

پیش‌گفتار ناشر

در سال‌های اخیر کتاب‌های مختلفی در زمینه کاربرد نرم‌افزارهای مهندسی عمران به رشته تحریر در آمده است. بیشتر این کتابها درباره قابلیت‌های نرم‌افزارهای شرکت CSI هستند. آنچه بیش از همه موارد در زمینه کار با این نرم‌افزارها مهم می‌نماید، کاربرد عملی آن‌ها در تحلیل و طراحی سازه‌های فولادی و بتنی است. در کتاب‌های اخیر، بیشتر به ذکر قابلیت‌های نرم‌افزارها بسنده شده و تفسیر مناسبی نیز برای پاسخ‌های بدست آمده صورت نگرفته است. این مسئله باعث می‌شود درک صحیحی از خروجی‌های نرم‌افزارها بدست نیامده و ارتباط بین مسائل عملی، نرم‌افزار و آیین‌نامه‌های طراحی برقرار نگردد.

کتاب حاضر ابزار مناسبی برای آن گروه از مهندسی است که قصد دارند به صورت حرفه‌ای رابطه بین مسائل عملی، نرم‌افزار و آیین‌نامه‌های طراحی را درک کنند. حل دستی مثال‌ها، طراحی دستی جزییات سازه‌ای که نرم‌افزار قادر به طراحی آن نیست از خصوصیات اصلی این کتاب است.

خوانندگان گرامی می‌توانند از طریق پست الکترونیکی info@elme-omran.com نظرها و پیشنهادهای خود را با ما در میان بگذارند.

نشر علم عمران

پیدایش نرم‌افزارهای مهندسی سازه در دهه‌های اخیر رشد چشم‌گیری در زمینه تحلیل و طراحی سازه‌ها ایجاد کرده است. اکنون تحلیل و طراحی سازه‌های پیچیده و حجیم از طریق نرم‌افزارهای پیشرفته به راحتی امکان‌پذیر است. تقریباً به جز محدودیت حافظه رایانه، هیچ محدودیتی در بزرگی و پیچیدگی مدل‌های سازه‌ای وجود ندارد. سرعت و دقت از مهمترین مزیت‌های استفاده از نرم‌افزار هستند. اما نباید این نکته را فراموش کرد که نرم‌افزار و تمام قابلیت‌های آن در سرعت و دقت تنها یک ابزار محاسباتی بوده و انبوهی از خروجی‌های نرم‌افزار به هیچ وجه جانشین مهارت و تجربه مهندسی نمی‌شوند.

در دو دهه گذشته که استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی سازه در کشور رایج شده است، نرم‌افزارهای متعددی توسط مهندسين طراح مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اما در بین آنها نرم‌افزارهای شرکت CSI محبوبیت ویژه‌ای بین مهندسين محاسب سازه یافته‌اند. دو نرم‌افزار مشهور این شرکت ETABS و SAFE صرفاً برای تحلیل و طراحی سازه‌های ساختمانی ارائه شده و به عنوان یک بسته نرم‌افزاری قدرتمند در تحلیل و طراحی اسکلت، دال و پی شناخته می‌شوند. نرم‌افزار ETABS برای تحلیل و طراحی اسکلت و نرم‌افزار SAFE در تحلیل و طراحی دال و پی کاربرد دارد.

تاکنون مراجع متعددی برای استفاده بهینه از قابلیت‌های نرم‌افزارهای شرکت CSI در کشور ترجمه یا تالیف شده‌اند. اساس تمام این کتاب‌ها مراجع اصلی ارائه شده توسط شرکت CSI بوده است. با این حال مراجع ارائه شده توسط شرکت CSI جنبه عمومی داشته و جهت استفاده مؤثر و کارا، مناسب کاربران حرفه‌ای این نرم‌افزارها نیستند. با توجه به احساس نیاز به یک مجموعه حرفه‌ای در تحلیل و طراحی ساختمان بر اساس نرم‌افزارهای ETABS و SAFE، مؤلف این مجموعه بر آن شد تا با توجه به تجربیات گذشته در تالیف و ترجمه مراجع نرم‌افزار، مجموعه‌ای جدید با نگرشی نو تالیف کند. هدف اصلی از ارائه این مجموعه، آموزش حرفه‌ای تحلیل و طراحی ساختمان با استفاده از نرم‌افزارهای ETABS و SAFE است. تاکید اصلی بر شرح مراحل تحلیل و طراحی ساختمان است و از نرم‌افزار تنها به عنوان یک ابزار در مسیر ساخت، تحلیل و طراحی مدل استفاده شده است. مؤلف بر اساس تجربیات تدریس این نرم‌افزارها در نظام‌های مهندسی، دانشگاه‌ها و دیگر مراکز آموزشی سعی در تدوین مجموعه‌ای کامل در زمینه تحلیل و طراحی ساختمان با نگرشی کلاسیک و هوشمند به کمک دو نرم‌افزار ETABS و SAFE داشته است.

