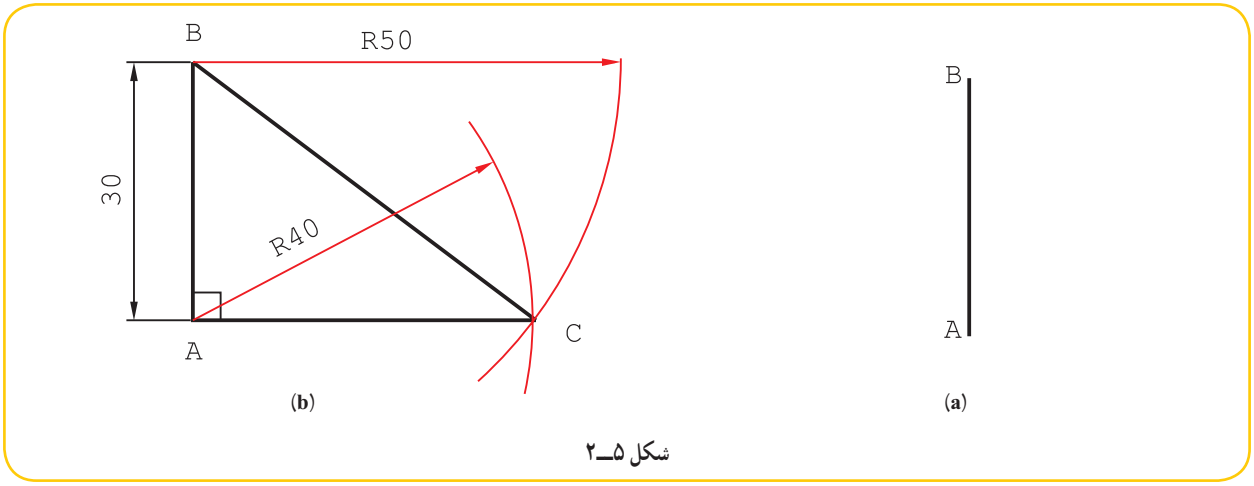
ـ از ۴ به B وصل شد.

ـ از ۱ و ۲ و ۳ موازی با $\overline{4B}$ خط رسم شد.

۳ـ۲ـ رسم قائمه

می‌خواهیم یک زاویهٔ ۹۰ درجهٔ دقیق روی ورق فلزی رسم کنیم. برای این کار می‌توان مثلثی با سه ضلع به نسبت‌های ۳ و ۴ و ۵ ساخت که یک مثلث راست گوشهٔ دقیق خواهد بود[۱].

روش کار : خط دلخواهی رسم می‌کنیم و روی آن پاره‌خطی به طول ۳۰ جدا می‌کنیم و آن را $\overline{AB}$ می‌نامیم[۲] (شکل ۵ـ۲).



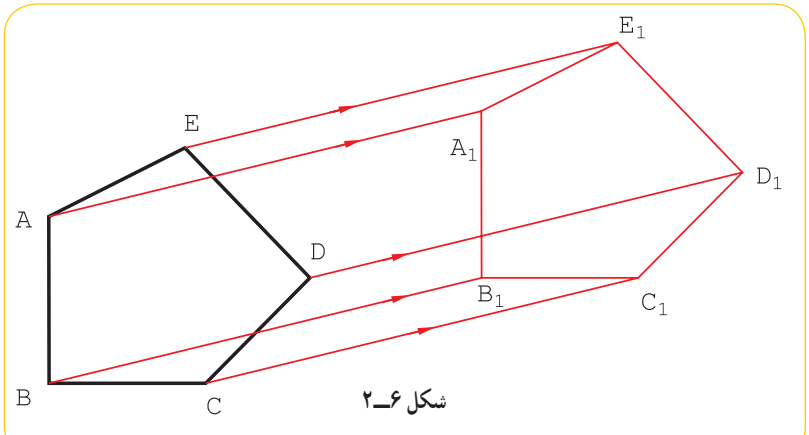
شکل ۵ـ۲

ـ به شعاع ۴۰ از A و به شعاع ۵۰، از B کمان می‌زنیم.

ـ اگر A را به C وصل کنیم، زاویهٔ A برابر ۹۰ درجه و با دقت زیاد خواهد بود[۳].

۴ـ۲ـ انتقال

می‌توان شکلی معین را در صفحه، با حرکت مستقیم یا چرخاندن به هر جای دیگر منتقل کرد به گونه‌ای که تغییری نکند. چند ضلعی ABCDE را در نظر می‌گیریم. اگر همهٔ نقاط آن را در یک جهت معین و با اندازه‌ای مساوی انتقال دهیم به یک چند ضلعی مساوی با آن می‌رسیم (شکل ۶ ـ ۲).



شکل ۶ـ۲

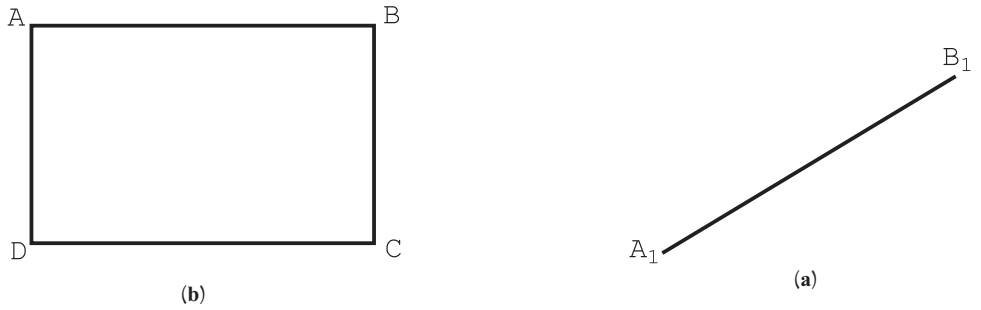
۱ـ این یک مسئلهٔ اساسی برای رسم زاویه‌های ۹۰ درجهٔ دقیق روی ورق یا جای دیگر است.

۲ـ می‌توان هر سه عدد ۳ و ۴ و ۵ را در یک عدد ضرب کرد که در این نمونه آن‌ها در ۱۰ ضرب شدند.

۳ـ این مسئله می‌تواند مبنای ترسیم شکل‌هایی مانند مربع و مستطیل روی ورق باشد.

پس $A_1B_1C_1D_1E_1 = ABCDE$. اگر ABCDE را به دور یک نقطهٔ معین هم بچرخانیم، باز به همین نتیجه می‌رسیم. به این ترتیب اگر تنها دو نقطه از شکل جدید مانند A_1 و B_1 را داشته باشیم، می‌توانیم بقیهٔ شکل را کامل کنیم.

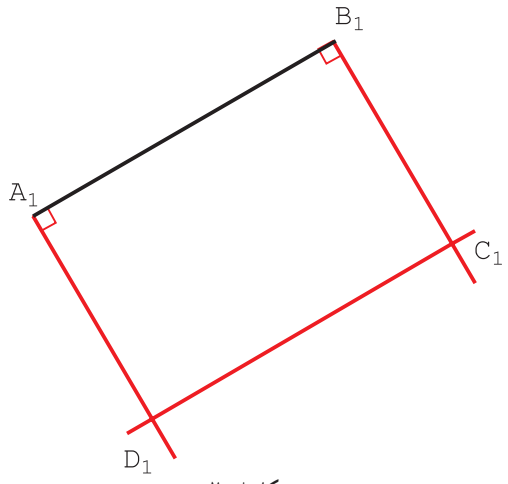
۱ــ ضلع AB از مستطیل ABCD، پس از یک انتقال (به همراه چرخش)، مطابق شکل a **۷ــ۲** و به صورت A_1B_1 است. شکل را کامل کنید.



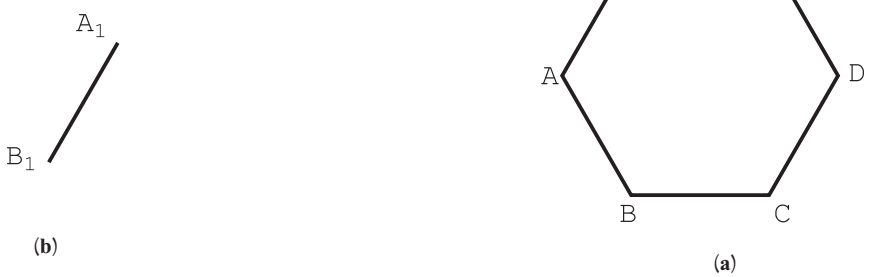
شکل **۷ــ۲**

ساده‌ترین کار آن است که دو عمود در A_1 و B_1 بر خط A_1B_1 وارد و روی آن‌ها، به اندازهٔ $\overline{AD}$ جدا کنیم. آنگاه شکل را کامل نماییم (شکل **۸ــ۲**).

۲ــ ضلع A_1B_1 از یک شش‌بر پس از انتقال، مشخص شده است، شکل را کامل کنید؟ (شکل **۹ــ۲**)



شکل **۸ــ۲**

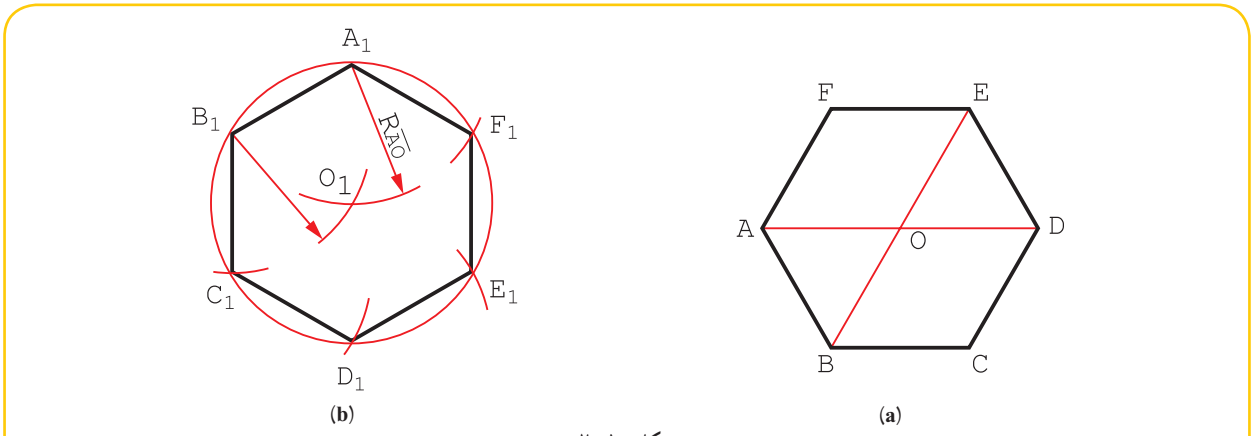


شکل **۹ــ۲**

این کار به صورت‌های گوناگون ممکن است. برای نمونه :

ــ در شکل اصلی، A به D و B به E وصل شود.

ــ O مرکز دایرهٔ محیطی مشخص شود (شکل a ۱۰ــ۲).



(b) (a)

شکل ۱۰ــ۲

ــ از نقطه‌های A_1 و B_1 دو کمان به شعاع AO زده شود تا O_1 به دست آید.

ــ با زدن دایره به مرکز O_1 و شعاع O_1A_1، شش‌ضلعی ساخته می‌شود[1].

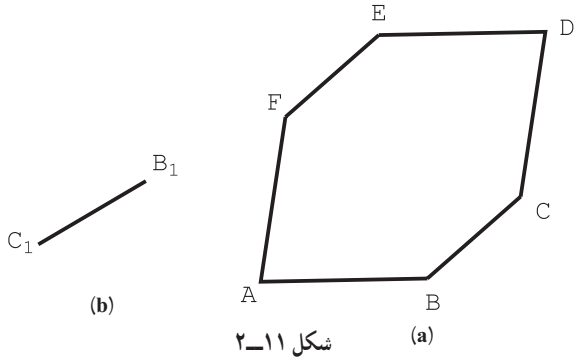
۳ــ از شکل ABCDEF، انتقال یافتهٔ $\overline{BC}$ به‌صورت B_1C_1 در دست است. شکل را کامل کنید (شکل ۱۱ــ۲).

ــ می‌توان D را به A و C را به E و B را به F وصل کرد.

ــ دیده می‌شود که $\overline{EC}$ و $\overline{FB}$ هر دو بر $\overline{BC}$ عمودند و $\overline{AD}$ هم با $\overline{BC}$ موازی است.

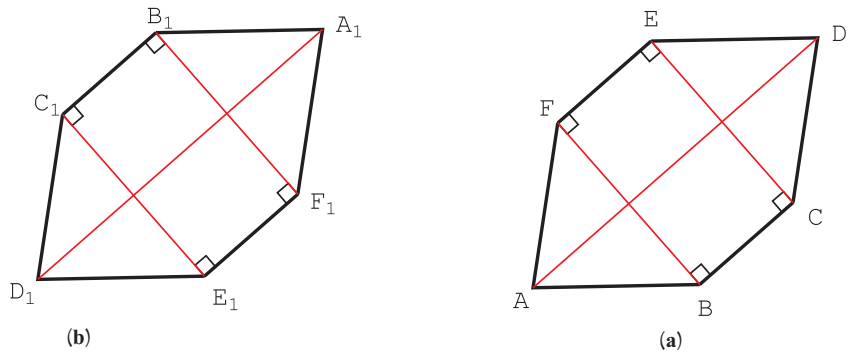
ــ دو خط بر $\overline{B_1C_1}$ در نقطه‌های B_1 و C_1 عمود می‌شود.

ــ اندازه‌ها با پرگار تقسیم منتقل خواهد شد (شکل ۱۲ــ۲).



(b) (a)

شکل ۱۱ــ۲



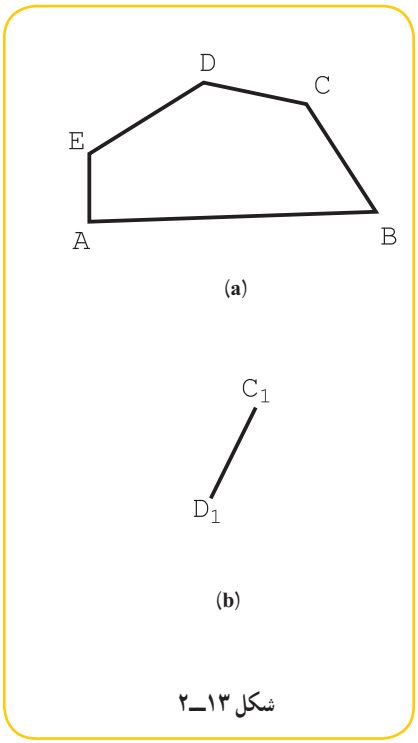
(b) (a)

شکل ۱۲ــ۲

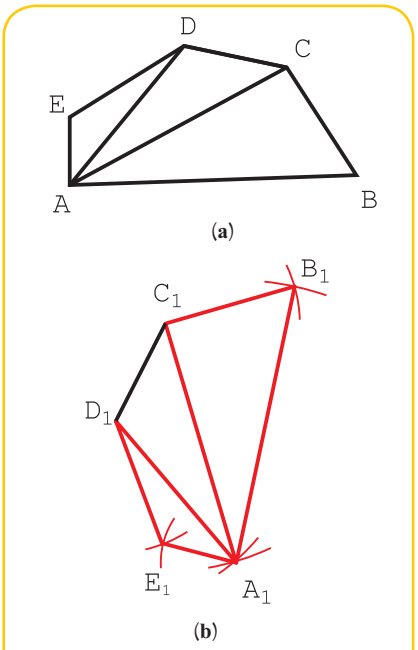
۱ــ به جهت گردش شکل هم توجه داشته باشید.

۴ــ از یک پنج‌ضلعی غیر منتظم ABCDE جای جدید ضلع $\overline{D_1C_1}$ مشخص شده است. شکل را کامل کنید (شکل ۱۳ــ۲).

روش کلی برای حل این گونه مسائل، روش مثلث‌بندی است. پس اولین کار تجزیهٔ ABCDE به چند مثلث است (شکل ۱۴ــ۲).



شکل ۱۳ــ۲



شکل ۱۴ــ۲

ــ دهانهٔ پرگار تقسیم را به اندازهٔ $\overline{DA}$ باز می‌کنیم و به مرکز D_1 کمان می‌زنیم.

ــ با اندازهٔ $\overline{AC}$ و به مرکز C_1 کمان می‌زنیم، A_1 به دست می‌آید.

ــ با اندازهٔ $\overline{CB}$ یک کمان به مرکز C_1 و به اندازهٔ $\overline{AB}$ کمانی به مرکز A_1 می‌زنیم، B_1 مشخص می‌شود.

ــ به مرکز D_1 و با شعاع $\overline{DE}$ و به مرکز A و به شعاع $\overline{AE}$ هم کمان زدیم تا E_1 مشخص شد.

گزیدهٔ مطالب

۱ــ به کمک ترسیمات هندسی می‌توان شکل‌های دقیق رسم کرد. (مثلاً برای ساخت)

۲ــ می‌توان زاویهٔ ۹۰ درجه را با استفاده از مثلث قائم الزاویه‌ای با سه ضلع به اندازه‌های ۳ و ۴ و ۵ ساخت.

۳ــ می‌توان یک شکل را بدون تغییر به هر جای صفحه منتقل کرد.

ارزشیابی نظری

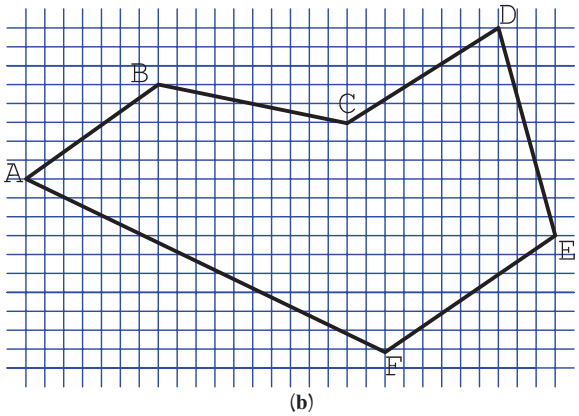
۱ــ می‌خواهیم یک مستطیل دقیق با طول و عرض معین بسازیم. روش کار چیست؟
۲ــ دقت یک قاب مربع شکل ساخته شده را چگونه تعیین کنیم؟
۳ــ یک چهارچوب برای در ساخته شده است. دقت آن چگونه بررسی می‌شود؟
۴ــ چگونگی تقسیم یک پاره‌خط به نسبت‌های ۲ و ۵ و ۷ را با رسم شکل شرح دهید.
۵ــ می‌خواهیم یک شکل را به‌جای دیگر منتقل کنیم. اصول کار را با رسم شکل توضیح دهید.
۶ــ باید روی یک ورق فلزی، زاویه‌ای ۹۰ درجه رسم شود. روش کار چیست؟

ارزشیابی عملی

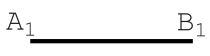
۱ــ پاره‌خطی به طول ۸۳ را به ۵ قسمت مساوی تقسیم کنید.
۲ــ پاره‌خط ۹۷ میلی‌متری را به نسبت‌های ۱ و ۲ و ۳ بخش کنید.
۳ــ خطی رسم کنید که دقیقاً با محیط دایره به قطر ۳۶ برابر باشد. سپس آن را به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم کنید.
۴ــ پس از رسم یک زاویهٔ ۹۰ درجهٔ دقیق، آن را به ۶ قسمت مساوی تقسیم کنید.
۵ــ یک دکل فولادی با ۶ کابل نگه‌داری شده است. فاصلهٔ سه کابل بلند از پای دکل ۴۰ متر و فاصلهٔ سه کابل کوتاه ۲۵ متر است. اگر کابل بلند در ارتفاع ۵۰ و کابل کوتاه در بلندی ۲۰ متر متصل باشند، طول کلی کابل چند متر است؟

توجه : مسئله باید با مقیاس مناسب رسم شود و پاسخ به کمک اندازه‌گیری به دست آید.

۶ــ ابتدا پنج ضلعی ABCDE را در دایره ای به قطر ۶۸ بسازید ($\overline{AB}$ افقی باشد).
آنگاه در فاصله‌ای مناسب، $\overline{A_1B_1}$ را با زاویهٔ ۶۰ درجه نسبت به AB رسم و ۵ ضلعی را منتقل کنید.
۷ــ در شکل ۱۵ــ۲ چندضلعی ABCDEF داده شده است. $\overline{A_1B_1}$ معلوم است، آن را منتقل کنید.



(b)



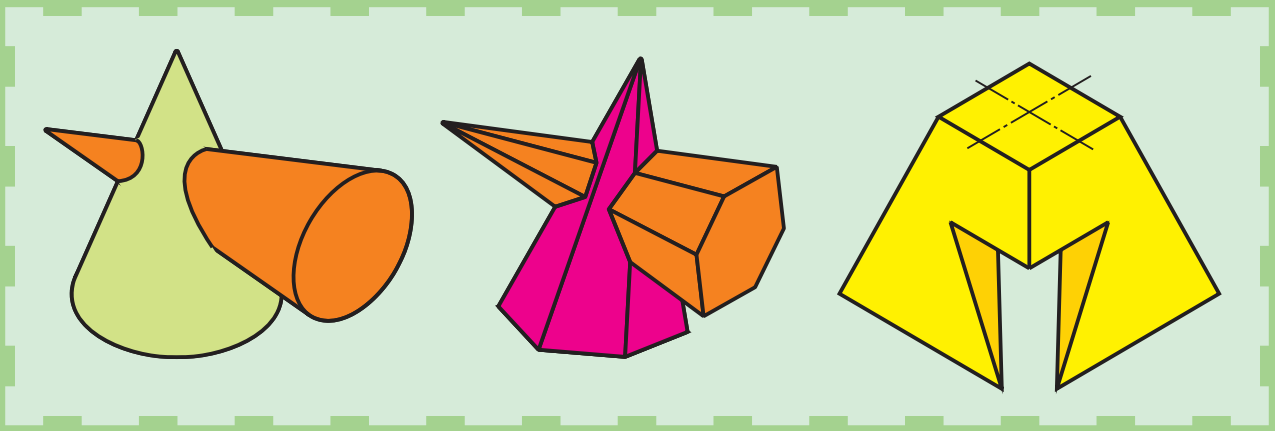
(a)

شکل ۱۵ــ۲

توجه : هر مربع را برابر ۱۰ بگیرید.

فصل ۳

هندسه ترسیمی



پایهٔ اصلی نقشه‌کشی، هندسهٔ ترسیمی است.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ هندسهٔ ترسیمی را تعریف کند.

۲ــ کاربردهای هندسهٔ ترسیمی را شرح دهد.

۳ــ صفحه‌های تصویر را معرفی کند.

۴ــ تصویرهای نقطه را تعیین کند.

۵ــ نماهای انواع خط را رسم کند.

۶ــ اندازهٔ واقعی خط را تعیین کند.

۷ــ اندازهٔ واقعی صفحه را تعیین کند.

۱ــ۳ــ هندسهٔ ترسیمی

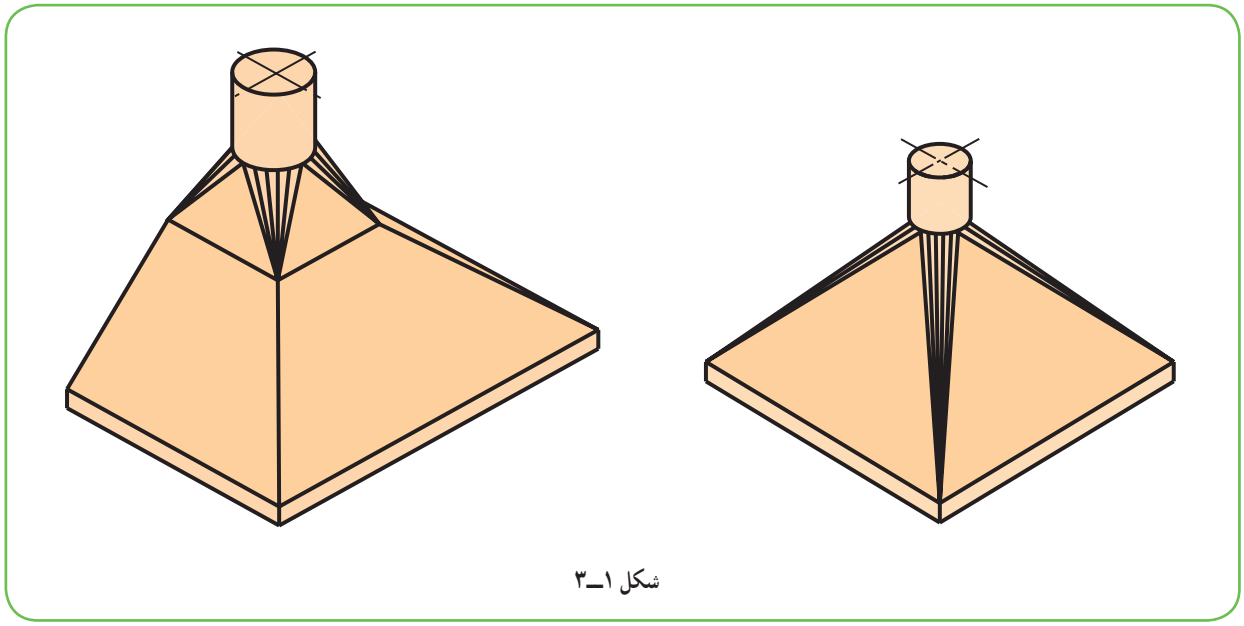
هندسهٔ ترسیمی شاخه‌ای از هندسه است که در آن اجسام را با نماهای دو بعدی نمایش می‌دهند. رسم فنی یا نقشه‌ای که با آن آشنا هستید در حقیقت همان هندسهٔ ترسیمی است. البته ما تاکنون بیشتر به رسم تصویر از اجسام پرداخته‌ایم و راجع به اجزای به‌وجودآورندهٔ آن‌ها، یعنی نقطه، خط و صفحه، بحثی نداشته‌ایم.

تجربه ثابت می‌کند که اگر ما با دقت به این جزئیات و ویژگی‌های آن‌ها توجه کنیم، قادر می‌شویم مسائل پیچیده‌تر را نیز حل کنیم. از طرف دیگر حل برخی از مسائل بدون دانستن اطلاعات اضافی ممکن نیست. به هر حال، به دو دلیل اصلی از پرداختن به هندسهٔ ترسیمی ناگزیر هستیم :

۱ــ تعیین اندازه‌های واقعی اجزای یک قطعه برای ساخت آن.

۲ــ رسم خط‌هایی در نقشه که به سادگی قابل ترسیم نیستند.

در شکل ۱ــ۳ یک هواکش (یا دودکش) دیده می‌شود.



شکل ۱ــ۳

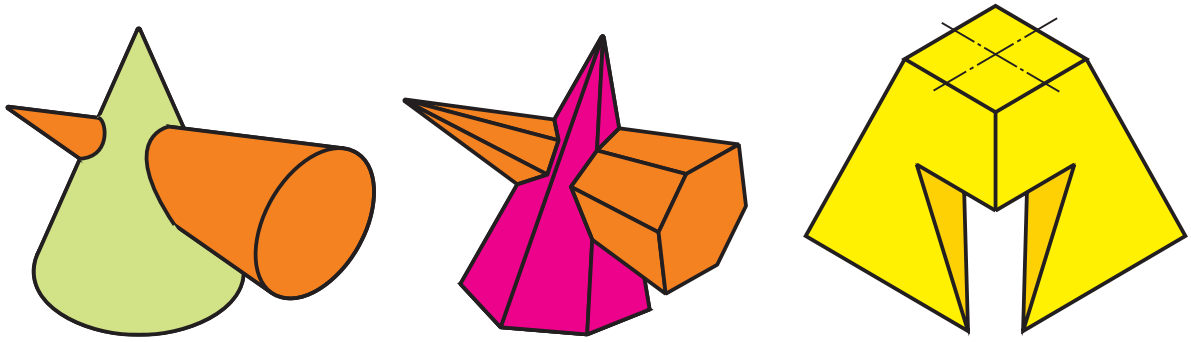
این هواکش با توجه به نقشهٔ سادهٔ آن به هیچ وجه قابل ساخت نیست. افزون بر آن‌که ترسیم نقشهٔ آن هم مشکلاتی را به همراه خواهد داشت.

۱ــ۱ــ۳ــ تعریف : هندسهٔ ترسیمی مجموعهٔ روش‌هایی است که به کمک آن‌ها می‌توان اجسام سه بعدی را روی دو صفحهٔ دو بعدی و با اندازهٔ واقعی نمایش داد.

بنابراین می‌توان مسائل هندسهٔ فضایی را به‌صورتی دقیق رسم و حل کرد.

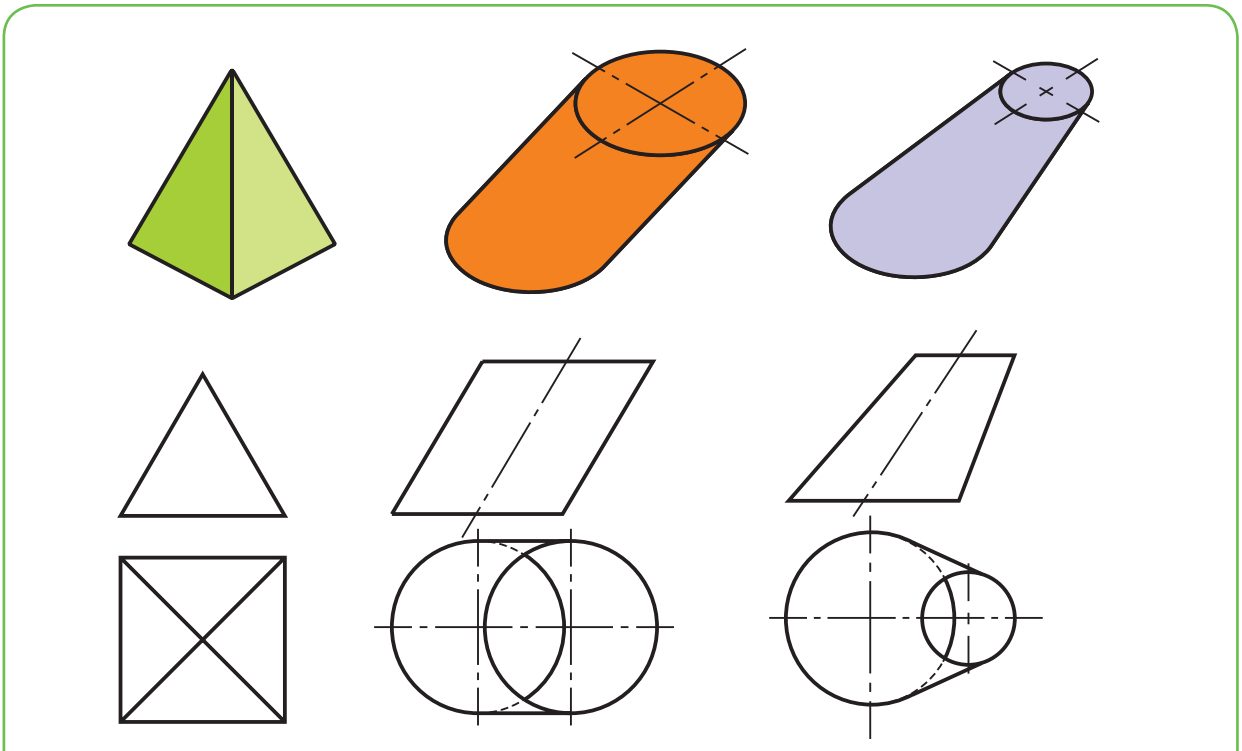
۲ــ۱ــ۳ــ کاربردهای هندسهٔ ترسیمی : با توجه به دو نمونهٔ زیر، به لزوم فرا گرفتن هندسه پی می‌بریم.

الف) با آن‌که ما اصول ترسیم را می‌دانیم و می‌توانیم از خط‌های کمکی استفاده کنیم، نمی‌توانیم نماهای لازم از اجسام معرفی شده در شکل ۲ــ۳ را رسم کنیم. چرا؟ زیرا راجع به نقطه، خط و صفحه و خواص آن‌ها اطلاعات کافی نداریم.



شکل ۲ــ۳

ب) می‌خواهیم از یک ورق نازک مانند مقوا یا گالوانیزه، اجسام داده شده در شکل ۳ــ۳ را بسازیم.



شکل ۳ــ۳

دیده می‌شود که برای ساخت آن‌ها نیز آگاهی‌های ما کافی نیست. به این ترتیب مختصری از هندسهٔ ترسیمی را با دو هدف مشخص دنبال می‌کنیم :

۱ــ توانایی رسم تصاویر لازم، با اندازهٔ واقعی از هر قطعه؛

۲ــ توانایی گستردن احجام ساخته شده از ورق بر روی سطح دو بعدی و ساخت آن‌ها.

۲ــ۳ــ صفحه‌های تصویر

صفحه‌های افقی و عمودی و جانبی تصویر را می‌شناسید، با این همه به شکل ۴ــ۳ نگاه کنید.

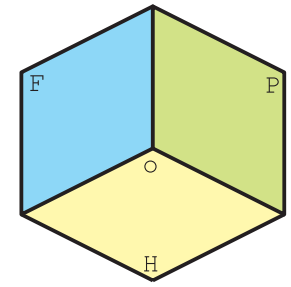
ــ V یا F، صفحهٔ عمودی یا روبه‌روی تصویر است.

ــ H، صفحهٔ افقی تصویر است.

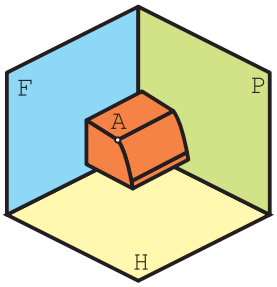
ــ P، صفحهٔ جانبی یا نیمرخ تصویر است.

این سه صفحه بر هم عمودند.

معمولاً جسم را در این فضای سه بعدی قرار می‌دهند و نماهای لازم را رسم می‌کنند. در شکل ۵ــ۳ یک قطعهٔ ساده دیده می‌شود که نقطهٔ A از آن مشخص شده است.

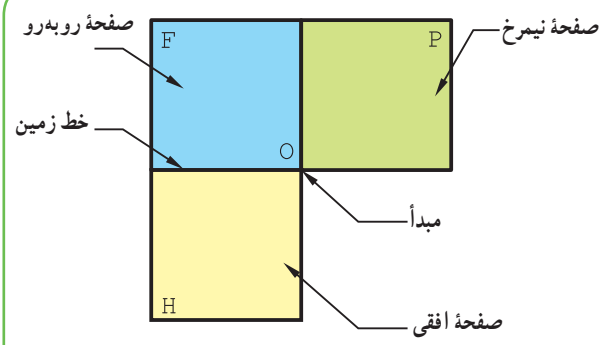


شکل ۴ــ۳



شکل ۵ــ۳

به فضای موجود بین سه صفحهٔ P، F و H، فرجه یا ناحیهٔ اول می‌گویند[1]. این فضا روی صفحهٔ دو بعدی کاغذ قابل گسترش است. برای این کار باید H را به اندازهٔ ۹۰ درجه در جهت عقربهٔ ساعت چرخانید و در امتداد F قرار داد. صفحهٔ P هم، پس از ۹۰ درجه چرخش، در امتداد F قرار خواهد گرفت. در نتیجه شکل ۶ــ۳ به‌دست خواهد آمد.



شکل ۶ــ۳

۱ــ فضای پشت F را ناحیهٔ دوم و زیر آن را ناحیهٔ سوم و چهارم می‌گویند.

۱ــ۲ــ۳ــ تصویرهای نقطه : در شکل ۷ــ۳، با حذف جسم، تنها نقطهٔ A در نظر گرفته شده است.

قراردادهای زیر مورد پذیرش است :

ــ نمایش نماهای نقطه با حروف کوچک؛

ــ نام گذاری نمای افقی با حرف ساده مانند a؛

ــ نام‌گذاری نمای روبه‌رو با همان حرف و با علامت پریم مانند a′ ؛

ــ نام‌گذاری نمای نیمرخ با همان حرف و با علامت زگندر و مانند a″ ؛

ــ نمایش نقطه در فضا با حرفی مانند A و نمایش ترسیمی آن با aa′a″ ، اگر سه نما لازم باشد و اگر دو نما مثل روبه‌رو و افقی کافی باشد با aa′ ؛

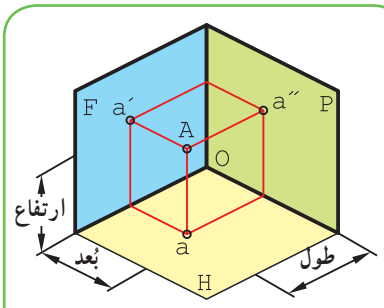
ــ برخورد H و F خط زمین است با علامت اختصاری FH ؛

ــ فاصلهٔ نقطه تا F، بُعد نقطه است؛

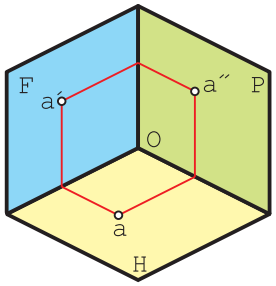
ــ فاصلهٔ نقطه تا H، ارتفاع نقطه است؛

ــ فاصلهٔ نقطه تا P، طول نقطه است.

به این ترتیب، می‌توان یک نقطهٔ فضایی را با فاصله‌هایش از این سه صفحهٔ مبنا کاملاً معین کرد. در شکل ۸ــ۳، خود نقطهٔ A حذف شده و فقط تصویرهایش باقی مانده است.

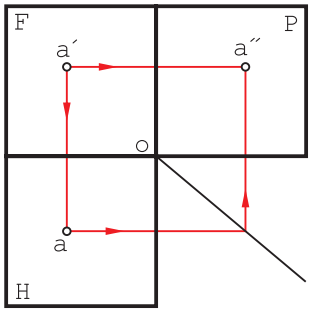


شکل ۷ــ۳



شکل ۸ــ۳

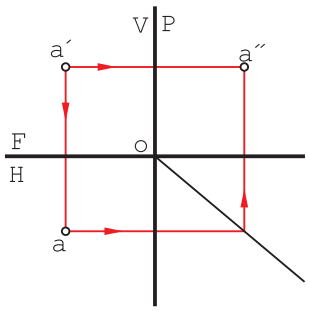
با چرخاندن صفحه‌های تصویر، وضعیت نماهای نقطه مطابق شکل ۹ــ۳ است.



شکل ۹ــ۳

برای ساده‌تر شدن شکل، می‌توان از رسم حاشیه‌های صفحه‌ها خوداری کرد. پس اگر سه نما مورد نظر باشد شکل ۱۰ــ۳ کافی است، که آن را «نقشه» گویند.

یک نقطه را می‌توان با سه اندازهٔ طول، بعد و ارتفاع معرفی کرد؛ مانند نقطهٔ A (۳۵ و ۲۵ و ۲۴)، یعنی نقطه‌ای به طول ۲۴، بعد ۲۵ و ارتفاع ۳۵.

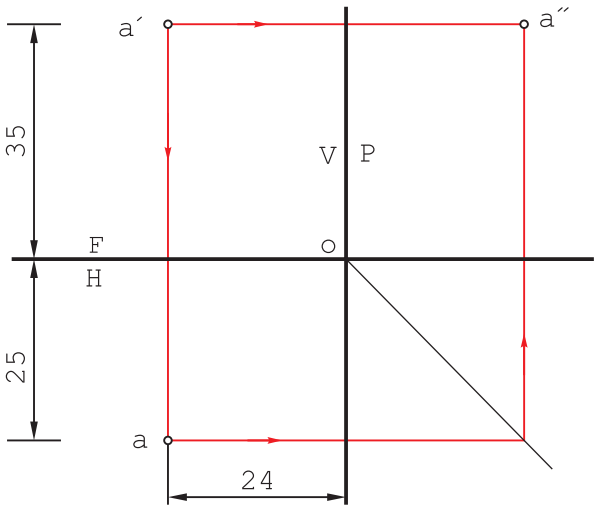


شکل ۱۰ــ۳

پرسش

نقطهٔ بالا را نمایش دهید، یعنی نقشهٔ آن را رسم کنید.

در شکل ۱۱ــ۳، با توجه به اندازه‌ها، نقطه نمایش داده شده است.



شکل ۱۱ــ۳

۲ــ۲ــ۳ــ نقطه‌های خاص : هر نقطه را که یکی یا بیشتر از اندازه‌های آن صفر باشد، نقطهٔ خاص گوییم. مثلاً نقطهٔ O یعنی مبدأ، خاص‌ترین نقطه است، زیرا داریم :

(۰ و ۰ و ۰) O اضافه می‌شود :

ــ همهٔ نقاط فضا که دارای طول صفر هستند، روی P واقع‌اند.

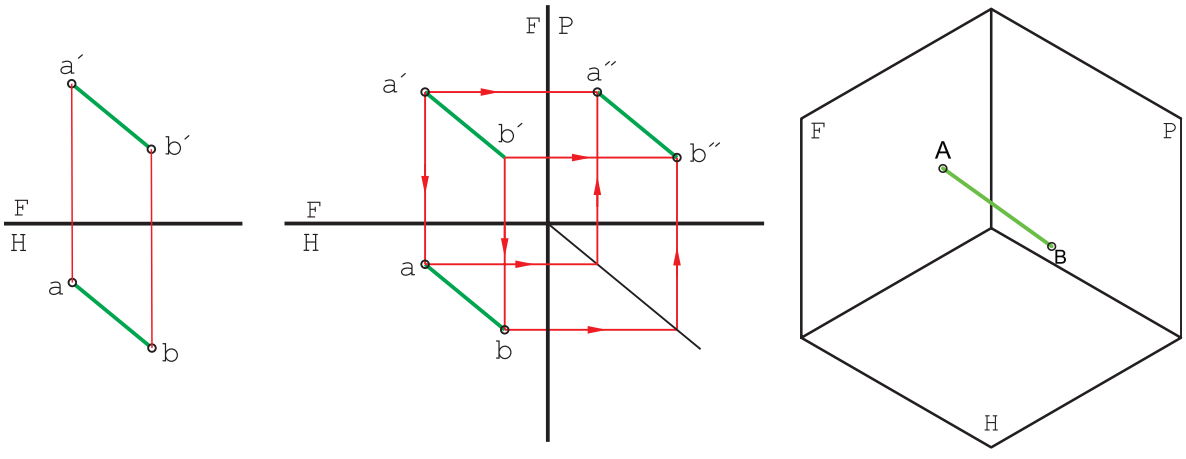
ــ همهٔ نقاط فضا که دارای بعد صفر هستند، روی F قرار دارند.

ــ همهٔ نقاط فضا که ارتفاع صفر دارند، روی H واقع هستند.

مجموعهٔ نقاطی از فضا که دارای بعد و ارتفاع صفر هستند کجاست؟

۳ــ۳ــ خط

از اتصال دو نقطه به هم خط به وجود می‌آید (شکل ۱۲ــ۳).



(a) AB در فضا (b) سه نما با همهٔ جزئیات (c) دو نما و حذف جزئیات

شکل ۱۲ــ۳

این خط در فضا AB و در نقشه aa′a″bb′b″ است، که معمولاً می‌توان به دو نمای افقی و روبه‌روی آن بسنده کرد (پس نام آن هم aa′bb′ خواهد بود).

۴ــ۳ــ گروه‌های سه‌گانهٔ خط

خط‌ها را، بنا به حالت‌هایی که دارند، می‌توان دسته‌بندی کرد. به شکل ۱۳ــ۳ نگاه کنید.

خط‌های نام‌گذاری شده، هر کدام دارای ویژگی‌های خود هستند، که از دیگران قابل تفکیک خواهند بود.

۵ــ۳ــ گروه یکم

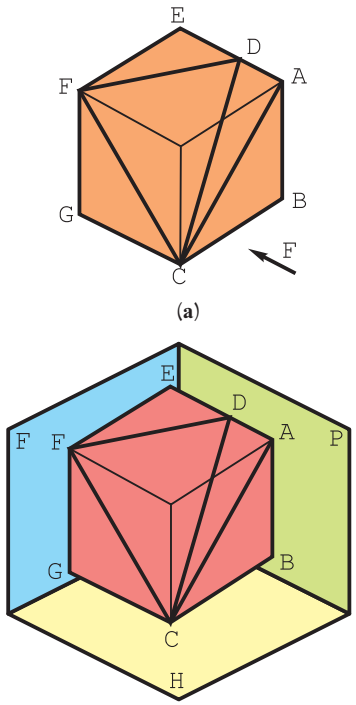
آن‌هایی هستند که هرکدام بر یک صفحه عمود می‌باشند.

۱ــ۵ــ۳ــ خط قائم : آن است که بر H عمود باشد. پس در نمای روبه‌رو به اندازهٔ واقعی و در نمای افقی یک نقطه خواهد شد (نمای نیمرخ چگونه است؟) نمونهٔ آن $\overline{AB}$ است.

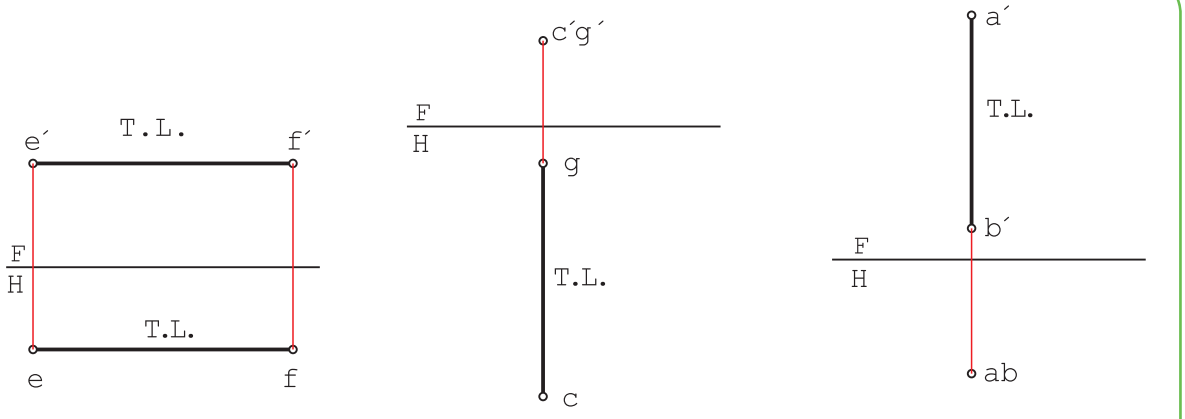
۲ــ۵ــ۳ــ خط منتصب : آن است که بر F عمود باشد. پس نمای روبه‌روی آن نقطه و نمای افقی آن به اندازهٔ واقعی خواهد بود. نمونهٔ آن $\overline{GC}$ است. می‌توان آن را «خط استوار یا پابرجا» هم‌نامید.

۳ــ۵ــ۳ــ خط مواجه : خطی است عمود بر P یا موازی با خط زمین. بنابراین، هم در نمای روبه‌رو و هم در نمای افقی اندازهٔ حقیقی دارد. خط $\overline{EF}$ یک نمونه است در شکل ۱۴ــ۳، a و b و c، هر یک از خط‌های بالا با دو نما معرفی شده‌اند[1].

خط مواجه را می‌توان «خط رو در رو» هم نامید.



شکل ۱۳ــ۳



شکل ۱۴ــ۳

۱ــ از این به بعد، خط زمین را نازک درنظر می‌گیریم (رسم آن در موارد پیشین به‌طور ضخیم برای توجه بیشتر بوده است).

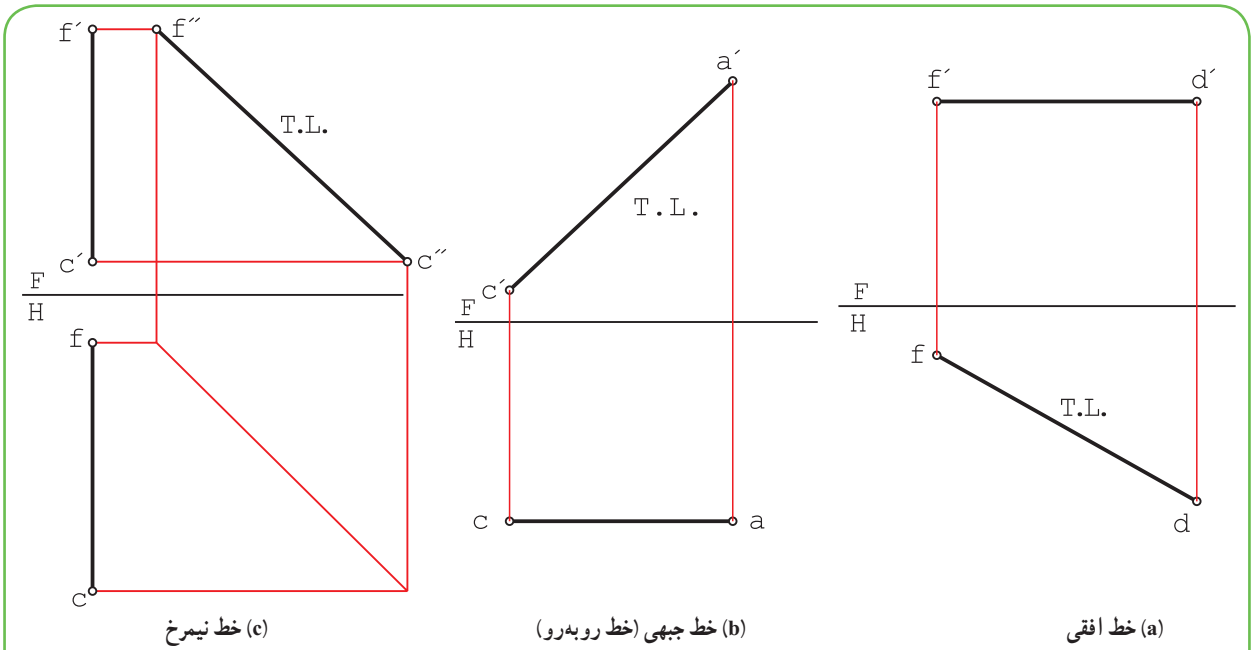
۶ــ۳ــ گروه دوم

خط‌هایی هستند که هر کدام با یکی از صفحه‌های تصویر موازی‌اند. در نتیجه تصویر آن‌ها، روی صفحه‌ای که با آن موازی هستند، به اندازهٔ واقعی خواهد بود و در نماهای دیگر کوچکتر از اندازهٔ واقعی‌اند.

۱ــ۶ــ۳ــ خط افقی : آن است که با H موازی باشد. پس در نمای افقی اندازهٔ واقعی دارد و در نماهای دیگر کوچکتر خواهد بود. نمونهٔ آن خط $\overline{FD}$ است.

۲ــ۶ــ۳ــ خط جبهی : آن است که با F موازی باشد. پس در نمای روبه‌رو اندازهٔ واقعی دارد. ولی در نماهای دیگر کوچکتر خواهد بود. نمونهٔ آن خط $\overline{AC}$ است. این خط را می‌توان «خط روبه‌رو» هم نامید.

۳ــ۶ــ۳ــ خط نیمرخ : آن است که با P موازی باشد. پس در نمای نیمرخ به اندازهٔ واقعی است. ولی در نماهای دیگر کوچکتر خواهد شد. نمونهٔ آن خط $\overline{FC}$ است. در شکل ۱۵ــ۳ هر یک از خط‌های بالا با دو نما معرفی شده‌اند.



(c) خط نیمرخ (b) خط جبهی (خط روبه‌رو) (a) خط افقی

شکل ۱۵ــ۳

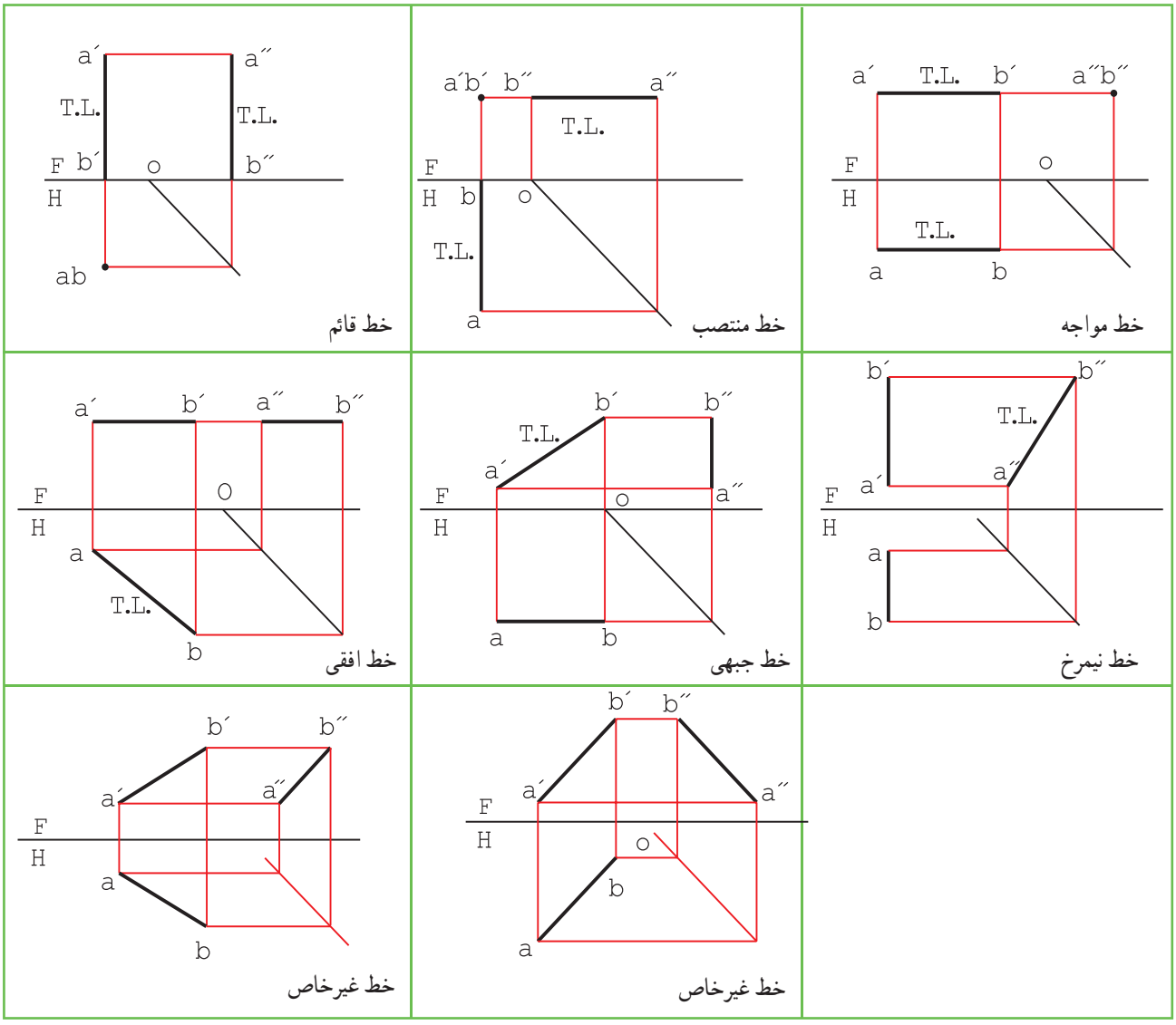
۷ــ۳ــ گروه سوم

خط غیرخاص : خطی است که ویژگی موازی بودن را هم ندارد. چون با هیچ صفحه‌ای موازی نیست و در هر سه نما کوچکتر از اندازهٔ واقعی خواهد بود. این خط را می‌توان «خط دلخواه» هم نامید.

در جدول ۱ــ۳، هر هفت خط نام برده، در سه نما معرفی شده‌اند و در هر نمایی که خط دارای اندازهٔ حقیقی است از نشانهٔ T.L.[1] استفاده شده است.

۱ــ اندازهٔ حقیقی : True Length

جدول ۱ــ۳ــ خطوط هفتگانه



در پایان یادآوری این نکته لازم است که اندازهٔ حقیقی از نظر ساخت هر جسم بسیار مهم است.

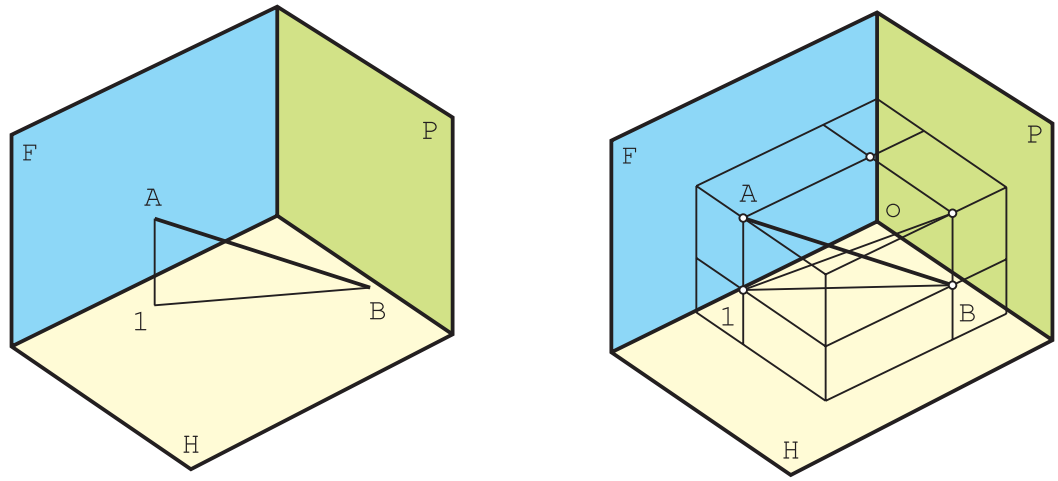
۸ــ۳ــ اندازهٔ حقیقی خط

در مورد گروه یکم خط دیدیم که آن‌ها در دو نما اندازهٔ واقعی دارند و در یک نما نقطه‌اند.

در مورد گروه دوم دیدیم که آن‌ها هر کدام در یک نما اندازهٔ واقعی دارند.

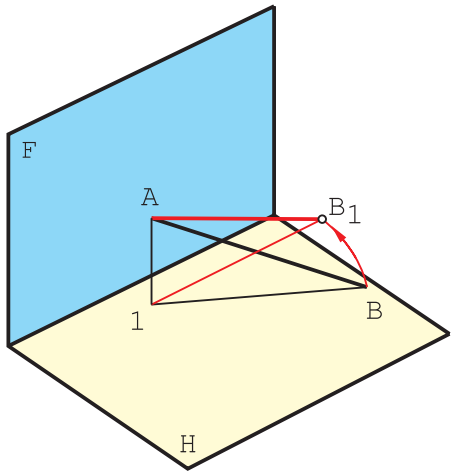
در مورد گروه سوم که همهٔ خط‌های دیگر را جزءِ آن دانستیم، هیچ کدام از نماها، اندازهٔ واقعی ندارند، پس باید اندازهٔ حقیقی آن‌ها را با روش ساده‌ای به‌دست آورد برای این کار روش‌های زیادی وجود دارد که تنها به دو مورد آن‌ها اشاره می‌شود.

۱ــ۸ــ۳ــ چرخش : می‌توان اندازهٔ حقیقی خط را با چرخاندن آن به دور یک محور به‌دست آورد. به شکل ۱۶ــ۳ نگاه کنید.



(a) (b)

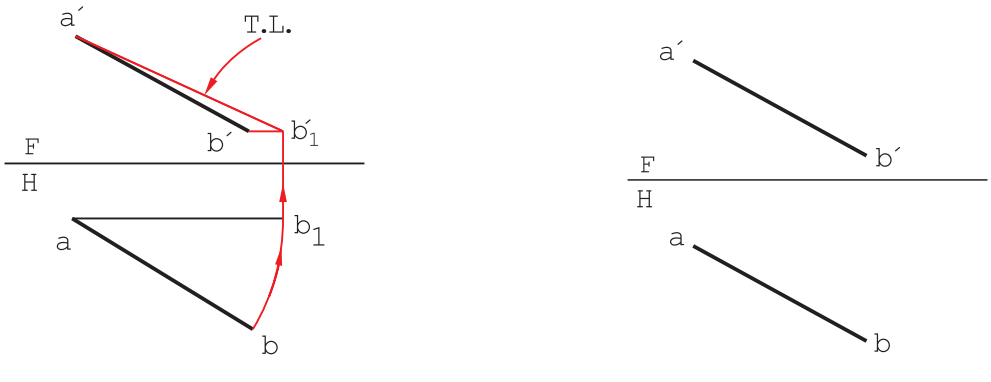
شکل ۱۶ــ۳



شکل ۱۷ــ۳

$\overline{AB}$ یک خط غیر خاص است. می‌توان با ثابت نگهداشتن نقطهٔ A، نقطهٔ B را چنان چرخاند که AB موازی F و مانند یک خط جبهی شود. شعاع این چرخش باید برابر اندازهٔ $\overline{1B}$ باشد. به شکل ۱۷ــ۳ نگاه کنید. در آن $\overline{AB}$ چرخیده و به حالت $\overline{AB_1}$ در آمده است.

پس برای به‌دست آمدن اندازهٔ حقیقی، روش کار «چرخش» است (شکل ۱۸ــ۳).



(b) (a)

شکل ۱۸ــ۳

ــ سوزن پرگار روی a قرار می‌گیرد و مداد روی b

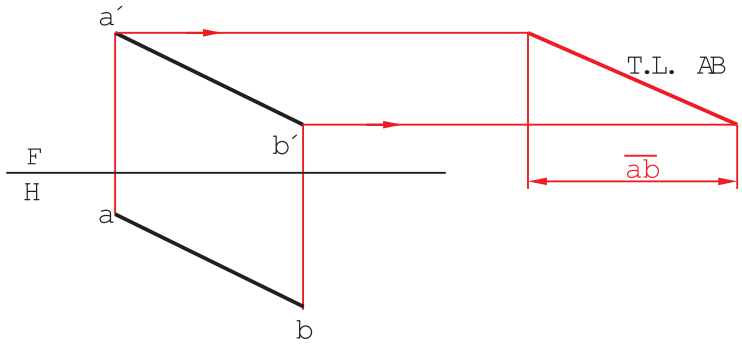
ــ با چرخاندن پرگار، b_1 به گونه‌ای به‌دست می‌آید که $\overline{ab_1}$ موازی با FH باشد.

ــ از b_1 رابط شد تا b'_1 به‌دست آمد. روشن است که $\overline{b'b'_1}$ هم باید با FH موازی باشد.

ــ پاره خط $\overline{a'b'_1}$ برابر اندازهٔ حقیقی پاره‌خط AB در فضاست.

۲ــ۸ــ۳ــ ترسیمه : می‌توان مثلث راست‌گوشه‌ای ساخت که یک ضلع آن طول تصویر افقی و یک ضلع آن اختلاف ارتفاع دو نقطه و وتر آن اندازهٔ واقعی باشد. پس روش کار به دست می‌آید.

ــ دو خط به کمک تی از a' و b' رسم شد (شکل ۱۹ ــ ۳).



شکل ۱۹ــ۳

ــ در جایی مناسب یک خط عمودی کشیده شد.

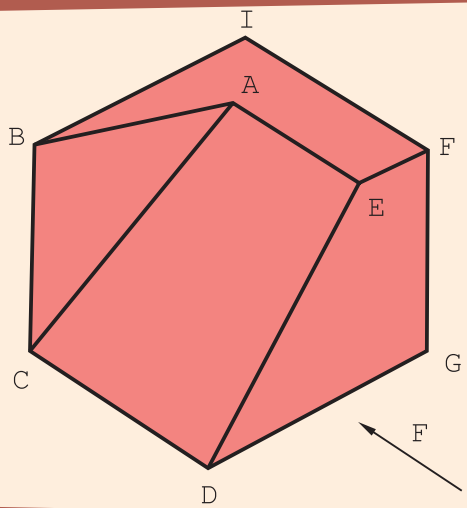
ــ پاره‌خطی برابر ab جدا شد.

ــ اندازهٔ حقیقی، یعنی T.L. به‌دست آمد.

پرسش

به شکل ۲۰ــ۳ نگاه کنید.

تعداد هر خط موجود در جسم چند است؟

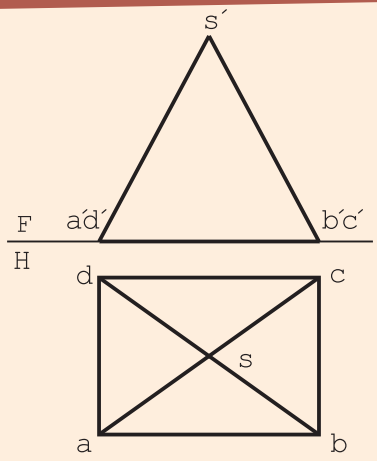


شکل ۲۰ــ۳

پاسخ : با درنظر گرفتن شرایط هر خط متوجه خواهیم شد که تعداد خط منتصب ۴، قائم ۳، مواجه ۴، جبهی ۱، افقی ۱، غیر خاص ۱ است و خط نیمرخ هم وجود ندارد.

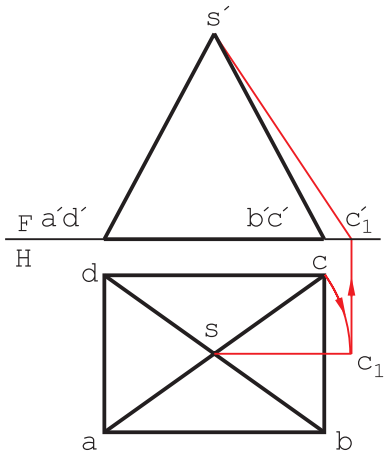
پرسش

پس از تعیین آنکه کدام یک از یال‌های هرم در شکل ۳ــ۲۱ غیرخاص است، اندازهٔ واقعی را مشخص کنید.



شکل ۳ــ۲۱

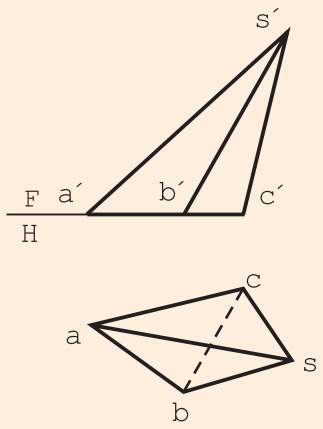
پاسخ : دیده می‌شود که چهار یال $\overline{SA}$، $\overline{SB}$، $\overline{SC}$ و $\overline{SD}$ برابرند و هیچ کدام اندازهٔ واقعی ندارند، پس کافی است اندازهٔ واقعی یکی از آن‌ها مشخص شود. در شکل ۳ــ۲۲، این اندازه به‌دست آمده است.



شکل ۳ــ۲۲

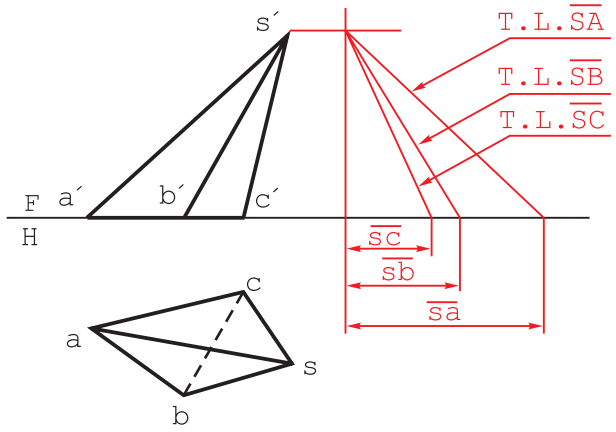
پرسش

طول حقیقی یال‌ها در هرم داده شده، در شکل ۳ــ۲۳، چه قدر است؟



شکل ۳ــ۲۳

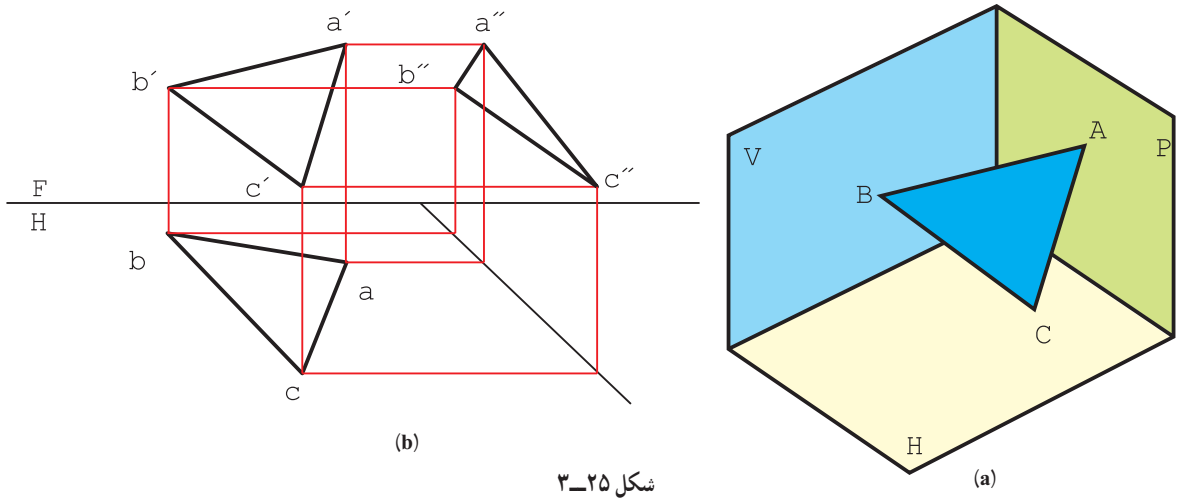
پاسخ: چون تعداد یال‌ها زیاد است، روش ترسیمه مناسب‌تر است. طبق شکل ۲۴ــ۳ اندازه‌های حقیقی معین شد.



شکل ۲۴ــ۳

۹ــ۳ــ صفحه

از اتصال سه نقطه به هم صفحه به‌وجود می‌آید (شکل a ۲۵ــ۳).

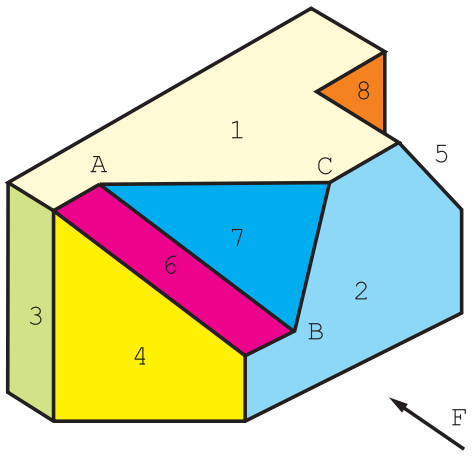


شکل ۲۵ــ۳

در شکل b ۲۵ــ۳، نماهای صفحهٔ ABC را به‌صورت aa′bb′cc′ خواهیم داشت.

۱۰ــ۳ــ گروه‌های سه گانهٔ صفحه

صفحه‌ها، بنا به وضعیت‌هایی که نسبت به صفحه‌های تصویر دارند، دسته‌بندی می‌شوند. به شکل ۲۶ــ۳ نگاه کنید. هر سطح تخت معرف گونه‌ای از صفحه است.



شکل ۲۶ــ۳

هر صفحه دارای ویژگی‌های خود است که از دیگر صفحه‌ها جدا می‌شود.

۱۱ــ۳ــ گروه یکم

ــ آن‌هایی هستند که هر کدام با یک صفحهٔ تصویر موازی‌اند[۱].

۱ــ۱۱ــ۳ــ صفحهٔ افقی : آن است که با H موازی باشد. پس در نمای افقی با اندازهٔ واقعی دیده می‌شود و در دو نمای دیگر به خطی موازی خط زمین تبدیل می‌شود؛ مانند صفحهٔ شمارهٔ ۱. اندازهٔ حقیقی صفحه در نقشه با T.S[۲]. مشخص می‌شود.

۲ــ۱۱ــ۳ــ صفحهٔ جبهی : آن است که با F موازی باشد. پس در نمای روبه‌رو به اندازهٔ واقعی دیده خواهد شد، اما در نمای افقی به صورت خطی موازی با خط زمین در می‌آید؛ مانند صفحهٔ شمارهٔ ۲. این صفحه را می‌توانید «صفحهٔ روبه‌رو» بنامید.

۳ــ۱۱ــ۳ــ صفحهٔ نیمرخ : آن است که با P موازی باشد. پس در نمای جانبی دارای اندازهٔ واقعی خواهد بود. اما در نمای افقی و روبه‌رو به صورت خط در می‌آید؛ مانند صفحهٔ شمارهٔ ۳.

۱۲ــ۳ــ گروه دوم

آن‌هایی هستند که هر کدام بر یک صفحهٔ تصویر عمود باشند.

۱ــ۱۲ــ۳ــ صفحهٔ قائم : آن است که بر H عمود باشد. این صفحه در نمای افقی یک خط می‌شود ولی در دو نمای دیگر دارای اندازهٔ غیر واقعی و کوچکتر خواهد بود؛ مانند صفحهٔ شمارهٔ ۴.

۲ــ۱۲ــ۳ــ صفحهٔ منتصب : آن است که بر F عمود باشد. پس در نمای روبه‌رو یک خط می‌شود ولی در دو نمای دیگر کوچکتر از اندازهٔ واقعی خواهد بود. مانند صفحهٔ شمارهٔ ۵. این صفحه را می‌توان «صفحهٔ پابرجا یا استوار» نامید.

۳ــ۱۲ــ۳ــ صفحهٔ مواجه : آن است که بر P عمود باشد. پس در نماهای روبه‌رو و افقی اندازه‌ای کوچکتر دارد ولی در نمای نیمرخ به یک خط تبدیل می‌شود. مانند صفحهٔ شمارهٔ ۶. این صفحه را می‌توان «صفحهٔ رودررو» نامید.

پس به این ترتیب دیده می‌شود که این سه صفحه، هیچ‌کدام در نماهای خود اندازهٔ واقعی ندارند.

۱۳ــ۳ــ گروه سوم

این صفحه‌ها هیچ‌گونه ویژگی معینی ندارند.

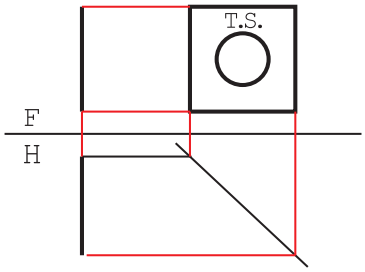
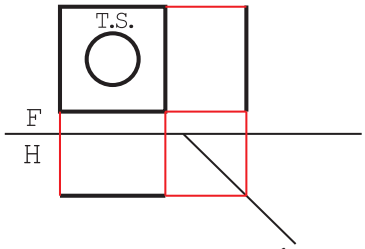
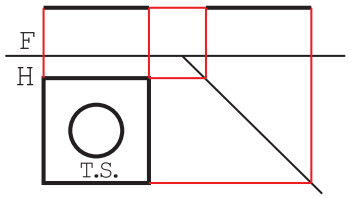
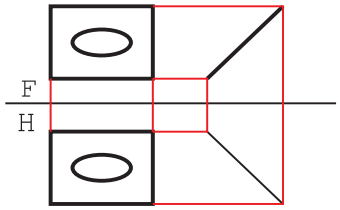
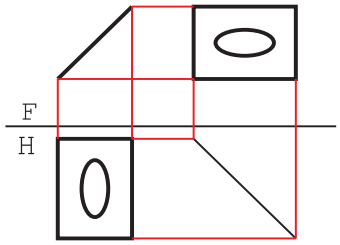
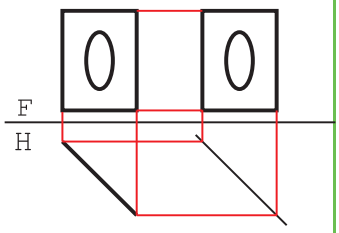
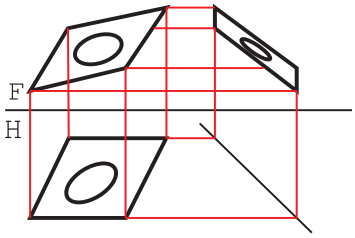
۱ــ۱۳ــ۳ــ صفحه‌های غیرخاص : آن‌ها سطوحی هستند که در هر سه نما به اندازهٔ غیرواقعی دیده می‌شوند.

به‌عبارت دیگر هیچ کدام ویژگی عمود بودن یا موازی بودن را ندارند. برای نمونه، صفحهٔ شمارهٔ ۷ یا ABC این چنین است. به‌طور کلی می‌توان گفت آن‌ها صفحاتی دلخواه‌اند. در جدول ۲ــ۳، هر هفت صفحهٔ نام برده، به‌صورت یک مربع با یک سوراخ دایره‌ای در وسط آن معرفی شده‌اند (یعنی یک صفحهٔ مربعی با سوراخی در آن را در هفت حالت گفته شده، درنظر گرفته‌ایم).

۱ــ دقت کنید که برای خط، ویژگی مهم عمود بودن و برای صفحه، ویژگی مهم موازی بودن است.

۲ ــ اندازهٔ واقعی صفحه : True Surface

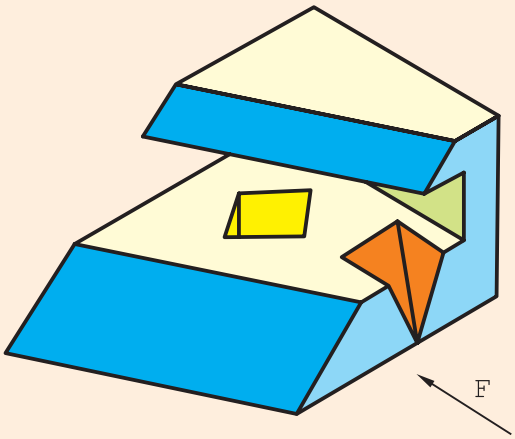
جدول ۲ــ۳ــ صفحه‌های هفتگانه

گروه اول	 صفحهٔ نیمرخ	 صفحهٔ جبهی	 صفحهٔ افقی
گروه دوم	 صفحهٔ مواجه	 صفحهٔ منتصب	 صفحهٔ قائم
گروه سوم			 صفحهٔ غیرخاص

یادآوری می‌شود که اندازهٔ واقعی صفحه با .T.S مشخص شده است.

پرسش

به شکل ۲۷ــ۳ نگاه کنید. با توجه به شرایط جسم، تعداد هر نوع صفحهٔ موجود در آن چند تا است؟



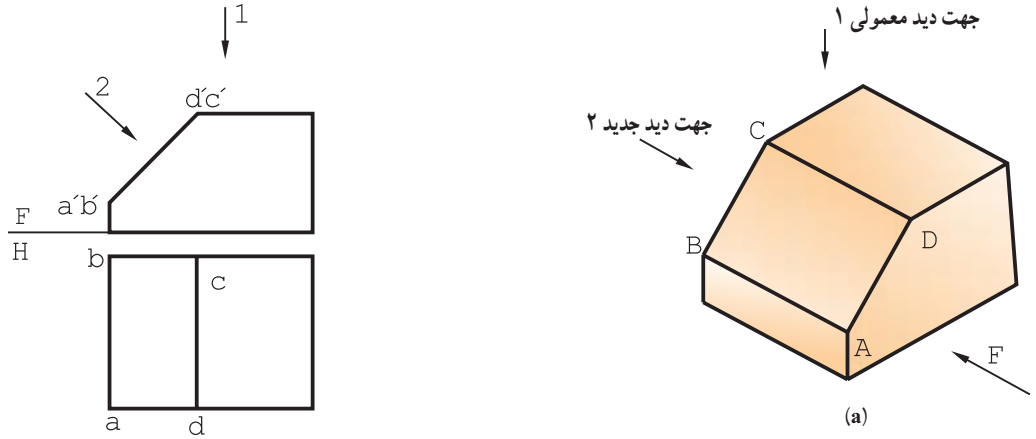
شکل ۲۷ــ۳

پاسخ : پاسخ درست، با توجه به دید از جلو، به شرح زیر است :

صفحهٔ افقی ۴، جبهی ۳، نیمرخ ۲، قائم ۴، مواجه ۱، منتصب ۲ و غیر خاص ۲.

۱۴ــ۳ــ اندازهٔ واقعی صفحه

گفته شد که برای ساخت یک قطعه دانستن اندازهٔ واقعی هر جزء خطی یا صفحه‌ای آن لازم است، بنابراین، بحث کوتاهی در این زمینه خواهیم داشت.



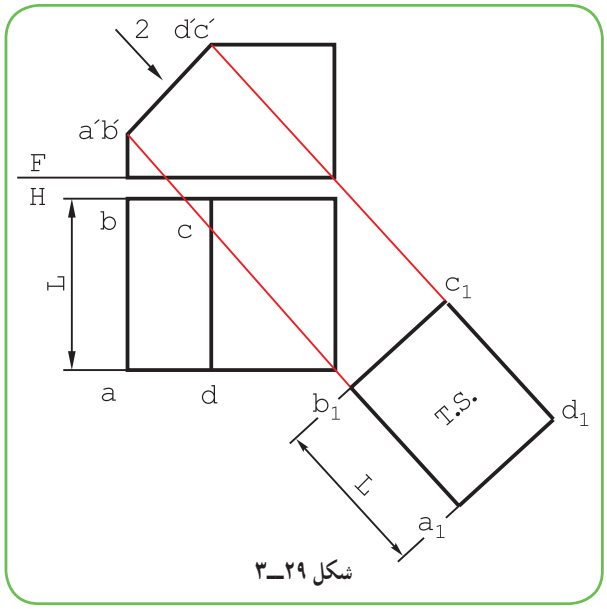
شکل ۲۸ــ۳

۱ــ۱۴ــ۳ــ اندازهٔ واقعی صفحهٔ منتصب : به شکل ۲۸ــ۳ نگاه کنید. سطح ABCD یک سطح منتصب است.

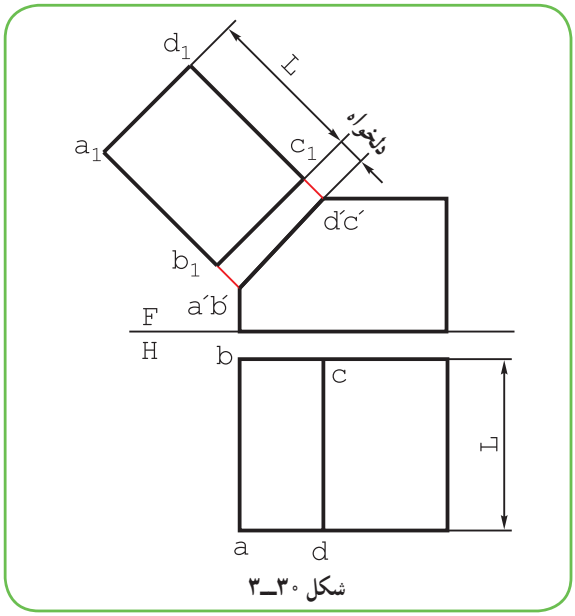
در دید از بالای معمولی، آن را کوچکتر می‌بینیم. اما اگر به طور عمودی به آن نگاه کنیم، آن را به اندازهٔ حقیقی خواهیم دید. بنابراین کافی است که فقط سطح مورد نظر، یعنی ABCD را، بدون در نظر گرفتن سایر قسمت‌های جسم و در جهت دید ۲ و به کمک خط‌های رابط، در یک جای دلخواه رسم کنیم. (شکل ۲۹ــ۳)

توجه شود که رابط‌ها بر سطح ABCD عمودند.

در برخی مواقع، برای ساده‌تر شدن نقشه، ممکن است، $a_1b_1c_1d_1$ را در بالای هم رسم کرد (شکل ۳۰ــ۳)



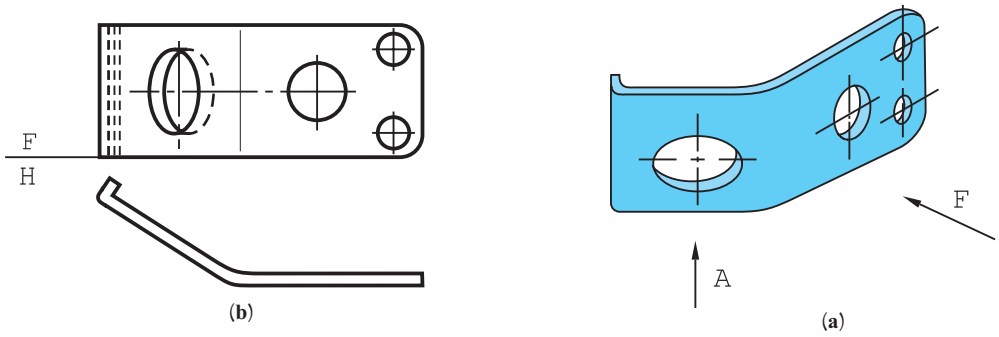
شکل ۲۹ــ۳



شکل ۳۰ــ۳

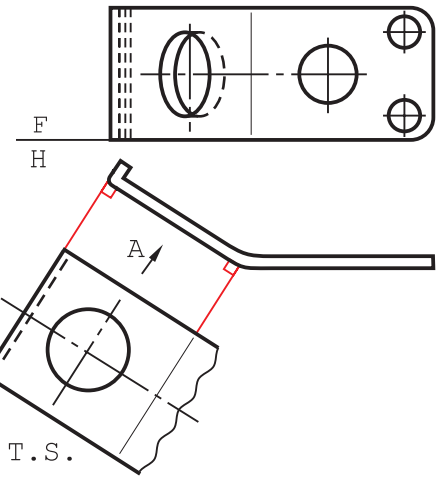
$a_1b_1c_1d_1$ را تصویر کمکی هم می‌نامند.

۲ــ۱۴ــ۳ــ اندازهٔ واقعی صفحهٔ قائم : درشکل ۳۱ــ۳ یک قطعهٔ ساخته شده از ورق به ضخامت ۲ میلی‌متر دیده می‌شود.



شکل ۳۱ــ۳

برای تعیین اندازهٔ واقعی سطح A می‌توان در نمای افقی با رسم رابط‌هایی عمود بر تصویر صفحه اقدام کرد (شکل ۳۲ــ۳).

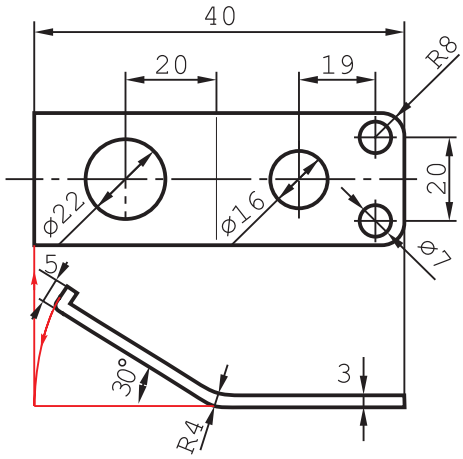


شکل ۳۲ــ۳

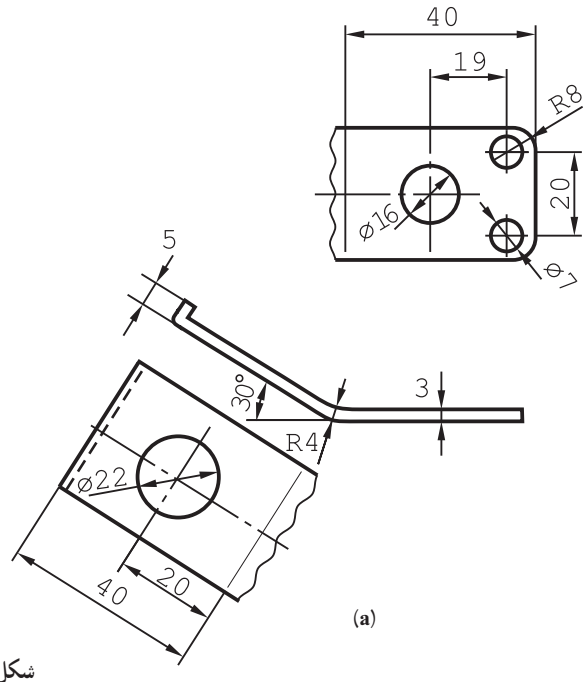
دیده می‌شود که با خط نازک دستی به نام خط شکستگی، از رسم قسمت‌های دیگر خودداری شده است.

۳ــ۱۴ــ۳ــ نکتهٔ مهم، نقشهٔ صنعتی : در نقشه‌کشی در صورت امکان از رسم نماهای غیر واقعی خودداری می‌شود و با یک چرخش، نمای واقعی رسم می‌شود. این کار برای بست فلزی بالا به هر دو صورت ممکن است. شکل ۳۳a ــ۳ صورت گفته شده و شکل ۳۳b ــ۳ با چرخش.

همان‌گونه که دیده می‌شود، نقشه در هر دو حال اندازه‌گذاری کامل شده است.



(b)

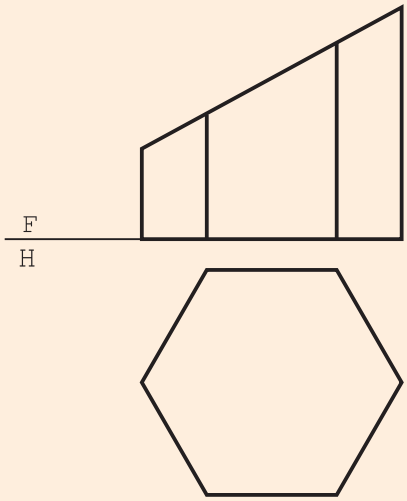


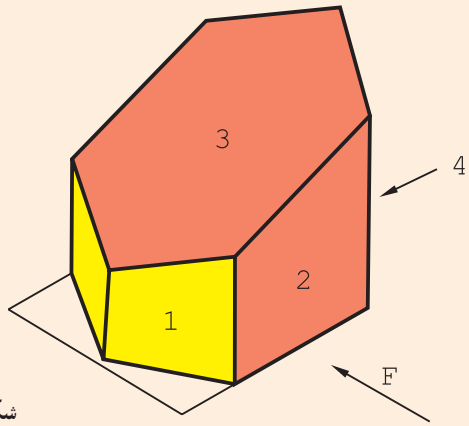
(a)

شکل ۳۳ــ۳

پرسش

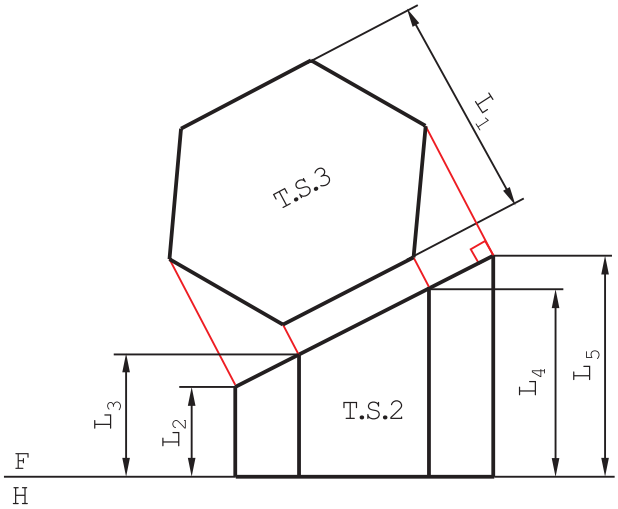
برای قطعهٔ منشـوری داده شـده، پس از تعیین گونه‌های صفحه، مشخص کنید که اندازهٔ واقعی هر صفحه چگونه مشخص خواهد شد؟

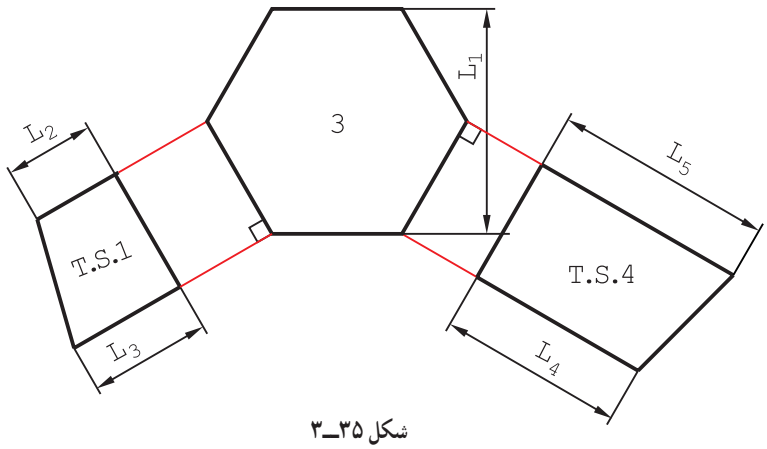




شکل ۳۴ــ۳

ــ بدنهٔ منشور تنها از دو گونه صفحه ساخته شده است. صفحهٔ قائم ۴ مورد (که یک مورد آن ۱ است) صفحهٔ جبهی با نمونهٔ ۲، دوتا. یک صفحهٔ منتصب با شمارهٔ ۳ و یک قاعدهٔ افقی. به کمک تصویرهای کمکی می‌توان اندازهٔ واقعی صفحهٔ منتصب و قائم را به‌دست آورد. شکل ۳۵ــ۳، این تصاویر را معرفی می‌کند.





شکل ۳۵ــ۳

گزیدهٔ مطالب

۱ــ هندسهٔ ترسیمی شاخه‌ای از هندسه است که در آن اجسام را با نماهای دو بعدی نمایش می‌دهند.

۲ــ به کمک هندسهٔ ترسیمی می‌توان اندازه‌های حقیقی را معین و فصل مشترک‌ها را رسم کرد.

۳ــ هندسهٔ ترسیمی مجموعهٔ روش‌هایی است که به کمک آن‌ها می‌توان اجسام سه بعدی را روی دو صفحهٔ دو بعدی و با اندازهٔ واقعی نمایش داد.

۴ــ صفحه‌های افقی و نیمرخ تصویر هر کدام به اندازهٔ ۹۰ درجه می‌چرخند و بر امتداد F قرار می‌گیرند.

۵ــ سه نمای نقطهٔ فضایی A را با a , a′ , a″ مشخص می‌کنند.

۶ــ فاصلهٔ نقطه را تا F، بعد و فاصلهٔ نقطه تا H را ارتفاع و فاصلهٔ نقطه تا P را طول می‌نامند.

۷ــ می‌توان موقعیت دقیق یک نقطه را به کمک طول، بعد و ارتفاع آن تعیین نمود.

۸ــ گروه یکم خط‌ها، خط قائم، خط منتصب و خط مواجه هستند که هر کدام بر یک صفحهٔ تصویر عمودند.

۹ــ گروه دوم خط‌ها، خط افقی، خط جبهی و خط نیمرخ خواهند بود، که هرکدام با یک صفحهٔ تصویر موازی‌اند.

۱۰ــ اندازهٔ حقیقی یک خط را می‌توان به روش‌های چرخش و ترسیمه به‌دست آورد.

۱۱ــ صفحه‌های افقی، نیمرخ و جبهی، گروه اول صفحه‌های خاص هستند که هر کدام با یک صفحهٔ تصویر موازی‌اند.

۱۲ــ گروه دوم، صفحه‌های نیمه‌خاص هستند، که هر کدام بر یک صفحهٔ تصویر عمودند. آن‌ها منتصب، قائم و مواجه هستند.

۱۳ــ در بسیاری موارد می‌توان سطوح مورّب را با شکستگی یا چرخش، با اندازهٔ واقعی نشان داد.

ارزشیابی نظری

۱ــ هندسهٔ ترسیمی چیست و دلایل نیاز به آن کدام است؟

۲ــ اهداف عمدهٔ ما از مطالعهٔ هندسهٔ ترسیمی چیست؟

۳ــ با رسم سه صفحهٔ تصویر، چگونگی تسطیح آن‌ها را شرح دهید.

۴ــ با رسم شکل، در مورد چگونگی نمایش یک نقطه، نام تصاویر و فاصله‌ها توضیح دهید.

۵ــ با رسم شکل، خطوط مهم را نمایش دهید و ویژگی‌های هر کدام را بگویید.

۶ــ با رسم شکل، چگونگی تعیین اندازهٔ واقعی یک پاره‌خط را به روش‌های چرخش و ترسیمه توضیح دهید.

۷ــ با رسم شکل، گونه‌های صفحه و ویژگی هر کدام را توضیح دهید.

۸ــ با رسم شکل، چگونگی تعیین اندازهٔ واقعی یک صفحهٔ منتصب یا قائم را شرح دهید.

ارزشیابی عملی

۱ــ پس از نمایش نقطه‌های داده شده، ویژگی هر کدام را توضیح دهید.

A (۳۰ , ۲۵ , ۰) , B (۱۶ , ۰ , ۲۵) , C (۰ , ۱۷ , ۳۲)

D (۲۷ , ۳۲ , ۴۸) , E (۰ , ۰ , ۵۲), F (۰ , ۰ , ۰) , G (۲۴ , ۰ , ۰)

H (۶۰ , ۶۰ , ۶۰)

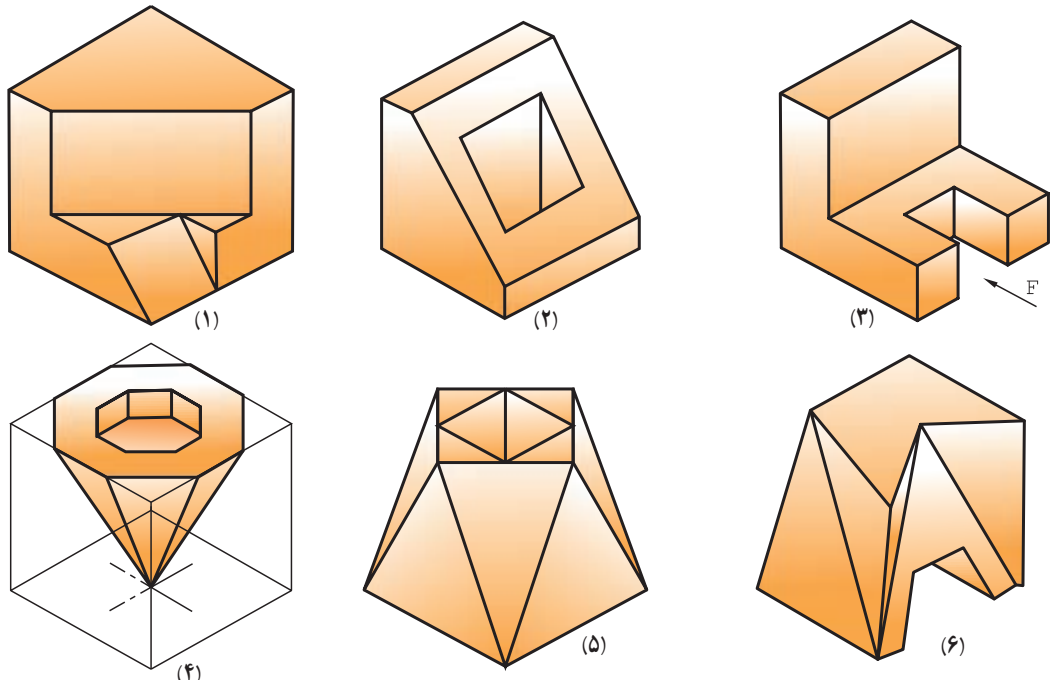
۲ــ ابتدا خط AB را نمایش دهید و سپس اندازهٔ واقعی آن را به هر دو روش به‌دست آورید. (A و B از پرسش ۱)

۳ــ پس از رسم خط AB با مشخصات B(۵۲،۲۷،۱۲)، A(۰،۱۰،۶۰) ، اندازهٔ حقیقی آن را به روش‌های ترسیمه و چرخش معلوم کنید.

۴ــ خط AB را نمایش دهید و نقطهٔ M به بعد ۲۵ را روی آن مشخص کنید. اندازهٔ حقیقی چه‌قدر است؟

A (۰ ، ۵ ، ۷) و B (۵۸ ، ۴۴ ، ۳۷)

۵ــ با توجه به هریک از اجسام داده شده در شکل (۳۶ــ۳)، جدول‌های پیوست را برای تعداد خط‌ها یا صفحه‌های موجود، کامل کنید.

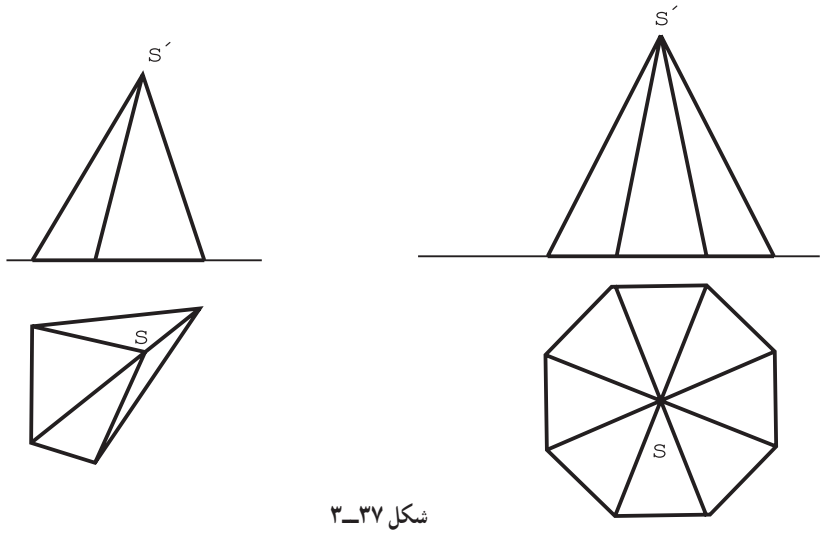


شکل ۳۶ــ۳

خط / شماره	قائم	منتصب	مواجه	افقی	جبهی	نیمرخ	غیرخاص
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							

صفحه / شماره	افقی	جبهی	نیمرخ	قائم	منتصب	مواجه	غیرخاص
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							

۶ــ در اجسام داده شده در شکل زیر، طول حقیقی یال‌ها را به‌دست آورید.

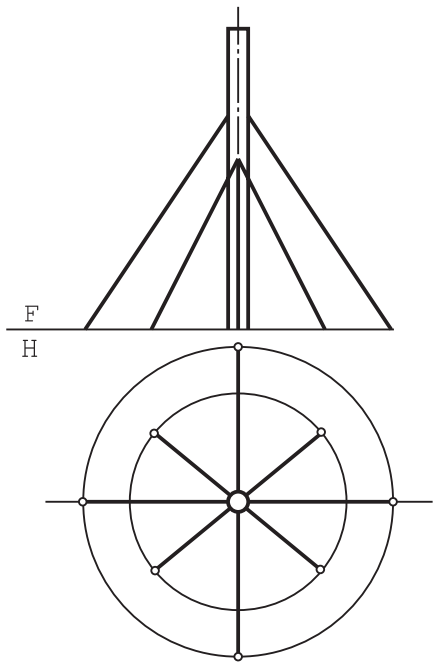


شکل ۳۷ــ۳

توجه

مسئلهٔ بالا روی شکل موجود یا کپی آن حل شود. برای حل مسائل بعدی نیز از کپی تهیه شده استفاده شود. (کپی‌ها هرچه بزرگتر تهیه شوند بهتر است.)

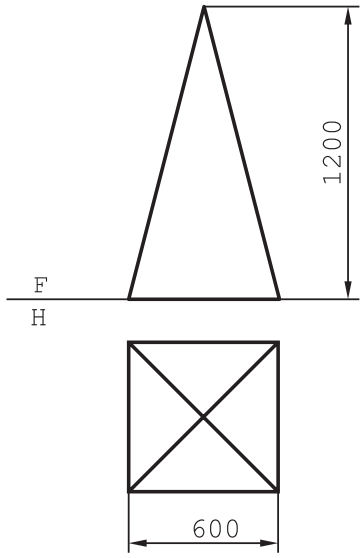
۷ــ یک دودکش فولادی بلند باید به وسیلهٔ سیم‌های فولادی مهار شود. طول مجموعهٔ سیم‌ها چند متر خواهد بود؟ (شکل ۳۸ــ۳).



