فصل ۳

کمیت‌ها، محاسبات فنی

کمیت‌های اصلی سیستم SI

جدول ۱ـ۳ کمیت‌های اصلی در سیستم SI

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

پیشوندهای یکاهای SI (ضرایب)

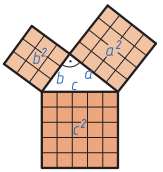
برای نشان دادن اجزاء و اضعاف متر، از پیشوندهای جدول ۲ـ۳ استفاده می‌شود که پیشوندها در جلوی یکای اصلی قرار می‌گیرند.

جدول ۲ـ۳ پیشوندهای یکاهای سیستم SI

نماد	پیشوند	ضریب
T	ترا	$۱۰^{۱۹}$_۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
G	گیگا	$۱۰^{۱۹}$_۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
M	مگا	$۱۰^{۹}$_۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
K	کیلو	$۱۰^{۲}$_۰۰۰۰۰۰۰
h	هکتو	$۱۰^{۳}$_۰۰۰۰
da	دکا	$۱۰^{۲}$_۱۰
d	دسی	$۱۰^{-۱}$_۰/۱
c	سانتی	$۱۰^{-۲}$_۰/۰۱
m	میلی	$۱۰^{-۳}$_۰/۰۰۱
л	میکرو	$۱۰^{-۳}$_۰/۰۰۰۰۰۱
n	نانو	$۱۰^{-۹}$_۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
p	پیکو	$۱۰^{-۱۲}$_۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
f	فمنو	$۱۰^{-۱۵}$_۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱
a	آنو	$۱۰^{-۱۸}$_۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱

در این بخش نمادهای ریاضی و فرمول‌ها و همچنین نیازمندی‌های محاسباتی رشته ماشین ابزار برای استفاده هنرجویان به صورت موضوعی طبقه‌بندی شده است.

جدول ۳ـ۳



a ضلع مجاور زاویه قائمه

b ضلع مجاور به زاویه قائمه

c وتر

قانون فیثاغورس

$c^2=a^2+b^2$

مثال ۱:

c=۲۵mm a= ۲۹mm b=?

$c=\sqrt{a^2+b^2}$

$b=\sqrt{c^2-a^2}=\sqrt{(۲۵mm)^2-(۲۰mm)^2}$=۱۵mm

مثال ۲:

a=۲۰mm b= ۲۵mm c=?

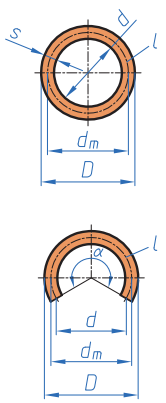
$c=\sqrt{a^2+b^2}$

$c=\sqrt{a^2+b^2}=\sqrt{(۲۰mm)^2+(۲۵mm)^2}$=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 . Л = ۱۴۰ × ۳ /۱۴ = ۴۳۹/ ۶

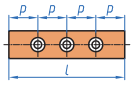
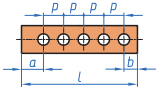
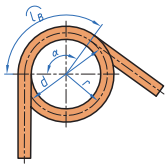
قطر متوسط

$d_m=D-S$

$d_m=D+S$

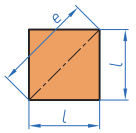
زمانی از این فرمول‌های تقسیمات طولی استفاده می‌شود که بخواهیم روی یک قطعه مانند تسمه سوراخ هایی با فاصله یکسان و یا قطعاتی با فواصل مساوی قرار دهیم به‌طور مثال در ساخت نرده‌های آهنی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد

جدول ۵ـ۳

تقسیم طول‌ها	
گام طول کل l تعداد سوراخ‌ها n گام p گام = فاصله از مبدأ $P=\frac{l}{n+1}$ مثال: مثال: فاصله لبه تا مرکز سوراخ l = p l n=۲۳ سوراخ P=? ۱۲m $p=\frac{l}{n+1}=\frac{۱۲۰۰mm}{۲۳+1}=۵۰mm$	
گام طول کل l تعداد سوراخ‌ها n گام p گام ≠ فاصله از مبدأ $P=\frac{l-۲\times۱}{n-۱}$ مثال: l= ۲۰۰۰mm : l = ۱۰۰mm n=۲۵ سوراخ P=? $P=\frac{l-۲\times۱}{n-۱}=\frac{۲۰۰۰mm-۲\times۱۰۰mm}{۲۵-۱}=۷۵mm$	
طول کمان طول کمان l_a زاویه کمان α مثال : فنر بازویی شعاع r قطر d $l_a=\frac{\pi.r.\alpha}{۱۸۰^\circ}$ $l_a=\frac{\pi.d.\alpha}{۳۶۰^\circ}$ مثال: r= ۳۶mm , α= ۱۲۰ l = ? a= $l_a=\frac{\pi.r.\alpha}{۱۸۰^\circ}=\frac{\pi.۳۶mm.۱۲۰^\circ}{۱۸۰^\circ}=۷۵,mm$	

جدول ۶ـ۳

مربع



l طول ضلع a قطر A مساحت

مساحت

$A = l^۲$

مثال :

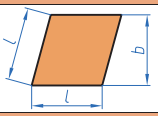
$l = ۵۰mm \quad A = l^۲ = ۵۰^۲ = ۲۵۰۰mm^۲$

قطر

$e = \sqrt{۲} - l$

$e = \sqrt{۲} \times l = \sqrt{۲} \times ۵۰ = ۷۰/۷۱$

لوزی



l طول ضلع b ارتفاع A مساحت

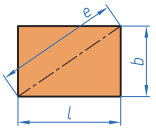
مساحت

$A = l^۲$

مثال :

$l = ۶۰mm \quad b = ۵۵mm \quad A = ۶۰ \times ۵۵ = ۳۳۰۰mm^۲$

مستطیل



l طول ضلع a قطر b عرض A مساحت

مساحت

$A = l.b$

مثال :

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

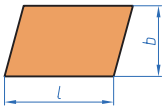
$A = l.b = ۴۵ \times ۳۵ = ۱۵۷۵\ m^۲$

قطر

$e = \sqrt{l^۲ + b^۲}$

$e = \sqrt{l^۲ + b^۲} = \sqrt{۲۰۲۵ + ۱۲۲۵} = ۵۷mm$

متوازی‌الاضلاع



l طول قاعده b ارتفاع A مساحت

مساحت

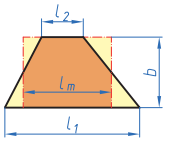
$A = l.b$

مثال :

$b = ۱۰mm \quad l = ۱۵mm \quad A = ?$

$A = l.b = ۱۵ \times ۱۰ = ۱۵۰\ m^۲$

ذوزنقه



$l_۲$ طول قاعده کوچک $l_۱$ طول قاعده بزرگ A مساحت

l_m طول متوسط قاعده

مساحت

$A = \frac{l_۱ + l_۲}{۲}.b$

مثال :

$l_۱ = ۷۰mm \quad l_۲ = ۳۰\ mm \quad b = ۴۰\ m$

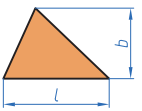
$A = \frac{l_۱ + l_۲}{۲}.b = \frac{۷۰+۳۰}{۲} \times ۴۰ = ۲۰۰۰mm^۲$

$\sqrt{l^۲ + b^۲} = \sqrt{۲۰۲۵ + ۱۲۲۵} = ۵۷mm$

طول متوسط

$l_m = \frac{l_۱ + l_۲}{۲}$

مثلث



b قطر دایره r شعاع

مساحت

$A = \pi r^۲$

$A = \frac{\pi . d^۲}{r}$

$A \cong ۰/۷۸۵ . d^۲$

مثال :

d=۱۰mm

$A = \pi r^۲ = \frac{۳}{۱۴} \times ۳۵^۲ = ۳۸۴۶/۵mm^۲$

:

