# فصل ۳

# محاسبات فنی و برآورد مواد

## مقیاس

مقیاس ارتباط بین اندازه‌های ترسیمی با اندازه‌های حقیقی، در دنیای واقعی را مشخص می‌کند. انتخاب مقیاس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مقیاس در حقیقت توصیف یک نسبت است. به عبارتی نسبت اندازه ترسیمی به اندازه حقیقی را مقیاس می‌نامند.

$$\text{مقیاس (sc.)} = \frac{\text{اندازهٔ ترسیمی}}{\text{اندازهٔ حقیقی}}$$

در نقشه‌کشی قطعات صنعتی همیشه نمی‌توان آنها را با ابعاد حقیقی روی کاغذ ترسیم کرد. برای ابعاد بزرگ‌تر از اندازه کاغذ، آنها را با مقیاس کاهنده ترسیم می‌کنند (کوچک‌تر از مقیاس ۱:۱) و برای ابعاد خیلی کوچک آنها را با مقیاس افزاینده (بزرگ‌تر از ۱:۱) ترسیم می‌کنند (جدول ۱ـ۳).

**جدول ۱ـ۳**

| مقیاس ۱> | مقیاس ۱:۱ | مقیاس ۱< |
|---|---|---|
| طول ترسیمی کوچک‌تر از طول حقیقی | طول ترسیمی برابر با طول حقیقی | طول ترسیمی بزرگ‌تر از طول حقیقی |

**نکته**

نقشه قطعه کار با هر مقیاسی که ترسیم شود اندازه‌گذاری آن برحسب ابعاد حقیقی قطعه انجام می‌شود. در صنعت مکانیک معمولاً نقشه به اندازه واقعی یا مقیاس ۱:۱ ترسیم می‌شود، و در صنعت الکترونیک نقشه معمولاً بزرگ‌تر از اندازه واقعی ترسیم می‌شود (مثلاً ۱۰ برابر بزرگ‌تر) که در این صورت مقیاس نقشه ۱۰:۱ خواهد بود. در نقشه‌های ساختمانی نقشه کوچک‌تر از اندازه واقعی است که اکثراً مقیاس نقشه، عددی کسری است که صورت آن یک و مخرج آن عددی صحیح است و نشان می‌دهد که نقشه به همان نسبت کوچک شده است. به طور مثال مقیاس ۱:۱۰۰ نشان می‌دهد هریک سانتی‌متر از نقشه معادل ۱۰۰ سانتی‌متر در اندازه واقعی است. مقیاس‌های افزاینده و کاهنده استاندارد شده برابر نمودار زیر است:

مثال

تابلو راهنما به طول ۴/۲ متر با مقیاس ۱:۲۰ ترسیم شده است. اندازهٔ ترسیمی آن در نقشه چند میلی‌متر خواهد بود؟ (شکل ۱ـ۳)

$$\text{مقیاس (sc.)} = \frac{\text{اندازهٔ ترسیمی}}{\text{اندازهٔ حقیقی}}$$

$$\text{مقیاس} \times \text{اندازهٔ حقیقی} = \text{اندازهٔ ترسیمی}$$

$$\text{اندازهٔ ترسیمی} = ۴۲۰۰\,\text{mm} \times \frac{۱}{۲۰} = ۲۱۰\,\text{mm}$$

شکل ۱ـ۳

تمرین

مقدار ترسیمی اندازه‌های حقیقی جدول ۲ـ ۳ را به دست آورید.

جدول ۲ـ۳

| اندازه‌های حقیقی | مقیاس | مقیاس × اندازهٔ حقیقی = اندازهٔ ترسیمی |
|---|---|---|
| ۳۴۵ | ۱ : ۵ | |
| ۲۲/۴ | ۲:۱ | |
| ۱۸۵ | ۱:۲/۵ | |
| ۶۶/۷۵ | ۵:۱ | |
| ۳ | ۱۰:۱ | |
| ۸۴ | ۱:۱۰ | |

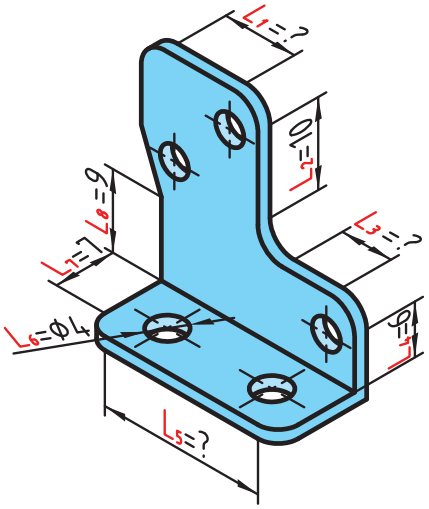
تمرین

برای طراحی اجزای سازنده یک ساعت مچی، از یک نقشه با مقیاس ۱: ۵۰ استفاده شده است. اگر در اندازه حقیقی، قطر بیرونی یک چرخ دنده که با فناوری مدرن ساخته می‌شود ۴ میلی‌متر باشد برای ترسیم آن از چه اندازه‌هایی باید استفاده کرد؟ (شکل ۲ـ۳)

شکل ۲ـ۳

تمرین

۱ـ در شکل زیر مقادیر مورد نظر را با مقیاس ۳:۱ به دست آورید.




| | اندازهٔ واقعی | اندازهٔ ترسیمی |
|---|---|---|
| $L_۱$ | ؟ | ۲۵/۵ |
| $L_۲$ | ۱۰ | ؟ |
| $L_۳$ | ؟ | ۱۶/۵ |
| $L_۴$ | ۶ | ؟ |
| $L_۵$ | ؟ | ۶۳ |
| $L_۶$ | ۴ | ؟ |
| $L_۷$ | ۷ | ؟ |
| $L_۸$ | ۹ | ؟ |

۲ـ اندازهٔ ترسیمی، برای اندازه‌های واقعی زیر را با مقیاس ۱:۴ به دست آورید.

| اندازهٔ ترسیمی | اندازهٔ واقعی |
|---|---|
| ..... | ۱۲/۶cm |
| ..... | ۰/۰۴۵m |
| ..... | ۸/۵mm |
| ..... | ۲۴/۳mm |

