

مسابقات فنی لائسنس (1)

Building Technical Calculations (1)

فهرست:

فصل اول - کار با ماشین حساب

مقدمه.....	۲	۱-۱
آشنایی با کلیدهای مهم ماشین حساب.....	۳	۲-۱
حل چند مثال ساده با ماشین حساب.....	۴	۳-۱

فصل دوم - مفاهیم پایه، واحدهای اندازه گیری و تبدیل آن‌ها

مفاهیم پایه:.....	۸	۱-۲
یکها:.....	۹	۲-۲
تبدیل واحدها (Unit Conversion):.....	۱۱	۳-۲

فصل سوم - روش‌های محاسبه طول

محاسبه طول با استفاده از رابطه فیثاغورث.....	۱۴	۱-۳
محاسبه طول با استفاده از نسبت تشابه شکل‌های هندسی.....	۱۶	۲-۳
محاسبه طول با استفاده از روابط مثلثاتی (نسبت‌های مثلثاتی).....	۱۹	۳-۳
محاسبه طول در مثلث غیرمستقیم.....	۲۱	۴-۳
محاسبه محیط.....	۲۷	۵-۳

فصل چهارم - محاسبه زاویه

محاسبه زوایای مثلث.....	۳۲	۱-۴
محاسبه زوایای داخلی یک چندضلعی منتظم.....	۳۷	۲-۴

فصل پنجم - محاسبه سطح

محاسبه مساحت مثلث.....	۴۰	۱-۵
محاسبه مساحت چهارضلعی‌ها.....	۴۴	۲-۵
محاسبه مساحت چهارضلعی نامشخص.....	۴۵	۳-۵
محاسبه مساحت چندضلعی‌ها.....	۵۲	۴-۵
محاسبه مساحت دایره.....	۵۶	۵-۵
محاسبه مساحت حلقه.....	۵۶	۶-۵
محاسبه سطح جانبی و سطح کل احجام هندسی و احجام مرکب.....	۵۷	۷-۵

فصل ششم - محاسبه حجم

محاسبه حجم احجام منشوری..... ۶۲..... ۱-۶

فصل هفتم - محاسبه وزن و مقدار مصالح

چگالی و واحد اندازه گیری آن..... ۷۲..... ۱-۷

وزن و واحد اندازه گیری آن..... ۷۲..... ۲-۷

محاسبات جرم، چگالی و حجم..... ۷۴..... ۳-۷

فصل هشتم - محاسبه زمان انجام کار

نسبت زمان انجام کار به مقدار کار..... ۸۶..... ۱-۸

نسبت زمان انجام کار به تعداد کارکنان..... ۸۶..... ۲-۸

فصل نهم - آشنایی با نرم افزار Excel

آشنایی با نرم افزار Excel..... ۹۱..... ۱-۹

حل چند مثال کاربردی در نرم افزار Excel..... ۱۰۰..... ۲-۹

منابع و مأخذ:..... ۱۰۴.....

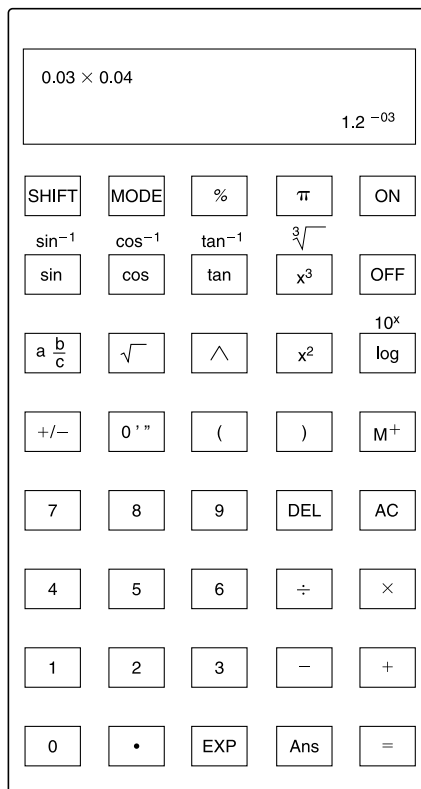
هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:
- ۱- کارآیی درست کلیدهای ماشین حساب برای انجام محاسبات مختلف را بشناسد.
 - ۲- محاسبات ساده را با ماشین حساب انجام دهد.

۱-۱ مقدمه

در مهندسی ما اغلب نیاز به انجام محاسبات داریم. اگر محاسبات ساده باشد می‌توان به‌طور ذهنی آن‌ها را انجام داد ولی اگر اعداد بزرگ‌تر شوند، ماشین حساب الکترونیکی مورد نیاز است.

چندین ماشین حساب با مارک‌های مختلف در بازار موجود هستند ولی تمامی آن‌ها دارای دکمه‌های زیر بوده که ضمن آشنایی با آن‌ها با حل چند مثال کارهای بیشتری را فرا می‌گیریم.



آشنایی با کلیدهای مهم ماشین حساب

۲-۱

جمع دو یا چند عدد	$+$
تفریق یک عدد از عدد دیگر	$-$
تقسیم یک عدد بر عدد دیگر	\div
ضرب دو یا چند عدد	\times
پاک کردن یا لغو کردن محاسبه موجود	AC
این کلید وقتی استفاده می شود که عملکرد دوم کلیدها مدنظر است	SHIFT
از این کلید برای انجام تنظیمات ماشین حساب استفاده می شود	MODE
محاسبه ریشه دوم یک عدد	$\sqrt{\quad}$
محاسبه ریشه سوم یک عدد	$\sqrt[3]{\quad}$
محاسبه مربع یک عدد	x^2
محاسبه مکعب یک عدد	x^3
با فشار دادن این کلید، یک عدد می تواند به هر توانی برسد	\wedge
کلید عدد پی (π)	π
برای تعیین سینوس، کسینوس و تانژانت از این کلیدها استفاده می شود	sin cos tan
اگر سینوس/کسینوس/تانژانت یک زاویه داده شود، با استفاده از این کلیدها زاویه به دست می آید	SHIFT sin
	SHIFT cos
	SHIFT tan
برای به دست آوردن لگاریتم اعداد بر مبنای ۱۰ از این کلید استفاده می شود	log
برای انجام عملیات معکوس لگاریتم، از این کلید (آنتی لگاریتم) استفاده می شود	10^x
این کلید ۱۰ را به توان عدد داده شده می رساند	EXP
برای انجام محاسبات مربوط به کسرها از این کلید استفاده می شود	$\frac{\square}{\square}$
این کلید برای وارد کردن یک مقدار به حافظه استفاده می شود	M^+
این کلید پاسخ را به صورت درصد نشان می دهد	%
این کلید برای تبدیل یک زاویه به درجه، دقیقه و ثانیه استفاده می شود	$^{\circ}'''$
این کلیدها برای درج پرانتز در فرمول های پیچیده استفاده می شود	()
با فشار این کلید می توان اعداد را در موقعیت مکان نمای جاری پاک کرد	DEL

۳-۱ حل چند مثال ساده با ماشین حساب

مثال ۱: محاسبه کنید: $۳۷/۸۰ - ۴۰/۱۲ + ۳۱/۵۵$

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

$$\boxed{3} \boxed{7} \boxed{.} \boxed{8} \boxed{0} \boxed{-} \boxed{4} \boxed{0} \boxed{.} \boxed{1} \boxed{2} \boxed{+} \boxed{3} \boxed{1} \boxed{.} \boxed{5} \boxed{5} \boxed{=} 29.23$$

مثال ۲: محاسبه کنید: $\frac{۳۴/۹ \times ۵۷/۳}{۴۱/۶۶}$

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

$$\boxed{3} \boxed{4} \boxed{.} \boxed{9} \boxed{\times} \boxed{5} \boxed{7} \boxed{.} \boxed{3} \boxed{\div} \boxed{4} \boxed{1} \boxed{.} \boxed{6} \boxed{6} \boxed{=} 48.0$$

مثال ۳: محاسبه کنید: $\frac{۸۷/۳ \times ۶۷/۸۱}{۲۳/۹۷ \times ۴۰/۵}$

حل: راه حل اول:

$$87.3 \times 67.81 \div 23.97 \div 40.5$$

$$\boxed{8} \boxed{7} \boxed{.} \boxed{3} \boxed{\times} \boxed{6} \boxed{7} \boxed{.} \boxed{8} \boxed{1} \boxed{\div} \boxed{2} \boxed{3} \boxed{.} \boxed{9} \boxed{7} \boxed{\div}$$

$$\boxed{4} \boxed{0} \boxed{.} \boxed{5} \boxed{=} 6.098$$

راه حل دوم: $87.3 \times 67.81 \div (23.97 \times 40.5)$

$$\boxed{8} \boxed{7} \boxed{.} \boxed{3} \boxed{\times} \boxed{6} \boxed{7} \boxed{.} \boxed{8} \boxed{1} \boxed{\div} \boxed{(} \boxed{2} \boxed{3} \boxed{.} \boxed{9} \boxed{7} \boxed{\times}$$

$$\boxed{4} \boxed{0} \boxed{.} \boxed{5} \boxed{)} \boxed{=} 6.098$$

مثال ۴: محاسبه کنید: $\sqrt{۴/۵} \times \sqrt{۵/۵} + \sqrt{۳/۴}$

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

$$\boxed{\sqrt{}} \boxed{4} \boxed{.} \boxed{5} \boxed{\times} \boxed{\sqrt{}} \boxed{5} \boxed{.} \boxed{5} \boxed{+} \boxed{\sqrt{}} \boxed{3} \boxed{.} \boxed{4} \boxed{=} 6.819$$

مثال ۵: حاصل πr^2 را محاسبه کنید اگر $r = ۲/۲۵$ باشد.

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

$$\boxed{\pi} \boxed{\times} \boxed{2} \boxed{.} \boxed{2} \boxed{5} \boxed{x^2} \boxed{=} 15.904$$

مثال ۶: مقدار عبارت روبه‌رو را به دست آورید: $(۲/۲ \times ۴/۸) + (۵/۲ \times ۳)$

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

$$\boxed{(} \boxed{2} \boxed{.} \boxed{2} \boxed{\times} \boxed{4} \boxed{.} \boxed{8} \boxed{)} \boxed{+} \boxed{(} \boxed{5} \boxed{.} \boxed{2}$$

$$\boxed{\times} \boxed{3} \boxed{)} \boxed{=} 26.16$$

مثال ۷: مقدار عبارت روبه‌رو را به دست آورید: $\frac{۶^۳ \times ۴^۴}{۳^۵}$

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

$$\boxed{6} \boxed{\wedge} \boxed{3} \boxed{\times} \boxed{4} \boxed{\wedge} \boxed{4} \boxed{\div} \boxed{2} \boxed{\wedge} \boxed{5} \boxed{=} 1728$$

مثال ۸: مقدار عبارت روبه‌رو را به دست آورید: $1 \cdot \log_8 \left(\frac{4 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-12}} \right)$
 حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

1 0 log (4 EXP +/- 7 ÷ 2 EXP +/-
 1 2) = 53.01

مثال ۹: مقدار عبارت روبه‌رو را به دست آورید: $\frac{\sin 6^\circ}{\cos 6^\circ}$
 حل: ابتدا کلید **MODE** ماشین حساب را در حالت درجه قرار داده و سپس کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

sin 6 0 ÷ cos 6 0 = 1.732

مثال ۱۰: مقدار زاویه را بر حسب درجه، دقیقه و ثانیه به دست آورید اگر:
 الف) سینوس زاویه برابر $0/6$ باشد.
 ب) کسینوس زاویه برابر $0/45$ باشد.
 ج) تانژانت زاویه برابر $0/36$ باشد.
 حل: ابتدا کلید **MODE** ماشین حساب را در حالت درجه قرار داده و سپس کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

الف) SHIFT sin . 6 = 36.8699° ° ' " $36^\circ 52' 11.6''$
 ب) SHIFT cos . 4 5 = 63.2563° ° ' " $63^\circ 15' 22.7''$
 ج) SHIFT tan . 3 6 = 19.7989° ° ' " $19^\circ 47' 56''$

تمرین:

۱- محاسبه کنید:

الف) $37/85 - 40/62 + 31/85 - 9/67$

ب) $\frac{33/9 \times 56/3}{45/66}$

ج) $\frac{67/3 \times 69/81}{25/97 \times 20/5}$

د) $\sqrt{4/9} \times \sqrt{8/5} + \sqrt{7/4}$

۲- محاسبه کنید: πr^2 را اگر $r = 12/25$

۳- مقدار عبارات زیر را به دست آورید:

الف) $(2/2 \times 9/8) + (5/2 \times 6/3)$

ب) $(4/66 \times 12/8) - (7/5 \times 5/95)$

ج) $(4/6 \times 10/8) \div (7/3 \times 5/5)$

۴- مقدار هر یک از عبارات زیر را به دست آورید:

الف) $\frac{5^7 \times 3^4}{2^5}$

ب) $\frac{4^7 \times 6^4}{5^4}$

ج) $1 \cdot \log_1 \left(\frac{9 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-11}} \right)$

د) $\frac{\sin 7^\circ}{\cos 6^\circ}$

ه) $\frac{\tan 45^\circ}{\cos 35^\circ}$

۵- مقدار زاویه را بر حسب درجه به دست آورید اگر:

الف) سینوس زاویه برابر $0/85$ باشد.

ب) کسینوس زاویه برابر $0/75$ باشد.

ج) تانژانت زاویه برابر $0/66$ باشد.

۶- مقادیر عبارات زیر را به دست آورید:

الف) $\sin 62^\circ 42' 35''$

ب) $\cos 32^\circ 22' 35''$

ج) $\tan 85^\circ 1' 20''$

۷- حاصل عبارات زیر را تعیین کنید.

الف) $\frac{12 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-8}}$

ب) $\sqrt{2 \left(\frac{1}{2} + 3 \right)^2 - 1} + 4$

ج) $8/5 \times 10^{-2} \times \frac{4}{5} + \frac{2}{3} (\sqrt{3} - 1) \times 5^2$

د) $\frac{\cos 8^\circ - \sin 2^\circ}{2} - \frac{1}{2} (\tan 6^\circ - \cos 3^\circ)$

ه) $\frac{0/005 \times 10^{-6}}{2} + \frac{2/01 \times 10^{-5} + 0/05}{4 - \frac{1}{2}}$

و) $\tan^{-1}(1/5) + \frac{1}{3} \cos^{-1} \left(\frac{0/8}{2} \right) \times 2 - 2 \left(0/4 + \frac{1}{2} \right)^2$

۸- زاویه α را به دست آورید.

الف) $\tan(\alpha) = \frac{3}{4}$

ب) $\cos(2\alpha + 1) = 0/6$

ج) $\frac{2}{3} \sin(\alpha) = \frac{1}{2} - 0/2^2 \times 3$

فصل

دوم

مفاهیم پایه، واحدهای اندازه‌گیری و تبدیل آن‌ها



کیلوگرم استاندارد که در موزه نگهداری می‌شود

هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:

- ۱- مفاهیم پایه در اندازه‌گیری را بداند.
- ۲- واحدهای اندازه‌گیری کمیت‌های طول - سطح - حجم - زمان - زاویه - جرم و نیرو را بشناسد و تعریف کرد.
- ۳- تبدیل واحدهای اندازه‌گیری را انجام دهد.

۱-۲ مفاهیم پایه:

۱-۱-۲-۱ کمیت (Quantity):

آن دسته از ویژگی‌های هر پدیده فیزیکی که قابل اندازه‌گیری بوده و مقدار آن با عدد بیان می‌شود.

مثال: طول، زمان، وزن، مساحت، حجم و ...

کمیت‌هایی که در رشته ساختمان بیشتر با آن سر و کار داریم عبارتند از:

طول - سطح - حجم - زاویه - زمان - جرم و وزن

۱-۲-۲-۱ یکا یا واحد اندازه‌گیری:

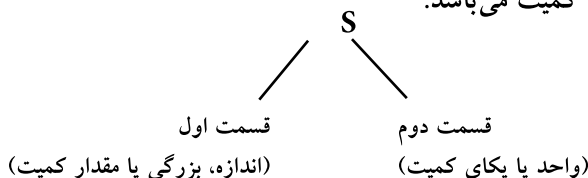
برای اندازه‌گیری یک کمیت بایستی آن را با مقدار ثابتی از آن کمیت مقایسه کرد، که به آن مقدار ثابت از کمیت، یکا یا واحد آن می‌گویند.

مثال: یکا یا واحد کمیت زمان، «ثانیه» است. «۶۰ ثانیه» زمانی معادل ۶۰ برابر یک ثانیه است.

۱-۲-۳-۱ اندازه‌گیری یک کمیت:

اندازه‌گیری یک کمیت، مقایسه مقدار آن با یکای آن کمیت است. اندازه یک کمیت شامل دو قسمت است. قسمت اول عددی است که نشان دهنده بزرگی کمیت است و قسمت دوم نشان دهنده یکای کمیت می‌باشد.

مثال:



۲-۱-۴- سامانه بین المللی یکاها (SI=System International) :

از معروف ترین سامانه های واحدهای اندازه گیری در دنیا می توان از سامانه (SI) نام برد. در این کتاب سامانه SI در کاربرد انواع کمیت ها، حاکم خواهد بود.

جدول ۱-۱ سامانه (SI)

کمیت	طول	جرم	زمان	نیرو
سامانه	متر (m)	کیلوگرم (kg)	ثانیه (s)	نیوتن (N)
	(SI)			

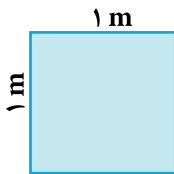
۲-۲-۲ یکاها:

۱-۲-۲-۱ متر (m)، واحد طول:

یک متر، مسافتی است که نور در مدت $\frac{1}{299792458 \times 10^8}$ ثانیه در خلاء می پیماید.

۲-۲-۲-۲ مترمربع (m^2)، واحد سطح:

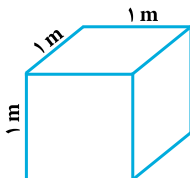
یک مترمربع، مساحت مربعی است که طول هر ضلع آن یک متر است.



$$S = 1 \text{ m}^2$$

۳-۲-۲-۳ مترمکعب (m^3)، واحد حجم:

یک مترمکعب، حجم مکعبی است که طول هر بعد آن یک متر می باشد.

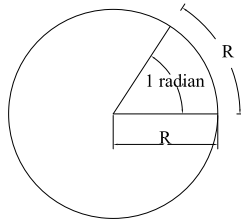
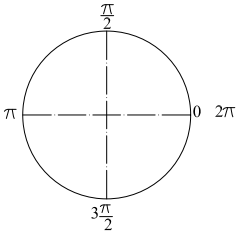
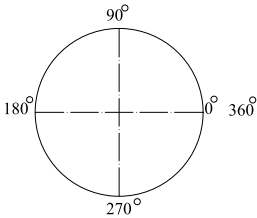


$$V = 1 \text{ m}^3$$

۴-۲-۲- واحدهای زاویه:

درجه (Degree): یک درجه (1°)، $\frac{1}{360}$ زاویه مرکزی دایره کامل است. یک درجه

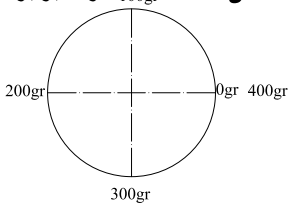
برابر ۶۰ دقیقه و هر دقیقه معادل ۶۰ ثانیه است.



طول قوس مقابل زاویه $\theta = \frac{L}{r}$ زاویه به رادیان
شعاع دایره

(1 radian = $57,3^\circ$)

رادیان (Radian): یک رادیان (1 radian)، $\frac{1}{2\pi} = \frac{1}{6,28}$ زاویه مرکزی دایره کامل است.
گراد (Grad): یک گراد (1 grad)، $\frac{1}{400}$ زاویه مرکزی دایره کامل است. یک گراد برابر ۱۰۰



۵-۲-۲- کیلوگرم (kg)، واحد جرم: یک کیلوگرم جرم استوانه‌ای از آلیاژ پلاتین-

ایریدیم است که در اداره استاندارد بین‌المللی در نزدیکی شهر پاریس نگهداری می‌شود.

۶-۲-۲- ثانیه (s)، واحد زمان: یک ثانیه زمانی است برابر $10^9 \times 9/192631770$ بار

نوسان نور تابش شده در پرتو اتم سزیم $133(133 \text{ Cs})$.

۷-۲-۲- نیوتن (N)، واحد نیرو: یک نیوتن مقدار نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم،

شتاب یک متر بر مجذور ثانیه را بدهد.

۳-۲ تبدیل واحدها (Unit Conversion):

الف) تبدیل‌های واحد طول (L):

جدول ۱-۱- ضرایب تبدیل یکاهای طول

$1000=10^3$	$100=10^2$	۱۰	۱	$0/1=10^{-1}$	$0/0/1=10^{-2}$	$0/001=10^{-3}$
میلی‌متر mm	سانتی‌متر cm	دسی‌متر dm	متر m	دکامتر dam	هکتومتر hm	کیلومتر km

مثال: ۵۰۰۰۰ میلی‌متر چند کیلومتر است؟

قاعده کلی تبدیل واحد: برای تبدیل واحد، ضریب واحد خواسته شده را در صورت و ضریب واحد اولیه را در مخرج از جدول فوق قرار می‌دهیم.

$$50000 \text{ mm} \times \frac{0/001 \text{ km}}{1000 \text{ mm}} = 5 \times 10^4 \times \frac{10^{-3}}{10^3} = 5 \times 10^{-2} \text{ km} = 0/05 \text{ km}$$

ب) تبدیل‌های واحد سطح (A):

جدول ۲-۱- ضرایب تبدیل یکاهای سطح

۱۰۶	۱۰۴	۱۰۲	۱	۱۰-۲	۱۰-۴	۱۰-۶
میلیمترمربع mm ^۲	سانتی‌مترمربع cm ^۲	دسی‌مترمربع dm ^۲	مترمربع m ^۲	دکامترمربع dam ^۲ (آر)	هکتومترمربع hm ^۲ (هکتار)	کیلومترمربع km ^۲

مثال: ۱۵۰۰۰۰ سانتی متر مربع چند کیلومتر مربع است؟

$$150000 \text{ cm}^2 \times \frac{10^{-6} \text{ km}^2}{10^4 \text{ cm}^2} = 1/5 \times 10^5 \times \frac{10^{-6}}{10^4} = 1/5 \times 10^{-5} \text{ km}^2$$

ج) تبدیل‌های واحد حجم (V):

جدول ۳-۱- ضرایب تبدیل یکاهای حجم

۱۰۹	۱۰۶	۱۰۳	۱	۱۰-۳	۱۰-۶	۱۰-۹
میلیمترمکعب mm ^۳	سانتی‌مترمکعب cm ^۳ (سی سی)	دسی‌مترمکعب dm ^۳ (لیتر)	مترمکعب m ^۳	دکامترمکعب dam ^۳	هکتومترمکعب hm ^۳	کیلومترمکعب km ^۳

مثال: ۱۰۰۰۰۰ لیتر چند متر مکعب است؟

$$100000 \text{ dm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ dm}^3} = 10^5 \times \frac{1}{10^3} = 10^2 \text{ m}^3 = 100 \text{ m}^3$$

پیدا کردن رابطه بین اعداد در سه جدول فوق می‌تواند در به‌خاطر سپردن آن‌ها کمک زیادی نماید.

(د) تبدیل‌های واحد جرم (M):

جدول ۱-۴- ضرایب تبدیل یکاهای جرم

10^3	۱	10^{-3}
گرم gr	کیلوگرم kg	تن ton

مثال: ۰/۲۵ تن چند گرم است؟

$$0.25 \text{ ton} \times \frac{10^3 \text{ gr}}{10^3 \text{ ton}} = 2/5 \times 10^{-1} \times 10^6 = 2/5 \times 10^5 \text{ gr}$$

(ه) تبدیل‌های واحد زاویه:

جدول ۱-۵- ضرایب تبدیل یکاهای زاویه

$3600''$ ثانیه second	$60'$ دقیقه minute	1° درجه Degree (D)	$\frac{\pi}{180}$ radian رادیان radian	$\frac{400}{360} = \frac{10}{9}$ grad گراد grad
-----------------------------	--------------------------	---------------------------------	--	---

مثال: یک رادیان چند ثانیه‌ی درجه‌ای است؟

$$1 \text{ radian} \times \frac{3600''}{\frac{\pi}{180} \text{ radian}} = \frac{3600 \times 180}{\pi} = 206265''$$

محاسبه نمایید: 

برای یکاهای داده شده، یکاهای خواسته شده را در جدول‌های زیر محاسبه نمایید:

km	m	dam	m	mm	m
$80/41 \times 10^{-4}$	.....	$5/65$	.....	9×10^5	.....
km^2	hm^2	m^2	hm^2	cm^2	hm^2
$4/5$	.....	10^6	.....	10^{10}	.....
m^3	dm^3	cm^3	Lit	mm^3	dm^3
5000	.....	10^6	.....	18×10^{10}	.....
gr	kg	ton	kg	gr	ton
5678$	.....	0/75$	.....	18000	.....
radian	D	grad	radian	D	second
$1/57$	.....	200	.....	15	.....

فصل

سوم

روش‌های محاسبه

طول



هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:
- ۱- رابطه فیثاغورث را بشناسد و کاربرد آن را بداند.
 - ۲- طول‌ها را با استفاده از نسبت تشابه شکل‌ها به دست آورد.
 - ۳- طول‌ها را با استفاده از نسبت‌های مثلثاتی محاسبه نماید.
 - ۴- با استفاده از روابط سینوس‌ها و کسینوس‌ها در مثلث غیر مشخص طول‌ها را محاسبه کند.
 - ۵- محیط اشکال هندسی چندضلعی و دایره را به دست آورد.

۱-۳ محاسبه طول با استفاده از رابطه فیثاغورث

هرگاه دو ضلع از مثلث قائم‌الزاویه‌ای معلوم باشد ضلع سوم را می‌توان به کمک رابطه فیثاغورث محاسبه نمود.

