

محاسبه محیط

تمامی شکل‌های هندسی دارای محیط‌اند که دانستن آن برای انجام طراحی و تولید دقیق ضروری است.

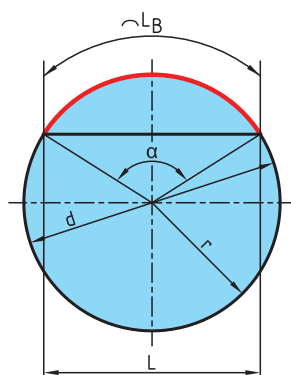
به طول پیرامون اشکال هندسی محیط گفته می‌شود.

هر قطعه صنعتی می‌تواند از یک یا چند شکل هندسی تشکیل شده باشد. برای محاسبه محیط قطعه ابتدا باید آن را به اجزای ساده‌تر که دارای روش‌های محاسبه ساده‌تری هستند تقسیم کرد. در پایان با جمع کردن محیط اجزای تقسیم‌شده می‌توان محیط کل قطعه را به دست آورد.

در محاسبه اندازه محیط شکل‌های دوبعدی، کافی است طول بیرونی پیرامون شکل را به دست آورد.

در شکل‌های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.

محاسبه محیط دایره، طول قوس دایره (شکل ۱۶-۳)



شکل ۱۶-۳

$$U = \text{محیط}$$

$$L_B = \text{طول قوس قطاع یا قطعه دایره}$$

$$\alpha = \text{زاویه مرکزی مقابل به کمان (درجه)}$$

$$d = \text{قطر دایره}$$

$$r = \text{شعاع دایره (} d = 2r \text{)}$$

$$L = \text{طول وتر دایره (محاسبه این طول در صفحه ۸۹ گفته خواهد شد).}$$

$$U = \pi \times d$$

$$L_B = \frac{\pi \times d \times \alpha}{360}$$

محاسبه محیط بیضی (شکل ۱۷-۳)

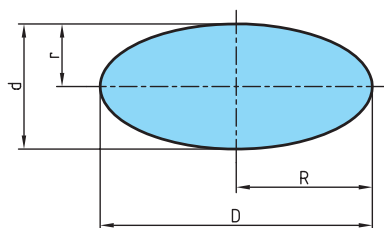
$$U = \text{محیط}$$

$$D = \text{قطر بزرگ بیضی}$$

$$R = \text{شعاع بزرگ بیضی}$$

$$d = \text{قطر کوچک بیضی}$$

$$r = \text{شعاع کوچک بیضی}$$



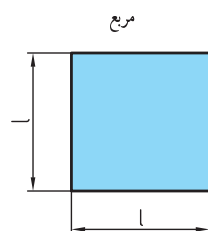
شکل ۱۷-۳

$$U \approx \pi \times \frac{D+d}{2}$$

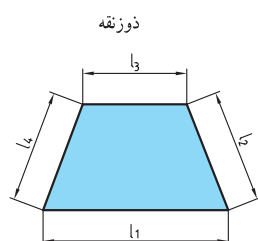
$$U \approx \pi \times \sqrt{2 \times (R^2 + r^2)}$$

با دقت بیشتر

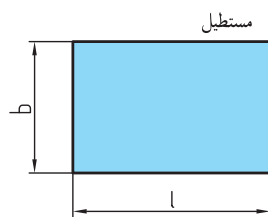
محیط اشکال هندسی = U محیط = l طول ضلع = b عرض = n تعداد اضلاع



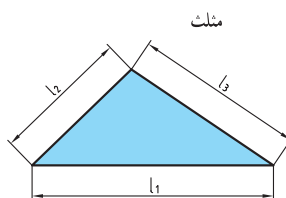
$$U = 4 \times l$$



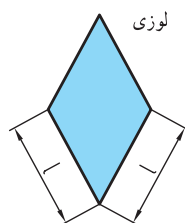
$$U = l_1 + l_3 + l_4 + l_2$$



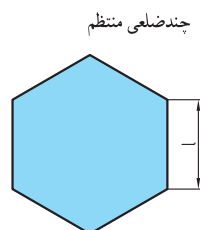
$$U = 2 \times (l + b)$$



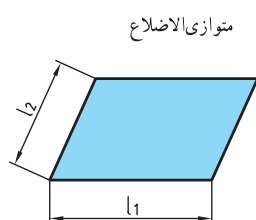
$$U = l_1 + l_2 + l_3$$



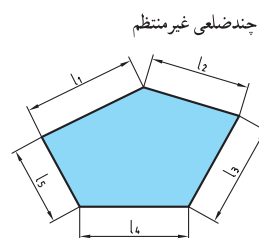
$$U = 4 \times l$$



$$U = n \times l$$



$$U = 2 \times (l_1 + l_2)$$



$$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

شکل ۳-۱۸

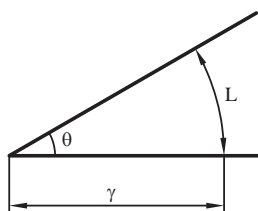
به طور کلی در اشکال هندسی ۳-۱۸ محیط برابر مجموع اندازه ضلع های پیرامون آن شکل است.

نکته



یکای اندازه گیری زاویه

زاویه یا گوشه یکی از مفاهیم هندسی است و به ناحیه‌ای از صفحه گفته می‌شود که بین دو نیم خط که سر مشترک دارند محصور شده است. به سر مشترک این دو نیم خط رأس زاویه یا گوشه می‌گویند (شکل ۳-۱۹).



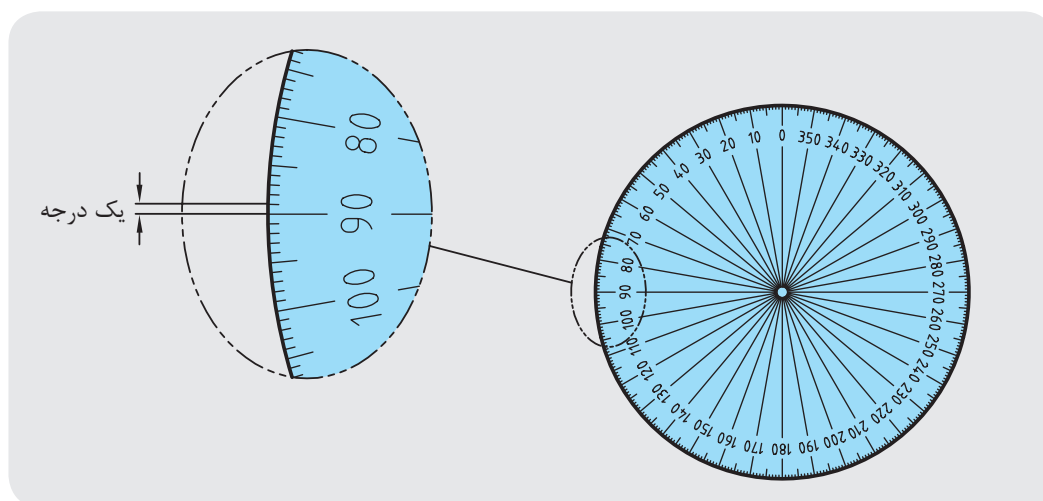
شکل ۳-۱۹

یکاهای اصلی برای اندازه‌گیری زاویه: درجه، رادیان و گراد است.

توجه: برای نمایش درجه از علامت (°) استفاده می‌شود.

درجه: اگر محیط یک دایره دلخواه را به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم و هر قسمت را به مرکز دایره وصل کنیم، اندازه زاویه حاصل را یک درجه می‌نامند (شکل ۳-۲۰).

یک درجه = زاویه مرکزی مقابل به $\frac{\text{محیط دایره}}{۳۶۰}$



شکل ۳-۲۰

همان گونه که می دانید معمولاً هر یکا دارای اجزائی است. درجه نیز به عنوان یکای اندازه گیری دارای اجزائی مانند دقیقه (') و ثانیه (") است.

هر دقیقه برابر $\frac{1}{60}$ درجه است.

$$1^\circ = 1' = \frac{1}{60} \times 1^\circ$$

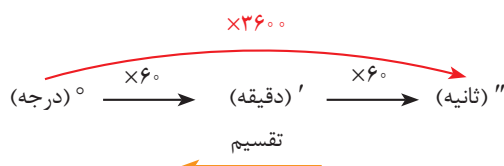
هر ثانیه برابر $\frac{1}{60}$ دقیقه یا $\frac{1}{3600}$ درجه است.

$$1^\circ = 1' = \frac{1}{60} \times 1^\circ = \frac{1}{3600} \times 1^\circ$$

$$1^\circ = 60' = 3600''$$

به عبارتی:

تبدیل اجزای زاویه:



توجه: در نمودار بالا برای تبدیل یکای کوچک تر به بزرگ تر، از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می شود.

نمونه ۱۱

تمرین



مقدار زاویه $35''$ و $42'$ و 2° را بر حسب الف) درجه، ب) دقیقه و ج) ثانیه حساب کنید.

| | |
|--|--|
| <p>الف)</p> $ \begin{array}{rcl} 2^\circ & + & \\ 42' = 42 \div 60 = 0/7^\circ & + & \\ 35'' = 35 \div 3600 = 0/0097^\circ & = & \\ \hline 2/7097^\circ & & \end{array} $ | <p>ب)</p> $ \begin{array}{rcl} 2^\circ = 2 \times 60 = 120' & + & \\ 42' & + & \\ 35'' = 35 \div 60 = 0/583' & = & \\ \hline 162/583' & & \end{array} $ |
| <p>ج)</p> $ \begin{array}{rcl} 2^\circ = 2 \times 3600 = 7200'' & + & \\ 42' = 42 \times 60 = 2520'' & + & \\ 35'' & & \\ \hline 9755'' & = & \end{array} $ | |

ارزشیابی

۱ مقدار زاویه‌های زیر را برحسب دقیقه به دست آورید.

الف) $۶۲/۸۶^{\circ}$ (ب) $۴۸۲۱''$ (ج) $۴۲^{\circ}, ۲۷''$

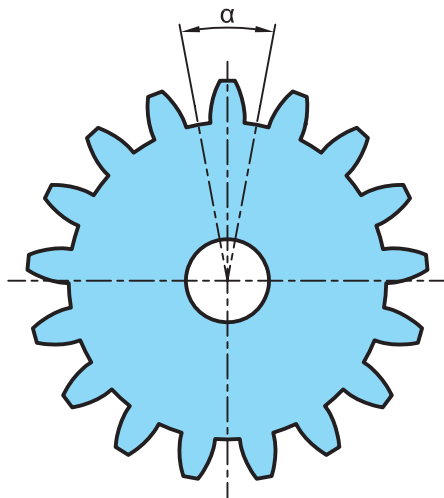
۲ مقادیر خواسته شده را برحسب درجه به دست آورید.

الف) $۳۴^{\circ}, ۱۲', ۴۸''$ (ب) $۲۲', ۳۵''$ (ج) $۱۴^{\circ}, ۵۲''$

۳ مقادیر خواسته شده زیر را بر حسب درجه و دقیقه و ثانیه به دست آورید.

| A | B | A+B | A-B |
|-------------------------|-------------------------|-----|-----|
| $۵۲^{\circ}, ۴۵', ۲۰''$ | $۳۸^{\circ}, ۲۱', ۴۶''$ | | |
| $۴^{\circ}, ۲۵', ۴۴''$ | $۲^{\circ}, ۴۵''$ | | |

۴ چرخ دنده شکل ۳-۲۱ ۱۷ دندانه دارد. زاویه α را برحسب موارد خواسته شده به دست آورید.



الف) درجه

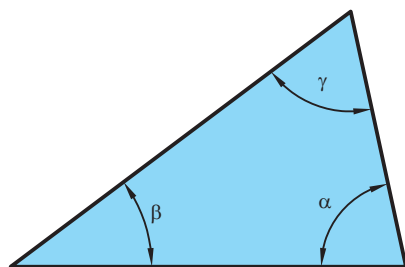
ب) دقیقه

ج) ثانیه

د) درجه و دقیقه

شکل ۳-۲۱

۵ در مثلث مطابق شکل ۳-۲۲ زاویه γ را برحسب درجه و دقیقه به دست آورید.



