

فصل دوم : محاسبات حرکت

یکاهای اندازه‌گیری زمان
حرکت
حرکت دایره‌ای



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

- ۱- یکای اندازه‌گیری زمان را بیان کند.
- ۲- تبدیلات مربوط به یکای اندازه‌گیری زمان را انجام دهد.
- ۳- تفاوت حرکت مستقیم و دایره‌ای یکنواخت را بیان کند.
- ۴- حرکت را تعریف کند.
- ۵- سرعت را تعریف کند.
- ۶- روابط سرعت خطی یکنواخت را بیان کند.
- ۷- یکای سرعت در سیستم SI را شرح دهد.
- ۸- تبدیلات مربوط به یکاهای سرعت را انجام دهد.
- ۹- سرعت یک محرک را محاسبه کند.
- ۱۰- زمان لازم برای مسافت پیموده شده یک جسم محرک را محاسبه کند.
- ۱۱- مسافت پیموده شده یک جسم محرک را محاسبه کند.
- ۱۲- حرکت دورانی یکنواخت را شرح دهد.
- ۱۳- سرعت محیطی یک جسم دوار را محاسبه کند.



یکای اندازه‌گیری زمان

یکای زمان در سیستم SI، ثانیه است و آن را با نماد s یا sec نشان می‌دهند. ثانیه مدت زمانی است که اتم سزیم - ۱۳۳ در حالت پایه 9192631770° بار نوسان می‌کند.

مطالعه آزاد



کوتاه‌ترین زمان

محققان با استفاده از فناوری زمان‌سنجی بسیار کوتاه، پالس‌هایی از پرتوهای لیزری نزدیک به مادون قرمز را به اتم خنثی نئون تاباندند. اتم‌ها به صورت همزمان تحت تأثیر پرتوهای فرابنفش شدیدی به مدت 18° آتوثانیه (10^{-18} s) قرار گرفتند و الکترون‌ها را از مدارهای اتمی خود آزاد کردند. سپس زمان خروج الکترون‌های برانگیخته از اتم ثبت شد. دانشمندان دریافتند الکترون‌ها در مدارهای اتمی متفاوت که به صورت همزمان برانگیخته شده‌اند اتم را در زمانی کوتاه اما قابل محاسبه و برابر 2° آتوثانیه (10^{-18} s) ترک می‌کنند.

یک آتوثانیه برابر یک میلیارد میلیارد یک ثانیه است.

دانشمندان بر این باورند دوره‌ی زمانی 2° آتوثانیه‌ای برای خروج الکترون‌ها کوتاه‌ترین مدت زمانی است که تا به حال به صورت مستقیم اندازه‌گیری شده است. یک محدوده زمانی به نام «ابعاد پلانک» وجود دارد که حتی آتوثانیه نیز در برابر آن مانند میلیون‌ها سال است. زمان پلانک یعنی کوچک‌ترین یکا زمانی که معنای فیزیکی دارد، این مقدار کوچک‌تر از یک تریلیون تریلیونم آتوثانیه است. دوره زمانی‌ای که تصور آن کاملاً ناممکن است.

همان‌طور که ذکر شد ثانیه یکای اصلی زمان در سیستم SI است. یکاهای دیگر مانند دقیقه،

ساعت، و روز به صورت ضرب‌هایی از این ثانیه‌اند.

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

۱ دقیقه 60° ثانیه است و آن را با min نشان می‌دهند.

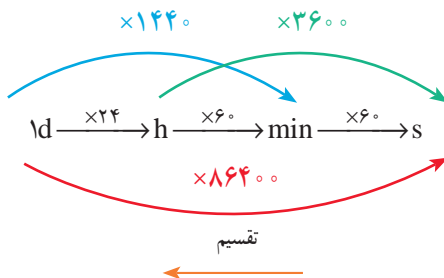
$$1h = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$$

۱ ساعت ۶۰ دقیقه است و آن را با h نشان می‌دهند.

۱ شبانه روز ۲۴ ساعت است و آن را با d نمایش می‌دهند. بنابراین:

$$1d = 24h = 1440 \text{ min} = 86400 \text{ s}$$

تبدیل اجزای زمان



توجه: برای تبدیل یکاهای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده

می‌شود.

تمرین نمونه ۱: زمان ۴ ساعت و ۱۸ دقیقه و ۱۲ ثانیه را بر حسب یکاهای زیر به دست آورید.

(الف) چند ثانیه (ب) چند دقیقه (ج) چند ساعت

(الف)

$$\begin{aligned} 4h &= 4 \times 3600 = 14400 \text{ s} & + \\ 18 \text{ min} &= 18 \times 60 = 1080 \text{ s} & + \\ &12 \text{ s} & \\ \hline &15492 \text{ s} & = \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} 4h &= 4 \times 60 = 240 \text{ min} & + \\ &18 \text{ min} & + \\ &12 \text{ s} = 12 \div 60 = 0/2 \text{ min} & \\ \hline &258/2 \text{ min} & = \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} &4h & + \\ &18 \text{ min} = 18 \div 60 = 0/3h & + \\ &12 \text{ s} = 12 \div 3600 = 0/0033h & \\ \hline &4/3033h & = \end{aligned}$$

ارزشیابی پایانی

۱- زمان‌های داده شده را برحسب ساعت بنویسید.

۱h , ۳۸ min
۵h , ۲۰ min , ۳۶ s
۴۶ min
۶۱۲۰ s

۲- زمان‌های جدول زیر را برحسب دقیقه به دست آورید.

۱h , ۲ min , ۳۷ s
۳۰ min , ۲۵ s
۱۰h , ۳۲ min
۲۶۲۰ s

۳- یک دستگاه CNC فرز در هر ۳ ساعت و ۲۲ دقیقه و ۴۵ ثانیه تعداد ۲۶ قطعه تولید می‌کند زمان ساخت یک قطعه را برحسب دقیقه و ثانیه به دست آورید.



۴- مقادیر خواسته شده زیر را به دست آورید.

A	B	A+B	A-B
۳h , ۳۲ min , ۴۰ s	۱h , ۱۲ min , ۵۳ s		
۷h , ۵ min , ۳۴ s	۲h , ۴۲ min , ۸ s		

۵- دوچرخه سواری در یک پیست یک دور را در زمان متوسط $۱/۴۸ \text{ min}$ طی می کند. مقدار زمان لازم برای طی ۱۲ دور را بر حسب دقیقه و ثانیه به دست آورید.



۶- در شکل های زیر اختلاف زمان بین ساعت ها را بر حسب موارد زیر به دست

آورید.

الف) بر حسب ساعت، دقیقه و ثانیه

ب) بر حسب دقیقه

ج) بر حسب ثانیه



(ب)



(الف)

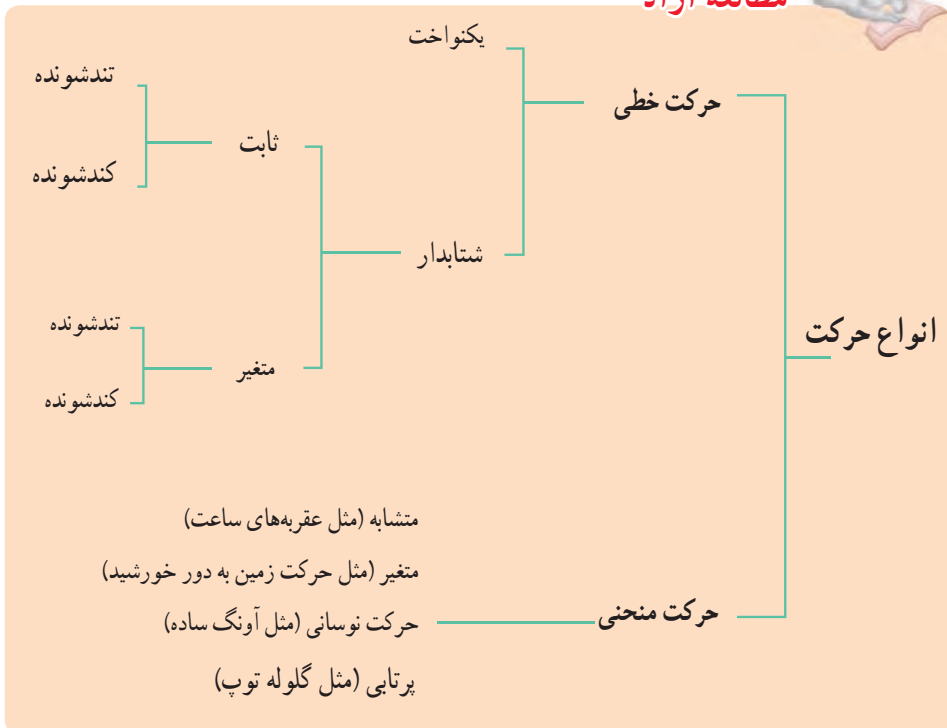
حرکت

حرکت یکی از آشناترین پدیده‌ها برای بشر از بدو تولد است، انسان از بدو تولد چشم به دنیایی می‌گشاید که حرکت لازمه آن و اجتناب از آن ناممکن است. اولین چیزی که حس می‌کند حرکت صورت و دستان کسانی است که انتظار ورودش به جهانی نو را می‌کشند. اجسام بسیاری در اطراف ما در حال حرکت‌اند. اجسامی به بزرگی کهکشانات و اجسام بسیار کوچکی مانند ذره‌های گرد و غبار. حتی اجسامی که به نظر ساکن می‌آیند اتم‌های آن پیوسته در حال ارتعاش و حرکت‌اند.

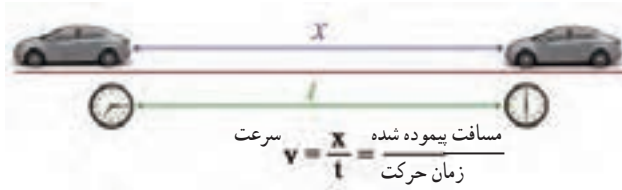
حرکت عملی است که با آن جسمی از مکانی به مکانی دیگر عبور می‌کند.

به عبارت دیگر هرگاه محل استقرار جسم تغییر کند، می‌گوییم آن جسم حرکت کرده است. حرکت انواع مختلفی دارد که می‌توان با مقایسه جهت و سرعت حرکت‌های مختلف، آنها را از هم تفکیک کرد.

مطالعه آزاد



سرعت: سرعت عامل مهمی برای سنجش و ارزیابی حرکت است. در حقیقت مقدار سرعت و تغییر آن است که نوع حرکت را مشخص می‌کند. سرعت از تقسیم مسافت پیموده شده بر زمان حرکت به دست می‌آید (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱

حرکت خطی یکنواخت: در حرکت خطی یکنواخت مقدار سرعت متوسط و سرعت لحظه‌ای با هم برابر است و به حرکتی گفته می‌شود که در آن همواره سرعت متحرک دارای اندازه و جهت ثابت است. در این حرکت، جابه‌جایی متحرک در زمان‌های مساوی با هم برابر است.

$$\text{سرعت} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان حرکت}}$$

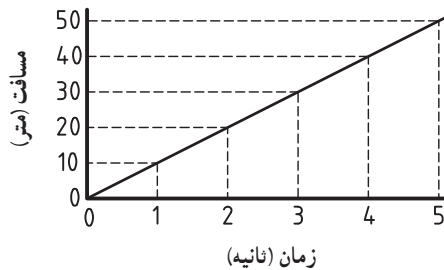
$$v = \frac{x}{t}$$

$$v = \text{سرعت} \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$x = \text{مسافت پیموده شده (m)}$$

$$t = \text{زمان (s)}$$

شیب نمودار مکان نسبت به زمان در حرکت خطی یکنواخت همواره ثابت است و مقدار آن برابر با سرعت متحرک می‌باشد (شکل ۲-۲).



شکل ۲-۲

یکای سرعت در سیستم SI

یکای سرعت در سیستم SI متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$) است و آن سرعت متحرکی است که در هر ثانیه مسافتی برابر یک متر را طی می‌کند.

سرعت می‌تواند دارای یکاهای دیگری نیز باشد. به‌طور مثال یکاهای سرعت برحسب نیاز در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲ یکاهای سرعت در سیستم SI

وسایل نقلیه	$\frac{km}{h}$
سرعت محیطی، سرعت صوت، سرعت برش در سنگ‌زنی	$\frac{m}{s}$
سرعت پیشروی در وسایل براده‌برداری مثل فرزکاری، سنگ‌زنی	$\frac{mm}{min}$
سرعت برش در تراشکاری، صفحه تراش، فرزکاری، سوراخکاری، سرعت در جرتقیل‌ها	$\frac{m}{min}$
سرعت نوار در نوارهای صدا و مغناطیسی	$\frac{cm}{s}$

تبدیل یکاهای سرعت

$$\frac{m}{s} \xrightarrow[\div]{\times 3/6} \frac{km}{h} \quad \frac{m}{s} \xrightarrow[\div]{\times 3600} \frac{m}{h} \quad \frac{m}{s} \xrightarrow[\div]{\times 60} \frac{m}{min}$$

مطالعه آزاد



برای تبدیل یکاهای کسری به یکدیگر ابتدا ضرایب تبدیل در صورت و مخرج را به طور جداگانه نوشته و از حاصل تقسیم آنها مقدار نهایی ضریب تبدیل را به دست می‌آوریم.

