

محاسبات فنی

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- محاسبه‌ی طول قطعات را توضیح دهد.
- ۲- محاسبه‌ی سطح شکل‌های هندسی را توضیح دهد.
- ۳- محاسبه‌ی حجم شکل‌های هندسی معمول را توضیح دهد.
- ۴- محاسبه‌ی سطح جانبی و سطح کل را توضیح دهد.
- ۵- محاسبه‌ی جرم قطعات را توضیح دهد.
- ۶- تعیین جرم قطعات به کمک جدول‌ها را بیان کند.

۴-۱- محاسبات طول

در سیستم SI پیشوندهایی برای بیان آن‌ها در نظر گرفته شده است، مانند کیلومتر به معنای هزار متر و میلی‌متر به معنای یک هزارم متر.

چون این پیشوندها در واحدهای اندازه‌گیری کمیت‌های دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول ۴-۱ پیشوندهای مذکور را آورده‌ایم.

در این قسمت محاسبات طولی را که در مباحث رشته‌ی تأسیسات، اعم از بهداشتی، حرارتی، گازرسانی و برودتی مورد نیاز است می‌آوریم.

۴-۱-۱- واحد اندازه‌گیری طول در سیستم SI^۱:
واحد اندازه‌گیری طول در سیستم SI، متر (m) است.

با توجه به نوع و بزرگی طول مورد اندازه‌گیری، ممکن است از واحدهای بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از متر نیز استفاده شود که

$$dm = 10^{-1} m = \frac{1}{10} m \rightarrow 1 m = 10 \cdot dm$$

$$cm = 10^{-2} m = \frac{1}{100} m \rightarrow 1 m = 100 \cdot cm$$

جدول ۴-۱- پیشوندهای اجزاء و اضعاف واحدهای اندازه‌گیری

اضعاف			اجزاء		
T(Tera)	ترا	۱۰ ^{۱۲}	d(Deci)	دسی	۱۰ ^{-۱}
G(Giga)	گیگا	۱۰ ^۹	c(Centi)	سنتی	۱۰ ^{-۲}
M(Mega)	مگا	۱۰ ^۶	m(Mili)	میلی	۱۰ ^{-۳}
K(Kilo)	کیلو	۱۰ ^۳	μ(Micro)	میکرو	۱۰ ^{-۶}
H(Hecto)	هکتو	۱۰ ^۲	n(Nano)	نانو	۱۰ ^{-۹}
D(Deka)	دکا	۱۰	p(Pico)	پیکو	۱۰ ^{-۱۲}
			مثال : w = ۱۰ ^۶ مگاوات Mw		

رایج است. واحد اندازه‌گیری طول در سیستم IP فوت است. در سیستم IP نیز واحدهای کوچک‌تر و بزرگ‌تر از فوت وجود دارند که در موارد خاصی به کار می‌روند مانند اینچ، یارد، مایل و ...

فوت را با علامت اختصاری ft^(۱) و اینچ را با علامت اختصاری in^(۲) نشان می‌دهند.

$$1\text{ft} = 12\text{in} \text{ (اینچ)}$$

$$1\text{yd.} = 3\text{ft}$$

مثال ۱: فشار جو تقریباً برابر ۳۴ فوت ستون آب است. این فشار را برحسب اینچ ستون آب حساب کنید.

$$34(\text{ft}) = 34(12\text{in})$$

$$= 34 \times 12(\text{in})$$

$$= 408\text{in}$$

۳-۱-۴- تبدیل واحدهای سیستم SI به سیستم IP و بالعکس: با توجه به وجود کتاب و دستگاه در هر دو سیستم ناگزیر به آشنایی با تبدیل واحدهای دو سیستم به همدیگر هستیم. برای تبدیل واحد در رشته تأسیسات با توجه به روابطی که در زیر ملاحظه می‌کنید می‌توان واحدهای آن‌ها را به همدیگر تبدیل نمود.

$$1\text{in} = 2.54\text{cm}$$

$$1\text{ft} = 30.48\text{cm}$$

مثال ۱: فشار اتمسفر ۷۶ سانتی‌متر جیوه است. این فشار برابر چند اینچ جیوه است؟

$$76\text{cm} = \text{فشار اتمسفر}$$

$$= 76 \times \left(\frac{1}{2.54}\text{in}\right)$$

$$= 76 \times \frac{1}{2.54} \times (\text{in})$$

$$= 29.92\text{ inHg}$$

مثال ۲: قطر اسمی لوله ی $1\frac{1}{4}$ اینچ برابر چند میلی‌متر

است؟

$$\text{mm} = 10^{-3}\text{m} = \frac{1}{1000}\text{m} \rightarrow 1\text{m} = 1000\text{mm}$$

مثال ۱: ۵۰ متر چند سانتی‌متر و چند میلی‌متر است؟

با توجه به موارد بالا چون $\text{cm} = \frac{1}{100}\text{m}$

$$1\text{m} = 100\text{cm}$$

$$50(\text{m}) = 50(100\text{cm}) = 5000\text{cm}$$

$$50(\text{m}) = 50(1000\text{mm}) = 50000\text{mm}$$

مثال ۲: ۵۰۰ متر چند کیلومتر است؟

$$\text{km} = 1000\text{m} \Rightarrow \text{m} = \frac{1}{1000}\text{km}$$

$$500(\text{m}) = 500 \times \left(\frac{1}{1000}\text{km}\right) = \frac{500}{1000}\text{km} = 0.5\text{km}$$

مثال ۳: ۵۰۰۰۰ سانتی‌متر چند کیلومتر است؟

$$50000(\text{cm}) = 50000 \times \left(\frac{1}{100}\text{m}\right)$$

$$= 500(\text{m})$$

$$= 500 \times \left(\frac{1}{1000}\text{km}\right)$$

$$= 0.5\text{km}$$

مثال ۴: ۵۰ دسی‌متر چند سانتی‌متر است؟

$$50(\text{dm}) = 50 \times \left(\frac{1}{10}\text{m}\right) = 50 \times \frac{1}{10}(\text{m})$$

$$= 5\text{m}$$

$$= 5(100\text{cm})$$

$$= 500\text{cm}$$

۲-۱-۴- واحد اندازه‌گیری طول در سیستم IP^۱:

سیستم اندازه‌گیری SI از سال ۱۹۶۷ به بعد مورد قبول اکثر کشورهای جهان قرار گرفته است با این وجود هنوز هم با دستگاه‌ها و کتاب‌هایی سر و کار داریم که براساس سیستم اندازه‌گیری IP تولید شده‌اند. لذا ناگزیر هستیم تا رواج کامل سیستم SI با سیستم‌های دیگر نظیر IP نیز آشنا شویم. سیستم IP در کشورهای انگلیسی زبان مانند کشور انگلستان و آمریکا

۱- مخفف Inch و P مخفف Pound. سیستم IP را سیستم F.P.S نیز می‌گویند. F مخفف Foot (فوت)، P مخفف Pound (پوند) و S مخفف Second (ثانیه)

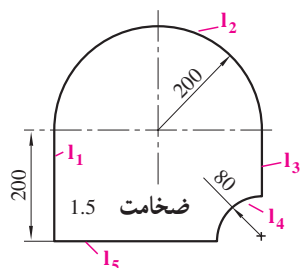
$$l_3 = 200 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 120 \text{ mm}$$

$$l_4 = \frac{d_4 \times \pi}{4} = \frac{160 \text{ mm} \times 3.14}{4} = 125.6 \text{ mm}$$

$$l_5 = 400 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 320 \text{ mm}$$

$$U = 200 \text{ mm} + 628 \text{ mm} + 120 \text{ mm} + 125.6 \text{ mm}$$

$$+ 320 \text{ mm} = 1393.6 \text{ mm}$$

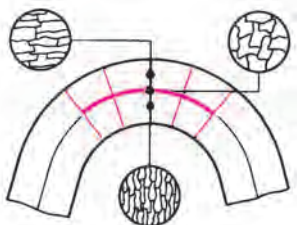


شکل ۴-۲ محاسبه‌ی محیط قطعه

۴-۱-۵ محاسبه‌ی طول گسترده‌ی قطعات خمیده:

هنگام خم کاری یک قطعه، لایه‌های خارجی آن کشیده می‌شوند و برعکس لایه‌های داخلی آن فشرده می‌شوند. بین لایه‌های خارجی و داخلی، لایه‌ای وجود دارد که در موقع خم کاری، نه کشیده و نه فشرده می‌شود و طول آن بدون تغییر باقی می‌ماند، این لایه را لایه‌ی خنثی و طول آن را طول گسترده‌ی قطعه می‌نامند (شکل ۴-۳).