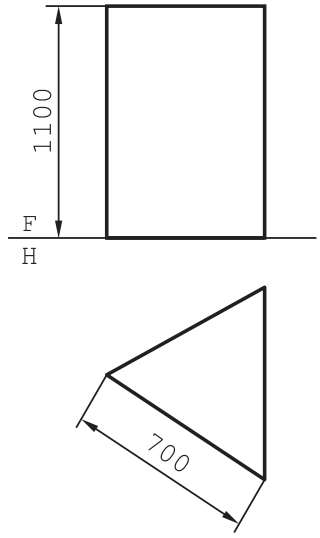
مقیاس ۱:۲۵۰

شکل ۳۸ــ۳

۸ــ سطح ورق مورد استفاده برای ساخت هر یک از احجام زیر چند متر مربع است؟ (شکل ۳۹ــ۳)



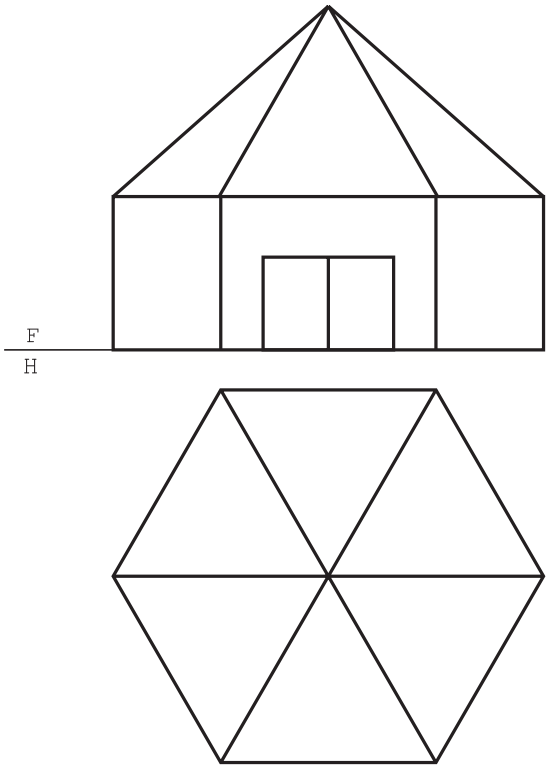
۲ــ کف مربع



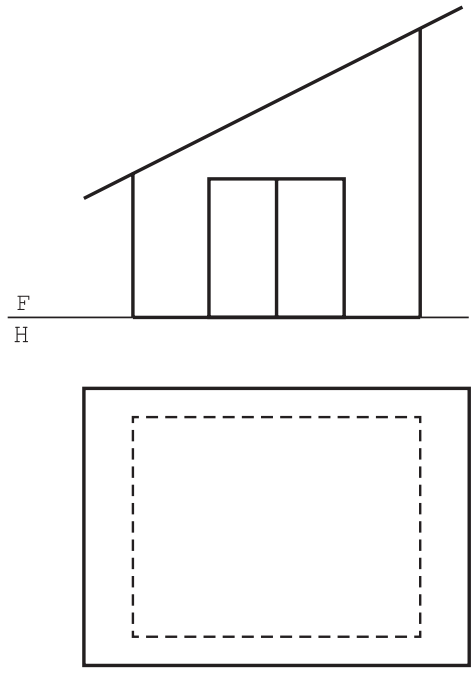
۱ــ کف متساوی‌الاضلاع

شکل ۳۹ــ۳

۹ــ سطح رنگ برای سازه‌های زیر چند مترمربع است؟ (شکل ۴۰ــ۳)



۲ــ سالن، مقیاس ۱ : ۲۰۰



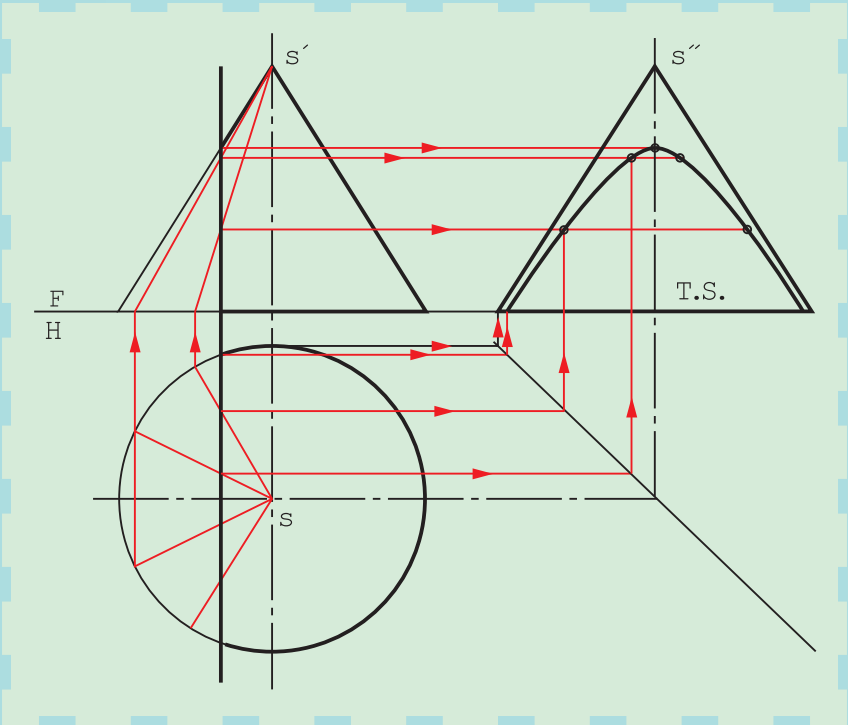
۱ــ انبار، مقیاس ۱ : ۱۰۰

شکل ۴۰ــ۳

۱۰ ــ شکل ۳۳ــ۳ را در هر دو حالت، رسم کنید. مقیاس رسم را ۱ : ۲ در نظر بگیرید و کارها را روی یک برگ کاغذ A_3 انجام دهید.

فصل ۴

برخورد صفحه و جسم



با برش احجام می‌توان شکل‌های تازه‌ای، بنابر نیاز ساخت.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ برخورد صفحه با احجام را رسم کند.

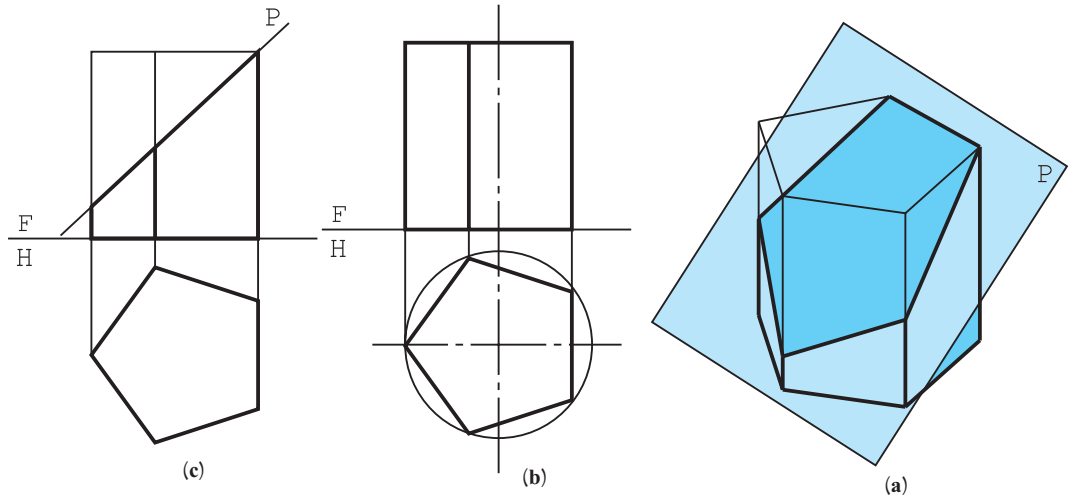
۲ــ اندازهٔ واقعی تقاطع را رسم کند.

۱ــ۴ــ برخورد صفحه و جسم

هر جسم را می‌توان با یک یا چند صفحه برش داد. این برش را برخورد صفحه با جسم هم می‌گویند. این کار به دلیل نیاز در ساخت انجام می‌شود. پیش از این با اجسامی مانند هرم یا مخروط ناقص آشنا شدیم. اکنون به نمونه‌های دیگر می‌پردازیم.

۲ــ۴ــ برش منشور

در شکل a ۱ــ۴ یک منشور کامل دیده می‌شود. آن را با یک صفحهٔ منتصب برش می‌دهیم.



شکل ۱ــ۴

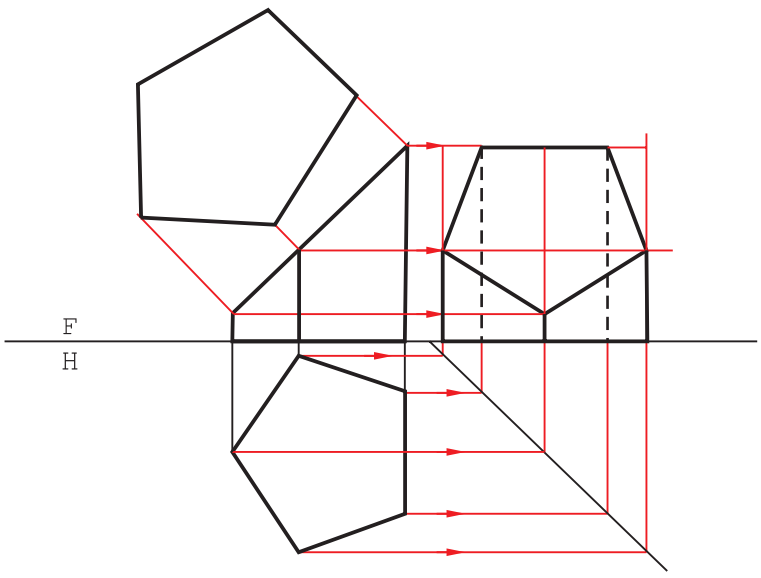
در اینجا بخش پایین تصویر، موردنظر است. به‌همین دلیل قسمت جدا شده را با خط نازک نمایش داده‌ایم.

دیده می‌شود که نمای افقی بدون تغییر باقی می‌ماند، زیرا بدنهٔ آن از صفحه‌های جبهی و قائم ساخته شده است (شکل‌های b و c).

۱ــ۲ــ۴ــ اندازهٔ حقیقی مقطع :

بدیهی است، در نماهای موجود سطحی که در اثر برش به‌دست می‌آید، اندازهٔ واقعی ندارد. پس طبق شکل ۲ــ۴ اندازهٔ حقیقی آن را مشخص می‌کنیم.

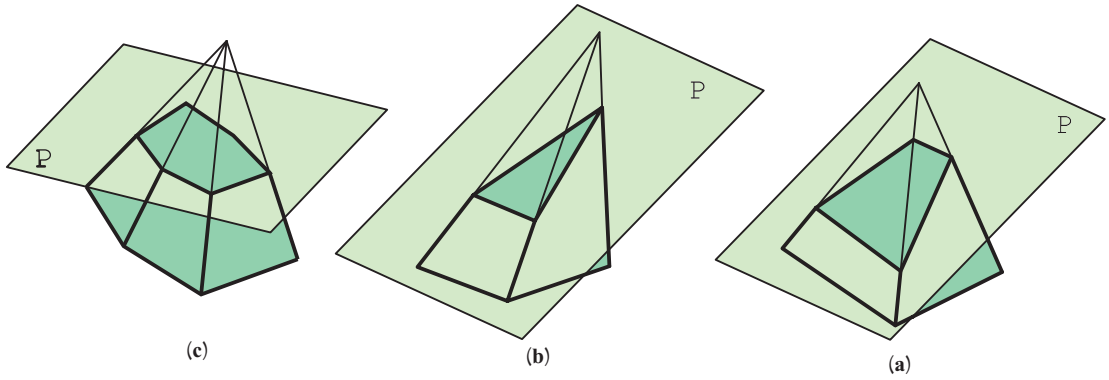
تصویر جانبی جسم هم به کمک خط‌های رابط به‌دست آمده است.



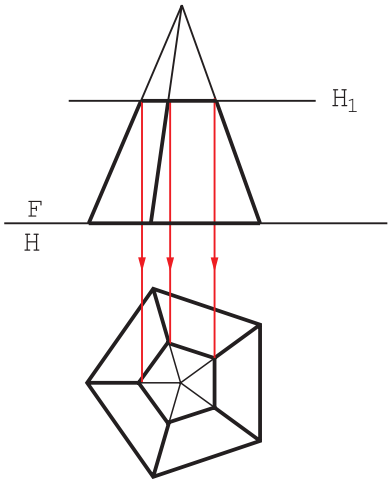
شکل ۲ــ۴

۳ــ۴ــ برش هرم

هرم را می‌توان با صفحه برش داد. تصویر افقی پس از برش، به‌دلیل شیب یال‌ها، دچار تغییر خواهد شد. شکل ۳ــ۴ هرم‌هایی را که با یک صفحه برش خورده‌اند نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۴



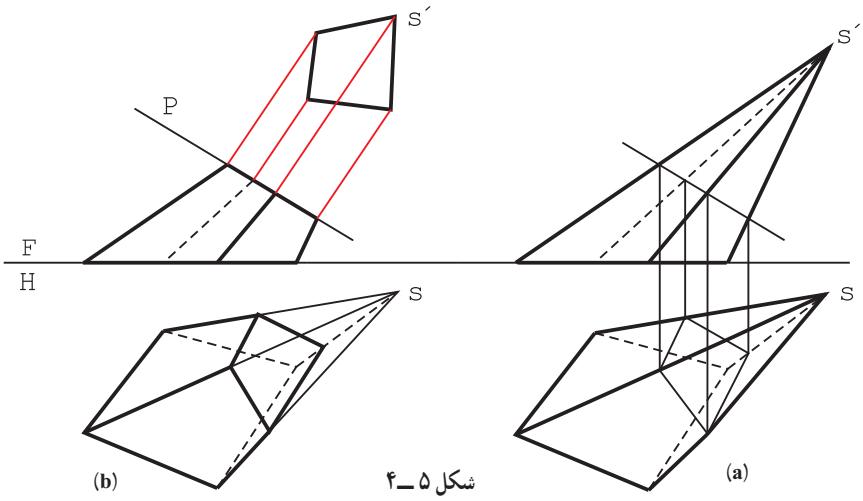
شکل۴ــ۴

۱ــ۳ــ۴ــ برش هرم با صفحهٔ افقی : در شکل ۴ــ۴، هرمی با یک صفحهٔ افقی بریده شده است.

روشن است که به‌دلیل افقی بودن صفحهٔ برش، مقطع در نمای افقی اندازهٔ واقعی دارد و افزون بر آن، با قاعده متشابه نیز هست. از این نکته برای تکمیل نمای افقی می‌توان به راحتی استفاده کرد، که این کار انجام شده است.

۲ــ۳ــ۴ــ برش هرم با صفحهٔ منتصب : اگر هرم مطابق شکل a ۵ــ۴ با صفحه‌ای منتصب بریده شود، مقطع در نمای افقی اندازهٔ حقیقی ندارد.

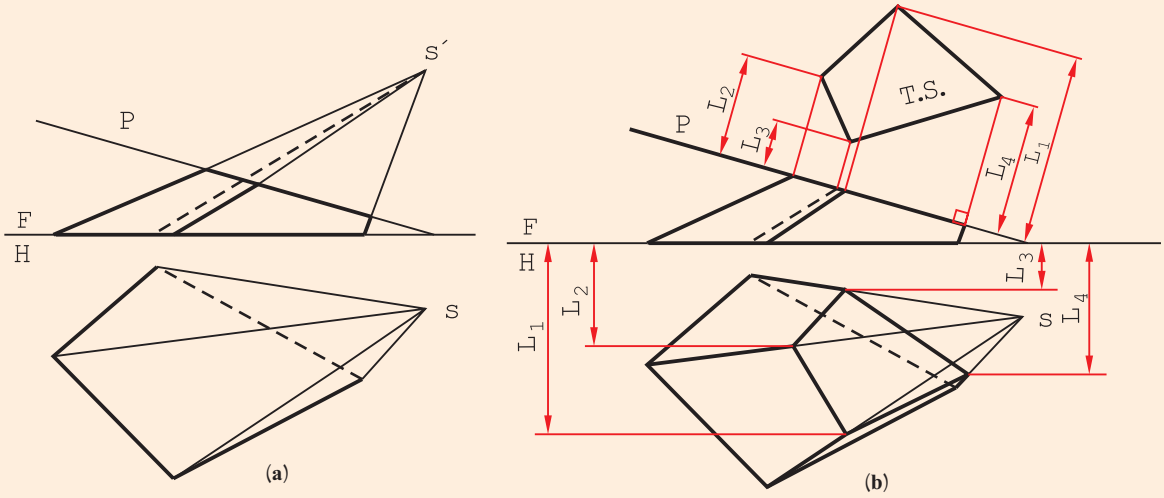
طبق شکل b۵ــ۴، پس از تکمیل نمای افقی، اندازهٔ واقعی مقطع هم به‌دست آمده است.



شکل ۵ ــ۴

پرسش ۱

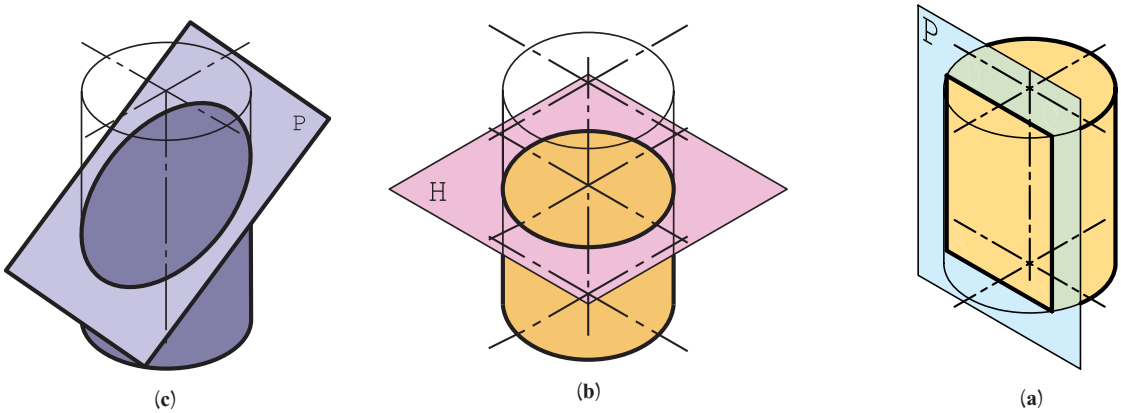
پس از تکمیل برش هرم، اندازهٔ حقیقی مقطع را به‌دست آورید (شکل ۶ــ۴).



شکل ۶ــ۴

۴ــ۴ــ برش‌های استوانه

استوانه با یک صفحه به‌صورت‌های مختلف بریده می‌شود. به شکل ۷ــ۴ توجه کنید.



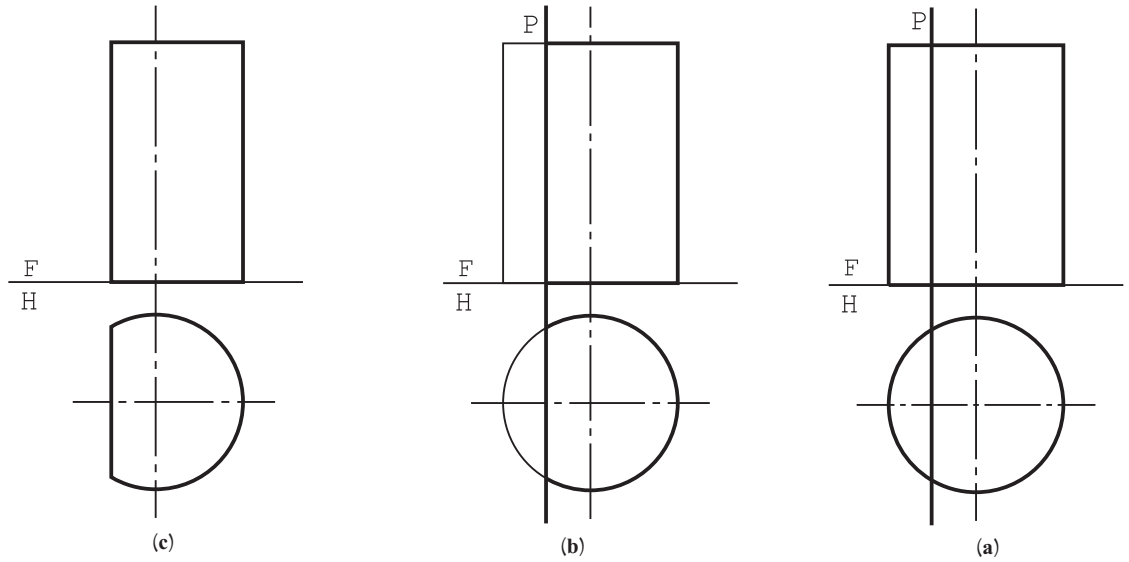
شکل ۷ــ۴

ــ در حالت a، نتیجهٔ برش یک مستطیل است، زیرا صفحه با محور استوانه موازی است.

ــ در حالت b، نتیجهٔ برش یک دایره است، زیرا صفحه بر محور استوانه عمود است.

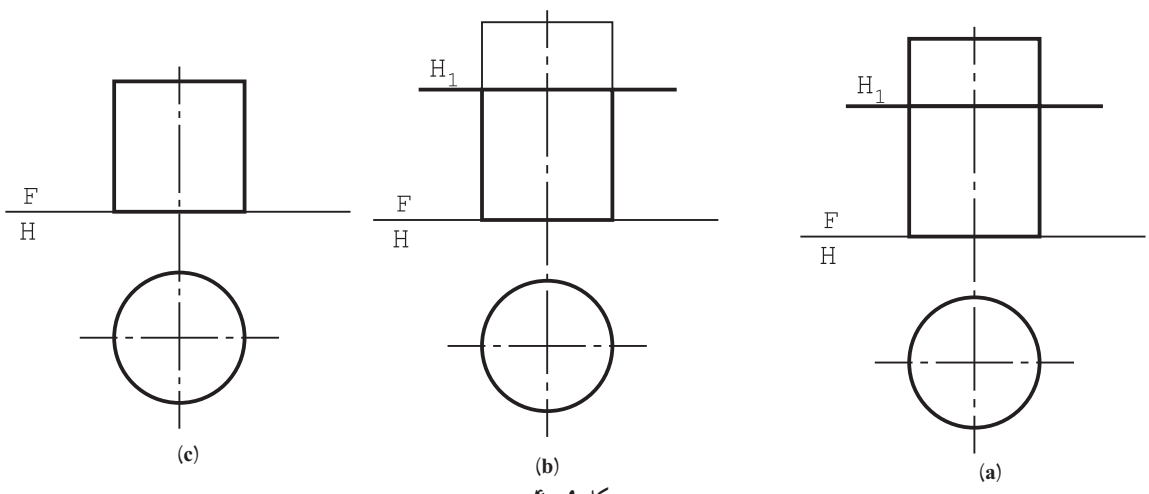
ــ در حالت c، نتیجهٔ برش یک بیضی است، زیرا صفحه، نسبت به محور استوانه حالتی دلخواه دارد.

۱ــ۴ــ۴ــ برش با صفحهٔ نیمرخ : این برش، همان گونه که گفته شد، یک مستطیل است (شکل ۸ــ۴).



شکل ۸ ــ ۴

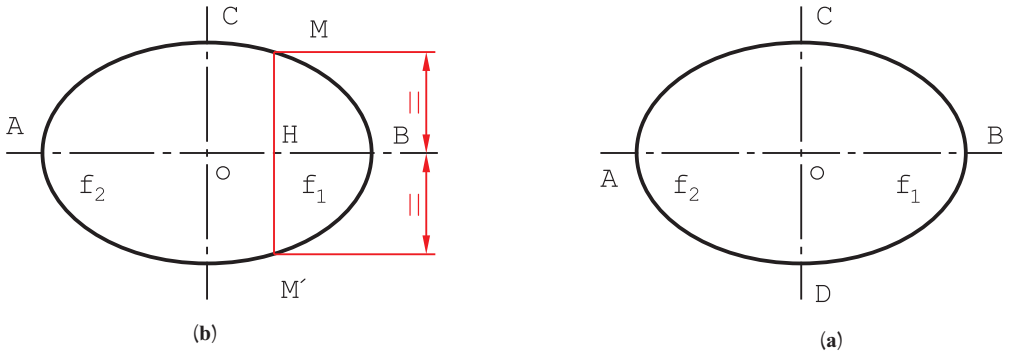
۲ــ۴ــ۴ــ برش با صفحهٔ افقی : نتیجهٔ برش یک دایره است (شکل ۹ــ۴).



شکل ۹ ــ ۴

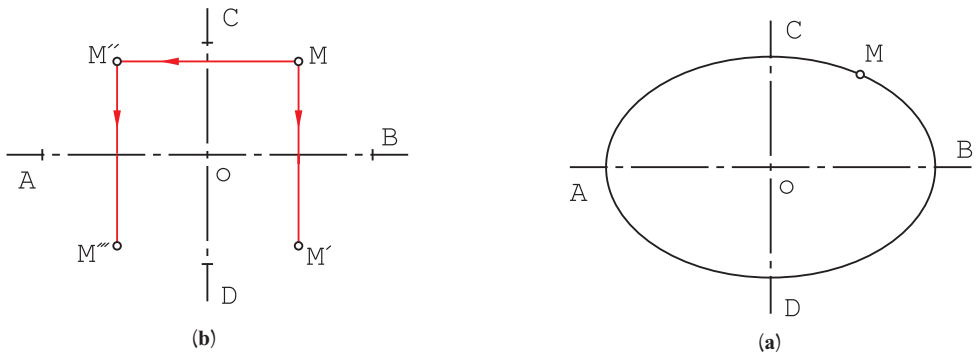
۳ــ۴ــ۴ــ برش با صفحهٔ دلخواه : گفته شد که مقطع یک بیضی است. اکنون بهتر است، پیش از ترسیم نقشهٔ کامل، اطلاعات خود را در مورد منحنی بیضی کمی افزایش دهیم.

۴ــ۴ــ۴ــ بیضی : شکلی است دارای دو کانون به نام‌های F_1 و F_2 این شکل دو قطر دارد. یکی $\overline{AB}$ که قطر بزرگ است و دیگری $\overline{CD}$ که قطر کوچک است. هر قطر یک محور تقارن است، یعنی اگر از هر نقطهٔ بیضی، مثلاً عمودی بر قطر کوچک وارد شود و به اندازهٔ خودش ادامه یابد به نقطهٔ دیگری از بیضی می‌رسد، یعنی $\overline{MH} = \overline{M'H}$ (شکل ۴ــ۱۰ ، a و b).



شکل ۱۰ــ۴

به این ترتیب اگر دو قطر بیضی موجود باشد، با داشتن یک نقطه از بیضی می‌توان سه نقطهٔ دیگر را به‌دست آورد (شکل ۱۱ــ۴، a و b).

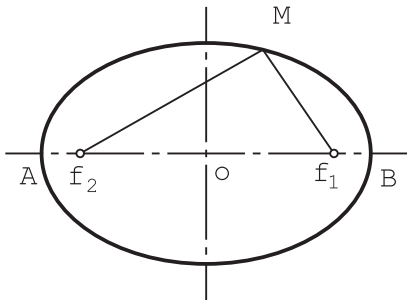


شکل ۱۱ــ۴

۵ــ۴ــ۴ــ تعریف بیضی : بیضی یک منحنی بسته است که مجموع فاصله‌های هر نقطهٔ آن تا دو کانون، برابر مقدار ثابتی است. اگر مقدار ثابت را ۲a بنامیم، همواره داریم :

$\overline{MF_1} + \overline{MF_2} = 2a$ (شکل ۱۲ــ۴)

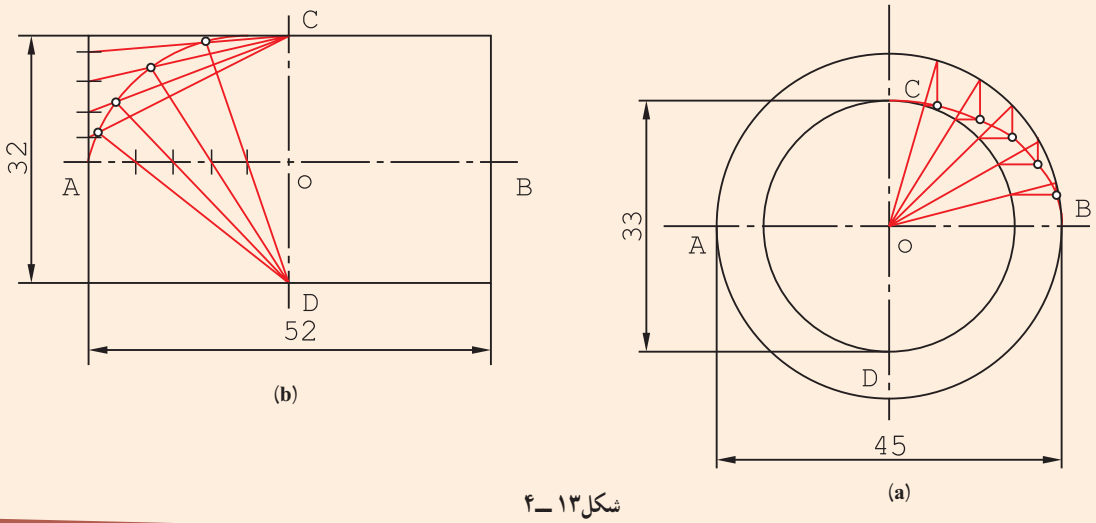
اضافه می‌شود که مقدار ۲a برابر $\overline{AB}$ است!



شکل ۱۲ــ۴

پرسش ۲

در یک بیضی $\overline{AB}$ و $\overline{CD}$ معلوم است، آن را رسم کنید (شکل b و a۱۳ـ۴).



شکل۱۳ ـ۴

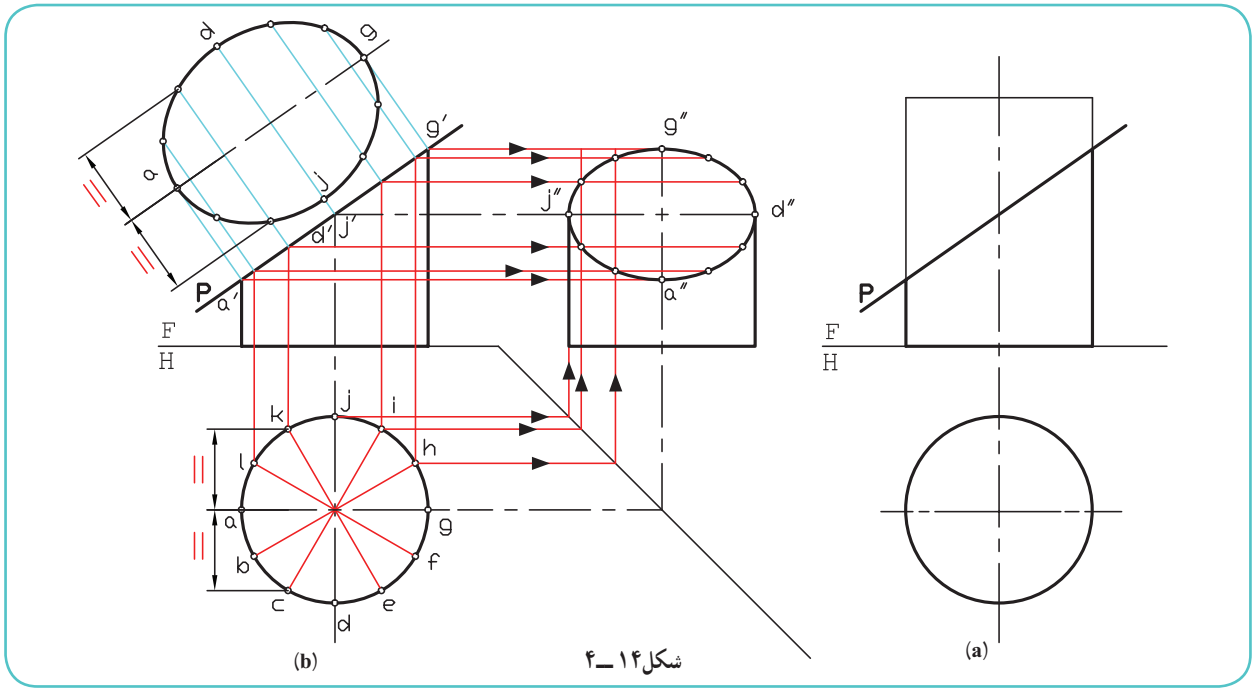
برای این کار، روش‌های گوناگونی وجود دارد، دو روش در شکل‌های a و b دیده می‌شود.

a، پس از تعیین هر نقطه، قرینه‌هایش نسبت به دو محور به‌دست می‌آید. خطوطی مانند OC، دلخواه هستند.

b، پس از تقسیم خط‌ها، بیضی رسم شد. توجه کنید که تعداد تقسیم روی خط افقی با هم و نیز روی خط عمودی با هم برابرند.

در ادامهٔ مسائل، با نقطه‌یابی از روی نماها، روش‌های بهتری برای رسم بیضی خواهیم داشت.

۶ـ۴ـ۴ـ برش استوانه با صفحهٔ دلخواه : این صفحه در شرایط این مسئله، منتصب است (شکل ۱۴ـ۴).



شکل۱۴ ـ۴

روش کار برای رسیدن به بیضی در نماهای جانبی و کمکی به این شرح است :

ــ تقسیم دایرهٔ قاعده به کمک تی و گونیای $۶۰^\circ \times ۳۰^\circ$ به دوازده قسمت مساوی؛

ــ رسم رابط از هر یک از نقاط تقسیم به نمای روبه‌رو و جانبی؛

ــ رسم رابط از نمای روبه‌رو به نمای جانبی و تعیین نقطه‌های بیضی.

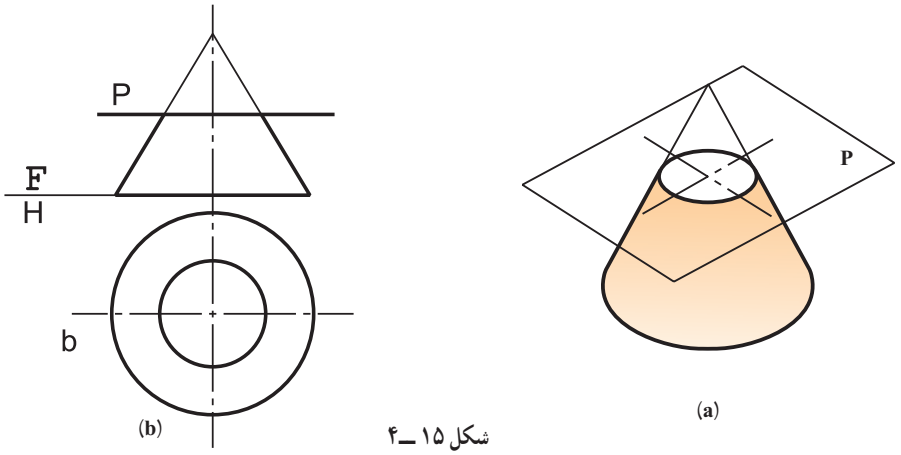
با کمی توجه دیده می‌شود که نقاط a، d، g، j مهم‌ترین نقطه‌ها در بیضی هستند (چرا؟)

در تصویر کمکی، اندازهٔ حقیقی بیضی هم به‌دست آمده است.

۵ــ۴ــ برش‌های مخروط

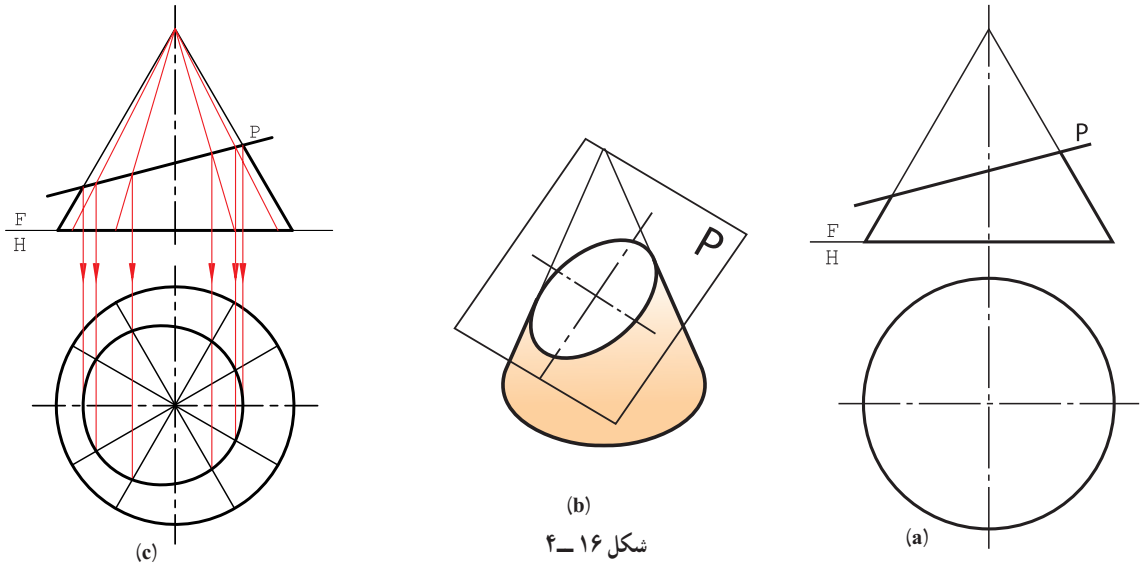
یک مخروط به صورت‌های گوناگون قابل برش با صفحه است. برش‌های مخروط را مقاطع مخروط نامیده‌اند.

۱ــ۵ــ۴ــ برش عمود بر محور : این مقطع یک دایره است (شکل ۱۵ــ۴).



شکل ۱۵ ــ۴

۲ــ۵ــ۴ــ برش دلخواه ۱ : اگر مخروط به گونه‌ای بریده شود که تمام مولّدهای آن برش بخورد مقطع یک بیضی است. در شکل a ۱۶ــ۴، مخروط با یک صفحهٔ منتصب بریده شده است.



شکل ۱۶ ــ۴

در شکل c، به چگونگی رسم بیضی در نمای افقی، نمای جانبی و تصویر کمکی توجه کنید.

ــ قاعدهٔ مخروط به دوازده قسمت مساوی تقسیم شد (چگونه؟).

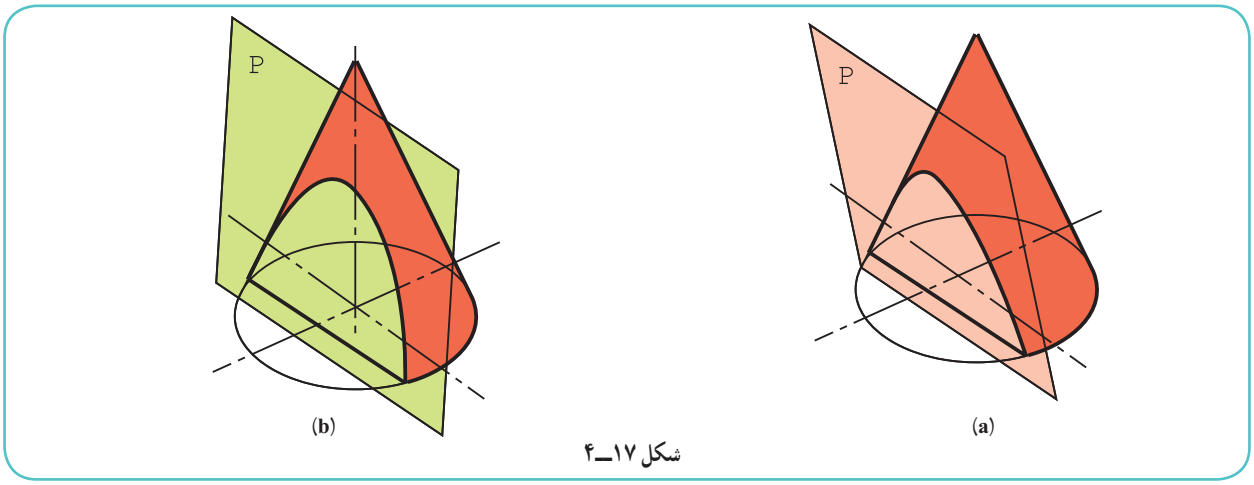
ــ مولّدهای مربوط به آن در نمای روبه‌رو به کمک رابط مشخص شد.

ــ از نقاط برخورد هر مولّد با P، به نمای افقی رابط و نقاط برخورد مشخص شد.

ــ از اتصال نقاط به هم، نمای افقی کامل شد.

ــ نمای جانبی را نیز می‌توان به کمک رابط‌ها از نمای افقی و روبه‌رو به‌دست آورد (چگونه؟).

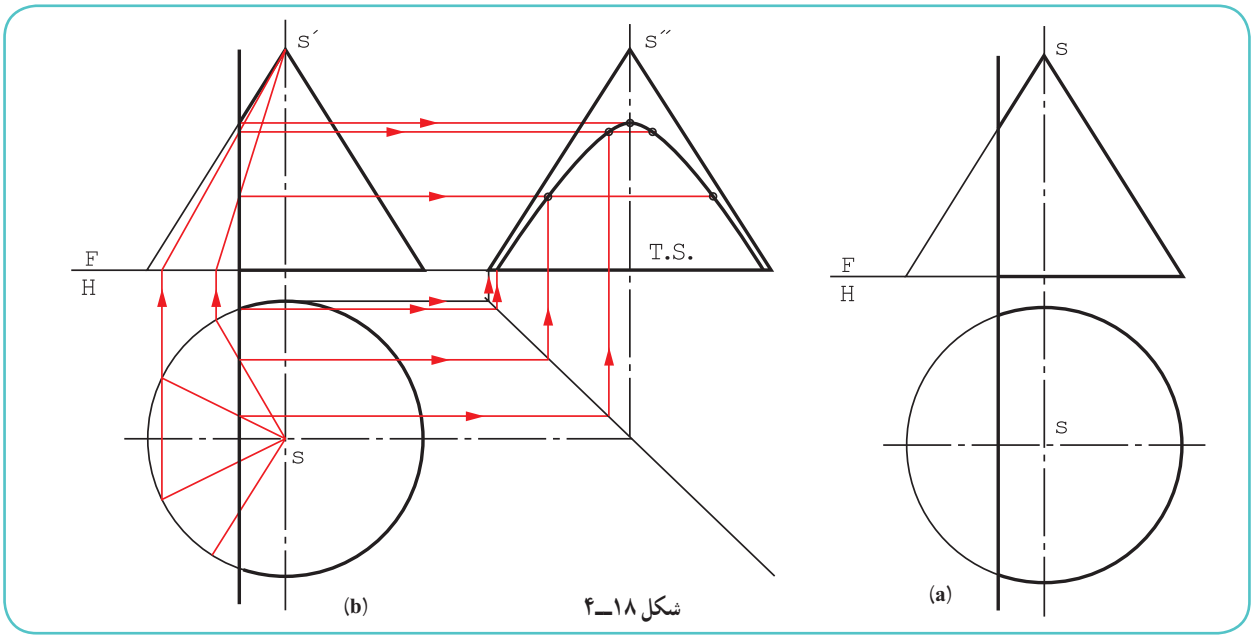
۳ــ۵ــ۴ــ برش دلخواه ۲ : اگر مخروط به گونه‌ای برش بخورد که برخی از مولدهای آن بریده نشود، مقطع را هذلولی گویند[1]. هُذلولی یک منحنی متقارن است (شکل ۱۷ــ۴).



شکل ۱۷ــ۴

حالت خاص هذلولی آن است که صفحهٔ برش P با محور مخروط موازی باشد.

در شکل ۱۸ــ۴، برای رسیدن به نمای جانبی ابتدا قاعدهٔ مخروط تقسیم می‌شود.



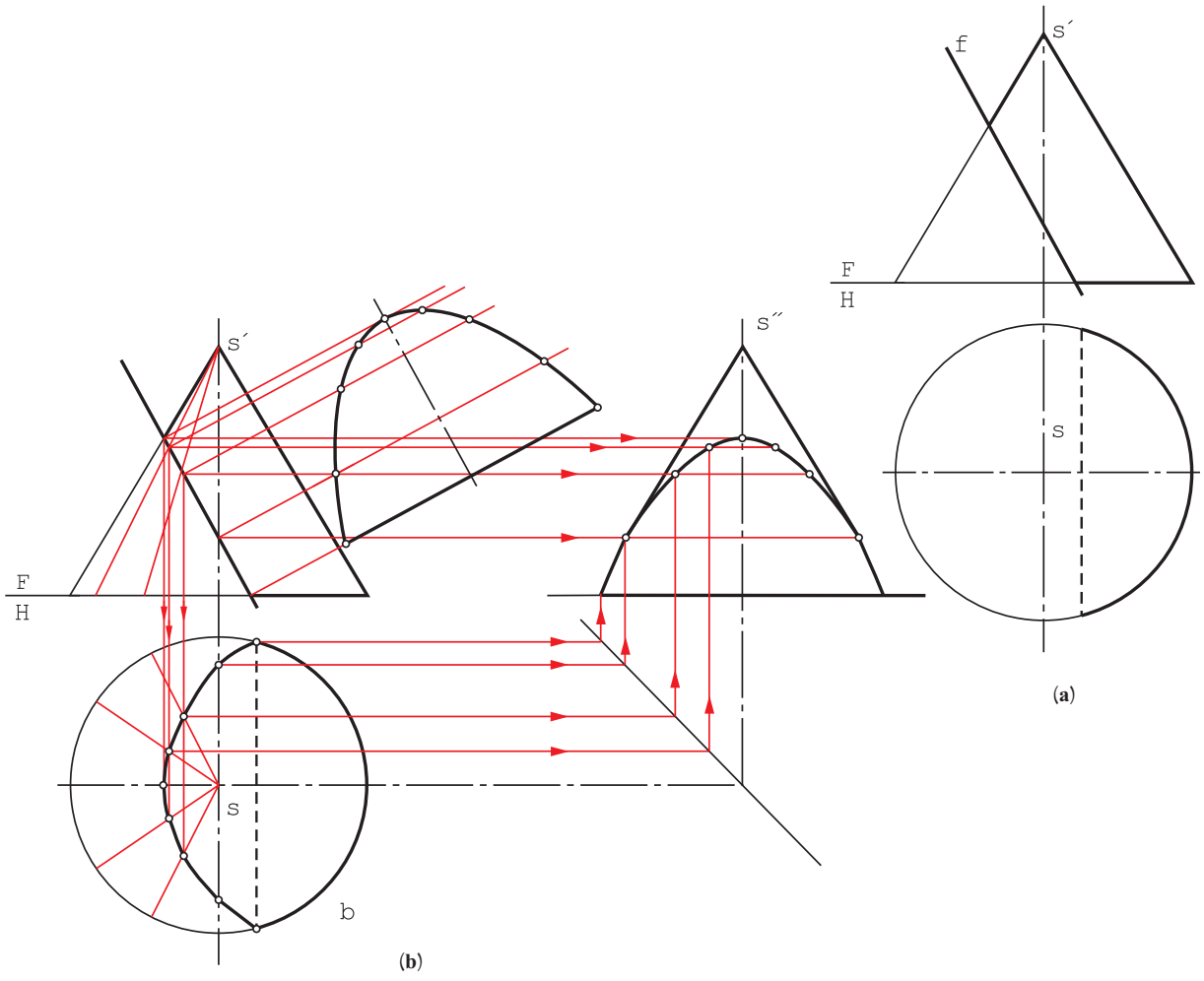
شکل ۱۸ــ۴

۱ــ در گذشته دیدیم که سطح مخروطی دارای دو شاخه است. پس، صفحه بقیهٔ مولّدها را در سمت دیگر خواهد برید و این به معنی دو شاخه بودن منحنی هذلولی است.

ـ از نقاط تقسیم به نمای روبه‌رو رابط و مولدها مشخص می‌شود.

ـ با انتقال نقاط برخورد مولدها به نمای جانبی، نمای نیمرخ هذلولی به‌دست می‌آید که دارای اندازهٔ واقعی است.

۴ـ۵ـ۴ـ برش مخروط موازی با مولد : این برش به منحنی ویژه‌ای به نام «سهمی» می‌رسد. سهمی هم مانند هذلولی دارای محور تقارن است. روش کار برای نقطه یابی همان است که برای بیضی و هذلولی گفته شد (شکل ۱۹ـ۴).

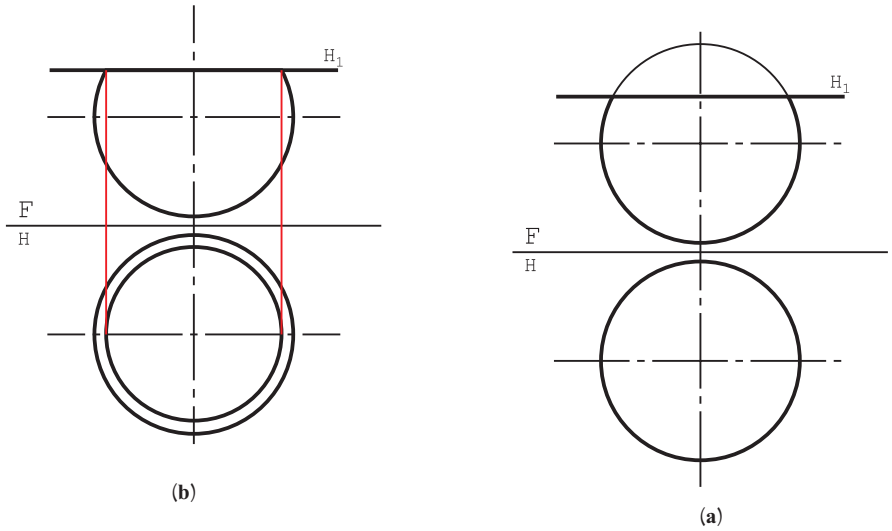


شکل ۱۹ـ۴

۶ـ۴ـ برش کره

برش کره با صفحه در هر شرایطی یک دایره است.

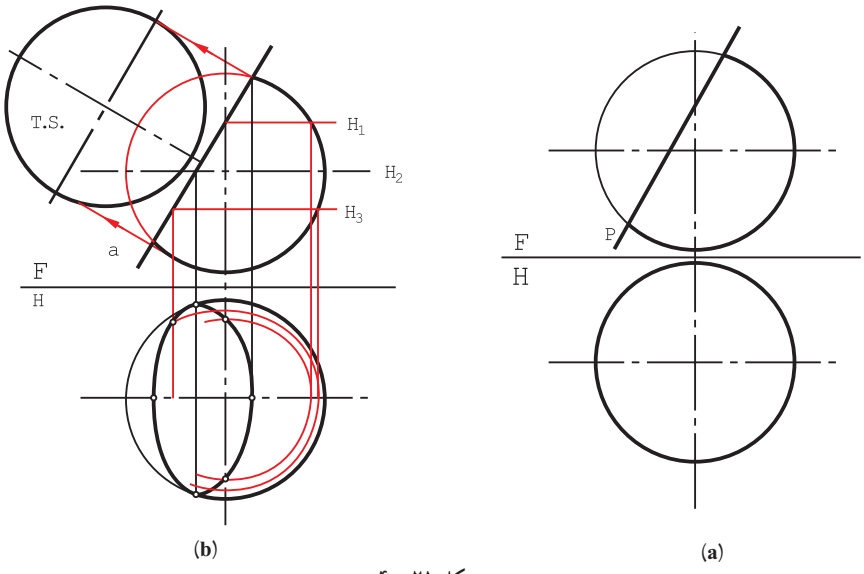
۱ـ۶ـ۴ـ برش کره با صفحهٔ افقی : در این حال رسم نمای افقی ساده است و شعاع دایره از نمای روبه‌رو به‌دست می‌آید (شکل ۲۰ ـ ۴).



(b) (a)

شکل ۲۰ ــ ۴

۲ــ۶ــ۴ــ برش کره با صفحهٔ دلخواه : اگر این صفحه یک منتصب باشد، روش کار به شرح زیر است (با توجه به شکل ۲۱ ــ ۴) :



(b) (a)

شکل ۲۱ ــ ۴

ــ چند صفحهٔ کمکی افقی H_1, H_2, H_3، ... رسم شد.

ــ برخورد هر صفحه با کره در نمای افقی مشخص شد (هر کدام یک دایره).

ــ از نقطهٔ برخورد، هر صفحه با P رابط شد.

ــ نقاط بیضی در تصویر افقی مشخص و به هم وصل شد.

ــ اندازهٔ واقعی هم دایره است که در شکل مشخص شد.

گزیدهٔ مطالب

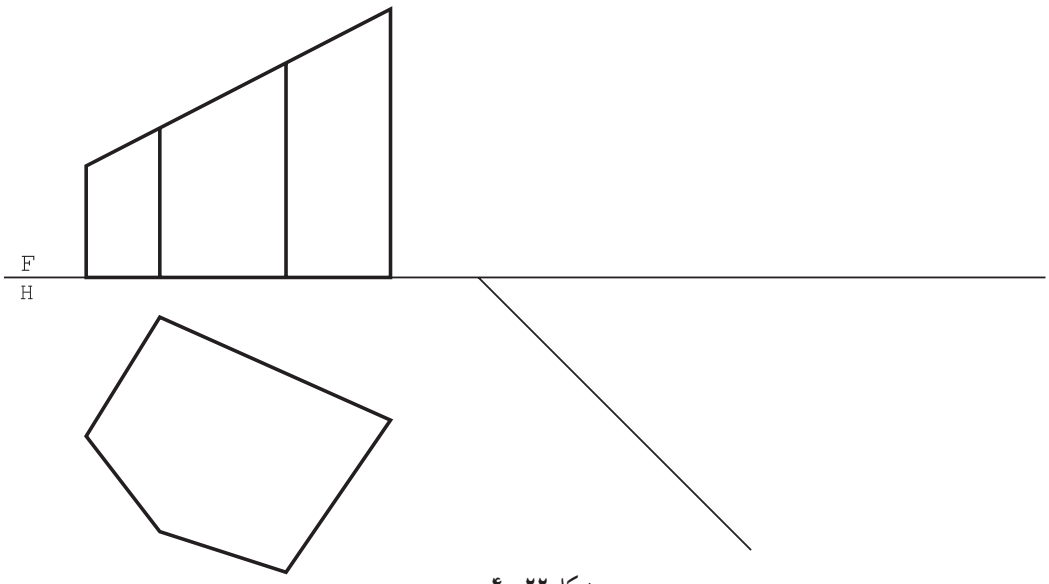
۱ــ منظور از برخورد صفحه و جسم، برش جسم است با یک صفحه.
۲ــ اگر جسم را با صفحه‌ای موازی با قاعدهٔ آن ببریم مقطع به‌دست آمده با قاعده متشابه است.
۳ــ برش‌های صفحه و استوانه به صورت‌های مستطیل، دایره و بیضی است.
۴ــ بیضی منحنی بسته‌ای است که مجموع فاصله‌های هر نقطه از آن تا دو کانون، مقدار ثابتی است.
۵ــ یک صفحه می‌تواند مخروط را در دایره، بیضی، هذلولی، سهمی و مثلث قطع کند.
۶ــ برش کره با صفحه، در هر شرایطی، دایره است.

ارزشیابی نظری

۱ــ نمونه‌ای از برخورد صفحه را با جسم، با رسم دستی توضیح دهید.
۲ــ با رسم دستی، نمونه‌ای از منشور برش خورده و چگونگی تعیین اندازهٔ سطح برش آن را شرح دهید.
۳ــ با رسم دستی، نمونه‌ای از یک هرم برش خورده و چگونگی تعیین اندازهٔ حقیقی مقطع آن را توضیح دهید.
۴ــ با رسم دستی، نمونه‌ای از برش دلخواه استوانه و چگونگی تعیین اندازهٔ حقیقی مقطع آن را توضیح دهید.
۵ــ با رسم دستی، نمونه‌ای از برش دلخواه مخروط و چگونگی تعیین اندازهٔ حقیقی مقطع آن را توضیح دهید.
۶ــ در مورد برش کره در شرایط مختلف، با رسم دستی توضیح دهید.

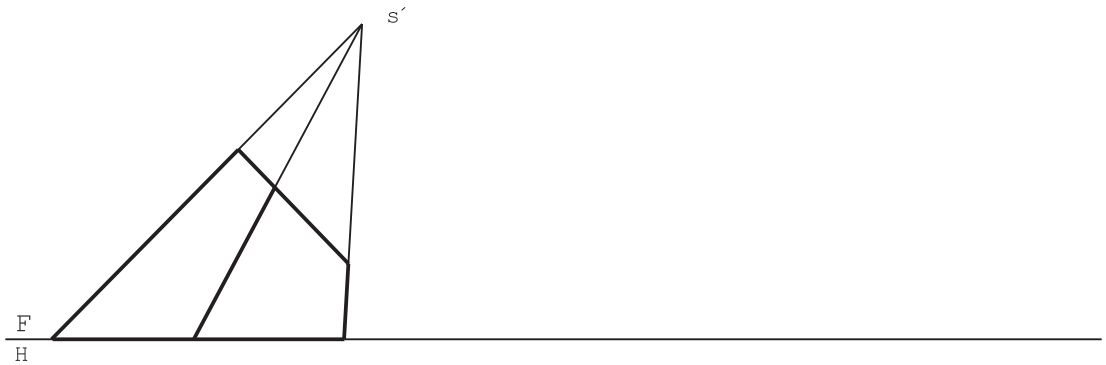
ارزشیابی عملی

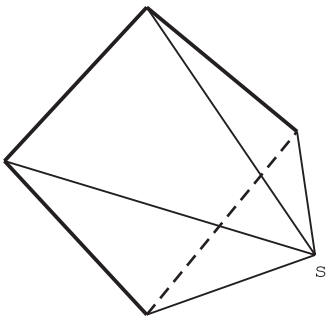
پس از تهیهٔ کپی از مسائل داده شده در شکل‌های ۲۲ــ۴ تا ۲۸ــ۴ سه نما رسم و تکمیل شود. برای مسائل ۲۲ــ۴ تا ۲۶ــ۴، اندازهٔ حقیقی مقطع نیز لازم است. نقشه‌ها نیاز به اندازه‌گذاری ندارند[1].



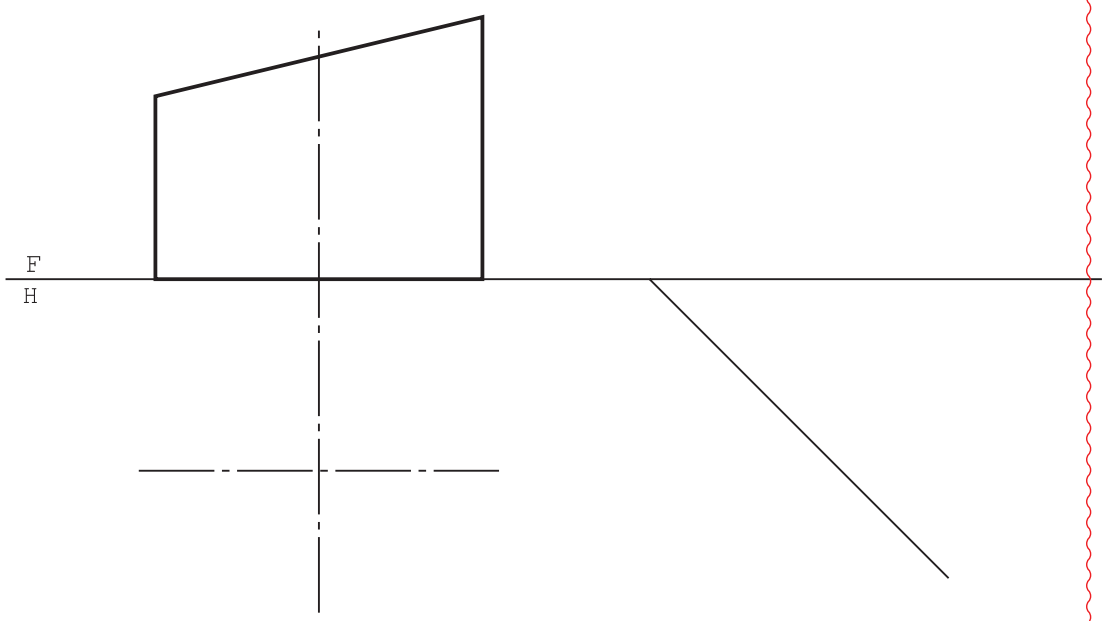
شکل ۲۲ــ۴

۱ــ در موقع تهیهٔ کپی، شماره‌ها و خطوط حاشیه حذف و هر مسئله روی یک برگ جداگانه کپی شود. این کار بایستی پیش از شروع کلاس انجام شده باشد.

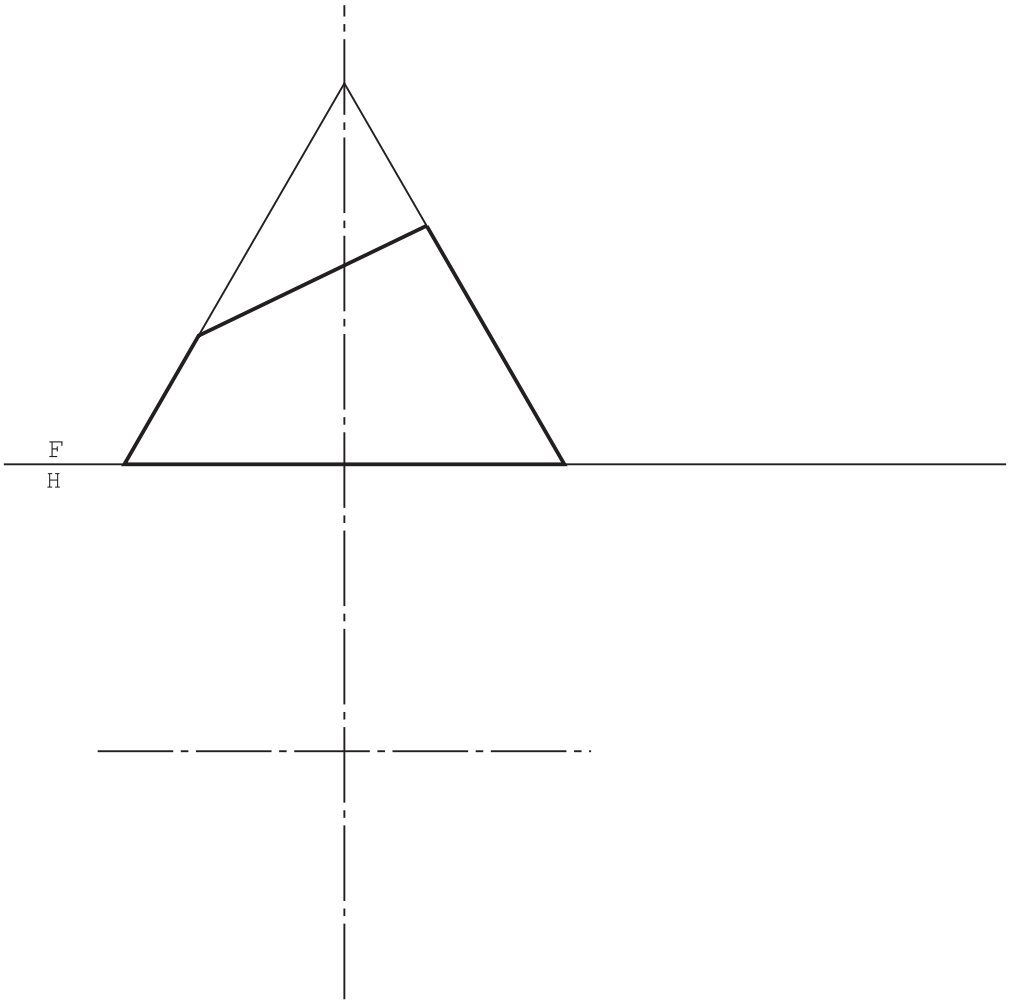




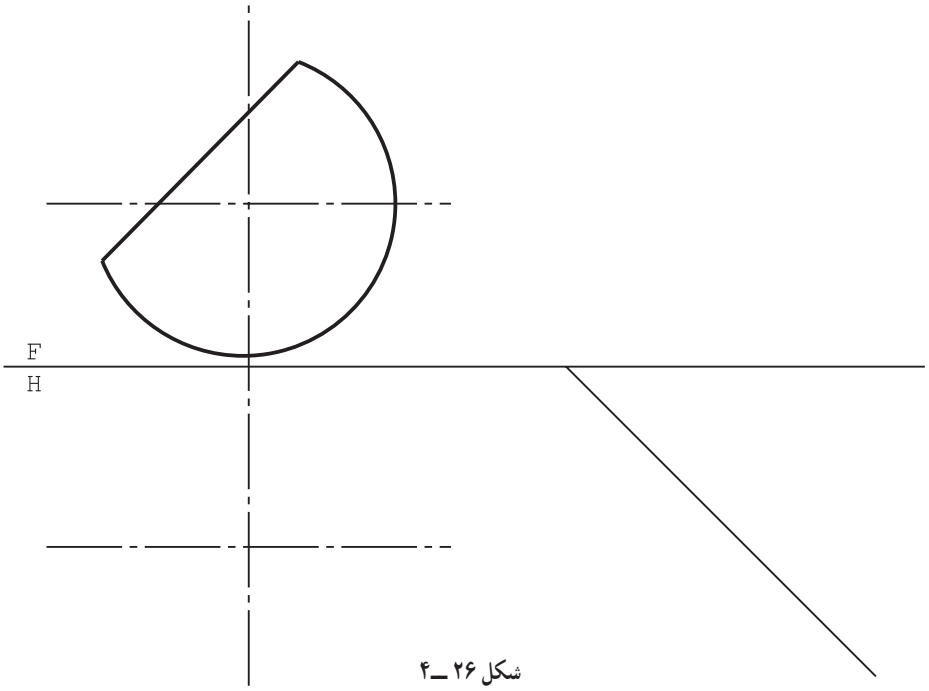
شکل ۲۳ ــ ۴



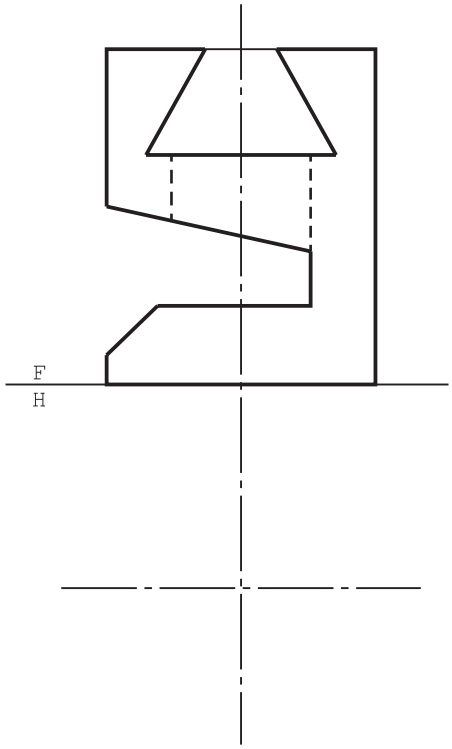
شکل ۲۴ ــ ۴



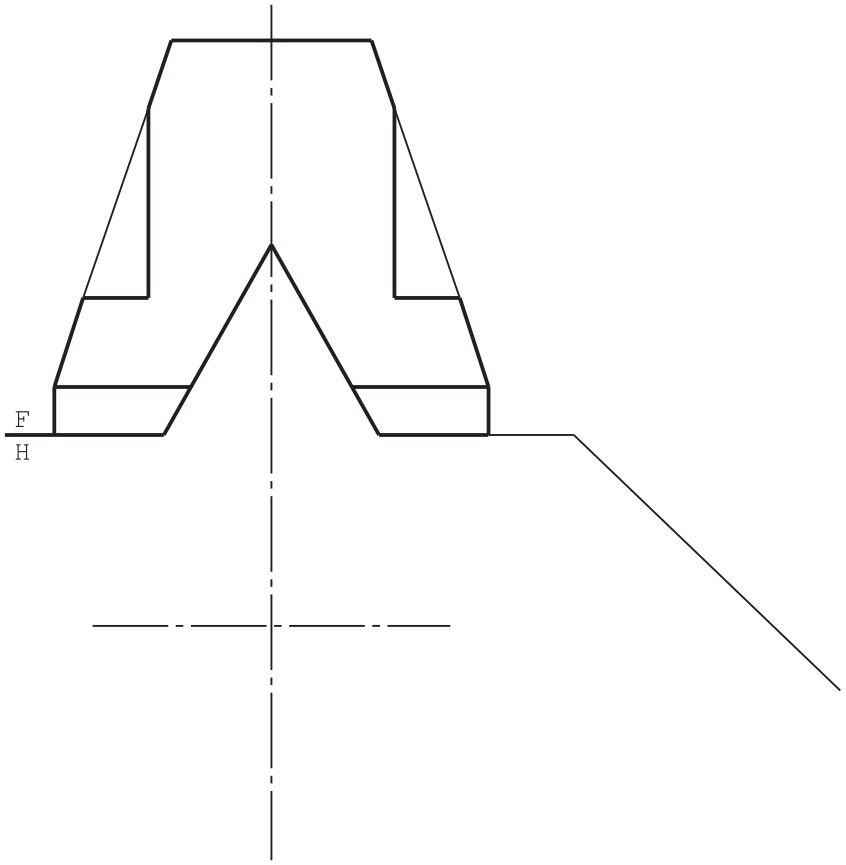
شکل ۲۵ ــ۴



شکل ۲۶ ــ۴



شکل ۲۷ ــ ۴



شکل ۲۸ ــ ۴

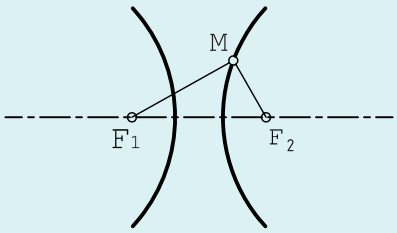
برای مطالعه

تعریف هذلولی : هذلولی را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد :

هذلولی مکان هندسی نقاطی از صفحه است که تفاضل فاصله‌های آن‌ها از دو نقطهٔ ثابت برابر مقدار ثابتی باشد.

نقطه‌های ثابت دو کانون هذلولی هستند. این منحنی دارای دو شاخه است.

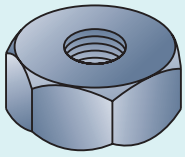
شکل ۲۹ــ۴ نمونه‌ای را نشان می‌دهد. ضمناً همواره داریم : مقدار ثابت $= \overline{MF_1} - \overline{MF_2}$ [1]



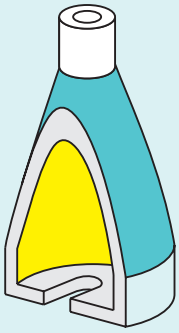
شکل ۲۹ ــ۴

منحنی هذلولی و هذلولی گون کاربردهای بی‌شمار علمی و صنعتی دارند. به شکل ۳۰ــ۴ توجه کنید.

a بشقاب



b مهره



c بدنهٔ بلبرینگ‌کش

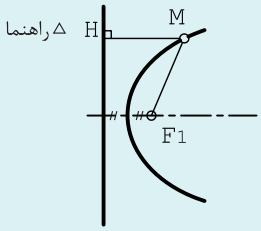
شکل ۳۰ ــ۴

سهمی : سهمی این‌گونه تعریف می‌شود :

سهمی مکان هندسی نقاطی از صفحه است که فاصلهٔ آن‌ها از یک نقطهٔ ثابت و یک خط ثابت برابر باشد. نقطهٔ ثابت را کانون سهمی و خط ثابت را راهنمای سهمی می‌نامند.

پس همواره داریم : $\overline{MF_1} = \overline{MH}$ شکل ۳۱ــ۴، سهمی را معرفی می‌کند.

مقاطع مخروطی جایگاه بزرگی در علوم دارند.

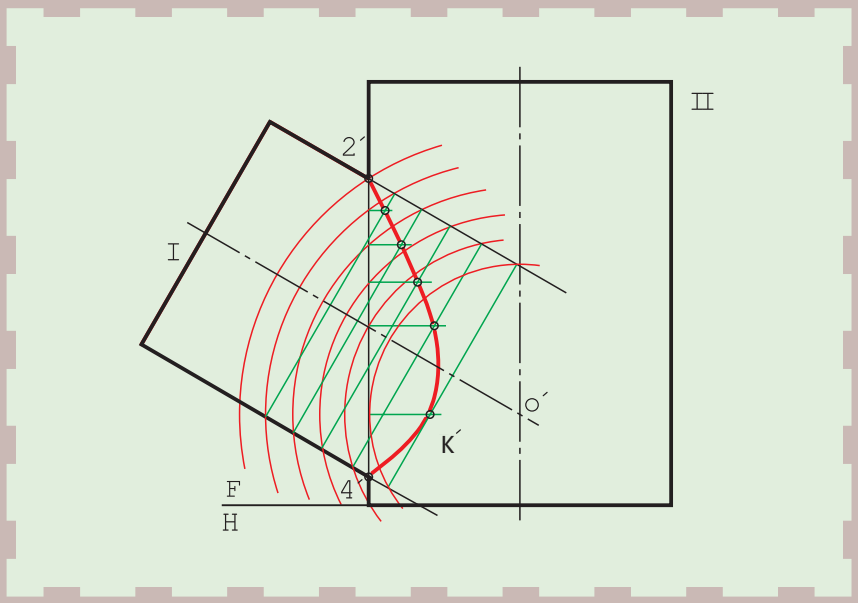


شکل ۳۱ ــ۴

۱ــ اگر نقطهٔ M را روی شاخهٔ دیگر در نظر بگیریم خواهیم داشت : مقدار ثابت $= \overline{MF_2} - \overline{MF_1}$

فصل ۵

برخورد اجسام



از برخورد احجام، سازه‌های تازه‌ای به‌وجود می‌آید.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

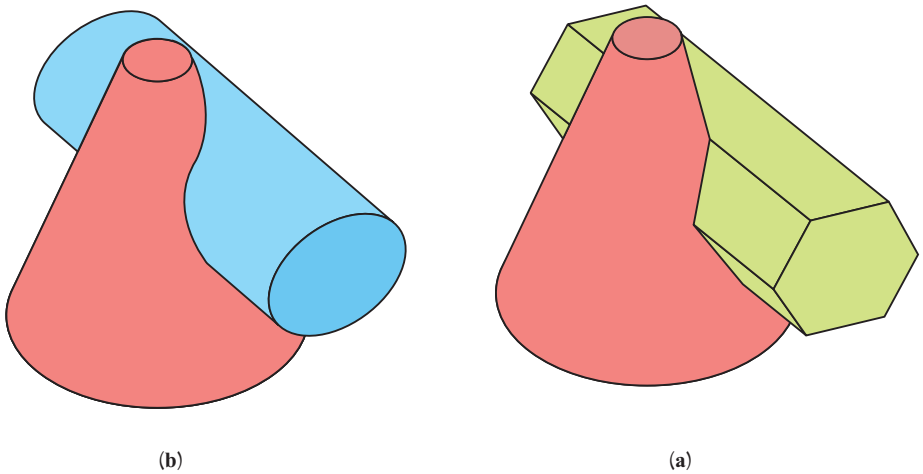
۱ــ برخورد دو منشور را رسم کند.

۲ــ برخورد دو استوانه را رسم کند.

۳ــ برخورد استوانه و مخروط را رسم کند.

۱ــ۵ــ برخورد دو جسم

همان‌گونه که یک صفحه می‌تواند با یک جسم برخورد کند، اجسام هم می‌توانند با یکدیگر برخورد نمایند. در اثر این برخورد، خط یا خط‌های تازه‌ای روی آن‌ها به‌وجود می‌آید که به برخورد یا فصل مشترک معروف است (شکل ۱ــ۵).

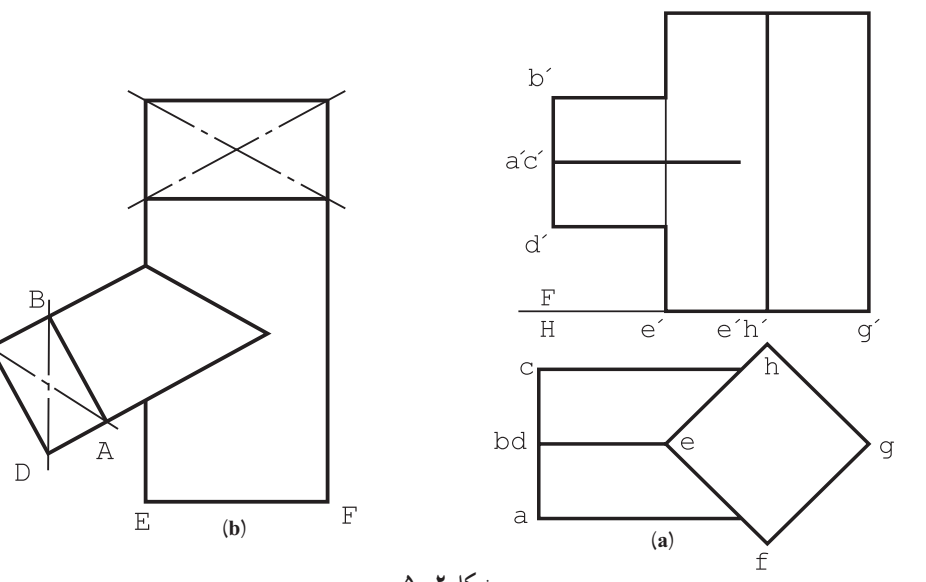


شکل ۱ــ۵

در بیشتر اوقات این خط‌های تازه را نمی‌توان به کمک خط‌کش یا پرگار و به صورتی ساده رسم کرد. روش رسم این خط‌های مستقیم یا منحنی معمولاً نقطه‌یابی است.

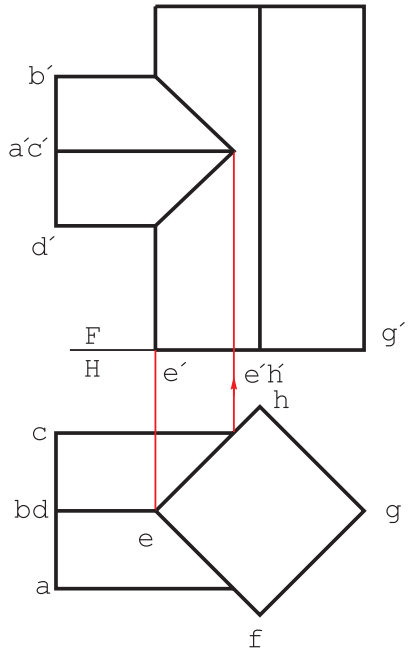
۲ــ۵ــ برخورد دو منشور

منشورهای ABCD و EFGH با هم برخورد کرده‌اند. قاعدهٔ هر دو منشور مربع است (شکل ۲ــ۵).



شکل ۲ــ۵

نمای افقی کامل است و به کمک خط‌های رابط می‌توان نمای روبه‌رو را کامل کرد (شکل ۳ــ۵).

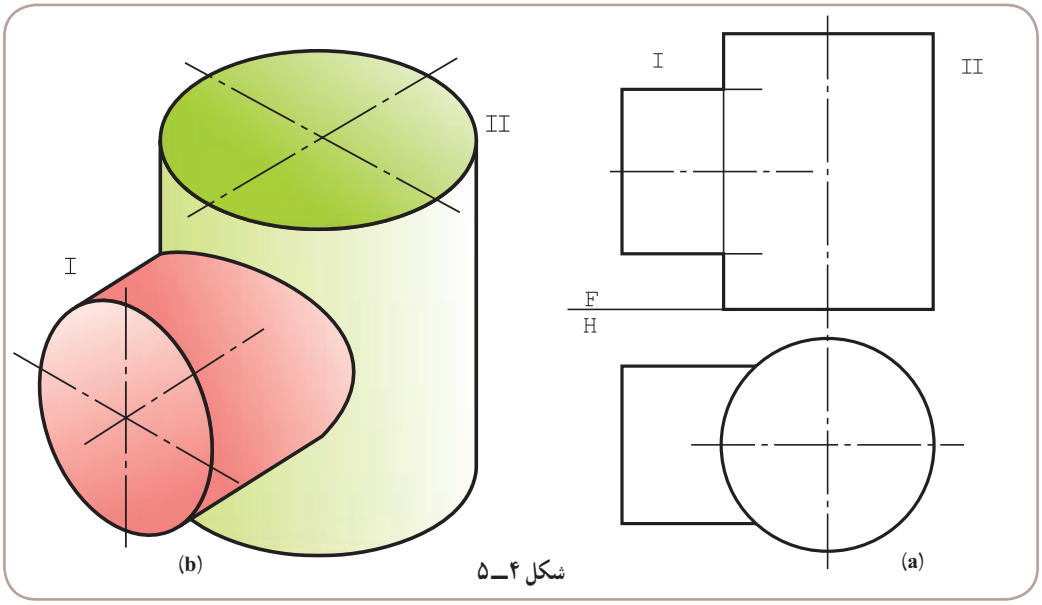


شکل ۳ــ۵

۳ــ۵ــ برخورد دو استوانه

نظر به اهمیت بسیار این مسئله، می‌توان آن را در حالت‌های گوناگون بررسی کرد.

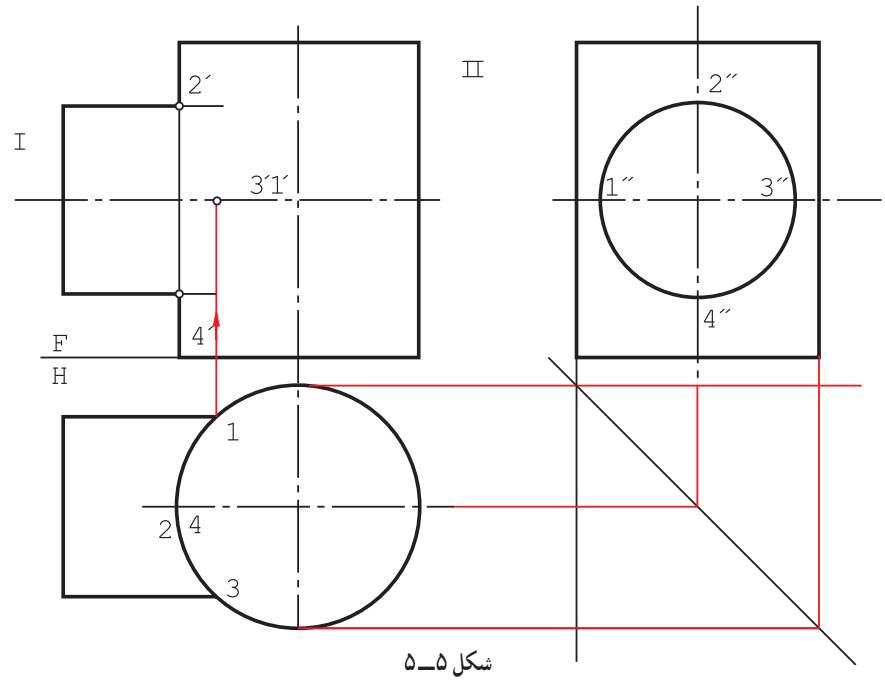
۱ــ۳ــ۵ــ برخورد دو استوانه : محورهای عمود بر هم[۱] : دو استوانهٔ I و II طبق شکل ۴ ــ ۵ مفروض هستند.



شکل ۴ــ۵

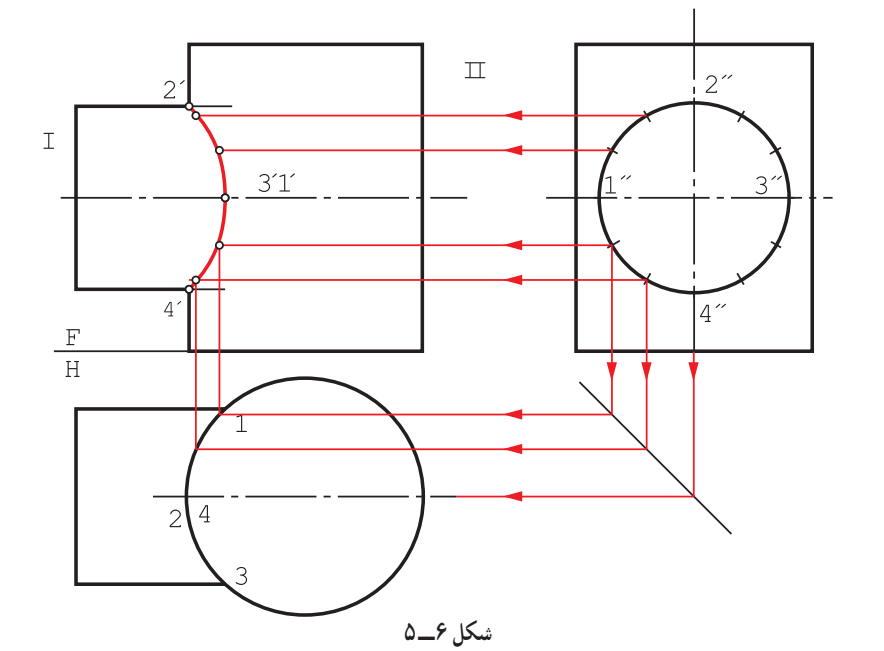
۱ــ در این مسئله و همه مسائل بعدی، محورهای دو جسم متقاطع هستند.

می‌توان منحنی فصل مشترک را از ارتباط موجود بین سه نما به‌دست آورد. به این ترتیب که با داشتن تصویر افقی، نمای نیمرخ رسم شود. واضح است که این دو نما کامل خواهند بود (شکل ۵ــ۵).



شکل ۵ــ۵

در این شکل دیده می‌شود که نقطه‌های بسیار مهمی مانند ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ به راحتی در دسترس‌اند. با این وجود برای رسم دقیق‌تر برخورد باید نقطه‌های بیشتری را معین کرد. بنابراین، تقسیم دایرهٔ استوانهٔ I در نمای جانبی به ۱۲ قسمت و رسم رابط از نقطه‌های تقسیم، روش مناسبی است (شکل ۶ــ۵).

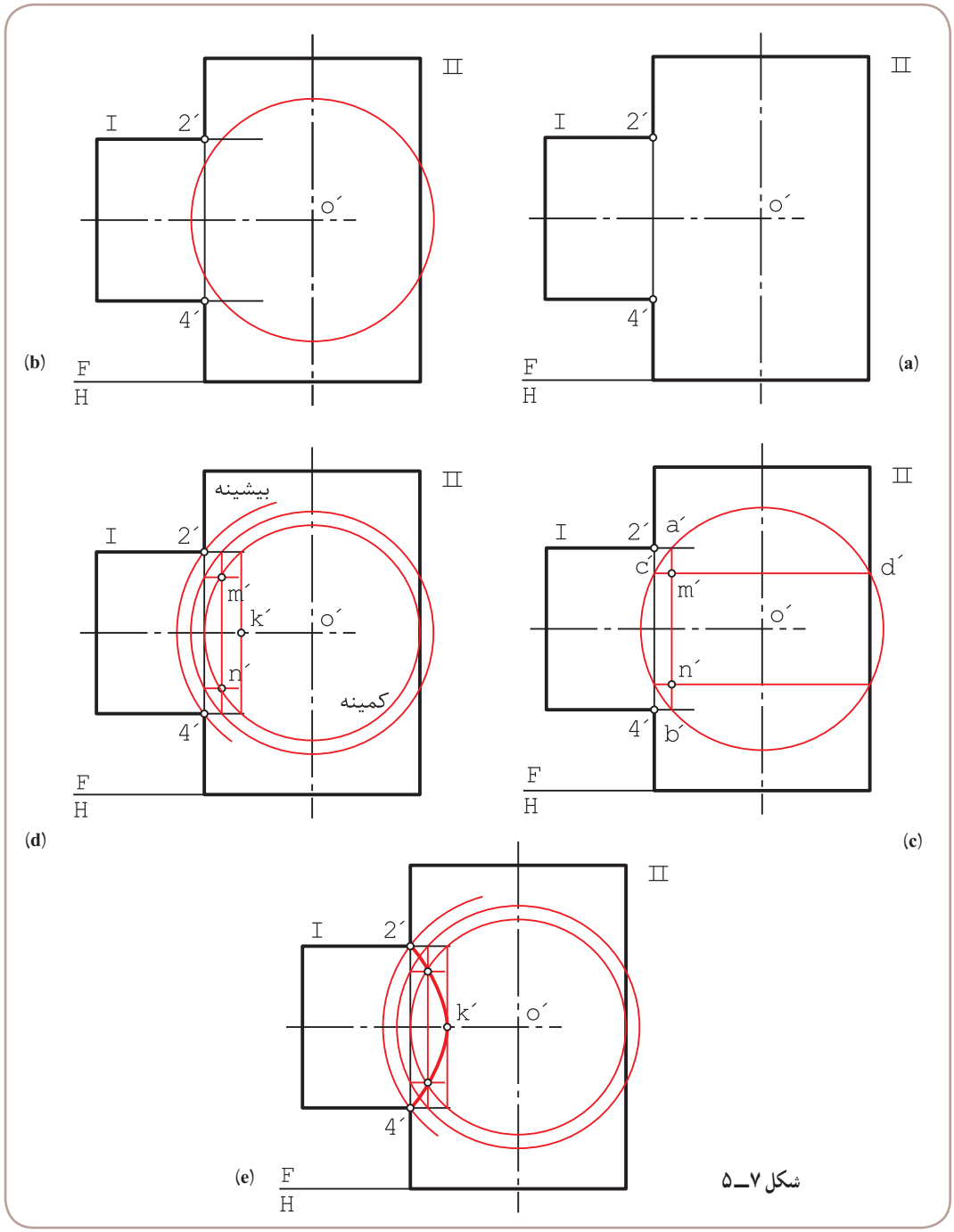


شکل ۶ــ۵

نقطه‌های به‌دست آمده، با دست یا پیستوله به‌هم وصل می‌شوند[1].

۴ــ۵ــ استفاده از کرهٔ کمکی برای تعیین فصل مشترک

این روش به روش دوایر کمکی، هم معروف است[2]. چگونگی کار بسیار ساده و در یک نما قابل انجام است. به شکل ۷ــ۵ از a تا e نگاه کنید.



شکل ۷ــ۵

۱ــ منحنی حاصل یک هذلولی است!

۲ــ به آن روش ساچمه‌ای هم گفته‌اند و فقط برای اجسام دوّار با محورهای متقاطع قابل استفاده است.

ــ نقطه‌های ´۲ و ´۴، از ابتدا مشخص هستند (a).

ــ ادامهٔ دو محور یکدیگر را در ´o قطع می‌کنند.

ــ ´o را مرکز یک کره (یا دایرهٔ کمکی در نما) قرار می‌دهیم.

ــ دایره‌ای با شعاع دلخواه می‌زنیم به گونه‌ای که با هر دو استوانه برخورد کند (b).

ــ از نقطه‌های برخورد دایره با استوانهٔ I ، $\overline{a'b'}$ رسم شد. ($a'b'$ بر محور I عمود است، چرا؟)

ــ از نقطه‌های برخورد دایره با استوانهٔ II ، $\overline{c'd'}$ رسم شد.

ــ یکی از نقطه‌های مورد نظر ´m است (c).

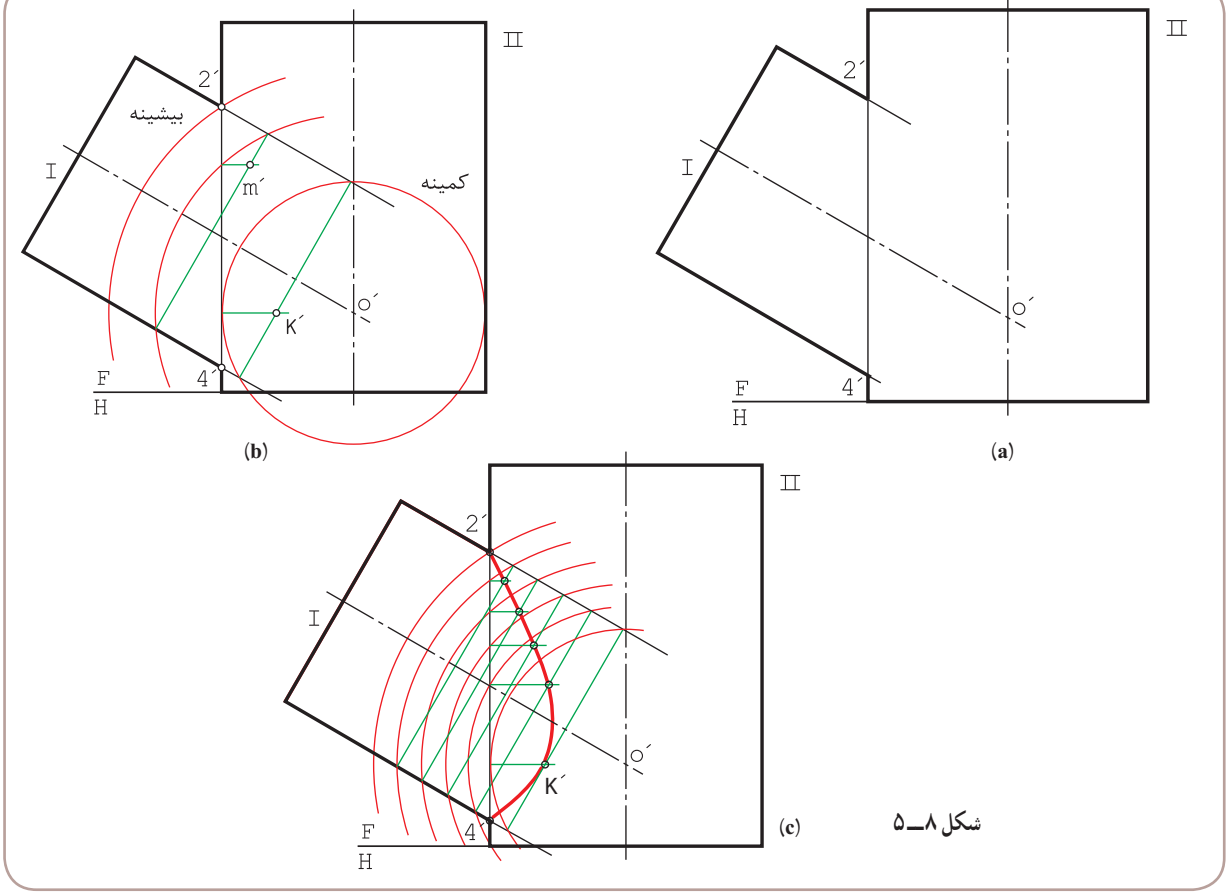
ــ کوچکترین دایرهٔ قابل استفاده (که با هر دو استوانه اشتراک دارد)، نقطهٔ ´k را خواهد داد (d).

ــ بزرگترین دایرهٔ مرکزی از ´۲ می‌گذرد. پس با زدن چند دایره بین دو حالت کمینه (مینیمم) و بیشینه (ماکزیمم)، تعداد نقطهٔ لازم را به‌دست می‌آوریم (e).

۵ــ۵ــ برخورد دو استوانه با محورهای غیر عمود

محورهای دو استوانه ممکن است بر هم عمود نباشند. در این صورت با استفاده از روش دوایر کمکی، برخورد به آسانی معین می‌شود.

ــ در شکل a ۸ــ۵ نقطه‌های ´۴ و ´۲ و مرکز ´o مشخص هستند.



شکل ۸ــ۵

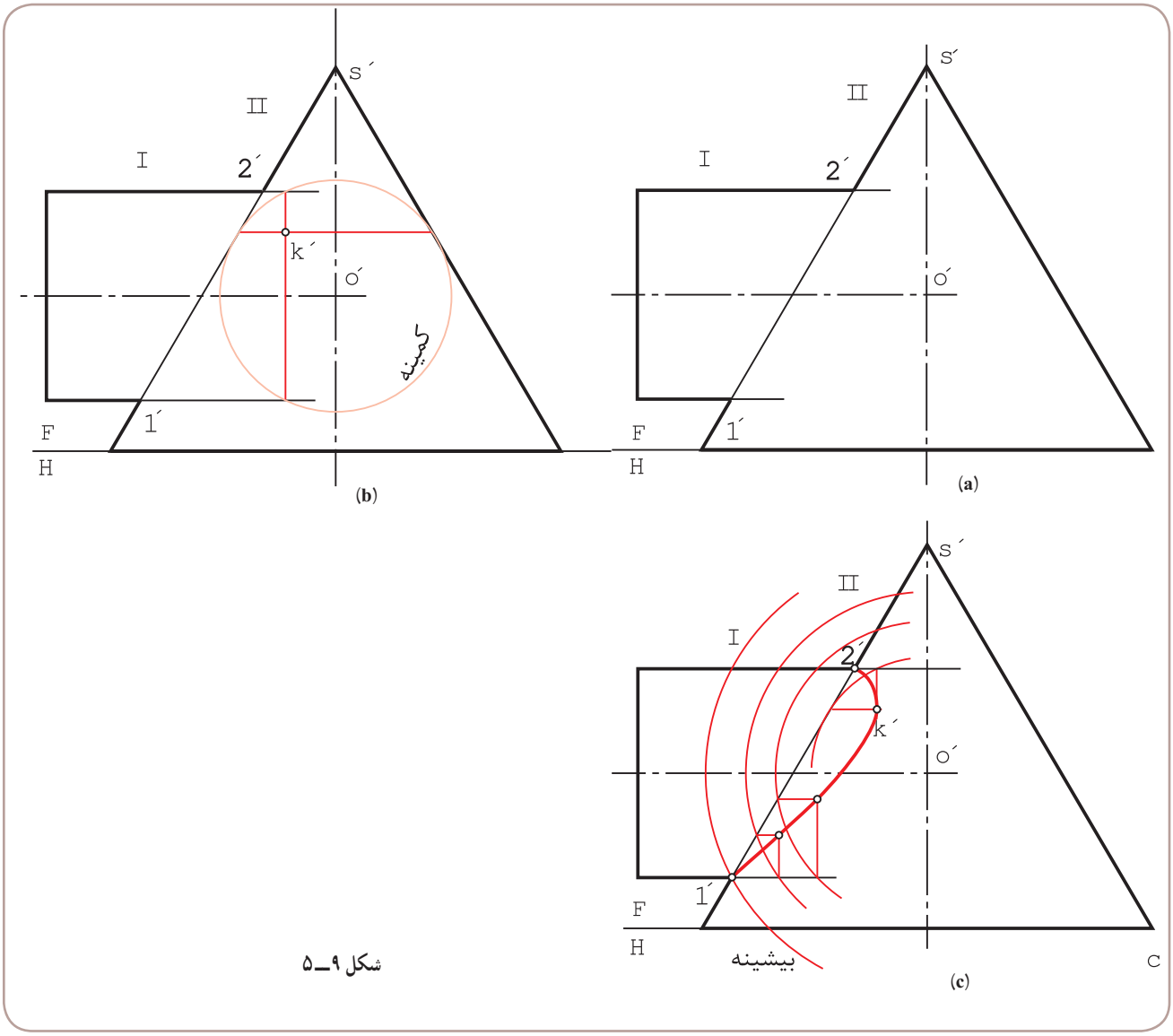
ــ می‌توان به مرکز ´O، دایره‌های دلخواهی زد.
ــ بزرگترین دایره از ´۲ می‌گذرد و کوچکترین دایره بر دیوارهٔ II مماس است.
ــ در شکل b، یک نمونه از دایره‌ها به اضافهٔ کوچکترین دایره رسم شده است.
ــ به کمک کوچکترین دایره، ´k به‌دست آمده و ´m با دایرهٔ دلخواه، معلوم شد.
ــ در شکل c، به کمک دایره‌های بیشتر، فصل مشترک تکمیل شده است.

۶ــ۵ــ برخورد استوانه و مخروط

روش کار همان است که تاکنون گفته شد؛ یعنی پس از امتداد دو محور و تعیین ´o در نمای روبه‌رو، ´o را مرکز دایره‌های کمکی قرار می‌دهیم.

۱ــ۶ــ۵ــ برخورد استوانه و مخروط با محورهای عمود بر هم : این مسئلهٔ مهم را در دو حالت بررسی می‌کنیم.

الف) مخروط بدنه است (شکل ۹ــ۵ ، a تا c).



شکل ۹ــ۵

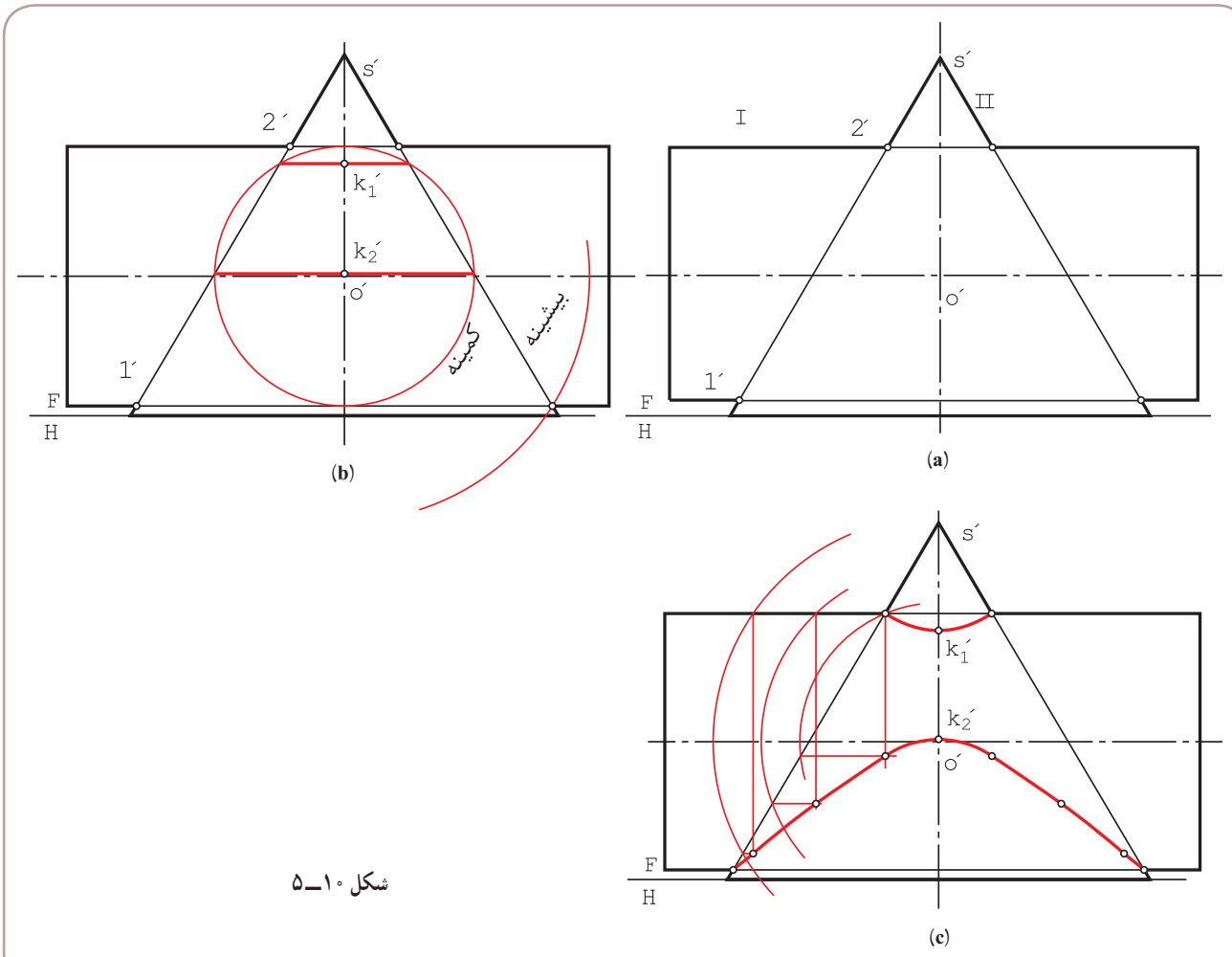
ــ نقطه‌های ´۱ و ´۲ و ´o معلوم هستند (a).

ــ به مرکز ´o می‌توان دایره‌های کمکی را رسم کرد.

ــ در شکل b، کوچکترین دایره رسم شده، که در این مسئله، دایره‌ای است مماس بر بدنهٔ مخروط [۱] و حاصل آن تعیین ´k است.

ــ در شکل c، منحنی فصل مشترک با چند دایرهٔ کمکی اضافی کامل شده است.

ب) استوانه بدنه است (شکل ۱۰ــ۵ ، a تا c).



شکل ۱۰ــ۵

ــ باز هم نقطه‌های ´۱ و ´۲ و ´o از ابتدا مشخص هستند (a).

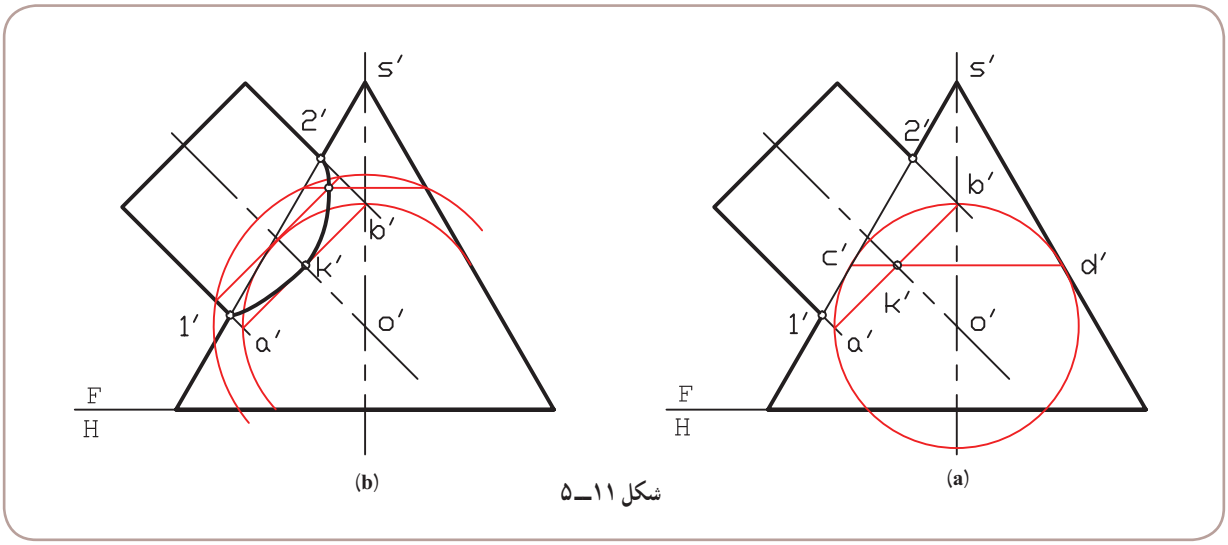
ــ کوچکترین دایرهٔ کمکی در این حالت، آن است که بر بدنهٔ استوانه مماس است ولی هنوز بدنهٔ مخروط را قطع می‌کند (b).

ــ به کمک کوچکترین دایره، نقطه‌های k'_1 و k'_2 مشخص شد.

ــ در شکل c، با رسم دایره‌های دیگر، فصل مشترک در دو قسمت مشخص شد.

۱ــ در حالی که هنوز استوانه را قطع می‌کند. این به مفهوم آن است که در اینجا مخروط نسبت به استوانه قطر بیشتری دارد. به همین جهت آن را بدنه فرض کردیم.

۲ــ۶ــ۵ــ برخورد استوانه و مخروط با محورهای غیر عمود : (شکل ۱۱ــ۵ ، a و b).