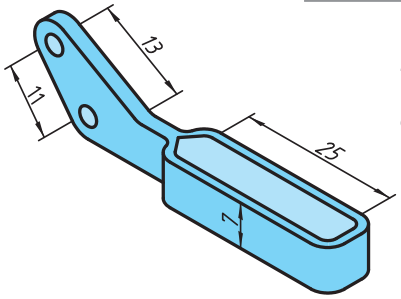
۳ـ جدول زیر را با توجه به مقیاس ۲/۵ :۱ کامل کنید.

| اندازهٔ ترسیمی | اندازهٔ واقعی |
|---|---|
| ۱۱/۲cm | ..... |
| ..... | ۲۳۲cm |
| ۰/۱۳۶cm | ..... |
| ..... | ۱۱۵mm |

۴ـ جدول زیر را کامل کنید.

| مقیاس | اندازهٔ واقعی | اندازهٔ ترسیمی |
|---|---|---|
| ۱:۸ | ؟ | ۱۴/۵mm |
| ؟ | ۲/۵cm | ۱۰cm |
| ۳:۱ | ۶/۳mm | ؟ |

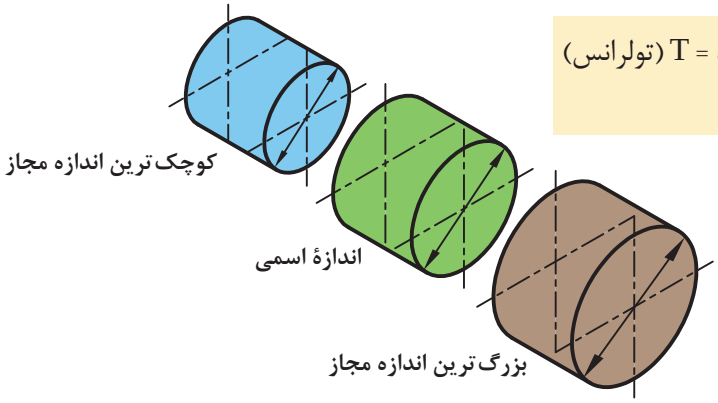
۵ـ اندازه‌های داده شده برای شکل زیر مقادیر واقعی آنهاست. درصورتی‌که بخواهیم این نقشه را با مقیاس ۵:۱ ترسیم کنیم، مقادیر اندازه‌های ترسیمی را به‌دست آورید.

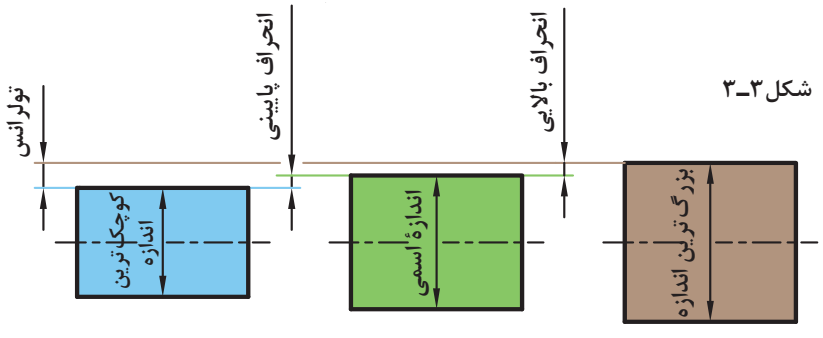



## تولرانس (رواداری)

در تولید قطعات صنعتی به دست آوردن اندازه دقیق (اسمی) به دلیل وجود خطا در ابزارهای تولید، امری محال است. بنابراین تولیدکنندگان سعی می‌کنند که اندازه‌های تولیدی به اندازه‌های اسمی نزدیک باشد، از این رو طراح مقدار خطای مجاز اندازه را در نقشه ذکر می‌کند که به آن تولرانس می‌گویند (شکل ۳ـ۳).
این خطاها را در نقشه به صورت عدد کنار اندازه اسمی می‌نویسند، طوری که انحراف بالایی را بدون نماد با علامت + یا منفی در بالا و انحراف پایینی را بدون نماد با علامت + یا منفی در پایین اندازه اسمی می‌نویسند.
مقدار تولرانس تفاوت میان انحراف بالایی و انحراف پایینی است و با نماد T نمایش داده می‌شود.

کوچک‌ترین اندازه ـ بزرگ‌ترین اندازه = T (تولرانس)
انحراف پایینی ـ انحراف بالایی = T




شکل ۳ـ۳

نکته

اندازهٔ اسمی: اندازه‌هایی است که مورد نظر طراح است مانند ∅۲۲ یا ∅۱۶/۵

انحراف بالایی + اندازه اسمی = بزرگ‌ترین اندازه

انحراف پایینی + اندازه اسمی = کوچک‌ترین اندازه

به طور نمونه در $۲۵^{+۰/۳}_{-۰/۲}$ مقدار ۰/۳ را انحراف بالایی، ۰/۲- را انحراف پایینی می‌گویند و مقدار تولرانس از روابط زیر به دست می‌آید.

$T$ = بزرگ‌ترین اندازه - کوچک‌ترین اندازه = ۲۵/۳ - ۲۴/۸ = ۰/۵

$T$ = انحراف بالایی - انحراف پایینی = +۰/۳ -(-۰/۲) = ۰/۵

تمرین

در یک کارخانه تعدادی پایه میز ساخته شده است. برای این پایه‌ها باید لوله مونتاژی به منظور تنظیم ارتفاع میز ساخته شود تا با جابه‌جایی آن در پایه مقدار ارتفاع میز تغییر کند. اگر طراح قطر لوله تغییر ارتفاع را $۱۸^{+۰/۵}_{-۰/۲}$ در نظر بگیرد مقادیر بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه و تولرانس را به‌دست آورید (شکل ۴ـ۳).