طول لایه‌ی خنثی = طول گسترده



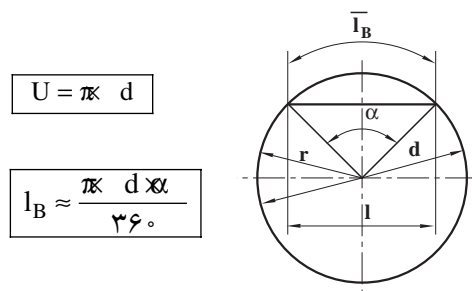
شکل ۴-۳ لایه‌ی خنثی و طول آن

مثال ۱: می‌خواهیم از میل گردی به قطر ۱۰ میلی‌متر، بستی، مطابق شکل ۴-۴، بسازیم. طول گسترده‌ی آن را به‌دست آورید.

$$\begin{aligned} 1\frac{1}{4} \text{ in} &= \frac{5}{4} \text{ in} = \frac{5}{4} (2.54 \text{ cm}) \\ &= \frac{5}{4} \times 2.54 (\text{cm}) \\ &= 3.175 \text{ cm} \\ &= 31.75 \text{ mm} \end{aligned}$$

۴-۱-۴ محاسبه‌ی محیط: هر قطعه‌ی صنعتی، معمولاً

ترکیبی از شکل‌های هندسی است. بنابراین برای محاسبه‌ی محیط این نوع قطعات، ابتدا آن‌ها را به شکل‌های هندسی تقسیم‌بندی می‌کنیم و پس از محاسبه‌ی محیط هر کدام، از جمع آن‌ها محیط قطعه را به‌دست می‌آوریم. در شکل ۴-۱ فرمول محاسبه‌ی محیط دایره و طول قوس قطاع یا قطعه‌ی دایره آورده شده است.



علائم اختصاری

د = قطر دایره
r = شعاع دایره
U = محیط
l_B = طول قوس قطاع یا قطعه‌ی دایره
alpha = زاویه‌ی مرکزی
l = طول قطعه‌ی دایره

شکل ۴-۱ محاسبه‌ی محیط دایره

مثال: می‌خواهیم قطعه‌ای را مطابق شکل ۴-۲، با روش برش با گاز، از ورق فولادی ببریم. طول مسیر برش را حساب کنید.
حل: منظور از طول مسیر برش همان محیط قطعه است.
برای به‌دست آوردن محیط قطعه، ابتدا محیط آن را به طول‌های l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 تفکیک نموده و پس از محاسبه‌ی طول هریک از آن‌ها، با جمع طول پاره‌خط‌ها، محیط قطعه‌ی مرکب را به‌دست می‌آوریم.

$$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

$$l_1 = 200 \text{ mm}$$

$$l_2 = \frac{d_2 \times \pi}{2} = \frac{400 \text{ mm} \times 3.14}{2} = 628 \text{ mm}$$

$$l_s = 30\text{mm} + 149/15\text{mm} + 50\text{mm}$$

$$l_s = 229/15\text{mm}$$

تمرین

۱- تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

- بر حسب متر :

$$2565\text{mm}, 6/5\text{km}, 9\text{mm}, 17/5\text{cm}, 31\text{dm}, 75\text{mm}$$

- بر حسب سانتی متر :

$$632\text{mm}, 13/07\text{m}, 2/04\text{dm}, 39/6\text{dm}, 3/7\text{m}$$

- بر حسب دسی متر :

$$5\text{mm}, 0/7\text{cm}, 4/031\text{m}, 23/5\text{cm}, 19/8\text{m}$$

- بر حسب میلی متر :

$$1/005\text{m}, 37\mu\text{m}, 19\text{dm}, 3/6\text{cm}, 1/75\text{m}$$

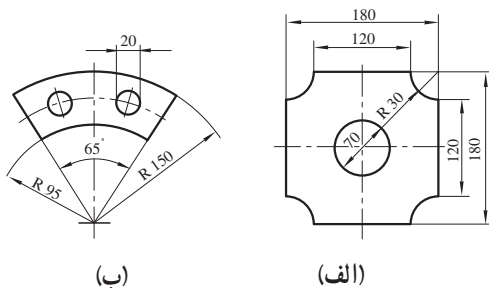
$$3\frac{1}{4}\text{in}, 23\frac{5}{8}\text{in}, \frac{1}{2}\text{in}, \frac{5}{8}\text{in}, \frac{3}{4}\text{in}, \frac{7}{8}\text{in}, 1\frac{1}{2}\text{in}, \frac{3}{16}\text{in}$$

۲- قطر دایره‌ای ۱۱۵/۷ میلی متر است، محیط آن را به دست آورید.

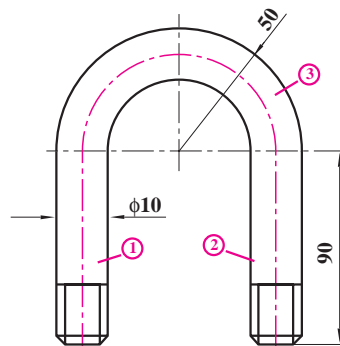
۳- محیط دایره‌ای ۶۲/۸ میلی متر است، قطر آن را به دست آورید.

۴- اندازه محیط داخلی و خارجی قطعات شکل ۴-۶ را

به دست آورید.



شکل ۴-۶



شکل ۴-۴- محاسبه‌ی طول بست

حل:

$$d_m = D - S$$

$$d_m = 2R - 10 = 2 \times 50 - 10 = 90$$

$$l_s = l_1 + l_2 + l_3$$

$$l_1 = 90\text{mm}$$

$$l_2 = 90\text{mm}$$

$$l_3 = \frac{d_m \times \pi}{2} = \frac{90 \times 3/14}{2}$$

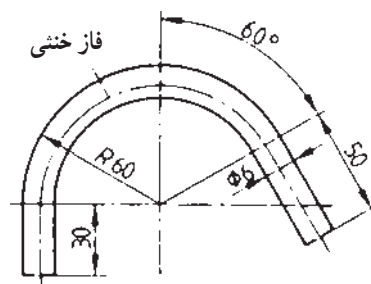
$$l_3 = 141/3\text{mm}$$

$$l_s = 90\text{mm} + 90\text{mm} + 141/3\text{mm}$$

$$l_s = 321/3\text{mm}$$

مثال ۲: طول گسترده‌ی قطعه‌ی شکل ۴-۵ را به دست

آورید.



شکل ۴-۵- طول گسترده‌ی قطعه

حل:

$$l_s = l_1 + l_2 + l_3$$

$$l_1 = \frac{d_m \times \pi}{360} = \frac{(120\text{mm} - 60\text{mm}) \times 3/14 \times 150}{360}$$

$$l_1 = 149/15\text{mm}$$

۵- طول گسترده‌ی حلقه شکل ۴-۷ را به دست آورید. کوچک‌تری هستند که در این سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

$$A = L^2$$

$$1\text{ m} = 100\text{ cm} \quad 1\text{ cm} = \frac{1}{100}\text{ m}$$

$$1\text{ m}^2 = (100\text{ cm})^2 \quad 1\text{ cm}^2 = \left(\frac{1}{100}\text{ m}\right)^2$$

$$1\text{ m}^2 = 10000\text{ cm}^2 \quad 1\text{ cm}^2 = \frac{1}{10000}\text{ m}^2$$

در شکل ۴-۱۰ محاسبات مربوط به محیط و مساحت

شکل‌های هندسی معمول آورده شده است.