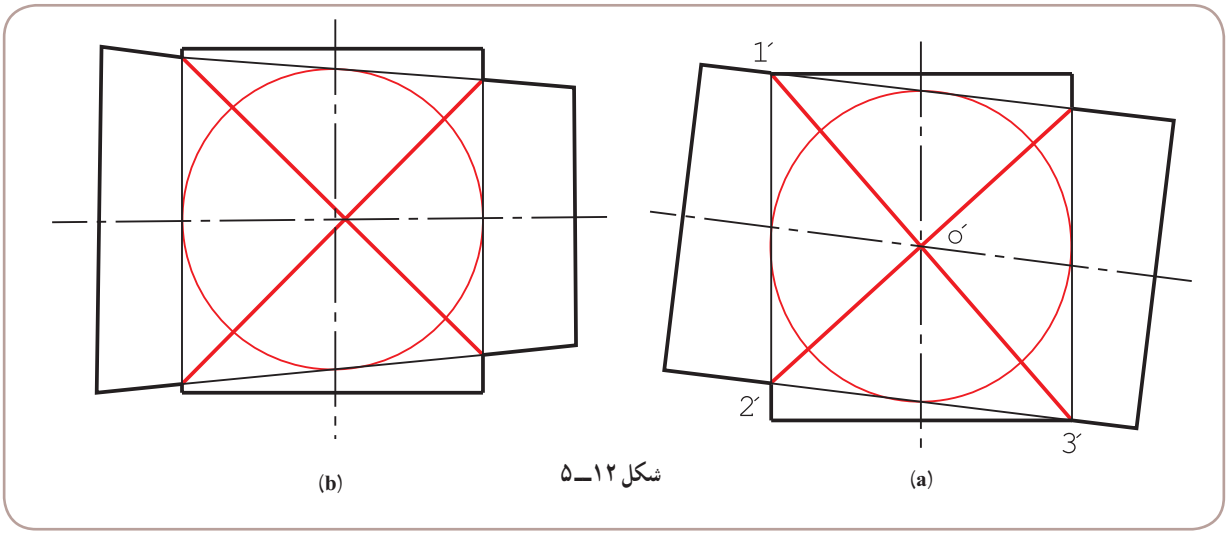
شکل ۱۱ــ۵

روش کار مطابق گذشته است. ضمناً در این نمونه، باز هم مخروط به عنوان بدنه خواهد بود (چرا؟).

ــ در شکل b، فصل مشترک کامل شد. آیا می‌توانید بگویید، بزرگترین دایرهٔ کمکی ممکن کدام است؟

۷ــ۵ــ نکتهٔ مهم!

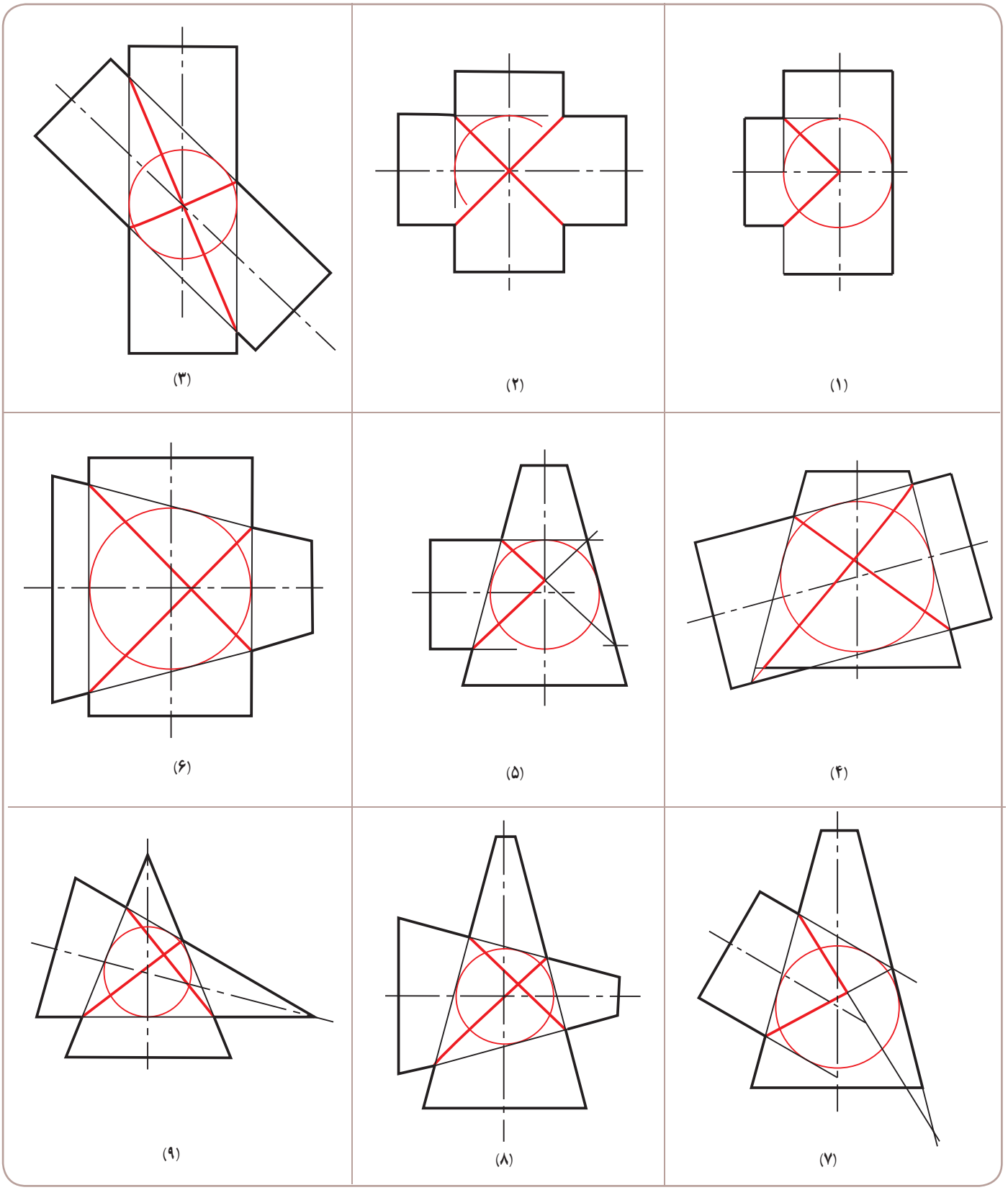
اگر در شرایطی، کوچکترین دایرهٔ رسم شده، هم‌زمان بر استوانه‌ها در برخورد دو استوانه یا بر استوانه و مخروط مماس شود، فصل مشترک در نما به صورت خط مستقیم در خواهد آمد. شکل ۱۲ــ۵ دو نمونه را معرفی می‌کند.



شکل ۱۲ــ۵

اضافه می‌شود که این حالت برای استوانه‌ها زمانی ایجاد می‌شود که قطر آن‌ها مساوی باشد. جدول ۱ــ۵ نمونه‌هایی را معرفی می‌کند.

جدول ۱ــ۵ــ برخورد استوانه‌ها و مخروط‌ها در شرایط ویژه



گزیدهٔ مطالب

۱ــ در اثر برخورد اجسام، خط‌های تازه‌ای به‌وجود می‌آیند که فصل مشترک نام دارند و معمولاً با نقطه‌یابی به‌دست خواهند آمد.

۲ــ یک روش تعیین برخورد، استفاده از ارتباط بین سه نماست.

۳ــ زمانی که دو جسم متقاطع هر دو دوّار و محورهای آن‌ها متقاطع باشند، استفاده از روش دایره‌های کمکی برای نقطه‌یابی ممکن است.

۴ــ دایره‌های کمکی در حقیقت کره‌های کمکی هستند.

۵ــ مرکز دایره‌های کمکی، محل برخورد محورهای دو جسم است.

۶ــ در روش دایره‌های کمکی، کوچکترین دایره آن است که بر جسم بزرگتر مماس شود که در این‌حال، جسم دوم را قطع می‌کند. جسم بزرگتر را بدنه در نظر می‌گیریم.

۷ــ اگر دایرهٔ کمکی، همزمان بر هر دو جسم مماس شود، فصل مشترک به خط مستقیم تبدیل خواهد شد.

ارزشیابی نظری

۱ــ منظور از برخورد یا فصل مشترک چیست؟ با رسم یک شکل نمونه توضیح دهید.

۲ــ با رسم شکل، چگونگی استفاده از ارتباط بین نماها را برای تعیین فصل مشترک دو منشور توضیح دهید.

۳ــ با رسم شکل، چگونگی استفاده از ارتباط میان سه نما، برای تعیین فصل مشترک دو استوانه را توضیح دهید.

۴ــ با رسم شکل، چگونگی کاربرد دایره‌های کمکی را در نقطه‌یابی شرح دهید.

۵ــ در چه موقع می‌توان از دایره‌های کمکی برای نقطه‌یابی استفاده کرد.

۶ــ چند مسئله را، که با روش دایره‌های کمکی حل می‌شود، نام ببرید.

۷ــ در چه موقع یک جسم را بدنه می‌نامیم؟ با رسم شکل توضیح دهید.

۸ــ در چه شرایطی، فصل مشترک دو جسم دوّار، در نما به‌صورت خط مستقیم می‌شود؟

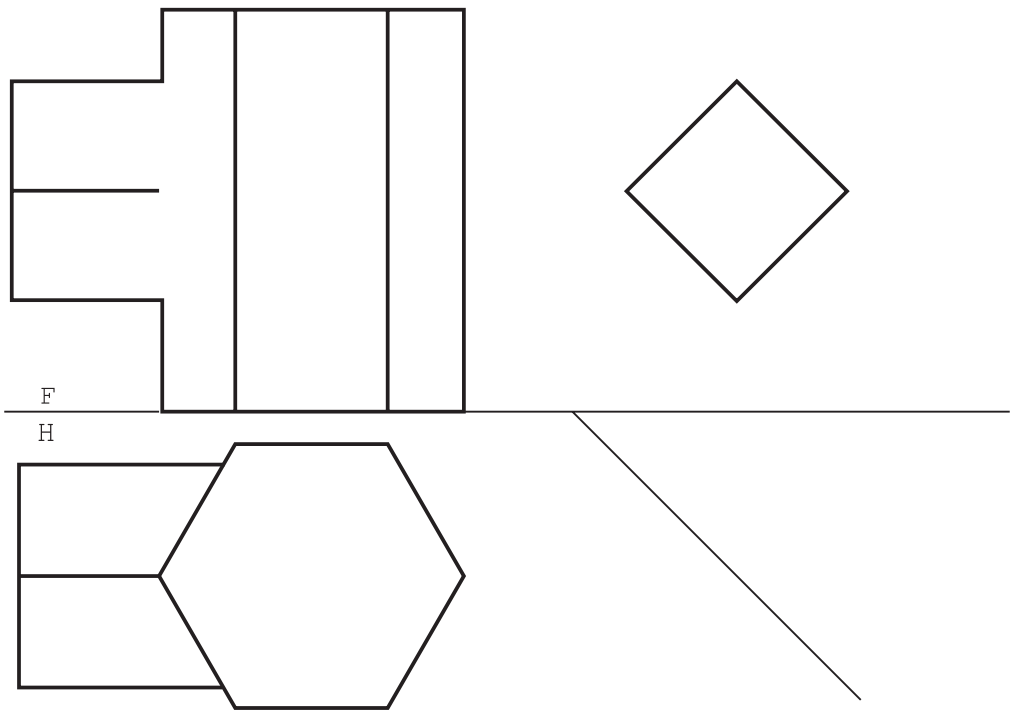
۹ــ در چه شرایطی فصل مشترک دو استوانه، در نما به‌صورت خط مستقیم می‌شود؟

ارزشیابی عملی

توجه

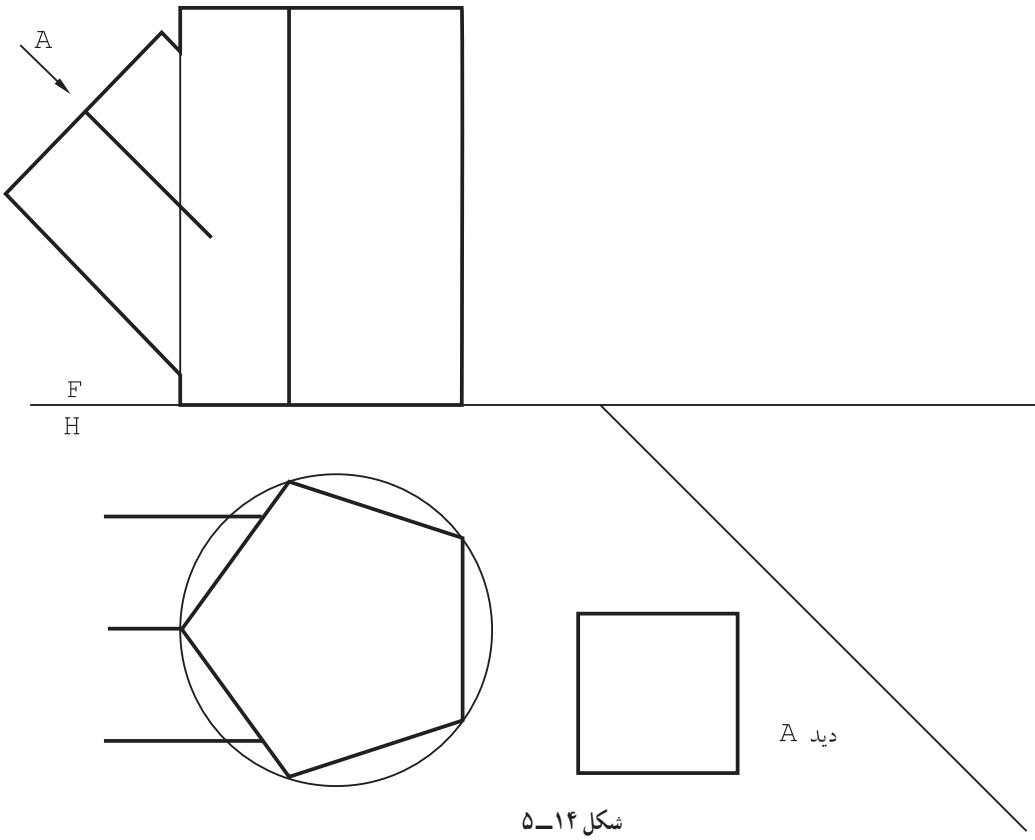
از کلیهٔ تمرین‌های این فصل کپی تهیه و روی آن‌ها کار کنید.

۱ــ فصل مشترک دو منشور داده شده در شکل ۱۳ــ۵ را به‌دست آورید. سه نمای کامل ضروری است.



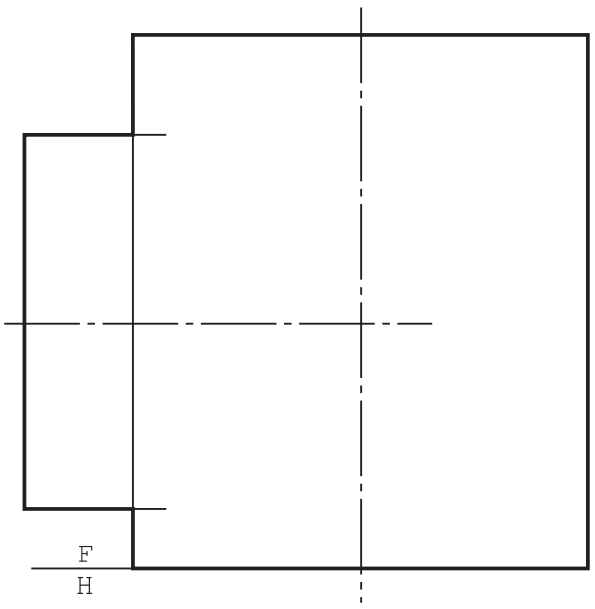
شکل ۱۳ــ۵

۲ــ برای دو منشور معرفی شده در شکل ۱۴ــ۵، سه نمای کامل را رسم کنید.



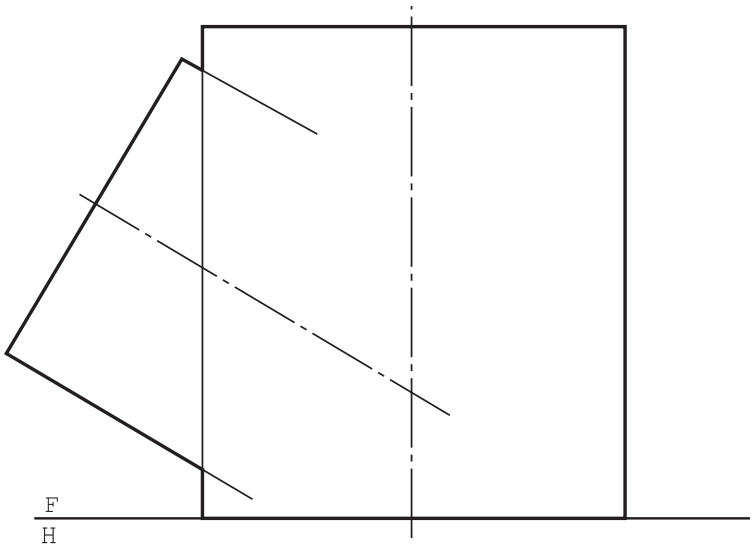
شکل ۱۴ــ۵

۳ــ برای استوانه‌های متقاطع، در شکل ۱۵ــ۵، فصل مشترک را به روش دایرهٔ کمکی رسم کنید.



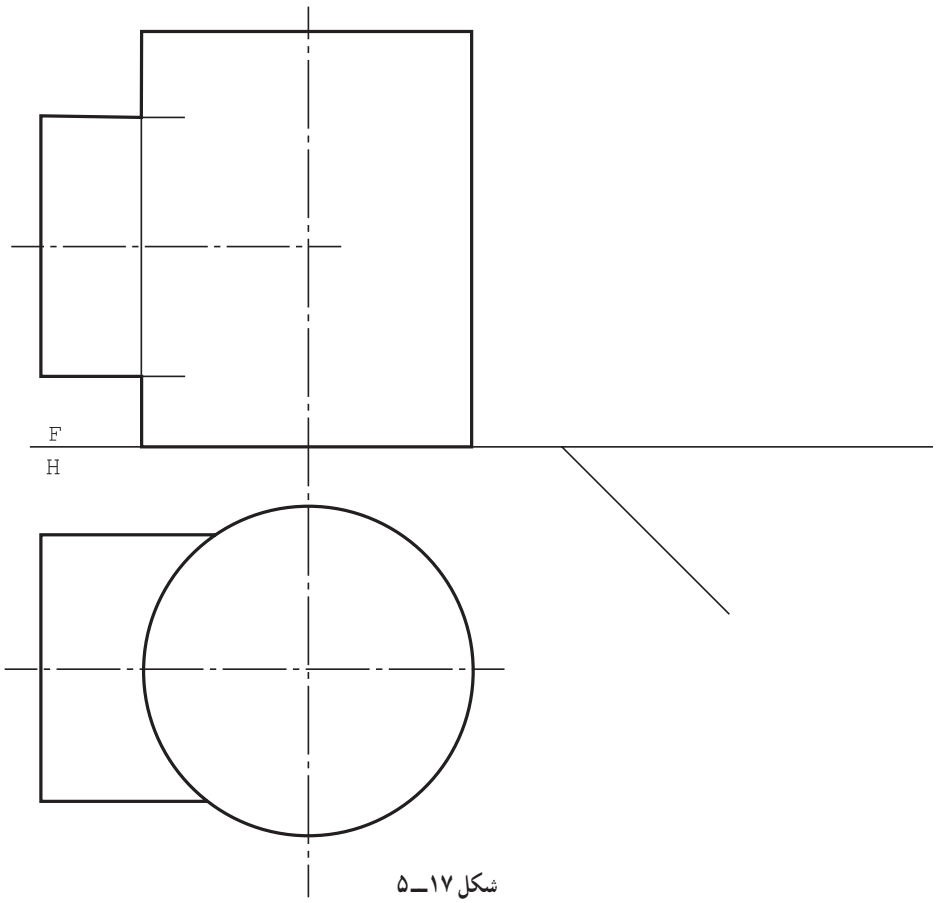
شکل ۱۵ــ۵

۴ــ برای استوانه‌های متقاطع، در شکل ۱۶ــ۵، فصل مشترک را رسم کنید.



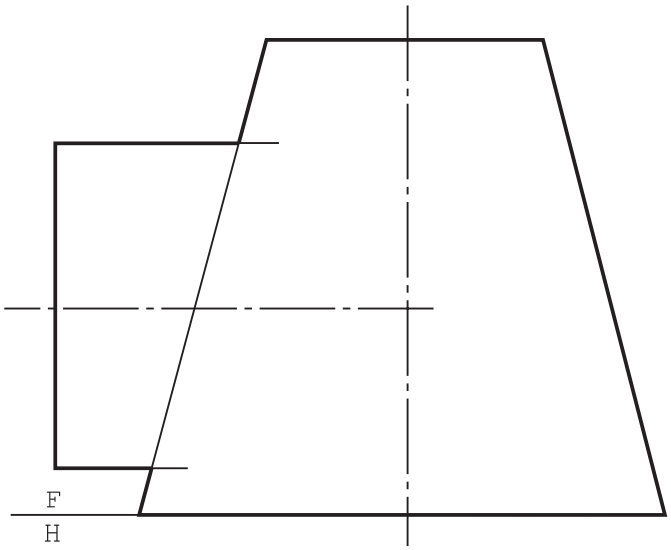
شکل ۱۶ــ۵

۵ــ برای دو استوانهٔ متقاطع داده شده در شکل ۱۷ــ۵، سه نمای کامل رسم کنید.



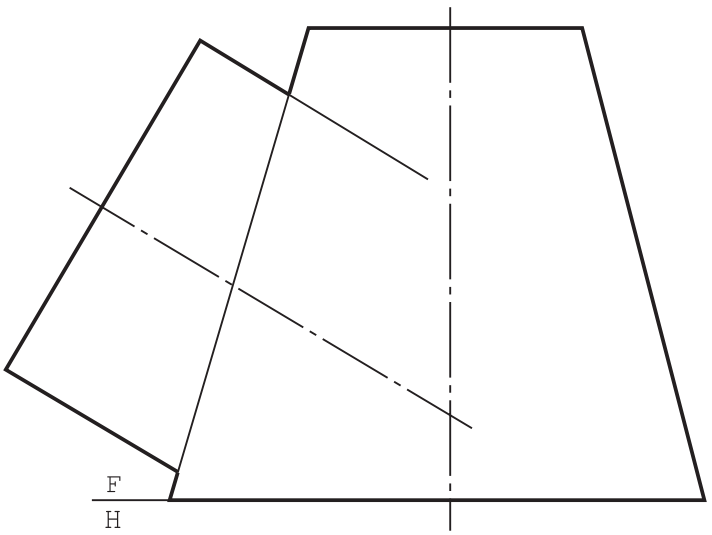
شکل ۱۷ــ۵

۶ــ برای استوانه و مخروط، فصل مشترک را به‌دست آورید (شکل ۱۸ــ۵).



شکل ۱۸ــ۵

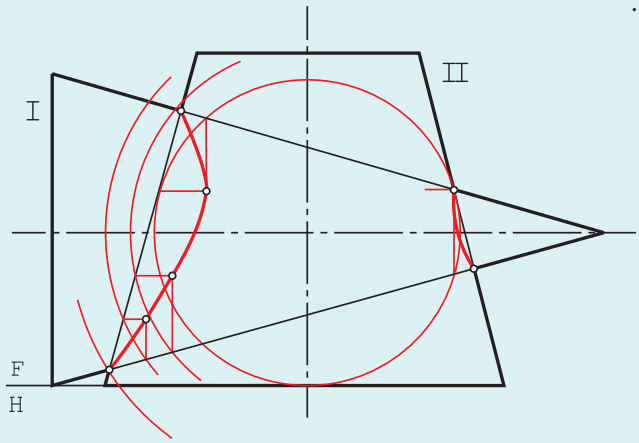
۷ــ برای استوانه و مخروط، فصل مشترک را به‌دست آورید (شکل ۱۹ــ۵).



شکل ۱۹ــ۵

برای مطالعه

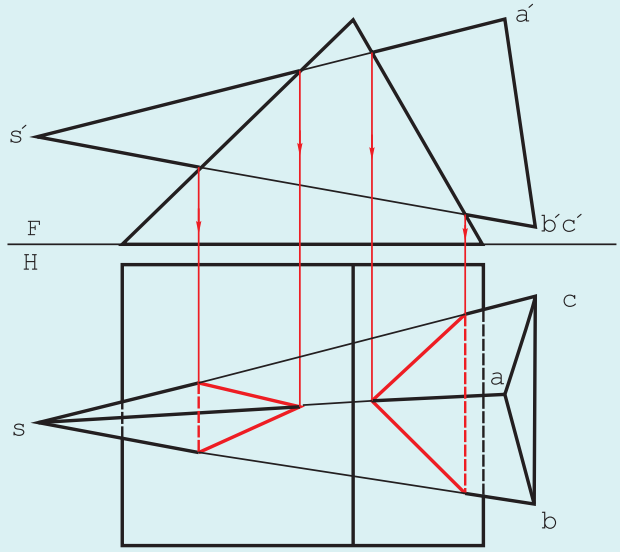
برخورد دو مخروط، در این حالت هم می‌توان با استفاده از دایره‌های کمکی و به سادگی به پاسخ رسید. به شکل ۲۰ــ۵ نگاه کنید.



شکل ۲۰ــ۵

کوچکترین دایره آن است که به مخروط II مماس شده ولی هنوز مخروط I را قطع می‌کند.

ضمناً دیدیم که اگر کوچکترین دایره به هر دو مخروط مماس شود، فصل مشترک به‌صورت خط مستقیم ترسیم خواهد شد. نمونه‌ای از برخورد هرم و منشور هم در شکل ۲۱ــ۵ دیده می‌شود.



شکل ۲۱ــ۵

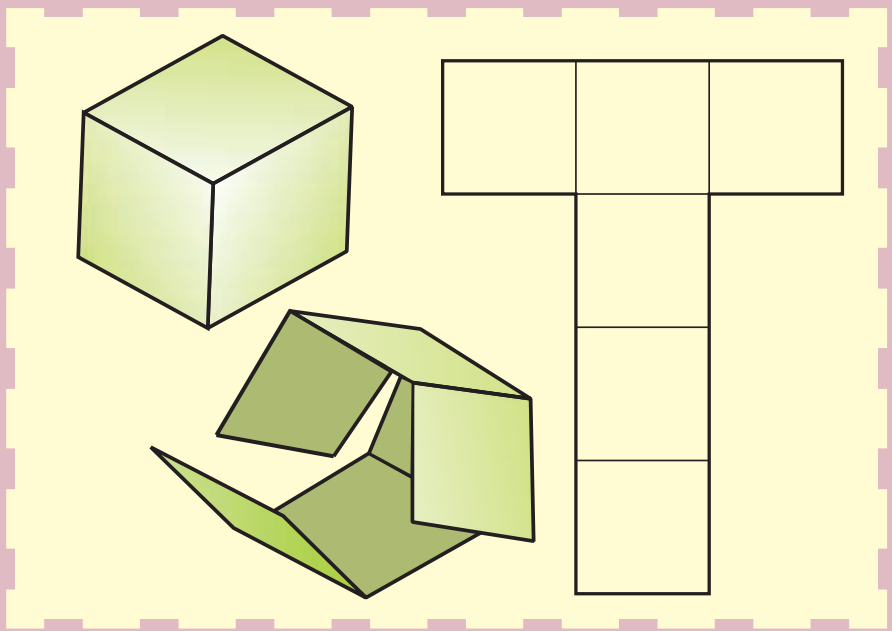
تحقیق کنید

۱ــ اگر بخواهیم در مسائل شمارهٔ ۵ و ۶ و ۷، هر سه نما را رسم کنیم، روش کار چیست؟

۲ــ آیا منحنی‌های به‌دست آمده در برخورد استوانه‌ها و استوانه و مخروط داده شده در متن، شکل معینی دارند؟ در این صورت نام آن‌ها چیست؟

فصل ۶

گسترش و اصول آن



از ورق می‌توان حجم‌های گوناگون را ساخت.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ گسترش را تعریف کند.

۲ــ اصول گسترش را شرح دهد.

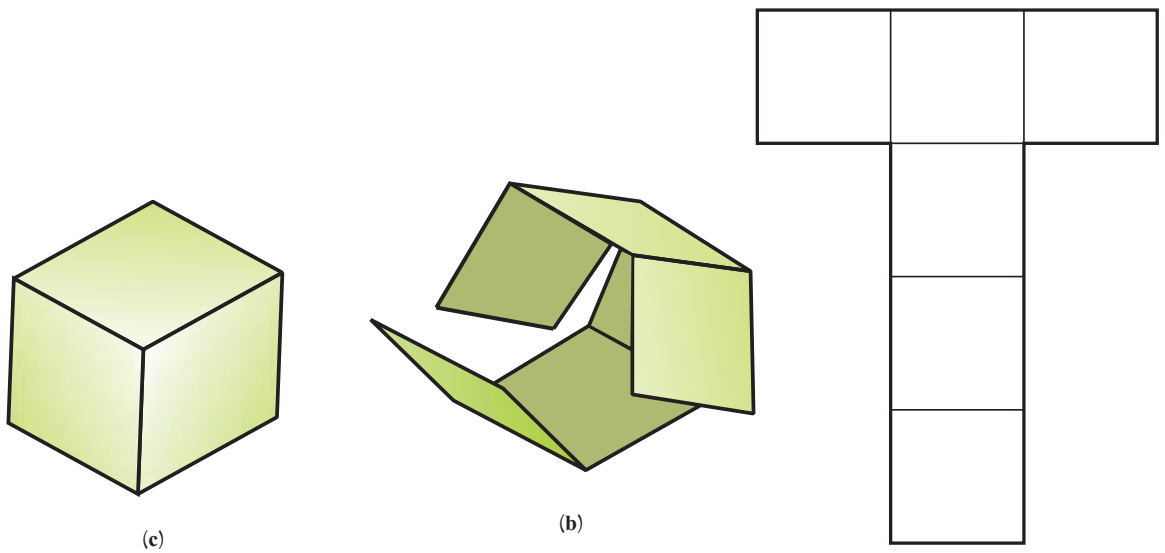
۳ــ روش‌های اتصال را بیان کند.

۴ــ انواع فرنگی پیچ را رسم کند.

در گفتاری که با عنوان گسترش مطرح می‌شود، برخی اصطلاحات را به‌کار می‌بریم. ابتدا به، اختصار دربارهٔ آن‌ها گفتگو می‌کنیم.

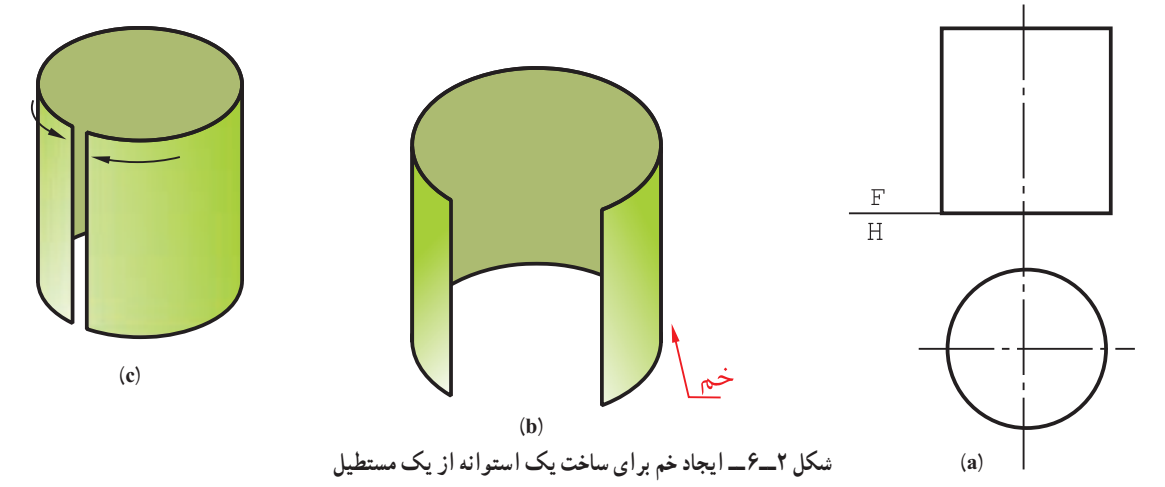
۱ــ۶ــ مقدمه

زمانی که بخواهیم از ورق دو بعدی فلزی یا غیر فلزی، حجمی یا ظرفی را بسازیم، یک روش آن است که طرحی دو بعدی و مناسب برای آن روی ورق رسم کنیم و پس از بریدن، شکل دادن به آن و استفاده از چسب یا جوش یا...، آن را بسازیم. به این کار، یعنی ترسیم شکل مناسب برای ساخت حجم مورد نظر، گسترش یا گسترانیدن می‌گویند (شکل ۱ــ۶).



شکل ۱ــ۶

۱ــ۱ــ۶ــ خم (یا انحنا)[1] : اگر به کمک دست یا نورد، ورق را به شکل منحنی در آوریم، می‌گوییم آن را خم کرده‌ایم[2]. توجه شود که در این خم کردن، خط مشخصی روی ورق به وجود نمی‌آید (شکل ۲ــ۶).

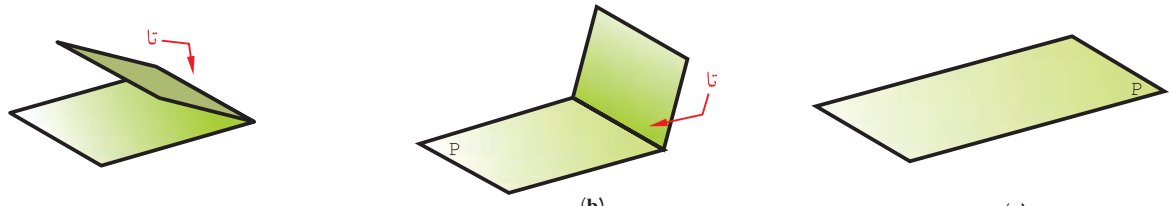


شکل ۲ــ۶ــ ایجاد خم برای ساخت یک استوانه از یک مستطیل

۱ــ در بسیاری موارد وقتی ورق را تا می‌کنند گفته می‌شود که خمکاری انجام شده است. در هر حال هنگام استفاده از اصطلاحات خم کردن و خمیدگی باید به مفهوم آن توجه شود.

۲ــ از اصطلاح، رول کردن، هم استفاده می‌شود (همچنین از عبارت دور کردن).

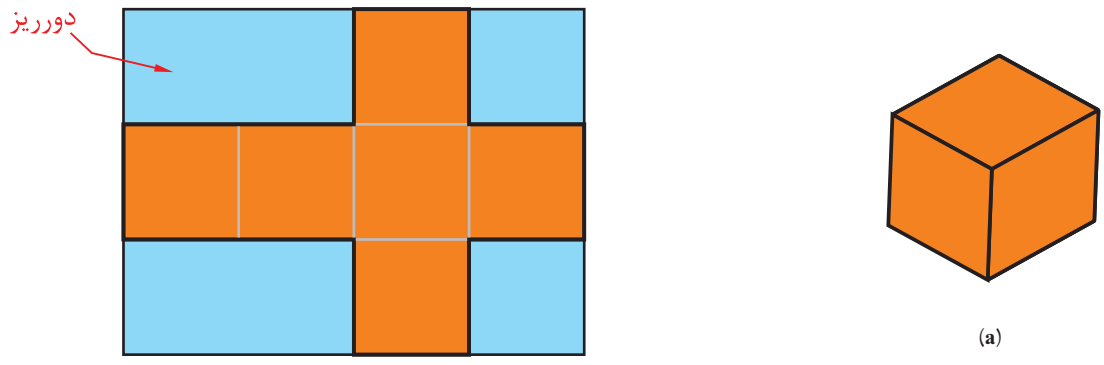
۲ــ۱ــ۶ــ تا : اگر ورق را به گونه‌ای شکل دهیم که روی آن یک خط مشخص به وجود آید، می‌گوییم آن را تا زده‌ایم[۱] (شکل ۳ــ۶).



(a) (b) (c)

شکل ۳ــ۶

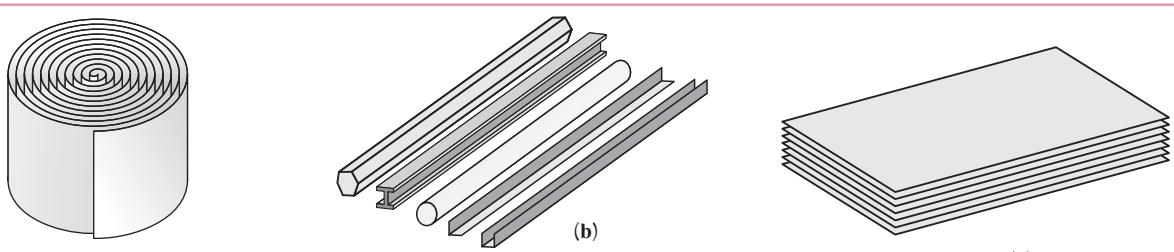
۳ــ۱ــ۶ــ دور ریز : مقداری از ورق است که پس از بریدن طرح گسترش، زائد و به عبارت دیگر ضایعات است (شکل ۴ــ۶).



(a) (b)

شکل ۴ــ۶

۴ــ۱ــ۶ــ نیم ساخته : قطعاتی هستند که برای استفاده از آن‌ها لازم است با روش‌های مختلف، مانند برش یا خم کردن و... تغییراتی در آن‌ها ایجاد کرد. از آن‌ها می‌توان به ورق‌ها و شمش‌ها اشاره کرد (شکل ۵ــ۶).



(a) (b) (c)

شکل ۵ــ۶

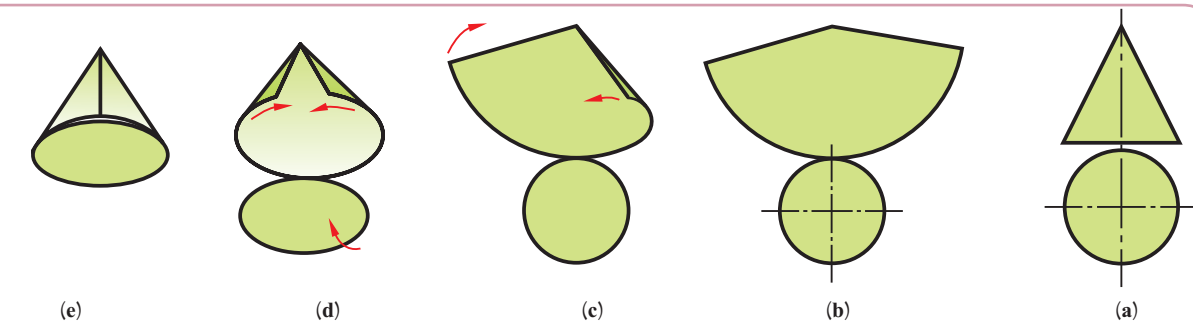
۵ــ۱ــ۶ــ فرنگی پیچ : عبارت است از فرم‌ها و شکل‌هایی که در لبه‌ها ایجاد می‌شود، تا ورق‌های فلزی به هم متصل گردند. شکل 6a ــ۶ تا c یک نمونه را معرفی می‌کند.

۱ــ در بسیاری مواقع به‌جای اصطلاح «تا کردن» از اصطلاح «خم کردن» هم استفاده می‌شود. باید به مفهوم دقت کرد.

شکل ۶ــ۶

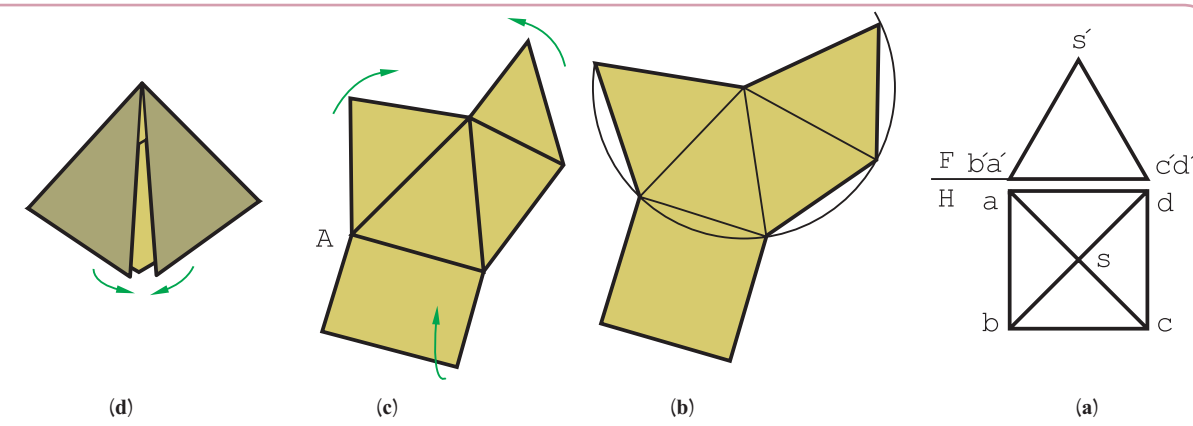
۲ــ۶ــ گسترش

گسترش عملی است که طی آن یک حجم سه بعدی را بر روی یک ورق دو بعدی می‌گسترانیم. شکل ۷ــ۶ نمونه‌ای را ارائه می‌کند.



شکل ۷ــ۶

پس از انجام این کار می‌توان با برش‌ها و زدن تاها و خم‌های لازم، حجم مورد نظر را ساخت در شکل ۸ــ۶ نمونهٔ دیگری دیده می‌شود.



شکل ۸ــ۶

۱ــ۲ــ۶ــ گسترش مربوط به چه اجسامی است؟ به طور معمول مبحث گسترش مربوط به احجام است. یعنی آن‌هایی که از انواع ورق، چه فلزی و چه غیر فلزی، ساخته می‌شوند.

اگر توجه کنیم که یکی از مهم‌ترین نیم‌ساخته‌های صنعتی ورق‌ها هستند، به اهمیت این موضوع بیشتر پی می‌بریم.

۳ــ۶ــ اصول گسترش

۱ــ گسترش مخصوص احجامی است که از ورق ساخته می‌شوند. می‌توان به آن‌ها ظروف هم گفت.

۲ــ در گسترش، دور ریز کمتر مورد نظر است.

۳ــ جسم باید راحت‌تر ساخته شود.

۴ــ اگر همهٔ قسمت‌ها به‌هم متصل باشند بهتر است[۱].

۵ــ خطِ تا، با خط نازک رسم می‌شود.

۶ــ خط‌های دورهٔ گسترش، با خط اصلی رسم می‌شوند.

۷ــ برای اتصال لبه‌ها به‌هم، زائده‌های لازم پیش‌بینی می‌شود.

۸ــ به طور معمول هنگام گسترش، ضخامت ورق را کم فرض می‌کنند و از آن صرف نظر می‌شود.

۹ــ حجم‌ها را معمولاً با تقریب اضافی می‌سازند[۲].

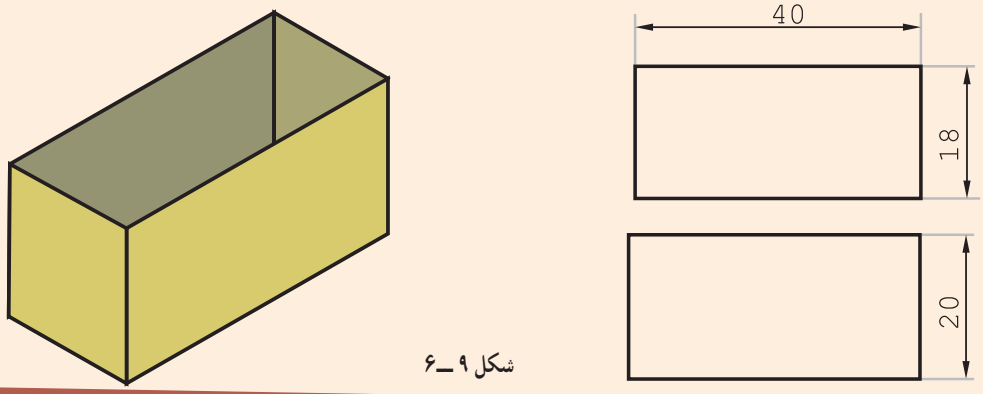
۱۰ــ رسیدن به شکل دقیق ساختمانی، اهمیت دارد.

۱۱ــ در گسترش فقط از اندازه‌های حقیقی استفاده می‌شود.

۱۲ــ کمتر شدن هزینه‌های ساخت اهمیت دارد.

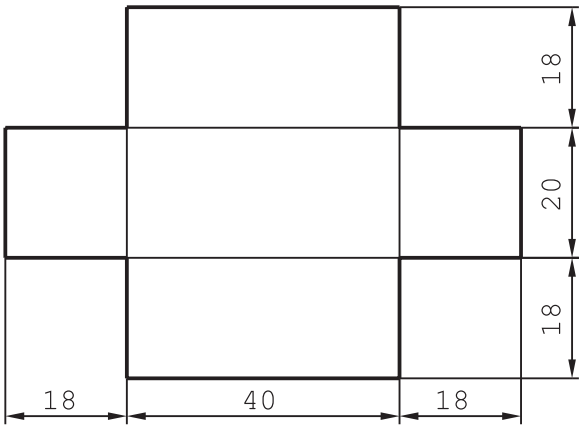
پرسش

می‌خواهیم یک جعبهٔ مکعب مستطیلی مطابق شکل ۹ــ۶ بسازیم. گستردهٔ لازم چیست؟



شکل ۹ــ۶

ــ گسترده از پنج مستطیل تشکیل می‌شود که آن‌ها را متصل به‌هم روی ورق رسم می‌کنیم (شکل ۱۰ــ۶).



شکل ۱۰ــ۶

۱ــ گرچه می‌توان یک مکعب را با شش مربع جدا از هم ساخت، ولی اگر آن‌ها در گسترش متصل به هم باشند، کار ساخت آسان‌تر خواهد شد.

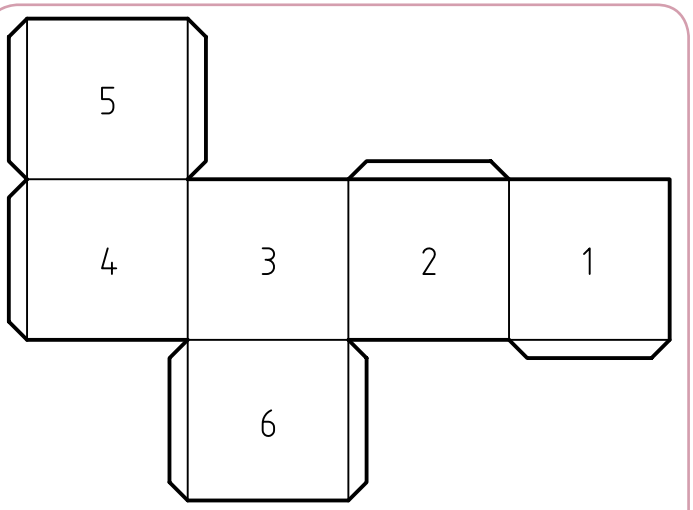
۲ــ یعنی بزرگ‌تر می‌سازند، زیرا حجم‌ها معمولاً خیلی دقیق نیستند.

باید به چگونگی رسم خطها و ضخامت آن‌ها دقیقاً توجه شود. معمولاً گسترده را اندازه‌گذاری نمی‌کنند، زیرا با ابعاد واقعی رسم شده و برای ساخت آماده است[1].

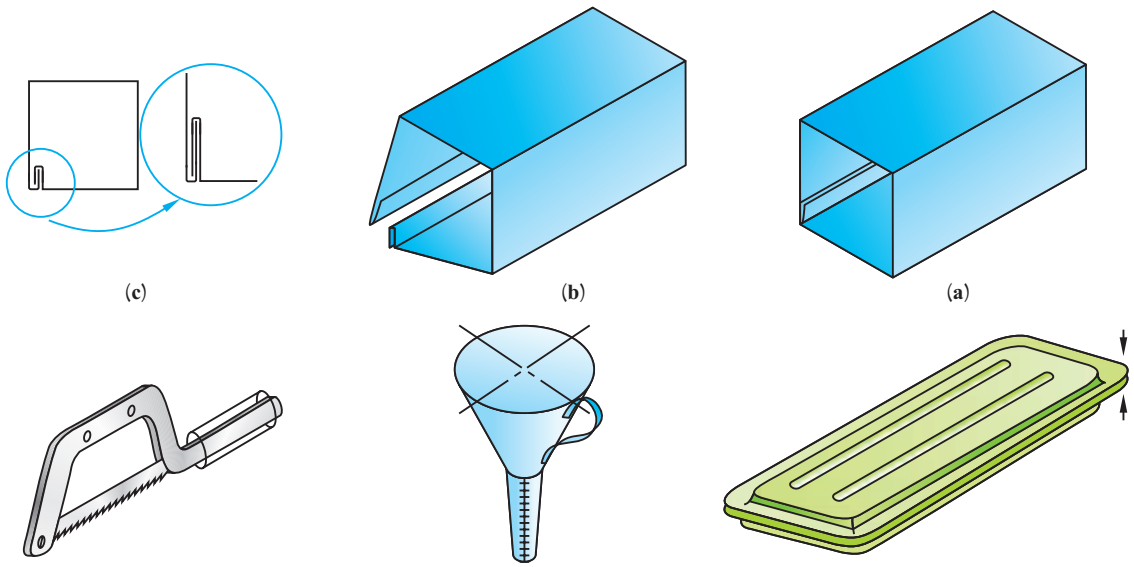
۴ــ۶ــ روش‌های اتصال

برای اتصال ورق‌ها به‌هم می‌توان از انواع چسب، پیچک، لحیم، جوش و پرچ استفاده کرد. برای ورق‌های نازک غیرفلزی چسب مناسب است. به همین منظور باید لبه‌های اضافی در نظر گرفت (شکل ۱۱ــ۶).

برای ورق‌های نازک فلزی، انواع فرنگی پیچ، نقطه جوش و قرقره جوش کاربرد دارد (شکل ۱۲ــ۶).



شکل ۱۱ــ۶

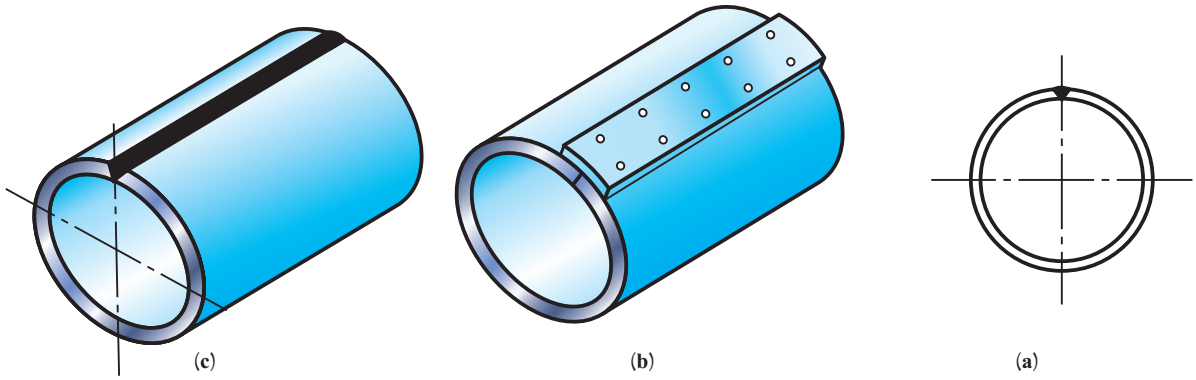


شکل ۱۲ــ۶

برای ورق‌های ضخیم فلزی می‌توان از پرچ یا جوش استفاده کرد. اگر روش اتصال جوش باشد، بدیهی است که باید درزهای جوش مناسبی درنظر گرفت[2]. (شکل ۱۳ــ۶)

۱ــ گاهی، برای ساخت قالب برش آن، برای کنترل و بازرسی و یا برای نمونه‌های آموزشی گفته شده، گسترده اندازه‌گذاری خواهد شد.

۲ــ در آینده توضیح بیشتر داده خواهد شد. در جدول‌های شمارهٔ ۱ــ۶ و ۲ــ۶ انواع پیچک‌ها معرفی شده‌اند.



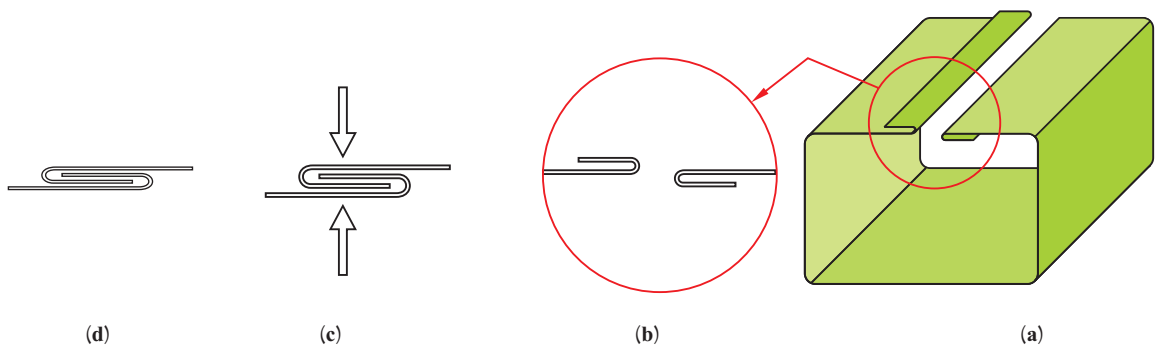
شکل ۱۳ــ۶

۵ــ۶ــ انواع فرنگی پیچ

پیچک‌ها یا اتصال‌های قفلی یا فرنگی پیچ‌ها نوعی از اتصالات هستند که برای ورق‌های نازک هم جنس یا غیر هم جنس مناسب است.

در این روش اتصال، لبهٔ ورق‌ها را به‌گونه‌ای مناسب خم و سپس به‌صورت قفلی در یک‌دیگر داخل می‌کنند. آنگاه کوبیده می‌شوند یا زیر دستگاه فشار قرار می‌گیرند. به این ترتیب یک اتصال مطمئن به‌وجود می‌آید.

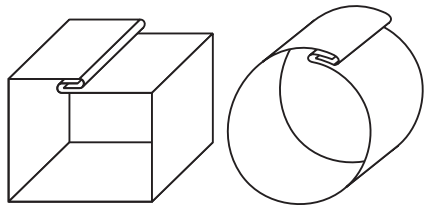
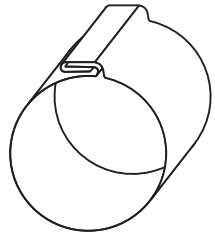
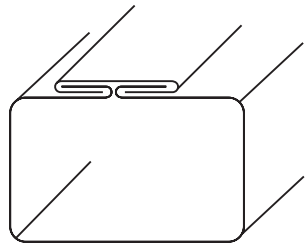
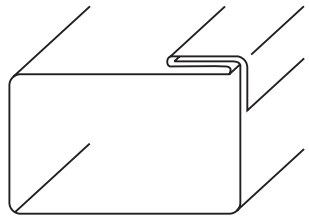
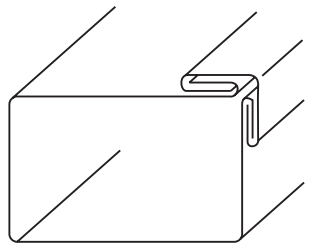
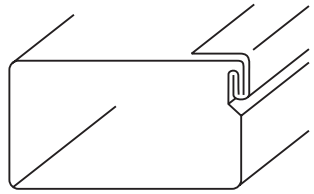
در پیچکِ نشان داده شده در شکل ۱۴ ــ ۶، ابتدا در دو لبهٔ ورق خم‌های لازم زده می‌شود و سپس با کوبیدن یا فشردن، اتصال محکم می‌شود.



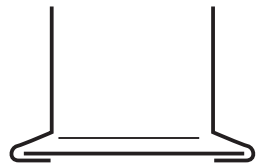
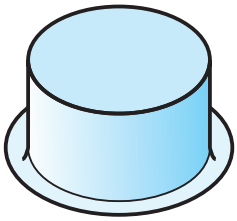
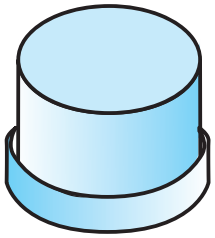
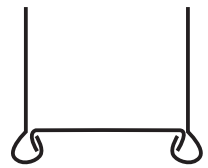
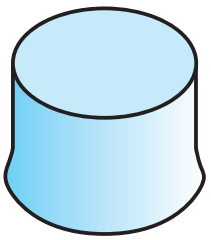
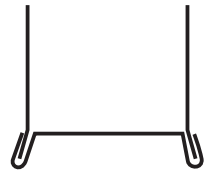
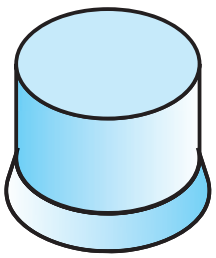
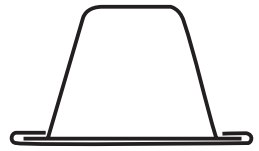
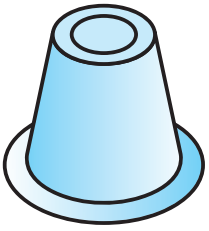
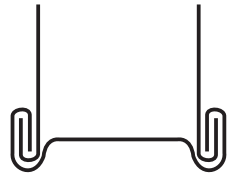
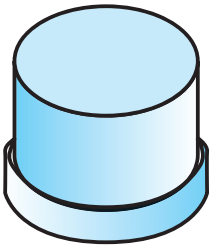
شکل ۱۴ــ۶

در جدول ۱ــ۶ نمونه‌های دیگری از روش‌های اتصال دیده می‌شود.

جدول ۱ــ۶

	شکل پیچک	کاربرد
۱	پیچک ساده	بیشتر از اتصالات طولی کانال ــ استوانه 
۲	فرنگی پیچ ساده با ضامن	اتصالات طولی استوانه، مخزن، کانالی 
۳	فرنگی‌پیچ کشویی	اتصالات موقت یا متحرک طولی 
۴	پیچک کانال (آمریکایی)	اتصالات طولی کانال 
۵	فرنگی پیچ گوشه	اتصال مستقیم یا دارای زاویه 
۶	فرنگی‌پیچ کشویی گوشه	اتصال مستقیم زانو و سه راه با مقاطع چهارگوش 

جدول ۲ــ۶ــ معرفی شکل‌های فرنگی‌پیچ و کاربرد آنها

	شکل فرنگی پیچ	کاربرد
۱	 فرنگی پیچ کف ساده	 اتصال استوانه مانند کلاهک
۲	فرنگی پیچ کف دوبل	 اتصال کف مخزنی مانند استوانه، مکعب...
۳	 پیچک دوبل	 اتصال کف
۴	 پیچک کف	 اتصال کف
۵	 پیچک ساده	 اتصال کف، مانند اتصال دکمه فلزی
۶	 پیچک دوبل بلند	 اتصال کف

گزیدهٔ مطالب

۱ــ فرم دادن ورق به شکل منحنی را «خم» و فرم دادن به شکل لبه را «تا» گویند.
۲ــ فرنگی پیچ یا پیچک، فرمی است که برای اتصال ورق‌های فلزی به‌هم، در لبه‌ها ایجاد می‌شود.
۳ــ گسترش، عملی است که طی آن یک حجم سه بعدی را روی یک ورق دو بعدی می‌گسترانیم.
۴ــ خطِ تا، نازک و خطِ دورهٔ گسترش، پهن خواهد بود.
۵ــ حجم، معمولاً با تقریب اضافی ساخته می‌شود.
۶ــ در گسترش تنها از اندازه‌های حقیقی استفاده می‌شود.

توجه

در همهٔ موارد، رسم شکل دستی لازم است.

ارزشیابی نظری

۱ــ منظور از اصطلاح «خم» را شرح دهید.
۲ــ مفهوم اصطلاح «تا» را توضیح دهید.
۳ــ دور ریز چیست؟ آیا میزان آن اهمیتی دارد؟
۴ــ نیم‌ساخته به چه شکل از مواد گفته می‌شود؟
۵ــ منظور از فرنگی‌پیچ چیست؟ یک نمونه را دقیقاً معرفی کنید. دو اصطلاح دیگر برای فرنگی‌پیچ کدام‌اند؟
۶ــ گسترش را دقیقاً تعریف کنید.
۷ــ حداقل ده مورد از اصول گسترش را بنویسید (رسم شکل دستی در یکی از موارد لازم است).
۸ــ یک نمونه از گسترش را معرفی کنید.
۹ــ برای اتصال لبه‌ها در ساخت، از چه روش‌هایی استفاده می‌شود؟
۱۰ــ برای ساخت یک پیچک چه می‌کنند؟

ارزشیابی عملی

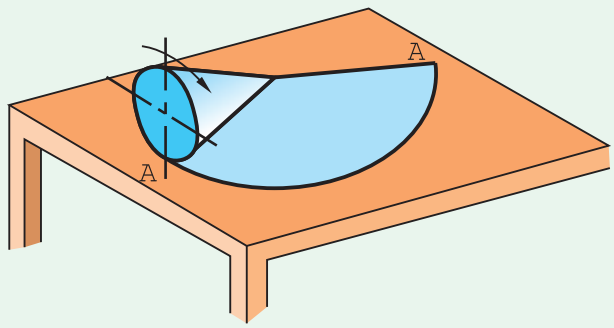
۱ــ گسترش کامل مکعب مستطیلی به ابعاد ۶۰ × ۳۵ × ۲۸ را با در نظر گرفتن لبه‌های اضافی برای چسباندن، رسم کنید.
۲ــ جدول ۱ــ۶ و ۲ــ۶ را مجدداً و با دقت رسم کنید.

تحقیق کنید

آیا گسترش برای جسم توپر هم مطرح هست؟ چگونه؟

فصل ۷

گسترش احجام ساده



گسترش پایه‌ای است برای ساختن حجم

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ گسترش منشور را رسم کند.

۲ــ گسترش هرم را رسم کند.

۳ــ گسترش استوانه را رسم کند.

۴ــ گسترش مخروط را رسم کند.

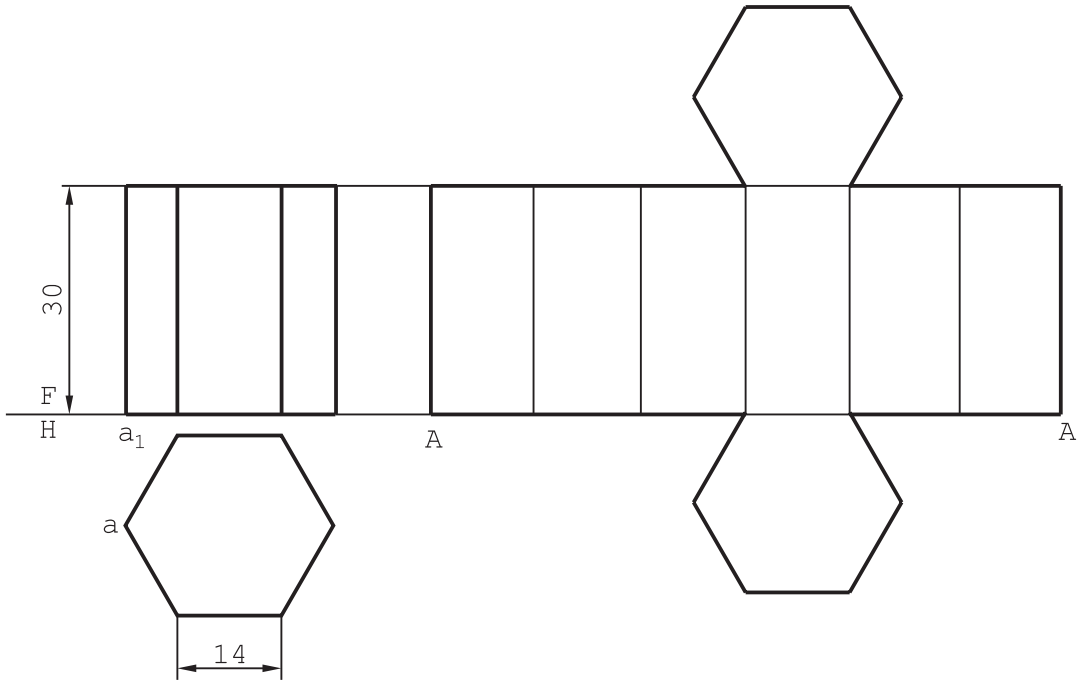
۵ــ گسترش کره را رسم کند.

۶ــ ماکت گسترش‌ها را بسازد.

۱ــ۷ــ گسترش منشور

گستردهٔ بدنهٔ یک منشور کامل می‌تواند از چند مستطیل یا متوازی‌الاضلاع و دو قاعده به‌صورت چند ضلعی تشکیل شود.

۱ــ۱ــ۷ــ گسترش منشور قائم : منشور قائم کامل، از مستطیل‌های جانبی و قاعده‌های آن تشکیل می‌شود. در شکل ۱ــ۷ گسترش منشور با قاعدهٔ شش ضلعی منتظم رسم شده است.



شکل ۱ــ۷

گسترده، یک مستطیل با طول ۸۴ و عرض ۳۰ است. دو قاعده هم اضافه شده است. کار ساده است زیرا همهٔ یال‌ها دارای اندازهٔ واقعی هستند.

همان‌گونه که دیده می‌شود، منشور از یال A باز شده است. جای باز شدن را می‌توان، از جهات مختلف، مانند ساده‌تر شدن گسترش، ساده‌تر بودن ساخت و... تعیین کرد. البته در گسترش‌های آینده، موارد زیر رعایت می‌شود :

ــ ساده‌تر بودن رسم گسترش؛

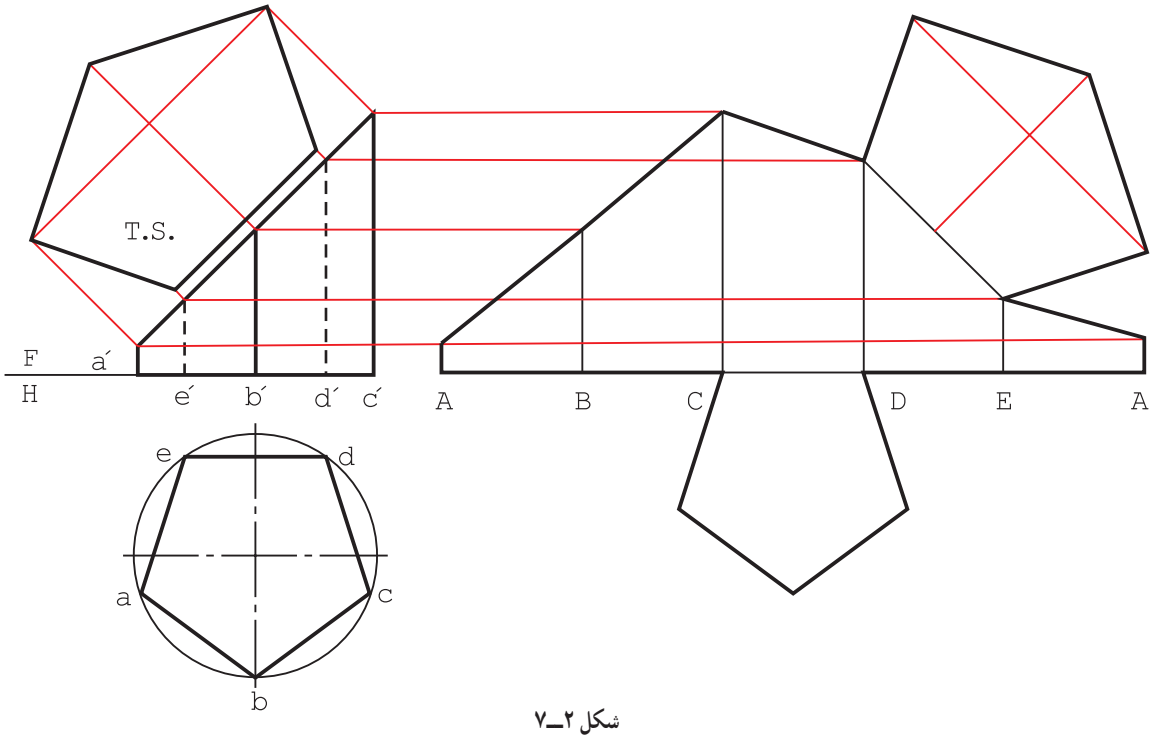
ــ در نظر نگرفتن زائده‌های اضافی برای اتصال، مثلاً چسباندن (تنها برای ساده‌تر شدن گسترش)؛

ــ در نظر گرفتن دقیق ضخامت خط‌ها؛

ــ صرف نظر از اندازه‌گذاری و در نظر گرفتن حروف یا شماره برای نام گذاری (در صورت نیاز).

۲ــ۱ــ۷ــ گسترش منشور برش خورده : منشور با قاعدهٔ پنج ضلعی منتظم را در نظر می‌گیریم (شکل ۲ــ۷).

این منشور با یک صفحهٔ منتصب بریده شده است. انتقال قاعده و مقطع، مطابق موارد گفته شده در انتقال (فصل ۲)، صورت می‌گیرد.

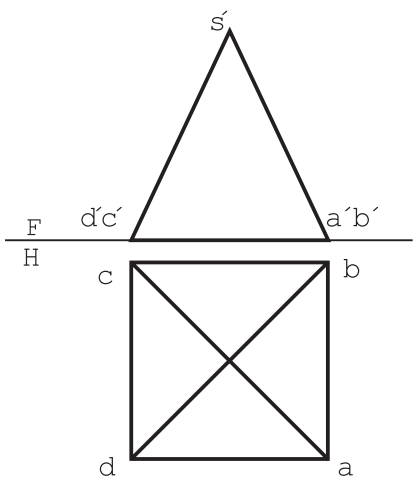


شکل ۲ــ۷

۲ــ۷ــ گسترش هرم

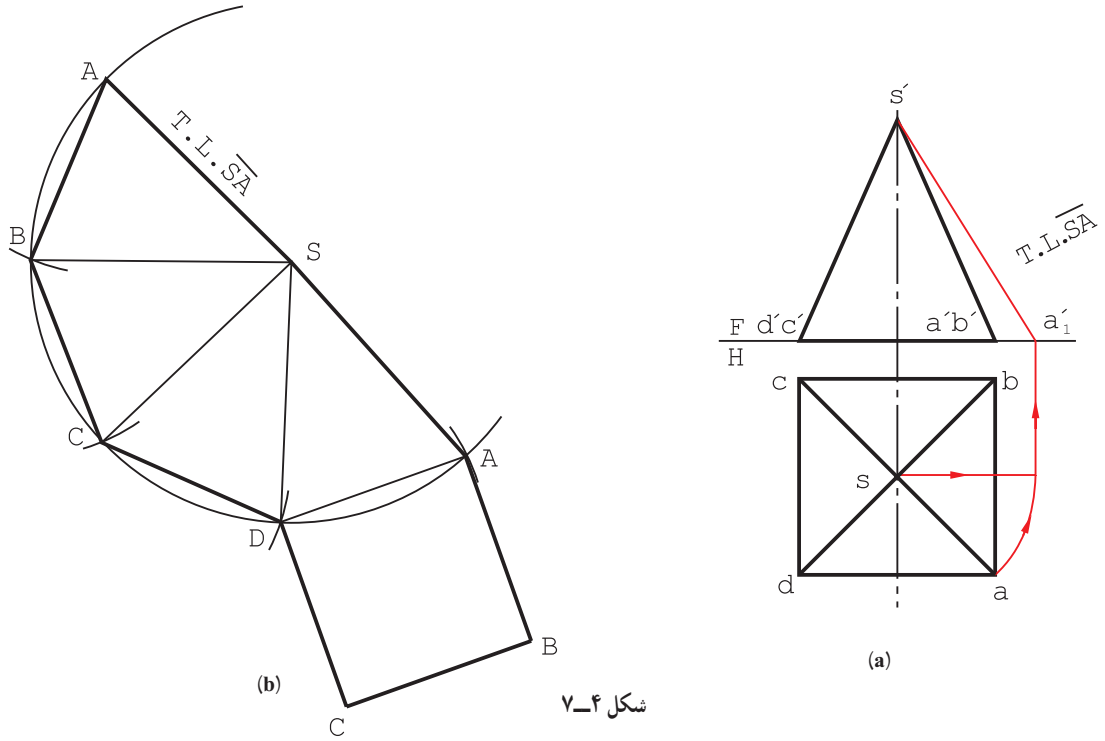
گستردهٔ بدنهٔ یک هرم کامل، از چند مثلث تشکیل می‌شود ضمن این که قاعده هم باید افزوده شود.

۱ــ۲ــ۷ــ گسترش هرم کامل : هرم معرفی شده در شکل۳ ــ ۷ دارای قاعدهٔ مربع است. همهٔ یال‌های آن برابرند و برای رسم گسترش، ابتدا باید اندازهٔ حقیقی یکی از یال‌ها مثلاً $\overline{SA}$ تعیین شود.



شکل ۳ــ۷

با انتخاب جای مناسب، پاره‌خط $\overline{SA}$ را رسم می‌کنیم. هرم از روی یال $\overline{SA}$ باز می‌شود (شکل ۴ــ۷).



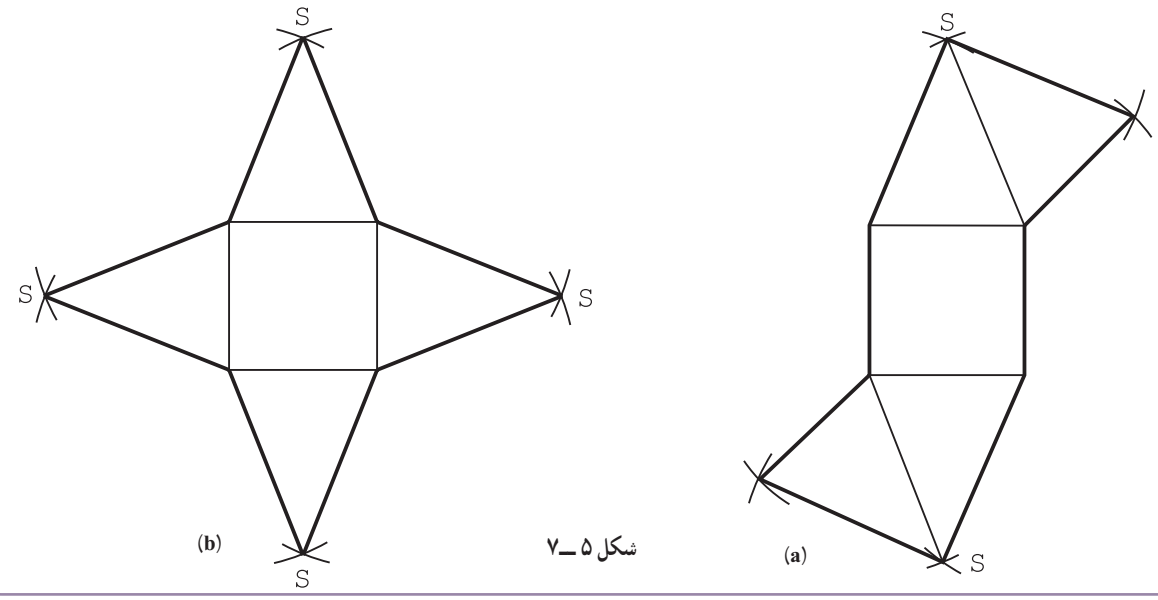
شکل ۴ــ۷

ــ باید مثلث SAB رسم شود. اندازهٔ واقعی AB و SB معیّن است. حال به کمک کمان‌هایی که با پرگار می‌زنیم، مثلث را می‌سازیم.

ــ به همین ترتیب سه مثلث دیگر را اضافه می‌کنیم.

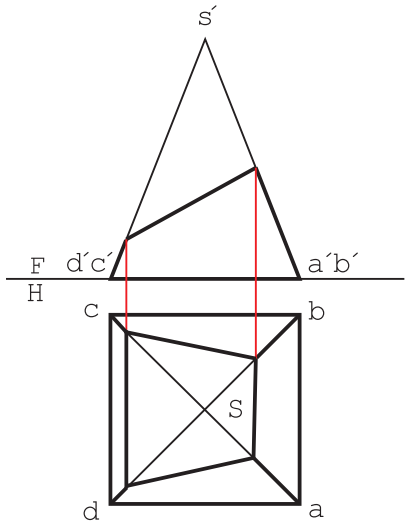
ــ با افزوده شدن قاعده، گسترش کامل می‌شود.

این گسترش به صورت‌های دیگر هم ممکن است (شکل ۵ــ۷). شما کدام را بهتر می‌دانید؟



شکل ۵ــ۷

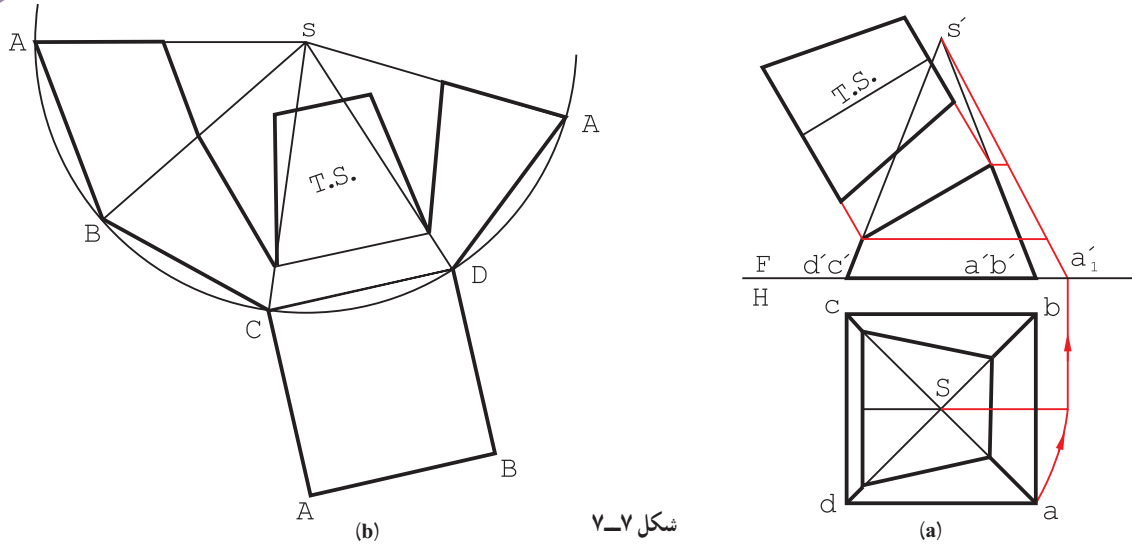
۲ــ۲ــ۷ــ گسترش هرم برش خورده : در شکل ۶ــ۷، هرم با یک صفحهٔ منتصب بریده شده است.



شکل ۶ــ۷

ــ اندازهٔ حقیقی باقی‌ماندهٔ یال‌ها را به‌دست می‌آوریم.

ــ اندازهٔ حقیقی مقطع را به‌دست می‌آوریم (شکل ۷ــ۷).



شکل ۷ــ۷

ــ می‌توان ابتدا هرم را به‌صورت کامل فرض کرد و گسترش داد و سپس قسمت‌های جدا شده را کم کرد.

ــ می‌توان با انتخاب جای مناسب، هرم را از یک یال باز نمود.

ــ یال انتخابی را $\overline{SA}$ گرفتیم.

ــ اندازهٔ حقیقی باقی‌مانده از هر یال را روی شکل داریم.

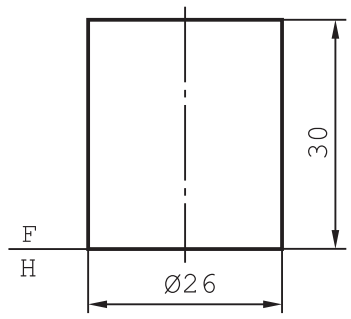
ــ اندازهٔ حقیقی مقطع نیز با روش مثلث‌بندی یا با استفاده از خواص ذوزنقه، قابل انتقال و ترسیم است.

۳ــ۷ــ استوانه

استوانه و احجام استوانه‌ای در صنایع فلزی بسیار اهمیت دارند. لوله‌ها، کانال‌های استوانه‌ای، بیشتر زانوها، ... استوانه‌ای هستند.

۱ــ۳ــ۷ــ گسترش استوانه : استوانه را به دو روش می‌توان گسترش داد.

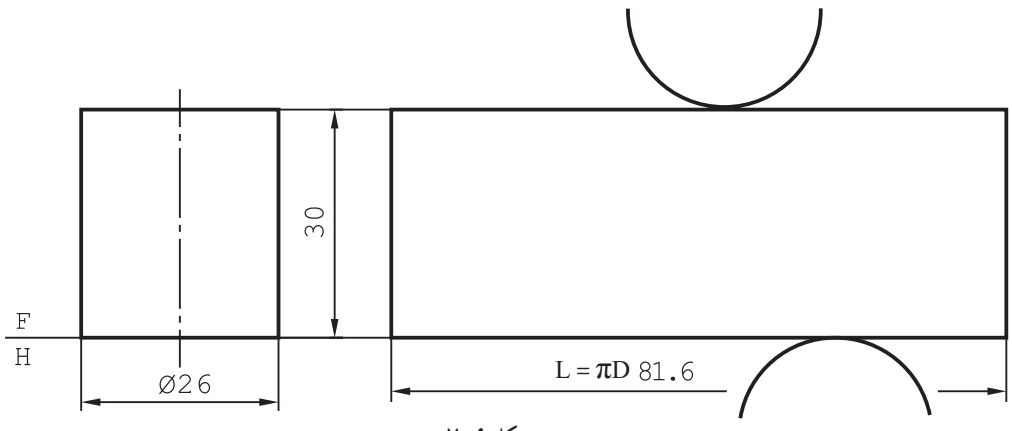
الف) روش دقیق: استوانه‌ای با اندازه‌های شکل ۸ ــ۷ را درنظر می‌گیریم، که باید به گونه‌ای کامل گسترش داده شود.



شکل ۸ ــ۷

ــ گسترش یک مستطیل است با عرض ۳۰ و طول ۳/۱۴ × ۲۶ به همراه دو دایره به قطر ۲۶ (شکل ۹ــ۷). اگر D قطر قاعده و H ارتفاع باشد سطح جانبی عبارت است از :

$A = \pi DH$ (بدون قاعده‌ها)

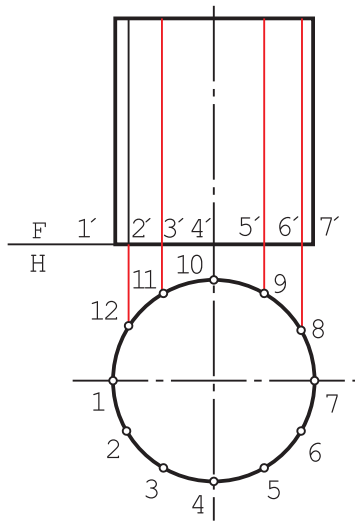


شکل ۹ــ۷

$L = \pi D = ۳/۱۴ \times ۲۶ = ۸۱/۶mm$

$A = \pi DH = ۳/۱۴ \times ۲۶ \times ۳۰ = ۲۴۴۸mm^۲$

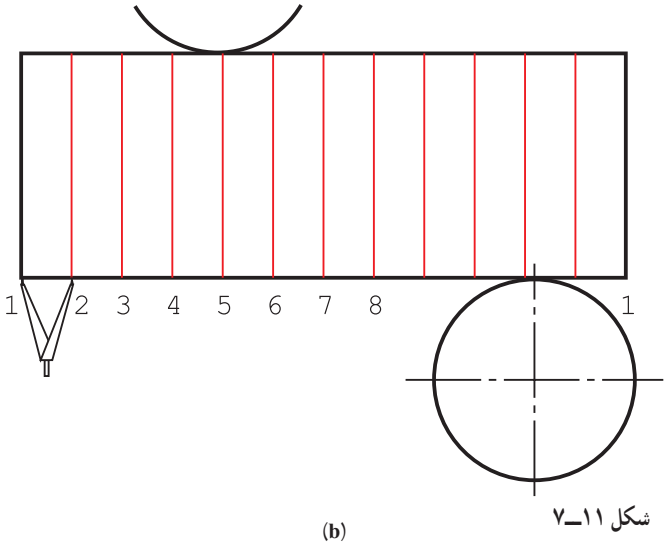
ب) روش تقریبی: می‌توان قاعدهٔ استوانه را تقسیم کرد و طول گسترده را از جمع این قسمت‌ها به‌دست آورد. در شکل ۱۰ــ۷ به کمک گونیای $60^\circ \times 30^\circ$ قاعده را به ۱۲ قسمت کردیم.



شکل ۱۰ــ۷

ــ در حقیقت مانند آن است که به جای استوانه، یک منشور با قاعدهٔ ۱۲ ضلعی منتظم را درنظر گرفته‌ایم.

ــ برای رسم گسترش، ابتدا نقطهٔ ۱ انتخاب شد که جای باز شدن بدنهٔ استوانه است. (شکل ۱۱ــ۷).



شکل ۱۱ــ۷

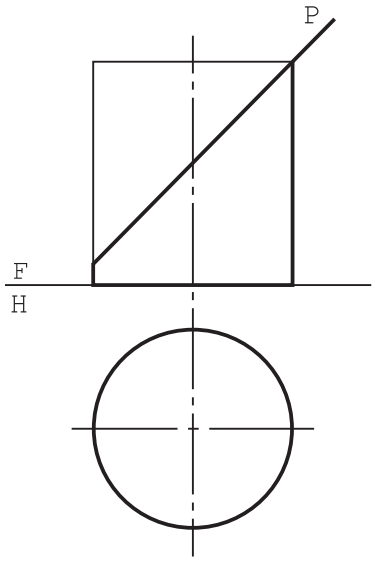
ــ دهانهٔ پرگار تقسیم به اندازهٔ $\overline{12}$ باز شد.

ــ دوازده قسمت پیاپی، با پرگار تقسیم روی گسترده جدا و شکل تکمیل شد. همان گونه که دیده می‌شود، طول گسترده با طول حاصل از محاسبه دقیقاً یک اندازه نیست، زیرا $\overline{12} < \overset{\frown}{12}$، با این توضیح که خطای حاصل قابل توجه نیست[1]. افزون بر آن، اگر دقت

۱ــ با ۱۲ قسمت، خطا حدود ۲٪ و با ۲۴ قسمت، خطا حدود ۰/۶٪ خواهد بود. ضمناً می‌توانید ابتدا محیط دقیق دایره را روی خط مستقیم به کمک محاسبه طبق رابطهٔ $L = \pi D$ تعیین کنید و سپس طبق قضیهٔ تالس آن را به ۱۲ بخش مساوی تقسیم نمایید. (به فصل دوم مراجعه کنید، تقسیم پاره‌خط).

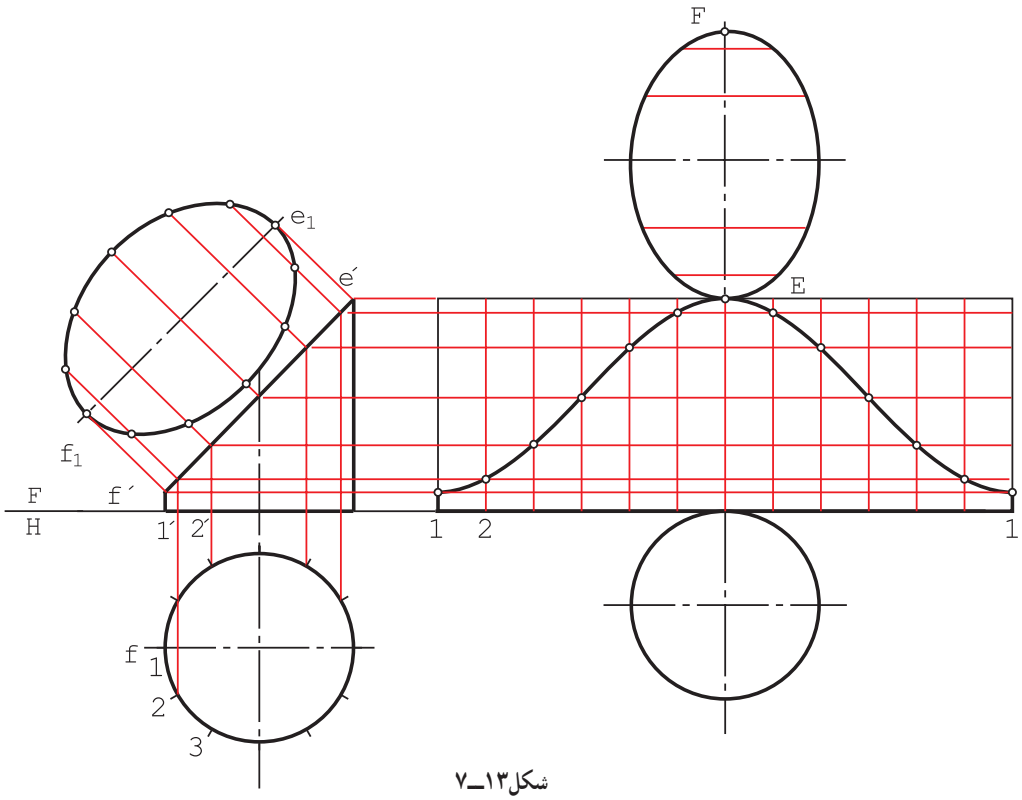
بیشتر لازم باشد می‌توان دایره را مثلاً به ۱۶ یا ۲۴ قسمت کرد. (چگونه؟)

۲ــ۳ــ۷ــ استوانه برش خورده : استوانه‌ای که با یک صفحهٔ منتصب بریده شده مطابق شکل (۱۲ــ۷) است. نمای روبه‌رو و نمای افقی کامل است.



شکل ۱۲ ــ ۷

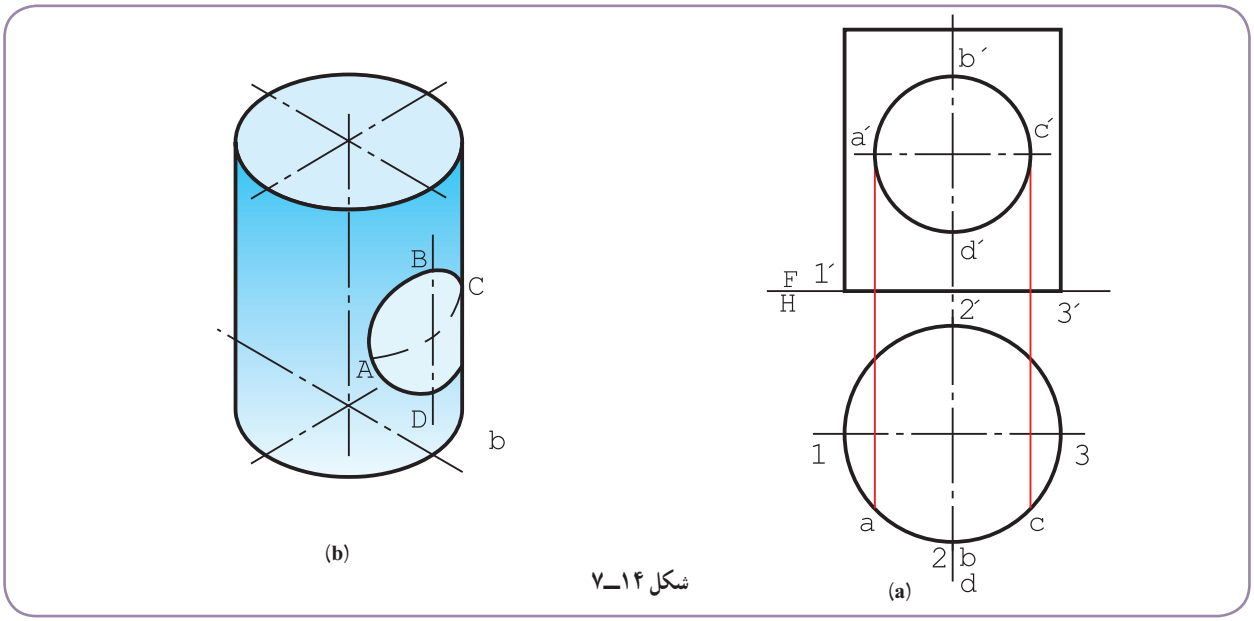
پس از تعیین اندازهٔ حقیقی مقطع، با استفاده از خط‌های کمکی موجود روی نمای روبه‌رو، گسترش را رسم می‌کنیم (شکل ۱۳ــ۷).



شکل۱۳ــ۷

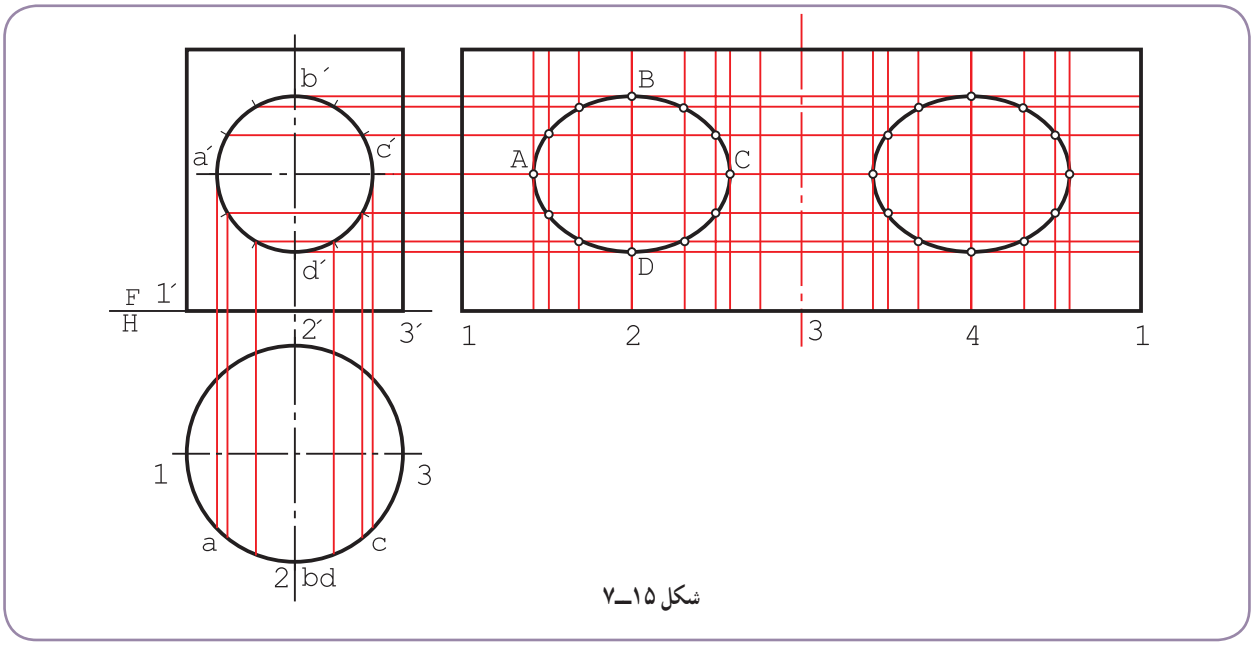
ــ در گسترش با انتخاب FE، مقطع f_1e_1 را منتقل کردیم.

۳ــ۳ــ۷ــ استوانه با سوراخ : روی یک لولهٔ استوانه‌ای نازک، سوراخی به شکل دایره در نمای روبه‌رو ایجاد شده است (شکل ۱۴ــ۷). اگر سوراخ در هر دو طرف باشد، گسترش چیست؟



شکل ۱۴ــ۷

ــ بهتر است برای رسم گسترش، دایرهٔ ABCD تقسیم شود (شکل ۱۵ــ۷).



شکل ۱۵ــ۷

ــ خط‌های کمکی مربوط به قسمت‌ها رسم شد.

ــ دیده می‌شود که بدنهٔ استوانه در نمای افقی به اندازه‌های مساوی تقسیم نشده است، که اشکالی ندارد. حال در گسترش، قسمت‌های نامساوی را، با شروع از ۱ به دنبال هم منتقل می‌کنیم. همچنین برای رسیدن به اندازهٔ دقیق‌تر، فاصلهٔ ۱ تا a را در نمای

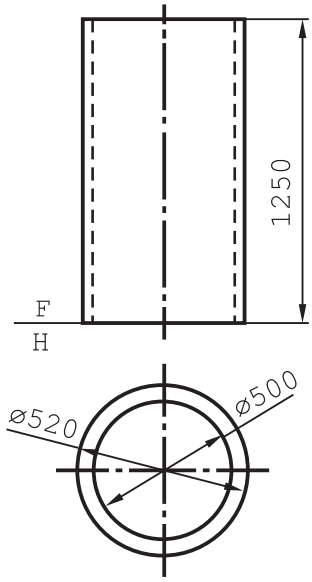
افقی دو قسمت می‌کنیم.

ــ وقتی در گسترش به نقطهٔ ۲ رسیدیم، تا مولّد شمارهٔ ۳ قرینه درنظر می‌گیریم.

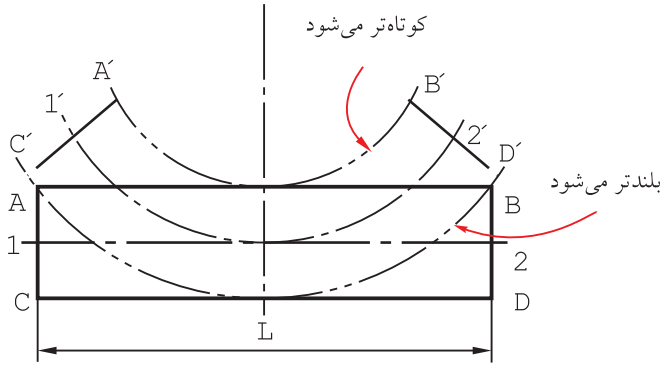
ــ همهٔ شکل، نسبت به مولّد شمارهٔ ۳، در گسترش تقارن دارد که به راحتی به‌دست می‌آید.

۴ــ۳ــ۷ــ گستردهٔ لوله : لولهٔ بزرگی به قطر ۵۰۰ و طول ۱۲۵۰، باید از ورق به ضخامت ۱۰ ساخته شود. گسترش دقیق‌تر چیست؟ (شکل a ۱۶ــ۷).

چون با خم کردن یک ورق کلفت، سطح خارجی کشیده و طول آن اضافه می‌شود و سطح داخلی فشرده و طول آن کم می‌شود، باید لایهٔ میانی ورق را درنظر بگیریم (شکل b ۱۶ــ۷).



شکل ۱۶a ــ۷



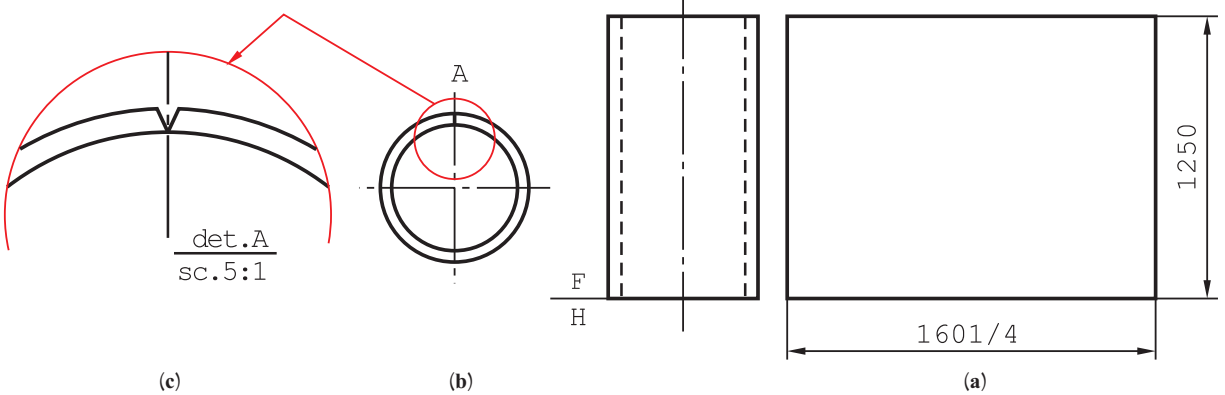
$\overset{\frown}{A'B'} < \overline{AB} = L$

$\overset{\frown}{C'D'} > \overline{CD} = L$

$\overset{\frown}{1'2'} = \overline{12} = L$

شکل ۱۶b ــ۷

در نتیجه طول مورد گسترش باید طول لایهٔ میانی ورق یعنی دایره‌ای به قطر ۵۱۰ باشد (شکل ۱۷ــ۷).



شکل ۱۷ــ۷

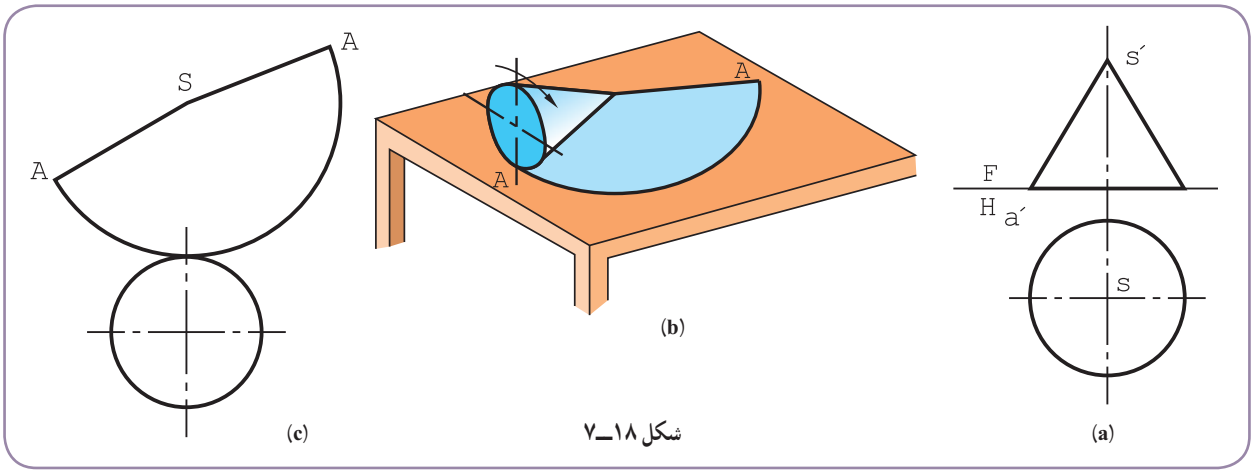
توجه

توجه : می‌توان پیش از خم‌کاری یا پس از آن، درز جوش مناسب را پیش‌بینی و ایجاد کرد[1].

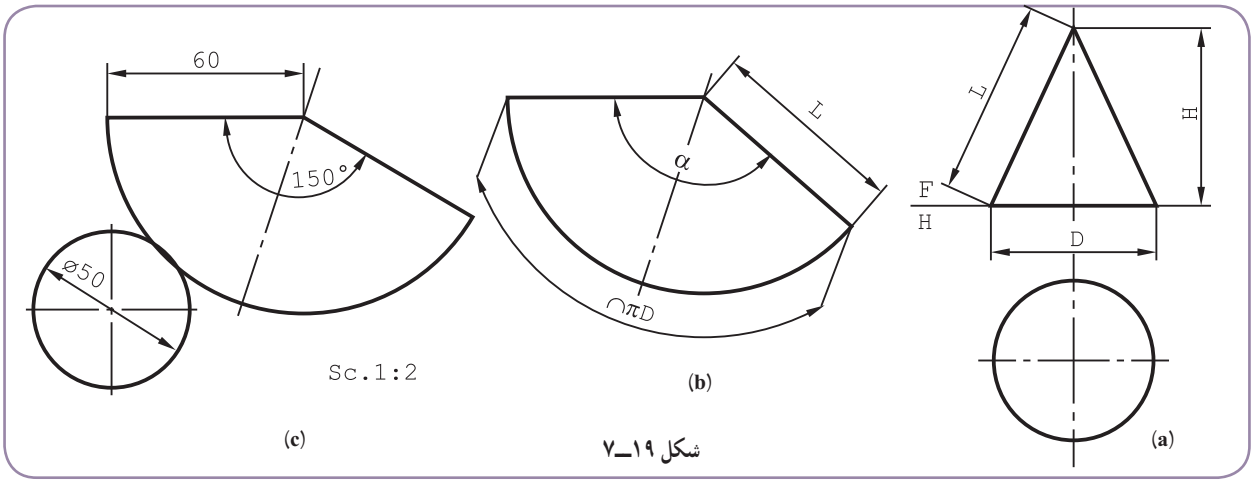
۴ــ۷ــ گسترش مخروط

یک مخروط را می‌توان به دو روش دقیق و تقریبی گسترانید.

یک مخروط به‌صورت قطاعی از دایره گسترش می‌یابد. شعاع این قطاع طول مولّد یعنی L و طول کمان آن برابر محیط قاعدهٔ مخروط یعنی πD خواهد بود. پس $A = \frac{۱}{۲}\pi L.D$ است (سطح جانبی)، شکل ۱۸ــ۷.



۱ــ۴ــ۷ــ گسترش دقیق : برای گسترش مخروط داده شده در شکل ۱۸ــ۷، می‌توان زاویهٔ قطاع دایره، یعنی α را از رابطهٔ $\alpha = \frac{D}{L}.۱۸۰^\circ$ به‌دست آورد. (شکل ۱۹ ــ ۷).

