فصل ۳

محاسبات کاربردی

کمیت‌های اصلی سیستم SI

جدول ۱ـ۳ـ کمیت‌های اصلی در سیستم SI

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

پیشوندهای یکاهای SI (ضرایب)

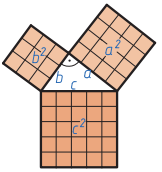
برای نشان دادن اجزا و اضعاف متر، از پیشوندهای جدول ۲ـ۳ استفاده می‌شود که پیشوندها در جلوی یکای اصلی قرار می‌گیرند.

جدول ۲ـ۳ـ توان‌های عدد

	نام		توان	نشانه	عدد
۱	یوفتامتر	yofta meter	10^{24}	Y	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۲	زتامتر	Zeta meter	10^{21}	Z	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۳	اکسامتر	exa meter	10^{18}	E	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
۴	پتا	Peta meter	10^{15}	P	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
۵	ترامتر	tara meter	10^{12}	T	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
۶	گیگامتر	giga meter	10^{9}	G	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰
۷	مگامتر	mega meter	10^{6}	M	۱۰۰۰۰۰۰
۸	کیلومتر	kilo meter	10^{3}	k	۱۰۰۰
۹	هکتومتر	hecto meter	10^{2}	h	۱۰۰
۱۰	دکامتر	deka meter	10^{1}	da	۱۰
۱۱	متر	meter	10^{0}	m	۱
۱۲	دسی متر	deci meter	10^{-1}	d	۰/۱
۱۳	سانتی‌متر	centi meter	10^{-2}	c	۰/۰۱
۱۴	میلی‌متر	mili meter	10^{-3}	m	۰/۰۰۱
۱۵	میکرومتر	micro meter	10^{-6}	μ	۰/۰۰۰۰۰۱
۱۶	نانومتر	nano meter	10^{-9}	n	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱
۱۷	آنگستروم	angstrom	10^{-10}	A	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
۱۸	پیکومتر	pico meter	10^{-12}	p	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
۱۹	فمتومتر	femte meter	10^{-15}	f	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
۲۰	اتومتر	atto meter	10^{-18}	a	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
۲۱	زیپومتر	zepto meter	10^{-21}	z	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
۲۲	یوکتومتر	yocto meter	10^{-24}	y	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱

در این بخش نمادهای ریاضی و فرمول‌ها و همچنین نیازمندی‌های محاسباتی رشته ماشین ابزار طبقه‌بندی شده است.

جدول ۳ـ۳



a ضلع مجاور زاویه قائمه
b ضلع مجاور به زاویه قائمه
c وتر

قضیه فیثاغورس

$c^۲=a^۲+b^۲$

نمونه ۱:

c=۲۵mm a= ۲۰mm b=?

$c=\sqrt{a^۲+b^۲}$

$b=\sqrt{c^۲-a^۲}=\sqrt{(۲۵mm)^۲-(۲۰mm)^۲}$=۱۵mm

نمونه۲:

a=۲۰mm b= ۲۵mm c=?

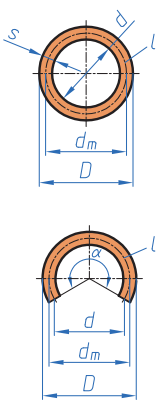
$c=\sqrt{a^۲+b^۲}$

$c=\sqrt{a^۲+b^۲}=\sqrt{(۲۰mm)^۲+(۲۵mm)^۲}$=۳۲mm

محاسبات مربوط به طول گسترده زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم از میلگردها و یا تسمه ها قطعاتی با روش خم‌کاری بسازیم.

جدول ۴ـ۳

طول‌های گسترده



D قطر خارجی
d قطر داخلی
d_m قطر متوسط
s ضخامت
L طول گسترده
α زاویه کمان

طول گسترده حلقه دایروی

$L=\pi.d_m$

طول گسترده برش حلقه دایروی

$L=\frac{dm.\pi.\alpha}{۳۶۰^\circ}$

d=۱۰mm D=۱۶۰mm α=۲۷۵

$d_m=\frac{D+d}{۲}=\frac{۱۶۰+۱۲۰}{۲}=۱۴۰$

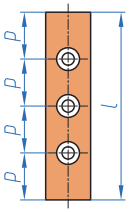
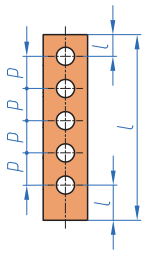
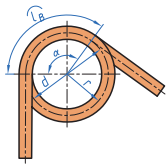
$L=d_m.\pi=۱۴۰\times۳/۱۴=۴۳۹/۶$

