

فصل ۳

محاسبات کاربردی

کمیت‌های اصلی سیستم SI

جدول ۱-۳- 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)

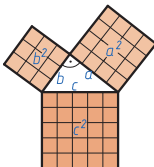
برای نشان دادن اجزا و اضعاف متر، از پیشوندهای جدول ۲-۳ استفاده می‌شود که پیشوندها در جلوی یکای اصلی قرار می‌گیرند.

جدول ۲-۳- توان‌های عدد

نام	توان	نشانه	عدد
یوفتامتر	10^{24}	Y	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
زتامتر	10^{21}	Z	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
اکسامتر	10^{18}	E	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
پتا	10^{15}	P	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
ترامتر	10^{12}	T	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
گیگامتر	10^9	G	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
مگامتر	10^6	M	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
کیلومتر	10^3	k	۱۰۰۰
هکتومتر	10^2	h	۱۰۰
دکامتر	10^1	da	۱۰
متر	10^0	m	۱
دسی متر	10^{-1}	d	۰/۱
سانتی متر	10^{-2}	c	۰/۰۱
میلی متر	10^{-3}	m	۰/۰۰۱
میکرومتر	10^{-6}	μ	۰/۰۰۰۰۰۱
نانومتر	10^{-9}	n	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱
آنگستروم	10^{-10}	A	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱
پیکومتر	10^{-12}	P	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
فمتومتر	10^{-15}	f	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
آتومتر	10^{-18}	a	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
زیپومتر	10^{-21}	Z	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
یوکتومتر	10^{-24}	y	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱

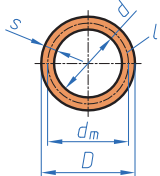
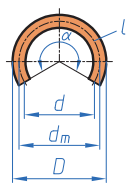
در این بخش نمادهای ریاضی و فرمول‌ها و همچنین نیازمندی‌های محاسباتی رشته ماشین ابزار طبقه‌بندی شده است.

جدول ۳-۳

	a	ضلع مجاور زاویه قائمه	قضیه فیثاغورس $c^2 = a^2 + b^2$
	b	ضلع مجاور به زاویه قائمه	
	c	وتر	نمونه ۱:
		$c = 25\text{mm}$ $a = 20\text{mm}$ $b = ?$	$c = \sqrt{a^2 + b^2}$
		$b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(25\text{mm})^2 - (20\text{mm})^2} = 15\text{mm}$	نمونه ۲:
		$a = 20\text{mm}$ $b = 25\text{mm}$ $c = ?$	$c = \sqrt{a^2 + b^2}$
		$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(20\text{mm})^2 + (25\text{mm})^2} = 32\text{mm}$	

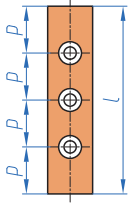
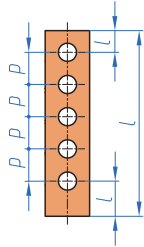
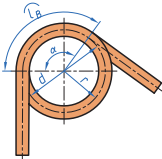
محاسبات مربوط به طول گسترده زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم از میلگردها و یا تسمه‌ها قطعاتی با روش خم کاری بسازیم.

جدول ۳-۴

طول‌های گسترده			
	D	قطر خارجی	طول گسترده حلقه دایروی
	d	قطر داخلی	$L = \pi \cdot d_m$
	d_m	قطر متوسط	طول گسترده برش حلقه دایروی
	s	ضخامت	$L = \frac{d_m \cdot \pi}{360^\circ}$
	L	طول گسترده	
		زاویه کمان	$d = 10\text{mm}$ $D = 160\text{mm}$ $\alpha = 275^\circ$
			$d_m = \frac{D+d}{2} = \frac{160+10}{2} = 140$
			$L = d_m \cdot \pi \cdot \alpha / 360 = 140 \times \pi \cdot 275 / 360 = 439/6$
			قطر متوسط
			$d_m = d + s$
			$d_m = D - s$

