

نقشه پایه و اساس تولید است. پس هیچ یک از رشته‌های صنعتی از نقشه بی‌نیاز نیستند. افزون بر آن، ارتباطات گسترده‌ی صنعتی وجود زبانی یکسان و توانا را برای مبادلات فکری اجتناب‌ناپذیر می‌کند. نقشه‌کشی صنعتی بار این مبادلات فکری را بر عهده دارد. به وسیله‌ی 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) ^(۱) وظیفه‌ی 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 عمده‌ی کار آن ساخت سازه‌های فلزی است، گرچه جزئی از نقشه‌کشی مکانیک است، با این حال مباحثی خاص 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.

نکته‌ی دیگر آن که برای یک فرد فنی در هر رشته‌ای، به ویژه کسی که با ساخت اشکال و احجام صنعتی سر و کار 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 پایه‌ی هر مصنوع‌اند، به ویژه احجامی که از نظر هندسی معین و تعریف شده هستند و هر گونه 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 هندسه‌ی 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، به دست آورد. همه‌ی این‌ها به این دلیل است که یک فرد فنی، افزون بر خلاقیت، باید به ابزار تفکر بهتر و نتیجه‌گیری قوی‌تر هم مجهز باشد.

دنباله‌ی 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 گسترده‌ی نرم‌افزارهای طراحی و نقشه‌کشی در صنعت و از طرفی ضرورت به‌روز شدن اطلاعات هنرجویان، فصل دوازدهم به آموزش اتوکد در حالت دویعدی پرداخته است. البته هدف کلی هم تا حدی مسیر را روشن می‌سازد. در این جا 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.



حجم‌های مهم هندسی

- ۱ کاربرد حجم‌های مهم هندسی را در صنعت بیان کند.
- ۲ منشور و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.
- ۳ هرم و ویژگی‌های مهم آن را تعریف کند.
- ۴ استوانه و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.
- ۵ مخروط و ویژگی مهم آن را شرح دهد.
- ۶ کره و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.

فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند

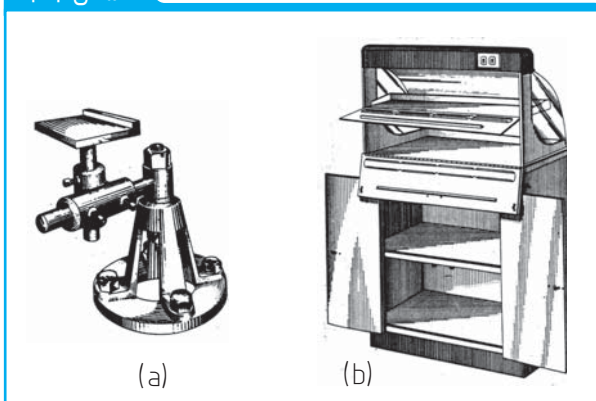
۱-۱- مقدمه

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، مکعب مستطیل، مخروط،

شکل ۱-۱



شکل ۱-۲



کاربرد این احجام به آنچه که در زندگی عادی با آن‌ها سر و کار داریم منحصر نمی‌شود و در صنعت، که مورد توجه ماست، کاربردهای فراوان دارند. به نمونه‌هایی از آن‌ها در شکل ۱-۲ توجه کنید.

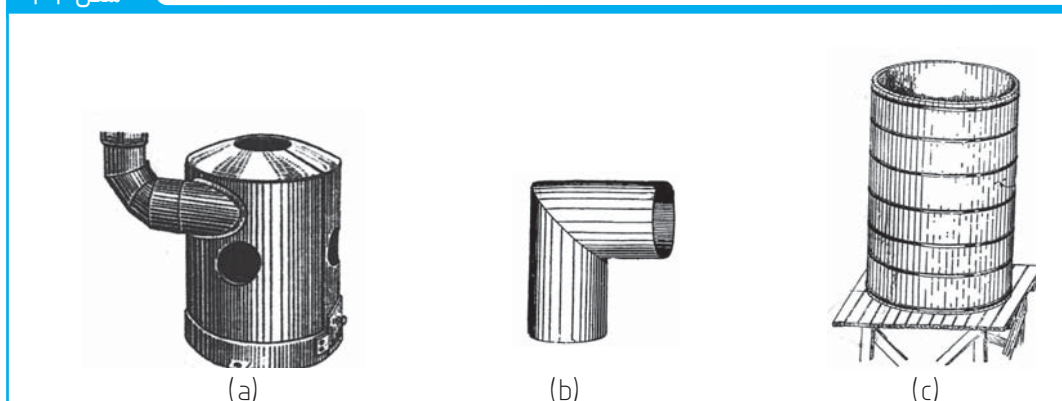
استفاده از احجام با شکل‌های معین و تعریف شده‌ی هندسی در سازه‌ها دلایلی دارد، برای نمونه:

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

(۲) ساخت این احجام ساده و قانونمند است.

دسته‌ی بزرگی از احجام، ظروف هستند، یعنی آن‌هایی که به دلایل مختلف برای نگهداری مایعات و مواد یا عبور سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۱-۳).

شکل ۱-۳



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 کارایی به چه مسائلی توجه کند. هم‌چنین چگونه مسائل اقتصادی و هزینه‌ها را مورد توجه قرار دهد و بسیاری موارد دیگر.

۱-۲- تعریف

جسم، بخشی از فضا است 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.

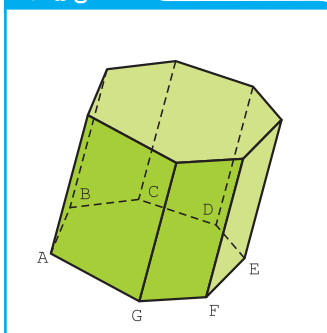
ب) آن‌ها که دارای سطوح منحنی هستند، مانند استوانه، مخروط، کره.

۱-۳- سطح منشوری

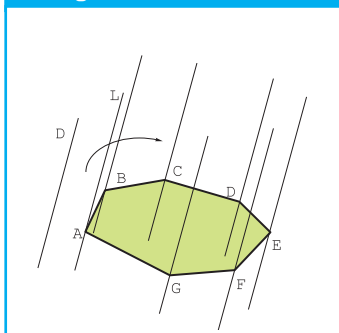
اگر خط راستی مانند L ، چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک چندضلعی $ABCDE\dots$ متکی و با یک خط معین D موازی باشد، سطحی به نام سطح منشوری به‌وجود می‌آید^(۱) (شکل ۴-۱).

۱-۳-۱- تعریف منشور: منشور بخشی از سطح منشوری است که با دو صفحه موازی محدود می‌شود (شکل ۵-۱)

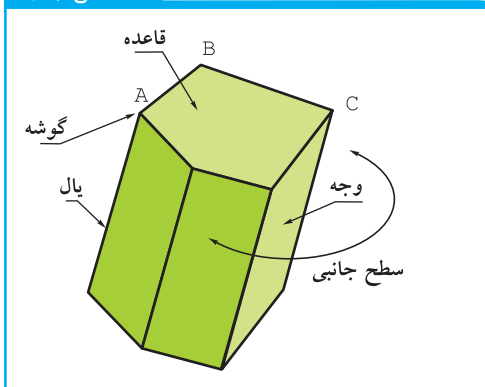
شکل ۵-۱



شکل ۴-۱



شکل ۶-۱

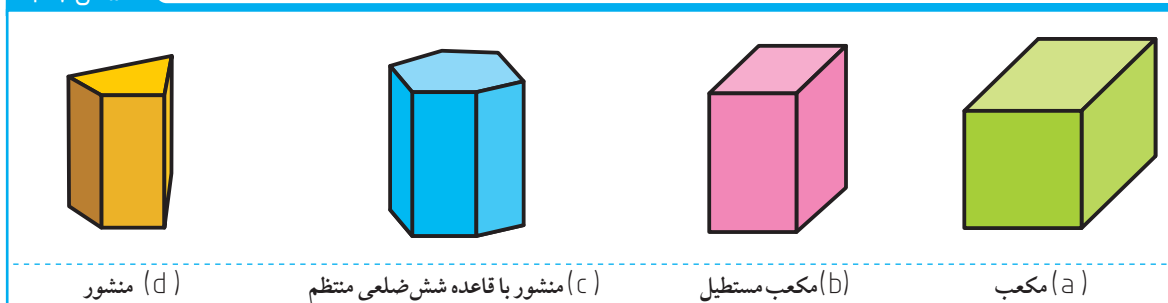


مجموعه‌ی سطح جانبی و سطح دو قاعده را سطح کل منشور گویند.

۱ - نامحدود است.

۲-۳-۱- منشور قائم: در آن یال‌ها بر سطح قاعده عمود هستند. (شکل ۱-۷).

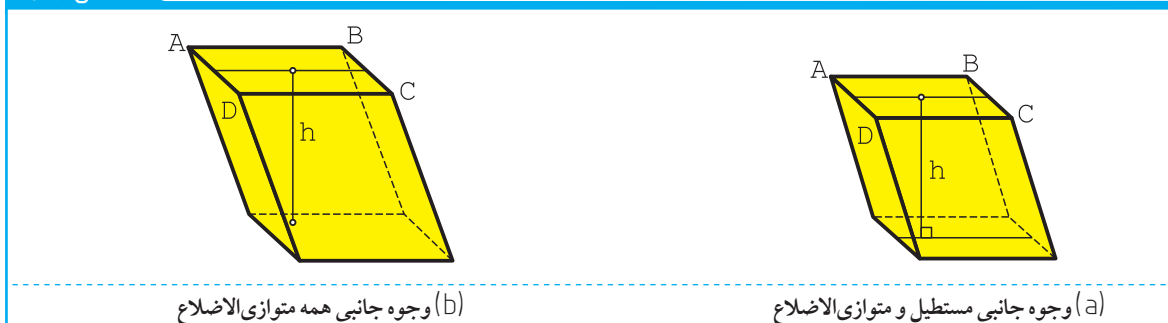
شکل ۱-۷



ارتفاع یک منشور قائم، همان یال است.

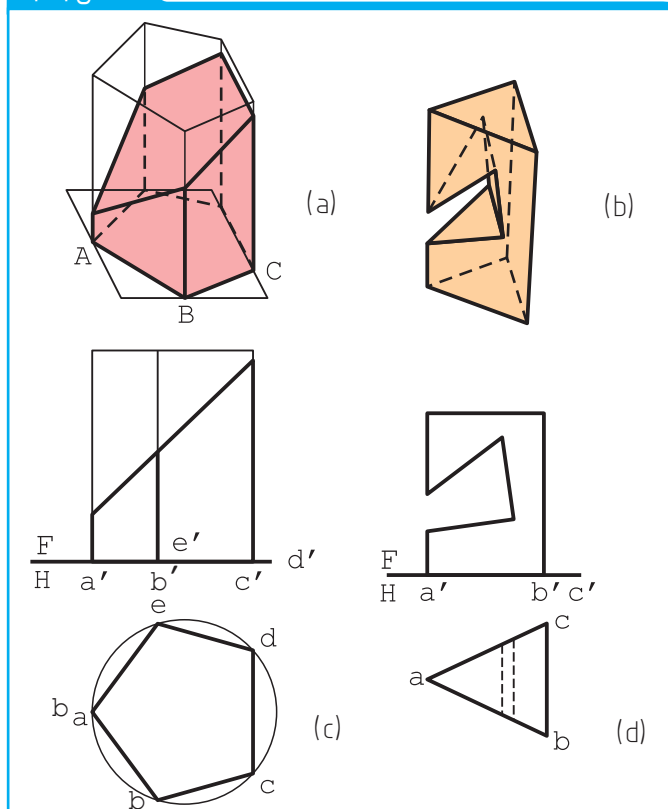
۳-۳-۱- منشور مایل: در آن یال‌ها بر قاعده عمود نیستند (شکل ۱-۸).

شکل ۱-۸



ارتفاع خطی است که از یک رأس بر قاعده عمود شود.

شکل ۱-۹



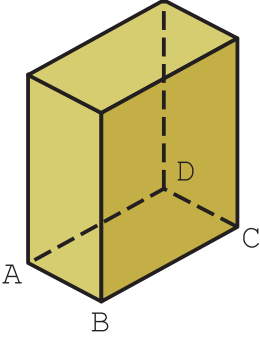
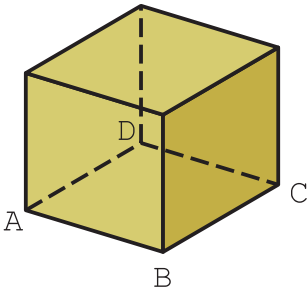
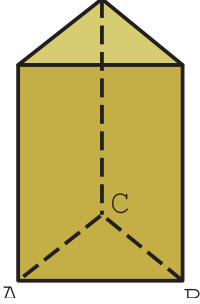
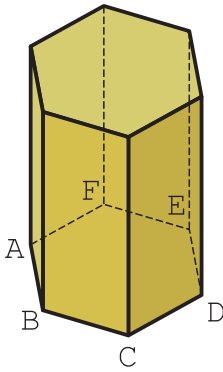
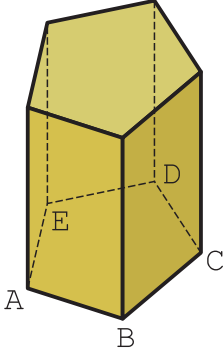
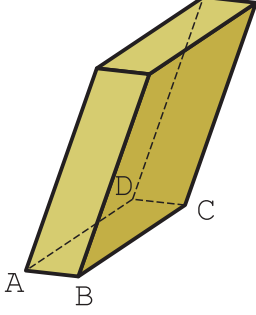
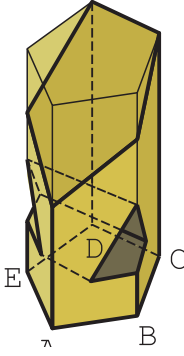
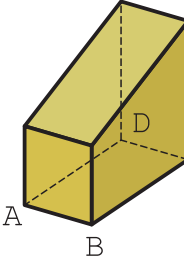
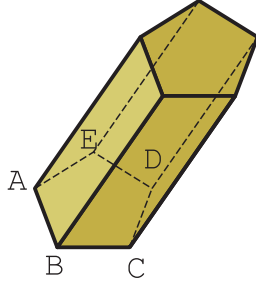
۴-۳-۱- منشور برش خورده: اگر

قسمتی از یک منشور با یک صفحه بریده شود، گویند منشور برش خورده است (شکل ۱-۹).

برش منشور می‌تواند بنا بر 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.

در جدول شماره ۱-۱، نمونه‌هایی از منشور برش خورده دیده می‌شود.

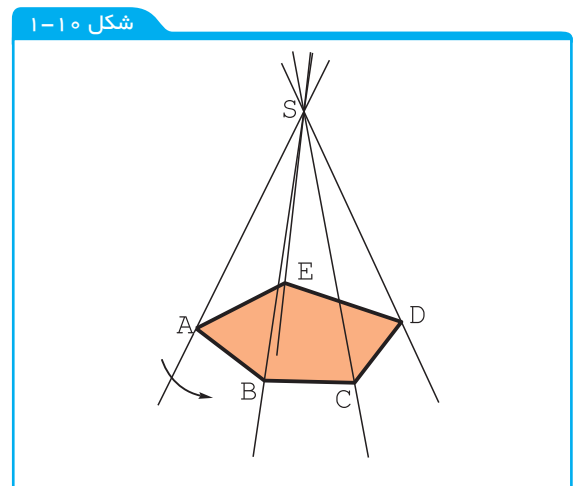
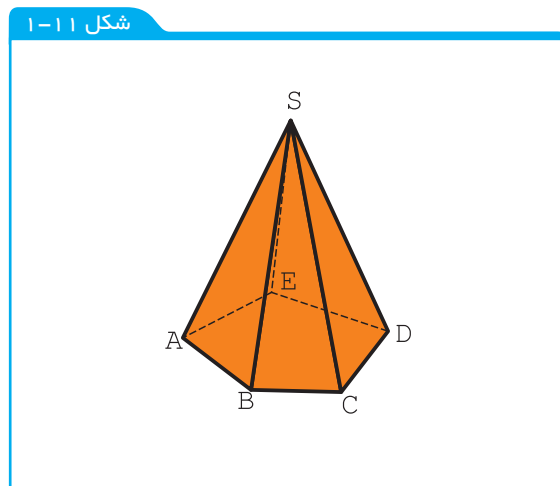
جدول شماره ۱-۱ - گونه‌هایی از منشور

 ۳- مکعب مستطیل	 ۲- منشور مربع القاعده (مکعب)	 ۱- منشور مثلث القاعده
 ۶- منشور مسدس القاعده	 ۵- منشور مخمس القاعده	 ۴- متوازی القاعده
 ۹- منشور برش خورده	 ۸- منشور برش خورده	 ۷- منشور مایل

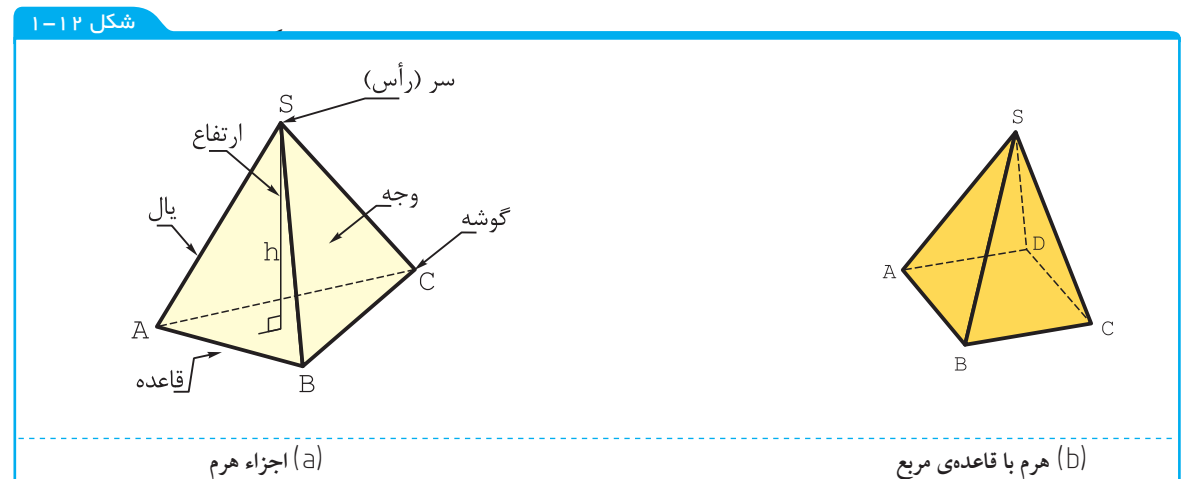
۱-۴- سطح هرمی

اگر خط راستی مانند L ، چنان در فضا حرکت کند که همواره از نقطه‌ی ثابت S بگذرد و بر چندضلعی تخت $ABCDE...$ متکی باشد، سطح دو شاخه‌ی هرمی به وجود می‌آید (شکل ۱-۱۰).

۱-۴-۱- هرم: اگر قسمت محدودی از یک شاخه‌ی سطح هرمی را در نظر بگیریم، یک هرم خواهیم داشت. بنابر تعریف، هرم قسمت محدودی از یک سطح هرمی است (شکل ۱-۱۱).



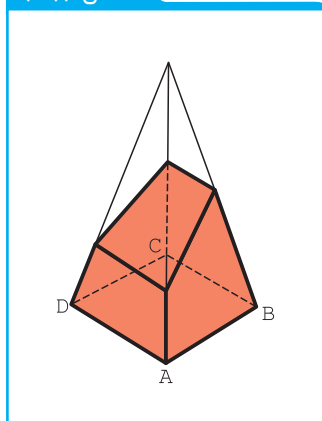
دیده می‌شود که بدنه‌ی هرم از چند مثلث به نام سطح جانبی و یک قاعده تشکیل می‌شود. اجزای هرم در شکل ۱-۱۲ معرفی شده است.



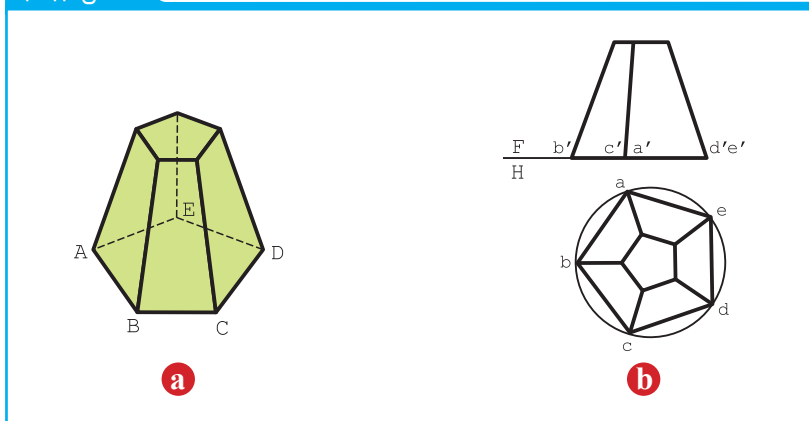
۱-۴-۲- هرم ناقص: اگر یک هرم را موازی با قاعده‌ی آن برش دهیم، هرم ناقص به وجود می‌آید (شکل ۱-۱۳).

۱-۴-۳- هرم برش خورده: اگر هرم را به طور دلخواه برش دهیم، آن را هرم برش خورده گویند (شکل ۱-۱۴).

شکل ۱-۱۴



شکل ۱-۱۳



در جدول شماره‌ی ۱-۲ تعدادی از انواع منشور با برخی جزئیات آن معرفی شده است.

جدول شماره‌ی ۱-۲- گونه‌هایی از اهرم‌ها

۳- هرم مخمس القاعده (قائم)	۲- هرم مربع القاعده (قائم)	۱- هرم مربع القاعده
۶- هرم مایل	۵- چهار وجهی منتظم (چهار مثلث متساوی الاضلاع)	۴- هرم مسدس القاعده (قائم)
۹- شبه هرم (پال‌ها در یک نقطه به هم می‌رسند.)	۸- شبه هرم	۷- هرم ناقص

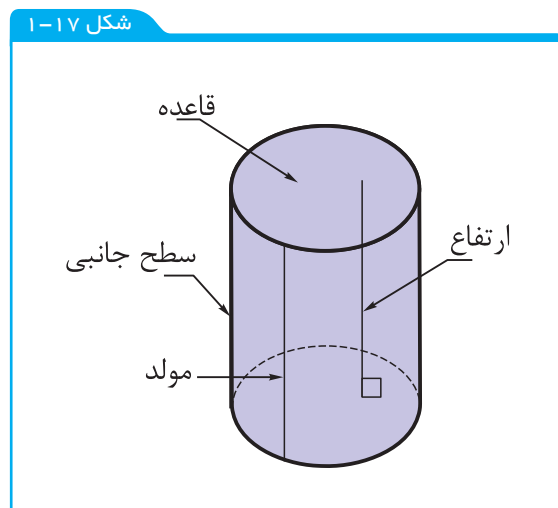
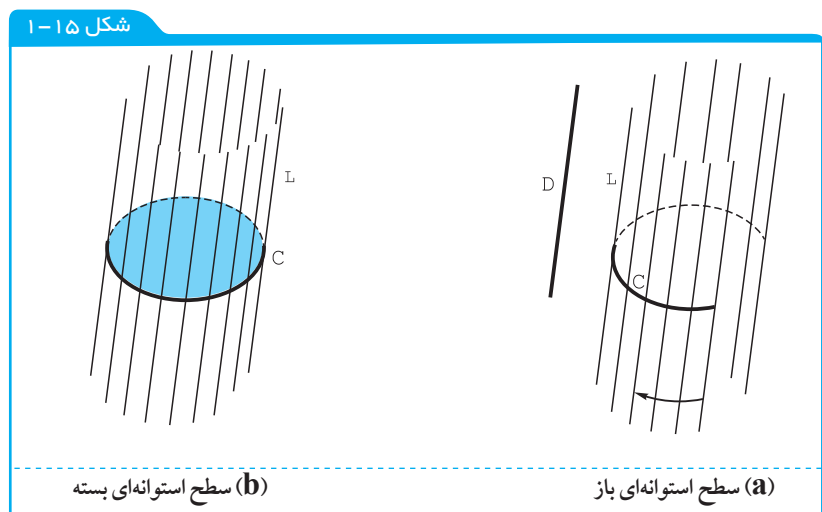
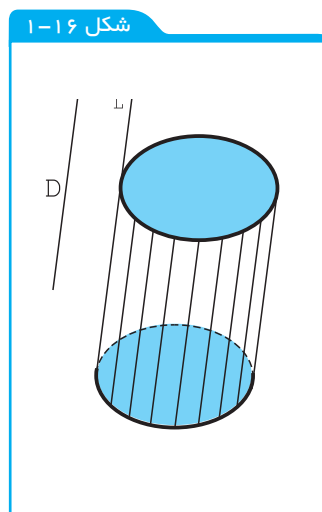
۱-۵- سطح استوانه ای

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 را هانما و D را راستای مولد می‌گویند (شکل ۱۵-۱).

۱-۵-۱- استوانه: اگر یک سطح استوانه‌ای را با دو صفحه‌ی موازی برش دهیم، بخش محدودی از آن به دست می‌آید که استوانه نام دارد.

پس بنابر تعریف، قسمتی از سطح استوانه‌ای محدود بین دو صفحه‌ی موازی را استوانه گویند (شکل ۱۶-۱).



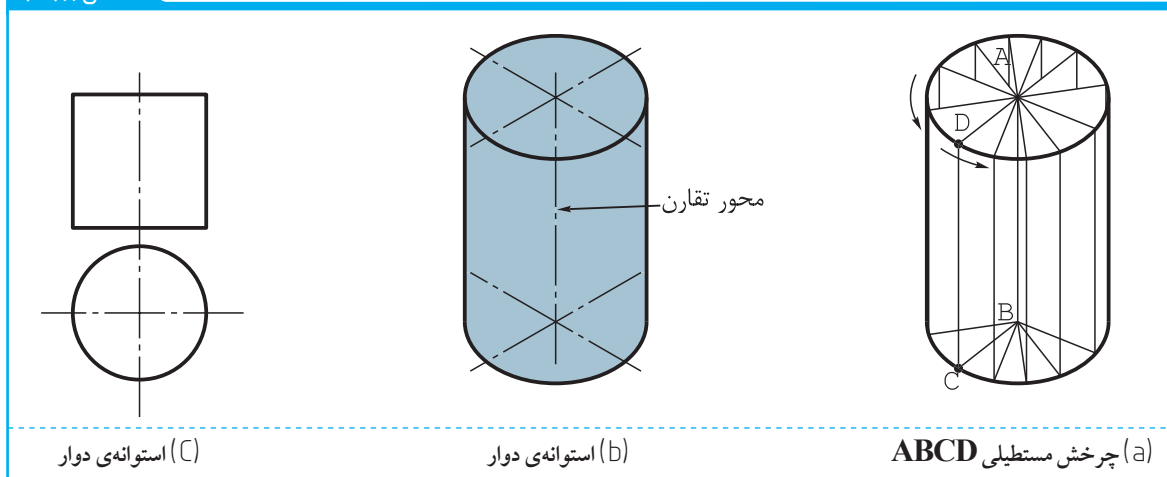
بنابراین، استوانه حجمی است با سطح جانبی دارای خم و دو قاعده‌ی موازی. در شکل ۱۷-۱، جزئیات یک استوانه دیده می‌شود.

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

توضیح مختصری در این زمینه لازم است.

۲-۵-۱- استوانه‌ی دوار: اگر یک مستطیل به دور یکی از اضلاع خود بچرخد، یک استوانه‌ی دوار به وجود می‌آید (شکل ۱۸-۱).

شکل ۱-۱۸



به این ترتیب یک استوانه‌ی دوار دارای دو قاعده‌ی دایره‌ای و مولدهای عمود بر قاعده‌هاست. این استوانه دارای یک محور دوران است. معمولاً منظور از استوانه، همان استوانه‌ی دوار خواهد بود که مهم‌ترین جسم صنعتی است.

توجه

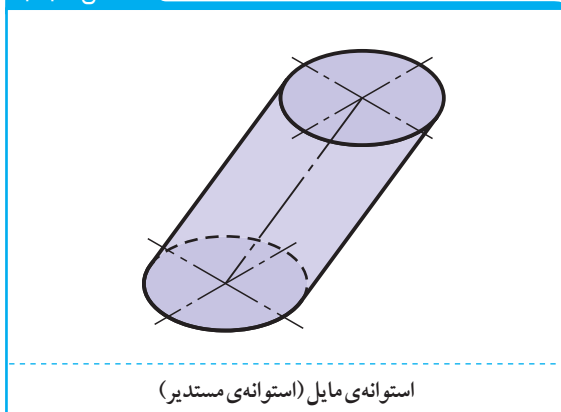
با نگاهی به تعریف ۵-۱ برای سطح استوانه‌ای کافی است منحنی C را یک دایره در نظر بگیریم که مولد L بر سطح آن عمود باشد.

۳-۵-۱- استوانه قائم: ممکن است قاعده‌ی استوانه شکلی غیر از دایره، مثلاً بیضی یا هر منحنی دیگر باشد، اما مولدها بر آن عمود باشند، در این صورت آن را استوانه‌ی قائم گویند (شکل ۱۹-۱).

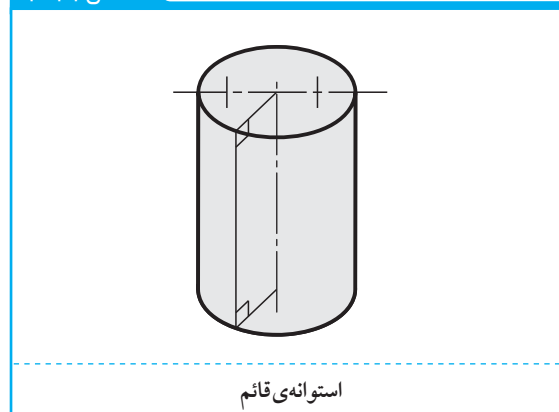
پس استوانه‌ی دوار هم، نوعی استوانه‌ی قائم خواهد بود.

۴-۵-۱- استوانه‌ی مایل: گونه‌ی دیگری از استوانه است. در این حالت مولدها بر قاعده عمود نیستند (شکل ۲۰-۱)، شکل قاعده هر چه می‌تواند باشد (مانند دایره).

شکل ۱-۲۰



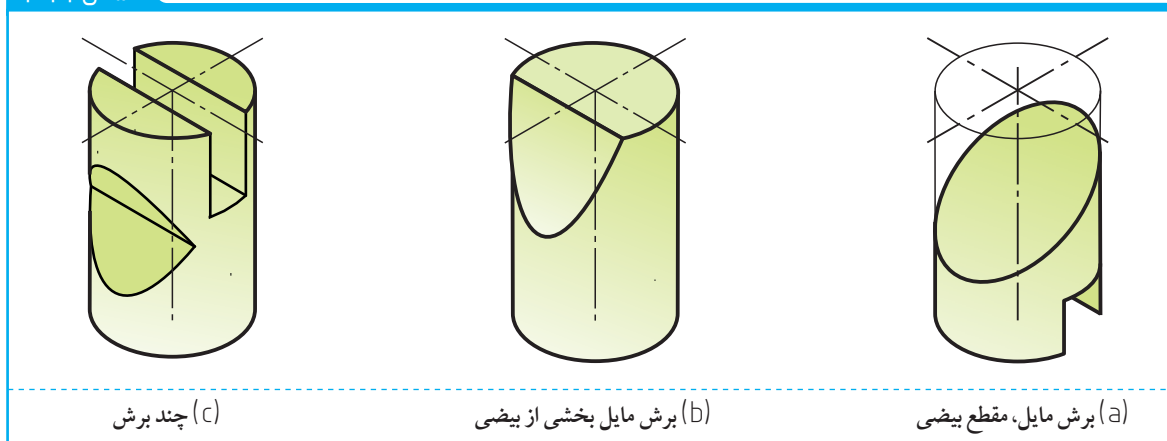
شکل ۱-۱۹



۱-۵-۵- استوانه‌ای بریده شده: اگر استوانه را به صورتی دلخواه برش دهیم، آن را برش خورده گویند. شکل

۱-۲۱ نمونه‌هایی را معرفی می‌کند.

شکل ۱-۲۱



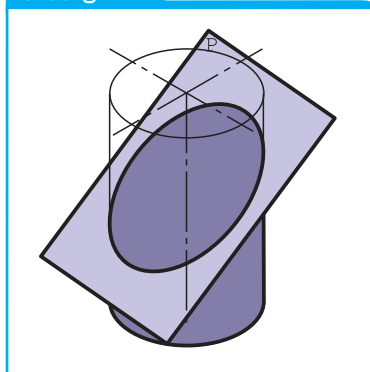
اینک به نمونه‌هایی از برش استوانه‌ای دوار دقت کنید:

الف) اگر استوانه را عمود بر محور آن برش دهیم، شکل حاصل یک دایره است (شکل ۱-۲۲).

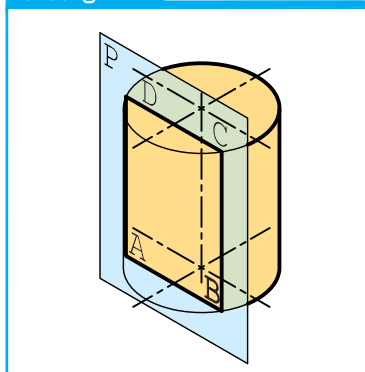
ب) اگر استوانه را موازی با محور آن برش دهیم، مقطع یک مستطیل است (شکل ۱-۲۳).

پ) اگر استوانه را به صورتی دلخواه ببریم، شکل حاصل یک بیضی خواهد بود (شکل ۱-۲۴).

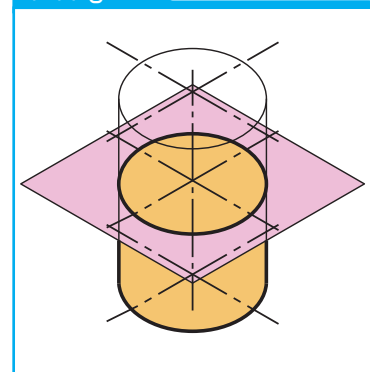
شکل ۱-۲۴



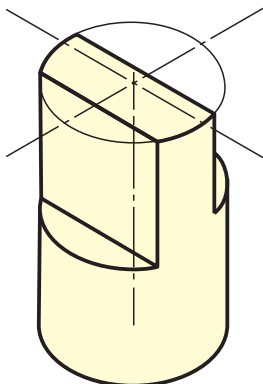
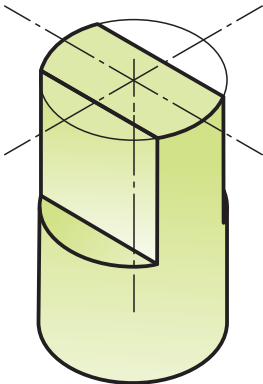
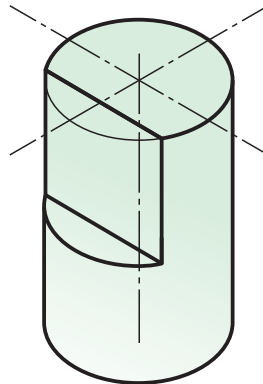
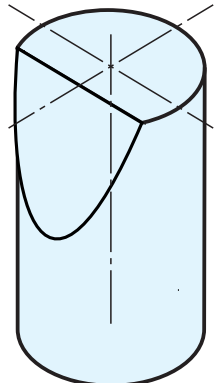
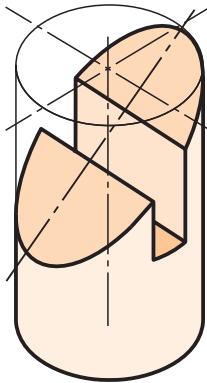
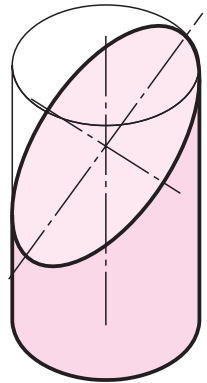
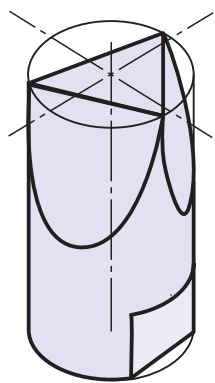
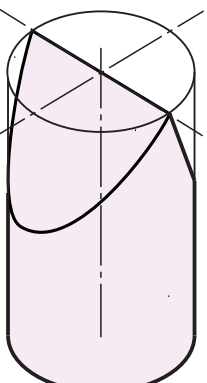
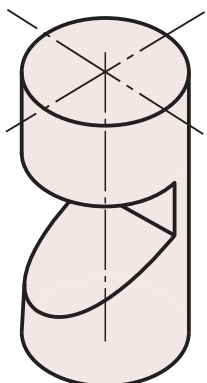
شکل ۱-۲۳



شکل ۱-۲۲



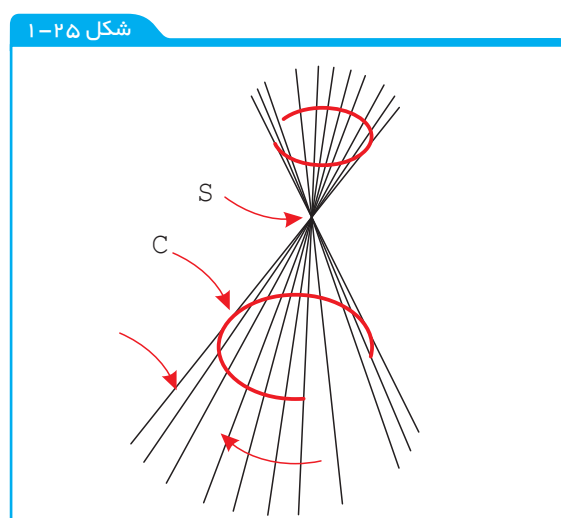
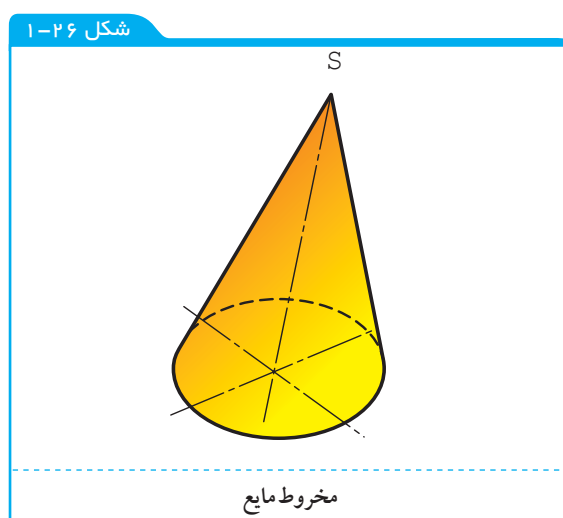
در جدول ۳-۱، نمونه‌هایی از برش استوانه دیده می‌شود.
جدول ۳-۱

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

٦-١- سطح مخروطی

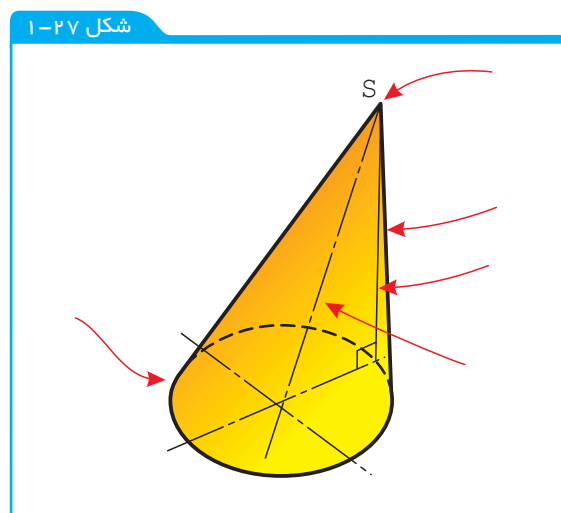
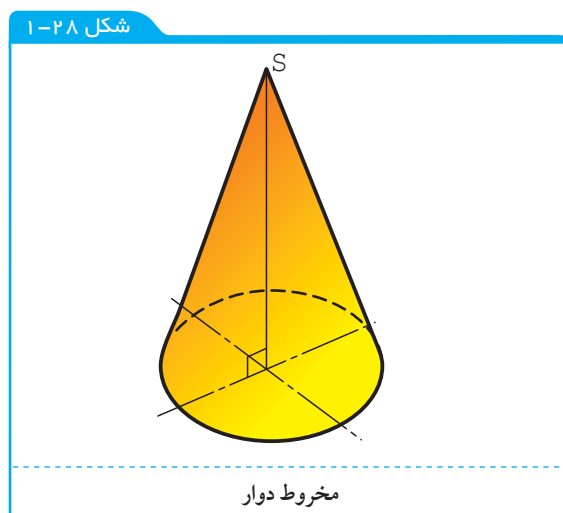
یک منحنی مانند یک دایره و یک نقطه مثل S را در نظر می‌گیریم. اگر خطی در فضا چنان حرکت کند که همواره از S بگذرد و بر منحنی تکیه داشته باشد سطحی دوشاخه به وجود می‌آید که به آن سطح مخروطی می‌گویند. خط به وجود آورنده‌ی سطح را مولد، دایره را راهنما و S را رأس گویند. روشن است که این سطح دارای یک خم (انحناء) خواهد بود (شکل ۲۵ - ۱).

۱-۶-۱- مخروط: قسمت محدودی از یک شاخه‌ی سطح مخروطی را مخروط گویند (شکل ۲۶-۱).



قسمت‌های مختلف مخروط روی شکل نام‌گذاری شده است (شکل ۲۷ - ۱).

۲-۶-۱- مخروط دوار: اگر قاعده‌ی مخروط دایره باشد و ارتفاع در مرکز دایره قرار گیرد مخروط را دوار گویند (شکل ۲۸-۱).



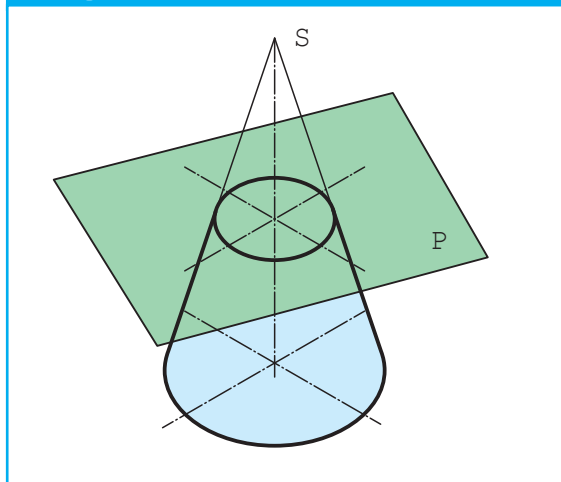
دید می‌شود که یک مخروط دوار می‌تواند از دوران یک مثلث راست گوشه‌ی ABC به دور یکی از اضلاع

زاویه‌ی قائمه به وجود آید (شکل ۲۹ - ۱).

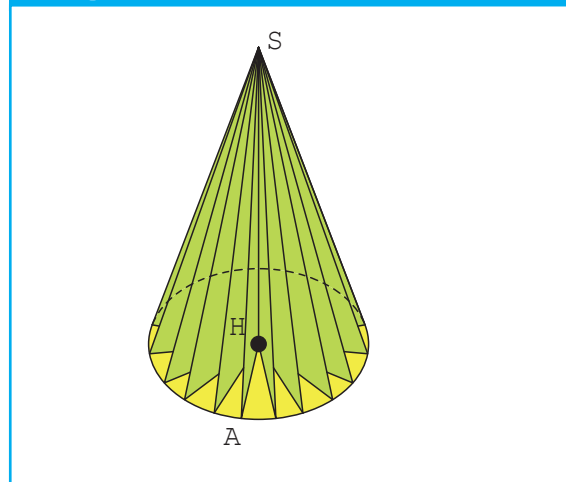
زمانی که تنها کلمه‌ی مخروط را به کار می‌بریم، منظور همان مخروط دوار است.

۳-۶-۱- مخروط ناقص: اگر یک مخروط دوار 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 ۳۰ - ۱).

شکل ۳۰-۱



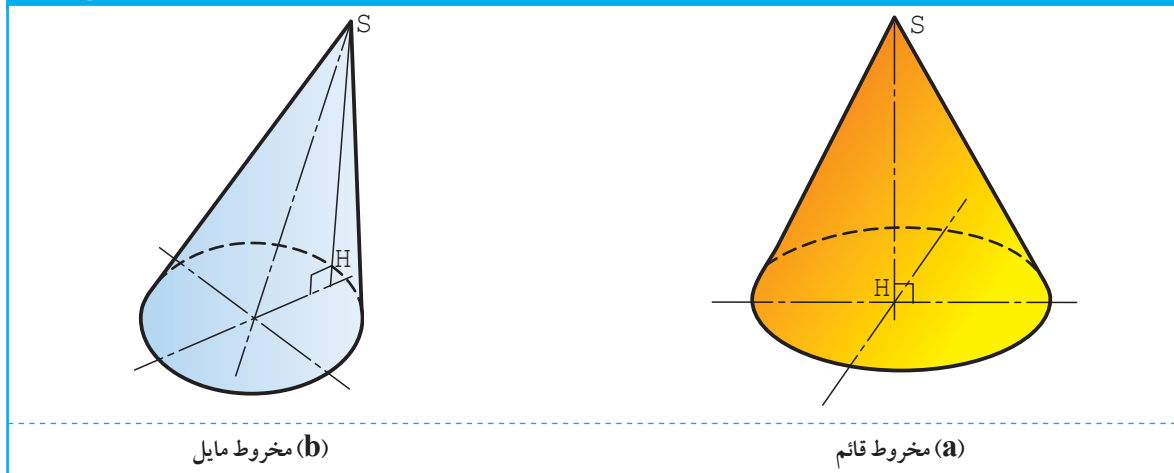
شکل ۲۹-۱



۴-۶-۱- سایر حالت‌ها: مخروط دوار در حقیقت نوعی مخروط قائم است.

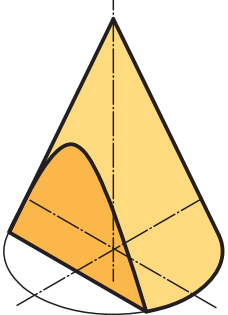
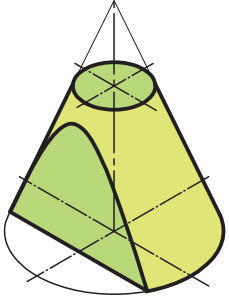
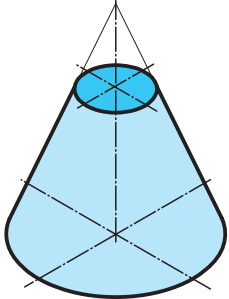
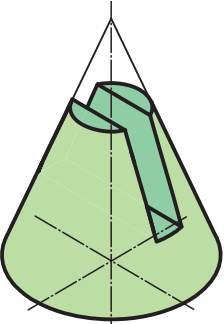
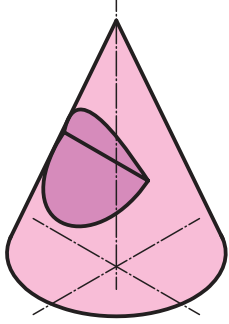
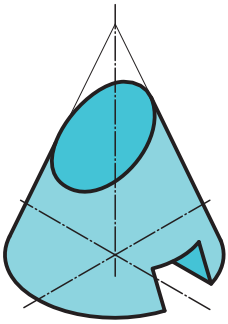
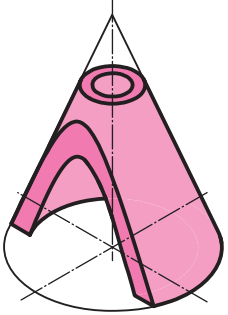
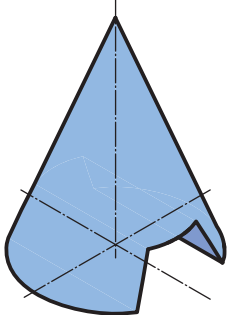
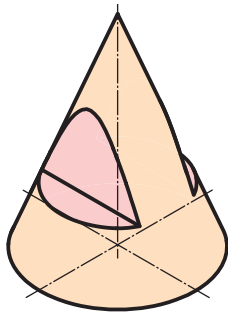
اما اگر قاعده‌ی مخروط شکلی مثل بیضی هم داشته باشد و ارتفاع آن در مرکز بیضی وارد شود، می‌توان آن را قائم نامید. اگر ارتفاع مخروط بر مرکز قاعده وارد نشود، آن را مخروط مایل گویند (شکل ۳۱ - ۱).

شکل ۳۱-۱



جدول شماره‌ی ۴ - ۱ نمونه‌هایی از برش روی مخروط را معرفی می‌کند.

جدول ۴-۱

 ۳- موازی با محور، جمعاً چهار برش	 ۲- مخروط بریده شده با دو صفحه (یکی عمود بر محور و یکی موازی با آن)	 ۱- مخروط صفحه‌ی موازی با قاعده
 ۶- مخروط با سه صفحه‌ی برش	 ۵- مخروط با دو برش	 ۴- مخروط با دو برش
 ۹- مخروط با داخل خالی هرمی مخروطی	 ۸- مخروط با سه صفحه‌ی برش	 ۷- مخروط با چهار صفحه‌ی برش

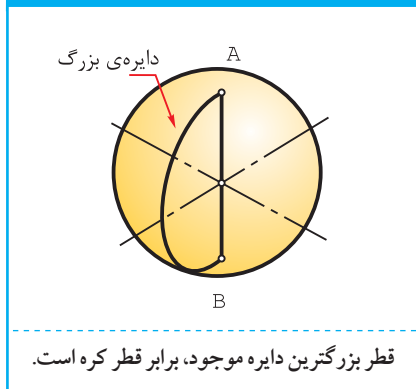
۷-۱- کره

- بنا بر تعریف، کره سطحی است دارای دو خم که از چرخش یک نیم‌دایره به دور قطر آن به وجود می‌آید^(۱)
(شکل ۳۲ - ۱).

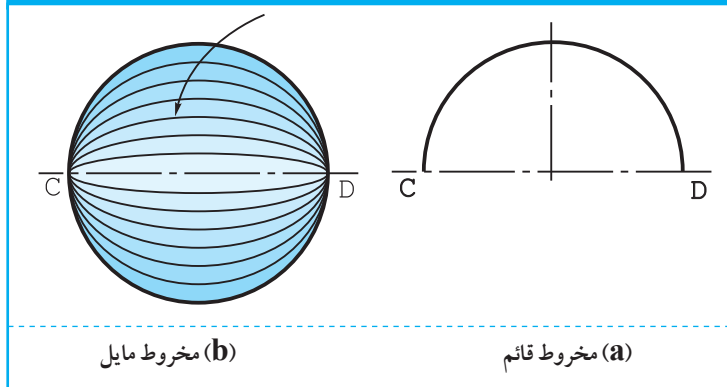
۱ - به صورتی دیگر می‌توان گفت، کره مکان هندسی نقاطی است از فضا که فاصله‌ی آن‌ها از یک نقطه‌ی معین، برابر باشد.

اگر دو نقطه‌ی A و B را دو قطب کره بنامیم، تعداد دایره‌های بزرگ موجود روی کره باید از دو قطب بگذرند، بی‌شمار است (شکل ۳۳ - ۱).

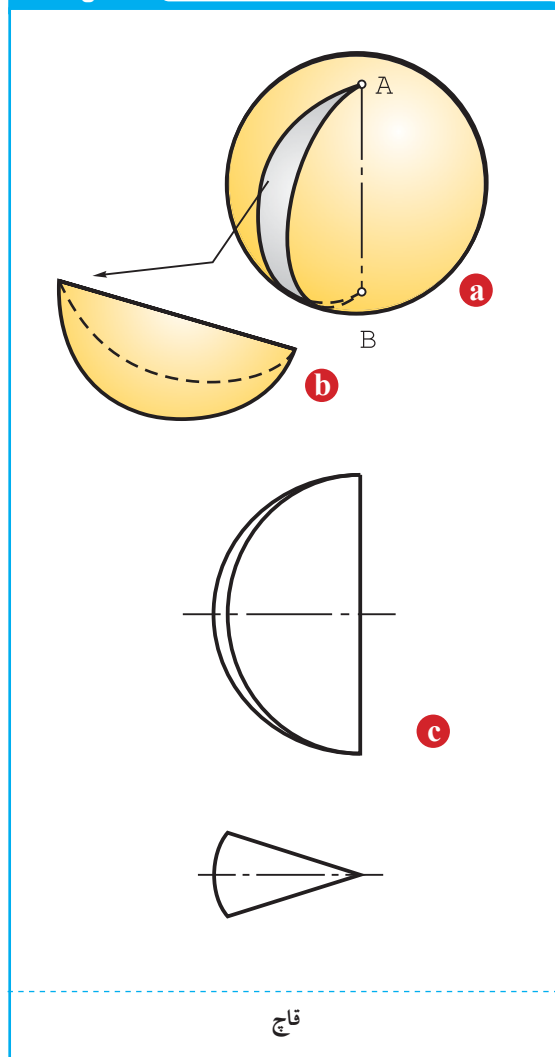
شکل ۳۳-۱



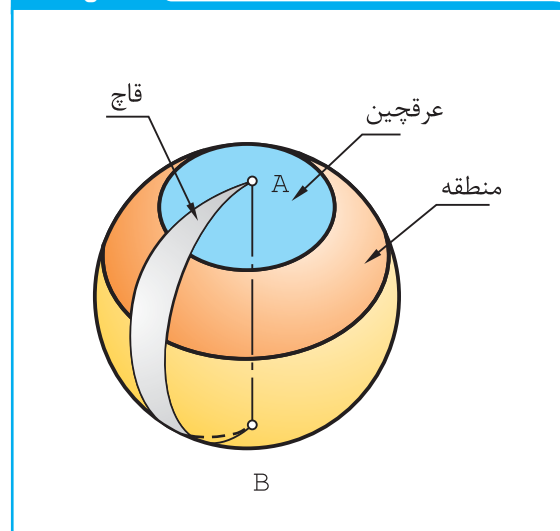
شکل ۳۲-۱



شکل ۳۵-۱



شکل ۳۴-۱



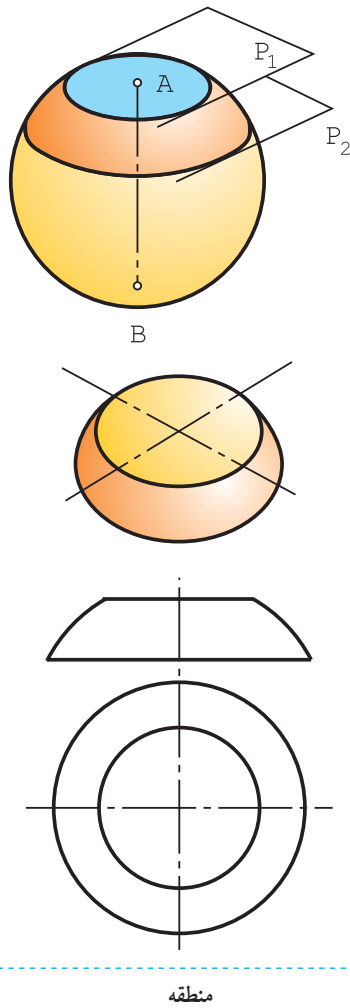
۱-۷-۱- اجزای کره: بخش‌های گوناگون یک کره، نام‌های ویژه خود را دارند که برخی از آن‌ها مانند قاج، عرقچین و منطقه مهم‌ترند (شکل ۳۴ - ۱).

۱-۷-۲- قاج: قسمت کوچک‌تری که میان دو صفحه‌ی گذرنده بر قطب‌های کره قرار می‌گیرد، قاج نامیده می‌شود (شکل ۳۵ - ۱).

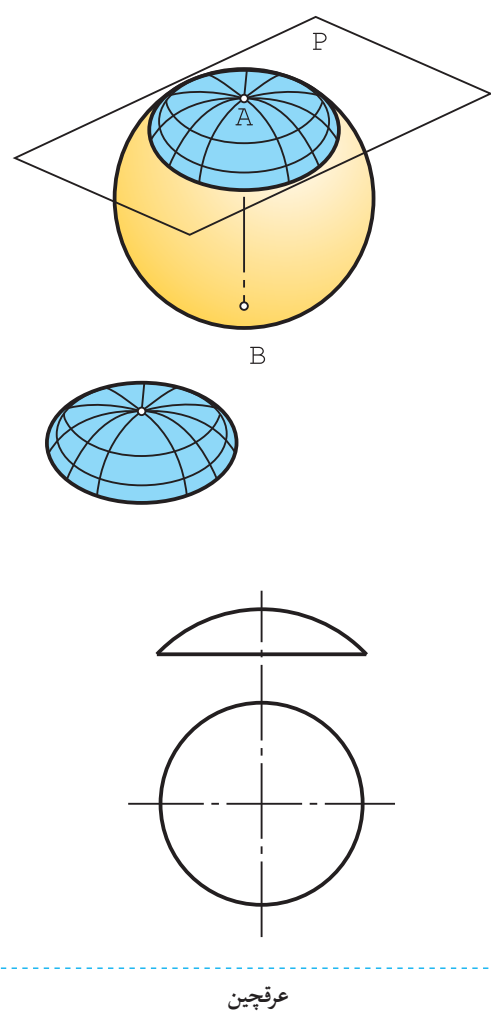
۱-۷-۳- عرقچین: اگر کره را با یک صفحه ببریم، قسمت کوچک‌تر را عرقچین گویند (شکل ۳۶ - ۱).

۱-۷-۴- منطقه: اگر کره را با دو صفحه‌ی

شکل ۳۷-۱



شکل ۳۶-۱



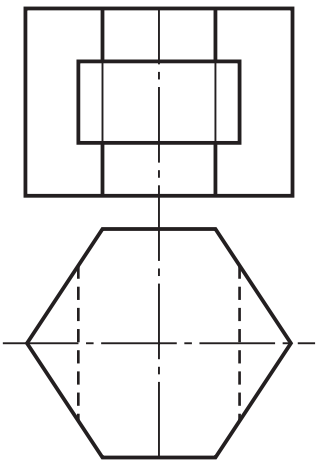
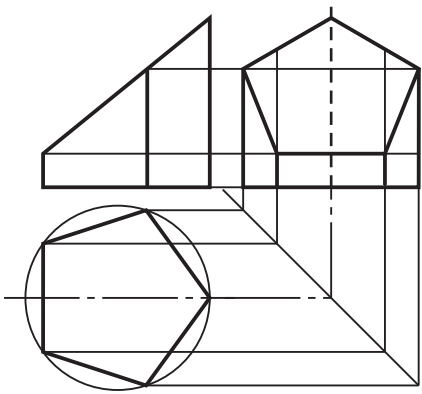
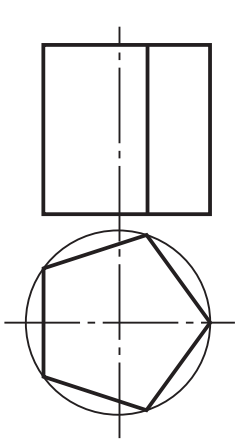
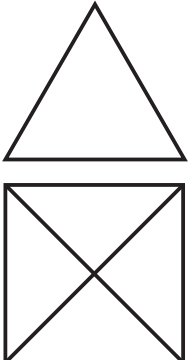
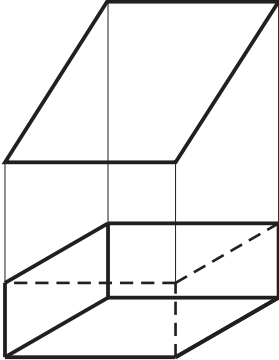
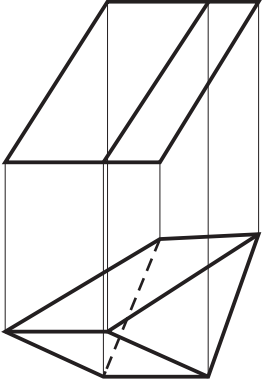
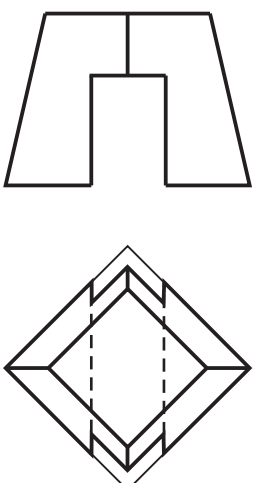
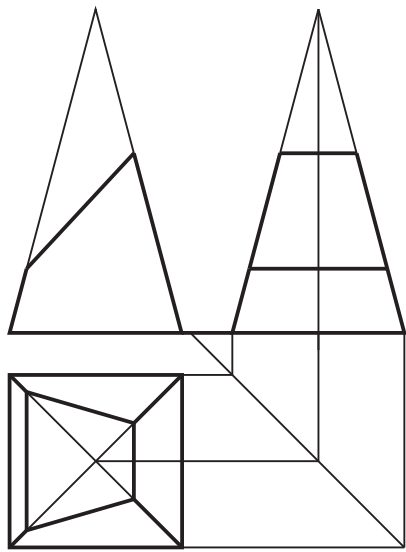
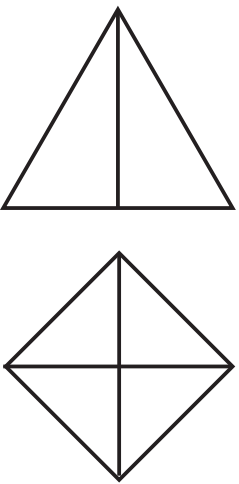
موازی برش دهیم، آن چه که بین دو صفحه قرار داد، منطقه نامیده می شود (شکل ۳۷ - ۱).

در جدول شماره‌ی ۵ - ۱، نماهای گوناگونی از احجام با سطوح تخت داده شده است. آن‌ها باید با دقت بررسی شوند.

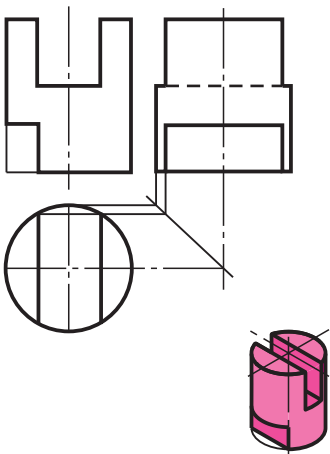
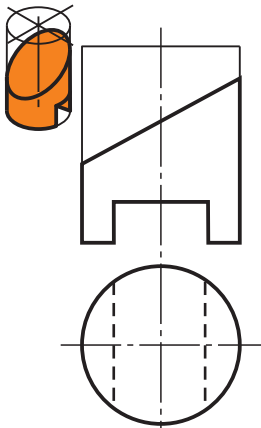
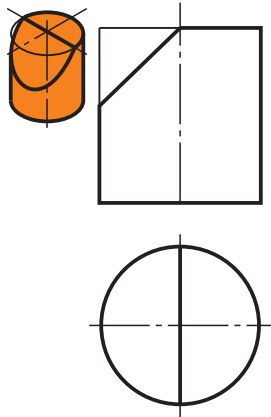
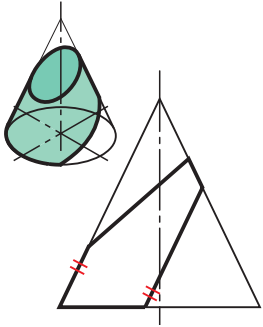
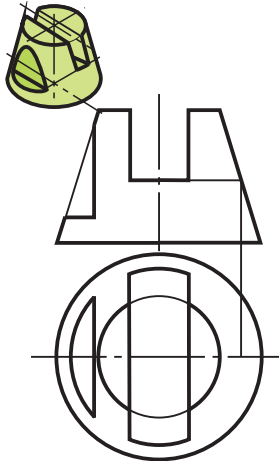
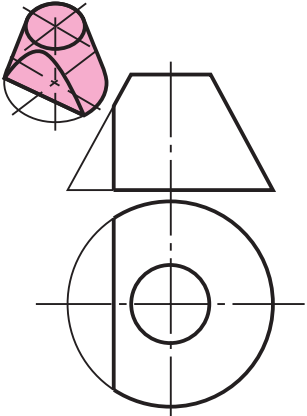
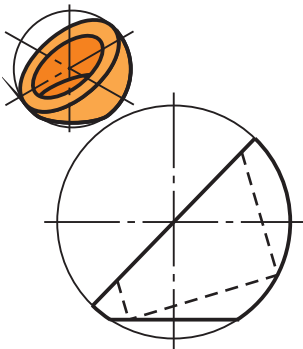
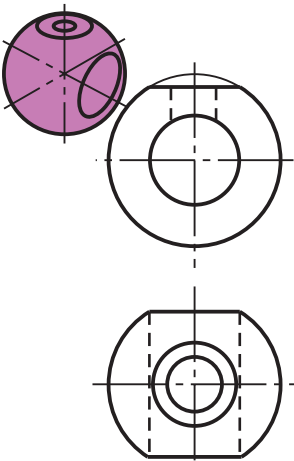
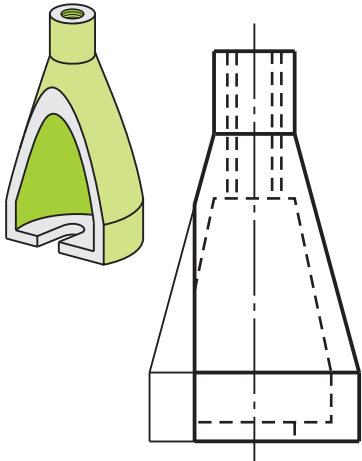
در جدول شماره‌ی ۶ - ۱، نماهای گوناگونی از احجام با سطوح خمیده داده شده که دقت بیشتر در آنها لازم

است.

جدول ۱-۵

 ۳- منشور با قاعده شش ضلعی بریده شده	 ۲- منشور بریده شده	 ۱- منشور با قاعده پنج ضلعی منظم
 ۶- هرم با قاعده‌ی مربع	 ۵- متوازی السطوح	 ۴- منشور مایل
 ۹- هرم بریده شده	 ۸- هرم بریده شده	 ۷- هرم با قاعده‌ی مربع

جدول ۱-۶

 ۳- استوانه و مستطیل	 ۲- استوانه و بیضی و مستطیل	 ۱- استوانه و بیضی
 ۶- مخروط، بیضی، سهمی	 ۵- مخروط، دایره، هذلولی	 ۴- مخروط، دایره، هذلولی
 ۹- کره، دایره، بیضی	 ۸- کره، دایره	 ۷- مخروط، هذلولی، دایره

- ۱- سازه‌های پیرامون ما، بیش تر از شکل‌های منظم هندسی ساخته شده‌اند.
- ۲- برای احجام معین، محاسبات و ساخت به سادگی انجام می‌شود.
- ۳- احجام مهم هندسی با وجود کمی تنوع، کاربردهای بی‌شمار دارند.
- ۴- شناخت ویژگی‌های احجام مهم برای سازنده یک امر اساسی است.
- ۵- جسم بخشی از فضا است که با چند صفحه محدود می‌شود.
- ۶- احجام را به دو دسته‌ی بزرگ با سطوح تخت و با سطوح منحنی تقسیم می‌کنند.
- ۷- 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.
- ۸- بخش محدودی از سطح منشوری را منشور گویند.
- ۹- اگر یال‌ها بر قاعده‌ی منشور عمود باشند آن را قائم و در غیر این صورت آن را مایل نامند.
- ۱۰- 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.
- ۱۱- اگر خط راست M چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک منحنی متکی و با یک خط راهنما موازی باشد سطح استوانه‌ای به وجود می‌آید که به قسمت محدودی از آن استوانه می‌گویند. M را مولد استوانه نامند.
- ۱۲- استوانه مهم‌ترین حجم صنعتی است که کاربرد آن بی‌شمار است استوانه ساده‌ترین سطح قابل ساخت است.
- ۱۳- اگر منحنی راهنمای سطح استوانه‌ای، دایره و مولد M بر آن عمود باشد استوانه دوار است، یعنی مهم‌ترین سطح صنعتی.
- ۱۴- یک استوانه‌ی دوار را می‌توان با صفحه به گونه‌ای برید که یک مستطیل، یک دایره یا یک بیضی به دست آید.
- ۱۵- اگر یک خط راست چنان در فضا حرکت کند که همواره از یک نقطه‌ی ثابت بگذرد و بر یک منحنی تخت متکی باشد، سطح مخروطی به وجود می‌آید.
- ۱۶- بخش محدودی از سطح مخروطی را مخروط گویند.
- ۱۷- مخروط دوار از چرخش یک مثلث قائم‌الزاویه به دور یکی از اضلاع آن به دست می‌آید.
- ۱۸- کره از چرخش یک نیم‌دایره به دور قطر خود به دست می‌آید.

توجه

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

ارزشیابی نظری

- ۱- چه مواردی از طبیعت را می‌شناسید که به طور تقریبی با احجام معروف هندسی مطابقت دارند؟
- ۲- چرا صنعت‌گران در ساخت تولیدات خود، از احجام ساده‌ی هندسی بیشتر استفاده می‌کنند؟ می‌توانید چند مورد را نمونه بیاورید؟
- ۳- دلیل استفاده‌ی بیشتر از احجام شناخته شده چیست؟
- ۴- آگاهی طراح و سازنده از شکل‌های مهم هندسی و ویژگی‌های آن‌ها چه مزایایی دارد؟
- ۵- جسم را به طور دقیق تعریف کنید.
- ۶- تقسیم‌بندی احجام هندسی چگونه است؟
- ۷- سطح منشوری را تعریف کنید. مشخصات منشور قائم چیست؟
- ۸- سطح هرمی را تعریف کنید. مشخصات یک هرم چیست؟
- ۹- سطح استوانه‌ای را تعریف کنید. مشخصات استوانه‌ی دو‌ار چیست؟
- ۱۰- استوانه‌ی مایل چگونه حجمی است؟ آیا قاعده‌ی استوانه‌ی مایل می‌تواند دایره باشد؟
- ۱۱- استوانه‌ی دو‌ار، مایل و قائم را دقیقاً معرفی کنید.
- ۱۲- مقاطع استوانه را با صفحه معرفی کنید.
- ۱۳- سطح مخروطی را تعریف کنید. مخروط چگونه حجمی است؟
- ۱۴- یک مخروط دو‌ار به چه روش‌هایی به وجود می‌آید؟
- ۱۵- مخروط ناقص چیست؟ چگونه به وجود می‌آید؟
- ۱۶- اجزای منشور، هرم، استوانه و مخروط را نام ببرید.
- ۱۷- کره را تعریف کنید و بخش‌های مهم آن را معرفی کنید.
- ۱۸- قاج، عرق‌چین و منطقه چه ویژگی‌هایی دارند؟

ارزشیابی عملی

- ۱- یک منشور با قاعده‌ی شش ضلعی منتظم به ضلع ۲۳ و ارتفاع ۶۸ را در سه نما رسم کنید.
- ۲- هرمی با قاعده‌ی مربع به بلندی ۶۸ را در دو نما رسم کنید. ضلع مربع ۳۶ است.
- ۳- هرم بالا را دوباره رسم کنید، به گونه‌ای که ۳۵ میلی‌متر از بالای آن بریده شده باشد.
- ۴- استوانه‌ای دو‌ار به قطر ۴۴ و ارتفاع ۶۰ را رسم کنید. این استوانه را با صفحه‌ای موازی محور ببرید.

فاصله از محور ۱۰ باشد.

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

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

تحقیق کنید

۱- آیا می‌توانید بدون محاسبه بگویید که حجم یک استوانه به قطر قاعده‌ی ۴۰۰ و ارتفاع ۶۰۰

چند برابر حجم یک مخروط به قطر قاعده‌ی ۲۰۰ و ارتفاع ۳۰۰ است؟

۲- آیا می‌توان گفت حجم دو مخروط دوار و مایل با قاعده و ارتفاع مساوی برابر است؟ سطح

جانبی آن‌ها چگونه است؟

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

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

قضایای مهم هندسی

فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند

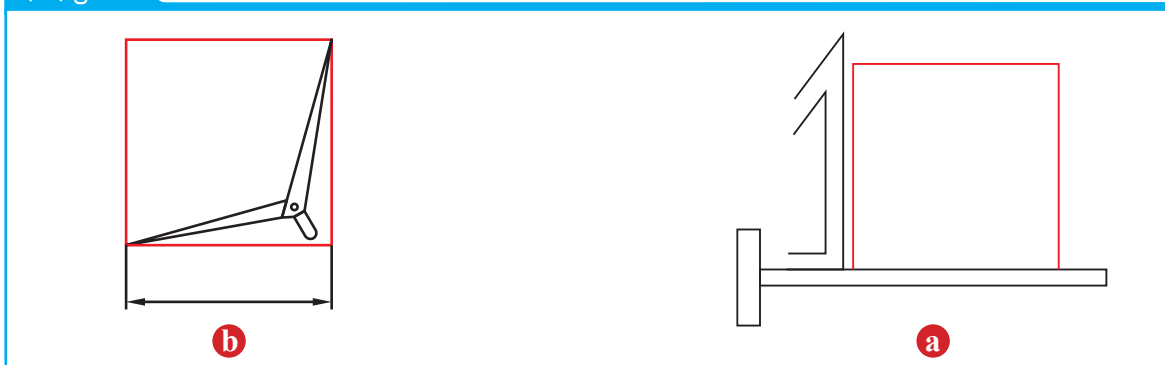
- ۱ ترسیم‌های مفید هندسی را نام ببرد.
- ۲ کاربرد این ترسیم‌ها را در نقشه شرح دهد.
- ۳ این ترسیم‌ها را در نقشه به کار برد.

۲-۱- ترسیم‌های هندسی

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

شکل ۲-۱

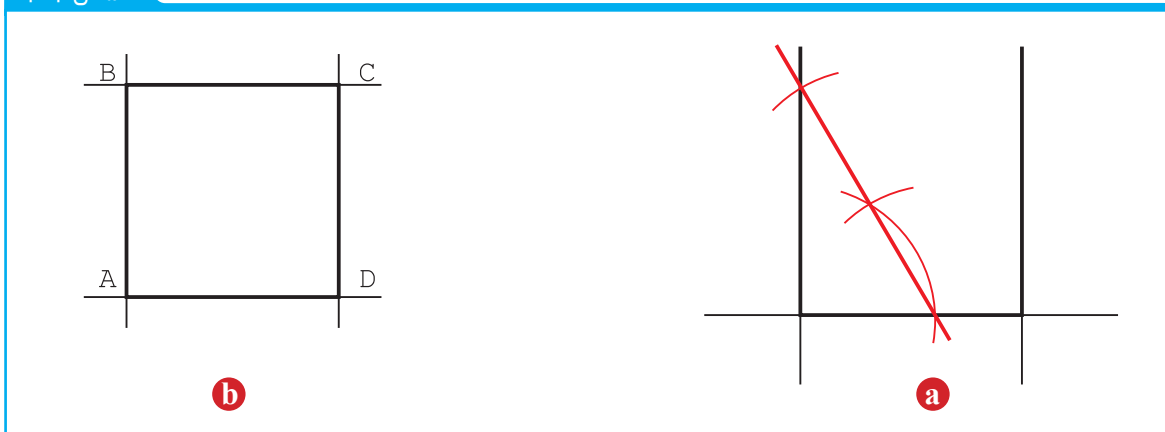


دلیل آن احتمالاً دقیق نبودن زاویه‌ی ۹۰ درجه در گونیاست. اکنون دوباره همین مربع را به روش ترسیم هندسی انجام دهید.

روش کار:

- پاره خطی به طول ۱۰۰ رسم کنید.
- بر هر یک از دو سر آن خطی عمود کنید (به روش گفته شده در رسم فنی عمومی)
- مربع را تکمیل کنید (شکل ۲-۲).

شکل ۲-۲



۱- 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.

۲-۲- تقسیم پاره خط

پاره خط AB را به n قسمت مساوی تقسیم کنید.^(۱)

۱- تعداد تقسیم را ۵ در نظر می‌گیریم.

۲- ابتدا از A خطی دلخواه رسم شد (شکل ۳-۲).

شکل ۳-۲



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

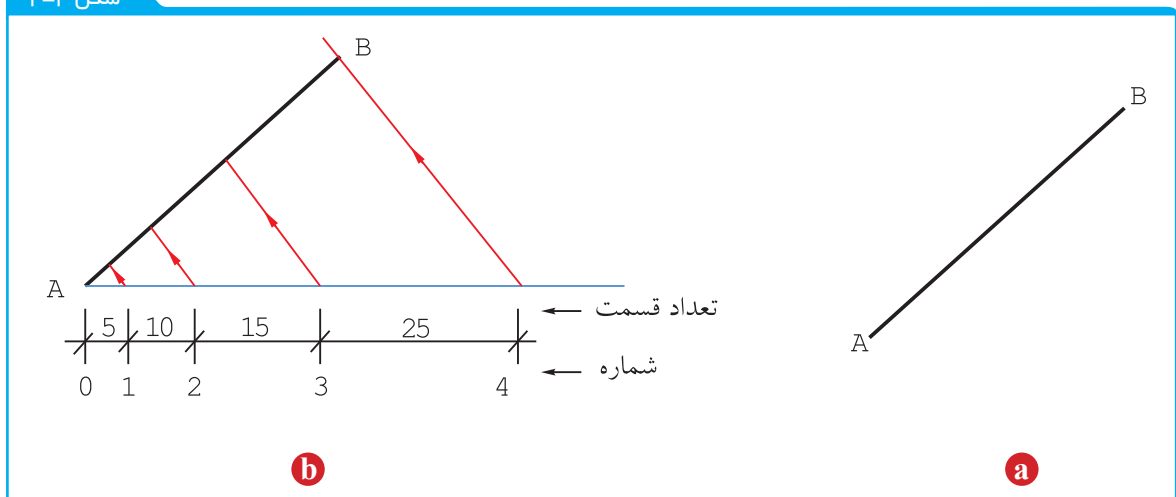
۲- از ۵ به B وصل شد.

۳- از نقطه‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ خط‌هایی موازی با AB کشیده شد.^(۲)

۲- پاره خط AB را به نسبت‌های ۱، ۲، ۳ و ۵ تقسیم کنید (شکل ۴-۲).

۳- از A خط دلخواهی رسم شد.

شکل ۴-۲



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

۱- این کار بر اساس قضیه‌ی تالس انجام می‌شود.

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

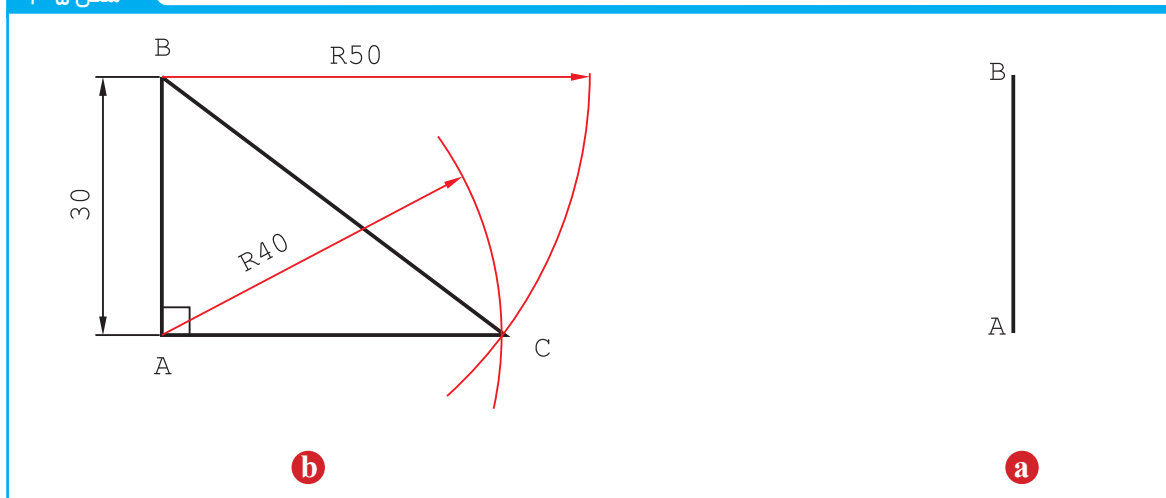
- از A به B وصل شد.
- از ۱ و ۲ و ۳ موازی با $\overline{EB}$ خط رسم شد.

۲-۳- رسم قائمه

می‌خواهیم یک زاویه‌ی 90° درجه‌ی دقیق روی ورق فلزی رسم کنیم. برای این کار می‌توان مثلی با سه ضلع به نسبت‌های ۳ و ۴ و ۵ ساخت که یک مثلث راست گوشه‌ی 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 ۵-۲).

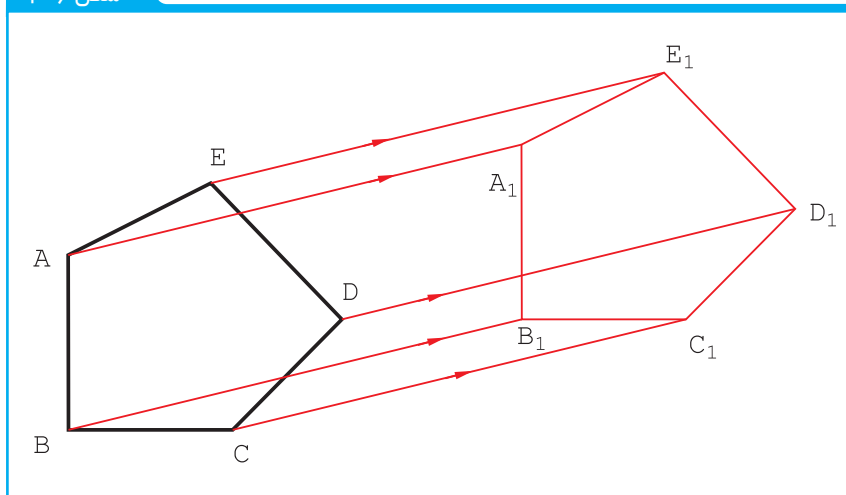
شکل ۵-۲



- به شعاع ۴۰ از A و به شعاع ۵۰، از B کمان می‌زنیم.
- اگر A را به C وصل کنیم، زاویه‌ی A برابر 90° درجه و با دقت زیاد خواهد بود.^(۳)

۲-۴- انتقال

شکل ۶-۲



می‌توان شکلی معین را در صفحه، با حرکت مستقیم یا چرخاندن به هر جای دیگر منتقل کرده‌گونه‌ای که تغییری نکند. چند ضلعی $ABCDE$ را در نظر می‌گیریم. اگر همه‌ی نقاط آن را در یک جهت معین و با اندازه‌ای مساوی انتقال دهیم به یک چند ضلعی

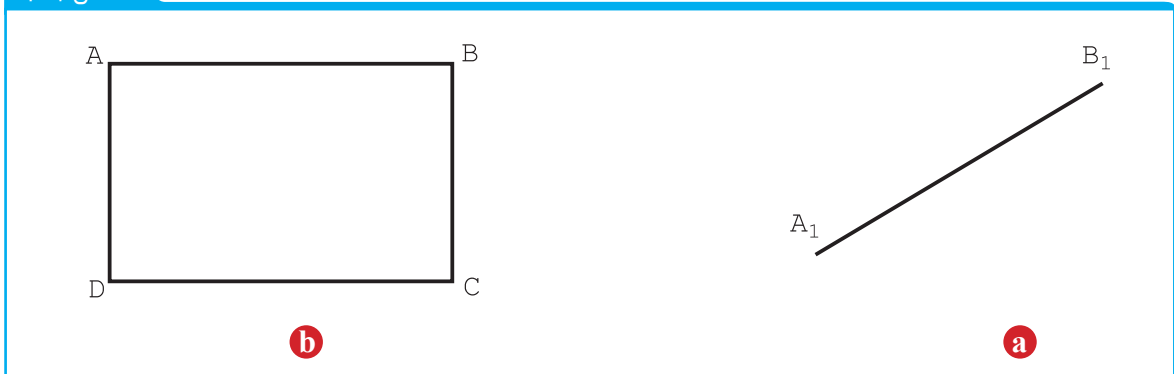
- ۱- این یک مسئله‌ی اساسی برای رسم زاویه‌های 90° درجه‌ی دقیق روی ورق یا جای دیگر است.
- ۲- می‌توان هر سه عدد ۳ و ۴ و ۵ را در یک عدد ضرب کرد که در این نمونه آن‌ها در ۱۰ ضرب شدند.
- ۳- این مسئله می‌تواند مبنای ترسیم شکل‌هایی مانند مربع و مستطیل روی ورق باشد.

مساوی با آن می‌رسیم (شکل ۶-۲).

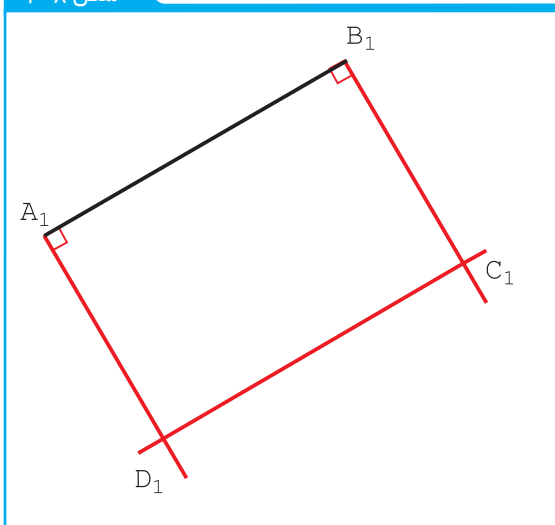
پس $A_1B_1C_1D_1E_1 = ABCDE$. اگر $ABCDE$ را به دور یک نقطه‌ی معین هم بچرخانیم، باز به همین نتیجه می‌رسیم. به این ترتیب اگر تنها دو نقطه از شکل جدید مانند A_1 و B_1 داشته باشیم، می‌توانیم بقیه‌ی شکل را کامل کنیم.

۱- ضلع AB از مستطیل $ABCD$ ، پس از یک انتقال، مطابق شکل ۷a-۲ و به صورت A_1B_1 است. شکل را کامل کنید.

شکل ۷-۲



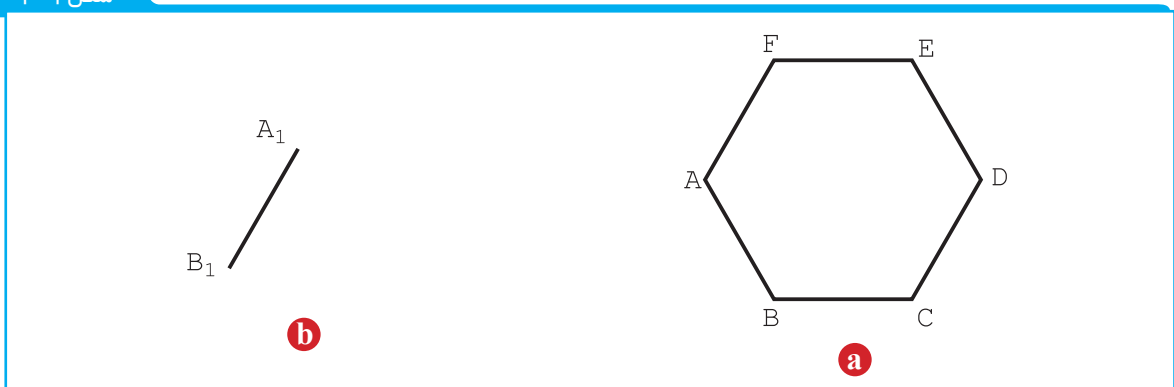
شکل ۸-۲



ساده‌ترین کار آن است که دو عمود در A_1 و B_1 بر خط A_1B_1 وارد و روی آن‌ها را به اندازه‌ی d جدا کنیم. آن‌گاه شکل را کامل نماییم (شکل ۸-۲).

۲- ضلع A_1B_1 از یک شش ضلعی منتظم را، پس از انتقال، مشخص و شکل را کامل کنید؟ (شکل ۹-۲)

شکل ۹-۲

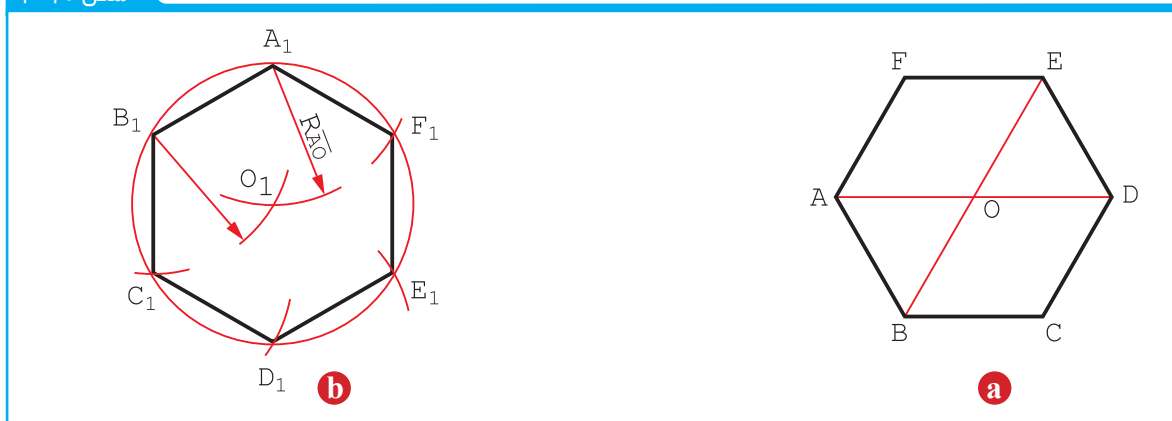


این کار به صورت‌های گوناگون ممکن است. برای نمونه:

- در شکل اصلی، F به C و E وصل شود.

- O مرکز دایره‌ی محیطی مشخص شود (شکل a ۱۰-۲).

شکل ۱۰-۲



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

- با زدن دایره به مرکز O_1 و شعاع O_1A_1 ، شش ضلعی ساخته می‌شود.^(۱)

۳- از شکل $ABCDEF$ ، انتقال یافته‌ی $\overline{BC}$ به صورت B_1C_1 در دست است. شکل را کامل کنید (شکل

۱۱-۲).

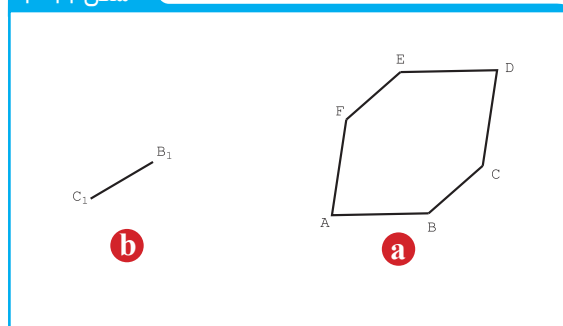
- می‌توان D را به A و C را به E و B را به F وصل کرد.

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

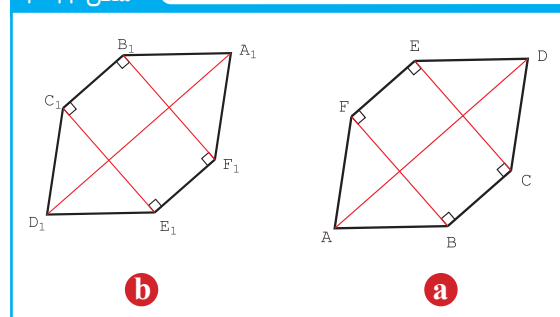
- دو خط بر B_1C_1 در نقطه‌های B_1 و C_1 عمود می‌شود.

- اندازه‌ها با پرگار تقسیم منتقل خواهد شد (شکل ۱۲-۲).

شکل ۱۱-۲



شکل ۱۲-۲



۴- از یک پنج‌ضلعی غیر منتظم $ABCDE$ جای جدید ضلع D_1C_1 مشخص شده است.

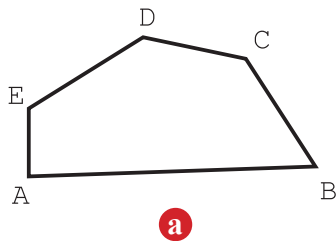
شکل را کامل کنید (شکل ۱۳-۲).

روش کلی برای حل این گونه مسائل، روش مثلث‌بندی است. پس اولین کار تجزیه‌ی $ABCDE$

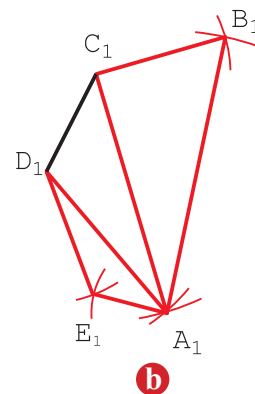
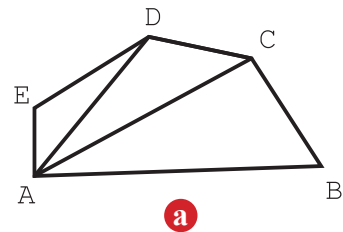
به چند مثلث است (شکل ۱۴-۲).

۱- به جهت گردش شکل هم توجه داشته باشید.

شکل ۱۳-۲



شکل ۱۴-۲



- دهانه‌ی پرگار تقسیم را به اندازه‌ی $\overline{DA}$ باز می‌کنیم و به مرکز D_1 کمان می‌زنیم.
- با اندازه‌ی $\overline{AC}$ و به مرکز C_1 کمان می‌زنیم، A_1 به دست می‌آید.
- با اندازه‌ی $\overline{CB}$ یک کمان به مرکز C_1 و به اندازه‌ی $\overline{AB}$ کمانی به مرکز A_1 می‌زنیم، B_1 مشخص می‌شود.
- به مرکز D_1 و با شعاع $\overline{DE}$ و به مرکز A_1 و به شعاع $\overline{AE}$ هم کمان زدیم تا E_1 مشخص شد.

- ۱- به کمک ترسیمات هندسی می‌توان شکل‌های دقیق رسم کرد. (مثلاً برای ساخت).
- ۲- می‌توان زاویه‌ی 90° درجه را با استفاده از مثلث قائم الزاویه‌ای با سه ضلع به اندازه‌های ۳ و ۴ و ۵ ساخت.
- ۳- می‌توان یک شکل را بدون تغییر به هر جای صفحه منتقل کرد.

ارزشیابی نظری

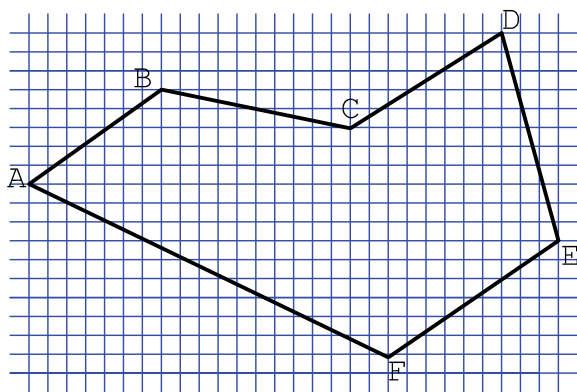
- ۱- می‌خواهیم یک مستطیل دقیق با طول و عرض معین بسازیم. روش کار چیست؟
- ۲- دقت یک قاب مربع شکل ساخته شده را چگونه تعیین کنیم؟
- ۳- یک چهارچوب برای در ساخته شده است. دقت آن چگونه بررسی می‌شود؟
- ۴- چگونگی تقسیم یک پاره‌خط به نسبت‌های ۲ و ۵ و ۷ را با رسم شکل شرح دهید.
- ۵- می‌خواهیم یک شکل را به جای دیگر منتقل کنیم. اصول کار را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۶- باید روی یک ورق فلزی، زاویه‌ای 90° درجه رسم شود. روش کار چیست؟

ارزشیابی عملی

- ۱- پاره خطی به طول ۸۳ را به ۵ قسمت مساوی تقسیم کنید.
- ۲- پاره خط ۹۷ میلی متری را به نسبت‌های ۱ و ۲ و ۳ بخش کنید.
- ۳- پس از رسم یک زاویه ی ۹۰ درجه ی دقیق، آن را به ۶ قسمت مساوی تقسیم کنید.
- ۴- یک دکل فولادی با ۶ کابل نگهداری شده است. فاصله ی سه کابل بلند از پای دکل ۴۰ متر و فاصله ی 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 اندازه گیری به دست آید.

- ۵- ابتدا پنج ضلعی $ABCDE$ را در دایره ای به قطر ۶۸ بسازید ($\overline{AB}$ افقی باشد).
- آن گاه در فاصله ای مناسب، $\overline{A_1B_1}$ را با زاویه ی ۶۰ درجه نسبت به $\overline{AB}$ رسم و ۵ ضلعی را منتقل کنید.
- ۶- در شکل ۲-۱۵ چند ضلعی $ABCDEF$ داده شده است. $\overline{A_1B_1}$ معلوم است، آن را منتقل کنید.



A_1 _____ B_1

a

شکل ۲-۱۵

هندسه ترسیمی

- ۱ هندسه‌ی ترسیمی را تعریف کند.
- ۲ کاربردهای هندسه‌ی ترسیمی را شرح دهد.
- ۳ صفحه‌های تصویر را معرفی کند.
- ۴ تصویرهای نقطه را تعیین کند.
- ۵ نماهای انواع خط را رسم کند.
- ۶ اندازه‌ی واقعی خط را تعیین کند.
- ۷ اندازه‌ی واقعی صفحه را تعیین کند.

۳-۱- هندسه‌ی ترسیمی

هندسه‌ی 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 هندسه‌ی ترسیمی است. البته ما تاکنون بیشتر به رسم تصویر از اجسام پرداخته‌ایم و راجع به اجزای به وجود آورنده‌ی آن‌ها، یعنی نقطه، خط و صفحه، بحثی نداشته‌ایم.

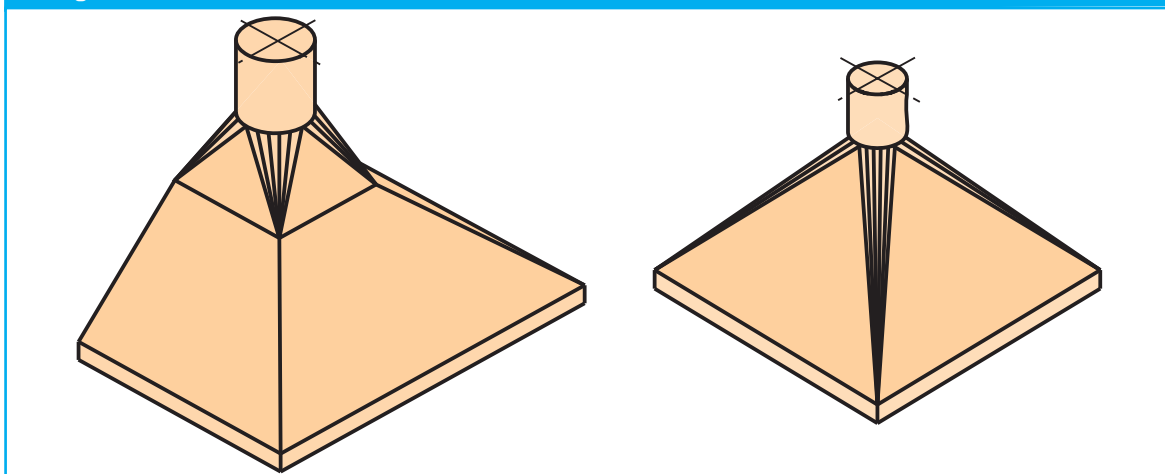
تجربه ثابت می‌کند که اگر ما با دقت به این جزئیات و ویژگی‌های آن‌ها توجه کنیم، قادر می‌شویم مسائل پیچیده‌تر را نیز حل کنیم. از طرف دیگر حل برخی از مسائل بدون دانستن اطلاعات اضافی ممکن نیست. به هر حال، به دو دلیل اصلی از پرداختن به هندسه‌ی ترسیمی ناگزیر هستیم:

۱- تعیین اندازه‌های واقعی اجزای یک قطعه برای ساخت آن؛

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

در شکل ۱-۳ یک هواکش (یا دودکش) دیده می‌شود.

شکل ۱-۳



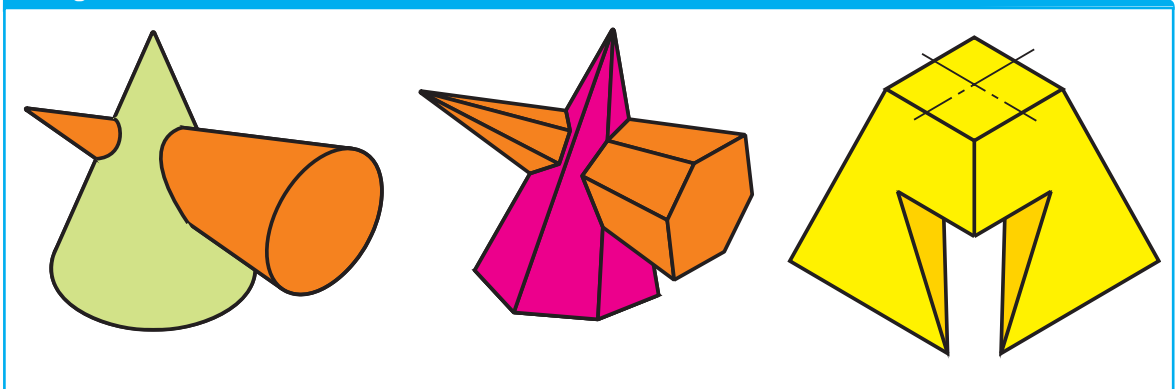
این هواکش با توجه به نقشه‌ی ساده‌ی آن به هیچ وجه قابل ساخت نیست. افزون بر آن که ترسیم نقشه‌ی آن هم مشکلاتی را به همراه خواهد داشت.

۳-۱-۱- تعریف: هندسه‌ی ترسیمی مجموعه‌ی روش‌هایی است که به کمک آن‌ها می‌توان اجسام سه بعدی را روی دو صفحه‌ی دو بعدی و با اندازه‌ی واقعی نمایش داد.

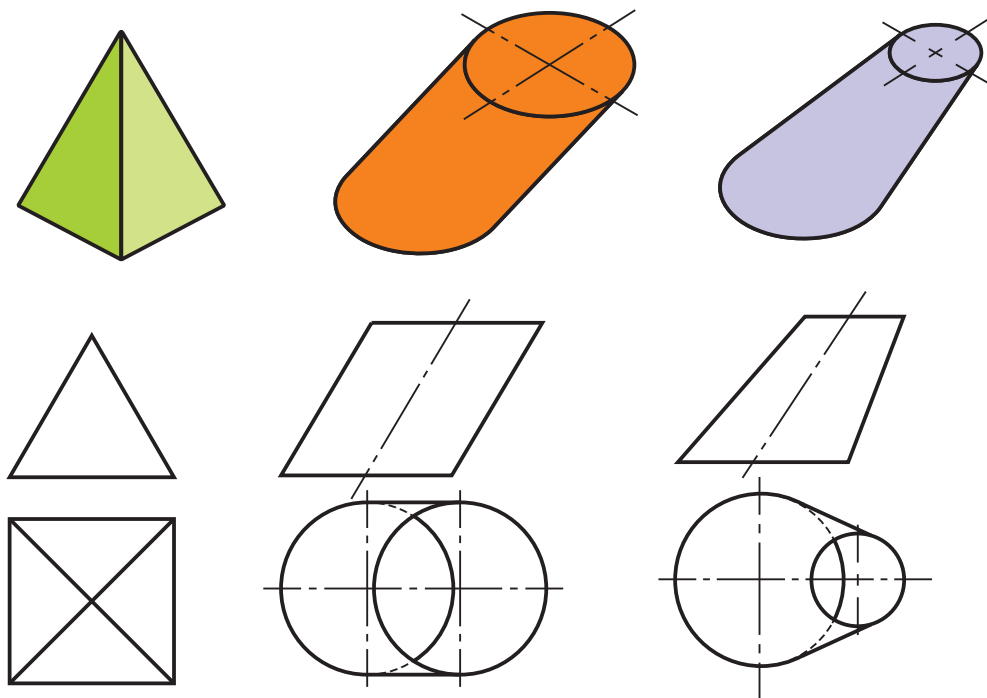
بنابراین می‌توان مسائل هندسه‌ی فضایی را به صورتی دقیق رسم و حل کرد.

۳-۱-۲- کاربردهای هندسه‌ی ترسیمی: با توجه به دو نمونه‌ی زیر، به لزوم فرا گرفتن هندسه پی می‌بریم.

الف) با آن که ما اصول ترسیم را می‌دانیم و می‌توانیم از خط‌های کمکی استفاده کنیم، نمی‌توانیم نماهای لازم از اجسام معرفی شده در شکل ۲-۳ را رسم کنیم. چرا؟ زیرا راجع به نقطه، خط و صفحه و خواص آن‌ها اطلاعات کافی نداریم.



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



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

۱- توانایی رسم تصاویر لازم، با اندازه‌ی واقعی از هر قطعه؛

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

۳-۲- صفحه‌های تصویر

صفحه‌های افقی و عمودی و جانبی تصویر را می‌شناسید، با این همه به شکل ۴-۳ نگاه کنید.

V - صفحه‌ی عمودی یا روبه‌روی تصویر است.

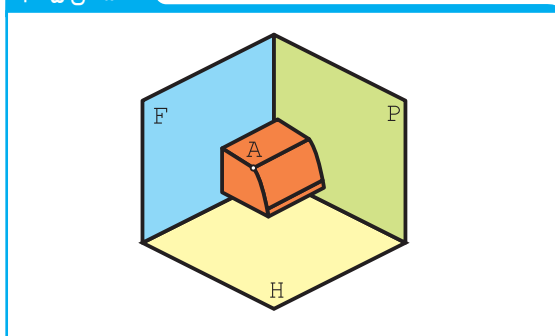
H - صفحه‌ی افقی تصویر است.

P - صفحه‌ی جانبی یا نیم‌رخ تصویر است.

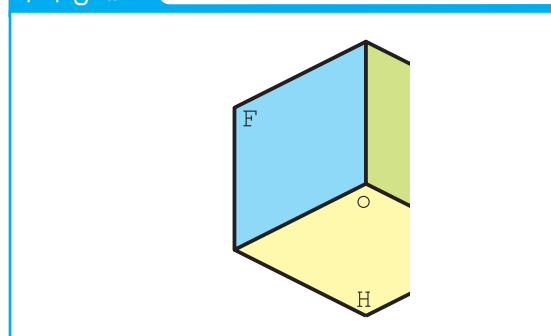
این سه صفحه بر هم عمودند.

معمولاً جسم را در این فضای سه بعدی قرار می‌دهند و نماهای لازم را رسم می‌کنند. در شکل ۵-۳ یک قطعه‌ی ساده دیده می‌شود که نقطه‌ی A از آن مشخص شده است.

شکل ۵-۳



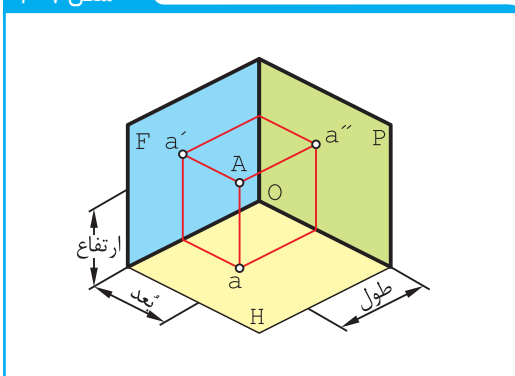
شکل ۴-۳



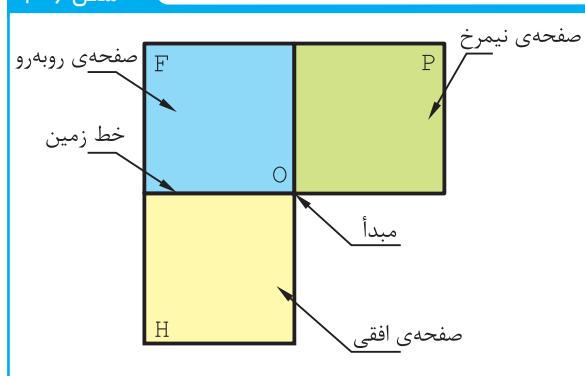
به فضای موجود بین سه صفحه‌ی P ، V و H ، فرجه یا ناحیه‌ی اول می‌گویند. ^(۱) این فضا روی صفحه‌ی دو بعدی کاغذ قابل گسترش است. برای این کار باید H را به اندازه‌ی 90° درجه در جهت عقربه‌ی ساعت چرخانید و در امتداد V قرار داد. صفحه‌ی P هم، پس از 90° درجه چرخش، در امتداد V قرار خواهد گرفت. در نتیجه شکل ۶-۳ به دست خواهد آمد.

۳-۲-۱- تصویرهای نقطه: در شکل ۷-۳، با حذف جسم، تنها نقطه‌ی A در نظر گرفته شده است.

شکل ۷-۳



شکل ۶-۳



قراردادهای زیر مورد پذیرش است:

- نمایش نماهای نقطه با حروف کوچک؛

- نام گذاری نمای افقی با حرف ساده مانند a ؛

۱ - فضای پشت V را ناحیه‌ی دوم و زیر آن را ناحیه‌ی سوم و چهارم می‌گویند.

- نام‌گذاری نمای روبه‌رو با همان حرف و با علامت پریم مانند a' ؛

- نام‌گذاری نمای نیم‌رخ با همان حرف و با علامت زگندر و مانند a'' ؛

- 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' ؛

- برخورد H و V خط زمین است با علامت اختصاری VH ؛

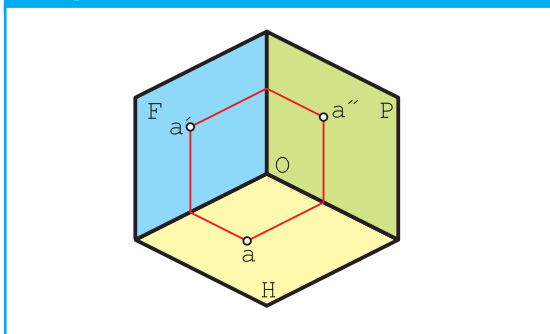
- فاصله‌ی نقطه تا V ، بُعد نقطه است؛

- فاصله‌ی نقطه تا H ، ارتفاع نقطه است؛

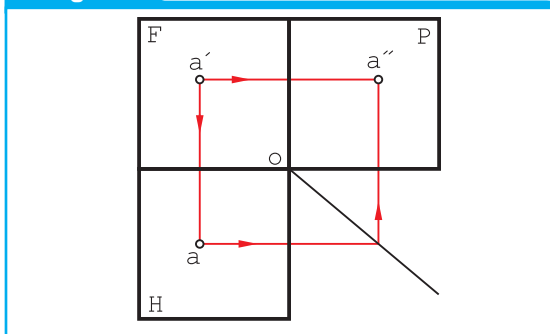
- فاصله‌ی نقطه تا P ، طول نقطه است.

به این ترتیب، می‌توان یک نقطه‌ی فضایی را با فاصله‌هایش از این سه صفحه‌ی مبنا کاملاً معین کرد. در شکل ۸ - ۳، خود نقطه‌ی A حذف شده و فقط تصویرهایش باقی مانده است.

شکل ۳-۸



شکل ۳-۹

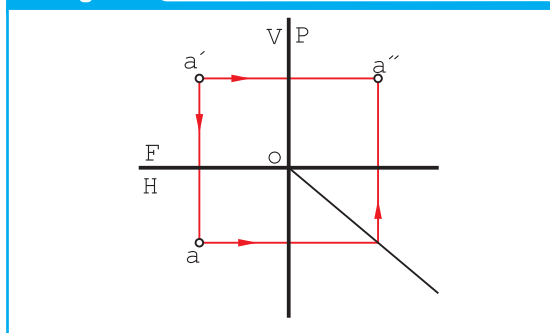


چرخاندن صفحه‌های تصویر، وضعیت تصویرهای نقطه‌ی مطابق شکل ۹ - ۳ است.

برای ساده‌تر شدن شکل، می‌توان از رسم حاشیه‌های صفحه‌های خوداری کرد. پس اگر سه نما مورد نظر باشد شکل ۱۰ - ۳ کافی است، که آن را «نقشه» گویند.

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

شکل ۳-۱۰



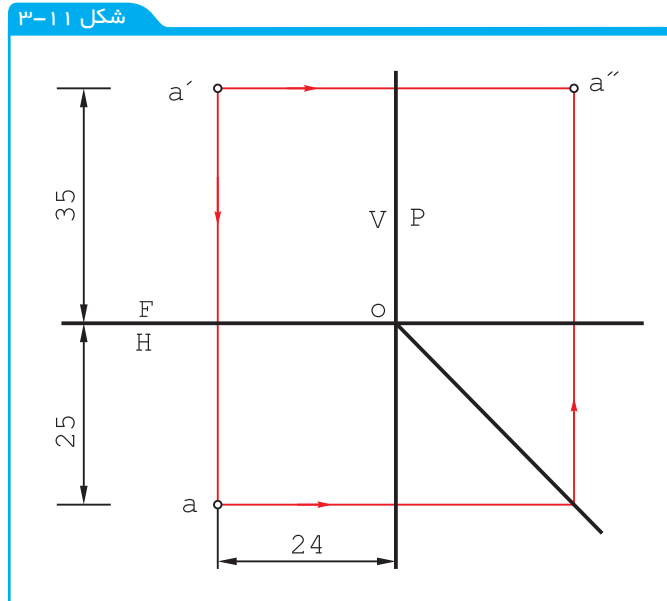
نقطه‌ی بالا را نمایش دهید، یعنی

نقشه‌ی آن را رسم کنید.

?

در شکل ۱۱ - ۳، با توجه به اندازه‌ها، نقطه نمایش داده شده است.

شکل ۱۱-۳



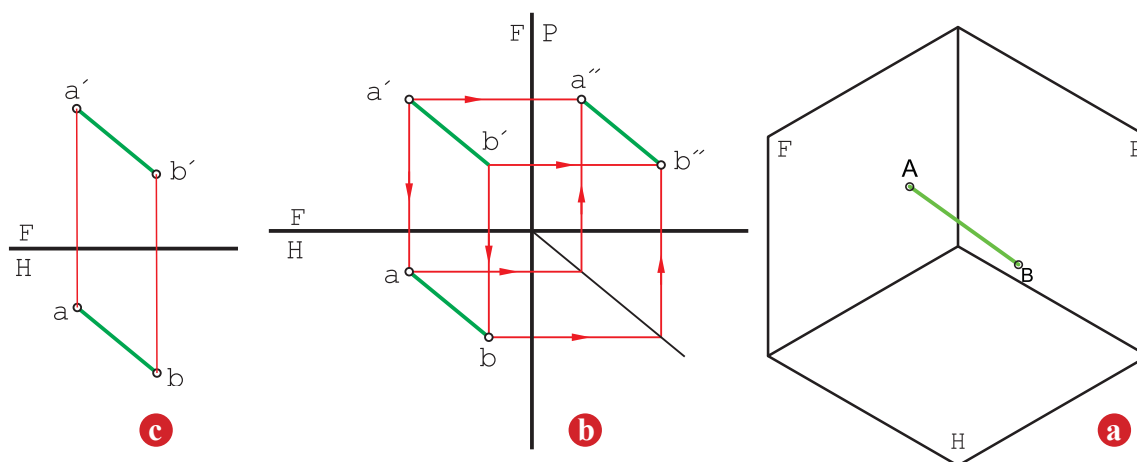
۲-۲-۳- نقطه‌های خاص: هر نقطه را که یکی یا بیشتر از اندازه‌های آن صفر باشد، نقطه‌ی خاص گوییم. مثلاً نقطه‌ی O یعنی مبدأ، خاص‌ترین نقطه است، زیرا داریم:
(۰ و ۰ و ۰) O اضافه می‌شود:

- همه‌ی نقاط فضا که دارای طول صفر هستند، روی P واقع‌اند.
 - همه‌ی نقاط فضا که دارای بعد صفر هستند، روی V قرار دارند.
 - همه‌ی نقاط فضا که ارتفاع صفر دارند، روی H واقع هستند.
- مجموعه‌ی نقاطی از فضا که دارای بعد و ارتفاع صفر هستند کجاست؟

۳-۳- خط

از اتصال دو نقطه به هم خط به وجود آید (شکل ۱۲-۳).

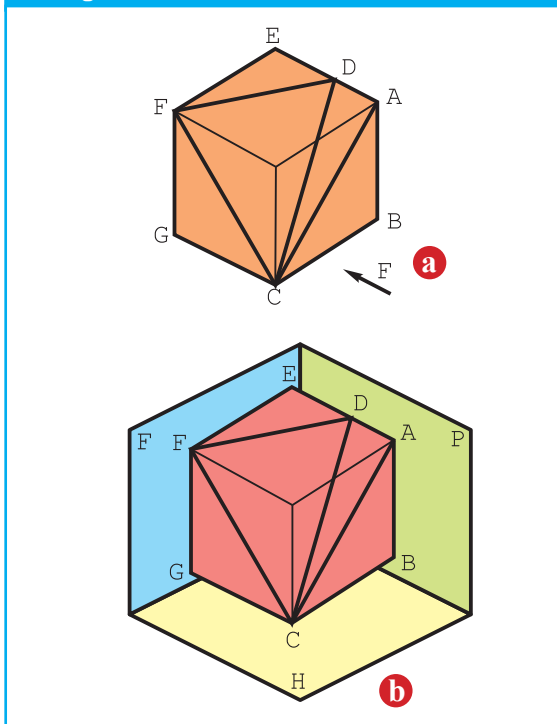
شکل ۱۲-۳



(c) دو نما و حذف جزئیات

(b) سه نما با همه‌ی جزئیات

شکل ۳-۱۳



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

۳-۴- گروه‌های سه گانه‌ی خط

خط‌ها را، بنا به حالت‌هایی که دارند، می‌توان دسته‌بندی کرد. به شکل ۳-۱۳ نگاه کنید.

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

۳-۵- گروه یکم

آن‌هایی هستند که هر کدام بر یک صفحه عمود می‌باشند.

۳-۵-۱- خط قائم: آن است که بر H عمود

باشد. پس در نمای روبه‌رو به اندازه‌ی واقعی و در نمای افقی یک نقطه خواهد شد (نمای نیم‌رخ چگونه است؟) نمونه‌ی آن $\overline{AB}$ است.

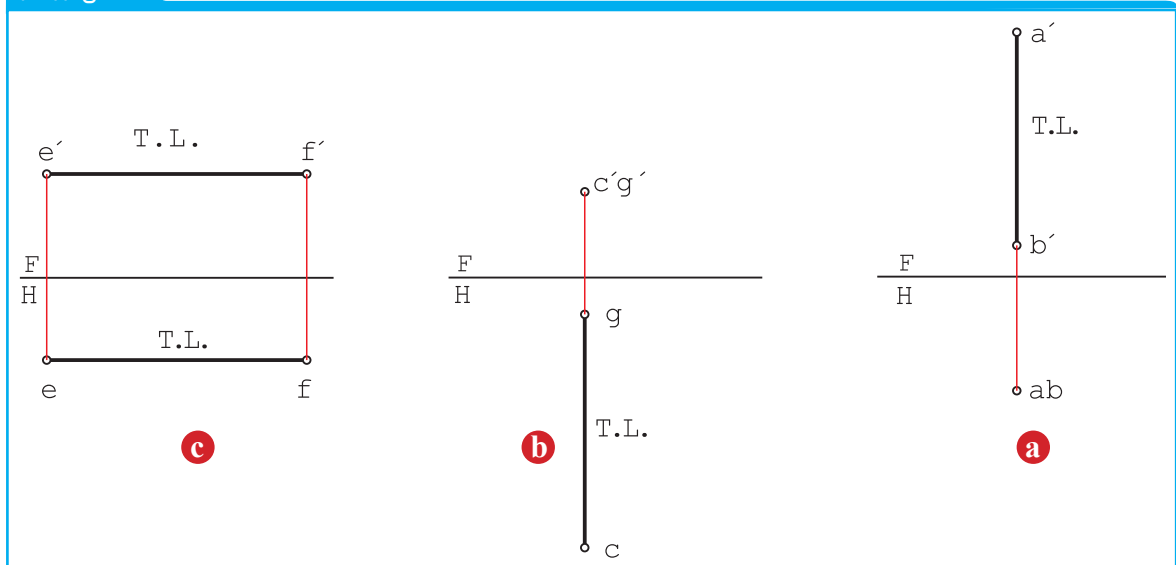
۳-۵-۲- خط منتصب: آن است که بر V عمود باشد. پس نمای روبه‌روی آن نقطه و نمای افقی آن به اندازه‌ی

واقعی خواهد بود. نمونه‌ی آن $\overline{GC}$ است.

۳-۵-۳- خط مواجه: خطی است عمود بر P یا موازی با خط زمین. بنابراین، هم در نمای روبه‌رو و هم در

نمای افقی اندازه‌ی حقیقی دارد. خط $\overline{EF}$ یک نمونه است در شکل ۳-۱۴، a و b و c ، هر یک از خط‌های بالا با دو نما معرفی شده‌اند.

شکل ۳-۱۴



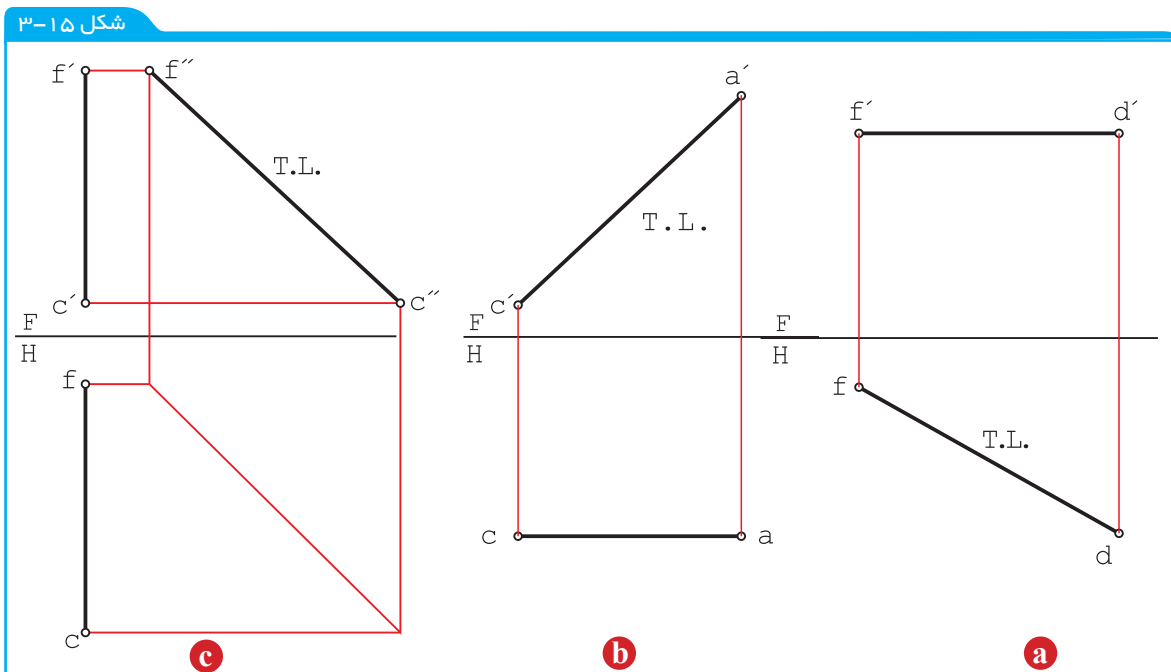
۳-۶- گروه دوم

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

۳-۶-۱- خط افقی: آن است که با H موازی باشد. پس در نمای افقی اندازه‌ی واقعی دارد و در نماهای دیگر کوچک‌تر خواهد بود. نمونه‌ی آن خط $\overline{FD}$ است.

۳-۶-۲- خط جبهی: آن است که با V موازی باشد. پس در نمای روبه‌رو اندازه‌ی واقعی دارد. ولی در نماهای دیگر کوچک‌تر خواهد بود. نمونه‌ی آن خط $\overline{AC}$ است.

۳-۶-۳- خط نیم‌رخ: آن است که با P موازی باشد. پس در نمای نیم‌رخ به اندازه‌ی واقعی است. ولی در نماهای دیگر کوچک‌تر خواهد شد. نمونه‌ی آن خط $\overline{FC}$ است. در شکل ۱۵-۳ هر یک از خط‌های بالا با دو نما معرفی شده‌اند.



۳-۷- گروه سوم

خط غیر خاص: خطی است که ویژگی موازی بودن را هم ندارد. چون با هیچ صفحه‌ای موازی نیست و در هر سه نما کوچک‌تر از اندازه‌ی واقعی خواهد بود.

در جدول ۱-۳، هر هفت خط نام برده، در سه نما معرفی شده‌اند و در هر نمایی که خط دارای اندازه‌ی حقیقی است از نشانه‌ی T.L.^(۱) استفاده شده است.

۱- اندازه‌ی حقیقی: True Length

جدول ۳-۱

قائم	متصّب	مواجه
افقی	جبری	نیمنخ
غیر خاص	غیر خاص	

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

۳-۸- اندازه‌ی حقیقی خط

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

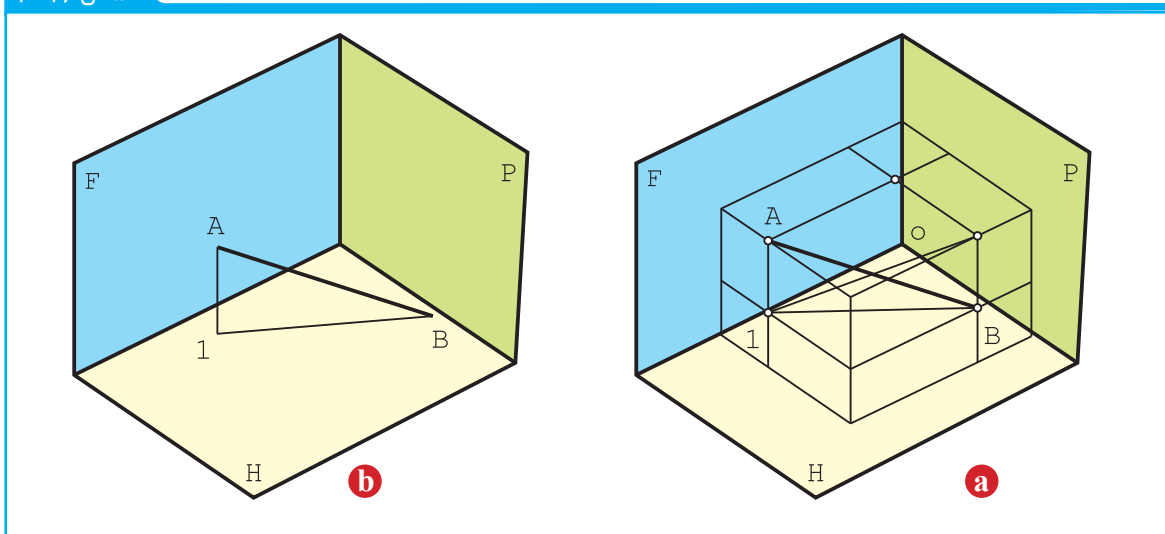
در مورد گروه دوم دیدیم که آن‌ها هر کدام در یک نما اندازه‌ی واقعی دارند.

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

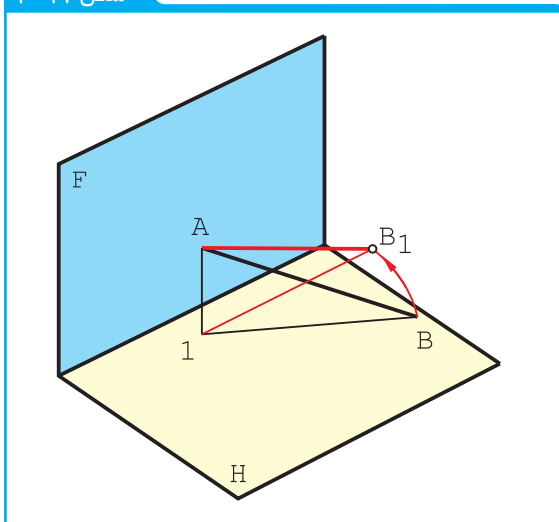
۳-۸-۱- چرخش: می‌توان اندازه‌ی حقیقی خط را با چرخاندن آن به دور یک محور به‌دست آورد. به شکل

۱۶-۳ نگاه کنید.

شکل ۱۶-۳

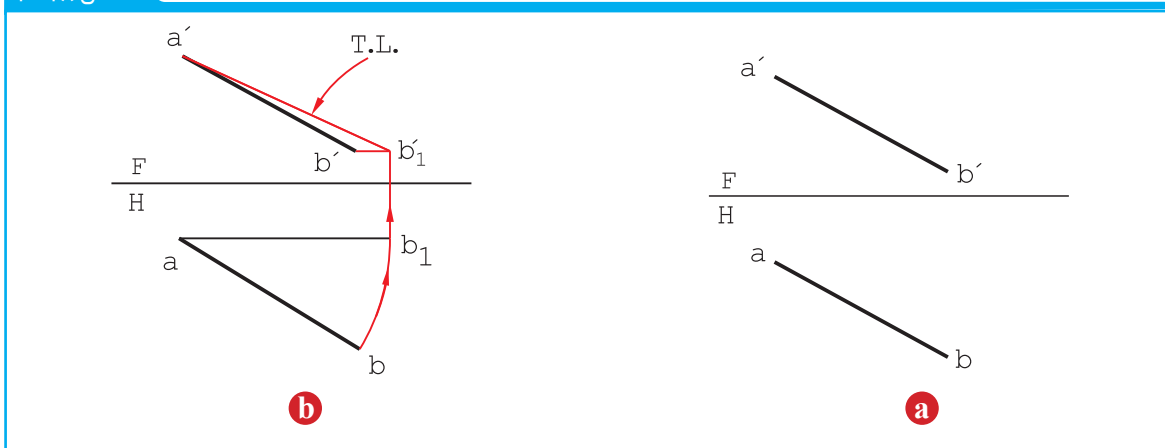


شکل ۱۷-۳



$\overline{AB}$ یک خط غیر خاص است. می‌توان با ثابت نگاه داشتن نقطه‌ی A ، نقطه‌ی B را چنان چرخاند که $\overline{AB}$ موازی V و مانند یک خط جبهی شود. شعاع این چرخش باید برابر اندازه‌ی $\overline{B_1}$ باشد. به شکل ۱۷-۳ نگاه کنید. در آن $\overline{AB}$ چرخیده و به حالت $\overline{AB_1}$ در آمده است. پس برای به‌دست آمدن اندازه‌ی حقیقی، با روش کار «چرخش» است (شکل ۱۸-۳).

شکل ۱۸-۳



– سوزن پرگار روی a قرار می‌گیرد و مداد روی b

- با چرخاندن پرگار، b_1 به گونه‌ای به دست می‌آید که $\overline{ab_1}$ موازی با VH باشد.

- از b_1 رابط شد تا b'_1 به دست آمد. روشن است که $\overline{b'b'_1}$ هم باید با VH موازی باشد.

- پاره خط $\overline{a'b'_1}$ برابر اندازه‌ی حقیقی پاره خط AB در فضا است.

۲-۸-۳- ترسیمه: می‌توان مثلث قائم‌الزاویه‌ای ساخت که یک ضلع آن طول تصویر افقی و یک ضلع آن

اختلاف ارتفاع دو نقطه و وتر آن اندازه‌ی واقعی باشد. پس روش کار به دست می‌آید.

- دو خط به کمک تی از a'

و b' رسم شد (شکل ۱۹-۳).

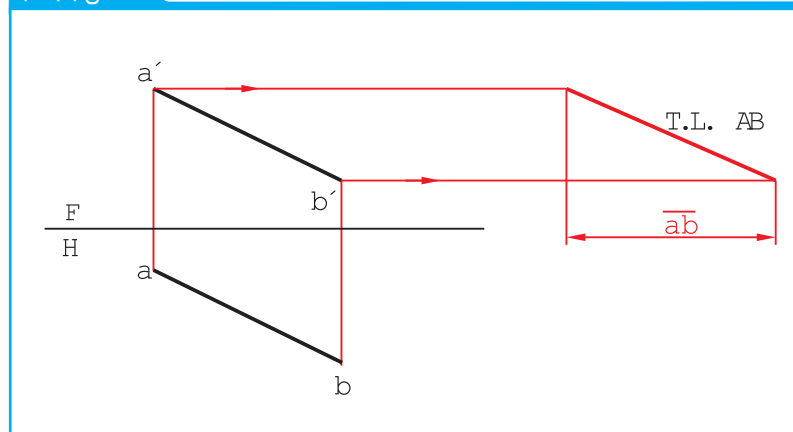
- در جایی مناسب یک

خط عمودی کشیده شد.

- پاره خطی برابر ab

جدا شد.

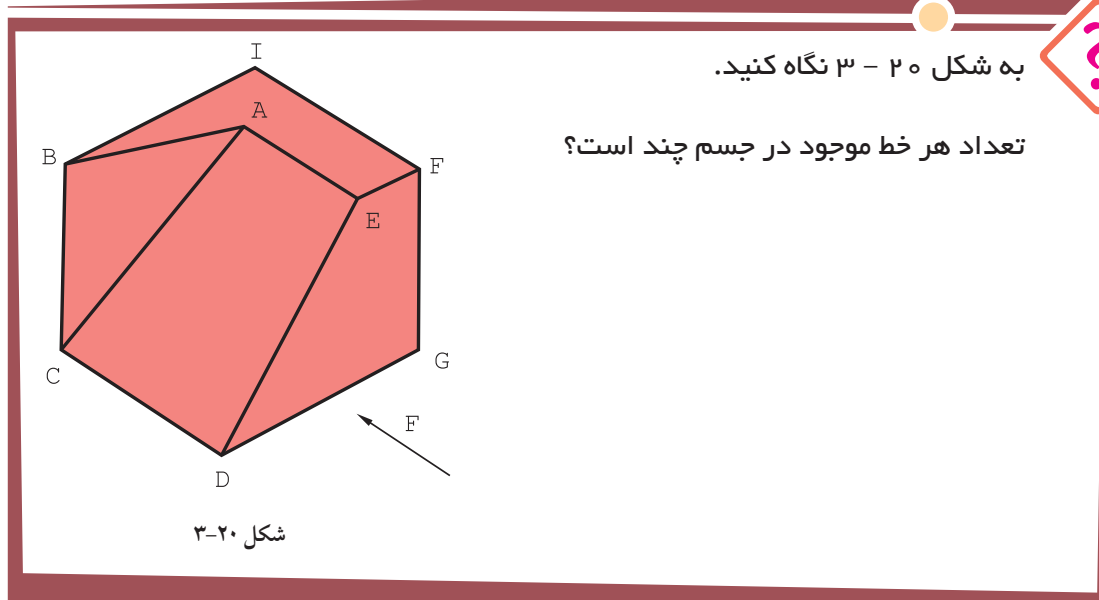
شکل ۱۹-۳



- اندازه‌ی حقیقی، یعنی $T.L.$ به دست آمد.

به شکل ۲۰-۳ نگاه کنید.

تعداد هر خط موجود در جسم چند است؟



شکل ۲۰-۳

پاسخ: با در نظر 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.



پس از تعیین آنکه کدام یک از یال‌های

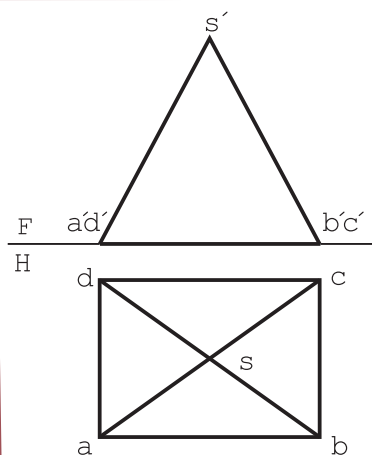
هرم در شکل ۲۱ - ۳ غیرخاص است،

اندازه‌ی واقعی را مشخص کنید.

پس از تعیین آنکه کدام یک از یال‌های

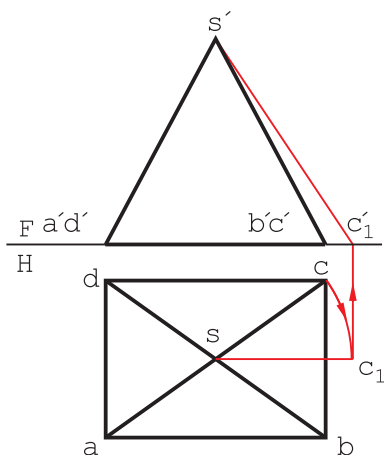
هرم در شکل ۱۲ - ۳، غیرخاص است،

اندازه‌ی واقعی آن‌ها را مشخص کنید.



شکل ۲۱-۳

شکل ۲۲-۳



پاسخ: دیده می‌شود که چهار یال $\overline{SA}$ ، $\overline{SB}$ ،

$\overline{SD}$ و $\overline{SC}$ برابرند و هیچ کدام اندازه‌ی واقعی

ندارند، پس کافی است اندازه‌ی واقعی یکی از

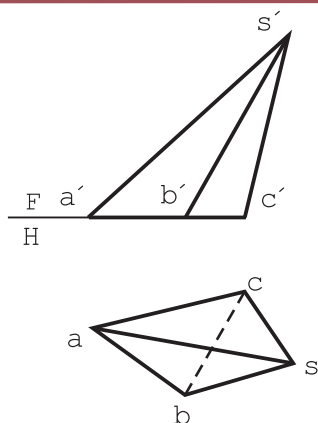
آن‌ها مشخص شود. در شکل ۲۲ - ۳، این اندازه

به‌دست آمده است.



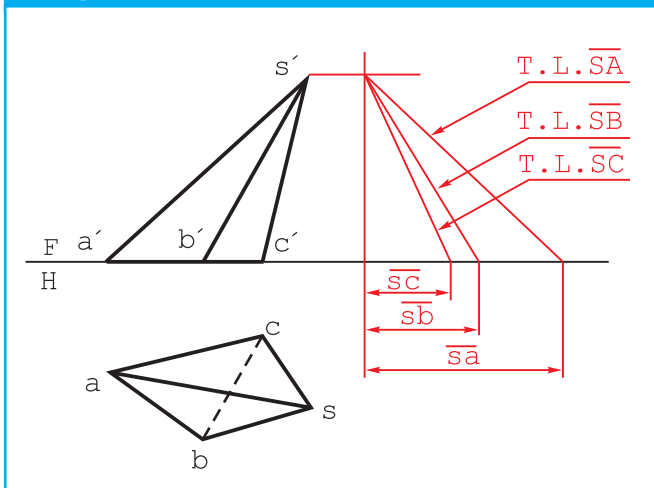
طول حقیقی یال‌ها در هرم داده شده، در

شکل ۲۳ - ۳، چه قدر است؟



شکل ۲۳-۳

شکل ۳-۲۴

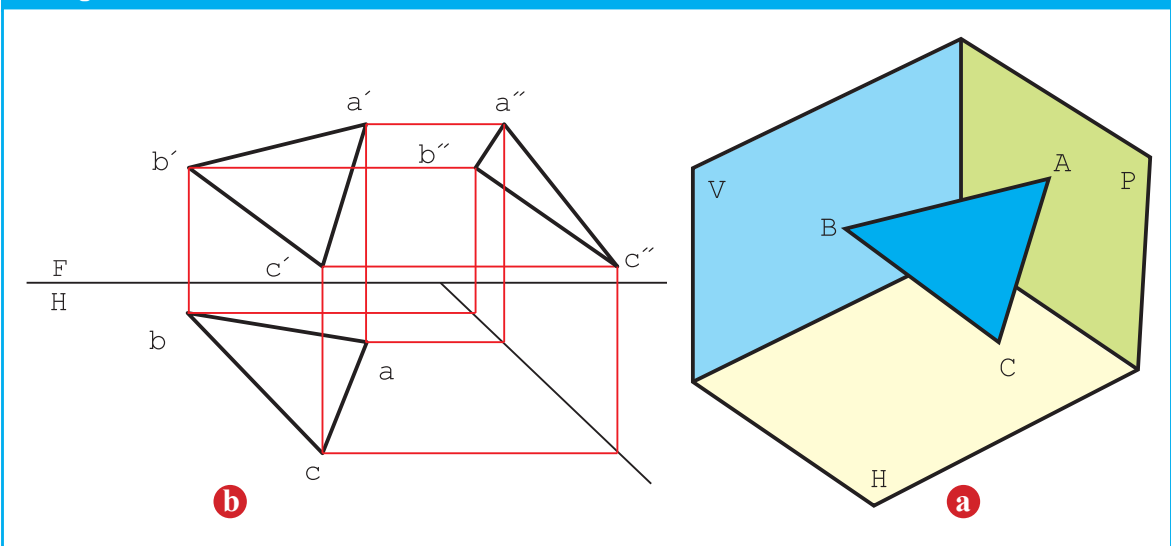


پاسخ: چون تعداد یال‌ها زیاد است، روش ترسیم مناسب‌تر است. طبق شکل ۲۴ ۳- اندازه‌های واقعی معین شد.

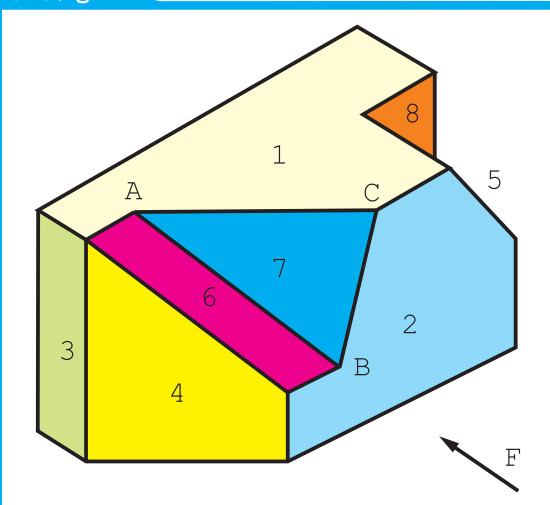
۳-۹- صفحه‌ها

از اتصال سه نقطه به هم صفحه به وجود می‌آید (شکل a ۲۵- ۳)

شکل ۳-۲۵



شکل ۳-۲۶



در شکل b ۲۵- ۳، نماهای صفحه‌ی ABC را به صورت aa' bb' cc' خواهیم داشت.

۳۳-۲- گروه‌های سه گانه‌ی صفحه

صفحه‌ها، بنا به وضعیت‌هایی که نسبت به صفحه‌های تصویر دارند، دسته‌بندی می‌شوند. به شکل ۲۶- ۳ نگاه کنید. هر سطح تخت معرف گونه‌ای از صفحه است.

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

۱۱-۳- گروه یکم

- آن‌هایی هستند که هر کدام با یک صفحه‌ی تصویر موازی‌اند.^(۱)

۱-۱۱-۳- صفحه‌ی افقی: آن است که با H موازی باشد. پس در نمای افقی با اندازه‌ی واقعی دیده می‌شود و در دو نمای دیگر به خطی موازی خط زمین تبدیل می‌شود؛ مانند صفحه‌ی شماره‌ی ۱. اندازه‌ی حقیقی صفحه در نقشه با T.S.^(۲) مشخص می‌شود.

۲-۱۱-۳- صفحه‌ی جبهی: آن است که با V موازی باشد. پس در نمای روبه‌رو به اندازه‌ی واقعی دیده خواهد شد، اما در نمای افقی به صورت خطی موازی با خط زمین در می‌آید؛ مانند صفحه‌ی شماره‌ی ۲.

۳-۱۱-۳- صفحه‌ی نیم‌رخ: آن است که با P موازی باشد. پس در نمای جانبی دارای اندازه‌ی واقعی خواهد بود. اما در نمای افقی و روبه‌رو به صورت خط در می‌آید؛ مانند صفحه‌ی شماره‌ی ۳.

۱۲-۳- گروه دوم

- آن‌هایی هستند که هر کدام بر یک صفحه‌ی تصویر عمود باشند.

۱-۱۲-۳- صفحه‌ی قائم: آن است که بر H عمود باشد. این صفحه در نمای افقی یک خط می‌شود ولی در دو نمای دیگر دارای اندازه‌ی غیر واقعی و کوچک‌تر خواهد بود؛ مانند صفحه‌ی شماره‌ی ۴

۲-۱۲-۳- صفحه‌ی مواجه: آن است که بر P عمود باشد. پس در نماهای روبه‌رو و افقی اندازه‌ی کوچک‌تر دارد ولی در نمای نیم‌رخ به یک خط تبدیل می‌شود؛ مانند صفحه‌ی شماره‌ی ۵.

۱۳-۳- صفحه‌ی منتصب

آن است که بر V عمود باشد. پس در نمای روبه‌رو یک خط می‌شود و در دو نمای دیگر کوچک‌تر از اندازه‌ی واقعی خواهد بود؛ مانند صفحه‌ی شماره‌ی ۶.

پس به این ترتیب دیده می‌شود که این سه صفحه، هیچ کدام در نماهای خود اندازه‌ی واقعی ندارند.

۱-۱۳-۳- گروه سوم: صفحه‌های غیر خاص: آن‌ها سطوحی هستند که در هر سه نما به اندازه‌ی غیر واقعی دیده می‌شوند. به عبارت دیگر هیچ کدام ویژگی عمود بودن یا موازی بودن را ندارند. برای نمونه، صفحه‌ی شماره‌ی ۷ یا ABC این چنین است. به‌طور کلی می‌توان گفت آن‌ها صفحاتی دلخواه‌اند. در جدول ۲ - ۳، هر هفت صفحه‌ی نام برده، به‌صورت یک مربع با یک سوراخ دایره‌ای در وسط آن معرفی شده‌اند.

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

۲ - اندازه‌ی واقعی صفحه: True SurFace

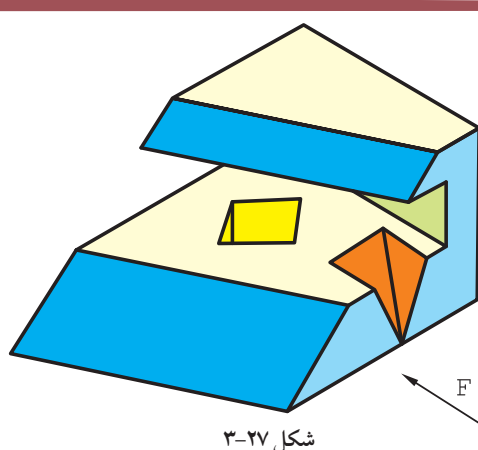
جدول شماره‌ی ۲-۳

گروه اول

گروه دوم

گروه سوم

یاد آوری می‌شود که اندازه‌ی واقعی صفحه با T.S. مشخص شده است.



به شکل ۲۷ - ۳ نگاه کنید. با توجه به شرایط جسم، تعداد صفحه‌های موجود در آن چند است؟

?

پرسش

شکل ۲۷-۳

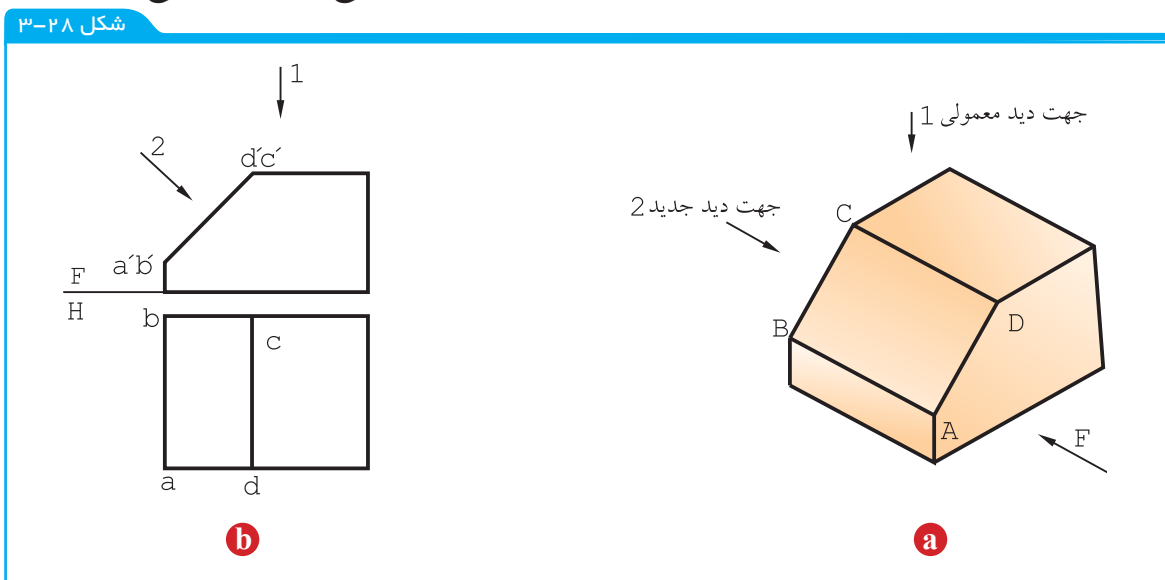
پاسخ: پاسخ درست، با توجه به دید از جلو، به شرح زیر است:

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

۱۴-۳- اندازه‌ی واقعی صفحه

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

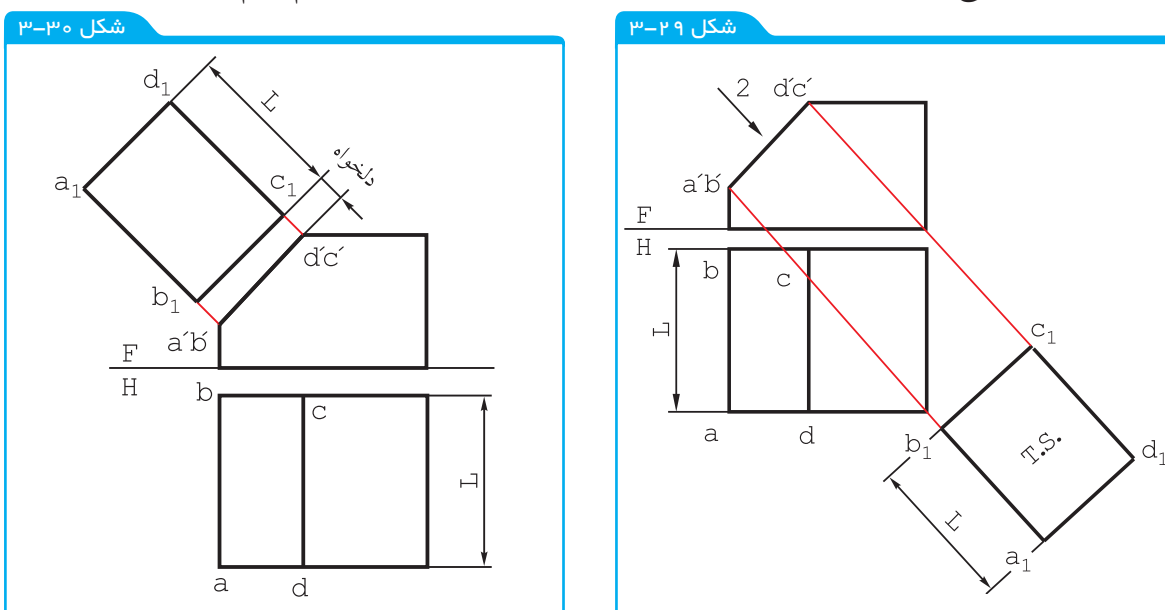
۱-۱۴-۳- اندازه‌ی واقعی صفحه‌ی منتصب: به شکل ۲۸-۳ نگاه کنید. سطح $ABCD$ یک سطح منتصب است.



در دید از بالای معمولی، آن را کوچک تر می بینیم. اما اگر به طور عمودی به آن نگاه کنیم، آن را به اندازه‌ی 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 ۲۹-۳)

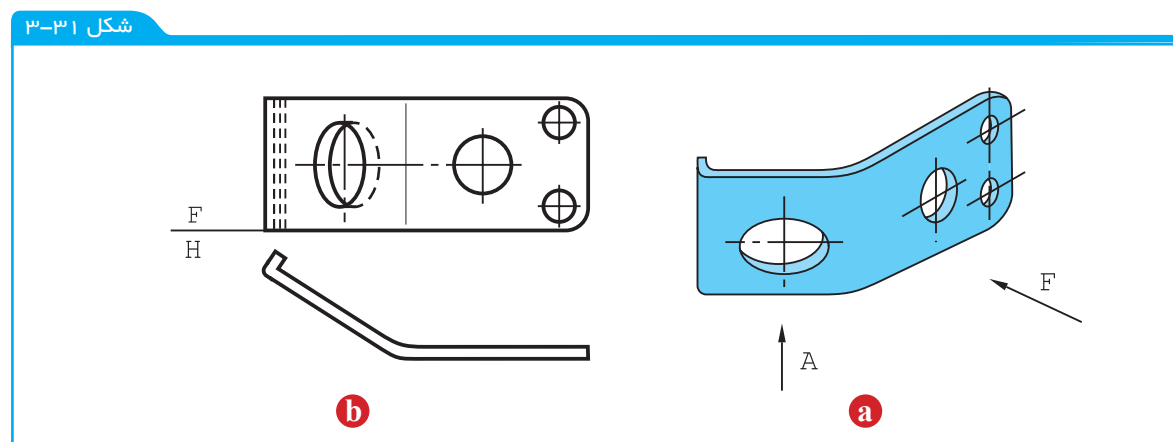
توجه شود که رابط‌ها بر سطح $ABCD$ عمودند.

در برخی مواقع، برای ساده‌تر شدن نقشه، ممکن است، a_1, b_1, c_1, d_1 را در بالای هم رسم کرد (شکل ۳۰-۳)



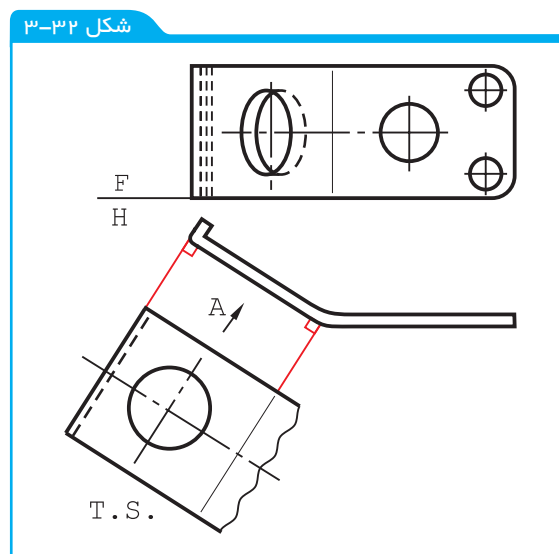
a_1, b_1, c_1, d_1 را تصویر کمکی هم می‌نامند.

۲-۱۴-۳- اندازه‌ی واقعی صفحه‌ی قائم: در شکل ۳۱-۳ یک قطعه‌ی ساخته شده از ورق به ضخامت ۲ میلی‌متر دیده می‌شود.



برای تعیین اندازه‌ی واقعی سطح A می‌توان در نمای افقی با رسم رابط‌هایی عمود بر تصویر صفحه اقدام کرد

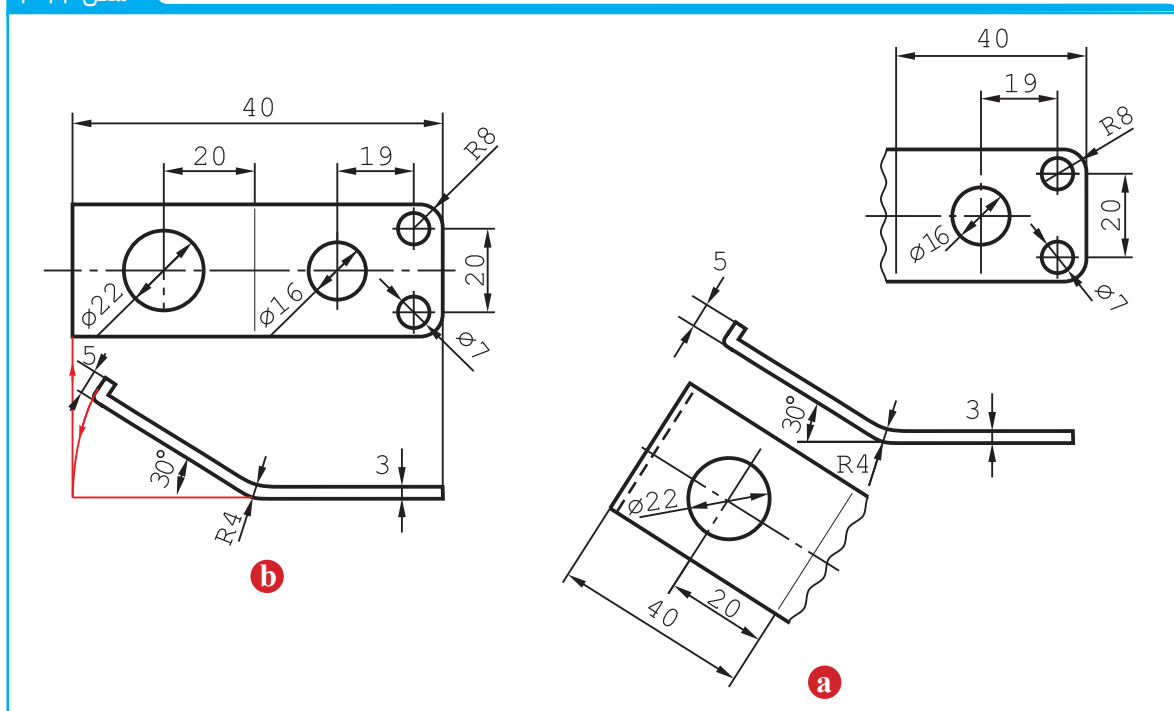
(شکل ۳۲-۳).



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

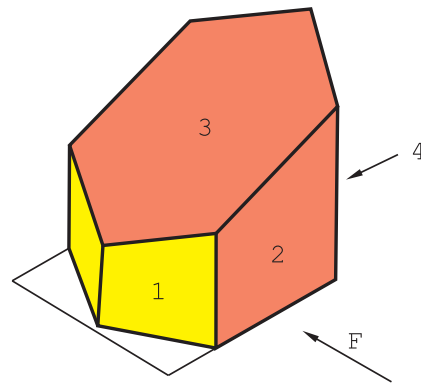
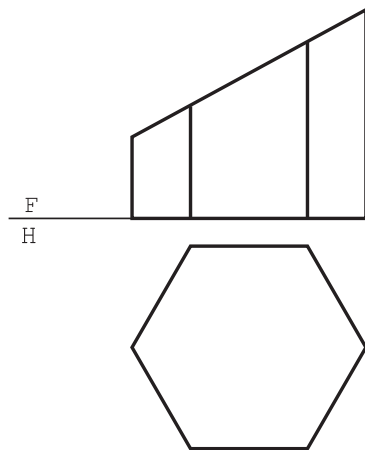
۳-۱۴-۳- نکته‌ی مهم، نقشه‌ی صنعتی: در نقشه‌کشی در صورت امکان از رسم نماهای غیر واقعی خودداری می‌شود و با یک چرخش، نمای واقعی رسم می‌شود. این کار برای بست فلزی بالا به هر دو صورت ممکن است. شکل ۳-۳۳a صورت گفته شده و شکل ۳-۳۳b با چرخش.

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



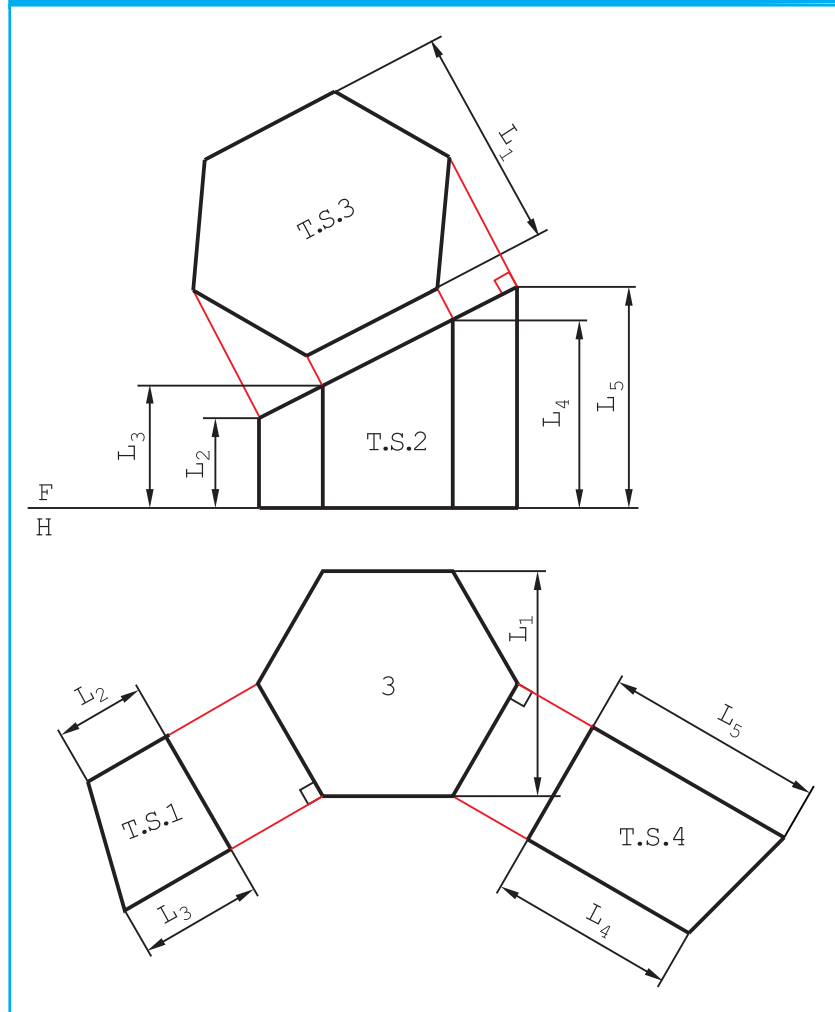
برای قطعه‌ای منشوری که داده شده، پس از تعیین گونه‌های صفحه، مشخص کنید که

اندازه‌ی واقعی هر صفحه چگونه مشخص خواهد شد؟



شکل ۳-۳۴

- بدنه‌ی منشور تنها از دو گونه صفحه ساخته شده است. صفحه‌ی قائم ۴ مورد (که یک مورد آن ۱ است) صفحه‌ی جبهه‌ی با نمونه‌ی ۲، دو تا. یک صفحه‌ی منتصب با شماره‌ی ۳ و یک قاعده‌ی افقی. به کمک تصویرهای کمکی می‌توان اندازه‌ی واقعی صفحه‌ی منتصب و قائم را به‌دست آورد. شکل ۳۵ - ۳، این تصاویر را معرفی می‌کند.



- ۱- هندسه‌ی ترسیمی شاخه‌ای از هندسه است که در آن اجسام را با نماهای دو بعدی نمایش می‌دهند.
- ۲- به کمک هندسه‌ی ترسیمی می‌توان اندازه‌های حقیقی را معین و فصل مشترک‌ها را رسم کرد.
- ۳- هندسه‌ی ترسیمی مجموعه‌ی روش‌هایی است که به کمک آن‌ها می‌توان اجسام سه بعدی را روی دو صفحه‌ی دو بعدی و با اندازه‌ی واقعی نمایش داد.
- ۴- صفحه‌های افقی و نیم‌رخ تصویر هر کدام به اندازه‌ی ۹۰ درجه می‌چرخند و بر امتداد V قرار می‌گیرند.
- ۵- سه نمای نقطه‌ی فضایی A را با a' , a'' مشخص می‌کنند.
- ۶- فاصله‌ی نقطه را تا V ، بعد و فاصله‌ی نقطه تا H را ارتفاع و فاصله‌ی نقطه تا P را طول می‌نامند.
- ۷- می‌توان موقعیت دقیق یک نقطه را به کمک طول، بعد و ارتفاع آن تعیین نمود.
- ۸- گروه یکم خط‌ها، خط قائم، خط منتصب و خط مواجه هستند که هر کدام بر یک صفحه‌ی تصویر عمودند.

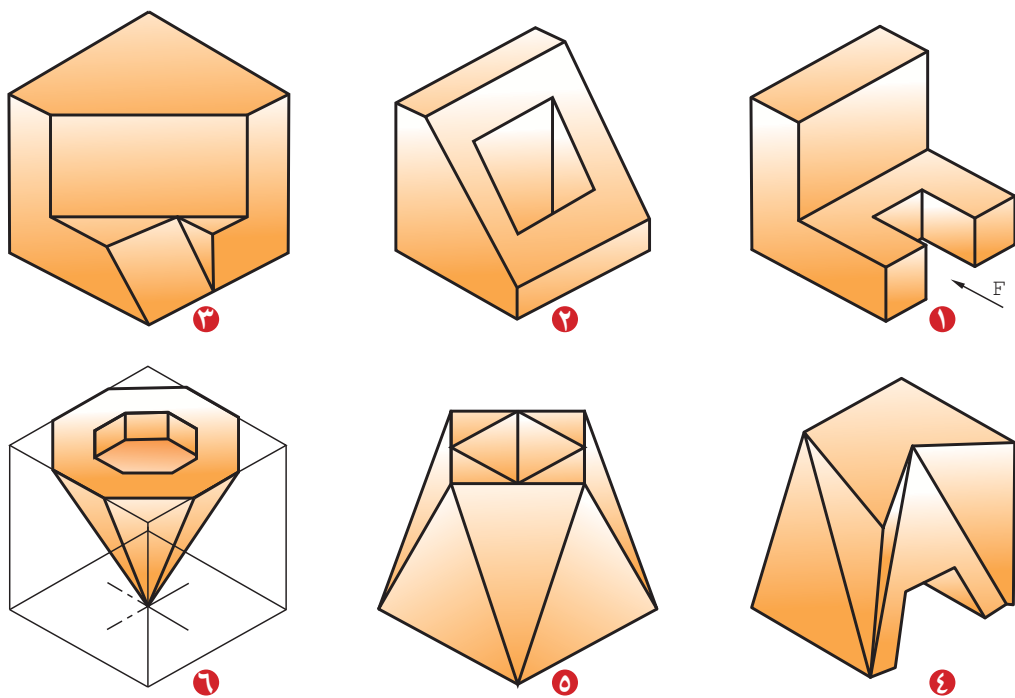
- ۹- گروه دوم خط‌ها، خط افقی، خط جبهی و خط نیم‌رخ خواهند بود، که هر کدام با یک صفحه‌ی تصویر موازی‌اند.
- ۱۰- اندازه‌ی حقیقی یک خط را می‌توان به روش‌های چرخش و ترسیمه به‌دست آورد.
- ۱۱- صفحه‌های افقی، نیم‌رخ و جبهی، گروه اول صفحه‌های خاص هستند که هر کدام با یک صفحه‌ی تصویر موازی‌اند.
- ۱۲- گروه دوم، صفحه‌های نیمه خاص هستند، که هر کدام بر یک صفحه‌ی تصویر عمودند. آن‌ها منتصب، قائم و مواجه هستند.
- ۱۳- در بسیاری موارد می‌توان سطوح مورّب را با شکستگی یا چرخش، با اندازه‌ی واقعی نشان داد.

ارزشیابی نظری

- ۱- هندسه‌ی ترسیمی چیست و دلایل نیاز به آن کدام است؟
- ۲- اهداف عمده‌ی ما از مطالعه‌ی هندسه‌ی ترسیمی چیست؟
- ۳- با رسم سه صفحه‌ی تصویر و چگونگی تسطیح آن‌ها را شرح دهید.
- ۴- با رسم شکل، در مورد چگونگی نمایش یک نقطه، نام تصاویر و فاصله‌ها توضیح دهید.
- ۵- با رسم شکل، خطوط مهم را نمایش دهید و ویژگی‌های هر کدام را بگویید.
- ۶- با رسم شکل، چگونگی تعیین اندازه‌ی واقعی یک پاره‌خط را به روش‌های چرخش و ترسیمه توضیح دهید.
- ۷- با رسم شکل، گونه‌های صفحه و ویژگی هر کدام را توضیح دهید.
- ۸- با رسم شکل، چگونگی تعیین اندازه‌ی واقعی یک صفحه‌ی منتصب یا قائم را شرح دهید.

ارزشیابی عملی

- ۱- 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)
- ۲- ابتدا خط AB را نمایش دهید و سپس اندازه‌ی واقعی آن را به هر دو روش به‌دست آورید.
- ۳- پس از رسم خط AB با مشخصات (۵۲, ۲۷, ۱۲), B, (۰, ۱۰, ۶۰), A, اندازه‌ی حقیقی آن را به روش‌های ترسیمه و چرخش معلوم کنید.
- ۴- خط AB را نمایش دهید و نقطه‌ی M به بعد ۲۵ را روی آن مشخص کنید. اندازه‌ی حقیقی چه قدر است؟
- ۵- با توجه به هر یک از اجسام داده شده در شکل (۳-۳۱)، جدول‌های پیوست را برای تعداد خط‌ها یا صفحه‌های موجود، کامل کنید.

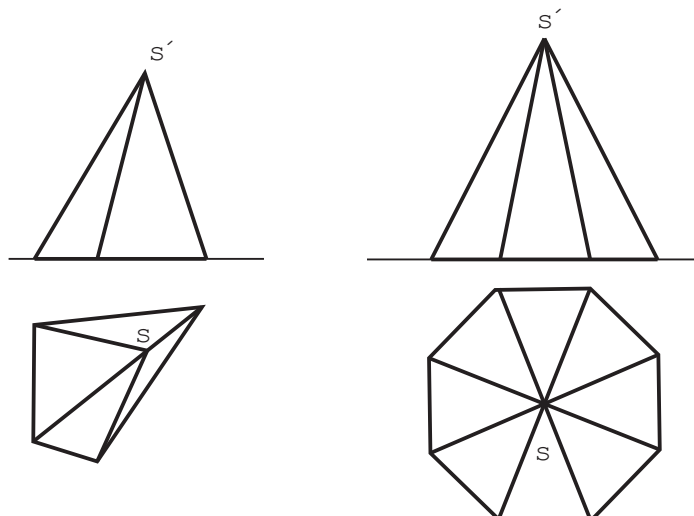


شکل ۳-۳۶

شماره	خط	قائم	متنصب	مواجه	افقی	جبهی	نیم رخ	غیرخاص
۱								
۲								
۳								
۴								
۵								
۶								

شماره	صفحه	افقی	جبهی	نیم رخ	قائم	متنصب	مواجه	غیرخاص
۱								
۲								
۳								
۴								
۵								
۶								

۶- در اجسام داده شده در شکل زیر، طول حقیقی یال‌ها را به دست آورید.



شکل ۳-۳۷

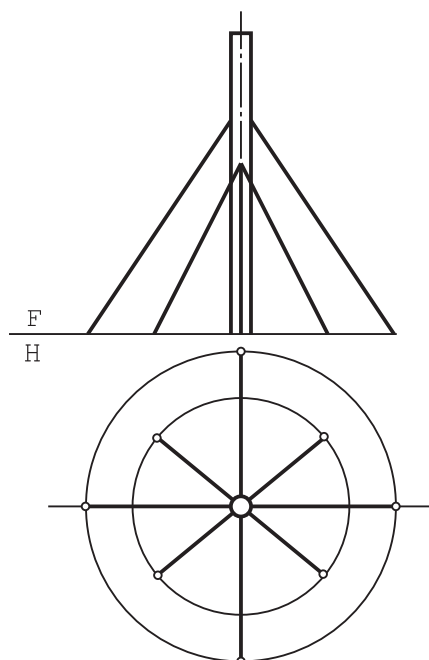
مسئله‌ی بالا روی شکل موجود یا کپی آن حل شود. برای حل مسائل بعدی نیز از کپی

تهیه شده استفاده شود. (کپی‌ها هر چه بزرگ‌تر تهیه شوند بهتر است).



توجه

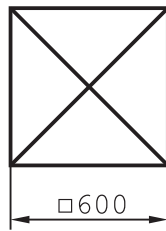
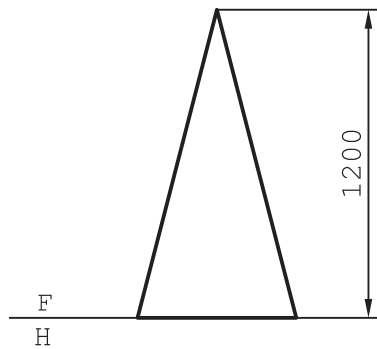
۷- یک دودکش فولادی بلند باید به وسیله‌ی سیم‌های فولادی مهار شود. طول مجموعه‌ی سیم‌ها چند متر خواهد؟ (شکل ۳۸-۳).



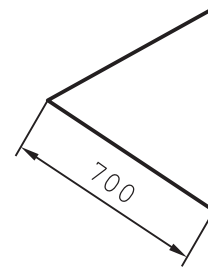
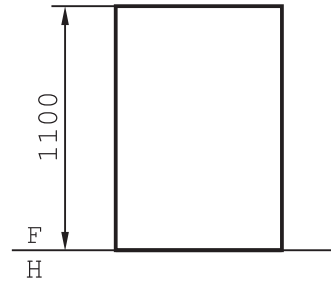
شکل ۳-۳۸

مقیاس ۱:۲۵۰

۸- سطح ورق مورد استفاده برای ساخت هر یک از احجام زیر چند متر مربع است؟ (شکل ۳۹-۳)



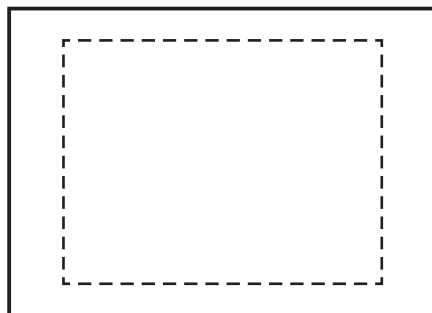
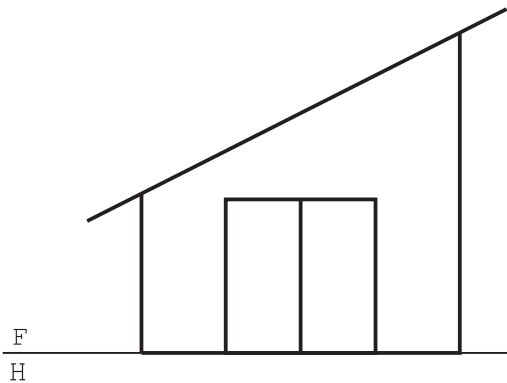
۲- قاعده ی مربع



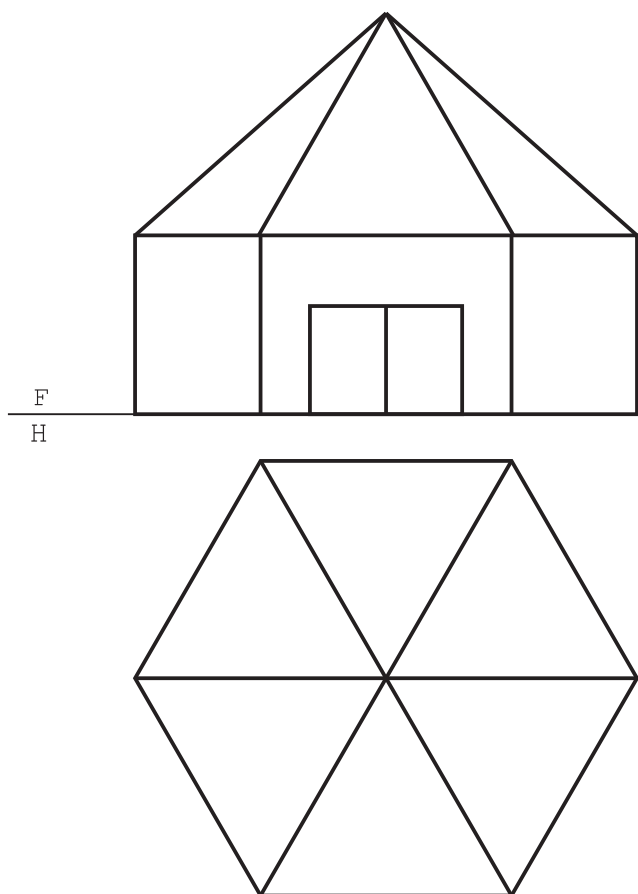
۱- قاعده ی متساوی الاضلاع

شکل ۳۹-۳

۹- سطح رنگ برای سازه ی زیر چند متر مربع است؟ (شکل ۴۰-۳)



۱- انبار، مقیاس ۱:۱۰۰



شکل ۴۰-۳

۲- سالن، مقیاس ۱:۲۰۰

۱۰- شکل ۳۳-۳ را در هر دو حالت، رسم کنید. مقیاس رسم را ۱:۲ در نظر بگیرید و کارها را روی یک برگ کاغذ A_۳ انجام دهید.

برخورد صفحه و جسم

فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند

- ۱ برخورد صفحه با ابعاد را رسم کند.
- ۲ اندازه ی واقعی تقاطع را رسم کند.