در این مجموعه، چهار پروژه بر اساس نقشه‌های معماری اولیه بارگذاری، مدل‌سازی، تحلیل و طراحی شده‌اند. برای دو پروژه، نقشه‌های اجرایی نیز تهیه شده‌اند. پاسخ‌های نرم‌افزار، در حد امکان با محاسبات دستی کنترل شده‌اند. اکثر خروجی‌های نرم‌افزارها به طور کامل تشریح و تفسیر شده‌اند. هدف اصلی در این مجموعه آشنا کردن کاربران این نرم‌افزارها با شگردهای مدل‌سازی ساختمان و کنترل و تغییر هوشمند خروجی‌ها است. همچنین انواع مختلف روش‌های مدل‌سازی بررسی و تشریح شده و خروجی‌ها به نحو مناسبی تفسیر شده‌اند.

برای مدل‌سازی در فصول اول تا چهارم از ویرایش 9.0.0 نرم‌افزار ETABS و ویرایش 8.0.6 و 12.3.1 نرم‌افزار SAFE و در فصل پنجم از ویرایش 9.2.0 نرم‌افزار ETABS و ویرایش 12.3.1 نرم‌افزار SAFE استفاده شده است. در صورت استفاده از نسخه‌های دیگر نرم‌افزارهای مذکور، ممکن است در پاسخ‌های خود و پاسخ‌های ارائه شده در این کتاب کمی تفاوت مشاهده شود. حتی ممکن است در صورت استفاده از نسخه‌های ذکر شده دقیقاً به پاسخ‌های ارائه شده در این کتاب نرسید. اختلاف ناچیز در پاسخ‌ها قابل اغماض است. یک دلیل تفاوت ناچیز پاسخ‌ها را می‌توان در تفاوت سرشکنی خطاها در رایانه‌های مختلف دانست. به هر صورت تفاوت ناچیز بین پاسخ‌ها قابل قبول است، اما تفاوت زیاد نشان‌دهنده مدل‌سازی نادرست بوده و باید در صدد اصلاح مدل باشید.

در ویرایش دوم این مجموعه، قابلیت‌های برنامه ETABS در تحلیل و طراحی دیوارهای برشی و تیرهای عمیق مورد توجه قرار گرفته است. به جهت آشنایی خوانندگان با آیین‌نامه ACI-05 طراحی در این فصل بر اساس این آیین‌نامه انجام شده است. در تمامی مراحل طراحی سیستم دوگانه دیوار برشی و قاب خمشی، محاسبات تا حد امکان با عملیات دستی کنترل شده است. روش‌های مربوط به کنترل شرط تحمل 25 درصد نیروی زلزله توسط قاب‌های خمشی نیز در انتهای فصل تشریح شده‌اند. در انتهای فصل نیز مدل‌سازی و طراحی دال‌های دو طرفه در برنامه SAFE انجام شده است. امید است که افزوده شدن فصل پنجم به این مجموعه تا حد امکان ابهام‌های مربوط به مدل‌سازی سیستم‌های دوگانه و طراحی دیوارهای برشی و تیرهای عمیق را در برنامه ETABS برطرف کند.

نگارنده لازم می‌داند از زحمات جناب آقای بهنام نمینی که با دقت نظر و تجربیات ارزشمند خود عملیات ترسیم اصولی و دقیق نقشه‌های اجرایی را بر عهده داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی کند. همچنین از همکاران محترم آقایان مهندس محمدرضا ضیغمی و عباس خانلو به جهت در اختیار قرار دادن نقشه‌های معماری پروژه‌های این کتاب قدردانی می‌شود.

بی شک مساعدت همکاران محترم در انتشارات علم عمران نقش بسزایی در تهیه و تدوین این مجموعه داشته است. مؤلف بر خود لازم می‌داند از زحمات، مساعی و حسن دقت این عزیزان در بازخوانی، ویرایش متن و ترسیم اشکال تشکر و قدردانی کند.

تمام سعی گروه در ارائه بی‌عیب و نقص این مجموعه بوده است. با این وجود امکان دارد علیرغم ویرایش‌های مکرر، نواقصی در کتاب وجود داشته باشد. از نظرها و پیشنهادهای مفید خوانندگان گرامی در بهبود مجموعه حاضر استقبال کرده و آماده دریافت آن از طریق پست الکترونیکی baji@elme-omran.com هستیم.

