

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّ اٰلِ مُحَمَّدٍ وَّ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ



سفت کاری ساختمان

رشته ساختمان

گروه معماری و ساختمان

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



www.Daneshchi.iR





وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب: سفت‌کاری ساختمان - ۲۱۰۳۹۶
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: پرستو آریانزاد، حسین حجاریان، محمد نوری‌زاده، علیرضا فاروقی، موسی محمودی صاحبی، مهدی هاشملو و عبدالله روشن (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: حسین حجاریان، محمد نوری‌زاده، مهدی هاشملو، احسان انگیز، حامد شادفر، فریبرز حسن‌پور و عباس مهدی‌زاده (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: جواد صفری (مدیر هنری) - مریم کیوان (طراح جلد) - شهرزاد فنبری (صفحه‌آرا) - مرتضی حسینی (عکاس) - حسین حجاریان (رسام)
- تلفن: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹، کد پستی: ۸۸۳۰۹۲۶۶، دورنگار: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹
- وبسایت: www.irtextbook.ir, www.chap.sch.ir
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰
- چاپخانه: صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- سال انتشار و نوبت چاپ: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص» چاپ اول ۱۴۰۴

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 به صورت 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.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین
برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و
باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی «قُدَسِ سِرَّةُ»

پودمان ۱: دیوار چینی آجری	۱
واحد یادگیری ۱: دیوار چینی آجری	۲
واحد یادگیری ۲: اجرای قوس‌های آجری	۳۲
پودمان ۲: دیوار چینی با بلوک‌های سیمانی	۵۵
واحد یادگیری ۱: دیوار چینی با بلوک‌های سیمانی	۵۶
واحد یادگیری ۲: دیوار چینی با پانل گچی پیش ساخته	۷۵
پودمان ۳: اجرای صنعتی دیوارهای پیش ساخته	۹۱
واحد یادگیری ۱: دیوار چینی با بلوک‌های بتنی هوادار اتو کلاو شده (بتن گازی) AAC	۹۲
واحد یادگیری ۲: پانل‌های سه‌بعدی پیش ساخته صنعتی	۱۱۳
پودمان ۴: تعیین مشخصات مصالح ساختمانی	۱۲۳
واحد یادگیری ۱: تعیین مشخصات مکانیکی خاک	۱۲۴
واحد یادگیری ۲: تعیین مشخصات مکانیکی مصالح سنگی	۱۴۵
پودمان ۵: محوطه‌سازی	۱۶۹
واحد یادگیری ۱: اجرای جداول پیش ساخته بتنی	۱۷۰
واحد یادگیری ۲: اجرای محوطه‌سازی با کف پوش‌های بتنی	۱۹۷
منابع و مآخذ	۲۲۱

این کتاب در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ از منظر چهار گروه از دنیای کار (کارفرمایان بزرگ، خبرگان حرفه‌ای، فروشندگان خدمات و کالا و انجمن‌های حرفه‌ای) و چهار گروه از دنیای آموزش (هنرآموزان خبره، مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای، هنرجویان پایه دوازدهم و فارغ‌التحصیلان شاغل) مورد ارزشیابی کشوری قرار گرفت و نتایج آن در محتوا اعمال گردید.

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی دیوار چینی

۲ شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این کتاب یکی از شش کتاب کارگاهی است که ویژه رشته «ساختمان» تألیف شده است و شما در طول دو سال تحصیلی پیش‌رو چهار کتاب کارگاهی و با شایستگی‌های متفاوت را آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی «سفت کاری ساختمان» شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای دو یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان، کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در یک یا هر دو واحد یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیر فنی است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیر فنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته ساختمان طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از دو واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. و شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان، کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیرفنی است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هر یک از واحدهای یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساختاریافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده بر اساس نمره ۵ پودمان خواهد بود و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب حاضر شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «دیوارچینی آجری» که با هدف کسب مهارت اجرای دیوارچینی آجری و قوس آجری براساس استانداردها و مقررات ملی ایران به رشته تحریر درآمده است.

پودمان دوم: «دیوارچینی بلوکی و گچی» می‌باشد. در این پودمان نحوه دیوارچینی با بلوک سیمانی و پانل‌های گچی پیش‌ساخته مطرح شده است.

پودمان سوم: «اجرای صنعتی دیوارهای پیش‌ساخته» نام دارد که در آن شیوه دیوارچینی با بلوک‌های سبک بتن‌گازی و دیوارهای پانل سه‌بعدی مورد بحث واقع شده است.

پودمان چهارم: «تعیین مشخصات مکانیکی مصالح ساختمانی» بوده که در آن چگونگی تعیین مشخصات مکانیکی مصالح سنگی و آزمایش خاک مطابق استانداردها آموزش داده می‌شود.

پودمان پنجم: به موضوع «محوطه‌سازی» پرداخته است که در آن دو مبحث اجرای جداول بتنی و محوطه‌سازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



نظر سنجی کتاب درسی



پودمان اول

دیوار چینی آجری



واحد یادگیری ۱: دیوارچینی آجری

مقدمه

دیوارچینی در ساختمان شامل دو دسته دیوارچینی دیوارهای باربر و دیوارهای غیرباربر می‌باشد. دیوارهای باربر جهت تحمل وزن سقف، بارهای زنده وارد بر آن و انتقال بار به دیوارهای پایین و نهایتاً پی ساختمان اجرا می‌گردد. دیوارهای غیرباربر نظیر دیوارهای جداکننده فضاهای داخلی (پارتیشن‌ها) و یا دیوارهای محوطه می‌باشند. دیوار چینی با انواع مصالح سنتی نظیر آجر رسی، سفال، بلوک‌های سیمانی و... و همچنین مصالح مدرن نظیر بلوک‌های سبک پیش‌ساخته، پانل‌های گچی پیش‌ساخته و... اجرا می‌گردد. این واحد یادگیری شامل دیوارچینی با مصالح آجری رسی یا آهکی می‌باشد.

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان باید بتوانند مراحل اجرای دیوارچینی نیم آجره، یک آجره و یک و نیم آجره شامل نقشه‌خوانی، متره، آماده‌سازی محل و اجرای عملیات دیوارچینی مطابق استانداردهای مرتبط و ضوابط ایمنی اجرا نمایند. در نهایت با لحاظ نمودن ضوابط ایمنی و زیست‌محیطی عملیات جمع‌آوری و تمیزکاری محل اجرای دیوارچینی را اجرا نموده و مطابق ضوابط ارزشیابی شایستگی محور در پایان پودمان مورد ارزشیابی قرار خواهند گرفت.

استانداردهای مرتبط با موضوع آجر چینی

در اجرای عملیات ساختمانی تمامی مصالح اعم از پیش‌ساخته نظیر بلوک‌های آجری و سیمانی، میل گرد و... یا مصالحی که در محل کارگاه تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند نظیر انواع ملات‌ها یا بتن کارگاهی و... باید مطابق استانداردها و آیین‌نامه‌های مرتبط، تولید و مورد استفاده قرار گیرند. (شکل ۱)

این استانداردها و آیین‌نامه‌ها توسط مراجع معتبر از قبیل سازمان برنامه و بودجه کشور (نظام فنی و اجرایی)، دفتر مقررات ملی ساختمان وزارت راه و شهرسازی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و همچنین سازمان ملی استاندارد ایران منتشر می‌گردند. برای دستیابی به استانداردهای مرتبط با موضوع دیوارچینی آجری می‌توانید به منابع ذیل مراجعه نمایید:

- ۱ مقررات ملی ساختمان، مبحث پنجم، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، ویرایش پنجم ۱۳۹۶
- ۲ مقررات ملی ساختمان، مبحث هشتم، طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی، ویرایش سوم ۱۳۹۸
- ۳ استاندارد ملی ایران، شماره ۷، آجر رسی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
- ۴ مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی (نشریه ۵۵) - جلد پنجم، ویرایش سوم ۱۴۰۳
- ۵ استاندارد ملی ایران، ۷۰۶-۲ ملات برای کارهای بنایی تجدید نظر سوم ۱۳۹۷



شکل ۲



شکل ۱

آجر

آجر یک فراورده مصنوعی است که جزء مصالح ساختمانی پرکاربرد به شمار می‌رود. آجر رسی از پختن خشت خشک ساخته شده از خاک رس در کوره‌های مخصوص آجرپزی به دست می‌آید. آجر ماسه آهکی از عمل آوردن خشت ماسه آهکی با بخار تحت فشار زیاد ساخته می‌شود. آجرهای بتنی نظیر بلوک‌های سیمانی به وسیله قالب‌گیری و خشک شدن در معرض هوا یا در بلوک‌های صنعتی به روش بخار تحت فشار تولید می‌شوند. به طور کلی آجر با کیفیت دارای مشخصات زیر است:

- الف) آجر باید بدون شکستگی و لب‌پریدگی بوده و ابعاد یک دست و دارای رنگ یکنواخت باشد.
- ب) در هنگام برخورد دو آجر با کیفیت با هم باید صدای زنگ شنیده شود. ظاهر آجر باید بدون چاله و حفره باشد.
- ج) آجر غرقاب شده بعد از ۲۴ ساعت نباید شوره زده باشد.

کوره‌های آجرپزی به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند

- الف) کوره‌های تنوره‌ای یا سنتی با آجر ثابت و آتش ثابت: کیفیت آجر تولیدی در این کوره‌ها با توجه به ثابت بودن حرارت در نقاط مختلف متفاوت خواهد بود. (شکل ۳)



شکل ۳

ب) کوره‌های هوفمان با آجر ثابت و حرارت متغیر: درون این کوره‌ها حجره‌هایی وجود دارد که در کنار هم بوده و به آنها قمیر می‌گویند. به دلیل متغیر بودن حرارت، کیفیت آجرهایی که در این کوره پخته می‌شود بهتر از کوره‌های سنتی است (شکل ۴).

ج) کوره‌های تونلی با آجر رونده و آتش ثابت: آجر تولید شده در این کوره‌ها به دلیل پخت یکنواخت از کیفیت بالاتری نسبت به دو روش قبلی برخوردار می‌باشد (شکل ۵).



شکل ۵



شکل ۴

■ انواع آجر

۱ ■ آجر فشاری (آجر گری):

به دلیل اینکه در هنگام قالب‌گیری گوشه‌های گل با فشار دست قالب‌گیری می‌شوند این نوع آجر به نام آجر فشاری خوانده می‌شود. آجر فشاری عموماً با ابعاد $۵/۵ \times ۱۰/۵ \times ۲۱$ سانتی‌متر تولید می‌شود. آجر فشاری دارای مقاومت فشاری و ضربه‌ای بالا، طول عمر زیاد، ارزانی قیمت و مقاومت بالا در مقابل عوامل محیطی نظیر رطوبت و یخ‌زدگی می‌باشد. از معایب آجر فشاری وزن بالای این نوع آجر است که منجر به افزایش وزن ساختمان می‌شود. همچنین به دلیل داشتن ضریب مقاومت حرارتی پایین، عایق حرارتی مناسبی نیست و باعث افزایش مصرف انرژی در ساختمان می‌گردد (شکل ۶).



شکل ۶

۲ آجر ماشینی

آجر ماشینی سوراخ دار آجری با سوراخ‌هایی در حدود ۲۵ درصد سطح آجر می‌باشد و به نام آجر ده سوراخ نیز شناخته می‌شود و سبک‌تر از آجر فشاری می‌باشد. ابعاد این آجر $۵ \times ۱۰ \times ۲۱/۵$ سانتی‌متر می‌باشد. وجود سوراخ در این آجر، عبور ملات از بین سوراخ‌ها و ایجاد اتصال مناسب بین لایه‌های آجر باعث استحکام دیوار می‌شود. به دلیل کیفیت بالای ساخت، منظم و صاف بودن ابعاد، به عنوان آجر نما در دیوارهای نمادار نظیر دیوارکشی سوله‌ها و دیوارهای محوطه اجرا می‌گردد (شکل ۷). این نوع آجر دارای مقاومت بالا در برابر رطوبت، یخ‌بندان و تابش مستقیم خورشید می‌باشد. آجرهای لفتون که آجر بهمنی یا آجر مهندسی نیز نامیده می‌شود در رده آجرهای ماشینی سوراخ‌دار می‌باشند (شکل ۸).



شکل ۸



شکل ۷

۳ آجر سفالی

آجر سفالی از ترکیب خاک رس و خاک سفال ساخته می‌شود. این نوع آجر در عرض‌های مختلف از ۵/۵ تا ۲۵ سانتی‌متر تولید می‌شود. تعداد سوراخ‌های آجر بسته به عرض آن متفاوت و شامل ۳ تا ۹ سوراخ خواهد بود. آجر سفال بسته به محل کاربرد شامل دو نوع دیواری و سقفی است. نوع دیواری آن در ساخت دیوارهای غیر باربر و تیغه‌های جداکننده (شکل ۹) و نوع سقفی در سقف‌های تیرچه بلوک استفاده می‌شود (شکل ۱۰). از مزایای آجر سفالی سبکی ناشی از وجود سوراخ و شیارهای داخلی، وجود شیار در بدنه که موجب چسبندگی بهتر سفال به ملات می‌گردد و ارزانی نسبی قیمت در مقایسه با آجرهای مشابه می‌باشد. از معایب این نوع آجر تولید نخاله زیاد به دلیل شکنندگی در زمان حمل، اجرای دیوار و در زمان اجرای تأسیسات می‌باشد. عایق نامناسب صوت و حرارت و پایین باربری از دیگر معایب این نوع آجر می‌باشد که با قرار دادن یونولیت در داخل سفال مقداری به مقاومت صوتی و حرارتی آن افزوده می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱



شکل ۱۰



شکل ۹

در جدول ۱ مشخصات و شکل انواع دیگر آجر ارائه گردیده است.

جدول ۱

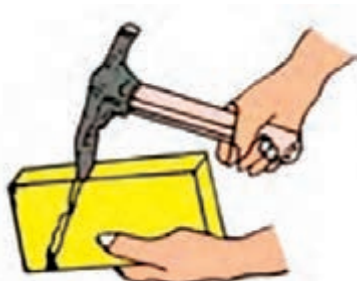
نام آجر	مشخصات فنی	تصویر
آجر ماسه آهکی	آجر ماسه آهکی نوعی آجر است که از ترکیب آب، سیلیس و آهک زنده ساخته می شود. مقاومت فشاری بالا جهت اجرای دیوارهای باربر، مقاومت بالا در برابر مواد شیمیایی خورنده و یخ زدگی به دلیل جذب آب پایین از مزایای آجرهای ماسه آهکی می باشد. در زمین های مرطوب، استفاده از آجر ماسه آهکی در کرسی چینی توصیه می گردد. عدم چسبندگی مناسب ملات سنگ یا آجر پلاک نما به دیوار، به دلیل جذب آب پایین، ضعف در عایق بندی صوتی و حرارتی از نقاط ضعف این نوع آجر می باشد.	
آجر نما	آجرهای نما دارای تنوع زیاد در طرح و رنگ، ابعاد و روش تولید می باشند. در اجرای نماهای داخلی و خارجی، کف ها و از آجر نسوز صنعتی در ساخت تنور و کوره های صنعتی استفاده می شود. آجر نسوز به دلیل استفاده از خاک نسوز یا کائولین، مراحل تولید و پخت خاص خود در رنگ هایی مانند شاموتی، قرمز، مشکی، سفید و طوسی تولید می شود.	
آجر قزاقی	آجر قزاقی با نام های آجر سنتی یا آجر نظامی نیز شناخته شده و معمولاً در بناهای تاریخی و فرهنگی مورد استفاده قرار می گیرد. ابعاد این آجرها ۲۰×۲۰، ۱۰×۱۰ و ۲۰×۵/۵ سانتی متر می باشد. آجر قزاقی دارای رنگ های متنوعی از قبیل قرمز، انواع رنگ زرد، نخودی و... می باشد. از مزایای این آجر استحکام و دوام بالای آن است. سطح زبر و ثبات رنگ این آجر باعث می شود در اثر سرما و گرما و یا ساییدگی دچار تغییر رنگ و یا شوره نشود.	
آجر بتنی	آجر بتنی نوعی مصالح ساختمانی است که از ترکیب سیمان، ماسه، آب و سنگ دانه های مختلف ساخته می شود. استحکام و مقاومت باربری بالا، عایق نسبی رطوبت، مقاومت و دوام بالاتر در مقابل رطوبت به نسبت آجرهای رسی به دلیل استفاده از سیمان به جای خاک رس و امکان تولید در رنگ های مختلف از مزایای آجرهای بتنی است. وزن بالا از معایب این آجرها می باشد و به همین دلیل بیشتر در محوطه سازی مورد استفاده قرار می گیرد.	

برش آجر

برش آجر به وسیله دستگاه برش برقی (فرز) یا تیشه بنایی انجام می‌شود (شکل ۱۲). تیشه بنایی ابزاری با دسته چوبی کوتاه و یک تیغه فلزی دوطرفه است. برای شکستن آجر با تیشه بنایی برای افراد راست‌دست قسمت تحتانی آجر را از طول آن در دست چپ بگیرید. با دست راست انتهای دسته تیشه بنایی را به شکلی که لبه تیشه روی آجر باشد در دست بگیرید. با وارد آوردن یک یا دو ضربه متوالی، آجر به آسانی شکسته می‌شود. برای شکستن صحیح آجر باید دسته تیشه، افقی و لبه آن عمود بر آجر باشد و قسمتی که باید شکسته شود خارج از دست قرار گیرد (شکل ۱۳). طرز گرفتن دسته تیشه در شکستگی آجر تأثیر دارد. اگر دسته تیشه نسبت به امتداد افقی بالاتر باشد، قسمت پایین شکستگی آجر به طرف کف دست مایل می‌شود (شکل ۱۴). اگر دسته تیشه از خط افقی نسبت به سطح طولی آجر پایین‌تر باشد قسمت پایین شکاف شکستگی به طرف انتهای آجر خواهد بود (شکل ۱۵).



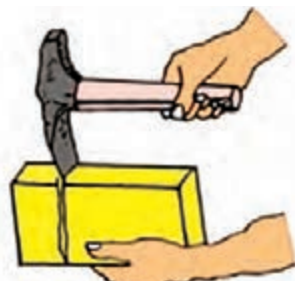
شکل ۱۲



شکل ۱۵



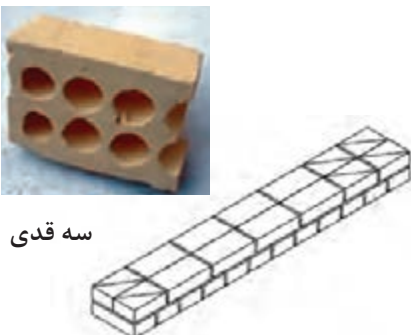
شکل ۱۴

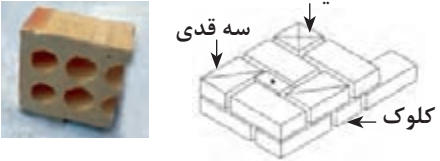
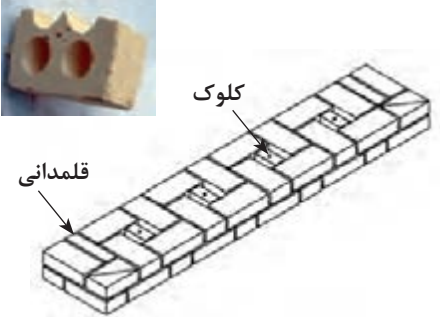
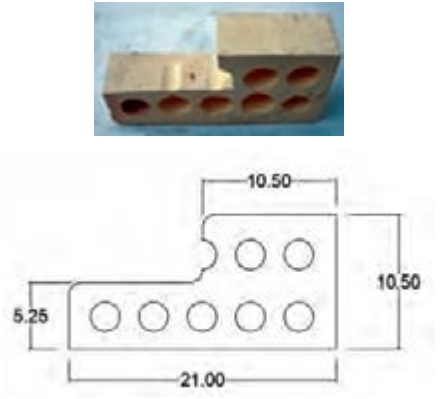
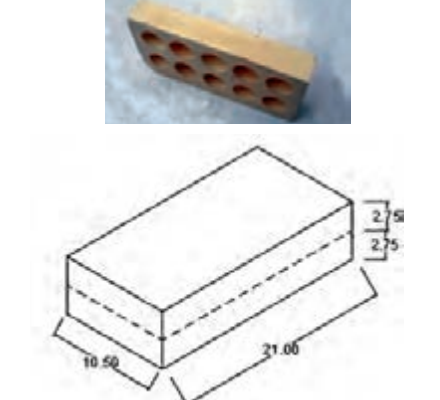


شکل ۱۳

برای اجرای صحیح دیوار و جلوگیری از در امتداد هم قرار گرفتن درزها باید از آجرهایی که بخشی از یک آجر کامل می‌باشند استفاده نمود. انواع برش آجر در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲

نام آجر	مشخصات فنی	تصویر
آجر سه‌قده	اگر یک چهارم آجر را از آن جدا کنیم سه چهارم باقی‌مانده را سه‌قده می‌نامند. در ابتدای رج‌های دیوارهای یک آجره و یک‌ونیم آجره و یا محل تقاطع دیوارها، از آجر سه‌قده استفاده می‌شود. در نقشه‌های اجرایی، آجر سه‌قده با علامت مستطیل با یک قطر ترسیم شده نمایش داده می‌شود.	 سه‌قده

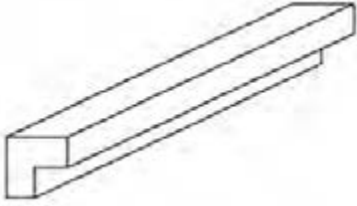
	تقسیم آجر به دو قسمت مساوی از طول آجر را نیمه (نیمچه) می‌نامند. آجر نیمه در سقف‌های طاق ضربی یا در دیوارهای ۱۰ سانتی برای شروع رج دوم بیشترین کاربرد را دارد. در نقشه‌های اجرایی، آجر نیمه با علامت مربع با قطرهای ترسیم شده آن نمایش داده می‌شود.	آجر نیمه
	اگر یک‌چهارم از آجر را به صورت مثلثی از یک کنج آن جدا کنیم باقی‌مانده را آجر کلاغ پر می‌نامند. برای اجرای دیوارهای با زاویه ۱۳۵ درجه نسبت به هم استفاده می‌شود.	آجر کلاغ پر
	اگر یک‌چهارم آجر را از آن جدا کنیم به آن قسمت کلوک گفته می‌شود. برای پر کردن فضای خالی دیوارهای یک و نیم‌آجره و یا پیوندها از کلوک استفاده می‌شود. در نقشه‌های اجرایی، آجر کلوک با علامت مستطیل با یک نقطه در وسط آن نمایش داده می‌شود.	آجر کلوک
	اگر آجر از عرض به دو نیم تقسیم شود به آن آجر قلمدانی گفته می‌شود. برای کامل کردن رج‌های دیوار به خصوص در دیوارهای یک‌و نیم‌آجره، از قلمدانی استفاده می‌شود.	آجر قلمدانی
	اگر یک‌چهارم آجر به صورت نیمه از طول و نیمه از عرض جدا شود به باقی‌مانده آجر لغازی گفته می‌شود. برای نماسازی به صورت هره‌چینی دور بازشوها نظیر در و پنجره و روی نمای نعل درگاه یا تیرآهن سقف به صورت آهن گم استفاده می‌شود.	آجر لغازی (دم کلاغی)
	اگر آجر از ضخامت به دو نیم شود باقی‌مانده را آجر نیم‌لایی می‌نامند. برای پرکردن داخل تیرآهن نعل درگاه یا مهر نمودن رج آخر دیوار به سقف استفاده می‌شود.	آجر نیم لایی

ابزار مورد نیاز برای دیوار چینی

ابزارهای مورد نیاز در عملیات دیوار چینی در جدول ۳ معرفی گردیده است.

جدول ۳

نام ابزار	مشخصات فنی	تصویر
کمچه	کمچه ابزاری است که با آن ملات به شکل صاف و یکدست بر روی سطح کار پخش می‌شود. کمچه نوک گرد غالباً برای پخش ملات دیوار چینی استفاده می‌گردد، کمچه‌های نوک تیز مناسب برای سیمان کاری و اجرای پلاستر است. کمچه‌های نازک به دلیل عرض کم و طول کشیده برای بندکشی دیوارهای آجری و یا پخش ملات در محل‌های با عرض کم یا تسطیح درز بین نوارهای عایق‌های پیش‌ساخته رطوبتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.	
بیل	از بیل می‌توان در ساخت انواع ملات و انتقال آن به داخل فرغون یا استانبولی جهت حمل به محل اجرای دیوار استفاده نمود.	
فرغون	فرغون ابزاری جهت حمل دستی مصالح ساختمانی و بارهای سنگین در کارگاه می‌باشد. وزن بار قرار گرفته درون آن بین چرخ فرغون و فردی که کار هدایت فرغون را برعهده دارد تقسیم می‌شود. برای بلند کردن صحیح فرغون باید نزدیک به فرغون بایستید، پاهای خود را به اندازه عرض شانه‌ها باز کنید و یک پای خود را کمی جلوتر قرار دهید. با دست‌های خود به‌طور محکم دسته‌های فرغون را بگیرید. به‌جای خم کردن کمر، از پاها برای بلند کردن استفاده کنید. زانوها را خم کنید و با فشار دادن پاها به زمین، فرغون را بلند کنید.	
استانبولی و سطل فلزی	استانبولی ابزاری برای ساخت و حمل انواع ملات می‌باشد. استانبولی به شکل مخروط ناقص بوده و غالباً از جنس فلز یا اخیراً فایبرگلاس ساخته می‌شوند. از سطل فلزی برای حمل آب و یا ساخت و حمل دوغاب استفاده می‌شود.	
شمشه	شمشه ابزاری است که جهت تراز و هموار نمودن و کنترل شاقول بودن دیوار مورد استفاده قرار می‌گیرد. شمشه معمولاً از جنس فولاد یا آلومینیومی با مقطع قوطی ساخته می‌شود که نوع آلومینیومی آن به دلیل سبک‌تر بودن و راحتی کار بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. به مرور زمان و به دلیل ضربه‌های احتمالی ناشی از چکش یا سقوط بر روی زمین، ممکن است دچار انحنای شود. با قرار دادن دو شمشه بر روی هم در دو جهت متفاوت و متوالی، می‌توان از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل نمود.	

	برای تنظیم میزان ملات پخش شده روی هر رج آجر چینی از ابزاری به نام شمشه ملات استفاده می‌شود. شمشه ملات از جنس فلز یا چوب ساخته می‌شود که جنس چوبی به دلیل سبکی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. به کمک این ابزار می‌توان ضخامت ملات پخش شده روی آجر در هر رج و فاصله آن از لبه دیوار را جهت بندکشی دیوارهای نما به دقت تنظیم نمود.	شمشه ملات
	برای سنجش قائم بودن دیوار از ابزاری مخروطی شکل به نام شاقول استفاده می‌شود. یک ورق فلزی مربع شکل که از وسط آن ریسمانی عبور کرده و در انتها به یک مخروط فلزی سنگین متصل است. کمی پس از معلق شدن و حرکت به طرفین ثابت می‌شود و می‌توان قائم بودن دیوار را مورد ارزیابی قرار داد.	شاقول
	گونپای بنایی برای کنترل ۹۰ درجه بودن محل تقاطع دیوارها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ابزار در اندازه‌های مختلف و از جنس چوب یا فلز ساخته می‌شود. علاوه بر گونپا به کمک متر و نسبت (۳-۴-۵) هم می‌توان گونپا بودن کنج‌ها را ارزیابی نمود.	گونپای بنایی
	تراز به منظور سنجش افقی بودن سطح، میزان شیب و یا عمود کردن سطوح مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. جنس ترازهای دستی معمولاً از چوب، پلاستیک یا فلز است. در داخل این ترازها یک یا چندین کپسول حباب هوا وجود دارد که برای اندازه‌گیری و کنترل سطوح مختلفی همچون افقی، عمودی و زاویه ۴۵ درجه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورت آسیب به محفظه و خروج مایع از آن دیگر قابل استفاده نخواهد بود.	تراز
	ریسمان کار ابزاری جهت اجرای صحیح دیوار و جلوگیری از کج چیده شدن آن است. ریسمان کار را چند دور در فاصله سه چهارم طول آجر دور آن می‌پیچند و به فاصله بسیار اندک در حدود ۲ میلی‌متر از راستای طول دیوار در دو انتهای دیوار قرار می‌گیرد. از شمشه‌های قائم نصب شده با گچ به دو انتهای دیوار نیز به جای آجر جهت ریسمان‌کشی می‌توان استفاده نمود. معمولاً ریسمان‌های بنایی ضد آب و از جنس پلی پروپیلن و سفید رنگ است اما برای سهولت دید می‌توان از ریسمان‌های رنگی نیز استفاده نمود.	ریسمان کار

■ نکات ایمنی در محیط کارگاه

برای شروع فعالیت کارگاهی ابتدا باید لباس کار، دستکش و کفش مناسب بپوشید. لباس کار باید تمیز و متناسب با نوع کار و خطرات محیط کارگاهی باشد. لباس کار باید طوری باشد که موجب بروز حادثه نشود و به راحتی قابل استفاده باشد، متناسب با بدن کارگر بوده و هیچ قسمت آن آزاد نباشد. جیب‌های آن کوچک و تعداد آنها کم باشد. شلوار آن باید بدون دویل باشد (شکل ۱۶).

دستکش‌های استاندارد و ساق‌دار از جنس چرم، برزنت یا لاستیک (به تناسب نوع کار و خطرات محیطی) می‌باشند (شکل‌های ۱۷ و ۱۸).

افراد در محیط کارگاه در معرض خطر برخورد با اجسام برنده و یا سقوط اجسام قرار دارند. لذا باید کفش ایمنی استاندارد متناسب با نوع کار و خطرهای مربوطه داشته باشند. کفش‌ها و پوتین‌های ایمنی باید به راحتی قابل پوشیدن و درآوردن باشند و بند آنها به آسانی باز و بسته شود (شکل ۱۹).



شکل ۱۹



شکل ۱۸



شکل ۱۷



شکل ۱۶

■ ساخت ملات دیوار چینی

ملات ماده‌ای است خمیری که برای چسباندن قطعات مصالح بنایی به یکدیگر، تأمین بستری برای توزیع بار، اندودکاری سطوح داخلی و خارجی ساختمان و بندکشی نماها به مصرف می‌رسد.

ملات‌ها از یک جسم چسباننده (مانند خمیر سیمن، آهک هیدراته، گچ و غیره) و یک ماده پرکننده ریزدانه (مانند ماسه طبیعی، شکسته، ماسه‌های سبک طبیعی و ساختگی از قبیل پوکه‌ها و پرلیت) تشکیل شده‌اند.

مواد پرکننده را برای کاهش هزینه و کاهش جمع‌شدگی ملات‌ها به کار می‌برند.

ملات‌ها از نظر نوع گیرش به دو دسته هوایی و آبی تقسیم می‌شوند:

■ ملات هوایی

ملاتی است که در هوا می‌گیرد و سفت و سخت می‌شود، به عبارت دیگر گیرش ملات هوایی و سفت و سخت شدن و نیز سفت و سخت ماندن آنها به هوا نیاز دارد. مانند ملات گل، گل و آهک، ملات گچ و خاک و ملات گچ

■ ملات آبی

ملاتی است که زیر آب یا در هوا به طریق شیمیایی می‌گیرد و سفت و سخت می‌ماند. ملات‌های سیمانی مانند ماسه و سیمان و ملات گل آهک از جمله این ملات‌ها هستند.



شکل ۲۰

برای اجرای تمیزتر و دقیق‌تر ملات روی رج‌های آجرچینی می‌توان از شابلون بندکشی استفاده نمود (شکل ۲۰).

به کمک این ابزار ملات به صورت تراز و با فاصله از لبه‌های دیوار اجرا شده و از دور ریز ملات کاسته خواهد شد. همچنین از شمشه ملات نیز جهت اجرای صحیح ملات برای دیوارهایی که بندکشی خواهند شد استفاده می‌شود.

نکته



■ ملات گچ و خاک

افزودن خاک رس به گچ آن را کندگیر و ارزان می‌کند، معمولاً نسبت خاک رس به گچ دو به یک است. مصرف ملات گچ و خاک در طاق‌زنی و تیغه‌سازی و قشر آستر اندودکاری‌های داخل ساختمان است. برای ساختن آن مخلوط گچ و خاک را به آهستگی در آب پاشیده به هم می‌زنند.

■ ملات ماسه و آهک

ماده پرکننده این ملات، ماسه و ماده چسباننده آن، آهک است و به آن ملات ماسه یا ملات ماسه آهک هم گفته می‌شود. آهک ملاتی است هوایی و برای گرفتن و سفت و سخت شدن به دی‌اکسید کربن موجود در هوا نیاز دارد. این ملات برای اندود سطوح مناسب است. ملات‌های آهکی را باید در مکان‌های مرطوب به کار برد و تا پایان مدت عمل آمدن نمناک نگاه داشت. چنانچه ملات ماسه آهک قدری خاک داشته باشد (اصطلاحاً ماسه کفی)، بهتر است.

■ ملات باتارد

ملات باتارد با نسبت‌های مختلفی از سیمان و آهک و ماسه ساخته می‌شود که متداول‌ترین آنها (یک حجم سیمان و یک حجم آهک و شش حجم ماسه) و آب به مقدار کافی می‌باشد. افزودن آهک باعث به تأخیر انداختن گیرش ملات شده و فرصت بیشتری برای کار با ملات به وجود می‌آید، همچنین سبب می‌شود که نفوذپذیری آب در ملات و اندود کم شود، خمیری بودن ملات بیشتر شده و از ترک‌خوردگی آن جلوگیری می‌شود و در مصرف سیمان صرفه‌جویی خواهد شود. هرچه مقدار آهک در ملات باتارد زیاده‌تر شود، قابلیت نگهداری آب و کارایی ملات افزایش می‌یابد، ولی در مقابل، مقاومت فشاری آن کاهش پیدا می‌کند. وجود آهک نشکفته در ملات، سبب ایجاد آلونک در ملات‌های آهکی و باتارد می‌شود.

■ ملات ماسه و سیمان

ملات ماسه و سیمان کاربردی ترین ملات ساخت دیوارهای آجری است. ماده چسباننده این ملات، سیمان و ماده پرکننده آن، ماسه است. این ملات از نوع آبی است. برای زودگیر کردن ملات سیمانی هیچ گاه نباید به آن گچ افزوده شود، زیرا چنین ملات و اندودی پس از مدتی متلاشی می شود. وجود خاک رس در ماسه ملات سبب می شود سیمان نتواند به خوبی به آن بچسبد. برای شمشه گیری ملات های سیمان، هرگز نباید از گچ استفاده کرد، زیرا این دو ملات، به ویژه در صورت وجود رطوبت با یکدیگر ترکیب شده و متلاشی می شوند. با توجه به مقاومت مورد نیاز، نوع و محل مصرف ملات، سیمان، ماسه و آب با مقادیر معلوم ترکیب می شود. در یک دیوار با مصالح بنایی، ملات نقش یکپارچه کردن آجر، سنگ، بلوک و غیره، به منظور تأمین چسبندگی و مقاومت را دارد. برای ساختن ملات ۱ به ۴ باید یک حجم سیمان به همراه چهار حجم ماسه را در دستگاه مکانیکی یا به صورت دستی مخلوط کنید. ترکیب این دو مصالح ساختمانی را با آب مخلوط کنید تا یک ملات یک دست حاصل شود.

ملات مصرفی باید به میزانی که مورد نیاز است ساخته شود. بهتر است از وسیله مکانیکی نظیر بتونیر برای ساخت ملات استفاده شود. در مقادیر کم به صورت دستی نیز می توان ملات را ساخت. زمان اختلاط ملات، حداقل سه دقیقه و حداکثر ده دقیقه خواهد بود. بهترین روش اندازه گیری مواد، توزین آنها است، باید حتماً از پیمانه های با حجم معین استفاده گردد.

ملات ساخته شده را حداکثر تا یک ساعت پس از ساخت باید مصرف نمود و اگر ملات خشک شود اضافه کردن آب و استفاده مجدد از ملات ممنوع است.

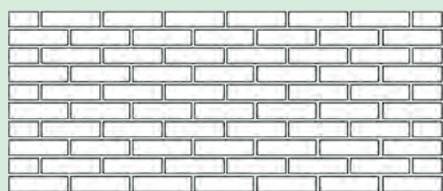
نکته



در فعالیتهای آموزشی در محیط هنرستان برای اینکه بتوان آجرها، بلوک ها و کفپوش ها را پس از انجام تمرین به راحتی از ملات جدا نموده و در دفعات و یا سال های بعد مجدداً مورد استفاده قرار داد، توصیه می شود برای ساخت ملات با حذف سیمان از ماسه خاک دار استفاده شود. این کار باعث صرفه جویی در هزینه های سالیانه خرید مصالح می شود. همچنین از دور ریختن حجم زیادی از ملات و مصالح ساختمانی به عنوان نخاله و آسیب رساندن به محیط زیست و طبیعت جلوگیری می شود.

■ اجرای دیوار چینی آجری

اجرای دیوار ۱۰ سانتی راسته نما (شکل ۲۱)



نما



ردیف اول



ردیف دوم

شکل ۲۱

فعالیت
کارگاهی



۱ ابتدا محل اجرای دیوار را تمیز نموده و با آب مرطوب نمایید. سپس ملات ماسه سیمان آماده شده به وسیله کمچه پخش و تسطیح می شود. آجر اول به صورت راسته نما روی ملات گذاشته و در دو سمت طولی و عرضی تراز می شود (شکل ۲۲).

۲ آجر دوم را با کمک شمشه در فاصله ای معادل پنج آجر به اضافه ملات قائم بین آجرها، از آجر اول قرار داده و با شمشه و تراز روی دو آجر را باهم تراز نمایید (شکل ۲۳).



شکل ۲۳



شکل ۲۲

۳ ریسمان بنایی به دو آجر کمکی متصل شده و روی دو آجر ابتدا و انتهای قرار می گیرد. بهتر است روی آجرهای متصل به ریسمان، دو آجر اضافه نیز گذاشته شود تا از حرکت و لغزش آجرها و ریسمان جلوگیری شود. ریسمان باید حدود ۱ تا ۲ میلی متر با آجرها فاصله داشته باشد و نباید به دیوار بچسبد. به کمک کمچه و شمشه ملات بین دو آجر را پخش نمایید (شکل ۲۴).



شکل ۲۴



شکل ۲۵

۴ ملات رج دوم را به کمک شمشه ملات اجرا نمایید (شکل ۲۵).



شکل ۲۶

۵ اجرای رج دوم را با آجر نیمه شروع نمایید. آجر ابتدایی رج دوم با رج اول را به کمک تراز، شاقول و همباد نمایید. برای اینکه بندهای قائم (هرزه ملات) رج دوم روی بندهای ردیف دوم نیفتد از آجر نیمه به عنوان آجر ابتدا و انتهای استفاده می شود (شکل ۲۶).

۶ رج دوم را کامل نموده و به کمک شمشه ملات، ملات رج سوم را اجرا نمایید (شکل های ۲۷ و ۲۸).



شکل ۲۸



شکل ۲۷



شکل ۲۹

۷ برای اجرای رج های بعدی مراحل فوق را تکرار نمایید. بعد از رج سوم، پس از تکمیل رج اجرا شده به کمک شاقول یا ترکیب شمشه و تراز، شاقول بودن ابتدا و انتهای دیوار ارزیابی می شود (شکل ۲۹).

۸ به همین ترتیب تا رج دهم دیوارچینی ادامه می یابد.

۹ به کمک شمشه به صورت قطری و ضربدری تاب برنداشتن (شکم ندادن) دیوار کنترل می شود.

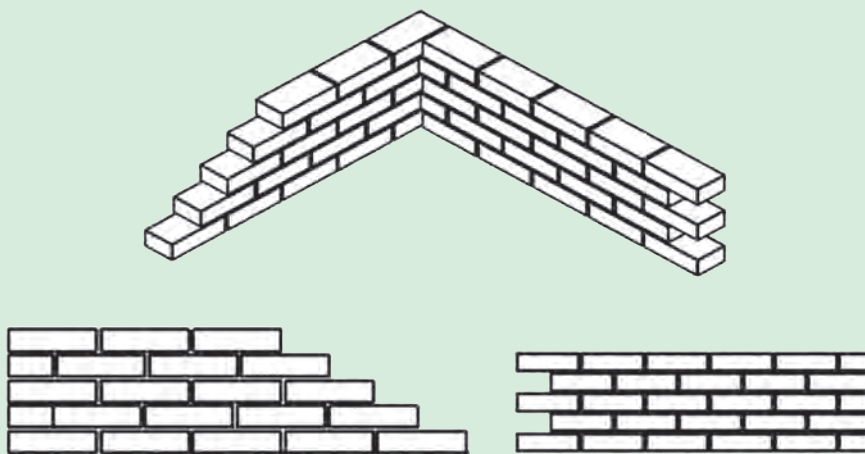
به کمک هنرآموز خود مساحت دیواری را که چیده اید حساب کنید. چه تعداد آجر در آن به کار رفته است؟ هر متر مربع دیوار چند آجر نیاز دارد؟

تمرین





اجرای دیوار متقاطع نیم آجره (۱۰ سانتی) با اجرای اتصال لابند و لاریز (شکل ۳۰)



شکل ۳۰



شکل ۳۱

۱ ابتدا محل اجرای دیوار را تمیز نموده و در صورت نیاز با آب مرطوب نمایید. ملات ماسه سیمان آماده شده را به وسیله کمچه و شمشه در راستای اول پخش و تسطیح نمایید. آجر اول را به کمک شمشه روی ملات قرار داده و تراز نمایید (شکل ۳۱).

۲ آجر دوم را با کمک شمشه در فاصله‌ای معادل پنج آجر به اضافه ملات قائم بین آجرها، از آجر اول قرار داده و با شمشه و تراز، دو آجر را با هم تراز نمایید (شکل‌های ۳۲ و ۳۳).



شکل ۳۳



شکل ۳۲



شکل ۳۴

۳ ریسمان بنایی به دو آجر کمکی متصل شده و روی دو آجر ابتدا و انتهایی قرار می‌گیرد. بهتر است روی آجرهای متصل به ریسمان، دو آجر اضافه نیز گذاشته شود تا از حرکت و لغزش آجرها و ریسمان جلوگیری شود. ریسمان باید حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر با آجرها فاصله داشته باشد و نباید به دیوار بچسبد. به کمک کمچه و شمشه ملات بین دو آجر را پخش نمایید (شکل ۳۴).

۴ به کمک شمشه، آجرهای ابتدا و انتهای راستای عمود را جای گذاری نمایید. به کمک گونیای بنایی از گونیا بودن کنج اطمینان حاصل نمایید (شکل‌های ۳۵ و ۳۶).



شکل ۳۶



شکل ۳۵



شکل ۳۷

۵ به کمک ریسمان بنایی بقیه آجرها بین آجر اول و آخر راستای دوم را کامل نمایید (شکل ۳۷).

۶ برای اینکه بندهای قائم (هرزه ملات) رج دوم روی بندهای ردیف اول نیفتد، رج دوم را با آجر کامل در راستای دوم و عمود بر راستای اول شروع نمایید (شکل ۳۸).

۷ برای اجرای لابند، آجر انتهایی را به اندازه نیم آجر از انتهای راستای دوم عقب‌تر قرار داده و تراز نمایید. در ادامه آجرهای بین آجر اول و آخر را به کمک ریسمان کار اجرا نمایید (شکل ۳۹).



شکل ۳۹



شکل ۳۸



شکل ۴۰

۸ برای اجرای لاریز، آجر انتهایی در امتداد اول را به اندازه یک نیمه آجر عقب‌تر قرارداده و به کمک ریسمان بقیه آجرها را تکمیل نمایید (شکل ۴۰).



شکل ۴۱

۹ برای اجرای رج سوم در راستای اول آجر کامل را قرار داده و تراز و شاقول نمایید. آجر انتهایی را به اندازه نیم آجر عقب‌تر اجرا نمایید (شکل ۴۱).



شکل ۴۲

۱۰ برای تکمیل رج سوم در راستای دوم و اجرای لابند، آجر انتهایی را به صورت کامل اجرا نمایید. در ادامه آجرچینی را به کمک ریسمان کار تکمیل نمایید (شکل ۴۲).



شکل ۴۳

۱۱ به همین ترتیب مابقی رج‌ها اجرا می‌گردند. (شکل ۴۳)

به کمک هنرآموز خود مساحت دیواری را که چیده‌اید حساب کنید. چه تعداد آجر در آن به کار رفته است؟ هر مترمربع دیوار چند آجر نیاز دارد؟

تمرین



نکات اجرایی آجرچینی

الف) دیوارچینی باید کاملاً قائم و شاقولی بوده، امتداد رج‌ها کاملاً افقی باشد. بندهای قائم (هرزه ملات) هیچ‌گاه نباید روی هم قرار گیرد چون باعث ایجاد ترک و جداسازی شده و ممکن است منجر به تخریب دیوار گردد.

ب) در اجرای آجرچینی به‌خصوص در محل تقاطع دو دیوار باید قفل و بست کامل بین آجرها ایجاد شود.
ج) آجرها بایستی در آب خیسانده (زنجاب شود). اگر آجر در آب اشباع نشود آب ملات را جذب می‌کند و چسبندگی و مقاومت ملات و در نتیجه مقاومت دیوار کاهش می‌یابد. پاشیدن آب بر روی آجر به‌جای زنجاب نمودن مجاز نمی‌باشد.

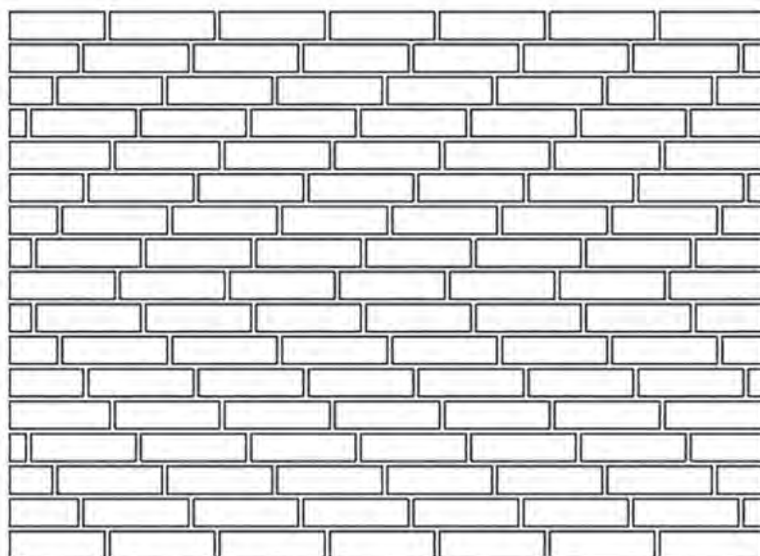
د) در شرایط متعارف، آجرکاری با ملات ماسه سیمان یا ملات باتارد باید حداقل ۳ روز مرطوب نگه داشته شود و از خشک شدن آن جلوگیری به‌عمل آید.

ه) برای پخش ملات از کمچه استفاده می‌شود. برای یکنواخت شدن ملات نیز از شمشه ملات کمک گرفته می‌شود. در صورتی که نتوانیم در یک مرحله یا روز کاری دیوارچینی را به پایان برسانیم بهترین روش قطع دیوارچینی، روش لایز می‌باشد. در صورت اجرای دیوار به‌صورت هشته گیر در زمان تکمیل دیوارچینی، ملات به‌درستی روی آجر قرار نرفته و اتصال صحیح بین دو رج اتفاق نمی‌افتد. این امر در بلند مدت باعث ایجاد ترک در محل اتصال و خرابی احتمالی دیوار خواهد شد (شکل ۴۴).

تمرین



دیوار ۱۰ سانتی شکل زیر را با راهنمایی هنرآموز خود اجرا نمایید (شکل ۴۴). برای انجام این تمرین باید پیوندیابی انجام شود. برای این منظور ابتدا با توجه به نمای جانبی داده شده، نقشه‌های رج‌های فرد و در ادامه رج‌های زوج را بر روی برگه ترسیم نمایید. نکته کلیدی در عمل پیوندیابی قرار نگرفتن بندهای قائم (هرزه ملات‌ها) بر روی هم است.



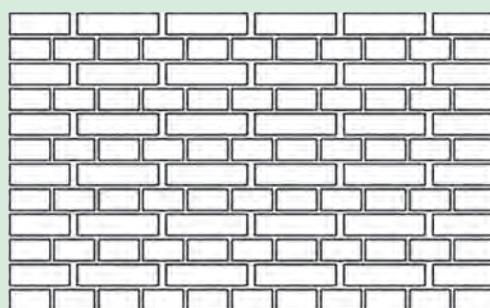
شکل ۴۴ - نمای روبه‌رو



اجرای پیوند بلوکی راسته و کله نمای دیوار ۲۰ سانتی (شکل ۴۵)
 ۱ ابتدا محل اجرای دیوار را تمیز نموده و با آب مرطوب نمایید. ملات ماسه سیمان آماده شده به وسیله
 کمچه پخش و تسطیح می شود. آجر اول را به صورت کله نما روی ملات قرار داده و تراز نمایید (شکل ۴۶).



شکل ۴۶



نما



رج دوم



رج اول

شکل ۴۵



شکل ۴۷

۲ لبه داخلی آجر دوم در فاصله ای به عرض ۱۰ آجر
 به اضافه بند ۱ سانتی در امتداد دیوارچینی قرار دهید.
 آجر آخر را به کمک شمشه در امتداد آجر اول قرار
 داده و با شمشه و تراز روی دو آجر باهم تراز نمایید
 (شکل های ۴۷ و ۴۸).

۳ بین دو آجر ابتدا و انتهایی را به کمک شمشه
 تکمیل نمایید. در ادامه به کمک شمشه ملات، ملات
 رج دوم را پخش نمایید (شکل ۴۹).



شکل ۴۸



شکل ۴۹



شکل ۵۰



شکل ۵۱

۴ ریسمان بنایی به دو آجر کمکی متصل شده و روی دو آجر ابتدا و انتهای گذاشته می‌شود. بهتر است روی آجرهای متصل به ریسمان، دو آجر اضافه نیز گذاشته شود تا از حرکت و لغزش آجرها و ریسمان جلوگیری شود. ریسمان باید حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر با آجرها فاصله داشته باشد و نباید به دیوار بچسبد. به کمک کمچه و شمشه ملات، ملات رج دوم پخش می‌شود (شکل ۵۰).

۵ برای اینکه بندهای قائم (هرزه ملات) رج دوم روی بندهای ردیف اول نیفتد باید آجرهای ابتدا و انتها آجر سه قدی باشد (شکل ۵۱).

۶ پس از اجرای رج سوم دو عدد شمشه به صورت شاقول و به کمک ملات گچ به دو انتهای دیوار متصل می‌شود. به کمک این شمشه‌ها هم ریسمان کشی و هم ارزیابی شاقول بودن دو سر دیوار امکان پذیر خواهد بود. به همین ترتیب تا رج دهم دیوار چینی ادامه می‌یابد (شکل‌های ۵۲ و ۵۳).

۷ به کمک شمشه به صورت قطری و ضربدری تاب برنداشتن (شکم ندادن) دیوار کنترل می‌شود.



شکل ۵۳



شکل ۵۲

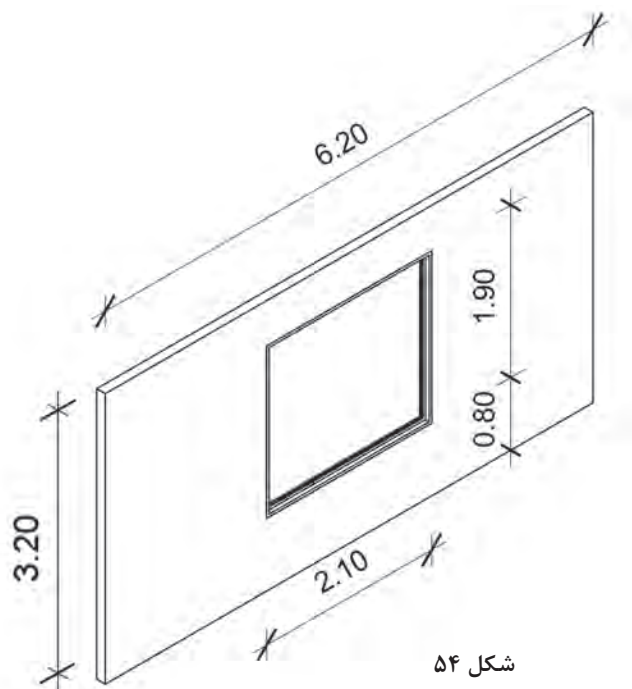
به کمک هنرآموز خود مساحت دیواری را که چیده‌اید حساب کنید. چه تعداد آجر در آن به کار رفته است؟ هر مترمربع دیوار چند آجر نیاز دارد؟

تمرین

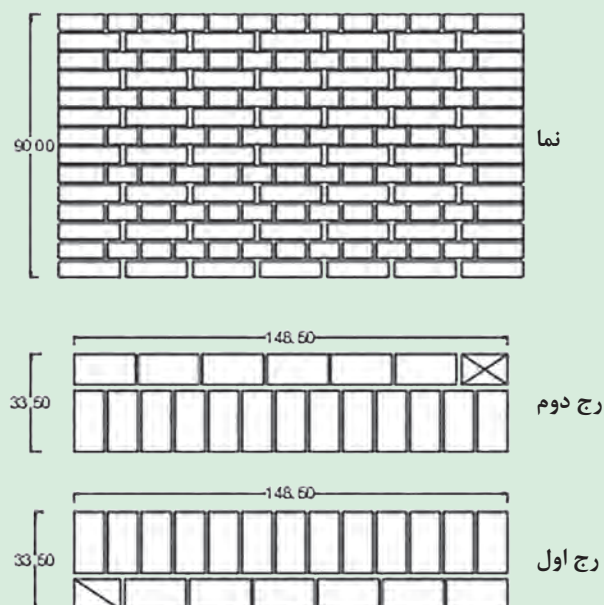




مساحت دیوارچینی دیوار یک آجره زیر (شکل ۵۴) را حساب کنید.



اجرای دیوار بلوکی یک و نیم آجره (۳۵ سانتی) (شکل ۵۵)





شکل ۵۶

۱ ابتدا محل اجرای دیوار را تمیز نموده و با آب مرطوب می‌شود. ملات ماسه سیمان آماده شده به وسیله کمچه پخش و تسطیح می‌شود. در رج اول یک آجر سه قدی به صورت راسته نما و یک آجر کامل به صورت کله نما مطابق شکل روی ملات قرار می‌گیرد (شکل ۵۶).



شکل ۵۷

۲ پس از تراز نمودن دو آجر ابتدایی یک آجر کامل به صورت کله‌نما و یک آجر سه قدی به صورت راسته‌نما در ابتدای دیوار با فاصله پشت تا پشت ۱۴۹ سانتی‌متر و به کمک دو شمشه در طرفین دیوار به صورت افقی در امتداد دو آجر اول چیده شده و تراز می‌شوند (شکل ۵۷).



شکل ۵۸

۳ در ادامه رج اول مطابق شکل تکمیل می‌گردد. گوشه‌های دیوار باید به وسیله گونیای بنایی باید گونیا شود (شکل‌های ۵۸ و ۵۹).



شکل ۵۹

۴ ریسمان بنایی به دو آجر کمکی متصل شده و روی دو آجر ابتدا و انتهای گذاشته می‌شود. بهتر است روی آجرهای متصل به ریسمان، دو آجر اضافه نیز گذاشته شود تا از حرکت و لغزش آجرها و ریسمان جلوگیری شود. ریسمان باید حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر با آجرها فاصله داشته باشد و نباید به دیوار بچسبد (شکل ۶۰).



شکل ۶۰

۵ به کمک کمچه و شمشه ملات رج دوم پخش می‌شود. برای اینکه بندهای قائم (هرزه ملات) رج دوم روی بندهای ردیف دوم نیفتد رج دوم را مطابق شکل به صورت آجر سه قدی نما و ادامه آجر کامل راسته‌نما اجرا نمایید. آجر آخر نیز سه قدی خواهد بود. مابقی آجرها مطابق شکل چیده می‌شود (شکل ۶۱).

۶ برای اطمینان از گونیا بودن لبه‌های دیوارهای یک و نیم آجره و بیشتر باید از ابزار گونیای بنایی مطابق شکل استفاده نمود (شکل ۶۲).



شکل ۶۲



شکل ۶۱

۷ پس از اجرای رج چهارم دو عدد شمشه به صورت شاقول و به کمک ملات گچ به دو انتهای دیوار متصل می‌شود. به کمک این شمشه‌ها هم ریسمان کشی و هم ارزیابی شاقول بودن دو سر دیوار امکان‌پذیر خواهد بود (شکل‌های ۶۳ و ۶۴).



شکل ۶۴



شکل ۶۳



شکل ۶۵

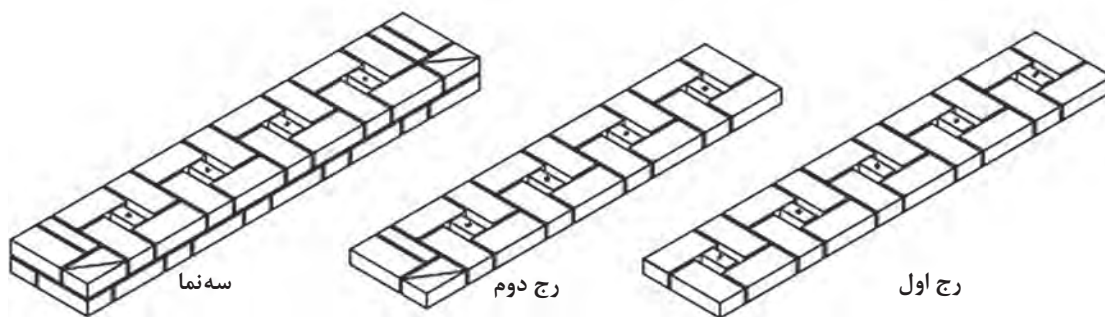
۸ با قرار دادن شمشه به صورت قطری روی دیوار تاب برنداشتن (شکم ندادن) دیوار ارزیابی می‌شود (شکل ۶۵).



به کمک هنرآموز خود مساحت را حساب کنید. با توجه به ضخامت یک و نیم آجره، حجم دیواری را که چیده‌اید حساب کنید. چه تعداد آجر در آن به کار رفته است؟ هر مترمربع دیوار چند آجر نیاز دارد؟



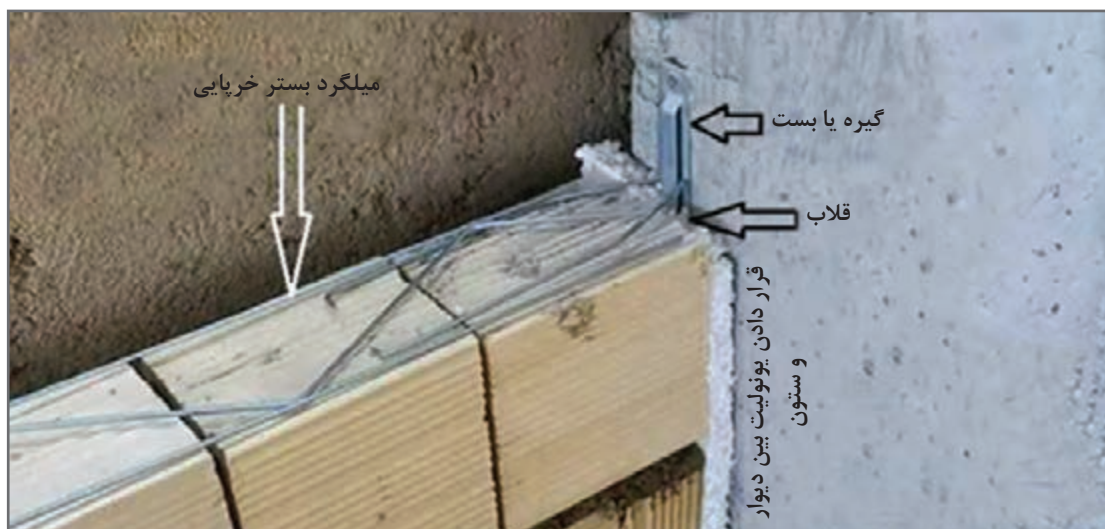
دیوار یک و نیم آجره (۳۵ سانتی) را مطابق شکل زیر با راهنمایی هنرآموز خود اجرا نمایید (شکل ۶۶).



شکل ۶۶



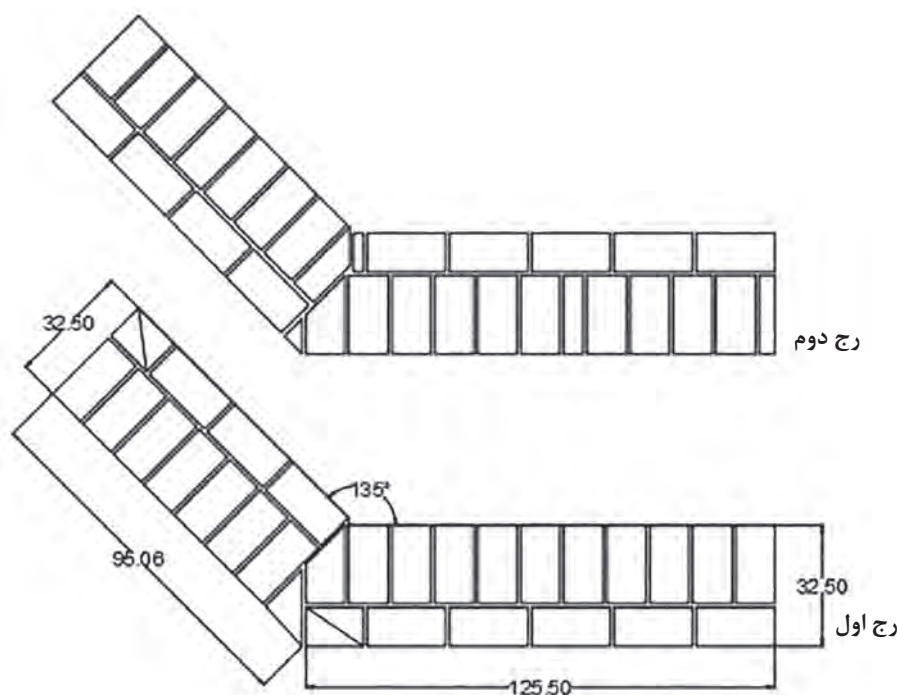
دیوار سفالی ۱۰ یا ۱۵ سانتی را مطابق مراحل دیوار چینی قبلی و مهار شده با میلگرد بستر مطابق شکل زیر با راهنمایی هنرآموز خود اجرا نمایید (شکل ۶۷).



شکل ۶۷



دیوار یک و نیم آجره (۳۵ سانتی) را مطابق شکل زیر با راهنمایی هنرآموز خود اجرا نمایید (شکل ۶۸).



شکل ۶۸

■ جمع‌آوری و نظافت کارگاه

پس از اتمام عملیات دیوارچینی و قبل از گیرش ملات و سفت شدن ملات باید بلافاصله آجرها از ملات جدا شده و تمیز گردند و ملات‌ها را جمع‌آوری و از کارگاه خارج نمود. آجرها باید به‌طور مرتب در محل مربوطه در کارگاه روی هم چیده شود تا برای فعالیت بعدی مورد استفاده قرار گیرد، محل آجرچینی باید جارو شده و شسته شود و کلیه نخاله‌های حاصل از فعالیت دیوارچینی جمع‌آوری گردد.

