کتاب دانش فنی پایه (ساختمان)

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن
و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز ساختمان

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز ساختمان

خرید و دانلود

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

دانش فنی پایه

رشتهٔ ساختمان

گروه معماری و ساختمان

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: دانش فنی پایه (رشتهٔ ساختمان) ـ ۲۱۰۳۹۵
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: محمداسماعیل خلیل ارجمندی، حسین دادور، مجید شجاعی‌اردکانی، محمدعلی فرزانه، محمدصالح لباف‌زاده، امیرحسین متینی و مالک مختاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
محمداسماعیل خلیل ارجمندی،مجید شجاعی‌اردکانی و مالک مختاری (اعضای گروه تألیف)
رحیمه قلی‌زاده (ویراستار)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: امیرحسین متینی (طراح جلد)ـ زهرا مختاری و خدیجه محمدی (صفحه‌آرا)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن :۵ ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ یازدهم ۱۴۰۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۷- ۲۵۸۰ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ ISBN 978 - 964 - 05 - 2580 -7



ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به‌دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین‌طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

فهرست

پودمان ۱ ــ ضوابط فنی و مراحل اجرای ساختمان

- واحد یادگیری ۱: معرفی ضوابط فنی و مقررات ملی ساختمان ۲
- واحد یادگیری ۲: مراحل اجرای ساختمان ۱۴

پودمان ۲ ــ محاسبهٔ طول و زاویه

- واحد یادگیری ۳: روش‌های محاسبهٔ طول ۳۶
- واحد یادگیری ۴: روش‌های محاسبهٔ زاویه ۴۶

پودمان ۳ ــ محاسبهٔ سطح

- واحد یادگیری ۵ : محاسبهٔ سطح ۵۶

پودمان ۴ ــ محاسبهٔ حجم و وزن

- واحد یادگیری ۶ : روش‌های محاسبهٔ حجم ۷۸
- واحد یادگیری ۷ : محاسبهٔ وزن ۸۵

پودمان ۵ ــ کاربرد نرم‌افزار Excel در محاسبات فنی

- واحد یادگیری ۸ : کاربرد نرم‌افزار Excel در محاسبات فنی ۹۲

سخنی با هنرآموزان گرامی

با توجه به آموزه‌های اسلامی، کار و اشتغال از ارزش تربیتی برخوردار است و انسان از طریق کار، نفس‌سرکش را رام کرده و شخصیت وجودی خویش را صیقل داده، هویت خویش را تثبیت کرده و زمینهٔ ارتقای وجودی خویش را مهیا و امکان کسب روزی حلال و پاسخگویی به نیازهای جامعه را فراهم می‌آورد. آموزش فناوری، کار و مهارت‌آموزی، باعث پیشرفت فردی، افزایش بهره‌وری، مشارکت در زندگی اجتماعی و اقتصادی، کاهش فقر، افزایش درآمد و توسعه‌یافتگی خواهد شد. برای رسیدن به این مهم، برنامه‌ریزی درسی حوزهٔ دنیای کار و دنیای آموزش بر مبنای نیازسنجی شغلی صورت گرفته است. درس‌های رشته‌های تحصیلی شاخهٔ فنی و حرفه‌ای شامل دروس آموزش عمومی، دروس شایستگی‌های غیرفنی و شایستگی‌های فنی مورد نیاز بازار کار است. دروس دانش فنی از دروس شایستگی‌های فنی است که برای هر رشته در دو مرحله طراحی شده است. درس دانش فنی‌پایه با هدف شناخت مفاهیم و کسب دانش فنی پایه در گروه و رشتهٔ تحصیلی است که هنرجویان در پایهٔ دهم و در آغاز ورود به رشتهٔ تحصیلی خود می‌بایست آن را آموزش ببینند و شایستگی‌های لازم را در ارتباط با دروس عملی و ادامهٔ تحصیل در رشتهٔ خود کسب نمایند. درس دانش‌فنی تخصصی که در پایهٔ دوازدهم طراحی شده است، شایستگی‌هایی را شامل می‌شود که موجب ارتقای دانش تخصصیِ حرفه‌ای شده و زمینه را برای ادامهٔ تحصیل و توسعهٔ حرفه‌ای هنرجویان در مقطع کاردانی پیوسته نیز فراهم می‌کند.

لازم به یادآوری است که کتاب دانش فنی‌پایه تئوری تفکیک شده دروس عملی کارگاه‌های ۸ ساعته نیست بلکه در راستای شایستگی‌ها و مشاغل تعریف شده برای هر رشته تدوین شده است. در ضمن، آموزش این کتاب نیاز به پیش‌نیاز خاصی ندارد و براساس آموزش‌های قبلی تا پایهٔ نهم به تحریر درآمده است. محتوای آموزشی کتاب دانش‌فنی‌پایه، آموزش‌های کارگاهی را عمق می‌بخشد و نیازهای هنرجویان را در راستای محتوای دانش‌نظری تأمین می‌کند.

تدریس کتاب در کلاس درس به‌صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نظرسنجی کتاب درسی

سخنی با هنرجویان عزیز

درس دانش‌فنی‌پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانشِ‌فنی‌پایه در گروه معماری و ساختمان و رشتهٔ تحصیلی ساختمان برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است.

در تدوین درس دانش‌فنی‌پایه، موضوعاتی مانند تاریخچهٔ رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشتهٔ تحصیلی، نقش رشتهٔ شما در توسعهٔ کشور،مثال‌هایی از نوآوری، خلاقیت و الهام از طبیعت،اصول،مفاهیم، قوانین، نظریه، فناوری، علائم، تعاریف کمیت‌ها، واحدها و یکاها، فرمول‌های فنی،تعریف دستگاه‌ها و وسایل کار، مصادیقی از ارتباط مؤثر فنی و مستندسازی، زبان‌فنی، ایمنی و بهداشت فردی و جمعی، پیشگیری از حوادث احتمالی شغلی و نمونه‌هایی از مهارت حل مسئله در بستر گروه تحصیلی و برای رشتهٔ تحصیلی در نظر گرفته شده است.

می‌توانید در هنگام ارزشیابی این درس، از کتاب همراه هنرجوی خود استفاده نمایید.

توصیه می‌شود در یادگیری این درس به دلیل کاربرد زیاد آن در درس‌های دیگر رشته، کوشش لازم را داشته باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرجویان عزیز

کتاب حاضر تحت عنوان دانش فنی پایه ، با توجه به نیاز نیروی انسانی شاغل در عملیات ساختمانی تدوین شده است. از آنجا که رویکرد جدید نظام آموزشی در شاخه آموزش های فنی و حرفه‌ای، آموزش هم‌زمان دانش و مهارت مورد نیاز مشاغل صنعتی است و از طرفی با توجه به محدودیت‌های موجود در فضاهای آموزشی که این امکان را فراهم نمی‌کند، لذا بر آن شدیم تا بعضی از مباحث را که بیشتر جنبه نظری و تئوری داشته و یا امکان آموزش مهارتی آنها در فضای آموزشی هنرستان‌ها مقدور نمی‌باشد، را به صورت تئوری ارائه نماییم.

در پایان انتظار می‌رود که شما هنرجویان عزیز و آینده‌سازان این مرز و بوم با جدیت تمام به یادگیری این مباحث پرداخته تا در آینده شغلی خود موفق و پیروز باشید، انشاءا... .

مقدمه

رویکـرد نظـام آموزشـی ۳-۳-۶ در شـاخه آموزش فنی و حرفـه‌ای، با هدف تربیت نیـروی انسـانی کارآمـد و مـورد نیـاز بـازار کار در صنایـع مختلـف بنا نهاده شـده اسـت و بـر ایـن اسـاس دفتـر تألیـف کتاب‌های درسـی فنـی و حرفه‌ای در رشـته سـاختمان، برنامـه درسـی ایـن رشـته را با هـدف فوق، طراحـی نموده اسـت . لذا محتـوای آموزشـی کتـاب حاضـر تحت عنـوان دانش فنی پایـه، به مفاهیـم پایه و نظـری مـورد نیاز هنرجویان رشـته سـاختمان پرداخته اسـت .

در فصل اول این کتاب، آشنایی با کلیات، قوانین و مقررات حاکم بر ساخت‌وساز معرفی شده‌اند.

در فصـل دوم، بـا عنـوان مصالـح سـاختمان، آشـنایی مختصـر بـا سـاختمان کره زمیـن بـه دلیـل اینکه منشـأ همـه مصالـح و فراورده‌های سـاختمانی اسـت، آمده و پـس از آن مصالحـی که بیشـترین کاربـرد را در صنعت سـاختمان دارند، معرفی شـده است .

در فصـل سـوم با توجه بـه اینکه در درس ساختمان‌سـازی امکان اجـرای عملیات کارگاهـی در مباحـث گودبـرداری، پی‌کنـی و پی‌سـازی در کارگاه سـاختمان هنرسـتان‌ها وجـود نداشـته و این مباحث، پیـش نیاز بحث دیوارچینی می‌باشـند، بـه صـورت تئـوری در این فصـل از کتاب حاضر آورده شـده اسـت .

در فصـل چهـارم بـا توجـه بـه نیـاز مبـرم فـارغ التحصیـلان رشـته سـاختمان به محاسـبات فنـی پایه و عمومـی لازم در کارهـای دفتری و اجرایی، ابتـدا نحوه کار بـا ماشـین حسـابهای علمـی بـا هدف آمـوزش تقـدم و تأخـر عملیات محاسـباتی و نیـز بـا توجـه به کاربـرد روزافزون نـرم افزارهـای رایانه‌ای، آشـنایی با نـرم افزار Excel و کاربـرد آن در محاسـبات فنـی سـاختمان و در نهایـت محاسـبه طـول، سـطح، حجـم و زمـان انجام کار آورده شـده اسـت.

پودمان ۱

ضوابط فنی و مراحل اجرای ساختمان



آشنایی با کلیات و مفاهیم پایه در ساخت‌وساز

واحد یادگیری ۱
معرفی ضوابط فنی و مقررات ملی ساختمان

۱ـ۱ـ مقدمه

ساخت و ساز و تولید ابنیه و ساختمان در سطح کشور توسط متولیان خصوصی (افراد یا شخصیت‌های حقیقی و شرکت‌ها و سازمان‌ها، یا شخصیت‌های حقوقی) و متولیان عمومی(دستگاه‌ها و نهادها و سازمان‌های دولتی و یا شرکت‌ها و مؤسسات تحت نظارت و پوشش دولت) انجام می‌شود و به منظور رعایت اصول و قواعد طراحی و اجرایی و نحوهٔ نظارت صحیح بر این عملکردها، دستورالعمل‌ها، ضوابط، آیین‌نامه‌ها و بخشنامه‌های اجرایی و مقررات ملی ساختمانی تدوین شده است و تحت پوشش قانون نظام مهندسی در کل کشور به اجرا در می‌آیند. در این رابطه کلیهٔ نهادهای قانونی و شخصیت‌های حقوقی اعم از خصوصی و عمومی طبق قوانین نظام مهندسی و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مکلّف به تبعیت از ضوابط مذکورند.

آیا می‌دانید که ...

مسئلهٔ ساخت و ساز چنان با زندگی انسان عجین بوده‌است، که امروزه، باستان شناسان، برای ارزیابی میزان رشد فنی و فرهنگی جوامع گذشته، آثار ساختمانی بازمانده از آن دوران را مورد استفاده قرار می‌دهند. زیرا هیچ فعالیت تولیدی دیگری وجود ندارد که همانند تولید بناها، با اقشار مختلف جامعه، چه به عنوان تولیدکننده و چه به عنوان مصرف‌کننده و چگونگی زیست و کار آنان مرتبط باشد.

به‌هرحال، قدیمی‌ترین ضوابط مدون شناخته شده در این زمینه، مجموعه مقررات ساختمانی حمورابی است که در حدود ۴۰۰۰ سال پیش تدوین گشته و به موقع اجرا گذاشته شده است. از آن پس نیز، به شهادت مدارک مکتوب موجود، در تمام ادوار، ضوابط و مقرراتی از این دست، هماهنگ با شناخت‌ها، امکانات و محدودیت‌های زمان وضع شده و ناظر بر امور عمرانی و ساخت‌وساز بوده است. به عنوان مثال: در کتاب «آیین شهرداری» نوشته محمد احمد قریشی، ترجمه جناب آقای جعفر شعار، که حدود هفتصد سال پیش نوشته‌شده، مجموعه‌ای منسجم از مقررات ساختمانی آن زمان را می‌بینیم. یا در کتاب «تاریخ غازانی» تألیف رشیدالدین فضل‌الله، از «ضبط و ترتیبی» یاد می‌شود که از طریق خواجه‌های معتمد برگزیده و صاحب ناموس و امینان «بر کار عمارت» اعمال می‌شده یا در کتاب «فتوت نامه بنّایان» که ردپای ضوابط و مقرراتی ملاحظه می‌شود.

هرچه انسان متمدن‌تر شده و شعاع عمل همکاری‌هایش افزایش یافته، دایرهٔ شمول مقررات نیز گسترده‌تر گشته و سایر فعالیت‌های تولیدی انسان را دربرگرفته و امکان داده‌است که انسان‌های بیشتری بتوانند کوشش‌های خود را هماهنگ و هم‌جهت نمایند.

امروزه، مقرراتی که در این موارد تدوین شده و می‌شوند، نه تنها ناظر بر حقوق و تکالیف افراد نسبت به هم، بلکه حاکم بر حقوق و تکالیف متقابل افراد و اجتماع و حتی ناظر بر حقوق و تکالیف جوامع مختلف نسبت به‌هم است، تا جایی که مقررات و ضوابط مربوط به محیط زیست و حفظ شرایط مناسب زیستی بر روی کرهٔ خاکی، عملاً جهان شمول است. در دنیای امروز، به‌طوراعم در عرصهٔ فعالیت‌های صنعتی، استانداردها و آیین کاربردها، شاخصی برای بخش پیشرفت صنعتی و فنی جوامع مختلف به‌حساب می‌آیند. درواقع، اگر کشوری، دارای استانداردهای منسجم و روشن آیین کاربردها و آیین‌نامه‌های پیشرفته، در زمینه‌های مختلف باشد، از سطح صنعتی و فنی بالایی برخوردار است و اگر کشوری فاقد چنین استانداردها و آیین‌نامه‌هایی باشد، در زمینهٔ صنعتی و فنی، دچار آشفتگی و عقب ماندگی است.

۱ـ۲ـ تعاریف پایه

طرح‌هـای عمرانـی: به پروژه‌های مشـخصی که بـا هزینهٔ دولت بـرای اهداف خاصـی اجرا می‌گردنـد، طرح‌های عمرانی گویند.

قانـون: بـه مجموعـهٔ پیشـنهادها (لوایـح) کلـی کـه از سـوی دولـت ارائه می‌شـود و بـه تصویب مجلس شـورای اسـلامی می‌رسـد و توسـط شـورای نگهبـان تأیید می‌شـود و سـپس بـرای اجـرا بـه دسـتگاه‌ها و وزارت‌خانه‌های تابعـه ابـلاغ می‌شـود "قانـون" می‌گویند.

قانـون نظام مهندسـی: این قانـون بیان‌کنندهٔ اهـداف و فلسـفهٔ وجودی آیین‌نامه‌هـا و مقررات ملی سـاختمان در سـطح کشـور اسـت و بر آموزش، کسـب مهارت فنی و کنترل مقررات ملی سـاختمان تأکید دارد.

آییـن نامـه: مجموعـهٔ روش‌ها و شـیوه‌های فنـی، اجرایـی، ایمنی، اقتصادی و زیسـت محیطی اسـت کـه معیار طراحـی، اجـرا، نظـارت، کنتـرل و ارزیابـی کیفـی عملیـات اجرایـی طرح‌هـای عمرانی یا سـاخت و تولیـد مصالح در یکـی از زمینه‌هـا یـا رشـته‌های فنی و مهندسـی وابسـته به سـاختمان اسـت و توسـط وزارت راه و شهرسـازی ابلاغ می‌شـود.

کارفرمـا: دسـتگاه یـا مجموعـهٔ حقیقـی یا حقوقـی را گویند کـه برای تأمیـن اهداف خود به‌وسـیلهٔ عقـد قرارداد بـا مشـاور و پیمانکار مراحـل اجرایی را پیگیـری می‌کند.

مشـاور: مجموعـهٔ حقیقـی یـا حقوقـی را گوینـد کـه کار مطالعه، طراحـی و نظارت بـر اجرای یک طـرح عمرانی یـا یـک پـروژه را از طـرف کارفرما بـه ازای عقد قـرارداد برعهـده می‌گیرد.

پیمانـکار: مجموعـهٔ حقیقـی یـا حقوقـی را گوینـد که بـا عقد قـرارداد پیمـان، مسـئولیت تهیه، حمـل، نصب یا اجـرای یـک عملیـات اجرایـی یا طـرح عمرانی را با نظارت مشـاور معرفی شـده از طرف کارفرما برعهـده می‌گیرد.

دسـتگاه نظـارت: مجموعـهٔ حقیقـی یـا حقوقی معرفی شـده از طـرف کارفرما اسـت کـه کنترل کیفـی، کمی، برنامـه‌ای و اقتصـادی را بـر عملکـرد پیمانکار اعمال می‌کند و مسـئولیت هدایت، کنترل و صحـت عملیات اجرایی را از نظـر اصـول فنی، اقتصـادی، زیسـت‌محیطی برعهده دارد.

دسـتگاه اجرایـی: هـر سـازمان اعـم از اداره، اداره کل و وزارت‌خانـه، که اعتبـارات خود را از طریـق بودجهٔ کل کشـور بـرای احـداث طرح‌هـا، تأسیسـات و پروژه‌هـای عمرانـی دریافـت می‌کنـد و مسـئولیت اجرایـی آن را نیـز به‌عهـده دارد، دسـتگاه اجرایـی نامیده می‌شـود.

شـیوه‌نامه: مجموعـه دسـتور کار یـا شـیوه‌های اجرایـی مربـوط بـه رفـع نقایـص اسـتنادی در نقشـه‌ها یـا اضافه‌کاری‌های خارج از تعهدات مشـاور، پیمانکار، دسـتگاه اجرایی و یا تفسـیر و ذکر جزئیات کاری و مشـخصات فنـی ویـژه وابسـته به نقشـه‌ها یـا آیین‌نامه‌ها و یـا اسـناد پیمان‌نامه‌هـا را گویند که توسـط دسـتگاه‌های اجرایی یـا کارفرمـا، دسـتگاه نظارت یا مشـاور بـه واحدهای تابعـه خود ابـلاغ می‌گردد.

دفترچـه پیمـان (قـرارداد): بـه متن قـرارداد عمومـی پیمان اجـرای یـک عملیات عمرانـی گفته می‌شـود که شـامل مـدت، مبلـغ، موضـوع، دوره تضمین، مسـئولیت نظارت، اجـرا و تعدیل آحـاد بهای اقلام کاری می‌باشـد و بـه امضـا و تأییـد طرفین (کارفرمـا و پیمانکار) می‌رسـد.

دفترچه شرایط عمومی پیمان: مجموعه مقررات و شرایط تدوین یافته در زمینه تنظیم روابط میان کارفرما، پیمانکار و مشاور حین اجرای عملیات عمرانی را گویند که توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تنظیم و ابلاغ می‌شود و رعایت مفاد آن به‌ازای امضا و تعهد طرفین قرارداد اجرایی، الزامی خواهد بود.

۱ـ۳ـ فلسفه وجودی آیین‌نامه‌های ساختمانی

در هر کشوری به‌منظور ساخت و تولید کالاها، تجهیزات و ماشین‌آلات، تأسیسات، کارخانجات، ابنیه و ساختمان‌ها، یک سلسله قوانین و مقررات تدوین شدهٔ خاص آن کشور معیار ارزیابی و تعیین کیفیت در عملکرد محسوب می‌شود و این قوانین ضامن تأمین کیفیت، ایمنی، اصول فنی و اقتصادی و حفاظت از محیط‌زیست خواهند بود. ضرورت بهره‌گیری و رعایت ضوابط آیین‌نامه‌های ساختمانی را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

الف) رعایت موازین فرهنگ و ارزش‌های اسلامی در زمینهٔ اصول معماری و شهرسازی.

ب) رعایت موازین اشتغال به امور حرفه‌ای در زمینهٔ فنی مهندسی ساختمان.

ج) تأمین موجبات رشد خدمات مهندسی و ترویج آگاهی عمومی در امور ساختمانی و ایجاد بهره‌وری مناسب.

د) ارتقای دانش فنی صاحبان حرفهٔ ساختمانی به‌منظور رعایت اصول ایمنی، فنی، بهداشتی، بهره‌وری، اقتصادی، اجرایی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و شناخت موازین کنترل کیفی عملکردهای مزبور.

ه) تنظیم مبانی قیمت گذاری خدمات فنی و مهندسی ساختمان و شرح خدمات لازم در هر رشته.

و) ایجاد زمینهٔ تحقق طرح‌های جامع، تفصیلی و هادی مصوب از طریق رعایت اصول فنی و برنامه‌ریزی شده.

ز) ایجاد وحدت رویه و حس همکاری در میان اصناف مختلف وابسته به امور ساختمانی اعم از اشخاص حقیقی و حقوقی یا نهادها و سازمان‌های متولی نظام‌بخشی به امور ساخت و ساز ابنیه و ساختمان.

ح) ایجاد مشارکت اصولی حرفه‌ای میان اصناف مختلف که متولی ارائهٔ خدمات فنی و مهندسی ساختمان می‌باشند.

ط) تحقق طرح‌های توسعه و آبادانی کشور مطابق سیاست‌های کلان کشور با جلب مشارکت کلیه صنوف فنی و مهندسی ساختمان.

ی) ایجاد حس اعتماد و ایمنی خاطر در زمینهٔ احقاق حقوق کلیهٔ افراد ذینفع در امور فنی و مهندسی ساختمان.

ک) تأمین اصول فنی و استانداردهای کیفی در طراحی و تولید مصالح مصرفی مرغوب در امور ساختمان.

ل) تنظیم روابط میان ارکان اجرایی طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی (کارفرما، مشاور، پیمانکار) و کنترل روال صحیح عملکرد.

۱ـ۴ـ مقررات ملی ساختمان

مقـررات ملـی سـاختمان مجموعـه‌ای اسـت از ضوابط فنـی، اجرایـی و حقوقی که لازم اسـت در طراحـی، نظارت و اجـرای عملیـات سـاختمانی اعـم از تخریـب، نوسـازی، توسـعه بنـا، تعمیـر و مرمـت اساسـی، تغییـر کاربری و بهره‌بـرداری از سـاختمان کـه به‌منظـور تأمیـن ایمنـی، بهره‌دهی مناسـب، آسـایش، بهداشـت و صرفـه اقتصادی فـرد و جامعـه وضـع می‌گردد.

وزارت راه و شهرسـازی در اجـرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسـی و کنترل سـاختمان، وظیفـه تدوین مقررات ملی سـاختمان را بر عهده دارد.

مقـررات ملـی سـاختمان شـامل بیسـت و دو مبحـث می‌باشـد که توسـط دفتر تدویـن و ترویـج مقـررات ملـی سـاختمان تهیـه شـده اسـت. در ادامـه مباحث بیسـت و دو گانـه مقـررات ملـی سـاختمان بـه اختصـار معرفـی خواهد شـد.



۱ـ۴ـ ۱ ـ مبحث اول ـ تعاریف

کلیـه واژه‌هـا و اصطلاحـات فنـی وحقوقـی بـه کار رفتـه در تمامـی مباحـث "مقـررات ملـی سـاختمان" در ایـن مبحث گردآوری شده‌اسـت. هـدف از تدوین ایـن مبحـث، ایجاد پایه‌ای بـرای تفاهم میان دسـت‌اندرکاران صنعت سـاختمان و یکسان‌سـازی مفاهیـم در حـوزه شـمول مقـررات ملی سـاختمان می‌باشـد.



۱ـ۴ـ۲ ـ مبحث دوم ـ نظامات اداری

ایـن مبحـث در مـورد نظامـات اداری موجـود در صنعـت سـاختمان و حیطـه وظایـف دسـت‌اندرکاران ایـن صنعت اعـم از اشـخاص حقیقی و حقوقی شـامل: دفاتـر مهندسـی طراحـی سـاختمان، ناظـر سـاختمان، شـهرداری‌ها و مراجـع صدور پروانه سـاختمان، سـازمان نظام مهندسـی، وزارت راه و شهرسـازی و ... را بیـان نموده اسـت.



۱ـ۴ـ۳ـ مبحث سوم ـ حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق

اجرای تأسیسـات برقی و مکانیکی در سـاختمان‌ها، اسـتفاده از مصالح سوختنی، توسـعه شـبکه‌های انـرژی، بـرق و گاز . بـه کارگیـری تجهیزات گوناگون، سـبب افزایـش احتمـال آتـش سـوزی در سـاختمان‌ها گردیـده اسـت. به همیـن دلیل توجـه بیشـتر بـه موضوع حفاظـت سـاختمان‌ها در برابـر حریق، امـری الزامی و اجتنـاب ناپذیـر محسـوب می‌گـردد. بـه منظـور حفـظ جان و مـال انسـان‌ها و فراهـم سـاختن ایمنـی لازم در برابر آتش سـوزی، رعایت اصـول فنی در طراحی و اجـرای سـاختمان‌ها ضـروری اسـت کـه در ایـن مبحث بـه آن پرداخته شـده است.

۱ـ۴ـ۴ ـ مبحث چهارم ـ الزامات عمومی ساختمان



به منظور نظارت برتأمین نیازهای حداقل ساکنین و بهره‌برداران از ابنیه و ساختمان‌های مشمول قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، از نظر محدودیت‌ها، ابعاد حداقل فضاها، نورگیری و تهویه مناسب و سایر الزامات عمومی، این مقررات به‌عنوان بخشی از مقررات ملی ساختمان ایران ملاک عمل قرار می‌گیرد.

۱ـ۴ـ۵ ـ مبحث پنجم ـ مصالح و فراورده‌های ساختمانی



این مبحث درباره شناخت و معرفی انواع مواد، مصالح و فراورده‌های ساختمانی متعارف است که در احداث انواع ساختمان‌ها و تأسیسات مربوط، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱ـ۴ـ۶ ـ مبحث ششم ـ بارهای وارد بر ساختمان



این مبحث، حداقل بارهایی را که باید در طراحی ساختمان‌ها و سازه‌های موضوع این مقررات مورد استفاده قرار گیرند، تعیین می‌نماید. این بارها شامل بارهای ثقلی ـ مرده (وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند تیرها، ستون‌ها، کف‌ها، دیوارها، بام‌ها، راه‌پله و تیغه‌ها، وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت)، بارهای زنده (بارهای غیر دائمی که درحین استفاده و بهره‌برداری از ساختمان‌ها به آن وارد می‌شوند)، بار برف و بارهای ناشی از باد و زلزله و بالاخره بارهای ناشی از فشار خاک و آب، می‌باشند.

۱ـ۴ـ۷ ـ مبحث هفتم ـ پی و پی‌سازی



در این مبحث دستورالعملی کلی جهت نحوهٔ برنامه‌ریزی و انجام آزمایش‌های مکانیک خاک ارائه شده است.

۱ـ۴ـ۸ـ مبحث هشتم ـ طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی



امروزه در کشور ما، به‌خصوص در شهرهای کوچک و روستاها مصالح بنایی کاربرد بسیار گسترده‌ای در امر ساختمان‌سازی دارد. وقوع زلزله‌های پیاپی و ویرانی‌های زیاد در این دسته از ساختمان‌ها بیانگر این مطلب است که برای ساخت ساختمان‌های با مصالح بنایی در کشور نیاز به مجموعه قوانین و مقررات فراگیر و لازم‌الاجرایی است که با رعایت آنها سطح کیفی ساخت‌وساز این ساختمان‌ها ارتقا یابد. با این هدف، مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان برای ساختمان‌های بنایی خشتی، سنگی، آجری، سنتی و دارای کلاف و غیر مسلح برای نخستین بار در کشور تدوین شده است.

۱ـ۴ـ۹ـ مبحث نهم ـ طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه



هدف این مبحث ارائه حداقل ضوابط و مقرراتی است که با رعایت آنها شرایط ایمنی،قابلیت بهره‌برداری و پایایی سازه‌های بتن مسلح فراهم شود.

۱ـ۴ـ۱۰ـ مبحث دهم ـ طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی



حداقل ضوابط و مقررات لازم را برای طرح، محاسبه و اجرای ساختمان‌های فولادی تعیین می‌کند.

۱ـ۴ـ۱۱ ـ مبحث یازدهم ـ اجرای صنعتی ساختمان‌ها



هدف این بخش از مقررات تعیین حداقل ضوابطی است که برای اجرای ساختمان‌های فولادی به‌کار می‌رود. این مقررات برای اجرای کلیه ساختمان‌های فولادی معمول به‌کار می‌رود.

۱ـ۴ـ۱۲ـ مبحث دوازدهم ـ ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا

هـدف از ایـن مبحـث تعییـن حداقـل ضوابـط و مقـررات به منظـور تأمیـن ایمنی و بهداشـت عمومـی در هنـگام اجـرای عملیات سـاختمانی اسـت که رعایـت مفاد آن بـرای کلیـه سـاختمان‌ها لازم‌الاجرا اسـت.



۱ـ۴ـ۱۳ـ مبحث سیزدهم ـ طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها

تأسیسـات برقی سـاختمان‌های مسـکونی، تجاری، اداری، درمانی، آموزشی، عمومی، صنعتـی، کشـاورزی و دامـداری، نمایشـگاه‌های دائمی و موقـت، پارک‌های تفریحات و کارگاه‌هـای سـاختمانی بایـد بـا رعایـت مفـاد ایـن مقـررات و نیـز آیین‌نامه‌هـا و اسـتانداردهای ذکـر شـده در ایـن مبحث اجرا شـوند.



۱ـ۴ـ۱۴ ـ مبحـث چهاردهم ـ تأسیسـات گرمایی، تعویـض هوا و تهویه مطبوع

مبحـث چهاردهـم، الزامات حداقل را در مورد تأسیسـات مکانیکی کـه به‌منظور گرم کـردن فضاهـای داخل سـاختمان، خنک کردن فضاهـای داخل سـاختمان و تهیه و ذخیـره آب گرم مصرفی در داخل سـاختمان نصب شـود، مقـرر می‌دارد.