مثال: مساحت دیوار اتاقی به طول (۴) متر و به ارتفاع

(۲/۸) متر، چند متر مربع و چند سانتی‌متر مربع است؟

پاسخ:

$$A = 4\text{ m} \times 2/8\text{ m} = 4 \times 2/8\text{ m}^2 = 11/2\text{ m}^2$$

$$A = (400\text{ cm}) \times (280\text{ cm}) = 112000\text{ cm}^2$$

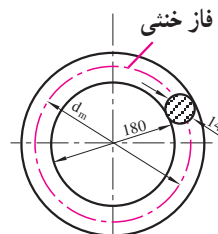
مثال: مساحت یک موزائیک به ضلع (۳۰) سانتی‌متر مربع،

چند سانتی‌متر مربع و چند متر مربع است؟

پاسخ:

$$A = (30\text{ cm}) \times (30\text{ cm}) = 900\text{ cm}^2$$

$$A = (0/3\text{ m})(0/3\text{ m}) = 0/09\text{ m}^2$$

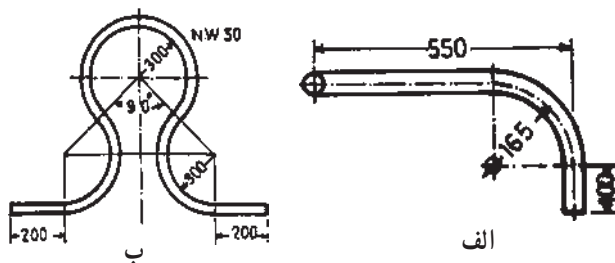


شکل ۴-۷- محاسبه‌ی طول گسترده‌ی حلقه

۶- قطر داخلی و قطر خارجی یک لوله‌ی $\frac{3}{4}$ اینچ به

ترتیب ۲۱/۶ و ۲۶/۹ میلی‌متر است. ضخامت جدار لوله را پیدا کنید.

۷- طول لوله‌ی به کار رفته در شکل ۴-۸ را پیدا کنید



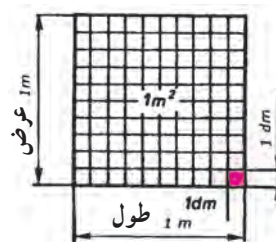
شکل ۴-۸- محاسبه‌ی طول لوله‌ی به کار رفته

۴-۲- محاسبات سطح






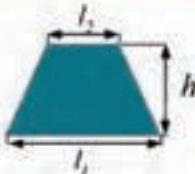



۴-۲-۱- واحد اندازه‌گیری سطح در سیستم SI:

در سیستم بین‌المللی واحدها (SI) واحد سطح، مترمربع است و سطحی مربع است که طول هر ضلع آن (۱) متر باشد.

دسی مترمربع، سانتی مترمربع و میلی مترمربع واحدهای



شکل ۴-۹- واحد اندازه‌گیری سطح متر مربع

مساحت	محیط	شکل
$A = l^2$	$U = 4 \times l$	مربع 
$A = l \times b$	$U = 2 \times (l + b)$	مستطیل 
$A = l \times h$	$U = 4 \times l$	لوزی 
$A = l_1 \times h$	$U = 2 \times (l_1 + l_2)$	متوازی الاضلاع 
$A = \frac{l \times h}{2}$	مجموع طول اضلاع = U	مثلث 
$A = \frac{(l_1 + l_2) \times h}{2}$	مجموع طول اضلاع = U	ذوزنقه 
$A = \frac{\pi \times d^r}{4}$	$U = \pi \times d$	دایره 
$A = \frac{\pi \times d \times D}{4}$	$U = \pi \times \frac{(d + D)}{2}$	بیضی 
$A = \frac{\pi \times D^r}{4} - \frac{\pi \times d^r}{4}$	مجموع طول کمان ها = U	تاج دایره 
علائم اختصاری: A = مساحت U = محیط l = طول b = عرض h = ارتفاع D = قطر بزرگ d = قطر کوچک		

شکل ۱۰-۴ روابط محاسبه محیط و مساحت شکل های هندسی

مثال: مساحت دوزنقه‌ای را که طول دو قاعده‌ی آن به ترتیب (40°) و (30°) سانتی‌متر و ارتفاع آن (20°) سانتی‌متر باشد، حساب کنید.

پاسخ:

با توجه به شکل ۴-۱۰

$$l_1 = 40^\circ \text{cm}, \quad l_2 = 30^\circ \text{cm}$$

$$h = 20^\circ \text{cm}$$

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

$$= \frac{40^\circ + 30^\circ}{2} \times 20^\circ = 700^\circ \text{cm}^2$$

مثال: مساحت ورق به کار رفته در قطعه شکل ۴-۱۱ را

بر حسب دسی متر مربع به دست آورید.

پاسخ:

$$D = 50^\circ \text{mm} = 5 \text{dm}$$

$$d = 20^\circ \text{mm} = 2 \text{dm}$$

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

$$A = \frac{3/14 \times 5^2}{4} - \frac{3/14 \times 2^2}{4}$$

$$A = 16/485 \text{dm}^2$$



شکل ۴-۱۱

پرسش و تمرین

۱- حاصل مساحت‌های زیر را بر حسب سانتی متر مربع به دست آورید.

$$1/2 \text{m}^2 - 1/74 \text{dm}^2 + 50^\circ / 51 \text{m}^2 + 33/6 \text{dm}^2 \quad \text{الف)}$$

$$110^\circ \text{cm}^2 + 40^\circ \text{m}^2 - 81^\circ \text{dm}^2 - 31/2 \text{m}^2 \quad \text{ب)}$$

۲- حاصل مساحت را به مترمربع تبدیل کنید.

$$6/009 \text{cm}^2, 70^\circ \text{cm}^2, 2440^\circ 5 \text{dm}^2, 175 \text{dm}^2$$

۳- محیط یک مربع برابر (28) سانتی متر است، مساحت و قطر آن را حساب کنید.

۴- سطح مقطع یک دودکش (400) سانتی مترمربع است اگر مقطع دودکش به شکل مربع باشد، طول هر ضلع دودکش چند سانتی متر است؟ طول هر ضلع دودکش چند اینچ است؟

۵- سطح یک مربع به ضلع (40) سانتی متر باید معادل سطح یک دایره باشد، قطر دایره را مشخص کنید.

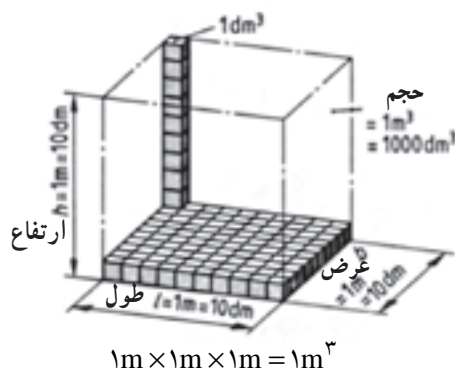
۶- یک مخزن ذخیره‌ی گازوئیل دارای قطر (1600) میلی متر است اولاً سطح مقطع مخزن چند دسی متر مربع است؟ ثانیاً محیط مقطع مخزن را حساب کنید.

۷- طبق استاندارد BS ۱۳۸۷ حداکثر قطر خارجی لوله‌ی فولادی ۱ اینچ $33/4$ میلی متر و ضخامت آن $3/2$ میلی متر است،
۱- قطر داخلی لوله، ۲- سطح مقطع خارجی لوله، ۳- سطح مقطع داخلی لوله، ۴- سطح مقطع قسمت فلزی لوله را حساب کنید.