$۱۸^{+۰/۵}_{-۰/۲}$ اندازه اسمی — انحراف / انحراف پایینی

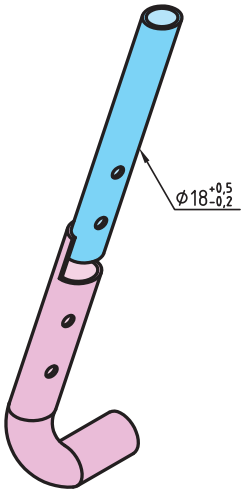
**راه حل دیگر:**

بزرگ‌ترین اندازه ۱۸mm +(+۰/۵mm)=۱۸/۵mm

کوچک‌ترین اندازه ۱۸mm +(-۰/۲mm)=۱۷/۸mm

تولرانس = بزرگ‌ترین اندازه - کوچک‌ترین اندازه ۱۸/۵-۱۷/۸=۰/۷

تولرانس = انحراف بالایی - انحراف پایینی +۰/۵ -(-۰/۲) =۰/۷




شکل ۴ ـ۳

## 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 تقسیم شده می‌توان محیط کل قطعه را به دست آورد.
در محاسبه اندازه محیط شکل‌های دوبعدی، کافی است طول بیرونی پیرامون شکل را به دست آورد.

نکته

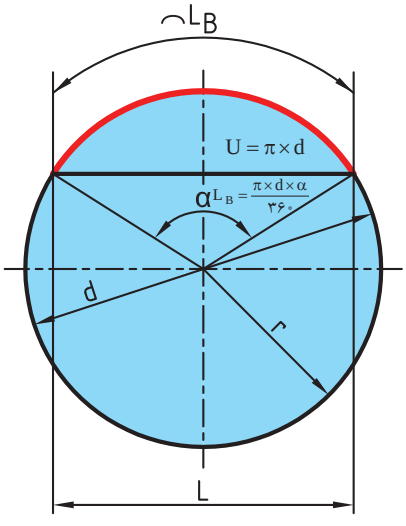
در شکل‌های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.

**محاسبهٔ محیط دایره، طول قوس دایره (شکل ۵ـ۳)**

$L_B$ = طول قوس قطاع یا قطعه دایره
$\alpha$ = زاویه مرکزی مقابل به کمان (درجه)
d = قطر دایره
L = طول وتر دایره (محاسبه این طول در صفحه ۸۹ گفته خواهد شد)
u = محیط دایره

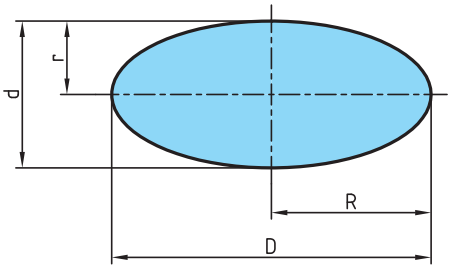
$$u=\pi\times d$$

$$L_B=\frac{u\times\alpha}{۳۶۰}\Rightarrow L_B=\frac{\pi\times d\times\alpha}{۳۶۰}$$




شکل ۵ـ۳

### محاسبهٔ محیط بیضی (شکل ۶ـ۳)



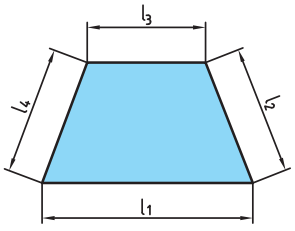

شکل ۶ـ ۳

U= محیط
D= قطر بزرگ بیضی
R= شعاع بزرگ بیضی
d= قطر کوچک بیضی
r= شعاع کوچک بیضی

$$U = \pi \times \sqrt{2 \times (R^2 + r^2)} \qquad \text{یا} \qquad U = \pi \times \frac{D+d}{2}$$

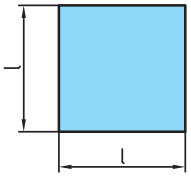
## محیط اشکال هندسی

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



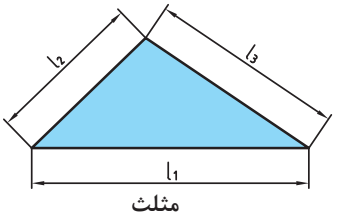

$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$

ذوزنقه



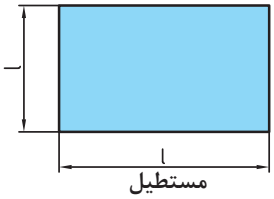

$U = 4 \times l$

مربع



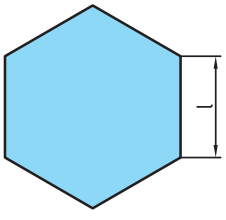

$U = l_1 + l_2 + l_3$

مثلث



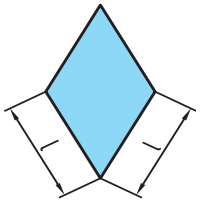

$U = 2 \times (l + b)$

مستطیل



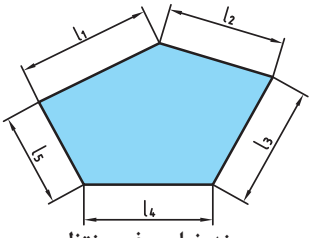

$U = n \times l$

چندضلعی منتظم



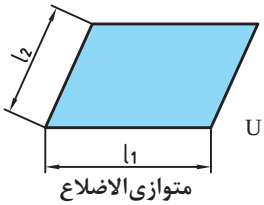

$U = 4 \times l$

لوزی




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

چند ضلعی غیرمنتظم




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

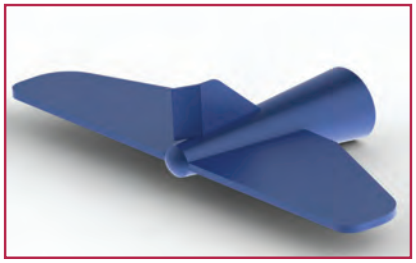
متوازی‌الاضلاع

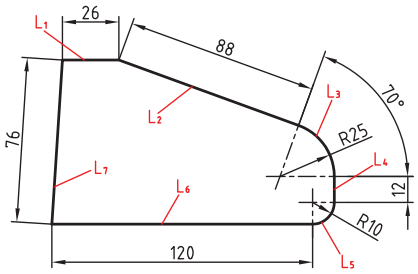
**نکته**

به طور کلی در اشکال هندسی محیط برابر مجموع اندازه ضلع‌های پیرامون آن شکل است.