۱ـ۴ـ۱۵ـ مبحث پانزدهم ـ آسانسورها و پله‌های برقی

ایـن مبحـث از مقـررات سـاختمان حداقـل ضوابط لازم را بـرای بهره‌بـرداری ایمن و بهینـه از آسانسـور، پله‌برقـی و پیـاده‌رو متحرک وضـع می‌نماید.



۱ـ۴ـ۱۶ ـ مبحث شانزدهم ـ تأسیسات بهداشتی

مبحث شانزدهم الزامات حداقل را در مورد تأسیسات مکانیکی به منظور لوله‌کشی آب مصرفی ساختمان، هواکش، فاضلاب، لوازم بهداشتی و لوله‌کشی آب باران ساختمان، مقرر می‌دارد.



۱ـ۴ـ۱۷ ـ مبحث هفدهم ـ تأسیسات لوله‌کشی و تجهیزات گاز طبیعی

مبحث هفدهم مقررات ملی ساختمان با عنوان تأسیسات لوله‌کشی و تجهیزات گاز طبیعی ساختمان‌ها ضوابط حداقل را برای طراحی و اجرای لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها و کنترل‌های کیفی، نصب و راه‌اندازی وسایل گازسوز، دودکش‌ها و هوارسانی به وسایل گازسوز، ضوابط بهره‌برداری و ایمنی و ضوابط ویژه گازرسانی برای ساختمان‌های عمومی مقرر می‌دارد.



۱ـ۴ـ۱۸ـ مبحث هجدهم ـ عایق‌بندی و تنظیم صدا

هدف از تدوین این مقررات به حداقل رساندن نوفه (صدای ناخواسته) در ساختمان‌ها است تا ضمن تأمین سلامت و آسایش ساکنان، شرایط مناسب شنیداری نیز فراهم گردد.



۱ـ۴ـ۱۹ـ مبحث نوزدهم ـ صرفه‌جویی در مصرف انرژی

این مبحث از مقررات ملی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق‌کاری حرارتی و سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند.





۱ـ۴ـ۲۰ـ مبحث بیستم ـ علائم و تابلوها

هدف کلی از تدوین این مقررات، ساماندهی به تابلوها و علائم به منظور تأمین سلامت و بهداشت، ایمنی، آسایش و صرفه‌جویی در منابع می‌باشد. بدین منظور علائم و تابلوها باید از نظر ارائه اطلاعات و هشدارهای ایمنی، صحیح عمل نموده و از نظر ساخت و نصب بی‌خطر و ایمن بوده و پیام‌رسانی آنها خطرساز نباشد.



۱ـ۴ـ۲۱ـ مبحث بیست و یکم ـ پدافند غیرعامل[1]

هدف این مقررات تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طرح و اجرای ساختمان‌ها در برابر تهدیدهای انسان‌ساز خصوصاً تهاجم هوایی می‌باشد. به طوری که ساختمان‌های حیاتی مانند بیمارستان‌ها و ... پس از انفجار قابلیت خدمت درمانی خود را حفظ نمایند و برای سایر ساختمان‌ها ضمن کاهش تلفات، خسارت‌های وارده درحد قابل قبول باشد.



۱ـ۴ـ۲۲ـ مبحث بیست و دوم ـ مراقبت و نگهداری از ساختمان‌ها

هدف این مبحث نگهداری اجزا و قطعات ساختمان‌هایی که با ضوابط و مقررات ملی اجرا شده‌اند می‌باشد که ساختمان‌های موجود و ساختمان‌هایی که در آینده احداث می‌شوند را شامل می‌شود.

---

۱ ـ پدافند غیرعامل: به مجموعه اقدامات غیرمسلحانه که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی ـ ساختمان‌ها و تأسیسات و ...در مقابل عملیات خصمانه و مخرب دشمن می‌گردد.

آیا می‌دانید که ...

انجام هر پروژهٔ مهندسی، مستلزم فراهم آوردن مقدمات طرح، تعیین روش‌ها و تهیه مصالح و دانستن چگونگی اجرای پروژه است، و نیز هر پروژه نیازمند برنامه و نظم پیش بینی شده در انجام کار و فراهم بودن قوانین و مقررات و ضوابطی ویژه است. همه این مفاهیم در جهان مهندسی امروز شناخته شده و اساس آنکه مدیریت ساختمانی است طرح‌های متنوع مهندسی را دربرمی‌گیرد. این شناخت که بر پایهٔ آزمایش‌های فراوان و برداشت‌های تاریخی، امروزه در دست است در دنیای باستان به صورت مدرن وجود نداشته است. با وجود این، بررسی آثار ساختمانی و خلاصه آثار ساختمانی که در ایران از دوران هخامنشی و ساسانی به جای مانده است نشان دهندهٔ آن است که نظم و طرح پیش بینی شده‌ای در اجرای ساختمان‌هایی چون پاسارگاد، تخت جمشید و شوش و سدها و پل‌های هخامنشی و ساسانی حکم فرما بوده است.

ساختمان تخت جمشید که متجاوز از یک سده به درازا کشیده و این کار در دورهٔ چند پادشاه انجام گرفته، پیوستگی و هماهنگی اجزای آن و اینکه تمام جزئیاتی که در مراحل بعدی ساختمان پیش آمده پیش بینی شده بوده است، نشان دهندهٔ وجود دستگاه مدیریت ساختمانی به مفهوم واقعی در دنیای ایران باستان بوده است. البته در آن دوران کمبود نیروی انسانی و سرمایه، وجود نداشته بلکه انجام کار با کیفیت خاص پیش بینی شده، منظور طراحان و سازندگان آن بناها بوده است. نکتهٔ دیگر که نمایشگر آن کاخ‌های تخت جمشید است، آن است که بین طرح‌ها و تصمیمات و قواعد مدیریت پادشاهان مختلف چون داریوش و خشایار شاه نوعی پیوستگی و هماهنگی وجود داشته که نتایج آن در اثری چون تخت جمشید منعکس گشته است.

انحراف رودخانه‌هایی بزرگ چون کارون و ساخت سدها و پل‌هایی بر روی آنها و نیز به پایان رسانیدن شبکه‌های بزرگ آبیاری، که از نظر مهندسی کارهای چند جانبه و چند منظوره به شمار می‌رود، نیز نشان دهنده وجود طرح قبلی و برقرار بودن نظم اجرایی حاصل از برنامه ریزی دقیق در این کارها بوده است که خود از وجود نیروهای مدیر و ناظم، ریشه می‌گرفته است. به طور کلی در ایران باستان و به ویژه ایران پیش از اسلام پادشاهان و حکام به طور مستقیم بر اجرای کارهای ساختمانی نظارت داشتند و گاهی نیز مقامات مذهبی این کارها را به عهده می‌گرفتند. این وضعیت که در کشورهای باستانی دیگر و نیز اروپای قرون وسطی حکم فرما بود سیستم مدیریت مهندسی آن دوران را تشکیل می‌داده است. دخالت این اشخاص در امور مدیریت و نیز قدرت اجرایی آنان، عامل اصلی انجام کارهای عظیم مهندسی با وسایل ابتدایی دوران باستان به شمار می‌آمده است.

در ایران پس از اسلام نیز مدیریت مهندسی از طریق رؤسای قوم، حکام، پادشاهان و رؤسای مذهبی و وزرا انجام می‌گرفت. شواهد تاریخی مؤید آن است که تشویق این اشخاص و پشتیبانی آنان از صنعت‌کاران و سازندگان تا حد زیادی در کارها مؤثر واقع می‌گشت. باید افزود که در موردساختمان‌های مذهبی اعتقاد مذهبی برخی سازندگان مبتنی بر آنکه کارشان گونه‌ای ادای وظایف مذهبی به شمار می‌آمده در ایجاد قدرت تحرک و نظام اجرایی و کیفیت کار دخالت به سزا داشته است.

ارزشیابی واحد اول

۱. مقررات ملی ساختمان چه ضوابط و دستورالعمل‌هایی را دربرنمی‌گیرد؟
الف. فنی اجرایی؛
ب. موارد رفع اختلاف؛
ج. ایمنی و اقتصادی؛
د. زیست محیطی.
۲.کارفرما، مشاور، پیمانکار، دستگاه نظارت و اجرایی را تعریف کنید.
۳. علت تهیه و ضرورت رعایت آیین نامه‌ها و مقررات ملی و وسعت کاربرد هر یک را بگویید.
۴. مباحث مقررات ملی ساختمان را نام ببرید و حوزهٔ کاربرد هر یک را بگویید.

واحد یادگیری ۲
مراحل اجرای ساختمان

۲ـ۱ـ گود برداری

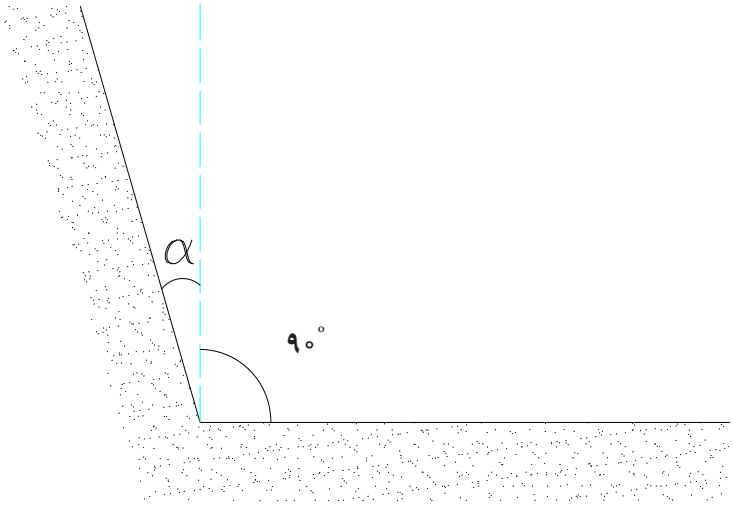
۲ـ۱ـ۱ـ هدف از گودبرداری

گودبـرداری در زمین‌هایـی انجـام می‌شـود کـه باید تمام یا قسـمتی از سـاختمان پایین تر از سـطح طبیعی زمین احـداث شـود. گاهـی ممکن اسـت عمق گودبـرداری بنابر جنـس زمین به چندین متر برسـد. گودبـرداری معمولاً بـا وسـایلی ماننـد بیـل مکانیکـی یا لـودر صـورت می‌گیـرد و در صـورت محدودیت زمین یـا در دسـترس نبودن ماشـین‌آلات ایـن کار بـا وسـایل دسـتی ماننـد بیـل و کلنگ و فرغـون انجـام می‌شـود. گودبـرداری در زمین‌های محـدود بـا گودبـرداری در زمین‌های نامحـدود با هم تفـاوت دارد.

۲ـ۱ـ۲ـ گود برداری در زمین‌های نامحدود

منظور از زمین نامحدود، زمین نسبتاً وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی نباشد. برای گودبرداری این گونه زمین‌ها از ماشین آلاتی مانند بیل مکانیکی، لودر و ... استفاده می‌شود و خاک با شیب مناسب برداشت و با کامیون به خارج محوطه حمل می‌گردد. چنانچه نیاز به گودبرداری در عمق نسبتاً زیاد باشد این کار در لایه‌های مختلف و به تدریج انجام می گیرد تا کف گود به عمق پیش بینی شده برسد.

الف) شیب دیواره‌های محل گودبرداری: برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های محل گودبرداری به داخل، معمولاً خاک‌برداری طوری صورت می گیرد که دیواره‌های کناری، خود دارای شیب ملایمی‌باشد که با خط عمود زاویه‌ای به اندازه آلفا (α) بسازد (شکل ۲ـ۱).



شکل ۲ـ۱ ▲

اندازه زاویهٔ آلفا (α) بستگی به نوع خاک محل دارد. هر قدر خاک سست‌تر و ریزشی باشد، اندازهٔ زاویه آلفا بزرگ‌تر خواهد شد. در جدول ۲ـ۱ اندازهٔ زاویهٔ آلفا برای خاک‌های مختلف نشان داده شده است. برای جلوگیری از صرف هزینهٔ اضافی، می‌توان با مهاربندی دیوارهای محل گود برداری، از زاویه شیب کوچک‌تری استفاده نمود.

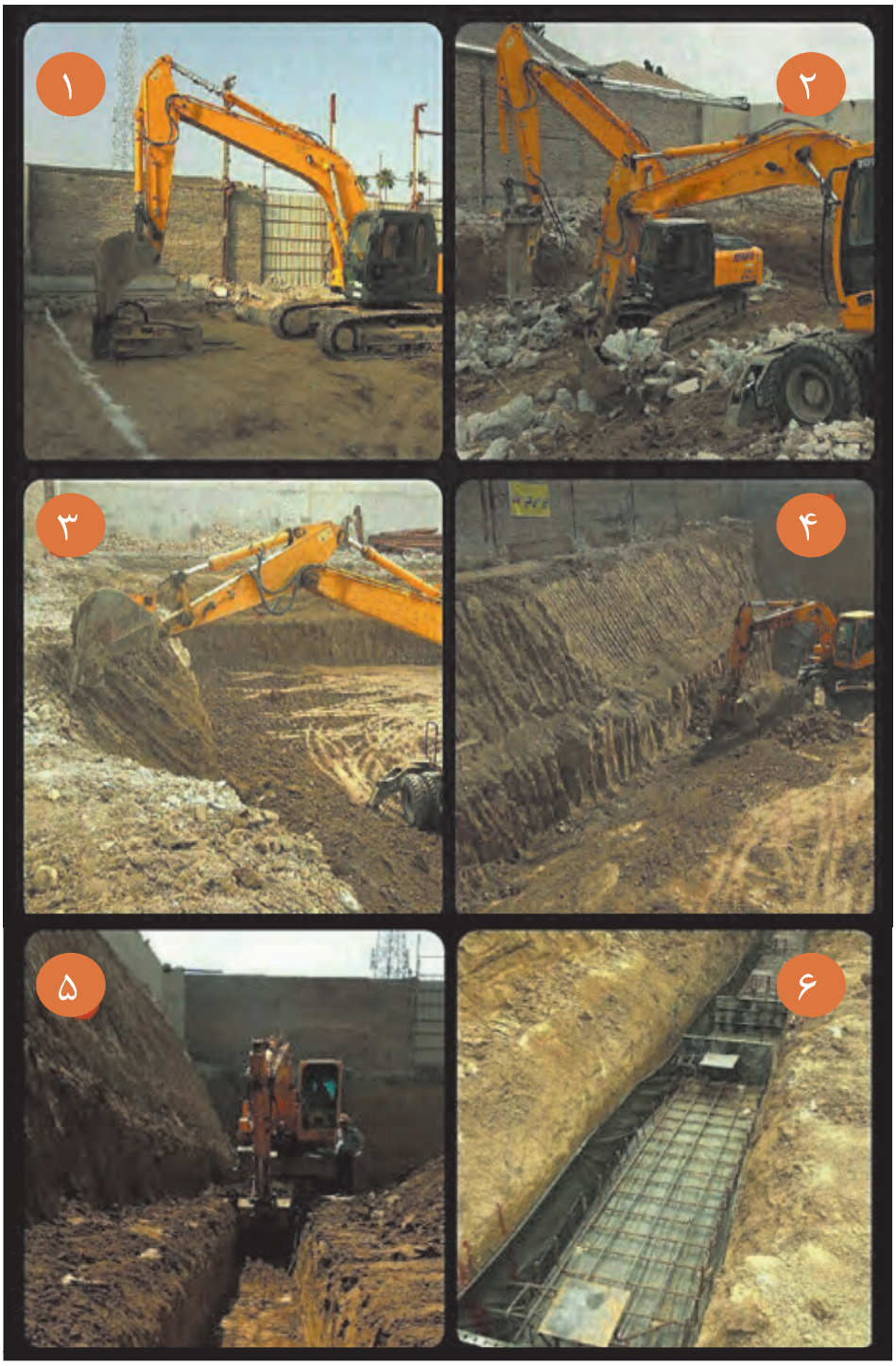
جدول ۲ـ۱

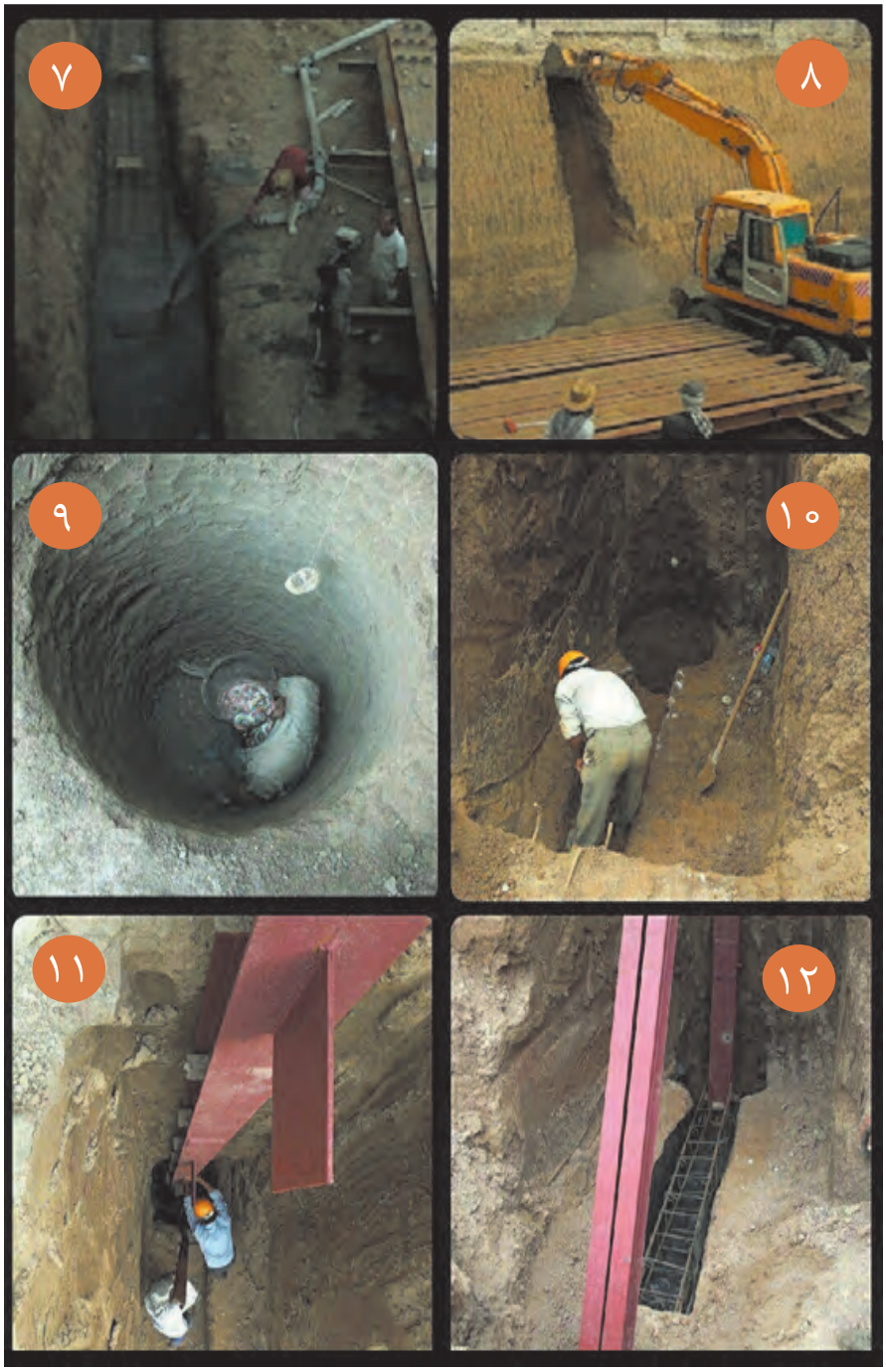
نوع خاک	اندازه زاویه به درجه	شیب بر حسب درصد	شیب بر حسب درصد
زمین‌های دج	5^{o}	حدود $\frac{1}{11}$	حدود ۱۰
زمین‌های سفت	10^{o}	حدود $\frac{1}{6}$	حدود ۲۰
زمین‌های متوسط	30^{o}	حدود $\frac{2}{3}$	حدود ۷۰
زمین‌های ماسه‌ای	45^{o}	$\frac{1}{1}$	۱۰۰
زمین‌های سست و خاک دستی	بیش از 45^{o}	-	-

۲ـ۱ـ۳ ـ گودبرداری در زمین‌های محدود

منظور از زمین محدود، زمین نسبتاً کوچکی است که اطراف آن ساختمان‌هایی وجود داشته باشد. گودهایی که در مجاورت بناهای موجود ایجاد می‌شوند، نباید به هیچ عنوان به پایداری این بناها، چه در مرحلهٔ موقت اجرا و چه در مرحلهٔ نهایی، آسیب وارد کنند. در این موارد برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های گود و ایجاد پایداری لازم در آنها قبل از اقدام به عملیات ساختمانی، می‌توان از "سازهٔ نگهبان موقت" استفاده کرد. سازهٔ نگهبان موقت را با توجه به نوع خاک، عمق گود و فشار ناشی از ساختمان‌های مجاور می‌توان به شکل‌ها و روش‌های گوناگون اجرا کرد.

عکس‌های زیر یک نمونه از مراحل گودبرداری و اجرای سازه نگهبان در زمین‌های محدود را نمایش می‌دهد.




٧
٨
٩
١٠
١١
١٢


۱۳
۱۴
۱۵
۱۶
۱۷
۱۸
۱۹
۲۰



شکل ۲ـ۲ ▲

۲ـ۱ـ۴ـ پی کنی

پی‌کنی در ساختمان به دو منظور انجام می‌شود:

۱ـ دسترسی به زمین سخت و مقاوم زیرا بار ساختمان، ابتدا به پی و نهایتاً به زمین منتقل می‌شود در نتیجه زمین زیر پی باید مطمئن باشد و نشست نکند.

۲ـ برای محافظت پی ساختمان و جلوگیری از اثرات جوّی مانند یخ زدگی.

پی کنی در زمین‌هایی که از نظر جنس و مقاومت زمین و نیز وجود آب‌های سطحی و عمقی با هم تفاوت دارند، فرق می‌کند.

عمق پی به شرایط اقلیمی بستگی دارد. یعنی در مناطقی که در زمستان آب و هوای خیلی سرد دارند و یا بارندگی زیاد می‌شود و خطر یخ زدگی برای پی وجود دارد، عمق پی را بیشتر از مناطق معتدل و گرمسیر درنظر می‌گیرند.

به هر حال در هر نوع آب و هوایی عمق پی کنی نباید کمتر از ۵۰ سانتیمتر باشد.

پی کنی در انواع زمین‌ها شامل:

الف) پی کنی در زمین‌های دج: زمین دج یا مخلوط، زمینی است که خاک آن از انواع دانه‌های ریز و درشت تشکیل شده باشد. عمق پی این‌گونه زمین‌ها معمولاً بین ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و در بعضی موارد ۱۲۰ سانتی‌متر است. پی کنی در زمین‌های دج نسبتاً آسان بوده و خطر ریزش، به خصوص در مورد عمق‌های معمولی، بسیار کم است..

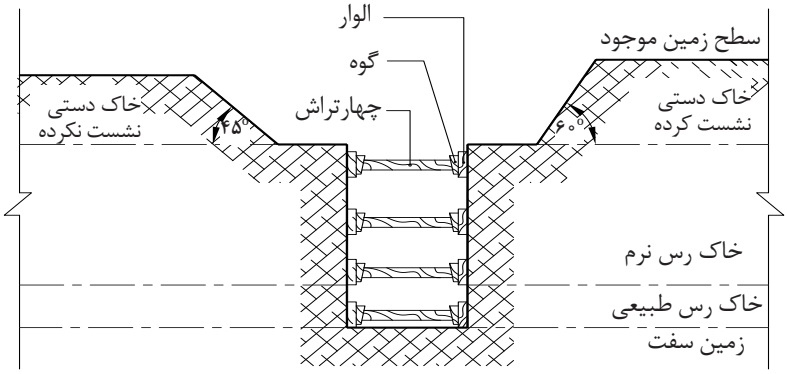
ب) پی کنی در زمین‌های ماسه‌ای: چون عمل پی‌کنی در این گونه زمین‌ها همیشه با خطر ریزش روبروست، به خصوص اگر زمین مزبور خشک باشد، چنانچه عمق کم بوده و شدت ریزش نیز در آن زیاد نباشد، اصولی ترین و در عین حال ساده ترین روش برای جلوگیری از احتمال ریزش خاک این است که پی‌کنی با شیبدار انجام شود. در این موارد زاویه شیب برحسب شدت ریزش حداکثر تا ۴۵ درجه افزایش خواهد یافت. چنانچه شدت ریزش زیاد و عمق پی نیز نسبتاً زیاد باشد، پی کنی با شیب نه عملی است و نه مقرون به‌صرفه. در چنین مواردی لازم است گونه‌های پی با چوب بست و با قالب‌بندی مهار شود. برای این کار الوارهایی به ابعاد تقریبی ۵×۳۰×۴۰ سانتی‌متر در طرفین پی قرار داده و به کمک چهار تراش و با بهره گیری از گوه‌های چوبی، الوارها مهار می‌شوند.

لازم به یادآوری است که پی کنی در زمین‌های رسی خشک نیز همانند زمین‌های ماسه‌ای است با این تفاوت که زاویه شیب برای پی کنی حدود ۳۷ـ۲۵ درجه، برای زمین‌های رسی، خواهد بود. این اختلاف شیب، نسبت به زمین‌های ماسه‌ای، به علت چسبندگی دانه‌های خاک رس است.

ج) پی کنی در زمین‌های سنگی: پی کنی در زمین‌های سنگی مشکل و انجام آن با وسایل دستی از قبیل بیل و کلنگ امکان پذیر نیست و باید با ماشین آلات مکانیکی و مته‌های کمپرسوری انجام گیرد که هزینه‌ای سنگین خواهد داشت. حداقل عمق پی در زمین‌های سنگی در مناطق سردسیر ۷۵ سانتیمتر است. در مناطق گرمسیر می‌توان آن‌را تا ۵۰ سانتی‌متر هم تقلیل داد.

شاید فکر کنید که امکان دارد زمین سنگی فوق العاده مقاوم باشد و در این صورت ساختمان نیاز به پی نخواهد داشت. چنین فکری به کلی اشتباه است، زیرا عدم وجود پی در ساختمان باعث ناپایدار شدن

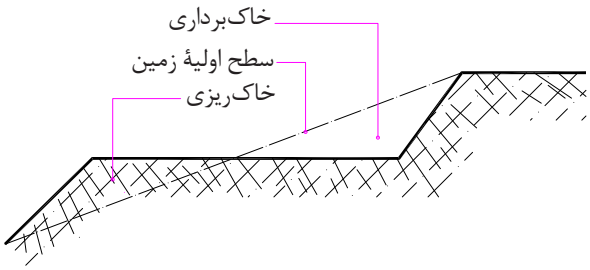
بنـا گردیـده و بـا کمتریـن نیـروی جانبـی بـه ویـژه زلزله‌های خفیف شـروع به لـرزش خواهـد کـرد. در حالی که وجـود پـی باعـث درگیـر شـدن سـاختمان در زمین شـده و از تـکان خوردن بنـا جلوگیـری می‌نماید.



شکل ۲ـ۳ ▲

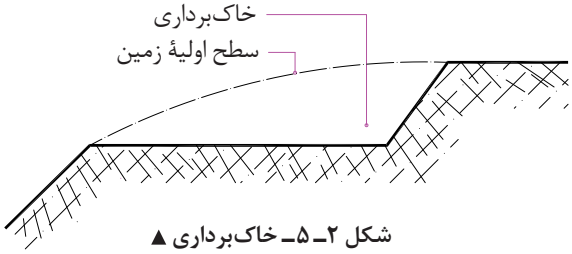
د) پی کنی در زمین‌های شیب دار: در مناطق کوهستانی زمین‌های مسطح به ندرت یافت می‌شود، و بنابراین در این مناطق پیش از شروع عملیات ساختمانی، باید محل ساختمان را تسطیح کرد. برای این منظور از سه روش استفاده می‌کنند و اغلب روشی را به کار می گیرند که از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه باشد.

* **خاک برداری و خاک ریزی:** این روش بسیار معمول و متداول است، زیرا باعث کاهش هزینه می‌شود. (شکل ۲ـ۴)



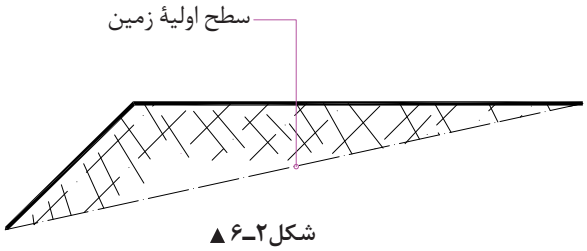
شکل ۲ـ۴ـ خاک‌برداری و خاک‌ریزی ▲

الـف) خاک بـرداری: برای تسـطیح، باید کلیه خاک‌های اضافه، برداشـته شـده و به محلی خارج از سـاختمان بـرده شـود. ایـن روش هزینـهٔ حمـل خـاک را بـه دنبـال خواهـد داشـت ولـی چـون بـه زمیـن دسـت نخورده می‌رسـیم، کاری اصولی اسـت. (شـکل ۲ـ۵)



شکل ۲ـ۵ـ خاک‌برداری ▲

ب) خـاک ریـزی: ایـن روش توصیـه نمی‌شـود، زیـرا زمیـن را بـا خـاک دسـتی پـر کرده‌ایم ولـی چنانچه مجبـور به خاک‌ریـزی باشـیم، بایـد با خـاک مرغوب که دارای تراکم و دانه بندی مناسـب و مقاومت مطلوب نیز هسـت این عمل را، طبـق اصـول فنـی و بـا رعایت مرطوب کردن و غلتـک زدن خاک در لایه‌های مختلف انجام دهیـم در این موارد باید مقـدار تراکـم و مقاومـت خاک به تأیید آزمایشـگاه‌های مکانیک خاک برسـد.



شکل ۲ـ۶ ▲

۲ـ۱ـ۵ـ عوارض ناشی از عدم رعایت نکات فنی در مکانیک خاک

پـروژهٔ سـاختمانی را نبایـد بـدون توجـه اساسـی بـه مقاومـت خاکـی کـه سـاختمان روی آن بنـا خواهـد شـد محاسـبه و اجـرا کـرد. مقاومـت خـاک را در علـم مکانیـک خـاک مـورد تجزیـه و تحلیل قـرار می‌دهنـد تا اول دقیقـاً معلـوم شـود کـه خـاک چقـدر مقاومـت دارد و آنـگاه، بـر اسـاس محاسـبات اقـدام بـه اجـرای پـروژه بر روی آن می‌نماینـد. بـدون توجـه بـه مقـدار نیروهـای وارده بـر خـاک و مقاومـت آن، خطـرات شـدیدی پـروژه سـاختمانی و عمرانـی را تهدیـد می‌کنـد. در بسـیاری از مـوارد، ضعیف‌بـودن مقاومـت خاک باعـث از بین رفتن سـرمایه و وقـت زیـاد و همچنیـن احتمـال بـروز خطـرات جانـی خواهد شـد. از ایـن رو خطرات ناشـی از خاک را نبایـد نادیـده گرفت.

