بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

فنّاوری‌های ساختمان

رشتهٔ ساختمان

گروه معماری و ساختمان

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: فنّاوری‌های ساختمان ـ ۲۱۲۳۹۸
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: محمداسماعیل خلیل ارجمندی، حسین دادور، مجید شجاعی‌اردکانی، محمدعلی فرزانه، محمدصالح لباف‌زاده و امیرحسین متینی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
علی صابری (پودمان اول)، حسین حجاریان و امین رضایی (پودمان‌های دوم و سوم)، مهدی هاشملو (پودمان چهارم)، حسین دادور (پودمان پنجم) (اعضای گروه تألیف)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: امیرحسین متینی (صفحه‌آرا) - حسین حجاریان، امین رضایی، علی صابری، امیرحسین متینی، زهرا نامی و ایرج جوادی (رسام)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ ونشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ سوم ۱۳۹۹

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

شابک ۱- ۳۲۲۰ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 - 964 - 05 - 3220-1**

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 «قُدِّسَ سِرُّهُ»

پودمان اول – متره و برآورد

- مقدمه ۲
- استاندارد عملکرد ۲
- ۱- تعاریف و کلیات ۲
- ۲- آشنایی با سرفصل‌های فهرست‌بها ۸
- ۳- ضرایب مورداستفاده در برآورد ۵۰
- ارزشیابی شایستگی متره و برآورد ۵۴

پودمان دوم – کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری

- استاندارد عملکرد ۶۶
- مقدمه ۶۶
- معرفی قسمت‌های مختلف نرم افزار Revit ۶۷
- مراحل انجام پروژه ۷۴
- ارزشیابی شایستگی کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری ۱۱۸

پودمان سوم – کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه

- استاندارد عملکرد ۱۲۹
- مقدمه ۱۲۹
- شروع به کار با نرم‌افزار Revit برای ایجاد پروژه سازه‌ای ۱۳۰
- ارزشیابی شایستگی کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه ۱۷۶

پودمان چهارم – اجرای سازه‌های فولادی

- مقدمه ۱۷۸
- استاندارد عملکرد ۱۷۸
- کلیات ۱۷۸
- اعضای سازه‌های فولادی ۱۸۳
- اتصالات در سازه‌های فولادی ۱۹۷

- انواع سامانه (سیستم)های ساختمانی ۲۰۸
- وسایل اتصال در سازه‌های فلزی ۲۰۹
- اخلاق حرفه‌ای در اجرای سازه‌های فولادی ۲۲۵
- ارزشیابی شایستگی اجرای سازه‌های فولادی ۲۲۸

پودمان پنجم – آزمایشگاه خاک و بتن

- استاندارد عملکرد ۲۳۰
- مقدمه ۲۳۰
- نمونه‌برداری از مصالح ۲۳۰
- مصالح سنگی بتن ۲۳۲
- نمونه‌برداری از مصالح سنگی ۲۳۳
- تعیین درصد رطوبت سنگ‌دانه‌ها ۲۳۵
- وزن مخصوص سنگ‌دانه‌ها ۲۳۷
- آزمایش تعیین وزن مخصوص مصالح سنگی غیرمتراکم ۲۳۸
- آزمایش دانه‌بندی ۲۳۹
- گیرش سیمان ۲۴۱
- آزمایش تعیین غلظت نرمال خمیر سیمان ۲۴۲
- آزمایش زمان گیرش سیمان ۲۴۴
- آزمایش هم‌ارز یا ارزش ماسه‌ای (Sand Equivalent) ۲۴۵
- آزمایش اسلامپ ۲۴۷
- آزمایش مقاومت فشاری بتن ۲۴۹
- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن ۲۵۲
- ارزشیابی شایستگی آزمایشگاه خاک و بتن ۲۵۵

- منابع و مآخذ ۲۵۶

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 بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی تهیهٔ نقشه‌های اجرایی و برآورد هزینه‌های یک ساختمان کوچک

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

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

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 درس، ششمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته ساختمان در پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده دراین کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی فنّاوری‌های ساختمان شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله‌کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور

می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر دریکی از پودمان ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی، شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تالیف 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. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.oerp.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست 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 شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر 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 دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند 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. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بستهٔ 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 بسته‌یادگیری، 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 در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است 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 می شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «متره و برآورد» که ابتدا روش تهیه برگه‌های ریزمتره و خلاصه متره و سپس برگهٔ مالی اشاره شده است. هنرآموزان محترم می‌توانند با انتخاب یک پروژهٔ ساده و کامل همزمان نحوهٔ تهیهٔ صورت‌وضعیت را برای آن به عنوان فعالیت خارج از کلاس در نظر بگیرند و با توجه به آشنایی هنرجویان با نرم‌افزار **Excel** پیشنهاد می‌شود در این پودمان از این نرم‌افزار در تهیهٔ صورت وضعیت استفاده شود.

پودمان دوم: با عنوان «کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری» که در آن کاربرد نرم‌افزار **Revit** را در تهیهٔ نقشه‌های معماری آموزش می‌دهد.

پودمان سوم: دارای عنوان «کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه» است. در این پودمان علاوه بر معرفی نقشه‌های سازه، به کاربرد نرم‌افزار **Revit** در تهیهٔ این نقشه‌ها اشاره می‌شود.

با توجه به قابلیت‌های این نرم‌افزار که توانایی مدل‌کردن کلیهٔ اجزای معماری و سازهٔ ساختمان را به‌صورت سه‌بعدی داراست، لذا آموزش این دو پودمان (پودمان‌های ۲ و ۳) کمک شایانی به انتقال این مفاهیم می‌نماید.

پودمان چهارم: «اجرای سازه‌های فولادی»؛ در این پودمان انواع سازه‌ها و جزئیات هر یک را بررسی و سپس نحوهٔ اجرای آنرا آموزش می‌دهد.

پودمان پنجم: با عنوان «آزمایشگاه خاک و بتن» که در آن روش‌های استاندارد آزمایش‌های اولیهٔ خاک و بتن تشریح شده و سپس نحوهٔ اجرای هر آزمایش را مطابق روش‌های استاندارد بررسی می‌کند.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پودمان ۱

متره و برآورد

مقدمه

به‌منظور تخمین مقدار مصالح مورد نیاز و برآورد هزینهٔ انجام عملیات اجرایی با استفاده از نقشه‌های مصوب و دفترچهٔ فهرست‌بها محاسبات انجام می‌شود که به آن متره و برآورد گفته می‌شود که عامل مهمی در تصمیم‌گیری اجرا و یا عدم اجرای هر پروژهٔ عمرانی می‌باشد.

استاندارد عملکرد

با استفاده از دفترچه فهرست‌بها و نقشه و دستورالعمل‌های سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، فرم‌های ریزمتره، خلاصه‌متره، برآورد مالی و خلاصه مالی یک ساختمان یک طبقه را تکمیل نماید.

۱– تعاریف و کلیات

۱–۱– تعریف متره

متره (Metere) واژه‌ای است فرانسوی که معنی آن متر کردن و یا اندازه گرفتن است و در زبان فارسی این لغت بیشتر در علم مهندسی کاربرد دارد و از آن برای متر کردن و یا اندازه گرفتن مقدار مصالح به‌کاررفته در یک سازه استفاده می‌شود. این سازه می‌تواند ساختمان، راه، پل و غیره باشد.

با تعریف فوق اگر ما بتوانیم مقدار مصالح به‌کاررفته در یک سازه را تعیین کنیم آن سازه را متره نموده‌ایم مثلاً اگر بتوانیم بگوییم که در این دیوار چند مترمکعب آجر مصرف‌شده و یا اگر بتوانیم بگوییم برای فرش کردن این اتاق چند مترمربع موزاییک یا سنگ مصرف‌شده. در این حالت می‌گوییم آجرچینی آن دیوار یا سنگ‌فرش آن اتاق را متره کرده‌ایم.

۱–۲– تعریف برآورد

با توجه به متره‌ای که انجام‌شده چنانچه هزینه انجام عملیات اجرایی محاسبه شود به آن برآورد گفته می‌شود. متره و برآورد در یکسری جداول خاص ثبت می‌گردند که جداول صورت‌وضعیت نامیده می‌شود و شامل جدول ریز متره، خلاصه متره، مالی و ... می‌باشد. این جداول در انتهای این پودمان توضیح داده می‌شود.

۱–۳– مترور کیست؟

افرادی که محاسبات مربوط به متره و برآورد را انجام می‌دهند را مترور می‌گویند. مترورها نقش بسیار کلیدی و مهمی در شرکت‌های فنی و مهندسی دارند. فراگیری متره و برآورد برای کلیه مهندسانی که در جایگاه کارفرما، مشاور و یا پیمانکار عمل می‌کنند لازم است.

۱–۴– فهرست‌بها و انواع آن

فهرست‌بهاها دفترچه‌هایی هستند که هرساله توسط سازمان برنامه و بودجه کشور در رسته‌ها و رشته‌های مختلف تهیه و پس از طی مراحل قانونی به کلیه دستگاه‌های اجرایی ابلاغ می‌شود. در این فهرست‌بهاها هزینه‌های انجام کارهای مرسوم در هر رشته بیان‌شده است. در پروژه‌های دولتی باید از ردیف قیمت‌های این فهرست‌بهاها جهت برآورد هزینه‌ها استفاده نمود. در این پودمان تنها از فهرست‌بهای رشته ابنیه سال ۱۳۹۶ استفاده می‌شود.

۱–۵– فهرست‌بهای ابنیه

در این فهرست‌بها هزینه کلیه فعالیت‌های ساختمانی و تهیه مصالح مرسوم و رایج در ساختمان‌سازی در فصل‌بندی‌های مجزا ارائه‌شده است. جهت اندازه‌گیری مقادیر کار با توجه به نوع آن از واحدهایی مانند متر، مترمربع، مترمکعب، دسی‌مترمکعب یا لیتر، کیلوگرم و یا عدد استفاده می‌شود و در هر ردیف واحد اندازه‌گیری آن ذکرشده است. به‌طور مثال چند مورد از واحدهای اندازه‌گیری مختلف در جدول زیر ذکرشده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۲۲۰۷۰۳	تهیه و نصب قرنیز به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر و به ضخامت ۱ سانتی‌متر از انواع سنگ چینی	متر طول	۶۳,۵۰۰
۲۱۰۱۰۱	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتیمتر، با ۲/۵ سانتیمتر ماسه نرم زیر آن و دوغاب ریزی	مترمربع	۱۷۵,۰۰۰
۰۸۰۱۰۲	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن	مترمکعب	۸۹۶,۵۰۰
۰۸۰۵۰۱	تهیه و اجرای گروت برای زیر بیس پلیت و محل‌های لازم	دسی متر مکعب	۳۱,۵۰۰
۰۹۰۱۰۱	تهیه، ساخت و نصب ستون از یک تیرآهن	کیلوگرم	۲۸,۴۰۰
۱۶۰۳۰۹	تهیه و نصب، درپوش لوله بخاری به قطر ۱۰ سانتیمتر از آهن سفید	عدد	۷۱,۴۰۰

۱–۶– سرفصل‌های فهرست‌بهای ابنیه

فهرست‌بهای ابنیه دارای ۲۹ فصل است. این فصل‌ها را می‌توان به ۶ دسته تقسیم‌بندی نمود[1] که در صفحهٔ بعد ملاحظه خواهید نمود.

۱–۷– شماره ردیف‌های فهرست‌بها

جهت استفاده از فهرست‌بها ابتدا باید مطالب مربوط به کلیات که در ابتدای فهرست‌بها است را مطالعه نمود. پس از کلیات فصل‌های فهرست‌بها شروع می‌شود. قبل از استفاده از هر فصل حتماً باید مقدمه آن مطالعه شود تا روش و نکات استفاده از فصل مشخص شود. پس از مقدمه هر فصل، ردیف‌های آن فصل مشخص می‌شود. به‌منظور دسترسی راحت و سریع به ردیف‌های موردنیاز، ردیف‌های هر فصل با یک عدد شش‌رقمی مشخص‌شده است. این ارقام به ترتیب نشان‌دهنده شماره فصل، شماره گروه و شماره زیرگروه است.

شمارهٔ فصل شمارهٔ گروه شمارهٔ زیرگروه
XX XX XX

۱- در فهرست‌بهای سال ۹۳ و بعد از آن فصل پانزدهم که مربوط به کارهای آزبست سیمانی بود حذف گردید.

سرفصل‌های فهرست‌بهای ابنیه ▲

فصل بیست و یکم. فرش موزاییک

فهرست بهای واحد پایه رشته ابنیه سال ۱۳۹۶

شماره	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
۲۱۰۱۰۱	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی‌متر، با ۲/۵ سانتی‌متر ماسه نرم زیر آن و دوغاب‌ریزی.	مترمربع	۱۷۵,۰۰۰		
۲۱۰۱۰۲	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر، با ۲/۵ سانتی‌متر ماسه نرم زیرآن و دوغاب‌ریزی.	مترمربع	۱۶۹,۰۰۰		
۲۱۰۱۰۳	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی‌متر.	مترمربع	۱۹۵,۰۰۰		
۲۱۰۱۰۴	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر.	مترمربع	۱۸۹,۰۰۰		
۲۱۰۲۰۱	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۱۵×۱۵ سانتی‌متر.	مترمربع	۲۶۸,۵۰۰		
۲۱۰۲۰۲	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی‌متر.	مترمربع	۲۱۰,۵۰۰		
۲۱۰۲۰۳	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر.	مترمربع	۲۰۴,۵۰۰		
۲۱۰۲۰۴	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر.	مترمربع	۲۱۷,۰۰۰		

شماره ردیف‌های فهرست‌بها ▲

۱–۸– ردیف‌های ستاره‌دار

ردیف‌های فهرست‌بها به نحوی تهیه‌شده است که اقلام عمومی کارهای رشته ابنیه را پوشش می‌دهد. در مواردی که مشخصات فنی و اجرایی ویژه‌ای مانند بتن با مقاومت بالا نیاز باشد و یا با شرح ردیف‌ها در فهرست‌بها مطابقت ننماید، ردیف جدیدی در انتهای گروه مربوطه ساخته می‌شود و قیمت آن درج می‌گردد. به این ردیف‌های اضافه‌شده ردیف‌های ستاره‌دار گفته می‌شود. قیمت ردیف‌های ستاره‌دار را مهندس مشاور به روش آنالیز قیمت مشخص می‌کند و پس از تصویب کارفرما در فهرست‌بهای منضم به پیمان با علامت ستاره مشخص می‌شود.

۱–۹– دیاگرام ارتباطی عوامل اجرایی

در دیاگرام زیر ارتباط عوامل اجرایی پروژه نمایش داده شده است. مراحلی که با رنگ سبز نمایش داده‌شده است توسط مترورها انجام می‌شود.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود مترورها در قسمت‌های مالی و مهم یک پروژه مشغول به فعالیت هستند.

۱-۱۰- برگه‌های صورت‌وضعیت

برگه‌های صورت‌وضعیت به‌طورکلی شامل ریز متره، خلاصه متره، برآورد مالی و خلاصه مالی است. این برگه‌ها با توجه به شرایط پروژه و یا نرم‌افزارهای کاربردی متره و برآورد ممکن است به شکل‌های مختلفی ارائه شود.

۱-۱۰-۱- جدول ریز متره

مترور بر اساس نقشه‌های اجرایی در ردیفهای جدول زیر متره شرح عملیات، تعداد مشابه، طول، عرض، ارتفاع و یا وزن واحدکار و طول، سطح، حجم و یا وزن کل آنرا درج می‌کند که پس از تأیید نمایندگان پیمانکار و کارفرما این جدول قابل استناد خواهد بود. حاصل محاسبات هر ردیف در قسمت جزئی نوشته می‌شود.

جهت مرتب کردن مقادیر برای استفاده در خلاصه متره، ردیف‌های هر موضوع را با هم جمع کرده و در قسمت کلی آن موضوع نوشته می‌شود.

ریزمتره										
ردیف	شرح عملیات	تعداد	طول	عرض	ارتفاع	واحد	سطح، حجم، وزن			ملاحظات
							جزئی		کلی	
							کسری	اضافی		
*	مساحت موزاییک محوطه									
۱	موزاییک‌کاری حیاط	۱	۲۰	۱۲	-	m^2		۲۴۰	۲۱۶	
۲	مساحت باغچه‌ها کسر می‌شود	-۲	۴	۳	-	m^2	-۲۴			

۱-۱۰-۲- خلاصه متره

به دلیل حجم بالای برگه‌های ریزمتره و مشابه بودن تعداد زیادی از ردیف‌ها، آنها را دسته‌بندی می‌کنند و خلاصه نتایج به‌دست‌آمده را در جدول‌هایی به نام خلاصه متره وارد می‌نمایند.

خلاصه متره							
ردیف	شماره فهرست‌بها	شرح عملیات	نقل از ریزمتره		مقدار	واحد	ملاحظات
			ردیف	صفحه			
۱	۰۸۰۱۰۵	حجم بتن سقف با مقاومت ۲۰ مگاپاسکال	۱و۲	-	۳/۵۱	m^2	
۲	۰۸۰۳۰۸	حجم لیسه‌ای کردن سطح بتن سقف	۳تا۵	-	۳۸/۷۲۵	m^2	

۱-۱۰-۳- برگه برآورد مالی

نتایج به‌دست‌آمده از خلاصه متره به جدول برگه مالی انتقال می‌یابد و بر اساس شماره فهرست‌بهای مربوطه، قیمت آن ردیف از عملیات مشخص و در عدد به‌دست‌آمده از خلاصه متره ضرب می‌شود. متنی که در ستون شرح عملیات برگه برآورد مالی نوشته می‌شود باید همان متنی باشد که در فهرست‌بها هست .

برآورد مالی					
شماره فهرست‌بها	شرح عملیات	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل (ریال)
۲۱۰۵۰۱	فرش کف با موزاییک ماشینی ایرانی	مترمربع	۲۰۹,۰۰۰	۲۱۶	۴۵,۱۴۴,۰۰۰
مجموع					**۴۵,۱۴۴,۰۰۰**

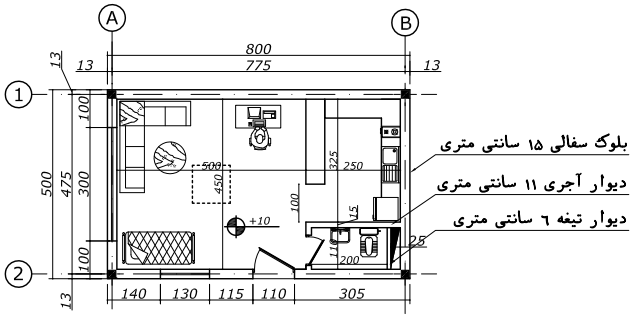
۱-۱۰-۴- خلاصه مالی

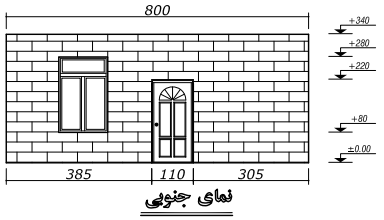
پس از محاسبه هزینه پروژه در برگه‌های برآورد مالی، مجموع هزینه‌ها در هر فصل به‌طور جداگانه در خلاصه مالی نوشته می‌شود. پس از جمع‌کردن این هزینه‌ها، هزینه کل پروژه مشخص می گردد. در انتهای این برگه، هزینه پروژه با توجه به ضرایب نیز محاسبه می‌شود.

خلاصه مالی			
شماره فصل	موضوع فصل	مبلغ فصل‌ها	ملاحظات
جمع کل بدون اعمال ضرایب:			
اضافه می‌شود ..... درصد بابت صعوبت کار در طبقات			
اضافه می‌شود ..... درصد بابت ضریب منطقه‌ای			
اضافه می‌شود ..... درصد بابت هزینه‌های بالاسری			
اضافه می‌شود ..... درصد بابت تجهیز و برچیدن کارگاه			
اضافه می‌شود ..... درصد بابت ضریب پیمان			
جمع کل با احتساب ضرایب			

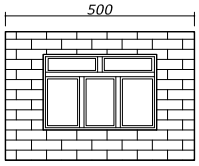
۲– آشنایی با سرفصل‌های فهرست‌بها

در اینجا به‌صورت مختصر با ۱۲ فصل از ۲۹ فصل فهرست‌بها آشنا می‌شویم. و در مرحله بعد به روش حل مسائل با مثال‌های عملی اشاره می‌شود. مثال‌های حل‌شده در هر فصل مربوط به یک ساختمان نگهبانی واقع در شهر نیشابور است که چند مورد از نقشه‌های این پروژه به شرح زیر آورده شده است:

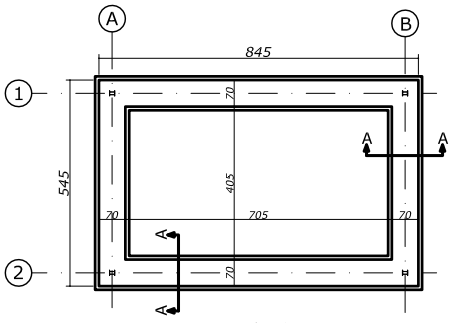




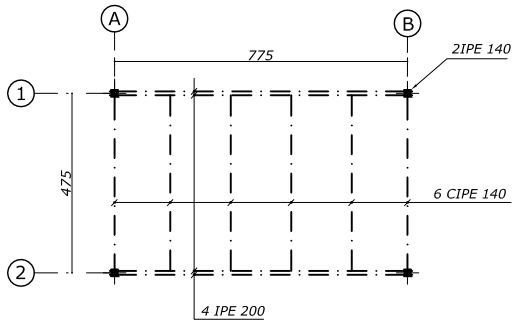
نمای جنوبی



نمای شرقی



پلان فونداسیون



پلان تیرریزی

۲–۱– عملیات تخریب

۱- عملیات تخریب شامل کارهایی مانند بوته کنی و ریشه‌کنی، تخریب ساختمان‌ها و اجزای مختلف ساختمان است.

۲- بابت جمع‌آوری، بارگیری و حمل مصالح ناشی از تخریب تا محلی که آنها را انباشته و یا می‌چینند و مرتب می‌کنند هزینه‌ای به پیمانکار پرداخت نخواهد شد.

۳- هزینه تخریب در این قسمت برای هر ارتفاع، هر عمق، به هر شکل و هر وضع است و قیمت جداگانه‌ای به‌عنوان سختی کار به آن تعلق نمی‌گیرد.

۴- در مواردی که طبق دستور مهندس مشاور، ساختمان‌های خشتی، گلی، آجری، بلوکی و سنگی، با هر نوع سقف (غیر از ساختمان‌های با اسکلت کامل بتنی یا فلزی)، تخریب کلی شوند، بهای آنها برحسب مورد، طبق ردیف‌های ۰۱۰۳۰۱ و ۰۱۰۳۰۲ پرداخت می‌شود و قیمت‌های تفکیکی نمی‌تواند برای تخریب ساختمان‌های یادشده، مورداستفاده قرار گیرد.

۵- در ردیف تخریب کلی ساختمان‌ها، قیمت ردیف مربوط برحسب مترمربع زیربنای هر طبقه، پرداخت می‌شود و شامل فونداسیون می‌شود به‌عبارت‌دیگر برای تخریب فونداسیون این نوع ساختمان‌ها پرداخت دیگری انجام نمی‌شود.

۶- در تخریب دیوارها و سقف‌ها، به‌طورکلی برای اندود یا پوشش‌های روی دیوار یا زیر سقف پرداخت جداگانه‌ای انجام نمی‌شود.

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل تخریب، همراه با ذکر واحد مربوطه و بهای واحد آنها بر اساس فهرست‌بهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور برای آگاهی بیشتر آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۱۰۱۰۱	بوته‌کنی در زمین‌های پوشیده شده از بوته و خارج کردن ریشه‌های آن از محل عملیات	مترمربع	۱۸۰
۱۰۳۰۱	تخریب کلی ساختمان‌های خشتی، گلی و چینه‌ای، شامل تمام عملیات تخریب	مترمربع	۶۴,۶۰۰
۱۰۳۰۲	تخریب کلی ساختمان‌های آجری، سنگی و بلوکی با ملات‌های مختلف، شامل تمام عملیات تخریب	مترمربع	۳۱۵,۵۰۰
۱۰۴۰۶	تخریب بتن مسلح، با هر عیار سیمان و بریدن میلگرد	مترمکعب	۱,۸۷۰,۰۰۰
۱۰۵۰۳	برچیدن سنگ پله‌ها، یا فرش کف، یا دیوار که با سنگ پلاک اجراشده‌اند همراه با ملات مربوط	مترمربع	۵۳,۴۰۰
۱۰۵۰۵	برچیدن سرامیک یا کاشی لعابی با ملات مربوط و تراشیدن ملات باقیمانده روی دیوار یا کف	مترمربع	۴۸,۲۰۰
۱۰۷۰۱	برچیدن پنجره یا درهای فلزی، همراه با قاب مربوط	عدد	۱۱۹,۵۰۰
۱۰۷۰۵	برچیدن هر نوع اسکلت فلزی ساختمان، برج آب‌فلزی و مانند آن، با هر نوع تیرآهن، ناودانی، نبشی، لوله و ورق و سایر پروفیل‌های فلزی، با هرگونه اتصال	کیلوگرم	۲,۴۵۰
۱۰۸۰۱	برچیدن کاسه ظرفشویی، روشویی پیسوار، بیده، توالت فرنگی، دوش یا آب‌شویه (فلاش تانک)	دستگاه	۸۴,۴۰۰

۲-۱-۱- روش حل مسائل تخریب

به طور کلی در حل مسائل متره و برآورد باید مراحل زیر را انجام دهیم:

مرحله اول: محاسبه مقدار کار یا عملیات انجام شده مطابق نقشه و یا صورت جلسات کارگاهی

مرحله دوم: محاسبه هزینه با استفاده از رابطه :

بهای واحد آن کار × مقدار کار انجام شده = هزینه عملیات انجام شده

نکته

در حل مسائل متره و برآورد آخرین مرحله محاسبه هزینه است.

نکته

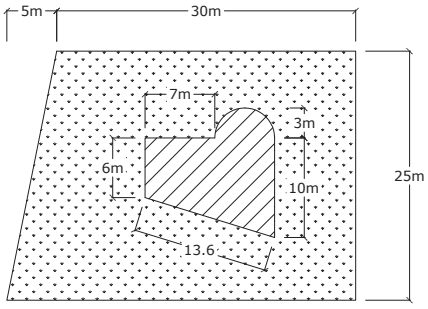
در بحث متره و برآورد ابنیه باید همیشه تمام اندازه‌های طولی را به متر تبدیل کرد به‌جز چند مورد که در فهرست‌بها برحسب دسی‌متر است.

مثال ۱

مطلوب است محاسبه هزینه موارد زیر

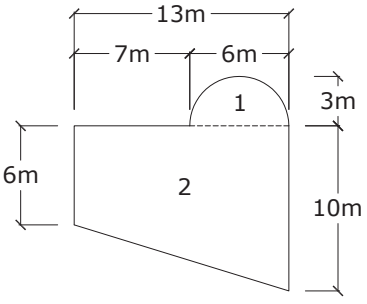
الف) تخریب ساختمان آجری مطابق نقشه

ب) بوته کنی زمین اطراف ساختمان.



حل:

الف)



مرحله ۱) مساحت ساختمان را بدین‌صورت محاسبه می‌کنیم:

مساحت نیم‌دایره + مساحت ذوزنقه = مساحت ساختمان

$$\text{مساحت ساختمان} = \frac{(۱۰+۶)\times ۱۳}{۲} + \frac{۳/۱۴\times ۳^{۲}}{۲} = ۱۱۸/۱۳\ m^{۲}$$

مرحله ۲) محاسبه هزینه:

ریال ۳۷,۲۷۰,۰۱۵ = ۳۱۵۵۰۰ × ۱۱۸/۱۳ = بهای واحد جدول ۱ × مساحت ساختمان = هزینه ردیف ۰۱۰۳۰۲

ب)

مرحله ۱) محاسبه مساحت:

مساحت ساختمان - مساحت زمین (ذوزنقه) = مساحت بوته کنی

مساحت ساختمان را در قسمت الف به دست آوردیم.

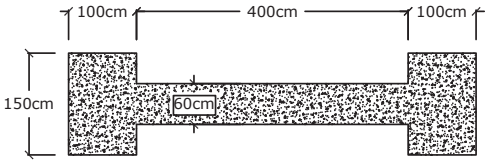
$$\text{مساحت بوته کنی} = \frac{(۳۵+۳۰)\times ۲۵}{۲} - ۱۱۸/۱۳ = ۹۶۴/۳۷\ m^{۲}$$

ریال ۱۲۴,۹۸۶ = ۱۸۰ × ۶۹۴/۳۷ = بهای واحد × مساحت = هزینه بوته‌کنی ردیف ۱۰۱۰۱

مثال ۲

مطلوب است محاسبه هزینه تخریب پی و شناژ بتونی مسلح به شکل زیر با عیار بتن « $۳۵۰ \frac{kg}{m^3}$ [۱]».

عمق پی و شناژ = ۵۰ cm



حل: با توجه به جدول ۱ واحد تخریب بتن مسلح با هر عیار، مترمکعب است باید دقت کرد که عیار $۳۵۰ \frac{kg}{m^3}$ تأثیری در مسئله ندارد، زیرا تخریب بتن مسلح با هر عیاری ۱۸۷۰۰۰۰ ریال برای هر مترمکعب است.

مرحله ۱) محاسبه‌ی حجم: با توجه به این‌که پی‌ها و شناژ رابط آنها مکعب مستطیل هستند، داریم:

ارتفاع × عرض × طول= حجم مکعب مستطیل

حجم شناژ + حجم یک پی × ۲ = حجم کل

حجم کل = ۲ × (۱×۱/۵×۰/۵)+۴×۰/۶×۰/۵=۲/۷ m^3

مرحله ۲) محاسبه هزینه:

هزینه = حجم کل × بهای واحد = ۲/۷× ۱,۸۷۰,۰۰۰ = ۵,۰۴۹,۰۰۰ ریال

۲-۲- عملیات خاکی با دست

۲-۲-۱- مقدمه

۱- اصولاً عملیات خاکی باید با ماشین انجام شود. در مواردی که حجم عملیات خاکی، خیلی کم باشد یا به دلیل محدودیت‌های محل اجرا، انجام عملیات خاکی با ماشین ممکن نباشد، مانند خاک‌برداری محل‌هایی که در کوچه‌های باریک قرار دارند و امکان ورود ماشین‌آلات به آن قسمت میسر نیست، می‌توان از عملیات خاکی با دست استفاده کرد.

۲- حجم عملیات خاکی بر اساس کار اجراشده طبق نقشه و مشخصات، دستور کار و صورت‌مجلس‌ها[۲] محاسبه می‌شود و از بابت تغییر حجم ناشی از نشست، تورم یا کوبیدن مصالح هیچ‌گونه پرداختی صورت نمی‌گیرد.

۳- حمل خاک با وسایل دستی، درهرصورت بیش از ۱۰۰ متر قابل‌قبول نیست. جهت حمل برای مسافت‌های بیشتر باید از ماشین استفاده نمود.

۱- منظور از عیار $۳۵۰ \frac{kg}{m^3}$ یعنی ۳۵۰ کیلوگرم سیمان در یک مترمکعب بتن وجود دارد.

۲- در صورت‌مجلس مقدار و حجم عملیات کارهای انجام‌شده یا نشده مطرح می‌شود. صورت‌مجلس باید به امضا طرفین برسد. هرگونه پرداخت به پیمانکار از بابت کار انجام‌شده قبل از تنظیم و ابلاغ صورت‌مجلس مجاز نیست.

۴- چنانچه یک چاه جهت اجرای شمع حفر شود باید هزینه آنرا از ردیف چاه با اعمال ضریب ۱/۲۰ در نظر گرفت.

۵- هزینه پرداخت عملیات خاکی در زمین‌های مختلف متفاوت است. انواع زمین‌ها بدین‌صورت طبقه‌بندی می‌شوند:

۱) لجنی ۲) نرم ۳) سخت ۴) سنگی

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل عملیات خاکی با دست، همراه با ذکر واحد اندازه‌گیری و بهای واحد آنها آورده شده است.

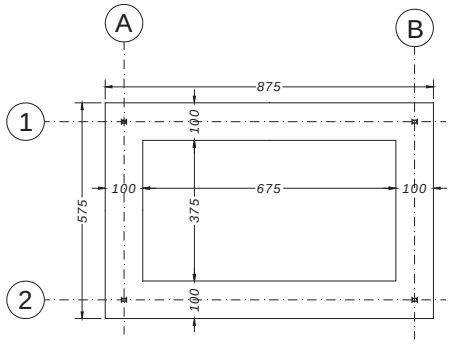
ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۲۰۱۰۲	خاک‌برداری، پی‌کنی، گودبرداری و کانال کنی در زمین‌های نرم تا عمق ۲ متر و ریختن خاک‌های کنده‌شده به کنار محل‌های مربوط	مترمکعب	۶۴,۶۰۰
۰۲۰۱۰۳	خاک‌برداری، پی‌کنی، گودبرداری و کانال کنی در زمین‌های سخت تا عمق ۲ متر و ریختن خاک‌های کنده‌شده به کنار محل‌های مربوط	مترمکعب	۱۴۷,۰۰۰
۰۲۰۲۰۱	اضافه بها به‌ردیف‌های ۰۲۰۱۰۲ تا ۰۲۰۱۰۳، هرگاه عمق پی‌کنی، گودبرداری و کانال کنی بیش از ۲ متر باشد، برای حجم واقع بین ۲ تا ۴ متر، یک‌بار و برای حجم واقع بین ۴ تا ۶ متر، دو بار و به همین ترتیب برای عمق‌های بیشتر	مترمکعب	۵۲,۱۰۰
۰۲۰۳۰۱	حفر میله چاه به قطر تا ۱/۲ متر و کوره و مخزن با مقاطع موردنیاز در زمین‌های نرم و سخت تا عمق ۲۰ متر از دهانه چاه و حمل خاک‌های حاصله تا فاصله ۱۰ متری دهانه چاه	مترمکعب	۶۹۹,۰۰۰
۰۲۰۳۰۲	اضافه بها نسبت به‌ردیف ۰۲۰۳۰۱، هرگاه عمق چاه بیش از ۲۰ متر باشد، برای حجم واقع در ۵ متر اول مازاد بر ۲۰ متر، یک‌بار و برای حجم واقع در ۵ متر دوم، دو بار و برای حجم واقع در ۵ متر سوم، سه بار و به همین ترتیب برای عمق‌های بیشتر	مترمکعب	۹۴,۳۰۰
۰۲۰۵۰۱	تسطیح و رگلاژ سطوح خاک‌ریزی و خاک‌برداری پی‌ها، گودها و کانال‌ها که با ماشین انجام‌شده باشد	مترمربع	۵,۰۰۰

۲-۲-۲- اضافه بها

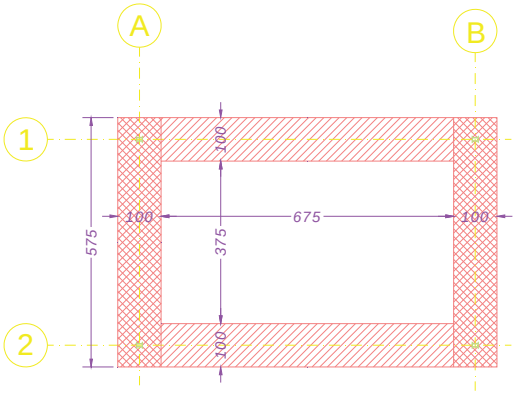
منظور از اضافه بها، پرداخت مبلغی اضافه به بعضی از ردیفهای فهرست‌بها است که با توجه به شرایط خاص انجام عملیات، به آن ردیف‌ها تعلق می گیرد. مثلاً در مورد حفر چاه باید ابتدا برای تمام حجم حفاری شده مبلغ ردیف ۰۲۰۳۰۱ پرداخت شود سپس برای آن قسمت از حجم حفاری شده چاه که در عمق بیشتر از ۲۰ متر هستند به جهت سختی کار اضافه بهای ردیف ۲۰۳۰۲ نیز پرداخت شود.

مثال ۳

مطلوب است محاسبه هزینه عملیات خاک‌برداری پی نواری پروژه داده‌شده مطابق نقشه در زمین سخت به عمق ۰/۵ متر.



پلان پی کنی



حل:

مرحله ۱) محاسبه مقدار یا حجم خاکبرداری:

حجم خاک پی در آکس‌های A و B = ۲ × ۵/۷۵ × ۰/۵ = ۵/۷۵ m^3

حجم خاک پی در آکس‌های ۱ و ۲ = ۲ × ۶/۷۵ × ۱ × ۰/۵ = ۶/۷۵ m^3

حجم کل خاک پی = ۵/۷۵ + ۶/۷۵ = ۱۲/۵ m^3

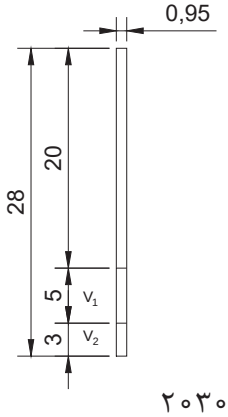
مرحله ۲) محاسبه هزینه:

هزینه = حجم خاک‌برداری × بهای واحد (جدول ۲)

هزینه ردیف ۰۲۰۱۰۳ = ۱۲/۵ × ۱۴۷,۰۰۰ = ۱,۸۳۷,۵۰۰ ریال

مثال ۴

قصد داریم یک حلقه چاه به قطر ۹۵ سانتی‌متر و عمق ۲۸ متر برای فاضلاب پروژه اتاق نگهبانی حفر کنیم. مطلوب است محاسبه هزینه حفر چاه.



حجم خاک چاه تا عمق ۲۸ متر $V = \frac{۳/۱۴ \times ۰/۹۵^۲}{۴} \times ۲۸ = ۱۹/۸۳\ m^3$

حجم واقع در ۵ متر اول مازاد بر ۲۰ متر $V_1 = \frac{۳/۱۴ \times ۰/۹۵^۲}{۴} \times ۵ = ۳/۵۴\ m^3$

حجم واقع در ۵ متر دوم (۳ متر) $V_2 = \frac{۳/۱۴ \times ۰/۹۵^۲}{۴} \times ۳ = ۲/۱۲\ m^3$

هزینه حفر چاه ردیف ۲۰۳۰۱ = ۱۹/۸۳ × ۶۹۹,۰۰۰ = ۱۳,۸۶۱,۱۷۰ ریال

اضافه بها ردیف ۲۰۳۰۲ = ۳/۵۴ × ۱ × ۹۴۳۰۰ + ۲/۱۲ × ۲ × ۹۴۳۰۰ = ۷۳۳,۶۵۴ ریال

هزینه کل = ۱۳,۸۶۱,۱۷۰ + ۷۳۳,۶۵۴ = ۱۴,۵۹۴,۸۲۴ ریال

نکته

محاسبات فوق به شرح ذیل در برگه‌های صورت‌وضعیت وارد می‌گردد که باید سعی شود در کلیهٔ مسائل این پودمان به این‌صورت عمل گردد.

ریزمتره

ردیف	شرح عملیات	تعداد	طول	عرض	ارتفاع	واحد	سطح، حجم، وزن			شماره ردیف فهرس‌بها	ملاحظات
							کلی	جزئی			
								اضافی	کسری		
*	محاسبه حجم خاک چاه										
۱	حجم خاک چاه فاضلاب	۱	۲۸	۰/۹۵	-	m^3	۱۹/۸۳			۰۲۰۳۰۱	
۲	حجم خاک واقع در ۵ متر اول مازاد بر ۲۰ متر	۱	۵	۰/۹۵	-	m^3		۳/۵۴			
۳	حجم خاک واقع در ۵ متر دوم مازاد بر ۲۰ متر (۳ متر)	۲	۳	۰/۹۵	-	m^3		۴/۲۴			
۴	حجم قابل استفاده برای محاسبه اضافه‌بها	-۲	۴	۳	-	m^3	۷/۷۸			۰۲۰۳۰۲	

خلاصه متره

ردیف	شماره فهرست‌بها	شرح عملیات	نقل از ریزمتره		مقدار	واحد	ملاحظات
			ردیف	صفحه			
۱	۰۲۰۳۰۱	حجم خاک چاه فاضلاب	۱	-	۱۹/۸۳	m^3	
۲	۰۲۰۳۰۲	حجم قابل‌استفاده برای محاسبه اضافه بها	۴	-	۷/۷۸	m^3	

برآورد مالی

شماره فهرست‌بها	شرح عملیات	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل (ریال)
۰۲۰۳۰۱	حفر میله چاه به قطر تا ۱/۲ متر و کوره و مخزن با مقاطع موردنیاز در زمین‌های نرم و سخت تا عمق ۲۰ متر از دهانه چاه و حمل خاک‌های حاصله تا فاصله ۱۰ متری دهانه چاه	مترمکعب	۶۹۹,۰۰۰	۱۹/۸۳	۱۳,۸۶۱,۱۷۰
۰۲۰۳۰۲	اضافه بها نسبت به‌ردیف ۰۲۰۳۰۱، هرگاه عمق چاه بیش از ۲۰ متر باشد، برای حجم واقع در ۵ متر اول مازاد بر ۲۰ متر، یک‌بار و برای حجم واقع در ۵ متر دوم، دو بار و برای حجم واقع در ۵ متر سوم، سه بار و به همین ترتیب برای عمق‌های بیشتر	مترمکعب	۹۴,۳۰۰	۷/۷۸	۷۳۳,۶۵۴
مجموع					**۱۴,۵۹۴,۸۲۴**

۲-۳- عملیات خاکی با ماشین

۲-۳-۱- مقدمه

۱- در این بخش انواع زمین‌ها به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱-۱- زمین‌های لجنی: زمین‌هایی هستند که وسایل کار با وزن طبیعی خود به حدی در آن فرورود که انجام کار به سهولت مقدور نباشد.

۱-۲- زمین‌های نرم: زمین‌هایی هستند که انجام عملیات در آنها به‌وسیلهٔ بولدوزر تا قدرت ۱۵۰ اسب بخار یا وسایل مشابه، بدون استفاده از ریپر عملی است.

۱-۳- زمین‌های سخت: زمین‌هایی هستند که انجام عملیات در آن‌ها به‌وسیلهٔ بولدوزر تا قدرت ۳۰۰ اسب بخار یا وسایل مشابه با استفاده از ریپر عملی است.

۱-۴- زمین‌های سنگی: زمین‌هایی هستند که برای کندن آن‌ها مصرف مواد سوزا و منفجره ضروری باشد یا استفاده از ماشین‌آلات سنگین مانند بولدوزر باقدرت بیش از ۳۰۰ اسب بخار الزامی‌باشد.

۲- گود به محلی گفته می‌شود که پس از خاک‌برداری و رسیدن به کف نهایی، از همه جهت پایین‌تر از تراز زمین طبیعی قرارگرفته و عمق متوسط آن بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر باشد. به‌عبارت‌دیگر چنانچه عمق ۶۰ سانتی‌متر یا کمتر باشد به آن خاک‌برداری و اگر عمق بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر باشد گودبرداری می‌گویند.

۳- ردیف‌های حمل مصالح و یا خاک برای راه‌های آسفالتی در نظر گرفته‌شده است اما درصورتی‌که حمل خاک موضوع ردیف ۰۳۰۷۰۳، در راه‌های شنی انجام شود ضریب ۱/۱۵ و اگر در راه‌های ساخته نشده انجام شود، به آن ضریب ۱/۳۰ اعمال می‌گردد.

در جـدول زیـر شـرح بعضـی از ردیف‌هـای فصل عملیـات خاکی با ماشـین را همراه بـا ذکر واحـد و بهای واحد بر اسـاس فهرسـت‌بهای سـازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشـور ملاحظه می‌شـود.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۳۰۱۰۱	شخم زدن هر نوع زمین غیر سنگی با وسیله مکانیکی، به عمق تا ۱۵ سانتی‌متر	مترمربع	۵۵۵
۰۳۰۱۰۳	خاک‌برداری یا گودبرداری در زمین‌های نرم با هر وسیله مکانیکی، حمل مواد حاصل از خاک‌برداری تا فاصله ۲۰ متر از مرکز ثقل برداشت و توده کردن آن	مترمکعب	۶,۸۱۰
۰۳۰۱۰۴	خاک‌برداری یا گودبرداری در زمین‌های سخت با هر وسیله مکانیکی، حمل مواد حاصل از خاک‌برداری تا فاصله ۲۰ متر از مرکز ثقل برداشت و توده کردن آن	مترمکعب	۱۴,۰۰۰
۰۳۰۵۰۱	پی‌کنی، کانال کنی با وسیله مکانیکی در زمین‌های نرم تا عمق ۲ متر و ریختن خاک کنده‌شده در کنار محل‌های مربوط	مترمکعب	۱۹,۰۰۰
۰۳۰۵۰۲	پی‌کنی، کانال کنی با وسیله مکانیکی در زمین‌های سخت تا عمق ۲ متر و ریختن خاک کنده‌شده در کنار محل‌های مربوط	مترمکعب	۲۹,۷۰۰
۰۳۰۵۰۴	پی‌کنی، کانال‌کنی با چکش هیدرولیکی در زمین‌های سنگی تا عمق ۲ متر و حمل و تخلیه مواد کنده‌شده تا فاصله ۲۰ متر از مرکز ثقل برداشت	مترمکعب	۲۳۶,۰۰۰
۰۳۰۷۰۱	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر تا فاصله ۱۰۰ متری مرکز ثقل برداشت و تخلیه آن	مترمکعب	۱۴,۵۰۰
۰۳۰۷۰۲	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی‌که فاصله حمل بیش از ۱۰۰ متر تا ۵۰۰ متر باشد، به ازای هر ۱۰۰ متر مازاد بر ۱۰۰ متر اول. کسر ۱۰۰ متر به‌تناسب محاسبه می‌شود	مترمکعب - کیلومتر	۱,۲۷۰
۰۳۰۷۰۳	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی‌که فاصله حمل بیش از ۵۰۰ متر تا ۱۰ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر مازاد بر ۵۰۰ متر اول، برای راه‌های آسفالتی (کسر کیلومتر به نسبت قیمت یک کیلومتر محاسبه می‌شود)	مترمکعب - کیلومتر	۴,۷۳۰

۲-۳-۲- روش حل مسائل مربوط به خاک‌برداری با ماشین

مسائل مربوط به خاک‌برداری با ماشین با توجه به مسافت، حداکثر در ۵ مرحله حل می‌شود:

مرحله ۱) محاسبه حجم خاک‌برداری، گودبرداری، پی‌کنی و یا غیره

مرحله ۲) محاسبه هزینه مرحله یک و ریختن خاک‌های کنده‌شده در کنار گود.

بهای واحد (ردیف ۲ تا ۶) × حجم خاک = هزینه خاک‌برداری یا ...

مرحله ۳) محاسبه هزینه حمل خاک تا فاصله ۱۰۰ متری

بهای واحد (ردیف ۷) × حجم خاک = هزینه حمل تا ۱۰۰ متری

توجه: در این مرحله هزینه یک متر تا ۱۰۰ متر یکسان است.

مرحلـه ۴) محاسـبه هزینـه حمـل خاک‌هـا از فاصلـه ۱۰۰ متـر تـا ۵۰۰ متـر بـه ازای هـر ۱۰۰ متر مـازاد بر ۱۰۰ متـر اول.

هزینه برحسب تناسب (X) × (بهای واحد ردیف ۸) × حجم خاک = هزینه حمل از ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر

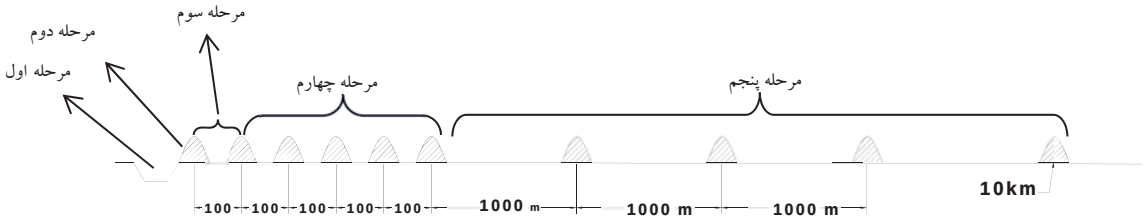
هزینه	فاصله
۱۲۷۰	۱۰۰
X	(۱۰۰- متر ۱۰۰ تا ۵۰۰)

مرحله ۵)

محاسبه هزینه حمل خاک‌ها از فاصله ۵۰۰ متر تا ۱۰۰۰۰ متر (۱۰ km) به ازای هر ۱۰۰۰ متر مازاد بر ۵۰۰ متر اول.

هزینه برحسب تناسب (X) × (بهای واحد ردیف ۹) × حجم خاک = هزینه حمل از ۵۰۰ متر تا فاصلهٔ موردنظر

هزینه	فاصله
۴۷۳۰	۱۰۰۰
X	(۵۰۰- متر ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰)

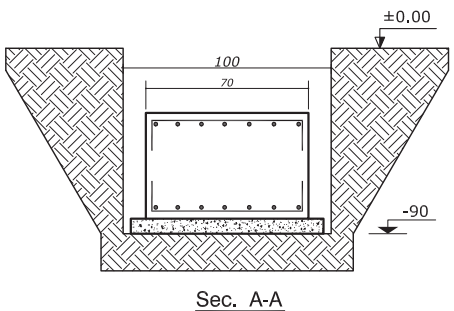


مثال ۵

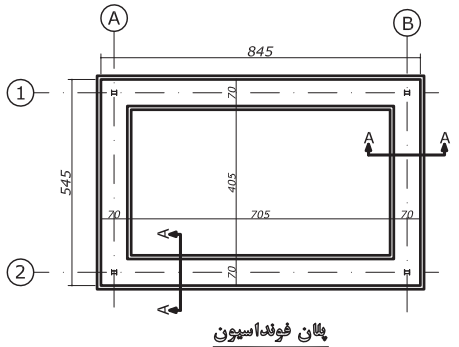
اگر با توجه به جنس زمین (سخت)، این پی را با ماشین به قدرت ۲۵۰ اسب بخار گودبرداری کرده باشیم، هزینه آن و حمل خاک را در حالت‌های زیر محاسبه کنید درصورتی‌که عمق یخبندان ۹۰ سانتی‌متر باشد.

الف) پی‌کنی با توجه به پلان پی‌کنی داده‌شده و حمل خاک به فاصله ۳۷۵ متری (نوع جاده آسفالتی)

ب) گودبرداری کل محدوده پلان پی‌کنی و حمل به فاصله ۷۳۰۰ متری. (نوع جاده شنی)



Sec. A-A



پلان فونداسیون

حل: با توجه به مطالب گفته‌شده نوع زمین سخت است. همچنین عمق پی با توجه به‌صورت مسئله به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

عمق پی = ۱۰+۵۰+۹۰ = ۱۵۰ cm = ۱/۵ m

الف) با توجه به آکس‌ها حجم خاک را محاسبه می‌کنیم:

هزینه	فاصله
۱۲۷۰	۱۰۰
X	۲۷۵
X = ۳۴۹۲/۵	

حجم خاک در آکس‌های A و B = ۲ × ۵/۷۵ × ۱ × ۱/۵ = ۱۷/۲۵ m^3

حجم خاک در آکس‌های ۲ و ۱ = ۲ × ۶/۷۵ × ۱ × ۱/۵ = ۲۰/۲۵ m^3

حجم کل خاک پی‌کنی = ۱۷/۲۵ +۲۰/۲۵ = ۳۷/۵ m^3

هزینه پی‌کنی ردیف ۳۰۵۰۲ = ۳۷/۵ × ۲۹۷۰۰ = ۱,۱۱۳,۷۵۰ ریال

هزینه حمل خاک تا فاصله ۱۰۰ متری ردیف ۳۰۷۰۱ = ۳۷/۵ × ۱۴۵۰۰ = ۵۴۳,۷۵۰ ریال

هزینه حمل خاک از ۱۰۰ متر تا ۳۷۵ متر ردیف ۳۰۷۰۲ = ۳۷/۵ × ۳۴۹۲/۵ = ۱۳۰,۹۶۸/۷۵ ریال

هزینه کل = ۱,۱۱۳,۷۵۰ + ۵۴۳,۷۵۰ + ۱۳۰,۹۶۸/۷۵ = ۱,۷۸۸,۴۶۸/۷۵ ریال

ب) با توجه به مقدمه این فصل بعد از ۵۰۰ متر باید هزینه حمل را ۱۵ درصد افزایش داد.

هزینه	فاصله
۴۷۳۰	۱۰۰۰
X	۶۸۰۰
X = ۳۲۱۶۴	

حجم گودبرداری = ۸/۷۵ × ۵/۷۵ × ۱/۵ = ۷۵/۴۷ m^3

هزینه گودبرداری ردیف ۳۰۱۰۴ = ۷۵/۴۷ × ۱۴۰۰۰ = ۱,۰۵۶,۵۸۰ ریال

هزینه حمل خاک تا فاصله ۱۰۰ متری ردیف ۳۰۷۰۱ = ۷۵/۴۷ × ۱۴۵۰۰ = ۱,۰۹۴,۳۱۵ ریال

هزینه حمل خاک از ۱۰۰ متر تا ۵۰۰ متر ردیف ۳۰۷۰۲ = ۷۵/۴۷ × ۴ × ۱۲۷۰ = ۳۸۳,۳۸۷/۶ ریال

هزینه حمل از ۵۰۰ تا ۷۳۰۰ متر ردیف ۳۰۷۰۳ = ۷۵/۴۷ × ۶/۸ × ۱/۵ × ۴۷۳۰ = ۲,۷۹۱,۵۲۹/۶ ریال

هزینه کل = ۱,۰۵۶,۵۸۰ + ۱,۰۹۴,۳۱۵ + ۳۸۳,۳۸۷/۶ + ۲,۷۹۱,۵۲۹/۶ = ۵,۳۲۵,۸۱۲ ریال

ریزمتره											
ردیف	شرح عملیات	تعداد	طول	عرض	ارتفاع	واحد	سطح، حجم، وزن			شماره ردیف فهرست‌بها	ملاحظات
							کلی	جزئی			
								اضافی	کسری		
*	حجم خاک گودبرداری پی										
۱	حجم خاک گودبرداری	۱	۸/۷۵	۵/۷۵	۱/۵	m^3	۷۵/۴۷			۰۳۰۱۰۴	

خلاصه متره						
ردیف	شماره فهرست‌بها	شرح عملیات	نقل از ریزمتره		مقدار	واحد	ملاحظات
			ردیف	صفحه			
۱	۰۳۰۱۰۴	حجم خاک گودبرداری	۱	-	۷۵/۴۷	m^3	

برآورد مالی					
شماره فهرست‌بها	شرح عملیات	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل (ریال)
۰۳۰۱۰۴	خاک‌برداری یا گودبرداری در زمین‌های سخت با هر وسیله مکانیکی، حمل مواد حاصل از خاک‌برداری تا فاصله ۲۰ متر از مرکز ثقل برداشت و توده کردن آن	مترمکعب	۱۴۰۰۰	۷۵/۴۷	۱,۰۵۶,۵۸۰
۰۳۰۷۰۱	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر تا فاصله ۱۰۰ متری مرکز ثقل برداشت و تخلیه آن	مترمکعب	۱۴۵۰۰	۷۵/۴۷	۱,۰۹۴,۳۱۵
۰۳۰۷۰۳	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی‌که فاصله حمل بیش از ۱۰۰ متر تا ۵۰۰ متر باشد، به ازای هر ۱۰۰ متر مازاد بر ۱۰۰ متر اول. کسر ۱۰۰ متر به‌تناسب محاسبه می‌شود	مترمکعب	۱۲۷۰	۷۵/۴۷ × ۴	۳۸۳,۳۸۷/۶
۰۳۰۷۰۱	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی‌که فاصله حمل بیش از ۵۰۰ متر تا ۱۰ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر مازاد بر ۵۰۰ متر اول، برای راه‌های آسفالتی (کسر کیلومتر به نسبت قیمت یک کیلومتر محاسبه می‌شود)	مترمکعب - کیلومتر	۴۷۳۰	۷۵/۴۷ × ۶/۸ × ۱/۱۵	۲,۷۹۱,۵۲۹/۶
مجموع					**۵,۳۲۵,۸۱۲**

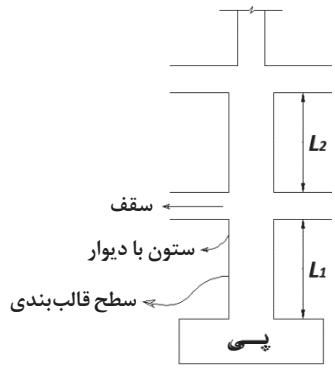
۲-۴- قالب‌بندی چوبی و فلزی

۲-۴-۱- مقدمه

۱- هزینه تمام قالب‌بندی‌ها باید با استفاده از ردیف‌های قالب‌بندی فلزی برآورد شود، درصورتی‌که استفاده از قالب چوبی ضروری باشد می‌توان از ردیف‌های مربوط به قالب‌بندی چوبی استفاده کرد.

۲- منظور از تخته نرّاد خارجی، چوب‌های روسی یا مشابه آن است. چوب‌های کاج وارداتی معروف به چوب روسی اعم از اینکه چوب‌های یادشده محصول کشور روسیه باشد یا سایر کشورها، تخته نرّاد خارجی گفته می‌شود.

۳- برای اندازه‌گیری ارتفاع به‌منظور محاسبه قالب‌بندی ستون و دیوار برای طبقه هم کف از روی پی محاسبه می‌شود (L۱) و در سایر طبقات، نسبت به کف همان طبقه در نظر گرفته می‌شود(L۲).



۴- در ردیف‌های قالب‌بندی چوبی منظور از بتن نمایان (اکسپوز)، به بتنی اطلاق می‌شود که تخته‌های قالب‌بندی ازلحاظ ابعاد و طرز قرار گرفتن، به‌صورت حکمی‌باشد.

۵- هزینه رنده و تمیز کردن قالب‌ها، مواد رهاساز (روغن و مانند آن)، سیم و میخ لازم در قیمت‌ها منظور شده است.

۶- در مواردی که طبق نقشه یا دستور کار مهندس مشاور، قالب در کار باقی بماند(قالب گم)، اضافه بهای ۰۵۰۸۰۸ پرداخت خواهد شد[۱].

۷- برای ستون‌ها با مقطع غیر چهارضلعی مانند ستون دایره‌ای شکل یا شش‌ضلعی فلزی باید علاوه بر ردیف ۰۶۰۳۰۱ ردیف ۰۶۰۸۰۴ نیز منظور شود.

۱- بدیهی است که قالب گم فقط در قالب‌بندی چوبی استفاده می‌شود.

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل قالب‌بندی چوبی همراه با ذکر واحد اندازه‌گیری مربوط و بهای واحد آن درج‌شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۵۰۱۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نرّاد خارجی، در پی‌ها و شناژهای مربوط به آن	مترمربع	۲۲۶,۵۰۰
۰۵۰۳۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نرّاد خارجی، در ستون‌ها و شناژهای قائم با مقطع چهارضلعی تا ارتفاع حداکثر ۳/۵ متر	مترمربع	۳۵۰,۵۰۰
۰۵۰۸۰۶	اضافه بها برای حکمی بودن قالب‌بندی، با استفاده از تخته نراد خارجی، برای بتن نمایان (اکسپوز)	مترمربع	۱۴۵,۰۰۰
۰۵۰۸۰۸	اضافه بهای قالب‌بندی، با استفاده از تخته نراد خارجی، درصورتی‌که قالب الزاماً در کار باقی بماند (قالب گم‌شده)	مترمربع	۷۵,۶۰۰
۰۶۰۱۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از قالب فلزی در پی‌ها و شناژهای پی	مترمربع	۲۱۸,۵۰۰
۰۶۰۳۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از قالب فلزی در ستون‌ها و شناژهای قائم با مقطع چهارضلعی تا ارتفاع حداکثر ۳/۵ متر	مترمربع	۲۹۷,۵۰۰
۰۶۰۸۰۴	اضافه بها به‌ردیف ۰۶۰۳۰۱، ولی با مقاطع منحنی و غیر چهارضلعی	مترمربع	۲۰۶,۰۰۰

۲-۴-۲- مراحل حل مسائل مربوط به قالب‌بندی

مرحله ۱) محاسبه مساحت قالب‌ها: در مسائلی که پلان داده می‌شود می‌توان از فرمول زیر مساحت دیواره های پی، ستون و غیره را به‌دست آورد.

ارتفاع قالب‌ها × محیط قسمتی که قالب گذاشته‌شده است = مساحت قالب‌ها (دیواره‌ها)

مرحله ۲) هزینه:

بهای واحد (جدول ۳) × مساحت قالب‌ها = هزینه قالب‌بندی

نکته

محل اتصال پی و شناژها قالب‌بندی نمی‌شود زیرا باید آرماتورهای پی و شناژ به هم متصل و کلاف شوند، درنتیجه قالب‌بندی پی دارای سوراخ‌هایی به عرض و ارتفاع شناژ است که باید این مساحت‌ها را از مساحت قالب‌بندی پی کسر کرد.

مثال ۶

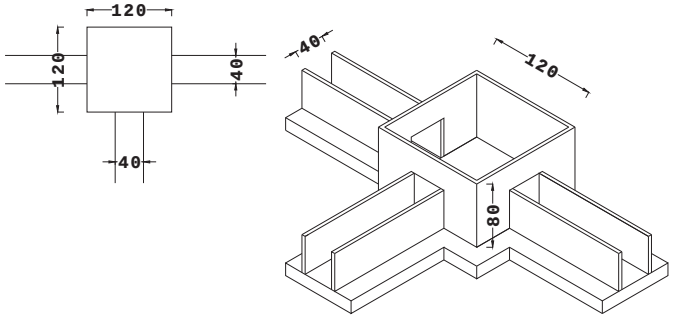
اگر بخواهیم مساحت قالب‌بندی پی شکل روبه‌رو را محاسبه کنیم بدین‌صورت عمل می‌کنیم:

ارتفاع پی ۸۰ cm،

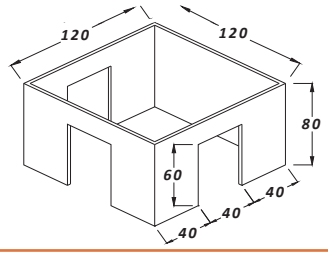
ابعاد ۱۲۰×۱۲۰،

ارتفاع شناژ ۶۰ cm،

عرض ۴۰ cm.



حل:

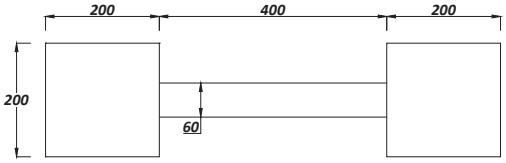


همان‌طور که ملاحظه می‌شود پی دارای ۳ سوراخ به شکل روبه‌رو است با توجه به فرمول فوق داریم:

مساحت مفید قالب‌بندی پی = (۴ × ۱/۲ × ۰/۸) − (۳ × ۰/۴ × ۰/۶) = ۳/۱۲ m^2

مثال ۷

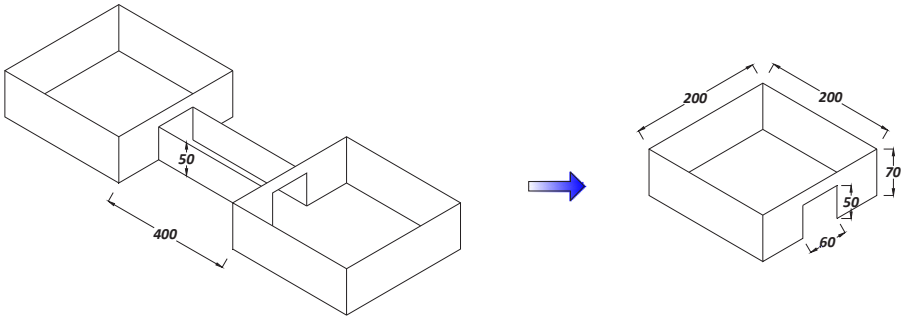
مطلوب است هزینه قالب‌بندی با استفاده از تخته نراد خارجی شناژ و پی با مشخصات زیر درصورتی‌که به‌صورت قالب گم اجرا شود.



ارتفاع پی ۷۰ cm، ارتفاع شناژ ۵۰ cm

حل:

مرحله ۱) محاسبه مساحت قالب‌ها: ابتدا مساحت قالب‌های پی را به دست می‌آوریم؛ همان‌طور که ملاحظه می‌شود هر پی دارای یک سوراخ ۵۰ × ۶۰ سانتی‌متری است، زیرا شناژ به آن متصل شده است.



مساحت قالب‌بندی یک پی = (عرض شناژ × ارتفاع شناژ× تعداد شناژهای متصل به پی) − ارتفاع × محیط پی

مساحت قالب‌بندی یک پی = ۴ × ۲ × ۰/۷ − ۱ × ۰/۵ × ۰/۶ = ۵/۳ m^2

مساحت قالب‌بندی ۲ پی = ۲ × ۵/۳ = ۱۰/۶ m^2

مساحت قالب‌بندی شناژ: باید مساحت ۲ مستطیل به ابعاد ۰/۵ × ۴ را به دست آوریم.

مساحت قالب‌بندی شناژ = ۲ × ۴ × ۰/۵ = ۴ m^2

مساحت کل قالب‌بندی = ۱۰/۶ + ۴ = ۱۴/۶ m^2

مرحله ۲) محاسبه هزینه:

هزینه قالب‌بندی پی و شناژ ردیف ۵۰۱۰۱ = ۱۴/۶ × ۲۲۶,۵۰۰ =۳,۳۰۶,۹۰۰ ریال

اضافه‌بهای قالب گم ردیف ۵۰۸۰۸ = ۱۴/۶ × ۷۵,۶۰۰ =۱,۱۰۳,۷۶۰ ریال

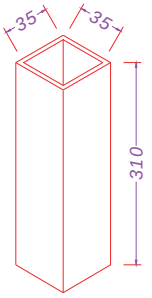
هزینه کل = ۳,۳۰۶,۹۰۰ + ۱,۱۰۳,۷۶۰ = ۴,۴۱۰,۶۶۰ ریال

مثال ۸

هزینه قالب‌بندی برای موارد زیر را به‌دست آورید.
الف) ۴۸ ستون بتنی با قالب چوبی نراد خارجی به ابعاد مقطع ۳۵×۳۵ سانتی‌متر و به ارتفاع ۳۱۰ سانتی‌متر، اگر قرار باشد ستون‌ها به‌صورت اکسپوز اجرا شوند.
ب) ۱۵ ستون با مقطع دایره با قالب فلزی به قطر ۴۰ سانتی‌متر و با ارتفاع ۳۴۰ سانتی‌متر

حل:

الف)



محیط مقطع × ارتفاع ستون = مساحت قالب‌بندی ستون
۴۸ × ۳/۱ × (۴ × ۰/۳۵) = ۲۰۸/۳۲ m^2 = مساحت ۴۸ ستون با مقطع مربع‌شکل
۲۰۸/۳۲ × ۳۵۰,۵۰۰ = ۷۳,۰۱۶,۱۶۰ ریال = هزینه قالب‌بندی با چوب نراد خارجی ردیف ۵۰۳۰۱
۲۰۸/۳۲ × ۱۴۵,۰۰۰ = ۳۰,۲۰۶,۴۰۰ ریال = اضافه‌بها جهت اجرای قالب‌بندی برای بتن نمایان ردیف ۵۰۸۰۶
۷۳,۰۱۶,۱۶۰ + ۳۰,۲۰۶,۴۰۰ = ۱۰۳,۲۲۲,۵۶۰ ریال = هزینه کل

ب)

۱۵ × ۳/۴ × (۳/۱۴ × ۰/۴) =/۶۴ m^2 = مساحت قالب‌بندی ۱۵ ستون با مقطع دایره
۶۴ × ۲۹۷,۵۰۰ = ۱۹,۰۴۰,۰۰۰ ریال = هزینه قالب‌بندی با قالب فلزی ردیف ۶۰۳۰۱
۶۴ × ۲۰۶,۰۰۰ = ۱۳,۱۸۴,۰۰۰ ریال = اضافه‌بها جهت اجرای قالب به‌صورت غیر چهارضلعی ردیف ۶۰۸۰۴
۱۹,۰۴۰,۰۰۰ + ۱۳,۱۸۴,۰۰۰ = ۳۲,۲۲۴,۰۰۰ ریال = هزینه کل

۲-۵- کارهای فولادی با میلگرد

۲-۵-۱- مقدمه

۱- بهای واحد ردیف‌های این فصل بر اساس وزن کار انجام خواهد شد که در جدول ۴ بیان‌شده است. هزینه مربوط به تهیه و مصرف الکترود، مفتول یا سیم آرماتوربندی، در قیمت‌های ردیف مربوطه محاسبه‌شده است.

۲- هر یک از ردیف‌های این فصل که اشاره‌ای به نوع فولاد نشده، منظور فولاد نرم st۳۷ است.

۳- میلگردهای مصرفی ازنظر تنش جاری شدن به چهار دسته A۱، A۲، A۳، A۴ تقسیم‌بندی می‌شوند. در بتن مسلح به‌جز نوع A۱ انواع دیگر با توجه به شرایط، استفاده می‌شود. بدیهی است که هزینه آن نیز در ردیف‌ها متفاوت است.

۴- مقدار خم میلگردها با توجه به آیین‌نامه تعیین‌شده و محاسبه می‌شود. میلگردها به دو صورت ساخته می‌شوند:

۱) میلگردهای ساده (Ø) ۲) میلگردهای آجدار ($\overline{\Phi}$)

میلگردهای ساده در محل‌هایی که قصد جوشکاری میلگرد راداریم مانند میل‌مهارهای ضربدری طاق ضربی یا داخل در و پنجره‌های آلومینیومی جهت استحکام آن‌ها و غیره استفاده می‌شود. استفاده از میل‌گردهای ساده در بتن مسلح توصیه نمی‌شود، به‌جز در خاموت های دور پیچ.

۵- جهت محاسبه تعداد خاموت‌ها عموماً از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

$$\text{تعداد خاموت‌ها} = \frac{\text{طول خاموت گذاری شده}}{\text{فاصله خاموت‌ها}} + ۱$$

در جدول زیر شرح برخی از ردیف‌های فصل کارهای فولادی با میل‌گرد همراه با ذکر واحدهای اندازه‌گیری مربوطه و بهای واحد آن درج‌شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۷۰۲۰۱	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۲ به قطر تا ۱۰ میلی‌متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۲۶,۶۰۰
۰۷۰۲۰۲	تهیه، بریدن، خم‌کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۲ به قطر ۱۲ تا ۱۸ میلی‌متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۱۹,۹۰۰
۰۷۰۲۰۳	تهیه، بریدن، خم‌کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۲ به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلی‌متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۱۸,۶۰۰
۰۷۰۲۰۴	تهیه، بریدن، خم‌کردن و کار گذاشتن میلگرد از نوع A۳ به قطر تا ۱۰ میلی‌متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۲۶,۸۰۰
۰۷۰۲۰۵	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۳ به قطر ۱۲ تا ۱۸ میلی‌متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۲۰,۰۰۰
۰۷۰۲۰۸	تهیه، بریدن، خم‌کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۴ به قطر ۱۴ تا ۱۸ میلی‌متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۲۱,۳۰۰
۰۷۰۶۰۳	تهیه، ساخت و نصب میل مهار دنده شده (بولت) از هر نوع میلگرد، با پیچ و مهره مربوط و کارگذاری در محل‌های لازم، قبل از بتن‌ریزی	کیلوگرم	۴۶,۳۰۰

۲-۵-۲- مراحل محاسبه مسائل این فصل

برای هر نمره از میلگردها می‌توان سه مرحله زیر را انجام داد:

۱- محاسبه طول میلگردها

۲- محاسبه وزن میلگردها

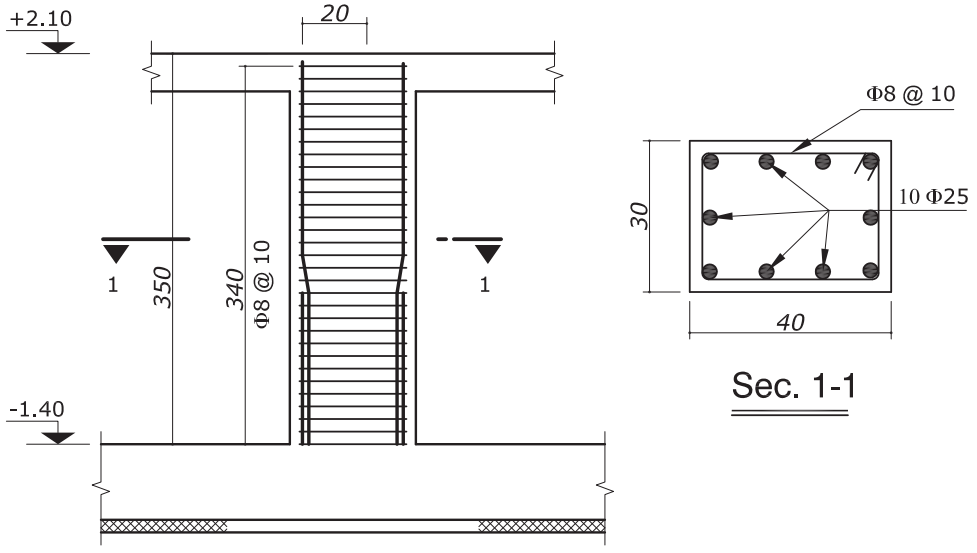
۳- محاسبه هزینه

می‌توان وزن واحد میلگردهای ساده یا آج‌دار را از جدول روبه‌رو استخراج نمود.

قطر = d وزن برای هر متر = G			
d mm	G kg/m	d mm	G kg/m
6	0.222	20	2.47
8	0.395	22	2.98
10	0.617	25	3.85
12	0.888	28	4.83
14	1.21	32	6.31
16	1.58	36	7.99
18	2.00	40	9.87

مثال ۹

در یک پروژه احداث پارکینگ مسقف ۵۵ ستون با مشخصات زیر اجرا شده است. هزینه تهیه و کار گذاشتن میلگردهای ستون را برآورد کنید. نوع میلگردها AII و طول قلاب‌های خاموت ۱۰ db و پوشش بتن ۲/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شود از ریشه های انتظار صرف‌نظر شود.



حل:

ابتدا میل‌گردهای راستا را محاسبه می‌کنیم:

Φ۲۵

طول یک میل‌گرد راستا = ۳/۴ + ۰/۲ = ۳/۶ m

طول ۱۰ میل‌گرد راستا = ۱۰× ۳/۶ = ۳۶ m

وزن = ۳۶× ۳/۸۵ = ۱۳۸/۶ kg

وزن برای ۵۵ ستون = ۵۵ × ۱۳۸/۶ = ۷۶۲۳ kg

هزینه ردیف ۷۰۲۰۳ = ۷۶۲۳ × ۱۸,۶۰۰ = ۱۴۱,۷۸۷,۸۰۰ ریال

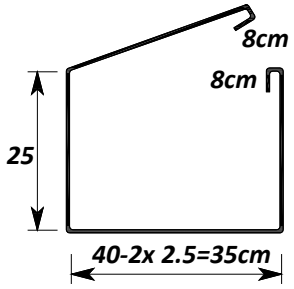
خاموت‌ها: ابتدا تعداد و سپس طول خاموت‌ها را محاسبه می‌کنیم. با توجه به دتایل، ملاحظه می‌شود که در ۳۴۰ سانتی‌متر، خاموت‌ها تقسیم‌شده‌اند.

بدین‌صورت تعداد خاموت‌ها مشخص می‌شود:

Φ۸

$$\text{تعداد خاموت‌ها} = \frac{\text{طول خاموت گذاری شده}}{\text{فاصله خاموت‌ها}} + ۱$$

تذکر: اگر تعداد خاموت ها اعشاری به دست آمد باید در جهت ضریب اطمینان تعداد آن به بالا گرد شود.



$$\text{تعداد خاموت‌ها} \Rightarrow n = \frac{۳/۴}{۰/۱} + ۱ = ۳۵$$

طول یک خاموت = ۲ × (۰/۳۵ + ۰/۲۵ + ۰/۸) = ۱/۳۶

طول میلگردهای خاموت = ۳۵ × ۱/۳۶ = ۴۷/۶ m

وزن = ۴۷/۶ × ۰/۳۹۵ = ۱۸/۸ kg

وزن Φ۸ برای ۵۵ ستون = ۵۵ × ۱۸/۸ = ۱۰۳۴ kg

هزینه ردیف ۷۰۲۰۱ = ۱۰۳۴ × ۲۶,۶۰۰ = ۲۷,۵۰۴,۴۰۰ ریال

هزینه کل = ۱۴۱,۷۸۷,۸۰۰ + ۲۷,۵۰۴,۴۰۰ = ۱۶۹,۲۹۲,۲۰۰ ریال

ریزمتره

ردیف	شرح عملیات	تعداد	طول	عرض	ارتفاع	واحد	سطح، حجم، وزن			شماره ردیف فهرست‌بها	ملاحظات
							جزئی		کلی		
							اضافی	کسری			
۱	تهیه، بریدن، خم‌کردن و ... به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلی‌متر	۵۵۰	۳/۶			kg	۳/۸۵		۷۶۲۳	۰۷۰۲۰۳	
۲	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر تا ۱۰ میلی‌متر	۱۹۲۵	۱/۳۶			kg	۰/۳۹۵		۱۰۳۴	۰۷۰۲۰۱	

خلاصه متره

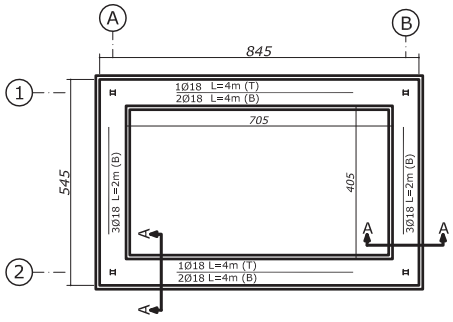
ردیف	شماره فهرست‌بها	شرح عملیات	نقل از ریزمتره		مقدار	واحد	ملاحظات
			ردیف	صفحه			
۱	۰۷۰۲۰۱	تهیه، بریدن، خم‌کردن و ... به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلی‌متر	۱	-	۱۰۳۴	kg	
۱	۰۷۰۲۰۳	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر تا ۱۰ میلی‌متر	۱	-	۷۶۲۳	kg	

برآورد مالی

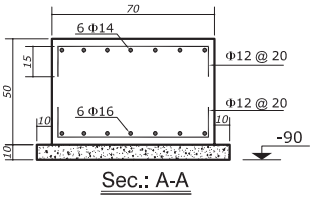
شماره فهرست‌بها	شرح عملیات	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل (ریال)
۰۷۰۲۰۱	تهیه، بریدن، خم‌کردن و ... به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلی‌متر	کیلوگرم	۲۶۶۰۰	۱۰۳۴	۲۷,۵۰۴,۴۰۰
۰۷۰۲۰۳	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر تا ۱۰ میلی‌متر	کیلوگرم	۱۸۶۰۰	۷۶۲۳	۱۴۱,۷۸۷,۸۰۰
مجموع					**۱۶۹,۲۹۲,۲۰۰**

فعالیت کلاسی ۱

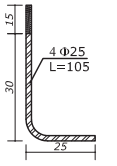
پـروژه) فونداسـیون سـاختمان نگهبانـی بـه صـورت پی نـواری اجرا شـده اسـت. میلگردهـای آن از نوع A۳ و طـول قلاب‌هـا db ۱۰ و پوشـش بتـن ۵ سـانتی‌متر در نظـر گرفته‌شـده اسـت. هزینـه اجـرای میلگردها را محاسـبه کنیـد. (از طـول خـم میلگردها صرف‌نظر شـود)



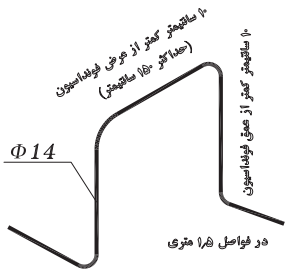
پلان آرماتورگذاری تقویتی پایین و بالا



Sec.: A-A



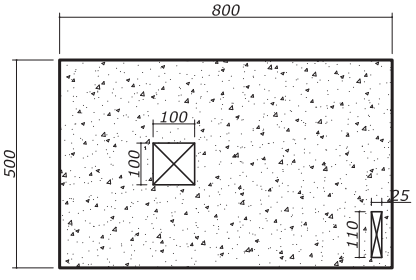
میل مهار (bolts)



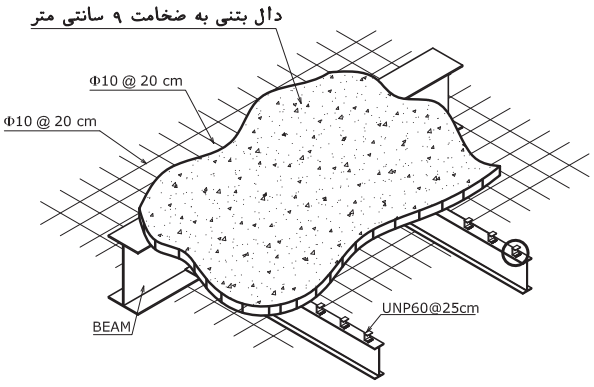
جزئیات خرک جهت نگهداری آرماتور فوقانی

فعالیت کلاسی ۲

سـقف اتـاق نگهبانـی در پـروژه مشخص‌شـده از نـوع کامپوزیـت به‌صورت زیر اسـت. مطلوب اسـت محاسـبه هزینـه میلگردهـای حرارتـی از نـوع AII با جزییات ذکرشـده در نقشـه. (انتهـای میلگردهـای حرارتی قلاب نمی‌شـود)



پلان سقف



جزئیات سقف کامپوزیت

۲-۶- بتن درجا

۲-۶-۱- مقدمه

۱- هزینه تهیه و اجرای بتن در ردیف‌های مربوط به این فصل، به‌جز عیارهای پایین بتن (عیار ۱۰۰ و ۱۵۰) بر مبنای مقاومت فشاری مشخصه بتن (f_C) و بر اساس نمونه استوانه‌ای استاندارد برحسب مگاپاسکال (MPa) پرداخت می‌شود.

۲- هزینه بتن با مقاومت بیش از ۴۰ مگاپاسکال باید بر اساس دستورالعمل اقلام ستاره‌دار برآورد شود.

۳- در تمام ردیف‌های این فصل، منظور از سیمان به‌طور عام سیمان پرتلند است.

۴- هزینه دانه‌بندی مصالح، ساخت بتن به هر روش، حمل بتن از محل ساخت تا محل مصرف با هر وسیله، ریختن بتن به اشکال مختلف، مرتعش کردن بتن و هرگونه افت ناشی از متراکم کردن بتن، ریخت‌وپاش ناشی از حمل و تخلیه آن، مرطوب نگه‌داشتن بتن و سایر هزینه‌های مربوط، در بهای ردیف‌ها منظور شده است.

۵- برای اجرای بتن نمایان (بتن اکسپوز) هیچگونه بهایی به‌استثنای هزینه قالب‌بندی خاص آن‌که در فصل مربوط در نظر گرفته‌شده، پرداخت نمی‌شود.

۶- اگر حجم حفره‌های تعبیه‌شده در بتن، کمتر از ۰/۰۵ مترمکعب باشد، حجم حفره در نظر گرفته نمی‌شود و اگر ۰/۰۵ یا بیشتر باشد باید حجم حفره کسر شود.

۷- ردیف ۰۸۰۳۰۴ به بتن مگر تعلق نمی‌گیرد.

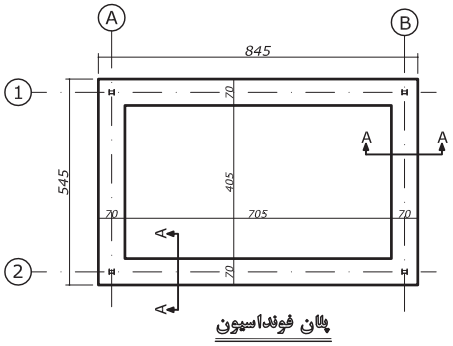
۸- ردیف ۰۸۰۳۱۰ به سقف‌های تیرچه‌بلوک، کامپوزیت و عرشه فولادی تعلق نمی‌گیرد.

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل بتن درجا، همراه با ذکر واحد اندازه‌گیری و بهای واحد آن آورده شده است:

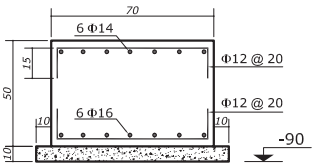
ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۸۰۱۰۲	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن	مترمکعب	۸۹۶,۵۰۰
۰۸۰۱۰۵	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با مقاومت فشاری مشخصه ۲۰ مگا پاسکال	مترمکعب	۱,۰۹۴,۰۰۰
۰۸۰۱۰۶	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با مقاومت فشاری مشخصه ۲۵ مگاپاسکال	مترمکعب	۱,۱۵۵,۰۰۰
۰۸۰۱۰۷	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با مقاومت فشاری مشخصه ۳۰ مگاپاسکال	مترمکعب	۱,۲۳۰,۰۰۰
۰۸۰۳۰۴	اضافه بها به‌ردیف‌های بتن‌ریزی، هرگاه ضخامت بتن برابر ۱۵ سانتی‌متر یا کمتر باشد	مترمکعب	۶۹,۵۰۰
۰۸۰۳۰۸	لیسه‌ای کردن و پرداخت سطوح بتنی در صورت لزوم	مترمربع	۲۹,۸۰۰
۰۸۰۳۱۰	اضافه بها به‌ردیف‌های بتن‌ریزی، در صورت مصرف بتن در بتن مسلح	مترمکعب	۳۴,۱۰۰
۰۸۰۵۰۱	تهیه و اجرای گروت برای زیر بیس پلیت و محل‌های لازم	دسی مترمکعب	۳۱,۵۰۰

مثال ۱۰

پـروژه) پـی نـواری پروژه داده‌شـده با اسـتفاده از بتن با مقاومت مشـخصه ۲۵ مگا پاسـکال اجرا شـده اسـت. هزینـه بتن‌ریـزی و اجـرای بتن مگر با عیـار ۱۵۰ را محاسـبه کنید.



پلان فونداسیون



Sec.: A-A

حل:

محاسبه هزینه بتن مگر:

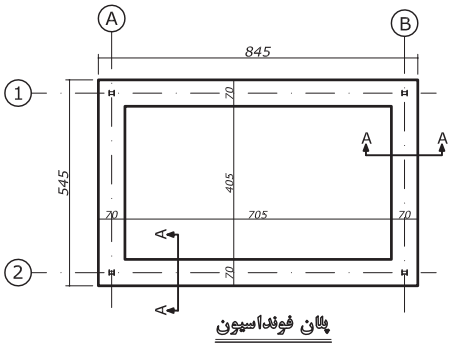
چـون بتـن مگـر از هـر طرف پـلان پی‌کنـی، ۱۰ سـانتی‌متر بیشـتر اسـت، درنتیجه پـلان آن به‌صـورت زیر می‌باشـد:

حجم بتن مگر در آکس‌های A و B = ۲ × ۳/۸۵ × ۰/۹ × ۰/۱ = ۰/۶۹۳ m^3

حجم بتن مگر در آکس‌های ۱ و ۲ = ۲ × ۸/۶۵ × ۰/۹ × ۰/۱ = ۱/۵۵۷ m^3

حجم کل بتن مگر = ۱/۵۵۷ + ۰/۶۹۳ = ۲/۲۵ m^3

هزینه بتن مگر از ردیف ۸۰۱۰۲ = ۲/۲۵ × ۸۹۶,۵۰۰ = ۲,۰۱۷,۱۲۵ ریال



پلان فونداسیون

محاسبه هزینه بتن فونداسیون:

حجم بتن در آکس‌های ۱ و ۲ = ۲ × ۸/۴۵ × ۰/۷ × ۰/۵ = ۵/۹۱۵ m^3

حجم بتن در آکس‌های A و B = ۲ × ۴/۰۵ × ۰/۷ × ۰/۵ = ۲/۸۳۵ m^3

هزینه بتن با مقاومت ۲۵ مگاپاسکال ردیف ۸۰۱۰۶ = ۸/۷۵ × ۱,۱۵۵,۰۰۰ = ۱۰,۱۰۶,۲۵۰ ریال

اضافه‌بها بتن مسلح ردیف ۸۰۱۰۶ = ۸/۷۵ × ۳۴,۱۰۰ = ۲۹۸,۳۷۵ ریال

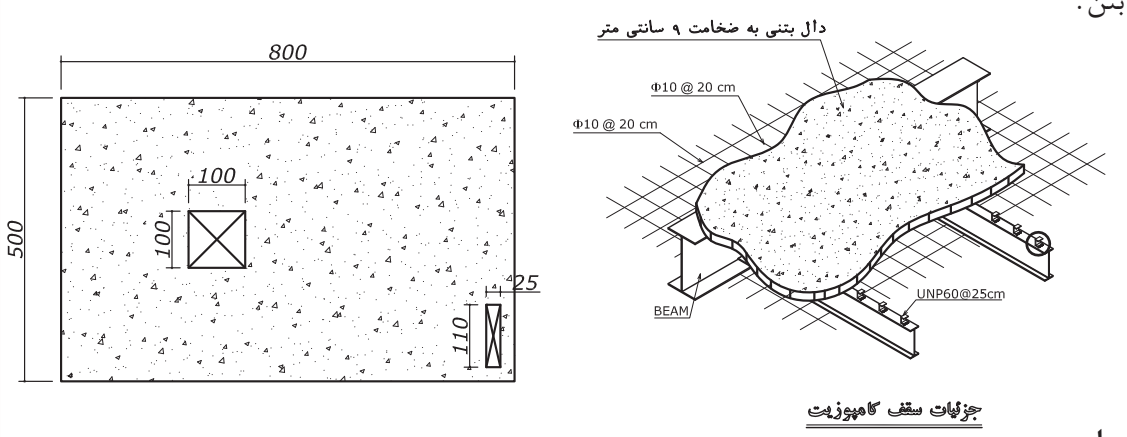
هزینه کل = ۲,۰۱۷,۱۲۵ + ۱۰,۱۰۶,۲۵۰ + ۲۹۸,۳۷۵ = ۱۲,۴۲۱,۷۵۰ ریال

فعالیت کلاسی ۳

فعالیـت کلاسـی بـرای مثـال فـوق جـداول ریزمتـره، خلاصه متـره و مالـی را تشـکیل داده و آنهـا را تکمیل نما یید.

مثال ۱۱

سقف پروژه اتاق نگهبانی به‌صورت کامپوزیت اجراشده است. بتن با مقاومت ۲۰ مگاپاسکال و ضخامت ۹ سانتی‌متر با سطح لیسه‌ای استفاده‌شده است. مطلوب است هزینه بتن‌ریزی و لیسه‌ای کردن سطح بتن.



جزئیات سقف کامپوزیت

حل:

در مرحله اول حجم بتن‌ریزی را محاسبه می‌کنیم. با توجه به بند ۶ مقدمه داریم:

حجم بتن کسر نمی‌شود $\Rightarrow$ ۰/۰۵ > ۰/۰۲ = ۰/۰۹ × ۰/۲۵ × ۱/۱ = حجم داکت کوچک‌تر

حجم بتن کسر می‌شود $\Rightarrow$ ۰/۰۵ < ۰/۰۹ = ۰/۰۹ × ۱/۱ × ۱ = حجم داکت بزرگ‌تر

حجم مفید بتن = ۰/۰۹ × (۸ × ۵-۱ × ۱) = ۳/۵۱ m^3

هزینه بتن‌ریزی با مقاومت ۲۰ مگا پاسکال از ردیف ۸۰۱۰۵ = ۳/۵۱ × ۱,۰۹۴,۰۰۰ = ۳,۸۳۹,۹۴۰ ریال

اضافه بها برای اجرای بتن باضخامت کمتر از ۱۵ سانتی‌متر از ردیف ۸۰۳۰۴ = ۳/۵۱ × ۶۹,۵۰۰ = ۲۴۳,۹۴۵ ریال

مساحت پشت‌بام = ۸ × ۵-۱ × ۱ - ۱/۱ × ۰/۲۵ = ۳۸/۷۲۵

هزینه لیسه‌ای کردن سطح بتن ردیف ۸۰۳۰۸ = ۳۸/۷۲۵ × ۲۹,۸۰۰ = ۱,۱۵۴,۰۰۵ ریال

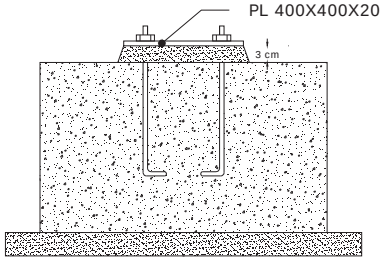
هزینه کل = ۳,۸۳۹,۹۴۰ + ۲۴۳,۹۴۵ + ۱,۱۵۴,۰۰۵ = ۵,۲۳۷,۸۹۰ ریال

فعالیت کلاسی ۴

فعالیت کلاسی برای مثال فوق جداول ریزمتره، خلاصه متره و مالی را تشکیل داده و آنها را تکمیل نما یید.

مثال ۱۲

از پروژه) در ساختمان نگهبانی شکل زیر ۴ بیس پلیت و گروت به ضخامت ۳ سانتی‌متر اجراشده است. هزینهٔ اجرای آنرا محاسبه کنید.



حل: حجم گروت باید برحسب دسی‌مترمکعب محاسبه شود.

حجم گروت = ۴ × ۴ × ۰/۳ = ۱۹/۲ dm^3

هزینه اجرای گروت ردیف ۸۰۵۰۱ = ۱۹/۲ × ۳۱,۵۰۰ = ۶۰۴,۸۰۰ ریال

فعالیت کلاسی ۵

برای مثال فوق جداول ریزمتره، خلاصه‌متره و مالی را تشکیل داده و آنها را تکمیل نمایید.

۲-۷- کارهای فولادی سنگین

۲-۷-۱- مقدمه

در این فصل باید نکات زیر را در نظر گرفت. تیرها و ستون‌هایی که برای ساخت ساختمان استفاده می‌شود، جزو کارهای فولادی سنگین هستند.

۱- فولاد منظور شده در این فصل، فولاد نرم معمولی St۳۷ است.

۲- در ردیف‌هایی که بهای واحد آن‌ها، بر اساس وزن کار صورت می‌گیرد، وزن کار، طبق وزن تئوریک با استفاده از جدول‌های استاندارد یا جدول‌های کارخانه سازنده پروفیل‌ها، محاسبه و منظور خواهد شد. در قطعات فولادی که عملیات سوراخ‌کاری بابت اتصالات مکانیکی انجام می‌شود، جهت محاسبه وزن قطعات نیازی به کسر این سوراخ‌ها نیست.

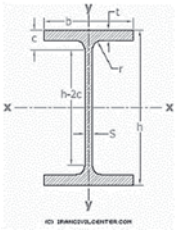
۳- در ردیف‌های این فصل هزینه‌های آماده‌سازی برای جوش‌کاری، برشکاری، سنگ‌زدن و مانند آن در ردیف‌ها منظور شده است. همچنین هزینه‌های مربوط به تهیه و مصرف الکترود در بهای واحد مربوط منظور شده و از این بابت، اضافه بها یا اضافه‌وزن پرداخت نخواهد شد.

۴- هزینه تهیه کف ستون، برش، سوراخ کردن و اتصالات واسطه بین کف ستون و ستون و جوشکاری‌های مربوط و ساییدن از ردیف ستون پرداخت می‌شود.

۵- منظور از تیرریزی ساده آن است که پروفیل بدون جوشکاری در محل تکیه‌گاه در جای خود نصب شوند؛ مانند نعل درگاه بر روی دیوار بنایی.

۶- تهیه و نصب ستون‌های بافاصله (اصطلاحاً پاباز) با بست‌های افقی یا مایل مشمول ردیف ۹۰۱۰۴ می‌شود.

مشخصات پروفیل‌هایی که به اصطلاح نیم‌رخ نیز نامیده می‌شوند در جداول استانداردی مانند جدول ۷ مشخص‌شده است. در این جدول فقط از ستون وزن واحد طول (G) استفاده می‌شود. منظور از وزن واحد طول، وزن یک متر از پروفیل است. ستون‌های دیگر این جدول در درس‌های محاسباتی مانند استاتیک و دروس طراحی کاربرد دارد. پروفیل‌های I شکل رایج در صنعت ساختمان ایران IPE می‌باشد که در جدول زیر مشخصات آنها درج شده است. به‌طور مثال هر یک متر از پروفیل IPE ۱۴۰ برابر ۱۲/۹ kg و یک متر IPE ۲۷۰ برابر ۴۵/۹ کیلوگرم وزن دارد.



IPE	h	b	s	t	r	c	h-2c	A	G	J_x	W_x	i_x	J_y	W_y	i_y	a_1	r_T
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	mm	mm
80	80	46	3.8	5.2	5	10.2	59	7.64	6	80.1	20	3.24	8.49	3.69	1.05	63	12.2
100	100	55	4.1	5.7	7	12.7	74	10.3	8.1	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24	79	14.6
120	120	64	4.4	6.3	7	13.3	93	13.2	10.4	318	53	4.9	27.7	8.65	1.45	96	16.9
140	140	73	4.7	6.9	7	13.9	112	16.4	12.9	541	77.3	5.74	44.9	12.3	1.65	112	19.3
160	160	82	5	7.4	9	16.4	127	20.1	15.8	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84	129	21.7
180	180	91	5.3	8	9	17	146	23.9	18.8	1320	146	7.42	101	22.2	2.06	145	24
200	200	100	5.6	8.5	12	20.5	159	28.5	22.4	1940	194	8.26	142	28.5	2.24	162	26.4
220	220	110	5.9	9.2	12	21.2	177	33.4	26.2	2770	252	9.11	205	37.3	2.48	179	29.1
240	240	120	6.2	9.8	15	24.8	190	39.1	30.7	3890	324	9.97	284	47.3	2.6	196	31.8
270	270	135	6.6	10.2	15	25.2	219	45.9	36.1	5790	429	11.2	420	62.2	3.02	220	35.6
300	300	150	7.1	10.7	15	25.7	248	53.8	42.2	8360	557	12.5	604	80.5	3.35	245	39.5
330	330	160	7.5	11.5	18	29.5	271	62.6	49.1	11770	713	13.7	788	98.5	3.55	270	42.1
360	360	170	8	12.7	18	30.7	298	72.7	57.1	16270	904	15	1040	123	3.79	294	44.7
400	400	180	8.6	13.5	21	34.5	331	84.5	66.3	23130	1160	16.5	1320	146	3.95	326	47.1
450	450	190	9.4	14.6	21	35.6	378	98.8	77.6	33740	1500	18.5	1680	176	4.12	365	49.4
500	500	200	10.2	16	21	37	426	116	90.7	48200	1930	20.4	2140	214	4.31	404	51.8
550	550	210	11.1	17.2	24	41.2	467	134	106	67120	2440	22.3	2670	254	4.45	442	54
600	600	220	12	19	24	43	514	156	122	92080	3070	24.3	3390	308	4.66	481	56.5

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به کارهای فولادی سنگین همراه با ذکر واحد اندازه‌گیری و بهای واحد آن، آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۹۰۱۰۲	تهیه، ساخت و نصب ستون از یک قوطی و یا لوله	کیلوگرم	۳۰,۲۰۰
۰۹۰۱۰۳	تهیه، ساخت و نصب ستون متشکل از دو یا چند تیرآهن یا ناودانی، درصورتی‌که تسمه و ورق‌های تقویتی و وصله به کار نرفته باشد و به‌وسیله جوش مستقیماً به یکدیگر متصل شوند	کیلوگرم	۲۷,۵۰۰
۰۹۰۱۰۴	تهیه، ساخت و نصب ستون متشکل از یک یا چند تیرآهن یا ناودانی یا نبشی که وصله‌های اتصال و یا ورق‌های تقویتی در آن به‌کاررفته باشد، به‌طور کامل	کیلوگرم	۳۰,۷۰۰
۰۹۰۲۰۱	تهیه و کار گذاشتن تیر ساده (تیرریزی ساده) از یک تیرآهن	کیلوگرم	۲۲,۴۰۰
۰۹۰۲۰۹	تیرریزی داخل تیرهای حمال با تیرآهن به‌صورت تودلی، به‌منظور پوشش، با برش و جوشکاری لازم. بهای نبشی و قطعات اتصالی نیز از همین ردیف پرداخت می‌شود	کیلوگرم	۲۶,۶۰۰
۰۹۰۲۱۰	تهیه و نصب تیر حمال متشکل از یک تیرآهن یا ناودانی بدون وصله یا ورق‌های تقویتی، همراه با جوشکاری‌های لازم در محل اتصال با عضو دیگر	کیلوگرم	۲۵,۸۰۰
۰۹۰۲۱۲	تهیه، ساخت و نصب تیر حمال، متشکل از دو یا چند تیرآهن یا ناودانی، درصورتی‌که ورق‌های اتصال و وصله‌های تقویتی در آن به‌کاررفته باشد، با برشکاری، جوشکاری و ساییدن همراه با جوشکاری در محل اتصال با عضو دیگر	کیلوگرم	۲۹,۳۰۰
۰۹۰۶۰۱	اضافه بها به‌ردیف‌های تیر و تیر حمال در صورت تغییر ارتفاع جان تیرآهن به روش لانه‌زنبوری بدون استفاده از ورق برای افزایش ارتفاع جان، با ورق‌های تقویتی لازم، برشکاری، جوشکاری و ساییدن	کیلوگرم	۶,۵۷۰

۲-۷-۲- روش حل مسائل کارهای فولادی سنگین

برای هر نمره پروفیل یک‌بار طول، وزن و هزینه را محاسبه می‌کنیم. پس مراحل حل بدین‌صورت است:

مرحله ۱) محاسبه طول پروفیل‌ها

طول یک پروفیل × تعداد مشابه = طول

مرحله ۲) محاسبه وزن پروفیل

وزن واحد طول (جدول ۸ ردیف G) × طول = وزن

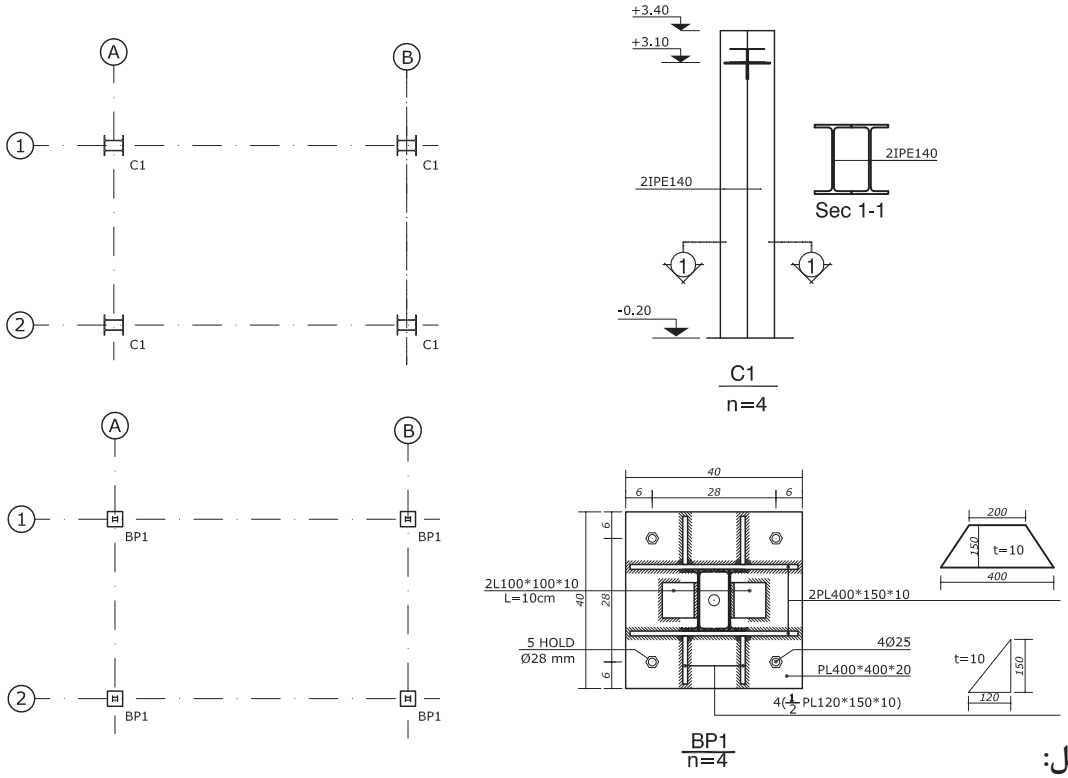
مرحله ۳) محاسبه هزینه

بهای واحد (جدول ۸) × وزن = هزینه

جهت محاسبه وزن ورق‌ها باید ابتدا حجم ورق برحسب مترمکعب محاسبه‌شده و سپس در وزن مخصوص فولاد یعنی $۷۸۵۰ \frac{kg}{m^3}$ ضرب نموده تا وزن ورق به‌دست آید.

مثال ۱۳

در پروژه داده‌شده هزینه اجرای ستون‌ها را به دست آورید. (از اتصالات تیر به ستون صرف‌نظر شود)



حل:

چون تمام موارد از یک ردیف پرداخت می‌شود ابتدا مجموع وزن ستون‌ها، صفحه زیرستون و اتصالات صفحه‌ستون را محاسبه کرده و سپس هزینه را محاسبه می‌کنیم.

برای پروفیل‌ها به ترتیب طول، وزن و هزینه را محاسبه می‌کنیم. هر ستون به‌صورت دوبل اجراشده است. ارتفاع ستون‌ها را می‌توان با توجه به کدهای ارتفاعی آن مشخص کرد.