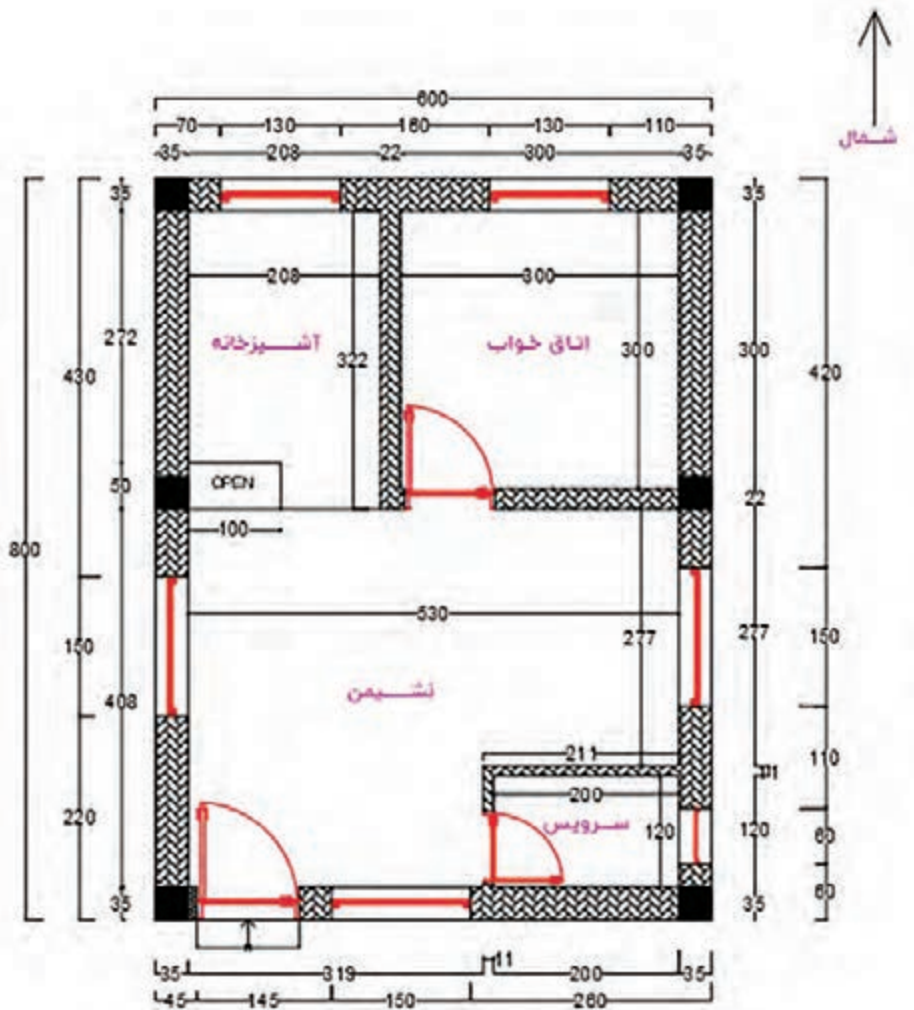
■ محاسبه مقدار مصالح مصرفی و کار انجام شده (متره)

قبل از شروع به انجام یک فعالیت ساختمانی باید مقدار مصالح موردنیاز یا مقدار کاری که باید انجام شود محاسبه گردد. به این کار اصطلاحاً متره گفته می‌شود. در دیوارهای اجرا شده با آجر فشاری، ماسه آهکی، ماشینی سوراخ‌دار، متره دیوارهای ۵ سانتی (تیغه چینی)، ۱۱ سانتی (نیم‌آجره) و دیوارهای یک آجره (۲۲ سانتی) با واحد مترمربع بیان می‌گردد. متره دیوارهای یک‌ونیم آجره (۳۵ سانتی) و بیشتر نیز به‌صورت حجمی و با واحد مترمکعب می‌باشد.

در دیوارهای اجرا شده با آجر سفالی، به تفکیک استفاده از سفال‌های با عرض ۷ تا ۱۱ سانتی، سفال‌های ۱۱ تا ۲۲ سانتی و سفال‌های بیش از ۲۲ سانتی براساس مساحت دیوار به مترمربع محاسبه می‌شود. سپس مساحت در ضخامت دیوار ضرب شده و با واحد حجمی مترمکعب بیان می‌گردد.

در جدول ۴ با فرض اجرای دیوار با آجر ماشینی سوراخ‌دار ریزمتره آجرکاری پلان شکل ۶۹ محاسبه شده است.

مثال



شکل ۶۹

ارتفاع کف تا کف طبقه ۳۸۰، ضخامت سقف ۴۰، ارتفاع درها ۲۲۰، عرض در ورودی و اتاق ۱۰۰، عرض در سرویس ۷۵، ارتفاع پنجره‌ها ۱۷۰، ارتفاع پنجره سرویس ۵۰ و ارتفاع Open آشپزخانه ۱۱۰ سانتی‌متر می‌باشد. دیوارهای پیرامونی ۳۵، دیوارهای داخلی اتاق و آشپزخانه ۲۲ و دیوارهای داخلی سرویس ۱۱ سانتی می‌باشد.

جدول ۴

ردیف	شرح	تعداد	طول (متر)	عرض (متر)	ارتفاع (متر)	مساحت (مترمربع)	حجم (مترمکعب)	جمع جزئی
۱	آجر چینی ۳۵ سانتی ضلع شمالی و جنوبی	۲	۵/۳۰	۰/۳۵	۳/۴۰	—	۱۲/۶۱	
۲	کسر می شود پنجره های ضلع شمالی	۲	۱/۳۰	۰/۳۵	۱/۷۰	—	-۱/۵۵	
۳	کسر می شود پنجره جنوبی	۱	۱/۵۰	۰/۳۵	۱/۷۰	—	-۰/۸۹	
۴	کسر می شود در ورودی ضلع جنوبی	۱	۱/۰۰	۰/۳۵	۲/۲۰	—	-۰/۷۷	
۵	آجر چینی ۳۵ سانتی ضلع غربی و شرقی	۲	۶/۹۵	۰/۳۵	۳/۴۰	—	۱۶/۵۴	
۶	کسر می شود پنجره های ضلع غربی و شرقی	۲	۱/۵۰	۰/۳۵	۱/۷۰	—	-۱/۷۹	
۷	کسر می شود پنجره سرویس ضلع شرقی	۱	۰/۶۰	۰/۳۵	۰/۵۰	—	-۰/۱۱	
حجم دیوار چینی ۳۵ سانتی (مترمکعبی)								
۲۴/۰۴								
ردیف	شرح	تعداد	طول (متر)	عرض (متر)	ارتفاع (متر)	مساحت (مترمربع)	حجم (مترمکعب)	جمع جزئی
۱	آجر چینی ۲۲ سانتی ضلع جنوبی اتاق خواب	۱	۳/۰۰	—	۳/۴۰	۱۰/۲۰	—	
۲	کسر می شود در اتاق خواب	۱	۱/۰۰	—	۲/۲۰	-۲/۲۰	—	
۳	آجر چینی ۲۲ سانتی ضلع غربی اتاق خواب	۱	۳/۲۲	—	۳/۴۰	۱۰/۹۵	—	
مساحت دیوار چینی ۲۲ سانتی (مترمربع)								
۱۸/۹۵								
ردیف	شرح	تعداد	طول (متر)	عرض (متر)	ارتفاع (متر)	مساحت (مترمربع)	حجم (مترمکعب)	جمع جزئی
۱	آجر چینی ۱۱ سانتی شمالی سرویس	۱	۲/۱۱	—	۳/۴۰	۷/۱۷	—	
۲	آجر چینی ۱۱ سانتی ضلع غربی سرویس	۱	۱/۲۰	—	۳/۴۰	۴/۰۸	—	
۳	کسر می شود در سرویس	۱	۰/۷۵	—	۲/۲۰	-۱/۶۵	—	
مساحت دیوار چینی ۱۱ سانتی (مترمربع)								
۹/۶۰								

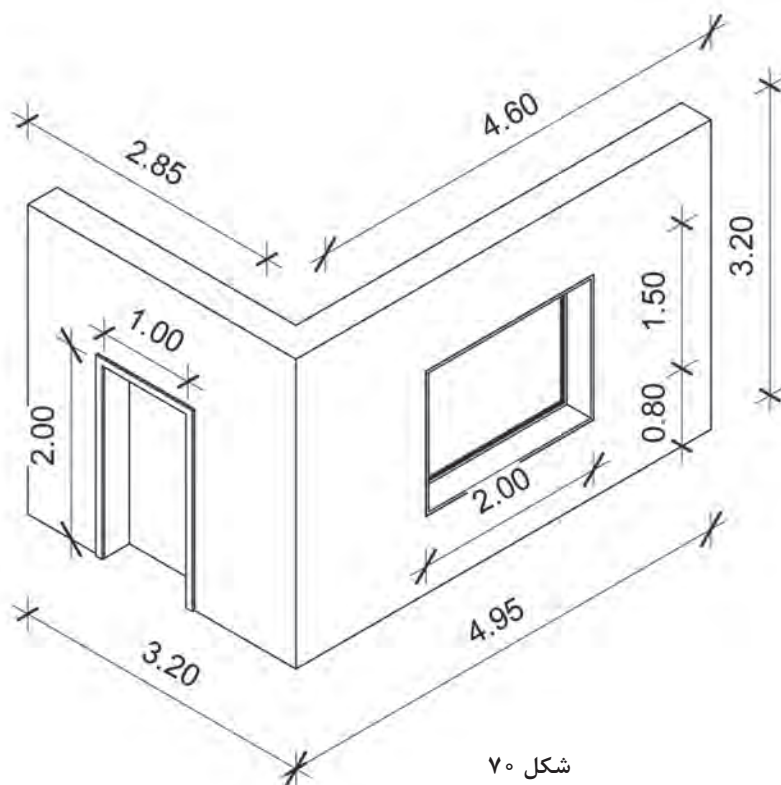
با فرض اجرای دیوار با بلوک سفالی حجم آجرکاری را محاسبه نمایید.

تمرین





در شکل ۷۰ مساحت دیوارچینی را محاسبه نمایید. با فرض اینکه جنس دیوار آجر ۲۰ سانتی ماشینی سوراخ دار باشد، تعداد آجر مصرفی را محاسبه نمایید.



شکل ۷۰

مهار دیوارهای داخلی و خارجی ساختمان

دیوارهایی که به عنوان دیوارهای خارجی یا داخلی در ساختمان به کار می روند باید در مقابل نیروهای جانبی از قبیل باد و زلزله پایداری خود را حفظ نموده و فرو نریزد (شکل ۷۱). آسیب های وارده به دیوارهای غیرسازه ای در زلزله های رخ داده در ایران به خصوص پس از زلزله سال ۱۳۹۶ سرپل ذهاب کرمانشاه منجر به توجه جدی تر به مسئله مهار دیوارها گردید. دیوارها نباید به صورت مستقیم به اسکلت ساختمان متصل شوند. مهار دیوارها به کمک اعضای موسوم به وال پست انجام می شود. برای اتصال دیوار به اعضای اسکلت، بین انتهای دیوار و ستون ها و زیر تیر بالایی باید از مصالح تراکم پذیر نظیر پلی استایرن یا پشم سنگ ضد رطوبت استفاده شود.

وال پست به اعضای عمودی و افقی گفته می شود که برای مهار دیوارهای باربر یا غیر باربر به کار می روند. طرفین بازشوها نظیر در و پنجره ها باید به وسیله وادارها مطابق شکل ۷۲ مهار شوند. مهار دیوار به ستون ها و سقف های پیرامونی به کمک ناودانی های منقطع که به تیر و ستون متصل شده اند صورت می پذیرد.



شکل ۷۲



شکل ۷۱

برای افزایش مقاومت و یکپارچگی دیوارها از میلگرد بستر استفاده می‌شود. میلگرد بستر می‌تواند از یک میلگرد آجدار معمولی باشد ولی معمولاً از دو مفتول ساده یا آجدار با قطر ۴ تا ۸ میلی‌متر که توسط یک مفتول میانی به هم متصل شده‌اند به شکل‌های مختلفی مانند نردبانی یا خرپایی ساخته می‌شوند. فاصله قائم بین میلگردهای بستر در دیوار آجری بین ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است. بر روی ستون‌های طرفین دیوار یا وادارها بست‌های مخصوص نصب شده و میلگرد بستر باید به این بست‌ها متصل گردد (شکل‌های ۷۳ و ۷۴).



شکل ۷۴



شکل ۷۳

برای آشنایی بیشتر با جزییات اجرایی مبحث بسیار مهم مهار دیوارها، توصیه می‌شود به پیوست شماره ۶ استاندارد ۲۸۰۰ زلزله ایران و همچنین ضابطه شماره ۷۲۹ سازمان برنامه و بودجه کشور مراجعه گردد.

نکته



ارزشیابی شایستگی دیوار چینی آجری

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- نقشه خوانی و متره آجر لازم انجام کار
- تهیه تعداد آجر مورد نیاز برای اجرای دیوار چینی
- اجرای دیوار چینی آجری با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد: اجرای دیوار چینی آجری براساس نشریه ۵۵ (مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی) جلد پنجم، عملیات بنایی و ... استاندارد ملی ایران شماره ۷، آجررسی ... ویژگی‌های و روش‌های آزمون دروندادی: رعایت ایمنی حین شکستن آجر با تیشه، مدیریت مصالح و منابع فرایندی: انجام مراحل اجرای دیوار چینی آجری با ترتیب صحیح (تسطیح و آماده‌سازی بستر کار، ساخت و اجرای ملات نصب، اجرای دیوار چینی آجری ۱۱ سانتی، ۲۲ سانتی و ۳۵ سانتی و اجرای صحیح لاریز و لابند) محصول: اجرای دیوار آجری نیم یک آجره، یک آجره و یک و نیم آجره طبق نقشه داده شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان **زمان:** ۸ ساعت **تحت نظارت:** استاد کار یا مربی
مقدار: اجرای دیوار چینی آجری نیم یک آجره، یک آجره و یک و نیم آجره در حداقل پنج رج
ابزار و تجهیزات: متر، دستکش، تیشه، تراز، شمشه آلومینیومی، شمشه مالت چوبی، ریسمان، بیل، فرغون، استانبولی، کمچه، ماسه، سیمان، آب، آجر فشاری یا ماسه آهکی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	تسطیح، تمیزکاری و آماده‌سازی بستر اجرای کار	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	ساخت ملات ماسه و سیمان، شاقول نمودن ابتدا و انتهای دیوار و گونیا نمودن کنج	۲	
۴	استفاده صحیح از شمشه ملات در بندهای افقی، اجرای صحیح بندهای قائم	۲	
۵	اجرای صحیح لابند و لاریز، ریسمان کشی صحیح جهت رعایت همبندی رج‌ها	۲	
۶	کنترل عدم پیش‌آمدگی (شکم دادن) بوسیله شمشه‌گیری ضربدری در پایان	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: * رعایت ایمنی موقع کار با تیشه، دقت، ظرافت و رعایت اندازه صحیح شکستن آجر جهت تهیه کلوک، سه قدی و نیمه، استفاده درست از ریسمان جهت همبندی رج‌ها، استفاده از عینک در زمان کار با تیشه و دستکش در زمان کار با ملات ماسه و سیمان، جمع‌آوری مصالح و نظافت کارگاه	۲	
میانگین نمرات: **			

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و نمره مستمر است.
 ** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۲: اجرای قوس‌های آجری

مقدمه

قوس‌های آجری در معماری گذشته ایران نقش قابل توجه و ارزنده‌ای چه از لحاظ زیبایی و چه از نظر باربری داشته‌اند. عمده مصالح ساختمانی دارای مقاومت فشاری بیشتری نسبت به مقاومت کششی هستند. بارهای ثقلی نظیر وزن اعضای سازه، بارهای زنده نظیر وزن افراد و مبلمان در ساختمان یا بار زنده عبوری در پل‌ها و نیروهای جانبی نظیر باد و زلزله موجب ایجاد تنش‌های کششی و فشاری در مصالح می‌گردند. برای جبران ضعف کمبود مقاومت کششی مصالح قدیمی نظیر سنگ و آجر که در ساخت بناها و پل‌های جاده‌ها به کار می‌رفت از قوس‌ها استفاده می‌شد. ویژگی مهم قوس تبدیل نیروهای وارد بر سازه به نیروی فشاری و حذف نیروی کششی در مصالح می‌باشد.

استاندارد عملکرد

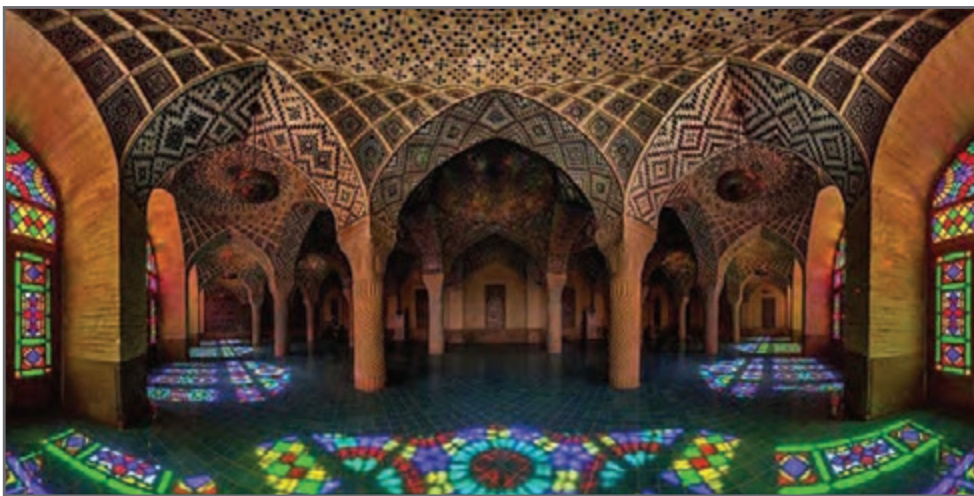
در پایان این واحد یادگیری هنرجویان باید بتوانند مراحل اجرای یک قوس آجری شامل ساخت قالب گچی، اجرای پایه‌ها و در نهایت اجرای کامل قوس را انجام دهند. در نهایت با لحاظ نمودن ضوابط ایمنی و زیست‌محیطی عملیات جمع‌آوری و تمیزی کاری محل اجرای دیوارچینی را اجرا نموده و مطابق ضوابط ارزشیابی شایستگی محور در پایان پودمان مورد ارزشیابی قرار خواهند گرفت.

استانداردهای مرتبط با موضوع دیوارچینی

- ۱ مقررات ملی ساختمان، مبحث پنجم، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، ویرایش پنجم ۱۳۹۶
- ۲ مقررات ملی ساختمان، مبحث هشتم، طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی، ویرایش سوم ۱۳۹۸
- ۳ مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی (نشریه ۵۵) - جلد پنجم، ویرایش سوم ۱۴۰۳

قوس

قوس عبارت است از قسمتی از یک یا دو کمان متقارن که برای انتقال بار به پایه‌ها یا نماسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای ساخت پل‌های رودخانه‌ها و کانال‌های انتقال آب، نعل درگاه پنجره‌ها و درهای ساختمان‌ها، طاق نماها و گنبدها می‌توان از قوس‌ها استفاده کرد. قوس‌ها نقش بسیار مهمی در شکل‌گیری شاهکارهای معماری سنتی و بناهای تاریخی ایران دارند (شکل ۷۵).



شکل ۷۵

قسمت‌های مختلف قوس‌ها مطابق شکل ۷۶ نام‌گذاری می‌شوند:

پاکار: محل شروع قوس از روی دیوار یا پایه

شانه: محلی که قوس در اثر بار زیاد ترک برمی‌دارد (زاویه ۲۲ درجه)

تیزه: بالاترین نقطه قوس (محل برخورد دو نیمه قوس)

شکرگاه (شکن‌گاه): فاصله بین پاکار و شانه

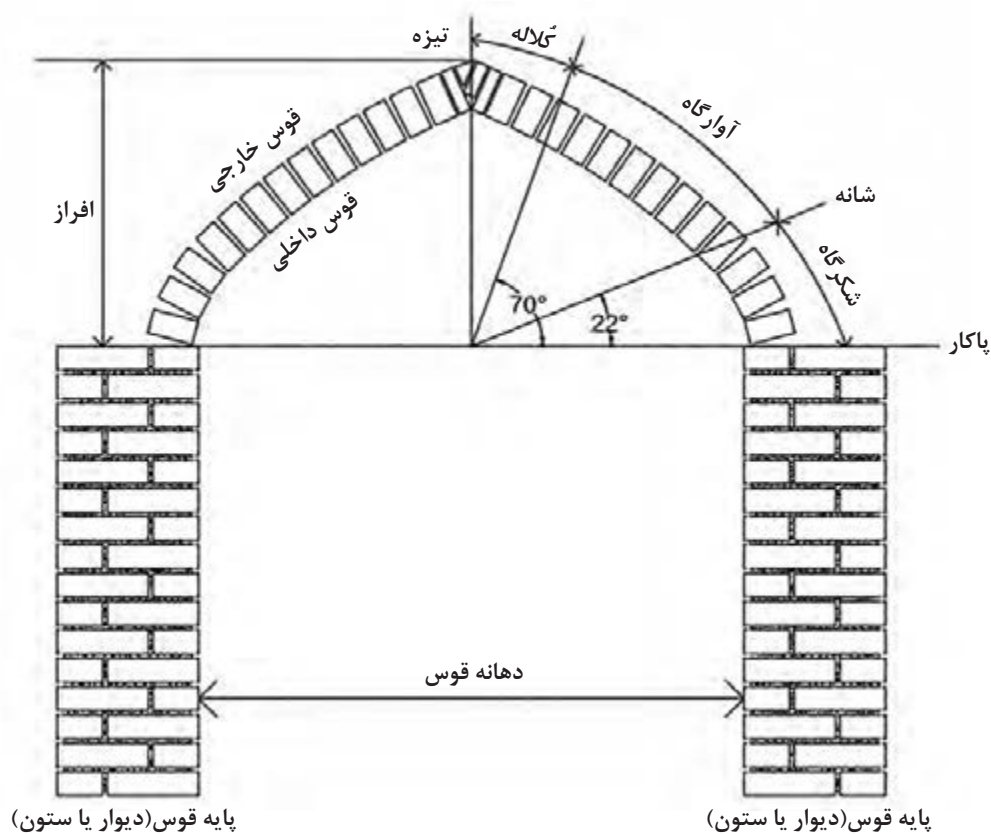
آوارگاه: فاصله بین شانه تا محلی که طاق در اثر بار زیاد فرو می‌ریزد (زاویه ۷۰ درجه)

گلاله: فاصله بین تیزه تا محل تمام شدن آوارگاه (زاویه ۷۰ تا ۹۰ درجه)

دهانه: فاصله داخلی دو پایه قوس

افراز: فاصله قائم پاکار تا تیزه

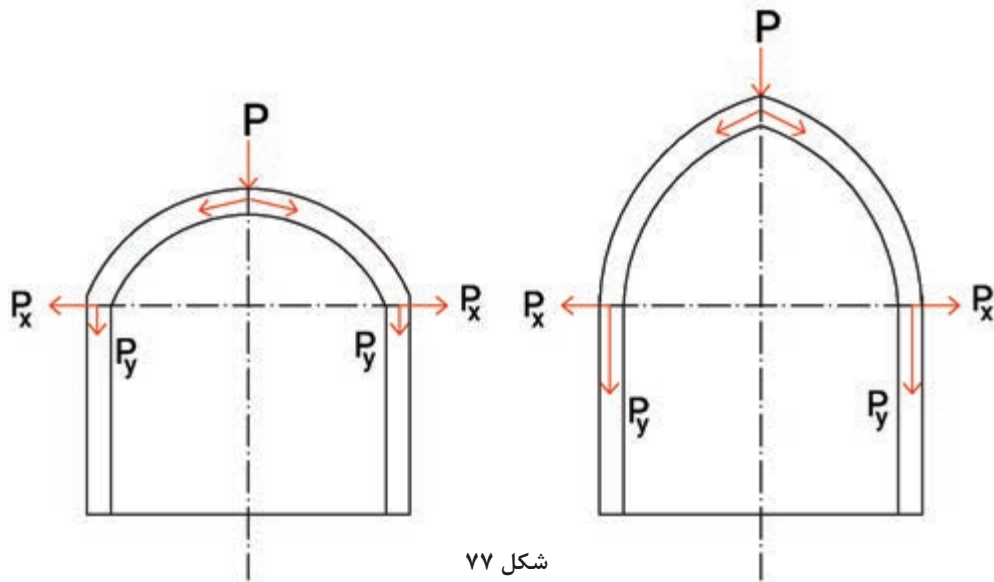
خیز قوس: نسبت افراز به دهانه



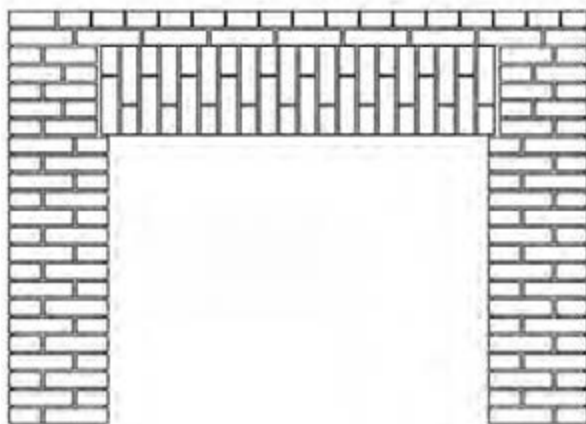
شکل ۷۶

چگونگی انتقال نیرو در قوس‌ها

مجموع وزن دیوار و بارهای زنده احتمالی روی قوس به صورت دو نیرو در راستای قوس مورب به پایه‌های طرفین قوس انتقال می‌یابد و روی پایه‌ها در دو راستای قائم به صورت نیروی فشاری و در راستای افقی به صورت نیروی رانشی اعمال می‌گردد (شکل ۷۷). با افزایش نسبت ارتفاع به دهانه قوس که اصطلاحاً خیز قوس نامیده می‌شود نیروی قائم بیشتر شده و نیروی مخرب رانش افقی کاهش می‌یابد و بالعکس. به علت مقاومت فشاری قابل قبول مصالح نظیر آجر نسبت به مقاومت برشی که تابع مقاومت ملات دیوارچینی و قوس می‌باشد، افزایش نیروی قائم و کاهش نیروی افقی خطر تخریب قوس را کاهش می‌دهد. مصالح قوس و پایه‌ها باید توان تحمل فشار وارده و همچنین نیروی برشی و رانش حاصل از فشار قائم را داشته باشد تا قوس فرو نریزد.



شکل ۷۷



شکل ۷۸ - قوس تخت



شکل ۷۹ - قوس لنتو (تخت)، تخت جمشید

تقسیم‌بندی قوس‌ها از نظر شکل

۱ قوس‌های تزئینی

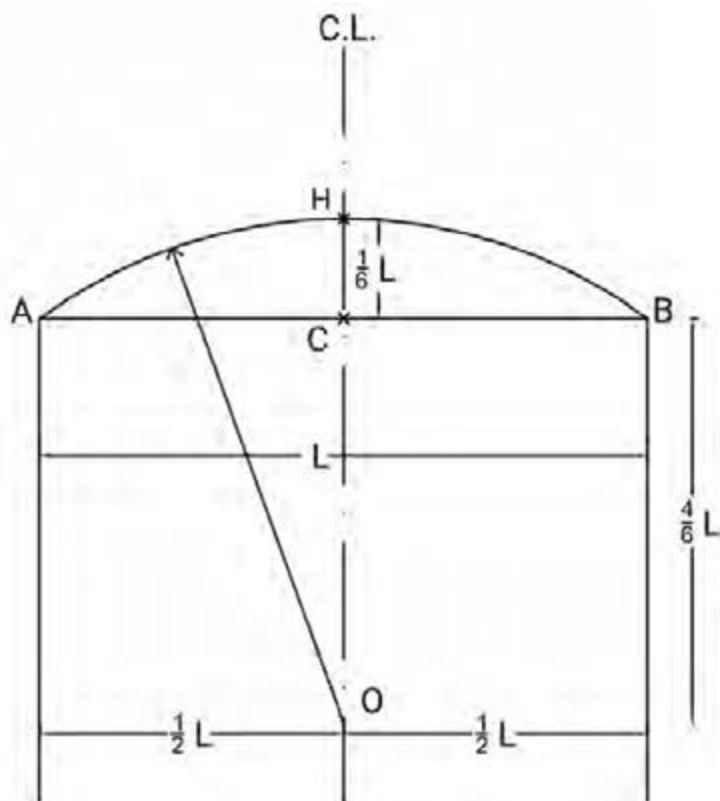
به دلیل خیز کم، این قوس‌ها تحمل بار کمتری دارند و بیشتر جنبه زیبایی و تزئینی مدنظر می‌باشد. انواع قوس تزئینی عبارت‌اند از:

قوس تخت (مستقیم): اگر نیروی وارد بر قوس اندک باشد و بیشتر جنبه زیبایی قوس مدنظر باشد تا باربری آن، از قوس تخت استفاده می‌شود. این قوس دارای زاویه تکیه‌گاه قائمه با کنج (بدون خیز) یا مقادیر اندکی خیز در دهانه‌های بلند می‌باشد. به کمک یک نگهدارنده کمکی نظیر چوب یا پروفیل نظیر تیرآهن در داخل قوس پایداری آن در محل‌هایی نظیر نعل درگاه تأمین می‌شود. (شکل‌های ۷۸ و ۷۹).

قوس هلالی (شمشیری): قوس هلالی بخش کوچکی از یک کمان بزرگ است و لذا قوسی بسیار نرم و عمدتاً زینتی خواهد بود. در این قوس زاویه قوس با تکیه‌گاه ۶۰ درجه خواهد بود. در این قوس نیز نگهدارنده قوس و اتصال آن به تکیه‌گاه با چوب یا پروفیل فلزی انجام می‌شود. در این نوع قوس ارتفاع خیز قوس یک ششم دهانه آن می‌باشد. (شکل ۸۰)



شکل ۸۰



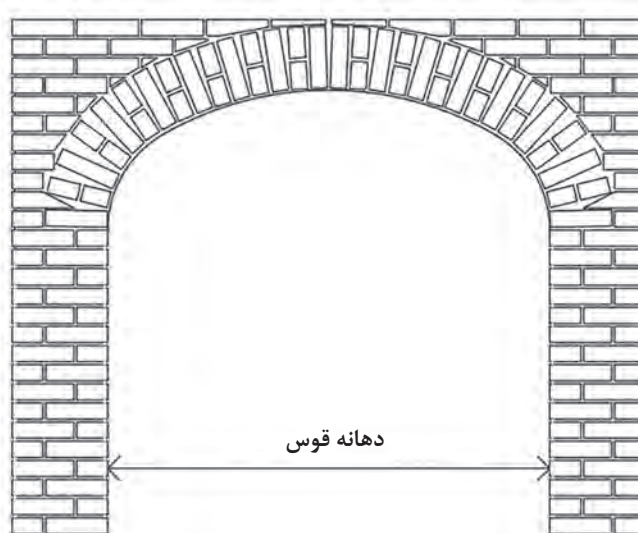
شکل ۸۱

برای ترسیم قوس هلالی مطابق شکل ۸۱ پاره خط افقی AB را ترسیم نمایید. از نقطه C واقع در مرکز پاره خط AB به اندازه $\frac{4}{6}L$ در راستای محور قوس پایین رفته تا نقطه O به دست آید. به مراکز O و شعاع OA کمان را ترسیم نموده تا به نقطه B ختم شود.



عرض در کلاس را با متر اندازه گرفته و یادداشت کنید. در کارگاه نخست دهانه قوس را به اندازه در کلاس بر روی زمین مشخص کنید. سپس به کمک هنرآموز خود و به وسیله ریسمان و گچ یک قوس هلالی به عرض در کلاس خود در اندازه واقعی بر روی زمین ترسیم کنید. ارتفاع تیزه قوس چقدر است؟ آیا می توان این قوس را به جای نعل درگاه در کلاس اجرا کرد؟

قوس نیم بیضی یا دسته سبدي: این قوس یک قوس تزینینی با خیز بسیار کم با باربری اندک است که برای نماسازی مورد استفاده قرار می گیرد (شکل های ۸۲ و ۸۳).

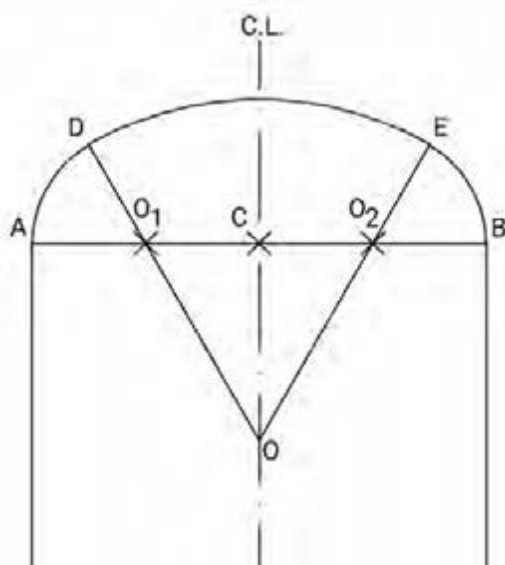


شکل ۸۲

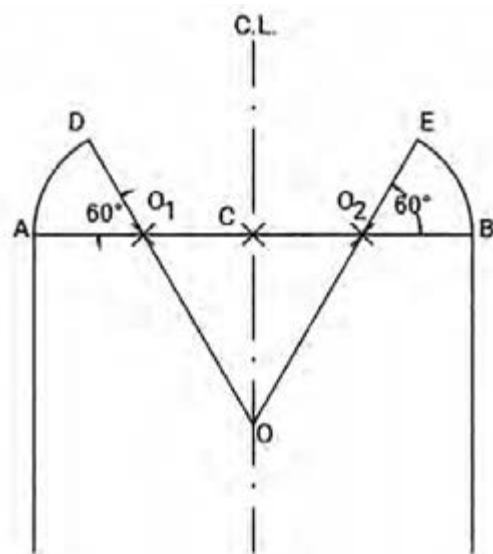


شکل ۸۳- قوس دسته سبدي تالار کریم خانی - کاخ گلستان

برای ترسیم قوس دسته‌سبیدی مطابق شکل ۸۴ پاره خط افقی AB را ترسیم نموده و به چهار قسمت مساوی تقسیم نمایید تا نقاط O_1, O_2, C به دست آید. از نقاط O_1, O_2 با زاویه 60° درجه به سمت محور قوس ترسیم نمایید تا نقطه O به دست آید. مطابق شکل ۸۵ به مرکز نقاط O_1, O_2 و به شعاع O_1A, O_2B کمان‌هایی ترسیم می‌کنیم تا نقاط D, E به دست آمده و کمان پایینی قوس ترسیم شود. در ادامه به مرکز O و به شعاع OD کمانی ترسیم نموده تا به نقطه E رسیده و قوس کامل شود.



شکل ۸۵



شکل ۸۴



شکل ۸۶ - خانه قوام (موزه آبگینه)

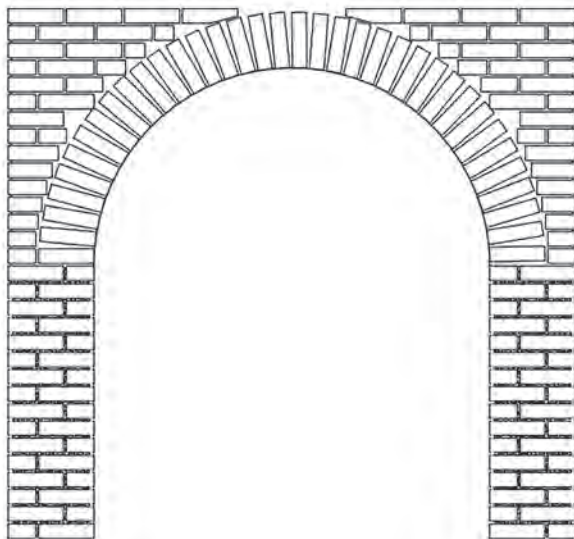
۲ قوس‌های مدور (دایره‌ای)

این قوس‌ها به نسبت قوس تزییی باربری بهتری داشته و جنبه تزییی نیز دارند. انواع قوس مدور عبارت‌اند از:
قوس کمانی: در صورتی که نسبت خیز به دهانه قوس هلالی بیش از یک ششم شود تبدیل به قوس کمانی می‌شود. با افزایش خیز و در نتیجه انحنا قوس ظرفیت باربری قوس نیز افزایش می‌یابد (شکل ۸۶).



عرض راهرو مدرسه را با متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید. در کارگاه نخست دهانه قوس را به اندازه عرض راهرو بر روی زمین مشخص کنید. سپس به کمک هنرآموز خود و به وسیله ریسمان و گچ یک قوس دسته‌سبیدی به عرض راهرو مدرسه در اندازه واقعی بر روی زمین ترسیم کنید. ارتفاع تیزه قوس چقدر است؟ آیا می‌توان این قوس را برای تزئین راهروی مدرسه اجرا کرد؟

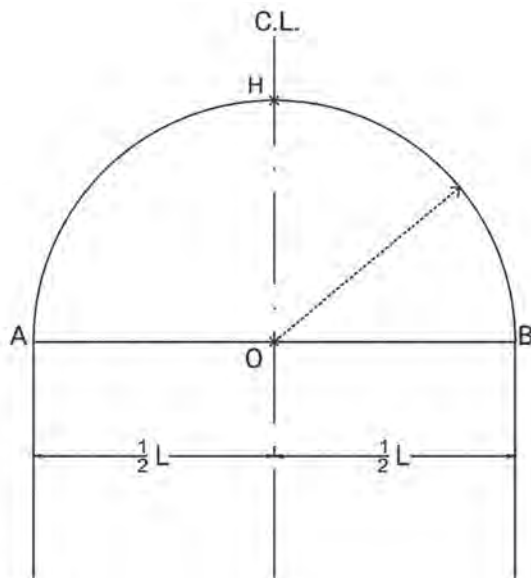
قوس نیم‌دایره: قوس نیم‌دایره یک نیم‌دایره کامل بوده، دارای باربری نسبتاً خوب و اجرای ساده می‌باشد. در صورت عدم مهار مناسب ممکن است از ناحیه شکرگاه دچار شکست شود (شکل‌های ۸۷ و ۸۸).



شکل ۸۸

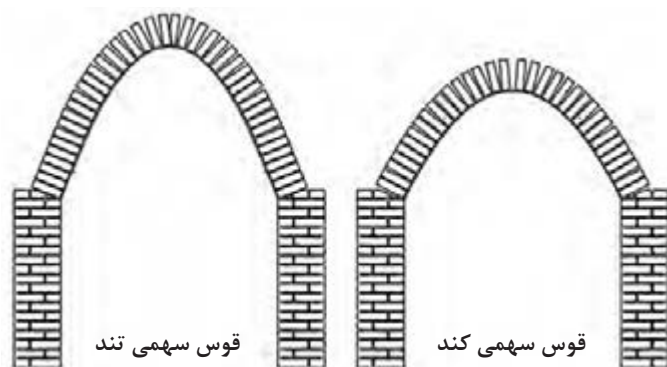


شکل ۸۷



شکل ۸۹

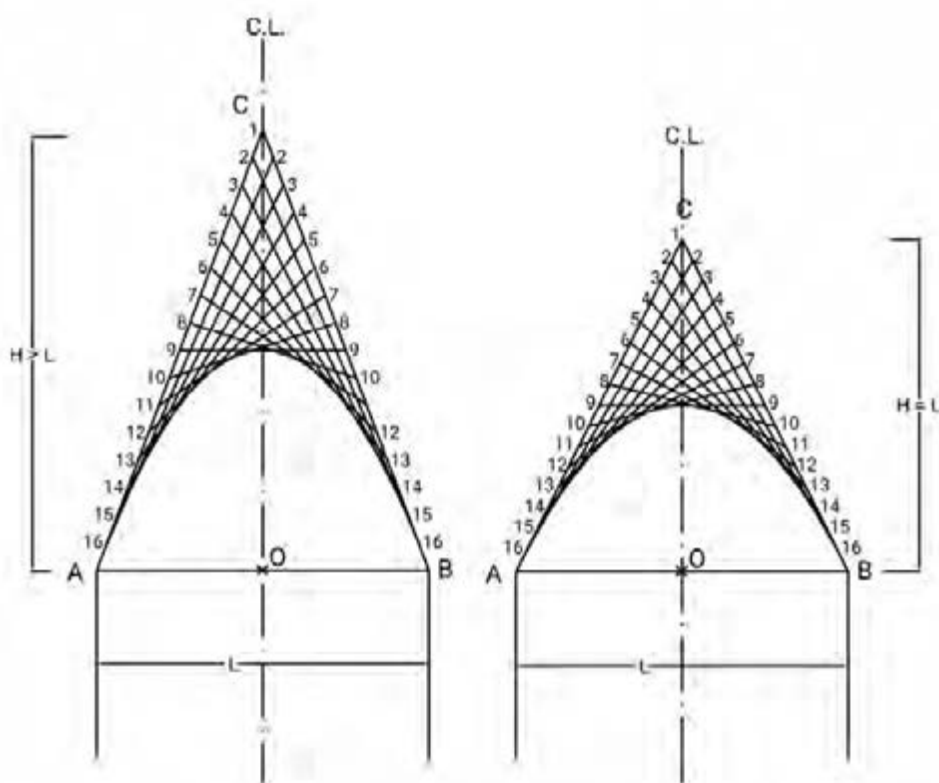
برای ترسیم قوس نیم‌دایره، خط افقی AB را به اندازه دهانه قوس مورد نظر ترسیم نمایید. به مرکز O که وسط پاره خط AB می‌باشد یک نیم‌دایره ترسیم نمایید تا قوس نیم‌دایره به‌دست آید (شکل ۸۹).



شکل ۹۰

قوس سهمی: قوس سهمی یک قوس مدور است که ظرفیت باربری مناسبی دارد. به دلیل زیبایی به عنوان قوس تزئینی هم می تواند مورد استفاده قرار گیرد. (شکل ۹۰)

برای ترسیم قوس سهمی کند، پاره خط AB را به اندازه دهانه قوس ترسیم نمایید. از نقطه O در مرکز پاره خط AB به ارتفاع معادل دهانه جدا نموده تا نقطه C واقع در رأس قوس به دست آید. از نقطه C به نقاط A, B وصل نموده و هرکدام را به ۱۶ قسمت مساوی تقسیم نمایید. مطابق شکل از نقطه ۲ به نقطه ۱۵ ضلع مقابل از ۳ به ۱۴ و... پاره خطی را ترسیم نمایید تا قوس شکل گیرد. برای ترسیم قوس سهمی تند باید ارتفاع H بیش از دهانه قوس باشد. با افزایش ارتفاع، قوس تیزتر شده و ظرفیت باربری آن افزایش می یابد ولی از زیبایی آن کاسته می شود (شکل ۹۱).



قوس سهمی تند

قوس سهمی کند

شکل ۹۱

در شکل های ۹۲ و ۹۳ نمونه هایی از قوس سهمی اجرا شده در دو اثر معماری شاخص ایرانی دیده می شود.



شکل ۹۳ - موزه ایران باستان



شکل ۹۲ - برج آزادی

عرض در حیاط ورودی مدرسه را با متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید. در کارگاه نخست دهانه قوس را به اندازه در ورودی مدرسه بر روی زمین مشخص کنید. سپس به کمک هنرآموز خود و به وسیله ریسمان و گچ یک قوس سهمی به عرض در ورودی مدرسه خود در اندازه واقعی بر روی زمین ترسیم کنید. ارتفاع تیزه قوس چقدر است؟ آیا می توان این قوس را به عنوان سردر ورودی مدرسه اجرا کرد؟

تمرین



۳ قوس های تند (تیز)

این قوس ها به دلیل خیز زیاد دارای باربری بسیار مناسب و زیبایی نسبی کمتر نسبت به قوس های تزینی و مدور هستند. قوس های تیز انواع و دسته بندی های زیادی دارند که هر کدام از دسته بندی ها خود شامل قوس های تند و معمولی و کند می باشند. قوس های شاخ بزی و شاه عباسی و در ادامه قوس های پنج او هفت و مربعی و... جز قوس های تیز می باشند (شکل های ۹۴ و ۹۵).

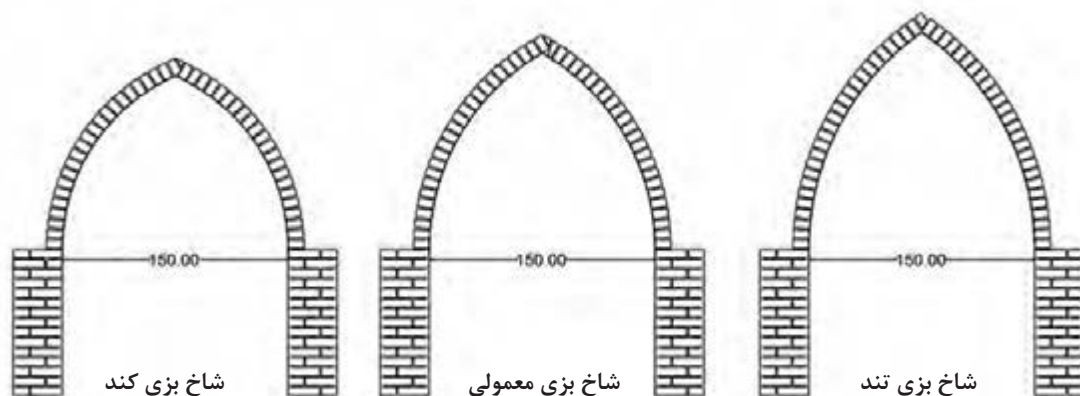


شکل ۹۵ - قوس تیز با ارتفاع زیاد (مسجد امام اصفهان)

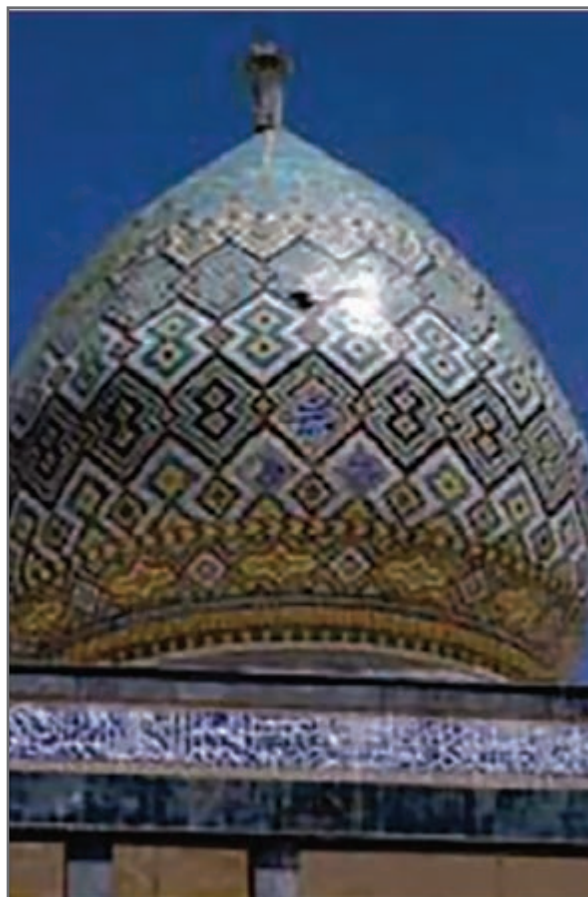


شکل ۹۴ - قوس تیز با ارتفاع کم

قوس شاخ بزی: این قوس به علت ارتفاع زیاد در برابر نیرو، مقاومت زیادی دارد و به علت تیز بودن شانه‌ها، نیروی فشاری به راحتی به ستون‌ها منتقل می‌شود. از این قوس به عنوان قوس باربر در ساختمان پل‌های آجری استفاده می‌شود، اما از نظر زیبایی نماسازی کمتر حائز اهمیت می‌باشد (شکل‌های ۹۶ و ۹۷).

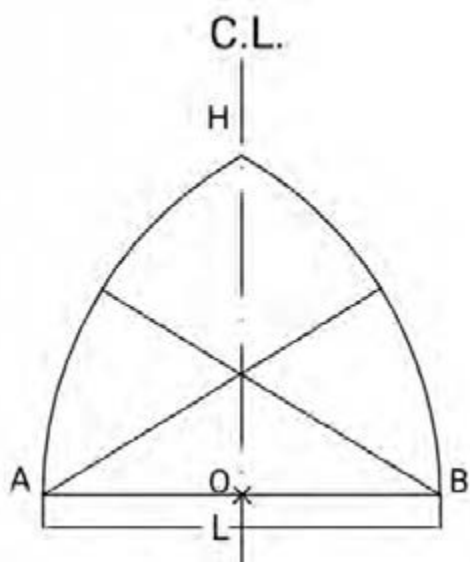


شکل ۹۶

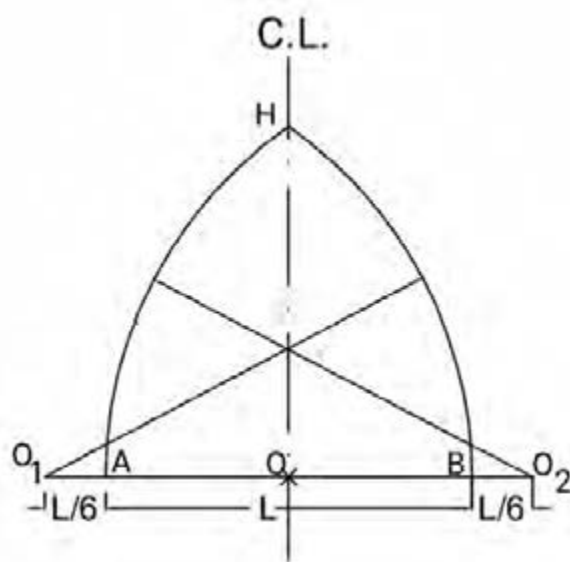


شکل ۹۷ - قوس شاخ بزی تند (گنبد بی بی شهبانو)

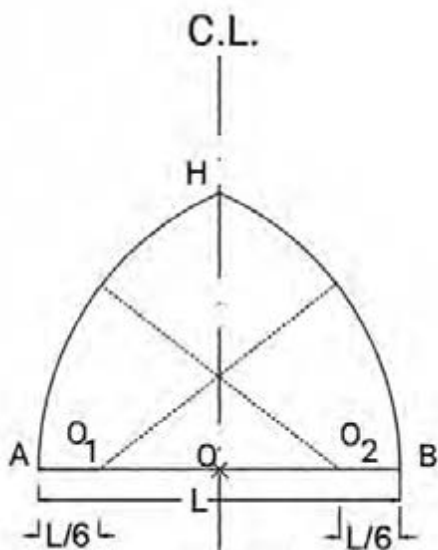
برای ترسیم قوس شاخ بزی تند ابتدا پاره خط افقی AB را به اندازه دهانه قوس ترسیم نمایید. از نقاط A, B به اندازه یک ششم AB به بیرون ادامه داده تا نقاط O_1, O_2 به دست آید. به مراکز O_1, O_2 و به شعاع O_1B, O_2A دو کمان ترسیم نمایید تا در نقطه H همدیگر را قطع نموده و قوس به دست می آید (شکل ۹۸). برای ترسیم قوس شاخ بزی معمولی ابتدا پاره خط افقی AB را به اندازه دهانه قوس ترسیم نمایید. به مراکز A, B و به شعاع AB دو کمان ترسیم نمایید تا در نقطه H همدیگر را قطع نموده و قوس به دست می آید (شکل ۹۹).



شکل ۹۹- شاخ بزی معمولی



شکل ۹۸- شاخ بزی تند



شکل ۱۰۰- شاخ بزی کند

برای ترسیم قوس شاخ بزی کند ابتدا پاره خط افقی AB را به اندازه دهانه قوس ترسیم نمایید. از نقاط A, B به اندازه یک ششم AB به سمت داخل ادامه داده تا نقاط O_1, O_2 به دست آید. به مراکز O_1, O_2 و به شعاع O_1B, O_2A دو کمان ترسیم می کنیم تا در نقطه H همدیگر را قطع نموده و قوس به دست می آید (شکل ۱۰۰).



عرض در ورودی کارگاه ساختمان مدرسه را با متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید. در کارگاه نخست دهانه قوس را به اندازه در ورودی بر روی زمین مشخص کنید. سپس به کمک هنرآموز خود و به وسیله ریسمان و گچ یک قوس شاخ بزی کند به عرض در کارگاه خود در اندازه واقعی بر روی زمین ترسیم کنید. ارتفاع تیزه قوس چقدر است؟ آیا می توان این قوس را به جای نعل درگاه در کارگاه اجرا کرد؟

قوس پنج او هفت: در قوس های پنج او هفت اعداد از تقسیم بندی دهانه و ارتفاع به نسبت های پنج او هفت استفاده می شود. به کمک روش های ترسیم پرگاری و بدون تقسیم بندی نیز می توان این قوس را ترسیم و اجرا نمود. در دهانه یکسان به نسبت قوس های شاخ بزی ارتفاع کمتر، زیبایی بیشتر و باربری کمتری دارد (شکل های ۱۰۱ و ۱۰۲).



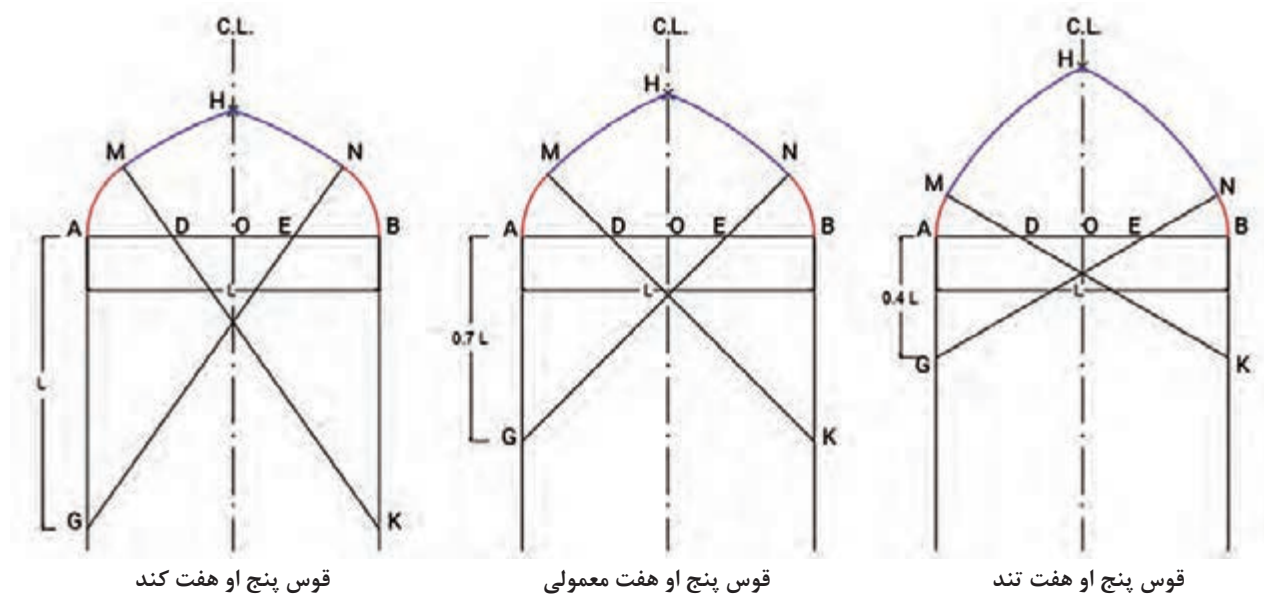
شکل ۱۰۱



شکل ۱۰۲ - قوس پنج او هفت تند (امیر چخماق یزد)

برای ترسیم قوس پنج و هفت تند ابتدا پاره خط افقی AB را به اندازه دهانه قوس ترسیم نمایید. از نقاط A, B به اندازه چهار دهیم AB روی پایه‌های قوس جدا می‌کنیم تا نقاط G, K به دست آید. پاره خط AB را به ده قسمت مساوی تقسیم نموده و از نقاط A, B به اندازه سه واحد به داخل رفته تا نقاط D, E به دست آید. از نقطه K به نقطه D و از نقطه G به نقطه E وصل نموده و خطوط را ادامه می‌دهیم. به مراکز D, E و به شعاع AD, BE دو کمان ترسیم می‌کنیم تا نقاط M, N به دست آید. به مراکز G, K و به شعاع KM, GB دو کمان ترسیم می‌کنیم تا در نقطه H همدیگر را قطع نموده و قوس به دست می‌آید.

برای ترسیم قوس پنج و هفت معمولی مطابق مراحل ترسیم قوس تند عمل نموده با این تفاوت که نقاط G, K به اندازه هفت دهانه و برای قوس پنج و هفت کند به اندازه کل دهانه قوس روی پایه‌های قوس جدا نمایید (شکل ۱۰۳).



شکل ۱۰۳

عرض پنجره کلاس را با متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید. در کارگاه نخست دهانه قوس را به اندازه پنجره کلاس بر روی زمین مشخص کنید. سپس به کمک هنرآموز خود و به وسیله ریسمان و گچ یک قوس پنج و هفت کند به عرض پنجره کلاس خود در اندازه واقعی بر روی زمین ترسیم کنید.

ارتفاع تیزه قوس چقدر است؟

آیا می‌توان از این قوس برای زیبایی پنجره‌های کلاس استفاده کرد؟

تمرین



آماده‌سازی کارگاه

– آماده‌سازی کلوک آجری: ابتدا تعدادی آجر را از طول به چهار قسمت مساوی تقسیم نموده و آجرهای کلوک جهت اجرای قوس را آماده نمایید. محیط یک نیم دایره به قطر یک متر حدود ۱۵۷ سانتی‌متر خواهد بود. هر گروه اجرای قوس برای ساخت کلوک‌های بالا و پایین به تعداد ۱۵ عدد آجر نیاز دارد.

— آماده سازی میلگرد: برای افزایش مقاومت خمشی قوس، یک عدد میلگرد ساده نمره ۶ یا ۸ برای قوس نیم دایره به قطر ۷۵ سانتی متر به طول ۱۰۰ سانتی متر و برای قوس شاخ بزی به قطر ۷۵ سانتی متر به طول ۱۵۴ سانتی متر را که شکل قوس مورد نظر خم زده شده آماده نمایید. به جای میلگرد می توان از یک تسمه فلزی به عرض ۵ سانتی متر و ضخامت ۲ میلی متر نیز استفاده نمود.

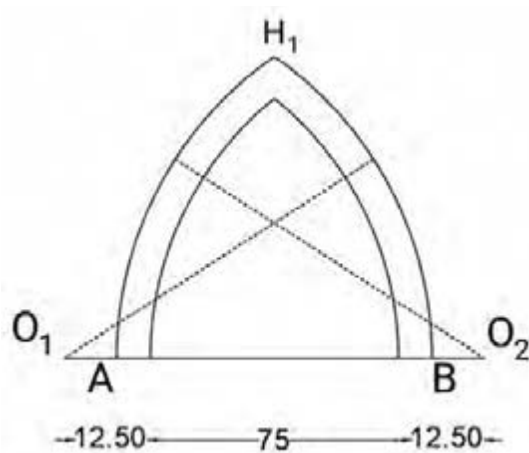
— تهیه دوغاب گچ: یک استانبولی را تا نیمه پر آب ولرم نموده و به آرامی گچ را به آب اضافه نمایید و هم زمان با دست هم بزنید تا دوغاب ساخته شود. دوغاب بیش از حد نباید هم زده شود تا گچ کشته نشود. دوغاب ساخته شده باید از قوام لازم جهت گیرش سریع تر و مقاومت کافی برخوردار باشد.

■ ساخت شابلون (قالب گچی) اجرای قوس

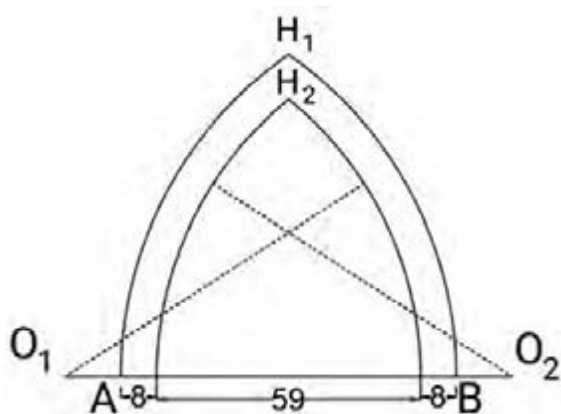
الف) قوس شاخ بزی تیز به دهانه ۷۵ سانتی متر:

ابتدا با گچ پاره خط افقی AB را به طول ۷۵ سانتی متر بر روی زمین کارگاه یا بر روی یک تکه MDF صیقلی ترسیم نمایید. از نقاط A, B به اندازه یک ششم AB یعنی ۱۲/۵ سانتی متر به بیرون ادامه داده تا نقاط O1, O2 به دست آید. به مراکز O2, O1 و شعاع ۸۷/۵ سانتی متر دو کمان ترسیم می کنیم تا در نقطه H1 همدیگر را قطع نموده و قوس خارجی به دست می آید (شکل ۱۰۴).

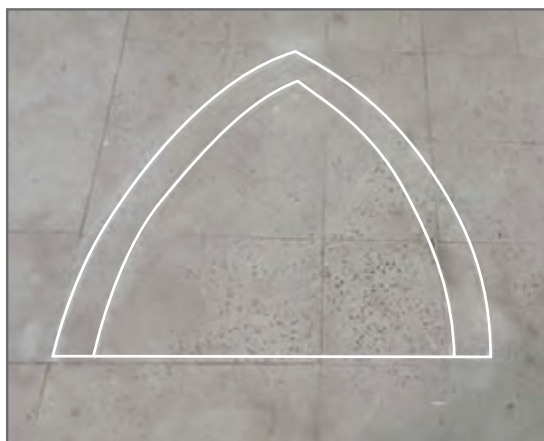
در ادامه به مراکز O2, O1 و شعاع ۷۹/۵ سانتی متر دو کمان ترسیم می کنیم تا نقاط C, D, H2 و قوس داخلی قالب به دست آید. با این روش قالب به عرض ۸ سانتی متر ساخته خواهد شد (شکل های ۱۰۵ و ۱۰۶).



شکل ۱۰۴



شکل ۱۰۵



شکل ۱۰۶

بعد از ترسیم قوس، آجرهای کلوک در روی قوس بالا و پایین چیده می‌شوند. استفاده از آجر کلوک جهت اجرای دقیق‌تر و هرچه نزدیک‌تر شدن قوس به دایره انجام می‌شود. برای اینکه دوغاب گچ به آجرها نچسبد می‌توان نایلون یا تکه‌های کاغذ خیس را بر روی جداره کلوک‌ها قرارداد تا جدا شدن آجرها از قالب گچی به آسانی صورت پذیرد، دوغاب گچ آماده شده را به آرامی و با دقت در داخل قالب بریزید. (شکل‌های ۱۰۷ و ۱۰۸).



شکل ۱۰۸



شکل ۱۰۷

پس از اینکه نیمی از دوغاب گچ در داخل قالب ریخته شد یک عدد میلگرد خم زده شده آماده شده را در وسط دوغاب قرار داده و نیمه دوم دوغاب را داخل قالب آجری بریزید تا ساخت قالب به اتمام برسد. (شکل‌های ۱۰۹ و ۱۱۰)



شکل ۱۱۰



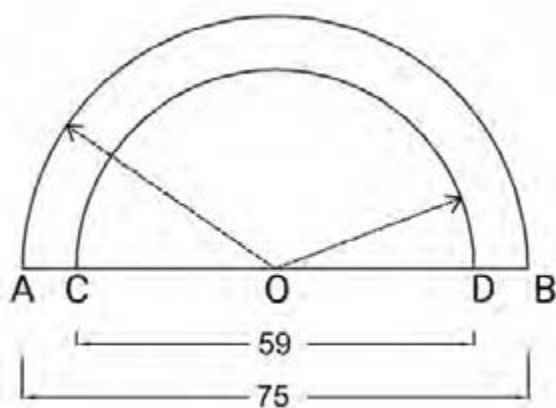
شکل ۱۰۹



شکل ۱۱۱

بعد از خودگیری گچ با تیشه به کلوک‌ها ضربه زده می‌شود تا از قالب گچی جدا شود. سطوح ناصاف و سوراخ‌های سطحی قالب را با دوغاب رقیق گچ پرداخت نمایید. اضافه‌ها و ناصافی‌های قالب گچی که اصطلاحاً ناخن می‌نامند را به کمک لبه‌های ماله فلزی بگیرید تا قالب آماده نصب شود (شکل ۱۱۱).

(ب) قوس نیم دایره به دهانه ۷۵ سانتی متر: برای ساخت قوس نیاز به ساخت قالب از جنس چوب یا گچ خواهیم داشت. قالب گچی ابزاری متداول جهت اجرای قالب های قوس تا دهانه ۱/۵ متری می باشد. برای دهانه های بزرگ تر می توان از قالب چوبی برش خورده استفاده نمود. برای اینکه قالب گچی پس از گیرش به زمین نچسبد می توان آن را بر روی یک ورق نایلونی یا کاغذ اجرا نمود.



شکل ۱۱۲

ابتدا پاره خط افقی AB را به طول ۷۵ سانتی متر ترسیم نمایید. به مرکز O و شعاع $37/5$ سانتی متر یک نیم دایره ترسیم نمایید تا وجه خارجی قالب به دست آید. مجدد به مرکز O و شعاع $29/5$ سانتی متر نیم دایره دیگری ترسیم می کنیم تا نقاط C,D و وجه داخلی قالب به دست آید (شکل ۱۱۲).

بعد از ترسیم قوس، قالب گچی نیم دایره مطابق روش قالب گچی قوس شاخ بزی ساخته می شود (شکل های ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵ و ۱۱۶).



شکل ۱۱۴



شکل ۱۱۳



شکل ۱۱۶

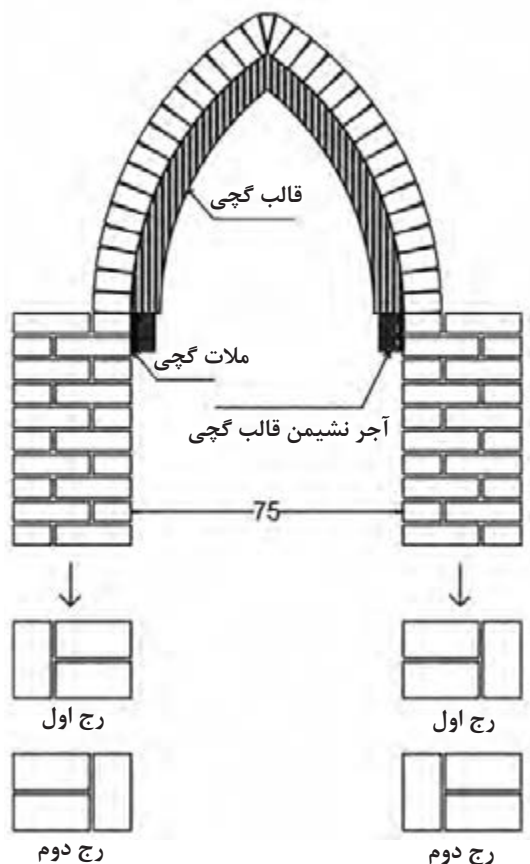


شکل ۱۱۵

اجرای قوس آجری

اجرای قوس شاخ بزی تند به دهانه ۷۵ سانتی متر

مطابق اصول دیوار چینی پایه‌های قوس به صورت یک آجره (کله و راسته) در ده رج و به فاصله داخل به داخل ۷۵ سانتی متر اجرا می‌شود (شکل ۱۱۷).