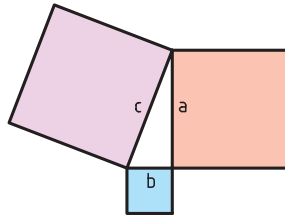
$$\beta = ۳۶^{\circ}$$

$$\alpha = ۷۶^{\circ}, ۱۱'$$

شکل ۳-۲۲

محاسبه روابط مثلث

قضیه فیثاغورس: در مثلث قائم الزاویه مطابق شکل ۲۳-۳ می توان نوشت:



شکل ۲۳-۳

$$c^2 = a^2 + b^2$$

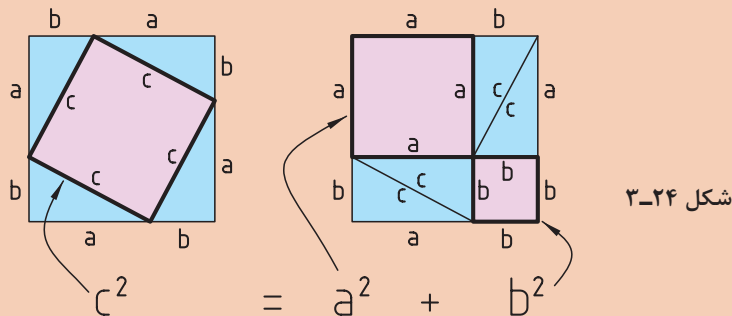
a, b = اضلاع مجاور به زاویه قائمه
 c = ضلع مقابل به زاویه قائمه (وتر)
 این قضیه به ما توضیح می‌دهد که جمع مساحت‌های دو مربع ساخته شده روی دو ضلع قائم یک مثلث قائم الزاویه با مساحت مربع ساخته شده روی وتر برابر است.

در یک مثلث قائم الزاویه مجموع مربعات دو ضلع قائم با مربع وتر برابر است.

مطالعه آزاد



اثبات قضیه فیثاغورس: هر دو شکل مربعی هستند به ضلع $(a+b)$. در شکل سمت چپ چهار مثلث قائم الزاویه برابر (مثلث‌های آبی) دور مربع ساخته شده بر روی وتر (مربع صورتی) وجود دارد. با چند جابه‌جایی در شکل سمت چپ به شکل سمت راست می‌رسیم. در شکل سمت راست همان چهار مثلث قبلی آبی‌رنگ وجود دارند ولی مربع صورتی‌رنگ با اضلاع c به دو مربع یکی با ضلع a و دیگری با ضلع b تبدیل شده است، که همان قضیه فیثاغورس را نشان می‌دهد.



شکل ۲۴-۳

مساحت مربع با اضلاع b + مساحت مربع با اضلاع a = مساحت مربع با اضلاع c

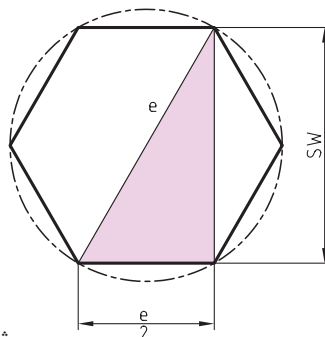
تمرین



نمونه ۱۲

در یک ظرف شکلات خوری شش گوشه (مطابق شکل ۳-۲۵).

الف) رابطه‌ای بین اندازه ضلع شکلات خوری (sw) و اندازه گوش تا گوش (e) را به دست آورید.
ب) اگر طول ضلع آن ۱۵ میلی متر باشد اندازه یک ضلع و گوش تا گوش آن چند میلی متر است؟



شکل ۳-۲۵

$$\text{الف) } e^2 = sw^2 + \left(\frac{e}{2}\right)^2 \rightarrow sw^2 = e^2 - \frac{e^2}{4} = \frac{4e^2 - e^2}{4} = \frac{3e^2}{4} \rightarrow sw = \frac{\sqrt{3}}{2}e$$

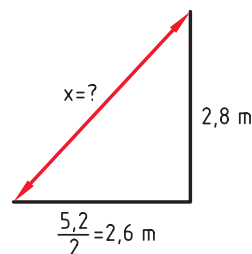
$$\text{ب) } \frac{e}{2} = 15 \text{ mm} \rightarrow e = 2 \times 15 = 30 \text{ mm} \quad , \quad sw = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 30 = 25.98 \text{ mm} \approx 26 \text{ mm}$$

تمرین



نمونه ۱۳

در طراحی یک شیروانی، مطابق شکل ۳-۲۶، طول وتر هر شیروانی را برحسب سانتی متر به دست آورید.

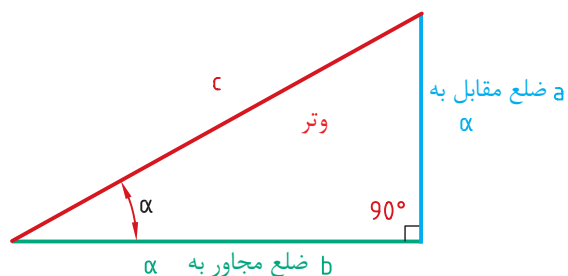


$$c^2 = a^2 + b^2 \rightarrow x^2 = 2.8^2 + 5.2^2 = 14/6$$

$$x = \sqrt{14/6} \rightarrow x = 3.82 \text{ m} \xrightarrow{\times 100} x = 382 \text{ cm}$$

شکل ۳-۲۶

روابط مثلثاتی: برای تعریف توابع مثلثاتی از یک مثلث قائم‌الزاویه استفاده می‌کنیم (شکل ۳-۲۷).



$c =$ وتر
 $a =$ ضلع مقابل به زاویه α
 $b =$ ضلع مجاور به زاویه α

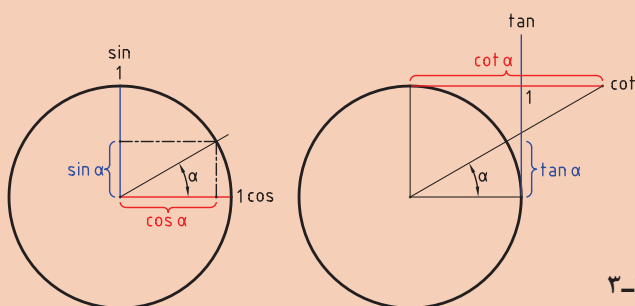
شکل ۳-۲۷

$$\begin{aligned}\sin \alpha &= \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \sin \alpha = \frac{a}{c} \\ \cos \alpha &= \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \cos \alpha = \frac{b}{c} \\ \tan \alpha &= \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha} \rightarrow \tan \alpha = \frac{a}{b} \\ \cot \alpha &= \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha} \rightarrow \cot \alpha = \frac{b}{a}\end{aligned}$$

در مثلث شکل ۳-۲۷

نتایج مهم

- ۱- برای هر زاویه‌ای نسبت اضلاع معین وجود دارد.
- ۲- برای هر نسبت، زاویه مشخصی وجود دارد.
- ۳- مقادیر روابط مثلثاتی بر روی دایره واحد مطابق شکل زیر است.



شکل ۳-۲۸

مطالعه آزاد



جدول ۵-۳

| | ۰° | ۳۰° | ۴۵° | ۶۰° | ۹۰° |
|-----|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| sin | ۰ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | ۱ |
| cos | ۱ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | ۰ |
| tan | ۰ | $\frac{\sqrt{3}}{3}$ | ۱ | $\sqrt{3}$ | ∞ |
| cot | ∞ | $\sqrt{3}$ | ۱ | $\frac{\sqrt{3}}{3}$ | ۰ |

نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های معین

تابع‌های وارون مثلثاتی

$$\begin{aligned} x = \sin \alpha &\rightarrow \alpha = \arcsin x \\ x = \cos \alpha &\rightarrow \alpha = \arccos x \\ x = \tan \alpha &\rightarrow \alpha = \arctan x \\ x = \cot \alpha &\rightarrow \alpha = \operatorname{arccot} x \end{aligned}$$

در ریاضیات توابعی هستند که مقدار نسبت مثلثاتی را به مقدار زاویه تبدیل می‌کنند. این توابع را با لفظ آرک (arc) به صورت پیشوند قبل از نام توابع مثلثاتی به کار می‌برند. به طور مثال \arcsin را آرک سینوس می‌گویند.

مطالعه آزاد



نمونه ۱۴

برای زاویه‌های زیر نسبت‌های مثلثاتی را در جدول ۶-۳ کامل کنید.

| زاویه | نسبت مثلثاتی | | | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| α | $\sin \alpha$ | $\cos \alpha$ | $\tan \alpha$ | $\cot \alpha$ |
| ۱۰° | ۰/۱۷۳۶ | ۰/۹۸۴۸ | ۰/۱۷۶۳ | ۵/۶۷۱۳ |
| ۳۳° و ۴۰° | ۰/۵۵۴۴ | ۰/۸۳۲۳ | ۰/۶۶۶۱ | ۱/۵۰۱۳ |
| ۴۲/۷° | ۰/۶۷۸۱ | ۰/۷۳۴۹ | ۰/۹۲۲۷ | ۱/۰۸۳۶ |
| ۱۲° و ۲۰° | ۰/۲۱۳۶ | ۰/۹۷۶۹ | ۰/۲۱۸۶ | ۴/۵۷۳۶ |

جدول ۶-۳

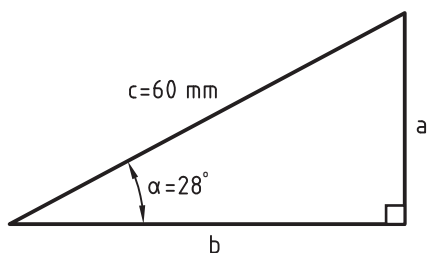
تمرین





نمونه ۱۵

اندازه ضلع a و b را در مثلث شکل ۳-۲۹ به دست آورید.



شکل ۳-۲۹

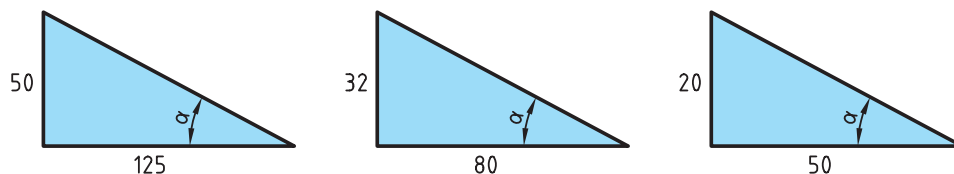
$$\sin \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \sin 28^\circ = \frac{a}{60} \rightarrow a = 60 \times \sin 28^\circ = 60 \times 0.469 = 28.14 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \cos 28^\circ = \frac{b}{60} \rightarrow b = 60 \times \cos 28^\circ = 60 \times 0.882 = 52.92 \text{ mm}$$



نمونه ۱۶

در هر یک از مثلث‌های شکل ۳-۳۰ مقدار زاویه α را حساب کنید.



شکل ۳-۳۰

$$(۱) \tan \alpha = \frac{50}{125} = 0.4 \Rightarrow \alpha = 21.8^\circ \quad \text{یا} \quad 21^\circ, 48'$$

$$(۲) \tan \alpha = \frac{32}{80} = 0.4 \Rightarrow \alpha = 21.8^\circ \quad \text{یا} \quad 21^\circ, 48'$$

$$(۳) \tan \alpha = \frac{20}{50} = 0.4 \Rightarrow \alpha = 21.8^\circ \quad \text{یا} \quad 21^\circ, 48'$$

نتیجه مهم: اگر نسبت اضلاع با هم برابر باشند با وجود تغییر اندازه اضلاع، زوایا برابر می‌شوند.

یکای اندازه گیری سطح

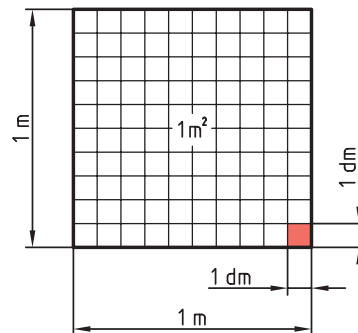
یکای اندازه گیری سطح در سیستم SI متر مربع و آن سطح مربعی است که طول ضلع آن ۱ متر است.

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

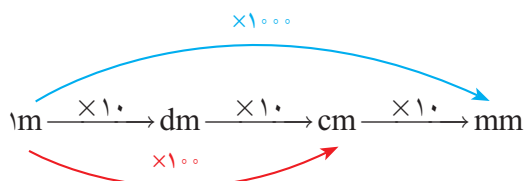
$$10\text{dm} \times 10\text{dm} = 100\text{dm}^2$$

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

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

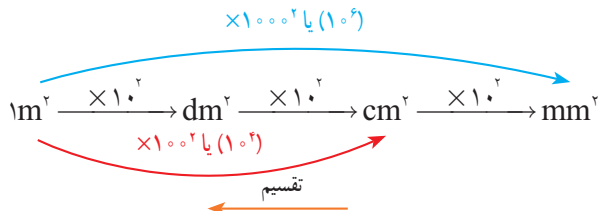


شکل ۳۱-۳



همان طور که قبلا اشاره کردیم برای تبدیل یکاهای طول از نمودار مقابل استفاده می شود:

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



توجه: در نمودار مقابل برای تبدیل یکای کوچک تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می شود.

به عبارت دیگر:

$$1\text{m}^2 = 100\text{dm}^2 = 10000\text{cm}^2 = 1000000\text{mm}^2$$

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

$$1\text{m}^2 = 10^2\text{dm}^2 = 10^4\text{cm}^2 = 10^6\text{mm}^2$$

نمونه ۱۷

اندازه های داده شده زیر را بر حسب واحدهای خواسته شده به دست آورید.

الف) $9\text{mm}^2 = \dots\text{cm}^2$ جواب: $9\text{mm}^2 \xrightarrow{\div 10^2} 0.09\text{cm}^2$

ب) $11\text{m}^2 = \dots\text{cm}^2$ جواب: $11\text{m}^2 \xrightarrow{\times 10^4} 11 \times 10^4 = 110000\text{cm}^2$

ج) $25/4\text{dm}^2 = \dots\text{mm}^2$ جواب: $25/4\text{dm}^2 \xrightarrow{\times 10^4} 25/4 \times 10^4 = 254000\text{mm}^2$

تمرین



ارزشیابی پایانی

۱ اندازه‌های زیر را به یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

| | | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| $8/5 \text{ mm}^2$ | $\dots \text{ dm}^2$ | $0/65 \text{ mm}^2$ | $\dots \text{ m}^2$ |
| 2510 dm^2 | $\dots \text{ m}^2$ | 253 dm^2 | $\dots \text{ cm}^2$ |
| $1/45 \text{ cm}^2$ | $\dots \text{ dm}^2$ | 95 cm^2 | $\dots \text{ m}^2$ |

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

- الف) $33/45 \text{ dm}^2 + 0/45 \text{ m}^2 + 50/2 \text{ cm}^2 = \dots \text{ dm}^2$
 ب) $110 \text{ cm}^2 + 4 \text{ m}^2 - 20 \text{ dm}^2 = \dots \text{ mm}^2$
 ج) $62 \text{ m}^2 - 1100 \text{ mm}^2 + 12 \text{ cm}^2 - 40 \text{ dm}^2 = \dots \text{ cm}^2$

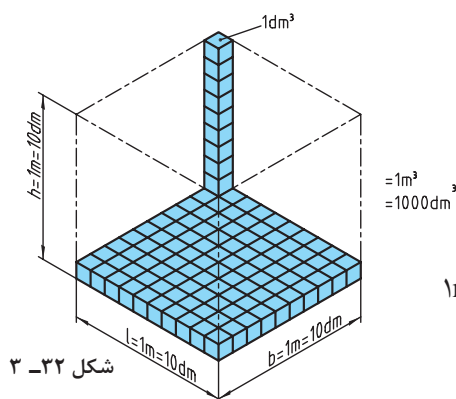
۳ مقادیر زیر را به یکای مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی مترمربع $11/25 \text{ cm}^2, 2/87 \text{ m}^2, 14/75 \text{ mm}^2$

ب) به سانتی متر مربع $29/9 \text{ dm}^2, 0/786 \text{ m}^2, 22/75 \text{ mm}^2$

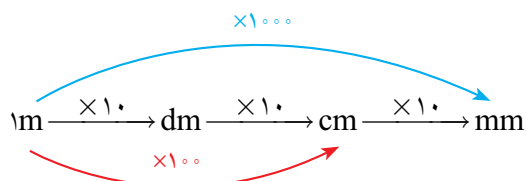
یکاهای اندازه‌گیری حجم

یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب و آن عبارت است از حجم مکعبی که طول، عرض و ارتفاع آن ۱ متر باشد (شکل ۳۲-۳).

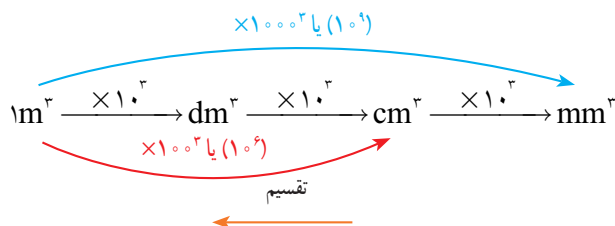


$$1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} = 1\text{m}^3$$

همان طور که قبلاً 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 میلی‌متر $m \xrightarrow{\times 1000} mm$ است، در حالی که برای تبدیل یکای حجم این ضریب به توان ۳ می‌رسد و خواهیم داشت،

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

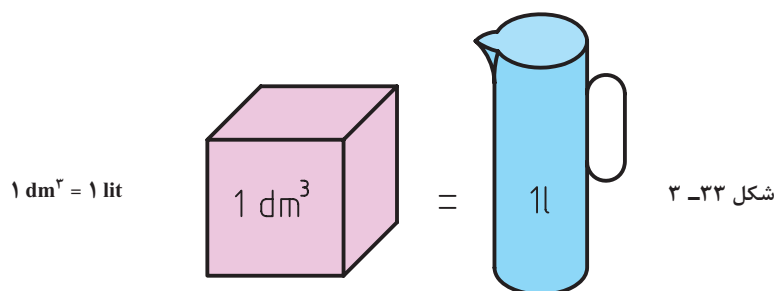
بنابراین :

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

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

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

یکای اندازه‌گیری مایعات: یکای اصلی حجم مایعات در سیستم SI متر مکعب است و یکای کوچک‌تر آن دسی متر مکعب که لیتر نامیده می‌شود با حرف (l) نشان داده می‌شود و یک لیتر معادل حجم ظرفی به شکل مکعب که هر ضلع آن یک دسی متر است (شکل ۳-۳).



همچنین یکاهای کوچک‌تر اندازه‌گیری حجم مایعات یک میلی‌لیتر یا یک سی‌سی (cc) است که برابر یک سانتی متر مکعب است.

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

ارزشیابی پایانی

۱ اندازه‌های زیر را به یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

| | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| $2/5 \text{ m}^3$ | $\dots \text{ cm}^3$ | 5230 mm^3 | $\dots \text{ m}^3$ |
| 240 dm^3 | $\dots \text{ mm}^3$ | $21/5 \text{ dm}^3$ | $\dots \text{ cm}^3$ |
| $15/62 \text{ cm}^3$ | $\dots \text{ mm}^3$ | 84 cm^3 | $\dots \text{ m}^3$ |
| $0/256 \text{ m}^3$ | $\dots \text{ dm}^3$ | 1805 mm^3 | $\dots \text{ dm}^3$ |

۲ حاصل حجم‌های زیر را بر حسب یکای 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 یکای مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی مترمکعب $840/25 \text{ cm}^3, 1/282 \text{ m}^3, 405/12 \text{ mm}^3$

ب) به سانتی مترمکعب $0/890 \text{ dm}^3, 0/065 \text{ m}^3, 1445 \text{ mm}^3$

جرم حجمی

ذرات تشکیل دهنده مواد مختلف به یک اندازه متراکم نیستند، بلکه با توجه به نوع ماده می‌توانند با تراکم زیادتر و یا کمتر نزدیک هم قرار بگیرند و جسم مورد نظر را به وجود آورند. بنابراین جرم حجم معینی از مواد مختلف نیز با هم متفاوت است.

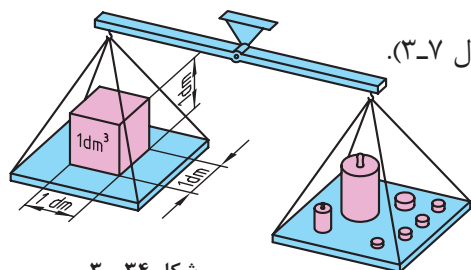
جرم واحد حجم از هر ماده را جرم حجمی (جرم مخصوص) آن ماده می‌گویند.

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \text{جرم مخصوص}$$

توجه: تغییرات دما سبب تغییر حجم جسم می‌شود. بنابراین، با تغییر دما جرم حجمی یک ماده تغییر می‌کند. از این رو جرم حجمی اغلب مواد را در دمای 25° سانتی‌گراد معین می‌کنند. مقدار جرم حجمی مستقل از شتاب گرانشی است.

$$\rho = \text{جرم مخصوص} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \quad m = \text{جرم} \quad (kg) \quad V = \text{حجم} \quad (\text{m}^3)$$

یکای جرم حجمی در سیستم SI کیلوگرم بر مترمکعب ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) است، ولی می‌توان آن را برحسب $\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$ ، $\frac{\text{kg}}{\text{lit}}$ ($\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$)، $\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ ، $\frac{\text{mg}}{\text{mm}^3}$ بیان کرد.



به عنوان مثال جرم مخصوص فولاد $\frac{7}{85} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ است (جدول ۳-۷).

شکل ۳-۳۴

جدول ۳-۷ جرم حجمی مواد

| | | | |
|---|-------|---|----------|
| $\frac{8}{9} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ | مس | $\frac{2}{7} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ | آلومینیم |
| $\frac{7}{85} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ | فولاد | $\frac{1}{\text{dm}^3} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ | آب |
| $\frac{11}{35} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ | سرب | $\frac{7}{25} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ | چدن |
| $\frac{7}{3} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ | قلع | $\frac{8}{5} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ | برنج |

محاسبه جرم

با استفاده از جرم مخصوص و حجم اجسام، جرم آنها را می‌توان محاسبه کرد.

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \times V$$

نمونه ۱۸

جرم چکش فولادی زیر با جرم حجمی $\frac{7}{85} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ را به دست آورید.



شکل ۳-۳۵

$$A = l \times l = 5 \times 5 = 25 \text{ cm}^2$$

$$V = A \times h = 25 \times 8 = 200 \text{ cm}^3 \xrightarrow{\div 1000} 0.2 \text{ lit یا } 0.2 \text{ dm}^3$$

$$m = \rho \times V = \frac{7}{85} \times 0.2 = 1.647 \text{ kg}$$

تمرین



وزن



شکل ۳-۳۶

وزن، برآیندی از مجموعه نیروهای وارد شده بر جرم جسم است. تمامی اجسام به نسبت جرم و فاصله‌ای که نسبت به هم دارند با نیرویی به طرف همدیگر کشیده می‌شوند. این نیروها می‌تواند شامل نیروهای جاذبه زمین، جاذبه خورشید، ماه و اجرام آسمانی باشد. برآیند این نیروها همان نیروی جاذبه زمین یا وزن جسم است. (شکل ۳-۳۶).

مقدار نیروی جاذبه زمین به جرم جسم و فاصله‌اش از زمین بستگی دارد. بنابراین اگر جرم جسم بیشتر باشد این نیرو نیز بیشتر می‌شود و هر چه فاصله‌اش از سطح زمین بیشتر باشد این نیرو کمتر می‌شود. بدیهی است که مقدار نیروی وارد شده از زمین خیلی بیشتر از سایر نیروهاست تا بتواند برآیند آن به سمت مرکز زمین باشد و حاصل آن نیروی جاذبه به سمت زمین است.

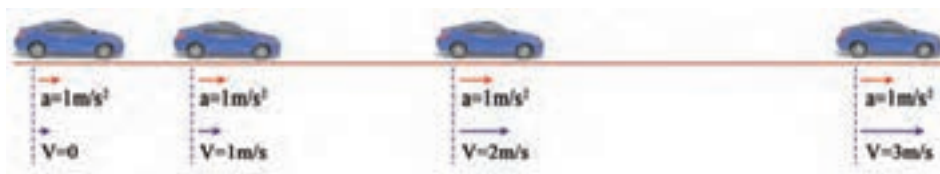
مقدار نیرویی که از طرف زمین بر جرم جسم وارد می‌شود را وزن جسم می‌گویند.

یکای نیرو: یکای نیرو در سیستم SI نیوتن است که آن را با N نشان می‌دهند. یک نیوتن: مقدار نیرویی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم شتابی معادل $1 \frac{m}{s^2}$ می‌دهد (شکل ۳-۳۷).



شکل ۳-۳۷

$1 \frac{m}{s^2}$: شتابی است که در هر ثانیه به سرعت جسم $1 \frac{m}{s}$ اضافه شود.



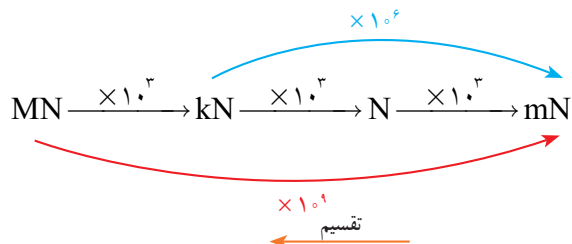
محاسبه نیرو:

شتاب جسم × جرم جسم = نیروی وارد بر جسم

$$F = m \times a$$

$$a = \text{شتاب جسم} \left(\frac{m}{s^2} \right) \quad m = \text{جرم جسم (kg)} \quad F = \text{نیرو (N)}$$

تبدیل یکاهای اندازه گیری وزن

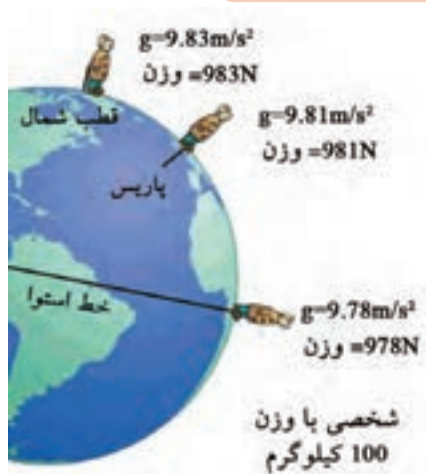


توجه: برای تبدیل یکاهای کوچک تر به بزرگ تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می شود.
به عبارت دیگر:

$$1 \text{ MN} = 10^3 \text{ kN} = 10^6 \text{ N} = 10^9 \text{ mN}$$

محاسبه وزن: مقدار وزن هر جسمی به جرم و شتاب ثقل محل استقرار آن بستگی دارد.

شتاب اجسام در حال سقوط را شتاب ثقل زمین می نامند.



شکل ۳-۳۸

شتاب ثقل زمین در نقاط مختلف متفاوت است. شتاب ثقل زمین در پاریس 9.81 m/s^2 ، در منطقه استوا 9.78 m/s^2 و در نواحی قطبی 9.83 m/s^2 است. از این جهت وزن در نقاط مختلف کره زمین متفاوت است. به عنوان مثال وزن شخصی به جرم 100 kg کیلوگرم در پاریس 981 N ، در منطقه استوا 978 N و در نواحی قطبی 983 N است (شکل ۳-۳۸).

شتاب ثقل در کره های مختلف نیز متفاوت است. شتاب ثقل در کره ماه 1.62 m/s^2 ، در سیاره مشتری 24.91 m/s^2 و در خورشید 270 m/s^2 است (شکل ۳-۳۹).

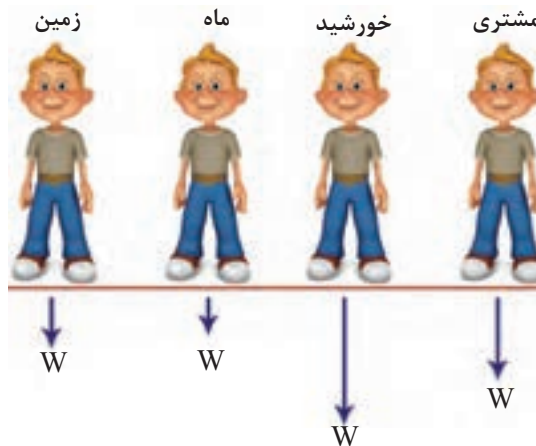
در حل مسائل فنی مقدار شتاب ثقل زمین را معادل شتاب ثقل در عرض جغرافیایی 45° (پاریس) در نظر می گیرند.

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

شتاب ثقل \times جرم جسم = وزن

$$W = m \times g$$

(N) وزن = W (kg) جرم جسم = m $(\frac{m}{s^2})$ شتاب ثقل = g



| | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| $m = 63/5 \text{ kg}$ | $m = 63/5 \text{ kg}$ | $m = 63/5 \text{ kg}$ | $m = 63/5 \text{ kg}$ |
| $g = 9/81 \frac{m}{s^2}$ | $g = 1/62 \frac{m}{s^2}$ | $g = 270 \frac{m}{s^2}$ | $g = 24/91 \frac{m}{s^2}$ |
| $W = 623 \text{ N}$ | $W = 103 \text{ N}$ | $W = 17145 \text{ N}$ | $W = 1582 \text{ N}$ |

شکل ۳-۳۹

$$m = \rho \times V$$

وزن بر حسب حجم و جرم حجمی

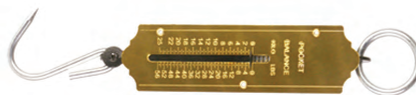
$$W = m \times g \rightarrow W = \rho \times V \times g$$

$\rho = \text{جرم حجمی}$ $(\frac{kg}{dm^3})$ یا $(\frac{kg}{lit})$

$V = \text{حجم جسم}$ (dm^3) یا (lit)

اندازه‌گیری وزن

از آنجایی که وزن به نیروی جاذبه بستگی دارد نمی‌توان آن را با ترازوی شاهین‌دار اندازه گرفت و برای اندازه‌گیری از ترازوی فنردار استفاده می‌شود (شکل ۳-۴۰).



شکل ۳-۴۰

به طور مثال، وزن جسمی به جرم یک کیلوگرم در کره زمین و ماه مطابق زیر محاسبه می گردد.

$$W = m \times g = 1 \text{ kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9.81 \text{ N} \quad \text{وزن در کره زمین}$$

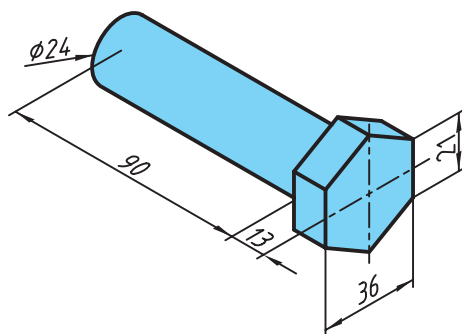
$$W = m \times g = 1 \text{ kg} \times 1.62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1.62 \text{ N} \quad \text{وزن در کره ماه}$$

تمرین



نمونه ۱۹

وزن قطعه فولادی مطابق شکل ۳-۴۱ را به دست آورید.



شکل ۳-۴۱

$$\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \rightarrow \text{از جدول}$$

$$A_1 = \frac{n \times l \times d}{4} = \frac{6 \times 21 \times 3.6}{4} = 11.34 \text{ cm}^2 \quad \text{محاسبه حجم شش گوش آچارخور}$$

$$V_1 = A_1 \times h = 11.34 \times 1.3 = 14.74 \text{ cm}^3$$

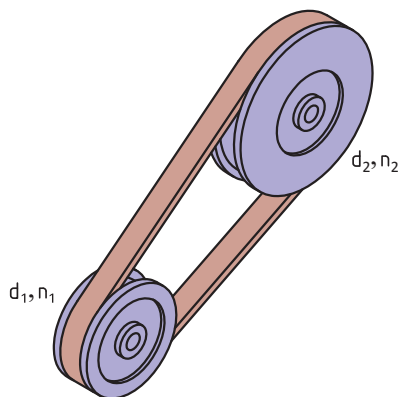
$$A_2 = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3.14 \times 21^2}{4} = 4.52 \text{ cm}^2$$

$$V_2 = A_2 \times h_2 = 4.52 \times 9 = 40.68 \text{ cm}^3 \quad \text{محاسبه حجم میله استوانه ای}$$

$$V = V_1 + V_2 = 14.74 + 40.68 = 55.42 \text{ cm}^3 \xrightarrow{\div 10^3} 0.05542 \text{ dm}^3$$

$$W = \rho \times V \times g = 7.85 \times 0.05542 \times 9.81 = 4.26 \text{ N}$$

انتقال حرکت به وسیله تسمه تخت



شکل ۳-۴۱

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 ۳-۴۲)

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ \pi \times n_1 \times d_1 &= \pi \times n_2 \times d_2 \\ n_1 \times d_1 &= n_2 \times d_2 \\ \frac{n_1}{n_2} &= \frac{d_2}{d_1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_1 &= \text{دوران چرخ محرک} \\ n_2 &= \text{دوران چرخ متحرک} \\ d_1 &= \text{قطر چرخ محرک} \\ d_2 &= \text{قطر چرخ متحرک} \end{aligned}$$

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

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

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

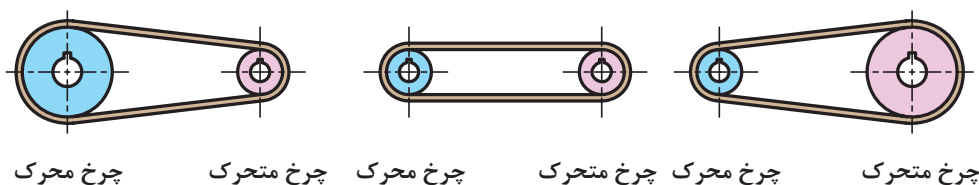
در فرمول بالا نسبت انتقال به دلیل یکی بودن یکای صورت و مخرج کسر بدون یکاست.

نکته



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 ۳-۴۳).

| $i < 1$ | $i = 1$ | $i > 1$ |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------|
| دوران چرخ متحرک زیاد می شود | دوران تغییر نمی کند | دوران چرخ متحرک کم می شود |



شکل ۳-۴۳

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

نکته

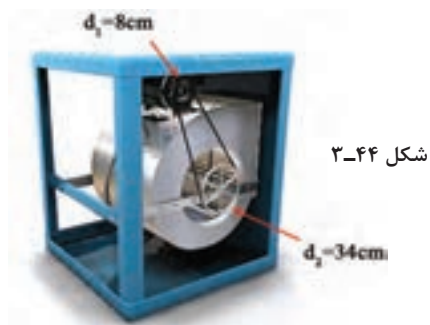


تمرین



نمونه ۲۰

اگر تعداد دوران الکترو موتور ۱۴۲۵ دور در دقیقه باشد و قطر چرخ تسمه (پولی) روی محور موتور و پروانه مطابق شکل ۳-۴۴ باشد.

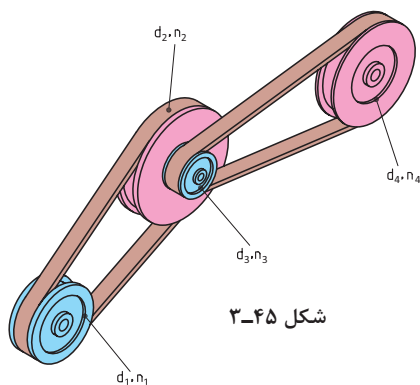


الف) نسبت انتقال حرکت را به دست آورید.
ب) تعداد دوران پروانه کولر را به دست آورید.

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

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

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



شکل ۳-۴۵

نسبت انتقال حرکت به وسیله چرخ تسمه مرکب:
انتقال حرکت مرکب از دو نسبت انتقال حرکت ساده
تشکیل می شود (شکل ۳-۴۵):

- d_1 و d_3 = قطر چرخ های محرک
 d_2 و d_4 = قطر چرخ های متحرک
 n_1 و n_3 = تعداد دوران چرخ های محرک
 n_2 و n_4 = تعداد دوران چرخ های متحرک
 n_a = تعداد دوران اولین چرخ محرک
 n_e = تعداد دوران آخرین چرخ متحرک
 i_1 = نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۱ و ۲
 i_2 = نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۳ و ۴
 i = نسبت انتقال کلی

$$i = i_1 \times i_2$$

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

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

با توجه به اینکه چرخ تسمه ۲ و ۳ هم محور هستند و هر دو با تعداد دوران برابر می چرخند، می توان آنها را از صورت و مخرج حذف کرد، بنابراین:

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

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

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

از مساوی بودن رابطه نسبت انتقال با تعداد دورها و قطرها نتیجه می شود:

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

انتقال حرکت با تسمه‌های دوزنقه‌ای :

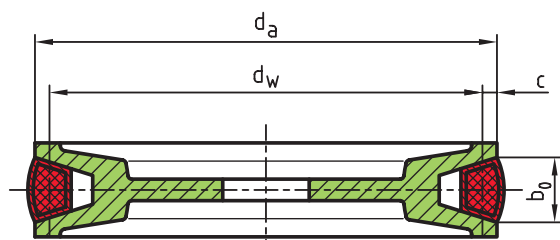
محاسبه انتقال حرکت با تسمه‌های با مقطع دوزنقه‌ای نیز مانند تسمه‌های تخت است، با این تفاوت که در چرخ تسمه‌های دوزنقه‌ای، به جای قطر خارجی (d)، قطر مؤثر (dw) را در رابطه مربوطه قرار می‌دهیم:

$$d_a = \text{قطر خارجی چرخ تسمه}$$

$$d_w = \text{قطر مؤثر چرخ تسمه}$$

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

$$b_o = \text{پهنای بالای تسمه}$$



شکل ۳-۴۶

برای به دست آوردن قطر مؤثر، از این فرمول استفاده می‌شود:

$$d_w = d_a - 2c$$

مقدار c به پهنای تسمه bo بستگی دارد و مقدار آن را می‌توان از جدول ۳-۸ به دست آورد.

جدول ۳-۸

| اندازه‌ها به mm | DIN ۲۲۱۵ تسمه معمولی | | | | | | | | DIN ۷۷۵۳ تسمه باریک | | | | |
|---------------------------|----------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|---------------------|------|------|------|-----|
| 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 dw روابط انتقال حرکت در چرخ تسمه‌های دوزنقه‌ای به صورت زیر است.

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

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

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



نمونه ۲۱

قطر مؤثر چرخ تسمه محرک ۱۲۸ میلی‌متر و تعداد دوران آن ۶۰۰ دور بر دقیقه است. موارد خواسته شده را به دست آورید.

الف) قطر مؤثر چرخ متحرک اگر تعداد دوران آن ۴۰۰ دور بر دقیقه باشد.

ب) نسبت انتقال

ج) قطر خارجی چرخ محرک و متحرک در صورتی که پهنای بالای تسمه $b_o = 13 \text{ mm}$ باشد. (اگر $b_o = 13 \text{ mm}$ باشد طبق جدول ۳-۱ $c = 2/8 \text{ mm}$ خواهد بود)

الف)
$$n_1 \times d_{w_1} = n_2 \times d_{w_2} \rightarrow d_{w_2} = \frac{n_1 \times d_{w_1}}{n_2} = \frac{600 \times 128}{400} = 192 \text{ mm}$$

ب)
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{600}{400} = 1/5 \quad i = \frac{d_{w_2}}{d_{w_1}} = \frac{192}{128} = 1/5$$

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

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

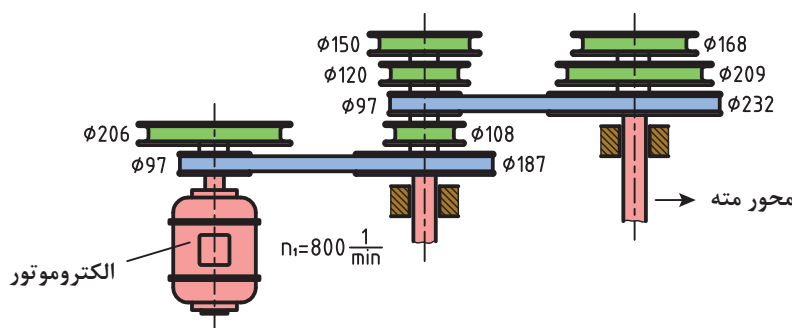
ارزشیابی

۱ در دستگاه انتقال حرکت ماشین مته مطابق شکل ۳-۴۷ از تسمه نرمال استفاده شده است. اگر پهنای تسمه ۱۷ میلی‌متر و قطر خارجی چرخ تسمه‌ها مطابق شکل باشد، به دست آورید

الف) تعداد مراحل دور دستگاه

ب) حداقل تعداد دور محور مته

ج) حداکثر تعداد دور محور مته



۳-۴۷

۲ در جدول زیر مقادیر خواسته شده را به دست آورید.

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

محاسبه تعداد دور چرخ تسمه:

چون تعداد دور و قطر چرخ محرک ثابت فرض می شود، از این رو باید برای تنظیم تعداد دور چرخ متحرک، قطر چرخ متحرک را تغییر داد؛ همچنین تسمه و چرخ تسمه ها، علاوه بر انتقال حرکت، تغییر تعداد دوران چرخ متحرک را نیز انجام می دهد، که مقدار آن به نسبت انتقال (i) بین دو محور بستگی خواهد داشت، همان گونه که قبلاً بیان شده بود:

در محاسبات چرخ تسمه قطر آنها را به d (برحسب میلی متر) و تعداد دور آنها را به n (دور در دقیقه) نمایش داده در کلیه محاسبات این رابطه ها برقرار است:

$$\frac{\text{قطر چرخ متحرک}}{\text{تعداد دور چرخ متحرک}} = \frac{\text{قطر چرخ محرک}}{\text{تعداد دور چرخ محرک}} \quad \boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = i}$$

$$\boxed{i = i_1 \times i_2} \quad \text{و} \quad i_1 = \frac{d_2}{d_1} \quad \text{و} \quad i_2 = \frac{d_4}{d_3} \quad \text{و} \quad \boxed{i = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}}$$



نمونه ۲۲

یک دستگاه ماشین فرز که قطر پولی آن ۵ سانتی متر است، توسط الکتروموتوری با قطر پولی ۱۵ سانتی متر و تعداد دور ۱۲۰۰ دور در دقیقه، کار می کند. تعداد دور ماشین فرز را محاسبه کنید.

$$n_1 = 1200 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{و} \quad d_1 = 15 \text{ cm} \quad \text{و} \quad d_2 = 5 \text{ cm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{1200}{n_2} = \frac{5}{15}$$

$$\Rightarrow n_2 = \frac{1200 \times 15}{5} = 3600 \text{ / min}$$



نمونه ۲۳

یک ماشین کف رند باید با ۲۰۰۰ دور در دقیقه کار کند؛ در صورتی که قطر پولی غلتک رنده ۱۲۰ میلی متر است و تعداد دور الکتروموتور ۴۰۰۰ دور در دقیقه می باشد، قطر پولی الکتروموتور را محاسبه کنید.

$$n_1 = 4000 \text{ / min} \quad \text{و} \quad n_2 = 2000 \text{ / min} \quad \text{و} \quad d_2 = 120 \text{ mm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{d_2 \times n_2}{n_1} \Rightarrow d_1 = \frac{120 \times 2000}{4000}$$

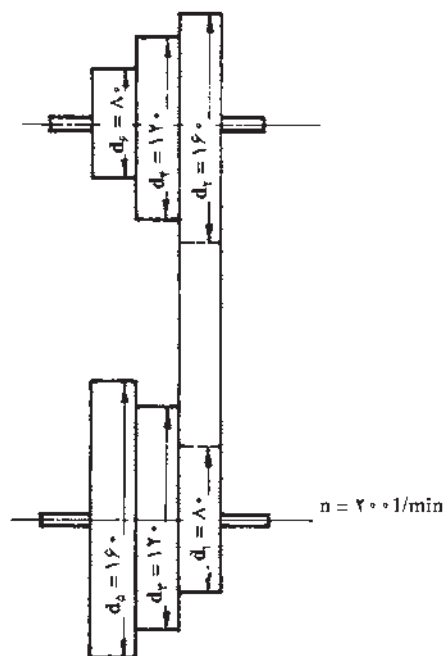
$$d_1 = 60 \text{ mm}$$

ارزشیابی

۱ الکتروموتوری با تعداد دور ۳۶۰۰ دور بر دقیقه و قطر چرخ تسمه ۵۰ میلی متر موجود است، این الکتروموتور یک ماشین سنباده با قطر پولی ۱۰۰ میلی متر را به حرکت درمی آورد. تعداد دوران دستگاه را محاسبه کنید.

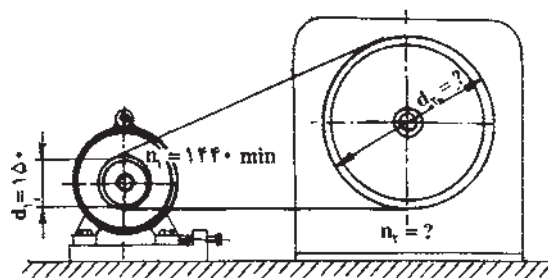
۲ الکتروموتور یک ماشین رنده ۱۵۰۰ دور در دقیقه می زند. هرگاه چرخ متحرک ماشین ۱۲۰ میلی متر و تعداد دورانی معادل ۴۰۰۰ دور در دقیقه داشته باشد، قطر چرخ محرک را به دست آورید.

۳ در یک ماشین خراطی، الکتروموتوری با تعداد دوران ۲۰۰ دور در دقیقه و قطر پولی های ۸۰ و ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی متر نصب شده است. در صورتی که قطر پولی های دستگاه به صورت قرینه باشد - تعداد دورهای آن را حساب کنید (شکل ۴۸-۳).



شکل ۴۹-۳. چرخ‌های پله‌ای

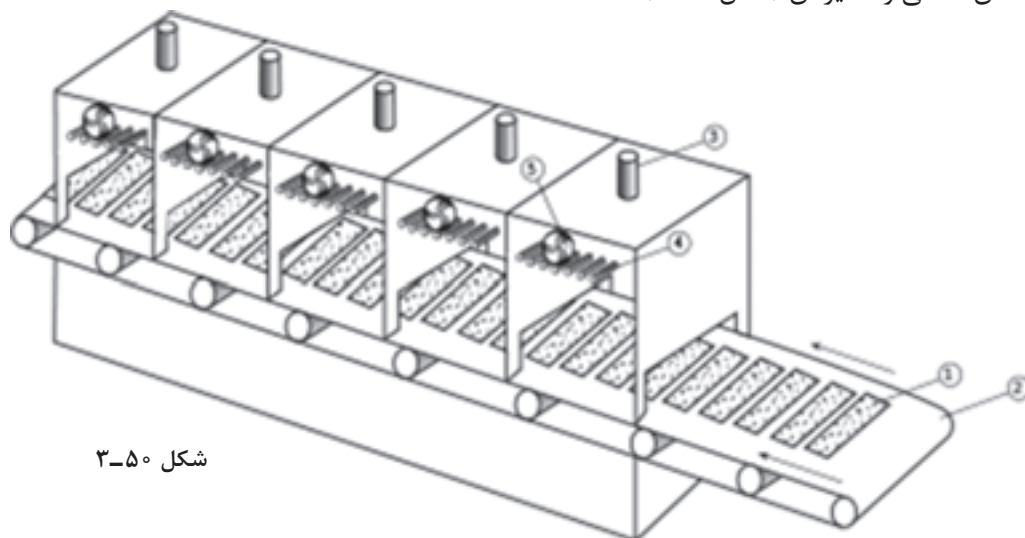
۴ در دستگاه مطابق شکل ۴۹-۳ اگر نسبت انتقال ۳ باشد، مطلوب است مقادیر n_2 و d_2 .



شکل ۴۹-۳

حرکت و انواع آن

در این قسمت با کاربرد حرکت در صنعت چوب آشنا می‌شویم. بنا به تعریف حرکت، هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند، گوییم آن جسم حرکت کرده است. مثال: حرکت وسیله نقلیه، حرکت تیغه اره نواری و اره گرد، حرکت تخته هنگام رنده شدن روی دستگاه کف رنده، فرو رفتن میخ و پیچ در چوب، رشد درخت، خروج رطوبت از چوب و حرکت روکش در دستگاه روکش خشک‌کن اتاقکی و نظایر آن (شکل ۵۰-۳).



شکل ۵۰-۳

حرکت غیر یکنواخت: هرگاه جسم متحرکی در زمان‌های مساوی مسافت‌های غیرمساوی را طی کند این حرکت را حرکت غیر یکنواخت (متغیر) گویند. مثال: هنگام برش چوب در قسمتی از چوب که نرم‌تر است، حرکت تخته و حرکت تیغه اره بیشتر خواهد بود تا قسمتی از چوب که سخت‌تر است.

توجه به تفاوت مشاهده شده در موارد پیشگفته می‌توان از انواع حرکت نام برد.

حرکت یکنواخت: اگر جسم متحرکی در زمان‌های مساوی، مسافت‌های مساوی را طی کند، حرکت انجام شده را «حرکت یکنواخت» گویند. این حرکت ممکن است به صورت خطی و یا دورانی صورت گیرد.

مثال: حرکت تسمه نقاله‌ای که پوشال را از دستگاه خردکن به سیلوی ذخیره انتقال می‌دهد (حرکت یکنواخت خطی) و حرکت پولی الکتروموتور که تسمه نقاله را به حرکت در می‌آورد (حرکت دورانی یکنواخت)، حرکت فرورفتن مته در چوب هنگام سوراخ‌کاری (حرکت یکنواخت خطی) و گردش مته درون چوب از نوع حرکت دورانی می‌باشد.

سرعت و انواع آن

به منظور سنجش حرکت اجسام متحرک از عاملی به نام «سرعت» استفاده می‌شود که بنا به تعریف عبارت از مسافت پیموده شده در واحد زمان است، که انواع آن عبارتند از:

سرعت خطی یکنواخت: سرعت در حرکت یکنواخت خطی را سرعت خطی یکنواخت گویند. مثال: تسمه نقاله‌ای که خرده چوب را انتقال می‌دهد

اگر در ثانیه اول ۲ متر مسافت را طی کند در ثانیه دوم هم همان مسافت را طی خواهد کرد و به همین ترتیب، برای زمان بعدی هم همان مقدار را طی می کند، و با توجه به تعریف خواهیم داشت:

علائم اختصاری:

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

v: سرعت s: مسافت t: زمان

نمونه ۲۴

سرعت حرکت روکش را در داخل خشک کن، به دست آورید در صورتی که طول خشک کن ۱۲ متر و زمان عبور ۹۶ ثانیه باشد.

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

$$v = \frac{12m}{96s} = 0.125 m/s$$

سرعت حرکت روکش

تمرین



نمونه ۲۵

در مسأله قبل اگر دستگاه خشک کن دارای چهار اتاقک به طول ۳ متر باشد، بعد از چه مدتی روکش وارد اتاقک چهارم می شود؟

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{9m}{0.125 m/s} = 72s$$

زمان عبور سه اتاقک و ورود به اتاقک چهارم

تمرین



سرعت خطی غیر یکنواخت:

جسمی که در مسیر خطی حرکت غیر یکنواخت داشته باشد، سرعت آن را سرعت خطی غیر یکنواخت گویند و برای سهولت در محاسبات، می توان سرعت میانگین آن را دخالت داد.

مثال: لیفتراکی جهت انتقال پالت های روکش از محل بسته بندی به انبار روکش یک مسیر ۳۰۰ متری را در زمان ۲ دقیقه طی می کند. سرعت متوسط لیفتراک را محاسبه کنید.

$$v = \frac{300}{2} = 150 m/min$$

حل:

از این که سرعت وسایل نقلیه بر حسب کیلومتر بر ساعت است، خواهیم داشت:

سرعت متوسط

$$v = 150 \times 60 = 9000 m/h \rightarrow 9000 + 1000 = 10000 m/h$$

واحد سرعت: معمولاً در صنعت بر حسب مورد واحدهای مختلفی برای سرعت در نظر گرفته می‌شود که متداول‌ترین آنها عبارتند از:

- سرعت حرکت وسایل نقلیه: km/h (کیلومتر بر ساعت)
- سرعت پیشبرد کار: m/min (متر بر دقیقه)
- سرعت نقاله‌ها: m/min یا m/s (متر بر دقیقه یا متر بر ثانیه)
- سرعت برش تیغه‌های برنده: m/s (متر بر ثانیه)
- سرعت ذخیره‌سازی مواد: (متر مکعب بر ثانیه)

ارزشیابی

۱ جرثقیل سقفی درون یارد سرپوشیده گرده بینه دارای دو حرکت عمودی و افقی است. اگر برای حمل یک گرده بینه از محل یارد تا درون حوضچه پخت به طور متوسط ۳ متر حرکت عمودی به طرف بالا و ۲۰ متر حرکت افقی و ۴ متر حرکت عمودی به طرف پایین لازم باشد، برای حمل یک گرده بینه زمان لازم را به دست آورید؛ در صورتی که سرعت عمودی ۲ متر بر ثانیه و سرعت افقی ۴ متر بر ثانیه باشد.

۲ سرعت حرکت صفحات تخته خرده چوب از درون دستگاه سنباده زنی ۳ متر بر دقیقه تنظیم شده است. اگر طول هر صفحه ۳ متر باشد در مدت یک نوبت کار (۷ ساعت مفید) چند صفحه سنباده زده می‌شود؟ (در صورتی که برای هر صفحه ۱ دقیقه وقت اضافه منظور گردد).

۳ سرعت تغذیه یک سیلوی استوانه‌ای ۵/۰ متر مکعب بر ثانیه است. اگر قطر سیلو ۲ متر و ارتفاع آن ۵ متر باشد چه زمانی طول خواهد کشید تا سیلو پر شود؟

۴ در یک دستگاه خشک‌کن روکش، سرعت حرکت روکش ۷/۵ متر بر دقیقه تنظیم شده است. اگر لازم باشد حدود ۵۰۰۰ متر مربع روکش (به ابعاد ۲۵۰۰ × ۲ متر) خشک شود، حداقل چند ساعت طول خواهد کشید تا روکش‌ها خشک شوند و در صورتی که سرعت را به ۹ متر بر دقیقه برسانیم در زمان به دست آمده چند مترمربع روکش را می‌توان خشک کرد؟ (حرکت روکش در دستگاه خشک‌کن به صورت عرضی است).

۵ بر روی یک ماشین فرز میزی، پیش برنده‌ای با سرعت متغیر نصب شده است. اگر سرعت این پیش‌برنده ۴ متر بر دقیقه تنظیم نماییم در مدت ۴ ساعت چند شاخه زهوار فرز می‌خورد؟ (در صورتی که هر شاخه زهوار ۲،۵ متر طول و جمعاً ۲۰ درصد وقت تلف شده منظور گردد).

۶ برای جا به جایی پالت‌های تخته سه لایی از دو لیفتراک استفاده شده است. در مدت ۳ ساعت لیفتراک اولی ۱۲ پالت و دیگری ۱۵ پالت را در یک مسیر ۱۰۰ متری جا به جا نموده‌اند، محاسبه نمایید سرعت لیفتراک دومی چقدر بیشتر از سرعت لیفتراک اولی است؟ (در صورتی که زمان بارگیری و تخلیه هر پالت ۵ دقیقه و سرعت رفت و برگشت هر وسیله ثابت فرض شود و در هر مرتبه لیفتراک فقط یک پالت را جا به جا کند).

۷ دو اتومبیل A و B همزمان از یک نقطه، حرکت را شروع می‌کنند. بعد از مدت ۵۰ ثانیه اتومبیل A، ۱۵ متر از اتومبیل B جلو می‌افتد، اگر اتومبیل B دارای سرعت متوسط ۶۰ متر بر دقیقه باشد، سرعت متوسط وسیله A و مسافت طی شده هر دو را به دست آورید.

سرعت دورانی (محیطی): سرعت حرکت اجسام دوار را «سرعت محیطی» نامند؛ مانند حرکت اره گرد، پولی ماشین فرز، مته و غیره. اگر نقطه‌ای مانند P روی دایره‌ای به قطر d حرکت یکنواختی را انجام دهد، سرعت محیطی آن، مقدار مسافتی خواهد بود که نقطه P در واحد زمان طی می‌کند.
علایم اختصاری:

$$v = d \cdot \pi \cdot n$$

v: سرعت محیطی (m/s)

d: قطر چرخ (m)

n: تعداد دوران چرخ نسبت به واحد زمان (rpm یا دور بر ثانیه^۱)

نمونه ۲۶

سرعت محیطی چرخ گرداننده الکتروموتور دستگاهی را به دست آورید که تعداد دور موتور آن ۲۸۵۰ دور در دقیقه و قطر پولی آن ۹۰ میلی‌متر است.

$$d = 90 \text{ mm} \div 1000 = 0.090 \text{ m}$$

$$n = 2850 \text{ } / \text{ min} \div 60 = 47.5 \text{ } / \text{ s}$$

$$v = d \cdot \pi \cdot n = 0.09 \text{ m} \times 3.14 \times 47.5 = 13.35 \text{ m/s} \approx 13.4 \text{ m/s}$$

تمرین



نمونه ۲۷

تعداد دوران پره‌های هواکشی که قطر پره‌های آن ۴۵۰ میلی‌متر بوده و سرعت محیطی آن $v = 4/35 \text{ m/s}$ باشد، در هر دقیقه چقدر است؟

$$d = 450 \div 1000 = 0.45 \text{ m}$$

$$v = 4/35 \text{ m/s} \times 60 = 261 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{v}{d \cdot \pi} \Rightarrow n = \frac{261 \text{ m/min}}{0.45 \text{ m} \times 3.14} \approx 184.7 \text{ } / \text{ min}$$

تمرین



سرعت برش: سرعت محیطی خارجی‌ترین نقطه لبه برنده تیغه را «سرعت برش» گویند؛ به دیگر سخن، سرعت برش عبارت از طول براده یا پوشالی است که به وسیله تیغه برنده از روی سطح در واحد زمان (ثانیه) جدا می‌شود. بنابراین سرعت برش برابر است با:

$$v = d \cdot \pi \cdot n$$

۱- واحد تعداد دوران ۱/min می‌باشد ولی در این فرمول باید به دور بر ثانیه تبدیل شود.



نمونه ۲۸

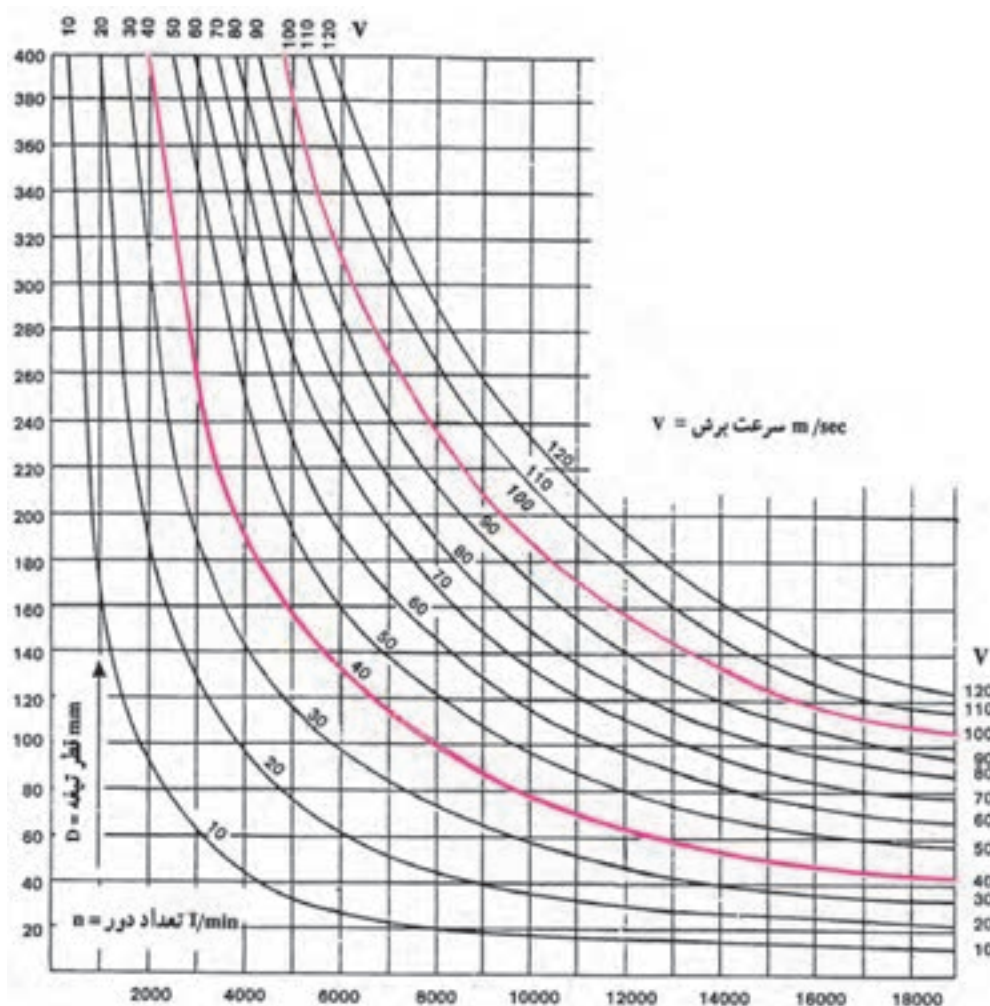
یک ماشین مته برقی دستی مطابق شکل ۱-۲ دارای دو دور ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ دور بر دقیقه است، اگر لازم باشد به وسیله آن و با مته‌ای به قطر ۸ میلی‌متر و با سرعت برش ۲۵ متر بر دقیقه قطعه‌ای را سوراخ کنیم، ماشین را روی کدام یک از دورهای موجود باید تنظیم کرد؟

$$d = 8 \text{ mm} \div 1000 = 0.008 \text{ m}$$

$$n = \frac{v}{d \cdot \pi} = \frac{25 \text{ m/min}}{0.008 \text{ m} \times 3.14} = 995/2 \frac{1}{\text{min}} \approx 1000 \frac{1}{\text{min}}$$

انتخاب می‌شود.

برای سرعت عمل بیشتر در امر محاسبات می‌توان از جدول‌های مربوط به آن استفاده نمود؛ مثلاً برای تعیین سرعت برش می‌توان از نمودار ۱-۳ استفاده کرد.



نمودار ۱-۳. نمودار سرعت برش (هنگام محاسبه باید به واحدهای آنها توجه کرد)

در اغلب ماشین‌های صنایع چوب یک سرعت برش مناسب سرعتی بین ۴۰ m/s تا ۱۰۰ m/s می‌باشد.

روش استفاده از نمودار سرعت برش

تمرین



نمونه ۲۹

دستگاهی با تعداد دور $\frac{1}{min}$ و قطر تیغه‌ای برابر 180 mm مفروض است سرعت برشی آن چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

جواب: قطر تیغه را (180 mm) از ستون عمودی و تعداد دور را ($\frac{1}{min}$) از ردیف افقی انتخاب کرده بر هم عمود می‌کنیم تا منحنی مورد نظر (سرعت برش) به دست آید که در این مثال، محل تقاطع بین دو منحنی ۶۰ و ۷۰ قرار می‌گیرد؛ بنابراین، سرعت برشی تقریباً معادل ۶۵ متر بر ثانیه به دست می‌آید.

در صنایع چوب با توجه به نوع ماده چوبی و جنس تیغه پیشنهاد می‌شود از سرعت‌های برش جدول ۹-۳ استفاده شود.

| تیغه از جنس TC | تیغه از جنس HSS | نوع تیغه / نوع چوب |
|----------------|-----------------|--------------------------|
| ۵۰-۹۰ m/s | ۴۰-۸۰ m/s | چوب‌های نرم |
| ۵۰-۸۰ m/s | ۴۰-۷۰ m/s | چوب‌های سخت |
| ۳۵-۶۰ m/s | — | تخته‌های آغشته به چسب |
| ۶۰-۸۰ m/s | — | تخته خرده چوب |
| ۳۰-۶۰ m/s | — | تخته فیبر سخت |
| ۴۰-۶۰ m/s | — | تخته‌های با روکش ملامینه |

ارزشیابی

۱ دستگاه سنگ تیغ تیزکنی دو طرفه دارای تعداد دور $\frac{1}{min}$ ۳۰۰۰ است. اگر قطر یکی از سنگ‌ها 12 cm و دیگری 15 cm باشد، اختلاف سرعت محیطی دو سنگ را به دست آورید.

۲ فرز برقی دستی با 27000 دور بر دقیقه مفروض است، اگر از تیغه فرزهای با قطرهای داده شده استفاده شود سرعت محیطی برای هر تیغه را به دست آورید:

$$d_1 = 15\text{ mm}$$

$$d_3 = 25\text{ mm}$$

$$d_2 = 18\text{ mm}$$

$$d_4 = 30\text{ mm}$$

۱- TC=Tungsten Carbide

۲- HSS=High Speed Steel

۳ برای برش صفحات تخته خرده چوب نیاز به سرعت برشی معادل ۷۰ متر بر ثانیه است. اگر تعداد دور میله گردنده دستگاه اره گرد ۴۵۰۰ دور بر دقیقه باشد، تیغه اره گرد چه قطری باید داشته باشد؟

۴ سرعت برش ماشین اره گردی را با مشخصات زیر محاسبه کرده و با سرعت به دست آمده از نمودار ۱-۳ مقایسه نمایید.

| قطر تیغه اره | تعداد دور |
|--------------|-----------|
| mm | 1/min |
| ۳۰۰ | ۳۲۰۰ |
| ۴۰۰ | ۲۵۰۰ |

۵ در صورتی که سرعت محیطی آن ۱۲ متر بر ثانیه و تعداد دوران تیغه اره گردی ۵۰۰ دور بر دقیقه باشد، قطر تیغه را به دست آورید.

۶ تعداد دور یک دستگاه اره گرد ۲۵۰۰ دور بر دقیقه است. اگر قطر اره گرد ۴۰۰ میلی متر باشد، سرعت برش تیغه اره گرد چه قدر است؟

ط ۷ اگر تعداد دور محور یک ماشین رنده ۳۰۰۰ دور بر دقیقه و قطر آن ۱۴۰ میلی متر باشد، سرعت برش تیغه رنده را حساب کنید.

۸ دستگاه فرزی برای انجام اتصال گرات تنظیم شده است. اگر قطر تیغه فرز ۱۵ میلی متر و سرعت برش ۲۵ متر بر ثانیه باشد تعداد دوران دستگاه چقدر است؟

پیشبرد کار در ماشین های صنایع چوب

مقدار برشی که یک ماشین صنایع چوبی در واحد زمان (دقیقه) انجام می دهد، تحت عنوان «سرعت پیشبرد کار» مطرح است و به طور کلی نوعی از سرعت یکنواخت محسوب می شود؛ بنابراین، رابطه محاسبه سرعت پیشبرد کار بدین شرح است:

$$S = \frac{L}{t}$$

علام اختصاری:

S: سرعت پیشبرد کار بر حسب متر بر دقیقه (m/min)

L: طول برش بر حسب متر (m)

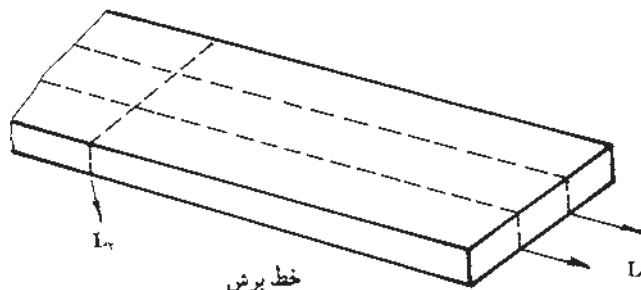
t: زمان انجام برش بر حسب دقیقه (min)

سرعت پیشبرد کار به عواملی از جمله موارد زیر بستگی دارد:

- ۱- سرعت برش،
- ۲- ضخامت، نوع چوب و رطوبت آن
- ۳- تعداد تیغه و کیفیت برش آنها،
- ۴- دقت مورد انتظار از کار انجام شده،
- ۵- مقدار نیرویی که به قطعه کار وارد می شود.

نمونه ۳۰

تعداد ۱۰ عدد تخته به طول ۵ متر و به عرض ۲۲ سانتی متر موجود است، اگر بخواهیم آنها را به قطعاتی به طول ۲,۵ متر و عرض ۷ سانتی متر تبدیل کنیم (مطابق شکل ۵۱-۳) در صورتی که سرعت پیشبرد کار ۴ متر بر دقیقه و اتلاف وقت ۲۰٪ منظور گردد زمان انجام کار را محاسبه نمایید.



شکل ۵۱-۳

حل:

$$L_1 = 10 \times 5 \times 2 = 100 \text{ m}$$

برش طولی

$$L_2 = 22 \times 10 = 220 \text{ cm} = 2/2 \text{ m}$$

برش عرضی

$$L = L_1 + L_2 = 100 + 2/2 = 102/2 \text{ m}$$

مقدار برش

$$25/55 + (25/55 \times \frac{20}{100}) = 25/55 + 5/11 = 30/66 \text{ min}$$

$$25/55 + (25/55 \times \frac{20}{100}) = 25/55 + 5/11 = 30/66 \text{ min}$$

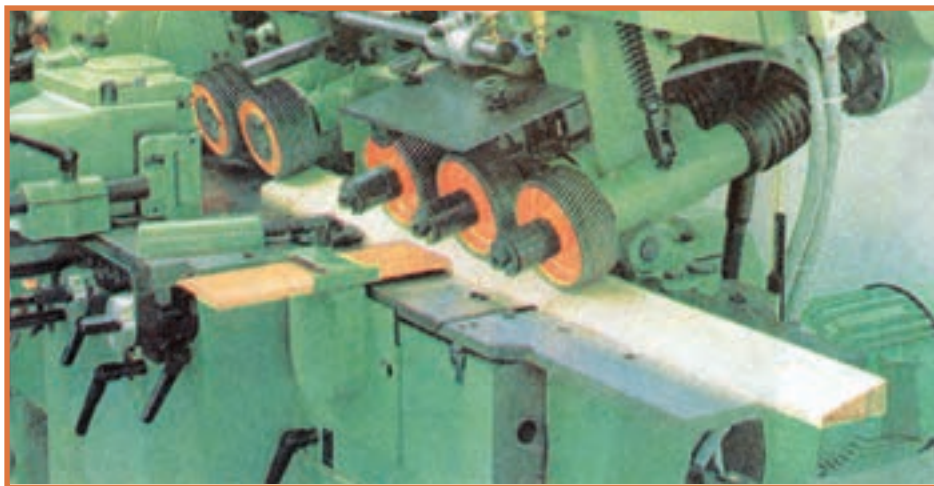
ارزشیابی

۱. قطعه کاری را به دو روش می توانیم آماده کنیم. از این دو حالتی که ذکر می شود، کدام یک زمان کمتری را می برد؟

الف) ۳۰ متر برش به وسیله اره نواری با سرعت پیشبرد ۱۲ متر بر دقیقه، هم چنین ۶۰ متر رنده کاری با سرعت پیشبرد ۱۵ متر بر دقیقه.

ب) ۳۰ متر برش به وسیله اره مجموعه با تیغه الماسه و سرعت پیشبرد ۸ متر بر دقیقه.

۲. سرعت پیشبرد یک دستگاه فرز مطابق شکل ۵۲-۳، ۴ متر بر دقیقه است. اگر ۲۰٪ اتلاف وقت منظور گردد، این دستگاه در هر ساعت چند متر کار را افزار می زند.



شکل ۵۲-۳- دستگاه فرز اتوماتیک

۳ لبه ۱۰ عدد صفحه میزگرد به قطر ۹۵ سانتی‌متر را می‌خواهیم فرز بزنیم. اگر سرعت پیشبرد دستگاه فرز ۲/۵ متر بر دقیقه باشد و زمان آماده‌سازی قبل از فرزکاری برای هر صفحه ۲ دقیقه در نظر گرفته شود، زمان انجام کار را در مجموع تعیین نمایید.

۴ برای پوشش دیواری به تعدادی تخته نیازمندیم. با توجه به کارهای پیشنهادی، زمان ساخت قطعات پوششی را مطابق با شکل ۵۳-۳ محاسبه نمایید.



شکل ۵۳-۳- مقطع قطعات پوششی

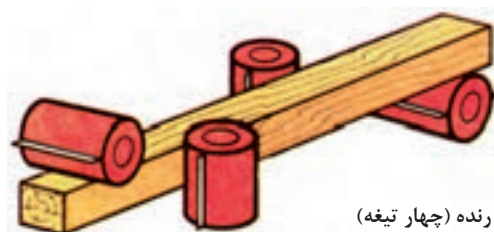
الف) ۴۰ متر برش توسط اره نواری با سرعت پیشبرد ۱۰ متر بر دقیقه؛

ب) ۸۰ متر رنده‌کاری با سرعت پیشبرد ۵ متر بر دقیقه؛

ج) ۸۰ متر فرزکاری با سرعت پیشبرد ۳ متر بر دقیقه؛

در مجموع ۲۰٪ زمان برای جابه‌جا کردن قطعات افزوده شود.

۵ تعدادی قطعه کار جمعاً به طول ۱۲۰ متر باید از ۴ طرف رنده شوند. برای انجام دادن این کار دو حالت (الف و ب) را بررسی کنید:



شکل ۵۴-۳- چهار طرف رنده (چهار تیغه)

الف) دستگاه چهار طرف رند مطابق شکل ۵۴-۳ با سرعت پیشبرد ۵ متر بر دقیقه که ۱۰ درصد زمان برای جابه‌جا کردن قطعات افزوده می‌شود و هزینه دستگاه در هر ساعت ۴۰۰۰ ریال است.

ب) دستگاه گندگی با سرعت پیشبرد ۱۰ متر بر دقیقه و ۲۰ درصد زمان تلف شده برای جابه‌جا کردن قطعات است که هزینه دستگاه در هر ساعت ۲۵۰۰ ریال می‌باشد.

۶ در یک ماشین رنده ضخامت گیر غلتکی سرعت پیشبرد کار ۶ متر بر دقیقه تنظیم شده است. هرگاه تغییراتی در غلتک‌های آن داده شود ممکن است سرعت پیشبرد کار دو برابر گردد. حساب کنید در هر دو حالت چند مترمربع در ساعت می‌توان کار انجام داد. چنانچه عرض صفحه ماشین ۷۰۰ میلی‌متر باشد و از ۶۰ درصد آن بتوان استفاده نمود و برای حالت اول ۱۰ درصد و حالت دوم ۱۵ درصد اتلاف وقت در نظر گرفته شود.



۷ برای ساخت پنجره‌ای مطابق شکل ۳-۵۵ باید ۸ قطعه چوب یک‌متری از چهار طرف رنده شود. برای رنده کردن چوب ۴۰ پنجره با توجه به دو حالت زیر چه زمانی صرف می‌شود؟

الف) پیشبرد کار ۱۵ متر بر دقیقه و قطعات ۴ تا ۴ تا از زیر ماشین عبور داده شوند و ۲۰ درصد اتلاف وقت لازم باشد.

ب) پیشبرد کار ۸ متر بر دقیقه و همزمان ۶ قطعه با هم رنده شوند و ۲۵ درصد اتلاف وقت در نظر گرفته شود.

شکل ۳-۵۵ پنجره

۸ برای لبه چسبانی ۵۰۰ عدد صفحه میز ناهارخوری مستطیل شکل به ابعاد ۹۰cm × ۱۵۰cm از جنس نوار

PVC از ماشین لبه چسبان اتوماتیک (مطابق شکل) ۵-۵۶ با سرعت پیشبرد کار $10 \frac{m}{min}$ استفاده می‌شود. محاسبه کنید:

الف) طول نوار PVC موردنیاز برحسب متر با درنظر گرفتن ۵٪ دورریز و صرف‌نظر از ضخامت نوار.
ب) مدت زمان انجام کار برحسب ساعت با درنظر گرفتن ۱۰ درصد وقت تلف شده (لازم به توضیح است که ۱۰ درصد وقت تلف شده برای برداشتن و گذاشتن صفحات بر روی میز ماشین درنظر گرفته می‌شود که در کارخانجات پیشرفته این کار توسط روبات انجام می‌گیرد).



شکل ۳-۵۶

مقدار برش هر دندانه اره یا تیغه رنده

طول برش هر دندانه اره: هنگام برش، یکی از عوامل ایجاد سطحی مقبول، تعداد دندانه‌های تیغه اره است. زیرا اگر تعداد دندانه‌های تیغه اره کم باشد مقدار برش هر دندانه افزایش یافته سطحی ناصاف ایجاد خواهد شد و بر عکس، اگر تعداد دندانه‌های تیغه اره افزایش یابد مقدار برش هر دندانه کاهش یافته، سطحی صاف به دست می‌آید؛ البته صحت این مطلب هنگامی مشهودتر است که سرعت پیشبرد کار و سرعت برش تیغه، ثابت در نظر گرفته شود.

بنابراین، برای ایجاد سطحی مطلوب در هنگام برش، با در نظر گرفتن تعداد دندانه‌ها می‌توان مقدار برش هر دندانه را با توجه به این رابطه محاسبه نمود:

$$I = \frac{S \times 1000}{n \cdot Z}$$

علائیم اختصاری:

I: مقدار برش هر دندانه (mm)

S: سرعت پیشبرد کار (m/min)

Z: تعداد دندانه

تمرین



نمونه ۳۱

n: تعداد دور دستگاه (۱/min)

تعداد دور دستگاه اره گردی $n = 1200 \text{ 1/min}$ می‌باشد، اگر سرعت پیشبرد کاری $s = 20 \text{ m/min}$ و تعداد دندانه‌های تیغه اره ۵۰ عدد باشد، مقدار برش هر دندانه را به دست آورید.

$$I = \frac{S \times 1000}{n \cdot Z} \Rightarrow I = \frac{20 \times 1000}{1200 \times 50} = 0.33 \text{ mm}$$

مقدار برش هر دندانه باید نسبت به نوع ماده اولیه انتخاب شود تا کیفیت برش به حد مطلوب برسد. در جدول ۳-۱۰ مقدار برش تعدادی از ماده اولیه چوبی نمایان است.

جدول ۳-۱۰ مقدار برش هر دندانه اره نسبت به ماه اولیه

| ماده اولیه چوبی | چوب ماسیو در راه الیاف | تخته خرده چوب | تخته لایه | چوب‌های فشرده شده | چوب‌های روکش شده | صفحات با روکش ملامینه |
|--------------------------|------------------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|
| مقدار برش هر تیغه I (mm) | ۰/۱۰-۰/۲۰ | ۰/۰۵-۰/۲۵ | ۰/۰۵-۰/۲۵ | ۰/۰۳-۰/۰۸ | ۰/۰۳-۰/۱۰ | ۰/۰۳-۰/۰۶ |

نمونه ۳۲

دستگاه اره گردی با تعداد دور $n = 4500 \text{ / min}$ موجود است. قرار است صفحات تخته خرده چوبی را با سرعت پیشبرد کار $s = 60 \text{ m / min}$ برش بزنیم. اگر مقدار برش هر دندانه $I = 0.24 \text{ mm}$ در نظر گرفته شود، تعداد دندانه‌های تیغه اره را محاسبه نمایید.

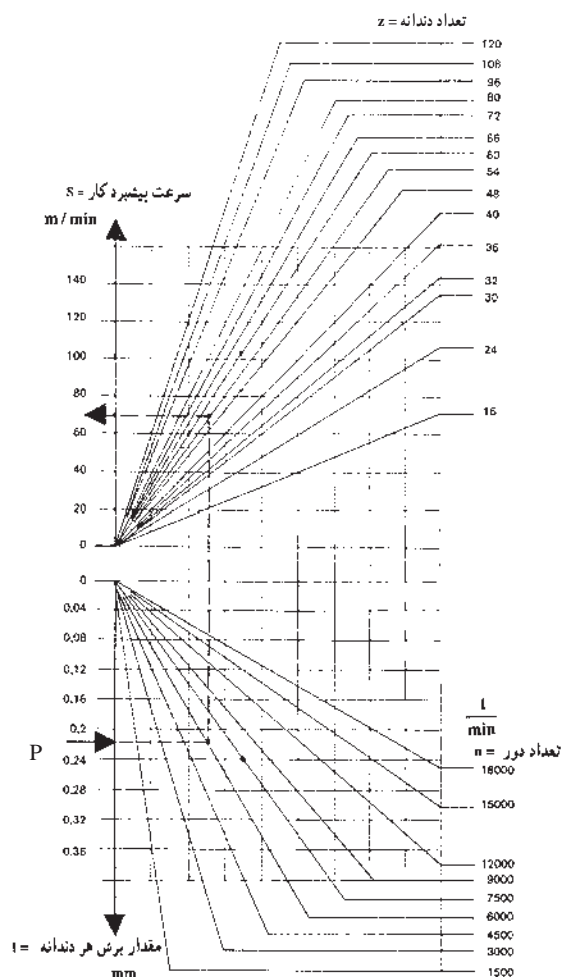
$$z = \frac{S \times 1000}{n \cdot I} = \frac{60000}{4500 \times 0.24} = 55.5 \approx 56$$

عدد



شکل ۵۷-۳. انواع تیغه اره گرد

به منظور سهولت در امر محاسبات برای تعیین مقدار برش هر دندانه اره می‌توان از نمودار ۲-۳ استفاده نمود.



نمودار ۲-۳. نمودار مقدار برش هر دندانه

روش استفاده از نمودار (۲-۳)

مثال: تعداد دندانه یک اره گرد $Z=54$ عدد و تعداد دوران آن 6000 دور بر دقیقه است، چنانچه مقدار برش هر دندانه 0.22 میلی متر در نظر گرفته شود، سرعت پیشبرد کار را محاسبه کنید.

راه حل: عدد 0.22 را از ستون مربوط به مقدار برش هر دندانه (ستون قسمت پایین نمودار) انتخاب نموده به صورت افقی حرکت می کنیم تا خط مورب مربوط به تعداد دوران، یعنی $n=6000$ را قطع کند؛ سپس از تقاطع به دست آمده حرکت عمودی به طرف بالا انجام داده تا خط مورب مربوط به تعداد دندانه ($Z=54$) را قطع نماید؛ سپس از تقاطع جدید حرکت افقی به سمت چپ نموده تا مقدار سرعت پیشبرد کار در ستون مربوط به دست آید. گفتنی است در این مثال مقدار پیشبرد کار 70 m/min به دست خواهد آمد.

عرض اثر هر تیغه رنده (گام رنده - داغ رنده) روی چوب در ماشین های رنده: فرورفتگی هایی که هنگام رنده کردن بر اثر تیغه رنده در امتداد طول چوب پهلوی یکدیگر قرار می گیرند، به تعداد دور رنده، تعداد تیغه های رنده، سرعت پیشبرد کار و پرتیغ یا کم تیغ بودن ماشین بستگی دارد. هر چه تعداد فرورفتگی ها بیشتر و فاصله آنها کمتر باشد، سطح رنده شده صاف تر است (شکل ۵۸-۳).



شکل ۵۸-۳ اثر تیغه رنده

برای محاسبه عرض و عمق اثر تیغه رنده با این روش عمل می شود:

الف) عرض اثر هر تیغه رنده روی چوب:

رابطه:

$$a = \frac{S \times 1000}{n \times Z}$$

علایم اختصاری:

a: عرض اثر تیغه رنده (mm)

S: پیشبرد کار (m/min)

n: تعداد دور دستگاه (1/min)

Z: تعداد تیغه

نمونه ۳۳

عرض اثر هر تیغه رنده را روی چوب ماشین رنده ای با این مشخصات به دست آورید:

$$n = 4000 \frac{1}{\text{min}}$$

$$Z=2$$

$$S = 16 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

عرض اثر هر تیغه روی چوب

$$a = \frac{16 \times 1000}{4000 \times 2} = 2 \text{ mm}$$

$$a = \frac{S \times 1000}{n \cdot Z}$$

تمرین