۴-۳- محاسبات حجم

۴-۳-۱- واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI :

واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب است و حجم مکعبی است که، طول، عرض و ارتفاع آن ۱ متر باشد (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۲- واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب است.

دسی متر مکعب، سانتی متر مکعب و میلی متر مکعب واحدهای کوچک‌تری هستند که در سیستم SI مورد استفاده قرار می‌گیرند.

$$\begin{aligned} V &= L.L.L. = L^3 \\ m^3 &= (10\text{ dm})^3 = 1000\text{ dm}^3 \\ dm^3 &= \text{lit یک لیتر} \\ m^3 &= 1000\text{ lit} \end{aligned}$$

هر مترمکعب (۱۰۰۰) لیتر و هر لیتر ($\frac{1}{1000}$) مترمکعب

است.

$$m = 10\text{ dm} \quad dm = \frac{1}{10} m$$

$$m^3 = (10\text{ dm})^3 \quad dm^3 = \left(\frac{1}{10} m\right)^3$$

$$m^3 = 1000\text{ dm}^3 \quad dm^3 = \frac{1}{1000} m^3$$

$$m^3 = 1000\text{ lit} \quad \text{lit} = \frac{1}{1000} m^3$$

به تبدیل لیتر به سانتی متر مکعب و سانتی متر مکعب به لیتر

توجه نمایید.

$$dm = 10\text{ cm} \quad cm = \frac{1}{10} dm$$

$$dm^3 = (10\text{ cm})^3 \quad cm^3 = \left(\frac{1}{10} dm\right)^3$$

$$dm^3 = 1000\text{ cm}^3 \quad cm^3 = \frac{1}{1000} dm^3$$

$$\text{lit} = 1000\text{ cm}^3 \quad cm^3 = \frac{1}{1000} \text{lit}$$

توجه: ضرب تبدیل در واحدهای حجم، از واحدی به واحد مجاور (۱۰۰۰) است، که در تبدیل واحد از کمیت بزرگ‌تر به کوچک‌تر آن را در (۱۰۰۰) ضرب می‌کنند و در تبدیل واحد از کمیت کوچک‌تر به بزرگ‌تر آن را بر (۱۰۰۰) تقسیم می‌نمایند.

مثال: حجم اتاق (۳۶) متر مکعب است، حجم اتاق چند

لیتر و چند سانتی متر مکعب است؟

پاسخ:

$$36\text{ m}^3 = 36(10\text{ dm})^3 = 36(1000\text{ dm}^3)$$

$$= 36000\text{ dm}^3 = 36000\text{ lit}$$

$$36\text{ m}^3 = 36000\text{ dm}^3 = 36000(10\text{ cm})^3$$

$$= 36000(1000\text{ cm})^3 = 36000000\text{ cm}^3$$

یا

$$36\text{ m}^3 = 36 \times 1000\text{ dm}^3 = 36000\text{ dm}^3$$

$$= 36000\text{ lit}$$

$$36000\text{ dm}^3 = 36000 \times 1000$$

$$= 36000000\text{ cm}^3$$

مثال: (۱۰۰۰۰۰) سانتی متر مکعب چند لیتر و چند

مترمکعب است؟

پاسخ:

$$100000\text{ cm}^3 = 100000 \left(\frac{1}{10} dm\right)^3$$

$$= 100000 \times \frac{1}{1000} dm^3 = 100\text{ dm}^3 = 100\text{ lit}$$

۳-۳-۴ تبدیل واحدها: تبدیل واحدهای حجم در سیستم «SI» به واحدهای حجم در سیستم «IP» و برعکس را ملاحظه نمایید.

$m = 3/28 ft$	$ft = 0/3048 m$
$m^3 = (3/28 ft)^3$	$ft^3 = (0/3048 m)^3$
$m^3 = 35/31 ft^3$	$ft^3 = 0/028 m^3$

مثال: حجم اتاق ۳۶ مترمکعبی، چند فوت مکعب است؟

پاسخ:

$$36 m^3 = 36 \times (3/28 m)^3 = 36 \times 35/31 m^3 = 1271/16 m^3$$

مثال: $(1076) ft^3$ معادل چند متر مکعب است؟

پاسخ:

$$1 m^3 = 35/31 ft^3$$

$$1076 ft^3 = \frac{1076}{35/31} m^3$$

$$= 30/47 m^3$$

روابط حجم - سطح جانبی و سطح کل حجم های

هندسی

در شکل ۱۴-۴ روابط محاسبه سطح جانبی، سطح کل و حجم شکل هایی که در رشته تأسیسات کاربرد عملی دارند آورده شده است تا در محاسبات مربوطه مورد استفاده قرار گیرد.

$$100 dm^3 = 100 (\frac{1}{10} m)^3 = 100 \times \frac{1}{1000} m^3$$

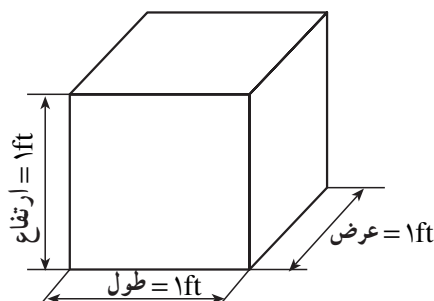
$$= \frac{1}{10} m^3 = 0/1 m^3$$

$$100000 cm^3 \div 1000 = 100 dm^3 = 100 lit$$

$$100 dm^3 \div 1000 = 0/1 m^3$$

۲-۳-۴ واحد اندازه گیری حجم در سیستم IP:

واحد اندازه گیری حجم در سیستم «IP» و یا در کشورهای انگلیسی زبان «فوت مکعب» است و آن حجم مکعبی است که طول و عرض و ارتفاع آن برابر یک فوت باشد.



$$1 ft \times 1 ft \times 1 ft = 1 ft^3$$

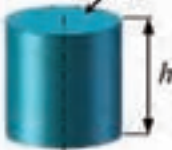
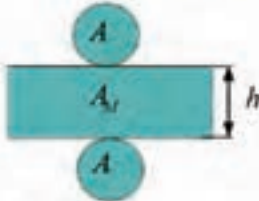
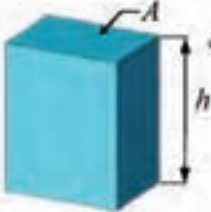

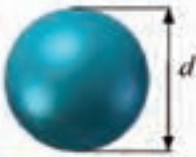
شکل ۱۳-۴ فوت مکعب واحد اندازه گیری حجم در سیستم SI

واحد دیگری در این سیستم که بیش تر برای اندازه گیری حجم مایعات استفاده می شود، «گالن» نام دارد که بر دو نوع است: گالن آمریکایی و گالن امپریال.

$$1 \text{ گالن آمریکایی} = 3/785 \text{ لیتر}$$

$$1 \text{ گالن امپریال} = 4/546 \text{ لیتر}$$

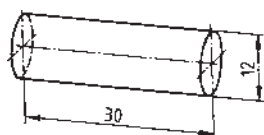
$$1 \text{ فوت مکعب} = 7/481 \text{ گالن آمریکایی}$$

شکل	مساحت	حجم
	<p>استوانه</p> <p>سطح قاعده بالا + سطح جانبی + سطح قاعده پایین = سطح کلی</p> $A_o = A + A_M + A$ $A_M = \pi \times d \times h$ 	<p>ارتفاع \times مساحت قاعده = حجم</p> $V = A \times h$
	<p>منشور چهار ضلعی</p> <p>سطح قاعده بالا + سطح جانبی + سطح قاعده پایین = سطح کلی</p> $A_o = A + A_M + A$ 	<p>ارتفاع \times مساحت قاعده = حجم</p> $V = A \times h$
	<p>کره</p> $A = \frac{\pi \times d^2}{4}$	$V = \frac{\pi \times d^3}{6}$
<p>علامت اختصاری:</p> <p>V = حجم A = سطح قاعده A_M = سطح جانبی A_o = سطح کلی d = قطر h = ارتفاع</p>		

شکل ۴-۱۴- روابط حجم - سطح جانبی و سطح کل حجم های هندسی

مثال: در شکل ۴-۱۵ حجم قطعه داده شده را برحسب میلی متر مکعب محاسبه کنید.