ارتفاع هر ستون = ۰/۲ + ۳/۴= ۳/۶ m

IPE ۱۴

طول پروفیل‌ها برای ۴ ستون دوبل = ۴ × ۲ × ۳/۶ = ۲۸/۸ m

وزن = ۲۸/۸ × ۱۲/۹ = ۳۷۱/۵۲ kg

محاسبه وزن صفحه زیرستون‌ها:

PL ۴۰۰ × ۴۰۰ × ۲۰

وزن ۴ صفحه زیرستون = ۴ × ۲۵/۱۲ = ۱۰۰/۴۸ kg

محاسبه وزن اتصالات ستون با صفحه زیرستون:

PL ۴۰۰ × ۱۵۰ × ۱۰

وزن یک ورق ذوزنقه‌ای شکل $= ۷۸۵۰ \times ۰/۰۱ \times \left[\frac{۰/۴+۰/۲}{۲} \times ۰/۱۵\right] = ۳/۵۳ \text{ kg}$

وزن ۸ ورق ذوزنقه‌ای شکل برای ۴ صفحه زیرستون = ۸ × ۳/۵۳ = ۲۸/۲۴ kg

$\frac{۱}{۲}$PL ۴۰۰ × ۱۵۰ × ۱۰

وزن ۱۶ لچکی برای ۴ صفحه زیرستون $= ۱۶ \times (۷۸۵۰ \times ۰/۰۱ \times \frac{۰/۱۵ \times ۰/۱۲}{۲}) = ۱۱/۳۰۴ \text{ kg}$

L ۱۰۰ × ۱۰۰ × ۱۰

وزن واحد این نبشی با توجه به جدول وزن پروفیل‌ها ۱۵/۱ کیلوگرم است.

طول ۸ نبشی برای ۴ صفحه زیرستون = ۸ × ۰/۱ = ۰/۸ m

وزن = ۰/۸ × ۱۵/۱ = ۱۲/۰۸ kg

اکنون وزن کل ستون‌ها به همراه صفحه زیرستون و اتصالات آنرا به دست می‌آوریم:

وزن کل = ۳۷۱/۵۲ + ۱۰۰/۴۸ + ۲۸/۲۴ + ۱۱/۳۰۴ + ۱۲/۰۸ = ۵۲۳/۶۲۴ kg

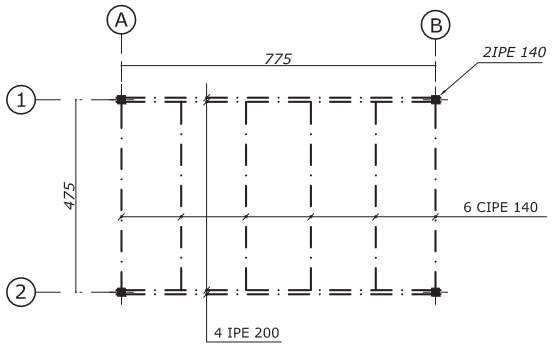
هزینه ردیف ۹۰۱۰۳ = ۵۲۳/۶۲۴ × ۲۷,۵۰۰ = ۱۴,۳۹۹,۶۶۰ ریال

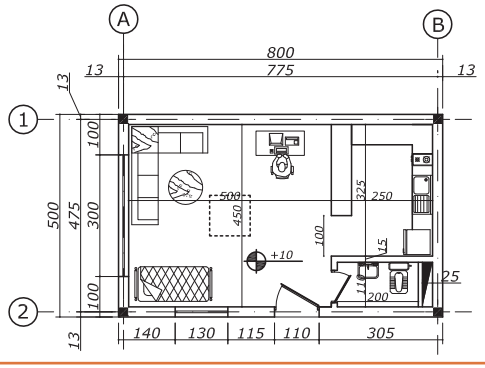
فعالیت کلاسی ۶

فعالیت کلاسی برای مثال فوق جداول ریزمتره، خلاصه متره و مالی را تشکیل داده و آنها را تکمیل نمایید.

مثال ۱۴

پروژه) ساختمان نگهبانی دارای سقف کامپوزیت است. هزینه تیرریزی سقف و اجرای نعل درگاه‌های آنرا مشخص کنید.





تیرهـای نعـل درگاه بـر روی در ورودی، در سـرویس و پنجـره کوچک، IPE ۱۲ و بـر روی پنجره بزرگ IPE ۱۴ بـدون جوشـکاری اجرا شـده اسـت. نعـل درگاه‌ها از هـر طرف ۲۵ سـانتی‌متر روی دیوار اجراشـده‌اند.

حل:

بـرای هـر نمـره پروفیل طـول، وزن و هزینـه را محاسـبه می‌کنیم. دقت شـود تیرهای لانه‌زنبـوری[1] به‌صورت تودلـی و تیرهای IPE۲۰ حمال می‌باشـند.

CIPE۱۴

طول ۶ پروفیل = ۶ × ۴/۷۵ = ۲۸/۵ m

وزن = ۲۸/۵ × ۱۲/۹ = ۳۶۷/۶۵ kg

هزینه تیرریزی سقف ردیف ۹۰۲۰۹ = ۳۶۷/۶۵ × ۲۶۶۰۰ = ۹,۷۷۹,۴۹۰ ریال

اضافه‌بهای زنبوری کردن پروفیل‌ها ردیف ۹۰۶۰۱ = ۳۶۷/۶۵ × ۶۵۷۰ = ۲,۴۱۵,۴۶۱ ریال

IPE۲۰

طول ۴ پروفیل = ۴ × ۷/۷۵ = ۳۱ m

وزن = ۳۱ × ۲۲/۴ = ۶۹۴/۴ kg

هزینه اجرای تیرهای دوبل حمال ردیف ۹۰۲۱۲ = ۶۹۴/۴ × ۲۹,۳۰۰ = ۲۰,۳۴۵,۹۲۰ ریال

محاسبه هزینه نعل درگاه‌ها:

IPE۱۲

طول نعل درگاه روی در ورودی = ۱/۱ + ۲ × ۰/۲۵ = ۱/۶ m

طول نعل درگاه در سرویس = ۰/۸ + ۲ × ۰/۲۵ = ۱/۳ m

طول نعل درگاه روی پنجره کوچک = ۱/۳ + ۲ × ۰/۲۵ = ۱/۸ m

طول کل IPE۱۲ = ۱/۶ + ۱/۳ + ۱/۸ = ۴/۷ m

وزن نعل‌درگاه‌های IPE۱۲ = ۴/۷ × ۱۰/۴ = ۴۸/۸۸ kg

IPE۱۴

طول نعل درگاه پنجره بزرگ = ۲ + ۲ × ۰/۲۵ = ۳/۵ m

وزن نعل درگاه IPE۱۴ = ۳/۵ × ۱۲/۹ = ۴۵/۱۵ kg

وزن کل نعل درگاه‌ها = ۴۸/۸۸ + ۴۵/۱۵ = ۹۴/۰۳ kg

هزینه تیرریزی ساده برای نعل درگاه‌ها ردیف ۹۰۲۰۱ = ۹۴/۰۳ × ۲۲,۴۰۰ = ۲,۱۰۶,۲۷۲ ریال

هزینه کل = ۹,۷۷۹,۴۹۰ + ۲,۴۱۵,۴۶۱ + ۲۰,۳۴۵,۹۲۰ + ۲,۱۰۶,۲۷۲ = ۳۴,۶۴۷,۱۴۳ ریال

فعالیت کلاسی ۷

فعالیـت کلاسـی بـرای مثـال فـوق جـداول ریزمتـره، خلاصه متـره و مالـی را تشـکیل داده و آنهـا را تکمیل نما یید.

۱- تیرهای لانه زنبوری ساخته شده از پروفیل IPE را با علامت CIPE نمایش می‌دهند.

۲-۸- آجرکاری و شفته‌ریزی

۲-۸-۱- مقدمه

۱- منظور از ابعاد آجر فشاری در این فصل، حدود ۵/۵×۱۰×۲۱ سانتی‌متر است. منظور از ضخامت یک و نیم آجره، حدود ۳۵ سانتی‌متر، یک آجره، حدود ۲۲ سانتی‌متر و نیم آجره، حدود ۱۱ سانتی‌متر است.

۲- حجم حفره یا سوراخ‌های با مقطع کمتر از ۰/۰۵ مترمربع، از حجم آجرکاری یا طاق، کسر نخواهد شد و از بابت ایجاد چنین حفره یا سوراخ‌هایی در آجرکاری‌ها، پرداخت جداگانه‌ای صورت نخواهد گرفت.

۳- هزینه دوغاب‌ریزی روی کارهای آجری، در قیمت‌های واحد مربوط منظور شده و از این بابت پرداخت جداگانه‌ای صورت نمی‌گیرد.

۴- در ردیف‌های مربوط به شفته‌ریزی، تمام هزینه‌های مربوط به اجرای کار، طبق نقشه، ریختن و جا دادن شفته در محل به هر شکل، منظور شده و هیچ‌گونه پرداخت جداگانه‌ای به‌غیراز آنچه به‌صراحت تعیین‌شده است، انجام نمی‌شود.

۵- کارهای آجری با آجرنسوز، با توجه به نوع آجر و ملات مربوط در هنگام برآورد به‌عنوان ردیف ستاره‌دار پیش‌بینی می‌شود.

در جدول صفحهٔ بعد شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به فصل آجرکاری و شفته‌ریزی، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن، آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۱۱۰۲۰۱	آجرکاری با آجر فشاری به ضخامت یک و نیم آجر و بیشتر و ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمکعب	۱,۷۸۵,۰۰۰
۱۱۰۵۰۱	آجرکاری با آجر ماشینی سوراخ‌دار به ابعاد آجر فشاری به ضخامت یک و نیم آجر و بیشتر، با ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمکعب	۱,۸۱۰,۰۰۰
۱۱۰۵۰۲	دیوار یک آجره با آجر ماشینی سوراخ‌دار به ابعاد آجر فشاری، با ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمربع	۴۰۶,۵۰۰
۱۱۰۵۰۳	دیوار نیم‌آجره با آجر ماشینی سوراخ‌دار به ابعاد آجر فشاری، با ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمربع	۲۱۱,۰۰۰
۱۱۰۵۰۴	تیغه آجری به ضخامت ۵ تا ۶ سانتی‌متر با آجر ماشینی سوراخ‌دار به ابعاد آجر فشاری، با ملات گچ‌وخاک	مترمربع	۱۲۳,۰۰۰
۱۱۰۴۰۱	آجرکاری با بلوک سفالی (آجر تیغه‌ای) به ضخامت ۸ تا ۱۱ سانتی‌متر و ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمکعب	۱,۶۲۳,۰۰۰
۱۱۰۴۰۲	آجرکاری با بلوک سفالی (آجر تیغه‌ای) به ضخامت ۱۲ تا ۲۲ سانتی‌متر و ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمکعب	۱,۵۵۹,۰۰۰
۱۱۰۹۰۱	شفته‌ریزی با خاک محل و ۱۵۰ کیلوگرم آهک شکفته در مترمکعب شفته	مترمکعب	۵۴۶,۵۰۰
۱۱۱۰۰۱	نما چینی با آجر پلاک (دوغابی) با سطح مقطع تا ۱۰ سانتی‌مترمربع با ملات ماسه سیمان ۱:۵، شامل دوغاب ریزی در پشت آجر	مترمربع	۵۵۱,۰۰۰
۱۱۱۰۰۲	نما چینی با آجر پلاک (دوغابی) با سطح مقطع بیش از ۱۰ سانتی‌مترمربع با ملات ماسه سیمان ۱:۵، شامل دوغاب‌ریزی در پشت آجر	مترمربع	۵۹۲,۵۰۰

۲-۸-۲- روش حل مسائل

واحد اندازه‌گیری دیوارهای آجری، مترمربع و مترمکعب است. از این دو واحد به‌صورت زیر استفاده می‌شوند.

ضخامت ۲۲ سانتی‌متر و کمتر ← برحسب مترمربع
ضخامت ۳۵ سانتی‌متر و بیشتر ← برحسب مترمکعب

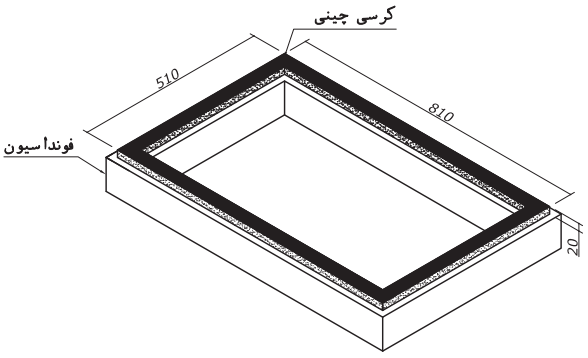
اگر روی دیواری به‌طور جداگانه نماسازی شود هزینه نماسازی برحسب مترمربع و هزینه دیوار جداگانه محاسبه می‌شود.

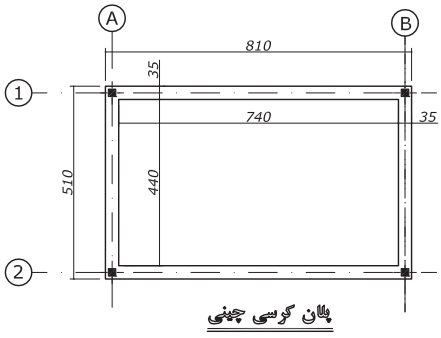
نکته

واحد اندازه‌گیری بلوک‌های سفالی به هر ضخامتی مترمکعب است.

مثال ۱۵

مثال) زیر دیوارهای ساختمان نگهبانی، کرسی چینی به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و ضخامت ۳۵ سانتی‌متر با استفاده از آجر فشاری و ملات ماسه و سیمان اجرا شده است. هزینه کرسی چینی را مشخص کنید. از ابعاد ستون‌ها صرف‌نظر شود.





پلان کرسی چینی

حل:

چون ضخامت کرسی چینی ۳۵ سانتی است (یک‌ونیم آجره) پس باید حجم دیوار را محاسبه کنیم.

حجم دیوار آکس‌های A و B = ۲ × ۵/۱ × ۰/۳۵ × ۰/۲ = ۰/۷۱۴ m^3

حجم دیوار آکس‌های ۱ و ۲ = ۲ × ۷/۴ × ۰/۳۵ × ۰/۲ = ۱/۰۳۶ m^3

حجم کل آجر کرسی‌چینی = ۰/۷۱۴ + ۱/۰۳۶ = ۱/۷۵ m^3

هزینه کرسی‌چینی با آجر فشاری ردیف ۱۱۰۲۰۱ = ۱,۷۸۵,۰۰۰ × ۷۵/۱= ۳,۱۲۳,۷۵۰ ریال

فعالیت کلاسی ۸

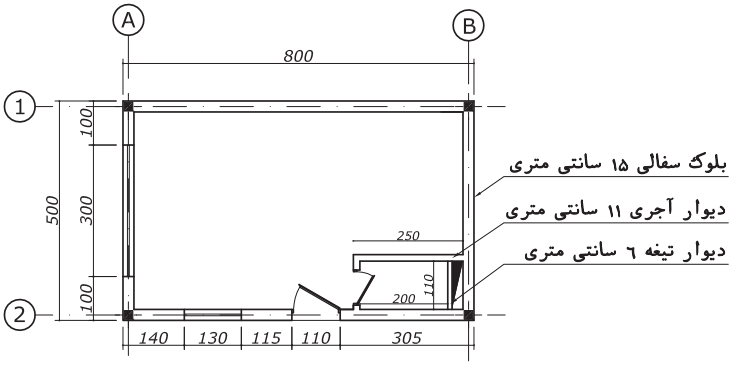
برای ساختمان نگهبانی هزینه موارد زیر را به‌دست آورید اگر ضخامت سقف ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع در سرویس ۲۲۰ سانتی‌متر باشد:

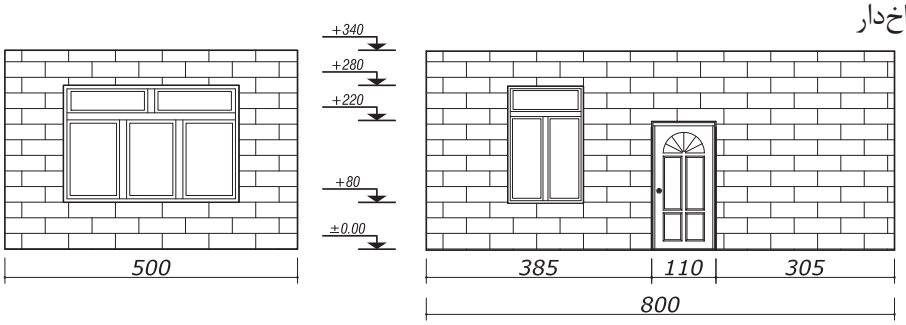
الف) دیوارهای بیرونی از بلوک سفالی به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر

ب) نمای بیرونی با استفاده از آجر پلاک دوغابی به ابعاد ۲/۵×۵/۵×۲۱

ج) دیوار سرویس از آجر ماشینی سوراخ‌دار به ضخامت نیم‌آجره

د) دیوار جلوی داکت سرویس با استفاده از تیغه آجری ۶ سانتی‌متری از آجر ماشینی سوراخ‌دار





نمای شرقی

نمای جنوبی

۲-۹- عایق‌کاری رطوبتی

۲-۹-۱- مقدمه

۱- در عایق‌کاری رطوبتی، مقدار همپوشانی باید به میزان درج‌شده در نقشه‌ها و مشخصات فنی باشد و درصورتی‌که در نقشه و مشخصات فنی اندازه آن تعیین نشده باشد، ۱۰ سانتی‌متر اجرا شود.

۲- مبنای اندازه‌گیری و پرداخت هزینه، سطح ظاهری عایق‌کاری شده، طبق ابعاد درج‌شده در نقشه‌ها و صورت‌جلسه‌هاست. هزینه همپوشانی در ردیف‌های این فصل منظور شده است.

۳- قیمت‌های واحد ردیف‌های این فصل، برای انجام کار در تمام سطوح، اعم از افقی، قائم، مورب، منحنی و مانند آن است و هیچ‌گونه اضافه بهایی بابت صعوبت، عمق، انحنا و مانند آن، به‌جز آنچه به‌صراحت مشخص‌شده است، قابل پرداخت نیست.

۴- مقدار قیر مورد مصرف در ردیف‌های این فصل، برای یک مترمربع عایق‌کاری رطوبتی، به ترتیب برابر است با:

۴-۱. اندود قیری ردیف ۱۳۰۱۰۱، ۲ کیلوگرم.

۴-۲. دو قشر اندود قیر با یک‌لایه گونی (یک قشر قیر و گونی)، ۳/۵ کیلوگرم.

۴-۳. سه قشر اندود قیر با دولایه گونی (دو قشر قیر و گونی)، ۵ کیلوگرم.

۴-۴. چهار قشر اندود قیر با سه لایه گونی (سه قشر قیر و گونی)، ۶/۵ کیلوگرم.

۵- منظور از سایر سطوح در ردیف‌های این فصل، سطوح حمام‌ها، توالت‌ها و روی پی‌هاست.

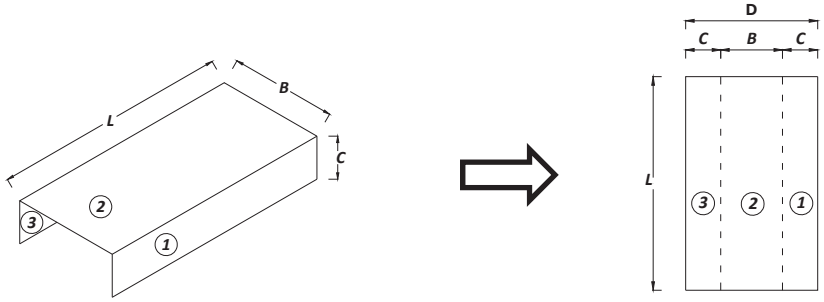
شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به عایق‌کاری رطوبتی، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن در جدول زیر آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۱۳۰۱۰۱	عایق‌کاری رطوبتی با یک قشر اندود قیر	مترمربع	۳۴,۹۰۰
۱۳۰۲۰۱	عایق‌کاری رطوبتی، با دو قشر اندود قیر و یک‌لایه گونی برای سطوح حمام‌ها، توالت‌ها و روی پی‌ها	مترمربع	۱۲۲,۰۰۰
۱۳۰۲۰۲	عایق‌کاری رطوبتی، با دو قشر اندود قیر و یک‌لایه گونی برای سایر سطوح	مترمربع	۱۱۲,۵۰۰
۱۳۰۲۰۳	عایق‌کاری رطوبتی، با سه قشر اندود قیر و دولایه گونی برای سطوح حمام‌ها، توالت‌ها و روی پی‌ها	مترمربع	۱۹۹,۰۰۰
۱۳۰۲۰۴	عایق‌کاری رطوبتی، با سه قشر اندود قیر و دولایه گونی برای سایر سطوح	مترمربع	۱۸۲,۵۰۰
۱۳۰۳۰۳	عایق‌کاری رطوبتی، با عایق پیش‌ساخته درجه‌یک متشکل از قیر و الیاف پلی‌استر و تیشو[1] به ضخامت ۴ میلی‌متر، به انضمام قشر آستر برای سطوح حمام‌ها، توالت‌ها و روی پی‌ها	مترمربع	۱۱۲,۰۰۰
۱۳۰۳۰۴	عایق‌کاری رطوبتی، با عایق پیش‌ساخته درجه‌یک متشکل از قیر و الیاف پلی‌استر و تیشو به ضخامت ۴ میلی‌متر، به انضمام قشر آستر برای سایر سطوح	مترمربع	۱۰۰,۵۰۰
۱۳۰۳۰۵	اضافه بها به‌ردیف های ۱۳۰۳۰۲ و ۱۳۰۳۰۴ در صورت استفاده از عایق پیش‌ساخته درجه‌یک فویل دار متشکل از قیر و الیاف پلی‌استر و تیشو و روکش آلومینیومی مطابق مشخصات فنی	مترمربع	۲,۸۸۰

۱- در اصطلاح رایج و تجاری، همان «ایزوگام» است.

۲-۹-۲- عایق‌کاری روی کرسی‌چینی یا پی

محاسبه مساحت عایق‌کاری: جهت محاسبه عایق روی کرسی‌چینی یا پی توصیه می‌شود کاغذی را به شکل زیر تا کنید، این کاغذ مانند عایقی است که روی کرسی‌چینی اجراشده است اکنون برای محاسبه مساحت، آنرا مانند شکل زیر بازکنید.



همان‌طور که ملاحظه می‌شود به‌سادگی می‌توانیم مساحت این مستطیل را به ۲ صورت زیر محاسبه کنیم :

روش اول که بیشتر توصیه می‌شود:

$$\text{مساحت عایق‌کاری} = L \times (C+B+C) = L \times D$$

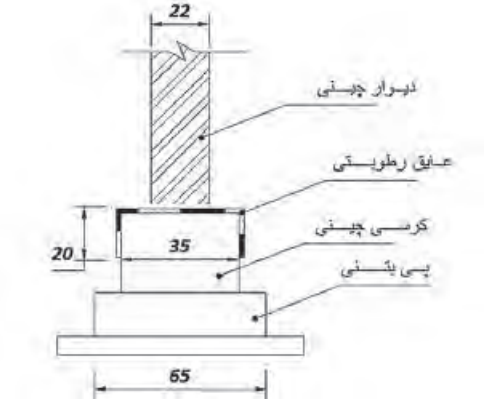
روش دوم:

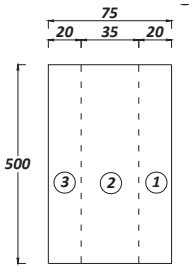
مساحت مستطیل ۳ + مساحت مستطیل ۲ + مساحت مستطیل ۱ = مساحت عایق‌کاری

$$\text{مساحت عایق‌کاری} = L \times C + L \times B + L \times C$$

مثال ۱۶

با توجه به شکل هزینه اجرای عایق‌کاری رطوبتی روی کرسی چینی را درصورتی‌که طول دیوار ۵ متر باشد محاسبه نمایید. (از ۲ قشر اندود قیروگونی استفاده‌شده است)





حل:

مرحله ۱) محاسبه هزینه عایق‌کاری: با توجه به توضیحات داده‌شده اگر عایق رطوبتی را بازکنیم به شکل یک مستطیل است، مساحت آنرا محاسبه می‌کنیم:

مساحت عایق‌کاری = ۵ × ۰/۷۵ = ۳/۷۵ m^2

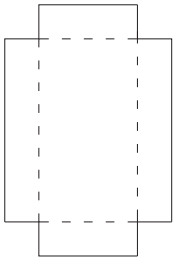
مرحله ۲) محاسبه هزینه: با توجه به جدول ۱۰

هزینه = ۳/۷۵ × ۱۹۹,۰۰۰ = ۷۴۶,۲۵۰ ریال

ردیف ۱۳۰۲۰۳ عایق‌کاری

۲-۹-۳- عایق‌کاری سرویس‌ها (حمام، توالت، آشپزخانه و...)

در عایقکاری سرویس‌ها باید علاوه بر کف آنها، حداقل به اندازه ۱۰ cm عایق‌کاری را روی دیوارهای پیرامون سرویس ادامه داد.

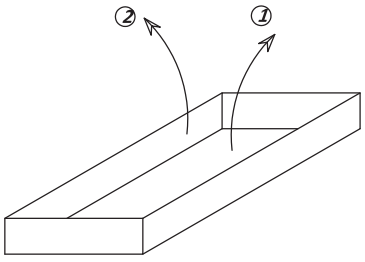


محاسبه عایق‌کاری سرویس‌ها: برای تفهیم بهتر سطح عایقکاری یک سرویس بهتر است آن را با کاغذ مدل‌سازی کنیم. برای این کار یک کاغذ مربع یا مستطیل را بردارید و مانند شکل مقابل به‌اندازه یک مربع از چهارگوشه آن جدا کنید.

سپس از محل‌هایی که به‌صورت خط‌چین نمایش داده‌شده است تا کنید، در این حالت شکل عایق‌کاری کف یک سرویس به دست می‌آید. اکنون برای محاسبه عایق‌کاری کف این سرویس دو روش وجود دارد:

روش اول:

برای حالتی که ارتفاع عایق‌کاری روی دیوارها ثابت است:



عایق‌کاری سرویس، شامل عایق‌کاری کف سرویس و دیوارهای آن است. عایق‌کاری کف می‌تواند مربع، مستطیل و ... باشد که به‌سادگی مساحت آن مطابق نقشه به‌دست می‌آید. عایق‌کاری روی دیوارها را نیز با توجه به فرمولی که قبلاً گفته شد، یعنی (ارتفاع × محیط = مساحت دیوارها) می‌توان محاسبه نمود.

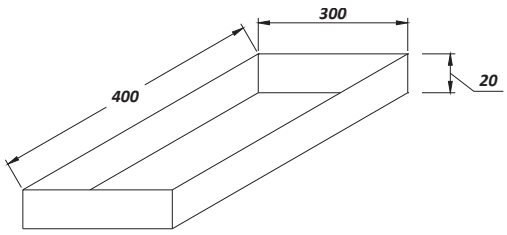
قسمت ۱:

قسمت ۲:

دیواره‌ها + کف سرویس = مساحت عایق‌کاری

مثال ۱۷

یک آشپزخانه به ابعاد ۴ × ۳ متر عایق‌کاری شده است اگر از عایق پیش‌ساخته باضخامت ۴ میلی‌متر استفاده‌شده باشد و به‌اندازه ۲۰ cm روی دیوارها ادامه یافته باشد هزینه عایق‌کاری را مشخص کنید.



حل:

با توجه به فرمول داده‌شده در بالا داریم:

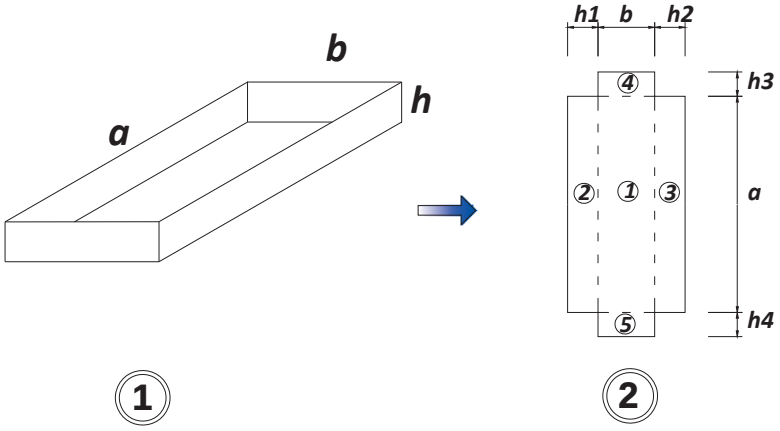
مساحت عایق کف سرویس + مساحت عایق دیوارها = ۳ × ۴ + ۲ (۳ + ۴) × ۰/۲ = ۱۴/۸ m^2

هزینه عایق‌کاری پیش‌ساخته به ضخامت ۴ میلی‌متر ردیف ۱۳۰۳۰۳ = ۱۴/۸ × ۱۱۲,۰۰۰ = ۱,۶۵۷,۶۰۰ ریال

روش دوم:

ارتفاع عایق‌کاری روی دیوارها مساوی نیست:

همان‌طور که در صفحهٔ قبل توضیح داده شد می‌توانیم عایق‌کاری یک سرویس را با کاغذی مانند شکل ۱ بسازیم. اکنون شکل ۱ را باز می‌کنیم تا به شکل ۲ تبدیل شود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود می‌توانیم به‌سادگی مساحت ۵ مستطیل موجود را محاسبه کنیم تا مساحت کل عایق‌کاری مشخص شود.



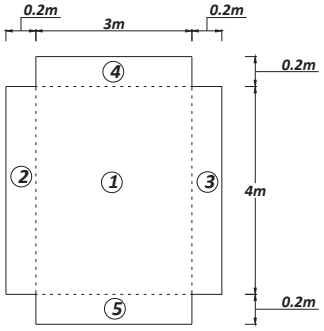
مساحت مستطیل ۵ + مساحت مستطیل ۴ + مساحت مستطیل ۳ + مساحت مستطیل ۲ + مساحت مستطیل ۱ = مساحت عایق سرویس

$$= a\times b + a\times h_1 + a\times h_2 + b\times h_3 + b\times h_4$$

مثال ۱۸

مساحت عایق‌کاری سؤال قبل را به روش دوم حل کنید.

مساحت مستطیل ۵ + مساحت مستطیل ۴ + مساحت مستطیل ۳ + مساحت مستطیل ۲ + مساحت مستطیل ۱ = مساحت عایق سرویس

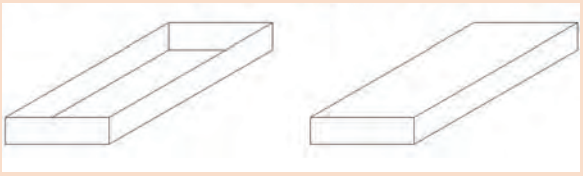


مساحت عایق‌کاری $= ۳\times۴+۴\times۰/۲+۴\times۰/۲+۳\times۰/۲+۳\times۰/۲=۱۴/۸\ m^۲$

یا مساحت عایق‌کاری $= ۳\times۴+۲\times۴\times۰/۲+۲\times۳\times۰/۲=۱۴/۸\ m^۲$

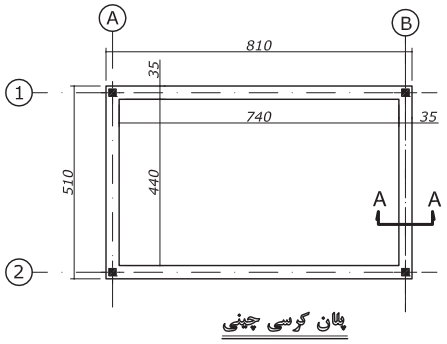
نکته

اگر پشت‌بام دارای جان‌پناه باشد عایق‌کاری بر روی دیوارهای عمودی کشیده می‌شود (شکل سمت چپ) و اگر جان‌پناه نداشته باشد عایق‌کاری بر روی دیوارها به سمت پایین ادامه می‌یابد (شکل سمت راست) در هر ۲ حالت مانند سرویس‌ها محاسبه می‌شود.

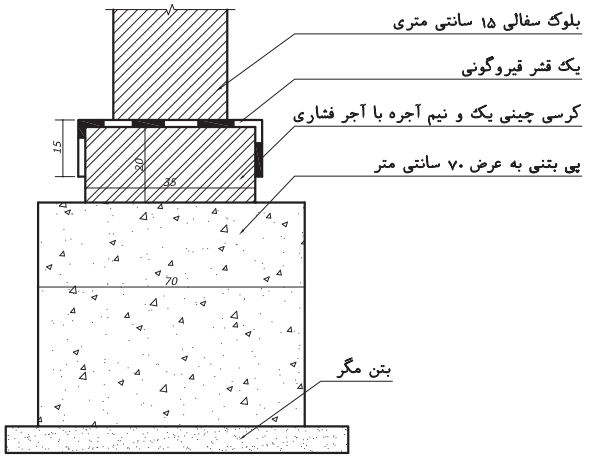


فعالیت کلاسی ۹

پـروژه) در پـروژه اتـاق نگهبانـی چنانچه روی کرسـی‌چینی را یک قشـر قیروگونـی اجرا کرده باشـیم هزینه آنـرا محاسـبه کنیـد. عایـق‌کاری طبـق جزییات از هـر طرف ۱۵ سـانتی‌متر روی دیـواره کرسـی‌چینی ادامه پیداکـرده اسـت. (از ابعاد سـتون‌ها صرف‌نظر شـود).



پلان کرسی چینی



Sec. A-A

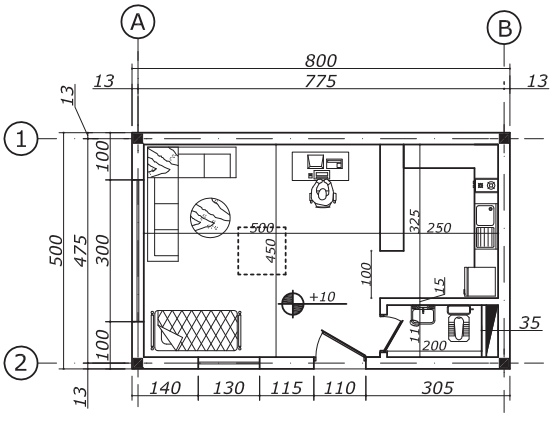
فعالیت کلاسی ۱۰

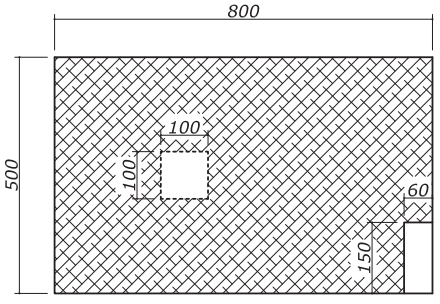
هزینه عایق‌کاری‌های زیر را برای ساختمان نگهبانی مشخص کنید:

الـف) عایـق‌کاری دستشـویی با اسـتفاده از عایق پیش‌سـاخته ۴ میلی‌متری اگر روی دیواره‌ها ۴۰ سـانتی‌متر ادامه پیداکرده باشـد. (در قسـمت درب ۱۰ سانتی‌متر)

ب) عایـق‌کاری آشـپزخانه بـا اسـتفاده از عایـق پیش‌سـاخته درجه‌یـک ۴ میلی‌متـری اگـر روی دیوارها ۳۰ سـانتی‌متر ادامـه پیداکرده باشـد.

ج) عایـق‌کاری پشـت‌بام اگـر ابتـدا یک‌لایه قیر و سـپس یک‌لایه عایق پیش‌سـاخته درجه‌یـک ۴ میلی‌متری بـا اسـتفاده از روکـش آلومینیـم اجراشـده باشـد. عایـق‌کاری ۱۵ سـانتی‌متر بـر روی دیـوار به سـمت پایین ادامـه پیداکـرده اسـت. در قسـمت نورگیـر و داکت نیز ۱۵ سـانتی‌متر عایـق‌کاری ادامه پیداکرده اسـت.





پلان پشت بام و قسمت های عایق کاری شده

۲-۱۰- اندودکاری و بندکشی

۲-۱۰-۱- مقدمه

۱- در اندودکاری‌ها، سطح کاری که از اندود پوشیده می‌شود اندازه‌گیری شده و برای سختی اجرای پخی، نبش‌ها و یا چفت‌ها، به‌جز آنچه در ردیف‌ها پیش‌بینی‌شده، اضافه قیمتی پرداخت نمی‌شود.

۲- برای زخمی کردن سطح (غیر از سطوح بتنی و بتن مسلح) به‌منظور اندودکاری روی آن‌ها، هیچ‌گونه پرداختی انجام نمی‌شود.

۳- در اندودکاری، سطوح مورب یا قوسی که با سطح قائم، زاویه ۳۰ درجه یا کمتر را تشکیل می‌دهد جزو سطوح قائم و در غیر این صورت، جزو سطوح افقی محسوب خواهد شد.

۴- در بندکشی‌ها، سطح نهایی که بندکشی می‌شود اندازه‌گیری خواهد شد و سطح سوراخ‌هایی که هرکدام از ۰/۱ مترمربع کمتر باشد، از سطح بندکشی کسر نخواهد شد.

۵- واحد اندازه‌گیری در این فصل متر و مترمربع است.

شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به اندودکاری و بندکشی، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن در جدول زیر آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۱۸۰۲۰۱	شمشه‌گیری سطوح قائم و سقف‌ها، با ملات گچ و خاک	مترمربع	۲۴,۹۰۰
۱۸۰۲۰۲	اندود گچ‌وخاک به ضخامت تا ۲/۵ سانتی‌متر، روی سطوح قائم	مترمربع	۷۱,۱۰۰
۱۸۰۲۰۳	اندود گچ‌وخاک به ضخامت تا ۲/۵ سانتی‌متر، برای زیر سقف‌ها	مترمربع	۹۶,۶۰۰
۱۸۰۲۰۴	سفیدکاری روی سطوح قائم و پرداخت آن با گچ کشته	مترمربع	۶۶,۴۰۰
۱۸۰۲۰۵	سفیدکاری زیر سقف‌ها و پرداخت آن با گچ کشته	مترمربع	۸۷,۷۰۰
۱۸۰۲۰۶	در آوردن چفت در سطوح گچ کاری	مترمربع	۹,۸۰۰
۱۸۰۳۰۴	اندود سیمانی به ضخامت حدود ۲ سانتی‌متر، روی سطوح قائم، با ملات ماسه سیمان ۱:۴	مترمربع	۹۲,۰۰۰
۱۸۰۳۰۸	اندود سیمانی با ملات ماسه سیمان ۱:۴ به ضخامت حدود ۲ سانتی‌متر، روی سطوح افقی	مترمربع	۷۴,۵۰۰
۱۸۰۳۱۷	اضافه بها برای اندودهای با ملات ماسه سیمان یا باتارد، در صورتی که سطح روی آن لیسه‌ای و پرداخت شود	مترمربع	۱۱,۷۰۰
۱۸۰۴۰۱	اندود تخته ماله‌ای (قشر رویه) در یک‌دست، به ضخامت حدود ۰/۵ سانتی‌متر، روی سطوح قائم و افقی با ملاط سیمان، پودر و خاک سنگ ۱:۱:۳	مترمربع	۶۳,۵۰۰
۱۸۰۴۰۳	اضافه‌بها نسبت به ردیف‌های ۱۸۰۴۰۱، در صورتی که به جای سیمان پرتلند از سیمان سفید استفاده شود	مترمربع	۱,۷۰۰
۱۸۰۷۰۴	تهیه مصالح و ساختن سایه‌بان بتنی بالای پنجره به عیار ۲۵۰ کیلو سیمان در مترمکعب، با تعبیه آب چکان و قالب‌بندی، به‌طور کامل (میلگرد مصرفی از ردیف مربوط پرداخت می‌شود).	مترطول	۸,۳۱۸,۰۰۰
۱۸۰۸۰۳	بند کشی توپر نمای آجری با ملات ماسه سیمان ۱:۴	مترمربع	۶۲,۴۰۰

فعالیت کلاسی ۱۱

جهت اندودکاری پروژه نگهبانی موارد زیر را محاسبه کنید:

الف) روی دیوارها، شمشه گیری، اندود گچ و خاک به ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر و سفیدکاری

زیر سقف‌ها، شمشه‌گیری، اندود گچ‌وخاک به ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر و سفیدکاری. (پذیرایی، آشپزخانه و سرویس)

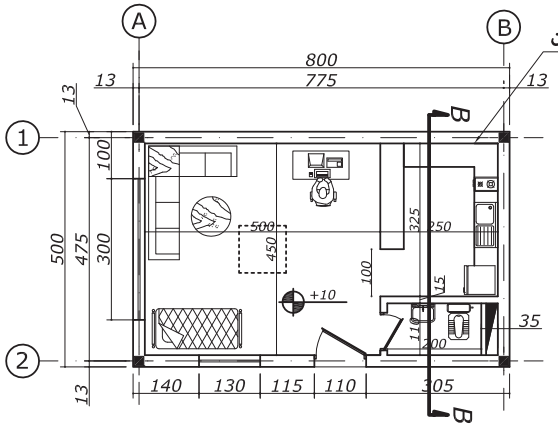
ب) پشت کابینت‌ها اندود ماسه و سیمان به ضخامت ۲ سانتی‌متر، اندود تخته ماله‌ای با استفاده از سیمان سفید.

ج) اجرای سایه‌بان بر روی پنجره‌ها و در ورودی اگر از هر سمت ۱۵ سانتی‌متر بیشتر باشد.

ارتفاع اندودکاری با توجه به وجود قرنیز ۲۹۰ سانتی‌متر است.

۱۰ سانتی‌متر پایین پذیرایی و آشپزخانه قرنیز اجرا شده است.

پشت کابینت‌ها از ارتفاع ۱۰ تا ۸۰ سانتی‌متر از کف، اندود ماسه و سیمان به ضخامت ۲ سانتی‌متر و رویه آن تخته ماله‌ای به ضخامت ۵/. سانتی‌متر اجرا شده است.

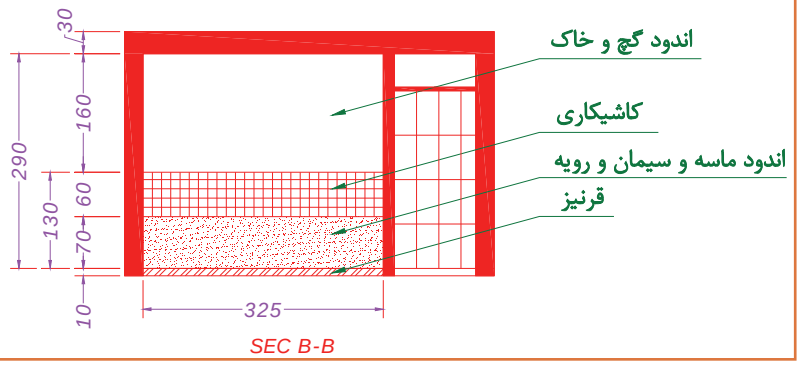


کاشیکاری و اندود ماسه و سیمان

در قسمت کابینت‌ها از تراز ۸۰ تا ۱۴۰ سانتی‌متری کاشی اجرا شده و بالای آن اندود گچ‌وخاک به ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر و سفیدکاری انجام شده است.

ارتفاع در ها ۲۱۰ سانتی‌متر و پنجره‌ها ۲۰۰ سانتی‌متر است.

سقف‌ها به صورت کاذب (رابیتس) اجرا شده‌اند[1].



فعالیت کلاسی ۱۲

جهت اجرای عایق رطوبتی کف آشپزخانه و توالت، باید ابتدا تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری روی دیوارها، اندود ماسه و سیمان لیسه‌ای با عیار ۱:۴ اجرا شود. اگر در قسمت ورودی توالت ملات ماسه و سیمان به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر اجرا شده باشد، هزینه کل اندودکاری را محاسبه کنید.

۱- چنانچه اندود گچ‌وخاک با سیمان درروی سطوح ساده رابیتس انجام شود، اضافه بهایی معادل ۱۰ درصد و چنانچه در سطوح دکوراتیو انجام شود اضافه بهایی معادل ۳۰ درصد به بهای ردیف‌های مربوط به اندود اعمال می‌شود. به دلیل سادگی حل مسئله از این مورد صرف‌نظر شده است.

۲-۱۱- کاشی و سرامیک و فرش موزاییک

۲-۱۱-۱- مقدمه

۱- در تمام ردیف‌های این فصل تهیه مصالح در قیمت ردیف‌ها منظور شده و کاشی و سرامیک در نظر گرفته‌شده در این فصل از نوع درجه‌یک ایرانی است.

۲- اندازه‌گیری سطوح ردیف‌های این فصل بر اساس سطح پوشیده نمایان خواهد بود.

۳- بهای کاشی و سرامیک در این فصل برای رنگ‌های روشن است. برای رنگ‌های تیره مانند زرشکی، مسی، قرمز، سرمه‌ای و فسفری ۱۲٪ به بهای هر یک از ردیف‌های مربوطه اضافه می‌شود.

۴- درصورتی‌که به‌جای ملات ماسه و سیمان در نصب سرامیک از چسب مخصوص استفاده شود، بهای آن طبق ردیف‌های مربوط به اجرای سرامیک با ملات ماسه و سیمان پرداخت می‌شود.

۵- منظور از موزاییک سیمانی ساده، موزاییکی است که قشر رویه آن از جنس خود موزاییک بوده و رویه آن صیقلی شده باشد.

۶- منظور از موزاییک ایرانی، آن است که قشر رویه آن از سیمان پرتلند معمولی و خرده‌سنگ معمولی (سیاه یا سفید)، تشکیل‌شده باشد.

۷- منظور از موزاییک فرنگی، آن است که قشر رویه آن از سیمان‌سفید یا رنگی و خرده‌سنگ‌های مرمر یا مرمریت تشکیل‌شده باشد.

شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به کاشی و سرامیک و فرش موزاییک، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن در جدول زیر آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۲۰۰۱۰۶	کاشی‌کاری با کاشی لعابی با سطح بیش از ۵ تا ۶ دسی‌مترمربع	مترمربع	۳۳۱,۰۰۰
۲۰۰۱۰۷	کاشی‌کاری با کاشی لعابی با سطح بیش از ۶ تا ۹ دسی‌مترمربع	مترمربع	۳۰۵,۰۰۰
۲۰۰۱۰۸	کاشی‌کاری با کاشی لعابی با سطح بیش از ۹ دسی‌مترمربع	مترمربع	۳۳۲,۰۰۰
۲۰۰۲۰۱	اضافه‌بها به ردیف‌های ۲۰۰۱۰۶ تا ۲۰۰۱۰۸ چنانچه در ردیف‌های کاشی بجای ملات از چسب استفاده شود	مترمربع	۱۳۳,۵۰۰
۲۰۰۳۰۷	تهیه و نصب سرامیک لعاب‌دار با سطح بیش از ۹ تا ۱۱ دسی‌مترمربع	مترمربع	۲۷۸,۵۰۰
۲۰۰۳۰۸	تهیه و نصب سرامیک لعاب‌دار با سطح بیش از ۱۱ تا ۱۶ دسی‌مترمربع	مترمربع	۲۸۲,۵۰۰
۲۰۰۳۰۹	تهیه و نصب سرامیک لعاب‌دار با سطح بیش از ۱۶ تا ۲۲ دسی‌مترمربع	مترمربع	۲۷۹,۵۰۰
۲۰۰۵۰۱	تهیه و نصب سرامیک گرانیتی مات	مترمربع	۴۴۴,۰۰۰
۲۰۰۵۰۲	اضافه‌بها به‌ردیف ۲۰۰۵۰۱ چنانچه از سرامیک کالیبره استفاده شود	مترمربع	۱۷۲,۰۰۰
۲۱۰۱۰۴	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر	مترمربع	۱۸۹,۰۰۰
۲۱۰۲۰۳	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر	مترمربع	۲۰۴,۵۰۰
۲۱۰۳۰۳	فرش کف با موزاییک فرنگی با خرده‌سنگ‌های تا نمره ۴ به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر	مترمربع	۲۲۴,۵۰۰
۲۱۰۵۰۶	تهیه مصالح و اجرای موزاییک ویبره‌ای کارخانه‌ای (واش بتن) با هر نوع ملات	مترمربع	۲۳۶,۰۰۰

فعالیت کلاسی ۱۳

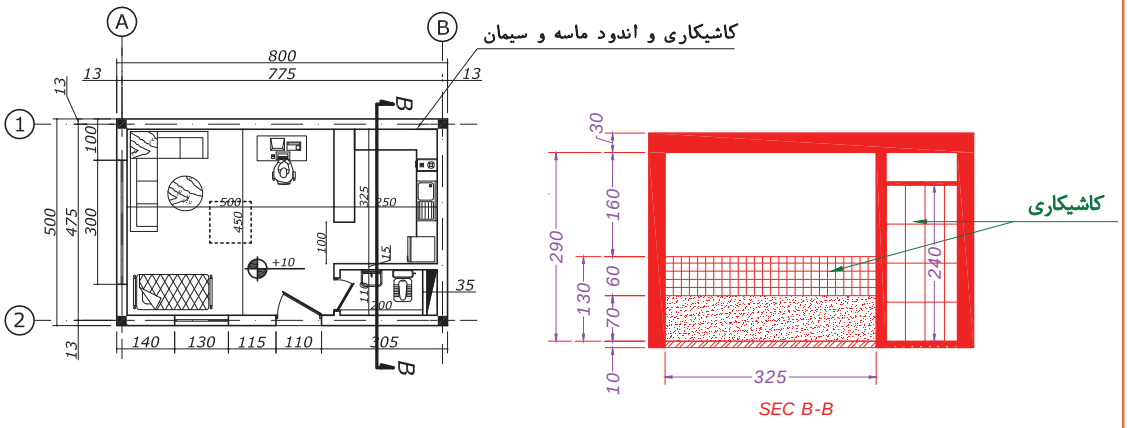
برای پروژه مطرح‌شده هزینه موارد زیر را محاسبه فرمایید:

الف) کاشی‌کاری دیوار آشپزخانه با استفاده از چسب کاشی به ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر، اگر ابعاد هر کاشی ۲۰×۳۰ و به رنگ کرم روشن باشد.

ب) کاشی‌کاری دیوار دستشویی به ارتفاع ۲۴۰ سانتی‌متر از کاشی به ابعاد ۳۰×۶۰ به رنگ قرمز و مسی. (ارتفاع درب ۲۱۰ سانتی‌متر)

ج) اجرای سرامیک گرانیتی مات به ابعاد ۶۰×۶۰ سانتی‌متر در پذیرایی و ۴۰×۴۰ در آشپزخانه.

د) اجرای موزاییک ایرانی به ابعاد ۳۰×۳۰ بر روی پشت‌بام.



۲-۱۲- رنگ‌آمیزی

۲-۱۲-۱- مقدمه

۱- شبکه‌ها، نرده‌ها، پنجره‌ها، خرپاهای فلزی و چوبی، یک‌رو محاسبه می‌شوند، مگر آنکه سطح گسترده عضوهای رنگ‌خور بیش از سطح یک‌رو باشد که در این‌صورت، سطح گسترده رنگ‌خور، ملاک قرار می‌گیرد. برای جبران صعوبت اجرای رنگ‌آمیزی شبکه‌ها، نرده‌ها و خرپاها به قیمت ردیف مربوط ۱۵ درصد اضافه می‌شود.

۲- رنگ روغنی یا روغنی اکلیلی روی کارهای فلزی، شامل سمباده یا برس زدن، ضد زنگ، بتانه‌کاری، سمباده زدن؛ آستر با رنگ روغنی یا اکلیلی و لکه‌گیری با بتانه، سمباده زنی روی لکه‌گیری‌ها و رنگ رویه است.

۳- رنگ روغنی و پلاستیک روی سطوح گچی، شامل سمباده زنی، روغن الیف، بتانه‌کاری، سمباده‌زنی، آستر، لکه‌گیری با بتانه، سمباده‌زنی روی لکه‌گیری‌ها و رنگ رویه است.

۴- واحد اندازه‌گیری در این فصل به دو صورت است:

الف) کیلوگرم ب) مترمربع

شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به رنگ آمیزی، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن در جدول صفحهٔ بعد آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۲۵۰۳۰۱	تهیه مصالح و اجرای یک دست رنگ ضد زنگ روی اسکلت فلزی	کیلوگرم	۱,۳۰۰
۲۵۰۳۰۲	تهیه مصالح و اجرای یک دست رنگ ضد زنگ روی کارهای فلزی به استثنای اسکلتهای فلزی	مترمربع	۴۰,۰۰۰
۲۵۰۳۰۴	تهیه مصالح و اجرای رنگ روغنی کامل روی کارهای فلزی	مترمربع	۱۴۴,۵۰۰
۲۵۰۴۰۱	تهیه مصالح و اجرای رنگ روغنی کامل روی در و سایر کارهای چوبی	مترمربع	۱۴۹,۵۰۰
۲۵۰۵۰۱	تهیه مصالح و اجرای رنگ روغنی کامل روی اندود گچی دیوارها و سقف‌ها	مترمربع	۱۱۳,۵۰۰
۲۵۰۵۰۲	تهیه مصالح و اجرای رنگ پلاستیک کامل روی اندود گچی دیوارها و سقف‌ها	مترمربع	۹۰,۹۰۰

فعالیت کلاسی ۱۴

پروژه) مطلوب‌است محاسبه هزینه اجرای ضد زنگ اسکلت ساختمان (ستون‌ها، تیرها و نعل درگاه‌ها).

فعالیت کلاسی ۱۵

جهت رنگ‌آمیزی ساختمان نگهبانی، هزینه موارد زیر را محاسبه کنید:

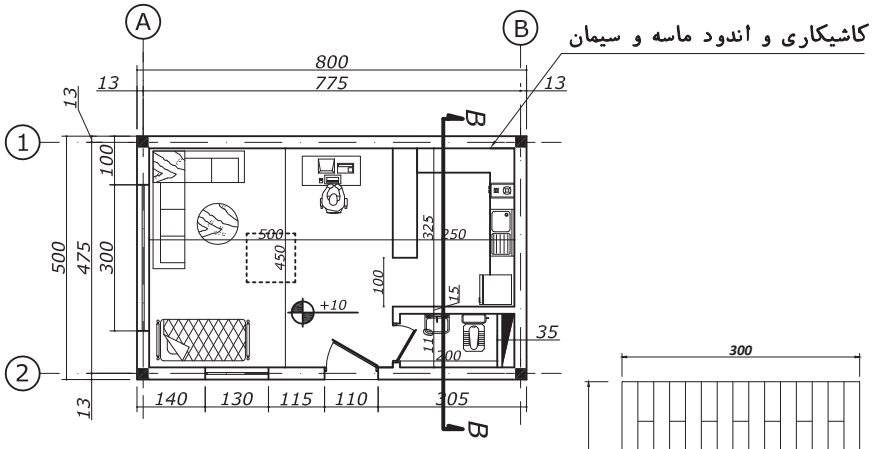
الف) بر روی دیوارهای گچ‌کاری شده اجرای رنگ روغنی با زیرسازی های لازم

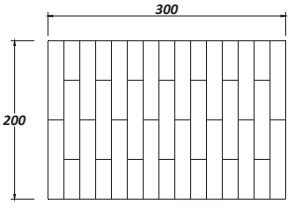
ب) بر روی سقف‌های گچ‌کاری شده اجرای رنگ پلاستیک با زیرسازی های لازم

ج) اجرای رنگ روغنی بر روی درها

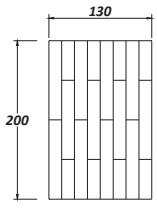
د) اجرای زنگ‌زدایی، ضد زنگ و رنگ‌آمیزی حفاظ پنجره‌ها با استفاده از رنگ روغنی. ابعاد حفاظ‌ها به اندازه پنجره‌ها است.

- ارتفاع درها ۲۱۰ سانتی‌متر و پنجره‌ها ۲۰۰ سانتی‌متر است.





حفاظ پنجره شرقی



حفاظ پنجره جنوبی

۳– ضرایب مورداستفاده در برآورد

۳–۱– ضرایب مورداستفاده در برآورد

قیمت‌های واحدی که برای انجام کارهای مختلف در دفترچه فهرست‌بها درج گردیده است، برای انجام کار در شرایط عادی و در مقطع زمانی خاص و بدون احتساب هزینه‌های غیرمستقیم مرتبط با اجرای کار است.
برای اعمال اثرات عوامل متغیر و مؤثر در تهیهٔ برآورد، ضرایب مختلفی تعریف‌شده‌اند. این ضرایب شامل ضریب طبقات، ضریب بالاسری، ضریب پیشنهادی پیمانکار (ضریب پیمان) ، ضریب تجهیز و برچیدن کارگاه، ضریب منطقه و ضریب تعدیل می‌باشد. این ضرایب به شرح زیر توضیح داده شده‌اند.

۳–۱–۱– ضریب طبقات

قیمت‌های درج‌شده در فهرست‌بهای ابنیه، برای انجام کار در طبقهٔ همکف و زیر طبقه همکف در نظر گرفته‌شده است. چنانچه کار در طبقات بالاتر از همکف و پایین‌تر از طبقه زیر همکف انجام شود، بابت هزینهٔ حمل مصالح به طبقات یادشده و افت مصالح ناشی از حمل آن به طبقات و همچنین سختی اجرای کار، ضریبی به نام «ضریب طبقات» به شرح زیر تعیین و در برآورد هزینه اجرای عملیات کار، منظور می‌شود:
جهت محاسبه ضریب طبقات(P)، مساحت طبقات همکف و بالاتر را با Fi [۱] و مساحت طبقات زیرزمین را با Bi [۲] در نظر می‌گیریم. مجموع مساحت این طبقات را نیز به‌عنوان مساحت کل زیربنای ساختمان (S) در نظر می‌گیریم.

$$P = ۱ + \frac{(۱\times F_۱ + ۲\times F_۲ + ۳\times F_۳ + \ldots + n\times F_n) + (۱\times B_۱ + ۲\times B_۲ + ۳\times B_۳ + \ldots + m\times B_m)}{۱۰۰\times S}$$

$F_۰$ = سطح زیربنای هم کف
$F_۱$ =سطح زیربنای طبقه اول بالاتر از طبقه همکف
$F_۲$ = سطح زیربنای طبقه دوم بالاتر از طبقه همکف
$F_۳$ = سطح زیربنای طبقه سوم بالاتر از طبقه همکف
. . . . . .
F_n = سطح زیربنای طبقه n ام بالاتر از طبقه همکف
$B_۰$ = سطح زیربنای طبقه زیر همکف
$B_۱$ = سطح زیربنای طبقه اول پایین‌تر از طبقه زیر همکف
$B_۲$ = سطح زیربنای طبقه دوم پایین‌تر از طبقه زیر همکف
$B_۳$ = سطح زیربنای طبقه سوم پایین‌تر از طبقه زیر همکف
. . . . . .
B_m= سطح زیربنای طبقه m ام پایین‌تر از طبقه زیر همکف

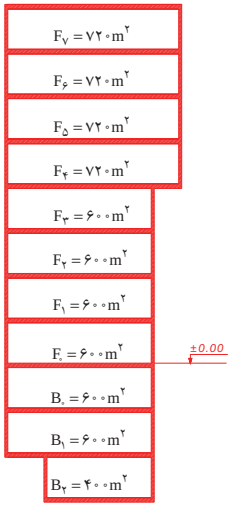
$$S = F_۰ + F_۱ + F_۲ + F_۳ + \ldots + F_n + B_۰ + B_۱ + B_۲ + B_۳ + \ldots B_m$$

۱– ابتدای کلمه Floor .
۲– ابتدای کلمه Basement.

تبصره ۱) ضریب طبقات که به‌طور جداگانه برای هر یک از ساختمان‌های مشمول تعیین می‌شود، به تمام اقلام کار همان ساختمان به‌استثنای مصالح پای‌کار تعلق می‌گیرد و از اولین صورت‌وضعیت منظور می‌شود.
تبصره ۲) ضریب طبقات تا چهار رقم اعشار در محاسبات در نظر گرفته می‌شود و رقم چهارم گرد می‌شود. جهت گرد کردن، چنانچه رقم پنجم اعشار کمتر از ۵ باشد، حذف و اگر ۵ و بیشتر از ۵ باشد، یک واحد به رقم چهارم اعشار اضافه می‌شود.

مثال ۱۹

ضریب طبقات برای یک ساختمان با مشخصات زیر که دارای دوطبقه پایین از طبقه زیر همکف و هفت‌طبقه بالاتر از همکف است به شرح زیر محاسبه می‌شود



$$P = ۱ + \frac{(۱\times F_۱ + ۲\times F_۲ + ۳\times F_۳ + \ldots + n\times F_n) + (۱\times B_۱ + ۲\times B_۲ + ۳\times B_۳ + \ldots + m\times B_m)}{۱۰۰\times S}$$

$$S = ۴۰۰ + ۶۰۰\times ۶ + ۷۲۰\times ۴ = ۶۸۸۰ m^۲$$

$$P = ۱ + \frac{(۱\times ۶۰۰ + ۲\times ۶۰۰ + ۳\times ۶۰۰ + ۴\times ۷۲۰ + ۵\times ۷۲۰ + ۶\times ۷۲۰ + ۷\times ۷۲۰) + (۱\times ۶۰۰ + ۲\times ۴۰۰)}{۱۰۰\times ۶۸۸۰} = ۱/۰۳۰۳$$

۳-۱-۲- ضریب بالاسری

برای جبران هزینه‌های ناشی از مواردی چون پرداخت مالیات، بیمه‌های اجتماعی کارمندان و کارگران، غذای کارکنان و کارمندان پیمانکار، تهیهٔ ضمانت‌نامه، عوارض معادن و لحاظ نمودن سود برای پیمانکار و ... ضریب بالاسری در نظر گرفته‌اند که به مبلغ کل برآورد اجرای کار، اعمال می‌شود. عموماً مقدار ضریب بالاسری برای پروژه‌هایی که پیمان آنها به‌صورت مناقصه برگزارشده است، ۱/۳ و در حالت ترک تشریفات ۱/۲ می‌باشد.

۳-۱-۳- ضریب پیشنهادی پیمانکار (ضریب پیمان)

در زمان برگزاری مناقصه، به‌منظور انتخاب پیمانکار برای اجرای عملیات، پیمانکاران واجد صلاحیت که دعوت‌نامه شرکت در مناقصه برای آنان ارسال‌شده است بر طبق ضوابط مربوط باید مبلغ پیشنهادی خود برای انجام کار را به‌صورت یک مبلغ مقطوع اعلام نمایند. حاصل تقسیم مبلغ پیشنهادی پیمانکار به مبلغ برآورد اولیه هزینه انجام کار، ضریب پیشنهادی پیمانکار و یا ضریب پیمان نامیده می‌شود که در کلیه صورت‌وضعیت‌های موقت و قطعی اعمال می‌گردد.

اگـر عـدد به‌دسـت‌آمده، کوچک‌تـر از یـک باشـد پیمانـکار نسـبت بـه بـرآورد اولیـه، پیشـنهاد تخفیـف داده (MINUS) اسـت و اگـر عـدد به‌دسـت‌آمده بزرگ‌تـر از یـک باشـد پیمانـکار نسـبت به بـرآورد اولیه، پیشـنهاد افزایـش (PLUS) داده اسـت.

پیمان ضریب = (کار پیمان نهادی پیش مبلغ)/(کار انجام هزینه اولیه برآورد مبلغ)

۳-۱-۴- ضریب تجهیز و برچیدن کارگاه

پـس از تحویـل زمیـن، پیمانـکار اقـدام بـه تجهیـز کارگاه می‌نمایـد. تجهیـز کارگاه عبـارت اسـت از کارهـا و اقداماتـی کـه به‌صـورت موقـت و بـرای دوره اجـرای کار انجـام می‌شـود. مقـدار ضریـب تجهیـز کارگاه حـدوداً ۱/۰۴ در نظـر گرفتـه می‌شـود. البتـه گاهـی بـا توجه به شـرایط پیمان مبلغ تجهیـز و برچیـدن کارگاه می‌تواند مقطـوع نیز باشـد.

۳-۱-۵- ضریب منطقه‌ای

قیمت‌هـای منـدرج در فهـارس بهـا، بـرای انجـام کار در تهـران محاسـبه گردیده‌انـد. بـرای اینکـه قیمت‌هـای موجـود در فهـارس بهـا، عمومیـت داشـته و در همـه جـای کشـور قابل‌اسـتفاده باشـد، سـازمان مدیریـت و برنامه‌ریـزی کشـور بـا توجـه بـه ویژگی‌های محلـی و منطقـه‌ای و میـزان برخوردار یـا محروم بـودن آن منطقه و چگونگـی امـکان دسترسـی بـه نیروهـای کار و تأمیـن مصالح، مناطـق جغرافیایی ایـران را بـه مناطق مختلف تقسـیم نمـوده اسـت و بـرای کارهای سـاختمانی ،تأسیسـات برق و مکانیـک، راه و بانـد و ... به‌صـورت جداگانه و متناسـب بـا صعوبـت کار در منطقـه، ضریبـی بـه نـام «ضریـب منطقـه» در نظـر گرفتـه اسـت کـه در برآورد هزینـه کار ضـرب می‌گـردد.

نام منطقه	ضریب منطقه	نام منطقه	ضریب منطقه	نام منطقه	ضریب منطقه	نام منطقه	ضریب منطقه
اردبیل	۱/۰۵	تایباد	۱/۱۲	شوش	۱/۱	لنگرود	۱/۰۶
ارومیه	۱/۰۵	تبریز	۱	عسلویه	۱/۱۵	مشکین‌شهر	۱/۰۷
الیگودرز	۱/۱۳	تربت حیدریه	۱/۰۶	فردوس	۱/۱۳	مشهد	۱/۰۲
اصفهان	۱	خاش	۱/۱۸	فریدونکنار	۱/۰۴	مهران	۱/۲
اهواز	۱/۰۹	خرم‌آباد	۱/۰۷	فومن	۱/۰۶	نقده	۱/۰۷
ایلام	۱/۱	دیواندره	۱/۱۲	قشم	۱/۱۷	نیشابور	۱/۰۶
بوشهر	۱/۰۹	زابل	۱/۱۸	کرج	۱/۰۱	یزد	۱/۰۵

ضرایـب منطقـه‌ای مربـوط بـه فهرسـت‌بها ابنیـه و تأسیسـات بـرق و مکانیـک طـی بخشـنامه‌هایی از طـرف سـازمان مدیریـت و برنامه‌ریـزی کشـور قبلاً اعلام گردیده که بایسـتی از آن بخشـنامه‌ها اسـتخراج گـردد. برای مثـال، جـداول ضرایـب منطقـه اعلام‌شـده بـرای کارهای ابنیه در سـطح کشـور آورده شـده اسـت.

۳-۱-۶- تعدیل

با توجه به تغییر قیمت‌ها براثر گذشت زمان (از زمان انعقاد قرارداد تا پایان پروژه) و معمولاً افزایش قیمت‌ها، برای جلوگیری از ضرر و زیان پیمانکار، این قیمت متعادل می‌شود.
بنابراین تعدیل عبارت است از تبدیل قیمت طی دورهٔ سه‌ماهه، در زمان گذشته، به میانگین قیمت‌های یک دورهٔ سه‌ماهه جدید. روش محاسبه ضریب تعدیل و مقادیر آن در شرایط مختلف، دارای بحث مفصلی است که از حوصله این پودمان خارج است.

فعالیت کلاسی ۱۶

پروژه) برای پروژه ساختمان نگهبانی خلاصه مالی را با توجه به ضرایب گفته‌شده تهیه نمایید. این ساختمان در شهر نیشابور با ضریب پیمان ۸ درصد اجرا می‌شود.

ارزشیابی شایستگی متره و برآورد

شرح کار:
مطابق نقشه و دفترچهٔ فهرست‌بها و به کمک ماشین‌حساب یا نرم‌افزار Excel فرم‌های مالی یک ساختمان کوچک یک‌طبقه را تکمیل نماید.

استاندارد عملکرد:
با استفاده از دفترچه فهرست‌بها و نقشه و دستورالعمل‌های سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، فرم‌های ریزمتره، خلاصه‌متره، برآورد مالی و خلاصه مالی یک ساختمان یک طبقه را تکمیل نماید.

شاخص‌ها:
استفاده از نقشه و دفترچهٔ فهرست‌بهای سازمان برنامه و بودجه - مقدار عملیات اجرائی - اختصاص آیتم‌های صحیح به هر یک از عملیات اجرایی - انجام محاسبات با ماشین‌حساب و یا نرم‌افزار Excel - ارائهٔ حضوری کار به هنرآموز در مدت زمان ۸ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: با استفاده از نقشه و فهرست‌بها و ماشین‌حساب، مقادیر عملیات اجرایی را محاسبه نموده و میزان هزینهٔ هر آیتم را به تفکیک از فهرست‌بها استخراج و اقدام به تهیه و تکمیل و ارائهٔ فرم‌های ریزمتره، خلاصه‌متره، برآورد مالی و خلاصه مالی نماید.

ابزار و تجهیزات:
- نقشه - فهرست‌بها
- وسایل محاسباتی شامل ماشین‌حساب
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

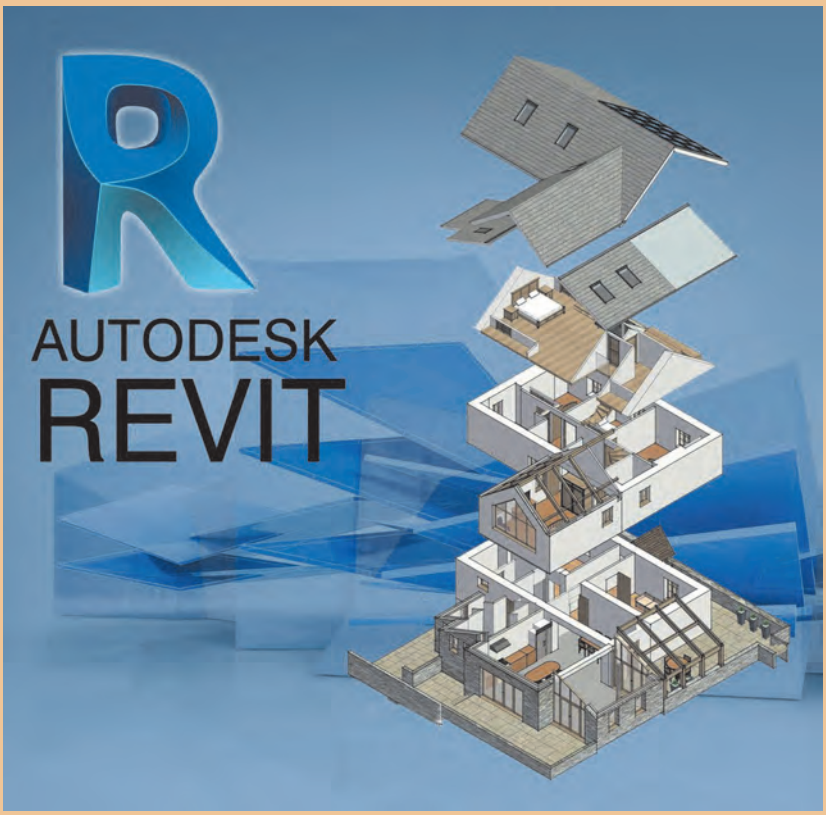
معیار شایستگی:

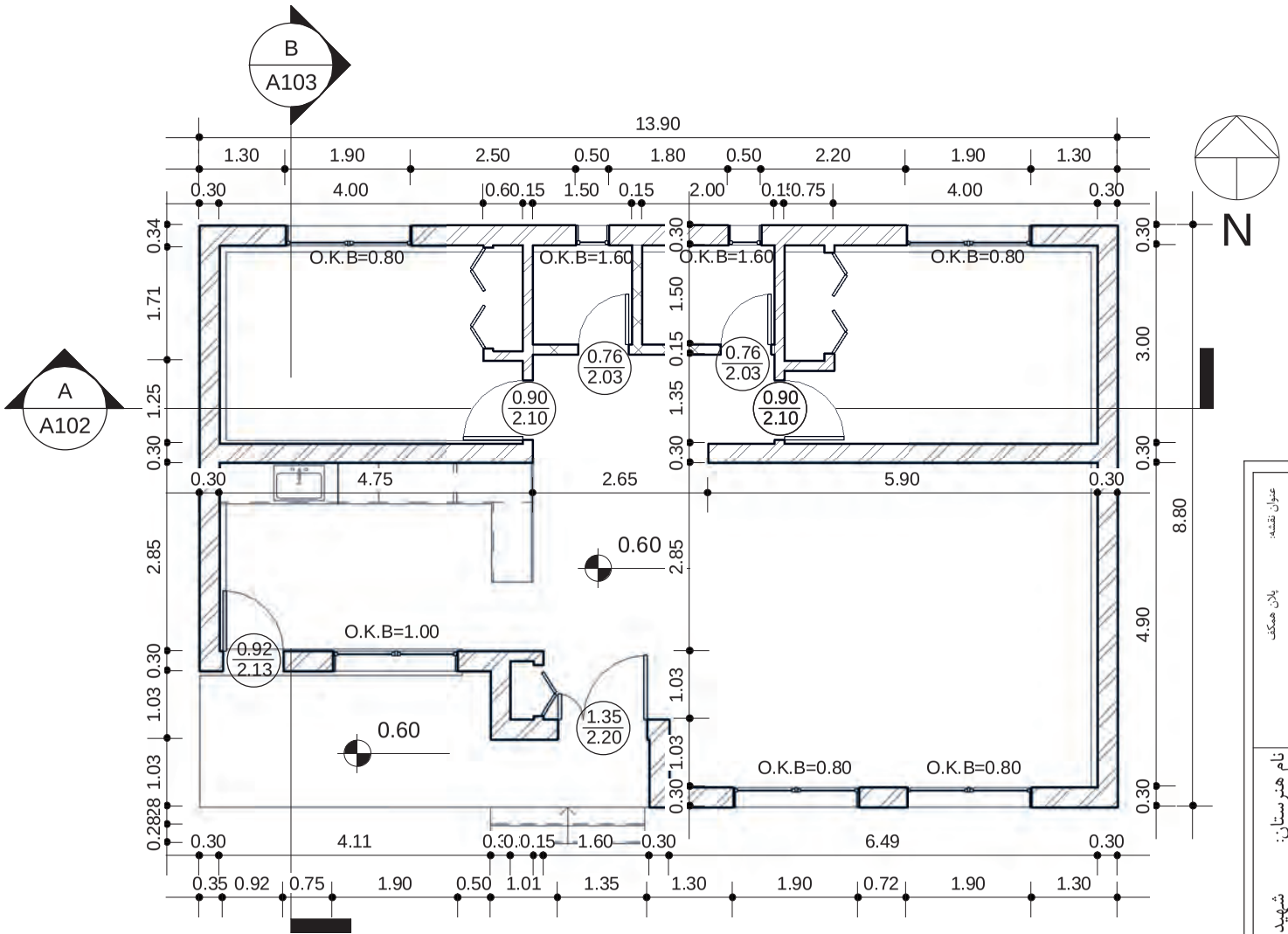
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نقشه‌خوانی و محاسبهٔ مقادیر کارهای انجام‌شده و ثبت در ریزمتره	۲	
۲	تهیه و تکمیل فرم خلاصه‌متره	۲	
۳	تهیه و تکمیل فرم برآورد مالی	۲	
۴	تهیه و تکمیل فرم خلاصه مالی و اعمال ضرایب مربوطه	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

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

پودمان ۲

کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری



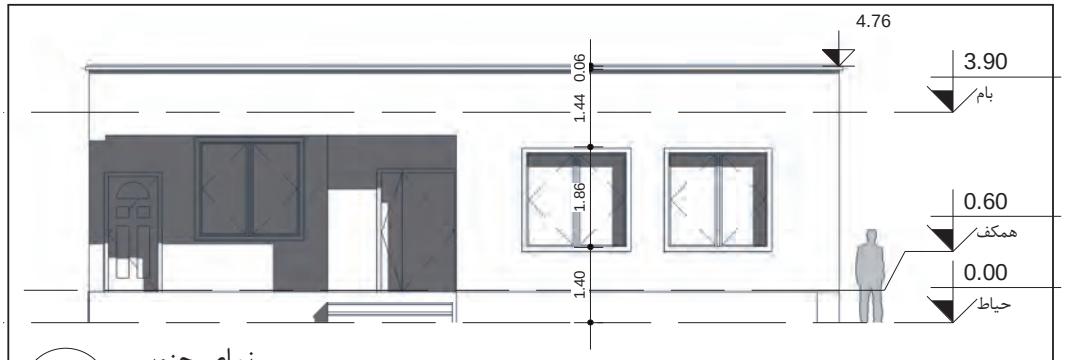


1

پلان همکف

SC: ۱ : ۱۰۰

عنوان نقشه:	پلان همکف
	A۱۰۱
تاریخ:	۱۳۹۲/۲/۲۵
ترسیم:	نام هنرجو
کنترل:	نام هنراموز
Scale	۱ : ۱۰۰
نام هنرستان:	شهید پهلوانی
عنوان پروژه:	پروژه ۱

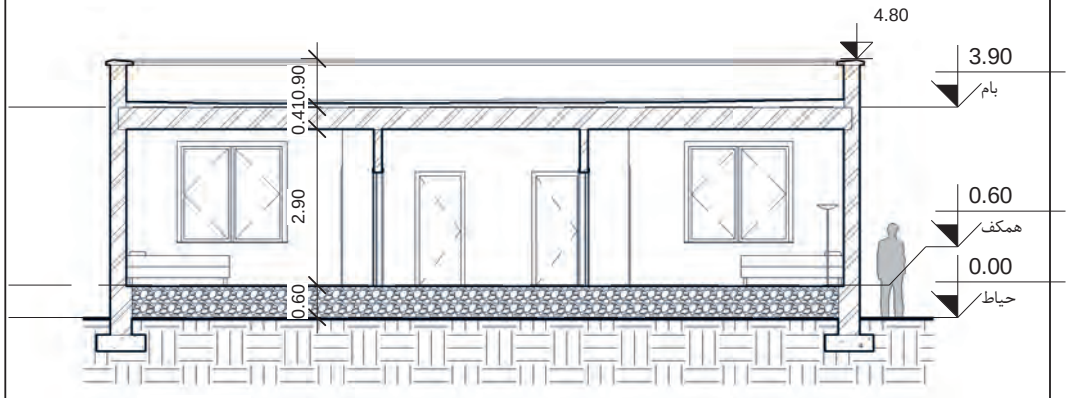


2 نمای جنوبی

SC: ۱ : ۱۰۰

3 نمای شمالی

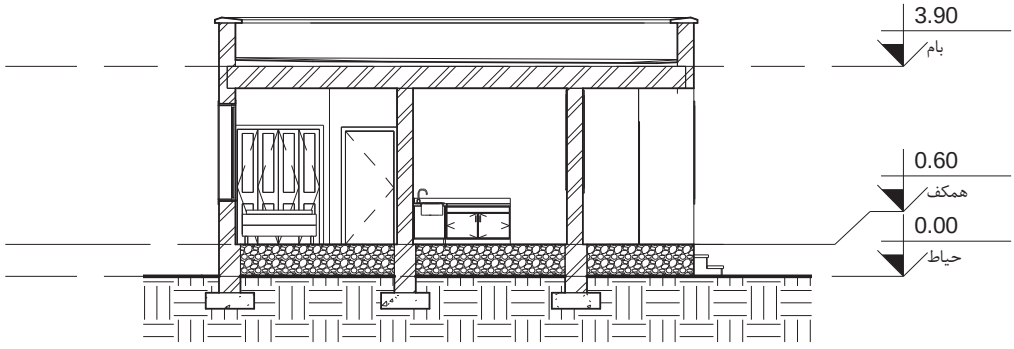
SC: ۱ : ۱۰۰



4 برش A-A

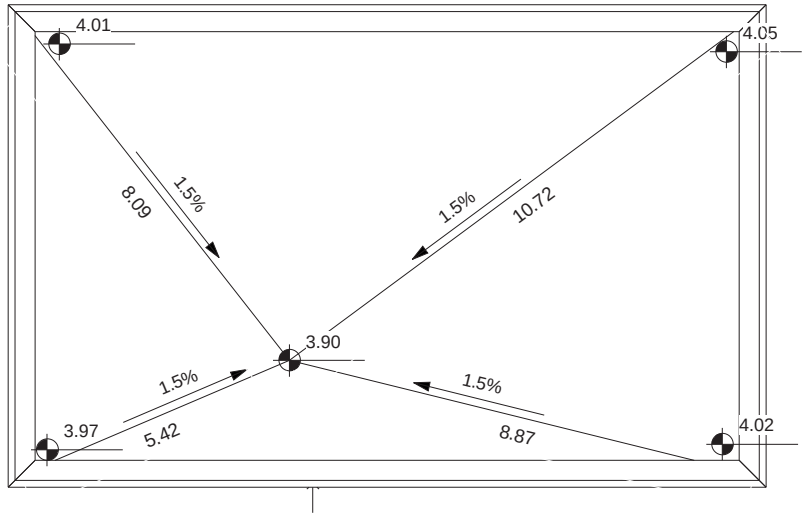
SC: ۱ : ۱۰۰

نام هنرستان:	شهید پهلوانی	عنوان نقشه:	نما و برش
عنوان پروژه:	پروژه ۱	تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۲
		ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	Scale ۱ : ۱۰۰



5 برش B-B

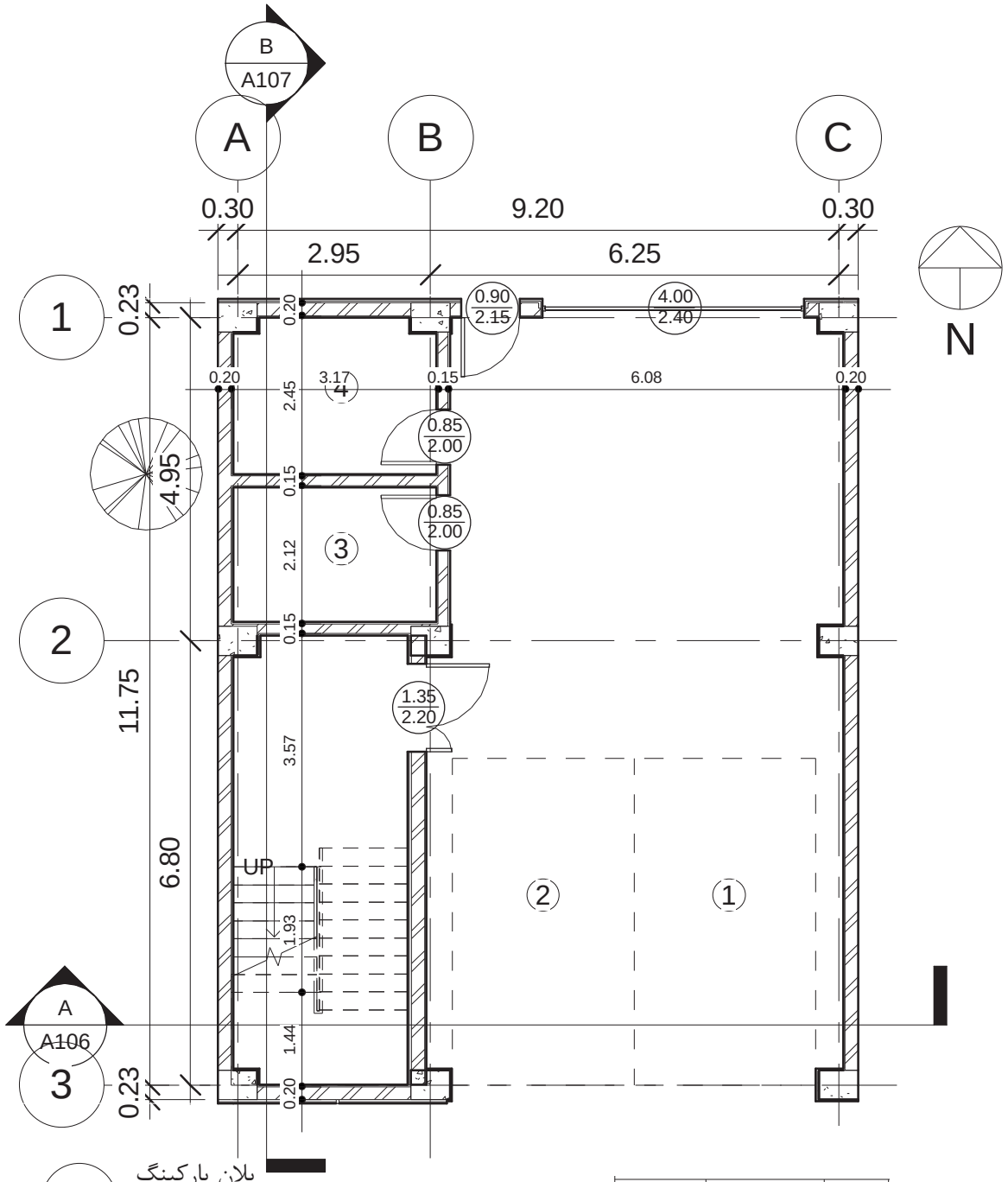
SC: ۱ : ۱۰۰



6 پلان شیب بندی بام

SC: ۱ : ۱۰۰

نام هنرستان: شهید پهلوانی	عنوان نقشه: برش و پلان شیب بندی بام	
	تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۳
عنوان پروژه: پروژه ۱	ترسیم : نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale ۱ : ۱۰۰

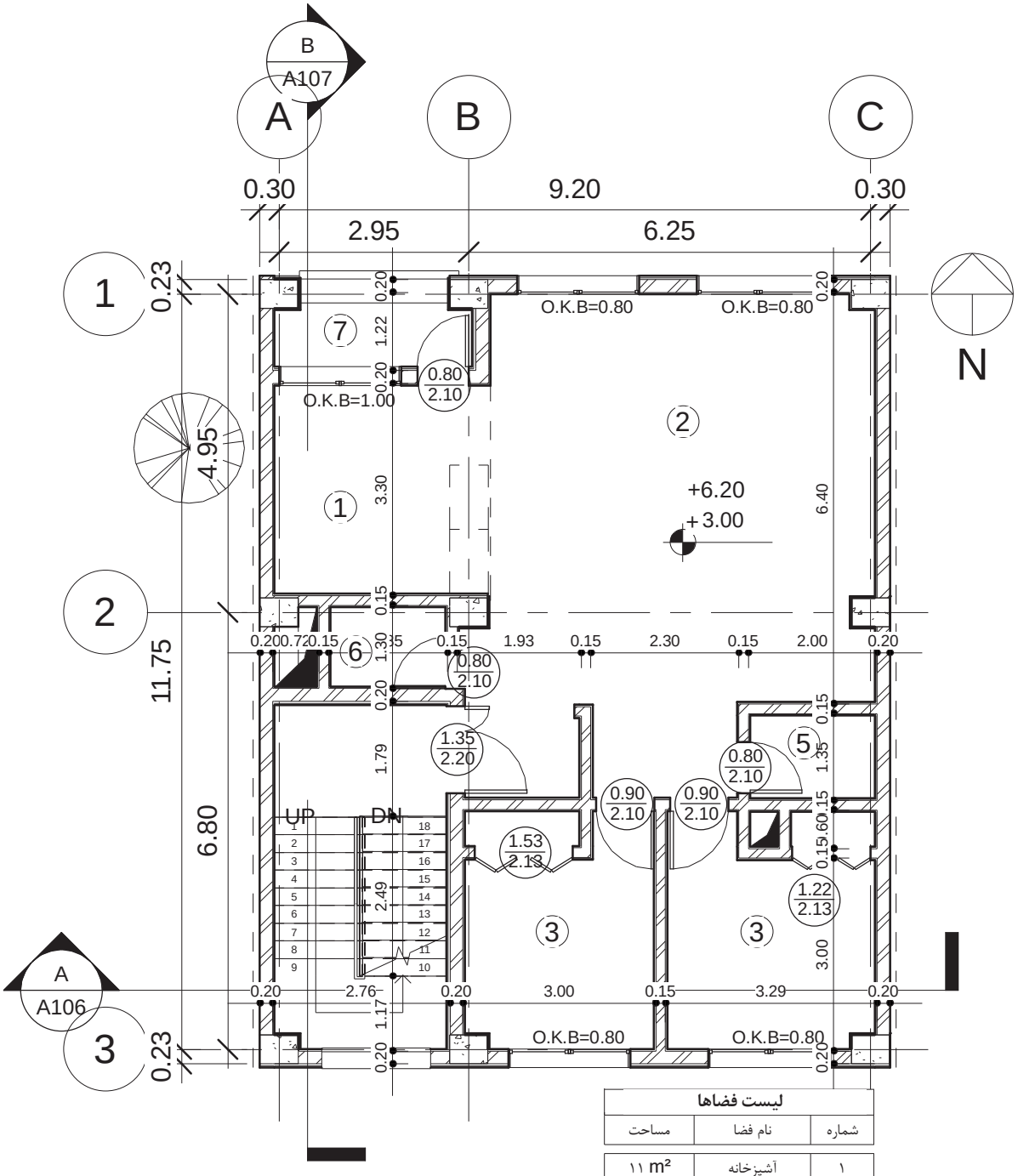


پلان پارکینگ

1 SC: ۱ : ۱۰۰

شماره	نام فضا	مساحت
۱	پارکینگ ۱	۱۴ m²
۲	پارکینگ ۲	۱۴ m²
۳	انباری ۱	۶ m²
۴	انباری ۲	۷ m²

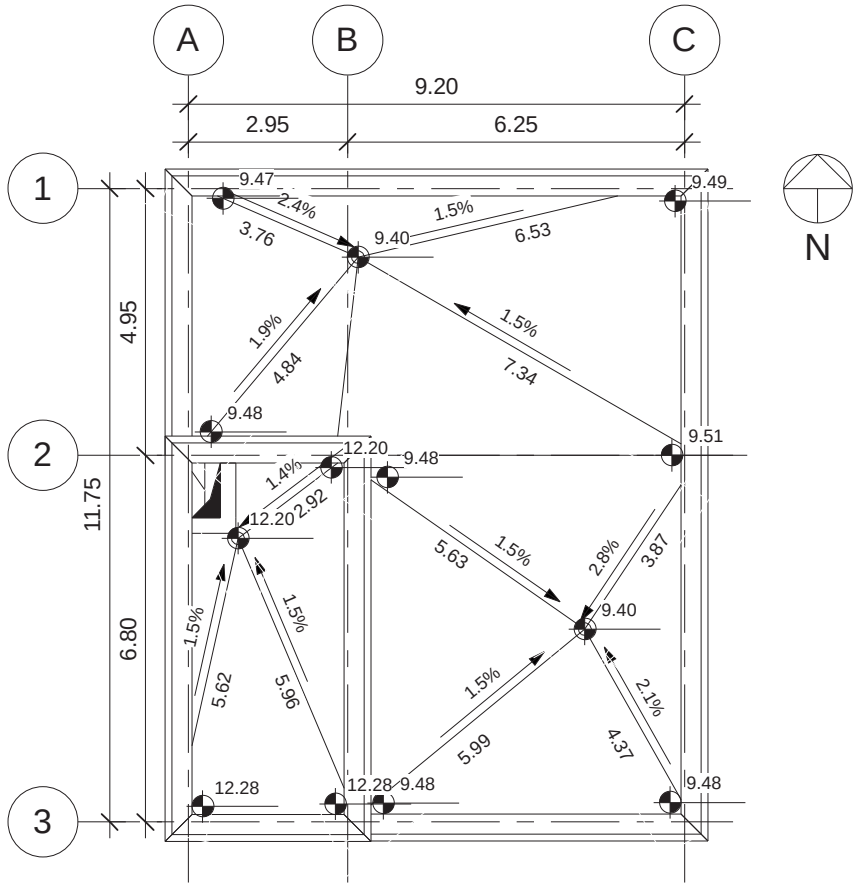
عنوان نقشه: پلان پارکینگ	نام هنرستان:	شهید پهلوانی
تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵		
ترسیم: نام هنرجو	A۱۰۱	
کنترل: نام هنرآموز	Scale ۱ : ۱۰۰	عنوان پروژه: پروژه ۲



لیست فضاها

شماره	نام فضا	مساحت
۱	آشپزخانه	۱۱ m²
۲	پذیرایی	۴۴ m²
۳	اتاق خواب	۱۰ m²
۳	اتاق خواب	۹ m²
۵	حمام	۳ m²
۶	دستشویی	۲ m²
۷	تراس	۳ m²

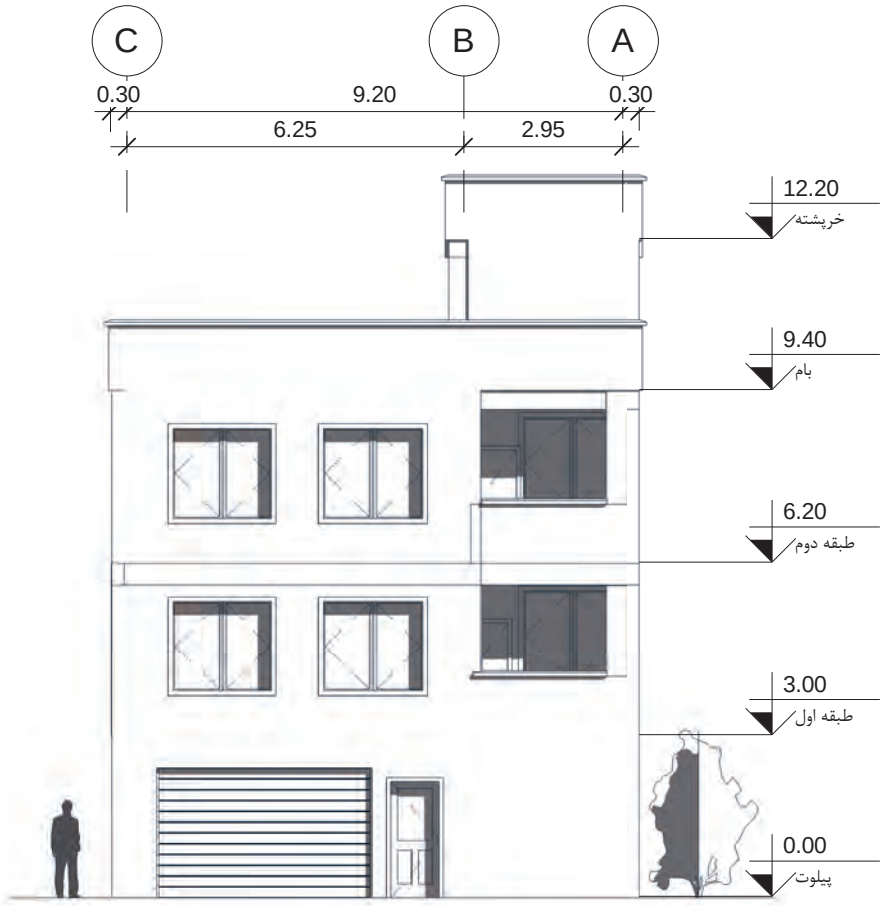
نام هنرستان: شهید پهلوانی	عنوان نقشه: پلان همکف	
	تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۲
عنوان پروژه: پروژه ۲	ترسیم: نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale ۱:۱۰۰



1 پلان شیب بندی بام

SC: ۱ : ۱۰۰

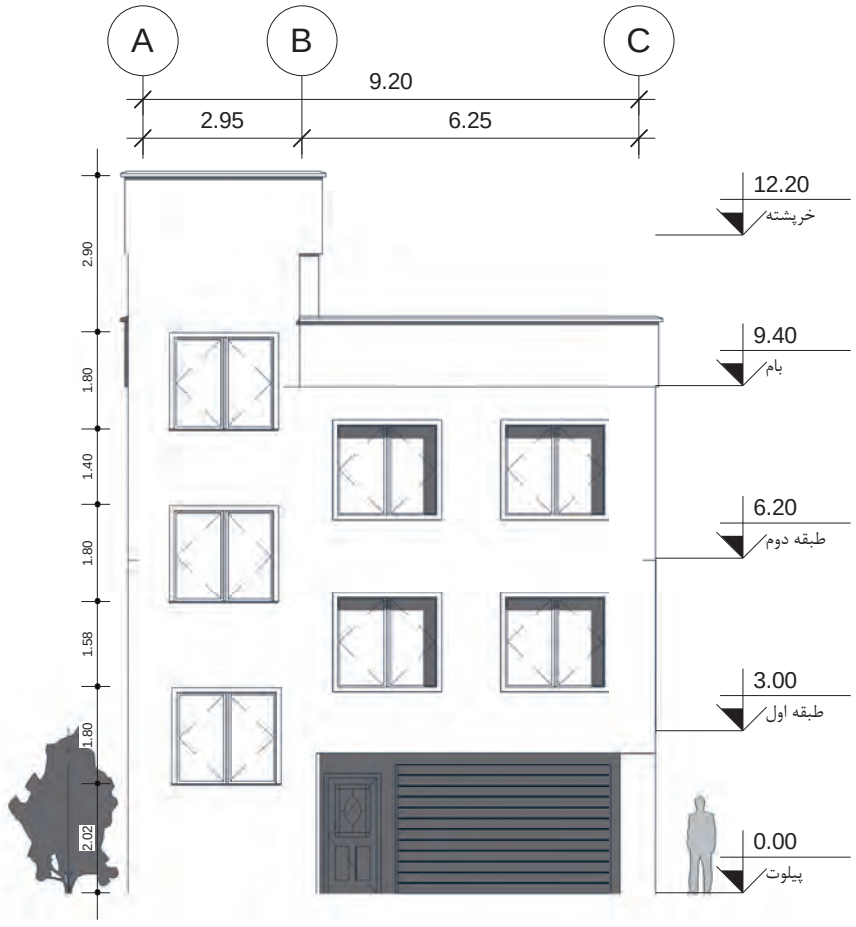
نام هنرستان: شهید پهلوانی	عنوان نقشه: برش و پلان شیب بندی بام	
	تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۳
عنوان پروژه: پروژه ۲	ترسیم: نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale ۱ : ۱۰۰



3 نمای شمالی

SC: ۱ : ۱۰۰

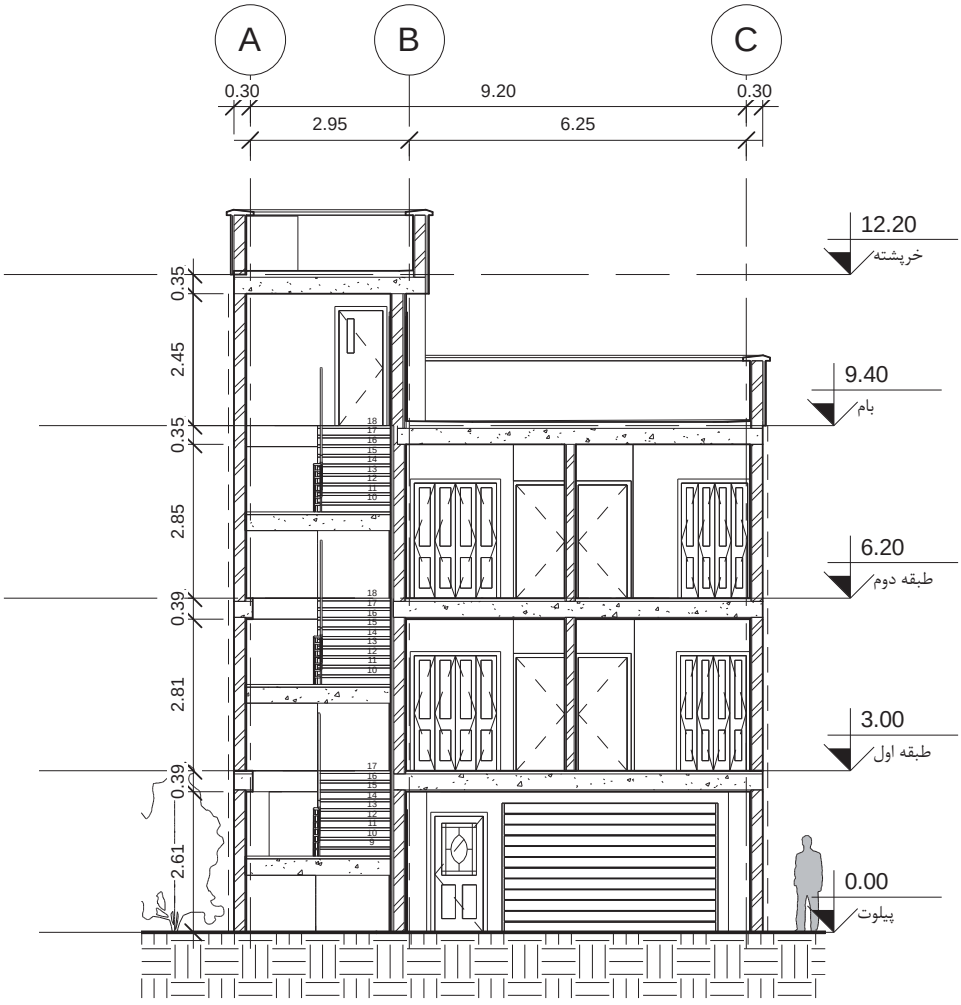
نام هنرستان:	شهید پهلوانی	عنوان نقشه:	نمای شمالی
عنوان پروژه:	پروژه ۲	تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۴
		ترسیم : نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	Scale ۱ : ۱۰۰



1 نمای جنوبی

SC: ۱ : ۱۰۰

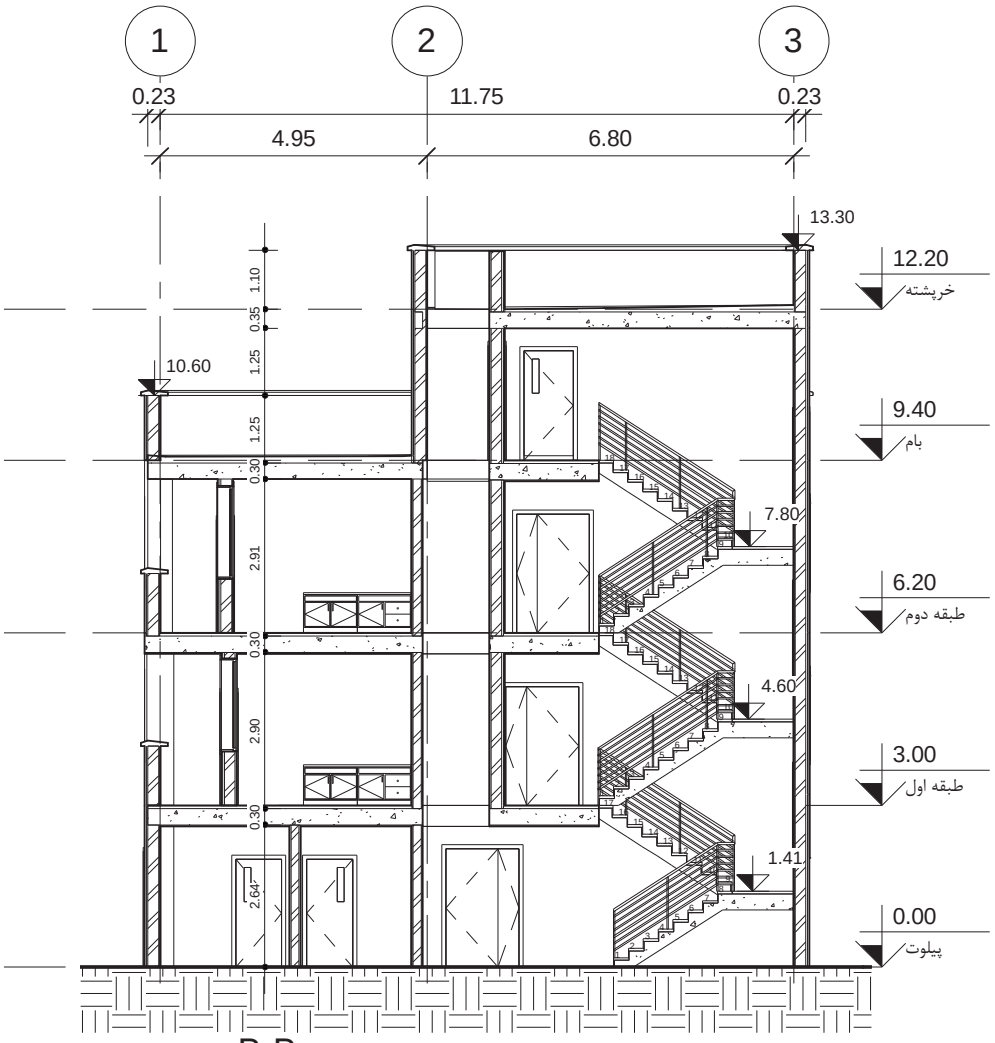
نام هنرستان:	شهید پهلوانی	عنوان نقشه:	نمای جنوبی
عنوان پروژه:	پروژه ۲	تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۵
		ترسیم : نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	Scale ۱ : ۱۰۰



1 برش A-A

SC: ۱ : ۱۰۰

نام هنرستان:	شهید پهلوانی	عنوان نقشه:	برش A
عنوان پروژه:	پروژه ۲	تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۶
		ترسیم : نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	Scale ۱ : ۱۰۰



1 برش B-B

SC: ۱ : ۱۰۰

عنوان نقشه:	برش B	نام هنرستان:	شهید پهلوانی
تاریخ:	۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۷	
ترسیم:	نام هنرجو	عنوان پروژه:	پروژه ۲
کنترل:	نام هنرآموز	Scale ۱ : ۱۰۰	

استاندارد عملکرد

به کمک نرم‌افزار و بر اساس نقشه‌های ارائه شده در کتاب یا توسط هنرآموز، ساختمان مورد نظر را مدل کرده و نقشه‌های اجرایی آن را ارائه دهد.

مقدمه

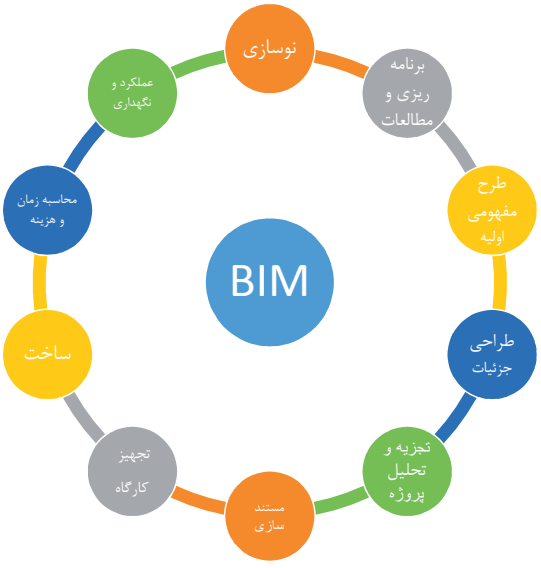
ساخت براساس اطلاعات ساختمانی (Building Information Modeling) BIM چیست؟

در ساخت بر اساس اطلاعات ساختمانی BIM، اطلاعات موجود در مدل اهمیت بسیار زیادی دارند. این اطلاعات شامل تمامی اسناد یک پروژه از پلان‌ها، مقاطع، نماها، جداول متره و برآورد، دیتیل‌ها (که بسیار اهمیت دارند)، پرسپکتیوهای مختلف از دیدهای داخلی و خارجی یک پروژه، آنالیز سازه‌ای و تأسیسات و از همه مهم‌تر آنالیز از نظر انرژی برای کم‌کردن اتلاف انرژی در ساختمان و همچنین جداول و نمودارهای مدیریت پروژه می‌باشد. موضوع BIM از اواخر دهه ۷۰ میلادی مطرح و در دهه ۸۰ میلادی به‌طور جدی پیگیری و به آن پرداخته شد.

هدف از استفاده از دانش BIM پیش‌بینی چگونگی پیشبرد یک پروژه و جلوگیری از اتلاف هزینه و زمان است که با استفاده از آن مقادیر قابل توجهی صرفه جویی خواهد شد. BIM یک مجموعه‌ای است که نرم‌افزارهای کامپیوتری که در حوزه ساختمان فعالیت دارند از ابزارهای این مجموعه به حساب می‌آیند. (نرم‌افزارهایی مانند اتوکد، نرم‌افزارهای محاسباتی، نرم‌افزارهای متره و آفیس در مجموع می‌توانند ابزارهای BIM باشند) یکی از قدرتمندترین نرم‌افزارها در این مجموعه نرم‌افزار Revit می‌باشد.

نرم‌افزار Revit در بسیاری از ویژگی‌های ساخت بر اساس اطلاعات ساختمانی (BIM) شرکت می‌کند. از ویژگی‌های بارز BIM توانایی مشارکت تمامی گروه‌های مهندسی، طراحی و ساخت یک پروژه به‌صورت همزمان است. گروه‌هایی از قبیل معماری، سازه، تأسیسات و سایر گروه‌هایی که به صورت همزمان بر روی اطلاعات ساختمان کار می‌کنند، به طور همزمان از تمامی تغییرات انجام شده توسط دیگر تیم‌ها بر روی مدل مطلع شده و می‌توانند اصلاحات لازم در بخش مربوط به خود را به درستی انجام دهند.

نمودار زیر مربوط به مراحل چرخه کار BIM است.



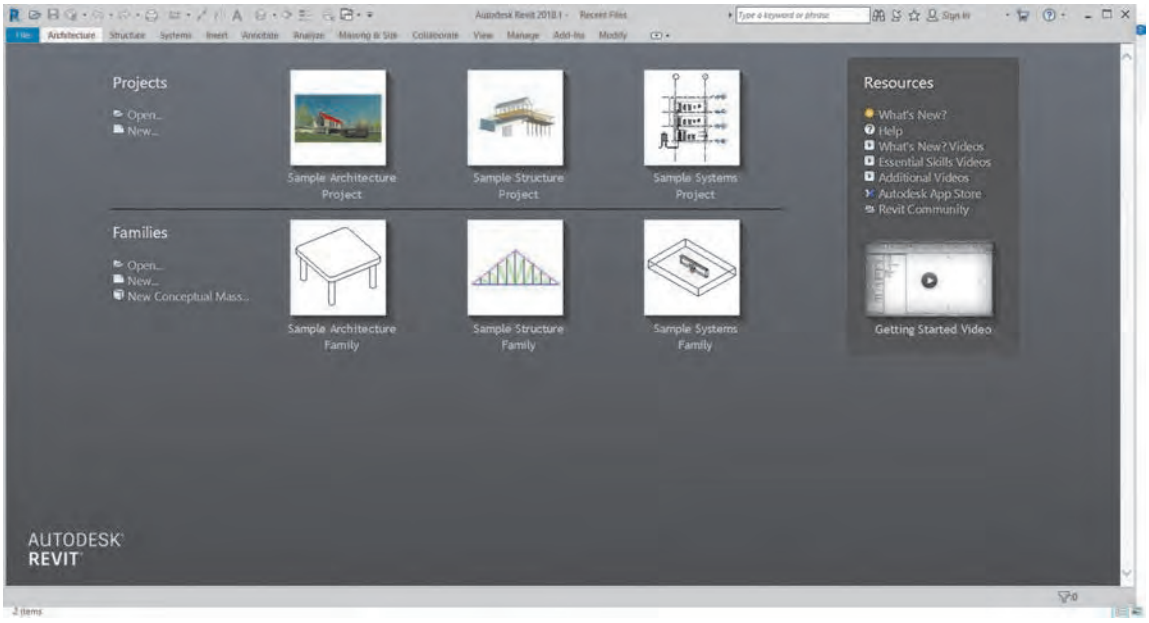
نکته

همان‌طور که مشاهده شد، BIM یک مجموعه است و نه یک نرم‌افزار. در واقع مجموعه‌ای از نرم‌افزارها (که به‌صورت ابزار کار هستند) در این مجموعه فعالیت می‌کنند. نرم‌افزار Revit به عنوان اولین پکیج مدل سازی بر اساس اطلاعات ساختمان، از بهترین ابزارهای مجموعه BIM است. این نرم‌افزار در سال ۱۹۹۷ توسط لئونید رایز و ایروین جانگریس (Leonid Raiz and Irwin Jungreis) برای طراحی مکانیکی تولید شد.

تفاوت کلیدی در نرم‌افزار Revit نسبت به سایر نرم‌افزارهای مشابه این است که برای ایجاد تغییرات بین عناصر موجود در آن نیازی به برنامه‌نویسی نیست و از یک ویرایشگر گرافیکی استفاده شده است، به‌طوری که تغییر در هر عنصر به طور خودکار در کل مدل پخش می‌شود تا سازگاری مدل حفظ شود. برای مثال با حرکت دادن یک دیوار، تغییرات و جابه‌جایی‌های لازم در دیوارها، کف‌ها و سقف‌های مجاور یا سایر عناصر مربوط به آن دیوار اعمال می‌شود. نرم‌افزار به صورت خودکار مساحت‌ها، مقادیر ابعاد و یادداشت‌ها را اصلاح می‌کند و نمایش اسناد مانند پلان‌ها و برش‌ها به شکل جدید بازنویسی می‌شوند، به شکلی که مدل باقی می‌ماند و تمام اسناد و مدارک هماهنگ می‌شوند. در کل می‌توان برای نرم‌افزار Revit یک وظیفه کلی تعریف کرد: به‌روز رسانی (Update) کلیه اسناد و مدارک به صورت همزمان با هم.

معرفی قسمت‌های مختلف نرم افزار Revit

پس از باز شدن نرم‌افزار Revit صفحه ابتدایی نرم‌افزار برای شما باز می شود.



شکل ۱ ▲

در این صفحه شما انتخاب می‌کنید در کدام محیط نرم‌افزار Revit می‌خواهید کار کنید.

۱- محیط پروجکت Project: در این محیط از صفر تا صد یک پروژه ساختمانی را شروع کرده و به اتمام می‌رسانیم. به طور مثال در پروژه‌های معماری ازتعریف سایت پروژه شروع کرده و تا شیت بندی نقشه‌های نهایی فاز ۲ را در این بخش انجام می‌دهیم. (فرمت ذخیره سازی فایل‌ها در این محیط rvt. است).

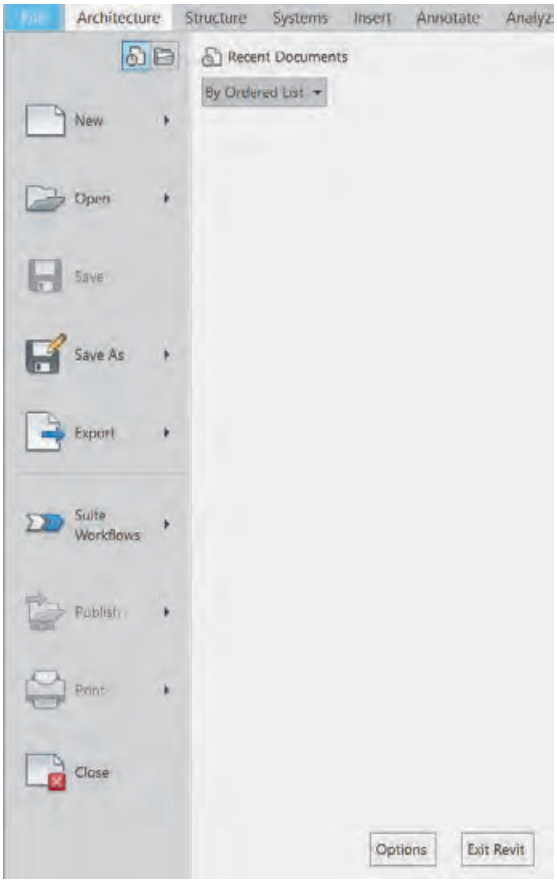
۲- محیط فمیلی‌ها Families: در این محیط عناصر قابل استفاده در یک پروژه را تولید و برای استفاده در محیط پروژه آنها را بارگذاری (Load) می‌کنیم. مثلاً از میزی که در پلان مبلمان استفاده می‌شود تا در و پنجره‌های خاص یا حتی ستون‌های سازه‌ای را می‌توانیم در این بخش تولید کنیم. البته بسیاری از این عناصر به صورت پیش فرض در قالب‌های آماده نرم‌افزار وجود دارند . (فرمت ذخیره سازی فایل‌ها در این محیط rfa. است).

۳- منوی فایل file: برای دسترسی به برخی از امکانات نرم‌افزار در هنگام کارکردن استفاده می‌شود.

- New: باز کردن یک فایل جدید.
- Open: باز کردن فایل‌هایی که قبلاً در این نرم‌افزار تولید شده‌اند.
- Save: ذخیره‌سازی مستقیم پروژه جاری.

فرمت ذخیرهٔ فایل پروژه rvt. است.

- Save as: ذخیره سازی با نام جدید به‌صورت حفظ فایل جاری از تغییرات اعمال شده.
- Export: خروجی گرفتن از نرم‌افزار برای استفاده در سایر نرم‌افزارها، به طور مثال خروجی DWG برای استفاده در نرم‌افزار اتوکد.



شکل ۲ ▲

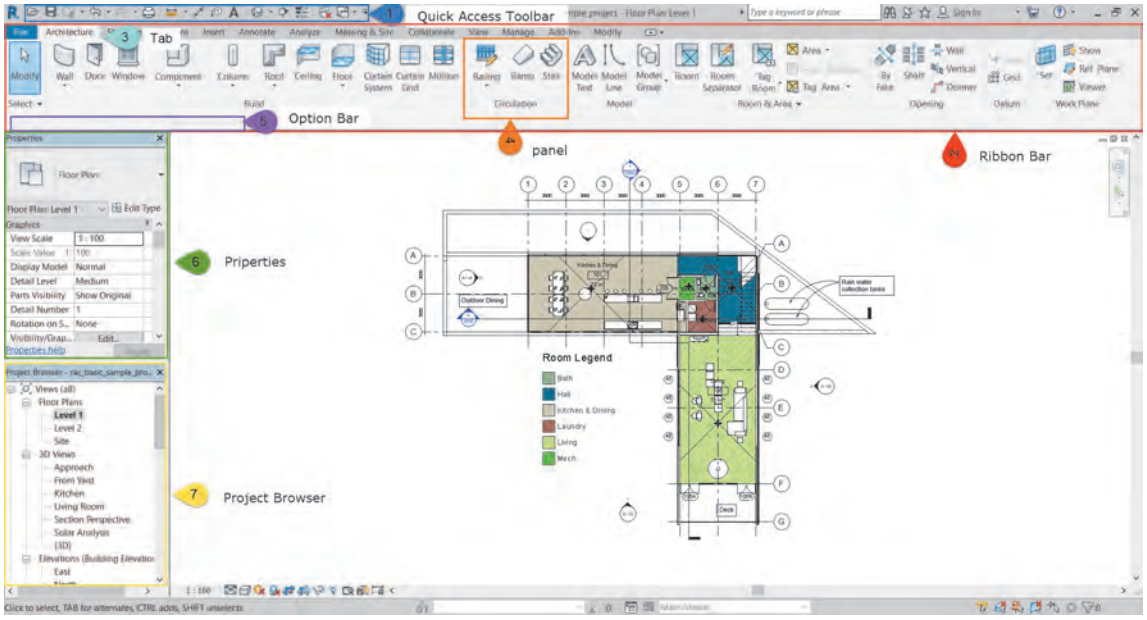
فعالیت عملی ۱

معرفی محیط نرم‌افزار

بهتر است برای آشنایی راحت‌تر با محیط نرم‌افزار، نمونه کامل شده موجود در محیط نرم‌افزار sample Architecture Project را کلیک کنید تا ضمن باز شدن پروژه به محیط نرم‌افزار نیز وارد شویم.

شکل ۳ ▲

محیط نرم‌افزار به شکل زیر است:



شکل ۴ ▲

نوار دسترسی سریع Quick Access Toolbar که به اختصار QAT گفته می‌شود (۱): برای دسترسی سریع و راحت‌تر به دستورهایی است که ما در روند انجام پروژه از آنها بارها استفاده می‌کنیم. اضافه یا حذف کردن دستورها به این نوار بسیار آسان است. برای این کار روی دستور مورد نظر در نوار Ribbon نشانگر ماوس را روی آن قرار داده و کلیک راست کنید و گزینه Add to Quick Access Toolbar را انتخاب کنید. برای حذف آیکون در QAT می‌توانید روی آن کلیک‌راست کنید و این بار گزینه Remove from Quick Access Toolbar را انتخاب کنید.

شکل ۵ ▲

نوار Ribbon (۲)پرکاربردترین نوار نرم‌افزار Revit است که در آن تمامی دستورهای مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این نوار دارای بخش‌هایی است که به آنها Tab یا سربرگ (۴) گفته می‌شود. ابزارهای نرم‌افزار Revit بر اساس عملکرد و تشابه کارکرد خود در سربرگ‌های مختلف دسته‌بندی شده‌اند. هر سربرگ به قسمت‌های کوچک‌تری به نام Panel یا قاب (۳) تقسیم‌بندی می‌شود.

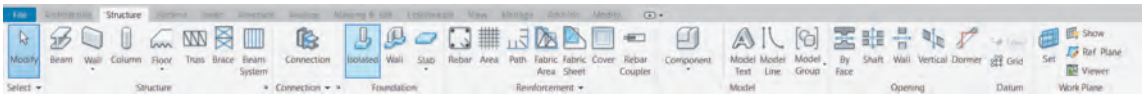
در ادامه به معرفی اجمالی سربرگ‌هایی که بیشترین کاربرد را برای انجام پروژه‌های معماری دارند می‌پردازیم.

سربرگ معماری Architecture:

شکل ۶ ▲

ابزارهای مورد نیاز برای انجام بخش معماری یک پروژه دراین سربرگ قرار دارد. در این سربرگ کاربر می‌تواند انواع دیوارها، کف‌ها، سقف‌ها، در و پنجره، رمپ و پله و.... را در پروژه به‌وجود آورده و با کیفیت بالاتری نسبت به نقشه‌کشی دوبعدی پروژه را کنترل کرده و از هدر رفتن زمان جلوگیری کند. از زیبایی‌های این نرم‌افزار سادگی شکل آیکون‌ها و دستورات است که افراد آشنا با معماری به راحتی می‌توانند با دستورات آن کار کرده و عملکرد آنها را استفاده کنند.

سربرگ سازه‌ای Structure:



شکل ۷ ▲

این سربرگ از نظر نوع عملکرد شباهت زیادی به سربرگ معماری دارد. این سربرگ تمام ابزارهای مورد نیاز برای مدل کردن اجزای سازه‌ای پروژه را در خود جای داده است.

سربرگ درج کردن Insert:

شکل ۸ ▲

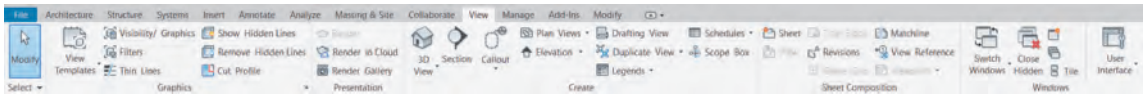
از این سربرگ برای اضافه کردن یک فایل به پروژه استفاده می‌شود، که آن فایل می‌تواند از فرمت خود نرم‌افزار Revit یا نرم‌افزارهای دیگر و با فرمت متفاوت باشد. این کار به دو صورت انجام می‌شود: ۱- ایجاد ارتباط Link بین فایل و پروژه نرم‌افزار Revit ۲- وارد کردن به‌صورت کامل Import در داخل پروژه اتفاق بیفتد.

سربرگ یادداشت توضیحات Annotate:

شکل ۹ ▲

همان‌طور که از اسم آن پیداست شما می‌توانید با استفاده از ابزار این سربرگ توضیحات مهمی را در مدارک پروژه یادداشت کنید. توضیحاتی از قبیل اندازه‌گذاری، کد ارتفاعی، متن‌های توضیحی و اضافه کردن برچسب (Tag) بر روی عناصر که با استفاده از آن کیفیت پروژه و اسناد آن بسیار بالا می‌رود.

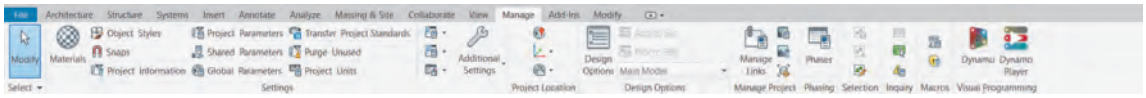
سربرگ دید View:



شکل ۱۰ ▲

در این سربرگ کاربر می‌تواند تمامی حالت‌های دید از پروژه (مثل پلان و نما و ...) و گرافیک نمایش آن را تنظیم کند. در این سربرگ تولید مدارکی مانند شیت‌های نقشه و جداول متره و ... نیز وجود دارد. همچنین در قاب Window سربرگ دید View می‌توان مدارک باز شده پروژه را مدیریت کرد.

سربرگ مدیریت Manage:



شکل ۱۱ ▲

مدیریت کلی یک پروژه در این سربرگ اتفاق می‌افتد. به‌طور مثال مدیریت واحد کاری در پروژه که متر باشد یا سانتی‌متر، متریال‌ها، مدیریت حالت نمایش خطوط در حالت نمایی یا برش خورده و یا اطلاعات پروژه مانند محل قرارگیری سایت و بسیاری دیگر دراین سربرگ اتفاق می‌افتد.

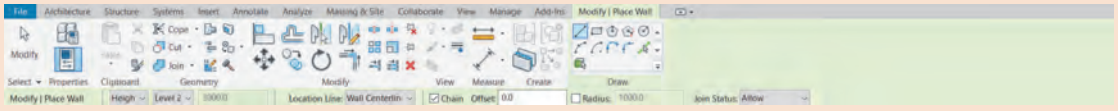
سربرگ ویرایش Modify:

شکل ۱۲ ▲

تمامی دستورهای ویرایشی در هنگام ترسیم‌کردن در این سربرگ قرار دارد، توجه به این سربرگ بسیار مهم است. در این سربرگ و در قاب Modify شما می‌توانید عناصر پروژه را کپی کنید، بچرخانید، تکثیر و یا قرینه کنید. همچنین با انتخاب ابزارها یا عناصر در سایر سربرگ‌ها با تغییر رنگ نوار Ribbon به سبز، سربرگ ویرایش Modify فعال شده و ابزار ترسیم یا تولید عنصر مربوطه به سربرگ ویرایش Modify اضافه می‌شود.

نکته

تغییر رنگ نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar (۵):



شکل ۱۳ ▲

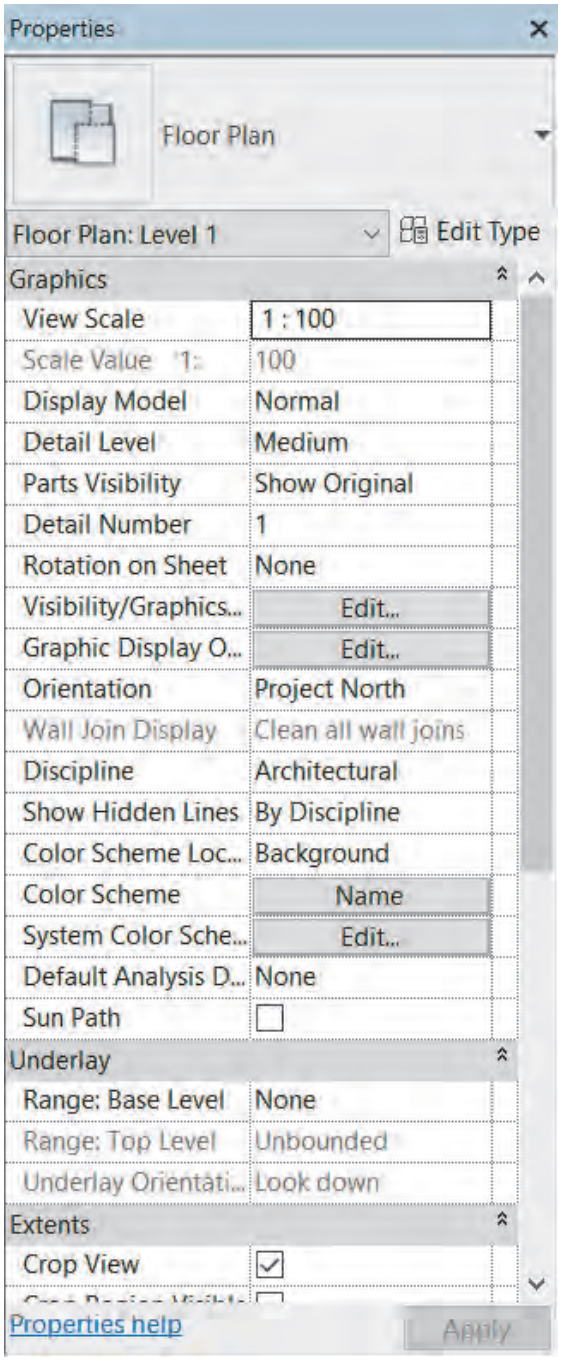
مهم‌ترین عمل در نرم‌افزار Revit انتخاب کردن یا همان Select است. دو گزینه برای انتخاب در نرم‌افزار Revit وجود دارد: ۱- دستورات Command ۲- عناصر Element. با انتخاب هریک از دو گزینه پیش‌رو (دستور یا عنصر) نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar که در زیر نوار Ribbon قرار دارد تغییر رنگ می‌دهند (از خاکستری به سبز) و با توجه به گزینه انتخاب شده، امکانات مربوط به آن در اختیار شما قرار می‌گیرد.

فعالیت عملی ۲

چند فرمان را در تب معماری انتخاب کنید و تغییرات نوار Ribbon را مشاهده کنید.

پنجره مشخصات (Properties):

پنجره مشخصات نمایش دهنده مشخصات و ویژگی‌های دستور یا عنصر انتخاب شده است. در لیست کشویی بالای این پنجره می‌توان خانواده عنصر انتخاب شده را دید و در صورت نیاز آن را تغییر داد. در زیر آن دکمه Edit Type قرار گرفته که با زدن آن پنجره جدیدی باز شده و امکان ایجاد برخی اصلاحات در نوع آن عنصر وجود دارد. در قسمت پایین پنجره نیز برخی ویژگی‌های قابل مشاهده یا قابل ویرایش از عنصر یا دستور انتخاب شده دیده می‌شود.



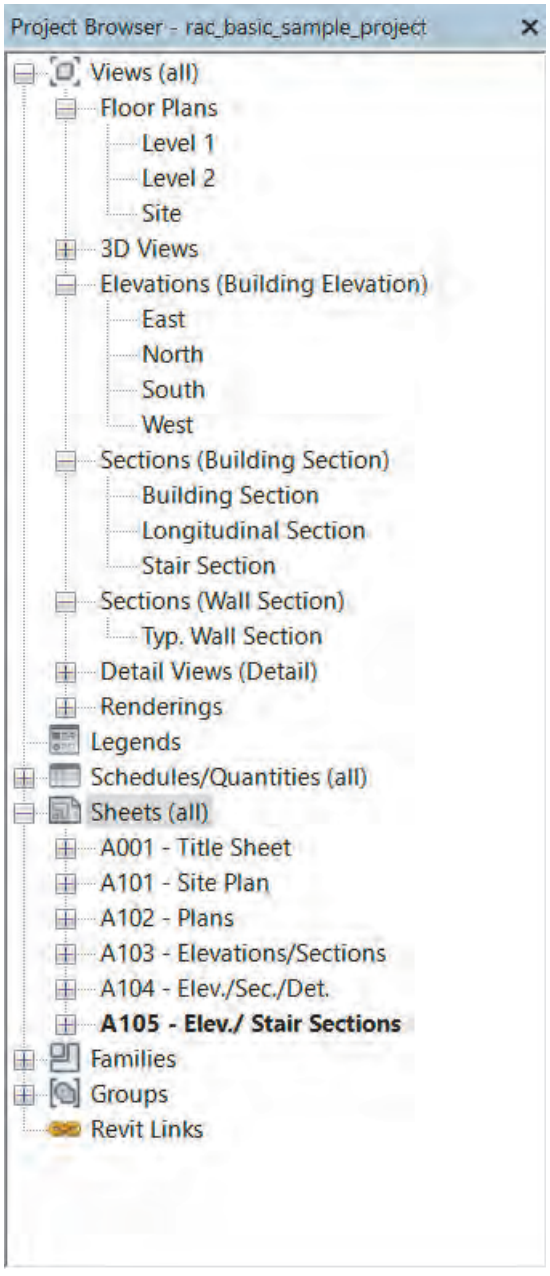
شکل ۱۴ ▲

نکته

پس از باز شدن فایل پروژه در Revit حداقل یکی از مدارک پروژه انتخاب شده است و پنجره آن باز است. توجه شود که حتی اگر هیچ عنصر یا دستوری در حالت انتخاب نباشد پنجره مشخصات Properties، درحال نمایش مشخصات آن مدرک است.

پنجره مرورگر پروژه Project Browser:

پنجره ای بسیار مهم و کاربردی در نرم‌افزار Revit است که به کمک آن می‌توانیم در مدارک پروژه رفت‌وآمد کنیم. این مدارک در دسته‌بندی‌های مختلف مانند پلان‌ها (Floor Plans) نماها (Elevations)، برش‌ها (Sections) و غیره در اختیار شما قرار دارد. پس از تنظیم هر مدرک از پروژه در سربرگ دید View، مشاهده خواهید کرد که نام آن مدرک به لیست مدارک دسته‌بندی شده در مرورگر پروژه اضافه شده است. با دوبار کلیک بر روی نام هر مدرک می توانید پنجره آن مدرک را باز و آن را مشاهده کنید.

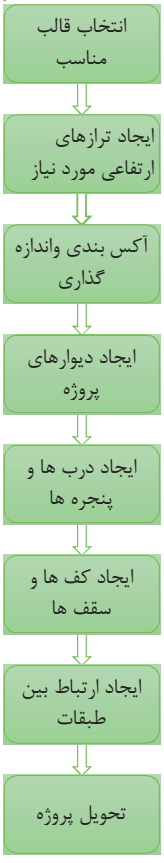


شکل ۱۵ ▲

فعالیت عملی ۳

به نماها، برش‌ها و همچنین شیت‌های نقشه (Sheet) در فایل نمونه‌ای که باز کرده‌اید بروید (روی نام آنها در پنجره Project Browser کلیک کنید) و درستی و کافی بودن مدارک را با همکلاسی‌های خود بحث کنید.

مراحل انجام پروژه

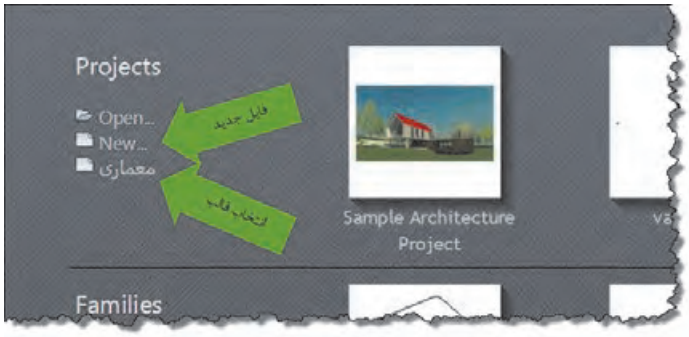


شکل ۱۶ ▲

انتخاب قالب مناسب Template:

برای شروع کار با نرم‌افزار Revit باید یک پروژه جدید را تعریف کنید. برای این کار می‌توانید از صفحه شروع بر روی گزینه New یا بر روی یکی از قالب‌های آماده در زیر گزینه New کلیک کنید.

اگر در شروع پروژه جدید از قالبی استفاده نشود، این پروژه دارای تنظیمات اولیه نامناسب برای شروع به کار است و همچنین فاقد اجزای کاربردی (فمیلی‌ها) است و همه آنها را باید به پروژه وارد کنید. این کار در شروع هر پروژه جدید می‌تواند بسیار وقت‌گیر و مشکل ساز باشد. راه حل این مشکل استفاده از قالب‌های آماده است. یک قالب یا همان Template در واقع فایلی است که تمام تنظیمات مورد نظر بر روی آن اعمال شده و تمام اجزاء (فمیلی‌ها) مورد نیاز در آن وارد و سپس ذخیره شده است. حال با شروع پروژه جدید دیگر نیازی به انجام تنظیمات وقت‌گیر نیست.



شکل ۱۷ ▲

نکته

فرمت ذخیره‌سازی فایل‌های قالب Template محیط پروژه rte. است.

ذخیره SAVE

بهتر است پس از شروع به کار در پروژه آن را با نامی مشخص ذخیره کنیم تا بعداً به آن دسترسی داشته باشیم. با استفاده از هریک از روش‌های زیر می‌توانیم پروژه خود را ذخیره کنیم:

۱- کلید کنترل CTRL را روی صفحه کلید نگه دارید و دکمه S را بزنید.

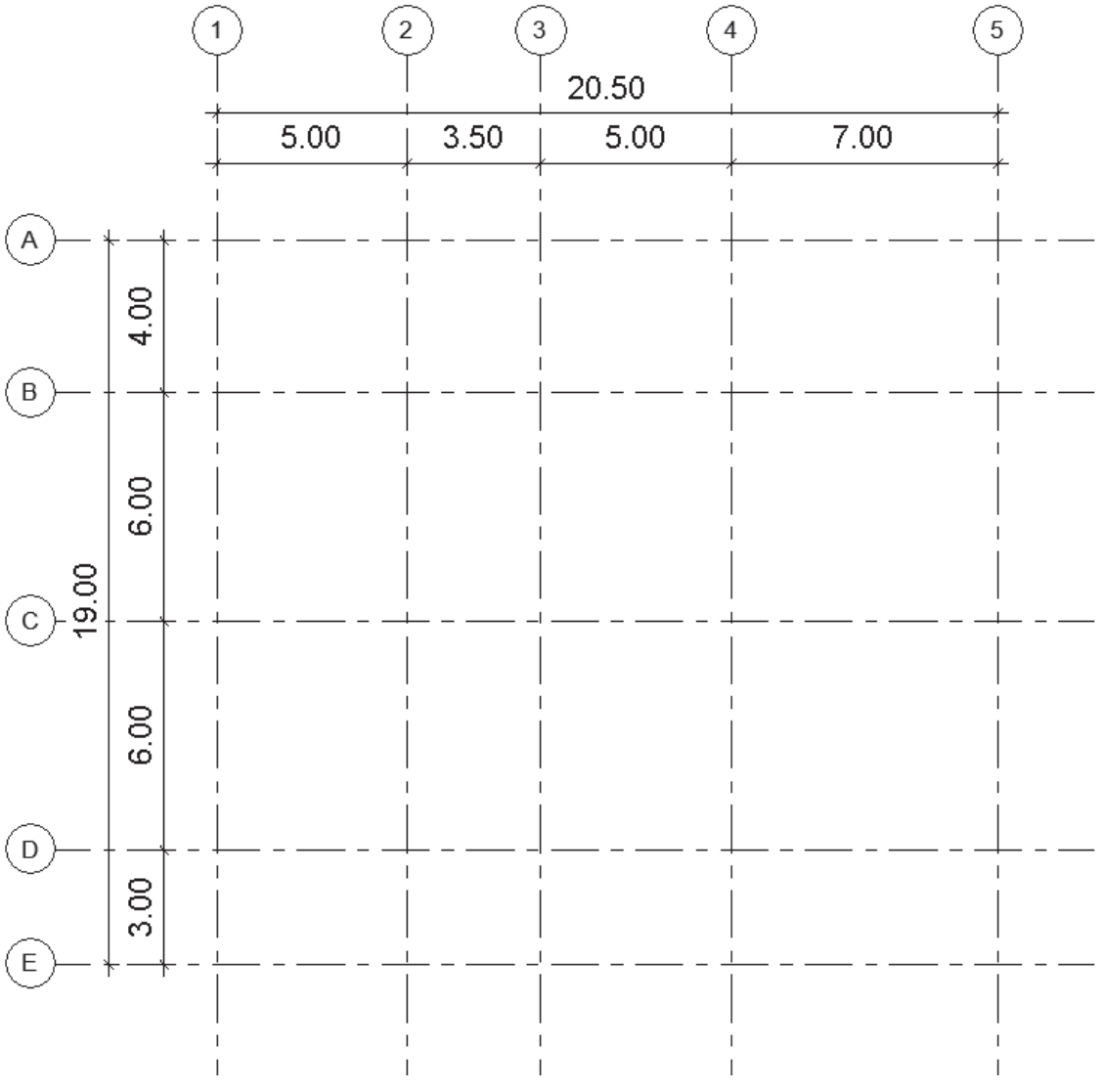
۲- با استفاده از منوی File و استفاده از Save یا Save as (از ترکیب Ctrl+Shift+S به عنوان کلید میانبر Save as می‌توان استفاده کرد).

۳- استفاده از آیکون ذخیره در نوار دسترسی سریع.

شکل ۱۸ ▲

شروع به کار و انجام تنظیمات اولیه پروژه

برای شروع کار قالب معماری را انتخاب کنید تا وارد محیط پروژه شوید. در این بخش قصد داریم پلان آکس‌بندی مطابق شکل زیر را تولید کنیم:



شکل ۱۹ ▲

ایجاد آکس بندی، GRID:

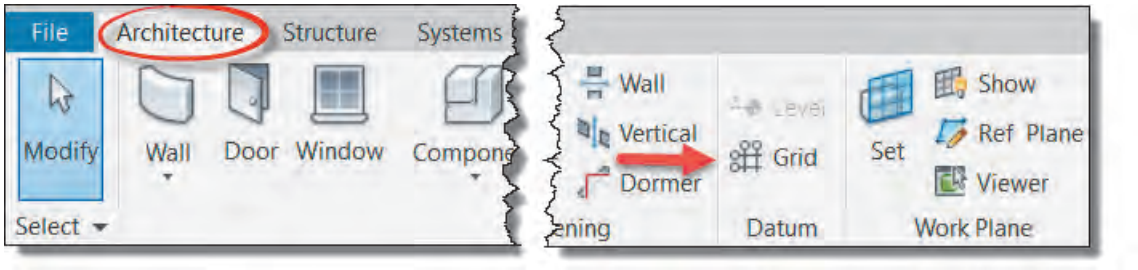
خط آکس، خطی است فرضی که از محورهای تقارن مقطع ستون می‌گذرد و به کمک آنها محل قرارگیری، امتداد و فاصله ستون‌ها نشان داده می‌شود. بر این اساس نرم‌افزار Revit این امکان را به شما می‌دهد تا در یک مدرک مناسب، آکس بندی مورد نیاز پروژه را برای تعیین محل قرارگیری ستون‌های سازه‌ای انجام دهید.

نکته

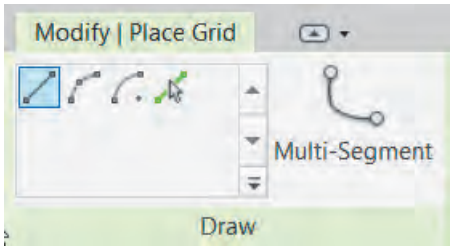
مـدرک مناسـب بـرای ایجـاد آکس دیـد پلان یا دیـد نما و حتی دیـد برش می‌باشـد که از پنجـره Project Browser قابـل دسترسـی‌اند، امـا مدرک مناسـب‌تر بـرای انجام کار همـان مدرک پلان کـف Floor Plan است.

ابزار ترسیم ایجاد خط آکس Grid در سربرگ Architecture، در قاب Datum قرار گرفته است.

Architecture > Datum > Grid



شکل ۲۰ ▲



شکل ۲۱ ▲

بـا انتخاب دسـتور، نـوار Ribbon و نوار تنظیمـات Optionbar بـه رنگ سـبز تغییر کـرده و به سـربرگ Modify عبارت Place Grid و قاب Draw اضافه می‌شـود. در قاب Draw دسـتورهای ترسـیمی بـرای ترسـیم خـط آکـس وجـود دارد کـه بـه صـورت پیـش فـرض دسـتور Line در حالت انتخاب اسـت. دسـتورات و آیکون‌هـای آن بسـیار شـبیه به دسـتورات و آیکون‌هـای نرم‌افزار اتوکـد اسـت. پر اسـتفاده‌ترین آنهـا ابزار پاره خـط (Line) و ابزار انتخـاب پاره خـط (Pick Line) می باشـد .

انتخـاب پـاره خـط Pick Line: بـه کمـک ایـن گزینـه و بـا انتخاب هـر خط یـا لبه یک سـطح قابـل دیده شـدن، یـک عنصـر ترسـیمی جدید شـکل می‌گیـرد. مثلاً بـا انتخاب یک آکـس که قبلاً ترسـیم شـده می‌توان یـک آکـس جدید به وجـود آورد.

شکل ۲۲ ▲

شکل ۲۳ ▲

پـاره خـط Line: از دسـتور خـط بـه دو روش می‌توانیـد اسـتفاده کنیـد. در روش اول نقطـه ابتدای آکـس را کلیـک کنیـد. نشـانگر مـاوس را جابه‌جـا کنیـد تـا بـه نقطـه انتهـای خط آکس برسـد، سـپس کلیـک کنیـد تـا ترسـیم تکمیـل شـود. (شـکل ۲۲) در روش دوم نخسـت در نقطـه ابتدایـی کلیـک کرده سـپس مـاوس را درجهـت مـورد نظـر جابه‌جـا کنید و طـول خـط را از طریـق صفحه کلیـد وارد کنید و در نهایـت تایید کنید. (شـکل ۲۳)

نکته

نرم‌افزار Revit به صورت خودکار پس از ترسیم هر آکس نام جدیدی مطابق آخرین آکس ترسیم شده ایجاد می‌کند. بهتر است پس از ترسیم اولین آکس افقی نام آن را به A تغییر دهید تا بقیه آکس‌ها به ترتیب حروف، نامگذاری شوند.

نکته

دستور آکس در نرم‌افزار Revit فقط قابلیت تشخیص ایجاد ترتیب را دارد و نمی‌تواند محل آکس را تشخیص دهد. مثلاً اگر بین دو آکس ۱ و ۲، یک خط آکس جدید اضافه کنیم، موقعیت جدید را تشخیص نداده و آکس تولید شده نیاز به تغییر نام دارد.

نکته

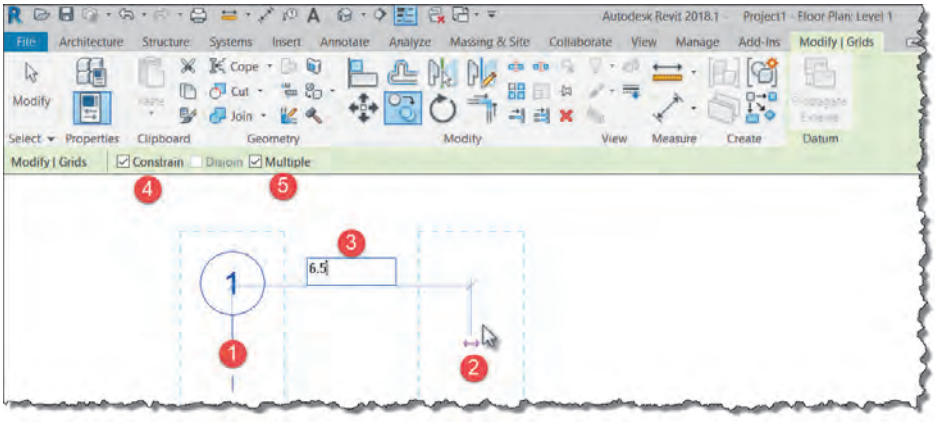
بهترین روش برای تولید آکس‌های پروژه استفاده از دستور Copy به‌جای ترسیم مستقیم است.

پس از ترسیم اولین خط آکس با دوبار زدن دکمه ESC از فرمان ترسیم آکس Grid خارج شوید. (دقت کنید که حتماً باید از دستور خارج شده باشید). اولین خط آکسی را که ترسیم کرده‌اید انتخاب کنید. با انتخاب خط آکس، رنگ نوار Ribbon و نوار تنظیمات Obtionbar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify کلمه Grids و قاب Datum اضافه می‌شود. دستور Copy را (درحالی که خط آکس انتخاب است) از سربرگ ویرایش Modify در قاب Modify انتخاب می‌کنیم.

Modify > Modify > Copy

شکل ۲۴ ▲

۱- بر روی یک نقطه از صفحه (ترجیحاً خود آکس انتخاب شده) کلیک کنید.
۲- ماوس را در جهتی که می‌خواهیم آکس جدید (تکثیر شده از آکس انتخاب شده) قرار بگیرد جابه‌جا کنید.
۳- فاصله تا آکس جدید را از طریق صفحه کلید وارد کنید و دستور را به کمک دکمه Enter تأیید کنید.



شکل ۲۵ ▲

دو مورد مهم نیز در نوار تنظیمات Optionbar وجود دارد که به شما در تکثیر کردن کمک می‌کند.

۱- Constrain (محدودیت): مسیر جابه‌جایی را بر روی جهت‌های عمودی و افقی قفل می‌کند تا تکثیر صورت گرفته نسبت به عنصر اصلی زاویه‌دار تکثیر نشود.

۲- Multiple (چندتایی): در صورت غیر فعال بودن کادر تأیید کنار این تنظیم، پس از اولین تکثیر، نرم‌افزار Revit از فرمان Copy خارج می‌شود. با فعال کردن کادر تأیید آن، می‌توانید به‌صورت چندتایی تکثیر را انجام دهید و برای خروج از دستور Copy باید دکمه ESC را بزنید.

فعالیت عملی ۴

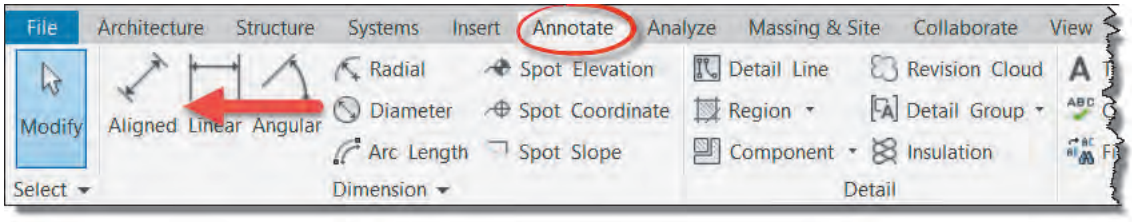
یک پروژه جدید تولید کرده و آکس بندی را مطابق هدف آغازین این بخش انجام دهید.

اندازه‌گذاری

اندازه‌گذاری با هدف نمایش فاصله بین قسمت‌های مختلف بر روی نقشه‌ها انجام می‌شود.

ابزار اندازه‌گذاری Aligned در سربرگ Annotate قاب Dimension قرار گرفته است.

Annotate > Dimension > Aligned



شکل ۲۶ ▲

برای اندازه‌گذاری فاصله بین آکس‌ها، بر روی آکس اول کلیک می کنیم، سپس با قرار گرفتن ماوس بر روی آکس بعدی کلیک می‌کنیم و این کار را تا پایان اندازه‌گذاری ادامه می‌دهیم. برای تثبیت اندازه‌گذاری در محل مورد نظر، در یک قسمت خالی از صفحه کاری کلیک کنید. دقت کنید که زدن دکمه ESC در این حالت باعث حذف اندازه‌گذاری شما خواهد شد.

شکل ۲۷ ▲

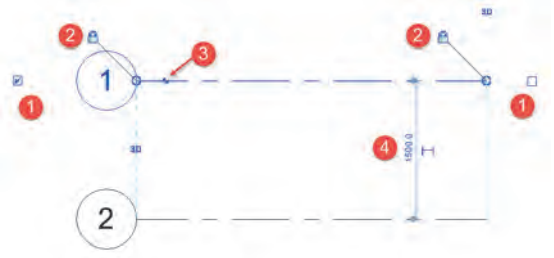
مشاهده می‌کنید بدون نیاز به تکرار دستور، می‌توانید به صورت متوالی اندازه‌گذاری کنید. برای خروج کامل از دستور اندازه‌گذاری، دوبار کلید ESC صفحه کلید را بزنید.

فعالیت عملی ۵

۱- پروژهٔ آکس‌بندی که در قسمت قبل ایجاد کردید را اندازه‌گذاری کنید.
۲- یک پروژه جدید ایجاد و آن را با نام پروژهٔ ۲ ذخیره کنید. در دید پلان قرار گرفته و مطابق نقشه‌های پروژهٔ ۲ در آغاز پودمان آکس‌بندی را ایجاد و اندازه‌گذاری کنید.

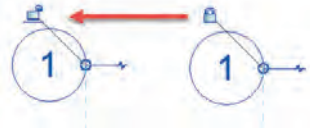
تنظیمات خط آکس (شکل ۲۸)

۱- کادر تأیید: در ابتدا و انتهای خط آکس کادر تأیید وجود داردکه در صورت تیک‌دار بودن آن، نام آکس در انتهای خط نمایش داده می‌شود و با غیرفعال کردن کادر تأیید، نام آکس از انتهای خط حذف می‌شود.



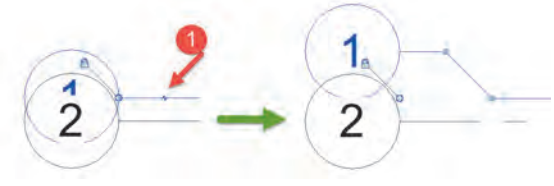
شکل ۲۸ ▲

۲- در دو انتهای خط آکس، دو دایره توخالی و آبی رنگ وجود دارد، که با کلیک و کشیدن (Click+Drag) آن می‌توان اندازهٔ خط آکس را بلندتر یا کوتاه‌تر کرد. نکته مهم در اینجا تغییر اندازه و جابه‌جا شدن تمامی خطوط آکس به‌طور همزمان می‌باشد. دلیل این اتفاق وجود علامت قفل در ادامه دایرهٔ توخالی می‌باشد. این قفل نشان می‌دهد تمامی خطوط در یک راستا با هم قفل (ثابت) بوده و با تغییر اندازه یک آکس دیگر خطوط آکس نیز همزمان تغییر می‌کنند. اگر نیاز به تغییر اندازه فقط برای یک آکس بود کافی است روی علامت قفل کلیک و آن را به حالت باز تغییر دهید و آکس مورد نظر را به تنهایی جابه‌جا کنید .



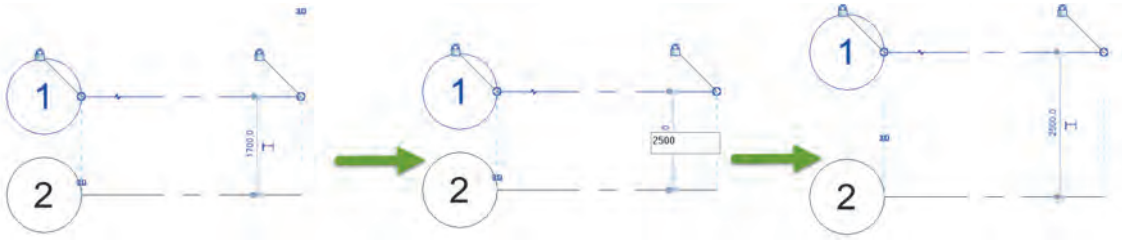
شکل ۲۹ ▲

۳- اضافه کردن شکست Add elbow: با کلیک بر روی علامت Add elbow روی خط آکس، خط شکسته شده و نام آکس جابه‌جا می‌شود. معمولاً زمانی که دو آکس خیلی به‌هم نزدیک باشند و نوشته‌های آنها روی هم افتاده باشد از شکست استفاده می‌شود.



شکل ۳۰ ▲

۴- اندازه‌گـذاری موقـت: وقتـی کـه در نرم‌افـزار Revit عنصـری را انتخـاب می‌کنیـد، در اکثـر مـوارد خطـوط اندازه‌گـذاری موقـت ظاهـر می‌شـوند. بـه این دلیـل به آنها موقـت می‌گویند کـه درصورتی که عنصـری انتخاب نباشـد ایـن خطـوط انـدازه ظاهـر نمی‌شـوند. امـکان بسـیار مفیـد ایـن خطـوط اندازه‌گـذاری موقـت کمک به جابه‌جایـی آکـس می‌باشـد (و البتـه کلیـه عناصری کـه در پـروژه انتخاب می‌شـوند). برای این کار کافی اسـت روی عـدد اندازه‌گـذاری موقـت کلیـک کرده و مقـدار جدیـد را تایپ و تأییـد نمایید.



شکل ۳۱ ▲

ایجاد ترازهای ارتفاعی LEVEL:

تـراز سـطحی فرضـی اسـت کـه تعیین کننـده ارتفـاع طبقـات از سـطح ±0.00 و همچنین کلیه اجـزای مهم یـک سـاختمان و هـر قسـمت یـا جزئیاتـی کـه نیاز بـه نمایـش ارتفاع آن نسـبت بـه تـراز مبنا یا سـطح زمین می‌باشـد. ترسـیم خـط تـراز یکـی از مهم‌ترین اقدامـات اولیه در انجـام یک پـروژه در نرم‌افزار Revit می‌باشـد. ایـن کار باعـث می‌شـود کـه بتوانیـم در مراحـل تکمیل یک پروژه بـرای اجزای مهمـی چون دیوارها، سـتون‌ها، پله‌هـا و ... تـراز شـروع و پایـان را وارد کنیم.

نکتـه بسـیار مهـم در ایـن قسـمت که ممکن اسـت در ادامـه روند کار بـا نرم‌افـزار Revit با آن برخورد داشـته باشـیم، غیـر فعـال بـودن یـک ابـزار (یا همـان دسـتور) اسـت. دلیـل ایـن اتفـاق در نرم‌افـزار Revit مربوط به مـدرک (یـا همـان دید) اسـت کـه در آن قرار دارید. بـا توجه به مفهـوم واقعی ابزارهـا در نرم‌افـزار Revit برای اجـرا کـردن آنها مـا دو حالـت را در مـورد مدرک بیـان می‌کنیم.

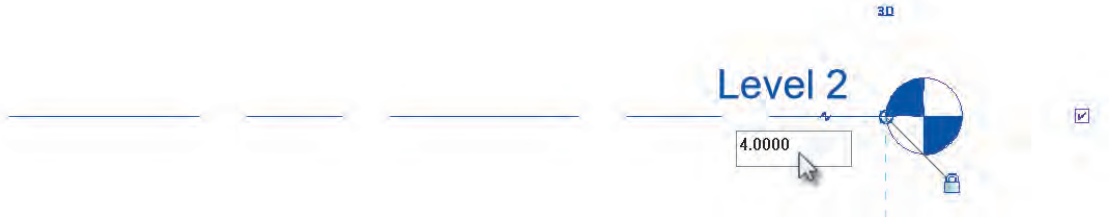
۱- دید یا مدرک مناسب.

۲- دید یا مدرک مناسب‌تر.

۱- دیـد مناسـب: دیـد مناسـب همـان مدرکـی اسـت کـه یـک دسـتور مشـخص فقـط و فقـط در آن قابـل اجراسـت ماننـد دسـتور تـراز Level، کـه فقـط و فقـط در مدارکـی کـه دیـد عمـودی بـه پـروژه دارنـد قابـل اجراسـت ماننـد دیـد بـرش Section، یـا دیـد نمـا Elevation و در دیدهـای افقـی ماننـد پلان‌هـا قابـل اجرا نمی‌باشـد.

۲- دیـد مناسـب‌تر: گاهـی می‌تـوان یـک دسـتور را در چنـد حالـت دیـد مختلـف اجرا کـرد، در ایـن حالت بـرای دقـت بیشـتر در رونـد انجـام دسـتور نیـاز اسـت کـه از بیـن چندیـن مـدرک ممکـن، مناسـب‌ترین آنها را انتخـاب کنیـم. بـه طـور مثـال ابـزار ایجـاد آکـس Grid کـه پیـش از ایـن گفتـه شـد، در دیـد پـلان کـف، پـلان معکـوس، نماهـای مختلـف و حتـی در دیـد بـرش قابـل اجراسـت اما بـرای کیفیـت و دقت بیشـتر، دید مناسـب‌تر بـرای اجـرای دسـتور، پـلان کـف می‌باشـد.

برای اجرای دستور تراز Level، از پنجره مرورگر پروژه Project Browser وارد یکی از نماها Elevation مثلاً نمای شمالی می‌شویم. دو تراز به صورت پیش‌فرض در فایل وجود دارد که به ازای هر یک از این ترازها در مرورگر پروژه، یک پلان کف و یک پلان سقف کاذب همنام با تراز وجود دارد. شما می‌توانید با انتخاب هریک از این دو تراز هم کد ارتفاعی و هم نام آن را تغییر دهید.



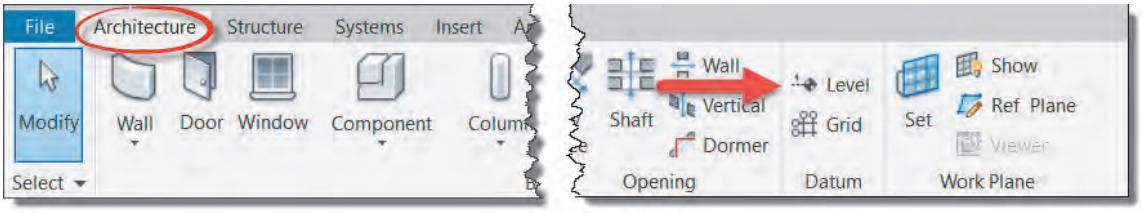
شکل ۳۲ ▲

نکته

همانطور که در شکل ۳۲ می بینید، تنظیمات مربوط به ترازهای ارتفاعی کاملاً شبیه به تنظیمات آکس‌ها می‌باشد. علاوه بر آنچه که در آکس‌ها گفته شد، در ترازهای ارتفاعی می‌توانید ارتفاع و نام تراز را انتخاب کرده و آنها را تغییر دهید. مثلاً بر روی نام تراز کلیک کرده و نام آن را از Level ۲ به «طبقه اول» تغییر دهید.

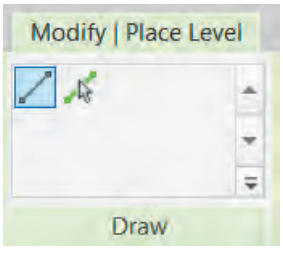
ابزار ایجاد تراز Level را در قاب Datum از سربرگ Architecture انتخاب می‌کنیم

Architecture > Datum > Level



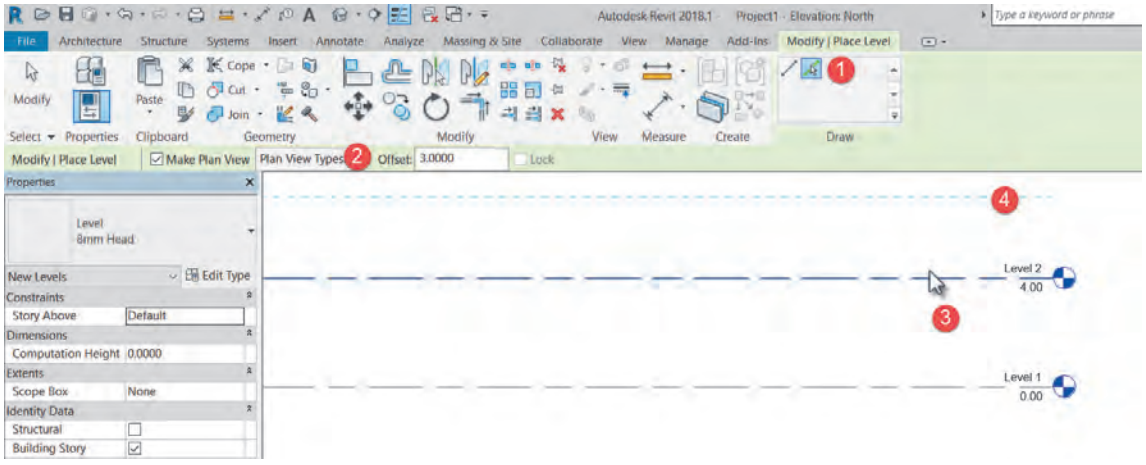
شکل ۳۳ ▲

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Place Level و یک قاب Draw اضافه می‌شود. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به تراز در حال ترسیم نمایش داده می‌شود.



شکل ۳۴ ▲

بهتریـن ابـزار بـرای ترسـیم خط تـراز جدید دسـتور Pick Line اسـت (۱). کافی‌اسـت پس از انتخاب دسـتور، در قسـمت Offset واقـع در نـوار تنظیمـات Optionbar میـزان ارتفـاع یـک طبقـه (یا تـراز مورد نیـاز) را وارد کنیـم(۲)، سـپس بـا نزدیـک کـردن مـاوس بـه یکـی از ترازهـای موجـود (۳) و تعییـن محل قـرار گیـری تراز جدیـد (روبـه بـالا یـا روبـه پاییـن) و کلیک بـر روی آن، تـراز جدیـد را ایجـاد می‌کنیم(۴).



شکل ۳۵ ▲

فعالیت عملی ۶

ترازهای ارتفاعی مطابق با جدول زیر را تولید کنید.

نام طبقه	تراز ارتفاعی
زیرزمین	-۲/۲۰
همکف	+۰/۷۰
طبقه اول تا طبقه پنجم	+۳/۹۰ و +۷/۱۰ و +۱۰/۳۰ و +۱۳/۵۰ و +۱۶/۷۰
بام	+۱۹/۹۰
خرپشته	+۲۲/۸۰

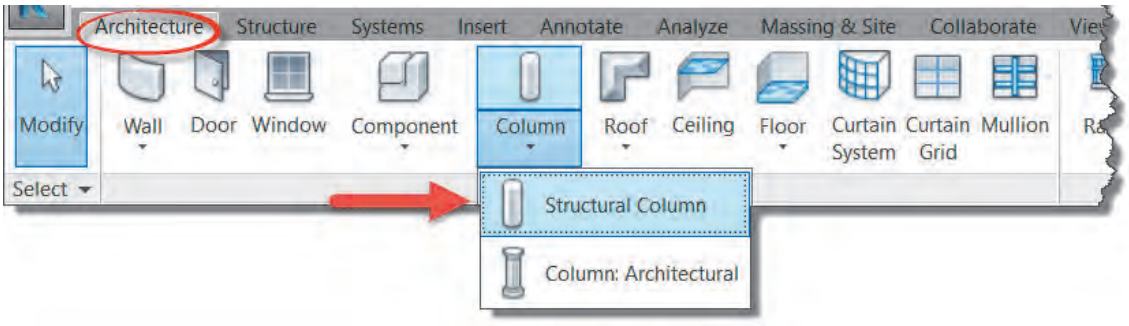
فعالیت عملی ۷

ترازهای ارتفاعی مورد نیاز پروژه ۲ پودمان را ایجاد کنید.

ستون‌گذاری نقشه

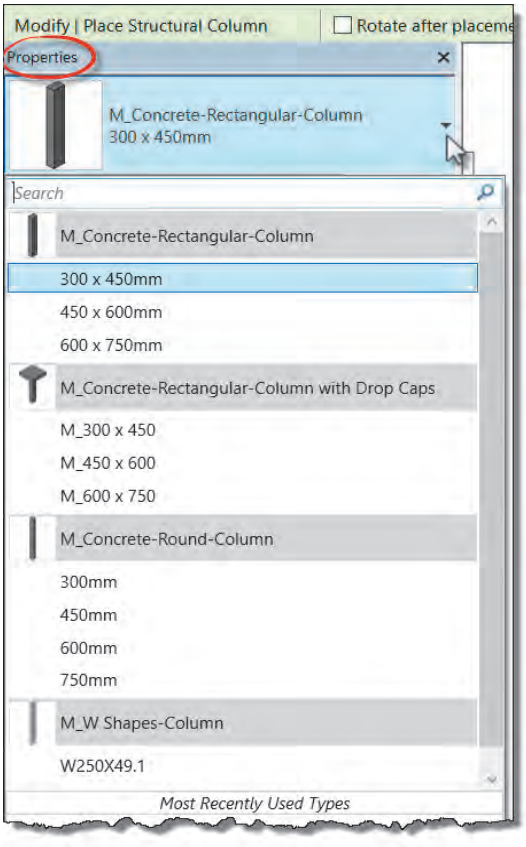
پس از ایجاد ترازهای ارتفاعی و آکس بندی پروژه می‌توانید ستون‌های سازه‌ای پروژه را ایجاد و در محل خود قرار دهید. در نقشه‌های فاز ۲ ستون‌های سازه‌ای را با ابعاد دقیق نشان می‌دهند تا تأثیر آنها بر معماری دیده شود.

نخست در مدرک مناسب‌تر قرار می‌گیریم. برای ترسیم ستون‌ها مدرک مناسب‌تر مدرک پلان کف در پایین‌ترین تراز ممکن است مانند تراز همکف یا زیرزمین. ستون‌های سازه‌ای را می‌توانید در سربرگ Architecture قاب Build و در زیرفرمان Column بیابید.



شکل ۳۶ ▲

با انتخاب دستور نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Structural Column اضافه می‌شود. همچنین قاب‌های Mode, Placement, Multiple, Tag به سربرگ Modify اضافه می‌شود.



شکل ۳۷ ▲

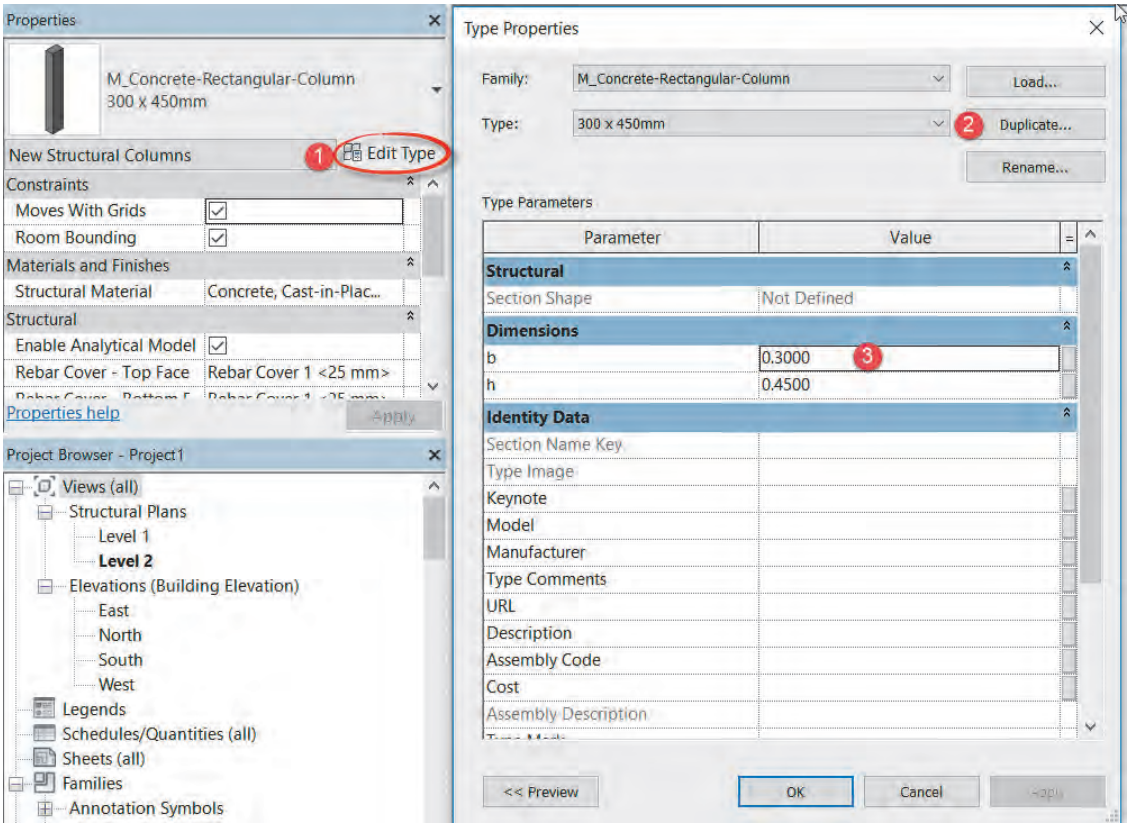
انتخاب نوع ستون

در پنجره مشخصات Properties در لیست کشویی Type Selector می‌توانید نوع ستون خود را انتخاب کنید.

همان‌طور که می‌بینید تعداد محدودی ستون در این لیست وجود دارد که ممکن است برای پروژه ما مناسب نباشند. بنابراین شما می‌توانید ستون مورد نیاز خود را انتخاب و ابعاد آن را ویرایش نمایید.

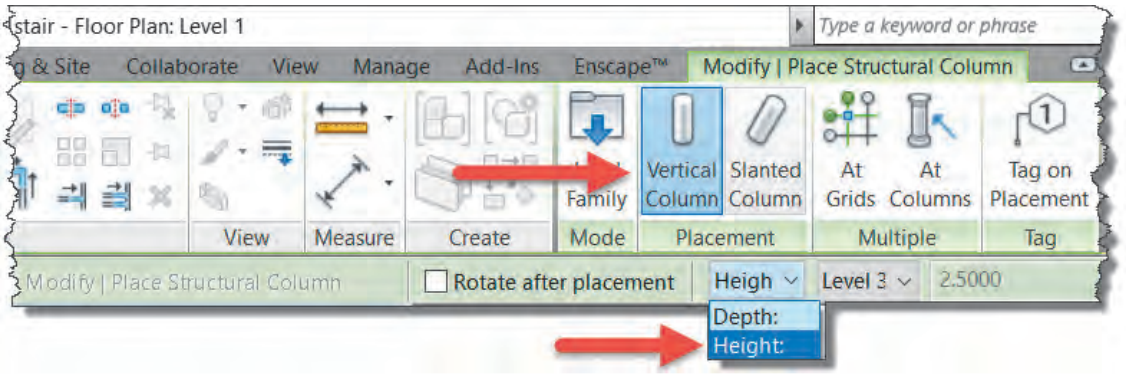
ویرایش ابعاد Edit Type:

در پنجره مشخصات Properties ۱- بر روی دکمه ویرایش Edit Type مشخصات کلیک کنید تا پنجره‌ای به همین نام باز شود. ۲- بهتر است قبل از هر تغییری ابتدا با استفاده از دکمه Duplicate یک نوع جدید از ستون موجود تکثیر کنید و سپس پارامترهای مورد نظر را تغییر دهید. ۳- ابعاد ستون را به اندازه‌های مورد نیاز پروژه تغییر دهید.



شکل ۳۸ ▲

پس از تکمیل ویرایش ستون مورد نظر نوبت به قرار دادن ستون‌های پروژه در محل خود می‌رسد. در این مرحله باید تراز بالا و پایین ستون‌ها را مشخص کنیم. در ابتدای این بخش به این نکته اشاره کردیم که مدرک مناسب‌تر برای ستون‌گذاری پلان کف پایین‌ترین تراز ارتفاعی ممکن در ساختمان می‌باشد (به‌طور مثال تراز همکف یا زیرزمین). با قرار گرفتن در این مدرک نرم‌افزار Revit ترازی را که در پلان کف آن قرار داریم را تراز شروع ستون در نظر می‌گیرد. حال در نوار تنظیمات Optionbar و در لیست کشویی اول تعیین می‌کنیم که ستون نسبت به تراز شروع ارتفاع Height بگیرد و در لیست کشویی دوم تراز بالای ستون را انتخاب می‌کنیم. (شکل ۳۹)

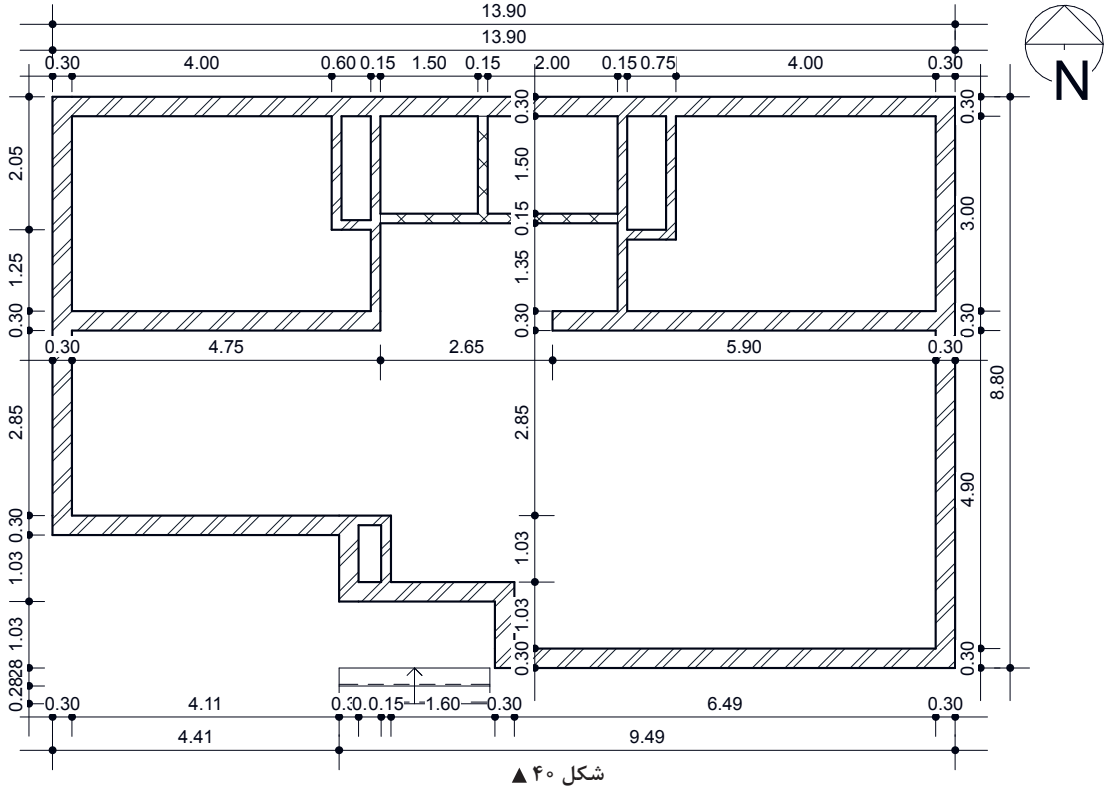


شکل ۳۹ ▲

Vertical Column: برای قرارگیری ستون به‌صورت قائم و عمودی دقت شود که این گزینه فعال باشد.
می‌توانید در هر جای صفحه کلیک کرده و ستون‌گذاری کنید. اما محل مناسب برای قرارگیری ستون‌ها تقاطع آکس‌ها است. که با قرارگیری نشانگر ماوس بر روی آنها می‌توانید حساسیت به آکس را در ستون گذاری مشاهده کرده و ستون گذاری را تکمیل نمایید.

ترسیم دیوارها

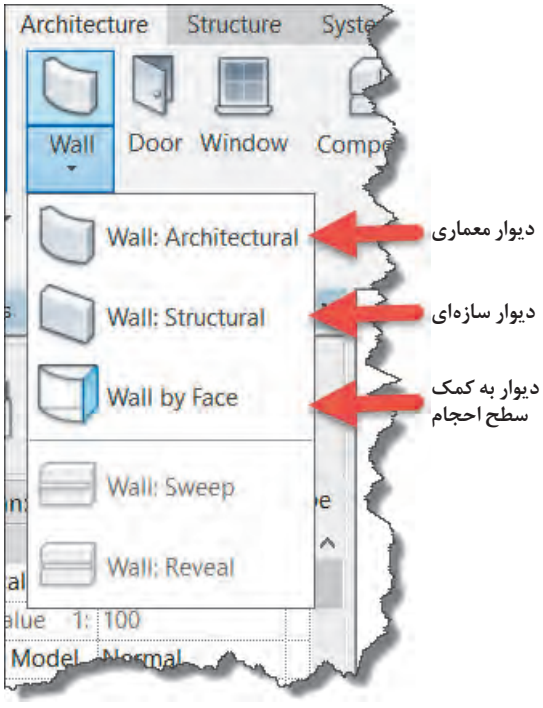
دیوار عبارت است از یک ساختار ممتد، عموماً قائم، یک‌پارچه، محکم و استوار که معمولاً ضخامت آن در مقایسه با طول و ارتفاع اش کمتر است.
در این بخش قصد داریم که دیوارهای پروژهٔ ۱ را مطابق شکل زیر ایجاد کنیم.



شکل ۴۰ ▲

ابـزار ایجاد دیـوار Wall در سـربرگ Architecture قـاب Build قـرار گرفتـه اسـت. ابتـدا بـا اسـتفاده از مرورگـر پـروژه Project Browser در پـلان کـف یکـی از ترازهـای موجـود، قـرار می‌گیریـم تـا بـرای ترسـیم، در مـدرک مناسـب‌تر قـرار گرفتـه باشـیم. دیـوار معمـاری را انتخـاب می‌کنیـم.

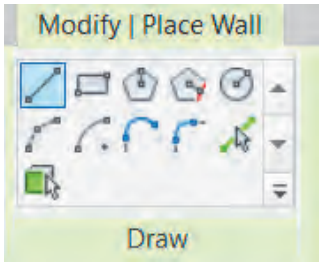
Architecture > Build > Wall



شکل ۴۱ ▲

بـا انتخاب دسـتور ۱- نـوار Ribbon و نـوار تنظیمات Optionbar بـه رنـگ سـبز تغییـر کـرده و ۲- بـه سـربرگ Modify عبـارت Place Wall ویـک قـاب Draw اضافـه می‌شـود. ۳- همچنیـن در پنجـره Properties اطلاعـات مربـوط بـه دیـوار در حـال ترسـیم نمایش داده می‌شـود. بـرای ترسـیم دیوار هر بخـش را بایـد بـه درسـتی تنظیـم نماییـد.

در قـاب Draw ابزارهای ترسـیم یک دیـوار قرار دارد. دسـتورات و آیکون‌های آن بسـیار شـبیه به دستورات و آیکون‌هـای نرم‌افـزار اتوکـد اسـت. پر اسـتفاده‌ترین آنهـا ابـزار پـاره خـط Line و ابـزار انتخـاب پـاره خط Pick Line است.



شکل ۴۲ ▲

انتخـاب پـاره خـط Pick Line: بـه کمـک ایـن گزینـه و بـا انتخـاب هـر خـط (یـا لبـه سـطح) قابل دیـده شـدن در نرم‌افـزار Revit، عنصـر ترسـیمی شـکل می‌گیـرد. مثـلاً بـا انتخـاب لبـه یـک کـف یـا آکـس کـه قبلاً ترسـیم کرده‌ایم، یـک دیوار بـه اندازه خـط انتخـاب شـده بـرای مـا ایجـاد می‌شـود.

پاره‌خـط Line: بـا ایـن گزینـه می‌توانید دیوارهای مسـتقیم را ترسـیم کنیـد. در نقطه ابتدای دیـوار را کلیک کنیـد و نشـانگر مـاوس را جابه‌جـا کنیـد تـا بـه نقطه انتهای دیوار برسـد، سـپس کلیـک کنید تا ترسـیم کامل شود.

نکته

برای خارج شدن از دستور ترسیمی باید دوبار کلید ESC صفحه کلید را پشت سر هم فشار دهید.

نکته

با نگه داشتن کلید Shift در صفحه کلید می‌توانید دیوار را در راستای عمودی و افقی ترسیم کنید. مانند Ortho mode کلید F۸ در AutoCAD.

فعالیت کلاسی

۱. عملکرد سایر آیکون‌های ترسیمی در قاب Draw را بررسی و گزارش دهید.
۲. برخلاف اتوکد، دیوار در نرم‌افزار Revit دارای ضخامت است و ممکن است دیوار ۲۰ یا ۳۰ سانتی‌متر ضخامت داشته باشد. به نظر شما خطی را که ترسیم می‌کنید در کجای ضخامت دیوار قرار می‌گیرد؟

از آنجا که نرم‌افزار Revit دیوار را به صورت یک عنصر واقعی سه بعدی درنظر می‌گیرد، باید پیش ازترسیم، طول، ارتفاع و ضخامت دیوار را تنظیم کنیم. ضخامت در لیست کشویی بالای پنجره مشخصات Properties، طول را از طریق ابزار ترسیمی از قاب Draw و ارتفاع را از طریق پنجره Properties یا نوار تنظیمات Optionbar مشخص می‌کنیم.

شکل ۴۳ ▲

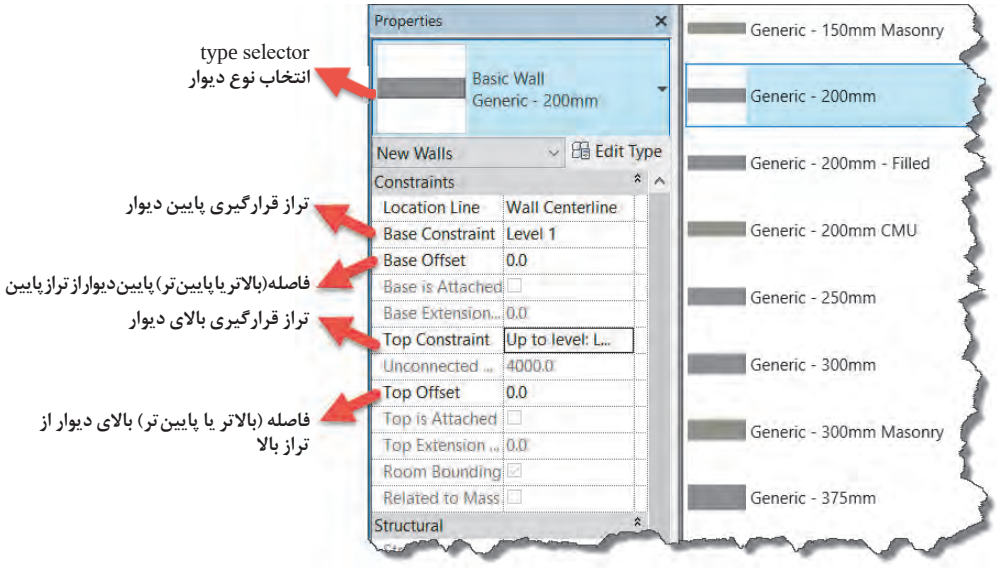
لیست‌های کشویی نوار تنظیمات Optionbar از چپ به راست به شرح زیر است.
در اولین لیست کشویی Deep – High نرم‌افزار Revit پلان کف ترازی را که در آن قرار دارد را تراز شروع دیوار قرار می‌دهد و در این گزینه از شما می‌خواهد که ارتفاع (بلندی دیوار رو به بالا High) یا عمق (بلندی دیوار رو به پایین Deep) را مشخص کنید. در دومین لیست کشویی، مقدار اولیه برای این بلندی Unconnected بوده و یک ارتفاع پیش فرض در پنجره مقابلش نوشته شده، از این بخش برای ترسیم دیوارهای محوطه و جان‌پناه می‌توانید استفاده کنید. می‌توانید از این لیست یک تراز دیگر را به‌عنوان محل اتصال بالای دیوار انتخاب کنید.

سومین لیست کشویی این نوار Location Line می باشد که در ترسیم و محل قرارگیری دیوار بسیار مهم است و در فاز ۲ پروژه‌ها باید به آن توجه کرد، این بخش را پس از ساخت جزئیات اجرایی دیوار توضیح خواهیم داد.
Chain: اگر این گزینه انتخاب نباشد هربار با دستور ترسیمی پاره خط، فقط یک دیوار ترسیم می‌شود و برای ترسیم دیوار بعد باید نقطه ابتدای آن را از نو انتخاب کنید، اما اگر گزینه Chain را فعال کنید، نرم‌افزار Revit انتهای هر دیوار را ابتدای دیوار بعدی فرض کرده و ترسیم را به‌صورت زنجیروار ادامه می‌دهد.

پنجره مشخصات Properties:

درلیست کشویی اول پنجره مشخصات Properties (type selector) می‌توانید نوع دیوار خود را انتخاب کنید که به‌طور مثال دیوار ۲۰ سانتی‌متری باشد یا ۱۰ سانتی‌متری و یا دیوار شما چه جزئیاتی داشته باشد.

در پایین پنجره مشخصات Properties نیز می‌توانید مانند نوار تنظیمات Optionbar تنظیمات مربوط به تراز پایین Base Contractarian و بالای دیوار Top Contractarian را تغییر دهید. (مانند شکل ۴۴)

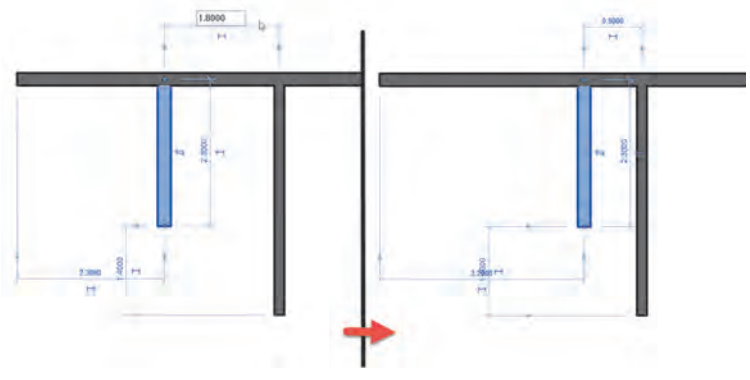


شکل ۴۴ ▲

جابه‌جا کردن دیوارهای ترسیم شده

درصورتی که دیوار ترسیم شده در محل مناسب خود قرار نگرفته باشد کافی است آن را انتخاب کنید و با قرار دادن نشانگر ماوس روی آن علامت نشانگر ماوس به شکل زیر تغییر می‌کند و شما می‌توانید دیوار را با کلیک و کشیدن Click+Drag جابه‌جا کنید.

همچنین در زمان انتخاب یک دیوار در اطراف آن اندازه‌گذاری موقتی نسبت به عناصر اطراف به رنگ آبی ظاهر می شود. با کلیک بر روی هریک از اعداد اندازه‌ها و وارد کردن عدد دلخواه دیواره ترسیم شده به موقعیت جدید جابه‌جا می‌شود.



شکل ۴۵ ▲

نکته

اندازه‌گذاری موقت Temporary Dimension در مورد تمام عناصر در حالت انتخاب در نرم‌افزار Revit اتفاق می‌افتد.

نکته

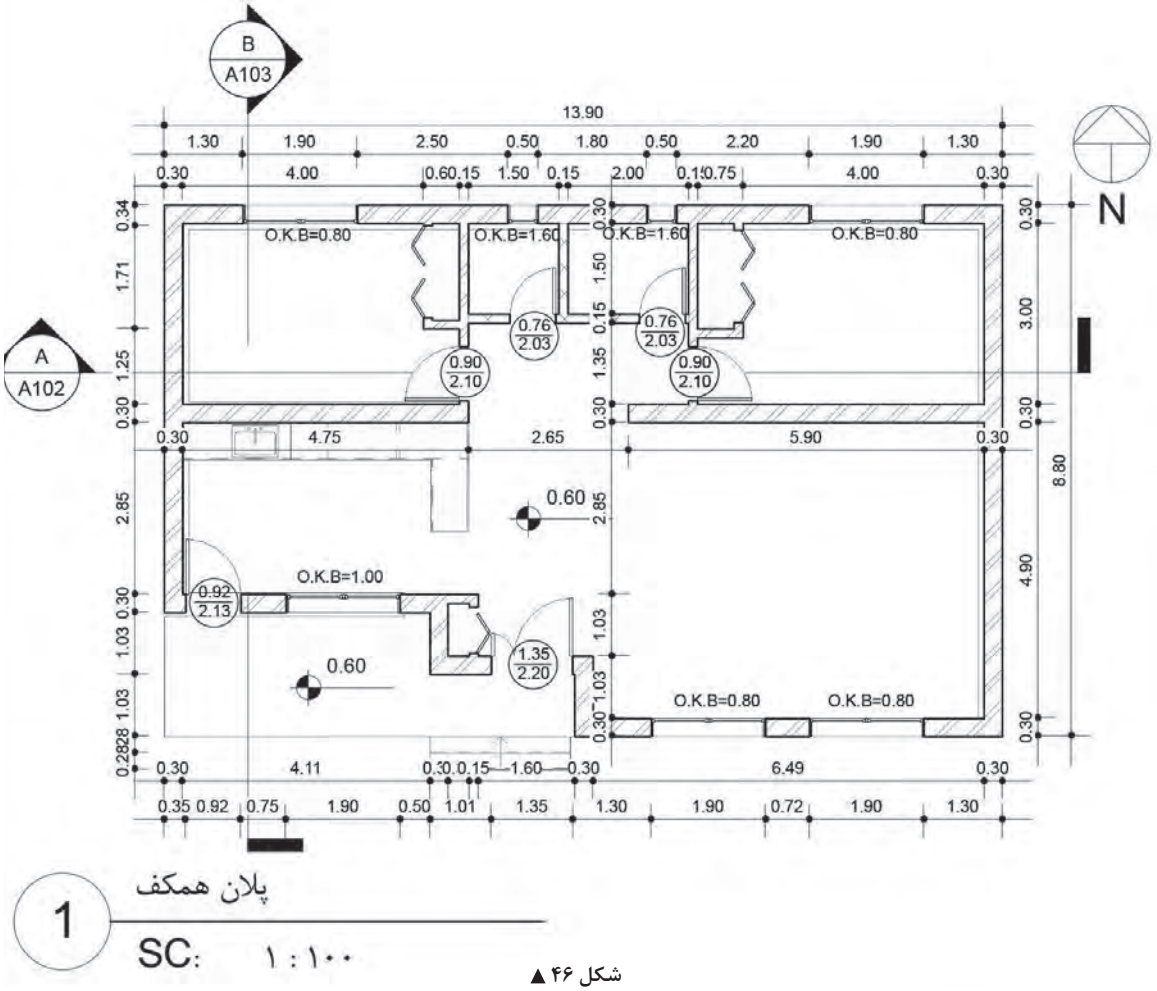
درصورتی که شکل مدل را قبلاً اندازه‌گذاری کرده باشید، پس از انتخاب دیوار یا هر عنصر دیگر اندازه‌گذاری‌های دائمی به صورت فعال درآمده و می‌توانید به کمک آنها فاصله‌ها را جابه‌جا کنید. دقت کنید که حتماً عنصر مورد نظر باید انتخاب شود و نه خط اندازه‌گذاری.

فعالیت عملی ۸

دیوارهای پروژهٔ ۱ را به کمک هنرآموز خود در نرم‌افزار Revit مدل کرده و اندازه‌گذاری نمایید.

ایجاد در در نرم‌افزار Revit

در پایان این بخش قصد داریم پروژه ۱ را مانند شکل زیر تکمیل کنیم.

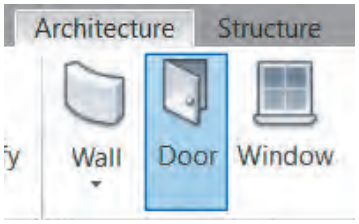


شکل ۴۶ ▲

در و پنجـره، بازشـوهای روی دیـوار هسـتند کـه امـکان ارتبـاط بـا فضـای پشـت دیوار را بـه شـما می‌دهند. بر ایـن اسـاس نرم‌افـزار Revit بـه شـما ایـن امـکان را می‌دهـد تـا در یـا پنجره‌هـای مـورد نیـاز خود را بـر روی دیوارهایـی کـه قبـلاً ایجـاد کرده‌ایـد به‌وجـود آوریـد. در واقـع شـما نمی‌توانیـد یـک در یـا پنجـره را به‌صورت آزاد در وسـط اتـاق قـرار دهیـد و حتمـاً بایـد بـر روی یک دیوار قـرار بگیرند. درهـا را می‌توانیـد در پلان، برش، نمـا یـا در فضـای سـه بعـدی به پـروژه اضافـه کنید. امـا مدرک مناسـب‌تر بـرای اضافه کـردن درهـا، دید پلان کف می‌باشـد.

در دیـد پـلان کـف تـراز مورد نظر قـرار بگیریـد و از سـربرگ Architecture و قـاب Build آیکـون Door را انتخـاب کنید.

Architecture > Build > Door



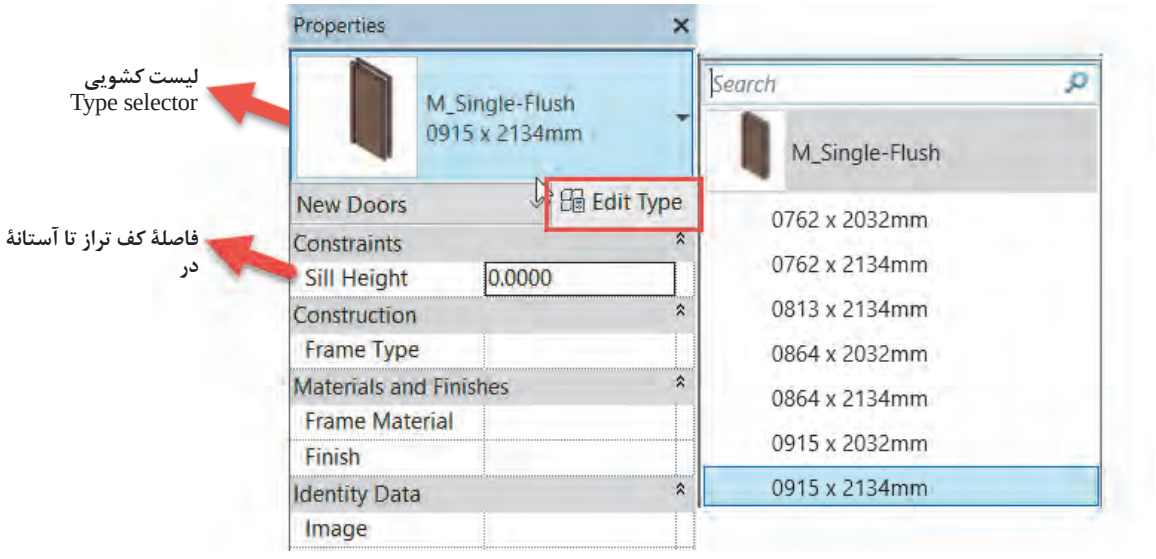
شکل ۴۷ ▲

با انتخاب دسـتور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar بـه رنـگ سـبز تغییـر کـرده و ۲- بـه سـربرگ Modify عبـارت Place Door اضافه شـده و دو قاب Tag و Mode در آن شـکل می‌گیرنـد. ۳-همچنین در پنجـره Properties اطلاعات مربوط بـه در، در حـال ایجـاد نمایـش داده می‌شـود کـه بـرای ایجاد در بایـد با آنها به درسـتی آشـنا شـویم.

پنجره مشخصات Properties:

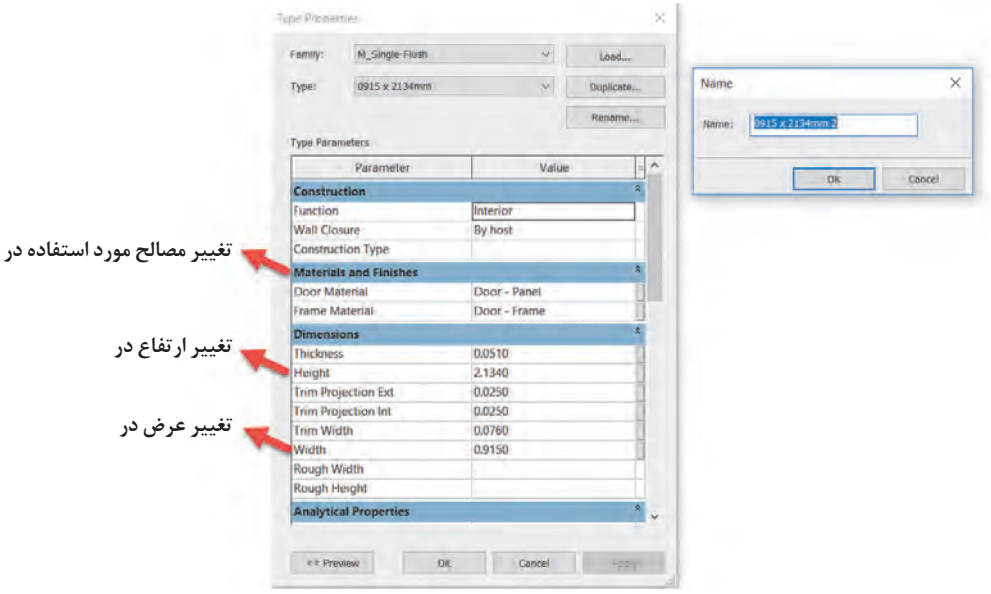
در لیسـت کشـویی پنجـره مشـخصات (type selector) می‌توانیـد در یـک لنگـه بـا ابعـاد مختلفـی را انتخاب کنید .

Sill Height: فاصلـه کـف تـراز تـا آسـتانه در اسـت. برای ترسـیم درهای بـا آسـتانه در مقابل آن ارتفـاع در از کـف تراز نوشـته می‌شـود.



شکل ۴۸ ▲

Edit Type: برای ایجاد تغییرات در ابعاد یا سایر مشخصات در بر روی این دکمه کلیک می‌کنیم تا پنجره Type Properties باز شود. همچنین در پنجره Type Properties می‌توان یک در با مشخصات دلخواه در نوع جدید و با اسم جدید تولید کرد.



شکل ۴۹ ▲

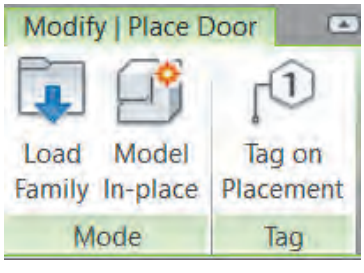
تکثیر کردن (Duplicate) یک نوع در:

با استفاده از تکثیرکردن (Duplicate) می‌توانید یک نوع(Type) با اسم جدید از انواع موجود در پروژه تولید کنید که تمام خواص قبلی مانند طول، عرض، جنس و ... را داراست. حال با ایجاد تغییرات مورد نیاز پروژه در ابعاد یا سایر خواص در جدید، با حفظ نوع قبلی در، یک نوع جدید از آن را تولید کرده‌ایم.

وارد کردن یک خانواده جدید در به پروژه:

با تکثیرکردن (Duplicate) از یک در، تنها می‌توانید برخی از مشخصات آن مانند طول و عرض یا جنس را تغییر دهید. درصورت نیاز به خانواده‌های شکلی دیگری از در مانند در دولنگه یا در کشویی، باید یک **نمونه** جدید را به محیط کاری خود اضافه کنید. برای این کار پس از اجرای دستور Door از سربرگ Modify|Place Door قاب Mode دستور Load Family را اجرا کنید.

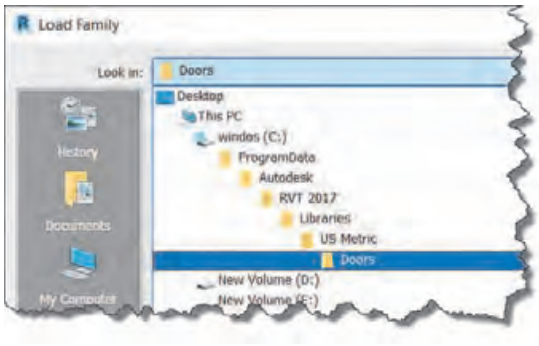
Modify|Place Door> Mode> Load Family



شکل ۵۰ ▲

از پنجره باز شده می توانید انواع درهایی که قبلاً برای نرم‌افزار Revit ساخته شده است، را به پروژه وارد و از آنها در پروژه خود استفاده کنید.

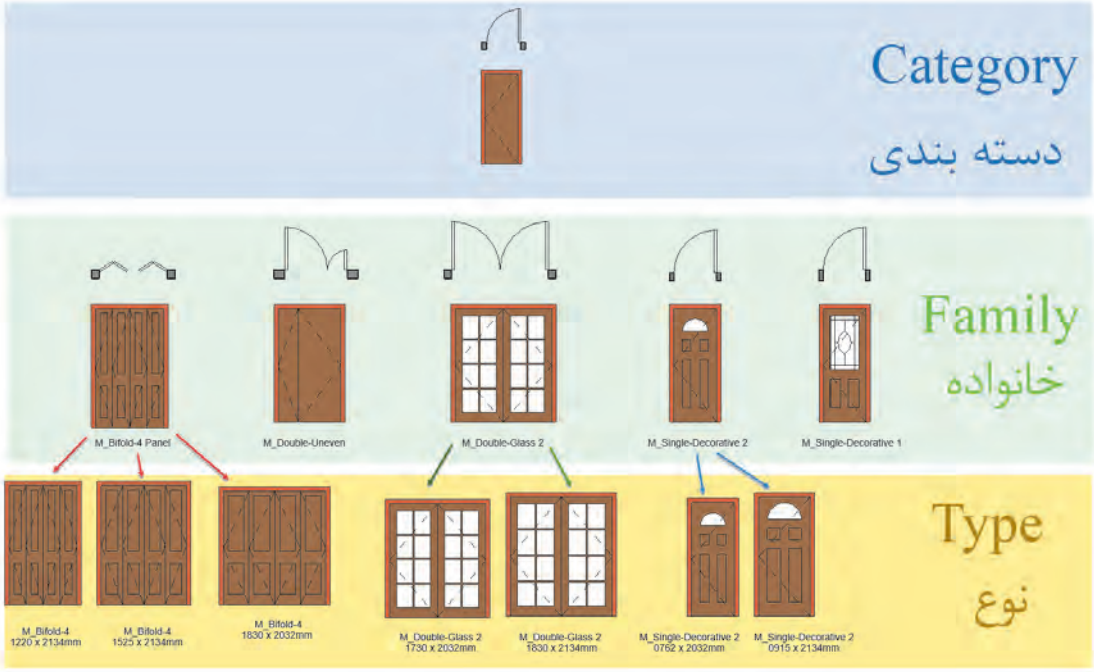
درصورت نصب کامل نرم‌افزار این درها را می‌توانید در پوشه Door زیر مجموعه کتابخانه نرم‌افزار Revit پیدا کنید.



شکل ۵۱ ▲

شکل ۵۲ ▲

برای درک بیشتر مفهوم دسته‌بندی (category) و خانواده (Family) و نوع (Type) به شکل زیر توجه کنید .



شکل ۵۳ ▲

• **دسته‌بندی‌ها**، گروه‌هایی هستند که نرم‌افزار Revit به صورت پیش‌فرض اجزای استفاده شده در یک پروژه ساختمانی را در خود تقسیم‌بندی کرده است، مانند در، پنجره، تیر و ستون سازه‌ای، کف، سقف و ... .

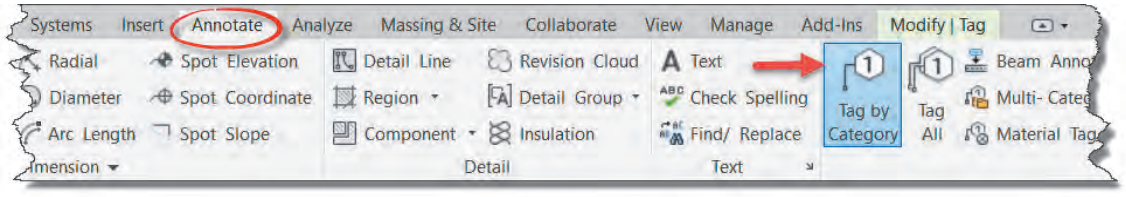
• **خانواده** شامل انواع مختلفی از یک دسته‌بندی به‌خصوص می‌شود. مانند انواع خانواده در، خانواده را یا باید در محیط نرم‌افزار Revit بسازید یا آن را که قبلاً ساخته و به عنوان یک خانواده ذخیره شده از یک دسته‌بندی، به داخل محیط پروژه وارد کنید (Load Family). خانواده‌ها ممکن است تفاوت زیادی باهم داشته باشند مثل در یک لنگه چوبی با در دو لنگه شیشه‌ای.

• **نوع** شامل زیر گروه‌های یک خانواده است. مانند در یک لنگه به عرض ۷۵ سانتی‌متر یا همان در به عرض ۹۲ سانتی‌متر که تفاوت ظاهری خاصی را ندارند و فقط در عرض بازشو با هم تفاوت دارند.

برچسب گذاری Tag درها:

در نقشه‌های فاز ۲ عموماً درها و پنجره‌های ترسیم شده با علائمی مشخص می‌شوند و تیپ یا دسته‌بندی و یا ابعاد در در کنار آن نوشته می‌شود که به آنها برچسب یا Tag گفته می‌شود.

برای اضافه کردن برچسب بر روی یک در از سربرگ Annotate قاب Tag دستور Tag by Category را انتخاب و بر روی در (یا هر شیئی که می خواهیم برچسب زده شود) کلیک می‌کنیم.



شکل ۵۴ ▲

نکته

برچسب Tag یک فمیلی می‌باشد و اگر Tag مناسب هر عنصر برای نشان دادن مشخصات مورد نیاز بارگذاری (Load) نشده باشد، (مثلاً برچسب مناسب دیوار) امکان برچسب گذاری روی آن عنصر نبوده و نرم‌افزار Revit درباره Load کردن برچسب مناسب هشدار می‌دهد.

تنظیمات برچسب در نوار تنظیمات Optionbar

با انتخاب دستور برچسب، نوار Ribbon به رنگ سبز درآمده و تنظیمات آن در نوارتنظیمات Optionbar ظاهر می‌شود.

شکل ۵۵ ▲

• لیست کشویی اول عمودی- افقی: در این پنجره مشخص می کنید که برچسب به صورت افقی، Horizontal

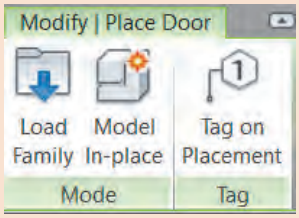
درج شود، یا به صورت عمودی، Vertical

درج شود.

• دکمه برچسب‌ها (Tags): با زدن این دکمه می توانید به کلیه فمیلی‌های برچسب که در پروژه بارگذاری شده اند دسترسی و آنها را جایگزین کنید.
• Leader یک خط اتصال، بین برچسب و عنصر مورد نظر (در اینجا در) است. با تیک‌دار کردن کادر تأیید این خط ترسیم شده و طول اولیه آن در آخرین پنجره سمت راست قابل نوشتن و تنظیم است.

نکته

در زمان اضافه‌کردن در یا پنجره به پروژه می‌توان بر روی Tag on Placement کلیک و آن را فعال نمود تا همزمان با ایجاد در، برچسب آن نیز در کنارش ایجاد شود. با فعال شدن این بخش، تنظیمات برچسب در نوار تنظیمات Optionbar فعال می‌شوند.



شکل ۵۶ ▲

ایجاد پنجره در نرم‌افزار Revit

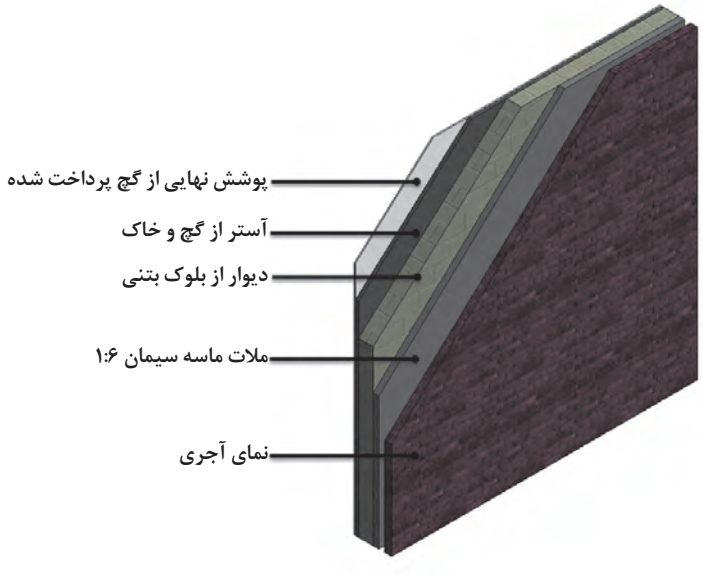
پنجره‌ها از نظر عملکرد و تنظیمات بسیار شبیه درها هستند. تقریباً آنچه در بالا درباره درها گفتیم درباره پنجره‌ها نیز قابل تکرار است. تنها تفاوت اصلی در این زمینه تنظیم کف پنجره یا همان O.K.B است، که در پنجره Properties برای درها در مقابل Sill Height معمولاً عدد صفر را قرار می‌دادیم ولی برای پنجره مقدار O.K.B را وارد می‌کنیم.

فعالیت عملی ۹

«پلان پروژه ۱» را در نرم‌افزار Revit کامل و اندازه‌گذاری نمایید.

