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:

تمرین

تابلو راهنما به طول ۴/۲ متر با مقیاس ۱:۱۰ ترسیم شده است. اندازهٔ ترسیمی آن در نقشه چند میلی‌متر خواهد بود؟ (شکل ۱ـ۳)

شکل ۱ـ۳

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

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

$$\text{اندازهٔ ترسیمی} = ۴۲۰\,\text{mm} \times \frac{۱}{۲۰} = ۲۱\,\text{mm}$$

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	$۳۴۵ \times \frac{۱}{۵} = ۶۹$
۲۲/۴	۲:۱	$۲۲/۴ \times \frac{۲}{۱} = ۴۴/۸$
۱۸۵	۱:۲/۵	$۱۸۵ \times \frac{۱}{۲/۵} = ۷۴$
۶۶/۷۵	۵:۱	$۶۶/۷۵ \times \frac{۵}{۱} = ۳۳۳/۷۵$
۳	۱۰:۱	$۳ \times \frac{۱۰}{۱} = ۳۰$
۸۴	۱:۱۰	$۸۴ \times \frac{۱}{۱۰} = ۸/۴$

تمرین

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

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

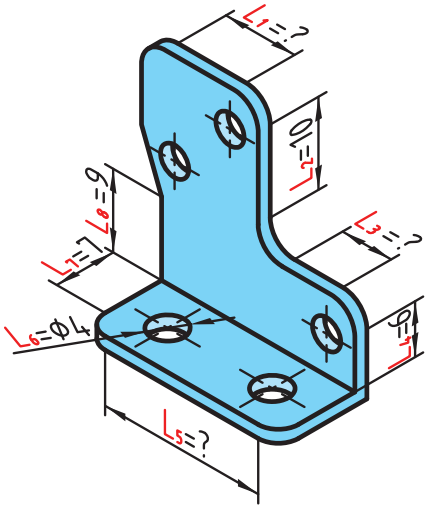
اندازهٔ ترسیمی = ۴×۵۰ = ۲۰۰mm

$$\frac{۵۰}{۱} = \frac{\text{اندازهٔ ترسیمی}}{۴}$$

شکل ۲ـ۳

ارزشیابی پایانی

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.

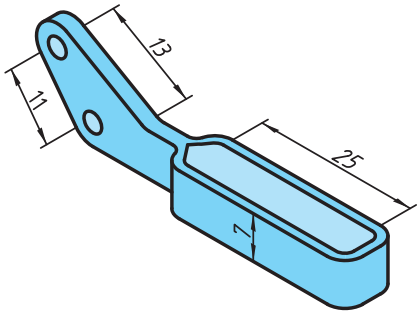
اندازهٔ واقعی	اندازهٔ ترسیمی
۱۲/۶cm	.....
۰/۰۴۵m	.....
۸/۵mm	.....
۲۴/۳mm	.....

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	؟

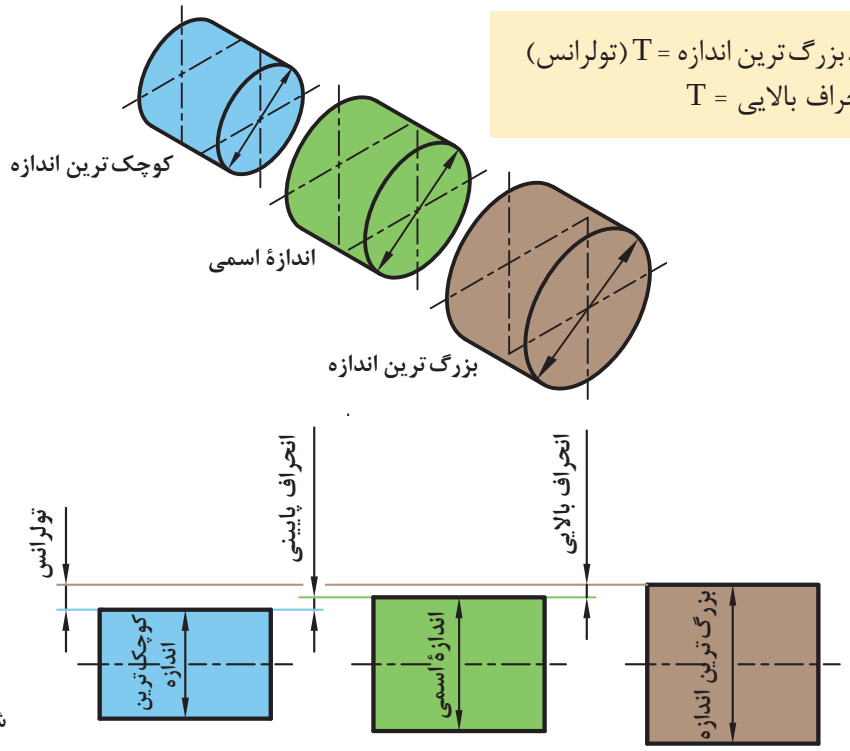


۵ـ اندازه‌های داده شده برای شکل زیر مقادیر واقعی آنهاست. درصورتی که بخواهیم این نقشه را با مقیاس ۵:۱ ترسیم کنیم، مقادیر اندازه‌های ترسیمی را به‌دست آورید.

تولرانس (رواداری)

در تولید قطعات صنعتی به دست آوردن اندازه دقیق اسمی به دلیل وجود خطاهای ابزارهای تولید، امری کاملاً محال است. تولیدکنندگان سعی می‌کنند که اندازه‌های تولیدی به اندازه‌های اسمی برسد، 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 در بالا و انحراف پایینی را بدون نماد 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 $25^{+0/3}_{-0/2}$ 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 $18^{+0/5}_{-0/2}$ در نظر بگیرد مقادیر بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه و تولرانس را به‌دست آورید (شکل ۴ـ۳).

$18^{+0/5}_{-0/2}$ اندازه اسمی — انحراف پایینی — انحراف

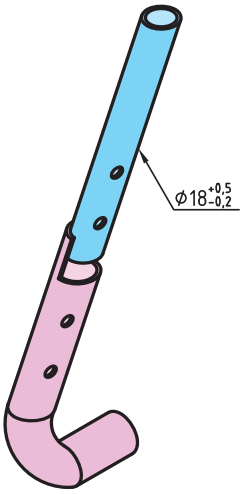
بزرگ‌ترین اندازه $18mm+(+0/5mm)=18/5mm$

کوچک‌ترین اندازه $18mm+(-0/2mm)=17/8mm$

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

راه حل دیگر:

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



شکل ۴ـ۳

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.

در شکل‌های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.

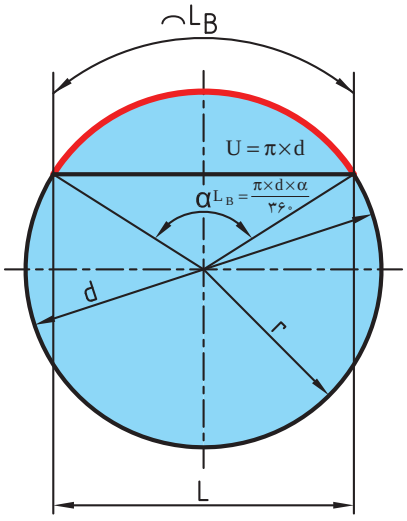
محاسبهٔ محیط دایره، طول قوس دایره (شکل ۵ـ۳)

L_B = طول قوس قطاع یا قطعه دایره

α = زاویه مرکزی مقابل به کمان (درجه)

d = قطر دایره

L = طول وتر دایره (محاسبه این طول در صفحه ۸۹ گفته خواهد شد)



شکل ۵ـ۳

محاسبه محیط بیضی (شکل ۶ـ۳)

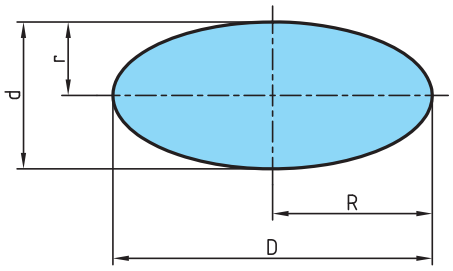
U= محیط

D= قطر بزرگ بیضی

R= شعاع بزرگ بیضی

d= قطر کوچک بیضی

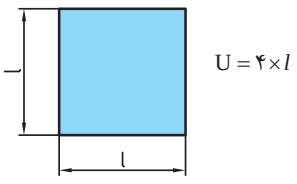
r= شعاع کوچک بیضی



شکل ۶ـ ۳

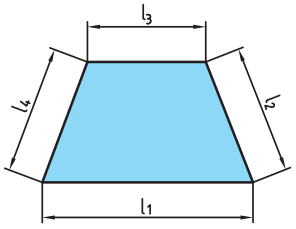
محیط اشکال هندسی

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



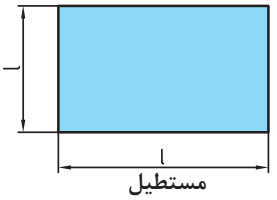
$U = ۴ \times l$

مربع



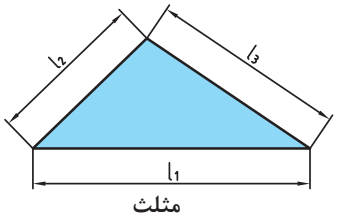
$U = l_۱ + l_۲ + l_۳ + l_۴$

ذوزنقه



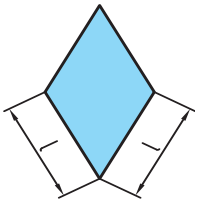
$U = ۲ \times (l + b)$

مستطیل



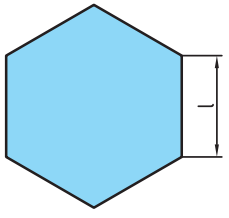
$U = l_۱ + l_۲ + l_۳$

مثلث



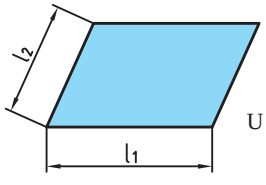
$U = ۴ \times l$

لوزی



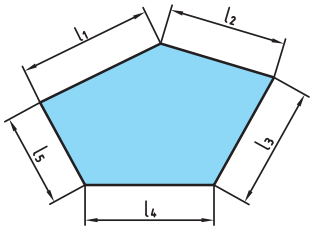
$U = n \times l$

چندضلعی منتظم



$U = ۲ \times (l_۱ + l_۲)$

متوازی‌الاضلاع



$U = l_۱ + l_۲ + l_۳ + l_۴ + l_۵$

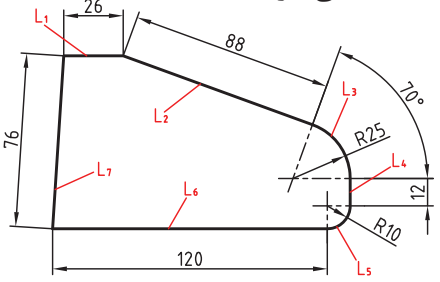
چند ضلعی غیرمنتظم

نکته

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

تمرین

برای ساخت باله‌های هواپیمای شکل ۳ـ۷ 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 ۳ـ۷

$$L_{۳}=\frac{\pi\times d\times \alpha}{۳۶۰}=\frac{۳/۱۴\times ۵۰\times ۷۰}{۳۶۰}=۳۰/۵۲cm$$

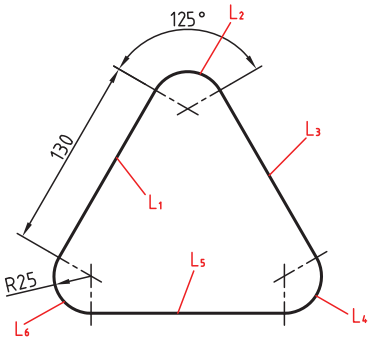
$$L=L_{۱}+L_{۲}+L_{۳}+L_{۴}+L_{۵}+L_{۶}+L_{۷}$$

$$L=۲۶+۸۸+۳۰/۵۲+۱۲+۱۵/۷+۱۲۰+۷۶$$

$$L=۳۶۸/۲۲cm$$

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

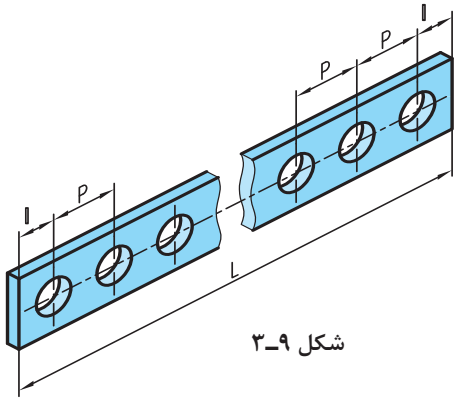
$$L_{۱}=L_{۳}=L_{۵}=۱۳۰cm$$

$$L_{۲}=L_{۴}=L_{۶}=L_{B}\frac{\pi\times d\times \alpha}{۳۶۰}=\frac{۳/۱۴\times ۵۰\times ۱۲۵}{۳۶۰}=۵۴/۵۱cm$$

$$L=L_{۱}+L_{۲}+L_{۳}+L_{۴}+L_{۵}+L_{۶}=۳\times L_{۱+۳\times L_{۲}}=(۳\times ۱۳۰)+(۳\times ۵۴/۵۱)=۵۵۳/۵۳cm$$

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

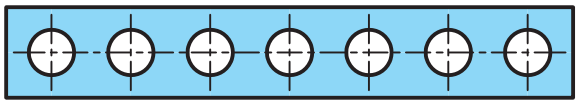
L = طول قطعه کار
l = طول لبه قطعه کار تا مرکز اولین سوراخ
P = فاصله بین مرکز دو سوراخ متوالی(گام)
n = تعداد سوراخ

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.

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

$$P = \frac{L - ۲l}{n - ۱}$$

$$P = \frac{۱۴۰۰ - (۲ \times ۱۰)}{۷ - ۱} = \frac{۱۳۸۰}{۶} = ۲۳۰mm$$

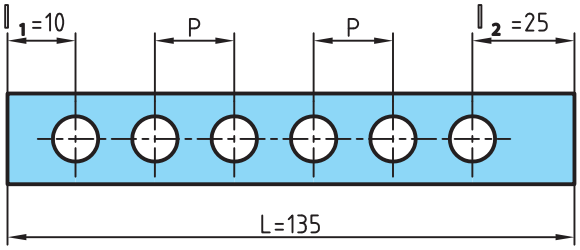
تذکر

در صورتی که فاصله مرکز سوراخ‌های ابتدایی و انتهایی از لبه قطعه کار با هم مساوی نباشند رابطه ذکرشده به‌صورت زیر است:

$$P = \frac{L - (l_۱ + l_۲)}{n - ۱}$$

تمرین

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



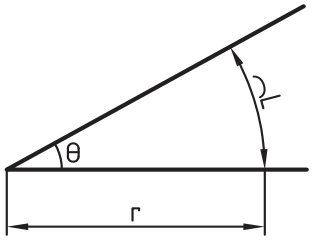
شکل ۱۱ـ۳

$$P=\frac{L-(l_1+l_2)}{n-1}\rightarrow P=\frac{۱۳۵-(۱۰+۲۵)}{۶-۱}=\frac{۱۰۰}{۵}=۲۰mm$$

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.



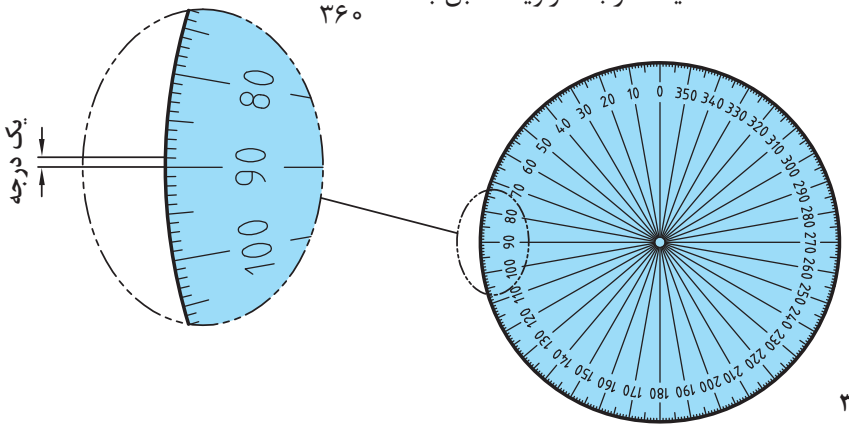
شکل ۱۲ـ۳

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.

$$\text{دقیقه} = ۱ = ۱' = \frac{۱}{۶۰} \times ۱^\circ$$

هر دقیقه برابر $\frac{۱}{۶۰}$ درجه است.

$$\text{ثانیه} = ۱ = ۱'' = \frac{۱}{۶۰} \times ۱' = \frac{۱}{۳۶۰۰} \times ۱^\circ$$

هر ثانیه برابر $\frac{۱}{۶۰}$ دقیقه یا $\frac{۱}{۳۶۰۰}$ درجه است.

به عبارتی: $۱^\circ = ۶۰' = ۳۶۰۰''$

تبدیل اجزای زاویه:

(درجه)° $\xrightarrow{\times ۶۰}$ (دقیقه)′ $\xrightarrow{\times ۶۰}$ (ثانیه)″

(ثانیه)″ $\xrightarrow{\times ۳۶۰۰}$ (درجه)°

تقسیم

نکته

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

تمرین

مقدار زاویه $۳۵''$ و $۴۲'$ و ۲° را برحسب الف) درجه، ب) دقیقه و ج) ثانیه حساب کنید.

الف

$$۲^\circ$$
$$+$$
$$۴۲' = ۴۲ \div ۶۰ = ۰/۷^\circ$$
$$+$$
$$۳۵'' = ۳۵ \div ۳۶۰۰ = ۰/۰۰۹۷^\circ =$$
$$۲/۷۰۹۷^\circ$$

ب

$$۲^\circ = ۲ \times ۶۰ = ۱۲۰'$$
$$+$$
$$۴۲'$$
$$+$$
$$۳۵'' = ۳۵ \div ۶۰ = ۰/۵۸۳' =$$
$$۱۶۲/۵۸۳'$$

ج

$$۲^\circ = ۲ \times ۳۶۰۰ = ۷۲۰۰''$$
$$+$$
$$۴۲' = ۴۲ \times ۶۰ = ۲۵۲۰''$$
$$۳۵''^\circ =$$
$$۹۷۵۵''$$

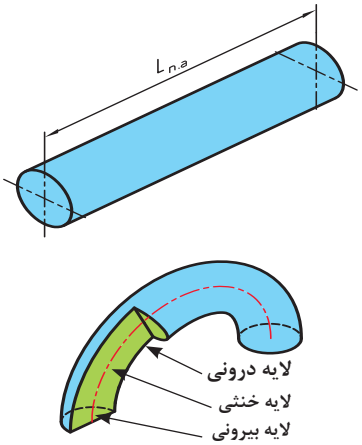
محاسبه طول گسترده

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 ($L_{N.\alpha}$) 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.

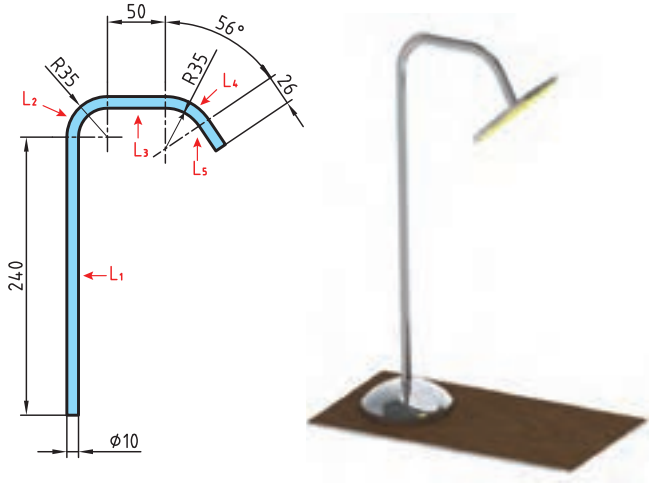
همان‌طور که در شکل دیده می‌شود سطح بیرونی قطعه پس از خم‌شدن دارای شعاع بیشتری نسبت به مرکز قطعه است و در نتیجه طولش بزرگ‌تر از سایر لایه‌ها و سطح درونی قطعه دارای شعاع کوچک‌تر و در نتیجه طولش کوچک‌تر از سایر لایه‌ها می‌شود.

نکته

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

تمرین

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

$L_1 = ۲۴۰mm$

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

$$L_۲ = \frac{\pi.d_{N.A}}{۴} = \frac{۳/۱۴ \times ۶۰}{۴} = ۴۷/۱mm$$

$$L_۳ = ۵۰mm \rightarrow d_{N.A} = ۲\left(R + \frac{d}{۲}\right) = ۲\left(۳۵ + \frac{۱۰}{۲}\right) = ۸۰mm$$

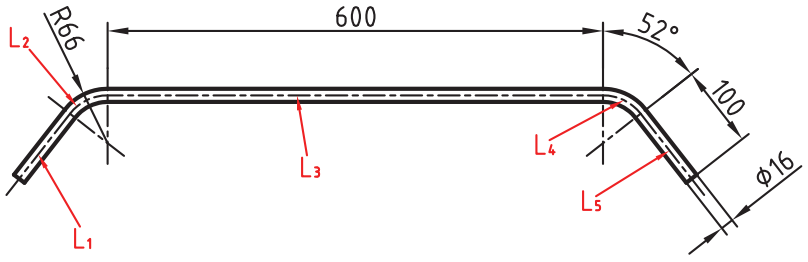
$$L_۴ = \frac{\pi.d_{N.A} \times \alpha}{۳۶۰} = \frac{۳/۱۴ \times ۸۰ \times ۵۶}{۳۶۰} = ۳۹$$

$L_5 = ۵۶mm$

$$L_{N.A} = L_۱ + L_۲ + L_۳ + L_۴ + L_۵ \rightarrow + L_{N.A} = ۲۴۰ + ۴۷/۱ + ۵۰ + ۳۹ + ۲۶ = ۴۰۲/۱mm$$

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

$L_1 = L_5 = ۱۰۰mm$

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

$L_3 = ۶۰۰mm$

$$d_{N.A} = ۲\left(R - \frac{d}{۲}\right) = ۲\left(۶۶ - \frac{۱۶}{۲}\right) = ۱۱۶mm$$

$$L_۲ = L_۴ = \frac{\pi \times d \times \alpha}{۳۶۰} = \frac{۳/۱۴ \times ۱۱۶ \times ۵۲}{۳۶۰} = ۵۲/۶۱mm$$

$$L_{N.A} = L_۱ + L_۲ + L_۳ + L_۴ + L_۵ \rightarrow + L_{N.A} = ۱۰۰ + ۵۲/۶۱ + ۶۰۰ + ۵۲/۶۱ + ۱۰۰ = ۹۰۵/۲۲mm$$

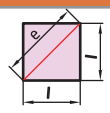
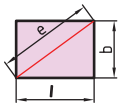
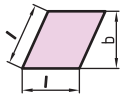
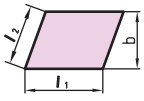
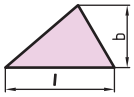
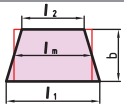
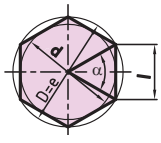
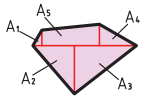
محاسبه سطوح اَشکال گوشه‌دار

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

جدول ۳ـ۳ـ علائم اختصاری

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

جدول ۴ـ۳

مساحت			
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 $b=\sqrt{3}\times\frac{1}{2}\approx 0/866\times l$
ذوزنقه		$A=\frac{l_1+l_2}{2}\times b$ $A=l_m\times b$	$l_m=\frac{l_1+l_2}{2}$
چندضلعی منتظم		$A=n\times A_1=\frac{n\times l\times d}{4}$	$l=D\times\sin(\frac{180^\circ}{n})$ $d=\sqrt{D^2-l^2}$
سطوح مرکب		$A=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5$	

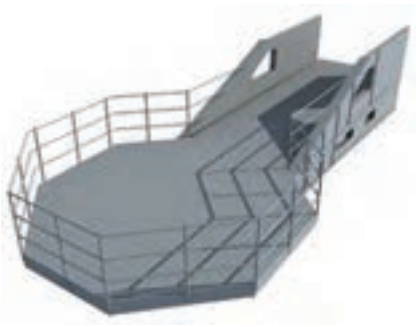
تمرین

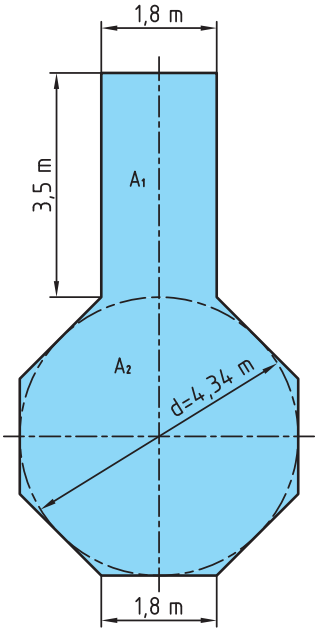
در یک سکوی فلزی مطابق شکل ۳ـ۱۷ مساحت کف سکو را حساب کنید.

$$A_۱ = l \times b = ۳/۵ \times ۱/۸ = ۶/۳ m^۲$$

$$A_۲ = \frac{n \times l \times d}{۴} = \frac{۸ \times ۱/۸ \times ۴/۳۴}{۴} = ۱۵/۶۲۴ m^۲$$

$$A = A_۱ + A_۲ = ۶/۳ + ۱۵/۶۲۴ = ۲۱/۹۲۴ m^۲$$

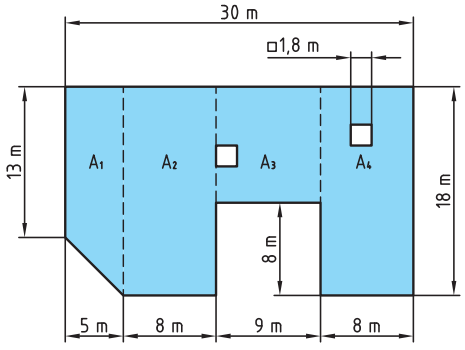




شکل ۳ـ۱۷

تمرین

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



شکل ۳ـ۱۸

$$A_۱ = \frac{l_۱ + l_۲}{۲} \times b = \frac{۱۳ + ۱۸}{۲} \times ۵ = ۷۷/۵ m^۲$$

$$A_۲ = A_۴ = l \times b = ۱۸ \times ۸ = ۱۴۴ m^۲$$

$$A_۳ = l \times b = ۱۰ \times ۹ = ۹۰ m^۲$$

$$A_۵ = l \times l = ۱/۸ \times ۱/۸ = ۳/۲۴ m^۲$$

مساحت ایزوگام شده $A = A_۱ + A_۲ + A_۳ + A_۴ - ۲A_۵ = ۷۷/۵ + ۱۴۴ + ۹۰ + ۱۴۴ - ۲ \times ۳/۲۴ = ۴۴۹/۰۲ m^۲$

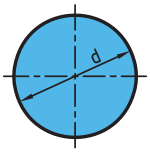
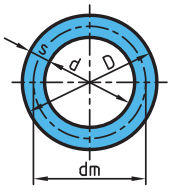
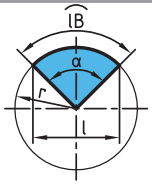
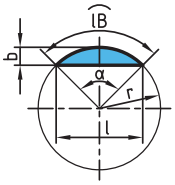
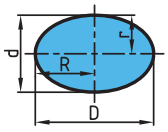
محاسبه سطوح اشکال قوس دار

برای محاسبه سطوح اشکال قوس دار از علائم اختصاری مطابق جدول۵ـ۳ استفاده می‌شود و روابط آن در جدول ۶ـ۳ ارائه شده است.

جدول ۵ـ۳

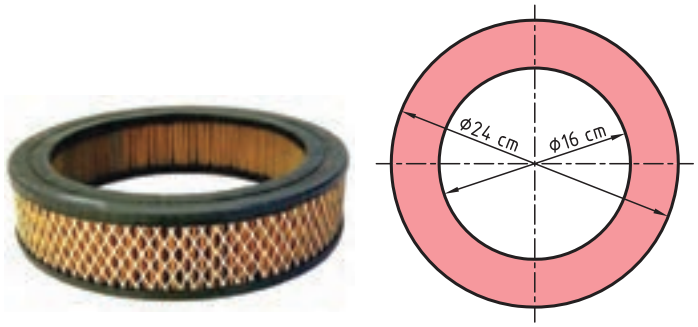
طول وتر	l	قطر بزرگ	D
طول قوس	l_e	قطر کوچک	d
قطر متوسط در تاج دایره	d_m	شعاع بزرگ	R
عرض تاج دایره	s	شعاع کوچک	r

جدول ۶ـ۳

مساحت			
دایره		$A=\frac{\pi\times d^2}{4}$ $A=\pi\times r^2$	$d=\sqrt{\frac{4\times A}{\pi}}$
تاج دایره		$A=\frac{\pi\times D^2}{4}-\frac{\pi\times d^2}{4}$ $A=\frac{\pi}{4}\times(D^2\times d^2)$ $A=\pi\times d_m\times s$	$d_m=\frac{D+d}{2}$ $S=\frac{D-d}{2}$
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

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



شکل ۱۹ـ۳

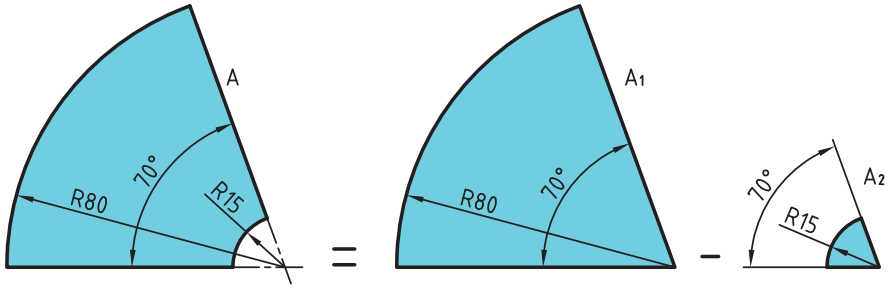
$D = ۲۴cm$

$d = ۱۶cm$

$$A = \frac{\pi}{۴} \times (D^۲ - d^۲) = \frac{\pi}{۴} \times (۲۴^۲ + ۱۶^۲) = ۲۵۱/۲cm^۲$$

تمرین

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



شکل ۲۰ـ۳

$r_۱ = ۸۰mm$

$r_۲ = ۱۵mm$

$\alpha = ۷۰^\circ$

$$A = A_۱ - A_۲ = \frac{\pi \times r_۱^۲ \times \alpha}{۳۶۰^\circ} - \frac{\pi \times r_۲^۲ \times \alpha}{۳۶۰^\circ} =$$

$$A = \frac{\pi \times ۸۰^۲ \times ۷۰}{۳۶۰^\circ} - \frac{\pi \times ۱۵^۲ \times ۷۰}{۳۶۰^\circ} = ۳۹۰۷/۵ - ۱۳۷/۴ = ۳۷۷۰/۱mm^۲$$

محاسبه مساحت اَشکال مرکب

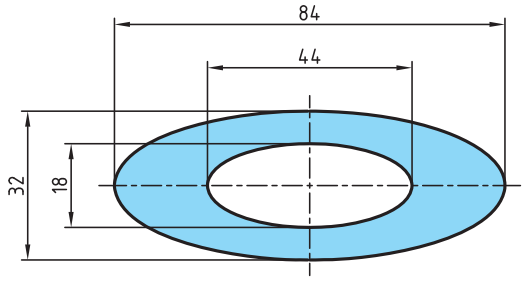
سطوحی که از چندین شکل هندسی مشخص تشکیل شده‌اند را سطوح مرکب می‌نامند. برای محاسبه مساحت اَشکال مرکب به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

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)

تمرین

برای تولید صفحه جلویی ۸۰۰ بلندگو مطابق شکل ۳ـ۲۱ چند m^2 ورق لازم است؟



شکل ۳ـ۲۱

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

$$A=\frac{\pi\times D\times d}{۴}=\frac{۳/۱۴\times ۳۸\times ۲۴}{۴}=۷۱۵/۹۲cm^۲$$

$$A_۱=\frac{\pi\times d^۲}{۴}=\frac{۳/۱۴\times ۱۷^۲}{۴}=۲۲۶/۸۶cm^۲$$

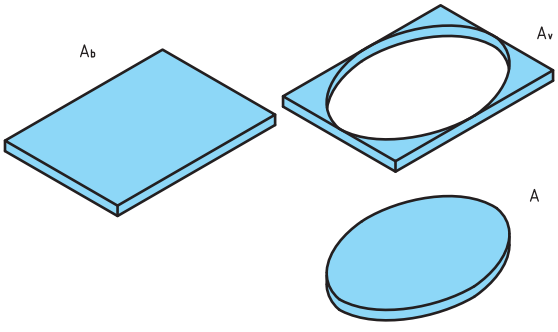
$$A_۲=\frac{\pi\times d^۲}{۴}=\frac{۳/۱۴\times ۴^۲}{۴}=۱۲/۵۶cm^۲$$

$$\text{مساحت قطعه}=A-A_۱-A_۲-A_۳=A-A_۱-۲A_۲=۷۱۵/۹۲-۲۲۶/۸۶-۲\times ۱۲/۵۶=۴۶۳/۹۴cm^۲$$

$$\text{مساحت قطعه}=۴۶۳/۹۴cm^۲\times ۱۰^{-۴}=۰/۰۴۶۳۹۴m^۲$$

برای تولید ۸۰۰ بلندگو $۰/۰۴۶۳۹۴\times ۸۰۰=۳۷/۱۱۵۲m^۲$

محاسبه دورریز سطوح



برای محاسبه دورریز سطوح کافی است سطح قطعه ساخته شده را از سطح ورق اولیه کم کنیم (شکل ۳ـ۲۲)

شکل ۳ـ۲۲

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

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

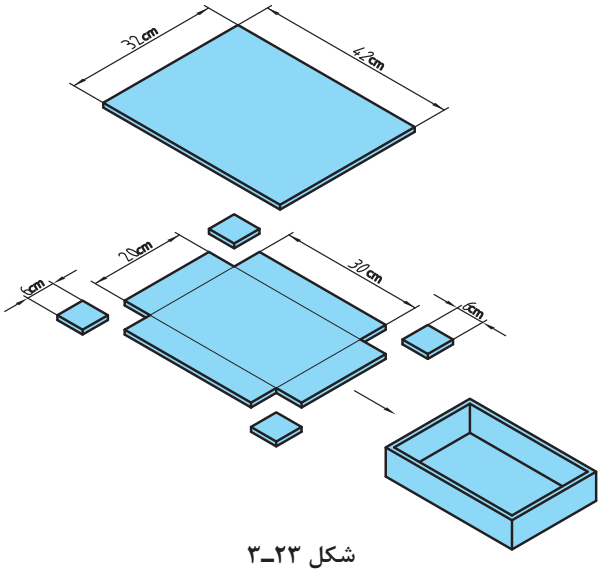
ب) درصد دورریز ($A_v\%$) بر اساس سطح قطعه ساخته شده:

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

تمرین

در شکل ۳ـ۲۳ 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 ۳ـ۲۳

$A_b = b \times l = ۴۲ \times ۳۲ = ۱۳۴۴ cm^۲$

۴ ورق ۶×۶ از گوشه‌های ورق اولیه دورریز است و بعد از برش از ورق اولیه جدا می‌شود

$A_v = ۴ \times (۶ \times ۶) = ۱۴۴ cm^۲$

$A_b = A + A_v \rightarrow A = A_b - A_v = ۱۳۴۴ - ۱۴۴ = ۱۲۰۰ \ cm^۲$

درصد دورریز بر حسب قطعه اولیه

$$\%A_v = \frac{A_v}{A_b} \times ۱۰۰ = \frac{۱۴۴}{۱۳۴۴} \times ۱۰۰ = \%۱۰/۷ A_b$$

درصد دورریز برحسب قطعه ساخته شده

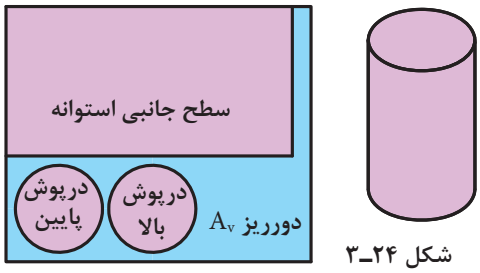
$$\%A_v = \frac{A_v}{A} \times ۱۰۰ = \frac{۱۴۴}{۱۲۰۰} \times ۱۰۰ = \%۱۲ A$$

تمرین

اگر سطح استوانه‌ای مطابق شکل $۶۱/۲۳cm^۲$ 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)

$$A_v = ٪۲۵ \times A$$

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

$$A_b = A + A_v = ۶۱/۲۳ + ۱۵/۳ = ۷۶/۵۳\ cm^۲$$

(ب)

$$A_b = A + A_v$$

$$A_b = A + ٪۱۸ \times A_b$$

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

$$A = ۰/۸۲A_b \rightarrow A_b = \frac{A}{۰/۸۲} = \frac{۶۱/۲۳}{۰/۸۲} = ۷۴/۶۷cm^۲$$

محاسبه حجم و وزن ورق به‌کار برده شده در مخازن

انتخاب ورق مناسب برای مخازن

وزن ورق‌های فلزی با توجه به ضخامت آنها معین می‌شود.

برای تعیین ضخامت ورق لازم برای مخازن اگر فشار مایع و یا فشار گاز داخل مخزن را داشته باشیم با مراجعه به نمودار یک می‌توانیم ضخامت ورق فولادی مناسب را به‌دست آوریم.

شرح نمودار یک‌ـ این نمودار برای مخازن استوانه‌ای جدار نازک تهیه شده که نسبت ضخامت جدار آنها به قطر داخلی مخزن از $\frac{۱}{۱۰}$ کمتر باشد.

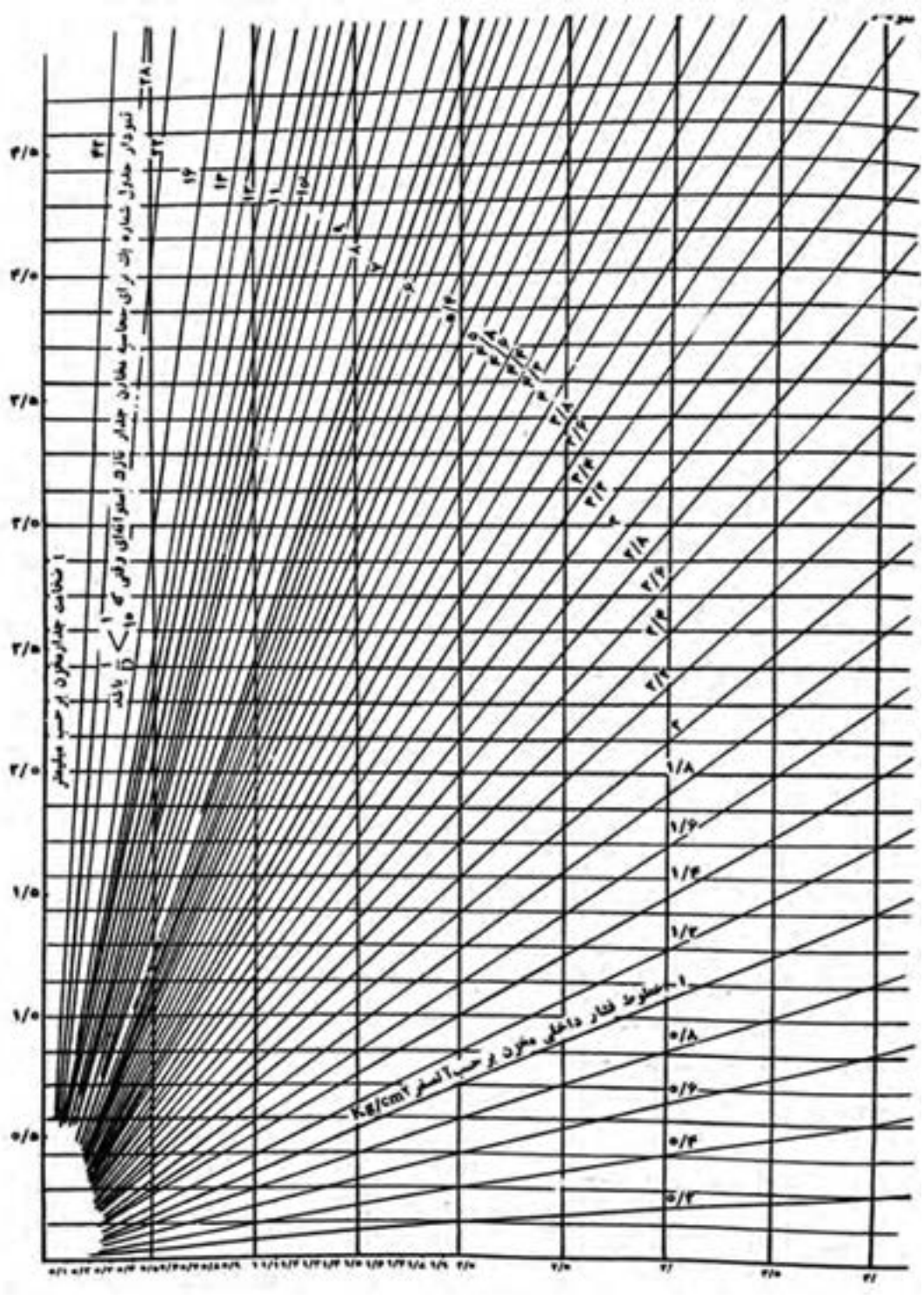
قطر داخلی مخزن روی محور افقی بر حسب متر داده شده و ضخامت ورق روی محور عمودی بر حسب میلی‌متر است.خطوط شعاعی نشان‌دهنده فشار داخلی مخزن می‌باشند.

واحد فشار در این نمودار آتمسفر یا کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است. عملاً می‌توان یک کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع را برابر ده متر ارتفاع آب در نظر گرفت. لذا خطی که فشار ۰/۲ آتمسفر را نشان می‌دهد معادل فشار دو متر ارتفاع آب است.

مقاومت مجاز کششی برای ورق‌های فولادی در این نمودار در حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع در نظر گرفته شده که باتوجه به مقاومت کششی مجاز ورق‌های فولادی دارای ضریب اطمینان خوبی است. ولی با این وجود برای اطمینان بیشتر از اتصالات، بهتر است ضخامت ورق به‌دست آمده را در عمل یک شماره بالاتر انتخاب کنیم. در مورد ورق‌های گالوانیزه ضخامت به‌دست آمده از نمودار فقط ضخامت ورق اصلی است. (ضخامت پوشش روی محاسبه نشده است)

مخازن کروی شکل استقامت بیشتری در مقابل فشار داخلی دارند و این استقامت حدود دو برابر مخازن استوانه‌ای می‌باشد. بنابراین اگر مخزن به‌شکل کره باشد ضخامت به‌دست آمده از نمودار را تقسیم بر دو می‌کنیم تا ضخامت لازم به‌دست آید.

متذکر می‌گردد که برای مخازن استوانه‌ای که دارای سر و ته کروی شکل می‌باشند ضخامت ورق را همان ضخامتی که برای مخازن استوانه‌ای محاسبه می‌شود انتخاب می‌کنند.



مثال۱ـ برای ساخت مخزن آبگرمکنی به‌قطر ۵۰ سانتی‌متر ورق فولادی با چه ضخامتی به‌کار ببریم اگر بخواهیم فشار تا ده آتمسفر را تحمل کند.

حل: با مراجعه به نمودار یک برای قطر ۰/۵ متر روی خطر فشار مربوط به ده آتمسفر حرکت می‌کنیم تا به خط ۰/۵ متر برسیم در مقابل آن عدد ۱/۸ را روی محور عمودی می‌خوانیم که تعیین کننده ضخامت جدار مخزن است و برای اطمینان ورق ۲ میلی‌متری را برای ساخت مخزن انتخاب می‌کنیم.

مثال ۲ـ کره به قطر ۱۶۰ سانتی‌متر برای نگهداری گاز هلیوم تحت فشار ۷ آتمسفر لازم است. اگر اتصالات کره ۸۰ درصد ورق به‌کار رفته ظرفیت تحمل نیرو داشته باشند،ورق به چه ضخامت لازم است؟

حل: با مراجعه به نمودار یک برای قطر ۱/۶ متر روی خط فشار مربوط به ۷ آتمسفر حرکت می‌کنیم تا به خط ۶/۱ متر برسیم در مقابل آن عدد ۳/۹ میلی‌متر را برای ضخامت ورق می‌خوانیم که این عدد برای مخزن استوانه‌ای شکل است.

برای مخزن کروی ضخامت لازم برابر است با:

$۳/۹ \div ۲ = ۱/۹۵ \text{ mm}$

و چون اتصالات ۸۰ درصد ورق تحمل دارد بنابراین:

$۱/۹۵ \div ۰/۸ = ۲/۴۳ \text{ mm}$

برای اطمینان بیشتر ورق استاندارد موجود در بازار ۲/۸ میلی‌متری را انتخاب می‌کنیم.

تعیین وزن و حجم اجسام ساخته شده از ورق

برای تعیین وزن یک قطعه صنعتی باید ابتدا وزن موادی را که در ساختن آن قطعه به‌کار رفته به‌دست آورده تا بتوان وزن کل قطعه را محاسبه نمود.

در صنایع فلزی معمولاً تولیدات از جنس قطعات پیش ساخته مانند ورق‌ها و انواع پروفیل‌ها و لوله‌ها ساخته می‌شوند و برای تعیین وزن یک قطعه ساخته شده کافی است که وزن مقدار ورق و پروفیل و احیاناً بعضی مواد دیگر که در ساخت قطعه به‌کار رفته‌اند را محاسبه نمائیم.

یکی از روش‌هایی که برای محاسبه وزن می‌توان به‌کار برد استفاده از وزن مخصوص مواد است. با توجه به اینکه وزن مخصوص در کتاب‌های فیزیک مشخص است (مثلاً وزن مخصوص فولاد برابر ۷/۸۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است) لذا می‌توان وزن مخصوص هر جنسی را در حجم آن ضرب نموده و وزن آن‌را محاسبه نمود.

وزن= وزن مخصوص×حجم

محاسبه حجم با توجه به شکل قطعه و فرمول‌های حجم انجام می‌گیرد.

مثال ۳ـ وزن قطعه فولادی مطابق شکل را محاسبه کنید.

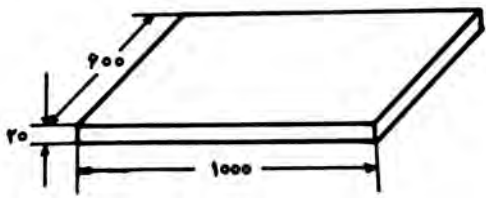
حل: با توجه به شکل ابتدا حجم قطعه که یک مکعب مستطیل است را محاسبه کنیم:

$۷ = ۱۰۰۰ \times ۶۰۰ \times ۲۰ = ۱۲۰۰۰۰۰۰ \text{mm}^۳$

$۱۲۰۰۰۰۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۱۲۰۰۰ \text{cm}^۳$

وزن قطعه: $۷/۸۵ \times ۱۲۰۰۰ = ۹۴۲۰۰$ گرم

$۹۴۲۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۹۴/۲$ کیلوگرم



اکثر قطعات صنعتی شکل منظم هندسی ندارند لذا محاسبه وزن آنها به روش مذکور مشکل و وقت گیر است.
آیا می‌توانید حجم ورق به‌کار رفته در ساخت یک کمد فلزی و یا آهن‌آلات به‌کار رفته در اسکلت فلزی یک ساختمان چند طبقه را محاسبه کنید؟
برای تعیین وزن ورق‌های فولادی سیاه (بدون روکش) با توجه به ضخامت ورق محاسبات مطابق روشی که در زیر شرح داده شده انجام می‌گیرد.

فرمول روش محاسبه	محاسبه مورد نیاز
وزن یک متر مربع به ضخامت یک میلی‌متر ۷/۸۵ کیلوگرم	وزن استاندارد $Kg/mm.m^2$
ضخامت ورق به میلی‌متر × وزن استاندارد $Kg/mm.m^2$	وزن واحد سطح ورق Kg/m^2
طول ورق به متر m × پهنای ورق به متر m	سطح ورق m^2
سطح به متر مربع m^2 × وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن یک قطعه ورق Kg
تعداد ورق‌های یک بسته × وزن یک قطعه ورق Kg	وزن یک بسته ورق Kg
حاصل‌جمع وزن‌های بسته‌ها	وزن کل Kg

عدد ۷/۸۵ مبنای محاسبات می‌باشد.

با توجه به اینکه وزن مخصوص فولاد ۸۵/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب است ثابت کنید که چرا وزن یک متر مربع ورق فولادی به ضخامت یک میلی متر برابر ۷/۸۵ کیلوگرم است؟

مثال ۴ـ وزن مخزن مکعب مستطیل شکل بدون سر به ابعاد ۱×۰/۸×۰/۶ متر که از ورق فولادی به ضخامت ۱/۵ میلی‌متر ساخته شده را حساب کنید:

حل:

$$\text{وزن استاندارد} = ۷/۸۵ \frac{kg}{mm.m^2}$$

$$\text{وزن واحد سطح} = ۷/۸۵ \times ۱/۵ = ۱۱/۷۷۵ \ kg/m^2$$

$$\text{سطح ورق به‌کار رفته} = (۰/۶ \times ۰/۸) + ۲[(۰/۶ + ۰/۸) ۱] = ۳/۲۸ m^2$$

$$\text{وزن قطعه} = ۱۱/۷۷۵ \times ۲/۲۸ = ۳۸/۶۲۲ \ kg$$

روش استفاده از جدول‌های اوراق فلزی

در کتابچه‌های استاندارد می‌توان مستقیماً وزن ورق‌ها و تسمه‌هایی که دارای ابعاد استاندارد باشند بر حسب واحد سطح ورق یا واحد طول تسمه از جداول مربوط به‌دست آورد.
این جداول اگر در سیستم متریک تهیه شده در جدول شماره ۷ـ۳ ملاحظه می‌شود.

مثال ۵ـ برای تقویت مخزن استوانه‌ای شکل به قطر ۱/۵ متر از سه تسمه فولادی که به شکل حلقه ساخته شده مطابق شکل استفاده می‌شود. اگر عرض و ضخامت تسمه به ترتیب ۵۰ و ۶۰ میلی‌متر باشد وزن حلقه‌های به‌کار رفته را حساب کنید.

$$\text{قطر حلقه} \ D_m = D + e = ۱/۵ + ۰/۰۰۶$$

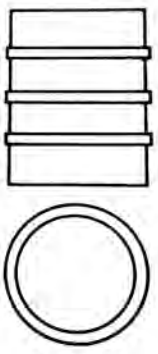
D_m=۱/۵۰۶ متر

طول یکی از حلقه‌ها = $\pi \times D_m$

طول یکی از حلقه‌ها = ۳/۱۴×۱/۵۰۶=۴/۷۲ متر

طول سه حلقه روی هم = ۴/۷۲×۳=۱۴/۱۶

طبق جدول ۲ وزن یکی متر تسمه ۶۰×۵۰ برابر



است با ۲/۳۶ کیلوگرم

e ضخامت تسمه

D_m قطر متوسط حلقه

D قطر خارجی مخزن

بنابراین

کیلوگرم ۳۳/۴۱۷۶=۲/۳۶×۱۴/۱۶= وزن تسمه‌های به‌کار رفته جمعاً

جدول ۷ـ۳ ـ استاندارد وزن تسمه‌ها

وزن یک متر Kg/m	سطح مقطع cm^2	ابعاد استاندارد		وزن یک متر Kg/m	سطح مقطع cm^2	ابعاد استاندارد		وزن یک متر Kg/m	سطح مقطع cm^2	ابعاد استاندارد		وزن یک متر Kg/m	سطح مقطع cm^2	ابعاد استاندارد	
		پهنا mm	ضخامت mm			پهنا mm	ضخامت mm			پهنا mm	ضخامت mm			پهنا mm	ضخامت mm
۱۱/۳	۱۴/۴	۹۰	۱۶	۶/۳۶	۸/۱	۹۰	۹	۲/۰۱	۲/۶۵	۳۲	۸	۰/۸۸	۱/۱۲۵	۲۵	۴/۵
۱۲/۶	۱۶	۱۰۰	۱۶	۲/۳۶	۳	۲۵	۱۲	۲/۳۹	۳/۰۴	۳۸	۸	۱/۱۳	۱/۴۴	۳۲	۴/۵
۱۵/۷	۲۰	۱۲۵	۱۶	۳/۰۱	۳/۸۴	۳۲	۱۲	۲/۷۶	۳/۵۲	۴۴	۸	۱/۳۴	۱/۷۱	۳۸	۴/۵
۵/۶۷	۷/۲۲	۳۸	۱۹	۳/۵۸	۴/۵۶	۳۸	۱۲	۳/۱۴	۴	۵۰	۸	۱/۵۵	۱/۹۸	۴۴	۴/۵
۶/۵۶	۸/۳۶	۴۴	۱۹	۴/۱۴	۵/۲۸	۴۴	۱۲	۴/۰۸	۵/۲	۶۵	۸	۱/۷۷	۲/۲۵	۵۰	۴/۵
۷/۴۶	۹/۵	۵۰	۱۹	۴/۷۱	۶	۵۰	۱۲	۴/۷۱	۶	۷۵	۸	۱/۱۸	۱/۵	۲۵	۶
۹/۶۵	۱۲/۳۵	۶۵	۱۹	۶/۱۲	۷/۸	۶۵	۱۲	۵/۶۵	۷/۲	۹۰	۸	۱/۵۱	۱/۹۲	۳۲	۶
۱۱/۲	۱۴/۲۵	۷۵	۱۹	۷/۰۶	۹	۷۵	۱۲	۶/۲۸	۸	۱۰۰	۸	۱/۷۹	۲/۲۸	۳۸	۶
۱۳/۴	۱۷/۱۰	۹۰	۱۹	۸/۴۸	۱۰/۸	۹۰	۱۲	۷/۸۵	۱۰	۱۲۵	۸	۲/۰۷	۲/۶۴	۴۴	۶
۱۴/۹	۱۹	۱۰۰	۱۹	۹/۴۲	۱۲	۱۰۰	۱۲	۱/۷۷	۲/۲۵	۲۵	۹	۲/۳۶	۳	۵۰	۶
۱۸/۶	۲۳/۷۵	۱۲۵	۱۹	۴/۰۲	۵/۱۲	۳۲	۱۶	۲/۲۶	۲/۸۸	۳۲	۹	۳/۰۶	۳/۹	۶۵	۶
۲۲/۴	۲۸/۵	۱۵۰	۱۹	۴/۷۷	۶/۰۸	۳۸	۱۶	۲/۶۸	۳/۴۲	۳۸	۹	۳/۵۳	۴/۵	۷۵	۶
۸/۶۴	۱۱	۵۰	۲۲	۵/۵۳	۷/۰۴	۴۴	۱۶	۳/۱۱	۳/۹۶	۴۴	۹	۴/۲۴	۵/۴	۹۰	۶
۱۱/۲	۱۴/۳	۶۵	۲۲	۶/۲۸	۸	۵۰	۱۶	۳/۵۳	۴/۵	۵۰	۹	۴/۷۱	۶	۱۰۰	۶
۱۳	۱۶/۵	۷۵	۲۲	۸/۱۶	۱۰/۴	۶۵	۱۶	۴/۵۹	۵/۸۵	۶۵	۹	۵/۸۹	۷/۵	۱۲۵	۶
۱۵/۵	۱۹/۸	۹۰	۲۲	۹/۴۲	۱۲	۷۵	۱۶	۵/۳	۶/۷۵	۷۵	۹	۱/۵۷	۲	۲۵	۸

برآورد قیمت کارهای ساخته شده

در قیمت تمام شده کارهای ساخته شده عوامل زیادی مؤثر هستند که در زیر به‌طور خلاصه تعدادی از این عوامل معرفی می‌گردند.

۱ **مواد مصرفی:** در بررسی تهیه مواد لازم است کلیه شرایط ساخت از قبیل ماشین‌آلات و روش‌های تولید دستی و ابزارهای موجود در نظر گرفته شود و با توجه به امکانات ساخت در کارگاه است که می‌توان مواد مناسب را با در نظرگرفتن قیمت آنها از نظر اقتصادی انتخاب نمود.

۲ **هزینه ساخت:** شامل دستمزد ساخت و هزینه اتصالات و مخارجی از این قبیل می‌باشد.

۳ **هزینه کارگاه:** شامل قیمت برق مصرفی روستایی و ماشین‌آلات و مصرف آب و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از تأسیسات، کرایه کارگاه، بیمه، مالیات و نظایر آنهاست.

۴ **استهلاک ماشین آلات و ابزار**

۵ **هزینه‌های حمل و نقل:** شامل هزینه حمل مواد به کارگاه و حمل کارهای ساخته شده از کارگاه به محل فروش یا مصرف و هزینه رفت و آمد کارکنان می‌باشد.

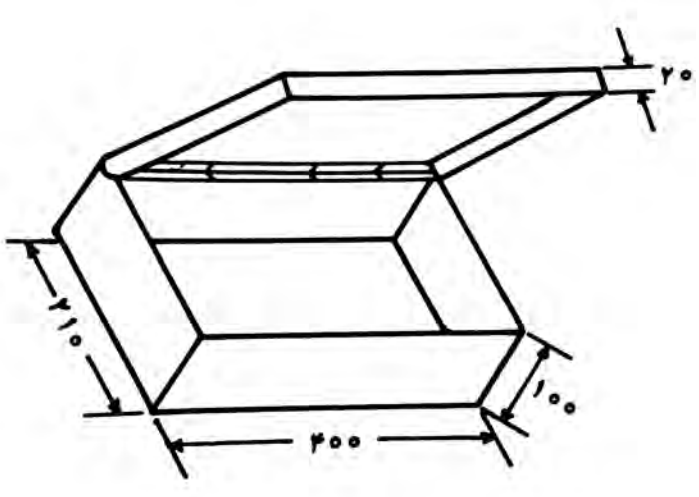
۶ **هزینه‌های انبار:** هزینه نگهداری و انبارداری مواد اولیه و کارهای ساخته شده.

۷ **هزینه مدیریت و اداره کارگاه**

۸ **هزینه طراحی و نقشه کشی**

۹ **هزینه پیش بینی نشده**

مثال ۹: هزینه ساخت جعبه‌ای مطابق شکل را حساب کنید:



۱ نوع ورق مصرفی فولادی سیاه به ضخامت یک میلی‌متر کیلویی ۱۱۰ ریال.

۲ لولای پیش ساخته متری ۶۰ ریال.

۳ روش ساخت به‌وسیله دست و به‌مدت یک ساعت و نیم، دستمزد کارگر ساعتی ۳۰۰ ریال.

۴ اتصالات به‌وسیله جوش اکسی استیلن قیمت هر متر جوشکاری ۴۵۰ ریال.

۵ اتصالات لولا با ده عدد پرچ پوپ انجام می‌شود قیمت هر پرچ با هزینه اتصال جمعاً ۱۰ریال.

۶ هزینه کارگاه و استهلاک، هرکدام ده درصد قیمت تمام شده.

حل:

سطح کف $۲۰۰\times۲۱۰=۸۴۰۰۰mm^۲$

بغل کوچک $۲۱۰\times۱۰۰=۲۱۰۰۰mm^۲$

بغل بزرگ‌تر $۴۰۰\times۱۰۰=۴۰۰۰۰mm^۲$

لبه سر $۲۰\times۴۰۰=۸۰۰۰mm^۲$

مقدار ورق مصرفی: $۲\times۸۴۰۰۰+۲\times۲۱۰۰۰+۲\times۴۰۰۰+۸۰۰۰+۲\times۴۲۰۰۰$

مقدار ورق مصرفی: $۳۰۶۴۰۰mm^۲$

مقدار ورق مصرفی: $۰/۳۰۶۴\ m^۲$

وزن ورق مصرفی: $۰/۳۰۶۴\times۷/۸۵=۲/۳۹\ kg$

قیمت ورق مصرفی: $۲/۳۹\times۱۱۰=۲۶۴/۹$ ریال

قیمت لولای مصرفی: $۰/۴\times۶۰=۲۴$ ریال

دستمزد ساخت: $۱/۵\times۳۰۰=۴۵۰$ ریال

هزینه جوش: $۰/۴۴\times۲۰۰=۸۸$ ریال

هزینه پرچ: $۱۰\times۱۰=۱۰۰$ ریال

قیمت تمام شده قطعه: $۲۶۴/۹+۲۴+۴۵۰+۸۸+۱۰۰=۸۳۴/۹$ ریال

هزینه کارگاه: $۸۳۴/۹\times۰/۱=۸۳/۴۹$ ریال

استهلاک: $۸۳۴/۹\times۰/۱=۸۳/۴۹$ ریال

جمع کل هزینه ساخت: $۸۳۴/۹+۸۳/۴۹+۸۳/۴۹=۱۰۰۱/۸۸$ ریال