شکل ۱۱۷

۱ با توجه به شکل ۱۱۷ و مطابق اصول دیوار چینی که در واحد یادگیری اول آموزش دیده‌اید و با راهنمایی هنرآموز خود دو دیوار آجری ۲۲ سانتی به طول ۶۰ سانتی متر، ارتفاع ده رج و دهانه داخل به داخل ۷۵ سانتی متر اجرا نمایید.

۲ آجرهای نشیمن قالب گچی را به کمک ملات گچ نصب نموده و تراز نمایید (شکل‌های ۱۱۸ و ۱۱۹).



شکل ۱۱۹



شکل ۱۱۸

۳ پس از اطمینان از گیرش ملات گچ، دو عدد قالب گچی را روی نشیمن‌های آجری قرار داده و شاقول نمایید (شکل ۱۲۰).

۴ آجرچینی را به صورت کله نما تا رسیدن به تیزه قوس از دو طرف اجرا نمایید (شکل‌های ۱۲۱ و ۱۲۲).



شکل ۱۲۰



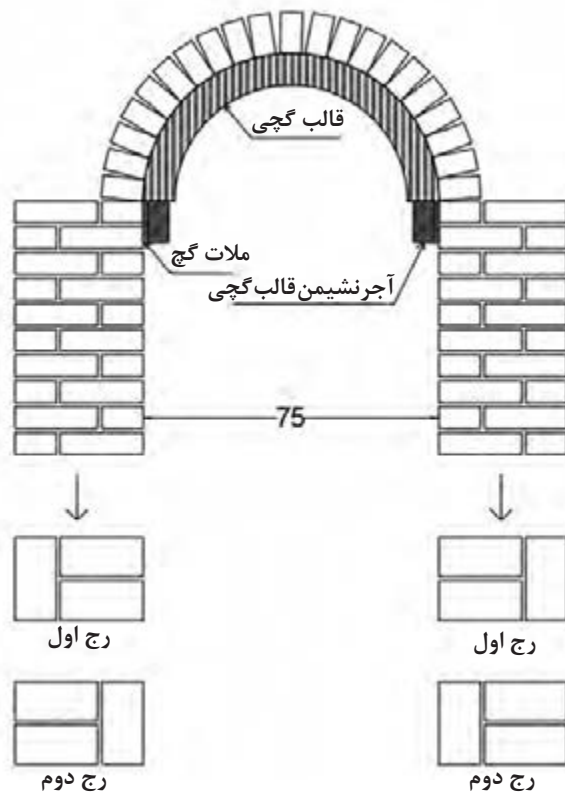
شکل ۱۲۱



شکل ۱۲۲

■ اجرای قوس نیم دایره به دهانه ۷۵ سانتی متر

مطابق اصول دیوار چینی پایه های قوس را به صورت یک آجره (کله و راسته) در ده رج و به فاصله داخل به داخل ۷۵ سانتی متر اجرا می شود (شکل ۱۲۳).



شکل ۱۲۳

مابقی مراحل را همانند مراحل گفته شده در اجرای قوس شاخ بزی اجرا نمایید (شکل های ۱۲۴ و ۱۲۵).



شکل ۱۲۵



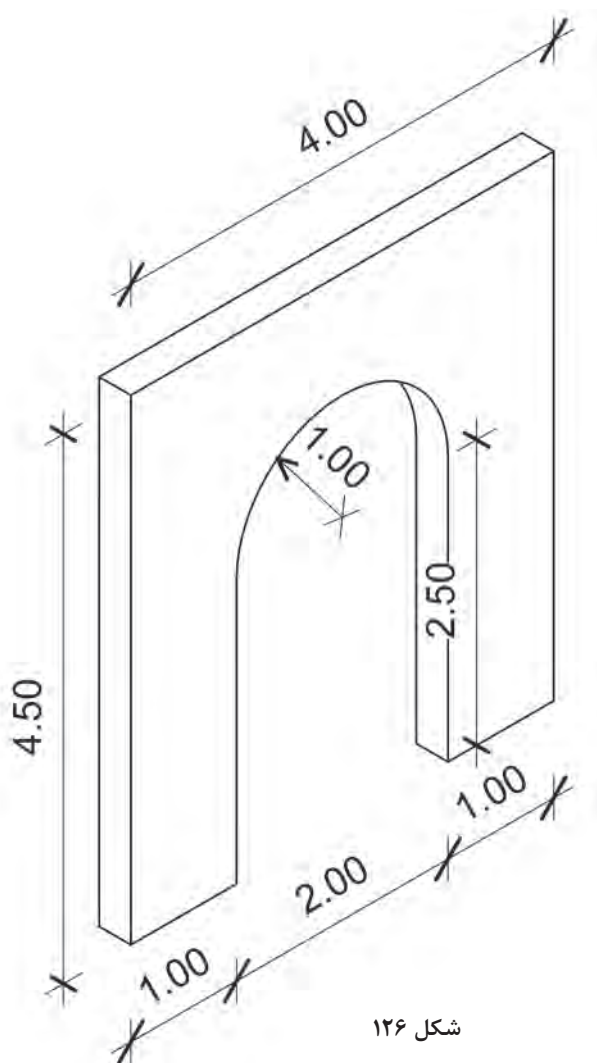
شکل ۱۲۴

■ جمع آوری و نظافت کارگاه

پس از اتمام عملیات اجرای قوس، شمشه‌های کناری را از قوس جدا نمایید. قبل از گیرش نهایی ملات و سفت شدن آن باید بلافاصله آجرها از ملات جدا شده و تمیز گردد و ملات‌ها را جمع‌آوری و از کارگاه خارج نمود. آجرها باید به‌طور مرتب در محل مربوطه در کارگاه روی هم چیده شود تا برای فعالیت بعدی مورد استفاده قرار گیرد. محل اجرای قوس باید جارو شده و شسته شود و کلیه نخاله‌های حاصل از فعالیت دیوارچینی جمع‌آوری گردد.

در یک دیوار ۳۵ سانتی به طول ۴ متر و ارتفاع ۴/۵ متر یک بازشو به شکل ۱۲۶ داریم. دهانه قوس نیم‌دایره ۲ متر و ارتفاع قوس از پایه قوس تا پاکار ۲/۵ متر است. حجم دیوار را محاسبه کنید.

تمرین



شکل ۱۲۶

ارزشیابی شایستگی اجرای قوس های آجری

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- نقشه خوانی و متره آجر فشاری یا ماسه آهکی لازم جهت انجام کار
- تهیه تعداد آجر آجر فشاری یا ماسه آهکی اجرای قوس آجری
- اجرای قوس آجری با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد: اجرای قوس آجری براساس نشریه ۵۵ (مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی) جلد پنجم، عملیات بنایی و ...

استاندارد ملی ایران شماره ۷، آجررسی - ویژگی های و روش های آزمون دروندادی: رعایت اصول پایداری و زیبای قوس، مدیریت مصالح و منابع

فرایندی: انجام مراحل اجرای قوس آجری با ترتیب صحیح (ساخت قالب گچی متناسب با دهانه و نوع قوس، دیوار چینی پایه های قوس، اجرای نشیمن قالب بر روی دیواره ها، اجرای قوس)

محصول: اجرای قوس نیم دایره و شاخ بُری تند به دهانه ۷۵ سانتی متر طبق نقشه داده شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان زمان: ۸ ساعت تحت نظارت: استاد کار یا مربی

مقدار: اجرای قوس نیم دایره و قوس شاخ بزی تند به دهان ۷۵ سانتی متر

ابزار و تجهیزات: متر، دستکش، تیشه، تراز، شمشه آلومینیومی، شمشه مالت چوبی، ریسمان، بیل، فرغون، استانبولی، کمچه، ماسه، سیمان، آب، آجر فشاری یا ماسه آهکی، گچ، نایون، میلگرد ساده نمره ۶ یا ۸

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	تسطیح، تمیزکاری و آماده سازی بستر اجرای کار	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	ساخت ملات گچ، ساخت قالب گچی قوس در دو حالت نیم دایره و شاخ بزی	۲	
۴	اجرای صحیح پایه های آجری قوس، نصب صحیح آجرهای نشیمن قالب	۲	
۵	اجرای صحیح قوس بر روی قالب گچی	۲	
۶	کنترل تراز و شاقول بودن قوس	۲	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: *		
	رعایت ایمنی موقع کار با تشیه، دقت و ظرافت در ساخت قالب های گچی و شاقول و همباد بودن پایه ها و قوس، استفاده از عینک در زمان کار با تیشه و دستکش در زمان کار با ملات ماسه و سیمان، جمع آوری مصالح و نظافت کارگاه		
	میانگین نمرات: **		

* شایستگی های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و نمره مستمر است.
** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



پودمان دوم

دیوار چینی با بلوک های سیمانی



واحد یادگیری ۱: اجرای دیوار با بلوک‌های سیمانی

مقدمه

بلوک سیمانی جزء مصالح پرکاربرد دیوارچینی در ساختمان می‌باشد. این بلوک‌ها از ترکیب سیمان، ماسه و برخی مواد افزودنی ساخته می‌شوند و در ساخت دیوارهای باربر، غیر باربر و جداسازی فضاها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این بلوک‌ها که در دو دسته سبک و سنگین (معمولی) و در اندازه‌های مختلف تولید می‌شوند، از ویژگی‌های منحصر به فردی برخوردارند که آنها را به گزینه‌ای مناسب برای ساخت دیوارهای مقاوم و عایق تبدیل کرده است.

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان باید بتوانند مراحل اجرای بلوک سیمانی شامل نقشه‌خوانی، متره، آماده‌سازی محل و اجرای عملیات بلوک سیمانی از جمله فرایند ساخت، کاربردهای مختلف، مزایا و معایب آن را بررسی کرده و راهکارهایی برای بهره‌برداری بهینه از این مصالح در پروژه‌های ساختمانی ارائه دهد. همچنین، با توجه به اهمیت روزافزون حفظ منابع طبیعی و توجه به مسائل زیست‌محیطی، به بررسی ویژگی‌های این بلوک‌ها در زمینه صرفه‌جویی انرژی نیز پرداخته و مطابق ضوابط ارزشیابی شایستگی محور در پایان پودمان مورد ارزشیابی قرار خواهند گرفت.

استانداردهای مرتبط با موضوع بلوک چینی

در اجرای عملیات ساختمانی تمامی مصالح اعم از بلوک‌های سیمانی باربر و غیرباربر معمولی و پیش‌ساخته که تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مطابق استانداردها و آیین‌نامه مرتبط تولید و مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱).

برای دستیابی به استانداردهای مرتبط با موضوع بلوک چینی می‌توانید به منابع ذیل مراجعه نمایید:



شکل ۱

۱ استاندارد ملی ایران، ۷۰-۱ بلوک‌های

بتنی باربر تجدید نظر چهارم ۱۳۹۹

۲ استاندارد ملی ایران، ۷۰۶-۲ ملات

برای کارهای بنایی تجدید نظر سوم

۱۳۹۷

۳ استاندارد بلوک‌های بتنی (سیمانی)

غیرباربر، ویژگی‌ها ۷۷۸۲ ویرایش

۱۳۹۹

بلوک‌های سیمانی

انواع بلوک سیمانی

بلوک‌های سیمانی به عنوان مصالح ساختمانی پرکاربرد، در انواع مختلفی تولید می‌شوند که هر کدام ویژگی‌ها و کاربردهای خاص خود را دارند. مطابق تقسیم‌بندی استاندارد ۷۷۸۲ بلوک‌های سیمانی براساس چگالی به بلوک‌های سبک (چهار دسته) و بلوک‌های سنگین (معمولی) تقسیم بندی می‌شوند. (شکل ۲)

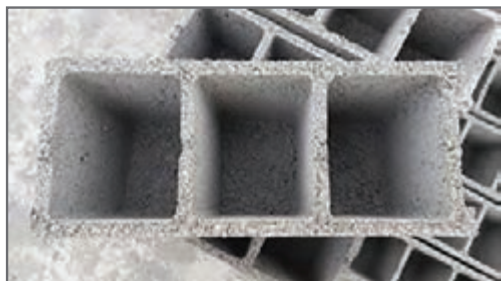
میانگین چگالی واقعی سه عدد بلوک سیمانی خشک شده در گرم‌خانه (kg/m^3)	رده‌بندی چگالی بلوک‌های سیمانی غیرباربر	
۷۰۰ - ۵۰۰	فوق‌العاده سبک	D۱
۹۰۰ - ۷۰۰	خیلی سبک	D۲
۱۱۰۰ - ۹۰۰	سبک	D۳
۱۳۰۰ - ۱۱۰۰		D۴
۱۵۰۰ - ۱۳۰۰		D۵
۱۷۰۰ - ۱۵۰۰		D۶
۲۰۰۰ - ۱۷۰۰	نیمه سبک	D۷
۲۰۰۰ یا بیشتر	معمولی	D۸
برای چگالی بالاتر از ۱۷۰۰ باید حداقل رده مقاومت $\text{CS}4$ باشد.		

شکل ۲ - رده‌بندی چگالی بلوک‌های سیمانی غیرباربر



شکل ۳

بلوک سیمانی معمولی: در صورتی که بلوک‌های سیمانی به صورت بلوک‌های توپر تولید شوند مقاومت و باربری بالا داشته ولی به دلیل وزن بسیار زیاد، سرعت اجرای دیوارچینی کاهش یافته و نیز منجر به افزایش وزن ساختمان خواهد شد. بلوک‌های سیمانی معمولی که در عمل برای دیوارچینی استفاده می‌شوند دارای حفره‌هایی در داخل بلوک‌ها هستند که باعث کاهش وزن بلوک‌ها و سهولت اجرای دیوارچینی می‌شوند. (شکل ۳)



شکل ۴- بلوک سیمانی ته پُر

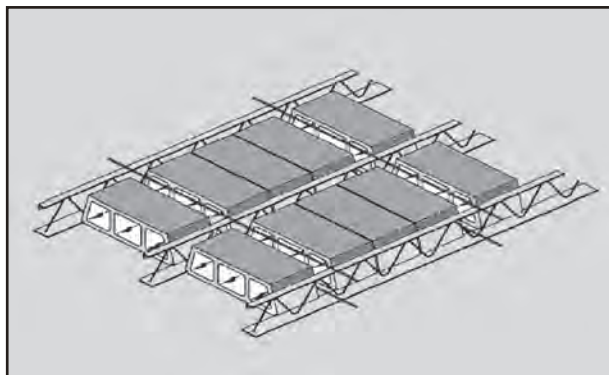
مقاومت فشاری بالا، وزن سنگین، عایق حرارتی و صوتی پایین از ویژگی‌های این نوع بلوک‌ها می‌باشد. به دلیل مرسوم بودن استفاده از این نوع بلوک‌ها در دیوارچینی باغ‌ها، با نام بلوک‌های باغی نیز شناخته می‌شوند. بلوک‌های سیمانی معمولی به دو صورت کف پُر (ته پُر) و بلوک سیمانی دوسریاز (ته باز) تولید می‌شوند. بلوک‌های سیمانی معمولی دارای طول ۴۰، ارتفاع ۲۰ و عرض ۲۰ سانتی‌متر می‌باشند. ضخامت جدار بلوک سیمانی بین ۲۷ الی ۳۰ میلی‌متر می‌باشد. (شکل ۴)

نوع ته باز این بلوک‌ها به صورت ملات پُر در محل‌هایی که بارثقلی یا جانبی زیادی به دیوار وارد می‌شود نظیر دیوارهای نگهدارنده خاکریزها یا زیرزمین‌ها استفاده می‌شود. همچنین کرسی‌چینی دیوارهای آجری یا بلوکی معمولاً در ۲ یا ۳ رج با بلوک سیمانی به عرض ۲۰ یا ۴۰ سانتی‌متر به صورت ملات پُر اجرا می‌شود. می‌توان با قراردادن میلگرد در فواصل مشخص در داخل حفره‌های بلوک‌ها به صورت قائم دیوارهای بلوک سیمانی را به صورت مسلح اجرا نمود. در این روش باید حفره‌های بین بلوک‌ها با ملات ماسه و سیمان پر شود. قرار دادن میلگرد باعث اتصال رج‌های دیوارها به یکدیگر و افزایش یکپارچگی آن می‌شود. در دیوارهایی که نیاز به پرکردن حفره‌های بلوک‌های سیمانی با ملات نیست از بلوک‌های کف پُر استفاده می‌شود. بلوک‌های کف پُر به صورت برعکس اجرا شده و ملات روی کف بلوک پخش می‌شود و به دلیل کف پر بودن وارد حفره‌های بلوک‌ها نمی‌شود. بلوک‌های سیمانی معمولی به دلیل چگالی بالا، عایق صوتی و حرارتی مناسبی نیستند. (شکل ۵)



شکل ۵- بلوک سیمانی مسلح

از بلوک‌های سیمانی سقفی در اجرای سقف تیرچه و بلوک (شکل ۶) و سقف گُرمیت (شکل ۷) استفاده می‌شود. با فراگیر شدن استفاده از بلوک‌های پلی استایرن (یونولیت) استفاده از این نوع بلوک‌ها محدود شده است.



شکل ۷- بلوک سقفی سقف گرمیت



شکل ۶- بلوک سقفی تیرچه و بلوک

روش‌های تولید بلوک معمولی:

۱ به روش بلوک‌زن دستی

۲ به روش بلوک‌زن اتوماتیک

بلوک‌های مکانیزه نسبت به بلوک‌های تولید شده به روش دستی، از کیفیت بالاتری برخوردار هستند. (شکل‌های ۸ و ۹)



شکل ۹- بلوک‌زن دستی



شکل ۸- بلوک‌زن ماشینی (مکانیزه)

محاسبه مقدار مصالح مصرفی: برای اجرای یک دیوار با بلوک معمولی $40 \times 20 \times 20$ به طول ۲ متر، ارتفاع ۱/۵ متر و ضخامت ۲۰ سانت به حدود $0/60$ مترمکعب بلوک نیاز است که معادل ۳۸ الی ۴۰ عدد بلوک می‌باشد.

برای اجرای یک دیوار بلوک معمولی با ابعاد $40 \times 20 \times 20$ به طول ۸ متر و ارتفاع $3/30$ متر به چه تعداد بلوک سیمانی نیازمندید؟

تمرین



بلوک‌های سبک‌دانه صنعتی: بلوک‌های سبک‌دانه صنعتی از مخلوط مواد سبک‌دانه با سیمان و آب ساخته می‌شوند. این بلوک‌ها به صورت توخالی شکل ۱۰ و توپُر شکل ۱۱ تولید می‌شوند. ضخامت جداره این بلوک‌ها بیشتر از بلوک‌های سیمانی معمولی است. این افزایش به خاطر جرم کم بتن ترکیب شده با مواد سبک‌دانه اثر چندانی بر جرم نهایی بلوک ندارد اما باعث افزایش کیفیت عایق‌بندی صوتی و حرارتی این بلوک‌ها می‌شود. این بلوک‌ها در ابعاد مختلف و به صورت غیربرابر در دیوارهای داخلی و خارجی و تیغه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۱۱- بلوک سبک دانه صنعتی توپُر



شکل ۱۰- بلوک سبک دانه صنعتی توخالی



شکل ۱۲- پرلیت

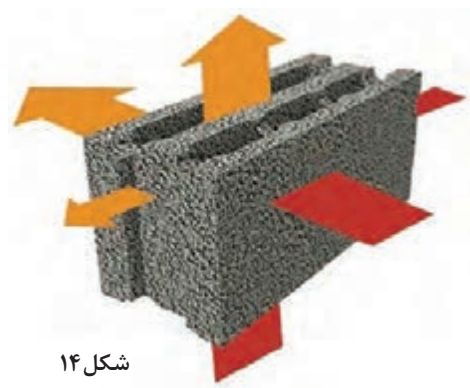


شکل ۱۳- لیکا

برای تولید بلوک بتنی سبک‌دانه صنعتی از پوک‌های معدنی (پرلیت) یا صنعتی (لیکا) استفاده می‌شود. پرلیت نوعی سنگ آتشفشانی است که حاوی عنصر اصلی خاک، یعنی سیلیس می‌باشد. در صورت حرارت دیدن به مقدار لازم، بین ۴ تا ۳۰ برابر حجم اولیه خود منبسط می‌شود. سنگ پرلیت خام، شامل ۳ الی ۶ درصد آب می‌باشد و بر اثر حرارت در دماهای بالا، آب موجود در ساختار سنگ خام پرلیت، تبخیر شده و میلیون‌ها حباب بسیار ریز در ساختار پرلیت تشکیل می‌شود. بدین شکل پرلیت به ماده‌ای متخلخل تبدیل شده و حجم دانه‌های آن به شدت افزایش یافته و رنگ آن از سیاه یا خاکستری تیره به سفید تغییر می‌کند. (شکل ۱۲)

لیکا به معنی دانه رس سبک منبسط شده است. این دانه‌ها از انبساط خاک رس در کوره‌های گردان با حرارتی حدود ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آیند. (شکل ۱۳) به دلیل وجود ویژگی‌هایی نظیر وزن کم، ضریب هدایت حرارتی پایین، افت صوتی مناسب، مقاومت در برابر آتش، دوام و پایداری شیمیایی از این مواد برای ساخت بلوک‌های سیمانی سبک استفاده می‌شود.

بلوک‌های بتنی سبک‌دانه صنعتی ساختمانی را می‌توان به شکل مکعب مستطیل یا اشکال ویژه هندسی تولید کرد. سطح نمای بلوک‌ها می‌تواند صاف یا نقش‌دار باشد. حداقل ضخامت دیواره جانبی بلوک‌های توخالی باید ۱۵ میلی‌متر باشد. بلوک‌های سیمانی سبک دارای چگالی ۷۵۰ تا ۹۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشند. جرم هر بلوک با توجه به ابعاد بلوک‌ها متفاوت است که از طریق چگالی آنها می‌توان جرم هر بلوک را محاسبه نمود. جرم یک بلوک $۱۰ \times ۲۰ \times ۴۰$ سانتی‌متر در حدود ۶ کیلوگرم می‌باشد. مقاومت فشاری بلوک‌های سیمانی سبک غیر برابر که مطابق با استاندارد تولید می‌شود باید بیش از ۲/۵ مگاپاسکال باشد.



شکل ۱۴

ضریب هدایت حرارتی در این بلوک‌ها برابر با $۰/۳۳$ وات بر متر درجه کلوین می‌باشد. درحالی که طبق پیوست مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ضریب هدایت حرارتی سفال در حدود ۱ تا $۱/۳۵$ وات بر متر درجه کلوین می‌باشد. افزایش تعداد جداره‌ها و ضخامت آنها می‌تواند نقش مؤثری در کاهش ضریب هدایت حرارتی بلوک داشته باشد. (شکل ۱۴)

ساخت ملات

ابزار مورد نیاز :

جدول ۱

نام ابزار	تصویر	نام ابزار	تصویر
کمچه		تراز	
بیل		فرغون	
استانبولی		شمشه بنایی	
شمشه ملات		شاقول	
ریسمان کار			

■ ملات ماسه و سیمان

این ملات رایج‌ترین ملات برای اجرای دیوارچینی با بلوک‌های سیمانی است. ملات ماسه و سیمان از ترکیب سیمان، ماسه و آب تشکیل شده و خاصیت چسبندگی بسیار خوبی دارد. در صورت امکان با استفاده از سیمان بنایی می‌توان ملات با چسبندگی بالا تولید نمود. دقت کنید از سیمان بنایی برای ساخت بتن نمی‌توان استفاده نمود.

ملات مناسب برای دیوارچینی با بلوک بتنی سبک‌دانه صنعتی، ملات ماسه سیمان با نسبت ۱:۵ می‌باشد. در صورت تمایل به ساختن ملات عایق و کاهش وزن ملات می‌توان به جای پنج واحد ماسه، از نسبت حجمی سه واحد ذرات ریزدانه لیکا به دو واحد ماسه استفاده نمود. ضخامت بندهای افقی و قائم نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشتر از ۱۲ میلی‌متر باشد. بندهای قائم نیز باید با هرزه ملات پر شوند.

■ ملات اصلاح شده با پلیمر

در ملات بنایی اصلاح شده با پلیمر با افزودن پلیمرها و پرکننده‌های معدنی به سیمان برخی ویژگی‌های آن از جمله چسبندگی، سختی، مقاومت خمشی یا کششی و مقاومت در برابر مواد شیمیایی افزایش می‌یابد. همچنین پلیمرها باعث بهبود کارایی و چسبندگی ملات می‌شوند و به آب کمتری نسبت به ملات سنتی نیاز دارند. در نتیجه منجر به ایجاد منافذ کمتر در ملات شده و به دنبال آن باعث کاهش نفوذپذیری آن می‌شود. از این نوع ملات ساختمانی برای پرکردن خلل و فرج‌های موجود در سطوح و برای رفع ترک‌های ریز و صاف کردن سطوح قبل از اجرای پوشش‌ها می‌توان استفاده نمود.

■ ملات آماده

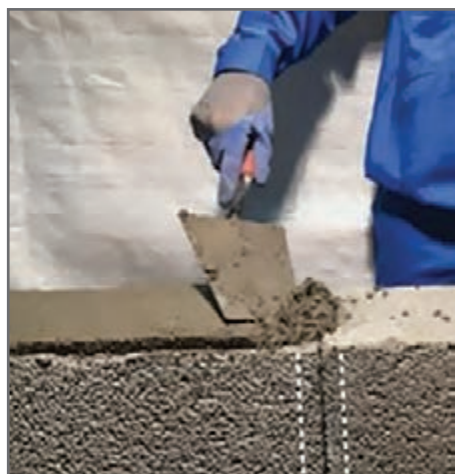
ملات آماده، ملاتی خشک است که در کارخانه از ترکیب سیمان، ماسه، مواد افزودنی نظیر چسب و روان‌کننده‌ها با نسبت‌های دقیق تولید می‌شود. از این ملات برای اجرای انواع کاشی، آجر، بلوک سیمانی، سرامیک، بلوک‌های سبک و سنگ‌های ساختمانی استفاده می‌شود.

برای افزایش سرعت و دقت پخش ملات می‌توان از ابزار مخصوص پخش ملات مطابق شکل ۱۵ استفاده نمود.

نکته



شکل ۱۵



شکل ۱۶



شکل ۱۷



شکل ۱۸

نکات اجرایی دیوارچینی : در محل‌هایی نظیر ابتدا یا انتهای یک رج که برای قرار نگرفتن بندهای قائم رج‌های متوالی بر روی هم، قطعات کامل بلوک قابل استفاده نیستند می‌توان بلوک‌ها را به کمک فرز گرانیت بُر تا تیشه تیز برش داده و اندازه نمود. استفاده از پُتک یا چکش موجب خرد شدن بلوک و افزایش هزینه و دور ریز مصالح می‌گردد. پیش از اجرا باید بلوک‌ها خیس شوند تا آب را به خود جذب نکرده و به اصطلاح ملات را نسوزاند و گرد و خاک احتمالی روی بلوک‌ها چسبندگی ملات به بلوک‌ها را کاهش ندهد. در صورتی که دیوارها به‌طور شاقولی اجرا شده باشد می‌توان لایه گچ و خاک را حذف نموده و تنها از یک لایه گچ استفاده نمود.

دیوار چینی با ملات ماسه و سیمان باید حداقل ۳ روز مرطوب نگه داشته شود. حداقل ضخامت جداره بلوک‌های سیمانی باید ۱۵ میلی‌متر باشد.

برای دیوارچینی با بلوک‌های بتنی سبک‌دانه صنعتی پس از آماده‌سازی سطح کار با ریختن یک لایه ملات ماسه و سیمان با نسبت یک به پنج به ضخامت حدود سه سانتی‌متر و تراز نمودن روی ملات با شمشه، اولین رج بلوک‌ها روی ملات قرار داده می‌شود. سپس با ملات‌ریزی حداکثر به ضخامت ۱۰ تا ۱۲ میلی‌متر، اقدام به چیدن رج‌های بعدی نمود. (شکل‌های ۱۶ و ۱۸).

بلوک‌ها باید کاملاً تراز چیده شوند، به طوری که جدار بلوک‌ها کاملاً قائم بوده و درزهای قائم رج‌های متوالی، به‌طور یک رج درمیان، در مقابل هم قرار گیرند. برای ایجاد اتصالات بهتر، سطوح جانبی این بلوک‌ها (سطوح غیر نما) نباید به‌صورت فاق و زبانه باشد و باید به‌صورت دو سر ماده بوده و با هرزه ملات پُر شود. (شکل‌های ۱۷ و ۱۸)

بلوک نصب شده، نباید پس از گیرش اولیه ملات، از جای خود حرکت داده شود. استقرار نهایی بلوک، باید در زمانی صورت گیرد که ملات هنوز شل باشد.

در حین کار با مواد و محصولاتی که بر پایه سیمان ساخته می‌شوند حتماً از دستکش و عینک محافظ چشم استفاده نمایید. چرا که آسیب‌های حین کار می‌تواند به‌صورت دائمی باشد.

نکته





اجرای دیوار ۱۵ سانتی راسته نما با بلوک‌های سبک صنعتی



شکل ۱۹

۱ ابتدا محل اجرای دیوار را تمیز نموده و با آب مرطوب نمایید تا آب ملات توسط زمین جذب نشود. ملات ماسه و سیمان آماده شده را به وسیله کمچه به ضخامت حدود سه سانتی‌متر، عرض بیست و طول بیش از پنج بلوک روی زمین پخش نمایید. بلوک اول به صورت راسته نما روی ملات گذاشته و در دو سمت طولی و عرضی تراز می‌شود. (شکل ۱۹)



شکل ۲۰

۲ بلوک سوم را با کمک شمشه در فاصله‌ای معادل یک بلوک از بلوک اول قرار داده و با شمشه دو بلوک را هم‌راستا نموده و بلوک سوم را نیز تراز نمایید. (شکل ۲۰)



شکل ۲۱

۳ بلوک پنجم را با کمک شمشه در فاصله‌ای معادل یک بلوک از بلوک سوم قرار داده و با شمشه دو بلوک را هم‌راستا نموده و بلوک سوم را نیز تراز نمایید. (شکل ۲۱)



شکل ۲۲

۴ برای اجرای بلوک دوم و چهارم، ریسمان بنایی را به دو بلوک یا آجر کمکی متصل نموده و روی دو بلوک ابتدا و انتهای قرار دهید. بهتر است روی بلوک‌های متصل به ریسمان، بلوک یا آجر اضافه نیز گذاشته شود تا از حرکت و لغزش بلوک‌ها و ریسمان جلوگیری شود. ریسمان باید حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر با بلوک‌ها فاصله داشته باشد و نباید به دیوار بچسبد. (شکل ۲۲)



شکل ۲۳

۵. بندهای قائم (هرزه ملات) بین بلوک‌ها را با ملات ماسه و سیمان پر کنید. (شکل ۲۳)



شکل ۲۴

۶. به کمک شمشه ملات و کمچه، ملات روی رج اول را پخش نمایید. (شکل ۲۴)



شکل ۲۵

۷. اجرای رج دوم را با بلوک نیمه شروع کنید. بلوک ابتدایی رج دوم را تراز و با بلوک زیرین شاقول نمایید. برای اینکه بندهای قائم (هرزه ملات) رج دوم روی بندهای ردیف اول نیفتد از بلوک نیمه در ابتدای دیوار چینی استفاده می‌شود. (شکل ۲۵)



شکل ۲۶

۸. رج دوم را مطابق مراحل اجرایی گفته شده در رج اول تکمیل نمایید. دقت کنید به دلیل ضخامت بندهای قائم بلوک آخر کمی کوچک‌تر از نیمه خواهد شد. (شکل ۲۶)

۹ ملات روی رج دوم را به کمک شمشه ملات اجرا نمایید. سپس میلگرد بستر را روی ملات قرارداده و به آرامی فشار دهید تا کمی در ملات فرو رود و مجدد روی آن را ملات بکشید. (شکل ۲۷)



شکل ۲۷

۱۰ پس از نصب شمشه‌های قائم رج سوم را با بلوک کامل شروع نموده و مطابق مراحل قبل تا رج هفتم ادامه دهید. (شکل ۲۸)



شکل ۲۸

۱۱ به کمک شمشه به صورت قطری و ضرب‌دری تاب برنداشتن (شکم ندادن) دیوار کنترل می‌شود. (شکل ۲۹)



شکل ۲۹



شکل ۳۰

اجرای دیوار ۲۰ سانتی مسلح راسته نما با بلوک‌های سیمانی معمولی (شکل ۳۰).



شکل ۳۱

۱ ابتدا محل اجرای دیوار را تمیز نموده و با آب مرطوب نمایید. ملات ماسه و سیمان آماده شده را به وسیله کمچه به ضخامت حدود ۳ سانتی‌متر بر روی زمین پخش نمایید. رج اول را با پنج بلوک $40 \times 20 \times 20$ معمولی کف خالی مطابق اصول دیوارچینی ذکر شده در فعالیت یک اجرا نمایید. داخل بلوک‌ها را با ملات ماسه و سیمان پُر نمایید. (شکل ۳۱)



شکل ۳۲

۲ دو عدد میلگرد نمره ۱۶ به طول ۱۵۰ سانتی‌متر را به صورت یک در میان داخل بلوک‌ها قرار داده و شاقول نمایید. (شکل ۳۲)



شکل ۳۳

۳ اجرای رج دوم را با بلوک نیمه شروع کنید. بلوک ابتدایی رج دوم را تراز و با بلوک زیرین شاقول نمایید. برای اینکه بندهای قائم (هرزه ملات) رج دوم روی بندهای ردیف اول نیفتد از بلوک نیمه در ابتدا و انتهای دیوار استفاده می‌شود. (شکل ۳۳)



شکل ۳۴

۴ رج دوم را مطابق اصول دیوارچینی ذکر شده در فعالیت قبلی کامل نموده و داخل بلوک‌ها را با ملات پر نمایید. (شکل ۳۴)



۵ به همین ترتیب تا رج پنجم دیوارچینی ادامه می‌یابد.
(شکل ۳۵)

شکل ۳۵

■ جمع‌آوری و نظافت کارگاه

جمع‌آوری و نظافت کارگاه یکی از موارد کلیدی برای تضمین کیفیت کار، ایمنی کارگاه و جلوگیری از هدررفت مصالح است. این مرحله باید به‌صورت مداوم و با برنامه‌ریزی دقیق انجام شود. در ادامه مراحل و نکات مربوط به این موضوع ارائه می‌شود:

تعیین مسئولیت‌ها: هرجویان برای نظافت کارگاه هر هفته انتخاب شوند و این وظیفه در برنامه کاری هفتگی گنجانده شود.

زمان‌بندی نظافت: نظافت باید در پایان هر روز کاری و پس از هر مرحله از اجرای بلوک‌ها انجام شود.

تهیه ابزار و تجهیزات: مانند بیل، جارو، سطل زباله، دستکش ایمنی و فرغون برای حمل نخاله‌ها.

ضایعات بلوک: قطعات شکسته یا اضافی بلوک‌ها جمع‌آوری و برای استفاده مجدد (در دیوارهای غیرباربر یا پرکردن) دسته‌بندی شوند.

ملات اضافی: ملات‌های ریخته‌شده یا اضافی روی زمین باید بلافاصله پاک شوند تا از سخت شدن و دشواری در نظافت جلوگیری شود.

قابل بازیافت: (مانند میل‌گردهای کوچک یا بلوک‌های سالم)

غیرقابل استفاده: (نخاله‌های باقی‌مانده)

مسیرهای حمل بلوک و ملات: باید همیشه تمیز و بدون موانع باشد تا حمل مصالح به‌راحتی انجام شود.

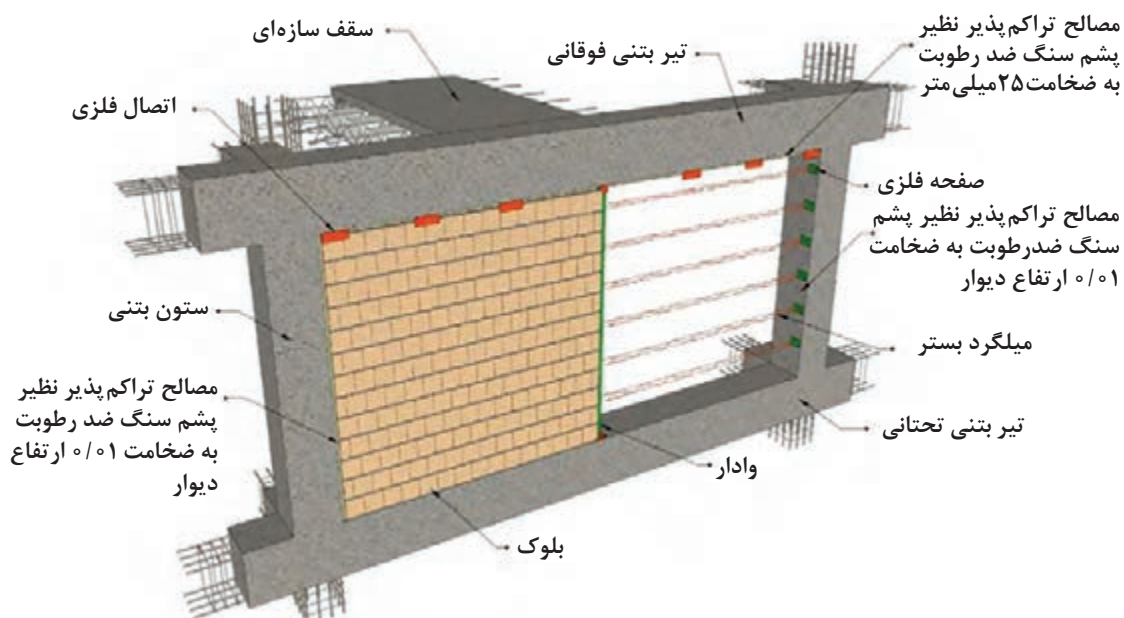
محل کار دیوارچینی: پس از هر مرحله از کار، ملات ریخته‌شده، گرد و غبار و سایر ضایعات باید جمع‌آوری شود.

ابزار کار مانند ماله، شاقول، تراز و اره بلوک: باید پس از اتمام کار تمیز و در جای مناسب قرار داده شوند.

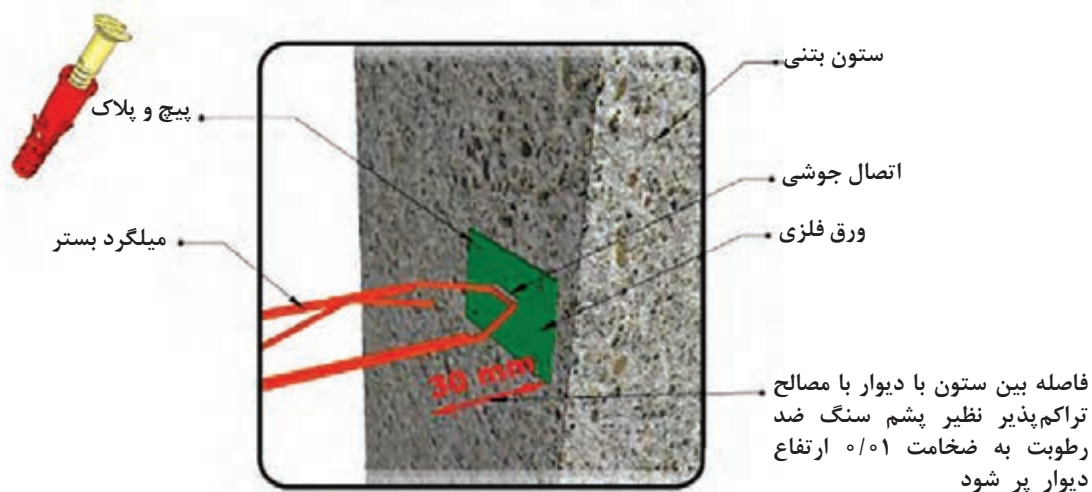
مهاردیوارهای بلوکی

مطابق پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم، مهاردیوارهای بلوکی اجرا شده با ملات می‌تواند با استفاده از میل‌گرد بستر خرابایی یا نردبانی انجام شود. میل‌گردهای مورد استفاده باید طبق ضوابط مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان در مواردی که مورد نیاز است از جنس فولاد ضد زنگ یا فولاد گالوانیزه و یا

میلگرد آج دار سرد نورد باشند. حداکثر فاصله قائم قطعات مسلح کننده در ارتفاع دیوار یک متر می باشد که باید قطعه براساس آن طراحی و محاسبه شود. کلیه دیوارهای خارجی و داخلی که طول آنها بیشتر از ۴ متر و ارتفاع آنها بیشتر از ۳/۵ متر باشند، ضروری است توسط وادارهای عمودی و افقی مهار شوند. این ضوابط شامل تمامی دیوارهای داخلی و خارجی ساختمان می باشد. (شکل های ۳۶ و ۳۷)



شکل ۳۶



شکل ۳۷- جزئیات اتصال میلگرد بستر به ستون بتن

مهار دیوارهای محوطه

مطابق مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان دیوارهای محوطه باید دارای یکپارچگی و مهار لازم در برابر نیروهای جانبی نظیر باد و زلزله باشند. با استفاده از شالوده و کلاف‌های قائم و افقی می‌توان پایداری لازم برای این دیوارها را تأمین نمود.

شالوده: شالوده به منظور توزیع یکنواخت نیروها بر خاک و نیز تأمین پاشنه کافی برای جلوگیری از دوران دیوار به کار می‌رود.

کلاف قائم: کلاف‌های قائم به منظور کاهش طول آزاد قسمت بنایی دیوار به کار برده می‌شوند. به عبارت دیگر، کلاف‌های قائم نقش تکیه‌گاه برای قسمت بنایی دیوار را ایفا می‌کنند. کلاف‌های قائم برای ایفای این وظیفه نه تنها باید از مقاومت کافی بلکه از صلبیت کافی نیز برخوردار باشد. علاوه بر کلاف‌های قائم بتن مسلح از کلاف‌های فولادی و یا کلاف‌های بنایی مسلح نیز می‌توان استفاده نمود.

کلاف افقی: کلاف افقی صرفاً به منظور بهبود انسجام و یکپارچگی بلوک‌های رج بالایی دیوار کاربرد داشته و نقش تکیه‌گاهی برای لبه بالایی دیوار ندارد. (شکل ۳۸)



شکل ۳۸

محاسبه مقدار مصالح مصرفی و کار انجام شده (متره)

برای اجرای یک دیوار با بلوک سیمانی سبک‌دانه صنعتی به طول ۵ متر، ارتفاع ۱/۵ متر و ضخامت ۸ سانتی‌متر به میزان ۰/۶ مترمکعب بلوک نیاز است که معادل ۹۵ الی ۱۰۰ عدد بلوک می‌باشد.

برای اجرای یک دیوار بلوک سبک‌دانه صنعتی به ابعاد $40 \times 20 \times 8$ به طول ۱۰ متر و ارتفاع ۳/۵ متر به چه تعداد بلوک سبک‌دانه نیازمندید؟

تمرین



نکته

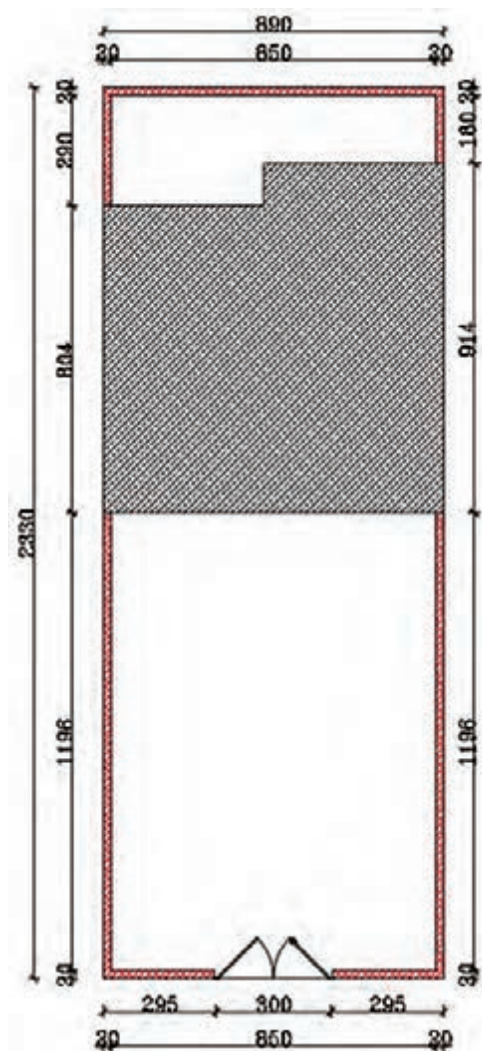


در صورت استفاده از بلوک سیمانی $40 \times 20 \times 20$ سانتی‌متر به ۱۳ عدد بلوک در هر مترمربع دیوار نیاز خواهد بود.

تمرین



مطابق شکل ۳۹ دیوار حیاط‌های شمالی و جنوبی ساختمان زیر به ارتفاع $2/50$ متر با استفاده از بلوک سیمانی $40 \times 20 \times 20$ اجرا شده است. با راهنمایی هنرآموز خود مساحت دیوار اجرا شده و تعداد بلوک‌های سیمانی مصرف شده با فرض ۸ درصد دورریز را حساب کنید.



شکل ۳۹

غیر از بلوک‌های سیمانی معمولی و سبک‌دانه که در این پودمان معرفی و مورد بررسی قرار گرفتند، انواع دیگری از بلوک‌های سیمانی با اشکال و کاربردهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند که در ادامه معرفی می‌گردد.

۱ کول بتنی چاه

کول‌های بتنی نوعی از بلوک‌های سیمانی هستند که هم در میله و هم انباره چاه برای جلوگیری از ریزش دیواره‌ها و سقف استفاده می‌شوند. شسته شدن دیواره میله چاه به دلیل برخورد آب خروجی از لوله فاضلاب با دیواره چاه اتفاق می‌افتد. از کول‌های بتنی دایره‌ای متناسب با قطر میله چاه استفاده می‌شود. همچنین برای جلوگیری از ریزش سقف و دیوار انباره (کوره) چاه از کول‌های مخصوص انباره استفاده می‌شود. (شکل‌های ۴۰ و ۴۱)



شکل ۴۱



شکل ۴۰

۲ بلوک طرح‌دار سیمانی

بلوک‌های طرح‌دار سیمانی انواع مختلفی دارند که شامل مدل‌های سنگی، آجری، صخره‌ای و طرح‌های فانتزی می‌شوند. این بلوک‌ها از ترکیب سیمان، پوکه معدنی و آب به دست می‌آیند که طرح‌های مختلفی می‌توان بر روی آنها ایجاد کرد. بسته به نوع قالبی که مورد استفاده قرار می‌گیرد، سطح بلوک سیمانی می‌تواند به صورت یک روکش صاف یا طرح‌دار ایجاد شود. این بلوک‌ها به دو روش ساخته می‌شوند. در روش اول بدنه قالب به صورت طرح‌دار است.

در روش دوم، بعد از اینکه بلوک آماده شد، طراحی بر روی آن انجام می‌شود. این کار به وسیله دست یا دستگاه صورت می‌گیرد. در این روش، بدنه بلوک را می‌تراشند یا اینکه یک روکش نمایی اضافه بر روی آن می‌چسبانند. در این حالت، مشتری می‌تواند طرح دلخواه خود را اجرایی کند. (شکل‌های ۴۲ و ۴۳)



شکل ۴۳



شکل ۴۲



شکل ۴۴



شکل ۴۵



شکل ۴۶



شکل ۴۷

۳ بلوک‌های بتنی دکوراتیو توخالی

این بلوک‌ها از نظر ساختار شبیه به بلوک‌های بتنی توخالی استاندارد هستند، اما با الگوها و اشکال تزئینی طراحی شده‌اند. این بلوک‌ها معمولاً در دیوارهای جداکننده و همچنین برای دیوارهای باغ و محوطه‌سازی به دلیل طراحی تزئینی استفاده می‌شوند. (شکل ۴۴)

۴ بلوک سیمانی نمادار

الف) بلوک‌های دیواری صفحه نمایش: این بلوک‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که ضمن ایجاد تهویه و عبور نور، حریم خصوصی را ایجاد کنند. این بلوک‌ها معمولاً در باغ‌ها، پاسیوها و فضاهای باز محل سکونت استفاده می‌شوند. (شکل ۴۵)

ب) بلوک‌های به صورت تقسیم شده: این بلوک‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که سطحی خشن و بافت‌دار داشته باشند و نمایی زیبا و منحصر به فرد ایجاد کنند. (شکل‌های ۴۶ و ۴۷)

ارزشیابی شایستگی دیوار چینی با بلوک‌های سیمانی

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- نقشه خوانی و متره بلوک‌های سیمانی سبک و معمولی لازم جهت انجام کار
- تهیه تعداد بلوک سیمانی لازم برای دیوارچینی
- اجرای بلوک‌های سیمانی سبک و سنگین با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد: اجرای دیوارچینی براساس نشریه ۵۵ (مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی) جلد پنجم، عملیات بنایی و... استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۸۲، بلوک‌های بتنی (سیمانی) غیرباربر - ویژگی‌ها و پیرایش ۱۳۹۹

دروندادی: رعایت اصول برش کاری و دیوارچینی با بلوک سیمانی، مدیریت مصالح و منابع

فرایندی: انجام مراحل اجرای بلوک سیمانی سبک و سنگین با ترتیب صحیح (تسطیح و آماده‌سازی بستر، ساخت ملات ماسه و سیمان، اجرای بلوک سیمانی سبک و معمولی، کنترل بندها و شاقولی دیوار)

محصول: اجرای دیوارچینی در دو مرحله بلوک سیمانی سبک و بلوک معمولی به صورت مسلح طبق نقشه داده شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان **زمان:** ۸ ساعت **تحت نظارت:** استادکار یا مربی

مقدار: اجرای دیوارچینی با بلوک سبک به مساحت ۳ متر مربع و اجرای بلوک معمولی به صورت مسلح به مساحت ۳ متر مربع

ابزار و تجهیزات: متر، دستکش، تیشه، تراز، شمشه آلومینیومی، شمشه ملات چوبی، ریسمان، بیل، فرغون، استانبولی، کمچه، ماسه، سیمان، آب، آجر فشاری یا ماسه آهکی، گچ، نایلون، میلگرد ساده نمره ۶ یا ۸

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنجار
۱	تسطیح، تمیزکاری و آماده‌سازی بستر اجرای کار	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	ساخت ملات ماسه و سیمان و اجرای دیوار بلوک سیمانی سبک	۲	
۴	اجرای میلگرد بستر در رج‌های زوج دیوارچینی با بلوک سبک و کنترل بندهای قائم	۲	
۵	اجرای دیوار بلوک معمولی کارگذاری و شاقول نمودن میلگردهای قائم	۲	
۶	کنترل شاقول و شکم ندادن دیوار به‌وسیله شمشه‌گیری ضربدری	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: *			
	رعایت ایمنی موقع کار با فرز برش بلوک، دقت و ظرافت در کارگذاری میلگردهای بستر استفاده از عینک در زمان کار با فرز و دستکش در زمان کار با ملات ماسه و سیمان، جمع‌آوری مصالح و نظافت کارگاه	۲	
میانگین نمرات: **			

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و نمره مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۲: دیوار چینی با پانل گچی پیش ساخته

مقدمه

در دنیای امروز، صنعت ساختمان به سمت بهره‌گیری از مصالح مدرن، سبک و با عملکرد بالا پیش می‌رود. پانل‌های گچی پیش‌ساخته، نه تنها سرعت اجرای پروژه‌های ساختمانی را افزایش می‌دهند، بلکه به دلیل عایق حرارتی و صوتی، مقاومت در برابر آتش و سازگاری با محیط زیست، نقش مؤثری در ارتقای کیفیت ساختمان‌ها ایفا می‌کنند.

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان باید بتوانند مراحل اجرای دیوار چینی با پانل گچی پیش ساخته شامل نقشه‌خوانی، متره، آماده‌سازی محل و اجرای عملیات پانل گچی مطابق استانداردهای مرتبط و ضوابط ایمنی را اجرا نمایند. در نهایت با لحاظ نمودن ضوابط ایمنی و زیست محیطی عملیات جمع‌آوری و تمیزکاری محل اجرای پانل گچی را اجرا نموده و مطابق ضوابط ارزشیابی شایستگی محور در پایان پودمان مورد ارزشیابی قرار خواهند گرفت.

استانداردهای مرتبط با موضوع پانل گچی

استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۲۹ ویرایش ۱۳۹۵: بتن گچی و فراورده‌های پانل گچی (شکل ۴۸)

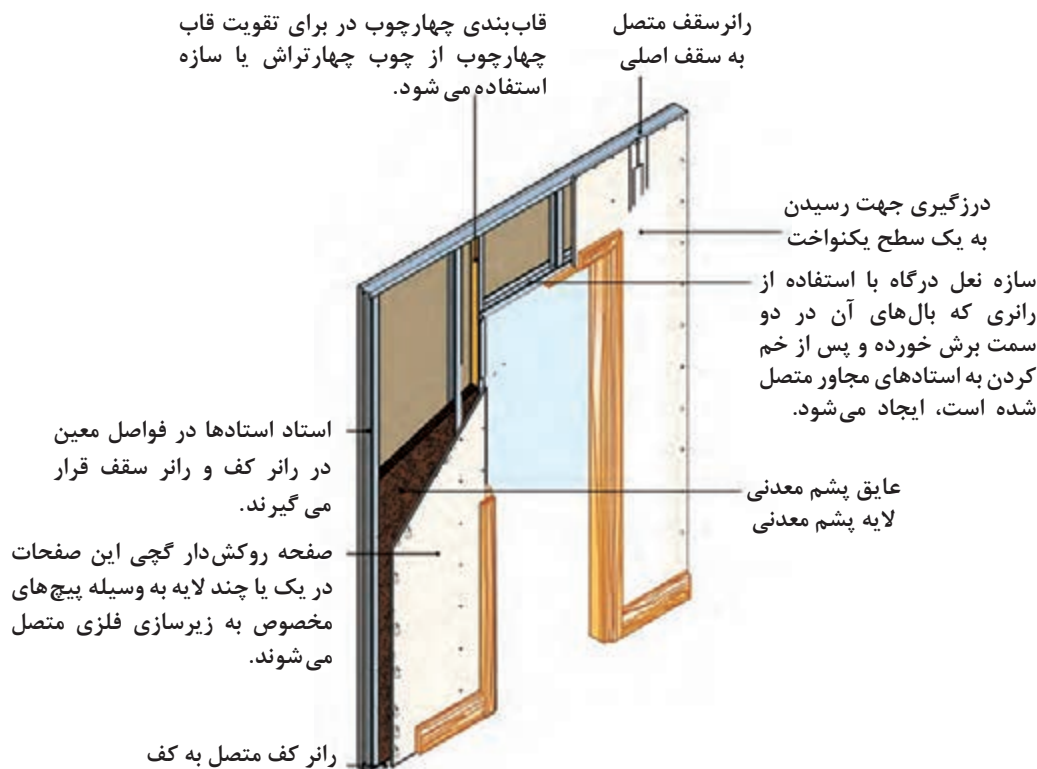


شکل ۴۸

دیوارهای پیش ساخته گچی شامل دو نوع دیوارهای خشک (Dry WALL) و پانل‌های گچی پیش ساخته می‌باشند.

۱ دیوارهای خشک^۱ (Dry WALL)

دیوار جداکننده خشک (درای وال) نوعی از پانل‌های پیش ساخته گچی است که به عنوان دیوارهای غیرباربر در تقسیم‌بندی فضاهای داخلی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. به دلیل اینکه در مراحل نصب دیوار خشک از هیچ گونه مواد با پایه آب مانند ملات ماسه و سیمان استفاده نمی‌شود به آن درای وال گفته می‌شود. تخته گچ یا درای وال به منظور پوشش دیوارهای خارجی ساختمان، پوشش دیوارهای داخلی، دیوارهای جداکننده، پوشش سقف‌های دکوراتیو، قاب‌بندی‌های مختلف با سبک‌های گوناگون استفاده می‌شود و یک سطح یکپارچه و مستحکم را ایجاد می‌کند. مزیت این دیوارها نسبت به دیوارهای اجرا شده با مصالح بنائی سنتی نظیر پلاستر (گچ و خاک و سفیدکاری)، استفاده از نیروی کار کمتر، تمیزی محوطه، پرت و دورریز کمتر، جلوگیری از تخریب گچ و خاک و دیوار جهت عبور لوله‌های تأسیساتی و تعمیر مجدد آن، عدم وجود رطوبت در ملات خیس و در نتیجه حذف زمان مورد نیاز جهت خشک شدن ملات و افزایش سرعت در کار می‌باشد. (شکل ۴۹)



شکل ۴۹

۱- دیوار خشک یا درای وال در ایران با نام دیوار خشک کناف یا درای وال کناف یا دیوار کناف معروف است و به صورت متداول با همین نام شناخته می‌شود و به صورت کلی با نام‌هایی مانند شیت راک، وال برد، گچ برگ، پلاستر برد و ... هم معرفی می‌شوند.

برخلاف بلوک‌های گچی یکپارچه که ضخامت ۷ تا ۱۰ سانتی‌متر دارند این پانل‌ها به صورت ورقه‌های گچی روکش‌دار با ضخامت بین ۹/۵ تا ۱۵ میلی‌متر بوده و ضخامت ۱۲/۵ میلی‌متر رایج‌ترین ضخامت این نوع پانل‌ها می‌باشند. این ورقه‌های گچی بسته به نوع کاربری دیوار بین یک یا چند لایه روی دو طرف یک سازه فلزی با پیچ مخصوص نصب می‌شوند. اعضای عمودی و افقی سازه از مقاطع کشویی شکل که شبیه به ناودانی هستند ساخته می‌شوند. اعضای عمودی سازه فلزی را استاد و اعضای افقی را رانر می‌نامند. در ابتدا اعضای افقی را در امتداد هم روی کف و سقف توسط تفنگ مخصوص یا میخ‌های فولادی پرچ کرده و سپس اعضای عمودی را با فاصله ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر درون اعضای افقی نصب می‌کنند.

نکته مهم این است که فاصله اعضای افقی و عمودی را باید با توجه به کاربری دیوار کم یا زیاد نمود. بعد از آن نوبت به صفحات گچی و یا سیمانی است که با ابعاد مختلف بر روی سازه‌های عمودی و افقی قرار داده و پیچ می‌شود.

بر روی این دیوارها قابلیت اجرای رنگ، کاغذ دیواری، کاشی و پوشش‌های دیگر وجود دارد. به دلیل وجود فضای خالی در داخل دیوارها، امکان استفاده از انواع عایق‌های حرارتی و صوتی نظیر پشم معدنی و همچنین عبور و دسترسی به تأسیسات الکتریکی و مکانیکی امکان‌پذیر می‌باشد. بعد از نصب صفحات روکش‌دار گچی، درزهای بین این صفحات، به منظور پرهیز از ایجاد ترک‌های طولی، ابتدا با نوار درزگیر تقویت شده و در مرحله بعد، به همراه محل پیچ‌ها، با استفاده از بتونه مخصوص بتونه کاری می‌گردند.

دیوارهایی که قرار است رنگ‌آمیزی شوند باید به وسیله یک لایه ۲ میلی‌متری از ماده درزگیری به نام ماستیک به منظور دستیابی به سطحی یکنواخت پُر و درزگیری گردند تا محل درزگیری بعد از رنگ‌آمیزی نمایان نباشد.

پانل‌های گچی روکش‌دار در انواع مختلف با رنگ‌های متفاوت تولید می‌شوند. هر کدام از رنگ‌ها معرف کاربری پانل بوده و محل استفاده از آن را بیان می‌نماید. (شکل ۵۰)



شکل ۵۰



شکل ۵۱

۱ صفحات روکش دار معمولی: در اجرای دیوارچینی خشک نظیر دیوارهای جداکننده و پوششی استفاده می‌شود. (شکل ۵۱)

۲ صفحات مقاوم در برابر رطوبت: پانل‌هایی هستند که گچ تشکیل‌دهنده آنها با مواد مقاوم در برابر رطوبت ترکیب شده است. پانل‌های گچی مقاوم در برابر رطوبت در فضاهای مرطوب مانند آشپزخانه‌ها و سرویس‌های بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳ صفحات مقاوم در برابر حریق: پانل‌هایی هستند که گچ تشکیل‌دهنده آنها حاوی الیاف شیشه می‌باشد. پانل‌های گچی مقاوم در برابر حریق در محل‌هایی که نیاز به محافظت در برابر حریق وجود دارد مانند پوشش ستون‌ها و تیرهای فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۵۲

۴ صفحات آکوستیکی: به دلیل وجود شکاف و سوراخ در بدنه پانل‌ها عایق صوتی مناسبی هستند (شکل ۵۲).

مشخصات فنی پانل‌های درای وال: به منظور جلوگیری از نفوذ آب به داخل صفحات گچی و نیز افزایش مقاومت دیوارهای ساختمان در برابر آتش، در فرایند تولید از مواد افزودنی نظیر فایبرگلاس استفاده می‌شود. روی صفحات گچی از طرفین دو لایه کاغذ چسبانده می‌شود که مقاومت خمشی پانل را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

به‌عنوان مثال هر مترمربع دیوار آجر فشاری به ضخامت ۲۲ سانتی‌متر با ملات ماسه و سیمان حدود ۴۰۰ کیلوگرم در مترمربع می‌باشد حال آنکه دیوار با پانل‌های مذکور حداکثر ۲۵ کیلوگرم در مترمربع است. گچ در مقابل ارتعاش‌های صوتی رفتار خوبی دارد و تقریباً ۶۰ تا ۷۵ درصد ارتعاشات را به خود جذب می‌کند و مانع انعکاس آنها می‌گردد در نتیجه از ایجاد پژواک جلوگیری می‌شود. این حد جذب ارتعاش برای ساختمان‌های مسکونی، کلاس‌های دانشگاه، درس و سالن‌های کنفرانس کافی می‌باشد.

فولاد مصرفی در تهیه پروفیل‌ها و یا همان سازه‌ها از نوع فولاد گالوانیزه گرم می‌باشد که در صورت تغییر شکل یا خراشیدگی، خاصیت آن همچنان حفظ می‌گردد. (شکل ۵۳)



شکل ۵۳

۲ پانل‌های گچی پیش‌ساخته

پانل‌های گچی پیش‌ساخته بلوک‌هایی هستند که از مخلوط پودر گچ و آب به صورت صنعتی تولید می‌شوند. پانل‌های گچی دارای ساختار پایه گچی هستند اما سطح رویی آنها می‌تواند از موادی نظیر کاغذ یا فایبرگلاس پوشانده شود. مخلوط گچ، آب و برخی مواد افزودنی در قالب‌های مخصوص ریخته شده و در فرایندهای حرارتی یا هوادهی خشک می‌شوند. پانل‌های خشک‌شده براساس اندازه‌های مورد نیاز برش داده شده و در بسته‌بندی روی پالت‌های چوبی به محل اجرا حمل می‌گردد. برای افزایش استحکام پانل‌ها ممکن است لایه‌های اضافی مانند کاغذ یا لایه نازک چسب به پانل‌های گچی افزوده شود. تولید پانل‌ها به وسیله یک خط تولید پیوسته انجام می‌گیرد. این پانل‌ها در ضخامت‌های مختلف مانند ۷، ۸ سانتی‌متر به صورت توپر و ۱۰ سانتی‌متری که می‌تواند توپر یا توخالی باشد تولید می‌شوند. از این بلوک‌ها اغلب به عنوان دیوارهای جداکننده داخلی به عنوان دیوارهای غیر باربر استفاده می‌شود. (شکل ۵۴)



شکل ۵۴



شکل ۵۵

دیوارهای ضدآتش گچی، می‌توانند از پانل‌های گچی مقاوم در برابر حریق ساخته شوند که شامل هسته گچی و الیاف فایبرگلاس هستند. این دیوارها را می‌توان در محل‌هایی مانند چاله‌های تأسیساتی و چاله آسانسور که در معرض خطر آتش‌سوزی قرار دارند مورد استفاده قرار داد و می‌تواند از ۳۰ تا ۱۸۰ دقیقه در برابر آتش مقاومت کند (شکل ۵۵).



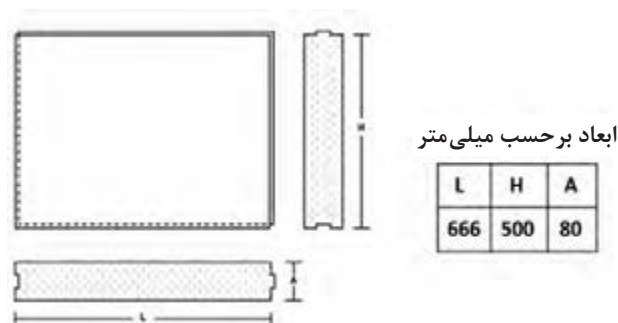
شکل ۵۶

بلوک‌های گچی پیش‌ساخته دارای رویه صاف و به دور از پستی و بلندی می‌باشد. بنابراین نیازی به اجرای گچ و خاک و سفیدکاری نیست.