جدول ۷ـ۳ـ محاسبه مساحت سطوح قوس‌دار

قطاع دایره . برش دایره . حلقه دایروی

قطاع دایره

مساحت A — طول وتر l
قطر d — شعاع r
طول کمان l_a — زاویه کمان α

مساحت

$$A = \frac{\pi . d^2}{4} . \frac{\alpha}{360^\circ}$$

$$A = \frac{l_e . r}{2}$$

$$\alpha = \frac{60^\circ . l_a}{r}$$ مثال: $d = 50m$

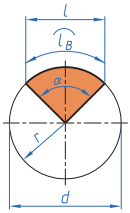
طول وتر

$$l = 2 . r \sin\frac{\alpha}{2}$$

$$A = \frac{\pi . d^2}{4} . \frac{\alpha}{360^\circ} = 3/14$$

طول کمان

$$l_a = \frac{\pi . r . \alpha}{180^\circ}$$



برش دایره

مساحت A — پهنای برش b
قطر d — شعاع r
طول کمان l_a — زاویه کمان α
طول وتر l

مساحت

$$A = \frac{\pi . d^2}{4} . \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{l . (r - b)}{2}$$

$$A = \frac{l_e . r - l(r - b)}{2}$$

مثال: $d = 40m \quad 60^\circ . l = 2 . r . sin\alpha = \frac{\alpha}{2}$

$$l = 2 \times 20 \times \frac{1}{2} = 20mm$$

$$b = \frac{1}{2} . \tan\frac{\alpha}{2} = \frac{20}{2} \times 0/577$$

b=5/77 m

$$A = \frac{\pi . d^2}{4} . \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{l . (r - b)}{2}$$

$$A = \left(\frac{3/14 \times (40)^2}{4}\right) \times \frac{60}{36} - \frac{20(20 - \frac{5}{77})}{2} = 195/1\ mm^2$$

طول وتر

$$l = 2 . r \sin\frac{\alpha}{2}$$

$$l = 2 . \sqrt{b . (2 . r - b)}$$

پهنای برش

$$b = \frac{1}{2} . \tan\frac{\alpha}{2}$$

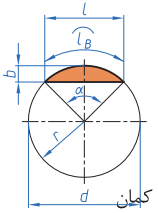
$$b = r - \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}$$

طول کمان

$$l_a = \frac{\pi . r . \alpha}{180^\circ}$$

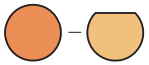
شعاع

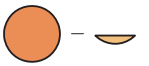
$$r = \frac{b}{2} + \frac{l^2}{8 . b}$$



طول کمان

شعاع =





حلقه دایروی

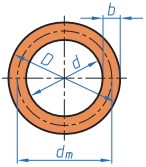
مساحت A — پهنای حلقه b
قطر متوسط d_m — قطر خارجی D
قطر داخلی d

مساحت

$$A = \pi . d_m . b$$

$$A = \frac{\pi}{4} . (D^2 - d^2)$$

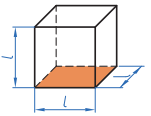
$$l_a = \frac{\pi . r . \alpha}{180^\circ}$$



جدول ۸ـ۳ـ فرمول‌های محاسبه حجم منشورها و هرم‌ها

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

مکعب مربع



حجم v طول ضلع l مساحت A_0

حجم

$$v = l^3$$

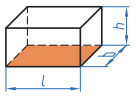
مثال: $l = 6.5mm \quad v = l^3 = (6.5)^3 = 274/625cm^3$

مساحت

$$A_0 = 6.l^2$$

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

مکعب مستطیل



حجم v ارتفاع h قطر σ

مساحت A_0 طول ضلع l

حجم

$$V = l.b.h$$

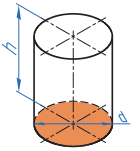
مثال: $h =$ ۳۰ $b = 20$ $l = 25mm$

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

مساحت

$$A_0 = 2.(l.b + l.h + b.h)$$

استوانه



حجم v ارتفاع h عرض b

مساحت A_0 مساحت پیرامون A_u

حجم

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

مثال: $h=60$ $d=20m$

مساحت

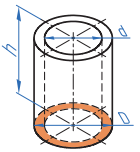
$$V = \frac{\pi.\sigma}{4}.h = \frac{3/14 \times 400}{4} \times 60 = 18840\ mm^3$$