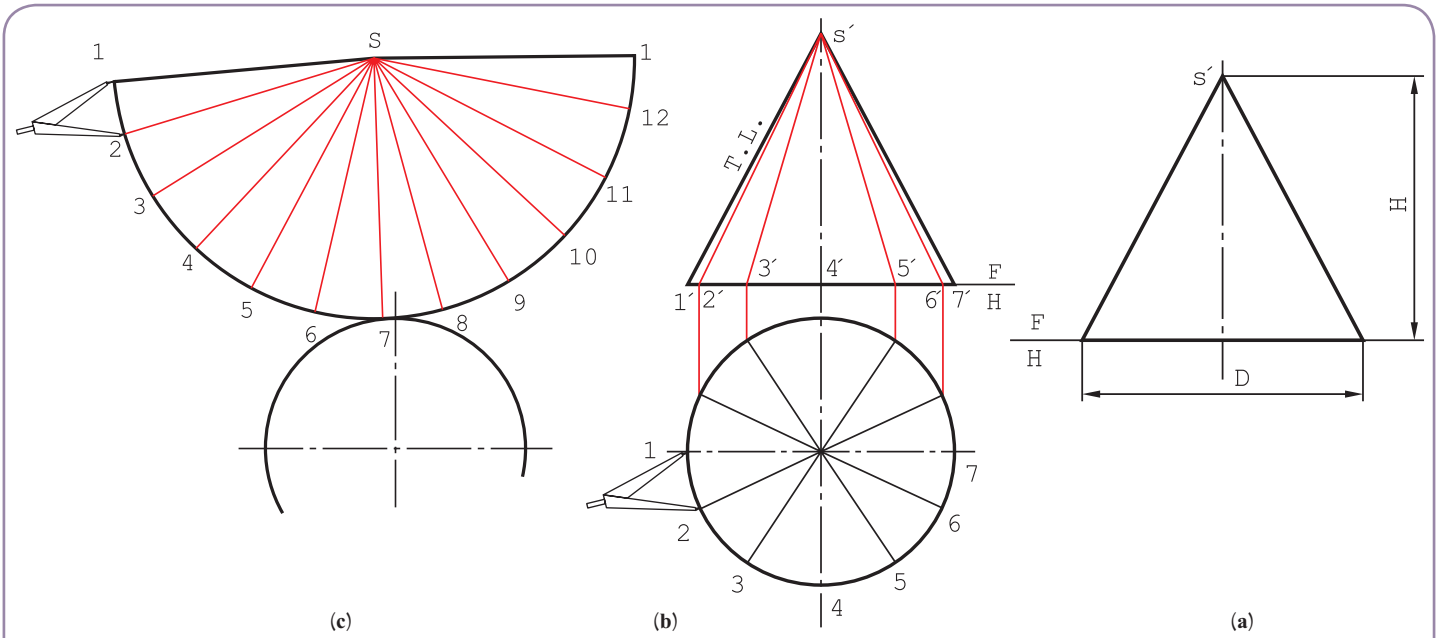


برای نمونه، گستردهٔ مخروط با $L = ۶۰$ و $D = ۵۰$ انجام شد که در آن $\alpha = \frac{۵۰}{۶۰} \times ۱۸۰^\circ = ۱۵۰^\circ$ است. بنابراین کافی است دایره‌ای را با شعاع $L = ۶۰$ رسم و زاویهٔ ۱۵۰ درجه را مشخص کنیم.

۱ــ هم‌چنین ممکن است، استادکاران مسائل دیگری را هم درنظر داشته باشند.

در این‌جا یادآوری این نکته لازم است که معمولاً در معرفی یک مخروط، ارتفاع و قطر قاعده داده می‌شود. پس برای تعیین مولد، بعد از رسم شکل دقیق، مولد اندازه‌گیری می‌شود[1] .

۲ــ۴ــ۷ــ روش تقریبی : اما روشی که دقت مناسب هم دارد، روشی است که در آن پس از رسم دایره‌ای با شعاع مولّد مخروط، محیط قاعده به طور تقریبی روی آن منتقل می‌شود (شکل ۲۰ــ۷).



شکل ۲۰ــ۷

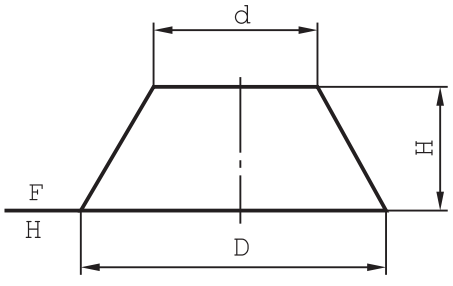
ــ قاعده به ۱۲ قسمت تقسیم شد (در این‌جا مساوی است، ولی می‌تواند نامساوی هم باشد).

ــ به کمک رابط، دوازده مولد روی بدنهٔ مخروط رسم شد.

ــ خط $\overline{S1} = L$ ، با اندازهٔ حقیقی مولّد، در جای مناسبی رسم شد و کمانی به شعاع L زده شد.

ــ دهانهٔ پرگار به اندازهٔ $\overline{12}$ در نمای افقی باز و دوازده قسمت پی در پی روی کمان رسم شده با شعاع L، جدا شد. گستردهٔ بدنهٔ مخروط به‌دست آمده است[2].

۳ــ۴ــ۷ــ مخروط ناقص با رأس معلوم : برای مخروط ناقص شکل ۲۱ــ۷، ترتیب کار چنین است :

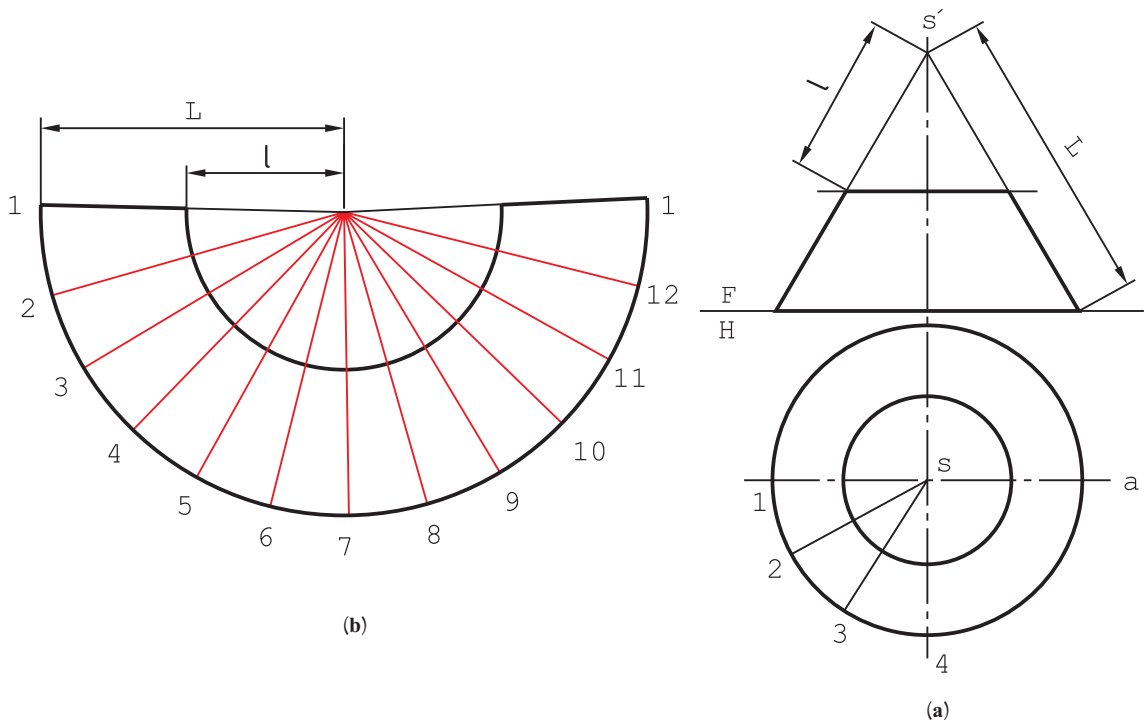


شکل ۲۱ــ۷

۱ــ یا طبق رابطهٔ $L = \frac{\sqrt{D^2 + 4H^2}}{2}$ محاسبه می‌شود.

۲ــ می‌توان آن را با گسترش یک هرم با قاعدهٔ دوازده ضلعی منتظم مشابه دانست.

ــ مولدها امتداد داده شد تا S´ یا نوک مخروط به‌دست آمد. (شکل ۲۲ــ۷).



(a) (b)

شکل ۲۲ــ۷

ــ قاعدهٔ بزرگ تقسیم شد.

ــ کمانی با شعاع L رسم و در حقیقت گسترش مخروط بزرگ ترسیم شد.

ــ پس از تعیین طول کمان لازم، یعنی رسم گستردهٔ مخروط بزرگ، کمان دیگری با شعاع l زده شد که گسترش مخروط ناقص به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر گستردهٔ مخروط کوچک از آن کم شد.

۴ــ۴ــ۷ــ گسترش مخروط ناقص با رأس نامعلوم : اگر رأس مخروط ناقص در دسترس نباشد، یعنی طول مولّد L خیلی زیاد باشد[۱]، می‌توان آن را با روش مثلث‌بندی[۲] گسترش داد.

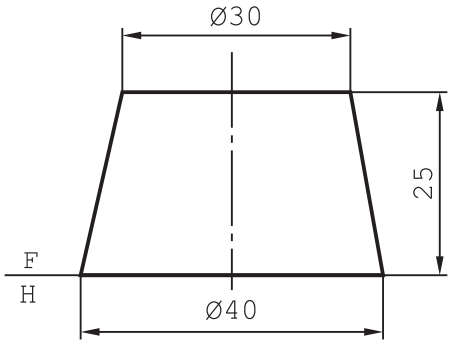
در شکل ۲۳ ــ ۷ دیده می‌شود که با امتداد مولدها، فاصلهٔ S´ یعنی نوک خیلی زیاد است.

بنابراین طبق شکل ۲۴ــ۷، می‌توان بدنهٔ مخروط را به چند ذوزنقهٔ متساوی تقسیم کرد.

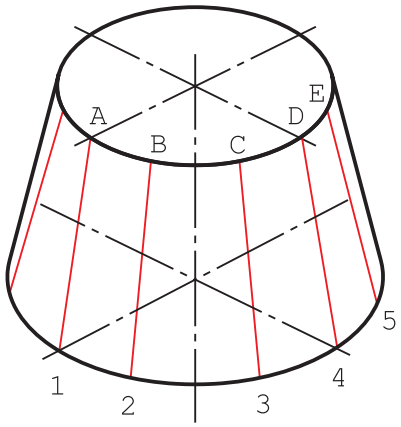
AB۱۲ یک نمونه از این ذوزنقه‌ها است.

۱ــ یعنی باریک شدگی مخروط کم باشد.

۲ــ که به آن روش چلنگری هم گفته‌اند.



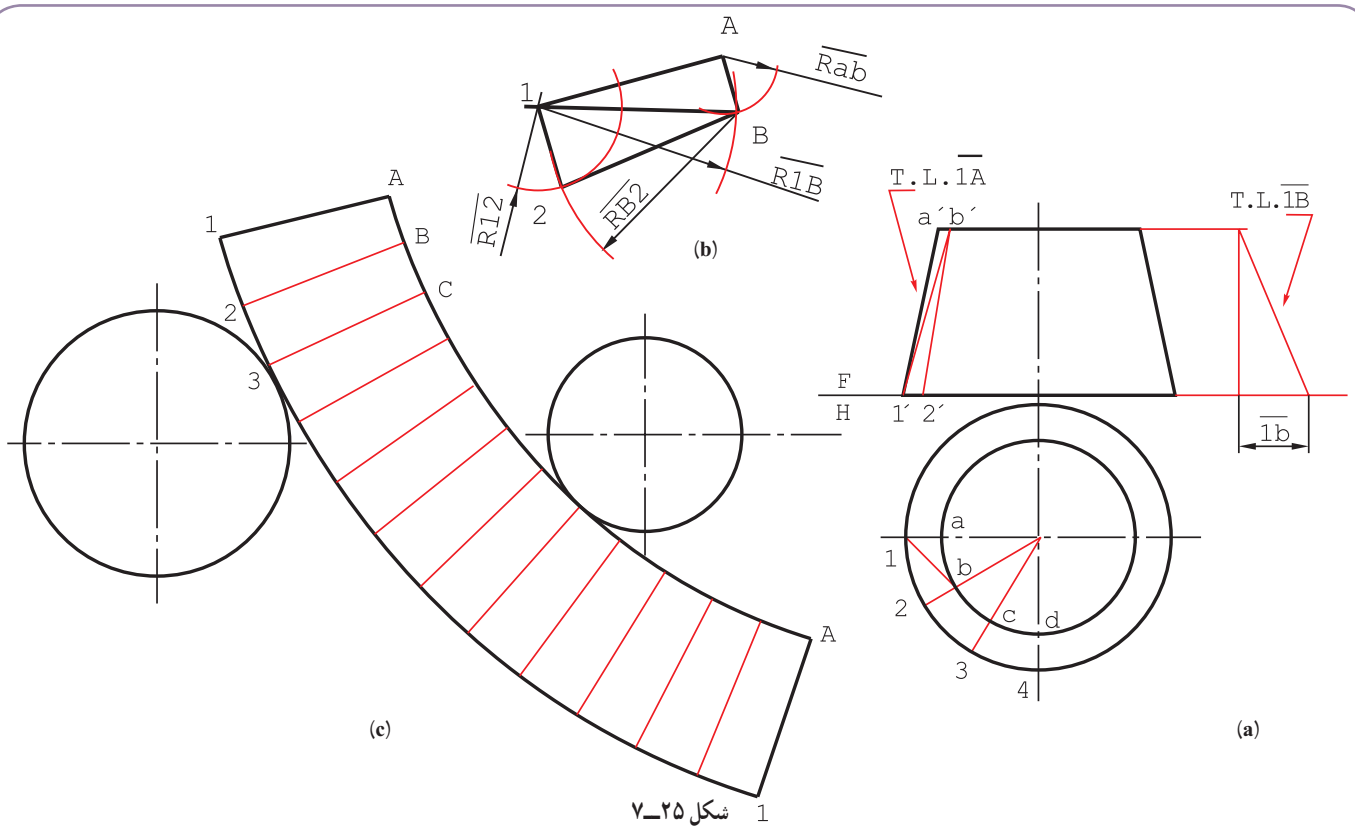
شکل ۲۳ــ۷



شکل ۲۴ــ۷

برای رسم این ذوزنقه، نیاز به تعیین اندازهٔ حقیقی $\overline{1B}$ هست[1].

ــ در شکل ۲۵ــ۷ اندازهٔ حقیقی $\overline{1B}$ به روش ترسیمه تعیین شد.



شکل ۲۵ــ۷

ــ $\overline{A1}$ با اندازهٔ حقیقی در جای مناسب رسم شد (شکل b).

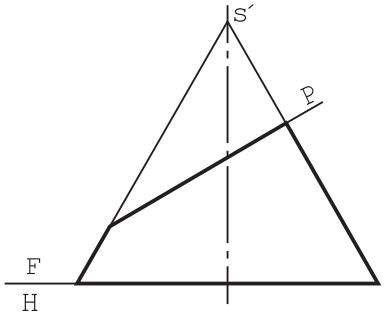
ــ به شعاع $\overline{AB}$، از A و به شعاع $\overline{1B}$ از ۱ کمان زده شد. مثلث A1B به‌دست آمد.

ــ به شعاع‌های $\overline{B2}$ (برابر $\overline{1A}$) و $\overline{12}$ دو کمان به مرکزهای B و ۱ زده شود. ذوزنقهٔ AB12 کامل است.

۱ــ توجه شود که طول‌هایی مانند $\overline{ab}$ ، $\overline{12}$ و $\overline{a'2'}$ همه اندازهٔ حقیقی هستند (چرا؟)

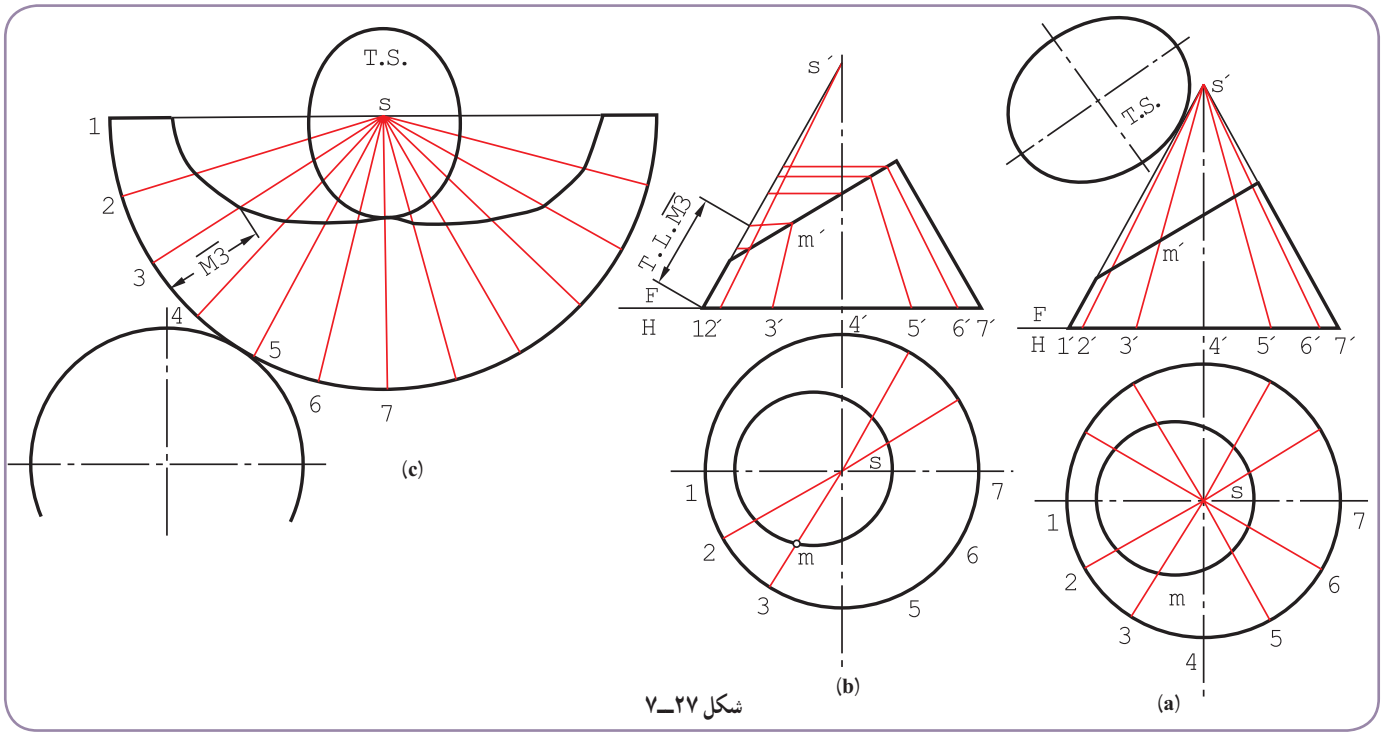
ــ روشن است که برای تکمیل گسترده، این ذوزنقه باید دوازده بار تکرار شود[1].

۵ــ۴ــ۷ــ گسترش مخروط برش خورده : مخروطی را که با یک صفحهٔ منتصب بریده شده درنظر می‌گیریم (شکل ۷ــ۲۶).



شکل ۷ــ۲۶

ــ قاعده تقسیم و مولّدهای مربوط به نقاط تقسیم رسم می‌شود (شکل ۷ــ۲۷).



شکل ۷ــ۲۷

ــ نمای افقی کامل می‌شود و اندازهٔ حقیقی مقطع به‌دست می‌آید.

ــ بدون درنظر گرفتن برش، گسترش کامل بدنه رسم می‌شود.

اکنون باید از هر مولّد، قسمتی حذف شود.

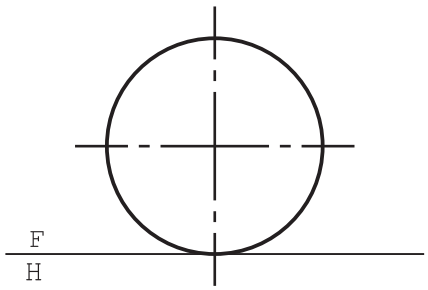
ــ اندازه‌های حقیقی باقی‌مانده از هر مولد روی مولد کناری مخروط یعنی، S´۱´ قابل تعیین است.

ــ اندازهٔ حقیقی باقی‌مانده از هر مولد، به کمک پرگار تقسیم، به گسترده منتقل شد.

۱ــ این تنها روش برای گسترش مخروط با نوک نامعلوم نیست. برای به‌دست آوردن آگاهی‌های بیشتر به رسم فنی تخصصی صنایع فلزی چاپ ۱۳۸۸ یا رسم فنی صنایع فلزی کد ۶۰۸ نگاه کنید.

۵ــ۷ــ روش‌های گسترش کره

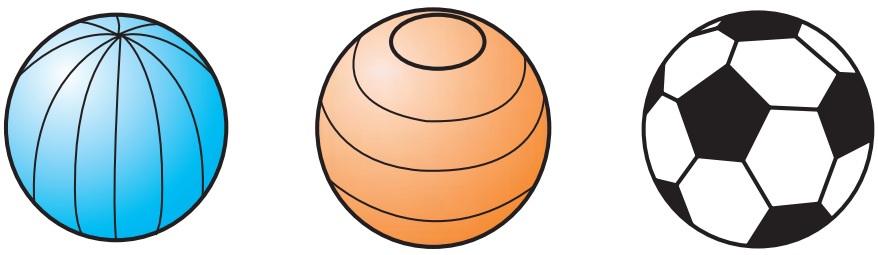
کره حجمی است دارای دو خم، که به‌صورت دقیق قابل گسترش نیست. اما گسترش‌های تقریبی و به اندازهٔ کافی دقیق دارد (شکل ۲۸ــ۷).



شکل ۲۸ــ۷

انجام این کار ساده است. ابتدا سطح کره به شکل‌های متشابه یا غیر متشابه تقسیم می‌شود. آن‌گاه گستردهٔ این قسمت‌ها تعیین می‌شود و از تکرار آن‌ها سطح کلی به‌دست می‌آید.

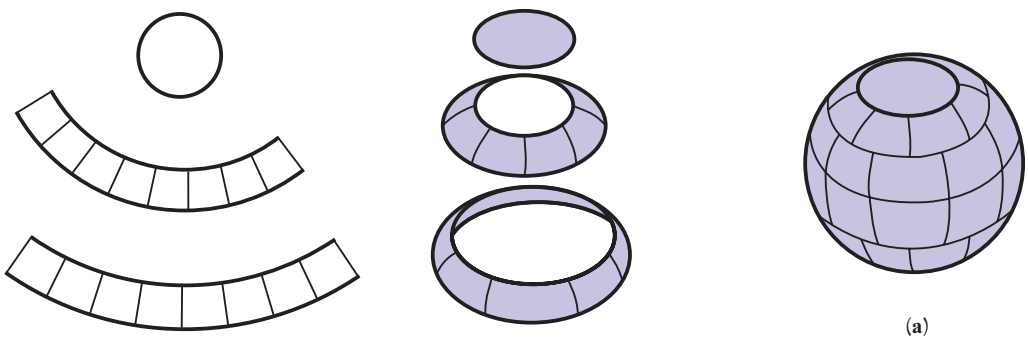
شکل ۲۹ــ۷، نمونه‌هایی از تقسیم سطح کره را معرفی می‌کند.



(c) (b) (a)

شکل ۲۹ــ۷

۱ــ۵ــ۷ــ روش مخروط ناقص : در شکل ۳۰ــ۷، دیده می‌شود که بدنهٔ کره ابتدا به مخروط‌های ناقص تجزیه و به دلیل بزرگی مخزن، هر مخروط ناقص، خود به چند تکهٔ متشابه تقسیم شده است.

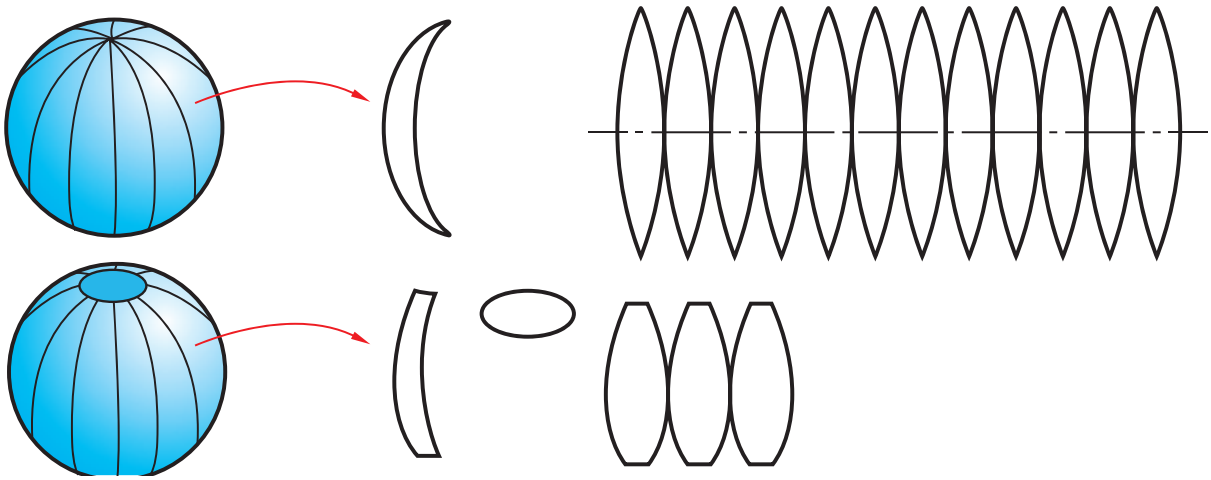


(c) (b) (a)

شکل ۳۰ــ۷

این بهترین روش برای کره‌ها و مخازن بزرگ است.

۲ــ۵ــ۷ــ روش قاچی : در این روش، کره به چند قاچ مساوی تقسیم می‌شود[۱] (شکل ۳۱ــ۷).

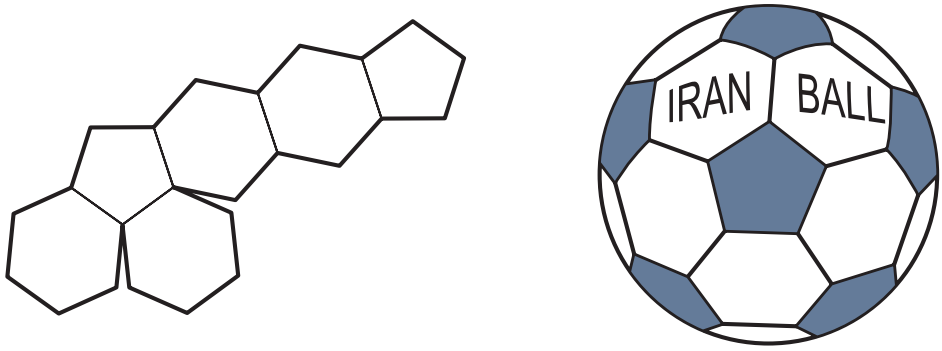


شکل ۳۱ــ۷

قاچ‌ها در این روش، ممکن است کامل یا ناقص باشند.

۳ــ۵ــ۷ــ روش‌های دیگر : برای تقسیم سطح کره به شکل‌های مختلف، راه‌های بی‌شمار وجود دارد.

در شکل ۳۲ ــ۷، نمونه‌ای از روش‌های ساخت توپ دیده می‌شود، که از ۳۲ قطعه به شکل پنج ضلعی و شش ضلعی منتظم تشکیل می‌شود (از هر کدام چند تا؟).



شکل ۳۲ــ۷

۱ــ چگونگی انجام کار توضیح داده نشده است. در صورت نیاز به کتب دیگر مانند رسم فنی تخصصی صنایع فلزی چاپ ۱۳۸۸ نگاه کنید.

۶ــ۷ــ گسترش کره

روش مخروط ناقص در گسترش کره، همان‌طور که گفته شد، به ویژه در مخزن‌سازی بسیار اهمیت دارد. در این روش، ابتدا نماهای دقیق کره، با مقیاس مناسب رسم می‌شود. سپس با چند صفحهٔ افقی دلخواه کره برش می‌خورد (شکل ۳۳ــ۷).

فاصله‌ها می‌توانند مساوی یا نامساوی باشند. قسمت بالا را می‌توان یک مخروط کامل دانست.

ــ اینک دایره‌های مربوط به هر مخروط را روی نمای افقی رسم می‌کنیم (شکل ۳۴ــ۷).

ــ با تقسیم دایرهٔ بزرگ کرهٔ مربوط به H_4، همهٔ دایره‌ها تقسیم خواهند شد.

اکنون می‌توان هر مخروط ناقص را گسترش داد. برای نمونه :

ــ مولّدهای جانبی مخروط بزرگ ادامه داده می‌شود تا S'_4 به‌دست آید.

توجه

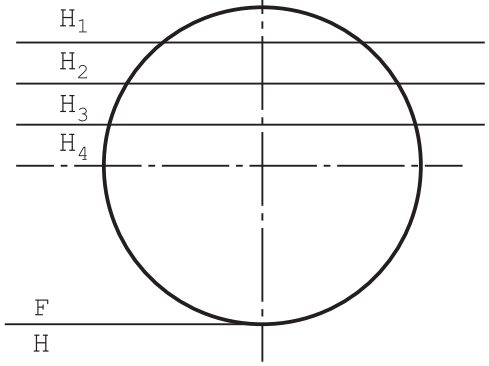
در این شکل نقطهٔ S'_4 خارج از نقشهٔ موجود واقع شده است.

ــ با داشتن مولدهای $\overline{S'_4a'}$ و $\overline{S'_4b'}$ گستردهٔ مخروط رسم شد.

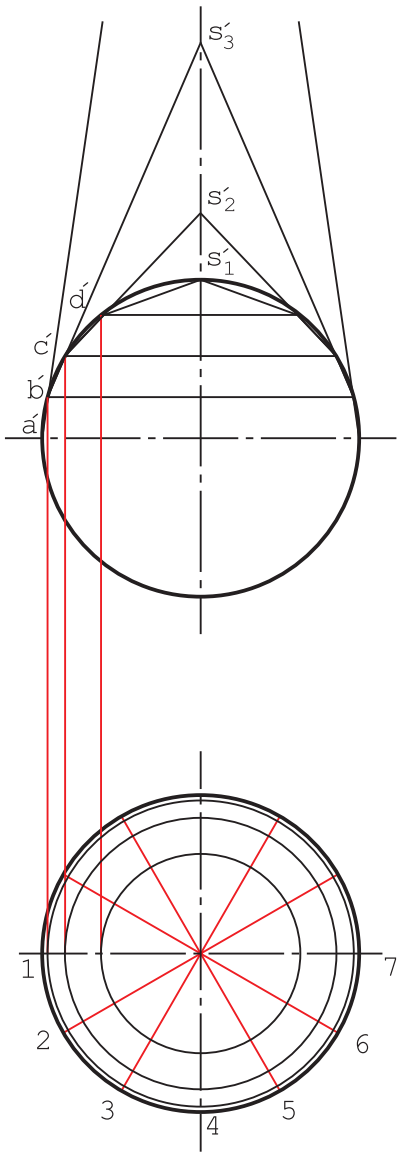
ــ به‌همین روش گسترش دو مخروط ناقص دیگر رسم شد.

ــ مخروط کامل آخر هم اضافه شد (شکل ۳۵ــ۷).

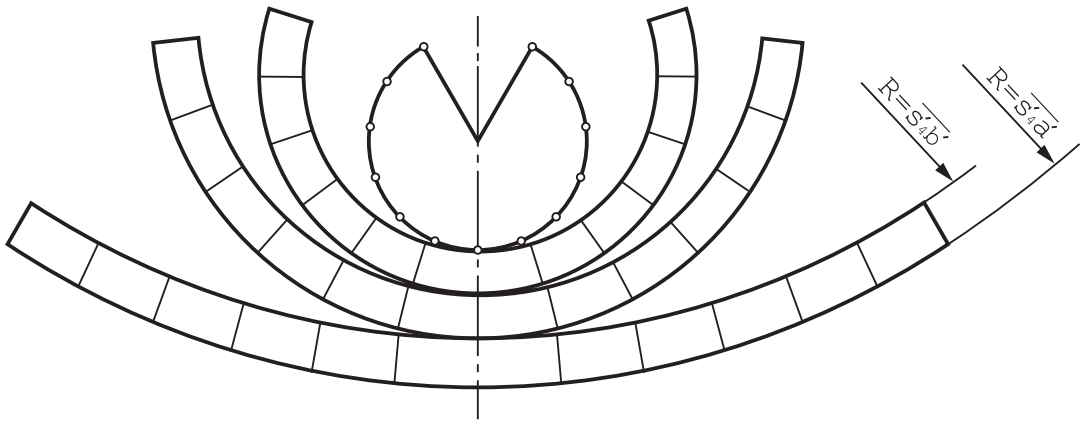
ــ با رسم قرینهٔ این گسترده، گسترش کره کامل می‌شود (شکل ۳۶ــ۷).



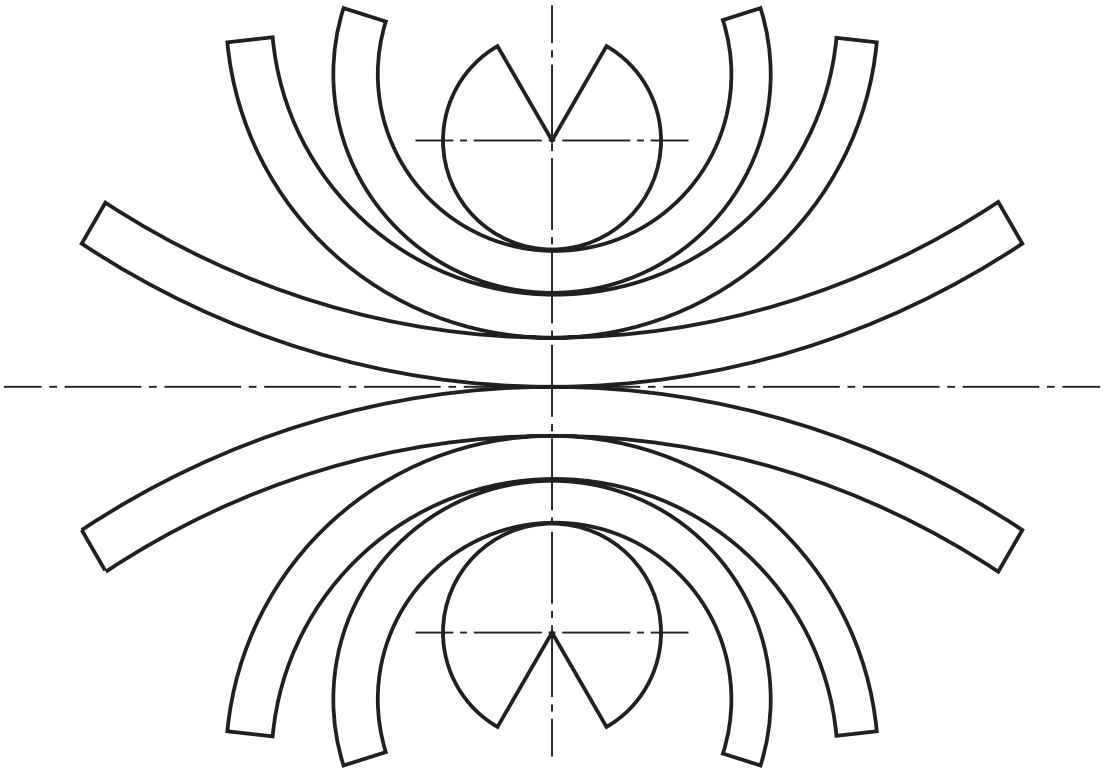
شکل ۳۳ــ۷



شکل ۳۴ــ۷



شکل ۳۱ــ۷



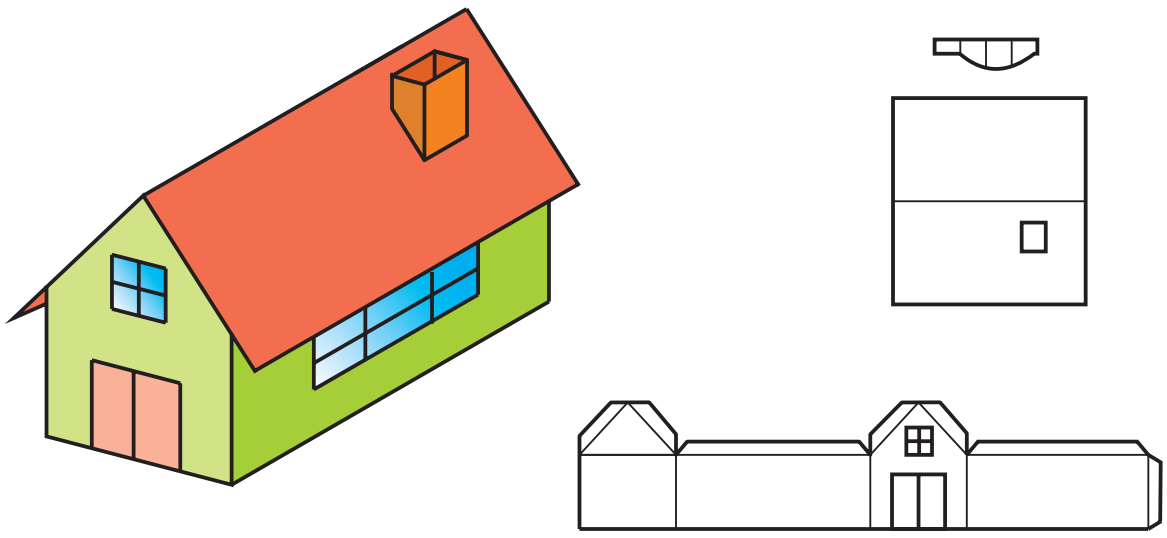
شکل ۳۱ــ۷

توجه

چون طول این گسترده‌ها در مورد مخازن بزرگ زیاد است، آن‌ها را چند تکه می‌کنند و قطعات را به هم جوش می‌دهند. مخازن بزرگ استوانه‌ای یا مخروطی و... نیز این چنین هستند.

۷ــ۷ــ انگاره

بنابر تعریف، انگاره یا ماکت نمونه‌ای ظاهری از سازهٔ حقیقی است با مقیاس واقعی یا کوچکتر (شکل ۳۷ــ۷).



مقیاس ۲ : ۱

شکل۳۷ــ۷

در حقیقت، ماکت برای چندین منظور تهیه می‌شود، از جمله :

۱ــ داشتن نمونه‌ای از آنچه که ساخته خواهد شد؛

۲ــ بررسی بهتر جوانب مربوط به پروژه؛

۳ــ ارائهٔ دور نمایی از آنچه که برای دیگران ساخته خواهد شد؛

۴ــ تحقیق و بررسی برای اطمینان از درست بودن طراحی؛

۵ــ اطلاع‌رسانی (مانند ارائهٔ ماکت کارخانه در هنگام ورود بازدید کنندگان).

اما از نظر دیگر و مهم‌تر، ساخت ماکت دو دلیل دارد :

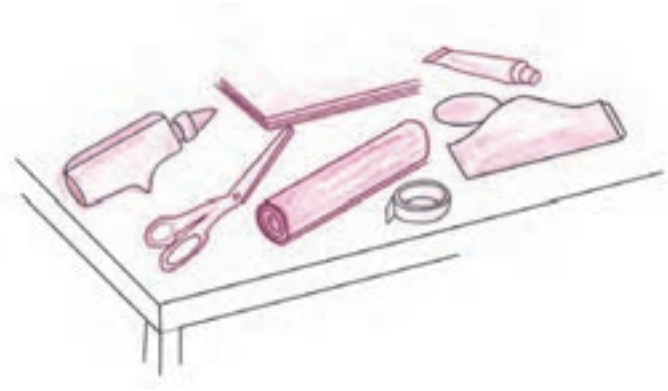
۱ــ تمرین برای ساخت واقعی؛

۲ــ تحقیق برای این که روشن شود شکل ترسیمی درست هست یا نه.

برای انجام کار در مقیاس خیلی ساده، ابزارهای مورد نیاز عبارت‌اند از کاغذ، مقوای نازک، ورق نایلنی، چسب مایع معمولی یا تینری و یا نواری شیشه‌ای و قیچی (شکل ۳۸ــ۷).

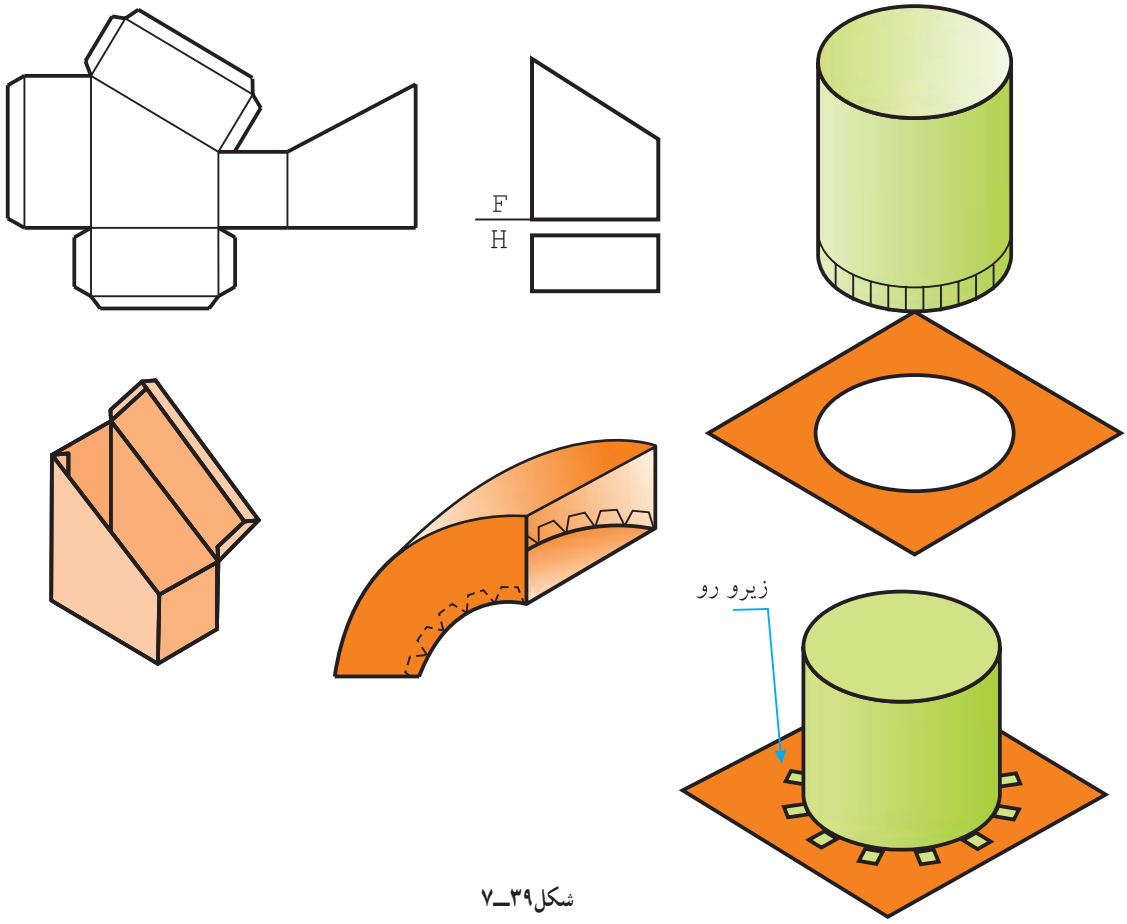
برای شروع کار می‌توان از گسترش‌هایی که رسم می‌کنیم یک کپی تهیه کرد. سپس با برش دقیق آن‌ها توسط قیچی، ساخت را آغاز کنیم[۱]. البته چون وسیلهٔ اتصال فقط چسب است، باید زائده‌هایی برای چسباندن درنظر بگیریم.

۱ــ استفاده از ابزارهایی مثل کاتر، تیغ و از این قبیل اکیداً ممنوع است. همهٔ کارها باید در خانه انجام شود.



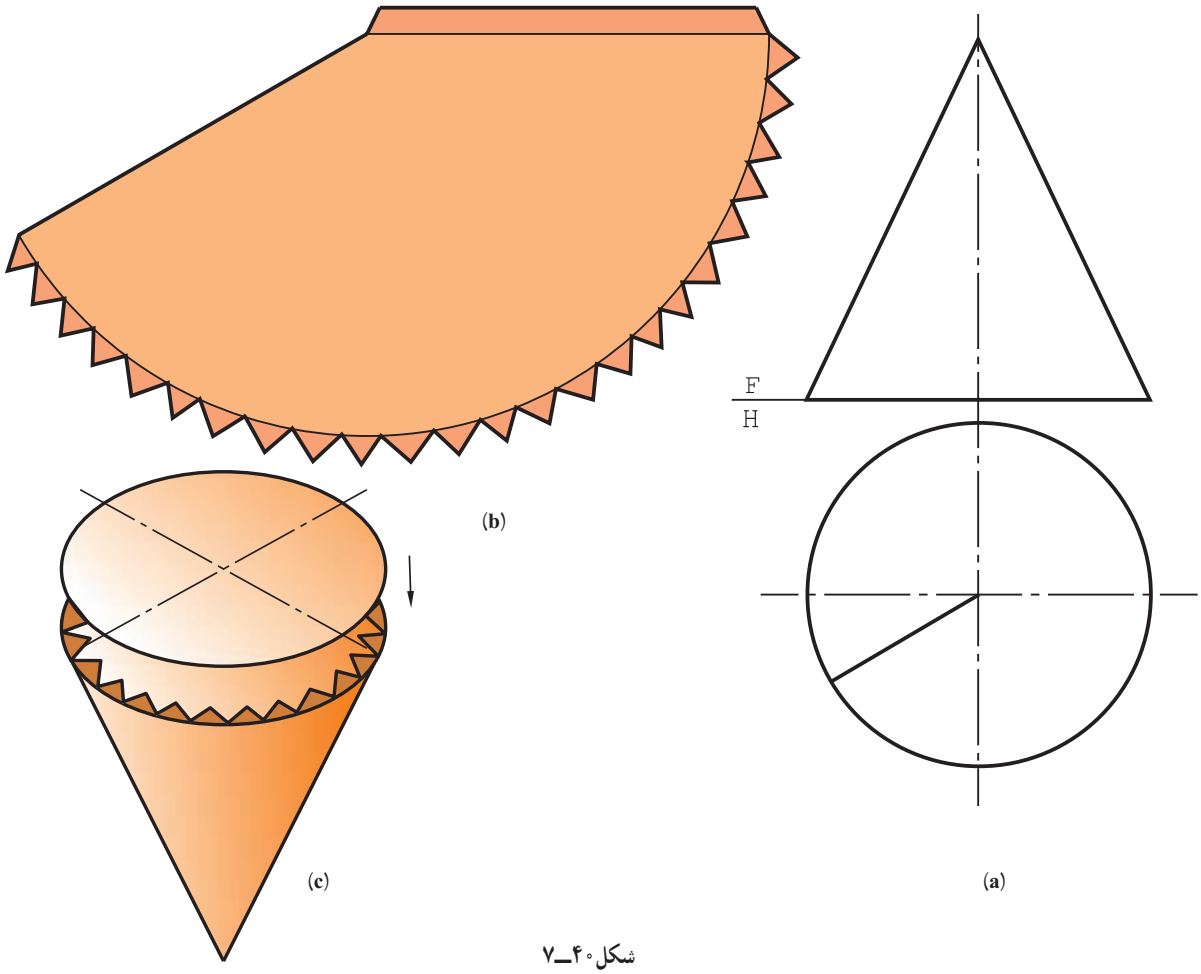
شکل ۳۸ــ۷

برای نمونه می‌توان پس از گسترش احجام گذشته، با تهیهٔ کپی یا ترسیم مجدد و دقیق آنها روی مقوای مناسب (نازک) به برش و ساخت انگاره اقدام کرد. به نمونه‌هایی در شکل ۳۹ــ۷ توجه کنید.



شکل۳۹ــ۷

به نمونه‌ای دیگر از سطح آماده شده برای ساخت ماکت توجه کنید (شکل ۴۰ــ۷).



شکل ۴۰ــ۷

گزیده مطالب

۱ــ در گسترش ساده‌تر بودن ترسیم، ساده‌تر بودن ساخت و کمتر شدن دور ریز را در نظر داریم.
۲ــ استوانه و احجام استوانه‌ای، به‌دلیل کاربرد فراوانشان در ساخت لوله‌ها، کانال‌ها و زانوها، بسیار مهم هستند.
۳ــ استوانه و مخروط را می‌توان به شکل دقیق یا تقریبی گسترش داد.
۴ــ در خم کردن ورق‌های کلفت، مبنای اندازه‌گیری لایهٔ میانی است.
۵ــ مخروط ناقص با نوک دور از دسترس را به روش مثلث‌بندی می‌گسترانند.
۶ــ کره حجمی است با دو خم که با روش‌های بسیار متنوعی قابل گسترش است.
۷ــ روش‌های معروف‌تر گسترش کره، روش قاچی و روش مخروط ناقص است.
۸ــ انگاره، نمونهٔ ظاهری یک سازه با مقیاس برابر یا کوچکتر است.
۹ــ اگر یک انگاره دقیقاً مطابق سازهٔ حقیقی ساخته شود، به آن نمونهٔ اوّلیه می‌گویند.

توجه

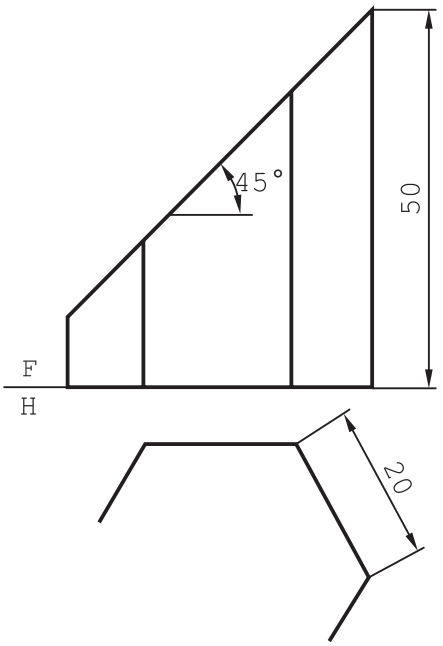
توجه : در همهٔ موارد، رسم شکل دستی لازم است.

ارزشیابی نظری

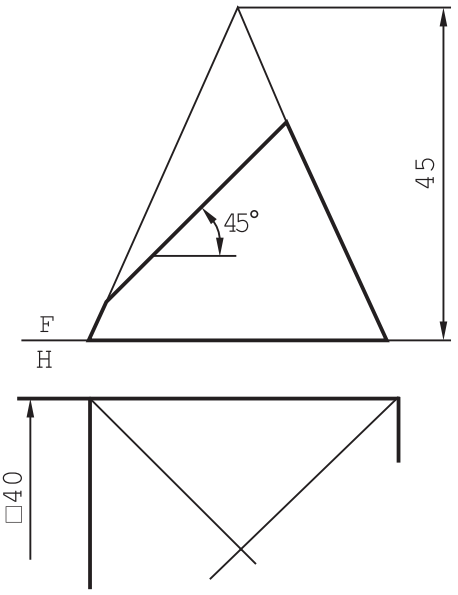
۱ــ چگونگی گسترش یک منشور قائم بریده شده را شرح دهید.
۲ــ گسترش هرم ساده و بریده شده را شرح دهید.
۳ــ گسترش دقیق و تقریبی استوانه را توضیح دهید.
۴ــ اگر شکلی مانند سوراخ روی استوانه باشد، آن را چگونه گسترش می‌دهید؟
۵ــ اگر ضخامت ورق زیاد باشد، چگونگی گسترده را توضیح دهید.
۶ــ در زمان خم کردن ورق‌های ضخیم، چه اتفاقی برای لایه‌ها می‌افتد؟
۷ــ گسترش مخروط ساده و بریده شده را توضیح دهید.
۸ــ مخروط ناقص در شرایط گوناگون چگونه گسترده می‌شود؟
۹ــ روش مثلث‌بندی در گسترش مخروط ناقص را دقیقاً بیان کنید.
۱۰ــ آن دسته از روش‌های گسترش کره را که می‌شناسید توضیح دهید.
۱۱ــ انگاره یا ماکت چیست و چه کاربردهایی دارد؟
۱۲ــ دلایل مهم‌تر برای ساخت ماکت چیست؟
۱۳ــ برای ساخت انگاره از یک گسترش چه می‌کنید؟
۱۴ــ همهٔ روش‌های چسباندن را که می‌شناسید بیان کنید.

ارزشیابی عملی

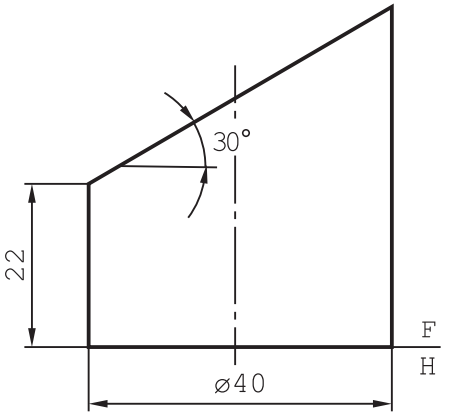
کارها، پس از رسم دقیق شکل مسئله و بدون اندازه‌گذاری انجام می‌شود.
۱ــ برای منشور برش خورده گسترش کامل (شکل ۴۱ــ۷).
۲ــ برای هرم بریده شده، گسترش کامل (شکل ۴۲ــ۷).
۳ــ گسترش کامل برای استوانهٔ بریده شده (شکل ۴۳ــ۷).
۴ــ گسترش لولهٔ استوانه‌ای با دو سوراخ مقابل (شکل ۴۴ــ۷).
۵ــ گسترش کامل مخروط بریده شده (شکل ۴۵ــ۷).
۶ــ گسترش کامل برای مخروط ناقص (شکل ۴۶ــ۷).



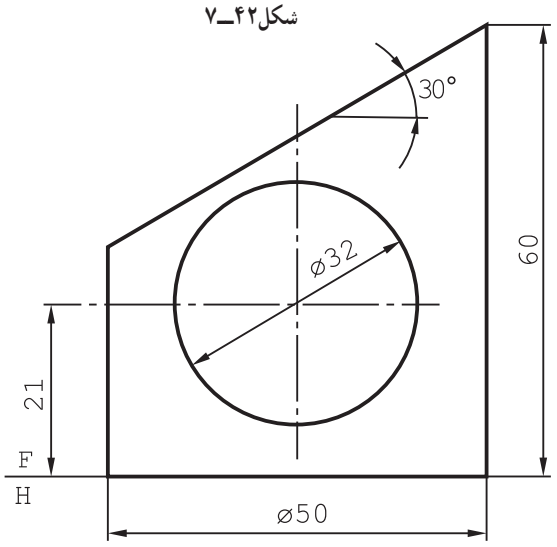
شکل۴۱ــ۷



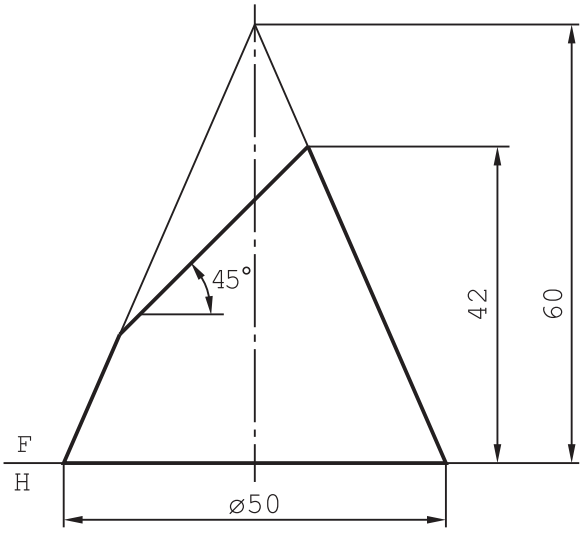
شکل۴۲ــ۷



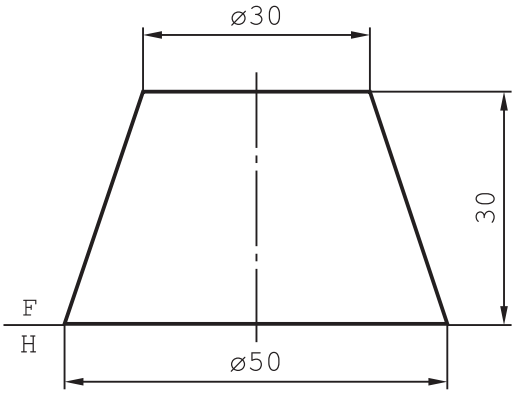
شکل۴۳ــ۷



شکل۴۴ــ۷

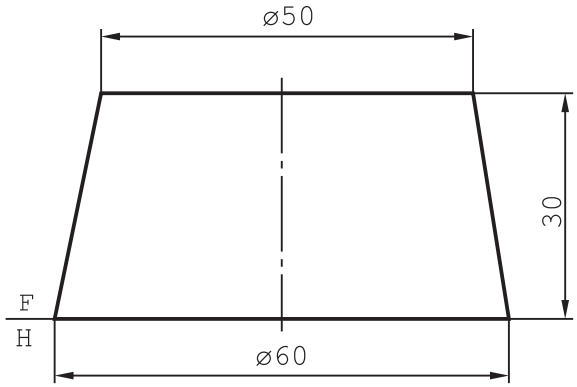


شکل۴۵ــ۷



شکل۴۶ــ۷

۷ــ گسترش بدنهٔ مخروط ناقص (شکل ۴۷ــ۷).



شکل۴۷ــ۷

۸ــ گسترش کامل کره‌ای به قطر ۶۰ را رسم کنید.

۹ــ برای چهار مورد از گسترش‌هایی که انجام داده‌اید، با انتخاب استاد محترم، در منزل ماکت بسازید.

تحقیق کنید

۱ــ چگونه می‌توان طول مستقیم به اندازهٔ πD را به دوازده قسمت مساوی کرد؟

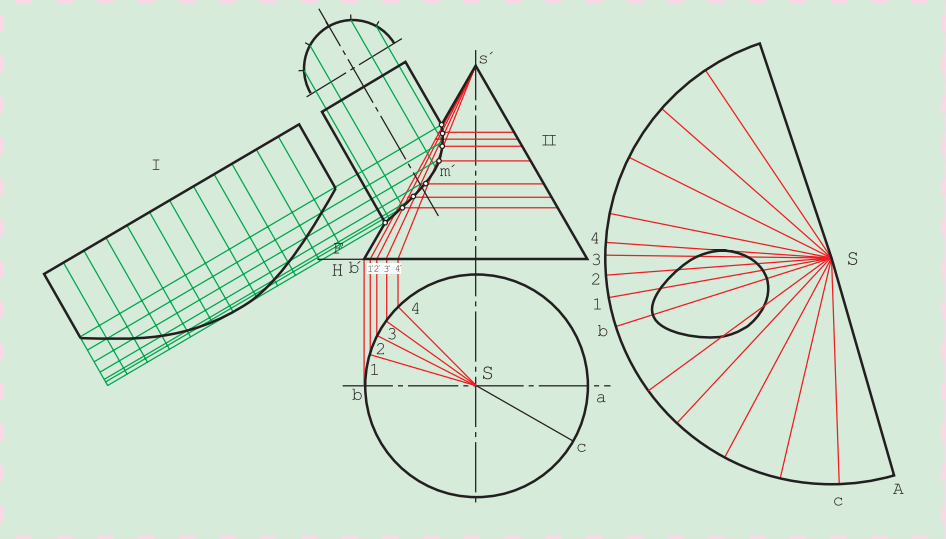
۲ــ توپ فوتبال از چند تکه ساخته می‌شود؟ (انواع مختلف را بررسی کنید).

۳ــ آیا برای تولید چیزهایی مانند لباس، کفش و... نیز به گسترش نیاز هست؟

۴ــ روش قاچی در گسترش کره چگونه انجام می‌شود؟

فصل ۸

گسترش احجام متقاطع



تنها با گسترش دقیق می‌توان احجام متقاطع را به‌خوبی ساخت.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ گسترش برخورد دو استوانه را رسم کند.

۲ــ گسترش برخورد استوانه و مخروط را رسم کند.

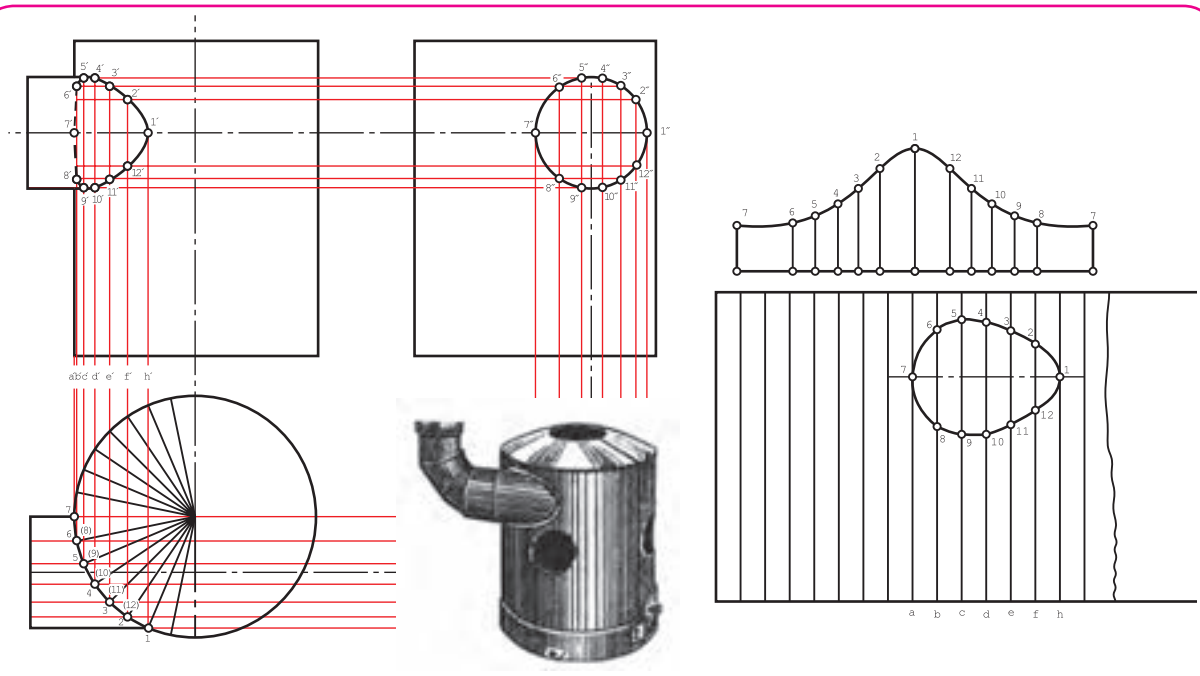
۳ــ انواع حالات زانو را معرفی کند.

۴ــ گسترش زانو را رسم کند.

۵ــ ماکت گسترش‌ها را بسازد.

۱ــ۸ــ مقدمه

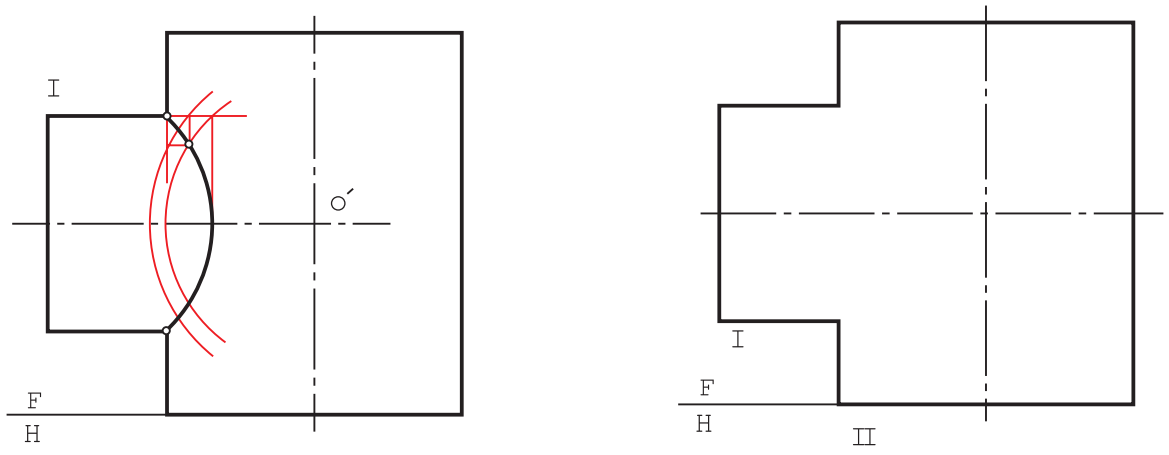
برای ساخت سه راه یا چهار راه با ورق، که معمولاً نوعی گرفتن شاخه یا انشعاب از لوله یا مجرای اصلی است، ابتدا باید نقشهٔ دقیق برخورد آن‌ها رسم شود، زیرا گسترش بر اساس همین نقشه رسم خواهد شد (شکل ۱ــ۸).



شکل ۱ــ ۸

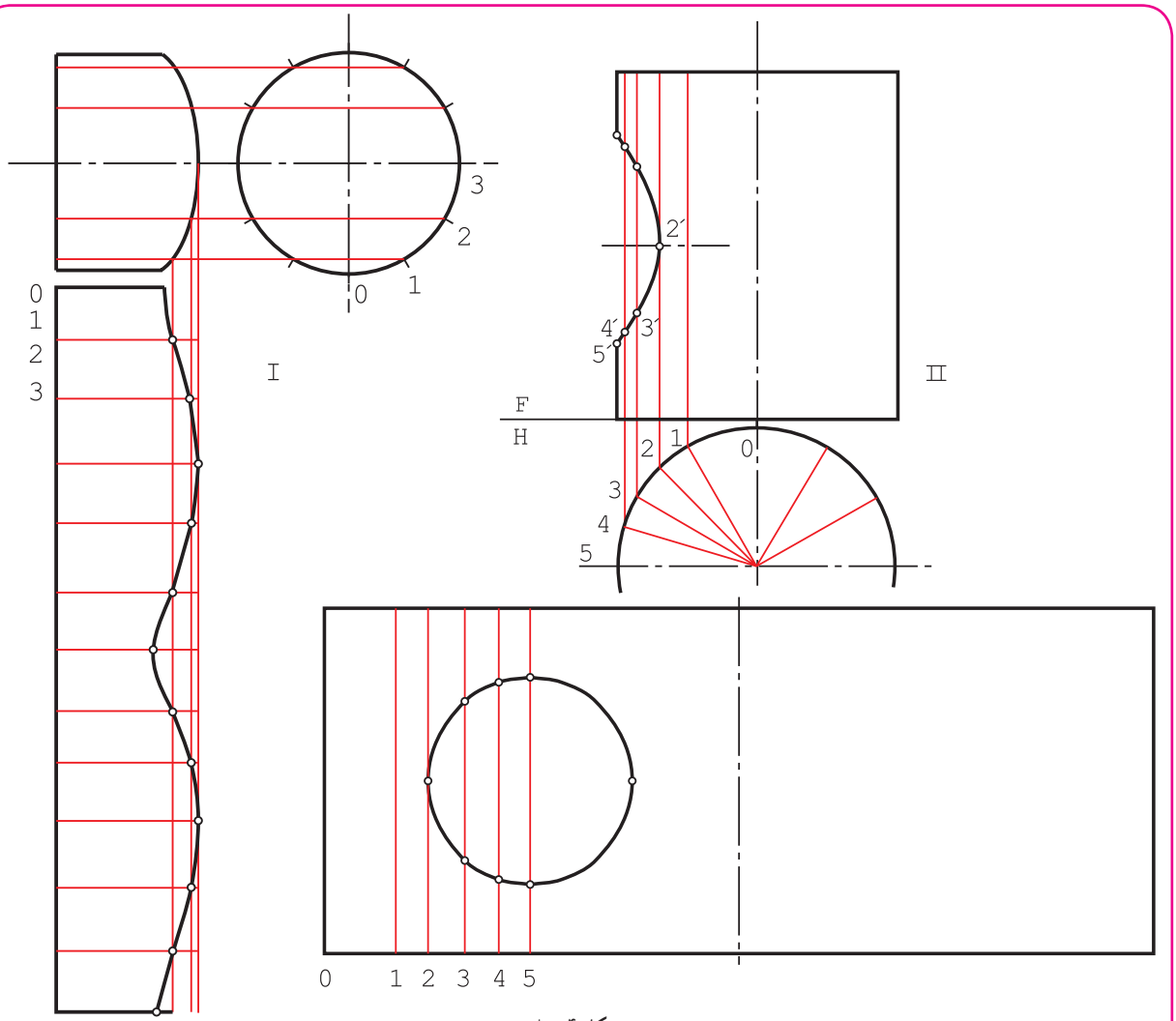
۱ــ۱ــ۸ــ گسترش برخورد استوانه‌ها : پیش از این برخورد دو استوانه را در حالت‌های گوناگون بررسی کردیم. برای گسترش می‌توان هر یک از استوانه‌ها را جداگانه در نظر گرفت. پس از ساخت هر استوانه، با توجه به منحنی برخورد آن، آن‌ها را با جوش یا با روش‌های دیگر به‌هم متصل می‌کنند. شکل ۲ــ۸، دو استوانه با محورهای عمود بر هم را معرفی می‌کند.

فصل مشترک، با دقت کافی رسم می‌شود (شکل ۳ــ۸).



شکل ۲ــ ۸ — شکل ۳ــ ۸

اکنون می‌توان هر استوانه را به‌صورتی جداگانه در نظر گرفت و گسترش هر یک را رسم نمود (شکل ۴ــ۸).



شکل ۴ــ ۸

دیده می‌شود که روی استوانهٔ II تنها یک سوراخ وجود دارد که برای آوردن آن در گسترش :

نمای افقی استوانه به ۱۲ قسمت شد. نقاط ۰، ۱، ۳ و ۵ مربوط به این قسمت‌هاست.

نقاط ۲ و ۴ را هم در نظر گرفتیم. فاصله‌های ۰ تا ۵ را روی گسترش بردیم و مولّدهای مربوط را کشیدیم.

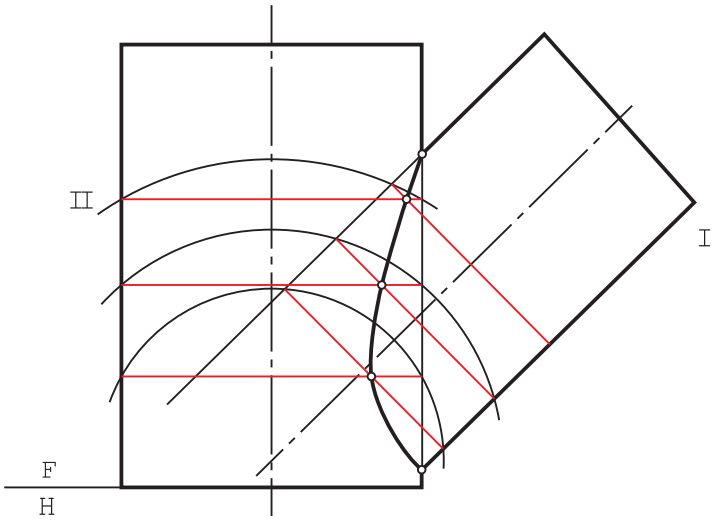
می‌توان برای نیمهٔ دیگر سوراخ از تقارن استفاده کرد.

می‌توانستیم گسترش را با استفاده از نمای جانبی و تقسیم دایرهٔ سوراخ هم رسم کنیم.

لبه‌های سوراخ موجود روی استوانهٔ II باید دقیقاً با منحنی موجود روی استوانهٔ I مطابقت کند .

توجه

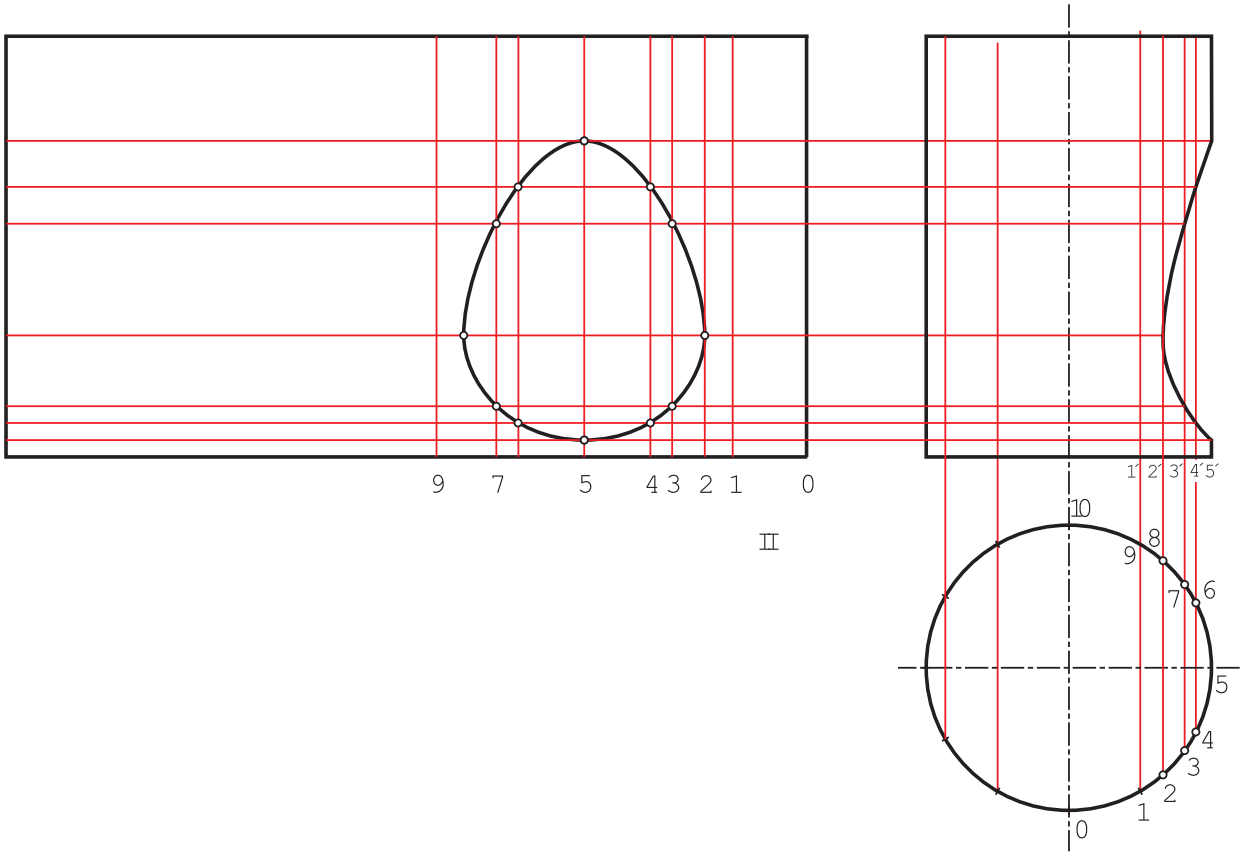
نظر به این که اتصال استوانه‌ها بیشتر برای ساخت مجراهاست، آن‌ها دهانهٔ بسته ندارند. می‌توان با ساخت ماکت از درستی کار اطمینان یافت.



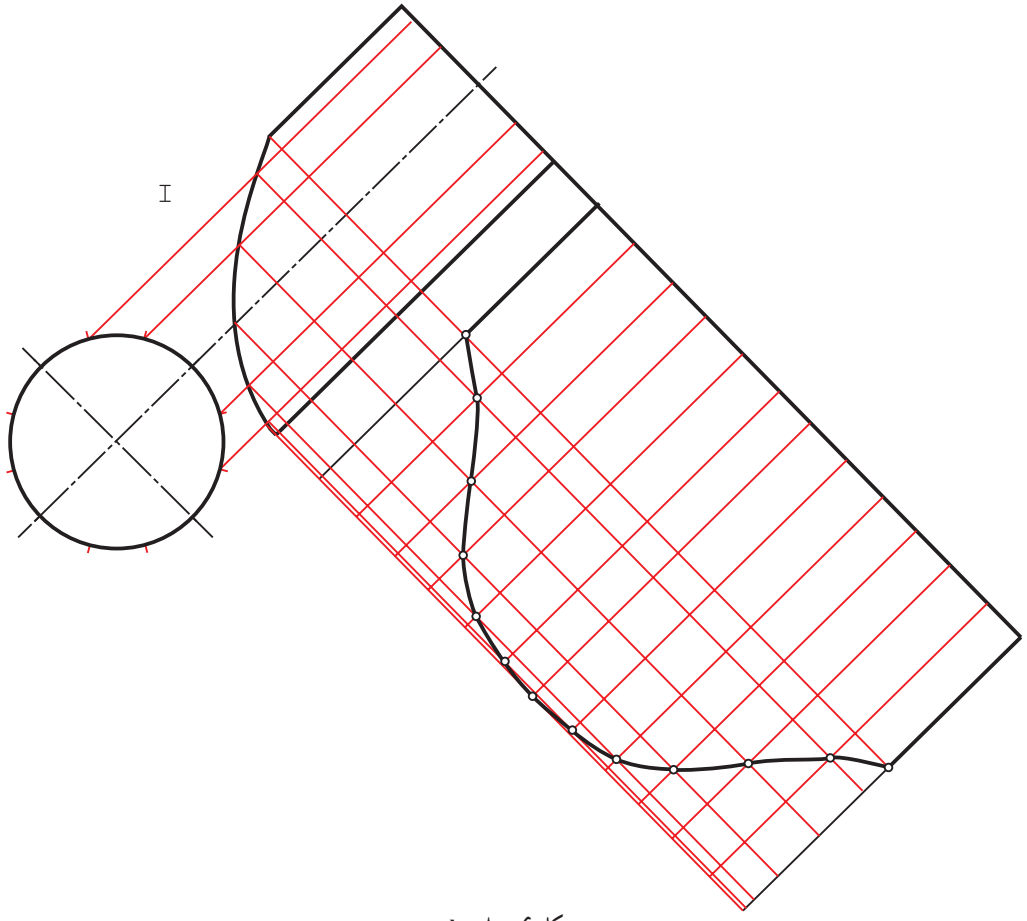
شکل ۵ــ ۸

۲ــ۱ــ۸ــ گسترش دو استوانه با محورهای غیر عمود : محورهای دو استوانهٔ داده شده در شکل ۵ــ۸ بر هم عمود نیستند و فصل مشترک آن‌ها هم با دقت کافی رسم شده است.

گسترش دو قسمت، به طور جداگانه مانند شکل ۶ــ۸، a و b است.

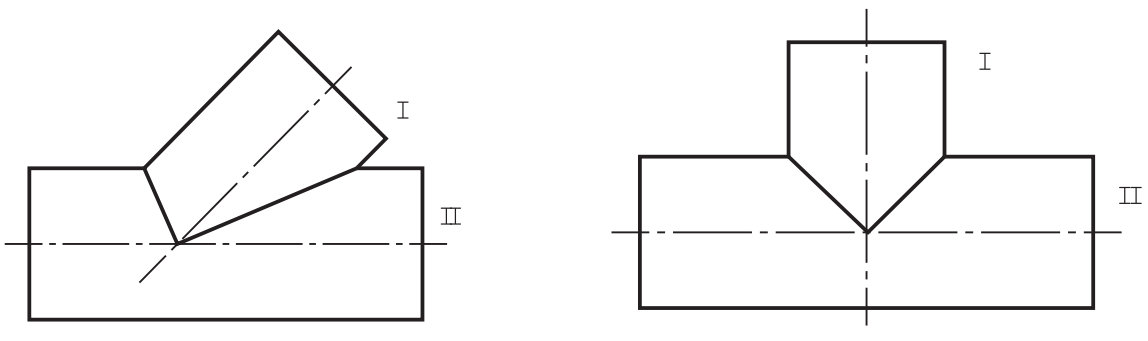


شکل ۶ ــ ۸ــa



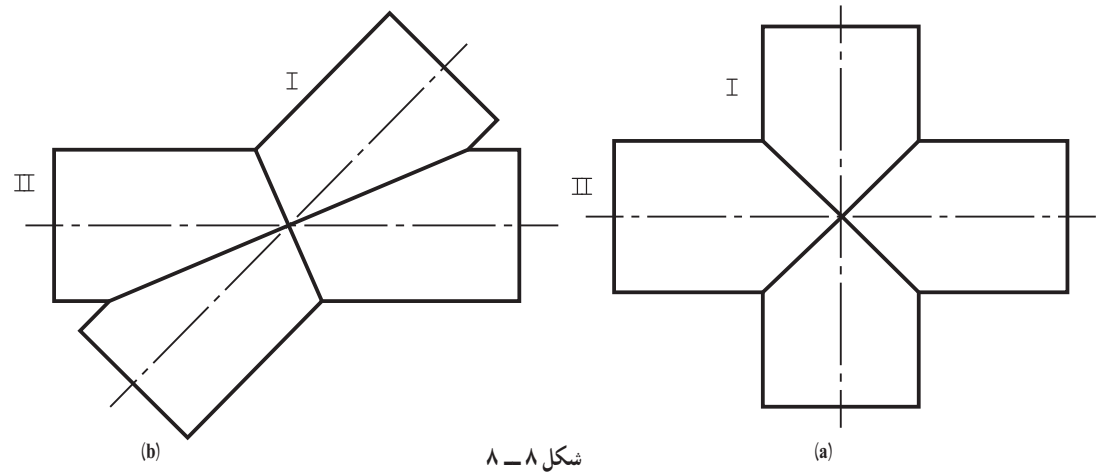
شکل ۶ ــ ۸ ــb

۳ــ۱ــ۸ــ گسترش سه راهی، چهار راهی : سه راهی معمولی، هم می‌تواند با محورهای عمود بر هم باشد (مانند دو استوانهٔ متقاطع داده شده در شکل ۲ــ۸) و هم با محورهای غیر عمود بر هم (شکل ۵ــ۸). این سه راهی در بسیاری موارد دارای قطرهای مساوی هم خواهند بود. در این حال (طبق شکل ۷ــ۸)، فصل مشترک ساده و به صورت خط مستقیم درمی‌آیند.



شکل ۷ ــ ۸

اگر ساخت یک چهار راهی مورد نیاز باشد، شکلی مانند ۸ــ۸ را از برخورد استوانه‌ها خواهیم داشت.



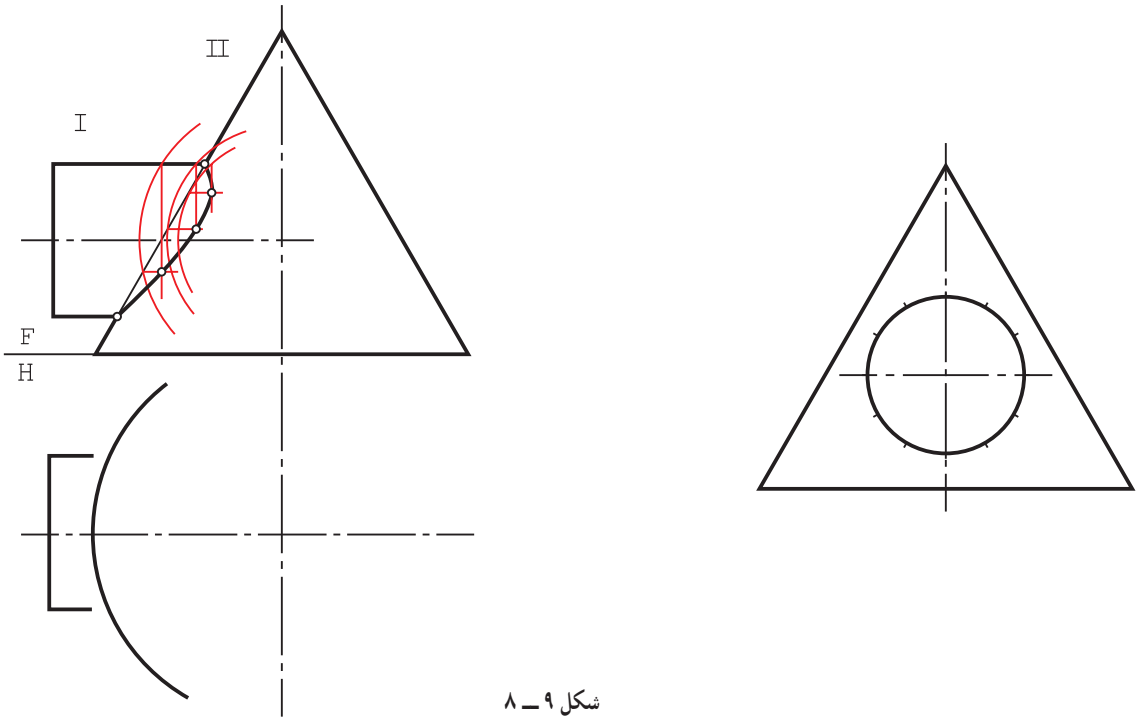
شکل ۸ــ ۸

این شکل، دو استوانهٔ متقاطع با محورهای عمود بر هم و قطرهای مساوی را معرفی می‌کند.

۲ــ۸ــ گسترش برخورد مخروط و استوانه

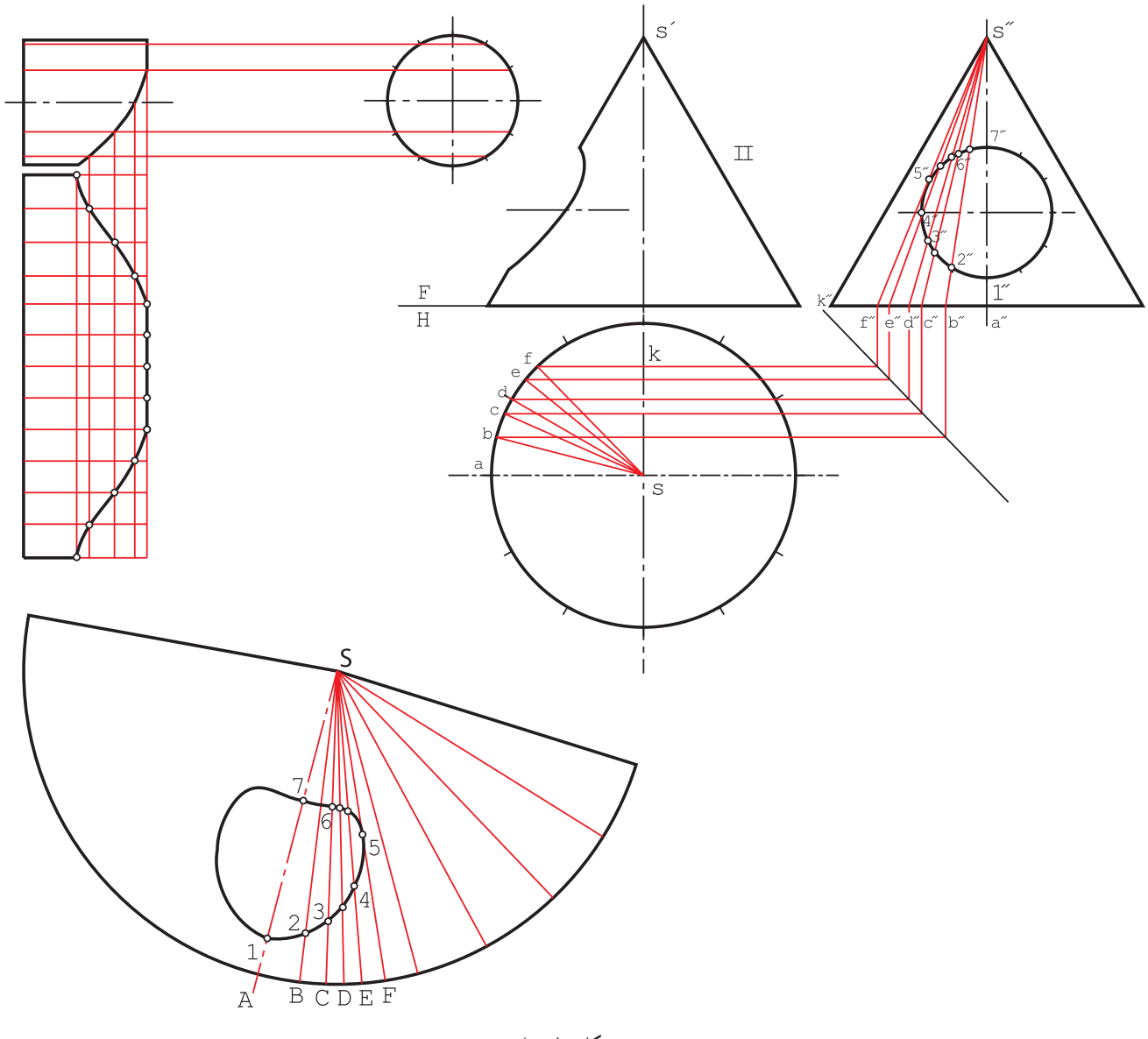
تقاطع مخروط و استوانه را در دو حالت مهم‌تر آن‌ها بررسی می‌کنیم.

۱ــ۲ــ۸ــ گسترش مخروط و استوانه با محورهای عمود بر هم : در این‌جا هم باید ابتدا فصل مشترک با دقت به دست آید. در شکل ۹ــ ۸، این برخورد تکمیل شده است.



شکل ۹ــ ۸

ابتدا گستردهٔ استوانه رسم شد (شکل ۱۰ــ۸).



شکل ۱۰ــ ۸

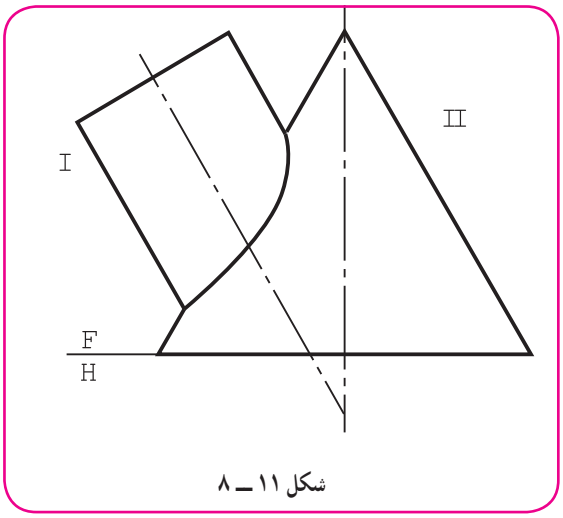
آنگاه گسترش مخروط رسم شد.

در مورد مخروط، برای نتیجه‌گیری بهتر، تقسیمات، در نمای نیمرخ صورت گرفت و سپس به نمای افقی منتقل شد. روشن است که این تقسیمات در نمای افقی یکسان نخواهند بود. دیده می‌شود که نقطه‌های به دست آمده، فصل مشترک را دقیق‌تر و بهتر تعیین می‌کنند.

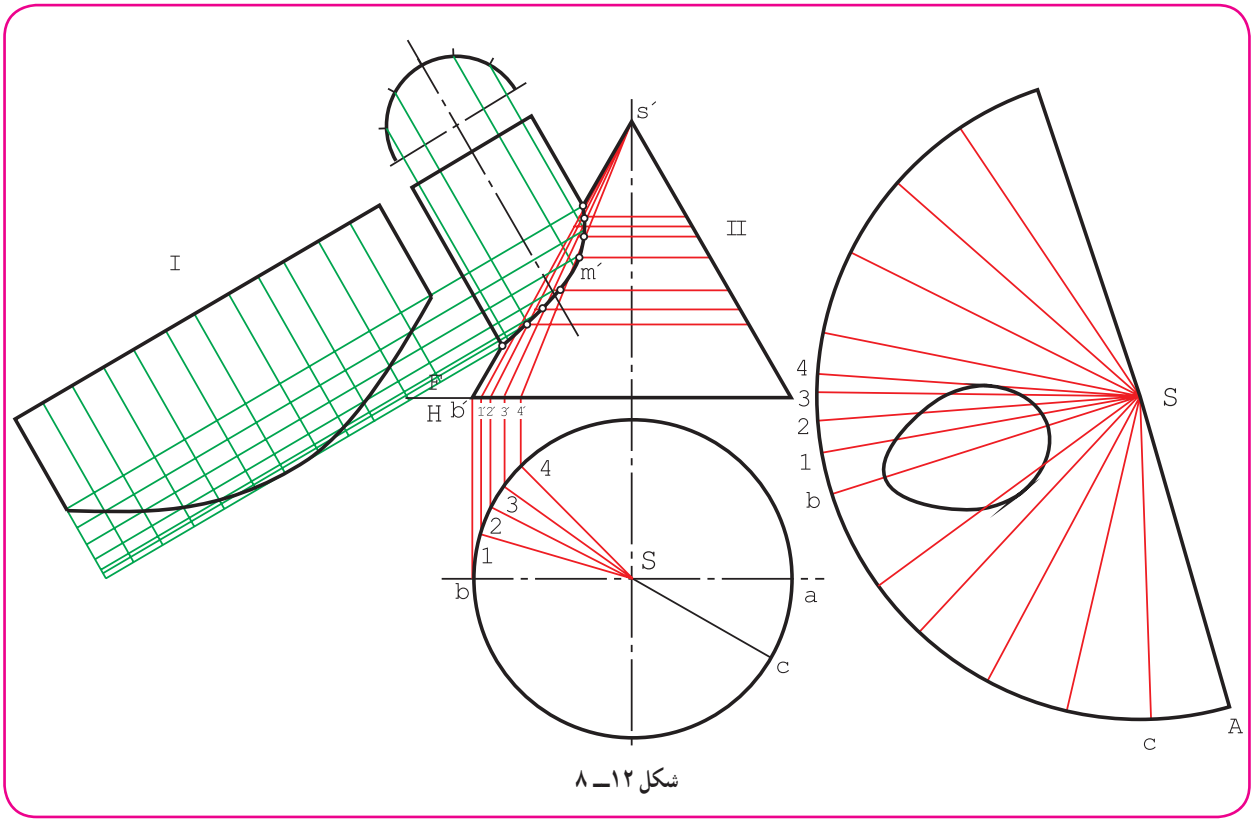
اندازهٔ واقعی نقطه‌های روی مولّدها را می‌توان از اندازهٔ یکی از مولدها در نمای جانبی، مثلاً از "s"k به دست آورد. معمولاً به کمک هر مولد می‌توان دو نقطه از سوراخ را در گسترش تعیین کرد. با توجه به آنچه که گفته شد، گسترش نهایی بدنهٔ مخروط رسم شده است.

۲ــ۲ــ۸ــ گسترش مخروط و استوانه با محورهای غیر عمود : شکل ۱۱ــ۸ یک استوانه و مخروط را نشان می‌دهد که فصل مشترک آن ها نیز به‌دست آمده است.

مخروط، جداگانه گسترش داده می‌شود (شکل ۱۲ــ۸).



شکل ۱۱ ــ ۸



شکل ۱۲ــ ۸

در نمای روبه‌رو، یک مولد مماس بر فصل مشترک رسم شد (در m´).

چند مولد دیگر، تا حد ممکن، متقاطع با فصل مشترک رسم شد.

این مولدها در نمای افقی مشخص شدند (مانند $S_۳$ ، $S_۴$).

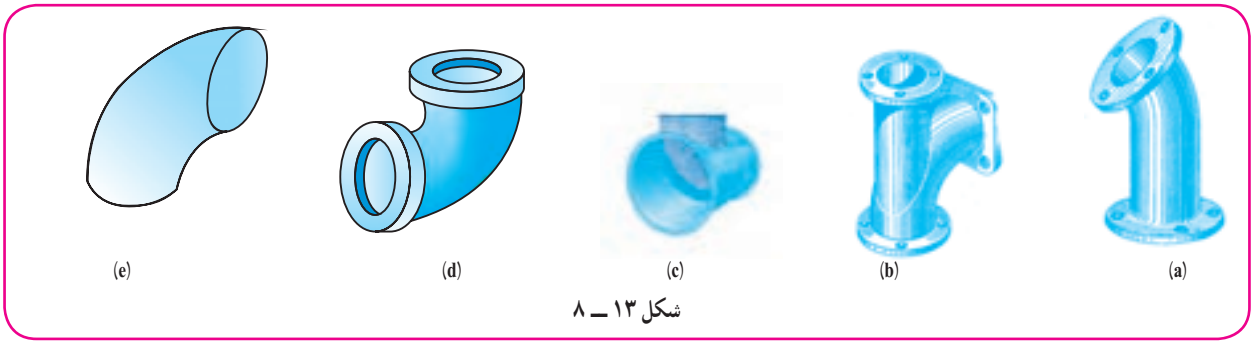
تقسیمات برای بقیهٔ قاعده به‌طور معمول انجام شد. (مثلاً $\overset{\frown}{ac}$ برابر $\frac{۱}{۱۲}$ محیط).

دیده می‌شود که به تکمیل نمای افقی نیاز نیست و انتقال مولدها تنها برای تقسیم قاعده و انتقال به گسترش است، پس گسترش، با توجه به تقسیمات انجام گرفت ضمناً، برای حذف قسمت‌های اضافی مولدها، از اندازهٔ واقعی استفاده شد.

برای استوانه هم گسترش به طور معمول انجام شد.

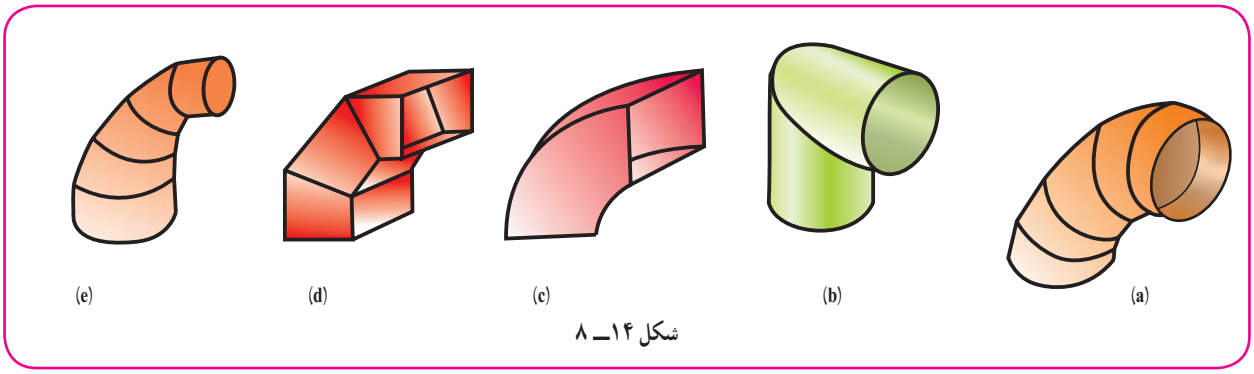
۳ــ۸ــ زانو

برای تغییر جهت لوله‌ها و مجراها به هر شکل، معمولاً از زانو استفاده می‌شود (شکل ۱۳ــ۸).



شکل ۱۳ ــ ۸

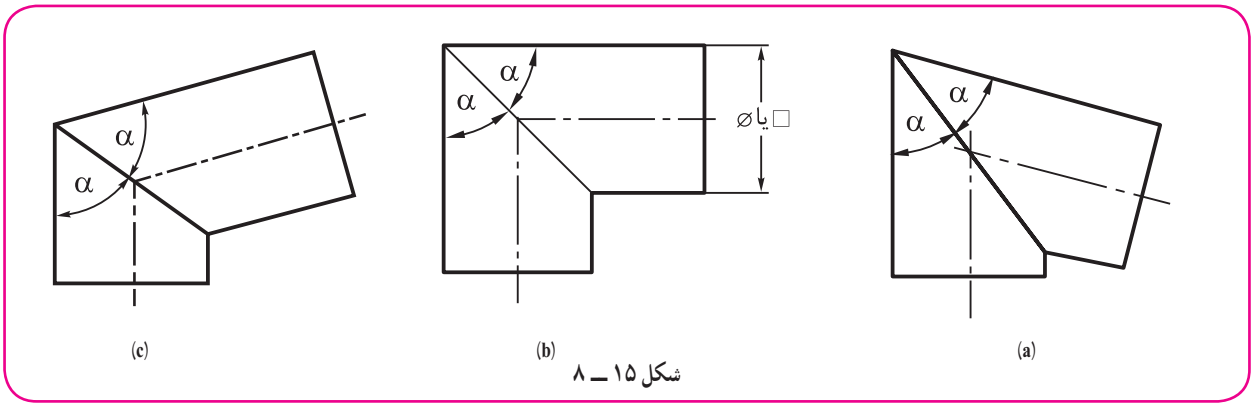
در کارهای مربوط به ورق نیز، زانوها برای تغییر مسیر هوا، دود یا مایع کاربرد فراوان دارند (شکل ۱۴ــ۸).



شکل ۱۴ــ ۸

توجه به این نکته لازم است که زانو هم، مانند کره، در شکل ایده آل خود قابل گسترش نیست ولی می‌توان آن را، بسته به کاری که مورد انتظار است، ساخت.

شکل ۱۵ــ۸، زانوهای ساده و ابتدایی را با دهانهٔ دایره یا مربع معرفی می‌کند.



شکل ۱۵ ــ ۸

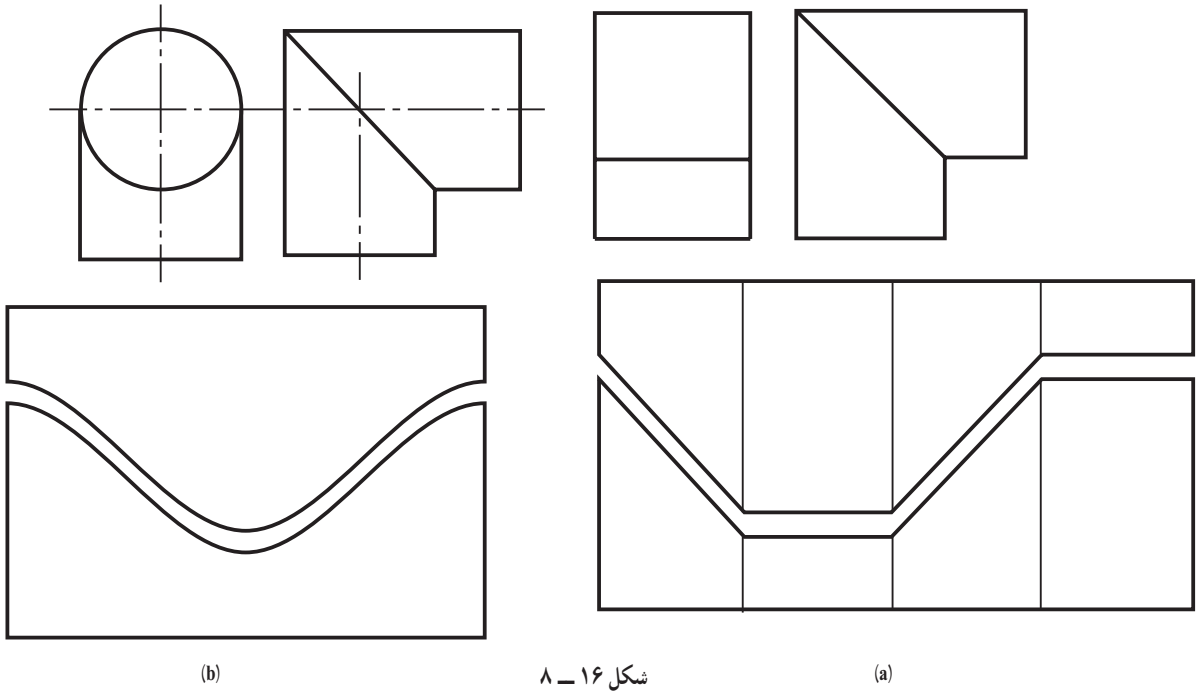
معمولاً این زانو از دو استوانه یا منشور، که با یک شیب برش خورده باشند، ساخته می‌شود. سپس برای هماهنگی دهانه‌ها و تساوی آن‌ها باید α یعنی زاویهٔ برش، در هر دو یکسان باشد.

a، زانو با زاویهٔ بیشتر از ۹۰ درجه[1].

b، زانو با زاویهٔ ۹۰ درجه.

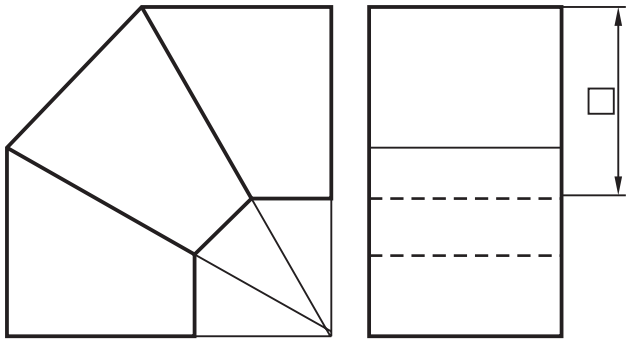
c، زانو با زاویهٔ کمتر از ۹۰ درجه.

در شکل ۱۶ــ۸، a و b، دو زانوی ۹۰ درجه، یکی با دهانهٔ مربع و دیگری با دهانهٔ دایره گسترش داده شده‌اند، که برای ساخت هر کدام به دو تکهٔ مشابه نیاز است.



(a) (b)

شکل ۱۶ ــ ۸



شکل ۱۷ ــ ۸

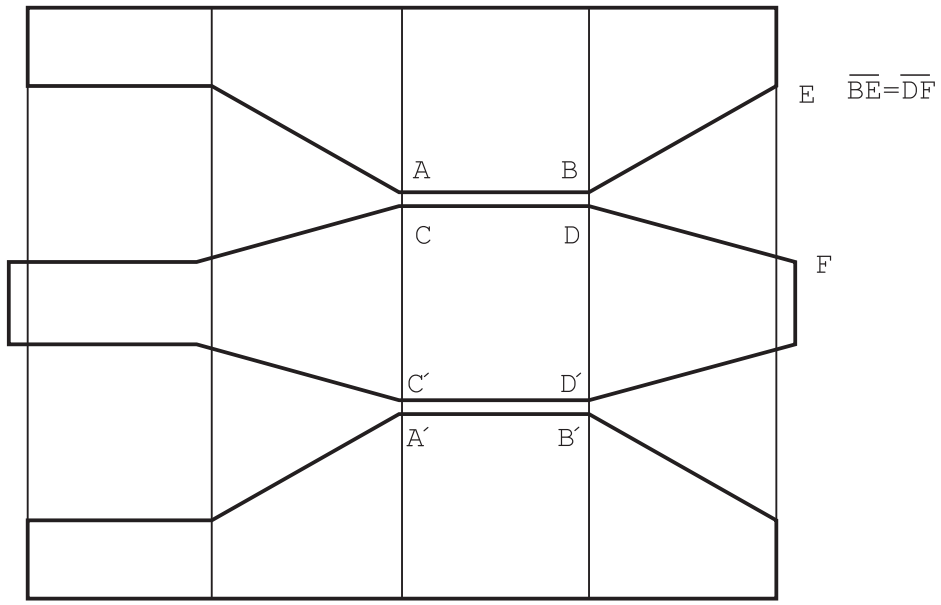
۱ــ۳ــ۸ــ زانوی چند تکه[2] با دهانهٔ مربع

: روشن است که زانوهای معرفی شده، از نظر راحتی گذر هوا یا مایع، وضعیت چندان خوبی ندارند، زیرا از سرعت سیال کم می‌کنند. برای کاهش این مشکل، بهتر است زانو را چند تکه بسازند. اگر دهانهٔ زانو مربع باشد، به زانوی ۹۰ درجهٔ سه تکه (مطابق شکل ۱۷ــ۸) نیاز خواهد بود.