پس از اجرای دیوار و درزگیری با ملات گچ و بتونه، دیوار برای نقاشی آماده می‌شود (شکل ۵۶).

در شکل ۵۷ دیوار گچی پیش‌ساخته با بلوک گچی ۱۰ سانتی نمایش داده شده است. هر سه قطعه این پانل‌ها معادل یک مترمربع (ابعاد ۵۰۰ × ۶۶۶ × ۸۰ میلی‌متر) می‌باشد.

(شکل ۵۷)



شکل ۵۷

با استفاده از دستگاه فرز و یا شیارزن می‌توان مسیر عبور تأسیسات برقی و مکانیکی را بر روی دیوار گچی پیش‌ساخته ایجاد کرد که منجر به تخریب اندک سطح دیوار و کاهش نخاله‌های ساختمانی می‌شود. همچنین شیارهای موجود درون پانل گچی، امکان سیم‌کشی از داخل دیوار را فراهم می‌کند. پس از اجرای تأسیسات

می‌توان محل عبور تأسیسات را با استفاده از گچ ساختمانی پر و ترمیم نمود. با توجه به اینکه ضریب انبساط حرارتی پانل‌های دیوار گچی پیش‌ساخته و ملات گچ لکه‌گیری محل عبور لوله‌ها یکی می‌باشد در محل اجرای تأسیسات ترک‌خوردگی مشاهده نخواهد شد. با توجه به نسبت اندازه به وزن مناسب این بلوک‌ها نسبت به آجر یا بلوک‌های سیمانی، سرعت اجرای دیوار با این نوع بلوک‌ها بالا می‌باشد. دیوارهای پیش‌ساخته گچی به خاطر برخورداری از زبانه‌هایی که کام و زبانه نامیده می‌شوند به هم متصل شده و درهم قفل می‌شوند. این دیوارها پس از اجرا و نصب بر روی هم، موجب می‌شوند دیواری یکپارچه ایجاد شود. (شکل ۵۸)



شکل ۵۸

در محیط‌های مرطوب با اجرای یک لایه پوشش از مواد ضد رطوبت، می‌توان دیوار را تا حدود زیادی عایق نمود.

برای اجرای کاشی، سرامیک و سیمان‌کاری بر روی این دیوارها می‌توان از چسب و ملات آماده استفاده نمود. برای چسبندگی مناسب‌تر این مصالح، استفاده از توری رابیتس روی دیوار یا ایجاد خراش روی سطح پانل‌ها، توصیه می‌شود.

■ آماده‌سازی کارگاه

دمای محیط باید در محدوده مناسب برای کار با پانل‌های گچی باشد (بالای ۵ درجه سانتی‌گراد). بهتر است در زمان بالا بودن رطوبت هوای محیط نصب پانل‌های گچی، به دلیل جذب رطوبت محیط توسط گچ، از اجرای پانل‌های گچی اجتناب گردد.

ابزارهای مورد نیاز

جدول ۲

نام ابزار	تصویر	نام ابزار	تصویر
اره دستی		ریسمان رنگی (چاک لاین)	
اره ماشینی		نوار درزگیر	
چکش لاستیکی		همزن مکانیکی آماده سازی ملات	
تراز		کاردک	

ریسمان رنگی (چاک لاین) یک قرقره نخ است که روی آن با گچ و رنگ پوشانده شده است. ریسمان رنگی ابزاری است برای علامت گذاری یک خط صاف روی یک سطح صاف. این خط می تواند یک خط افقی، عمودی یا هر خط راست دیگری بین دو نقطه باشد. فقط کافی است هر دو نقطه روی یک سطح باشند. هر دستگاه چاک لاین شامل یک ریسمان، یک قرقره و یک محفظه معمولاً پلاستیکی است که ریسمان و گچ در آن نگهداری می شوند.

برای کار با این ابزار، ابتدا آن را تکان داده تا گچ رنگی به خورد ریسمان برود. سپس ریسمان از غلاف بیرون کشیده می شود و دو سر آن روی دو نقطه مورد نظر ثابت می شود. در این مرحله کافی است ریسمان کمی کشیده و به سرعت رها بشود. گچ رنگی روی ریسمان، روی سطح پاشیده می شود و آن را علامت دار می کند. به این ترتیب یک خط راست که مبنای برش، اندازه گیری و یا ساخت است روی سطح مورد نظر ایجاد می شود.

■ آماده سازی ملات نصب

برای ساخت ملات چسب مخصوص نصب پانل های گچی مقدار ۵ کیلوگرم پودر ملات پانل گچی را با ۳/۵ لیتر آب مخلوط نموده (شکل ۵۹) و با استفاده از همزن های مکانیکی با هم ترکیب می گردد. (شکل ۶۰)



شکل ۶۰

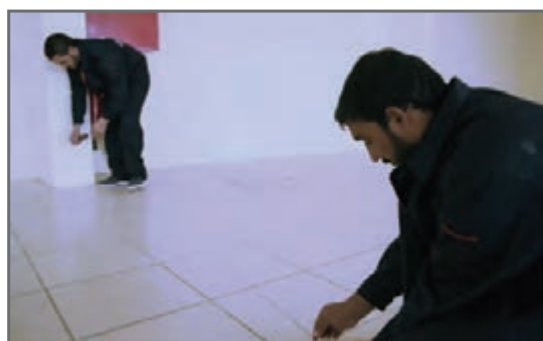


شکل ۵۹

استفاده از همزن غیرمکانیکی و دستی می‌تواند موجب ناهمگون شدن ملات شود. هم زدن ملات باید به مدت دو دقیقه طول بکشد. در نهایت ملاتِ نصب پانل گچی یک‌دست می‌شود و لازم است که حداکثر تا مدت ۴۵ دقیقه مورد استفاده قرار گیرد. ملات باید به‌صورتی آماده شود که نرم و قابل استفاده باشد، نه خیلی شل و نه خیلی سفت.

اجرای دیوار چینی با پانل‌های گچی پیش‌ساخته

ابتدا سطح زمین محل نصب پانل‌ها را بررسی نموده و در صورت نیاز تمیز و خشک نمایید. (شکل ۶۱)
۱ با توجه به عرض بلوک موردنظر، به‌وسیله ریسمان رنگی ابعاد پیاده شده با متر را مشخص نمایید. (شکل‌های ۶۲ و ۶۳)



شکل ۶۳



شکل ۶۱



شکل ۶۲

۲ به کمک کمچه یک لایه ملات به ضخامت ۳ سانتی متر را بین دو خط رنگی بر روی زمین پخش و تسطیح نمایید. (شکل ۶۴)

۳ قبل از چیدن به کمک یک برس نرم بلوک‌ها را تمیز نمایید تا گرد و خاک یا هر نوع کثیفی احتمالی چسبندگی بین بلوک و ملات را کاهش ندهد. (شکل ۶۵)



شکل ۶۵



شکل ۶۴



شکل ۶۶

۴ ملات نصب را به مقدار دو سانتی متر روی دیوار و کنار محل قرارگیری اولین بلوک زده و تسطیح نمایید. بلوک را به طور دقیق و مطابق با خطوطی که با ریسمان رنگی مشخص نموده اید نصب نمایید. به هر بلوک بعد از قرار گرفتن در جای خود با چکش لاستیکی ضربه بزنید تا به طور کامل در ملات فرو برود. تراز و شاقول بودن بلوک را حتماً کنترل نمایید. (شکل ۶۶)

۵ برای نصب بلوک‌های بعدی ابتدا قسمت کناری بلوک را ملات کشی کرده تا چسبندگی به بلوک قبلی بهتر انجام شود. (شکل‌های ۶۷ و ۶۸)



شکل ۶۷



شکل ۶۸



شکل ۶۹

۶ بعد از گذاشتن دومین بلوک، برای چیدن ردیف‌های بعدی، به کمک شمشه، شاقول و تراز هم‌راستا و تراز بودن دیوار را بررسی نمایید. (شکل ۶۹)



شکل ۷۰

۷ ملات اضافی که از بند قائم بین بلوک‌ها پس زده را با کاردک تراش زده و تمیز نمایید. همچنین محل‌های خالی احتمالی بین بندها را با ملات پر نموده و با کاردک تسطیح نمایید. بلوک‌های بعدی را به همین ترتیب نصب نمایید تا رج اول کامل شود. (شکل ۷۰)



شکل ۷۱

۸ برای اجرای رج دوم برای اینکه بندهای قائم زیر هم نیفتد، وسط بلوک را به صورت قائم علامت زده و با اره به دو نیم تقسیم نمایید. (شکل ۷۱)



شکل ۷۲

۹ ملات نصب را روی بلوک اول رج اول پخش و تسطیح نموده و بلوک نیمه را روی آن نصب نموده و تراز و شاقول نمایید. (شکل ۷۲)



شکل ۷۳

۱۰ بلوک‌های رج دوم را مطابق مراحل گفته شده در رج اول نصب نمایید. (شکل ۷۳)



شکل ۷۴

۱۱ بلوک‌های رج سوم را مطابق مراحل گفته شده در رج اول نصب نمایید. (شکل ۷۴)



شکل ۷۵

۱۲ بعد از چیدن تمامی بلوک‌ها، مجدد به کمک کاردک و سمباده ملات اضافی که از درزها بیرون زده را پاک نمایید تا سطح دیوار صاف و یکنواخت شود. (شکل ۷۵)



شکل ۷۶

در نقاطی که قرار است در یا پنجره نصب شود، ابتدا نعل درگاه یا چارچوب فلزی یا چوبی نصب و تراز شده و سپس بلوک چینی ادامه پیدا می‌کند. (شکل ۷۶)

نکته



■ انبارش و نگهداری مصالح

پانل‌ها باید در محیط خشک و سرپوشیده نگهداری شوند و از تماس مستقیم آنها با زمین مرطوب جلوگیری شود (استفاده از پالت یا زیرانداز) (شکل‌های ۷۷ و ۷۸).



شکل ۷۸



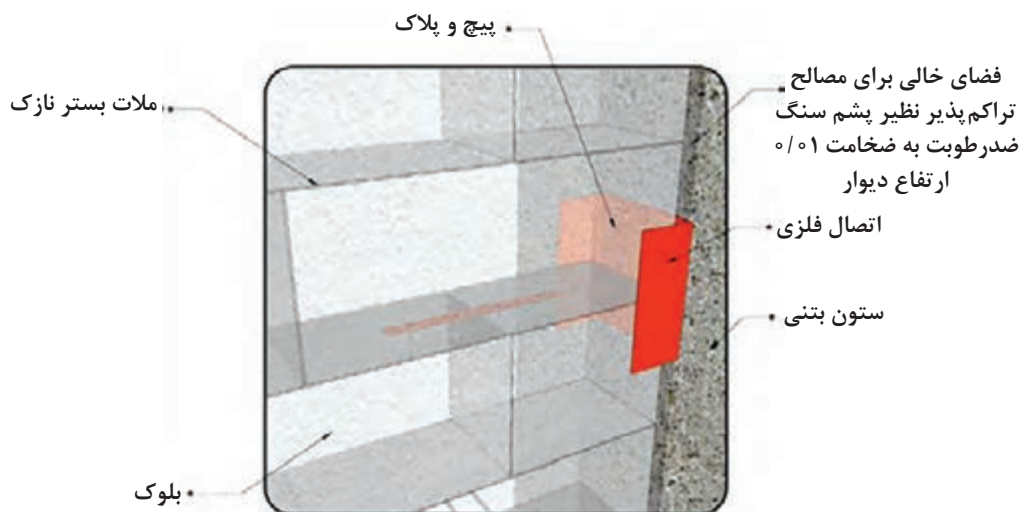
شکل ۷۷

■ جمع‌آوری و نظافت کارگاه

پایان عملیات دیوارچینی با پانل گچی پیش‌ساخته، مستلزم جمع‌آوری مصالح و ابزارهای باقی‌مانده و تمیزکاری محل کار است. این مرحله به‌منظور آماده‌سازی محیط برای مراحل بعدی ساخت‌وساز و جلوگیری از ایجاد مشکلات بهداشتی و ایمنی انجام می‌شود.

■ مهار دیوارهای اجرا شده با پانل گچی پیش‌ساخته

مهار دیوارهای اجرا شده با پانل‌های گچی پیش‌ساخته با ملات بستر نازک (ضخامت ملات کمتر از سه میلی‌متر) یا چسب‌های پلی‌یورتان اجرا می‌شود. اتصال کشویی در محل تماس با ستون‌های کناری و سقف به وسیله نبشی یا ناودانی منقطع انجام می‌شود. ناودانی‌های منقطع در دو وجه کناری و وجه بالای دیوار باید اجرا شود. وجه پایین دیوار در صورت کف‌سازی نیازی به اجرا ندارد. همچنین به کمک مش‌های الیافی (وال‌مش) تقویت دیوار انجام می‌شود. (شکل ۷۹)



شکل ۷۹

محاسبه مقدار مصالح مصرفی و کار انجام شده (متره)

هر عدد پانل گچی دارای ابعادی به طول ۶۶۶ میلی‌متر، عرض ۵۰۰ میلی‌متر و ضخامت ۸۰ میلی‌متر است. برای هر مترمربع دیوار، حدود ۳-۴ کیلوگرم چسب گچی نیاز است.

■ گچ و ملات اضافی (برای درزگیری)

برای درزگیری اتصالات بین پانل‌ها به مقداری گچ نیاز است که در هر مترمربع دیوار بین ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم مصرف می‌شود.

مثال

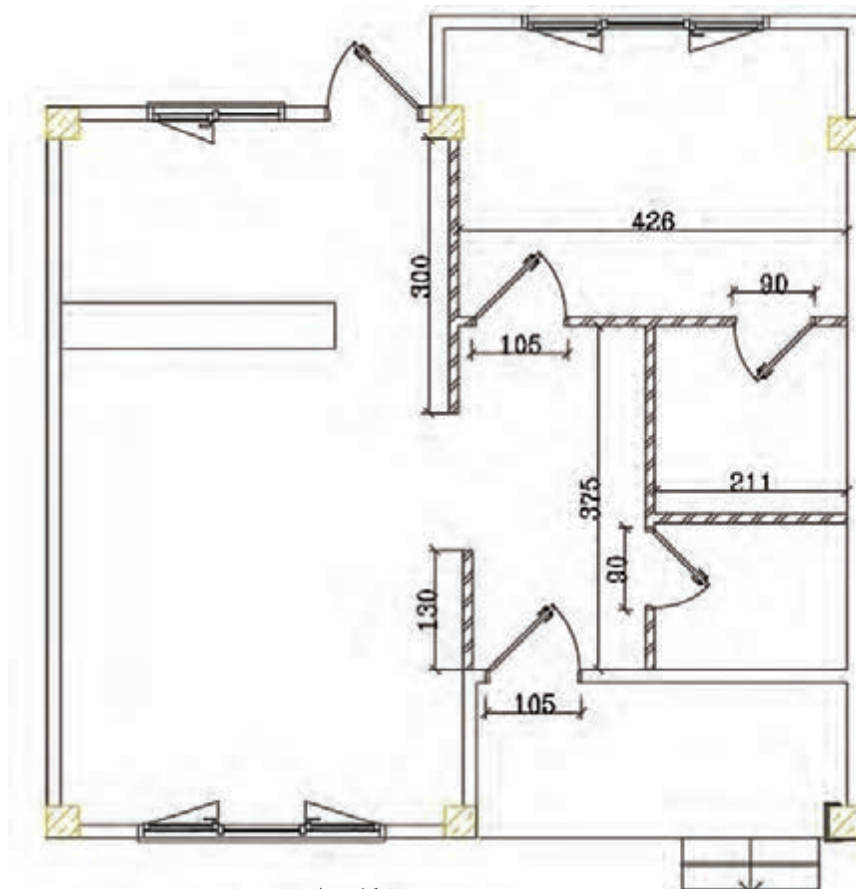


برای اجرای تیغه جداکننده دو اتاق از همدیگر با پانل گچی به طول ۶ و ارتفاع ۳/۵ متر و با احتساب دورریز، تعداد ۶۳ تا ۶۸ عدد پانل مصرف خواهد شد. این دیوار نیازمند ۶۳ تا ۸۴ کیلوگرم چسب و همچنین ۳۲ تا ۴۲ کیلوگرم گچ جهت درزگیری می‌باشد.

تمرین



تیغه‌های داخلی این ساختمان (هاشور خورده) از پانل‌های گچی استاندارد به ابعاد $۶۶۶ \times ۵۰۰ \times ۸۰$ میلی‌متر ساخته شده است. با راهنمایی هنرآموز خود مساحت دیوار اجرا شده و تعداد پانل‌های گچی مصرف شده با فرض ۱۳ درصد دورریز را حساب کنید ارتفاع درها ۲۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. (شکل ۸۰)



شکل ۸۰

ارزشیابی شایستگی دیوار چینی با پانل‌های گچی پیش ساخته

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- نقشه خوانی و متره پانل‌های گچی پیش ساخته لازم جهت انجام کار
- تهیه تعداد پانل گچی پیش ساخته لازم برای دیوارچینی
- اجرای پانل‌های گچی پیش ساخته با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد: استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۲۹، بتن گچی و فرآورده‌های پانل گچی ویرایش ۱۳۹۵

دروندادی: رعایت اصول برش کاری و اجرای پانل‌های گچی پیش ساخته، مدیریت مصالح و منابع
فرایندی: انجام مراحل اجرای پانل‌های گچی پیش ساخته با ترتیب صحیح (تسطیح و آماده‌سازی بستر، ساخت ملات مخصوص، اجرای دیوارچینی با پانل‌های گچی پیش ساخته کنترل بندها و شاقولی دیوار)
محصول: اجرای دیوار چینی با پانل‌های گچی پیش ساخته طبق نقشه داده شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان **زمان:** ۸ ساعت **تحت نظارت:** استادکار یا مربی
مقدار: اجرای دیوارچینی با پانل‌های گچی پیش ساخته به مساحت ۵ متر مربع
ابزار و تجهیزات: متر، دستکش، تیشه، تراز، شمشه آلومینیومی، فرز، همزن مکانیکی، اره دستی و ماشینی، چکش لاستیکی، کاردک، چاک لاین، استانبولی، کمچه، آب، ملات مخصوص نصب پانل‌های گچی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	تسطیح، تمیزکاری و آماده‌سازی بستر اجرای کار	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	ساخت ملات مخصوص نصب پانل‌های گچی پیش ساخته	۲	
۴	پیاده‌سازی مسیر نصب پانل‌ها به وسیله چاک لاین بر روی زمین	۲	
۵	اجرای دیوار با پانل‌های گچی پیش ساخته	۲	
۶	کنترل شاقول و شکم ندادن دیوار به وسیله شمشه گیری ضربدری	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:*			
	رعایت ایمنی موقع کار با فرز یا اره برش پانل‌های گچی، دقت و ظرافت در ساخت و استفاده از ملات مخصوص نصب پانل‌ها، استفاده از عینک در زمان کار با فرز و اره، جمع‌آوری مصالح و نظافت کارگاه	۲	
میانگین نمرات:**			

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و نمره مستمر است.
 ** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



پودمان سوم

اجرای صنعتی دیوارهای پیش ساخته



واحد یادگیری اول: دیوار چینی با بلوک‌های بتنی هوادار اتوکلاو شده (بتن گازی) AAC

مقدمه

دیوار یک ساختار یکپارچه، محکم و استوار از جنس آجر، سنگ، بتن، چوب یا فلز و غیره می‌باشد که ضخامت آن در مقایسه با طول و ارتفاع کم است. عملیات دیوار چینی شامل انتخاب نوع مصالح، ساخت ملات مصرفی و روش اجرای کار باید بر اساس مشخصات، نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت صورت گیرد. بهترین زمان برای اجرای دیوار چینی بعد از ستون گذاری و پس از پایان عملیات بتن‌ریزی سقف‌ها می‌باشد. بهتر است حداقل بتن سقف مقاومت ۷ روزه خود را کسب کرده باشد و سپس دیوار چینی انجام شود. اجرای دیوار در درجه حرارت کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد مجاز نیست، در شرایط آب و هوایی سرد، دیوارهای تازه چیده شده باید با پوشاندن و گرم کردن محافظت شوند.

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان باید با اجرای بلوک‌های بتنی هوادار اتوکلاو شده که از این به بعد بتن گازی نامیده می‌شود و کاربرد آنها متناسب با محل مورد استفاده آشنا شوند و بتوانند مراحل اجرای دیوار چینی با این بلوک‌ها را مطابق استانداردهای مرتبط و ضوابط ایمنی اجرا کنند. اجرای دیوار چینی شامل نقشه خوانی، متره، آماده‌سازی محل و اجرای عملیات دیوار چینی مطابق استانداردهای مرتبط و ضوابط ایمنی می‌باشد. در نهایت با لحاظ نمودن ضوابط ایمنی و زیست محیطی عملیات جمع‌آوری و تمیزی کاری محل را اجراء نموده و مطابق ضوابط ارزشیابی شایستگی محور در پایان پودمان مورد ارزشیابی قرار خواهند گرفت.

استانداردهای مرتبط با موضوع دیوار چینی بلوک بتن گازی

این استانداردها و آیین‌نامه‌ها توسط مراجع معتبر از قبیل سازمان برنامه و بودجه کشور (نظام فنی و اجرایی)، دفتر مقررات ملی ساختمان وزارت راه و شهرسازی (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن) و همچنین سازمان ملی استاندارد ایران منتشر می‌گردند. برای دستیابی به استانداردهای مرتبط با موضوع دیوار چینی بلوک سبک صنعتی می‌توانید به منابع ذیل مراجعه نمایید:

۱. نشریه ۳۲۶ سازمان برنامه و بودجه - دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای ساخته شده از بلوک بتنی هوادار اتوکلاو شده (ACC)، ویرایش ۱۳۹۹ (شکل ۱)

۲. ضابطه ۸۲۳ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی - دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای ساخته شده از بلوک بتنی هوادار اتوکلاو شده (ACC)، ویرایش ۱۳۹۷ (شکل ۲)

۳. پیوست ششم آیین‌نامه ۲۸۰۰، طراحی لرزه‌ای و اجرای اجزای غیر سازه‌ای، ۱۳۹۸ (شکل ۳)

۴. راهنمای طراحی و جزییات اجرایی بلوک و پانل‌های ACC، مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی، ۱۴۰۱ (شکل ۴)

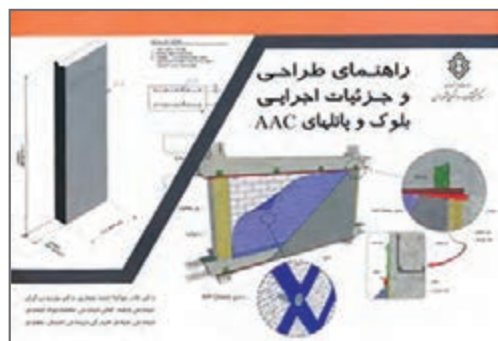
مباحث مقررات ملی ساختمان هر چند سال یکبار به روزآوری می گردد و عملیات اجرایی می بایست بر اساس آخرین ویرایش منتشر شده انجام پذیرد.



شکل ۳

شکل ۲

شکل ۱



شکل ۴

اجرای دیوارچینی با بلوک بتنی هوادار اتوکلاو شده (AAC)



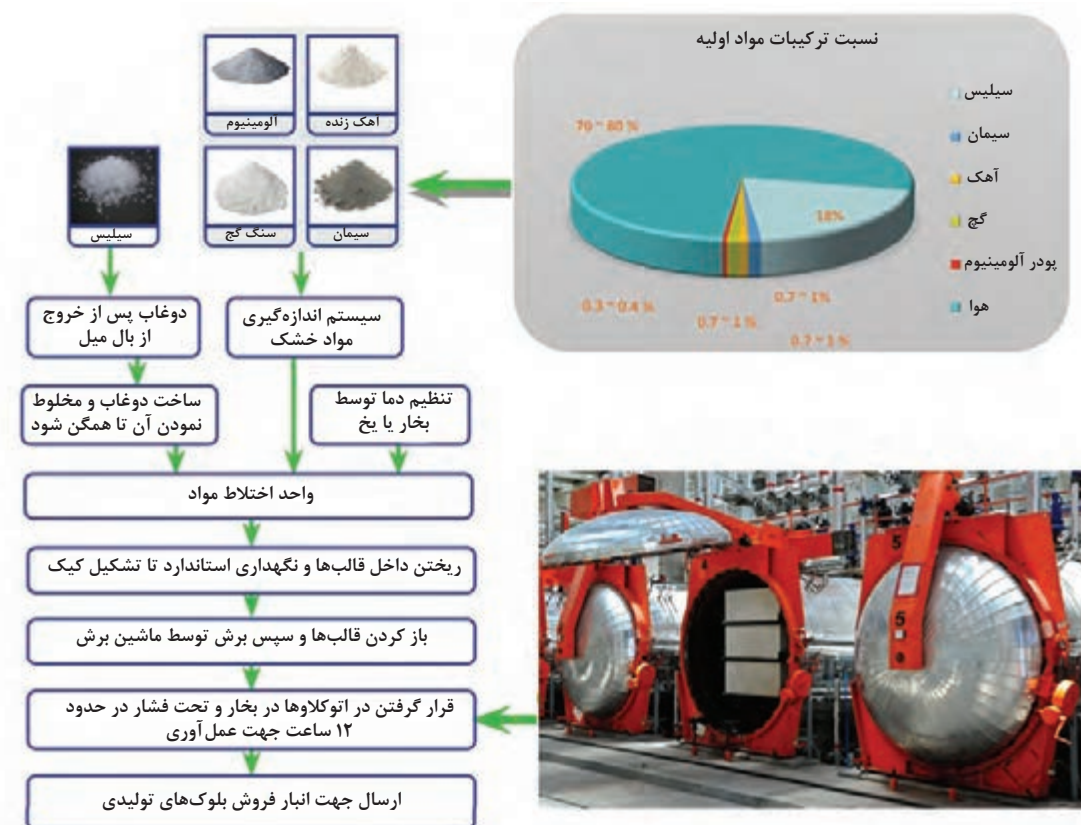
شکل ۵

ملاحظات و اصول فنی بلوک AAC

بتن هوادار اتوکلاو شده یا بتن گازی که به اختصار AAC نامیده می شود، بتنی مملو از سلول های بسته حباب هواست که عامل اصلی سبکی، عایق حرارتی و صوتی و مقاوم در برابر آتش (آتشپاد) می باشد. (شکل ۵)

■ مصالح مورد استفاده در بلوک بتن سبک اتوکلاو شده

بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده ساخته شده از سیلیس، سیمان، آهک، پودر آلومینیوم، آب می‌باشد. در محصولات تولیدی برخی از شرکت‌ها گچ نیز به مواد فوق اضافه می‌گردد. گاز حاصل از واکنش شیمیایی پودر آلومینیوم در ترکیب فوق سبب ایجاد میلیون‌ها سلول ریز هوا شده که باعث وزن سبک و عایق حرارتی بودن بلوک می‌گردد. (شکل ۶)



شکل ۶- فرایند تولید بلوک‌های AAC

فرایند تولید بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده

مواد اولیه اصلی که به آنها اشاره گردید پس از توزین به صورت تر و خشک از مخازن مخصوص بر اساس درصد و وزن‌های مشخص و زمان‌بندی تعیین شده وارد میکسر می‌شود و در قالب‌های مخصوص ریخته می‌شود (شکل ۷). (۱-۴) قالب حدوداً با مواد پر می‌گردد.

در این مرحله پس از آرام گرفتن مواد ریخته شده شروع به واکنش‌های لازم نموده و در نتیجه سطح و ارتفاع قالب با توجه به وجود پودر آلومینیوم و آهک به ارتفاع لازم می‌رسد. در ادامه جهت گیرش و ایجاد سختی در محلی به نام گرم خانه جهت اقدام بعدی یعنی برش محصول نگهداری می‌گردد. (شکل ۸)



شکل ۸



شکل ۷

قالب‌های ریخته شده پس از گیرش که به آنها کیک بتنی گفته می‌شود (شکل ۹)، برش خورده (طولی و عرضی) و جهت عمل‌آوری و تولید محصول نهایی به داخل دیگ‌های بخار (اتوکلاو) منتقل می‌شود. (شکل ۱۰)



شکل ۹



شکل ۱۰

ویژگی‌ها: بتن هوادار اتوکلاو شده که از این به بعد بتن گازی نامیده می‌شود در دنیا به عنوان محصول سبز برای ساختمان سازی شناخته شده است. این محصول در بین مصالح دیوار چینی، نسبت‌های عایقی حرارتی بالا، وزن سبک و مقاومت فشاری مناسبی را دارا می‌باشد. این ویژگی عبارت‌اند از:

۱ وزن سبک



شکل ۱۱

بتن گازی دارای میلیون‌ها حباب هوا در خود است. در حال حاضر جزء سبک‌ترین مصالح بنایی در بخش دیوار چینی می‌باشد. وزن مخصوص آن ۴۵۰ تا ۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد که در مقایسه با بلوک‌های سیمانی به‌طور میانگین ۴۵ درصد و در مقایسه با آجر فشاری حدود ۷۵ درصد سبک‌تر است. (شکل ۱۱)

کاهش وزن ساختمان ناشی از سبکی وزن بلوک‌ها منجر به کاهش نیروی زلزله وارد بر ساختمان خواهد شد.

۲ عایق حرارتی

مطابق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، جدارهای پیرامونی ساختمان باید عایق مناسب سرما و گرما در فصول مختلف سال باشند. بلوک‌های بتن گازی با ضریب انتقال حرارت ۰/۱۵ وات بر متر درجه کلوین، شرایط مورد نیاز مبحث ۱۹ برای عایق حرارتی ساختمان را تأمین می‌کنند. (ضریب انتقال حرارت بلوک سفالی ۰/۴۴ و بلوک سیمانی سبک‌دانه صنعتی ۰/۳۳ وات بر متر درجه کلوین می‌باشد). (شکل ۱۲)



شکل ۱۲

دلیل اصلی این عایق بودن ساختار همگن در تمام جهات بلوک‌های بتن گازی و وجود سلولهای بسته هوا می‌باشد. در تصویر زیر رنگ سبز ساختمان‌های بهینه در مصرف انرژی و رنگ قرمز ساختمان‌های پرمصرف می‌باشند. (شکل ۱۳)



شکل ۱۳

۳ مقاوم در برابر آتش (آتشپاد)

بتن گازی با ساختار متراکم جز مصالح ساختمانی مقاوم در برابر آتش می باشد. مطابق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان مهار حریق در محل تشکیل و جلوگیری از گسترش آن به دلیل لزوم حفظ و نگهداری جان و سرمایه انسان ها دارای اهمیت می باشد.

دیوارهای اجرا شده با بتن گازی به عنوان دیوار مقاوم در برابر آتش و دودبند در دیوارهای پیرامون پله و آسانسورها مورد تأیید مقررات ملی ساختمان و سازمان آتش نشانی می باشد. علت آن، توپر بودن بلوک های بتن گازی و همچنین اجرا با چسب لایه نازک و پر کردن بندهای ۴ طرف بلوک ها است که منجر به حذف درزها و دودبند شدن دیوار می گردد. (شکل ۱۴)



شکل ۱۴

۴ عایق صوتی

بر اساس مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان حد مطلوب صوت در بخش های مختلف هر ساختمان با یکدیگر متفاوت و معمولاً در ساختمان های مسکونی ورود صدای مزاحم بیش از ۵۰ دسیبل به داخل ساختمان ها آسیب به دستگاه شنوایی و کاهش آسایش انسان خواهد شد. بلوک های بتن گازی به طور میانگین با توجه به ضخامت طراحی از ۱۰ تا ۲۵ سانتی متر دیوار به ترتیب از ۴۳ تا ۵۰ دسیبل کاهش صوت را همراه خواهد داشت. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵

۵. دوستدار زیست بوم و غیرقابل نفوذ بودن حشرات

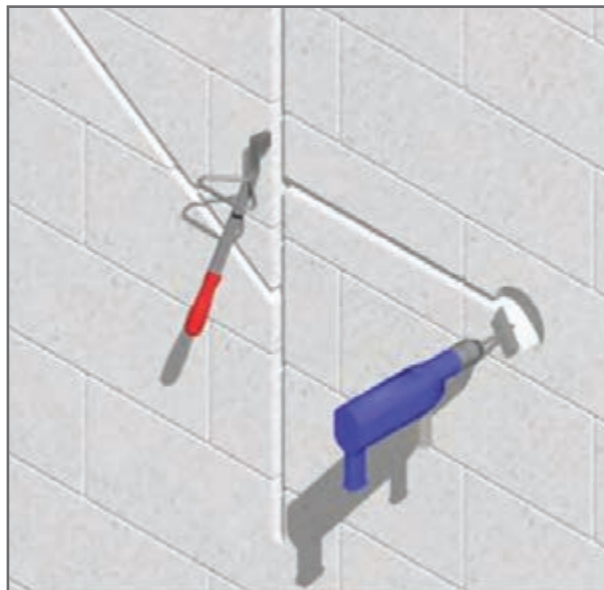
در تولید بلوک‌های بتن گازی به دلیل جایگزینی سیلیس به جای خاک قابل کشت طبیعی آسیب کمتری به محیط زیست وارد می‌گردد. همچنین در فرایند تولید این بلوک‌ها، در مقایسه با مصالح سنتی نظیر آجر و سفال، انرژی‌های فسیلی کمتری نظیر نفت و گاز استفاده می‌شود. همچنین به واسطه وجود سیلیس در مواد اولیه بلوک‌های بتن گازی امکان نفوذ و لانه‌گزینی حشرات نظیر مورچه و مورپانه در آنها وجود نخواهد داشت.

شیارزنی و اجرای تأسیسات آسان

بلوک‌های بتن گازی در عین سبکی کاملاً توپر هستند. این ویژگی باعث می‌شود در زمان شیارزنی و شیارکشی (شکل ۱۶)، دیوارها تخریب نشده و یکپارچگی و پایداری دیوارها حفظ شده و تولید نخاله‌های ساختمانی کاهش قابل توجهی می‌یابد. ضایعات ناشی از شیار کشی به دلیل سبکی بودن جهت اجرای شیب‌بندی و کف‌سازی به جای پوکه قابل استفاده می‌باشد. ترمیم دیوارهای شیار زنی شده پس از اجرای تأسیسات با مش فایبر گلاس و پلاسترهای سیمانی امکان‌پذیر بوده و درز صوتی و حرارتی که منجر به انتقال صدا و هوا و دود و آتش بین بلوک‌ها می‌گردد، وجود نخواهد داشت. (شکل ۱۷)



شکل ۱۷



شکل ۱۶

پوشش‌های نهایی لایه نازک

در صورت اجرای صحیح و شاقولی دیوارهای اجرا شده با بلوک بتن گازی، به دلیل صاف بودن سطح بلوک‌ها نیازی به اجرای پوشش مرسوم گچ و خاک نمی‌باشد. برای پوشش نما نیز می‌توان از پلاسترهای سیمانی رنگی با ضخامت‌های ۱ تا ۳ میلی‌متر استفاده نمود. (شکل‌های ۱۸ و ۱۹)



شکل ۱۹



شکل ۱۸

اجرای پوشش سرویس ها نظیر کاشی و سرامیک با چسب های لایه نازک امکان پذیر می باشد. این روش نسبت به روش های سنتی دوغابی، سریع تر، ارزان تر و مقاوم تر است. (شکل های ۲۰ و ۲۱)

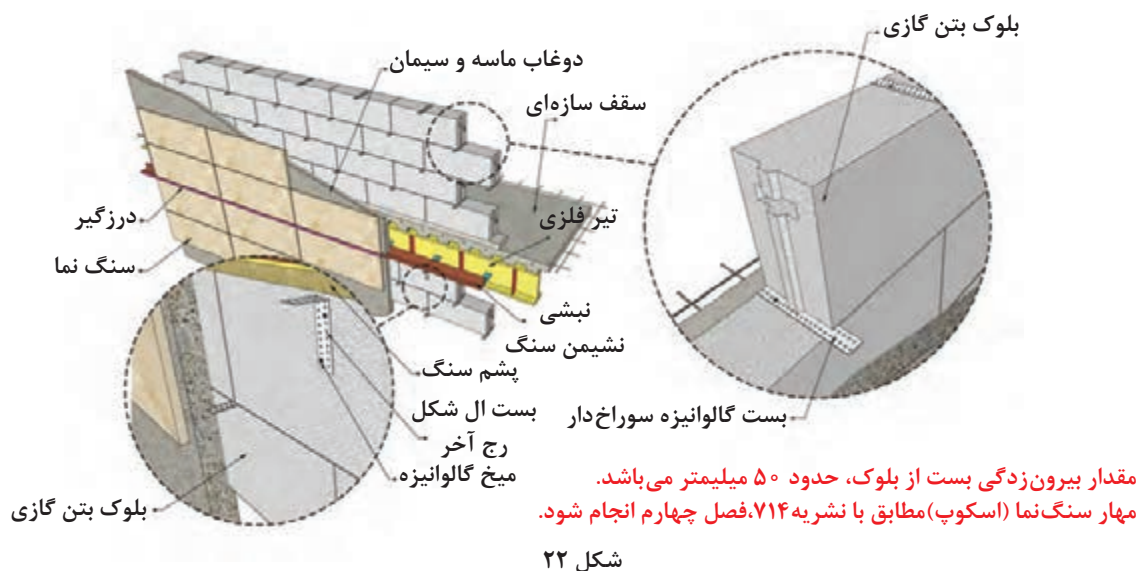


شکل ۲۰



شکل ۲۱

برای اجرای صحیح نماهای متداول سنگی و اجرای رعایت جزئیات ارائه شده در ضابطه ۷۱۴ نماسازی از جمله استفاده از بسته‌های گالوانیزه الزامی می‌باشد. (شکل‌های ۲۲ و ۲۳)



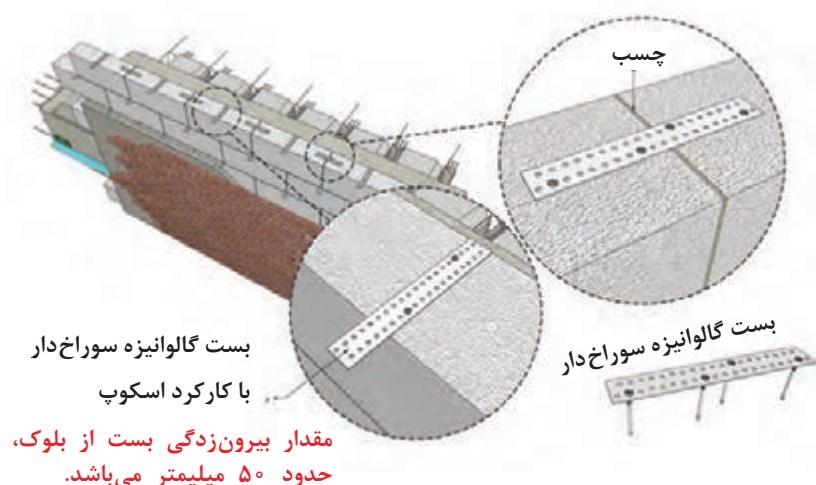
شکل ۲۳

مهار دیوارهای اجرا شده با بلوک بتن گازی

همان‌طور که در پودمان‌های قبل نیز اشاره گردید لازم است دیوارها از نظر جانبی مهار شوند تا در مقابل نیروهای جانبی نظیر باد و زلزله فرو نریزند.

مطابق با پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم، بلوک‌های بتن گازی به واسطه اجرا با چسب به عنوان ماده اتصال دهنده بلوک‌ها و به دلیل ضخامت نازک چسب (ملات بستر نازک) به جای استفاده از میلگردهای بستر، از بست‌های ساده فولادی یا گالوانیزه استفاده خواهد شد.

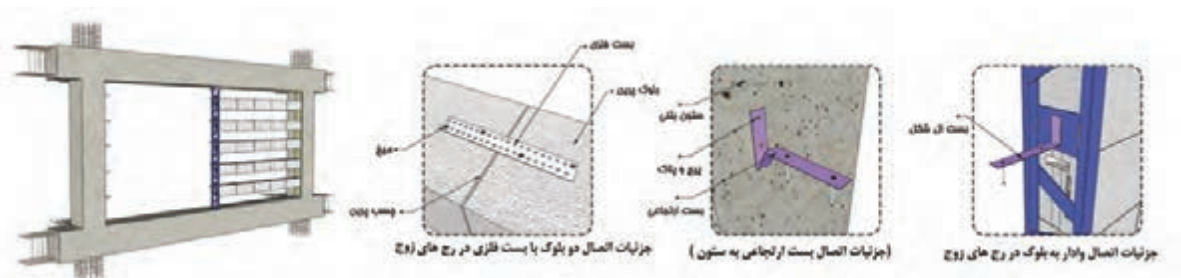
تمامی بلوک‌های یک رج می‌بایست توسط تسمه‌های گالوانیزه به کمک میخ‌های گالوانیزه به همدیگر متصل گردند. تسمه کوبی بلوک‌ها می‌بایست یک رج در میان در تمام ارتفاع دیوار انجام شود. (شکل ۲۴)



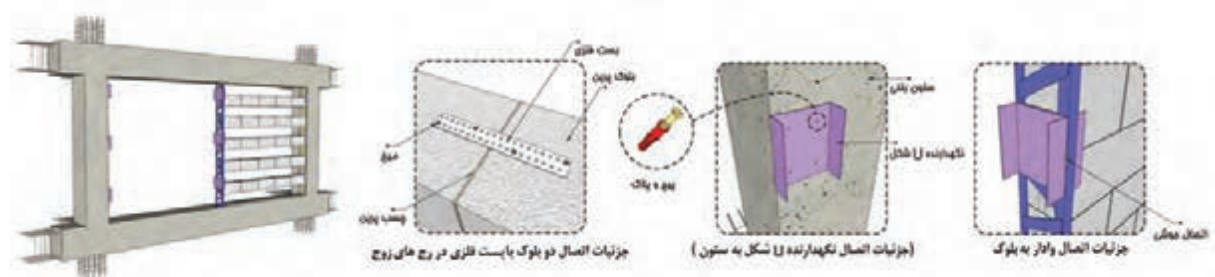
شکل ۲۴

مهار دیوار به ستون ها طبق پیوست ۶ آیین نامه ۲۸۰۰ می بایست به یکی از ۲ روش تسمه رادیکالی (شکل ۲۵) یا ناودانی منقطع (شکل ۲۶) انجام پذیرد.

اتصال تسمه رادیکالی به صورت یک ردیف در میان یا هر ۵۰ سانتی متر در روی بلوک ها اجرا می گردد. نصب قطعه به ستون های بتنی توسط پیچ و رولپلاک و ستون های فولادی توسط جوش انجام می گردد. اتصال ضلع دوم تسمه رادیکالی بر روی بلوک نیز توسط ۴ عدد میخ گالوانیزه ۸ سانتی متر اجرا می گردد. در صورت استفاده از مقاطع ناودانی منقطع حتماً بایستی این ناودانی ها از قبل بر روی ستون ها نصب و ۳ سانتی متر مصالح انعطاف پذیر نظیر پشم سنگ قبل از دیوارچینی در حد فاصل ناودانی و جدار بلوک اول قرار گیرند.



شکل ۲۵

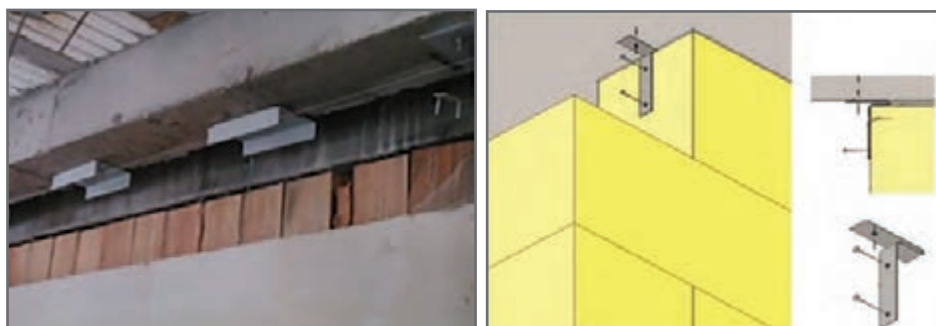


شکل ۲۶

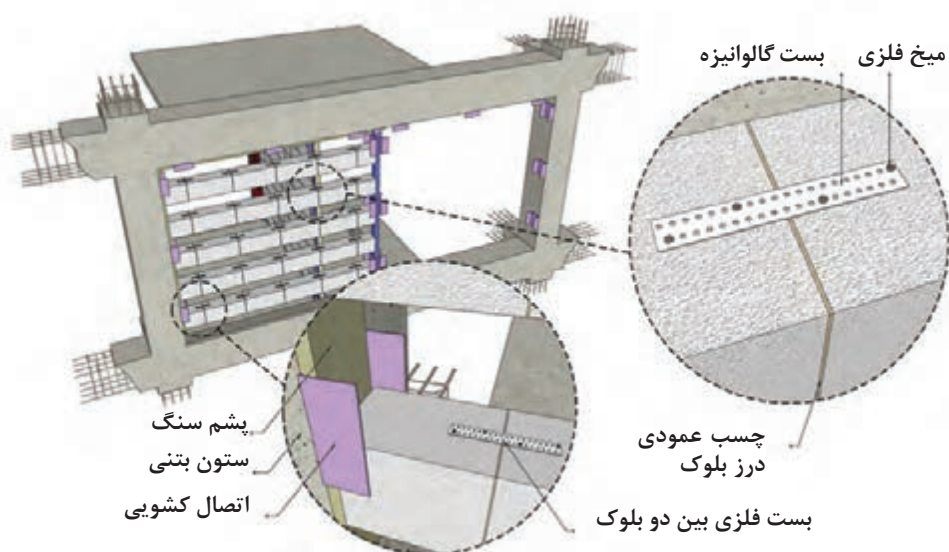


شکل ۲۷

ادامه دیوارچینی تا زیر تیر یا سقف انجام می‌گردد. رعایت فاصله جداسازی حداقل ۲۵ میلی‌متر زیر تیر یا سقف انجام پذیرد. پر کردن فضاهای خالی زیر تیر یا سقف با مصالح انعطاف پذیر مثل پشم سنگ یا فوم تزریقی انجام می‌گردد. (شکل ۲۷) مهار بالای دیوار با یکی از روش‌های مرسوم در ضوابط با تسمه رادیکالی یا نبشی و یا ناودانی منقطع انجام گردد. (شکل‌های ۲۸ و ۲۹)



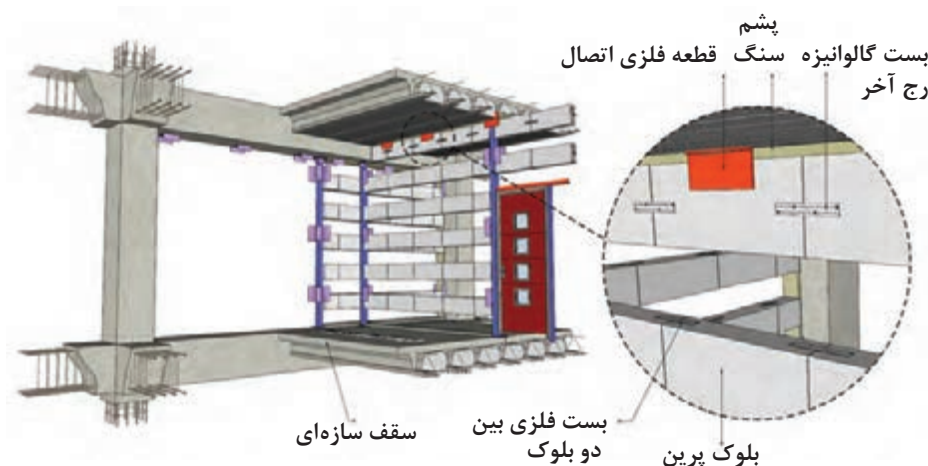
شکل ۲۸



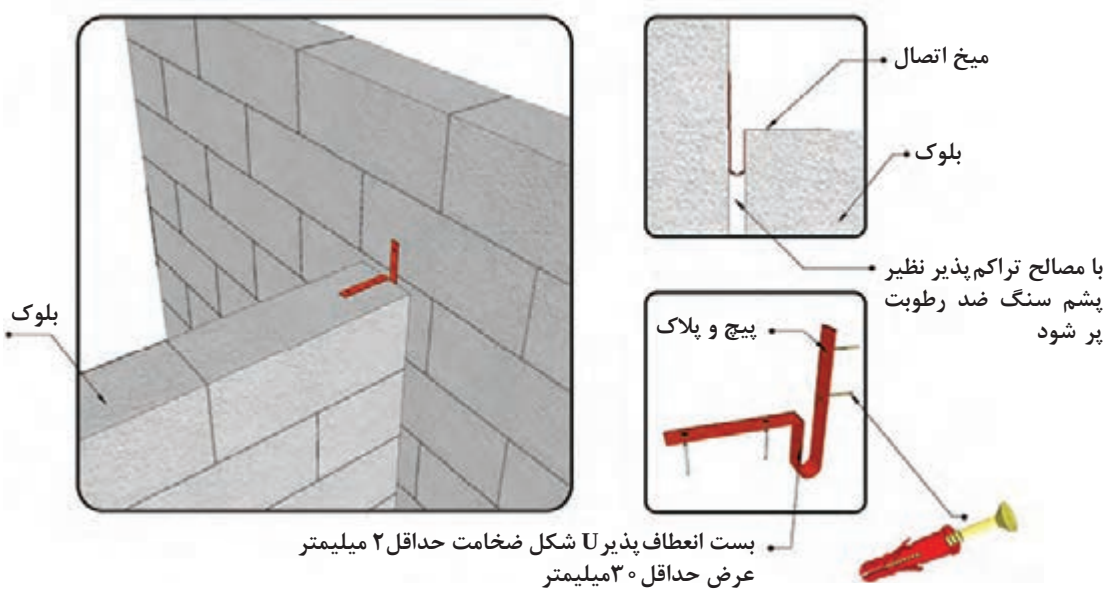
شکل ۲۹- نمایش رج‌های زوج

اتصال دیوارها به یکدیگر

در حال حاضر مطابق با پیوست ششم آیین نامه ۲۸۰۰ هشت گیر کردن دیوارهای متقاطع ممنوع می باشد و فقط دیوارهای با طول کمتر از ۱۵۰ سانتی متر را می توان با تمهیدات خاصی به صورت هشتی گیر اجرا نمود. برای جداسازی دیوارها از یکدیگر در محل اتصال دو دیوار متقاطع از وادار فولادی استفاده می گردد. در بلوک های بتن گازی به واسطه توپر بودن، اتصال دیوارها علاوه بر استفاده از وادارهای فولادی (شکل ۳۰)، امکان استفاده از بست های ارتجاعی معروف به بست های رادیکالی یا گونیا (شکل ۳۱) مجاز و امکان پذیر است.



شکل ۳۰- نمایش رج های زوج



شکل ۳۱

وسایل مورد نیاز جهت دیوارچینی (شکل ۳۲)

- ۱ اره دستی: جهت برش بلوک‌ها
- ۲ برس: برای تمیز کردن سطح بلوک‌ها
- ۳ تراز بنایی: جهت تراز کردن و تنظیم بلوک‌ها
- ۴ چکش پلاستیکی: برای تنظیم بلوک‌ها
- ۵ ماله چسب ریز تیغه‌دار: جهت ریختن چسب بر روی بلوک و پرداخت بلوک
- ۶ شیارزن: جهت ایجاد شیار برای عبور تأسیسات و کابل‌های برق
- ۷ کاردک: جهت جدا کردن مالت اضافی بر روی بلوک هبلکس
- ۸ گونیا: جهت برش هبلکس با دقت بیشتر
- ۹ همزن برقی: برای ساخت چسب



شکل ۳۲

آماده‌سازی ملات نصب (چسب)

- چسب باید دارای استاندارد یا گواهی‌نامه رسمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.
- ملات بستر نازک یا چسب ترکیبی از ماسه سیلیس ریز دانه، سیمان اصلاح شده به همراه مواد افزودنی مانند پلیمر و زودگیرکننده برای کارایی بیشتر است
- پاکت‌های چسب ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرمی هستند و براساس دستورالعمل تولیدکننده، حدود ۶ تا ۷ لیتر آب نیاز دارد. (شکل ۳۳)



شکل ۳۳

- آب مناسب برای ساخت چسب، آب آشامیدنی است. در صورت سردی هوا آب با دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه مناسب ساخت چسب ها می باشد.
- ساخت چسب ترجیحاً ۲ نفره انجام شود. پودر کم کم به آب اضافه شده و با همزن های برقی به مدت ۲ دقیقه هم زده خواهد شد.
- ادامه روند مخلوط کردن تا رسیدن به غلظت مناسب چسب، چیزی شبیه به ماست چکیده و یا چسب های کاشی و سرامیک می باشد. (شکل ۳۴).



شکل ۳۴

- پس از ساختن چسب به مدت ۱۰ دقیقه باید صبر کرد تا پلیمرها با هم ترکیب شوند. پس از آن دوباره به مدت ۳۰ ثانیه چسب هم زده می شود. زمان مناسب مصرف ۲ تا ۳ ساعت است.
- چسب کاری کامل بندهای افقی و عمودی بلوک ها الزامی است. اجرای چسب با کاردک دندانه دار انجام می شود.

با توجه به وجود زودگیر کننده در ساختار چسب های استاندارد موجود در بازار و آموزشی بودن فعالیت کارگاهی، می توان با افزودن پودر سنگ به چسب در مرحله همزدن، گیرش چسب تا حد قابل قبولی کاهش می باید تا امکان جمع آوری دیوار و استفاده مجدد از بلوک ها در فعالیت های بعدی امکان پذیر باشد.

نکته



دیوار چینی دو دیوار متقاطع با بلوک های بتن گازی

۱ ابتدا سطح زیر کار را تمیز کرده و تمامی برآمدگی های مزاحم روی کف را جمع آوری کنید و سطح زیرکار را آب پاشی نمایید.



شکل ۳۵

دو عدد شمشه دو متری و دو عدد شمشه یک متری را مطابق شکل ۳۵ به فاصله بیست و پنج سانتی متر و به موازات یکدیگر در روی زمین قرار داده و تراز نمایید. سپس ملات ماسه و سیمان را بین ۲ شمشه پخش و تسطیح نمایید. در صورتی که دیوار چینی بر روی سطح تراز نظیر سرامیک کف یا موزاییک (مانند بازسازی ساختمان) انجام می شود نیازی به اجرای ملات زیرسازی نمی باشد و می توان بلوک را با چسب بر روی کف اجرا نمود.

فعالیت
کارگاهی





شکل ۳۶



شکل ۳۷



شکل ۳۸



شکل ۳۹

۲ به کمک اره چند بلوک را از طول به دو قسمت مساوی تقسیم نمایید. مطابق (شکل ۳۶)

۳ روی ملات تسطیح شده در مرحله قبل یک لایه چسب به کمک کاردک شیاردار پخش نمایید. بلوک اول را در محل خود نصب و تراز نمایید. سپس بند قایم (لبه کناری) بلوک دوم را چسب زده و در راستای شمشه قرار داده و در کنار بلوک اول نصب و با کمک چکش پلاستیکی محکم نمایید. به همین ترتیب مابقی بلوک‌ها را اجرا نمایید. (شکل ۳۷) توصیه می‌شود اجرای لایه ملات ماسه و سیمان یک روز قبل از اجرای دیوار چینی انجام شود. در صورتی که بلافاصله پس از پخش ملات بلوک‌ها بر روی آن قرار گیرند، وزن بلوک‌ها روی ملات تازه می‌تواند منجر به ایجاد نشست در ملات و ترک در دیوار گردد.

۴ دو عدد شمشه یک متری در طرفین دیوار شاقول و با کمک گچ نصب نموده و ریسمان کار را به آنها متصل نمایید. (شکل ۳۸)

۵ پس از نصب رج اول روی سطح آن را با برس تمیز کنید تا گرد و خاک روی بلوک‌ها پاک شود و مانع چسبندگی چسب به بلوک‌ها نشود.

۶ به سطوح افقی و عمودی (به غیر از محل فاق و زبانه) چسب بزنید. حداقل ضخامت چسب ۲ میلی‌متر و حداکثر ۳ میلی‌متر می‌باشد. چسب را بر روی بلوک‌ها به وسیله ماله، کاردک یا بیلچه دندانه‌دار ریخته و حتماً با کاردک شانه‌ای پخش نمایید. بعد از نصب هر بلوک آن را تراز و شاقول نمایید. به دلیل گیرش سریع چسب، حداکثر ۵ دقیقه فرصت خواهید داشت تا با ضربات آهسته چکش لاستیکی ناشاقولی یا ناترازی بلوک‌ها اصلاح شود (شکل ۳۹).



شکل ۴۰

۷ قبل از قراردادن هر بلوک، چسب زنی بند قایم بلوک را انجام داده و با ضربه آرام چکش لاستیکی بلوک ها را به ترتیب اجرا نمایید. (شکل ۴۰)



شکل ۴۱

۸ بلوک اول رج دوم دیوار با نیمه گذاری انجام می شود. در ادامه مابقی بلوک ها رج دوم به کمک ریسمان کامل می گردد. (شکل ۴۱)



شکل ۴۲

۹ بعد از اجرای رج دوم با تسمه گالوانیزه تمامی بندهای بلوک با میخ گالوانیزه ۸ سانتی متر به هم متصل نمایید. این کار را یک رج در میان یا هر ۵۰ سانتی متر ارتفاع دیوار تکرار کنید. (شکل ۴۲)



شکل ۴۳

۱۰ بلوک های رج های سوم و چهارم را به همین ترتیب کامل کنید. (شکل ۴۳)



شکل ۴۴

۱۱ در محل تقاطع دیوار دوم به دیوار اول یک برگ فوم انعطاف پذیر از نوع پلی استایرن یا پشم سنگ به ضخامت ۳ سانتی متر و به عرض ۱۵ سانتی متر و ارتفاع ۱۰۰ سانتی متر قرار داده و با کمک میخ یا چسب به دیوار اول مهار کنید. (شکل ۴۴)



شکل ۴۵

۱۲ بلوک اول و دوم را به صورت کامل عمود بر دیوار اول گونیا و مطابق مراحل قبل نصب نمایید. (شکل ۴۵)



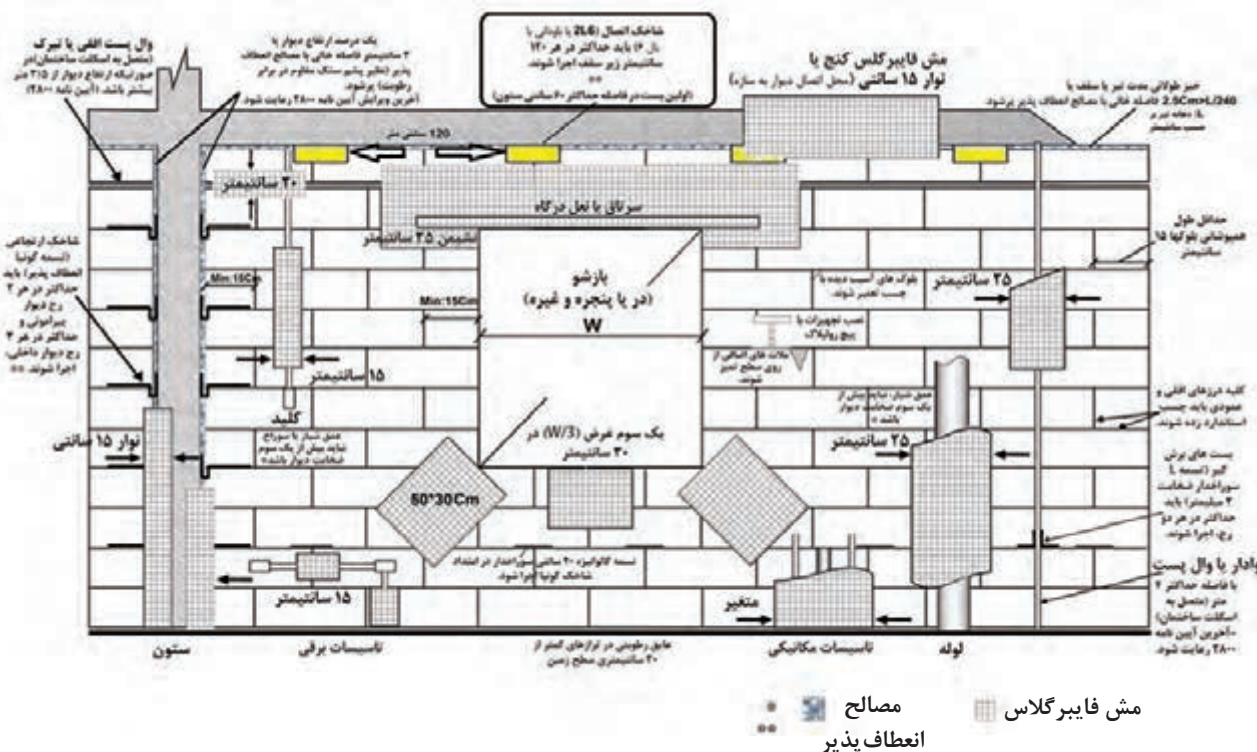
شکل ۴۶

۱۳ رچ دوم را با بلوک نیمه مطابق شکل ۴۶ اجرا نمایید. در ادامه در محل تقاطع بست رادیکالی را به کمک میخ به دو دیوار متصل نمایید. دقت نمایید بست رادیکالی باید مستقیماً بر روی بلوکها میخ گردد. بنابراین لازم است محل اتصال بست رادیکال به دیوار بر روی فوم برش داده شود.

۱۴ پس از اتمام دیوار چینی میخهای گالوانیزه را به کمک انبر خارج کرده و به همراه تسمه های اتصال شسته و تحویل انبار هنرستان دهید. بلوکها را نیز به ترتیب جمع آوری نموده و به کمک کاردک چسب روی آن را تمیز و در محل مناسبی بر روی هم بچینید. محل اجرای دیوار را جارو و نظافت نمایید.



قبل از اجرای نازک کاری محل اتصال مصالح متفاوت با یکدیگر مانند اتصال بلوک های دیوار چینی به ستون و تیر سازه ای و محل های برش شده جهت اجرای تأسیسات می بایست با مش فایبرگلاس تقویت شود تا از ایجاد ترک در آینده جلوگیری گردد. (شکل ۴۷)



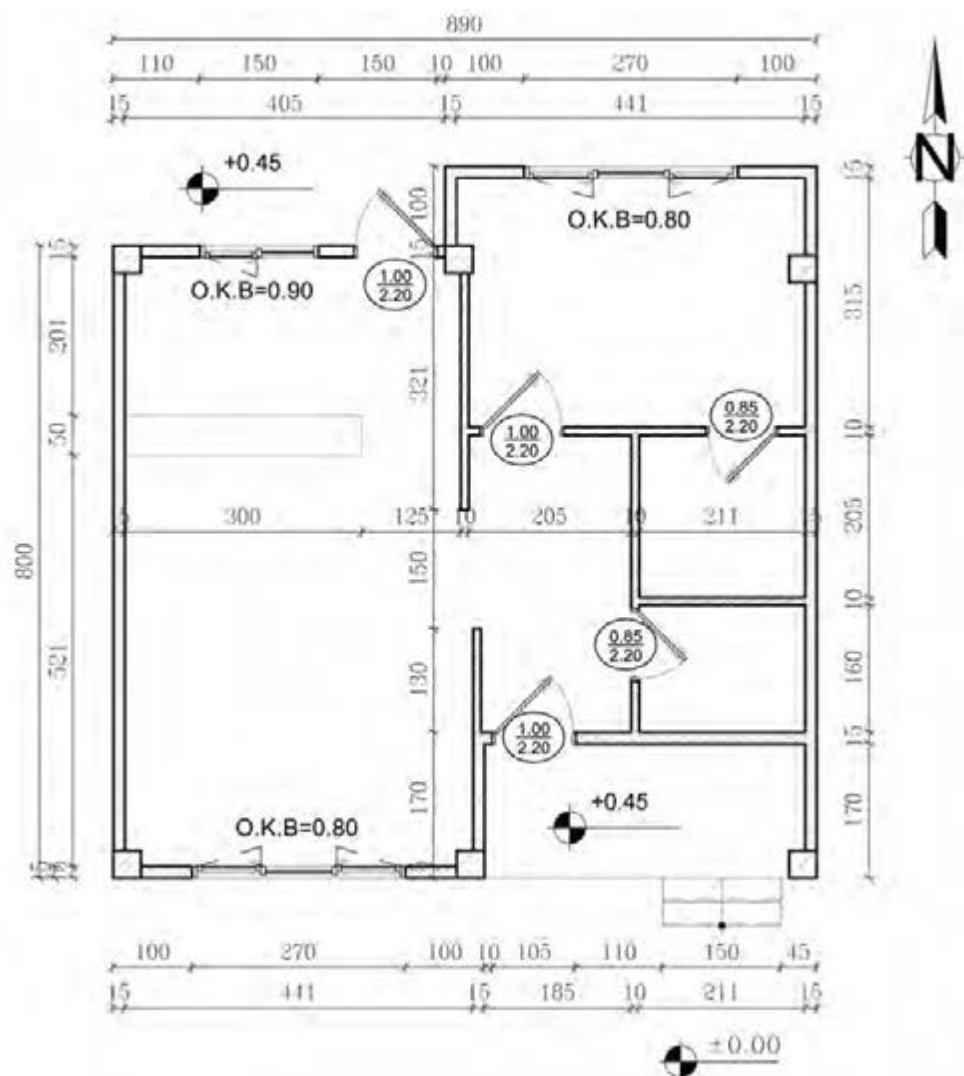
شکل ۴۷- راهنمای اجرای دیوار

محاسبه مقدار مصالح مصرفی و کار انجام شده (متره)

برای اجرای یک دیوار به طول ۲٫۴ متر و ارتفاع ۱ متر و ضخامت ۱۵ سانتی متر به حدوداً ۵/۸ مترمکعب بلوک بتن گازی با ابعاد ۶۰×۲۵×۱۵ سانتی متر نیاز است که معادل ۲۲ تا ۲۵ عدد بلوک می باشد. همچنین برای اجرای این مقدار دیوار، حدود ۱۰ کیلوگرم چسب مخصوص بلوک های گازی مورد نیاز می باشد.

با فرض این که دیوارهای پیرامونی از بلوک های پیش ساخته AAC به عرض ۱۵ سانتی متر باشد مساحت بلوک مصرفی نمای شمالی و جنوبی را با فرض ارتفاع ۳/۵ متری تا زیر سقف محاسبه نمایید. (شکل ۴۸)





شکل ۴۸

پانل‌های سبک پیش ساخته بتنی

پانل‌های سبک بتنی^۱ نوعی پانل بتنی پیش ساخته است که با ساختار کامپوزیت و مسلح با الیاف پلیمری بدون نیاز به مش فولاد تولید می‌شوند. با وجود سبک بودن این پانل‌ها ولی به دلیل وجود الیاف در حین حمل و نقل و استفاده در کارگاه به راحتی خرد نمی‌شوند. همچنین در محل‌هایی که امکان اجرای یک پانل کامل نیست با فرز برش داده می‌شود لذا در هنگام برش خرد نشده و دور ریز به حداقل می‌رسد. ابعاد این پانل‌ها ۵۷×۱۲۰ سانتی‌متر بوده و در ضخامت‌های ۶ تا ۱۲ سانتی‌متری تولید و عرضه می‌شود. اتصال این پانل‌ها به صورت کام و زبانه می‌باشد. این پانل‌ها جهت اجرای دیوارهای داخلی و خارجی ساختمان‌ها

۱- این پانل‌ها در بازار با نام تجاری وال کریت (Wallcrete) شناخته می‌شوند.

به کار می‌روند. با توجه به اینکه ابعاد این پانل‌ها ۵ تا ۶ برابر بلوک‌های معمول است سرعت اجرای دیوار افزایش می‌یابد.

برای اتصال بلوک‌ها از چسب به جای ملات ماسه و سیمان استفاده می‌شود. در دیوارهای اجرا شده با این پانل‌ها پوشش گچ و خاک حذف می‌شود که باعث صرفه‌جویی در هزینه‌ها و افزایش سرعت نازک کاری دیوارها می‌شود.

به سبب توپر بودن و نیز مواد به کار رفته در آن، دارای قابلیت شیارزنی و برش پذیری بدون خرد شدن برای عبور تأسیسات مکانیکی و برقی می‌باشد.

پانل‌های سبک بتنی دارای چگالی حدود ۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشند. جرم هر پانل با توجه ضخامت آنها متفاوت است که از طریق چگالی آنها می‌توان جرم هر بلوک قطعه را محاسبه نمود. جرم هر بلوک ۸×۶۰×۱۲۰ سانتیمتری در حدود ۳۵ کیلوگرم می‌باشد (شکل ۴۹).

با توجه به اینکه این دیوارها با ملات بستر نازک اجرا می‌شود نیازی به میلگرد بستر نداشته و ضوابط مهار این دیوارها مشابه دیوارهای بتن گازی می‌باشد.



شکل ۴۹

ارزشیابی شایستگی دیوار چینی با بلوک‌های بتنی هوادار اتوکلاو شده (بتن گازی) ACC

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- نقشه خوانی و متره بلوک‌های بتن گازی لازم جهت انجام کار
- تهیه تعداد بلوک بتن گازی لازم برای دیوارچینی
- اجرای دیوارچینی با بلوک بتن گازی با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد: ضابطه ۸۲۳، دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای پیش‌ساخته از بلوک بتنی هوادار اتوکلاو شده ویرایش ۱۳۹۹ دروندادی: رعایت اصول برش کاری و اجرای دیوارچینی با بلوک‌های بتن گازی، مدیریت مصالح و منابع

فرایندی: انجام مراحل اجرای دیوار با بلوک‌های بتن گازی با ترتیب صحیح (تسطیح و آماده‌سازی بستر، اجرای ملات ماسه و سیمان زیر رج اول، ساخت چسب مخصوص اجرای بلوک بتن گازی، اجرای دیوارچینی با بلوک‌های بتن گازی، نصب تسمه‌های اتصال با میخ، اجرای دیوار متقاطع، اجرای اتصال با بست رادیکالی و عایق پشم سنگ، کنترل بندها و شاقولی دیوار)

محصول: اجرای دیوارچینی با بلوک‌های بتن گازی طبق نقشه داده شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان **زمان:** ۸ ساعت **تحت نظارت:** استادکار یا مربی

مقدار: اجرای دیوارچینی مقاطع با بلوک بتن گازی به همراه رعایت اتصال صحیح بین دو دیوار

ابزار و تجهیزات: متر، دستکش، تیشه، تراز، شمشه آلومینیومی، فرز، همزن مکانیکی، آره دستی، چکش لاستیکی، کاردک شیاردار، تسمه و میخ ۸ سانتی‌گالوانیزه، بست رادیکالی، عایق پشم سنگ تخته‌ای، آب، چسب مخصوص، ماسه، سیمان و آب.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	تسطیح، تمیزکاری و آماده‌سازی بستر اجرای کار	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	اجرای ملات ماسه و سیمان رج اول، دیوارچینی با بلوک‌های بتن گازی	۲	
۴	اجرای تسمه‌های اتصال بلوک‌ها با میخ گالوانیزه در رج‌های زوج	۲	
۵	اجرای دیوار متقاطع شامل نصب عایق تخته‌ای پشم سنگ و اجرای بست رادیکالی	۲	
۶	کنترل شاقول و شکم ندادن دیوار به وسیله شمشه‌گیری ضربدری	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: * رعایت ایمنی موقع کار با فرز یا آره برش پانل‌های گچی، دقت و ظرافت در ساخت و استفاده از ملات مخصوص نصب پانل‌ها، استفاده از عینک در زمان کار با فرز و آره، جمع‌آوری مصالح و نظافت کارگاه		
	میانگین نمرات: **		

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و نمره مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری دوم : پانل های سه بعدی پیش ساخته صنعتی

مقدمه

دیوارهای پانل سه بعدی نوعی دیوار پیش ساخته است که از دو قسمت هسته عایق پلی استایرن نسوز (یونولیت) و شبکه های پیش جوش فولادی (مش) تشکیل شده است. این دو شبکه به وسیله مفتول های فلزی مورب با عبور از ضخامت پانل به صورت خریایی به یکدیگر متصل می شوند. پس از نصب و بتن پاشی روی آن از ترکیب دو شبکه فولادی، هسته عایق و بتن، دیوار یکپارچه ساخته می شود. لایه پلی استایرن در اعضای پانلی باعث کاهش وزن اعضا و ساختمان می شود. این پانل ها در ساختمان به صورت دیوار باربر یا جداکننده غیر باربر به کار می روند. نوع باربر این نوع پانل ها (اعم از دیوار یا سقفی) مستلزم طراحی با ضوابط آیین نامه ای بوده و موضوع این واحد یادگیری نمی باشد.

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان باید بتوانند مراحل اجرای دیوارهای سه بعدی شامل نقشه خوانی، متره، آماده سازی محل و اجرای عملیات از جمله فرایند ساخت، کاربردهای مختلف، مزایا و معایب آن را بررسی نمایند. همچنین، با توجه به اهمیت روزافزون حفظ منابع طبیعی و توجه به مسائل زیست محیطی، به بررسی ویژگی های این مصالح در زمینه صرفه جویی انرژی نیز پرداخته می شود. در پایان هنرجویان مطابق ضوابط ارزشیابی شایستگی محور مورد ارزشیابی قرار خواهند گرفت.

استانداردهای مرتبط با موضوع پانل های سه بعدی

- ۱ دستورالعمل طراحی، ساخت و اجرای سیستم های پانل پیش ساخته سبک سه بعدی، نشریه شماره ۳۸۵ سازمان برنامه و بودجه، ویرایش ۱۳۸۶.
- ۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۵۰ با عنوان فرآورده های عایق کاری حرارتی برای ساختمان - فرآورده های کارخانه ای پلی استارین منبسط - ویژگی ها مصوب ۱۳۹۶.
- ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۳ با عنوان پانل های ساندویچی سبک سه بعدی - ویژگی ها مصوب سال ۱۳۸۲ و اصلاحیه مصوب ۱۳۸۹.

پانل سه بعدی پیش ساخته

پانل سه بعدی پیش ساخته سبک شامل دو لایه شبکه جوش شده فولادی می باشد که یک لایه عایق پلی استایرن در میان آنها قرار گرفته و دو شبکه فولادی توسط تعدادی اعضای مورب به صورت خرپایی به یکدیگر متصل شده اند. پانل ها در زمره اجزای ساختمانی سبک به شمار می روند که در محل کارخانه ساخته و برای نصب به محل کارگاه حمل می شوند بعد از نصب پانل، بتن از دو طرف روی آن پاشیده شده و به صورت قائم به عنوان جزء باربر ثقلی یا جانبی و یا به عنوان دیوارهای جداکننده به کار برده می شود. این سامانه از فناوری بتن پاشیده در طی مراحل ساخت بدون نیاز به قالب بندی بهره می برد. (شکل ۵۰)



شکل ۵۰

سامانه های پانلی سه بعدی به دلیل برخورداری از ویژگی هایی نظیر تولید انبوه، فرایندهای تضمین و کنترل کیفیت، حمل و نقل و نصب آسان در زمره سامانه های نیمه پیش ساخته محسوب می شوند. علاوه بر استفاده در ساختمان های مسکونی و اداری، این پانل ها در اجرای دیوارهای سوله های صنعتی، سیلوها، سردخانه ها و اماکن ورزشی مورد استفاده قرار می گیرد.

پانل سه بعدی مشبک در دیوارهای غیر باربر از دو صفحه مش از مفتول ۳ میلی متر و چشمه های حدود 8×8 سانتی متر در طرفین و عایق پلی استایرن در وسط آن تشکیل گردیده است. دو صفحه مش توسط مفتول های ۳ میلی متر به فاصله و زوایای معین به هم متصل شده اند.

پانل های سقفی به صورت دیافراگم افقی به عنوان سازه باربر ساختمان به کار می رود. در این نوع سقف، بتن روی آن ریخته شده و همچنین زیر آن پاشیده می شود که به صورت افقی یا با شیب کم به عنوان سقف یا کف به کار می رود.

پانل ها به عرض یک متر و طول سه متر تولید می شوند. در هنگام نصب می توان در صورت نیاز طول یا عرض پانل ها را به اندازه مورد نیاز برش داده و در محل نصب نمود. همچنین اجرای بازشوها نظیر محل در و پنجره یا داکت های تأسیساتی به آسانی با برش زدن پانل ها امکان پذیر می باشد.

اعضای پانل های سه بعدی



در شکل ۵۱ اعضای مختلف پانل های سبک پیش ساخته نمایش داده شده است. در ادامه به معرفی اعضای مختلف این پانل ها پرداخته می شود.

شکل ۵۱

۱ شبکه جوش شده فولادی

شبکه جوش شده فولادی از مفتول های سرد کشیده شده فولادی تشکیل می شود. مفتول سرد کشیده شده مفتولی است که طی فرایند کشش که با کاهش قطر نسبت به مفتول اولیه همراه است ساخته می شود. این مفتول ها با آرایش عمود بر هم توسط جوش به یکدیگر متصل می شوند. قطر اسمی مفتول های شبکه جوش شده از ۳٫۵ تا ۶ میلی متر است (برای دیوارهای غیر باربر استفاده از مفتول به قطر ۲ میلی متر مجاز است). شبکه میلگرد در طرفین پانل از یک طرف چند سانت بزرگ تر از هسته عایق پانل هست تا در زمان نصب و کنار هم قرار گرفتن پانل ها با شبکه مفتولی پانل بعدی هم پوشانی داشته باشد و به وسیله سیم مفتول به هم متصل و مهار شوند تا بلوک ها یکپارچه شده و در زمان بتن پاشی جابه جا نشوند.

۲ خرپا یا برش گیر

عضو خرپایی فولادی است که توسط جوش به دو لایه شبکه جوش شده متصل می شود. محل تقاطع برش گیرها با شبکه میلگرد به روش جوشکاری به هم متصل می شوند تا یکپارچگی و اتصال مناسب بین شبکه های مفتولی دو طرف عایق برقرار شود.

۳ هسته عایق

هسته مرکزی از جنس پلی استایرن قابل انبساط کندسوز مطابق استاندارد ملی ایران و یا پلی اورتان یا عایق پشم سنگ با چگالی حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. ضخامت هسته عایق در پانل های دیواری بین ۴۰ تا ۱۰۰ میلی متر می باشد. پانل ها باید با ماشین آلات تمام خودکار ساخته شوند. لایه عایق به کار رفته در سامانه پانل سه بعدی سبب می شود که آنها نسبت به موارد مشابه، مشخصات عایق بندی حرارتی و

صوتی بهتری داشته باشند. وجود لایه پلی استایرن در این سامانه باعث کاهش وزن قطعات دیوار و سقف شده و علاوه بر حمل آسان تر، در مجموع از وزن سازه نیز می کاهد. به دلیل تعبیه شبکه فولادی در طرفین لایه عایق، امکان ایجاد آوار و ریزش های ناشی از جداسدگی مصالح در بارهای لرزه ای به حداقل کاهش یافته و اجزای گسیخته شده فرو نمی ریزند.

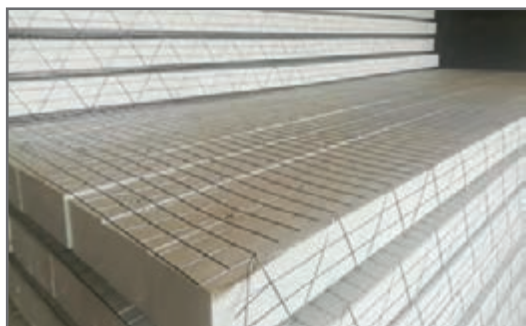
۴ بتن پاشیده (شاتکریت)

بتنی است که با طرح اختلاط مخصوص ساخته شده و اجرای آن توسط پاشش سریع روی سطوح پانل، بدون نیاز به قالب بندی صورت می گیرد. بتن پاشیده از سیمان، آب و سنگدانه به دست می آید. سیمان مصرفی در ساخت بتن پاشیده باید مطابق با انواع سیمان های مندرج در آیین نامه بتن ایران می باشد. به طور کلی آبی که قابل شرب است برای این کار مناسب است. استفاده از مواد افزودنی تسریع کننده در بتن پاشی پانل ها در شرایطی که گیرش سریع مد نظر باشد به کار می رود. در بتن پاشی که در معرض یخ زدن و آب شدن قرار دارند می توان از مواد افزودنی حباب ساز استفاده کرد ماده حباب ساز همچنین باعث کارایی بیشتر مخلوط بتن و کاهش مصالح برگشتی می شود.

حدود متداول آب به سیمان مخلوط بتن پاشیده ۰/۳۵ تا ۰/۵ و نسبت متداول سنگدانه به سیمان ۵ به ۳ تا ۵ به ۴ می باشد. به عنوان مثال می توان از طرح اختلاط وزنی با نسبت آب، سیمان، سنگدانه به صورت ۲۰۰، ۴۰۰ و ۷۵۰ کیلوگرم استفاده نمود.

دیوارهای پانل سه بعدی دارای محاسن زیر می باشد:

- ۱ سرعت حمل و نقل و سهولت نصب
- ۲ مقاومت در برابر نیروهای برشی ناشی از زلزله به شرط این که از نوع برابر بوده و متناسب با بار جانبی وارده طراحی شوند
- ۳ عایق در مقابل حرارت، برودت، رطوبت و صدا
- ۴ مقاوم در برابر آتش سوزی به علت وجود قشرهای بتنی طرفین پانل
- ۵ عبور دادن لوله های آب و فاضلاب و برق و تلفن از زیر شبکه پانل و نصب چهارچوب درب ها و کلاف فلزی پنجره ها قبل از بتن پاشی
- ۶ عدم نیاز به تخریب و کندن دیوارها و سقف و در نتیجه عدم ایجاد نخاله های انباشته
- ۷ پس از بتن پاشی طرفین پانل ها با ضخامت حداقل ۴ سانتی متر، پانل ها بی نیاز از ملات گچ و خاک می باشد و با اجرای پلاستر گچ (سفید کاری)، دیوارها و سقف آماده برای نقاشی خواهد بود.

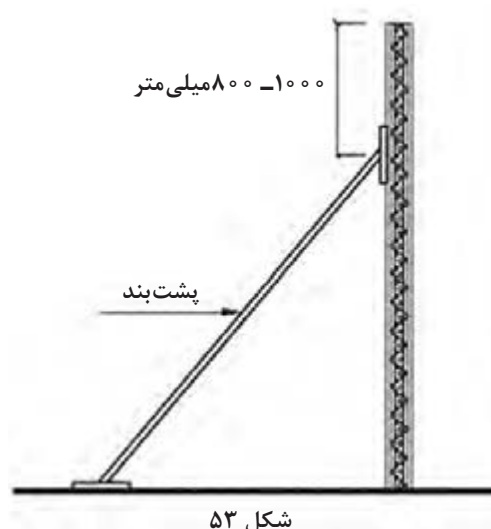


نکات اجرایی دیوارهای پانل سه بعدی

- ۱ نگهداری و انبارش پانل ها روی یکدیگر باید به نحوی باشد که جوش های شبکه و مفتول ها آسیب نبینند. توصیه می شود از انبار کردن پانل ها به حجم بیش از ۶۰ مترمکعب در یک محل خودداری شود. (شکل ۵۲)

۲ کارآیی و روانی بتن پاشیده باید به اندازه‌ای باشد که بتن پاشیده به سهولت و با تراکم کافی روی سطوح قائم، و افقی چسبیده و به خوبی میلگردها و شبکه جوش شده را در برگیرد و مصالح بازگشتی آن به حداقل برسد.

۳ ارتفاع مجاز هر طبقه (کف تا کف طبقات) بدون کلاف میانی به ۴ متر محدود می‌شود. افزایش ارتفاع از این مقدار فقط برای ساختمان‌های یک طبقه مجاز بوده و لازم است یک کلاف میانی در نظر گرفته شده و در هر حال ارتفاع طبقه نباید از ۶ متر بیشتر شود.



۴ لازم است نحوه قرار گیری تار و پود شبکه اتصال دو پانل دیواری مجاور یکدیگر به گونه‌ای باشد که تارها و پودهای شبکه و پانل یک در میان داخل هم قرار گرفته به نحوی که حداکثر ضخامت بتن پوششی به دست آید. پشت بند و مهاری برای تأمین پایداری پانل‌های دیواری، باید در فاصله حدود ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیمتری از بالای دیوار و به فاصله افقی حداکثر سه متر از یکدیگر قرار گیرند. (شکل ۵۳)

۵ بتن پاشی در سامانه‌های پانلی به روش تر صورت می‌گیرد. بتن پس از ساخت، داخل پمپ شده و سپس به سمت افشانک هدایت می‌شود. افشانک متصل به لوله فشار هوا می‌باشد که بتن پس از پمپ شدن و رسیدن به سر لوله توسط فشار هوا به سطح کار پاشیده می‌شود. توصیه می‌شود کل ضخامت دیوار پانلی در هر طرف در یک مرحله بتن پاشی شود.

۶ در روش بتن پاشی با پمپ مکانیکی به منظور توزیع یکنواخت بتن پاشیده و جلوگیری از گلوله شدگی و انباشتگی مصالح، لازم است افشانک تا حد امکان عمود بر سطح دیوار قرار داده شده و به صورت یکنواخت با الگوهای بیضوی شکل یا مدور کوچک حول محور افشانک گردانده شود.

۷ فاصله بهینه سر افشانک تا سطح مورد بتن پاشی حدود ۵۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر است. چنانچه فاصله از این مقدار کمتر شود باعث افزایش مصالح بازگشتی شده و شخص بتن پاش در معرض اصابت ذرات بازگشتی قرار می‌گیرد. در صورتی که فاصله از این مقدار بیشتر باشد علاوه بر افزایش مصالح بازگشتی، کاهش تراکم و مقاومت بتن پاشیدنی را در پی خواهد داشت.

نکات ایمنی در اجرای دیوارهای پانل سه بعدی

۱ با توجه به احتمال آسیب رساندن مفتول‌های شبکه موجود در پانل لازم است کارگران هنگام نصب از دستکش حفاظتی استاندارد و ساقه دار از جنس برزنت یا لاستیک مخصوص استفاده نمایند. همچنین لازم است کارگران لباس کار مناسب و کاملاً پوشیده داشته باشند. لباس کارگران باید قادر باشد از خراشیدگی احتمالی مفتول‌های پانل به بدن جلوگیری به عمل آورد.

- ۲ از آنجا که لایه عایق پانل در شرایط معمولی و قبل از بتن پاشی قابل اشتعال می‌باشد، استعمال سیگار و یا روشن کردن آتش‌های رو باز در محل کارگاه اکیداً ممنوع است .
- ۳ هرگونه عملیات جوشکاری در نزدیکی پانل‌های بتن پاشی نشده که احتمال آسیب‌رسانی به پانل داشته باشد باید با نظارت دقیق به انجام برسد.
- ۴ هنگام بتن پاشی دیوارهای خارجی ساختمان با روش مکانیکی با توجه به وزن قابل توجه شلنگ و لوله، و احتمال ضربه ناشی از پس‌زدگی دستگاه، باید جایگاه مناسب و مطمئن در داربست برای اپراتور بتن پاش پیش‌بینی شود.
- ۵ لازم است کارگران بتن پاش هنگام عملیات بتن پاشی از عینک و نقاب حفاظتی استاندارد و مناسب و همچنین از ماسک تنفسی حفاظتی برای جلوگیری از خطرات ناشی از گرد و غبار و گرد سیمان استفاده کنند. (شکل ۵۴)



شکل ۵۴

مراحل اجرای دیوارهای پانل سه بعدی

ابزار مورد نیاز جهت اجرای دیوار پانل سه بعدی

				
اره	قیچی میلگرد بُری	ریسمان رنگی (چک لاین)	انبر	دریل

- ۱ ابتدا بر اساس نقشه‌های معماری و جانمایی دیوارها محل بازشوها نظیر در و پنجره و تقاطع دیوارها مشخص می‌شود. سپس وادارهای قائم از پروفیل‌های فولادی نظیر نبشی یا قوطی نصب می‌شود. (شکل ۵۵)

۲ به کمک ریسمان رنگی امتداد دیوار موردنظر در طبقه همکف بر روی فونداسیون و در طبقات بر روی کف سازه‌ای علامت گذاری می‌شود. (شکل ۵۶)



شکل ۵۶



شکل ۵۵

۳ مهار هر یک از پانل‌ها به فونداسیون یا کف طبقات به کمک میلگرد نمره ۱۴ یا ۱۶ به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از همدیگر انجام می‌شود. ابتدا به کمک متر محل سوراخ‌ها مشخص و علامت گذاری می‌شود. (شکل ۵۷) در ادامه به کمک دریل و مته مناسب برای هر میلگرد یک سوراخ بر روی کف ایجاد می‌شود. (شکل ۵۸)



شکل ۵۸



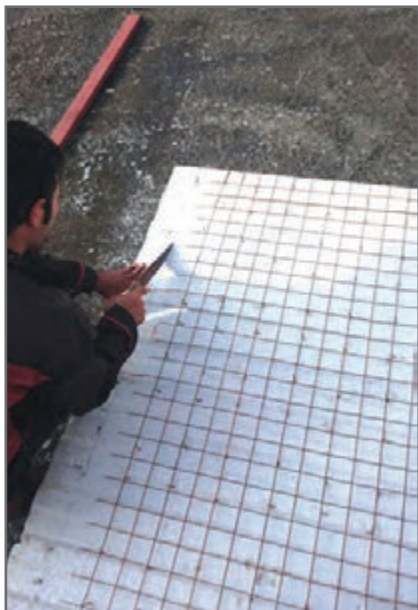
شکل ۵۷



شکل ۵۹

۴ از کنار ستون یا یکی از وادارها و مطابق نقشه‌های معماری پانل اول بین دو خط رنگی در محل خود قرار می‌گیرد. با توجه به عرض یک متری پانل‌ها پس از نصب هر پانل در محل به وسیله سه عدد میلگرد مهار می‌شوند. پس از نصب میلگردها و مهار به شبکه مفتولی به کمک سیم مفتول دیوارها شاقول می‌شوند. (شکل ۵۹)

۵ مابقی پانل‌ها به همین ترتیب در کنار هم نصب و مهار می‌شوند. در صورت نیاز و در محل‌هایی که عرض پانل کمتر از یک متر می‌باشد، به کمک قیچی میلگرد بُر و اَره به اندازه لازم برش داده و در محل خود نصب می‌شود (شکل‌های ۶۰ و ۶۱)



شکل ۶۱



شکل ۶۰

۶ ممکن است در محل اتصال دو پانل در کنار هم، در اثر ضربه و فشار ناشی از سرعت بالای بتن پاشی پانل‌ها دچار جابه‌جایی نسبت به هم شوند یا پس از خشک شدن بتن در محل اتصال پانل‌ها به هم ترک‌هایی ناشی از انبساط و انقباض ایجاد شود. برای جلوگیری از ایجاد این مشکلات در محل اتصال دو پانل کنارهم، میلگردهای تقویتی با قطر ۱۴ یا ۱۶ به طول یک متر که نصف آن روی هر پانل قرار می‌گیرد به کمک سیم مفتول به شبکه پانل‌ها بسته می‌شود. این میلگردها در ارتفاع به فاصله حدود ۵۰ تا ۷۵ سانتی‌متر نصب می‌شوند برای مهار پانل‌ها به سقف و ستون‌های کناری، مشابه کاشت میلگرد در کف، میلگردهایی زیر سقف و همچنین بر روی ستون‌ها نصب می‌شوند. (شکل ۶۲)



شکل ۶۲

۷ در محلهایی که پانل‌ها به صورت نود درجه و بدون عنصر واسطی مثل ستون به هم رسیده باشند از مش اتصال همپوشان گونیا یا L استفاده می‌شود. (شکل ۶۳)

۸ جای گذاری تأسیسات الکتریکی و مکانیکی توکار قبل از مرحله بتن پاشی انجام می‌شود. در این دیوارها به جای تراشیدن و تخریب دیوار، به وسیله حرارت ناشی از سشوار صنعتی لایه فوم پلی استایرن اندکی به سمت داخل جمع می‌شود تا لوله‌های تأسیساتی در دیوار جای گذاری گردد. در محلهایی که برای عبور لوله‌های تأسیساتی لازم باشد شبکه فولادی بریده شود باید بعد از جای گذاری تأسیسات از شبکه مفتول تقویتی استفاده شود تا باعث ایجاد نقطه ضعف و جداشدگی بتن نشود. (شکل ۶۴)



شکل ۶۴



شکل ۶۳

مطابق مراحل اجرایی گفته شده در این واحد یادگیری دیواری به عرض ۳ متر و ارتفاع ۲ متر با یک بازشوی میانی به عرض ۹۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر اجرا نمایید.
نکته: به دلیل عدم امکان اجرای بتن پاشی در کارگاه هنرستان، پانل‌ها پس از نصب و تقویت با میلگرد و مهار با پشت‌بند، در پایان جمع‌آوری و به انبار منتقل گردد.

ارزشیابی شایستگی پانل‌های سه بعدی پیش ساخته صنعتی

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- نقشه خوانی و متره مصالح مصرفی پانل‌های سه بعدی لازم جهت انجام کار
- تهیه تعداد شبکه مفتول، عایق پلی استایرن لازم برای دیوارچینی
- اجرای دیوارچینی با پانل‌های سه بعدی با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد: نشریه ۳۸۵، ساخت و اجرای سیستم‌های پانل‌های پیش ساخته سبک سه بعدی، ویرایش ۱۳۸۶

دروندادی: رعایت اصول برش کاری و نصب پانل‌های سه بعدی، مدیریت مصالح و منابع

فرایندی: انجام مراحل اجرای دیوار با پانل‌های سه بعدی با ترتیب صحیح (تسطیح و آماده سازی بستر، کاشت میلگرد نگهدارنده، نصب پانل‌های پیش ساخته سبک، اتصال شبکه مفتولی پانل‌ها به یکدیگر به کمک میلگرد، کنترل شاقولی دیوار)

محصول: اجرای دیوار با پانل‌های سه بعدی سبک پیش ساخته طبق نقشه داده شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان **زمان:** ۸ ساعت **تحت نظارت:** استادکار یا مربی

مقدار: اجرای دیوارچینی با پانل‌های سه بعدی به مساحت ۶ متر مربع به همراه بازشو

ابزار و تجهیزات: متر، دستکش، تراز، دریل، آره دستی، قیچی میلگردبری، انبر، ریسمان رنگی (چاک لاین)، عایق پلی استایرن به ضخامت ۴۰ تا ۱۰۰ میلی متر، شبکه مفتولی نمره ۳

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	تسطیح، تمیزکاری و آماده سازی بستر اجرای کار	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	مشخص نمودن راستای دقیق اجرای دیوار به کمک ریسمان رنگی بر روی زمین	۲	
۴	سوراخ کاری محل و جای گذاری میلگردهای قائم نگهدارنده بر روی کف	۲	
۵	نصب پانل‌های سبک سه بعدی و مهار با میلگردهای قائم نصب شده در زمین	۲	
۶	اجرای میل گردهای افقی نگهدارنده پانل‌ها و کنترل شاقولی دیوار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:*	۲	
	رعایت ایمنی موقع کار با قیچی میلگردبری، دقت و ظرافت در برش پانل‌ها با آره و همبادسازی و رعایت جزئیات اتصال پانل‌ها به یکدیگر، جمع آوری مصالح و نظافت کارگاه		
میانگین نمرات: **			

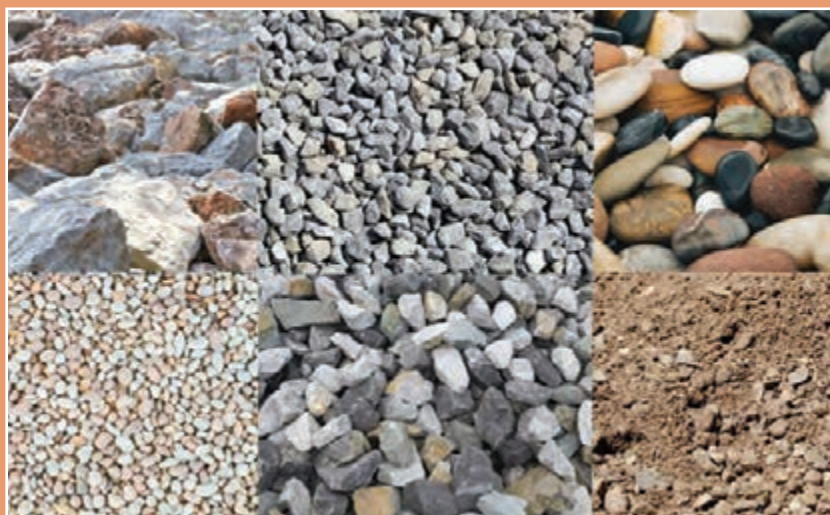
* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و نمره مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



پودمان چهارم

تعیین مشخصات مصالح ساختمانی



واحد یادگیری اول : تعیین مشخصات مکانیکی خاک

مقدمه

خاک در دسترس ترین مصالح ساختمانی طبیعی است که از هوازدگی شیمیایی و فیزیکی سنگ‌ها در طبیعت تشکیل شده است. خاک ساختاری پیچیده و غیریکنواخت دارد و ترکیبی است از مواد و ذرات مختلف از جمله آب، هوا، مواد درشت دانه نظیر شن و ماسه و مصالح ریزدانه نظیر رس و لای و برخی مواد آلی طبیعی. دانه‌های بیشتر از ۵ میلی‌متر را شن، دانه‌های بین ۰/۰۷۵ تا ۵ میلی‌متر را ماسه، ذرات ریزتر از ۰/۰۷۵ تا ۰/۰۰۲ میلی‌متر را رس و کوچک‌تر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر را لای می‌نامند. خاک مصالحی است که نسبت به رطوبت بسیار حساس است. رطوبت باعث تورم (افزایش حجم) خاک شده که منجر به مشکلاتی نظیر خرابی زیرسازی جاده‌ها و معابر و همچنین باعث نشست و کاهش ظرفیت باربری خاک زیر پی ساختمان می‌شود. این امر ممکن است منجر به واژگونی و یا ایجاد ترک در دیوارها و نازک‌کاری ساختمان‌ها شود. به کمک نتایج به دست آمده از آزمایش‌های مختلف خاک می‌توان رفتار احتمالی خاک را در پروژه‌های مختلف پیش‌بینی نمود. علم شناخت رفتار خاک را مکانیک خاک می‌نامند.

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری، هنرجویان باید بتوانند آزمایش‌های مرتبط با خاک را بشناسد و آنها را مطابق استانداردهای مربوطه و با رعایت نکات ایمنی انجام داده و نتایج حاصل را بررسی نمایند. ارزیابی شایستگی‌ها در پایان پودمان بر اساس ضوابط ارزشیابی شایستگی محور صورت خواهد گرفت.

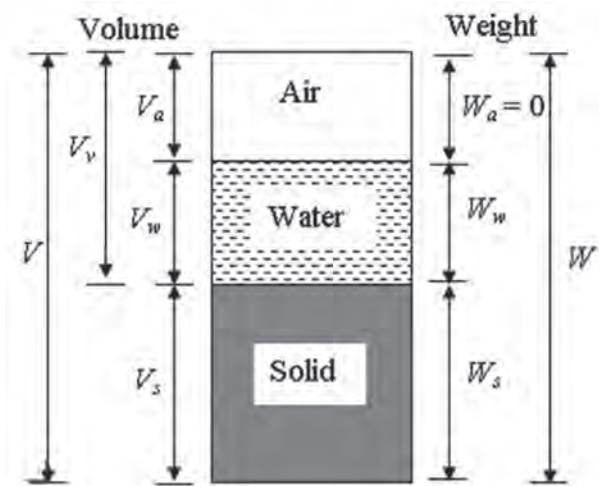
استانداردهای مرتبط با آزمایش‌های مکانیک خاک



شکل ۱

- ۱ مقررات ملی ساختمان، مبحث هفتم: پی و پی‌سازی، ویرایش چهارم ۱۴۰۰.
- ۲ نشریه ۵۵: مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی، بازنگری سوم، ۱۴۰۳.
- ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱ ویرایش ۱۳۹۶، خاک، تعیین حد روانی، حد خمیری و نشانده‌های خمیری و روش‌های آزمون.

آزمایش‌های خاک



شکل ۲

۱ آزمایش یک: تعیین درصد رطوبت خاک

مقدمه: آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک به منظور اندازه‌گیری مقدار آب موجود در آن انجام می‌شود. از این آزمایش برای تحلیل رفتار مکانیکی خاک‌ها و شناخت خواص فیزیکی آن استفاده می‌شود. میزان رطوبت وزنی خاک ($\%W$) برابر است با نسبت وزن آب حفره‌ای (W_w) به وزن قسمت جامد خاک (W_s). (شکل ۲)

از نتایج این آزمایش به عنوان یک عامل کلیدی در ارزیابی ظرفیت باربری خاک، تعیین وضعیت رطوبت خاک در پروژه‌های عمرانی و استفاده از نتایج آزمایش در طراحی پی و تحلیل پایداری شیب‌ها استفاده می‌شود.

■ مفاهیم اولیه

جرم: مقدار ماده موجود در یک جسم است و مستقل از موقعیت جسم در فضا است. جرم یک خاصیت ذاتی ماده است و به وسیله ترازو اندازه‌گیری می‌شود و با واحد گرم یا کیلوگرم Kg بیان می‌شود.

وزن: نیرویی است که در اثر جاذبه کره زمین بر جسم وارد می‌شود. وزن برابر است با جرم جسم ضربدر شتاب جاذبه، واحد وزن با نیوتن (N) بیان می‌شود.

جسمی به جرم ۵ کیلوگرم را در نظر بگیرید. وزن این جسم چقدر است؟

$$W = 5 \times 9.81 = 49.05 \text{ N}$$

شتاب جاذبه زمین: ۹/۸۱ یا به‌طور تقریبی ۱۰ متر بر مجذور ثانیه.

مثال



چگالی یا وزن مخصوص: چگالی یا دانسیته، جرم واحد حجم یک ماده است واحد معمول آن کیلوگرم بر مترمکعب است و در واقع جرم یک متر مکعب از یک ماده و میزان فشردگی جرم در اجسام مختلف را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال چگالی چوب‌های مختلف عددی بین ۵۰۰ تا ۹۵۰، چگالی آب ۱۰۰۰، چگالی خاک عددی بین ۱۸۰۰ تا ۲۱۰۰ و چگالی فولاد ۷۸۵۰ بر مترمکعب می‌باشد.

رطوبت خاک: مقدار آبی که در داخل فضای منافذ خاک وجود دارد.

جرم تر: جرم آزمون خاک در حالت طبیعی قبل از خشک شدن.

جرم خشک: جرم آزمون خاک بعد از خشک شدن در گرمخانه.

گرمخانه (آون): دستگاهی که برای خشک کردن آزمون خاک در دمای مشخص (معمولاً ۱۰۵-۱۱۰ درجه سانتی‌گراد) استفاده می‌شود.

درصد رطوبت: نسبت جرم آب موجود در خاک به جرم خشک خاک.
نمونه خاک: برای انجام آزمایش باید نمونه‌هایی از خاک محل تهیه و به آزمایشگاه ارسال شود. نمونه مورد نظر می‌بایستی معرف شرایط واقعی خاک در محل باشد. اگر خاک بدون هیچ تغییری در شرایط فیزیکی با روش‌های استاندارد و خاصی برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل شود نمونه دست نخورده نامیده می‌شود. در نمونه دست نخورده پارامترهای خاک جهت انجام کلیه آزمایش‌ها مشابه خاک در محل می‌باشد. (شکل ۳)



شکل ۳

در نمونه دست خورده ساختار صحرایی خاک، درصد تخلخل و رطوبت تغییر می‌کند ولی اندازه ذرات تغییری نمی‌کنند. از جمله آزمایشاتی که بر روی نمونه دست خورده انجام می‌شود به حدود اتربرگ، حد انقباض و دانه‌بندی اشاره کرد. در خاک‌های دانه‌ای به دست آوردن نمونه دست نخورده بسیار مشکل می‌باشد.
آزمونه خاک: تمامی یا مقداری از خاک نمونه‌برداری شده از محل است که اندازه و مشخصات فنی آن مطابق استاندارد و از نمونه‌های خاک منتقل شده به آزمایشگاه، برداشت شده و مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

■ استاندارد اختصاصی این آزمایش

استاندارد INSO 17883 و استاندارد ASTM D 2216

■ تجهیزات مورد نیاز

جدول ۱

تجهیزات	تعداد	توضیحات	تصویر
ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم برای آزمونه‌هایی با جرم ۲۰۰ گرم یا کمتر و ۰/۱ گرم برای نمونه‌های با جرم بیش از ۲۰۰ گرم	۱	برای تعیین جرم آزمونه خاک	
گرمخانه (آون)	۱	برای خشک کردن آزمونه خاک در دمای 110 ± 5 سانتی‌گراد	
ظرف فلزی کوچک و درب دار مقاوم در برابر زنگ زدگی	۱	برای نگهداری آزمونه خاک	
آزمونه خاک	-	برداشت شده از محل پروژه	

■ مراحل عملی آزمایش

۱. آزمون از محل مورد نظر تهیه و در ظرف فلزی قرار می‌گیرد. درب ظرف را به خوبی محکم کنید تا از خروج رطوبت خاک جلوگیری شود.
۲. جرم ظرف را به همراه نمونه آزمون خاکِ تر اندازه‌گیری و ثبت نمایید.
۳. آزمون را در گرمخانه به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ تا ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد خشک کنید تا تمام آب موجود در خاک تبخیر شود. سپس جرم خاک خشک شده را به همراه ظرف اندازه‌گیری نمایید. اختلاف دو جرم بالا، جرم آب درون آزمون است که با m_w نمایش داده می‌شود.
۴. جرم ظرف خالی را اندازه‌گیری نمایید. اختلاف عدد به‌دست آمده در مرحله دوم با جرم خالی ظرف، جرم خاک خشک (m_d) می‌باشد.
۵. محاسبه درصد رطوبت خاک: درصد رطوبت خاک را از فرمول زیر محاسبه کنید:

$$\text{درصد رطوبت خاک} = \frac{\text{جرم آب آزمون}}{\text{جرم آزمون خشک}} \times 100 = \frac{m_w}{m_d} \times 100$$

■ مثال عددی

در یک نمونه آزمون، جرم کل ظرف و خاک تر برابر با $m_w = 150$ گرم می‌باشد. پس از خروج نمونه از گرمخانه جرم کل ظرف و خاک خشک برابر با $m_d = 140$ گرم شده است. جرم ظرف فلزی خالی اندازه‌گیری شده برابر با $M_c = 50$ گرم می‌باشد.

$$\text{درصد رطوبت خاک} = \frac{m_w}{m_d} \times 100$$

ابتدا جرم خاک تر و خاک خشک را جداگانه محاسبه می‌کنیم:

$$m_w - M_c = 150 - 50 = 100 \text{ گرم خاک تر}$$

$$m_d - M_c = 140 - 50 = 90 \text{ گرم خاک خشک}$$

$$\text{جرم آب: } 150 - 140 = 10 \text{ گرم}$$

$$\text{درصد رطوبت خاک} = \frac{10}{90} \times 100 \approx 11/11 \%$$

■ بررسی نتیجه

درصد رطوبت خاک در این مثال برابر با ۱۱/۱۱ درصد است. درصد رطوبت صفر بیانگر یک خاک کاملاً خشک است.

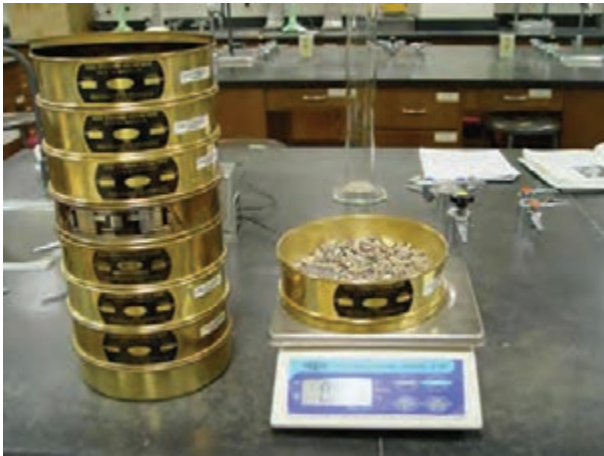
با راهنمایی هنرآموز مربوطه، دو نمونه خاک از محل‌های مختلف و با جرم‌های مختلف را تهیه نمایید. در ادامه درصد رطوبت آنها را تعیین نموده و نتایج آزمایش را با هم مقایسه نمایید.

تمرین



۲ آزمایش دانه‌بندی به روش الک

■ **مقدمه:** از آزمایش دانه‌بندی به روش الک برای تعیین توزیع اندازه ذرات خاک استفاده می‌شود. این آزمایش به‌طور خاص برای خاک‌های دانه‌ای (شن و ماسه) که ۹۰ درصد وزنی دانه‌هایش درشت‌تر از الک ۲۰۰ باشد مناسب بوده و نتایج آن برای طبقه‌بندی خاک و تحلیل ویژگی‌های فیزیکی آن اهمیت دارد. دانه‌بندی خاک با استفاده از الک به‌صورت درصدی نسبت به کل نمونه برداری اعلام می‌گردد و جهت تفسیر و نمایش بهتر نتایج از نمودار نیمه لگاریتمی استفاده می‌شود. برای دانه‌های ریزتر از الک شماره ۲۰۰ از آزمایش هیدرومتری استفاده می‌شود. (شکل ۴)



شکل ۴

■ مفاهیم اولیه

دانه‌بندی (Gradation): دانه‌بندی به توزیع اندازه‌های مختلف ذرات در نمونه خاک یا مصالح گفته می‌شود. دانه‌بندی مناسب می‌تواند باعث افزایش مقاومت و پایداری مصالح تشکیل شده از آن در پروژه‌های ساختمانی شود.



شکل ۵

الک (Sieve): الک یک وسیله مشبک است که از آن برای جداسازی ذرات بر اساس اندازه آنها استفاده می‌شود. الک‌ها دارای سوراخ‌های با اندازه‌های مختلف هستند. مجموعه الک‌ها شامل تعدادی الک با اندازه سوراخ‌های مختلف است که به ترتیب اندازه‌هایشان در یک سری قرار می‌گیرند. در نامگذاری الک‌ها منظور از کلمه اینچ اندازه داخلی یک چشمه الک است. در نامگذاری با شماره نیز منظور تعداد چشمه‌ها در هر اینچ می‌باشد. در آزمایشگاه معمولاً از الک‌های ۱ اینچ، ۱/۲ اینچ، ۳/۴ اینچ، ۳/۸ اینچ و الک‌های شماره ۴، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۱۴۰ و ۲۰۰ استفاده می‌شود. (شکل‌های ۵ و ۶)

سری الک‌های استاندارد دانه‌بندی	
چشمه (mm)	نام الک
75	3 اینچ
50	2 اینچ
37.5	1.5 اینچ
25	1 اینچ
19	3/4 اینچ
9.5	3/8 اینچ
4.75	NO.4
2	NO.10
0.85	NO.20
0.425	NO.40
0.250	NO.60
0.106	NO.140
0.075	NO.200

شکل ۶

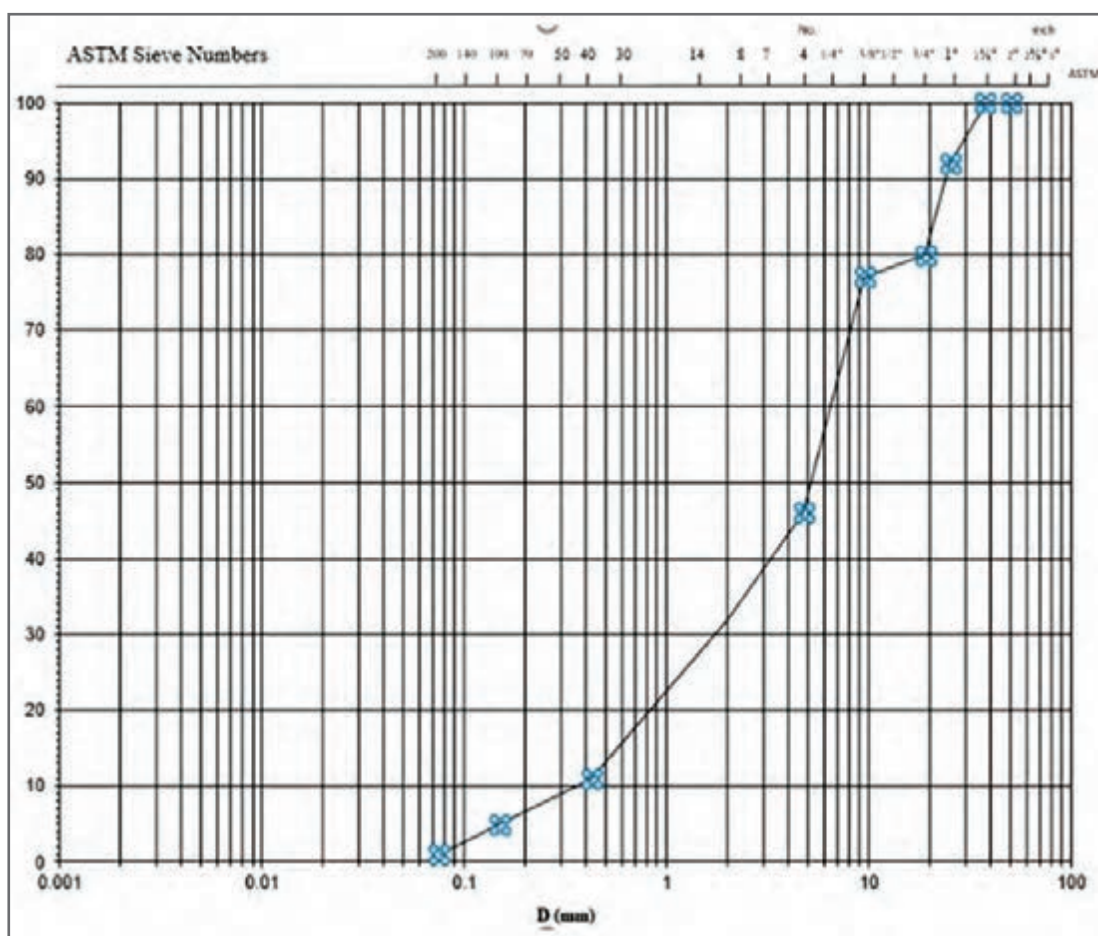
باقی مانده روی الک (Retained on Sieve): باقی مانده روی الک به ذراتی گفته می شود که پس از الک کردن بر روی آن باقی می مانند و بر اساس نسبت جرم ذرات باقیمانده بر الک تقسیم بر جرم کل نمونه و به درصد بیان می شود.

درصد عبوری از الک (Passing Sieve): درصد عبوری از الک به ذراتی گفته می شود که از سوراخ های الک عبور کرده و در الک های زیرین یا ظرف جمع آوری نهایی قرار می گیرند

جرم تجمعی باقی مانده (به درصد) - ۱۰۰٪ = جرم تجمعی عبوری (به درصد)

منحنی دانه بندی (Gradation Curve): منحنی دانه بندی نموداری است که توزیع اندازه ذرات را نشان می دهد.

این منحنی برای بررسی و تحلیل خصوصیات دانه بندی خاک و مصالح به کار می رود. این منحنی یک منحنی نیمه لگاریتمی است. محور افقی اندازه ذرات یا همان سایز الک و محور عمودی درصد عبوری از هر الک می باشد. (شکل ۷)



شکل ۷

■ اهداف آزمایش

تعیین توزیع اندازه ذرات خاک و رسم منحنی دانه بندی برای بررسی و طبقه بندی خاک بر اساس سیستم های استاندارد (مانند یونیفاید یا AASHTO).

■ استاندارد اختصاصی این آزمایش

۱ نمونه برداری جهت دانه بندی به روش استاندارد T۲۴۸ – AASHTO

۲ استاندارد ۴۲۲-۶۳ ASTM

۳ استاندارد C۱۳۶ ASTM

■ تجهیزات مورد نیاز

جدول ۲

تجهیز	تعداد	توضیحات	تصویر
دستگاه لرزاننده الک (Shaker)	۱ دستگاه	برای تسهیل عبور ذرات از الک ها	
الک های استاندارد	۱ سری	با اندازه مش های مختلف (مانند ۴، ۱۰، ۴۰، ۲۰۰)	

■ روش انجام آزمایش

۱ آماده سازی نمونه: خاک را در دمای اتاق یا گرمخانه خشک کرده و مقدار مشخصی از آن را برای آزمایش جدا کنید. حداقل مقدار مصالح مورد نیاز مطابق جدول ۳ می باشد.

جدول ۳

بزرگ ترین قطر دانه ها (میلی متر)	حداقل جرم نمونه خاک (کیلوگرم)
۹/۵	۰/۵
۱۹	۱
۲۵/۴	۲
۳۸/۱	۳
۵۰/۸	۴
۷۶/۲	۵

آماده کردن نمونه جهت انجام آزمایش به یکی از دو روش زیر انجام می شود.

الف) جدا کننده مکانیکی (مُقَسِّم): دستگاه دارای شیارهایی است با پهنای مساوی شامل هشت شیار جهت مصالح با دانه های درشت و دوازده شیار جهت ریزدانه ها و حداقل پهنای شیارها باید تقریباً ۵۰ درصد بزرگ تر از بزرگ ترین قطر دانه در مصالح باشد. از این روش هنگامی استفاده می شود که سطح دانه های خاک خشک باشد. مصالح را از قسمت بالای مُقَسِّم به تدریج داخل آن ریخته تا عمل تقسیم بندی مصالح انجام شود. (شکل ۸)



شکل ۸

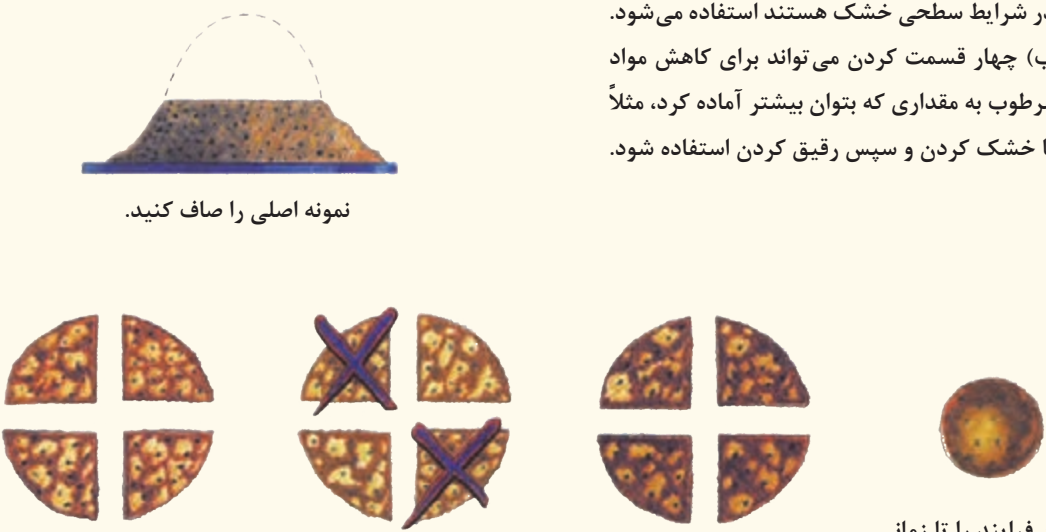
ب) روش چهار قسمتی (چهار قسمت کردن نمونه): در این روش نمونه روی یک سطح صاف و تمیز پخش می شود. نمونه را به خوبی مخلوط کرده و در آخر بصورت مخروطی درآورده شود سپس با فشار دادن نوک مخروط خاک به پایین، نمونه به صورت مسطح در می آید و بعد به چهار قسمت تقسیم می شود. بهتر

است از طریق قطر دو قسمت روبه‌رو به‌عنوان نمونه مورد آزمایش انتخاب و به‌طور کامل برداشته شود. به‌طوری‌که هیچ‌گونه مصالح ریزدانه بر جا نماند. این کار تا رسیدن به مقدار موردنیاز مصالح مطابق جدول حداقل جرم ارائه شده در مرحله اول ادامه می‌یابد. (شکل ۹).

تقسیم نمودن یا چهار قسمتی کردن دو روشی هستند که اغلب برای کاهش اندازه نمونه به اندازه مناسب برای آزمایش استفاده می‌شوند.

الف) تقسیم نمودن معمولاً برای کاهش موادی که در شرایط سطحی خشک هستند استفاده می‌شود.

ب) چهار قسمتی کردن می‌تواند برای کاهش مواد مرطوب به مقداری که بتوان بیشتر آماده کرد، مثلاً با خشک کردن و سپس رقیق کردن استفاده شود.



نمونه اصلی را صاف کنید.

این فرایند را تا زمانی که نمونه‌ای با اندازه مورد نیاز به‌دست آید ادامه دهید.

باقی‌مانده را دوباره مخلوط کنید و مجدد چهار قسمت کنید.

دو قسمت روبه‌رو را دور بریزید. به چهار قسمت تقسیم کنید.

شکل ۹- روش چهار قسمتی کردن



شکل ۱۰

۱ الک‌ها را به ترتیب اندازه‌اش، از بزرگ‌ترین به کوچک‌ترین، روی یکدیگر قرار دهید و در پایین‌ترین قسمت، یک سینی برای جمع‌آوری خاک عبور کرده از ریزترین الک قرار دهید.

۲ جرم نمونه خاک را با ترازو اندازه‌گیری نموده و مقدار آن را به‌عنوان جرم کل ثبت کنید (M). (شکل ۱۰)

۳ مجموعه الک‌ها را در دستگاه لرزاننده قرار دهید قبل از ریختن مصالح بر روی الک بالایی و در صورت وجود کلوخه در مصالح، به کمک چکش پلاستیکی آنها را خرد نمایید. (شکل ۱۱) نمونه خاک روی بالاترین الک تخلیه نموده و با روشن نمودن دستگاه لرزاننده به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه عملیات لرزش را انجام دهید. در صورت عدم دسترسی به دستگاه لرزاننده می‌توان عمل لرزاندن و الک نمودن را به کمک دست نیز انجام داد. برای جلوگیری از سنگین شدن و اضافه بار روی الک‌های ریزدانه معمولاً مصالح عبوری از الک ۴ را به صورت جداگانه دانه‌بندی می‌کنند. اگر مقدار مصالح ریزدانه باقیمانده بر روی الک ۲۰۰ که شامل رس و لای و رس می‌باشد، زیاد باشد باید مصالح، ریزدانه توسط آب تا زمانی که آب تمیز جاری شود شسته شود. سپس مصالح روی الک ۲۰۰ به گرمخانه منتقل و خشک گردد. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲



شکل ۱۱

۴ عمل سرند کردن با حرکات افقی و عمودی به‌طوری که مصالح دائماً در سطح الک در حرکت باشند انجام خواهد گرفت. در هیچ صورتی نباید مصالح روی یک الک با دست از الک رد شود. عمل الک کردن را تا زمانی ادامه دهید که بیش از ۵/۰ درصد جرم کل نمونه در مدت یک دقیقه الک کردن مداوم، از هر الک رد نشود. به این صورت که یکی از الک‌ها که بر روی یک سینی سوار شده و دارای یک سرپوش است را به صورت کمی مایل با یک دست نگاه دارید و چند ضربه محکم به کناره الک بزنید و با یک حرکت رو به بالا بر خلاف قسمت بیرونی دست دیگر با سرعتی در حدود ۱۵۰ بار در دقیقه تکان دهید. الک را در فواصل هر ۲۵ تکان، در حدود یک ششم دور کامل بچرخانید. برای تعیین کافی بودن عمل الک کردن برای مصالح سنگی با اندازه‌های بزرگ‌تر از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره ۴) مصالح روی الک را به حدود یک لایه محدود کنید. پس از پایان سرند کردن به روش مکانیکی وزن مصالح مانده روی هر الک با دقت ۱/۰ درصد وزن نمونه خشک اولیه تعیین کنید.

۵ جرم خاک باقی‌مانده روی هر الک: جرم خاک باقی‌مانده روی هر الک را با ترازو اندازه‌گیری نموده و مقدار آن را ثبت کنید (Mi).

محاسبه درصد عبوری و باقی مانده

$$R_i = \frac{M_i}{M} \times 100$$

- درصد باقی مانده از خاک روی هر الک (R_i):

$$R_i = 100 - \sum R_i$$

- درصد عبوری (P_i):

■ رسم منحنی دانه بندی

بر اساس داده های درصد عبوری، نمودار توزیع دانه بندی را در محورهای لگاریتمی (اندازه ذرات) و درصد عبوری ترسیم می شود.

■ نتایج و تحلیل

- **منحنی دانه بندی:** شکل منحنی نشان دهنده نوع خاک است.

- **خاک یکنواخت (Uniform Soil):** منحنی تقریباً عمودی

- **خاک خوب دانه بندی شده (Well-Graded Soil):** منحنی تدریجی و پیوسته

هدف از انجام آزمایش های مختلف مکانیک خاک این است که براساس نتایج حاصل از این آزمایشات تصمیم گیری شود که آیا مصالحی که نمونه گیری و آزمایش شده از نظر ویژگی هایی نظیر تراکم پذیری، تخلخل و زهکشی، تورم و ... مناسب پروژه مورد نظر است یا نیاز به جایگزینی و اصلاح دارد. دو شاخص معرفی شده در زیر می تواند برای قضاوت در این مورد مؤثر باشد:

۱ ضریب یکنواختی (Cu)

ضریب یکنواختی بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

که در آن:

- D₆₀: قطر ذره ای که ۶۰ درصد از نمونه خاک عبور کرده است (۶۰ درصد وزنی خاک از این اندازه کوچک ترند).

- D₁₀: قطر ذره ای که ۱۰ درصد از نمونه خاک عبور کرده است (۱۰ درصد وزنی خاک از این اندازه کوچک ترند).

ضریب یکنواختی خاک های کاملاً یکنواخت معادل یک است و در مورد خاک های دانه بندی شده غیریکنواخت این ضریب بزرگتر از یک است و با بهتر شدن دانه بندی این عدد از یک دورتر و بیشتر خواهد شد. طبق طبقه بندی یونیفاید ضریب یکنواختی بزرگتر از ۴ برای شن با دانه بندی خوب در نظر گرفته شده و در مورد ماسه خوب دانه بندی شده ضریب یکنواختی بزرگتر از ۶ است.

منحنی دانه بندی با شیب تند نشان دهنده وجود دانه های تقریباً یک اندازه در خاک است. این نوع خاک را بدانه بندی شده می نامند. وجود اندازه های مختلف در دانه بندی باعث ایجاد چفت و بست بهتر بین دانه ها در زمان متراکم نمودن خاک می شود. لذا متراکم نمودن این نوع خاک توسط غلتک ها به دلیل عدم وجود دانه های مختلف به سختی انجام می شود.

اگر منحنی با شیب ملایم باشد نشان دهنده پراکندگی زیاد در دانه های خاک است. به عبارت دیگر اگر دانه های با اندازه های مختلف از درشت و ریز در خاک وجود داشته باشد، خاک را با دانه بندی خوب توصیف می کنند.

۲ ضریب انحنای (C_c)

ضریب انحنای بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

- D_{30} : قطر ذره‌ای که ۳۰ درصد از نمونه خاک عبور کرده است.

- D_{10} : قطر ذره‌ای که ۱۰ درصد از نمونه خاک عبور کرده است.

- D_{60} : قطر ذره‌ای که ۶۰ درصد از نمونه خاک عبور کرده است.

ضریب انحنای در مورد شن با دانه بندی خوب بین ۱ تا ۳ می‌باشد. موارد استفاده دیگر دانه‌بندی در طرح بتن و آسفالت است. شن و ماسه‌ای که خوب دانه بندی شده باشد دارای فضای خالی کمتری بوده و در نتیجه سیمان کمتر مصرف می‌شود و از نفوذپذیری آن کاسته می‌شود. به علاوه مقاومت در مقابل هوازدهی افزایش می‌یابد. همین‌طور در مورد آسفالت شن و ماسه با دانه‌بندی خوب به قیر کمتر نیاز دارد لذا باعث افزایش استحکام آسفالت شده و از خزش آن تحت تأثیر بارهای وارده می‌کاهد.

مثال



اگر $D_{60} = 0/52$ و $D_{30} = 0/38$ و $D_{10} = 0/12$ میلی‌متر باشد:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0/52}{0/12} = 4/33$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{0/38^2}{0/12 \times 0/52} = 2/31$$

تمرین

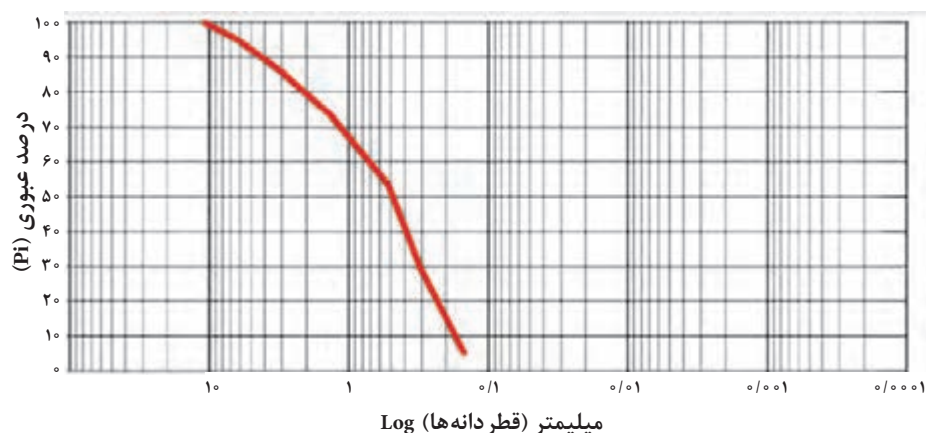


بر اساس توضیحات ارائه شده در متن و نتایج مثال بالا خاک موردنظر خوب دانه‌بندی شده است یا بد دانه‌بندی شده؟

مثال عددی: دانه‌بندی یک نمونه خاک به وزن ۶۰۰ گرم به کمک الک انجام شده و نتایج زیر گزارش شده است. جدول دانه‌بندی تکمیل شده (جدول ۴) و نمودار نیمه لگاریتمی منحنی دانه‌بندی ترسیم شده است (شکل ۱۳).

جدول ۴

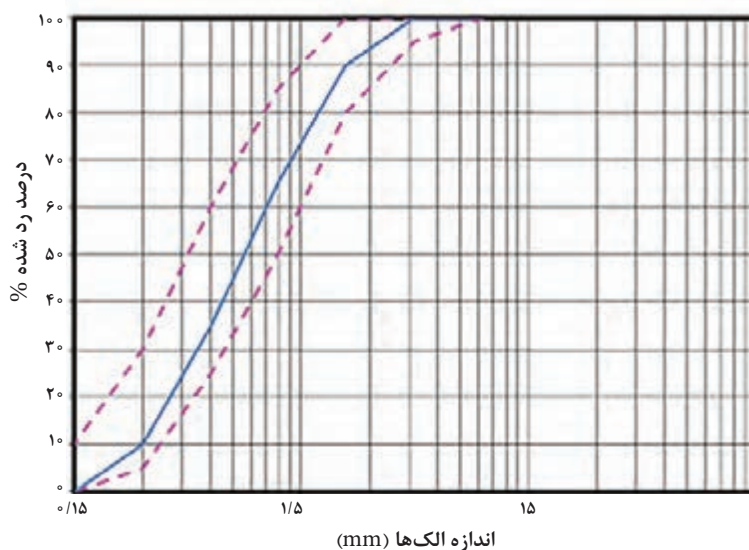
شماره الک	ابعاد الک	مانده روی الک	درصد مانده روی الک	درصد تجمعی رد شده
نمره الک	میلی‌متر	گرم	%	%
۳/۸"	۹/۵	۰	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰
۴	۴/۷۵	۳۴	۵/۶۲	۹۴/۳۸
۸	۲/۳۶	۵۲	۸/۶۰	۸۵/۷۹
۱۶	۱/۱۸	۸۳	۱۳/۷۲	۷۲/۰۷
۳۰	۰/۶	۱۱۲	۱۸/۵۱	۵۳/۵۵
۵۰	۰/۳	۱۴۳	۲۳/۶۴	۲۹/۹۲
۱۰۰	۰/۱۵	۱۳۶	۲۲/۴۸	۷/۴۴
زیر الکی		۴۵	۷/۴۴	۰/۰۰
	جمع	۶۰۵	۱۰۰	



شکل ۱۳- محور افقی: اندازه ذرات (مش الکها)، محور عمودی: درصد تجمعی عبوری (Pi)

■ بررسی نتایج

شکل منحنی نشان‌دهنده توزیع اندازه ذرات خاک است. اگر منحنی تقریباً عمودی باشد، نشان‌دهنده یکنواخت بودن دانه بندی خاک است. یعنی مصالح تقریباً یا کاملاً درشت دانه یا کاملاً ریزدانه هستند و اصطلاحاً بدانه‌بندی شده می‌باشند. اگر منحنی تدریجی و پیوسته باشد، خاک خوب دانه‌بندی شده است. منحنی دانه‌بندی باید ما بین دو منحنی حد بالا و پایین باشد تا خاک از نظر دانه‌بندی مورد پذیرش قرار گیرد. در پروژه‌های عمرانی این حد بالا و پایین تابع عوامل مختلفی نظیر محل استفاده، شرایط محیطی و ... می‌باشد. به عنوان مثال در نشریه ۱۰۱ مشخصات فنی راه‌ها حد بالا و پایین دانه‌بندی برای مصالح مختلف بیان شده است (شکل ۱۴).



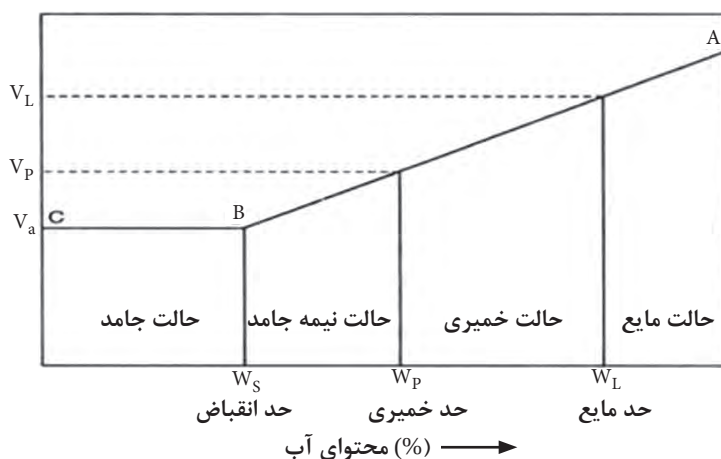
شکل ۱۴



به کمک مراحل ارائه شده در مثال عددی آزمایش دانه‌بندی بر روی یک نمونه خاک را انجام داده و پس از تکمیل جدول مشخصات، منحنی دانه‌بندی را ترسیم نمایید. در ادامه نتایج آن را به کمک هنرآموز مربوطه بررسی نمایید.

۳ آزمایش تعیین حدود اتربرگ

مقدمه: حدود اتربرگ، معیاری مهم برای اندازه‌گیری رطوبت بحرانی خاک‌های ریزدانه است. حد انقباض، حد خمیری و حد روانی، به عنوان حدود اتربرگ شناخته می‌شوند. این حدود، مرز بین حالت‌های جامد تا نیمه‌جامد، نیمه‌جامد تا خمیری و خمیری تا روانی خاک را مشخص می‌کنند. آزمایش حدود اتربرگ صرفاً بر روی خاک‌های ریزدانه عبوری از الک شماره ۴۰ انجام می‌شود. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵

■ مفاهیم اولیه

حد انقباض: مقدار رطوبتی که در آن خاک از حالت جامد به نیمه جامد تغییر می‌کند (مرز بین حالت جامد و نیمه جامد)

حد خمیری: مقدار رطوبتی که در آن خاک از حالت نیمه جامد به خمیری تغییر می‌کند (مرز بین حالت نیمه جامد و خمیری)

حد روانی: مقدار رطوبتی که در آن خاک از حالت خمیری به روان (مایع) تغییر می‌کند (مرز بین حالت خمیری و روان)

محتوای آب: مقدار آبی که درون ذرات جامد خاک وجود دارد را محتوای آب نامیده می‌شود.

خاک خمیری: خاکی که دارای خاصیت تغییر شکل پایدار و قابل اندازه‌گیری است.

استحکام (قوام) خاک: شاخصی است برای نمایش توانایی تغییر شکل خاک‌های ریز دانه و معیاری برای تشخیص مقاومت خاک در برابر تغییر شکل و گسیختگی می‌باشد. خاک از نظر قوام به سه گروه نرم، متوسط و سخت تقسیم می‌شود.

الف) آزمایش تعیین حد روانی

■ اهداف

- تعیین حد روانی خاک به عنوان یکی از مشخصه‌های اساسی در طبقه‌بندی و تحلیل رفتار خاک.
- ارزیابی توانایی خاک در حفظ پایداری و مقاومت در شرایط رطوبتی مختلف.

■ استاندارد مخصوص این آزمایش

- ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱، خاک، تعیین حد روانی، حد خمیری و نشانه خمیری، روش‌های آزمون
- ۲ استاندارد ASTM- D۴۳۱۸

■ تجهیزات لازم:

جدول ۵

تجهیز	تعداد	توضیحات	تصویر
ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم برای آزمون‌هایی با جرم ۲۰۰ گرم یا کمتر و ۰/۱ گرم برای نمونه‌های با جرم بیش از ۲۰۰ گرم	۱	برای تعیین جرم آزمون خاک	
دستگاه کاساگرانده دستی	۱	شامل جام برنجی و پایه لاستیکی	
شیارزن	۱	برای ایجاد شیار استاندارد در خاک	
کاردک	۱	برای صاف کردن سطح خاک	
آب مقطر	—	برای مرطوب کردن نمونه خاک	

■ مراحل انجام آزمایش

- ۱ ابتدا آزمون خاک خشک را از الک شماره ۴۰ (۰/۴۲۵ میلی‌متر) عبور دهید.
- ۲ مقدار مشخصی خاک (حدود ۲۰۰ گرم) را جدا کرده و مقدار کمی آب مقطر به خاک اضافه کنید و به آرامی مخلوط کنید تا خمیری یکنواخت تشکیل شود. کاسه برنجی دستگاه کاساگرانده باید از پیش تمیز و خشک شده باشد تا نتایج دقیقی به دست آید
- ۳ آزمون (خاک) را بار دیگر به طور کامل در ظرف اختلاط هم بزنید و در صورت ضرورت درصد رطوبت آن را به گونه‌ای تنظیم کنید که قوام آن به اندازه‌ای برسد که با حدود ۲۵ تا ۳۵ ضربه جام دستگاه حد روانی شیار بسته شود. با استفاده از کاردک بخش‌هایی از خاک آماده شده را در جام دستگاه در حالتی که جام روی کفی قرار دارد بریزید؛ سپس آن را با فشار درون جام پخش کنید؛ چنان که عمق آن در عمیق‌ترین نقطه حدود ۱۰ میلی‌متر شود و سطحی تقریباً افقی تشکیل دهد.
- ۴ مطابق با شکل ۱۶ شیارزن را در حالتی که لبه شیب‌دار آن به سمت جلو است در راستای خطی که بالاترین نقطه روی لبه جام را به پایین‌ترین نقطه متصل می‌کند روی خاک بکشید تا شیار در آن ایجاد شود. در هنگام ایجاد شیار، شیارزن را در برابر سطح جام نگه دارید و آن را در راستای کمان لبه جام بکشید هنگام حرکت شیارزن همواره آن را عمود بر سطح جام نگه دارید.



- ۵ خط ایجاد شده در طول باید هم‌عمق و هم‌عرض باشد تا نتایج به دست آمده قابل اعتماد باشند. برای اطمینان از دقت خط، می‌توانید از ابزارهای دقیق‌تری مانند خط‌کش یا کولیس استفاده کنید.

شکل ۱۶- ایجاد خط در مرکز نمونه

- ۶ می‌توان از دستگاه کاساگرانده برقی یا دستی برای انجام آزمایش استفاده نمود. در این دستگاه جام برنجی به صورت مورب بر روی پایه‌های لاستیکی قرار می‌گیرد. با چرخاندن دسته با سرعت دو ضربه در ثانیه، جام برنجی تا ارتفاع یک سانتی‌متری بالا می‌آید و با رسیدن به این ارتفاع، جام رها می‌شود و به پایه‌های لاستیکی برخورد می‌کند. تعداد ضربات لازم برای بسته شدن شیار در طول ۱۳ میلی‌متر را بشمارید. وقتی در اثر ۲۵ ضربه شیار به اندازه ۱۳ میلی‌متر بسته شود خاک داخل جام را برداشته و درصد رطوبت آن را به دست می‌آوریم که همان حد روانی است. معمولاً دقیقاً با ۲۵ ضربه شیار به اندازه ۱۳ میلی‌متر بسته نمی‌شود و باید چندین بار آزمایش با تعداد ضربه‌هایی در محدوده ۲۵ تا ۳۵ ضربه تکرار شود.

برای اطمینان از درستی نتیجه آزمایش توصیه می‌شود این آزمایش سه بار با درصد رطوبت‌های مختلف خاک تکرار شده و نتایج میانگین‌گیری شود. اصطلاحاً این روش را روش سه نقطه‌ای می‌گویند.

$$W = \frac{(m_w - m_d)}{m_d} \times 100$$

m_w : جرم نمونه مرطوب ، m_d : جرم نمونه خشک در گرمخانه

نکته



مثال عددی: داده‌های آزمایش

- جرم اولیه نمونه خاک (m_w): ۲۰۰ گرم
- تعداد ضربات دستگاه کاساگرانده: ۲۵ ضربه
- جرم نهایی نمونه خاک پس از خشک شدن (m_d): ۱۸۳ گرم

$$W = \frac{(m_w - m_d)}{m_d} \times 100 = \frac{200 - 183}{183} \times 100 = 9.44\%$$

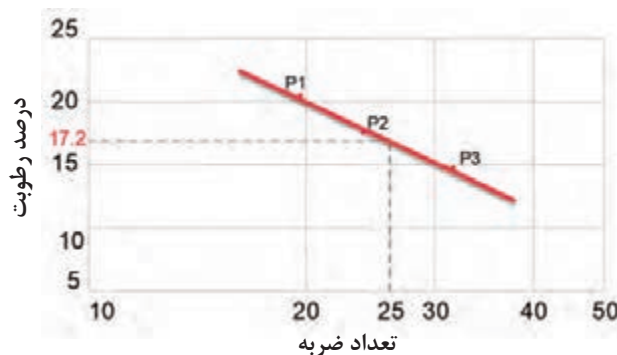
حد روانی خاک برابر با ۹/۴۴٪ است.

ترسیم منحنی حد روانی

بر روی یک نمونه خاک سه بار آزمایش حد روانی انجام شده و نتایج حاصل شده در جدول ۶ ارائه گردیده است. مطابق شکل ۱۷ بر روی نمودار سه نقطه P_1, P_2, P_3 را به کمک مقادیر درصد رطوبت در مقابل ضربه آنها در جدول ۶ ارائه شده است را مشخص نمایید. سپس خطی را که نزدیک‌ترین خط عبوری از نقاط است رسم نمایید. در محور افقی از نقطه مربوط به ۲۵ ضربه خطی به صورت قائم ترسیم نمایید تا خطوط مایل خاک‌ها را قطع نماید و به سمت نمودار قائم به صورت افقی خط را ادامه دهید تا درصد رطوبت بهینه آن خاک روی محور قائم به دست آید.

جدول ۶

نقطه	تعداد ضربه	درصد رطوبت
P_1	۱۹	۲۰/۲
P_2	۲۴	۱۸/۱
P_3	۳۳	۱۴/۸



شکل ۱۷

به کمک مراحل گفته شده در مثال عددی، یک نمونه خاک با جرم مشخص را تهیه نموده و حد روانی خاک آن را تعیین نمایید.

تمرین



ب) آزمایش تعیین حد خمیری خاک

آزمایش حد خمیری یکی از آزمایش‌های مهم در مهندسی خاک است که به منظور تعیین درصد رطوبتی انجام می‌شود که در آن خاک از حالت جامد به حالت خمیری تغییر می‌کند. این آزمایش برای ارزیابی رفتار خاک‌ها و شناخت خواص مکانیکی آنها بسیار مهم است.

استاندارد مخصوص این آزمایش

- ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱، خاک، تعیین حد روانی، حد خمیری و نشانه خمیری، روش‌های آزمون
- ۲ استاندارد ASTM - D۴۳۱۸

تجهیزات لازم:

جدول ۷- تجهیزات آزمایش تعیین حد خمیری خاک

تجهیز	تعداد	توضیحات	تصویر
ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم برای آزمون‌هایی با جرم ۲۰۰ گرم یا کمتر و ۰/۱ گرم برای نمونه‌های با جرم بیش از ۲۰۰ گرم	۱	برای تعیین جرم آزمون خاک	
صفحه شیشه‌ای	۱	شیشه مسطح و مربعی شکل با ضلع حداقل ۳۰ سانتی‌متر و ضخامت یک‌سانتی‌متر	
کاردک		دارای تیغه‌ای به پهنای تقریبی ۲ سانتی‌متر و طولی در حدود ۱۰ سانتی‌متر تا ۱۳ سانتی‌متر	

مراحل انجام آزمایش

۱ ابتدا آزمون خاک خشک را از الک شماره ۴۰ (۰/۴۲۵ میلی‌متر) عبور دهید. حدود ۲۰ گرم یا بیشتر از خاک زیر الک را با آب مقطر مخلوط نموده و با ورز دادن بین دو دست خاک را با آب مخلوط نمایید. درصد رطوبت خاک را با پخش کردن یا مخلوط کردن پیوسته آن بر روی صفحه شیشه‌ای یا درون ظرف کاهش دهید. این کار را تا رساندن خاک به قوامی که بتوان آن را بدون چسبیدن به دست‌ها غلتاند، ادامه دهید. فرایند خشک کردن را می‌توان با قرار دادن خاک در برابر جریان هوای پنکه یا با جذب آب آن با استفاده از کاغذ به شرط آنکه بافت کاغذ وارد خاک نشود تسریع نمود. به جای این کار می‌توانید مقدار ۲۰ گرم یا بیشتر از خاک آماده شده برای آزمون حد روانی را بردارید که طبیعتاً رطوبت بالاتری دارد را با مقداری خاک خشک ترکیب نموده و برای این آزمایش مورد استفاده قرار دهید (شکل ۱۸).



شکل ۱۸

۲ توده خاک را میان کف دست یا انگشتان و صفحه شیشه‌ای بغلتانید. دقیقاً فشاری را وارد کنید که خاک در اثر غلتیدن به صورت فتیله‌ای با قطر یکسان در سرتاسر طول خود درآید. نرخ معمول غلتاندن در بیشتر خاک‌ها باید بین ۸۰ تا ۹۰ حرکت در دقیقه باشد که در آن هر حرکت به صورت یک رفت و برگشت کامل دست به سمت نقطه آغاز است در خاک‌های بسیار شکننده ممکن است لازم باشد که این نرخ کاهش یابد. فتیله خاک در هر حرکت باید تغییر شکل بیشتری پیدا کند به گونه‌ای که قطر آن در مدت زمان حداکثر دو دقیقه به $\frac{3}{2}$ میلی‌متر برسد. برای مقایسه رسیدن فتیله به قطر مناسب می‌توان از میله یا لوله‌ای به قطر $\frac{3}{2}$ میلی‌متر به عنوان شاهد استفاده نمود.

توجه



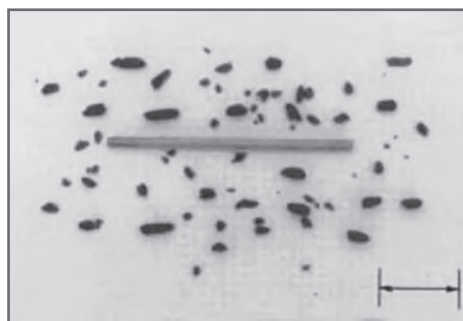
این مرحله را به کمک دستگاه مخصوص غلتاندن نیز می‌توان انجام داد.

نکته



حد خمیری رطوبتی است که در آن، نمونه با رسیدن به قطر $\frac{3}{2}$ میلی‌متر یا یک هشتم اینچ، شروع به ترک خوردن می‌کند.

۳ هنگامی که قطر فتیله خاک به $\frac{3}{2}$ میلی‌متر رسید آن را چند بخش کنید. سپس این بخش‌ها را به هم فشرده میان شست و انگشت نشانه ورز داده به صورت بیضی در آورده دوباره بغلتانید. - عمل غلتاندن را تا به دست آمدن فتیله‌ای به قطر $\frac{3}{2}$ میلی‌متر ادامه دهید؛ دوباره آن را چند بخش کنید با هم جمع کنید ورز دهید و بغلتانید؛ تا جایی که فتیله زیر فشار لازم برای غلتاندن خرد شود و دیگر نتوان خاک را با غلتاندن به صورت فتیله‌ای به قطر $\frac{3}{2}$ میلی‌متر درآورد. اگر فتیله خاک به صورت چندین فتیله با طول کمتر درآید اهمیتی ندارد؛ هر یک از این فتیله‌های کوتاه‌تر را تا جایی که به قطر $\frac{3}{2}$ میلی‌متر برسد بغلتانید تنها شرط ادامه آزمون این است که این فتیله‌ها را بتوان به شکل توده‌ای بیضی شکل در آورد و دوباره غلتاند.



شکل ۱۹

۴ خرد شدن فتیله هنگامی که قطری بزرگ‌تر از $\frac{3}{2}$ میلی‌متر دارد نقطه پایانی قابل قبول است. خرده‌های فتیله خاک را جمع‌آوری نموده و درصد رطوبت را که برابر با حد خمیری نمونه هست مطابق با مراحل ذکر شده در آزمایش مربوطه تعیین نمایید. (شکل ۱۹)

۵ آزمایش فوق را سه بار تکرار نموده و میانگین درصد رطوبت نمونه‌ها به عنوان حد خمیری نهایی گزارش نمایید.

تمرین



به کمک مراحل گفته شده در مثال عددی، یک نمونه خاک با جرم مشخص را تهیه نموده و حد خمیری آن را تعیین نمایید.

مقاومت برشی خاک

مقاومت برشی خاک، حداکثر تنش برشی قابل تحمل توسط خاک، پیش از رخ دادن شکست است. برای شناخت مسائل پایداری خاک نظیر ظرفیت باربری خاک، پایداری گودها، دیوارهای حایل و طراحی سازه نگهبان، لازم است اطلاعات لازم در مورد مقاومت برشی خاک از طریق آزمایش‌های میدانی یا در محیط آزمایشگاهی جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گیرد.

مقاومت برشی خاک توسط دو متغیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی خاک تعریف می‌شود.

۱ مقدار زاویه اصطکاک داخلی: این متغیر را با علامت ϕ (فی) نمایش می‌دهند و از صفر درجه برای رس خالص تا ۴۰ درجه برای ماسه تراکم‌یافته تغییر می‌کند و برای ماسه‌های سست بین ۲۵ تا ۳۰ درجه است.

۲ چسبندگی: این متغیر را با علامت C نمایش می‌دهند و نشان‌دهنده میزان چسبندگی خاک است. این مقدار در شن و ماسه تمیز برابر صفر است. با افزایش مقدار ریزدانه نظیر لای و رس این مقدار افزایش می‌یابد. هرچه خاک درشت‌دانه‌تر باشد تأثیر زاویه اصطکاک داخلی در مقاومت آن بیشتر و هرچه خاک ریزدانه‌تر باشد تأثیر چسبندگی در مقاومت آن بیشتر خواهد بود.

در آزمایشگاه، پارامترهای مقاومت برشی خاک با دو روش آزمایش برش مستقیم و آزمایش سه محوری تعیین می‌گردد.

در جدول ۸ مقادیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی چند نوع خاک جهت آشنایی بیشتر و مقایسه بیان شده است.

جدول ۸

ردیف	نوع خاک	چسبندگی خاک (C) کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع	زاویه اصطکاک داخلی خاک (ϕ) درجه
۱	شن و ماسه شکسته با تراکم کم	صفر	۴۰ تا ۴۳
۲	مخلوط شن و ماسه با ۲۵ درصد لای و رس	۰/۴ تا ۰/۸	۳۰ تا ۳۳
۳	مخلوط لای و رس با ۱۵ درصد ماسه	۰/۲۵ تا ۰/۶۵	۲۲ تا ۴۴
۴	رس با ناخالصی لای	۰/۵ تا ۱/۵	۱۲ تا ۱۸
۵	رس خالص	۰/۵ تا ۲/۵	صفر تا ۱۶

بدیهی است مقادیر دقیق‌تر و قابل استناد برای استفاده در هر پروژه‌ای باید به صورت دقیق و با آزمایش‌های استاندارد میدانی و آزمایشگاهی از نمونه خاک محل پروژه انجام و مورد استفاده قرار گیرد.

نکته



ارزشیابی شایستگی تعیین مشخصات مکانیکی خاک

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- متری مصالح مصرفی آزمایش‌های مکانیک خاک لازم جهت انجام کار
- تهیه ترازو، گرمخانه، نمونه خاک، الک، دستگاه کاساگرانده جهت انجام آزمایش‌های مکانیک خاک
- انجام آزمایش‌های مکانیک خاک با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد: استاندارد ملی ایران شماره‌های ۱۰۷۳۱، ASTM D ۲۲۱۶، ASTM D ۴۳۱۸

دروندادی: رعایت اصول و استانداردهای مرتبط با هر آزمایش جهت حصول به نتایج دقیق و قابل استناد، مدیریت مصالح و منابع

فرایندی: انجام مراحل آزمایش‌های مکانیک خاک با ترتیب صحیح (نمونه‌برداری از خاک محل، استفاده از روش تربیع جهت تهیه نمونه، انجام آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک، آزمایش دانه‌بندی خاک به کمک الک، ترسیم نمودار دانه‌بندی خاک، انجام آزمایش تعیین حدود اتبرگ شامل حد روانی به کمک دستگاه کاساگرانده و انجام آزمایش تعیین حد خمیری با روش فیتیلای نمودن)

محصول: تعیین درصد رطوبت خاک، تعیین نمودار دانه‌بندی خاک، تعیین حدود اتبرگ (درصد خاک در حد خمیری و حد روانی)

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان **زمان:** ۸ ساعت **تحت نظارت:** استاد کار یا مربی

مقدار: تعیین درصد رطوبت خاک، تعیین نمودار دانه‌بندی خاک، تعیین درصد رطوبت خاک در حد خمیری و حد روانی نمونه آزمایش برداشت شده از محل

ابزار و تجهیزات: ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۱، گرمخانه (آون)، ظرف فلزی کوچک درب‌دار، سری الک‌های دانه‌بندی (مانند ۴، ۱۰، ۴۰ و ۲۰۰)، دستگاه لرزاننده، شیارزن، کاردک، صفحه شیشه‌ای

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنجار
۱	نمونه‌گیری خاک از محل و انتقال به آزمایشگاه و انتخاب نمونه با روش تربیع	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	انجام آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک و ارائه گزارش	۲	
۴	انجام آزمایش دانه‌بندی خاک با الک‌های استاندارد و ترسیم نمودار دانه‌بندی	۲	
۵	انجام آزمایش تعیین حد روانی خاک به کمک دستگاه کاساگرانده	۲	
۶	انجام آزمایش تعیین حد خمیری خاک به کمک روش فیتیلای نمودن	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی موقع کار با ابزار آزمایشگاهی نظیر دستگاه لرزاننده برقی، دقت و ظرافت در نمونه‌برداری و تربیع نمونه‌ها و توزین دقیق نمونه جهت اطمینان از دقت و صحت نتایج، جمع‌آوری مصالح و نظافت کارگاه			
میانگین نمرات: **			

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و نمره مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری دوم: تعیین مشخصات مکانیکی مصالح سنگی

مقدمه

مصالح سنگی به صورت طبیعی و مصنوعی در صنعت ساختمان به شکل گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصالحی پرکاربرد نظیر شن و ماسه که در ساخت بتن یا ملات دیوارچینی و اندودکاری کاربرد دارند می‌توانند با برداشت از بستر رسوبی رودخانه‌ها حاصل شوند که شن و ماسه رودخانه‌ای نامیده می‌شوند و یا از خرد کردن قلوه سنگ‌های بزرگ برداشت شده از کوه‌ها و معادن که شن و ماسه شکسته یا کوهی نامیده می‌شوند به دست آیند. همچنین سنگ‌های ساختمانی کاربرد وسیعی در نماسازی و کف‌سازی ساختمان و محوطه‌سازی دارند. انتخاب و به کارگیری صحیح مصالح سنگی نیازمند شناخت دقیق ویژگی‌های مکانیکی آنها است که به کمک آزمایش‌های استاندارد انجام می‌شود.

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری، هنرجویان باید بتوانند آزمایش‌های مرتبط با مصالح سنگی را بشناسد و آنها را مطابق استانداردهای مربوطه و با رعایت نکات ایمنی انجام داده و نتایج حاصل را بررسی نمایند. ارزیابی شایستگی‌ها در پایان پودمان بر اساس ضوابط ارزشیابی شایستگی محور صورت خواهد گرفت.

استانداردهای مرتبط با آزمایش‌های مصالح سنگی

- ۱ مشخصات عمومی سنگدانه‌ها در مراجع زیر معرفی شده است. همچنین استانداردهای اختصاصی مرتبط با هر آزمایش نیز در ابتدای آن معرفی خواهد شد.
- ۲ نشریه ۵۵: مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی، بازنگری سوم، ۱۴۰۳

۱ آزمایش یک تعیین چگالی و جذب آب مصالح سنگی

■ **مقدمه:** چگالی که در واقع نسبت بین جرم و حجم یک ماده است یکی از پر تکرارترین واژگان در علوم مهندسی و به خصوص بحث مصالح ساختمانی است. چگالی سنگدانه‌ها از پارامترهای مهم در ساخت بتن و آسفالت محسوب می‌شود و به روش‌های گوناگون بسته به مقاصد مختلف محاسبه می‌شود. جذب آب نیز شاخص مهمی از نظر دوام و عملکرد در مصالح ساختمانی است و در استانداردهای مختلف معمولاً در کنار محاسبه چگالی مطرح می‌شود. همه این موارد و شیوه آزمایشگاهی به‌دست آوردن آنها در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

■ استانداردهای اختصاصی این آزمایش

- ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۰، ویرایش ۱۳۹۶ موضوع: سنگدانه، تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه ریز، روش آزمون
- ۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲، ویرایش ۱۳۹۶ موضوع: سنگدانه، تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت، روش آزمون

■ تجهیزات لازم:

جدول ۹

تجهیز	تعداد	توضیحات	تصویر
ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم برای آزمون‌هایی با جرم ۲۰۰ گرم یا کمتر و ۰/۱ گرم برای آزمون‌های با جرم بیش از ۲۰۰ گرم	۱	برای تعیین جرم آزمون خاک	
میز ارشمیدس و ترازوی زیرکش‌دار	۱	برای تعیین جرم معادل غوطه‌وری	
گرمخانه (آون)	۱	برای خشک کردن آزمون خاک در دمای 110 ± 5 سانتیگراد	

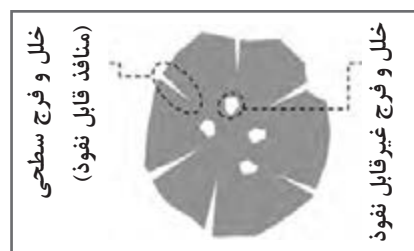
■ مفاهیم اولیه

جذب آب: عبارت است از افزایش وزن مصالح در اثر آبی که در خلل و فرج آنها نفوذ می‌کند (آبی که بر روی سطح خارجی مصالح می‌چسبد مورد نظر نیست). این عدد به صورت درصدی از وزن خشک مصالح بیان می‌شود.

خلل و فرج قابل نفوذ: در صورتی که سنگدانه در مایعی مانند آب قرار گیرد، آب به آن منافذ نفوذ می‌کند.

خلل و فرج غیر قابل نفوذ: منافذ واقع در قسمت درونی سنگدانه و غیر قابل نفوذ توسط مایعات بوده و معمولاً در محاسبه چگالی و حجم سنگدانه از وجود آنها صرف نظر می‌شود. (شکل ۲۰)

دسته‌بندی و نامگذاری حالت‌های مختلف سنگدانه‌ها از نظر رطوبت به صورت جدول ۱۰ می‌باشد:

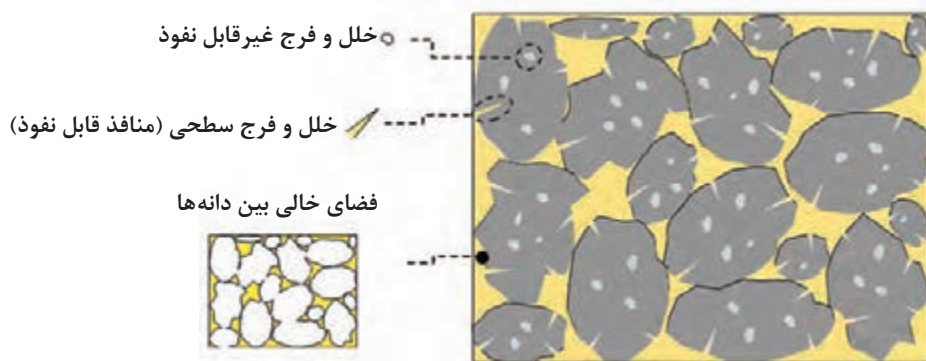


شکل ۲۰ - تصویر سنگدانه برش خورده

جدول ۱۰

	۱ خشک شده در گرمخانه به مدت کافی در گرمخانه با دمای ۱۱۰ درجه قرار گرفته و رطوبت آن کاملاً خشک شده است.
	۲ خشک شده در هوا سطح آن خشک است اما در منافذ آن ذرات آب وجود دارد.
	۳ اشباع با سطح خشک منافذ سطحی کاملاً پر از آب بوده اما سطح سنگدانه خشک (غیر براق) است. در این حالت که به SSD (saturated surface-dry) معروف است منافذ سطحی سنگدانه موقتاً پر شده و می‌توان سنگدانه را از نظر حجمی به صورت یک پوسته یکپارچه و بدون روزنه در نظر گرفت.
	۴ اشباع یا مرطوب علاوه بر منافذ سنگدانه، سطح آن نیز خیس است.

علاوه بر خلل و فرج‌های موجود در بافت سنگدانه، بین دانه‌ها نیز فضای خالی وجود دارد. پس اگر به‌جای یک سنگدانه منفرد، یک پیمانۀ از سنگدانه را برش بزنیم، از آنجایی که هیچگاه نمی‌توان سنگدانه‌ها را به‌طور صددرصدی متراکم نمود، فضای خالی بین دانه‌ای مانند شکل ۲۱ و شکل ۲۲ می‌باشد.



شکل ۲۱



شکل ۲۲

■ چگونه سنگدانه‌های درشت (شن) و ریزدانه (ماسه) را به حالت اشباع با سطح خشک (SSD) درآوریم؟

سنگدانه‌های درشت (شن): ابتدا آزمونه به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شود. سپس آن را از آب خارج کرده و در پارچه جاذب آب بغلتانید تا لایه سطحی و براق آب روی سنگدانه از بین برود. جریان دادن هوا (نظیر استفاده از بادبزن) برای کمک به عملیات خشک شدن رطوبت سطح سنگدانه‌ها مجاز است. اولین زمانی که سنگدانه‌ها مرطوب بوده اما سطح آنها براق نباشد، بیانگر رطوبت اشباع با سطح خشک (SSD) بوده و می‌توانید جرم آزمونه را بدست آورده و یادداشت کنید.

سنگدانه‌های ریز (ماسه): برای کنترل اشباع با سطح خشک بودن ریز دانه‌ها دیگر از چشم نمی‌توان کمک گرفت (به دلیل ریزدانه بودن مصالح امکان مشاهده برق‌زدگی سطح مصالح ممکن نبوده و با خطای زیادی همراه است). برای اینکه مشخص شود آیا مصالح ریزدانه به حالت اشباع با سطح خشک رسیده است یا نه، از وسیله‌ای به نام کوبه و مخروط استفاده می‌شود.

آزمونه را به مدت ۲۴ ساعت در آب قرار دهید. سپس آب اضافی را به گونه‌ای سرریز کنید که از هدر رفت ریزدانه‌ها اجتناب شود. آزمونه را بر روی یک سطح غیرجاذب تخت که در معرض یک جریان آرام هوای گرم قرار دارد پخش کنید و بارها آن را به هم زنید تا از خشک شدن همگن آن اطمینان یابید (استفاده از بادبزن مجاز



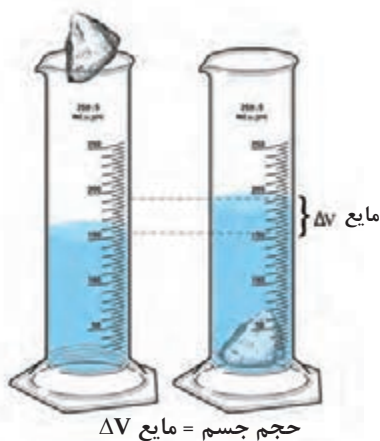
شکل ۲۳

است) و این کار را تا زمان جریان یافتن آزاد آزمونه ادامه دهید. نحوه استفاده از کوبه بدین صورت است که ابتدا طرف پهن تر مخروط را روی زمین قرار دهید و آن را با یک دست محکم نگه دارید. سپس نمونه ماسه را به میزان کمی بیشتر از سطح دهانه بالایی مخروط داخل آن ریخته و کوبه را ۲۵ بار هر بار از ارتفاع ۵ میلی‌متری بالای دهانه مخروط رها کنید تا تحت وزن خود فرود آید. در نهایت مخروط را به آرامی به سمت بالا بکشید. اگر نمونه ماسه از چند طرف مخروط شروع به ریزش آرام کرد و قسمتی از مخروط نیز باقی ماند یعنی آزمونه به حالت اشباع با سطح خشک رسیده است. اگر بعد از بیرون کشیدن مخروط، آزمونه شکل اولیه خودش رو حفظ کرد و ریزش نکرد باید به کار خشک کردن ادامه داده تا به حد اشباع با سطح خشک برسد. در صورت نیاز به افزایش رطوبت آزمونه می‌توان از اسپری آب استفاده کرد. (شکل ۲۳)

■ روش‌های محاسبه حجم سنگدانه‌ها

در محاسبه چگالی دو عامل نقش دارند: جرم و حجم. جرم با کمک ترازو بدست می‌آید اما حجم با روش‌هایی که تاکنون در ریاضی، هندسه و... آموخته اید قابل محاسبه نیست زیرا سنگدانه‌ها شکل هندسی مشخصی ندارند. برای محاسبه حجم آنها از روش‌های آزمایشگاهی استفاده می‌شود که در اینجا دو مورد از مهم‌ترین آنها مطرح می‌شود.

الف) روش مایع جابه‌جا شونده: ظرف مدرج زیر که حاوی آب است را در نظر بگیرید. پس از ورود سنگدانه‌ها به ظرف، ارتفاع مایع بالاتر می‌آید و حجم بیشتری در ظرف مدرج اشغال می‌شود. میزان اختلاف حجم ایجاد شده، حجم سنگدانه است. این روش ساده‌ای برای محاسبه حجم در احجام با شکل هندسی نامشخص است. (شکل ۲۴)



شکل ۲۴

این روش در محاسبه حجم سنگدانه‌های درشت و همچنین دقت اعلام نتیجه محدودیت‌هایی دارد و تنها برای کارهای ساده و با دقت معمولی قابل استفاده است. به همین دلیل در ادامه محاسبه حجم به روش مایع اندازه‌گیری جرم مطرح می‌شود.

■ رابطه بین جرم و حجم

جرم و حجم دو کمیت متفاوت هستند و روش‌های اندازه‌گیری آنها نیز در نگاه اول به یکدیگر ارتباطی ندارد. اما جالب است بدانید در آزمایشگاه در بسیاری از موارد، حجم را با کمک ترازو اندازه می‌گیرند!

پس لازم است بدانیم چه رابطه‌ای بین حجم و جرم وجود دارد که می‌توان با ترازو (که وسیله اندازه‌گیری جرم است)، حجم را اندازه گرفت. بدین منظور لازم است مفاهیم زیر را مدنظر داشت.

چگالی آب (در دمای استاندارد) معمولاً برابر یک کیلوگرم بر لیتر فرض می‌شود، طبق رابطه چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{v} \xrightarrow{\text{برای آب داریم}} 1 = \frac{m_{\text{آب}}}{v_{\text{آب}}} \Rightarrow m_{\text{آب}} = v_{\text{آب}}$$

به عنوان مثال اگر جرم آب برابر ۳ کیلوگرم باشد، حجم آن برابر ۳ لیتر است. به این موضوع اصطلاحاً برابری حجم و جرم آب می‌گویند.

نکته

دقت شود این برابری جرم و حجم مختص آب است اما از این موضوع در مفاهیم آزمایشگاهی و برای سایر مصالح بسیار استفاده می‌شود.



ب) روش جرم معادل در غوطه‌وری

نیروی شناوری: نیرویی است که توسط یک سیال (مانند آب) به جسم غوطه‌ور در آن به سمت بالا وارد می‌شود و موجب سبکی آن جسم در حالت غوطه‌وری می‌گردد. (معمولاً همه ما این حالت را در هنگام ورود به آب تجربه کرده‌ایم).

پس اگر جرم جسم غوطه‌ور در آب توسط ترازو اندازه‌گیری شود، عدد کمتری نسبت به حالت عادی جسم (خارج از آب) به‌دست می‌آید که به آن جرم معادل در غوطه‌وری می‌گویند. لازم به ذکر است جرم جسم مقداری ثابت است و با غوطه‌وری نیز تغییری در جرم واقعی جسم ایجاد نمی‌گردد اما نیروی شناوری رو به بالا که بر جسم وارد شده موجب حالت سبکی می‌گردد و ترازو عدد کمتری را نشان می‌دهد و این طور به نظر می‌رسد که جرم کاهش یافته است.

حال سؤال اینجاست: نیروی شناوری رو به بالا به چه چیزی بستگی دارد؟ قانون بسیار مهم ارشمیدس می‌گوید نیروی شناوری رو به بالا متناسب با حجم جسم است.

قانون ارشمیدس به بیان ساده

با توجه به آنچه قبلاً درباره برابری حجم و جرم آب بیان شد (چگالی آب برابر ۱) می‌توان قانون ارشمیدس را به‌صورت زیر بیان نمود:

هر جسمی که در آب فرو رود به اندازه حجم جسم سبک می‌شود.

مثال

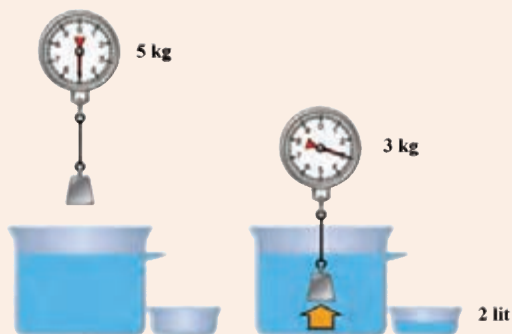
سؤال: جسمی به وزن ۱۰ کیلوگرم در آب فرو می‌رود. اگر جرم جسم را وقتی درون آب است بسنجیم (جرم معادل در غوطه‌وری) برابر ۲ کیلوگرم است. حجم این جسم چقدر است؟

پاسخ: این جسم در آب ۸ کیلوگرم سبک شده است پس حجم آن برابر ۸ لیتر است.

بدین ترتیب در آزمایشگاه با کمک ترازو، حجم را به آسانی به‌دست می‌آورند.



تمرین



شکل ۲۵

در شکل ۲۵ به سؤالات زیر پاسخ دهید:
الف) وزنه در آب چقدر سبک شده است؟
ب) حجم وزنه چقدر است؟
ج) فلش زرد رنگ چه چیزی را نشان می دهد.
و مقدار آن چقدر است؟

توجه



در بالا قانون ارشمیدس با توجه به آب بیان شد (با توجه به رایج بودن آب و برابری جرم و حجم آن). اگر به جای آب از مایعی با چگالی غیر از یک استفاده شود آنگاه لازم است همه موارد متناسب با آن اصلاح شوند.

خلاصه: اختلاف جرم (در حالت عادی) و جرم معادل در غوطه‌وری جسم در آب برابر حجم جسم است.

ترازوی ارشمیدس و میز آن



شکل ۲۶

معمولاً در آزمایشگاه‌ها از میز ارشمیدس و ترازوی زیرکش دار برای تعیین جرم معادل در غوطه‌وری استفاده می‌شود، سببی به قلاب ترازو متصل است و سنگدانه‌ها (شن) را درون سبد می‌ریزند. ظرفی از آب نیز پایین تر از سبد وجود دارد که به وسیله یک اهرم بالا آمده و سبد و محتویات آن را به حالت غوطه‌ور در می‌آورد. (شکل ۲۶)

در محاسبات خود لازم است همواره جرم معادل در غوطه‌وری سبد را کم نمایید تا جرم معادل در غوطه‌وری خالص سنگدانه را داشته باشید.

توجه



نکته



برای به دست آوردن جرم معادل در غوطه‌وری در صورت نبود ترازوی ارشمیدس یا در صورتی که مصالح ریزدانه بوده و امکان ریختن آنها در سبد فراهم نباشد، می‌توان به این ترتیب زیر و با داشتن یک ترازوی معمولی اقدام نمود:

سنگدانه مورد نظر را در ظرفی ریخته و تا حجم مشخصی (مثلاً تا لبالب شدن ظرف) آب به آن افزوده و جرم نمونه + ظرف + آب را اندازه بگیرید. حال نمونه را تخلیه کرده و ظرف تا همان حجم قبلی فقط پر از آب کنید و جرم آن را اندازه نمایید (جرم ظرف + آب). تفاوت این دو مقدار برابر جرم معادل در غوطه‌وری نمونه می‌باشد.

■ چگالی سنگدانه

به چهار روش زیر می‌توان چگالی سنگدانه را بر حسب کارکرد آنها تقسیم‌بندی نمود:

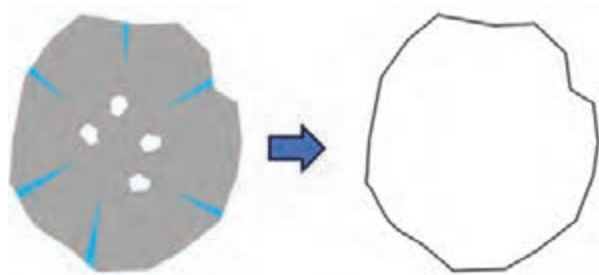
۱ چگالی نسبی خشک شده در گرمخانه (OD) (Oven dry)

۲ چگالی نسبی اشباع با سطح خشک

۳ چگالی نسبی ظاهری

۴ چگالی نسبی انبوهی

چگالی نسبی خشک شده در گرمخانه (OD) (Oven dry): عبارت است از جرم سنگدانه‌های خشک شده در گرمخانه تقسیم بر حجم آنها. در این روش برای محاسبه حجم سنگدانه، خلل و فرج سطح سنگدانه به صورت پوشیده فرض می‌شود (برای محاسبه حجم دانه‌ها، آنها را اشباع با سطح خشک می‌کنند تا خلل و فرج سطحی پوشیده شود). (شکل ۲۷)



شکل ۲۷- وضعیت در نظر گرفتن حجم سنگدانه در حالت SSD

$$\text{چگالی نسبی خشک شده در گرمخانه} = \frac{\text{جرم سنگدانه خشک شده در گرمخانه}}{\text{حجم سنگدانه در حالت SSD}}$$

S_d : چگالی نسبی خشک شده در گرمخانه (چگالی در استاندارد مربوطه با حرف S نمایش داده شده است).

$$S_d = \frac{D}{C - E}$$

D: جرم سنگدانه‌های خشک شده در گرمخانه

C: جرم سنگدانه‌ها در حالت اشباع با سطح خشک (SSD)

E: جرم معادل در غوطه وری

مطابق آنچه در قبل گفته شد چون چگالی نسبی آب برابر ۱ است، اختلاف جرم جسم خارج از آب و جرم معادل در غوطه وری، (C-E) برابر حجم جسم است. پس اگرچه در مخرج کسر بالا مقادیر همگی از جنس جرم هستند اما درواقع حجم جسم را نشان می‌دهند. اشباع با سطح خشک نمودن نمونه نیز بخاطر صرف نظر کردن از خلل و فرج‌های سطحی سنگدانه است.

نکته



نکته



عددی که در بالا برای چگالی به دست می آید بی بُعد است (حاصل تقسیم دو جرم می باشد) و به آن چگالی نسبی می گویند. منظور از نسبی یعنی عدد به دست آمده نسبت به چگالی آب است. مثلاً اگر $S_d = 2/4$ به دست آید یعنی چگالی آزمونه $2/4$ برابر چگالی آب (واحد) است.

مثال



مقداری شن مانده روی الک نمره ۴ را در ظرفی به جرم $270/63$ گرم ریخته و در گرمخانه در دمای 110 درجه به مدت 24 ساعت قرار می دهیم. سپس از گرمخانه خارج کرده، ظرف و نمونه را روی ترازو قرار می دهیم (عدد ترازو $3893/45$ گرم). نمونه را به حالت اشباع با سطح خشک (SSD) در آورده، ظرف و نمونه را روی ترازو قرار می دهیم (عدد ترازو $3924/28$). نمونه را در سبد ترازوی ارشمیدس با جرم معادل در غوطه وری $871/07$ گرم می ریزیم: ترازوی ارشمیدس عدد $3144/49$ گرم را نشان می دهد.

مطلوب است: محاسبه چگالی نسبی خشک شده در گرمخانه.
حل:

جدول ۱۱ - خلاصه اطلاعات

ظرف =	$270/63$ g		
ظرف + نمونه SSD =	$3924/28$ g	$\xrightarrow{-270/63}$	$C = 3653/65$
سبد + نمونه در حالت غوطه وری =	$3144/49$ g	$\xrightarrow{-871/07}$	$E = 2273/42$
سبد خالی در حالت غوطه وری =	$871/07$ g		
شن خشک شده در گرمخانه =	$3893/45$ g	$\xrightarrow{-270/63}$	$D = 3622/82$

$$S_d = \frac{D}{C - E} = \frac{3622/82}{3653/65 - 2273/42} = 2/62$$

■ چگالی نسبی اشباع با سطح خشک (SSD)

عبارت است از جرم سنگدانه ها در حالت SSD تقسیم بر حجم آنها در حالت اشباع با سطح خشک

$$\text{چگالی اشباع با سطح خشک} = \frac{\text{جرم سنگدانه در حالت SSD}}{\text{حجم سنگدانه در حالت SSD}}$$

$$S_s = \frac{C}{C - E}$$

C: جرم سنگدانه ها در حالت اشباع با سطح خشک (SSD)

E: جرم معادل در غوطه وری

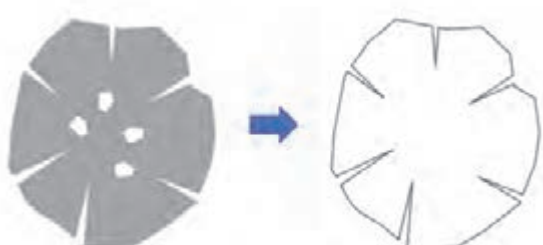


در نمونه مثال قبل مطلوب است محاسبه چگالی نسبی اشباع با سطح خشک.

$$S_s = \frac{C}{C - E} = \frac{3653/65}{3653/65 - 2273/42} = 2/64$$

■ چگالی نسبی ظاهری

عبارت است از جرم سنگدانه‌های خشک شده در گرمخانه تقسیم بر حجم آنها در حالتی که سنگدانه خشک و دارای خلل و فرج می‌باشد. (حجم سنگدانه منهای خلل و فرج سطحی آن در محاسبات وارد می‌شود). (شکل ۲۸)



شکل ۲۸- وضعیت در نظر گرفتن حجم سنگدانه در حالت خشک

جرم سنگدانه خشک شده در گرمخانه
چگالی نسبی ظاهری = $\frac{\text{جرم سنگدانه با کم کردن خلل و فرج سطح سنگدانه}}{\text{جرم سنگدانه خشک شده در گرمخانه}}$

$$S_a = \frac{D}{D - E}$$

D: جرم سنگدانه‌های خشک شده در گرمخانه

E: جرم معادل در غوطه‌وری

$$S_a = \frac{D}{D - E} = \frac{3622/82}{3622/82 - 2273/42} = 2/685\%$$



چگالی نسبی ظاهری همواره نسبت به چگالی نسبی خشک شده در گرمخانه عدد بیشتری دارد. (۲/۶۴) در مقابل (۲/۶۲). علت آن است حجم در نظر گرفته شده برای سنگدانه (مخرج کسر چگالی) در حالت خشک نسبت به حالت SSD عدد کمتری می‌باشد.

■ درصد جذب آب

$$A = \frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم سنگدانه خشک}} \times 100 = \frac{\text{جرم سنگدانه خشک} - \text{جرم سنگدانه SSD}}{\text{جرم سنگدانه خشک}} \times 100 = \frac{C - D}{D} \times 100$$

$$A = \frac{3653/65 - 3622/82}{3622/82} \times 100 = 0/85\%$$



مثال و توضیحات فوق، برای نمونه شن انجام شد. هر سه چگالی نسبی یاد شده و درصد جذب آب را به طور مشابه می توان برای نمونه ماسه (ریزدانه) نیز به دست آورد. تنها باید دقت نمود چون معمولاً غوطه ور نمودن ماسه در آب و تعیین جرم معادل در غوطه وری آن با میز و ترازوی ارشمیدس انجام نمی شود، برای به دست آوردن جرم معادل در غوطه وری ماسه، به جای استفاده از ترازوی ارشمیدس از یک بالن استفاده شده و مطابق نکات گفته شده در استاندارد مربوطه اقدام می شود.

تعیین چگالی انبوهی^۱

در مواردی که سنگدانه ها عملاً به صورت حجمی پیمانانه می شوند، دانستن جرم سنگدانه هایی که پیمانانه واحد حجم را پر می کنند ضروری خواهد بود. این کمیت به عنوان چگالی انبوهی سنگدانه شناخته می شود. و متمرکز بر یک پیمانانه سنگدانه است و نه صرفاً تک تک دانه ها. از چگالی انبوهی جهت تبدیل مقادیر وزنی به مقادیر حجمی استفاده می شود. چگالی انبوهی به میزان تراکم سنگدانه ها بستگی دارد و در دو حالت متراکم و غیرمتراکم محاسبه می شود. (به چگالی انبوهی غیرمتراکم، فله ای نیز می گویند) برای محاسبه چگالی انبوهی غیرمتراکم (فله ای) به روش بیلچه زنی، یک پیمانانه با حجم مشخص را با بیلچه یا ملاقه از ارتفاعی که از بالای پیمانانه بیشتر از ۵۰ میلی متر بیشتر نباشد پُر و سرریز نموده و به کمک دست یا خط کش سطح روی ظرف را صاف کنید.

$$\text{چگالی انبوهی فله ای} = \frac{\text{جرم پیمانانه} - \text{جرم پیمانانه به همراه سنگدانه}}{\text{حجم پیمانانه}}$$

برای محاسبه چگالی انبوهی متراکم به روش میله زنی پیمانانه را تا یک سوم پر کنید و سطح آن را با انگشتان دست تراز نمایید. لایه سنگدانه را با ۲۵ ضربه میله بزنید. پیمانانه را تا دو سوم آن پر کنید و مجدداً میله زدن را برای تراز شدن سطح آن مطابق قبل ادامه دهید در پایان پیمانانه را تا سرریز شدن پر کنید و به ترتیبی که قبلاً شرح داده شد دوباره میله بزنید سطح سنگدانه را با انگشتان دست یا خط کش تراز کنید. در میله زنی لایه اول نگذارید که میله با فشار به کف پیمانانه برخورد کند. در میله زنی لایه دوم و سوم از نیروی زیاد استفاده کنید اما نباید بیشتر از نیرویی باشد که میله به داخل لایه قبلی سنگدانه فرو رود.

$$\text{چگالی انبوهی متراکم} = \frac{\text{جرم پیمانانه} - \text{جرم پیمانانه به همراه سنگدانه}}{\text{حجم پیمانانه}}$$

۱- استاندارد ۳-۱۴۸۷۴ INSO (غیرمتراکم) و ۴۹۸۱ INSO (متراکم)



۱ با راهنمایی هنرآموز مربوطه، چگالی ظاهری، چگالی نسبی سنگدانه خشک شده در گرمخانه، چگالی نسبی اشباع با سطح خشک، چگالی انبوهی و درصد جذب آب را برای یک نمونه مصالح محاسبه نموده و گزارش نمایید.

۲ یک عدد آجر فشاری را به مدت ۲۴ ساعت با دمای 110 ± 5 درجه سانتی گراد در داخل گرمخانه قرار داده و پس از خروج از گرمخانه جرم آن را اندازه گرفته و یادداشت نمایید (m۱). سپس آجر را به مدت ۲۴ ساعت در آب اشباع نموده و پس از خارج نمودن از آب ابتدا سطح آن را با یک پارچه کاملاً خشک نموده و جرم آن را اندازه گیری و یادداشت نمایید (m۲). درصد جذب آب را با رابطه زیر محاسبه نمایید:

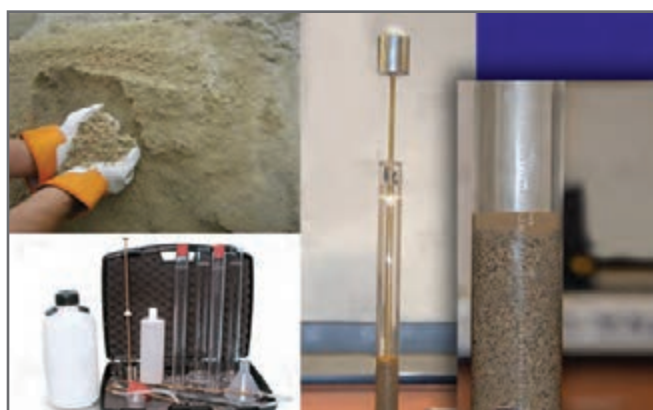
$$A = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

۳ آزمایش جذب آب را برای مصالح مختلف انجام داده و نتایج را در جدول ۱۲ وارد نمایید. مقادیر مجاز را از مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و استانداردهای مربوطه استخراج نموده و در جدول درج نمایید.

جدول ۱۲

نام مصالح	درصد جذب آب مجاز	درصد جذب آب بدست آمده از آزمایش	انطباق با استاندارد دارد / ندارد
آجر فشاری			
آجر ماسه آهکی			
آجر سفالی			
بلوک سیمانی معمولی			
بلوک سیمانی سبکدانه			
بلوک گازی			

۲ آزمایش تعیین ارزش ماسه (Sand Equivalent Test)



شکل ۲۹

مقدمه: آزمایش ارزش ماسه‌ای یا هم ارز ماسه‌ای (SE) یک آزمایش ساده و سریع برای تعیین تمیزی ماسه مورد استفاده در ساخت بتن و آسفالت می‌باشد. ارزش ماسه‌ای عددی است که نشان‌دهنده نسبت ماسه به ذرات ریز (رس و لای) در یک نمونه است. این عدد به صورت درصد بیان می‌شود و هرچه این عدد بیشتر باشد، نشان‌دهنده تمیزی و کیفیت بالاتر ماسه است. این عدد هرچقدر به عدد ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد به معنای تمیزی بیشتر مصالح است. به عنوان مثال برای ماسه مورد استفاده برای ساخت بتن این عدد نباید کمتر از ۷۵ باشد.



شکل ۳۰

اهداف آزمایش

- تعیین کیفیت و تمیزی ماسه و مصالح ریزدانه.
- ارزیابی نسبت مواد ریزدانه به مواد درشت‌دانه در نمونه خاک.

استانداردهای اختصاصی این آزمایش

۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۵-۱۳۹۹، خاک، تعیین مقدار هم ارز ماسه‌ای برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه، روش آزمون

۲ AASHTO-T ۱۷۶

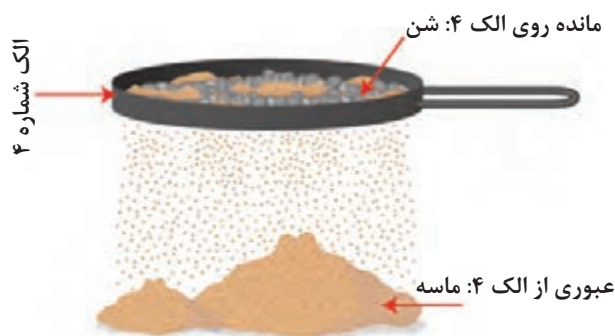
۳ ASTM D۲۴۱۹

تجهیزات لازم:

جدول ۱۳

تجهیز	تعداد	توضیحات	تصویر
استوانه (مزور) مدرج	۱	استوانه پلاکسی گلاس شفاف به ارتفاع ۵۰۰ میلی‌متر با قطر داخلی ۳۲ میلی‌متر با درپوش پلاستیکی	
محلول استوک	۱	محلول آبی حاوی مواد شیمیایی است که برای جدا کردن ذرات ریز از درشت استفاده می‌شود.	

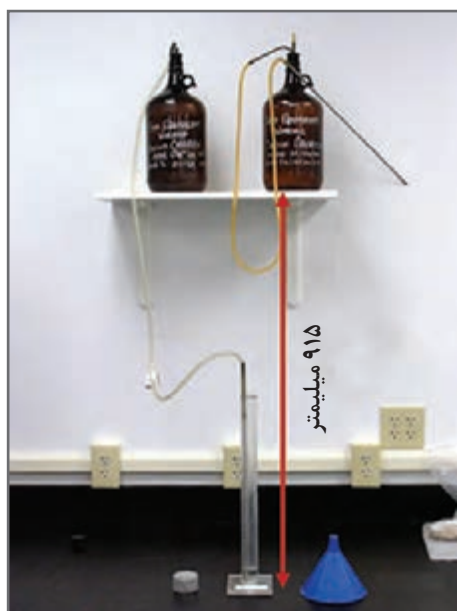
	الک نمرة ۴	۱	الک
	برای پیمانه کردن ماسه با حجم مشخص	۱	پیمانه به حجم ۸۵ میلی لیتری
	جهت قرائت ارتفاع ماسه	۱	میله وزنه دار
	در ارتفاع ۹۱۵ میلی متری از روی میز کار نصب می شود.	۱	مخزن محلول استوک، میله فلزی و شیلنگ متصل به مخزن.
	قیف پلاستیکی به قطر بالای ۱۰ و پایینی ۱ سانت	۱	قیف
	جهت اندازه گیری زمان ته نشینی	۱	کرونومتر



شکل ۳۱



شکل ۳۲



شکل ۳۳

■ مراحل عملی آزمایش

۱ ■ مصالح مورد آزمایش باید از الک نمره ۴ (۴/۷۵ میلی‌متر) رد شده باشد. (شکل ۳۱)

پس از تقسیم نمونه به روش چهار قسمتی^۱ (که در آزمایش دانه‌بندی با الک روش آن توضیح داده شده) (شکل ۳۲) مقداری از نمونه در حدود ۵۰۰ گرم جدا شده را در داخل گرمخانه قرار داده و کاملاً خشک کنید. نمونه‌گیری در این آزمایش بسیار حائز اهمیت است و لازم است که کمال دقت هنگام تقسیم به عمل آمده و از بین رفتن مواد نرمه که اثر آنها در نتایج این آزمایش مؤثر است جلوگیری گردد.

۲ ■ مقدار ۸۵ میلی‌لیتر (حدود ۱۰۰ تا ۱۱۰ گرم ماسه) را به کمک یک پیمانه به ظرفیت ۸۵ میلی‌لیتری از نمونه پر کرده و با کوبیدن ته نمونه گیر به میز کار حداکثر مقدار ممکن از نمونه را داخل آن پُر نمایید. مقدار اضافی نمونه را به وسیله خط کش یا کاردک از روی پیمانه بردارید.

۳ ■ محلول استوک را با استفاده از سیفون و از مخزنی که ارتفاع کف آن ۹۱۵ میلی‌متر بالاتر از سطح کار قرار دارد به میزان ۴ اینچ درون استوانه مدرج بریزید. این محلول که کلرور سدیم نیز نامیده می‌شود به نمونه ماسه اضافه می‌شود تا ذرات ریز را از ماسه جدا کرده و در سطح مایع شناور شوند. (شکل ۳۳)

۴ نمونه آماده شده را با استفاده از قیف به داخل استوانه پلاستیکی وارد کنید. جهت خارج کردن هوای موجود در استوانه ته آن را چندین بار با کف دست ضربه بزنید تا کلیه حباب‌های هوای موجود خارج شود. (شکل ۳۴)

۵ سپس استوانه را با محتویاتش به مدت ۱۰ دقیقه در روی میز بدون حرکت قرار دهید. در پایان ده دقیقه که کلیه مصالح سنگی از محلول اشباع شده است سر پلاستیکی استوانه را روی آن قرار داده و با یکی از روش‌های استاندارد که در مرحله بعد آمده است، محلول را بخوبی تکان دهید.

۶ برای تکان دادن استوانه می‌توان از دستگاه‌های مکانیکی اتوماتیک (شکل ۳۵)، نیمه اتوماتیک و یا روش دستی استفاده نمود. در روش دستی استوانه پلاستیکی را با دو دست به‌طور افقی نگهدارید، سپس با ۹۰ سیکل (هر سیکل یک رفت و برگشت) در مدت ۳۰ ثانیه و با دامنه حرکت تقریبی ۲۵ سانتی‌متر استوانه را تکان دهید. بهتر است این عمل فقط به وسیله دو ساعد دست و حرکت آزاد بدن و شانه‌ها انجام گیرد پس از تکان دادن، استوانه را روی میز قرار داده، سر پلاستیکی آن را بردارید.

۷ لوله فلزی شست‌وشو وصل شده به لوله پلاستیکی را داخل استوانه وارد نموده و پس از بازکردن لوله پلاستیکی (مجرای حرکت محلول استوک از مخزن به لوله فلزی) اجازه دهید که محلول استوک از منبع به داخل استوانه هدایت شود. با حرکت چرخشی لوله در استوانه، مصالحی که به جدار استوانه چسبیده‌اند را بشوید. سپس میله شست‌وشو را با کمی فشار و حرکت چرخشی، در حالی که از نوک آن مایع خارج می‌شود داخل مواد ته استوانه نمایید. در اثر این عمل مواد درشت دانه در زیر و ریزدانه‌ها در روی آن قرار خواهند گرفت. البته در این هنگام مایع در داخل استوانه بالا می‌رود و سپس حجم استوانه را دقیقاً به ۱۵ اینچ (۳۸۱ میلی‌متر) برسانید این عمل باید طوری انجام گیرد که پس از خارج کردن لوله فلزی از داخل محلول حجم کامل مایع دقیقاً به ۱۵ اینچ (۳۸۱ میلی‌متر) برسد. (شکل ۳۶)



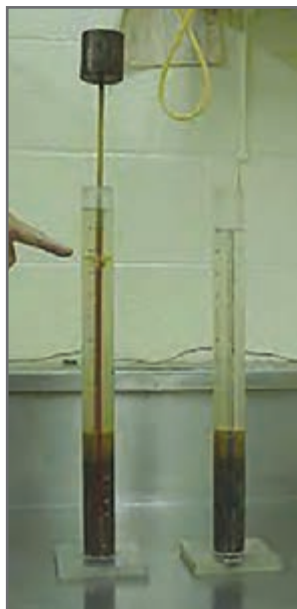
شکل ۳۶



شکل ۳۵- تکان دهنده مکانیکی اتوماتیک



شکل ۳۴



شکل ۳۷

۸ اجازه دهید استوانه و محتویات آن به مدت ۲۰ دقیقه بدون حرکت باقی بماند. در انتهای ۲۰ دقیقه سطح بالایی کلیه مصالح (رس معلق) را (مرز بین محلول شفاف و محلول کدر) را خوانده و به عنوان عدد رس یادداشت کنید. سپس باید ارتفاع دقیق ماسه خوانده شود. اما مسئله اینجاست که با توجه به کدر بودن محلول امکان تعیین ارتفاع دقیق ماسه ته نشین شده (مرز بین محلول کدر و ماسه) با چشم وجود ندارد. به این منظور از میله وزنه‌دار استفاده کنید. این میله در انتهای خود وزنه داشته و در بدنه خود نشانه‌ای دارد که ۱۰ اینچ بالاتر از انتهای میله است. میله وزنه‌دار را به آرامی در حالی که سر نشانه با بدنه داخلی استوانه تماس دارد به طرف پایین حرکت دهید. هنگامی که میله وزنه‌دار بر روی ماسه نشست عدد نشانه را خوانده و ۱۰ اینچ از آن کم کنید تا ارتفاع عدد ماسه به دست آید (شکل ۳۷).

۹ اعداد خوانده شده را رُند کنید. برای مثال چنانچه مقدار رس ۷/۹۵ باشد عدد ۸ را به عنوان مقدار رس یادداشت کنید و چنانچه مقدار ماسه ۳/۲۲ باشد عدد ۳/۳۰ را به عنوان مقدار ماسه یادداشت کنید.

محاسبات

مقدار ارزش ماسه‌ای (SE) را تا ۰/۱ تقریباً با فرمول زیر به دست آورید.

$$SE = 100 \times \frac{\text{عدد ماسه}}{\text{عدد رس}}$$

- چنانچه ارزش ماسه‌ای یک عدد صحیح نبود، نزدیک‌ترین عدد صحیح بزرگ‌تر را به عنوان ارزش ماسه‌ای یادداشت کنید.
به عنوان مثال اگر:

$$SE = \frac{3/3}{8} \times 100 = 41/5$$

عدد ۴۲ را به عنوان ارزش ماسه‌ای گزارش نمایید.

مثال عددی: فرض کنید قرائت عدد رس ۲۰ و عدد ماسه ۱۲ می‌باشد.

$$SE = \frac{12}{20} \times 100 = 60$$

نتایج و تحلیل

عدد به دست آمده نشان‌دهنده تمیزی ماسه است. هرچه این درصد بیشتر باشد، ماسه تمیزتر و با کیفیت‌تر است.

آزمایش سه مرتبه و با سه نمونه‌گیری مختلف از مصالح موردنظر انجام شده و میانگین نتایج به دست آمده به عنوان عدد ارزش ماسه‌ای گزارش می‌شود.



آزمایش ارزش ماسه‌ای را بر روی سه نمونه مختلف انجام داده و در ادامه نتایج آن را به کمک هنرآموز مربوطه بررسی نمایید.

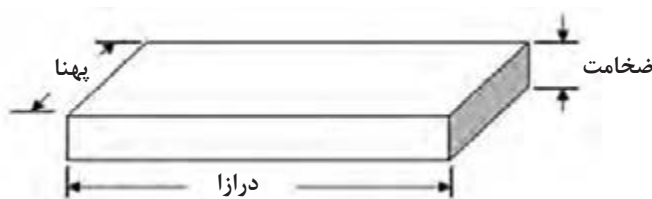


شکل ۳۸

۳ آزمایش تعیین ضریب تطویل و تورق سنگدانه‌ها

مقدمه

سنگدانه‌ها حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد حجم بتن را تشکیل می‌دهند و روی خواص بتن بسیار مؤثر هستند. سنگدانه‌ای که در بتن مصرف می‌شود بهتر است دارای تناسب ابعادی مشخصی باشند. اگر درازای سنگ نسبت به پهنا و ضخامت آن زیاد باشد سنگ سوزنی شکل است (اصطلاحاً طویل یا دراز) و چنانچه درازا و پهنای سنگ نسبت به ضخامت آن زیاد باشد سنگ پولکی شکل (اصطلاحاً تخت یا پهن) است. مصالح سنگی مورد استفاده در بتن معمولاً باید درصد محدودی از سنگ دانه‌های پولکی و سوزنی شکل داشته باشند. مطابق آیین نامه ASTM مجموع درصد سنگ دانه‌های پولکی و سوزنی باید به ۱۵ درصد وزنی کل سنگدانه محدود گردد. سنگدانه‌های سوزنی و پولکی به آب اختلاط بیشتری نیاز دارند و بر مقاومت و کارایی و تراکم‌پذیری بتن اثر نامطلوبی می‌گذارند (شکل ۳۹).



شکل ۳۹

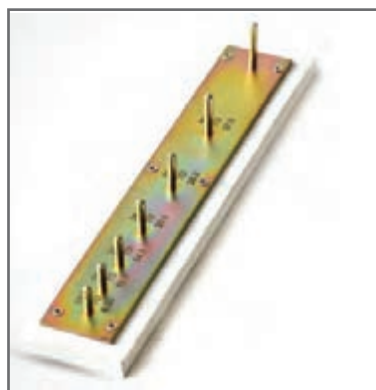
■ مفاهیم اولیه

ضریب تطویل: ضریب تطویل مصالح عبارت است از درصد وزنی سنگدانه‌هایی که طول آنها بیشتر از ۱/۸ اندازه متوسط سنگدانه‌ها باشد که آنها را طویل یا سوزنی می‌نامند. به عبارتی ضریب تطویل برابر است با حاصل تقسیم جرم سنگدانه‌های طویل به جرم نمونه مورد آزمایش ضرب در صد. برای تعیین اندازه متوسط سنگدانه‌ها از میانگین اندازه دو الک متوالی استفاده می‌شود به عنوان مثال سنگدانه‌هایی طویل محسوب می‌شوند که اندازه آنها بیشتر از $\left(\frac{50 + 37.5}{2}\right) \times 1/8 = 78/7$ میلی‌متر باشد. اعداد ۵۰ و ۳۷/۵ اندازه سوراخ دو الک متوالی می‌باشند. این آزمایش برای سنگدانه‌های کوچک‌تر از ۶/۳ میلی‌متر و بزرگ‌تر از ۵۰ میلی‌متر قابل انجام نمی‌باشد. برای اندازه‌گیری ضریب تطویل از دستگاه تطویل (شماره ۴۰) استفاده می‌شود.

ضریب تورق: ضریب تورق مصالح عبارت است از درصد وزنی سنگدانه‌هایی که ضخامت آنها کمتر از ۰/۶ برابر اندازه متوسط سنگدانه‌ها باشد که این سنگ دانه‌ها را تخت یا پولکی می‌نامند. به عبارتی ضریب تورق برابر است با حاصل تقسیم جرم سنگدانه‌های تخت به جرم نمونه مورد آزمایش ضرب در صد. به عنوان مثال سنگدانه‌هایی پولکی محسوب می‌شوند که اندازه آنها بیشتر از $\left(\frac{50 + 37.5}{2}\right) \times 0/6 = 26/25$ میلی‌متر باشد. این آزمایش برای سنگدانه‌های کوچک‌تر از ۶/۳ میلی‌متر و بزرگ‌تر از ۶۳ میلی‌متر قابل انجام نمی‌باشد. برای اندازه‌گیری ضریب تورق از دستگاه تورق (شماره ۴۰) استفاده می‌شود.



دستگاه تورق



دستگاه تطویل

شکل ۴۰

■ استانداردهای اختصاصی این آزمایش

- ۱ استاندارد 1. B.S 812 : SECTION 105
 ۲ استاندارد 2. B.S 812 : SECTION 105
 ۳ استاندارد ASTM D4791
 ۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۹
 ۵ EN 933-4 933-5 933-7

■ تجهیزات لازم:

جدول ۱۴

تجهیز	تعداد	توضیحات	تصویر
ظرف فلزی کوچک و بزرگ	۱		
الک	۱	الک های شماره ۱، ۳/۴"، ۱/۲"، ۳/۸" و ۴"	
دستگاه های تطویل	۱		
دستگاه های تورق	۱		

جدول ۱۵- حداقل وزن لازم جهت آزمایش ضریب تطویل

حداقل جرم نمونه مورد نیاز	حداکثر اندازه اسمی سنگدانه
۱۵ کیلوگرم	۴۰ میلی متر
۵ کیلوگرم	۲۸ میلی متر
۲ کیلوگرم	۲۰ میلی متر
۱ کیلوگرم	۱۴ میلی متر
۰/۵ کیلوگرم	۱۰ میلی متر

■ روش انجام آزمایش تعیین

ضریب تطویل

- ۱ ابتدا حداقل مقدار مصالح مورد نیاز را مطابق جدول ۱۵ توزین نموده و به کمک روش چهار قسمتی کردن (تربیع) نمونه گیری انجام می شود.

۲ برای آنکه مصالح را به بخش‌های مختلف تقسیم نمایید، لازم است الک‌هایی را مطابق جدول ۱۶ انتخاب و دانه‌بندی را انجام دهید. به‌طور جداگانه هر بخشی از مصالح را که روی الک باقی می‌ماند توزین نموده و در سینی‌های مجزا بریزید. جرم مجموع مصالح مانده روی تمامی الک‌ها را با هم جمع می‌زنیم که برابر با M_1 خواهد بود.

جدول ۱۶- الک‌های لازم برای اندازه‌گیری ضریب تطویل و تورق سنگدانه‌ها

شماره الک‌های مورد استفاده در آزمایش ضریب تطویل و تورق
۱"
۳/۴"
۱/۲"
۳/۸"
۱/۴"
۴ یا ۳/۱۶"

۳ سنگدانه‌های تفکیک شده بر روی هر سینی را تک تک و با کمک دست از فاصله مربوط به دو الک که روی دستگاه تطویل درج شده عبور دهید. به عنوان مثال در شکل ۴۱ سنگدانه‌ای که از الک ۱" عبور کرده و روی الک ۳/۴" باقیمانده ملاحظه می‌شود. این سنگدانه در راستای طولی از بین دو میله مربوط به این دو الک عبور نمی‌کند. سنگدانه‌های طولی هر بخش، آنهایی هستند که بزرگ‌ترین بعد سنگدانه از میان میله مربوطه عبور نکنند. برای تمامی سنگدانه‌های باقیمانده روی الک ۳/۴" این کار تکرار و دانه‌های عبور نکرده را جدا نمایید. برای مابقی الک‌ها نیز این کار تکرار می‌شود. بدین ترتیب سنگدانه‌های طولی از بقیه سنگدانه‌ها برای هر الک جدا می‌شود. در انتها تمامی سنگدانه‌های طولی را که جدا شده بود را با هم جمع و توزین نمایید (M_2).



شکل ۴۱

۴ مقدار ضریب تطویل بودن مصالح از رابطه روبه‌رو محاسبه می‌شود.
$$\text{مقدار ضریب تطویل بودن مصالح} = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

نتیجه آزمایش تعیین ضریب تطویل بودن با نزدیک‌ترین عدد صحیح گزارش می‌شود.

■ روش انجام آزمایش تعیین ضریب تورق

۱ ابتدا مقدار مصالح مورد نیاز را مطابق جدول ۱۷ توزین نموده و به کمک روش چهار قسمتی کردن (تربیع) نمونه گیری انجام می شود.

جدول ۱۷- حداقل وزن لازم جهت آزمایش ضریب تورق

اندازه اسمی سنگدانه	حداقل وزن نمونه لازم جهت آزمایش
۵۰ میلی متر	۳۵ کیلوگرم
۴۰ میلی متر	۱۵ کیلوگرم
۲۸ میلی متر	۵ کیلوگرم
۲۰ میلی متر	۲ کیلوگرم
۱۴ میلی متر	۱ کیلوگرم
۱۰ میلی متر	۰/۵ کیلوگرم

۲ برای آنکه مصالح را به بخش های مختلف تقسیم نمایید، لازم است الک هایی را مطابق جدول ۱۶ انتخاب و دانه بندی را انجام دهید. به طور جداگانه هر بخشی از مصالح را که روی الک باقی می ماند توزین نموده و در سینی های مجزا بریزید. جرم مجموع مصالح تفکیک شده روی الک ها برابر با M_1 است .

۳ سنگدانه های تفکیک شده بر روی هر سینی را تک تک و با کمک دست از شکاف مربوط به الک که روی دستگاه تورق درج شده عبور دهید. به عنوان مثال در شکل ۴۲ سنگدانه ای که روی الک ۱" باقیمانده است در راستای عرضی از شکاف میله مربوط به این الک عبور نمی کند ولی در شکل ۴۳ سنگدانه دیگر مانده روی همان الک از همان شیار عبور می کند. سنگدانه های تخت هر بخش، آنهایی هستند که کوچک ترین بعد سنگدانه از شکاف مربوطه عبور کند . برای تمامی سنگدانه های باقیمانده روی الک ۱" این کار تکرار و دانه های عبور کرده را جدا نمایید. برای مابقی الک ها نیز این کار تکرار می شود. بدین ترتیب سنگدانه های تخت از بقیه سنگدانه ها برای هر الک جدا می شود. در انتها تمامی سنگدانه های تخت را که جدا شده بود را با هم جمع و توزین نمائید (M_2).



شکل ۴۳



شکل ۴۲

۴ مقدار ضریب تورق مصالح از رابطه روبه‌رو محاسبه می‌شود:

$$\text{ضریب تورق} = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

نتیجه آزمایش تعیین ضریب تورق با نزدیک‌ترین عدد صحیح گزارش می‌شود.

برخی از سنگدانه ممکن است هم شرایط سنگ طویل یا سوزنی را داشته باشند و هم شرایط سنگ تخت یا پولکی را، این نوع سنگ‌ها را اصطلاحاً دانه‌های هم پهن و هم دراز می‌نامند.

نکته

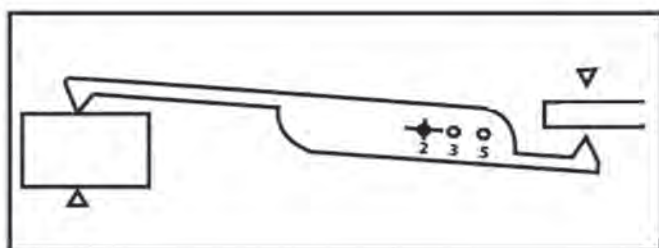


مطابق استاندارد ملی شماره ۱۱۲۶۹ از ابزاری به نام کولیس تناسبی نیز برای انجام این آزمایش می‌توان استفاده نمود. (شکل‌های ۴۴ و ۴۵ و ۴۶)

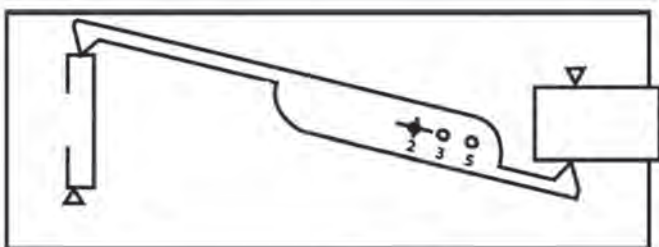
نکته



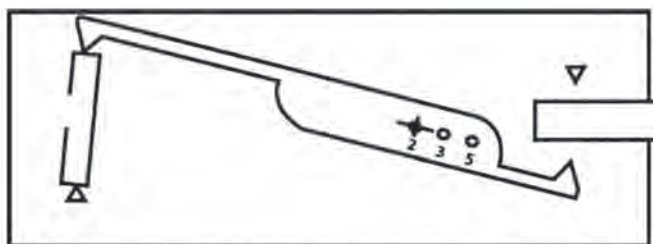
در شکل شماره ۴۷ نحوه استفاده از کولیس تناسبی نمایش داده شده است.



شکل ۴۴



شکل ۴۵



شکل ۴۶

شکل ۴۷

ارزشیابی شایستگی تعیین مشخصات مکانیکی مصالح سنگی

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- متره مصالح مصرفی آزمایش‌های مشخصات مصالح سنگی لازم جهت انجام کار
- تهیه ترازو، گرمخانه، میزآرشمیدس، الک، سری ابزار آزمایش ارزش ماسه‌ای و دستگاه تطویق و تورق جهت انجام آزمایش‌های مصالح سنگی
- انجام آزمایش‌های مصالح سنگی با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد: استاندارد ملی ایران شماره‌های ۴۹۸۲، ۴۹۸۰، ۱۶۸۵ و ۱۱۲۶۹

دراوندی: رعایت اصول و استانداردهای مرتبط با هر آزمایش جهت حصول به نتایج دقیق و قابل استناد، مدیریت مصالح و منابع

فرایندی: انجام مراحل آزمایش‌های مکانیک خاک با ترتیب صحیح (تهیه مصالح سنگی، تعیین چگالی چهارگانه مصالح با روش‌های مایع جابه‌جا شونده و جرم معادل غوطه‌وری به کمک میزآرشمیدس، تعیین ارزش ماسه‌ای و تعیین ضریب تورق و تطویل مصالح سنگی)

محصول: تعیین چگالی نسبی خشک شده در گرمخانه، اشباع با سنگ خشک، ظاهری و انبوهی سنگدانه‌ها، تعیین میزان تمیزی ماسه (ارزش ماسه‌ای) و تعیین درصد سنگدانه‌های سوزنی و تخت نسبت به کل نمونه توسط دستگاه‌های تطویل و تورق

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان **زمان:** ۸ ساعت **تحت نظارت:** استاد کار یا مربی

مقدار: تعیین درصد چگالی و ضرایب تطویل و تورق یک نمونه سنگدانه و تعیین میزان تمیزی یک نمونه ماسه

ابزار و تجهیزات: ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۱، گرمخانه (آون)، میزآرشمیدس، استوانه مدرج، محلول استوک، میله وزنه‌دار، مخزن محلول استوک، قیف، کروномتر، تکان دهنده مکانیکی، دستگاه‌های تطویل و تورق و کولیس تناسبی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	نمونه‌گیری از دپو سنگدانه و ماسه در محل انتقال به آزمایشگاه	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	تعیین حجم سنگدانه‌ها به روش مایع جابه‌جا شونده و جرم معادل غوطه‌وری	۲	
۴	انجام آزمایش تعیین چگالی‌های نسبی خشک شده در گرمخانه، اشباع با سطح خشک، انبوهی و تراکمی	۲	
۵	تعیین ارزش ماسه از نمونه ماسه و گزارش میزان تمیزی ماسه	۲	
۶	تعیین درصد تطویل و تورق به کمک دستگاه‌های تطویل و تورق و کولیس تناسبی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: * رعایت ایمنی موقع کار با ابزار آزمایشگاهی نظیر دستگاه لرزاننده برقی، دقت و ظرافت در نمونه‌برداری و تربیع نمونه‌ها و توزین دقیق آزمون جهت اطمینان از دقت و صحت نتایج، جمع‌آوری مصالح و نظافت کارگاه		
	میانگین نمرات: **		

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و نمره مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



پودمان پنجم

محوطه سازی



واحد یادگیری اول : اجرای جداول پیش ساخته بتنی

مقدمه

محوطه‌سازی، هنر طراحی و ساخت فضاهای باز است. به همان میزان که طراحی فضای داخل ساختمان دارای اهمیت است باید به فضای خارج از ساختمان هم توجه داشت. محوطه‌سازی فرایندی است که در آن فضاهای بیرونی، پیرامونی و اختصاصی برای خدمت‌دهی به کاربران آماده‌سازی می‌گردد. محوطه‌سازی در معماری ایرانی سابقه‌ای طولانی و غنی دارد. باغ‌های ایرانی که به خاطر زیبایی و آرامششان مشهور هستند، نمونه‌ای از هنر محوطه‌سازی ایرانی هستند.

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان باید بتوانند نحوه ساخت و اجرای بلوک (جداول) بتنی قابل استفاده در محوطه‌سازی را بیان کنند.
اهمیت محوطه‌سازی را بیان کنند.
با به کارگیری اصول و قواعد بیان شده نصب بلوک (جدول) بتنی را اجرا نمایند.

استانداردهای مرتبط با محوطه‌سازی

- ۱ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی؛ ویرایش سوم، نشریه ۵۵ جلد ۹ محوطه‌سازی ویرایش ۱۴۰۳
- ۲ جداول پیش ساخته بتنی: ویژگی‌ها و روش‌های آزمون مطابق استاندارد ISIRI ۱۲۷۲۸

محوطه‌سازی



شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳



شکل ۴

اجرای محوطه‌سازی از نظر فنی یک فرایند منظم است که شامل مجموعه‌ای از مراحل و جزئیات فنی است. این مراحل به‌طور دقیق باید طبق طرح‌ها و نقشه‌های طراحی شده پیش روند تا نتیجه نهایی به‌طور مؤثر و کارآمد ایجاد شود. محوطه‌سازی در مقیاس‌های مختلفی انجام می‌شود از طراحی فضای حیاط جلو، حیاط خلوت و یا طراحی بام یک خانه مسکونی تا محوطه‌سازی فضای یک مدرسه یا یک اداره و یا در مقیاس شهری مانند طراحی فضای پارک شهری.

در ادامه، مراحل اصلی و جزئیات فنی در اجرای محوطه‌سازی آورده شده است:

■ آماده‌سازی سایت

قبل از شروع هرگونه کار اجرایی، سایت باید برای عملیات محوطه‌سازی آماده شود. پاکسازی و تسطیح زمین شامل حذف گیاهان ناخواسته، سنگ‌ها و خاک‌های اضافی و در صورتی که تغییرات ارتفاعی در زمین لازم باشد، خاکبرداری یا خاکریزی انجام می‌شود. (شکل‌های ۱ و ۲)

■ ایجاد زیرساخت‌ها

در این مرحله، زیرساخت‌های ضروری برای عملکرد (نگهداری، بهره‌برداری) محوطه‌سازی اجرا می‌شود. سیستم‌های آبیاری: برای آبیاری گیاهان و فضاهای سبز، معمولاً از سیستم‌های آبیاری استفاده می‌شود.

نصب لوله‌ها، اتصالات و نازل‌های آبیاری باید به‌دقت مطابق با نقشه‌های طراحی انجام شود (شکل‌های ۳ و ۴)



شکل ۶

سیستم‌های زهکشی: برای جلوگیری از تجمع آب‌های سطحی و جلوگیری از مشکلات سیلابی، سیستم‌های زهکشی نصب می‌شود. این سیستم می‌تواند شامل لوله‌ها، ترانسه‌ها و کانال‌ها باشد که آب را از سطح خاک هدایت می‌کنند. (شکل‌های ۵ و ۶)



شکل ۵

برق‌کشی و نورپردازی: نصب سیستم‌های نورپردازی فضای باز و برق‌رسانی به وسایل مختلف مانند آب‌نماها و چراغ‌های محوطه.

■ ساخت مسیرها و فضاهای پیاده‌روی

ساخت پیاده‌روها و مسیرهای دسترسی: پس از ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز، مرحله بعدی ایجاد مسیرهای پیاده‌روی است که می‌تواند شامل سنگ‌فرش، آجر، بتن یا مواد طبیعی مانند چوب یا شن باشد. (شکل ۷)

نصب حصارها و دیوارهای محدودکننده: در صورت نیاز به تعیین مرزها یا حفاظت از فضاها، دیوارهای سنگی، چوبی یا فلزی اجرا می‌شود.



شکل ۷

■ کاشت گیاه و ایجاد فضای سبز

انتخاب گیاهان و کاشت: گیاهان باید براساس شرایط اقلیمی، نوع خاک، نیازهای آبی و نور انتخاب شوند. گیاهان به‌صورت دقیق طبق نقشه‌های طراحی در مکان‌های مشخص شده کاشته می‌شوند.

تعیین فاصله و عمق کاشت: هرگونه‌ای از گیاهان باید به‌طور صحیح از نظر فاصله و عمق کاشت شوند تا رشد مطلوبی داشته باشند.

استفاده از پوشش‌های گیاهی و چمن‌ها: در صورت نیاز به پوشش گیاهی سریع یا چمن‌کاری، این موارد در محل‌های مورد نیاز اجرا می‌شود.

سیستم‌های آبیاری زیرسطحی یا قطره‌ای: برای مدیریت آب، استفاده از سیستم‌های آبیاری بهینه بسیار مهم است.

■ نصب المان‌ها و تجهیزات

در این مرحله، المان‌های طراحی مانند مبلمان شهری، آب‌نماها، مجسمه‌ها و سایر ویژگی‌های تزئینی نصب می‌شود.

نصب مبلمان شهری: این مبلمان شامل نیمکت‌ها، سطل‌های زباله، جدول‌ها، و سایر عناصر ضروری برای راحتی کاربران فضا است.

ایجاد آب‌نماها و فواره‌ها: این بخش نیازمند نصب پمپ‌ها، لوله‌کشی، سیستم‌های تصفیه و نورپردازی مناسب است.

نصب روشنایی محیطی: نصب چراغ‌های مسیر، چراغ‌های دیواری، لامپ‌های نمایشی و سیستم‌های نورپردازی دیگر برای افزایش زیبایی و کارایی فضا (شکل ۸)



شکل ۸

■ کاربرد مصالح و انتخاب پوشش

در این مرحله، مصالح مختلف برای تکمیل طرح‌ها استفاده می‌شود. پوشش‌های کف: در مسیرها، پارک‌ها، و فضاهای عمومی، مواد مختلفی مانند آسفالت، بتن، سنگ، چوب، آجر و حتی مصالح طبیعی مانند شن و ماسه استفاده می‌شود. استفاده از سنگ و بتن: برای ایجاد فضای استحکام‌دار، مانند پل‌ها، دیوارها، و مسیرهای پیاده‌روی، معمولاً از سنگ و بتن استفاده می‌شود. پوشش‌های مقاوم به شرایط آب و هوایی: انتخاب مواد و مصالحی که در برابر شرایط مختلف آب‌وهوایی مقاوم باشند، از اهمیت زیادی برخوردار است.

■ نظارت بر کیفیت ساخت و تکمیل

در این مرحله، نظارت دقیق برای اطمینان از صحت اجرا مطابق با نقشه‌ها و استانداردهای فنی انجام می‌شود. تست سیستم‌های آبیاری و زهکشی: بررسی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی برای اطمینان از عدم وجود نواقص پایان کار: بررسی جزئیات فنی نهایی و تکمیل کردن فضا برای استفاده عمومی

■ نگهداری و مدیریت

پس از اتمام پروژه، برای حفظ زیبایی و عملکرد محوطه، یک برنامه نگهداری منظم باید پیاده‌سازی شود: نگهداری گیاهان: نظارت بر رشد گیاهان، هرس کردن، آبیاری، و پیشگیری از آفات نگهداری زیرساخت‌ها: بررسی منظم سیستم‌های زهکشی، آبیاری و نورپردازی بازنگری پروژه: در صورت نیاز به تغییرات یا تعمیرات، بازنگری در طراحی یا تعمیرات انجام می‌شود.

استفاده از بتن در محوطه‌سازی

■ حاشیه‌سازی مسیرها و پیاده‌روها

یکی از کاربردهای اصلی بتن در محوطه‌سازی، ساخت جداول بتنی و استفاده از آنها به‌عنوان حاشیه برای مسیرها و پیاده‌روها است. این جداول باعث ایجاد مرز و تفکیک بین مسیر عبوری و فضای سبز یا سایر مناطق می‌شوند همچنین، این جداول می‌توانند زیبایی فضای پیاده‌رو را افزایش دهند. (شکل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱)



شکل ۹



شکل ۱۱



شکل ۱۰



شکل ۱۲

■ ساخت دیوارهای حائل و حفاظ‌ها

در پروژه‌های محوطه‌سازی که نیاز به ساخت دیوارهای حائل برای تثبیت خاک یا ایجاد اختلاف سطح وجود دارد، گلدان‌های بتنی به‌عنوان یک گزینه کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دیوارها می‌توانند به‌طور عمودی یا در یک زاویه خاص قرار گیرند و در جلوگیری از فرسایش خاک مؤثر باشند. (شکل ۱۲)

■ ایجاد پله‌ها و مسیرهای شیب‌دار

در محوطه‌سازی‌هایی که با اختلاف ارتفاع مواجه هستند، قطعات بتنی می‌توانند برای ساخت پله‌ها مورد استفاده قرار گیرند. (شکل ۱۳) همچنین در مسیرهای شیب‌دار (رمپ‌ها) می‌توان از بتن با رویه شیاردار (مضرس) استفاده نمود. (شکل ۱۴)



شکل ۱۴



شکل ۱۳

■ ایجاد حوضچه‌ها و آب‌نماها

در محوطه‌سازی‌های آبی مانند آب‌نماها و حوضچه‌ها، دیواره‌های بتنی به صورت بتن درجا یا پیش‌ساخته به عنوان عنصر محصورکننده آب یا لبه‌ها استفاده می‌شوند. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵

■ مزایای استفاده از جداول بتنی در محوطه‌سازی

جداول بتنی در محوطه‌سازی به دلیل ویژگی‌هایی چون دوام، انعطاف‌پذیری در طراحی و عملکرد مناسب در ایجاد نظم و تفکیک فضاها، به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهم‌ترین مزایای استفاده از جداول بتنی در محوطه‌سازی عبارت‌اند از:

مقاومت بالا: جداول بتنی دارای مقاومت بالایی در برابر فشار، ضربه هستند.

انعطاف‌پذیری در طراحی: جداول بتنی در انواع و اشکال مختلفی تولید می‌شوند و می‌توان آن‌ها را به راحتی در طرح‌های متنوع محوطه‌سازی استفاده کرد.

امکان تولید صنعتی و انبوه: تولید انبوه، روشی در تولید صنعتی است که در آن تعداد زیادی از یک محصول مشخص با استفاده از فرایندهای استاندارد و خودکارسازی شده تولید می‌شود. این روش باعث کاهش هزینه‌های تولید، افزایش سرعت فرایند، یکنواختی در کیفیت محصولات و بهینه‌سازی نیروی کار و مواد اولیه می‌شود.

صرفه‌جویی در زمان و هزینه: نصب جداول بتنی سریع و آسان است و نسبت به سایر مصالح ممکن نظیر جداول سنگی از نظر هزینه مقرون به صرفه‌تر می‌باشند.

قابلیت تعویض آسان: در صورت آسیب دیدن، جداول بتنی به راحتی قابل تعویض و جایگزینی هستند.

ظاهر زیبا: جداول بتنی در صورت رنگ‌آمیزی مناسب و خلاقانه، می‌توانند جلوه‌ای زیبا و منظم به فضای محوطه بدهند.

دلیل اصلی خرابی جداول بتنی، تخریب این جداول در اثر یخبندان و آب شدن‌های متوالی به خصوص در اقلیم‌های سرد است. در صورتی که اگر مطابق استانداردهای لازم و به صورت صنعتی تولید و عمل‌آوری شده باشند می‌توانند دوام بالایی داشته باشند.

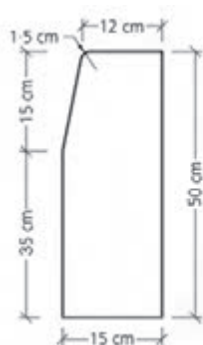
نکته



انواع جدول خیابانی بر اساس کاربرد

■ جدول لب پخ

از این جدول بتنی پرسی در شهرسازی، جداسازی معابر عمومی از خیابان، ایجاد فضای سبز و اجرای نهر جمع‌آوری آب‌های سطحی استفاده می‌شود. این جداول طول ثابت ۵۰ سانتی دارند اما عرض و ارتفاع آنها متغیر است. (شکل‌های ۱۶ و ۱۷)



شکل ۱۷- جدول ۱۵×۵۰×۵۰



شکل ۱۶- جدول ۱۰×۳۰×۵۰

■ جدول کانیو (نیم جوی)

برای هدایت آب‌های سطحی با مقیاس کم در سطح معابر کوچک شهری، یا به عنوان مسیر کوتاه انتقال آب‌های سطحی به مجاری اصلی هدایت و انتقال آب کاربرد دارد. (شکل ۱۸)



شکل ۱۸

روش‌های تولید جداول بتنی

■ روش تولید ماشینی

در این روش بتن در قالب‌های مخصوص ریخته می‌شود و توسط دستگاه پرس تحت فشار قرار می‌گیرد و سپس از قالب‌ها جدا می‌گردد. ماشین‌آلات جدول زنی به دو روش خشک و تر و در تعداد زیاد می‌توانند جدول بتنی تولید کنند. در روش پرس خشک، بتن با طرح اختلاط موردنیاز و آب بسیار کم (اسلامپ صفر) در قالب ریخته می‌شود. وقتی خلل و فرج مخلوط با ویبره دستگاه از بین رفت، جدول بتنی تحت پرس قرار می‌گیرند. فشاری که به بتن وارد می‌شود باعث افزایش تراکم و خروج آب از آن می‌شود. قطعات تولید شده به این روش برای عمل‌آوری، وارد اتاقک‌های بخار شده و به تدریج دمای آنها کاهش می‌یابد. جداول بتنی تولید شده به روش پرس خشک به دلیل داشتن پوسته و هسته‌های خالی از آب، در مقابل یخبندان‌ها نیز بسیار مقاوم هستند. (شکل ۱۹)



شکل ۱۹

در روش پرس تر (Wet Press)، بتن به صورت تر آماده شده و داخل قالب ریخته می شود. هر قالب دارای یک فیلتر در بالا و پایین است. با انجام پرس سنگین بخش زیادی از آب بتن از فیلترها خارج می شود. در نتیجه نفوذپذیری بتن جداول به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. به این ترتیب مقاومت فشاری و دوام بتن افزایش می یابد. در این روش از ویبره استفاده نمی شود. این جداول سطحی صاف تر و صیقلی تر و در نتیجه زیباتر نسبت به جداول تولید شده با روش پرس خشک دارند.

■ روش تولید سنتی

در ساخت جدول بتنی به روش سنتی، بتن را در قالب های مخصوص ریخته و پس از خشک شدن قالب ها را باز کرده و مورد استفاده قرار می دهند. به دلیل اینکه فرایند ساخت و عمل آوری جداول به شدت به مهارت و تجربه نیروی انسانی تولیدکننده این جداول وابسته است معمولاً کیفیت پایین تری نسبت به جداول پرسی دارند. صرفاً در مکان هایی که امکان دسترسی به جداول ماشینی صنعتی نبوده و با تأیید دستگاه نظارت می توان از این نوع جداول استفاده نمود. (شکل ۲۰)



شکل ۲۰

مراحل اجرایی جدول گذاری

باید توجه داشت جداول بتنی با توجه به عملکردشان که جدا کننده دو سطح از جنس متفاوت باشند و یا به عنوان جمع کننده و انتقال دهنده آب‌های سطحی باشند عملیات اجرایی با جزئیات متفاوتی خواهند داشت. اما به طور کلی مراحل اجرایی جدول گذاری شامل مراحل زیر می‌گردد:

۱ تعیین محل و نقشه برداری در عملیات جدول گذاری

پس از انجام عملیات تسطیح محوطه، ابتدا باید از مسیر مورد نظر نقشه برداری دقیق صورت گیرد. جهت تعیین شیب و تراز جایگذاری جداول باید نقاط ارتفاعی مسیر به خصوص ابتدا و انتهای مسیر برداشت شود. باید ابتدا محور خیابان‌ها و پیاده‌روها میخکوبی شود. پس از ارزیابی و برداشت نیمرخ طولی با توجه به خط پروژه و رقوم میخ‌های برداشت شده، رقوم کف تمام شده جدول گذاری مشخص و براساس رقوم‌های خواسته شده، خاکبرداری محل جداول انجام می‌شود. (شکل ۲۱)



شکل ۲۱



شکل ۲۲

۲ خاکبرداری

خاکبرداری مرحله بعدی پروژه‌های عملیات جدول گذاری به شمار می‌رود. پس از ارزیابی و برداشت مسیر با توجه به خط پروژه و ترازهای ارتفاعی برداشت شده، تراز زیر بتن مگر جداول مشخص و براساس آنها، اقدام به پی‌کنی محل اجرای جداول می‌شود. مسیر دقیق جدول گذاری در خطوط مستقیم و قوس‌ها، باید با رنگ پیاده و مشخص شوند. (شکل ۲۲)

۳ زیرسازی



شکل ۲۳

پس از خاک‌برداری با عمق مناسب به منظور اجرای عملیات جدول‌گذاری، در صورت وجود خاک نامناسب خاکریزی و تراکم سطح زیرین کار انجام می‌شود. مشخصات لایه‌های زیرین جدول باید طبق نقشه مصوب اجرا شوند. نکته‌ای که باید در این مرحله مد نظر داشت این است که برای زیرسازی بایستی تراکم مصالح به کار رفته به گونه‌ای باشد که از نشست جداول در آینده جلوگیری شود. در هر صورت تراکم لایه زیرین این نوع جداول نباید کمتر از ۹۰ درصد باشد. جدول گذاری باید روی یک بستر مقاوم و یکنواخت انجام شود. (شکل ۲۳)

۴ اجرای بتن مگر

قبل از نصب جداول باید در سرتاسر طول مسیر، بتن مگر با عیار ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر اجرا و تسطیح گردد. لازم است هنگام اجرا شیب بتن مگر با نقشه‌های اجرایی کنترل گردد. برای اجرای بتن مگر معمولاً قالب‌بندی انجام نمی‌شود اما با اجرای قالب‌بندی بتن مگر، دقت و کیفیت اجرای کار افزایش می‌یابد. (شکل‌های ۲۴ تا ۲۷)



شکل ۲۵



شکل ۲۴



شکل ۲۷



شکل ۲۶

۵ نصب جداول

پس از گیرش بتن مگر ابتدا باید تراز روی جداول مشخص شود. تعدادی جدول به‌عنوان کروم (دلیل) در فواصل منظم نسبت به هم قرار می‌گیرد. در مسیرهای طولانی با دوربین نقشه‌برداری و در مسیرهای کوتاه با ریسمان کار یا تراز لیزری روی جداول با لحاظ نمودن درصد شیب مسیر با هم تراز می‌شوند. سپس ملات ماسه و سیمان بر روی بتن مگر ریخته شده و جداول بین کروم‌ها به کمک ریسمان کار چیده و نصب می‌شوند. (شکل‌های ۲۸ و ۲۹)



شکل ۲۹

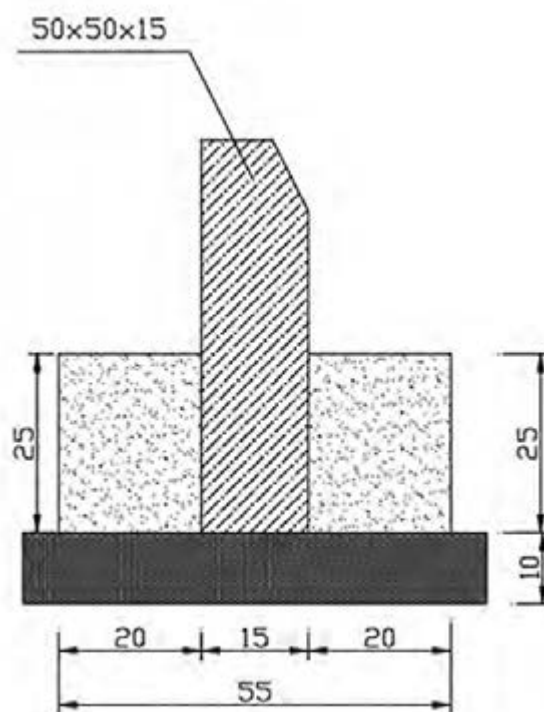


شکل ۲۸

در اجرا و نصب جداول باید به نکات زیر توجه داشت:
با توجه به این که نصب جداول به صورت دستی انجام می‌شود برای جلوگیری از خطای انسانی در زمان نصب، بایستی راستا و تراز روی جداول به دقت و در دفعات متعدد بررسی شود تا از بالا و پایین شدن و یا عقب و جلو شدن جداول جلوگیری شود.
چنانچه طول جدول‌گذاری زیاد باشد، باید طبق نقشه‌های اجرایی درزهای انبساط به عرض حداقل ۱۰ الی ۱۵ میلی‌متر پیش‌بینی شود. فاصله درزهای انبساط نباید از ۶ متر بیشتر باشد.
قطعات جداول پیش ساخته باید با وسیله مناسب حمل شوند، از پرتاب جداول از روی کامیون حمل بار بایستی پرهیز شود.
جداول پیش ساخته‌ای که دارای ترک، پوسته شدگی یا لایه لایه شده باشد، باید مرجوع شوند.

۶ اجرای ماهیچه (پشت بند بتنی) جداول

برای حفظ ایستایی و جلوگیری از واژگونی جداول تحت اثر برخورد احتمالی وسایل نقلیه یا سایر بارهای وارده، دو طرف جداول باید با ماهیچه‌ای از جنس بتن با عیار حداقل ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب محافظت شود. ابعاد این ماهیچه باید در نقشه‌های اجرایی به‌طور دقیق ارائه شود. معمولاً ارتفاع ماهیچه بتنی نصف ارتفاع جدول است. (شکل ۳۰)



شکل ۳۰



شکل ۳۲



شکل ۳۱

با توجه به اهمیت ماهیچه در پایداری جدول، ماهیچه باید با قالب‌بندی مناسب مطابق شکل ۳۱ و ۳۲ اجرا شود. جزئیات اتصال مسیر پیاده به فضای سبز در شکل ۳۳ نشان داده شده است.



A close-up photograph showing a worker in a trench. The worker is wearing a light-colored long-sleeved shirt, blue jeans, and red safety gloves. They are using a trowel to apply a grey repair material into a crack in a concrete curb. The trench is filled with dark soil, and the curb is made of large, light-colored concrete blocks.

ملات نرمه که از ترکیب سیمان و پودر سنگ و آب ساخته شده بندکشی می‌شود که اصطلاحاً به این کار لیسه‌ای کردن نیز گفته می‌شود. پر کردن فضای بین این جدول‌ها در عملیات جدول‌گذاری سبب یکپارچگی ساخت آنها شده و علاوه بر افزایش استحکام باعث زیبایی نیز می‌شود. (شکل ۳۴)

۱۸۳

انواع جداول بتنی

جدول آب رو

جداول بتنی با توجه به عملکردشان در انواع مختلف و اندازه‌های متنوع تولید می‌گردند. اصطلاحاً به جداول بتنی که آب‌های سطحی را جمع و منتقل می‌کنند کانپو می‌گویند. در ادامه تصاویر و جزئیات اجرایی انواع مختلف جدول آب‌رو آورده شده است. (شکل‌های ۳۵ تا ۴۲)



شکل ۳۶



شکل ۳۵

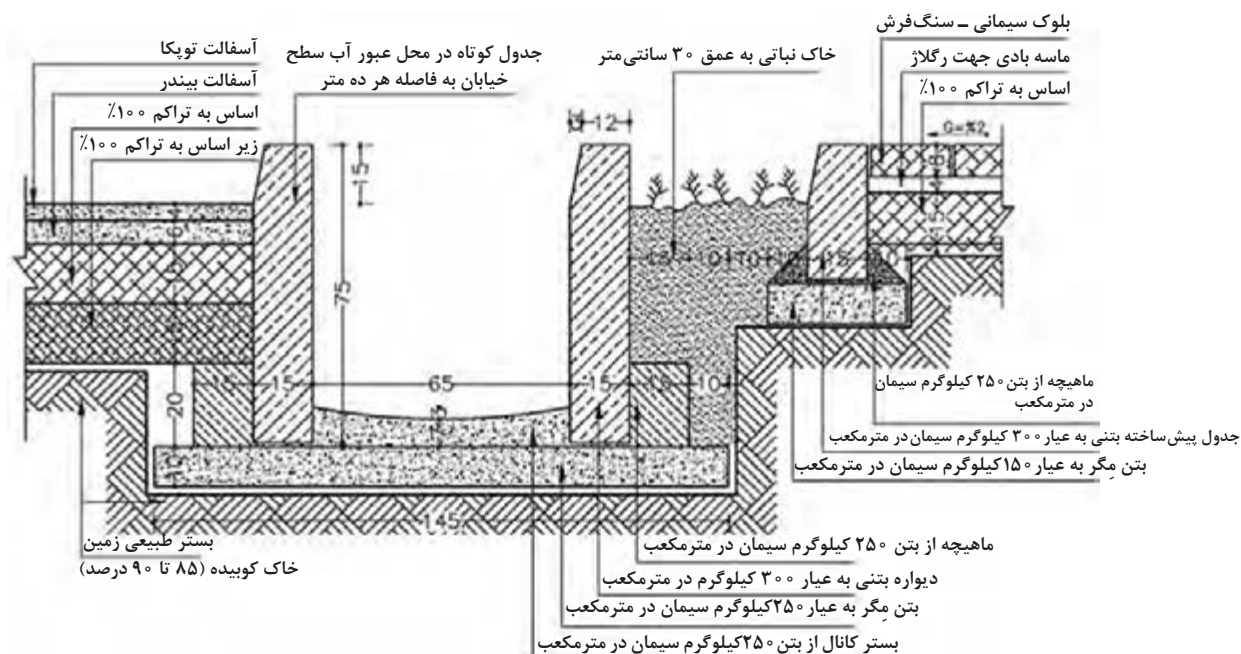


شکل ۳۸



شکل ۳۷





شکل ۴۱ - جزئیات اتصال مسیر پیاده به فضای سبز و نهر بتنی



شکل ۴۲

جداول فانتزی

جداول بتنی فانتزی

جداول فانتزی یکی از انواع جداول بتنی پیش ساخته است که برای محوطه سازی و منظر سازی فضاهای باز مورد استفاده قرار می گیرند. همان گونه که از عنوان این محصول مشخص است، این نوع جدول ظاهری فانتزی دارد و به صورت پیش ساخته تولید می شوند و عمدتاً با نام جداول دور باغچه ای یا دور درختی از آنها نام برده می شود. در محل هایی که جداول معابر و پیاده روها به باغچه ها و فضای سبز می رسند، انتهای کار برای حفظ زیبایی کار و همچنین محافظت از رویه پیاده رواسازی باید بسته شود. این کار را می توان با نصب

جداول بتنی دور باغچه یا فضای سبز انجام داد. روش بهتر و رایج در پیاده‌روسازی معابر استفاده از جداول دوردرختی است که در طرح‌ها و رنگ‌های متنوعی تولید و اجرا می‌شوند. نام دیگر این جدول، جدول طرح‌دار می‌باشد که در طرح‌های متنوعی همچون خطی، طرح سنگ، محرابی، طرح چوب، هخامنشی، مدادی و ... تولید می‌شوند. در مقایسه با جدول‌های ساده و بدون طرح، جدول فانتزی می‌تواند زیبایی و جلوه بیشتری به محوطه‌سازی ببخشد و به همین دلیل در پروژه‌های محوطه‌سازی استفاده از جداول فانتزی توصیه می‌گردد. (شکل‌های ۴۳ تا ۴۶)

■ انواع دور درختی



شکل ۴۴- دور درختی چهار تکه



شکل ۴۳- پنل‌های بتنی مشبک (گریتینگ) دور درختی



شکل ۴۶- دور درختی مدل پرده ای



شکل ۴۵- دور درختی بتنی

جدول بتنی طرح مدادی یکی از پرکاربردترین تجهیزات در محوطه‌سازی باغچه‌ها و فضاهای سبز است. این جدول‌ها علاوه بر این که از باغچه‌ها در برابر فرسایش و آسیب محافظت می‌کنند، به زیبایی و جلوه بصری محیط نیز می‌افزایند. (شکل‌های ۴۷ تا ۵۰)



شکل ۴۸- جدول دور باغچه‌ای طرح هخامنشی
۵۰×۳۰×۵، تیره



شکل ۴۷- جدول فانتزی طرح مدادی ۱۲×۵۰×۵۰،
۳۰×۵۰، ۲۰×۵۰



شکل ۴۹- جدول فانتزی طرح چوب ۳۰×۵۵



شکل ۵۰- جدول فانتزی طرح محرابی ۵۰×۴۵

■ جدول پلیمری فانتزی

جدول بتنی فانتزی که معروف به جدول‌های دورباغچه‌ای هستند، معمولاً در حیاط‌ها، باغ‌ها، باغچه‌ها، پارک‌ها و... جهت جداسازی فضای سبز از مسیرهای دیگر و همچنین زیباسازی محیط استفاده می‌شود. این جداول از شن شکسته نخودی، ماسه، افزودنی‌های بتن، سیمان سفید و خاکستری تشکیل می‌گردد. یکی از مهم‌ترین تفاوت این نوع جدول با دیگر انواع آن به کارگیری فوق‌روان کننده بتن برای تولید آن است که موجب شده نسبت به دیگر موارد از تراکم بالاتری برخوردار باشد و در نتیجه در برابر جذب آب، سرما، گرما و فشار مقاومت بسیار بالاتری نشان دهد. (شکل‌های ۵۱ و ۵۲)



شکل ۵۲



شکل ۵۱

جدول فانتزی و بیره‌ای

این نوع جدول با استفاده از سیمان، شن، آب، ماسه و رنگدانه‌های رنگی تولید می‌شود. مهمترین تفاوت این نوع جدول با جدول فانتزی پلیمری عدم استفاده از روان‌کننده‌های بتن است. از این رو تراکم پایینی دارد و برای استفاده با محدودیت‌های مختلفی مواجهه است. زیرا آب می‌تواند خیلی راحت به بافت این نوع بتن نفوذ کند و به همین دلیل در برابر سرما و یخبندان مقاومت بسیار پایینی دارد. (شکل ۵۳)

جدول فانتزی واش بتن

از دیگر انواع جدول فانتزی، واش بتن است، که در دو نوع ساده و پلیمری وجود دارند. برای تولید این نوع جدول از سیمان، سنگ ماسه و سنگدانه‌های رنگی و طبیعی استفاده می‌شود. واش بتن‌های رزینی به دلیل تراکم و مقاومت بالاتر امکان استفاده در شرایط آب و هوایی مختلف را دارا می‌باشند ولی واش بتن‌های ساده معمولاً جهت استفاده در مناطق سردسیر قابل استفاده نمی‌باشند. (شکل‌های ۵۴ تا ۵۶)



شکل ۵۳



شکل ۵۴



شکل ۵۵



شکل ۵۶



شکل ۵۷

■ مزایا و معایب جدول فانتزی

جداول فانتزی براساس نوع و جنس جداول هرکدام دارای مزایا و معایبی می باشند. به عنوان مثال جداول پلیمری به دلیل تراکم و استحکام بالا، مقاومت بسیار خوبی دارند و در مقابل گرما و سرما مقاومت بالایی از خود نشان می دهند و به راحتی قابل شستشو می باشند. طرح و رنگ متنوع از دیگر ویژگی های این جداول به شمار می رود. (شکل ۵۷)

از مهم ترین مزایای جداول فانتزی ویبره ای می توان به قیمت مناسب و نصب ساده آن اشاره نمود. این نوع جداول نیز از نظر طرح و رنگ در انواع مختلفی وجود دارد ولی در عین حال برای مناطق سردسیری مناسب نیست و به دلیل جذب بالای آب در هوای سرد دچار یخ زدگی می شود. (شکل های ۵۸ و ۶۱)

از مهم ترین مزایای جداول پلیمری واش بتن نیز می توان به ظاهر جذاب و زیبا و طبیعی آن اشاره نمود. این جداول نیز به راحتی قابل نصب و اجرا بوده و به محیط جلوه ای طبیعی می بخشد. منتهی نوع بدون رزین آن همانند جداول فانتزی ویبره ای در برابر نفوذ آب و سرما مقاومت چندان مطلوبی ندارد. (شکل ۵۹)

با افزودن مواد پلیمری نظیر ژل میکروسیلیس و چسب که باعث کاهش شدید نفوذپذیری بتن می شود جداول فانتزی یا مدادی تولید می شوند به همین دلیل دوام این جداول در مقابل یخبندان افزایش قابل ملاحظه ای خواهد داشت. به دلیل افزودن مواد رنگی در فرایند تولید زیبایی ظاهری بهتری نسبت به جداول سنتی بتنی دارند. (شکل ۶۰)



شکل ۵۸



شکل ۵۹



شکل ۶۰



شکل ۶۱



شکل ۶۲



شکل ۶۳

به جای استفاده از جداول پیش ساخته بتنی، می توان از جداول سنگی که از برش دادن سنگ های طبیعی تولید می شوند برای اجرای جدول گذاری معابر استفاده نمود. جداول سنگی در مقایسه با جداول بتنی در برابر یخبندان و آب شدن های متوالی که نقطه ضعف اصلی جداول بتنی است، مقاومت و دوام بسیار بهتری دارد. جداول سنگی غالباً برای اجرای تک جدول دور باغچه یا فضای سبز میانی خیابان ها که اصطلاحاً رفیوژ وسط نامیده می شود استفاده می شوند. مراحل اجرای جدول سنگی مشابه جداول بتنی است. به دلیل هزینه بالای جداول سنگی استفاده از جدول سنگی برای اجرای نهر مرسوم نمی باشد. (شکل های ۶۲ تا ۶۵)



شکل ۶۴

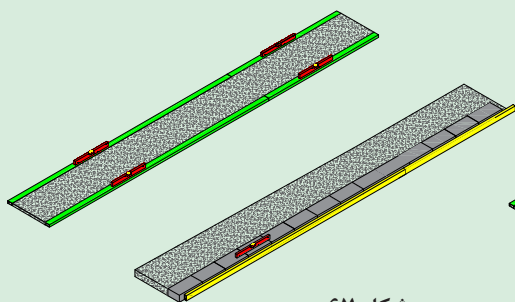


شکل ۶۵

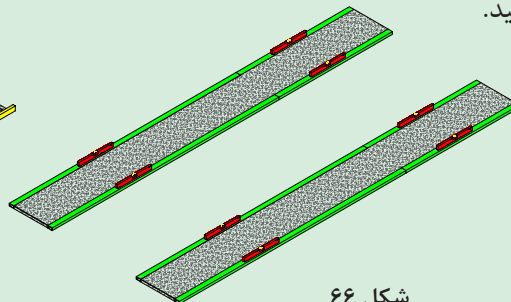


اجرای جدول دور باغچه با تک جدول بتنی پیش ساخته $۵۰ \times ۳۰ \times ۱۰$ در فضای کارگاه یا محوطه مدرسه

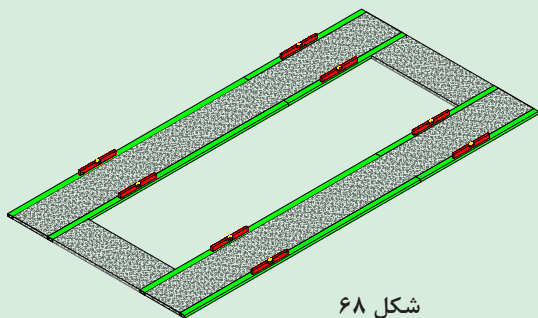
۱ ابتدا مطابق شکل ۶۶ به کمک دو شمشه ۲ متری و ۲ شمشه یک متری و (یا به کمک چیدن آجر شکل ۶۷)، بین دو شمشه بتن مگر به طول ۳ متر، عرض ۳۰ و ضخامت ۵ سانتی‌متر روی زمین ریخته و تراز نمایید. یک نوار دیگر بتن مگر به فاصله داخل به داخل ۷۵ سانتی‌متر و به موازات نوار قبلی اجرا نمایید.



شکل ۶۷



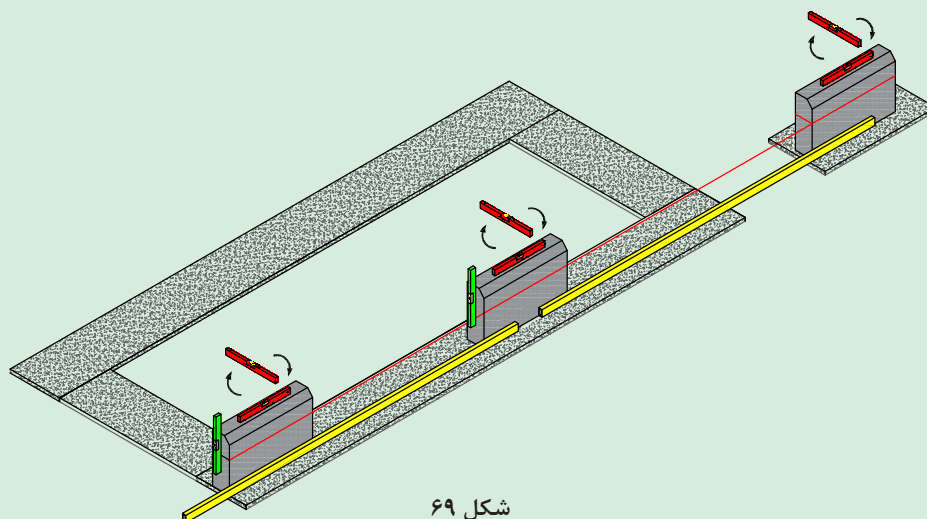
شکل ۶۶



شکل ۶۸

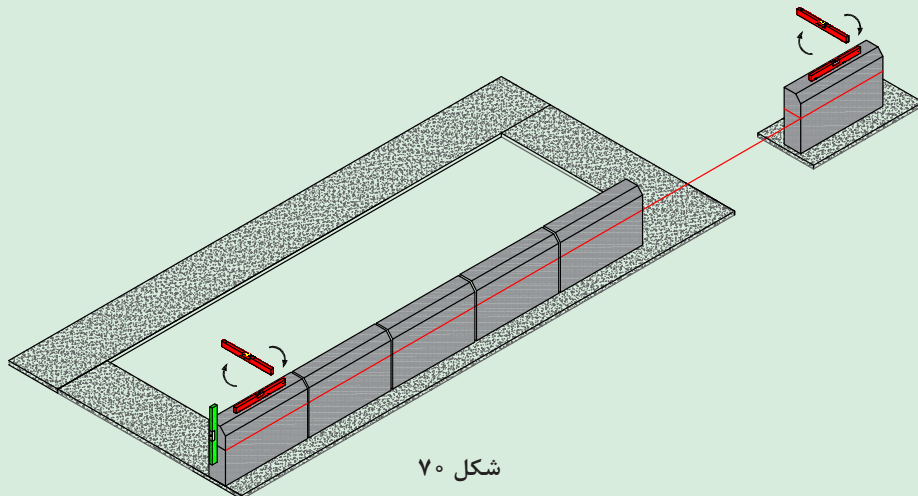
۲ در ادامه با روش گفته شده در گام قبل، دو نوار بتن مگر عمود بر نوارهای قبلی را مطابق شکل ۶۸ اجرا نمایید.

۳ مقداری ملات ماسه سیمان بر روی بتن مگر ریخته و اولین جدول را بر روی آن گذاشته و تراز و شاقول نمایید. مطابق شکل ۶۹ دو جدول به عنوان کرم و به فاصله حداقل دو جدول و به کمک شمشه همراه است، نصب و تراز نمایید.



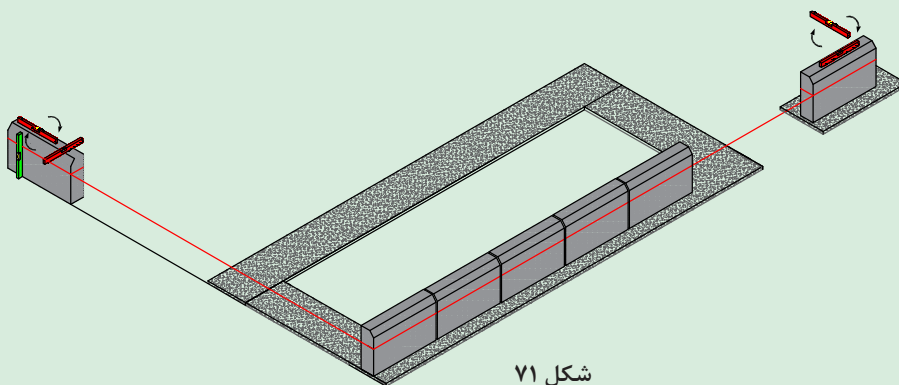
شکل ۶۹

۴ مطابق شکل ۷۰ یک ریسمان از جدول اول به آخر وصل نموده و پنج جدول راستای اول را کامل نمایید. بین جداول یک سانتی متر جهت اجرای بند بین جداول در نظر بگیرید.

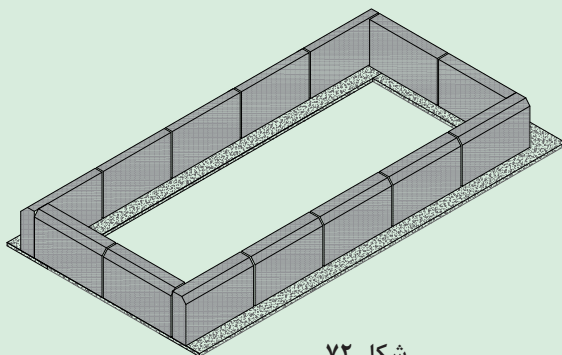


شکل ۷۰

۵ یک جدول کُرُم عمود بر راستای اصلی قرارداده و شاقول و تراز نمایید. کرم جدید را به جدول اول با ریسمان متصل نمایید. به کمک متر و با رابطه ۳-۴-۵ گونیا بودن دو راستا را بررسی نمایید. سپس دو جدول راستای دوم را به کمک ریسمان نصب نمایید. (شکل ۷۱)



شکل ۷۱



شکل ۷۲

۶ مطابق مراحل گفته شده در قبل دو راستای دیگر را اجرا و باغچه را تکمیل نمایید. (شکل ۷۲)

۷ در ادامه با اجرای قالب بندی مطابق مراحل اجرایی گفته شده در متن پودمان، پشت بند جداول را اجرا نمایید. ارتفاع و عرض پشت بند ۱۵ سانتی متر می باشد.

جمع آوری و نظافت کارگاه

پس از اتمام عملیات جداول را تمیز نموده و ملات‌ها را جمع آوری و از کارگاه خارج نمایید. جداول باید به‌طور مرتب در محل مربوطه در کارگاه کنار هم چیده شود تا برای فعالیت بعدی مورد استفاده قرار گیرد. محل جدول‌گذاری باید جارو شده و شسته شود و کلیه نخاله‌ها جمع‌آوری گردد.

محاسبه مقدار مصالح مصرفی و کار انجام شده (متره)

با توجه به تنوع ابعاد جداول موجود در بازار، واحد اندازه‌گیری جدول‌گذاری معابر مترمکعب می‌باشد. در فعالیت کارگاهی فوق با توجه به ابعاد تک جدول $۵۰ \times ۳۰ \times ۱۰$ حجم بتن جداول برابر است با $۷ \times ۰/۵ \times ۰/۱۵ = ۰/۵۳$ مترمکعب می‌باشد.

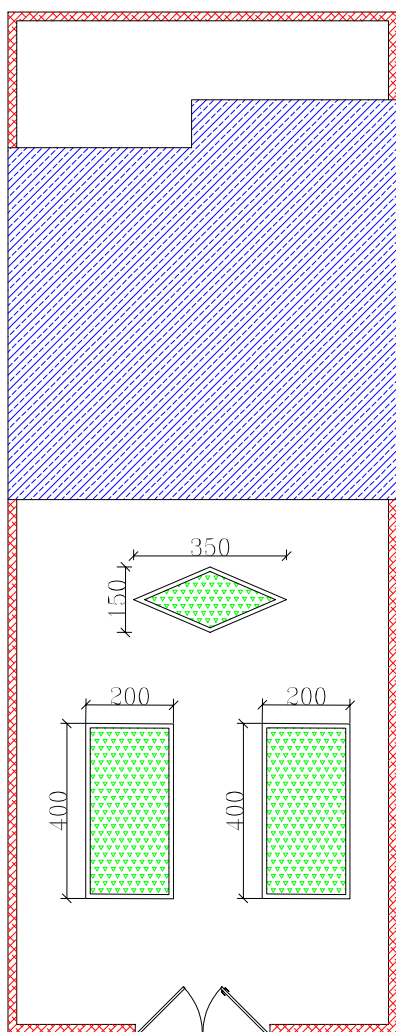
مثال



تمرین



در ساختمان شکل ۷۳ دو باغچه مستطیل، و یک باغچه لوزی شکل در حیاط جنوبی اجرا شده است. با فرض استفاده از تک جدول $۵۰ \times ۵۰ \times ۱۵$ ، تعداد جداول و حجم بتن جداول نصب شده را محاسبه نمایید. در صورتی که بخواهید نمای جداول را رنگ‌آمیزی نمایید با فرض این که هر قوطی رنگ برای رنگ‌آمیزی ۳ مترمربع جدول کافی باشد تعداد قوطی‌های رنگ مورد نیاز را حساب کنید.



شکل ۷۳

ارزشیابی شایستگی اجرای جداول پیش ساخته بتنی

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- نقشه خوانی و متره جداول پیش ساخته بتنی لازم جهت انجام کار
- تهیه تعداد جدول بتنی پیش ساخته $۵۰ \times ۳۰ \times ۱۰$ لازم برای جدول گذاری
- اجرای باغچه با جدول بتنی $۵۰ \times ۳۰ \times ۱۰$ با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد

جداول پیش ساخته بتنی: ویژگی ها و روش های آزمون مطابق استاندارد ISIRI ۱۲۷۲۸

دروندادی: رعایت اصول کرم بندی و تراز نصب جداول بتنی، مدیریت مصالح و منابع

فرایندی: انجام مراحل اجرای جدول گذاری با ترتیب صحیح (تسطیح و آماده سازی بستر، ساختن بتن مگر و ملات ماسه و سیمان، اجرای بتن مگر کف جداول، اجرای کرم بندی و ریسمان کشی، اجرای باغچه با جداول بتنی به همراه کنترل تراز و همبادی، قالب بندی و اجرای بتن پشت بند جداول)

محصول: اجرای باغچه با جداول بتنی پیش ساخته طبق نقشه داده شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان زمان: ۸ ساعت تحت نظارت: استاد کار یا مربی

مقدار: اجرای باغچه با جداول بتنی پیش ساخته به طول $۲/۵$ متر و عرض $۱/۳۰$ متر

ابزار و تجهیزات: متر، دستکش، تراز، شمشه آلومینیومی، چکش لاستیکی، ریسمان بنایی، بیل، فرغون، استانبولی، ماسه، سیمان، آب

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	تسطیح، تمیزکاری و آماده سازی بستر اجرای کار	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	ساخت و اجرای بتن مگر کف جداول به کمک شمشه های آلومینیومی مطابق نقشه	۲	
۴	ساخت و اجرای ملات ماسه و سیمان و نصب کروم ها و ریسمان کشی در دو راستای عمود برهم	۲	
۵	تکمیل جدول گذاری پیرامون باغچه و کنترل تراز و همبادی جداول	۲	
۶	قالب بندی و اجرای بتن پشت بند دو طرف جداول	۲	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: *	۲	
	رعایت ایمنی موقع کار و جلوگیری از آسیب دیدن کمر و پاها در زمان جابه جایی جداول سنگین بتنی، دقت و ظرافت در نصب، همباده سازی و اجرای قالب بندی پشت بند جداول، جمع آوری مصالح و نظافت کارگاه		
میانگین نمرات: **			*

** شایستگی های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و نمره مستمر است.
** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

واحد یادگیری دوم: اجرای محوطه‌سازی با کف‌پوش‌های بتنی

مقدمه

محوطه‌سازی، آماده‌سازی فضای بیرونی، پیرامونی و اختصاصی ساختمان‌ها برای خدمت‌دهی بهتر به کاربران می‌باشد. همانطور که بعد از اجرای یک دیوار، روی آن نازک کاری انجام می‌شود، بعد از تسطیح یک کف، باید روی آن کف‌سازی انجام گیرد تا به کارایی، زیبایی و دوام آن افزوده شود. فضا در محوطه‌سازی به دو دسته فضای سخت و نرم تقسیم‌بندی می‌شود. فضاهای سخت به کلیه سطوحی اطلاق می‌گردد که در آن عملیات عمرانی مانند کف‌سازی، دیوارکشی، جدول‌گذاری و... انجام می‌شود فضاهای نرم شامل کلیه فضاهایی است که عناصر طبیعی مانند فضای سبز و باغچه‌ها، پوشش گیاهی و درختکاری و عنصر آب و سایر عناصر طبیعی در آن غلبه دارد.

استاندارد عملکرد

از هنرجو انتظار می‌رود ضمن شناخت انواع پوشش‌های بتنی کف و آشنایی با روش‌های مختلف اجرا، در پایان این واحد یادگیری بتواند یکی از انواع کف‌سازی‌های بتنی بیان شده را با در نظر گرفتن شرایط زیست محیطی و رعایت نکات ایمنی اجرا نماید.

استانداردهای مرتبط با محوطه‌سازی

- ۱ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی؛ ویرایش سوم، نشریه ۵۵ جلد ۹ محوطه‌سازی، ۱۴۰۳
- ۲ بلوک‌های کف‌پوش بتنی - الزامات و روش‌های آزمون - استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۱۸۵ سال ۱۳۹۴

کف‌سازی چیست؟

به مجموعه عملیاتی که بر روی سطوح افقی (زمین طبیعی و یا سقف طبقات) انجام می‌شود، تا فضا را قابل استفاده نماید، اصطلاحاً کف‌سازی می‌گویند. کف‌سازی بخش مهم و تعیین‌کننده‌ای در ساختمان و خارج از آن می‌باشد. برای آنکه محوطه کارایی لازم را داشته باشد باید با توجه به کارکرد، جنس خاک و نوع پوشش، عملیات کف‌سازی مخصوص آن انجام پذیرد.

از مشخصه‌های مهم کف‌سازی، «استحکام و دوام» آن است. مقاومت در برابر نفوذ و عبور رطوبت از دیگر ویژگی‌های عمده کف‌سازی می‌باشد. همانگونه که اشاره شد، کف‌سازی ارتباط مستقیم به عملکرد و کاربری فضا دارد. بنابراین با توجه به نوع عملکرد هر فضا، کیفیت و مصالح متفاوتی برای طرح و ساخت کف‌سازی در نظر می‌گیریم.

کف‌سازی در محل‌هایی که فقط مورد استفاده عابرین پیاده قرار دارند با محل‌هایی که وسایل نقلیه عبور می‌کنند متفاوت خواهد بود و همچنین استحکام و پایداری کف‌سازی در محوطه‌هایی مانند انبارها، کارگاه‌ها و پمپ بنزین‌ها که محل تردد وسایل نقلیه سنگین هستند اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد. در هنگام طراحی محوطه، علاوه بر در نظر گرفتن ظاهر، دوام و کارایی، باید توجه ویژه‌ای به کارکرد فضا، نوع خاک، شرایط جوی و هزینه اجرا داشت تا فضایی کاربردی، زیبا، پایدار و اقتصادی ایجاد شود.

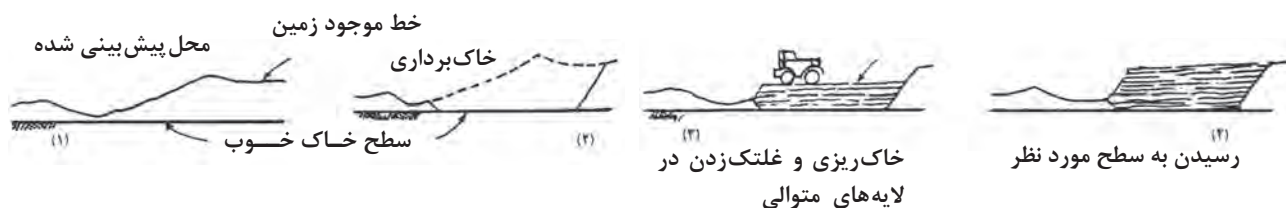
مصالح مختلفی برای کف‌سازی محوطه‌سازی استفاده می‌شوند که هر کدام ویژگی‌ها و مزایای خاص خود را دارند. برخی از مهم‌ترین مصالح مورد استفاده برای کف‌سازی عبارت‌اند از سنگ طبیعی، آجر، کف‌پوش بتنی، آسفالت، چمن مصنوعی، انواع موزاییک‌ها، واش بتن و....

کف‌سازی بر روی خاک

در مورد کف‌سازی بر روی خاک دو مسئله مهم، طراحی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اول احتمال فرونشست خاک که این مسئله موجب نشست‌های غیر یکنواخت در کف‌سازی می‌گردد. دومین موضوع، نفوذ آب‌های سطحی به سطح زیرین کار است. برای اطمینان از اینکه زمین زیر کف‌سازی دارای استحکام کافی و میزان رطوبت کنترل شده باشد و همچنین کف‌سازی بر روی سطح مناسب قرار گیرد و عملکرد کف‌سازی در مقابل عواملی نظیر تورم خاک، نفوذ رطوبت و یخ‌زدگی دچار آسیب نگردد نیاز به عملیات خاصی است، که اصطلاحاً به آن زیرسازی می‌گویند.

■ زیرسازی در محوطه‌سازی

الف) ایجاد استحکام برای روسازی: زمین محوطه ممکن است خاک نامناسبی برای کف‌سازی داشته باشد. برای مثال زمین با خاک زراعی، خاک دستی و یا خاک‌هایی که بیش از حد دارای رُس باشند فاقد مشخصات لازم برای اجرای کف‌سازی هستند. برای مناسب نمودن زمین باید خاک موجود تا رسیدن به خاک مناسب برداشته شود و بعد خاکریزی با دانه‌بندی مناسب در لایه‌های مختلف انجام می‌شود. ضخامت لایه‌ها پس از تراکم نباید بیش از ۱۵ سانتی‌متر باشد. لایه ریخته شده آب پاشی شده و سپس مخلوط مرطوب شده با غلتک مرتعش و کوبیده می‌گردد. این عملیات تکرار می‌شود تا به تراز موردنظر برسیم. (شکل ۷۴)



لایه های ۱۵ سانتی متری از مخلوط مناسب را ریخته و سپس آنها را به وسیله ماشین آلات متراکم می کنیم. جهت تراکم بهتر، لازم است قبلاً به وسیله آب پاشی خاک را آماده کنیم.

شکل ۷۴

به منظور تثبیت خاک های نرم رسی ضمن متراکم کردن خاک، از موادی همچون آهک نیز در عملیات زیرسازی استفاده می شود. به دلیل مقاومت بالای این ماده در برابر آب و رطوبت، پس از خشک شدن مانع از نفوذ آب به سطح روسازی می شود. آهک در هنگام ترکیب با خاک های رس ضمن کاهش تورم، سبب افزایش مقاومت و دوام خاک شده و از فرسایش آن جلوگیری به عمل می آورد. آهک مانع رشد گیاهان ناخواسته در محدوده زیرسازی می گردد اما باید توجه داشت استفاده گسترده از آن در فضای سبز باعث آسیب رساندن و رشد نکردن درختان می گردد. همچنین استفاده از این ماده در لایه های زیرین، سبب کاهش ضخامت لایه رویه و همچنین کاهش چشمگیر هزینه های اجرای روسازی می گردد. (شکل ۷۵)



شکل ۷۵

در صورتی که دانه بندی خاک مناسب باشد بدون نیاز به تعویض خاک یا خاکریزی جدید می توان خاک را متراکم نمود تا به تراکم مناسب برسد.

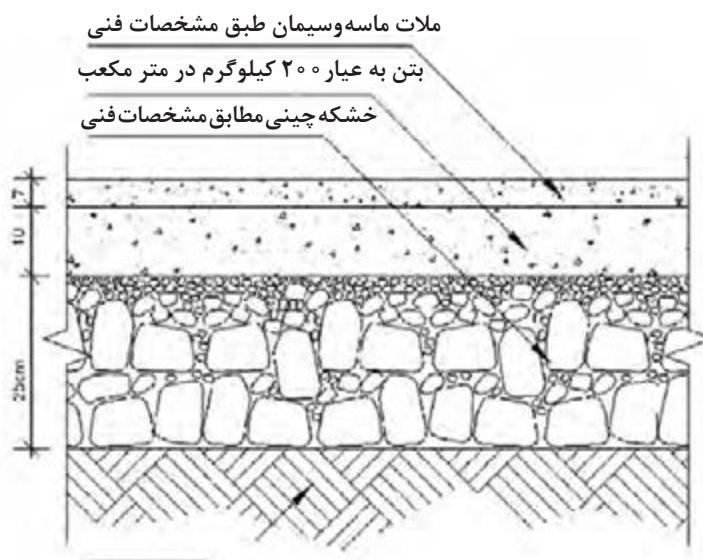
نکته



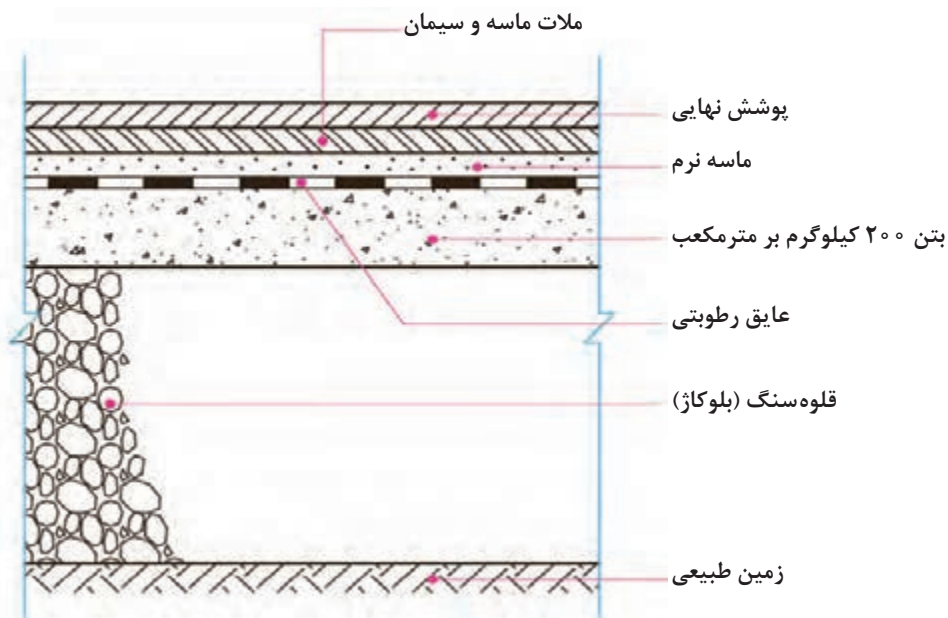
ب) حفاظت روسازی از رطوبت کف: به سبب اثر مویینگی هرچه فاصله بین ذرات خاک کمتر باشد و خاک متراکم تر باشد آب میل بیشتری به بالا آمدن پیدا خواهد کرد. اثر مویینگی در ماسه تمیز بسیار ضعیف و در ماسه مخلوط با خاک رس شدید و در شن تقریباً برابر با صفر است. از این خاصیت برای جلوگیری از نفوذ آب به ساختمان می توان استفاده کرد. با قرار دادن یک لایه سنگ قلوه در روی خاک کوبیده شده مانع از نفوذ آب به داخل مصالح کف سازی و کف محوطه می شوند. به این عمل قلوه چینی یا بلوکاژ می گویند.

لذا به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت به کف که مستقیماً با زمین در تماس است، باید ۲۵ تا ۳۰ سانتی متر روی خاک کوبیده شده را قلوه درشت چیده و سپس روی آن یک قشر مخلوط شن و ماسه بریزند تا فواصل خالی بالای قلوه‌ها را پر کرده و روی کلیه سطوح را بپوشانند. قلوه چینی مانع از نفوذ رطوبت به سطوح بالاتر خواهد شد و پوشش روی قلوه چینی با شن و ماسه باعث به وجود آمدن سطح مناسب و مسطح برای اجرای بتن کف می‌شود. (شکل ۷۶)

در صورتی که کف‌سازی بر روی زمین با رطوبت زیاد انجام می‌گردد در مرحله زیرسازی علاوه بر بلوکاز از عایق رطوبتی نیز باید استفاده گردد. (شکل ۷۷)



شکل ۷۶



شکل ۷۷

کف‌سازی با بتن

اجرای محوطه‌سازی با کف‌پوش بتنی یک روش بسیار رایج و کارآمد در طراحی فضاهای باز است که هم از نظر زیبایی‌شناسی و هم از نظر عملکردی اهمیت ویژه‌ای دارد. کف‌پوش‌های بتنی به دلیل ویژگی‌های مقاومتی، دوام بالا، و تنوع در طراحی، به ویژه برای فضاهایی چون پیاده‌روها، پارک‌ها، حیاط‌ها، و مسیرهای عبوری شهری مناسب هستند. (شکل‌های ۷۸ و ۷۹)



شکل ۷۹



شکل ۷۸

مزایای استفاده از کف‌پوش بتنی در محوطه‌سازی

مقاومت و دوام: کف‌پوش بتنی مقاوم در برابر سایش، آب و هوا، ضربه، و فشار است و می‌تواند مدت زمان طولانی بدون تغییر ظاهر یا خرابی باقی بماند.

تنوع در طراحی: این کف‌پوش‌ها می‌توانند در طرح‌ها، رنگ‌ها و الگوهای مختلف طراحی شوند و برای فضاهای مختلف از جمله مسیرهای پیاده‌روی، حیاط‌ها و باغ‌ها مناسب هستند. (شکل ۸۰)

نصب سریع و هزینه مقرون به صرفه: نصب کف‌پوش بتنی معمولاً سریع و آسان است و از نظر قیمت تمام شده جز کف‌پوش‌های اقتصادی با هزینه اجرای مقرون به صرفه به حساب می‌آید.

قابلیت ترمیم: در صورت آسیب دیدن یا ترک خوردن، کف‌پوش‌های بتنی می‌توانند به راحتی تعمیر شوند.



شکل ۸۰

■ انواع کف پوش بتنی

۱ کف پوش بتنی صاف (بتن درجا)

این نوع کف پوش‌ها معمولاً ساده هستند و بیشتر در فضاهایی که به زیبایی‌های پیچیده نیازی نیست، استفاده می‌شوند کاربرد اصلی و مهم کف پوش بتنی درجا در کف کارگاه‌ها، سوله‌ها می‌باشد همچنین در کف پارکینگ‌ها، مسیرهای پیاده‌روی، یا حیاط‌های بزرگ نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کف پوش‌ها به صورت بتن درجا در محل اجرا می‌شوند. برای جلوگیری از ایجاد ترک در اثر انبساط و انقباض درزهایی به صورت طولی و عرضی در آن ایجاد می‌شود. (شکل ۸۱)



شکل ۸۱

۲ کف پوش بتنی پیش ساخته

کف پوش بتنی پیش ساخته، یکی از انواع مصالح پیش ساخته بتنی است که معمولاً برای اجرای فرش کف پیاده‌روها یا محوطه سازی مورد استفاده قرار گیرد. در سال‌های اخیر پیشرفت‌های بسیار زیادی در کف پوش پیش ساخته بتنی ایجاد شده است و امکان تولید این کف پوش‌ها در ابعاد و اندازه‌های مختلفی وجود دارد. این کف پوش‌ها در محیط‌های با نظارت و کنترل کافی مانند کارخانه‌ها تولید شده و به محل‌های ساخت و ساز منتقل می‌گردند. به دلیل ماهیت پیش ساخته بودن این محصول معمولاً کیفیت، اندازه، شکل و رنگ با ثباتی دارند. همچنین به دلیل دوام ذاتی بتن و به دلیل تولید در دستگاه پرس و تحت فشار زیاد، از استحکام و دوام بالایی برخوردار و مقاومت خوبی در برابر سایش، هوازگی و عوامل محیطی را از خود نشان می‌دهند. از ویژگی‌های قابل توجه این کف پوش‌ها طراحی براساس اشکال، رنگ‌ها و بافت‌های مختلف می‌باشد که به سرعت نصب می‌شوند و باعث صرفه جویی در هزینه و کاهش زمان ساخت و اجرا می‌شوند. برای تولید کف پوش‌های بتنی از مواد اولیه بتن، افزودنی‌های بتن نظیر روان کننده‌ها، سیلیس و ... استفاده می‌شود. این کف پوش‌ها به دلیل تولید صنعتی در کارخانه‌ها کیفیت بالاتری نسبت به کف پوش‌های بتنی درجا دارند. کف پوش بتنی پیش ساخته را می‌توان در ابعاد و ضخامت و طرح‌های مختلف طراحی و تولید کرد. (شکل‌های ۸۲ و ۸۳)



شکل ۸۳



شکل ۸۲



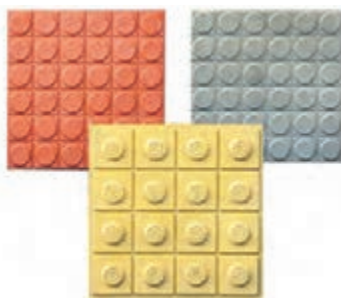
شکل ۸۴- کف پوش بتنی پرسی ۲۰×۲۰



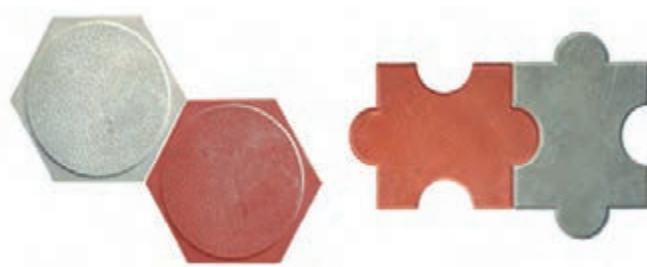
شکل ۸۵- کف پوش بتنی پرسی ۴۰×۴۰ زرد رنگ نابینایان



شکل ۸۶- کف پوش بتنی ویبره‌ای طرح‌دار



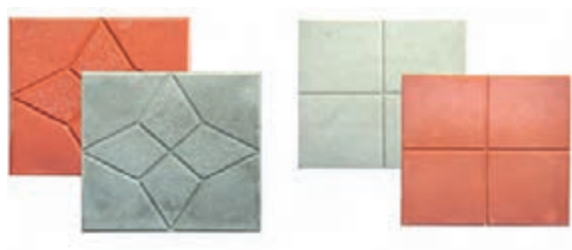
شکل ۸۷- کف پوش بتنی ویبره‌ای نابینایان (سکه‌ای)



شکل ۸۸- کف پوش بتنی ویبره‌ای طرح‌دار

این کف پوش‌ها به صورت ساده یا طرح‌دار و در رنگ‌های مختلف به صورت پرسی یا ویبره‌ای تولید می‌شوند. کف پوش‌های بتنی از دو لایه تشکیل می‌شوند: لایه رویی و لایه زیرین. در ساخت لایه رویی از ترکیبات دانه‌ای رنگی، سنگدانه، سیمان و ... استفاده می‌شود زیبایی کف پوش مربوط به طرح و رنگ لایه رویی آنهاست. لایه زیرین از مقاومت و ضخامت بیشتری از لایه رویی برخوردار بوده و مصالح آن همان مصالح لایه رویی بدون ترکیبات دانه‌ای رنگی است.

کف پوش‌های پرسی به صورت صنعتی تولید شده و کیفیت، ضخامت و ظرفیت باربری بیشتری نسبت به کف پوش‌های ویبره‌ای دارند. کف پوش‌های پرسی سطح ریزدانه و زبری دارند در حالی که کف پوش‌های ویبره‌ای صیقلی و براق هستند. در ساخت کف پوش ویبره‌ای، فشاری وجود ندارد و تراکم بتن با دستگاه ویبراتور و در داخل قالب‌های طرح‌دار ایجاد می‌شوند. کف پوش‌های زرد رنگ آجدار مورد استفاده برای مسیر نابینایان از جمله کف پوش‌های ویبره‌ای هستند. کف پوش‌های ویبره‌ای معمولاً زیباتر از کف پوش‌های پرسی هستند. (شکل‌های ۸۴ تا ۹۱)



شکل ۹۰- کف پوش بتنی ویبره‌ای طرح دار طوسی و قرمز



شکل ۸۹- کف پوش بتنی
ویبره‌ای نابینایان (آجدار)



شکل ۹۱- کف پوش بتنی ویبره‌ای ساده طوسی و قرمز



شکل ۹۲- کف پوش پلیمری قابدار

۳ کف پوش بتنی پلیمری

در تولید کف پوش های بتنی پلیمری از رزین اپوکسی و پلی اورتان استفاده می شود. به دلیل استفاده از مواد شیمیایی در مقابل رطوبت تا حدود زیادی غیر قابل نفوذ می شوند همچنین مقاومت بیشتری در برابر آسیب و ضربه خواهند داشت. این کف پوش ها مناسب آب و هوای سرد و محیط های در معرض رطوبت و یخبندان هستند. (شکل های ۹۲ تا ۹۵)



شکل ۹۵- کف پوش پلیمری
ساده رنگ روشن



شکل ۹۴- کف پوش پلیمری طرح قلوه سنگ



شکل ۹۳- کف پوش پلیمری قرمز
۶۰×۳۰

کف پوش‌های بتنی دارای مزایا و ویژگی‌های زیر می‌باشند:

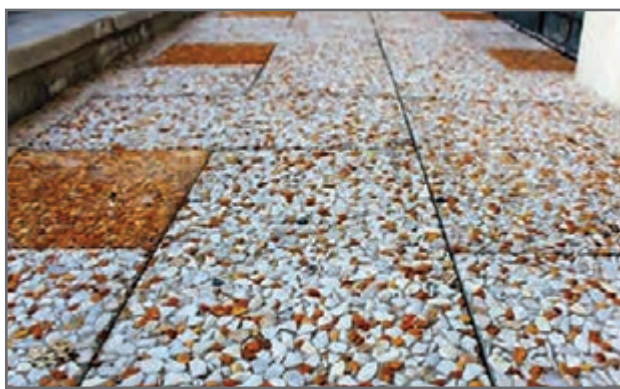
- ۱ مقاومت بالا در برابر ضربه
- ۲ قابلیت ساخت در رنگ‌های مختلف
- ۳ مقاومت مناسب در برابر رطوبت
- ۴ تراکم و استحکام بالا
- ۵ مقاوم در برابر مواد شیمیایی
- ۶ مقاومت بالا در برابر نور آفتاب و عوامل جوی
- ۷ ضد لغزش

کف پوش واش بتن

این نوع کف پوش‌ها که در آن سطح بتنی با استفاده از سنگ‌دانه‌ها و مواد خاص نمایان می‌شود، برای ایجاد سطحی مقاوم، ضدلغزش و زیبا کاربرد دارند و معمولاً در فضاهای بیرونی با تردد زیاد استفاده می‌شوند. واش بتن یا بتن شسته نوعی کف پوش است که از ترکیب ماسه، سنگ دانه‌های معدنی، مواد روان‌کننده و چسب بتن تشکیل می‌شود و به دلیل مقاومت بالا در برابر تغییرات آب و هوایی و اصطکاک به صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی از ابعاد رایج موزاییک واش بتن شامل ۳۰×۳۰ ، ۴۰×۴۰ ، ۵۰×۵۰ و ۶۰×۳۰ سانتی‌متر است. در میان این اندازه‌ها، موزاییک واش بتن ۶۰×۳۰ با ضخامت ۴ الی ۴/۵ سانتی‌متر، به دلیل تطبیق پذیری بالا و مقاومت مناسب، یکی از متداول‌ترین گزینه‌ها به شمار می‌رود. (شکل‌های ۹۶ و ۹۷)



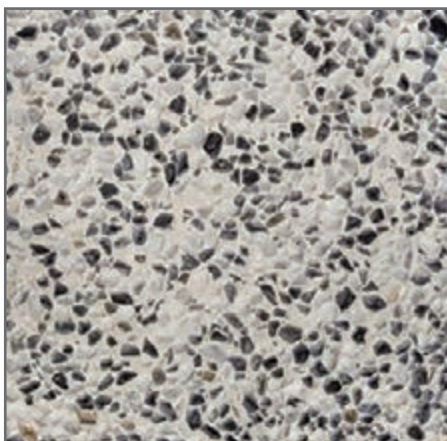
شکل ۹۷



شکل ۹۶

روش‌های تولید واش بتن

واش بتن در چهار نوع درجا، وایبره‌ای، پرس‌ی و آنتیک تولید و در بازار عرضه می‌شود. برای افزایش دوام، مقاومت در برابر سایش و همچنین کاهش جذب آب در تولید واش بتن از مواد افزودنی نیز استفاده شود. با ساب‌زدن سطح رویی این نوع کف پوش، شن دانه‌ها نمایان می‌شوند. از آن جایی که واش بتن رنگ طبیعی و بسیار جذابی دارد، در بیشتر مواقع در پیاده‌روسازی معابر شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته نوع دیگری از واش بتن‌ها هستند که در نوع ساده و تک رنگ تولید می‌شوند. این کف پوش‌ها بیشتر برای مکان‌هایی مانند حیاط، پیاده‌رو، پارکینگ و غیره کاربرد دارد. (شکل‌های ۹۸ و ۹۹)



شکل ۹۹



شکل ۹۸



شکل ۱۰۰



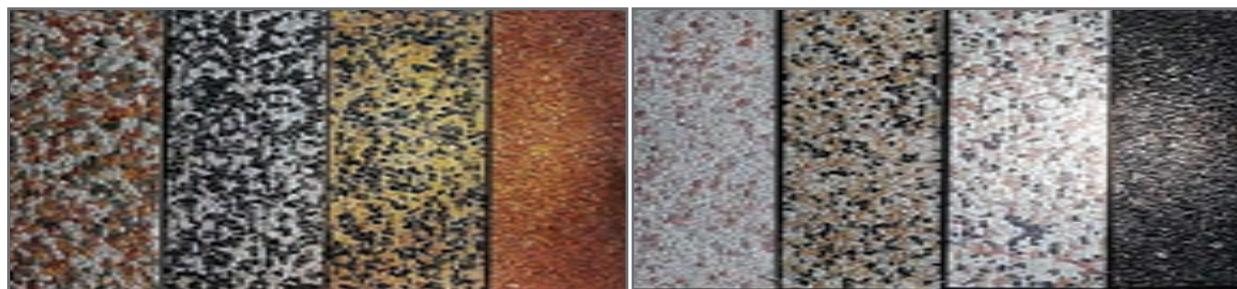
شکل ۱۰۱

۱ واش بتن درجا

این روش قبل از ورود ماشین‌آلات به صنعت ساخت‌وساز موزاییک بسیار رایج بود و مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این روش تمامی مراحل ساخت، اعم از قالب‌بندی و بتن‌ریزی و سایر مراحل آن در محل اجرای پروژه انجام می‌شود. برای ساخت واش بتن به روش درجا مخلوط بتن آماده در قالب‌های موردنظر ریخته می‌شود و پس از صاف کردن سطح و شست و شوی آن با فشار آب، سیمان اطراف سنگ‌دانه‌ها پاک می‌شود و سنگ‌دانه‌ها مشخص و برجسته می‌شوند. این روش به دلیل نداشتن فرمول دقیق برای تولید و از دست دادن کیفیت خود در مدت زمانی کوتاه، امروزه در پروژه‌های ساختمانی به ندرت استفاده می‌شود. (شکل‌های ۱۰۰ و ۱۰۱)

۲ واش بتن وایبره‌ای

در این روش برای تولید واش بتن از مخلوط کردن سنگ‌دانه، پودر سنگ، چسب بتن، سیمان و روان‌کننده‌ها استفاده می‌شود. بعد از مخلوط کردن این مواد با یکدیگر، مخلوط به دست آمده را درون قالب‌هایی می‌ریزند و بر روی میز وایبره قرار می‌دهند تا مواد اولیه و ملات به صورت یکنواخت در محصول پخش شوند و با از بین رفتن حباب‌های درون مخلوط تراکم آن افزایش یابد. این عمل باعث بالا رفتن مقاومت بتن به صورت یکسان در تمامی نقاط می‌شود. سپس محصول را برای تثبیت مقاومت به اتاق بخار برده و پس از آن با بیرون آوردن محصول از اتاق بخار، سطح کار را به وسیله واترجت و فرچه‌های فلزی صیقل می‌دهند تا مواد زائد رویشان جدا شوند و به صورت برجسته در بیاید. (شکل ۱۰۲)



شکل ۱۰۲



شکل ۱۰۳

۳ واش بتن پرسی

واش بتن‌های پرسی از راه پرس مواد اولیه ساخته می‌شوند. ضخامت این نوع از واش بتن بین ۳ تا ۴ سانتی‌متر است. این نوع واش بتن از دو لایه تشکیل می‌شود. در لایه بالایی به ضخامت یک تا دو سانتی‌متر سنگ و سیمان و در لایه زیرین سیمان و ماسه به همراه کمی آب ریخته می‌شود. پس از انجام پرس محصول به‌دست آمده را به مدت یک روز داخل اتاق بخار نگه داشته می‌شود و پس از بیرون آوردن از اتاق، سطح آن را شست‌وشو داده می‌شود. مقاومت و تراکم این نوع محصول رابطه مستقیم با شدت پرس دارد. (شکل ۱۰۳)



شکل ۱۰۴

۴ واش بتن آنتیک

روش تولید این محصول نسبتاً جدید است و در پروسه تولید این کف‌پوش، انتخاب مواد اولیه نیاز به حساسیت و دقت بالایی دارد. همچنین سنگ‌دانه‌های استفاده شده باید از استانداردهای لازم در خصوص ضریب سایش، جذب آب، مقاومت فشاری و رنگ یکنواخت برخوردار باشند. (شکل ۱۰۴)

پودر میکرونیزه^۱ که از آسیاب نمودن سنگ‌های صنعتی به‌دست می‌آید، رنگدانه‌ها، سنگ‌دانه‌ها، سیمان، آب و سایر افزودنی‌ها به عنوان مواد اولیه این محصول شناخته می‌شوند. تفاوت این نوع واش بتن با دیگر انواع واش

۱- میکرونیزه به معنای کوچک کردن یا تجزیه به ابعاد بسیار کوچک است. در فرایند میکرو نیزه مواد معدنی به اندازه‌های میکرومتری پودر می‌گردند که باعث افزایش کیفیت محصولات می‌گردد.



شکل ۱۰۵

بتن در نحوه تولید آن می باشد. مواد اولیه پس از مخلوط شدن، بصورت اتوماتیک قالب ریزی شده و سپس در خلأ مطلق حباب گیری می شوند. سیستم و کیوم در تولید، منجر به تخلیه کامل حباب ها در لایه میانی می گردد که در نتیجه محصول جذب آب پایین تر و مقاومت بالاتری نسبت به باقی محصولات خواهند داشت. در مرحله بعد، قالب ها در اتاق بخار قرار می گیرند. در این مرحله عمل آوری محصول در دما و زمان مشخص به طور کامل انجام می پذیرد. (شکل ۱۰۵)



شکل ۱۰۶- واش بتن ۴۰×۴۰

■ مزایای واش بتن

از آنجایی که واش بتن ها در دو نوع دارای مواد افزودنی و فاقد مواد افزودنی تولید می شوند، مقاومت و استحکام هریک از آنها متفاوت است. مهم ترین مزایای این کف پوش شامل موارد زیر می باشند: (شکل های ۱۰۶ و ۱۰۷)

- ظاهر بسیار زیبا، جذاب و دارای سطح برجسته هستند.

- لغزندگی روی آنها کم است؛ چرا که این کف پوش ها سطح برجسته ای دارند.

- قیمت مناسب

- استحکام و مقاومت بالا

- نصب آسان

- مقاومت در برابر انواع فرسایش

- تنوع زیاد در رنگ، طرح و مدل



شکل ۱۰۷- واش بتن ۶۰×۳۰

■ موزاییک

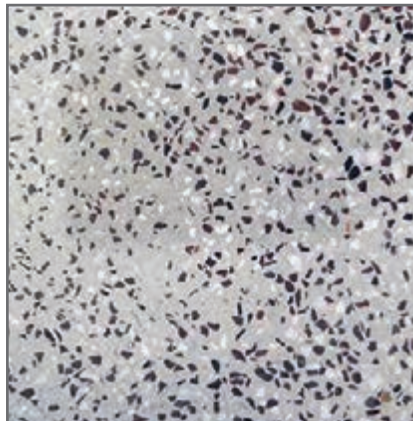
موزاییک ها نوع دیگری از کف پوش های بتنی هستند که تراکم خود را از دو روش پرسی و ویبره ای به دست می آورند. مواد تشکیل دهنده آنها سیمان، سنگدانه، ماسه، پودر سنگ و آب است که در طرح های گوناگونی ساخته می شوند. موزاییک ها انواع مختلفی دارند که شامل موزاییک دو لایه، تک لایه، پلیمری و موزاییک شسته شده می شوند. هرکدام از آنها کاربرد خاص خود را دارند و به دو گروه موزاییک های داخلی و موزاییک های

بیرونی دسته‌بندی می‌شوند موزاییک‌های داخلی دارای سطح صاف و بدون شیار هستند. (شکل‌های ۱۰۸ تا ۱۱۱)

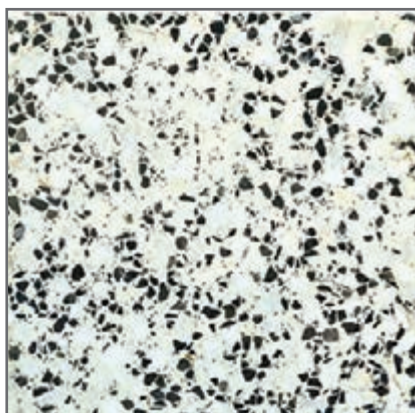
موزاییک‌های بیرونی که حیاطی نیز نامیده می‌شوند به‌صورت آجدار تولید می‌شوند تا در زمان بارندگی و شست‌وشو باعث سرخوردن افراد در زمان عبور نشوند. (شکل‌های ۱۱۲ تا ۱۱۴)



شکل ۱۰۹



شکل ۱۰۸



شکل ۱۱۱- موزاییک پرسی ساده ایرانی



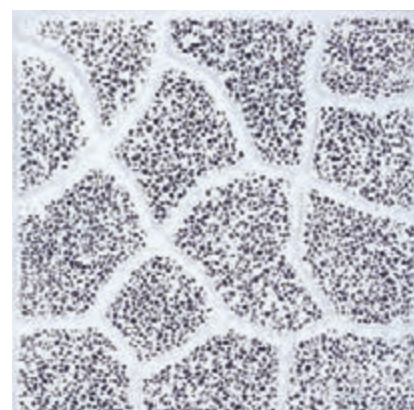
شکل ۱۱۰- موزاییک پرسی ساده فرنگی



شکل ۱۱۴- موزاییک پرسی طرح دار



شکل ۱۱۳- موزاییک پرسی طرح آجری



شکل ۱۱۲

■ موزاییک پلیمری

برای تولید موزاییک‌های پلیمری از رزین‌ها، سنگدانه‌ها و ترکیبات پلیمری استفاده می‌شود. این در حالی است که موزاییک‌های معمولی اغلب از سیمان و سنگدانه‌ها ساخته می‌شوند. وزن موزاییک پلیمری نسبت به موزاییک‌های سیمانی و سنگی سنتی کمتر است. یکی از ویژگی‌های موزاییک‌های پلیمری، مقاومت بالای آنها در برابر ضربه و فشار است. این موزاییک‌ها به دلیل استفاده از پلیمرهای مقاوم و افزودنی‌های تقویت‌کننده، توانایی تحمل بارهای سنگین را دارند. مقاومت موزاییک پلیمری به نوع کاربرد بستگی دارد. برای فضاهای پرتردد مانند معابر عمومی یا پارکینگ‌ها، این موزاییک‌ها باید مقاومت فشاری بالای ۵۰ مگاپاسکال داشته باشند. همچنین، آزمایش‌های ضربه نشان می‌دهد که این موزاییک‌ها حتی در دمای پایین و شرایط سخت نیز بدون شکست باقی می‌مانند. علاوه بر مقاومت موزاییک پلیمری، این موزاییک‌ها در برابر سایش نیز عملکرد مطلوبی دارند، که طول عمر آنها را در پروژه‌های با بار ترافیکی بالا تضمین می‌کند. موزاییک‌های پلیمری به دلیل استفاده از فناوری‌های نوین تولید و قابلیت ترکیب مواد مختلف، از تنوع بیشتری در طرح و رنگ برخوردارند. (شکل‌های ۱۱۵ و ۱۱۶)



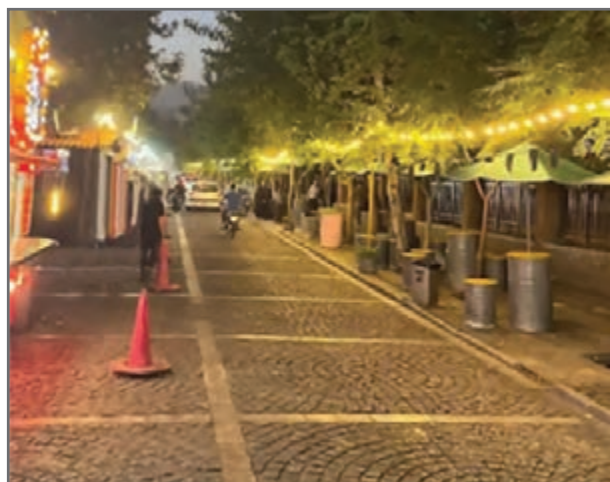
شکل ۱۱۶



شکل ۱۱۵

■ سنگ‌های کیوبیک

سنگ کیوبیک نوعی سنگ مکعبی شکل از جنس تراورتن، مرمریت و گرانیت است. از سنگ‌های کیوبیک به دلیل مقاومت بسیار بالا جهت محوطه‌سازی پارک‌ها، ویلاها و پیاده‌روسازی استفاده می‌شود. معمولاً سنگ‌های کیوبیک را از ضایعات به‌جا مانده از معادن استخراج سنگ تولید می‌کنند. سنگ‌های کیوبیک معمولاً در ابعاد ۱۰×۱۰×۵ و ۱۰×۱۰×۱۰ تولید می‌شوند. این سنگ‌ها به صورت وزنی به فروش می‌رسد که میانگین هر تن سنگ کیوبیک با ضخامت ۱۰ سانت، ۴ مترمربع و کیوبیک با ضخامت ۵ سانتی‌متر، میانگین ۸ متر مربع را پوشش می‌دهد. (شکل ۱۱۷)



شکل ۱۱۷

سنگ‌های کیوبیک گرانیات نسبت به کیوبیک‌های تراورتن و مرمریت دارای مقاومت و دارای دوام بیشتر در مقابل عوامل جوی نظیر یخبندان هستند. این سنگ‌ها به صورت ترکیبی با کف‌پوش‌های بتنی یا واش بتن در پیاده‌روهایی که به دلیل اندازه عرض پیاده‌رو امکان اجرا کف‌پوش کامل وجود ندارد یا پیاده‌روهایی قوسی شکل که امکان اجرا کف‌پوش مستطیلی وجود ندارد و در صورت برش کف‌پوش ممکن است زیبایی یا طرح کف‌پوش به هم بخورد استفاده می‌شود. سطح بدون ساب این سنگ‌ها مانع از سر خوردن افراد بر روی آنها به خصوص در زمان بارندگی می‌شود. ویژگی دیگر عدم انعکاس نور از خود می‌باشد. اجرای این سنگ‌ها بسیار آسان و سریع می‌باشد. استحکام و مقاومت بالا در شرایط مختلف آب و هوایی از مزایای این سنگ‌ها می‌باشد. به دلیل شیارهایی که در بین این سنگ در اجرا به وجود می‌آید، آب به سطح زمین نفوذ کرده و روی سنگفرش آب جمع نمی‌شود در اجرای کیوبیک‌ها به دلیل ریشه ۱۰ سانتی متری آنها، معمولاً بندها با ماسه بادی پر می‌شوند تا زهکشی به آسانی انجام شود. (شکل‌های ۱۱۸ و ۱۱۹)



شکل ۱۱۹



شکل ۱۱۸



شکل ۱۲۰- سنگ کیوبیک کریستال لایبید منظم

سنگ‌های کیوبیک مصنوعی در ابعاد مختلف ۱۰×۱۰ با ضخامت ۳ سانتی متر در رنگ‌های مختلف تولید می‌شوند. این محصولات مقاومت فوق‌العاده بالایی دارند و نسبت به مواد شیمیایی نیز مقاوم هستند. سنگ‌های کیوبیک مصنوعی وزن سبک‌تری نسبت به سنگ‌های طبیعی دارند و قیمتشان کمتر از سنگ‌های طبیعی است. این محصولات جذب آب نزدیک به صفر دارند و نسبت به رطوبت، بسیار مقاوم هستند. از این سنگ‌ها می‌توان به عنوان جایگزین سنگ‌های کیوبیک طبیعی در مکان‌های پر رفت و آمد استفاده نمود. (شکل‌های ۱۲۰ تا ۱۲۳)



شکل ۱۲۳- سنگ کیوبیک گرانیت
مشکی نامنظم



شکل ۱۲۲- سنگ کیوبیک کریستال
لاشتر رویه نامنظم



شکل ۱۲۱- سنگ کیوبیک گرانیت قرمز منظم

مراحل اجرای محوطه‌سازی با انواع کف‌پوش بتنی

۱ برای اجرای فرش کف با انواع کف‌پوش بتنی، سطح پیاده‌رو موجود نظیر آسفالت یا کف‌پوش قدیمی تخریب می‌شود. همچنین در محل‌هایی که قبلاً پیاده‌رو وجود نداشته نیز ابتدا باید آماده‌سازی بستر انجام شود. پس از جمع‌آوری نخاله‌ها یا خاکبرداری باید تسطیح و متراکم نمودن بستر و در صورت لزوم خاکریزی و کوبیدن خاک با غلتک (ماشینی یا دستی) تا رسیدن به تراز زیر بتن مگر انجام شود.

برای برداشتن اجسام و نخاله‌های سنگین (برخلاف آنچه در تصویر دیده می‌شود) ابتدا بر روی زمین نشسته و بعد جسم مورد نظر را بردارید تا کمر و ستون فقراتتان آسیب نبیند. (شکل ۱۲۴)

نکته



شکل ۱۲۴

۲ یک لایه متر بتن نظافت یا مگر با عیار سیمان ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب به ضخامت حداقل ۵ و حداکثر ۱۰ سانتیمتر روی کف اجرا می‌شود. سپس روی بتن را با تخته ماله تسطیح می‌نمایند.



توصیه می شود بتن مگر حداقل یک روز قبل از اجرای کف پوش اجرا شده و سطح آن مرطوب نگه داشته شود. اگر لایه بتن مگر قبل از ریختن ملات نصب فرش کف اجرا نشود، خاک بستر زیر کف پوش آب ملات را می مکد (جذب می کند) و گیرش سیمان موجود در ملات به درستی اتفاق نمی افتد. در نتیجه پس از مدت کوتاهی پس از بهره برداری و رفت و آمد بر روی پیاده رو، واش بتن ها از ملات جدا شده و اصطلاحاً لق می شوند.

(شکل ۱۲۵)

شکل ۱۲۵

۳ یک روش اجرای ملات زیر کف پوش اجرای دوغابی با ملات سفت و کم آب به نام ملات دو نم می باشد. پس از این که ملات زیر کار پخش و با شمشه تسطیح شد، با ریختن دوغاب که از ترکیب سیمان و پودر سنگ و آب ساخته شده، کف پوش ها بر روی آن نصب می شود. در فصول گرم سال یا وزش باد تند ممکن است ملات زود خشک و سفت شود، پس بهتر است ملات در مساحت کم پخش شده تا فرصت کافی برای نصب فرش کف وجود داشته باشد. این روش برای فرش کف سرامیکی و سنگی فضاهای داخلی نیز مناسب می باشد. (شکل ۱۲۶) به کمک ریسمان کشی و دو شمشه چوبی مطابق شکل ۱۲۷ می توان روی بتن مگر را تسطیح نمود. در این روش یک شمشه در راستای ریسمان بر روی ملات قرار گرفته و شمشه دوم که بخشی از لبه آن بریده شده بر روی شمشه اول و در راستای ریسمان حرکت نموده و سطح روی بتن مگر تسطیح می شود.



شکل ۱۲۷



شکل ۱۲۶

۴ مشابه اجرای فرش کف سرامیکی و سنگی ابتدا دلیل گذاری نقطه‌ای انجام و سپس به دلیل خطی تبدیل می‌شود به کمک ریسمان بنایی راستای اجرای کف پوش مشخص شده و دلیل خطی به موازات آن اجرا می‌شود سپس. ملات ماسه و سیمان به ضخامت بین ۵ تا ۷ سانتی‌متر بر روی کف پخش می‌شود. دقت کنید بهتر است تا حدامکان کفسازی با خاکریزی و متراکم نمودن بستر و در نهایت بتن مگر قبلاً تراز شده و آماده ریختن ملات باشد تا از مصرف ملات نصب اضافی و افزایش هزینه اجرای ملات خودداری شود. در صورت تراز بودن کفسازی، ضخامت مناسب ملات نصب کف پوش‌ها معمولاً ۳ تا ۵ سانتی‌متر می‌باشد. در پیاده‌روسازی معابر، اگر دیوار ساختمان‌های کنار پیاده‌رو کاملاً در یک امتداد نباشند (عقب و جلو باشند) دلیل خطی اول به موازات جداول بتنی کنار پیاده‌رو و با فاصله ۲ سانتی‌متری به عنوان بندکشی انجام می‌شود. (شکل‌های ۱۲۸ تا ۱۳۰)



شکل ۱۳۰



شکل ۱۲۹



شکل ۱۲۸



شکل ۱۳۱

۵ در صورتی که کف ساختمان یا پارکینگ بالاتر از پیاده روی موجود باشد قسمت جلوی پارکینگ مطابق شکل ۱۳۱ به صورت شیب‌دار اجرا می‌شود.

۶ برای انجام مناسب‌سازی معابر تردد نابینایان در معابر عمومی مطابق با ضوابط می‌بایست یک ردیف کف پوش بتنی آجدار زرد رنگ به عرض استاندارد ۴۰ سانتی‌متر اجرا گردد. (شکل ۱۳۲) مطابق با ضوابط اجرای کف پوش سکه‌ای با عرض حداقل ۶۰ سانتی‌متر در محل تلاقی پیاده‌رو و سواره‌رو الزامی می‌باشد علاوه بر آن در ورودی کاربری‌های تجاری، فرهنگی، اداری یا درمانی استفاده از کف پوش سکه‌ای الزامی است.

در محل‌های تقاطع یا رسیدن به مانع یا به پایان رسیدن پیاده رو نیز باید از کف‌پوش‌های زردرنگ سکه‌ای استفاده شود. (شکل ۱۳۳)



شکل ۱۳۲



شکل ۱۳۳

۷ پس از اتمام نصب کف‌پوش، پرکردن بندها به کمک ملات بندکشی انجام می‌شود. برای بندکشی پودر سنگ با سیمان با نسبت یک به یک مخلوط شده و پس از افزودن آب به وسیله کاردک مخصوص بندکشی، داخل بندها پُر می‌شود. در نهایت ملات مازاد بندها با گونی کنفی پاک و سطح نهایی تمیز و جاروکشی می‌شود. (شکل ۱۳۴)



شکل ۱۳۴

در پیاده‌روسازی معابر یا محوطه‌سازی کف‌پوش‌ها به خصوص واش بتن به دو روش بند دار و بدون بند اجرا می‌شوند. روش بدون بند سریع‌تر و کم هزینه‌تر و روش بند دار زیباتر و البته با هزینه بیشتر به دلیل اجرای بند کشی می‌باشد. (شکل‌های ۱۳۵ و ۱۳۶)



شکل ۱۳۶- بدون بند



شکل ۱۳۵- بنددار

■ آماده‌سازی ملات ماسه سیمان

روش ساخت ملات ماسه سیمان به این ترتیب است که ابتدا سیمان را به صورت خشک با نسبت یک به سه (یک حجم سیمان و سه حجم ماسه) اضافه نموده و چندین بار با بیل هم زده و و مخلوط نمایید. مخلوط ماسه و سیمان را به شکل یک حوضچه دایره یا بیضی شکل درآورید. قسمت وسط حوضچه به صورت کپه مانند باقی می‌ماند. (شکل ۱۳۷)



شکل ۱۳۷

با این روش زمانی که با بیل این ملات هم زده می‌شود بدون اینکه آب از داخل حوضچه خارج شود به خوبی با ماسه و سیمان مخلوط شده و بیل زدن راحت‌تر انجام می‌شود. از یک طرف با پشت بیل شروع به مخلوط کردن نمایید. این کار را تا زمانی که آب جذب ماسه و سیمان شود و یک مخلوط یک دست و یکنواخت به دست آید ادامه دهید. (شکل ۱۳۸)



شکل ۱۳۸

ملات نصب کف پوش‌ها باید از ملات‌های اندودکاری یا دوغاب‌ریزی کمی سفت‌تر باشد تا اجرای کف‌سازی به راحتی صورت پذیرد و ملات از زیر کف پوش در نرود. برای اجرای کف‌سازی با واش بتن از ملات ماسه سیمان با نسبت یک به سه استفاده می‌شود با توجه به اینکه واش بتن در فضای بیرون از ساختمان اجرا می‌شود باید نسبت به ملات‌های کاشی و سنگ پُرسیمان‌تر باشد تا در مقابل تردهای زیاد و یا بارهای احتمالی وسایل نقلیه دچار لق‌شدگی نگردد.

در فعالیت‌های آموزشی در محیط هنرستان برای این که بتوان کف پوش‌ها را پس از انجام تمرین به راحتی از ملات جدا نموده و در دفعات و یا سال‌های بعد مجدد مورد استفاده قرار داد، توصیه می‌شود برای ساخت ملات با حذف سیمان از ماسه خاک‌دار استفاده شود. این کار باعث صرفه جویی در هزینه‌های سالیانه خرید مصالح می‌شود. همچنین از دور ریختن حجم زیادی از ملات و کف پوش به عنوان نخاله و آسیب رساندن به محیط زیست و طبیعت جلوگیری می‌شود.

نکته





اجرای فرش کف شیب دار با واش بتن یا کف پوش بتنی خاکستری و قرمز به ابعاد 60×30 به صورت بنددار

۱ یکی از دیوارهای محوطه مدرسه یا کارگاه را به عنوان مبنا انتخاب نمایید. همچنین می توانید از جداول بتنی که در پودمان قبل به عنوان تمرین کارگاهی نصب نموده اید به عنوان امتداد مبنا استفاده نمایید.

۲ با توجه به این که معمولاً کف محوطه مدرسه یا کارگاه، آسفالت یا کف پوش می باشد نیازی به اجرای



شکل ۱۳۹



شکل ۱۴۰



شکل ۱۴۱



شکل ۱۴۲

بتن مگر نخواهید داشت. چرا؟

۳ ملات ماسه سیمان که به صورت سفت و دو نیم ساخته شده است را به ابعاد 200×100 سانتی متر و ضخامت ۷ سانتی متر در سمت دیوار و ۵ سانتی متر در انتهای عرض 100 سانتی متری کف کارگاه پخش نموده و آن را تسطیح و با توجه به جهت شیب به کمک شمشه به سمت پایین تراز نمایید. (شکل ۱۳۹)

۴ مقداری دوغاب سیمان سفید و پودرسنگ را بر روی ملات ریخته و واش بتن یا کف پوش بتنی اول را به موازات دیوار یا جدول با فاصله ۲ سانتی متری بر روی ملات قرار دهید. سپس با توجه به جهت شیب به کمک چکش لاستیکی آن را تراز نمایید. واش بتن اول ردیف سوم را به کمک شمشه هم راستا با واش بتن اول و با در نظر گرفتن دو بند ۲ سانتی متری به فاصله ۳۴ سانتی متر نصب نموده و به کمک شمشه و تراز با واش بتن اول هم شیب نمایید. توصیه می شود برای اجرای صحیح بند بین واش بتن ها از یک تکه چهارتراش چوبی به ابعاد 2×2 سانتی متر و طول ۵۰ سانتی متر استفاده نمایید. (شکل ۱۴۰)

۵ واش بتن سوم ردیف های اول و سوم را مطابق مراحل گفته شده برای واش بتن های اجرا نمایید. (شکل ۱۴۱)

۶ واش بتن های میانی ردیف های اول و سوم را که با رنگ متفاوت می باشد به کمک چهارتراش نصب نموده و توسط شمشه و تراز با واش بتن های کناری تراز نمایید. (شکل ۱۴۲)

۷] برای اجرای واش بتن اول ردیف وسط، یک واش بتن 30×60 را به صورت نیمه برش داده یا از یک واش بتن 30×30 آماده استفاده نمایید. به کمک چهارتراش واش بتن نیمه را نصب نموده و توسط شمشه با واش بتن‌های بالا و پایین همراستا و تراز نمایید. (شکل ۱۴۳)

در ادامه واش بتن‌های وسط را به صورت کامل به کمک چهارتراش و شمشه نصب و تراز نمایید. (شکل ۱۴۴)



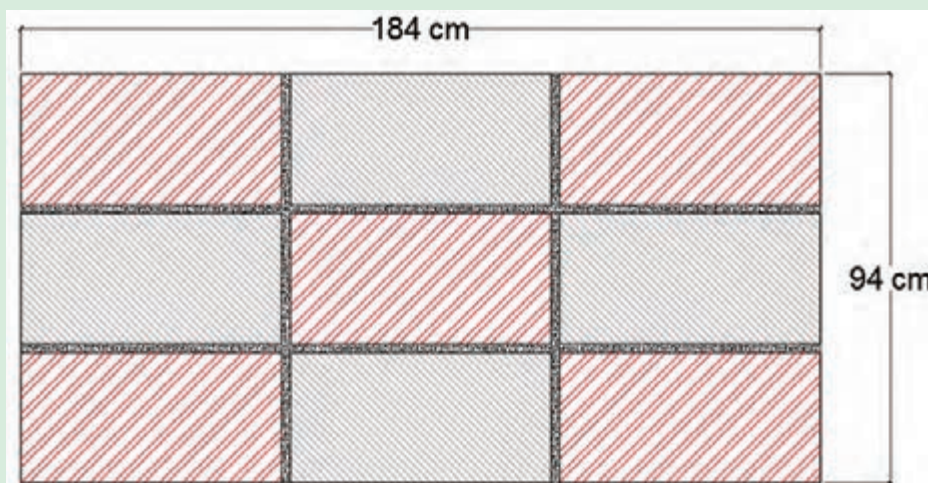
شکل ۱۴۴



شکل ۱۴۳

روش قبلی اجرای واش بتن را که بندها یک در میان در راستای همدیگر قرار می‌گیرند را کف پوش آجری می‌نامند.

روش دیگر اجرای واش بتن محوطه اجرای بنددار به صورت ساده و با بندهای همراستا می‌باشد. با راهنمایی هنرآموز مربوطه مطابق شکل ۱۴۵ و با توجه به مراحل ذکر شده در فعالیت عملی قبلی، تمرین زیر را در کارگاه انجام دهید.



شکل ۱۴۵

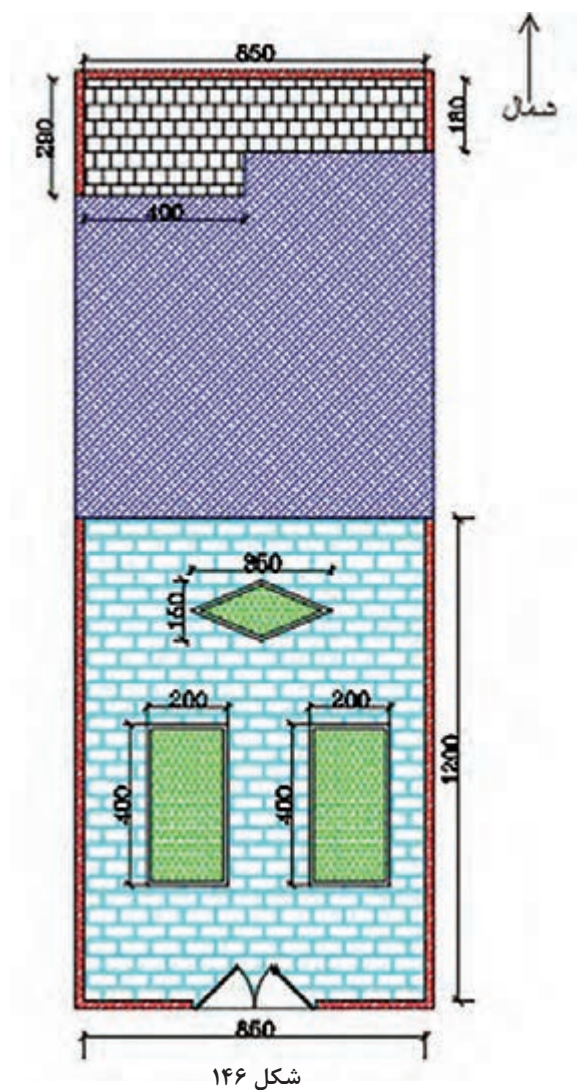
جمع‌آوری و نظافت کارگاه

پس از اتمام عملیات اجرایی واش بتن‌ها را به سرعت جمع‌آوری نموده و ملات مربوطه را نیز جمع‌آوری و از کارگاه خارج نمود.

کف‌پوش‌ها باید به‌طور مرتب در محل مربوطه در کارگاه روی هم چیده شود تا برای فعالیت بعدی مورد استفاده قرار گیرد. محل اجرای کف‌پوش باید جارو شده و شسته شود و کلیه نخاله‌های حاصل از فعالیت کف‌سازی جمع‌آوری گردد.

محاسبه مقدار مصالح مصرفی و کار انجام شده (متره)

مقدار کف‌پوش مصرفی برای اجرای محوطه‌سازی با توجه به اجرای با بند یا بدون بند آنها متفاوت خواهد بود. به عنوان مثال برای اجرای یک مترمربع کف‌پوش بدون بند با واش بتن 30×30 به تعداد ۱۲ تا ۱۴ عدد و برای واش بتن 60×30 به تعداد ۶ تا ۸ عدد واش بتن نیاز هست.



تمرین



حیاط شمالی ساختمان شکل ۱۴۶ با واش بتن 30×30 به صورت بدون بند و حیاط جنوبی با واش بتن 60×30 بنددار شده فرش شده است. مساحت فرش کف حیاط‌ها و تعداد واش بتن مصرفی هرکدام را با احتساب هفت درصد دور ریز محاسبه نمایید. (پس از کسر مساحت باغچه‌ها)

ارزشیابی شایستگی اجرای محوطه‌سازی با کف‌پوش‌های بتنی پیش‌ساخته

شرح کار:

- تعیین موقعیت و مشخص کردن محل اجرای کار در کارگاه
- تهیه وسایل و ابزارآلات لازم برای اجرای کار در کارگاه از انبار
- نقشه‌خوانی و متره کف‌پوش‌های بتنی پیش‌ساخته (یا واش بتن) لازم جهت انجام کار
- تهیه تعداد کف‌پوش‌های بتنی پیش‌ساخته (یا واش بتن) به رنگ طوسی و قرمز لازم برای محوطه‌سازی
- اجرای کف‌پوش‌های بتنی پیش‌ساخته (یا واش بتن) شطرنجی با رعایت اصول گفته شده

استاندارد عملکرد

استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۱۸۵، بلوک‌های کف‌پوش بتنی - الزامات و روش‌های آزمون

دروندادی: رعایت اصول دلیل‌گذاری، تراز و شیب‌بندی و اجرای بند در کف‌پوش‌های بتنی، مدیریت مصالح و منابع

فرایندی: انجام مراحل اجرای کف‌پوش بتنی با ترتیب صحیح (تسطیح و آماده‌سازی بستر، ساخت و اجرای ملات دوم زیر کف‌پوش‌ها، دوغاب‌ریزی زیرکف پوش‌ها، نصب کف‌پوش‌ها (واش بتن) به‌صورت شطرنجی با دو رنگ طوسی و قرمز، استفاده از چهار تراش جهت اجرای دقیق بین بندها، اجرای صحیح شیب عرضی کف‌پوش‌ها)

محصول: اجرای پیاده‌رو با کف‌پوش بتنی پیش‌ساخته (یا واش بتن) طبق نقشه داده شده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه ساختمان **زمان:** ۸ ساعت **تحت نظارت:** استاد کار یا مربی

مقدار: اجرای محوطه‌سازی با کف‌پوش بتنی پیش‌ساخته (یا واش بتن) ۶۰×۳۰ طوسی و قرمز به مساحت ۲ مترمربع

ابزار و تجهیزات: متر، دستکش، تراز، شمشه آلومینیومی، فرز، چهارتراش چوبی به مقطع ۲×۲ سانتی‌متر، چکش لاستیکی، ریسمان بنایی، بیل، فرغون، استانبولی، آب، ماسه، سیمان، پودر سنگ، سیمان سفید، کف‌پوش بتنی پیش‌ساخته (یا واش بتن) ۶۰×۳۰ طوسی و قرمز.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	تسطیح، تمیزکاری و آماده‌سازی بستر اجرای کار	۲	
۲	تهیه مواد، مصالح، ابزار و تجهیزات و استقرار آنها در کارگاه	۱	
۳	ساخت و اجرای ملات دوم به ضخامت ۵ تا ۷ سانتی‌متر به‌صورت شیب‌دار	۲	
۴	پخش دوغاب با پودر سنگ و سیمان سفید و نصب کف‌پوش‌ها (یا واش بتن)	۲	
۵	اجرای صحیح و هم‌راستایی بین بند کف‌پوش‌ها با قرار دادن چهار تراش چوبی	۲	
۶	کنترل تراز بودن کف‌پوش‌ها در راستای طولی و شیب دو درصد در جهت عرضی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: *		
	رعایت ایمنی موقع کار و جلوگیری از آسیب دیدن کمر و پاها در زمان جابه‌جایی کف‌پوش‌های سنگین بتنی و کار با دستگاه فرز، دقت و ظرافت در هم‌باده‌سازی و اجرای بند بین جداول به کمک چهارتراش چوبی، جمع‌آوری مصالح و نظافت کارگاه		
	میانگین نمرات: **		

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و نمره مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

منابع و مآخذ

- ۱ استاندارد شایستگی حرفه ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۴۰۳.
- ۲ استاندارد ارزشیابی حرفه ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۴۰۳.
- ۳ راهنمای برنامه‌درسی ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۴۰۳.
- ۴ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم)، نشریه ۵۵ ویرایش ۱۴۰۳.
- ۵ پیوست ششم آئین‌نامه ۲۸۰۰، طراحی لرزه‌ای و اجزای غیرسازه‌ای، ویرایش چهارم، ۱۴۰۳.
- ۶ نشریات و ضوابط سازمان برنامه و بودجه شماره‌های ۸۲۳، ۳۲۶، ۷۱۴.
- ۷ راهنمای طراحی و جزئیات اجرایی بلوک و پانل‌های AAC، مرکز تحقیقات ساختمان، راه، مسکن و شهرسازی ویرایش ۱۴۰۱.
- ۸ کتاب نازک‌کاری ساختمان کد ۲۱۰۳۹۸، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

