فصل اول : محاسبات طول

یکاهای اندازه‌گیری طول

مقیاس

تولرانس

محاسبه محیط

تقسیمات طولی

یکاهای اندازه‌گیری زاویه

محاسبه روابط مثلث

محاسبه طول گسترده

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

۱ــ یکاهای اندازه‌گیری طول را بیان کند.

۲ــ یکاهای اندازه‌گیری طول را به یکدیگر تبدیل کند.

۳ــ یکاهای انگلیسی طول را به یکاهای سیستم SI تبدیل کند.

۴ــ محاسبات مقیاس را انجام دهد.

۵ــ مقدار مقیاس یک نقشه ترسیمی را محاسبه کند.

۶ــ مقدار تولرانس را شرح دهد.

۷ــ مقدار تولرانس اندازه را محاسبه کند.

۸ــ اندازه محیط اشکال هندسی را محاسبه کند.

۹ــ طول یک قطعه را به قسمت‌های مساوی تقسیم کند.

۱۰ــ اجزای یکای زاویه را به یکدیگر تبدیل کند.

۱۱ــ رابطهٔ فیثاغورس را شرح دهد.

۱۲ــ رابطهٔ فیثاغورس را در محاسبه اضلاع مثلث به‌کار برد.

۱۳ــ روابط مثلثاتی را بیان کند.

۱۴ــ طول ضلع و زاویهٔ مثلث را به کمک روابط مثلثاتی محاسبه کند.

۱۵ــ روابط مثلثاتی را در حل مسائل فنی به کار برد.

۱۶ــ طول گسترده قطعات صنعتی خم‌شده را محاسبه کند.

۱۷ــ لایهٔ خنثی را شرح دهد.

۱۸ــ طول گستردهٔ قطعات صنعتی را محاسبه کند.

یکاهای اندازه‌گیری طول

اندازه‌گیری : همهٔ انسان‌ها از ابتدا خواهان این بودند که توانایی‌ها و دارایی‌هایشان قابل اندازه‌گیری باشد، بنابراین فرایند اندازه‌گیری و سنجش از اهمیت زیادی برخوردار بود و هر فردی دلش می‌خواست ویژگی‌ها و نتیجهٔ کار خود را با معیاری اندازه‌گیری کند.

اندازه‌گیری فرایندی است که اندازهٔ ویژگی‌های یک کمیت را مشخص می‌کند، به‌طور مثال ویژگی‌هایی مانند طول، جرم، و زمان که آنها را با یکای اندازه‌گیری استاندارد، مانند متر، کیلوگرم، و ثانیه اندازه‌گیری می‌کنند.

امروزه قوانین و نظریه‌های فیزیک و شیمی به‌صورت معادلات ریاضی بیان می‌شوند. برای فهم درستی این رابطه‌های ریاضی نیاز به آزمودن این قوانین در دنیای واقعی داریم، بنابراین، اندازه‌گیری مهارتی است که میان نظریه علمی و دنیای واقعی ارتباط برقرار می‌کند و این ارتباط دوطرفه است.

یکاهای سیستم SI : یکی از جنبه‌های مشترک بین همه اندازه‌گیری‌ها وجود یک یکای اندازه‌گیری است. یکا مقیاسی است جهت اندازه‌گیری کمیت‌ها بدین معنا که، کمیت مورد نظر چند برابر کمیتی است از همان جنس، که به عنوان مقیاس انتخاب شده است، این مقیاس را یکای آن کمیت می‌نامند. دانشمندان برای آنکه رقم‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت با هم مقایسه‌پذیر باشند، در گردهمایی‌های بین‌المللی توافق کرده‌اند که برای هر کمیت یکای معینی تعریف کنند. یکای هر کمیت باید به گونه‌ای انتخاب شود که در شرایط فیزیکی تعیین‌شده تغییر نکند و در دسترس باشد. مجموعه یکاهای مورد توافق بین‌المللی را به اختصار یکای SI یا سیستم بین‌المللی می‌نامند.

◄ ***کمیت اصلی :*** آن دسته از کمیت‌هایی را که یکاهای آنها به‌طور مستقل تعریف شده‌اند کمیت اصلی و یکاهای آنها را یکاهای اصلی می‌نامند. کلیه کمیت‌های اصلی در جدول ۱ــ۱ آمده است.

◄ ***کمیت فرعی :*** کمیتی است که به یک یا چند کمیت اصلی وابسته است و از ترکیب چند یکا تشکیل شده است، مانند یکای سرعت که متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$) است و به عنوان کمّیتی برحسب طول و زمان به حساب می‌آید.

کمیت‌های اصلی سیستم SI

جدول ۱ــ۱ــ کمیت‌های اصلی در سیستم SI

کمیت‌های اصلی SI	یکا	نماد
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
شدت جریان الکتریکی	آمپر	A
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
شدت نور	کاندلا	cd

پیشوندهای یکاهای SI (ضرایب) : برای نشان دادن کوچک‌ترها (اجزاء) و بزرگ‌ترها (اضعاف) از هر یکا، از پیشوندهای جدول ۲ــ۱ استفاده می‌شود که این پیشوندها در جلوی یکای اصلی قرار می‌گیرند.

جدول ۲ــ۱ــ پیشوندهای یکاهای سیستم SI

نماد	پیشوند	ضریب
T	ترا	$۱۰^{۱۲} = ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰$
G	گیگا	$۱۰^{۹} = ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰$
M	مگا	$۱۰^{۶} = ۱۰۰۰۰۰۰$
k	کیلو	$۱۰^{۳} = ۱۰۰۰$
h	هکتو	$۱۰^{۲} = ۱۰۰$
da	دکا	$۱۰^{۱} = ۱۰$
d	دسی	$۱۰^{-۱} = ۰/۱$
c	سانتی	$۱۰^{-۲} = ۰/۰۱$
m	میلی	$۱۰^{-۳} = ۰/۰۰۱$
μ	میکرو	$۱۰^{-۶} = ۰/۰۰۰۰۰۱$
n	نانو	$۱۰^{-۹} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
p	پیکو	$۱۰^{-۱۲} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
f	فمتو	$۱۰^{-۱۵} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
a	آتو	$۱۰^{-۱۸} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$

یکای طول : یکای طول در سیستم بین‌المللی SI برابر متر است. در سال ۱۷۹۱ م، $\frac{۱}{۴۰۰۰۰۰۰۰}$ طول نصف‌النهار کرهٔ زمین که از پاریس می‌گذشت به عنوان متر شناخته شد. درسال ۱۷۹۹ م منشور پلاتین با مقطع مستطیل و در سال ۱۸۸۹ منشوری با مقطع X (شکل ۱ــ۱) از جنس آلیاژ پلاتین ایریدیم به نام متر مبنا ساخته شد. این میله در مقابل تغییرات دما کمتر حساس بود. این استاندارد متر، نمونه بین‌المللی متر نامیده شد و هنوز در موزهٔ سور فرانسه نگهداری می‌شود.

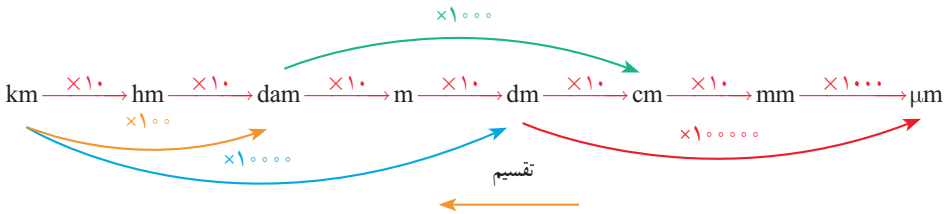
شکل ۱ــ۱

در سال ۱۹۶۰ م، یک متر ۱۶۵۰۷۶۳/۷۳ برابر طول موج نور قرمزــ نارنجی گسیل‌شده از گاز کریپتون ۸۶، تعریف شد. البته این تعریف هم دیری نپایید که جای خود را به تعریف جدید متر داد :

یک متر طول مسیری است که نور در خلأ در زمان کوتاه $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه طی می‌کند.

تبدیل یکای طول

روش اول : در این روش می‌توان از نمودار زیر استفاده کرد.



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

تمرین نمونه ۱

الف) $۲/۶\text{cm} = ?\mu\text{m}$

$۲/۶\text{cm} \xrightarrow{\times ۱۰^{۴}} ۲/۶\times ۱۰^{۴}\mu\text{m}$

ب) $۸۲۰۴/۶\text{mm} = ?\text{hm}$

$۸۲۰۴/۶\text{mm} \xrightarrow{\div ۱۰^{۵}} ۸/۲۰۴۶\times ۱۰^{-۲}\text{hm}$

مطالعه آزاد

روش دوم : برای تبدیل اجزاء و اضعاف یکاها می‌توان از روش زیر که یک روش بسیار ساده است استفاده کرد :

۱ــ ابتدا مقدار پیشوندها را مشخص کنید.

۲ــ مقدار را به زبان ریاضی یا نماد علمی بنویسید.

۳ــ توان مقدار سمت راست را قرینه کنید.

۴ــ مقدار قرینه‌شده را با مقدار توان سمت چپ جمع کنید.

۵ــ عدد توان‌دار به‌دست آمده ضریب تبدیل نهایی خواهد بود.

دو مثال زیر نمونه‌ای از تبدیل یکا به روش فوق است :

$۲۵\text{mm} = ?\text{dam}$	$۱۲۵\text{dam} = ?\mu\text{m}$
$m = ۱۰^{-۳}$, $da = ۱۰^{۱}$	$da = ۱۰^{۱}$, $\mu = ۱۰^{-۶}$
$۱۰^{-۳-۱} = ۱۰^{-۴}$	$۱۰^{۱+۶} = ۱۰^{۷}$
$۲۵\text{mm} \xrightarrow{\times ۱۰^{-۴}} ۲۵\times ۱۰^{-۴}\text{dam}$	$۱۲۵\text{dam} \xrightarrow{\times ۱۰^{۷}} ۱۲۵\times ۱۰^{۷}\mu\text{m}$

همان‌طور که مشاهده می‌شود برای تبدیل مقادیر سمت چپ به سمت راست مقدار عدد را در ضریب تبدیل روی فلش ضرب می‌کنیم.

یکاهای اندازه‌گیری طول در کشورهای انگلیسی‌زبان : یکاهای اندازه‌گیری طول در کشورهای انگلیس و امریکا فوت است. هر فوت ۱۲ اینچ و هر اینچ ۲۵/۴ میلی‌متر است.

در یکاهای انگلیسی اینچ (inch) را با in، فوت (foot) را با ft، یارد (yard) را با yd و مایل (mile) را با mi نشان می‌دهند.

$$\text{mi} \underset{\div}{\overset{\times ۱۷۶۰}{\rightleftarrows}} \text{yd} \underset{\div}{\overset{\times ۳}{\rightleftarrows}} \text{ft} \underset{\div}{\overset{\times ۱۲}{\rightleftarrows}} \text{in} \underset{\div}{\overset{\times ۲۵/۴}{\rightleftarrows}} \text{mm}$$

تمرین نمونه ۲

الف) $۲\frac{۱}{۸}\text{in} = ?\,\text{mm}$

$$۲\frac{۱}{۸}\text{in} = \frac{۲\times۸+۱}{۸}\text{in} = \frac{۱۷}{۸}\text{in} \xrightarrow{\times ۲۵/۴} ۵۳/۹۷۵\,\text{mm}$$

ب) $۲/۸\text{mi} = ?\text{m}$

$$۲/۸\text{mi} \xrightarrow{\times ۱۶۰۹/۳۴۴} ۴۵۰۶/۱۶۳۲\,\text{m}$$

ج) $۲۸\frac{۵}{۸}\text{in} = \ldots\ldots\ldots\text{ft}$

$$\frac{۲۸\times۸+۵}{۸} = \frac{۲۲۹}{۸} = ۲۸/۶۲۵\text{in} \xrightarrow{\div ۱۲} ۲/۳۸\,\text{ft}$$

ارزشیابی پایانی

۱ــ اندازه‌های زیر را برحسب یکای خواسته‌شده به دست آورید.

یکای موردنظر	ضریب تبدیل	اندازه	یکای موردنظر	ضریب تبدیل	اندازه
..... m	.....	۱۴ km	..... m	.....	۱۲۰ cm
..... m	.....	۴۲۰ µm	..... m	.....	۲۴۰ mm
..... m	.....	۲۳ dam	..... m	.....	۱۷/۵ dm
..... m	.....	۱۴/۷ cm	..... m	.....	۲۰ hm
..... cm	.....	۱۴ dm	..... cm	.....	۱۶/۵ mm
..... cm	.....	۲/۴ m	..... cm	.....	۰/۴ m
..... dm	.....	۱۴۵ mm	..... dm	.....	۳/۰۲۱ m
..... dm	.....	۲۸/۹ hm	..... dm	.....	۶/۲ km
..... mm	.....	۱۲۴ µm	..... mm	.....	۱۹/۶ cm
..... mm	.....	۰/۰۴ dm	..... mm	.....	۳/۵۱ dm
..... µm	.....	۲/۱ dm	..... µm	.....	۲/۰۸ mm
..... µm	.....	۵/۱۵ cm	..... µm	.....	۰/۰۲ km

۲ــ اندازه‌های اینچی زیر را برحسب یکاهای موردنظر در سیستم بین‌المللی SI به‌دست آورید.

یکای موردنظر	ضریب تبدیل	اندازه	یکای موردنظر	ضریب تبدیل	اندازه
..... mm	.....	$5\frac{1}{4}$ in	..... m	.....	$\frac{1}{4}$ in
..... cm	.....	$2\frac{5}{8}$ in	..... cm	.....	$\frac{7}{8}$ in
..... m	.....	$3\frac{5}{16}$ in	..... mm	.....	$\frac{3}{16}$ in
..... cm	.....	$4\frac{1}{2}$ in	..... cm	.....	$\frac{1}{2}$ in

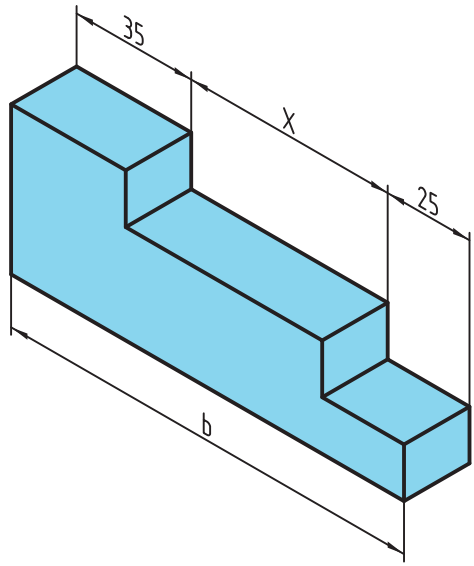
۳ــ اندازه‌های زیر را به یکاهای انگلیسی موردنظر تبدیل کنید.

یکای موردنظر	ضریب تبدیل	اندازه	یکای موردنظر	ضریب تبدیل	اندازه
..... yd	.....	۱۲۰ m	..... in	.....	۱۲/۵ cm
..... mi	.....	۲۱۵۰ m	..... in	.....	۲۱۰ mm
..... ft	.....	۲/۳ m	..... in	.....	۴۵/۳ m

۴ــ اندازه‌های زیر را برحسب یکای خواسته‌شده به دست آورید.

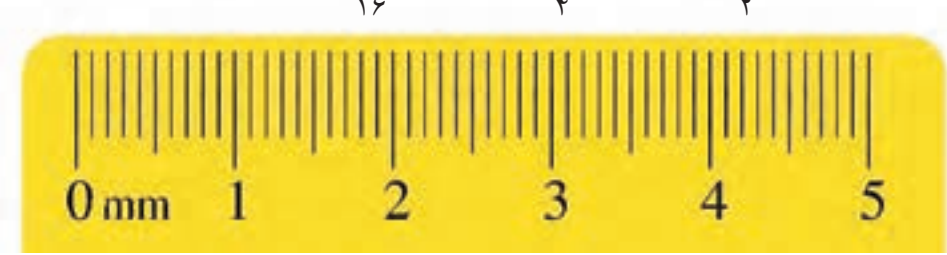
یکای موردنظر	ضریب تبدیل	اندازه	یکای موردنظر	ضریب تبدیل	اندازه
..... in	.....	۵/۴۲ ft	..... ft	.....	$8\frac{1}{2}$ in
..... ft	.....	۲/۸۶ mi	..... in	.....	۳/۷ mi
..... yd	.....	۲۱/۶ ft	..... in	.....	۲/۲۵ yd

۵ــ در شکل زیر مقدار $b = ۱۲۰\ mm$ است مقدار X را برحسب متر، سانتی‌متر، میلی‌متر و اینچ به‌دست آورید.



۶ــ بر روی خط‌کش زیر محل تقریبی اندازه‌های خواسته‌شده را مشخص کنید.

$$A = ۱in \quad , \quad B = \frac{۹}{۱۶}in \quad , \quad C = ۱\frac{۳}{۴}in \quad , \quad D = ۱\frac{۱}{۲}in$$



۷ــ در نمودارهای زیر مقدار ضرایب لازم را درون مستطیل بنویسید.

الف) $km \xrightarrow{\square} dam \xrightarrow{\square} dm \xrightarrow{\square} mm$

ب) $\mu m \xrightarrow{\square} cm \xrightarrow{\square} hm \xrightarrow{\square} km$

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. به‌عبارتی نسبت اندازه ترسیمی به اندازه حقیقی را مقیاس می‌نامند.

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

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 ۳ــ۱).

جدول ۳ــ۱

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

نقشهٔ قطعه‌کار 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 ۱ :۱۰ 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.

به‌طور مثال مقیاس ۱:۱۰۰ نشان می‌دهد هر یک سانتی‌متر از نقشه معادل ۱۰۰ سانتی‌متر در اندازه واقعی است.

مقیاس‌های افزاینده و کاهنده استاندارد شده برابر نمودار زیر است :

تمرین نمونه ۱ : تابلو راهنما به طول ۴/۲ متر با مقیاس ۱:۲۰ ترسیم شده است. اندازهٔ ترسیمی آن در نقشه چند میلی‌متر خواهد بود؟ (شکل ۲ــ۱)

شکل ۲ــ۱

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

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

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

تمرین نمونه ۲ : مقدار ترسیمی اندازه‌های حقیقی جدول ۴ــ۱ را به دست آورید.

جدول ۴ــ۱

اندازه‌های حقیقی	مقیاس	مقیاس × اندازه حقیقی = اندازه 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 نمونه ۳ : برای طراحی اجزای سازندهٔ یک ساعت مچی عقربه‌ای، از یک نقشه با مقیاس ۱ : ۵۰ استفاده شده است. در صورتی‌که اندازهٔ حقیقی قطر بیرونی یک چرخ‌دنده آن که با فناوری مدرن ساخته می‌شود ۴ میلی‌متر باشد برای ترسیم آن از چه اندازه‌ای باید استفاده کرد؟ (شکل ۳ــ۱)

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

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

$$\text{اندازهٔ ترسیمی} = ۴ \times ۵۰ = ۲۰۰ \text{ mm}$$

شکل ۳ــ۱

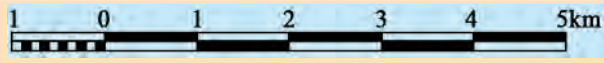
مطالعه آزاد

روش‌های استفاده از مقیاس در نقشه‌های جغرافیایی

مقیاس ساده : به صورت کلی $\frac{۱}{n \times ۱۰۰۰}$ است و در کشورهایی که دارای سیستم SI هستند مورد استفاده قرار می‌گیرد و معین‌کننده این است که ۱mm روی نقشه مساوی n متر روی زمین است. به طور مثال $\frac{۱}{۲۵۰۰۰}$ یعنی ۱mm روی نقشه مطابق ۲۵ متر روی زمین است.

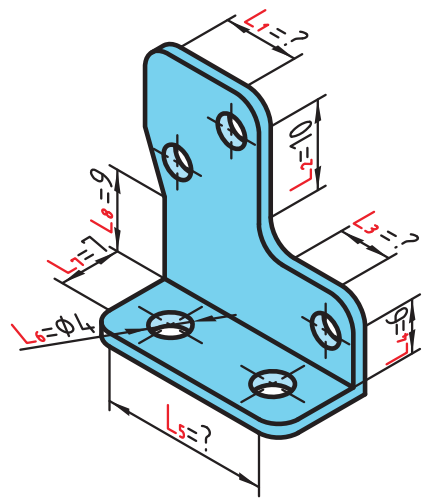
مقیاس مرکب : در کشورهایی که سیستم غیر SI دارند مانند امریکا و انگلیس از این مقیاس استفاده می‌کنند، مثلاً $\frac{۲\,in}{۵\,mi}$ یعنی ۲ اینچ روی نقشه مطابق ۵ مایل روی زمین است.

مقیاس خطی : خطی که به قسمت‌های مساوی تقسیم شده و هر قسمت آن طول معینی را روی نقشه نشان می‌دهد.



ارزشیابی پایانی

۱ــ در شکل زیر مقادیر مورد نظر را با مقیاس ۳:۱ به‌دست آورید.



	اندازه واقعی	اندازه ترسیمی
L_1	؟	۲۵/۵
L_2	۱۰	؟
L_3	؟	۱۶/۵
L_4	۶	؟
L_5	؟	۶۳
L_6	۴	؟
L_7	۷	؟
L_8	۹	؟

۲ــ اندازهٔ ترسیمی برای اندازه‌های واقعی زیر را با مقیاس ۴:۱ به‌دست آورید.

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

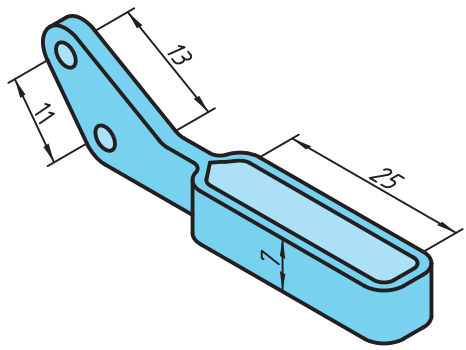
۳ــ جدول زیر را با توجه به مقیاس ۱ : ۲/۵ کامل کنید.

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

۴ــ جدول زیر را کامل کنید.

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

۵ــ 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.



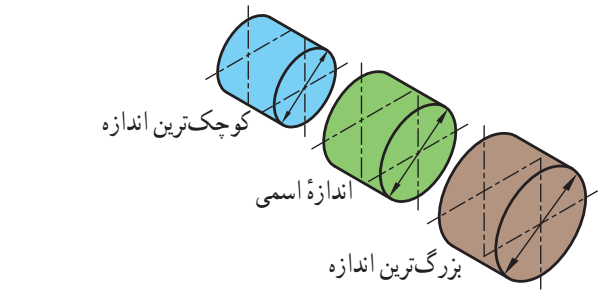
تولرانس (رواداری)

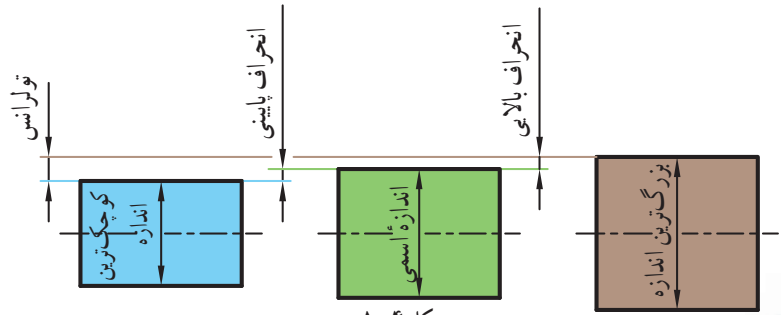
در تولید قطعات صنعتی به‌دست آوردن اندازه دقیق اسمی[1] به‌دلیل وجود خطاهای ابزارهای تولید، امری کاملاً محال است. تولیدکنندگان سعی می‌کنند که اندازه‌های تولیدی به اندازه‌های اسمی برسد، از این رو طراح مقدار خطای مجاز اندازه را در نقشه ذکر می‌کند که به آن تولرانس می‌گویند (شکل ۴ــ۱).

این خطاها را در نقشه به صورت عدد کنار اندازهٔ اسمی می‌نویسند، طوری که انحراف بالایی را بدون نماد در بالا و انحراف پایینی را بدون نماد در پایین اندازهٔ اسمی می‌نویسند. مقدار تولرانس تفاوت میان انحراف بالایی و انحراف پایینی است و با نماد T نمایش داده می‌شود.

کوچک‌ترین اندازه − بزرگ‌ترین اندازه = T (تولرانس)

انحراف پایینی − انحراف بالایی = T





شکل ۴ــ۱

نکته

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

انحراف بالایی + اندازهٔ اسمی = بزرگ‌ترین اندازه

انحراف پایینی + اندازهٔ اسمی = کوچک‌ترین اندازه

۱ــ اندازه‌ای که در نقشه نوشته می‌شود.

به‌طور 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 به‌دست می‌آید.

و یا $T =$ بزرگ‌ترین اندازه − کوچک‌ترین اندازه $= 25/3 - 24/8 = 0/5$

$T =$ انحراف بالایی − انحراف پایینی $= +0/3 - (-0/2) = 0/5$

تمرین نمونه۱ : 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 ۵ــ۱).

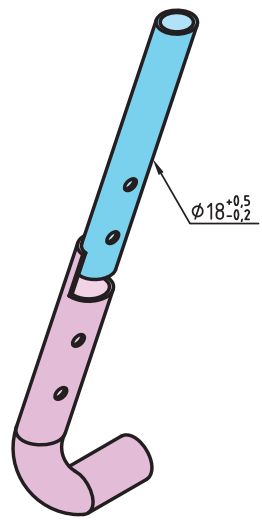
اندازه اسمی $18^{\text{انحراف بالایی } +0/5}_{\text{انحراف پایینی } -0/2}$

بزرگ‌ترین اندازه $18\text{mm} + (+0/5\text{mm}) = 18/5\ \text{mm}$

کوچک‌ترین اندازه $18\text{mm} + (-0/2\text{mm}) = 17/8\ \text{mm}$

کوچک‌ترین اندازه − بزرگ‌ترین اندازه = تولرانس $18/5 - 17/8 = 0/7$

راه حل دیگر : انحراف پایینی − انحراف بالایی = تولرانس $+0/5 - (-0/2) = 0/7$



شکل ۵ــ۱

تمرین نمونه ۲ : انحراف‌های اندازهٔ ∅۵۳mm عبارت‌اند از +۱۲۰μm و +۳۲μm بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه و تولرانس آن را به دست آورید.

$+۳۲\mu m = +۰/۰۳۲\,mm \quad , \quad +۱۲۰\mu m = +۰/۱۲۰\,mm$

بزرگ‌ترین اندازه = $۵۳ + ۰/۱۲۰ = ۵۳/۱۲۰\ mm$

کوچک‌ترین اندازه = $۵۳ + ۰/۰۳۲ = ۵۳/۰۳۲\ mm$

تولرانس = $+۰/۱۲۰\,mm - (+۰/۰۳۲\,mm) = ۰/۰۸۸\,mm$

ارزشیابی پایانی

۱ــ در اندازه‌های زیر مقادیر بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه و تولرانس را به‌دست آورید.

الف) $53^{+0/14}_{-0/05}$ ب) $12^{+0/185}_{+0/024}$ ج) $12^{+0/5}_{0}$ د) $36^{\circ}_{-0/35}$ هـ) $20^{-0/4}_{-0/9}$

۲ــ انحراف‌های اندازه ۲۱∅ عبارت از $+140\,\mu m$ و $-15\,\mu m$ است. بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه و تولرانس آن را به دست آورید.

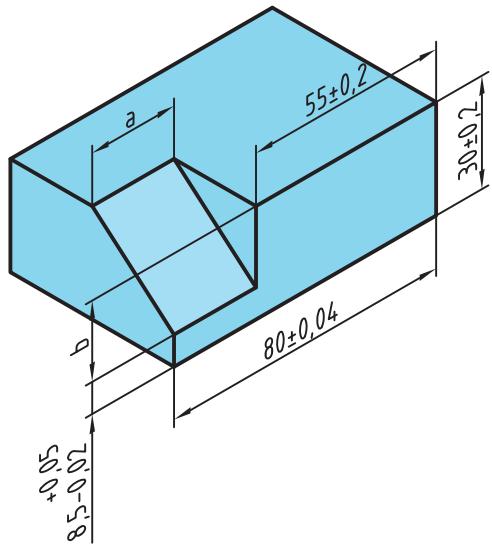
۳ــ یک فرمان کنترل با اندازهٔ اسمی ۲۵ ∅ دارای کوچک‌ترین اندازه ۲۴/۷۵mm و بزرگ‌ترین اندازه ۲۵/۱۵ mm است. موارد زیر را به دست آورید :

الف) انحراف بالایی

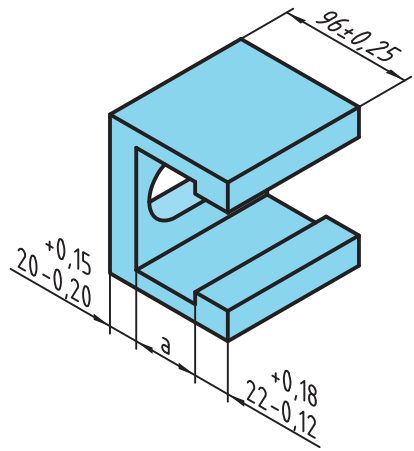
ب) انحراف پایینی

ج) مقدار تولرانس

۴ــ مقادیر بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه و تولرانس را برای اندازه‌های a وb به دست آورید.



۵ــ بزرگ‌ترین اندازهٔ a را در قطعهٔ صنعتی زیر به‌دست آورید.



محاسبه محیط

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

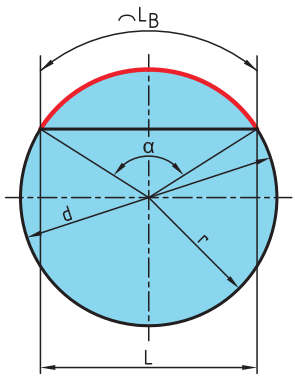
به طول پیرامون اشکال هندسی محیط گفته می‌شود.

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

در محاسبه اندازهٔ محیط شکل‌های دوبعدی، کافی است طول بیرونی پیرامون شکل را به‌دست آورد.

در شکل‌های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.

محاسبهٔ محیط دایره، طول قوس دایره (شکل ۶ــ۱)



شکل ۶ــ۱

$$U = \pi \times d$$

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

U = محیط

L_B = طول قوس قطاع یا قطعه دایره

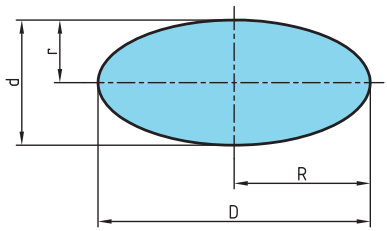
α = زاویه مرکزی مقابل به کمان (درجه)

d = قطر دایره

r = شعاع دایره ($d = ۲r$)

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

محاسبه محیط بیضی (شکل ۷ــ۱)



شکل ۷ــ۱

$$U \approx \pi \times \frac{D + d}{۲}$$

$$U \approx \pi \times \sqrt{۲ \times (R^۲ + r^۲)}$$

با دقت بیشتر

U = محیط

D = قطر بزرگ بیضی

R = شعاع بزرگ بیضی

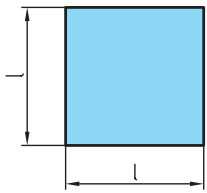
d = قطر کوچک بیضی

r = شعاع کوچک بیضی

محیط اشکال هندسی

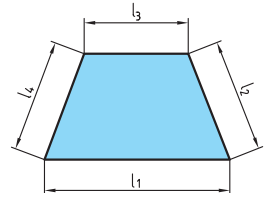
U= محیط l = طول ضلع b= عرض n= تعداد اضلاع

مربع



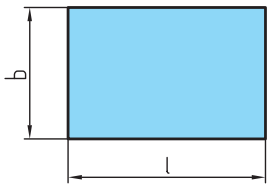
$U = ۴ \times l$

ذوزنقه



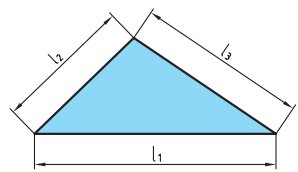
$U = l_۱ + l_۲ + l_۳ + l_۴$

مستطیل



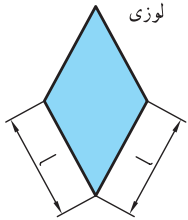
$U = ۲ \times (l + b)$

مثلث



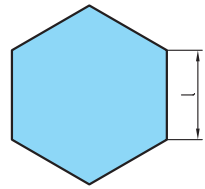
$U = l_۱ + l_۲ + l_۳$

لوزی



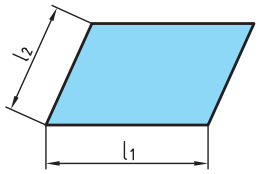
$U = ۴ \times l$

چندضلعی منتظم



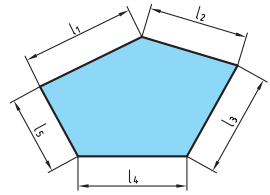
$U = n \times l$

متوازی‌الاضلاع



$U = ۲ \times (l_۱ + l_۲)$

چندضلعی غیرمنتظم



$U = l_۱ + l_۲ + l_۳ + l_۴ + l_۵$

نکته

به‌طور کلی در اشکال هندسی محیط برابر مجموع اندازهٔ ضلع‌های پیرامون آن شکل است.