پاسخ:



شکل ۴-۱۵

$$V = A \times h = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h$$

$$V = \frac{\pi \times (12\text{mm})^2}{4} \times 30\text{mm} = 3391.2\text{mm}^3$$

پرسش و تمرین

۱- (۱۱۵) سانتی متر مکعب و (۱۳/۵) دسی متر مکعب را

برحسب متر مکعب حساب کنید.

۲- (۱۶۷۱۵) سانتی متر مکعب چند دسی متر مکعب است؟

۳- (۱/۴) متر مکعب چند دسی متر مکعب و چند سانتی متر

مکعب است؟

۴- حاصل عبارت های زیر را برحسب لیتر حساب کنید.

$$۲/۲۷\text{m}^3 - ۱۲/۳\text{dm}^3 + ۲۴۶\text{cm}^3 - ۱۳/۶\text{m}^3 \text{ (الف)}$$

$$۸۳۱\text{cm}^3 + ۲/۷\text{dm}^3 - ۱/۲۳\text{m}^3 + ۲۴۳۷\text{dm}^3 \text{ (ب)}$$

$$۱۶۵۳۲\text{cm}^3 - ۱۲۰۰۰\text{mm}^3 + ۰/۲۵\text{m}^3 + ۴۲۰/۵\text{m}^3 \text{ (ج)}$$

۵- عبارت های زیر را به لیتر و گالن (آمریکایی) تبدیل

کنید.

$$۱۴۰۲\text{cm}^3, ۱۲۳/۲۴\text{dm}^3, ۶۶۳۲\text{cm}^3$$

۶- حجم اتاقی به طول (۶) متر و به عرض (۴) متر و

ارتفاع (۳) متر چند متر مکعب و چند فوت مکعب است؟

۷- حجم مخزن گازوئیل استوانه ای به قطر (۱) متر و به

طول (۳) متر، چند لیتر و چند گالن است؟

۸- سطح جانبی و حجم مکعبی با طول (۴۵) میلی متر را

به دست آورید.

۹- اگر قطر قاعده ی مخروطی (۲۵) سانتی متر و ارتفاع

آن (۳۶) سانتی متر باشد، حجم مخروط کامل را حساب کنید.

۱۰- کانالی ذوزنقه ای به طول (۲۵۰) متر خاک برداری

خواهد شد اگر پهنای کانال در بالا (۸۰) سانتی متر و در پایین

(۴۰) سانتی متر و عمق آن (۱) متر باشد، حجم کانال چه قدر

است؟

۱۱- آب موجود در (۱۰۰) متر لوله ی فولادی ($\frac{1}{4}$) اینچ،

با قطر خارجی (۲۱/۷) میلی متر و ضخامت (۲/۶) میلی متر چند

لیتر است؟

۱۲- آب موجود در (۱۰۰) متر لوله ی (۱) اینچ را برحسب

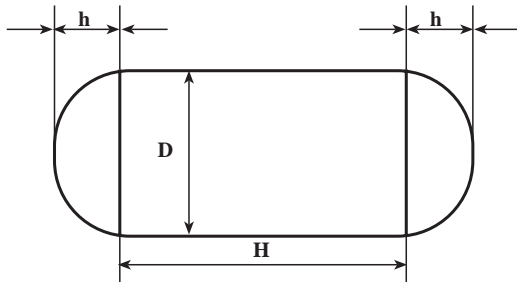
لیتر حساب کنید (ابعاد لازم را از جدول BS۱۳۸۷ در فصل

ششم کتاب استخراج نمایید.)

۱۳- حجم تانکر گازوئیل شکل ۴-۱۶ را حساب کنید

در صورتی که $h = (۳۰)\text{cm}$ ، $H = (۴۰۰)\text{cm}$ و

$D = (۱۲۰)\text{cm}$ باشد.



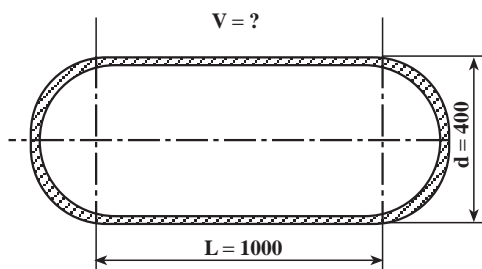
شکل ۴-۱۶

راهنمایی: برای محاسبه ی این گونه تانکرها از فرمول

تقریبی زیر استفاده نمایید.

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times H + 2\pi h \left(\frac{D^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right)$$

۱۴- حجم مخزن شکل ۴-۱۷ چند لیتر است؟

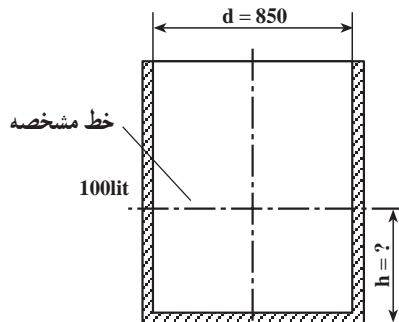


شکل ۴-۱۷

۱۵- در ظرف شکل ۴-۱۸ (۱۰۰) لیتر روغن ریخته

خواهد شد، ارتفاع h برای مشخص کردن خط (۱۰۰) لیتر چند

دسی متر است؟



شکل ۴-۱۸

۴-۴- محاسبات جرم

واحد جرم در سیستم SI کیلوگرم است و واحد جرم در سیستم IP پوند جرم lb است به روابط آنها توجه کنید:

$$\begin{aligned} \text{گرم } 1 &= 1000 \text{ کیلوگرم} \\ \text{گرم } 1 &= 453 \text{ پوند} \\ \text{کیلوگرم } 1 &= 2.2 \text{ lb} \end{aligned}$$

۴-۴-۱- جرم حجمی: جرم واحد حجم از هر ماده

را، جرم حجمی (جرم مخصوص) آن ماده گویند.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{جرم} = \rho \times \text{حجم}$$

واحد جرم مخصوص در سیستم «SI» کیلوگرم بر

مترمکعب $(\frac{kg}{m^3})$ است و واحدهای رایج دیگر عبارتند از: $(\frac{kg}{dm^3})$ یا $(\frac{kg}{lit})$ و $(\frac{gr}{cm^3})$.

$$\text{جرم} = \frac{\text{جرم مخصوص}}{\text{حجم}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{kg}{m^3} \text{ یا } \frac{kg}{dm^3} \text{ یا } \frac{gr}{cm^3}$$

$$1 \frac{kg}{dm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

جرم مخصوص فولاد $(7.85 \frac{kg}{dm^3})$ ،

جرم مخصوص آلومینیم $(2.7 \frac{kg}{dm^3})$ ،

چدن $(7.25 \frac{kg}{dm^3})$ و آب $(1 \frac{kg}{lit})$ است.

مثال: جرم مخصوص آب $(1 \frac{kg}{lit})$ چند $(\frac{kg}{m^3})$ است؟

پاسخ:

$$1 \text{ lit} = \frac{1}{1000} m^3$$

$$1 \frac{kg}{lit} = \frac{1 \text{ kg}}{\frac{1}{1000} m^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

۴-۴-۲- محاسبه جرم: با استفاده از تعریف جرم

مخصوص، می توان رابطه ای برای محاسبه جرم قطعات هندسی

به دست آورد.