به‌طور مثال:

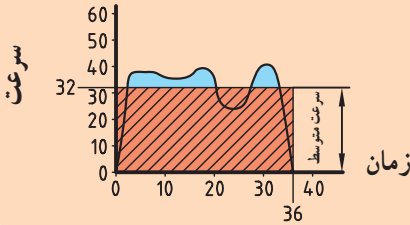
$$\frac{m}{s} \times \frac{1}{\frac{1000}{3600}} \rightarrow \frac{km}{h} \rightarrow \frac{m}{s} \times \frac{3600}{1000} \rightarrow \frac{km}{h} \rightarrow \frac{m}{s} \times \frac{3/6}{1} \rightarrow \frac{km}{h}$$

$$\frac{m}{s} \times \frac{1}{\frac{1}{60}} \rightarrow \frac{m}{min} \rightarrow \frac{m}{s} \times \frac{60}{1} \rightarrow \frac{m}{min}$$

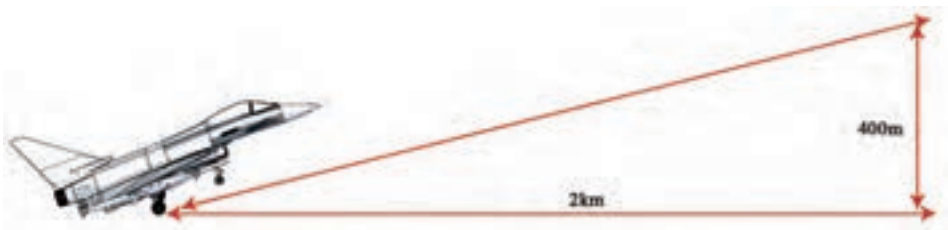


سرعت خطی غیر یکنواخت

طبق قوانین نیوتن برای حفظ سرعت ثابت باید برآیند نیروهای خارجی وارد بر جسم صفر باشد تا جسم بتواند با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه دهد که این معمولاً به دلیل تغییر شرایط محیطی جسم امکان پذیر نیست. به طور مثال سرعت باد یکی از مهمترین عوامل بیرونی در حرکت اتومبیل است که تأثیر مستقیمی بر روی حرکت خودرو می‌گذارد و همچنین در صورتی که مخلوط مواد تشکیل دهنده آسفالت کف جاده در طول مسیر یکنواخت نباشد ضرایب اصطکاک در طول مسیر متفاوت بوده و بر روی نیروی مقاوم اصطکاک و در نتیجه سرعت اتومبیل تأثیر گذار است. از این جهت اغلب حرکت‌ها دارای سرعت غیر یکنواخت است. در نتیجه سرعت میانگین یا متوسط در محاسبه مورد استفاده قرار می‌گیرد.



تمرین نمونه ۱: در صورتی که هواپیمای جنگی زیر در طول ۲ کیلومتر به اندازه ۴۰۰ متر اوج بگیرد و کل این فاصله را در زمان ۱۷ ثانیه پیماید سرعت هواپیمارابر حسب $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ حساب کنید (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳

$$2 \text{ km} = 2000 \text{ m}$$

$$x = \sqrt{400^2 + 2000^2} = 2040 \text{ m}$$

$$v = \frac{x}{t} = \frac{2040}{17} = 120 \frac{\text{m}}{\text{s}} \xrightarrow{\times 3/6} 432 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

تمرین نمونه ۲: اتومبیلی با سرعت ثابت ۶۰ کیلومتر بر ساعت در حرکت است. مسافتی را که این اتومبیل در زمان ۱۴۰ ثانیه طی می‌کند چند متر است؟

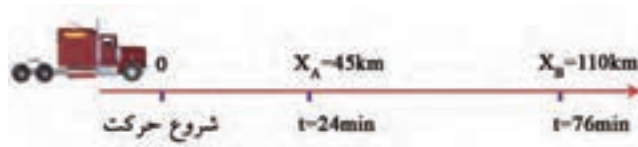
$$60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \xrightarrow{\div 3/6} 16/66 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \frac{x}{t} \rightarrow x = v \cdot t \rightarrow x = 16/66 \times 140 = 2332/4 \text{ m}$$

تمرین نمونه ۳: شناگری طول یک استخر ۵۵ متری را در ۴۵ ثانیه طی می‌کند. سرعت شناگر چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟

$$v = \frac{x}{t} \rightarrow v = \frac{55}{45} = 1/22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

تمرین نمونه ۴: کامیونی با سرعت ثابت از نقطه O شروع به حرکت می‌کند. در صورتی که در فاصله ۴۵ کیلومتری از شروع حرکت ۲۴ دقیقه گذشته باشد و در فاصله ۱۱۰ کیلومتری از مبدأ حرکت، زمان ۷۶ min سپری شده باشد، سرعت در فاصله بین OA و AB را حساب کنید (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴

سرعت بین مکان O و A $X_{OA} = 45 \text{ km} \quad t_{OA} = 24 \text{ min} = 0/4 \text{ h}$

$$v_{OA} = \frac{x}{t} = \frac{45}{0/4} = 112/5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

سرعت بین مکان A و B

$X_{AB} = 110 - 45 = 65 \text{ km} \quad t_{AB} = 76 - 24 = 52 \text{ min} = 0/866 \text{ h}$

$$v_{AB} = \frac{x}{t} = \frac{65}{0/866} = 75 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

ارزشیابی پایانی

- ۱- در تله کابین شکل زیر در صورتی که کابین‌ها با سرعت ثابت ۳ متر بر ثانیه حرکت کنند و مسیر حرکت این کابین‌ها 2100 متر باشد موارد زیر را محاسبه کنید.
- الف) مدت زمان رسیدن کابین‌ها به بالای کوه را برحسب دقیقه به دست آورید.
- ب) در صورتی که زاویه کابل‌ها با سطح افق 5° درجه باشد سرعت افقی چند $\frac{m}{s}$ است؟
- ج) سرعت عمودی این کابین‌ها چند $\frac{m}{s}$ است؟



- ۲- سرعت آسانسور ساختمانی 108 متر بر دقیقه است در زمان 9 ثانیه چه ارتفاعی بالا می‌رود؟



۳- جک هیدرولیکی تعمیرگاهی در زمان ۹ ثانیه اتومبیلی را به ارتفاع $\frac{1}{6}$ متر بالا می‌برد. سرعت پیستون آن را بر حسب متر بر دقیقه به دست آورید.



۴- دو موتورسوار با سرعت ثابت، همزمان از یک مسیر عبور می‌کنند. در صورتی که موتور سوار A با سرعت $12 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ و موتورسوار B با سرعت $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ به حرکت خود ادامه دهند، مطلوب است:

الف) مسافتی که موتور سوار A پس از ۱ ساعت و ۸ دقیقه و ۲۵ ثانیه می‌پیماید چند متر است؟

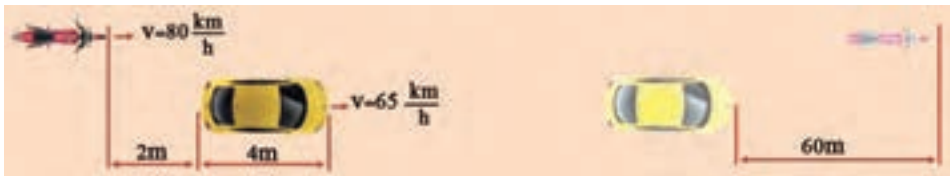
ب) مسافتی که موتور سوار B پس از ۴۵ دقیقه و ۱۲ ثانیه می‌پیماید چند متر است؟

ج) پس از ۱ ساعت و ۲۵ دقیقه و ۵۰ ثانیه فاصله بین این دو موتورسوار چند متر است؟



۵- موتورسواری می‌خواهد از اتومبیلی سبقت بگیرد. حساب کنید در چه

زمانی موتورسوار ۶۰ متر جلوتر از اتومبیل قرار خواهد گرفت.



حرکت دایره‌ای

دوران: تعداد دوران یعنی یک جسم در واحد زمان چند بار حول محور خود می‌گردد. یکای تعداد دوران $\frac{1}{s}$ یا $\frac{1}{\text{min}}$ است. $\frac{1}{s}$ نشان‌دهنده یک دور در هر ثانیه و $\frac{1}{\text{min}}$ نشان‌دهنده یک دور در هر دقیقه است.

سرعت محیطی: وقتی جسمی حول یک محور می‌چرخد هر نقطه از آن دارای سرعت محیطی است، که سرعت محیطی آن بسته به فاصله آن از مرکز دوران متفاوت است.

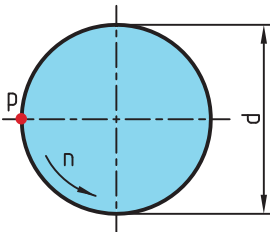
اگر نقطه‌ای مانند p روی دایره‌ای به قطر d حرکت یکنواختی کند، سرعت محیطی آن مقدار مسافتی خواهد بود که نقطه p در واحد زمانی طی می‌کند. و مقدار آن از رابطه زیر به دست می‌آید (شکل ۲-۵).

$$v = \pi \times d \times n$$

$$v = \text{سرعت محیطی} \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$d = \text{قطر دوران (m)}$$

$$n = \text{تعداد دوران} \left(\frac{1}{s} \right)$$

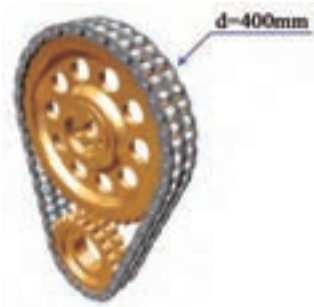


شکل ۲-۵

رابطه فوق نشان می‌دهد که سرعت محیطی نقاط مختلف یک جسم دوار به قطر و تعداد دوران آن بستگی دارد، به نحوی که با ثابت ماندن تعداد دوران، نقطه‌ای که به محور چرخش نزدیک‌تر است سرعت محیطی کمتر و نقطه‌ای که از محور چرخش دورتر است دارای سرعت محیطی بیشتری خواهد بود.

توجه: گفتنی است واحد سرعت محیطی در مواردی نیز بر حسب متر بر دقیقه $\left(\frac{m}{\text{min}} \right)$ بیان می‌شود.

تمرین نمونه ۱ : در شکل ۲-۶ چرخ زنجیری به قطر $d = 400 \text{ mm}$ در هر دقیقه ۶۰۰ دور می‌زند، سرعت زنجیر را بر حسب $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ به دست آورید. (سرعت زنجیر با سرعت محیطی چرخ زنجیر برابر است).



$$n = 600 \frac{1}{\text{min}} = 600 \div 60 = 10 \frac{1}{\text{s}}, \quad d = 400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$$

$$v = \pi \times d \times n \quad v = 3.14 \times 0.4 \times 10 = 12.56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

شکل ۲-۶

تمرین نمونه ۲ : در سه نظام شکل ۲-۷ قطر قطعه کار ۱۸ میلی‌متر و قطر سه نظام ۲۸ سانتی‌متر است سرعت محیطی قطعه کار و سه نظام را در صورتی که تعداد دوران ۳۵۵ دور بر دقیقه باشد بر حسب $\frac{\text{m}}{\text{min}}$ و $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ به دست آورید.



شکل ۲-۷

قطر سه نظام $D = 28 \text{ cm} = 0.28 \text{ m}$ ، قطر قطعه $d = 18 \text{ mm} = 0.018 \text{ m}$

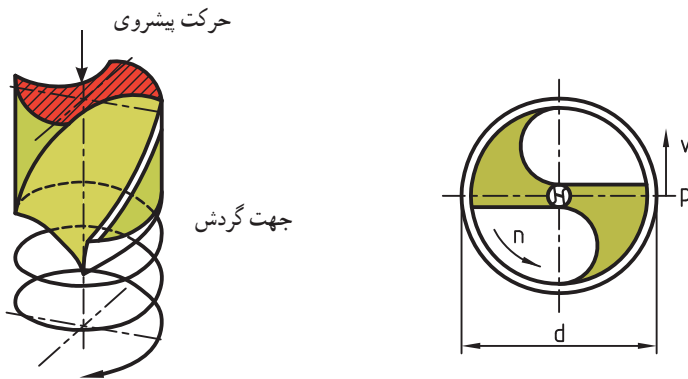
$$v = \pi \times d \times n$$

$$\text{سرعت محیطی قطعه کار } v = 3.14 \times 0.018 \times 355 = 20.06 \frac{\text{m}}{\text{min}} \xrightarrow{+60} 0.334 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{سرعت محیطی سه نظام } v = 3.14 \times 0.28 \times 355 = 312.116 \frac{\text{m}}{\text{min}} \xrightarrow{+60} 5.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

سرعت برش : سرعت برش، سرعتی است که با آن عمل براده برداری انجام می‌گیرد. واحد

سرعت برش در سوراخکاری متر بر دقیقه $\frac{m}{min}$ و در سنگ‌زنی $\frac{m}{s}$ است (شکل ۸-۲).



مسیر ماریچی حرکت برش

شکل ۸-۲

مطالعه آزاد



سرعت برش در تراشکاری طول مسیر طی شده به وسیلهٔ نوک رنده در زمان یک دقیقه است.

به عبارت دیگر طول براده ایجاد شده در یک دقیقه را سرعت برش می‌گویند. تعیین سرعت برش مناسب به عوامل متعددی از قبیل جنس قطعه کار، جنس ابزار، سطح مقطع براده، مواد خنک‌کننده و نوع ساختمان ماشین بستگی دارد. در صنعت تراشکاری مقدار سرعت برش بر اساس این عوامل انتخاب شده و با توجه به فرمول سرعت برش، مقدار دور سه نظام را مشخص می‌کند.

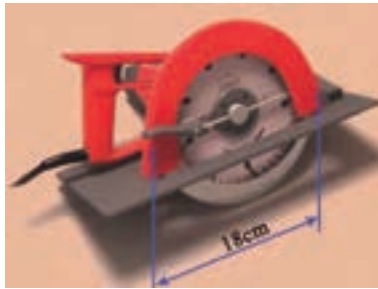
تمرین نمونه ۳: سوراخی به قطر ۱۲ میلی‌متر توسط مته‌ای ایجاد می‌شود، در صورتی که سرعت برش $32 \frac{m}{min}$ باشد تعداد دوران مته را حساب کنید.

$$d = 12 \text{ mm} = 0.012 \quad v = 32 \frac{m}{min}$$

$$v = \pi \times d \times n \rightarrow 32 = 3.14 \times 0.012 \times n \rightarrow n = \frac{32}{3.14 \times 0.012} = 849.25 \approx 850 \frac{1}{min}$$

ارزشیابی پایانی

۱- در دستگاه برش زیر در صورتی که سرعت برش دستگاه $8 \frac{m}{s}$ باشد و قطر تیغه برش ۱۸ سانتی متر باشد تعداد دوران تیغه را به دست آورید.

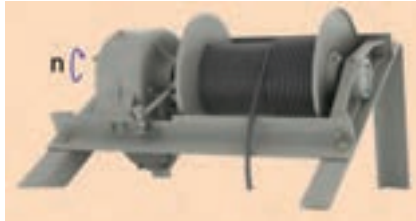


۲- در ساعت مطابق شکل زیر در صورتی که طول عقربه ثانیه شمار آن از محور دوران ۱۲ cm باشد و ثانیه شمار حرکت پیوسته و بدون مکث داشته باشد سرعت محیطی نوک عقربه چند $\frac{mm}{h}$ است؟



۳- اگر در یک جرثقیل سقفی مطابق شکل قطر قرقره دستگاه 250 mm باشد حساب کنید :

الف) با تعداد دوران $18 \frac{1}{\text{min}}$ کابل فلزی با چه سرعتی بالا می‌رود؟
 ب) اگر سرعت لازم برای کابل $55 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ باشد تعداد دوران قرقره چقدر خواهد بود؟



۴- تراکتور مطابق شکل زیر با سرعت 45 km/h در حال حرکت است در صورتی که قطر چرخ جلو 85 cm و قطر چرخ عقب $1/4 \text{ m}$ باشد تعداد دوران هر چرخ را بر حسب دور بر دقیقه به دست آورید.



۵- در یک شهر بازی موتورسواری بر روی دیوار مرگ هنرنمایی می‌کند. در صورتی که قطر این دیواره 11 متر باشد و موتورسوار در هر دقیقه 23 دور بزند موارد زیر را حساب کنید :

الف) سرعت موتورسوار چند کیلومتر بر ساعت است؟
 ب) در صورتی که قطر چرخ‌های موتور 68 سانتی‌متر باشد تعداد دوران چرخ‌ها را بر حسب دور بر دقیقه به دست آورید.



فصل سوم : انتقال حرکت به وسیله چرخ تسمه

انتقال حرکت به وسیله تسمه تخت
انتقال حرکت با تسمه های دوزنقه ای



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

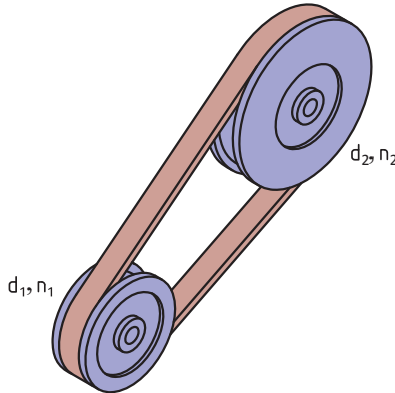
- ۱- انتقال حرکت در چرخ‌تسمه را شرح دهد.
- ۲- روابط انتقال حرکت در چرخ‌تسمه‌ها را شرح دهد.
- ۳- ارتباط قطر چرخ‌تسمه را با تعداد دوران چرخ‌تسمه بیان کند.
- ۴- تفاوت چرخ‌تسمه تخت و دوزنقه‌ای را بیان کند.
- ۵- قطر مؤثر در چرخ‌تسمه دوزنقه‌ای را محاسبه کند.
- ۶- تفاوت چرخ‌تسمه‌های ساده و مرکب را بیان کند.
- ۷- نسبت انتقال را در چرخ‌تسمه ساده محاسبه کند.
- ۸- نسبت انتقال را در چرخ‌تسمه مرکب محاسبه کند.



انتقال حرکت به وسیله تسمه تخت

از تسمه و چرخ تسمه‌ها برای انتقال حرکت از یک محور محرک به یک محور متحرک که فاصله زیادی از هم داشته و نیروی انتقالی محدودی دارند، استفاده می‌شود. این نوع انتقال حرکت ارزان است و از طریق اصطکاک بین تسمه و چرخ تسمه‌ها به دست می‌آید. انتقال، تغییر تعداد دور و گشتاور از ویژگی‌های این چرخ‌هاست.

نسبت انتقال حرکت ساده: اگر دو چرخ تسمه محرک و متحرک با تسمه‌ای بدون لغزش به همدیگر مرتبط شوند دوران و گشتاور از چرخ محرک به متحرک منتقل شده و بسته به تغییر قطر دو چرخ، دوران و گشتاور در چرخ متحرک تغییر می‌کند و خواسته‌های طراحی برآورده می‌شود. در این انتقال حرکت، سرعت محیطی چرخ محرک، چرخ متحرک و تسمه مساوی است و محاسبات آن طبق فرمول زیر است: (شکل ۳-۱)



شکل ۳-۱

$$v_1 = v_2$$

$$\pi \times n_1 \times d_1 = \pi \times n_2 \times d_2$$

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$\text{دوران چرخ محرک} = n_1$$

$$\text{دوران چرخ متحرک} = n_2$$

$$\text{قطر چرخ محرک} = d_1$$

$$\text{قطر چرخ متحرک} = d_2$$

در روابط بالا نسبت دور چرخ محرک به چرخ متحرک را نسبت انتقال می‌نامند و آن را با i نشان می‌دهند.

$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{تعداد دوران چرخ محرک}}{\text{تعداد دوران چرخ متحرک}} \rightarrow i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{قطر چرخ متحرک}}{\text{قطر چرخ محرک}} \rightarrow i = \frac{d_2}{d_1}$$

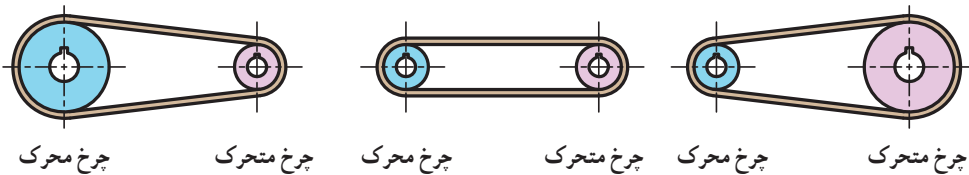


نکته

در فرمول بالا نسبت انتقال به دلیل یکی بودن یکای صورت و مخرج کسر بدون یکاست.

در محاسبه نسبت انتقال حرکت باید مقدار کسر ساده شود تا مخرج کسر عدد یک شود. مقدار نسبت انتقال بین محور محرک و متحرک نشان می‌دهد، که تعداد دوران محور متحرک کم، زیاد و یا بدون تغییر می‌گردد. جدول زیر این تغییرات را نشان می‌دهد (شکل ۲-۳).

$i < 1$	$i = 1$	$i > 1$
دوران چرخ متحرک زیاد می‌شود	دوران تغییر نمی‌کند	دوران چرخ متحرک کم می‌شود



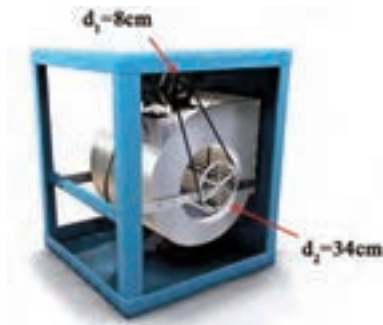
شکل ۲-۳



نکته

هر گاه دو چرخ تسمه با یکدیگر مرتبط باشند چرخ کوچک‌تر دوران بیشتری دارد.

تمرین نمونه ۱: اگر تعداد دوران الکترو موتور ۱۴۲۵ دور در دقیقه باشد و قطر چرخ تسمه (پولی) روی محور موتور و پروانه مطابق شکل ۳-۳ باشد.



شکل ۳-۳

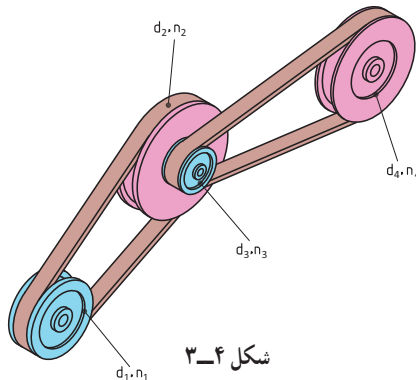
الف) نسبت انتقال حرکت را به دست آورید.
 ب) تعداد دوران پروانه کولر را به دست آورید.

$$n_1 = 1425 \frac{1}{\text{min}} \quad d_1 = 8\text{cm} \quad d_2 = 34\text{cm}$$

الف) $i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{34}{8} = 4/25$

ب) $i = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow 4/25 = \frac{1425}{n_2} \rightarrow n_2 = \frac{1425}{4/25} = 335/3 \frac{1}{\text{min}}$

نسبت انتقال حرکت به وسیله چرخ تسمه مرکب: انتقال حرکت مرکب از دو نسبت انتقال حرکت ساده تشکیل می شود (شکل ۳-۴):



شکل ۳-۴

$$\begin{aligned}
 d_1 \text{ و } d_2 = \text{قطر چرخ‌های محرک} & \quad n_1 \text{ و } n_2 = \text{تعداد دوران چرخ‌های محرک} \\
 d_3 \text{ و } d_4 = \text{قطر چرخ‌های متحرک} & \quad n_3 \text{ و } n_4 = \text{تعداد دوران چرخ‌های متحرک} \\
 n_a = \text{تعداد دوران اولین چرخ محرک} & \quad n_e = \text{تعداد دوران آخرین چرخ متحرک} \\
 i_1 = \text{نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۱ و ۲} & \quad i = \text{نسبت انتقال کلی} \\
 i_2 = \text{نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۳ و ۴} &
 \end{aligned}$$

$$i = i_1 \times i_2$$

$$i_1 = \frac{d_2}{d_1}, \quad i_2 = \frac{d_4}{d_3} \rightarrow i = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$

$$i_1 = \frac{n_1}{n_2}, \quad i_2 = \frac{n_3}{n_4} \rightarrow i = \frac{n_1 \times n_3}{n_2 \times n_4}$$

با توجه به اینکه چرخ تسمه ۲ و ۳ هم‌محور هستند و هر دو با تعداد دوران برابر می‌چرخند می‌توان آنها را از صورت و مخرج حذف کرد، بنابراین:

$$i = \frac{n_1}{n_4}$$

اگر تعداد دوران اولین محور محرک را با n_a و آخرین محور متحرک را با n_e نشان دهیم،

بنابراین:

$$i = \frac{n_a}{n_e} = \frac{\text{تعداد دوران محور محرک اولی}}{\text{تعداد دوران محور متحرک آخری}}$$

از مساوی بودن رابطه نسبت انتقال با تعداد دورها و قطرهای نتیجه می‌شود:

$$i = \frac{n_a}{n_e} = \frac{n_1}{n_4} = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$

انتقال حرکت با تسمه‌های دوزنقه‌ای

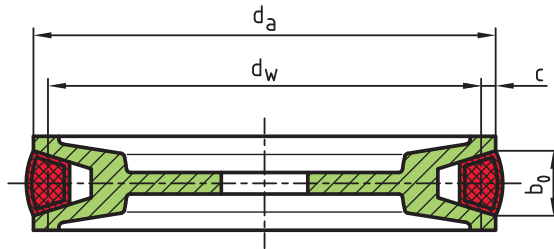
محاسبه انتقال حرکت با تسمه‌های با مقطع دوزنقه‌ای نیز مانند تسمه‌های تخت است، با این تفاوت که در چرخ تسمه‌های دوزنقه‌ای، به جای قطر خارجی (d)، قطر مؤثر (d_w) را در رابطه مربوطه قرار می‌دهیم:

$$d_a = \text{قطر خارجی چرخ تسمه}$$

$$d_w = \text{قطر مؤثر چرخ تسمه}$$

$$c = \text{فاصله قطر مؤثر تا قطر خارجی چرخ تسمه}$$

$$b_o = \text{پهنای بالایی تسمه}$$



شکل ۳-۵

برای به‌دست آوردن قطر مؤثر، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$d_w = d_a - 2c$$

مقدار c به پهنای تسمه b_o بستگی دارد و مقدار آن را می‌توان از جدول ۳-۱ به‌دست آورد.

جدول ۳-۱

اندازه‌ها به mm	تسمه معمولی DIN ۲۲۱۵							تسمه باریک DIN ۷۷۵۳					
b_o پهنای تسمه	۵	۶	۱۰	۱۳	۱۷	۲۲	۳۲	۴۰	۹/۷	۱۲/۷	۱۶/۳	۱۸/۶	۲۲
c	۱/۳	۱/۶	۲	۲/۸	۳/۵	۴/۸	۸/۱	۱۲	۲	۲/۸	۳/۵	۴	۴/۸

با توجه به مقدار d_w روابط انتقال حرکت در چرخ تسمه‌های دوزنقه‌ای به صورت زیر است.

$$n_1 \times d_{w_1} = n_2 \times d_{w_2}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{d_{w_2}}{d_{w_1}}$$

تمرین نمونه ۲: قطر مؤثر چرخ تسمه محرک ۱۲۸ میلی‌متر و تعداد دوران آن 60° دور بر دقیقه است. مطلوب است:

الف) قطر مؤثر چرخ متحرک اگر تعداد دوران آن 40° دور بر دقیقه باشد.

ب) نسبت انتقال

ج) قطر خارجی چرخ محرک و متحرک در صورتی که پهنای بالای تسمه $b_0 = 13 \text{ mm}$ باشد.

(اگر $b_0 = 13 \text{ mm}$ باشد طبق جدول ۱-۳ $c = 2/8 \text{ mm}$ خواهد بود)

$$\text{الف) } n_1 \times d_{w_1} = n_2 \times d_{w_2} \rightarrow d_{w_2} = \frac{n_1 \times d_{w_1}}{n_2} = \frac{60^\circ \times 128}{40^\circ} = 192 \text{ mm}$$

$$\text{ب) } i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{60^\circ}{40^\circ} = 1/5 \quad i = \frac{d_{w_2}}{d_{w_1}} = \frac{192}{128} = 1/5$$

$$\text{ج) } d_{a_1} = d_{w_1} + 2c = 128 + (2 \times 2/8) = 133/6 \text{ mm}$$

$$d_{a_2} = d_{w_2} + 2c = 192 + (2 \times 2/8) = 197/6 \text{ mm}$$

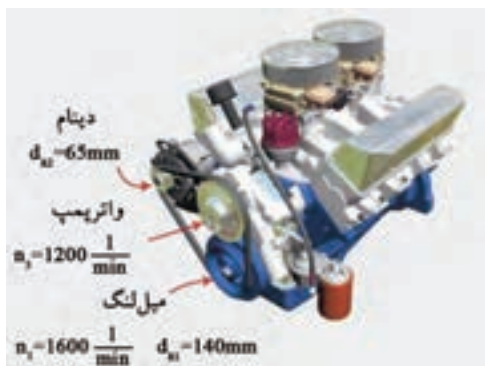
ارزشیابی پایانی

۱- در یک موتور ماشین حرکت دورانی محور دینام و واترپمپ با یک چرخ تسمه از محور میل لنگ موتور تأمین می‌شود. اگر پهناي تسمه $12/7$ میلی‌متر باشد مطلوب است:

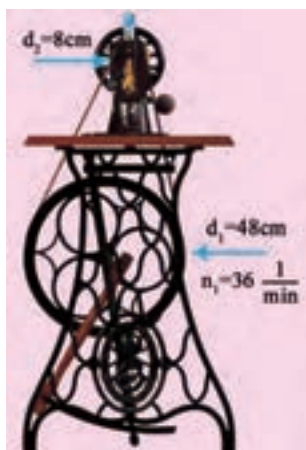
الف) قطر مؤثر چرخ تسمه واترپمپ

ب) تعداد دوران دینام

ج) سرعت تسمه



۲- در یک دستگاه چرخ خیاطی در صورتی که تعداد دوران چرخ محرک ۳۶ دور بر دقیقه باشد تعداد دوران چرخ متحرک را بر حسب دور بر ثانیه به دست آورید.

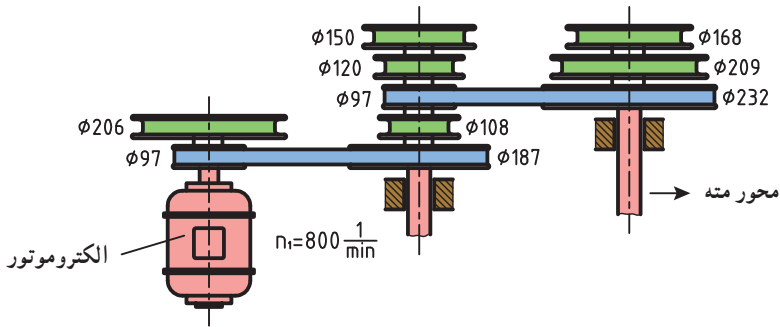


۳- در دستگاه انتقال حرکت ماشین مته مطابق شکل از تسمه نرمال استفاده شده است. اگر پهنای تسمه ۱۷ میلی‌متر و قطر خارجی چرخ تسمه‌ها مطابق شکل باشد، مطلوب است:

(الف) تعداد مراحل دور دستگاه

(ب) حداقل تعداد دور محور مته

(ج) حداکثر تعداد دور محور مته



۴- در جدول زیر مقادیر خواسته شده را به دست آورید.

	الف	ب	ج
d_1 (mm)	۱۱۲	۴۵۰	۲۴۰
d_2 (mm)	۶۷۲	۱۸۰	؟
d_3 (mm)	۱۲۰	۲۲۴	۱۴۵
d_4 (mm)	۲۴۰	؟	۱۱۶
n_1 ($\frac{1}{\text{min}}$)	۱۴۴۰	۲۸۰	۳۱۵
n_4 ($\frac{1}{\text{min}}$)	؟	۱۴۰۰	؟
i	؟	؟	۰/۶

۵- در جدول زیر مقادیر خواسته شده را به دست آورید.

	الف	ب	ج
d_1	۱۸۰	۲۵۰	۱۱۲
d_2	۳۱۵	۵۰	؟
$n_1 \left(\frac{1}{\text{min}} \right)$	۸۰۰	؟	؟
$n_2 \left(\frac{1}{\text{min}} \right)$	؟	۱۴۰۰	۵۶۰
i	؟	؟	۲,۵

فصل چهارم : محاسبات سطح

یکای اندازه‌گیری سطح
محاسبه سطوح اشکال گوشه‌دار
محاسبه سطوح اشکال قوسی‌دار
محاسبه مساحت اشکال مرکب
محاسبه دور ریز سطوح



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

- ۱- تفاوت سطح با طول را بیان کند.
- ۲- یکای اندازه‌گیری سطح را در سیستم SI توضیح دهد.
- ۳- یکاهای اندازه‌گیری سطح را به یکدیگر تبدیل کند.
- ۴- مساحت اشکال هندسی گوشه‌دار را محاسبه کند.
- ۵- مساحت اشکال هندسی قوس‌دار را محاسبه کند.
- ۶- مساحت اشکال هندسی مرکب را محاسبه کند.
- ۷- درصد دورریز سطحی یک قطعه را محاسبه کند.



یکای اندازه‌گیری سطح

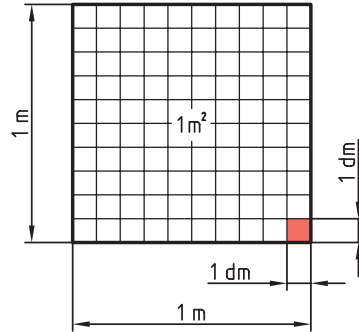
یکای اندازه‌گیری سطح در سیستم SI مترمربع و آن سطح مربعی است که طول ضلع آن ۱ متر است.

$$1\text{m} \times 1\text{m} = 1\text{m}^2$$

$$10\text{dm} \times 10\text{dm} = 100\text{dm}^2$$

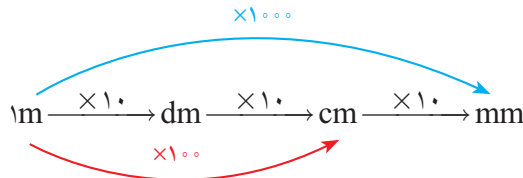
$$100\text{cm} \times 100\text{cm} = 10000\text{cm}^2$$

$$1000\text{mm} \times 1000\text{mm} = 1000000\text{mm}^2$$

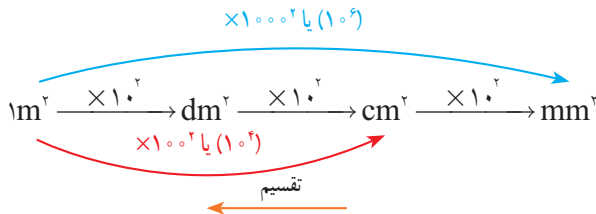


شکل ۱-۴

همان‌طور که در فصل اول اشاره کردیم برای تبدیل یکاهای طول از نمودار زیر استفاده می‌کنیم:



چون در یکای سطح توان ۲ داریم هر ضریب که در تبدیل یکای طول داشتیم نیز به توان ۲ می‌رسد. به همین منظور نمودار بالا به نمودار زیر تبدیل می‌شود.



توجه: در نمودار بالا برای تبدیل یکای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می‌شود.

به عبارت دیگر :

$$۱\text{m}^2 = ۱۰^2 \text{dm}^2 = ۱۰۰^2 \text{cm}^2 = ۱۰۰۰^2 \text{mm}^2$$

اگر بخواهیم ضرایب را به توانی از ده تبدیل کنیم، عبارت فوق به صورت زیر تبدیل می‌شود :

$$۱\text{m}^2 = ۱۰^2 \text{dm}^2 = ۱۰^4 \text{cm}^2 = ۱۰^6 \text{mm}^2$$

تمرین نمونه ۱ : اندازه‌های داده شده زیر را بر حسب واحدهای خواسته شده به دست

آورید.

الف) $۹ \text{mm}^2 = \dots \text{cm}^2$ جواب: $۹ \text{mm}^2 \xrightarrow{\div ۱۰^2} ۰/۰۹ \text{cm}^2$

ب) $۱۱ \text{m}^2 = \dots \text{cm}^2$ جواب: $۱۱ \text{m}^2 \xrightarrow{\times ۱۰^4} ۱۱ \times ۱۰^4 = ۱۱۰۰۰۰ \text{cm}^2$

ج) $۲۵/۴ \text{dm}^2 = \dots \text{mm}^2$ جواب: $۲۵/۴ \text{dm}^2 \xrightarrow{\times ۱۰^4} ۲۵/۴ \times ۱۰^4 = ۲۵۴۰۰۰ \text{mm}^2$

ارزشیابی پایانی

۱- اندازه‌های زیر را به یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

$۸/۵ \text{ mm}^۲$	$\dots \text{ dm}^۲$	$۰/۶۵ \text{ mm}^۲$	$\dots \text{ m}^۲$
$۲۵۱۰ \text{ dm}^۲$	$\dots \text{ m}^۲$	$۲۵۳ \text{ dm}^۲$	$\dots \text{ cm}^۲$
$۱/۴۵ \text{ cm}^۲$	$\dots \text{ dm}^۲$	$۹۵ \text{ cm}^۲$	$\dots \text{ m}^۲$

۲- حاصل مساحت‌های زیر را بر حسب یکای خواسته شده به دست آورید.

الف) $۳۳/۴۵ \text{ dm}^۲ + ۰/۴۵ \text{ m}^۲ + ۵۰/۲ \text{ cm}^۲ = \dots \text{ dm}^۲$

ب) $۱۱۰ \text{ cm}^۲ + ۴ \text{ m}^۲ - ۲۰ \text{ dm}^۲ = \dots \text{ mm}^۲$

ج) $۶۲ \text{ m}^۲ - ۱۱۰۰ \text{ mm}^۲ + ۱۲ \text{ cm}^۲ - ۴۰ \text{ dm}^۲ = \dots \text{ cm}^۲$

۳- مقادیر زیر را به یکای مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی متر مربع

$$۱۱/۲۵ \text{ cm}^۲, ۲/۸۷ \text{ m}^۲, ۱۴/۷۵ \text{ mm}^۲$$

ب) به سانتی متر مربع

$$۲۹/۹ \text{ dm}^۲, ۰/۷۸۶ \text{ m}^۲, ۲۲/۷۵ \text{ mm}^۲$$

محاسبه سطوح اشکال گوشه‌دار

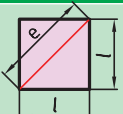
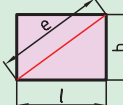
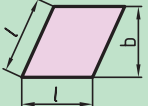
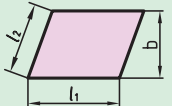
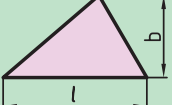
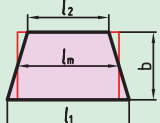
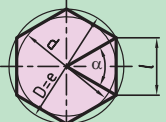
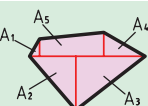
برای محاسبه سطوح اشکال گوشه‌دار از علائم اختصاری جدول ۴-۱ استفاده می‌شود و روابط آنها

در جدول ۴-۲ ارائه شده است.

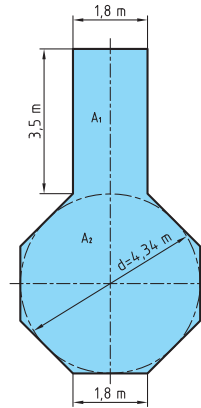
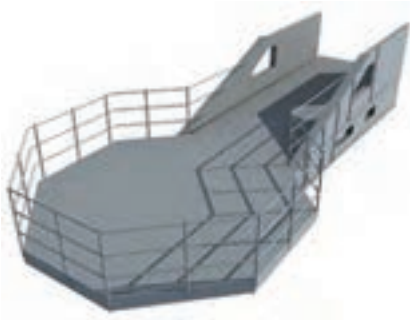
جدول ۴-۱. علائم اختصاری

A	مساحت	e	قطر	b	عرض
l	طول	D	قطر دایره محیطی در چندضلعی منتظم	d	قطر دایره محاطی در چندضلعی منتظم
l_m	طول متوسط	n	تعداد اضلاع	α	زاویه مرکزی

جدول ۴-۲

مساحت			
مربع		$A = l \times l = l^2$	$e = \sqrt{l^2 + l^2} = \sqrt{2} \times l = 1/414l$
مستطیل		$A = l \times b$	$e = \sqrt{l^2 + b^2}$
لوزی		$A = l \times b$	
متوازی‌الاضلاع		$A = l_1 \times b$	
مثلث		$A = \frac{l \times b}{2}$	در مثلث متساوی‌الاضلاع $b = \sqrt{3} \times \frac{l}{2} \approx 0.866 \times l$
دوزنقه		$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times b$ $A = l_m \times b$	$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$
چندضلعی منتظم		$A = n \times A_1 = \frac{n \times l \times d}{2}$	$l = D \times \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$ $d = \sqrt{D^2 - l^2}$
سطوح مرکب		$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$	

تمرین نمونه ۱: در یک سکوی فلزی مطابق شکل ۲-۴ مساحت کف سکو را حساب کنید.



شکل ۲-۴

$$A_1 = l \times b = 3/5 \times 1/8 = 6/3 \text{ m}^2 \quad \text{مساحت مستطیل}$$

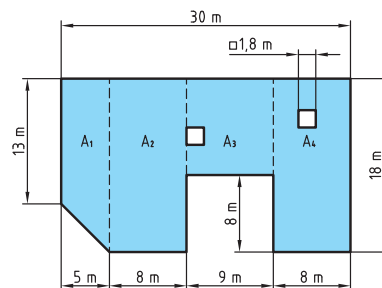
$$A_2 = \frac{n \times l \times d}{4} = \frac{8 \times 1/8 \times 4/34}{4} = 15/624 \text{ m}^2 \quad \text{مساحت هشت ضلعی}$$

$$A = A_1 + A_2 = 6/3 + 15/624 = 21/924 \text{ m}^2$$

تمرین نمونه ۲: برای سقف ساختمانی مطابق شکل ۳-۴ چند متر مربع ایزوگام لازم است؟



شکل ۳-۴



$$A_1 = \frac{l_1 + l_2}{2} \times b = \frac{13 + 18}{2} \times 5 = 77/5 \text{ m}^2$$

$$A_2 = A_4 = l \times b = 18 \times 8 = 144 \text{ m}^2$$

$$A_3 = l \times b = 10 \times 9 = 90 \text{ m}^2$$

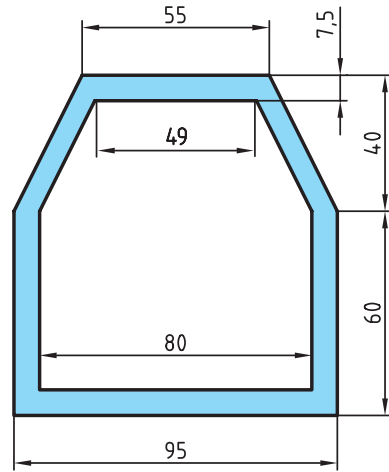
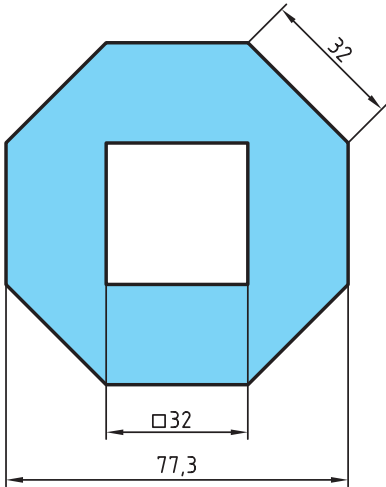
$$A_5 = l \times l = 1/8 \times 1/8 = 3/24 \text{ m}^2 \quad \text{مساحت نورگیر}$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 - 2A_5 = 77/5 + 144 + 90 + 144 - 2 \times 3/24 = 449/0.2 \text{ m}^2$$

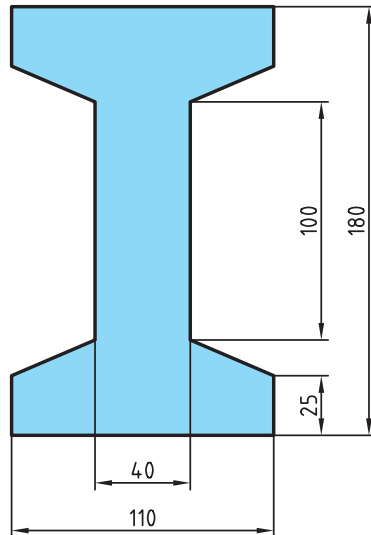
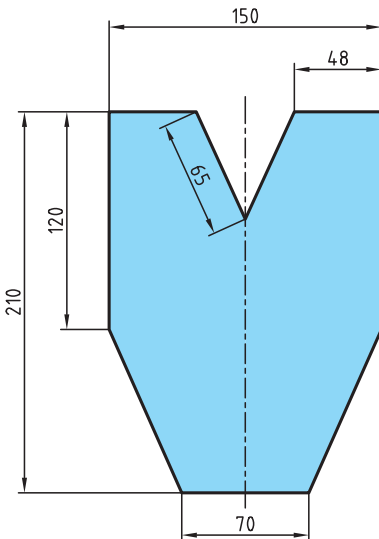
مساحت ایزوگام شده

ارزشیابی پایانی

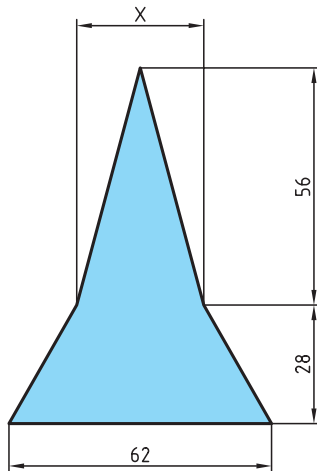
- ۱- محیط مربعی ۱۴۴ میلی متر است مساحت آن را به دست آورید.
- ۲- مساحت مقطع مطابق شکل را بر حسب mm^2 و cm^2 به دست آورید.



- ۳- مساحت قطعه زیر را بر حسب mm^2 به دست آورید.



۴- مساحت مقطع قطعه زیر 2128 mm^2 است. اندازه X را به دست آورید.



۵- مساحت مثلثی 540 mm^2 است مطلوب است :

الف) اگر طول قاعده آن 24 mm باشد ارتفاع آن چقدر است؟

ب) اگر ارتفاع آن 30 mm باشد اندازه قاعده آن چقدر خواهد بود؟

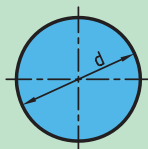
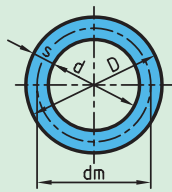
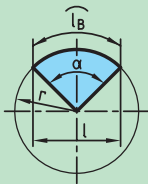
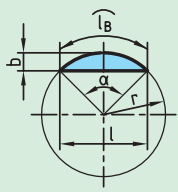
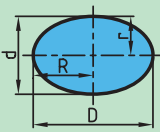
محاسبه سطوح اشکال قوس دار

برای محاسبه سطوح اشکال قوس دار از علائم اختصاری مطابق جدول ۴-۳ استفاده می شود و روابط آن در جدول ۴-۴ ارائه شده است.

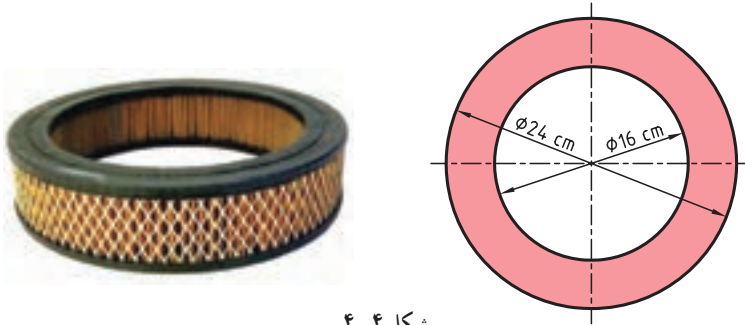
جدول ۴-۳

D	قطر بزرگ	l	طول وتر
d	قطر کوچک	l_B	طول قوس
R	شعاع بزرگ	d_m	قطر متوسط در تاج دایره
r	شعاع کوچک	s	عرض تاج دایره

جدول ۴-۴

مساحت			
دایره		$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$ $A = \pi \times r^2$	$d = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$
تاج دایره		$A = \frac{\pi \times D^2}{4} - \frac{\pi \times d^2}{4}$ $A = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2)$ $A = \pi \times d_m \times s$	$d_m = \frac{D+d}{2}$ $S = \frac{D-d}{2}$
قطاع دایره		$A = \frac{l_B \times r}{2}$ $A = \frac{\pi \times r^2 \times \alpha}{360^\circ}$	$l_B = \frac{\pi \times r \times \alpha}{180^\circ}$
قطعه دایره		$A = \frac{l_B \times r - l \times (r-b)}{2}$ $A = \frac{\pi \times r^2 \times \alpha}{360^\circ} - \frac{l \times (r-b)}{2}$ $A \approx \frac{2}{3} \times l \times b$	$b = r(1 - \cos \frac{\alpha}{2})$ $l = 2 \times r \times \sin \frac{\alpha}{2}$
بیضی		$A = \frac{\pi \times D \times d}{4}$	

تمرین نمونه ۱: فیلتر هوای یک خودرو مطابق شکل ۴-۴ است. مساحت مقطع این فیلتر هوا را برای طراحی محفظه آن به دست آورید.

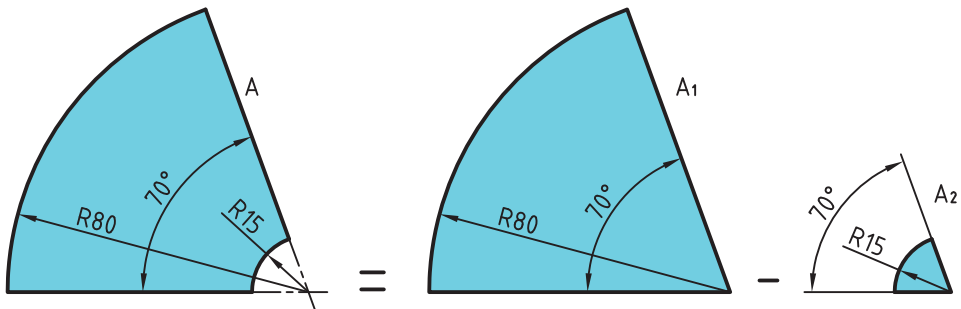


شکل ۴-۴

$$D = 24 \text{ cm} \quad d = 16 \text{ cm}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} \times (24^2 - 16^2) = 251.2 \text{ cm}^2$$

تمرین نمونه ۲: مساحت ورق به کار رفته در قطعه مطابق شکل ۴-۵ را به دست آورید.



شکل ۴-۵

$$r_1 = 80 \text{ mm} \quad r_2 = 15 \text{ mm} \quad \alpha = 70^\circ$$

$$A = A_1 - A_2 = \frac{\pi \times r_1^2 \times \alpha}{360^\circ} - \frac{\pi \times r_2^2 \times \alpha}{360^\circ} =$$

$$A = \frac{\pi \times 80^2 \times 70^\circ}{360^\circ} - \frac{\pi \times 15^2 \times 70^\circ}{360^\circ} = 390.7/5 - 137/4 = 377.0/1 \text{ mm}^2$$

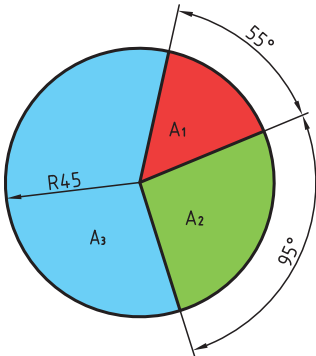
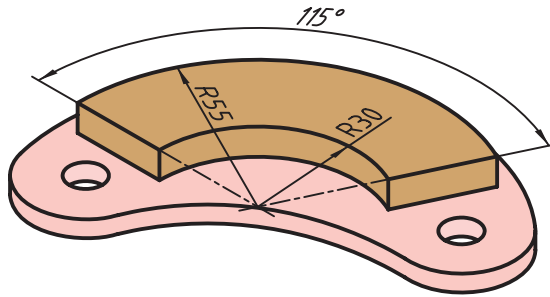
ارزشیابی پایانی

۱- مساحت مقطع پیستونی مطابق شکل $7539/14 \text{ mm}^2$ است قطر آن چند میلی متر

است؟



۲- سطح لنت مطابق شکل را به دست آورید.



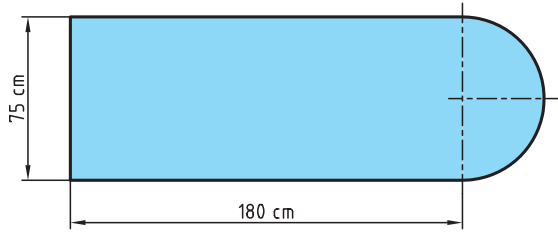
۳- در شکل روبه‌رو مساحت هر

قطاع رنگی را به دست آورده و حساب کنید

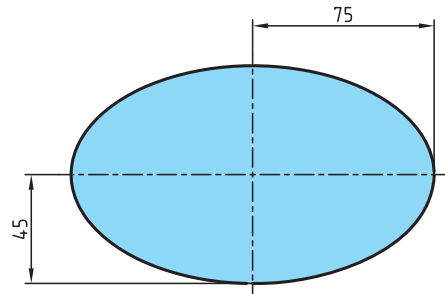
سطح هر قطاع چند درصد از مساحت کل

دایره است.

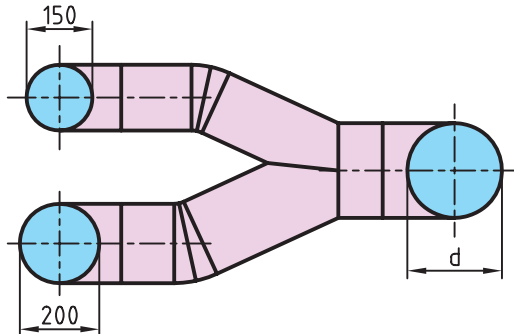
۴- مساحت سطح میز کامپیوتر زیر را به دست آورید.



۵- برای تولید آینه موتورسیکلت مطابق تصویر زیر چند mm^2 شیشه لازم است؟



۶- در کانال شکل زیر سطح مقطع کانال ورودی با کانالهای خروجی برابر است. مقدار d را به دست آورید.



محاسبه مساحت اشکال مرکب

سطوحی که از چندین شکل هندسی مشخص تشکیل شده اند را سطوح مرکب می نامند.

برای محاسبه مساحت اشکال مرکب به ترتیب زیر عمل می کنیم:

(الف) سطح شکل مرکب را به اشکال هندسی معین تجزیه می کنیم.

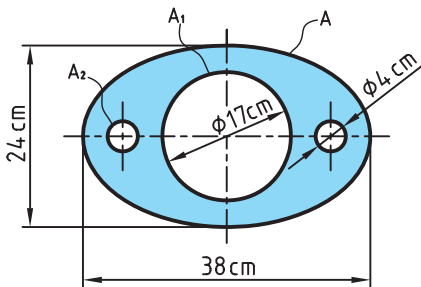
(ب) مساحت هر یک از اشکال هندسی را به دست می آوریم.

(ج) با جمع مساحت اشکال هندسی تجزیه شده مساحت شکل مرکب را به دست می آوریم. (در

این جمع، سطوح سوراخ شده را از مساحت کل کم می کنیم).

تمرین نمونه ۱: برای تولید صفحه جلویی ۸۰۰ بلندگو مطابق شکل ۴-۶ چند m^2 ورق لازم

است؟



شکل ۴-۶

شکل بالا مثال یک سطح مرکب است که در آن از مساحت یک ورق بیضی شکل سه دایره با

قطرهای مختلف بریده شده است.

$$A = \frac{\pi \times D \times d}{4} = \frac{3/14 \times 38 \times 24}{4} = 715/92 \text{ cm}^2$$

$$A_1 = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3/14 \times 17^2}{4} = 226/86 \text{ cm}^2 \quad A_2 = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3/14 \times 4^2}{4} = 12/56 \text{ cm}^2$$

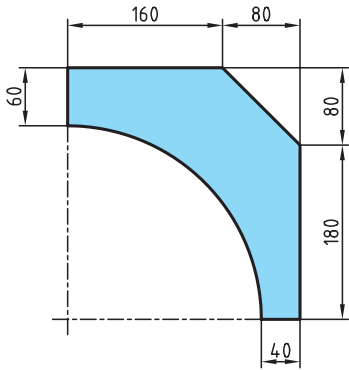
$$\begin{aligned} \text{مساحت} &= A - A_1 - A_2 - A_2 = A - A_1 - 2A_2 = 715/92 - 226/86 - 2 \times 12/56 \\ \text{قطعه} &= 463/94 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{مساحت قطعه} = 463/94 \text{ cm}^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} 0.046394 \text{ m}^2$$

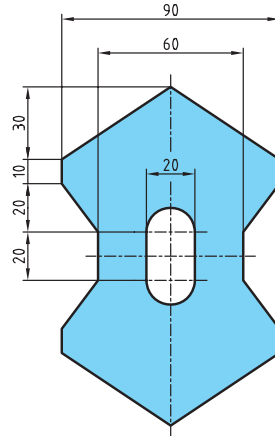
$$0.046394 \times 800 = 37/1152 \text{ m}^2 \quad \text{برای تولید ۸۰۰ بلندگو}$$

ارزشیابی پایانی

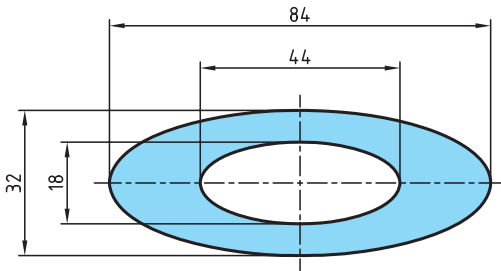
۱- مساحت قطعات مطابق شکل را به دست آورید.



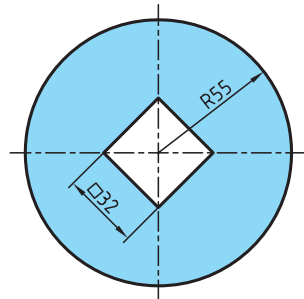
(ب)



(الف)

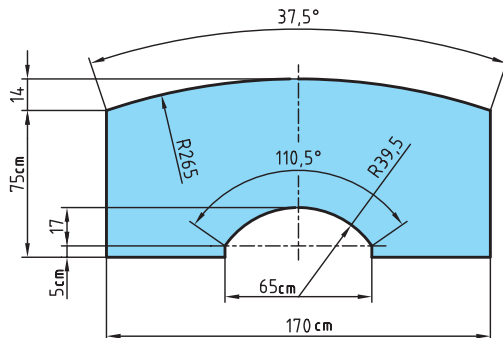


(د)



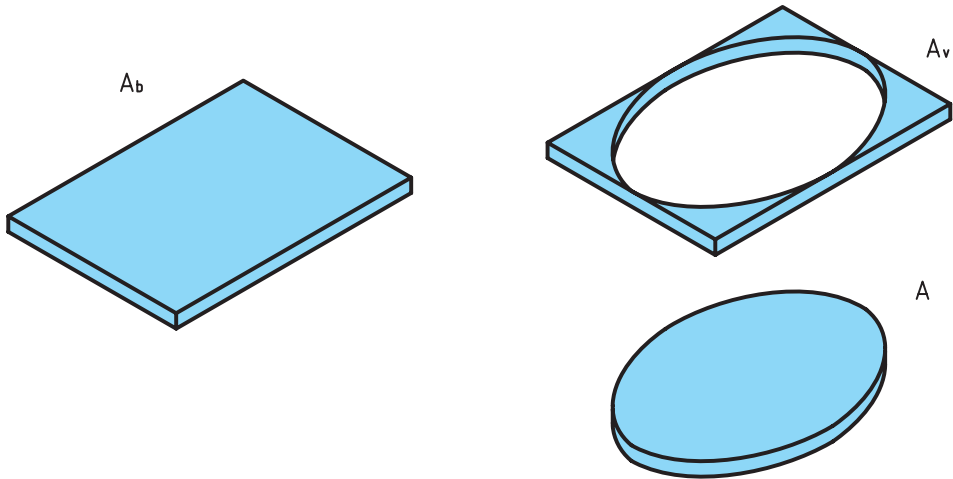
(ج)

۲- مساحت سطح میزی مطابق شکل زیر را به دست آورید.



محاسبه دورریز سطوح

برای محاسبه دورریز سطوح کافی است سطح قطعه ساخته شده را از سطح ورق اولیه کم کنیم (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷

سطح دورریز + سطح قطعه ساخته شده = سطح ورق اولیه

$$A_b = A + A_v$$

مقدار درصد دورریز سطحی ($\%A_v$) را می‌توان در دو حالت محاسبه کرد:

الف) درصد دورریز ($\%A_v$) بر اساس سطح ورق اولیه:

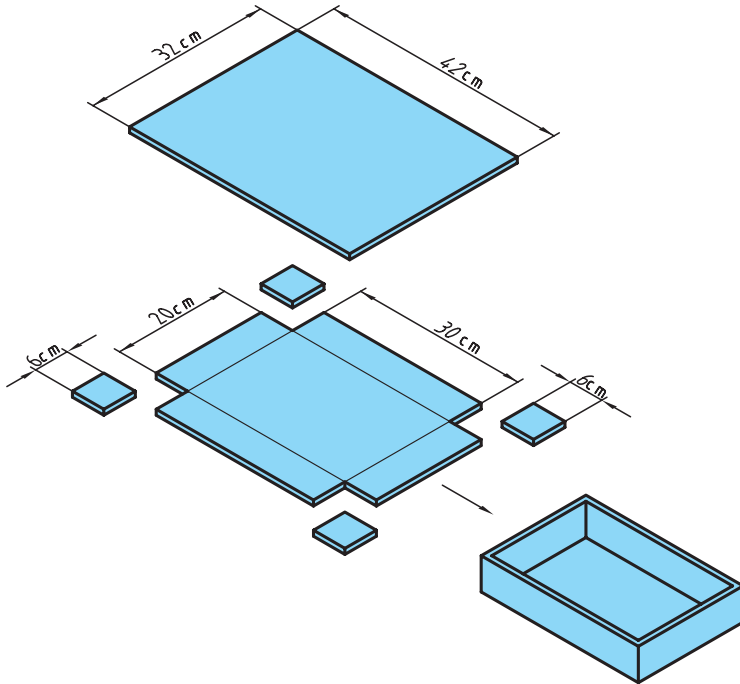
$$\text{درصد دورریز بر حسب قطعه اولیه} = \frac{A_v}{A_b} \times 100$$

ب) درصد دورریز ($\%A_v$) بر اساس سطح قطعه ساخته شده:

$$\text{درصد دورریز بر حسب قطعه ساخته شده} = \frac{A_v}{A} \times 100$$

تمرین نمونه ۱: در شکل ۴-۸ برای ساخت یک جعبه در باز فلزی نیاز است، ورق فلزی به ابعاد زیر را برش داده و از محل مورد نظر خم کنیم. درصد دورریز را در دو حالت زیر به دست آورید.