۱ــ زاویهٔ زانو، مقدار تغییری است که در مسیر جریان سیال ایجاد می‌کند، مانند زانوی ۴۵ درجه که فقط به اندازهٔ ۴۵ درجه مسیر را عوض می‌کند.

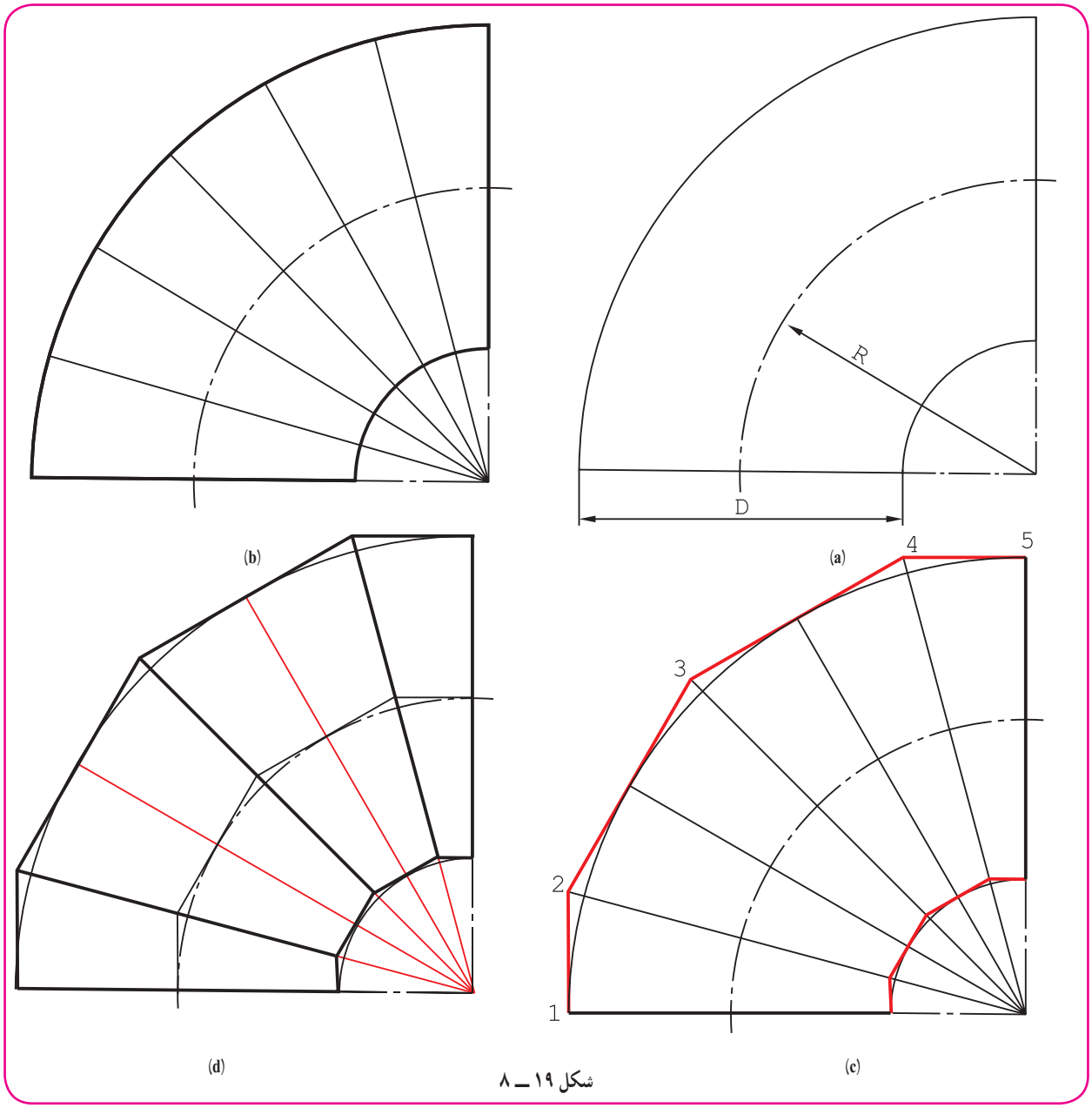
۲ــ چند تکه یا چند پارچه

گسترش آن نیز مطابق شکل ۱۸ــ۸ است. البته ممکن است تکه‌ها را در لبه‌هایی مانند AB و CD متصل به هم گسترش داد.



شکل ۱۸ ــ ۸

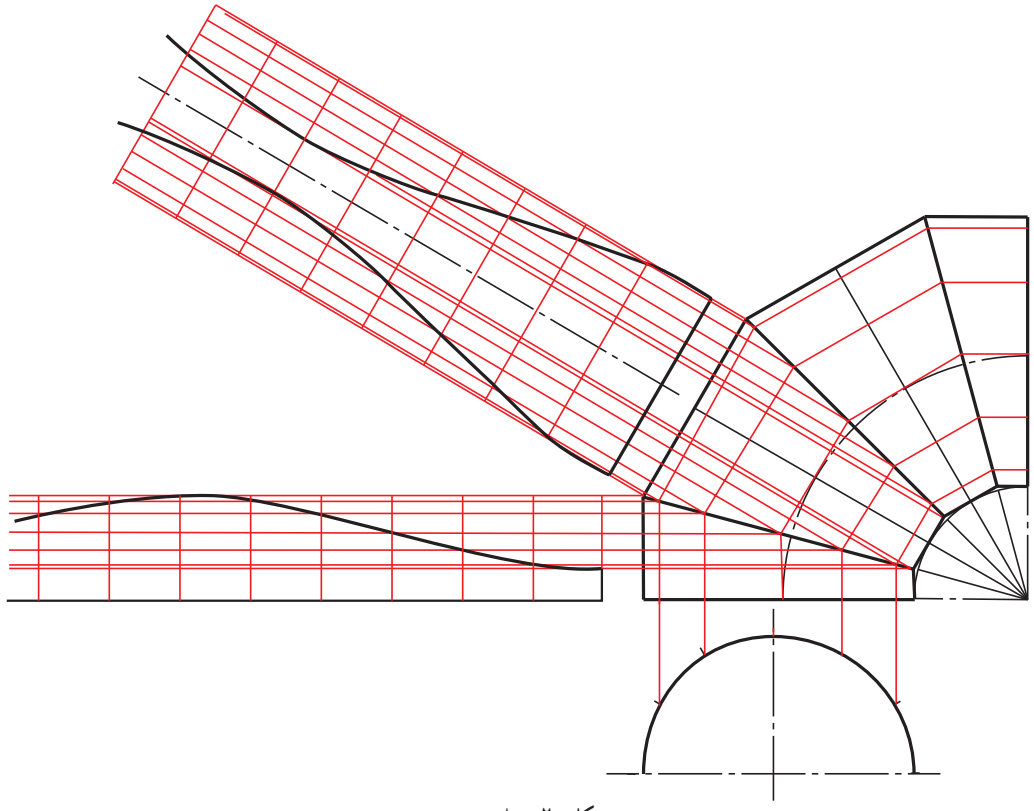
۲ــ۳ــ۸ــ گسترش زانوی چند تکه با دهانهٔ دایره : این زانو در دو مرحله بررسی می‌شود.
مرحلهٔ اول چگونگی ترسیم آن است. شکل ۱۹ــ۸ از a تا d، چگونگی رسم را گام‌به‌گام نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ ــ ۸

a، زانوی ایده‌آل یا طرح اولیه (که دقیقاً قابل گسترش نیست).
b، تقسیم یک چهارم دایره که شش بخش ۱۵ درجه است (چگونه؟).
C، رسم خط‌های مماس بر قوس بزرگ، یعنی $\overline{۱۲}$ و $\overline{۲۳}$ و $\overline{۳۴}$ و $\overline{۴۵}$ (همچنین خط‌های موازی، مماس با کمان کوچک زانو، موازی با خط‌های بالا).
d، شکل کامل زانو با چهار تکه.
در حقیقت چهار تکهٔ مشخص شدهٔ روی زانو، قسمت‌هایی از یک استوانه به قطر D است.

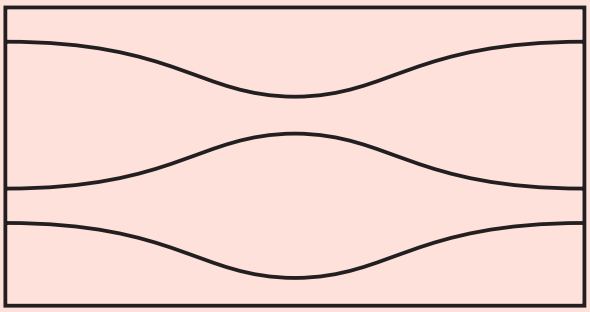
شکل ۲۰ـ۸، چگونگی تقسیم قاعده، انتقال به نمای روبه‌رو، رسم خط‌های کمکی و سرانجام گسترش دو تکه از چهار تکه را نشان می‌دهد که البته از هر کدام دو تا لازم خواهد بود.



شکل ۲۰ ــ ۸

نکته

چون خط برش هر یک از پارچه‌های زانو دلخواه است، می‌توان گسترش چهار پارچه را به گونه‌ای روی ورق رسم کرد که دور ریز آن صفر باشد (شکل ۲۱ـ۸).



شکل ۲۱ ــ ۸

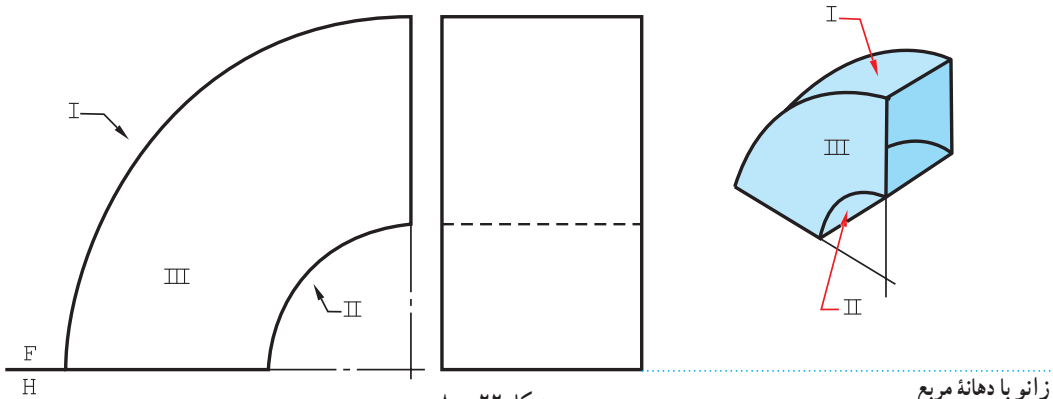
این زانو را می‌توان سه، چهار، پنج، ... پارچه ساخت.

روشن است که هر چه شمارِ تکه‌ها بیشتر شود زانو خم بهتری دارد. رابطهٔ ساده‌ای هم بین شمار تکه‌ها و تعداد قسمت‌های اولیه‌ای که برای رسم شکل لازم است وجود دارد. اگر m تعداد تکه‌ها و n تعداد تقسیمات زاویه‌ای اولیه باشد داریم :

$n = ۲ (m - ۱)$ و برای نمونه، اگر رسم شکل یک زانوی ۵ پارچه مورد نظر باشد، $n = ۲ (۵ - ۱) = ۸$ خواهد بود. یعنی باید زاویهٔ ۹۰ درجه به ۸ قسمت مساوی تقسیم شود. (چگونه؟)

۴ــ۸ــ زانوی با دهانهٔ غیر دایره و خم دایره‌ای

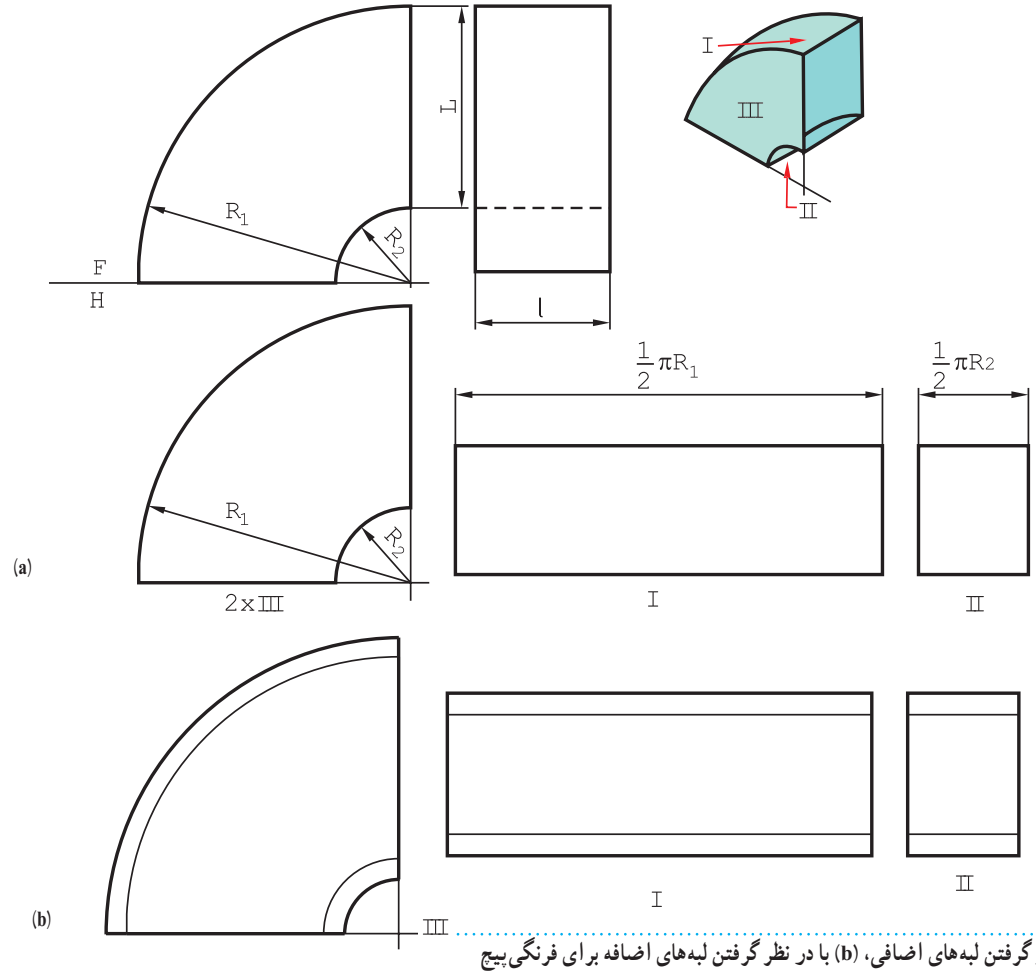
زانو با دهانهٔ مربع یا مستطیل را می‌توان با خم دایره‌ای دقیق ساخت. این کار به ویژه برای مجراهای عبور هوا یا گاز بسیار مناسب است. در شکل ۲۲ــ۸ نمونهٔ آن دیده می‌شود.



زانو با دهانهٔ مربع

شکل ۲۲ ــ ۸

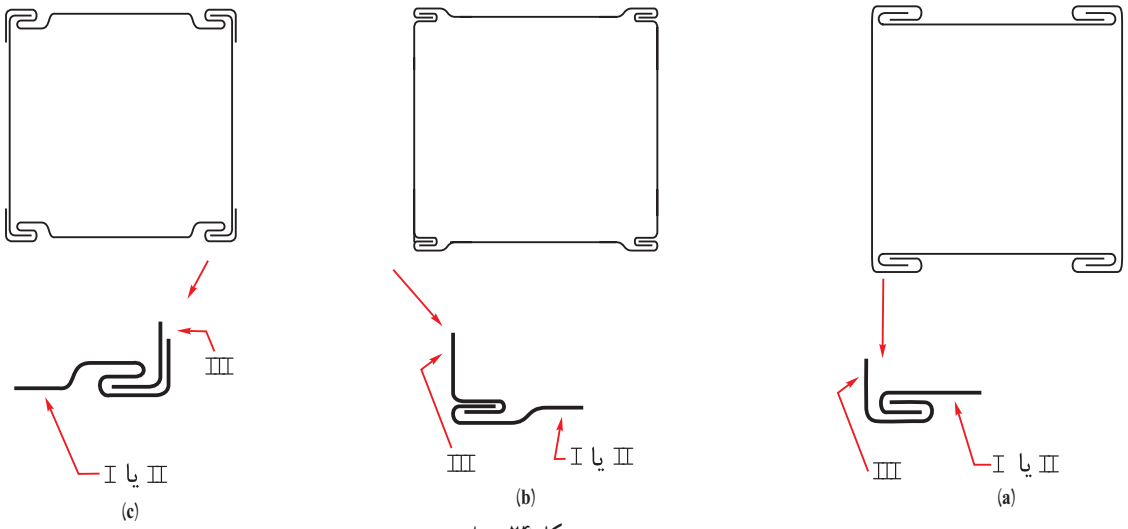
در شکل ۲۳ــ۸، گسترش زانو با دهانهٔ مستطیل رسم شده است.



(a) بدون درنظر گرفتن لبه‌های اضافی، (b) با در نظر گرفتن لبه‌های اضافه برای فرنگی‌پیچ

شکل ۲۳ ــ ۸

البته برای اتصال باید قبل از برش، لبه‌های اضافی لازم را در نظر گرفت (شکل ۲۴ــ۸).

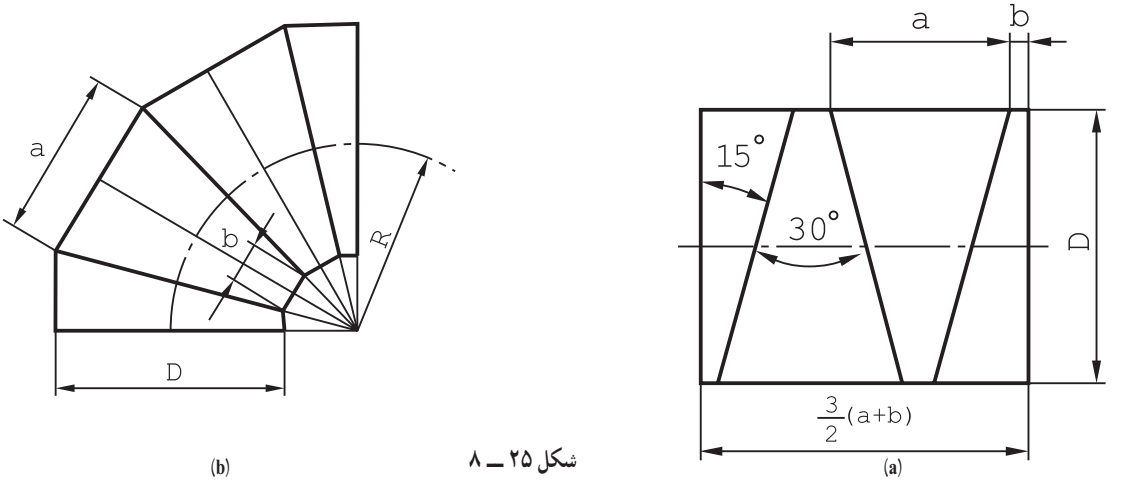


شکل ۲۴ ــ ۸

آیا می‌توانید در هر مورد نام فرنگی پیچ مورد استفاده را بگویید؟

۵ــ۸ــ ساخت زانو از لوله

برای عبور مایعات با فشار معمولی جو یا بیشتر می‌توان زانو را از لوله ساخت. این کار بیشتر در مورد لوله‌های بزرگ فولادی با شعاع خمش گوناگون صورت می‌گیرد. شکل ۲۵ــ۸، چگونگی ساخت را نشان می‌دهد.



شکل ۲۵ ــ ۸

شکل، یک زانوی چهار پارچه را نشان می‌دهد که شعاع خمش آن R است. طول لولهٔ لازم، پس از رسم شکل دقیق زانو، اندازه‌گیری خواهد شد[۱].

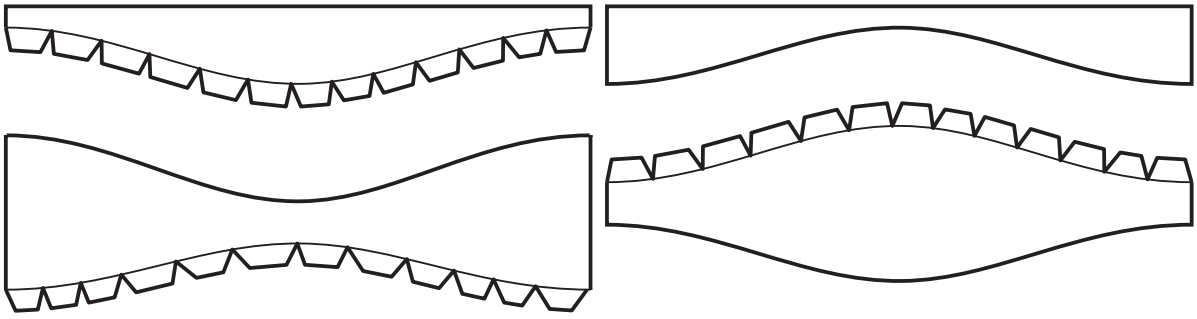
پس از برش، پلیسه‌گیری، ایجاد درز جوش مناسب، اتصال برقرار می‌شود[۲].

۱ــ می‌توان تقریباً سه برابر ضخامت تیغ اره یا دور ریز برش را هم بر طول افزود.

۲ــ جدول‌های آماده‌ای هست که براساس شعاع خمش، قطر لوله و تعداد پارچه‌ها، مقدار α و b یا زاویهٔ برش را معین کرده است.

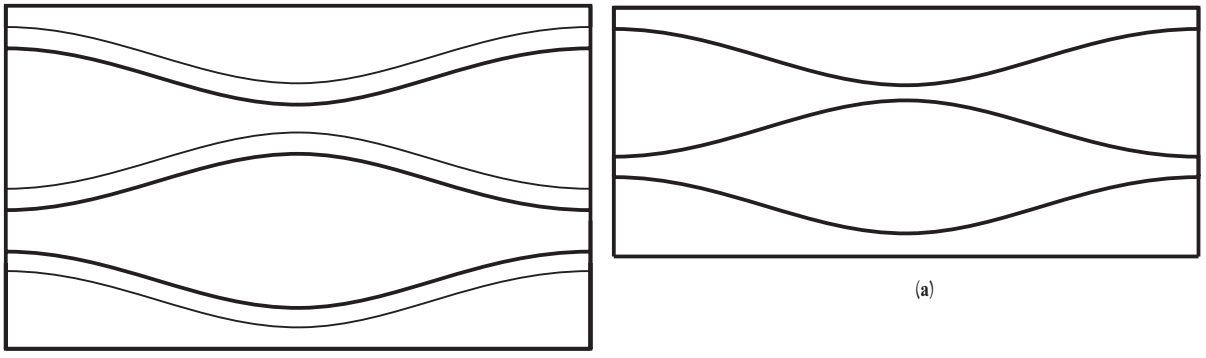
۶ــ۸ــ انگاره‌سازی

ساخت ماکت هر یک از گسترش‌ها می‌تواند هم ما را از درستی کارمان آگاه سازد و هم نوعی کار عملی محسوب شود. بنابراین، لازم است دست کم ماکت دو یا سه مورد از گسترش‌ها در این درس توسط هر هنرجو تهیه شود. برای نمونه می‌توان گستردهٔ یک زانوی چهار تکه را با در نظر گرفتن زائده‌هایی برای چسباندن رسم کرد (شکل ۲۶ــ۸).



شکل ۲۶ ــ ۸

برای این‌کار مقوای نازک مناسب است. برای رسم گسترش و برش آن از ورق، روش مطابق شکل ۲۷ــ۸ پیشنهاد می‌شود.



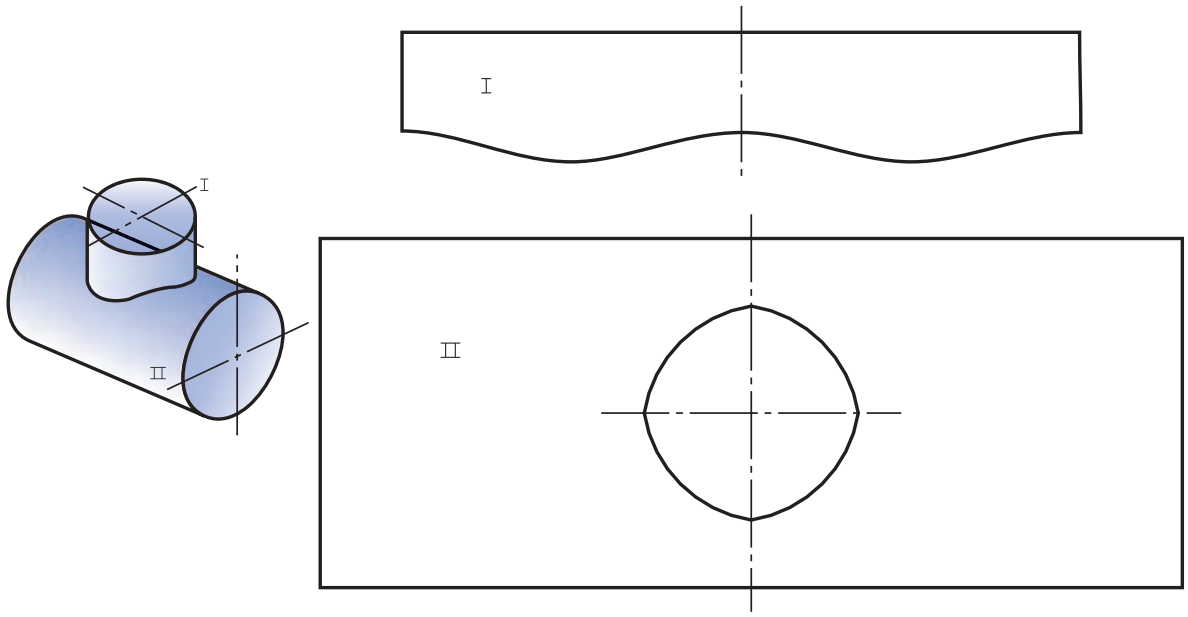
شکل ۲۷ ــ ۸

a، مناسب برای زمانی است که تکه‌های زانو توسط جوش وصل می‌شوند. دیده می‌شود که دور ریز صفر است، پس این روش اقتصادی است.

b، برای ورق با اتصال پیچک یا چسب مناسب است، هم اکنون برای ساخت ماکت مورد نظرمان از این روش استفاده می‌کنیم.

۷ــ۸ــ نمونه

نمونه، الگو، مدل یا شابلون قطعه‌ای است که برای سرعت انجام کار تهیه می‌شود. می‌توان آن را از ورق با ضخامت مناسب مثلاً ۱ ساخت. شابلون باید دقیق باشد. شکل ۲۸ــ۸ یک نمونه را نشان می‌دهد.



شکل ۲۸ ــ ۸

این نمونه برای ساخت سه راه مورد استفاده قرار می‌گیرد. توضیح این که روی ورق، به کمک آن و با سوزن خط‌کش، خط‌کشی و سپس برش انجام می‌شود.

از این نمونه در موارد زیر استفاده می‌شود :

زمانی که یک سازه با اندازه‌های معین، کاربرد زیادی دارد (به‌صورت موردی).

زمانی که تعداد زیادی از یک سازه باید تهیه شود.

از این نمونه‌ها در کارخانهٔ مخزن‌سازی بسیار یافت می‌شود.

۸ــ۸ــ ساخت ماکت

پیشنهاد می‌شود که دست کم دو نمونه از گسترش‌ها به‌صورت ماکت ساخته شود (از متن درس).

گزیدهٔ مطالب

۱ــ گسترش هر قسمت از استوانه‌های متقاطع را باید جداگانه رسم کرد.

۲ــ برای تغییر جهت یک سیال، از زانو استفاده می‌شود.

۳ــ یک زانو را نمی‌توان به‌صورتی دقیق گسترش داد.

۴ــ مهم‌ترین کار برای رسم یک زانوی چند تکه، رسم شکل دقیق آن است.

۵ــ تقسیمات زاویه‌ای اولیه از رابطهٔ $n = ۲ (m - ۱)$ به‌دست می‌آید.

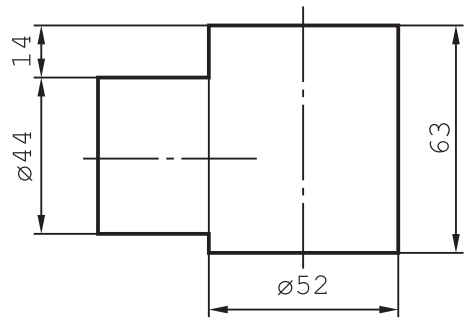
۶ــ طول اولیهٔ لولهٔ لازم برای ساخت یک زانو از لوله را، بعد از ترسیم شکل دقیق آن، به‌دست می‌آوریم.

ارزشیابی نظری

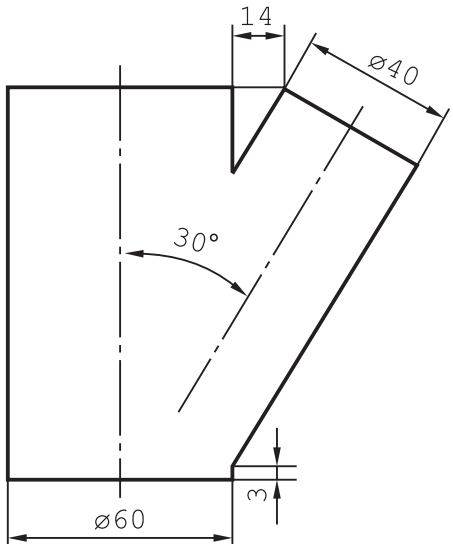
۱ــ اولین گام برای ساخت سه راه یا چهار راه چیست؟
۲ــ چگونگی گسترش دو استوانهٔ متقاطع را با رسم شکل شرح دهید.
۳ــ چگونگی گسترش مخروط و استوانهٔ متقاطع را با رسم شکل شرح دهید.
۴ــ زانوی دو تکهٔ استوانه‌ای در چه حالت‌هایی ساخته می‌شود؟
۵ــ چگونگی رسم شکل زانوی پنج تکه را مرحله به مرحله شرح دهید.
۶ــ چگونه می‌توان زانوی چند تکه را بدون دور ریز گسترش داد؟
۷ــ مقدار زاویهٔ تقسیم برای زانوی ۹۰ درجهٔ هشت پارچه چند درجه است؟
۸ــ طول تقریبی لولهٔ لازم برای ساخت یک زانو به شعاع خمش ۸۰ چه‌قدر است؟ (۸۰ شعاع خمش محور زانو است).
۹ــ شکل‌های فرنگی پیچ ممکن برای اتصال لبه‌های زانو را معرفی کنید.
۱۰ــ در یک کارخانه برای ساخت احجام با شکل و اندازهٔ یکسان چه می‌کنند؟

ارزشیابی عملی

۱ــ گسترش دو استوانهٔ متقاطع را رسم کنید (شکل ۲۹ــ۸).
۲ــ گسترش دو استوانهٔ متقاطع را رسم کنید (شکل ۳۰ــ۸).

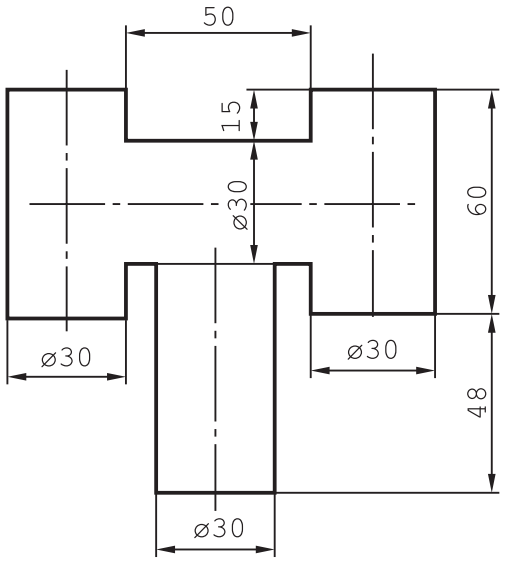


شکل ۲۹ ــ ۸



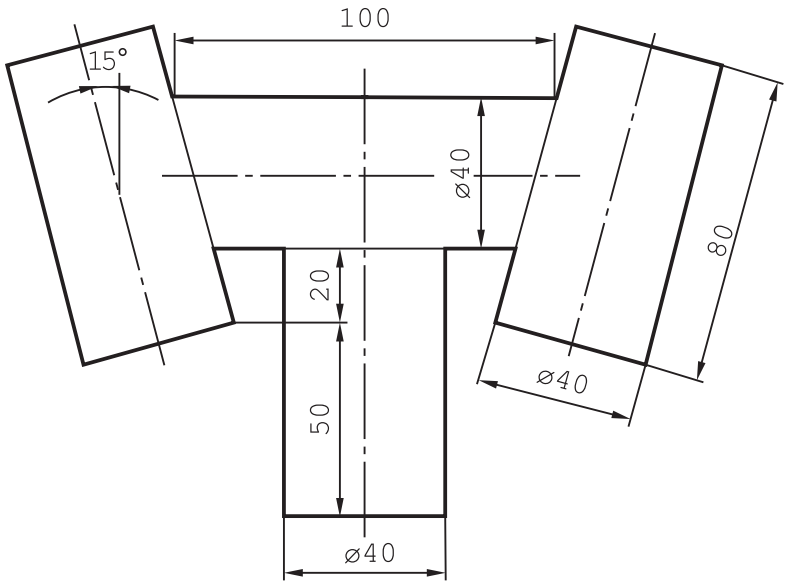
شکل ۳۰ ــ ۸

۳ــ گسترش کلاهک دودکش استوانه‌ای را رسم کنید (شکل ۳۱ــ۸).



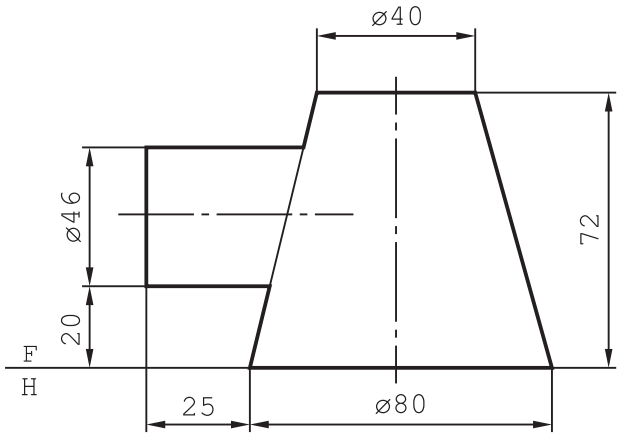
شکل ۳۱ ــ ۸

۴ــ گسترش کلاهک دودکش استوانه‌ای را رسم کنید (شکل ۳۲ــ۸).



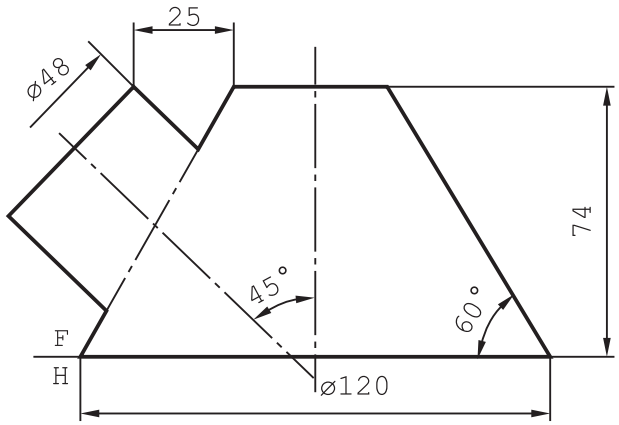
شکل ۳۲ ــ ۸

۵ــ گسترش برخورد استوانه و مخروط را رسم کنید (شکل ۳۳ــ۸).



شکل ۳۳ ــ ۸

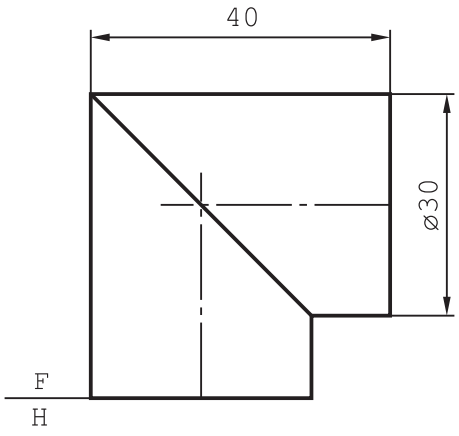
۶ــ گسترش برخورد استوانه و مخروط را رسم کنید (شکل ۳۴ــ۸).



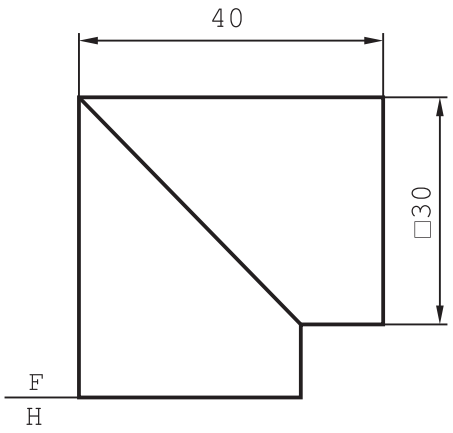
شکل ۳۴ ــ ۸

۷ــ گسترش زانوی دو تکه را رسم کنید (شکل ۳۵ــ۸).

۸ــ گسترش زانوی دو تکه را رسم کنید (شکل ۳۶ــ۸).

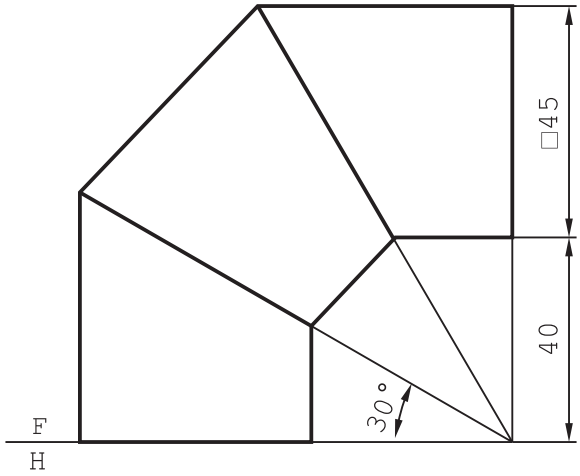


شکل ۳۵ ــ ۸



شکل ۳۶ ــ ۸

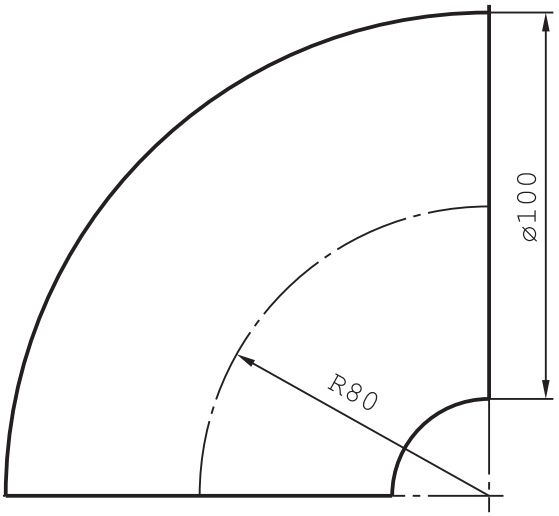
۹ــ گسترش زانوی سه تکه را رسم کنید (شکل ۳۷ــ۸).



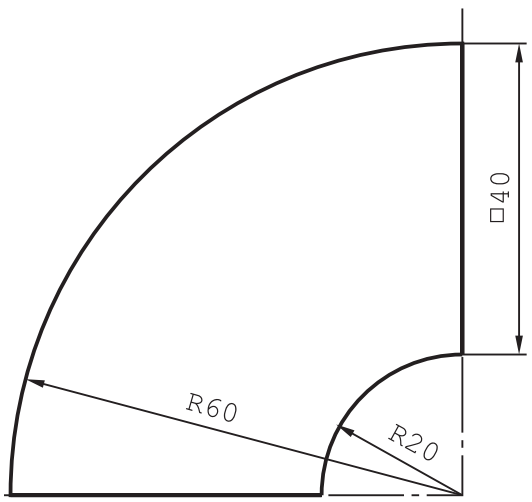
شکل ۳۷ ــ ۸

۱۰ــ گسترش زانوی ۵ پارچه را رسم کنید (شکل ۳۸ــ۸).

۱۱ــ گسترش زانو با دهانهٔ مربع را رسم کنید (شکل ۳۹ــ۸). لبه‌های اضافی لازم است.



شکل ۳۸ ــ ۸



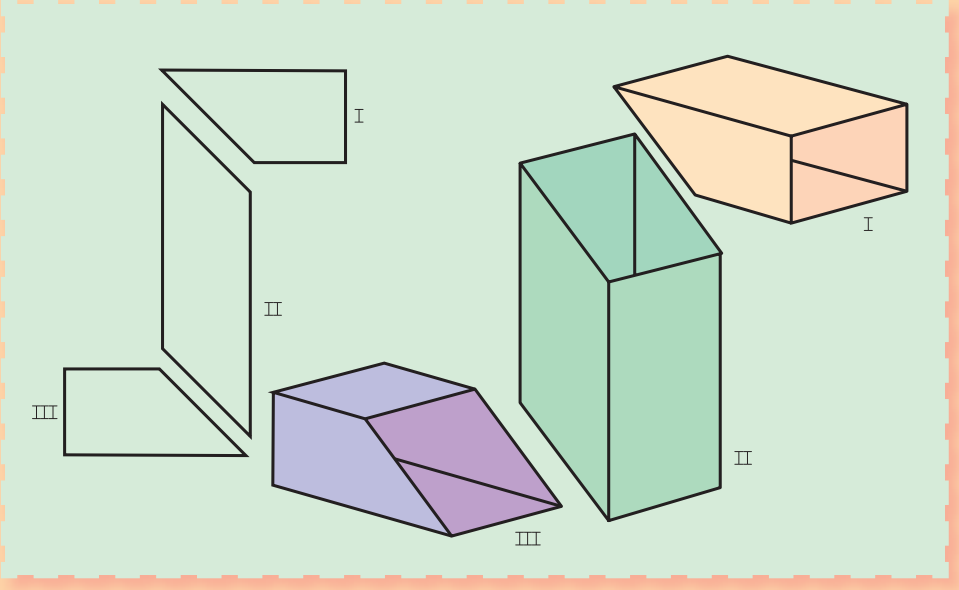
شکل ۳۹ ــ ۸

۱۲ــ به زانوی شش تکه‌ای از لوله‌ای به قطر ۲۰۰ و شعاع خمش ۱۰۰۰ نیاز است. اگر دور ریز برای هر برش ۳ باشد، طول لوله آن چه‌قدر باید باشد؟

۱۳ــ لازم است دست کم پنج مورد از گسترش‌ها به‌صورت ماکت درآیند. ماکت‌ها را با صلاحدید استاد، در منزل بسازید. (از تمرین‌های ۳۱ــ۸ تا ۳۹ــ۸).

فصل ۹

گسترش کانال‌ها



روگاه، گذرگاهی است برای عبور یک مایع یا گاز

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ کانال را تعریف کند.

۲ــ کانال‌ها را گسترش دهد.

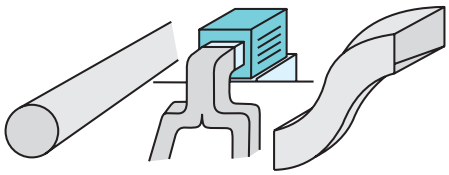
۳ــ ماکت گسترش‌ها را بسازد.

۹ــ۱ــ کانال[۱]

بنابر تعریف، کانال مجرایی است برای عبور گاز یا هوا یا مایعات.

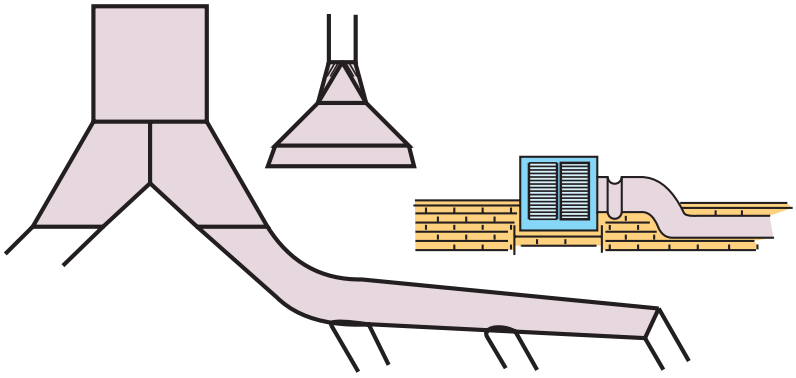
بنابراین یک زانو با دهانه‌های مشابه، که پیش از این بررسی شد، نوعی کانال است.

شکل ۹ــ۱، گونه‌هایی از کانال را نشان می‌دهد.



شکل ۹ــ ۱

کانال در صنایع فلزی و دیگر صنایع کاربردهای فراوان دارد، از جمله برای تخلیهٔ دود و استفاده از آن در هواکش، کولر، سیستم‌های تهویهٔ مطبوع، در انبارهای گندم و غلات دیگر، در پالایشگاه و... . شکل ۹ــ۲، نمونه‌هایی را ارائه می‌دهد.



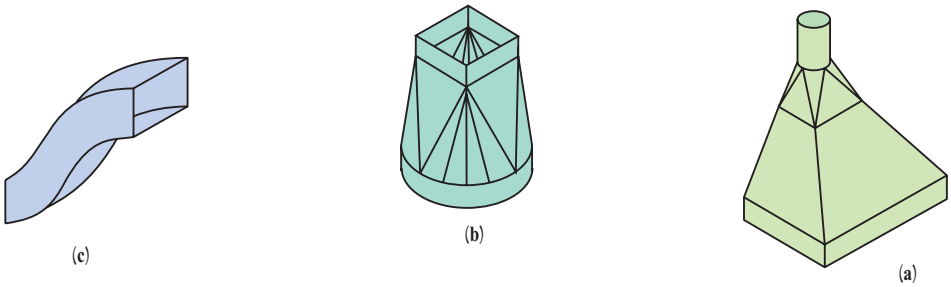
شکل ۹ــ ۲

۹ــ۲ــ کانال ساده

اگر دو دهانهٔ کانال از نظر شکل و مساحت یکی باشند، کانال ساده است، که قبلاً به قدر کافی بررسی شد.

۹ــ۳ــ کانال تبدیل

اگر دو دهانهٔ کانال از نظر شکل یا مساحت برابر نباشند، کانال را تبدیل گویند (شکل ۹ــ۳).



شکل ۹ــ ۳

۱ــ کانال، روگاه، مجرا، راه آب، لوله، تنگه، شیار، خط، channel البته در تعریف ارائه شده کانال مانند لوله، جداره‌های بسته دارد ولی در تعریف کلی می‌تواند یک طرف آن باز باشد. مانند مجرای آب در رودخانه یا آبراه بین دو دریا مانند کانال سوئز.

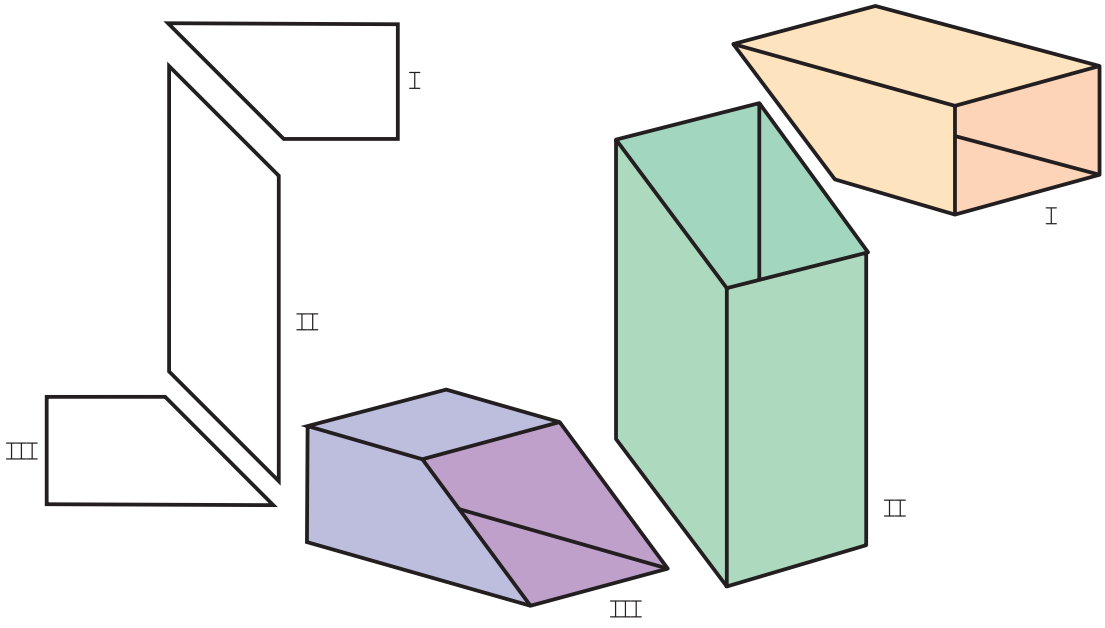
۴ــ۹ــ گسترش کانال ساده

کانالی است برای عبور دود با دو دهانهٔ مستطیلی مساوی (مطابق شکل ۴ــ۹).

شکل ۴ــ ۹

این کانال دو مجرای دیگر با دهانهٔ یکسان را به هم ارتباط می‌دهد و می‌توان آن را به دو صورت گسترش داد :

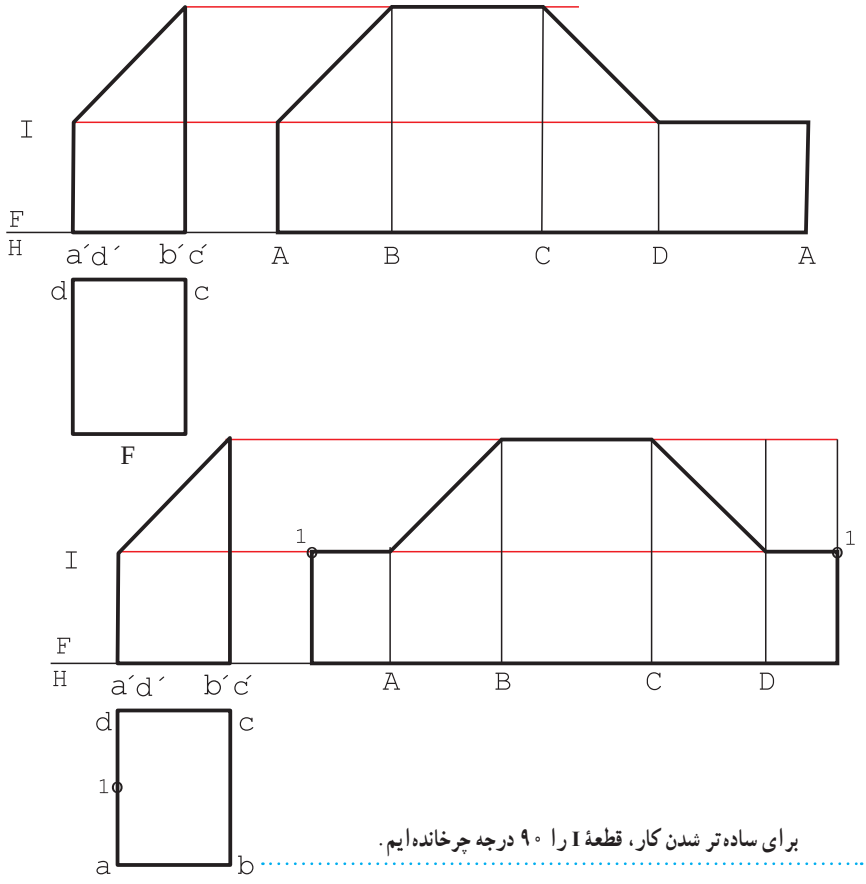
۱ــ۴ــ۹ــ کانال ساده ــ روش اول : این کانال، ترکیبی از سه قسمت است (شکل ۵ــ۹).



شکل ۵ــ ۹

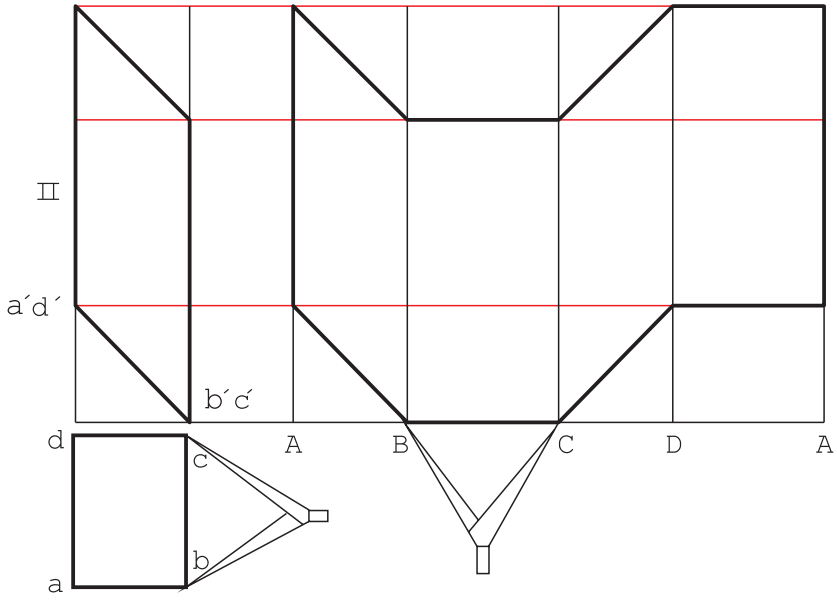
بخش‌های ۱ و ۳ یکسان هستند. تکهٔ شمارهٔ ۱ را می‌توان با خطبرش روی یال A یا با خطبرش در وسط یال‌های A و D گسترش داد. (شکل ۶ــ۹).

و اما گسترش قسمت ۲ را می‌توان مطابق شکل ۷ــ۹، انجام داد.



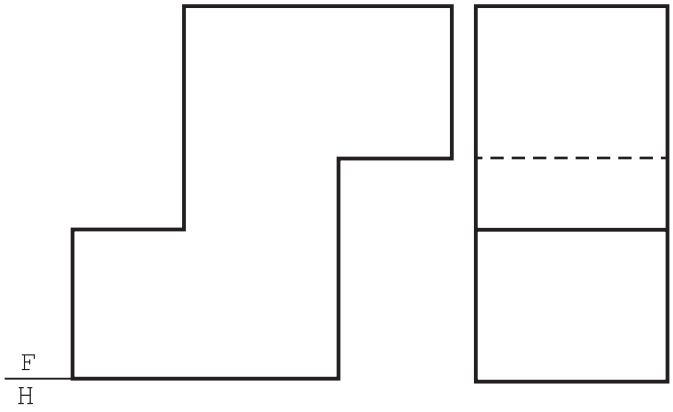
برای ساده‌تر شدن کار، قطعهٔ I را ۹۰ درجه چرخانده‌ایم.

شکل ۶ــ ۹



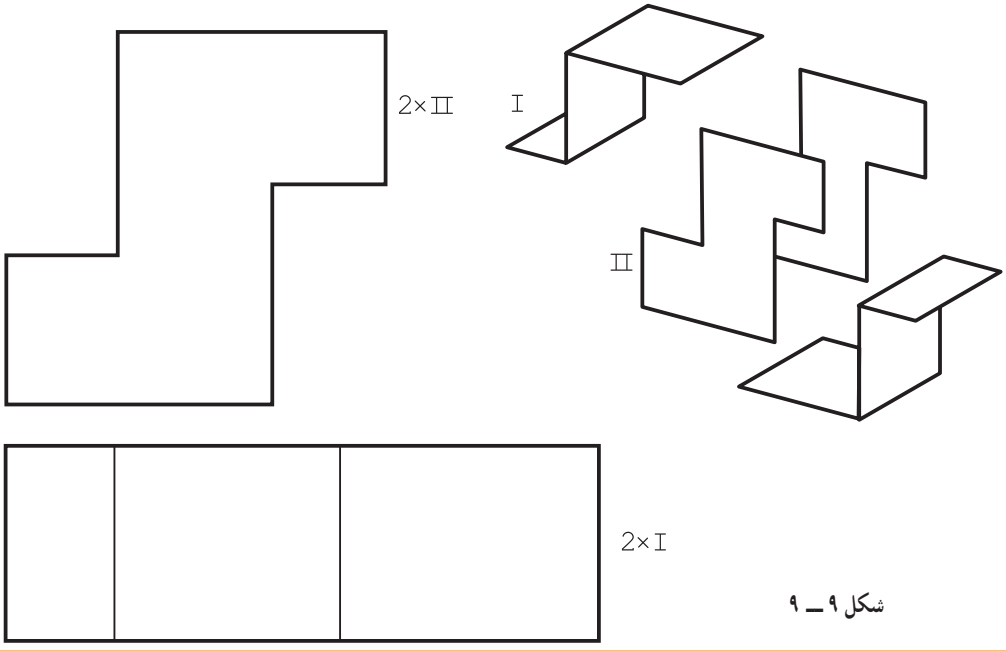
شکل ۷ــ ۹

۲ــ۴ــ۹ــ کانال ساده : روش دوم : اگر نقشهٔ طراحی شده مطابق شکل ۸ــ۹ باشد، می‌توان بدنه را به دو قسمت شبیه به هم و از هر کدام را دو تا تجزیه نمود.



شکل ۸ ــ ۹

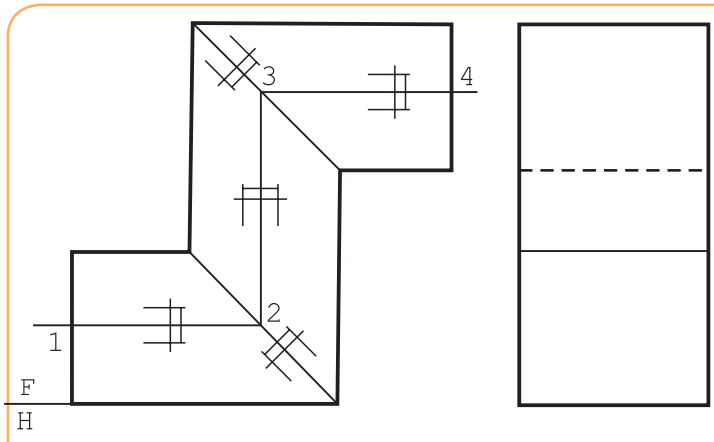
پس گسترش مطابق شکل ۹ــ۹ خواهد بود.



شکل ۹ ــ ۹

یاد آوری این نکته لازم است که نقشه حقیقی باید شامل لبه‌های اضافی برای اتصال هم باشد. در شکل ۱۰ــ۹، نقشه با لبه‌های اضافی و خطبرش، در حالت اول (بدنهٔ سه قسمتی) دیده می‌شود.

درز اتصال خط ۱۲۳۴ است که با علامت اتصال همراه شده است. این نشانه و درز اتصال، هر دو با خط نازک رسم خواهند شد.

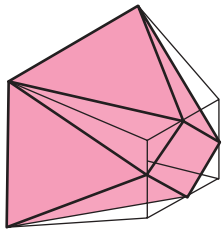
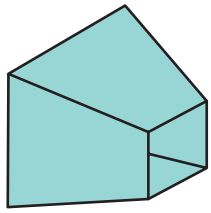
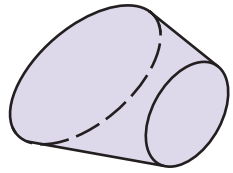
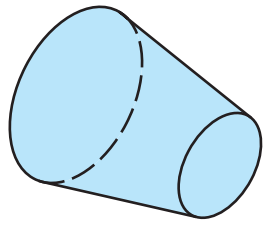
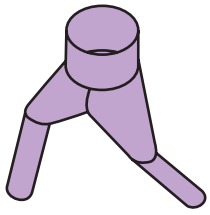
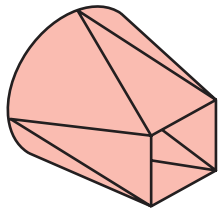
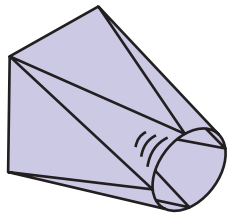
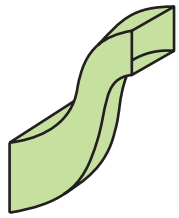


شکل ۱۰ ــ ۹

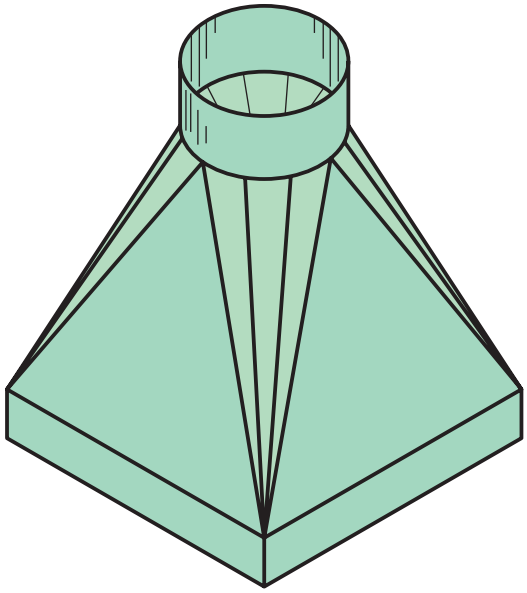
۵ــ۹ــ گسترش کانال تبدیل

گفته شد که اگر کانال دارای دو دهانهٔ نامساوی باشد به آن تبدیل گویند. زیرا باید دهانهٔ مشخص شده را به دهانهٔ دیگری مربوط سازد. جدول ۱ــ۹ چند نمونه از تبدیل‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۹

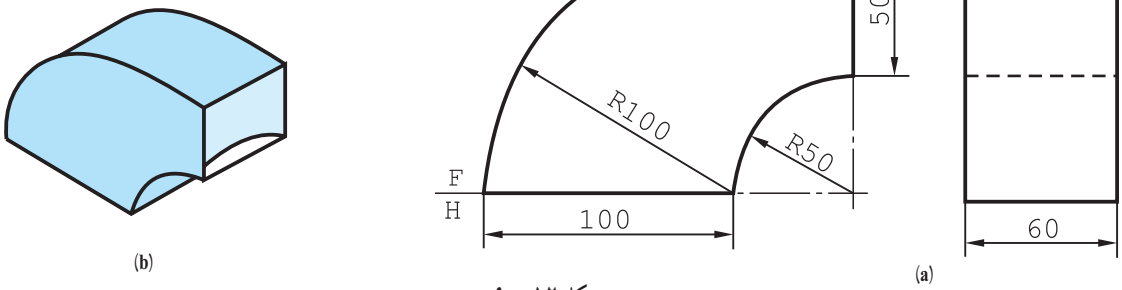
در شکل ۱۱ــ۹، یک کانال تبدیل با جزئیات بیشتر، دیده می‌شود.



شکل ۱۱ ــ ۹

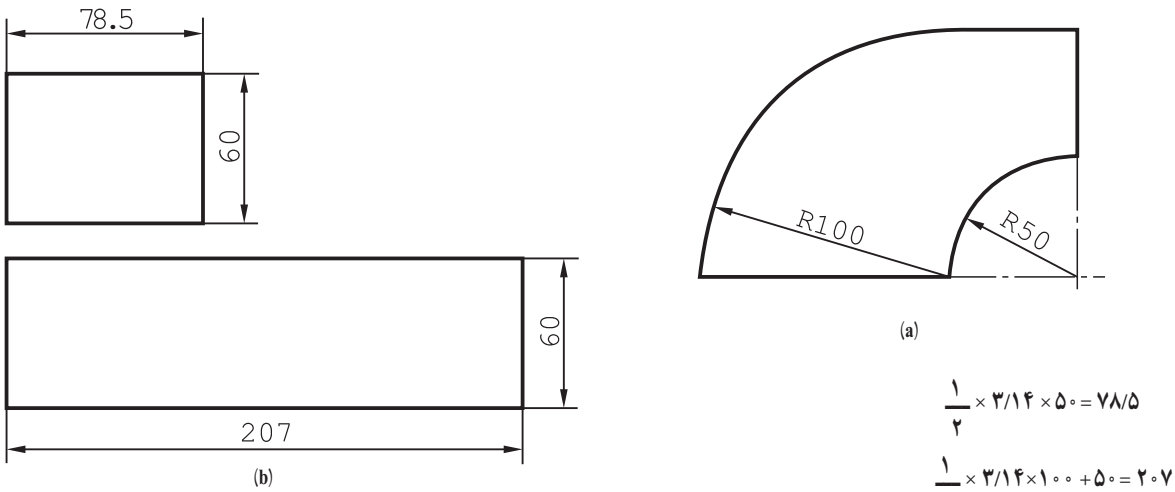
اینک چند نمونهٔ معروف‌تر را بررسی می‌کنیم.

۱ــ۵ــ۹ــ تبدیل مستطیل به مستطیل : دو دهانهٔ مستطیلی با شرایط ساده مطابق شکل ۱۲ــ۹ موجود است که با شکلی شبیه به زانو به هم ارتباط داده شده‌اند.



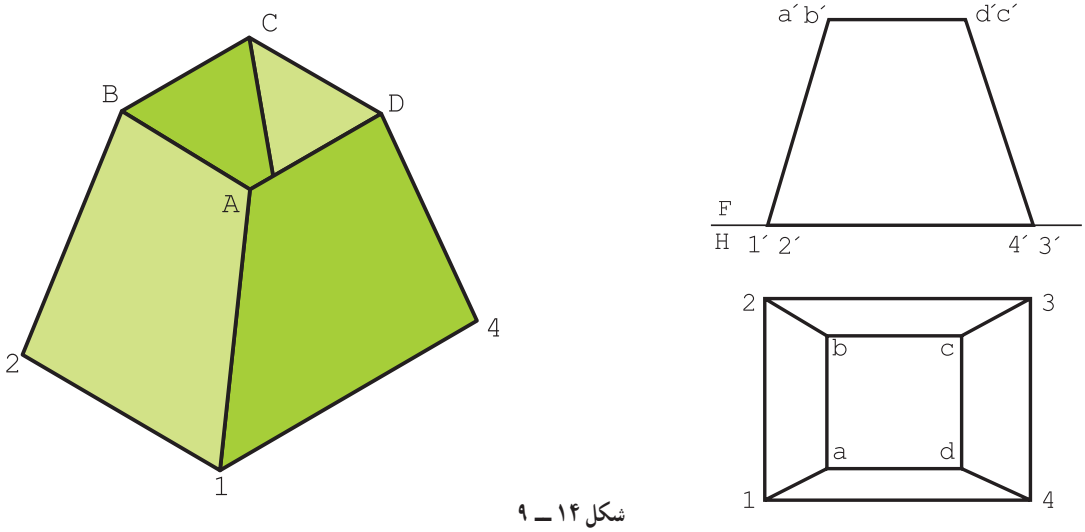
شکل ۱۲ ــ ۹

گسترده عبارت است از شکل ۱۳ــ۹.



شکل ۱۳ ــ ۹

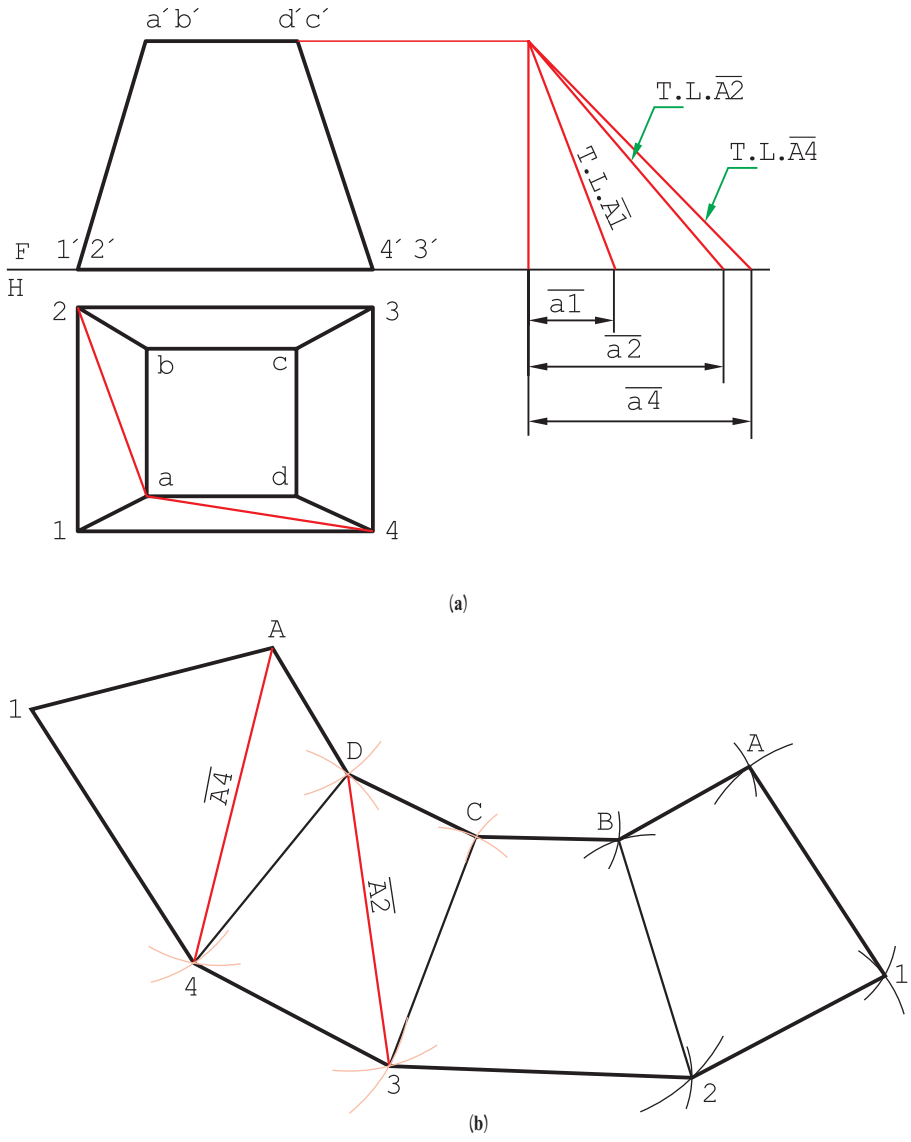
۲ــ۵ــ۹ــ تبدیل مربع به مستطیل (شبه هرم منظم[۱]) : تصاویر کانال مطابق شکل ۱۴ــ۹ است.



شکل ۱۴ ــ ۹

۱ــ در یک شبه هرم، یال‌ها همه از یک نقطه نمی‌گذرند. پس شبه هرم دارای نوک حقیقی نیست.

گسترش از چهار ذوزنقهٔ متساوی‌الساقین تشکیل می‌شود و به روش‌های گوناگونی قابل ترسیم است. (شکل ۱۵ــ۹).



شکل ۱۵ــ ۹

ــ خط‌برش کانال، یال $\overline{A1}$ است.

ــ روش انتخابی، روش مثلث‌بندی است.

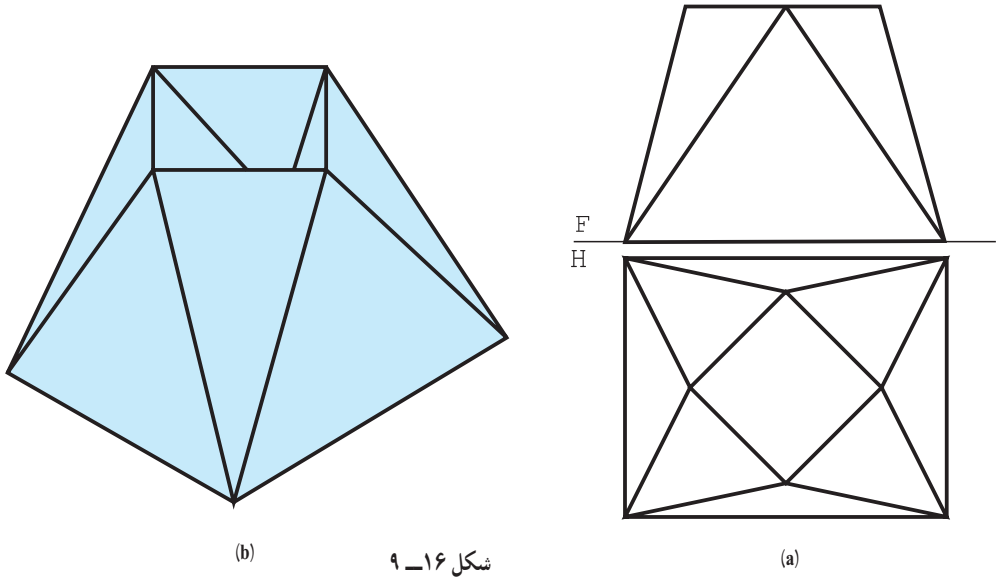
ــ دو قطر $\overline{a4}$ و $\overline{a2}$ رسم می‌شود.

ــ اندازهٔ حقیقی $\overline{A4}$ ، $\overline{A2}$ و یال $\overline{A1}$ به‌دست می‌آید.

ــ ابتدا، مثلث A۱۴ و سپس مثلث AD۴، رسم می‌شود.

ــ می‌توان کار را ادامه داد، با رسم مثلث‌های D۴۳، DC۳، ..... تا آخر.

۳ــ۵ــ۹ــ تبدیل مربع به مستطیل، با دهانه‌های موازی : نماهای طراحی شدهٔ کانال مطابق شکل ۱۶ــ۹ است.



شکل ۱۶ــ ۹

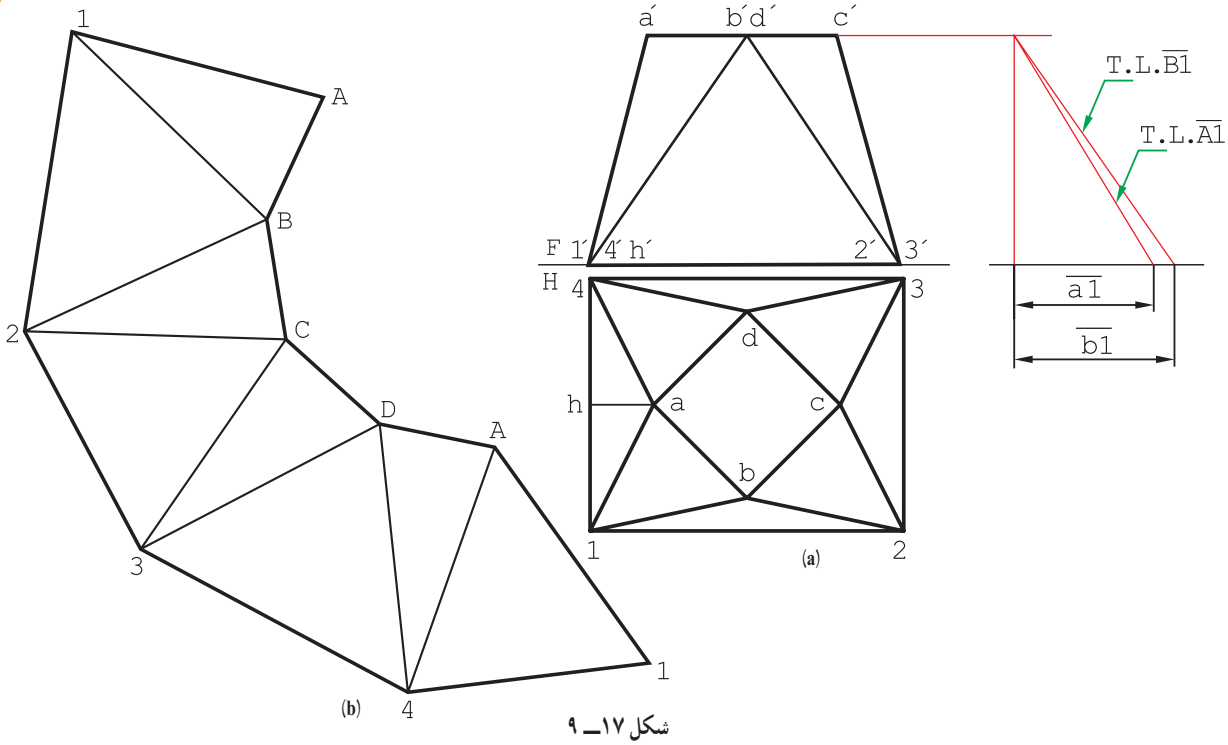
ــ خط جدایی، $\overline{A1}$ در نظر گرفته شد (شکل ۱۷ــ۹).

ــ در مرحلهٔ اول باید اندازهٔ واقعی یال‌ها را مشخص کرد.

دیده می‌شود که تنها اندازهٔ حقیقی $\overline{A1}$ و $\overline{B1}$ کافی است.

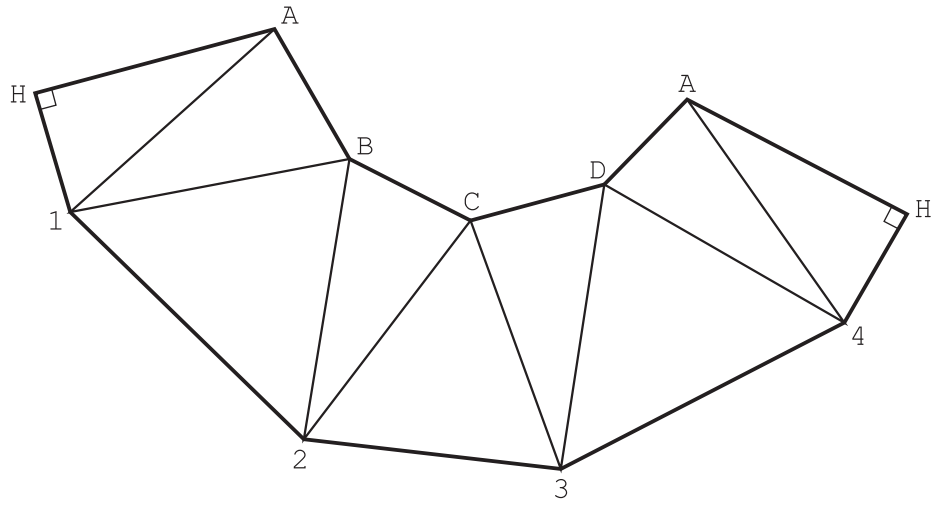
گسترده جمعاً از هشت مثلث تشکیل می‌شود.

دقت شود که خط برش را در هر جایی می‌توان در نظر گرفت و یال $\overline{A1}$ یک نمونه است.



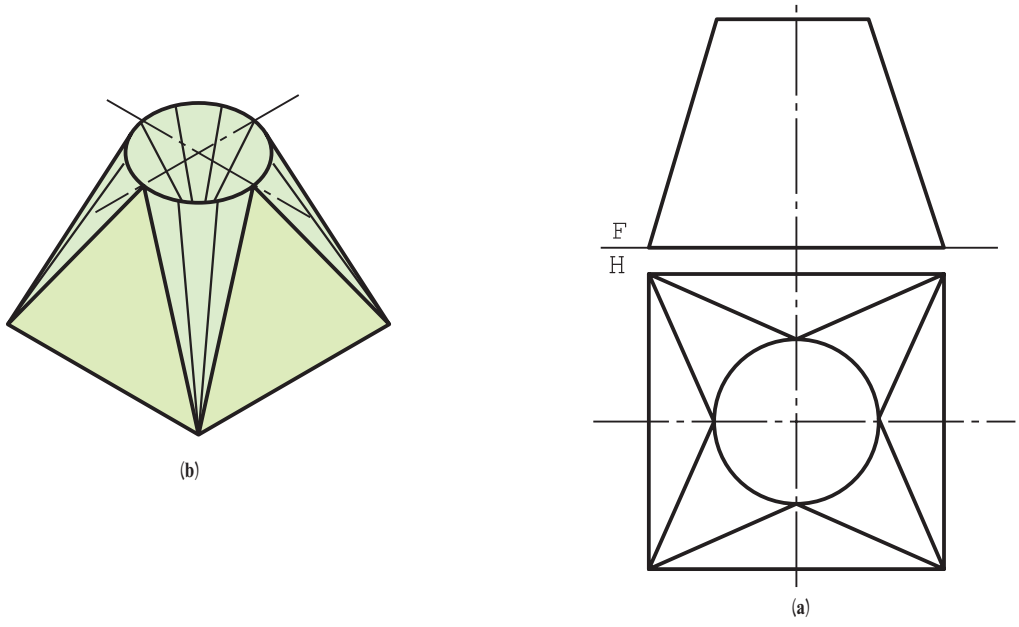
شکل ۱۷ــ ۹

در حالت دیگر، ارتفاع مثلث A۱۴، یعنی AH، خط برش فرض و گسترش رسم شده است (شکل ۱۸ــ۹).
طرّاح، در هر حال ساده‌تر بودن ساخت و مسائل دیگر را هم در نظر دارد.



شکل ۱۸ــ ۹

۴ــ۵ــ۹ــ تبدیل مربع به دایره : باید دو دهانه به شکل‌های مربع و دایره به‌هم متصل شوند. نقشهٔ طراحی شده مطابق شکل ۱۹ــ۹ است.

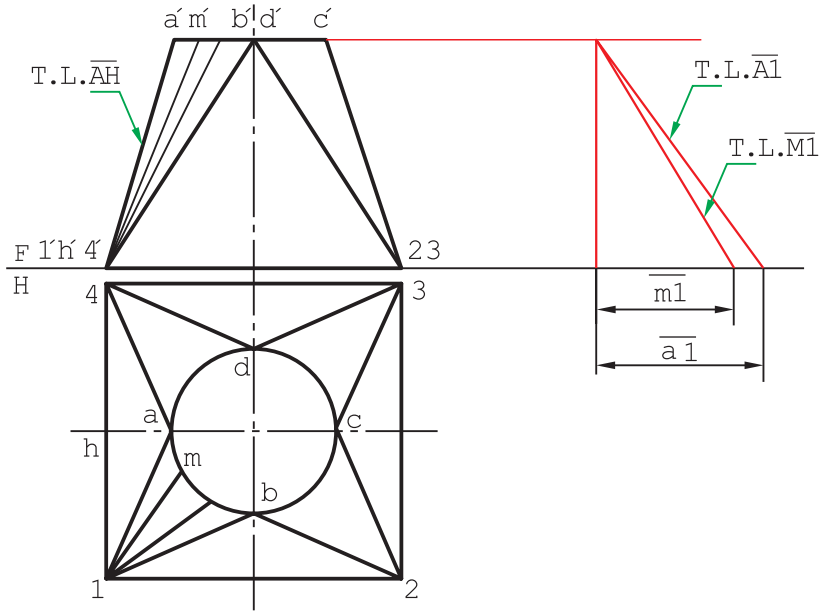


شکل ۱۹ــ ۹

این کانال از چهار قسمت مثلثی و چهار تکهٔ مخروطی مساوی ساخته می‌شود.

ارتفاع مثلث A۱۴ را خط جدایی خواهیم گرفت (که برای اتصال بسیار مناسب است).

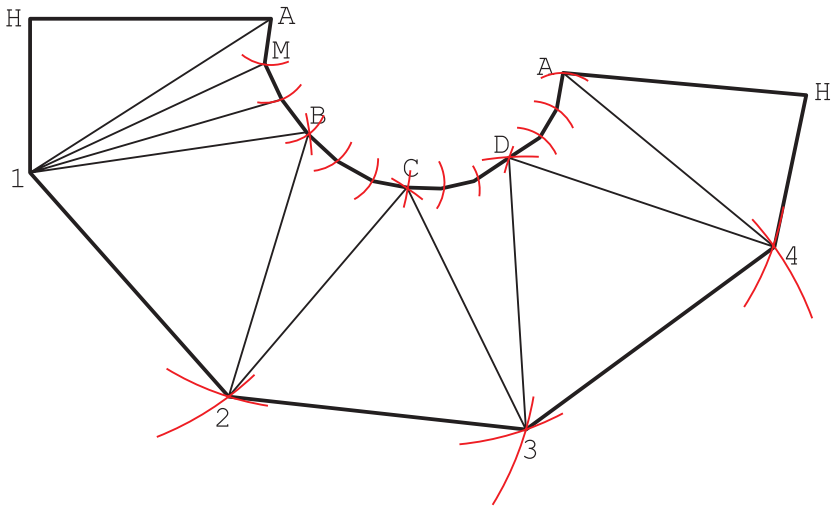
برای گسترش باید از $\overline{A1}$ شروع کنیم و چهار تکهٔ مخروطی، مانند A۱B را هم پس از تقسیم‌بندی به گسترش می‌افزاییم (شکل ۲۰ــ۹).



شکل ۲۰ــ۹

ــ اندازهٔ واقعی خط‌های $\overline{A1}$ و $\overline{M1}$ مورد نیاز است و لازم است تعیین شوند.

گسترش مطابق شکل ۲۱ــ۹ است.



شکل ۲۱ــ۹

ـ مثلث A۱۴ ساخته شد. (نیمی از مثلث رسم نشده است.)
ـ به شعاع $\overline{AM}$ از A کمان زده شد.
ـ به شعاع $\overline{۱M}$ از ۱کمان رسم شد.
ـ مثلث AM۱ ساخته شد.
ـ دوباره به شعاع $\overline{AM}$ از ۱ کمان زده شد تا مثلث دوم ساخته شد و به‌همین ترتیب کار ادامه یافت.
ـ اکنون در گسترده می‌توان با رسم ارتفاع $\overline{AH}$ خط برش را از $\overline{A۴}$ به $\overline{AH}$ تغییر داد.

۶ـ۹ـ ساخت انگاره

در این جا به ساخت برخی از ماکت‌ها نیاز است.
برای نمونه، شماره‌های **۲ـ۵ـ۹** تا **۴ـ۵ـ۹** پیشنهاد و توصیه می‌شود با مقیاس دو برابر، گسترده ساخته شوند.

گزیدهٔ مطالب

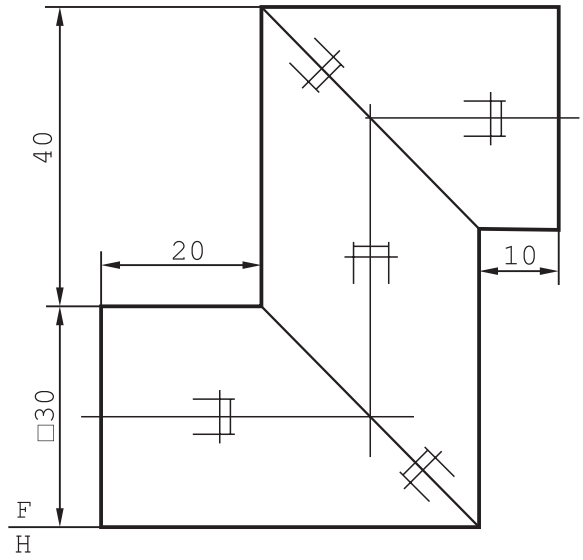
۱ـ کانال مجرایی است برای عبور یک سیّال.
۲ـ اگر دو دهانهٔ کانال یکسان باشد آن را «ساده» و در غیر این صورت «تبدیل» می‌نامند.
۳ـ در گسترش یک کانال باید خط جدایی یا برش را با دقت انتخاب کرد.

ارزشیابی نظری

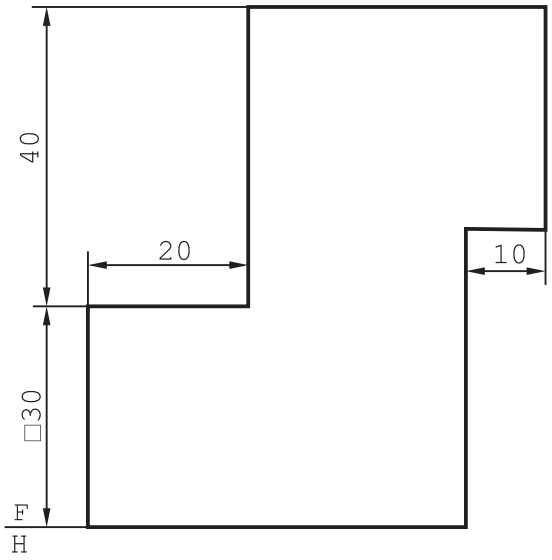
۱ـ کانال را تعریف کنید و نمونه‌ای را رسم کنید.
۲ـ از کانال در چه مواردی استفاده می‌شود؟
۳ـ کانال ساده چیست؟ (با رسم شکل)
۴ـ کانال تبدیل چیست؟ (با رسم شکل)
۵ـ چگونگی گسترش کانال سه تکه با دهانهٔ مربع را شرح دهید.
۶ـ با رسم شکل کانال سه تکه، چگونگی کاربرد علامت درز اتصال را نمایش دهید.
۷ـ چگونگی رسم و گسترش کانال تبدیل با دهانه‌های موازی مربعی و دایره‌ای را شرح دهید.

ارزشیابی عملی

۱ـ گسترش کانال مطابق شکل **۲۲ـ۹** را رسم کنید.
۲ـ گسترش کانال شکل **۲۳ـ۹** را رسم کنید.

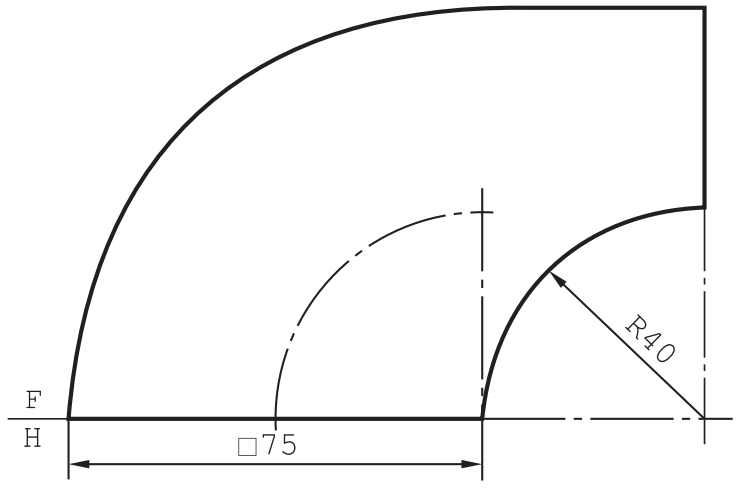


شکل ۲۲ــ ۹



شکل ۲۳ــ ۹

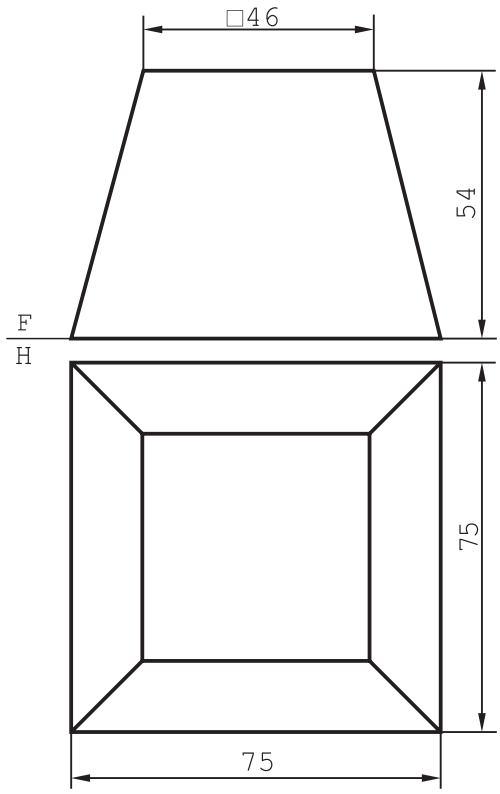
۳ــ گسترش کانال تبدیل را رسم کنید (شکل ۲۴ــ۹).



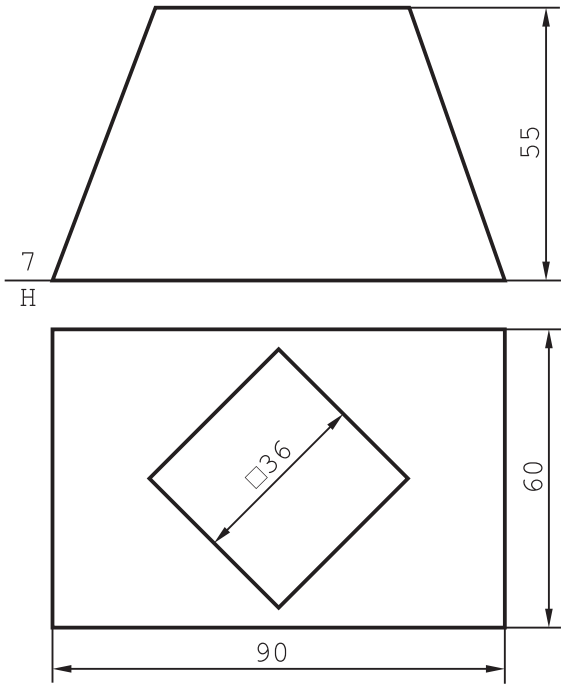
شکل ۲۴ــ ۹

۴ــ گسترش کانال تبدیل را رسم کنید. ماکت را نیز بسازید (شکل ۲۵ــ۹).

۵ــ گسترش کانال تبدیل و هم چنین، انگاره مورد نیاز است (شکل ۲۶ــ۹).



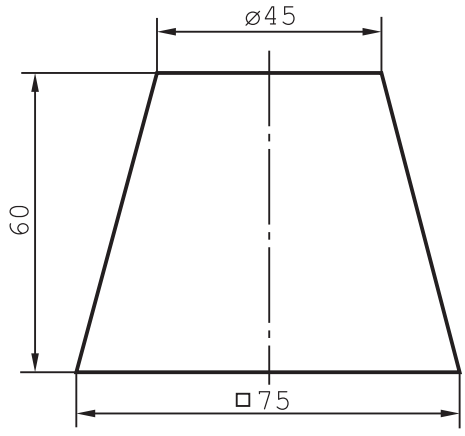
شکل ۲۵ــ ۹



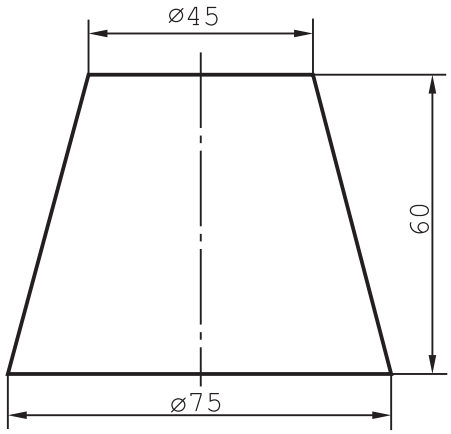
شکل ۲۶ــ ۹

۶ــ گسترش کانال تبدیل را رسم کنید (شکل ۲۷ــ۹).

۷ــ گسترش کانال تبدیل را رسم کنید (شکل ۲۸ــ۹).

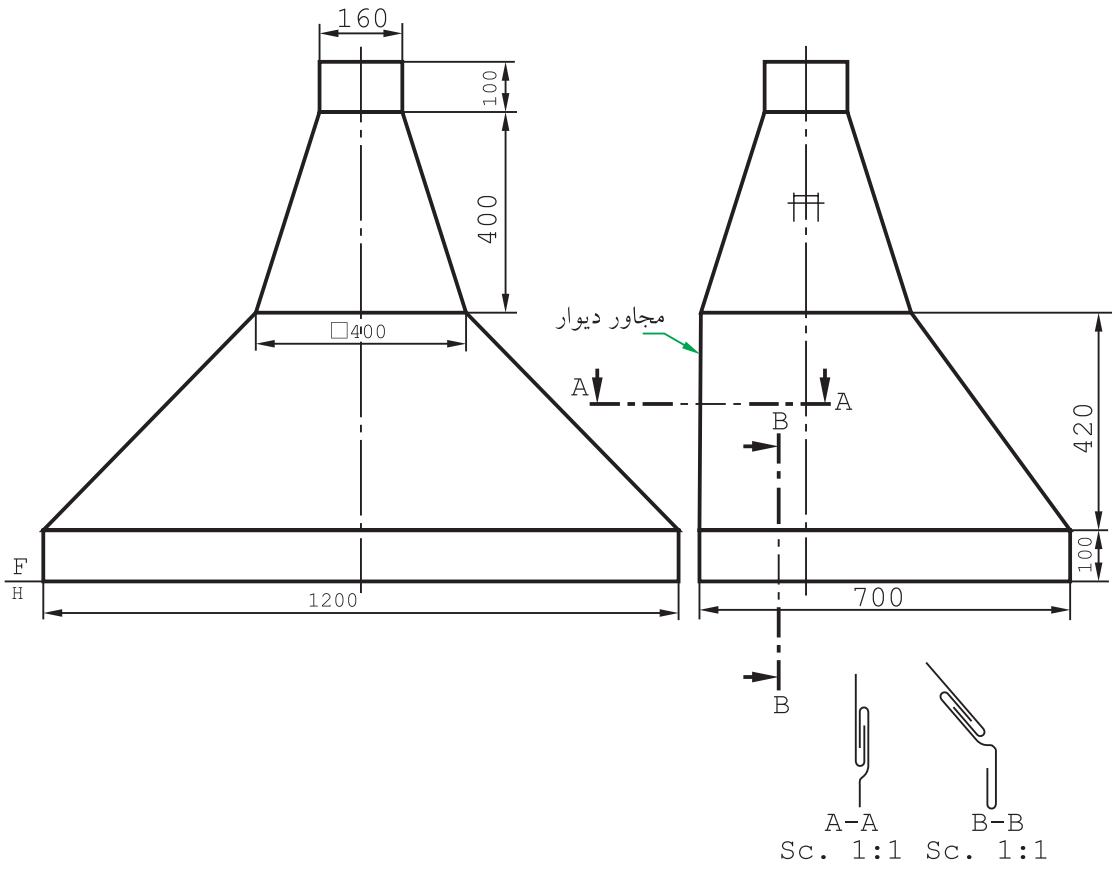


شکل ۲۷ــ ۹



شکل ۲۸ــ ۹

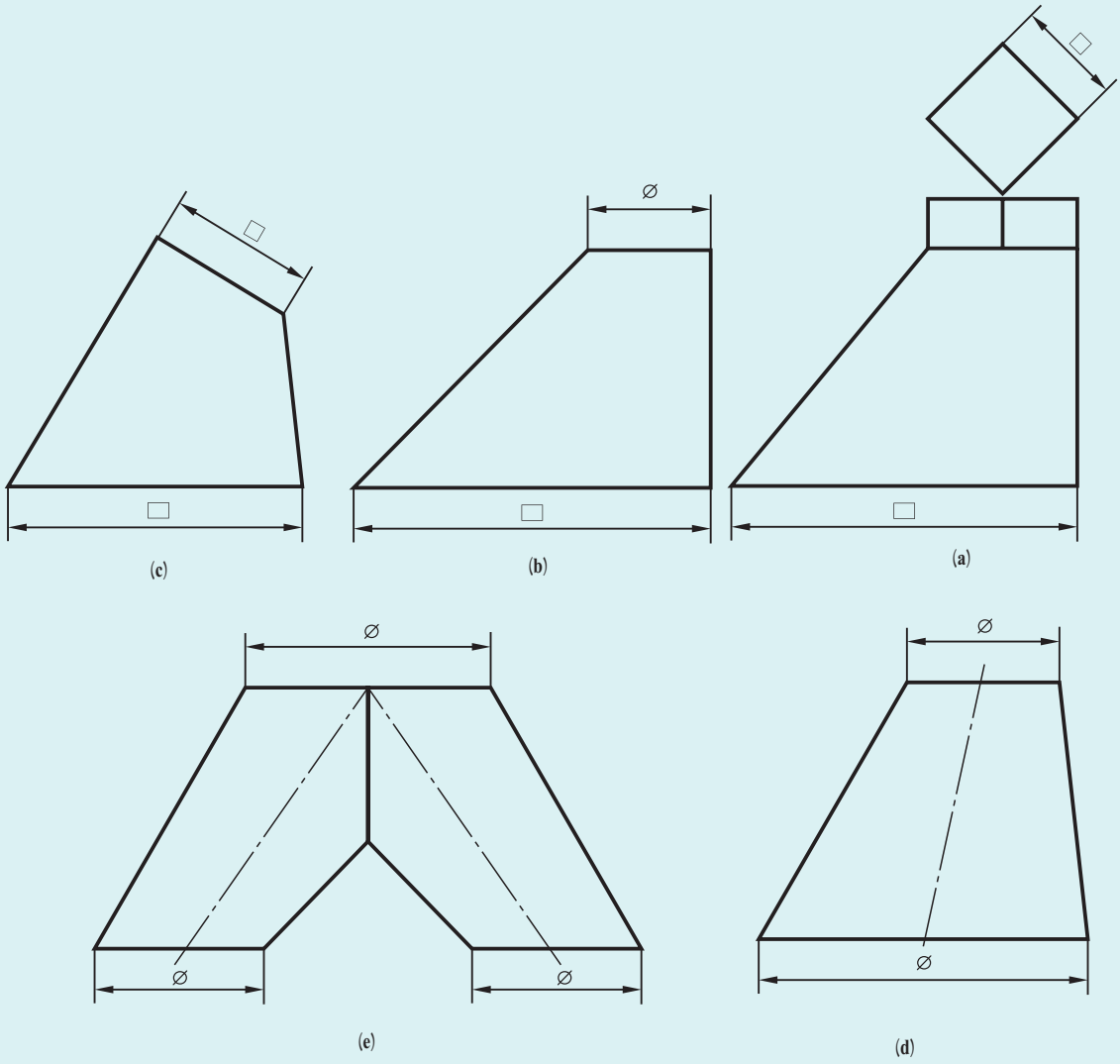
دودکشی برای یک مغازه، مطابق شکل ۲۹ــ۹ طراحی شده است، مقیاس نقشه ۱۰ : ۱ است. با همین مقیاس گسترش را رسم کنید. ورق مصرفی دارای ضخامت کم است و لبه‌های اضافی برای فرنگی پیچ‌ها ۱۶ و برای لب برگردان ۸ پیش‌بینی می‌شود. خط برش بدنه، وسط سطح مجاور دیوار است.



شکل ۲۹ــ ۹

تحقیق کنید

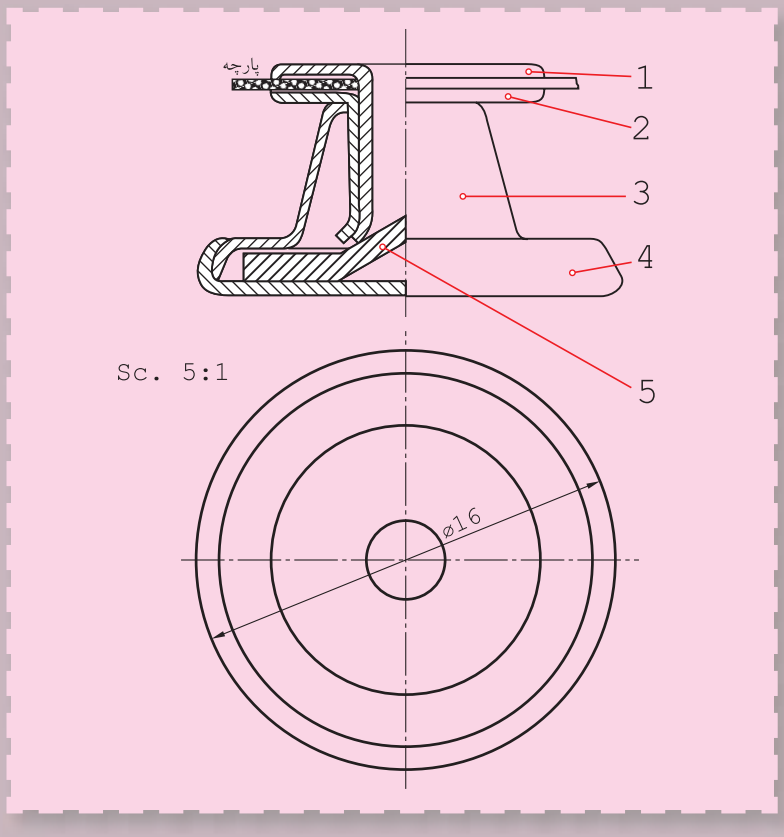
کانال‌هایی مانند شکل ۳۰ــ۹ چگونه کانال‌هایی هستند؟
برای رسم گسترش آن‌ها چه باید کرد؟



شکل ۳۰ــ ۹

فصل ۱۰

نقشه‌های ترکیبی



نقشهٔ ترکیبی، نقشهٔ مادر برای هر پروژه است.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

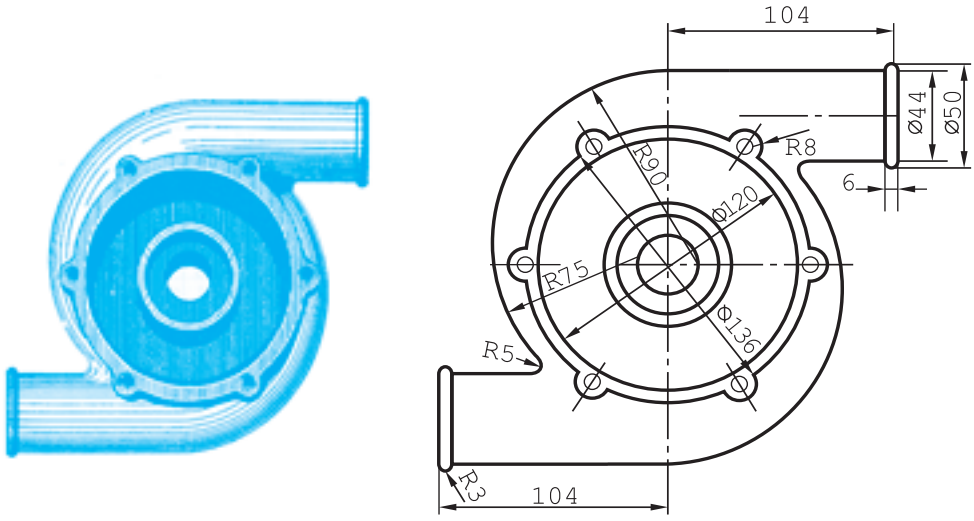
۱ــ نقشهٔ ترکیبی را تعریف کند.