علائم اختصاری:

$$m = \text{جرم}$$

$$V = \text{حجم}$$

$$\rho = \text{جرم مخصوص} \Rightarrow m = \rho \times V$$

مثال: جرم شمش فولادی با مقطع مربع به ضلع (50) میلی متر و طول (120) میلی متر را به دست آورید.

پاسخ:

$$V = A \times h = (50 \text{ mm})^2 \times 120 \text{ mm}$$

$$= 300000 \text{ mm}^3 = 0.3 \text{ dm}^3$$

$$m = V \rho = 0.3 \text{ dm}^3 \times 7.85 \frac{kg}{dm^3}$$

$$= 2.355 \text{ kg}$$

۴-۴-۳- محاسبه جرم به کمک جدول: در صنعت

معمولاً جرم طولی میله ها، پروفیل ها، لوله ها و سیم ها و جرم سطحی ورق ها را در جدول هایی ارائه می دهند. به کمک این جدول ها و با محاسبه جرم طول یا سطح قطعات، به راحتی می توان جرم قطعه را محاسبه کرد. (جدول های ۲-۴ تا ۸-۴)

علائم اختصاری:

$$m = \text{جرم} \quad l = \text{طول قطعه}$$

$$m' = \text{جرم طولی} \quad A = \text{سطح قطعه}$$

$$m' = \text{جرم سطحی}$$

$$m = m' \times l \quad \text{جرم پروفیل، میله، لوله، سیم}$$

$$m = m' \times A \quad \text{مساحت قطعه} \times \text{جرم سطحی} = \text{جرم ورق}$$

مثال: به کمک جدول، جرم $(6/3)$ متر از میله گرد فولادی با قطر (22) میلی متر را به دست آورید.

پاسخ:

$$\text{از جدول } 7-4 \quad m' \rightarrow 2.98 \frac{kg}{m}$$

را با جدول مقایسه کنید (جرم مخصوص فولاد $\frac{kg}{dm^3} = 7.85$).

۵- مخزن گازی با مقطع مستطیل، به ابعاد: طول (1.40) میلی متر، ارتفاع (990) میلی متر و عرض (700) میلی متر ساخته خواهد شد، حساب کنید که:

الف) با در نظر گرفتن 2% اضافه برای دور ریز، سطح ورق فولادی مورد نیاز چه قدر خواهد بود؟ (مخزن بدون درپوش در نظر گرفته شود)

ب) جرم ورق مورد نیاز چند کیلوگرم است؟ (ضخامت ورق $8/10$ میلی متر است)

ج) ظرفیت مخزن برحسب لیتر چه قدر است؟

د) جرم گازوئیل داخل آن چند کیلوگرم $\rho = 0.8 \frac{kg}{dm^3}$ است؟

۶- جرم یک ورق گالوانیزه به ضخامت 0.5 mm و به ابعاد $1m \times 2m$ را حساب کنید. جرم این ورق را از طریق جدول نیز به دست آورده، مقایسه کنید.

۷- یک لوله فولادی به قطر داخلی 16 mm و قطر خارجی 18 mm و جرم $1/35$ kg است، حجم و طول آن را به دست آورید.

۸- جرم یک متر لوله فولادی $(\frac{3}{4})'$ و آب محتوی آن را حساب کنید (مشخصات لوله $(\frac{3}{4})'$ را از جدول ضمیمه استخراج کنید).

۹- جرم هر متر مربع ورق های فولادی زیر را برحسب کیلوگرم حساب نموده، با جدول مقایسه کنید. 0.75 ، 1.0 و 1.25 میلی متری

$$m = m' \times l = 2.98 \frac{kg}{m} \times 6.3m = 18.8kg$$

مثال: به کمک جدول، جرم (5) مترمربع از ورق فولادی به ضخامت (2) میلی متر را به دست آورید.

پاسخ:

$$\text{از جدول ۴-۶} \\ m' \longrightarrow = 15.7 \frac{kg}{m^2}$$

$$m = m' \times A = 15.7 \frac{kg}{m^2} \times 5m^2 = 78.5kg$$

مثال: به کمک جدول، جرم یک شاخه لوله 6 متری

معمولی به قطر $\frac{1}{4}$ " را برحسب کیلوگرم به دست آورید.

$$\text{از جدول ۴-۷} \\ m' \longrightarrow = 1.25 \frac{kg}{m}$$

$$m = m' \times L = 1.25 \frac{kg}{m} \times 6 = 7.5kg$$

پرسش و تمرین

۱- جرم های داده شده را برحسب تن به دست آورید.

$$39750kg, 3530kg, 100kg$$

۲- جرم های داده شده را برحسب گرم حساب کنید.








$$2\frac{1}{4}kg, \frac{1}{4}kg, 0.072kg$$

۳- جرم های داده شده چند پوند است؟

$$1000kg, 1000gr, 4530gr$$

۴- جرم یک متر لوله $(\frac{1}{4})'$ فولادی با قطر خارجی

$21/7$ mm و ضخامت $2/6$ mm را محاسبه نموده، نتیجه

جدول ۴-۲ - ضریب‌های محاسبه‌ی طول ضلع، قطر دایره‌ی محاطی و مساحت چندضلعی‌های منتظم با فرض $D = ۱$						
						
$n =$ تعداد اضلاع	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰
$\alpha =$ زاویه‌ی مرکز مقابل به یک ضلع	۱۲۰°	۹۰°	۷۲°	۶۰°	۴۵°	۳۶°
$l =$ طول ضلع	۰/۸۶۶	۰/۷۰۷	۰/۵۸۸	۰/۵۰۰	۰/۳۸۳	۰/۲۵۹
$d =$ قطر دایره محاطی	۰/۵۰۰	۰/۷۰۷	۰/۸۰۹	۰/۸۶۶	۰/۹۲۴	۰/۹۵۱۱
$A =$ مساحت	۰/۳۲۵	۰/۵۰۰	۰/۵۹۴	۰/۶۵۰	۰/۷۰۷	۰/۷۳۵

$D =$ قطر دایره‌ی محیطی

جدول ۴-۳ - جرم بعضی از مواد بر حسب کیلوگرم

نام ماده	جرم ماده	نام ماده	جرم ماده
اتم هیدروژن	$۱/۶۷ \times ۱۰^{-۲۷}$	اتومیل شخصی	$۱/۵ \times ۱۰^{-۳}$
یک لیتر هوا (در صفر درجه‌ی سانتی گراد)	$۱/۲۹ \times ۱۰^{-۳}$	کره‌ی زمین	$۵/۹۸ \times ۱۰^{-۲۴}$
یک لیتر آب (در $4^\circ C$)	۱/۰۰۰	کره‌ی خورشید	$۱/۹۹ \times ۱۰^{-۳۰}$










جدول ۴-۴ - جرم مخصوص بعضی از مواد

جرم مخصوص مایعات $\frac{kg}{dm^3}$		جرم مخصوص جامدات $\frac{kg}{dm^3}$				جرم مخصوص گازها $\frac{kg}{dm^3}$	
ماده	جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص
آب ($4^\circ C$)	۱	چوب	۱/۲۶	چدن	۷/۲۵	هوا	۱/۲۹
نفت	۰/۸۵	آلیاژهای منیزیم	۱/۸	برنج	۸/۵	اکسیژن	۱/۴۳
بنزین	۰/۷۲	آلومینیم	۲/۷	مس	۸/۹	استیلن	۱/۱۷۱
گازوئیل	۰/۸۵	روی	۷/۱۳	فولاد	۷/۸۵	هیدروژن	۰/۰۹
روغن موتور	۰/۹	قلع	۷/۳	سرب	۱۱/۳۵	ازت	۱/۲۵

جدول ۵-۴ - جرم یک مترمربع تعدادی از ورق‌ها بر حسب کیلوگرم

ورق‌های فولادی مثال: $s\ 15\text{ mm} \hat{=} 7\text{ kg/m}^2$ پاسخ: $s\ 10\text{ mm} \hat{=} 78,60\text{ kg/m}^2$ $s\ 5\text{ mm} \hat{=} 39,30\text{ kg/m}^2$ $s\ 15\text{ mm} \hat{=} 117,90\text{ kg/m}^2$	s mm	0,18	0,2	0,22	0,24	0,28	0,32	0,38	0,44	0,5	0,56
	m kg/m ²	1,41	1,57	1,73	1,88	2,20	2,51	2,98	3,46	3,93	4,40
	s mm	0,63	0,75	0,88	1	1,13	1,25	1,38	1,5	1,75	2,0
	m kg/m ²	4,95	5,88	6,91	7,85	8,87	9,81	10,8	11,8	13,7	15,7
	s mm	2,25	2,5	2,75	3	3,5	4	4,5	4,75	5	5,5
	m kg/m ²	17,7	19,6	21,6	23,6	27,5	31,4	35,3	37,3	39,3	43,2
	s mm	6	6,5	7	8	9	10	11	12	13	14
	m kg/m ²	47,2	51,1	55	62,9	70,7	78,6	86,5	94,3	102	110
	s mm	3	3½	4	4½	5	6	7	8	9	10
	m kg/m ²	28	32	38	42	46	54	62	70	78	86
ورق‌های آجدار فولادی بدون در نظر گرفتن نوع آج	s mm	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
	m kg/m ²	1,08	1,44	1,80	2,15	2,51	2,87	3,23	3,59	3,95	4,31
	s mm	0,65	0,70	0,75	0,80	0,90	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0
	m kg/m ²	4,67	5,03	5,38	5,74	6,46	7,18	8,62	10,8	12,9	14,4
ورق‌های سرب	s mm	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
	m kg/m ²	3,42	4,56	5,70	6,84	7,98	9,12	10,2	11,4	17,1	22,8
ورق‌های مس	s mm	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6
	m kg/m ²	0,89	1,33	1,78	2,22	2,67	3,11	3,56	4,0	4,45	5,34
	s mm	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5
	m kg/m ²	6,23	7,12	8,01	8,9	10,7	12,6	14,2	16,0	17,8	22,2
ورق‌های برنج	s mm	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6
	m kg/m ²	0,85	1,27	1,7	2,12	2,55	2,97	3,4	3,82	4,25	5,1
	s mm	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5
	m kg/m ²	5,95	6,8	7,65	8,5	10,2	11,9	13,6	15,3	17,0	21,2
ورق‌های آلومینیم	s mm	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	m kg/m ²	0,54	0,68	0,81	0,95	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16	2,48
	s mm	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
	m kg/m ²	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,4	6,8	8,1	10,8	13,5

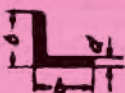


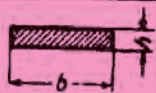
جدول ۶-۴ - جرم یک متر از میله‌های گرد، چهارگوش فولادی بر حسب kg

1...35				36...70				71...105			
$\frac{d}{l}$ SW				$\frac{d}{l}$ SW				$\frac{d}{l}$ SW			
1	0.006	0.008	0.007	36	7.99	10.2	8.81	71	31.1	39.6	34.3
2	0.025	0.031	0.027	37	8.44	10.7	9.3	72	32.0	40.7	35.2
3	0.056	0.071	0.061	38	8.90	11.3	9.81	73	32.9	41.8	36.2
4	0.099	0.126	0.109	39	9.38	11.9	10.3	74	33.8	43.0	37.2
5	0.154	0.196	0.170	40	9.86	12.6	10.9	75	34.7	44.2	38.2
6	0.222	0.283	0.245	41	10.4	13.2	11.4	76	35.6	45.3	39.2
7	0.302	0.385	0.333	42	10.9	13.9	12.0	77	36.5	46.5	40.3
8	0.395	0.502	0.435	43	11.4	14.5	12.6	78	37.5	47.8	41.4
9	0.499	0.636	0.551	44	11.9	15.2	13.2	79	38.5	49.0	42.4
10	0.617	0.785	0.680	45	12.5	15.9	13.8	80	39.5	50.2	43.5
11	0.746	0.950	0.823	46	13.0	16.6	14.4	81	40.5	51.5	44.6
12	0.888	1.13	0.979	47	13.6	17.3	15.1	82	41.5	52.8	45.7
13	1.04	1.33	1.15	48	14.2	18.1	15.7	83	42.5	54.1	46.8
14	1.21	1.54	1.33	49	14.8	18.8	16.3	84	43.5	55.4	48.0
15	1.39	1.77	1.53	50	15.4	19.6	17.0	85	44.5	56.7	49.1
16	1.58	2.01	1.74	51	16.0	20.4	17.7	86	45.6	58.1	50.3
17	1.78	2.27	1.96	52	16.7	21.2	18.4	87	46.7	59.4	51.5
18	2.00	2.54	2.20	53	17.3	22.1	19.1	88	47.7	60.8	52.6
19	2.23	2.83	2.45	54	18.0	22.9	19.8	89	48.8	62.2	53.8
20	2.47	3.14	2.72	55	18.7	23.7	20.6	90	49.9	63.6	55.1
21	2.72	3.46	3.00	56	19.3	24.6	21.3	91	51.1	65.0	56.3
22	2.98	3.80	3.29	57	20.0	25.5	22.1	92	52.2	66.4	57.5
23	3.26	4.15	3.60	58	20.7	26.4	22.9	93	53.3	67.9	58.8
24	3.55	4.52	3.92	59	21.5	27.3	23.7	94	54.5	69.4	60.1
25	3.85	4.91	4.25	60	22.2	28.3	24.5	95	55.6	70.8	61.4
26	4.17	5.31	4.60	61	22.9	29.2	25.3	96	56.8	72.3	62.7
27	4.50	5.72	4.96	62	23.7	30.2	26.1	97	58.0	73.9	64.0
28	4.83	6.15	5.33	63	24.5	31.2	27.0	98	59.2	75.4	65.3
29	5.19	6.60	5.72	64	25.3	32.2	27.8	99	60.4	77.0	66.6
30	5.55	7.07	6.12	65	26.0	33.2	28.7	100	61.7	78.5	68.0
31	5.92	7.55	6.53	66	26.9	34.2	29.6	101	62.8	80.0	69.3
32	6.31	8.04	6.96	67	27.7	35.2	30.5	102	64.2	81.6	70.6
33	6.71	8.55	7.40	68	28.5	36.3	31.4	103	65.5	83.2	72.0
34	7.13	9.07	7.86	69	29.4	37.4	32.4	104	66.7	84.9	73.5
35	7.55	9.62	8.33	70	30.2	38.5	33.3	105	68.0	86.5	75.0

جدول ۷-۴- جرم یک متر از لوله‌های فولادی برحسب kg

لوله‌های معمولی	قطر اسمی لوله برحسب اینچ	۱/۸"	۱/۴"	۳/۸"	۱/۲"	۵/۸"	۱"	۱ ۱/۴"
		6	8	10	15	20	25	32
 <p>اندازه‌ی داخلی</p>	تعداد دندانه در هر اینچ	28	19	19	14	14	11	11
	قطر خارجی لوله	10	13.25	16.75	21.25	26.75	33.5	42.25
	ضخامت جداره	2	2.25	2.25	2.75	2.4	2.9	3.1
	جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	0.395	0.810	0.805	1.25	1.44	2.19	2.99
	قطر اسمی لوله برحسب اینچ	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
	تعداد دندانه در هر اینچ	11	11	11	11	11	11	11
	قطر خارجی لوله	48.25	60	75.5	88.25	113.5	139	164.5
	ضخامت جداره	3.1	3.3	3.75	4	4.25	4.5	4.5
	جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	3.45	4.61	6.64	8.31	11.5	14.9	17.8
	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	40	50	65	80	100	125	150
لوله‌های بدون درز	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	8	10	12	14	16	18	20
		3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"
	ضخامت جداره برحسب میلی متر	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2
	جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	0.240	0.314	0.388	0.592	0.691	0.789	0.888
	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	22	24	26	28	30	32	32
	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	35	38	41.5	44.5	51	57	63.5
		7/8"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	2"	2 1/4"	2 1/2"
	ضخامت جداره برحسب میلی متر	2	2	2	2	2	2.5	2.5
	جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	0.986	1.09	1.13	1.18	1.28	1.70	1.82
	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	70	76	83	88	96	102	108
اندازه‌ی خارجی	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	114	125	133	140	159	168	183
		4 1/2"	5"	5 1/4"	5 1/2"	6 1/4"	6 3/4"	7 1/4"
	ضخامت جداره برحسب میلی متر	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.75	3
	جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	2.00	2.19	2.40	2.59	2.99	3.68	4.48
	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	219	244	268	299	355	406	457
	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	273	305	330	355	426	488	540
		10 3/4"	12"	13"	14"	16 3/4"	19 1/4"	21 1/4"
	ضخامت جداره برحسب میلی متر	3	3	3.25	3.25	3.5	3.5	3.75
	جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	4.96	5.40	6.39	6.87	7.90	8.50	9.64
	قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	355	406	457	508	568	635	711

جدول ۸-۴- جرم یک متر بعضی از نیمه ساخته های فولادی بر حسب kg

									
b×b×d	kg/m	نمره	h×b	kg/m	نمره	h×b	kg/m	b×h	kg/m
15×15×3	0.64	30	30×15	1.74	80	80×42	5.95	10×5	0.39
20×20×4	1.14	40	40×20	2.75	100	100×50	8.12	10×8	0.63
25×25×4	1.45	50	50×25	4.32	120	120×58	11.2	12×5	0.47
30×30×3	1.36	60	60×30	5.07	140	140×66	14.4	15×5	0.59
30×30×5	2.18	65	65×42	7.09	160	160×74	17.9	15×10	1.18
35×35×4	2.1	80	80×45	8.64	180	180×82	21.9	20×5	0.78
35×35×6	3.04	100	100×50	10.6	200	200×90	26.3	20×10	1.57
40×40×4	2.42	120	120×55	13.4	220	220×98	31.1	25×5	0.98
40×40×6	3.52	140	140×60	16.0	240	240×106	36.2	25×15	2.94
45×45×5	3.38	160	160×65	18.8	260	260×113	41.9	30×5	1.18
45×45×7	4.60	180	180×70	22.0	280	280×119	48.0	35×5	1.37
50×50×5	3.77	200	200×75	25.3	300	300×125	54.2	40×10	3.14
50×50×9	6.47	240	240×85	33.2	320	320×131	61.1	40×25	7.85
55×55×6	4.95	280	280×95	41.8	340	340×137	68.1	45×30	10.6
60×60×6	5.42	300	300×100	46.2	360	360×143	76.2	50×20	7.85
65×65×7	6.83	350	350×100	60.6	380	380×149	84.0	50×40	15.7
70×70×7	7.38	400	400×110	71.8	400	400×155	92.6	60×20	9.42
75×75×7	7.94	450	450×170	115	450	450×170	115	70×30	16.5
80×80×8	9.66	500	500×185	141	500	500×185	141	80×40	25.1
90×90×9	12.2	550	550×200	167	550	550×200	167	90×50	35.3

با مهندسان و دانشمندان اسلامی و ایرانی آشنا شویم

زندگی نامه‌ی بنوموسی

بنوموسی*، فرزندان موسی بن شاکر مشهور به «المنجم» از اهالی خراسان بودند که در سده سوم هجری می زیسته‌اند. بنوموسی به ترتیب سن عبارتند از محمد، احمد و حسن.

احمد بن موسی

ابوالقاسم احمد بن موسی شاکر خراسانی، برادر میانی در نجوم و مکانیک تخصص داشت و با ابداعات مکانیکی حیرت‌انگیز به عنوان قدیمی‌ترین صنعتگر و مهندس مکانیک در تاریخ تمدن اسلامی قرار گرفت. تاریخ ولادت و وفات وی مشخص نیست. احمد مردی متهور، صنعتگر، عاشق مهندسی و دارای نبوغ فوق‌العاده بود. وی با برادر بزرگ‌ترش، محمد، در زمینه‌ی نجوم فعالیت علمی داشت و تهور علمی لازم را داشت که در یک اثر نجومی، نظریه یونانیان را در این مورد که «نهمین کره، مجموعه‌ی کرات را دربر می‌گیرد» رد کند. اما از آنجایی که به صنعتگری و ساخت ابزار علاقه‌ی ویژه‌ای داشت به کمک برادرش، محمد، یک ساعت فلزی مسی بسیار بزرگ ساخت.

محمد طلوع و غروب ستارگان معروف را، چه در شبانه‌روز و چه در طول سال محاسبه کرده و احمد، محاسبه پیچیده‌ی برادرش را روی دستگاهی که با هوشمندی و ظرافت بسیار ساخته بود، پیاده کرد. این دستگاه کاملاً دقیق کار می‌کرد و نمونه‌ای منحصر به فرد و نشانه‌ی استادی وی در مهندسی بود.

تجربیات و ابداعات مکانیکی احمد در کتابی به نام «کتاب الحیل» که حاوی ۱۰۰ دستگاه ابتکاری است گردآوری شد که

با استعدادترین افراد قرن حاضر را نیز به شگفتی وامی‌دارد. دستگاه‌های شگفت‌انگیز این نابغه‌ی مسلمان ایرانی تحولی شگرف در مهندسی مکانیک به وجود آورد و بنابه شواهد غیرقابل انکار می‌توان گفت که بیشتر ابتکارات و تکنیک‌هایی که در سده‌های اخیر به علوم مکانیکی و مهندسی اسلام و اروپا تلفیق یا وارد شده‌اند از کتاب الحیل احمد بن موسی گرفته شده‌اند.

آن چه از کتاب احمد بن موسی می‌دانیم آن است که این تنها نمونه‌ای است که ما را از یک سیستم اساسی علوم پنوماتیک - هیدرولیک در اسلام آگاه می‌کند و همان طور که در همان زمان ثابت منزلت و اعتباری خاص داشته است.

استفاده‌ی پسران موسی از سوپاپ‌هایی که به خودی خود و اتوماتیک عمل می‌کنند، ابزارهای دقیق زمان‌سنجی، سیستم درنگ کننده یا کندکننده و دیگر ابزارهای دقیق ساخته شده مواردی را نشان می‌دهند که نبوغ و قوه‌ی ابتکار فوق‌العاده‌ی این برادران و با دست کم احمد بن موسی را آشکار می‌سازد.

عالی‌ترین افکار این برادران و علی‌الخصوص احمد بن موسی در کارهای فنی و مهندسی مکانیک و مهندسی کنترل و استعمال صحیح ابزارهایی است که دور از انتظار در دستگاه‌ها کار گذاشته شده و تحت فشار آب و هوا کار می‌کرده است.

«کتاب الحیل» بنوموسی در مقطعی از تاریخ مهندسی مکانیک قرار گرفته است که حدود ۹۰۰ سال پیش از آن، یونانیان و حدود ۶۰۰ سال پس از آن اروپاییان به این شاخه از تمدن صنعتی پرداخته‌اند و در فاصله زمانی ۱۵۰۰ ساله «کتاب الحیل» بنوموسی است که ممتازترین اثر مکانیکی است و در خلاص حاصل درخششی چشم‌گیر دارد. بی‌شک «کتاب الحیل» بر بلندترین قله‌ی تاریخ مهندسی مکانیک در ایران، در اسلام و در جهان جای دارد و موجب افتخار و سربلندی هر ایرانی و هر مسلمان است.

* بنویا بنی جمع ابن به معنای فرزندان و بنوموسی یعنی فرزندان موسی