**تمرین**

برای ساخت باله‌های هواپیمای شکل ۷ـ۳ از ورقه آلومینیمی استفاده شده است. طول محیط باله‌های افقی انتهایی هواپیما توسط یک ربات با لیزر بریده می‌شود، طول مسیر برش‌کاری را به دست آورید. (اندازه‌های نقشه برحسب سانتی‌متر است)

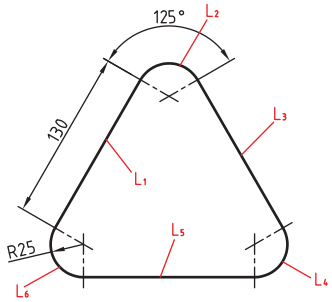





شکل ۷ـ۳

**تمرین**

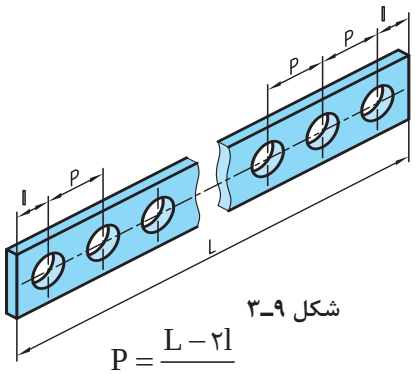
برای ساختن میز شکل ۸ـ۳، از شیشه برش داده‌شدهٔ زیر استفاده شده است. طول مسیر برش (محیط) را به دست آورید. (اندازه‌های نقشه برحسب سانتی متر است)




شکل ۸ـ۳

## تقسیمات طولی

در تولید قطعات صنعتی فاصله‌های بین اجزای یک قطعه از اهمیت بالایی برخوردار است و دقت تولید قطعات را در هنگام ساخت بالا می‌برد. از این جهت محاسبه طول مساوی بین اجزای مشابه و یا تقسیم یک قطعه به اجزای مساوی برای انجام عملیات خاص مورد توجه است. برای محاسبه طول تقسیمات مساوی از رابطه زیر استفاده می‌شود (شکل ۹ـ۳).




شکل ۹ـ۳

$$P = \frac{L - 2l}{n - 1}$$

$L$ = طول قطعه کار

$l$ = طول لبه قطعه کار تا مرکز اولین سوراخ

$P$ = فاصله بین مرکز دو سوراخ متوالی(گام)

$n$ = تعداد سوراخ

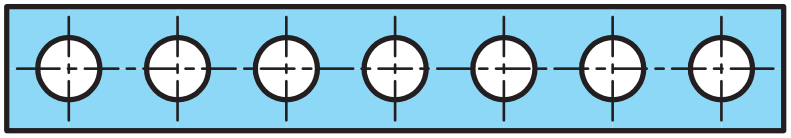
**نکته**

۱ همان طور که مشاهده می‌شود تعداد سوراخ‌ها از تعداد فاصله بین سوراخ‌ها، یکی بیشتر است.

۲ در تولید قطعه بالا حتماً باید $r < \frac{P}{۲}$ (شعاع سوراخ) باشد.

**تمرین**

در روی تسمه‌ای مطابق شکل ۱۰ـ۳ درصورتی که ۷ سوراخ ایجاد شود و $L = ۱۴۰۰$ و $l = ۱۰$ میلی‌متر باشد فاصله بین مرکز سوراخ‌ها را به‌دست آورید.



شکل ۱۰ـ۳

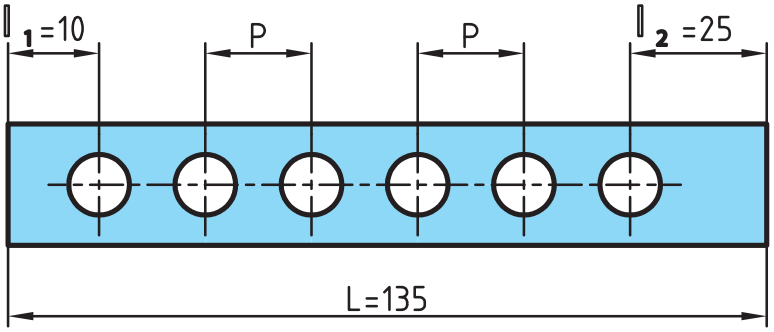
**تذکر**

در صورتی‌که فاصله مرکز سوراخ‌های ابتدایی و انتهایی از لبه قطعه کار با هم مساوی نباشند رابطه ذکرشده به‌صورت زیر تغییر می‌یابد:

$$P = \frac{L - (l_۱ + l_۲)}{n - ۱}$$

**تمرین**

در شکل ۱۱ـ۳ فاصله برابر بین سوراخ‌ها چقدر خواهد بود؟

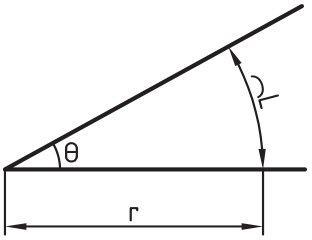



شکل ۱۱ـ۳

## یکای اندازه‌گیری 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 ۱۲ـ۳)

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



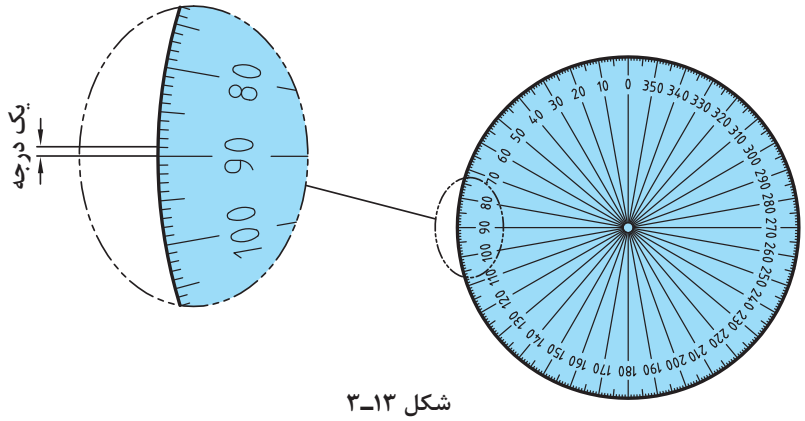
شکل ۱۲ـ۳

نکته

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 ۱۳ـ۳).