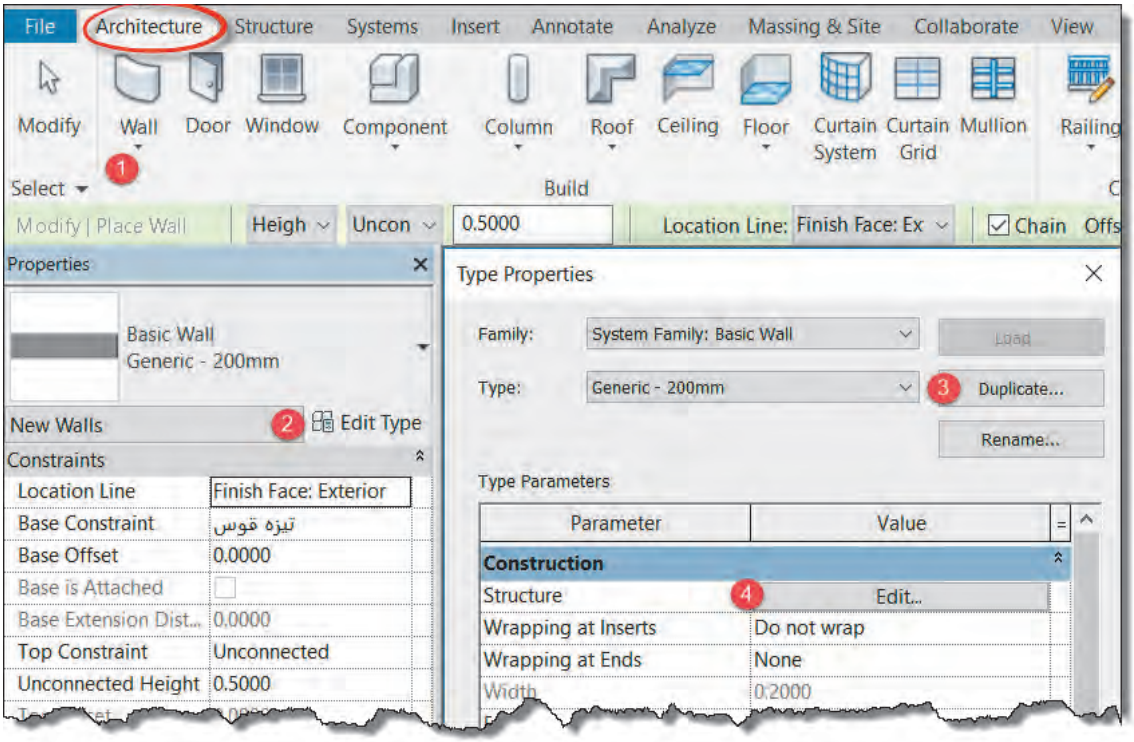
جزئیات اجرایی دیوار در نرم‌افزار Revit

یک دیوار ساختمانی در واقعیت از لایه‌های اجرایی تشکیل شده که مرحله به مرحله در زمان ساخت توسط استادکاران مختلف مانند بنا و گچ کار و سنگ‌کار، اجرا شده و بر روی هم قرار می‌گیرند.
در نرم‌افزار Revit برای آنکه ساختمان‌ها دقیق‌تر مدل شده و نقشه‌های فاز دو با جزئیات واقعی دیده شوند، می‌توانید اجزای اجرایی دیوار را برای نرم‌افزار Revit تعریف کنید .



شکل ۵۷ ▲

برای ایجاد این جزئیات، باید به سراغ دکمه Edit type در پنجره مشخصات دیوار برویم. چه در زمان ترسیم دیوار و چه پس از پایان ترسیم، با انتخاب مجدد دیوار، در پنجره مشخصات Properties بر روی دکمه Edit type (۲) کلیک کرده تا پنجره Type Properties برای ما باز شود.



شکل ۵۸ ▲

بهتر است پیش از تغییر در جزئیات دیوار یک نمونه از آن تکثیر کنید (با زدن دکمه Duplicate (۳)). از بخش Construction بر روی دکمه Edit (۴) مقابل Structure کلیک کنید تا پنجره Edit Assembly باز شود. (شکل ۵۹ صفحهٔ بعد)

در این پنجره اطلاعات زیر را ملاحظه خواهید کرد:

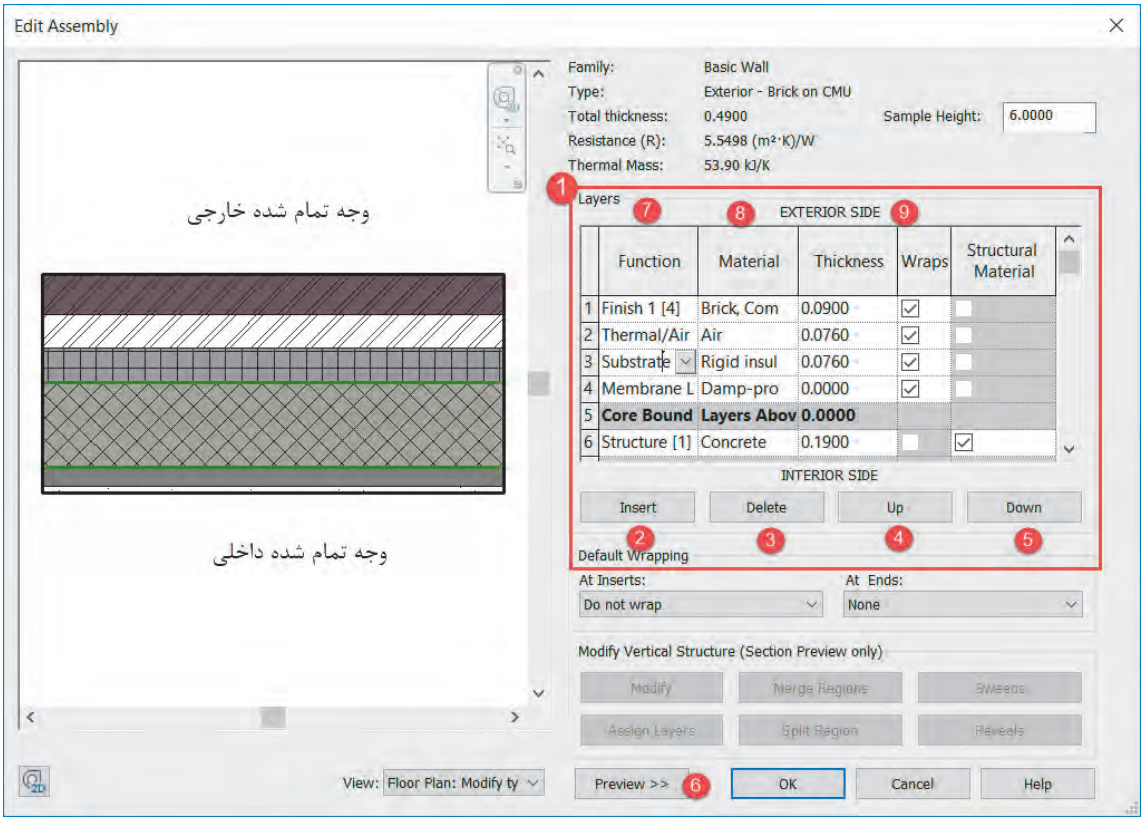
۱- جدول Layers: در این جدول شما می‌توانید اطلاعات هر لایه از جزئیات اجرایی دیوار را ببینید.

۲- دکمه Insert: این دکمه یک لایه جدید به جزئیات اجرایی دیوار اضافه می‌کند.

۳- دکمه Delete: با این دکمه می‌توانید یکی از لایه‌های اجرایی دیوار را حذف کنید

۴- دکمه Up: با این دکمه می‌توانید لایه‌های موجود در جدول لایه‌ها را به سمت بالا جابه‌جا کنید. در جدول بالاترین لایه به سمت وجه خارجی Exterior Side قرار می‌گیرد، این همان لایه‌ای است که در سمت خارجی دیوار قابل مشاهده است، مانند نمای بیرونی ساختمان.

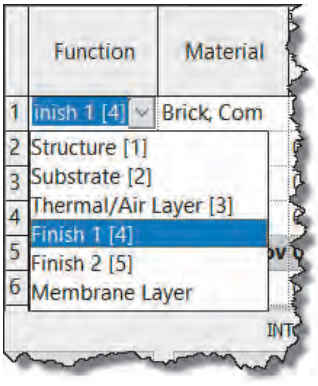
۵- دکمه Down: با این دکمه می‌توانید لایه‌های موجود در جدول لایه‌ها را به سمت پایین جابه‌جا کنید. در جدول پایین‌ترین لایه به سمت وجه داخلی Interior Side قرار می‌گیرد. این لایه در سطح داخل دیوار مشاهده می‌شود.



شکل ۵۹ ▲

۶- دکمه Preview: در صورتی که شکل سمت چپ جدول (که نمایش گرافیکی برش دیوار است) را نمی‌بینید بر روی این دکمه کلیک کنید. با استفاده از View نوع نمایش را در حالت پلان Floor Plan یا برش Section می‌توان تعریف کرد.

۷- ستون Function: عملکرد هریک از لایه‌های دیوار را مشخص می‌کند. مثلاً یک لایه ممکن است سفت‌کاری، زیرسازی یا نازک‌کاری لایه نهایی باشد.



شکل ۶۰ ▲

نرم‌افزار Revit این شش نوع عملکرد را برای لایه‌های دیوار تعریف می‌کند:

- Structure [1]: قسمت سازه‌ای دیوار که در اصطلاح ساخت به آن سفت‌کاری گفته می‌شود.
- Substrate [2]: زیرسازی مانند ملات زیر کاشی یا گچ و خاک زیر نازک‌کاری
- Thermal/Air Layer [3]عایق حرارتی دیوار
- Finish1[4]: نازک‌کاری نهایی دیوار در سمت خارجی دیوار(Exterior Side)
- Finish2 [5]: نازک‌کاری نهایی دیوار در سمت داخلی دیوار (Interior Side)
- Membrane Layer [6]: عایق رطوبتی که ضخامت (Thickness) آن باید همیشه صفر باشد.

شکل ۶۱ ▲

۸- ستون Material: جنس و ماده تشکیل دهنده را مشخص می‌کند. مثل آجر یا گچ یا ...

۹- ستون Thickness: می‌توانیم برای هرلایه تعریف شده در دیوار ضخامت وارد کنیم. مجموع ضخامت تمامی لایه‌های تعریف شده به عنوان ضخامت کلی دیوار در نظر گرفته می‌شود که در قسمت Total Thickness حاصل آن نشان داده می‌شود.

تعریف خط مبنا دیوار Location Line

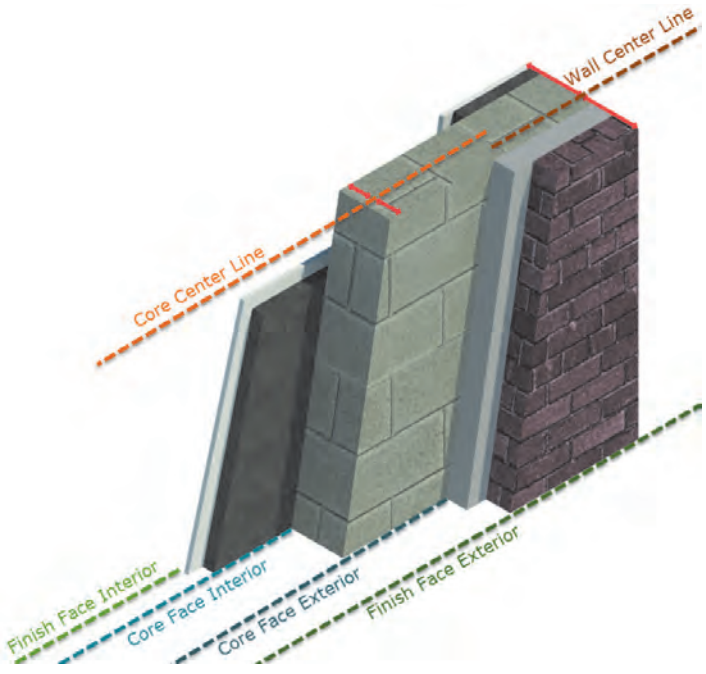
برخلاف اتوکد (که فقط خطوط نقشه دیوار را ترسیم می‌کند)، دیوار در نرم‌افزار Revit دارای ضخامت است و ممکن است دیوار ۲۰ یا ۳۰ سانتی‌متر ضخامت داشته باشد. پیشتر پرسیدیم به نظر شما خطی را که ترسیم می‌کنید در کجای ضخامت دیوار قرار می‌گیرد؟

مهم‌ترین موردی که در هنگام ترسیم دیوار باید به آن توجه داشت خط مبنا است. پس از اجرای دستور دیوار و تغییر رنگ نوار Ribbon به سبز، در دو قسمت تعیین محل خط مبنا Location Line قابل تنظیم است. (فرقی نمی‌کند از کدام قسمت محل خط را تنظیم کنید.)

۱- نوار تنظیمات Optionbar

۲- پنجره مشخصات Properties

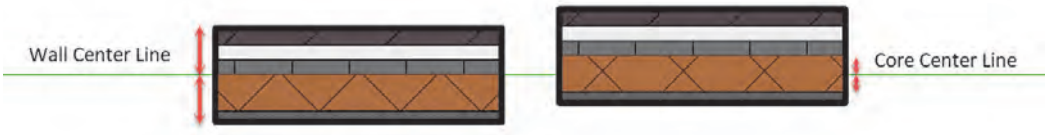
محل این خط نسبت به ضخامت دیوار دارای سه مدل اصلی است که هر مدل خود دو حالت دارد که در مجموع ۶ حالت تعیین کننده برای محل قرار گیری دیوار در هنگام ترسیم است.



شکل ۶۲ ▲

مدل اول: خط مرکزی Center Line

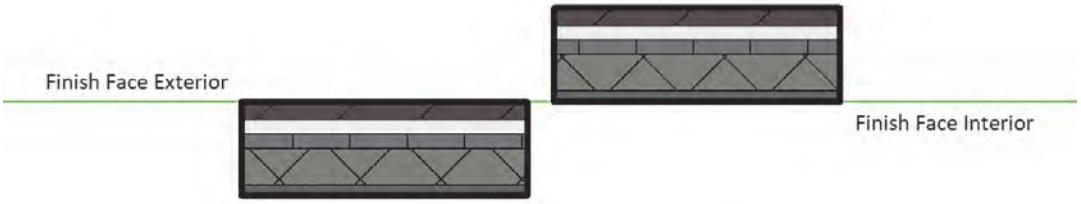
- حالت اول: قرارگیری در مرکز دیوار Wall Center Line
- حال دوم: قرارگیری در مرکز سازه‌ای دیوار: Core Center Line



شکل ۶۳ ▲

مدل دوم: قرار گیری بر اساس وجه تمام شدهٔ دیوار Finish Face

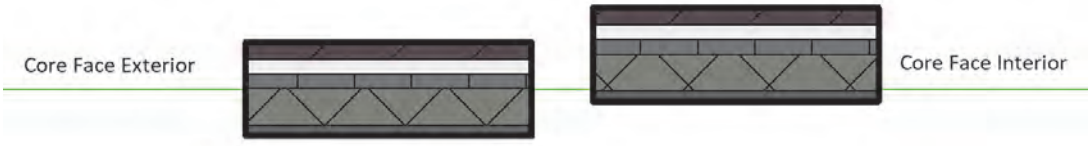
- حالت اول: قرارگیری در وجه تمام شدهٔ نازک‌کاری خارجی دیوار: Finish Face Exterior
- حالت دوم: قرارگیری در وجه تمام شدهٔ نازک‌کاری داخلی دیوار: Finish Face Interior



شکل ۶۴ ▲

مدل سوم: قرارگیری بر اساس وجه تمام شده سازه دیوار: Core Face

- حالت اول: قرارگیری در وجه خارجی بخش سازه‌ای دیوار: Core Face Exterior
- حالت دوم: قرارگیری در وجه داخلی بخش سازه‌ای دیوار: Core Face Interior



شکل ۶۵ ▲

نکته

احتمال دارد پس از ایجاد جزئیات دیوار در هنگام ترسیم متوجه شوید که وجه‌های دیوار مورد نظر شما، جابه‌جا ترسیم می‌شود. یعنی در حین ترسیم وجه تمام شده خارجی رو به داخل و وجه تمام شده داخلی رو به بیرون قرار گرفته است. این امر را به راحتی می‌توان کنترل کرد.

۱- جهت ترسیم را عوض کنید. (اگر از چپ به راست ترسیم می‌کنید، جهت را عوض کرده و از راست به چپ ترسیم کنید.)

۲- اگر عوض کردن جهت ترسیم به هر دلیلی امکان پذیر نبود، کافی است درهمان هنگام ترسیم کلید Space را بزنید تا جای وجه داخلی و وجه خارجی دیوار در حال ترسیم عوض شود.

۳- پس از اتمام ترسیم هم جابه‌جایی وجه‌ها امکان پذیر است. کافی است اول از دستور دیوار کاملاً خارج شوید و سپس دیوار را انتخاب کرده و بر روی علامت ⇵ که در کنار دیوار ظاهر می‌شود کلیک کنید تا عمل جابه‌جایی وجه‌ها اتفاق بیفتد.

فعالیت عملی ۱۰

به کمک هنرآموز خود، دیوارهایی با جزئیات خواسته شده را تولید و دیوارهای پروژه ۲ را بر اساس موقعیت ترسیم و در و پنجره‌ها در محل خود قرار دهید. در نهایت آن را اندازه‌گذاری کنید.

دیوار خارجی	دیوار داخلی فضای خشک	دیوار بین فضای خشک و فضای سرویس	دیوار داخلی بین فضاهای سرویس
۱- نمای خارجی آجر ۲- ملات ماسه سیمان ۳- آجر سفال ۱۵ سانتی ۴- عایق حرارتی ۵- گچ و خاک ۶- گچ	۱- گچ ۲- گچ و خاک ۳- آجر سفال ۸ سانتی ۴- گچ و خاک ۵- گچ پرداختی	۱- گچ ۲- گچ و خاک ۳- آجر سفال ۸ سانتی ۴- ملات ماسه سیمان ۵- عایق رطوبتی ۶- ملات ماسه سیمان ۷- کاشی	۱- کاشی ۲- ملات ماسه سیمان ۳- عایق رطوبتی ۴- ملات ماسه سیمان ۵- آجر سفال ۸ سانتی ۶- ملات ماسه سیمان ۷- عایق رطوبتی ۸- ملات ماسه سیمان ۹- کاشی

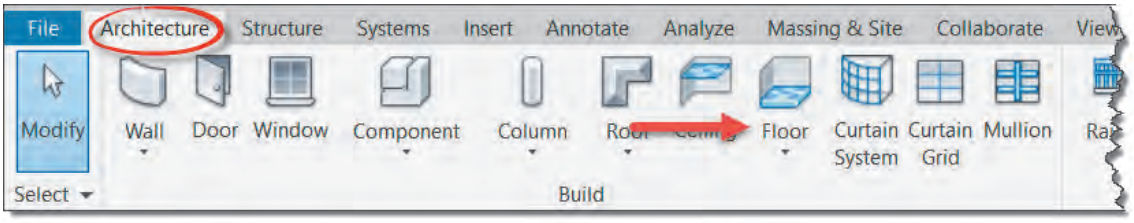
فعالیت عملی ۱۱

پلان‌های پارکینگ، طبقه اول و طبقه دوم پروژه ۲ را در نرم‌افزار Revit مدل و اندازه‌گذاری نمایید.

ایجاد کف برای ساختمان Floor در نرم‌افزار Revit

کف طبقات را می‌توانید به کمک ابزار کف (Floor) از قاب Build و از سربرگ Architecture ایجاد کنید .

Architecture > Build > Floor



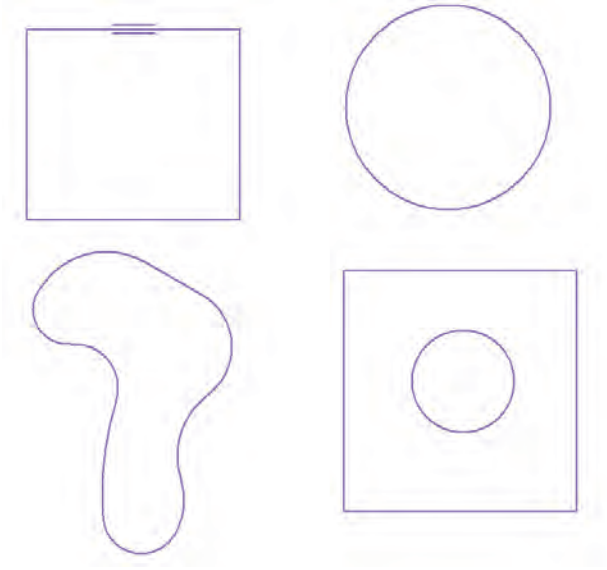
شکل ۶۶ ▲

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Create Floor Boundary اضافه شده و سه قاب Work Plan و Draw و Mode در آن شکل می‌گیرند. ۳-همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به کف در حال ایجاد نمایش داده می‌شود که برای ایجاد کف مناسب باید با آنها به‌درستی آشنا شویم.

نکته

در برخی دستورات نرم‌افزار Revit مانند کف که نیاز به ترسیم شکل به‌صورت محدوده بسته دارند در قاب Mode دو علامت تیک سبز و ضربدر قرمز ظاهر می‌شود. برای کامل شدن و پایان دستور حتماً باید تیک سبز را بزنید و برای خروج یا حذف دستور باید ضربدر قرمز را بزنید (دکمه ESC در اینجا کار نمی‌کند). در چنین دستوراتی اگر به سایر سربرگ‌ها سر بزنید، خواهید دید که همه دستورات به رنگ خاکستری درآمده و غیرفعال شده‌اند.

کف را می‌توانید در دید پلان کف یا سه‌بعدی ترسیم کنید اما دید مناسب‌تر دید پلان کف است. با استفاده از ابزارهای ترسیم که در قاب Draw دیده می‌شوند مانند ترسیم دیوار می‌توانید دور تا دور کف ساختمان را ترسیم نمایید. دقت داشته باشید که خطوط دور کف حتماً باید به صورت شکل بسته باشد و تمام خطوط به هم رسیده باشند.



شکل ۶۷ و ۶۸ ▲ ترسیمات درست کف

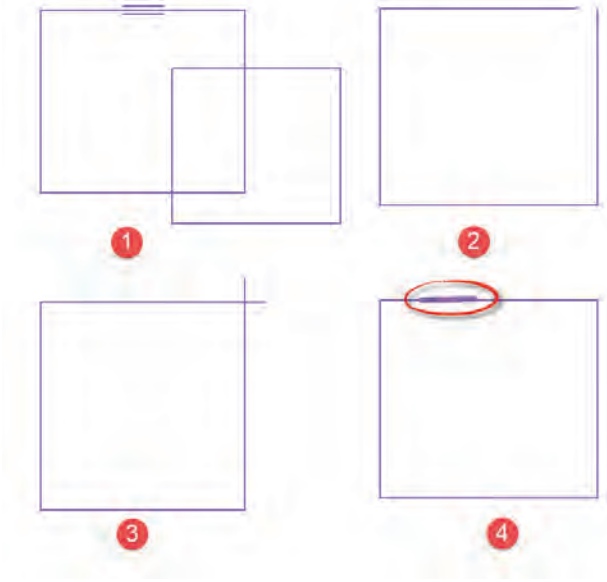
خطاهای ترسیم کف:

۱- دو شکل بسته متقاطع (همدیگر را قطع کرده‌اند).

۲- شکل باز است و دو خط به هم نرسیده‌اند.

۳- شکل بسته است اما دو خط آن از هم عبور کرده‌اند.

۴- یک خط اضافه که به جایی وصل نیست در شکل ترسیم شده است.



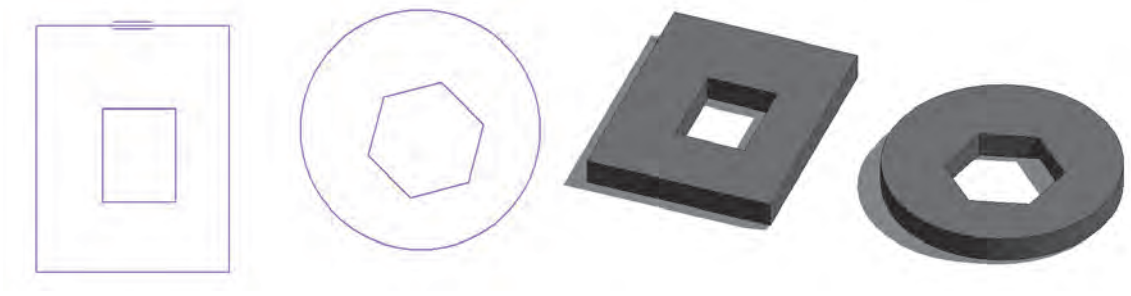
شکل ۶۹ ▲ ترسیمات اشتباه ترسیم کف

نرم‌افزار Revit کلیه ترسیم‌های فوق را خطا می‌گیرد و اجازه نهایی کردن کف را پیش از اصلاح این اشکالات نمی‌دهد. پس از اطمینان از صحت ترسیم تیک سبز را در قاب Mode می‌زنیم.

ایجاد بازشو Opening در کف‌ها:

به دلایل مختلفی درون کف ساختمان ممکن است نیاز به بازشو داشته باشیم. داکت‌ها و مسیر عبور تأسیسات. مسیر عمودی آسانسور و راه پله و یا حتی نورگیرها ممکن است به صورت بازشو در سقف استفاده شوند.

در روش اول سطح بازشو را مانند یک سطح بسته درون سطح کف ترسیم می کنیم.



شکل ۷۰ ▲

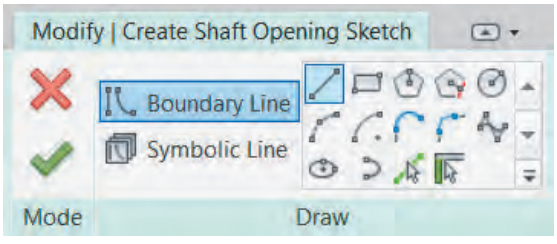
روش اول در تعداد طبقات کم یا بازشوهای خاص کاربرد دارد اما بهتر است برای بازشوهایی مانند داکت یا آسانسور از روش دوم استفاده شود.

روش دوم: در این روش پس از اتمام ترسیم کف‌ها به سربرگ Architecture رفته از قاب Opening دستور Shaft را انتخاب می‌کنیم. Shaft را در دید پلان کف و یا دید سه‌بعدی می‌توانیم ترسیم کنیم اما دید مناسب‌تر پلان کف می‌باشد.

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Create Shaft Opening Sketch اضافه شده و دو قاب Draw و Mode در آن شکل می‌گیرند. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به شفت در حال ایجاد نمایش داده می‌شود که برای ایجاد شفت مناسب باید با آنها به‌درستی آشنا شویم.

شکل ۷۱ ▲

با کمک دستورات ترسیمی شکل، بازشو را در محل مورد نظر ترسیم می‌کنیم. خاصیت استفاده از این روش این است که تمام بازشوهای تولید شده در یک راستای عمودی و در تمام ترازها بر کف‌ها و سقف‌ها اثر می‌گذارد (همان‌گونه که در آسانسور یا داکت مورد نیاز است) و در صورت تغییر مکان بازشو مثل تغییر نقشه‌های معماری نیاز به تغییر تک‌تک کف‌ها نیست.



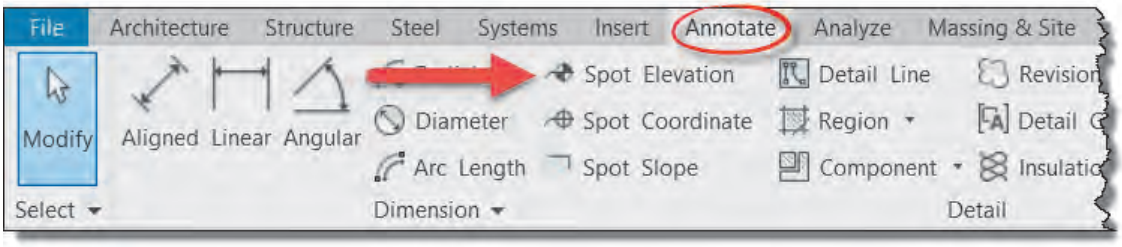
شکل ۷۲ ▲

مانند آنچه که در ترسیم کف‌ها گفته شد، ترسیم Shaft نیز باید یک سطح بسته باشد. پس از اطمینان از صحت ترسیم تیک سبز را در قاب Mode می‌زنیم.

نوشتن تراز ارتفاعی بر روی کف‌ها

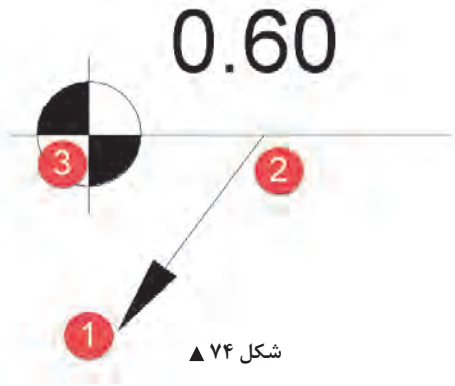
برای تکمیل اندازه‌گذاری نقشه، باید تراز ارتفاعی کف‌ها و پاگردها را بر روی پلان مشخص کرد. این کار در پلان‌هایی که در یک طبقه سکو یا اختلاف ارتفاع داریم ضرورت بیشتری هم دارد. برای نوشتن تراز ارتفاعی بر روی کف در سربرگ Annotate قاب Dimension دستور Spot Elevation را انتخاب می‌کنیم.

Annotate > Dimension > Spot Elevation



شکل ۷۳ ▲

با انتخاب دستور نوار Ribbon به رنگ سبز تغییر کرده و شما می‌توانید با سه کلیک متوالی کد ارتفاعی را بر روی سطوح مختلف بنویسید. بر روی جایی که می‌خواهید کد ارتفاعی را بنویسید کلیک کنید. در کلیک اول محل نوک فلش Leader را مشخص می‌کنیم. در کلیک دوم انتهای فلش Leader را انتخاب می‌کنیم و در کلیک سوم مرکز علامت تراز را روی نقشه مشخص می‌کنیم.



شکل ۷۴ ▲

نکته

با حذف تیک Leader در نوار تنظیمات Optionbar فلش از علامت کد ارتفاعی حذف شده و با دو کلیک متوالی می‌توانید کد را بر روی سطح مورد نظر بنویسید.

فعالیت عملی ۱۲

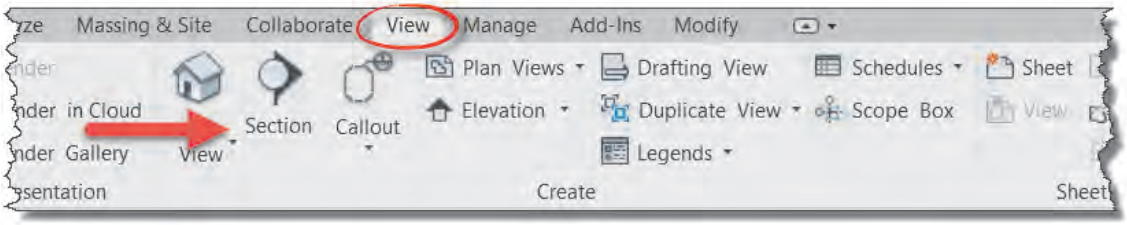
کف‌های مورد نیاز پروژه ۱ را تولید و کد ارتفاعی را بر روی آنها یادداشت کنید.

فعالیت عملی ۱۳

کف‌های مورد نیاز پروژه ۲ را تولید و کد ارتفاعی را بر روی آنها یادداشت کنید.

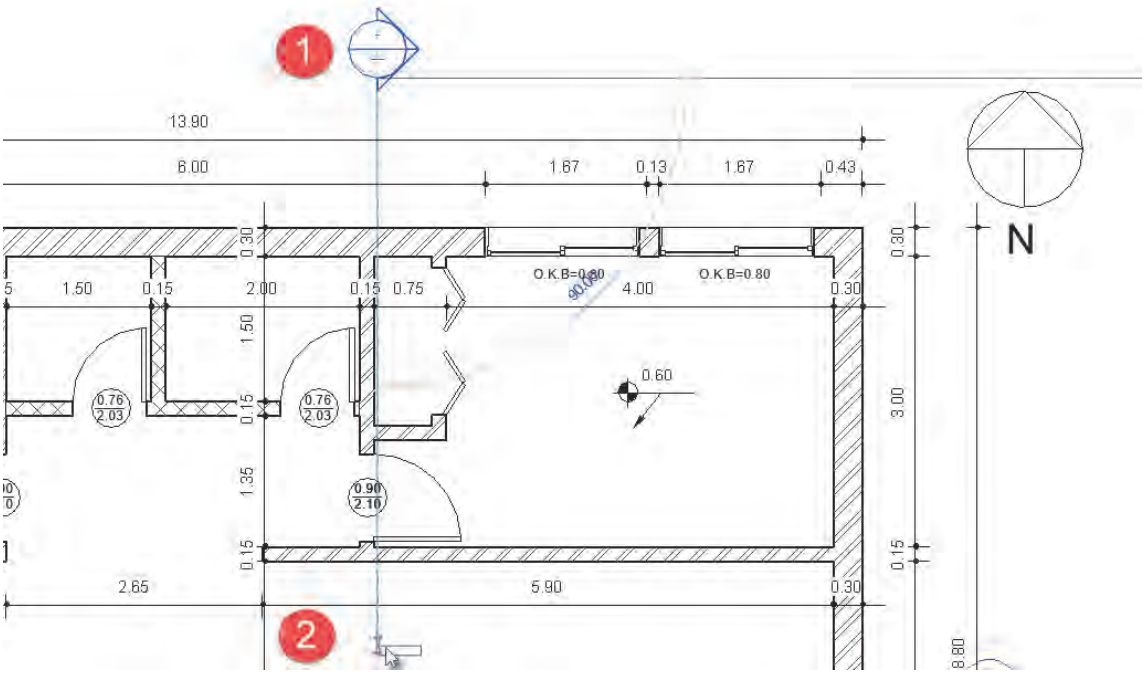
ایجاد دید برش در نرم‌افزار Revit

ترسیم برش یک ساختمان از روی پلان‌ها یکی از مشکل‌ترین و وقت‌گیرترین کارها برای هنرجویان و حتی نقشه‌کش‌های حرفه‌ای است. در نرم‌افزار Revit این امکان وجود داد که با چند کلیک ساده مدرک برش برای پروژه ایجاد کرده و ساختمان را به صورت برش خورده مشاهده کنید. از سربرگ View می‌توانید هر نوع مدرک یا دید را به مرورگر پروژه اضافه کنید. ازهمین سربرگ، در قاب Create ابزار Section را کلیک می‌کنیم. این ابزار در نوار دسترسی سریع نیز وجود دارد.



شکل ۷۵ ▲

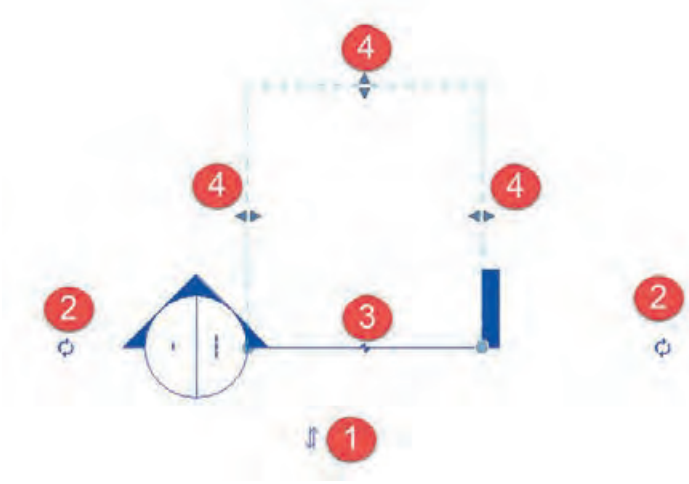
با انتخاب دستور شما می‌توانید خط برش را ترسیم کنید به این شکل که ابتدا بر روی نقطه ابتدایی و سپس بر روی نقطه انتهایی پاره خط برش کلیک می‌کنیم. با این کار در پنجره Project Browser در زیر گروه Section۱، Section اضافه می‌شود که با دوبار کلیک بر روی آن می‌توانید به دید برش رفته و پروژه را در حالت برش خورده ببینید.



شکل ۷۶ ▲

تنظیمات خط برش

پس از ترسیم خط برش می‌توانید محل، جهت دید و یا علائم آن را تغییر دهید. کافی است خط برش مورد نظر را انتخاب کنید و با استفاده از علائمی که بر روی آن ظاهر می‌شود تغییرات را اعمال کنید.



شکل ۷۷ ▲

۱- تغییر جهت دید: درصورتی که خط برش شما جهت اشتباهی را نشان می‌دهد (مثلاً در شکل به سمت بالای نقشه نگاه می‌کند در حالی‌که شما نیاز دارید به سمت پایین نگاه کند) با کلیک بر روی این دو فلش جهت دید عوض می‌شود.

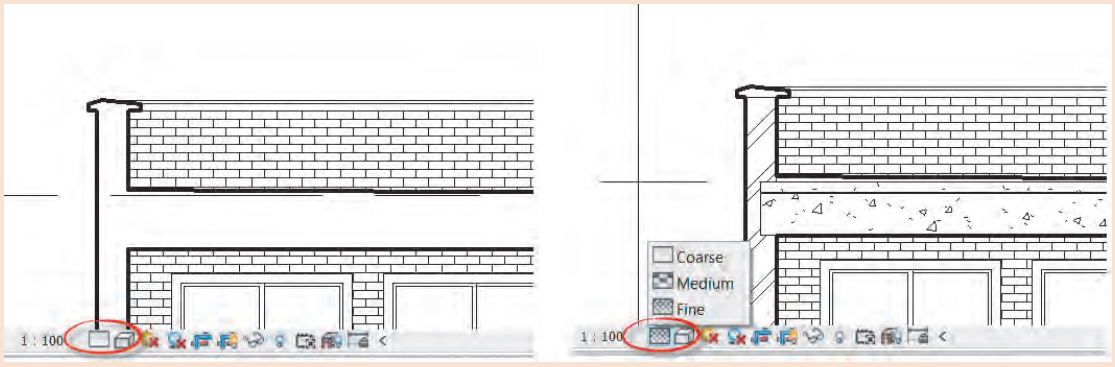
۲- تغییر علامت انتهای خط: با کلیک بر روی این دو فلش چرخان نشانه انتهای خط برش تغییر می‌کند یا به‌طور کلی حذف می‌شود.

۳- فاصله در خط برش: برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه‌ها با کلیک بر روی این علامت خط برش از هم جدا شده و شما می‌توانید آن را از داخل نقشه خارج کنید.

۴- به کمک جابه‌جا کردن این سه گیره می‌توانید عمق دید در برش و همچنین عرض دید برش را تغییر دهید.

نکته

ممکن است در دید برش یا سایر دیدها، جزئیات نقشه کاملاً دیده نشوند. در نوار View Control Bar پایین صفحه دید می‌توانید میزان جزئیات Detail Level را به میزان Fine تغییر دهید تا کلیه جزئیات دیده شوند. توجه شود تغییرات این نوار مختص به یک مدرک بوده و در مدارک دیگر و یا برش‌های دیگر تأثیری ندارد.



شکل ۷۸ ▲

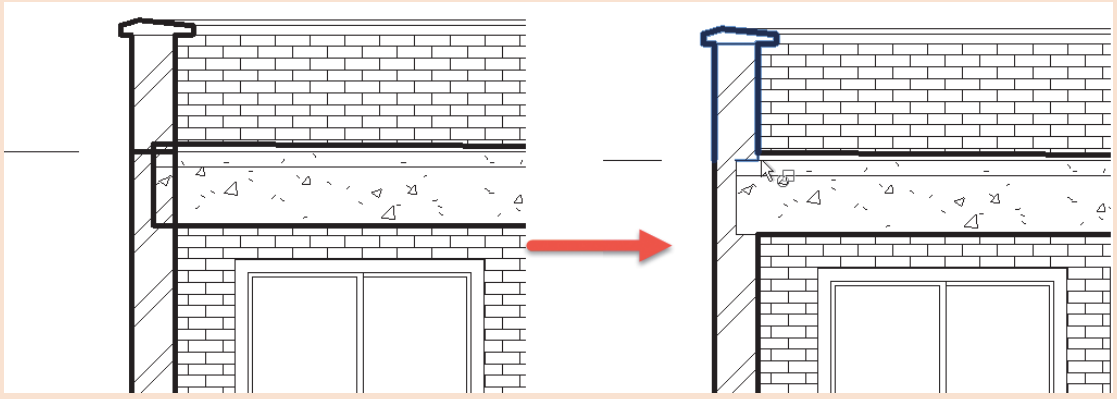
نکته

ممکـن اسـت در دیـد بـرش مشـاهده کنید که خطوط لبـه برخی از اجزای سـاختمان مانند دیوار و سـقف بر روی هـم افتـاده اسـت. بـرای رفع این مشـکل درحالی‌کـه هیچ فرمانی انتخاب نیسـت به سـربرگ Modify رفتـه و فرمان Join را از قـاب Geometry انتخاب کنید.

Modify> Geometry > join

شکل ۷۹ ▲

بـر روی سـقف و سـپس بـر روی دیـوار کلیـک کنیـد تـا به‌هـم متصل شـده و خطوط بـرش از محـل برخود آنهـا حذف شـود.



شکل ۸۰ ▲

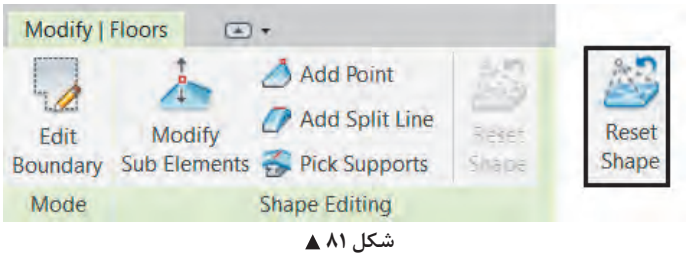
فعالیت عملی ۱۴

بـه کمـک هنرآمـوز خـود بـرای پروژه‌هـای ۱ و ۲ بـه تعـداد کافـی دیـد بـرش ایجـاد و آنهـا را اندازه‌گذاری کنید .

هدف: شیب بندی بام

ایجاد تغییرات و شیب‌بندی بر روی کف:

پـس از پایـان ترسـیم کـف و نهایـی کـردن آن بـه وسـیله تیک سـبز، دوباره کـف ایجاد شـده را انتخـاب کنید. بـا ایـن انتخـاب ۱- نـوار Ribbon و نـوار تنظیمـات Optionbar بـه رنـگ سـبز تغییر کـرده و ۲- به سـربرگ Modify کلمـه Floor اضافه شـده و دو قـاب Shape Editing و Mode در آن شـکل می‌گیرند. ۳- همچنیـن در پنجره Properties اطلاعـات مربـوط بـه کـف در حـال ویرایـش نمایـش داده می‌شـود.



شکل ۸۱ ▲

Edit Boundary ویرایش خطوط محدوده کف: با انتخاب این گزینه حالت ترسیمی مانند شکل ۶۷ اجرا شده و می‌توان تغییرات لازم را در شکل و ابعاد کف موجود، اعمال کرد.

قاب Shape Editing:

Add point: اضافه‌کردن نقطه ارتفاعی: به طور پیش‌فرض در هر گوشه چندضلعی کف یک نقطه وجود دارد. با کلیک بر روی هرقسمت از سطح کف موجود می‌توانید یک نقطه با کد ارتفاعی برابر با کف ایجاد کنید. با تغییر کد ارتفاعی این نقطه، در سطح کف شیب ایجاد می‌شود و خطوط شیب به سمت این نقطه به‌وجود می‌آیند.

Add Split Line اضافه‌کردن خط تقسیم‌کننده: با کلیک در ابتدا و انتهای خط برای شما خطی ترسیم می‌شود که همواره کد ارتفاعی کف در طول این خط ثابت است.

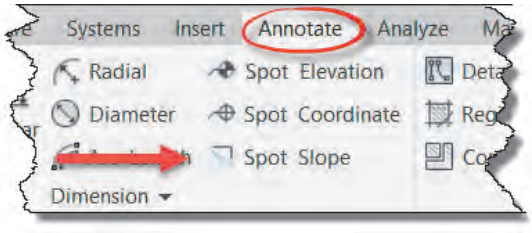
Modify Sub Elements ویرایش زیر مجموعه: به کمک این دستور می‌توانید تراز ارتفاعی نقاط یا خطوطی که درکف دارید یا ایجاد کرده‌اید را تغییر دهید. بعد از انتخاب خط یا نقطه به طور پیش فرض ارتفاع نقطه از سطح کف صفر است و با دادن اعداد مثبت یا منفی آن نقطه یا خط را به سمت بالا یا پایین جابه‌جا کنید.

Reset Shape برگشت به حالت اولیه: نخست غیر فعال است و با ایجاد تغییر در شیب کف فعال می‌شود. این دستور باعث می‌شود تمام نقاط و جابه‌جایی‌های ارتفاعی ایجاد شده در کف حذف شده و کف دوباره کاملاً مسطح شود.

ایجاد علامت شیب:

از پنجره یادداشت Annotate قاب Dimension دستور Spot Slop را انتخاب و در مسیرهای مورد نیاز در ابتدای شیب و سپس در انتهای شیب کلیک میکنیم.

Annotate > Dimension > Spot Slop



شکل ۸۲ ▲

با توجه به اینکه شیب در نقشه‌های استاندارد شیب به صورت درصد نمایش داده می‌شود، درصورتی که عدد شیب به صورت یک به هزار نوشته شده باشد، از مسیر زیر آنرا به‌صورت درصد دربیاورید.

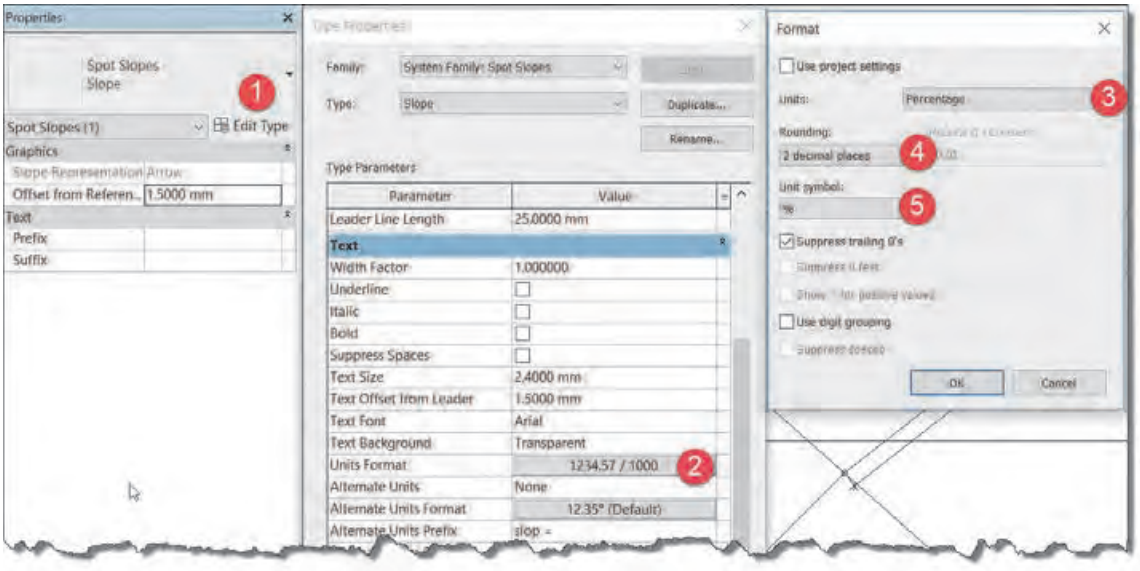
۱- از پنجره Properties دکمه Edit Type را کلیک کنید. (شکل ۸۳)

۲- در پنجره Type Properties باز شده، Unit Format را بیابید و بر روی دکمه مقابل آن کلیک کنید.

۳- در پنجره Format که باز می‌شود، مقدار Unit را به Percentage (درصد) تغییر دهید.

۴- تعداد رقم اعشار (Rounding) را به دو رقم اعشار (۲ decimal places) تغییر دهید.

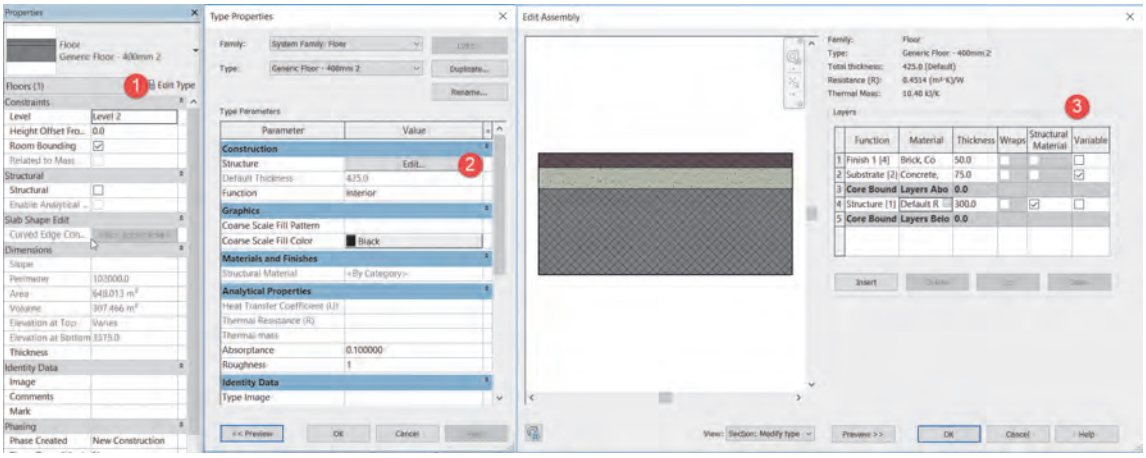
۵-علامت واحد (Unit symbol) را روی علامت درصد (٪) قرار دهید.



شکل ۸۳ ▲

ایجاد اجزای کف

ایجاد جزئیات در کف مانند دیوار است. پس از انتخاب دستور ترسیم کف یا انتخاب یک کف ترسیم شده در پنجره مشخصات Properties دکمه Edit type را می‌زنیم تا پنجره Type Properties باز شود.

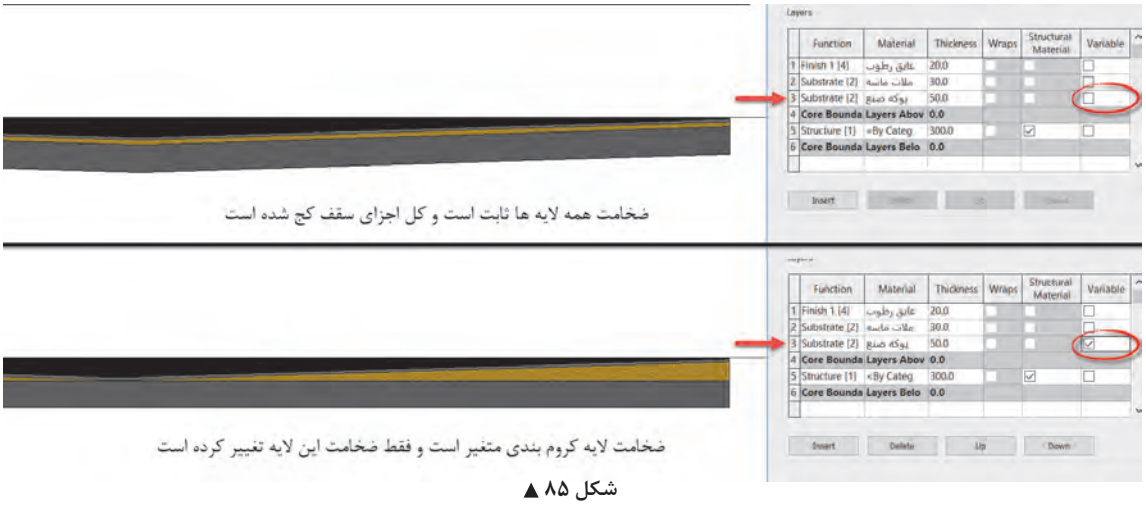


شکل ۸۴ ▲

بهتر است پیش از تغییر در جزئیات کف یک نمونه از آن تکثیر کنید (با زدن دکمه Duplicate). از بخش Construction بر روی دکمه Edit مقابل Structure کلیک کنید تا پنجره Edit Assembly باز شود.

مهم‌ترین تفاوت بین اجزای کف و اجزای دیوار وجود ستون Variable به معنای متغیر می باشد (۳). در این بخش می‌توان لایه‌ها یا همان اجزایی را برای کف تمام شده در نظر گرفت که دارای ارتفاع متغیرانند، مانند ضخامت لایه پوکه‌ریزی که در نزدیکی آب‌رو تقریباً صفر و بنا به شیب بام در لبه‌های دورتر ضخامت بیشتری را داراست.

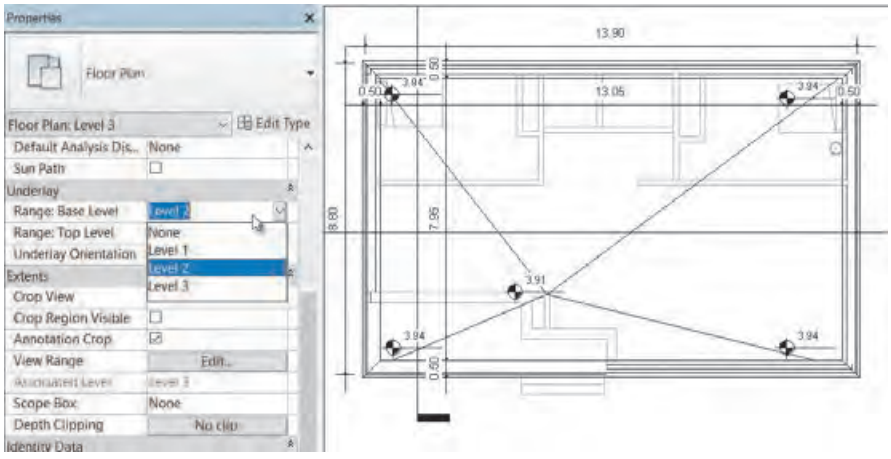
در تصویر زیر تفاوت دو کف با لایه متغیر و بدون لایه متغیر را در برش می‌بینید.



شکل ۸۵ ▲

دید به طبقه پایین برای تعیین نقطه کف

محل آب‌رو در سقف باید به گونه‌ای باشد که رایزر آب باران از داخل داکت یا کمد یا دیوارها پایین برود. بنابراین قبل از مشخص کردن محل آب‌رو باید نقشه‌های طبقات را با هم کنترل کرد که لوله آب باران از داخل فضاهایی مانند اتاق یا نشیمن عبور نکند. در نرم‌افزار Revit شما می‌توانید زمانی که در دید یک پلان هستید، طبقات زیرین را به صورت کم‌رنگ در پلان کف بام مشاهده کنید. مدرک پلان کف بام را باز می‌کنیم، در حالتی که عنصر یا دستوری در حالت انتخاب نباشد پنجره مشخصات Properties در حال نمایش مشخصات پلان کف بام می‌باشد. در بخش Underlay در لیست کشویی اول Range: Base Level می‌توانید تراز شروع را تعیین کنید که با توجه به نیاز ما در این مرحله از پروژه تراز پایین‌تر از تراز بام می‌باشد (در این قسمت می‌توانید هر ترازی را انتخاب کنید). در لیست کشویی دوم Range: Top Level تراز بالا را تعیین می‌کنیم که محدوده مورد نیاز ما تا بام می‌باشد. در لیست کشویی سوم Underlay Orientation تعیین می‌کنید که جهت دید رو به کدام سمت باشد، رو به بالا Look Up یا رو به پایین Look Down . در این مرحله چون نیاز به دیدن پلان کف تراز پایین‌تر هستیم Look Down را انتخاب می‌کنیم.



شکل ۸۶ ▲

فعالیت عملی ۱۷

به تراز بام پروژه ۱ رفته و آن را شیب‌بندی و یادداشت‌نویسی کنید.

فعالیت عملی ۱۸

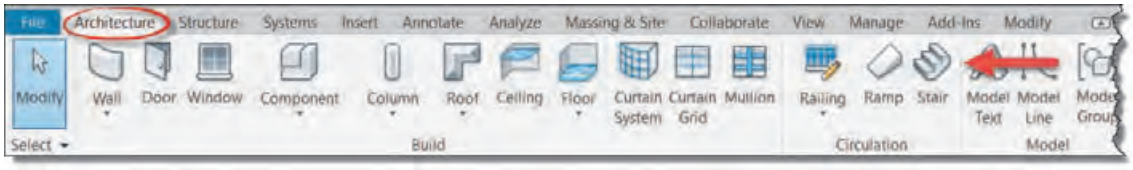
به تراز بام پروژه ۲ رفته و آن را شیب‌بندی و یادداشت‌نویسی کنید.

ایجاد ارتباط بین طبقات در نرم‌افزار Revit

پله وسیله ارتباطی است که دو سطح غیر هم‌تراز را به هم ارتباط می‌دهد. پله وسیله معمول دسترسی در بین طبقات ساختمان می‌باشد. در نرم‌افزار Revit این امکان به شما داده می‌شود که با در نظر گرفتن چهار جزء اصلی کف پله، ارتفاع پله، عرض پله و شمشیری، هر شکلی از پله را در پروژه به وجود آورید.

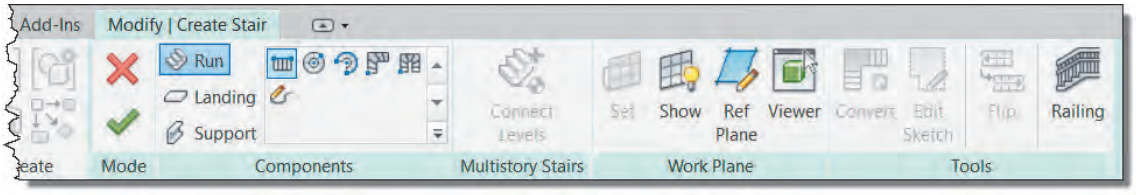
ابزار ترسیم پله Stair در سربرگ Architecture در قاب Circulation قرار گرفته است.

Architecture > Circulation > Stair



شکل ۸۷ ▲

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر می‌کند ۲- به سربرگ Modify عبارت Create Stairs اضافه شده و ۵ قاب Work Plan، Multistory Stair، Mode و Tools در آن شکل می‌گیرند. همچنین در پنجره مشخصات Properties اطلاعات پله در حال ایجاد نمایش داده می‌شود که برای ترسیم پله مناسب باید با آنها آشنا شویم.



شکل ۸۸ ▲

قاب Mode: مانند حالت کف برای اتمام دستور ایجاد پله باید بر روی دکمه تیک سبز یا ضربدر قرمز کلیک کنید. زدن دکمه ESC در اینجا کاربردی ندارد.

قاب Components: در سمت چپ این قاب از بالا به پایین سه دستور بازوی پله Run، پاگرد Landing و شمشیری Support، وجود دارد؛ با انتخاب هریک از این دستورها در سمت راست قاب ابزار ترسیم مناسب برای ایجاد شکل مورد نظر ظاهر می‌شود.

Run بـازوی پلـه: بـا انتخـاب ایـن فرمان پنـج ابزار برای ترسـیم کـردن انواع پله ظاهـر می‌گردد. بـه کمک این ابزارهـا می‌توانیـد انواع پله را مـدل کنید.

Landing: همـان پاگـرد پلـه اسـت که دو دسـتور ترسـیمی دارد و به کمـک آنها می‌توان در صـورت نیاز برای بازوهـای مختلف پله پاگرد ترسـیم کرد.

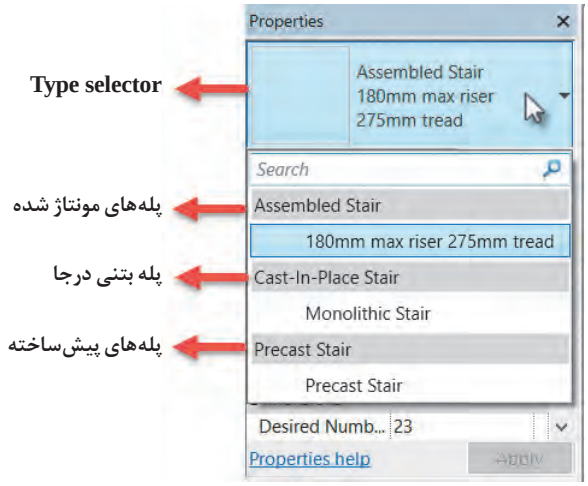
Support شمشـیری پلـه: بـه کمـک این دسـتور با انتخاب مسـیر حرکت Run یـا پاگـرد Landing می‌توانید در دیـد سـه بعدی یـا پلان شمشـیری پله را ایجـاد کنید.

تنظیمات پله

پـس از انتخـاب دسـتور در پنجـره مشـخصات Properties پله، قسـمت Type selector سـه خانـواده از دسـته پلـه را مشـاهده می‌کنیـد.

۱- Assembled Stair، پله‌هـای مونتـاژ شـده: بیشـتر بـرای سـاخت پله‌های فلـزی (ماننـد پله فـرار) و چوبی یا شـفاف (تزئینی) مورد اسـتفاده قـرار می‌گیرد.

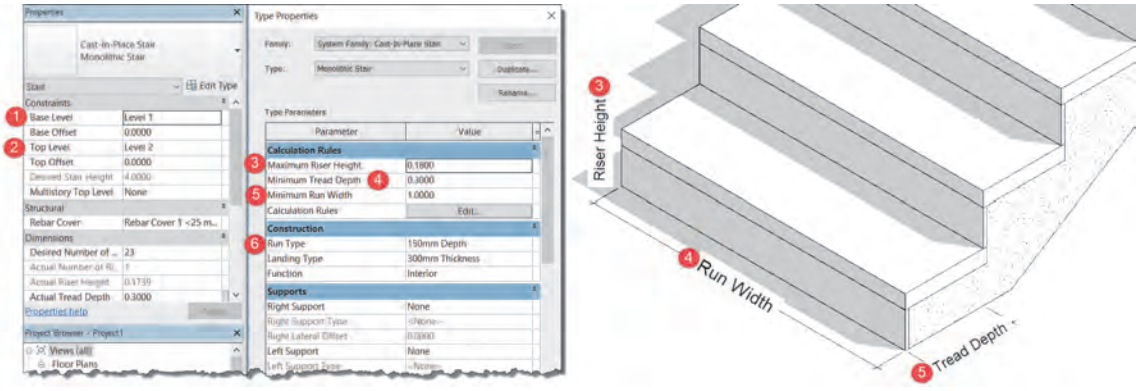
۲- Cast-In-Place Stair، پلـه بتنـی درجـا: ایـن نـوع پله بیشـترین کاربـرد را در ایـران برای پله‌هـای دسترسـی بیـن طبقـات دارد.



شکل ۸۹ ▲

۳- Precast Stair، پلـه پیش‌سـاخته: پله‌هایـی هسـتند کـه خـارج از کارگاه سـاخته و در محـل خـود نصـب می‌شـوند.

هرکـدام از ایـن سـه خانـواده داری نـوع یـا انواعـی هسـتند کـه می‌تـوان آنهـا را ویرایـش و یـا تکثیر کـرد. پله مناسـب بـرای پـروژه ۲ از خانـواده Cast-In-Place Stair نـوع Monolithic Stair را انتخـاب می‌کنیـم. نخسـت دکمـه Edit type (۱) را می‌زنیـم تـا پنجره Type Properties باز شـود. بهتر اسـت قبـل از هر کاری یـک نمونـه از آن تکثیـر، Duplicate کنیـد. مهم‌تریـن تنظیمات یک پلـه Tread به معنای کـف پله و Riser بـه معنـای ارتفاع پله اسـت.



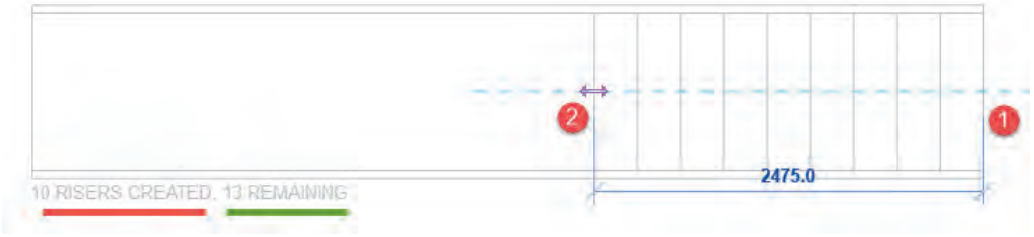
شکل ۹۰ ▲

۱- تراز یا طبقه‌ای که شروع پله‌ها بر روی آن قرار دارد
۲- تراز یا طبقه‌ای که بالای پله‌ها به آنجا خواهد رسید
۳- حداکثر ارتفاع تک پله. دقت داشته باشید که نرم‌افزار Revit با توجه به تراز بالا و پایین پله، تعداد پله و ارتفاع آن را محاسبه می‌کند. نرم‌افزار Revit فاصله دو تراز را به تعداد پله که یا به‌صورت پیش‌فرض تعیین می‌شود یا می‌توان آن را وارد کرد، تقسیم می‌کند و ارتفاع تک پله مورد نظر را نشان می‌دهد. اگر مقدار وارد شده در اینجا از عدد نشان داده شده کمتر باشد نرم‌افزار هشدار داده و اجازه ادامه کار را نمی‌دهد.
۴- حداقل عمق کف پله که معمولاً کمتر از عدد ۲۸ سانتی‌متر در نظر گرفته نمی‌شود.
۵- حداقل عرض پله، که بعداً نیز می‌توانید آن را تغییر دهید.
۶- با کمک این گزینه می‌توانید مشخصات بازوی پله را تغییر دهید.

ترسیم یک پله

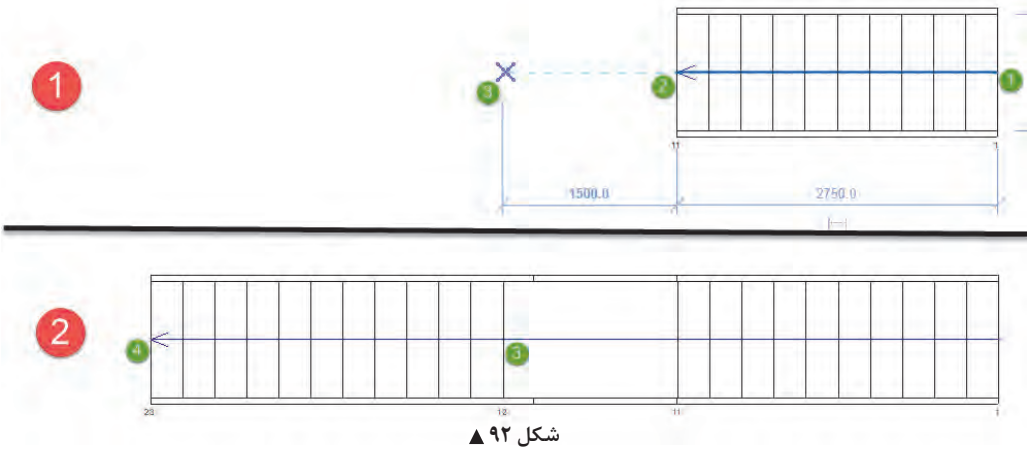
در اینجا به توضیح پله مستقیم و پله $\frac{۱}{۲}$ گردش به کمک دستور ترسیم مستقیم(Straight) می‌پردازیم.

برای ترسیم پله یک طرفه کافی است پس از انتخاب دستور و انجام تنظیمات مربوطه در صفحه کاری و در نقطه اول کلیک کنیم. سپس موس را در جهتی که می خواهیم جابه‌جا می‌کنیم. در زیر پله به‌صورت خاکستری کم‌رنگ، تعداد پله ترسیم شده و تعداد پله باقی مانده نوشته می‌شود.



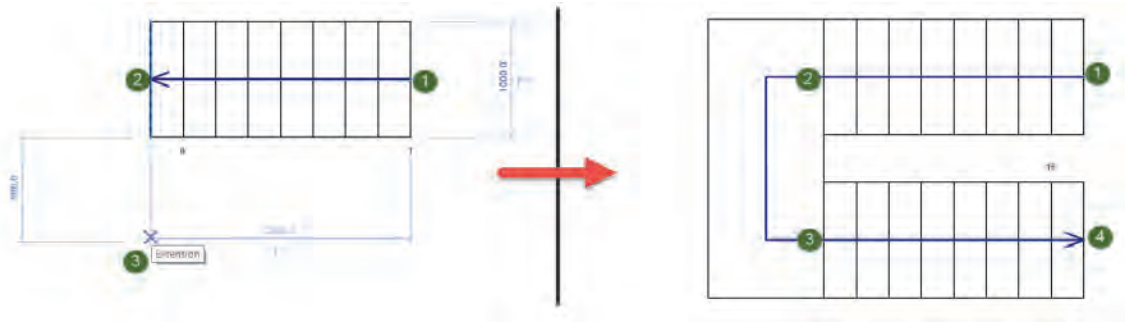
شکل ۹۱ ▲

زمانی که به تعداد صحیح پله ترسیم شد در نقطهٔ ۲ (انتهای بازوی اول) کلیک می‌کنیم. برای ایجاد پاگرد ماوس را در امتداد پله حرکت می‌دهیم و در نقطهٔ ۳ (ابتدای بازوی دوم) کلیک می‌کنیم. درنهایت ماوس را حرکت می‌دهیم تا به نقطهٔ ۴ انتهای بازی دوم برسیم و کلیک می‌کنیم. برای تکمیل ایجاد پله حتماً باید تیک سبز را بزنیم.



شکل ۹۲ ▲

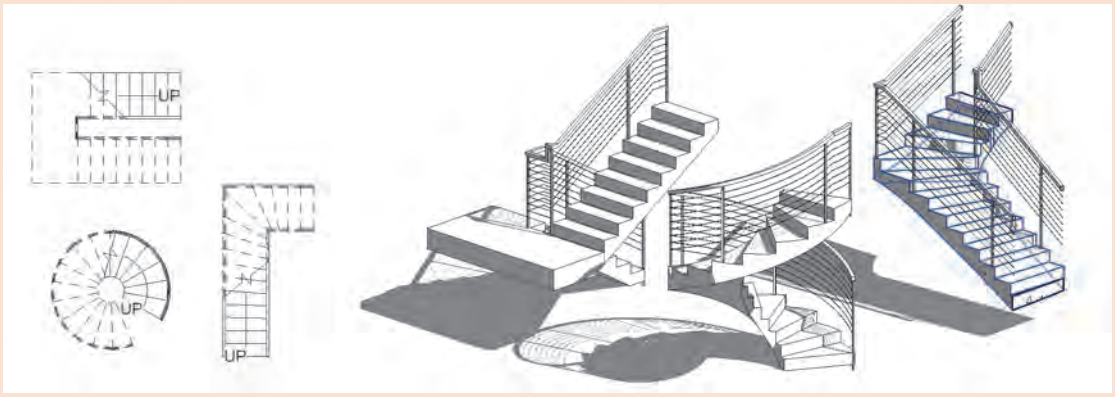
برای ایجاد پله دو طرفه یا یک دوم گردش مراحل فوق را تکرار می‌کنیم با این تفاوت که نقطهٔ ۳ (ابتدای بازوی دوم) عمود بر جهت حرکت بازوی اول قرار دارد. همان طور که در شکل می‌بینید با کلیک بر نقطهٔ ۳ پاگرد به صورت خودکار ایجاد می‌شود.



شکل ۹۳ ▲

فعالیت عملی ۱۷

به کمک ابزار Run سایر انواع پله‌ای را که می‌توانید درست کنید.



شکل ۹۴ ▲

فعالیت عملی ۱۸

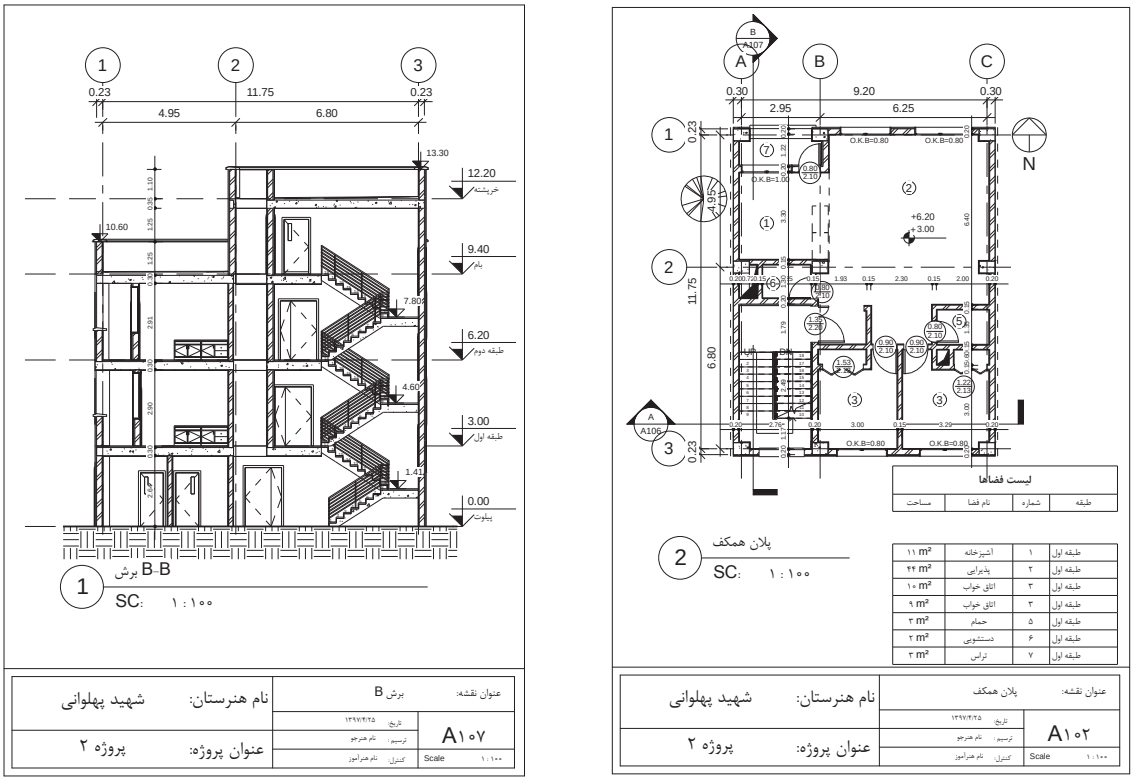
پله‌های ورودی پروژه ۱ را ایجاد کنید

فعالیت عملی ۱۹

پله‌های ارتباطی طبقات پروژه ۲ را ایجاد کنید.

تحویل پروژه در نرم‌افزار Revit

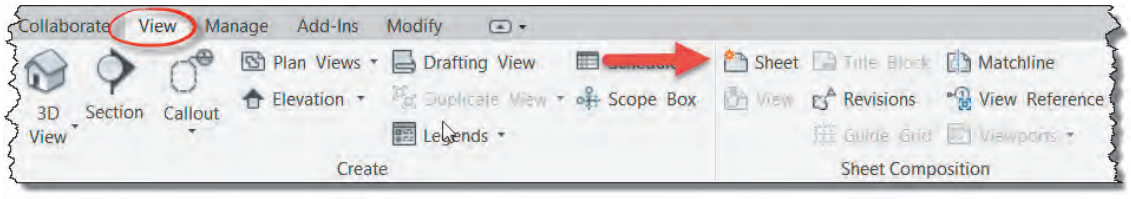
برای تحویل پروژه به کارفرما نیاز به قراردادن مدارک مانند پلان‌ها و نماها و ... در شیت به همراه کادر و جدول مشخصات مناسب است تا نقشه‌ها به عنوان مدرک دسته‌بندی و شماره بندی شده و قابل ارائه به کارفرما باشند.



شکل ۹۵ ▲

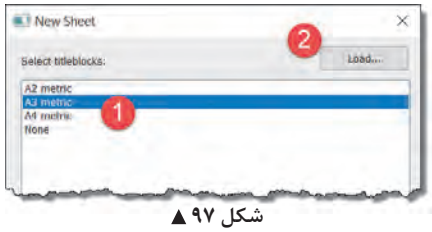
برای ایجاد شیت جدید باید از سربرگ View قاب Sheet Composition دستور Sheet را انتخاب کنید.

View > Sheet Composition > Sheet



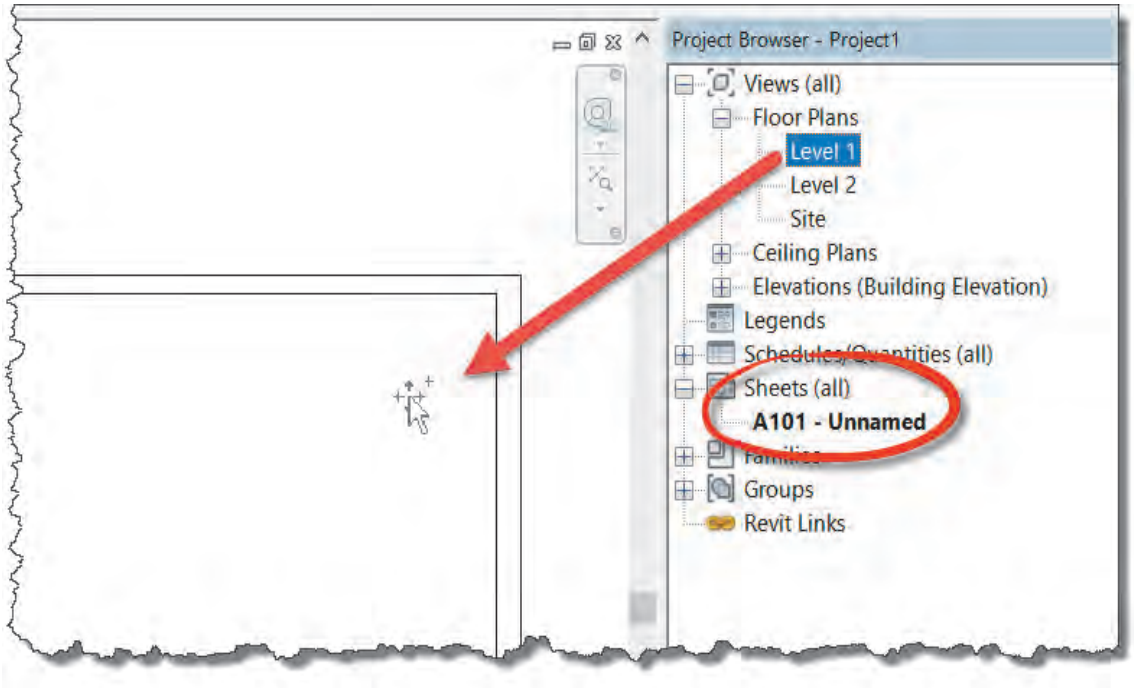
شکل ۹۶ ▲

از پنجره‌ای که باز می‌شود یکی از ابعاد کاغذ A۲ یا A۳ یا A۴ را انتخاب کنید. درصورتی که بخواهید شیت با جدول مشخصات دیگری را به پروژه وارد کنید می‌توانید از دکمه ...Load بالای پنجره استفاده کنید .



شکل ۹۷ ▲

با این کار، یک شیت جدید نقشه در پنجره Project Browser اضافه می‌شود. برای اضافه کردن هریک از مدارک به شیت کافی است آن را با موس از پنجره Project Browser بگیرید و به داخل شیت نقشه بکشید. (Click + Drag)



شکل ۹۸ ▲

برای تعیین مقیاس و تنظیم نمایش مدارک به منوی View Control Bar که در پایین هر مدرک قرار دارد توجه می‌کنیم.

شکل ۹۹ ▲

۱- Scale تغییر مقیاس نقشه: از این بخش می‌توانید مقیاس نقشه را تغییر دهید. وقتی مقیاس را عوض می‌کنید برای مشاهده تغییر اندازه‌ای که اتفاق می‌افتد، باید به شیت نقشه مراجعه کنید.

۲- Detail Level میزان جزئیات: سه سطح جزئیات مختلف برای نمایش عناصر در نرم‌افزار Revit در هر مدرک وجود دارد. بهتر است برای آنکه در زمان کار، سیستم رایانه شما کند نشود آن را در سطح Coarse (صرف نظر از نمایش جزئیات) قرار داده و در زمان خروجی گرفتن آن را به سطح Fine (بالاترین سطح نمایش جزئیات) تغییر دهید.

۳- Visual Style سبک نمایش: سبک‌های مختلفی را برای نمایش اشیاء در محیط کاری را به شما ارائه می‌دهد، که هریک با توجه به نوع مدرک مناسب است. حالت Hidden Line برای ارائه نقشه‌های دو بعدی مناسب است.
۴- Sun Path مسیر خورشید: در پروژه‌های مهم با مشخص کردن محل دقیق ساختمان بر روی کره زمین، جزئیات سایه‌ها و تابش خورشید در تمامی اوقات سال را بازتولید و مشاهده و محاسبه کرد.
۵- Shadows سایه: با روشن کردن این گزینه سایه عناصر در پروژه با توجه به روشن و خاموش بودن مسیر خورشید Sun Path نمایش داده می‌شود.
۶- Crop View قاب دید: با استفاده از این گزینه تعیین می‌کنیم که فقط عناصر قرار گرفته در محدوده قاب دید، دیده شود یا در صورت خاموش بودن تمامی عناصر موجود در مدرک دیده شوند. برای تعیین محدوده قاب دید کافی است بروی گزینه سمت راست Crop View، Show/Hidden Crop Region کلیک کنید. در صورت روشن بودن محدوده قاب می‌توانید آن را در مدرک انتخاب کرده و اندازه آن را تغییر دهید.

نکته

توجه شود در صورت خاموش بودن Crop View تمامی عناصر مشاهده می‌شوند و Crop Region فقط تعیین کننده محدوده هستند.

فعالیت عملی ۲۲

برای تحویل پروژه به تعداد کافی شیت‌های نقشه ایجاد کرده و پس از تکمیل اطلاعات نقشه در جدول مشخصات آن مدارک زیر را برای تحویل نهایی کار به آنها اضافه کنید.

۱- سایت پلان
۲- کلیه پلان‌های همکف و طبقات
۳- پلان شیب‌بندی بام
۴- نماهای اصلی
۵- برش‌ها
۶- دیتیل‌های لازم
۷- جزئیات در و پنجره

خروجی نقشه‌ها بر روی کاغذ در نرم‌افزار Revit

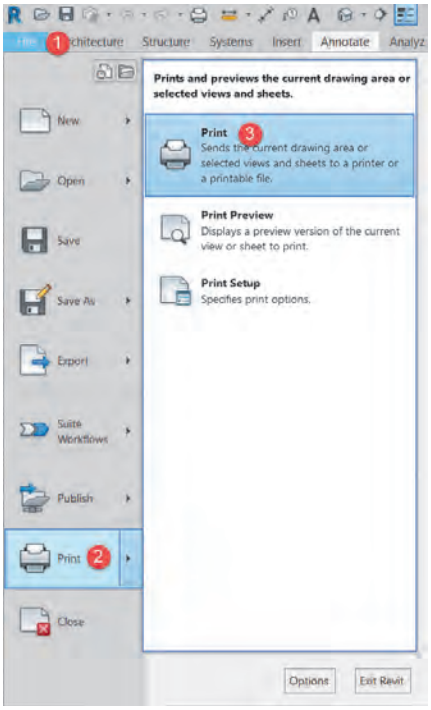
از سربرگ File منوی Print و از آنجا دستور Print را انتخاب کنید .

پنجره Print باز می‌شود. در این پنجره می‌توانید ضمن تنظیمات اولیه چاپگر از قسمت‌های مورد نیاز بر روی کاغذ چاپ بگیرید.

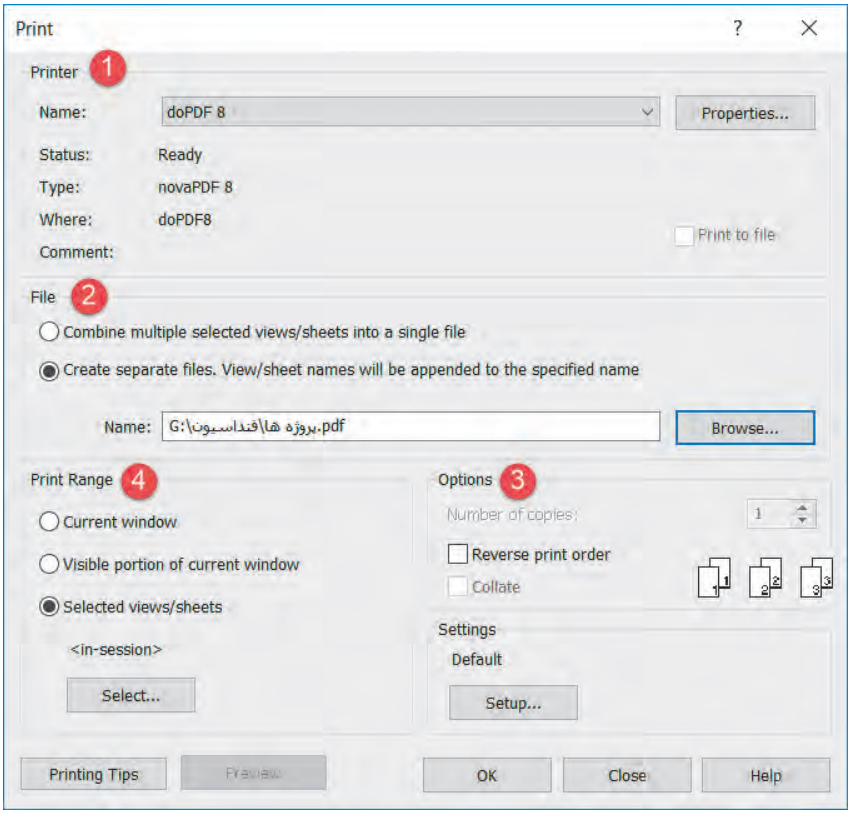
۱- Printer: در این بخش و از کرکره افتادنی مقابل می‌توان چاپگر خود را از میان چاپگرهای تعریف شده برای رایانه انتخاب کرد.

۲- File: درصورتی که چاپگر شما مجازی باشد، می‌توانید از این بخش محل ذخیره فایل چاپ شده را مشخص کنید.

۳- Options: با زدن دکمه ...Setup می‌توانید تنظیمات چاپ مانند ابعاد کاغذ و رنگی یا سیاه و سفید بودن چاپ را تعیین کنید .



شکل ۱۰۰ ▲



شکل ۱۰۱ ▲

۴- Print Range: در این قاب می‌توانید تعیین کنید که چه چیزی را چاپ خواهید کرد.

• مدرک جاری که در آن قرار دارید را چاپ می‌گیرد. مثلاً اگر در دید نمای شمالی باشید، نمای شمالی را به طور کامل برای شما چاپ می‌گیرد.

• بخشی از مدرک جاری که دیده می‌شود را چاپ می‌گیرد. مثلاً اگر بخشی از نمای شمالی را بزرگ‌نمایی کرده باشید، فقط آن بخش از نما را که در صفحه نمایشگر دیده می‌شود را چاپ می‌گیرد.

• با زدن دکمه Select در زیر این بخش لیستی از مدارک و شیت‌های موجود در پروژه به نمایش در می‌آید و شما می‌توانید انتخاب کنید که کدام‌یک از مدارک یا نقشه‌ها چاپ شوند.

فعالیت عملی ۲۳

از شیت‌های نقشه پروژه ۱ چاپ بگیرید.

فعالیت عملی ۲۴

از شیت‌های نقشه پروژه ۲ چاپ بگیرید.

ارزشیابی شایستگی کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری

شرح کار:
مطابق نقشه‌های معماری و با استفاده از نرم‌افزار Revit، کلیهٔ اجزای سازه‌ای مدل شده و مدارک مناسب مانند پلان‌ها، نماها، برش‌ها را طبق ضوابط فنی و زیر نظر هنرآموز ایجاد و اندازه‌گذاری کرده و در قالب نقشه خروجی گرفته شود.

استاندارد عملکرد:
به کمک نرم‌افزار و بر اساس نقشه‌های ارائه شده در کتاب یا توسط هنرآموز، ساختمان مورد نظر را مدل کرده و نقشه‌های معماری و اجرائی را مطابق دستورالعمل نشریهٔ ۲۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ارائه دهد.

شاخص‌ها:
دقت رعایت اصول فنی در اجزای ساختمان - اندازه‌گذاری صحیح و کامل مدارک - ترتیب صحیح ارائهٔ نقشه‌ها - زمان ۶ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام مدل سازی نقشه‌های معماری و اجرائی ساختمان با نرم‌افزار در سایت رایانه.

ابزار و تجهیزات:
- رایانه به همراه چاپگر و برنامهٔ Revit ورژن ۲۰۱۸

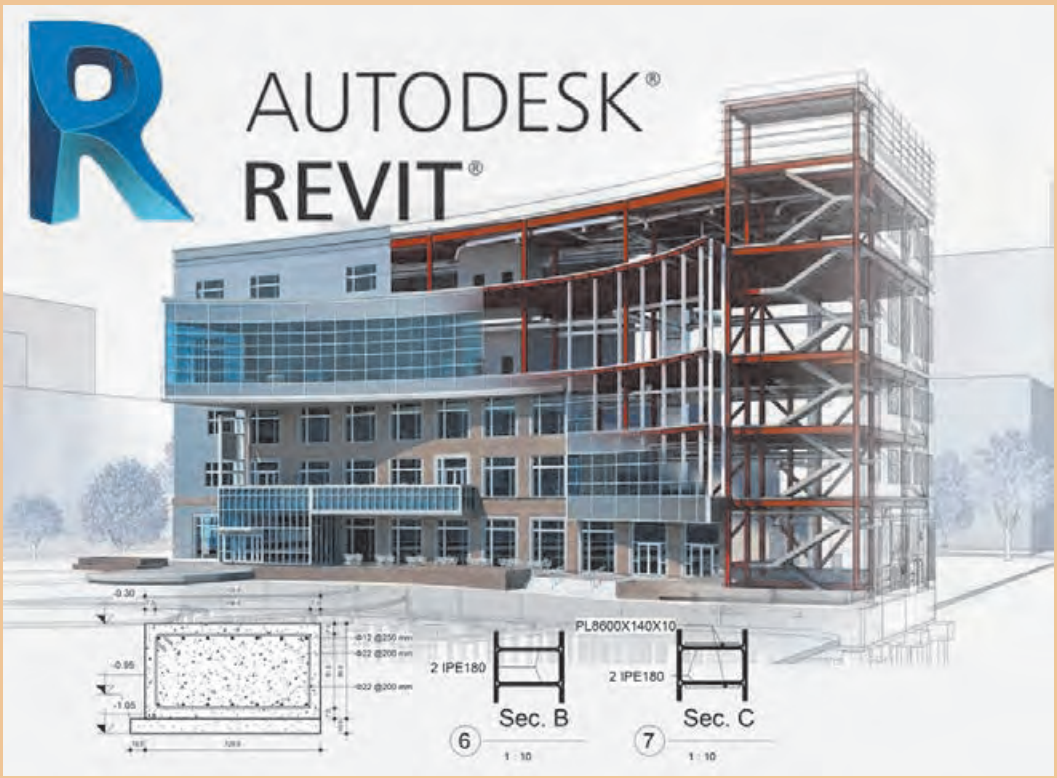
معیار شایستگی:

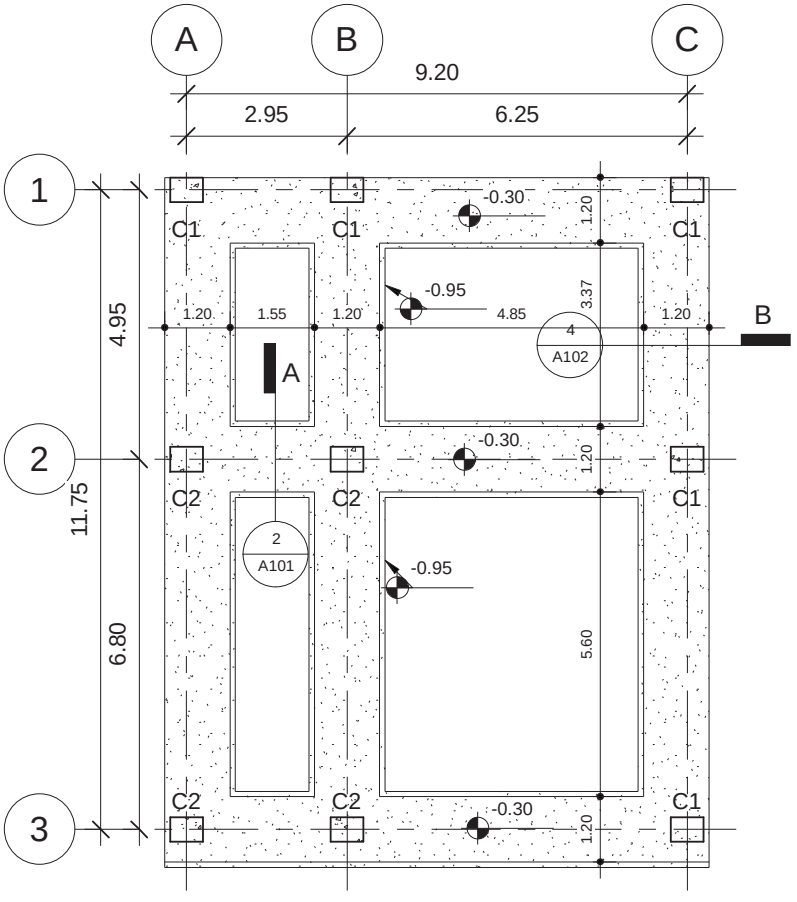
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	ایجاد و مدل‌سازی سازهٔ ساختمان	۲	
۲	ایجاد مدارک مناسب و کافی	۲	
۳	ترسیم جزئیات	۲	
۴	اندازه‌گذاری صحیح مدارک	۲	
۵	ارائهٔ نقشه‌ها	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان		۲	
میانگین نمرات			*

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

پودمان ۳

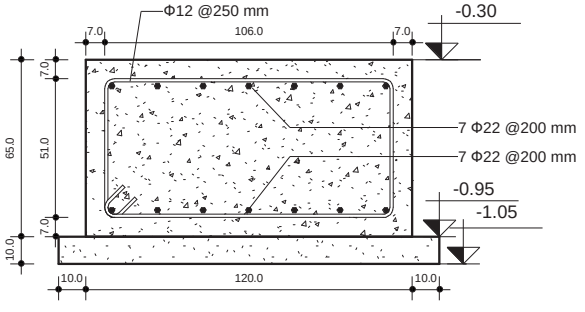
کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه





تیپ بندی ستون ها و اندازه گذاری فونداسیون

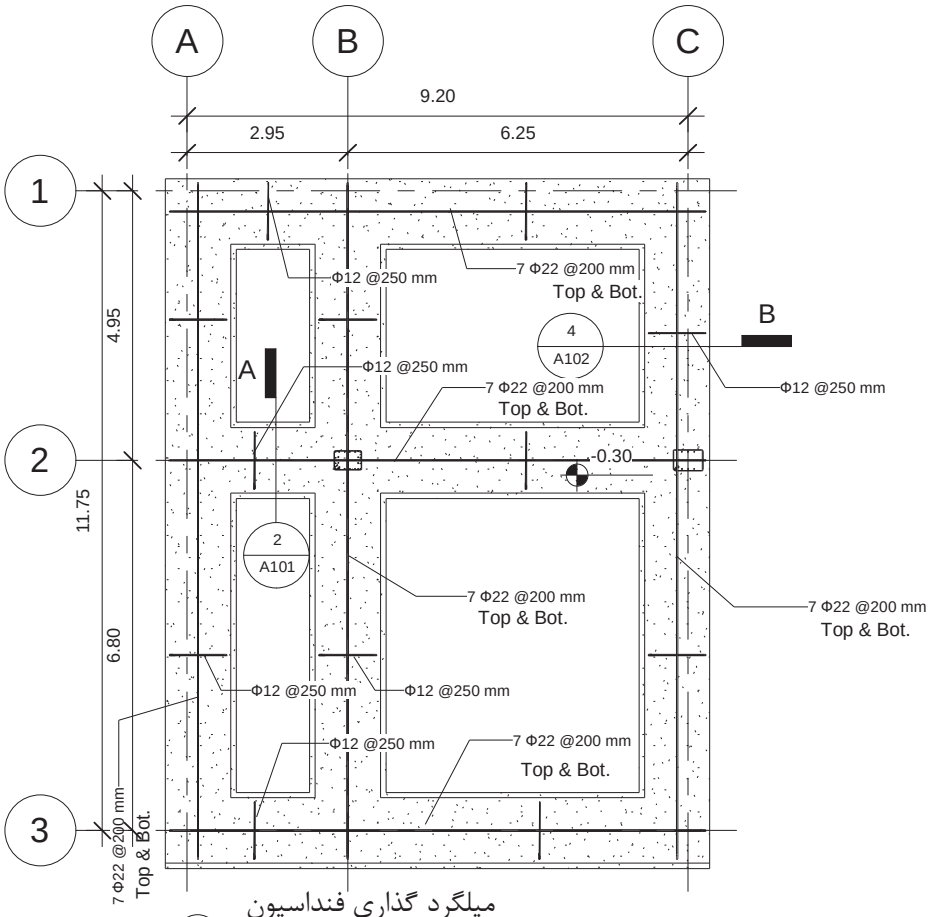
1 : 100



Sec. A

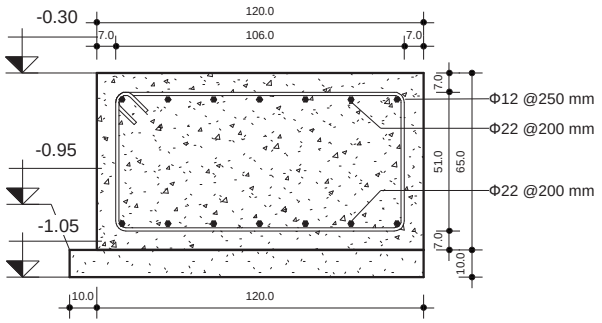
1 : 20

نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی	عنوان نقشه: اندازه گذاری فونداسیون	
	تاریخ: 97/4/30	A101
عنوان پروژه ۱	ترسیم : نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale As indicated



میلگرد گذاری فنداسیون

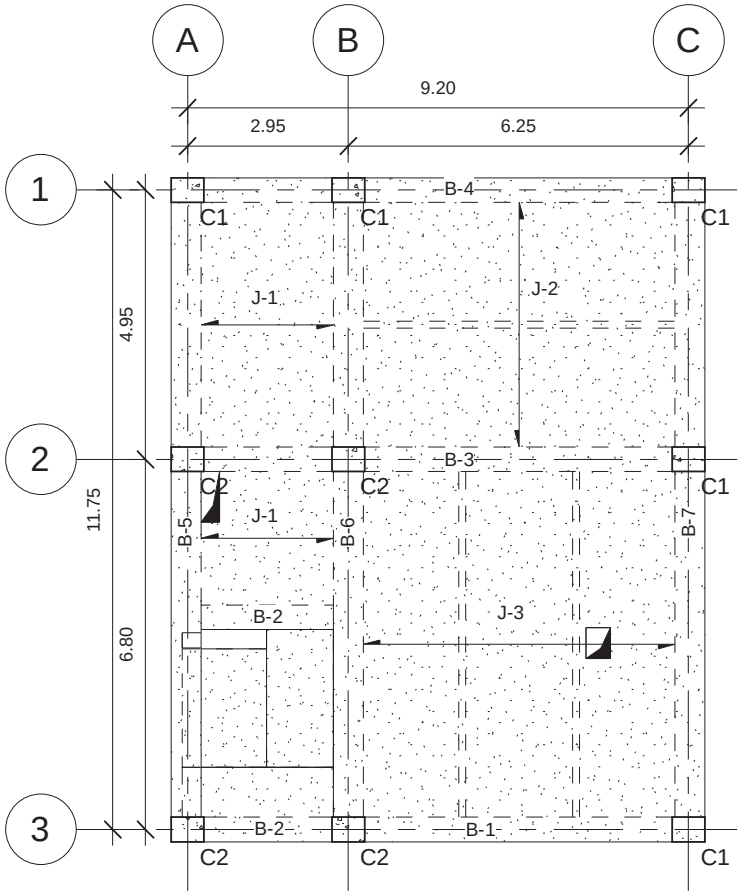
3 — 1 : 100



Sec. B

4 — 1 : 20

نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی	عنوان نقشه: میلگرد گذاری فنداسیون
عنوان پروژه ۱	تاریخ: 97/4/30 — A102
	ترسیم: نام هنرجو
	کنترل: نام هنرآموز — Scale As indicated



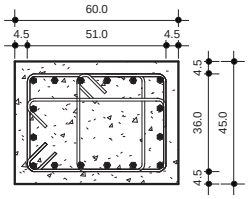
+2.90 , +6.10, +9.30

پلان تیر ریزی سقف اول و دوم و سوم

5

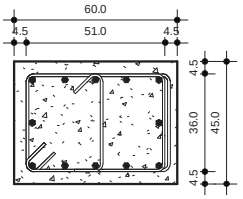
1 : 100

نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی	عنوان نقشه: پلان تیر ریزی	
	تاریخ: 97/4/30	A103
عنوان پروژه ۱	ترسیم : نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale 1 : 100



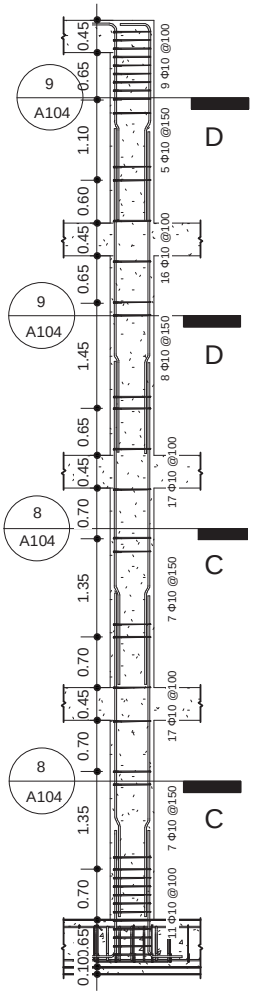
8 Sec. C

1 : 20



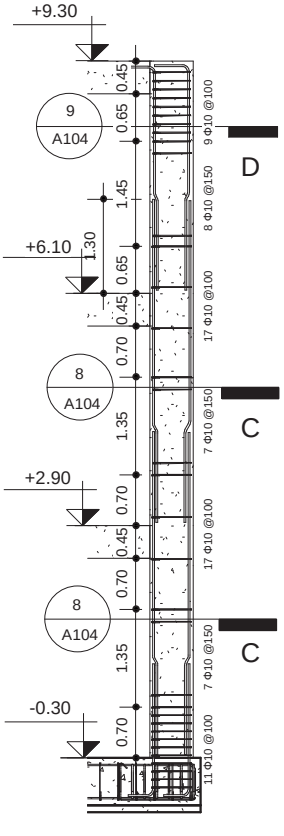
9 Sec. D

1 : 20



6 C-2 n=4

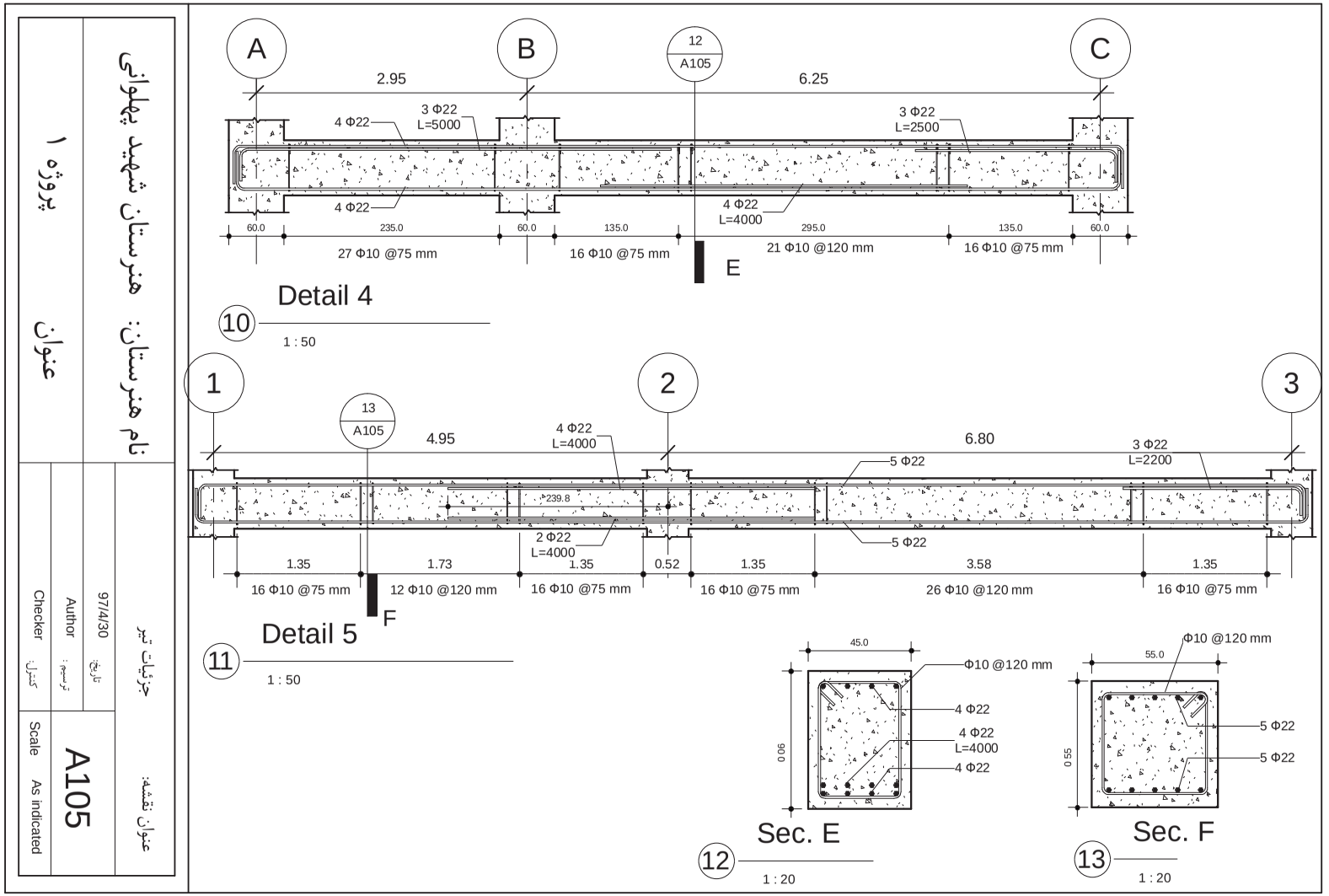
1 : 75



7 C-1 n=5

1 : 75

نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی	عنوان نقشه: جزئیات ستون	
	تاریخ: 97/4/30	A104
عنوان: پروژه ۱	ترسیم : نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale As indicated

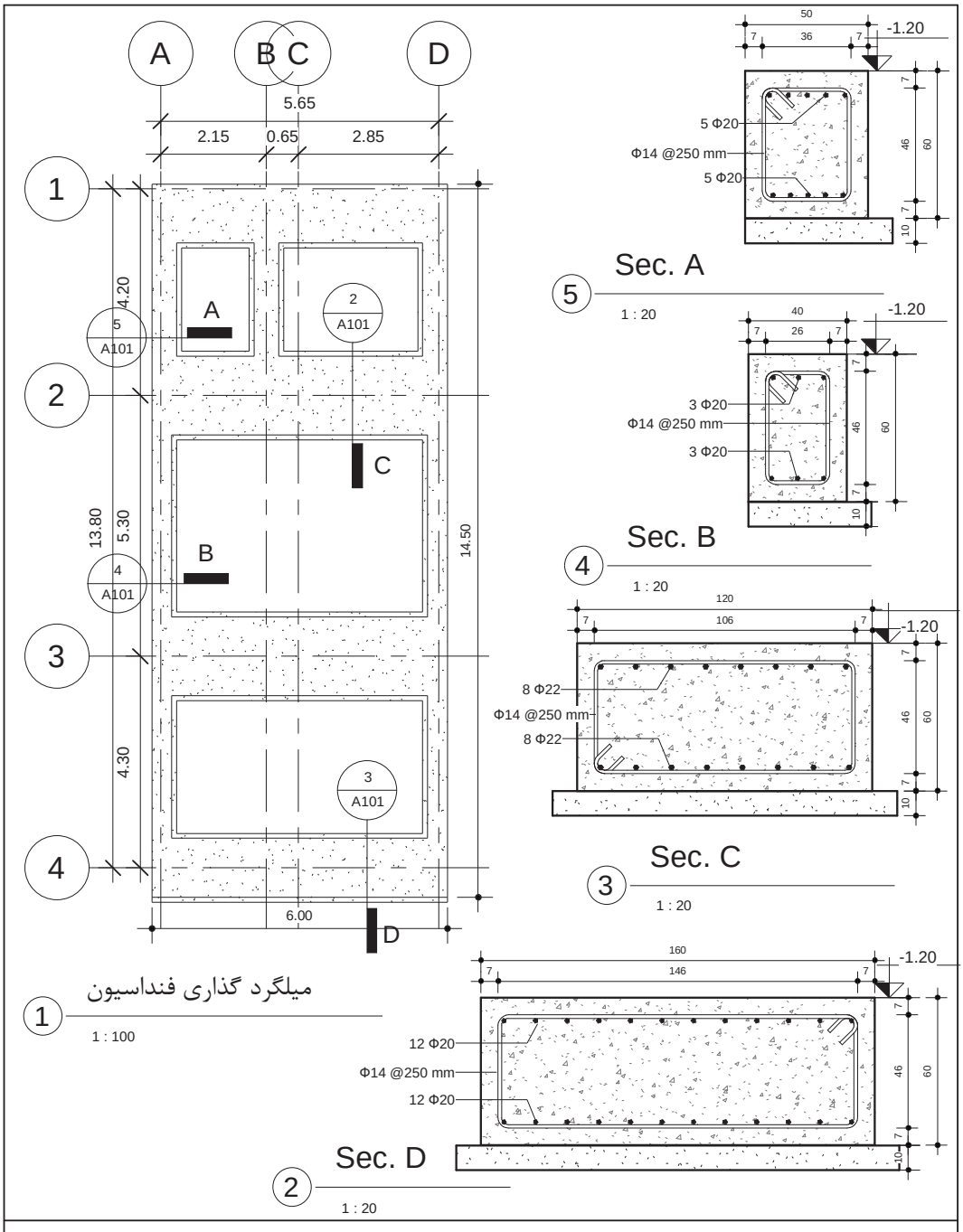


نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی

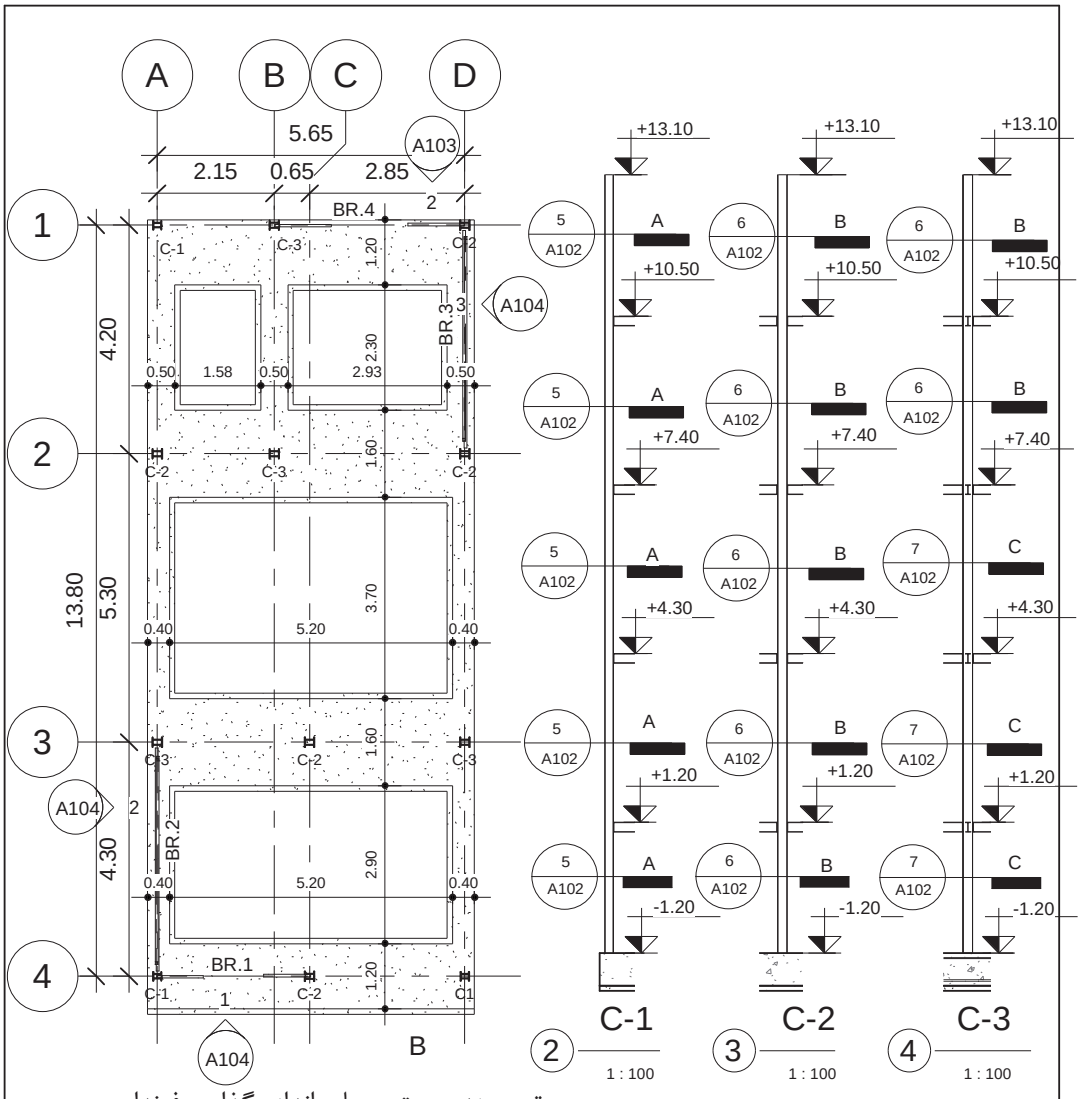
پروژه ۱

عنوان

جزئیات تیر	تاریخ: 97/4/30	
عنوان نقشه:	ترسیم: Author	A105
	کنترل: Checker	Scale As indicated

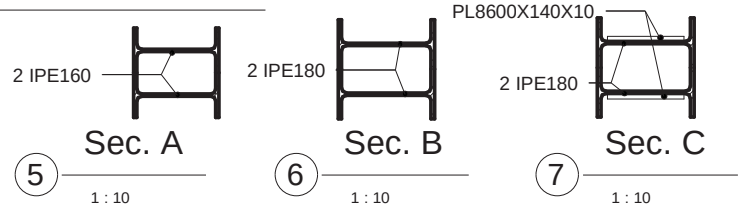


نام هنرستان:	شهید پهلوانی	عنوان نقشه:	میلگردگذاری فونداسیون
عنوان	پروژه ۲	تاریخ: 97/4/30	A101
		ترسیم : نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	Scale As indicated

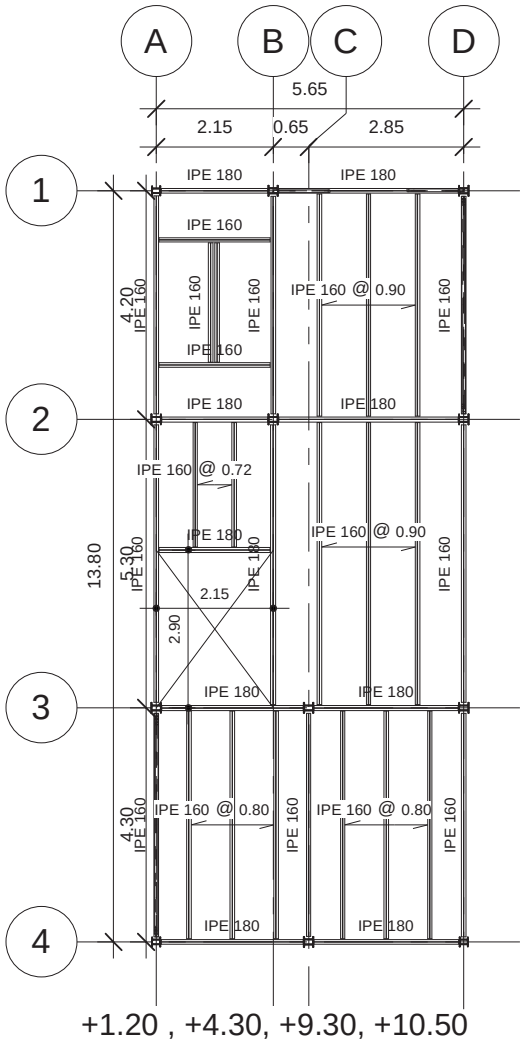


تیپ بندی ستون ها و اندازه گذاری فونداسیون

1 — 1 : 100

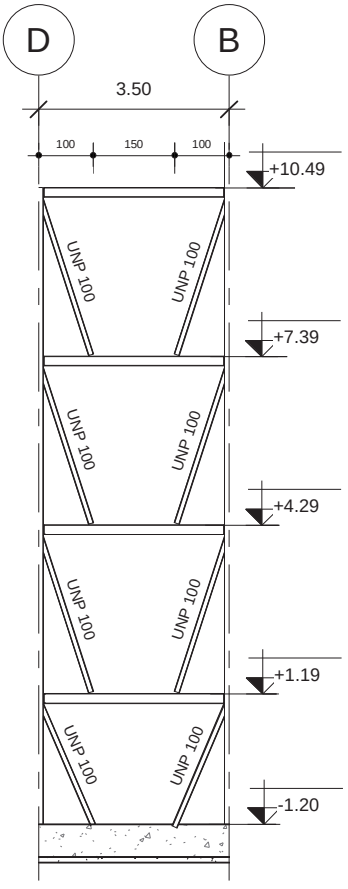


نام هنرستان: شهید پهلوانی	عنوان نقشه: اندازه گذاری فونداسیون و تیپ بندی ستون	
	تاریخ: 97/4/30	A102
عنوان پروژه ۲	ترسیم : نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale As indicated



پلان تیر ریزی سقف

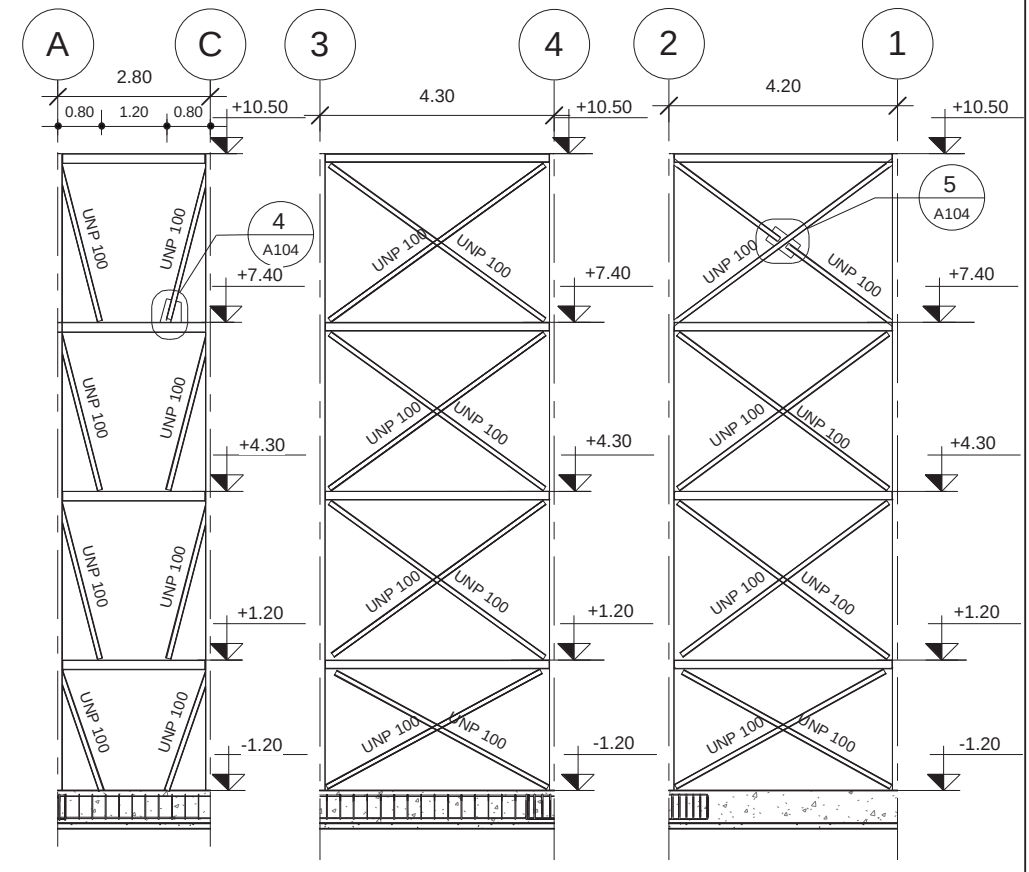
1 : 100



BR - 4

1 : 100

نام هنرستان: شهید پهلوانی	عنوان نقشه: پلان تیر ریزی	
	تاریخ: 97/4/30	A103
عنوان پروژه ۲	ترسیم : نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale 1 : 100



BR - 1

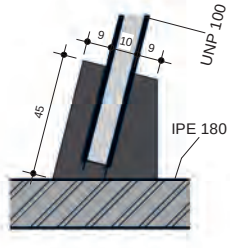
1 : 100

BR - 2

1 : 100

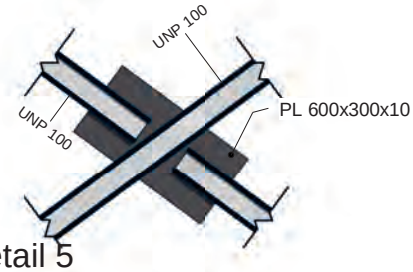
BR - 3

1 : 100



Detail 4

1 : 20



Detail 5

1 : 20

نام هنرستان: شهید پهلوانی	عنوان نقشه: جزئیات بادبندها	
	تاریخ: 97/4/30	A104
عنوان: پروژه ۲	ترسیم : نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	Scale As indicated

استاندارد عملکرد

به کمک نرم‌افزار و بر اساس نقشه‌های ارائه شده در کتاب یا توسط هنرآموز، ساختمان مورد نظر را مدل کرده و نقشه‌های سازه‌ای و اجرائی را مطابق دستورالعمل نشریهٔ ۲۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ارائه دهد.