الف) بر حسب قطعه اولیه ب) بر حسب قطعه ساخته شده



شکل ۴-۸

$$A_b = b \times l = 42 \times 32 = 1344 \text{ cm}^2$$

۴ ورق 6×6 از گوشه‌های ورق اولیه دورریز است و بعد از برش از ورق اولیه جدا می‌شود.

$$A_v = 4 \times (6 \times 6) = 144 \text{ cm}^2$$

$$A_b = A + A_v \rightarrow A = A_b - A_v = 1344 - 144 = 1200 \text{ cm}^2$$

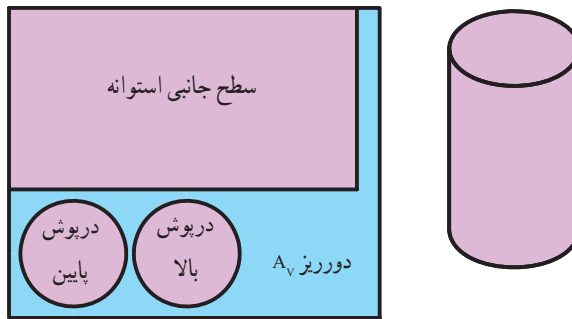
درصد دورریز بر حسب قطعه اولیه الف) $\%A_v = \frac{A_v}{A_b} \times 100 = \frac{144}{1344} \times 100 = 10.7\%$

درصد دورریز بر حسب قطعه ساخته شده ب) $\%A_v = \frac{A_v}{A} \times 100 = \frac{144}{1200} \times 100 = 12\%$

تمرین نمونه ۲: اگر سطح استوانه‌ای مطابق شکل $61/23 \text{ cm}^2$ باشد (مجموع مساحت‌های درپوش بالا، درپوش پایین و سطح جانبی). مقدار سطح ورق اولیه برای ساخت آنرا در حالت‌های زیر به‌دست آورید (شکل ۹-۴).

الف) دورریز ۲۵٪ سطح قطعه ساخته شده باشد.

ب) دورریز ۱۸٪ سطح ورق اولیه باشد.



شکل ۹-۴

$$A_v = 25\% \times A$$

الف)

$$A_v = \frac{25}{100} \times 61/23 = 15/3$$

$$A_b = A + A_v = 61/23 + 15/3 = 76/53 \text{ cm}^2$$

$$A_b = A + A_v$$

$$A_b = A + 18\% \times A_b$$

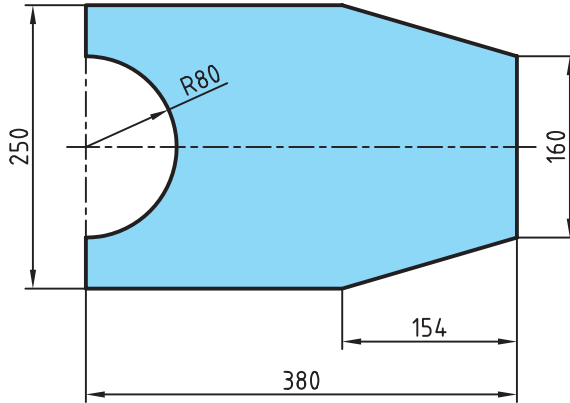
ب)

$$A = A_b - \frac{18}{100} A_b$$

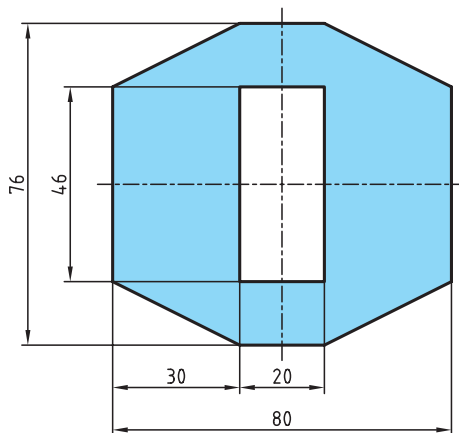
$$A = 0.82 A_b \rightarrow A_b = \frac{A}{0.82} = \frac{61/23}{0.82} = 74/67 \text{ cm}^2$$

ارزشیابی پایانی

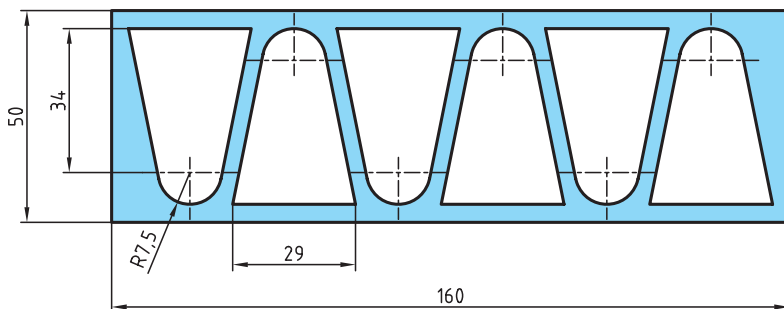
۱- در ساخت قطعه شکل زیر در صورتی که مقدار دورریز ۲۲ درصد سطح ورق اولیه باشد، مقدار سطح ورق اولیه را به دست آورید.



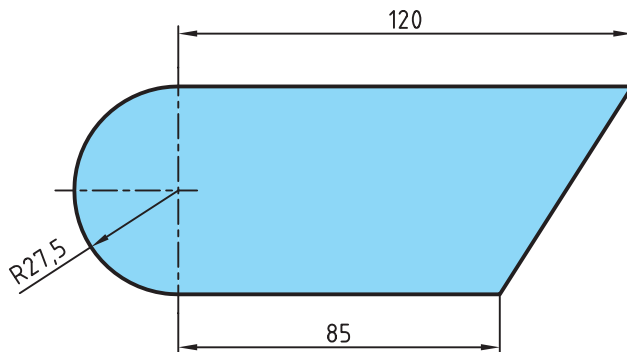
۲- سطح ورق اولیه برای ساخت قطعه مطابق شکل زیر را به دست آورید.
 الف) در صورتی که مقدار دورریز ۲۱ درصد سطح قطعه ساخته شده باشد.
 ب) در صورتی که مقدار دورریز ۱۷ درصد سطح ورق اولیه باشد.



۳- در شکل زیر مقدار درصد دورریز را بر مبنای سطح قطعه اولیه به دست آورید.



۴- اگر بخواهیم از قطعه شکل زیر به تعداد ۱۲ عدد بر روی ورقی به عرض ۶۰ میلی متر بسازیم طول ورق اولیه را برای این تعداد در صورتی که مقدار دورریز ۱۵ درصد سطح کل قطعات ساخته شده باشد، به دست آورید.



فصل پنجم : محاسبات حجم

یکاهای اندازه‌گیری حجم
محاسبه احجام هندسی



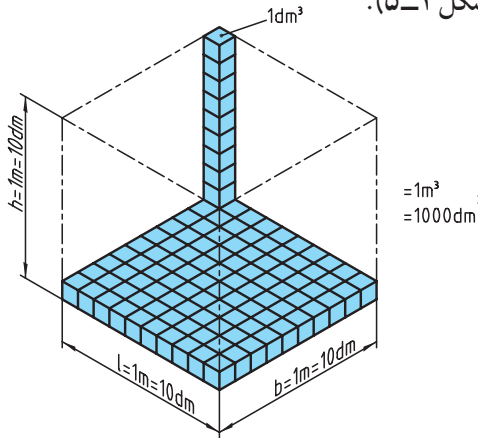
هدف‌های رفتاری: پس از فراگیری این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- تفاوت حجم و سطح را شرح دهد.
- ۲- یکای اندازه‌گیری حجم را در سیستم SI توضیح دهد.
- ۳- یکاهای اندازه‌گیری حجم را به یکدیگر تبدیل کند.
- ۴- حجم احجام هندسی را محاسبه کند.
- ۵- حجم احجام هندسی مرکب را محاسبه کند.
- ۶- تفاوت احجام هندسی ناقص و کامل را بیان کند.



یکاهای اندازه‌گیری حجم

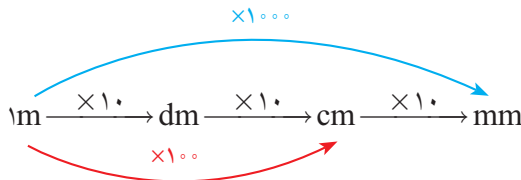
یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب و آن عبارت است از حجم مکعبی که طول، عرض و ارتفاع آن ۱ متر باشد (شکل ۵-۱).



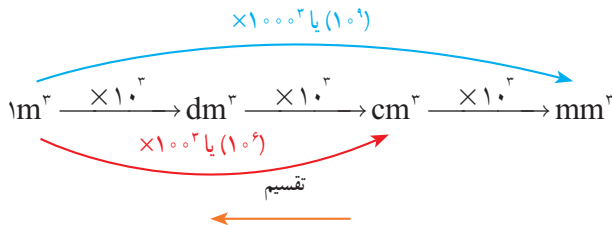
شکل ۵-۱

$$1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} = 1\text{m}^3$$

همان‌طور که در فصل اول اشاره کردیم برای تبدیل یکاهای طول از نمودار زیر استفاده می‌کنیم:



چون یکای اندازه‌گیری حجم توان ۳ دارد هر ضریبی که در تبدیل یکای طول داشتیم نیز به توان ۳ می‌رسد و نمودار تبدیل یکا در اندازه‌گیری حجم به صورت زیر می‌شود:



توجه: در نمودار بالا برای تبدیل یکاهای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت

عکس نمودار استفاده می‌شود.

به طور مثال در نمودار صفحه قبل برای تبدیل متر به میلی متر $m \xrightarrow{\times 1000} mm$ است، در حالی که برای تبدیل یکای حجم این ضریب به توان ۳ می رسد و خواهیم داشت،

$$m^3 \xrightarrow{\times 1000^3} mm^3$$

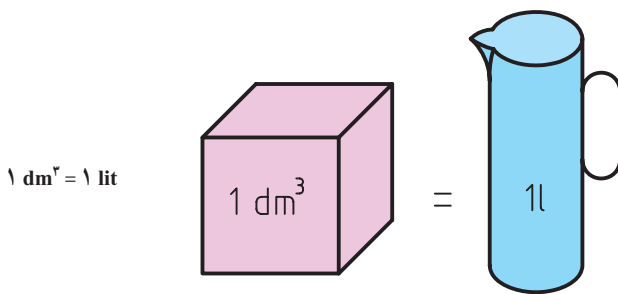
بنابراین :

$$1m^3 = 10^3 dm^3 = 100^3 cm^3 = 1000^3 mm^3$$

اگر بخواهیم ضرایب را به حالت توانی از ده تبدیل کنیم نمودار بالا به صورت زیر تبدیل می شود :

$$1m^3 = 10^3 dm^3 = 10^6 cm^3 = 10^9 mm^3$$

یکای اندازه گیری مایعات : یکای اصلی حجم مایعات در سیستم SI متر مکعب است و یکای کوچک تر آن دسی متر مکعب که لیتر نامیده می شود با حرف (l) نشان داده می شود و یک لیتر معادل حجم ظرفی به شکل مکعب که هر ضلع آن یک دسی متر است (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۵

همچنین یکاهای کوچک تر اندازه گیری حجم مایعات یک میلی لیتر یا یک سی سی (cc) است که برابر یک سانتی متر مکعب است.

$$1l = 1 dm^3 = 1000 cm^3 = 1000 ml = 1000 cc$$

ارزشیابی پایانی

۱- اندازه‌های زیر را به یک‌گانه‌های خواسته شده تبدیل کنید.

$2/5 \text{ m}^2$	$\dots \text{ cm}^2$	5230 mm^2	$\dots \text{ m}^2$
240 dm^2	$\dots \text{ mm}^2$	$21/5 \text{ dm}^2$	$\dots \text{ cm}^2$
$15/62 \text{ cm}^2$	$\dots \text{ mm}^2$	84 cm^2	$\dots \text{ m}^2$
$0/256 \text{ m}^2$	$\dots \text{ dm}^2$	1805 mm^2	$\dots \text{ dm}^2$

۲- حاصل حجم‌های زیر را بر حسب یک‌گانه خواسته شده به دست آورید.

الف) $428100 \text{ mm}^3 + 0/0035 \text{ m}^3 + 2708/2 \text{ cm}^3 = \dots \text{ dm}^3$

ب) $21 \text{ cm}^3 + 0/0048 \text{ m}^3 - 4/6 \text{ dm}^3 = \dots \text{ mm}^3$

ج) $0/0016 \text{ m}^3 - 19200 \text{ mm}^3 + 22 \text{ cm}^3 - 0/18 \text{ dm}^3 = \dots \text{ cm}^3$

۳- مقادیر زیر را به یک‌گانه مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی متر مکعب

$840/25 \text{ cm}^3, 1/282 \text{ m}^3, 405/12 \text{ mm}^3$

ب) به سانتی متر مکعب

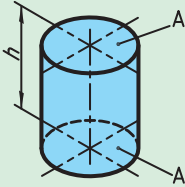
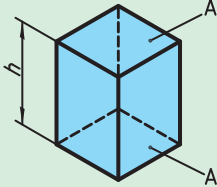
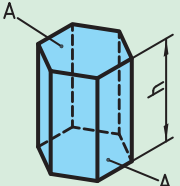
$0/890 \text{ dm}^3, 0/065 \text{ m}^3, 1445 \text{ mm}^3$

محاسبه احجام هندسی

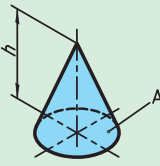
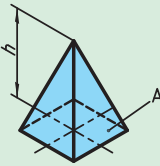
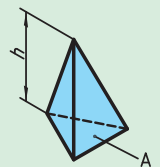
جدول ۵-۱

V	حجم	A_p	سطح قاعده پایینی
H, h	ارتفاع	A_r	سطح قاعده بالایی
A	سطح قاعده	A_M	سطح جانبی
A_o	سطح کل		

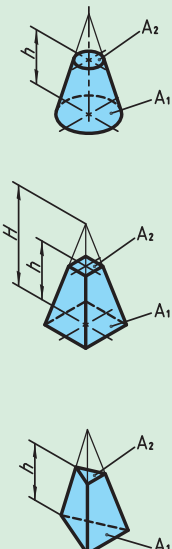
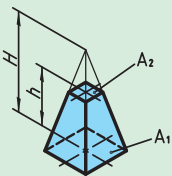
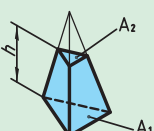
جدول ۵-۲

احجام		حجم
استوانه		ارتفاع × مساحت قاعده = حجم $V=A \times h$
منشور چهار ضلعی		
منشور شش ضلعی		

ادامه جدول ۵-۲

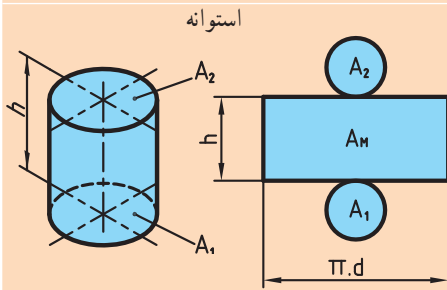
	احجام	حجم
مخروط		ارتفاع × مساحت قاعده حجم = $\frac{\quad}{3}$
هرم چهار ضلعی		
هرم سه ضلعی		$V = \frac{A \times h}{3}$

جدول ۵-۳

احجام ناقص		
	حجم	
	حجم هرم ناقص = حجم قطعه بریده شده - حجم هرم کامل	حجم مخروط ناقص $V = \frac{\pi \times h}{12} (D^2 + d^2 + D \times d)$
	$V = \frac{A_1 \times H}{3} - \frac{A_2 \times (H-h)}{3}$ یا	
	$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$	



مساحت جانبی اجسام دوار

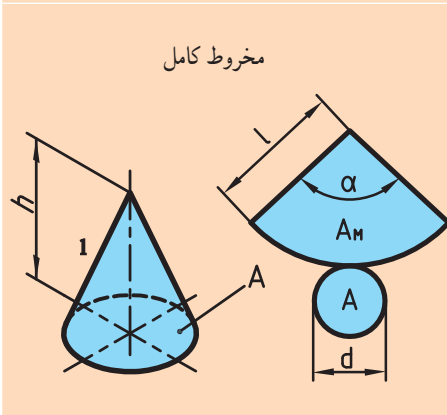


ارتفاع × محیط قاعده = مساحت جانبی استوانه

$$A_M = u \times h$$

$$A_M = \pi \times d \times h$$

$$A_O = A_1 + A_M + A_2$$



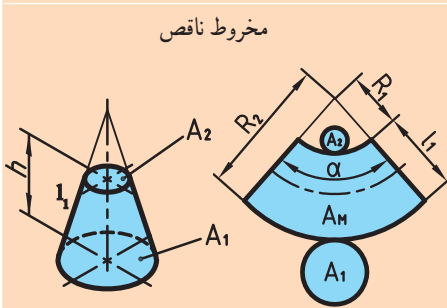
مساحت قطاع دایره = مساحت جانبی مخروط

$$A_M = \frac{l^2 \times \pi \times \alpha}{360^\circ}$$

$$A_O = A + A_M$$

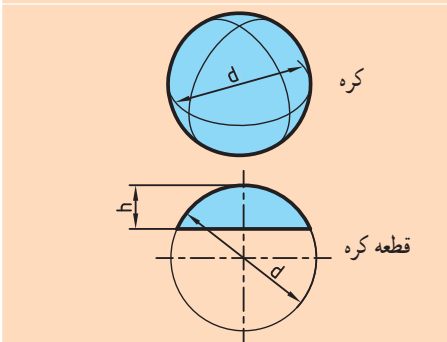
$$l = \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + h^2}$$

$$\alpha = \frac{180 \times d}{l}$$



مساحت قطاع تاج دایره = مساحت جانبی مخروط ناقص

$$A_M = \frac{(R_2^2 - R_1^2) \times \pi \times \alpha}{360^\circ}$$



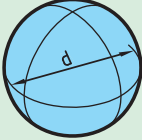
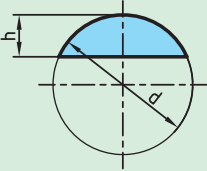
$$l_1 = \sqrt{\left(\frac{D-d}{2}\right)^2 + h^2}$$

$$A_O = A_1 + A_M + A_2$$

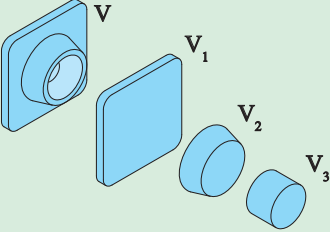
$$A_O = \pi \times d^2$$

$$A_O = \pi \times d \times h$$

جدول ۴-۵

حجم کره و قطعه کره	
 <p>کره</p>	$V = \frac{\pi \times d^3}{6}$
 <p>قطعه کره</p>	$V = \pi \times h^2 \left(\frac{d}{2} - \frac{h}{3} \right)$

جدول ۵-۵

احجام مرکب	
	$V = V_1 + V_2 - V_3$

تمرین نمونه ۱: ابعاد داخلی لیوانی مطابق شکل ۵-۳ است. اگر لیوان پر از آب باشد حجم آب

چند لیتر است.

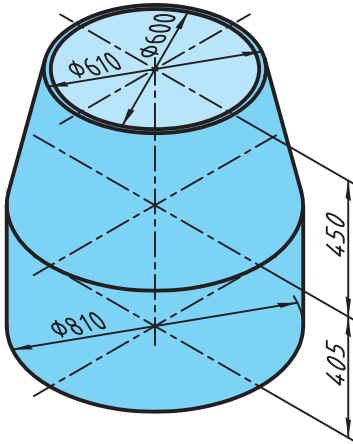


شکل ۵-۳

$$V = \frac{\pi \times h}{12} (D^2 + d^2 + D \times d)$$

$$V = \frac{\pi \times 11}{12} (7^2 + 4^2 + 7 \times 4) = 267.68 \text{ cm}^3 \xrightarrow{+1000} 0.26768 \text{ lit}$$

تمرین نمونه ۲: در دستگاه آماده ساز بتون مطابق شکل ۵-۴، ابعاد مخزن همزن بتون داده شده است. حجم این مخزن را بر حسب لیتر حساب کنید.



شکل ۵-۴



ضخامت ورق طبق شکل ۵ mm می باشد.

$$D = 810 - (2 \times 5) = 800 \text{ mm} = 80 \text{ cm}$$

$$d = 600 - (2 \times 5) = 600 \text{ mm} = 60 \text{ cm}$$

حجم استوانه:

$$h = 450 - 5 = 400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$$

$$V = A \times h = \pi \times \frac{d^2}{4} \times h = 3/14 \times \frac{60^2}{4} \times 40 = 200960 \text{ cm}^3 \xrightarrow{\div 1000} 200/96 \text{ lit}$$

حجم مخروط ناقص:

$$V = \frac{\pi \times h}{12} (D^2 + d^2 + D \times d) = \frac{\pi \times 45}{12} (80^2 + 60^2 + 80 \times 60) = 174270 \text{ cm}^3 \xrightarrow{\div 1000} 174/27 \text{ lit}$$

حجم کل مخزن:

حجم قسمت مخروط ناقص + حجم قسمت استوانه = حجم کل مخزن

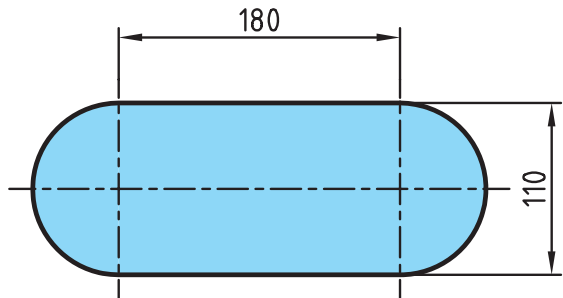
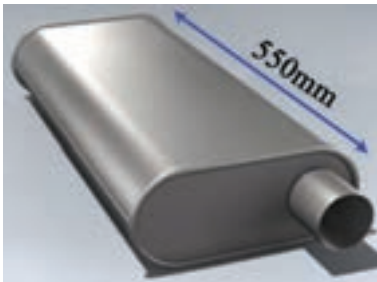
$$\text{حجم کل مخزن} = 200/96 + 174/27 = 375/23 \text{ lit}$$

ارزشیابی پایانی

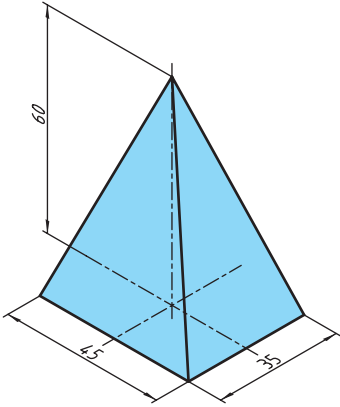
۱- قطر داخلی مخزن اکسیژن شکل زیر $6/5$ m است. حجم مخزن را برحسب مترمکعب و لیتر به دست آورید.



۲- مخزن اگزوز یک خودرو مطابق شکل زیر است. حجم آن را برحسب لیتر حساب کنید.

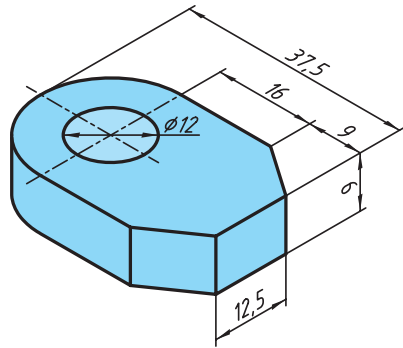


۳- حجم قطعات زیر را به دست آورید :



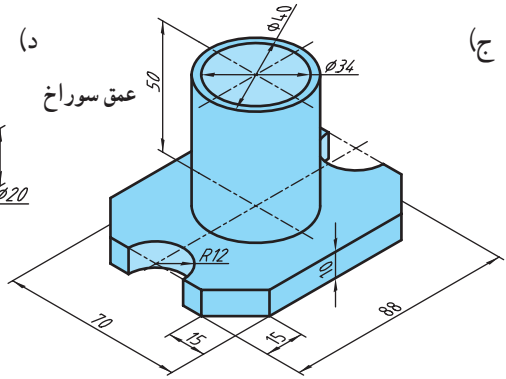
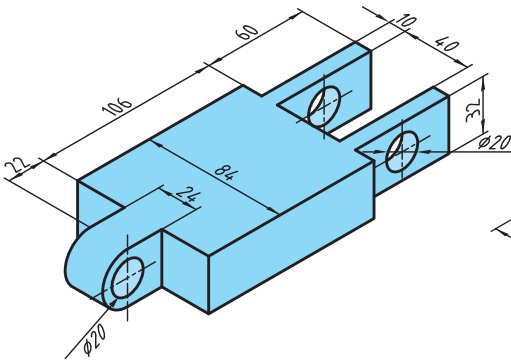
(ب)

(الف)



(د)

(ج)



۴- برای جوشکاری قطعه مطابق شکل از الکترودهای با قطر ۳ میلی متر و طول

۴۰۰ میلی متر استفاده می شود در صورتی که از هر الکترود ۴۰ میلی متر آن به علت کوتاه

شدن غیر قابل استفاده باشد تعداد الکترود لازم را به دست آورید.