قطر متوسط

$d_m=d+s$
$d_m=D-s$

زمانی از این فرمول‌های تقسیمات طولی استفاده می‌شود که بخواهیم روی یک قطعه مانند تسمه سوراخ هایی با فاصله یکسان و یا قطعاتی با فواصل مساوی قرار دهیم به‌طور مثال در ساخت نرده‌های آهنی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

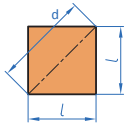
جدول ۵ ـ ۳

تقسیم طول‌ها	
گام طول کل L تعداد سوراخ‌ها n گام p گام = فاصله از مبدأ $P = \frac{L}{n+1}$ مثال: فاصله لبه تا مرکز سوراخ L = p سوراخ n=۲۳ P=? L = ۱/۲m $p = \frac{L}{n+1} = \frac{۱۲۰۰\,mm}{۲۳+۱} = ۵۰mm$	
گام طول کل L تعداد سوراخ‌ها n گام p گام ≠ فاصله از مبدأ $P = \frac{L - ۲ \times l}{n - ۱}$ مثال: L = ۲۰۰۰mm : l = ۱۰۰mm سوراخ n=۲۵ P=? $P = \frac{L - ۲\times l}{n-۱} = \frac{۲۰۰۰mm - ۲\times ۱۰۰mm}{۲۵ - ۱} = ۷۵mm$	
طول کمان طول کمان La زاویه کمان α شعاع r قطر d مثال : فنر بازویی $La = \frac{\pi . r . \alpha}{۱۸۰^\circ}$ $La = \frac{\pi . d . \alpha}{۳۶۰^\circ}$ مثال: L= ? r= ۳۶ mm , α= ۱۲۰ $L = \frac{\pi . r . \alpha}{۱۸۰^\circ} = \frac{۳/۱۴ \times ۳۶ \times ۱۲۰^\circ}{۱۸۰^\circ} = ۷۵/۳۶\,mm$	

جدول ۶ـ۳

جدول محاسبه مساحت سطح گوشه‌دار

مربع



مساحت A قطر a طول ضلع l

$$A = l^2$$

نمونه:

$L = ۵۰mm \quad A = L^2 \; ۵۰^2 = ۲۵۰۰mm^2$

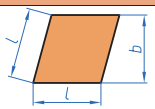
L.B

قطر

$$d = \sqrt{2} \times l$$

$$e = \sqrt{2} \times l = \sqrt{2} \times ۵۰ = ۷۰/۷۱ \; mm$$

لوزی



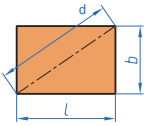
مساحت A ارتفاع b طول ضلع l

$$A = l.b$$

مثال :

$L = ۶۰mm \quad b = ۵۵mm \quad A = ۶۰ \times ۵۵ = ۳۳۰۰ mm^2$

مستطیل



مساحت A عرض b قطر d طول ضلع l

$$A = l.b$$

نمونه:

$b = ۳۵ \; mm \quad l = ۴۵ \; mm \quad A = ?$

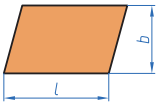
$$A = l.b = ۴۵ \times ۳۵ = ۱۵۷۵ \; mm^2$$

قطر

$$d = \sqrt{l^2 + b^2}$$

$$d = \sqrt{l^2 + b^2} = \sqrt{۲۰۲۵ + ۱۲۲۵} = ۵۷mm$$

متوازی‌الاضلاع



مساحت A ارتفاع b طول قاعده l

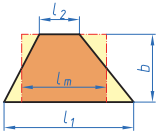
$$A = l.b$$

نمونه:

$b = ۱۰mm \quad l = ۱۵mm \quad A = ?$

$$A = l.b = ۱۵ \times ۱۰ = ۱۵۰ \; mm^2$$

ذوزنقه



مساحت A طول قاعده بزرگ l_1 طول قاعده کوچک l_2

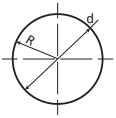
$$A = \frac{l_1 + l_2}{2}.b$$

نمونه:

$l_1 = ۷۰mm \quad l_2 = ۳۰ \; mm \quad b = ۴۰ \; m$

$$A = \frac{l_1 + l_2}{2}.b = \frac{۷۰ + ۳۰}{2} \times ۴۰ = ۲۰۰۰ mm^2$$

دایره



مساحت شعاع r قطر دایره d

$$A = \pi r^2$$

$$A = \frac{\pi . d^2}{4}$$

$$A \cong ۰/۷۸۵ . d^2$$

نمونه:

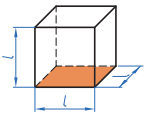
$d = ۴۰mm$

$$A = \pi.r^2 = ۳/۱۴ \times ۴۰۰ = ۱۲۵۶ \; mm^2$$

جدول ۷ـ۳ـ فرمول‌های محاسبه حجم منشورها و هرم‌ها

مکعب مربع. مکعب مستطیل. استوانه. استوانه تو خالی. هرم

مکعب مربع



حجم V طول ضلع l سطح کل جانبی A_0

$$V = l^3$$

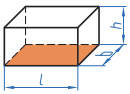
مثال: $l = 65mm \quad v = l^3 = (6.5)^3 = 274/625 cm^3$

سطح کل جانبی:

$$A_0 = 6 \times l^2$$

نمونه: $A_0 = 6.l^2 = 6 \times (6.5)^2 = 253/5 cm^2$

مکعب مستطیل



حجم

$$V = l \times b \times h$$

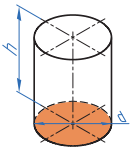
مثال: $h = 30 \quad b = 20 \quad l = 25mm$

$$V = 25 \times 20 \times 30 = 15000\ mm^3$$

سطح کل جانبی:

$$A_0 = 2(l \times b + l \times h + b \times h)$$

استوانه



حجم

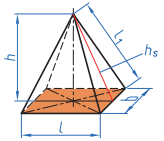
$$V = \frac{\pi.\sigma}{4} \times h$$

مثال: $h = 60\ mm \quad d = 20mm$

$$V = \frac{\pi.d^2}{4} \times h = \frac{3/14 \times 200}{4} \times 60 = 18840\ mm^3$$

$$A_0 = \pi.\sigma.h + 2 \times \frac{\pi.d^2}{4}$$

هرم

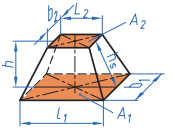
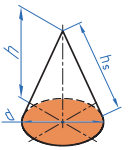
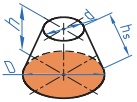
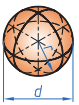


مثال : $l = 25 \quad b = 40 \quad h = 60$

$$v = \frac{l.b.h}{3} = \frac{25 \times 40 \times 60}{3} = 20000 mm^3$$

$$V = \frac{A \times h}{3}$$

جدول ۸ـ۳ محاسبه حجم احجام استاندارد

هرم ناقص، مخروط، مخروط ناقص، کره	
هرم ناقص	
اگر هرم موازی با قاعده‌اش بریده حجم $V = \frac{h}{۳} \times A_۱ + A_۲ + \sqrt{A_۱ \times A_۲}$	
مخروط	
$V = \frac{\pi d^۲ h}{۱۲}$	
مخروط ناقص	
حجم $V = \frac{\pi . h}{۱۲} (D^۲ + d^۲ + D \times d)$	
کره	
قطر کره d حجم V مساحت $A_۰$ $V = \frac{\pi d^۳}{۶}$ $V = \pi d^۳$	

برای ورق‌ها متداول است که از جرم سطحی آنها استفاده شود. پس جرم یک متر مربع آنها در جدول داده می‌شود. در این‌صورت کافی است، مساحت ورق در جرم سطحی ضرب شود تا جرم کل به‌دست آید. این جرم را با توجه به حجم ورق و جرم حجمی نیز می‌توان به‌دست آورد (طبق فرمول m=p.v)

جدول ۹ـ۳

سرعت براده برداری

سرعت براده برداری

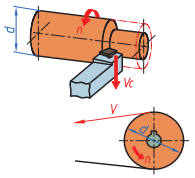
$$V = \frac{\pi.d.n}{۱۰۰۰}$$

نمونه:

V سرعت براده برداری n دور d قطر

V =؟ $d = ۳۰mm$ $n = ۱۰۰۰$ r.p.m

$$V = \frac{\pi.d.n}{۱۰۰۰} = \frac{\pi.۳۰.۱۰۰۰}{۱۰۰۰} = ۹۴.۲ \frac{m}{min}$$



جدول ۱۰ـ۳

سیستم انتقال قدرت

سیستم انتقال قدرت چرخ دنده‌ای

فرمول انتقال

$$n_۱.z_۱ = n_۲.z_۲$$

نسبت انتقال

$$i = \frac{z_۲}{z_۱} = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{n_a}{n_\partial}$$

نسبت انتقال کلی

$$i = \frac{z_۲.z_۴.z_۶ \ldots}{z_۱.z_۳.z_۵ \ldots}$$

$$i = i_۱.i_۲.i_۳ \ldots$$

چرخ دنده محرک: تعداد دندانه $z_۱.z_۳.z_{۵\ldots}$ ؛ دور $n_۱.n_۳.n_۵ \ldots$

چرخ دنده متحرک: تعداد دندانه $z_۲.z_۴.z_۶ \ldots$ ؛ دور $n_۲.n_۴.n_۶ \ldots$

n_a دور اولین چرخ دنده

n_∂ دور آخرین چرخ دند

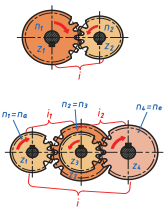
i نسبت انتقال کل

$i_۱.i_۲.i_۳ \ldots$ نسبت انتقال تکی

مثال : $i = ۰.۴$ $n_۱ = ۱۸۰$ rpm $z_۲ = ۲۴$ $n_۲ =$؟ $z_۱ =$ ؟

$$n_۲ = \frac{n_۱}{i} = \frac{۱۸۰}{۰.۴} = ۴۵۰/\text{rpm}$$

$$z_۱ = \frac{n_۲.z_۲}{n_۱} = \frac{۴۵۰/۲۴}{۱۸۰} = ۶۰$$



جدول ۱۱ـ۳

سیستم انتقال قدرت تسمه‌ای

سرعت

$$V = V_۱ = V_۲$$

فرمول انتقال

$$n_۱.d_۱ = n_۲.d_۲$$

نسبت انتقال

$$i = \frac{d_۲}{d_۱} = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{n_a}{n_\partial}$$

نسبت انتقال کلی

$$i = \frac{d_۲.d_۴.d \ldots}{d.d_۳.d_۵ \ldots}$$

$$i = i_۱.i_۲.i_۳ \ldots$$

پولی فلکه محرک: تعداد دندانه $d_۱.d_۳.d_{۵\ldots}$ ؛ دور $n_۱.n_۳.n_۵ \ldots$

پولی فلکه متحرک: تعداد دندانه $d_۲.d_۴.d_۶ \ldots$ ؛ دور $n_۲.n_۴.n_۶ \ldots$

n_a دور اولین پولی

n_∂ دور آخرین پولی

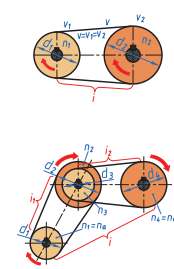
i نسبت انتقال کل

$i_۱.i_۲.i_۳ \ldots$ نسبت انتقال تکی

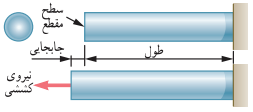
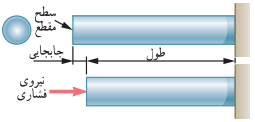
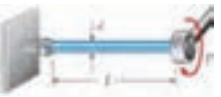
$V_۱, V_۲, V_۳$ سرعت محیطی

مثال: $d_۱ = ۲۴۰mm$ $n_۲ = \frac{۴۰۰}{\min} n_۱ = ۶۰۰\min$ $d_۲ = ۰.۴$ ؟

$$i = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{۶۰۰min}{۴۰۰min} = \frac{۱۵}{۱} = ۱.۵ \qquad d_۲ = \frac{n_۱.d_۱}{n_۲} = \frac{۶۰۰/min.۲۴mm}{۴۰۰/min} = ۳۶۰\text{mm}$$



جدول ۱۲ـ۳ـ مقاومت قطعات در بارگذاری‌های مختلف

نوع بارگذاری	تنش در قطعه	تنش در قطعه	حداکثر جا به جایی در قطعه
کششی		= تنش کششی در بارگذاری کششی نیروی کششی / سطح مقطع	حداکثر جابه‌جایی در بارگذاری کششی = نیرو × طول / سفتی جنس × سطح مقطع
فشاری		= تنش فشاری در بارگذاری فشاری نیروی فشاری / سطح مقطع	حداکثر جابه‌جایی در بارگذاری فشاری = نیرو × طول / سفتی جنس × سطح مقطع
برشی		= تنش برشی در بارگذاری برشی نیروی برشی / سطح مقطع	---
خمشی		= حداکثر تنش قطعه بارگذاری خمش طول × نیرو / ممان اینرسی × ضریب	= حداکثر جابه‌جایی در خمش نیرو × طول^3 / سفتی جنس × ممان اینرسی × ضریب
پیچشی		= حداکثر تنش قطعه هنگام پیچش گشتاور پیچشی / ممان اینرسی قطبی × ضریب	= حداکثر جابه‌جایی زاویه در پیچش طول × گشتاور پیچشی / سفتی برشی جنس × ممان اینرسی قطبی × ضریب
مقایسه استحکام و سفتی مواد مختلف معمولی		**استحکام فولاد > استحکام مس > استحکام آلومینیم**	**سفتی فولاد >سفتی مس > سفتی آلومینیم**
به چه شرطی مقاومت قطعه بالا می رود:		استحکام قطعه زمانی بالا می رود که: **۱-** استحکام جنس قطعه بیشتر باشد. **۲-** در برابر نیروی یکسان تنش در قطعه کمتر باشد.	سفتی قطعه زمانی بالا می رود که: **۱-** سفتی جنس قطعه بیشتر باشد. **۲-** در برابر نیروی یکسان جابه‌جایی در قطعه کمتر باشد .
ممان اینرسی سطح مقطع حول محور افقی به ترتیب، شکل الف از همه بیشتر است.			