مقدمه

پس از یادگیری ایجاد یک پروژه معماری و تولید اسناد نقشه‌های فاز ۲ معماری توسط نرم‌افزار Revit در این پودمان سعی می‌شود تا با بخش دیگری از این نرم‌افزار که ایجاد پروژه سازه‌ای و تولید نقشه‌های اجرایی سازه است، آشنا شویم.

تأکید اصلی در این بخش بر یادگیری شروع به کار و درک مفاهیم اولیه و اصلی برای تولید نقشه‌هاست و با توجه به حجم گسترده نرم‌افزار و محدودیت زمان پودمان امکان آموزش کلیه امکانات این نرم‌افزار وجود ندارد.

درواقع آنچه که نرم‌افزار Revit را به برترین نرم‌افزار برای BIM تبدیل می‌کند قابلیت انجام همزمان پروژه‌ها در سه بخش اصلی معماری، سازه و تاسیسات می‌باشد. این پروژه‌ها را می‌توان در یک پروژه واحد یا به صورت ارتباط داده شده (Link) انجام داد.

به طور طبیعی هرگونه تغییرات در هر بخش (مثلاً معماری) به طور خودکار در سایر پروژه‌ها بارگذاری شده و به مهندسان مربوطه (مثلاً مهندسان تاسیسات یا سازه) هشدار می‌دهد. این هماهنگی احتمال خطای انسانی یا حتی سیستمی بین نرم‌افزارهای تخصصی جداگانه را از بین می‌برد.

قابل ذکر است که امروزه برای تولید اسناد و نقشه‌های سازه‌ای نرم‌افزارهای بسیار قدرتمندتری از Revit وجود دارند، اما سه ویژگی ما را بر آن داشت تا در این پودمان به تولید نقشه‌های سازه‌ای توسط نرم‌افزار Revit بپردازیم.

نخست آنکه Revit سازه‌ای مانند Revit معماری بسیار ساده و روان و بر اساس تفکر اجرایی شکل گرفته و یادگیری آن می‌تواند مکمل یادگیری Revit معماری باشد.

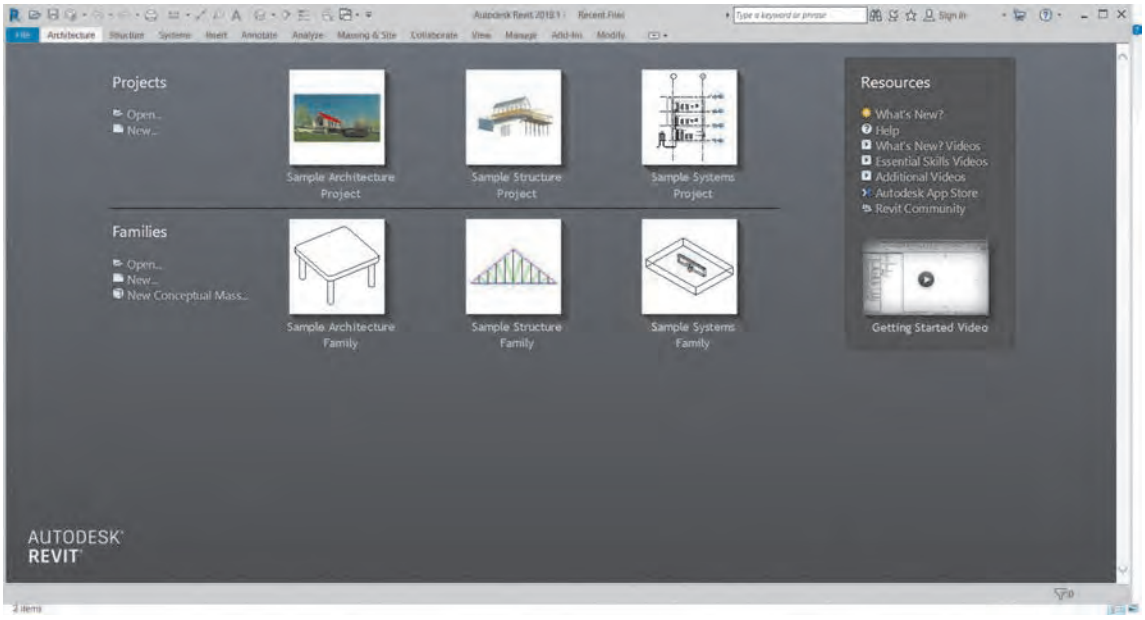
دوم آنکه ارتباط بین مدل معماری و مدل سازه‌ای (و همچنین مدل تأسیسات) در نرم‌افزار Revit اصلی‌ترین چیزی است که Revit را به قدرتمندترین نرم‌افزار BIM تبدیل کرده است. یادگیری و آشنایی با بخش‌های مختلف نرم‌افزار برای کاربرانی که در گروه‌های مختلف یک پروژه مشغول تولید نقشه‌ها هستند مفید و حتی ضروری است.

سومین دلیل برای آموزش بخش سازه‌ای Revit دراین پودمان آیندهٔ بخش سازه‌ای نرم‌افزار است. با وجود اعتراف به این موضوع که Revit سازه‌ای برترین نرم‌افزار سازه‌ای حال حاضر نیست، اما شرکت تولید کننده این نرم‌افزار در نسخه‌های اخیر بر روی گسترش این بخش به شدت تلاش کرده و در آخرین نسخه‌های نرم‌افزار امکانات دقیق‌تری برای تولید نقشه‌های سازه‌ای به‌وجود آورده است.

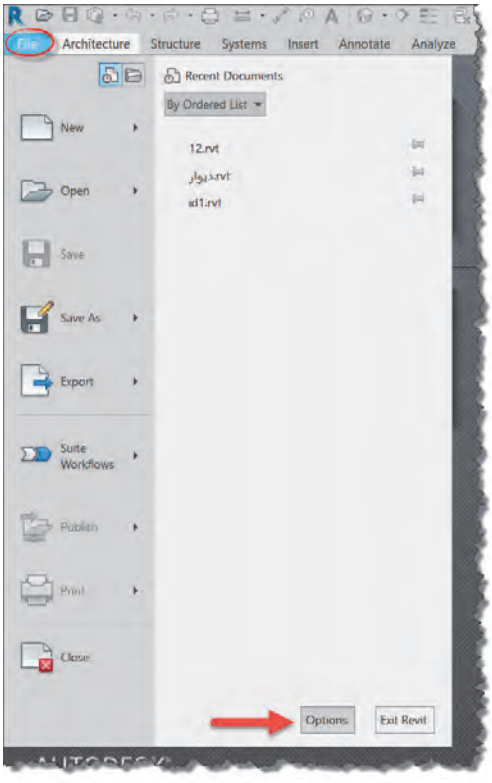
آشنایی با اصول تولید نقشه‌های سازه‌ای Revit می‌تواند هنرجو را برای حضور در بازار کار آینده آماده کند.

شروع به کار با نرم‌افزار Revit برای ایجاد پروژه سازه‌ای

پس از باز شدن نرم‌افزار Revit صفحه ابتدایی نرم‌افزار برای شما باز می‌شود.



شکل ۱ ▲

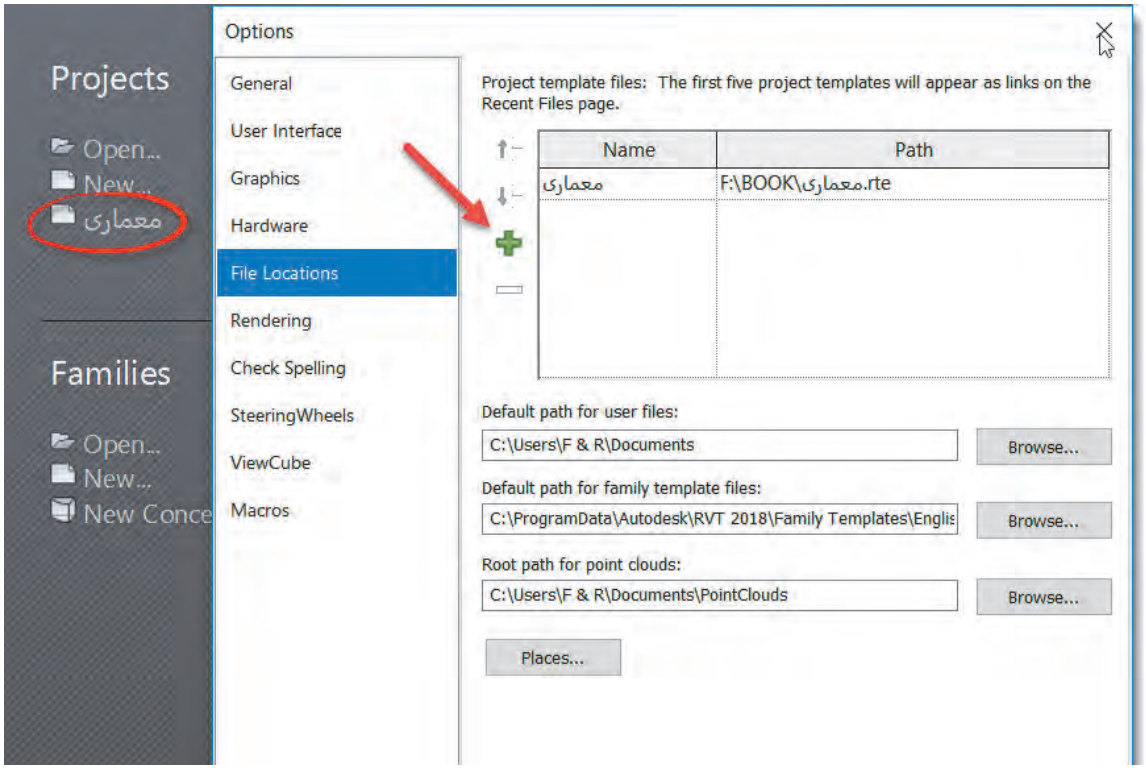


شکل ۲ ▲

از آنجا که پیش از این با محیط صفحه ابتدایی نرم‌افزار آشنا شده‌ایم به سراغ ایجاد پروژه سازه‌ای می‌رویم. برای این کار می‌توانید از صفحه شروع بر روی گزینه New کلیک کنید و یا بهتر است قالب سازه‌ای آماده در زیر گزینه New را انتخاب کنید. قالب آماده Template سازه، فایلی است که تمام تنظیمات مورد نیاز یک پروژه سازه‌ای، همچنین خانواده‌های مورد نیاز در آن وارد و سپس ذخیره شده‌است. استفاده از قالب باعث می‌شود با ورود به پروژه نیازی به انجام تنظیمات وقت‌گیر اولیه نباشد.

در صورتی که قالب آماده سازه‌ای به Revit معرفی نشده باشد در زیر گزینه New چیزی وجود نخواهد داشت. برای تعریف محل قرارگیری قالب آماده بر روی منوی File (در نسخه‌های قدیمی‌تر بر روی آیکون Revit در بالا سمت چپ) کلیک می‌کنیم. در پایین لیست کشویی باز شده بر روی دکمه Option کلیک می‌کنیم تا پنجره Option باز شود.

در سمت چپ پنجره باز شده بر روی دکمه File Location کلیک کرده و به این بخش وارد می‌شویم. در بالای این بخش جدولی وجود دارد که لیست قالب‌های معرفی شده به نرم‌افزار و همچنین محل ذخیره آنها بر روی سیستم را نشان می‌دهد. در این شکل چون ما قبلاً قالب معماری را به نرم‌افزار معرفی کرده‌ایم نام آن را در جدول پنجره Option و همچنین در صفحه اولیه در زیر گزینه New می‌بینیم.

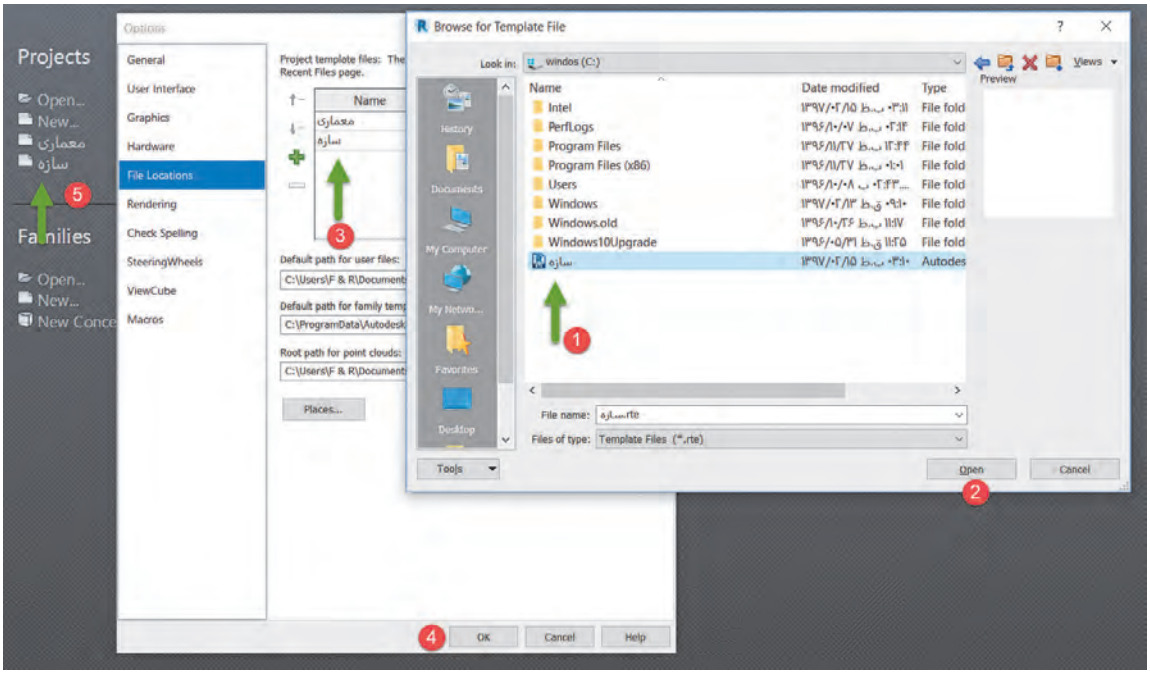


شکل ۳ ▲

برای معرفی یک قالب جدید (اینجا قالب سازه‌ای) کافی است بر روی دکمه + سبز رنگ کنار جدول کلیک کنید. در پنجره‌ای که باز می‌شود، شما می‌توانید از روی دیسک سخت (هارد) رایانه خود جستجو کرده و قالب را انتخاب و به جدول اضافه کنید. (شکل ۴)

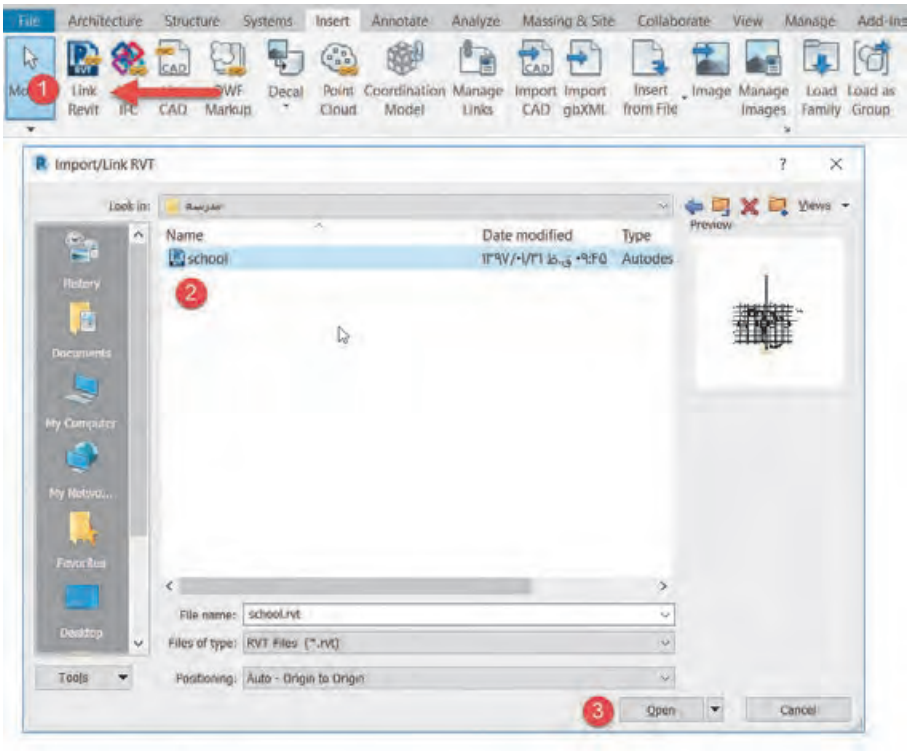
پس از معرفی قالب سازه‌ای به نرم‌افزار مشاهده می‌کنید که در زیر گزینه New نام قالب ظاهر می‌شود. حال می‌توانید با انتخاب قالب سازه‌ای یک پروژه جدید را شروع کنید.

پس از ورود به محیط پروژه مشاهده می‌کنید که تقریباً مانند محیط قالب معماری است و از نظر ظاهری فقط در پنجرهٔ Properties به جای پلان معماری Floor Plans دارای پلان‌های سازه‌ای می‌باشد (Structure Plans) . تفاوت این دو نوع پلان نیز فقط در نوع نمایش عناصر سازه‌ای و معماری می‌باشد. البته محیط قالب سازه‌ای بر اساس نیازهای مدل سازی سازه‌ای تنظیم شده و دارای عناصر از پیش بارگذاری شده سازه‌ای می‌باشد. در اینجا شما می‌توانید مانند محیط معماری از صفر شروع به ایجاد یک پروژه کامل سازه‌ای نمایید. اما همانطور که پیش از این نیز گفته شد مهم‌ترین هدف آموزش Revit سازه‌ای یادگیری ارتباط میان پروژه معماری و پروژه سازه می‌باشد.



شکل ۴ ▲

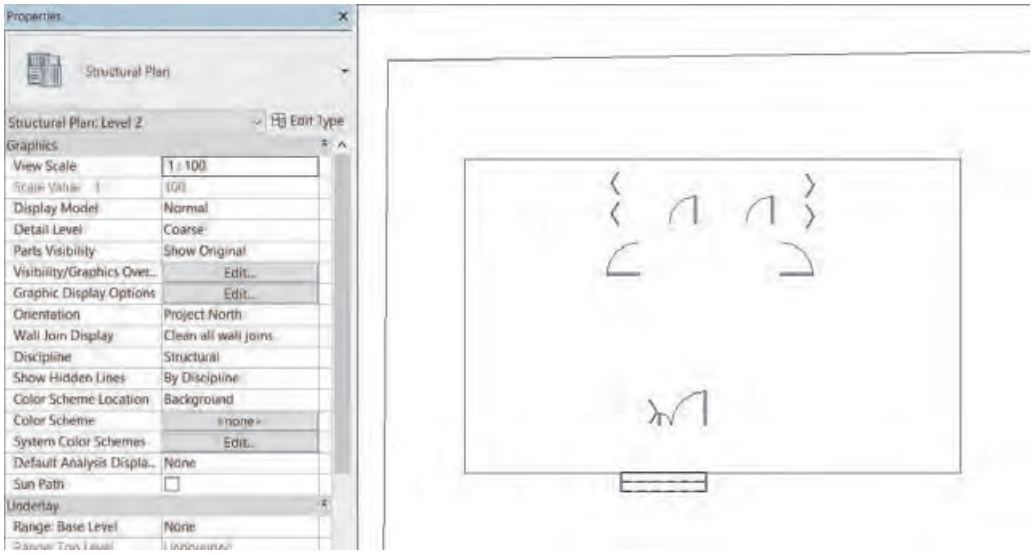
ایجاد ارتباط بین پروژه موجود و یک پروژه خارجی



شکل ۵ ▲

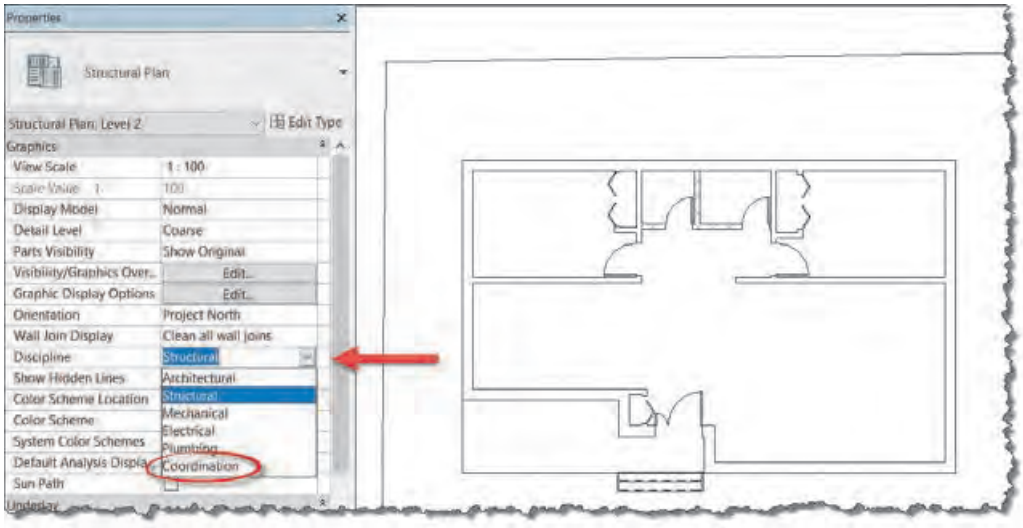
اگر به سربرگ Insert سری بزنید، می‌توانید امکانات Revit در وارد کردن و استفاده از فایل‌های خارجی را ببینید. امکاناتی مانند درج کردن یک عکس یا فایل اتوکد و یا ایجاد ارتباط با یک فایل کد یا پروژه Revit. برای ایجاد ارتباط با یک پروژه Revit بر روی RVT Link کلیک می‌کنیم.

پس از ایجاد ارتباط با یک فایل معماری مشاهده می‌کنیم که در پلان‌های مختلف بخش‌هایی از پلان معماری دیده می‌شود. علت این امر تفاوت دید میان پلان‌های سازه‌ای و پلان‌های معماری است. برای آنکه بتوانیم پلان معماری را به طور کامل ببینیم در یکی از دیدهای پلان سازه‌ای قرار می‌گیریم. در حالتی که هیچ چیز انتخاب نباشد پنجره Properties توضیحات مربوط به پلان سازه‌ای را نمایش می‌دهد.



شکل ۶ ▲

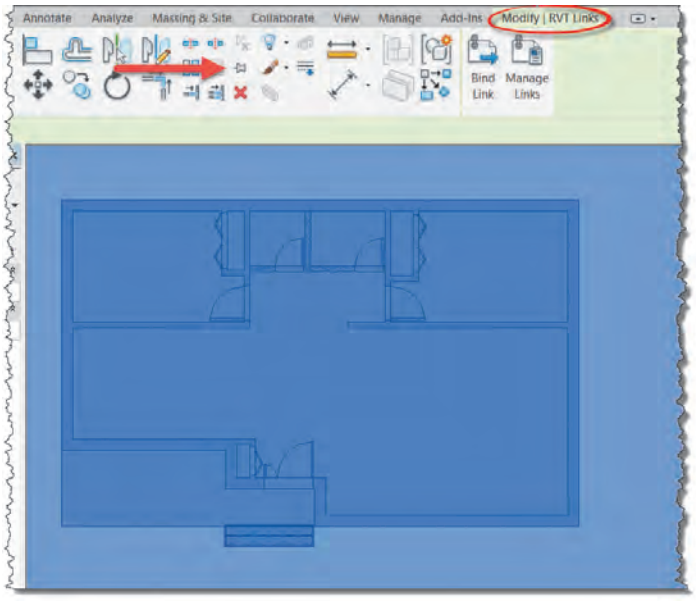
در بخش Graphics از پنجره توضیحات در مقابل Discipline نظام این دید از پلان را که بر روی Structural (سازه‌ای) قرار گرفته به Coordination (حالت هماهنگ) تغییر دهید تا بتوانید علاوه بر اجزای سازه‌ای، اجزای معماری فایل ارتباط داده شده را نیز ببینید. توصیه می‌شود که پس از تکمیل پروژه و زمان خروجی گرفتن از نقشه‌ها Discipline را دوباره به حالت Structural برگردانید.



شکل ۷ ▲

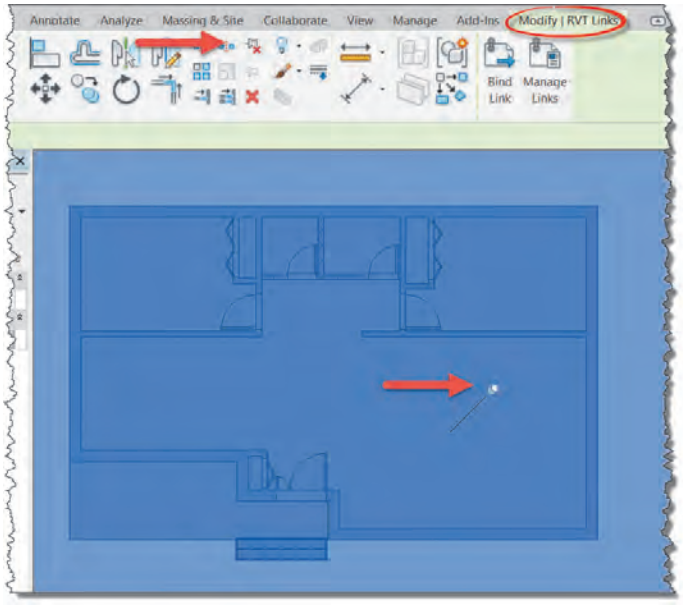
قفل کردن پروژه لینک شده Pin:

بـر روی یـک نقطـه از پـروژه‌ای کـه وارد کـرده ایـد کلیـک کنید تـا انتخاب شـود. در ایـن حالـت نـوار ریبـون به رنگ سـبز درآمـده و در سـربرگ Modify|RVT Link قـرار می‌گیـرد. در حالـی کـه فایل انتخـاب اسـت از قـاب Modify دسـتور Pin را انتخـاب می‌کنیـم تـا پـروژه معمـاری ارتبـاط داده شـده در محـل خـود سـنجاق شـود و نتـوان آن را جابجا یـا حـذف کـرد. فایـده سـنجاق (Pin) کـردن ایـن اسـت که اگـر در هنـگام کار بـه صـورت اتفاقـی فایـل لینـک شـده را جابجـا یـا حـذف کنیـد، کل تنظیمـات پـروژه سـازه‌ای بـه هـم می‌خـورد.



شکل ۸ ▲

پـس از pin کـردن فایـل لینـک شـده به پروژه علامت یک سـوزن تـه گرد بر روی آن ظاهـر می‌شـود کـه نشـان می‌دهد در جـای خـود سـنجاق شـده اسـت. بـرای خـارج کـردن فایـل لینـک شـده از ایـن وضعیـت بایـد آن را انتخـاب و بـر روی دسـتور Unpin در قـاب Modify کلیک کنید .

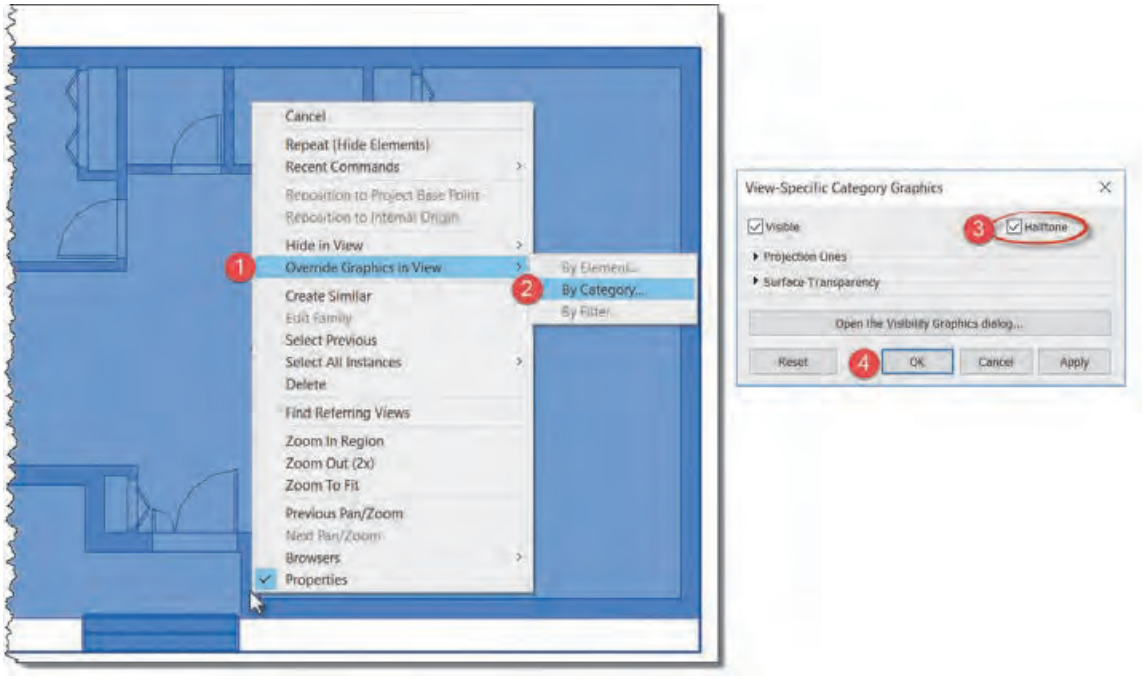


شکل ۹ ▲

تغییر نمایش فایل لینک شده به صورت نیم سایه Halftone:

همـان طـور کـه در محـل پروژه دیده می‌شـود، فایل لینک شـده با خطوط مشـکی پـر و مانند یـک مدل کامل در صفحـه دیـده می‌شـود. ایـن امر ممکن اسـت در هنـگام کار بر روی پروژه سـازه‌ای و مدل کـردن بخش‌های مختلـف آن مانـع از دیـد درسـت شـده و ایجـاد خطـا نمایـد. راه‌حل Revit بـرای این مسـاله ایجـاد حالت نیم سـایه برای فایل لینک شـده اسـت.

بـر روی فایـل لینـک شـده راسـت کلیـک کنیـد و گزینـه Override Graphics in View (۱) رفتـه و گزینه By Category... را انتخـاب کنیـد (۲).

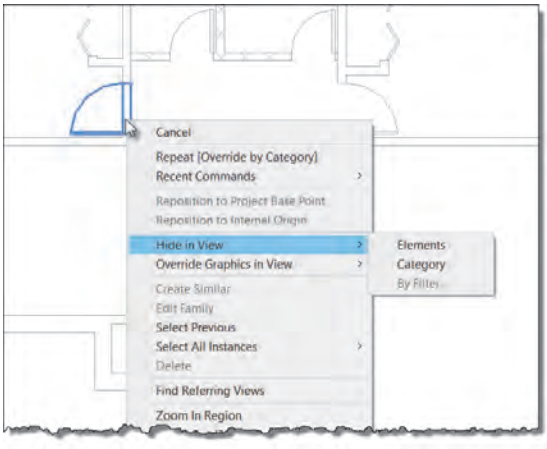


شکل ۱۰ ▲

پنجـره View-Specific Category Graphics بـاز می‌شـود. جعبـه تأییـد در کنـار کلمـه Halftone (۳) (نیم‌سـایه) را فعـال کـرده و دکمـه OK (۴) را بزنیـد. همانطـور کـه مشـاهده می‌کنیـد فایـل لینـک شـده بـه صـورت نیـم سـایه دیـده می‌شـود. التبـه اگـر بـه سـایر دیدهـا از طبقات یـا نماهـا برویـد خواهیـد دید که همچنـان فایـل لینـک شـده بـه صورت پررنـگ دیده می‌شـود. درصورت نیـاز مراحل فـوق را در دید مـورد نظر خـود تکـرار کنید.

مخفی کردن بخش‌های اضافی فایل لینک شده:

درصورتـی کـه در فایـل لینـک شـده مـواردی وجـود دارد کـه مانـع از کار شماسـت، ماننـد دیواره‌هـا یـا خطوطـی کـه کار را شـلوغ کرده و ممکن اسـت باعث خطـای شـما بشـوند، می‌توانیـد آنهـا را مخفـی کرده تـا دیـده نشـوند. بـرای ایـن کار نشـانگر مـاوس را بـر روی عنصـر مـورد نظـر بـرده و کلیـد Tab را بزنیـد تا بـه رنـگ آبـی درآیـد. در این حالـت بر روی آن شـی راسـت کلیـک کنیـد و از منـوی بـاز شـده Hide in



شکل ۱۱ ▲

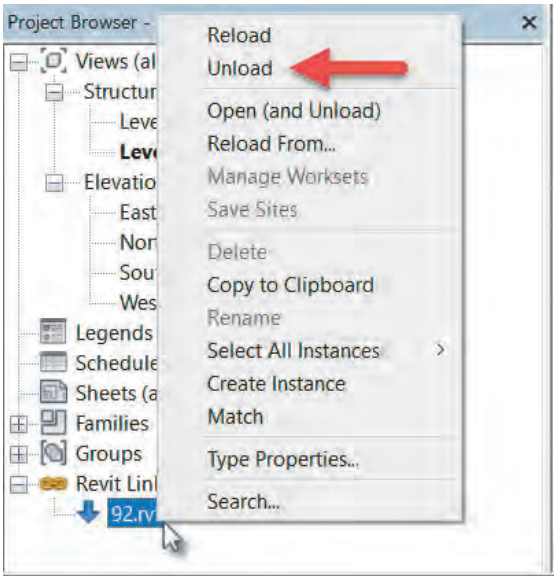
View را کلیک و یکی از گزینه‌هایی که باز می‌شود را انتخاب کنید.

• Category: تمام خانواده مورد نظر مخفی می‌شوند. مثلاً اگر عنصر شما یک پنجره باشد، تمام پنجره‌ها در دید شما مخفی می‌شوند.

• Elements: فقط عنصر انتخاب شده مخفی می‌شود و کاری به سایر عناصر و هم خانواده‌هایش ندارد. مثلاً یک دیوار مزاحم را مخفی می‌کنید ولی سایر دیوارها همچنان دیده می‌شوند.

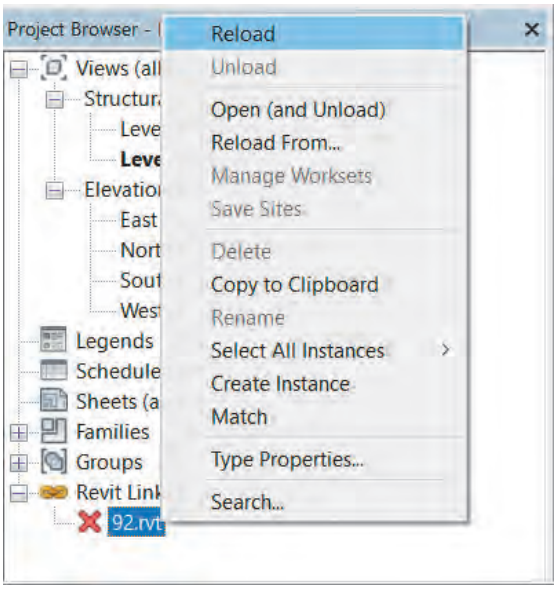
خارج کردن یک فایل لینک شده Unload:

پس از اتمام کار با فایل لینک شده، می‌توانید آن را از داخل پروژه خارج کنید. این کار دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد، مثلاً مدل سازی تمام شده و نمی‌خواهیم فایل لینک شده در نقشه‌های خروجی سازه دیده شوند. برای این کار کافی است در پنجره Project Browser بر روی بعلاوه کنار Revit لینک کلیک کنید تا لیست فایل‌های لینک شده را ببینید. بر روی فایلی که می‌خواهید خارج کنید، راست-کلیک کرده و از منوی باز شده Unload را انتخاب کنید.



شکل ۱۲ ▲

با خارج کردن یک فایل لینک شده در کنار آن علامت ضربدر قرمز ظاهر می‌شود و آن فایل دیگر در صفحه دیده نمی‌شود. درصورت نیاز مجدد به فایل لینک شده می‌توانید در پنجره Project Browser روی نام آن راست کلیک کرده و از منوی باز شده دستور Load را انتخاب کنید تا مجدداً بارگذاری شود.



شکل ۱۳ ▲

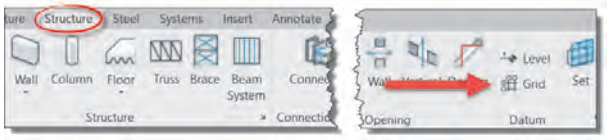
ترسیم آکس‌های مورد نیاز

در پروژه‌ها، هنگام ترسیم نقشه‌های معماری و پیش از انجام محاسبات سازه‌ای و مشخص شدن مقاطع تیر و ستون‌ها نمی‌توان آنها را به درستی ترسیم کرد. با این حال مهندسان معمار محل قرارگیری ستون‌ها و البته آکس ستون‌ها را در نقشه‌های معماری ترسیم می‌کنند تا برای مهندس عمران (محاسب سازه) به عنوان پیشنهاد و راهنمای ستون‌گذاری دیده شود. این فرایند گاهی مطابق پیشنهاد معمار اجرا شده و گاهی با توجه به تجربیات مهندس سازه و نیازهای سازه‌ای پروژه، در تعامل بین مهندس سازه و معمار و با نظر مهندس سازه و تأیید مهندس معمار محل ستون‌ها تغییر می‌کند.

برای ترسیم آکس‌بندی نخست در دید پلان قرار بگیرید. ابزار ترسیم ایجاد خط آکس Grid در سربرگ Structure ، در قاب Datum قرار گرفته است.

Structure > Datum > Grid

با انتخاب دستور، ریبون و نوار OptionBar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify کلمه Place Grid و قاب Draw اضافه می‌شود.



شکل ۱۴ ▲

در قاب Draw دستورهای ترسیمی برای ترسیم خط آکس وجود دارد که به صورت پیش فرض دستور Line در حالت انتخاب است. دستورات و آیکون‌های آن بسیار شبیه به دستورات و آیکون‌های نرم‌افزار اتوکد است. پر استفاده‌ترین آنها ابزار پاره‌خط (Line) و ابزار انتخاب پاره‌خط (Pick Line) است.

در صورتی که در فایل لینک شده خطوط آکس‌بندی از پیش ترسیم شده باشند شما می‌توانید به کمک دستور Pick Line آنها را انتخاب کرده و آکس‌های مورد نظر را به‌وجود آورید.

فعالیت عملی ۱

به کمک هنرآموز خود یک پروژه معماری را بارگذاری کرده و محل ستون‌های موجود در فایل بارگذاری شده را کنترل کنید. در صورت درست‌بودن آنها آکس‌های مورد نیاز را ترسیم کنید.

ایجاد تراز‌های ارتفاعی سازه‌ای

دقت داشته باشید که تراز‌های ارتفاعی سازه‌ای را معمولاً پایین‌تر از تراز‌های ارتفاعی معماری در نظر می‌گیرند علت این امر آن است که نقشه‌های معماری تراز ارتفاعی را روی سطح تمام شدهٔ کفسازی در نظر می‌گیرند اما تراز ارتفاعی که در نقشه‌های سازه‌ای نوشته می‌شود، روی بتن تمام شدهٔ سقف است. بنابراین تراز ارتفاعی سازه‌ای به اندازهٔ ضخامت کف سازی و شیب بندی پایین‌تر از تراز ارتفاعی معماری قرار می‌گیرد.

شکل ۱۵ ▲

تنظیم نوع تراز ایجاد شده Plan View Types:

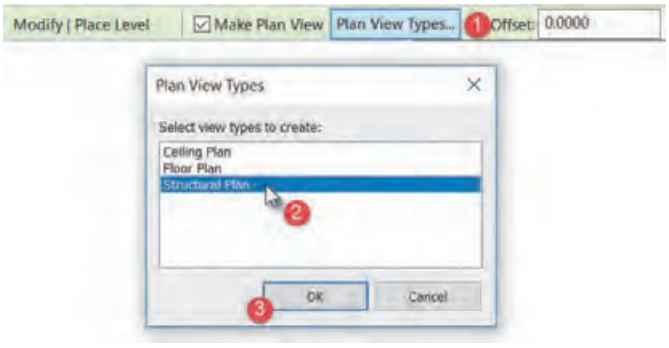
در Revit هر تراز می‌تواند شامل سه نوع پلان مختلف باشد:

۱- پلان سازه‌ای یا Structural Plan.

۲- پلان معماری یا Floor Plan.

۳- پلان سقف کاذب (پلان معکوس) یا Ceiling Plan.

اگر پس از انتخاب فرمان Level اقدام به ترسیم یک تراز ارتفاعی جدید کنیم مشاهده می‌شود که علاوه بر تراز سازه‌ای، دو نوع تراز دیگر نیز در پنجره Project Browser تولید و دیده می‌شوند که در پروژه سازه‌ای برای ما کاربرد ندارند. برای کنترل ترازهای تولید شده و جلوگیری از ایجاد پلان معماری و پلان سقف کاذب می‌توانید پس از انتخاب دستور Level از نوار OptionBar بر روی دکمه Plan View Types کلیک کنید تا پنجره‌ای به همین نام باز شود.



شکل ۱۶ ▲

در این پنجره می‌توانید انتخاب کنید که زمان ترسیم تراز کدام یک از انواع پلان ایجاد شود. بر روی Floor Plan و Ceiling Plan کلیک کنید تا از حالت انتخاب (رنگ آبی روی نوشته) خارج شود.

برای ترسیم ترازهای ارتفاعی مورد نیاز سازه‌ای در یکی از دیدهای عمودی مانند یکی از نماها و یا برش قرار می‌گیریم . فرمان Level را از قاب Datum واقع در سربرگ Structure انتخاب می‌کنیم.

Structure > Datum > Level

شکل ۱۷ ▲

دستور Pick Line را انتخاب کرده و در نوار OptionBar پنجره Offset عددی به اندازه ضخامت کف‌سازی وارد می‌کنیم (مثلاً ۰,۱۰) و ترازهای معماری فایل لینک شده را به گونه‌ای انتخاب می‌کنیم که پایین‌تر از معماری قرار گیرند.

ستون گذاری

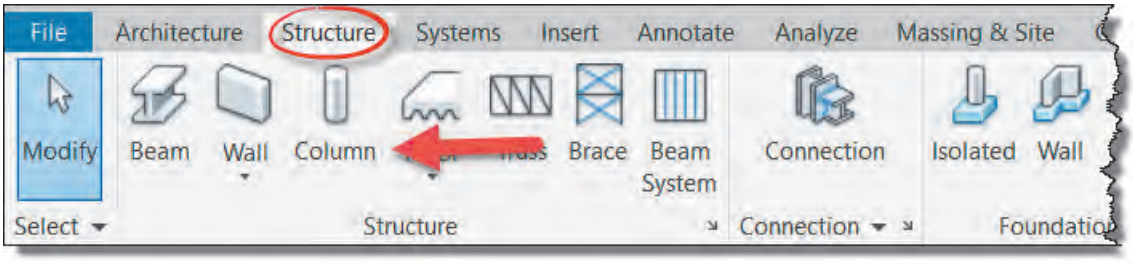
ستون در ساختمان به صورت قائم نصب می‌شود و وزن طبقه یا طبقات فوقانی را به پی و از آنجا به زمین انتقال می‌دهد. ستون با توجه به سازه بر دو نوع فلزی و بتنی می‌باشد. البته در نرم‌افزار Revit ستون معماری هم به غیر از ستون سازه‌ای وجود دارد که برای تزیینات و همچنین پوشش ستون سازه‌ای استفاده می‌شود.

هدف: ستون گذاری پروژه بارگذاری شده

ابتدا به دید مناسب‌تر برای ستون‌گذاری که مدرک پلان کف می‌باشد می‌رویم زیرا تقاطع خطوط آکس در پلان کف دیده می‌شود.

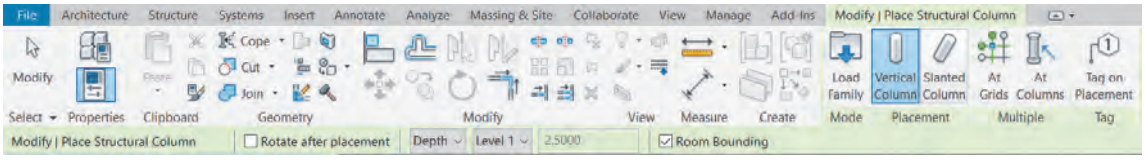
ابزار ایجاد ستون Column در سربرگ Structure قاب Build قرار گرفته است.

Structure > Build > Column



شکل ۱۸ ▲

با انتخاب دستور نوار OptionBar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify کلمه Place Structural Column اضافه می‌شود. همچنین قاب‌های Mode, Placement, Multiple, Tag به سربرگ Modify اضافه می‌شود.

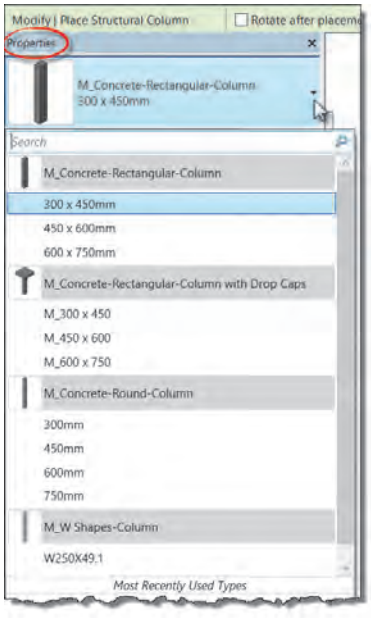


شکل ۱۹ ▲

انتخاب نوع ستون

در پنجره مشخصات Properties در لیست کشویی Type Selector می‌توانید نوع ستون خود را انتخاب کنید.

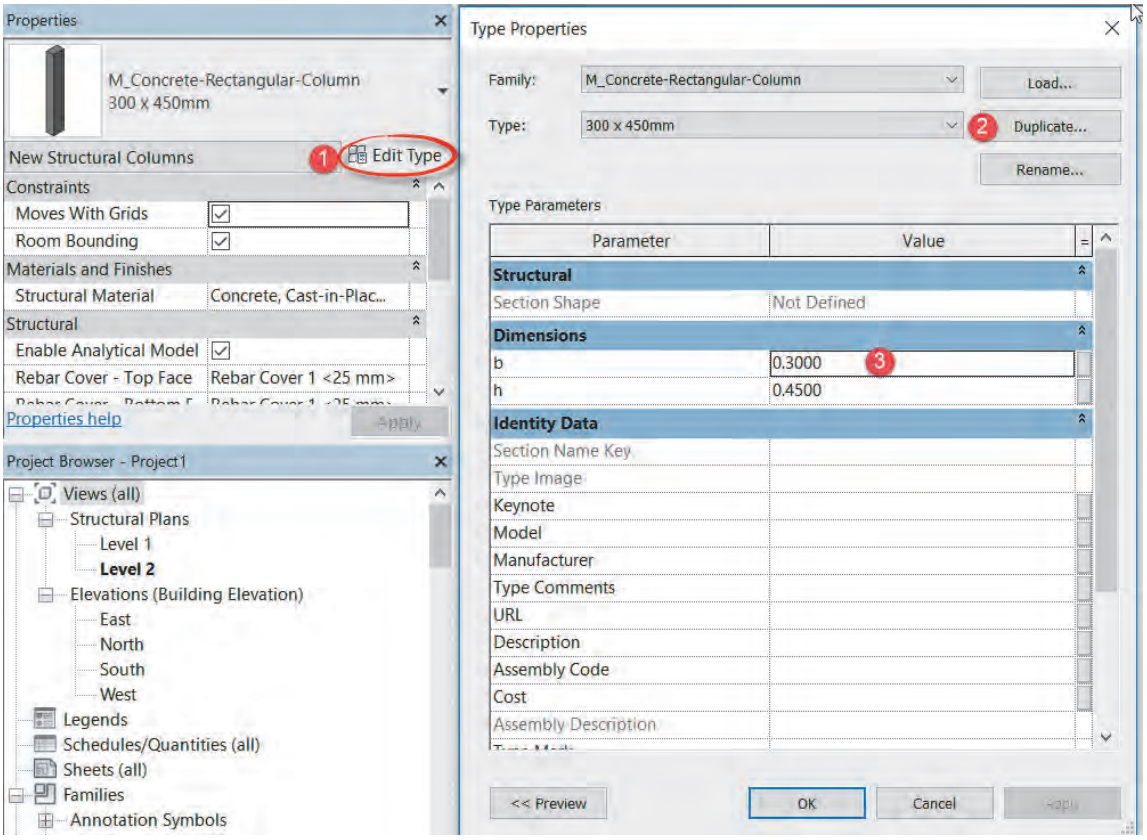
همانطور که می‌بینید تعداد محدودی ستون در این لیست وجود دارد که ممکن است برای پروژه ما مناسب نباشند. بنابراین شما می‌توانید ستون مورد نیاز خود را از طریق Load Family بارگذاری کرده و یک ستون را انتخاب و ابعاد آن را ویرایش نمایید.



شکل ۲۰ ▲

ویرایش ابعاد Edit Type:

در پنجره مشخصات Properties ۱- بر روی دکمه ویرایش Edit Type مشخصات کلیک کنید تا پنجره‌ای به همین نام باز شود.۲- بهتر است قبل از هر تغییری ابتدا با استفاده از دکمه Duplicate یک نوع جدید از ستون موجود تکثیر کنید و سپس پارامترهای مورد نظر را تغییر دهید.۳- ابعاد ستون را به اندازه‌های مورد نیاز پروژه تغییر دهید.



شکل ۲۱ ▲

نکته

در ستون‌های فلزی به دلیل آنکه در ستون‌های استاندارد مشخصات فنی ستون نیز وجود دارد، بهتر است درصورت حساس بودن پروژه، سایر مشخصات فنی را نیز تغییر دهیم یا آنکه بجای تغییر ابعاد، ستون مورد نظر را بارگذاری کنیم.

نکته

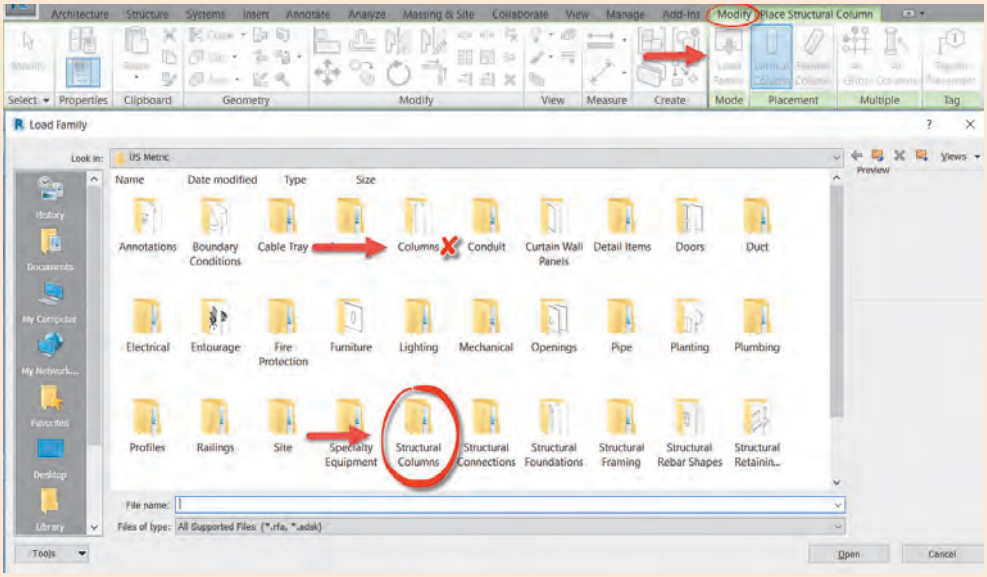
در ستون‌های بتنی، تیپ بندی ستون‌ها علاوه بر ابعاد ستون به تعداد و شماره میلگرد به کار رفته در ستون نیز بستگی دارد. مثلاً دو نوع ستون C۱ و C۲ ممکن است هردو ابعاد مساوی ۵۰×۵۰ داشته باشند ولی در ستون C۱ تعداد ۱۶ عدد میلگرد طولی به قطر ۲۲ و در ستون C۲ تعداد ۲۰ عدد میلگرد طولی به قطر ۲۲ به کار رفته باشد. بنابراین در این شرایط بهتر است به تعداد تیپ ستون‌های مورد نیاز پروژه، با نام‌های مختلف تکثیر کنیم.

بارگذاری نوع Load Family:

درصورتی که نوع مورد نظر ما در لیست کشویی Type Selector موجود نباشد و نتوانیم از طریق ویرایش نوع Edit Type آن را به‌وجود آوریم (مانند ستون بتنی گرد یا ستون فلزی قوطی) در این صورت نیاز به بارگذاری نوع جدید داریم.

نکته

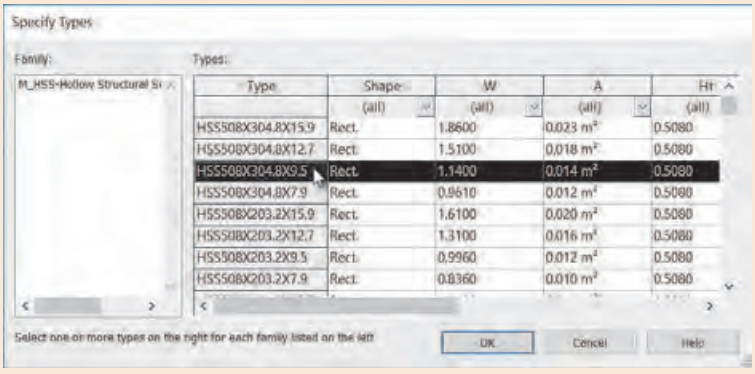
در میان خانواده‌های قابل بارگذاری Revit دو نوع ستون معماری و ستون سازه‌ای وجود دارد. توجه داشته باشید که ستون‌های سازه‌ای در فولدر Structural Column قرار دارند و فولدر Columns برای ستون‌های معماری است. در صورت انتخاب اشتباه، نرم‌افزار پیام خطا داده و ستون معماری را در پروژه بارگذاری نخواهد کرد.



شکل ۲۲ ▲

نکته

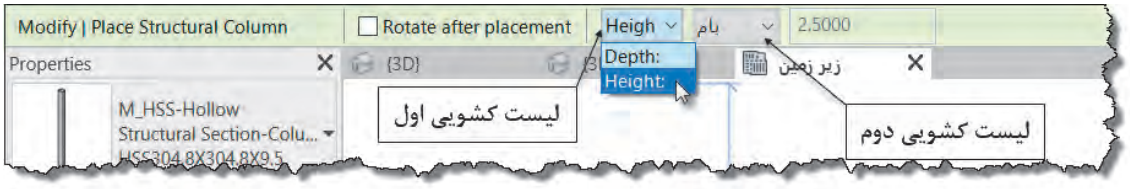
پس از انتخاب یک ستون فلزی (مثلاً ستون قوطی شکل) پنجره‌ای باز می‌شود که در آن شما لیستی از ستون‌های قوطی با ابعاد متنوع را می‌بینید. از میان لیست یکی را انتخاب یا با نگه داشتن دکمه Ctrl ابعاد مورد نیاز را انتخاب و Ok کنید تا در پروژه بارگذاری شوند.



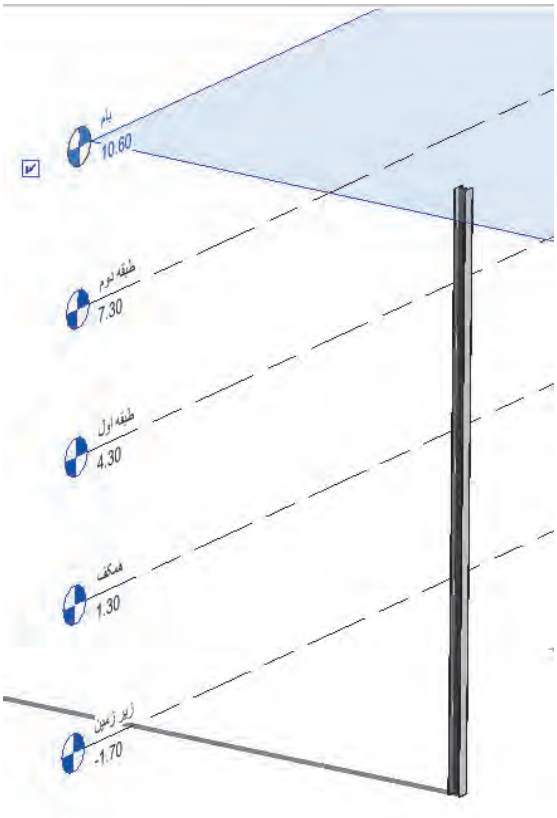
شکل ۲۳ ▲

تنظیمات ایجاد ستون‌های سازه‌ای پروژه:

پس از تکمیل آکس‌بندی و انتخاب و ویرایش ستون مورد نظر نوبت به قرار دادن ستون‌های پروژه در محل خود می‌رسد. ابزار ایجاد ستون Column در سربرگ Structure قاب Build را انتخاب می‌کنیم (شکل ۱۸). در این مرحله باید تراز بالا و پایین ستون‌ها را مشخص کنیم. برای این کار در پایین‌تر از ارتفاعی ممکن ساختمان (مثلاً همکف یا زیر زمین) قرار می‌گیریم. نرم‌افزار Revit ترازی را که در آن قرار داریم را تراز پایه ستون در نظر می‌گیرد. حال در ObtionBar و در لیست کشویی اول انتخاب می‌کنیم که تراز بعدی ما رو به بالا و ارتفاع (Height) باشد و در لیست کشویی دوم نام طبقه بالایی مثلاً بام را انتخاب می‌کنیم.



شکل ۲۴ ▲



شکل ۲۵ ▲
تراز پایین این ستون زیرزمین و تراز بالای آن بام است.

Rotate after placement: اگر این گزینه فعال باشد پس از ایجاد ستون فرمان چرخش به صورت خود به خود فعال شده و شما می‌توانید ستون را در محل خود بچرخانید. (برای ستون‌های فلزی یا ستون‌های کتابی)

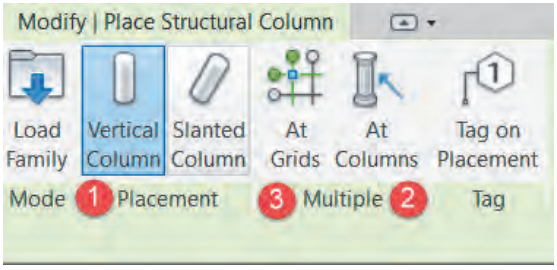
ایجاد ستون‌های سازه‌ای پروژه

سه روش برای قرار دادن ستون سازه‌ای در محل خود وجود دارد.

۱- Vertical Column: می‌توانید هرجای صفحه که دوست دارید کلیک کنید. در آن نقطه یک ستون برای شما ایجاد خواهد شد. البته ستون‌ها به خطوط آکس و بخصوص تقاطع دو آکس حساس بوده و اگر نشانگر ماوس نزدیک آنها باشد ستون را بر روی آکس قرار می‌دهد.

۲- At Columns: اگر پیش از این ستون‌های معماری توسط معمار در پروژه مدل شده باشند، با انتخاب ستون معماری یک ستون سازه‌ای در هسته آن قرار می‌گیرد.

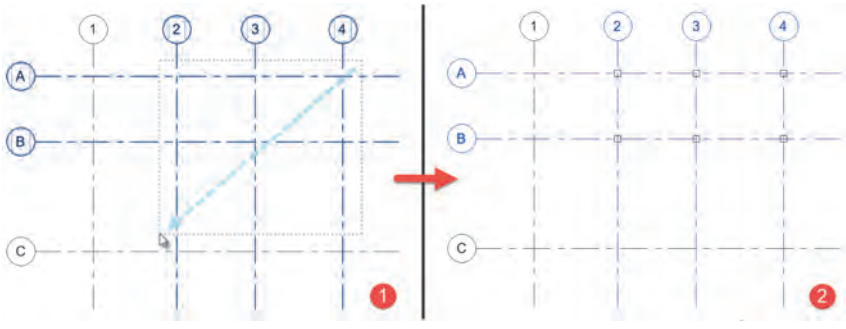
۳- At Grids: با اجرای این دستور نوار Ribbon تغییر می‌کند. در ادامه سربرگ Modify|Place Structural Column علامت > و کلمه At Grid Intersection اضافه می‌شود. همچنین در قاب Multiple علامت‌های Finish و Cancel اضافه خواهد شد. این بدان معناست که شما وارد یک مرحله دیگر از یک دستور شده‌اید و حال برای اتمام عملیات نیاز به تأیید کردن Finish و یا خروج Cancel دارید.



شکل ۲۶ ▲

شکل ۲۷ ▲

در این مرحله از دستور شما باید آکس‌ها را انتخاب کنید و ستون در تقاطع آکس‌ها ایجاد می‌شود. می‌توانید با نگه داشتن دکمه Ctrl یکی یکی آکس‌ها را انتخاب کنید یا در سمت راست خارج از محدوده پلان کلیک کرده و با نگه داشتن دکمه ماوس و با جابجا کردن ماوس به سمت چپ یک کادر به‌صورت خط چین به‌وجود آورید. آکس‌هایی که بخشی از آنها در کادر قرار بگیرد انتخاب می‌شوند. حال در تقاطع آکس‌های انتخاب شده ستون‌ها ایجاد می‌شوند.



شکل ۲۸ ▲

نکته

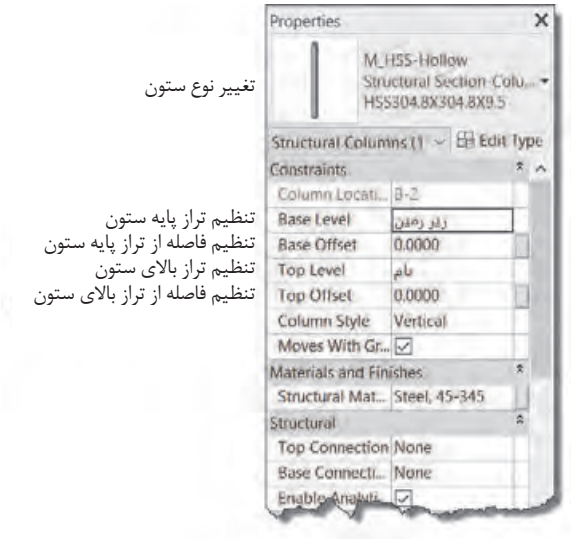
ستون‌هایی که در شکل می‌بینید هنوز در پروژه تولید نشده‌اند، بدون خارج کردن آکس‌ها از حالت انتخاب مرحله را تأیید کنید تا ستون‌ها در نقاطی که می‌بینید به‌وجود آیند.

فعالیت عملی ۲

پروژه‌های ۱ و ۲ را برای هر دو نوع ستون فلزی و بتنی مدل سازی کنید.

ایجاد تغییرات در ستون‌های موجود

پس از ایجاد ستون‌ها، و خروج از دستور می‌توانید ستون‌ها را انتخاب و ویژگی‌های آنها را از طریق پنجره خصوصیات Properties تغییر دهید. به طور مثال نوع ستون یا تراز پایه و یا تراز بالای آن را می‌شود تغییر داد.



شکل ۲۹ ▲

فعالیت عملی ۳

ستون‌هایی که به خرپشته متصل می‌شوند را انتخاب و تراز بالای آنها را از بام به خرپشته تغییر دهید.

مشاهده پروژه در مدرک سه بعدی 3D View

به صورت پیش فرض در مرورگر پروژه مدرکی با عنوان 3D وجود ندارد.

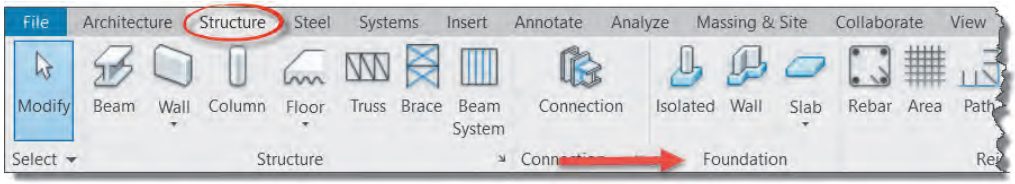
با کلیک بر روی ابزار پروژه را در مدرک یا همان دید سه بعدی خواهیم دید و همچنین در مرورگر پروژه مشاهده می‌کنیم که 3D Views اضافه شده است.

شکل ۳۰ ▲

- برای بزرگ نمایی و کوچک نمایی صفحه، غلتک موس را می‌چرخانیم.
- برای جابجایی صفحه غلتک موس را کلیک کرده، نگه داشته و ماوس را جابجا می‌کنیم.
- درنهایت برای چرخش صفحه دکمه Shift را به همراه غلتک ماوس نگه داشته و ماوس را جابجا می‌کنیم.

ایجاد فونداسیون بتنی

برای ایجاد فونداسیون بتنی سه ابزار اصلی در Revit وجود دارد. هر سه این ابزار در سربرگ Structure و در قاب Foundation قرار دارند.

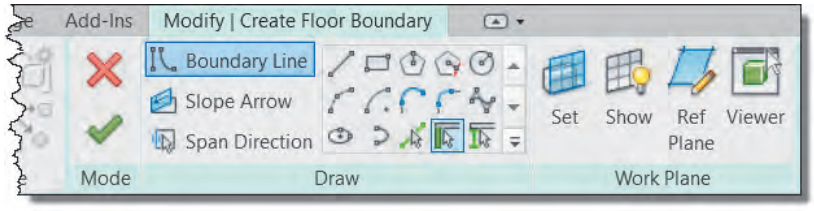


شکل ۳۱ ▲

Isolated: برای ایجاد فونداسیون تکی استفاده می‌شود. پس از انتخاب این دستور می‌توانید در زیر ستون‌ها یا در محل تقاطع آکس‌ها و یا هر نقطه دیگر، یک فونداسیون تکی ایجاد کنید. ابعاد پی را نیز می‌توانید از پنجره مشخصات Properties تنظیم کنید.

Wall: پس از انتخاب این دستور می‌توانید دیوارهای پروژه را انتخاب تا در زیر آنها پی ایجاد شود. این فرمان برای دیوارهای باربر یا دیوارهایی که بر روی خاک قرار می‌گیرند کاربرد دارد.

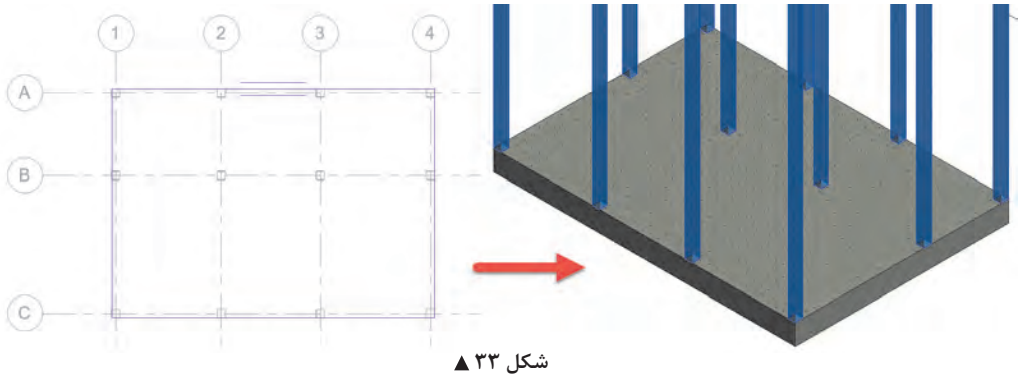
Slab: برای ایجاد پی‌های گسترده و نواری از این فرمان استفاده می‌کنیم. با انتخاب این دستور رنگ ریبون به سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify کلمه Create Floor Boundary اضافه می‌شود. همچنین به سربرگ ویرایش قاب‌های Mode, Draw, Work Plane اضافه می‌شود.



شکل ۳۲ ▲

ایجاد پی گسترده:

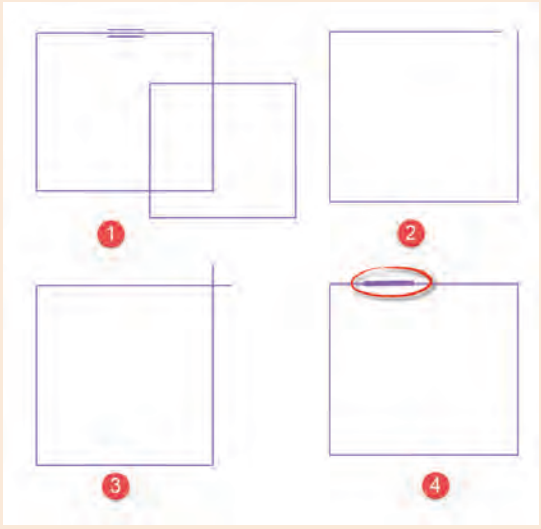
به کمک ابزار ترسیمی موجود در قاب Draw می‌توانید در زیر ستون‌های خود یک سطح بسته ایجاد کنید. پس از زدن Finish پی گسترده شما در زیر تراز انتخابی شما ایجاد می‌شود. همان طور که از شکل و آیکون‌ها مشخص است آنچه که در مورد کف‌های معماری باید رعایت شود در اینجا نیز لازم الاجراست.



شکل ۳۳ ▲

نکته

دقت کنید که ترسیم شما باید از یک سطح بسته تشکیل شده باشد و خطاهای زیر در آن وجود نداشته باشد.



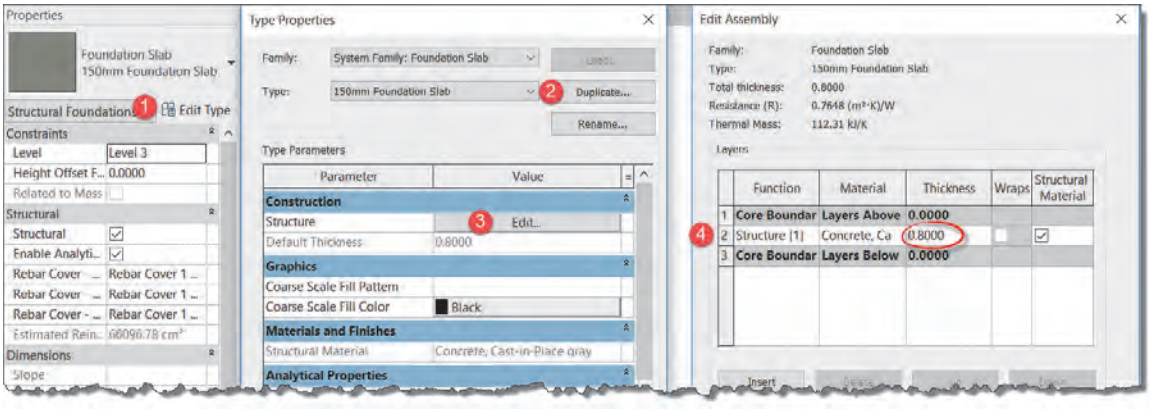
شکل ۳۴ ▲

۱- دو شکل بسته متقاطع (همدیگر را قطع کرده‌اند).
۲- شکل باز است و دو خط به هم نرسیده‌اند.
۳- شکل بسته است اما دو خط آن از هم عبور کرده‌اند.
۴- یک خط اضافه که به جایی وصل نیست در شکل ترسیم شده است.

تنظیم ضخامت یا عمق پی:

برای تنظیم ضخامت پی از روش زیر پیش می‌رویم.

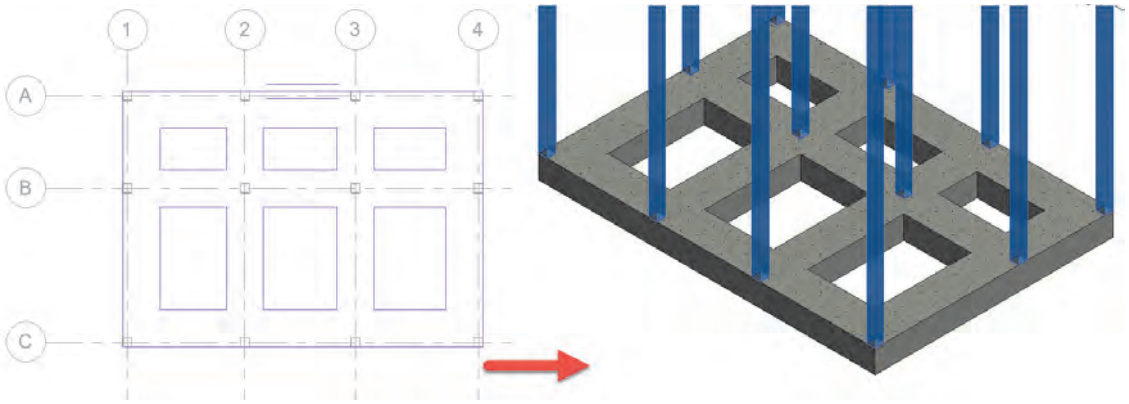
در پنجره مشخصات Properties ۱- بر روی دکمه ویرایش Edit Type مشخصات کلیک کنید تا پنجره‌ای به نام Type Properties باز شود. ۲- بهتر است قبل از هر تغییری ابتدا با استفاده از دکمه Duplicate یک نوع جدید از فونداسیون موجود تکثیر کنید و سپس مقادیر مورد نظر را تغییر دهید. ۳- در بخش Construction در مقابل کلمه Structure بر روی دکمه Edit کلیک کنید. ۴- پنجره ای به نام Edit Assembly باز می‌شود. در جدول موجود در این پنجره، می‌توانید ضخامت مورد نیاز را در ستون Thickness وارد کنید.



شکل ۳۵ ▲

ایجاد فونداسیون نواری

اگـر درون سـطح بسـته اولیـه خـود قسـمت‌های خالـی فونداسـیون نواری را با شـکل‌های بسـته ترسـیم کنید، ماننـد آنچـه کـه در سـقف‌های معمـاری اتفاق می‌افتـد، این بخش‌هـا از فونداسـیون اصلی خالی شـده و حجم حاصلـه به شـکل پی نـواری خواهـد بود.



شکل ۳۶ ▲

فعالیت عملی ۴

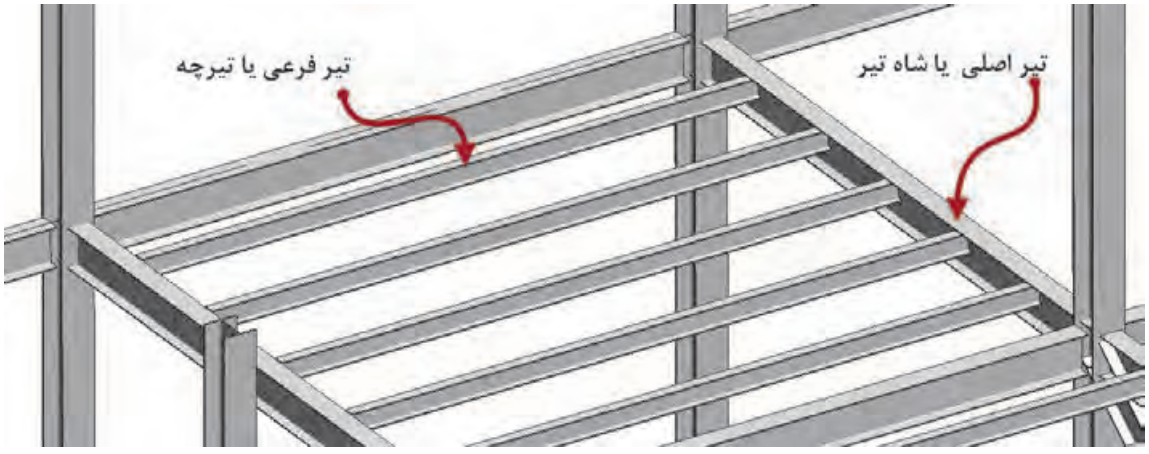
فونداسیون نواری مطابق با نیاز پروژه ۱ و پروژهٔ ۲ را مدل کرده و ذخیره کنید.

ایجاد تیرهای ساختمانی

تیرها بر اساس وظیفه‌ای که دارند و نوع باری که به آنها وارد می‌شود دسته‌بندی می‌شوند.

تیرچه: تیر سبکی است که بار سقف را به شاه تیر (پل) انتقال می‌دهد.

شاهتیر یا پل عضو باربر اصلی در سقف می‌باشد که بارهای ناشی از تیرچه را به ستون‌ها انتقال می‌دهد.



شکل ۳۷ ▲

ایجاد تیرهای اصلی ساختمان

دستور Beam را از قاب Structure واقع در سربرگ Structure انتخاب می‌کنیم.

شکل ۳۸ ▲

با انتخاب این دستور رنگ ریبون به سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Beam اضافه می‌شود. همچنین به سربرگ ویرایش قاب‌های Mode, Draw, Multiple, Tag اضافه می‌گردد.

شکل ۳۹ ▲

قاب Mode: در این قاب و به کمک فرمان Load Family می‌توانید انواع پروفیل بتنی، فلزی، چوبی و ... مورد نیاز پروژه را بارگذاری کنید. مسیر این پروفیل‌ها در Structural Framing قرار دارد. برای پروفیل‌های فلزی مانند ستون‌ها ممکن است جدولی از ابعاد مختلف پروفیل باز شود.

نکته

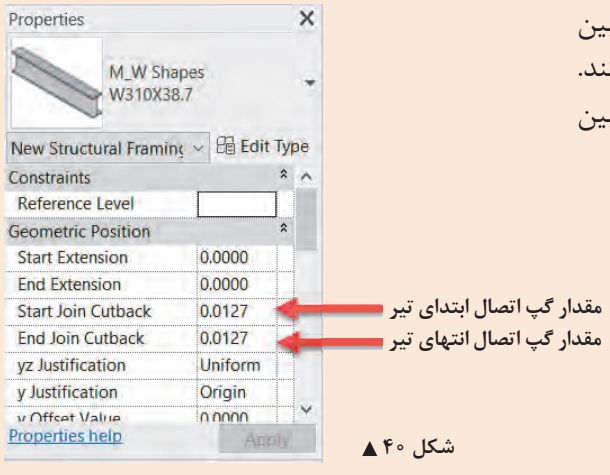
پروفیل‌های بارگذاری شده در این قسمت، برای ایجاد تیرچه‌ها و بادبندها نیز مورد استفاده نرم‌افزار قرار می‌گیرند.

قاب Draw: با دستورات موجود در این بخش می‌توان انواع تیرها را ترسیم کرد.

قاب Multiple: به کمک دستور On Grids موجود در این قاب می‌توانید مانند ستون‌ها با انتخاب خطوط آکس، تیرها را به صورت یکجا بر روی آنها ایجاد کنید. این فرمان بین هر دو تقاطع آکس یک تیر جداگانه ایجاد می‌کند. در اسکلت فلزی این کار مرسوم است و استفاده از فرمان بجای ترسیم یک به یک تیرها، سرعت انجام پروژه را زیاد می‌کند. اما در اسکلت بتنی معمولاً کل پوتر به صورت یک پارچه در نظر گرفته شده و آن را در محل ستون‌ها قطع نمی‌کنند. بنابراین برای ترسیم تیرهای بتنی بهتر است از دستورات قاب Draw استفاده شود.

نکته

نرم‌افزار Revit در تیرهای فلزی فاصله گپ بین تیر و ستون را به صورت خودکار رعایت می‌کند. در پنجره Properties می‌توانید فاصله گپ بین تیر و ستون را تنظیم کنید.

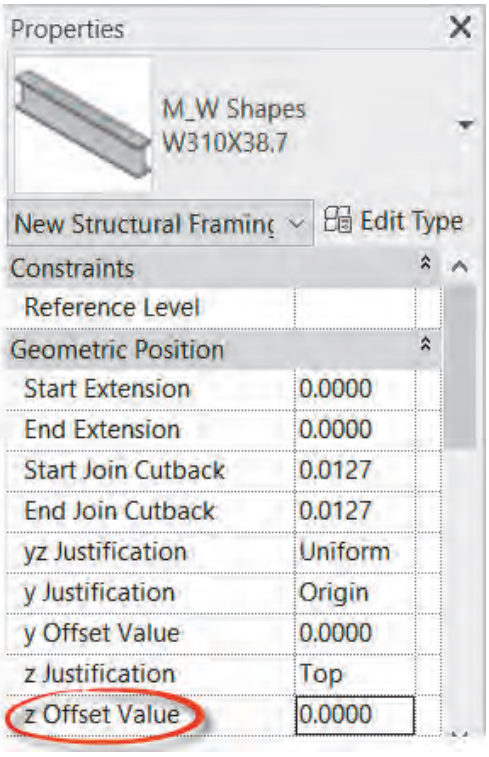


شکل ۴۰ ▲

قاب Tag: با روشن کردن فرمان Tag on Placement در این قاب همزمان با ایجاد تیر نام آن نیز بر روی نوشته خواهد شد.

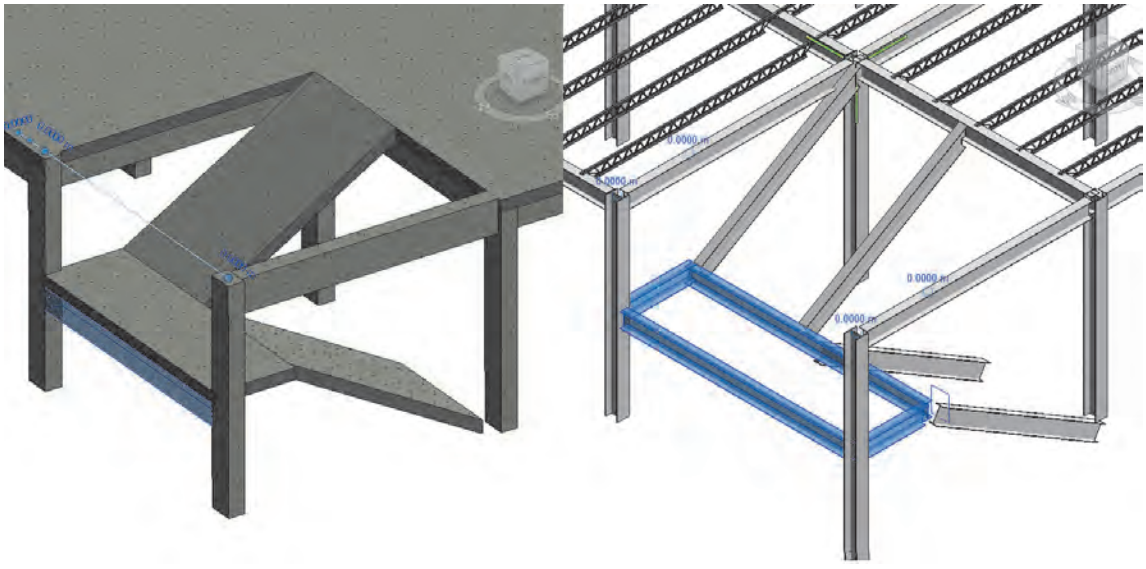
ایجاد تیرهای راه پله

تیرهـای راه پلـه در زیـر پاگـرد و جایـی بیـن تـراز دو طبقـه (معمـولاً وسـط دو طبقـه) قـرار می‌گیرنـد. بنابرایـن پیـش از ترسـیم تیر بهتر اسـت تـراز آن را از طریـق پنجـره Properties و تغییـر مقدار z Offset Value بـه انـدازه مـورد نیـاز، تغییـر دهیم تـا تیر در ارتفـاع پاگـرد ترسـیم شـود. البتـه پس از ترسـیم تیر نیـز می‌تـوان آن را انتخـاب و بـا تغییر این مقـدار تیر را بـه تـراز پاگـرد جابجـا کرد.



شکل ۴۱ ▲

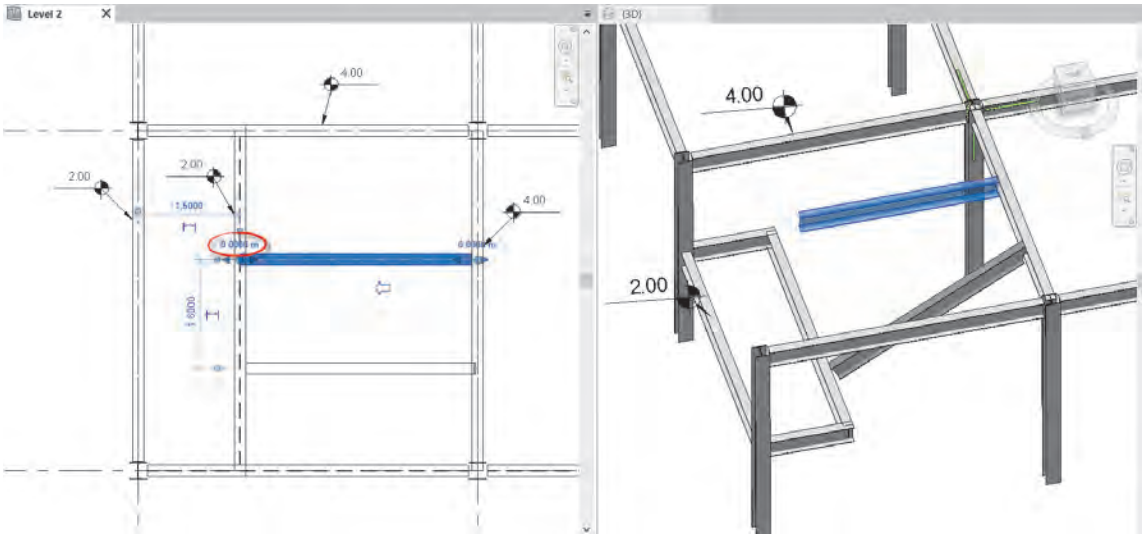
در سـاختمان‌های اسـکلت بتنـی معمـولاً یـک تیـر در تـراز پاگـرد قـرار گرفتـه و بقیه پاگـرد توسـط دال بتنی ایجـاد می‌شـود. امـا در سـاختمان‌های اسـکلت فلـزی بهتـر اسـت در چهـار طـرف پاگـرد تیر ایجـاد گردد.



شکل ۴۲ ▲

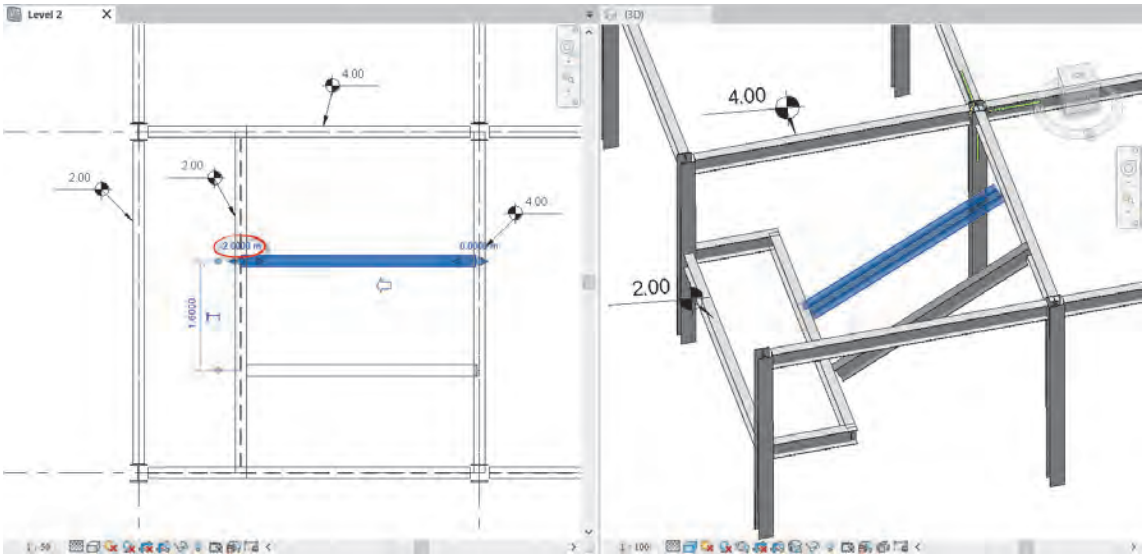
ایجاد تیرهای شمشیری

برای این کار نخست در دید پلان قرار بگیرید و پس از ترسیم تیرهای اصلی طبقه و تیرهای پاگرد، تیر شمشیری را در تراز طبقه و به صورت کاملاً افقی ترسیم کنید. حال با انتخاب تیر در دو سر ابتدا و انتهای آن می‌توانید دو فلش کوچک جهت تغییر اندازه تیر و عدد 0.00 را ببینید.



شکل ۴۳ ▲

بر روی عدد صفر کلیک کرده و مقداری معادل اختلاف تراز طبقه و ارتفاع پاگرد را وارد کنید. در این شکل طبقه ۲ متر بالاتر از پاگرد قرار گرفته، بنابراین عدد منفی ۲ را برای انتهای تیر وارد می‌کنیم تا در انتهای تیر در تراز پاگرد قرار گیرد.



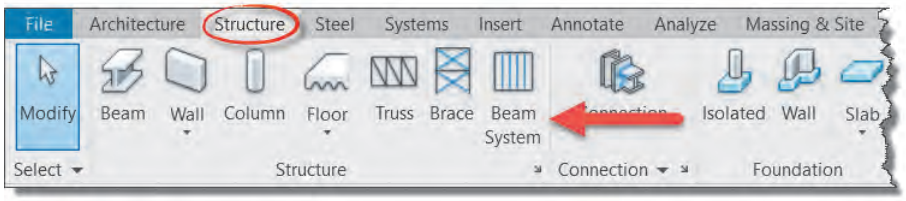
شکل ۴۴ ▲

ایجاد تیرچه‌ها:

در نرم‌افزار Revit پروفیل‌هایی که برای تیرچه استفاده می‌شود از همان خانواده پروفیل‌های تیر است. شما می‌توانید با همان دستور Beam در قسمت قبل بین هردو تیر موجود یک تیر معمولی ترسیم کنید .

با این وجود برای راحتی کار می‌توانید سیستم تیرریزی را به‌وجود آورید که بسیار سریع تر و قابل کنترل‌تر است. دستور Beam System را از قاب Structure از سربرگ Structure انتخاب کنید.

Structure > Structure > Beam System

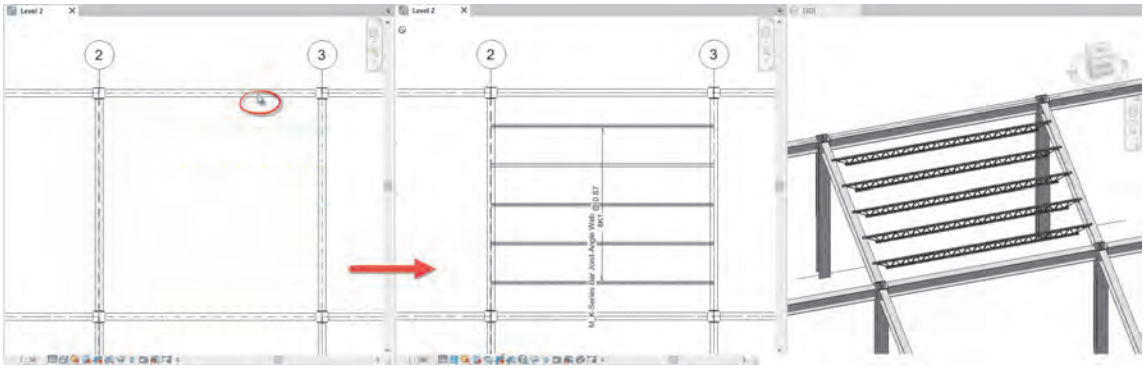


شکل ۴۵ ▲

با انتخاب دستور، ریبون و نوار OptionBar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Structural Beam System و قاب‌های Tag و Beam System اضافه می‌شود. در قاب Beam System ترسیم خودکار سیستم تیرریزی فعال است.