۲ــ نقشه‌های ترکیبی ساده را شرح دهد.

۳ــ مشخصات داخل جدول ترکیبی را بیان کند.

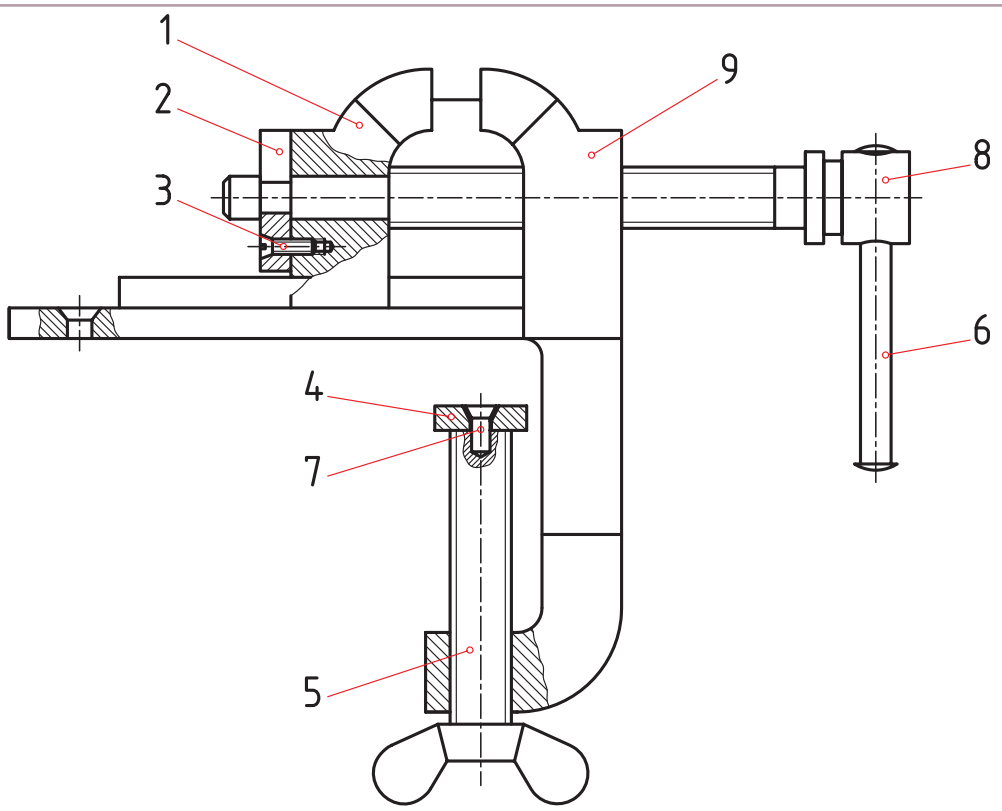
۱ــ۱۰ــ نقشهٔ ترکیبی

نقشه‌ای است که از ترکیب چند قطعه به‌وجود آید. این اصطلاح را در مقابل نقشهٔ ساده به کار می‌بریم. شکل ۱ــ۱۰، یک نقشهٔ ساده را که مربوط به یک بدنهٔ پمپ است، معرفی می‌کند. پس نقشه را اگر مربوط به تنها یک قطعه باشد، ساده می‌گویند.



شکل ۱ــ۱۰

شکل ۲ــ۱۰، طرحی از یک گیره را نشان می‌دهد.



شکل ۲ــ۱۰

با توجه به این که این وسیله ترکیبی از چند قطعه است، آن را ترکیبی یا مرکب می‌گویند.

۱ــ۱ــ۱۰ــ چگونگی نمایش : نقشهٔ ترکیبی در حقیقت مجموعهٔ قطعات یک مکانیزم[۱] را معرفی می‌کند. این مکانیزم معمولاً برای منظوری خاص طراحی می‌شود. برای نمونه آچار لوله‌گیر (شلاقی) برای گرداندن لوله‌ها، گیره برای ثابت نگهداشتن یک قطعه و جک برای بلند کردن وزنهٔ سنگین طراحی می‌شود (شکل ۳ــ۱۰).

(a) آچار لوله‌گیر (b) گیره (c) جک

شکل ۳ــ۱۰

به شکل ۴ــ۱۰ نگاه کنید. یک جک کوچک است که بیشتر روی میز ماشین‌های‌افزار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این جک از چهار تکه تشکیل می‌شود.

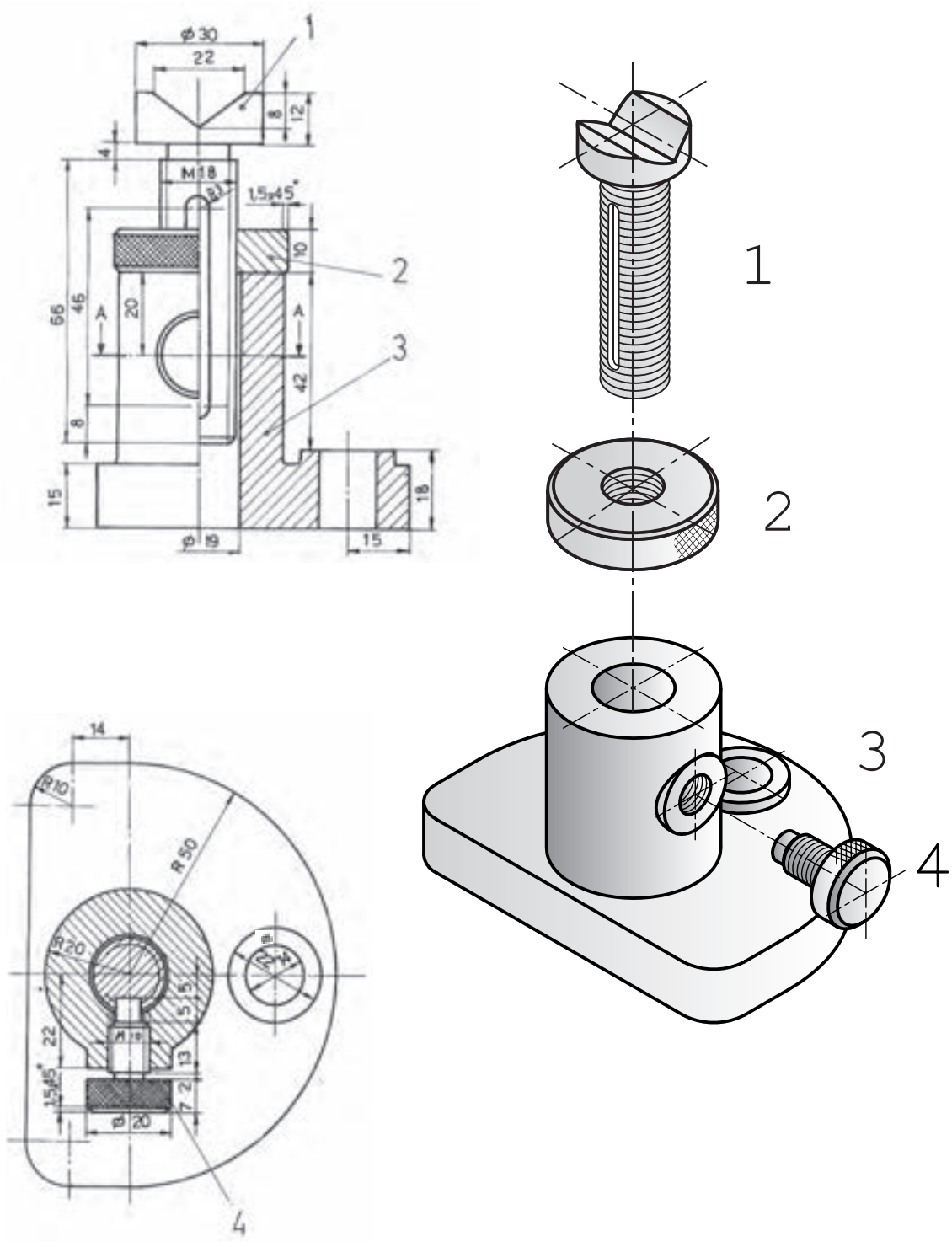
قطعهٔ شمارهٔ ۱، یک پیچ با سری V شکل است. روی این جک می‌تواند یک میله گرد با هر قطری تکیه کند. روی این پیچ یک شیار طولی هم موجود است.

قطعهٔ شمارهٔ ۲ یک مهره است، که روی آن آج دار است. پس می‌توان آن را با دست چرخانید. این گرداندن مهره باعث بالا یا پایین رفتن پیچ شمارهٔ ۱ خواهد شد. بنابراین به کمک مهره می‌توان ارتفاع پیچ یا جک را کم یا زیاد کرد.

قطعهٔ شماره ۳، پایهٔ جک است. روی این پایه سوراخی وجود دارد که در صورت نیاز، می‌توان آن را روی میز ماشین بست.

قطعهٔ شمارهٔ ۴ هم یک پیچ با سر آج دار است که با دست می‌چرخد و موجب ثابت شدن قطعهٔ شمارهٔ ۱ می‌شود.

۱ــ مکانیزم یا مکانیسم اصطلاحاً مجموعه‌ای از قطعات است که برای یک هدف معین ساخته شود، مانند یک گیره یا یک میز. به سخن دیگر دستگاه و اجزای تشکیل‌دهندهٔ چیزی.


ϕ30
22
1
8
12
4
M18
1,5x45°
10
2
66
46
A
20
A
3
42
8
15
18
ϕ19
15
14
R10
R50
R20
22
13
2
20
4
1
2
3
4

شکل ۴ــ۱۰

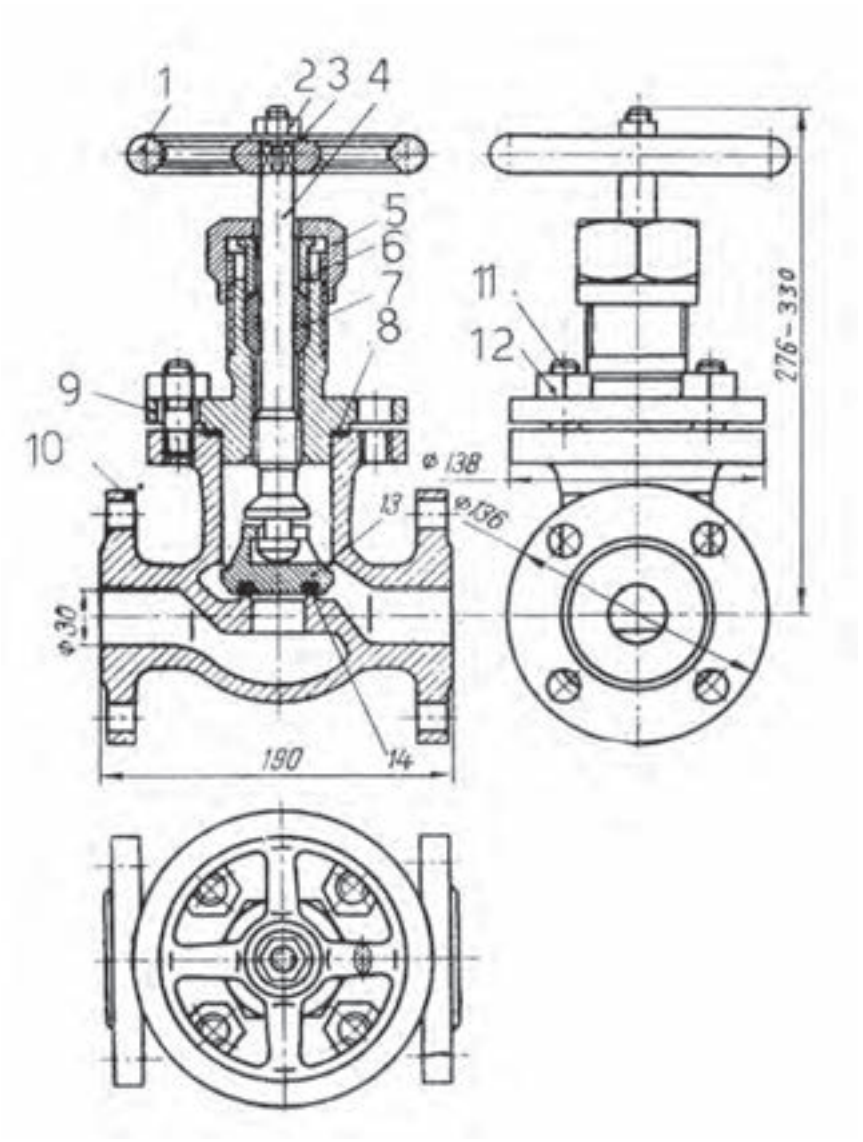
۲ــ۱ــ۱۰ــ اصول نمایش نقشهٔ ترکیبی : تهیه و ترسیم این نقشه دارای اصولی است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود :

ــ هر قطعه با شماره‌ای مشخص می‌شود.

ــ اندازه‌های کلی مجموعه داده می‌شود.

ــ با استفاده از انواع برش، بخش‌های مختلف بهتر معرفی می‌شود.

ــ باید چگونگی کارِ مجموعه را به خوبی نشان دهد (شکل ۵ــ۱۰).



شکل ۵ ــ ۱۰ــ شیر فلکهٔ آب

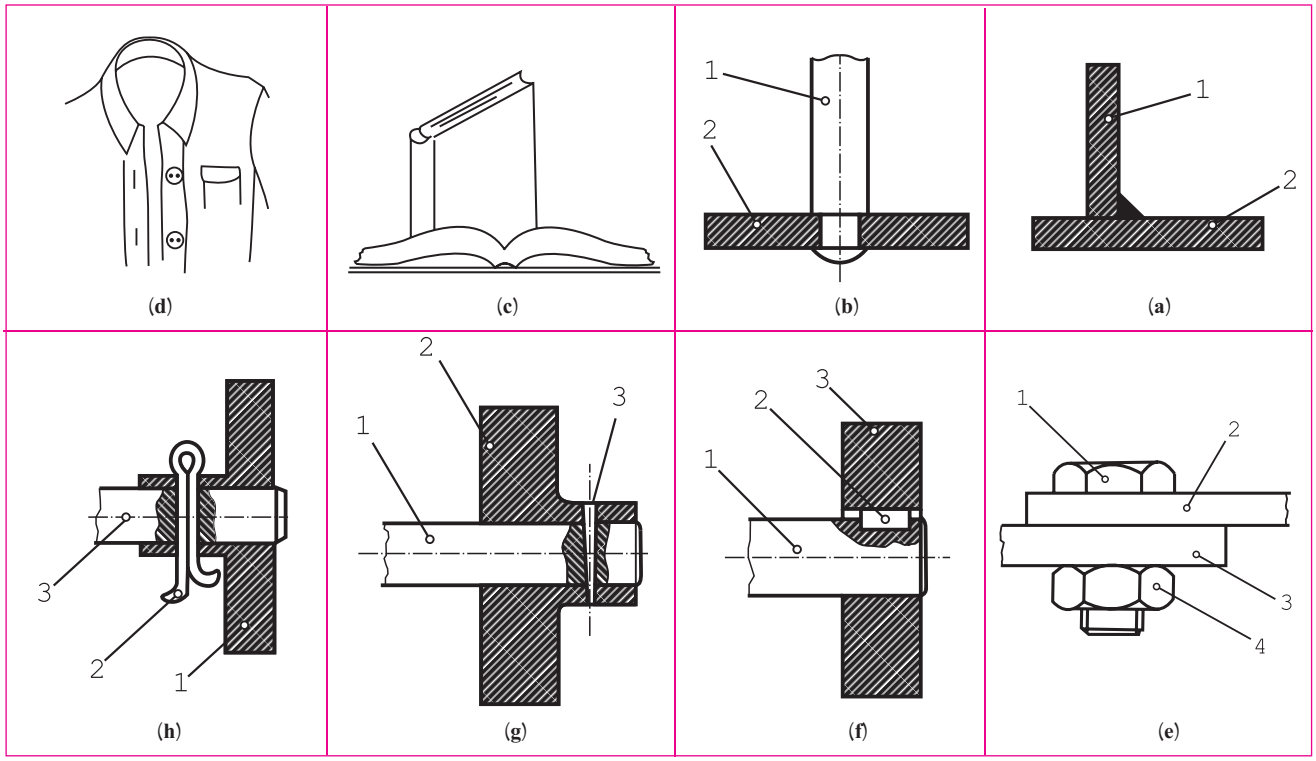
۳ــ۱ــ۱۰ــ چگونگی اتصال : برای وصل کردن اجزای یک مجموعه باید از وسایل اتصال استفاده شود. ابزارهای وصل کردن قطعات در دو دستهٔ بزرگ قابل بررسی هستند.

وسایل اتصال دائم، مثل جوش، پرچ، چسب، دوخت در این روش باز کردن دوبارهٔ قطعات لازم نیست. پس در صورت جدا کردن آن‌ها قطعات یا وسیلهٔ اتصال و یا هر دو آسیب خواهند دید.

وسایل اتصال موقت، مانند پیچ و مهره، خار، پین، اشپیل در اینجا احتمال باز کردن قطعه یا قطعات برای تعمیر یا تعویض وجود دارد و با باز کردن دوباره، نه قطعه و نه وسیلهٔ اتصال، هیچ کدام آسیب نخواهند دید.

جدول شمارهٔ ۱ــ۱۰، تعدادی از این وسایل و روش‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۱۰ــ (a) جوش، (b) پرچ، (c) چسب، (d) دوخت، (e) پیچ و مهره، (f) خار، (g) پین، (h) اشپیل



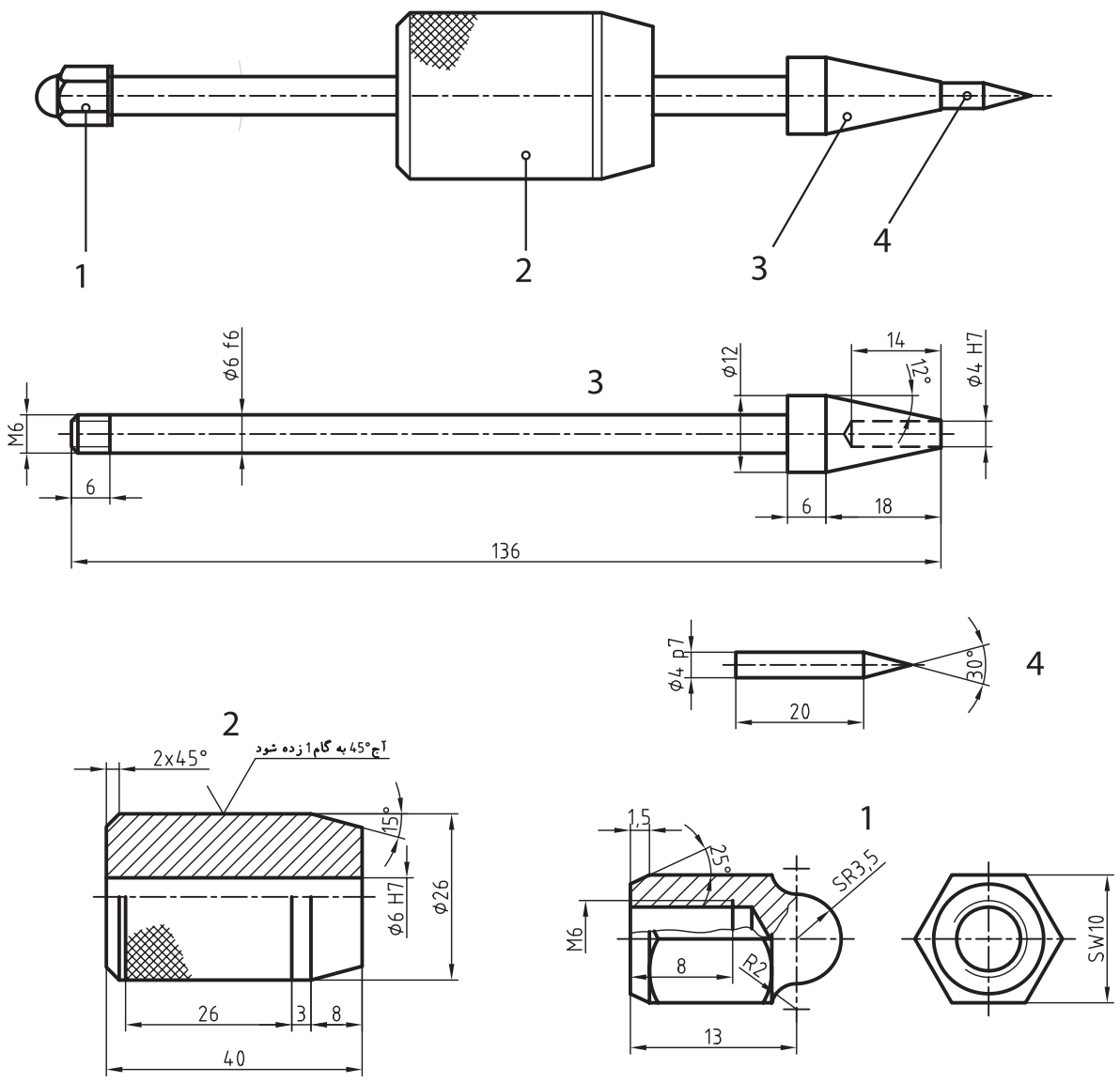
۴ــ۱ــ۱۰ــ نقشه‌های ساده : در نقشه‌کشی برای به‌دست آوردن مهارت بیشتر توصیه می‌شود با توجه به نقشهٔ ترکیبی ارائه شده، اجزای آن را جدا جدا و با نماهای کافی معرفی کنند. برای نمونه، اجزای یک سنبه نشانِ وزنه‌ای در شکل ۶ــ۱۰ نشان داده شده است.

در مورد نقشه‌های ساده می‌توان گفت :

این نقشه‌ها باید تمام نیازهای ساخت یک قطعه را معرفی کنند. توضیح این که اندازه‌های لازم، اختلاف اندازه‌های مجاز (تولرانس‌ها) و پرداخت‌های مناسب برای سطح را داشته باشند.

جنس آن‌ها و نوع کارهایی که باید روی آن‌ها انجام شود (مثل سخت کاری، رنگ، ...) بیان گردد.

به هر حال معرفی دقیق قطعات با نقشه‌های ساده کاملاً لازم است زیرا آن‌ها نقشه‌های اصلی ساخت خواهند بود.



شکل ۶ــ۱۰ــ سنبه نشان وزنه‌ای

۵ــ۱ــ۱۰ــ کاربرد نقشه‌های ترکیبی : از این نقشه‌ها در سه مورد اساسی استفاده می‌شود :

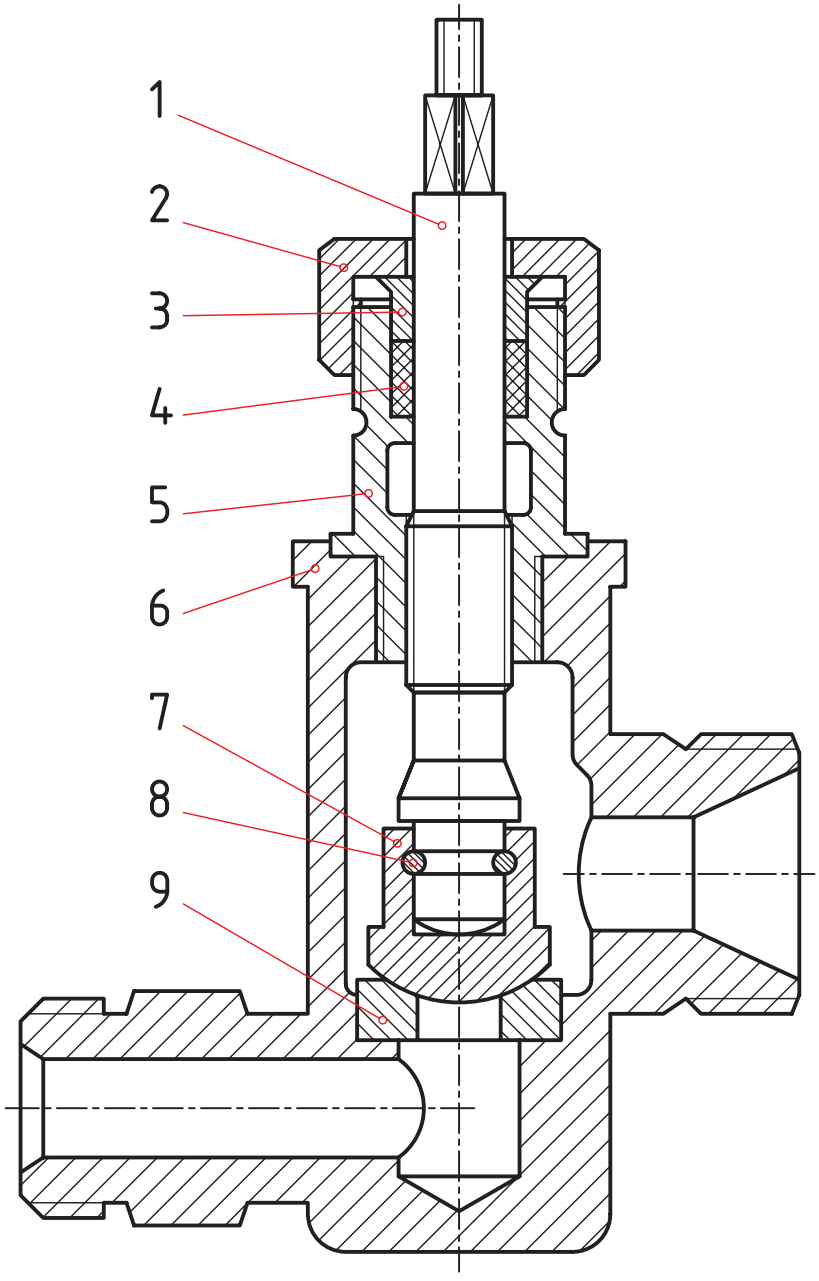
طراح، در طراحی‌های اولیه می‌تواند، با توجه به کاربرد قطعه‌ها، هرگونه تغییر و محاسبه را انجام دهد.

در سوار کردن قطعات ساخته شده نیز، با توجه به نقشهٔ ترکیبی، می‌توان اجزا را به‌هم وصل کرد.

تعمیرکار، در تعمیرات آینده، با توجه به نقشهٔ ترکیبی، قطعات را باز، تعمیر یا تعویض می‌کند و دوباره می‌بندد.

۲ــ۱۰ــ نمونه‌های نقشهٔ ترکیبی

شکل ۷ــ۱۰، یک شیر آب را نشان می‌دهد.



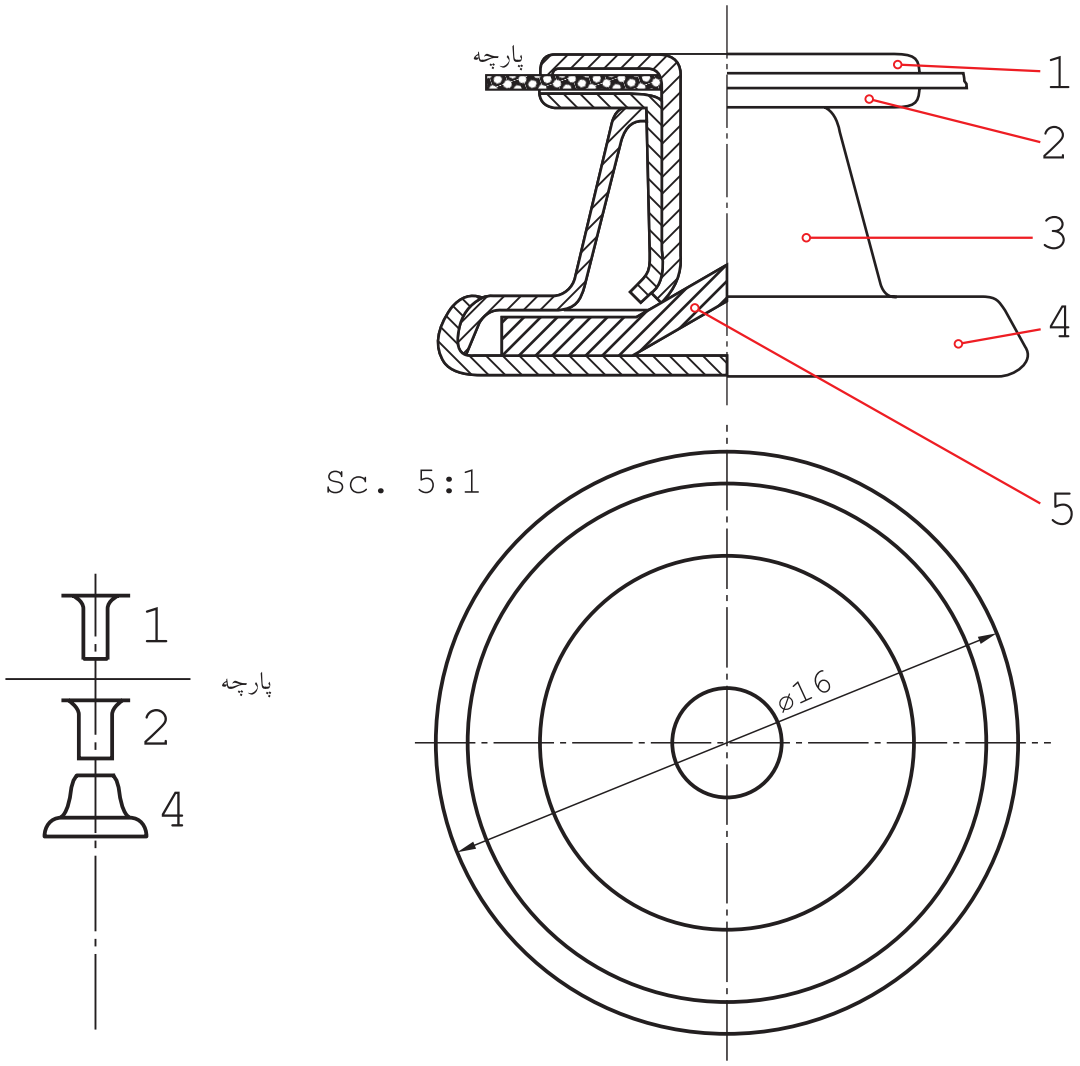
شکل ۷ــ۱۰ــ شیر برنزی

در مورد آن می‌توان گفت :

ــ قطعهٔ شمارهٔ ۱، یعنی محور را به کمک یک دستگیره یا فلکه می‌گردانیم.

ــ قطعهٔ شمارهٔ ۷ حرکت می‌کند و می‌تواند راه آب را باز کند یا ببندد.

ــ جنس قطعهٔ ۴ از لاستیک، قطعهٔ ۸ از فولاد و بقیهٔ تکه‌ها از برنز هستند.



شکل ۸ــ۱۰ــ دکمهٔ فلزی

شکل ۸ــ۱۰ معرف یک دکمهٔ فلزی است که در مورد آن می‌توان گفت :

ــ با ایجاد یک سوراخ در پارچه، شمارهٔ ۱ از آن عبور می‌کند و وارد ۲ می‌شود.

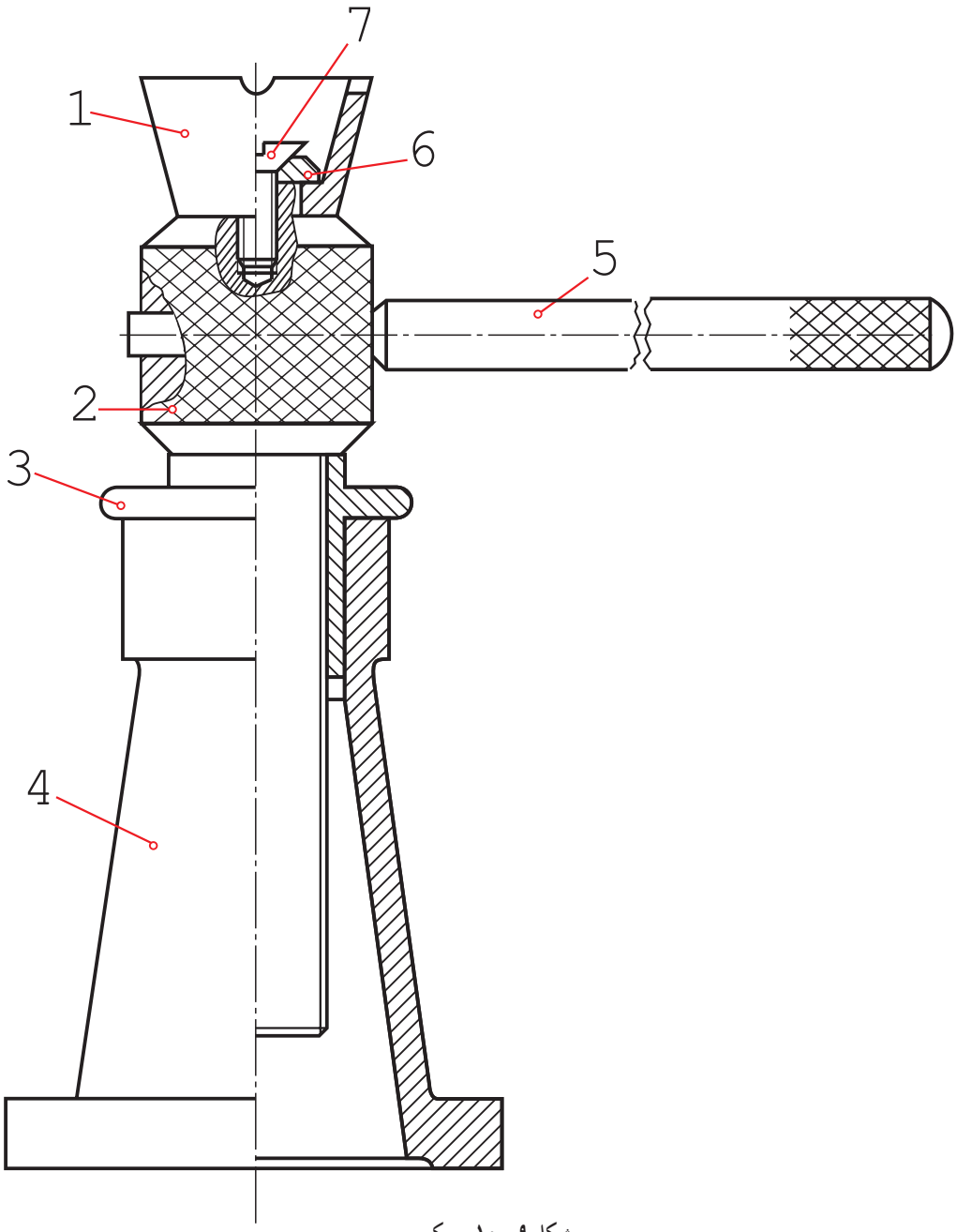
ــ شماره‌های ۱ و ۲ با هم وارد شمارهٔ ۳ خواهند شد.

ــ با فشار روی ۱ و واکنش شمارهٔ ۵، لبه‌های ۱و۲ خم می‌شود.

ــ خم ایجاد شده، از خارج شدن ۱و۲ از هم یا از ۳ جلوگیری می‌کند.

ــ شمارهٔ ۴ قسمت اصلی دکمه است که از جا دکمه‌ای عبور خواهد کرد.

شکل ۹ــ۱۰ جک پیچی را با این شرح نشان می‌دهد :



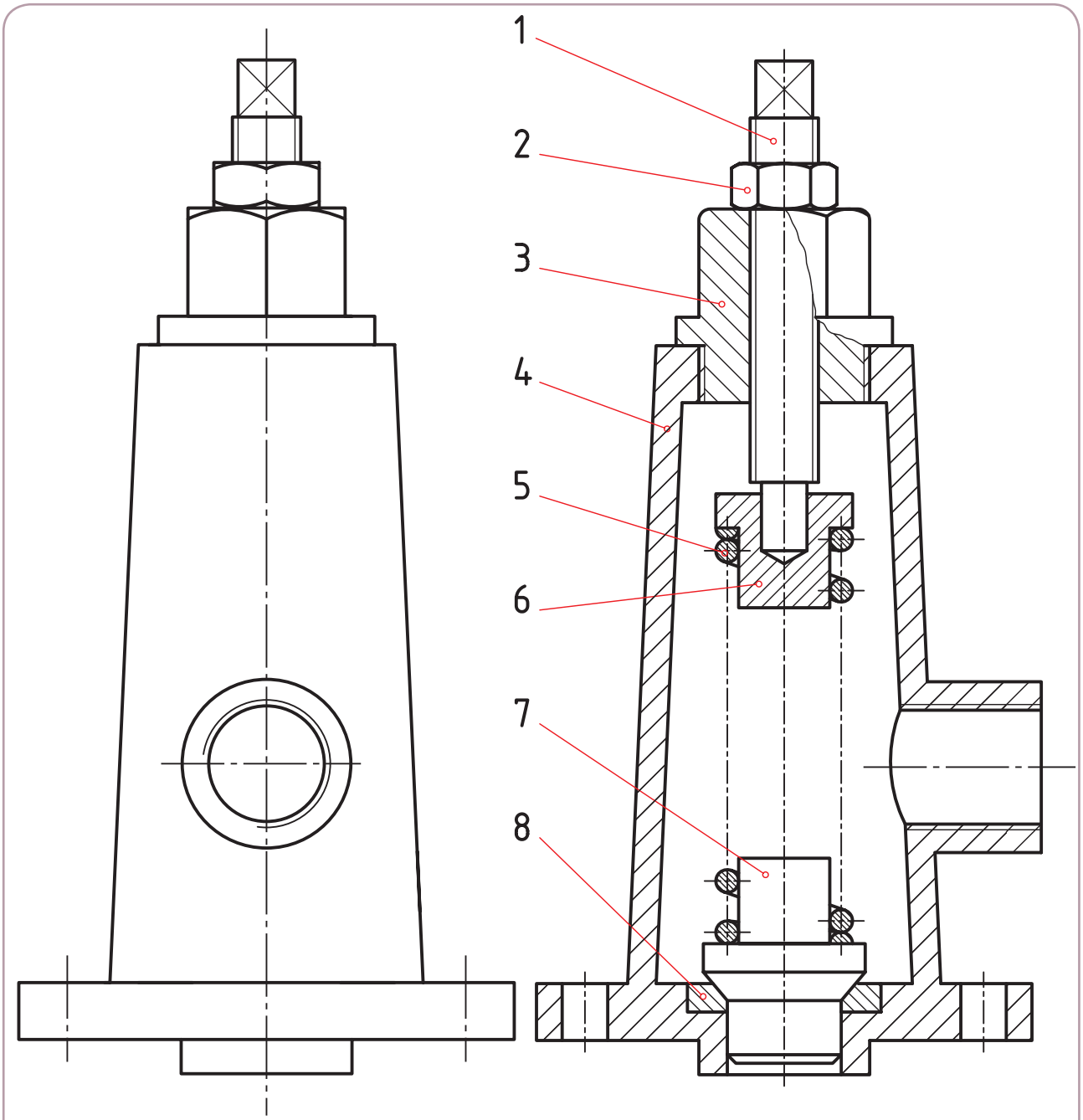
شکل ۹ ــ۱۰ــ جک پیچی

ــ با چرخاندن اهرم شمارهٔ ۵ می‌توان پیچ شمارهٔ ۲ را بالا و پایین برد.

ــ جام شمارهٔ ۱ زیر وزنه است و می‌تواند آن را بالا ببرد.

ــ زمان گردش ۲، پایهٔ ۴ و جام ۱ ثابت خواهند بود.

به نمونه‌ای دیگر دقت کنید. شکل ۱۰ــ۱۰ معرف نوعی دریچهٔ اطمینان[1] است.



شکل ۱۰ــ۱۰

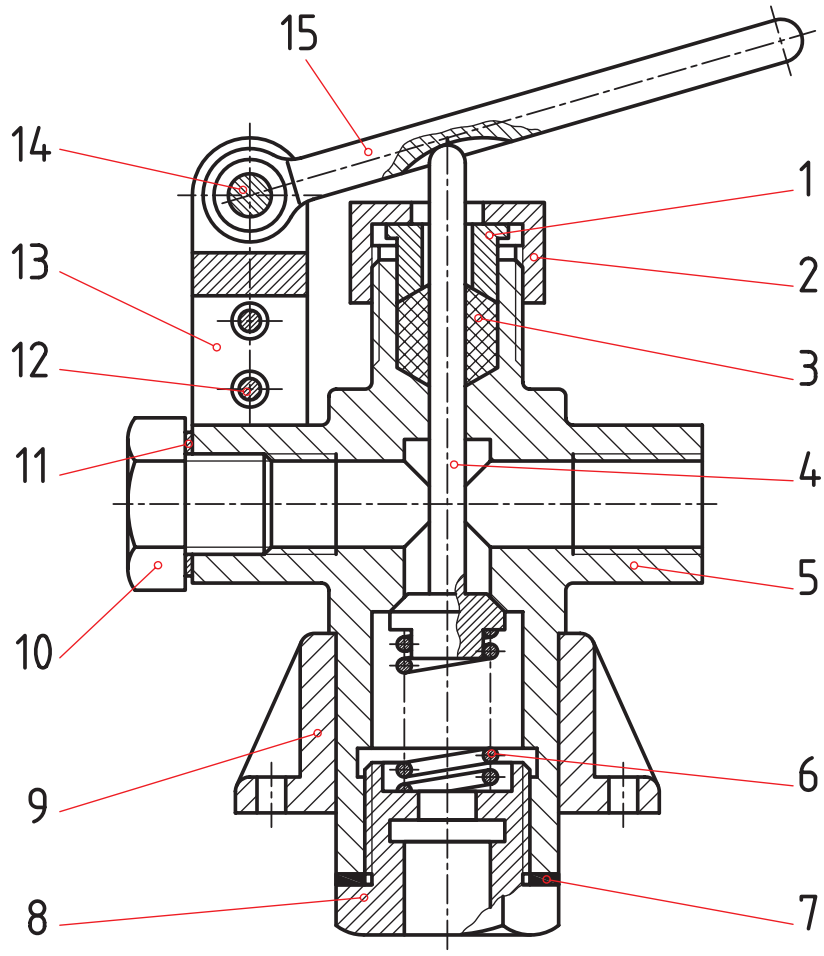
این وسیله روی یک مخزن دارای فشار نصب می‌شود.

در صورتی که فشار مخزن از حد مجاز بگذرد، فنر جمع می‌شود و به بخار یا سیال اجازهٔ خروج می‌دهد و تعادل برقرار می‌گردد.

آیا می‌توان فشار فنر را کم یا زیاد کرد؟

۱ــ دریچهٔ اطمینان یا سوپاپ اطمینان

در نمونه‌ای دیگر که یک دریچهٔ تخلیهٔ سریع است، خروج سیال، با فشار روی اهرم ۱ انجام می‌شود (شکل ۱۱ــ۱۰).



شکل ۱۱ــ۱۰

۳ــ۱۰ــ جدول ترکیبی

قطعات موجود در یک مجموعه یا دستگاه را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد :

آن دسته که به صورت پیش ساخته در بازار موجود و با کیفیت خوب قابل تهیه‌اند، مانند پیچ و مهره، خار، گوه، بلبرینگ، . . .

جدول ۲ــ۱۰، تعدادی از آن‌ها را معرفی می‌کند.

آن دسته که ویژهٔ یک طرح باید ساخته شوند، مانند بدنه، چرخ دنده، محفظه، . . .

جدول ۳ــ۱۰، برخی از این موارد را نشان می‌دهد.

زمانی که نقشهٔ ترکیبی و اجزای آن آماده شد، باید مشخصات همهٔ قطعات در یک جدول بیاید که به آن ترکیبی می‌گویند و به همراه نقشهٔ ترکیبی می‌آید.

این جدول حاوی اطلاعات و مشخصات فراوانی خواهد بود، از جمله :

تعداد هر قطعهٔ موجود در مجموعه؛

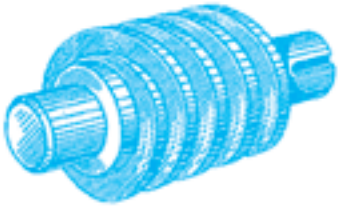
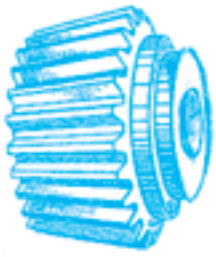
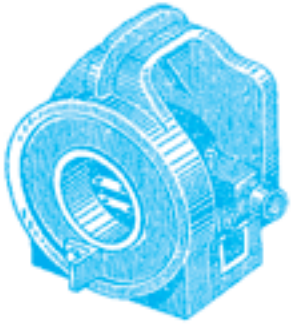
شمارهٔ هر قطعه؛

مشخصات استاندارد هر قطعه (اگر موجود باشد)؛
شمارهٔ مدل یا قالب (اگر وجود داشته باشد).

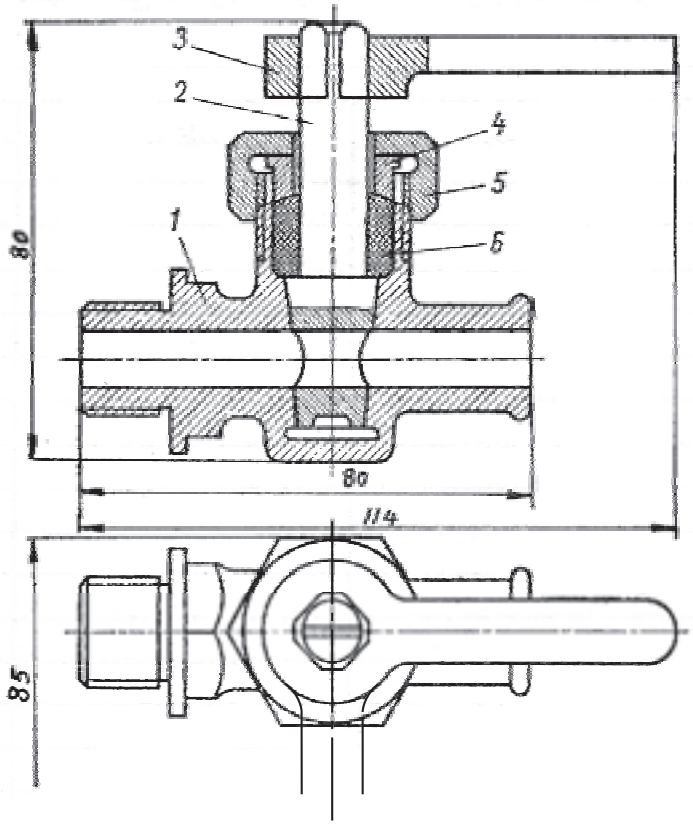
جدول ۲ــ۱۰ــ اجزای پیش‌ساخته

اتصالات لوله	خار، پین، گوه	بلبرینگ
تسمه، زنجیر	پیچ، مهره، واشر	فنر

جدول ۳ــ۱۰ــ قطعاتی که با توجه به طرح موردنظر ساخته می‌شوند.

 پیچ حلزون	فنربرگی	شاتون
 چرخ‌دنده مخروطی	 محفظه	چرخ لنگر

به نمونه‌ای از جدول در شکل ۱۲ــ۱۰ نگاه کنید.



شکل ۱۲ــ۱۰

ملاحظات	تعداد	نام قطعه	مشخصات قطعه	شماره قطعه	اندازه نقشه
	۱	واشر آب‌بند	لاستیک	۶	
	۱	مهره درپوش	برنزی	۵	$A_۴$
	۱	بوش	برنزی	۴	$A_۴$
	۱	اهرم	فولاد ریخته	۳	$A_۴$
	۱	محور	برنزی	۲	$A_۴$
	۱	بدنه	برنزی	۱	$A_۴$

تغییرات :

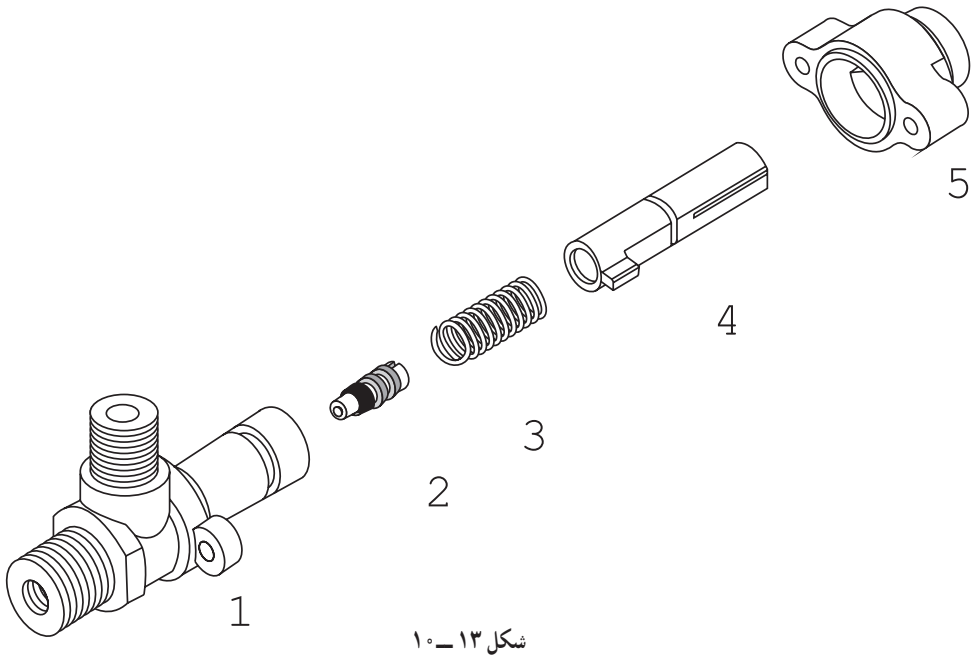
مؤسسه :				
تاریخ	توسط	شماره مجوز		

مقیاس	۱ : ۱	کُد	نام : شیر مخروطی	تاریخ			طراح
							نقشه کش
جنس :							
							بازبین
							تصویب

۴ــ۱۰ــ نقشهٔ انفجاری

در پایان این گفتار، نمونه‌ای از نقشه را با نام انفجاری می‌بینیم. از این نقشه، که همراه جدول ترکیبی است، در بسیاری موارد برای معرفی بهتر یک مجموعه یا طرح استفاده می‌شود. نقشهٔ انفجاری، هر قطعه را به‌صورت سه بعدی نشان می‌دهد. هم‌چنین در مجموع، ارتباط اجزا نیز نشان داده می‌شود. افزون بر این‌ها، تعمیرکارانی که با نقشه خوانی آشنا نیستند می‌توانند به کمک آن، کار تعمیراتی را انجام دهند.

شکل ۱۳ــ۱۰، نمونه‌ای را نشان می‌دهد. در این نقشه :



شکل ۱۳ــ۱۰

ملاحظات	تعداد	نام قطعه	مشخصات قطعه	شماره قطعه		اندازه نقشه
	۱	درپوش		۵		
	۱	محور رابط		۴		
	۱	فنر		۳		
	۱	آب بند		۲		
	۱	بدنه		۱		

تغییرات :

مؤسسه :				
تاریخ	نام	شماره مجوز		

مقیاس	۱ : ۲	کُد	نام : والف			
جنس :						
						طراح
						نقشه کش
						بازبین
						تصویب

ــ قطعات به صورت منظم باز شده‌اند.
ــ ترتیب سوار کردن دوبارهٔ مجموعه مشخص شده است.
ــ شمارهٔ هر قطعه بدون خط اتصال، در کنار آن نوشته شده است.
ــ جدولی که برای نقشهٔ ترکیبی داده شده بود، به آن اضافه می‌شود.
ــ اندازه‌گذاری آن در صورت نیاز امکان‌پذیر است.

گزیدهٔ مطالب

۱ــ نقشه‌ای که از ترکیب چند قطعه به‌وجود آید، نقشهٔ ترکیبی است.
۲ــ نقشهٔ ساده، تنها یک قطعه را معرفی می‌کند.
۳ــ نقشهٔ ترکیبی با شماره‌گذاری قطعات، برش‌های لازم و اندازه‌های کلی همراه است.
۴ــ وسایل اتصال دو گونه‌اند، دائم و موقت.
۵ــ نقشهٔ ساده باید تمام اطلاعات لازم برای ساخت را داشته باشد.
۶ــ از نقشه ترکیبی در طراحی اولیه، مونتاژ و تعمیرات استفاده می‌شود.
۷ــ جدول ترکیبی شامل اطلاعات لازم در مورد یک نقشهٔ مرکب است.
۸ــ نقشهٔ انفجاری، اجزای یک دستگاه را در حالت باز شده و بیشتر، سه بعدی نشان می‌دهد.

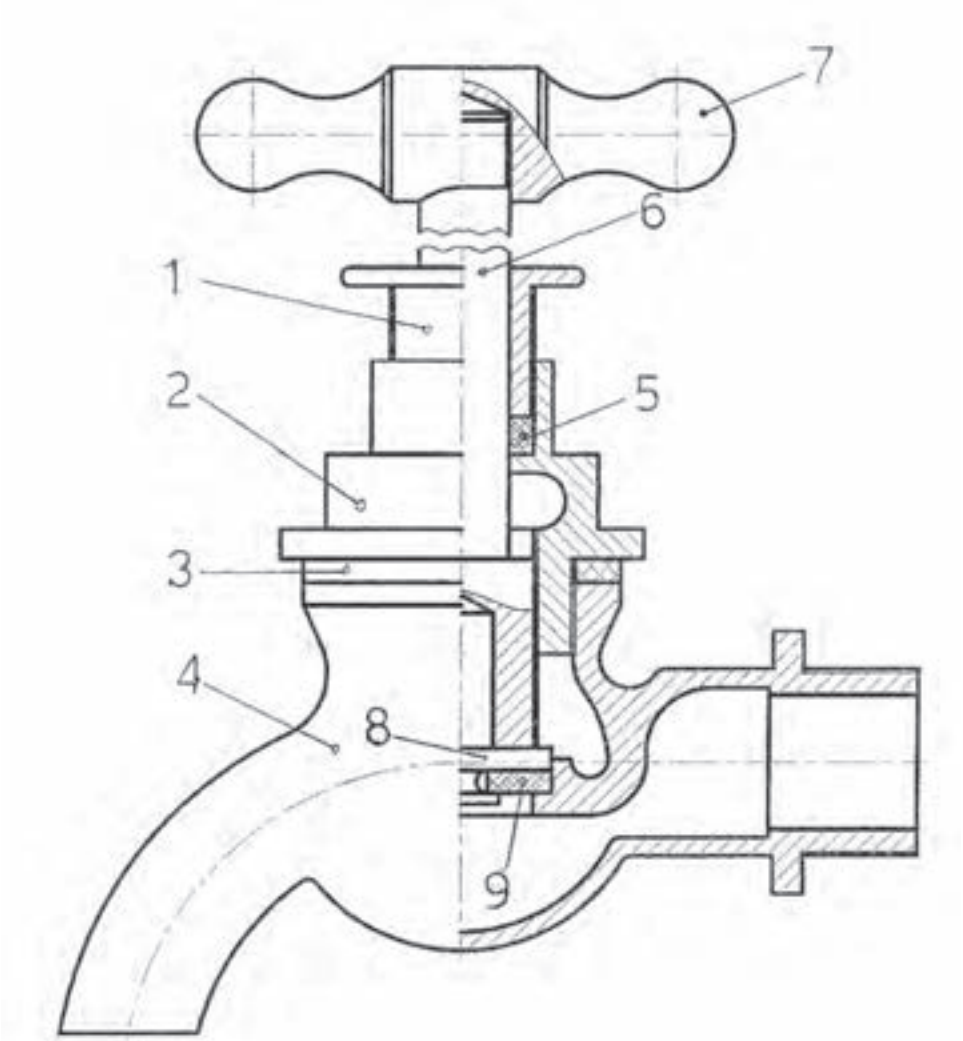
ارزشیابی نظری

۱ــ نقشهٔ ساده چیست و نقشهٔ مرکب کدام است؟
۲ــ نقشهٔ ترکیبی را نام ببرید و کار آن را توضیح دهید.
۳ــ اصول نمایش نقشهٔ ترکیبی چیست؟
۴ــ با توجه به شکل‌های ۷ــ۱۰ تا ۱۲ــ۱۰، موارد را به تفصیل توضیح دهید (شرح دستگاه).
۵ــ وسایل اتصال کدام‌اند؟ از هر مورد یک نمونه نام ببرید.
۶ــ جدول ترکیبی چیست؟ چه موقع به کار می‌رود و شامل چه مواردی است؟
۷ــ نقشهٔ انفجاری چگونه نقشه‌ای است و چه موارد استفاده‌ای دارد؟

ارزشیابی عملی

با توجه به شکل ۱۴ــ۱۰ به موارد زیر پاسخ دهید :

نام دستگاه، طرز کار آن، جنس قطعات، نام هر قطعه، تعداد قطعات پیش‌ساخته و شمار آن‌هایی که باید در کارخانه ساخته شوند.



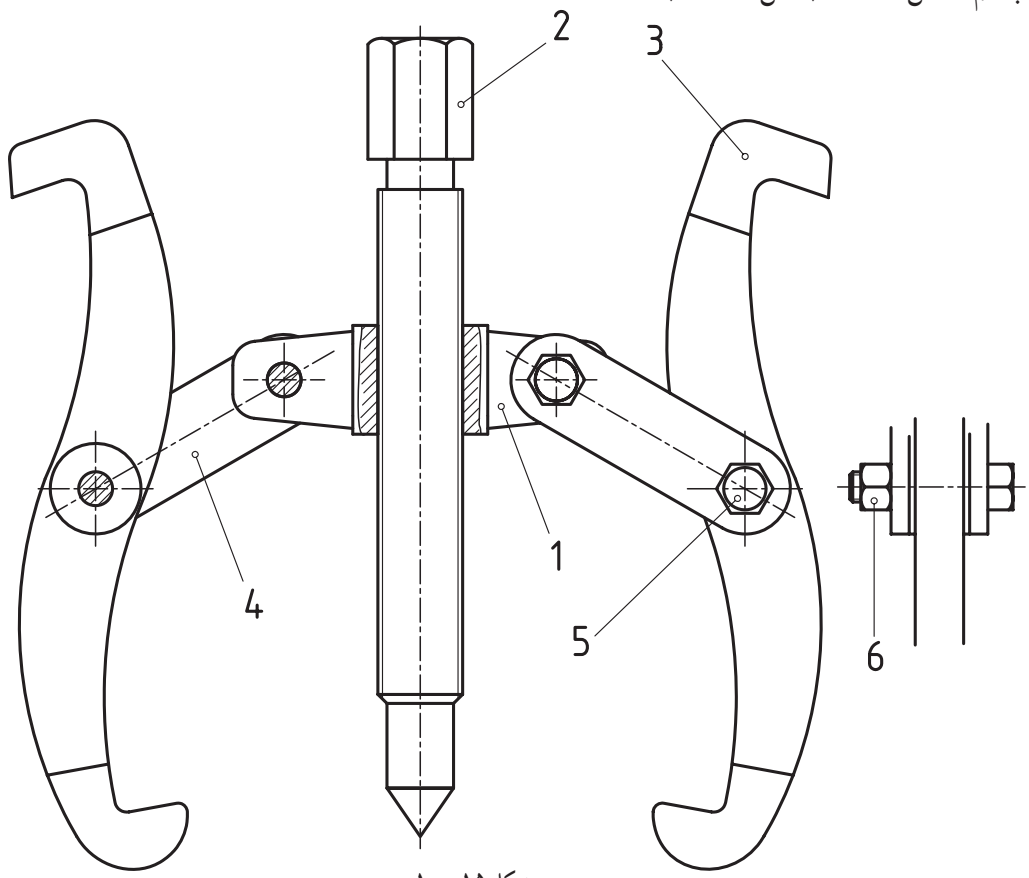
شکل ۱۴ــ۱۰

موارد زیر را با دست آزاد رسم کنید.

ــ دو نما از قطعهٔ ۱

ــ یک نما در حالت نیم‌برش از قطعهٔ ۲

باتوجه به شکل ۱۵ــ۱۰، چگونگی کار آن را توضیح دهید و سپس جدول ترکیبی را کامل کنید. قطعات چگونه به هم متصل شده‌اند؟ (شکل ۱۵ــ۱۰)



شکل ۱۵ــ۱۰

ملاحظات	تعداد	نام قطعه	مشخصات قطعه	شماره قطعه	اندازه نقشه
	۱	بدنه		۱	
	۱	پیچ اصلی		۲	
	۲	بازو		۳	
	۴	اهرم		۴	
	۴	پیچ		۵	
	۴	مهره		۶	

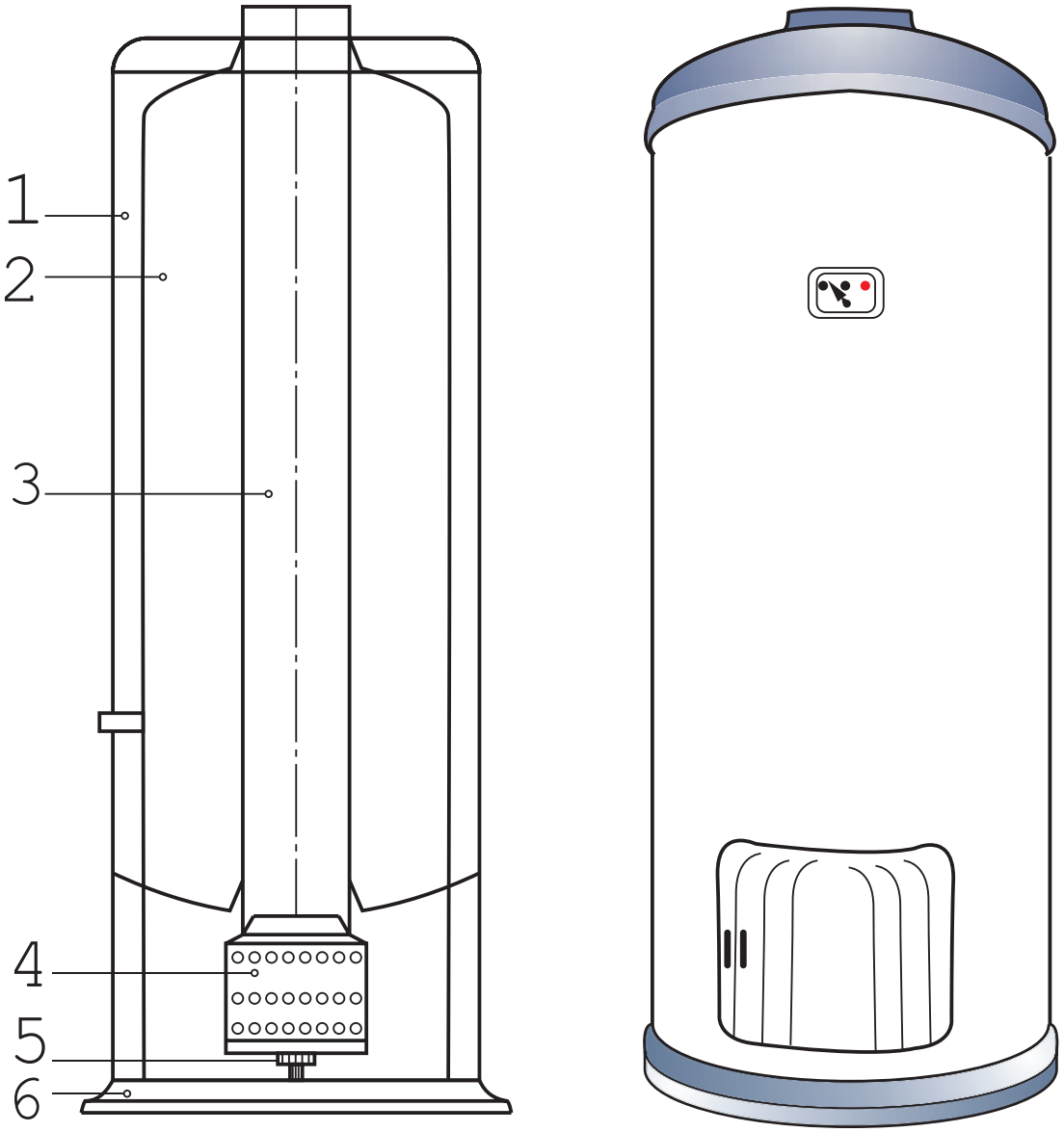
تغییرات :

مؤسسه :

تاریخ	توسط	شماره مجوز	

مقیاس	۱:۱	کُد			طراح
		نام : پولی کش			نقشه کش
جنس : فولاد					
					بازبین
					تصویب

شکل ۱۶ــ۱۰ چه چیزی را معرفی می‌کند؟ آیا می‌توانید در مورد کار آن توضیح دهید؟ برای آن یک جدول ترکیبی رسم کنید و آن را کامل نمایید.

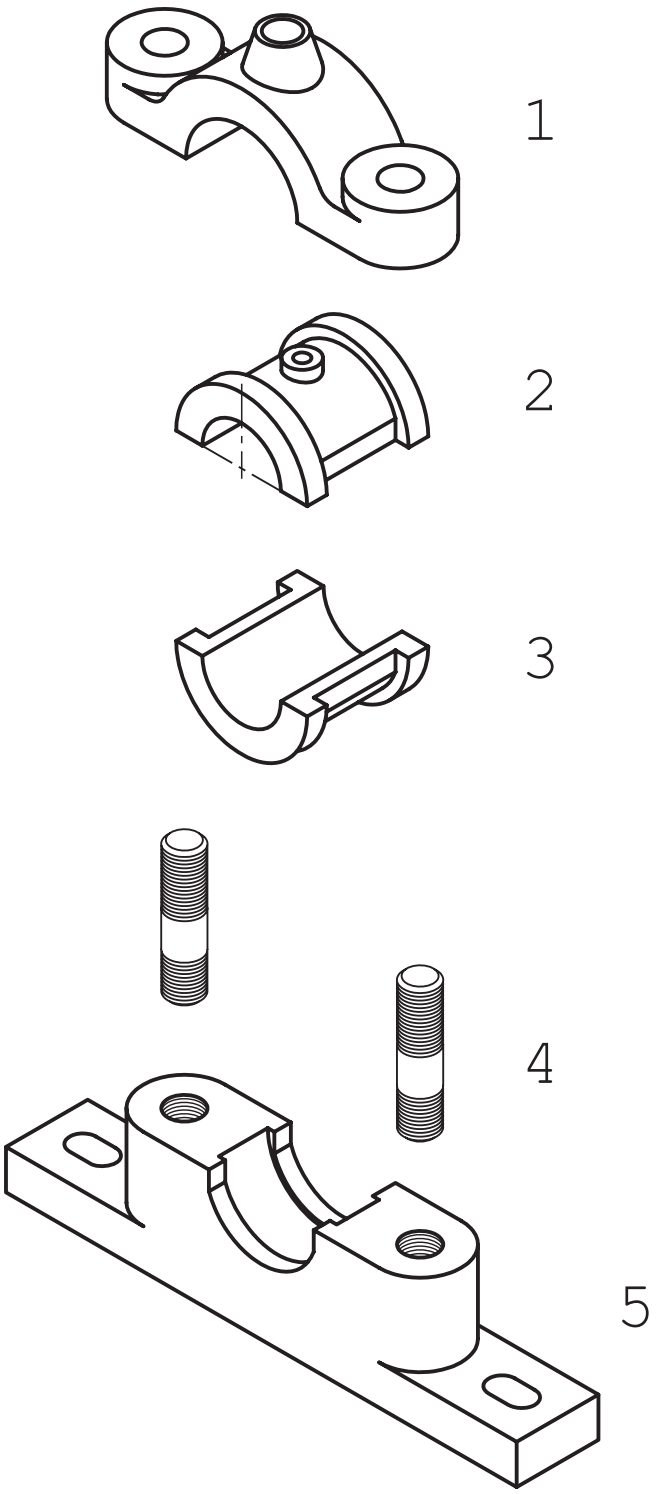


شکل ۱۶ــ۱۰

ـ نقشهٔ زیر چگونه نقشه‌ای است؟

ـ چه کاربردهایی می‌تواند داشته باشد؟

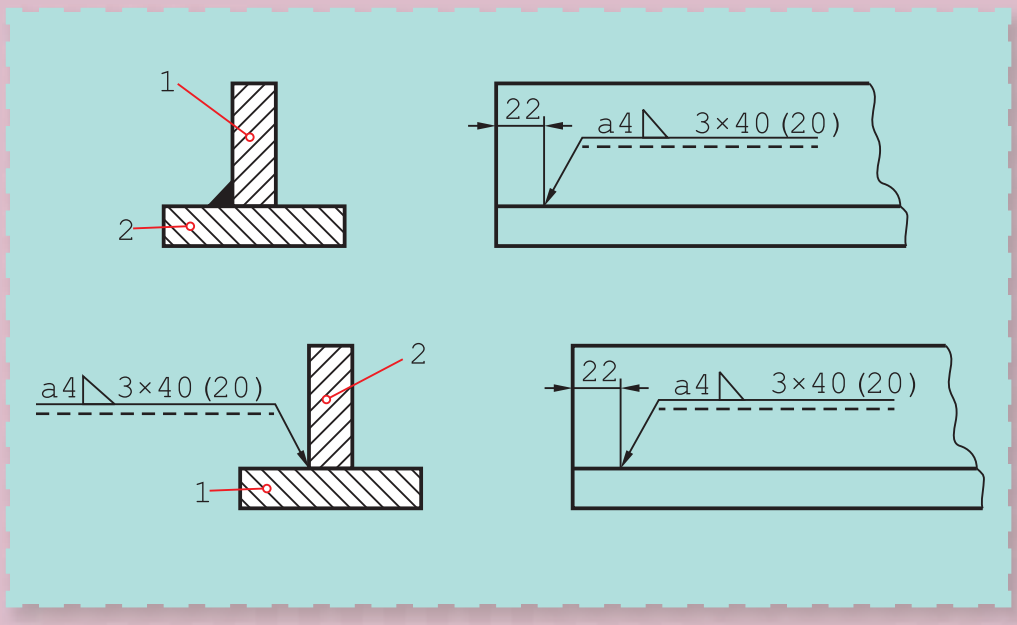
ـ شکل معرف چه وسیله‌ای است؟



شکل ۱۷ ــ ۱۰

فصل ۱۱

نقشه‌های جوش



جوش مناسب‌ترین روش پیوند ورق‌های فولادی است.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ نشانه‌های قراردادی جوش را توصیف کند.

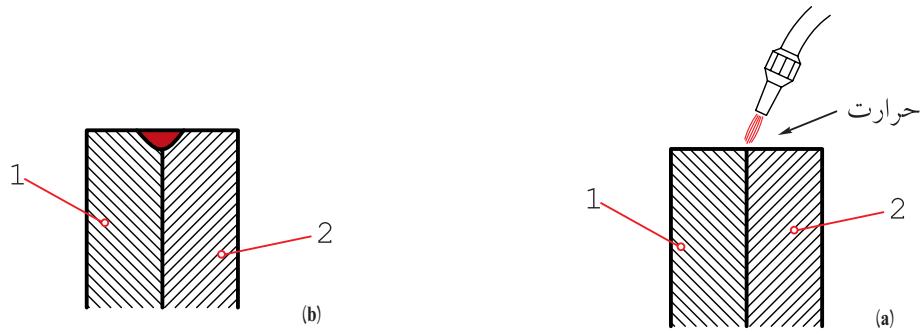
۲ــ نقشه‌های ترکیبی اتصالات جوش را علامت‌گذاری کند.

۳ــ مفهوم علائم موجود در نقشه‌های جوشکاری را شرح دهد.

۴ــ نقشه‌های جزئیات اتصالات جوش و دیتایل‌ها را رسم کند.

۱ــ۱۱ــ جوش

جوش ذوبی عملی است که با کمک حرارت، لبه‌های دو قطعه ذوب و با یک واسطه یا بدون آن به هم وصل می‌شوند (شکل ۱ــ۱۱).



شکل ۱ــ۱۱

این روش اتصال، معمولاً برای فلزهای هم جنس، به ویژه برای فولادها، به کار می‌رود.

۲ــ۱۱ــ انواع جوش

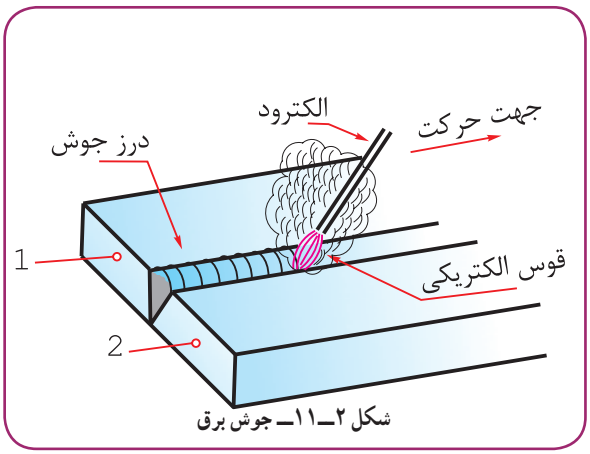
معمولاً، با توجه به نوع منبع حرارتی، روش کار، فلز واسطه و گاز محافظ[۱]، جوش را نام گذاری می‌کنند.

۱ــ۲ــ۱۱ــ جوش برق (SMAW) : منبع حرارتی قوس الکتریکی با ۳۵۰۰ درجهٔ حرارت یا بیشتر از آن است. فلز واسطه، معمولاً آلیاژهایی از فولاد است که به آن الکترود می‌گویند (۲ــ۱۱).

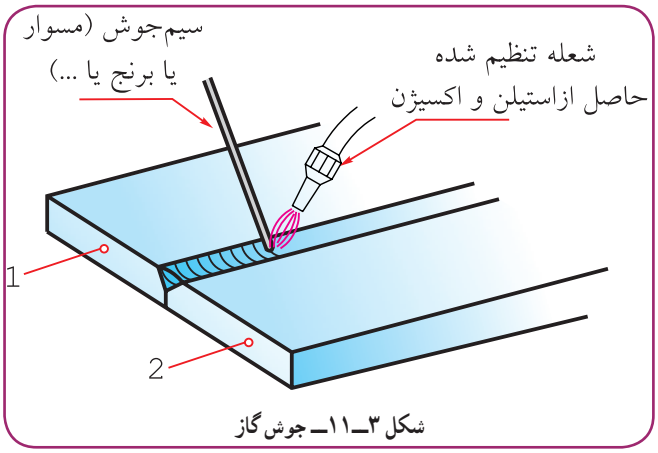
شکل ۲ــ۱۱، گرمای حاصل از قوس الکتریکی، قطعهٔ کار و الکترود را ذوب و شیار یا درز جوش را پر می‌کند.

۲ــ۲ــ۱۱ــ جوش گاز : منبع حرارتی گاز استیلن (OGW) یا هیدروژن (OHW) است[۲].

فلز واسطه می‌تواند آلیاژهایی از مس مثل برنج یا مسوار[۳] باشد. البته ذوب خود قطعات هم می‌تواند ایجاد اتصال کند (شکل ۳ــ۱۱).



شکل ۲ــ۱۱ــ جوش برق



شکل ۳ــ۱۱ــ جوش گاز

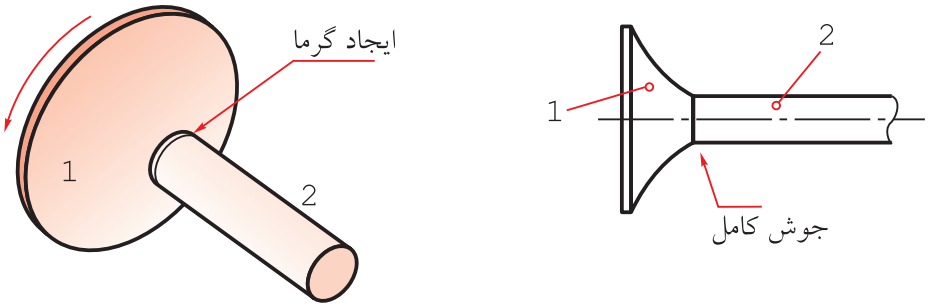
۱ــ البته ممکن است فلز واسطه، یعنی الکترود یا گاز محافظ، وجود نداشته باشد.

۲ــ گاز استیلن با فرمول (C_2H_2) و هیدروژن (H_2)، با اکسیژن به‌خوبی می‌سوزند و به‌ترتیب حرارت‌های ۳۲۰۰ و ۲۰۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد را تولید می‌کنند.

۳ــ آلیاژی از فولاد با روپوشی از مس برای جلوگیری از زنگ زدن.

در شکل ۳ــ۱۱، گرمای به‌دست آمده از سوختن استیلن و اکسیژن سیم جوش را ذوب و شیار را پر می‌کند.

۳ــ۲ــ۱۱ــ جوش اصطکاکی (FW) : اگر میلهٔ شمارهٔ ۱ ثابت باشد و صفحهٔ شمارهٔ ۲ با سرعت زیاد بچرخد و میلهٔ روی صفحه فشرده شود، هر دو قطعه در محل تماس ذوب خواهند شد. با ایست ناگهانی صفحه، تمام سطح پیشانی میله به صفحه جوش خواهد خورد.



شکل ۴ــ۱۱

۳ــ۱۱ــ محافظ

چون حرارت کار در جوشکاری بالاست، میل ترکیبی اکسیژن موجود در هوا با فلزات افزایش می‌یابد. بنابراین، برای محافظت از منطقهٔ جوشکاری باید به‌گونه‌ای این اکسیژن مزاحم از محل جوشکاری دور شود. این کار در جوش برق توسط پوشش الکترود و دود حاصل از سوختن آن، در جوش معروف به CO_2، توسط گاز CO_2 صورت می‌گیرد. همچنین، در جوش موسوم به آرگون، به وسیلهٔ گاز بی اثر آرگون انجام می‌شود.

۴ــ۱۱ــ مزایای جوش

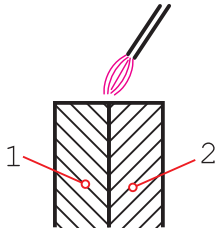
جوش یکی از مهم‌ترین روش‌های اتصال در صنعت[۱] است. جوش به دلیل ارزانی، استحکام و سرعت عمل، بسیار مورد توجه است.

از بین انواع جوش، مهم‌ترین نوع آن، جوش برق است. این روش به‌دلیل سادگی تجهیزات و دسترسی به منبع الکتریکی و به‌ویژه آسانی کار و ارزانی وسایل، کاربرد بیشتری دارد. پس این جوش در کارهای معمولی، مانند ساختمان و سازه‌های فلزی، نقش اصلی را دارد.

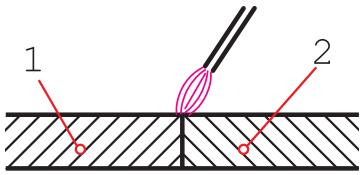
۵ــ۱۱ــ اتصال ساده

اگر تنها اتصال دو قطعه مورد نظر باشد، کافی است آن‌ها را در کنار هم یا سر به سر قرار دهیم و سپس جوش انجام شود (شکل ۵ــ۱۱).

۱ــ البته مهم ترین روش اتصال، به‌طور مطلق، نیست، زیرا اتصال توسط چسب یا دوخت، در زندگی انسان نقش مهم تری دارد.



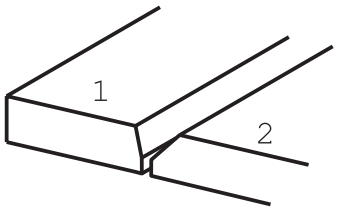
(b) دو قطعه کنار هم

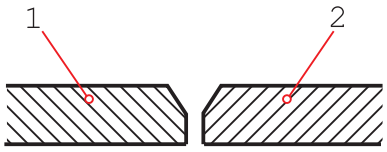


(a) دو قطعه سر به سر

شکل ۵ــ۱۱

اما اگر استحکام و اطمینان بیشتر مورد نظر باشد، باید در لبه‌های کار، شیار ویژه‌ای برای پر شدن توسط جوش پیش‌بینی نمود. شکل ۶ــ۱۱ یک نمونه از شیار را نشان می‌دهد.



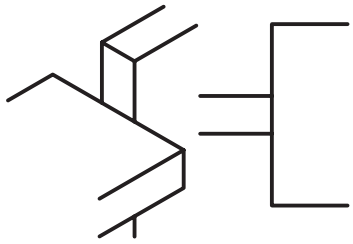
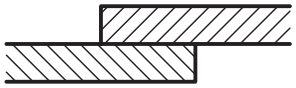
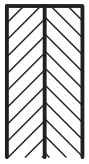
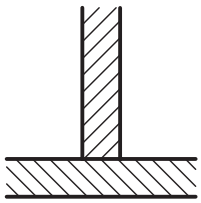
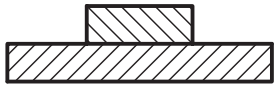
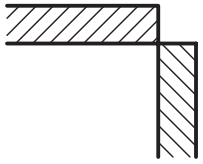
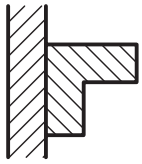
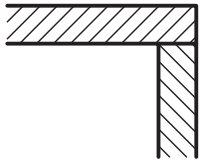
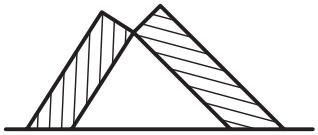
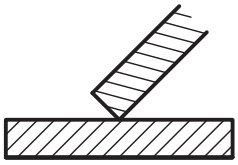


شکل ۶ــ۱۱

۶ــ۱۱ــ چگونگی قرار دادن لبه‌ها

لبهٔ ورق‌ها یا قطعات را می‌توان به شکل‌های گوناگون در کنار هم قرار داد و جوشکاری نمود. در جدول ۱ــ۱۱، چند حالت از قرار گرفتن دو قطعه در کنار هم دیده می‌شود.

جدول ۱ــ۱۱ــ چگونگی قطعات نسبت به هم

	وضعیت دو قطعه نسبت به هم		وضعیت دو قطعه نسبت به هم
لب به لب یا سر به سر		ضربدری	
لب روی هم		موازی (پیشانی)	
تی شکل			
لب گوشه‌ای (گوشه)			
		شیب‌دار (مورب)	
لب برگردان			

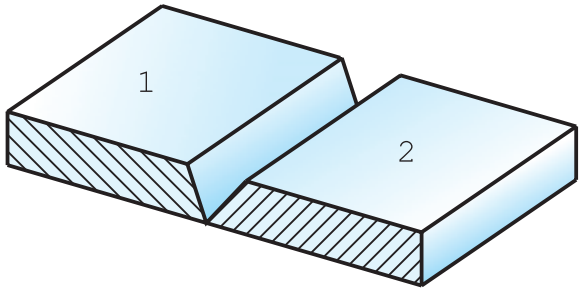
۷ــ۱۱ــ درز جوش

فضای خالی یا شیاری که بین دو قطعه برای نفوذ بهتر جوش ایجاد می‌شود، درز جوش نام دارد.

استفاده از درز جوش برای کارهای حساس، مانند مخزن‌های تحت فشار[1] و سازه‌های دقیق، اهمیت حیاتی دارد.

۱ــ مانند کپسول‌های گاز، دیگ‌های بخار، لوله‌های تحت فشار و... . ساخت و آماده کردن این لبه‌ها را «لبه‌سازی» یا «لبه‌زنی» هم می‌گویند.

شکل۷ــ۱۱ درز جوش به‌نام جناغی تیز را نشان می‌دهد.



شکل ۷ ــ۱۱ــ درز جناغی تیز

همان‌گونه که دیده می‌شود، در لبهٔ دو قطعهٔ ۱ و ۲، پیش از اقدام به جوشکاری، شیب ایجاد شده است. این دو لبه، سر به سر قرار داده می‌شوند و سپس، شیار به‌وسیلهٔ ذوب الکترود پر می‌شود.

(b) جوش بدون درز

(a) جوش با درز

شکل ۸ ــ۱۱

با مقایسهٔ شکل a با b، می‌توان تفاوت استحکام را درک کرد.

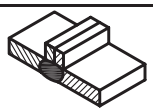
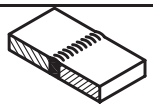
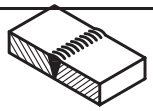
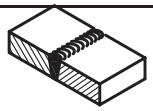
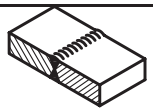
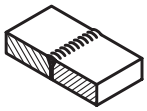
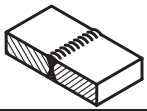
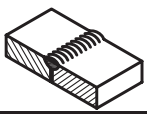
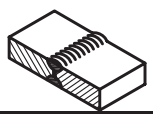
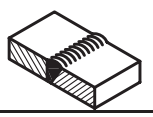
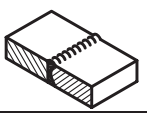
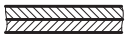
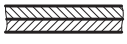
۱ــ۷ــ۱۱ــ حالت‌های درز جوش و نمایش قراردادی : روی نقشه درز جوش را به‌صورت قراردادی نشان می‌دهند. ضمن این کار آگاهی‌های بسیار دیگری هم داده خواهد شد. جدول‌های ۲ــ۱۱ و ۳ــ۱۱، درزهای جوش را معرفی می‌کنند، هم به‌صورت تصویری، هم به‌صورت قراردادی[۱].

۱ــ شکل‌ها و نشانه‌ها برداشته شده از استاندارد ISO2553 است. ضمناً در این جدول‌ها، شکل‌های معروف‌تر آورده شده است. برای به‌دست آوردن اطلاعات بیشتر به استاندارد بالا نگاه کنید. همچنین مراجعه به کتاب «استانداردها و علائم جوشکاری» نوشتهٔ محمدرضا علیپور توصیه می‌شود.

جدول ۲ــ۱۱ــ نشانه‌های قراردادی جوش طبق دستور ISO۲۵۵۳

نوع درز	نام	شکل نمادین	نمایش		نمای مجسم
			فرم درز	مقطع درز	
درزهای لب‌به‌لب	درز نیم‌جناغی دمدار (یک‌سویه)				
	درز نیم‌جناغی دمدار (دوسویه کند)				
	درز نیم‌لاله‌ای دمدار (یک‌سویه)				
	درز نیم‌لاله‌ای (دوسویه)				
درزهای پیشانی	درز پیشانی تخت				
	درز پیشانی جناغی				
درزهای گلویی	درز گلویی یا گوشه‌ای				
	درز گلویی یا گوشه‌ای دوسویه				
	درز گوشه‌ای با درز گلویی بیرونی				
	درز نیم‌جناغی با ریشهٔ باز				

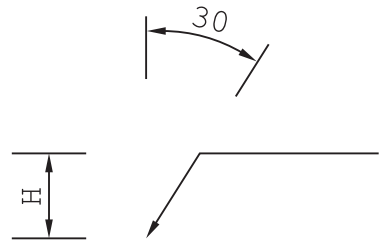
جدول ۳ــ۱۱

نوع درز	نام	شکل شماتیک	نمایش		نمای سه‌بعدی
			فرم درز	برش درز	
درزهای لب‌به‌لب	درز لب برگردان		قبل از جوش	بعد از جوش	
	درز سر به سر یا لب‌به‌لب	‖			
	درز جناغی	V			
	درز جناغی یا ریشه باز	V			
	درز جناغی دوسویه تیز	X			
	درز جناغی (دمدار)	Y			
	درز جناغی دوسویه کند (دمدار)	X			
	درز ناودانی یا لاله‌ای یک‌سویه	Y			
	درز ناودانی یا لاله‌ای دوسویه	X			
	درز نیم‌جناغی	V			
	درز نیم‌جناغی دوسویه تیز	K			
	نقطه جوش	O			
	قرقره جوش	O			

۸ــ۱۱ــ جوش در نقشه

چگونگی و نوع جوش را در نقشه با نشانه‌های قراردادی به همراه علامت مبنا و موارد اضافی، نشان می‌دهند.

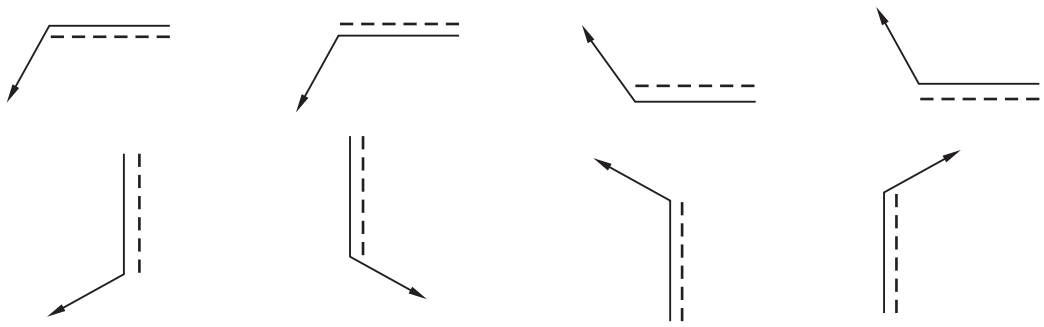
۱ــ۸ــ۱۱ــ علامت مبنا : علامت پایه، یک فلش و دنبالهٔ شکستهٔ آن است (شکل ۹ــ۱۱).



شکل ۹ــ۱۱ــ نشانهٔ پایه در جوشکاری

در موارد خاص ممکن است زاویه را تا ۴۵ درجه هم افزایش داد، همچنین H حدود دو برابر بلندی اعداد نقشه و بلندی دنباله تا حد لزوم خواهد بود. دقت شود که تا حد امکان زاویهٔ ۳۰ درجه رعایت شود. همهٔ نشانه‌ها و علائم با خط نازک رسم خواهند شد. اغلب یک خط‌چین با این نشانه همراه است. این خط‌چین را خط تشخیص می‌نامیم و مفهوم آن دید یا ندید بودن درز جوش در نقشه است.

نشانهٔ پایه، با توجه به شرایط علامت‌گذاری می‌تواند به هر یک از صورت‌های شکل ۱۰ــ۱۱ به کار رود.

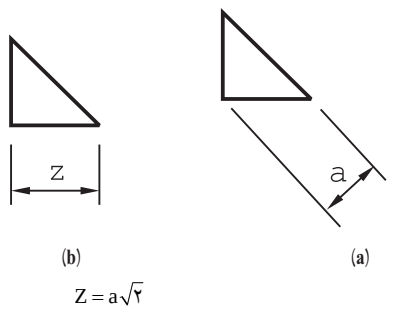


شکل ۱۰ــ۱۱ــ حالت‌هایی از قرار دادن علامت مبنا

باز هم حالات دیگری ممکن است (مثلاً در شرایط شیب).

۲ــ۸ــ۱۱ــ ضخامت جوش : همان‌گونه که از شکل‌های جوش (ارائه شده در دو جدول) دریافت می‌شود، گودی و ضخامت جوش تا اندازهٔ زیادی با ضخامت قطعات مورد جوشکاری تناسب دارد. اما در جوش‌های گوشه‌ای، همواره به نوشتن ضخامت جوش نیاز است[۱].

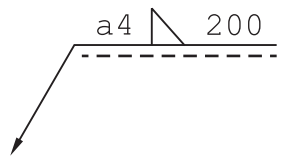
شکل جوش، تقریباً یک مثلث راست گوشهٔ متساوی الساقین است که می‌توان ارتفاع وارد بر وتر یا یک ضلع آن را نمایندهٔ ضخامت جوش دانست (a،b، ۱۱ــ۱۱).



شکل ۱۱ــ۱۱ــ (a) a ضخامت جوش (b) z ضخامت جوش

۱ــ در دیگر موارد هم، در صورت نیاز، ضخامت جوش گفته خواهد شد. به استاندارد ISO2553 نگاه کنید.

البته نشانه‌های a یا z باید آورده شوند. با این توضیح که مورد a در اندازه‌گذاری‌ها و کد بندی‌ها، کاربرد بیشتری دارد. شکل ۱۲ــ۱۱ نمونه‌ای را نشان می‌دهد.

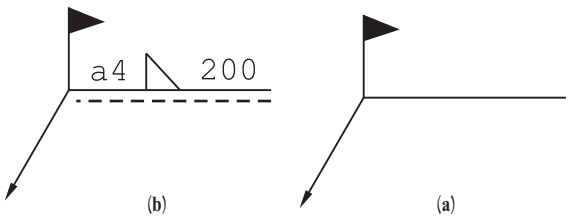


شکل ۱۲ــ۱۱

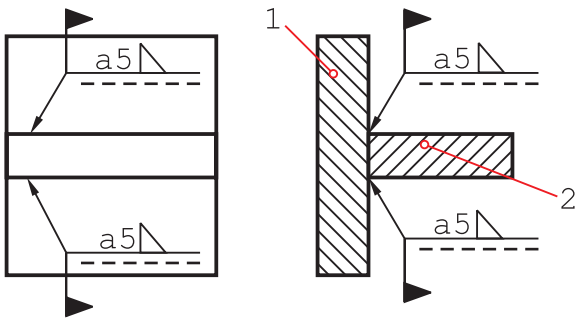
مفهوم شکل آن است که جوش گوشه‌ای است با ضخامت ۴ و به طول ۲۰۰ با درز جوش در حالت دید در نقشه.

۳ــ۸ــ۱۱ــ نشانه‌های اضافی: ممکن است قطعه‌ای در هنگام سوار کردن[1] سایر قطعات و همزمان جوشکاری شود. در این صورت یک گوشهٔ توپر و فلش مانند یا شبیه پرچم، اضافه خواهد شد (شکل a ۱۳ــ۱۱).

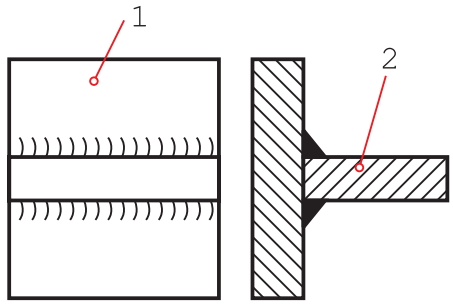
در شکل b، نشانه‌ها این را می‌رسانند که، درز جوش گلویی (گوشه‌ای) به ضخامت ۴ و در هنگام سوار کردن انجام خواهد شد. شکل ۱۴ــ۱۱ نمونه‌ای از کاربرد را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳ــ۱۱ــ(a) علامت جوش به هنگام سوار کردن



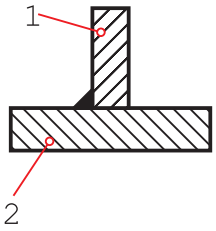
(b) شکل قراردادی

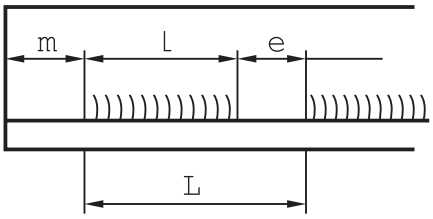


(a) شکل حقیقی

شکل ۱۴ــ۱۱

به شکل ۱۵ــ۱۱ نگاه کنید.





شکل ۱۵ــ۱۱ــ نمای حقیقی جوش چند تکه یا بریده

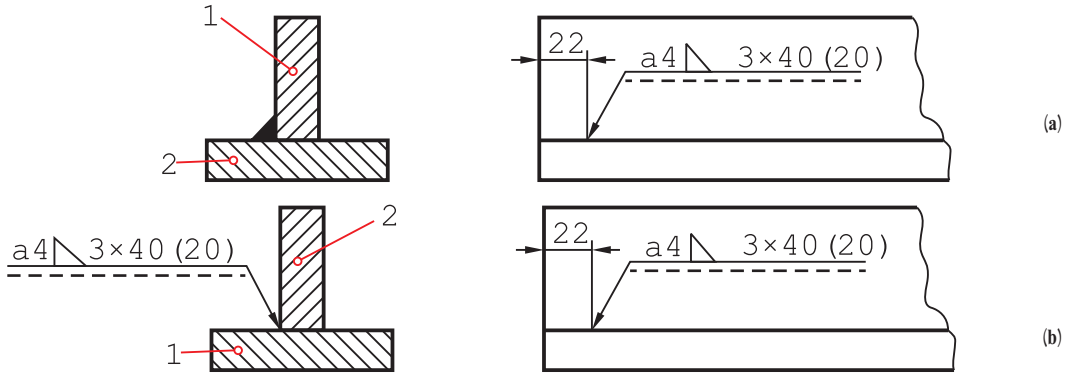
جوش تکه تکه است. طول هر تکه l، فاصلهٔ تکه‌ها e و گام جوش L است.

۱ــ سوار کردن یا مونتاژ

m نیز فاصلهٔ اولیه از لبه است که می‌تواند صفر هم باشد و روی نقشه نوشته خواهد شد.

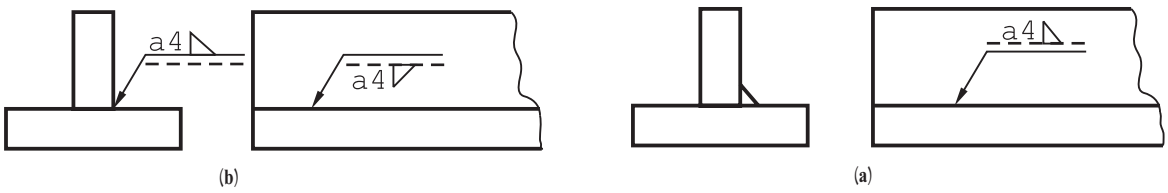
با استفاده از نشانه‌ها شکل ۱۶ــ۱۱ a یا b را داریم.

در این شکل، جوش با فاصلهٔ ۲۲ از لبه شروع می‌شود و در نقشه به حالت دید است.



شکل ۱۶ــ۱۱ــ (a) یا (b) ضخامت جوش گوشه‌ای ۴، سه تکهٔ ۴۰ و فاصلهٔ ۲۰

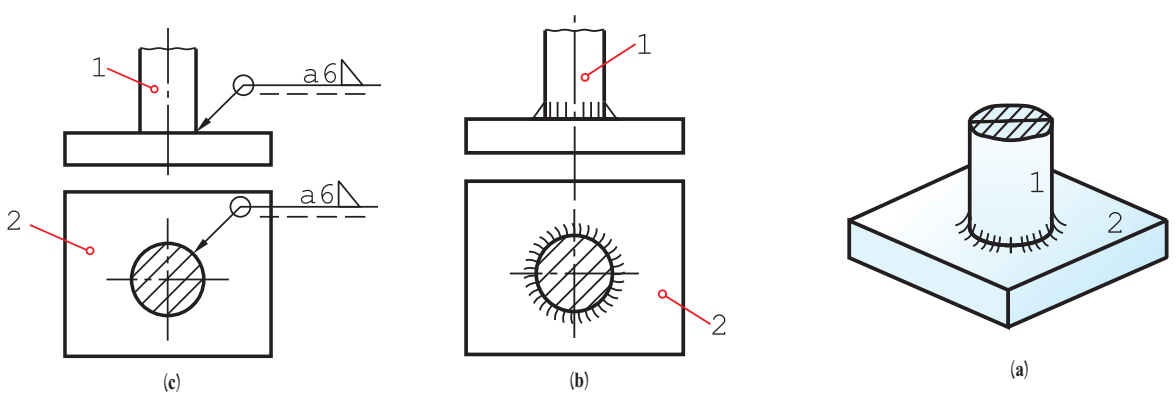
در شکل ۱۷ــ۱۱، که باز هم در دو حالت a یا b دیده می‌شود، جوش در نمای جانبی در حالت ندید است.



شکل ۱۷ــ۱۱

به چگونگی نوشتن علائم بالای خط افقی یا زیر آن توجه شود. در حالت ندید، نشانهٔ جوش وقتی در پایین گذاشته می‌شود، ۱۸۰ درجه می‌چرخد (اگر خط‌چین را در بالای خط یک‌سره می‌گذاشتیم دیگر چرخش علامت لازم نبود).

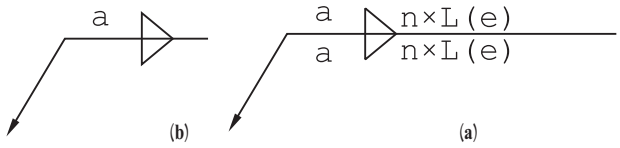
۴ــ۸ــ۱۱ــ جوش دور تا دور : با افزودن یک دایره به علامت مبنا، می‌توان دور تا دور بودن جوش را یادآور شد[1]. (شکل ۱۸ــ۱۱، a تا c).



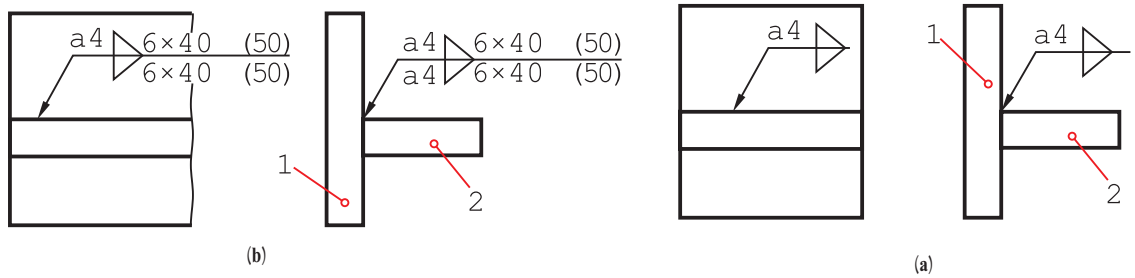
شکل ۱۸ــ۱۱ــ جوش دو تا دور

۱ــ دورتا دور می‌تواند یک شکل دایره‌ای یا چهار گوش و جز آن‌ها باشد. ضمن آن که بیشتر حالت‌ها دایره‌ای یا حلقوی است.

۵ــ۸ــ۱۱ــ جوش دو سویه : اگر بخواهیم دو طرفه بودن جوش را مشخص کنیم، دیگر به خط تشخیص یا خط‌چین نیاز نیست و نباید اضافه شود و به‌جای آن نشانهٔ جوش را می‌افزایند. شکل a ۱۹ــ۱۱ موقعیت جوش تکه‌ای و شکل b موقعیت جوش یک سره را نشان می‌دهد.



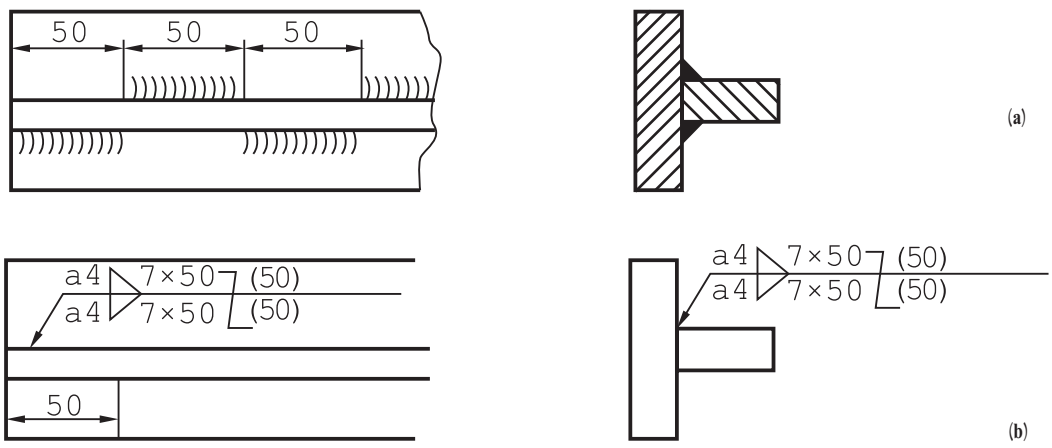
شکل ۱۹ــ۱۱



شکل ۲۰ــ۱۱

در شکل ۲۰ــ۱۱، دو نمونه از کاربرد کدها را ملاحظه می‌کنید.

اگر جوش در دو سمت، علاوه بر تکه‌ای بودن، چپ و راست (زیگزاگ)[1] هم باشد، فاصلهٔ اولیه از لبه، موقعیت تکه‌های جوش را مشخص می‌کند. در شکل ۲۱ــ۱۱، فاصلهٔ اولیه به گونه‌ای است که فاصله‌های خالی بالا در زیر قطعه پر می‌شود[2].