قضیه فیثاغورث

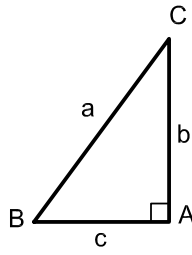
در هر مثلث قائم‌الزاویه، مربع وتر برابر است با مجموع مربع‌های دو ضلع دیگر

در تعریف فوق منظور از وتر، ضلع مقابل به زاویه قائمه می‌باشد.

مثال: در مثلث ABC شکل ۱ زاویه $A=90^\circ$ است.

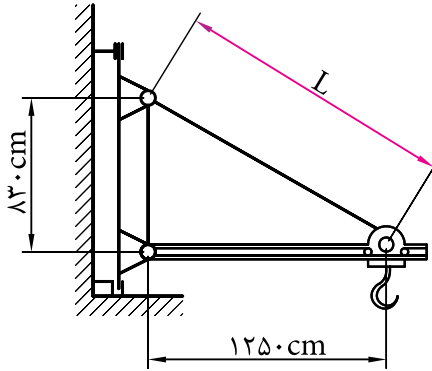
پس داریم:

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



شکل ۱

مثال ۱: در حماله مطابق شکل ۲ اندازه L چه قدر است؟



شکل ۲

طبق قضیه فیثاغورث داریم:

$$L^2 = 1250^2 + 830^2$$

$$L^2 = 1562500 + 688900 = 2251400$$

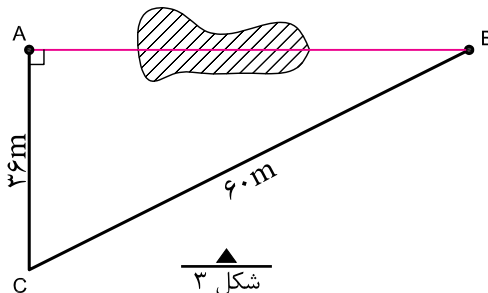
$$L = \sqrt{2251400}$$

$$L = 1500/47 \text{ cm}$$

مثال ۲: می خواهیم فاصله دو نقطه A و B را که بین آن‌ها مانعی وجود دارد تعیین کنیم.

برای این کار، مطابق شکل ۳ مثلث قائم الزاویه ABC را تشکیل داده و اضلاع AC و BC را

اندازه گیری کرده ایم. فاصله AB چند متر است؟



شکل ۳

طبق رابطه فیثاغورث داریم:

$$(BC)^2 = (AC)^2 + (AB)^2$$

$$60^2 = 36^2 + (AB)^2 \Rightarrow (AB)^2 = 60^2 - 36^2$$

$$(AB)^2 = 2304$$

$$AB = \sqrt{2304} \Rightarrow AB = 48 \text{ m}$$

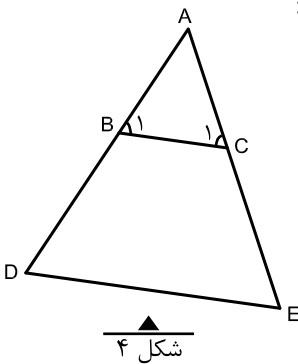
۲-۳ محاسبه طول با استفاده از نسبت تشابه شکل های هندسی

تعریف نسبت تشابه

در دو شکل متشابه، نسبت بین اضلاع متناظر عدد ثابتی است که به آن نسبت تشابه می گویند و آن را با حرف «K» نشان می دهند.

نکته: هر گاه دو زاویه از مثلثی با دو زاویه از مثلث دیگر برابر باشند، آن دو مثلث متشابه بوده که یکی از حالت های تشابه دو مثلث می باشد که در محاسبات فنی ساختمان کاربرد زیادی دارد.

مثلاً در شکل (۴) اگر BC موازی DC باشد لذا زاویه B_۱ با D و زاویه C_۱ با E برابر می باشند و دو مثلث ABC و ADC متشابه خواهند بود و داریم:



$$\frac{AB}{AD} = \frac{AC}{AE} = \frac{BC}{DE} = K$$

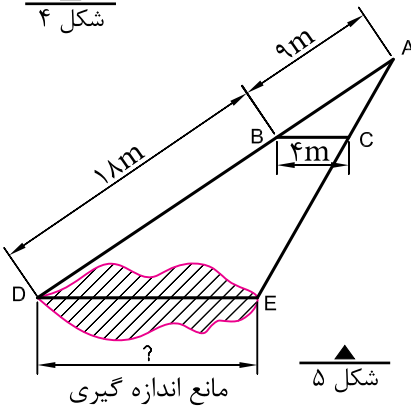
مثال ۱: در شکل ۵، خط BC

موازی ضلع DE است؛ یعنی دو مثلث ABC و ADE متشابه هستند و داریم:

متر AB=۹ و متر BD=۱۸

BC=۴، طول ضلع DE چند متر است؟

حل: طبق تعریف نسبت تشابه



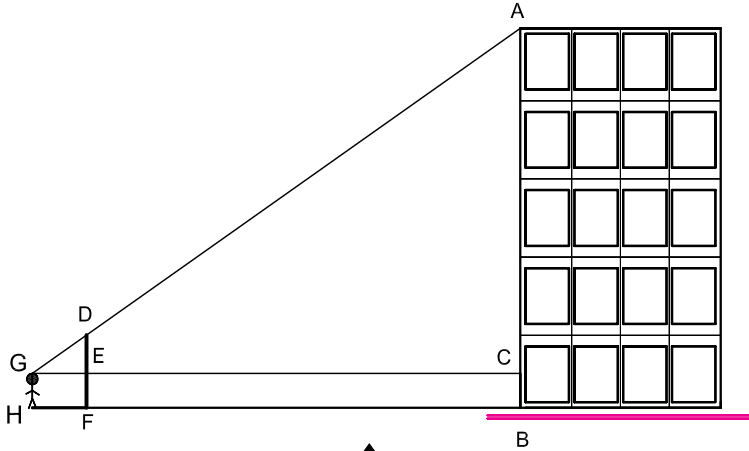
داریم:

$$\frac{AB}{AD} = \frac{BC}{DE}$$

$$\frac{9}{9+18} = \frac{4}{DE} \Rightarrow DE = \frac{4 \times (9+18)}{9} \Rightarrow \boxed{DE = 12m}$$

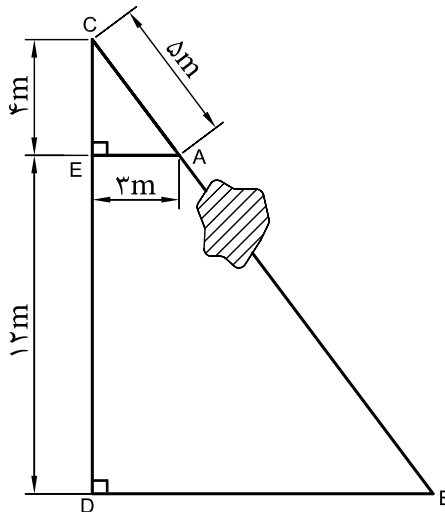
تمرین:

۱- برای تعیین ارتفاع یک ساختمان، از یک چوب به طول ۳ متر ($DF = 3m$) مطابق شکل ۶ استفاده شده است. در صورتی که فاصله چشم ناظر از زمین برابر $(GH = 1/70m)$ و $HF = 2m$ و $FB = 18m$ باشد، ارتفاع ساختمان AB را بر حسب متر تعیین کنید.



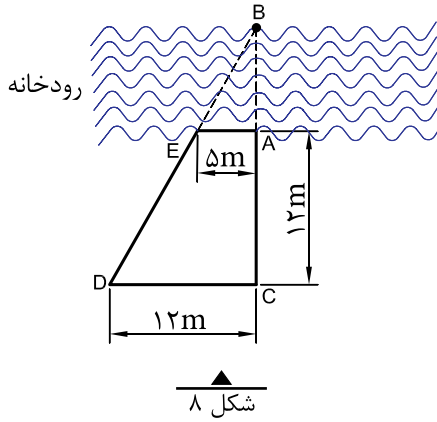
شکل ۶- اصول ترسیم در یک نمای ساختمانی

۲- برای تعیین فاصله دو نقطه A و B که مانعی بین آنها وجود دارد، مثلث‌های قائم‌الزاویه ACE و BCD را بنا کرده‌ایم. فاصله دو نقطه A و B را بر حسب متر به دست آورید.

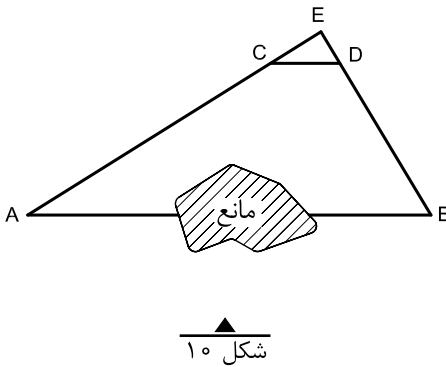
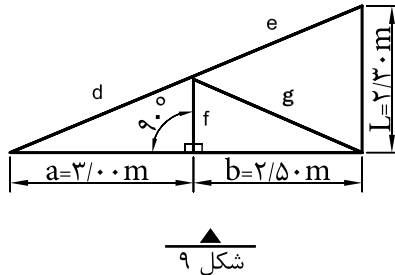


شکل ۷

۳- برای تعیین عرض یک رودخانه، طول‌های DC و AC و AE اندازه‌گیری شده‌اند. عرض رودخانه چند متر است؟



۴- اندازه طول عضوهای d ، e ، f و g را در حماله مطابق شکل ۱۰ به دست آورید.



۵- برای تعیین فاصله دو نقطه A و B که مانعی بین آن‌ها وجود دارد، مثلث دلخواه ABE را بنا کرده و طول اضلاع AE و BE را اندازه گرفته‌ایم ($AE=3\Delta m$ و $BE=2\circ m$). از طرفی، مثلث دیگری مانند CED را در نظر گرفته و طول اضلاع آن‌را اندازه‌گیری کرده‌ایم. ($CE=3/5m$ و $ED=2m$ و $CD=4m$). اگر CD موازی AB باشد فاصله نقاط A و B را بر حسب متر تعیین کنید.

۳-۳ محاسبه طول با استفاده از روابط مثلثاتی (نسبت های مثلثاتی)

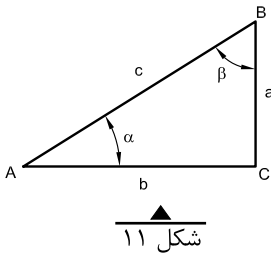
۳-۳-۱- تعریف روابط اصلی مثلثاتی (نسبت های مثلثاتی):

در هر مثلث قائم الزاویه، روابط اصلی مثلثاتی (نسبت های مثلثاتی) به صورت جدول ۴ تعریف می شود.

جدول ۴

$\sin = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \text{سینوس}$	$\tan = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \text{تانژانت}$
$\cos = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \text{کسینوس}$	$\cotan = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{ضلع مقابل}} = \text{کنانژانت}$

مثال: در مثلث قائم الزاویه ABC شکل ۱۱، روابط اصلی مثلثاتی برای زاویه α چنین تعریف می شود:



$\sin \alpha = \frac{a}{c}$	$\cos \alpha = \frac{b}{c}$	$\tan \alpha = \frac{a}{b}$	$\cotan \alpha = \frac{b}{a}$
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------

آیا می دانید که ... (مطالعه آزاد)

اصطلاحات مثلثات مثل «سینوس و کسینوس و تانژانت» دقیقاً ترجمه واژه هایی است که در نوشته های ریاضی دانان ایرانی و به خصوص کتاب «کشف القناع» خواجه نصیرالدین طوسی به کار رفته است. در واقع در هیچ زمینه ای از ریاضیات محاسبه ای مثل حساب و جبر و مثلثات نمی توان قانون یا دستوری را یافت که به وسیله ریاضی دانان ایرانی کشف نشده باشد.

تمرین:

در مثلث قائم الزاویه ABC شکل ۱۱، روابط اصلی مثلثاتی را برای زاویه β در جدول بنویسید.

$\sin \beta = \text{_____}$	$\cos \beta = \text{_____}$	$\tan \beta = \text{_____}$	$\cotan \beta = \text{_____}$
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------

۳-۳-۲- مقادیر عددی نسبت‌های مثلثاتی:

همیشه مقادیر نسبت‌های مثلثاتی برای هر زاویه معین، مقدار ثابتی است. در جدول ۵ مقدار عددی نسبت‌های مثلثاتی زوایای 30° ، 45° و 60° را ملاحظه می‌کنید.
جدول ۵- نسبت‌های مثلثاتی زوایای 30° ، 45° و 60°

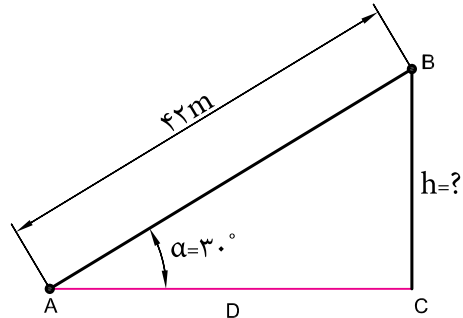
زاویه α	نسبت مثلثاتی	30°	45°	60°
		$\sin \alpha$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\cos \alpha$		$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\tan \alpha$		$\frac{\sqrt{3}}{3}$	۱	$\sqrt{3}$
$\cotan \alpha$		$\sqrt{3}$	۱	$\frac{\sqrt{3}}{3}$

توجه: بهتر است اعداد جدول ۵ به خاطر سپرده شود و برای سایر زوایا، از ماشین‌های حساب استفاده گردد.

در مثلث قائم‌الزاویه هر گاه یک ضلع و یک زاویه آن معلوم باشند به کمک نسبت‌های مثلثاتی می‌توان اندازه اضلاع دیگر آن را به دست آورد.

۳-۳-۳- کاربرد نسبت‌های مثلثاتی

مثال ۱: در شکل ۱۲ ارتفاع h را محاسبه می‌کنیم:
برای شکل مورد نظر از رابطه سینوس استفاده می‌نماییم (دلیل آن را توضیح دهید).



$$\sin \alpha = \frac{h}{42}$$

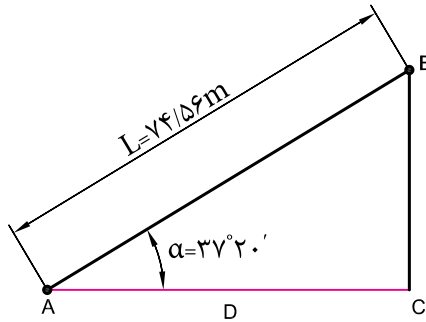
$$\sin 30^\circ = \frac{h}{42} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h}{42} \Rightarrow h = \frac{42 \times 1}{2} = 21$$

شکل ۱۲

مثال ۲: طول شیب‌دار $AB = 74/56m$ را در روی زمین اندازه‌گیری کرده‌ایم. در صورتی که زاویه شیب $\alpha = 37^\circ 20'$ باشد، فاصله افقی بین A و B یعنی D چند متر است؟

حل: با توجه به شکل ۱۳ داریم:

$$\cos \alpha = \frac{D}{L} \Rightarrow D = L \cdot \cos \alpha$$



شکل ۱۳

داریم:

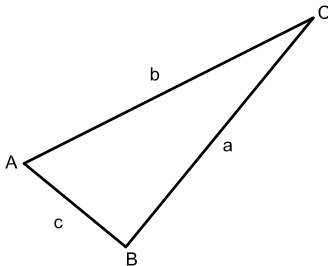
$$\cos \alpha = \cos 37^\circ 20' = 0/7951$$

با جای‌گذاری آن‌ها در فرمول داریم:

$$D = 74/56m \times 0/7951 = 59/28m$$

۴-۳ محاسبه طول در مثلث غیر مشخص

۳-۴-۱- رابطه سینوس‌ها: در هر مثلث غیر مشخص مانند شکل ۱۴ هرگاه دو زاویه و یک ضلع از مثلثی معلوم باشد، دو ضلع دیگر را می‌توان با استفاده از رابطه سینوس‌ها که به صورت زیر تعریف می‌شود، محاسبه نمود.



شکل ۱۴

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

مثال ۱: در مثلث ABC (شکل ۱۴)، $a = 45\text{m}$ طول و $\hat{A} = 37^\circ$ و $\hat{B} = 118^\circ$ است. طول b چند متر است؟
 حل: رابطه سینوس ها را می نویسیم:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} \Rightarrow \frac{45\text{m}}{\sin 37^\circ} = \frac{b}{\sin 118^\circ}$$

$$\Rightarrow b = \frac{\sin 118^\circ}{\sin 37^\circ} \times 45\text{m} = \frac{0/883^\circ}{0/6018} \times 45\text{m}$$

$$b = 66/02\text{m}$$

مثال ۲: در شکل ۱۵ اندازه سه زاویه و طول یک ضلع مثلث، معلوم است. طول دو ضلع دیگر چقدر است؟

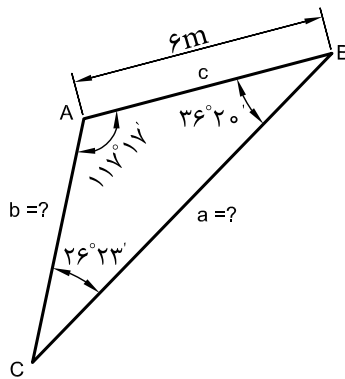
حل: رابطه سینوس ها را در نظر می گیریم:
 برای محاسبه a داریم:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{c}{\sin C}$$

$$a(\sin C) = c(\sin A)$$

$$a = \frac{\sin A}{\sin C} \times c \Rightarrow a = \frac{\sin 117^\circ 17'}{\sin 26^\circ 23'} \times 6\text{m}$$

$$a = \frac{0/88875}{0/44437} \times 6\text{m} \Rightarrow \boxed{a = 12\text{m}}$$



شکل ۱۵

$$\frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \quad \text{یا} \quad \frac{b}{\sin B} = \frac{a}{\sin A} \quad \text{برای محاسبه } b \text{ داریم:}$$

از یکی از دو رابطه فوق استفاده می کنیم:

$$b = \frac{\sin B}{\sin C} \times c$$

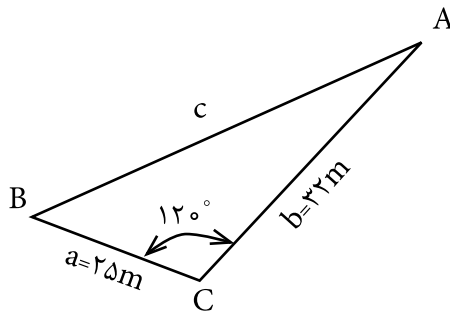
$$b = \frac{\sin 36^\circ 20'}{\sin 36^\circ 23'} \times 6m = \frac{0/59248}{0/44437} \times 6 = 7/9997 \Rightarrow b \approx 8m$$

۳-۴-۲- رابطه کسینوس ها: در هر مثلث غیرمستطیل مانند شکل ۱۴ اگر دو ضلع و زاویه بین آن ها (c و b و \hat{A}) معلوم باشد، با استفاده از رابطه کسینوس ها که به صورت زیر تعریف می شود می توان ضلع سوم مثلث یعنی a را محاسبه نمود.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \hat{A}$$

مثال: در شکل ۱۶ ضلع c را به دست آورید.

حل: رابطه کسینوس ها را با توجه به این که ضلع c مجهول می باشد به صورت زیر می نویسیم:



شکل ۱۶

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \hat{C}$$

$$c^2 = 25^2 + 32^2 - 2 \times 25 \times 32 \times \cos 120^\circ$$

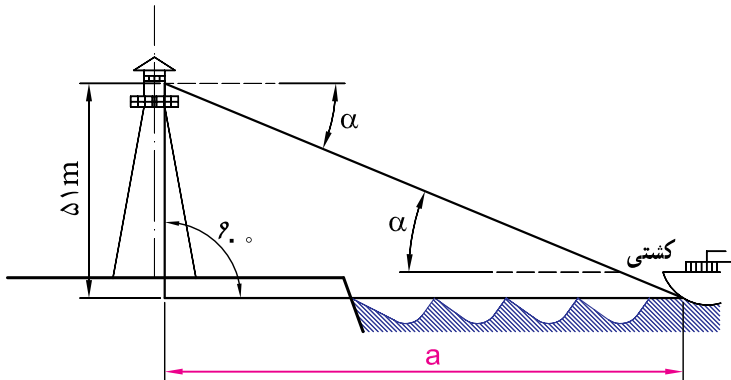
$$c^2 = 2449 \Rightarrow c = \sqrt{2449} \Rightarrow \boxed{c = 49/48}$$

تمرین:

۱- مقادیر نسبت‌های مثلثاتی (\tan و \cotan و \cos و \sin) را برای زوایای زیر به دست آورید:

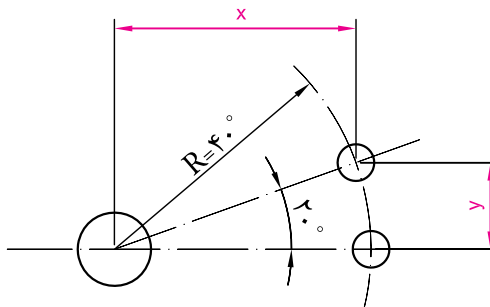
$$۱۵^{\circ}۲۰', ۴۸^{\circ}۱۰', ۳۸^{\circ}۵۰', ۸۸^{\circ}۴۰', ۷۵^{\circ}۳۰'$$

۲- یک دیده‌بان از برجی به ارتفاع ۵۱ متر، نزدیک شدن یک کشتی را تحت زاویه ۴۵° مشاهده می‌کند. فاصله کشتی تا برج را (حد فاصل a) به متر حساب کنید.



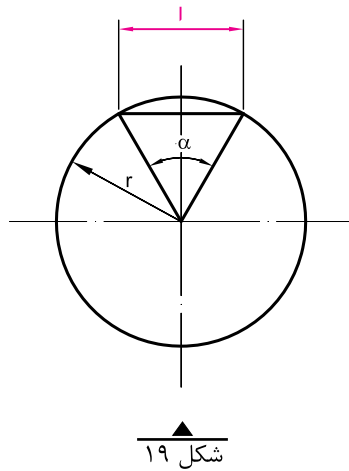
شکل ۱۷

۳- در قطعه‌ای مطابق شکل ۱۸ برای استقرار پین، سوراخ‌هایی ایجاد خواهد شد. مقادیر x و y را به دست آورید.



شکل ۱۸

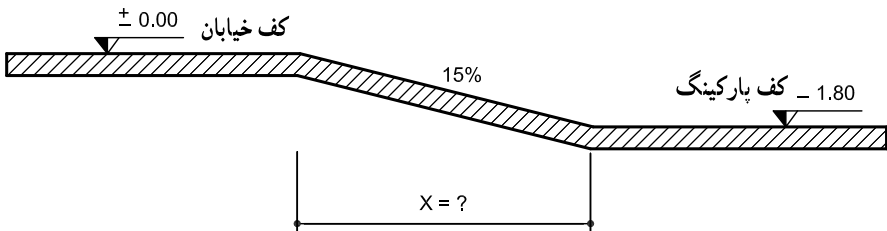
۵- رابطه‌ای برای محاسبه طول « l » قطعه دایره، بر حسب شعاع دایره و زاویه α بنویسید (شکل ۱۹).



شکل ۱۹

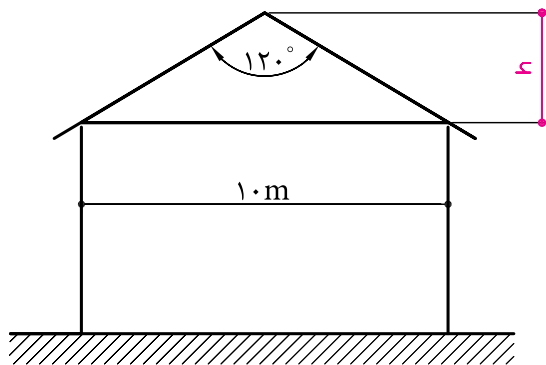
۶- کف پارکینگ یک ساختمان مسکونی، مطابق شکل ۲۰، ۲۰، ۱/۸۰ متر پایین‌تر از کف خیابان است. در صورتی که شیب رمپ (شیب طولی راه) ۱۵ باشد، طول افقی رمپ باید چند متر باشد؟ (رمپ، سطح شیب‌داری است که سطوح با اختلاف ارتفاع را به یکدیگر وصل می‌کند.)

شیب رمپ: نسبت اختلاف ارتفاع را به طول افقی رمپ، «شیب رمپ» می‌گویند.



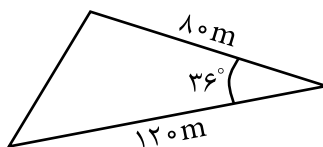
شکل ۲۰

۷- اندازه طول h را در سقف شیب دار مطابق شکل ۲۱ به دست آورید.

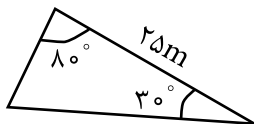


شکل ۲۱

۸- اضلاع مجهول مثلث های شکل های ۲۲ و ۲۳ را به دست آورید.



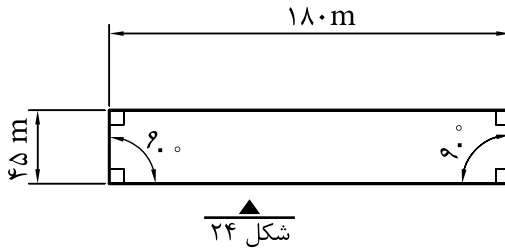
شکل ۲۲



شکل ۲۳

۳-۵-۱- محیط چندضلعی‌ها (سه ضلعی، چهارضلعی، پنج ضلعی و ...) برابر است با مجموع اضلاع آن‌ها

مثال ۱: ابعاد زمینی مطابق شکل ۲۴ است. در صورتی که بخواهیم برای محصور کردن زمین از سیم خاردار استفاده کنیم و فاصله تیرک‌های چوبی سیم خاردار از هم ۳ متر باشد، چند عدد تیرک چوبی برای این کار لازم است؟ چنانچه از چهار ردیف سیم خاردار استفاده شود، طول سیم خاردار مصرفی چند متر است؟



حل: الف -

۱- طول محیط چهارضلعی را حساب می‌کنیم:

$$L = 180 + 45 + 180 + 45 = 450 \text{ m}$$

۲- طول محیط را تقسیم بر فاصله دو تیرک می‌کنیم:

$$n = \frac{\text{طول کل (محیط)}}{\text{فاصله دو تیرک از هم}} = \frac{450}{3} = 150 \quad \text{تعداد تیرک لازم}$$

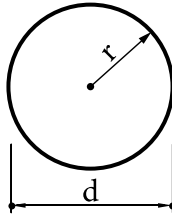
ب -

۳- برای محاسبه طول سیم خاردار، با توجه به این که چهار مرتبه به دور زمین می‌چرخد، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$450 \times 4 = 1800 \text{ m}$$

طول سیم خاردار لازم

$$u = 2\pi r \text{ یا } u = \pi d \text{ به شعاع } r \text{ برابر است با: } u = \pi d \text{ یا } u = 2\pi r$$

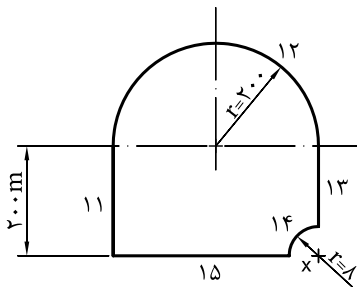


شکل ۲۵

مثال ۱: محیط دایره به شعاع ۵ سانتی متر برابر است با:

$$u = 2 \times 3.14 \times 5 \text{ cm} = 31.4 \text{ cm}$$

مثال ۲: با استفاده از روش برش با گاز، قطعه‌ای مطابق شکل ۲۶ از ورق فولادی بریده خواهد شد؛ طول مسیر برش چند متر است؟ (اندازه‌ها بر حسب میلی متر است.)



شکل ۲۶

حل: منظور از طول مسیر برش، همان محیط قطعه است. برای به دست آوردن محیط قطعه، ابتدا محیط آن را به طول‌های L_1 ، L_2 ، L_3 ، L_4 و L_5 تفکیک می‌کنیم؛ سپس طول هر یک از آن‌ها را محاسبه کرده و آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم.

$$U = L_1 + L_r + L_r + L_f + L_\Delta$$

$$L_1 = 200 \text{ mm}$$

$$L_r = \frac{d_r \times \pi}{2} = \frac{400 \text{ mm} \times 3/14}{2} = 628 \text{ mm}$$

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

$$L_f = \frac{d_f \times \pi}{4} = \frac{160 \text{ mm} \times 3/14}{4} = 125/6 \text{ mm}$$

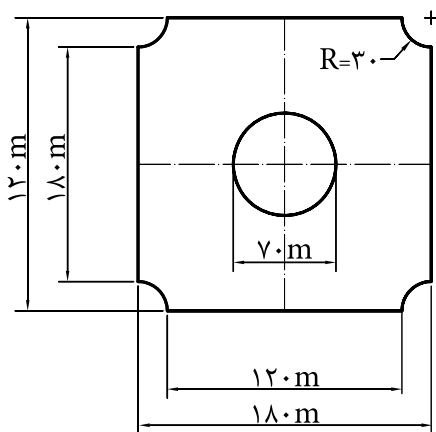
$$L_\Delta = 400 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 320 \text{ mm}$$

$$U = 200 \text{ mm} + 628 \text{ mm} + 125/6 \text{ mm} + 320 \text{ mm} = 1413/6 \text{ mm}$$

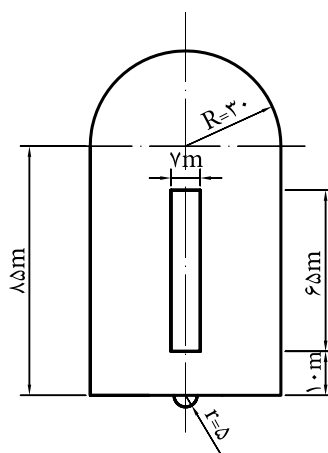
$$U = 1/414 \text{ m}$$

تمرین:

۱- محیط داخلی و خارجی شکل های ۲۷ و ۲۸ را با توجه به اندازه های داده شده محاسبه کنید. (اندازه ها بر حسب متر می باشد).

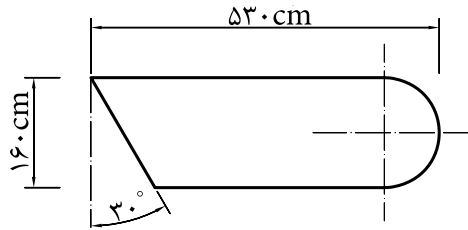


شکل ۲۸



شکل ۲۷

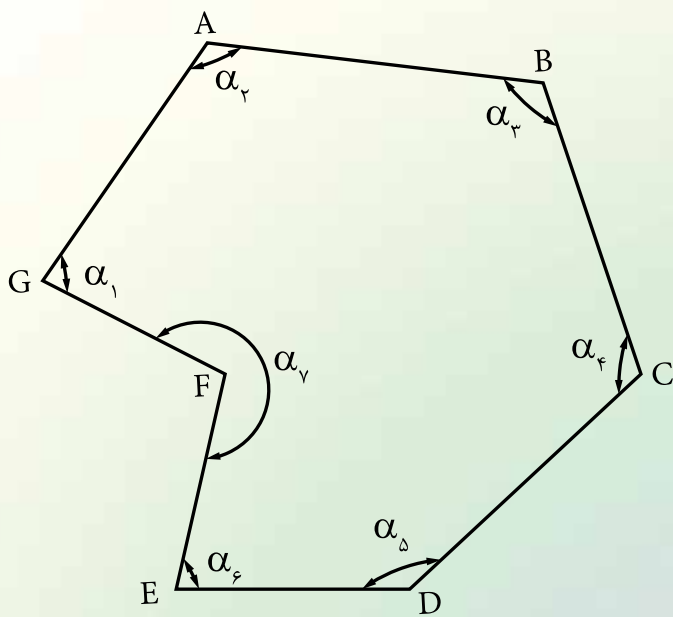
۲- محیط زیرسازی (فونداسیون) شکل ۲۹ را به دست آورید.



شکل ۲۹

فصل چهارم

محاسبهٔ زاویه



$$\Sigma \alpha_i = (n - 2) 180^\circ$$

هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:

- ۱- زوایای مثلث را محاسبه کند.
- ۲- زوایای داخلی یک چندضلعی را محاسبه کند.

۱-۴ محاسبه زوایای مثلث

۱-۱-۴ محاسبه زوایای مثلث قائم‌الزاویه

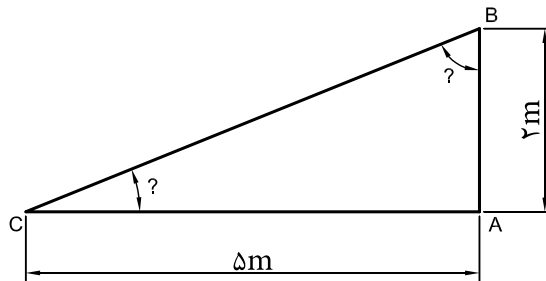
هرگاه در مثلث قائم‌الزاویه دو ضلع معلوم باشد، با استفاده از نسبت‌های مثلثاتی می‌توان زوایای مثلث را محاسبه نمود.

مثال ۱: در مثلث قائم‌الزاویه شکل ۱ اندازه زوایه‌های B و C چند درجه است؟

$$\tan \hat{C} = \frac{2}{5} = 0.4$$

$$\Rightarrow \hat{C} = \tan^{-1}(0.4)$$

$$\Rightarrow \hat{C} = 21.8^\circ$$



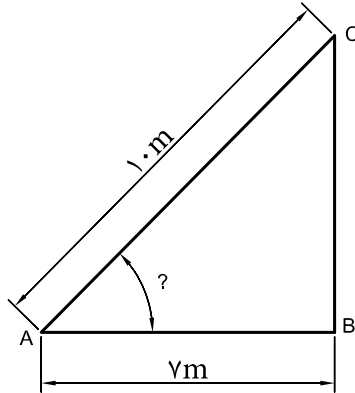
شکل ۱

$$\tan \hat{B} = \frac{5}{2} = 2.5$$

$$\Rightarrow \hat{B} = \tan^{-1}(2.5) \Rightarrow \hat{B} = 68.2^\circ$$

مثال ۲: در شکل ۲ اندازه زاویه A چند درجه است؟

$$\cos A = \frac{7}{10} = 0.7 \Rightarrow A = 45.57^\circ$$



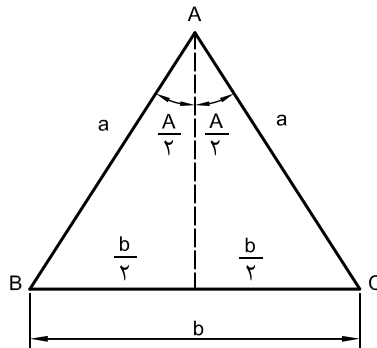
شکل ۲

۲-۱-۴- محاسبه زوایای مثلث متساوی الساقین:

در مثلث متساوی الساقین ABC (شکل ۳) ارتفاع نظیر رأس A، نیم‌ساز زاویه A و عمود منصف ضلع مقابل به زاویه A بر هم منطبق می‌باشند؛ بنابراین با توجه به روابط مثلثاتی داریم:

$$\sin\left(\frac{A}{2}\right) = \frac{\frac{b}{2}}{a} = \frac{b}{2a}$$

$$\Rightarrow \sin\left(\frac{A}{2}\right) = \frac{b}{2a}$$

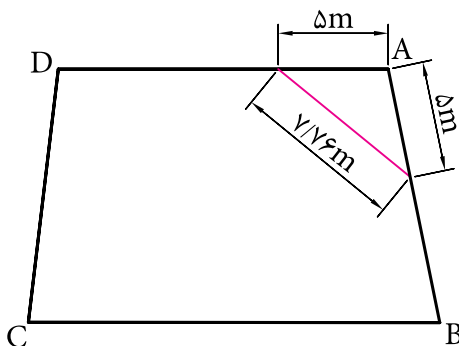


شکل ۳

با استفاده از رابطه فوق مقدار زاویه $\left(\frac{A}{2}\right)$ را محاسبه نموده و سپس زاویه A را محاسبه می‌نمائیم. با توجه به این که زوایای B و C با هم برابرند، خواهیم داشت:

$$A + B + C = 180^\circ \Rightarrow A + 2B = 180^\circ \Rightarrow B = C = \frac{180^\circ - A}{2}$$

مثال: برای اندازه‌گیری زاویه A در گوشهٔ یک زمین، دو طول مساوی ۵ متری در روی دو ضلع آن جدا کرده و سپس ضلع سوم آن را اندازه‌گیری نموده‌ایم (شکل ۴). اندازهٔ زاویه A چند درجه است؟



شکل ۴

حل:

$$\sin \frac{A}{2} = \frac{b}{2a} = \frac{7.76}{2 \times 5} = 0.776 \Rightarrow \frac{A}{2} = 50^\circ 54' \Rightarrow A = 101^\circ 48'$$

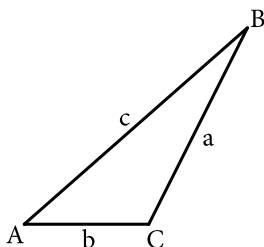
۴-۱-۳- محاسبه‌ی زوایای داخلی مثلث غیر مشخص

الف) رابطه‌ی کسینوس‌ها:

هر گاه سه ضلع مثلثی معلوم باشد با استفاده از رابطه کسینوس‌ها می‌توان زوایای مثلث

را محاسبه نمود.

در مثلث ABC شکل ۵ داریم:



شکل ۵

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

با استفاده از روابط بالا که به رابطه کسینوس‌ها معروف است، می‌توانیم زوایای مثلث را به صورت زیر بنویسیم:

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$$

$$\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$$

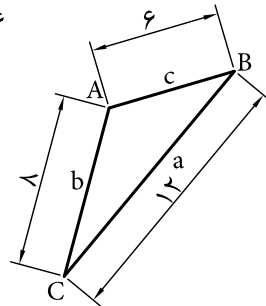
$$\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$

مثال ۱: زوایای مثلث ABC (شکل ۷) چند درجه است؟

حل:

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \frac{12^2 + 6^2 - 12^2}{2 \times 12 \times 6} = \frac{64 + 36 - 144}{2 \times 12 \times 6}$$

$$\cos A = -0.4583 \Rightarrow A \approx 117^\circ 17'$$



شکل ۶

برای زاویه B داریم:

$$\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} = \frac{12^2 + 6^2 - 12^2}{2 \times 12 \times 6} = \frac{144 + 36 - 144}{2 \times 12 \times 6} = 0.8056 \Rightarrow B = 36^\circ 20'$$

برای زاویه C داریم:

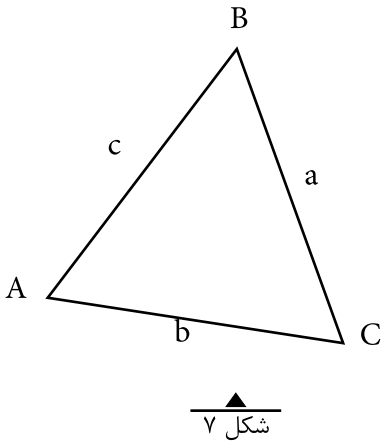
$$\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{12^2 + 12^2 - 6^2}{2 \times 12 \times 12} = \frac{144 + 144 - 36}{2 \times 12 \times 12} = 0.8958 \Rightarrow C = 26^\circ 23'$$

برای اطمینان از درستی محاسبات، زوایای به دست آمده را با هم جمع می‌کنیم که باید جمع آن‌ها 180° شود.

$$A + B + C = 117^\circ 17' + 36^\circ 20' + 26^\circ 23' = 180^\circ$$

ب) رابطه سینوس ها:

هر گاه دو ضلع و زاویه مقابل به یکی از آنها در هر مثلث معلوم باشد با استفاده از رابطه سینوس ها می توان زوایای دیگر مثلث را محاسبه کرد.



$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

مثال ۲: در مثلث ABC شکل ۷ اگر $a=15m$ و $b=10m$ و $A=60^\circ$ باشد، زوایای B و C را به دست آورید.
حل:

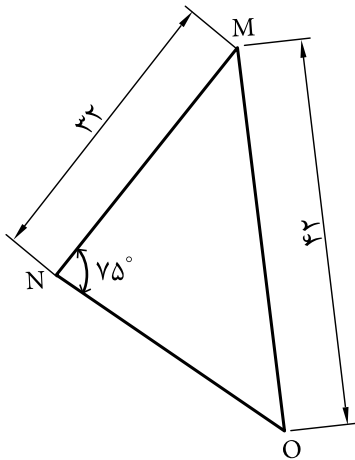
$$\begin{aligned} \frac{a}{\sin A} &= \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \\ \frac{15}{\sin 60^\circ} &= \frac{10}{\sin B} \Rightarrow \sin B = \frac{10 \times \sin 60^\circ}{15} \\ \Rightarrow \sin B &= 0.577 \Rightarrow B = \sin^{-1}(0.577) \\ \Rightarrow B &= 35/26^\circ \end{aligned}$$

برای محاسبه زاویه C کافی است مجموع زوایای A و B را از 180° کم نماییم.

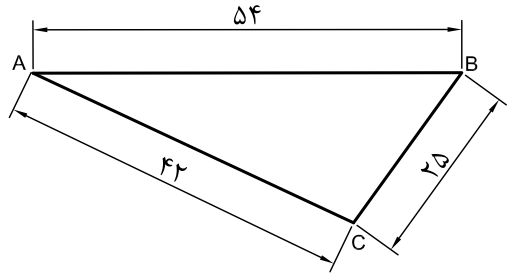
$$\begin{aligned} \hat{C} &= 180^\circ - (\hat{A} + \hat{B}) \Rightarrow \hat{C} = 180^\circ - (60 + 35/26) \\ \Rightarrow \hat{C} &= 84/74^\circ \end{aligned}$$

تمرین:

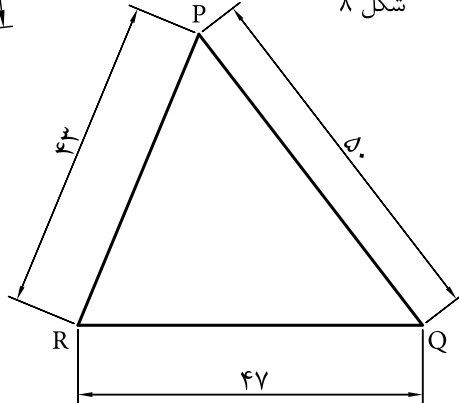
زوایای مثلث‌های شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰ را محاسبه کنید.



شکل ۹



شکل ۸



شکل ۱۰

۲-۴ محاسبه زوایای داخلی یک چندضلعی منتظم

۴-۲-۱- مجموع زوایای داخلی یک n ضلعی برابر است با: $(n-2) \times 180^\circ$

مثال: مجموع زوایای داخلی یک ۵ ضلعی برابر است: $(5-2) \times 180^\circ = 540^\circ$

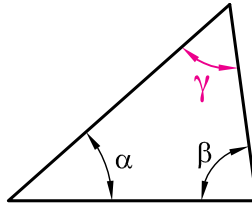
۴-۲-۲- اندازه هر زاویه یک n ضلعی منتظم عبارت است از: $\frac{n-2}{n} \times 180^\circ$

مثال: اندازه هر زاویه یک ۸ ضلعی منتظم عبارت است از: $\frac{8-2}{8} \times 180^\circ = 135^\circ$

تمرین:

۱- در مثلث شکل ۱۱ مقدار زاویه γ را به دست آورید.

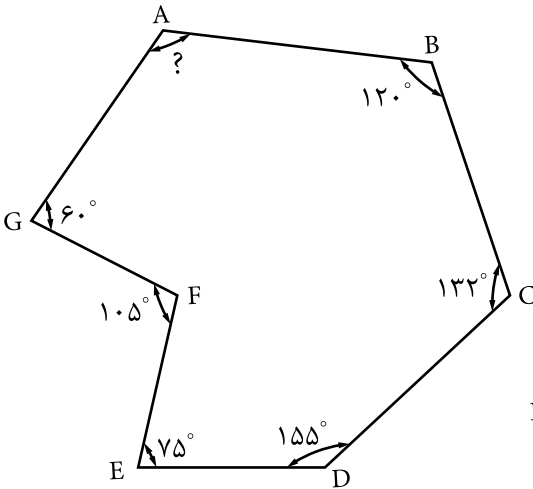
$$(\alpha = 24^\circ 18' \text{ و } \beta = 47^\circ)$$



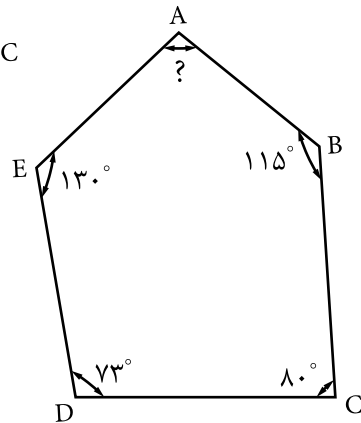
شکل ۱۱

۲- زاویه بین دو ضلع را در شش ضلعی منتظم به دست آورید.

۳- در شکل های ۱۲ و ۱۳ مقدار زاویه A را محاسبه نمایید.



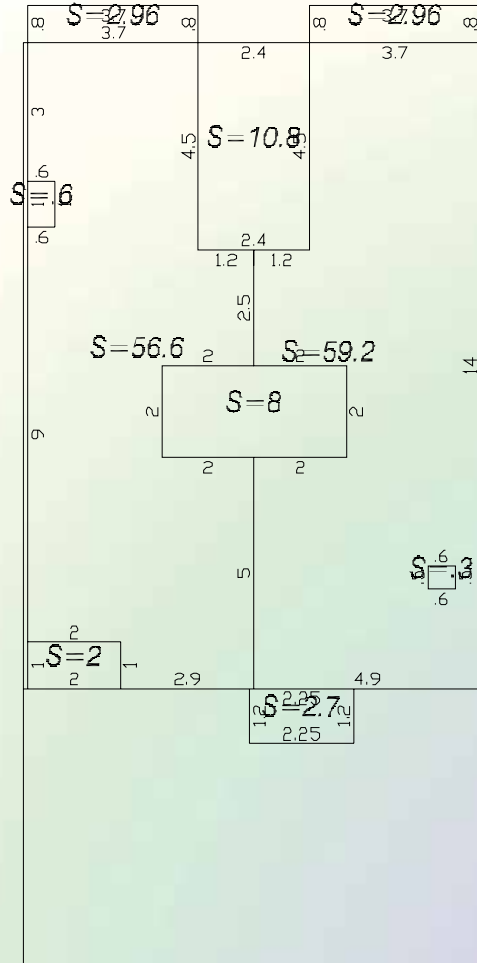
شکل ۱۲



شکل ۱۳

فصل پنجم

محاسبه سطح



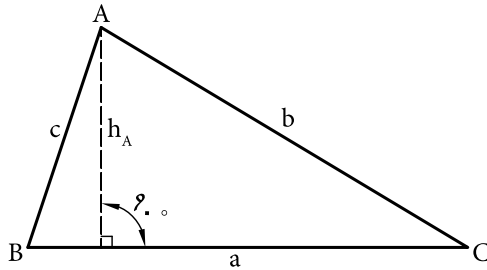
هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:
- ۱- مساحت مثلث را به روش‌های مختلف محاسبه کند.
 - ۲- مساحت چهارضلعی‌ها را محاسبه کند.
 - ۳- مساحت چندضلعی‌ها را محاسبه کند.
 - ۴- مساحت دایره و حلقه را محاسبه کند.
 - ۵- سطح جانبی و سطح کل احجام منشوری و احجام مرکب منشوری را محاسبه کند.

۱-۵ محاسبه مساحت مثلث

مساحت مثلث نامشخص ABC (شکل ۱) را می‌توانیم به روش‌های مختلف محاسبه

کنیم.



شکل ۱

الف) مساحت مثلث با داشتن اندازه قاعده و ارتفاع آن، برابر است با:

$$S = \frac{1}{2} a \cdot h_A$$

یک‌دوم قاعده ضرب در ارتفاع

ب) مساحت مثلث با داشتن دو ضلع و زاویه بین آن‌ها، برابر است با:

$$S = \frac{1}{2} a \cdot b \cdot \sin C$$

یک‌دوم حاصل ضرب دو ضلع ضرب در سینوس زاویه بین آن‌ها.

ج) مساحت مثلث با داشتن سه ضلع، برابر است با:

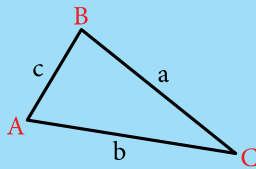
جذر حاصل ضرب نصف محیط مثلث ضرب در نصف محیط مثلث، منهای هر یک از اضلاع آن.

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}, \quad p = \frac{a+b+c}{2}$$

آیا می‌دانید که ... (مطالعه آزاد)



برای محاسبه مساحت در حالتی که سه ضلع آن معلوم است بوزجانی دانشمند مسلمان ایرانی در قرن چهارم هـ. ق فرمول آنرا به شکل زیر بیان کرده است.

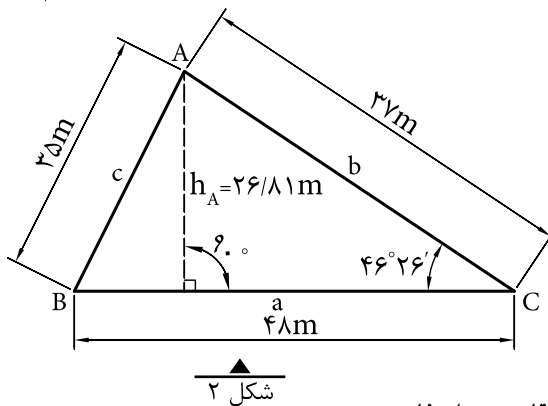


$$S = \sqrt{\left[\left(\frac{c+b}{2}\right)^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2\right] \left[\left(\frac{a}{2}\right)^2 - \left(\frac{c-b}{2}\right)^2\right]} = S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

(که امروزه به فرمول هرون معروف شده است.)

تذکر: این فرمول در حقیقت با تغییراتی که روی آن انجام می‌شود فرمول محاسبه مساحت به روش هرون (دانشمند یونانی) به دست می‌آید.

مثال: در شکل ۲ مساحت ABC را به سه روش فوق محاسبه می‌کنیم.



با استفاده از اندازه قاعده و ارتفاع:

$$S = \frac{1}{2} a \cdot h_A = \frac{1}{2} \times 48m \times 26/81m = 643/44m^2$$

با استفاده از اندازه دو ضلع و زاویه بین آنها:

$$S = \frac{1}{2} ab \sin C = \frac{1}{2} \times 48 \times 37 \times \sin 46^\circ 26'$$

$$S = \frac{1}{2} \times 48 \times 37 \times 0.7246 = 643 / 44 \text{ m}^2$$

با استفاده از اندازه سه ضلع:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

$$p = \frac{a+b+c}{2} = \frac{48+37+35}{2} = 60$$

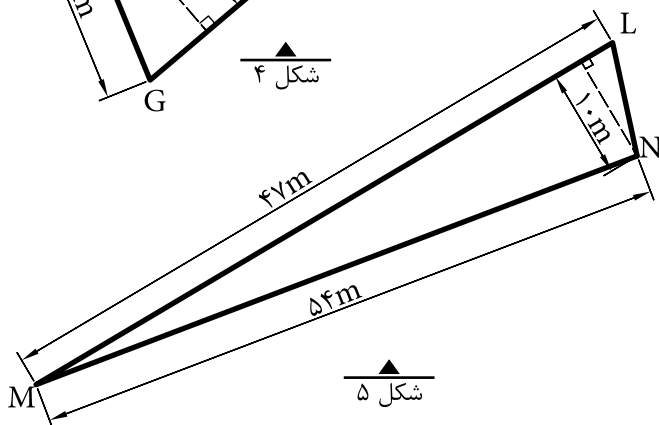
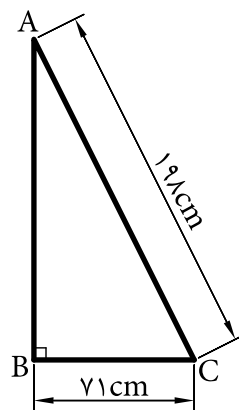
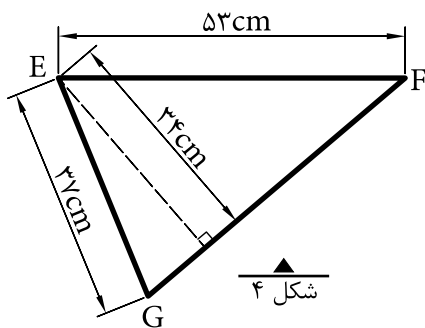
$$S = \sqrt{60(60-48)(60-37)(60-35)}$$

$$S = \sqrt{60(12)(23)(25)} = \sqrt{414000} = 643 / 43 \text{ m}^2$$

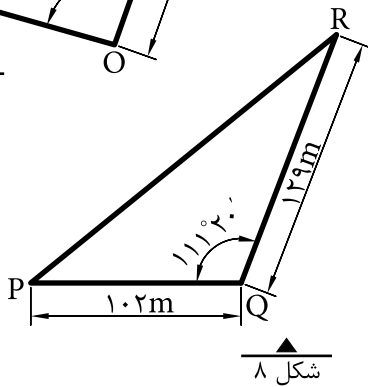
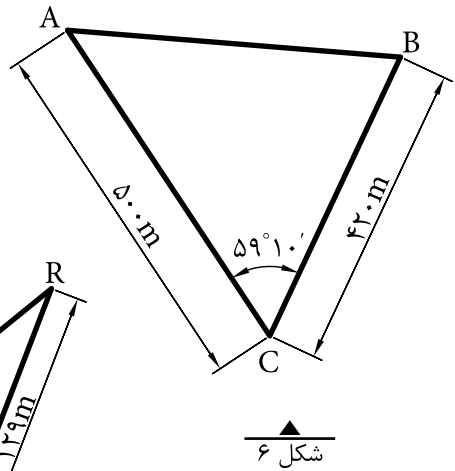
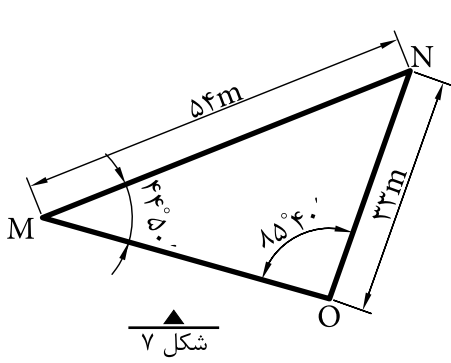
نکته: اختلاف حاصل در محاسبه مساحت به دلیل گرد کردن اعداد در محاسبات به وجود آمده است.

تمرین:

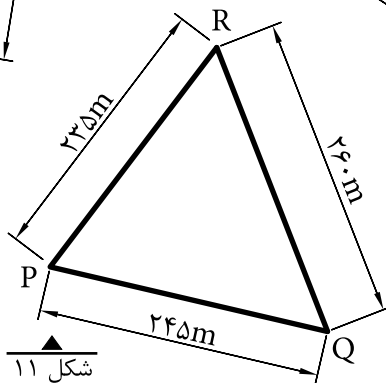
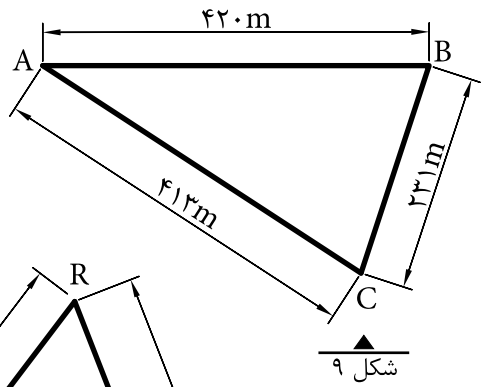
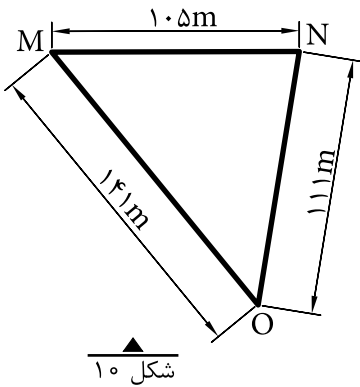
۱- مساحت مثلث‌های شکل‌های ۳، ۴ و ۵ را بر حسب متر مربع حساب کنید.



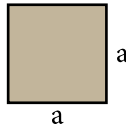
۲- مساحت مثلث‌های شکل‌های ۶، ۷ و ۸ را بر حسب متر مربع محاسبه کنید.



۳- مساحت مثلث‌های شکل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ را بر حسب هکتار محاسبه کنید.

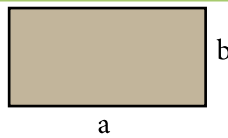


الف) مساحت مربع به ضلع a برابر است با: $S = a^2$



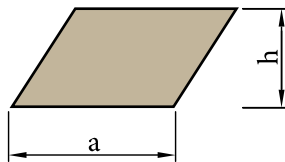
شکل ۱۲

ب) مساحت مستطیل به طول a و عرض b برابر است با: $S = a.b$



شکل ۱۳

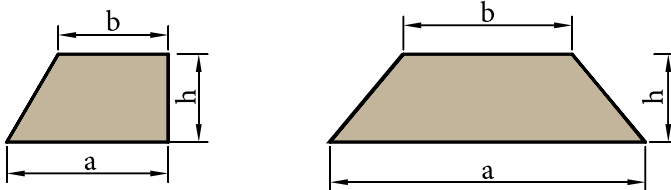
ج) مساحت متوازی الاضلاع به قاعده a و ارتفاع h برابر است با: $S = a.h$



شکل ۱۴

د) مساحت ذوزنقه با قاعده‌های a و b و ارتفاع h برابر است با:

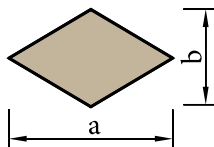
$$S = \frac{1}{2}(a + b).h$$



شکل ۱۵

ه) مساحت لوزی با قطرهای a و b برابر است با:

$$S = \frac{1}{2} a \cdot b$$

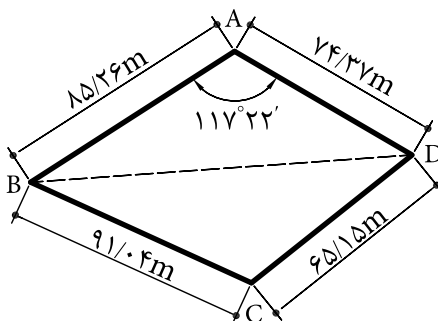


شکل ۱۶

۳-۵ محاسبه مساحت چهارضلعی نامشخص

برای تعیین مساحت یک چهارضلعی نامنظم باید علاوه بر اندازه گیری چهار ضلع آن، یک قطر یا یکی از زوایای آنرا نیز اندازه گیری کنیم.

مثال ۱: در شکل ۱۷ مساحت چهارضلعی ABCD چند متر مربع است؟



شکل ۱۷

حل: با رسم قطر BD چهارضلعی ABCD را به دو مثلث تبدیل می کنیم.

مساحت مثلث $S_{ABC} = \frac{1}{2} (85/26m)(74/37m) \sin 117^\circ 22' = 2815/57$

طول قطر BD

$$(BD)^2 = (85/26)^2 + (74/37)^2 - 2(85/26)(74/37) \cos 117^\circ 22'$$

$$(BD)^2 = 18629/67 \Rightarrow BD = 136/49m$$

مساحت مثلث BDC

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}, \quad p = \frac{a+b+c}{2}$$

$$p = \frac{91/04 + 65/15 + 136/49}{2} = 146/34$$

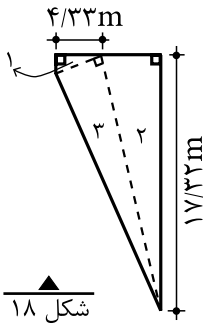
$$S_{BDC} = \sqrt{146/34(146/34 - 91/54)(146/34 - 65/15)(146/34 - 136/49)}$$

$$S_{BDC} = \sqrt{6471827/81} = 2543/98$$

مساحت چهارضلعی ABCD

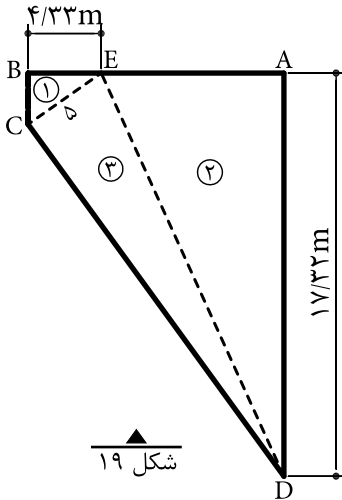
$$S_{ABCD} = S_{ABD} + S_{BDC} = 2815/57 + 2543/98$$

$$S_{ABCD} = 5359/55 \text{ m}^2$$



شکل ۱۸

مثال ۲: قطعه زمینی به شکل ذوزنقه قائم الزاویه را به سه قطعه زمین به صورت مثلث قائم الزاویه تفکیک کرده ایم. در صورتی که مساحت ذوزنقه برابر ۱۴۲/۰۱ متر مربع و مساحت مثلث (۱) برابر ۵/۴۱ متر مربع باشد، مساحت و طول اضلاع مثلث های (۲) و (۳) چقدر است؟ (بر حسب متر مربع و متر).



شکل ۱۹

حل: برای حل این تمرین، ابتدا شکل آن را می کشیم و بعد گوشه ها را اسم گذاری می کنیم. طبق صورت مسأله، مساحت مثلث (۱) ۵/۴۱ متر مربع و اندازه ضلع BE ۴/۳۳ متر است. پس با توجه به قائم الزاویه بودن مثلث، ضلع دیگر آن نیز قابل محاسبه است.

$$S_1 = \frac{BE}{2} \times BC \quad 5/41 = \frac{4/33}{2} \times BC$$

$$5/41 = 2/165 \times BC \Rightarrow BC = \frac{5/41}{2/165} = 2/4988 \approx 2/50 \text{ m}$$

شکل کلی این زمین، ذوزنقه است که اضلاع BC و AD قاعده های کوچک و بزرگ آن و ضلع AB هم ارتفاع ذوزنقه هستند (اندازه AD در صورت مسأله داده شده و اندازه BC را هم برابر ۲/۵۰ متر به دست آورده ایم).

چون مساحت ذوزنقه را داریم، می توانیم طول AB را به دست بیاوریم:

$$S = \frac{AD+BC}{2} \times AB$$

$$142/01 = \frac{17/32 + 2/50}{2} \times AB$$

$$142/01 = 9/91 \times AB \Rightarrow AB = \frac{142/01}{9/91} = 14/33 \text{ m}$$
 ارتفاع ذوزنقه

حال اندازه ضلع AE (از مثلث ۲) را می توانیم حساب کنیم:

$$AE = AB - BE = 14/33 - 4/33 = 10 \text{ m}$$

$$S_2 = \frac{10 \times 17/32}{2} = 86/60 \text{ m}^2$$
 و مساحت مثلث (۲) می شود:

طول ضلع ED (ضلع سوم یا وتر مثلث ۲) را به دست می آوریم:

$$ED^2 = AD^2 + AE^2$$

$$ED^2 = 17/32^2 + 10^2 = 299/99 + 100 = 399/99 = 400$$

$$ED = \sqrt{400} = 20 \text{ m}$$
 وتر مثلث (۲)

با توجه به شکل، مشاهده می کنیم که وتر به دست آمده، در واقع یک ضلع مثلث (۳) هم

می باشد. برای به دست آوردن ضلع EC (از مثلث ۳)، باید از مثلث (۱) کمک بگیریم؛ زیرا

این ضلع در هر دو مثلث مشترک است. چون دو ضلع از مثلث (۱) را داریم، پس ضلع

سوم را حساب می کنیم:

$$EC^2 = BC^2 + BE^2$$

$$EC^2 = 2/50^2 + 4/33^2 = 6/25 + 18/75 = 25$$

$$EC = \sqrt{25} = 5 \text{ m}$$

با داشتن قاعده و ارتفاع مثلث (۳)، مساحت آن می شود:

$$S_3 = \frac{5 \times 20}{2} = 50 \text{ m}^2$$
 مساحت مثلث (۳)

بالاخره اندازه وتر مثلث (۳) (طول CD) می شود:

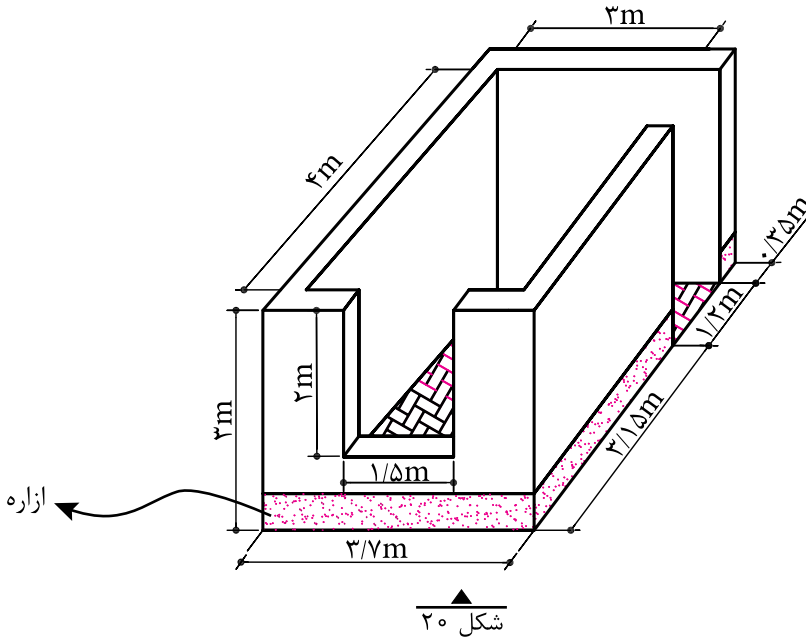
$$CD^2 = 5^2 + 20^2 = 25 + 400 = 425$$

$$CD = \sqrt{425} = 20/61 \text{ m}$$

$$5/41 + 86/6 + 50 = 142/01$$
 کنترل صحت مساحت ها:

عملیات انجام شده صحیح است.

مثال ۳: ابعاد یک اتاق مطابق شکل ۲۰ است:



الف - اگر بخواهیم کف اتاق را با موزاییک فرش کنیم، چند متر مربع موزاییک لازم است؟

ب - در صورتی که بخواهیم دیوارهای اتاق را کاغذدیواری کنیم، چند متر مربع کاغذدیواری لازم است؟

پ - در صورتی که برای ازاره (سنگ پای دیوار) دیوارهای خارجی این ساختمان از سنگ رگی استفاده شود، چند متر سنگ رگی لازم است؟

حل: ابعاد مندرج روی شکل عبارت اند از:

۳ متر عرض داخلی اتاق، ۳ متر ارتفاع آن، $2/80 + 1/20 = 4$ متر طول داخلی اتاق، $2 \times 1/50$ متر اندازه پنجره و $1/20$ متر عرض در (ارتفاع در برابر ۳ متر است).

الف - کف اتاق به شکل مستطیل است؛ پس مساحت آن که همان مساحت موزاییک کاری است برابر می شود با:

$$S = 3 \times 4 = 12m^2 \quad \text{مقدار موزاییک لازم}$$

ب - برای حل این قسمت، سطوح دیوارهای اتاق (سطح جانبی مکعب) را محاسبه و سطوح پنجره و در را از آن کم می کنیم.

برای محاسبه سطوح دیوارها می‌توان هر سطح را جداگانه حساب کرد و آن‌ها را با هم جمع نمود. روش ساده‌تر آن است که محیط مستطیل را به دست آوریم و در ارتفاع ضرب کنیم. بنابراین:

$$3 + 4 + 3 + 4 = 14 \text{ m}$$

محیط مستطیل

$$14 \times 3 = 42 \text{ m}^2$$

سطح دیوارها با در و پنجره

$$1/50 \times 2 = 3 \text{ m}^2$$

سطح پنجره

$$1/20 \times 3 = 3/60 \text{ m}^2$$

سطح در

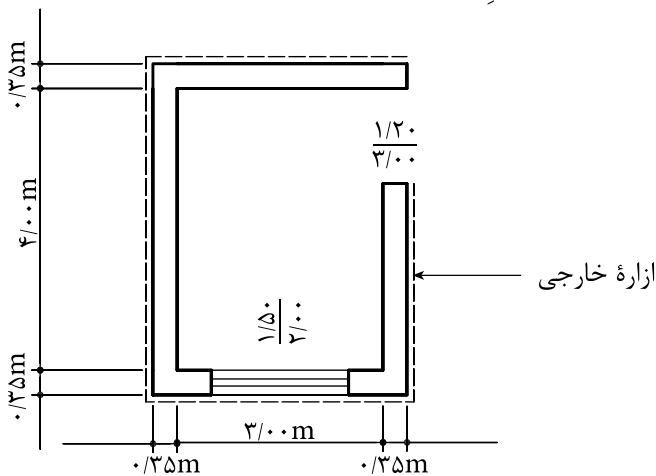
$$3 + 3/60 = 6/60 \text{ m}^2$$

سطح در و پنجره

$$42 - 6/60 = 35/40 \text{ m}^2 \quad \text{سطح خالص دیوار یا سطح کاغذدیواری}$$

(باید توجه داشت که کناره‌های داخلی در و پنجره هم کاغذدیواری می‌شوند، ولی ما در حل این تمرین، آن قسمت‌ها را منظور نکردیم.)

پ - طول سنگ رگی که در شکل ۲۱، با خط چین نشان داده شده، برابر است با محیط خارجی اتاق، منهای در ورودی.



شکل ۲۱

$$4 + 0/35 + 0/35 = 4/70 \text{ m}$$

اندازه طول خارجی اتاق

$$3 + 0/35 + 0/35 = 3/70 \text{ m}$$

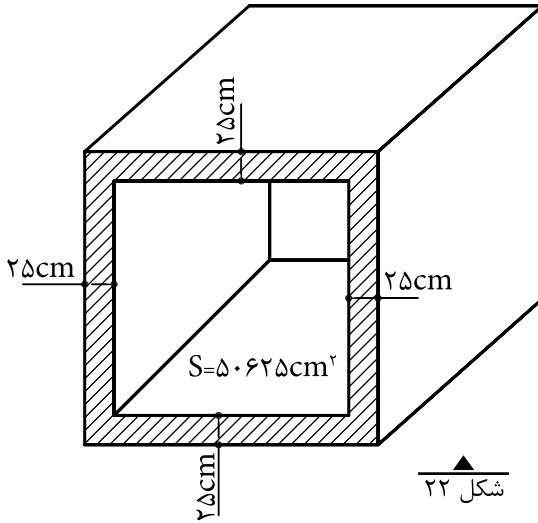
اندازه عرض خارجی اتاق

$$4/70 + 3/70 + 4/70 + 3/70 = 16/80 \text{ m}$$

طول محیط خارجی اتاق

$$16/80 - 1/20 = 15/60 \text{ m}$$

طول سنگ رگی



تمرین:
 ۱- شکل ۲۲ یک آب روی بتنی را با مقطع مربع نشان می‌دهد. ابعاد داخلی و خارجی آن را بر حسب متر محاسبه کنید. (S مساحت مقطع داخلی آب رو می‌باشد.)

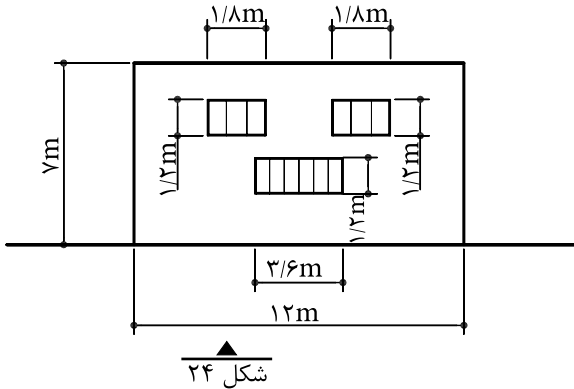
- ۲- تعداد ۹۰۰ عدد موزاییک ۳۰×۳۰ سانتی متر برای فرش کردن سالنی مورد نیاز است.
 الف - در صورتی که سالن به شکل مربع باشد، ابعاد آن چند متر است؟
 ب - در صورتی که سالن به شکل مستطیل و طول آن $1/44$ برابر عرض آن باشد، ابعاد سالن چند متر است؟
 ۳- شکل ۲۳ پی بتنی و قالب آن را نشان می‌دهد. در صورتی که طول و عرض و ارتفاع قالب برابر ۴ متر، ۲ متر و ۶۰ سانتی متر باشد، سطح این قالب چند متر مربع است؟



شکل ۲۳

۴- سطح یک پی با مقطع مربع، 50 متر مربع است. طول ضلع مربع را بر حسب متر، با دقت دو رقم اعشار محاسبه کنید.

۵- دیوارهای مستطیل شکل یک آشپزخانه $3m \times 4m$ و $3m \times 6m$ و $3m \times 5/5m$ است. در صورتی که بخواهیم این دیوارها را با کاشی $15cm \times 15cm$ کاشی کاری کنیم و این کار 7% پرت داشته باشد، تعداد کاشی های لازم را حساب کنید.



شکل ۲۴

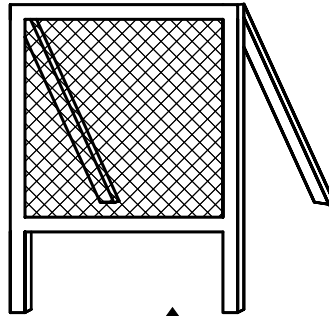
۶- شکل ۲۴ نمای یک ساختمان را نشان می دهد. در صورتی که بخواهیم نما را سیمان کاری کنیم، چند متر مربع سیمان کاری خواهیم داشت؟ (ابعاد به متر است.)

۷- سطح قابل استفاده سرنند مربعی

شکل (مطابق شکل ۲۵) باید $116/48$ دسی متر مربع باشد:

الف - ابعاد سرنند را بر حسب سانتی متر حساب کنید.

ب - اگر بخواهیم 6 عدد از این سرندها بشازیم، چند متر مربع توری لازم است؛ با در نظر گرفتن این که برای میخ کردن توری، از هر طرف 4 سانتی متر اضافه در نظر گرفته شود.



شکل ۲۵

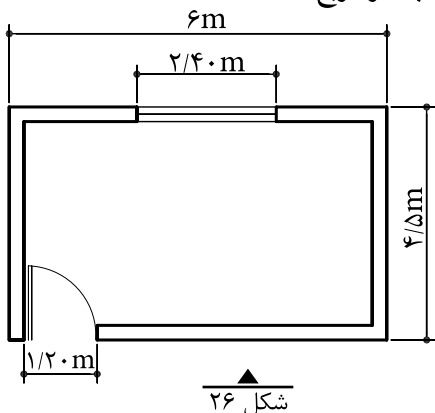
۸- کف انباری به شکل مستطیل با طول $8/20$ m و عرض $4/70$ m باید آجر فرش شود.

الف - مساحت انبار را بر حسب متر مربع حساب کنید.

ب - در صورتی که برای هر متر مربع 48 عدد آجر لازم باشد، تعداد آجر مورد نیاز چقدر است؟

۹- مطابق شکل ۲۶ اگر ارتفاع اتاقی ۳ متر و ارتفاع پنجره $1/70$ متر، ارتفاع در ۲ متر و ضخامت دیوارها ۲۲ سانتی متر باشد، تعیین کنید:

- الف - مساحت موزاییک فرش کف را بر حسب متر مربع.
 ب - سطح سفیدکاری دیوارها و سقف را بر حسب متر مربع.
 پ - سطح رنگ آمیزی دیوارها را به متر مربع.

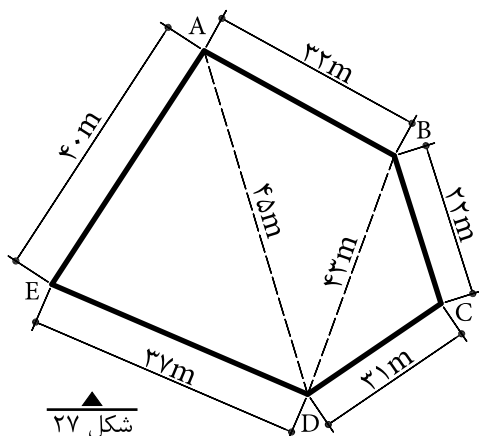


توجه: در و پنجره در سطح داخلی دیوارها (هم رو) نصب شده اند.

۴-۵ محاسبه مساحت چندضلعی‌ها

۴-۵-۱- مساحت چندضلعی غیرمنتظم را از تبدیل کردن آن به مساحت چند مثلث یا چهارضلعی‌های مشخصی به دست می آوریم.