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

مساحت پیرامون

$$A_u = \pi.d.h$$

استوانه تو خالی



حجم v قطر D, d

مساحت A_0 ارتفاع h

حجم

$$V = \frac{\pi.h}{4}.(D^2 - d^2)$$

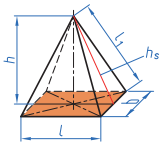
مثال: $h=60m$ $d=20m$ $D=60m$

مساحت

$$V = \frac{\pi.h}{4}.(D^2 - d^2) = \frac{\frac{3}{14} \times 6}{4}(3.6 - 4) = 150/72cm^3$$

$$A_0 = \pi.(D + d).\left[\frac{10}{2}(D - .d) + h\right]$$

هرم



حجم v ارتفاع h طول قاعده l

طول یال l_1 ارتفاع وجه h_0

حجم

$$v = \frac{l.b.h}{3}$$

طول یال

$$l_1 = \sqrt{h_0 + \frac{b^2}{4}}$$

ارتفاع وجه

$$h_0 = \sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}$$

$$v = \frac{A.h}{3}$$

عرض قاعده b حجم v

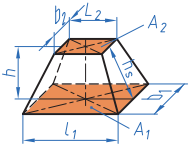
مثال: $l = 25 \quad b = 40 \quad h = 60$

$$v = \frac{l.b.h}{3} = \frac{2.5 \times 40 \times 60}{3} = 2000mm^3$$

جدول ۹ـ۳ محاسبه حجم احجام استاندارد

هرم ناقص. مخروط. مخروط ناقص. کره

هرم ناقص



حجم

$$V = \frac{h}{۳}.(A_۱ + A_۲ + \sqrt{A_۱^{۲}.A_۲^{۲}})$$

عرض قاعده $b_۱:b_۲$ طول قاعده $l_۱ : l_۲$

حجم v مساحت قاعده پایین $A_۱$

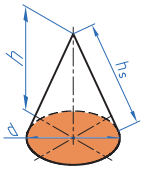
ارتفاع وجه $h_۰$ ارتفاع h

مساحت قاعده بالا $A_۲$

ارتفاع وجه

$$h_۰ = \sqrt{h^{۲} + \left(\frac{l_۱ - l_۲}{۲}\right)^{۲}}$$

مخروط



حجم

$$V = \frac{\pi.d^{۲}}{۴}.\frac{h}{۳}$$

حجم v قطر قاعده σ

طول یال $h_۲$ مساحت پیرامون A_U

ارتفاع h

مثال: $d = ۵۰m \quad h = ۶۰$

$$V = \frac{\pi.d^{۲}}{۴}.\frac{h}{۳} = \frac{۳/۱۴\times۵۰}{۴} \times \frac{۶}{۳}$$

$$V = ۳۹/۲۵cm^{۳}$$

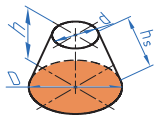
مساحت پیرامون

$$A_u = (\pi.d.h_۲)/۲$$

طول یال

$$h_۲ = \sqrt{\frac{\sigma^{۲}}{۴} + h^{۲}}$$

مخروط ناقص



حجم

$$V = \frac{\pi.h}{۴}.(D^{۲} + d^{۲} + D.d)$$

قطرکوچک(قطر قاعده بالا) σ حجم v

مساحت پیرامون A_U طول یال $h_۲$

ارتفاع مخروط h قطر قاعده D

مساحت پیرامون

$$A_u = (\pi.h_۲)/۲(D + d)$$

طول یال

$$h_۲ = \sqrt{h^{۲} + \left(\frac{D - d}{۲}\right)^{۲}}$$

کره

حجم

$$V = (\pi.d^{۳})/۶$$

قطر کره d حجم V مساحت $A_۰$

مثال : $d = ۶۰$

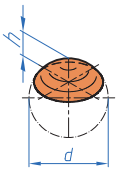
$$V = \frac{\pi.d^{۳}}{۶} = \frac{۳/۱۴ \times ۶۰^{۳}}{۶} = ۱۱۳/۰۴cm^{۳}$$

مساحت

$$A_۰ = \pi.d^{۲}$$

$$A_۰ = \pi.(D + d).\left\lfloor\frac{۱۰}{۲}\ (D - .d) + h\right\rfloor$$

عرق چین برش وتری کره



حجم

$$V = \pi.h^{۲}.\left(\frac{d}{۲} - \frac{h}{۳}\right)$$

قطر کره d حجم V ارتفاع h

مساحت پیرامون A_u مساحت $A_۰$

مساحت

$$A_۰ = \pi.(۲.d - h)$$

مساحت پیرامون

$$A_u = \pi.d.h$$

جدول ۱۰ـ۳

حجم قطعات مرکب

حجم کل

$$V = V_1 + V_2 + \cdots - V_{۳-V_۴}$$

حجم کل V حجم اجزاء v_1, v_2

مثال پوسته مخروطی:

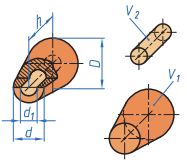
$D = ۴۲mm \quad d = ۲۶mm \quad ; d = ۱۶mm \quad h = ۴۵mm \quad V = ?$

$$V_1 = \frac{\pi . h}{۱۲} . (D^۲ + d^۲ + D . d)$$

$$= \frac{\pi . ۴۵mm}{۱۲} . (۴۲^۲ + ۲۶^۲ + ۴۲.۲۶)mm^۲ = ۴۱۶۱۰mm^۳$$

$$V_۲ = \frac{\pi . d_1^۲}{۴} . h = \frac{\pi . ۱۶^۲ mm^۲}{۴} . ۴۵mm = ۹۰۴۸mm^۳$$

$$V = V_1 - V_۲ = ۴۱۶۱۰mm^۳ - ۹۰۴۸mm^۳ = ۳۲۵۶۲mm^۳$$



زمانی که بخواهیم از جرم قطعاتی مانند میل گردها، پروفیل‌ها و... که دارای مقطع یکنواخت هستند را محاسبه کنیم بهتر است مقدار جرم طولی را از جدول استخراج نموده در فرمول قرار داد.

جدول ۱۱ـ۳

محاسبه هرم

جرم کلی هرم

جرم

$$m = V . \sigma$$

جرم m جرم مخصوص σ

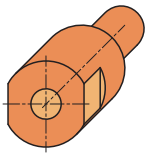
حجم V

مثال قطعه آلومینیومی:

$V = ۶.۴\ cm^۳ \quad \sigma = \frac{۲.۷kg}{dm^۳} \quad m = ?$

$m = ۱۷/۲۸\ kg$

مقادیر جرم مخصوص جامدات مایعات و گازها در ص ۱۱۸ و ۱۱۹



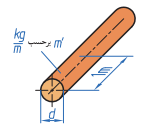
جدول ۱۲ـ۳

جرم طولی

جرم جرم m طول l جرم طولی m'

$$m = m' . l$$

$m' = ۱/۳۹\ kg/m$



فرمول جرم سطحی برای محاسبه جرم ورق‌ها به‌کار می‌رود با استخراج مقدار جرم سطحی m''

جدول ۱۳ـ۳

جرم سطحی

جرم — جرم m — مساحت A — جرم سطحی m''

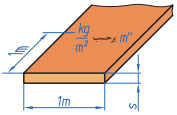
$$m = m''.A$$

مثال:

ورق فولادی : $\partial = ۱.۵mm\partial$

$m =?$ $A = ۱۱.۸\frac{KG}{M^۲}$ $m'' = ۱۱.۸kg/m^۲$

$$m = m''.A = \frac{۱۱.۸KG}{m^۲}.۷.۵m^۲ = ۸۸.۵kg$$



جدول ۱۴ـ۳

سرعت براده برداری

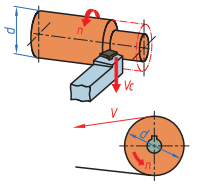
سرعت براده برداری — سرعت براده برداری V_c — دور n — قطر d

$$V_c = \frac{\pi.d.n}{۱۰۰۰}$$

مثال:

$V_c =?$ $d = ۳۰mm$ $n = ۱۰۰۰min$

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



جدول ۱۵ـ۳

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

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

$$i = i_۱.i_۲.i_۳ \dots$$

چرخ دنده محرک: تعداد دندانه $z_۱.z_۳.z_۵ \dots$ — دور $n_۱.n_۳.n_۵ \dots$

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

n_a دور اولین چرخ دنده

n_∂ دور آخرین چرخ دند

i نسبت انتقال کل

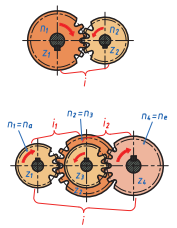
$i_۱.i_۲.i_۳ \dots$ نسبت انتقال تکی

مثال : $i = ۰.۴$ $n_۱ = ۱۸۰\,\text{min}$ $z_۲ = ۲۴$ $n_۲ =?$ $z_۱ = ؟$

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

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

گشتاور دورانی چرخ دنده‌ها در صفحه ۳۷



جدول ۱۶ـ۳

سیستم انتقال قدرت تسمه‌ای

سرعت

$$V = V_1 = V_2$$

فرمول انتقال

$$n_1 . d_1 = n_2 . d_2$$

نسبت انتقال

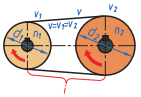
$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_a}{n_\partial}$$

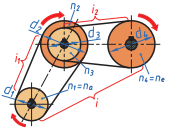
نسبت انتقال کلی

$$i = \frac{d_2 . d_4 . d \ldots}{d . d_3 . d_5 \ldots}$$

$$i = i_1 . i_2 . i_3 \ldots$$

پولی فلکه محرک	تعداد دندانه	$d_1 . d_3 . d_{5\ldots}$
	دور	$n_1 . n_3 . n_5 \ldots$
پولی فلکه متحرک	تعداد دندانه	$d_2 . d_4 . d_6 \ldots$
	دور	$n_2 . n_4 . n_6 \ldots$
	دور اولین پولی	n_a
	دور آخرین پولی	n_∂
	نسبت انتقال کل	i
	نسبت انتقال تکی	$i_1 . i_2 . i_3 \ldots$
	سرعت محیطی	V_1, V_2, V_3

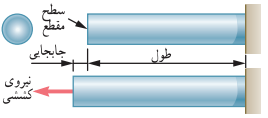
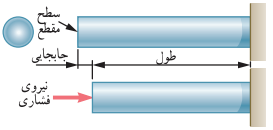
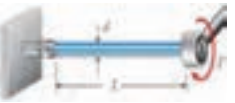




مثال: $d_1 = ۲۴۰mm \quad n_2 = \frac{۴۰۰}{\text{i}}\text{min} \quad n_1 = ۶۰۰\text{min} \quad d_2 = ۰.۴$ ؟

$$\text{i} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{۶۰۰min}{۴۰۰min} = \frac{۱۵}{۱۰} = ۱.۵ \qquad d_2 = \frac{n_1 . d_1}{n_2} = \frac{۶۰۰/min . ۲۴mm}{۴۰۰/min} = ۳۶۰\text{mm}$$

جدول ۱۷ـ۳ـ مقاومت قطعات در بارگذاری‌های مختلف

نوع بارگذاری	شکل بارگذاری	تنش در قطعه	حداکثر جابجایی در قطعه
کششی		تنش کششی در بارگذاری کششی $= \frac{\text{نیروی کششی}}{\text{سطح مقطع}}$	حداکثر جابجایی در بارگذاری کششی $= \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع}}$
فشاری		تنش فشاری در بارگذاری فشاری $= \frac{\text{نیروی فشاری}}{\text{سطح مقطع}}$	حداکثر جابجایی در بارگذاری فشاری $= \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع}}$
برشی		تنش برشی در بارگذاری برشی $= \frac{\text{نیروی برشی}}{\text{سطح مقطع}}$	—
خمشی		= حداکثر تنش قطعه بارگذاری خمش $\frac{\text{طول} \times \text{نیرو}}{\text{ممان اینرسی}} \times$ ضریب	= حداکثر جابجایی در خمش $\frac{\text{نیرو} \times \text{طول}^3}{\text{سفتی جنس} \times \text{ممان اینرسی}} \times$ ضریب
پیچشی		= حداکثر تنش قطعه هنگام پیچش $\frac{\text{گشتاور پیچشی}}{\text{ممان اینرسی قطبی}} \times$ ضریب	= حداکثر جابجایی زاویه در پیچش $\frac{\text{طول} \times \text{گشتاور پیچشی}}{\text{سفتی برشی جنس} \times \text{ممان اینرسی قطبی}} \times$ ضریب
مقایسه استحکام و سفتی مواد مختلف معمولی		**استحکام فولاد > استحکام مس > استحکام آلومنیوم**	**سفتی فولاد >سفتی مس > سفتی آلومنیوم**
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 جابجایی در قطعه کمتر باشد .
ممان اینرسی سطح مقطع حول محور افقی به ترتیب، شکل الف از همه بیشتر است.			