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



شکل ۱۳ـ۳

همان‌گونه که می‌دانید معمولاً هر یکا دارای اجزایی است. درجه نیز به عنوان یکای اندازه‌گیری دارای اجزایی مانند (دقیقه′و ثانیه ″ ) است.

هر دقیقه برابر $\frac{۱}{۶۰}$ درجه است. $\quad ۱\text{دقیقه} = ۱' = \frac{۱}{۶۰} \times ۱^\circ = ۱$

هر ثانیه برابر $\frac{۱}{۶۰}$ دقیقه یا $\frac{۱}{۳۶۰۰}$ درجه است. $\quad ۱\text{ ثانیه} = ۱'' = \frac{۱}{۶۰} \times ۱' = \frac{۱}{۳۶۰۰} \times ۱^\circ = ۱$

به عبارتی: $۱^\circ = ۶۰' = ۳۶۰۰''$

تبدیل اجزای زاویه:

$$(\text{ثانیه})'' \xrightarrow{\times ۶۰} (\text{دقیقه})' \xrightarrow{\times ۶۰} (\text{درجه})^\circ \quad \text{(تقسیم} \times ۳۶۰۰\text{)}$$

تمرین

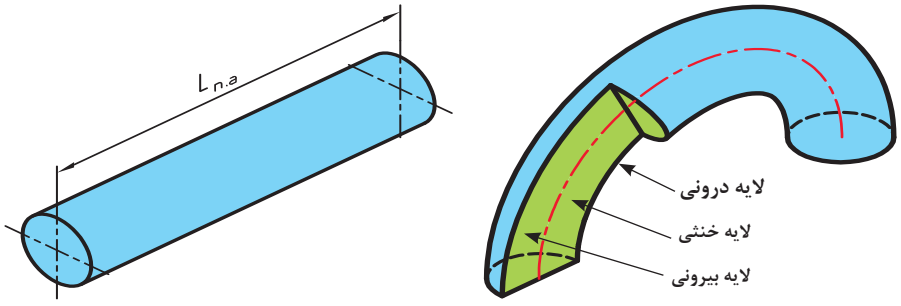
هر یک از زوایای ″۳۵، ′۴۲ و °۲ را به ترتیب برحسب الف) درجه، ب) دقیقه و ج)ثانیه حساب نمایید.

## محاسبه طول گسترده

در تولید اکثر قطعات صنعتی استفاده از خم و قوس امری اجتناب‌ناپذیر است. در صورتی که از خم‌کردن قطعه برای تولید استفاده شود دانستن طول اولیه آن ضروری است. پیش از خم‌کاری طول قطعه در تمام لایه‌های جسم برابر است. در صورتی که قطعه‌ای خم‌کاری شود لایه بیرونی قطعه کشیده‌شده و طول آن افزایش می‌یابد و لایه‌های درونی قطعه فشرده شده و طول آن کاهش می یابد. بین لایه‌های بیرونی و درونی قطعه، لایه‌ای وجود دارد که در آن کشیدگی و فشردگی اتفاق نمی‌افتد و طول قطعه بدون تغییر می‌ماند. این طول را طول گسترده یا طول لایه خنثی ($L_{N.a}$) می‌نامند.

طول لایهٔ خنثی= طول گسترده

تهیه قطعه اولیه نیاز به دانستن طول گسترده قطعه است. اگر طول قطعه اولیه از لایه بیرونی محاسبه شود قطعه پس از تولید اضافه اندازه خواهد داشت. برعکس اگر طول قطعه اولیه از لایه درونی فشرده شده، تهیه شود طول قطعه پس از خم‌کاری کاهش اندازه خواهد داشت. به همین منظور محاسبه طول گسترده از روی لایهٔ خنثی ضروری است تا تولید نهایی درست و بی‌خطا باشد (شکل ۱۴ـ۳).




شکل ۱۴ـ۳

نکته

در قطعاتی که سطح مقطع آنها متقارن است این لایه خنثی بر روی محور تقارن است.

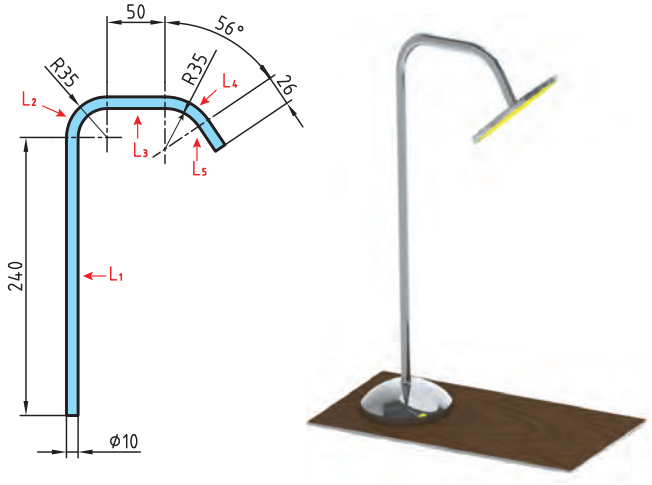
همان‌طور که در شکل دیده می‌شود سطح بیرونی قطعه پس از خم‌شدن دارای شعاع بیشتری نسبت به مرکز قطعه است و در نتیجه طولش بزرگ‌تر از سایر لایه‌ها و سطح درونی قطعه دارای شعاع کوچک‌تر و در نتیجه طولش کوچک‌تر از سایر لایه‌ها می‌شود.

نکته

برای محاسبه طول لایه خنثی در قطعات قوس دار ابتدا قطر لایه خنثی ($d_{N.A}$) محاسبه می‌شود.

مثال

برای ساخت یک چراغ مطالعه، مطابق شکل ۱۵ـ۳، لوله‌ای را خم‌کاری می‌کنیم. چه مقدار لوله خام لازم است تا پس از خم‌کاری طبق نقشه شکل زیر به دست آید؟




شکل ۱۵ـ۳

$L_{۱} = ۲۴۰mm$

$$d_{N.A} = ۲\left(R - \frac{d}{۲}\right) = ۲\left(۳۵ - \frac{۱۰}{۲}\right) = ۶۰mm$$

$$L_{۲} = \frac{\pi.d_{N.A}}{۴} = \frac{۳/۱۴\times۶۰}{۴} = ۴۷/۱mm$$

$$L_{۳} = ۵۰mm \rightarrow d_{N.A} = ۲\left(R + \frac{d}{۲}\right) = ۲\left(۳۵ + \frac{۱۰}{۲}\right) = ۸۰mm$$

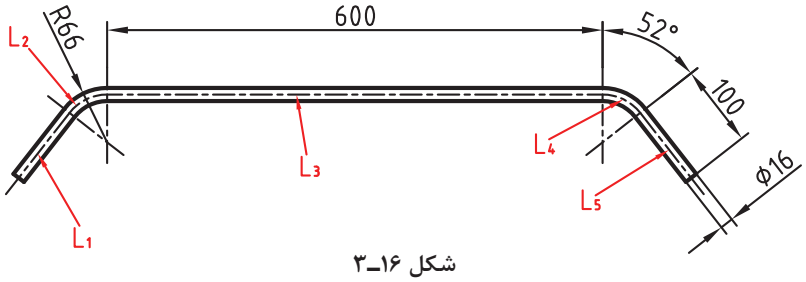
$$L_{۴} = \frac{\pi.d_{N.A}\times\alpha}{۳۶۰} = \frac{۳/۱۴\times۸۰\times۵۶}{۳۶۰} = ۳۹$$

$L_{۵} = ۵۶mm$

$$L_{N.A} = L_{۱} + L_{۲} + L_{۳} + L_{۴} + L_{۵} \rightarrow +L_{N.A} = ۲۴۰ + ۴۷/۱ + ۵۰ + ۳۹ + ۲۶ = ۴۰۲/۱mm$$

تمرین

در یک دستگاه بدن‌سازی برای تقویت عضله‌های سر شانه از میله‌ای مطابق شکل ۱۶ـ۳ استفاده شده است. طول گسترده اولیه آن را پیش از خم کاری محاسبه کنید.




شکل ۱۶ـ۳

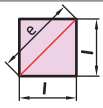
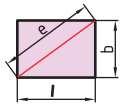
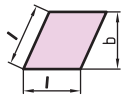
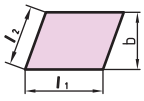
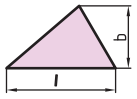
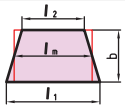
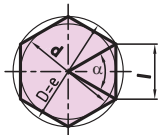
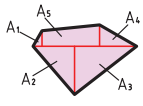
## محاسبه سطوح اَشکال گوشه‌دار

برای محاسبه سطوح اشکال گوشه دار از علائم اختصاری جدول ۳ـ۳ استفاده می‌شود و روابط آنها در جدول ۴ـ۳ ارائه شده است.

**جدول ۳ـ۳ـ علائم اختصاری**

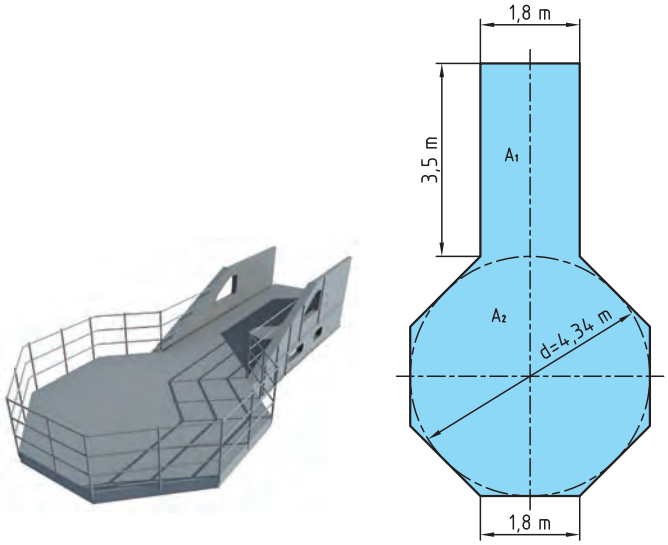
| عرض | b | قطر | c | مساحت | A |
|---|---|---|---|---|---|
| قطر دایره محاطی در چندضلعی منتظم | d | قطر دایره محیطی در چند ضلعی منتظم | D | طول | l |
| زاویه مرکزی | α | تعداد اضلاع | n | طول متوسط | $l_m$ |

**جدول ۴ـ۳**

| نوع چند ضلعی | شکل | مساحت | قطر |
|---|---|---|---|
| مربع |  | $A=l\times l=l^2$ | $e=\sqrt{l^2+l^2}=\sqrt{2}\times l=1/4141$ |
| 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<br>$b=\sqrt{3}\times\frac{1}{2}\approx 0/866\times l$ |
| ذوزنقه |  | $A=\frac{l_1+l_2}{2}\times b$<br>$A=l_m\times b$ | $l_m=\frac{l_1+l_2}{2}$ |
| چندضلعی منتظم |  | $A=n\times A_1=\frac{n\times l\times d}{4}$ | $l=D\times\sin(\frac{180^\circ}{n})$<br>$d=\sqrt{D^2-l^2}$ |
| سطوح مرکب |  | $A=A_1+A_2+A_3$<br>$+A_4+A_5$ | |

تمرین

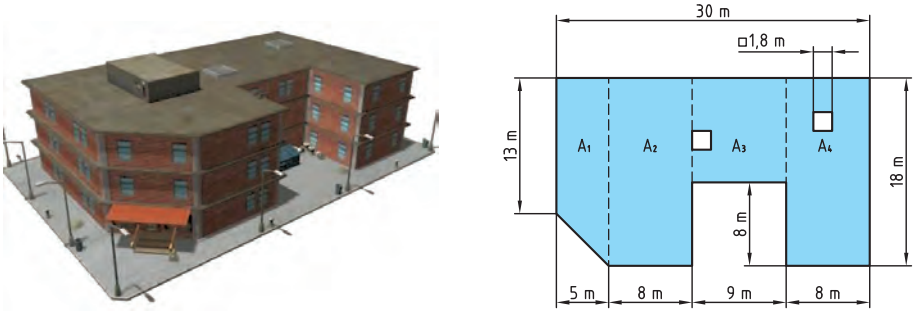
در یک سکوی فلزی مطابق شکل ۳ـ۱۷ مساحت کف سکو را حساب کنید.




شکل ۳ـ۱۷

تمرین

برای سقف ساختمانی مطابق شکل ۳ـ۱۸ چند متر مربع ایزوگام لازم است؟




شکل ۳ـ۱۸

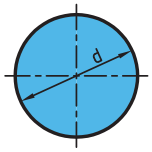
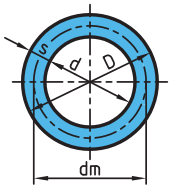
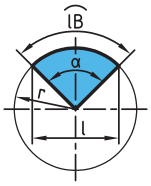
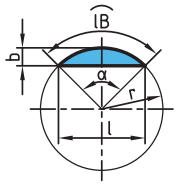
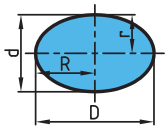
## محاسبه سطوح اشکال قوس دار

برای محاسبه سطوح اشکال قوس دار از علائم اختصاری مطابق جدول۳ـ۵ استفاده می‌شود و روابط آن در جدول ۳ـ۶ ارائه شده است.

جدول ۳ـ۵

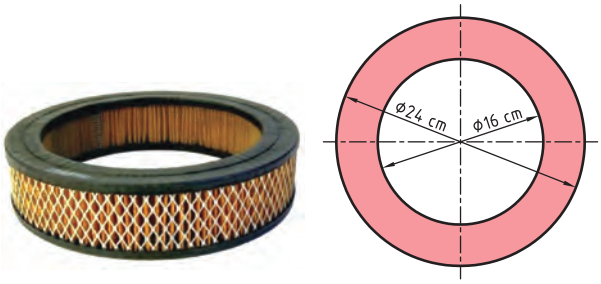
| طول وتر | l | قطر بزرگ | D |
|---|---|---|---|
| طول قوس | $l_e$ | قطر کوچک | d |
| قطر متوسط در تاج دایره | $d_m$ | شعاع بزرگ | R |
| عرض تاج دایره | s | شعاع کوچک | r |

## جدول ۶ـ۳

| نوع سطح | شکل | مساحت | قطر |
|---|---|---|---|
| دایره |  | $A=\frac{\pi\times d^{2}}{4}$<br>$A=\pi\times r^{2}$ | $d=\sqrt{\frac{4\times A}{\pi}}$ |
| تاج دایره |  | $A=\frac{\pi\times D^{2}}{4}-\frac{\pi\times d^{2}}{4}$<br>$A=\frac{\pi}{4}\times(D^{2}\times d^{2})$<br>$A=\pi\times d_{m}\times s$ | $d_{m}=\frac{D+d}{2}$<br>$S=\frac{D-d}{2}$ |
| قطاع دایره |  | $A=\frac{l_{B}\times r}{2}$<br>$A=\frac{\pi\times r^{2}\times\alpha}{360^{\circ}}$ | $l_{B}=\frac{\pi\times r\times\alpha}{180^{\circ}}$ یا $L_{B}=\frac{D\times d\times\alpha}{360}$ |
| قطعه دایره |  | $A=\frac{l_{B}\times r-l\times(r-b)}{2}$<br>$A=\frac{\pi\times r^{2}\times\alpha}{360^{\circ}}-\frac{l\times(r-b)}{2}$<br>$A\approx\frac{2}{3}\times l\times b$ | $b=r(1-\cos\frac{\alpha}{2})$<br>$l=2\times r\times\sin\frac{\alpha}{2}$ |
| بیضی |  | $A=\frac{\pi\times D\times d}{4}$ | |
| حجم کره $\frac{4}{3}\pi r^{3}$ | مساحت جانبی کره $=4\pi r^{2}$ | حجم عرقچین $=\frac{\pi\times h^{2}\times(3\times rh)}{3}$ | مساحت عرقچین $=2\pi rh$ |

تمرین

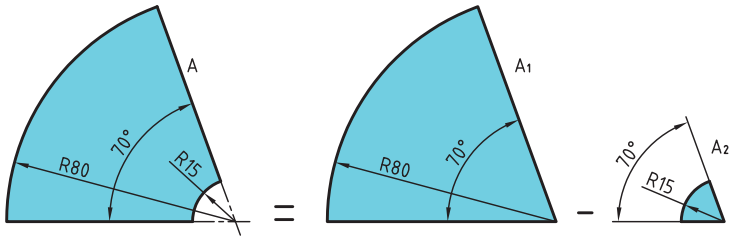
فیلتر هوای یک خودرو مطابق شکل ۱۹ـ۳ است. مساحت مقطع این فیلتر هوا را برای طراحی محفظه آن به دست آورید.




شکل ۱۹ـ۳

تمرین

مساحت ورق به کار رفته در قطعه مطابق شکل ۲۰ـ۳ را به دست آورید.




شکل ۲۰ـ۳

## محاسبه مساحت اَشکال مرکب

سطوحی که از چندین شکل هندسی مشخص تشکیل شده‌اند را سطوح مرکب می‌نامند. برای محاسبه مساحت اَشکال مرکب به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

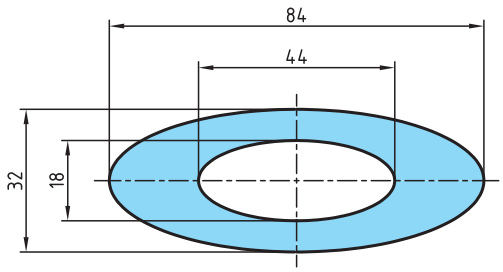
الف) سطح شکل مرکب را به اشکال هندسی معین تجزیه می‌کنیم.

ب) مساحت هر یک از اشکال هندسی را به دست می‌آوریم.

ج) با جمع مساحت اشکال هندسی تجزیه شده مساحت شکل مرکب را به دست می‌آوریم (در این جمع، سطوح سوراخ شده را از مساحت کل کم می‌کنیم).

مثال

برای تولید صفحه جلویی ۸۰۰ بلندگو مطابق شکل ۲۱ـ۳ چند $m^2$ ورق لازم است؟

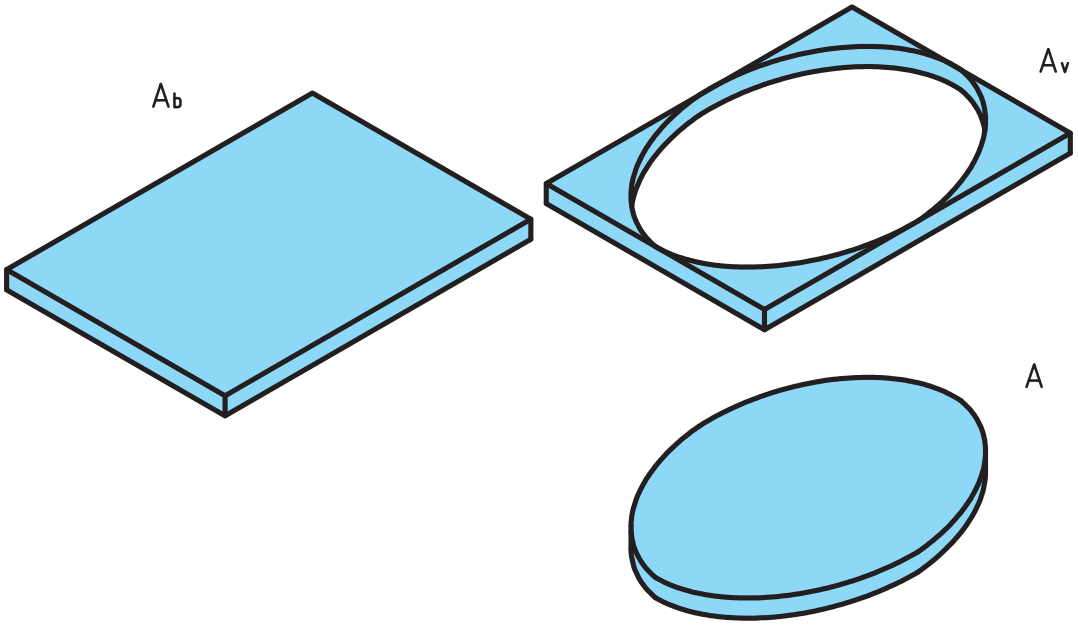



شکل ۲۱ـ۳

شکل بالا مثال یک سطح مرکب است که در آن از مساحت یک ورق بیضی شکل سه دایره با قطرهای مختلف بریده شده است.

## محاسبه دورریز سطوح

برای محاسبه دورریز سطوح کافی است سطح قطعه ساخته شده را از سطح ورق اولیه کم کنیم (شکل۲۲ـ۳)




**شکل۲۲ـ۳**

سطح دور ریز + سطح قطعه ساخته شده = سطح اولیه

$$A_b = A + A_V$$

مقدار درصد دورریز سطحی ($A_v$٪) را می‌توان در دوحالت محاسبه کرد:

الف) درصد دور ریز ($A_v$٪) بر اساس سطح ورق اولیه:

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه اولیه} = \frac{A_V}{A_b} \times ۱۰۰$$

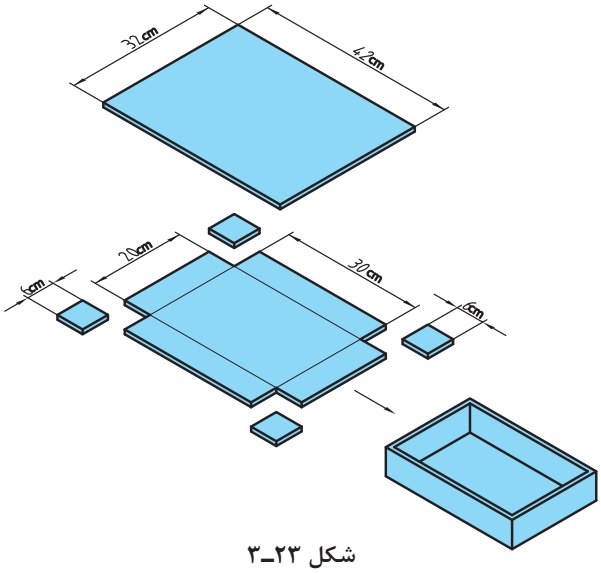
ب) درصد دورریز ($A_v$٪) بر اساس سطح قطعه ساخته شده:

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه اولیه} = \frac{A_V}{A} \times ۱۰۰$$

تمرین

در شکل ۲۳ـ۳ 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



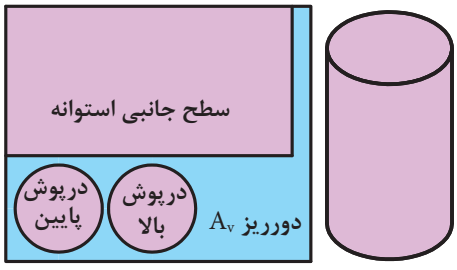

شکل ۲۳ـ۳

مثال

اگر سطح استوانه‌ای مطابق شکل ۶۱/۲۳cm$^2$ باشد (مجموع مساحت‌های درپوش بالا، درپوش پایین و سطح جانبی) مقدار سطح ورق اولیه برای ساخت آن را در حالت‌های زیر به دست آورید (شکل ۲۴ـ۳).

الف) دورریز ۲۵٪ سطح قطعه ساخته شده باشد.

ب) دورریز ۱۸٪ سطح ورق اولیه باشد.




شکل ۲۴ـ۳

(الف)

$$A_v = ۲۵\times A$$

$$A_v = \frac{۲۵}{۱۰۰}\times ۶۱/۲۳ = ۱۵/۳$$

$$A_b = A + A_v = ۶۱/۲۳ + ۱۵/۳ = ۷۶/۵۳ \text{ cm}^2$$

(ب)

$$A_b = A + A_v$$

$$A_b = A + ٪۱۸ \times A_b$$

$$A = A_b - \frac{۱۸}{۱۰۰}\times A_b$$

$$A = ۰/۸۲A_b \rightarrow A_b = \frac{A}{۰/۸۲} = \frac{۶۱/۲۳}{۰/۸۲} = ۷۴/۶۷\text{cm}^2$$