شکل ۴۶ ▲

کافی است نشانگر ماوس را به یکی از تیرها نزدیک کنید تا پیش نمایشی از تیرچه‌ها یا تیرهای فرعی بین تیر انتخاب شده و تیرهای مجاورش به صورت خط چین دیده شود. با کلیک بر روی آن نقطه می‌توانید تیرچه‌ها را ایجاد کنید. درصورتی که فرمان Tag on Placement در قاب Tag فعال باشد، نام هر تیرچه بر روی آن نوشته خواهد شد.

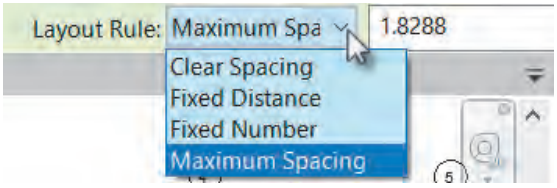


شکل ۴۷ ▲

در نـوار OptionBar (شـکل ۴۵) می‌توانیـد نـوع و قاعـده قرارگیـری تیرهـای فرعـی یـا تیرچه‌هـا را در کنـار هـم مشـخص کنید.

۱- Beam type: در لیسـت کشـویی کنـار ایـن فرمان لیسـتی از پروفیل‌هـا (Structural Framing) که قبلاً در قسـمت Beam در پـروژه بارگـذاری کرده‌ایـد را می‌توانیـد ببینیـد و بـه عنوان تیرچـه انتخاب کنید.

۲- قاعده چیدمان Layout Rule: به چهار روش فاصله بین تیرچه‌ها را مشخص می‌کند.



شکل ۴۸ ▲

• حداقـل فاصلـه Clear Spacing: حداقـل فاصلـه بیـن دو تیرچـه را در کادر مقابـل بـرای نرم‌افـزار Revit مشـخص می‌کنیـد. نرم‌افـزار فاصله را تقسـیم کـرده و تعـداد و فاصلـه تیرچه‌ها را بـه گونه‌ای تنظیم می‌کنـد کـه نزدیـک ترین مقـدار (کمـی بزرگتـر) به عدد شـما باشـد.

• فاصلـه ثابـت Fixed Distance: مقـدار وارد شـده را بـه عنـوان فاصلـه ثابـت تیرچه‌هـا در نظـر گرفته و بین هـر دو تیرچـه دقیقـاً همـان مقـدار فاصلـه در نظـر می‌گیـرد. در سـقف تیرچـه بلوک که عـرض تمـام فوم‌ها با هـم برابر اسـت، این روش مناسـب اسـت.

• تعـداد ثابـت Fixed Number: بـه تعـداد عـددی کـه وارد می‌کنیـد، تیـر فرعـی تولیـد می‌کند و آنهـا را در فاصله‌هـای مسـاوی بـا هـم می‌چیند.

• حداکثـر فاصلـه Maximum Spacing: تعـداد تیرچه‌هـا را به گونـه‌ای در نظر می‌گیرد کـه فاصله دو تیرچه از عدد وارد شـده بیشـتر نشود.

فعالیت عملی ۵

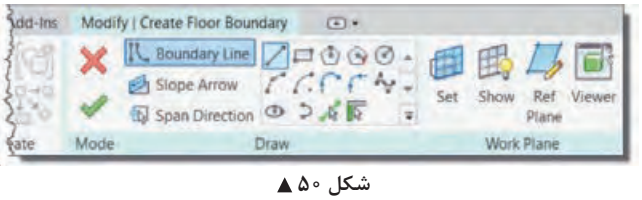
سیستم تیرریزی و تیرهای فرعی (تیرچه‌ها) را برای پروژه‌های ۱ و ۲ ایجاد کنید.

ایجاد بخش سازه‌ای کف:

از سربرگ Structure و در قاب Structure فرمان Floor (به معنای کف) را انتخاب می‌کنیم.

Structure > Structure > Floor

شکل ۴۹ ▲



شکل ۵۰ ▲

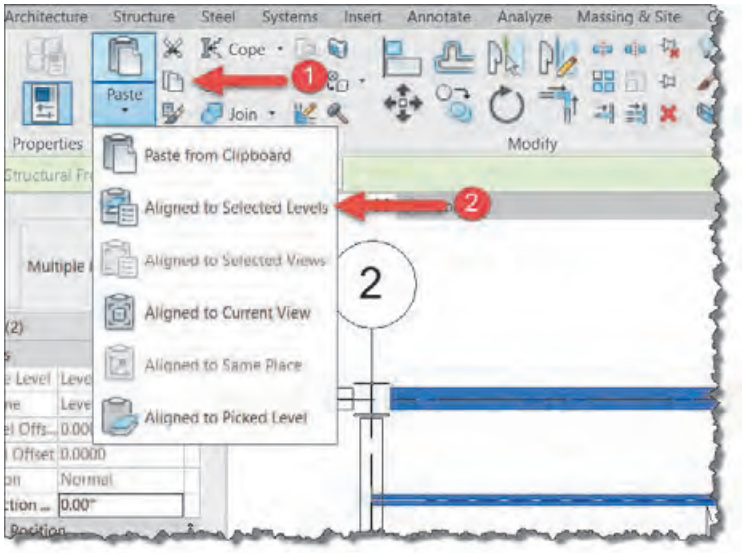
با انتخـاب دسـتور ۱- ریبـون و نـوار Optionbar بـه رنـگ سـبز تغییـر کـرده و ۲- بـه سـربرگ Modify عبـارت Create Floor Boundary اضافـه شـده و سـه قـاب Work Plan و Draw و Mode در آن شـکل می‌گیرند. ۳- همچنیـن در پنجره Properties اطلاعـات مربـوط بـه کـف در حـال ایجـاد نمایـش داده می‌شـود.

قواعـد ایجـاد کف‌هـای سـازه‌ای ماننـد کف‌هـای معمـاری اسـت، بنابرایـن در صـورت نیـاز بـه مطالـب مربوط در بخـش معمـاری مراجعـه کنیـد. می‌تـوان ایـن کف‌هـا را بـه صـورت دال‌هـای بتنی در نظـر گرفت مثـلاً اگر سیسـتم سـقف تیرچـه بلـوک اسـت ضخامـت آن را بیـن ۵ تا ۷ سـانتی متـر در نظـر می‌گیریم.

کپی کردن سیستم سازه‌ای سقف در طبقات

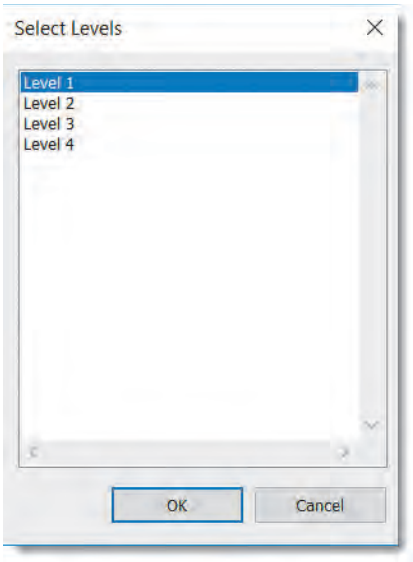
در بسـیاری از پروژه‌ها سیسـتم سـقف مانند تیرها و تیرچه‌ها و یا دال سـقف در چند طبقه به شـکل یکسـانی تکـرار می‌شـود. در ایـن صورت بهتر اسـت به جای ترسـیم مجـدد، آنهـا را در طبقات کپی کنیـم. بهترین روش در نرم‌افـزار Revit بـرای کپـی چیـزی از یک تـراز به یک تراز دیگر اسـتفاده از روش زیر اسـت.

نخسـت بخش‌هایـی را کـه می‌خواهیـد در طبقـات کپـی کنیـد را انتخـاب کنیـد. پـس از انتخـاب نرم‌افـزار Revit بـه صـورت خودکار در سـربرگ Modify قـرار می‌گیرد. ۱- بـر روی آیکـون Copy در قـاب Clipboard کلیـک کنیـد.۲- بـر روی آیکـون Paste درهمـان قـاب کلیک کنید و در لیسـت کشـویی‌ای کـه بـاز می‌شـود فرمـان Aligned to Selected Level را انتخـاب کنیـد.



شکل ۵۱ ▲

پنجره Select Levels باز می‌شـود که در آن لیستی از ترازهـا وجـود دارد. ترازهایی کـه می‌خواهید در آن کپـی اتفـاق بیافتـد را انتخاب و دکمـه Ok را بزنید تا کپی اشـیاء در آن ترازها ایجاد شـود.



شکل ۵۲ ▲

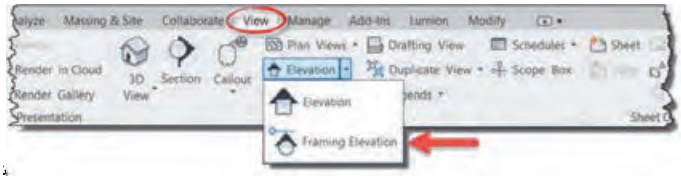
ایجاد دید نمای قاب و برش جزئیات برای ارائه در نقشه‌ها

نمایش قاب‌هایی که بادبند در آن قرار دارند، جزئیات اتصال تیر به ستون فلزی و برش پوترها، ستون‌ها و فونداسیون بتنی از مهم‌ترین بخش‌های یک پروژهٔ سازه‌ای است. در این قسمت به توضیح سه شیوه نمایش جزئیات که در بخش‌های مختلف نقشه‌های سازه‌ای کاربرد دارند، می‌پردازیم.

ایجاد نمای قاب Framing Elevation :

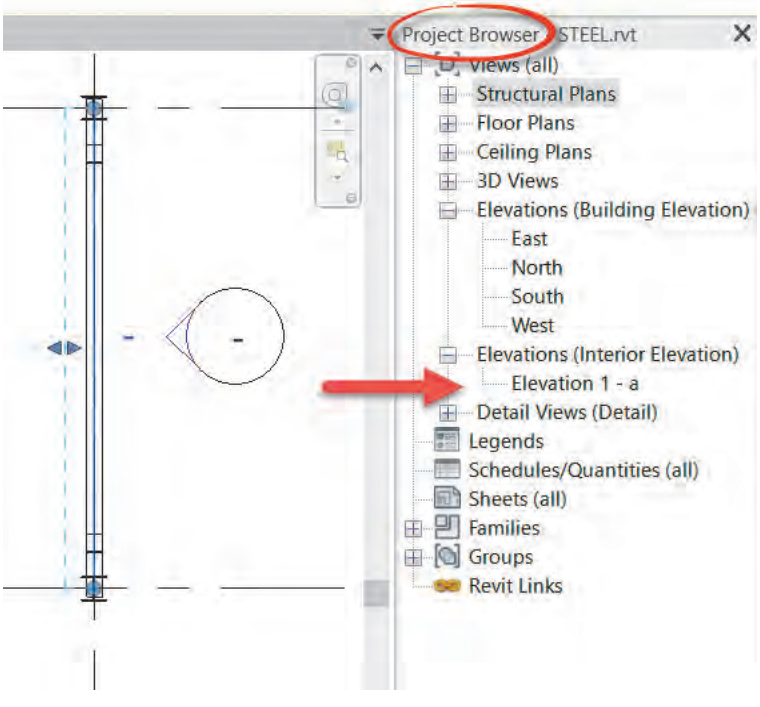
نخست در دید پلان قرار بگیرید و سپس از سربرگ View قاب Create بر روی فلش کوچک کنار فرمان Elevation کلیک کرده و از لیست کشویی‌ای که باز می‌شود گزینه Framing Elevation را انتخاب کنید .

View > Create > Elevation > Framing Elevation



شکل ۵۳ ▲

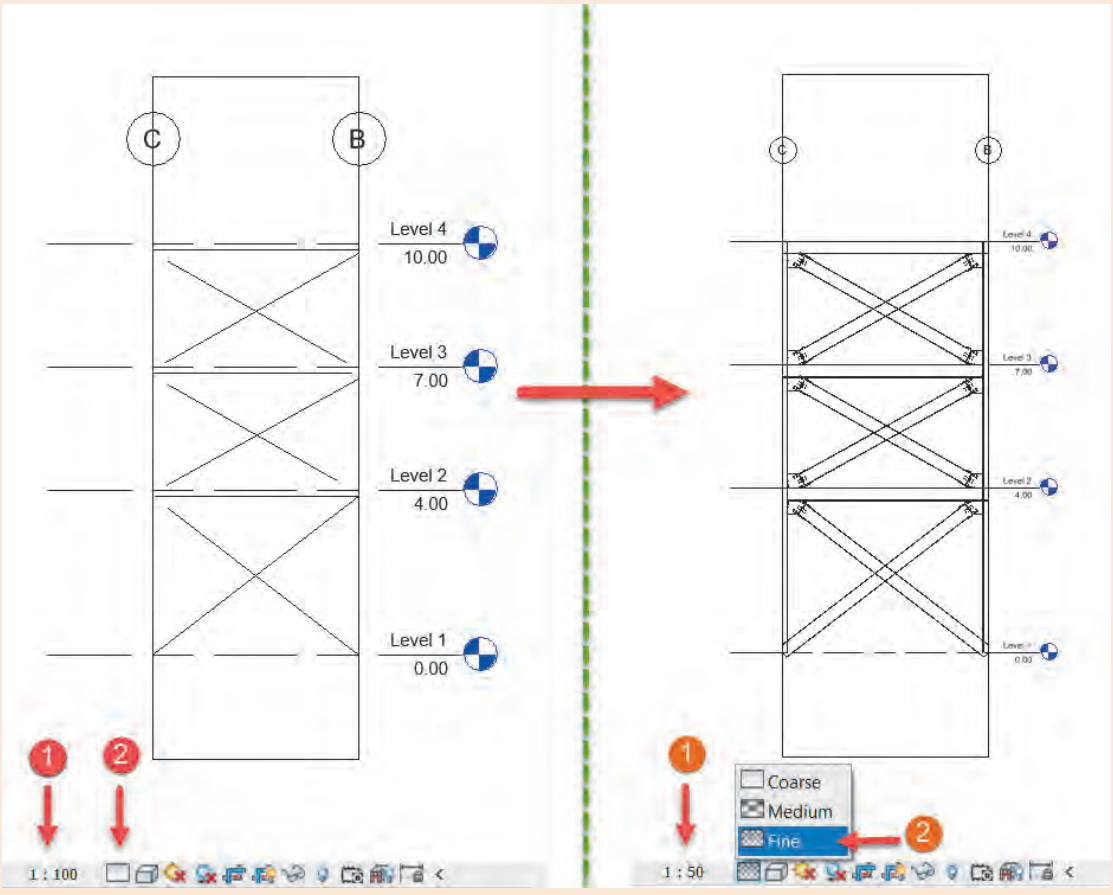
این دستور به خطوط آکس حساس بوده و برای ایجاد دید باید ماوس را بر روی یکی از خطوط آکس (Grid) برده و کلیک می‌کنیم. یک نمای قاب جدید ایجاد می‌شود. این نما در پنجره Project Browser در زیر گروه Elevations(Interior Elevation) ، نما (نماهای داخلی) قرار می‌گیرد که از نماهای اصلی ساختمان جدا است.



شکل ۵۴ ▲

نکته

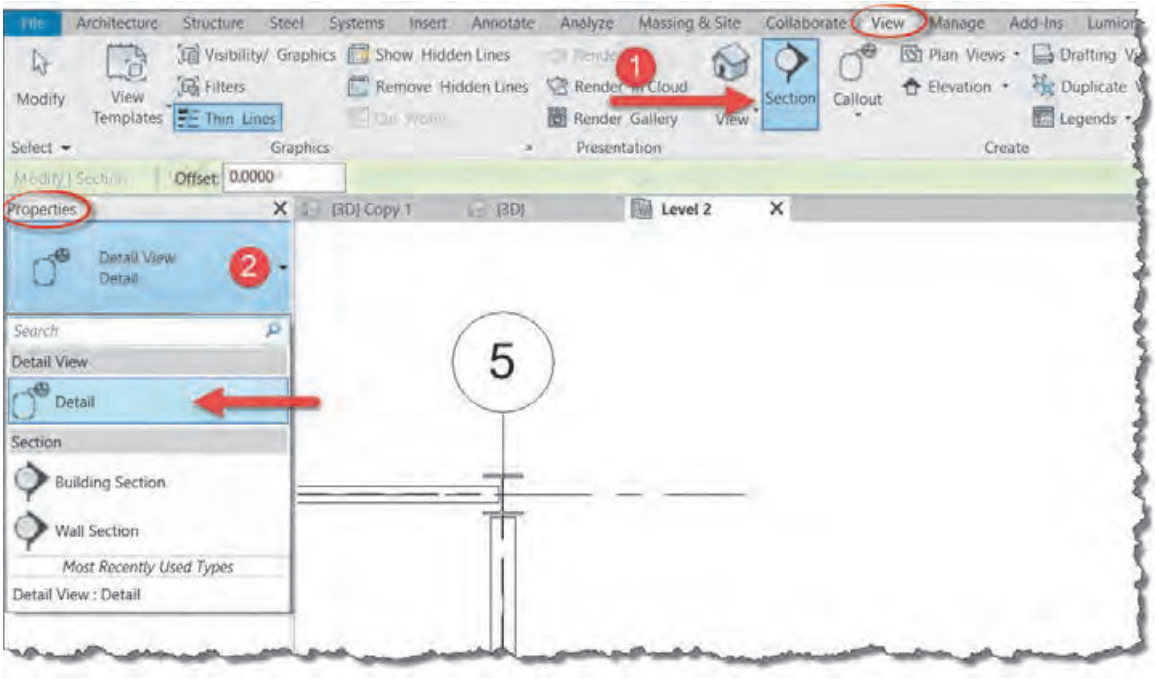
درصورتی که به دید نمای قاب بروید خواهید دید که تیر، ستون و سایر اجزای سازه‌ای به صورت خطوط نازک دیده می‌شوند. برای آنکه شکل به صورت کامل دیده شود، Detail Level میزان جزئیات را به سطح Fine (بالاترین سطح نمایش جزئیات) تغییر دهید. همچنین می‌توانید برای دیدن بهتر جزئیات مقیاس Scale دید نما را در همین بخش تغییر دهید.



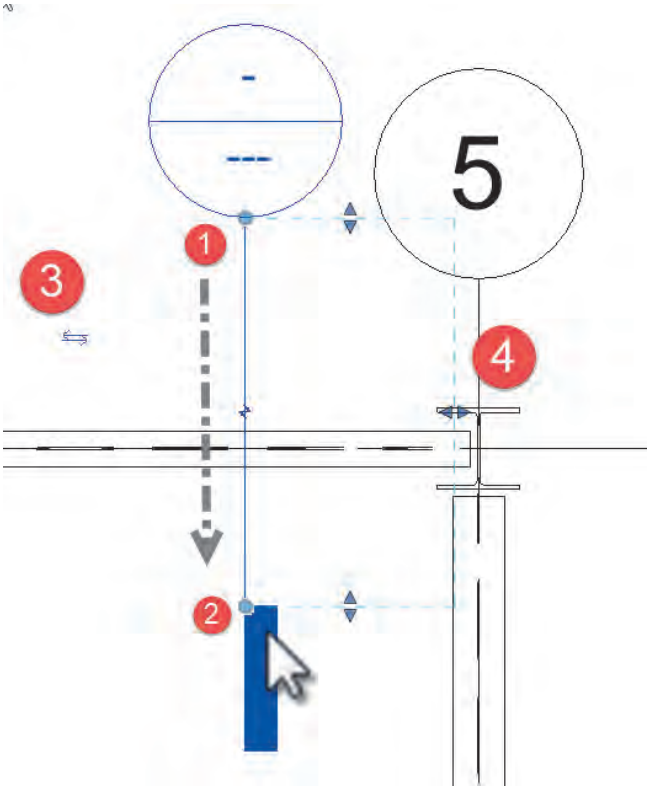
شکل ۵۵ ▲

برش جزئیات Detail:

نخست از سربرگ View و قاب Create دستور Section را انتخاب کنید (۱). سپس به پنجره مشخصات (Properties) رفته و بر روی قسمت بالایی پنجره، انتخاب نوع (Type Selector) کلیک کنید تا لیست انواع برش باز شود (۲). از این لیست نوع Detail را برای برش خود انتخاب کنید. (شکل ۵۶ صفحهٔ بعد)



شکل ۵۶ ▲



شکل ۵۷ ▲

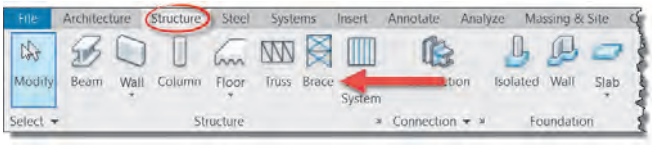
بـر روی یـک نقطـه نزدیـک اتصـال کلیک کـرده (۱) و سـپس مـاوس را در جهـت عمـود بـر تیـر یـا مـوازات اتصـال جابجـا کـرده و در نقطـه انتهایـی مجـدداً کلیـک کنیـد (۲).

درصورتـی کـه جهـت دیـد بـرش اشـتباه باشـد و بـا کلیک بر روی دو فلـش کنار آن می‌توانیـد جهـت دیـد را تغییر دهیـد (۳). همچنیـن قاب دیـد برش جزئیـات در کنار آن دیـده می‌شـود کـه بـا کشـیدن جفـت مثلث‌هـای آبـی کنـار قـاب می‌توانید عمق دیـد و میـدان دیـد را بـرای بـرش جزئیات اضافـه یـا کم کنیـد (۴).

ایجاد بادبند Brace:

بادبنـد را در دیـد پـلان، سـه بعـدی و نمـا می‌تـوان ایجـاد کرد. امـا دید مناسـب‌تر دیـد نمای‌قـاب Framing Elevation اسـت. دسـتور بادبنـد Brace را از قـاب Structure واقـع در سـربرگ Structure انتخـاب می‌کنیـم.

Structure > Structure > Brace

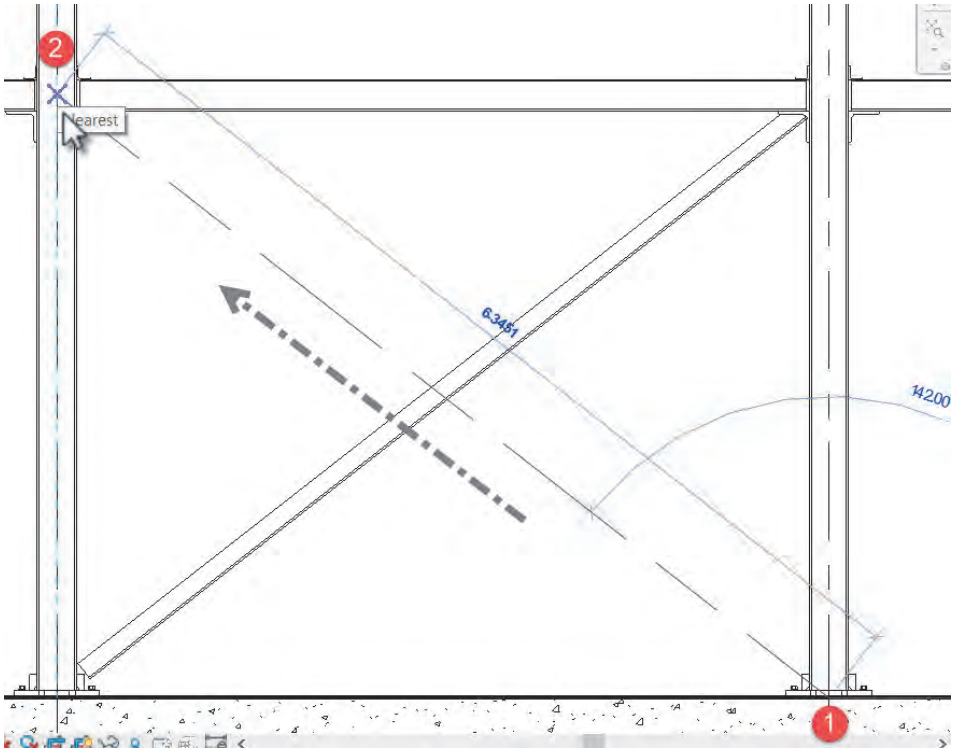


شکل ۵۸ ▲

بـا انتخـاب دسـتور ۱- رنـگ نوار ریبون به سـبز تغییر کـرده و۲- به سـربرگ Modify عبـارت Place Brace اضافـه شـده و سـه قـاب Tag و Draw و Mode در آن شـکل می‌گیرنـد. ۳- همچنین در پنجـره Properties اطلاعـات مربـوط بـه پروفیـل مـورد اسـتفاده بـرای بادبنـد در حـال ایجـاد نمایـش داده می‌شـود. همانطور که می‌بینیـد تنهـا ابـزار ترسـیم بادبنـد پاره‌خط Line اسـت.

شکل ۵۹ ▲

بـه کمـک دسـتور Line بادبنـد را بـه شـکل دلخواه (مثلاً ضربـدری یا K یا V یـا ....) در قاب مورد نظر ترسـیم می‌کنیم.



شکل ۶۰ ▲ ترسیم بادبند

اگـر در دیـد پـلان قـرار داشـته باشـید، در نـوار OptionBar مطابـق شـکل ۵۹ می‌توانیـد تـراز شـروع و تـراز انتهـای بادبنـد را مشـخص کنیـد. البتـه ترسـیم بادبنـد در دیـد پـلان کمی مشـکل اسـت، بنابراین بهتر اسـت کـه قبـل از اجـرای دسـتور در قاب مـورد نظر یک نمـای قـاب Framing Elevation تولید کـرده و درآن دید قـرار بگیریـد، سـپس دسـتور بادبند را فعـال کنید.

فعالیت عملی ۶

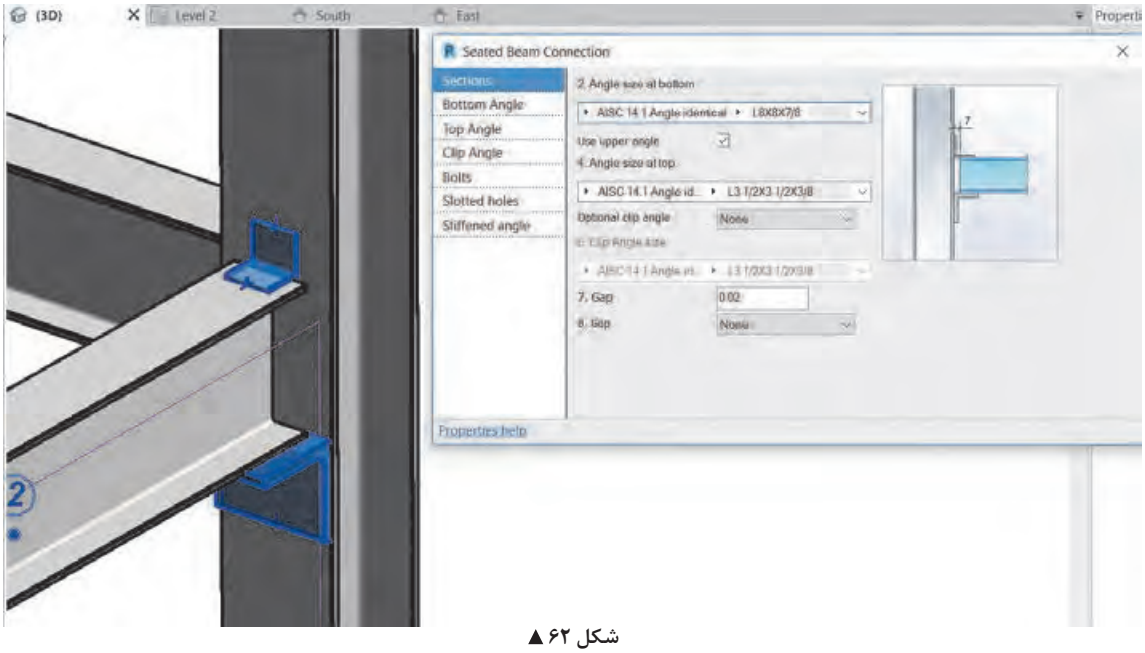
بر اساس نقشه‌های آغاز پودمان، بادبندهای پروژه ۲ را در محل خود ترسیم کنید.

امکان ایجاد اتصالات فلزی

در نسـخه‌های پیشـین نرم‌افـزار Revit اتصـالات فلـزی بـه درسـتی تعریـف نمی‌شـدند و ایـن بـه نوعـی نقطه ضعـف نرم‌افـزار بـه حسـاب می‌آمـد. در نسـخه‌های جدیـد کم‌کم بـه توسـعه این بخـش پرداختـه و در آخرین نسـخه خـود در زمـان تالیـف این کتـاب، یعنی نسـخه ۲۰۱۹ یک سـربرگ جدیدی بـه نـام Steel اضافه کرده کـه امکانـات فراوانـی را بـرای مـدل کـردن برش‌ها، سـوراخ‌ها، جـوش، پیـچ و انواع اتصـالات را فراهـم می‌کند.

شکل ۶۱ ▲

همچنیـن بـه کمـک فرمـان Connection که در نسـخه‌های قبل‌تر نیز موجود اسـت و در سـربرگ‌های Steel و Structure بـه آن دسترسـی داریـد، می‌توانـد انواع اتصالات بین اجزای سـازه‌ای را مدل سـازی کنید.



شکل ۶۲ ▲

از آنجا که هرکدام از این اتصالات به تنهایی جزئیات زیاد و دقیق اجرایی دارند و از توان هنرجو و حوصله این کتاب خارج است، یادگیری آنها را به دوره‌های پیشرفته‌تر Revit سازه‌ای موکول می‌کنیم.

فعالیت عملی ۷

برای پروژه خود آنگونه که پیش از این آموخته اید شیت نقشه تعریف کرده و مدارک مورد نیاز پروژه ۲ را در آن قرار دهید.

اصول میلگرد گذاری در نرم‌افزار Revit

مهم‌ترین نقطه ضعف بتن در سازه‌های بتنی مقاومت کششی بتن است که نسبت به مقاومت فشاری بتن عدد کوچکی است. امروزه راه‌حل‌های زیادی برای رفع این مشکل وجود دارد، اما مؤثرترین راه‌حل استفاده از فولاد به صورت میلگرد در بتن می‌باشد. تا اینجا هر قطعه بتنی از سقف و تیر و ستونی که در نرم‌افزار مدل کرده‌ایم بدون میلگرد بوده است. ابزارهای نرم‌افزار Revit برای ایجاد میلگرد در بتن بسیار ساده است و می‌توان اکثر آنها را در قاب Reinforcement از سربرگ Structure یافت.

پوشش بتنی روی میلگردها

طبق تعریف آیین نامه بتن ایران پوشش بتنی روی میلگردها برابر است با حداقل فاصله بین رویه میلگردها، اعم از طولی یا عرضی، تا نزدیک ترین سطح آزاد بتن.

کار پوشش بتنی حفاظت از میلگردها در برابر شرایط محیطی مانند شرایط جوی یا سولفات‌های موجود در خاک می‌باشد. حداقل میزان پوشش بتن با توجه به عضو بتنی و شرایط محیطی به طور خلاصه در جدولی مطابق شکل زیر مشخص شده است.

مبحث نهم

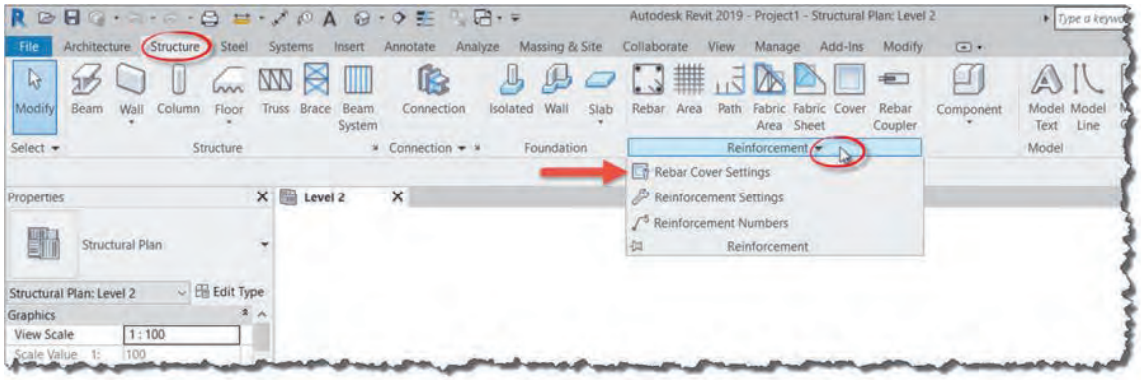
جدول۹-۶-۶ مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها (میلیمتر) در شرایط محیطی بند ۹-۶-۴

نوع قطعه	نوع شرایط محیطی			
	متوسط	شدید	خیلی شدید	فوق‌العاده شدید
تیرها و ستون‌ها	۴۵	۵۰	۷۵	۷۵
دال ها و تیرچه‌ها	۳۰	۳۰	۶۰	۶۰
دیوار ها وپوسته‌ها	۲۵	۳۰	۵۵	۵۵
شالوده‌ها	۵۰	۶۰	۹۰	۹۰

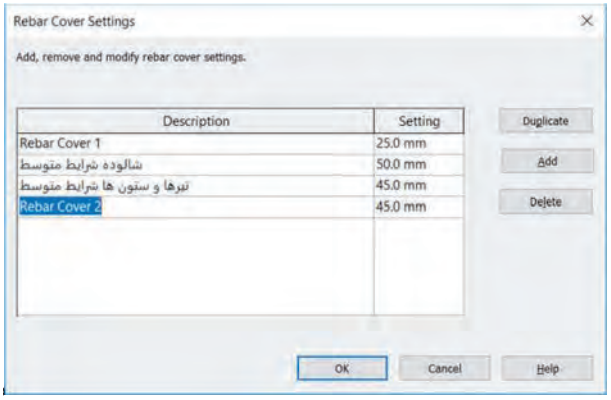
شکل ۶۳ ▲

برای دیدن و تعریف انواع مختلف پوشش بتنی از سربرگ Structure بر روی نام قاب Reinforcement کلیک کنید تا لیست کشویی باز شود. از آنجا دستور Rebar Cover Setting را انتخاب کنید.

Structure > Reinforcement > Rebar Cover Setting



شکل ۶۴ ▲

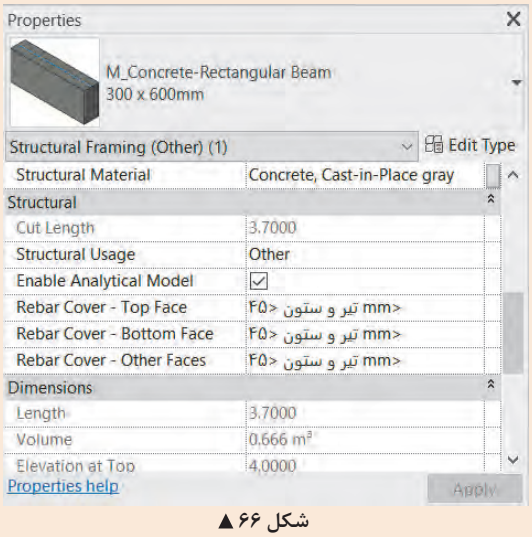


شکل ۶۵ ▲

در پنجره‌ای که به همین نام باز می‌شود می‌توانید بر اساس نیاز پروژه با زدن دکمه Add یک پوشش بتنی جدید بسازید و نام آن و مقدارش را تغییر دهید. در نهایت دکمه Ok را بزنید تا تغییرات ذخیره شوند.

نکته

در زمان قرار دادن میلگرد در یک قطعه بتنی می‌توانید نوع پوشش بتنی را تغییر دهید. همچنین اگر پیش از ایجاد تیرها و ستون‌ها و... پوشش بتنی را تعریف کرده باشید، در زمان ترسیم قطعات بتنی نیز می‌توانید از پنجره مشخصات Properties نوع پوشش بتن را برای قطعه مشخص کنید.



شکل ۶۶ ▲

انتخاب میلگرد برای عضو بتنی

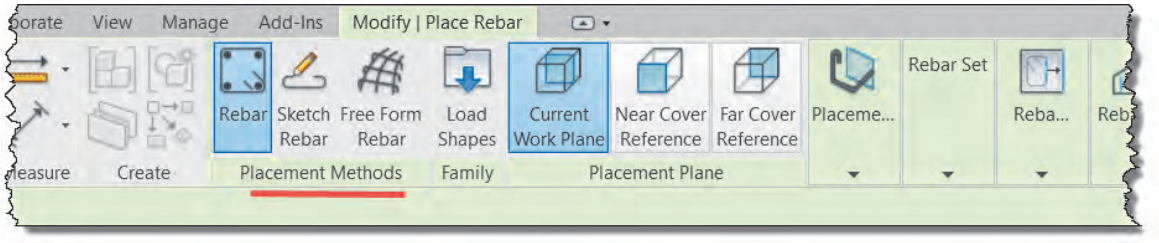
در سازه‌های بتنی، پس از بارگذاری سازه و انجام محاسبات توسط مهندس محاسب، مشخص می‌گردد که هر قطعه بتنی مثلاً یک ستون بتنی، به چه میزان فولاد برای تحمل نیروهای وارده نیاز دارد. این میزان را با انجام محاسبات و همچنین بر اساس تجربیات مهندس محاسب، بر حسب نوع، تعداد و قطر میلگردها بیان می‌کنند. مثلاً بر اساس نتایج به‌دست آمده مشخص می‌کند که این ستون به تعداد ۱۶عدد میلگرد AIII به قطر ۲۲ نیاز دارد. همچنین بر اساس محاسبات و ضوابط طراحی تعداد و محل خاموت‌های ستون را مشخص می‌کند. ما در این بخش از یادگیری نرم‌افزار Revit تنها قصد داریم آنچه را که پیش از این محاسبه شده، جهت ارائه نقشه‌های اجرایی مدل کنیم.

برای ایجاد میلگردگذاری دستور Rebar را از قاب Reinforcement واقع در سربرگ Structure انتخاب می‌کنیم.

Structure > Reinforcement > Rebar

شکل ۶۷ ▲

با انتخاب دستور نوار ریبون به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Rebar اضافه می‌شود و قاب‌های متعددی ایجاد می‌شوند. این قاب‌ها با انتخاب روش‌های ترسیم در قاب Placement Methods در ارتباط‌اند و با انتخاب هر دستور تغییر می‌کنند.

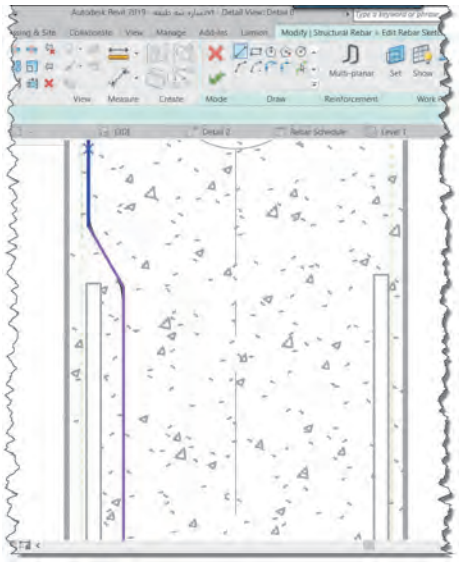


شکل ۶۸ ▲

شکل ۶۹ ▲

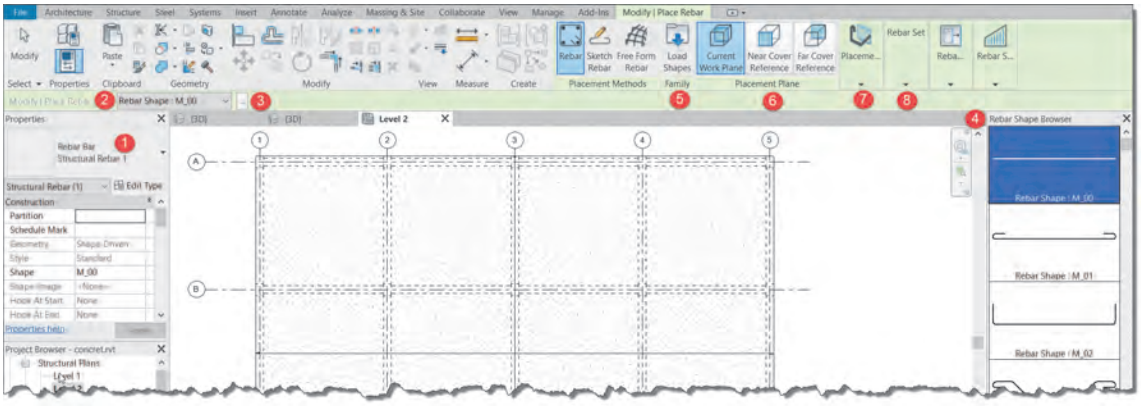
فرمان Free Form Rebar: برای ایجاد میلگرد در احجام پیچیده و یا اشکال غیرهندسی مانند یک دال قوسی یا پایه یک پل به کار می‌رود.

فرمـان Sketch Rebar: بـرای ترسـیم میلگردهـا بـه صـورت دسـتی اسـتفاده می‌شـود. ایـن امکان بیشـتر بـرای اشـکال نامتعارف میلگرد کاربـرد دارد. با انتخاب این دسـتور شـکل پنجـره Modify تغییر کـرده و به صـورت دسـتورات ترسـیمی درمی‌آید.



شکل ۷۰ ▲

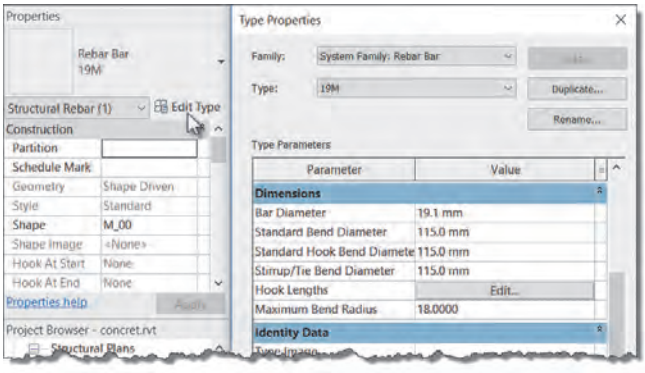
فرمـان Rebar: بـه کمـک ایـن فرمـان و گزینه‌هـای مربوط به آن بـه راحتی می‌توان اشـکال سـاده مانند تیرها و سـتون‌های متعـارف را میلگردگـذاری کـرد. در اینجا بـه توضیح بخش‌هـای مختلف این فرمـان می‌پردازیم.



شکل ۷۱ ▲

۱- پنجـره Properties: در ایـن پنجـره می‌توانیـد مشـخصات هندسـی و فیزیکـی میلگـرد خـود را مشـخص کنیـد. کافیسـت در بخـش Type Selector کلیـک کنیـد و یکـی از انـواع میلگـرد کـه بـا قطـر اسـمی مشـخص شـده‌اند را انتخـاب کنیـد.

همچنیـن با کلیک بـر روی دکمه Edit type، پنجـره Type Properties بـاز می‌شـود کـه می‌توانیـد در آنجـا مشـخصات فنـی میلگرد از جملـه نـام، قطـر و ... را تغییـر دهید.



شکل ۷۲ ▲

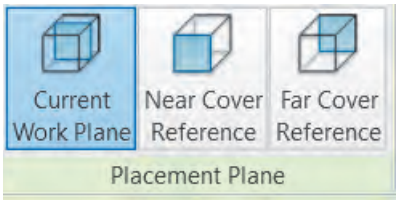
۲- نوار OptionBar: این نوار با انتخاب دستورات مختلف در این بخش تغییر می‌کند. اما در زمان انتخاب دستور و قرار گرفتن در حالت Rebar شما می‌توانید فرم میلگرد را از لیست کشویی انتخاب کنید.

۳- با زدن دکمه ... در کنار لیست کشویی می‌توانید پنجره Rebar Shape Browser را باز یا بسته کنید.

۴- پنجره Rebar Shape Browser: این پنجره فرم میلگردها را به صورت شماتیک نمایش می‌دهد تا انتخاب آنها راحت‌تر باشد.

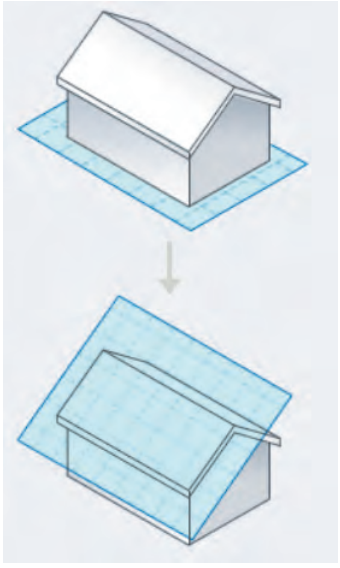
۵- قاب Family: در صورتی که فرم میلگردهای مورد نیاز پروژه در لیست موجود نباشد می‌توانید آنها را از این قسمت بارگذاری کنید.

۶- قاب Placement Plane: زمانی که برای قراردادن میلگرد بر سطح یک قطعه بتنی کلیک می‌کنید، سه حالت مختلف را در نظر می‌گیرد.



شکل ۷۳ ▲

صفحه کاری فعلی Current Work Plane: در هر دیدی که قرار داشته باشید موقعیت میلگرد را در سطح همان صفحه کاری درنظر می‌گیرد. صفحه کاری، صفحه‌ای فرضی است که ترسیمات و اشیاء (اینجا میلگرد) بر سطح آن شکل می‌گیرند.

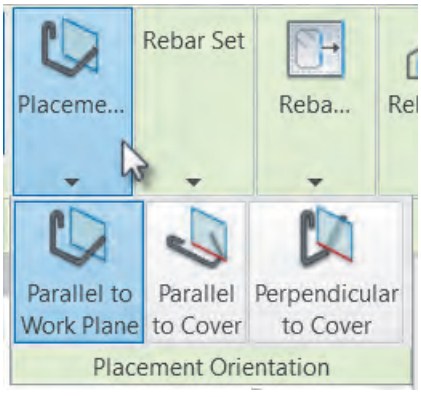


شکل ۷۴ ▲

برمبنای پوشش نزدیک Near Cover Reference: در دیدی که قرار دارید، پوشش بتن نزدیک به شما را صفحه کاری قرار می‌دهد.

برمبنای پوشش دور Far Cover Reference: در دیدی که قرار دارید، پوشش بتن دور نسبت به شما را مبنای محل ایجاد میلگرد قرار می‌دهد.

۷- قاب Placement Orientation: با کلیک بر روی این قاب، گسترده شده و سه حالت مختلف را در اختیار شما قرار می‌دهد.

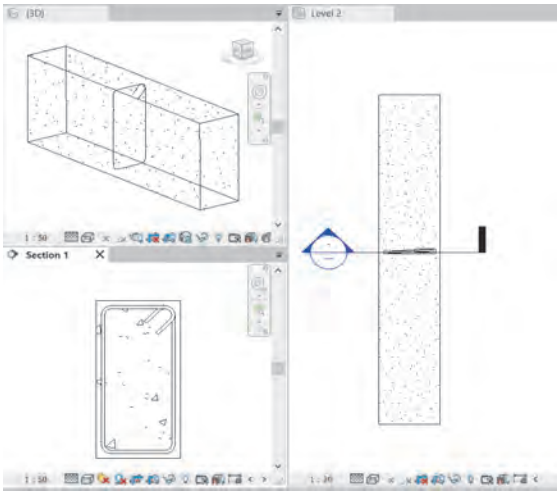


شکل ۷۵ ▲

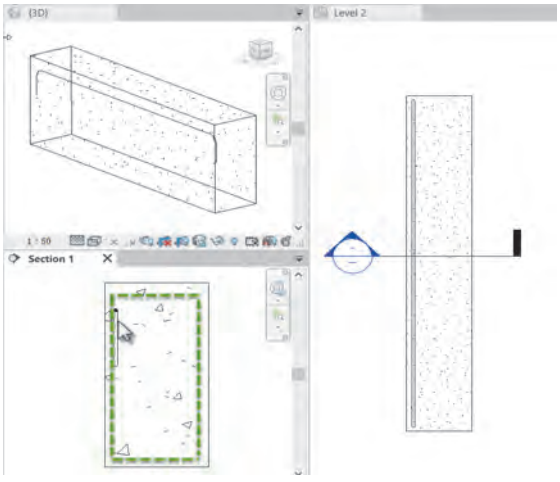
• به موازات صفحه کاری Parallel to Work Plane: میلگرد را بر سطح صفحه کاری ایجاد می‌کند. در شکل روبه‌رو صفحه برش به عنوان صفحه کاری در نظر گرفته شده است. (شکل ۷۶)

• به موازات پوشش بتن Parallel to Cover: اگر ماوس را به هریک از لبه‌های قطعه بتنی نزدیک کنید، میلگرد را بر سطح آن پوشش بتنی ایجاد می‌کند. (شکل ۷۷)

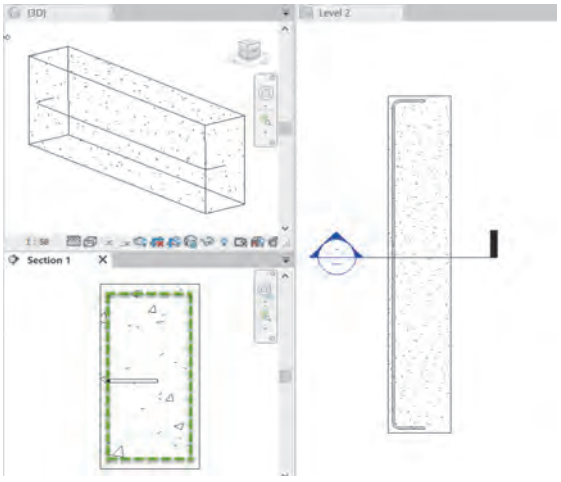
• عمود بر پوشش بتنی Perpendicular to cover: با نزدیک کردن ماوس به هر یک از لبه‌ها و پوشش بتنی آن، میلگرد را عمود بر سطح آن ایجاد می‌کند. (شکل ۷۸)



شکل ۷۶ ▲



شکل ۷۷ ▲

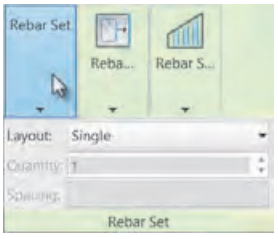


شکل ۷۸ ▲

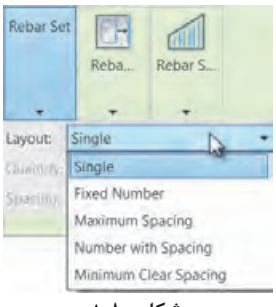
۸- قاب Rebar set: مانند آنچه که در تنظیم تعداد و فاصله تیرچه‌ها داشتیم، در اینجا نیز می‌توانیم تعداد میلگردها و فاصله آنها را مشخص کنیم. با کلیک بر روی قاب، گسترش پیدا کرده و می‌توانید تنظیمات آنرا ببینید.

با کلیک بر روی لیست کشویی مقابل Layout (چیدمان) می‌توانید نوع چیدمان میلگردها را مشخص کنید. برای چیدمان میلگردها ۵ روش وجود دارد.

حالت تکی Single مانند شکل ۷۶ فقط یک میلگرد در سطح شکل به‌وجود می‌آورد. بقیه موارد را در شکل ۸۱ توضیح می‌دهیم.



شکل ۷۹ ▲



شکل ۸۰ ▲

شکل ۸۱ ▲

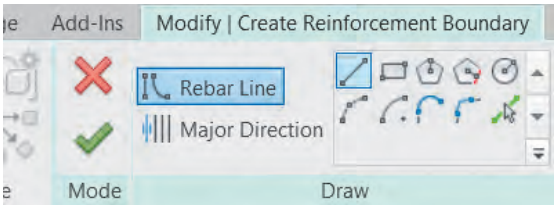
فعالیت عملی ۸

به کمک هنرآموز خود تعدادی از تیرها، و ستون‌ها و همچنین فونداسیون پروژه‌های ۱ و ۲ را میلگردگذاری کنید.

میلگرد گذاری دال‌ها:

دستور Area را از قاب Reinforcement واقع در سربرگ Structure انتخاب می‌کنیم. نرم‌افزار از ما می‌خواهد یک سطح سازه‌ای را انتخاب کنیم. این سطح می‌تواند یک دال یا یک کف سازه‌ای یا حتی دیواربرشی باشد.

شکل ۸۲ ▲



شکل ۸۳ ▲

پس از انتخاب سطح، نوار ریبون به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Create Reinforcement Boundary اضافه شده و دو قاب Mode جهت تأیید و نهایی کردن کار و Draw جهت ترسیم سطح میلگردگذاری، ظاهر می‌گردند.

در پنجره Properties می‌توانید مشخصات میلگرد و فاصله بین آنها را مشخص کنید. توضیح آنکه سطوح در دو لایه بالا Top و پایین Bottom و در دو جهت اصلی Major و فرعی Minor (مجموعاً چهار بخش) میلگردگذاری می شوند.

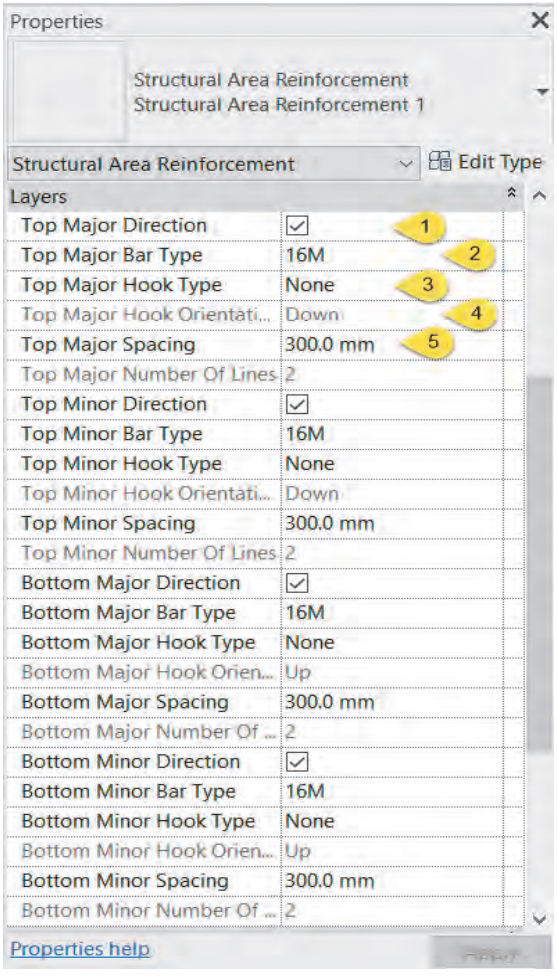
۱- با حذف تیک مقابل هر بخش(مثلاً Top Major Direction ، جهت اصلی بالا) می‌توانیم میلگرد گذاری در آن لایه و جهت را حذف کنیم.

۲- نوع (قطر) میلگرد را مانند قسمت قبل مشخص می‌کند.

۳- نشان می‌دهد در انتهای میلگرد قلاب داشته باشیم یا خیر و یا اینکه زاویه خم ۹۰ درجه یا ۱۸۰ درجه باشد.

۴- اگر قسمت قبل را فعال کنیم از شما می‌خواهد مشخص کنید که خم رو به بالا باشد یا پایین.

۵- فاصله بین دو میلگرد را تعیین می‌کند.



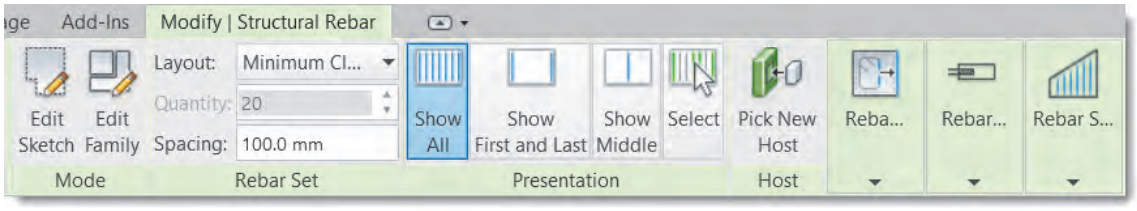
شکل ۸۴ ◄

ارائه نقشه‌ها

تنظیم دید تعداد میلگردها در نقشه

زمانی که تعداد میلگردها (مانند خاموت‌های یک تیر) زیاد باشند، در زمان ارائه نقشه‌ها جهت جلوگیری از شلوغی و ناخوانا شدن نقشه‌ها می‌توانیم فقط بخشی از آنها را نمایش دهیم و بقیه (با اینکه وجود دارند) دیده نشوند.

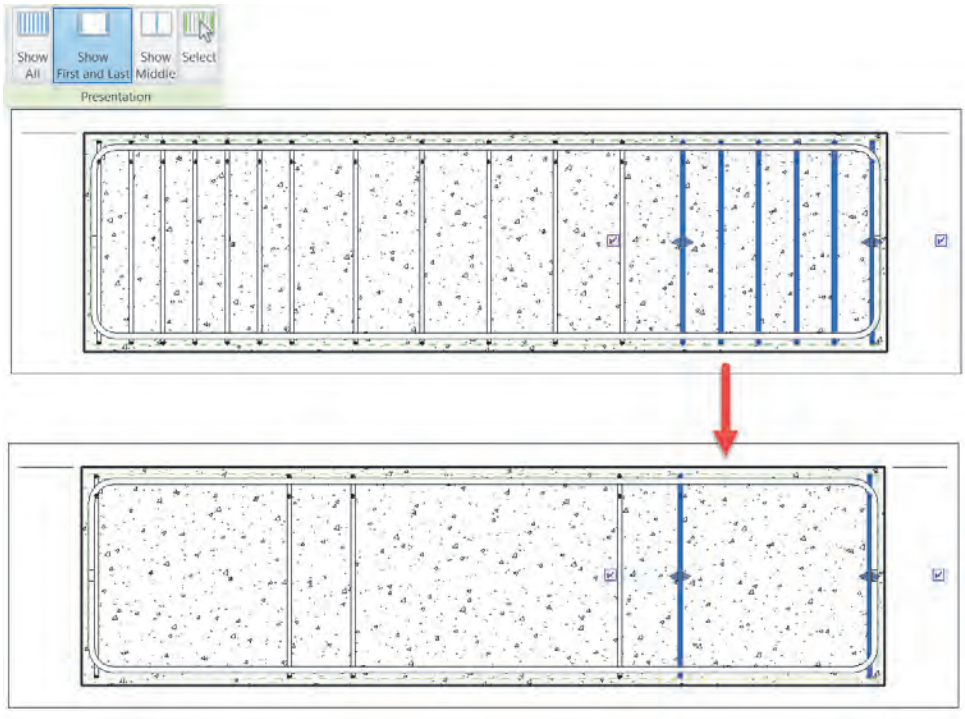
برای این کار کافی است دسته میلگردها را انتخاب کنیم. نوار ریبون به رنگ سبز درآمده و در سربرگ Modify قرار گرفته و فرامینی که برای انجام تنظیمات میلگردها است از جمله قاب Presentation (ارائه) ظاهر می‌شود.



شکل ۸۵ ▲

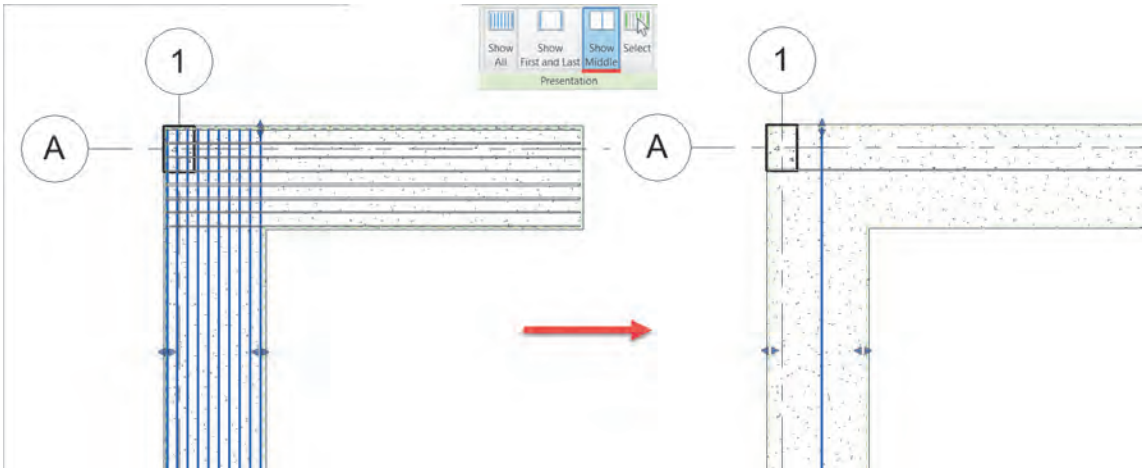
در این قاب شما می‌توانید انتخاب کنید که چه تعداد از دسته میلگردها نمایش داده شود. پیش فرض تمام دسته میلگردها Show All (نمایش همه) می‌باشد.

نمایش میلگرد ابتدا و انتها Show First and Last: این روش مرسوم برای نمایش خاموت‌های موجود در تیرها و ستون‌ها می‌باشد و فقط اولین و آخرین میلگرد دسته را نمایش می‌دهد.



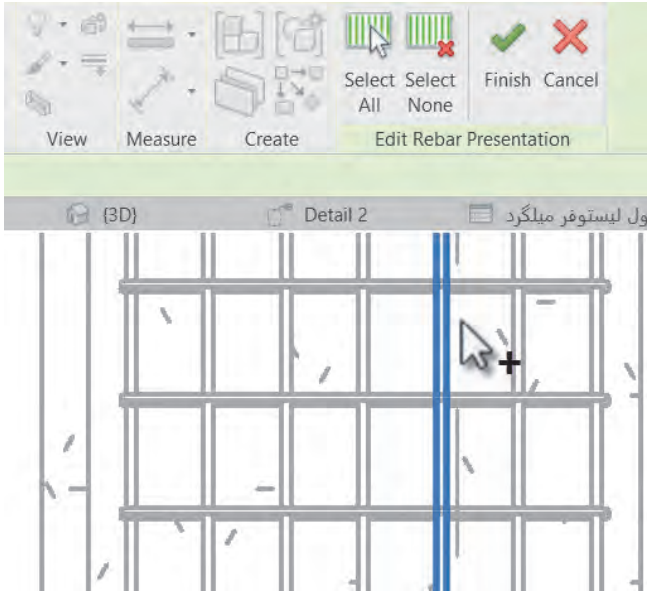
شکل ۸۶ ▲

نمایش میلگرد وسط Show Middle: فقط میلگرد وسط را نمایش می‌دهد. در نمایش میلگردگذاری فونداسیون‌ها این گزینه کاربرد دارد.



شکل ۸۷ ▲

میلگرد انتخاب شده Select: می‌توانید به دلخواه و بنا به ضرورت پروژه انتخاب کنید که کدام میلگردها دیده شوند و کدام میلگردها دیده نشوند.



شکل ۸۸ ◄

اندازه گذاری میلگردها:

از سربرگ یادداشت نویسی Annotate و از قاب Tag دستور Multi_Rebar را انتخاب کنید.

Annotate > Tag > Multi_Rebar

شکل ۸۹ ▲

حال با کلیک بر روی هر میلگرد (بجز میلگردهای Single) اندازه گذاری آنها به صورت خودکار صورت می‌گیرد. البته مانند تمام موارد دیگر در نرم‌افزار Revit برای نوشتن نام هر میلگرد بر روی آن از دستور Tag by Category استفاده می‌کنیم.

همچنین برای ارائه برخی توضیحات و نوشته‌ها می‌توانید از همین سربرگ و از قاب Text فرمان Text را انتخاب کنید.

Annotate > Text > Text

شکل ۹۰ ▲

فعالیت عملی ۹

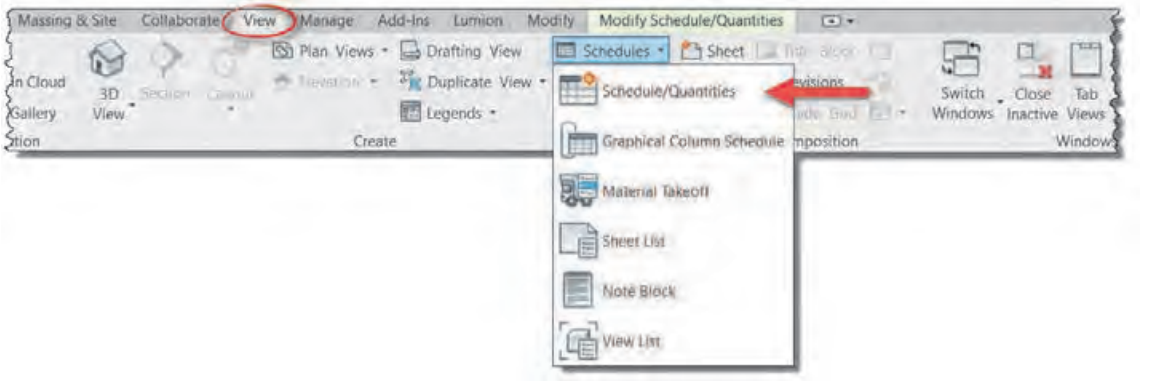
به کمک هنرآموزخود برای پروژه شیت‌های نقشه تعریف کنید و سپس تعداد کافی برش جزئیات از پروژه ۱ تهیه و اندازه‌گذاری کنید.

درنهایت با قراردادن مدارک مختلف در شیت‌ها، نقشه‌های پروژه را تهیه و از آنها چاپ بگیرید.

تهیه جدول برنامه–مقادیر Schedule/Quantities

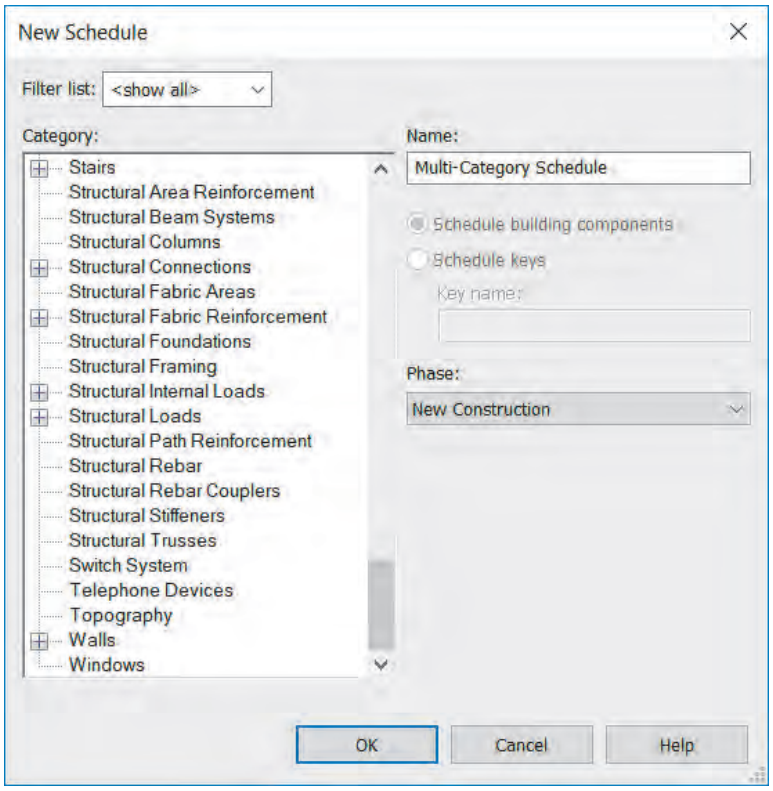
یکی از توانایی‌های نرم‌افزار Revit به عنوان مهم‌ترین نرم‌افزار تحت BIM، تهیه جداول مربوط به مقادیر تمام عناصر مورد استفاده در پروژه است.

از سربرگ View و از قاب Create بر روی فرمان Schedules کلیک کنید تا یک لیست کشویی باز شود. از این لیست گزینه Schedule/Quantities را انتخاب کنید.



شکل ۹۱ ▲

پنجره‌ای به نام New Schedule باز خواهد شد. در سمت چپ پنجره و در قاب Category لیستی از تمام عناصر ممکن در رویت وجود دارد که شما با انتخاب هرکدام می‌توانید جدول مربوطه را به‌وجود آورید. بسته به عنصر انتخاب شده، نرم‌افزار Revit مقادیر مختلفی مانند نام، خانواده، طول، عرض، وزن، شکل و.... و درصورت تعریف درست حتی قیمت آن عنصر را در اختیار شما قرار می‌دهد و شما با انتخاب گزینه‌های مورد نیاز خود جدولی از این اطلاعات را در اختیار خواهید داشت که در مدیریت پروژه (از جمله متره کردن و مدیریت هزینه‌ها) به شما کمک خواهد کرد.

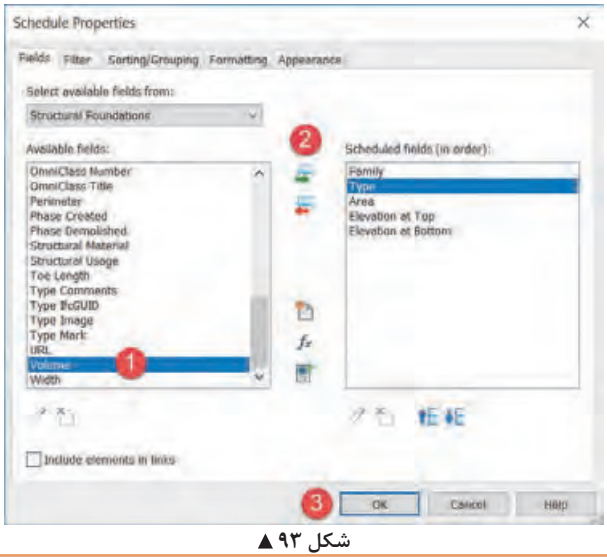


شکل ۹۲ ▲

مثال ۱

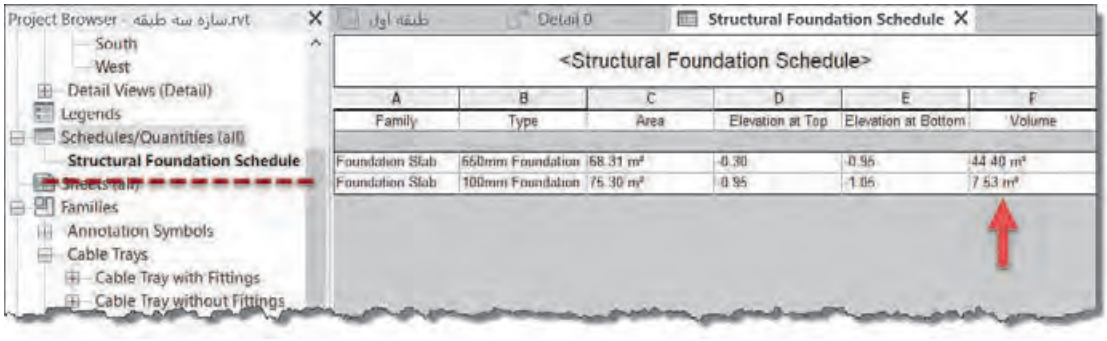
حجم بتن مصرفی در فونداسیون پروژه ۱ را محاسبه کنید.

حل: از لیست Category (شکل ۹۲) فونداسیون (Structural Foundations) را انتخاب کنید و OK را بزنید. پنجره‌ای به نام Schedule Properties باز می‌شود. از لیست Available fields (زمینه‌های موجود) می‌توانید مقادیر مورد نظر خود را اضافه کنید. کافیست بر روی زمینه مورد نظر کلیک کنید تا رنگ آن آبی شود (۱)، سپس بر روی فلش سبز کلیک کنید (۲) تا به لیست زمینه‌های انتخاب شده در سمت چپ اضافه شود. در شکل ۹۳ زمینه Volume به معنای حجم (که هدف این مثال است) انتخاب شده است و با زدن بر روی فلش سبز به لیست انتخاب شده‌ها اضافه می‌شود. پیش از این به همین روش، به ترتیب مقادیر خانواده، نوع، مساحت، تراز ارتفاعی رو و زیر فونداسیون انتخاب شده است.



شکل ۹۳ ▲

با زدن دکمه Ok مدرک جدیدی به نام Structural Foundation Schedule باز خواهد شد. مقدار بتن مصرفی در فونداسیون ۴۴/۴۰ مترمکعب و مقدار بتن مگر مصرفی ۷/۵۳ مترمکعب است.



شکل ۹۴ ▲

نکته

همانطور که می‌دانیم اطلاعات در نرم‌افزار Revit در تمام مدارک به صورت همزمان به روزرسانی می‌شوند. یعنی با تغییر یک عنصر تمام مدارکی که به آن عنصر مربوط می‌شوند نیز تغییر می‌کنند و نیازی به کنترل یا اعمال تغییرات به صورت دستی نیست.

فعالیت عملی ۱۰

بنا به نظر هنرآموز خود ابعاد فونداسیون پروژه ۱ را تغییر داده (کم یا زیاد کنید) و تغییرات جدول مقادیر را مشاهده کنید.

فعالیت عملی ۱۱

حجم بتن ریزی تیرها و ستون‌های بتنی پروژه ۱ را به دست آورید.

فعالیت عملی ۱۲

به کمک هنرآموز خود و با توجه به فهرست بها هزینه بتن ریزی پروژه ۱ را محاسبه کنید.

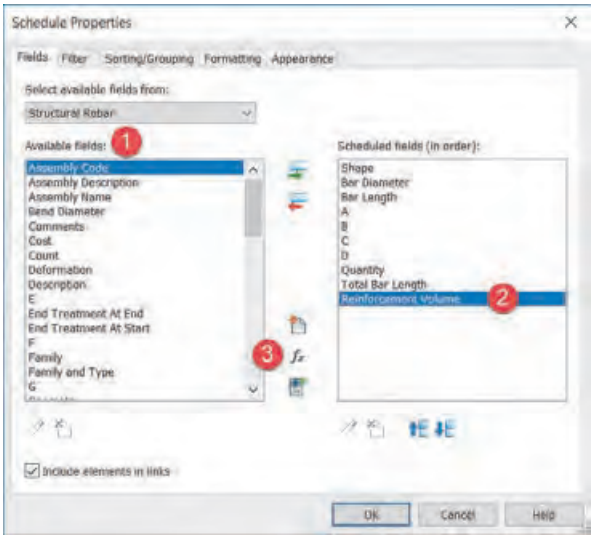
مثال ۲

لیست میلگردهای فونداسیون پروژه ۱ را ایجاد کنید (لیستوفر) و وزن آنها را محاسبه کنید.

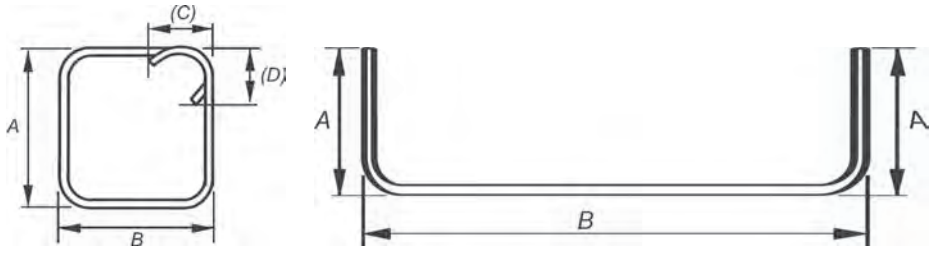
راه‌حل:

مرحله اول: پس از اجرای دستور Schedule/Quantities از سربرگ View، از لیست Category (شکل ۹۲) مقدار Structural Rebar را انتخاب کنید. پنجره Schedule Properties باز می‌شود.

۱- از لیست Available fields مقادیر Shape (شکل)، Bar Diameter (قطر میلگرد)، Bar Length (طول میلگرد)، و مقادیر A, B, C, D که اندازه‌های شکل میلگرد هستند(مانند شکل ۹۶)، Quantity (تعداد میلگرد)، Bar Length (جمع طول میلگرد) را انتخاب و با زدن فلش سبز به جدول اضافه کنید.(شکل ۹۵)



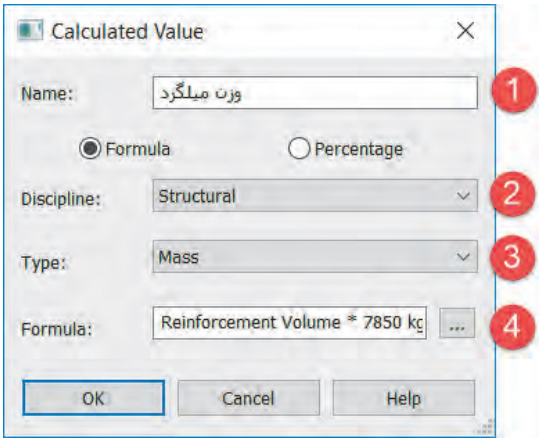
شکل ۹۵ ▲



شکل ۹۶ ▲

۲- همان‌طور که می‌بینید مقداری با عنوان وزن میلگرد وجود ندارد. در اینجا مقدارحجم میلگرد (Reinforcement Volume) را به لیست اضافه می‌کنیم. با ضرب مقدار حجم در وزن مخصوص می‌توان وزن را محاسبه کرد.

۳- برای اضافه کردن مقدار وزن بر روی دکمه f_x کلیک کنید. پنجره‌ای به نام باز می‌شود.



شکل ۹۷ ▲

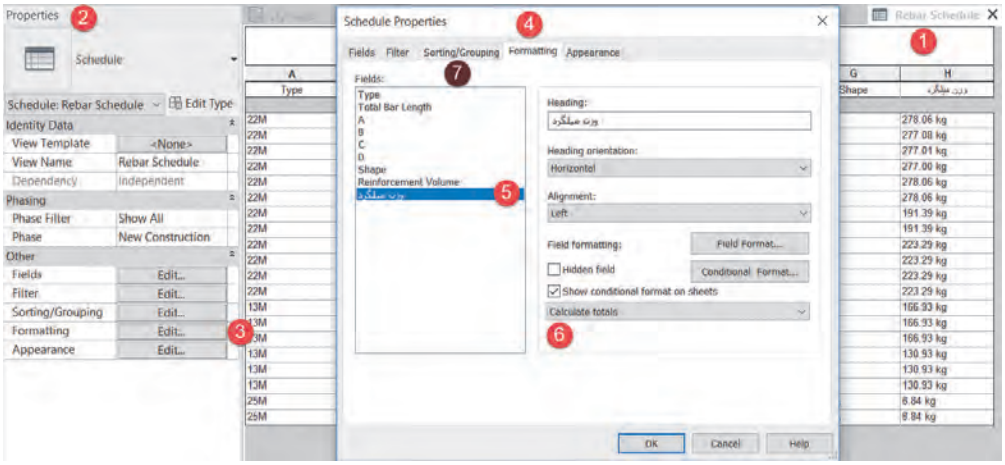
مرحله دوم: ایجاد مقادیر محاسبه شده.

جرم حجمی فولاد (۷۸۵۰) × حجم میلگردها = وزن میلگردها

۱- در مقابل Name نام دلخواه مربوط به مقدار جدید را وارد کنید. اینجا مقدار وزن میلگرد را به عنوان نام انتخاب کرده‌ایم.

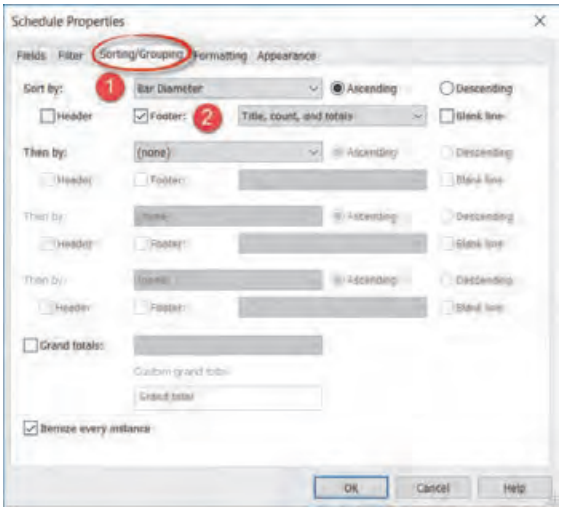
۲- در لیست کشویی Discipline گزینه Structural را انتخاب کنید.

۳- در لیست کشویی Type گزینه Mass (جرم) را انتخاب کنید.
۴- در جعبه مقابل Formula مقدار Reinforcement Volume*۷۸۵۰ را وارد کنید.
تمام پنجره‌ها را Ok کنید تا جدول ایجاد شود. مشاهده می‌کنید که وزن هر میلگرد در جدول مقابل آن نوشته شده است.



شکل ۹۸ ▲

مرحله سوم: محاسبه جمع کل وزن‌ها
۱- در مدرک جدول مقادیر قرار بگیرید.
۲- به پنجره Properties بروید.
۳- در بخش Other بر روی دکمه ...Edit مقابل Formatting کلیک کنید تا پنجره Schedule Properties باز شود.
۴- تذکر: بر روی هرکدام از دکمه‌های ...Edit کلیک کنید این پنجره باز می‌شود و در سربرگ مربوطه قرار می‌گیرد. دقت کنید که در سربرگ Formatting باشید.



شکل ۹۹ ▲

۵- از بخش Fields وزن میلگرد را انتخاب کنید تا اطلاعات آن در سمت راست نمایش داده شود.
۶- در پایین‌ترین لیست کشویی گزینه Calculate totals به معنای جمع کل را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه جمع کل میلگردها محاسبه می‌شود، اما نمایش داده نخواهد شد.
۷- برای نمایش جمع کل در زیر ستون وزن میلگرد به سربرگ Sorting/Grouping بروید. در سربرگ Sorting/Grouping ۱- از لیست کشویی Sort By: (مرتب سازی بر اساس) گزینه Bar Diameter (قطر میلگرد) را انتخاب کنید تا میلگردها بر اساس قطرشان دسته بندی شوند.

۲- تیک گزینه Footer را فعال کنید تا در زیر هر دسته مجموع آنها نمایش داده شود. دکمه Ok را بزنید. جدولی مانند شکل زیر (شکل ۱۰۰) مشاهده خواهیدکرد.

<Rebar Schedule>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Shape	Bar Diameter	Bar Length	A	B	C	D	Quantity	Total Bar Length	Reinforcement Volu	وزن میلگرد
M_T1	12 mm	3294 mm	115 mm	510 mm	1060 mm	510 mm	51	167998 mm	0.019 m³	149.15 kg
M_T1	12 mm	3294 mm	115 mm	510 mm	1060 mm	510 mm	51	167998 mm	0.019 m³	149.15 kg
M_T1	12 mm	3294 mm	115 mm	510 mm	1060 mm	510 mm	51	167998 mm	0.019 m³	149.15 kg
M_T1	12 mm	3294 mm	115 mm	1060 mm	510 mm	1060 mm	40	131763 mm	0.015 m³	116.98 kg
M_T1	12 mm	3294 mm	115 mm	1060 mm	510 mm	1060 mm	40	131763 mm	0.015 m³	116.98 kg
M_T1	12 mm	3294 mm	115 mm	1060 mm	510 mm	1060 mm	40	131763 mm	0.015 m³	116.98 kg
12 mm: 6										798.40 kg
M_02	22 mm	13073 mm	375 mm	12435 mm	0 mm	0 mm	7	91512 mm	0.035 m³	278.06 kg
M_02	22 mm	13027 mm	375 mm	12389 mm	0 mm	0 mm	7	91188 mm	0.035 m³	277.08 kg
M_02	22 mm	13024 mm	375 mm	12386 mm	0 mm	0 mm	7	91167 mm	0.035 m³	277.01 kg
M_02	22 mm	13023 mm	375 mm	12385 mm	0 mm	0 mm	7	91164 mm	0.035 m³	277.00 kg
M_02	22 mm	13073 mm	375 mm	12435 mm	0 mm	0 mm	7	91512 mm	0.035 m³	278.06 kg
M_02	22 mm	13073 mm	375 mm	12435 mm	0 mm	0 mm	7	91512 mm	0.035 m³	278.06 kg
M_02	22 mm	10498 mm	375 mm	9860 mm	0 mm	0 mm	7	73487 mm	0.028 m³	223.29 kg
M_02	22 mm	10498 mm	375 mm	9860 mm	0 mm	0 mm	7	73487 mm	0.028 m³	223.29 kg
M_02	22 mm	10498 mm	375 mm	9860 mm	0 mm	0 mm	7	73487 mm	0.028 m³	223.29 kg
M_02	22 mm	10498 mm	375 mm	9860 mm	0 mm	0 mm	7	73487 mm	0.028 m³	223.29 kg
M_02	22 mm	10498 mm	375 mm	9860 mm	0 mm	0 mm	7	73487 mm	0.028 m³	223.29 kg
M_02	22 mm	10498 mm	375 mm	9860 mm	0 mm	0 mm	7	73487 mm	0.028 m³	223.29 kg
22 mm: 12										3005.04 kg

شکل ۱۰۰ ▲

نکته

می‌توانید بر روی هریک از عناوین ستون‌ها کلیک و نام آن را تغییر دهید.

شکل ۱۰۱ ▲

نکته

در جدول شکل ۱۰۰، طول و ابعاد میلگرد به میلیمتر نوشته شده. اگر بخواهیم واحد آنها را به متر تغییر دهیم پس از انتخاب ستون مقدار، بر روی آیکون Format Unit کلیک کرده و در پنجره‌ای که باز می‌شود واحد را به متر تغییر دهید.

نکته

در جدول لیستوفر مقدار حجم میلگرد نشان داده نمی‌شود. برای مخفی کردن یک ستون کافی است که پس از انتخاب ستون Reinforcement Volume (حجم میلگرد) بر روی آیکون Hide کلیک کنید تا ستون مخفی شود.

فعالیت عملی ۱۳

لیستوفر میلگردهای پروژه ۱ را به شیت‌های نقشه اضافه کنید.

فعالیت عملی ۱۴

وزن و هزینه اجرای اسکلت فلزی پروژه ۲ را محاسبه کنید.

ارزشیابی شایستگی کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه

شرح کار:
مطابق نقشه‌های سازه‌ای و با استفاده از نرم‌افزار Revit، کلیهٔ اجزای سازه‌ای مدل شده و مدارک مناسب مانند پلان‌ها، نماها، برش‌ها را طبق ضوابط فنی و زیر نظر هنرآموز ایجاد و اندازه‌گذاری کرده و در قالب نقشه خروجی گرفته شود.

استاندارد عملکرد:
به کمک نرم‌افزار و بر اساس نقشه‌های ارائه شده در کتاب یا توسط هنرآموز، ساختمان مورد نظر را مدل کرده و نقشه‌های سازه‌ای و اجرایی را مطابق دستورالعمل نشریهٔ ۲۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ارائه دهد.

شاخص‌ها:
دقت رعایت اصول فنی در اجزای ساختمان - اندازه‌گذاری صحیح و کامل مدارک - ترتیب صحیح ارائهٔ نقشه‌ها - زمان ۶ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام مدل سازی نقشه‌های سازه‌ای و اجرائی ساختمان با نرم‌افزار در سایت رایانه.

ابزار و تجهیزات:
- رایانه به همراه چاپگر و برنامهٔ Revit ورژن ۲۰۱۸

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	ایجاد و مدل‌سازی سازهٔ ساختمان	۲	
۲	ایجاد مدارک مناسب و کافی	۲	
۳	ترسیم جزئیات	۲	
۴	اندازه‌گذاری صحیح مدارک	۲	
۵	ارائهٔ نقشه‌ها	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان		۲	
میانگین نمرات			*

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

پودمان ۴

اجرای سازه‌های فولادی

مقدمه

استفاده از سازه‌های فلزی یکی از متداول‌ترین روش‌های ساختمان‌سازی می‌باشد. ساختمان‌های بلندمرتبه، سازه‌های شهری نظیر تابلوهای تبلیغاتی، سازه‌های ترافیکی نظیر پل‌های عابر پیاده، پل‌های ماشین‌رو و سازه‌های صنعتی نظیر انواع خرپاها و سوله‌ها را می‌توان نام برد. سرعت و سهولت اجرا به‌خصوص پس از پیشرفت صنعت جوشکاری، باعث رونق‌گرفتن هرچه بیشتر سازه‌های فلزی شده است. در مقایسه با سازه‌های بتنی، ابعاد کمتر مقاطع تیر و ستون، سرعت ساخت و نصب سریع‌تر، سبک‌تر بودن و کیفیت بهتر مقاطع فلزی ساخته شده در کارخانه نسبت به مقاطع بتنی اجرا شده در محل از امتیازات سازه‌های فلزی می‌باشد. در عین حال ضعف در مقابل آتش‌سوزی، ضعف در مقابل رطوبت به دلیل زنگ‌زدگی و خوردگی و ... از نقاط ضعف سازه‌های فلزی در قیاس با سازه‌های بتنی است.

استاندارد عملکرد

با استفاده از وسایل جوشکاری مانند دستگاه جوش - الکترود و ... و معیارهای AWS و مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، جوش‌های مختلف را اجرا نماید.

کلیات

در این پودمان ابتدا به معرفی آهن و فراورده‌های آن از قبیل فولاد و چدن و روش‌های تولید فولاد می‌پردازیم. در ادامه، اعضای مختلف سازه‌های فولادی و روش ساخت آنها از قبیل فونداسیون، تیر و ستون، مهاربندها و سقف‌ها معرفی می‌شوند و سپس انواع اتصالات در سازه‌های فولادی از نظر روش طراحی و اجرا و مباحثی درباره جوشکاری و پیچ و پرچ بیان شده است.

آهن

آهن یکی از عناصرطبیعی است که به صورت سنگ‌آهن و معمولاً همراه با ناخالصی از معادن استخراج می‌شود (شکل ۱).

با افزودن کربن به آهن خالص، دو آلیاژ اصلی فولاد و چدن به‌دست می‌آید که کاربردهای فراوانی در صنایع مختلف از جمله در صنعت ساختمان دارند.

شکل ۱ ▲

فولاد و چدن

فولاد:

آهن خالص به دلیل نرمی و عدم استحکام کافی، مستقیماً در صنعت ساختمان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. با افزودن حداکثر ۲ درصد کربن به آهن خالص، آلیاژی به نام فولاد تولید می‌شود. از فولاد جهت تولید پروفیل‌های ساختمانی نظیر تیرآهن ، نبشی، میل‌گرد و... استفاده می‌شود.

چدن:

اگر میزان کربنی که به آهن خالص افزوده می‌شود بیش از ۲ درصد باشد، میزان تردی و سختی آن افزایش می‌یابد، یعنی با افزایش کربن، بر میزان مقاومت و ظرفیت باربری فولاد افزوده شده اما خاصیت شکل‌پذیری (چکش‌خواری) و جوش‌پذیری آن کاهش می‌یابد و به چدن نزدیک می‌شود. کربن موجود در چدن بین ۲ تا ۴/۵ درصد می‌باشد. از چدن به دلیل ظرفیت باربری بالا و مقاومت در برابر رطوبت، برای تولید دریچه منهول‌های فاضلاب، دریچه کنتورهای آب شهری، لوله ناودان و لوله فاضلاب استفاده می‌شود.

شکل ۲ ▲

نکته

با افزایش تردی مصالح، امکان شکستن ناگهانی مصالح افزایش می‌یابد.

از نظر مقدار کربن، فولاد به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شود:

الف) فولاد نرم: این نوع فولاد کمتر از ۰/۲ درصد کربن دارد و برای ساخت پیچ و مهره معمولی، سیم خاردار و... به‌کار می‌رود.

ب) فولاد متوسط: درصد کربن این نوع فولاد بین ۰/۲ تا ۰/۶ بوده و برای تهیه ریل، دیگ بخار و فولاد ساختمانی مانند تیرآهن، نبشی و سایر پروفیل‌های ساختمانی به‌کار می‌رود.

ج) فولاد سخت: این نوع فولاد بین ۰/۶ تا ۱/۶ درصد کربن دارد و برای تهیه فنرهای فولادی، ابزارآلات، وسایل جراحی، مته و ... به‌کار می‌رود.

برای نام‌گذاری فولادها از علامت ...St استفاده می‌شود. St مخفف کلمه Steel به معنای فولاد است و در سمت راست آن مقاومت کششی فولاد بر حسب نیوتن بر میلی‌متر مربع نمایش داده می‌شود.
برای ساخت پروفیل‌های ساختمانی مانند تیرآهن از St۳۷ استفاده می‌شود. برای ساخت پیچ‌های پرمقاومت که در اتصالات پیچ و مهره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد از St۵۲ استفاده می‌شود.

St۳۷	تنش تسلیم	$F_y = ۲۴۰۰ \ kg/cm^۲$	تنش نهایی	$F_u = ۳۷۰۰ \ kg/cm^۲$
St۵۲	تنش تسلیم	$F_y = ۳۶۰۰ \ kg/cm^۲$	تنش نهایی	$F_u = ۵۲۰۰ \ kg/cm^۲$

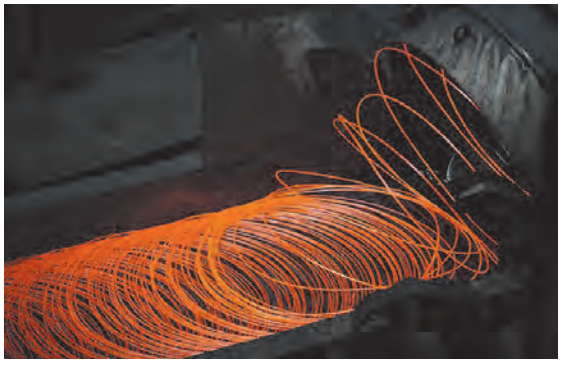
تفکر

با راهنمایی هنرآموز خود بررسی کنید که تفاوت بین تنش تسلیم با تنش نهایی چیست.

روش‌های تولید فولاد

الف) نورد گرم: در این روش شمش را در کوره بین ۸۰۰ تا ۱۲۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده و با عبور از بین غلتک‌هایی که خلاف جهت هم می‌چرخند، تغییر ضخامت می‌یابد تا درنهایت به شکل و فرم مورد نظر برسد. نیم‌رخ‌های تیرآهن، نبشی، میل‌گرد و ... با این روش تولید می‌شوند.

شکل ۳ ▲ نورد گرم ورق فولادی

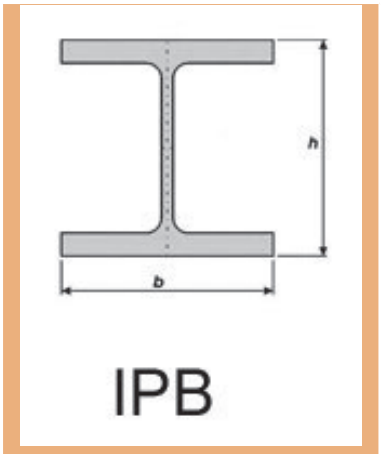


شکل ۴ ▲ نورد گرم میل‌گرد

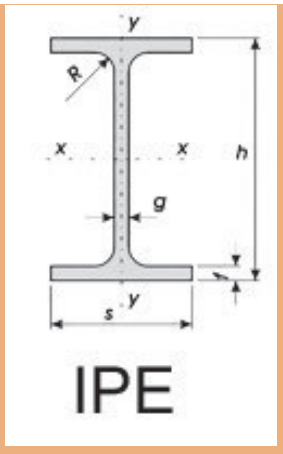
انواع نیم‌رخ‌های گرم نوردشده:
تیرآهن یا مقطع I شکل، ناودانی یا مقطع U شکل، نبشی یا L شکل، سپری یا مقطع T شکل لوله و میل‌گرد یا مقطع دایره‌ای شکل، قوطی یا مقطع مربع و مستطیل و ... به روش نورد گرم تولید می‌شوند.

نکته

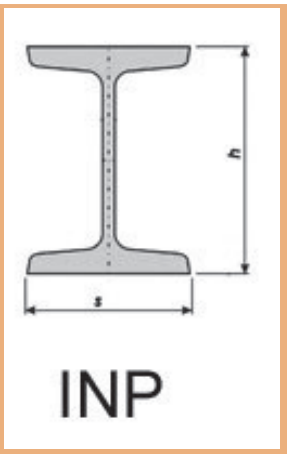
در تیرآهن INP ضخامت بال از لبه به سمت جان افزایش می‌یابد اما در IPE ضخامت بال ثابت است. باربری یک سایز تیرآهن از نوع INP کمتر از نوع IPE بوده و همچنین قیمت INP نیز ارزان‌تر از IPE می‌باشد.



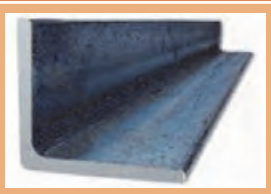
تیرآهن IPB (بال پهن)



تیرآهن IPE (معمولی)

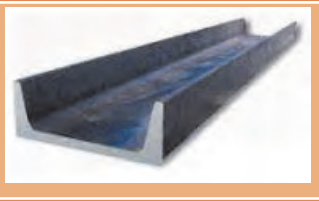


تیرآهن INP (باریک)

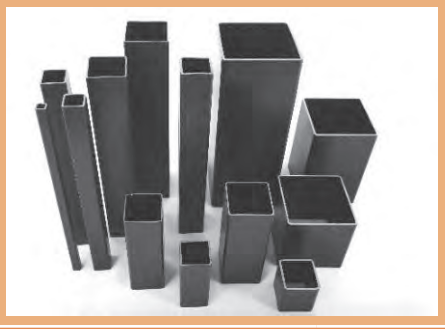


نبشی

سپری

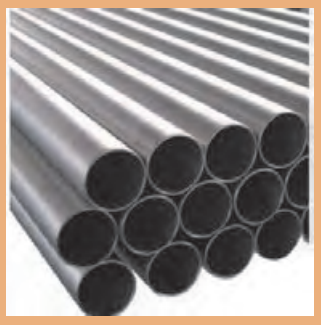


ناودانی



انواع قوطی

میل‌گرد



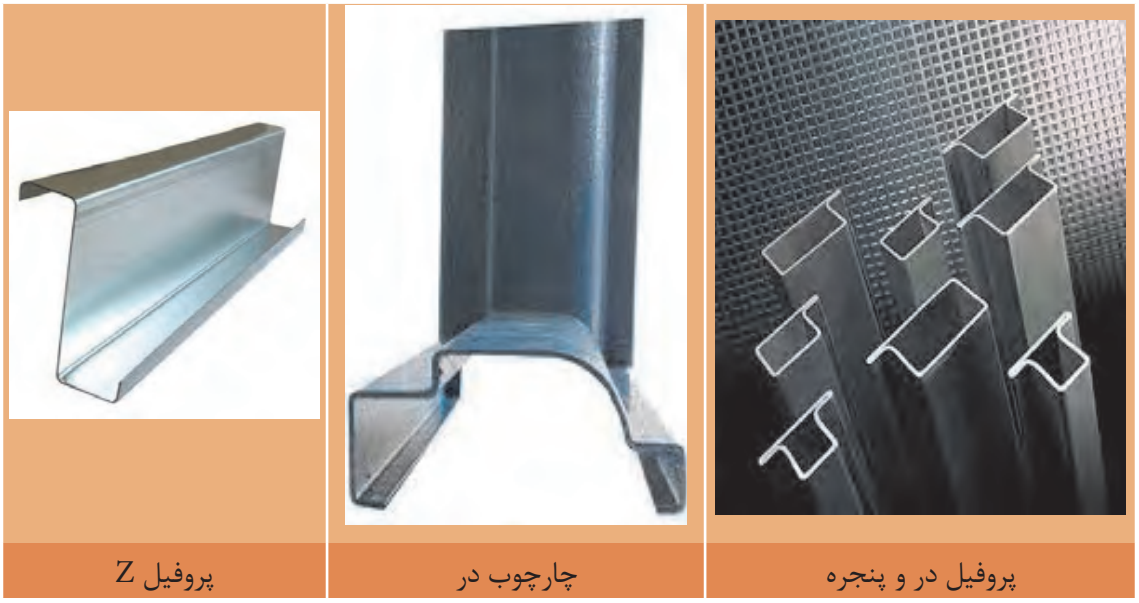
لوله‌های فولادی

تسمه

شکل ۵ ▲ انواع پروفیل‌های نورد گرم

ب) نورد سرد: در این روش حداکثر دما ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است. با انجام عملیات اضافی در اثر عبور از بین چند غلتک، خم‌کاری یا کشیدن، نورد سرد انجام می‌شود. به همین دلیل مقاطع سرد نورد شده معمولاً گران‌تر از مقاطع حاصل از نورد گرم است. نیم‌رخ‌های Z شکل، و نیم‌رخ‌های در و پنجره و لوله‌های درزدار از این روش تولید می‌شوند.

شکل ۶ ▲ عملیات نورد سرد



پروفیل در و پنجره | چارچوب در | پروفیل Z

شکل ۷ ▲ انواع پروفیل نورد سرد

تفکر

تنش تسلیم فولاد حاصل از نورد گرم با نورد سرد چه تفاوتی دارد؟

اعضای سازه‌های فولادی

اعضای سازه‌های فولادی شامل تیرچه، شاه‌تیر یا تیر اصلی، ستون، مهاربند، دیوار برشی و فونداسیون می‌باشد. در سازه‌های فولادی بار مرده و زنده روی سقف به تیرهای فرعی و سپس به شاه‌تیرها و ستون‌ها و از آنجا به پی منتقل می‌گردد. نیروهای جانبی مثل باد و زلزله توسط مهاربندها به ستون‌ها و سپس به پی منتقل می‌گردد و یا از طریق دیوار برشی مستقیماً به پی وارد می شوند و در نهایت مجموع این نیروها از پی(شالوده)ها به زمین انتقال می‌یابند.

شالوده در سازه‌های فولادی

شالوده وظیفه انتقال بارهای وارد از سازه به زمین بستر ساختمان را بر عهده دارد. ابعاد شالوده‌ها به میزان بار وارده از ساختمان، جنس پی و ظرفیت باربری خاک زیر پی بستگی دارد.

شالوده‌ها از مصالح مختلف نظیر شفته آهک، سنگ و بتن ساخته می‌شوند. امروزه با توجه به ظرفیت باربری زیاد، یکپارچه بودن و سهولت اجرا، استفاده از شالوده‌های بتنی رایج‌تر از انواع شالوده‌های دیگر می‌باشد.

انواع شالوده در ساختمان‌های فلزی عبارت‌اند از:

الف) شالوده منفرد (تکی)

ب) شالوده نواری

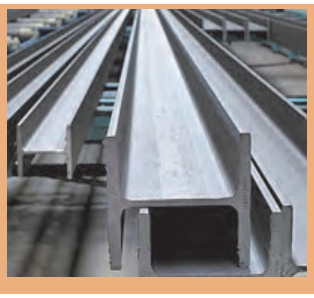
ج) شالوده گسترده (رادیه ژنرال)

ستون در سازه‌های فولادی

ستون عضوی است غالباً عمودی که نیروهای محوری فشاری را تحمل و به شالوده انتقال می‌دهد. اگر نسبت طول به ابعاد مقطع ستون زیاد باشد، ستون لاغر شده و در اثر نیروی محوری فشاری دچار تغییر شکل خارج از محور می‌شود و ظرفیت باربری آن به شدت کاهش می‌یابد. این پدیده را اصطلاحاً کمانش می‌نامند. در طراحی ستون‌ها علاوه بر مقاومت در مقابل بارهای وارده، باید پدیده کمانش به خصوص در ستون‌های بلند نیز در نظر گرفته شود. شکل و سطح مقطع ستون‌ها با توجه به بار وارده، ارتفاع ستون و نوع اتصالات ابتدا و انتهای آنها متغیر است. به طور کلی ستون‌ها از نظر مقطع به دو دسته ساده و مرکب تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف) ستون‌ها با مقاطع ساده:

در صورتی‌که بار وارده زیاد نباشد، از مقاطع قوطی مربع و تیرآهن بال‌پهن، به دلیل عملکرد مقاومتی بهتر نسبت به سایر مقاطع نورد شده، به صورت ساده یا منفرد استفاده می‌شود.



شکل ۸ ▲ مقاطع IPB

در بعضی سازه‌های خاص نظیر پل‌های عابر پیاده، سازه‌های صنعتی، منابع آب، سایبان‌های محوطه، پایه تابلوهای تبلیغاتی یا ترافیکی و... از مقاطع دایره‌ای یا لوله‌ای‌شکل به عنوان ستون استفاده می‌شود.

شکل ۹ ▲

ب) ستون‌ها با مقاطع مرکب:

از ترکیب دو یا چند مقطع نورد شده و انواع ورق‌ها و تسمه‌ها، مقاطع مرکب حاصل می‌شود.

دلایل استفاده از مقاطع مرکب عبارت‌اند از:

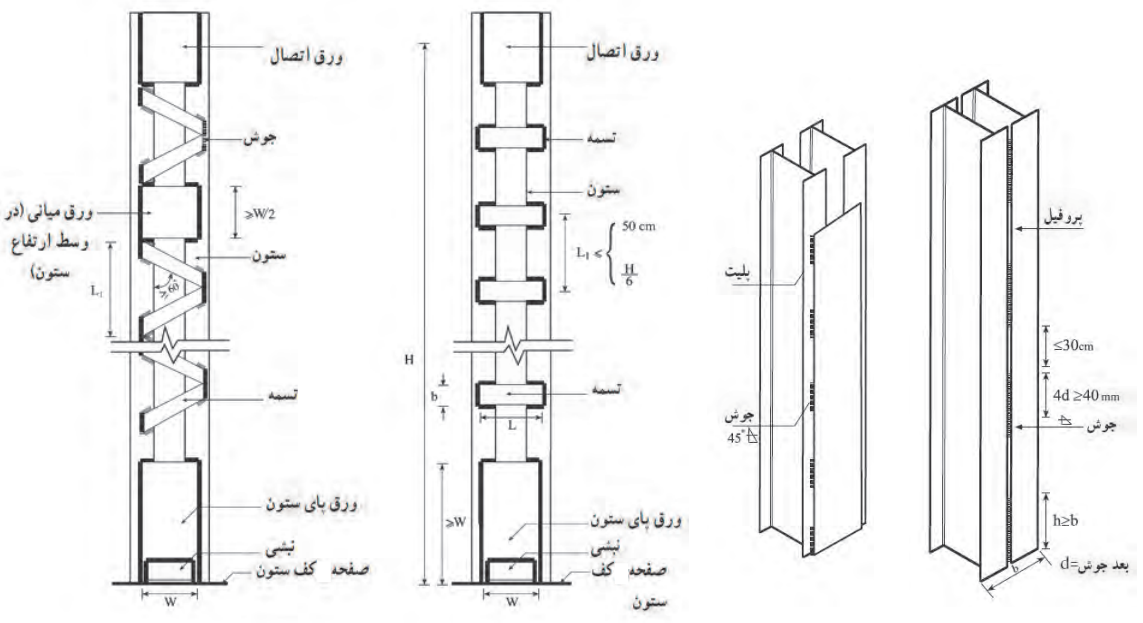
۱- درصورتی‌که مقاطع ساده قادر به تحمل بارهای وارده نباشند، از مقاطع مرکب استفاده می‌شود.

۲- درصورتی‌که نیاز به یک هندسهٔ خاص وجود داشته باشد و در بازار موجود نباشد، با استفاده از مقاطع مرکب آن شکل هندسی را تولید می‌نمایند.

انواع ستون‌ها با مقاطع مرکب:

الف) ستون‌های ساخته شده با مقاطع نوردشده

مقاطع IPE و INP به دلیل لاغری و مشکل کمانش نمی‌توانند به‌صورت ساده یا منفرد مورد استفاده قرار گیرند. برای حل این مشکل معمولاً از این مقاطع به صورت دوبل، دوبل با ورق تقویتی سرتاسری، دوبل با قیدهای موازی و غیرموازی (پا باز) استفاده می‌شود. در موارد خاص می‌توان از اتصال سه تیرآهن به‌هم، ورق یا بدون ورق تقویتی نیز استفاده نمود. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰ ▲

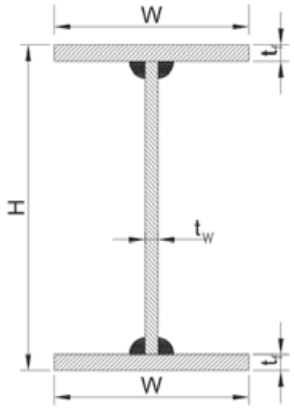
ج) ستون‌های ساخته شده با ورق:

۱ـ مقاطع قوطی‌شکل: در صورتی‌که مقاطع مرکب ساخته شده با نیم‌رخ‌های نوردشده جوابگوی بارهای وارده نباشند، می‌توان با استفاده از ورق‌های فولادی انواع مقاطع ستون‌ها را با هندسه‌های گوناگون ساخت. مقاطع جعبه‌ای یا قوطی‌شکل (BOX) مرسوم‌ترین این نوع مقاطع می‌باشند. مقاطع جعبه‌ای اغلب به صورت مربع شکل و به ندرت به شکل مستطیل ساخته می‌شوند. این نوع مقاطع از ظرفیت باربری بالایی برخوردارند.

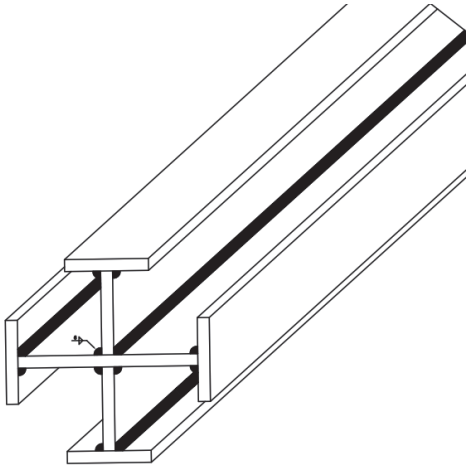
شکل ۱۱ ▲ ستون با مقاطع جعبه‌ای BOX

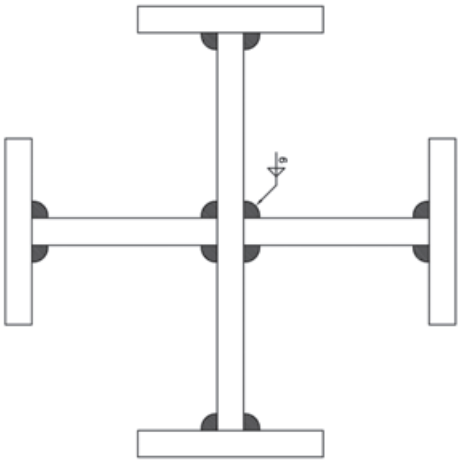
۲ـ مقاطع H شکل: که با استفاده از ورق در کارگاه یا کارخانه ساخته می‌شوند؛ عملکردی مشابه تیرآهن‌های بال پهن (IPB) دارند و معمولاً به دلیل ضخامت بیشتر ورق‌های بال و جان آنها، نسبت به مقاطع بال پهن کارخانه‌ای از ظرفیت باربری بیشتری برخوردار هستند. ستون‌های ساختمان‌های صنعتی مانند سوله‌ها از این نوع مقاطع ساخته می‌شوند (شکل ۱۲).

۳ـ مقاطع صلیبی: در ساختمان‌های بلند مرتبه عموماً از مقاطع صلیبی‌شکل به عنوان ستون استفاده می‌گردد. همانند مقاطع جعبه‌ای، تقارن شکل این نوع مقاطع باعث می‌شود که ظرفیت باربری و کمانشی آنها حول دو محور X و Y باهم مساوی باشد (شکل ۱۳).



شکل ۱۲ ▲

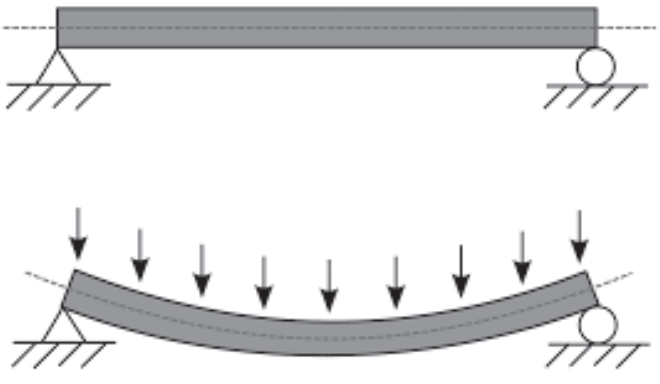




شکل ۱۳ ▲

تیر در سازه‌های فولادی

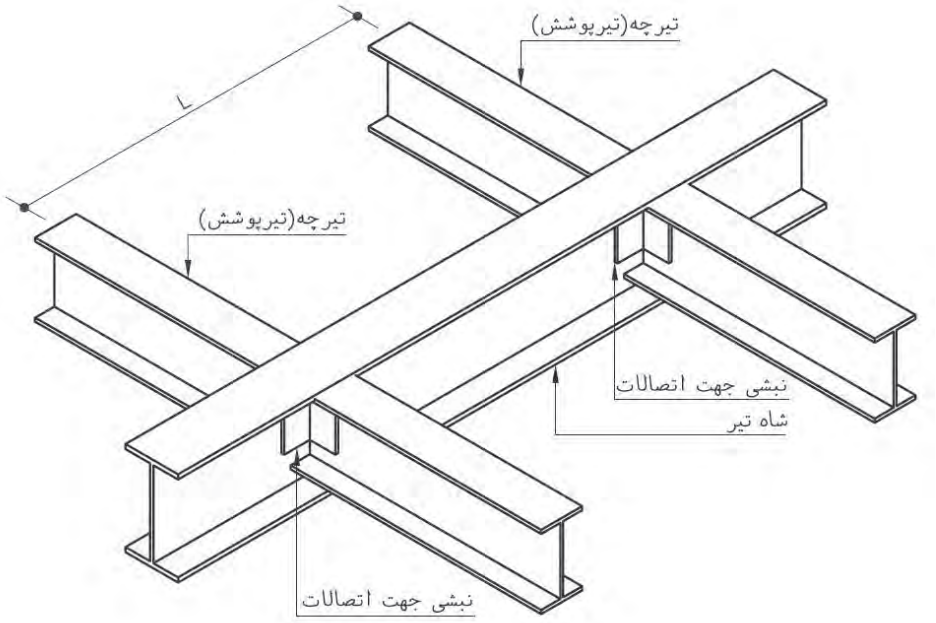
تیر عضوی است خمشی که بارهای عمود بر محور خود را تحمل و منتقل می‌نماید و در پوشش سقف‌ها به‌کار می‌رود. تیرها به دودسته اصلی یعنی پل‌ها یا شاه‌تیرها و فرعی یا تیرچه‌ها تقسیم‌بندی می‌گردند. نیروهای ناشی از بارهای مرده و زنده طبقات ابتدا به تیرهای فرعی و سپس به تیرهای اصلی و در نهایت به ستون‌های دو سرتیر انتقال می‌یابد.



شکل ۱۴ ▲ بارگذاری تیر

۱ـ تیرهای فرعی:

تیرهای فرعی به تیرهایی اطلاق می‌شود که در کنار هم سقف را ساخته و بار خود را به شاه‌تیرها انتقال می‌دهند.



شکل ۱۵ ▲ اتصال تودلی تیر به تیر

۲ـ تیرهای اصلی:

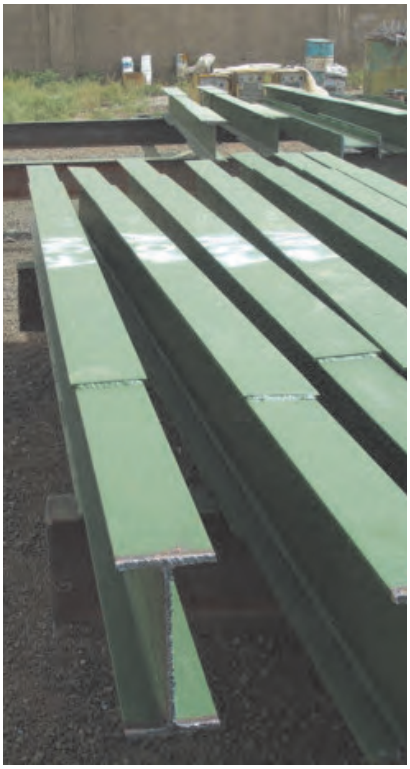
این تیرها بار سقف را از تیرهای فرعی گرفته و به ستون‌های دو انتهای خود منتقل می‌نمایند.

شکل ۱۶ ▲ شاه‌تیرها

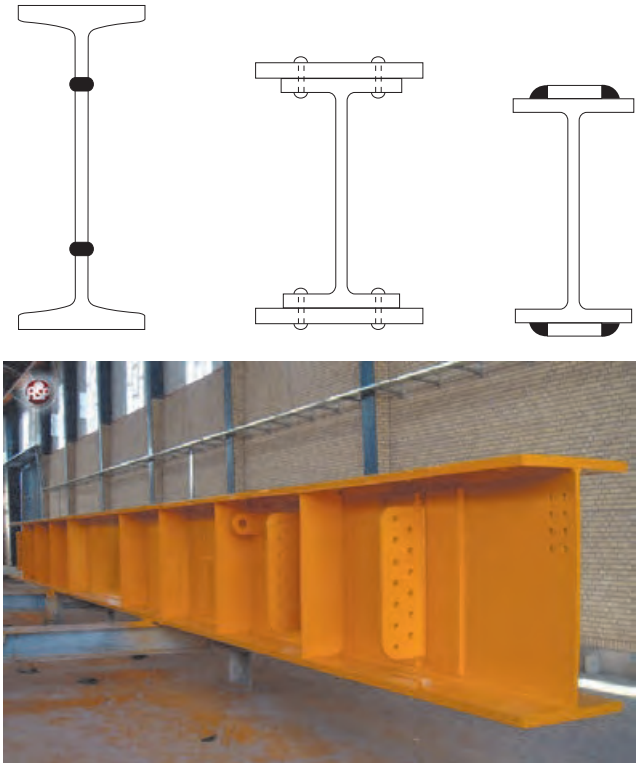
مقاطع مورد استفاده در تیرها

بهترین مقطع برای اعضای خمشی یا تیرها، مقاطع I شکل است اما به دلیل مقدار بار وارد بر آنها، انواع مقاطع I شکل نوردشده به‌صورت ساده یا منفرد، تقویت شده با ورق، دوبل، دوبل تقویت شده، لانه زنبوری، تیرورق‌ها و خرپاها در پوشش سقف‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در صورتی‌که مقطع نورد شده ساده جوابگوی بار وارده نباشد، معمولاً آنها را با ورق‌های تقویتی روی بال‌های پایین و بالا تقویت می‌نمایند (شکل ۱۷) و اگر تیرهای تقویت شده نیز جوابگوی بارهای وارده نباشد آنها را به‌صورت دوبل یا دوبل تقویت شده به‌کار می‌برند و به همین ترتیب جهت افزایش ظرفیت باربری تیرها از مقاطع لانه زنبوری شده، تیرورق‌ها (شکل ۱۸) و در نهایت از خرپاها استفاده می‌شود.



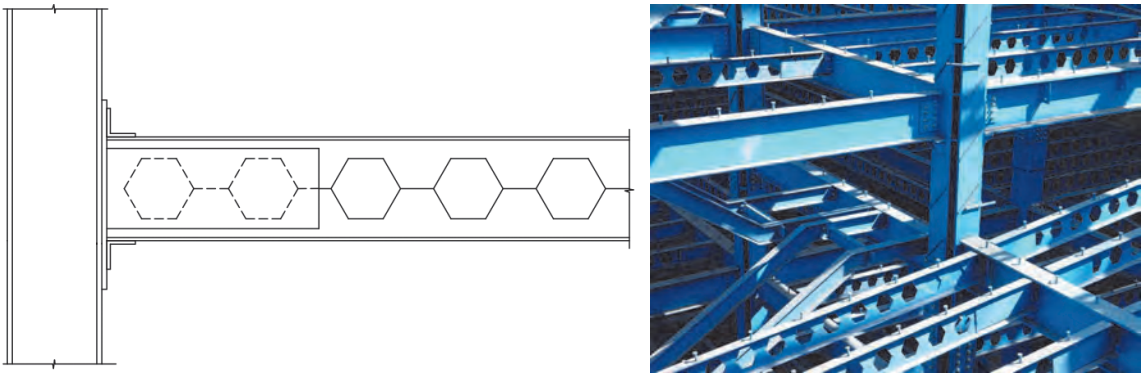
شکل ۱۷ ▲



شکل ۱۸ ▲

تیرهای لانه زنبوری:

یکی از راه‌های افزایش ظرفیت خمشی تیرآهن، افزایش ارتفاع مقطع آن است. لانه زنبوری نمودن تیرآهن باعث افزایش حدود ۱/۵ برابری ارتفاع آن می‌شود. به عنوان مثال تیرآهن نمره ۲۰ تبدیل به تیرآهنی با ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر می‌شود اما وزنی برابر با تیرآهن نمره ۲۰ دارد. لذا این کار باعث سبکی و مقرون به‌صرفه شدن تیر می‌گردد. همچنین از حفرات ایجاد شده در جان این تیرها می‌توان برای عبور تجهیزات تأسیسات برقی و مکانیکی استفاده نمود. به‌منظور تقویت برشی جان این نوع تیرها معمولاً دو حفره ابتدا و انتهای آنها ایجاد و نیز محل اتصال تیرهای تودلی را با ورق پر می‌نمایند.



شکل ۱۹ ▲ تیر لانه‌زنبوری

روش‌های برش تیر لانه زنبوری:

الف) روش سرد:

در این روش تیرآهن به کمک قیچی صنعتی (گیوتین) بریده می‌شود.

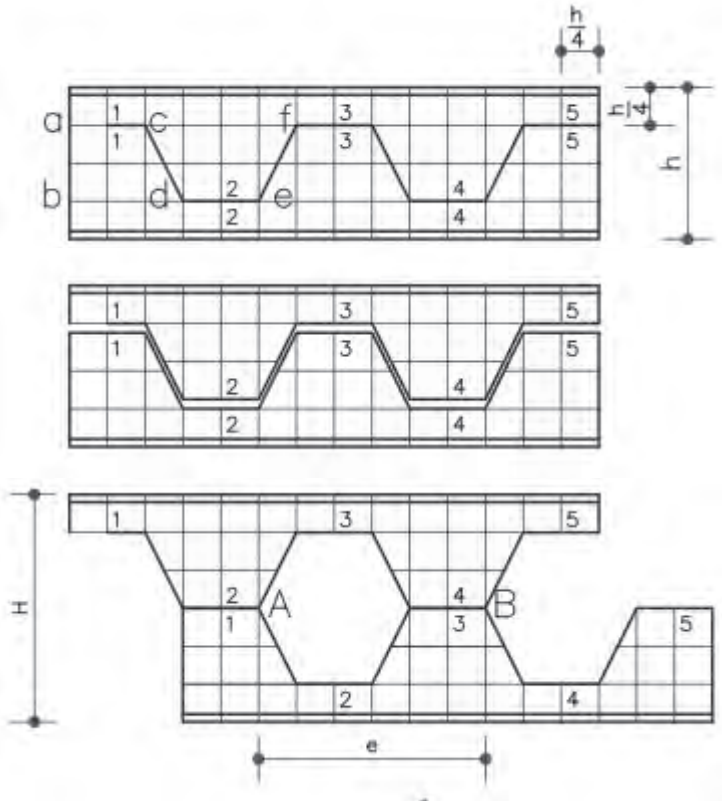
ب) روش گرم، هوابرش (برنول):

به کمک شعله حاصل از گاز استیلن و اکسیژن، تیرآهن برش داده می‌شود.

روش‌های ساخت تیر لانه زنبوری:

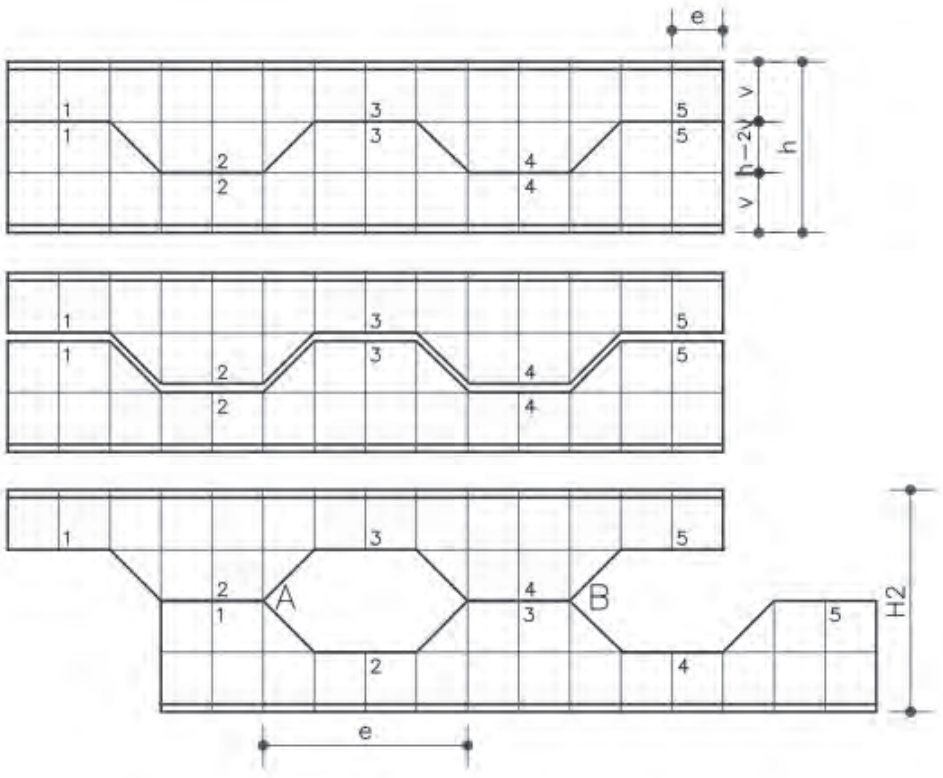
الف) روش باینر:

در این روش ارتفاع تیرآهن به ۴ قسمت تقسیم می‌شود. گام‌های افقی نیز به اندازه $\frac{h}{۴}$ خواهد بود. مطابق شکل روبه‌رو خط برش روی شابلن انجام می‌شود. سپس نیمه بالایی تیرآهن را به اندازه یک دندانه حرکت داده تا تیر لانه‌زنبوری ایجاد گردد. ارتفاع جدید تیرآهن $H = ۱/۵ \times h$ خواهد بود.



شکل ۲۰ ▲ روش باینر برای لانه‌زنبوری

ب) روش لیتسکا: در این روش با توجه به ظرفیت خمشی مورد انتظار برای تیرآهن و به کمک مقادیر v و e مربوط به هر پروفیل که از جداول استاندارد پروفیل‌ها استخراج می‌شود، مطابق الگوی زیر بریده می‌شود. ارتفاع تیر زنبوری شده از این روش مقداری کمتر از روش باینر و برابر $H_2 = 2 \times (h - v)$ می‌باشد.



شکل ۲۱ ▲ روش لیتسکا برای لانه‌زنبوری

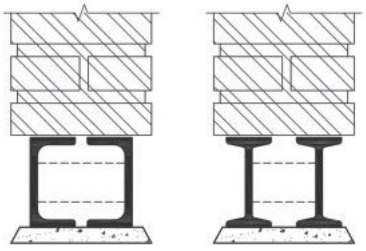
فعالیت عملی ۱

شابلون انواع مقاطع IPE را با راهنمایی هنرآموز خود و با استفاده از ورق گالوانیزه یا فیبر و یا مقوا به روش‌های باینر و لیتسکا به طول یک متر تهیه نموده و تحویل دهید.

نعل درگاه‌ها:

تیر پوشش دهانه بالای بازشوها نظیر در و پنجره را جهت تحمل وزن سقف یا دیوار روی آنها نعل درگاه می‌نامند.

با توجه به سه عامل دهانه بازشو، ضخامت و ارتفاع دیوار روی نعل درگاه می‌توان از تیرآهن یا ناودانی و یا نبشی به‌صورت دوبل به عنوان نعل درگاه استفاده نمود. نشیمن نعل درگاه حداقل ۲۵ سانتی‌متر روی دیوارهای طرفین بازشو در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۲۲ ▲

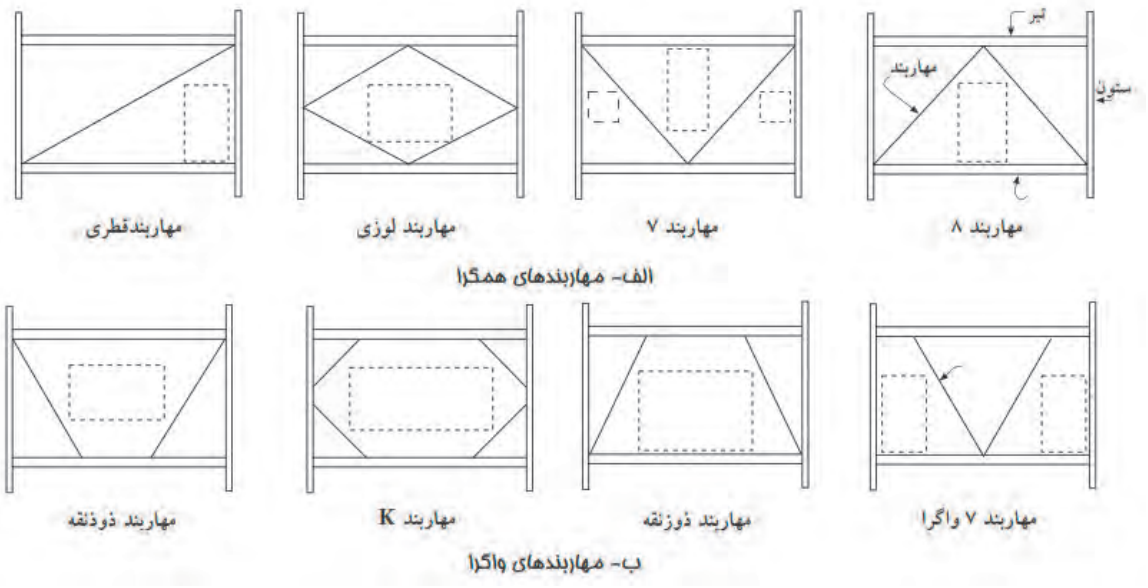
شکل ۲۳ ▲ لاپه‌ریزی سقف

لاپه‌ها:

به تیرهایی که در پوشش سقف‌های شیب‌دار به‌کار گرفته می‌شود، لاپه می‌گویند. لاپه‌ها را در این سقف‌ها از مقاطع Z، قوطی و ناودانی به‌کار می‌گیرند.

انواع مهاربند در سازه‌های فولادی

اعضای مقاوم در برابر نیروهای جانبی را مهاربند می‌نامند. مهاربندها به دو دسته همگرا و واگرا تقسیم می‌شوند. انتخاب نوع مهاربند در سازه‌های فولادی با توجه به سیستم باربر جانبی سازه و محدودیت‌های معماری انجام می‌شود.



شکل ۲۴ ▲ انواع مهاربند

مهاربندهای همگرا:

هرگاه محور اعضای مهاربند و تیر و ستون در یک نقطه به‌هم برسند، مهاربند را همگرا می‌نامند.

مهاربند ضربدری (قطری):

رایج‌ترین نوع مهاربند همگرا در سازه‌های فولادی است و معمولاً در قاب‌های پیرامونی سازه یا در محل‌هایی که بازشو از قبیل در و پنجره نداشته باشیم اجرا می‌گردد. هرگاه به دلایل ملاحظات معماری مانند بازشوها امکان استفاده از مهاربند ضربدری نباشد، سایر انواع مهاربندها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شکل ۲۵ ▲

مهاربندی ۷ و ۸ (شورن و شورن معکوس):

اگـر بـه دلیـل وجود بازشـو نتوانیـم از مهاربنـد ضربدری اسـتفاده کنیم، ایـن نـوع مهاربندها جایگزین مناسـبی خواهنـد بـود. تیـر دهانـه مهاربندی شـده در این روش، به دلیل وارد شـدن نیـرو از مهاربند، قوی‌تـر از تیر دهانه مهاربنـدی شـده بـا بادبندی ضربدری خواهد شـد.

شکل ۲۶ ▲ مهاربند ۷ و ۸ همگرا

مهاربند واگرا:

در مهاربندهای واگرا محور اعضای مهاربند و تیر و ستون در یک نقطه به‌هم نمی‌رسند.

مهاربند ذوزنقه‌ای:

این نوع مهاربند زمانی اجرا می‌شود که عرض بازشو زیاد بوده و اجرای مهاربندی ۷ و ۸ امکان‌پذیر نباشد.

شکل ۲۷ ▲ مهاربند ذوزنقه‌ای

سقف‌ها در سازه‌های فولادی:

۱ـ سقف تیرچه بلوک:

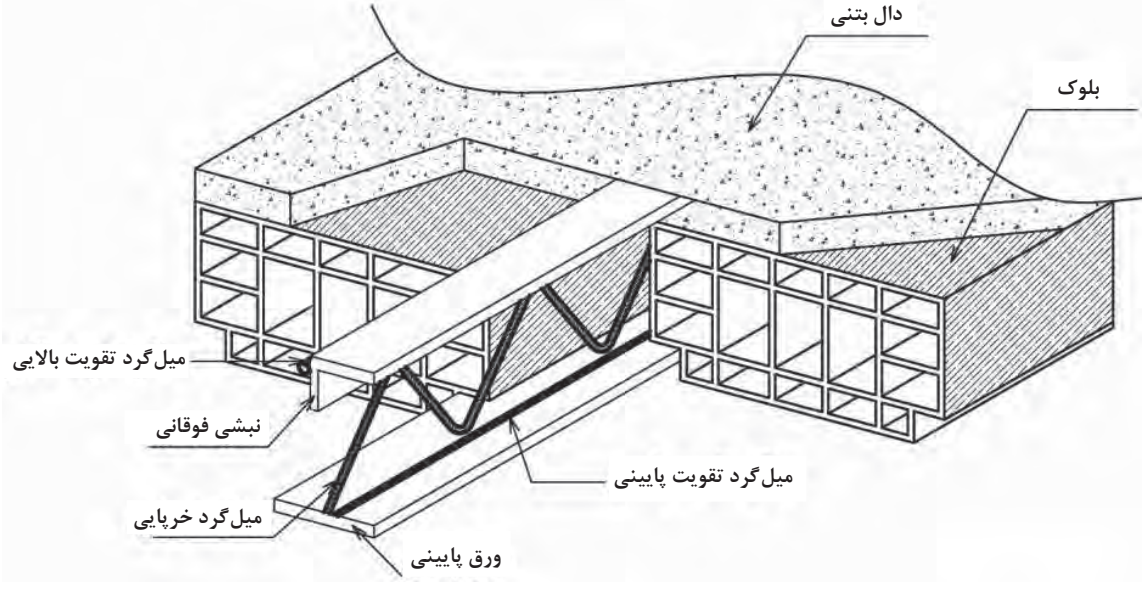
تیرچه‌هـای ایـن نـوع سـقف را بـا اسـتفاده از یـک خرپـای پیش‌سـاخته از میل‌گـرد و پاشـنه بتنـی در کارخانه تولیـد می‌نماینـد و سـپس در کارگاه بـا فواصـل ۵۰ سـانتی بـر روی تیرهای سـقف قـرار می‌دهند و زیـر آنها را شـمع‌بندی می‌نماینـد. فاصلـه بیـن تیرچه‌هـا را با بلوک سـفالی یا بتنـی و یا پلی اسـتایرن (یونولیـت) پر نموده سـپس یـک شـبکه میل‌گـرد نمـره ۶ بـه عنـوان حرارتی بـه فاصلـه ۲۵ سـانتی‌متر روی سـقف اجـرا می‌گردد و در نهایـت داخـل جـان تیرچه‌هـا و روی بلوک‌هـا را بـه ضخامـت حداقـل ۵ سـانتی بتن‌ریـزی می‌نماینـد. پـس از بتن‌ریـزی و سـپری شـدن مـدت زمـان لازم مطابـق ضوابـط مبحـث نهـم مقـررات ملـی سـاختمان، بـه مرور شـمع‌های زیـر سـقف را برداشـته و طبقـه بعـدی را اجـرا می‌نمایند.

شکل ۲۸ ▲ سقف تیرچه بلوک

شکل ۲۹ ▲ سقف تیرچه و یونولیت

۲ـ سقف تیرچه با جان باز:

ایـن نـوع سـقف بـا نـام تجـاری کرمیـت شـناخته می‌شـود و عملکـردی مشـابه سـقف تیرچـه بلـوک دارد. در تیرچه‌هـای بـا جـان بـاز بـه جـای میل‌گردهـای پایینی از تسـمه فـولادی و عـلاوه بر میل‌گـرد بالایی از نبشـی اسـتفاده می‌شـود و پاشـنه بتنـی حـذف می‌گـردد. بـه دلیـل خودایسـتایی تیرچه‌هـا، ایـن نـوع سـقف نیـاز به شـمع‌بندی زیـر تیرچـه نـدارد و می‌تـوان چندیـن سـقف را هم‌زمـان اجـرا نمـود.

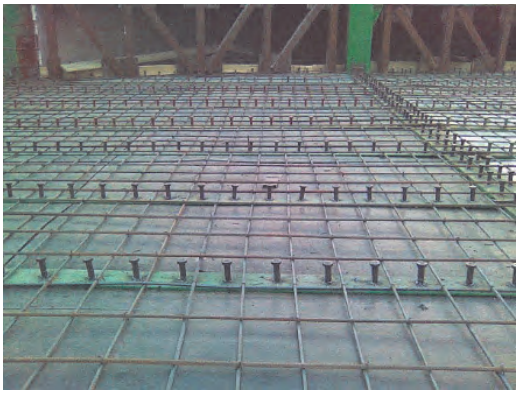


شکل ۳۰ ▲

۳ـ سقف مرکب یا کامپوزیت:

این نوع سقف تشکیل شده از تیرچه‌های فولادی و یک دال بتنی که به‌وسیله برشگیرهای جوش شده به تیرچه‌ها با یکدیگر درگیر و یکپارچه می‌شوند. به دلیل عملکرد ترکیبی بتن و فولاد این نوع سقف را مرکب یا کامپوزیت می‌نامند.

تیرچه‌های فلزی را با توجه به طول دهانه، فاصله بین آنها و بار سقف طراحی و اجرا می‌نمایند و مابین آنها را قالب‌بندی می‌کنند سپس یک شبکه فولادی از میل‌گرد مطابق نقشه روی آن اجرا نموده و در نهایت یک دال بتنی به ضخامت حداقل ۸ سانتی‌متر روی تیرچه‌ها اجرا می‌گردد به دلیل خودایستایی تیرچه‌ها در این نوع سقف نیاز به شمع‌بندی نبوده و اجرای چند سقف به طور هم‌زمان امکان‌پذیر می‌باشد. معمولاً برای ساخت تیرچه‌های فولادی از مقاطع I شکل یا لانه زنبوری و برای برشگیرها از نبشی، ناودانی یا گل‌میخ استفاده می‌شود (شکل ۳۲).



شکل ۳۱ ▲

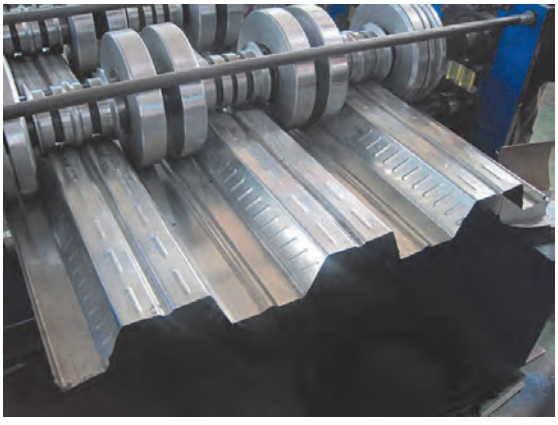
شکل ۳۲ ▲ سقف مرکب به همراه برشگیرها

۴ـ سقف عرشه فولادی:

طراحی و عملکرد این نوع سقف تشابه زیادی با سقف مرکب دارد. در این روش از ورق‌های گالوانیزه ذوزنقه‌ای شکل به عنوان قالب دائمی زیر دال استفاده می‌شود. مزیت مهم این روش نیز عدم نیاز به شمع‌بندی است. لذا می‌توان هم‌زمان چندین سقف را با هم بتن‌ریزی نمود. در این روش معمولاً از گل‌میخ‌ها به عنوان برشگیر استفاده می‌شود.

شکل ۳۳ ▲ سقف عرشه فولادی

شکل ۳۴ ▲ روش نصب گل‌میخ روی سقف عرشه فولادی



شکل ۳۵ ▲ روش تولید ورق عرشه فولادی

اتصالات در سازه‌های فولادی

به عاملی که دو یا چند عضو را جهت انتقال نیرو، به یکدیگر مرتبط می‌سازد، اتصال گفته می‌شود.

انواع اتصالات در سازه‌های فولادی:

الف) اتصال ساده یا مفصلی (گیرداری تا ۲۰٪)

ب) اتصال نیمه‌گیردار (گیرداری بین ۲۰٪ تا ۹۰٪)

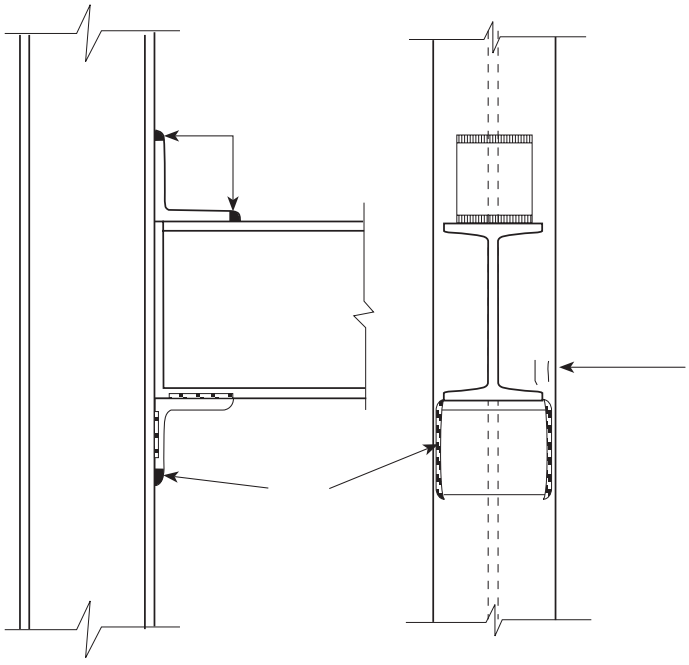
ج) اتصال صلب یا گیردار (گیرداری بیشتر از ۹۰٪)

لازم به توضیح است که تعیین درجه گیرداری اتصالات نیاز به انجام آزمایش و بررسی دقیق دارد.

الف) اتصال ساده، مفصلی یا لولایی تیر به ستون: در این نوع اتصال امکان چرخش تیر نسبت به ستون وجود دارد و به همین دلیل لنگر از تیر به ستون منتقل نمی‌شود. اما به دلیل مقاومت در مقابل نیروی برشی و طراحی اتصال بر این اساس، این نوع اتصال را اتصال برشی یا قیچی نیز می‌نامند. انواع اتصال ساده تیر به ستون به شرح ذیل است.

۱ـ اتصال با نبشی نشیمن:

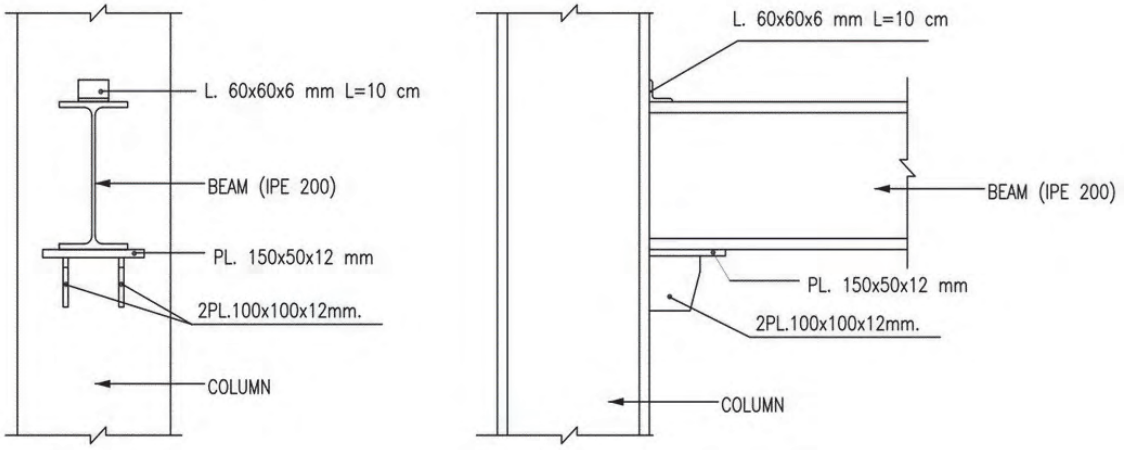
نبشی نشیمن در کارخانه و روی شاسی در تراز مورد نظر به ستون جوش می‌شود و در زمان نصب تیر، بال پایینی تیر روی آن قرار می‌گیرد. نبشی بالایی تیر، که فقط جنبه اجرایی داشته و جلوی حرکت تیر و واژگونی آن را می‌گیرد، پس از نصب تیر، بر روی بال فوقانی آن جوش می‌شود.



شکل ۳۶ ▲ اتصال با نبشی نشیمن

۲ـ اتصال با نشیمن تقویت شده یا براکت:

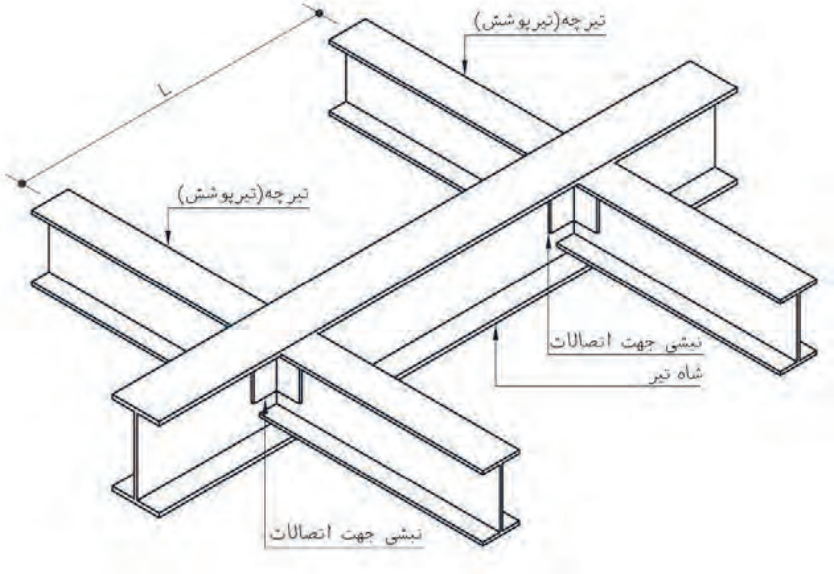
در دهانه‌های بزرگ نیروی برشی منتقل شده از تیر به ستون زیاد می‌باشد و نبشی به تنهایی توان تحمل نیروهای وارده را ندارد، لذا نبشی زیرین را به‌وسیلهٔ ورق‌های مستطیلی یا لچکی تقویت می‌نمایند که آن را اتصال با نبشی نشیمن تقویت شده می‌نامند. به جای نبشی نشیمن می‌توان از ترکیب ورق زیرسری و لچکی (براکت) نیز به عنوان نشیمن استفاده نمود.



شکل ۳۷ ▲ اتصال با نشیمن تقویت‌شده

۳ـ اتصال با جفت نبشی جان:

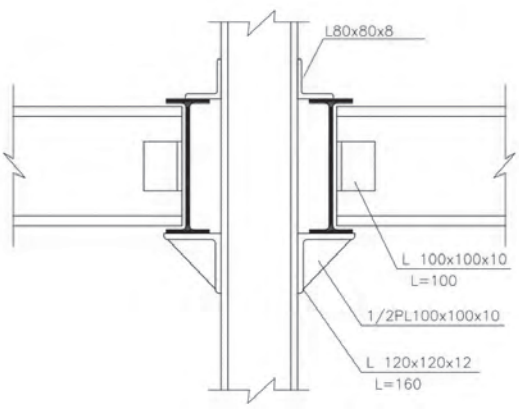
معمولاً از این نوع اتصال در اتصال تودلی تیر به تیر استفاده می‌شود. برای تأمین عملکرد مفصلی، فقط ساق‌های عمودی نبشی‌ها به جان تیر جوش داده می‌شود.

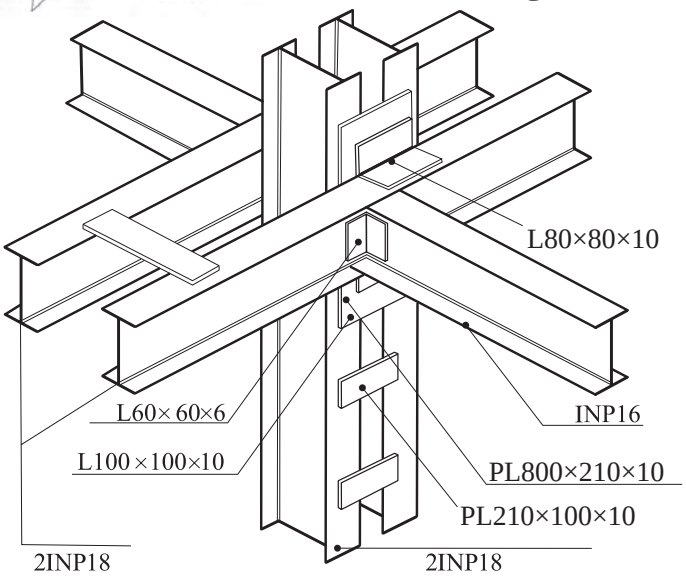


شکل ۳۸ ▲ اتصال با جفت نبشی جان

۴ـ اتصال خورجینی:

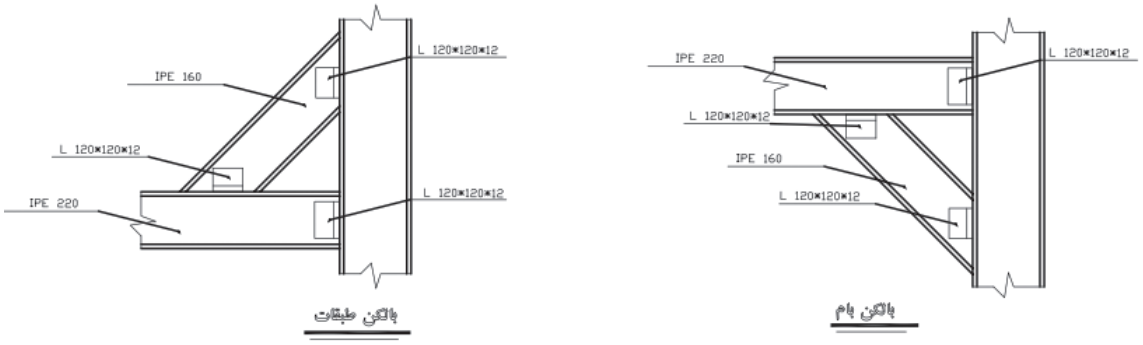
در این نوع اتصال، شاه‌تیرها به صورت ممتد از طرفین ستون عبور می‌کنند. به دلیل اجرای سرتاسری تیر، نسبت به حالت منقطع، نمره تیرآهن مورد نیاز در طراحی کاهش می‌یابد و باعث کاهش هزینه می‌گردد. در این حالت تیرهای سرتاسری روی نبشی نشیمنی که قبلاً به ستون جوش شده قرار می‌گیرد و یک نبشی نمره پایین‌تر نیز بال فوقانی تیر را به ستون متصل می‌نماید.





شکل ۳۹ ▲ اتصال خورجینی

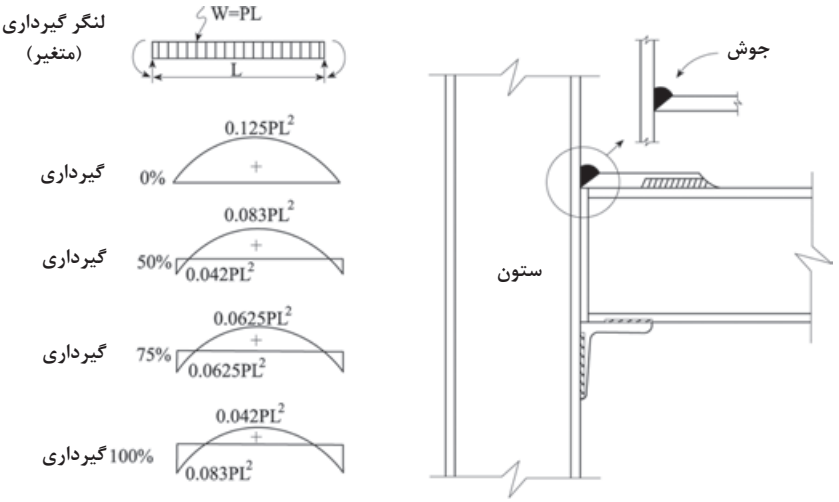
۵ـ اتصال تیر کنسول به ستون: این نوع اتصال به کمک اعضای مورب که اصطلاحاً دستک نامیده می‌شود، انجام می‌شود. در صورت عدم وجود محدودیت معماری، اجرای دستک در ناحیه فوقانی به دلیل رفتار کششی آن بهتر از دستک تحتانی است و در صورت عدم استفاده از دستک، باید یا تیر را به صورت پیوسته تا انتهای کنسول ادامه داد و یا اتصال تیر کنسول به ستون را از نوع گیردار اجرا نمود.



شکل ۴۰ ▲ اتصال تیر کنسول به ستون

ب) اتصال نیمه‌صلب یا نیمه‌گیردار تیر به ستون:

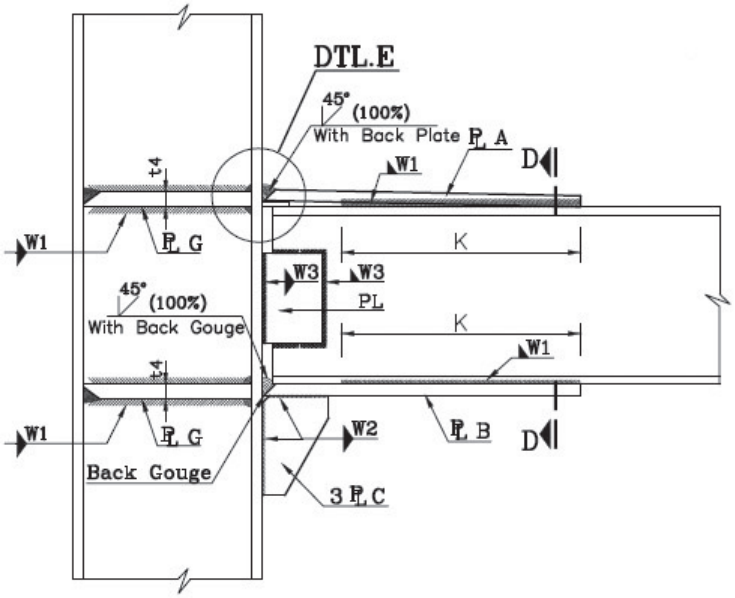
اگـر در یـک اتصـال مفصلـی امـکان دوران تیـر نسـبت به سـتون را تا حـدودی محـدود نماییم، مقـداری لنگر از تیـر بـه سـتون انتقـال می‌یابد کـه اتصـال نیمه‌گیـردار را به‌وجود مـی‌آورد. بـرای اجرای ایـن اتصال می‌تـوان از ترکیب ورق و نبشـی اسـتفاده نمود.



شکل ۴۱ ▲ اتصال نیمه گیردار

ج) اتصال صلب یا گیردار یا برشی ـ خمشی تیر به ستون:

در ایـن نـوع اتصـال، از امـکان چرخـش تیـر نسـبت بـه سـتون بـه شـدت کاسـته می‌شـود و تقریبـاً بـه صفـر می‌رسـد. بـه همیـن دلیل هـم لنگر و هـم نیروی برشـی از تیر به سـتون منتقـل می‌شـود. بـرای طراحـی و اجـرای ایـن نـوع اتصـالات می‌تـوان از نقشـه‌های از پیـش تأیید شـده در مبحـث دهم مقررات ملی سـاختمان نیـز اسـتفاده نمـود. انـواع حـالات مختلـف ایـن اتصـال بـه شـرح ذیـل است.



شکل ۴۲ ◄
اتصال گیردار

تیپ اتصال تیر به ستون برای تیرهای تیپ
for bame B8–B9

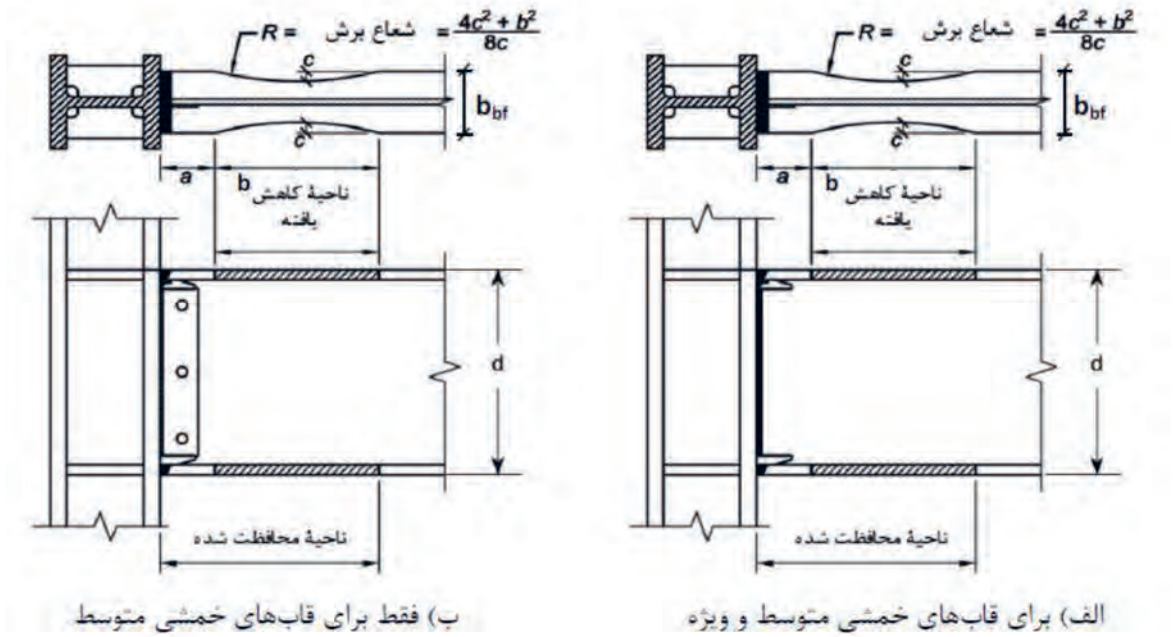
۱ـ اتصال با ورق زیرسری و روسری:

ورق زیرسری در تراز بال زیرین تیر و در هنگام ساخت ستون در کارخانه یا کارگاه به ستون جوش می‌شود. این ورق باید پهن‌تر از عرض شاه‌تیر باشد تا جوش بال پایینی تیر به آن امکان‌پذیر باشد. ورق روسری را پس از نصب تیر روی بال فوقانی آن نصب می‌نمایند. ورق بالاسری باریک‌تر از بال فوقانی تیر طراحی می‌شود تا جوشکاری ورق به بال فوقانی تیر به سهولت امکان‌پذیر شود و نیازی به جوش در وضعیت بالاسری یا زیرسقفی نباشد. به همین دلیل معمولاً این ورق به صورت ذوزنقه اجرا می‌شود که به ورق کله‌گاوی معروف است. (شکل‌های ۴۳ و ۴۴)

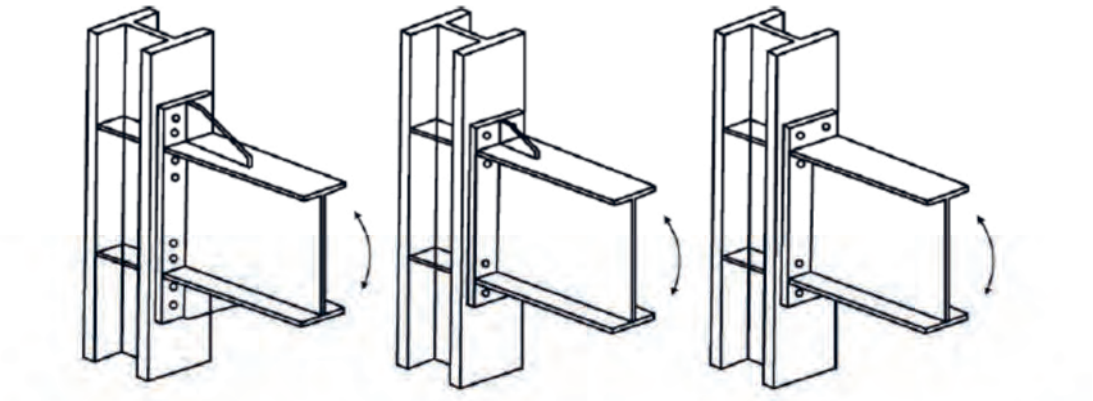
برای تحمل نیروی برشی در محل اتصال تیر به ستون، از جفت نبشی جان، نبشی نشیمن و یا نشیمن تقویت‌شده (براکت) استفاده می‌شود. در شکل‌های ۴۵ تا ۴۷ چند نمونه از اتصالات از پیش تأییدشده در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران دیده می‌شود.

شکل ۴۳ ▲ ورق کله‌گاوی

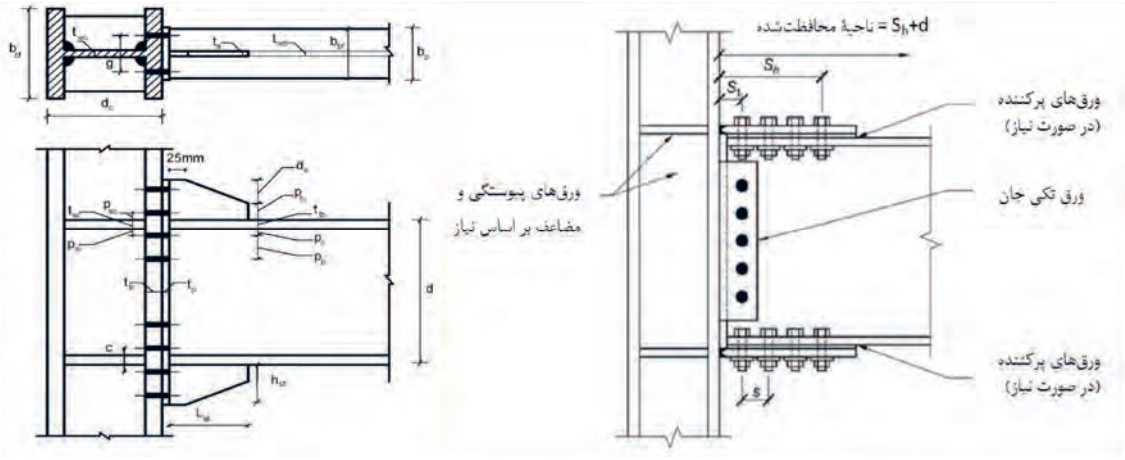
شکل ۴۴ ▲

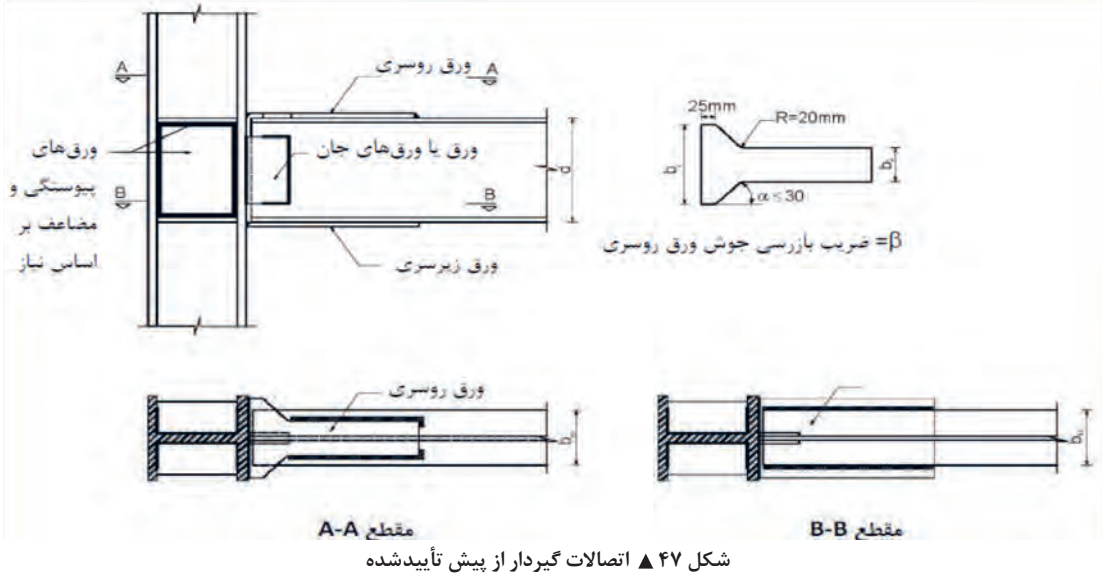


شکل ۴۵ ▲

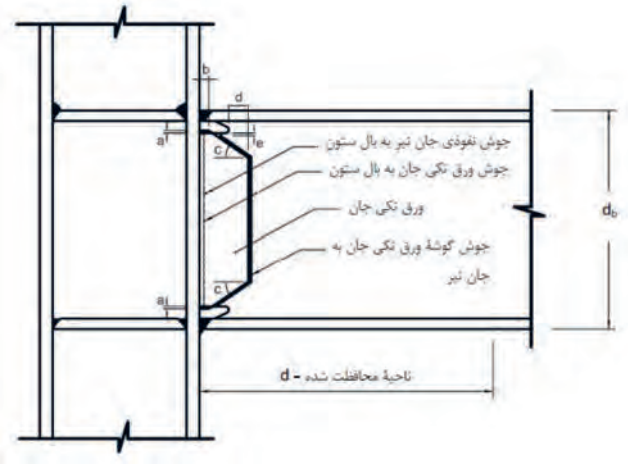


شکل ۴۶ ▲





شکل ۴۷ ▲ اتصالات گیردار از پیش تأییدشده



ادامه شکل ۴۷ ▲ اتصالات گیردار از پیش تأییدشده

شکل ۴۸ ▲ برش‌کاری ورق کله‌گاوی

۲ـ اتصال مستقیم:

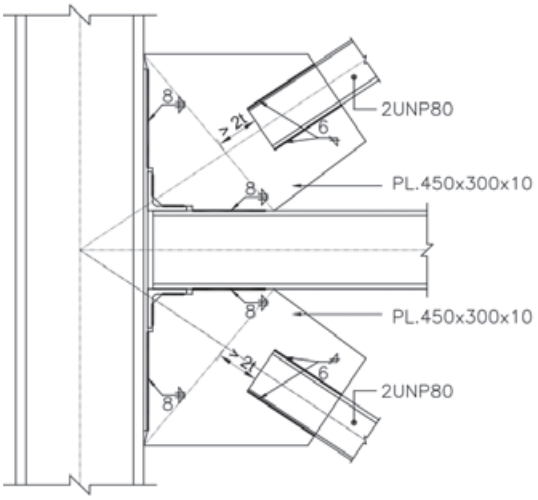
در این حالت قسمتی از دو انتهای تیر مستقیماً در کارخانه به ستون جوش می‌شود و پس از حمل و نصب ستون‌ها، قسمت میانی تیر را در محل خود با روش‌های مختلف نظیر اتصال با ورق‌های جان و بال و یا اتصال فلنجی متصل می‌نمایند. برش دقیق تیر و گونیابودن اتصال و اجرای جوش شیاری با نفوذ کامل، اجرای این اتصال را در کارخانه الزامی می‌نماید. از این نوع اتصال می‌توان در اتصال ستون به کف ستون نیز استفاده نمود.در شکل‌های ۴۹ و ۵۰ چند نمونه از اتصال فلنجی را مشاهده می‌کنید.

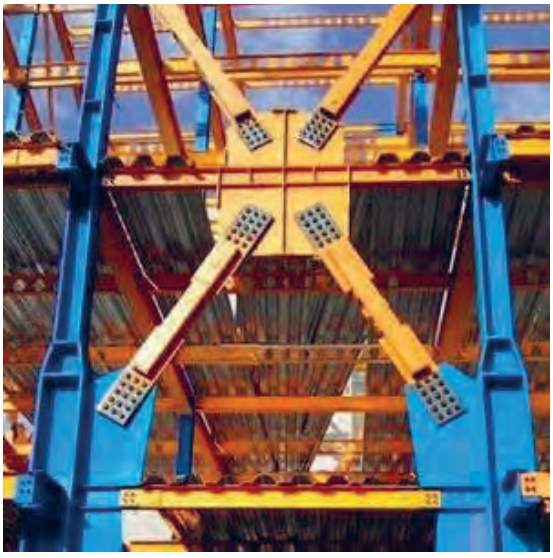
شکل ۴۹ ▲ اتصال مستقیم ستون به کف ستون

شکل ۵۰ ▲
► انواع اتصال فلنجی

اتصال مهاربندها:

اتصال مهاربندها به ورق اتصال طوری انجام می‌شود که امکان حرکت ورق در راستای عمود بر صفحه ورق امکان‌پذیر باشد. این امر با رعایت فاصله انتهای بادبند از خط تکیه‌گاهی ورق اتصال به اندازه حداقل دو برابر ضخامت ورق (2t) مطابق شکل ۵۱ امکان‌پذیر می‌شود. در این حالت محورهای طولی (آکس) تیر، ستون و بادبند باید از یک نقطه عبور نمایند. در محل تقاطع بادبندهای ضربدری از ورق‌های مستطیلی استفاده می‌شود.

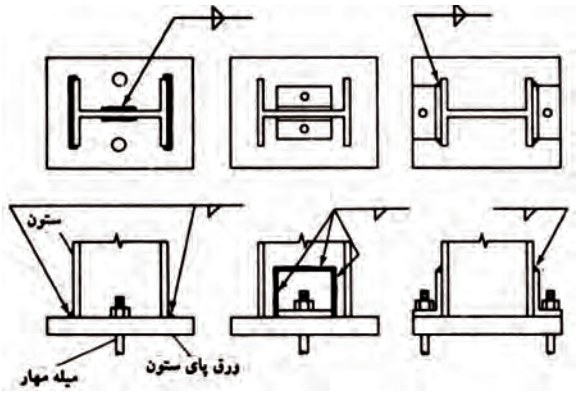




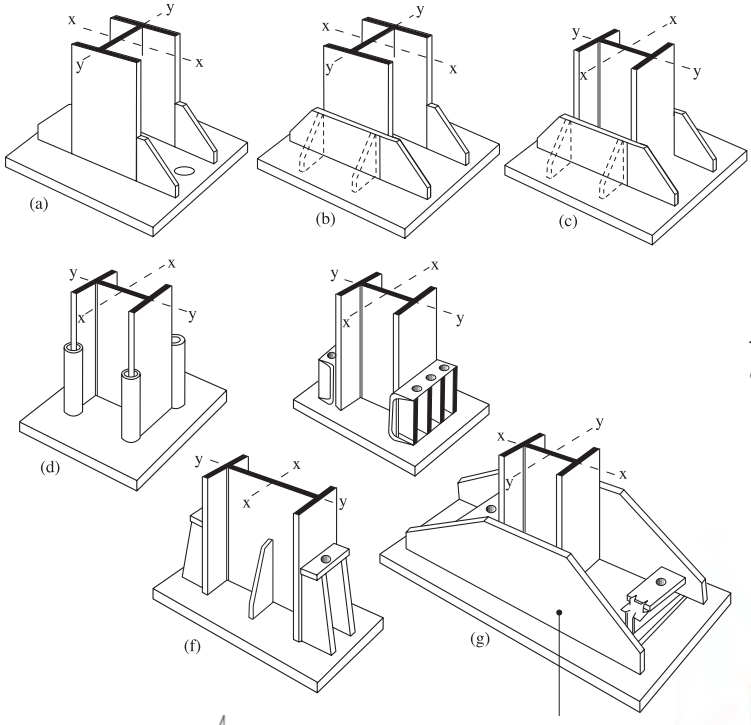
شکل ۵۱ ▲ اتصال مهاربندی

اتصالات ستون به فونداسیون:

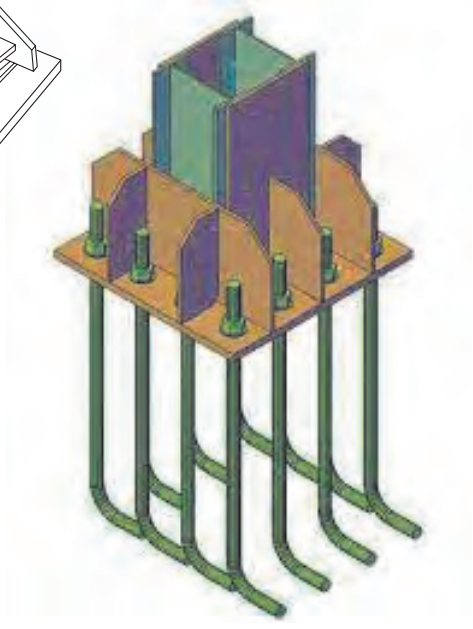
واسطه اتصال ستون فولادی به پی بتنی، صفحه کف ستون یا بیس‌پلیت است. صفحه کف ستون به وسیله میل‌مهارهایی که در اصطلاح کارگاهی بولت نامیده می‌شوند به بتن فونداسیون متصل می‌شود. در صورتی‌که اتصال مفصلی مورد نظر باشد، معمولاً با استفاده از نبشی و حداقل دو عدد بولت، ستون به فونداسیون متصل می‌شود (شکل ۵۲ - الف) و اگر اجرای اتصال به صورت گیردار مد نظر باشد از ورق اتصال و تعداد بولت‌های لازم بر اساس محاسبات فنی استفاده می‌شود؛ در این حالت، علاوه بر نیروهای محوری و برشی، لنگرخمشی نیز از ستون به فونداسیون انتقال می‌یابد (شکل ۵۲ - ب). صفحه کف ستون علاوه بر اینکه واسطه اتصال ستون به فونداسیون می‌شود، وظیفه پخش بارهای وارده از ستون فولادی به پی بتنی را به‌طوری‌که بتن فونداسیون قادر به تحمل آنها باشد، بر عهده دارد.



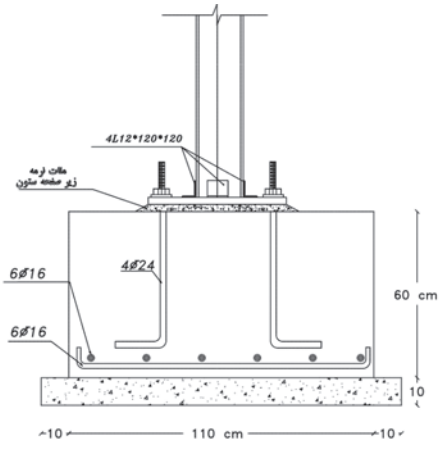
◀ شکل ۵۲ - الف
اتصال سادهٔ ستون به ورق پای ستون



شکل ۵۲ - ب ◀
اتصال گیردار ستون به ورق پای ستون



شکل ۵۳ ▲ اتصال گیردار ستون به فونداسیون



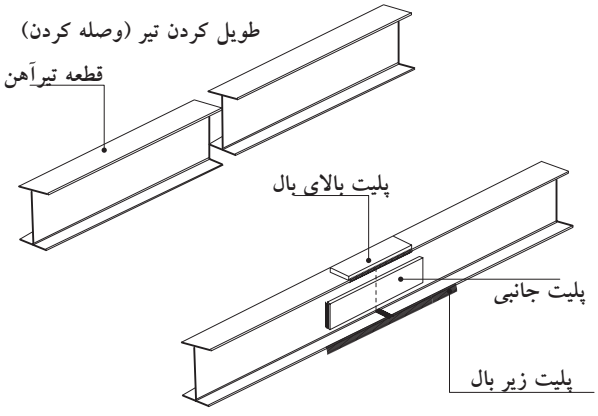
شکل ۵۴ ▲ اتصال ساده یا مفصلی ستون به فونداسیون

وصله اعضا:

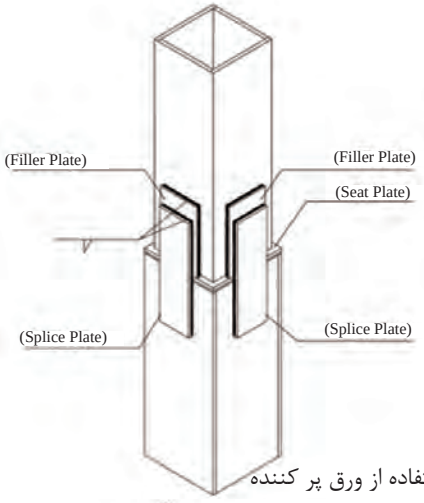
طول استاندارد پروفیل‌های موجود در بازار ۶ یا ۱۲متر است و طول تیر، ستون و اعضای مهاربندی تابع نقشه‌های سازه‌ای است و در بیشتر مواقع، برش‌کاری و وصله این اعضا ضرورت می‌یابد. وصله اعضا در سه حالت زیر اتفاق می‌افتد:

۱- طول مورد نیاز برای عضو بیشتر از پروفیل‌های موجود در بازار باشد.

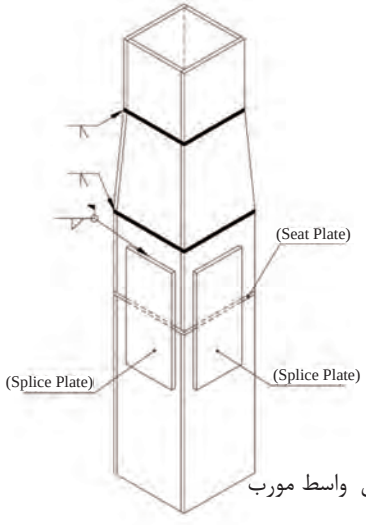
۲- جلوگیری از هدر رفتن (پرت مصالح)؛ به‌عنوان مثال به کمک وصله، یک تیر فولادی ۶/۵ متری را می‌توان از وصله دو قطعه ۳ و ۳/۵ متری ساخته و مورد استفاده قرار داد. (شکل‌های ۵۵ و ۵۶)



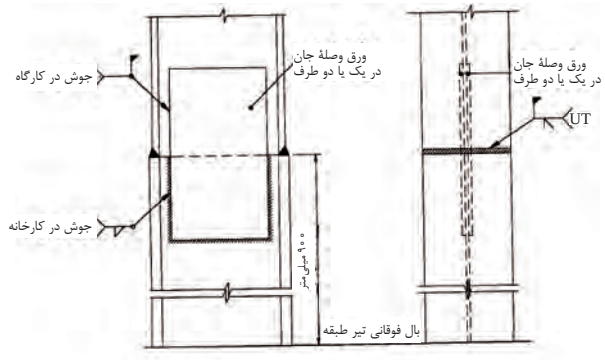
شکل ۵۵ ▲



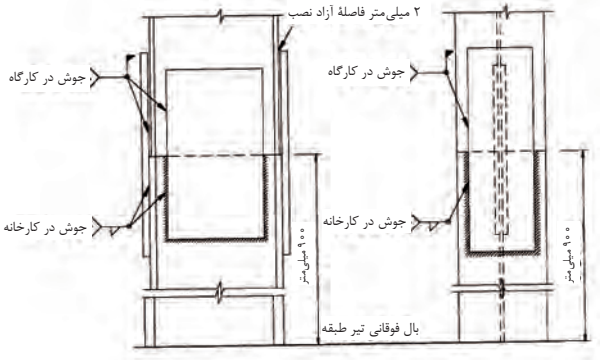
الف- استفاده از ورق پر کننده



ب- استفاده از ورق واسط مورب



(الف) اتصال لب‌به‌لب بال و ورق وصلهٔ جان

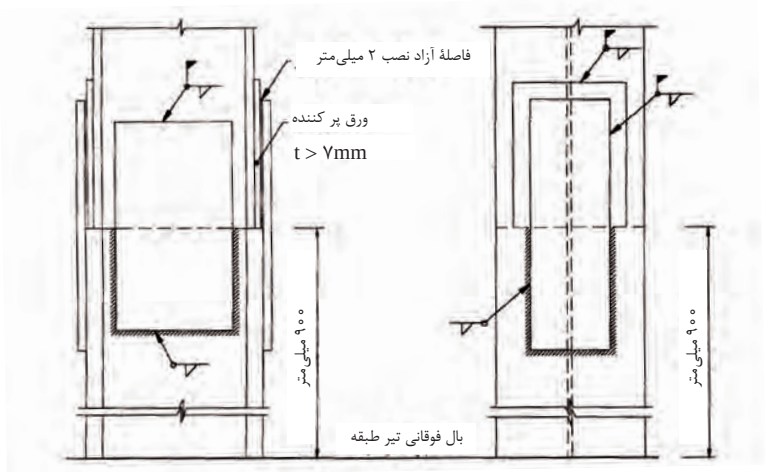


(ب) اتصال با ورق وصلهٔ بال جان

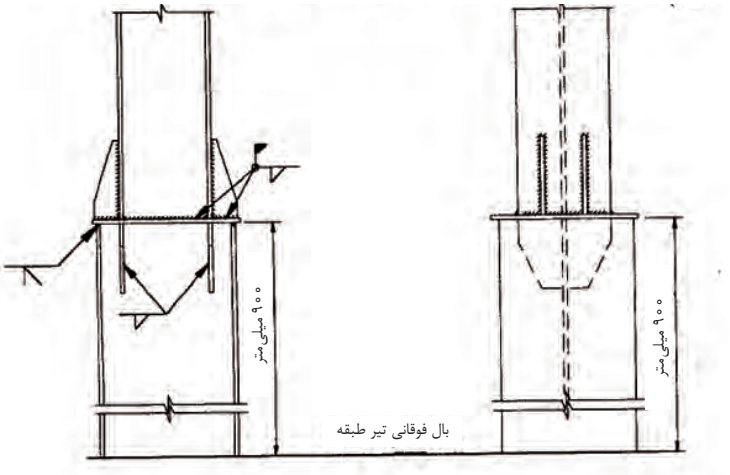
شکل ۵۶ ▲

۳- تغییر مقطع عضو؛ که اغلب در ستون‌ها اتفاق می‌افتد به وسیله وصله و ورق‌های پرکننده انجام می‌شود. (شکل ۵۸)

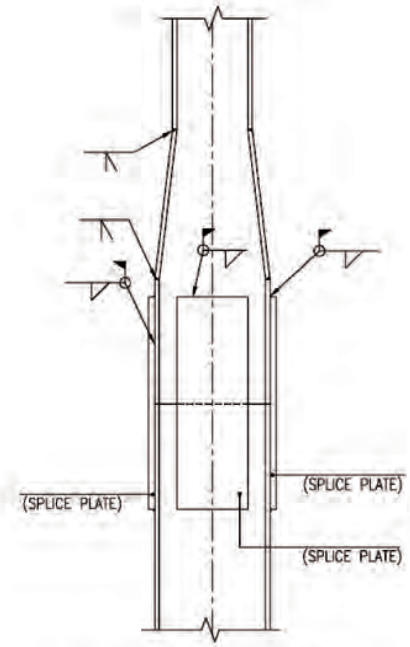
شکل ۵۷ ◄
وصله پیچی ستون



الف) اتصال با ورق وصلهٔ بال و جان با ورق پرکننده با ضخامت بیش از ۷ میلی‌متر



ب) اتصال با ورق سر (صفحهٔ تقسیم فشار)



پ) اتصال بدون ورق پرکننده و ورق سر (تغییر مقطع کله‌قندی)

شکل ۵۸ ▲

انواع سامانه (سیستم)های ساختمانی

ترکیب اعضای باربر نیروهای قائم نظیر تیرها و ستون‌ها و اعضای باربر نیروهای جانبی نظیر بادبندها یا دیوارهای برشی بتنی و فولادی و نحوه اتصال آنها را که تشکیل یک قاب می دهند، سامانه یا سیستم ساختمانی می‌نامند.

بارهای قائم یا ثقلی شامل بارهای مرده و زنده ساختمان به ترتیب از تیرهای فرعی به شاه‌تیرها، ستون‌ها و در نهایت به فونداسیون و زمین منتقل می‌شوند.

نیروهای جانبی نظیر باد و زلزله نیز توسط مهاربندی‌ها و دیوارهای برشی و یا اتصالات گیردار تیر به ستون جذب شده و به ستون‌ها و در نهایت به فونداسیون و زمین منتقل می گردد.

انواع سامانه‌های ساختمانی عبارت‌اند از:

۱- سامانه قاب با اتصالات مفصلی (ساده):

در این سامانه، اتصال تیر به ستون به صورت مفصلی می‌باشد و لنگری به ستون منتقل نمی‌شود. در این نوع قاب‌ها، نیروهای قائم توسط تیرها و ستون‌ها تحمل می‌شود و به دلیل مفصلی بودن اتصال تیر به ستون، در اثر اعمال نیروی جانبی نظیر باد و زلزله، سازه تغییر شکل زیادی داده و ناپایدار می‌شود. به همین دلیل برای مهار نیروهای جانبی باید از مهاربند در تعدادی از دهانه‌های بین ستون‌ها استفاده کرد. محل قرارگیری بادبندها معمولاً تابع ملاحظات معماری نظیر محل بازشوها و تأمین پارکینگ مورد نیاز می‌باشد. (شکل ۵۹)

شکل ۵۹ ▲ اتصال مفصلی

۲- سامانه قاب خمشی:

در قاب‌های خمشی اتصال تیر به ستون به صورت گیردار می‌باشد. قاب خمشی می‌تواند هم نیروهای قائم و هم نیروهای جانبی را توسط تیرها و ستون‌ها تحمل نماید. در این سامانه ابعاد تیرها و ستون‌ها از طبقه بالا به پایین افزایش می‌یابد. (شکل ۶۰)

شکل ۶۰ ▲ قاب خمشی

۳- سامانه قاب دوگانه یا ترکیبی:
در ساختمان‌های بلند مرتبه و یا ساختمان‌های نامتعارف که قاب خمشی به تنهایی تحمل نیروهای جانبی را ندارد و یا میزان تغییرشکل جانبی سازه از حد مجاز آیین‌نامه بیشتر می‌باشد، از ترکیب قاب خمشی و مهاربند، یا قاب خمشی و دیوار برشی فولادی یا بتنی استفاده می‌شود که به سامانه دوگانه یا ترکیبی معروف است.

شکل ۶۱ ▲ دیوار برشی فولادی

وسایل اتصال در سازه‌های فلزی

وسایل اتصال در سازه‌های فولادی عبارت‌اند از:
الف) جوشکاری
ب) پیچ و مهره
ج) پرچ

الف) جوشکاری

اتصال دائمی دو قطعه به یکدیگر به‌وسیلهٔ گرما و فشار یا بدون فشار و یا بدون فلز پرکننده (فلز جوش) را جوشکاری می‌گویند. در این فرایند، چون جنس فلز جوش با فلز مبنا یکی است، با هم ترکیب شده و پس از سرد شدن خواص جوش با فلز مبنا یکی خواهد بود.

شکل ۶۲ ▲

در خصوص اجرای عملیات جوشکاری، مطالب مربوط به این فرایند، مطابق با نمودار روبه‌رو تشریح می‌شود.

شکل ۶۳ ▲

لوازم و تجهیزات جوشکاری:

برای انجام عملیات جوشکاری صحیح و رسیدن به اتصال جوشی مطلوب، استفاده از تجهیزات و ابزار استاندارد ضروری است. ابزار و تجهیزات استاندارد مورد نیاز در فرایند جوشکاری عبارت‌اند از:

الف) دستگاه جوش: وظیفه تأمین انرژی لازم جهت ایجاد قوس الکتریکی را دارد. تنظیم شدت جریان و آمپرهای مختلف برای اجرای جوش به کمک این وسیله انجام می‌شود.

شکل ۶۴ ▲ دستگاه جوش

شکل ۶۵ ▲ لوازم جوشکاری

ب) الکتـرود: شـامل مغـزی یا فلز پرکننده و روکش اسـت و در انواع مختلف براسـاس مقاومـت نهایی موردنیاز جـوش و وضعیـت جوشـکاری تولید می‌شـود. مطابق اسـتاندارد جـوش آمریـکا (AWS) نام‌گـذاری الکترودها را بـا یـک کـد چهـار یـا پنج رقمی بعـد از حـرف E انجام می‌دهنـد. در صـورت چهاررقمی بـودن این کـد، دو رقم اول و در صـورت پنـج رقمـی بـودن آن سـه رقـم اول از سـمت چپ، حداقـل مقاومت کششـی فلز الکتـرود را بر حسـب کیلوپونـد بـر اینـچ مربـع نشـان می‌دهـد کـه اگـر در ۷۰ ضـرب شـود، به کیلوگـرم بـر سـانتی‌متر مربع تبدیـل می‌شـود. بـه همیـن ترتیـب، رقـم سـوم در کدهـای چهـار رقمـی و رقـم چهـارم در کدهـای پنج‌رقمی نشـان‌دهنده وضعیـت جوشـکاری و آخریـن رقـم، با توجه بـه جنس روکش و نـوع جریان متغیر اسـت. به عنوان مثـال در الکتـرود E۶۰۱۳ چون کد الکتـرود، چهاررقمی اسـت، عـدد ۶۰ نشـان‌دهنده الکتـرود با مقاومت کششـی ۶۰Ksi معـادل ۴۲۰۰kg/cm^2، عـدد یـک معـرف جوشـکاری در تمـام وضعیت‌هـا بـوده و عـدد ۳ بیانگر این اسـت کـه الکترود بـا روکش روتایلـی یا اکسـید تیتانیوم و با امکان جوشـکاری با جریان مسـتقیم (یکسـو) یا جریان متناوب می‌باشـد.

شکل ۶۶ ▲ معرفی انواع الکترود

رقم	مفهوم	مثال
۲ یا ۳ رقم اول	حداقل مقاومت کششی	E - ۶۰XX = ۴۲۰۰ kg/cm^2 E - ۱۱۰XX = ۷۷۰۰ kg/cm^2
رقم بعدی	وضعیت جوشکاری	تمام وضعیت‌ها = E = XX۱X تخت و افقی = E = XX۲X تخت = E = XX۳X
رقم آخر	نوع جریان، نوع سرباره، نوع قوس، عمق نفوذ، وجود پودر آهن و هیدروژن در روکش	به جدول زیر مراجعه شود.

E XX X X	XX مقاومت نهایی مصالح الکترود	X وضعیت	X نوع پوشش
مثل E ۶۰ ۱۳ یا E ۶۰ ۱۸	۷۰ksi=۴۹۰۰ kg/cm^2 ۶۰ksi=۴۲۰۰ kg/cm^2	همه = ۱ افقی و تخت = ۲ تخت = ۳	۰ = فقط DCRP (قوس نفوذی) ۱ = AC یا DCRP (قوس نفوذی) ۲ = AC یا DCRP (قوس متوسط) ۳ = AC یا DC قطب آزاد (قوس نرم) ۴ = AC یا DC پودر آهن (قوس نرم) ۵ = DCRP کم هیدروژن ۶ = AC و یا DCRP (کم هیدروژن - قوس متوسط) ۷ = AC یا DC پودر آهن‌دار ۸ = AC یا DCRP (کم هیدروژن - پودر آهن)

ج) انبر جوشـکاری: انبر جوشـکاری وسـیلهٔ گرفتن الکترود و اجرای جوشـکاری اسـت. انبرها را بر حسـب ظرفیـت جریانـی کـه می‌تواننـد از خـود عبـور دهند، دسـته‌بندی می‌کننـد.

شکل ۶۷ ▲ انبر جوشکاری

د) گیـره اتصـال: ایـن ابـزار از یک سـمت بـه کابل دسـتگاه جـوش متصـل شـده و از سـمت دیگـر بـه قطعـه مـورد نظر برای جوشـکاری وصل می‌گـردد و با برقـراری جریـان برق، قـوس الکتریکی ایجاد می‌شـود.

شکل ۶۸ ▲ گیره اتصال

و) ماسـک محافظ: در حیـن ایجاد قـوس الکتریکی، نـور شـدیدی از محـل قـوس سـاطع می‌گـردد کـه می‌تواند آسـیب شـدیدی به چشـم جوشـکار یا افرادی کـه از فاصلـه کـم نظاره‌گـر عمل جوشـکاری هسـتند برسـاند. همچنیـن گاز ساطع‌شـده از محـل حوضچـهٔ مـذاب جـوش می‌توانـد باعـث مسـمومیت جوشـکار گردد. پاشـش ذرات جوش به سـمت صورت جوشـکار نیـز می‌توانـد آسـیب‌زا باشـد. ماسـک محافـظ وظیفه محافظـت از صـورت جوشـکار را در برابـر خطرات فوق بر عهـده دارد.

شکل ۶۹ ▲ ماسک جوشکاری

انواع روش‌های جوشکاری:

الف) جوشکاری دستی

ب) نیمه اتوماتیک

ج) اتوماتیک

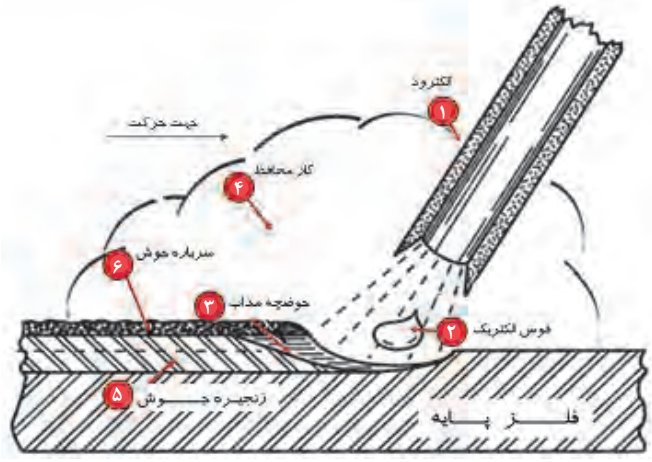
تفاوت روش‌های فوق عبارت‌اند از:

۱- هدایت الکترود که در روش دستی به‌وسیلهٔ دست جوشکار و در دو روش دیگر توسط دستگاه انجام می‌شود.

۲- نـوع الکتـرود مصرفـی کـه در روش دسـتی به صورت الکترود روکـش‌دار با طول محـدود و در روش‌های دیگر الکتـرود بـدون روکـش و با طول نامحـدود به صورت قرقره می‌باشـد.
۳- نحـوه حفاظـت از حوضچـه مـذاب در روش دسـتی بـا روکـش الکتـرود و در روش‌هـای دیگـر با گاز یـا پودر محافظ می باشـد

جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روکش دار (SMAW):

ایـن روش کـه مرسـوم‌ترین روش جوشـکاری در کارهای سـاختمانی اسـت، به نام جوشـکاری با الکترود دسـتی نیـز معـروف اسـت. در ایـن روش کـه مناسـب کارگاه‌هـای کوچـک سـاختمانی اسـت، یـک جریـان بـرق قـوی کـه توسـط یـک مبـدل بـه نـام دسـتگاه جـوش تأمیـن می‌شـود باعـث ذوب الکتـرود، روکـش آن و فلـز پایـه در محـل جـوش شـده و باعـث اتصـال دو عضو بـه یکدیگر می‌شـود. روکـش الکتـرود در زمان انجـام عملیـات جوشـکاری باعـث ایجـاد یـک سـپر گازی حـول حوضچـه مذاب جوش شـده و از ترکیـب جـوش بـا اکسـیژن و نیتـروژن موجـود در هـوا جلوگیـری می‌نمایـد. همچنین بـا تشـکیل لایـه‌ای بـه نـام گل جوشـکاری از سـرد شـدن سـریع جـوش و بـه تبـع آن ترک در جـوش جلوگیـری می‌نماید. گل جوشـکاری باید پس از سـرد شـدن از روی جوش برداشـته شـود تـا بـا جـذب رطوبـت باعـث خوردگـی اتصـال نگردد.

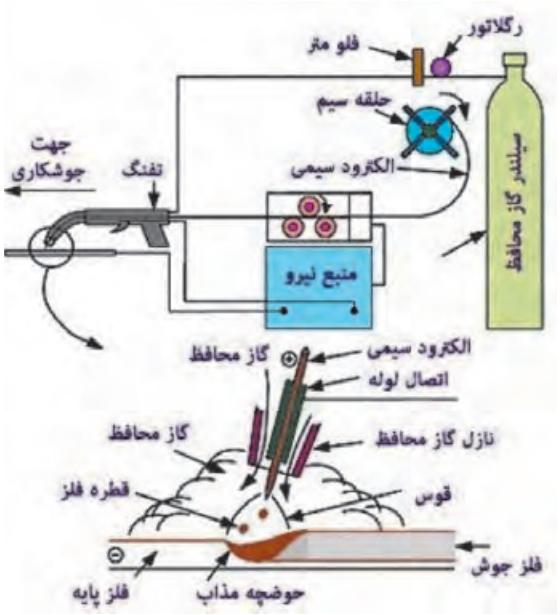


شکل ۷۰ ▲ جوش با قوس الکتریکی و الکترود روکش‌دار

جوشکاری قوس الکتریکی تحت حفاظت گاز محافظ (GMAW):

در این روش از الکترود سیمی بدون روکش و یکسره که به شکل کلاف بوده و توسط یک قرقره (شکل ۷۱) حرکت می‌نماید، استفاده می‌شود. محافظت از حوضچه مذاب در این روش بر عهده گاز یک محافظ مانند دی‌اکسیدکربن می‌باشد. از این روش در کارخانه‌های ساخت سازه‌های فلزی استفاده می‌شود.

◄ شکل ۷۱
الکترود بدون روکش



شکل ۷۲ ▲ جوشکاری قوس الکتریکی تحت گاز محافظ

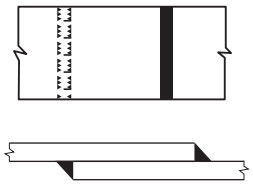
جوشکاری قوس الکتریکی تحت حفاظت پودر محافظ (SAW):

یکی از فرایندهای جوشکاری قوسی است که در آن، نوک الکترود داخل پودری از مواد معدنی ویژه قرار می‌گیرد و قوس ایجاد شده در زیر این پودر در امتداد مسیر جوشکاری دیده نمی‌شود. جوش حاصل از این روش یکنواخت و باکیفیت می‌باشد. این روش، در جوشکاری ورق‌های ضخیم و سازه‌های بزرگ ساختمانی و صنعتی و در کارخانه ساخت سازه‌های فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۷۳ ▲ جوشکاری قوس الکتریکی زیرپودری

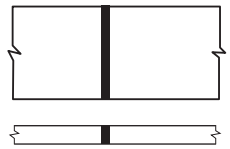
انواع جوش:

الف) گوشه (Fillet): به دلیل سهولت و سرعت بالای اجرا و عدم نیاز به آماده‌سازی لبه‌ها، بین ۸۰ تا ۸۵ درصد جوش‌ها به صورت جوش گوشه اجرا می‌شوند. در وضعیت‌های مختلف می‌توان از این نوع جوش استفاده نمود. این نوع جوش را با علامت اختصاری F نشان می‌دهند.



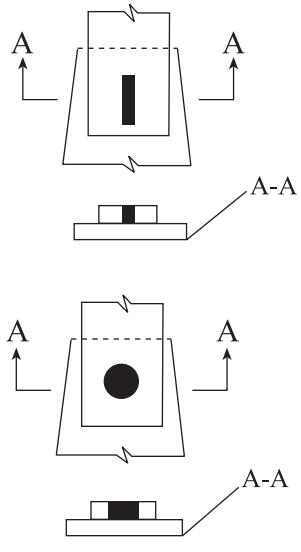
شکل ۷۴ ▲ جوش گوشه

ب) شیاری (Groove): در اتصالات گیردار برای اطمینان از انتقال کامل لنگر بین دو قطعه از این نوع جوش استفاده می‌شود. لبه‌های قطعات جوش‌شونده پخ زده می‌شود و سپس جوشکاری درون درز طی چند مرحله انجام می‌شود تا درز جوش پر شود. این نوع جوش به دلیل نیاز به آماده‌سازی لبه‌ها و سختی اجرا، حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد جوش‌های ساختمانی را شامل می‌شود. این نوع جوش را با علامت اختصاری G نشان می‌دهند.



شکل ۷۵ ▲ جوش شیاری

ج) جوش کام و انگشتانه: معمولاً در اتصالات روی هم وقتی که تأمین طول جوش به میزان کافی امکان‌پذیر نباشد از این نوع جوش‌ها استفاده می‌شود و با ایجاد سوراخ‌هایی به صورت کام و انگشتانه بر روی یکی از ورق‌ها، درون آنها را با جوش کام و انگشتانه پر می نمایند. جوش‌های کام و انگشتانه کمتر از ۵ درصد کاربرد دارند.



شکل ۷۶ ▲ جوش کام و انگشتانه

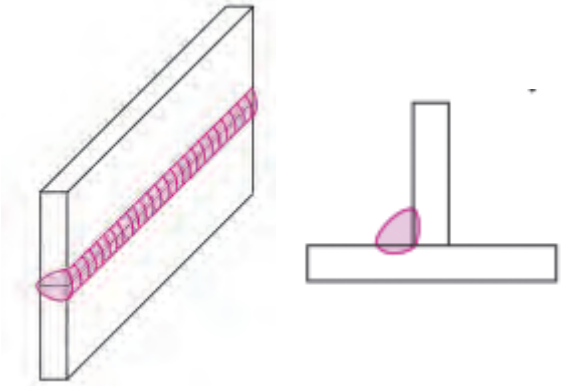
انواع حالت یا وضعیت جوشکاری:

حالت یا وضعیت جوشکاری عبارت‌است از موقعیت قرارگیری جوشکار نسبت به قطعاتی که به یکدیگر جوش می‌شوند انواع حالات یا وضعیت‌های جوشکاری به ترتیب عبارت‌اند از:

۱) جوشکاری در حالت یا وضعیت تخت: به دلیل تسلط جوشکار بر محل جوشکاری، آسان‌ترین و بهترین روش جوشکاری است.

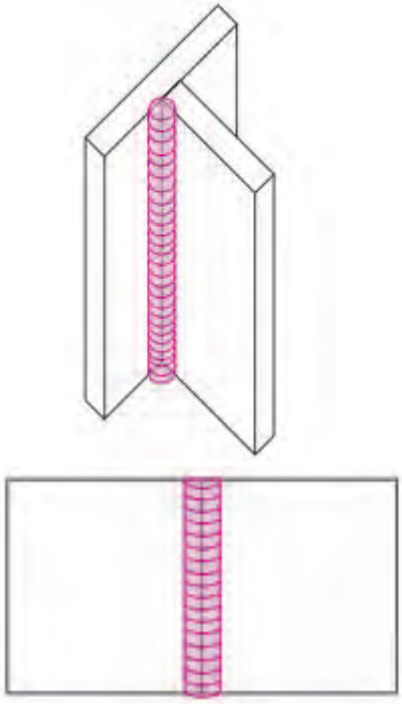
شکل ۷۷ ▲ جوشکاری در وضعیت تخت

۲) جوشکاری در حالت یا وضعیت افقی: جوشکاری از سمت چپ به راست و به‌صورت افقی انجام می‌شود.



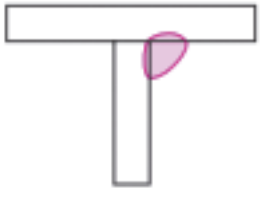
شکل ۷۸ ▲ جوشکاری در وضعیت افقی

۳) جوشکاری در حالت یا وضعیت قائم یا سربالا: در این حالت جوشکاری از پایین به سمت بالا انجام می‌شود.



شکل ۷۹ ▲ جوشکاری در وضعیت قائم

۴) جوشکاری در حالت یا وضعیت زیرسقفی یا بالاسری (Over head): در این حالت چون دست جوشکار بالاتر از سر او قرار می‌گیرد، به وضعیت بالاسری معروف شده و به دلیل شره‌کردن جوش، معمولاً از کیفیت مناسبی برخوردار نیست و در طراحی و اجرای اتصالات سعی می‌شود از این حالت اجتناب گردد.



شکل ۸۰ ▲ جوشکاری در وضعیت زیرسقفی

نکته

با توجه به بحث انواع جوش و انواع وضعیت‌های جوشکاری، در نقشه‌های ساختمانی و صنعتی از ترکیب نوع جوش و وضعیت جوشکاری استفاده می‌کنند. به‌طور مثال 1F جوش گوشه در وضعیت تخت را معرفی می‌نماید و یا 3G معرف جوش شیاری در وضعیت قائم می‌باشد.

فعالیت کلاسی ۱

نوع جوش و وضعیت جوشکاری را برای موارد 1F,2F,3F,4F,1G,2G, 3G و 4G با راهنمایی هنرآموز خود در یک جدول شرح دهید.

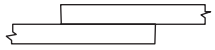
انواع اتصالات جوشی:

منظور از اتصالات جوشی، روش‌های مختلف قرارگیری قطعات جوش‌شونده نسبت به یکدیگر می‌باشد. انواع اتصالات جوشی عبارت‌اند از:

الف) اتصال لب‌به‌لب: معمولاً برای اتصال ورق‌های مسطح با ضخامت‌های تقریباً یکسان و در امتداد هم از این اتصال استفاده می‌شود.

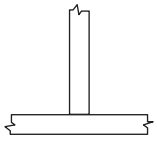
شکل ۸۱ ▲ اتصال لب‌به‌لب

ب) اتصال روی هم: ساده‌ترین نوع اتصال است و نیازی به لبه‌سازی خاصی نداشته و اغلب با یک برش عادی توسط شعله می‌توان لبه‌ها را آماده جوشکاری کرد. همچنین امکان اتصال ورق‌ها با ضخامت‌های متفاوت را فراهم می‌کند.در اتصال مهاربندهای نبشی و ناودانی به ورق‌های اتصال پرکاربرد است.



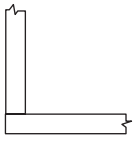
شکل ۸۲ ▲ اتصال روی‌هم

ج) اتصال سپری: برای ساخت مقاطع I و T شکل در تیرورق‌ها، اتصال سخت‌کننده‌ها، نشیمن تیرها و اتصال اعضا به یکدیگر با زاویه ۹۰ درجه، از اتصال سپری استفاده می‌شود.



شکل ۸۳ ▲ اتصال سپری

د) اتصال گونیا (کنج): برای ساخت مقاطع قوطی‌شکل که دارای صلبیت و مقاومت مناسب در برابر لنگر پیچشی موجود در ستون‌ها هستند از اتصال گونیا استفاده می‌شود.



شکل ۸۴ ▲ اتصال کنج

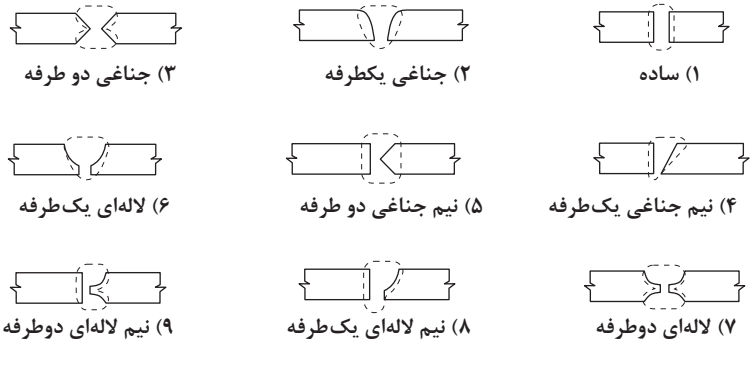
و) اتصال پیشانی: از این اتصال در موارد خاص برای نگهداری دو یا چند ورق در یک سطح استفاده می‌شود، معمولاً این نوع اتصال نقش سازه‌ای ندارد.

شکل ۸۵ ▲ اتصال پیشانی

انواع درزجوش:

ایجاد پخ در لبه‌های قطعات جوش‌شونده برای تأمین شکل هندسی مورد نظر و قرارگیری آنها در کنار هم را درز جوش می‌نامند. در ورق‌های با ضخامت تا ۹ میلی‌متر درز ساده یا بدون پخ ایجاد می‌شود و در ورق‌های با ضخامت ۹ تا ۱۸ میلی‌متر پخ یک‌طرفه و در ورق‌های با ضخامت بیش از ۱۸ میلی‌متر پخ دوطرفه ایجاد می‌نمایند. انواع درز جوش عبارت‌اند از:

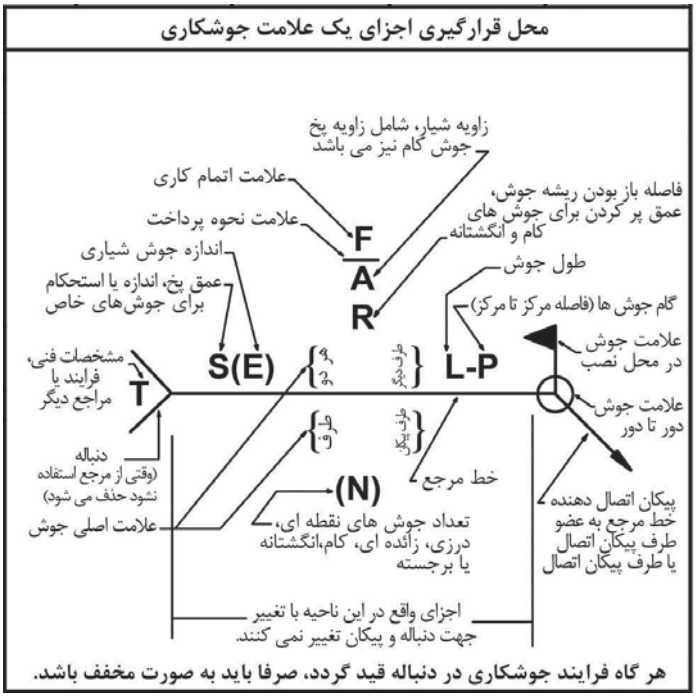
۱- درز ساده یا بدون پخ
۲- درز جناغی یک‌طرفه
۳- درز جناغی دوطرفه
۴- درز نیم‌جناغی یک‌طرفه
۵- درز نیم‌جناغی دو طرفه
۶- درز لاله‌ای یک طرفه
۷- درز لاله‌ای دو طرفه
۸- درز نیم لاله‌ای یک طرفه
۹- درز نیم لاله‌ای دو طرفه



شکل ۸۶ ▲ انواع درز جوش

علائم جوشکاری:

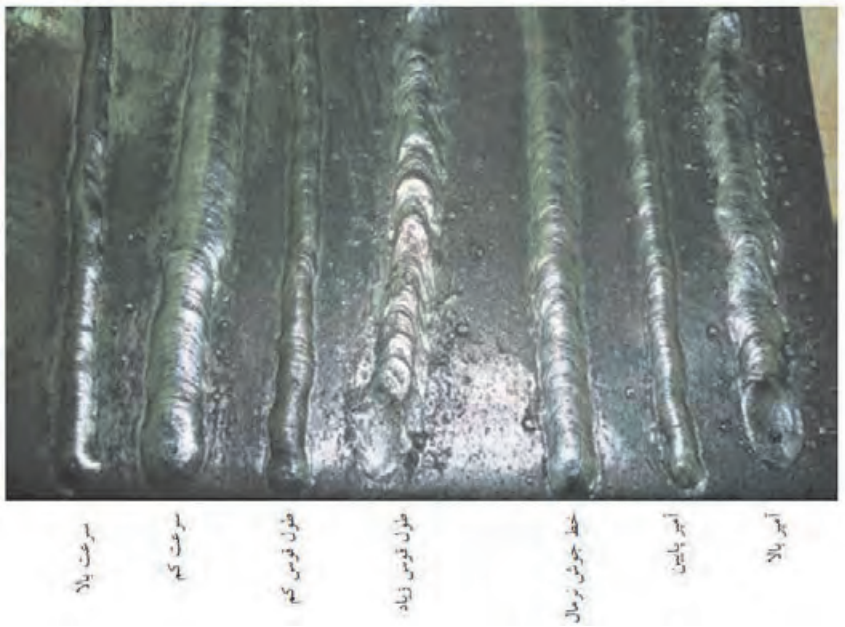
در نقشه‌های اجرایی برای بیان جزئیات جوش نظیر عمق، زاویه شیار و پخ لازم برای ورق، گام و فاصله جوش و ... از علائم استاندارد استفاده می‌شود. در شکل ۸۷ با یک نمونه از علائم استاندارد جوش آشنا می‌شوید.



شکل ۸۷ ▲ علائم جوشکاری

انواع عیوب جوش:

عواملی نظیر عدم رعایت استانداردهای لازم در حین عملیات جوشکاری، میزان تجربه و مهارت جوشکار، کیفیت تولید، نگهداری و انتخاب صحیح الکترود مصرفی متناسب با وضعیت و شرایط جوشکاری، وجود گل جوشکاری و.... می‌تواند منجر به عیوبی در جوش شود. شناخت عیوب جوش و برطرف نمودن آنها قبل از بهره‌برداری از سازه اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. در شکل ۸۸ تعدادی از عیوب بارز جوش و دلایل ایجاد آنها به اختصار معرفی شده است.



شکل ۸۸ ▲ عیوب جوش

عیوب جوشکاری و دلایل ایجاد آنها	
عیوب جوشکاری	دلایل ایجاد
امتزاج ناقص	عدم اختلاط فلز جوش و فلز مبنا که به دلایل سطح آلودهٔ درز، نوع و اندازهٔ نامناسب الکترود و شدت جریان نامناسب به‌وجود می‌آید.
نفوذ ناقص	عدم نفوذ کامل جوش در هندسه درز که به دلایل استفاده از الکترود بزرگ‌تر از هندسه درز، آمپراژ کم یا سرعت زیاد دست جوشکار ایجاد می‌شود.
روی هم افتادگی جوش	جاری شدن فلز جوش روی فلز مبنا یا جوش پاس قبل بدون اینکه ذوب و جوش‌خوردن با آن ایجاد شود.
سوختگی یا بریدگی کنار جوش	شیاری در کنار جوش که به دلیل آمپراژ بالا یا طول قوس بلند در اثر ولتاژ بالا اتفاق می‌افتد.
حبس سرباره	به هر ماده غیرفلزی که عموماً ناشی از ترکیبات روکش الکترود و به دلیل عدم دقت در پاک‌کردن گل جوش بین پاس‌های متوالی ایجاد می‌شود، حبس سرباره می‌گویند.
ترک در جوش	در اثر عواملی مانند انجماد و سردشدن سریع جوش، نفوذ هیدروژن، عدم پیش‌گرمایش و کثیف بودن درز ایجاد می‌گردد.
تخلخل	تخلخل حفره‌های گازی است که به دلایل استفاده از الکترود مرطوب، شدت جریان کم و طول قوس کوتاه در جوش ایجاد می‌شود.
معایب ابعادی جوش	عدم تأمین طول و بعد جوش مطابق نقشه

روش‌های بازرسی جوش:

برای شناسایی صحیح عیوب جوش، روش‌ها و ابزارهای دقیقی وجود دارد که در ادامه معرفی می‌شوند:

الف) بازرسی جوش به روش غیرمخرب (NDT):

در این روش بازرسی، بدون تخریب جوش، به عیوب سطحی و عمقی آن پی می برند. این روش بازرسی خود به روش های گوناگونی به شرح ذیل تقسیم‌بندی می‌شود.

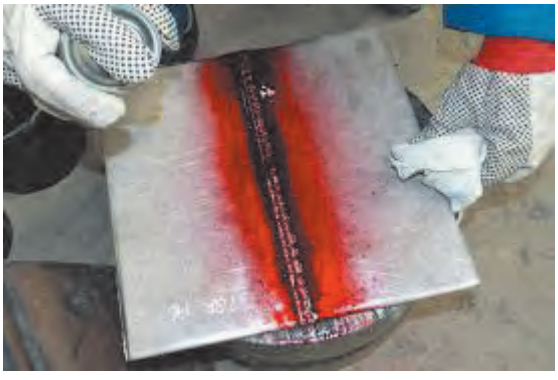
۱ـ بازرسی چشمی (VT):

با مشاهده چشمی، عیوب ظاهری و سطحی جوش تشخیص داده شده و نسبت به اصلاح آنها اقدام می‌شود. بازرسی چشمی از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها است که وابستگی زیادی به تجربه و مهارت بازرس جوش دارد. این روش بازرسی در تمامی مراحل قبل، حین و بعد از جوشکاری انجام می‌شود. در این روش بازرسی، طول جوش با متر و بعد جوش با گرده‌سنج (شکل ۸۹) اندازه‌گیری می‌شود.

شکل ۸۹ ▲ انواع گرده‌سنج

۲ـ بازرسی به‌وسیلهٔ مایع نافذ (PT):

در این روش با استفاده از جاذبه موئینگی، یک مایع رنگی را با قلم مو یا اسپری روی جوش پخش نموده و با نفوذ این مایع به درون ناپیوستگی‌های سطحی جوش، آن را نمایان می‌کنند. با این روش فقط می توان به عیوب سطحی جوش مانند ترک و تخلخل در سطح جوش پی برد و نمی‌توان عمق این معایب و یا معایب زیرسطحی جوش را تخمین زد.



شکل ۹۰ ▲ بازرسی به‌وسیلهٔ مایع نافذ

۳ـ بازرسی جوش به روش اولتراسونیک (UT):

در این روش، با استفاده از امواج صوتی عیوب داخلی و زیرسطحی جوش نمایان می‌شود به‌طوری‌که اگر امواج از محیط‌های غیرهمگن عبور نمایند، روی مانیتور دستگاه محل آنها را مشاهده می‌نمایند. این روش، به نسبت روش‌های چشمی و مایع نافذ دقیق‌تر و در عین حال گران‌تر می‌باشد. (شکل ۹۱)

شکل ۹۱ ▲ بازرسی به روش اولتراسونیک

۴ـ آزمون ذرات مغناطیسی (MT):

از روش بازرسی با استفاده از ذرات مغناطیسی برای بررسی عیوب سطحی و برخی معایب زیرسطحی نظیر ترک‌ها استفاده می‌شود.

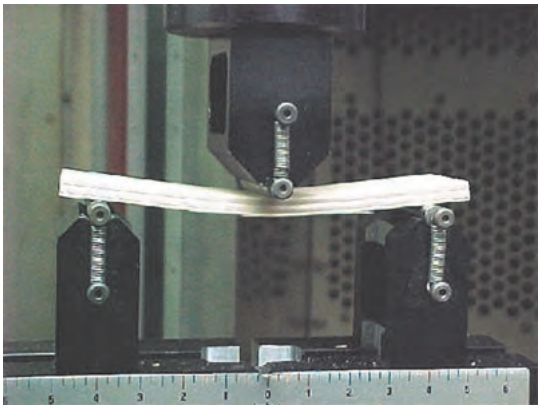
شکل ۹۲ ▲

۵ـ آزمون رادیوگرافی (RT):

یکی از روش‌های آزمایش غیرمخرب می‌باشد که با استفاده از پرتونگاری، نوع و محل عیوب داخلی و بسیار ریز جوش از قبیل حبس سرباره، حفره گازی، ترک در جوش، بریدگی کنارجوش، نفوذ ناقص و امتزاج ناقص را نشان می‌دهد. این شیوه پرتونگاری، وجود معایب مختلف در فلز جوش و فلز مبنا را مسجل کرده و اندازه و محل آنها را مشخص می‌نماید.

ب) تست‌های مخرب (DT):

از این نوع تست‌ها برای سنجش مقاومت مکانیکی قطعات جوش شده نظیر مقاومت خمشی، برشی و کششی استفاده می‌شود. قطعات جوش شده تحت اثر بار قرار می‌گیرند تا گسیخته شوند. انواع تست مخرب در شکل‌های ۹۳ الی ۹۵ نشان داده شده است.



شکل ۹۳ ▲ تست خمش

شکل ۹۴ ▲ تست کشش

شکل ۹۵ ▲ تست ضربه

فعالیت عملی ۲

به کمک هنرآموز و استادکار کارگاه خود چند خط‌جوش از قبل آماده شده را به صورت چشمی با هم مقایسه نموده، مشخصات و معایب ظاهری آنها را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

فعالیت عملی ۳

با نظر هنرآموز و به کمک استادکار، قطعات فلزی و تجهیزات جوشکاری را از انبار تحویل گرفته و انواع اتصالات جوشی، انواع جوش و انواع وضعیت‌های جوشکاری را روی آنها تمرین کنید و گزارش مبسوطی از آن تهیه و به هنرآموز خود تحویل دهید.

فعالیت عملی ۴

با استفاده از مایع نافذ عیوب ظاهری جوش‌های خود را کنترل نموده گزارش دهید.

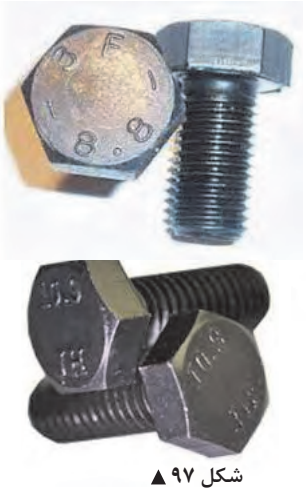
ب) اتصالات پیچی

اتصالات پیچ و مهره‌ای به دلایل سرعت و سهولت اجرا، عدم آلودگی صوتی و عدم نیاز به تجهیزات جوشکاری و تأمین برق کارگاهی، نسبت به جوش و پرچ، یک اتصال مناسب برای سازه‌های فولادی محسوب می‌شود.

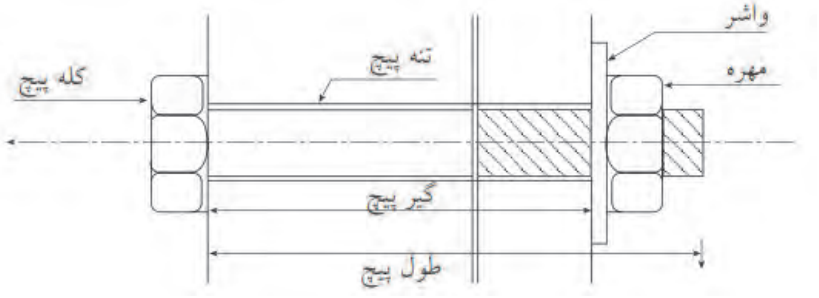
در سازه‌های موقت مثل داربست‌ها، پل‌ها و اتاق‌های اسکان موقت در مناطق زلزله‌زده می‌توان سازه را به‌راحتی جمع‌آوری نمود و مجدداً در محل دیگری نصب نمود. برای مونتاژ نهایی قطعات، بعد از آنکه قطعاتِ علامت‌گذاری شده بر روی خرک چیده شدند و ورق‌های اتصال بر روی سوراخ‌ها قرار گرفتند، قطعات به‌وسیلهٔ سمبه‌هایی که از سوراخ‌های اتصال می‌گذرند درجای خود ثابت می‌شوند.

انواع پیچ

انواع متداول پیچ‌های مورد استفاده در اسکلت‌های فولادی عبارت‌اند از پیچ‌های معمولی و پیچ‌های پرمقاومت. مشخصات پیچ‌های موجود یا تولید در ایران طبق استانداردهای ISO و ASTM در جدول بالای صفحهٔ بعد ارائه شده است. برای هر پیچ باید واشر و مهرهٔ سازگار مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۹۷ ▲



شکل ۹۶ ▲

پیچ‌ها با دو نوع عملکرد «اتکایی» و «اصطکاکی» مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از پیچ‌های پرمقاومت منطبق با استانداردهای ملّی یا بین‌المللی، برای هر دو نوع اتصال و استفاده از پیچ‌های معمولی فقط در اتصالات اتکایی مجاز است. در اتصالات اتکایی ایجاد نیروی پیش‌تنیدگی لازم نیست ولی در اتصالات اصطکاکی پیچ‌ها باید پیش‌تنیده گردند. حداقل نیروی پیش‌تنیدگی در اتصالات اصطکاکی مطابق مقادیر جدول پایین صفحهٔ بعد می‌باشد. برای حصول پیش‌تنیدگی استفاده از یکی از سه روش« ترک‌متر یا آچار مدرج»، «واشرهای کشش‌سنج» و «سفت‌کردن مجدد مهره» امکان‌پذیر است.

شکل ۹۸ ▲ ترک‌متر

مشخصات پیچ‌های تولید یا موجود در ایران

نوع پیچ	نام استاندارد		تنش تسلیم مصالح پیچ (F_y)	تنش کششی نهایی مصالح پیچ (F_u)
	ASTM	ISO		
پیچ‌های معمولی	A۳۰۷	-	۲۴۰ MPa	۴۰۰ MPa
	-	۴.۶	۲۴۰ MPa	۴۰۰ MPa
	-	۴.۸	۳۲۰ MPa	۴۲۰ MPa
	-	۵.۶	۳۰۰ MPa	۵۰۰ MPa
	-	۵.۸	۴۰۰ MPa	۵۲۰ MPa
	-	۶.۸	۴۸۰ MPa	۶۰۰ MPa
پیچ‌های پرمقاومت	A۳۲۵ d ≤۲۴mm	-	-	۸۰۰ MPa
	A۳۲۵ d >۲۴mm	-	-	۷۲۵ MPa
	A۴۹۰	-	-	۱۰۰۰ MPa
		۸.۸	-	۸۰۰ MPa
		۱۰.۹	-	۱۰۰۰ MPa
		۱۲.۹	-	۱۲۰۰ MPa

حداقل نیروی پیش‌تنیدگی در اتصالات اصطکاکی (T_b)

قطر اسمی پیچ (بر حسب میلی‌متر)	پیچ‌های نوع A۳۲۵	پیچ‌های نوع A۴۹۰
M۱۶	۹۱ kN	۱۱۴ kN
M۲۰	۱۴۲ kN	۱۷۹ kN
M۲۲	۱۷۶ kN	۲۲۱ kN
M۲۴	۲۰۵ kN	۲۵۷ kN
M۲۷	۲۶۷ kN	۳۳۴ kN
M۳۰	۳۲۶ kN	۴۰۸ kN
M۳۶	۴۷۵kN	۵۹۵ kN

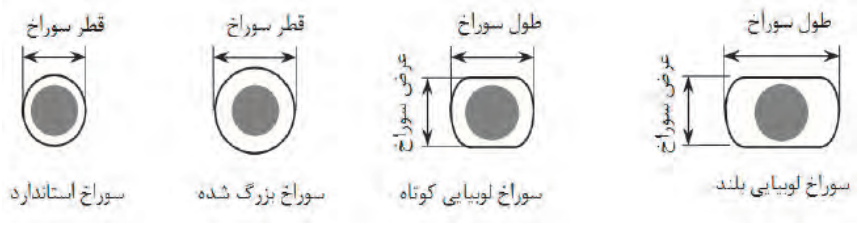
مشخصات و فواصل سوراخ‌ها در اتصالات پیچی

در اتصالات پیچی لازم است قطعات فولادی به نحو صحیح و متناسب با قطر پیچ سوراخ شوند. دقت در سوراخ‌کاری و سالم‌بودن بدنهٔ سوراخ و نیز رعایت فواصل سوراخ‌ها از لبهٔ قطعه و نیز ازیکدیگر، نقش مهمی در میزان مقاومت و باربری اتصالات پیچی ایفا می‌کند.

انواع سوراخ در اتصالات پیچی

انواع سوراخ‌ها در اتصالات پیچی به شرح زیر می‌باشد:

۱) سوراخ استاندارد
۲) سوراخ بزرگ‌شده
۳) سوراخ لوبیایی کوتاه
۴) سوراخ لوبیایی بلند



شکل ۹۹ ▲ انواع سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی

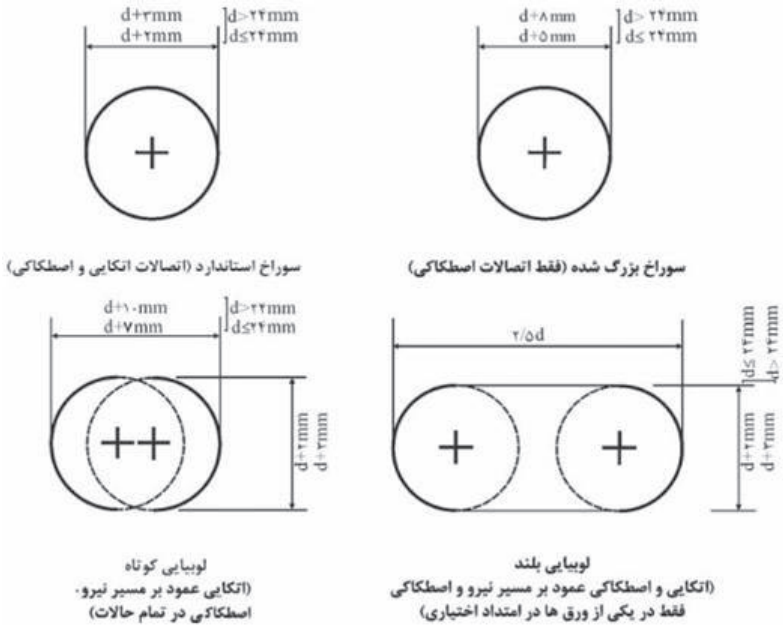
محدودیت ابعاد اسمی سوراخ‌ها و دامنهٔ کاربرد آنها

• سوراخ‌های بزرگ‌شده فقط در اتصالات اصطکاکی مجاز است.

• سوراخ لوبیایی کوتاه در تمام امتدادها در اتصالات اصطکاکی مجاز هستند ولی در اتصالات اتکایی، امتداد طولی سوراخ باید عمود بر امتداد نیرو باشد.

• سوراخ لوبیایی بلند فقط در امتداد عمود بر مسیر نیرو در اتصالات اتکایی مجاز هستند. در اتصالات اصطکاکی در تمام امتدادها مجاز بوده لیکن باید فقط در یکی از ورق‌های اتصال وجود داشته باشد.

• در ورق کف ستون‌ها، ضمن رعایت رواداری‌های مبحث یازدهم مقررات ملّی ساختمان، حداکثر قطر سوراخ مساوی d+۶ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱۰۰ ▲

حداقل فواصل سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی

فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌های استاندارد، سوراخ‌های بزرگ‌شده و سوراخ‌های لوبیایی نباید از ۳ برابر قطر وسیلهٔ اتصال کمتر باشد.

ج) پرچ

پرچ به صورت یک استوانه فولادی است. یک سر پرچ دارای کلاهک و سمت انتهای آن که دم‌پرچ نامیده می‌شود حرارت داده‌شده و پس از قرارگیری در سوراخ، با ضربه چکش تغییر شکل پیدا کرده و افزایش عرض می‌یابد تا قطر آن بیش از قطر سوراخ شود. پس از سرد شدن پرچ و کاهش طول آن، ورق‌ها به‌هم فشرده شده و اتصال کامل می‌گردد. به دلیل برخی مشکلات اجرایی نظیر نیاز به گرمایش پرچ، سر و صدای زیاد در زمان اجرا و نیاز به نیروی انسانی ماهر جهت نصب پرچ و فراگیر شدن استفاده از روش‌های جوشکاری و پیچ و مهره، استفاده از اتصالات پرچی کاهش یافته است. قطر سوراخ پرچ‌کاری باید ۲ میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پرچ باشد.

شکل ۱۰۱ ▲

اخلاق حرفه‌ای در اجرای سازه‌های فولادی

عدم رعایت اصول و ضوابط فنی و اخلاق حرفه‌ای منجر به خسارات جانی و مالی جبران‌ناپذیری می‌شود که برخی از آنها را در تصاویر صفحات بعد ملاحظه می‌نمایید.

در برخی از این تصاویر مشاهده می‌شود که رعایت نکات بسیار ساده می‌توانست از خسارات بسیار بزرگ جلوگیری نماید بنابراین لازم است تا تمامی اصول و ضوابط فنی و اخلاق حرفه‌ای در اجرای سازه‌های فولادی رعایت شود.

فعالیت کلاسی ۲

با راهنمایی هنرآموز خود هر یک از اشکال صفحات آینده را مورد بررسی قرار داده و دربارهٔ علت خرابی در هر کدام از شکل‌ها بحث کنید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

ارزشیابی شایستگی اجرای سازه‌های فولادی

شرح کار:
مطابق جدول تیر لانه‌زنبوری و با استفاده از وسایلی نظیر فیبر، ورق گالوانیزه و یا مقوا اقدام به تهیهٔ شابلون لانه‌زنبوری نموده و همچنین با استفاده از وسایل جوشکاری (دستگاه جوش - ماسک - انبر - کابل - الکترود - قطعات فلزی و ...) اقدام به جوشکاری در حالت‌های مختلف نظیر تخت - افقی - قائم - زیرسطحی برای انواع اتصال جوشی نماید.

استاندارد عملکرد:
با استفاده از وسایل جوشکاری مانند دستگاه جوش - الکترود و ... و معیارهای AWS و مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، جوش‌های مختلف را اجرا نماید.

شاخص‌ها:
رعایت ابعاد شابلون لانه‌زنبوری بر اساس جداول مربوطه - رعایت بُعد و طول جوش مطابق نقشه - یکنواختی جوش و بدون عیوب ظاهری - ارائهٔ حضوری کار به هنرآموز در مدت زمان ۴ ساعت.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: ایجاد یک اتصال جوشی با نظر هنرآموز در فضای کارگاه با رعایت ایمنی و بدون عیوب ظاهری.

ابزار و تجهیزات:
دستگاه جوش - ماسک - دستکش - کابل - انبر - الکترود - قطعات فلزی.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی نقشه	۲	
۲	تهیهٔ وسایل و تجهیزات	۲	
۳	آماده‌سازی قطعات	۲	
۴	اجرای جوش مطابق نقشه	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان		۲	
میانگین نمرات			*

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

پودمان ۵

آزمایشگاه خاک و بتن

استاندارد عملکرد

انجام عملیات آزمایش‌های مصالح ساختمانی مطابق دستورالعمل‌های استاندارد ملی ایران

مقدمه

مصالح مورد استفاده در ساختمان به‌صورت طبیعی یا مصنوعی بوده که از یک یا چند نوع ماده و به‌صورت درجا یا پیش‌ساخته تشکیل شده است. رعایت استانداردهای فنی و زیست محیطی دو اصل تفکیک‌ناپذیر در تولید و مصرف مصالح ساختمان است. در این راستا استانداردها و ضوابطی تعیین و تبیین شده و در جهت کنترل و تأیید مصالح و انطباق آنها با این استانداردها آزمایش‌هایی در نظر گرفته شده و شرایط و نحوه انجام آنها نیز توسط مراجع ذی‌صلاح تدوین گردیده است.

برای به‌دست آوردن اطلاعات کاملی از مصالح مورد استفاده در پروژه‌های ساختمانی و عمرانی، باید آزمایشات مختلفی بر روی آنها انجام داد. در این پودمان به برخی از آزمایشات رایج در خصوص مصالح ساختمانی، مصالح تشکیل دهنده بتن، بتن تازه و بتن سخت شده می‌پردازیم.

مطابق مفاد نشریهٔ ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مشخصات فیزیکی و مکانیکی مصالح باید منطبق با استانداردهای ایرانی مورد تدوین یا تجدید نظر شده باشد و تا زمانی که استاندارد ایرانی در برخی از موارد تعیین نشده باشد، در درجه اول استانداردهای سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) و در صورت نبودن استاندارد بین‌المللی، به ترتیب استانداردهای آمریکا (ASTM)، بریتانیا (BS)، آلمان (DIN)، ملاک عمل قرار خواهد گرفت.

نمونه‌برداری از مصالح

منظور از نمونه‌برداری از مصالح، برداشت بخشی از کل مصالح، می‌باشد به‌طوری که نسبت و توزیع ذرات مورد آزمون در کل و بخش برداشته شده یکسان باشد و بتوان گفت که مشت نمونه خروار است.

در کارهای ساختمانی برای اطمینان از استفاده از مصالح استاندارد و تأمین مشخصات فنی قابل‌قبول، آزمون‌هایی بر روی آنها صورت می‌گیرد، که برای این کار نیاز به نمونه‌گیری از آنها وجود دارد.

معمولاً نمونه‌هایی از شن، ماسه، آجر، بلوک سیمانی یا سفالی، گچ، سیمان، آهک،مصالح چوبی، شیشه، پلاستیک‌های ساختمانی، میلگرد، سنگ، خاک، قیر، آسفالت، بتن و سایر مصالح طبیعی و مصنوعی برداشت می‌شود. در استانداردهای مختلف، برای هرکدام از مصالح، ترتیب و توالی نمونه‌برداری تعیین و ابلاغ شده است که کلیه عوامل شاغل در پروژه‌های ساختمانی و عمرانی ملزم به رعایت آن می‌باشند.

روش نمونه‌برداری

انتخاب روش نمونه‌برداری به طور معمول بر حسب شکل و حالت فیزیکی مصالح تعیین می‌شود که بر اساس یکی از روش‌های زیر صورت می‌پذیرد.

نمونه‌برداری تصادفی: در این روش کلیه مصالح برای ظاهر شدن در نمونه، شانس مساوی خواهند داشت. مقدار مناسب مصالح به طور تصادفی از محل‌های مختلف در سرتاسر محموله انتخاب می‌شود بدون آنکه هیچ‌گونه ملاحظه‌ای در مورد شرایط یا کیفیت مصالح انتخابی، صورت پذیرد.

نمونه‌بـرداری نماینـده: هنگامـی کـه نمونه‌بـرداری تصادفـی غیر عملـی و نامناسـب باشـد، روش نمونه‌برداری نماینـده بایـد مـورد اسـتفاده قـرار گیـرد. بـرای مثـال وقتی کـه مصالـح محمولـه بزرگی تشـکیل می‌دهنـد و یا دسترسـی بـه مقـدار محـدودی از محموله میسـر اسـت، از این روش اسـتفاده می‌شـود.

تقسـیم نمونـه: وقتـی نمونه‌هـا بیـش از مقدار مـورد نیاز بـرای آزمون باشـد کل نمونه‌هـا در کنـار یکدیگر قرار داده شـده و مقـدار نمونـه لازم به صورت تصادفی برداشـته شـود.

در این قسمت نحوه نمونه‌برداری از برخی از مصالح مطابق استاندارد ملی ایران ارائه می‌گردد.

آجر:

حداقـل تعـداد نمونـه لازم از هـر محمولـه ۱۵۰۰۰ عـددی یـا کمتـر از آن بـرای آزمون‌هـای مختلـف بـه تعـداد تعییـن شـده در جـدول روبـه‌رو خواهـد بـود.

حداقل نمونه‌های مورد نیاز	
نوع آزمون	تعداد نمونه
ویژگی‌های هندسی	۱۰
مقاومت فشاری	۱۰
جذب آب	۱۰
یخ زدگی	۵
نمک‌های محلول در آب	۵

نمونه‌برداری از میلگردهای ساختمانی:

تعـداد و تواتـر نمونه‌هـا باید بـه گونه‌ای باشـد که نتایج آزمایش‌هـای انجـام شـده بـرروی آنهـا معـرف کیفیت کل آرماتـور مصرفـی و حداقـل بـه میزان ذکر شـده در (الـف) تا (پ) زیر باشـند:

الف) به ازای هر ۵۰۰۰۰ کیلوگرم وزن میلگرد و کسر آن یک سری نمونه

ب) از هر قطر یک سری نمونه

پ) از هر نوع فولاد یک سری نمونه

هر نمونه شامل حداقل ۵ آزمونه (به طول ۱ متر) می‌باشد.

نمونه‌برداری از بتن:

مقصـود از هـر نمونه‌بـرداری از بتـن، تهیـه حداقـل دو آزمونـه یکسـان، کـه در زمـان و شـرایط یکسـانی تولیـد و نگهـداری شـده انـد، می‌باشـد. بـه عبـارت دیگـر، نمونه‌برداری عبـارت اسـت از میانگین نتایـج دو یا چنـد آزمونه مشـروط بـر آنکـه ایـن آزمونه‌هـا همزمان تهیه و در شـرایط یکسـان نمونـه گیـری و متراکم و عمل‌آوری شـده و تحـت آزمایـش قـرار گرفته باشـند. همچنین نتایـج آزمونه‌ها باید بـه اندازه کافی بـه یکدیگر نزدیک بـوده و بیش از حـد مشـخصی (۵ درصـد میانگیـن دو آزمونه) از یکدیگر دور نباشـد.

اگـر در مراحـل بیـن نمونـه گیـری تـا انجـام آزمایـش یک آزمونـه، وضعیتـی مغایر بـا شـرایط لازم به‌وجـود آید، نتیجـه آن آزمونـه قابـل اسـتناد نبوده و نبایـد در میانگین‌گیری وارد شـود. بنابرایـن اکیداً توصیه می‌شـود که در هـر بـار نمونه‌بـرداری، حداقـل ۳ آزمونـه به جـای ۲ آزمونه تهیه شـود.

برای دال‌ها و دیوارها، یک نمونه‌برداری از هر ۳۰ مترمکعب بتن یا ۱۵۰ متر مربع سطح

برای تیرها و کلاف‌ها، یک نمونه‌برداری از هر ۱۰۰ متر طول

برای ستون‌ها، یک نمونه‌برداری از هر ۵۰ متر طول

حداقل یک نمونه‌برداری از هر رده بتن در هر روز

حداقل ۶ نمونه‌برداری از کل هر سازه

نمونه آگاهی

در صورتی که آگاهی از کیفیت بتن در موعدهای خاصی مانند زمان بازکردن قالب‌ها وغیره ضرورت داشته باشد، علاوه بر آزمونه‌های متعارف ارزیابی مقاومت، آزمونه‌هایی از بتن گرفته می‌شوند و در موعدهای مورد نظر تحت آزمایش قرار می‌گیرند. این آزمونه‌ها به آزمونه‌های آگاهی موسوم‌اند. از جمله نمونه‌های آگاهی عبارت‌اند از ۳، ۴ و ۷ روزه.

نمونه شاهد

آزمونه شاهد به آزمونه‌ای گفته می‌شود که در کارگاه باقی می ماند تا در صورتی‌که نمونه ۲۸ روزه جواب نداد، مقاومت آنرا ۹۰ روزه بسنجند.

مصالح سنگی بتن

مصالح سنگی از درشت دانه تا ریزترین دانه‌ها به ترتیب با شن، ماسه، لای و رس نام‌گذاری می‌شوند.
حدود ۶۵ الی ۷۵ درصد حجم بتن را مصالح سنگی تشکیل می‌دهند. عمده مصالح سنگی مورد استفاده در بتن به دو دسته درشت دانه (شن) و ریز دانه (ماسه) تقسیم‌بندی می‌شوند چرا که مقادیر لای و رس در بتن با توجه به خصوصیات پروژه محدود می‌باشد.
دانه‌های کوچک‌تر از ۴/۷۶ میلی‌متر را ماسه و بزرگ‌تر از ۴/۷۶ تا ۶۳ میلی‌متر را شن می‌نامند. به‌صورت تقریبی مرز بین شن و ماسه ۵ میلی‌متر (الک نمره ۴) در نظر گرفته می‌شود.

اندازه الک‌های استاندارد:

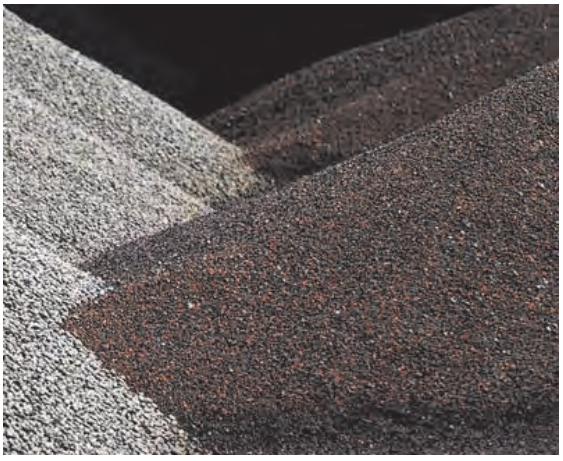
استاندارد ASTM، الک‌های درشت‌دانه را با اندازه داخلی چشمه‌های الک بر حسب اینچ و الک‌های ریزدانه که امکان اندازه‌گیری چشمه‌های آن وجود ندارد را با نمره الک معرفی می‌نماید. منظور از نمره الک، تعداد چشمه‌های الک در یک اینچ طولی آن می‌باشد. به‌طور مثال الک ۳ اینچ دارای چشمه‌هایی به ابعاد ۳ اینچ در ۳ اینچ معادل ۷۵ میلی‌متر در ۷۵ میلی‌متر می‌باشد و الک نمره ۱۰۰ دارای ۱۰۰ چشمه در هر اینچ طولی آن می‌باشد و در هر اینچ مربع آن دارای تعداد ۱۰۰×۱۰۰=۱۰۰۰۰ چشمه می‌باشد.
اندازه الک با اندازه چشمه‌های آن رابطهٔ مستقیم و با تعداد چشمه‌ها رابطه معکوس دارد و نمره الک با تعداد چشمه‌های آن رابطهٔ مستقیم و با اندازه چشمه‌ها رابطه معکوس دارد.

درشت‌دانه		ریزدانه	
نام الک	اندازهٔ سوراخ	نام الک	اندازهٔ سوراخ
۳ اینچ	۷۵ میلی‌متر	نمرهٔ ۴	۴/۷۵ میلی‌متر
$2\frac{1}{2}$ اینچ	۶۳ میلی‌متر	نمرهٔ ۸	۲/۳۶ میلی‌متر
۲ اینچ	۵۰ میلی‌متر	نمرهٔ ۱۶	۱/۱۸ میلی‌متر
$1\frac{1}{2}$ اینچ	۳۷/۵ میلی‌متر	نمرهٔ ۳۰	۶۰۰ میکرون
۱ اینچ	۲۵ میلی‌متر	نمرهٔ ۵۰	۳۰۰ میکرون
$\frac{3}{4}$ اینچ	۱۹ میلی‌متر	نمرهٔ ۱۰۰	۱۵۰ میکرون
$\frac{1}{2}$ اینچ	۱۲/۵ میلی‌متر	نمرهٔ ۲۰۰	۷۵ میکرون
$\frac{3}{8}$ اینچ	۹/۵ میلی‌متر		

نمونه‌برداری از مصالح سنگی

ترتیب و توالی نمونه‌برداری از مصالح سنگی بسته به نوع آزمایش مورد نظر متفاوت است. جهت برخی از آزمایش‌ها به ازای هر محموله وارده به کارگاه، هفته‌ای یک‌بار، روزانه یک‌بار و در صورت مشاهده موارد مشکوک و ... نیاز به تهیه نمونه‌های آزمایشگاهی خواهد بود.

مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۱۴۶ برای نمونه‌برداری از سنگ‌دانه‌ها از روش‌های استفاده از دستگاه مقسم و روش تربیع (چهار قسمتی) استفاده می‌شود.



شکل ۱ ▲

۱- دستگاه مقسّم مکانیکی

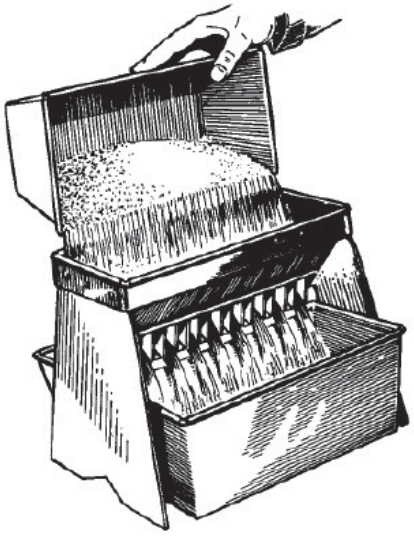
دستگاه مقسم باید دارای دهانه‌هایی به تعداد زوج باشد و حداقل تعداد دهانه‌ها ۸ عدد است. عرض دهانه‌ها به اندازه سنگ‌دانه‌ها بستگی دارد. مقسم باید مجهز به دو ظرف باشد که دو نیمه نمونه‌ها را پس از تقسیم در خود جای دهد. همچنین باید به یک قیف و یک تشت لبه صاف جهت ریختن مصالح در مقسم مجهز باشد.

وسایل مورد نیاز

وسیله توزین نظیر ترازو یا باسکول، دستگاه مقسم مکانیکی با ملحقات به‌طور کامل

روش انجام آزمایش

نمونه اولیه کاملاً خشک را توسط تشت به‌صورت یکنواخت درون قیف مقسم بریزید به طوری که تقریباً مقادیر مساوی از میان هر دهانه عبور کند و میزان ورود مصالح به‌دستگاه طوری باشد که عبور آزاد از میان دهانه‌ها به درون دستگاه امکان‌پذیر باشد.



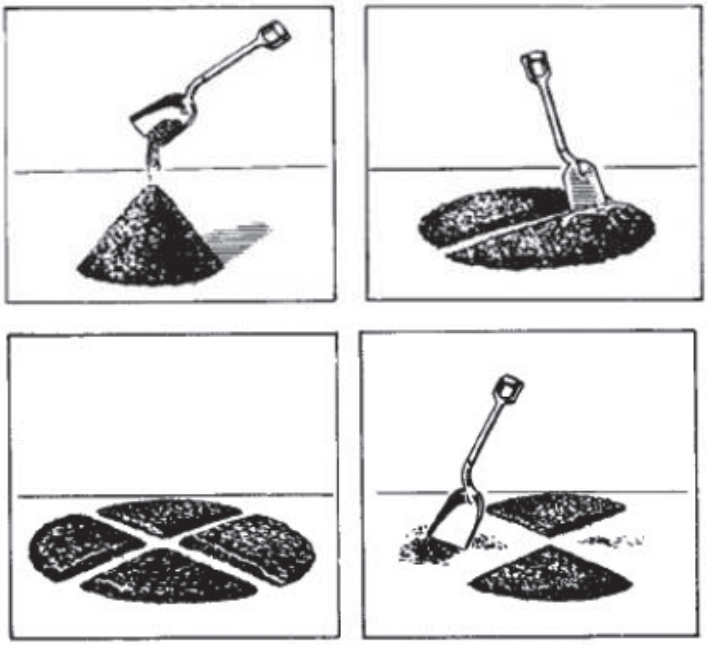
شکل ۲ ▲ دستگاه مقسّم

نمونـه موجـود در یکـی از ظرف‌های دسـتگاه را دوباره به مقسـم وارد کنیـد و این کار را به تعـداد لازم تکرار کنید تـا نمونه به اندازه مشـخص شـده جهت آزمـون کاهش یابد.
برای انجام آزمایش از ۸۰ کیلوگرم مصالح نمونه ۵ کیلوگرمی تهیه کنید.

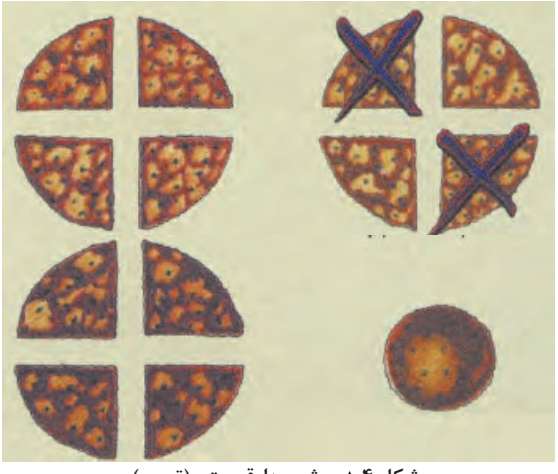
فعالیت عملی ۱

آزمایـش نمونه‌بـرداری از مصالـح سـنگی بـا دسـتگاه مقسّـم را بـا توجـه بـه دسـتورالعمل مربوطـه بـه کمک هنرآمـوز خـود انجـام دهید

۲- روش چهارقسمتی (تربیع)



شکل ۳ ▲ روش چهارقسمتی (تربیع)



شکل ۴ ▲ روش چهارقسمتی (تربیع)

وسایل مورد نیاز:
وسـیله توزیـن نظیـر تـرازو یا باسـکول، خاک‌انـداز لبه صـاف، بیلچـه یا مالـه، بـرس یا جـاروی کوچک

نحوه انجام آزمایش:
نمونـه اولیـه را روی یـک سـطح تخـت، تـراز، تمیـز و سـخت قـرار دهیـد کـه در آنجا مـواد هدر نـرود و مواد خارجـی بـه طور اتفاقـی به آن اضافه نشـود. مـواد را با سـه بار زیـرورو کـردن کل نمونه کاملاً مخلـوط کنید.

پس از زیرورو کردن، کل نمونه را با بیلچه به شکل یک توده مخروطی در آورید. به این ترتیب که هر بیلچه پر را روی مواد قبلی بریزید. توده مخروطی را به دقت به ضخامت و قطر یکنواخت تخت کنید. این کار را با یک بیلچه و با وارد آوردن فشار به قله مخروط انجام دهید به‌طوریکه نمونه اصلی حفظ گردد. قطر نمونه باید حدود ۴ یا ۸ برابر ضخامت آن باشد. توده تخت شده را با یک بیلچه یا ماله به چهار قسمت به ترتیبی تقسیم کنید که هر بخش یک چهارمی توده حاصل، حاوی موادی باشد که در ابتدا در آن بوده است. دو ربع زوج یا فرد را کنار بگذارید و محل‌های خالی شده را با برس تمیز کنید. به‌طور پیوسته مواد باقی مانده را مخلوط و چهار قسمتی کنید تا نمونه به اندازه مورد نظر کاهش یابد.

نکته

در صورتی که سطح ناهموار باشد نمونه آزمایشی را روی یک پارچه کتانی قرار دهید و با استفاده از بیلچه و یا با بالا آوردن گوشه‌های پارچه و ریختن نمونه به گوشه مقابل پارچه و غلطاندن، مواد را مخلوط کنید. برای انجام آزمایش از ۴۰ کیلوگرم مصالح، نمونه ۵ کیلوگرمی تهیه کنید.

فعالیت عملی ۲

آزمایش نمونه‌برداری از مصالح سنگی به روش چهارقسمتی (تربیع) را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

تعیین درصد رطوبت سنگ‌دانه‌ها

این آزمایش برای تعیین درصد رطوبت قابل تبخیر در سنگ‌دانه به‌کار می‌رود. تعیین رطوبت سطحی و مقدار جذب آب دانه‌ها در بتن از این نظر لازم است که مقدار آب مصرفی در بتن کنترل شده و وزن صحیح مصالح و نسبت آب به سیمان در هنگام اختلاط بتن مشخص باشد.

چهار حالت مختلف رطوبت مصالح سنگی به شرح زیر می‌باشد:

خشک شده در کوره (Oven – dride): تمام منافذ درونی و بیرونی کاملاً خشک است.

خشک شده در هوا (Air – dride): در این حالت سطح سنگ‌دانه معمولاً خشک است و مقداری آب در منافذ آن وجود دارد.

اشباع با سطح خشک (Saturated – surface dry): در این حالت تمام منافذ پر از آب است، سطح سنگ‌دانه‌ها خشک است. این حالت از سنگ‌دانه‌ها به SSD معروف است.

اشباع یا مرطوب (Saturated): در این حالت علاوه بر اینکه تمام منافذ پر از آب است سطح دانه‌ها هم مرطوب است.

وسایل مورد نیاز:

ترازو با دقت ۰/۱ گرم، منبع گرما (Oven یا گرم‌چال)، ظرف نمونه، همزن

منبع گرما کوره الکتریکی (Oven) است مجهز به تهویه که بتواند دمای اطراف نمونه را در حدود ۱۱۰±۵درجهٔ سانتی‌گراد به‌طور ثابت نگه دارد.

شکل ۵ ▲ دستگاه گرم‌چال (Oven)

ظرف نمونه: ظرفی که نمونه در آن ریخته می‌شود باید از جنسی باشد که تحت تأثیر دما قرار نگیرد و گنجایش آن برای نمونه کافی بوده و خطر ریختن نداشته باشد. عمق ظرف از ۱/۵ برابر بعد جانبی ظرف، تجاوز نکند. در صورت استفاده از یک کورهٔ الکتریکی، ظرف باید غیرفلزی باشد.

نحوه انجام آزمایش مصالح سنگی درشت‌دانه:

نمونه‌برداری باید به‌نحوی انجام شود که نمایشگر مقدار رطوبت در دپوی مورد نظر باشد و قبل از وزن کردن نمونه باید از کاهش رطوبت آن جلوگیری شود.

ظرف مناسبی انتخاب نموده و آنرا با دقت وزن کرده و یادداشت نمایید. (A)

نمونه را در حالت طبیعی در ظرف ریخته با دقت وزن کنید. (B)

نمونه را با استفاده از کوره الکتریکی کاملاً خشک کنید و سپس وزن کنید. (C)

نمونه را بعد از خشک‌کردن و وزن‌کردن در محیط آزمایشگاه قرار داده تا دمای محیط را به خود بگیرد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در حوضچه آب قرار داده و بعد از گذشت ۲۴ ساعت نمونه را خارج کرده و با حوله یا پارچه جاذب آب آنقدر خشک کنید تا سطح آن درخشان شود و به حالت اشباع با سطح خشک (SSD) برسد و سپس نمونه را وزن کنید. (D) درصد رطوبت طبیعی و جذب آب سنگ‌دانه‌ها از روابط زیر به‌دست می‌آید.

$$P = \frac{(B-C)}{(C-A)} \times ۱۰۰ \qquad E = \frac{(D-C)}{(C-A)} \times ۱۰۰$$

B : وزن ظرف و نمونه در حالت مرطوب (طبیعی)

C : وزن ظرف و نمونه خشک‌شده در کوره

A : وزن ظرف

D : وزن ظرف و نمونه در حالت SSD (اشباع با سطح خشک)

P : مقدار رطوبت طبیعی نمونه بر حسب درصد

E : مقدار جذب آب نمونه بر حسب درصد

اگر سنگ‌دانه‌ها دارای خلل و فرج باشند باعث می‌شود آب به روزنه‌های آن نفوذ کرده و کارائی بتن کاهش پیدا کند و همچنین مشکل یخ‌زدگی آب داخل خلل و فرج نیز به‌وجود می‌آید و در حالت کلی اگر جذب آب زیاد شود، عوارض و اشکالات زیر پدید می‌آید:

- چسبندگی مواد تشکیل‌دهندهٔ بتن کاهش پیدا می‌کند.
- مقاومت بتن در برابر یخ‌زدگی کاهش پیدا می‌کند.
- پایداری شیمیایی بتن کم می‌شود.
- مقاومت در برابر سایش کم می‌شود.

فعالیت عملی ۳

آزمایش تعیین درصد رطوبت مصالح درشت‌دانه را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

وزن مخصوص سنگ‌دانه‌ها

نسبت وزن به حجم مصالح را وزن مخصوص مصالح می‌نامیم در مصالح ساختمانی وزن مخصوص به سه صورت بیان می‌شود.

وزن مخصوص مطلق، وزن مخصوص ظاهری و وزن مخصوص انبوهی

در طرح اختلاط بتن به روش وزنی از وزن مخصوص ظاهری استفاده می‌شود و در طرح اختلاط به روش حجمی، وزن مخصوص انبوهی کاربرد دارد.

وزن مخصوص مطلق: نسبت وزن مواد جامد نمونه به حجم بدون منفذ (حجم خالص مواد جامد) را وزن مخصوص مطلق می‌نامند.

وزن مخصوص ظاهری: اگر حجم مواد جامد به گونه‌ای در نظر گرفته شود که فقط منافذ غیر قابل نفوذ را در برگیرد، وزن مخصوص حاصل را وزن مخصوص ظاهری می‌نامند.

وزن مخصوص انبوهی: اگر حجم مواد جامد به نحوی در نظر گرفته شود که علاوه بر منافذ غیر قابل نفوذ، لوله‌های مویینه را هم در برگیرد وزن مخصوص حاصل را وزن مخصوص انبوهی می‌نامند.

این کمیت به‌صورت جرم بر واحد حجم، یعنی کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3) یا گرم بر سانتیمتر مکعب (gr/cm^3) بیان می‌شود.

مصالح سنگی در محل نگهداری یا دپو معمولاً دارای رطوبت سطحی یا جذب شده می‌باشند. در حالی که در این آزمایش وزن مخصوص مصالح در حالت خشک تعیین می‌گردد. مقداری مصالح خشک شده در هوا را انتخاب کرده از الک شماره ۴ رد می‌کنیم. مصالح باقیمانده روی الک را به عنوان مصالح درشت‌دانه (شن) مورد استفاده قرار می‌دهیم. در این آزمایش چگالی به دو صورت متراکم و غیر متراکم محاسبه می‌شود.

آزمایش تعیین وزن مخصوص مصالح سنگی متراکم

وسایل مورد نیاز

مخزن استوانه‌ای، ترازو، بیل یا بیلچه مناسب، میله تراکم استاندارد

روش انجام آزمایش

ابتدا مخزن استوانه‌ای خالی را وزن‌کرده و مقدار به‌دست آمده به‌عنوان جرم ظرف خالی m۱ تعیین می‌شود. سپس مخزن را به‌طور کامل با آب پر کنید و آنرا وزن کنید تا جرم ظرف و آب m۲ تعیین شود.

از اختلاف دو مقدار m۲ و m۱، حجم استوانه به‌دست می‌آید.

شکل ۶ ▲ آزمایش چگالی سنگ‌دانه‌ها

در مرحله بعد، $\frac{۱}{۳}$ ارتفاع ظرف را با مصالح سنگی پر کرده، سطح مصالح را با انگشت یا میله صاف کنید. با ۲۵ ضربه توسط میله استاندارد با قطر ۱۶ میلی‌مترتمام سطح آنرا بکوبید تا دانه‌ها متراکم شوند. کوبیدن اولین لایه نباید به‌نحوی انجام شود که میله به شدت با کف ظرف برخورد کند. در مرحله بعد $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع ظرف را پر کرده و صاف کردن سطح و تراکم را تکرار کنید، ظرف را پر کرده و مانند لایه اول و دوم دانه‌ها را بکوبید. ظرف پر شده را وزن کنید، تا جرم ظرف با دانه‌ها m۳ تعیین گردد.

از اختلاف دو مقدار m۳ و m۱، جرم دانه‌ها به‌دست می‌آید.

فعالیت عملی ۴

آزمایش چگالی سنگ‌دانه‌ها را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید

آزمایش تعیین وزن مخصوص مصالح سنگی غیرمتراکم

وسایل مورد نیاز

مخزن استوانه ای، ترازو، بیل یا بیلچه مناسب

روش انجام آزمایش

مصالح خشک رد شده از الک نمره ۴ را به‌وسیله بیلچه از ارتفاع ۵ سانتی‌متر درون ظرف می‌ریزیم و بدون ضربه و ویبره‌کردن تمام ظرف را پر می‌کنیم. سطح مصالح را با دست صاف می‌کنیم. ظرف پر شده را وزن نموده، تا مقدار m_3 حاصل شود. از اختلاف دو مقدار m_3 و m_1، جرم دانه‌ها به‌دست می‌آید.

شکل ۷ ▲

محاسبات:

با داشتن جرم و حجم دانه‌ها مقدار چگالی (ρ) آن بر حسب kg/cm^3 به‌دست می آید.

$$M = m_3 - m_1$$

$$V = m_2 - m_1$$

$$\rho = \frac{M}{V}$$

فعالیت عملی ۵

آزمایش تعیین وزن مخصوص مصالح سنگی غیرمتراکم را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

آزمایش دانه‌بندی

بـر حسـب تعریـف، آزمایـش دانه‌بنـدی عبارت‌اسـت از تعییـن درصـد وزنـی و توزیـع انـدازه دانه‌هـای سـنگی و ترسـیم منحنی آن.

اهمیـت پی‌بـردن بـه توزیـع انـدازه دانه‌هـا به‌قـدری اسـت کـه ایـن آزمایـش (دانه‌بنـدی) در اکثـر پروژه‌هـای عمرانـی و تحقیقاتـی بـه عنـوان یـک آزمایـش ضـروری انجام می‌شـود. دانه‌بندی مناسـب سـبب کاهـش فضای خالـی بیـن ذرات بتـن و در نتیجـه کاهـش مصرف سـیمان و آب و همچنیـن افزایش مقاومـت آن می‌گردد. روش انجـام آزمایـش دانه‌بنـدی، بـه انـدازهٔ دانه‌ها بسـتگی دارد.

آزمایش دانه‌بندی به سه روش عمده انجام می‌شود:

الف- الک ب- هیدرومتری پ- ترکیبی از هر دو

بـرای دانه‌بنـدی مصالـح سـنگی درشـت‌تر از الـک نمـره ۲۰۰ و بـرای مصالـح ریزتر از الـک نمره کمتـر از ۲۰۰، از روش هیدرومتـری اسـتفاده می‌شـود. در صورتـی کـه نمونه مـورد آزمایش شـامل ذرات ریز و درشـت‌تر از الک نمـرهٔ ۲۰۰ باشـد روش ترکیبـی اسـتفاده می‌شـود. با اسـتفاده از الـک نمره ۲۰۰ سـنگ‌دانه‌ها و فیلرهـا را از هم جـدا کـرده و بـرای هـر کـدام آزمایـش دانه‌بنـدی متناسـب انجـام می‌شـود. و در انتهـا نتایـج حاصل بـا یکدیگر تلفیق می‌شـوند.

بـا توجـه بـه اینکه در دانه‌های مورد اسـتفاده در بتن (شـن و ماسـه)، ذرات کمتـر از نمـرهٔ ۲۰۰ حداکثر ۵ درصد وزن کل دانه‌هـا را تشـکیل می‌دهنـد بنابرایـن در مـورد مصالح سـنگی از آزمایـش الک جهت دانه‌بندی اسـتفاده می‌شـود. نتایـج حاصـل از منحنـی دانه‌بنـدی و دانسـتن بزرگ‌تریـن انـدازه دانه‌های مـورد مصرف در بتـن، روی مقادیـر مـورد نیـاز سـیمان، آب، مقـدار آب انداختن بتـن، نحوه درجا ریختن و پرداخت سـطح بتـن، دوام و پوکی بتـن وهمچنین خواص بتن تازه و سـخت شـده اثـر دارد.

ابتدا آزمایش دانه‌بندی مصالح انجام می‌شود و بر اساس نتایج آن، منحنی دانه‌بندی، رسم می‌گردد.

وسایل مورد نیاز

گرم‌خانـه (Oven)، تـرازو، دسـتگاه لرزانـنده مکانیکـی الک‌هـا یـا (Shaker)، سـینی زیـر الک، فرچه یا مسـواک

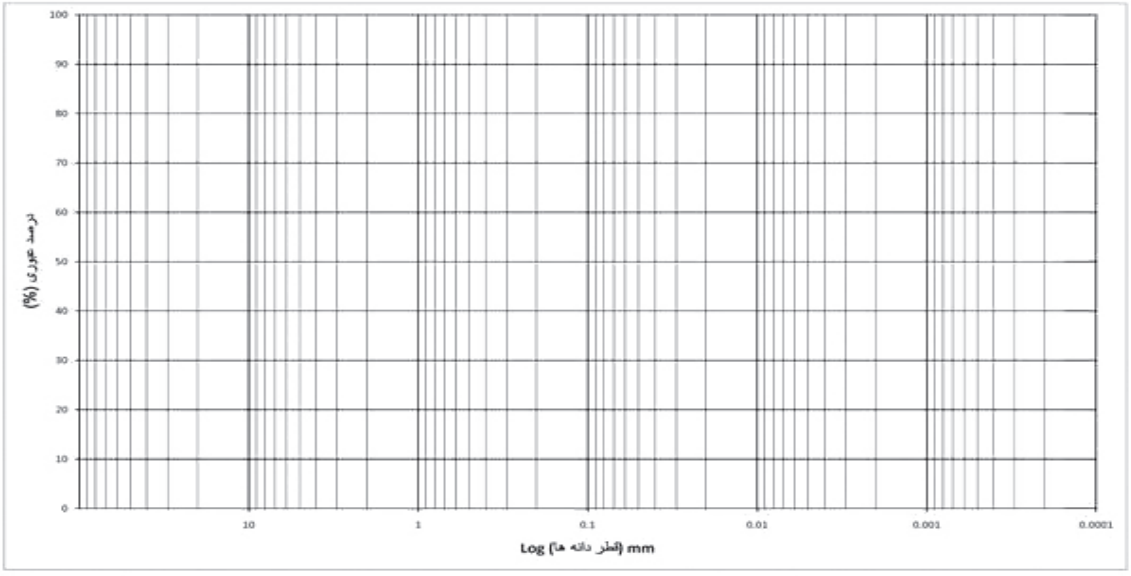
بـرای تمیـز کردن الـک و انـواع الک‌هـای اسـتاندارد ۱۰۰#، ۵۰#، ۳۰#، ۱۶#، ۸#، ۴#، $\frac{3}{8}''$، $\frac{1}{2}''$، $\frac{3}{4}''$، ۱″، $1\frac{1}{4}''$.

توضیح اینکه برای نشان‌دادن نمره الک از نماد (#) استفاده می‌شود.

روش انجام آزمایش

در ایـن آزمایـش، الک‌هـا بـه ترتیـب از بـالا بـه پاییـن و بـا توجـه بـه اندازه چشـمه الـک، از درشـت به ریـز و در پایین‌تریـن قسـمت، سـینی (زیـر الـک) قـرار دهیـد. دانه‌بنـدی درشـت دانـه (شـن) با سـری الک‌هـای ۸#، ۴#، $\frac{3}{8}''$، $\frac{1}{2}''$، $\frac{3}{4}''$، ۱″، $1\frac{1}{4}''$ و ریزدانـه (ماسـه) بـا سـری الک‌هـای ۱۰۰#، ۵۰#، ۳۰#، ۱۶#، ۸#، ۴# انجـام می‌شـود.

از حدود ۲۰ کیلوگرم شن، و با استفاده از یکی از روش‌های تهیه نمونه (دستگاه مقسم یا روش چهار قسمتی)، حدود ۵ کیلوگرم از آنرا انتخاب کنید و تا رسیدن به وزن ثابت (حالت خشک) در کورهٔ الکتریکی و در دمای ۵±۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار دهید و وزن آنرا به‌دست آورید و به‌عنوان وزن کل مصالح سنگی یادداشت کنید. برای آزمایش روی ماسه، از حدود ۴ کیلوگرم ماسه نمونه‌ای با وزن حدود ۱ کیلوگرم تهیه کنید.



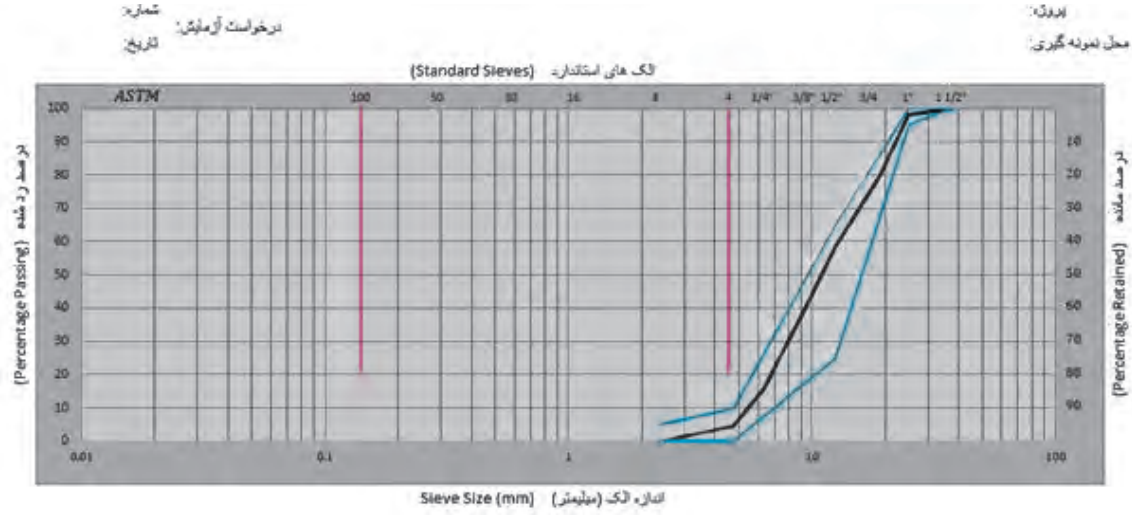
شکل ۸ ▲ منحنی دانه‌بندی (فرم خام)

سنگ‌دانه‌ها را از بالا و به آرامی روی مجموعه الک‌ها بریزید. با لرزاندن الک‌ها، مقداری از سنگ‌دانه‌ها از هر الک عبور کرده و مقداری روی آن باقی می‌مانند. لرزاندن الک‌ها را به مدت کافی و با استفاده از لرزاننده مکانیکی الک یا به‌صورت دستی، اجرا نمایید.

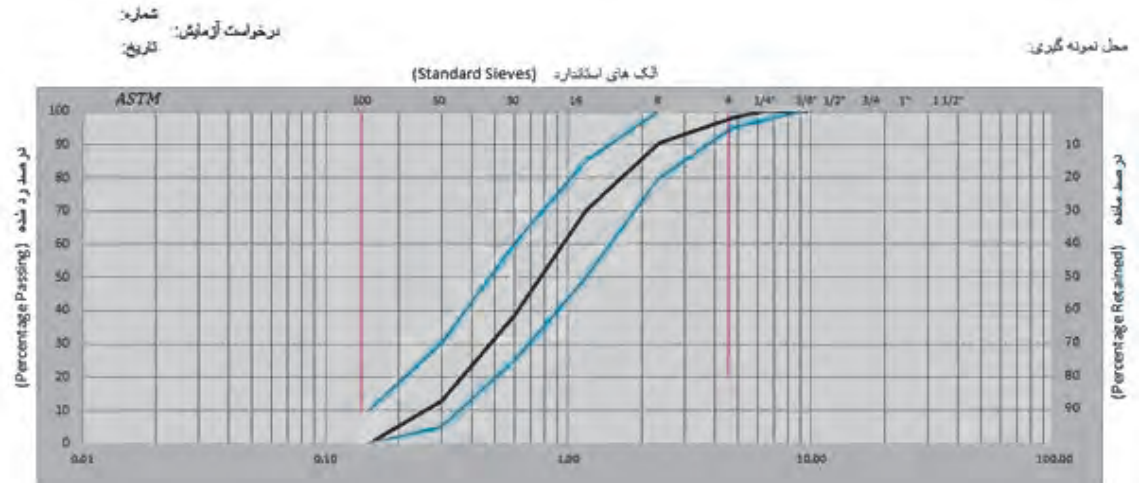
در صورت لرزاندن دستی الک‌ها، هم‌زدن و دست‌زدن مستقیم به سنگ‌دانه‌ها مجاز نمی‌باشد.

سنگ‌دانه‌ها با توجه به اندازه و قطر، روی الک‌های مختلف باقی می‌ماند و درصد وزنی مانده روی هر الک به‌دست می‌آید. درصد تجمعی رد شده از هر الک را محاسبه کنید و با داشتن اندازه الک و درصد رد شده از آن یک نقطه را روی منحنی دانه‌بندی مشخص کنید و این کار را برای هر الک انجام دهید.

اکنون نقاط مشخص شده را به یکدیگر متصل کنید تا منحنی تکمیل شود.



شکل ۹ ▲ منحنی دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه بتن



شکل ۱۰ ▲ منحنی دانه‌بندی مصالح ریزدانه بتن

فعالیت عملی ۶

آزمایش دانه‌بندی را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

گیرش سیمان

در ساخت سازه‌های بتنی، زمان کار کردن با بتن و باز کردن قالب‌ها و برچیدن پایه‌های اطمینان به زمان گیرش بتن بستگی دارد که خود نیز به زمان گیرش سیمان وابسته است. بنابراین دانستن زمان گیرش سیمان بسیار مهم است و نشان‌دهنده کیفیت سیمان نیز می‌باشد.

گیرش واژه‌ای است برای توصیف سفت‌شدن خمیر سیمان و به‌طور کلی به تغییر وضعیت ژل سیمان از حالت خمیری به حالت جامد گفته می‌شود.

با مخلوط کردن آب و سیمان، واکنش هیدراتاسیون آغاز شده و با گذشت زمان کامل می‌شود. با پیشرفت هیدراتاسیون میزان شکل‌پذیری و کارایی مخلوط بتن کاهش می‌یابد و با تکمیل آن امکان شکل‌دادن و پرداخت بتن وجود نخواهد داشت. آزمایش زمان گیرش سیمان، زمان و فرصت موجود برای کار بر روی مخلوط بتن تازه شامل اختلاط، حمل، ریختن، تراکم و پرداخت بتن را مشخص می‌کند. گیرش سیمان شامل گیرش کاذب، گیرش اولیه و گیرش نهایی می‌باشد. گیرش اولیه برای تولید و حمل بتن تازه و کیفیت سیمان‌های مصرفی در کارگاه کاربرد دارد زیرا سیمان‌های فاسد دارای زمان گیرش بیش از حد متعارف می‌باشند. گیرش ثانویه حداکثر زمانی که می‌توان بر روی بتن تازه کار کرد را نشان می‌دهد.

گیرش کاذب (False Setting): این گیرش ناشی از واکنش آب و گچ موجود در سیمان است. در کارخانه تولید سیمان، برای ایجاد چسبندگی در سیمان و کندی گیرش سیمان، در هنگام آسیاب‌کردن کلینکر سنگ گچ به آن می‌افزایند و با هم آسیاب می‌کنند. با حرارت‌زایی همراه نیست و با ویبره مجدد از بین می‌رود. بعد از این مرحله سیمان به سخت‌شدن و تکمیل هیدراتاسیون ادامه می‌دهد.

گیرش اولیه (Initial Setting): از لحظه اختلاط آب و سیمان کریستال‌های ناشی از هیدراتاسیون تشکیل و با گذشت زمان رشد و افزایش می‌یابد و در نتیجه روانی خمیر سیمان رو به کاهش خواهد بود. گیرش اولیه زمانی است که سوزن ویکا (Vicat) بعد از ۳۰ ثانیه از زمان رها کردن ۳۵ میلی‌متر در ملات فرو برود. نکته‌ای که قابل تذکر است، این است که سرعت گیرش و سرعت سخت شدن کاملاً از هم مستقل هستند.

گیرش ثانویه یا نهایی (Final Setting): گیرش ثانویه زمانی است که هیدراتاسیون سیمان تکمیل و خمیر سیمان کاملاً سخت شده و روانی خود را از دست داده و هنگامی خواهد بود که سوزن ویکا (Vicat) درون خمیر سیمان فرو نرود.

میزان آب در زمان گیرش سیمان و بتن تأثیر دارد. بنابراین لازم است قبل از آزمایش تعیین زمان گیرش، برای هر سیمان، میزان آب متعارف یا غلظت نرمال خمیر سیمان را تعیین کرد. در این حالت برای هر سیمان درصد آب مورد استفاده، طوری تعیین می‌شود که تمام سیمان‌ها با آن مقدار آب دارای حالت خمیری و روانی یکسانی باشند.

برای آزمایش زمان گیرش و غلظت نرمال سیمان از دستگاه ویکا استفاده می‌شود.این دستگاه تشکیل شده است از یک پایه که در قسمت پایین آن یک صفحه صاف وجود دارد که قالب ویکا روی آن صفحه قرار می‌گیرد. روی پایه میله‌ای متحرک به وزن ۳۰۰ گرم قرار دارد. در پایین میله متحرک یک پیچ قرار دارد که می‌توان سوزن دستگاه را توسط آن آزاد کرد. قالب ویکا از یک حلقه به شکل مخروط ناقص به ارتفاع ۴۰ میلی‌متر تشکیل شده است. برای آزمایش‌های مختلف سوزن ویکا با قطرهای متفاوت را می‌توان روی دستگاه نصب کرد.

تنظیم سوزن و میله دستگاه ویکا:

ابتدا قالب مخروطی را زیر سوزن دستگاه قرار می‌دهیم و سوزن را پایین می‌آوریم تا برروی لبه ظرف قرار گیرد. سپس پیچ مربوط به درجه متصل به میله متحرک را باز کرده و درجه را روی صفر تنظیم می‌نمائیم و سپس این پیچ را محکم نموده و پیچ مربوط به حرکت میله را نیز می‌بندیم. در این حالت دستگاه آماده به کار است.

آزمایش تعیین غلظت نرمال خمیر سیمان

به این آزمایش، تعیین میزان آب متعارف نیز گفته می‌شود. این آزمایش به‌تنهایی اهمیت چندانی ندارد ولی برای تعیین زمان‌های گیرش اولیه و نهایی و همچنین آزمایش سلامت سیمان کاربرد دارد. بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۹ میزان آب متعارف مربوط به خمیری است که سوزن با قطر ۱۰ میلی‌متر (میلهٔ آب‌سنج) به میزان ۳۵ میلی‌متر در آن خمیر فرو رود.

اگر میله پس از آزاد شدن در مدت ۳۰ ثانیه در فاصله ۵ میلی‌متری کف قالب قرار گیرد، غلظت خمیر نرمال است. در غیر این‌صورت برای رسیدن به چنین مخلوطی لازم است خمیرهای جدید سیمان با درصدهای مختلف آب ساخته شوند تا به وسیله رسم منحنی تغییرات (غلظت خمیر) بر حسب «فاصله میله از کف قالب» مقدار نظیر فاصله ۵ میلی‌متر به‌دست می‌آید که برابر غلظت نرمال خمیر سیمان است. توجه شود که برای رسم منحنی، آزمایش بایستی حداقل سه مرتبه تکرار گردد.

ضمناً مقدار آب خمیر نرمال عموماً بین ۳۳-۲۶ درصد وزن سیمان خشک می‌باشد.
برطبق بند ۴ استاندارد شماره ۳۹۲ ایران درجه حرارت سیمان، آب و اتاق آزمایش در حین تهیه خمیر سیمان و قالب‌گیری بایستی بین ۱۷/۷ و ۲۳/۳ درجه سانتی‌گراد باشد، آن‌گاه قالب سیمانی که برای آزمایش تهیه می‌شود بایستی در تمام مدت آزمایش در حرارت ۱/۱ ± ۱۸/۹ درجه سانتی‌گراد و در فضایی که دارای حداقل ۹۰ درصد رطوبت نسبی باشد و از جریان هوا دور باشد نگهداری شود.
قطر میله ویکا ۱۰ میلی‌متر و طول آن ۵ سانتی‌متر است.
باید توجه داشت که محل میله رها شده باید در وسط قالب ویکا باشد.

وسایل مورد نیاز

دستگاه ویکا، ترازو با دقت ۰/۱ گرم، مزور یا استوانه مدرج و بشر، لگن و دستکش، کاردک و وکرنومتر و ۵۰۰ گرم سیمان رد شده از الک نمرهٔ ۱۶.

روش انجام آزمایش

مقدار ۵۰۰ گرم سیمان مورد نظر را نمونه‌برداری کرده حدود ٪۲۵ وزن سیمان آب مناسب برای اختلاط توزین نمایید.
میله آب‌سنج را روی صفحه دستگاه قرار داده و عقربه متحرک روی صفحه مدرج دستگاه را روی عدد صفر تنظیم کرده در این صورت می‌توان فاصله سر میله را از صفحه دستگاه به‌وسیله عقربه تعیین نمود.
آب توزین شده را همراه با نمونه سیمان در یک ظرف با فضای کافی، توسط یک قاشق به‌هم زده و پس از اینکه آب با سیمان مخلوط شد (به‌طوریکه آب به صورت آزاد دیده نشود) توسط دستکش لاستیکی به خوبی مالش داده و پس از کسب روانی، آنرا به شکل گلوله‌ای درآورده و در فاصله تقریبا ۱۵ سانتی‌متری، ۶ بار از یک دست به‌دست دیگر پرتاب نمایید. توجه داشته باشید زمان تهیه خمیر از لحظهٔ افزودن آب به سیمان تا آغاز ریختن خمیر در قالب نباید از $\frac{1}{4}\pm$ ۴ دقیقه بیشتر شود.
پس از تهیه خمیر سیمان، آنرا به آرامی وارد قالبی که در دست دیگر قرار دارد نموده به‌طوریکه هیچ‌گونه فشاری به خمیر سیمان وارد نگردد، سپس قالب را از طرف دیگر به آرامی ولی با سرعت عمل بر روی صفحه کاملاً صاف قرار داده، بعد از تماس قالب با صفحه صاف قسمت اضافی خمیر را بریده و توسط ماله سطح آنرا با سطح قالب یکسان نمایید. تمام این کارها باید حداکثر در مدت ۳۰ ثانیه انجام شود.
با باز کردن پیچ به مدت ۳۰ ثانیه میله ویکا در خمیر نفوذ می‌کند که باید موقعیت آنرا قرائت و یادداشت نمایید. هنگام آزمایش نباید هیچ لرزشی در دستگاه آزمایش ایجاد شود. اگر میله پس از آزاد شدن در مدت ۳۰ ثانیه در فاصله ۵ میلی‌متری کف قالب قرار گیرد، غلظت خمیر نرمال است. در غیر این‌صورت این آزمایش را حداقل سه بار با درصدهای مختلف آب انجام دهید و با رسم منحنی غلظت نرمال را محاسبه کنید.

نکته

ظروف و دیگر وسایل آزمایش باید کاملاً تمیز و خشک باشند و تمام آب توزین شده با سیمان مخلوط گردد.

عمل نفوذ میله در خمیر در فاصله زمانی کمی پس از وارد کردن خمیر در قالب صورت گیرد.

فعالیت عملی ۷

آزمایش تعیین غلظت نرمال خمیر سیمان را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

آزمایش زمان گیرش سیمان

این آزمایش جهت یافتن زمان گیرش اولیه و نهایی سیمان صورت می‌گیرد. همان‌طور که قبلاً اشاره گردید با استفاده از دستگاه ویکا به انجام این آزمایش می‌پردازیم.

در این آزمایش قطر سوزن ویکا ۱ میلی‌متر و طول آن ۵ سانتی‌متر است.

باید توجه داشت که محل سوزن رها شده از دیواره‌ها و نقاط مختلف آزمایش، ۶ میلی‌متر فاصله داشته باشد تا سیمان مقاومت کاذب نداشته باشد.

شکل ۱۱ ▲

وسایل مورد نیاز

دستگاه ویکا، ترازو با دقت ۰/۱ گرم، مزور (استوانه مدرج) و بشر، لگن و دستکش، کاردک وکرنومتر و ۳۰۰ گرم سیمان رد شده از الک نمرهٔ ۱۶.

روش انجام آزمایش

آب توزین شده در ظرفی با فضای کافی با نمونه سیمان مخلوط می‌شود، (میزان آب لازم، حاصل از نتیجه آزمایش غلظت نرمال است).

در ابتدا مقدار آب لازم را با نمونهٔ سیمان در لگن ریخته و کرنومتر را روشن می‌کنیم، و به مدت ۳ دقیقه با هم ورز می‌دهیم (در این حین سیمان یک گیرش کاذب دارد)، پس از کسب روانی آنرا گلوله می‌کنیم و در فاصلهٔ ۱۵ سانتی‌متری ۶ بار از یک دست به‌دست دیگر می‌دهیم.

نکته

زمان تهیهٔ خمیر از زمان افزودن آب تا آغاز ریختن خمیر در قالب نباید از ۴/۲۵ دقیقه بیشتر شود.

سپس نمونه را بدون آنکه فشاری به آن وارد شود در قالب ویکا قرار داده و آنرا از طرف دیگر به آرامی ولی با سرعت عمل روی صفحه صاف قرار می‌دهیم و مقدار اضافی را برمی‌داریم (این مرحله باید در کمتر از ۳۰ ثانیه انجام شود). سپس کرنومتر را صفر می‌کنیم و بعد از گذشت ۳۰ دقیقه، اولین سوزن را رها می‌کنیم. برای اتمام آزمایش زمان گیرش اولیه، می بایست سوزن ویکا به اندازه ۳۵ میلی‌متر در قالب پایین بیاید.

شکل ۱۲ ▲

اگر این مرحله از رهاسازی سوزن نتیجه نداد و عدد بیشتری را نشان داد، به فاصلهٔ زمانی ۱۵ دقیقه سوزن را در نقطه‌ای دیگر به فاصلهٔ ۶ میلی‌متر از نقطهٔ قبل رها می‌کنیم تا به نتیجه دلخواه برسیم.
در صورتی که در تلاش آخر عدد ۳۵ را نشان داد یعنی زمان رهاسازی سوزن ویکا زمان گیرش اولیه است و اگر کمتر از عدد ۳۵ را نشان داد با رسم منحنی و استفاده از روش درون یابی زمان لازم برای رسیدن به عدد ۳۵ را محاسبه می‌کنیم.
پس از یافتن زمان گیرش اولیه، عمل رها سازی سوزن را هر ۱۵ دقیقه تکرار کنید.
برای تعیین زمان گیرش نهایی باید از سوزن فلزی کلاهک‌دار مطابق شکل (۱۲) استفاده شود.
سیمان وقتی به گیرش نهایی خود می‌رسد، که اگر سوزن را در تراز خمیر سیمان روی قالب قرار داده و به‌وسیله بازکردن پیچ آنرا روی خمیر فرود آوریم، فقط اثر کمی بر روی سیمان بگذارد. زمان گیرش اولیه و نهایی اکثر سیمان‌های پرتلند، تقریباً با فرمول زیر با یکدیگر مرتبط‌اند.

(زمان گیرش اولیه به دقیقه)×۱/۲+۹۰= زمان گیرش نهایی به دقیقه

نکته

زمان مجاز گیرش اولیه و ثانویه سیمان بین ۴۵ تا ۳۷۵ دقیقه متغیر است.

فعالیت عملی ۸

آزمایش زمان گیرش سیمان را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید

آزمایش هم‌ارز یا ارزش ماسه‌ای (Sand Equivalent)

آزمایش هم‌ارز ماسه‌ای (SE) به آزمایش درصد تمیزی ماسه هم معروف است و به منظور تعیین نسبت ذرات ریز لای و رس در ماسه یا مصالح سنگی ریزدانه به‌کار می‌رود و عملاً برای تعیین نسبت حجم ماسه به کل حجم مصالح ریزدانه و به طور خلاصه تعیین می‌نماید که ماسه تا چه حد تمیز است. هرچه درصد ریزدانه داخل ماسه‌ها کمتر باشد، ماسه تمیزتر و دارای کیفیت بهتر می‌باشد. برای ساخت بتن حداقل ارزش ماسه‌ای ۷۵ درصد می‌باشد. در کارهای با حساسیت و اهمیت بیشتر که نیاز به بتن با کیفیت و مقاومت بالاتری وجود دارد، استفاده از ماسه تمیزتر با ارزش ماسه‌ای بالاتر نیاز خواهد بود.

شکل ۱۳ ▲

ماسه به عنوان یک جسم پُرکننده که حدود ۳۰ درصد از مصالح بتن را تشکیل می‌دهد، نقش به‌سزایی در تولید بتن دارا می‌باشد. این موضوع زمانی نقش خود را بیشتر نشان می‌دهد که مصالح ریزدانه درطراحی بتن اهمیت بیشتری داشته باشد. اهمیت ماسه در سازه‌های بتنی که دوام آنها به دلیل قرارگیری در معرض نفوذ سیالات مضر و نیز محیط‌های مهاجم مورد تهدید قرار می‌گیرد بیشتر است. مصالح ریزدانه مناسب نقش مهمی در بهبود دوام بتن دارد. مصالح ریز دانه لای و رس در فرآیند هیدراتاسیون تأثیرگذار بوده و سبب افزایش نسبت آب به سیمان در بتن می‌گردد که مطلوب نبوده، بنابراین مقدار آنها در ماسه محدود می‌نمایند.

وسایل مورد نیاز:

الک نمره ۴، سینی (زیر الک)، فرچه، ترازو، استوانه مدرج با ارتفاع ۱۵اینچ، درپوش استوانه، خط‌کش فلزی، قیف، سنبه فلزی نشانه‌دار، زمان‌سنج و محلول شستشو (استوکس).

محلول استوکس: این محلول شامل مواد شیمیایی زیر می‌باشد:

کلرو کلسیم خشک :۴۵۴ گرم

گلیسرین: ۲۰۵۰ گرم

آلدئید فرمیک: ۴۰ درصد ۴۷ گرم

نحوه انجام آزمایش:

مقدار ۱۱۰ گرم ماسه نمونه را آماده می‌کنیم . استوانه مدرج را با محلول شستشو، تا ارتفاع ۴ اینچ پر می‌کنیم، با استفاده از قیف ماسه را به درون استوانه می‌ریزیم و به مدت ۱۰ دقیقه استوانه مدرج را بدون حرکت روی میز قرار می‌دهیم این کار به این دلیل است که نمونه آزمایش کاملاً خیس بخورد زیرا محلول استوکس باعث تورم ذرات رس و جدایی آنها از ذرات ماسه می‌گردد. سپس در پوش استوانه مدرج را گذاشته و آنرا به مدت ۳۰ ثانیه و به تعداد ۹۰ بار به‌صورت افقی تکان می‌دهیم، بعد از تکان‌دادن آن دیواره استوانه را با محلول شسته و ارتفاع محلول را به ۱۵ اینچ می‌رسانیم و سپس استوانه را در یک جای آرام قرار داده و بعد از ۲۰ دقیقه ارتفاع کل نمونه و ارتفاع ماسه را اندازه‌گیری می‌کنیم.

H۱ : ارتفاع کل

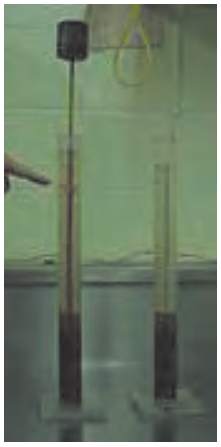
H۲ : ارتفاع ماسه

$$SE = \frac{H۲}{H۱} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری به دو روش انجام خواهد گرفت:

۱- روش چشمی: در این روش ارتفاع کل و ماسه به‌صورت چشمی قرائت می‌شود که روش به دلیل ناهموار بودن سطوح مرزی قرائت با خطا همراه است.

۲- روش دستگاهی: در این روش ابتدا قبل از انجام آزمایش ارتفاع سمبه را داخل استوانه ثبت کرده و سپس آنرا بعد از ته‌نشینی نمونه داخل استوانه قرار داده و عدد به دست آمده را از عدد قبلی کم کرده و در فرمول قرار می‌دهیم.



شکل ۱۴ ▲

فعالیت عملی ۹

آزمایش هم‌ارز ماسه‌ای را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

آزمایش اسلامپ

آزمایش اسلامپ معیاری برای ارزیابی میزان کارآیی و روانی بتن تازه است. روانی بتن یعنی قابلیت بتن تازه مخلوط شده برای جریان یافتن است. کلمه کارایی به سهولت در ریختن، قابلیت تراکم، سهولت در پرداخت بتن و مقاومت در برابر جدا شدگی اطلاق می‌شود. با هیچ آزمایشی نمی‌توان میزان کارایی بتن را به‌صورت مستقیم تعیین کرد، اما برخی از آزمایش‌ها به‌صورت غیر مستقیم و با تقریب میزان کارایی بتن را نشان می‌دهند، یکی از این آزمایشات آزمایش اسلامپ است.

شکل ۱۵ ▲

وسایل مورد نیاز:
قالب اسلامپ، صفحه زیر قالب، میله تراکم، خط‌کش فلزی، ماله و کمچه، بتونیر ۱۵۰ لیتری

قالب اسلامپ: یک قالب فلزی به شکل مخروط ناقص با قطر قاعده ۸ و قطر فوقانی ۴ و ارتفاع ۱۲ اینچ است. سطوح پایین و بالای قالب باید موازی باشد. قالب باید دارای دستگیره و جای پا باشد.
میله تراکم: یک میله فولادی به قطر ۱۶ میلی‌متر و طول ۶۰۰ میلی‌متر که نوک آن به شکل نیم‌کره با قطر ۱۶ میلی‌متر گرد شده است.
صفحه زیر قالب: صفحه‌ای به‌شکل مربع با ابعاد ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر است. این صفحه می‌تواند فلزی، شیشه‌ای و یا بتن نفوذناپذیر باشد. نوع فلزی آن بهتر است.

شکل ۱۶ ▲

نحوه انجام آزمایش:

ابتدا با استفاده از نسبت‌های تعیین شده در طرح اختلاط مقادیر شن و ماسه و سیمان و آب را به همان مقدار وزن کرده و شن و ماسه و سیمان را داخل بتونیر ریخته، خوب با هم مخلوط کرده و سپس آب را به آن اضافه کرده و خوب به‌هم می‌زنیم تا دانه‌های ریز و درشت با هم مخلوط شوند، و پس از آماده شدن مخلوط، قالب اسلامپ را مرطوب نموده و روی صفحه، قرار دهید. پای خود را بر روی تکیه‌گاه‌های دو طرف قالب قرار دهید و نمونه‌ای از مخلوط را که نماینده تمام مخلوط باشد انتخاب کنید و آنرا در ۳ لایه درون قالب اسلامپ بریزید و هر لایه را با ۵ ضربه به‌وسیله میله تراکم بکوبید. ارتفاع هر لایه پس از تراکم باید تقریباً یک‌سوم ارتفاع قالب باشد. برای لایهٔ زیرین لازم است که میله را قدری به سمت داخل کج کرده و بعضی از ضربه‌ها را به‌طور مارپیچی از محیط به سمت مرکز وارد نمایید. در لایه زیرین ضربه‌ها باید تا عمق آن لایه نفوذ کنند و ۲ لایه دیگر را به ترتیبی متراکم کنید که ضربه‌ها اندکی در لایه قبلی نفوذ نماید. قبل از متراکم ساختن لایه فوقانی باید قالب را به اندازه کافی از بتن پر نمود. چنانچه پس از متراکم ساختن لایه فوقانی سطح بتن پایین‌تر از لبه‌های قالب قرار گیرد مجدداً مقداری بتن روی آن ریخته و سطح قالب را با میله توسط حرکات اره‌ای و غلطکی صاف کنید. دستگیره‌های مخروط اسلامپ را بگیرید و آنرا به آرامی بالا بکشید. بالا کشیدن قالب باید ظرف ۵ تا ۱۰ ثانیه بدون اینکه حرکت جانبی یا چرخشی به قالب و بتن وارد شود انجام گیرد. سپس قالب را در کنار بتن قرار دهید و میله اسلامپ را بر روی آن بگذارید و اسلامپ را با محاسبه تفاضل ارتفاع قالب از بالاترین ارتفاع سطح بتن تعیین کنید. این مقدار باید با دقت نزدیک به ۵ میلی‌متر محاسبه گردد. چنانچه پس از برداشتن قالب، بتن درهم فروریخته و یا از یک طرف بریزد باید از نتیجه آزمایش صرف نظر کرده و نسبت به انجام آزمایش مجدد با استفاده از بخش دیگری از نمونه بتن اقدام کرد. اگر دوباره چنین وضعیتی اتفاق افتاد، نتیجه می‌گیریم که بتن از حالت خمیری و چسبندگی لازم برای انجام آزمایش اسلامپ برخوردار نیست.

نکته

این آزمایش برای بتن‌هایی استفاده می‌شود که حداکثر قطر سنگ‌دانه‌های مصرف شده در آن از ۴۰ میلی‌متر بیشتر نباشد.

فعالیت عملی ۱۰

آزمایش اسلامپ را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

آزمایش مقاومت فشاری بتن

جهت تعیین مقاومت فشاری نمونه‌های بتن، هر نمونه‌برداری شامل تهیه حداقل دو آزمونه می‌باشد ولی معمولاً پنج آزمونه تهیه نموده، دو آزمونه را ۷ روزه و دو آزمونه را ۲۸ روزه شکسته و از هر نمونه میانگین گرفته می‌شود و یک آزمونه به عنوان شاهد باقی می‌ماند تا در صورتی‌که نمونه ۲۸ روزه جواب نداد، مقاومت آنرا ۹۰ روزه بسنجند.

نتایج این آزمایش می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای کنترل کیفیت بتن، نسبت‌های اختلاط آن، روش مخلوط کردن و ریختن بتن و مطابقت آن با مشخصات و همچنین ارزیابی اثرات مواد افزودنی و موارد مشابه دیگر روی بتن، به‌کار برده شود.

آزمایش مقاومت فشاری در استاندارد ASTM روی نمونه‌های استوانه‌ای ۳۰۰×۱۵۰ میلی‌متری (۱۲×۶ اینچ) و در استاندارد BS روی نمونه‌های مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری (۶ اینچی) انجام می‌شود.

وسایل مورد نیاز:

قالب مکعبی، قالب استوانه‌ای، میله تراکم، خط‌کش فلزی، کولیس، ماله و کمچه، بتونیر ۱۵۰ لیتری، دستگاه جک فشاری هیدرولیک (جک بتن شکن) جک فشاری هیدرولیک دارای دو فک تحتانی و فوقانی می‌باشد که نمونه بتنی ما بین آن دو قرار می‌گیرد. فک تحتانی ثابت و فوقانی متحرک است. مقدار بار اعمال شده نیز توسط گیج مدرجی که روی بدنه دستگاه است، قابل رؤیت است البته برخی از جک‌ها از نوع دیجیتال هستند.

شکل ۱۷ ▲

شکل ۱۸ ▲

شکل ۱۹ ▲

شکل ۲۰ ▲

قالب مکعبی بتن به ابعاد ۱۵ سانتی‌متر
قالب استوانه‌ای با قطر ۶ و ارتفاع ۱۲ اینچ (۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر)
قالب‌ها معمولاً از جنس فولاد، چدن، برنج و انواع پلاستیک ساخته می‌شوند.
به منظور جلوگیری از چسبندگی بتن به جدار قالب، باید جداره‌های داخلی آنها با یک لایهٔ نازک روغن معدنی آغشته گردد.

نحوه انجام آزمایش:

با استفاده از نسبت‌های تعیین شده در طرح اختلاط مقادیر شن و ماسه و سیمان و آب را به همان مقدار وزن کرده و شن و ماسه و سیمان را داخل بتونیر ریخته، با هم مخلوط کرده و سپس آب را به آن اضافه می‌نمایند و خوب هم می‌زنند تا دانه‌های ریز و درشت با هم مخلوط شوند، و پس از آماده شدن مخلوط بتن، آنرا به شرح ذیل مورد آزمایش قرار می‌دهند. در ابتدا به منظور جلوگیری از چسبندگی بتن به جداره قالب، باید جداره‌های داخلی آنها با یک لایهٔ نازک روغن معدنی آغشته گردد.

در استاندارد ASTM قالب استوانه‌ای را برای بتن‌های با اسلامپ بالا در سه لایه و هر لایه را با ۲۵ ضربه به‌وسیله میله اسلامپ متراکم می‌نمایند و بتن‌های با اسلامپ پایین را در دو لایه و با ویبره‌های داخلی و خارجی متراکم می‌کنند و سطح بالای استوانه بتنی را با ماله صاف می‌کنند. و معمولاً به دلیل ناهمواری سطوح تحتانی و فوقانی نمونه بتنی، دو روش سایش و پوشش سطح، برای ایجاد سطوح صاف به کار می‌روند. روش اول روشی مناسب ولی گران است. در روش دوم که پوششی روی سطح گذاشته می‌شود. سه نوع ماده قابل استفاده است، خمیر سیمان سخت شده، که روی بتن تازه گذاشته می‌شود، مخروطی از گوگرد و مصالح دانه‌ای (نظیر رس حرارت‌دیده)، و یا یک پوشش گچی با مقاومت بالا که روی بتن سخت شده به‌کار می‌روند.

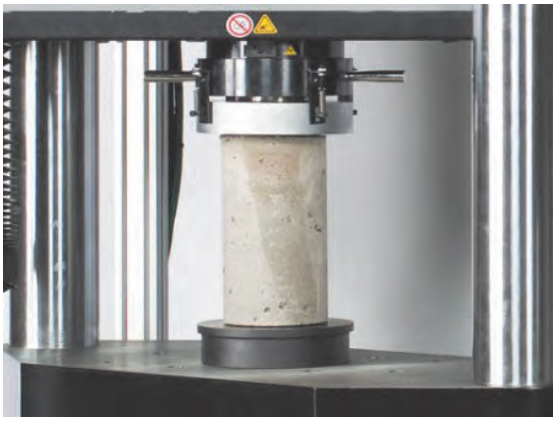
شرایط نگهداری نمونه‌های استوانه‌ای استاندارد در آزمایشگاه بدین ترتیب است که به منظور جلوگیری از کاهش رطوبت نمونه‌ها، آنها را به مدت ۲۰ تا ۴۸ ساعت در دمای ۱/۷±۲۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری نموده سپس قالب آنها را باز کرده و تا زمان انجام آزمایش، در رطوبت کامل و یا در آب آهک اشباع نگهداری می‌نمایند.

استاندارد BS، پر کردن قالب را در لایه‌هایی با ضخامت تقریبی ۵ سانتی‌متر توصیه می‌کند و تراکم هر لایه در مکعب‌های ۱۵ سانتی‌متری با ۳۵ ضربه و در مکعب‌های ۱۰ سانتی‌متری با ۲۵ ضربه توسط یک میلهٔ فولادی با مقطع مربعی شکلی به ابعاد ۲۵ میلی‌متر، صورت می‌گیرد. بعد از پرداخت کردن سطح بالای نمونه به وسیله ماله، اگر قرار است نمونه پس از ۷ روز یا بیشتر شکسته شود، باید در دمای ۵±۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شود و اگر زمان انجام آزمایش کمتر از ۷ روز باشد، نمونه باید در دمای ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شود در این حالت رطوبت نسبی نباید کمتر از ۹۰ درصد باشد. پس از ۲۴ ساعت قالب‌ها را باز کرده و تا زمان انجام آزمایش، در مخزن عمل‌آوری نگهداری می‌نمایند.

سطح بالای استوانه بتنی که توسط ماله صاف می‌گردد، معمولاً جهت انجام آزمایش به اندازهٔ کافی یکنواخت نیست و باید اقدامات دیگری بر روی آن انجام گیرد. بدین منظور دو روش سایش و پوشش سطح، برای ایجاد سطوح صاف به‌کار می‌روند. روش اول روشی مناسب ولی گران است. در روش دوم که پوششی روی سطح گذاشته می‌شود. سه نوع ماده قابل استفاده است خمیر سیمان سخت شده، که روی بتن تازه گذاشته می‌شود، مخروطی از گوگرد و مصالح دانه‌ای (نظیر رس حرارت دیده)، و یا یک پوشش گچی با مقاومت بالا که روی بتن سخت شده به‌کار می‌روند.

این مشکل در نمونه‌های مکعبی با چرخاندن نمونه و قرارگیری سطوح صاف نمونه بین دو فک دستگاه مرتفع می‌گردد.

دستگاه را تحت بارگذاری یکنواخت قرارداده، به‌طوری‌که سرعت ازدیاد فشار در ثانیه ثابت باشد به محض شکستن قسمتی از نمونه، بارگذاری دستگاه متوقف شده وحداکثر نیروی وارده بر سطح تماس نمونه، بر روی نمایشگر دستگاه بر حسب ton نشان داده می‌شود، با داشتن حداکثر نیروی وارده و سطح بارگذاری شده می‌توان مقاومت فشاری آزمونه‌ها را تعیین کرد.



شکل ۲۱ ▲

P : حداکثر نیروی وارد بر آزمونه بر حسب کیلو نیوتن

A : مساحت مقطع آزمونه بتن برحسب میلی متر مربع

δ : مقاومت فشاری آزمونه بر حسب مگا پاسکال MPa

بتنی قابل قبول است که هم خود بتن و هم مصالح تشکیل دهنده آن، ضوابط الزامی مربوطه را برآورده سازند.

به طور کلی پذیرش بتن منوط به برآورده شدن کلیه شرایط زیر است:

الف) ضوابط مربوط به مصالح تشکیل‌دهنده آن

ب) ضوابط مربوط به بتن ساخته شده، از جمله شامل ضوابط مربوط به بتن تازه (نظیر آزمایش کارآیی)، بتن سخت‌شده (نظیر آزمایش تعیین مقاومت فشاری ۲۸ روزه)، دوام (نظیر حداکثر نسبت آب به سیمان) و ضوابط مربوط به مشخصات خاص بتن ناشی از روش خاص اجرای بتن (نظیر ضوابط مربوط به بتن‌های پمپی یا بتن برای بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از ترمی)

پ) ضوابط مربوط به تک‌تک مراحل اجرای کار، شامل حمل (انتقال)، ریختن (جای دادن)، تراکم (از جمله لرزانیدن)، پرداخت سطحی و عمل‌آوری و مراقبت و محافظت (از جمله تأمین رطوبت و دمای مناسب)

ضوابط اخیر می‌باید در مشخصات فنی پروژه دقیقاً قید شده و در عمل نیز برآورده و کنترل شوند.

فعالیت عملی ۱۱

آزمایش مقاومت فشاری بتن را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن

شکل ۲۲ ▲

خرابی بتن سازه ممکن است ناشی از اثرات شیمیایی، فیزیکی و محیطی بر خود بتن یا آسیب ناشی از خوردگی میلگرد در آن باشد. مشخصات مواد و شرایطی که در مقابل این خرابی مقاوم، یا در وسعت آن موثر هستند، باید مورد بررسی قرار گیرد. دلایل اصلی متلاشی شدن بتن عبارت‌اند از: حمله سولفات‌ها، واکنش قلیایی سنگدانه‌ها، ذوب و انجماد، سایش و آتش‌سوزی.

خوردگی آرماتور یک فرآیند الکترو شیمیایی است که مستلزم وجود رطوبت و اکسیژن است. بنابراین، وجود رطوبت و توانایی آن در ورود به بتن و حرکت در آن ویژگی‌های مهمی است زیرا هم سولفات و هم کلریدها برای انجام واکنش‌ها به رطوبت نیاز دارند و نمی‌توانند در بتن خشک اثرگذار باشند لذا آزمون‌هایی که جذب آب یا نفوذپذیری و میزان رطوبت را ارزیابی می‌کنند با توجه به دوام و پایایی بتن، اهمیت زیادی دارند.

بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در تمامی بتن‌های مسلح سازه‌ای که تا فاصله ۵۰۰ متر از حاشیه سواحل خلیج فارس و دریای عمان قرار دارند، به منظور کنترل دوام بتن، انجام آزمایش نفوذ تسریع شده یون کلراید و مقاومت الکتریکی اکیداً توصیه می‌گردد. حداکثر میزان مجاز شار عبوری در این آزمایش در بتن‌های فوق برابر با ۲۰۰۰ کولن می‌باشد.

آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن، از جمله آزمایش‌های غیرمخرب بتن است که به دلیل سادگی، سرعت و اقتصادی بودن، بر کاربرد آن افزوده است. این آزمایش با ارائه مقاومت الکتریکی بتن موجود، برای آزمونه‌های آزمایشگاهی مکعبی، استوانه‌ای یا منشوری و مکعب مستطیل، به طراحان و کارشناسان امکان تصمیم‌گیری در زمینه طرح‌های مقاوم سازی و تقویت و یا صحت‌سنجی عملیات اجرایی را می‌دهد. سهولت یا سختی عبور جریان الکتریکی از بتن اشباع می‌تواند نشانه‌ای از نفوذپذیری آن در برابر آب و به ویژه انتشار و مهاجرت یونی باشد مخصوصاً اگر از آب نمک، اشباع گردد. افزایش نفوذپذیری سبب کاهش پایایی و دوام بتن می‌گردد.

در نتایج حاصل از آزمایش مقاومت الکتریکی بتن موارد زیر موثر است:

- میزان رطوبت و درجه اشباع بتن
- نوع جریان و فرکانس مصرفی
- شکل و اندازه نمونه
- افزودنی‌های شیمیایی بتن
- مقاومت الکتریکی سنگ‌دانه‌های موجود در بتن

شکل ۲۳ ▲

این آزمایش بین پژوهشگران بسیار معروف و رایج است. برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی بتن عمدتاً از دو روش دو نقطه‌ای و چهار نقطه‌ای استفاده می‌شود. روش دونقطه‌ای غالباً در فعالیت‌های تحقیقاتی و پژوهشی در آزمایشگاه و روش چهار نقطه‌ای برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی در محلی که سازه بتنی احداث شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انجمن بتن آمریکا مقادیری برای مقدار مقاومت الکتریکی و ارتباط آن با احتمال خوردگی بتن پیشنهاد نموده است که در جدول زیر مشاهده می‌شود.

ارتباط مقاومت الکتریکی بتن و احتمال خوردگی				
مقاومت الکتریکی بتن بر حسب اهم	کمتر از ۵۰	۵۰ تا ۱۰۰	۱۰۰ تا ۲۰۰	بیش از ۲۰۰
نفوذ پذیری و احتمال خوردگی	خیلی زیاد	زیاد	کم	ناچیز

روش انجام آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن به روش دو نقطه‌ای

وسایل مورد نیاز:

کولیس، خط کش، اهم متر، صفحه مربعی مسی یا برنجی به ابعاد ۱۵ سانتی‌متر، سیم رابط، گیره سیم

نحوه انجام آزمایش:

نمونه مکعبی به ابعاد ۱۵ سانتی‌متر را تهیه می‌کنیم و به مدت یک هفته درون آب نگهداری نموده تا به حالت اشباع برسد. پس از خارج کردن نمونه از آب، ابتدا ابعاد آنرا اندازه‌گیری می‌کنیم، دو صفحه مسی یا برنجی را بر دو سطح مقابل مکعب به کمک خمیر سیمان تازه می‌چسبانیم و با اعمال یک جریان متناوب با فرکانس مشخص مقاومت الکتریکی بتن به‌دست می‌آید. با داشتن مقاومت الکتریکی حاصل از عبور جریان الکتریسیته، سطح بتن و فاصله بین دو صفحه فلزی، مقاومت ویژه الکتریکی را به‌دست می‌آوریم.

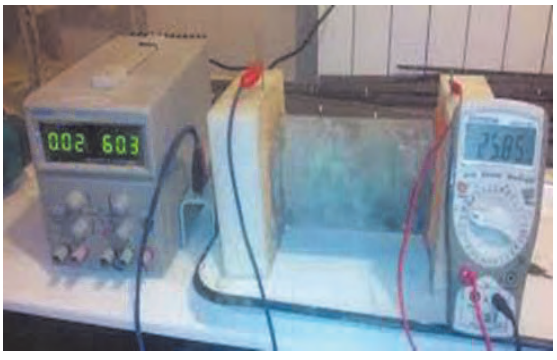
$$\rho = R\frac{A}{L}$$

R : مقاومت الکتریکی نشان داده شده توسط اهم‌متر

A : مساحت مقطع بتن (صفحه مسی) برحسب متر مربع

L : فاصله دو صفحه مسی برحسب متر

ρ : مقاومت الکتریکی ویژه بر حسب اهم در متر



شکل ۲۴ ▲

بیشتر بدانیم

با افزایش نسبت آب به سیمان مقاومت الکتریکی کاهش می‌یابد.
جهت قالب‌گیری تأثیر چندانی بر مقاومت الکتریکی نمونه ندارد.
میزان مقاومت الکتریکی در روش دو نقطه‌ای به شکل آزمونه ارتباطی ندارد.
طول نمونه تأثیری بر مقاومت الکتریکی ندارد.

فعالیت عملی ۱۲

آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

ارزشیابی شایستگی آزمایشگاه خاک و بتن

شرح کار:
با استفاده از وسایل آزمایشگاهی و دستورالعمل استاندارد، آزمایش‌های لازم را انجام دهد.

استاندارد عملکرد:
انجام آزمایش‌های مصالح ساختمانی مطابق دستورالعمل‌های استاندارد ملی ایران

شاخص‌ها:
دقت اندازه‌گیری - رعایت نکات ایمنی - استفاده صحیح از وسایل آزمایشگاهی - مدیریت زمان آزمایش - تطابق با دستورالعمل - تهیه گزارش و نتیجه‌گیری - ارائهٔ حضوری کار به هنرآموز در مدت زمان لازم مطابق استاندارد.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام آزمایش‌های مورد نظر در فضای آزمایشگاهی با تجهیزات استاندارد به کمک دو کارگر - انجام محاسبات لازم.

ابزار و تجهیزات:
- ترازو - دستگاه مقسم - دستگاه گرم‌چال - همزن برقی - لرزاننده مکانیکی - مجموعه الک‌های استاندارد - دستگاه ویکا - کرنومتر - قالب اسلامپ - بتونیر ۱۵۰ لیتری - قالب مکعبی و استوانه‌ای بتن - جک فشاری هیرولیک - اهم‌متر - مخزن استوانه‌ای - میله تراکم استاندارد - خط‌کش فلزی - کولیس - بشر - استوانه مدرج - برس.
- وسایل محاسباتی شامل ماشین‌حساب علمی.
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انتخاب وسایل و تهیهٔ نمونه مصالح	۲	
۲	انجام آزمایش	۲	
۳	ثبت مشاهدات و نتایج	۲	
۴	تهیهٔ گزارش و نتیجه‌گیری	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس‌کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان		۲	
میانگین نمرات			*

* 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، ۱۳۹۲.

۲- استاندارد ارزشیابی حرفه ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.

۳- راهنمای برنامهٔ درسی ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴.

۴- آئین نامه بتن ایران «آبا»، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریهٔ شمارهٔ ۲۰، تجدید نظر اول، تهران، ۱۳۷۹.

۵- تفسیر آئین‌نامه بتن ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران، ۱۳۸۰.

۶- مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریهٔ شمارهٔ ۵۵، تجدید نظر دوم، تهران، ۱۳۸۳.

۷- مقررات ملی ساختمان، مبحث نهم، طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت امور مسکن و ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۹۲.

۸- مقررات ملی ساختمان، مبحث دهم، طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت امور مسکن و ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۹۲.

۹- طسوجی، محمدابراهیم، طرح و کنترل مخلوط‌های بتن، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۶۶.

۱۰- پیدایش، منصور و همکار، فناوری ساختمان‌های بتنی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

۱۱- طاحونی، شاپور و همکاران، فناوری ساختمان‌های فلزی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

و سایت‌های اینترنتی معتبر و منابع مختلف دیگر.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب فناوری‌های ساختمان رشته ساختمان کد ۲۱۲۳۹۸

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	عباس برزوئی	مازندران	۱۶	مرتضی انصاری اردلی	چهارمحال وبختیاری
۲	علیرضا حلیمی	اصفهان	۱۷	محمدباقر قویدل	کرمان
۳	حمید ملکی	آذربایجان شرقی	۱۸	مرتضی دادخواه	خراسان رضوی
۴	سعید فراهی شهری	سیستان وبلوچستان	۱۹	مهدی حاجی زاده	فارس
۵	محمدرضا اسکندری	مرکزی	۲۰	علی اکبر فتحعلی لوی اصل	آذربایجان غربی
۶	فریدون مهدوی	قزوین	۲۱	سعید نظری	البرز
۷	فریبرز حسن پور	سیستان وبلوچستان	۲۲	سیدمهدی ساداتی	قم
۸	آراسته دیانت	کردستان	۲۳	مالک موحدزاده	بوشهر
۹	محمد فائقی نژاد	خراسان جنوبی	۲۴	عباس آخوندی	همدان
۱۰	علی همتی	گیلان	۲۵	علیرضا طیبی نژاد	خوزستان
۱۱	محمد اسکندری	شهرستانهای تهران	۲۶	مرتضی شهسواری گوغری	کرمان
۱۲	ایرج محمدی	کرمانشاه	۲۷	حسین رجبی	اردبیل
۱۳	محمدعلی زارع	یزد	۲۸	هادی ریاحی	گلستان
۱۴	مجتبی سبحانی	شهرستانهای تهران	۲۹	منصور فریدی	قزوین
۱۵	ابوالفضل عرب	سمنان	۳۰	مهدی جهانگیری	اردبیل

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران- صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵- گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب گاه: tvoccd.oerp.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش