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.

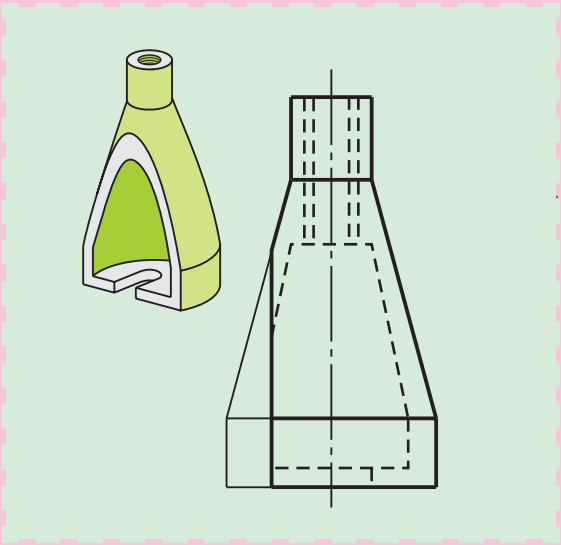
هدف کلی

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.

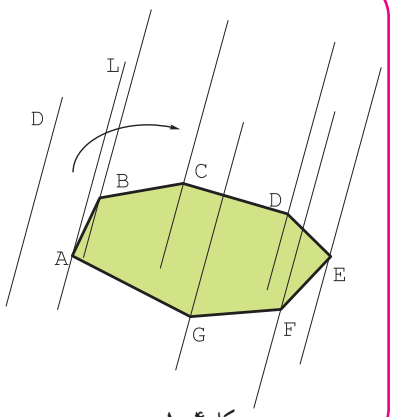
اجسام هندسی را می‌توان به دو بخش بزرگ تقسیم کرد :

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

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

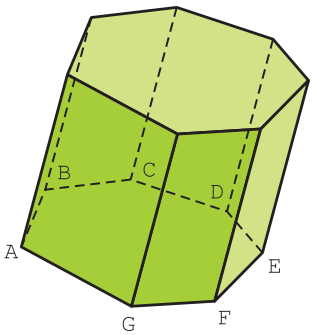
۳ــ۱ــ سطح منشوری

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

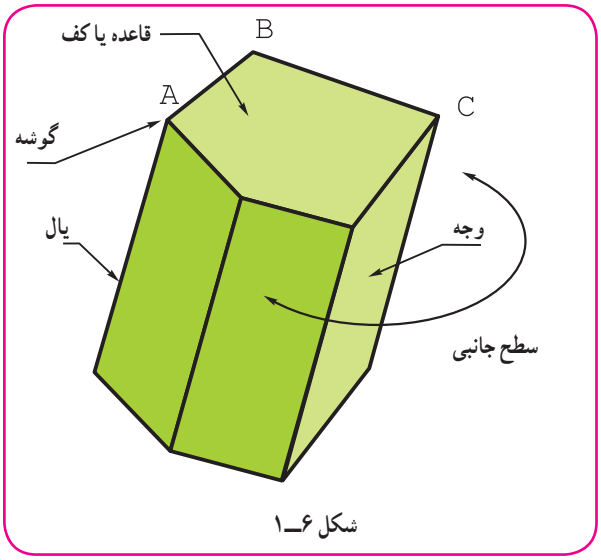
۱ــ۳ــ۱ــ تعریف منشور : منشور بخشی از سطح منشوری است که با دو صفحهٔ موازی محدود می‌شود (شکل ۵ ــ۱).



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.

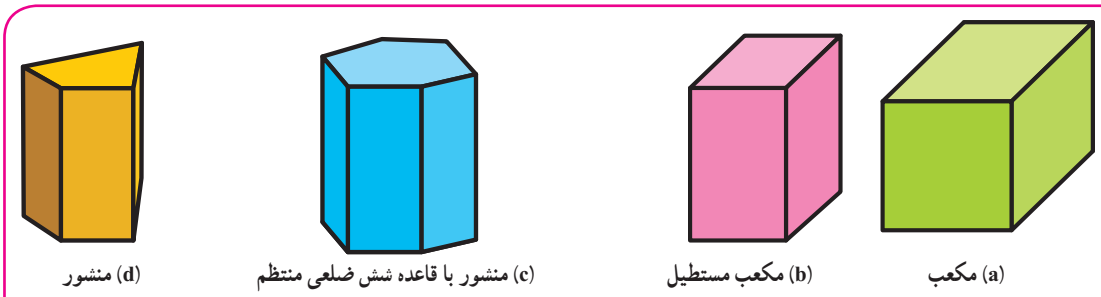
مجموعهٔ سطح جانبی و سطح دو قاعده را سطح کل منشور گویند.



شکل ۶ــ۱

۱ــنامحدوداست.

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

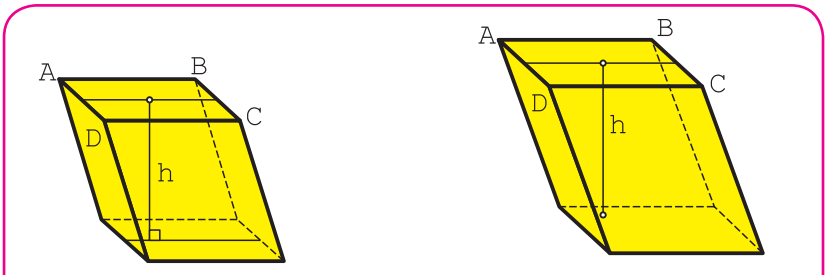


(a) مکعب (b) مکعب مستطیل (c) منشور با قاعده شش ضلعی منتظم (d) منشور

شکل ۷ــ۱

ارتفاع یک منشور قائم، برابر یال آن است.

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



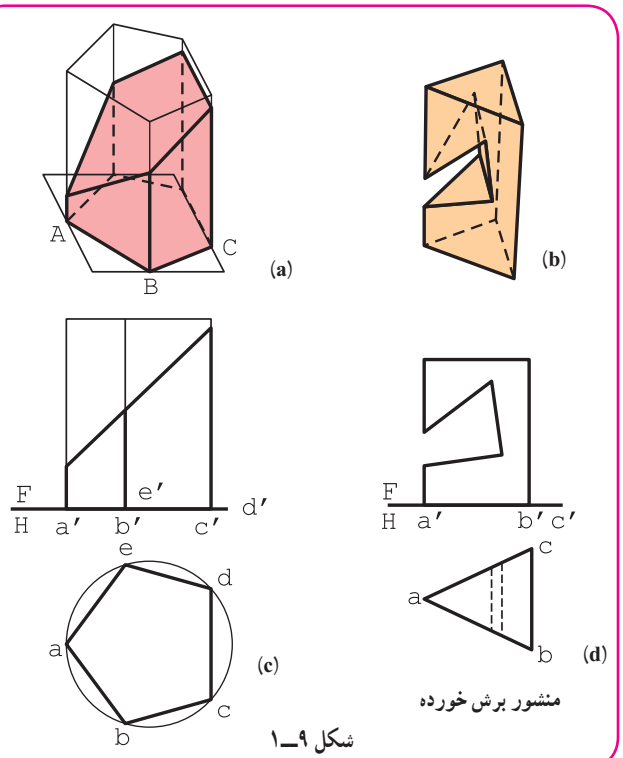
(a) وجوه جانبی مستطیل و متوازی‌الاضلاع (b) وجوه جانبی همه متوازی‌الاضلاع

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.

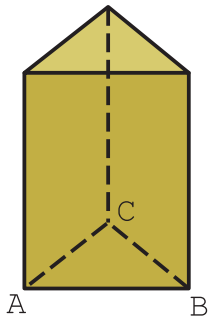
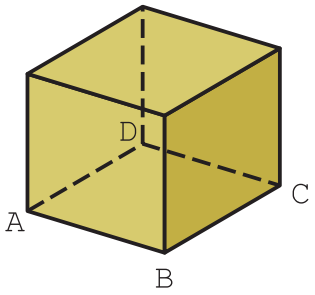
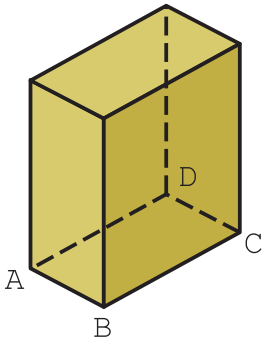
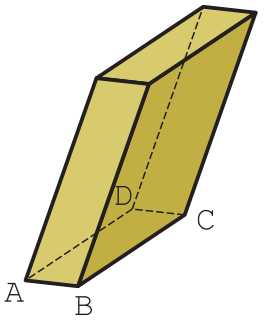
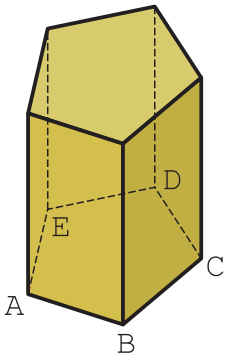
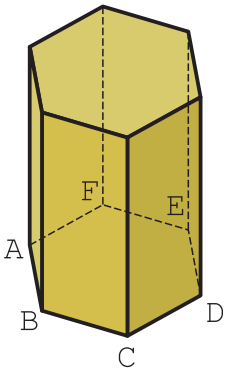
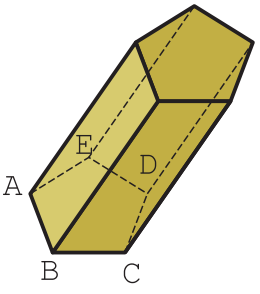
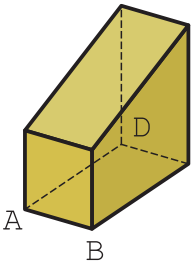
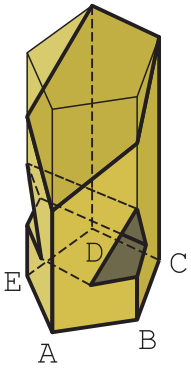


منشور برش خورده

شکل ۹ــ۱

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

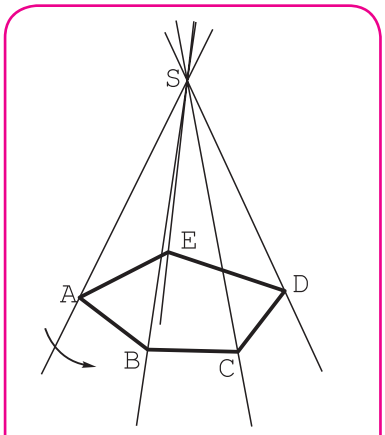
جدول ۱ــ۱ــ گونه‌هایی از منشور

		
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

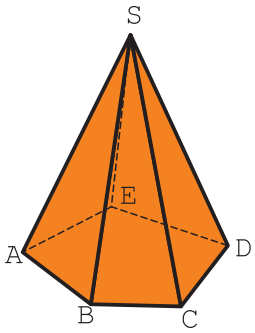
۴ــ۱ــ سطح هرمی

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).



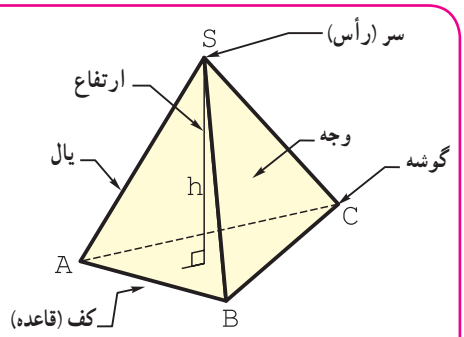
شکل ۱۰ــ۱



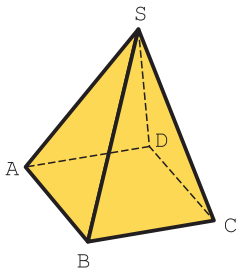
شکل ۱۱ــ۱

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

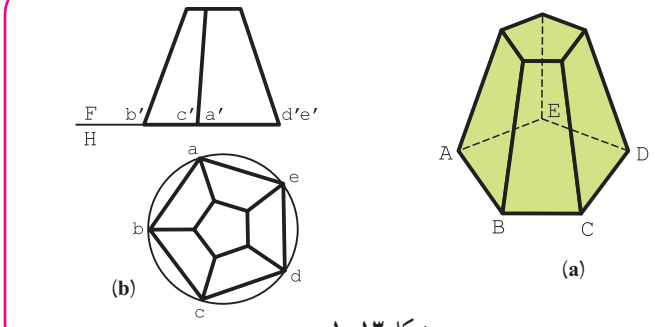


(b) هرم با قاعدهٔ مربع

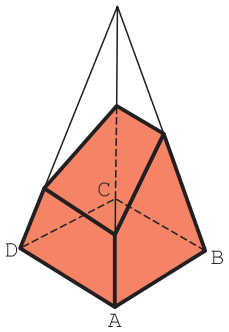
شکل ۱۲ــ۱

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).



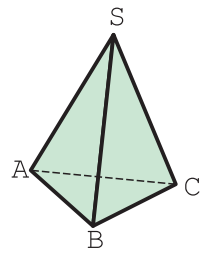
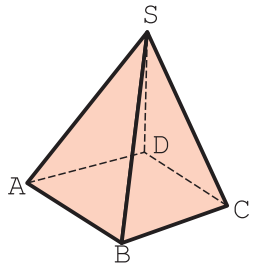
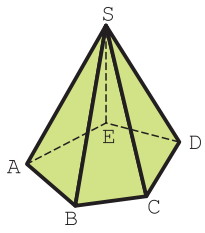
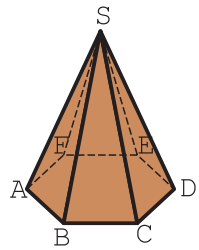
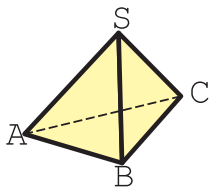
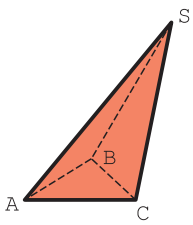
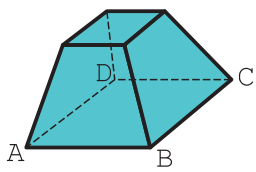
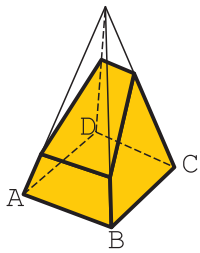
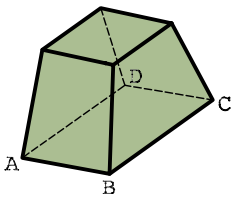
شکل ۱۳ــ۱



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.)

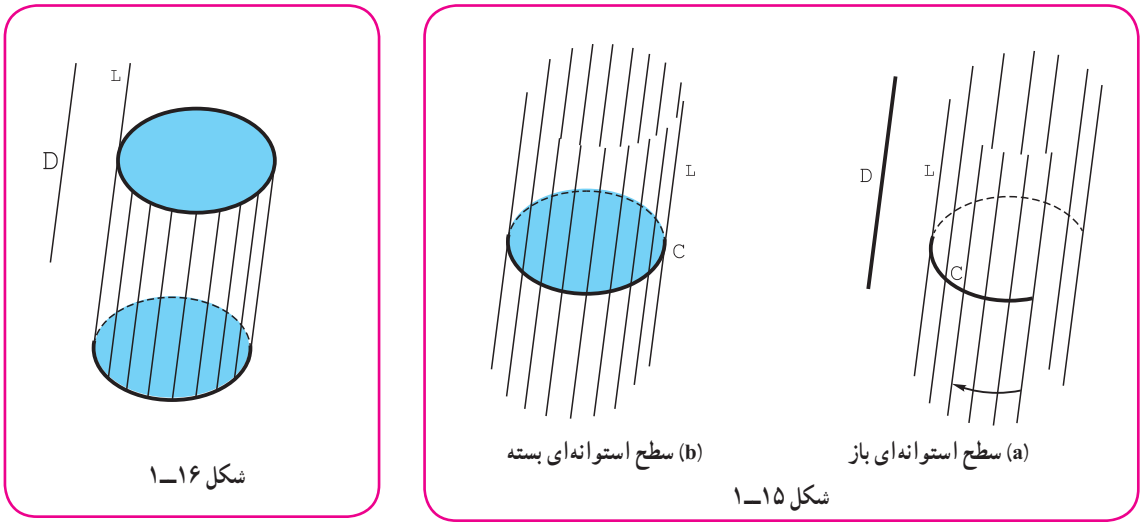
۵ــ۱ــ سطح استوانه‌ای

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

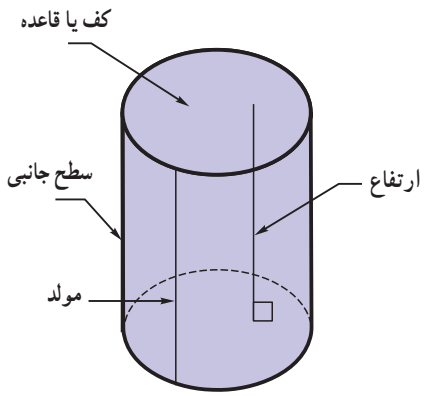
شکل ۱۵ــ۱

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.

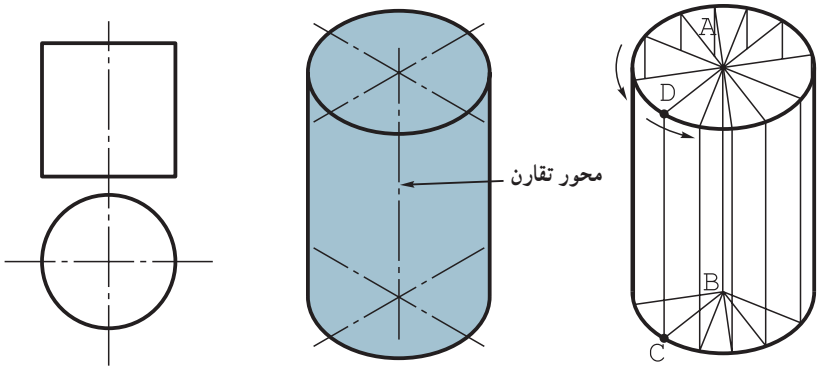
استوانه چه در تولید به‌صورت توپُر و چه در سازه‌های حاصل از ورق مهم‌ترین حجم صنعتی، شناخته می‌شود. می‌توان آن را به شکل‌های گوناگون دسته‌بندی کرد.

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.

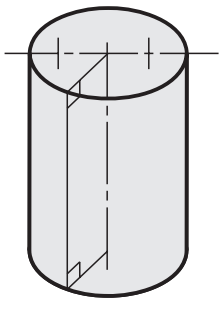
توجه

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.

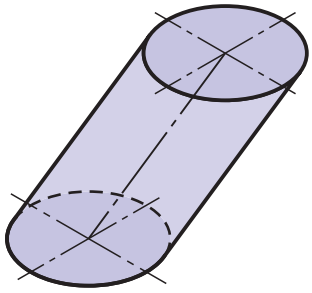
۳ــ۵ــ۱ــ استوانه قائم : ممکن است کف استوانه شکلی غیر از دایره، مثلاً بیضی یا هر منحنی دیگر باشد، اما مولدها بر آن عمود باشند، در این صورت آن را استوانهٔ قائم گویند (شکل ۱۹ــ ۱).

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).

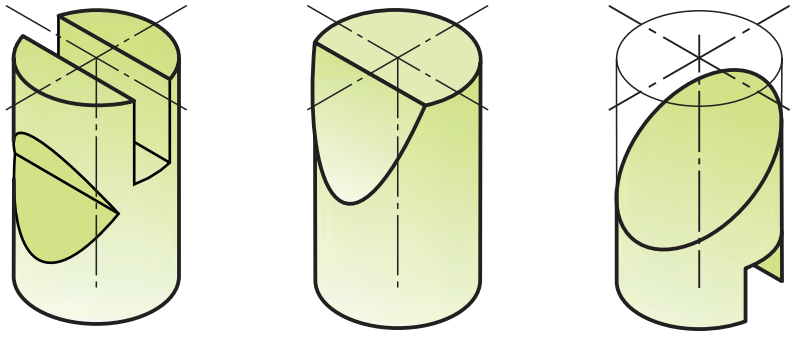


شکل ۱۹ــ۱ــ استوانهٔ قائم



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

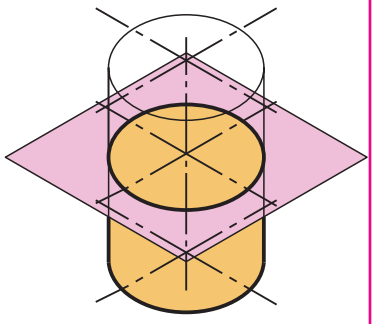
شکل ۱ــ۲۱

اینک به نمونه‌هایی از برش استوانهٔ دوّار دقت کنید :

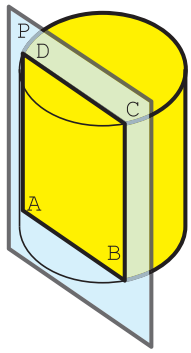
الف) اگر استوانه را عمود بر محور آن برش دهیم، شکل حاصل یک دایره است (شکل ۱ــ۲۲).

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

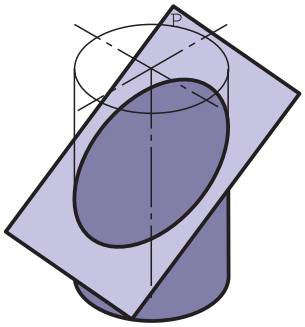
پ) اگر استوانه را به صورتی دلخواه ببریم، شکل حاصل یک بیضی خواهد بود (شکل ۱ــ۲۴).



شکل ۱ــ۲۲ــ عمود بر محور



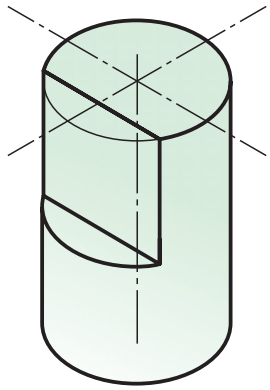
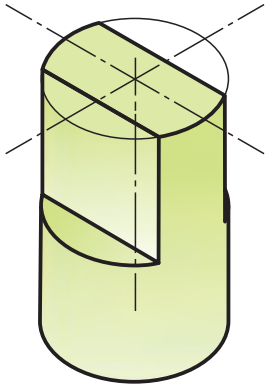
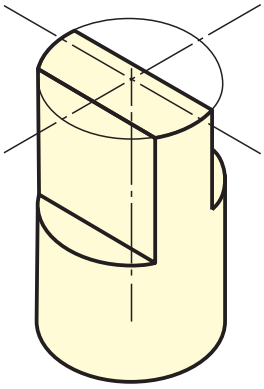
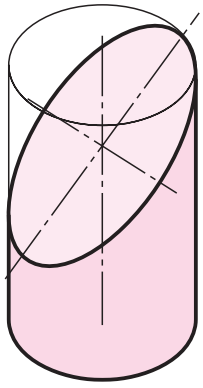
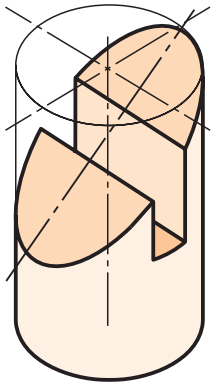
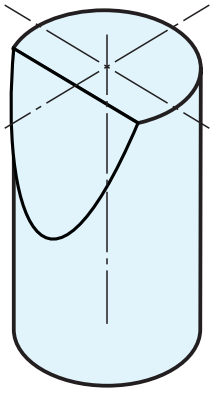
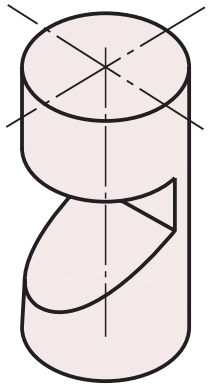
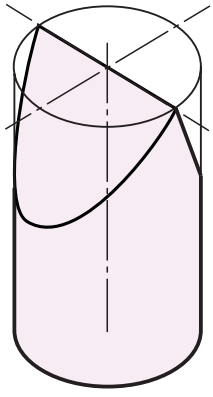
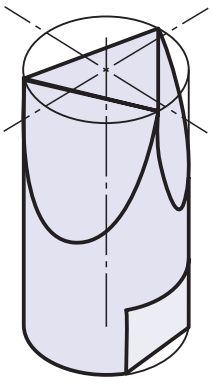
شکل ۱ــ۲۳ــ موازی با محور



شکل ۱ــ۲۴ــ دلخواه

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

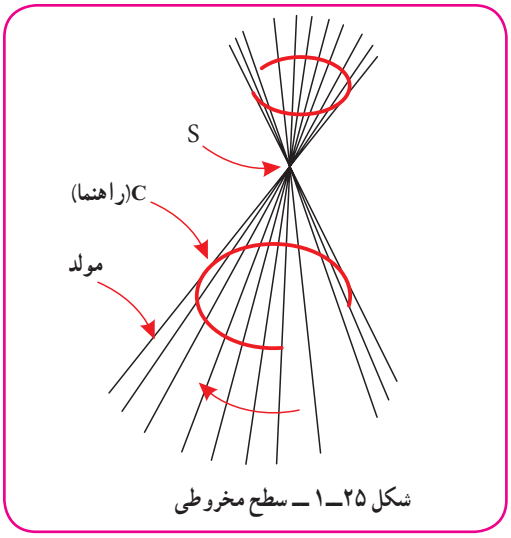
جدول ۳ــ۱

 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

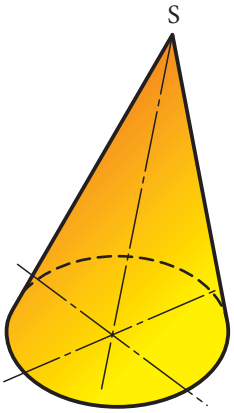
۶ــ۱ــ سطح مخروطی

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).



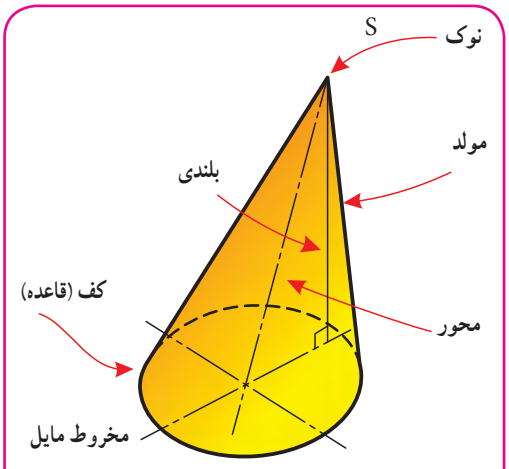
شکل ۲۵ــ۱ ــ سطح مخروطی



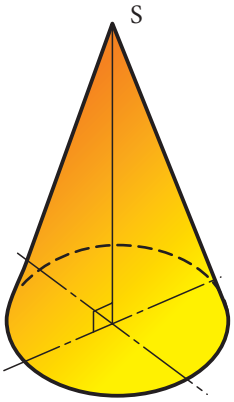
شکل ۲۶ــ۱ــ مخروط مایل

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

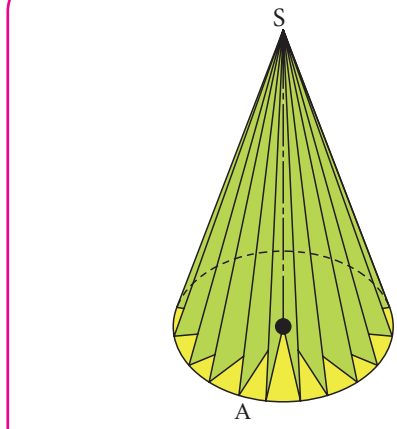


شکل ۲۸ــ۱ــ مخروط دوار

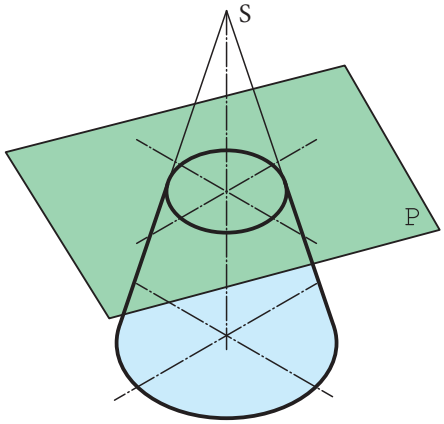
دیده می‌شود که یک مخروط دوّار می‌تواند از دوران یک مثلث راست گوشهٔ SHA به دور یکی از اضلاع زاویهٔ قائمه به وجود آید (شکل ۲۹ ــ ۱).

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).



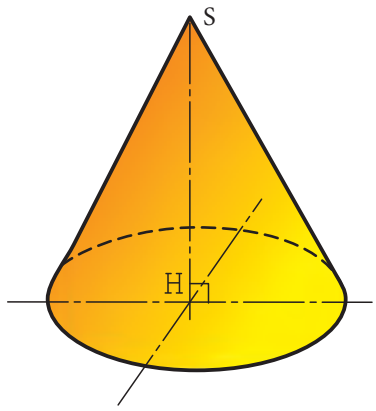
شکل ۲۹ــ۱ــ ایجاد مخروط با چرخش صفحهٔ SHA



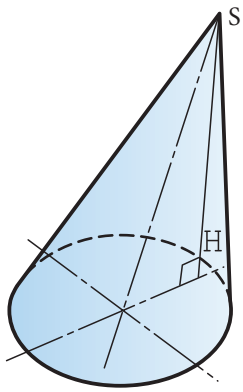
شکل ۳۰ــ۱ــ برش به موازات قاعده یا عمود بر محور

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

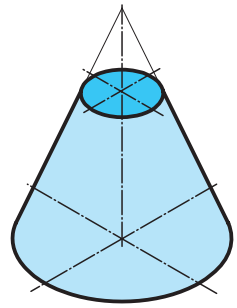
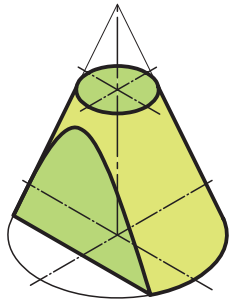
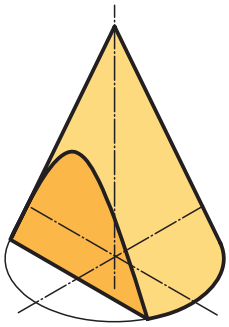
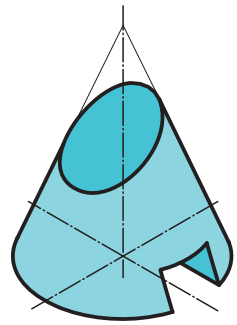
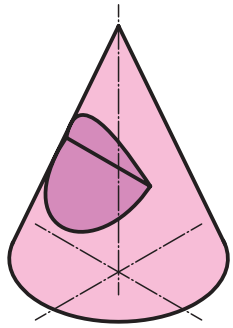
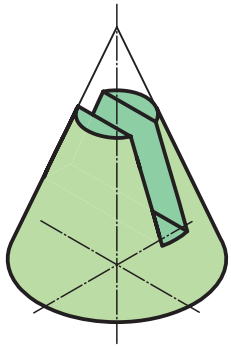
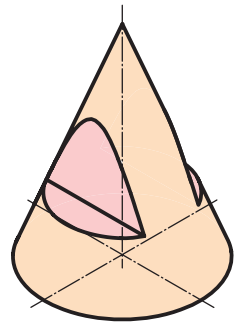
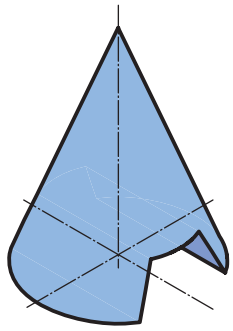
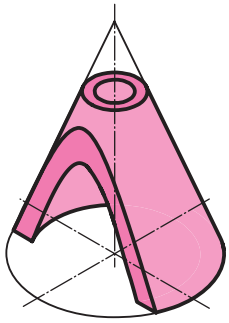


(b) مخروط مایل

شکل ۳۱ــ۱

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

جدول ۴ــ۱

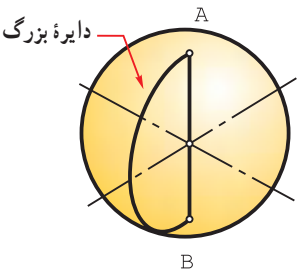
 ۱ــ برش مخروط با صفحهٔ موازی با قاعده	 ۲ــ مخروط بریده شده با دو صفحه (یکی عمود بر محور و یکی موازی با آن)	 ۳ــ برش موازی با محور
 ۴ــ مخروط با چهار برش	 ۵ــ مخروط با دو برش	 ۶ــ مخروط با چهار صفحهٔ برش
 ۷ــ مخروط با چهار صفحهٔ برش	 ۸ــ مخروط با سه صفحهٔ برش	 ۹ــ مخروط میان‌تهی با دو برش

۷ــ۱ــ کره

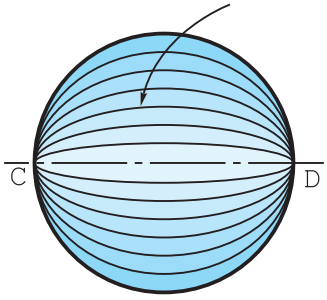
ــ بنا بر تعریف، کره سطحی است دارای دو خم که از چرخش یک نیم‌دایره به دور قطر آن به‌وجود می‌آید[1] (شکل ۳۲ــ۱).

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

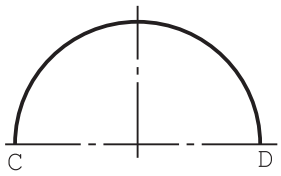
اگر دو نقطهٔ A و B را دو قطب کره بنامیم، تعداد دایره‌های بزرگ موجود روی کره که باید از دو قطب بگذرند، بی‌شمار است (شکل ۳۳ــ۱).



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



(b) کره

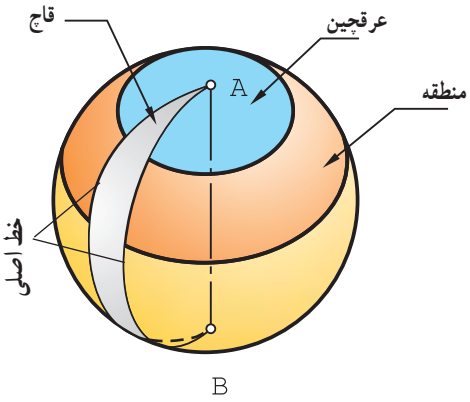


(a) نیم‌دایره

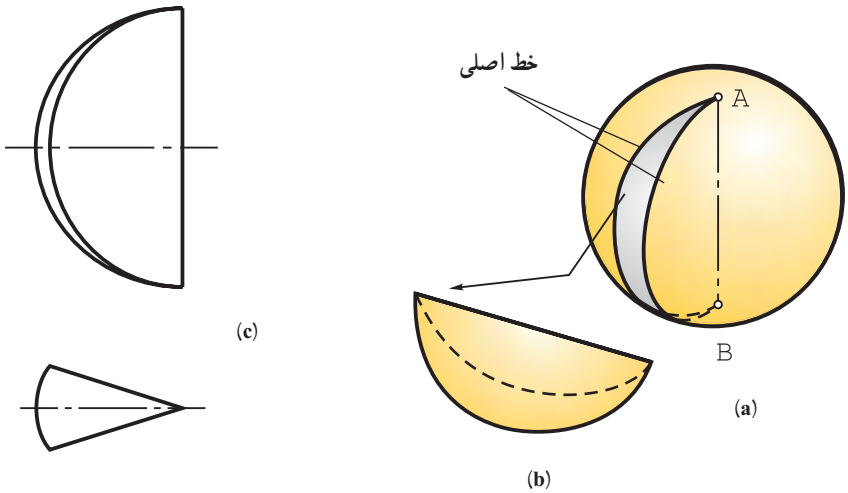
شکل ۳۲ــ۱

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).



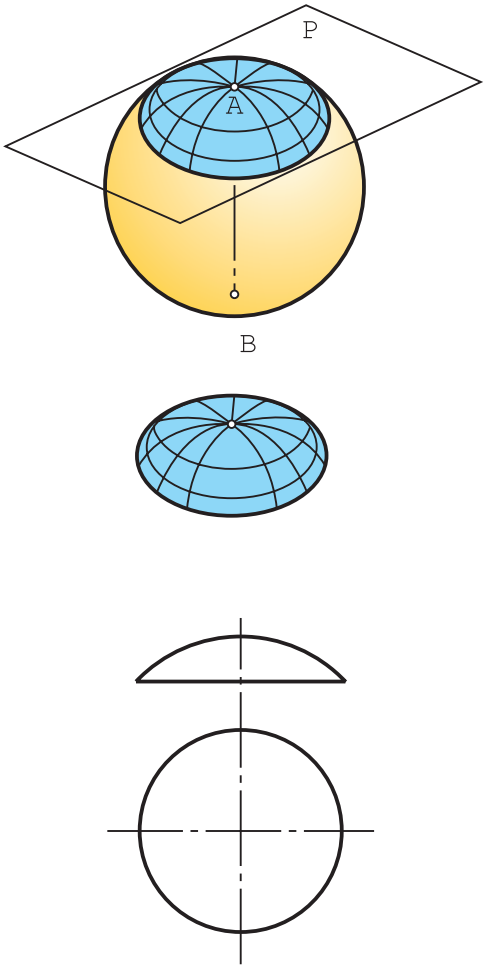
شکل ۳۴ــ۱ــ اجزای کره



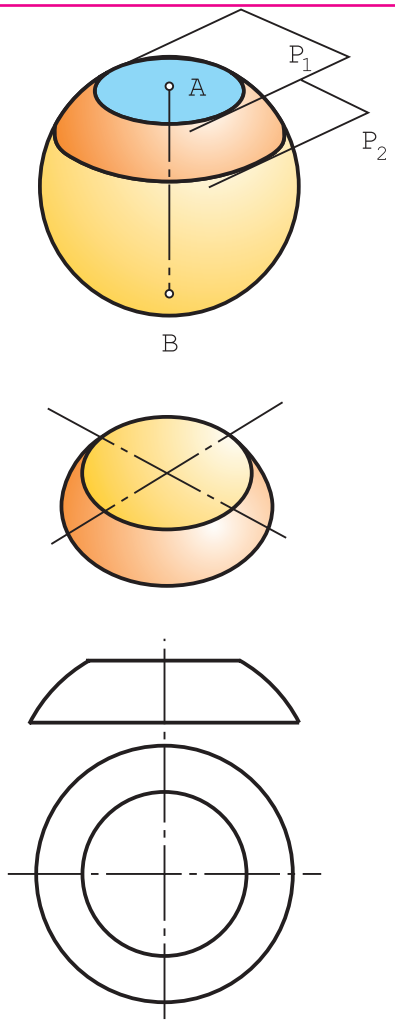
شکل ۳۵ــ۱ــ قاچ

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

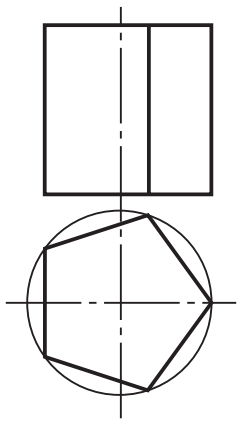


شکل ۳۷ــ۱ــ منطقه

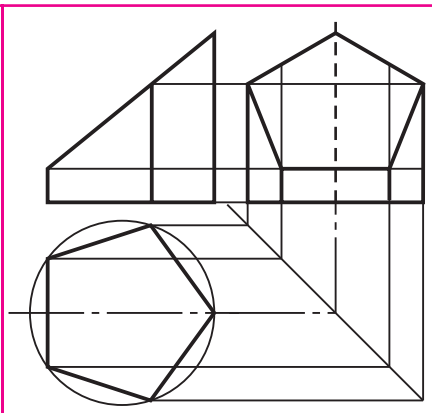
در جدول شمارهٔ ۵ ــ۱، نماهای گوناگونی از احجام با سطوح تخت داده شده است. آن‌ها باید با دقت بررسی شوند.

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

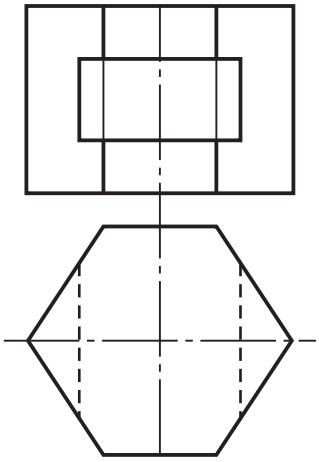
جدول ۵ــ۱



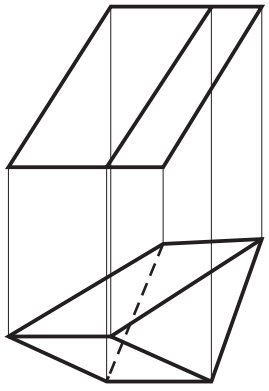
۱ــ منشور پنج‌بر



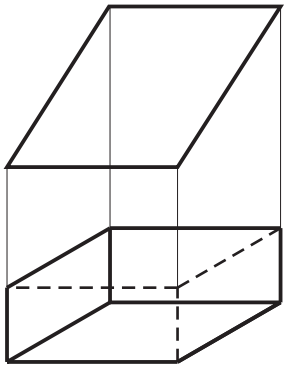
۲ــ منشور بریده شده



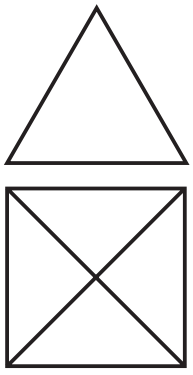
۳ــ منشور با کف شش ضلعی



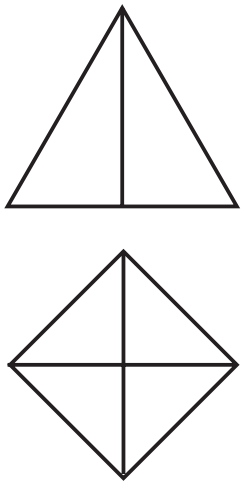
۴ــ منشور مایل



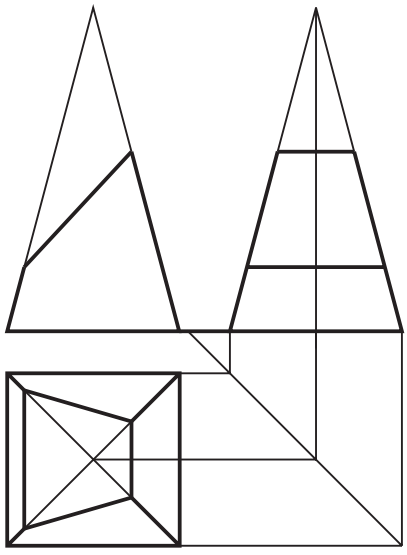
۵ــ متوازی‌السطوح



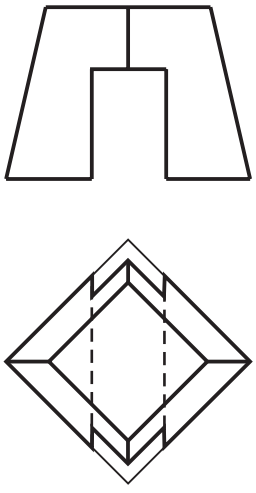
۶ــ هرم چهاربر (با قاعدهٔ مربع)



۷ــ هرم با قاعدهٔ مربع (چهاربر)

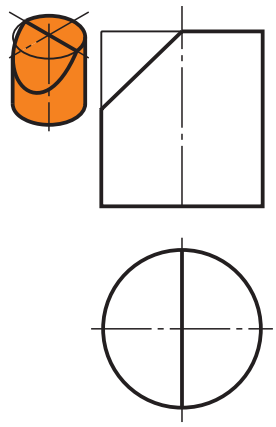


۸ــ هرم بریده شده

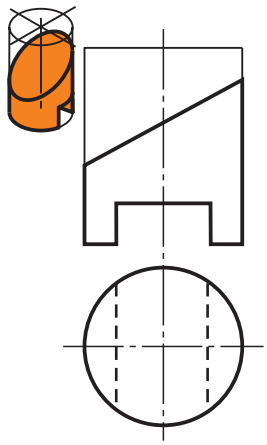


۹ــ هرم بریده شده

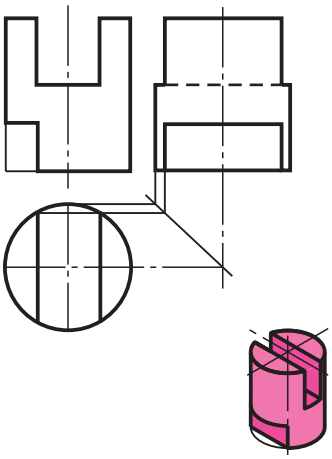
جدول ۶ــ۱



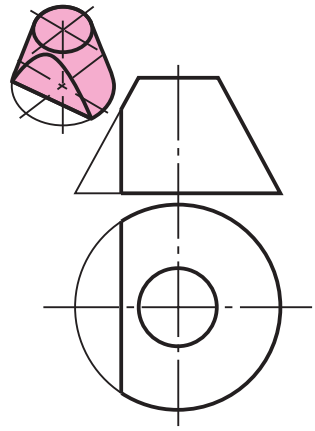
۱ــ استوانه و بیضی



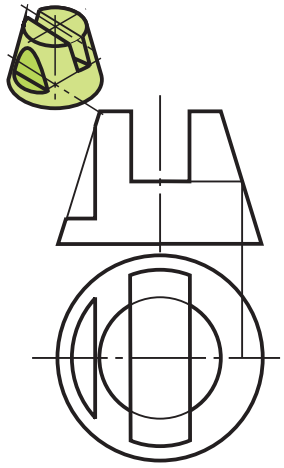
۲ــ استوانه و بیضی و مستطیل



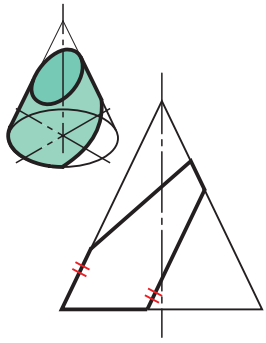
۳ــ استوانه و مستطیل



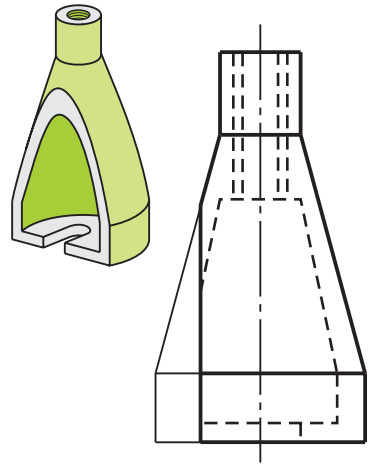
۴ــ مخروط، دایره، هذلولی



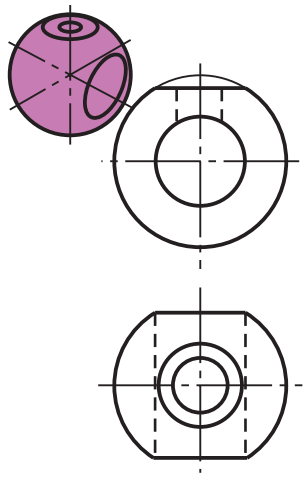
۵ــ مخروط، دایره، هذلولی



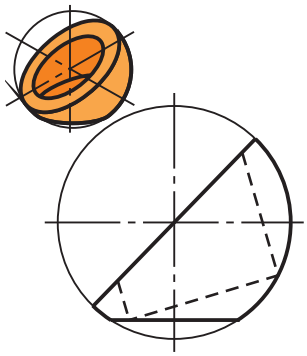
۶ــ مخروط، بیضی، سهمی



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.