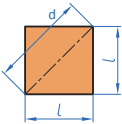
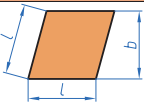
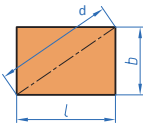
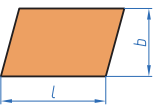
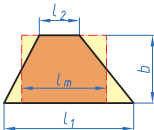
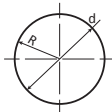
زمانی از این فرمول‌های تقسیمات طولی استفاده می‌شود که خواهیم روی یک قطعه مانند تسمه سوراخ‌هایی با فاصله یکسان و یا قطعاتی با فواصل مساوی قرار دهیم به‌طور مثال در ساخت نرده‌های آهنی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۵-۳

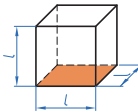
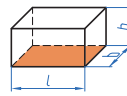
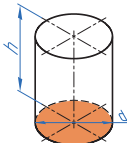
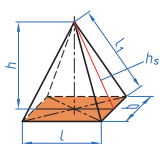
تقسیم طول‌ها	
	<p>گام طول کل L تعداد سوراخ‌ها n گام p = فاصله از مبدأ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $p = \frac{L}{n+1}$ </div> <p>مثال: فاصله لبه تا مرکز سوراخ L n=۲۳ سوراخ P=? L = ۱/۲m</p> $p = \frac{L}{n+1} = \frac{1200\text{ mm}}{23+1} = 50\text{ mm}$
	<p>گام طول کل L تعداد سوراخ‌ها n گام p = فاصله از مبدأ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $p = \frac{L - 2 \times l}{n - 1}$ </div> <p>مثال: L = ۲۰۰۰ mm : l = ۱۰۰ mm n=۲۵ سوراخ P=?</p> $p = \frac{L - 2 \times l}{n - 1} = \frac{2000\text{ mm} - 2 \times 100\text{ mm}}{25 - 1} = 75\text{ mm}$
	<p>طول کمان شعاع r زاویه کمان alpha قطر d</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $L\alpha = \frac{.r.\alpha}{180^\circ}$ $L\alpha = \frac{.d.\alpha}{360^\circ}$ </div> <p>مثال: alpha = ۱۲۰° , r = ۳۶ mm a=? L</p> $L = \frac{.r.\alpha}{180^\circ} = \frac{36 \times 120}{180} = 75.26\text{ mm}$

جدول ۳-۶

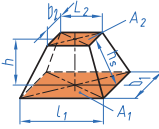
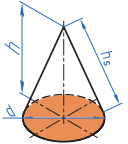
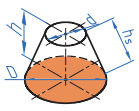
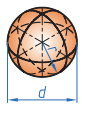
جدول محاسبه مساحت سطح گوشه‌دار

مربع	
	<p>مساحت A قطر a طول ضلع l</p> <p>مساحت</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$A = l^2$</div> <p>نمونه:</p> <p>قطر</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$d = \sqrt{2} \times l$</div> <p>$L = 50\text{mm}$ $A = L^2 \cdot 50^2 = 2500\text{mm}^2$ L.B</p> <p>$e = \sqrt{2} \times l = \sqrt{2} \times 50 = 70.71\text{mm}$</p>
لوزی	
	<p>مساحت A ارتفاع b طول ضلع l</p> <p>مساحت</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$A = l \cdot b$</div> <p>مثال:</p> <p>$L = 60\text{mm}$ $b = 55\text{mm}$ $A = 60 \times 55 = 3300\text{mm}^2$</p>
مستطیل	
	<p>مساحت A عرض b قطر d طول ضلع l</p> <p>مساحت</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$A = l \cdot b$</div> <p>نمونه:</p> <p>قطر</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$d = \sqrt{l^2 + b^2}$</div> <p>$b = 35\text{mm}$ $l = 45\text{mm}$ $A = ?$</p> <p>$A = l \cdot b = 45 \times 35 = 1575\text{mm}^2$</p> <p>$d = \sqrt{l^2 + b^2} = \sqrt{2025 + 1225} = 57\text{mm}$</p>
متوازی‌الاضلاع	
	<p>مساحت A ارتفاع b طول قاعده l</p> <p>مساحت</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$A = l \cdot b$</div> <p>نمونه:</p> <p>$b = 10\text{mm}$ $l = 15\text{mm}$ $A = ?$</p> <p>$A = l \cdot b = 15 \times 10 = 150\text{mm}^2$</p>
دورنقه	
	<p>مساحت A طول قاعده بزرگ l_1 طول قاعده کوچک l_2 ارتفاع b</p> <p>مساحت</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$</div> <p>نمونه:</p> <p>$l_1 = 70\text{mm}$ $l_2 = 30\text{mm}$ $b = 40\text{mm}$</p> <p>$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b = \frac{70 + 30}{2} \times 40 = 2000\text{mm}^2$</p>
دایره	
	<p>مساحت شعاع r قطر دایره d</p> <p>مساحت</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$A = \pi r^2$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$A \approx 0.785 \cdot d^2$</div> <p>نمونه:</p> <p>$d = 40\text{mm}$</p> <p>$A = \pi \cdot r^2 = 3.14 \times 400 = 1256\text{mm}^2$</p>

جدول ۷-۳- فرمول های محاسبه حجم منشورها و هرم ها

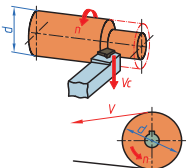
مکعب مربع، مکعب مستطیل، استوانه، استوانه تو خالی، هرم		
مکعب مربع		
	<p>حجم $V = l^3$</p> <p>مثال: $l = 6.5 \text{ mm} \quad v = l^3 = (6.5)^3 = 274.625 \text{ cm}^3$</p> <p>سطح کل جانبی: $A_0 = 6 \times l^2$</p> <p>نمونه: $A_0 = 6 \cdot l^2 = 6 \times (6.5)^2 = 253.5 \text{ cm}^2$</p>	
	مکعب مستطیل	
		<p>حجم $V = l \times b \times h$</p> <p>مثال: $h = 30$</p> <p>$l = 25 \text{ mm} \quad b = 20$</p> <p>$V = 25 \times 20 \times 30 = 15000 \text{ mm}^3$</p> <p>سطح کل جانبی: $A_0 = 2(l \times b + l \times h + b \times h)$</p>
		استوانه
		<p>حجم $V = \frac{\pi \cdot \sigma}{4} \times h$</p> <p>مثال: $h = 60 \text{ mm} \quad d = 20 \text{ mm}$</p> <p>$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times h = \frac{3.14 \times 20^2}{4} \times 60 = 18840 \text{ mm}^3$</p> <p>$A_0 = \pi \cdot \sigma \cdot h + 2 \times \frac{\pi \cdot d^2}{4}$</p>
		هرم
		<p>مثال: $l = 25 \quad b = 40 \quad h = 60$</p> <p>$v = \frac{l \cdot b \cdot h}{3} = \frac{25 \times 40 \times 60}{3} = 20000 \text{ mm}^3$</p> <p>$V = \frac{A \times h}{3}$</p>

جدول ۸-۳ محاسبه حجم اجسام استاندارد

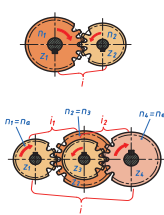
هرم ناقص، مخروط ناقص، کره	
هرم ناقص	
	<p>اگر هرم موازی با قاعده‌اش بریده حجم</p> $V = \frac{h}{3} \times A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2}$
مخروط	
	$V = \frac{\pi r^2 h}{3}$
مخروط ناقص	
	<p>حجم</p> $V = \frac{\pi \cdot h}{12} (D^2 + d^2 + D \times d)$
کره	
	<p>قطر کره d حجم V مساحت A_o</p> $V = \frac{\pi d^3}{6}$ $V = \pi d^2 r$

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

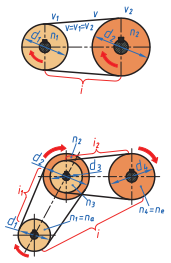
جدول ۹-۳

سرعت براده برداری	
	<p>سرعت براده برداری $V = ?$ $d = 30\text{ mm}$ $n = 1000\text{ r.p.m}$</p> $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 1000}{1000} = 94.2 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ <p>نمونه:</p>

جدول ۱۰-۳

سیستم انتقال قدرت			
سیستم انتقال قدرت چرخ دنده‌ای			
	<p>چرخ دنده } تعداد دندانه Z_1, Z_2, Z_3, \dots</p> <p>محرک } دور n_1, n_2, n_3, \dots</p> <p>چرخ دنده } تعداد دندانه Z_2, Z_4, Z_6, \dots</p> <p>متحرک } دور n_2, n_4, n_6, \dots</p> <p>دور اولین چرخ دنده n_a</p> <p>دور آخرین چرخ دنده n_θ</p> <p>نسبت انتقال کل i</p> <p>نسبت انتقال تکی i_1, i_2, i_3, \dots</p>	<p>فرمول انتقال $n_1 \cdot Z_1 = n_2 \cdot Z_2$</p> <p>نسبت انتقال $i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_a}{n_\theta}$</p> <p>نسبت انتقال کلی $i = \frac{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6 \dots}{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5 \dots}$</p> <p>$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots$</p>	
	<p>مثال: $Z_1 = ?$ $n_2 = ?$ $Z_2 = 24$ $n_1 = 180\text{ rpm}$ $i = 0.4$</p>	<p>$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{180}{0.4} = 450\text{ rpm}$</p> <p>$Z_1 = \frac{n_2 \cdot Z_2}{n_1} = \frac{450 \cdot 24}{180} = 60$</p>	

جدول ۱۱-۳

سیستم انتقال قدرت تسمه‌ای			
	<p>پولی فلکه } تعداد دندانه d_1, d_2, d_3, \dots</p> <p>محرک } دور n_1, n_2, n_3, \dots</p> <p>پولی فلکه } تعداد دندانه d_2, d_4, d_6, \dots</p> <p>متحرک } دور n_2, n_4, n_6, \dots</p> <p>دور اولین پولی n_a</p> <p>دور آخرین پولی n_θ</p> <p>نسبت انتقال کل i</p> <p>نسبت انتقال تکی i_1, i_2, i_3, \dots</p> <p>سرعت محیطی V_1, V_2, V_3</p>	<p>سرعت $V = V_1 = V_2$</p> <p>فرمول انتقال $n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$</p> <p>نسبت انتقال $i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_a}{n_\theta}$</p> <p>نسبت انتقال کلی $i = \frac{d_2 \cdot d_4 \cdot d_6 \dots}{d_1 \cdot d_3 \cdot d_5 \dots}$</p> <p>$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots$</p>	
	<p>مثال: $d_1 = 240\text{ mm}$ $n_2 = \frac{400}{\text{min}}$ $n_1 = 600\text{ min}$ $d_2 = 0.4$</p>	<p>$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2} = \frac{600 \cdot 240}{0.4} = 360\text{ min}$</p>	

جدول ۱۲-۳- مقاومت قطعات در بارگذاری های مختلف

نوع بارگذاری	تنش در قطعه	تنش در قطعه	حداکثر جا به جایی در قطعه
کششی	$= \frac{\text{نیروی کششی}}{\text{سطح مقطع}}$ تنش کششی در بارگذاری کششی		حداکثر جابه جایی در بارگذاری کششی $= \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع}}$
			فشاری $= \frac{\text{نیروی فشاری}}{\text{سطح مقطع}}$ تنش فشاری در بارگذاری فشاری
برشی	$= \frac{\text{نیروی برشی}}{\text{سطح مقطع}}$ تنش برشی در بارگذاری برشی		---
خمشی	$\frac{\text{طول} \times \text{نیرو}}{\text{ممان اینرسی}}$ حداکثر تنش قطعه بارگذاری خمشی		$= \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}^3}{\text{سفتی جنس} \times \text{ممان اینرسی}}$ حداکثر جابه جایی در خمش
پیچشی	$\frac{\text{ممان اینرسی قطبی}}{\text{گشتاور پیچشی}}$ حداکثر تنش قطعه هنگام پیچش		$= \frac{\text{طول} \times \text{گشتاور پیچشی}}{\text{سفتی برشی جنس} \times \text{ممان اینرسی قطبی}}$ حداکثر جابه جایی زاویه در پیچش
مقایسه استحکام و سفتی مواد مختلف معمولی		استحکام فولاد < استحکام مس < استحکام آلومینیم	
به چه شرطی مقاومت قطعه بالا می رود:		۱- استحکام جنس قطعه زمانی بالا می رود که: 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 جابه جایی در قطعه کمتر باشد.		سفتی فولاد < سفتی مس < سفتی آلومینیم	
		ممان اینرسی سطح مقطع حول محور افقی به ترتیب، شکل الف از همه بیشتر است.	