۲ـ۲ـ پی سازی

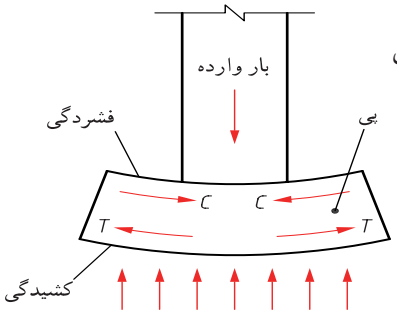
۲ـ۲ـ۱ـ تعریف پی

پی واسطه اتصال ساختمان به زمین است که نیروهای ناشی از ساختمان از طریق آن به خاک منتقل می‌شوند.

۲ـ۲ـ۲ـ پی سازی

پـی بایـد بـه گونـه ای اجـرا شـود کـه بتواند تمـام وزن سـاختمان، اشـیایی کـه در آن قـرار خواهد گرفـت و وزن افـرادی کـه در آن رفـت و آمـد خواهنـد کـرد را تحمـل نماید. پـی در مقابـل بارهـا و عکس‌العمل زمیـن، مطابق شـکل ۲ـ۷ تغییـر شـکل می‌دهـد. بـر اثـر بـار وارده، پـی تمایل بـه خمیده شـدن دارد که قسـمت‌های بـالای آن فشرده و قسمت‌های زیرین کشیده می‌شود.

بایـد توجـه داشـت کـه خمیدگـی پی، بـه شـکل‌های دیگری هـم اتفاق می‌افتد، اما در اینجا ساده ترین نوع آن بیان شده است. (شکل ۲ـ۷)



شکل ۲ـ۷ ◄

۲ـ۲ـ۲ـ۱ـ آماده سازی کف پی

قبـل از پـی سـازی بایـد کـف پـی را آماده کـرد به ایـن معنی که کـف باید مسـطح و عـاری از هرگونه مـواد زاید باشـد. بـرای کف‌هـای بتـن آرمـه اجـرای یـک لایـه بتن سـبک بتن مگـر ـ بتـن پاکیزگی بـه ضخامـت حداقل ۵ سـانتیمتر و عیـار ۱۵۰ کیلوگـرم سـیمان در متـر مکعـب بتن الزامی اسـت بتـن پاکیزگی خطر آلوده شـدن بتن را بـه هنـگام عملیـات بتن ریـزی مرتفـع می‌کنند.

۲ـ۲ـ۳ـ انواع پی از نظر مصالح

پی‌های متداول از نظر مصالح تشکیل دهنده عبارت اند از: شفته آهکی، سنگی و بتنی (بتن آرمه).

الـف) پی‌هـای شـفته آهکـی: از این نوع پـی، بـرای سـاختمان‌های کوچک و کـم ارتفـاع، مانند سـاختمان‌های یـک یـا دو طبقـه، مـی تـوان اسـتفاده کـرد. امـروزه اجـرای پـی شـفته آهکـی دیگر متـداول نیسـت زیـرا دوام و مقاومـت آن، چنـدان مطلـوب نمی‌باشـد. قبـل از پیدایـش سـیمان و اجـرای پی‌هـای بتنی، سـاخت ایـن نوع پی متـداول بـود. مصالـح تشـکیل دهنـدۀ پی شـفته آهکـی عبارت انـد از: آهـک، خـاک، دانه‌های سـنگی و آب.

بـرای اجـرای ایـن پـی، گـرد آهک، خـاک حاصل از پـی کنی (در صورتی که مناسـب تشـخیص داده شـود) و آب را کامـلاً بـا هـم مخلـوط می‌کننـد تـا به صورت خمیـری کاملاً نـرم در آیـد، سـپس آن را در گود پی و بـه ارتفاع حـدود ۳۰ سـانتی‌متر می‌ریزنـد (لایـۀ اول). پـس از آنکـه لایـه اوّل، مقداری از آبـش را از دسـت داد و به اصطلاح "دو نـم" شـد، آن را قـدری می‌کوبنـد و لایـه یا لایه‌هـای بعـدی را می‌ریزند.

میـزان مصـرف آهـک، بسـتگی به مقـدار خاک رس دارد. هر قدر خاک رس بیشـتر باشـد، باید آهک بیشـتری نیز بـه کار بـرد. امـا به‌طـور معمـول، ۲۰۰ تـا ۲۵۰ کیلوگـرم آهک برای هـر متر مکعب خـاک کافی اسـت. در هوای خیلـی سـرد، بـه علـت یخ زدگـی، و در هوای خیلـی گرم، به علت سـرعت تبخیر آب، نباید شـفته ریـزی به عمل آیـد، زیـرا مقاومت مورد نیـاز در پی ایجاد نمی‌شـود.

ب) پی‌هـای سـنگی: ایـن نـوع پی از سـنگ‌های طبیعـی، البته در نقاطی که سـنگ فـراوان و ارزان در دسـترس باشـد، سـاخته می‌شـود. بـرای پی‌هـای با ارتفـاع زیاد، پی‌های سـنگی مناسـب هسـتند. مانند پـی دیوارهایی که در کنـار رودخانـه یـا کوه، بـرای جلوگیـری از ریزش خاک ایجـاد می‌کنند.

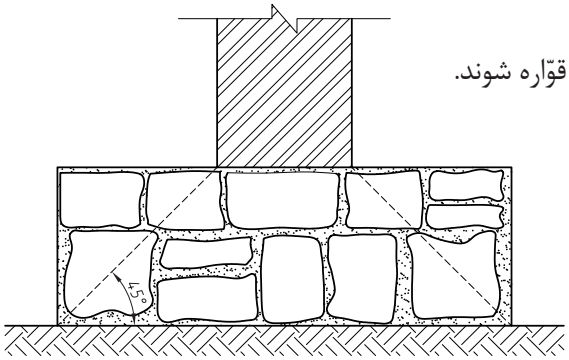
روش اجـرای پـی سـنگی چنیـن اسـت کـه اول کـف پی را مـلات ریزی کـرده و سـنگ‌های بـزرگ را، بـا رعایت پیونـد کامـل، پهلـوی هـم چیـده و بیـن آنهـا را با سـنگ‌های لاشـه‌ای کوچـک تر پـر می‌کنند و سـپس لابه‌لای سـنگ‌ها را بـا مـلات پـر می‌کننـد به‌طـوری کـه هیـچ منفـذی بیـن سـنگ‌ها باقی نمانـد. با پـر کردن یـک لایه مـلات بـه ضخامـت حـدود ۴ سـانتیمتر روی رج اول، رج دوم، بـا رعایـت پیونـد کامـل کار ادامه می‌یابـد تا پی به ارتفـاع یـا سـطح مـورد نظر برسـد. زاویـه پخش بـار در این نـوع پی ۴۵ درجه اسـت (شـکل ۲ـ۸). در پی سـازی بـا سـنگ، بایـد به نـکات ذیل توجه شـود:

ـ سنگ‌های مصرفی، تمیز و عاری از گل و لای و پوسیدگی باشند.

ـ هنگام مصرف سنگ، مرطوب کردن سنگ، باعث پیوند بهتر ملات و سنگ می‌شود.

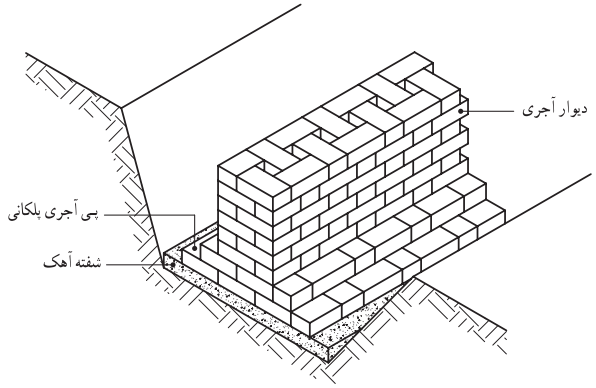
ـ ارتفاع هر قطعه سنگ نباید از عرض آن بیشتر باشد.

ـ از سنگ‌های صیقلی برای پی سازی استفاده نشود زیرا سنگ‌های صیقلی ناپایداری در پی به وجود می‌آورند.
ـ عرض پی سنگی، از هر طرف دیوار، حداقل ۱۵ سانتی‌متر بیشتر باشد.
ـ ملات مصرفی عبارت است از ملات ماسه آهک یا ملات ماسه سیمان.
ـ بند برشی در رج‌ها نباید به وجود آید.
ـ تیزی سنگ‌ها باید با پتک و چکش گرفته و سنگ‌ها قوّاره شوند.



شکل ۲ـ۸ ◄

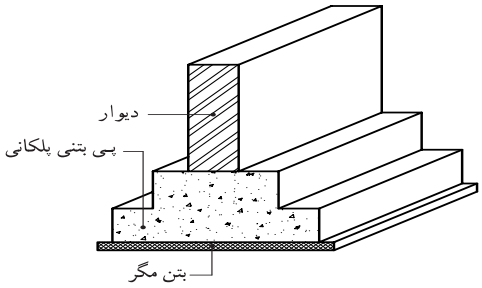
ج) پی‌های آجری: در ساختمان‌های کوچک که بارهای وارده بر پی نسبتاً کم است، می‌توان از پی آجری استفاده کرد. برای اجرای این نوع پی، ابتدا یک قشر ملات شفته آهک به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر روی زمین می‌ریزند و پس از آنکه شفته آهک آب خود را از دست داد، پی آجری را با ملات ماسه آهک یا ماسه سیمان اجرا می‌کنند. زاویه پخش بار در این نوع پی، حدود ۴۵ درجه است بنابراین می‌توان برای صرفه‌جویی در مصالح و وقت، پی آجری را به شکل پلکانی، مطابق شکل ۲ـ۹، ساخت. توجه به پیوند صحیح، باعث مقاومت بیشتر این پی در مقابل بارهای وارده می‌شود.



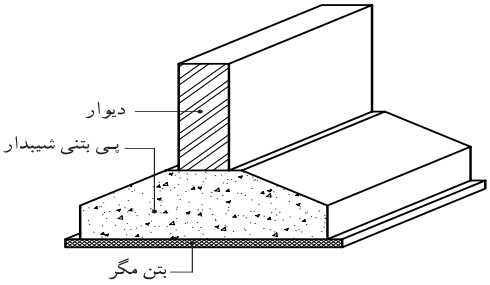
شکل ۲ـ۹ ◄

د) پی بتنی: پی‌های بتنی، بهترین پی در کارهای ساختمانی به شمار می‌آیند.
امروزه پی ساختمان‌های سنگین و چند طبقه را با بتن مسلح می‌سازند. برای ساختمان‌های سبک و یک طبقه هم پی‌های بتنی مناسب‌تر از انواع دیگر پی است. زاویه پخش بار در پی‌های بتنی، بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است بنابراین می‌توان این نوع پی‌ها را پلکانی (مطابق شکل ۲ـ۱۰)، یا به صورت هرم ناقص (مطابق شکل ۲ـ۱۱) ساخت و در مصرف بتن صرفه‌جویی کرد.
برای اجرای پی بتنی، در مواردی که شرایط پایداری برای دیواره‌های گود وجود داشته باشد، می‌توان بتن‌ریزی را در مجاورت خاک انجام داد.

برای اجرای پی بتنی، نیاز است که قبلاً قالب‌بندی (آجری، چوبی، فلزی) انجام گیرد. انتخاب نوع قالب بستگی به امکانات موجود دارد. قبل از قالب‌بندی، باید در کف گود، یک لایه بتن پاکیزگی (مگر) به ضخامت حداقل ۱۰ سانتی‌متر ریخته شود. پس از خودگیری این لایه بتن، قالب‌بندی و سپس آرماتورگذاری، طبق مشخصات فنی انجام می‌شود. بنا به نوع کار و شرایط محل کار، ممکن است ابتدا آرماتورگذاری و سپس قالب‌بندی انجام شود. پس از اطمینان از ایستایی و صحت اندازه‌های قالب، بتن ساخته شده طبق مشخصات فنی، در قالب ریخته می‌شود و با ویبراتور (دستگاه لرزاننده) آن را متراکم می‌کنند.



شکل ۲ـ۱۰ ▲



شکل ۲ـ۱۱ ▲

زمان بارگذاری روی پی‌های بتنی، بستگی به نوع سیمان مصرفی دارد. در شرایط متعارف و معمول، این زمان حداقل هفت روز پس از بتن ریزی است.

۲ـ۲ـ۴ـ بررسی ابعاد پی

طول عرض و ارتفاع پی‌ها بستگی دارد به:

- به بارهای وارده از سازه
- مقاومت خاک زیر پی
- مصالح تشکیل دهندهٔ پی

ابعاد پی برای ستون‌های فلزی و بتنی باید بر اساس محاسبات فنی دقیق تعیین شود. در این کتاب، فقط ابعاد پی را برای دیوارهای باربر آجری بررسی می‌کنیم.

الف)طول پی: طول پی به اندازهٔ طول دیوار است که روی آن قرار می‌گیرد.

ب)عرض پی: عرض پی، قدری بزرگ‌تر از عرض دیواری است که روی آن ساخته می‌شود زیرا هر چه سطح پی بزرگ‌تر باشد، فشار وارد بر آن کمتر است. همچنین فرض بر این است که بار وارده به وسیلهٔ دیوار بر روی پی با زاویه ۴۵ درجه منتقل می‌شود. به منظور صرفه‌جویی در مصالح می‌توان پی را به صورت پله‌ای یا شیب دار ساخت.

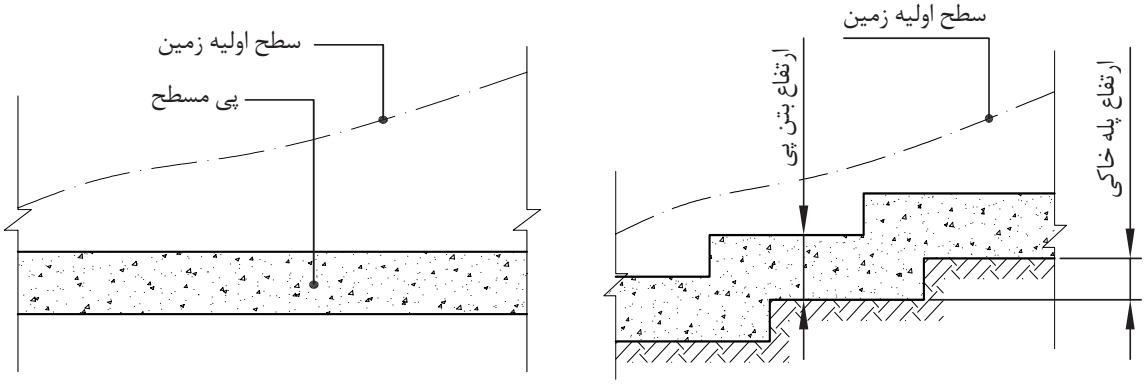
ج)ارتفاع پی: در پی‌های سنگی، بار دیوارها با زاویه‌ای حدود ۴۵ درجه بر پی وارد می‌شود. پس با معلوم بودن عرض پی، می‌توان ارتفاع آن را محاسبه کرد. مثلاً ارتفاع یک پی به عرض ۶۰ سانتی‌متر که قرار است روی آن دیواری به عرض ۳۰ سانتی‌متر قرار گیرد، باید حداقل ۱۵ سانتی‌متر باشد و با توجه به حدود ۵ سانتی‌متر حاشیه ایمنی برای آن، ارتفاع پی ۲۰ سانتی‌متر خواهد بود. البته این مقادیر تقریبی است و ابعاد دقیق پی باید بر اساس بار وارده و مقاومت زمین محاسبه شود.

۲ـ۲ـ۵ـعمق پی(پی کنی)

به منظور مصون ماندن پی از آسیب پذیری در برابر فشار و ضربه و نیز عوامل طبیعی، هم‌چون یخ زدگی، روی پی باید مقداری پایین تر از کف تمام شدهٔ یک ساختمان و کف‌های مجاور باشد. این مقدار پایین‌تر بودن را، عمق پی یا عمق یخ زدگی پی می‌گویند. می‌توان در پی‌های خارجی ساختمان، این عمق را بیشتر و در پی‌های داخلی آن را کمتر درنظر گرفت. به‌طور کلی عمق پی بستگی به شرایط اقلیمی و موقعیت ساختمان دارد. بدین معنی که در ساختمان‌های بزرگ یا مؤسسات صنعتی که رفت و آمد وسایل‌نقلیه و ماشین‌آلات کارگاهی مانند جرثقیل و لیفت تراک و ... در آنها وجود دارد، چون نیروی ضربه ناشی از این ماشین آلات روی پی به مراتب بیشتر از نیروهای وارد بر ساختمان‌های معمولی است. لازم است عمق پی بیش تر باشد. همچنین در مناطق باران خیز مانند شهرهای شمالی کشور ما و نیز مناطق پربرف و کوهستانی آن، مانند شهرهای شمال غربی و غرب، به دلیل طولانی بودن دورهٔ یخبندان، باید عمق پی بیشتر باشد تا از خطر یخ زدگی مصون بماند. در این مناطق عمق پی تا ۱۲۰ سانتی‌متر است. در مناطق معتدل یا گرمسیر، و برای ساختمان‌های معمولی، می‌توان عمق پی را تا ۵۰ سانتی‌متر تقلیل داد. به غیر از عوامل مذکور، عوامل دیگری در تعیین عمق پی مؤثرند که از آن جمله بالا یا پایین بودن سطح آب‌های زیرزمینی و جنس خاک زیر پی است.

۲ـ۲ـ۶ـفرم پی با توجه به شیب زمین

معمولاً زمین‌ها به‌طور طبیعی، کم یا زیاد، شیب دارند. بنابراین قبل از شروع عملیات ساختمانی باید محل ساختمان و خصوصاً محل پی را تسطیح کرد. در زمین‌های کم شیب فرم پی را می‌توان به صورت مسطح درنظر گرفت، اما در زمین‌های با شیب زیاد معمولاً پی را به صورت پله‌ای می‌سازند تا مقرون به‌صرفه باشد. در ساخت پی‌های پله‌ای باید توجه داشت که ارتفاع پله‌های پی بیشتر از ضخامت بتن پی نباشد و این ارتفاع‌ها یکنواخت ساخته شوند.



شکل ۲ـ۱۲ ▲

۲ـ۳ـ کرسی‌چینی

۲ـ۳ـ۱ـ کرسی‌چینی و هدف از اجرای آن

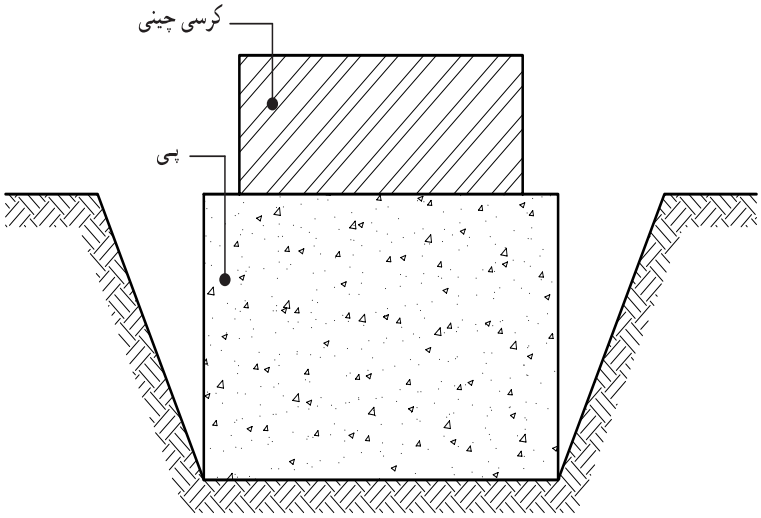
با چیدن چند رج آجر بر روی پی، می‌توان اختلاف ارتفاعی بین سطح داخل و خارج ساختمان (حیاط، کوچه، خیابان) به وجود آورد. به دیواری که این اختلاف ارتفاع را به وجود می‌آورد "کرسی" و به اجرای آن "کرسی‌چینی" گفته می‌شود (شکل ۲ـ۱۳).

مزایای کرسی‌چینی در این است که:

ـ انسان معمولاً تمایل دارد قدری بلندتر از کف زمین سکونت کند. گویی بدین ترتیب، احساس امنیت بیشتری می‌کند.

ـ اختلاف ارتفاع کف داخل با کف خارج از ساختمان، باعث اجرای صحیح و مناسب عایق بندی رطوبت می‌شود.

ـ اغلب زمین‌هایی که برای ساختمان سازی مورد استفاده قرار می گیرند، کاملاً تراز نبوده و دارای شیب هستند و چون به‌طور معمول فضاهای داخل ساختمان در یک تراز ساخته می‌شوند، کرسی‌چینی این امکان را فراهم می‌کند.



شکل ۲ـ۱۳ ▲

۲ـ۳ـ۲ـ عرض و ارتفاع کرسی

عرض کرسی از هر طرف دیوار باربر، بین ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر بیشتر درنظر گرفته می‌شود تا توزیع وزن دیوار، بر سطح بزرگ‌تری از پی انجام شود. این مقدار اضافی را "ریشه" یا "ناخن" می‌گویند.

عرض کرسی تابع ارتفاع آن نیز هست. هر قدر ارتفاع بیشتر باشد باید عرض آن هم بیشتر شود تا بتواند در مقابل فشارهای جانبی مقاومت کند.

حداقل ارتفاع کرسی، ۳ رج می‌باشد که از طرف داخل ساختمان، در کف سازی پنهان می‌شود و از طرف خارج، بدنه آن نماسازی می‌شود که به ازاره معروف است.

۲ـ۳ـ۳ـاجرای کرسی‌چینی

کرسی‌چینی باید با آجر مقاوم و توپر و با ملات ماسه سیمان و رعایت قواعد آجر چینی انجام شود. کرسی‌چینی را باید تا حد امکان، با پیوند کلّه انجام داد تا بار حاصل از دیوار را به شکل مؤثرتری توزیع کند و چنانچه به آجرهای راسته نیاز باشد، آنها را در وسط دیوار قرار داد.

۲ـ۳ـ۴ـعایق‌های رطوبتی

عایق‌های رطوبتی اصولاً برای پیشگیری از نفوذ رطوبت به داخل ساختمان، یا مصالح ساختمانی به‌کار می‌روند چون مصالح ساختمانی در مقابل رطوبت دوام خود را از دست می دهند و می‌پوسند. قسمت‌هایی از ساختمان را که در مجاورت رطوبت قرار دارد، عایق کاری می‌کنند.

۲ـ۳ـ۴ـ۱ـانواع عایق‌های رطوبتی

متداول ترین عایق رطوبتی در ایران قیر و گونی است، ولی از عایق‌های دیگری مانند: مشمع‌های قیری، گونی‌های قیر اندود، ورق‌های قیر اندود، پوشش‌های لاستیکی و دوغاب شیشه‌ای هم استفاده می‌شود.

۲ـ۳ـ۵ـشناخت انواع چتایی (گونی)

گونی‌ها و الیاف چتایی، قیر را در خود نگه می‌دارند. این خاصیت باعث می‌شود قیر در هوای گرم، در صورت ذوب شدن، جاری نشود. گونی‌های مورد استفاده برای قیر و گونی از نظر نوع بافت انواع مختلفی دارند ولی در هر حال، گونی باید نو، دارای بافت سالم، بدون آلودگی و بدون چروک باشد. گونی‌هایی که برای عایق کاری ساختمان به کار می‌روند، برحسب نوع بافت و وزن واحد سطح آن دارای درجات مختلفی هستند. گونی درجه ۱، ریز بافت و وزن یک مترمربع آن حدود ۳۱۰ گرم، درجه ۲ دارای بافت متوسط و یک مترمربع آن ۲۶۰ گرم وزن دارد. گونی درجه ۳ درشت بافت است و یک مترمربع آن حدود ۲۱۰ گرم وزن دارد.

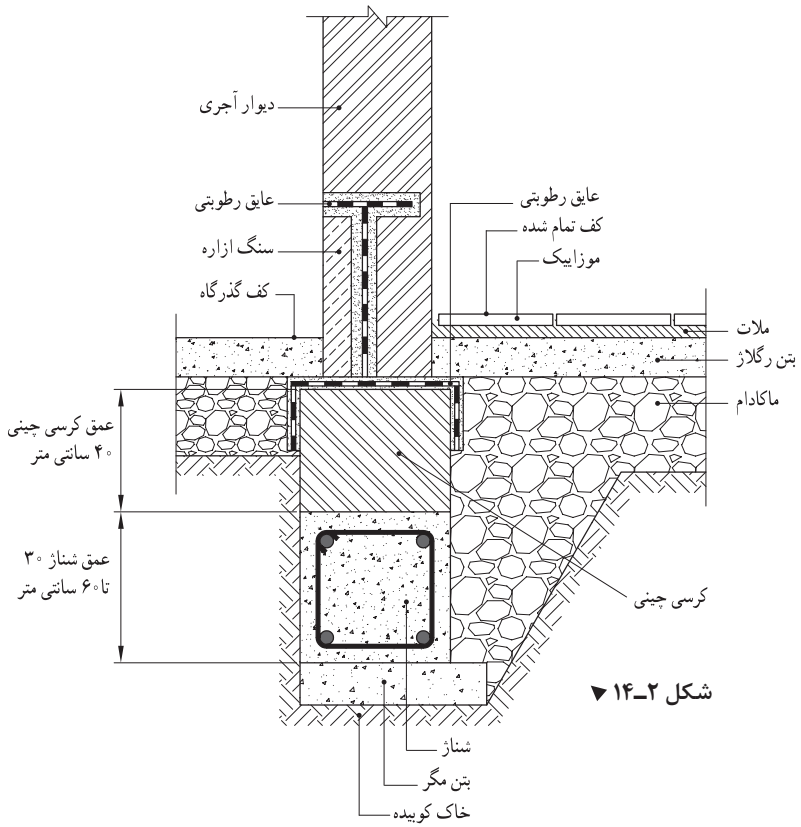
۲ـ۳ـ۶ـنحوهٔ ذوب قیر و مسائل حفاظتی آن

قیر را باید در بشکه سالم به تدریج حرارت داد تا ذوب و کاملاً روان شود. اگر به قیر بیش از حد لازم حرارت داده شود، می‌سوزد و خاصیت عایق بودن و چسبندگی خود را از دست می‌دهد. علامت قیر سوخته شده، رنگ آن است که قهوه‌ای می‌شود. قیر سالم دارای رنگ مشکی براق است و خاصیت چسبندگی دارد. اگر آب داخل بشکه قیر شود، در موقع گرم کردن قیر کف کرده و سر می‌رود. هنگام ذوب کردن قیر باید از وسایل حفاظتی مانند ماسک و عینک و دستکش و لباس ایمنی استفاده کرد. زیرا اگر هنگام حرارت دادن به قیر، ذراتی از آن به بیرون بشکه بپرد، ممکن است به دست و صورت چسبیده و باعث سوختگی عمیق پوست شود.

۲ـ۳ـ۷ـ روش اجرای قیر و گونی پی و کرسی

پس از کرسی‌چینی، سطح و مقداری از کناره‌های آن را با ملات ماسه سیمان نرم ۶ : ۱ به ضخامت ۲ سانتی‌متر اندود کرده و سطح آن را کاملاً صاف می‌کنیم. پس از خشک شدن ملات ، قیر مناسب آب و هوای محل را ذوب کرده و با آن، به مقدار حداکثر ۲ کیلوگرم در هر مترمربع، روی سطح کرسی و کناره‌های آن را به ارتفاع حداقل ۱۰ سانتی‌متر می‌پوشانیم. سپس گونی مصرفی را به عرض ۲۰ سانتی‌متر بیشتر از عرض کرسی (از هر طرف ۱۰ سانتی‌متر) آماده کرده و روی آن پهن می‌کنیم و یک لایه دیگر قیر روی گونی می‌کشیم. سپس در صورتی که عایق کاری در دو لایه باشد، لایه دوم را اجرا می‌کنیم.

تذکر: در صورتی که کرسی فقط از یک طرف آزاد باشد و طرف دیگر آن دیوار همسایه باشد، عرض اندود ماسه سیمان و عرض گونی، به اندازه عرض کرسی به اضافه ۱۰ سانتی‌متر خواهد بود.

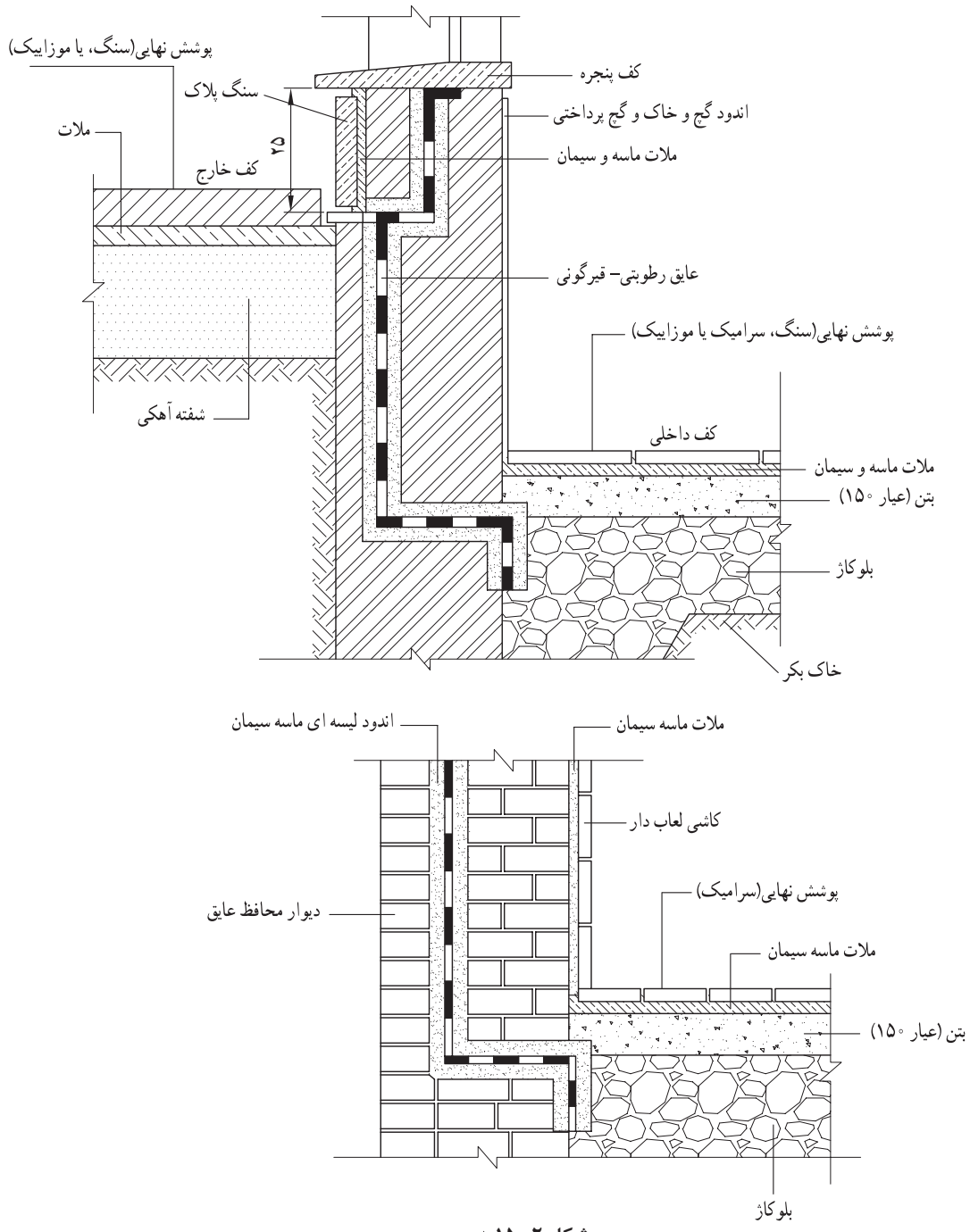


شکل ۲ـ۱۴ ◄

۲ـ۳ـ۸ـ لزوم عایق کاری و روش اجرای عایق کاری دیوار زیر زمین

رطوبت می‌تواند علاوه بر امکان نفوذ از کف زیر زمین، از طریق دیوارهای زیرزمین هم به داخل نفوذ کند که باید برای جلوگیری از آن، بدنه‌های خارجی زیرزمین نیز عایق کاری شود. هرگز نباید قیر و گونی در تماس مستقیم با خاک باشد زیرا مواد آهکی موجود در خاک ، قیر و گونی را فاسد می‌کند و همچنین، سنگ دانه‌های تیز، باعث سوراخ شدن قیر و گونی می‌شوند بنابراین، برای حفظ قیر و گونی از فاسد شدن یا سوراخ شدن، باید بین خاک و قیر و گونی، با دیواری به نام "دیوار محافظ عایق"، جدایی به وجود آورد.

ایـن "دیـوار محافـظ"، قبل از اجـرای دیوار اصلی زیرزمین، به ضخامت ۱۱ یا ۲۲ سـانتی‌متر در پشـت دیوار اصلی چیده و بدنه آن، با ملات ماسـه سـیمان اندود می‌شـود. پس از خشـک شـدن ملات ماسـه سـیمان، یک قشـر قیر ۷۰ـ۶۰ مـذاب، حـدود ۱/۵ کیلوگـرم برای هر مترمربع، به‌طور یکنواخت روی آن کشـیده می‌شـود.



شکل ۲ـ ۱۵ ▲

و در حالی که قیر هنوز گرم است، گونی به صورت عمودی روی آن قرار می‌گیرد و طوری فشار داده می‌شود که در تمام نقاط، گونی کاملاً به قیر بچسبد. با پوشش حداقل ۱۰ سانتی‌متر از عرض، ردیف دوم گونی روی قیر قرار می‌گیرد و بقیه ردیف‌ها به همین ترتیب ادامه می‌یابد و در آخر، یک قشر دیگر قیر روی گونی کشیده می‌شود (دو لایه قیر و یک لایه گونی). در صورتی که دو لایه گونی مورد نظر باشد. به همین ترتیب لایه دوم گونی روی قیر کشیده می‌شود و بار دیگر با قیر مذاب اندود می‌گردد.

درعایق کاری دیوارها باید به چند نکته توجه داشت:

۱ـ در مناطق گرمسیر و گرم و معتدل و نیز مواردی که، به واسطه مجاورت با دودکش یا لوله‌های آب‌گرم‌کن، ممکن است قیر گرم شود، به جای قیر ۷۰ـ۶۰ باید مخلوطی به نسبت ۲/۳ قیر ۷۰ـ۶۰ و ۱/۳ قیر ۸۵/۲۵ R به کار برد.

۲ـ عایق عمودی باید کاملاً به عایق افقی روی کرسی متصل و با آن یک پارچه شود.

۳ـ اگر ارتفاع دیوار زیاد باشد و احتمال جدا شدن لایه‌های عایق از دیوار وجود داشته باشد، نباید از میخ یا اجسام نوک تیز که لایه‌های عایق را سوراخ می‌کند، برای ثابت نگه داشتن عایق، استفاده کرد. در این مورد بهتر است عایق کاری در چند مرحله انجام گیرد.

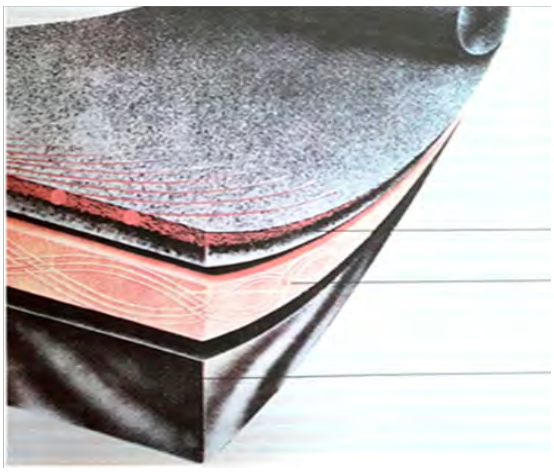
۲ـ۳ـ۹ـ ورق‌های قیر اندود

ورق‌های قیر اندود شامل سه نوع؛ ورق، مقوا و مشمع می‌باشد:

۱ـ ورق‌های قیر اندود که با لایه ای از مواد پشم شیشه‌ای با الیاف مصنوعی (فایبرگلاس) همراه است و در بازار به نام‌های تجاری ایزوگام و پیروزگام و ... معروف می‌باشد.

۲ـ مقوای قیراندود که لایه میانی آن از جنس مقوا می‌باشد و به وسیله قیر پوشش داده شده است. از مقواهای قیراندود به عنوان عایق رطوبتی در سطوح افقی روی کرسی‌چینی استفاده می‌شود، بعضی از انواع آن را به ابعاد ۱۰۰×۳۰ سانتی‌متر به فرم‌های تزیینی برش داده و برای پوشش نهایی در سقف‌های شیب‌دار به‌کار می‌برند.

۳ـ مشمع قیر اندود که لایه میانی آن از مواد مصنوعی نفتی با پوشش قیری ساخته شده است. این عایق به عنوان یک عایق رطوبتی در سطوح افقی به کار می‌رود.



شکل ۲ـ۶◄

۲ـ۴ـ دیوار چینی

۲ـ۴ـ۱ ـ تعریف یک رگی کردن بنا و هدف از آن

چیدن اولین رج دیوارها را بر روی کرسی (قیر و گونی)، یک رگی کردن بنا می‌گویند. این رج عامل تعیین‌کننده سایر رج‌های آجرکاری است، بنابراین باید در اجرای آن دقت کافی به عمل آید به‌طوری که طول و ضخامت دیوارها، محل درها، ستون‌ها و ... صحیح و مطابق نقشه باشد.

۲ـ۴ـ۲ـ روش یک رگی کردن

ـ از یک بر کوچه، خیابان یا در صورت موجود بودن میخ‌های رزرو، دو سر (ابتدا و انتهای) دیوار را طبق اندازه نقشه، بر روی یکی از اضلاع کرسی مشخص می‌کنیم.
ـ با ریختن ملات روی کرسی (قیر و گونی)، آجرهای ابتدا و انتهای دیوار را کار می‌گذاریم.
ـ با ریسمان‌کشی و ریختن ملات بر روی کرسی، بین آجرهای ابتدا و انتها را با پیوند مناسب و صحیح پر می‌کنیم.
ـ محل‌های باز دیوار مانند درها آجرچینی نمی‌شوند و ستون‌ها، تورفتگی‌ها و ... دقیقاً مطابق پلان ساختمان انجام می‌شوند.
ـ اعمال یاد شده را بر روی قسمت دیگری از کرسی انجام می‌دهیم. در صورتی که زاویه بین دو دیوار ۹۰ درجه باشد، می‌توانیم از گونیای بنایی استفاده کنیم یا به کمک متر با روش ۳، ۴، ۵ (فیثاغورث) یا مضربی از آن، زاویه‌ای ۹۰ درجه درست کنیم و دومین دیوار را بر روی کرسی مشخص می‌کنیم.
ـ پس از یک رگی کردن کل بنا، باید برای اطمینان از صحت اجرا، تمام اندازه‌ها و زوایا با دقت بازبینی شوند و در صورت وجود اشکال به رفع آنها مبادرت شود.

۲ـ۵ ـ اجرای سقف

با توجه به شرایط منطقه در ساختمان از انواع سقف‌های زیر استفاده می‌شود:
ـ سقف شیبدار
ـ سقف مسطح
ـ سقف قوسی

تفکر

در منطقه شما از کدام‌یک از انواع سقف‌های فوق بیشتر استفاده می‌شود. چرا؟

در سال‌های آتی با نحوهٔ اجرای هر کدام از این نوع سقف‌ها، آشنا می‌شوید.

۲ـ۶ ـ اجرای نازک کاری

پس از اجرای سقف مرحلهٔ نازک‌کاری که شامل پوشش نهایی سطوح ساختمان می‌باشد به اجرا گذاشته می‌شود. البته لازم است قبل از اجرای نازک‌کاری کارهای تأسیساتی برقی و مکانیکی انجام شده باشد.

ارزشیابی واحد دوم

۱ـ هدف از گود برداری را شرح دهید.
۲ـ شیب زاویه دیواره گود برداری به چه عواملی بستگی دارد؟
۳ـ شمع‌بندی چوبی را برای گود برداری در یک زمین محدود، همراه با رسم شکل توضیح دهید.
۴ـ دیوارهای مانع فلزی را برای یک زمین محدود شرح دهید.
۵ـ پی‌کنی در ساختمان به چه منظوری اجرا می‌شود؟
۶ـ پی‌کنی در زمین‌های سنگی را شرح دهید.
۷ـ عدم رعایت نکات فنی در هنگام گودبرداری چه عواقبی را در بر دارد؟
۸ـ کشیدگی، فشردگی و عکس‌العمل بارهای وارده از بالا را در یک پی ساده، با ترسیم یک شکل، توضیح دهید.
۹ـ آمادگی سازی کف پی را شرح دهید.
۱۰ـ انواع پی از نظر مصالح را نام ببرید.
۱۱ـ ابعاد پی به چه عواملی بستگی دارد؟
۱۲ـ عمق پی یعنی چه؟ توضیح دهید.
۱۳ـ فرم پی را با توجه به شیب زمین، همراه با رسم شکل توضیح دهید.
۱۴ـ کرسی‌چینی و هدف از اجرای آن را توضیح دهید.
۱۵ـ روش اجرای کرسی‌چینی را شرح دهید.
۱۶ـ مشخصات گونی خوب را برای مصرف در عایق کاری بیان کنید.
۱۷ـ نحوه ذوب کردن قیر و دستورات ایمنی آن را شرح دهید.
۱۸ـ روش اجرای قیر گونی پی و کرسی را روی کاغذ بنویسید.
۱۹ـ روش یک رگی کردن بنا را توضیح دهید.
۲۰ـ لزوم عایق‌کاری دیوارهای زیرزمین را بنویسید.

پودمان ۲

محاسبهٔ طول و زاویه



کار با ماشین حساب و آشنایی با نرم افزارمفاهیم پایه

واحدهای اندازه گیری و تبدیل آنها,

روش‌های محاسبه طول

واحد یادگیری ۳
روش‌های محاسبهٔ طول

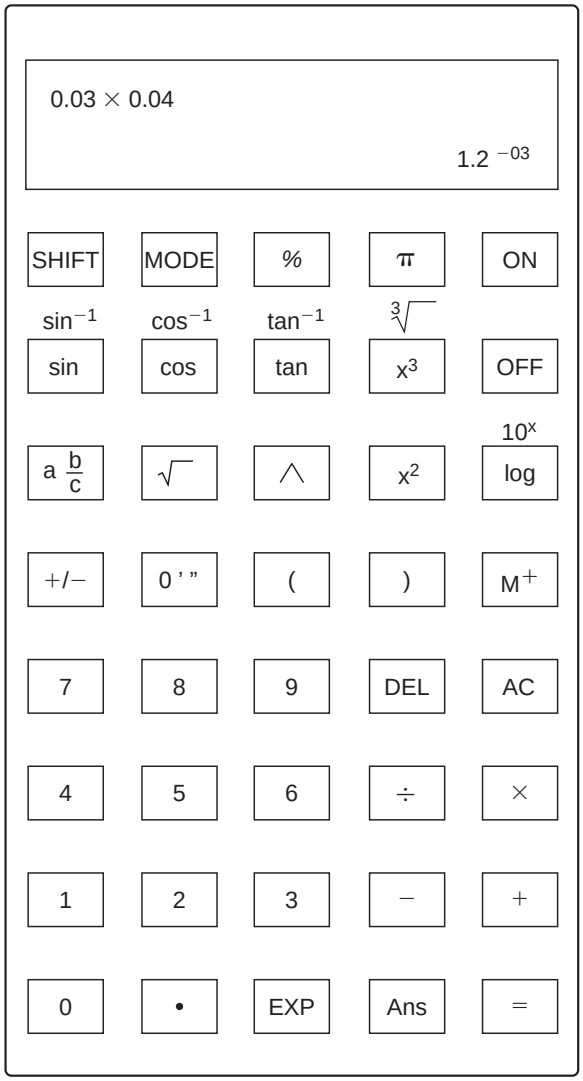
۳ـ۱ ـ کار با ماشین حساب و آشنایی با نرم‌افزار Excel

۳ـ۱ـ۱ ـ ماشین‌حساب

یکی از کارهای مهم در اجرای هر ساختمان محاسبه مقدار مصالح و وسایل لازم و تعیین هزینه اجرای آن است که اصطلاحاً به آن، متره و برآورد می‌گویند. در این فصل نحوه محاسبه مقدار مصالح در ساختمان معرفی می‌شود.

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، ماشین‌حساب الکترونیکی مورد نیاز است.

چندین ماشین‌حساب با مارک‌های مختلف در بازار موجود هستند ولی بیشتر آنها دارای دکمه‌های زیر هستند که ضمن آشنایی با آنها با حل چند مثال، کار کردن با ماشین‌حساب را فرا می‌گیریم.


0.03 × 0.04
1.2 −03
SHIFT
MODE
%
π
ON
sin⁻¹
cos⁻¹
tan⁻¹
∛
sin
cos
tan
x³
OFF
10ˣ
a b/c
√
^
x²
log
+/−
0 ' "
(
)
M+
7
8
9
DEL
AC
4
5
6
÷
×
1
2
3
−
+
0
•
EXP
Ans
=

شکل ۳ـ۱ ▲

برخی از کلیدهای مهم ماشین حساب به شرح زیر می‌باشند:

[+] جمع دو یا چند عدد

[−] تفریق یک عدد از عدد دیگر

[÷] تقسیم یک عدد بر عدد دیگر

[×] ضرب دو یا چند عدد

[AC] پاک کردن یا لغو کردن محاسبهٔ موجود

[SHIFT] این کلید وقتی استفاده می‌شود که عملکرد دوم کلیدها مدنظر است

[MODE] از این کلید برای انجام تنظیمات ماشین‌حساب استفاده می‌شود

[$\sqrt{\ }$] محاسبهٔ ریشهٔ دوم یک عدد

[$\sqrt[3]{\ }$] محاسبهٔ ریشهٔ سوم یک عدد

[x^2] محاسبهٔ مربع یک عدد

[x^3] محاسبهٔ مکعب یک عدد

[^] با فشار دادن این کلید، یک عدد می‌تواند به هر توانی برسد

[π] کلید عدد پی (π)

[sin] [cos] [tan] برای تعیین سینوس، کسینوس و تانژانت از این کلیدها استفاده می‌شود

[SHIFT] [sin] / [SHIFT] [cos] / [SHIFT] [tan] اگر سینوس/کسینوس/تانژانت یک زاویه داده شود، با استفاده از این کلیدها زاویه به‌دست می‌آید

[log] برای به‌دست آوردن لگاریتم اعداد بر مبنای ۱۰ از این کلید استفاده می‌شود

[10^x] برای انجام عملیات معکوس لگاریتم، از این کلید (آنتی لگاریتم) استفاده می‌شود

[EXP] این کلید ۱۰ را به توان عدد داده‌شده می‌رساند

[$a\frac{b}{c}$] برای انجام محاسبات مربوط به کسرها از این کلید استفاده می‌شود

[M^+] این کلید برای وارد کردن یک مقدار به حافظه استفاده می‌شود

[%] این کلید پاسخ را به‌صورت درصد نشان می‌دهد

[° ′ ″] این کلید برای تبدیل یک زاویه به درجه، دقیقه و ثانیه استفاده می‌شود

[(] [)] این کلیدها برای درج پرانتز در فرمول‌های پیچیده استفاده می‌شود

[DEL] با فشار این کلید می‌توان اعداد را در موقعیت مکان‌نمای جاری پاک کرد

در عملیات ریاضی تقدم و تأخر عملیات محاسباتی به ترتیب زیر است:

۱ـ محاسبه عبارات داخل پرانتز

۲ـ محاسبه توان‌ها و رادیکال‌ها

۳ـ محاسبه ضرب و تقسیم

۴ـ محاسبه جمع و تفریق

پرسش کلاسی



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

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

3 7 · 8 0 − 4 0 · 1 2 + 3 1 · 5 5 = 29.23

مثال ۲: محاسبه کنید: $\frac{۳۴/۹\times۵۷/۳}{۴۱/۶۶}$

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

3 4 · 9 × 5 7 · 3 ÷ 4 1 · 6 6 = 48.0

مثال ۳: محاسبه کنید: $\frac{۸۷/۳\times۶۷/۸۱}{۲۳/۹۷\times۴۰/۵}$

حل: راه حل اول: 87.3 × 67.81 ÷ 23.97 ÷ 40.5

8 7 · 3 × 6 7 · 8 1 ÷ 2 3 · 9 7 ÷
4 0 · 5 = 6.098

راه حل دوم: 87.3 × 67.81 ÷ (23.97 × 40.5)

8 7 · 3 × 6 7 · 8 1 ÷ (2 3 · 9 7 ×
4 0 · 5) = 6.098

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

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

√ 4 · 5 × √ 5 · 5 + √ 3 · 4 = 6.819

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

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

π × 2 · 2 5 x^2 = 15.904

پرسش کلاسی



مثال ۶: مقدار عبارت روبه‌رو را به‌دست آورید: $(۲/۲\times۴/۸)+(۵/۲\times۳)$

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

(2 · 2 × 4 · 8) + (5 · 2)
× 3) = 26.16

مثال ۷: مقدار عبارت روبه‌رو را به‌دست آورید: $\frac{۶^{۳}\times۴^{۴}}{۳^{۵}}$

حل: کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

6 ^ 3 × 4 ^ 4 ÷ 2 ^ 5 = 1728

مثال ۸: مقدار عبارت روبه‌رو را به‌دست آورید: $۱۰\log_{۱۰}\left(\frac{۴\times۱۰^{-۷}}{۲\times۱۰^{-۱۲}}\right)$

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 به‌دست آورید: $\frac{\sin ۶۰^{\circ}}{\cos ۶۰^{\circ}}$

حل: ابتدا کلید MODE ماشین‌حساب 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 به‌دست آورید اگر:

الف) سینوس زاویه برابر ۰/۶ باشد.

ب) کسینوس زاویه برابر ۰/۵۴ باشد.

ج) تانژانت زاویه برابر ۰/۶۳ باشد.

حل: ابتدا کلید MODE ماشین‌حساب را در حالت درجه قرار داده و سپس کلیدهای زیر را به ترتیب فشار دهید:

الف) SHIFT sin · 6 = 36.8699° ° ′ ″ 36°52′11.6″

ب) SHIFT cos · 4 5 = 63.2563° ° ′ ″ 63°15′22.7″

ج) SHIFT tan · 3 6 = 19.7989° ° ′ ″ 19°47′56″

تمرین

۱ـ محاسبه کنید:

الف) $۳۷/۸۵-۴۰/۶۲+۳۱/۸۵-۹/۶۷$

ب) $\frac{۳۳/۹\times۵۶/۳}{۴۵/۶۶}$

ج) $\frac{۶۷/۳\times۶۹/۸۱}{۲۵/۹۷\times۲۰/۵}$

د) $\sqrt{۴/۹}\times\sqrt{۸/۵}+\sqrt{۷/۴}$

۲ـ محاسبه کنید: $\pi r^۲$ را اگر $r=۱۲/۲۵$

۳ـ مقدار عبارات زیر را به‌دست آورید:

الف) $(۲/۲\times۹/۸)+(۵/۲\times۶/۳)$

ب) $(۴/۶۶\times۱۲/۸)-(۷/۵\times۵/۹۵)$

ج) $(۴/۶\times۱۰/۸)\div(۷/۳\times۵/۵)$

۴ـ مقدار هر یک از عبارات زیر را به‌دست آورید:

الف) $\frac{۵^۳\times۳^۴}{۳^۵}$

ب) $\frac{۴^۳\times۶^۴}{۵^۴}$

ج) $۱۰\log_{۱۰}\left(\frac{۹\times۱۰^{-۸}}{۲\times۱۰^{-۱۱}}\right)$

د) $\frac{\sin ۷۰^\circ}{\cos ۶۰^\circ}$

ه) $\frac{\tan ۴۵^\circ}{\cos ۳۵^\circ}$

۵ـ مقدار زاویه را بر حسب درجه به‌دست آورید اگر:

الف) سینوس زاویه برابر ۰/۵۸ باشد.

ب) کسینوس زاویه برابر ۰/۵۷ باشد.

ج) تانژانت زاویه برابر ۰/۶۶ باشد.

۶ـ مقادیر عبارات زیر را به‌دست آورید:

الف) $\sin ۶۲^\circ ۴۲' ۳۵''$

ب) $\cos ۳۲^\circ ۲۲' ۳۵''$

ج) $\tan ۸۵^\circ ۱۰' ۲۰''$

۷ـ حاصل عبارات زیر را تعیین کنید.

الف) $\frac{۱۲\times۱۰^{-۵}}{۳\times۱۰^{-۸}}$

ب) $۸/۵\times۱۰^{-۳}\times\frac{۴}{۵}+\frac{۲}{۳}(\sqrt{۳}-۱)\times۵^۲$

ج) $\sqrt{۲(\frac{۱}{۲}+۳)^۲-۱}+۴$

د) $\frac{\cos ۸۰^\circ-\sin ۲۰^\circ}{۲}-\frac{۱}{۲}(\tan ۶۰^\circ-\cos ۳۰^\circ)$

ه) $\frac{۰/۰۰۵\times۱۰^{-۶}}{۲}+\frac{۲/۰۱\times۱۰^{-۵}+۰/۰۵}{۴-\frac{۱}{۲}}$

تمرین

۸ـ زاویهٔ α را به‌دست آورید.

الف) $\tan(\alpha)=\frac{۳}{۴}$

ب) $\cos(۲\alpha+۱)=۰/۶$

ج) $\frac{۲}{۳}\sin(\alpha)=\frac{۱}{۲}-۰/۲^{۲}\times۳$

د) $۲^{۳}\cot\alpha=۲۰$

۳ـ۲ـ مفاهیم پایه واحدهای اندازه گیری و تبدیل آنها

۳ـ۲ـ۱ـ کمیت (Quantity)

آن دسته از ویژگی‌های هر پدیدهٔ فیزیکی که قابل اندازه‌گیری بوده و مقدار آن با عدد بیان می‌شود.
مثال: طول، زمان، وزن، مساحت ،حجم و ... .
کمیت‌هایی که در رشتهٔ ساختمان بیشتر با آن سر و کار داریم عبارت‌اند از:
طول ـ سطح ـ حجم ـ زاویه ـ زمان ـ جرم و وزن

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.

اندازه‌گیری یک کمیت: اندازه‌گیری یک کمیت، مقایسهٔ مقدار آن با یکای آن کمیت است. اندازهٔ یک کمیت شامل دو قسمت است. قسمت اول عددی است که نشان دهندهٔ بزرگی کمیت است و قسمت دوم نشان دهندهٔ یکای کمیت می‌باشد.

مثال:

۶۰ S

قسمت اول
(اندازه، بزرگی یا مقدار کمیت)

قسمت دوم
(واحد یا یکای کمیت)

سامانهٔ بین المللی یکاها (SI=System International)

از معروف‌ترین سامانه‌های واحدهای اندازه‌گیری در دنیا می‌توان از سامانه (SI) نام برد. در این کتاب سامانهٔ SI در کاربرد انواع کمیت‌ها، حاکم خواهد بود.

جدول ۳ـ۱ـ سامانهٔ (SI)

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

۳ـ۲ـ۲ـ یکا

متر (m)، واحد طول

یک متر، مسافتی است که نور در مدت $\frac{۱}{۲/۹۹۷۹۲۴۵۸\times۱۰^{۸}}$ ثانیه در خلأ می‌پیماید.

۳ـ۲ـ۳ـ تبدیل واحدها (Unit Convertion)

الف) تبدیل‌های واحد طول (L):

جدول ۳ـ۲ـ ضرایب تبدیل یکاهای طول

$۱۰^{-۳}=۰/۰۰۱$	$۱۰^{-۲}=۰/۰۱$	$۱۰^{-۱}=۰/۱$	۱	۱۰	$۱۰۰=۱۰^{۲}$	$۱۰۰۰=۱۰^{۳}$
کیلومتر km	هکتومتر hm	دکامتر dam	متر m	دسی‌متر dm	سانتی‌متر cm	میلی‌متر mm

پرسش کلاسی

مثال: ۵۰۰۰۰ میلیمتر چند کیلومتر است؟

قاعـدهٔ کلـی تبدیل واحد: بـرای تبدیل واحد، ضریـب واحد خواسته‌شـده را در صورت و ضریـب واحد اولیه را در مخـرج از جدول فوق قـرار می‌دهیم.

$$۵۰۰۰۰\text{mm}\times\frac{۰/۰۰۱\ \text{km}}{۱۰۰۰\ \text{mm}}=۵\times۱۰^{۴}\times\frac{۱۰^{-۳}}{۱۰^{۳}}=۵\times۱۰^{-۲}\text{km}=۰/۰۵\text{km}$$

۳ـ۳ـ محاسبهٔ طول با استفاده از رابطهٔ فیثاغورث

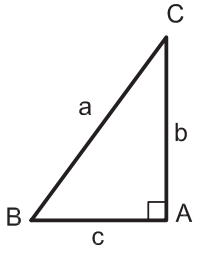
هرگاه دو ضلع از مثلث قائم‌الزاویه‌ای معلوم باشد ضلع سوم را می‌توان به کمک رابطهٔ فیثاغورث محاسبه نمود.

قضیهٔ فیثاغورث

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

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

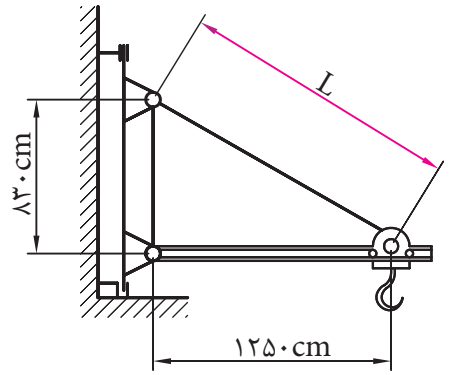
در مثلث ABC شکل ۳ـ۲ زاویهٔ $A=۹۰^{\circ}$ است. پس داریم: $a^{۲}=b^{۲}+c^{۲}$



شکل ۳ـ۲ ▲

پرسش کلاسی

مثال ۱: در حماله مطابق شکل ۳ـ۳ اندازهٔ L چه‌قدر است؟



شکل ۳ـ۳ ▲

طبق قضیهٔ فیثاغورث داریم:

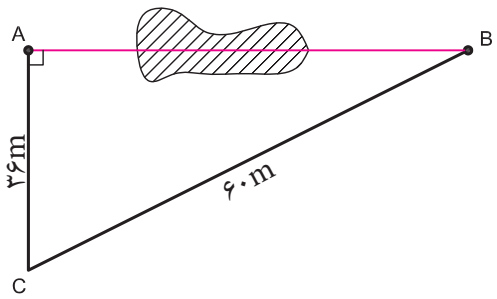
$$L^۲ = ۱۲۵۰^۲ + ۸۳۰^۲$$

$$L^۲ = ۱۵۶۲۵۰۰ + ۶۸۸۹۰۰ = ۲۲۵۱۴۰۰$$

$$L = \sqrt{۲۲۵۱۴۰۰}$$

$$L = ۱۵۰۰/۴۷ \ \ cm$$

مثـال ۲: می‌خواهیـم فاصلـهٔ دو نقطـهٔ A و B را که بین آنها مانعی وجـود دارد تعیین کنیم. بـرای این‌کار، مطابق شـکل ۳ـ۴ مثلـث قائم‌الزاویـهٔ ABC را تشـکیل داده و اضـلاع AC و BC را اندازه‌گیـری کرده‌ایـم. فاصلـهٔ AB چند متر اسـت؟



شکل ۳ـ۴ ▲

طبق رابطهٔ فیثاغورث داریم:

$$(BC)^۲ = (AC)^۲ + (AB)^۲$$

$$۶۰^۲ = ۳۶^۲ + (AB)^۲ \Rightarrow (AB)^۲ = ۶۰^۲ - ۳۶^۲$$

$$(AB)^۲ = ۲۳۰۴$$

$$AB = \sqrt{۲۳۰۴} \Rightarrow AB = ۴۸m$$

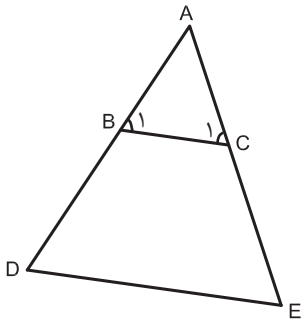
۳ـ۳ـ۱ـ محاسبهٔ طول با استفاده از نسبت تشابه شکل‌های هندسی

در دو شکل متشابه، نسبت بین اضلاع متناظر عدد ثابتی است که به آن نسبت تشابه می‌گویند و آن‌را با حرف «K» نشان می‌دهند.

نکته

هر گاه دو زاویه از مثلثی با دو زاویه از مثلث دیگر برابر باشند، آن‌دو مثلث متشابه بوده که یکی از حالت‌های تشابه دو مثلث می‌باشد که در محاسبات فنی ساختمان کاربرد زیادی دارد.

مثلاً در شکل ۳ـ۵ اگر BC موازی DC باشد لذا زاویهٔ B_1 با D و زاویهٔ C_1 با E برابر می‌باشند و دو مثلث ABC و ADC متشابه خواهند بود و داریم:



شکل ۳ـ۵ ▲

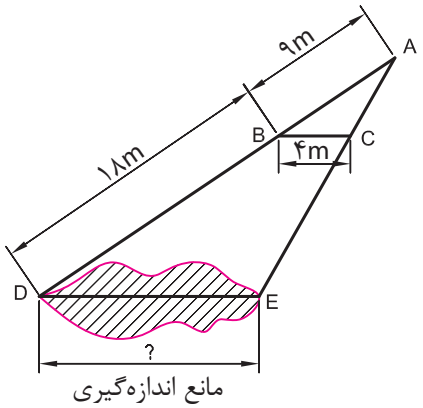
$$\frac{AB}{AD}=\frac{AC}{AE}=\frac{BC}{DE}=K$$

پرسش کلاسی

مثال ۱: در شکل ۳ـ۶، خط BC موازی ضلع DE است؛ یعنی دو مثلث ABC و ADE متشابه هستند و داریم:

متر AB=۹ ، متر BD=۱۸ و متر BC=۴ ، طول ضلع DE چند متر است؟

حل: طبق تعریف نسبت تشابه داریم:



شکل ۳ـ۶ ▲

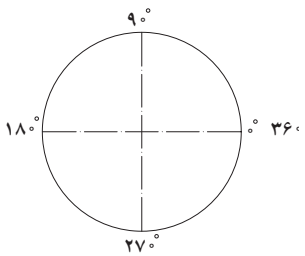
$$\frac{AB}{AD}=\frac{BC}{DE}$$

$$\frac{۹}{۹+۱۸}=\frac{۴}{DE}\Rightarrow DE=\frac{۴\times(۹+۱۸)}{۹}\Rightarrow \boxed{DE=۱۲m}$$

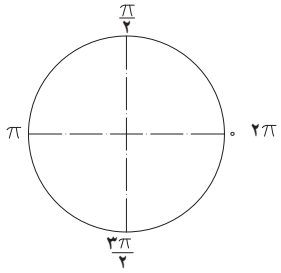
واحد یادگیری ۴
روش‌های محاسبهٔ زاویه

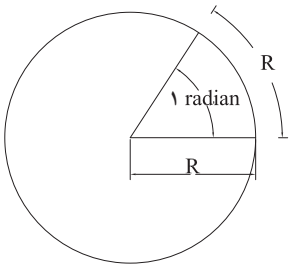
۴ـ۱ـ واحدهای زاویه

درجـه(Degree): یـک درجـه(1°)، $\frac{1}{360}$ زاویـهٔ مرکـزی دایـرهٔ کامـل اسـت. یـک درجه برابـر ۶۰ دقیقـه و هر دقیقـه معـادل ۶۰ ثانیه اسـت.



رادیان(Radian): یک رادیان (۱radian)، $\frac{۱}{۶/۲۸}=\frac{۱}{۲\pi}$ زاویهٔ مرکزی دایرهٔ کامل است.





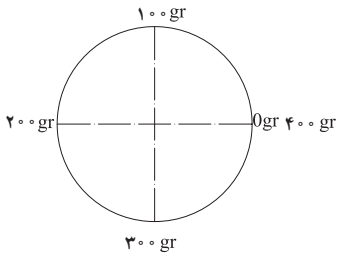
طول قوس مقابل زاویه

زاویه به رادیان $\theta=\frac{L}{r}$

شعاع دایره

(۱radian=۵۷,۳°)

گراد(Grad) : یک گراد(۱grad)، $\frac{۱}{۴۰۰}$ زاویهٔ مرکزی دایرهٔ کامل است.یک گراد برابر ۱۰۰ دقیقهٔ گرادی است.



تبدیل‌های واحد زاویه:

جدول ۴ـ۱ـ ضرایب تبدیل یکاهای زاویه

۳۶۰۰"	۶۰'	۱°	$\frac{\pi}{۱۸۰}$radian	$\frac{۴۰۰}{۳۶۰}=\frac{۱۰}{۹}$ grad
ثانیه	دقیقه	درجه	رادیان	گراد
second	minute	Degree (D)	radian	grad

مثال: یک رادیان چند ثانیهٔ درجه‌ای است؟

$$۱\ \text{radian}\times\frac{۳۶۰۰''}{\frac{\pi}{۱۸۰}\text{radian}}=\frac{۳۶۰۰\times۱۸۰}{\pi}=۲۰۶۲۶۵''$$

۴ـ۱ـ۱ـ محاسبهٔ زوایای مثلث

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

پرسش کلاسی

مثال ۱: در مثلث قائم‌الزاویهٔ شکل ۴ـ۱ اندازهٔ زاویه‌های B و C چند درجه است؟

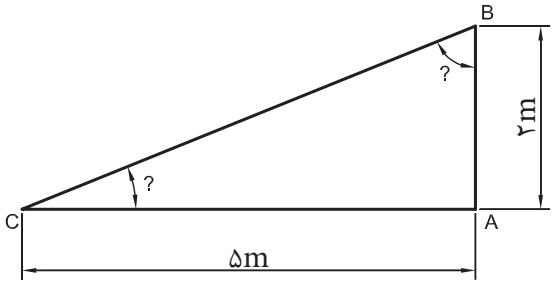
$$\tan \hat{C} = \frac{۲}{۵} = ۰/۴$$

$$\Rightarrow \hat{C} = \tan^{-۱}(۰/۴)$$

$$\Rightarrow \hat{C} = ۲۱/۸۰^\circ$$

$$\tan \hat{B} = \frac{۵}{۲} = ۲/۵$$

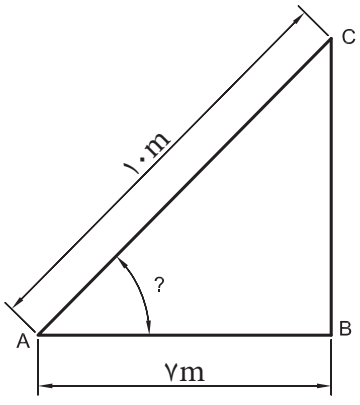
$$\Rightarrow \hat{B} = \tan^{-۱}(۲/۵) \Rightarrow \hat{B} = ۶۸/۲۰^\circ$$



شکل ۴ـ۱ ▲

مثال ۲: در شکل ۴ـ۲ اندازهٔ زاویهٔ A چند درجه است؟

$$\cos A = \frac{۷}{۱۰} = ۰/۷ \Rightarrow \hat{A} = ۴۵^\circ ۳۴'$$

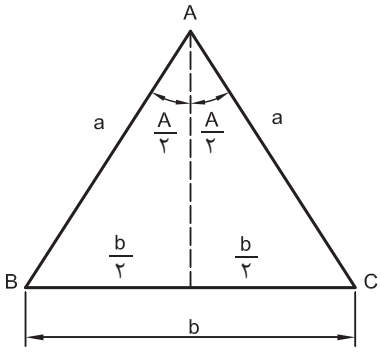


شکل ۴ـ۲ ▲

ب. محاسبهٔ زوایای مثلث متساوی‌الساقین: در مثلث متساوی‌الساقین ABC (شکل ۴ـ۳) ارتفاع نظیر رأس A، نیمساز زاویهٔ A و عمودمنصف ضلع مقابل به زاویهٔ A بر هم منطبق می‌باشند؛ بنابراین با توجه به روابط مثلثاتی داریم:

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

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



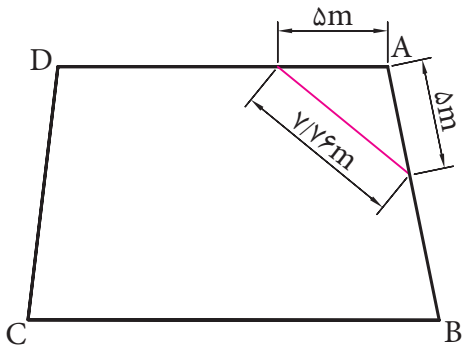
شکل ۴ـ۳ ▲

با استفاده از رابطهٔ فوق مقدار زاویهٔ $(\frac{A}{2})$ را محاسبه نموده و سپس زاویهٔ A را محاسبه می‌نماییم. با توجه به اینکه زوایای B و C با هم برابرند، خواهیم داشت:

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

پرسش کلاسی

مثال: برای اندازه‌گیری زاویهٔ A در گوشهٔ یک زمین، دو طول مساوی ۵ متری در روی دو ضلع آن جدا کرده و سپس ضلع سوم آن‌را اندازه‌گیری نموده‌ایم (شکل ۴ـ۴). اندازهٔ زاویهٔ A چند درجه است؟



شکل ۴ـ۴ ▲

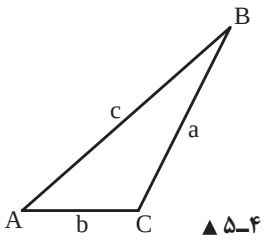
حل:

$$\sin\frac{A}{2} = \frac{b}{2a} = \frac{7/76}{2\times5} = 0/7776 \Rightarrow \frac{\hat{A}}{2} = 50^\circ 54' \Rightarrow \hat{A} = 101^\circ 48'$$

ج. محاسبهٔ زوایای داخلی مثلث غیرمشخص:

۱ـ رابطـهٔ کسـینوس‌ها: هـر گاه سـه ضلـع مثلثی معلوم باشـد با اسـتفاده از رابطه کسـینوس‌ها می‌تـوان زوایای مثلث را محاسـبه نمود.

در مثلث ABC شکل ۴ـ۵ داریم:



شکل ۴ـ۵ ▲

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos A$$
$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac\cos B$$
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos C$$

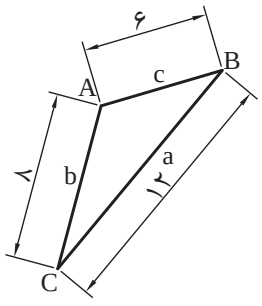
با اسـتفاده از روابـط بـالا که بـه رابطهٔ کسـینوس‌ها معـروف اسـت، می‌توانیم زوایـای مثلـث را به‌صـورت روبه‌رو بنویسـیم:

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

پرسش کلاسی

مثال ۱: زوایای مثلث ABC (شکل ۴ـ۶) چند درجه است؟

حل:



شکل ۴ـ۶ ▲

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \frac{8^2 + 6^2 - 12^2}{2\times 8\times 6} = \frac{64 + 36 - 144}{2\times 8\times 6}$$
$$\cos A = -0/4583 \Rightarrow \hat{A} \simeq 117^\circ 17'$$

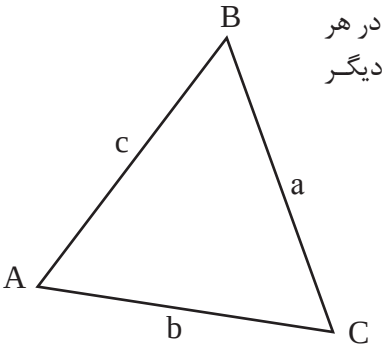
برای زاویهٔ B داریم:

$$\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} = \frac{12^2 + 6^2 - 8^2}{2\times 12\times 6} = \frac{144 + 36 - 64}{2\times 12\times 6} = 0/8056 \Rightarrow \hat{B} = 36^\circ 20'$$

برای زاویهٔ C داریم:

$$\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{12^2 + 8^2 - 6^2}{2\times 12\times 8} = \frac{144 + 64 - 36}{2\times 12\times 8} = 0/8958 \Rightarrow \hat{C} \simeq 26^\circ 23'$$

بـرای اطمینـان از درسـتی محاسـبات، زوایـای به‌دسـت آمـده را بـا هم جمـع می‌کنیم کـه باید جمع آنهـا 180° شود.



شکل ۴ـ۷ ▲

۲ـ رابطه سینوس‌ها: هرگاه دو ضلع و زاویه مقابل به یکی از آنها در هر مثلث معلوم باشد با استفاده از رابطه سینوس‌ها می‌توان زوایای دیگر مثلث را محاسبه کرد.

$$\hat{A}+\hat{B}+\hat{C}=۱۱۷^\circ ۱۷' + ۳۶^\circ ۲۰' + ۲۶^\circ ۲۳' = ۱۸۰^\circ$$

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

پرسش کلاسی

مثال۲: در مثلث ABC شکل ۴ـ۷ اگر $a=۱۵m$ و $b=۱۰m$ و $A=۶۰^\circ$ باشد، زوایای B و C را به‌دست آورید.

حل:

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

$$\frac{۱۵}{\sin ۶۰}=\frac{۱۰}{\sin B}\Rightarrow \sin B=\frac{۱۰\times \sin ۶۰}{۱۵}$$

$$\Rightarrow \sin B=۰/۵۷۷ \Rightarrow B=\sin^{-۱}(۰/۵۷۷)$$

$$\Rightarrow \hat{B}=۳۵/۲۶^\circ$$

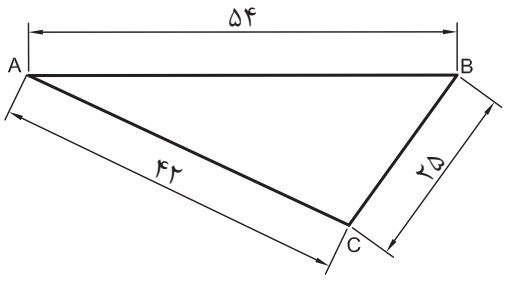
برای محاسبه زاویه C کافی‌است مجموع زوایای A و B را از ۱۸۰° کم نماییم.

$$\hat{C}=۱۸۰^\circ-(\hat{A}+\hat{B})\Rightarrow \hat{C}=۱۸۰^\circ-(۶۰+۳۵/۲۶)$$

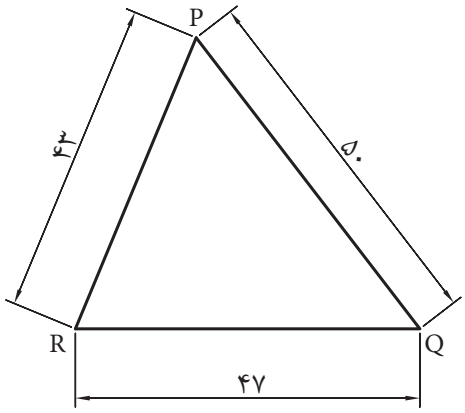
$$\Rightarrow \hat{C}=۸۴/۷۴^\circ$$

تمرین

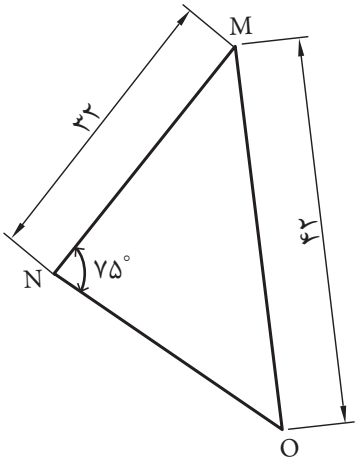
زوایای مثلث‌های شکل‌های ۴ـ۸، ۴ـ۹ و ۴ـ۱۰ را محاسبه کنید.



شکل ۴ـ۸ ▲



شکل ۴ـ۹ ▲



شکل ۴ـ۱۰ ▲

د. محاسبه زوایای داخلی یک چندضلعی منتظم

به یک n ضلعی که اضلاع آن با هم برابر باشند، n ضلعی منتظم گفته می‌شود.

مجموع زوایای داخلی یک n ضلعی برابر است با: $(n-۲)۱۸۰^\circ$

پرسش کلاسی

مثال: مجموع زوایای داخلی یک ۵ ضلعی برابر است با: $(۵-۲)\times۱۸۰^\circ = ۵۴۰^\circ$

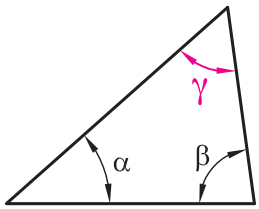
اندازهٔ هر زاویهٔ یک n ضلعی منتظم عبارت‌است از: $\frac{n-۲}{n}\times۱۸۰^\circ$

پرسش کلاسی

مثال: اندازهٔ هر زاویهٔ یک ۸ ضلعی منتظم عبارت‌است از: $\frac{۸-۲}{۸}\times۱۸۰^\circ = ۱۳۵^\circ$

تمرین

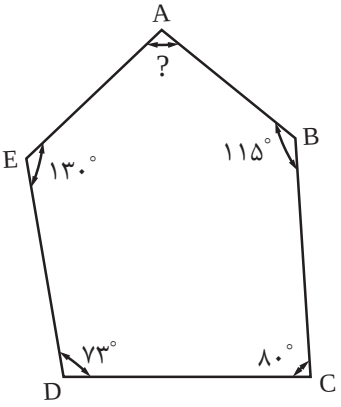
۱ـ در مثلث شکل ۴ـ۱۱ مقدار زاویهٔ γ را به‌دست آورید.
($\alpha=۲۴^\circ ۱۸'$ و $\beta=۴۷^\circ$)



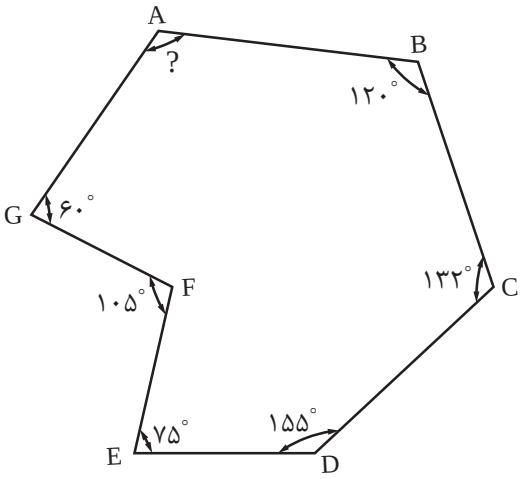
شکل ۴ـ۱۱ ▲

تمرین

۲ـ در شکل‌های ۴ـ۱۲ و ۴ـ۱۳ مقدار زاویهٔ A را محاسبه نمایید.



شکل ۴ـ۱۲ ▲



شکل ۴ـ۱۳ ▲

پودمان ۳

محاسبهٔ سطح



کار با ماشین حساب و آشنایی با نرم افزار

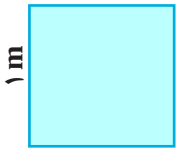
مفاهیم پایه واحدهای اندازه گیری و تبدیل آن‌ها

روش‌های محاسبه طول ، زاویه ، سطح ، حجم ، وزن و مقدار مصالح و زمان انجام کار

واحد یادگیری ۵
محاسبهٔ سطح

۵ـ۱ـ متر مربع(m^2)، واحد سطح

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



۵ـ۱ـ۱ـ تبدیل‌های واحد سطح (A)

جدول ۵ـ۱ـ ضرایب تبدیل یکاهای سطح

10^{-6} کیلومترمربع km^2	10^{-4} هکتومترمربع hm^2 (هکتار)	10^{-2} دکامترمربع dam^2 (آر)	۱ مترمربع m^2	10^{2} دسی‌مترمربع dm^2	10^{4} سانتی‌مترمربع cm^2	10^{6} میلیمترمربع mm^2

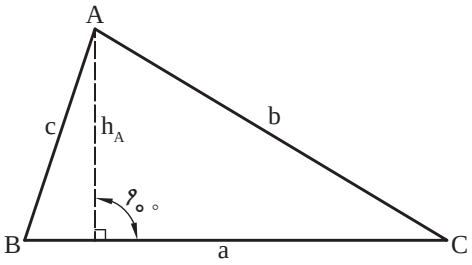
پرسش کلاسی

مثال: ۱۵۰۰۰۰ سانتی متر مربع چند کیلومتر مربع است؟

$$۱۵۰۰۰۰\ cm^2 \times \frac{10^{-6}\ km^2}{10^{4}\ cm^2} = ۱/۵ \times 10^{5} \times \frac{10^{-6}}{10^{4}} = ۱/۵ \times 10^{-5}\ km^2$$

۵ـ۱ـ۲ـ محاسبهٔ مساحت مثلث

مساحت مثلث نامشخص ABC (شکل ۵ـ۱) را می‌توانیم به روش‌های مختلف محاسبه کنیم.



شکل ۵ـ۱ ▲

مساحت مثلث با داشتن اندازهٔ قاعده و ارتفاع آن، برابر است با:

یک‌دوم قاعده ضرب‌در ارتفاع $S = \frac{۱}{۲} a.h_A$

مساحت مثلث با داشتن دو ضلع و زاویهٔ بین آنها، برابر است با:

یک‌دوم حاصل‌ضرب دو ضلع ضرب‌در سینوس زاویهٔ بین آنها. $S = \frac{۱}{۲} a.b.\sin C$

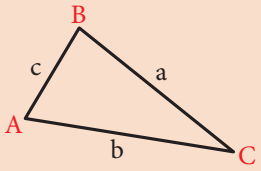
مساحت مثلث با داشتن سه ضلع، برابر است با:

جذر حاصل‌ضرب نصف محیط مثلث ضرب‌در نصف محیط مثلث، منهای هر یک از اضلاع آن.

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \quad , \quad p = \frac{a+b+c}{۲}$$

آیا می‌دانید که ...

برای محاسبهٔ 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.



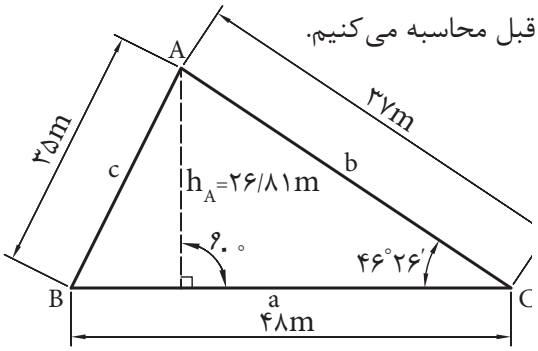
$$S = \sqrt{\left[(\frac{c+b}{۲})^۲ - (\frac{a}{۲})^۲\right]\left[(\frac{a}{۲})^۲ - (\frac{c-b}{۲})^۲\right]} = S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

(که امروزه به فرمول هرون معروف شده است.)

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

پرسش کلاسی

مثال: در شکل ۵ـ۲ مساحت ABC را به سه‌روش صفحهٔ قبل محاسبه می‌کنیم.



شکل ۵ـ۲ ▲

با استفاده از اندازهٔ قاعده و ارتفاع:

$$S=\frac{۱}{۲}a.h_A=\frac{۱}{۲}\times ۴۸m\times ۲۶/۸۱m=۶۴۳/۴۴m^۲$$

با استفاده از اندازهٔ دو ضلع و زاویهٔ بین آنها:

$$S=\frac{۱}{۲}ab\sin C=\frac{۱}{۲}\times ۴۸\times ۳۷\times \sin ۴۶^\circ ۲۶'$$

$$S=\frac{۱}{۲}\times ۴۸\times ۳۷\times ۰/۷۲۴۶=۶۴۳/۴۴m^۲$$

با استفاده از اندازهٔ سه ضلع:

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

$$p=\frac{a+b+c}{۲}=\frac{۴۸+۳۷+۳۵}{۲}=۶۰$$

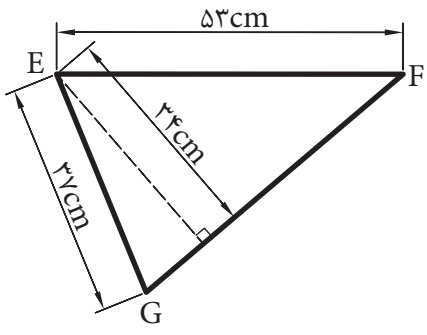
$$S=\sqrt{۶۰(۶۰-۴۸)(۶۰-۳۷)(۶۰-۳۵)}$$

$$S=\sqrt{۶۰(۱۲)(۲۳)(۲۵)}=\sqrt{۴۱۴۰۰۰}=۶۴۳/۴۳m^۲$$

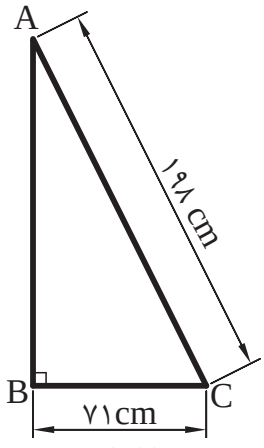
نکته: اختلاف حاصل در محاسبهٔ مساحت به‌دلیل گرد کردن اعداد در محاسبات به‌وجود آمده است.

تمرین

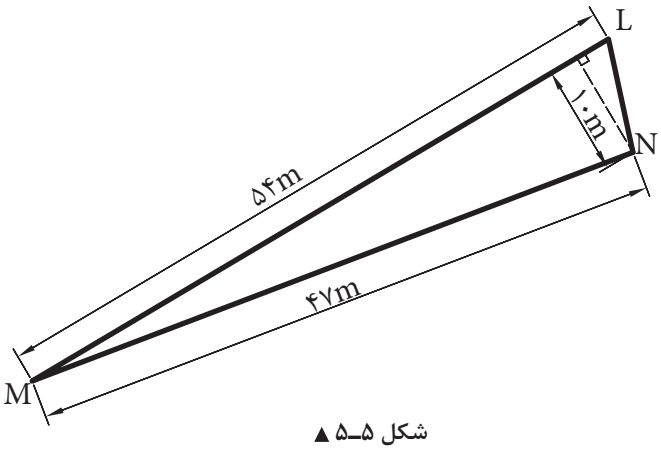
۱ـ مساحت مثلث‌های شکل‌های ۵ـ۳، ۵ـ۴ و ۵ـ۵ را بر حسب متر مربع حساب کنید.



شکل ۵ـ۴ ▲

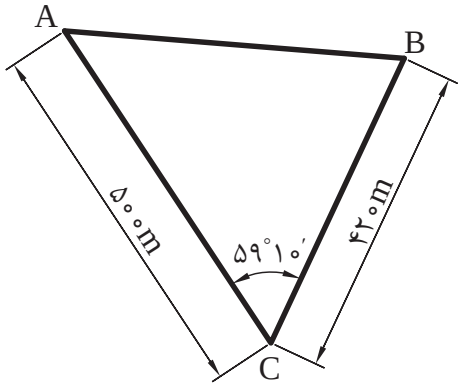


شکل ۵ـ۳ ▲

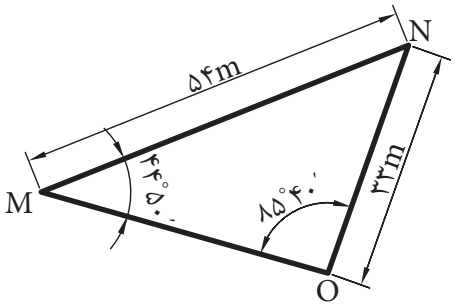


شکل ۵ـ۵ ▲

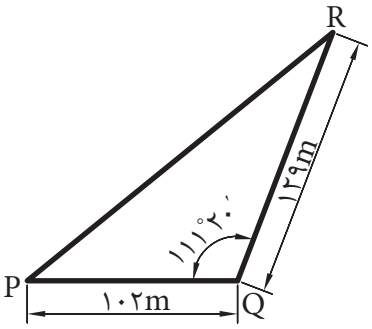
۲ـ مساحت مثلث‌های شکل‌های ۵ـ۶، ۵ـ۷ و ۵ـ۸ را بر حسب متر مربع محاسبه کنید.



شکل ۵ـ۶ ▲

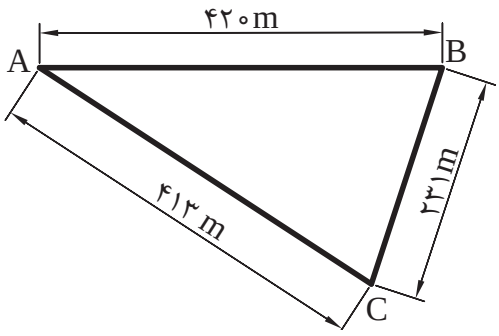


شکل ۵ـ۷ ▲

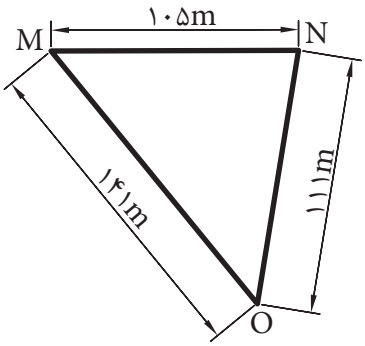


شکل ۵ـ۸ ▲

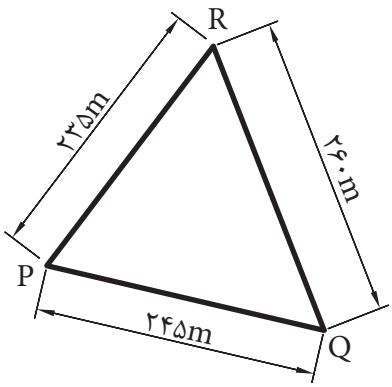
۳ـ مساحت مثلث‌های شکل‌های ۵ـ۹، ۵ـ۱۰ و ۵ـ۱۱ را بر حسب هکتار محاسبه کنید.



شکل ۵ـ۹ ▲



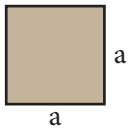
شکل ۵ـ۱۰ ▲



شکل ۵ـ۱۱ ▲

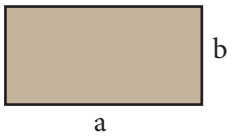
۵ـ۱ـ۳ـ محاسبه مساحت چهارضلعی‌ها

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



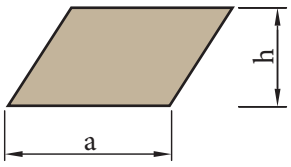
شکل ۵ـ۱۲ ▲

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



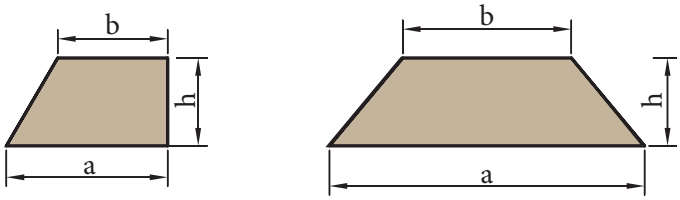
شکل ۵ـ۱۳ ▲

ج) مساحت متوازی‌الاضلاع به قاعدهٔ a و ارتفاع h برابر است با: $S = a.h$



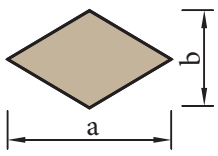
شکل ۵ـ۱۴ ▲

د) مساحت ذوزنقه با قاعده‌های a و b و ارتفاع h برابر است با: $S = \frac{۱}{۲}(a+b).h$



شکل ۵ـ۱۵ ▲

ه) مساحت لوزی با قطرهای a و b برابر است با: $S = \frac{۱}{۲}a.b$



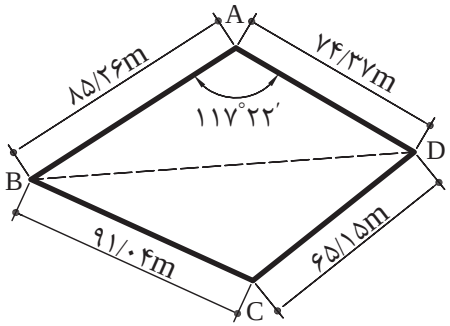
شکل ۵ـ۱۶ ▲

۵ـ۱ـ۴ـ محاسبه مساحت چهارضلعی نامشخص

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

پرسش کلاسی

مثال ۱: در شکل ۵ـ۱۷ مساحت چهارضلعی ABCD چند متر مربع است؟



شکل ۵ـ۱۷ ▲

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

مساحت مثلث

$$S_{ABC}=\frac{۱}{۲}(۸۵/۲۶\text{m})(۷۴/۳۷\text{m})\sin ۱۱۷^\circ ۲۲'=۲۸۱۵/۵۷$$

طول قطر BD

$$(BD)^۲=(۸۵/۲۶)^۲+(۷۴/۳۷)^۲-۲(۸۵/۲۶)(۷۴/۳۷)\cos ۱۱۷^\circ ۲۲'$$

$$(BD)^۲=۱۸۶۲۹/۶۷\Rightarrow BD=۱۳۶/۴۹\text{m}$$

مساحت مثلث BCD

$$S=\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}\quad ,\quad p=\frac{a+b+c}{۲}$$

$$p=\frac{۹۱/۰۴+۶۵/۱۵+۱۳۶/۴۹}{۲}=۱۴۶/۳۴$$

$$S_{BDC}=\sqrt{۱۴۶/۳۴(۱۴۶/۳۴-۹۱/۰۴)(۱۴۶/۳۴-۶۵/۱۵)(۱۴۶/۳۴-۱۳۶/۴۹)}$$

$$S_{BDC}=\sqrt{۶۴۷۱۸۲۷/۸۱}=۲۵۴۳/۹۸$$

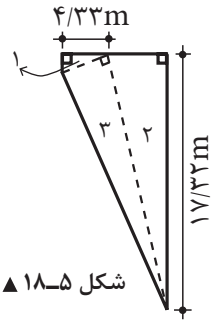
مساحت چهارضلعی ABCD

$$S_{ABCD}=S_{ABD}+S_{BDC}=۲۸۱۵/۵۷+۲۵۴۳/۹۸$$

$$S_{ABCD}=۵۳۵۹/۵۵\text{m}^۲$$

پرسش کلاسی

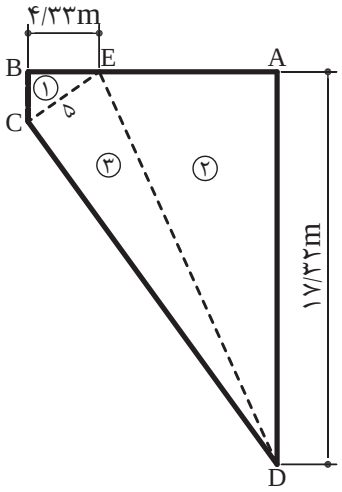
مثـال ۲: قطعـه زمینـی به شـکل ذوزنقـهٔ قائم‌الزاویـه را به سـه قطعه زمیـن به‌صورت مثلـث قائم‌الزاویـه تفکیک کرده‌ایـم. در صورتی‌کـه مسـاحت ذوزنقـه برابـر ۱۴۲/۰۱ متـر مربع و مسـاحت مثلـث (۱)، برابـر ۵/۴۱ متر مربع باشـد، مسـاحت و طـول اضـلاع مثلث‌هـای (۲) و (۳) چقدر اسـت؟ (بر حسـب متر مربـع و متر.)



شکل ۵ـ۱۸ ▲

حل: برای حل این تمرین، ابتدا شکل آن‌را می‌کشیم و بعد گوشه‌ها را اسم‌گذاری می‌کنیم. طبق صورت مسئله، مساحت مثلث (۱)، ۵/۴۱ متر مربع و اندازهٔ ضلع BE، ۴/۳۳ متر است. پس با توجه به قائم‌الزاویه بودن مثلث، ضلع دیگر آن نیز قابل محاسبه است.

شـکل کلـی ایـن زمیـن، ذوزنقـه اسـت کـه اضـلاع BC و AD قاعده‌هـای کوچـک و بـزرگ آن و ضلـع AB هم ارتفـاع ذوزنقـه هسـتند (انـدازهٔ AD در صـورت مسـئله داده شـده و انـدازهٔ BC را هـم برابـر ۲/۵۰ متر به‌دسـت آورده‌ایم).



شکل ۵ـ۱۹ ▲

$$S_{۱}=\frac{BE}{۲}\times BC \qquad ۵/۴۱=\frac{۴/۳۳}{۲}\times BC$$

$$۵/۴۱=۲/۱۶۵\times BC \Rightarrow BC=\frac{۵/۴۱}{۲/۱۶۵}=۲/۴۹۸۸\simeq ۲/۵۰\,m$$

چون مساحت ذوزنقه را داریم، می‌توانیم طول AB را به‌دست بیاوریم:

$$S_{\text{ذوزنقه}} = \frac{AD+BC}{۲}\times AB$$

$$۱۴۲/۰۱ = \frac{۱۷/۳۲+۲/۵۰}{۲}\times AB$$

ارتفاع ذوزنقه

$$۱۴۲/۰۱ = ۹/۹۱\times AB \Rightarrow AB = \frac{۱۴۲/۰۱}{۹/۹۱} = ۱۴/۳۳m$$

حال اندازهٔ ضلع AE (از مثلث ۲) را می‌توانیم حساب کنیم:

$$AE = AB - BE = ۱۴/۳۳ - ۴/۳۳ = ۱۰m$$

و مساحت مثلث (۲) می‌شود:

$$S_{۲} = \frac{۱۰\times ۱۷/۳۲}{۲} = ۸۶/۶۰m^{۲}$$

طول ضلع ED (ضلع سوم یا وتر مثلث ۲) را به‌دست می‌آوریم:

$$ED^{۲} = AD^{۲} + AE^{۲}$$

$$ED^{۲} = ۱۷/۳۲^{۲} + ۱۰^{۲} = ۲۹۹/۹۹ + ۱۰۰ = ۳۹۹/۹۹ \simeq ۴۰۰$$

$$ED = \sqrt{۴۰۰} = ۲۰m$$

وتر مثلث (۲)

با توجه به شکل، مشاهده می‌کنیم که وتر به‌دست آمده، در واقع یک ضلع مثلث (۳) هم می‌باشد. برای به‌دست 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 می‌کنیم:

$$EC^{۲} = BC^{۲} + BE^{۲}$$

$$EC^{۲} = ۲/۵۰^{۲} + ۴/۳۳^{۲} = ۶/۲۵ + ۱۸/۷۵ = ۲۵$$

$$EC = \sqrt{۲۵} = ۵m$$

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

$$S_{۳} = \frac{۵\times ۲۰}{۲} = ۵۰m^{۲}$$

مساحت مثلث (۳)

$$CD^{۲} = ۵^{۲} + ۲۰^{۲} = ۲۵ + ۴۰۰ = ۴۲۵$$

بالاخره اندازهٔ وتر مثلث (۳) (طول CD) می‌شود:

$$CD = \sqrt{۴۲۵} = ۲۰/۶۱m$$

کنترل صحت مساحت‌ها:

$$۵/۴۱ + ۸۶/۶ + ۵۰ = ۱۴۲/۰۱$$

عملیات انجام‌شده صحیح است.

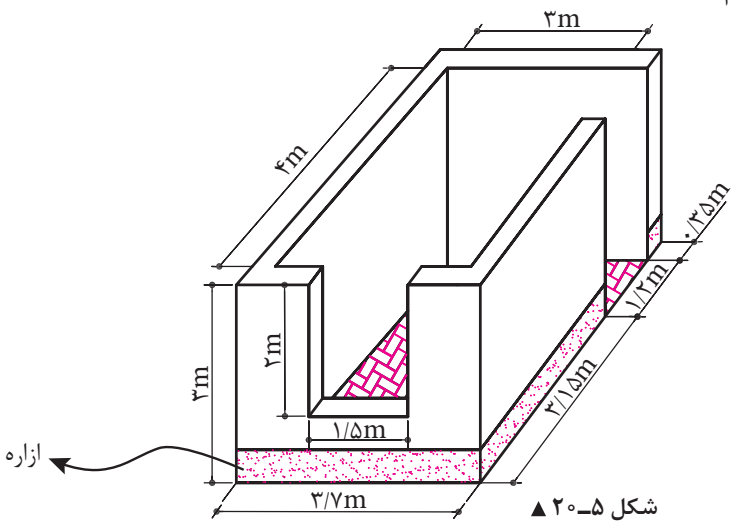
پرسش کلاسی

مثال ۳: ابعاد یک اتاق مطابق شکل ۵ـ۲۰ است:

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

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

پ ـ در صورتی که برای ازارهٔ (سنگ پای دیوار) دیوارهای خارجی این ساختمان از سنگ تیشه‌ای استفاده شود، چند متر سنگ تیشه‌ای لازم است؟



شکل ۵ـ۲۰ ▲

حل: ابعاد مندرج روی شکل عبارت‌اند از:

۳ متر عرض داخلی اتاق، ۳ متر ارتفاع آن، ۴=۱/۲۰+۲/۸۰ متر طول داخلی اتاق، ۲×۱/۵۰ متر اندازهٔ پنجره و ۱/۲۰ متر عرض در (ارتفاع در برابر ۳ متر است).

الف ـ کف اتاق به شکل مستطیل است؛ پس مساحت آن که همان مساحت موزاییک‌کاری است برابر می‌شود با:

مقدار موزاییک لازم $S = ۳ \times ۴ = ۱۲ m^۲$

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

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

محیط مستطیل $۳ + ۴ + ۳ + ۴ = ۱۴ m$

سطح دیوارها با در و پنجره $۱۴ \times ۳ = ۴۲ m^۲$

سطح پنجره $۱/۵۰ \times ۲ = ۳ m^۲$

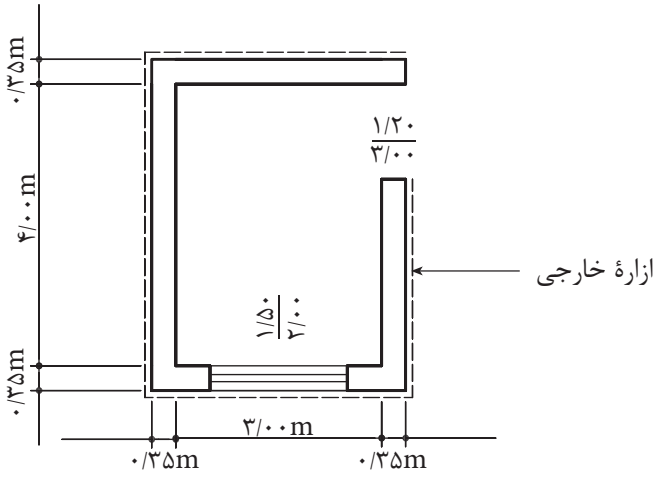
سطح در $۱/۲۰ \times ۳ = ۳/۶۰ m^۲$

سطح در و پنجره $۳ + ۳/۶۰ = ۶/۶۰ m^۲$

سطح خالص دیوار یا سطح کاغذدیواری $۴۲ - ۶/۶۰ = ۳۵/۴۰ m^۲$

(بایـد توجـه داشـت کـه کناره‌هـای داخلـی در و پنجـره هـم کاغذدیواری می‌شـوند، ولی مـا در حل ایـن تمرین، آن قسـمت‌ها را منظـور نکردیم.)

پ ـ طول سـنگ تیشـه‌ای که در شـکل ۵ـ۲۱، با خط‌چین نشـان داده شـده، برابر اسـت با محیط خارجی اتاق، منهای درِ ورودی.

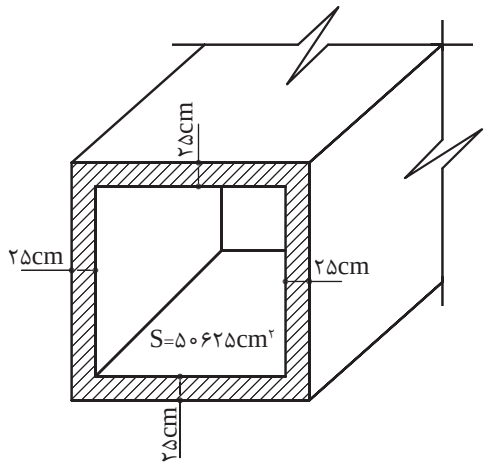


شکل ۵ـ۲۱ ▲

اندازهٔ طول خارجی اتاق	۴+۰/۳۵+۰/۳۵=۴/۷۰m
اندازهٔ عرض خارجی اتاق	۳+۰/۳۵+۰/۳۵=۳/۷۰m
طول محیط خارجی اتاق	۴/۷۰+۳/۷۰+۴/۷۰+۳/۷۰=۱۶/۸۰m
طول سنگ رگی	۱۶/۸۰−۱/۲۰=۱۵/۶۰m

تمرین

۱ـ شـکل ۵ـ۲۲ یـک آب‌روی بتنـی را بـا مقطـع مربع نشـان می‌دهـد. ابعاد داخلـی و خارجی آن‌را بر حسـب متر محاسـبه کنید (S مسـاحت مقطع داخلی آب‌رو می‌باشـد.) .



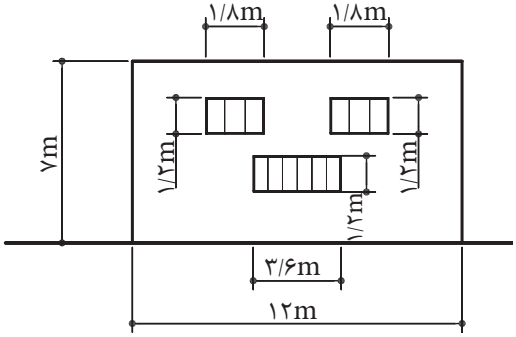
شکل ۵ـ۲۲ ▲

۲ـ تعداد ۹۰۰ عدد موزاییک ۳۰×۳۰ سانتی‌متر برای فرش‌کردن سالنی مورد نیاز است.
الف ـ در صورتی‌که سالن به شکل مربع باشد، ابعاد آن چند متر است؟
ب ـ در صورتی‌که سالن به شکل مستطیل و طول آن ۱/۴۴ برابر عرض آن باشد، ابعاد سالن چند متر است؟
۳ـ شکل ۵ ـ۲۳ پی بتنی و قالب آن‌را نشان می‌دهد. در صورتی‌که طول و عرض و ارتفاع قالب برابر ۴ متر، ۲ متر و ۶۰ سانتی‌متر باشد، سطح این قالب چند متر مربع است؟
۴ـ شکل ۵ ـ۲۳ پی بتنی و قالب آن‌را نشان می‌دهد. در صورتی‌که طول و عرض و ارتفاع قالب برابر ۴ متر، ۲ متر و ۶۰ سانتی‌متر باشد، سطح این قالب چند متر مربع است؟



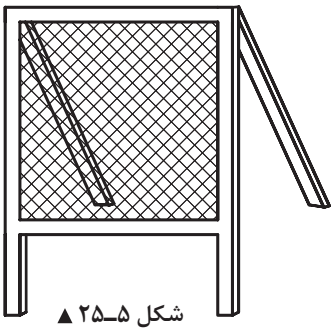
شکل ۵ـ۲۳ ▲

۵ـ شکل ۵ـ۲۴ نمای یک ساختمان را نشان می‌دهد. در صورتی‌که بخواهیم نما را سیمان‌کاری کنیم، چند متر مربع سیمان‌کاری خواهیم داشت؟ (ابعاد به متر است.)



شکل ۵ـ۲۴ ▲

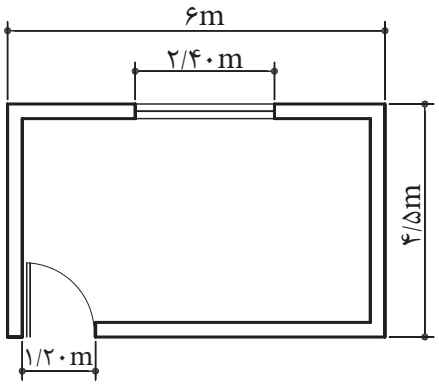
۶ـ سطح قابل استفادهٔ سرند مربعی شکل (مطابق شکل ۵ـ۲۵) باید ۱۱۶/۴۸ دسی‌متر مربع باشد:
الف ـ ابعاد سرند را بر حسب سانتی‌متر حساب کنید.
ب ـ اگر بخواهیم ۶ عدد از این سرندها بسازیم، چند متر مربع توری لازم است؛ با در نظر گرفتن اینکه برای میخ‌کردن توری، از هر طرف ۴ سانتی‌متر اضافه در نظر گرفته شود.



شکل ۵ـ۲۵ ▲

۷ـ کف انباری به شکل مستطیل با طول ۸/۲۰ m و عرض ۴/۷۰ m باید آجرفرش شود.
الف ـ مساحت انبار را بر حسب متر مربع حساب کنید.
ب ـ در صورتی‌که برای هر متر مربع ۴۸ عدد آجر لازم باشد، تعداد آجر مورد نیاز چقدر است؟

۸ـ مطابق شکل ۵ـ۲۶ اگر ارتفاع اتاقی ۳ متر و ارتفاع پنجره ۱/۰۷ متر، ارتفاع در ۲ متر و ضخامت دیوارها ۲۲ سانتی‌متر باشد، تعیین کنید:
الف ـ مساحت موزاییک فرش کف را بر حسب متر مربع.
ب ـ سطح سفیدکاری دیوارها و سقف را بر حسب متر مربع.
پ ـ سطح رنگ‌آمیزی دیوارها را به متر مربع.
توجه: در و پنجره در سطح داخلی دیوارها (هم‌رو) نصب شده‌اند.



شکل ۵ـ۲۶ ▲

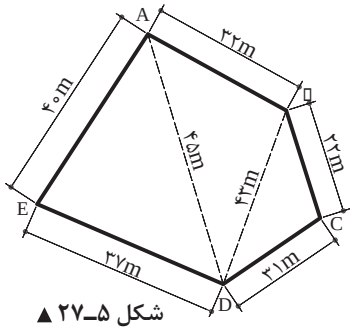
۵ـ۱ـ۵ـ محاسبه مساحت چندضلعی

مساحت چندضلعی غیرمنتظم را از تبدیل کردن آن به چند مثلث یا چهارضلعی‌های مشخصی به‌دست می‌آوریم.

پرسش کلاسی

مثال: یک زمین به شکل پنج‌ضلعی غیرمنتظم ABCDE (شکل ۵ـ۲۷) داریم. طول اضلاع و طول دو قطر آن اندازه‌گیری شده است. مساحت این چندضلعی چند متر مربع است؟

حل: مساحت این پنج‌ضلعی برابر است با:



شکل ۵ـ۲۷ ▲

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

$$S_{ADE} = \sqrt{p(p-۴۰)(p-۳۷)(p-۴۵)} \quad , \quad p = \frac{۳۷+۴۰+۴۵}{۲} = ۶۱$$

$$S_{ADE} = \sqrt{۶۱(۶۱-۴۰)(۶۱-۳۷)(۶۱-۴۵)} = \sqrt{۴۹۱۹۰۴}$$

$$\boxed{S_{ADE} = ۷۰۱/۳۶\,m^۲}$$

$$S_{ADB} = \sqrt{p(p-۴۵)(p-۴۳)(p-۳۲)} \quad , \quad p = \frac{۴۵+۴۳+۳۲}{۲} = ۶۰$$

$$S_{ADB} = \sqrt{۶۰(۶۰-۴۵)(۶۰-۴۳)(۶۰-۳۲)} = \sqrt{۴۲۸۴۰۰}$$

$$\boxed{S_{ADB} = ۶۵۴/۵۲\,m^۲}$$

$$S_{BDC} = \sqrt{p(p-۴۳)(p-۳۱)(p-۲۲)} \quad , \quad p = \frac{۴۳+۳۱+۲۲}{۲} = ۴۸$$

$$S_{BDC} = \sqrt{۴۸(۴۸-۴۳)(۴۸-۳۱)(۴۸-۲۲)} = \sqrt{۱۰۶۰۸۰}$$

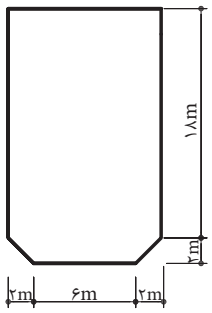
$$\boxed{S_{BDC} = ۳۲۵/۷۰\,m^۲}$$

$$S_{ABCDE} = ۷۰۱/۳۶m^۲ + ۶۵۴/۵۲m^۲ + ۳۲۵/۷۰m^۲ = ۱۶۸۱/۵۸\,m^۲$$

مساحت پنج‌ضلعی

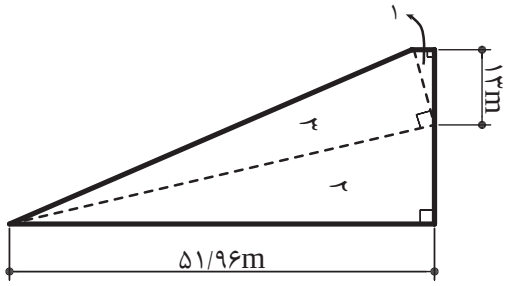
تمرین

۱ـ شکل ۵ـ۲۸ پلان بام یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. سطح زیربنای آن چند متر مربع است؟



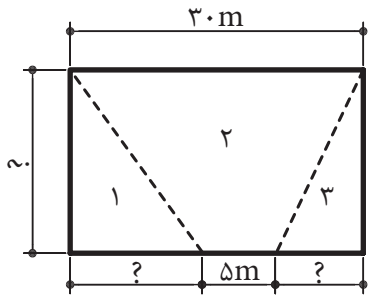
شکل ۵ـ۲۸ ▲

۲ـ قطعه زمینی به شکل ذوزنقهٔ قائم‌الزاویه را به سه قطعه زمین به‌صورت مثلث قائم‌الزاویه تفکیک کرده‌ایم. در صورتی که مساحت ذوزنقه برابر ۱۲۷۸/۳۹ متر مربع و مساحت مثلث (۱) برابر ۴۸/۷۵ متر مربع باشد، مساحت و طول اضلاع مثلث‌های (۲) و (۳) را بر حسب متر مربع و متر محاسبه کنید. (شکل۵ـ۲۹).



شکل ۵ـ۲۹ ▲

۳ـ زمینی مطابق شکل ۵ـ۳۰ باید بین ۳ نفر تقسیم شود. اگر مساحت قطعه (۲) برابر ۳۵۰ متر مربع و مساحت قطعه (۱)، ۱/۵ برابر مساحت قطعه (۳) باشد، اندازه‌های مجهولِ روی شکل را بر حسب متر به‌دست آورید.

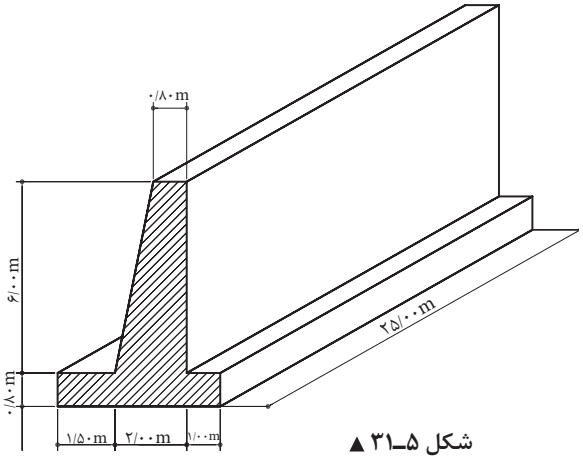


شکل ۵ـ۳۰ ▲

۴ـ طول دیوار حایل نشان‌داده‌شده در شکل ۵ـ۳۱ برابر با ۲۵ متر است.

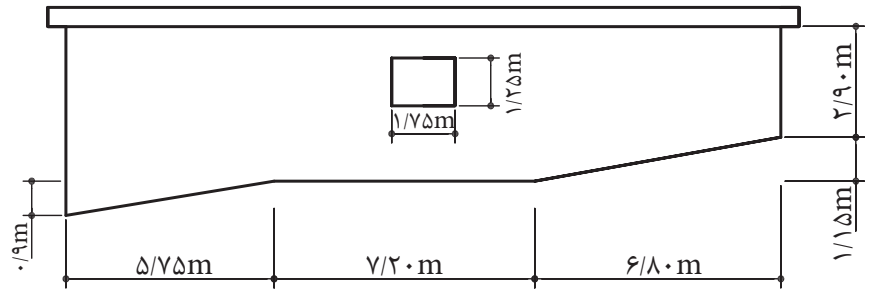
الف ـ سطح مقطع دیوار را بر حسب متر مربع محاسبه کنید.

ب ـ نظر به اینکه تاکنون حجم‌شناسی را نگذرانده‌اید؛ آیا می‌توانید حجم دیوار را محاسبه کنید؟



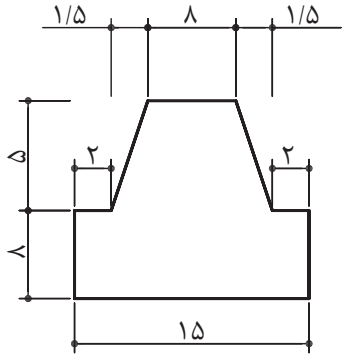
شکل ۵ـ۳۱ ▲

۵ـ شـکل ۵ـ۳۲ دیـوار سـاختمانی را نشـان می‌دهـد که باید اندود شـود. مسـاحت انـدودکاری دیوار را بر حسـب متـر مربع تعییـن کنید.



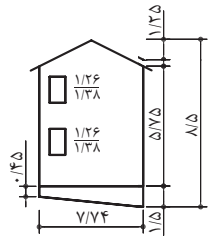
شکل ۵ـ۳۲ ▲

۶ـ شکل ۵ـ۳۳ سقف بالکن یک رستوران را نشان می‌دهد که باید اندود شود:
الف ـ سطح اندودکاری را به متر مربع تعیین کنید.
ب ـ در صورتی‌کـه هـر متـر مربـع انـدود، ۱۵ کیلوگرم گچ لازم داشـته باشـد، مقـدار گچ مورد نیـاز چند کیلوگرم است؟



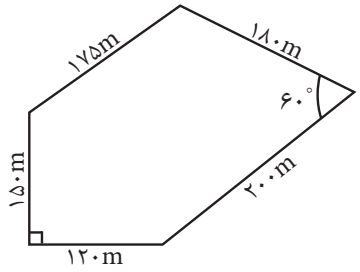
شکل ۵ـ۳۳ ▲

۷ـ قرار اسـت نمای سـاختمانی مطابق شـکل ۵ـ۳۴ دوباره اندود شـود. قسـمت کرسـی (مسـنی)، اندود سـیمان لیسـه‌ای می‌شـود. تعیین کنید:
الف ـ مساحت اندودکاری را بر حسب متر مربع (بدون کرسی).
ب ـ مساحت اندودکاری را بر حسب متر مربع.
پ ـ مقدار مصالح لازم را برای کرسـی بر حسـب کیلوگرم. (برای اندود لیسـه‌ای، ۷ کیلوگرم سـیمان و ۳۵ کیلوگرم ماسـه در هر متر مربع مصرف می‌شـود.)



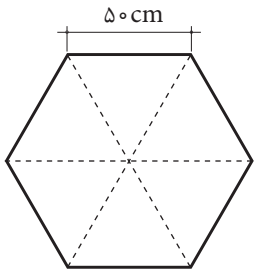
شکل ۵ـ۳۴ ▲

۸ـ مساحت زمینی مطابق شکل ۵ـ۳۵ را بر حسب هکتار به‌دست آورید.



شکل ۵ـ۳۵ ▲

۹ـ مقطع یک ستون بتن‌آرمه مطابق شکل ۵ـ۳۶ به‌صورت یک شش‌ضلعی منتظم به طول هر ضلع ۵۰ سانتی‌متر است. سطح مقطع ستون را بر حسب سانتی‌متر مربع و متر مربع به‌دست آورید.



شکل ۵ـ۳۶ ▲

روش محاسبه عدد π توسط غیاث‌الدین جمشید کاشانی:

محاسبات به کمک دو کثیرالاضلاع منتظم محاطی و محیطی که عده اضلاع هر یک از آنها ضلعی است $۳\times(۲)^{۲۸}=۸۰۵۳۰۶۳۶۸$ 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

$$۲\pi = ۶,۱۶,۵۹,۲۸,۱,۳۴,۵۱,۴۶,۱۴,۵$$

و سپس آن‌را به کسرهای اعشاری که اختراع نوینی بوده تبدیل کرد:

$$۲\pi = ۶/۲۸۳۱۸۵۳۰۷۱۷۹۵۸۶۵$$

$$\pi = ۳/۱۴۱۵۹۲۲۶۵۳۵۸۹۷۹۳$$

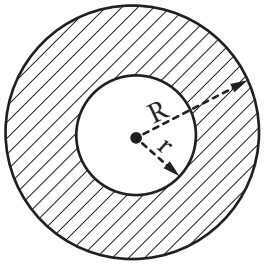
۵ـ۱ـ۶ـ محاسبه مساحت دایره

مساحت دایره به شعاع r برابر است با: $S = \pi r^2$

۵ـ۱ـ۷ـ محاسبه مساحت حلقه

مساحت حلقه بین دو دایره به شعاع‌های R و r برابر است با: $S = \pi(R^2 - r^2)$

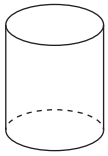
یادآوری: حلقهٔ دایره عبارت است از سطح محصور بین دو دایرهٔ هم‌مرکز با شعاع‌های مختلف (شکل ۵ـ۳۷).