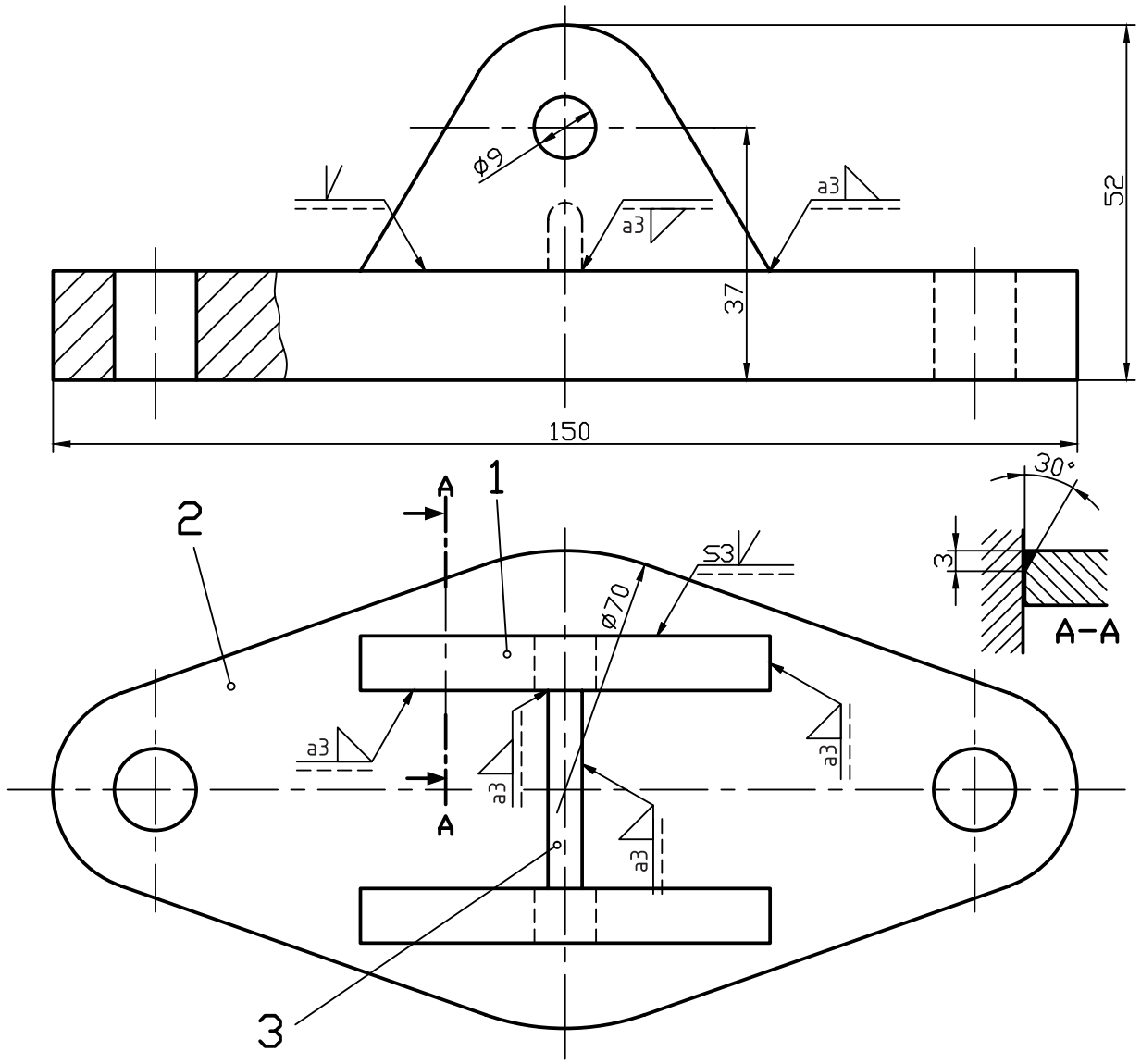


شکل ۲۱ــ۱۱ــ جوش دوسویه تکه‌ای با طول‌های برابر و چپ و راست

۱ــ زیگزاگ، چپ و راست zigzag

۲ــ اگر مشخصات بالا و پایین به‌گونه‌ای متفاوت باشند که امکان به‌کار بردن یک فلش نباشد، برای هر طرف جداگانه و به‌صورت معمول نشانه‌ها به کار برده خواهد شد.

اکنون می‌توان به یک نقشهٔ نمونه توجه کرد (شکل ۲۲ــ۱۱).



شکل ۲۲ــ۱۱

این شکل یک پایهٔ یاتاقان را معرفی می‌کند. بعد از سوار کردن قطعهٔ ۱ و مشابه آن روی پایهٔ ۲، سوراخ‌های به قطر ۹ تبدیل به سوراخ با قطر ۲۰ خواهند شد.

جمعاً از ۲ نوع درز جوش استفاده شده؛ درز نیم جناغی و گلویی. در این نقشه، درز نیم جناغی به کمک یک برش جزءِ A_A بهتر معرفی شده است. نتیجه آن که می‌توان برای هر نوع درز در صورت لزوم چنین برشی در نظر گرفت و جزئیات لازم را اندازه‌گذاری و معرفی کرد. ضمناً اندازه‌های اصلی روی شکل گذاشته شده است.

گزیدهٔ مطالب

۱ــ جوش فرآیندی است که طی آن با کمک حرارت، لبه‌های دو قطعه ذوب و با یک واسطه یا بدون آن به هم وصل می‌شوند.

۲ــ منابع سادهٔ تأمین انرژی جوشکاری، برق، گاز و اصطکاک است.

۳ــ مزایای جوش، ارزانی، استحکام و سرعت عمل آن است.

۴ــ فضای خالی یا شیاری که بین دو قطعه، برای نفوذ بهتر جوش ایجاد می‌شود، درز جوش نام دارد.

۵ــ استفاده از درز جوش برای کارهای حسّاس الزامی است.

۶ــ ضخامت جوش را با یک ضلع مثلث راست گوشهٔ متساوی‌الساقین با علامت Z یا ارتفاع وارد بر وتر آن و با نشانهٔ a معرفی می‌کنند.

ارزشیابی نظری

۱ــ جوش را تعریف کنید.

۲ــ جوش چگونه نام گذاری می‌شود؟

۳ــ جوش برق را با رسم شکل توضیح دهید.

۴ــ جوش گاز را با رسم شکل توضیح دهید.

۵ــ جوش اصطکاکی را با رسم شکل توضیح دهید.

۶ــ انواع معروف‌تر جوش کدام‌اند؟

۷ــ مزایای جوش چیست؟

۸ــ برای افزایش استحکام لبه‌های جوش چه می‌کنند؟

۹ــ وضعیت دو قطعه نسبت به‌هم، برای جوشکاری چگونه است؟ با رسم شکل، درز جوش را دقیقاً تعریف و یک نمونه را رسم کنید.

۱۰ــ نشانه‌ها برای جوش گوشه‌ای یا گلویی، جناغی و لاله‌ای کدام‌اند؟

۱۱ــ علامت پایه در نمایش قراردادی جوش چیست و چه مشخصاتی دارد؟

۱۲ــ حالاتی که علامت پایه به همراه خط تشخیص می‌توانند داشته باشند کدام‌اند؟

۱۳ــ با رسم شکل، چگونگی معرفی ضخامت جوش را شرح دهید.

۱۴ــ یک جوش جناغی به طول ۳۰۰ و در حالت دید را چگونه معرفی می‌کنید؟

۱۵ــ اگر جوش به هنگام سوار کردن انجام می‌شود، علامت آن چیست؟

۱۶ــ با رسم شکل مناسب مفهوم جوش گوشه‌ای به ضخامت a۴ در هنگام سوار کردن را نشان دهید.

۱۷ــ یک جوش گلویی تکه‌ای، ۴ تکهٔ ۳۰ با فاصله از لبهٔ ۴۰ و فاصلهٔ تکه‌ای ۳۲ را روی شکل نشان دهید.

۱۸ــ اگر خط جوش در نقشهٔ ندید باشد چه می‌کنیم؟

۱۹ــ با رسم شکل جوش دور تا دور و علامت آن را معرفی کنید.

۲۰ــ با رسم شکل، چگونگی معرفی جوش دو سویه را توضیح دهید (در حالت ساده).

۲۱ــ با رسم شکل، چگونگی معرفی جوش دو سویه را در حالت زیگزاگ توضیح دهید.

۲۲ــ با رسم شکل مناسب، خط جوش لاله‌ای دو طرفه را معرفی کنید.

ارزشیابی عملی

سه جدول ۱ ــ ۱۱ تا ۳ــ۱۱ را روی سه برگ کاغذ A۴ و با رعایت اصول استاندارد رسم کنید.

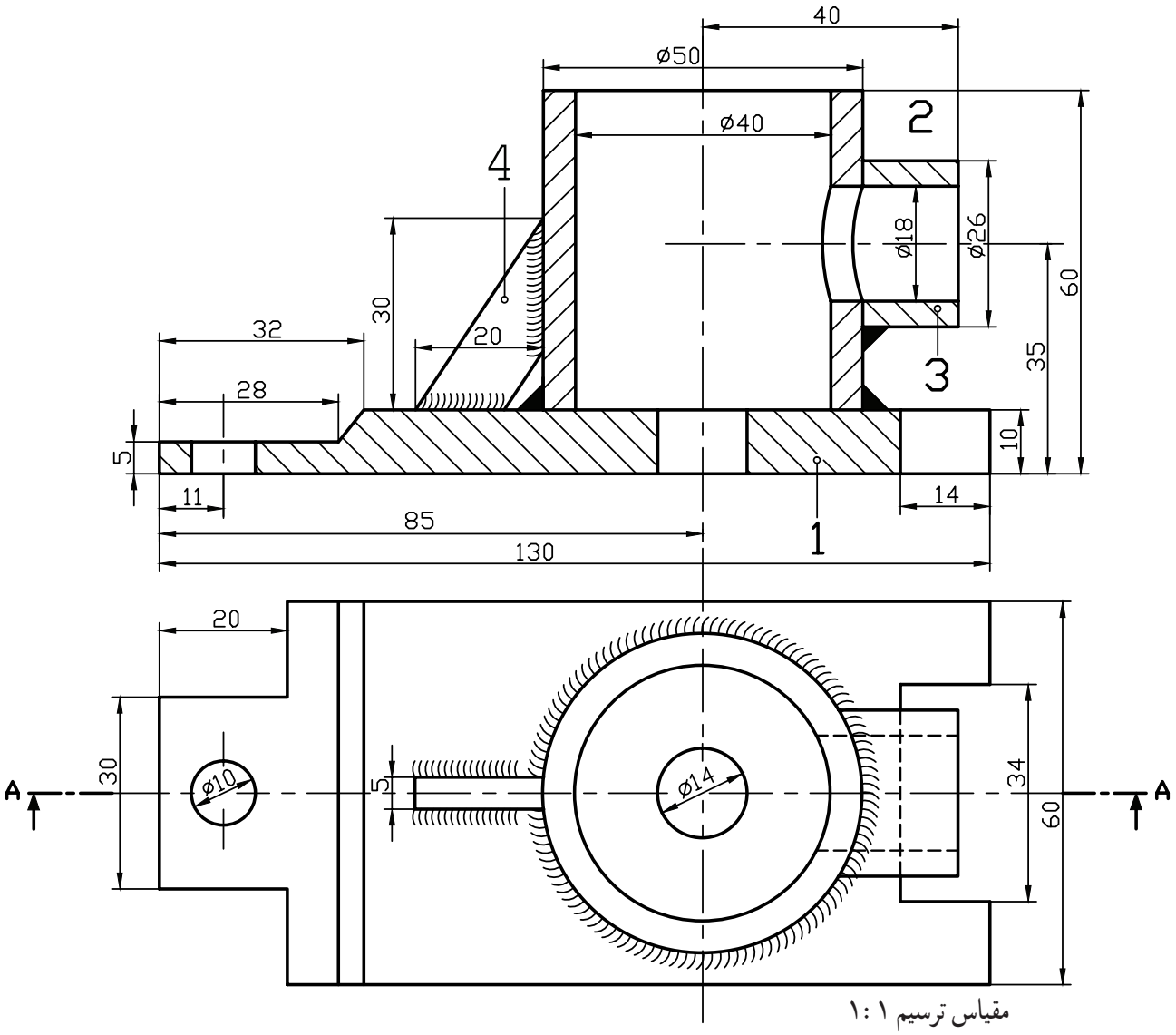
کلیهٔ شکل‌های دو بعدی داده شده (۹ــ۱۱ تا ۲۱ــ۱۱) را با دقت کامل رسم کنید.

برای بدنهٔ طراحی شدهٔ شکل ۲۳ــ۱۱ کارهای زیر را انجام دهید :

الف) سه نما از شکل موجود را بدون اندازه‌گذاری و خط‌چین رسم کنید.

ب) نقشه‌های جزء (دتایل‌ها) را رسم و اندازه‌گذاری کنید. در رسم قطعات تکی نماهای لازم و برش‌های مناسب را خودتان تعیین کنید.

پ) این دو نما دوباره رسم شود، بدون اندازه‌گذاری روی نماها جوش‌ها با کدهای لازم مشخص شود.



مقیاس ترسیم ۱ : ۱

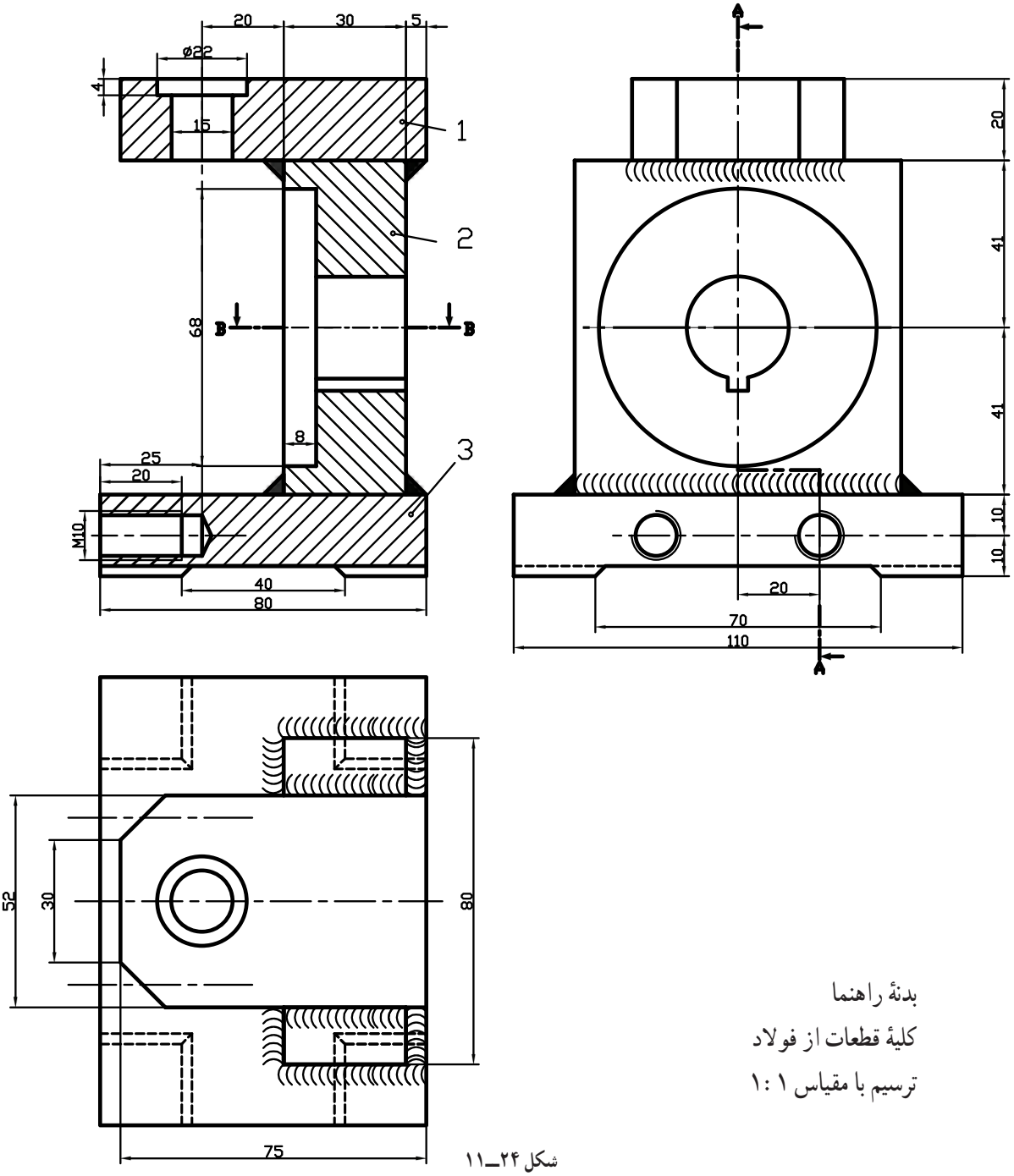
کلیه قطعات فولاد

نام : دو نقطه بدنه

جدول ترکیبی

شکل ۲۳ــ۱۱

راهنما : بدنهٔ راهنمای سوراخکاری[1] (جیگ) طراحی شده را در شرایط موجود رسم و کدگذاری صنعتی کنید. اندازه‌گذاری شکل لازم نیست، ولی ابعاد کلی یعنی ۸۰، ۱۱۰ و ۱۲۲ باید درج شوند (شکل ۲۴ــ۱۱).



بدنهٔ راهنما
کلیهٔ قطعات از فولاد
ترسیم با مقیاس ۱ : ۱

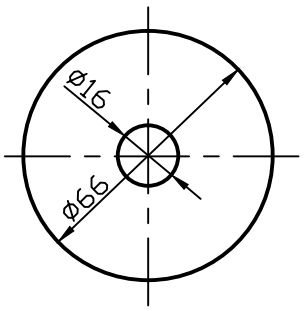
شکل ۲۴ــ۱۱

۱ــ وسیله‌ای است که به کمک آن می‌توانند مته را با دقت راهنمایی و روی قطعات تولیدی سوراخ ایجاد کنند. این ابزار باعث سرعت عمل و دقت کار خواهد شد.

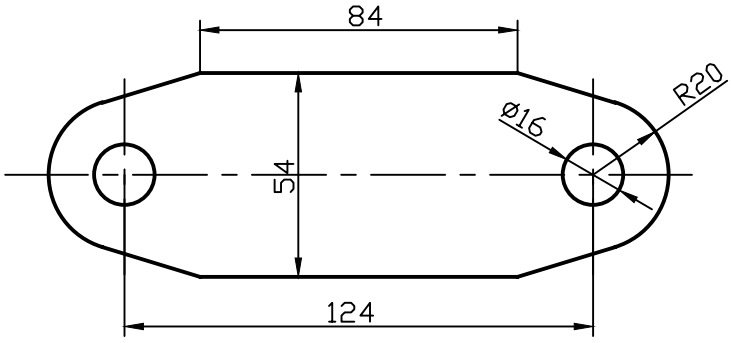
یک پایه برای نگهداری میله به صورت نقشه‌های تکی در شکل ۲۵ــ۱۱ داده شده است. جنس همهٔ قطعات st۳۷ است.

قطعهٔ شمارهٔ ۲ به قطعهٔ ۳، به‌صورت متقارن و با درز جوش نیم جناغی دمدار دو سویه، جوش می‌شود. دو پولک ۱ در دو سمت ۲ به گونه‌ای جوش داده خواهند شد که سوراخ‌های ۱۶در مقابل هم باشند این سوراخ پس از جوش دادن به سور اخ ۳۰ تبدیل خواهد شد. اتصال پولک‌ها با درز نیم جناغی به عمق ۳ و زاویهٔ ۳۰ درجه، دور تا دور خواهد بود.

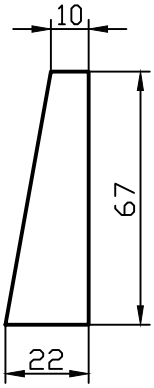
دو تیغهٔ شمارهٔ ۴ با درز گلویی اضافه می‌شود (با کد گذاری صنعتی و فقط اندازه‌های اصلی).



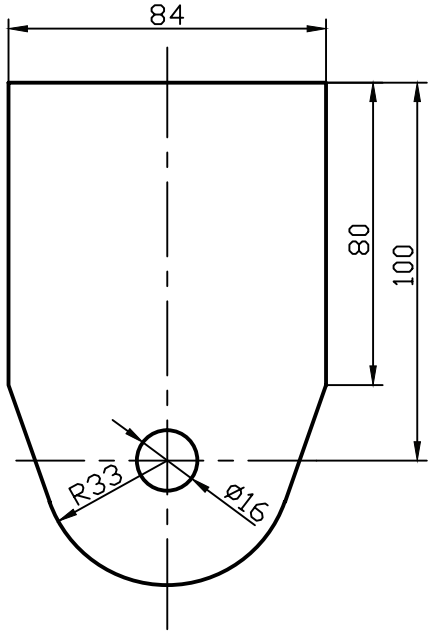
پولک، ۱، دو تا ، کلفتی ۱۰



پایه، ۳ ، کلفتی ۱۰



تیغه، ۴، دو تا با ضخامت ۶

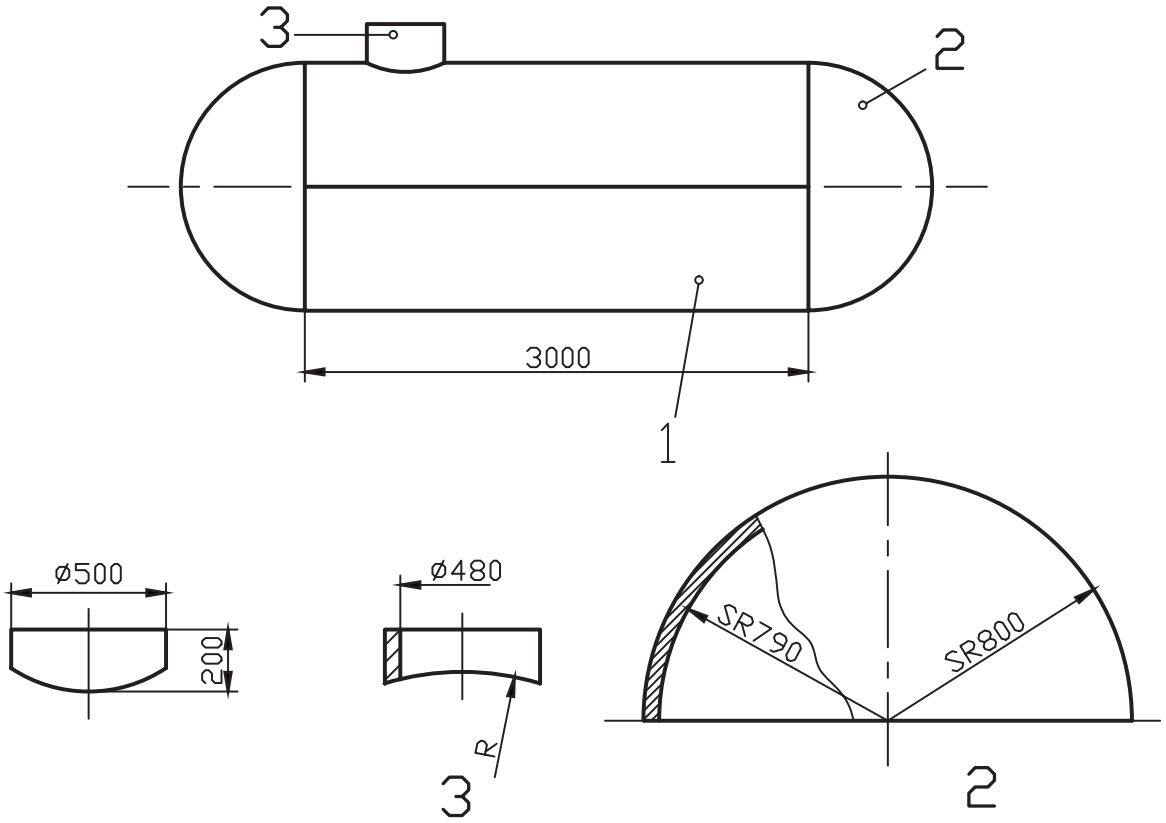


ستون، ۲ ، ضخامت ۱۰

شکل ۲۵ــ۱۱

قطعات یک مخزن با حجم تقریبی ۷۹۰۰ لیتر باید جوشکاری شود. ابتدا بدنهٔ استوانه‌ای را گسترش دهید. سپس نقشهٔ جوشکاری را با مقیاس ۱ :۲۵ رسم کنید. کلیهٔ جوش‌ها درز جناغی دمدار باشند به عمق ۶ و زاویهٔ ۶۰ درجه با کدهای استاندارد.

توجه : در گستردهٔ استوانه، سوراخ به قطر ۴۸۰ برای دریچه، در نظر گرفته شود (شکل ۲۶ــ۱۱).



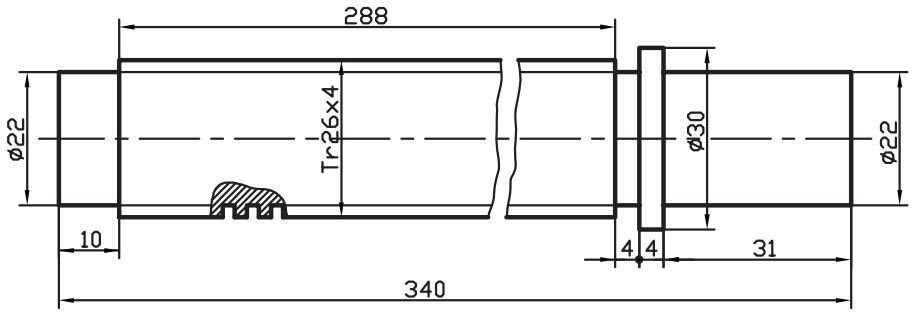
شکل ۲۶ــ۱۱

نقشهٔ قطعات یک صندلی گردان با اندازه گذاری و یک نقشهٔ سوار شده در شکل ۲۷ــ۱۱ داده شده است. نقشهٔ سوار شده (مونتاژ) برای قطعات ۱، ۲، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ مورد نیاز است.

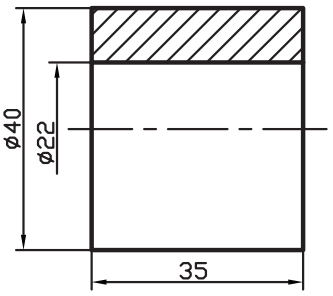
اگر تمام جوش‌ها درز گلویی 3a باشد، نقشه را با مقیاس ۱ :۱ روی یک برگ کاغذ A3 رسم و کدگذاری کنید.

به چند نکته توجه کنید :

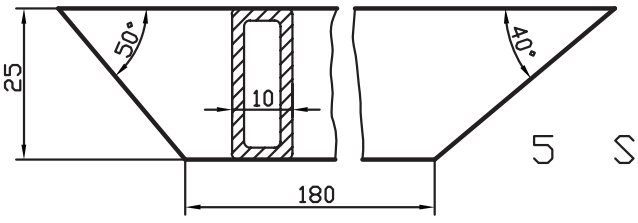
پس از قرار دادن ۶ روی ۲، حفره‌ای به عمق ۴ به‌وجود می‌آید که داخل آن جوشکاری می‌شود. مهرهٔ M8 از قطعه‌ای در مقابل سوراخ ۸ لولهٔ شمارهٔ ۸ قرار می‌گیرد و در این موقع، ۴ میلی‌متر آن خارج از لوله است که دور تا دور آن جوش داده خواهد شد. بالاترین نقطهٔ پروفیل‌های پایه از پایین لوله، ۱۰۰ خواهد بود. در رسم نقشه از انواع شکستگی تصویری استفاده کنید (تا نقشه روی A3 رسم شود).



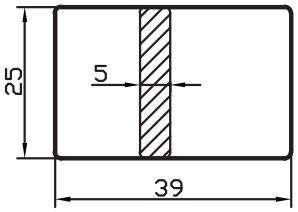
2 Sc.1:1



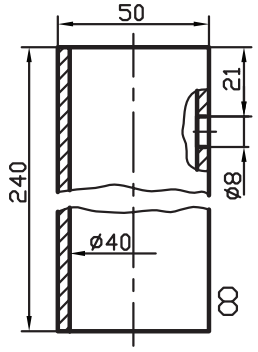
6 Sc.1:1



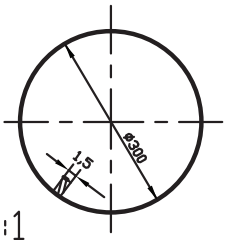
5 Sc.1:1



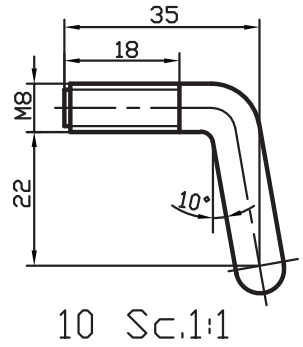
4 Sc.1:1



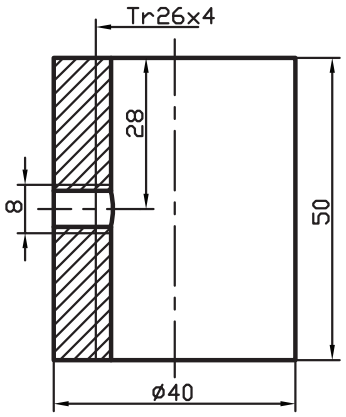
8 Sc.1:1



3 Sc.1:5

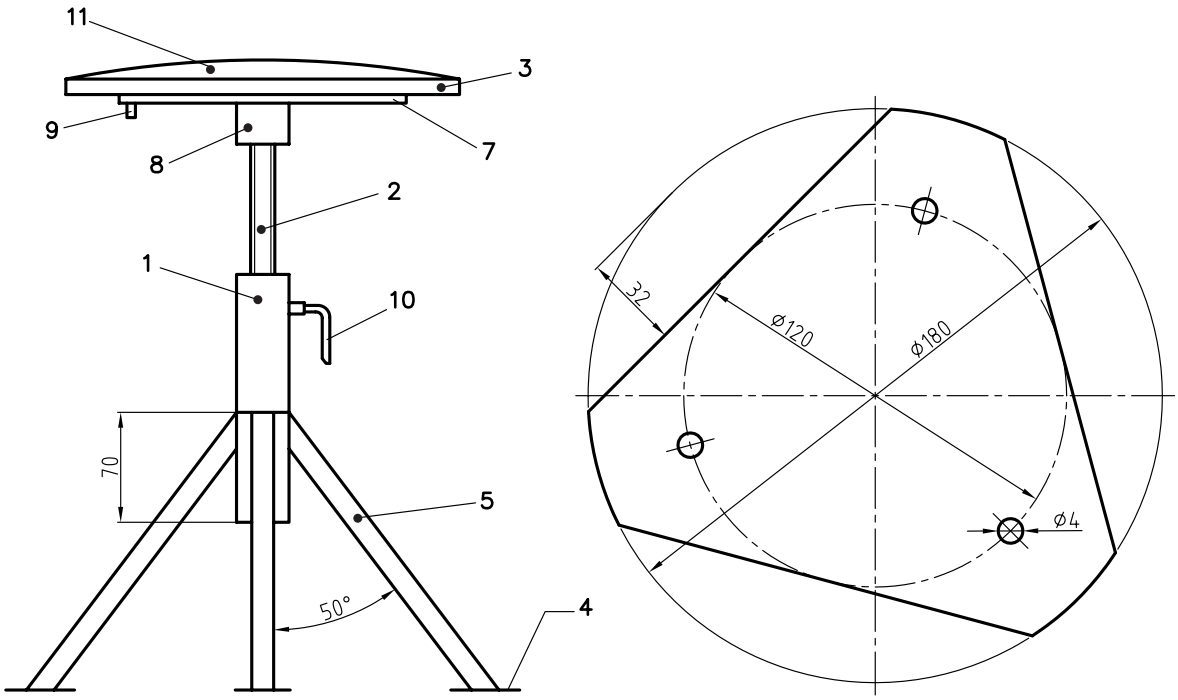


10 Sc.1:1



1 Sc.1:1

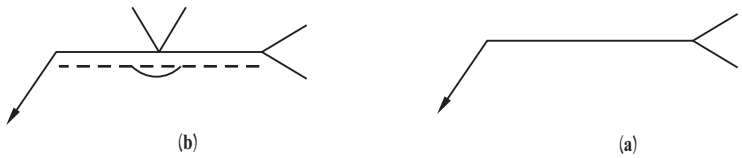
شکل ۲۷ــ۱۱



شکل ۲۸ــ۱۱

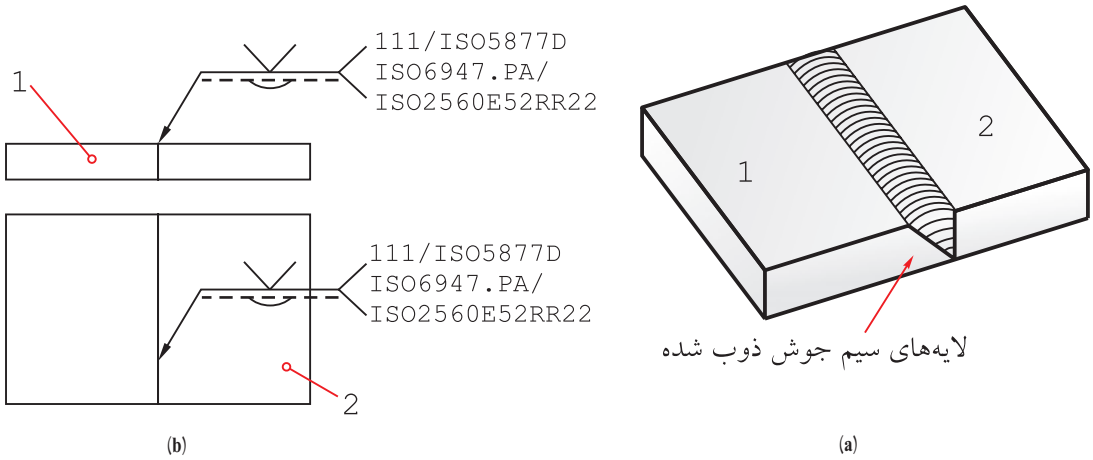
پیچ ضامن M8	۱:۱		St37	۱	۱۰
چرم یا نایلن				۱	۱۱
پیچ خودرو ۴ میلی‌متر				۳	۹
لولهٔ سیاه	۱:۲			۱	۸
ورق به ضخامت ۳ یا بیشتر	۱:۲		St37	۱	۷
	۱:۱		St37	۱	۶
پروفیل قوطی ۱۰×۲۵	۱:۱		St37	۴	۵
تسمه ۵×۲۵	۱:۱		St37	۴	۴
چوب به ضخامت حدود ۱۵mm	۱:۱۰			۱	۳
پیچ کبریتی ۴×۲۶	۱:۱		St37	۱	۲
مهره با دنده کبریتی ۴×۲۶	۱:۱		St37	۱	۱
مشخصات	مقیاس		جنس	تعداد	شمارهٔ قطعه
شماره :	صندلی گردان	مؤسسه : هنرستان فنی کارآموز	ترسیم :		محمدکاظم الهام
			بازبین :		هادی کامکارفر

جوش‌های دیگر : اگر جوش‌های دیگری مثل سیم جوش یا لحیم مورد نظر باشد می‌توان به علامت مبنا یک دوشاخه اضافه کرد. در شکل ۲۹ــ۱۱، a نشانه را معرفی می‌کند و b یک نمونه را.



شکل ۲۹ــ۱۱

افزون بر آن می‌توان توضیحات لازم را نیز، از قبیل نوع الکترود یا سیم جوش و لحیم مصرفی، چگونگی بازرسی و کنترل و شرایط کار، به صورت اعداد و حروف استاندارد در کنار آن نوشت.



شکل ۳۰ــ۱۱

در این سازه از جوش گاز و سیم جوش با مشخصات استاندارد استفاده خواهد شد. اضافه می‌شود که در این درز جناغی، جوش تا حدودی به زیر کار هم نفوذ کرده است.

در جدول ۴ــ۱۱، مواردی از کاربرد نشانه‌ها را برای آشنایی بیشتر ملاحظه می‌کنید (مانند جوش مالشی و جوش مقاومتی [۱]).

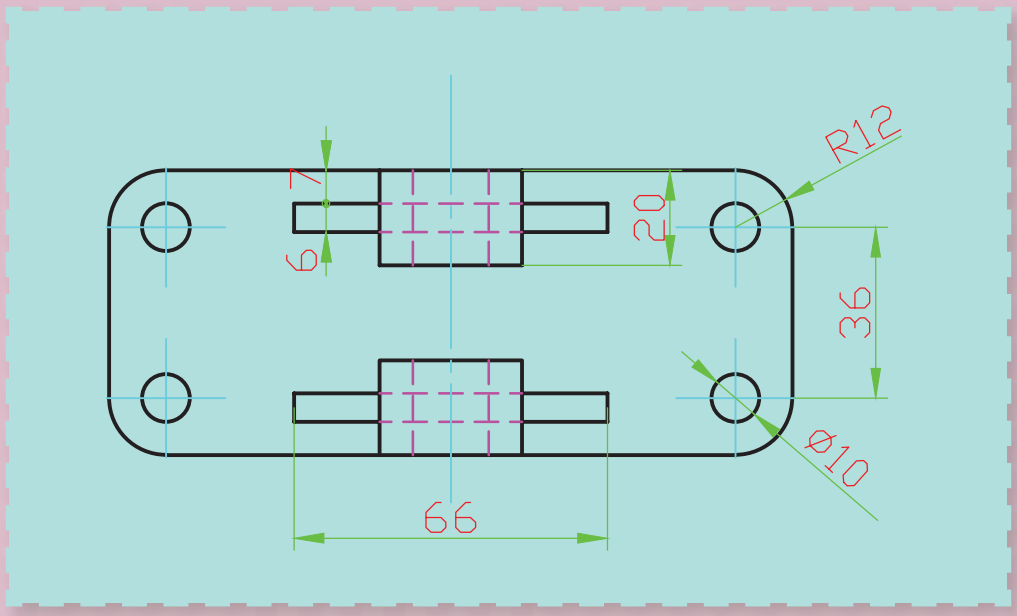
۱ــ در جوش مقاومتی دو سر میله به هم فشرده می‌شوند و در همان زمان یک شدت جریان الکتریکی قوی عبور می‌کند که باعث ذوب میله‌ها و جوش خوردن آن‌ها می‌شود. این روش برای جوش دادن حلقه‌های زنجیر بسیار مناسب است.

جدول ۴ــ۱۱ــ مواردی از کاربرد نشانه‌ها برای افزایش آگاهی داده‌شده است.

نماد	نقشه	شکل حقیقی و توضیح	
		درز لاله‌ای در نمای روبه‌رو و هم در نمای نیمرخ درز جوش دیده می‌شود.	
			درز گلویی در دو سمت به گونه‌ای انجام می‌شود که حالت قطری دارند. آنچه را که در نمای روبه‌رو ندید است می‌توان به دو حالت معرفی کرد.
			حفره جوش، سوراخ‌های ایجاد شده از جوش پر خواهند شد.
MR			حفره جوش، سوراخ ایجاد شده از جوش پر خواهد شد و نوار اضافی موقت در پشت آن قرار خواهد داشت و اگر لازم باشد که نوار دائم باشد فقط از حرف M استفاده خواهد شد.
			نقطه جوش، گام نقطه‌ها روی نقشه‌ها مشخص خواهد شد و در صورت نیاز قطر آن به علامت اضافه می‌شود مانند ضخامت درز گلویی و در همان‌جا.
			درز تخت، در این حالت تمام پیشانی یا مقطع میله به صفحه جوش داده می‌شود مثل جوش اصطکاکی
			جوش لب به لب صفحه‌ای، که در آن دو مقطع میله‌ها کاملاً جوش می‌خورند مانند جوش اصطکاکی یا مقاومتی

فصل ۱۲

نقشه‌کشی به کمک رایانه



کاربرد درست رایانه، ابزار توانمندی است برای پیشرفت.

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند :

۱ــ فایل نقشه اتوکد را اجرا نماید.

۲ــ نقشه‌های دوبعدی را با استفاده از نرم‌افزار اتوکد ترسیم نماید.

۱۲ــ نقشه‌کشی به کمک رایانه

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

۱ــ قابلیت های نرم افزار اتوکد را بیان کند.

۲ــ برنامهٔ اتوکد را اجرا نماید.

۳ــ اجزای مختلف محیط اتوکد را شرح دهد.

۴ــ با استفاده از دستور New یک فایل ترسیمی جدید ایجاد نماید.

۵ــ با استفاده از دستور Save As یک نقشه را درحافظهٔ جانبی ذخیره نماید.

۶ــ با استفاده از دستور Open یک نقشهٔ موجود در حافظهٔ جانبی را اجرا نماید.

۷ــ مختصات دکارتی و قطبی نقاط موجود در نقشه‌های فنی را به صورت نسبی یا مطلق استخراج نماید.

۸ــ با استفاده از دستور Line تمام خطوط موجود در نقشه را رسم نماید.

۹ــ با استفاده از دستور Zoom و Pan صفحه نمایش نقشه را کنترل نماید.

۱۰ــ با استفاده از نوار ابزار Properties خصوصیات رنگ، ضخامت و نوع خطوط موضوعات ترسیم را تغییر دهد.

۱۱ــ با استفاده از دستور Arc قوس‌های موجود در نقشه‌های فنی را ترسیم نماید.

۱۲ــ با استفاده از دستور Circle دوایر موجود در نقشه‌های فنی را ترسیم نماید.

۱۳ــ با استفاده از دستور Rectangle مستطیل با گوشه‌های گرد و پخ‌دار ترسیم نماید.

۱۴ــ با استفاده از دستور Polygon چند ضلعی منتظم ترسیم نماید.

۱۵ــ با استفاده از دستور Spline منحنی که از نقاط خاص می‌گذرد، ترسیم نماید.

۱۶ــ از ابزار کمک ترسیم OSnap و Ortho در رسم نقشه استفاده نماید.

۱۷ــ به کمک دستور Erase موضوعات را حذف کند.

۱۸ــ به کمک دستور Move موضوعات را در نقشه به مکانی دیگر انتقال دهد.

۱۹ــ به کمک دستور copy موضوعات را تکثیر نماید.

۲۰ــ به کمک دستور Rotate موضوعات را حول یک نقطه دوران دهد.

۲۱ــ به کمک دستور Mirror قرینه موضوعات را ترسیم نماید.

۲۲ــ به کمک دستور Offset تصویر موازی یک موضوع را ترسیم نماید.

۲۳ــ به کمک دستور Trim و Extend موضوعات مختلف را تکمیل نماید.

۲۴ــ به کمک دستور Chamfer محل برخورد دو موضوع را پخ بزند.

۲۵ــ به کمک دستور Fillet محل برخورد دو موضوع را گرد کند.

۲۶ــ با استفاده از دستور Hatch قسمت‌های برش‌خورده در نقشه را هاشور بزند.

۱ــ۱۲ــ مقدمه

هنرجوی عزیز! اکنون که اصول و قوانین نقشه کشی صنعتی را فرا گرفتید و قادرید نقشه های صنعتی را رسم نمایید، بهتر است از نرم افزارهای رایانه‌ای، که به کمک فرآیند طراحی و ساخت (CAD/CAM)[1] آمده است، برای ترسیم نقشه استفاده نمایید.

نرم افزارهای نقشه کشی در صنعت بسیار فراوان است. استفاده‌کنندگان بر اساس نیاز و متناسب با امکانات خود و قیمت آن‌ها، مناسب‌ترین‌شان را انتخاب می‌نمایند. مشهورترین این نرم افزارها عبارتند : اتوکد AutoCAD، Mechanical Desktop، Inventor، Solid works، Catia و . . . . هر کدام از این نرم افزارها، در عین حالی که دارای ابزارهای مشابه‌اند اما کاربری متفاوتی دارند. از میان این نرم افزارها AutoCAD بیش‌تر متداول است، زیرا ضمن داشتن محیطی ساده و راحت، برای رسم نقشه‌های فنی قابلیت بالایی دارد، به طوری که امکان ترسیم یک خط ساده تا پیچیده‌ترین نقشه‌های فنی را فراهم می‌کند.

در این کتاب، به دلیل محدودیت‌ها تنها به معرفی بخشی از دستورات و امکانات نقشه‌کشی در محیط دو بعدی پرداخته شده است که با این حداقل‌ها می‌توان نسبت به ترسیم نقشه‌های دو بعدی مبادرت کرد. اما برای حرفه‌ای شدن در این نرم افزار به صرف وقت و تمرین بیش‌تری نیاز است. یادآور می‌شود نسخهٔ به کار رفته در این کتاب مربوط به نسخه ۲۰۱۰ این نرم افزار (AutoCAD 2010) است اما اجرای دستورات معرفی شده با نسخه‌های پایین‌تر نیز قابل اجراست.

تحقیق کنید

در خصوص مشخصات، ویژگی‌ها، کاربرد و... نرم‌افزارهای مرتبط با رشته صنایع فلزی بررسی کرده و نتایج را در کلاس ارائه دهید.

۱ــ طراحی و ساخت به کمک رایانه

۲ــ۱۲ــ اجرای برنامه اتوکد

در کتاب مبانی و کاربرد رایانه با اجرای برنامه‌های کاربردی آشنا شدید. این نرم افزار هم مانند سایر نرم افزارهای کاربردی با شیوه‌های مختلفی قابل اجراست. دو روش متداول آن به شرح زیرند :

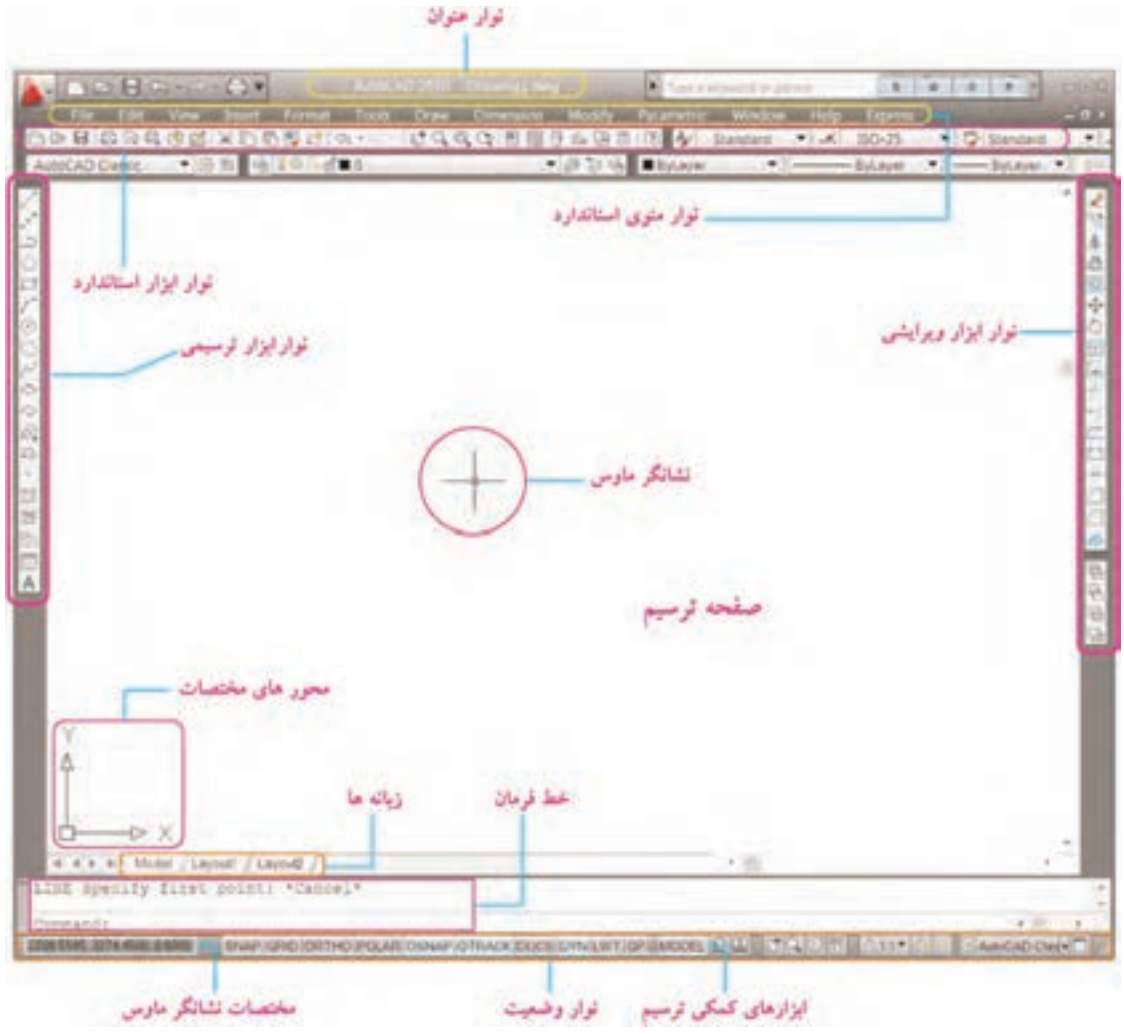
۱ــ روی آیکن[۱] برنامه بر روی میز کار[۲] دوبار کلیک (دابل کلیک) کنید.

۲ــ از منوی Start در مسیر زیر روی آیکن برنامه کلیک کنید.

(Start/All Programs/Autodesk/ AutoCAD 2010/ AutoCAD 2010)

۳ــ۱۲ــ آشنایی با محیط اتوکد

محیط نرم‌افزار اتوکد شامل منوها، نوارهای ابزار، ناحیهٔ ترسیم، پنجرهٔ دستور و نوار وضعیت است (شکل۱ــ۱۲).



شکل ۱ــ۱۲ــ محیط اتوکد

۱ــIcon

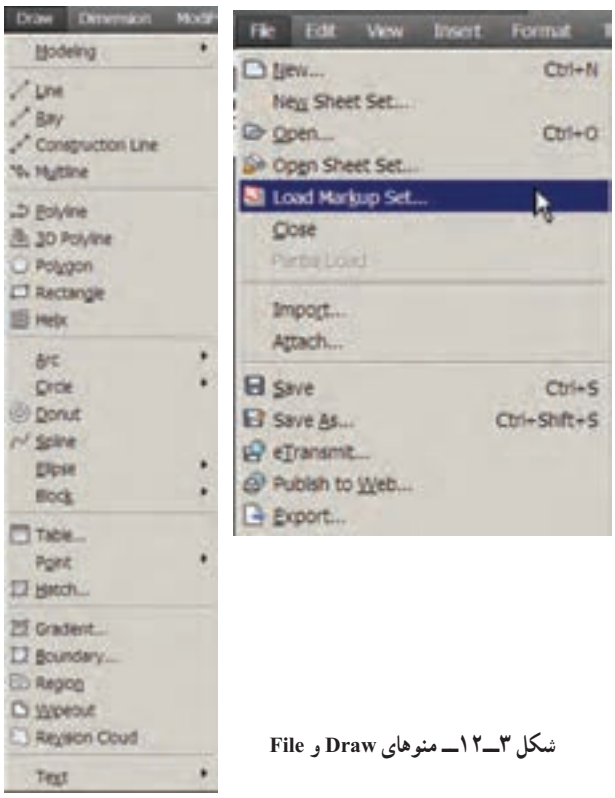
۲ــDesktop

۱ــ۳ــ۱۲ــ نوار منوی استاندارد[1] : در این قسمت مانند سایر نرم افزارهای کاربردی دسترسی به دستورات و تنظیمات، از طریق منوهای آبشاری واقع در نوار منوی استاندارد فراهم است. برای مشاهدهٔ این منوها روی عنوان آن در نوار ابزار استاندارد کلیک کنید. شکل۲ــ۱۲ نوار منوی استاندارد و شکل ۳ــ۱۲ منوهای آبشاریDraw , File را نشان می‌دهد.

شکل ۲ــ۱۲ــ نوار منوی استاندارد

۲ــ۳ــ۱۲ــ نوارهای ابزار[2] : هر چند دستورات اتوکد از طریق منوهای آبشاری قابل دسترس هستند، اما برای دسترسی آسان و اجرای سریع‌تر آن‌ها، این امکانات از طریق نوارهای ابزار فراهم شده است. هرکدام از این نوارها شامل مجموعه‌ای از دستورات ــ مرتبط به هم ــ هستند. پرکاربردترین آن ها عبارتند از :

نوار ابزار استاندارد[3] : شامل دکمه‌هایی برای ایجاد فایل جدید، باز کردن فایل، ذخیره کردن، چاپ کردن و ... می‌باشد.

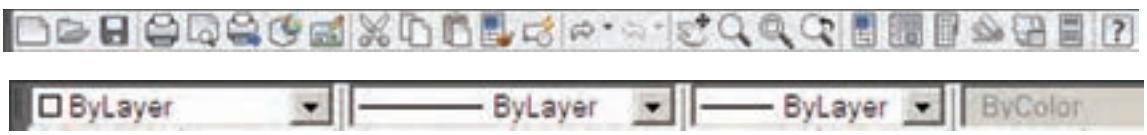


شکل ۳ــ۱۲ــ منوهای Draw و File

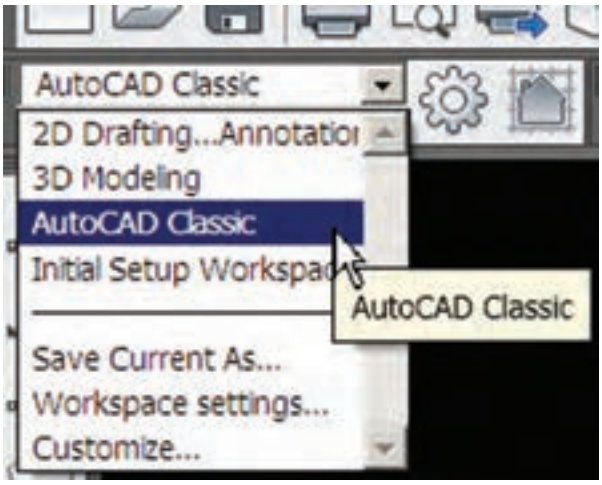
نوار ابزار Draw : دستورات ترسیمی (رسم خط، دایره و...) از طریق این نوار ابزار فراهم است.

نوار ابزار Modify : دستورات ویرایشی (پاک کردن، انتقال، تکثیر و...) از طریق این نوار ابزار قابل دسترسی است.

نوار ابزار Properties : ابزارهای مربوط به مشاهده و تغییر نوع، رنگ و ضخامت خط را شامل می‌شود.



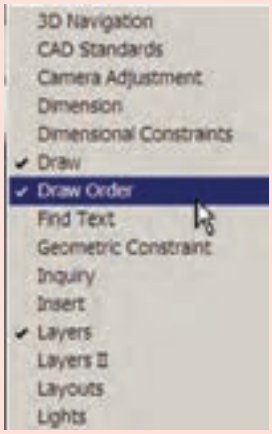
۱ــ Standard menues Toolbar ۲ــ Toolbars ۳ــ Standard Toolbar



نوار ابزار Workspaces : برای انتخاب و تغییر محیط ترسیم در حالت‌های دو بعدی یا سه بعدی به‌کار می‌رود (در این کتاب تمامی مثال‌ها و تمرینات در محیط AutoCAD Classic انجام می‌گیرد).

نوار ابزار Dimension : دستورات مربوط به اندازه‌گذاری نقشه‌های فنی تنظیمات آن در این نوار ابزار قابل دسترسی است.

نکته



- برای جابه جا کردن نوارهای ابزار، کافی است نشانگر ماوس را روی لبه نوار ابزار برده و سپس دکمه سمت چپ ماوس را نگه دارید، در این حالت می‌توانید با حرکت ماوس آن را به مکان مورد نظر انتقال دهید.
- برای اضافه یا حذف هر کدام از نوارهای ابزار، کافی است بر روی یکی از نوارهای ابزار کلیک راست نمایید تا لیستی مطابق شکل روبه‌رو ظاهر شود، با کلیک کردن روی هر کدام از این گزینه‌ها امکان ظاهر یا پنهان کردن نوارهای ابزار فراهم می‌شود.

۳ــ۳ــ۱۲ــ ناحیهٔ ترسیم[1] : محلی است که ترسیمات در آن انجام می‌گیرد. در این ناحیه محورهای مختصات X و Y وجود دارد و در حالت سه بعدی محور Z نیز اضافه می‌شود.

۴ــ۳ــ۱۲ــ خط فرمان[2] : یکی دیگر از روش‌های اجرای دستورات از طریق تایپ دستور در خط فرمان و فشار دادن کلید Enter است. در شکل زیر خط فرمان command آماده دریافت دستور می‌باشد. در این قسمت دستورات اتوکد به صورت تایپ از طریق صفحه کلید وارد می‌شود.

۱ــ Drawing Area

۲ــ Command Window

۵ــ۳ــ۱۲ــ نوار وضعیت : این نوار در قسمت پایین، پنجرهٔ اتوکد می‌باشد که در سمت چپ آن موقعیت نشانگر ماوس را در ناحیهٔ ترسیم به‌صورت مختصات z, y, x نشان می‌دهد و در قسمت وسط آن دکمه‌های کمک ترسیم (GRID, SNAP ...) قرار دارد.

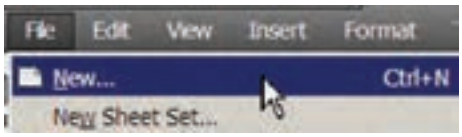
مختصات جاری نشانگر ماوس — ابزار کمک ترسیم

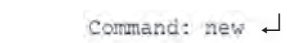
۴ــ۱۲ــ مدیریت فایل‌ها

هنگامی که اتوکد را اجرا می‌کنید به‌صورت خودکار یک فایل ترسیمی به نام Drawing 1 .dwg ایجاد می‌شود و به‌طور مستقیم کاربر می‌تواند ترسیم نقشه را در آن آغاز کند. این حالت مانند چسباندن یک کاغذ رسم بر روی تخته رسم است. اما برای ترسیم نقشه جدید چه باید کرد؟

۱ــ۴ــ۱۲ــ دستور ایجاد فایل ترسیمی جدید (NEW) : برای ایجاد یک فایل ترسیمی جدید به روش زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور NEW را اجرا نمایید[1] :

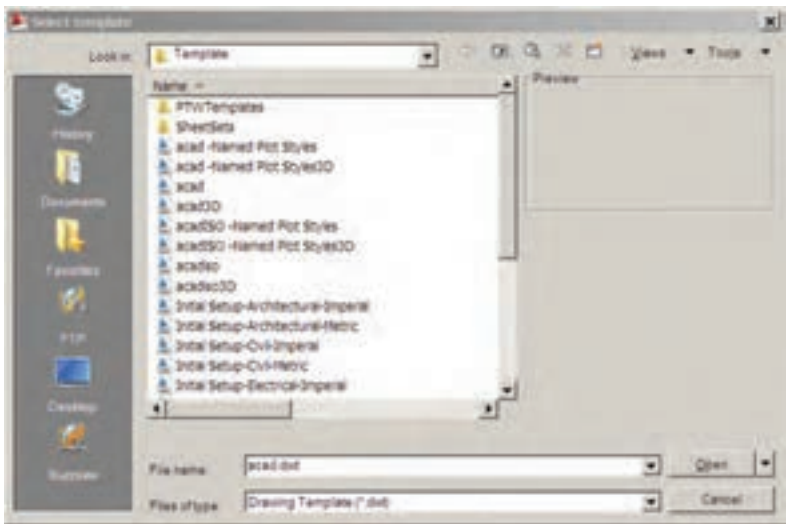




- دکمهٔ را از نوار ابزار استاندارد کلیک کنید .
- گزینهٔ New را از منوی File کلیک کنید.
- کلید Ctrl را نگه داشته و سپس کلید N را فشار دهید (Ctrl+N).
- New را در خط فرمان تایپ کرده سپس کلید Enter رافشار دهید.

۲ــ پس از اجرای دستور New ، پنجرهٔ محاوره‌ای انتخاب الگو (Select template) ظاهر می‌شود (شکل ۴ــ۱۲). شما می‌توانید از بین الگوهای پیش‌فرض موجود در لیست، یکی را انتخاب کرده و سپس بر روی دکمهٔ open کلیک نمایید(برای تمرینات این کتاب ، الگوی acad.dwt را انتخاب کنید).

۲ــ۴ــ۱۲ــ دستور ذخیره کردن فایل نقشه (SAVE / SAVE AS) : فایل‌های ترسیمی‌ای که ایجاد نمودید در حافظهٔ موقت رایانه موجود است اگر آن را ذخیره نکنید تمام تلاش شما برای ایجاد نقشه از بین می‌رود و بازخوانی مجدد آن میسر نخواهد بود. برای ذخیرهٔ فایل ایجاد شده از فرمان Save یا Save As استفاده می‌شود.



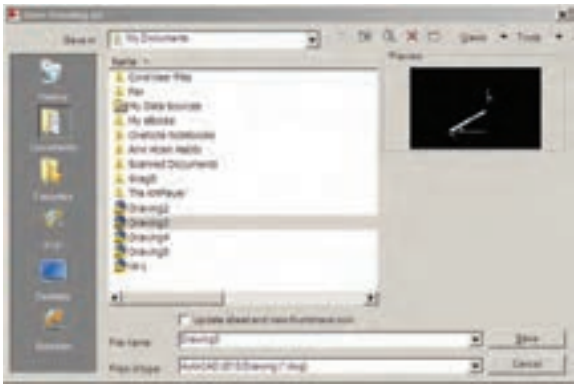
شکل ۴ــ۱۲

۱ــ در این کتاب، معرفی روش‌های مختلف اجرای دستورات اتوکد به‌منظور اطلاع از امکانات این نرم‌افزار می‌باشد و دانستن همهٔ روش های اجرای دستور ضرورتی ندارد.

برای ذخیره کردن فایل نقشه به روش زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Save As را اجرا نمایید :

- دکمهٔ از نوار ابزار استاندارد را کلیک کنید.
- گزینهٔ Save As را از منوی File کلیک نمایید.
- کلیدهای میانبر ctrl + shift + S یا ctrl + S را هم‌زمان فشار دهید.
- save را در خط فرمان تایپ کرده و دکمهٔ Enter را فشار دهید.

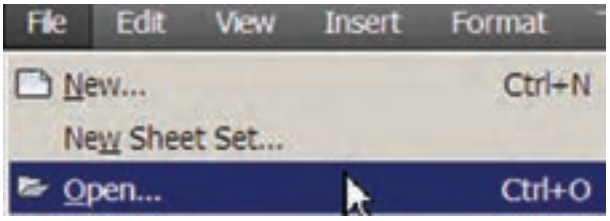


شکل ۵ــ۱۲

۲ــ با اجرای دستور Save As پنجرهٔ محاوره‌ای Save Drawing As ظاهر می‌شود (شکل ۵ــ۱۲). در این پنجره اطلاعاتی مربوط به آدرس دایرکتوری و پوشهٔ محل ذخیره فایل(Save in)، نام فایل (File name)، نوع فایل (Type of Files) را وارد کرده و سپس روی دکمهٔSave کلیک نمایید.

۳ــ۴ــ۱۲ــ دستور اجرای فایل نقشه (OPEN) : اگر قصد داشته باشید یک فایل موجود در حافظهٔ رایانه یا از روی سایر حافظه های جانبی (مثل فلش دیسک، CD، DVD) را اجرا نمایید از طریق دستور Open به روش زیر عمل نمایید :

۱ــ دستور Open را به یکی از روش‌های زیر اجرا نمایید :

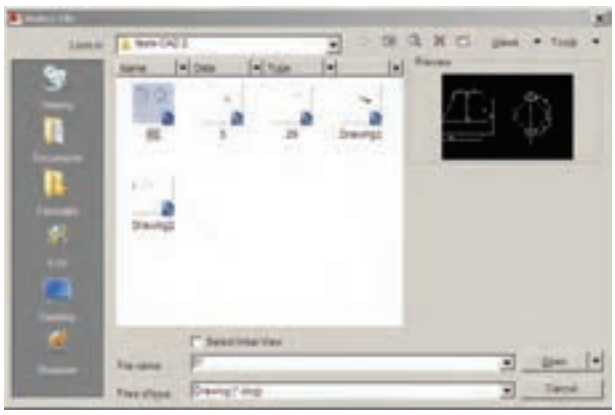


- دکمهٔ از نوار ابزار استاندارد را کلیک کنید.
- گزینهٔ OPEN را از منوی File کلیک کنید.
- تایپ OPEN در خط فرمان و فشار دادن دکمه Enter
- کلید میان بر Ctrl+O را هم‌زمان فشار دهید

۲ــ با اجرای این دستور، پنجرهٔ محاوره‌ای Select File ظاهر می‌شود (شکل ۶ــ۱۲). در این صفحه ابتدا فایل نقشه (که قبلاً با پسوند DWG ذخیره شده است) را انتخاب کرده و سپس روی دکمهٔ OPEN کلیک کنید.

۵ــ۱۲ــ دستگاه مختصات

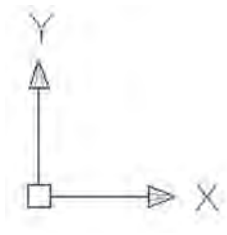
در اتوکد، ترسیم موضوعاتی نظیر پاره خط، دایره، مستطیل و... نیازمند، مشخص بودن موقعیت نقاط خاص می‌باشد. به عنوان مثال، موقعیت نقاط ابتدا و انتهای پاره خط، مرکز دایره، نقاط ابتدا و انتهای کمان و... باید در صفحه ترسیم مشخص باشد. موقعیت نقاط در اتوکد از طریق دو دستگاه مختصات دکارتی (متعامد) و قطبی مشخص می‌شود.



شکل ۶ــ۱۲

۱ــ۵ــ۱۲ــ دستگاه مختصات دکارتی : در این دستگاه مختصات موقعیت هر نقطه در صفحه (دو بعدی) با طول و عرض آن نقطه از مبدأ تعیین شده و به صورت A(x,y) نشان داده می‌شود و هر نقطه در فضا (سه بعدی) دارای سه مشخصه طول، عرض و ارتفاع بوده و به صورت A(x,y,z) نشان داده می‌شود. شکل روبه‌رو مختصات دکارتی درحالت دو بعدی و سه بعدی را نشان می‌دهد. در اتوکد مختصات دکارتی نقطه را به‌صورت (x کاما y) وارد می‌کنند.

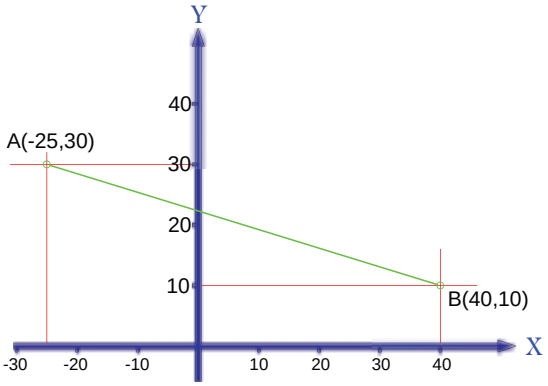
سه‌بعدی



دوبعدی

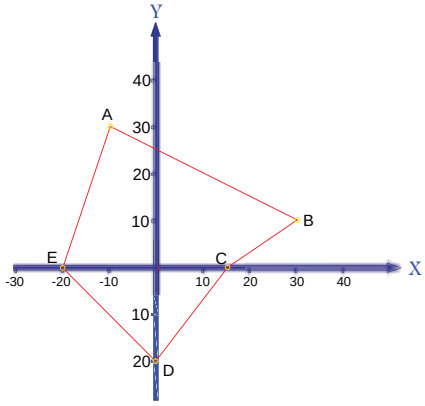
مثال

در شکل روبه‌رو موقعیت پاره خط AB به مختصات نقطه A(-۲۵،۳۰) و نقطه B(۴۰،۱۰) مشخص شده است.

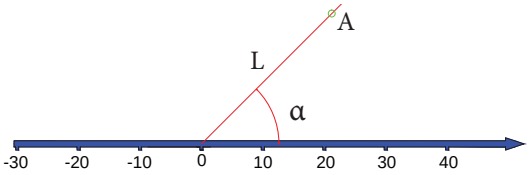


تمرین

در شکل، مختصات دکارتی نقاط A، B، C، D، E را نسبت به مبدأ مختصات به‌دست آورید.

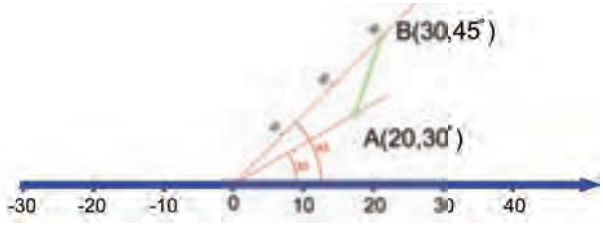


۲ــ۵ــ۱۲ــ دستگاه مختصات قطبی : در این سیستم، هر نقطه با فاصله نقطه تا مبدأ مختصات(L) و زاویه بین خط واصل نقطه به مبدأ و جهت مثبت محور طول‌ها (α) مشخص می‌شود. در اتوکد مختصات قطبی نقطه A را به صورت L<α (L مقدار طول و α زاویه) وارد می‌کنند.



مثال

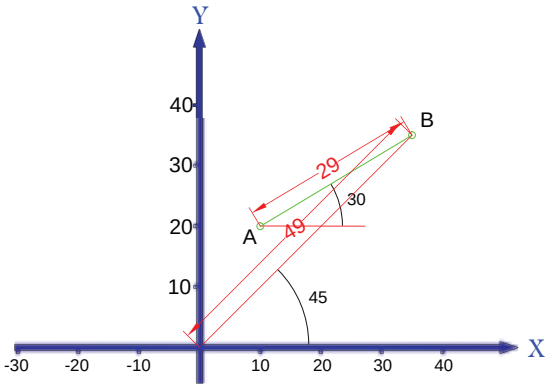
در شکل روبه‌رو موقعیت پاره‌خط AB به مختصات نقطه $A(20<30^\circ)$ و نقطه انتهایی $B(30 < 45^\circ)$ نسبت به مبدأ مختصات قطبی مشخص شده است. نقطه A دارای طول ۲۰ و زاویه ۳۰ درجه می‌باشد و نقطه B دارای طول ۳۰ و زاویه ۴۵ درجه می‌باشد.



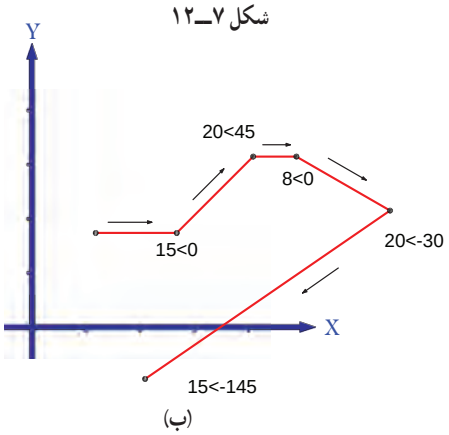
۳ــ۵ــ۱۲ــ مختصات دهی مطلق و نسبی : در مثال‌های مربوط به مختصات دکارتی و قطبی، موقعیت نقاط نسبت به مبدأ مختصات نشان داده شد به این روش مختصات‌دهی مطلق گفته می‌شود. علاوه براین روش می‌توان مختصات نقاط را به صورت نسبی وارد نمود، در این روش، مختصات هر نقطه نسبت به نقطهٔ قبلی بیان می‌شود. یعنی هر نقطه برای نقطه بعدی مبدأ مختصات به حساب می‌آید. در اتوکد ، برای وارد کردن مختصات نسبی (دکارتی یا قطبی) باید قبل از مختصات نقطه، علامت @ را وارد کنید. (مثل ۱۰,۲۰@ و ۳۰<۲۰@)

مثال

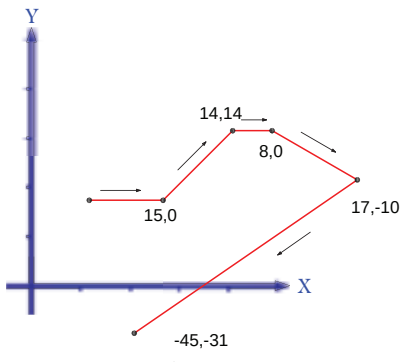
- در شکل ۷ ــ۱۲ مختصات قطبی نقطه B نسبت به مبدأ مختصات،(۴۵°>۴۹) و مختصات قطبی همین نقطه نسبت به نقطه A، (۳۰°>۲۹@) می‌باشد.
- شکل(۸ــ۱۲ــ الف) مختصات نقاط را در دستگاه مختصات نسبی دکارتی و شکل(۸ــ۱۲ــ ب) مختصات همین نقاط را در دستگاه مختصات نسبی قطبی (هر نقطه نسبت به نقطه قبلی) نشان می‌دهد.



شکل ۷ــ۱۲



(ب)



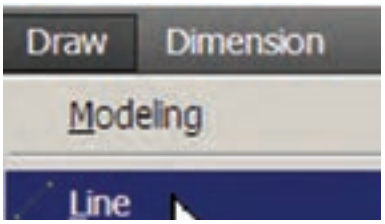
(الف)

شکل ۸ــ۱۲

۶ــ۱۲ــ ترسیم پاره خط (LINE)

پرکاربردترین و متداول‌ترین دستور ترسیمی در اتوکد دستور Line است. برای رسم پاره خط مراحل زیر را انجام دهید :

۱ــ دستور Line را اجرا نمایید (برای این منظور کافی است یکی از روش های زیر را عمل نمایید) :



- دکمهٔ را از نوار ابزار Draw کلیک کنید.
- گزینهٔ Line از منوی Draw را کلیک کنید.
- در خط فرمان کلمهٔ Line یا حرف L را تایپ کرده و کلید Enter (↵) را فشار دهید.

Command: Line ↵

۱ــ نقطهٔ شروع پاره خط را وارد نمایید. (از طریق مختصات دکارتی یا قطبی).

Specify first point : مختصات نقطهٔ شروع پاره‌خط ↵

۲ــ نقطهٔ انتهای پاره خط را وارد کنید. (از طریق مختصات دکارتی یا قطبی).

Specify next point or [Undo] : مختصات نقطهٔ انتهای پاره‌خط ↵

۳ــ برای خارج شدن از دستور، کلید Enter یا Esc را فشار دهید.

Specify next point or [Undo] : ↵ یا Esc

نکته

- در صورتی که قبل از اتمام دستور Line بخواهید در امتداد پاره خط اول، پاره‌خط دیگری رسم نمایید، کافی است مختصات نقطه انتهایی پاره خط دوم را وارد کرده سپس کلید Enter را فشار دهید، برای رسم پاره خط‌های بعدی همین روش را ادامه دهید.
- در صورتی که در وارد کردن مختصات نقطهٔ دوم اشتباهی رخ داده باشد و هنوز از دستور Line خارج نشده‌اید و برای اصلاح آن، حرف U (مخفف Undo) را تایپ کرده و کلید Enter را فشار دهید یا بر روی دکمه از نوار ابزار استاندارد کلیک کنید. با این عمل نقطه دوم خنثی شده و می توانید مجدداً مختصات جدید را وارد کنید.
- در صورتی که با دستور Line یا هر دستور ترسیمی دیگر، شکلی کشیده‌اید و از دستور خارج شده‌اید اگر قصد بازگشت به مرحلهٔ قبل از اجرای آن دستور را داشته باشید، می‌توانید از دستور Undo استفاده نمایید. برای این منظور U را تایپ کرده و کلید Enter را فشار دهید، یا بر روی دکمه از نوار ابزار استاندارد کلیک کنید.

برای وارد کردن مختصات، به روش‌های زیر عمل می‌شود :

- کلیک کردن ماوس در ناحیهٔ ترسیم
- وارد کردن مختصات نقاط از طریق صفحه کلید
- وارد کردن مختصات نقاط از طریق کادر شناور

۱ــ۶ــ۱۲ــ رسم پاره‌خط با کلیک کردن ماوس در محیط ترسیم : این روش بیشتر زمانی به کار گرفته می‌شود که بخواهیم با استفاده از دستورات کمکی مانند OSNAP (شرح آن در ادامه خواهد آمد) از نقاطی که قبلاً مشخص شده است ، پاره‌خطی رسم نماییم. به مثال زیر توجه فرمایید :

مثال

برای رسم پاره خط با استفاده از ماوس، مطابق مراحل زیر عمل می‌نماییم :

- فایل جدیدی ایجاد می‌کنیم.
- از روشن بودن گزینه DYN در نوار وضعیت مطمئن می‌شویم تا در هنگام اجرای دستور، طول و زاویه جاری نشانگر ماوس در پنجره شناور نمایش داده شود.

SNAP | GRID | ORTHO | POLAR | OSNAP | OTRACK | DUCS | DYN | LWT | QP

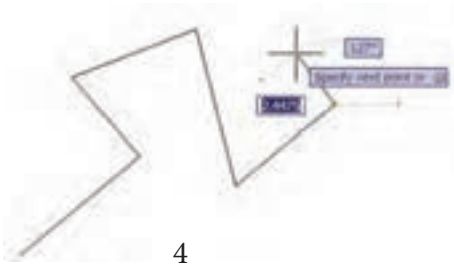
- دستور Line را اجرا می‌کنیم.
- در یک نقطه از ناحیهٔ ترسیم کلیک می‌کنیم تا موقعیت نقطه اول پاره خط مشخص شود (حالت ۱). با حرکت ماوس در جهت دلخواه، امتداد پاره خط پیش نمایش داده می‌شود(حالت۲). شکل زیر امتداد پاره‌خط و کادر شناور را نشان می‌دهد.

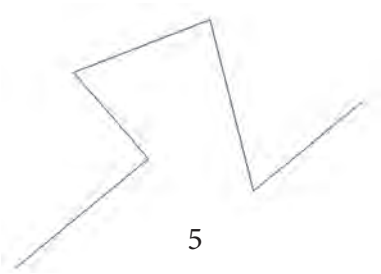
1

2

- اشاره‌گر ماوس را در نقطه‌ای که به منظور نقطه انتهایی پاره‌خط در نظر داریم، کلیک می‌کنیم تا پاره خط رسم شود(حالت۳). با تکرار این عمل چند پاره خط متصل به هم ایجاد می‌شود (حالت۴).

3


4



- با فشار دادن دکمه Esc یا Enter دستور Line خاتمه می‌یابد.
- درانتها فایل ترسیمی را ذخیره می‌نماییم.

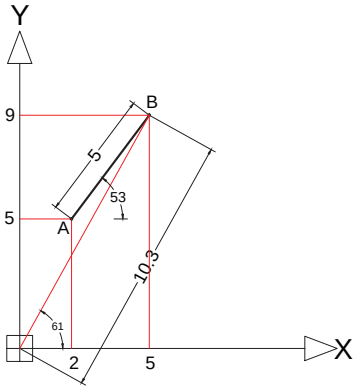
نکته

- علامت ↵ به مفهوم، فشار دادن دکمهٔ **Enter** است. از دکمه **Space bar** هم می توان به عنوان **Enter** استفاده کرد.
- در وارد کردن دستورات اتوکد، بزرگی یا کوچکی حروف تفاوتی در نتیجه ندارد.

۲ــ۶ــ۱۲ــ وارد کردن مختصات نقاط از طریق صفحه کلید : به مثال های زیر توجه کنید :

مثال

برای رسم پاره خط AB با توجه به مشخصات داده شده در شکل ۹ــ۱۲، به ترتیب زیر عمل می‌کنیم :



- مختصات نقطهٔ ابتدا و انتهای پاره خط را تعیین می‌کنیم.

مختصات دکارتی نقطه A :	A (۲,۵)	
مختصات دکارتی نقطه B :	مطلق : B (۵,۹)	نسبت به مبدأ A : B (۳,۴)
مختصات قطبی نقطه B :	مطلق : B (۱۰.۳ < ۶۱°)	نسبت به مبدأ A : B (۵ < ۵۳°)

- فایل جدیدی ایجاد می‌کنیم.
- گزینه DYN از نوار وضعیت را در حالت خاموش (غیرفعال) قرار می‌دهیم تا امکان ورود داده از طریق خط فرمان فراهم شود (این وضعیت را در سایر تمرینات و مثال هایی که مختصات را از طریق خط فرمان وارد می‌کنید،

رعایت نمایید).

- دستور Line را اجرا می‌کنیم.
- مختصات نقطهٔ ابتدای پاره خط (A) را وارد می‌کنیم.

مختصات دکارتی نقطهٔ A :	Specify first point: 2,5 ↵

- مختصات نقطهٔ انتهای پاره خط (B) را به یکی از چهار روش زیر وارد می‌کنیم :

سیستم دکارتی به صورت مطلق :	Specify next point or [Undo]: 5,9 ↵
سیستم قطبی به صورت مطلق :	Specify next point or [Undo]: 10.3<61 ↵
سیستم دکارتی به صورت نسبی :	Specify next point or [Undo]: @3,4 ↵
سیستم قطبی به صورت نسبی :	Specify next point or [Undo]: @5<53 ↵

ملاحظه می‌کنید، بعد از وارد کردن مختصات نقطهٔ B، پاره خط AB رسم می‌شود و پیغام زیر مبنی بر درخواست ورود مختصات نقطهٔ انتهایی پاره خط بعدی ظاهر می‌شود.

Specify next point or [Undo]:

- برای خروج از دستور Line کافی است بر روی دکمهٔ Esc یا Enter فشار دهیم.

Specify next point or [Undo]: ↵

- فایل ترسیمی را ذخیره می‌نماییم.

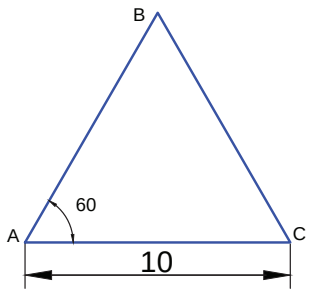
تمرین

در مثال قبل پاره‌خط AB را به چهار روش ورود مختصات نقطهٔ B، رسم نمایید. آیا تفاوتی در نتیجه مشاهده می‌کنید؟

مثال

مثلث متساوی الاضلاعی به اضلاع ۱۰ میلی‌متر، رسم می‌کنیم.

- یک فایل جدید ایجاد می‌نماییم.
- دستور Line را اجرا می‌نماییم.



شکل ۹ــ۱۲

Command: L ↵

- نقطهٔ (۰و۰) را به عنوان رأسA وارد می‌نماییم :

LINE Specify first point: 0,0 ↵

- مختصات قطبی B را وارد می‌نماییم.

Specify next point or [Undo]: 10<60 ↵

- مختصات دکارتی یا قطبی C را وارد می‌نماییم.

Specify next point or [Undo]: 10,0 ↵ یا 10<0 ↵

- پاره خط CA را با فرمان Close رسم می‌نماییم.

Specify next point or [Close/Undo]: c ↵

- فایل رسم شده را به نام Test1.dwg در پوشه و درایو مشخص ذخیره می‌نماییم.

تمرین

- در مثال بالا مثلث ABC را برای شرایطی که نقطه A به مختصات (۲۰ و ۲۰) باشد، رسم نمایید.
- ترسیم مثال بالا را با روش‌های دیگر بررسی کرده و انجام دهید.

نکته

برخی از پیغام های مربوط به یک دستور، دارای گزینه یا گزینه هایی درون علامت [ ] می‌باشد، برای فعال کردن آن لازم است در مقابل آن پیغام، گزینه یا حرف بزرگ آن را تایپ کرده و سپس دکمه Enter را فشار داد تا عملیات خاص آن گزینه اجرا شود. برای مثال، پیغام :Specify next point or [Close/Undo] در دستور Line دارای دو گزینه Close و Undo می باشد، که :

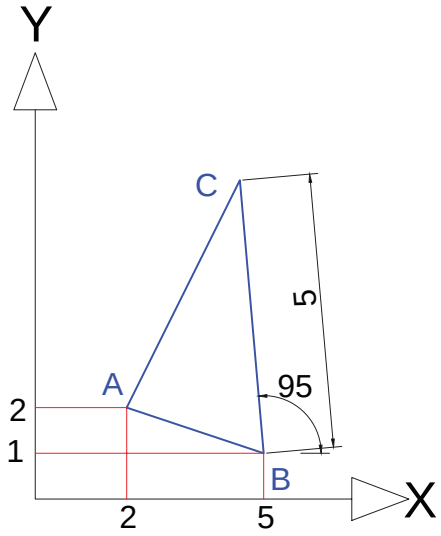
Close : با وارد کردن C و فشاردادن کلید ↵ ، انتهای آخرین پاره‌خط به ابتدای اولین پاره خط وصل می‌شود.

Undo : با وارد کردن حرف U و فشاردادن کلید ↵ ، آخرین پاره خط رسم شده را حذف می‌کند و شکل را به موقعیت قبل از رسم آخرین پاره خط باز می‌گرداند، (تکرار این عمل تا رسیدن به نقطه ابتدای دستور امکان‌پذیر است).

مثال

● برای رسم مثلث ABC، مطابق شکل ۱۰ــ۱۲ به صورت زیر عمل می‌کنیم :

مطابق اطلاعات موجود در شکل، مختصات نقاط A، B و C را به دست می‌آوریم.



شکل ۱۰ــ۱۲

● یک فایل جدید ایجاد می‌نماییم.

● دستور Line را اجرا می‌نماییم.

Command: Line ↵

● نقطهٔ (۲و۲) را به‌عنوان رأس A وارد می‌نماییم.

Specify first point: 2,2 ↵

● مختصات نقطهٔ B را وارد می‌نماییم.

Specify next point or [Undo]: 5,1 ↵

● مختصات قطبی نقطهٔ C نسبت به B را وارد می‌نماییم.

Specify next point or [Undo]: @5<95 ↵

● برای وصل کردن نقطهٔ انتهای آخرین پاره خط به اولین نقطهٔ پاره خط اول (بستن چند ضلعی) به یکی از دو روش زیر عمل می‌نماییم.

Specify next point or [Close/Undo]: c ↵

یا

Specify next point or [Close/Undo]: 2,2 ↵

● فایل رسم شده را به نام Test2.dwg در پوشه و درایو مشخص ذخیره می‌نماییم.

● شکل ۱۱ــ۱۲ نمای روبه‌روی یک قطعه می‌باشد، برای ترسیم آن مطابق دستور العمل زیر عمل می‌کنیم :

● یک فایل جدید ایجاد می‌نماییم.

● دستور Line را اجرا می‌نماییم.

Command: Line ↵

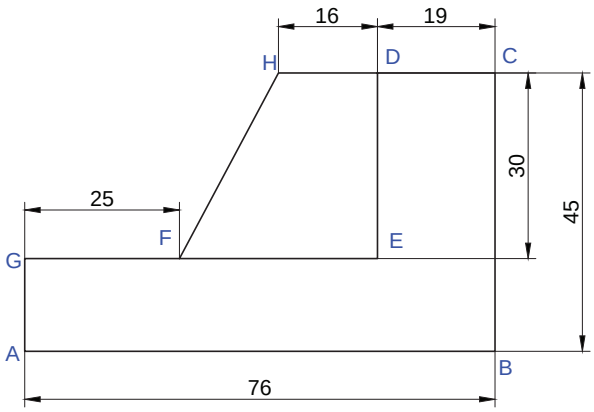
● نقطهٔ (۰و۰) را به عنوان نقطه A وارد می‌کنیم.

Specify first point: 0,0 ↵

● مختصات نقطهٔ B را وارد می‌نماییم.

Specify next point or [Undo]: 76,0 ↵

● مختصات نقطهٔ C را وارد می‌نماییم.



شکل ۱۱ــ۱۲

Specify next point or [Undo]: 76,45 ↵

● مختصات نقطهٔ D را وارد می‌نماییم (مختصات نقطهٔ D، نسبت به مبدأ فرضی C می‌باشد) چون نقطهٔ D در سمت چپ محور xها است، طول آن باعلامت منفی وارد شده است.

Specify next point or [Close/Undo]: @−19,0 ↵

● مختصات نقطهٔ E را وارد می‌نماییم (مختصات نقطهٔ E، نسبت به مبدأ فرضی D می‌باشد) چون نقطه E در سمت پایین محور yها است، طول آن باعلامت منفی وارد شده است.

Specify next point or [Close/Undo]: @0,−30 ↵

● مختصات نقطهٔ G را وارد می‌نماییم.

Specify next point or [Close/Undo]: 0,15 ↵

● برای بستن چند ضلعی ABCDEG ، حرف C یا کلمه Close را وارد کرده و کلید ↵ را فشار می‌دهیم.(دستور Line خاتمه پیدا می‌کند).

Specify next point or [Close/Undo]: c ↵

● برای ترسیم FH و HD، دستور Line را مجدداً اجرا می‌کنیم (اگر پس از اتمام یک دستور دکمه ↵ را فشار دهیم، همان دستور مجدداً اجرا می‌شود).

Command: Line ↵ یا Command: ↵

● مختصات نقطهٔ F را وارد می‌نماییم.

Specify first point: 25,15 ↵

● مختصات نقطهٔ H را وارد می‌نماییم.

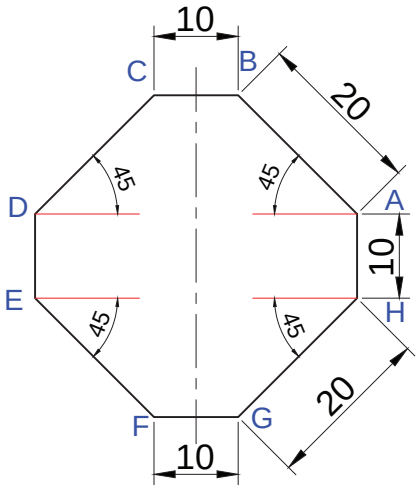
Specify next point or [Undo]: 41,45 ↵

● مختصات نقطهٔ D را وارد می‌نماییم (مختصات نقطهٔ D، نسبت به مبدأ فرضی H می‌باشد).

Specify next point or [Undo]: @16,0 ↵

● از دستور Line خارج می‌شویم (پایان ترسیم).

Specify next point or [Close/Undo]: ↵



● فایل رسم شده را به نام Test3.dwg در پوشه و درایو مشخص ذخیره می‌نماییم.

● برای رسم شکل روبه‌رو، مطابق دستورالعمل زیر عمل می‌کنیم :

در ترسیم این شکل از هر دو مختصات قطبی و دکارتی در حالت نسبی استفاده شده است و همان‌گونه که می‌دانید، زاویه‌ها نسبت به خط افق بوده که در جهت حرکت عقربه‌های ساعت منفی و در خلاف جهت آن مثبت است.

● یک فایل جدید ایجاد می‌کنیم.

● دستور Line را اجرا می‌کنیم.

Command: line ↵

● نقطهٔ (۱۵و۱۵) را به‌عنوان نقطهٔ A (نقطهٔ شروع) وارد می‌کنیم.

Specify first point: 15,15 ↵

● مختصات قطبی نقطهٔ B را نسبت به مبدأ فرضی A وارد می‌کنیم (زاویه خط AB با محور افق ۱۳۵ درجه است).

Specify next point or [Undo]: @20<135 ↵

● مختصات قطبی نقطهٔ C را نسبت به مبدأ فرضی B وارد می‌کنیم (خط BC افقی است).

Specify next point or [Undo]: @−10<0 ↵

● مختصات قطبی نقطهٔ D را نسبت به مبدأ فرضی C وارد می‌کنیم.

Specify next point or [Close/Undo]: @20<225 ↵

● مختصات دکارتی نقطهٔ E را نسبت به مبدأ فرضی D وارد می‌کنیم.

Specify next point or [Close/Undo]: @0,−10 ↵

● مختصات قطبی نقطهٔ F را نسبت به مبدأ فرضی E وارد می‌کنیم (زاویه خطEF با محور افق در جهت حرکت عقربه‌های ساعت ۴۵ــ درجه است برای این حالت نیز می‌توان زاویه را ۳۱۵ درجه وارد کرد)

Specify next point or [Close/Undo]: @20<−45 ↵

● مختصات دکارتی نقطهٔ G را نسبت به مبدأ فرضی F وارد می‌کنیم.

Specify next point or [Close/Undo]: @10,0 ↵

● مختصات قطبی نقطهٔ H را نسبت به مبدأ فرضی G وارد می‌کنیم.

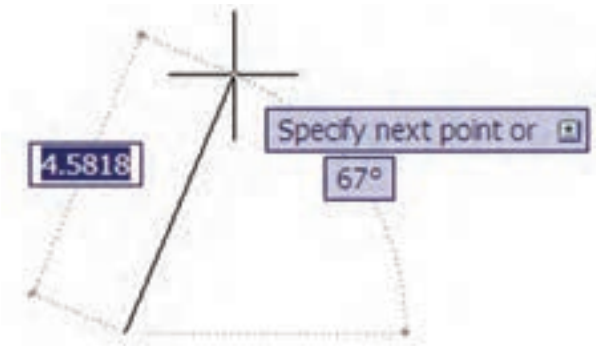
Specify next point or [Close/Undo]: @20<45 ↵

● با اجرای گزینه Close، شکل کامل می‌شود.

Specify next point or [Close/Undo]: c ↵

● فایل رسم شده را به نام Test4.dwg در پوشه و درایو مشخص ذخیره می‌کنیم.

۳ــ۶ــ۱۲ــ وارد کردن مختصات نقاط از طریق کادر شناور



: درمثال‌های قبل برای وارد کردن دستورات و مختصات نقاط از خط فرمان استفاده کردیم. برای این منظور ویژگی کمکی Dynamic در نوار وضعیت خاموش بود، اما اگر ویژگی کمکی Dynamic فعال (روشن) باشد، می‌توانید مقدارهای عددی را از طریق کادرهای شناور (جعبه های متنی) که در کنار اشاره‌گر ماوس به نمایش در می‌آید، وارد نمایید.

نکته

وارد کردن مختصات از طریق کادر شناور به‌صورتی نسبی می‌باشد پس لازم نیست، از علامت @ استفاده کنید.

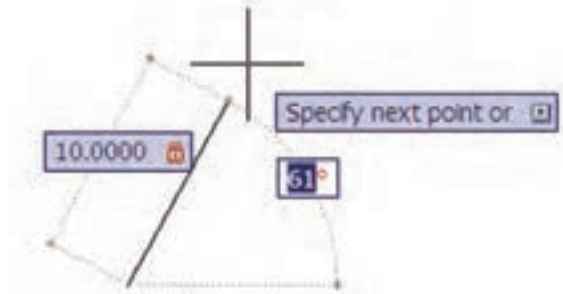
مثال

مثلث متساوی‌الساقین مثال صفحهٔ ۲۱۴ را از یک نقطه دلخواه و با استفاده از روش ورود مختصات دهی درکادر شناور رسم می‌نماییم :

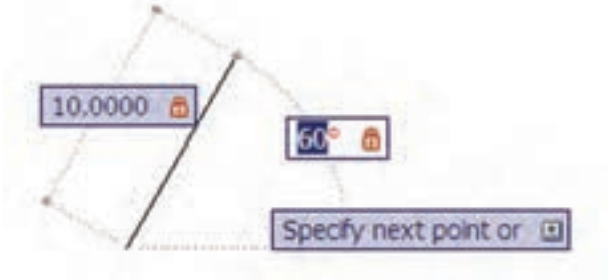
- یک فایل جدید ایجاد می‌نماییم.
- از فعال بودن ویژگی کمکی Dynamic مطمئن می‌شویم (دکمه DYN در نوار وضعیت در حالت روشن باشد).

SNAP | GRID | ORTHO | POLAR | OSNAP | OTRACK | DUCS | DYN | LWT | QP

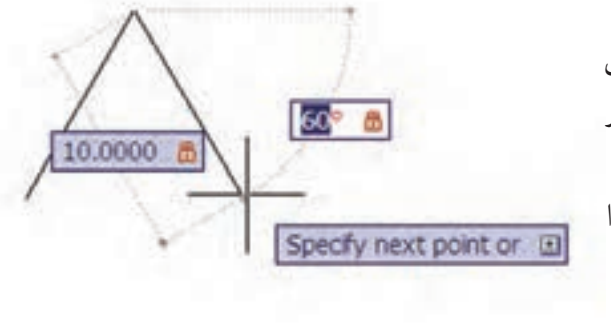
- دستور Line را اجرا می‌کنیم.
- نشانگر ماوس را در یک نقطه از محیط ترسیم (به‌عنوان نقطهٔ شروع A) کلیک می‌کنیم.



- نشانگر ماوس را حدوداً در راستای نقطه B هدایت می‌کنیم. سپس اندازه طول ضلع مثلث (۱۰) را تایپ کرده وکلید Tab را فشار می‌دهیم تا جعبه متنی مربوط به ورود زاویه فعال شود.



- در جعبه متنی مربوط به زاویه، عدد (۶۰) را تایپ کرده و سپس کلید ↵ را فشارمی‌دهیم. با این عمل پاره خط AB رسم می‌شود.



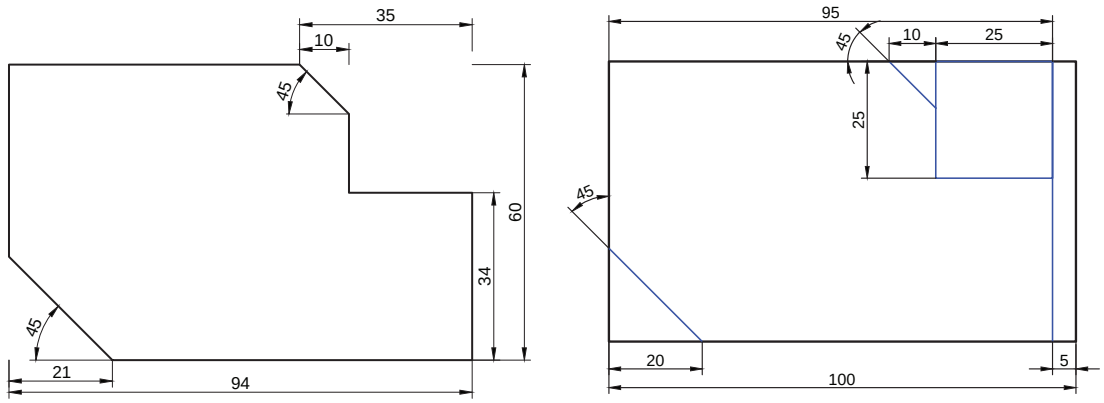
- برای رسم پاره خط BC مشابه نقطه B طول ۱۰ و زاویه ۶۰ را وارد کرده و سپس کلید ↵ را فشار می‌دهیم.
- حرف C را تایپ کرده سپس کلید Enter را فشار می‌دهیم تا رسم مثلث کامل شود.

نکته

همان‌گونه که در مثال بالا دیدید، برای پرش از جعبه متنی در مختصات قطبی از کلید Tab استفاده کردیم، اما برای وارد کردن مخصات دکارتی در کادر شناور، ابتدا طول نقطه را تایپ کرده و علامت ویرگول (،) را وارد می‌نماییم سپس عرض نقطه را تایپ می‌کنیم.

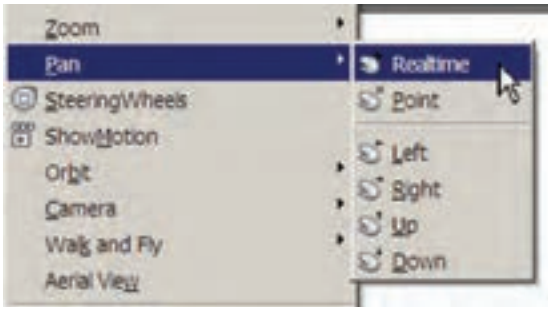
تمرین

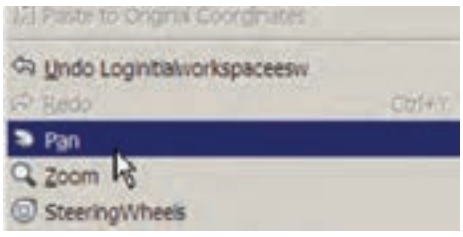
شکل‌های زیر را ترسیم نمایید (اندازه‌گذاری لازم نیست).



۷ــ۱۲ــ کنترل صفحه نمایش

بعضی اوقات در هنگام رسم یا مشاهده یک نقشه، موقعیت قسمتی از نقشه قابل مشاهده نمی‌باشد و کارکردن به دلیل بزرگ یا کوچک بودن بیش از اندازه شکل، دشوار می‌شود. در این حالت از دستورات Pan و Zoom برای تنظیم ناحیهٔ ترسیم استفاده می‌شود.





۱ــ۷ــ۱۲ــ دستور PAN : به کمک این دستور پنجرهٔ دید را تغییر می‌دهند و از زاویهٔ مناسبی برای مشاهده و اصلاح بخش‌هایی از نقشه که در خارج از محیط ترسیم قرار گرفته‌اند، استفاده می‌شود. برای این منظور به طریق زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیردستور Pan را اجرا نمایید :

- دکمهٔ را از نوار ابزار استاندارد کلیک کنید.
- یکی از گزینه‌های Pan را از منوی View کلیک کنید. شکل روبه‌رو گزینه‌های منوی Pan را نشان می‌دهد.
- در ناحیه ترسیم راست کلیک کرده و روی گزینه Pan کلیک کنید.

● در خط فرمان حرف P را تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید. Command : P ↵

● غلتک میانی ماوس را فشارداده و نگه دارید.

۲ــ پس از اجرای این دستور، نشانگر ماوس به شکل دست درمی‌آید. روی ناحیهٔ ترسیم کلیک کرده و در حالی که دکمهٔ سمت چپ ماوس را نگه‌داشته‌اید، ماوس را به نحوی جابه‌جا نمایید که نقشه در موقعیت مورد نظر شما قرارگیرد.

۳ــ برای خارج شدن از دستور، کلید ↵ یا Esc را فشار دهید.

۲ــ۷ــ۱۲ــ دستور ZOOM : برای مشاهده، اصلاح یا ترسیم قسمت‌هایی از نقشه، نیاز است تا قسمتی از نقشه بزرگ یا کوچک شود. برای این منظور از دستور Zoom مطابق دستورالعمل زیر عمل‌نمایید :

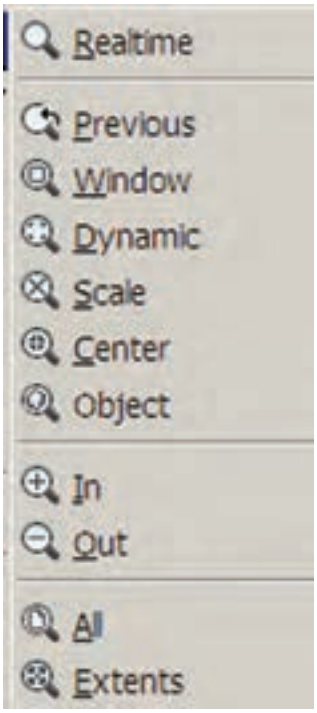
۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Zoom را اجرا نمایید :

● دکمه را از نوار ابزار standard کلیک کنید.

● یکی از گزینه‌های Zoom را از منوی View کلیک کنید.

● چرخاندن غلتک میانی ماوس برای حالت Zoom – Real Time (با قرار دادن ماوس در محل مورد نظر و چرخاندن غلتک وسطی ماوس به سمت جلو و عقب، اندازهٔ تصویر بزرگ و کوچک می‌شود).

۲ــ متناسب با انتخاب روش Zoom پیغام داده‌شده را پاسخ دهید.



نکته

بزرگ یا کوچک کردن نقشه به کمک دستور Zoom تغییری در ابعاد موضوعات به‌وجود نمی‌آورد.

تمرین

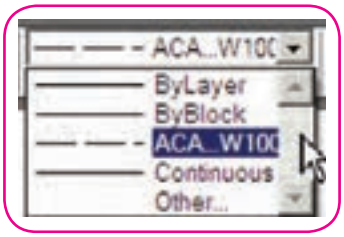
دستورهای Zoom, Pan را به روش‌های مختلف روی یک نقشه امتحان نمایید.

۸ــ۱۲ــ خصوصیات موضوعات

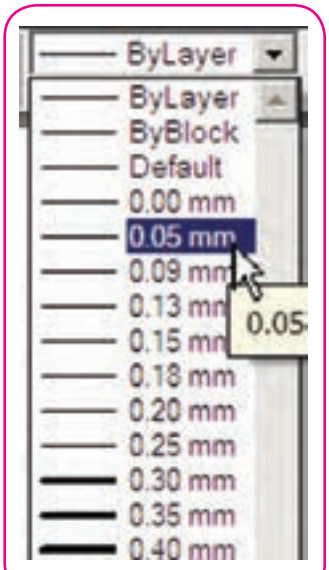
برای ترسیم موضوعات (خط، دایره، کمان، مستطیل و...) در نقشه‌های فنی علاوه بر خطوط ممتد یا پیوسته به سایر خطوط نظیر : خط چین (خط ندید)، خط نقطه (خط محور) ، خطوط کمکی و... با ضخامت و رنگ‌های مختلف نیازمندیم. پیش فرض خط در اتوکد به صورت ممتد می‌باشد اما با استفاده از نوار ابزار Properties می‌توانید خصوصیات آن را تغییردهید.

هر کدام از قسمت‌های این نوارابزار یک ویژگی از خط را تعیین می‌کند : جعبه اول رنگ خط ، جعبه دوم نوع خط (ممتد، خط چین و...) و جعبه سوم ضخامت خط . برای مشاهده لیست هر کدام از جعبه‌ها، باید روی آن قسمت کلیک کنیم. شکل زیر نوار ابزار Properties و لیست هر کدام از ویژگی‌ها را نشان می‌دهد.

رنگ خط



نوع خط



ضخامت خط

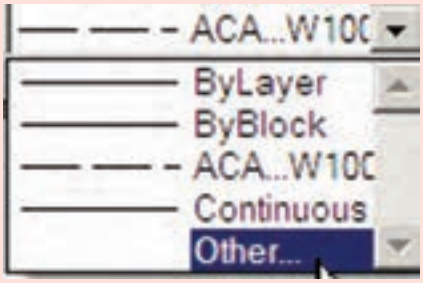
عملیاتی که از طریق نوار ابزار Properties انجام می‌گیرد، به شرح زیر است :

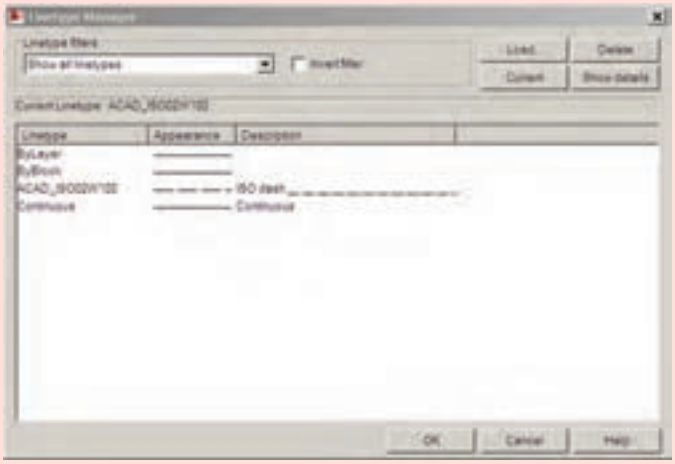
۱ــ۸ــ۱۲ــ اطلاع از خصوصیات یک موضوع : با کلیک کردن روی موضوع (انتخاب موضوع)، خصوصیات آن را در نوار ابزار Properties مشاهده خواهید کرد.

۲ــ۸ــ۱۲ــ تغییر خصوصیات یک یا چند موضوع ترسیم شده : باید ابتدا موضوعات را انتخاب نموده سپس در لیست‌های نوار ابزار Properties، ویژگی‌های مورد نظر را کلیک نمایید.