مثال: یک زمین به شکل پنج ضلعی غیرمنتظم ABCDE (شکل ۲۷) داریم. طول اضلاع و طول دو قطر آن اندازه گیری شده است. مساحت این چندضلعی چند متر مربع است؟



حل: مساحت این پنج ضلعی برابر است با:

$$S_{ABCD} = S_{ADE} + S_{ADB} + S_{BDC}$$

$$S_{ADE} = \sqrt{p(p-40)(p-37)(p-45)}, \quad p = \frac{37+40+45}{2} = 61$$

$$S_{ADE} = \sqrt{61(61-40)(61-37)(61-45)} = \sqrt{491904}$$

$$S_{ADE} = 701/36 \text{ m}^2$$

$$S_{ADB} = \sqrt{p(p-45)(p-43)(p-32)}, \quad p = \frac{45+43+32}{2} = 60$$

$$S_{ADB} = \sqrt{60(60-45)(60-43)(60-32)} = \sqrt{428400}$$

$$S_{ADB} = 654/52 \text{ m}^2$$

$$S_{BDC} = \sqrt{p(p-43)(p-31)(p-22)}, \quad p = \frac{43+31+22}{2} = 48$$

$$S_{BDC} = \sqrt{48(48-43)(48-31)(48-22)} = \sqrt{106080}$$

$$S_{BDC} = 325/70 \text{ m}^2$$

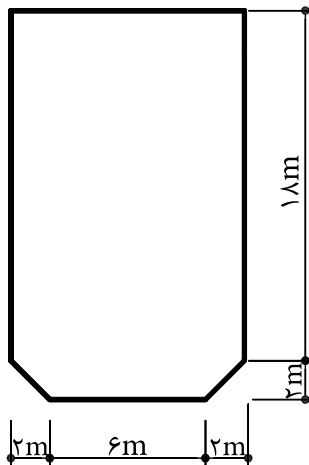
مساحت پنج ضلعی

$$S_{ABCDE} = 701/36 \text{ m}^2 + 654/52 \text{ m}^2 + 325/70 \text{ m}^2 = 1681/58 \text{ m}^2$$

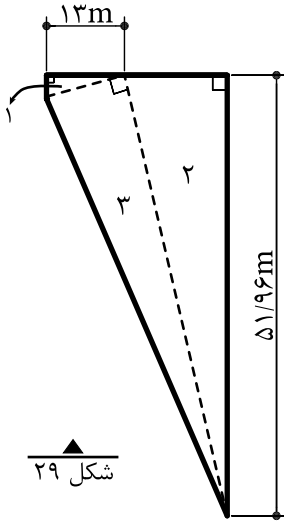
تمرین:

۱- شکل ۲۸ نمای سر یک ساختمان مسکونی را نشان می دهد. سطح زیربنای آن چند متر

مربع است؟

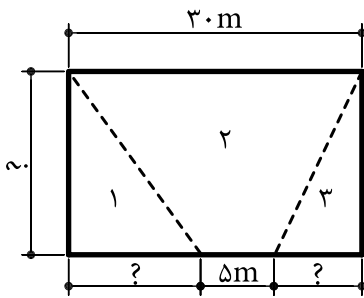


شکل ۲۸



شکل ۲۹

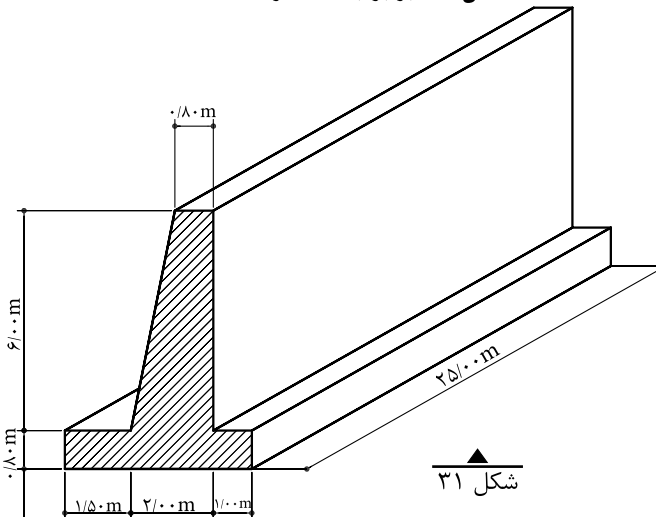
۲- قطعه زمینی به شکل ذوزنقه قائم الزاویه را به سه قطعه زمین به صورت مثلث قائم الزاویه تفکیک کرده ایم. در صورتی که مساحت ذوزنقه برابر $1278/39$ متر مربع و مساحت مثلث (۱) برابر $48/75$ متر مربع باشد، مساحت و طول اضلاع مثلث های (۲) و (۳) را بر حسب متر مربع و متر محاسبه کنید.



شکل ۳۰

۳- زمینی مطابق شکل ۳۰ باید بین ۳ نفر تقسیم شود. اگر مساحت قطعه (۲) برابر ۳۵۰ متر مربع و مساحت قطعه (۱)، $1/5$ برابر مساحت قطعه (۳) باشد، اندازه های مجهول روی شکل را بر حسب متر به دست آورید.

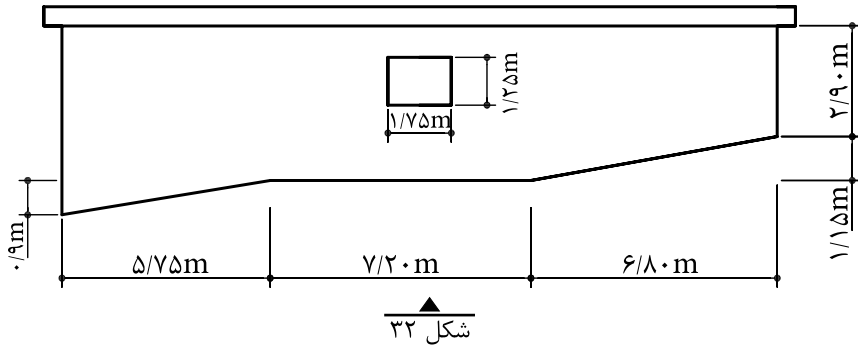
۴- طول دیوار حایل نشان داده شده در شکل ۳۱ برابر با ۲۵ متر است.



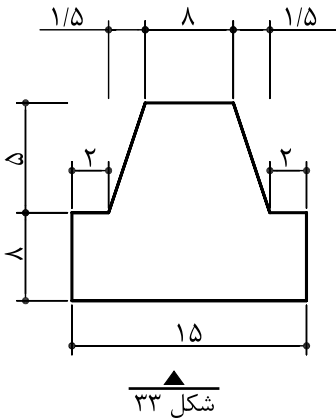
شکل ۳۱

الف - سطح مقطع دیوار را بر حسب متر مربع محاسبه کنید.
ب - نظر به این که تاکنون حجم شناسی را نگذرانده اید؛ آیا می توانید حجم دیوار را محاسبه کنید؟

۵- شکل ۳۲ دیوار ساختمانی را نشان می‌دهد که باید اندود شود. مساحت اندودکاری دیوار را بر حسب متر مربع تعیین کنید.



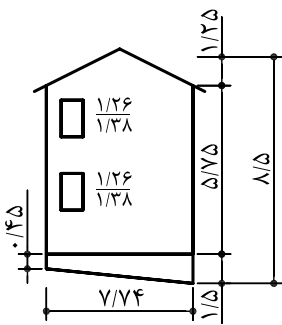
شکل ۳۲



شکل ۳۳

۶- شکل ۳۳ سقف بالکن یک رستوران را نشان می‌دهد که باید اندود شود:
الف - سطح اندودکاری را به متر مربع تعیین کنید.

ب - در صورتی که هر متر مربع اندود، ۱۵ کیلوگرم گچ لازم داشته باشد، مقدار گچ مورد نیاز چند کیلوگرم است؟

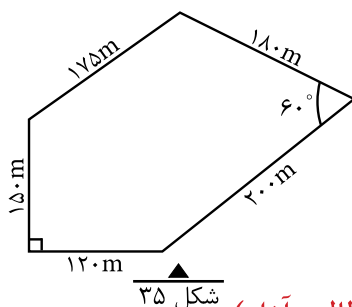


شکل ۳۴

۷- قرار است نمای ساختمانی مطابق شکل ۳۴ دوباره اندود شود. قسمت کرسی (مسنی)، اندود سیمان لیس‌ه‌ای می‌شود. تعیین کنید:
الف - مساحت اندودکاری را بر حسب متر مربع (بدون کرسی).

ب - مساحت اندودکاری را بر حسب متر مربع.
پ - مقدار مصالح لازم را برای کرسی بر حسب کیلوگرم و لیتر. (برای اندود لیس‌ه‌ای، ۷ کیلوگرم سیمان و ۲۱ لیتر ماسه در هر متر مربع مصرف می‌شود).

۸- مساحت زمینی مطابق شکل ۳۵ را بر حسب هکتار به دست آورید.



آیا می دانید که ... (مطالعه آزاد)



روش محاسبه عدد π توسط غیاث الدین جمشید کاشانی:
محاسبات به کمک دو کثیرالاضلاع منتظم محاطی و محیطی که عده
اضلاع هر یک از آن‌ها ضلعی است $3 \times (2)^{18} = 805306368$ و از تقسیم
محیط این کثیرالاضلاع بر قطر دایره آن عدد پی را محاسبه کرده است
و کاشانی مقدار تقریبی را در دستگاه شصتگانی مساوی
 $2\pi = 6,16,59,28,1,34,51,46,14,5$
و سپس آن را به کسرهای اعشاری که اختراع نوینی بوده تبدیل کرد:

$$2\pi = 6/2831853071795865$$

$$\pi = 3/1415922653589793$$

۵-۵ محاسبه مساحت دایره

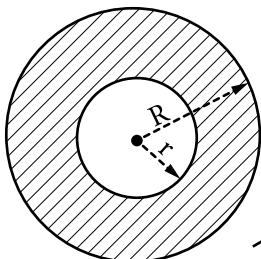
$$S = \pi r^2$$

مساحت دایره به شعاع r برابر است با:

۶-۵ محاسبه مساحت حلقه

$$S = \pi(R^2 - r^2)$$

مساحت حلقه بین دو دایره به شعاع‌های R و r برابر است با:

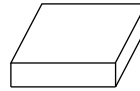
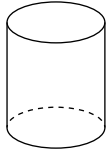


شکل ۳۶

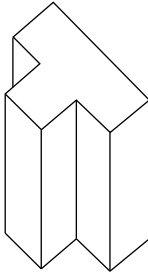
یادآوری: حلقه دایره عبارت است از سطح
محصور بین دو دایره هم‌مرکز با شعاع‌های مختلف
(شکل ۳۶).

۷-۵ محاسبه سطح جانبی و سطح کل اجسام هندسی و اجسام مرکب

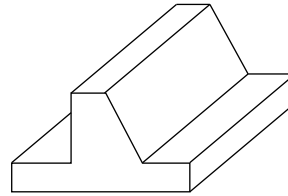
اجسام منشوری: اجسامی هستند که سطح مقطع آن‌ها در ارتفاع (یا طول) ثابت باشد؛ مانند اجسام زیر:



مقطع در طول و ارتفاع ثابت است

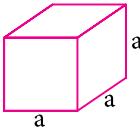


مقطع در ارتفاع ثابت است



مقطع در طول ثابت است

شکل ۳۷

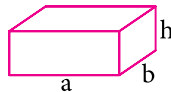


شکل ۳۸

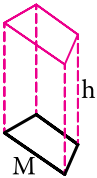
سطح جانبی اجسام منشوری = محیط قاعده \times ارتفاع

سطح جانبی مکعب به ضلع a برابر است با: $4a^2$

سطح جانبی یک مکعب مستطیل به ابعاد قاعده a و b و ارتفاع h برابر است با: $2(a + b)h$



شکل ۳۹



سطح جانبی منشور با محیط قاعده M و ارتفاع h برابر است با: Mh

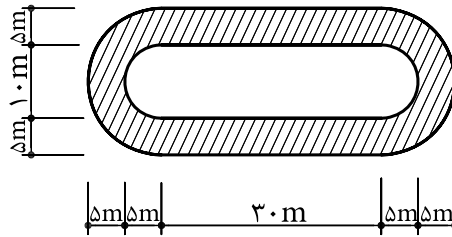
شکل ۴۰

سطح کل اجسام برابر است با: سطح جانبی + سطح قاعده‌ها

سطح جانبی اجسام مرکب برابر است با: مجموع سطوح جانبی اجزای تشکیل دهنده آن‌ها.

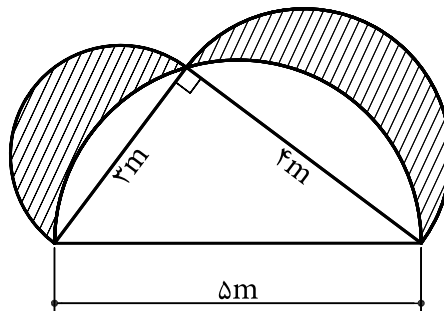
تمرین:

- ۱- در شکل ۴۱ قسمت‌های هاشور خورده زمین دو و میدانی یک استادیوم نشان داده شده است. در صورتی که بخواهیم در قسمت‌های میانی این زمین چمن بکاریم:
 الف - مساحت کل زمین را به متر مربع حساب کنید.
 ب - مساحت قسمت چمن کاری چند متر مربع است؟
 پ - چند درصد کل زمین چمن کاری می‌شود؟
 ت - در صورتی که بخواهیم پیرامون قسمت چمن کاری را جدول نصب کنیم، چند متر جدول لازم داریم؟



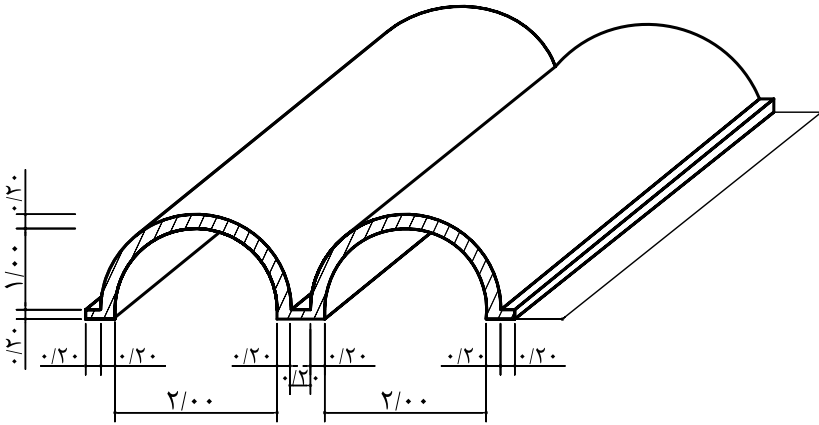
شکل ۴۱

- ۲- در شکل ۴۲ مساحت قسمت هاشور خورده را که آب‌نمای قسمتی از یک محوطه‌سازی را نشان می‌دهد، به دست آورید. (نیم‌دایره‌ها هر کدام به قطر یکی از اضلاع مثلث هستند).

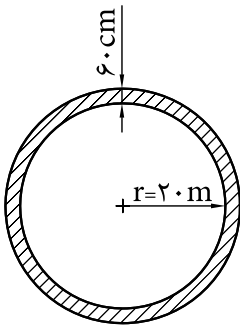


شکل ۴۲

- ۳- شکل ۴۳ یک سقف پوسته‌ای بتن آرمه را نشان می‌دهد. سطح مقطع بتن قسمت هاشور خورده را بر حسب متر مربع به دست آورید.



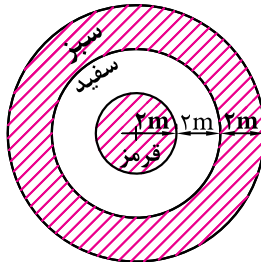
شکل ۴۳



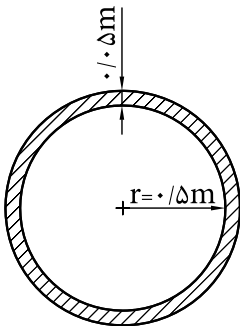
شکل ۴۴

۴- استخری دایره‌ای شکل به شعاع ۲۰ متر (شکل ۴۴) موجود است. می‌خواهیم لبه استخر را به عرض ۶۰ سانتی‌متر سنگ فرش کنیم؛ مساحت سنگ مورد نیاز چند متر مربع است؟

۵- قرار است یک سایه‌بان دایره‌ای شکل به صورت پرچم ایران رنگ آمیزی شود (شکل ۴۵)؛ سطح هر کدام از رنگ‌ها را بر حسب متر مربع به دست آورید.



شکل ۴۵



شکل ۴۶

۶- شکل ۴۶ مقطع یک لوله بتنی را نشان می‌دهد.

الف - سطح مقطع داخل لوله چند سانتی‌متر مربع است؟

ب - سطح مقطع بتن مصرفی چند سانتی‌متر مربع است؟

پ - نسبت سطح مقطع بتن مصرفی به سطح مقطع داخل لوله

چند درصد است؟

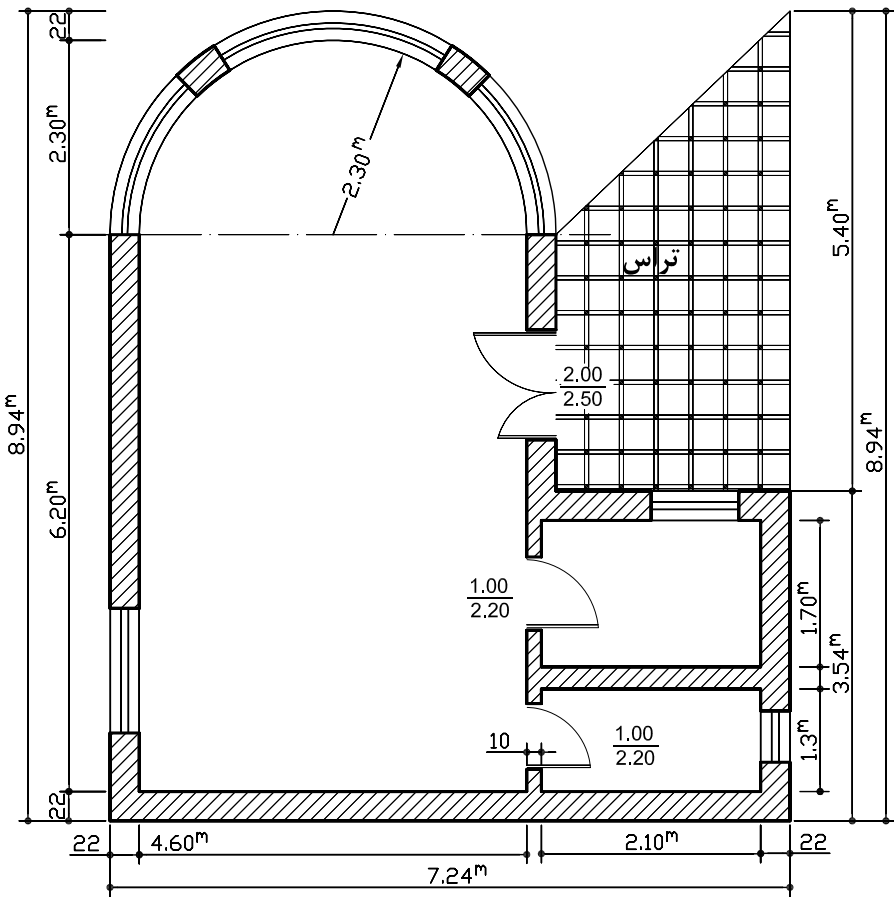
۷- پلان زیر، سطح مقطع یک منزل ییلاقی را نشان می‌دهد که کف آن با موزاییک و کف تراس با سنگ طبیعی فرش می‌شود. تعیین کنید:

الف - مساحت کل زیربنا را (به غیر از تراس) بر حسب متر مربع.

ب - در صورتی که ۴٪ افت محسوب شود، باید چند متر مربع موزاییک خریداری گردد؟

پ - مساحت تراس (صرف نظر از سطح زیر در به طرف تراس) را بر حسب متر مربع.

ت - در صورتی که ۴٪ افت محسوب شود، باید چند متر مربع سنگ خریداری شود؟



شکل ۴۷

فصل

نشم

محاسبه

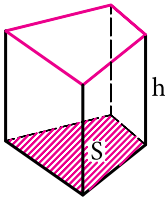
حجم



هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:
۱- حجم احجام منشوری را محاسبه کند.

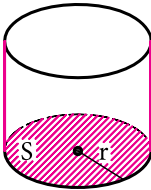
۱-۶ محاسبه حجم احجام منشوری



شکل ۱

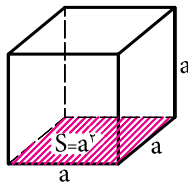
حجم احجام منشوری = مساحت قاعده \times ارتفاع

حجم منشور با مساحت قاعده S و ارتفاع h $Sh=h$



شکل ۲

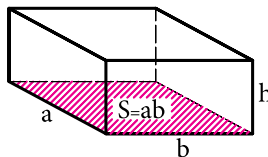
حجم استوانه با شعاع قاعده r و ارتفاع h $\pi r^2 h=h$



شکل ۳

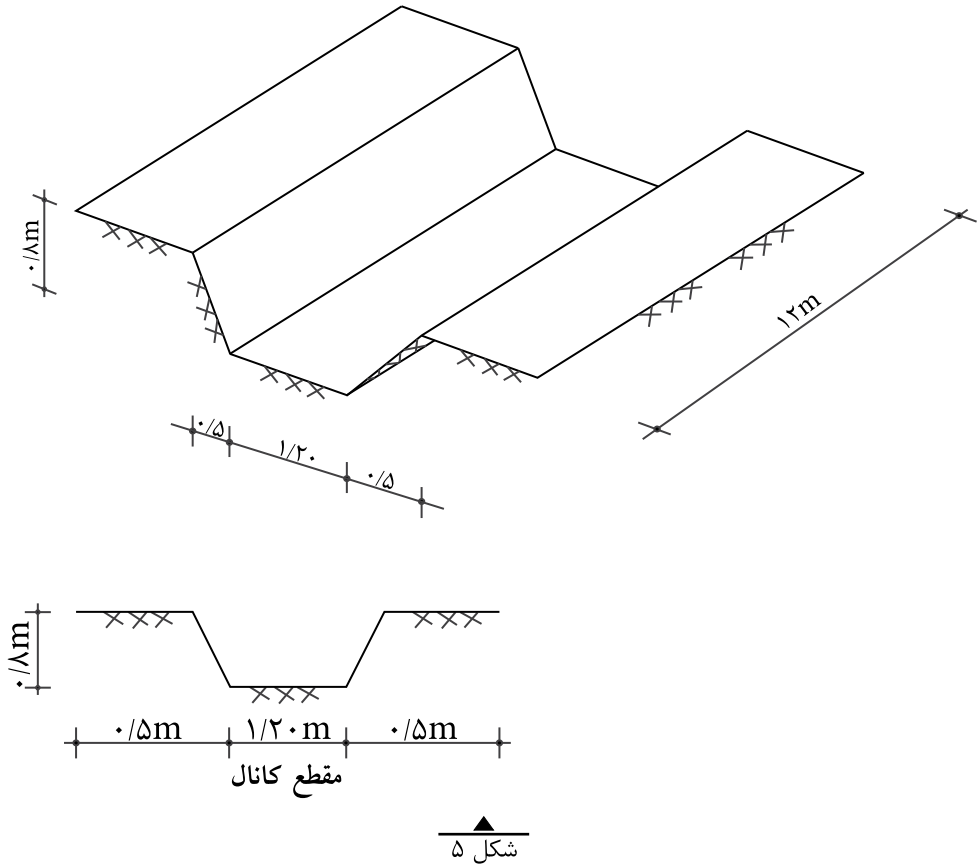
حجم مکعب به ضلع a $a^3 = a$

حجم مکعب مستطیل به اضلاع قاعده a و b و ارتفاع h $a.b.h=h$



شکل ۴

مثال ۱: شکل زیر یک کانال را نشان می‌دهد. حجم خاکبرداری این کانال را بر حسب متر مکعب محاسبه کنید.



$$S = \frac{a+b}{2} \times h = \frac{1/20 \times 2/20}{2} \times 0/8$$

$$S = 1/36 \text{ m}^2$$

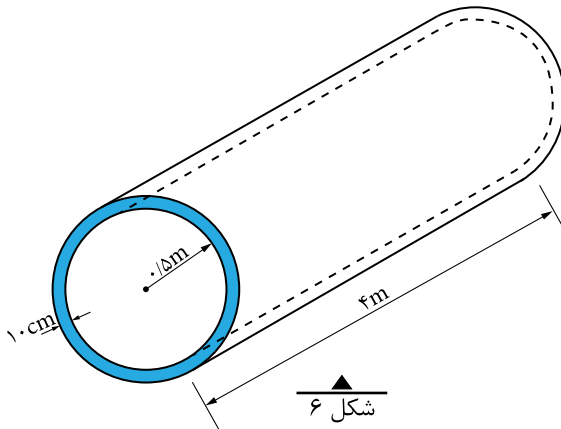
$$V = S \times L = 1/36 \times 12 = 16/32 \text{ m}^3$$

مثال ۲: شکل زیر یک لوله بتنی را نشان می‌دهد. مطلوب است:

الف) فضایی که این لوله اشغال می‌کند

ب) حجم داخل لوله

ج) حجم بتن لازم برای ساخت لوله



حل:

الف) برای محاسبه فضایی که لوله اشغال می‌کند باید حجم کل لوله را محاسبه کنیم:

$$r = 0.05 \text{ m}$$

$$R = 0.05 + 0.1 = 0.15 \text{ m}$$

$$V_{\text{کل}} = S_{\text{کل}} \cdot L = \pi R^2 \times L = 3.14 \times 0.15^2 \times 4 \Rightarrow V = 2.826 \text{ m}^3$$

ب) حجم داخل لوله

$$V_{\text{داخل}} = S_{\text{داخل}} \cdot L = \pi r^2 \times L = 3.14 \times 0.05^2 \times 4 \Rightarrow V = 0.314 \text{ m}^3$$

ج) برای محاسبه حجم بتن باید سطح مقطع جداره لوله را در طول آن ضرب نمایم.

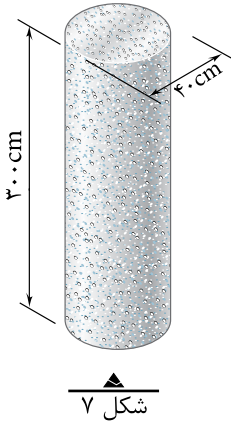
داریم:

$$V_{\text{بتن}} = S_{\text{حلقه}} \cdot L = \pi(R^2 - r^2) \times L = 3.14 \times (0.15^2 - 0.05^2) \times 4$$

$$\Rightarrow V_{\text{بتن}} = 1.514 \text{ m}^3$$

نکته: برای محاسبه حجم بتن می‌توان حجم داخل لوله را از حجم کل نیز کم کرد. یعنی:

$$V_{\text{بتن}} = V_{\text{کل}} - V_{\text{داخل}} \Rightarrow V_{\text{بتن}} = 2.826 - 0.314 = 1.514 \text{ m}^3$$



مثال ۳: حجم شکل ۷ که یک ستون بتنی را نشان می‌دهد، چند متر مکعب است؟

حل:

$$r = \frac{d}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$S = \pi r^2 = 3/14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$V = S \times h = 1256 \times 300 = 376800 \text{ cm}^3$$

$$V = 376800 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{100^3 \text{ cm}^3} = 0/38 \text{ m}^3$$

تمرین:

۱- یک جعبه چوبی مکعب شکل به ابعاد داخلی $0/5 \text{ m} \times 0/5 \text{ m} \times 0/5 \text{ m}$ و ضخامت دیواره ۲ سانتی متر موجود است.

الف - حجم داخل جعبه چند سانتی متر مکعب و چند متر مکعب است؟

ب - اگر بخواهیم داخل جعبه را رنگ بزنیم، سطح رنگ کاری چند متر مربع است؟

۲- یک استخر آب مطابق شکل ۸ به صورت مکعب مستطیل ساخته شده است. کف آن از بتن به ضخامت ۲۰ cm و دیواره آن از بتن به ضخامت ۲۰ سانتی متر که داخل آن عایق کاری گردیده و یک دیوار ۱۰ سانتی متری محافظ عایق هم کشیده شده است. سطح داخلی دیواره نیز با ماسه سیمان لیسهای اندود شده است. موارد زیر را محاسبه کنید:

الف - حجم بتن کف (m^3)

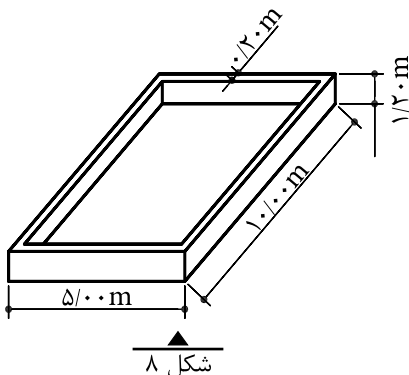
ب - حجم آجرکاری (m^3)

پ - سطح عایق کاری کف و دیواره‌ها (m^2)

ت - سطح اندود دیواره‌ها (m^2)

ث - ظرفیت آب استخر (m^3)

ج - حجم بتن دیوار (m^3)



۳- برای یک کارگاه ساختمانی، احتیاج به یک منبع آب با ظرفیت ۲۷۰۰۰ لیتر داریم. اگر منبع به شکل مکعب ساخته شود، طول هر ضلع آن چند متر است؟

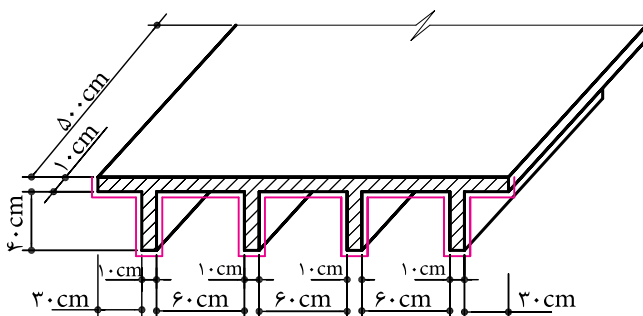
۴- شکل ۹ قسمتی از یک سقف بتن آرمه را نشان می‌دهد. در صورتی که طول این سقف ۵ متر باشد:

الف - حجم بتن مصرفی چقدر است؟ (m^3)

ب - چند متر مربع تخته برای قالب‌بندی مورد نیاز است؟

سطوح قالب‌بندی عبارت است از سطح مقطع ابتدا و انتهای سقف به اضافه سطوحی که یک بُعد آن با خط قرمز رنگ در مقطع دیده می‌شود.

تذکر: البته در عمل باید از سطح قالب‌بندی محاسبه شده به طریق بالا، سطوح نشیمن را کسر کنیم این مسأله با توجه به مشخص نبودن جزئیات نشیمن، از محاسبه و کسر سطوح نشیمن صرف نظر شود.

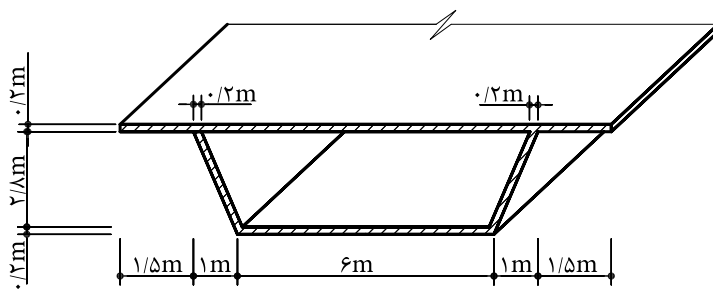


شکل ۹

۵- شکل ۱۰ قسمتی از یک پل بتن آرمه و مقطع آن را نشان می‌دهد. در صورتی که طول پل ۶۰ متر باشد:

الف - حجم بتن مصرفی در پل را بر حسب متر مکعب محاسبه کنید.

ب - در صورت رنگ آمیزی سطوح زیر پل، سطح رنگ آمیزی را بر حسب متر مربع تعیین کنید.

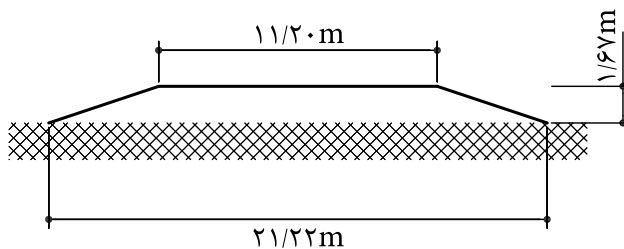


شکل ۱۰

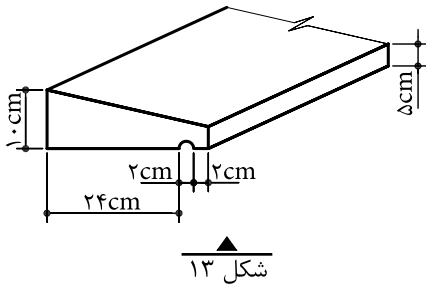


شکل ۱۱

۶- قسمتی از یک جاده به طول ۷۳ متر، مطابق شکل ۱۲ خاک ریزی می شود. محاسبه نمایید که باید چند متر مکعب خاک ریزی شود.

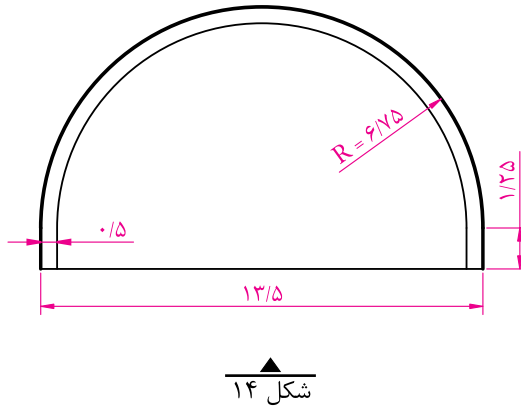


شکل ۱۲



۷- ۱۵ عدد قرنیز بتنی، مطابق شکل ۱۳ به طول $2/20$ متر، در یک ساختمان به کار می‌رود. حجم بتن مصرفی را بر حسب لیتر و متر مکعب محاسبه کنید.

- ۸- تونلی به طول 840 متر با مشخصات طبق شکل ۱۴ مفروض است. مطلوب است:
- الف - محاسبه حجم حفاری انجام شده به متر مکعب.
 - ب - محاسبه حجم بتن ریزی انجام شده به متر مکعب.



شکل ۱۵- تونل رسالت که توسط متخصصان میهن اسلامی مان طراحی و اجرا شده است.

۹- قرار است یک انبار به ابعاد داخلی ۱۰ متر در ۶ متر و به ارتفاع ۵ متر را با دیوارهای ۳۵ سانتی متری بسازیم. در صورتی که در و پنجره این انبار سطحی معادل ۲۰٪ سطح دیوارها داشته باشند:

الف - حجم آجرکاری را به متر مکعب محاسبه کنید.

ب - سطح اندود داخلی و خارجی را به متر مربع محاسبه کنید.

۱۰- در یک ساختمان بتنی، از ستون‌های با مقطع دایره استفاده شده است. در صورتی که از ۱۰ عدد ستون دایره به قطر ۵۰ cm و ۱۶ عدد ستون دایره به قطر ۶۰ cm استفاده شود و ارتفاع همه ستون‌ها برابر ۳/۲۰ متر باشد:

الف - حجم بتن مصرفی در ستون‌ها را بر حسب متر مکعب محاسبه کنید.

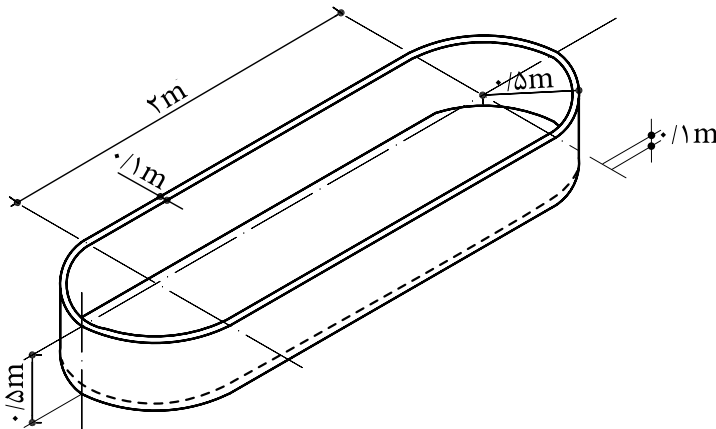
ب - در صورت رنگ آمیزی ستون‌ها، سطح رنگ آمیزی چند متر مربع است؟

۱۱- در یک پارک، تعداد ۲۲ عدد آب نما مطابق شکل زیر وجود دارد. در صورتی که این آب نماها از بتن ساخته شده باشند و ضخامت دیوار و کف آن‌ها ۱۰ سانتی متر باشد:

الف - حجم بتن مصرفی را حساب کنید. (m^3)

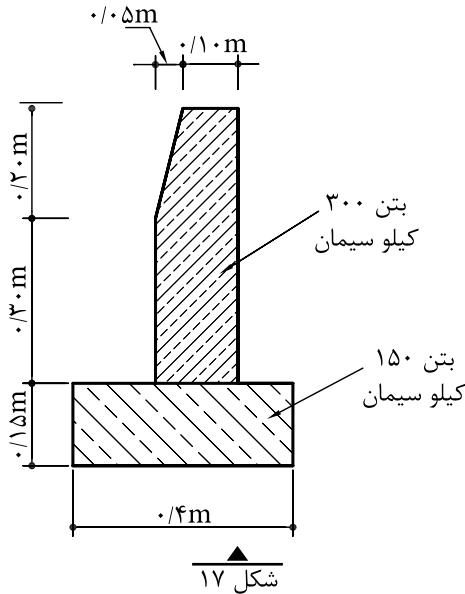
ب - گنجایش آب این آب نماها در مجموع چقدر است؟ (m^3)

پ - سطح رنگ آمیزی داخل و خارج این آب نماها چقدر است؟ (m^2)

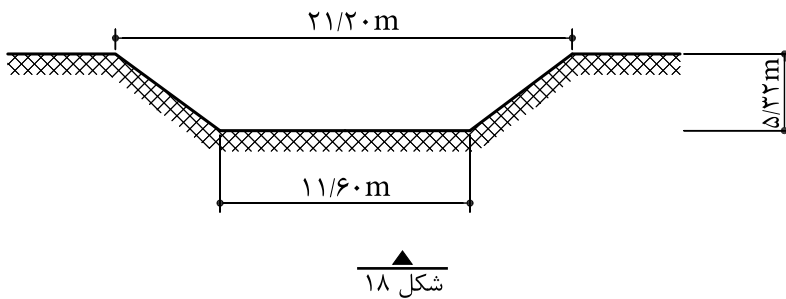


شکل ۱۶

- ۱۲- شکل زیر مقطع یک جدول ساده بتنی کنار خیابان به طول ۵۰۰ متر را نشان می دهد:
- الف - حجم بتن ۳۰۰ کیلو سیمان بر حسب متر مکعب چقدر است؟
- ب - حجم بتن ۱۵۰ کیلو سیمان را بر حسب متر مکعب تعیین کنید.



- ۱۳- قسمتی از یک کانال مطابق شکل زیر گودبرداری می شود. طول این قسمت ۹۱ متر است. محاسبه کنید که چند متر مکعب گودبرداری می شود؟



فصل

هفتم

محاسبه وزن و مقدار مصالح



هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:

- ۱- چگالی و واحد اندازه‌گیری آن را تعریف کند.
- ۲- وزن و واحد اندازه‌گیری آن را تعریف کند.
- ۳- محاسبات مربوط به جرم و وزن مصالح مصرفی را انجام دهد.
- ۴- محاسبات مربوط به جرم، چگالی، حجم و وزن مصالح مصرفی را انجام دهد.

۱-۷ چگالی و واحد اندازه‌گیری آن

۱-۱-۷- چگالی یک ماده، جرم واحد حجم آن ماده است. چگالی را با حرف یونانی ρ (با تلفظ «رُ») نمایش می‌دهند.

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

۲-۱-۷- واحد اصلی اندازه‌گیری چگالی در سیستم SI کیلوگرم بر متر مکعب $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$ است.

۳-۱-۷- واحدهای دیگر چگالی گرم بر سانتی‌متر مکعب $\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$ و تن بر متر مکعب $\left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3}\right)$ است.

مثال ۱: یک کیلوگرم بر متر مکعب چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟
توجه: برای تبدیل واحد کمیت‌هایی که به صورت کسری می‌باشند مانند چگالی، همان قاعده فصل دوم کتاب را اعمال می‌نمائیم؛ با این تفاوت که تبدیل واحدهایی که در مخرج قرار دارند را به صورت معکوس در ضریب تبدیل واحد صورت ضرب می‌کنیم.

حل:

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ gr}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{100^3 \text{ cm}^3} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

مثال ۲: یک تن بر متر مکعب چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

حل:

$$1 \text{ t} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^{-3} \text{ t}} \times \frac{1}{\text{m}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

۲-۷ وزن و واحد اندازه‌گیری آن

۱-۲-۷- نیروی جاذبه‌ای را که از طرف زمین بر جرم یک جسم وارد می‌شود، «وزن» آن جسم می‌گویند.

یک نیوتن مقدار نیرویی است که اگر به جرم یک کیلوگرم وارد شود، شتابی برابر با یک متر بر مجذور ثانیه به آن می دهد.

۷-۲-۲- واحد اندازه گیری وزن «نیوتن (N)» است.

۷-۲-۳- برای محاسبه وزن یک جسم بر حسب نیوتن کافی است که جرم آن را بر حسب kg در عدد ۹/۸۱ ضرب کنید.

مثال: جرم یک جسم یک کیلوگرم است. وزن آن چقدر است؟

حل: $1 \times 9/81 = 9/81 \text{ N}$ جرم = وزن

نکته: به ۹/۸۱ N یک کیلوگرم نیرو هم می گویند و آن را با علامت kgf نشان می دهند.

$$1 \text{ kgf} = 9/81 \text{ N}$$

بنابراین می توانیم بگوییم: $\left. \begin{array}{l} \text{کیلوگرم، واحد جرم است.} \\ \text{کیلوگرم نیرو، واحد وزن است.} \end{array} \right\}$

مثال ۱: برای احداث یک ساختمان، ۱۰ تن سیمان فله ای تهیه شده است. مشخص کنید که این مقدار سیمان چند کیلوگرم است؟

حل: $1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$

$$10 \text{ t} = 10 \times 10^3 = 10000 \text{ kg}$$

مثال ۲: در صورتی که ۱۰ تن سیمان کیسه ای (پاکتی) تهیه شود و هر کیسه دارای ۵۰ کیلوگرم سیمان باشد، تعداد کیسه های سیمان را به دست آورید و بنویسید که محتویات هر کیسه چه کسری از کل سیمان تهیه شده بر حسب تن است؟

$$1 \text{ t} = 10000 \text{ kg} \Rightarrow 10 \text{ t} = 10 \times 10000 \text{ kg} = 100000 \text{ kg} \Rightarrow 100000 \div 50 = 2000$$

$$\text{جرم یک کیسه سیمان بر حسب تن} = 50 \div 10000 = 0/05 \text{ t}$$

$$\text{نسبت هر کیسه سیمان به کل سیمان} = \frac{0/05 \text{ t}}{10 \text{ t}} = \frac{5}{1000} = \frac{1}{200}$$

۱- جرم یک جسم، بدون توجه به مکان آن، در همه نقاط زمین، ثابت است. به عبارت دیگر، جرم مستقل از مکان است اما وزن یک جسم، در نقاط مختلف جهان، با شتاب ثقل متفاوت، یکسان نیست پس وزن یک جسم تابع محل قرارگیری آن است. با توجه به این توضیحات، در کاربردهای روزمره، مشاهده می شود که کلمات جرم و وزن اشتباهاً به جای یکدیگر به کار می روند. مثلاً روی اغلب کالاهای تجاری، «وزن» آن نوشته می شود در حالی که باید «جرم» آن عنوان شود زیرا این «جرم» است که در همه نقاط جهان که این کالا حمل می شود، ثابت می ماند و «وزن» آن متغیر است و نتیجتاً واحد وزن «کیلوگرم نیرو» و واحد جرم، «کیلوگرم» است. به طور کلی می توان گفت: وزن و جرم یک جسم، با هم متناسب است.

مثال ۱: وزن یک آجر معمولی، حدود ۱/۷۵ کیلوگرم نیرو است. وزن آن چند گرم نیرو است؟

$$1 \text{ kgf} = 10^3 \text{ gf}$$

$$1/75 \text{ kgf} \times 10^3 = 1750 \text{ gf}$$

مثال ۲: وزن یک متر میل گرد به قطر ۱۸ (φ۱۸) برابر ۲۰۰۰ gf می باشد. وزن یک شاخه ۱۲ متری از این میل گرد چند کیلوگرم نیرو و وزن ۱۰ شاخه از آن چند تن نیرو است؟

$$24 \text{ kgf} = 24000 \times 10^{-3} = 24000 \text{ gr} = 24000 \text{ gf} = 12 \times 2000 = 24000 \text{ gf}$$

$$0.24 \text{ tonf} = 24 \times 10^{-3} = 0.24 \text{ tonf}$$

$$0.24 \text{ tonf} = 0.24 \times 10 = 2.4 \text{ tonf}$$

مثال ۳: جرم یک پل فولادی ۷۵۰ تن است. وزن آن را محاسبه کنید.

$$\text{وزن پل} = \text{جرم پل} \times 9/81 = 750 \times 9/81$$

$$\text{وزن پل} = 750 \times 1000 \text{ kg} \times 9/81 = 7357500 \text{ N} = 7/3575 \times 10^6 \text{ N}$$

۳-۷ محاسبات جرم، چگالی و حجم

۱-۳-۷ برای محاسبات مربوط به جرم، چگالی و حجم از رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ استفاده می کنیم.

مثال ۱: حجم بتن مصرفی در یک ستون ۲/۵ متر مکعب است. اگر چگالی آن $2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد، وزن این ستون چند نیوتن است؟

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{m}{2/5 \text{ m}^3}$$

$$\text{جرم ستون (m)} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2/5 \text{ m}^3 = 6000 \text{ kg}$$

$$\text{وزن ستون} = 6000 \text{ kg} \times 9/81 = 58860 \text{ N}$$

مثال ۲: جرم یک قطعه چوب بلوط ۳۷۸ kg است. اگر جرم حجمی آن $900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد، حجم آن چند متر مکعب است؟

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{378 \text{ kg}}{900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.42 \text{ m}^3$$

توجه: جدول‌های ۱ تا ۶ فقط برای استفاده هنرجویان است (به‌عنوان مرجع) و به‌خاطر سپاری آن‌ها مورد نظر نیست. این جدول‌ها، چگالی (جرم واحد حجم) پاره‌ای از مواد و مصالح را که بر اساس آیین‌نامه ۵۱۹ ایران (حداقل بارهای وارد بر ساختمان و بنا) جمع‌آوری شده‌اند، نشان می‌دهد.

جدول ۱- چگالی بعضی از فلزات

چگالی $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	ماده
۲۷۰۰	آلومینیوم
۷۲۰۰	آهن خام خاکستری
۷۷۰۰	آهن خام سفید
۷۲۰۰	چدن
۷۸۵۰	فولاد نرم
۱۱۴۰۰	سرب
۸۹۰۰	مس
۸۵۰۰	برنز
۷۲۰۰	روی
۷۲۰۰	قطع
۸۸۰۰	نیکل
۶۷۰۰	آنتیموان

جدول ۲- چگالی بعضی از سنگ‌های طبیعی

چگالی $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	ماده
۲۸۰۰-۲۶۰۰	گرانیت
۳۰۰۰-۲۸۰۰	دیوریت - گابرو
۳۰۰۰-۲۹۵۰	بازالت - ملافیر
۲۰۰۰-۱۸۰۰	کفسنگ (توف)
۲۶۵۰-۲۰۰۰	ماسه سنگ معمولی
۲۸۵۰-۲۶۵۰	سنگ آهک توپر - دولومیت - مرمر
۲۶۰۰-۱۷۰۰	سنگ آهک معمولی
۲۵۰۰-۲۴۰۰	تراورتن
۳۰۰۰-۲۶۵۰	گنیس
۲۸۰۰-۲۷۰۰	شیست

جدول ۳- چگالی توده‌ای بعضی از مصالح

چگالی $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	ماده
۲۱۰۰	خاک - ماسه - گل رس خیس
۱۸۰۰	خاک - ماسه - گل رس مرطوب (۵٪ رطوبت)
۱۶۰۰	خاک - ماسه - گل رس خشک
۱۴۰۰	لاشه سنگ
۲۰۰۰	شن خیس
۱۷۰۰	شن خشک
۷۰۰	پوکه کک
۱۰۰۰	جوش زغال
۱۰۰۰	جوش کوره خردشده و دانه دانه
۸۰۰	زغال سنگ
۱۵۰	زغال چوب از چوب نرم و بک
۲۲۰	زغال چوب از چوب سفت و سنگین
۱۵۰۰	خرده آجر
۱۶۰۰	ماسه بادی
۸۰۰	خاک نسوز
۶۰۰	پوکه معدنی
۷۰۰	سنگ آهک
۱۳۰۰	پودر سیمان توده شده و آزاد
۱۸۰۰	پودر سیمان در کیسه و جابه جا شده

جدول ۴- چگالی بعضی از مصالح ساختمانی

چگالی $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	ماده
۱۸۵۰	آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان
۱۸۰۰	آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک
۱۷۵۰	آجرکاری با آجر و ملات گچ و خاک
۲۱۰۰	آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه سیمان (سوراخ‌ها با ملات پر می‌شود)
۲۰۰۰	آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه آهک (سوراخ‌ها با ملات پر می‌شود)
۸۵۰	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان
۲۸۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های آذرین (مانند گرانیت) و ملات ماسه سیمان
۲۷۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های آهکی توپر و ملات ماسه سیمان
۲۴۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های معمولی یا تراورتن و ملات ماسه سیمان
۲۰۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های توف و ملات ماسه سیمان
۲۳۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های ماسه سنگ و ملات ماسه سیمان
۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
۱۹۰۰	ملات ماسه آهک
۲۰۰۰	ملات ماسه سیمان و آهک (باتارد)
۱۳۰۰	ملات گچ
۱۶۰۰	ملات گچ و خاک
۲۰۰۰	ملات گل
۲۳۰۰	بتن از شن و ماسه سنگ‌های آهکی سخت یا گرانیت و بازالت و سنگ‌های مشابه
۲۵۰۰-۲۴۰۰	بتن مسلح از شن و ماسه سنگ‌های آهکی سخت یا گرانیت و بازالت و غیره
۱۷۰۰	بتن با خرده آجر
۱۶۰۰	بتن با جوش کوره
۸۰۰-۴۰۰	بتن‌های سبک، از قبیل بتن متخلخل با مواد شیمیایی
۱۳۰۰	بتن با پوک و سیمان
۱۶۰۰	ملات کاهگل
۲۲۰۰	آسفالت ساخته شده

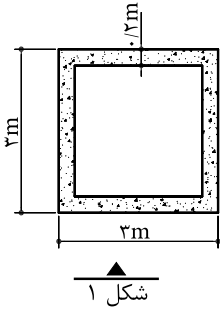
جدول ۵- چگالی انواع چوب (در حالت خشک)

چگالی $\frac{kg}{m^3}$	ماده
۹۰۰	بلوط
۶۰۰	کاج
۶۵۰	داغداغان
۵۰۰	توسکا
۷۰۰	زبان گنجشک
۶۰۰	صنوبر
۷۰۰	نارون
۴۵۰	تبریزی
۶۵۰	گردو
۷۵۰	چنار
۹۰۰	شمشاد
۷۰۰	چوب آزاد
۵۰۰	سپیدار
۶۵۰	ملج

جدول ۶- مواد و مصالح متفرقه

ارقام محاسباتی	ماده
۱۰ کیلوگرم بر متر مربع یک لا و ۱۵ کیلوگرم بر متر مربع دولا	گونی قیراندود
۱۵ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	کف پوش های پلاستیکی
۱۵ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	کف پوش های لاستیکی
۲۰ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	آزبست
۲۵ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	انواع شیشه یا آجر شیشه ای پر
۷۵ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	آجرهای شیشه ای مجوف با ضخامت ۵۰ میلی متر
۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	آجرهای شیشه ای مجوف با ضخامت ۸۰ میلی متر
۱۲۵ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	آجرهای شیشه ای مجوف با ضخامت ۱۰۰ میلی متر
۲۲ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	موزاییک
۲۰ کیلوگرم بر متر مربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	کاشی

تمرین:



شکل ۱

۱- شکل ۱ مقطع یک آب‌روی بتنی را نشان می‌دهد که طول آن ۱۱ متر است.

در قسمتی از یک راه، تعداد ۱۹ عدد از این آب‌روها مورد نیاز است.

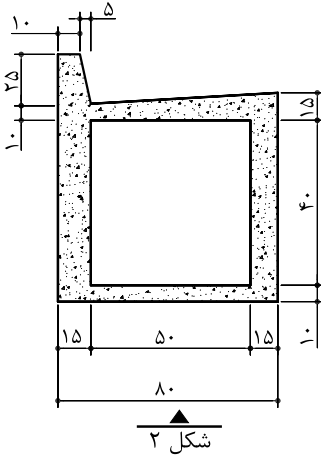
الف - حجم بتن مصرفی چند متر مکعب است؟

ب - مقدار سیمان مورد نیاز چند کیلوگرم است؟ (بتن از نوع ۳۵۰

کیلوگرم سیمان می‌باشد).

پ - وزن یک عدد از این آب‌روها چند تن نیرو است؟ (در

صورتی که چگالی بتن ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد).



شکل ۲

۲- شکل ۲ مقطع یک آب‌روی سرپوشیده بتنی کنار خیابان

است. طول خیابان ۱۳۵۰ متر است:

الف - مقدار بتن مصرفی را بر حسب متر مکعب محاسبه کنید.

ب - مقدار سیمان لازم چند کیلوگرم است؟ (بتن از نوع

۳۵۰ کیلوگرم سیمان می‌باشد).

۳- برای پوشش سقفی، نیاز به ۱۶ عدد تیرچه بتنی به طول ۴/۷۵

متر است (شکل ۳). در صورتی که بتن در فوندوله ریخته شود و

مشخصات هر فوندوله مطابق شکل ۴ باشد، تعیین کنید:

الف - تعداد فوندوله مورد نیاز برای هر تیرچه

ب - تعداد کل فوندوله مورد نیاز

پ - حجم کل بتن لازم بر حسب متر مکعب (از حجم

میل‌گرد صرف‌نظر شود).

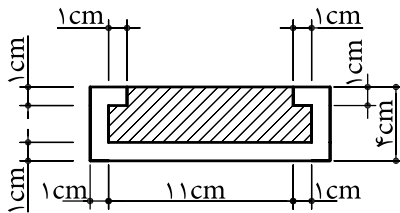
ت - جرم سیمان لازم بر حسب کیلوگرم (در صورتی که در

هر متر مکعب بتن، ۳۰۰ کیلوگرم سیمان به کار رود).

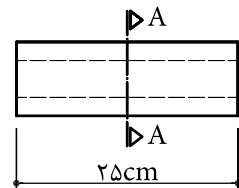


شکل ۳

شکل ۴

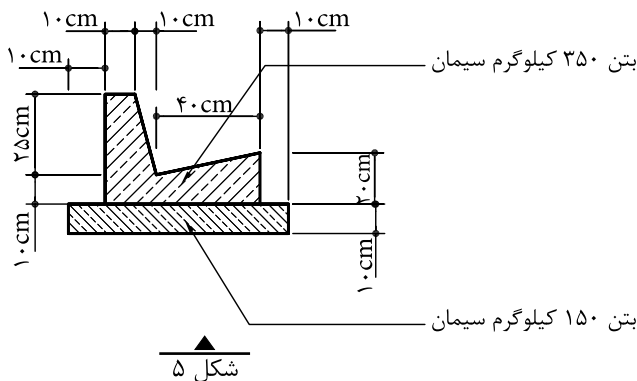


برش A-A



نما

- ۴- شکل ۵ مقطع آب روی بتنی کنار یک خیابان را که طول آن ۱۲۰۰ متر است نشان می‌دهد:
- الف - مقدار بتن ۳۵۰ کیلوگرم سیمان را بر حسب متر مکعب حساب کنید.
- ب - مقدار بتن ۱۵۰ کیلوگرم سیمان بر حسب متر مکعب چقدر است؟
- پ - مقدار مقدار سیمان لازم را بر حسب کیلوگرم تعیین کنید.



- ۵- برای اجرای یک پروژه عمرانی باید تعدادی لوله بتنی به طول $7/5$ متر، قطر داخلی ۴ متر و ضخامت دیواره ۲۵ سانتی متر، با تریلی از کارخانه تولید لوله به محل پروژه حمل شود. در صورتی که چگالی هر متر مکعب لوله ۲۸۰۰ کیلوگرم و جرم تریلی ۳۰ تن باشد و در مسیر تریلی پلی با ظرفیت باربری حداکثر ۹۵ تن (با در نظر گرفتن وضعیت تقسیم بار بر روی محورها) وجود داشته باشد، آیا تریلی مجاز است این محموله را از روی پل عبور دهد؟
- ۶- به یک کارگاه ساختمانی ۲۴۰ تن سیمان وارد شده است. در صورتی که در ساختمان الف $\frac{3}{8}$ آن و در ساختمان ب $\frac{2}{8}$ آن مورد نیاز باشد و بقیه را بخواهیم انبار کنیم، باید چند کیلوگرم سیمان در هر ساختمان تخلیه شود و چند کیلوگرم به انبار حمل گردد؟ در ضمن مقدار سیمان انبارشده چند کیسه خواهد بود؟ (جرم هر کیسه سیمان ۵۰ کیلوگرم است).
- ۷- برای ساختن بتن در احداث پی یک ساختمان ۳ متر مکعب آب مورد نیاز است.

الف - مقدار آب مورد نیاز چند لیتر است؟

ب - مقدار آب مورد نیاز چند دسی متر مکعب است؟

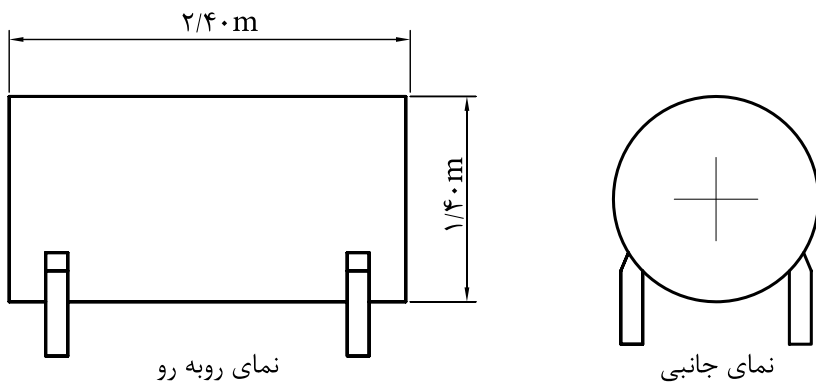
- پ - در صورتی که برای نگهداری این مقدار آب بخواهیم از بشکه‌های ۲۰۰ لیتری استفاده کنیم، چند عدد بشکه مورد نیاز است؟

۸- شکل زیر نقشه یک تانکر آب را نشان می‌دهد که باید بر روی پشت‌بام نصب شود. وزن خود تانکر ۱۳۲ کیلوگرم نیرو است. سطح خارجی تانکر با رنگ روغنی پوشیده می‌شود. موارد زیر را محاسبه کنید:

الف - حجم تانکر بر حسب m^3

ب - جرم تانکر بر حسب کیلوگرم (در صورتی که با آب پر شود)

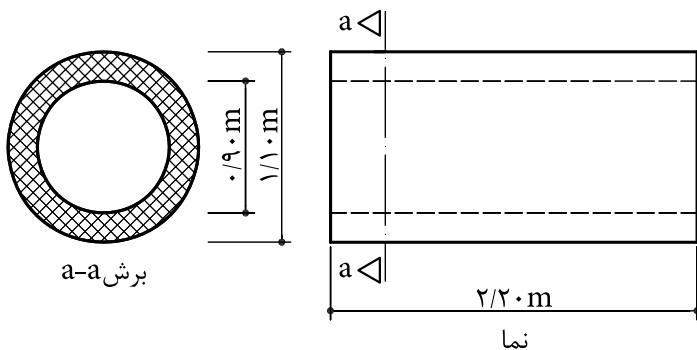
پ - چند متر مربع رنگ روغنی روی سطح خارجی تانکر زده می‌شود؟



۹- برای یک کار اختصاصی، لوله بتنی طبق شکل زیر ساخته می‌شود. موارد زیر را محاسبه کنید:

الف - جرم یک لوله در صورتی که جرم یک متر مکعب بتن ۲۲۰۰ کیلوگرم باشد.

ب - در صورتی که ظرفیت حمل بار یک کامیون پنج تن باشد، چه تعداد از این لوله را می‌تواند حمل کند؟



- ۱۰- گنجایش یک تانک ذخیره آب ۱۸ متر مکعب است. گنجایش تانک چند لیتر است؟
جرم آن را بر حسب تن محاسبه کنید.
- ۱۱- برای هر متر مکعب دیوارچینی، ۶۲۰ عدد آجر فشاری لازم است. در صورتی که جرم هر آجر فشاری ۱/۷۵ کیلوگرم باشد، محاسبه کنید هر متر مکعب دیوارچینی چند کیلوگرم و چند تن آجر لازم دارد؟
- ۱۲- در صورتی که برای ملات هر متر مکعب دیوارچینی، ۸۵ کیلوگرم سیمان مصرف شود و حجم دیوارچینی ۱۰ متر مکعب باشد، چند پاکت سیمان لازم است؟ (هر پاکت سیمان ۵۰ کیلوگرم است). چند تن سیمان لازم است؟
- ۱۳- شکل زیر قالب فلزی ساخت دیواره بتنی حوضچه تصفیه فاضلاب را نشان می دهد. قطر دایره داخلی حوضچه ۱۲ متر و قطر دایره خارجی ۱۳/۲۰ متر و ارتفاع آن ۳/۲۰ متر است. حساب کنید:
- الف - سطح قالب بندی را بر حسب متر مربع.
- ب - اگر وزن متوسط هر متر مربع قالب بندی و پشت بندها ۴۲ کیلوگرم نیرو باشد، وزن کل قالب چند تن نیرو است؟
- پ - حجم بتن را بر حسب متر مکعب.
- ت - وزن بتن را بر حسب تن نیرو.



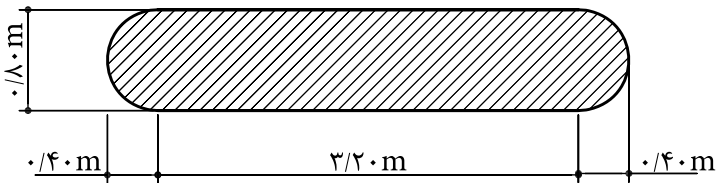
شکل ۸

۱۴- برای ساخت ۳ عدد پایه پل شکل زیر، با سطح مقطع شکل صفحه بعد به ارتفاع ۹ متر، چند متر مربع قالب بندی اجرا می شود؟



شکل ۹

در صورتی که بخواهیم این ستون ها را با بتن ۴۰۰ کیلوگرم سیمان بسازیم، چند تن سیمان لازم داریم؟



شکل ۱۰

۱۵- در یک محوطه سازی، ۴ عدد دیواره بتنی به ضخامت ۴۰ سانتی متر مطابق شکل زیر ساخته شده است. اگر برای ساخت هر متر مکعب بتن این سازه، ۳۵۰ کیلوگرم سیمان، ۰/۷۵ متر مکعب شن، ۰/۵۰ متر مکعب ماسه و ۱۲۰ لیتر آب نیاز باشد، محاسبه کنید:

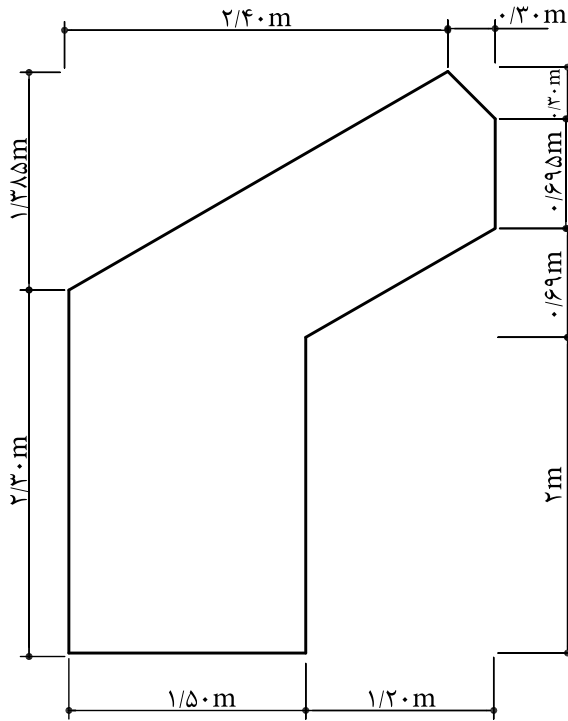
الف - مقدار سیمان لازم را بر حسب تن.

ب - مقدار شن و ماسه را بر حسب متر مکعب.

پ - مقدار آب مورد نیاز را بر حسب متر مکعب.



شکل ۱۱



شکل ۱۲

فصل

هشتم

محاسبه

زمان انجام کار



هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:
- ۱- محاسبات مربوط به زمان و مقدار کار را انجام دهد.
 - ۲- محاسبات مرتبط به زمان و تعداد کارکنان را انجام دهد.

۱-۸ نسبت زمان انجام کار به مقدار کار

بین زمان انجام کار و مقدار کار نسبت مستقیمی برقرار است؛ یعنی:

هر چه مقدار کار بیشتر باشد، زمان لازم برای انجام آن نیز افزایش می‌یابد.

مثال: یک کارگاه تولید بلوک سیمانی در هر ۳ ساعت ۸۰۰ بلوک تولید می‌کند. برای تولید ۲۰۰۰۰ بلوک چند ساعت وقت لازم است؟

حل:

$$\begin{array}{l} \text{بلوک} \\ \text{ساعت} \end{array} \quad \frac{3}{800} = \frac{x}{20000} \Rightarrow x = \frac{3 \times 20000}{800} = 75 \text{ ساعت}$$

۲-۸ نسبت زمان انجام کار به تعداد کارکنان

معمولاً بین زمان انجام کار و تعداد کارکنان نسبت معکوس برقرار است؛ یعنی:

هر چه تعداد افرادی که یک کار را انجام می‌دهند بیشتر باشد، زمان انجام کار کوتاه‌تر می‌شود.

مثال: ۴ کارگر کاری را در ۱۰ روز انجام می‌دهند، ۸ کارگر همان کار را در چند روز انجام خواهند داد؟

حل:

$$\begin{array}{l} \text{کارگر} \\ \text{روز} \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} 4 \quad 10 \\ 8 \quad x \end{array} \right\} \Rightarrow x = \frac{4 \times 10}{8} = 5$$

تمرین:

۱- برای انجام کاری با یک کارگر، ۶ روز وقت لازم است. این کار با ۳ کارگر، در چند ساعت انجام می‌شود؟

۲- زمان‌های داده‌شده را بر حسب ساعت بنویسید.

الف - ۲h, ۴۶ min ب - ۱,۵s, ۳۰min, ۶h پ - ۳۴ min ت - ۵۷۶s

۳- زمان‌های داده‌شده را بر حسب ساعت و اجزای آن بنویسید.

الف - ۰/۸h ب - ۰/۱۵h پ - ۰/۷۶h ت - ۸/۵۵h ث - ۲/۳۶h

۴- برای ساخت ۶ قطعه صنعتی ۴ ساعت و ۳۰ دقیقه و ۵۴ ثانیه وقت صرف شده است. زمان ساخت یک قطعه را به دست آورید.

۵- در یک مسابقه موتورسواری، زمان متوسط یک دور موتورسوار A، ۱۴/۲۶ دقیقه، موتورسوار B، ۲۲/۶s, ۱۴ min و موتورسوار C، ۸۶۴/۶ ثانیه می‌باشد، حساب کنید:

الف - زمان یک دور کدام موتورسوار کمتر است؟

ب - هر موتورسوار برای طی ۱۸ دور، چه زمانی لازم دارد؟

۶- زمان کار یک اداره، از ساعت ۶/۱۵ تا ۱۵/۴۰ می‌باشد. با احتساب زمان استراحت از ساعت ۹/۱۵ تا ۹/۳۵ و زمان ناهار و نماز از ساعت ۱۲/۱۵ تا ۱۳/۲۰، زمان کار مفید اداره را به دست آورید.

۷- دو نفر کارگر روزانه ۱۰۰ متر مربع آسفالت اجرا می‌نمایند. اگر بخواهیم ۶۰۰ متر مربع آسفالت را ظرف مدت چهار روز انجام دهیم، به چند کارگر نیازمندیم؟

مطالعه آزاد

مدیریت حواس پنجگانه:

در راه رشد و تکامل، قرار گرفتن در مسیر، چندان دشوار نیست اما باقی ماندن در راه و استقامت در آن است که بسیار مهم و دشوار است و تنها کسانی که مدام به تربیت نفس خویش پرداخته‌اند و می‌پردازند می‌توانند به استقامت در این راه امیدوار باشند. زمان‌هایی را به خاطر آوریم که با تمام اراده‌مان، حریف چشم و زبانمان نشدیم و دیدیم آنچه را نباید می‌دیدیم و گفتیم آنچه را نباید می‌گفتیم. باید بکوشیم استقامت خود را بالا ببریم و بدانیم در شرایط سخت است که ثابت‌قدمی ما ارزش دارد. استقامت زیاد انسان و مدیریت حواس پنجگانه، به تمرین و جهاد با نفس نیاز دارد. وقتی به زندگی اولیای خدا و کسانی که مورد لطف و عنایت ویژه‌ی خداوند قرار گرفته‌اند دقت کنیم، می‌بینیم اکثریت قریب به اتفاق آنان یک ویژگی مشترک داشته‌اند و آن حیا در خلوت بوده است. یعنی در خلوت خود نیز که موقعیت گناه برایشان فراهم بوده است از خداوند شرم و حیا کرده‌اند. یادآوری الطاف و مهربانی‌های خداوند، یکی از راهکارهای جدی پرهیز از گناه است. خداوند در برابر ترک و اجتناب پایدار از گناه، به انسان علم و نور و حکمت می‌دهد و او را مشمول الطاف خاص خود می‌سازد.

«نیرومند کسی است که بر هوس‌های بیهوده‌ی خود چیره شود.» پیامبر اکرم (ص)

فصل

نهم

آشنایی با نرم افزار Excel

The image shows a screenshot of the Microsoft Excel interface. The Home ribbon is active, showing options for Paste, Font, Alignment, Number, Styles, Cells, and Editing. A data table is visible in the background with columns A and B. A callout box highlights the Copy (Ctrl+C) button on the Home ribbon, with the text: "Copy (Ctrl+C) Copy the selection and put it on the Clipboard." Below the table, several formulas are shown with callouts: =SUM(A1:A7), =AVERAGE(A1:A7), =COUNT(A1:A7), =MAX(A1:A7), and =MIN(A1:A7). A summary table on the right lists functions and their Persian names: Sum (مجموع), Average (میانگین), Count Numbers (تعداد), Max (بیشترین مقدار), Min (کمترین مقدار), and More Functions... The table also includes a 'کلیک' (Click) button and a '2' in a circle.

Function	Persian Name
Σ Sum	مجموع
Σ Average	میانگین
Σ Count Numbers	تعداد
Σ Max	بیشترین مقدار
Σ Min	کمترین مقدار
More Functions...	

- پس از آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:
- ۱- قسمت‌های مختلف محیط کار نرم‌افزار Excel را بشناسد.
 - ۲- کاربرد شکل‌های مختلف حالت ماوس در نرم‌افزار Excel را بشناسد.
 - ۳- با کاربرد روبان‌های مختلف نرم‌افزار Excel آشنایی کلی داشته باشد.
 - ۴- آیکن‌های ضروری در نرم‌افزار Excel را بشناسد و آن‌ها را بکار ببرد.
 - ۵- اولویت‌های محاسباتی را تشخیص دهد.
 - ۶- سری تصاعدی در نرم‌افزار Excel ایجاد نماید.
 - ۷- مجموع، میانگین و تعداد بیشترین و کمترین مقدار یک سری از داده‌ها را در نرم‌افزار Excel به دست آورد.
 - ۸- محاسبات ساده را در نرم‌افزار Excel انجام دهد.

مطالعه آزاد:

حضرت رسول اکرم (ص):

یا علی (ع):

هیچ فقری از نادانی بدتر نیست،
هیچ مالی از عقل سودمندتر نیست،
هیچ تنهایی از خودپسندی وحشتناکتر نیست،
هیچ مددکاری از مشورت بهتر نیست،
هیچ عقلی چون عاقبت اندیشی نیست،
هیچ نسبتی چون خوش خویی نیست و
هیچ عبادتی همانند فکر کردن نیست.

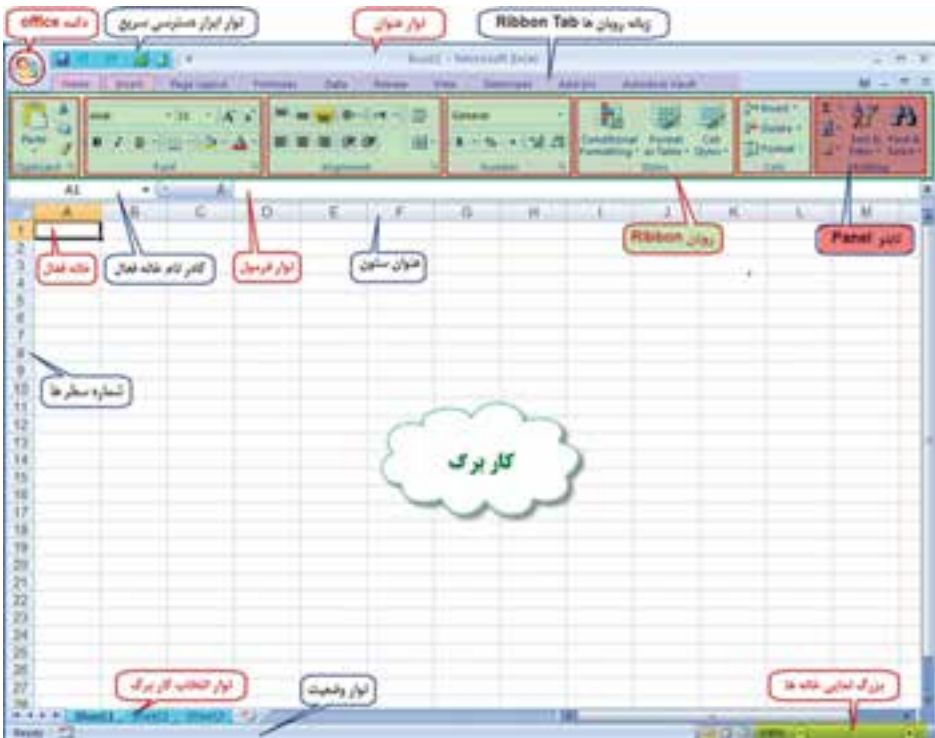
« تحف العقول »

Excel چیست ؟

Excel یکی از نرم افزارهای گروه Microsoft Office و نرم افزاری صفحه گسترده است که می تواند در صفحه جدول بندی شده خود با ساختار سطری و ستونی، اطلاعات مختلف عددی و حرفی را نگهداری و آن ها را سازماندهی و پردازش نماید. این نرم افزار کاربردهای مختلفی در حسابداری، آمار، ریاضی و غیره دارد. در این کتاب در نظر داریم با استفاده از آن ، محاسبات ساده ساختمان را انجام دهیم تا بتوانیم از آن استفاده مفیدتری به عمل آوریم.

محیط کار نرم افزار Excel

در این کتاب از نسخه ۲۰۰۷ Excel استفاده خواهیم کرد، این نسخه نسبت به نسخه های قبلی آن ساده تر و آسان تر بوده و با تمام آن ها متفاوت است. به شکل زیر توجه نمایید و نام هر قسمت را به خاطر بسپارید.

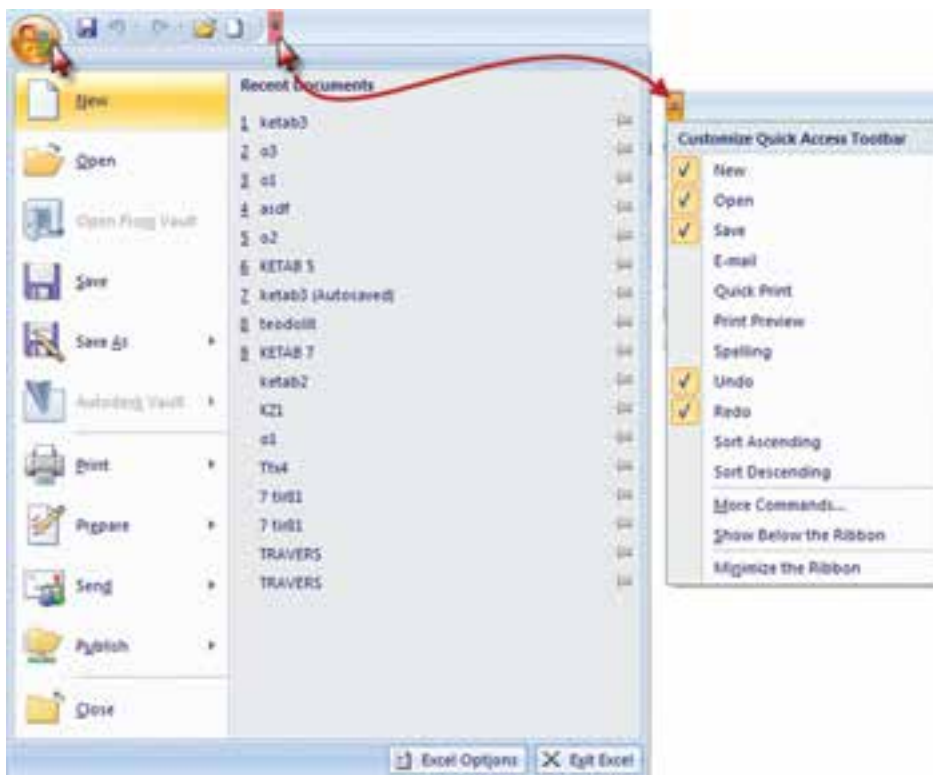


دکمه Office: این دکمه همان منوی فایل است که شامل گزینه‌هایی مانند Open , Save , Print می‌باشد.



نوار ابزار دسترسی سریع:

در این نوار، ابزارهای پرکاربرد نمایش داده می‌شود و می‌توان با کلیک روی قسمت ابزارهای آن را کم یا زیاد کرد.

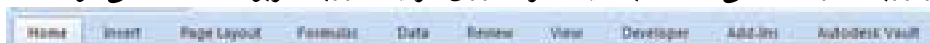


نوار عنوان: در این نوار نام فایل و دکمه‌های کوچک و بزرگ کردن و بستن پنجره

Excel قرار دارد.

Book1 - Microsoft Excel

نوار لیست: مهم‌ترین تفاوت نسخه ۲۰۰۷ Excel با نسخه‌های قبلی ایجاد امکانات جدیدی به نام روبان Ribbon می‌باشد که جایگزین منوها و نوار ابزارهای سنتی و معمول شده است و دسترسی به فرمان‌های مختلف را آسان‌تر و سریع‌تر می‌نماید. نوار شکل زیر لیستی از روبان‌ها را نشان می‌دهد که با کلیک کردن روی هر یک، روبان مربوطه مشاهده می‌شود.

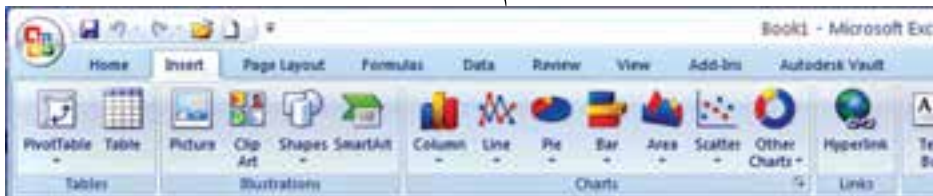


روبان (Ribbon):

روبان‌ها با توجه به نامشان کاربردهای متنوع و متفاوتی دارند که با توجه به نیاز در مورد عملکرد هر یک از آیکن‌های آن‌ها در زمان استفاده توضیح داده خواهد شد.
روبان Home شامل فرمان‌هایی از جمله فرمت‌بندی، ویرایش کاربرگ، اضافه و حذف ستون‌ها می‌باشد.



روبان Insert برای ایجاد جدول، دیاگرام، نمودار، نماد و تصویر کاربرد دارد.



روبان Page Layout روی ظاهر کاربرگ تاثیر می‌گذارد و تنظیمات چاپ را انجام می‌دهد.



روبان Formulas برای وارد کردن فرمول و دسترسی به ابزارهای محاسباتی قابل استفاده است.



روبان Data شامل فرمان‌های مربوط به داده‌های Excel می‌باشد.



روبان Review شامل ابزارهایی برای بازبینی املا، کلمات، اضافه کردن توضیحات و حفاظت از برگه‌ها است.



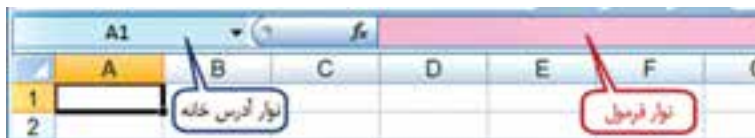
روبان View دارای فرمان‌هایی است که جنبه‌های مختلف چگونگی مشاهده یک برگه را کنترل می‌نمایند.



نکته: برای مشاهده بیشتر کاربرگ می‌توان با فشردن کلیدهای **Ctrl+F1** روبان را مخفی کرد و با فشردن مجدد همان دکمه‌ها روبان ظاهر می‌گردد.



نوار فرمول: در این نوار، فرمول یا نوشته داخل خانه درج می‌شود.
 نوار آدرس خانه: در این نوار آدرس خانه یا خانه فعال را به صورت ستون و سطر درج می‌نماید. (مانند A1 یعنی ستون A سطر 1)



نوار انتخاب کاربرگ: در Excel به‌طور پیش فرض سه کاربرگ در نظر گرفته شده است و با کلیک روی هر عنوان کاربرگ، می‌توان آنرا انتخاب نمود. و اگر به صفحات یا کاربرگ‌های بیشتری نیاز باشد با کلیک روی قسمت مشخص شده، به آن‌ها اضافه می‌شود.



کار برگ **Worksheet**: شامل مجموعه خانه‌هایی است در ۱۰۴۸۵۷۶ سطر (Rows) و ۱۶۳۸۴ ستون (Columns)، یعنی در هر کاربرگ بیش از ۱۷ میلیارد خانه وجود دارد که می‌توان در هر یک اطلاعات نوشتاری یا عددی را ثبت و بین آن‌ها و کاربرگ‌های دیگر ارتباط برقرار نمود.

در هر کاربرگ سطرها با عدد و ستون‌ها با حروف الفبای لاتین از A تا Z مشخص شده است و چون این حروف محدود می‌باشند، پس از Z از حروف AA و AB تا AZ و BA و BB تا BZ و به همین ترتیب تا ZZ و سپس از AAA شروع تا IXFD ادامه می‌یابد.

شکل‌های مختلف ماوس در Excel و کاربرد های آن:

ماوس با حرکت روی صفحه Excel به اشکال مختلفی ظاهر می‌شود که هر یک مطابق

جدول زیر کاربرد خاصی دارد.

شکل	موقعیت	کاربرد	کاربرد
	ماوس بین دو عنوان ستون قرار می‌گیرد	با نگه داشتن دکمه سمت چپ ماوس و کشیدن آن به سمت چپ یا راست طول ستون کم یا زیاد می‌شود	
	ماوس بین دو عنوان سطر قرار می‌گیرد	با نگه داشتن دکمه سمت چپ ماوس و کشیدن آن به سمت بالا یا پایین عرض سطر کم یا زیاد می‌شود	
	ماوس روی محیط خانه یا خانه‌های انتخاب شده قرار می‌گیرد	با نگه داشتن دکمه سمت چپ ماوس و کشیدن آن، خانه یا خانه‌های انتخاب شده جابجا می‌شوند	
	ماوس داخل خانه یا خانه‌ها قرار می‌گیرد	با نگه داشتن دکمه سمت چپ ماوس و کشیدن آن روی خانه یا خانه‌ها، آنها را انتخاب می‌کنیم	
	ماوس روی نقطه سمت راست پایین خانه دستگیره یا خانه‌های انتخاب شده قرار می‌گیرد	با نگه داشتن دکمه سمت چپ ماوس و کشیدن آن به سمت چپ یا راست، بالا یا پایین اطلاعات خانه یا خانه‌ها در خانه‌های مجاور کپی می‌شود	

* در این حالت اگر هم زمان کلید Ctrl را نگه داریم عمل کپی انجام می‌شود.

** به جای استفاده از این حالت برای انتخاب خانه‌ها می‌توان با نگه داشتن دکمه



Shift از دکمه‌های جهتی صفحه کلید استفاده کرد و اگر

بخواهیم خانه‌های پراکنده را انتخاب نماییم با نگه داشتن دکمه

Ctrl با ماوس روی خانه‌های دلخواه پراکنده کلیک می‌کنیم.

*** اگر از روبان Page Layout آیکن Sheet Right-to-left را کلیک نماییم

ترتیب ستونها راست به چپ یا چپ به راست خواهد شد و دستگیره نیز جابه‌جا می‌شود.



ایجاد سطر یا ستون (Insert):

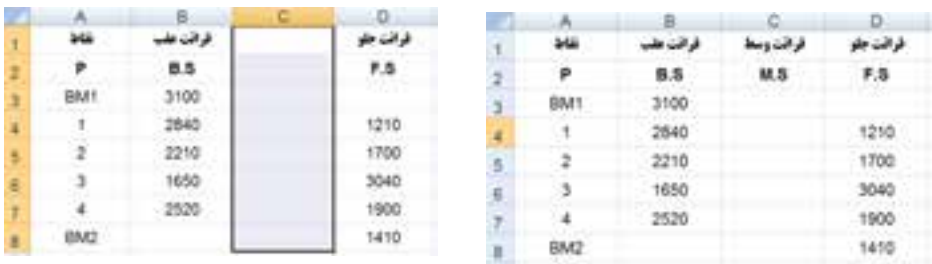
اگر بخواهیم بین چند سطر یا ستون یک سطر یا ستون ایجاد کنیم، برای مثال در جدول ترازبایی برای ایجاد ستون قرائت وسط بین دو ستون قرائت‌های جلو و عقب مطابق شکل ابتدا ستون قرائت جلو را انتخاب کرده و روی آن راست کلیک می‌نماییم و در پنجره ایجاد شده گزینه Insert را انتخاب می‌کنیم و در پنجره بعدی گزینه مناسب Shift cells right و یا Entire column را انتخاب کرده و دکمه Ok را می‌زنیم.

برای ایجاد سطر نیز به همین صورت با انتخاب گزینه مناسب می‌توان اقدام کرد.



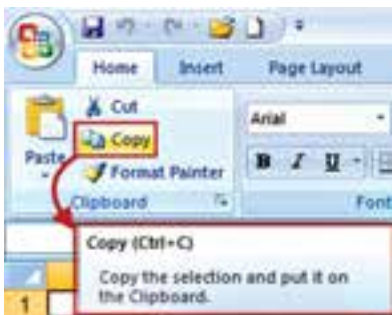
پس از ایجاد سطر یا ستون مورد نظر، مواردی که باید ثبت شوند را در آن تایپ می‌نماییم.

نتیجه کار:



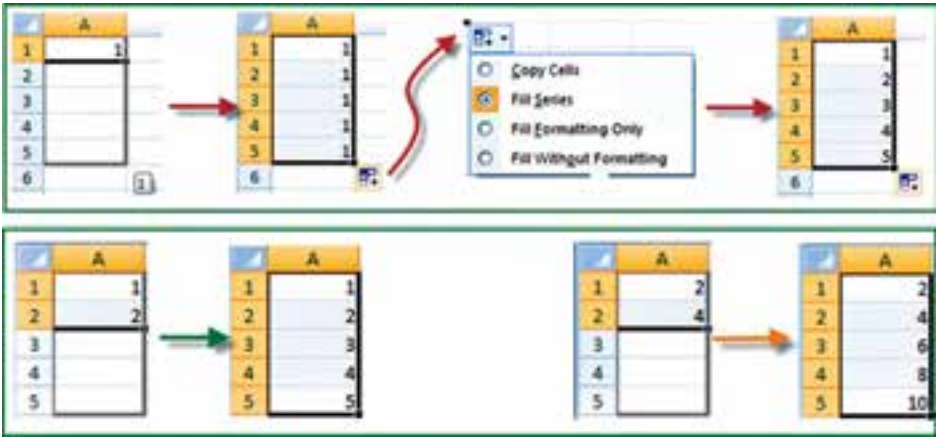
پنجره توضیحات Super Tooltip:

این پنجره زمانی مشاهده می‌شود که ماوس روی آیکن‌های مختلف قرار می‌گیرد و توضیحاتی در باره آن را ارائه می‌نماید. مانند شکل (دستور کپی کردن و کلیدهای میانبر صفحه کلید معادل آن دستور)



درج اتوماتیک (Auto Fill):

اگر بخواهیم در یک سطر یا ستون اعداد پشت سرهم داشته باشیم مانند شماره ردیف، اولین عدد را نوشته سپس خانه آن را انتخاب کرده و به کمک ماوس دستگیره آن را می کشیم (کپی با استفاده از حالت ماوس) آنگاه آیکنی به نام علامت هوشمند (Smart tag) در گوشه آن ظاهر خواهد شد؛ روی آن کلیک کرده و گزینه Fill Series را انتخاب می نمایم. در روش دیگر می توانیم در دو خانه متوالی از یک سطر یا ستون دو عدد تایپ نمود سپس هر دو عدد را انتخاب کرده و به کمک ماوس دستگیره آن را کشید آنگاه مشاهده می شود در خانه های بعدی دنباله تصاعد حسابی آن دو عدد درج می شود.



محاسبات در Excel:

الف) محاسبات ساده ماشین حسابی:

شامل یک محاسبه ساده ای است که مانند ماشین حساب عمل می کند. مثلاً برای محاسبه $۱۲ + ۵$ در یک خانه دلخواه می نویسیم $۱۲ + ۵ =$ سپس با زدن دکمه اینتر مقدار در همان خانه محاسبه می شود.

نکته ۱: (در صورتیکه علامت = نوشته نشود نرم افزار آن را یک متن تایپ شده در نظر گرفته و محاسبه ای انجام نمی شود.)

نکته ۲: برای محاسبات در Excel باید به تقدم عملگرهای ریاضی توجه داشت یعنی باید بدانیم این نرم افزار به ترتیب کدام عمل ریاضی را انجام می دهد تا در نوشتن عبارت محاسباتی دچار اشتباه نشویم.

مهم ترین عملگرهای ریاضی چهار عمل اصلی (+ و - و ÷ و ×) و توان هستند و دیگر عملگرها شامل (= و < و > و ≤ و ≠) و نیز توابع می باشند. که Excel برای محاسبه یک عبارت به ترتیب زیر عمل می کند.

=	مساوی	+	جمع
<	کمتر	-	تفریق
<=	کمتر مساوی	*	ضرب
>	بزرگتر	/	تقسیم
>=	بزرگتر مساوی	^	توان
<>	نا مساوی	%	درصد

اولویتها	
اولویت اول	نماینده محاسبات در پرانتزها
اولویت دوم	توان
اولویت سوم	توان
اولویت چهارم	ضرب و تقسیم
اولویت پنجم	جمع و تفریق

مثال: اگر بخواهیم عبارت $\frac{11+15+19}{3}$ را محاسبه نماییم، چنانچه بنویسیم $11+15+19/3$ ابتدا عدد ۱۹ بر ۳ تقسیم می شود سپس حاصل آن با ۱۱ و ۱۵ جمع می گردد که پاسخی اشتباه خواهد بود. و نوشتن صحیح به صورت $(11+15+19)/3$ است که ابتدا مقادیر داخل پرانتز یعنی صورت کسر محاسبه می شود سپس نتیجه بر ۳ تقسیم می گردد. (توجه شود که برای محاسبه در Excel باید علامت مساوی را در اول عبارت نوشت).

ب) محاسبات با استفاده از نشانی خانه ها: معمولاً روش محاسبه ساده ماشین حسابی در Excel استفاده نمی شود و اعداد را در خانه های مختلف می نویسیم و در خانه دیگری مانند روش بالا عبارت را می نویسیم (با توجه به تقدم عملگرها) ولی به جای اعداد، نشانی خانه آنها را می نویسیم. (به جای تایپ نشانی خانه می توانید پس از نوشتن مساوی (=) با ماوس روی خانه مربوطه کلیک نمایید تا نشانی نوشته شود).

مثال ۱: برای حل مثال بالا به صورت زیر عمل می نماییم:

	A	B	C	D
1	X	Y	Z	میانگین
2	11	15	19	$=(A2+B2+C2)/3$

در این روش اگر اعداد را تغییر دهیم محاسبه عبارت بر مبنای اعداد جدید خواهد بود و نیاز به نوشتن مجدد رابطه نیست مثلاً اگر عدد ۱۹ را به ۲۸ تبدیل کرده و ایتر نماییم در خانه D۲ میانگین جدید مشاهده خواهد شد.

	A	B	C	D
1	X	Y	Z	میانگین
2	11	15	28	18

و نیز اگر در سطرهاى دیگر زیر ستون‌هاى X, Y, Z, اعداد دیگری بنویسیم و خانه D₂ را در مقابل آن‌ها کپی کنیم، میانگین هر ردیف را مشاهده خواهیم نمود.

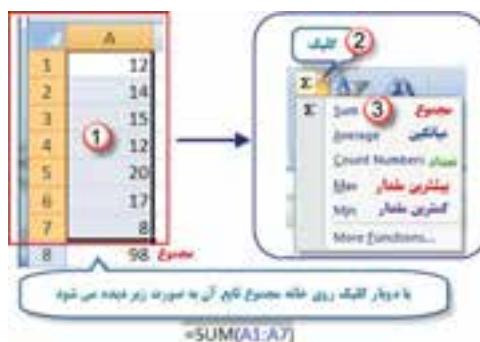
	A	B	C	D
1	X	Y	Z	میانگین
2	11	15	28	18
3	25	18	32	25
4	35	62	95	64
5	32	54	61	49

مثال ۲: اگر شعاع‌هاى چند دایره را داشته باشیم و بخواهیم محیط و مساحت آن‌ها را به دست آوریم، مانند شکل زیر عمل می‌کنیم. (تابع PI() در Excel معادل عدد π است).

	A	B	C
1	شعاع	محیط	مساحت
2	3	$=2*\text{PI}()*\text{A}2$	$=\text{PI}()*\text{A}2^2$
3	12		
4	26		
5	30		

ج) محاسبه با استفاده از توابع: در این روش از توابع Excel برای محاسبات استفاده می‌شود.

مثال: در یک سطر یا ستون تعدادی عدد بنویسید (مانند خانه‌هاى A1 تا A₇) سپس آن‌ها را انتخاب کرده و از روبان Home قسمت کرکره‌ای آیکن AutoSum کلیک نمایید تا پنجره آن باز شود. گزینه مجموع (Sum) را کلیک کنید. مشاهده خواهید کرد که مجموع اعداد قسمت انتخاب شده در زیر آن‌ها محاسبه می‌شود. اگر به جای گزینه مجموع، گزینه میانگین (Average) را کلیک نمایید خواهید دید میانگین داده‌ها را محاسبه می‌کند. به همین ترتیب، تعداد و بیشترین مقدار و کمترین مقدار محاسبه می‌شود.




نکته: در شکل بالا مفهوم (A₁:A₇) در توابع به معنی محدوده از خانه A₁ تا خانه A₇ می‌باشد.

۲-۹ حل چند مثال کاربردی در نرم افزار Excel

مثال ۱: محاسبه وزن دو متر طول از میلگرد با قطر ۲۰ میلی متر، وقتی وزن مخصوص فولاد ۷۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد:

	A	B	C	D	E	F
۱	طول (m)	قطر (mm)	قطر (m)	مساحت	حجم	وزن
۲	۲	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳۱۴۲	۰.۰۰۰۶۲۸۳	۴.۹۳۳۳۰۰۴۶۶
۳						
۴		=B2*1/1000				
۵			=PI()*C2^2/4	=D2*A2		=7850*E2

پس از کاهش دقت اعشاری (استفاده از آیکن های ) در سلول های F۲, E۲, D۲ داریم:

	A	B	C	D	E	F
۱	طول (m)	قطر (mm)	قطر (m)	مساحت	حجم	وزن
۲	۲	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۶	۴.۹۳
۳						
۴		=B2*1/1000				
۵			=PI()*C2^2/4	=D2*A2		=7850*E2

مثال ۲: محاسبه وزن یک متر طول از میلگرد با قطرهای ۶ و ۸ و ۱۰ و ۱۲ و ۱۴ و ۱۶ و ۱۸ و ۲۰ میلی متر، وقتی وزن مخصوص فولاد ۷۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد:

	A	B	C	D	E	F
۱	طول (m)	قطر (mm)	قطر (m)	مساحت	حجم	وزن
۲	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷
۳						
۴						
۵						
۶						
۷						
۸						

پس از کپی سطر داریم:

	A	B	C	D	E	F
۱	طول (m)	قطر (mm)	قطر (m)	مساحت	حجم	وزن
۲	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷
۳	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷
۴	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷
۵	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷
۶	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷
۷	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷
۸	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷
۹	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷

با نوشتن قطرهای مورد نظر در ستون قطر (mm) جواب ها در ستون وزن در دسترس اند.

	A	B	C	D	E	F
۱	طول (m)	قطر (mm)	قطر (m)	مساحت	حجم	وزن
۲	۱	۶	۰.۰۰۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۲۲
۳	۱	۸	۰.۰۰۸	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۴۹
۴	۱	۱۰	۰.۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۶۲
۵	۱	۱۲	۰.۰۱۲	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۸۹
۶	۱	۱۴	۰.۰۱۴	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۲	۱.۲۱
۷	۱	۱۶	۰.۰۱۶	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۲	۱.۵۸
۸	۱	۱۸	۰.۰۱۸	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۰۰
۹	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷

تمرین:

رایانه را روشن کرده و برنامه Excel را باز کنید :

۱- صفحه Excel را با شکل آن در کتاب مطابقت دهید و نام قسمت‌های مختلف آن را به خاطر بسپارید.



۲- ماوس را بر روی آیکن‌های شکل روبه‌رو قرار داده

سپس در برگه‌ای نام و

کلیدهای میانبر آن را بنویسید.

۳- در ستون A چند عدد تایپ کنید (پس از نوشتن متن یا عدد در خانه فعال با زدن کلید **Enter** خانه پایین تر و با زدن دکمه **Tab** خانه سمت راست فعال می شود) سپس آن‌ها را انتخاب نمایید. آنگاه با کلیک کردن آیکن‌های شکل زیر تغییرات را مشاهده و در برگه‌ای یادداشت نمایید.



- ۴- تمرین شماره ۳ را با نوشتن حروف یا متن انجام دهید.
- ۵- در تعدادی از خانه‌ها عدد یا متن بنویسید سپس با کمک ماوس آن‌ها را جابجا و کپی نمایید.
- ۶- در تعدادی از خانه‌ها عدد تایپ نمایید. سپس:
الف) آن‌ها را انتخاب کرده و آیکن‌های   را کلیک نمایید و نتیجه را گزارش کنید.
- ب) طول ستون‌ها را کم و زیاد کنید و مشاهدات خود را گزارش نمایید.
- ۷- در یکی از خانه‌ها عدد ۱۰۰ را بنویسید سپس یک بار در سطر و یک بار در ستون تا عدد ۱۱۰ به طور اتوماتیک شماره زنی نمایید.
- ۸- در یک ستون به کمک درج اتوماتیک اعداد زوج از ۱۰۲ تا ۱۲۰ را بنویسید. و چگونگی انجام آن‌را گزارش نمایید .
- ۹- در یک ستون به کمک درج اتوماتیک ۱۰ عدد از مضارب ۵ را بنویسید. و نحوه انجام آن‌را گزارش نمایید.
- ۱۰- در خانه‌های A₁ و A₂ به ترتیب S₁ و S₂ را تایپ کنید سپس هر دو خانه را انتخاب کرده و به کمک ماوس دستگیره آن‌را تا خانه A₁₀ بکشید و نتیجه مشاهدات را گزارش نمایید.
- ۱۱- در خانه‌های B₁ و B₂ و B₃ به ترتیب A₁ و B₁ و C₁ را تایپ کنید سپس هر سه خانه را انتخاب کرده و دستگیره آن‌را تا خانه B₁₂ بکشید. و نتیجه مشاهدات را گزارش نمایید .

۱۲- جدول زیر را نوشته سپس آنرا انتخاب کرده و به روش درج اتوماتیک ابتدا به سمت راست ۱۰ خانه کپی کرده سپس همگی آنها را انتخاب نموده و ۱۰ خانه به سمت پایین کپی نمایید. از مشاهده جدول به دست آمده چه نتیجه‌ای می‌گیرید.

	A	B
1	1	2
2	2	4

۱۳- مطابق شکل جدولی تنظیم کرده و طول و عرض ۱۰ مستطیل را بنویسید سپس مساحت هریک را محاسبه نمایید.

	A	B	C
1	طول	عرض	مساحت مستطیل
2			

۱۴- مطابق شکل جدولی تنظیم کرده و اضلاع ۱۰ مثلث را در آن بنویسید سپس مقدار نصف محیط و مساحت هریک را محاسبه نمایید.
(راهنمایی: برای نوشتن رادیکال از تابع $\text{sqrt}()$ استفاده نمایید زیرا این تابع جذر عبارتی که داخل پرانتز نوشته می‌شود را محاسبه می‌نماید.)

	A	B	C	D	E
1	a	b	c	P	S
2					

۱۵- جدولی مطابق شکل زیر تنظیم کنید و نام دروس سال قبل و تعداد واحد هر درس و نمره اخذ شده خود را در آن بنویسید سپس در ستون امتیاز نمره هر درس را در تعداد واحد آن ضرب کنید. آنگاه مجموع نمرات و واحدها و معدل خود را محاسبه نمایید.

	A	B	C	D	E
1	ردیف	نام درس	تعداد واحد درس	نمره	امتیاز
2					

منابع و مأخذ:

- ۱- کاربرد رایانه در نقشه برداری، تألیف محمد سلیم آبادی، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۱۳۹۲.
- ۲- محاسبات فنی ساختمان، تألیف علی اکبر نوری فرد، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۱۳۹۱.
- ۳- فیزیک تتا، تألیف ابراهیم سراج، انتشارات واله، ۱۳۹۱.