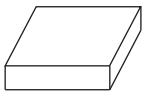


شکل ۵ـ۳۷ ▲

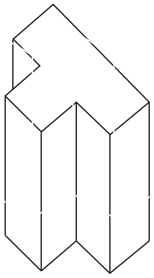
۵ـ۱ـ۸ـ محاسبه سطح جانبی و سطح کل احجام هندسی و احجام مرکب

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

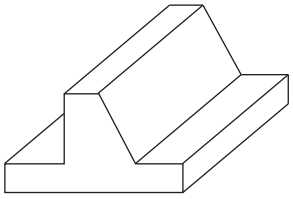




مقطع در طول و ارتفاع ثابت است



مقطع در ارتفاع ثابت است

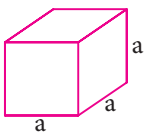


مقطع در طول ثابت است

شکل ۵ـ۳۸ ▲

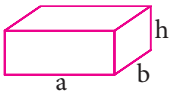
سطح جانبی احجام منشوری = محیط قاعده × ارتفاع

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

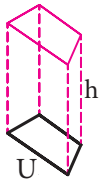


شکل ۵ـ۳۹ ▲

سطح جانبی یک مکعب مستطیل به ابعاد قاعدهٔ a و b و ارتفاع h برابر است با: $۲(a+b)h$



شکل ۵ـ۴۰ ▲



شکل ۵ ـ ۴۱ ▲

سطح جانبی منشور با محیط قاعدهٔ U و ارتفاع h برابر است با: MH

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

تمرین

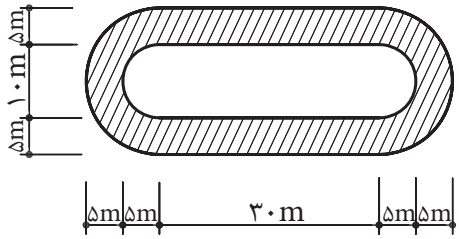
۱ـ در شکل ۵ـ۴۲ قسمت‌های هاشورخوردهٔ زمین دو و میدانی یک استادیوم نشان‌داده شده است. در صورتی‌که بخواهیم در قسمت‌های میانی این زمین چمن بکاریم:

الف ـ مساحت کل زمین را به متر مربع حساب کنید.

ب ـ مساحت قسمت چمن‌کاری چند متر مربع است؟

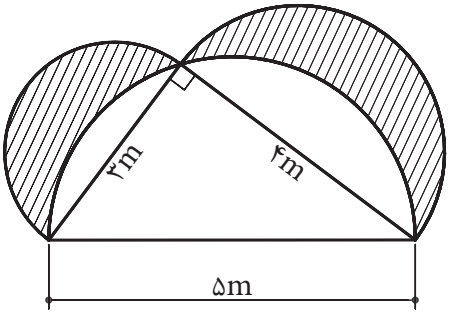
پ ـ چند درصد کل زمین چمن‌کاری می‌شود؟

ت ـ در صورتی‌که بخواهیم پیرامون قسمت چمن‌کاری را در جدول نصب کنیم، چند متر جدول لازم داریم؟



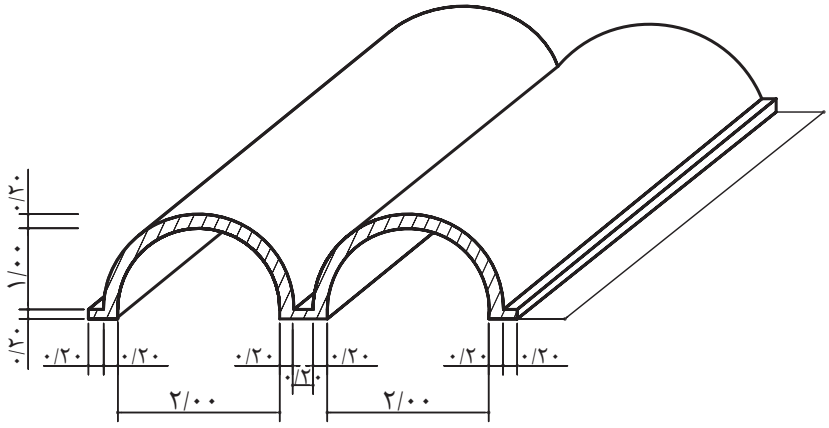
شکل ۵ـ۴۲ ▲

۲ـ در شکل ۵ـ۴۳ مساحت قسمت هاشورخورده را که آب‌نمای قسمتی از یک محوطه‌سازی را نشان می‌دهد، به‌دست آورید (نیم‌دایره‌ها هر کدام به قطر یکی از اضلاع مثلث هستند).



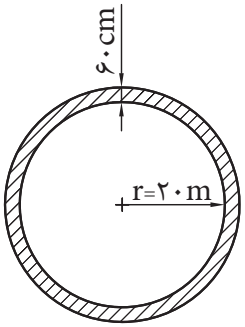
شکل ۵ـ۴۳ ▲

۳ـ شـکل ۵ـ۴۴ یک سـقف پوسـته‌ای بتن‌آرمه را نشـان می‌دهد. سـطح مقطع بتن قسـمت هاشـور خورده را بر حسـب متـر مربع به‌دسـت آورید.



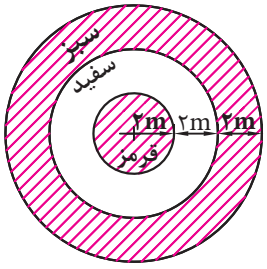
شکل ۵ـ۴۴ ▲

۴ـ اسـتخری دایـره‌ای شـکل بـه شـعاع ۲۰ متر (شـکل ۵ـ۴۵) موجـود اسـت. می‌خواهیم لبهٔ اسـتخر را به عرض ۶۰ سـانتی‌متر سـنگ‌فرش کنیـم؛ مسـاحت سـنگ مورد نیـاز چند متر مربع اسـت؟



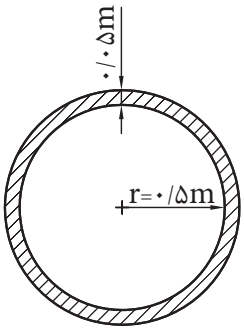
شکل ۵ـ۴۵ ▲

۵ـ قـرار اسـت یـک سـایه‌بان دایـره‌ای شـکل به صـورت پرچـم ایران رنگ‌آمیزی شـود (شـکل ۵ـ۴۶)؛ سـطح هر کـدام از رنگ‌هـا را بـر حسـب متر مربـع به‌دسـت آورید.



شکل ۵ـ۴۶ ▲

۶ـ شکل ۵ـ۴۷ مقطع یک لولهٔ بتنی را نشان می‌دهد.
الف ـ سطح مقطع داخل لوله چند سانتی‌متر مربع است؟
ب ـ سطح مقطع بتن مصرفی چند سانتی‌متر مربع است؟
پ ـ نسبت سطح مقطع بتن مصرفی به سطح مقطع داخل لوله چند درصد است؟



شکل ۵ـ۴۷ ▲

۷ـ مطلوب است محاسبه موزاییک لازم برای فرش فضای آموزشی خودتان.

پودمان ۴

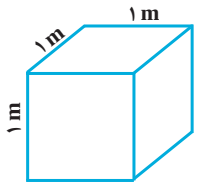
محاسبهٔ حجم و وزن



واحد یادگیری ۶
روش‌های محاسبهٔ حجم

۶ـ۱ـ مترمکعب (m^3)، واحد حجم

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



$V = ۱\ m^3$

۶ـ۱ـ۱ـ تبدیل‌های واحد حجم (V)

جدول ۶ـ۱ـ ضرایب تبدیل یکاهای حجم

$۱۰^{-۹}$ کیلومترمکعب km^3	$۱۰^{-۶}$ هکتومترمکعب hm^3	$۱۰^{-۳}$ دکامترمکعب dam^3	۱ مترمکعب m^3	$۱۰^{۳}$ دسی‌مترمکعب dm^3 (لیتر Lit)	$۱۰^{۶}$ سانتی‌مترمکعب cm^3 (سی‌سی cc یا میلی‌لیتر ml)	$۱۰^{۹}$ میلیمترمکعب mm^3

پرسش کلاسی

مثال: ۱۰۰۰۰۰ لیتر چند متر مکعب است؟

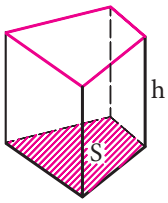
$$۱۰۰۰۰۰\ dm^۳ \times \frac{۱m^۳}{۱۰^۳ dm^۳} = ۱۰^۵ \times \frac{۱}{۱۰^۳} = ۱۰^۲ m^۳ = ۱۰۰ m^۳$$

پیدا کردن رابطه بین اعداد در جدول صفحهٔ قبل می‌تواند در به خاطر سپردن آنها کمک زیادی نماید.

۶ـ۱ـ۲ـ محاسبه حجم احجام منشوری

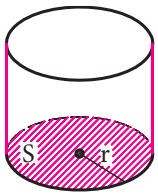
حجم احجام منشوری برابر است با مساحت قاعده × ارتفاع

حجم منشور با مساحت قاعدهٔ S و ارتفاع h برابر است با Sh



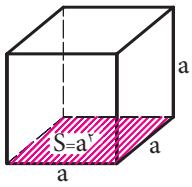
شکل ۶ـ۱ ▲

حجم استوانه با شعاع قاعدهٔ r و ارتفاع h برابر است با $\pi r^۲ h$



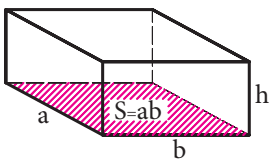
شکل ۶ـ۲ ▲

حجم مکعب به ضلع a برابر است با $a^۳$



شکل ۶ـ۳ ▲

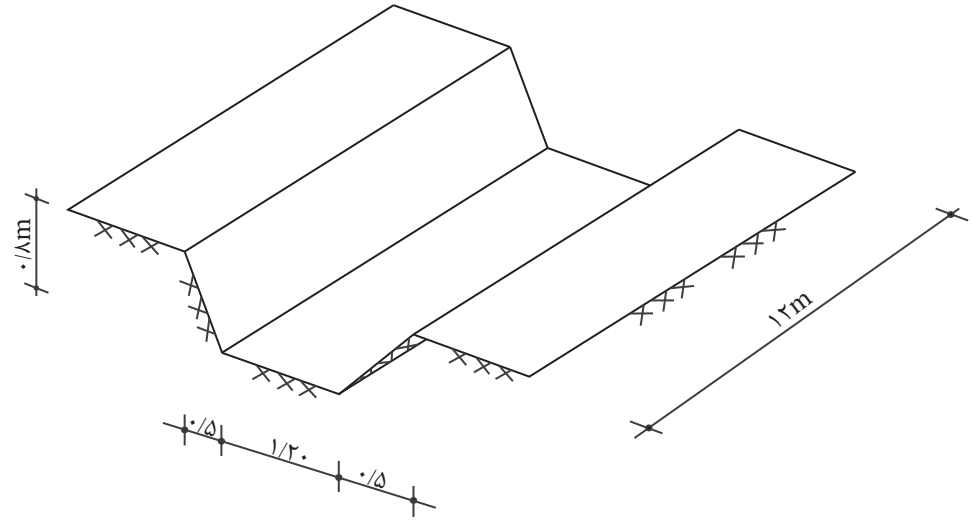
حجم مکعب مستطیل به اضلاع قاعدهٔ a و b و ارتفاع h برابر است با a.b.h

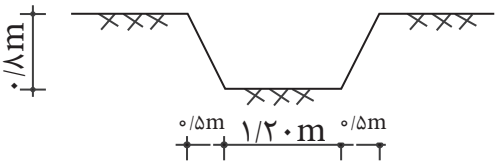


شکل ۶ـ۴ ▲

پرسش کلاسی

مثـال۱: شـکل زیـر یک کانال را نشـان می‌دهـد. حجم خاک‌بـرداری این کانال را بر حسـب متر مکعب محاسـبه کنید.





مقطع کانال

شکل ۶ـ۵ ▲

مساحت مقطع کانال $S=\frac{a+b}{2}\times h=\frac{۱/۲۰+۲/۲۰}{۲}\times ۰/۸$

$S=۱/۳۶\ m^{۲}$

حجم خاک‌برداری $V=S\times L=۱/۳۶\times ۱۲=۱۶/۳۲\ m^{۳}$

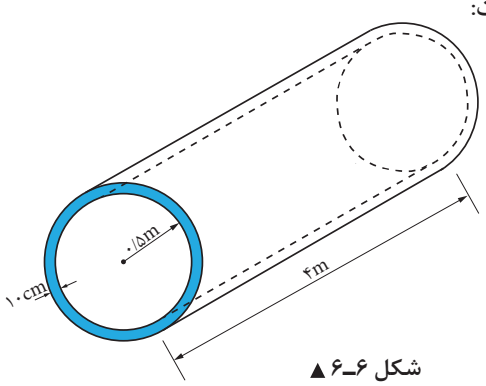
پرسش کلاسی

مثال۲: شکل روبه‌رو یک لوله بتنی را نشان می‌دهد. مطلوب‌است:

الف) فضایی که این لوله اشغال می‌کند

ب) حجم داخل لوله

ج) حجم بتن لازم برای ساخت لوله



شکل ۶ـ۶ ▲

حل:

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

$$r = ۰/۵ \ m$$

$$R = ۰/۵ + ۰/۱ = ۰/۶ \ m$$

$$V_{کل} = S_{کل}.L = \pi R^۲ \times L = ۳/۱۴ \times ۰/۶^۲ \times ۴ \Rightarrow V = ۴/۵۲ \ m^۳$$

ب) حجم داخل لوله

$$V_{داخل} = S_{داخل}.L = \pi r^۲ \times L = ۳/۱۴ \times ۰/۵^۲ \times ۴ \Rightarrow V = ۳/۱۴ \ m^۳$$

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

$$V = S.L = \pi(R^۲ - r^۲) \times L = ۳/۱۴ \times (۰/۶^۲ - ۰/۵^۲) \times ۴$$

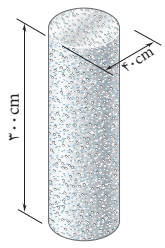
$$\Rightarrow V = ۱/۳۸ \ m^۳$$

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

$$V_{بتن} = V_{کل} - V_{داخل} \Rightarrow V_{بتن} = ۴/۵۲ - ۳/۱۴ = ۱/۳۸ \ m^۳$$

پرسش کلاسی

مثال ۳: حجم شکل ۶ـ۷ که یک ستون بتنی را نشان می‌دهد، چند متر مکعب است؟



شکل ۶ـ۷ ▲

$$r = \frac{d}{۲} = \frac{۴۰}{۲} = ۲۰ \ cm$$

$$\text{مساحت مقطع } S = \pi r^۲ = ۳/۱۴ \times ۲۰^۲ = ۱۲۵۶ \ cm^۲$$

$$V = S \times h = ۱۲۵۶ \times ۳۰۰ = ۳۷۶۸۰۰ \ cm^۳$$

$$V = ۳۷۶۸۰۰ \ cm^۳ \times \frac{۱ \ m^۳}{۱۰۰^۳ \ cm^۳} = ۰/۳۸ m^۳$$

تمرین

۱ـ یک جعبهٔ چوبی مکعب‌شکل به ابعاد داخلی ۰/۵m×۰/۵m×۰/۵m و ضخامت دیوارهٔ ۲ سانتی‌متر موجود است.

الف ـ حجم داخل جعبه چند سانتی‌متر مکعب و چند متر مکعب است؟

ب ـ اگر بخواهیم داخل جعبه را رنگ بزنیم، سطح رنگ‌کاری چند متر مربع است؟

۲ـ یک استخر آب مطابق شکل ۶ـ۸ به‌صورت مکعب‌مستطیل ساخته شده است. کف آن از بتن به ضخامت ۲۰cm و دیوارهٔ آن از بتن به ضخامت ۲۰ سانتی‌متر که داخل آن عایق‌کاری گردیده و یک دیوار ۱۰ سانتی‌متری محافظ عایق هم کشیده شده است. سطح داخلی دیواره نیز با ماسه سیمان لیسه‌ای اندود شده است. موارد زیر را محاسبه کنید:

الف ـ حجم بتن کف (m^3)

ب ـ حجم آجرکاری (m^3)

پ ـ سطح عایق‌کاری کف و دیواره‌ها (m^2)

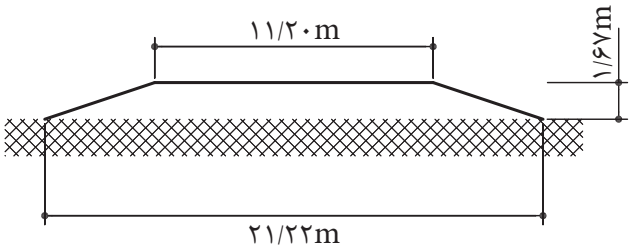
ت ـ سطح اندود دیواره‌ها (m^2)

ث ـ ظرفیت آب استخر (m^3)

ج ـ حجم بتن دیوار (m^3)

۳ـ 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؟

۴ـ قسمتی از یک جاده به طول ۷۳ متر، مطابق شکل خاک‌ریزی می‌شود. محاسبه نمایید که باید چند متر مکعب خاک‌ریزی شود.

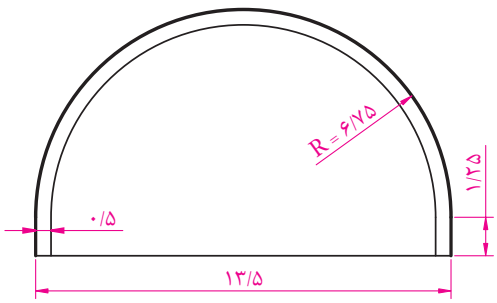


شکل ۶ـ۸ ▲

۵ـ تونلی به طول ۸۴۰ متر با مشخصات طبق شکل ۶ـ۹ مفروض است. مطلوب‌است:

الف ـ محاسبهٔ حجم حفاری انجام‌شده به متر مکعب.

ب ـ محاسبهٔ حجم بتن‌ریزی انجام‌شده به متر مکعب.



شکل ۶ـ۹ ▲



شکل ۶ـ۱۰ ▲

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

الف ـ حجم آجرکاری را به متر مکعب محاسبه کنید.

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

۷ـ در یک ساختمان بتنی، از ستون‌های با مقطع دایره استفاده شده است. در صورتی که از ۱۰ عدد ستون دایره به قطر ۵۰cm و ۱۶ عدد ستون دایره به قطر ۶۰cm استفاده شود و ارتفاع همهٔ ستون‌ها برابر ۳/۲۰ متر باشد:

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

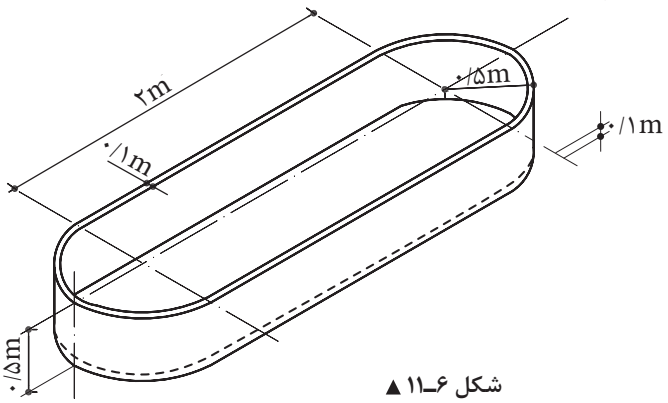
ب ـ در صورت رنگ‌آمیزی ستون‌ها، سطح رنگ‌آمیزی چند متر مربع است؟

۸ـ در یک پارک، تعداد ۲۲ عدد آب‌نما مطابق شکل زیر وجود دارد. در صورتی که این آب‌نماها از بتن ساخته شده باشند و ضخامت دیوار و کف آنها ۱۰ سانتی‌متر باشد:

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

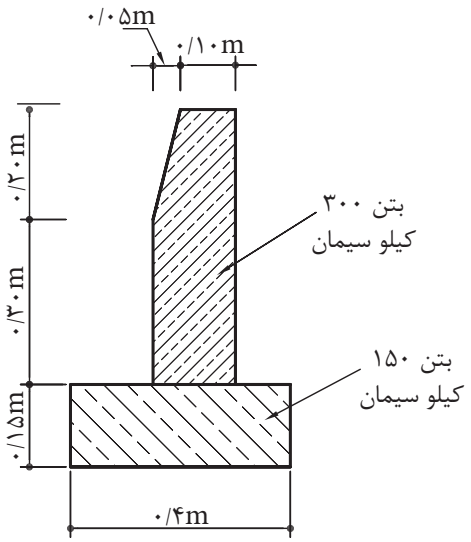
ب ـ گنجایش آب این آب‌نماها در مجموع چقدر است؟ (m^3)

پ ـ سطح رنگ‌آمیزی داخل و خارج این آب‌نماها چقدر است؟ (m^2)



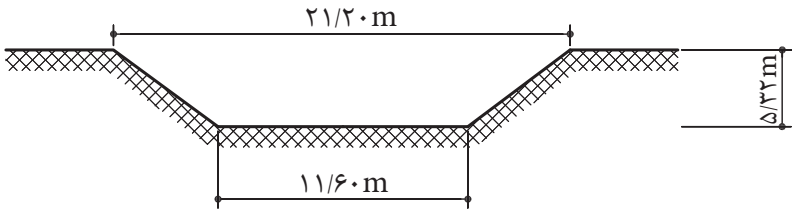
شکل ۶ـ۱۱ ▲

۹ـ شکل زیر مقطع یک جدول سادهٔ بتنی کنار خیابان به طول ۵۰۰ متر را نشان می‌دهد:
الف ـ حجم بتن ۳۰۰ کیلو سیمان بر حسب متر مکعب چقدر است؟
ب ـ حجم بتن ۱۵۰ کیلو سیمان را بر حسب متر مکعب تعیین کنید.



شکل ۶ـ۱۲ ▲

۱۰ـ قسمتی از یک کانال مطابق شکل زیر گودبرداری می‌شود. طول این قسمت ۹۱ متر است. محاسبه کنید که چند متر مکعب گودبرداری می‌شود؟



شکل ۶ـ۱۳ ▲

واحد یادگیری ۷
محاسبهٔ وزن

۷ـ۱ـ کیلوگرم (kg)، واحد جرم

یـک کیلوگـرم جـرم اسـتوانه‌ای از آلیـاژ پلاتیـن ـ ایریدیم اسـت کـه در اداره اسـتاندارد بین‌المللـی در نزدیکی شـهر پاریـس نگهداری می‌شـود.

۷ـ۲ـ نیوتن (N)، واحد نیرو

یک نیوتن مقدار نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم، شتاب یک متر بر مجذور ثانیه را بدهد.

۷ـ۲ـ۱ـ تبدیل‌های واحد جرم (M)

جدول ۷ـ۱ـ ضرایب تبدیل یکاهای جرم

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

پرسش کلاسی

مثال: ۰/۲۵ تن چند گرم است؟

$$0/25\ \text{ton} \times \frac{10^{3}\,\text{gr}}{10^{-3}\,\text{ton}} = 2/5 \times 10^{-1} \times 10^{6} = 2/5 \times 10^{5}\,\text{gr}$$

۷ـ۲ـ۲ـ چگالی و واحدهای اندازه گیری آن

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

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

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

۳ـ واحدهای دیگر چگالی گرم بر سانتی‌متر مکعب $\left(\frac{gr}{cm^3}\right)$ و تن بر متر مکعب $\left(\frac{ton}{m^3}\right)$ است.

پرسش کلاسی

مثال ۱: یک کیلوگرم بر متر مکعب چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

نکته

توجه: برای تبدیل واحد کمیت‌هایی که به‌صورت کَسری می‌باشند مانند چگالی، همان قاعدهٔ فصل دوم کتاب را اعمال می‌نماییم؛ با این تفاوت که تبدیل واحدهایی که در مخرج قرار دارند را به‌صورت معکوس در ضریب تبدیل واحدِ صورت ضرب می‌کنیم.

حل:

$$۱\frac{kg}{m^3} = ۱\ kg \times \frac{۱۰۰۰\ gr}{۱\ kg} \times \frac{۱\ m^3}{۱۰۰^3\ cm^3} = ۱۰^{-3}\frac{gr}{cm^3}$$

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

$$۱\ t \times \frac{۱\ kg}{۱۰^{-3}\ t} \times \frac{۱}{m^3} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^3}$$

۷ـ۲ـ۳ـ وزن و واحد اندازه‌گیری آن

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 به‌آن می‌دهد.

واحد اندازه‌گیری وزن «نیوتن (N)» است.

برای محاسبهٔ وزن یک جسم بر حسب نیوتن کافی‌است که جرم آن‌را بر حسب kg در عدد ۹/۸۱ ضرب کنید.

پرسش کلاسی

مثال ۱: جرم یک جسم یک کیلوگرم است. وزن آن چقدر است؟

حل:

$$\text{وزن} = \text{جرم} \times ۹/۸۱ \Rightarrow ۱ \times ۹/۸۱ = ۹/۸۱ N$$

نکته

به ۹/۸۱ N، یک کیلوگرم نیرو هم می‌گویند و آن‌را با علامت kgf نشان می‌دهند.

$1kgf = 9/81N$

بنابراین می‌توانیم بگوییم[1]:

کیلوگرم، واحد جرم است.
کیلوگرم‌نیرو، واحد وزن است.

پرسش کلاسی

مثال ۲: وزن یک متر میل‌گرد به قطر ۱۸ (ϕ۱۸) برابر ۲۰۰۰gf می‌باشد. وزن یک شاخهٔ ۱۲ متری از این میل‌گرد چند کیلوگرم‌نیرو و وزن ۱۰ شاخه از آن چند تن‌نیرو است؟

حل:

وزن یک شاخه بر حسب کیلوگرم‌نیرو

$12\times2000 = 24000\ gr = 24000\times10^{-3} = 24kgf$

وزن یک شاخه بر حسب تن‌نیرو

$24\times10^{-3} = 0/024tonf$

وزن ده شاخه بر حسب تن‌نیرو

$0/024\times10 = 0/24tonf$

۷ـ۲ـ۴ـ محاسبات جرم، چگالی و حجم

برای محاسبات مربوط به جرم، چگالی و حجم از رابطهٔ $\rho = \frac{m}{V}$ استفاده می‌کنیم.

پرسش کلاسی

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

حل:

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

$$\text{جرم ستون}(m) = 2400\frac{kg}{m^3}\times2/5m^3 = 6000kg$$

$$\text{وزن ستون} = 6000kg\times9/81 = 58860N$$

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

حل:

حجم قطعه چوب

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{378kg}{900\frac{kg}{m^3}} = 0/42m^3$$

۱ـ جرم یک جسم، بدون توجه به مکان آن، در همهٔ نقاط زمین، ثابت است. به‌عبارت دیگر، جرم مستقل از مکان است امّا 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 می‌شود که کلمات جرم و وزن اشتباهاً به جای یکدیگر به‌کار می‌روند. مثلاً روی اغلب کالاهای تجاری، «وزن» آن نوشته می‌شود در حالی‌که باید «جرم» آن عنوان شود زیرا این «جرم» است که در همهٔ نقاط جهان که این کالا حمل می‌شود، ثابت می‌ماند و «وزن» آن متغیر است و نتیجتاً واحد وزن «کیلوگرم‌نیرو» و واحد جرم، «کیلوگرم» است.
به‌طور کلی می‌توان گفت: وزن و جرم یک جسم، با هم متناسب است.

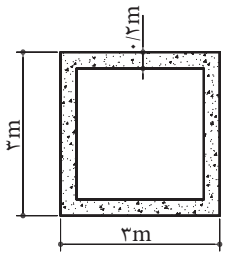
تمرین

۱ـ شکل ۷ـ۱ 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 ـ حجم بتن مصرفی چند متر مکعب است؟

ب ـ مقدار سیمان مورد نیاز چند کیلوگرم است؟ (بتن از نوع ۳۵۰ کیلوگرم سیمان می‌باشد.)

پ ـ وزن یک عدد از این آب‌روها چند تن نیرو است؟ (در صورتی که چگالی بتن ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.)

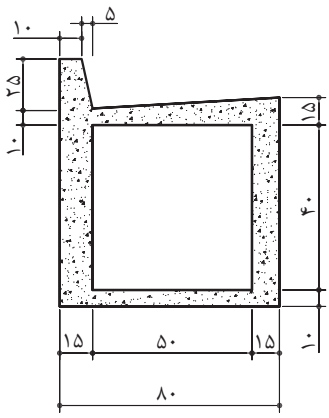


شکل ۷ـ۱ ▲

۲ـ شکل ۷ـ۲ مقطع یک آب‌روی سرپوشیدهٔ بتنی کنار خیابان است. طول خیابان ۱۳۵۰ متر است:

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

ب ـ مقدار سیمان لازم چند کیلوگرم است؟ (عیار سیمان مصرفی ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب بتن می‌باشد.)



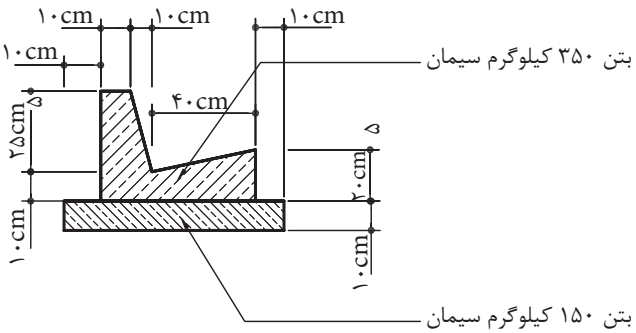
شکل ۷ـ۲ ▲

۳ـ شکل ۷ـ۳ مقطع آب‌روی بتنی کنار یک خیابان را که طول آن ۱۲۰۰ متر است نشان می‌دهد:

الف ـ مقدار بتن با عیار ۳۵۰ کیلوگرم سیمان را بر حسب متر مکعب حساب کنید.

ب ـ مقدار بتن با عیار ۱۵۰ کیلوگرم سیمان بر حسب متر مکعب چقدر است؟

پ ـ مقدار سیمان لازم را بر حسب کیلوگرم تعیین کنید.



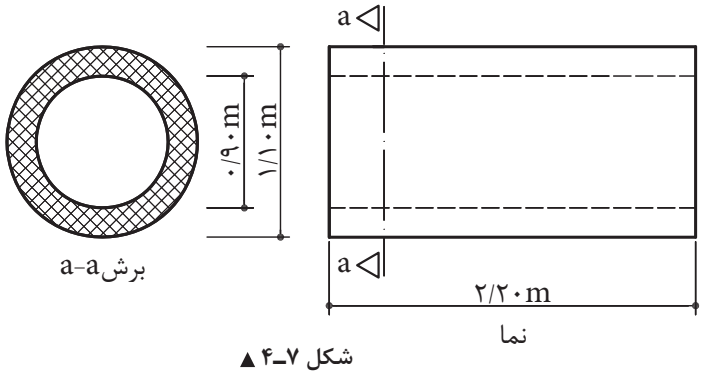
شکل ۷ـ۳ ▲

۴ـ برای اجرای یک پروژهٔ عمرانی باید تعدادی لولهٔ بتنی به طول ۷/۵ متر، قطر داخلی ۴ متر و ضخامت دیوارهٔ ۲۵ سانتی‌متر، با تریلی از کارخانهٔ تولید لوله به محل پروژه حمل شود. در صورتی‌که 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؟

۵ـ به یک کارگاه ساختمانی ۲۴۰ تن سیمان وارد شده است. در صورتی که در ساختمان الف $\frac{۳}{۸}$ آن و در ساختمان ب $\frac{۲}{۸}$ 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.)

۶ـ برای ساختن بتن در احداث پیِ یک ساختمان ۳ متر مکعب آب مورد نیاز است.
الف ـ مقدار آب مورد نیاز چند لیتر است؟
ب ـ مقدار آب مورد نیاز چند دسی‌متر مکعب است؟
پ ـ در صورتی‌که برای نگهداری این مقدار آب بخواهیم از بشکه‌های ۲۰۰ لیتری استفاده کنیم، چند عدد بشکه مورد نیاز است؟

۷ـ برای یک کار اختصاصی، لولهٔ بتنی طبق شکل زیر ساخته می‌شود. موارد زیر را محاسبه کنید:
الف ـ جرم یک لوله در صورتی‌که جرم یک متر مکعب بتن ۲۲۰۰ کیلوگرم باشد.
ب ـ در صورتی‌که ظرفیت حمل بار یک کامیون پنج تن باشد، چه تعداد از این لوله را می‌تواند حمل کند؟



شکل ۷ـ۴ ▲

۸ـ گنجایش یک تانک ذخیرهٔ آب ۱۸ متر مکعب است. گنجایش تانک چند لیتر است؟
۹ـ برای هر متر مکعب دیوارچینی، ۶۲۰ عدد آجر فشاری لازم است. در صورتی‌که جرم هر آجر فشاری ۱/۷۵ کیلوگرم باشد، محاسبه کنید هر متر مکعب دیوارچینی چند کیلوگرم و چند تن آجر لازم دارد؟
۱۰ـ در صورتی‌که 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؟

پودمان ۵

کاربرد نرم‌افزار Excel در محاسبات فنی



واحد یادگیری ۸
کاربرد نرم‌افزار Excel در محاسبات فنی

۸ـ۱ـ آشنایی با نرم افزار Excel

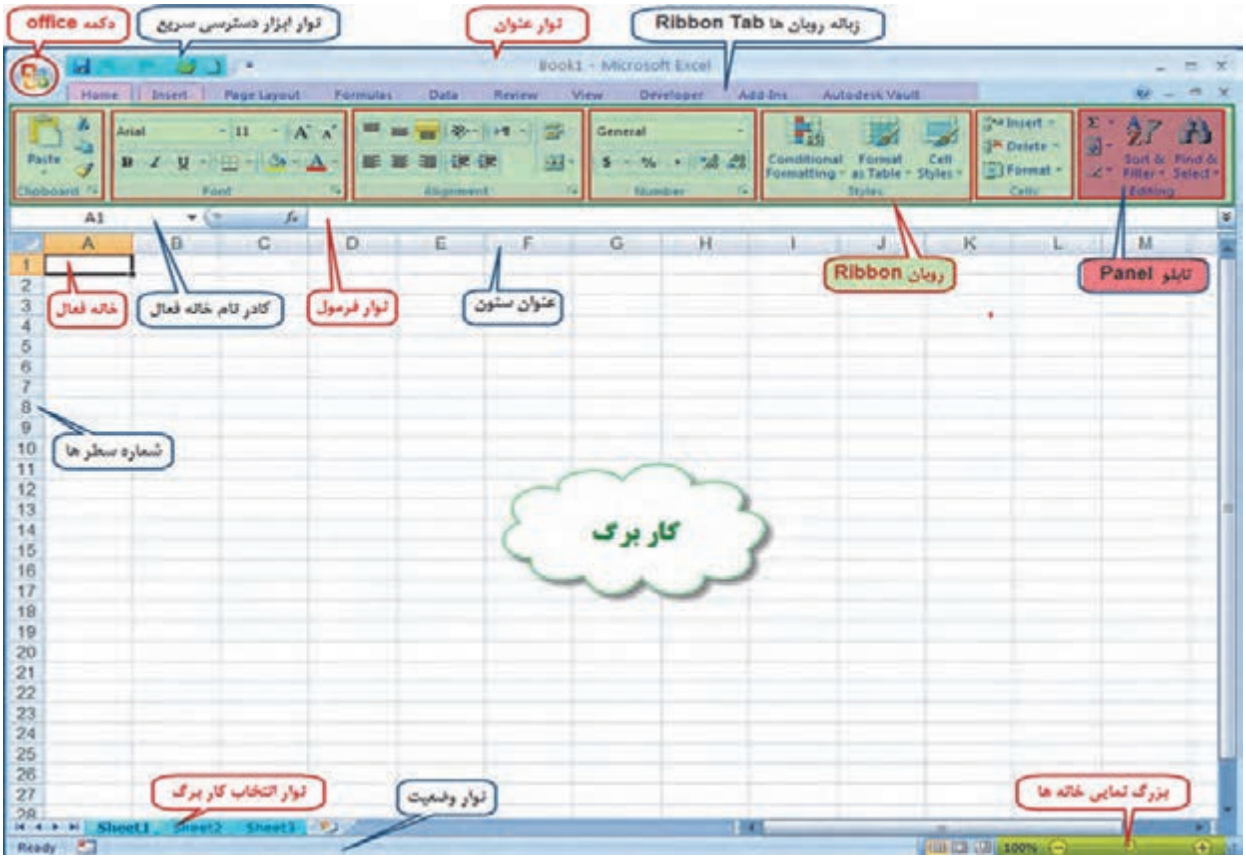
۸ـ۱ـ۱ـ Excel چیست ؟

Excel یکی از نرم‌افزارهای گروه Microsotf Office و نرم‌افزاری صفحه‌گسترده است که می‌تواند در صفحه جدول‌بندی شدهٔ خود با ساختار سطری و ستونی، اطلاعات مختلف عددی و حرفی را نگهداری و آنها را سازماندهی و پردازش نماید.

این نرم‌افزار کاربردهای مختلفی در حسابداری، آمار، ریاضی و غیره دارد. در این کتاب در نظر داریم با استفاده از آن ، محاسبات سادهٔ ساختمان را انجام دهیم تا بتوانیم از آن استفادهٔ مفیدتری به‌عمل آوریم.

۸ـ۱ـ۲ـ محیط کار نرم افزار Excel

به شکل زیر توجه نمایید و نام هر قسمت را به خاطر بسپارید.

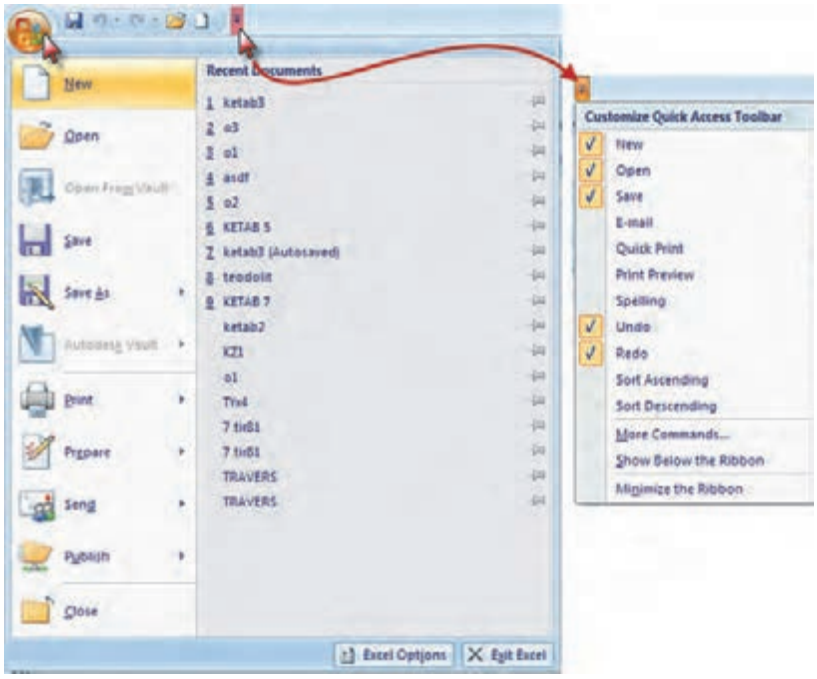




دکمــه Office: ایـن دکمه همـان منوی فایل اسـت که شـامل گزینه‌هایی ماننـد Open, Save, Print می‌باشـد.

نوار ابزار دسترسی سریع: 

در ایـن نـوار، ابزارهـای پرکاربـرد نمایـش داده می‌شـود و می‌تـوان با کلیک روی قسـمت ▾ ابزارهـای آن را کم یا زیـاد کرد.



نوار عنوان: در این نوار نام فایل و دکمه‌های کوچک و بزرگ کردن و بستن پنجره Excel قرار دارد.



نـوار لیسـت: لیسـتی از امکانـات، بـه نام روبـان Ribbon می‌باشـد که جایگزیـن منوها و نـوار ابزارهای سـنتی و معمول شـده اسـت و دسترسـی به فرمان‌های مختلف را آسـان‌تر و سـریع‌تر می‌نماید. نوار شـکل زیر لیسـتی از روبان‌هـا را نشـان می‌دهـد کـه بـا کلیک کـردن روی هر یـک، روبان مربوطه مشـاهده می‌شـود.



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 تصویرکاربرد دارد.



روبان Page Layout روی ظاهر کاربرگ تأثیر 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 املای کلمات، اضافه کردن توضیحات و حفاظت از برگه‌ها است.



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

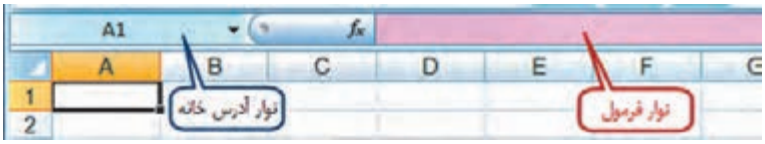


نکته

برای مشاهده بیشتر کاربرگ می‌توان با فشردن کلیدهای Ctrl+F۱ 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: این نوار آدرس خانه یا خانه فعال را به صورت ستون و سطر درج می‌نماید. (مانند A۱ یعنی ستون A سطر ۱)



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.



۸ـ۱ـ۳ـ کاربرگ 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 هریک اطلاعات نوشتاری یا عددی را ثبت و بین آنها و کاربرگ‌های دیگر ارتباط برقرار نمود.
در هر کاربرگ سطرها با عدد وستون‌ها 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.

۸ـ۱ـ۴ـ شکل‌های مختلف ماوس در Excel و کارکردهای آن

ماوس با حرکت روی صفحه Excel به اشکال مختلفی ظاهر می‌شود که هر یک مطابق جدول صفحه قبل کارکرد خاصی دارد.

شکل	موقعیت	کاربرد	کاربرگ
↔	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 جابه‌جا 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 نگه‌داشتن دکمه Shift از دکمه‌های جهتی صفحه‌کلید استفاده کرد و اگر بخواهیم خانه‌های پراکنده را انتخاب نماییم با نگه داشتن دکمه Ctrl با ماوس روی خانه‌های دلخواه پراکنده کلیک می‌کنیم.

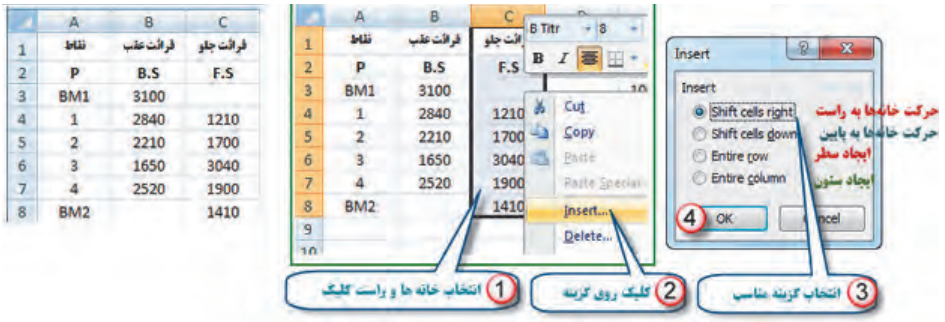
*** اگر از روبان Page Layout آیکن Sheet Right-to-left را کلیک نماییم ترتیب ستون‌ها راست به چپ یا چپ به راست خواهد شد و دستگیره نیز جابه‌جا می‌شود.





ایجاد سطر یا ستون (Insert): اگر بخواهیم بین چند سطر یا ستون یک سطر یا ستون ایجاد کنیم، برای مثال در جدول ترازیابی برای ایجاد ستون قرائت وسط بین دو ستون قرائت‌های جلو و عقب مطابق شکل ابتدا ستون قرائت جلو را انتخاب کرده و روی آن راست‌کلیک می‌نماییم و در پنجرهٔ ایجاد شده گزینهٔ Insert را انتخاب می‌کنیم و در پنجره بعدی گزینهٔ 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.



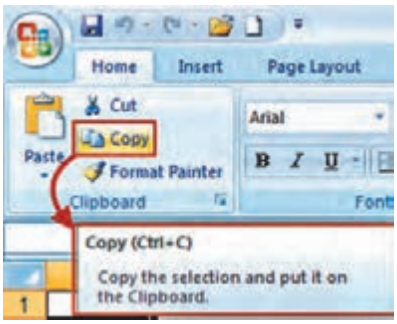
پس از ایجاد سطر یا ستون مورد نظر، مواردی که باید ثبت شوند را در آن تایپ می‌نماییم.

نتیجهٔ کار:

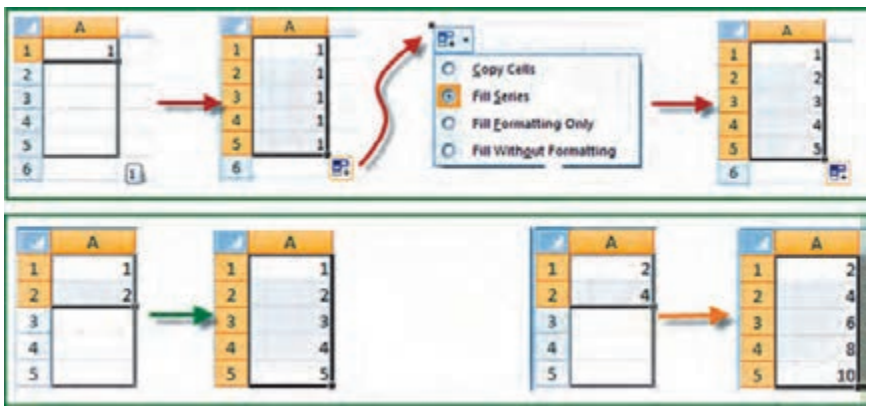
	A	B	C	D
1	نقاط	قرائت عقب	قرائت وسط	قرائت جلو
2	P	B.S	M.S	F.S
3	BM1	3100		
4	1	2840		1210
5	2	2210		1700
6	3	1650		3040
7	4	2520		1900
8	BM2			1410

	A	B	C	D
1	نقاط	قرائت عقب		قرائت جلو
2	P	B.S		F.S
3	BM1	3100		
4	1	2840		1210
5	2	2210		1700
6	3	1650		3040
7	4	2520		1900
8	BM2			1410

پنجـره توضیحـات Super Tooltip: ایـن پنجره زمانی مشـاهده می‌شـود که مـاوس روی آیکن‌های مختلف قـرار می‌گیـرد و توضیحاتـی دربـاره آن را ارائـه می‌نمایـد. مانند شـکل (دسـتور کپی کـردن و کلیدهـای میانبر صفحـه کلید معادل آن دسـتور)



درج اتوماتیـک (Auto Fill): اگـر بخواهیم در یک سـطر یا سـتون اعداد پشـت سـرهم داشـته باشـیم مانند شـماره ردیـف، اولیـن عـدد را نوشـته سـپس خانـهٔ آن را انتخـاب کـرده و بـه کمـک مـاوس دسـتگیرهٔ آن را می‌کشـیم (کپـی بـا اسـتفاده از حالت ماوس) آنـگاه آیکنی به نام علامت هوشـمند (Smart tag) در گوشـهٔ آن ظاهـر خواهـد شـد؛ روی آن کلیـک کـرده و گزینـه Fill Series را انتخـاب می‌نماییـم. در روش دیگـر می‌توان در دو خانـه متوالـی از یـک سـطر یـا سـتون دو عـدد تایپ نمود سـپس هر دو عـدد را انتخاب کـرده و به کمک مـاوس دسـتگیره آن را کشـید آن‌گاه مشـاهده می‌شـود در خانه‌هـای بعـدی دنبالـهٔ تصاعد حسـابی آن دو عدد درج می‌شـود.



۸ـ۱ـ۵ ـ محاسبات در Excel

الف) محاسبات سادهٔ ماشین حسابی: شامل یک محاسبهٔ ساده‌ای است که مانند ماشین‌حساب عمل می‌کند. مثلاً برای محاسبهٔ ۱۲ + $۵^۲$ در یک خانهٔ دلخواه می نویسیم ۱۲ + ۵^۲ = سپس با زدن دکمه اینتر مقدار در همان خانه محاسبه می‌شود.

نکته

(در صورتی که علامت = نوشته نشود نرم افزار آن‌را یک متن تایپ شده در نظر گرفته و محاسبه‌ای انجام نمی‌شود.)

نکته

برای محاسبات در Excel باید به تقدم عملگرهای ریاضی توجه داشت یعنی باید بدانیم این نرم‌افزار به ترتیب کدام عمل ریاضی را انجام می‌دهد تا در نوشتن عبارت محاسباتی دچار اشتباه نشویم.

مهم‌ترین عملگرهای ریاضی چهار عمل اصلی (+ و ـ و ÷ و ×) و توان هستند و دیگر عملگرها شامل (= و< و > و ≥ و ≤ و ≠) و نیز توابع می‌باشند. که Excel برای محاسبهٔ یک عبارت به ترتیب زیر عمل می‌کند.

اولویت ها	
اولویت اول	تمامی محاسبات در پرانتزها
اولویت دوم	توابع
اولویت سوم	توان
اولویت چهارم	ضرب و تقسیم
اولویت پنجم	جمع و تفریق

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

پرسش کلاسی

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

ب) محاسبات با استفاده از نشانی خانه‌ها: معمولاً روش محاسبهٔ سادهٔ ماشین‌حسابی در Excel استفاده نمی‌شود و اعداد را در خانه‌های مختلف می‌نویسیم و در خانه دیگری مانند روش بالا عبارت را می‌نویسیم (با توجه به تقدم عملگرها) ولی به‌جای اعداد، نشانی خانهٔ آنها را می‌نویسیم. (به‌جای تایپِ نشانی خانه می‌توانید 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 می‌نماییم:

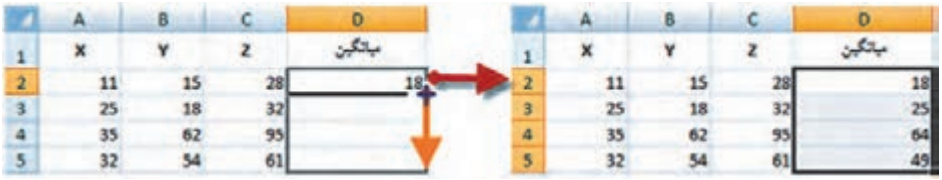
	A	B	C	D
1	X	Y	Z	میانگین
2	11	15	19	=(A2+B2+C2)/3

	A	B	C	D
1	X	Y	Z	میانگین
2	11	15	19	15

در ایـن روش اگـر اعـداد را تغییـر دهیـم محاسـبهٔ عبـارت بـر مبنای اعـداد جدید خواهد بـود و نیاز به نوشـتن مجـدد رابطـه نیسـت مثـلاً اگـر عـدد ۱۹ را بـه ۲۸ تبدیل کـرده و اینتـر نماییـم در خانـه D۲ میانگین جدید مشـاهده خواهد شـد.

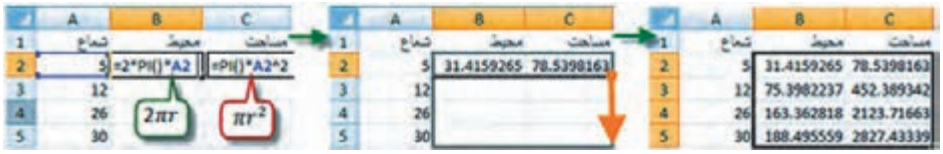
	A	B	C	D
1	X	Y	Z	میانگین
2	11	15	28	18

و نیـز اگـر در سـطرهای دیگـر زیـر سـتون‌های X , Y , Z اعـداد دیگری بنویسـیم و خانـه **D۲** را در مقابل آنها کپـی کنیـم، میانگین هر ردیـف را مشـاهده خواهیم نمود.



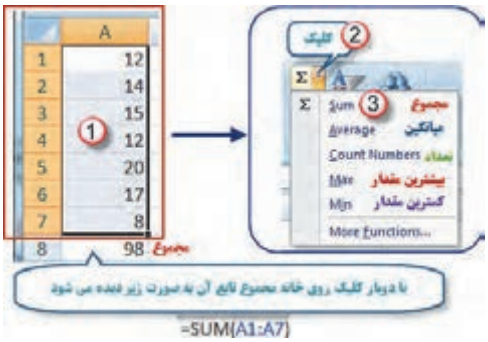
پرسش کلاسی

مثـال ۲: اگـر شـعاع‌های چند دایره را داشـته باشـیم و بخواهیم محیط و مسـاحت آنها را به‌دسـت آوریم، مانند شـکل زیـر عمل می‌کنیم. (تابـع **PI()** در Excel معادل عدد π اسـت.)



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

مثـال: در یـک سـطر یـا سـتون تعدادی عـدد بنویسـید (ماننـد خانه‌هـای A۱ تا A۷) سـپس آنهـا را انتخاب کـرده و از روبـان Home قسـمت کرکـره‌ای آیکـن AutoSum کلیـک نماییـد تـا پنجـرهٔ آن بـاز شـود. گزینهٔ مجمـوع (Sum) را کلیـک کنیـد. مشـاهده خواهیـد کـرد کـه مجمـوع اعداد قسـمت انتخاب شـده در زیـر آنها محاسـبه می‌شـود. اگـر بـه جـای گزینـهٔ مجمـوع، گزینـهٔ میانگیـن (Average) را کلیـک نماییـد خواهید دید میانگیـن داده‌هـا را محاسـبه می‌کنـد. بـه همیـن ترتیـب، تعـداد و بیشـترین مقـدار و کمترین مقدار محاسـبه می‌شـود.



نکته

نکته: در شکل بالا مفهوم (**A۷:A۱**) در توابع به معنی محدودهٔ از خانهٔ **A۱** تا خانهٔ **A۷** می‌باشد.

پرسش کلاسی

مثـال ۱: محاسـبه وزن دو متـر طـول از میل‌گـرد بـا قطـر ۲۰ میلی‌متـر، وقتـی وزن مخصـوص فـولاد ۷۸۵۰ کیلوگـرم بـر متـر مکعب باشـد:

	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	۴.۹۳۲۳۰۰۴۶۶
۳						
۴		=B2*1/1000				
۵			=PI()*C2^2/4	=D2*A2	=7850*E2	

پس از کاهش دقت اعشاری (استفاده از آیکن‌های ) در سلول‌های 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	

پرسش کلاسی

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 میلی‌متر، وقتی وزن مخصوص فولاد ۷۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد:

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						
۴						
۵						کپی
۶						
۷						
۸						

با نوشتن قطرهای مورد نظر در ستون قطر (mm) جواب‌ها در ستون وزن در دسترس‌اند.

	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

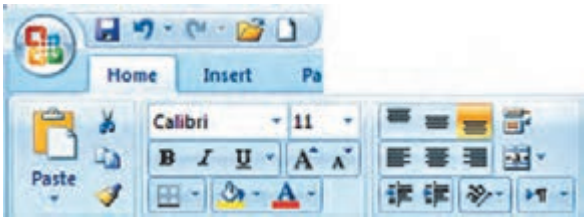
	A	B	C	D	E	F
۱	طول (m)	قطر(mm)	قطر(m)	مساحت	حجم	وزن
۲	۱	۶	۰.۰۰۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۲۲
۳	۱	۸	۰.۰۰۸	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۳۹
۴	۱	۱۰	۰.۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۶۲
۵	۱	۱۲	۰.۰۱۲	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۸۹
۶	۱	۱۴	۰.۰۱۴	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۲	۱.۲۱
۷	۱	۱۶	۰.۰۱۶	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۲	۱.۵۸
۸	۱	۱۸	۰.۰۱۸	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۰۰
۹	۱	۲۰	۰.۰۲	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۳	۲.۴۷

تمرین

رایانه را روشن کرده و برنامه Excel را باز کنید :

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

۲ـ ماوس را بر روی آیکن‌های شکل روبه‌رو قرار داده
سپس در برگه‌ای نام و کلیدهای میانبر آن را بنویسید.



تمرین

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



۴ـ تمرین شماره ۳ را با نوشتن حروف یا متن انجام دهید.

۵ـ در تعدادی از خانه‌ها عدد یا متن بنویسید سپس با کمک ماوس آنها را جابه‌جا و کپی نمایید.

۶ـ 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.

۷ـ در یکی از خانه‌ها عدد ۱۰۰ را بنویسید سپس یک بار در سطر و یک بار در ستون تا عدد ۱۱۰ به‌طور اتوماتیک شماره‌زنی نمایید.

۸ـ در یک ستون به کمک درج اتوماتیک اعداد زوج از ۱۰۲ تا ۱۲۰ را بنویسید. و چگونگی انجام آن را گزارش نمایید .

۹ـ در یک ستون به کمک درج اتوماتیک ۱۰ عدد از مضارب ۵ را بنویسید. و نحوه انجام آن را گزارش نمایید.

۱۰ـ در خانه‌های A۱ و A۲ به ترتیب S۱ و S۲ را تایپ کنید سپس هر دو خانه را انتخاب کرده و به کمک ماوس دستگیره آن را تا خانه A۱۰ بکشید و نتیجه مشاهدات را گزارش نمایید.

۱۱ـ در خانه‌های B۱ و B۲ و B۳ به ترتیب A۱ و B۱ و C۱ را تایپ کنید سپس هر سه خانه را انتخاب کرده و دستگیره آن را تا خانه B۱۲ بکشید. و نتیجه مشاهدات را گزارش نمایید .

۱۲ـ جدول زیر را نوشته سپس آن را انتخاب کرده و به روش درج اتوماتیک ابتدا به سمت راست ۱۰ خانه کپی کرده سپس همهٔ آنها را انتخاب نموده و ۱۰ خانه به سمت پایین کپی نمایید. از مشاهده جدول به‌دست آمده چه نتیجه‌ای می‌گیرید.

	A	B
1	1	2
2	2	4

۱۳ـ 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			

تمرین

۱۴ـ 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 ( )**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					

۱۵ـ جدولی مطابق شکل زیر تنظیم کنید و نام دروس سال قبل و تعداد واحد هردرس 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 مآخذ

۱. مختـاری، مالـک و همـکاران، اسـتاندارد شایسـتگی حرفـه سـاختمان، سـازمان پژوهـش و برنامه‌ریـزی آموزشـی، دفتـر تألیـف کتاب‌هـای درسـی فنـی و حرفـه‌ای و کاردانـش، ۱۳۹۲.

۲. مختـاری، مالـک و همـکاران، اسـتاندارد ارزشـیابی حرفـه سـاختمان، سـازمان پژوهـش و برنامه‌ریـزی آموزشـی، دفتـر تألیـف کتاب‌هـای درسـی فنـی و حرفـه‌ای و کاردانـش، ۱۳۹۳.

۳. مختـاری، مالـک و همـکاران، راهنمـای برنامـهٔ درسـی سـاختمان، سـازمان پژوهـش و برنامه‌ریـزی آموزشـی، دفتـر تألیـف کتاب‌هـای درسـی فنـی و حرفـه‌ای و کاردانـش، ۱۳۹۴.

۴. نصـرا... زاده، سـید کاظـم و همـکاران، مصالـح سـاختمان، شـرکت چاپ و نشـر کتاب‌های درسـی ایران، ۱۳۹۴.

۵. پوش‌نـژاد، فـروغ و همـکاران، روش‌هـای اجـرای ساختمان‌سـازی، شـرکت چـاپ و نشـر کتاب‌هـای درسـی ایـران، ۱۳۹۴.

۶. نوری‌فـرد، علـی اکبـر و همـکاران، محاسـبات فنـی سـاختمان، شـرکت چـاپ و نشـر کتاب‌های درسـی ایران، ۱۳۹۴.

۷. حق‌اللهـی، عبـاس و همـکار، مقـررات ملی و ضوابط عمومی سـاختمان، شـرکت چاپ و نشـر کتاب‌های درسـی ایران، ۱۳۹۴.

۸. نشـریه ۵۵، مشـخصات فنـی و کارهـای عمومی سـاختمانی، معاونت امـور فنی، دفتر امـور فنی و تدوین معیارهـا، سـازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشـور، چـاپ هفتم، ۱۳۸۱.

۹. مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان، دفتر مقررات ملی ساختمان، ویرایش دوم، ۱۳۹۲.

۱۰. مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، دفتر مقررات ملی ساختمان، ویرایش دوم، ۱۳۹۲.

۱۱. مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان، دفتر مقررات ملی ساختمان، ویرایش دوم، ۱۳۹۲.

۱۲. مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، دفتر مقررات ملی ساختمان، ویرایش دوم، ۱۳۹۲.

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران ـ صندوق پستی ۴۸۷۴ ـ ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز ساختمان

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز ساختمان

خرید و دانلود

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir