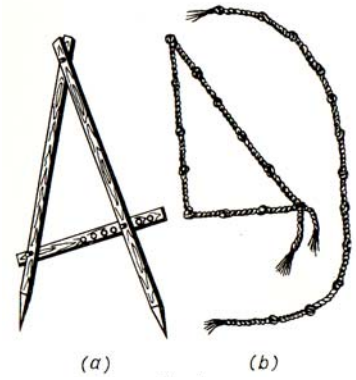
فصل اول

« تعاریف »

تاریخچه

بدرستی کسی نمی‌داند که ترسیم فنی و هندسه ترسیمی متعلق به کدام قوم و کشور می‌باشد ولی در زمان‌های بسیار بسیار دور انسان‌های نخستین قبل از نوشتن، تصاویر اشیاء و موضوعات مورد نظر خود را بر روی خاک رس، دیوار غارها و سنگ و چوب و چرم حکاکی می‌کردند و این امر موجب پیدایش یک زبان مشترک شد ولی به هر حال می‌دانیم که یکی از قدیمی‌ترین علومی که بشر ابداع کرد هندسه است.

واژه «ژئومتری» از دو واژه یونانی «ژئو» به معنی زمین و «متراین» به معنی اندازه‌گیری آمده است و هندسه در اصل علم اندازه‌گیری زمین بوده است. «هردوت» مورّخ یونانی سدّه پنجم قبل از میلاد پیدایش هندسه را به مساحان مصری نسبت می‌دهد. ریسمان معروف مصریان دارای دوازده گره با قسمت‌های مساوی بود که از این ریسمان برای ساختن زاویه قائمه استفاده می‌کردند.



شکل (۱)

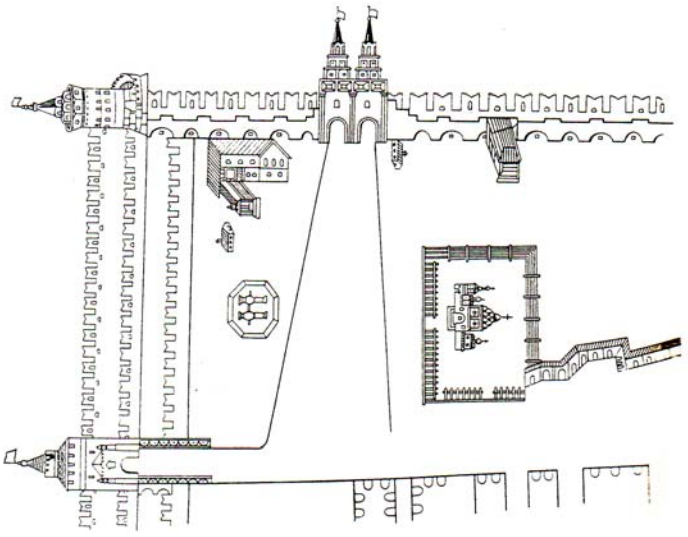
آنها مجبور بودند هر سال بعد از فرونشستن طغیان رودخانه نیل حد و مرز زمین‌های زراعی را مجدداً مشخص و معین کنند و این کار بدون استفاده از اصول هندسی امکان نداشت. همچنین ساخت بناهای عظیم مثل اهرام ثلاثه و مجسمه‌های غول پیکر و کارهایی از این قبیل که هنوز برای دانشمندان امروزی جزو معماها می‌باشد، بیان از این مطلب دارد که مصری‌ها پیشگام در هندسه بودند.

ولی هندسه توسط بابلی‌ها، چینی‌ها و هندی‌ها نیز پیشرفت بسیار کرد. و توسط دانشمندان بزرگی چون تالس، افلاطون، بطلمیوس، اقلیدس، فیثاغورث و دیگر دانشمندان در قبل از میلاد و حتی دانشمندان ایرانی و به نام همانند خوارزمی، ابوریحان بیرونی، عمر خیام، غیاث الدین جمشید کاشانی و ... به اوج رسید.

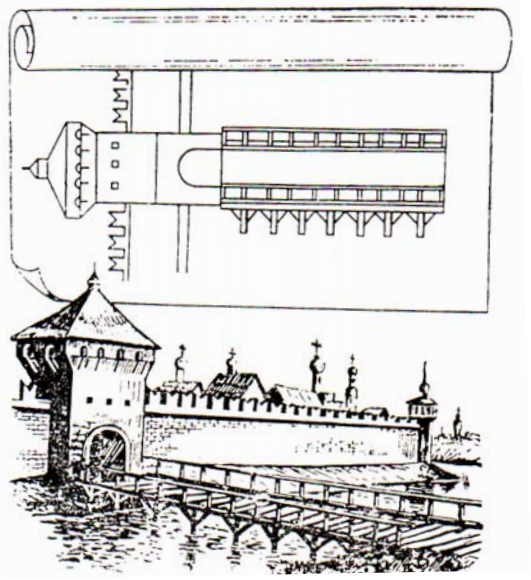
هندسه از شعبات ریاضی است و طی هزاران سال آنقدر پیشرفت کرد که امروزه خود دارای بیش از ۳۰ شعبه است بعد از گذشت دو هزار سال با ابداع هندسه نوینی به نام هندسه ترسیمی توسط «گاسپارد مونژ» این علم را به طور کامل در اختیار صنعت و عموم گذاشت. این ریاضیدان بزرگ فرانسوی و مبتکر هندسه ترسیمی در سال‌های (۱۸۱۸ـ۱۷۴۶) خدمت بزرگی به معماران و صنعتگران کرد.

گاسپارد مونژ
شکل (۲)

او در سال ۱۷۷۹ دریافت که می‌تواند اجسام سه بُعدی را به صورت دو بُعدی معرفی کند به صورتی که کلیه اندازه‌ها و ابعاد دقیقاً رعایت شود. به طور خلاصه هندسه ترسیمی در حقیقت مجموعه قواعدی است که به کمک آنها می‌توان اجسام سه بعدی یعنی فضایی را به صورت دقیق به همان صورتی که وجود دارد بر روی صفحه مستوی نمایش داد و سپس مسائل هندسه فضایی را به کمک قواعد و اصول هندسه مسطحه حل و رسم کرد.



شکل (۳)



شکل (۴)

با گذشت زمان و پیدایش صنعت و پیشرفت علوم دانشمندان و مهندسان بدنبال راه‌های بهتر و کاملتری برای رسم تصاویر و نقشه‌ها بودند که این امر باعث پیدایش انواع علائم و قراردادهایی شده است که امروزه در صنعت کاربرد دارد.

برای اولین بار موسسه استاندارد در سال ۱۹۰۲ در کشور انگلستان و بعد از آن در سال ۱۹۱۶ در هلند و در سال ۱۹۱۷ در آلمان به نام (Din) تاسیس شد.

در سال ۱۹۲۶ اتحادیه‌ای متشکل از ۲۰ موسسه استاندارد ملی از کشورهای مختلف به نام اتحادیه بین‌المللی موسسات ملی استاندارد (ISA) تشکیل شد. به مرور با توجه به نیاز کشورهای مختلف ارتباط صنعتی در سال ۱۹۴۷ یک سازمان بین‌المللی به نام (ISO) تأسیس و شروع به کار کرد.

کشور ایران در سال ۱۳۳۲ شمسی (۱۹۵۳ میلادی) موسسه استاندارد خود را با نام (ISIRI) تأسیس نمود و در سال ۱۳۶۰ (۱۹۸۱) به عضویت سازمان جهانی استاندارد (ISO) درآمد.

البته همان طور که می‌دانید وظیفه سر و سامان دادن نهایی به قواعد موجود بر عهده سازمان بین‌المللی استاندارد یعنی (ISO) می‌باشد.

مفهوم هندسه ترسیمی

هر جسمی در فاصله‌ای از چشم ما قرار می‌گیرد و تصویری از آن در ذهن ما تشکیل می‌شود که با عنایت به فاصله ما تا جسم و فاصله تا جایی که روی آن ایستاده‌ایم تصاویر افقی و قائم شکل خواهد گرفت. که به جای جسم فضایی که سه بعدی بوده حالا دو تصویر خواهیم داشت که می‌توانیم روی آنها همان سه بُعد را نمایش دهیم.

در این راستا احتیاج به تعاریف مختلفی داریم مانند: نقطه، خط، صفحه، جسم، صفحه تصویر، فرجه‌ها، خطوط رابط، ملخّص، خط زمین، طول، عرض، ارتفاع و ... که در زیر به آنها خواهیم پرداخت.

این تعاریف در رشته‌های مختلف با اسامی مختلفی انجام می‌شود و اصطلاحات مربوط به همان رشته را نیز به دنبال دارد. در زیر چون نمی‌توانیم به تمام آن اصطلاحات اشاره کنیم تنها به رایج‌ترین آنها خواهیم پرداخت.

توجه: قبل از تعریف و توضیح مطالب، بیان چند نکته ضروری است:

۱ـ بعضی از تعاریف و اصطلاحات را باید بدون هیچ توجیه دیگری پذیرفت.

۲ـ قوانین و تعاریف را به صورت مستقل از هم ولی در یک راستا قبول کنیم.

۳ـ برخی از اصطلاحات را بدون تعریف بپذیریم. (چون تعریف کامل و جامعی از آنها وجود ندارد)

اقلیدس و سایر دانشمندان نیز سعی در تعریف این واژه‌ها داشتند ولی موفق نشدند برای همین منظور تنها می‌توان به تعاریف ساده‌ای از آنها پرداخت.

نقطه

با فشردن قلم بر روی کاغذ می‌توان یک اثر بوجود آورد که آن را نقطه می‌نامند البته این تعریف یک تعریف گرافیکی است.
در ریاضی و هندسه برای نقطه، اقلیدس گفته چیزی که هیچ جزئی ندارد. ولی می‌دانیم که تعریف کاملی نیست.
بعدها این تعریف اینگونه آورده شده است که کوچکترین شکل هندسی که طول، عرض، ارتفاع ندارد.
نقطه در ترسیم فنی و هندسه ترسیمی اینگونه بیان می‌شود که از تقاطع دو خط بوجود آمده است.
همچنین می‌توان گفت که نقطه نمای دیگری از یک خط است. به تصاویر زیر دقت کنید.

خط

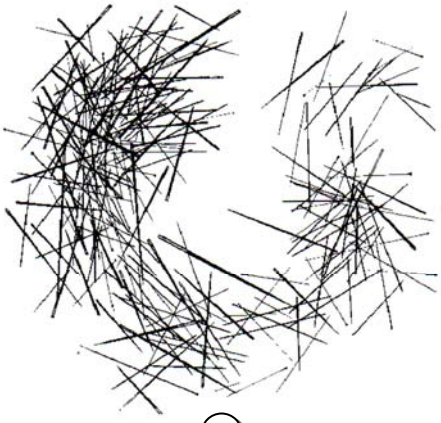
با کنار هم قراردادن بی‌نهایت نقطه در یک راستا می‌توان یک خط رسم کرد همچنین خط را می‌توان حرکت یک نقطه در یک راستا دانست این تعاریف همانا تعریف از دیدگاه گرافیک است.
در هندسه و ریاضی خط را کوتاهترین فاصله بین دو نقطه می‌دانند چون خط باید راست و مستقیم باشد.
اما در هندسه ترسیمی و ترسیم فنی خط را حاصل برخورد دو صفحه می‌دانند که یکدیگر را قطع کرده باشند.
همچنین خط را نمای دیگری از یک صفحه می‌دانیم.

نکته ۱: در هندسه منظور از خط یعنی خط راست و مستقیم و در صورتی که راست و مستقیم نباشد نوعی منحنی است که وارد آن مقوله نخواهیم شد.

صفحه

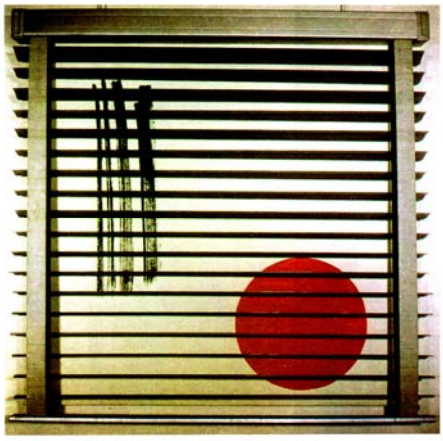
اگر تعداد بی‌نهایت خط را در یک راستا و در کنار هم قرار دهیم تصویری از یک صفحه را نمایش خواهد داد، که این مطلب را می‌توان ناشی از حرکت یک خط در یک راستا نیز دانست.

کدامیک از تصاویر در ذهن شما صفحه مستوی را بهتر نمایش می‌دهد.



a

b



c

شکل (۵)

در ریاضی و هندسه صفحه، سطحی است مستوی، بدون انحنا و نامحدود اما در ترسیم فنی صفحه عبارت از آن چیزی است که از یک جسم (حجم) دیده می‌شود. (نمایی از یک جسم)

نکته ۲: در هندسه ترسیمی عباراتی مانند خط و پاره‌خط و صفحه و نیم صفحه و ... معنایی ندارند.

حجم

به طور بسیار ساده حجم‌های اطراف خود را می‌توان ناشی از کنار هم قراردادن بی‌نهایت صفحه در نظر آورد همانند یک کتاب چند صد صفحه‌ای که هر چه تعداد صفحات آن بیشتر باشد کتاب نیز قطورتر خواهد شد. همچنین با حرکت یک صفحه نیز می‌توان حجم‌هایی را تولید کرد مانند استوانه، منشور و ...

جدول ۱: احجام یا سطوح مستوی

	نام	جسم
۱	منشور با قاعده پنج ضلعی	
۲	منشور مثلث القاعده	
۳	منشور با قاعده شش ضلعی	
۴	مکعب	

	نام	جسم
۵	مکعب مستطیل	
۶	هرم با قاعده پنج ضلعی	
۷	هرم چهار وجهی (با قاعده مثلث)	
۸	هرم با قاعده مربع	

	نام	جسم
۹	هرم با قاعده شش ضلعی	
۱۰	هرم ناقص	
۱۱	چهار وجهی منتظم	
۱۲	شش وجهی منتظم	

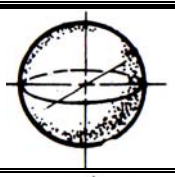
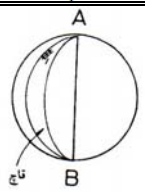
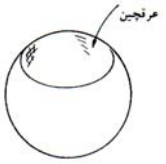
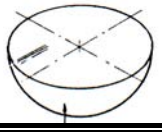
در گاهی اوقات برای ساخت احجام ناچار به دوران صفحات خواهیم شد مانند کره، تیوپ، شلجمی، بیضوی و ...

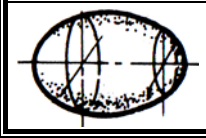
جدول ۲: اجسام تک انحنایی

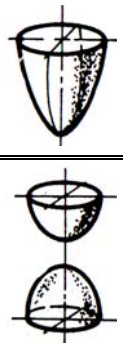
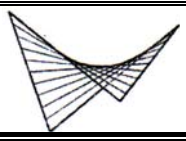
نام	جسم
استوانه قائم	
استوانه مایل	

نام	جسم
مخروط قائم	
مخروط مایل	
مخروط ناقص	

جدول ۳: اجسام دو انحنایی

	نام	جسم
۱	کره	
۲	قاچ	
۳	منطقه	
۴	عرقچین	
۵	نیمکره	

	نام	جسم
۶	مدور حلقوی تیوپ	
۷	مدور مارپیچ	
۸	احجام بیضوی قائم	
۹	احجام بیضوی افقی	
۱۰	مدور تخم‌مرغی	

	نام	جسم
۱۱	شلجمی	
۱۲	شبهه مخروط	
۱۳	سطح تابدار (منلولیگون)	
۱۴	سطح تابدار (سهمیگون)	

در شرایطی دیگر با نگاه دقیق‌تر به اجسام اطراف خود آنها را ناشی از برخورد چند صفحه خواهیم دید. مانند اهرام، منشورها و ...
به طور کلی در ریاضی و فیزیک به فضایی که یک جسم اشغال می‌کند حجم گفته می‌شود. اما در طبیعت اطراف خود و در ترسیم فنی به تمام اجسامی که در اطراف ما قرار دارند می‌توان حجم گفت که فضایی را اشغال کرده و قابل لمس هستند.

مثال ۱: از دوران یک صفحه مثلث قائمه حول پای قائم خود کدام حجم ساخته می‌شود؟

۱) منشور ۲) هرم ۳) مخروط ۴) هرم مثلث القاعده

☑ **پاسخ:** گزینه «۳»

نکته۳: همانطور که ملاحظه فرمودید برای برخی از اصطلاحات نمی‌توانیم بیشتر وارد بحث بشویم چون در آن صورت ناچار به استفاده از اصطلاحات دیگر و دور تسلسل خواهیم شد. هر چند که این تعاریف نیز کامل نیست ولی فعلاً چاره‌ای نداریم جز اینکه این اصطلاحات را به صورت تعریف نشده بپذیریم.

احجام هندسی

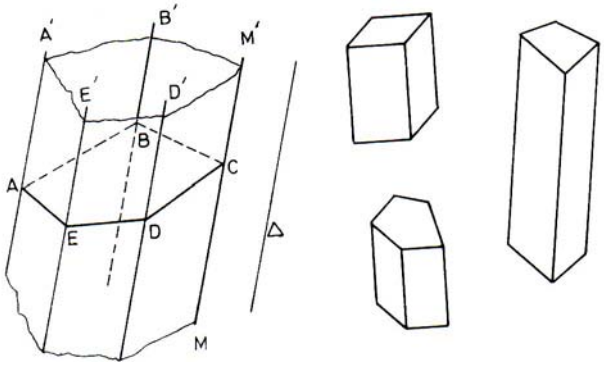
نکته۴: همانگونه که ذکر شد به محدوده‌ای از فضا که توسط چند سطح محصور شده باشد حجم می‌گویند.

نکته۵: سطوح تشکیل دهنده اجسام ممکن است مسطح و یا انحنادار باشد که از حرکت و یا دوران یک صفحه به وجود می‌آید.

نکته۶: تمام احجام و اجسام را با اندکی دقت می‌توان به احجام ساده‌تری تجزیه و تقسیم‌بندی کرد.

الف) احجام با سطوح مستوی

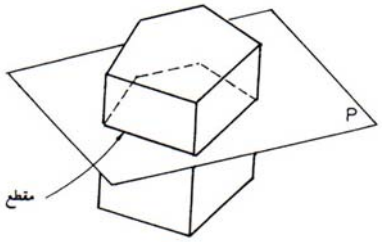
۱ـ منشورها : هرگاه خطی مستقیم در فضا موازی با خط راست و ثابت Δ مماس بر محیط یک چند ضلعی مسطح حرکت کند سطح نامحدودی بنام سطح منشوری به وجود می‌آید که به یک مقطع از آن منشور می‌گویند.



شکل (۶)

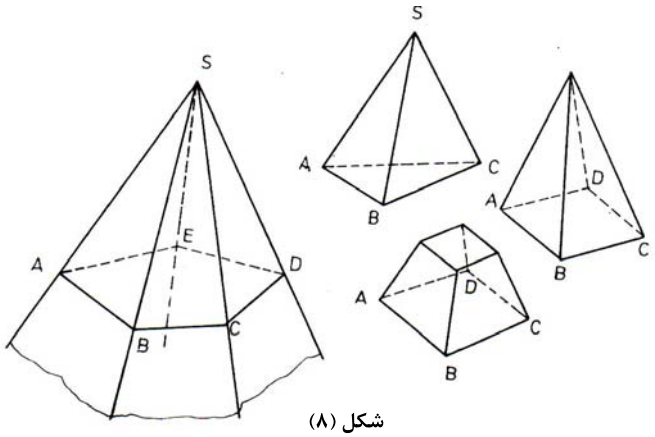
نکته۷: اگر یال‌های منشور بر سطح قاعده عمود باشد منشور «قائم» و اگر اینگونه نباشد منشور «مایل» نامیده می‌شود.

نکته۸: اگر منشور با یک صفحه به موازات قاعده بریده شود تنها ارتفاع منشور کوتاه‌تر می‌شود.



شکل (۷)

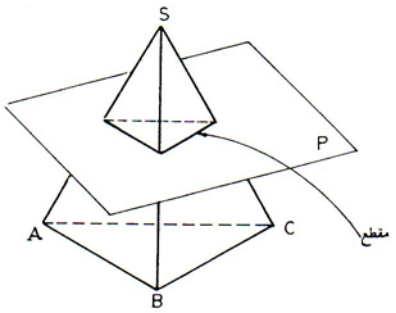
۲ـ هرم‌ها: اگر خطی از نقطه‌ای در فضا عبور کند و مماس بر محیط یک چند ضلعی مسطح حرکت کند یک هرم بوجود خواهد آمد.



شکل (۸)

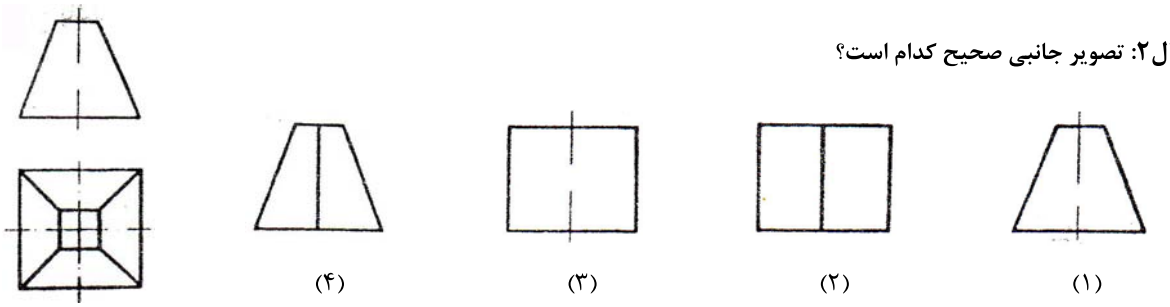
نکته۹: هرم نیز ممکن است مایل و یا قائم باشد.

نکته۱۰: هرگاه هرم با یک صفحه به موازات قاعده بریده شود هرم ناقص بوجود خواهد آمد که مقطع حاصل شکلی مشابه قاعده خواهد داشت.



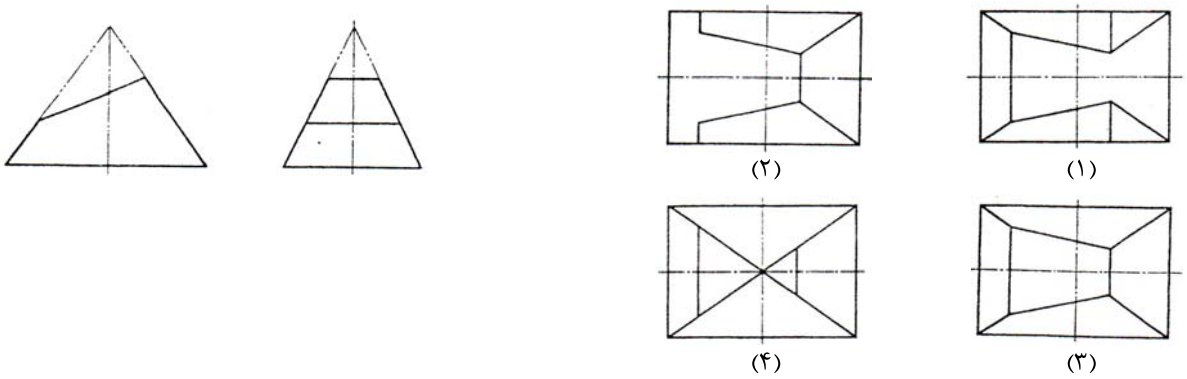
شکل (۹)

مثال۲: تصویر جانبی صحیح کدام است؟



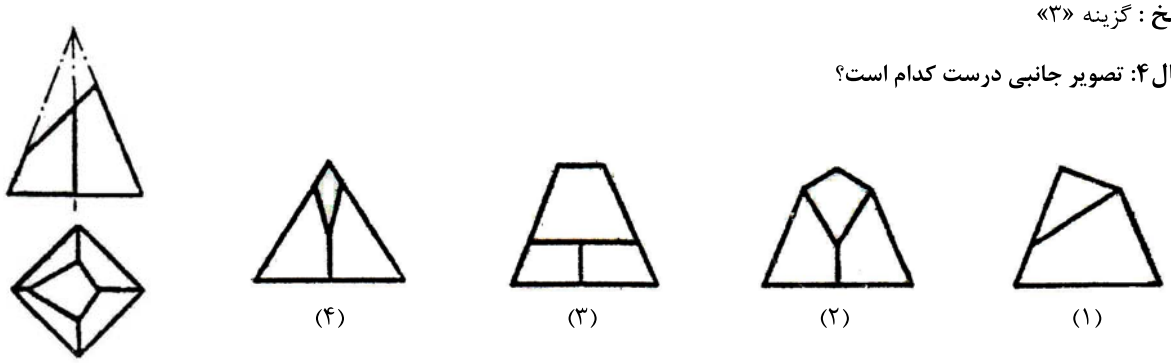
☑ **پاسخ:** گزینه «۱» در این تست با توجه به تصویر قائم و افقی مشخص می‌شود که یک هرم ناقص مطرح است. لذا سطح جانبی آن شیب‌دار خواهد بود. بنابراین گزینه‌های (۲) و (۳) غلط می‌باشند و در گزینه (۴) نیز در امتداد محور، یال ترسیم شده است که نادرست است.

مثال۳: تصویر افقی صحیح کدام است؟



☑ **پاسخ :** گزینه «۳»

مثال۴: تصویر جانبی درست کدام است؟



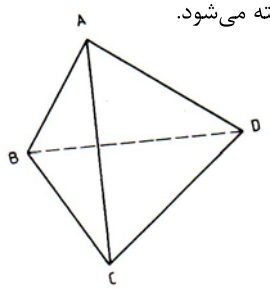
☑ **پاسخ:** گزینه «۲» فصل مشترک برخورد صفحه‌ی مایل با هرم در تصویر جانبی یک چهارضلعی با فرم تصویر افقی خواهد بود و این شرایط فقط در گزینه‌ی ۲ وجود دارد.

۳- چند وجهی‌های منتظم «اجسام افلاطونی»

توسط هندسه ثابت می‌شود که فقط پنج حجم وجود دارد که از صفحات متساوی و منتظم ساخته شده‌اند.

A) چهار وجهی منتظم :

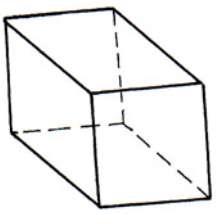
این حجم از چهار مثلث متساوی‌الاضلاع ساخته می‌شود.



شکل (۱۰)

B) شش وجهی منتظم :

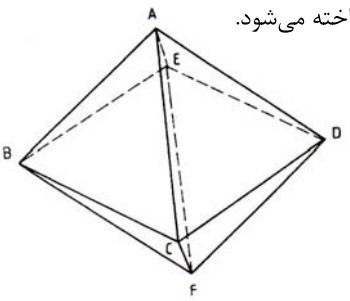
این حجم از شش مربع ساخته می‌شود «مکعب»



شکل (۱۱)

C) هشت وجهی منتظم :

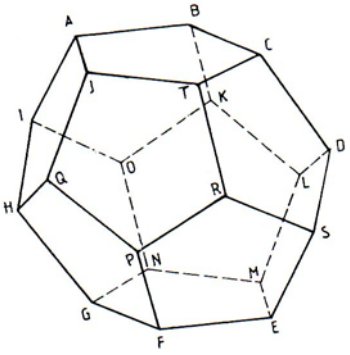
این حجم از هشت مثلث متساوی‌الاضلاع ساخته می‌شود.



شکل (۱۲)

D) دوازده وجهی منتظم :

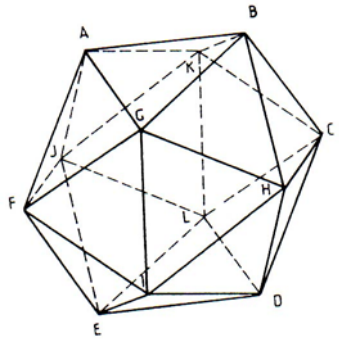
این حجم از دوازده سطح پنج ضلعی بوجود می‌آید.



شکل (۱۳)

E) بیست وجهی منتظم :

این حجم از بیست مثلث متساوی‌الاضلاع ساخته می‌شود.



شکل (۱۴)

نکته۱۱: اجسام افلاطونی می‌توانند در داخل یک کره محاط شوند.

مثال۵: در ساخت کدام گروه از چند ضلعی‌های منتظم مثلث متساوی‌الضلاع به کار رفته است؟

۱) چهار وجهی ـ هشت وجهی ـ بیست وجهی
۲) چهار وجهی ـ شش وجهی ـ دوازده وجهی
۳) چهار وجهی ـ دوازده وجهی ـ بیست وجهی
۴) هشت وجهی ـ دوازده وجهی ـ بیست وجهی

☑ **پاسخ :** گزینه «۱» فقط در احجام بیست وجهی منتظم و هشت وجهی منتظم و چهار وجهی منتظم مثلث وجود دارد.

مثال۶: اجسام افلاطونی، چند وجهی‌های منتظمی می‌باشند که می‌توان آنها را در داخل یک ..... محاط نمود به گونه‌ای که تمام رئوس آنها بر سطح ..... واقع باشند.

۱) مکعب ـ کره
۲) کره ـ کره
۳) چند وجهی منتظم ـ چند وجهی غیر منتظم
۴) کره ـ چند وجهی منتظم

☑ **پاسخ :** گزینه «۲»

احجام مهم هندسی با سطوح مستوی را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

جدول ۴

	نام	جسم
۱	هرم مایل	
۲	چهار وجهی منتظم	
۳	مکعب یا شش وجهی منتظم	
۴	هشت وجهی منتظم	

	نام	جسم
۵	دوازده وجهی منتظم	
۶	بیست‌وجهی منتظم	
۷	منشور قائم یالها عمود بر قاعده	
۸	منشور مایل	

	نام	جسم
۹	مکعب مستطیل	
۱۰	متوازی‌السطوح	
۱۱	هرم	
۱۲	هرم ناقص	

جدول ۵: اطلاعات جدول زیر مربوط به چند وجهی‌های منتظم می‌باشد.

چند وجهی	عدهٔ اضلاع هر وجه	عدهٔ یالهای منتهی به هر رأس	تعداد رأسهای جسم	تعداد یالهای جسم
چهار وجهی	۳	۳	۴	۶
مکعب	۴	۳	۸	۱۲
هشت وجهی	۳	۴	۶	۱۲
دوازده وجهی	۵	۳	۲۰	۳۰
بیست وجهی	۳	۵	۱۲	۳۰

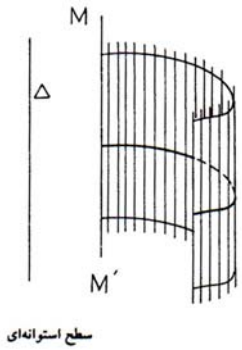
ب) احجام با سطوح منحنی

این احجام را می‌توان در دو گروه کلی دسته‌بندی کرد :

A) احجام یک انحنایی B) احجام دو انحنایی

الف) احجام یک انحنایی

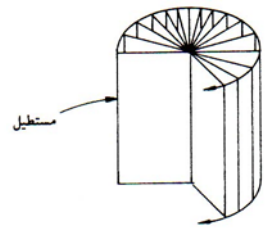
۱- استوانه‌ها : اگر خط راست و مستقیمی در فضا موازی با خط ثابت Δ و مماس بر محیط یک منحنی حرکت کند سطح استوانه‌ای بوجود خواهد آمد.



شکل (۱۵)

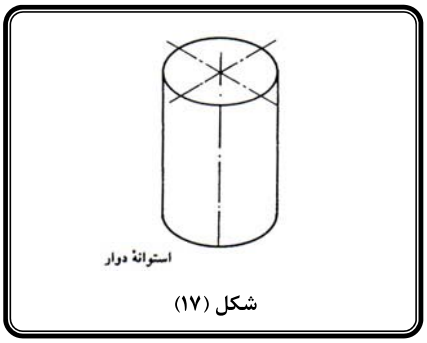
نکته۱۲: استوانه به قسمتی گفته می‌شود که بین دو سطح قاعده محصور شده باشد.

نکته۱۳: اگر منحنی هادی دایره باشد حجم حادث را استوانه می‌نامند.

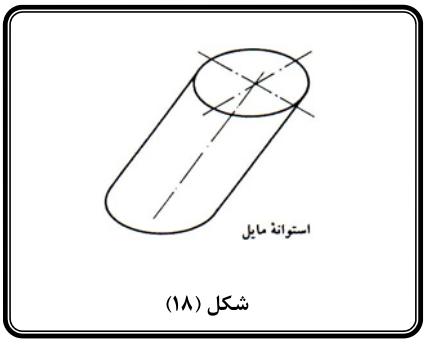


شکل (۱۶)

نکته۱۴: اگر خط مولد بر قاعده عمود باشد استوانه را قائم و اگر عمود نباشد استوانه را مایل می‌نامند.

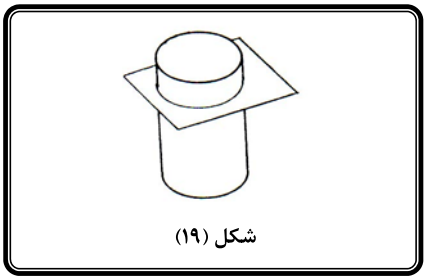


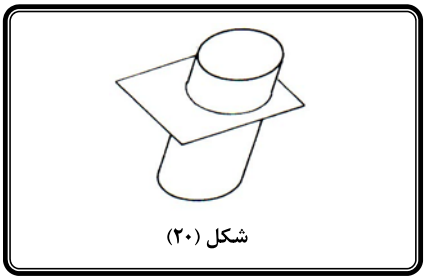
شکل (۱۷)



شکل (۱۸)

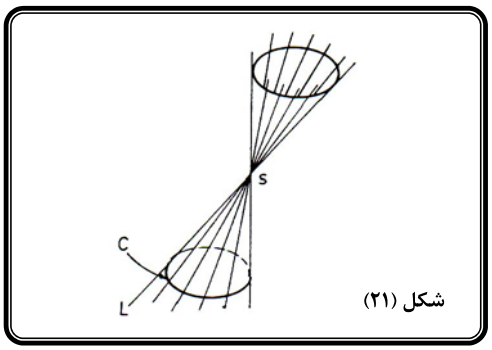
نکته۱۵: استوانه‌ها را اگر با یک صفحه به موازات قاعده برش دهیم تنها ارتفاع آنها کوتاه‌تر خواهد شد.


شکل (۱۹)


شکل (۲۰)

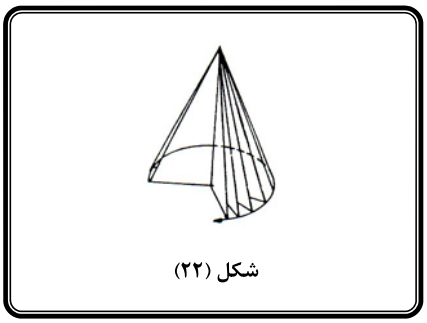
۲ـ مخروط‌ها: اگر خطی از نقطه‌ای در فضا عبور کند و همواره مماس بر محیط یک منحنی حرکت کند سطح مخروطی بوجود خواهد آمد.

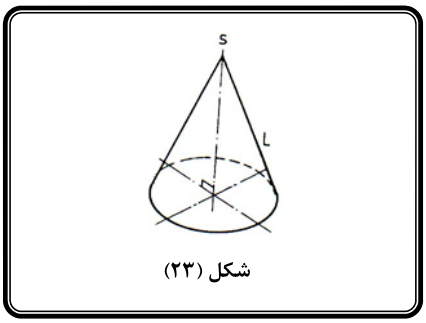
نکته۱۶: سطح مخروطی دارای دو قسمت است.



شکل (۲۱)

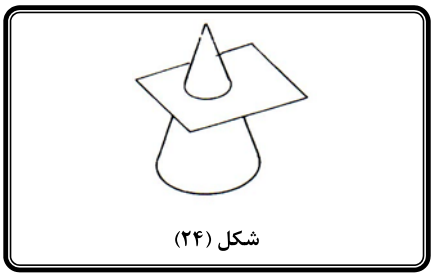
نکته۱۷: اگر خط محور مخروط بر قاعده که دایره است عمود باشد مخروط را دوار یا قائم می‌نامیم. در غیراینصورت مخروط مایل است.

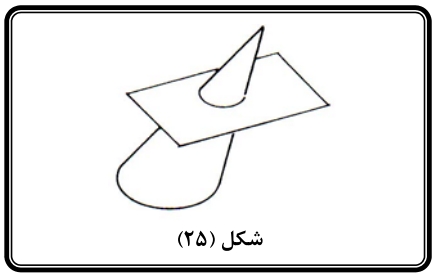

شکل (۲۲)



شکل (۲۳)

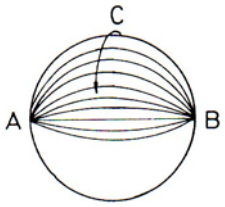
نکته۱۸: اگر مخروط را با یک صفحه به موازات قاعده برش دهیم مخروط ناقص بوجود می‌آید که مقطع حاصله شکلی مشابه قاعده خواهد داشت.


شکل (۲۴)


شکل (۲۵)

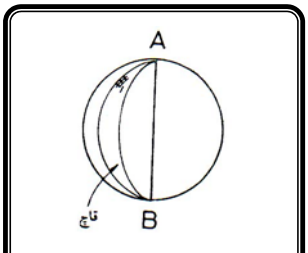
ب) احجام دو انحنایی

۱ـ کره : اگر یک دایره یا نیم دایره را حول قطر خود دوران دهیم حجمی بنام کره بوجود می‌آید.

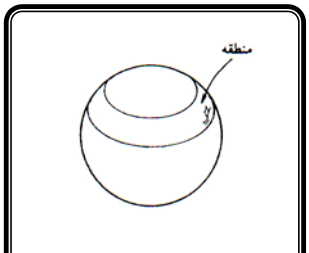


شکل (۲۶)

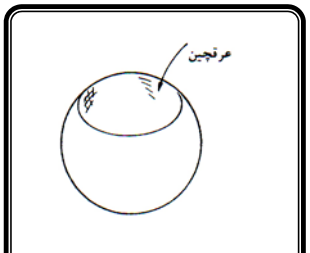
نکته۱۹: قسمتهای مختلف و معروف کره عبارتند از: «قاچ»، «منطقه»، «عرقچین» و «نیم‌کره».



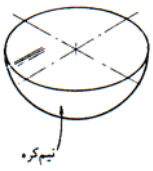
شکل (۲۷)



شکل (۲۸)



شکل (۲۹)



شکل (۳۰)