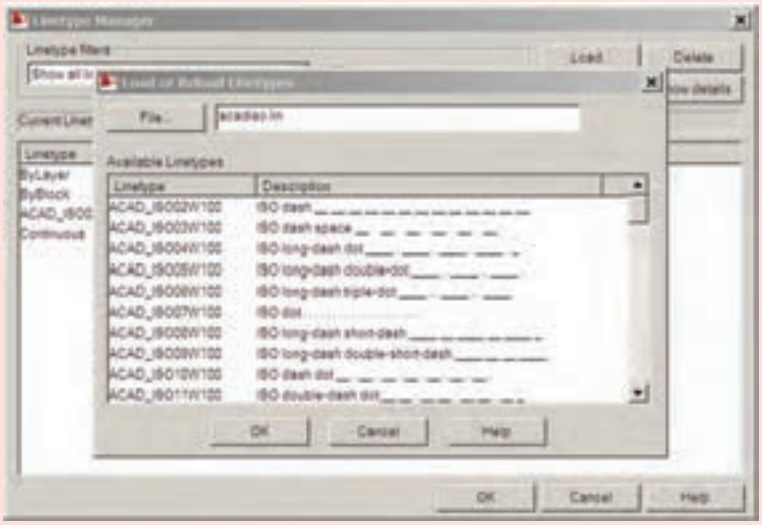
نکته

در صورتی که نوع خط مورد نظر و در لیست جعبه دوم Properties وجود نباشد، با کلیک کردن روی Other (در انتهای لیست)، پنجرهٔ Linetype Manager باز می‌شود.



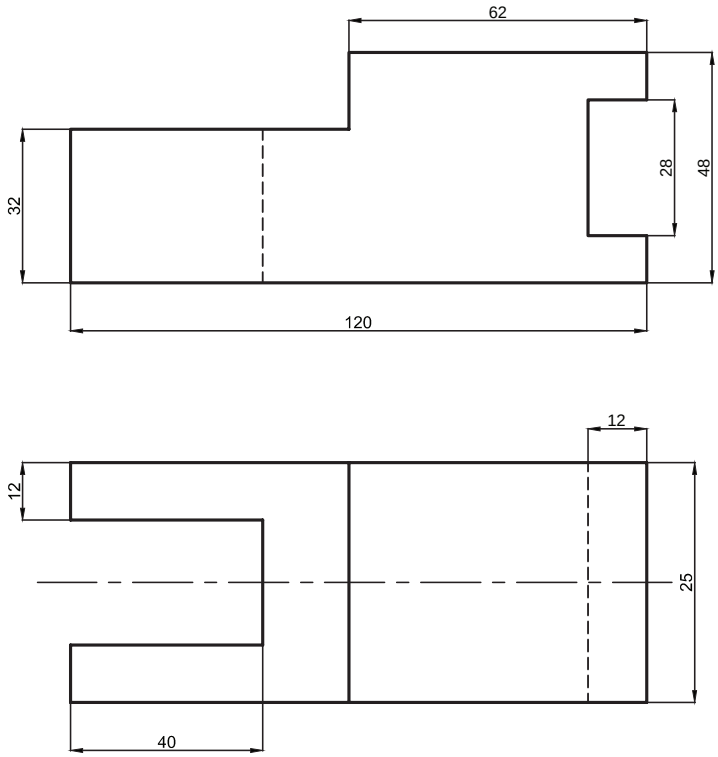


روی دکمه Load کلیک کرده تا لیست خطوط موجود در پنجرهٔ جدید (Load or Reload Linetypes) ظاهر شود با انتخاب خط یا خطوط (برای انتخاب بیش از یک خط باید کلید Cotrl را در هنگام انتخاب نگه دارید) دکمه Ok را کلیک کنید تا خط در پنجرهٔ Linetype Manager بارگذاری (Load) شود با کلیک کردن روی دکمه Ok پنجره‌ها را ببندید.

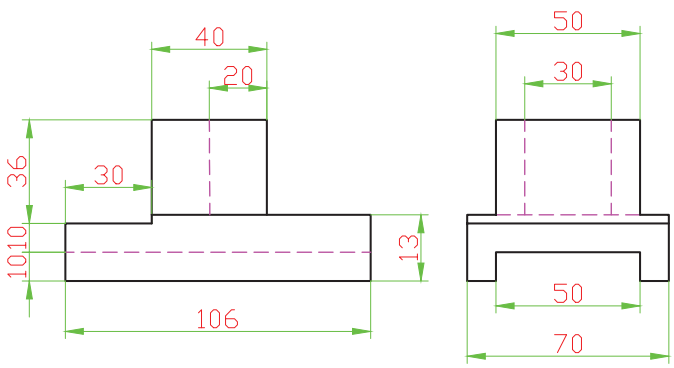


تمرین

- ضخامت، رنگ و نوع خطوط شکل ۱۱ــ۱۲ را براساس استانداردهایی که تاکنون آموخته‌اید تغییر دهید و فایل آن را با نام جدید، ذخیره کنید.
- مطلوب است، ترسیم دو نمای داده شده در شکل‌های زیر (اندازه‌گذاری لازم نیست).



شکل ۱۲ــ۱۲



شکل ۱۳ــ۱۲

۹ــ۱۲ــ دستور ترسیم دایره (CIRCLE)

این دستور پس از دستور Line بیشترین کاربرد را در اتوکد دارد. برای رسم دایره مراحل زیر را انجام دهید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Circle را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Draw کلیک کنید.
- در خط فرمان کلمهٔ Circle یا حرف C را تایپ کرده و سپس کلیدEnter را فشار دهید.
- روی گزینهٔ Circle از منوی Draw کلیک کنید.

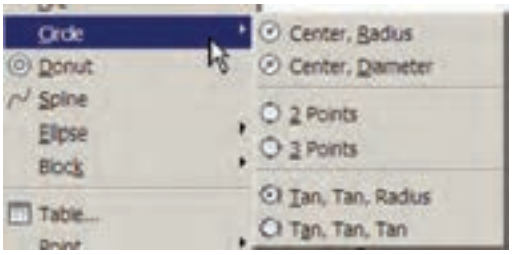
۲ــ در مقابل پیغام زیر مختصات مرکز دایره را وارد نمایید (در یک نقطه از محیط ترسیم کلیک کنید یا مختصات عددی آن را وارد نمایید).

↵ مختصات مرکز دایره : Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]

۳ــ پس از وارد کردن مختصات مرکز دایره، در مقابل پیغام زیر اندازهٔ شعاع دایره را وارد کرده و کلید ↵ را فشار دهید.

↵ اندازه شعاع دایره :Specify radius of circle or [Diameter] <1111.5090>

۱ــ۹ــ۱۲ــ روش‌های ترسیم دایره : همان گونه که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید برای اجرای دستور Circle، شش حالت وجود دارد که برای ترسیم دایره بر اساس اطلاعاتی که از اندازهٔ قطر و شعاع و همچنین مختصات نقاط خاص دایره مانند : مرکز، نقاط مماس و... در اختیار دارید، می‌توانید گزینهٔ مناسب را به کار گیرید.



مرکز، شعاع(Center,Radius) : همان‌گونه که گفته‌شد، در این روش بعد از اجرای دستور Circle، مختصات مرکز دایره را تعیین کرده، سپس اندازه شعاع دایره را وارد نمایید.

مثال

برای رسم دو دایره به شعاع ۲۰ میلی‌متر و به مرکزهای (۲۰ و ۲۰) B و (۲۰و۴۰) A به صورت زیر عمل می‌کنیم :

- یک فایل جدید ایجاد می‌کنیم.
- دستور Circle را اجرا می‌کنیم.

Command: c ↵

- نقطهٔ (۲۰و۲۰) را به عنوان مختصات مرکز دایره (نقطهٔ A) وارد می‌کنیم.

CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 20,20 ↵

- اندازه شعاع دایره را وارد می‌کنیم تا دایره اولی رسم شود.

Specify radius of circle or [Diameter]: 20 ↵

- دستور Circle را مجدداً اجرا می‌کنیم (کافی است دکمه ↵ را فشار دهید).

Command: ↵

- نقطهٔ (۲۰و۴۰) را به عنوان مختصات مرکز دایره (نقطهٔ B)وارد می‌کنیم.

CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 40,20 ↵

- چون شعاع دایره با اندازه پیش اندازه یکی است دکمه ↵ را فشار می‌دهیم تا دایره دوم رسم شود.

Specify radius of circle or [Diameter] <20.0000>: ↵

نکته

در اتوکد پیغام‌هایی که در انتهای آن یک عدد درون علامت < > ظاهر می‌شود (نظیر پیغام آخرین خط مثال قبل)، مربوط به داده‌های آخرین ترسیمی است که انجام شده است، درصورتی که بخواهید مشابه ترسیم قبلی شکلی را رسم کنید، کافی است دکمه ↵ را فشار دهید.

تمرین

در ادامه مثال قبل سه دایره با شعاع ۲۰ و به مختصات (۲۰,۴۰)، (۰,۲۰) و (۲۰,۰) رسم کنید.

مرکز، قطر (Center Diameter) : پس از اجرای دستور Circle و مشخص کردن مرکز دایره، به‌جای وارد کردن مقدار شعاع، حرف D (مخفف Diameter) را وارد نمایید.

Specify radius of circle or [Diameter] <518.5243>: D ↵

با وارد کردن اندازه قطر دایره در مقابل پیغام زیر، دایره رسم می‌شود.

Specify diameter of circle <1037.0485> : اندازه قطر دایره ↵

مثال : برای رسم دایره ای به قطر ۶۰ میلی‌متر و به مرکز (۲۰۰و۱۴۵)O به صورت زیر عمل می‌کنیم :

Command: c ↵

CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 145,200 ↵

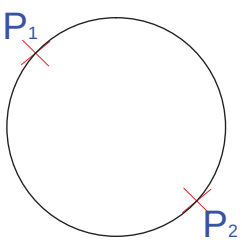
Specify radius of circle or [Diameter]: D ↵

Specify diameter of circle: 60 ↵

Command:

تمرین

دایره‌هایی با مراکز دلخواه و به قطر ۲۰ رسم نمایید.



دو نقطه (2-Points) : برای رسم نقشه‌ها با دست، مشخص بودن موقعیت قطر یک دایره، برای ترسیم یک دایره کافی بود، دراتوکد نیز بر همین اساس می‌توان دایره را با مشخص بودن مختصات دو سر یکی از قطرهای آن رسم نمود.

مثال

دایره‌ای که مختصات یک سر قطر آن A(۵,۵) و مختصات سر دیگر آن نسبت به نقطهٔ A، B(۶,۵) است را به‌صورت زیر ترسیم می‌نماییم :

Command: c ↵

CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 2p ↵

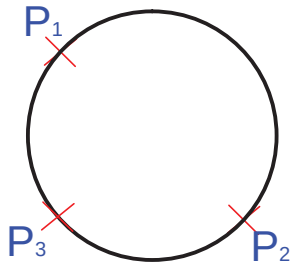
Specify first end point of circle's diameter: 5,5 ↵

Specify second end point of circle's diameter: @6,5 ↵

Command:

تمرین

با توجه به شکل ۹ــ۱۲، دایره‌ای رسم کنید که قطر آن پاره‌خط AB باشد.



سه نقطه (3-Points) : برای ترسیم دایره‌ای که سه نقطهٔ واقع بر محیط آن مشخص باشد، مشابه مثال زیر عمل می‌نماییم :

مثال

دایره‌ای که از سه نقطه به مختصات A (۴,۵) ، B ۵ <۳۰° (نسبت به نقطهٔ A) و C (۱۰,۵) می‌گذرد، به‌صورت زیر ترسیم می‌شود :

Command: c ↵

CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 3p ↵

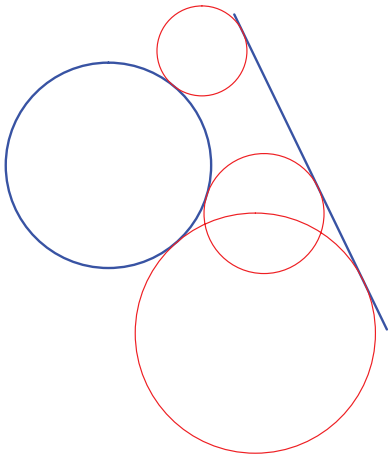
Specify first point on circle: 4,5 ↵

Specify second point on circle: @5<30 ↵

Specify third point on circle: 10,5 ↵

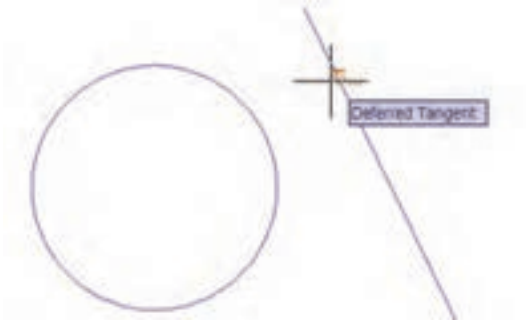
تمرین

مطلوب است رسم دایره‌ای که سه نقطه از محیط آن از رأس‌های مثلث شکل ۱۰ــ۱۲ می‌گذرد.



دو مماس، شعاع Tan، Tan، Radius : Tan, Tan, Tan

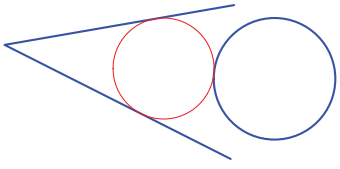
برای ترسیم دایره‌ای با مقدار شعاع معلوم که بر دو موضوع (نظیر :خط، پاره خط، دایره ، کمان و...) مماس باشد از این روش استفاده می‌شود. باید توجه داشته باشید که نمی‌توان هر اندازه‌ای را برای شعاع اختیار کرد. با توجه به اندازه شعاعی که وارد می‌کنید موقعیت قرار گرفتن دایره فرق می‌کند، در برخی از موارد دایره بر امتداد دو موضوع مماس می‌شود. در شکل زیر دایره‌های قرمز بر خط و دایره آبی مماس ترسیم شده‌اند.



برای ترسیم دایره به این روش، پس از اجرای دستور Circle و انتخاب حالت (TTR)، با نزدیک کردن نشانگر ماوس به موضوعات، شکل آن به صورت مربع در می‌آید، با کلیک کردن روی دو موضوع انتخاب صورت می‌گیرد، سپس در مرحلهٔ آخر اندازهٔ شعاع را وارد کرده و دکمهٔ Enter را فشار دهید.

تمرین

با استفاده از ماوس دو دایره دلخواه رسم نموده، سپس دایره‌هایی به شعاع مختلف بر آن‌ها مماس نمایید. نتایج را در کلاس به بحث بگذارید (این تمرین را برای حالت‌های دو خط ــ خط و دایره نیز امتحان کنید).



سه مماس Tan, Tan, Tan : Tan, Tan, Radius اگر قرار است دایره‌ای رسم کنید که بر سه موضوع (مثل خط، پاره خط، کمان ، دایره) مماس باشد، با این روش قابل ترسیم است. در شکل روبه‌رو دایرهٔ قرمز بر دو پاره‌خط و دایرهٔ آبی مماس رسم شده‌است.

مثال

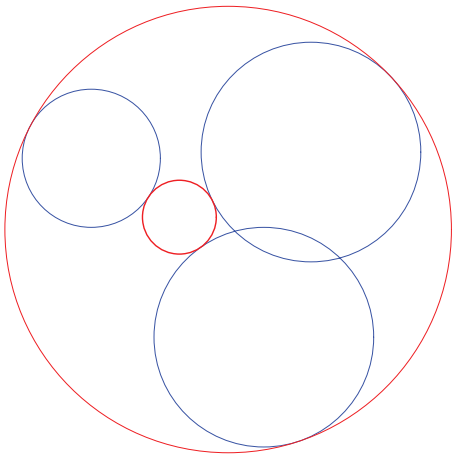
دایره‌ای رسم می‌کنیم که بر سه دایره با مشخصات زیر مماس باشد.

دایره	مختصات مرکز دایرهٔ x , y	اندازهٔ شعاع
۱	(۲۰۰ و ۳۰۰)	۲۲۰
۲	(۷۵۰ و ۸۷۰)	۳۵۰
۳	(۹۰۰ و ۲۸۰)	۱۲۰

- با استفاده از دستور Draw/Circle/Center, Radius سه دایره ۱، ۲ و ۳ را رسم می‌کنیم.

نکته

درصورتی که شکل ترسیمی از محیط ترسیم بیرون است، به کمک دستور Zoom و Pan آن را تنظیم می‌نماییم.



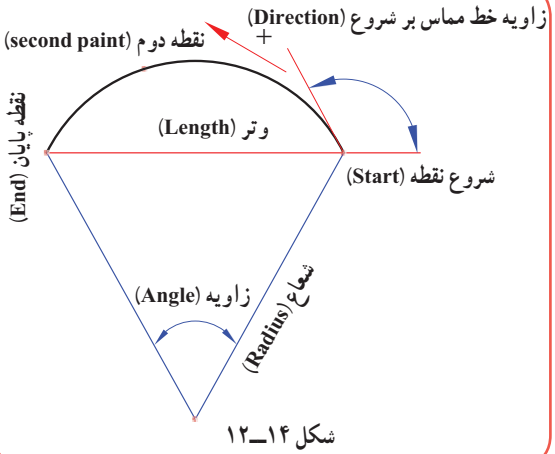
- دستور Draw/Circle/Tan , Tan , Tan را اجرا می‌کنیم.
- روی محیط هر سه دایرهٔ ترسیم شده کلیک کنید تا دایره‌ای مماس بر هر سه دایره ترسیم شود.
- حال مجدداً دستور Draw/Circle/Tan، Tan ، Tan را اجرا نمایید و این بار در هنگام انتخاب دایره‌ها، روی قسمت دیگری از محیط کلیک کنید، نتیجه با حالت قبلی متفاوت است. چرا؟

۱۰ــ۱۲ــ دستور ترسیم کمان (ARC)

در بیشتر نقشه‌های فنی نیاز به ترسیم کمان داریم. کمان قسمتی از محیط دایره است و رسم آن تا حدودی شبیه اصول ترسیم دایره است. با این تفاوت که هر کمان یک نقطهٔ شروع و یک نقطهٔ پایان دارد. شکل ۱۴ــ۱۲ یک کمان با اجزای آن را نمایش می‌دهد.

برای رسم کمان مطابق مراحل زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Arc را اجرا نمایید :

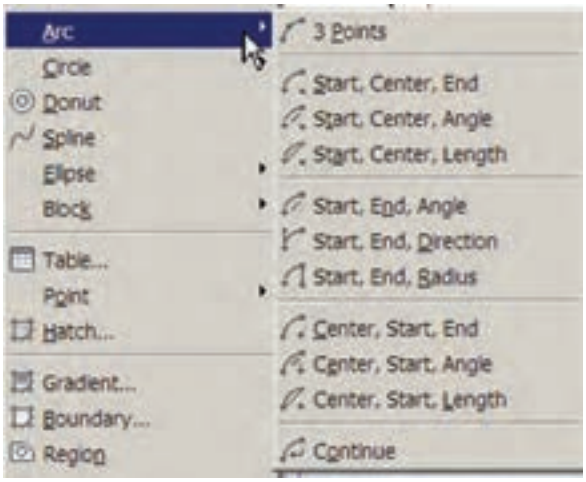


شکل ۱۴ــ۱۲

● روی دکمهٔ از نوار ابزار Draw کلیک کنید.

● Arc یا A را در خط فرمان تایپ کرده و کلید ↵ فشار دهید.

● همانگونه که در شکل ۱۵ــ۱۲ ملاحظه می‌کنید یکی از گزینه‌های Arc را از منوی Draw کلیک کنید (پیشنهاد می‌شود، در تمرینات این درس از این روش استفاده شود).



شکل ۱۵ــ۱۲

۲ــ مختصات نقطهٔ شروع کمان را واردکنید.

↵ مختصات نقطهٔ شروع کمان :Specify start point of arc or [Center]

۳ــ مختصات دومین نقطهٔ کمان را وارد کنید.

↵ مختصات دومین نقطهٔ کمان : Specify second point of arc or [Center/End]

۴ــ مختصات نقطهٔ انتهایی کمان را وارد کنید.

↵ مختصات نقطهٔ انتهایی کمان : Specify end point of arc

نکته

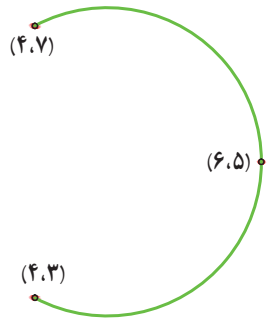
اگر زاویهٔ کمان مثبت باشد کمان در جهت خلاف عقربه ساعت و اگر زاویهٔ کمان منفی وارد شود کمان در جهت عقربه ساعت ترسیم می‌گردد. پس باید در انتخاب نقطه شروع و پایان دقت شود تا کمان در همان جهتی که خواست شما می‌باشد ترسیم شود.

همان‌گونه که در (شکل ۱۵ــ۱۲) ملاحظه می‌کنید، برای ترسیم کمان هشت روش وجود دارد که داشتن سه مشخصه از کمان (شکل ۱۴ــ۱۲) برای ترسیم یک کمان کافی است. روش‌های ترسیم کمان به شرح زیر می‌باشد :

3Point : از این روش زمانی استفاده می‌شود که مختصات مربوط به سه نقطه از کمان موجود باشد و برای ترسیم آن به ترتیبی که در بالا گفته شد، عمل نمایید.

مثال

به صورت زیر، کمانی رسم می‌نماییم که به ترتیب از سه نقطه (۳و۴)، (۵و۶) و (۷و۴) بگذرد :



Command: Arc

Specify start point of arc or [Center]: 4,3

Specify second point of arc or [Center/End]: 6,5

Specify end point of arc: 4,7

تمرین

ترتیب وارد کردن مختصات اعداد را در مثال ۱۲ عوض نموده و نتایج را با هم مقایسه نمایید.

Start, Center, End : به‌ترتیب نقطهٔ شروع، مرکز و نقطهٔ انتهای کمان را وارد نمایید.

Start, Center, Angle : به‌ترتیب نقطهٔ شروع، مرکز کمان و اندازهٔ زاویه کمان راوارد نمایید.

Start, Center, Length : به‌ترتیب نقطهٔ شروع، مرکز کمان و اندازهٔ وتر کمان را وارد نمایید.

Start, End,Angle : به‌ترتیب نقطهٔ شروع، نقطهٔ انتهایی و اندازهٔ زاویه کمان را وارد نمایید.

Start, End, Direction : به‌ترتیب نقطهٔ شروع، نقطهٔ انتهایی و اندازهٔ زاویه‌ای که خط مماس بر نقطه شروع کمان با محور افق می‌سازد، را وارد نمایید.

Start, End, Radius : به‌ترتیب نقطهٔ شروع، نقطهٔ انتهایی و اندازهٔ شعاع را وارد نمایید.

Center, Start, End : به‌ترتیب نقطهٔ مرکز، نقطهٔ شروع و نقطهٔ انتهایی را وارد نمایید.

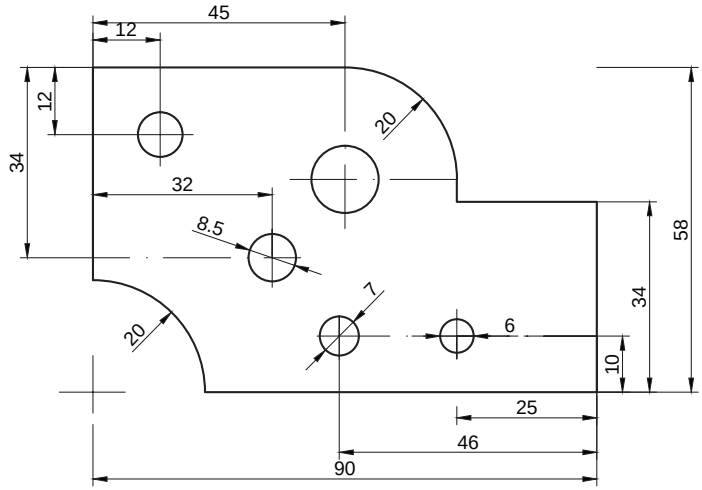
Center, Start, Angle : به‌ترتیب نقطهٔ مرکز، نقطهٔ شروع و اندازهٔ زاویه کمان را وارد نمایید.

Center,Start, Length : به‌ترتیب نقطهٔ مرکز، نقطهٔ شروع و اندازهٔ وتر کمان را وارد نمایید.

Continue : در ادامه کمان قبلی، کمانی از نقطهٔ انتهایی کمان اول رسم نمایید.

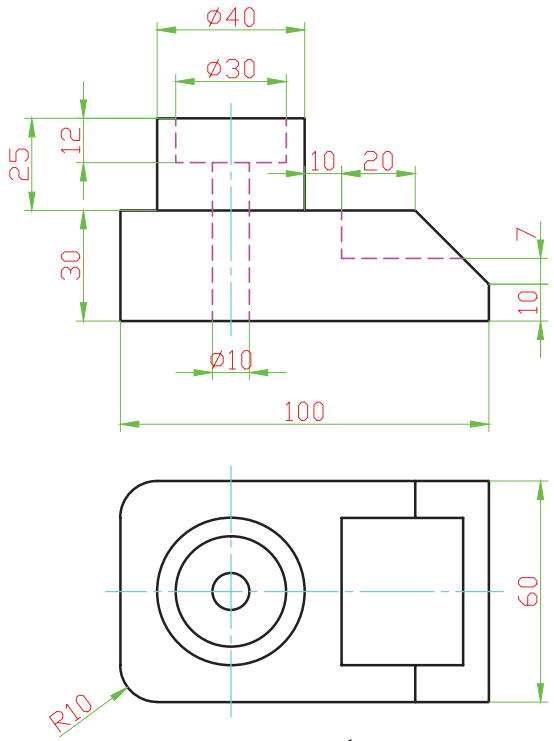
تمرین

● مطلوب است رسم شکل زیر (اندازه‌گذاری لازم نیست) :



شکل ۱۶ــ۱۲

● مطلوب است ترسیم دو نمای شکل زیر (اندازه‌گذاری لازم نیست) :



شکل ۱۷ــ۱۲

۱۱ــ۱۲ــ دستور ترسیم مستطیل (RECTANGLE)

برای رسم مستطیل علاوه بر استفاده از دستور Line که در مثال های قبلی فراگرفتید، به‌وسیله فرمان Rectangle هم می‌توان آن را ترسیم نمود. برای ترسیم مستطیل با این روش به طریق زیر عمل کنید :

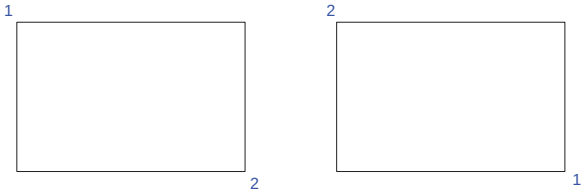
۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Rectangle را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Draw کلیک کنید.
- روی گزینهٔ Rectangle از منوی Draw کلیک کنید.
- در خط فرمان کلمه Rec را تایپ کرده، سپس کلید ↵ را فشار دهید.

۲ــ مختصات یکی از گوشه های مستطیل را وارد نمایید.

همان طور که می‌بینید به همراه نشانگر ماوس، مستطیلی به صورت شناوردر محیط ترسیم پیش‌نمایش داده می‌شود.

۳ــ مختصات نقطهٔ قطری مقابل را وارد کنید تا ترسیم مستطیل کامل شود. برای انتخاب نقطهٔ دوم دو حالت وجود دارد، که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید.



مثال

برای رسم مستطیلی با طول ۳۶ و عرض ۱۵ که یکی از گوشه‌های آن در نقطهٔ(۲۰ و ۱۰۰) قرار دارد به روش زیر عمل می‌کنیم :

- **راه حل اول :**

۱ ــ دستور Rectangle را اجرا می‌کنیم.

۲ ــ مختصات گوشه اول مستطیل (۲۰ و ۱۰۰) را وارد می‌کنیم. پس از فشار دادن کلیدEnter مستطیلی به صورت شناور پیش نمایش داده می‌شود.

۳ ــ مختصات نقطهٔ قطری مقابل (۱۵ و ۳۶) که همان اندازه طول و عرض مستطیل است را وارد کنید.

- **راه حل دوم :**

Command: Rec ↵

RECTANG

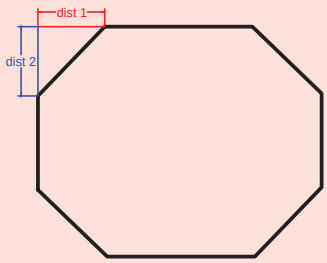
Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 100,20 ↵

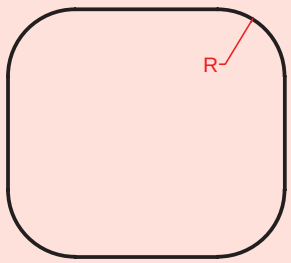
Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: @36,15 ↵

نکته

با استفاده از گزینه‌های Chamfer و Fillet در دستور Rectangle می‌توان مستطیل‌هایی با گوشه‌های پخ‌دار یا گرد ایجاد نمود. برای این منظور پس از اجرای دستور Rectangle ، حرف F را برای گرد کردن و حرف C را برای پخ‌دار کردن گوشه‌های مستطیل، در مقابل پیغام زیر وارد نموده و کلید ↵ را فشار دهید، سپس مشخصات مربوط به پخ و کمان گوشه‌ها که در شکل زیر مشخص شده است را وارد نمایید.

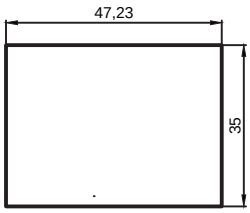
Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

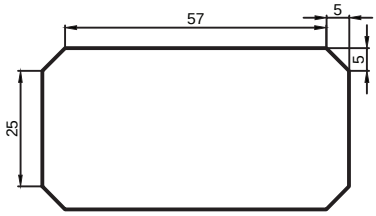


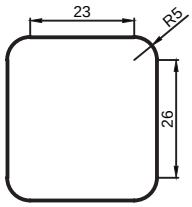


تمرین

به کمک دستور Rectangle شکل‌های زیر را رسم نمایید. برای این منظور می توانید از Help نرم‌افزار (کلید F1) کمک بگیرید.







۱۲ــ۱۲ــ رسم چند ضلعی منتظم (POLYGON)

برای رسم چند ضلعی منتظم بوسیله دستور Polygon به روش زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر، دستور Polygon را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Draw کلیک نمایید.
- روی گزینه Polygon از منوی Draw کلیک نمایید.
- در خط فرمان کلمه Polygon یا عبارت POL را تایپ کرده و ↵ را فشار دهید.

۲ــ تعداد اضلاع چند ضلعی را در پاسخ به پیغام زیر وارد کنید.

Polygon Enter Number of Sides <۴> : تعداد اضلاع ↵

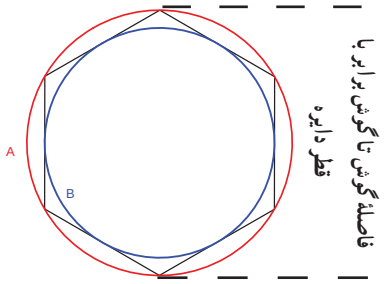
۳ــ مختصات مرکز چندضلعی را وارد کنید.

Specify Center of Polygon or [Edge] : مختصات مرکز چندضلعی ↵

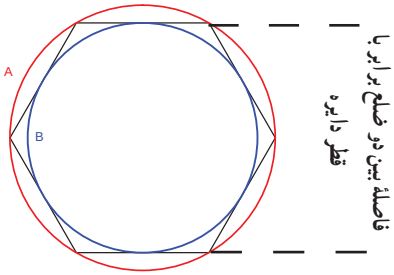
۴ــ در پیغامی که در این مرحله ظاهر می‌شود، دو حالت برای ترسیم فراهم شده است، گزینه I و C را براساس نکته زیر وارد کرده و سپس کلید ↵ را فشار دهید.

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:

بنابراین پس از انتخاب مرکز چندضلعی و زدن کلید Enter، دو حالت پیش رو داریم :



الف) I را در خط فرمان وارد کنیم و کلید Enter را فشار دهیم. در این حالت چندضلعی درون دایره‌ای قرار می‌گیرد که قطر آن برابر فاصلهٔ گوش تا گوش چندضلعی است.



ب) C را در خط فرمان وارد کنیم و کلید Enter را فشار دهیم. در این حالت چندضلعی محیط بر دایره‌ای خواهد شد که قطر آن برابر با فاصلهٔ بین دو ضلع مقابل چندضلعی است. به این فاصله اصطلاحاً آچارخور می‌گویند.

اگر فاصلهٔ گوشه تا گوشهٔ چندضلعی را داریم باید از I استفاده کنیم و اگر فاصلهٔ بین دو ضلع (آچارخور) را داریم باید از C استفاده نماییم (در هر دو صورت باید این فاصله نصف شود و به‌عنوان شعاع دایره وارد خط فرمان گردد).

۵ــ اندازه شعاع دایره را وارد کرده و کلید ↵ را فشار دهید، چند ضلعی ترسیم می‌شود.

نکته

اگر بخواهید چند ضلعی را بر مبنای طول اضلاع آن رسم کنید، باید پس از وارد کردن تعداد اضلاع، به جای وارد کردن مختصات مرکز چند ضلعی، E را وارد کرده سپس مختصات نقطهٔ ابتدا و انتهای یکی از اضلاع را وارد نمایید.

Specify Center of Polygon or [Edge] : E ↵

Specify first endpoint of edge : مختصات نقطهٔ ابتدایی یکی از اضلاع ↵

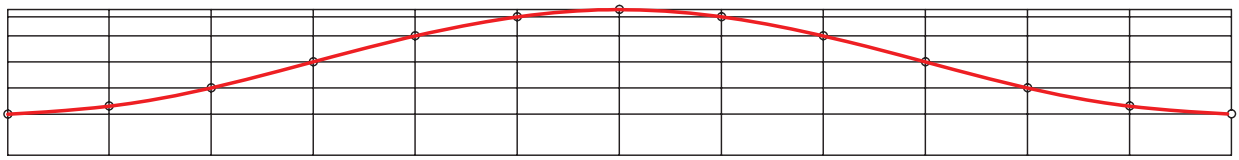
Specify second endpoint of edge: مختصات نقطهٔ انتهایی یکی از اضلاع ↵

تمرین

- ۸ ضلعی منتظمی به ابعاد ۲۰ میلی‌متر ترسیم نمایید.
- ۱۲ ضلعی منتظمی رسم کنید که بر دایره ای به شعاع ۳۰ میلی‌متر محیط باشد.
- ۶ ضلعی منتظمی رسم کنید که دایره ای به شعاع ۲۰ میلی‌متر در آن محاط باشد.

۱۳ـ۱۲ـ دستور ترسیم منحنی (SPLINE)

برای ترسیم منحنی که از نقاط معین عبور می‌کند، از دستور Spline استفاده می‌شود. برای رسم منحنی حاصل از برخورد دو جسم یا گسترش حجم هایی که دارای انحنا می‌باشند از این دستور استفاده می‌شود.



برای رسم منحنی بوسیله دستور Spline به روش زیر عمل نمایید :

۱ـ دستور Spline را به یکی از روش‌های زیر اجرا نمایید :

- آیکن را از نوار ابزار Draw کلیک کنید.
- گزینهٔ Spline را از منوی Draw کلیک کنید.
- SPL را در خط فرمان تایپ کرده و سپس کلید ↵ را فشار دهید. Command: spl ↵

۲ـ با اجرای این دستور، مختصات نقطه‌های روی منحنی (که قبلاً تعیین شده است) را به ترتیب از ابتدا تا انتها وارد نموده و کلید Enter را فشار دهید. سپس به ترتیب زاویهٔ خط مماس بر منحنی در نقطه‌های شروع و پایان را وارد نموده تا رسم منحنی به پایان برسد یا دوبار پشت سرهم کلید ↵ را فشار دهید.

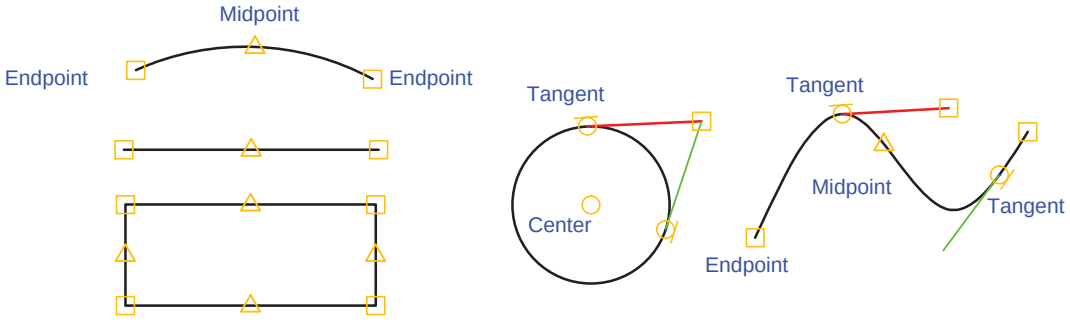
برای بستن منحنی از نقطهٔ ابتدا به انتها کافی است در این مرحله به جای وارد کردن زاویهٔ خط مماس بر منحنی، حرف C را تایپ کرده سپس کلید Enter را فشار دهید.

۱۴ـ۱۲ـ ابزارهای کمک ترسیم

با ترسیم موضوعاتی نظیر خط، دایره، کمان و... آشنا شدید، برای رسم این موضوعات با وارد کردن مختصات، موقعیت نقاط را تعیین می‌کردید. اتوکد برای سرعت عمل در ورود اطلاعات، ابزارهای کمک ترسیم را در اختیار کاربران قرار داده است. که در این کتاب با دو ابزار Object Snap و Ortho آشنا خواهید شد.

برای فعال و یا غیرفعال کردن ابزارهای کمک ترسیم، لازم است روی دکمه های آن در نوار وضعیت کلیک نمایید.

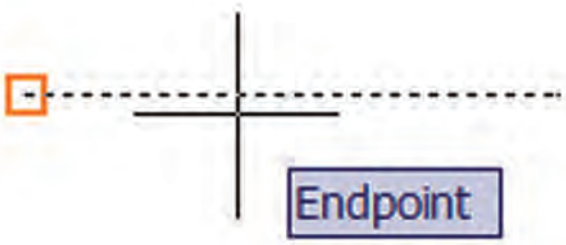
۱ــ۱۴ــ۱۲ــ ابزار کمک ترسیم Object Snap : موضوعات (خط، دایره و...) دارای نقاط خاصی هستند که اغلب برای ترسیم دیگر موضوعات از آنها استفاده می شود. برای مثال، اگر بخواهیم نقاط وسط اضلاع یک شش ضلعی را با پاره‌خط به یکدیگر وصل کنیم و یا به مرکز یک سر پاره‌خط دایره‌ای رسم نماییم، باید اطلاعات آن نقاط را داشته باشیم تا امکان ترسیم فراهم شود. برای گریز از وارد کردن مختصات نقاط، ابزار مناسبی است که کاربرد فراوانی در نقشه‌کشی دارد. در شکل (۱۸ــ۱۲) برخی از نقاط خاص پاره‌خط، کمان، دایره، منحنی مشخص شده است.



شکل ۱۸ــ۱۲

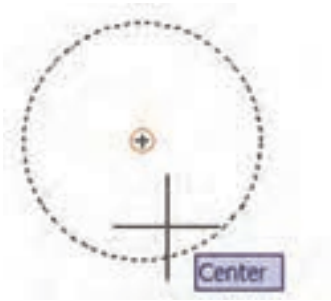
برای روشن یا خاموش کردن کمک دستور OSnap، روی دکمه OSNAP واقع در نوار وضعیت کلیک کنید یا کلید F3 را فشار دهید. روشن بودن ابزار OSnap در حین اجرای دستورات ترسیمی یا ویرایشی باعث می‌شود که نشانگر ماوس روی نقاط خاص با علائمی مشخص شود. در زیر برخی از ابزار OSnap معرفی می‌شوند :

Endpoint : نقاط ابتدا و انتهای پاره‌خط‌ها، گوشه‌های چند ضلعی وکمان‌ها را مشخص می‌کند.

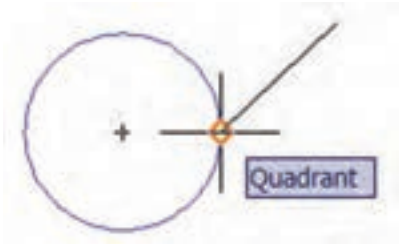


Midpoint : نقاط وسط پاره‌خط‌ها و کمان‌ها را مشخص می‌کند.

Center : مرکز دایره، کمان، بیضی و ... را مشخص می‌کند.

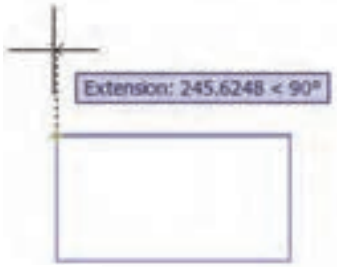


Quadrant : چهار نقطهٔ اصلی (۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ درجه) روی دایره، کمان و بیضی را مشخص می‌کند.

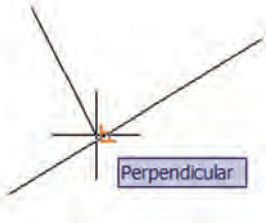


Intersection : محل برخورد پاره‌خط‌ها، دوایر، کمان‌ها و منحنی‌ها را با یکدیگر مشخص می‌کند.

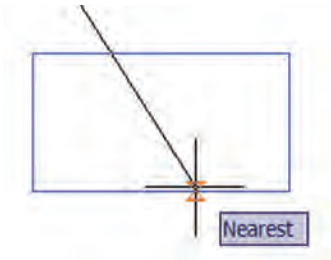
Extension : امتداد یک پاره‌خط یا کمان را مشخص می‌کند. برای این منظور باید ماوس را بر روی موضوع مورد نظر نگه‌داشته و به آرامی در همان امتداد حرکت دهید.



Perpendicular : برای رسم پارخطی، عمود بر یک موضوع استفاده می‌شود.



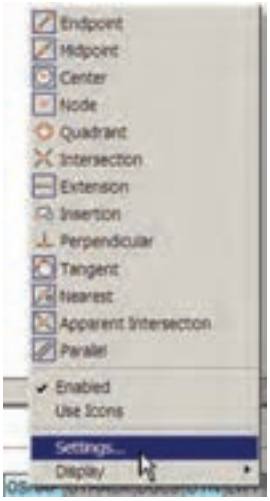
Tangent : برای رسم یک خط مماس بر دایره، کمان و منحنی محل مماس را روی موضوع مشخص می‌کند.



Nearest : نزدیک‌ترین نقطه از یک شکل به نشانگر ماوس را مشخص می‌کند. در حالتی از این ابزار استفاده می‌شود که محل دقیق نقطه روی موضوع مهم نباشد.

Parallel : برای ترسیم یک پاره‌خط به موازات یک پاره‌خط دیگر از این ابزار استفاده می‌شود. برای این کار ابتدا نقطه اول پاره خط را تعیین نمایید، سپس نشانگر ماوس را روی پاره‌خط مبنا برده تا علامت موازی بر روی آن آشکار شود، نشانگر را جابه‌جا کنید تا خط‌چین راستای خط موازی را نشان دهد.

به‌طور معمول همه ابزارهای OSnap مورد نیاز نیست برای این منظور باید متناسب با نیاز، ابزارها را فعال نمود. برای تغییر تنظیمات ابزارها، روی دکمه OSNAP کلیک راست کرده و از گزینه‌های شکل(۱۹ـ۱۲)، ... Setting را انتخاب کنید. با این عمل، پنجرهٔ Drafting Setting ظاهر می‌شود، شکل (۲۰ـ۱۲) در زبانه Object Snap گزینه‌های مربوط به هرکدام از نقاط خاص دیده می‌شود، برای فعال یا غیرفعال کردن هر کدام از مشخصه‌ها، کافی است درون مربع‌های کناری آن‌ها کلیک کرده و در ادامه OK را کلیک کنید.

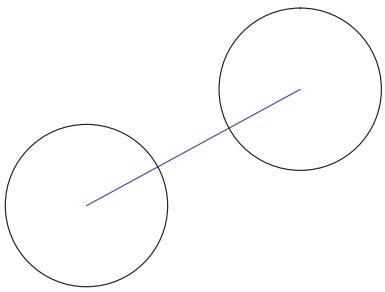


شکل ۱۹ـ۱۲

شکل ۲۰ـ۱۲

مثال

با استفاده از ابزار OSnap، در دو سر پاره‌خطی به طول ۱۵ دوایری به شعاع ۵ ترسیم می‌نماییم.



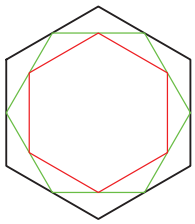
- ابزار OSnap را روشن می‌نماییم.
- چون قصد داریم از نقاط انتهایی پاره خط به‌عنوان مرکز دایره استفاده کنیم، باید از فعال بودن گزینه Endpoint در پنجرهٔ Drafting

Setting مطمئن شویم.

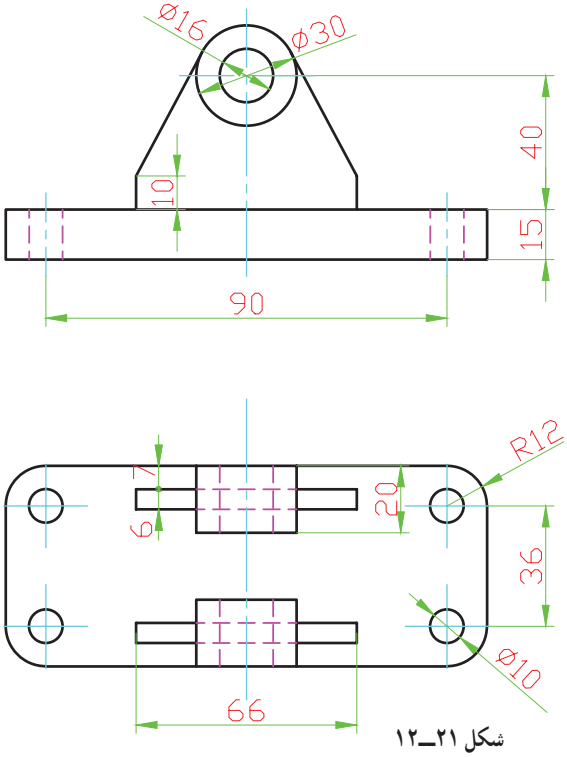
- با استفاده از دستور Line پاره‌خطی به طول ۱۵ در یک قسمت از ناحیه ترسیم، رسم می‌کنیم.
- دستور Circle را اجرا می‌کنیم.
- نشانگر ماوس را روی نقطهٔ ابتدا یا انتهای پاره‌خط قرار می‌دهیم، هنگامی که نشانگر به شکل مشخصه Endpoint در آمد، کلیک می‌کنیم تا مرکز دایره وارد شود.
- عدد ۵ (شعاع دایره) را تایپ کرده و کلید Enter را فشار می‌دهیم، دایره اول ترسیم می‌شود.
- برای اجرای مجدد دستور Circle، کلید Enter را فشار می‌دهیم.
- نشانگر ماوس را به سر دیگر پاره‌خط نزدیک می‌کنیم، هنگامی که نشانگر به شکل مشخصه Endpoint درآمد کلیک می‌کنیم تا مرکز دایره مشخص شود.
- کلید Enter را فشار می‌دهیم تا دایره دوم با همان شعاع دایره قبلی رسم شود. چرا؟

تمرین

- به کمک ابزار OSnap شکل زیر را ترسیم نمایید (اضلاع شش‌ضلعی بزرگ ۲۵ میلی‌متر است).



- در شکل ۲۱ــ۱۲ دو نمای داده شده را رسم نمایید (اندازه‌گذاری لازم نیست).

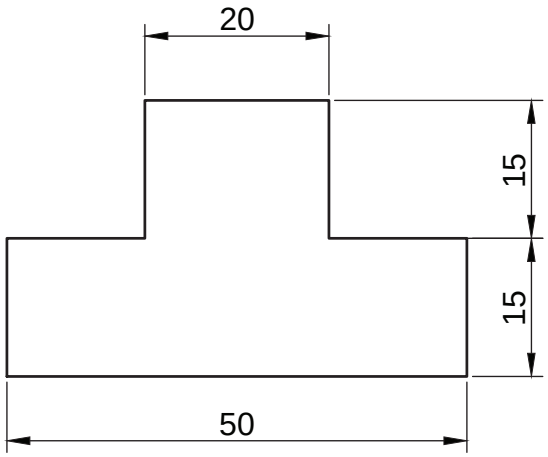


شکل ۲۱ــ۱۲

۲ــ۱۴ــ۱۲ــ ابزار کمک ترسیم ORTHO : در نقشه‌های فنی به وفور از خطوط افقی و عمودی استفاده می‌شود. رسم این خطوط به روش ورود مختصات ابتدا وانتهای پاره‌خط زمان زیادی از وقت کاربر را می‌گیرد. ابزار کمک ترسیم Ortho رسم این خطوط را آسان نموده‌است. در صورت فعال بودن این ابزار، خطوط در جهت‌های افقی و عمودی محدود می‌شوند. برای روشن یا خاموش کردن این ابزار از دکمه ORTHO روی نوار وضعیت یا کلید F8 استفاده می‌شود.

مثال

- با کمک دستور Ortho شکل زیر را رسم می‌نماییم :
- ابزار کمک‌ترسیم Ortho را روشن می‌کنیم.
- دستور Line را اجرا نموده و برای وارد کردن نقطهٔ ابتدای پاره‌خط در یک نقطه از ناحیه ترسیم کلیک می‌کنیم.
- نشانگر ماوس را در سمت راست ماوس می‌بریم و عدد ۵۰ را تایپ می‌کنیم و کلید ↵ را فشار می‌دهیم تا پاره‌خط اول رسم شود.
- برای ترسیم خط قائم، نشانگر ماوس را به سمت بالا می‌بریم و ۱۵ را تایپ کرده و کلید ↵ را فشار می‌دهیم.
- سایر خطوط را به همین شیوه رسم می‌کنیم.

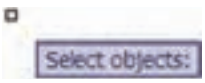


۱۵ــ۱۲ــ دستورات ویرایشی

۱ــ۵ــ۱۲ــ دستور حذف کردن یک موضوع (Erase) : برای حذف موضوعات ترسیم شده، از دستور Erase استفاده می‌شود. برای این منظور به‌صورت زیر عمل نمایید :

ــ۱دستور Erase را به یکی از روش‌های زیر اجرا نمایید :

- دکمهٔ را از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔ Erase را از منوی Modify کلیک کنید.
- erase یا e در خط فرمان تایپ کرده وسپس کلید ↵ فشار دهید. Command: erase ↵
- موضوعات را انتخاب نموده و سپس کلید Delete را فشار دهید.

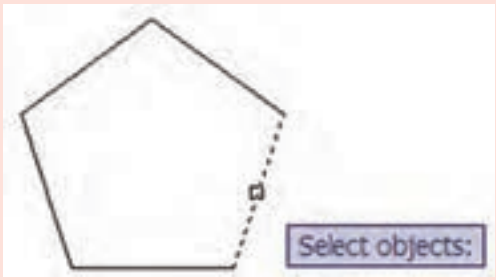
۲ــ پس از اجرای دستور Erase ، نشانگر ماوس در صفحهٔ ترسیم به صورت مربع کوچک 

ظاهر می‌شود، روی موضوعات کلیک کنید تا، آن‌ها را در حالت انتخاب قرار گیرند(موضوعات پس از انتخاب به صورت خط چین در می‌آیند).

۳ــ کلید Enter را فشار دهید تا موضوعات انتخاب شده حذف شود.

نکته

- انجام دستورات ویرایشی نظیرحذف، کپی، جابه‌جایی ودوران با انتخاب موضوعات همراه است به این ترتیب که ابتدا موضوعات انتخاب شده، سپس موضوعات انتخاب شده ویرایش می‌شوند.
- انتخاب موضوعات به صورت تکی و گروهی صورت می‌گیرد. برای انتخاب تکی باید روی موضوعات تک به تک کلیک کنید و برای انتخاب گروهی باید در محلی از ناحیهٔ ترسیم که موضوعی وجود ندارد کلیک کرده و با نگه داشتن دکمه ماوس آن را جابه‌جا کنید تا موضوعات در پنجره انتخاب قرار گیرند با رها کردن دکمه ماوس انتخاب صورت می‌گیرد. البته حرکت ماوس از سمت چپ یا راست موضوعات برای شروع انتخاب نتیجه متفاوتی دارد. بررسی این موضوع را به شما واگذار می‌کنیم.
- خارج کردن موضوعات انتخاب شده از حالت انتخاب، مانند انتخاب موضوعات می‌باشد با این تفاوت که در هنگام کلیک کردن روی موضوعات باید کلید Shift را پایین نگه‌دارید.
- اگر در هنگام اجرای فرمان Erase موضوع یا موضوعات را به اشتباه حذف نمودید نگران نباشید چون با فرمان Undo می‌توانید به حالت یا حالات قبلی باز گردید.
- برای انتخاب همه اضلاع مستطیل یا چندضلعی منتظمی که با دستور Rectangle یا Polygon رسم شده باشد، کافی است روی یکی از اضلاع‌شان کلیک کنید تا کل شکل انتخاب شود. در صورتی نیاز به انتخاب تنها یک ضلع از شکل (پاره خط) دارید. باید با استفاده از دستور Explode اجزای شکل را از یک‌دیگرمنفک کنید. لازم به توضیح است که این دستور در ظاهر شکل تغییری ایجاد نمی‌کند، فقط مانند حالتی است که اضلاع شکل با پاره خط یا کمان و... ایجاد شده باشد. شکل زیر نتیجهٔ عمل انتخاب یک ضلع را در دو حالت قبل و بعد از انجام دستور Explode را نشان می دهد.



قبل از دستور Explode

بعد از دستور Explode

برای تفکیک اجزای یک شکل یک پارچه به روش زیر عمل نمایید :

- دستور Explode را با کلیک کردن روی دکمهٔ از نوار ابزار Modify یا منوی Modify اجرا نمایید.
- موضوعات را انتخاب نمایید.
- کلید ↵ را فشار دهید.

۲ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور انتقال موضوعات (Move) : برای انتقال موضوعات از محلی که در آن قرار دارد، به روش زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Move را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔ Move را از منوی Modify انتخاب نمایید.
- m را در خط فرمان تایپ کرده و کلید ↵ فشار دهید. Command: m ↵

۲ــ موضوعات را انتخاب نموده و کلید ↵ را فشار دهید.

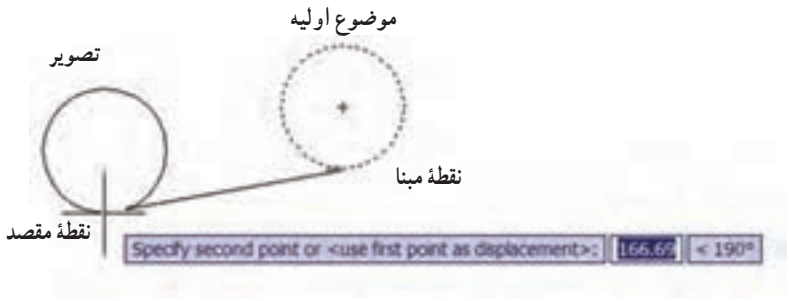
Select objects: انتخاب موضوعات ↵

۳ــ یک نقطه را به عنوان مبنا تعیین نمایید (به کمک ابزار OSnap روی یک نقطه کلیک کنید یا مختصات نقطه را وارد نمایید).

Specify base point or [Displacement] < Displacement > : مختصات نقطهٔ مبنا ↵

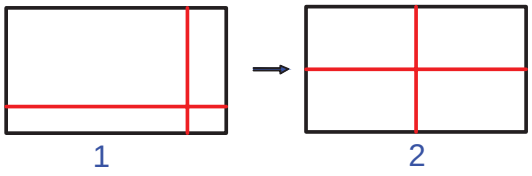
۴ــ نقطهٔ مقصد را تعیین نمایید تا موضوعات بر اساس نقطهٔ مبنا به این نقطه منتقل شود.

Specify second point or < use first point as displacement > : مختصات نقطهٔ مقصد ↵



تمرین

ابتدا حالت ۱ شکل مقابل را رسم نموده سپس مطابق با حالت ۲، با استفاده از دستور Move و به کمک Osnap خطوط قرمز را به نقاط وسط طول وعرض مستطیل انتقال دهید.



۳ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور تکثیر موضوعات (Copy) : به‌جای رسم تمام شکل‌های شبیه به هم در یک نقشه، می‌توان یک نمونه از شکل‌ها را ترسیم نمود و بقیه را براساس آن تکثیرکرد. برای تکثیر موضوعات به روش زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Copy را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔ Copy را از منوی Modify انتخاب نمایید.
- co را در خط فرمان تایپ کرده و سپس کلید ↵ را فشار دهید. Command: co ↵

۲ــ موضوعاتی را که قرار است کپی نمایید انتخاب نموده و کلید ↵ را فشار دهید.

Select objects: انتخاب موضوعات ↵

۳ــ یک نقطه را به‌عنوان مبنا تعیین نمایید (به کمک ابزار OSnap روی یک نقطه کلیک کنید یا مختصات نقطه را وارد نمایید).

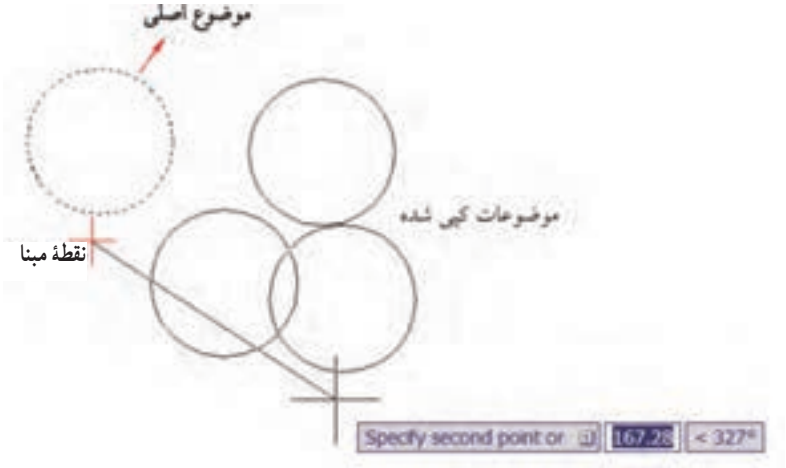
Specify base point or [Displacement/mOde] <Displacement>: مختصات نقطهٔ مبنا ↵

۴ــ مختصات نقطهٔ مقصد را نسبت به نقطهٔ مبنا وارد نمایید یا در مکانی که می خواهید موضوع انتخاب شده قرار گیرد، کلیک کنید.

Specify second point or <use first point as displacement>: مختصات نقطهٔ مقصد ↵

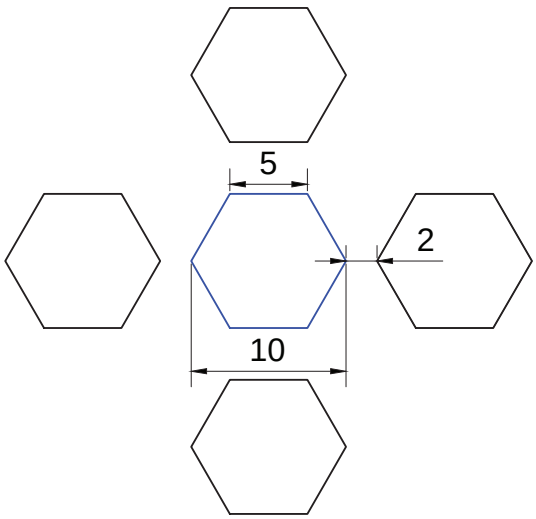
۵ــ دستور Copy آماده دریافت محلی است برای تکثیر دیگری از همین موضوع، این عمل را می‌توانید برای تعداد نامحدودی انجام دهید برای خارج شدن از این دستور کلید ↵ یا Esc را فشار دهید.

Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>: ↵

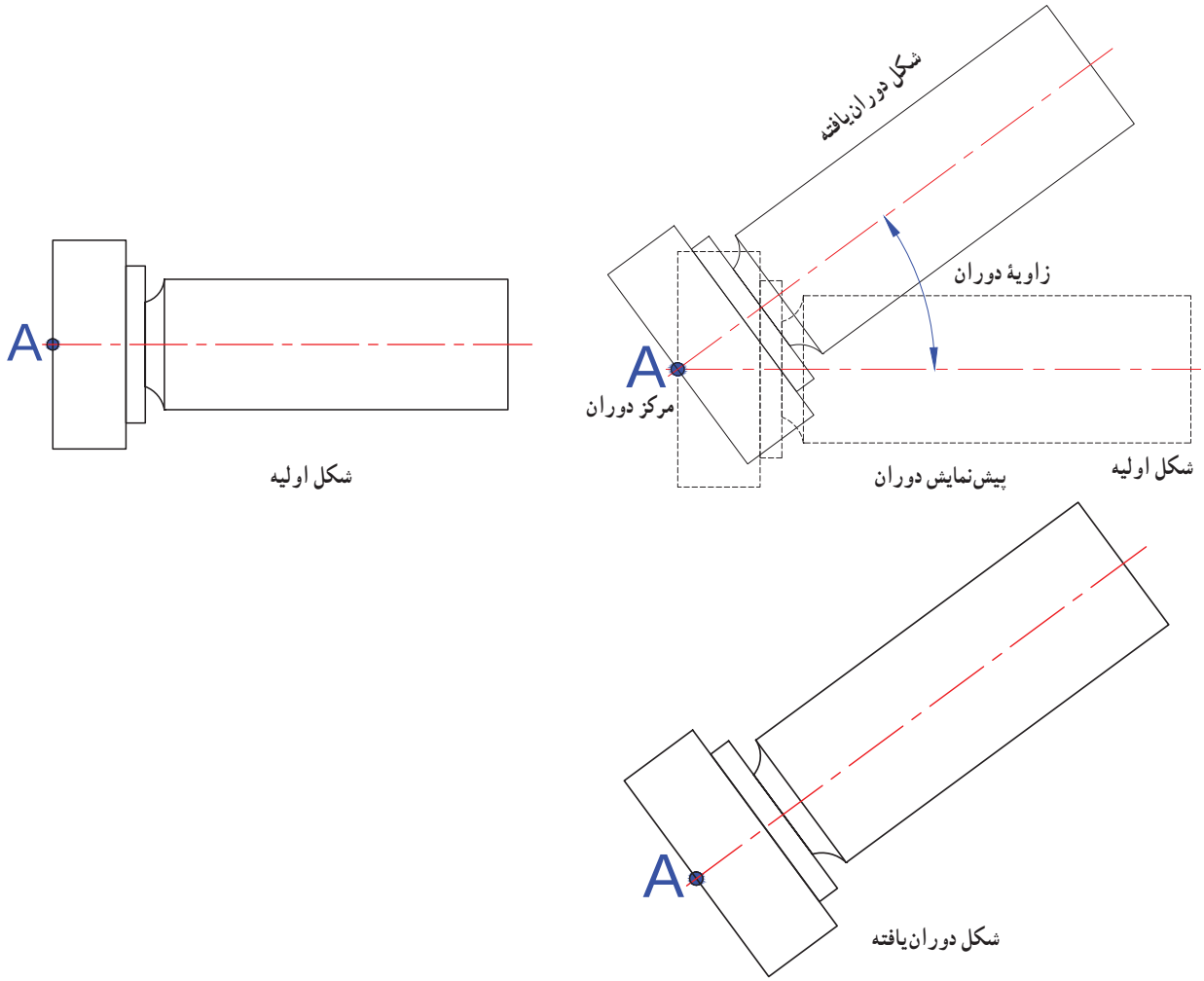


تمرین

شش ضلعی وسطی را ترسیم نموده و سپس به کمک دستور Copy شکل مقابل را تکمیل نمایید.



۴ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور دوران موضوعات Rotate : برای دوران موضوعات، حول یک نقطه و تحت زاویهٔ مشخص به‌روش زیر عمل نمایید :



۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Rotate را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ ↻ از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔRotate را از منوی Modify انتخاب نمایید.
- RO را در خط فرمان تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید. Command: RO ↵

۲ــ موضوعاتی را که قرار است دوران دهید انتخاب نموده و کلید ↵ را فشار دهید.

Select objects: انتخاب موضوعات ↵

۳ــ یک نقطه را به عنوان مرکز دوران تعیین نمایید (به کمک ابزار OSnap روی یک نقطه کلیک کنید یا مختصات نقطه را وارد نموده و کلید ↵ را فشار دهید).

Specify base point: مختصات نقطهٔ مرکز دوران ↵

۴ــ زاویه دوران را وارد نموده و ↵ را فشار دهید (زاویه دوران زاویه ای است که موضوع حول آن دوران می کند و جهت مثبت آن در خلاف حرکت عقربه های ساعت است).

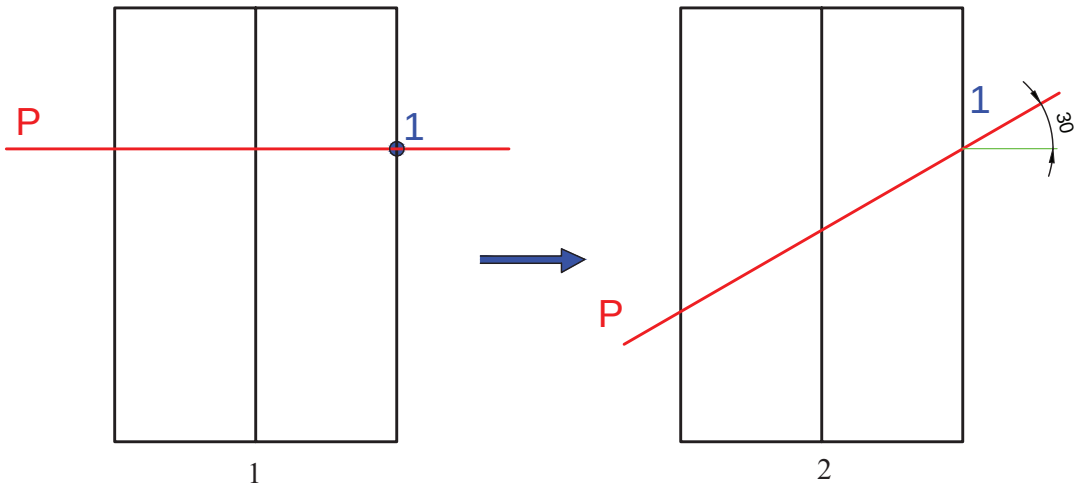
Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0 >: زاویه دوران ↵

نکته

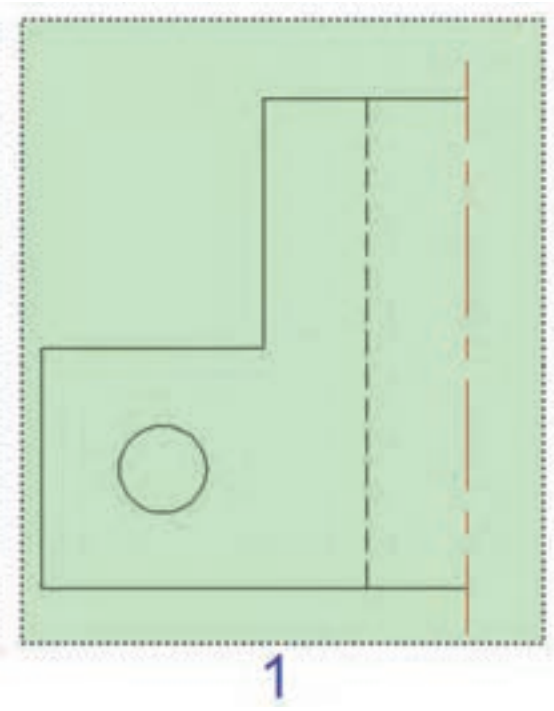
گزینه Copy در پیغام بالا برای حالتی بکار می رود که قصد داشته باشید بعد از دوران موضوع، شکل اولیه آن نیز باقی بماند.

تمرین

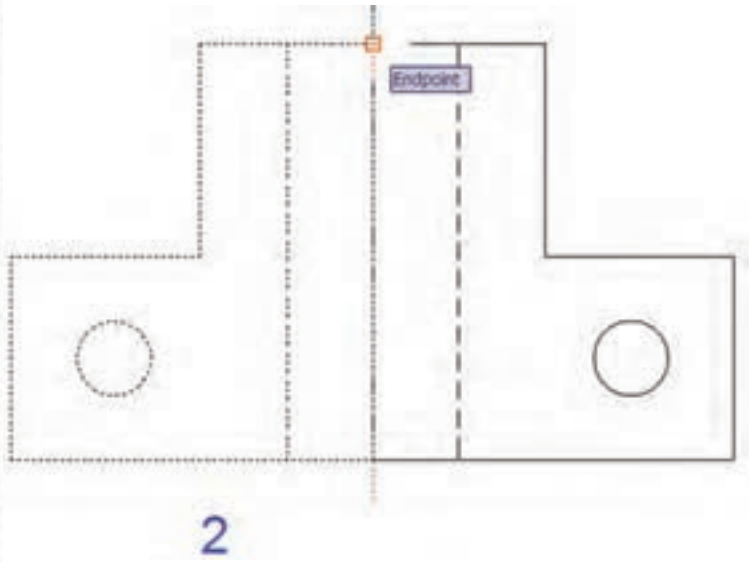
مطابق شکل زیر ابتدا نمای ۱ را ترسیم کرده سپس با استفاده از دستور Rotate صفحهٔ P را دوران داده و نمای ۲ را ایجاد کنید.



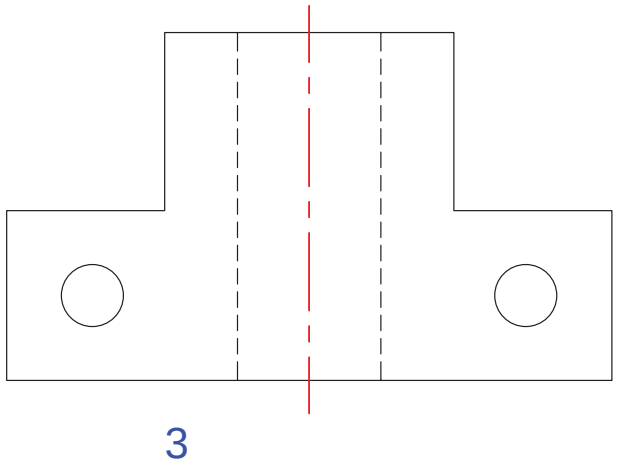
۵ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور رسم تقارن موضوعات (Mirror) : برای رسم قرینه موضوعات نسبت به یک خط از این دستور استفاده می‌شود. شکل زیر مراحل ترسیم تقارن قسمت ترسیم شده شکل را نسبت به خط تقارن قرمز رنگ نشان می‌دهد.



انتخاب قسمت اوّل



شکل نهایی



تعیین نقاط ابتدا و انتهای خط تقارن

برای ترسیم قرینه موضوعات نسبت به یک خط مطابق روش زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Mirror را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔ Mirror را از منوی Modify انتخاب نمایید.
- MI را در خط فرمان تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید. Command: MI ↵

۲ــ پس از اجرای دستور، نشانگر ماوس در حالت انتخاب موضوع قرار می‌گیرد. موضوعاتی را که قرار است تقارن آن‌ها رسم شود انتخاب نموده و کلید ↵ را فشار دهید.

Select objects: انتخاب موضوعات ↵

۳ــ مختصات نقطهٔ اول از خط تقارن را وارد کنید.

Specify first point of mirror line: مختصات نقطهٔ اول از خط تقارن ↵

۴ــ مختصات نقطهٔ دوم از خط تقارن را وارد کنید.

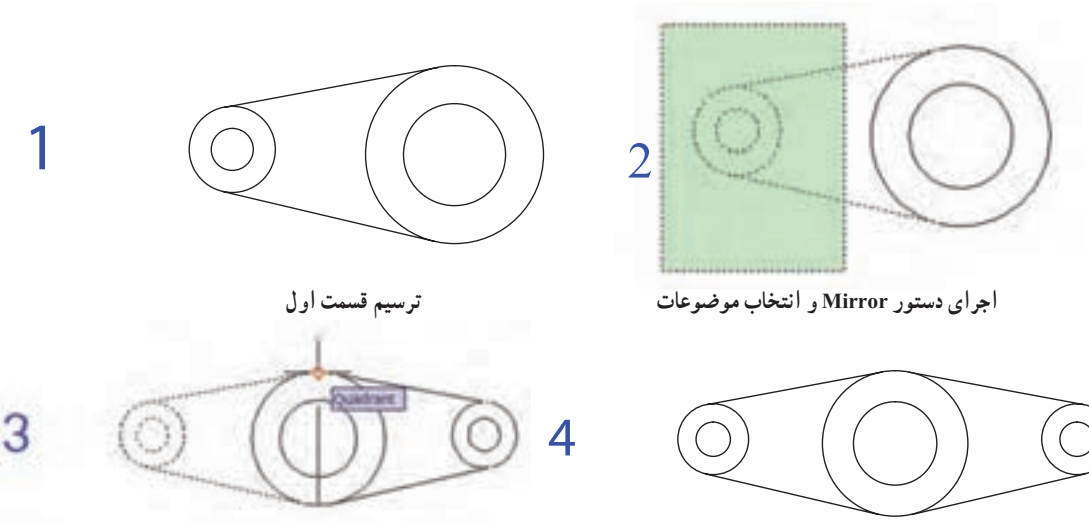
Specify second point of mirror line: مختصات نقطهٔ دوم از خط تقارن ↵

۵ــ در مقابل پیغام ظاهر شده، اگر قصد حذف موضوع اولی را ندارید کلید ↵ را فشار دهید تا قرینه شکل رسم شود، درصورتی که می‌خواهید شکل اولی حذف شود Y (Yes) را تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید.

Erase source objects? [Yes/No] <N>:

تمرین

به‌ترتیب مراحل زیر، شکل مرحله ۴ را ترسیم نمایید.



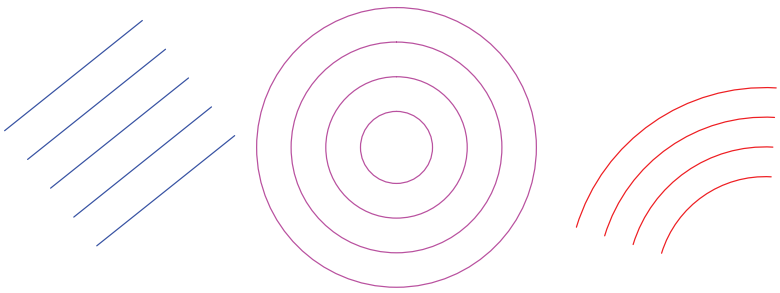
ترسیم قسمت اول

اجرای دستور Mirror و انتخاب موضوعات

تعیین Quadrant دایره به‌عنوان نقاط خط تقارن

شکل نهایی

۶ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور رسم تصویر موازی(Offset) : از این دستور برای رسم تصویر موازی یک موضوع در جهت و فاصله مشخص استفاده می‌شود. در شکل صفحهٔ بعد دستور Offset چند بار روی خط، دایره، و کمان اعمال شده است.



برای ترسیم Offset یک موضوع مطابق روش زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Offset را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔ Offset را از منوی Modify انتخاب نمایید.
- O را در خط فرمان تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید. Command: O ↵

۲ــ اندازه فاصله Offset با موضوع اولیه را وارد کرده و سپس کلید ↵ فشار دهید، یا روی دو نقطه از ناحیه ترسیم که فاصله بین آن‌ها معادل اندازه Offset است کلیک نمایید.

Current settings: Erase source=No Layer =Source OFFSETGAPTYPE=0

Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <Through>: ↵ اندازه فاصله Offset

۳ــ نشانگر ماوس در حالت انتخاب موضوع قرار می‌گیرد، موضوع را انتخاب کنید.

Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: انتخاب موضوع

۴ــ در آن سمتی از شکل که قصد دارید Offset موضوع رسم شود، کلیک کنید تا Offset انجام شود.

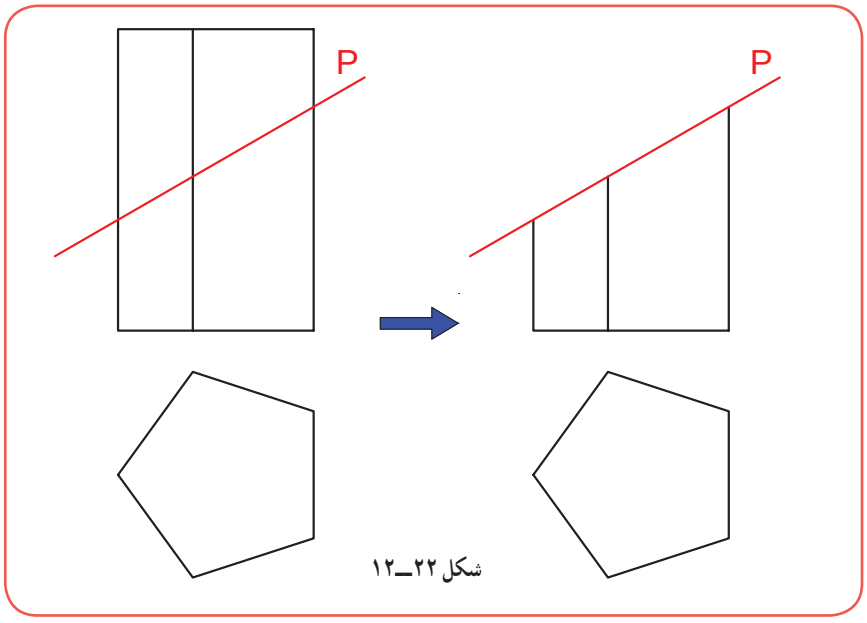
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: کلیک در سمت مورد نظر موضوع اولیه

۵ــ مرحلهٔ ۳ و ۴ را برای سایر موضوعاتی که فاصله Offset آنها به اندازه تعیین شده در این دستور است می‌توانید تکرار نمایید.

Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:

۶ــ برای خروج از دستور، کلید ↵ یا Esc را فشار دهید.

۷ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور برش دادن موضوعات (Trim) : در ترسیم نقشه‌های فنی، مواردی پیش می‌آید که نیاز است قسمتی از موضوعاتی که قبلاً ترسیم شده است را با توجه به موضوعات دیگر برش دهید. به‌عنوان مثال درشکل (۲۲ــ۱۲) نمای روبه‌روی استوانه به کمک دستور Trim توسط صفحه P برش خورده است. برای برش موضوعات با استفاده از دستور Trim به‌روش زیر عمل کنید :



شکل ۲۲ــ۱۲

۱ــ برای اجرای دستور Trim ابتدا باید به یکی از شیوه‌های زیر عمل نمایید :

- روی دکمهٔ ---/- از نوار ابزار Modifyکلیک کنید.
- روی گزینهٔ Trim از منوی Modify کلیک کنید.
- Trim را در خط فرمان تایپ کرده و سپس کلید ↵ را فشار دهید. Command: Trim ↵

۲ــ در این مرحله دو حالت وجود دارد، یا لبه‌های برش را انتخاب کنید یا مجموعه‌ای از اشیایی که قرار است Trim روی آنها انجام شود، انتخاب نموده وسپس ↵ را فشار دهید. در شکل(۲۲ــ۱۲)، P لبه برش است.

Select cutting edges...

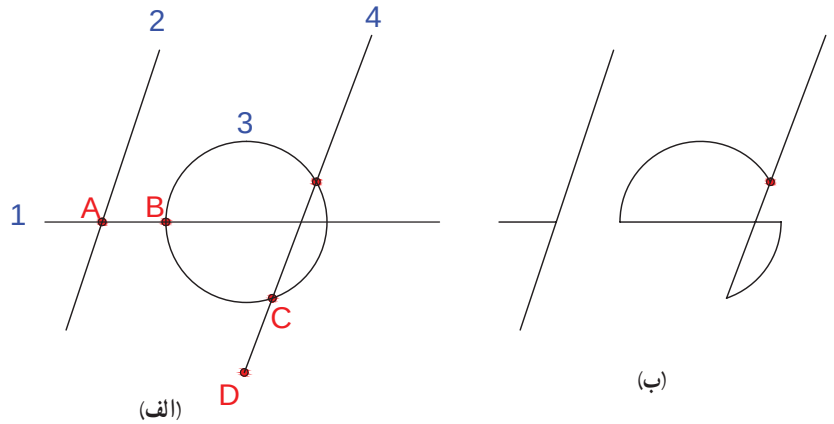
↵ انتخاب مجموعه‌ای که باید برش بخورد یا انتخاب لبه‌های برش : Select objects or <select all>

۳ــ روی آن قسمت از موضوع که قرار است برش بخورد کلیک کنید تا همان محدوده بریده‌شود. این مرحله را می‌توانید آن قدر تکرار کنید تا شکل کامل شود.

۴ــ برای خروج از دستور، کلید Esc را فشار دهید.

مثال

در شکل (الف) با استفاده از دستور Trim قسمت‌هایی از پاره خط‌ها و دایره را برش می‌دهیم.



شکل ۲۳ــ۱۲

برای ایجاد شکل (۲۳ــ۱۲ــ ب) به روش زیر عمل می‌کنیم :

۱ــ دستور Trim را اجرا می‌کنیم.

۲ــ تمام شکل را انتخاب می‌کنیم و کلید ↵ را فشار می‌دهیم.

۳ــ روی یک نقطه از پاره خط ABکلیک می‌کنیم تا AB حذف شد.

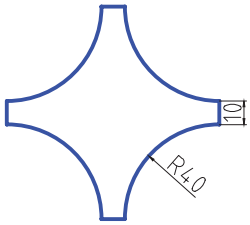
۴ــ روی یک نقطه از پاره خط CDکلیک کنیم تا CD حذف شد.

۵ــ سایر قسمت‌ها را به همین روش برش می‌زنیم.

۶ــ اگر در حین اجرای دستور با اشتباهی مواجه شدیم با دستور Undo یا فشار دادن کلیدهای Ctrl+Z به حالت قبل باز می‌گردیم.

۷ــ با فشار دادن کلید Esc از این دستور خارج می‌شویم.

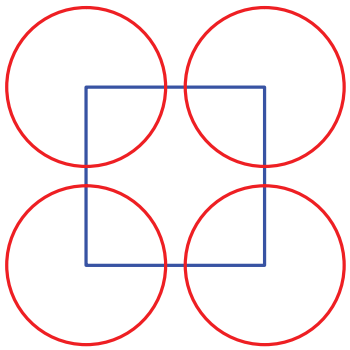
مثال



شکل روبه‌رو را به کمک دستور Trim ترسیم می‌نماییم :

۱ــ ابتدا مربعی به ضلع ۹۰ میلی‌متر ترسیم می‌نماییم و سپس دایره‌ای به شعاع ۴۰ میلی‌متر و به مرکز یکی از گوشه‌های مربع رسم می‌کنیم.

۲ــ به کمک دستور Copy دایرهٔ ترسیم شده را روی سه گوشه دیگر مربع ایجاد می‌نماییم.



۳ــ دستور Trim را اجرا می‌نماییم.

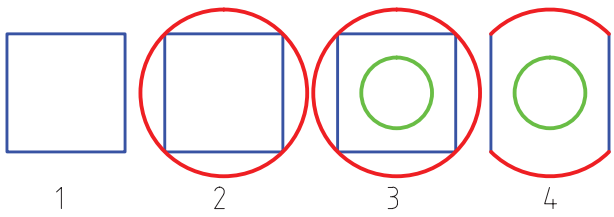
۴ــ تمامی موضوعات را انتخاب می‌نماییم (کلیدهای Ctrl , A را همزمان نگه‌می‌داریم) و دکمهٔ Enter را فشار دهید.

۵ــ روی قسمت‌هایی از کمان دایره که قرار است حذف شود کلیک می‌کنیم تا آن قسمت‌ها حذف شود.

۶ــ کلید Enterرا فشار می‌دهیم تا فرمان Trimپایان یابد.

تمرین

برای ایجاد حالت چهارم شکل زیر طبق مراحل زیر عمل کنید :



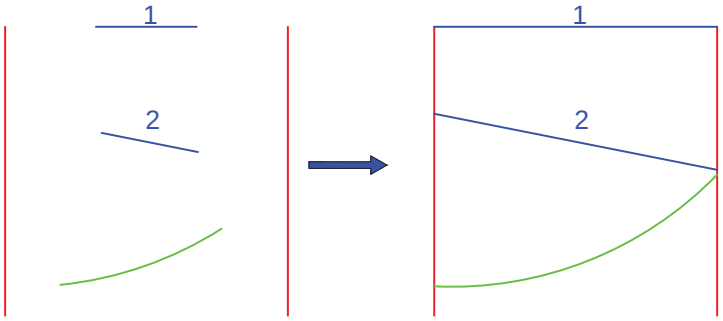
۱ــ مربعی به ضلع ۵۰ میلی‌متر رسم کنید.

۲ــ دایره‌ای به آن محیط کنید.

۳ــ دایره‌ای به شعاع ۱۵ میلی‌متر، به مرکز دایرهٔ بزرگ‌تر رسم نمایید.

۴ــ با استفاده از دستور Trim، قسمت‌های اضافه را برش دهید.

۸ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور امتداد دادن موضوعات (EXTEND) : در شکل زیر، پاره‌خط‌های ۱، ۲ و کمان ۳ با استفاده از دستور Extend به دو پاره‌خط قرمز امتداد داده شدند. برای امتداد موضوعات رسم شده تا لبه های مشخص، به صورت زیر عمل نمایید :



۱ــ با یکی از روش‌های زیر دستور Extend را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ ---/ از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔ Extend را از منوی Modify انتخاب نمایید.
- EX را در خط فرمان تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید. Command: EX ↵

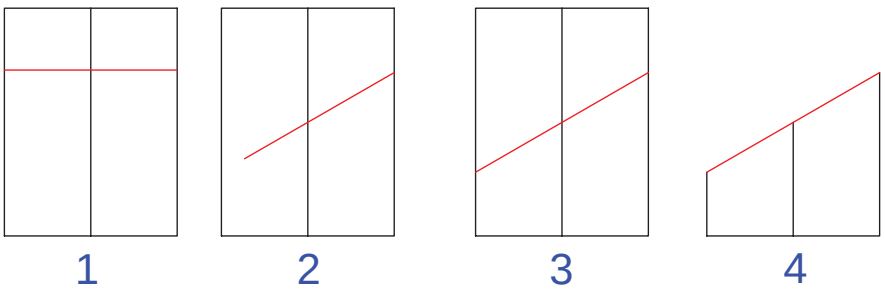
۲ــ در این مرحله لبه‌هایی را که قرار است موضوعات به آن‌ها امتداد پیدا کند انتخاب کرده و کلید ↵ را فشار دهید.

۳ــ روی تک تک موضوعات کلیک کنید تا به لبه‌ها بچسبد.

۴ــ برای خروج از دستور، کلید Esc را فشار دهید.

تمرین

مراحل زیر را برای رسم شکل زیر طی نمایید :



۱ــ دستور Rectangle ــ دستور Explode (تفکیک اضلاع) ــ دستور Offset (عرض بالایی به اندازه ۳۵ میلی‌متر و یکی از طول‌ها به اندازه نصف عرض به سمت داخل)

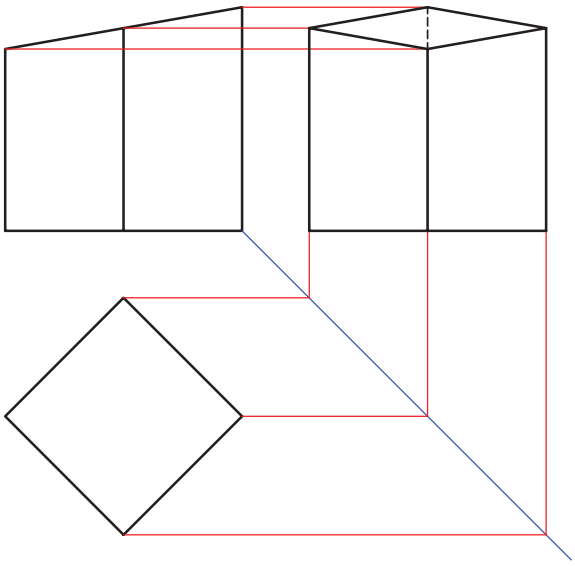
۲ــ دستور Rotate

۳ــ دستور Extend (امتداد پاره‌خط قرمز تا طول)

۴ــ دستور Trim و Erase

تمرین

مطابق شکل سه نمای زیر را رسم نمایید.



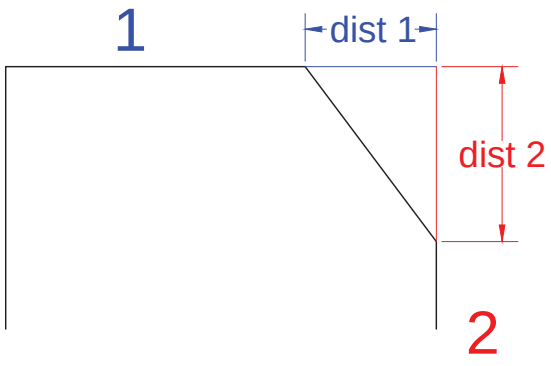
۹ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور پخ زدن گوشه‌ها (CHAMFER) : برای پخ زدن محل برخورد دو خط از دستور Chamfer استفاده می شود. برای پخ زدن گوشه‌ها به‌صورت زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Chamfer را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔ Chamfer را از منوی Modify انتخاب نمایید.
- CHA را در خط فرمان تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید. Command: CHA ↵

۲ــ حرف D مخفف گزینه Distance را تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید.

مطابق شکل زیر فاصله‌های dist 1 و dist 2 را به‌ترتیب وارد نمایید (پس از هر مرحله کلید Entre را فشار دهید).



۳ــ به ترتیب روی خط ۱ و ۲ کلیک کنید تا پخ ایجاد شود.

تمرین

- سایر گزینه‌های Chamfer را آزمایش کنید.
- با استفاده از دستور Line مستطیلی رسم نموده و سپس به کمک دستور Chamfer گوشه‌های آن را با اندازه‌های متفاوت پخ بزنید.

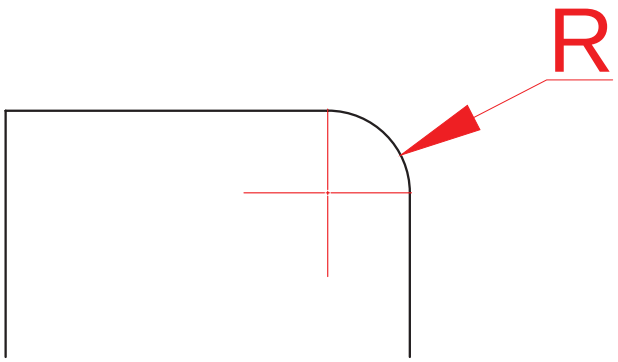
۱۰ــ۱۵ــ۱۲ــ دستور گرد کردن گوشه‌ها FILLET : برای گردکردن محل برخورد دو خط از دستور Fillet استفاده می شود. برای این منظور به صورت زیر عمل نمایید :

۱ــ به یکی از روش‌های زیر دستور Fillet را اجرا نمایید :

- روی دکمهٔ از نوار ابزار Modify کلیک کنید.
- گزینهٔ Fillet را از منوی Modify انتخاب نمایید.
- F را در خط فرمان تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید. Command: F ↵

۲ــ برای تعیین شعاع کمان حرف R مخفف گزینه Radius را تایپ کرده و کلید ↵ را فشار دهید.

۳ــ اندازه شعاع گوشه را وارد کرده و کلید ↵ را فشار دهید.



۴ــ روی دو خط که قرار است گرد شود، کلیک کنید تا گوشهٔ گرد ایجاد شود.

تمرین

- سایر گزینه‌های Fillet را آزمایش کنید.
- با استفاده از دستور Line مستطیلی رسم نموده و سپس به کمک دستور Fillet گوشه های آن را به شعاع دلخواه گرد کنید.

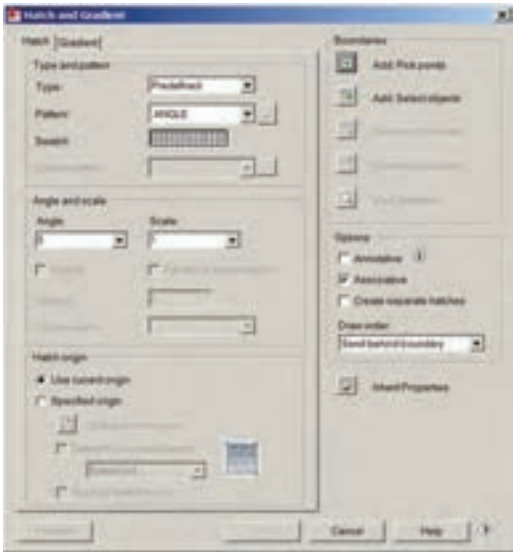
۱۶ــ۱۲ــ رسم هاشور (Hatch)

برای هاشور زدن سطوح برش خورده، از این فرمان استفاده می‌شود.

۱ــ به یکی از روش های زیر دستور Hatch را اجرا نمایید :

- بر روی دکمهٔ از نوار ابزار Draw کلیک کنید.
- روی گزینهٔ Hatch از منوی Draw کلیک کنید.
- H را در خط فرمان تایپ کرده و سپس کلید ↵ را فشار دهید. Command: H ↵

۲ــ با اجرای این دستور پنجرهٔ محاوره‌ای هاشور (Hatch and Gradient) باز می شود، در قسمت سمت راست این پنجره نوع (Type)، الگو (Pattern)، زاویه (Angle) و مقیاس (Scale) هاشور را انتخاب نمایید (شکل ۲۴ــ۱۲).



شکل ۲۴ــ۱۲

۳ــ با کلیک بر روی

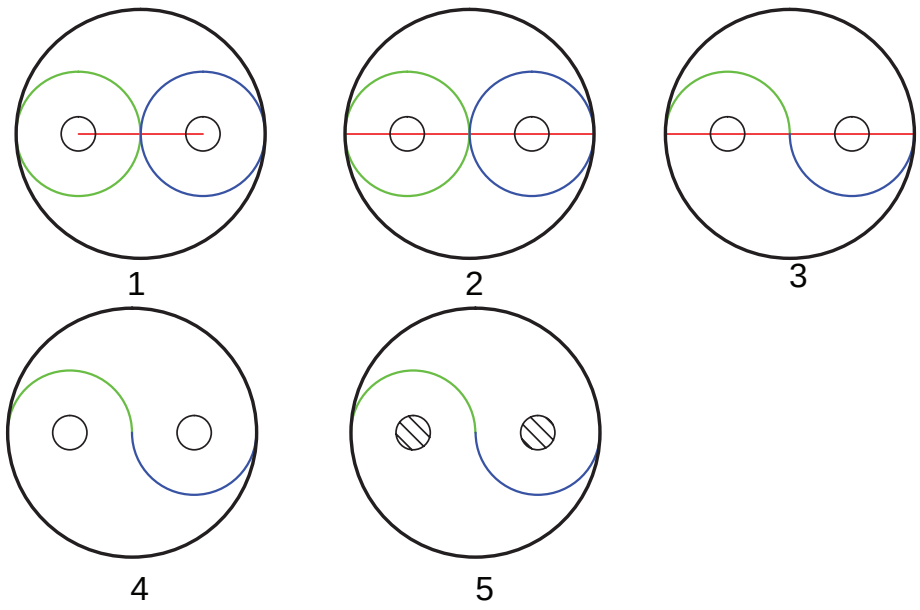
از قسمت Pattern اغلب الگوهای کاربردی هاشور را مشاهده می کنید؛ الگوی مورد نظر خود را انتخاب کرده و دکمهٔ OK را کلیک کنید. شکل زیر الگوهای زبانهٔ ANSI را نشان می‌دهد. گزینهٔ مشخص شده را انتخاب کرده و بر روی OK کلیک کنید.

۴ــ روی گزینهٔ Pick Points کلیک کرده تا امکان انتخاب محدودهٔ هاشور خورده فراهم شود، پنجرهٔ Hatch and Gradient برای انتخاب محل هاشور به طور موقت بسته می‌شود. نشانگر موس را در داخل سطوح مورد نظر کلیک کنید تا تمام انتخاب‌ها صورت گیرد. دکمهٔ Enter را فشار دهید تا پنجرهٔ Hatch and Gradient مجدداً ظاهر شود.

۵ــ با کلیک کردن بر روی دکمهٔ OK هاشور اعمال می‌شود.

تمرین

شکل مرحله ۵ را مطابق مراحل ۱ تا ۵ کامل نمایید.



ارزشیابی عملی

۱ــ نرم‌افزارهای صنعتی به کمک فرآیند ساخت و تولید آمده است.

۲ــ اتوکد ابزار نقشه کشی قدرتمندی است که برای طراحان و نقشه کشان در ترسیم نقشه های دو بعدی و تا حدودی سه بعدی بسیار قابلیت دارد.

۳ــ محیط برنامهٔ اتوکد در کل از پنج بخش منوها، نوارهای ابزار، ناحیهٔ ترسیم، خط فرمان و نوار وضعیت تشکیل شده است.

۴ــ برای راحتی کاربران، دستورات اتوکد با چند روش مختلف قابل دسترسی و اجرا است.

۵ــ سیستم مختصات‌دهی در اتوکد، دکارتی و قطبی است و نحوه محاسبه مختصات نقاط به دو صورت نسبی و مطلق انجام می‌شود.

۶ــ دستور Line یکی از کاربردی ترین دستورات اتوکد است که از طریق آن پاره‌خط را رسم می‌کنند.

۷ــ امکان تغییر رنگ، ضخامت و نوع خطوط از طریق نوار ابزار Properties فراهم است.

۸ــ فرمان Pan , Zoom برای مشاهدهٔ بهتر جزئیات نقشه و کار روی قسمت های مختلف آن کاربرد دارد.

۹ــ برای ترسیم دایره در اتوکد از فرمان Circle استفاده می‌شود.

۱۰ــ برای ترسیم کمان از فرمان Arc استفاده می‌شود.

۱۱ــ برای ترسیم مستطیل می‌توان از فرمان Rectangle استفاده کرد.

۱۲ــ از دستور Polygon برای رسم چند ضلعی منتظم استفاده می‌شود.

۱۳ــ از دستور Spline برای رسم منحنی از نقاط مشخص، استفاده می‌شود.

۱۴ــ از ابزار کمک ترسیم OSnap برای مشخص کردن نقاط خاص موضوعات در ترسیم استفاده می‌شود.

۱۵ــ از ابزار کمک ترسیم Ortho برای ترسیم خطوط افقی و عمودی استفاده می‌شود.

۱۶ــ برای پاک کردن موضوعات ترسیم شده در نقشه از فرمان Erase استفاده می‌شود.

۱۷ــ برای انتقال موضوعات بر اساس یک نقطه مبنا از دستور Move استفاده می‌شود.

۱۸ــ برای تکثیر موضوعات از دستور Copy استفاده می‌شود.

۱۹ــ برای دوران موضوعات حول یک نقطه از دستور Rotate استفاده می‌شود.

۲۰ــ با استفاده از دستور Mirror می‌توان قرینه یک موضوع را نسبت به خط تقارن رسم کرد.

۲۱ــ گوشه چند ضلعی را با دستور Chamfer و Fillet به‌صورت پخ‌دار یا گرد رسم می‌کنند.

۲۲ــ برای پاک کردن قسمتی از یک شیء با کمک بعدهای برش از دستور Trim استفاده می‌شود.

۲۳ــ برای هاشور زدن قسمت‌های برش خورده در نقشه، از دستور Hatch استفاده می‌شود.

ارزشیابی

۱ــ چند نرم‌افزار کاربردی مرتبط با رشته صنایع فلزی را نام ببرید.

۲ــ قسمت‌های اصلی محیط اتوکد را نام ببرید.

۳ــ برای ایجاد یک فایل ترسیمی در اتوکد از چه دستوری استفاده می‌شود؟

۴ــ برای ذخیره کردن یک فایل ترسیمی با نام جدید از چه فرمانی استفاده می شود؟

۵ــ به فایل ترسیمی "Exam.dwg" در پوشهٔ D : \ test در محیط اتوکد ترسیماتی اضافه نمودیم. برای ذخیره کردن آن با همان نام و در همان مسیر چه باید کرد؟

۶ــ اگر به وسیلهٔ فرمان Erase یک موضوع را به اشتباه حذف کردید با چه دستوری می‌توان آن را مجدداً بازگرداند؟

۷ــ هر کدام از دستورات زیر برای چه عملیاتی در اتوکد استفاده می‌شود؟

Offset– Copy– Explode–Mirror–Rotate–Trim–Hatch–Spline

۸ــ منتخبی از نقشه‌های سایر فصل‌های کتاب را با اتوکد رسم نمایید.

واژه‌نامه

adhesive	چسب
air cleaner	هواکش
alloy	آلیاژ
angle	زاویه
angle	فرجه
apex	نوک (رأس،سر)
approximately	تقریبی
arc	کمان
area	ناحیه سطح ـ مساحت
auxiliary	کمکی
auxiliary line	خط کمکی
auxiliary view	تصویر کمکی
axe	محور
base	پایه
binder	چسب
bisector	نیمساز
bobbin	پیچک
brass	برنج
canal– channel	کانال
cap strip	فرنگی پیچ کشویی
card board	مقوا
chair	صندلی
changing	تبدیل
changing channel	کانال تبدیل
chinney	دودکش
circle	دایره
circumference	محیط
compass	پرگار
compound drawing	نقشه ترکیبی
cone	مخروط
connection	اتصّال
conversion	تبدیل
cornice	گلویی
crinoid	لاله‌ای
crossroads	چهار راه
cruciform	صلیبی
cube	مکعب
curve	خم
curve	منحنی
cylinder	استوانه
deep	ژرف (گود)
defective cone	مخروط ناقص
design	طرح
development	گسترش
devision	تقسیم
diagonal	قطر (چند ضلعی)
diagram	ترسیم
diameter	قطر (دایره)
distance	بُعد
double bottom	فرنگی پیچ کف
double seam	فرنگی پیچ کف
duct	کانال
edge	یال
elbow	زانو
electricarc	قوس الکتریکی
ellipse	بیض
equilateral	متساوی‌الاضلاع
facing	مواجه

intersection	فصل مشترک
isosceles	متساوی‌الساقین
layer	لایه
length	طول
length	درازا (طول)
line	خط
locking joint	اتصال قفلی
longitudinal corner	فرنگی پیچ کانال
manner	روش
maximum	بیشینه
metal industry	صنایع فلزی
middle layer	لایه میانی
minimum	کمینه
nonspecial	غیر خاص
nonspecial line	خط غیر خاص
octagon	هشت ضلعی
orthographic	قائم‌الزاویه
orthographic	راست‌گوشه
parabola	سهمی
parabolic	سهمی گون
parallel	موازی
parallelogram	متوازی‌الاضلاع
pattern	نمونه
pentagon	پنج‌ضلعی
perimeter	محیط
perpendicular	عمود
bisector	عمود منصّف
perpendicular line	خط عمود
pipe	لوله
facing line	خط مواجه
flag like	پرچم مانند
fluid	سیّال
focal	کانونی
focus	کانون
forenead	پیشان
forked	جناغی
fouid	سیّال
friction	اصطکاک
frontal	جبهی
frontal line	خط جبهی
frontal projection plane	صفحهٔ روبه‌روی تصویر
frontal view	دید از جلو، روبه‌رو
generatrix	مولد
geomelrical drawing	ترسیم هندسی
geometry	هندسه
grooved seam	فرنگی پیچ ساده
guide	راهنما
heat	گرما
height	ارتفاع
height	ارتفاع
hexagon	شش ضلعی
hexagon	شش ضلعی
horizontal	افقی
horizontal line	خط افقی
horizontal projection plane	صفحهٔ افقی تصویر
hyper bola	هذلولی
hyper bolic	هذلولی گون
intermediator	واسطه
skull cap	عرق‌چین
slice	قاچ
slug	دور ریز
solder	لحیم
sphere	کره
square	مربّع

steam	بخار
surface	رویه (سطح)
symmetry	قرینه
tank	مخزن
three roads	سه راه
throughout seam	درز سر به سر
tolerance	تولرانس
top view	دید از بالا
transfer	انتقال
trapzoid	ذوزنقه
triangle	مثلّث
true length	اندازهٔ حقیقی
typical	نمونه
venti lation	تهویه
vertical	قائم
view	نما (تصویر)
volume	حجم
welding	جوش
zone	منطقه
plane	سطح
polygon	چند ضلعی
polyhedra	چند وجهی
pompe	پمپ
prism	منشور

profile	نیم‌رخ
profile line	خط نیم‌رخ
profile projection plane	صفحهٔ نیم‌رخ تصویر
projection	نما (تصویر)
pulley weld	قرقره جوش
pyramid	هرم
qround line	خط زمین
radius	شعاع
raised	منتصب
recembling copper	مسوار
rectangle	مستطیل
refinery	پالایشگاه
rivet	پرچ
scrap	دور ریز
seam	فرنگی پیچ
seamweld	درز جوش
section	برش
sheet	برگ
sheet	ورق
side	ضلع
side	لبه
side view	دید از چپ
simi lar	متشابه
simple drawing	نقشه ساده

منابع

- رسم فنی سال‌های دوم، سوم و چهارم نظام قدیم تألیف محمود مرجانی، محمد میثاق
- استانداردهای ایزو به شماره‌های ۱۲۸، ۱۲۹ و ۲۵۵۳
- هندسه فضایی تألیف هیئت مؤلفین احمد بی‌رشک، پرویز شهریاری و . . .
- رسم فنی سال سوم رشته نقشه کشی صنعتی نظام قدیم تألیف محمدحسین شربت ملکی و محمد خواجه حسینی
- رسم فنی تخصصی صنایع فلزی عزیز خوشینی و...
- کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری رشته نقشه‌کشی معماری تألیف محمد فرخ زاد
- مرجع کامل اتوکد ۲۰۰۷ تألیف نادر خرمی راد
- خودآموز تصویری اتوکد تألیف سعید محمدی
- کلید نرم‌افزارهای مهندسی ساخت و تولید تألیف محمد رضا فروزان و محمود کدخدایی
- Help نرم‌افزار اتوکد
- Engineering Drawing , Bogolyubov