بهار ۱۳۹۱

حسن باجی

فصل اول

ساختمان فولادی با قاب خمشی و مهاربندی X

۱-۱-۱-۱	مقدمه	۳
۱-۲-۱	معرفی پروژه	۴
۱-۳-۱	مشخصات سازه‌ای پروژه	۱۳
۱-۴-۱	ستون‌گذاری، تیرریزی و تشکیل مدل ریاضی	۱۴
۱-۵-۱	تعیین سیستم‌های باربر	۱۴
۱-۶-۱	تعیین جزییات سقفها و دیوارها و برآورد بار زنده	۱۶
۱-۶-۱-۱	جزئیات سقفها	۱۷
۱-۶-۱-۲	جزئیات دیوارها	۱۷
۱-۶-۱-۳	جزئیات پله	۱۹
۱-۶-۱-۴	بار زنده و خلاصه بارگذاری	۲۰
۱-۷-۱	توزیع بار ثقلی	۲۱
۱-۸-۱	بارگذاری زلزله	۲۲
۱-۹-۱	تحلیل تقریبی قاب‌های 3 و D	۲۷
۱-۱۰-۱	طراحی دستی	۲۹
۱-۱۰-۱-۱	طراحی بادبند طبقه اول	۲۹
۱-۱۰-۱-۲	طراحی تیر میانی قاب محور 3 در طبقه اول	۳۰
۱-۱۰-۱-۳	طراحی ستون تقاطع D-3 در طبقه اول	۳۱
۱-۱۱-۱	مدل‌سازی با نرم‌افزار ETABS	۳۴
۱-۱۱-۱-۱	شروع مدل‌سازی	۳۴
۱-۱۱-۱-۲	تعریف مشخصات مدل	۳۶
۱-۱۱-۱-۲-۱	مصالح	۳۶
۱-۱۱-۱-۲-۲	مقاطع اعضا	۳۸
۱-۱۱-۱-۲-۳	مقطع سقف	۴۲
۱-۱۱-۱-۲-۴	بارهای استاتیکی	۴۳
۱-۱۱-۱-۲-۵	ترکیبات بار	۴۵
۱-۱۱-۱-۲-۶	تنظیم پارامترهای لرزه‌ای	۴۷
۱-۱۱-۱-۲-۷	جرم سازه	۴۸
۱-۱۱-۱-۳	ترسیم مدل سازه	۴۹
۱-۱۱-۱-۳-۱	ترسیم ستون‌ها	۴۹

۱-۲-۱- مقدمه ۱۳۵

۲-۲- معرفی هندسه پروژه ۱۳۵

۳-۲- مشخصات سازه‌ای ۱۴۳

۱-۳-۲- سیستم‌های باربر ۱۴۳

۲-۳-۲- مصالح سازه ۱۴۴

۳-۳-۲- مقاطع اعضا ۱۴۵

۴-۲- بارگذاری ثقلی ۱۴۶

۱-۴-۲- وزن سقف طبقات ۱۴۶

۲-۴-۲- وزن سقف بام و خرپشته ۱۴۶

۳-۴-۲- جزئیات دیوارها و پارتیشن‌ها ۱۴۷

۴-۴-۲- سربار معادل تیغه‌ها ۱۴۷

۵-۴-۲- بار زنده ۱۴۸

۶-۴-۲- جزئیات پله‌ها ۱۴۸

۵-۵-۲- بارگذاری زلزله ۱۵۰

۱-۵-۲- محاسبه وزن طبقات ۱۵۰

۲-۵-۲- توزیع بار زلزله ۱۵۱

۶-۲- مدلسازی سازه در ETABS ۱۵۲

۱-۶-۲- شروع ساخت مدل ۱۵۲

۲-۶-۲- معرفی مشخصات مدل ۱۵۳

۱-۲-۲- معرفی مصالح ۱۵۳

۲-۲-۲- مقاطع اعضا ۱۵۴

۳-۲-۲- مقطع سقف ۱۵۷

۴-۲-۲- بارهای استاتیکی ۱۵۸

۵-۲-۲- ترکیبات بار ۱۵۹

۶-۲-۲- پارامترهای لرزه‌ای ۱۶۰

۷-۲-۲- جرم ۱۶۱

۳-۶-۲- ترسیم مدل ۱۶۲

۱-۳-۲- ترسیم ستون‌ها ۱۶۲

۲-۳-۲- ترسیم تیرها ۱۶۳

۸-۱۱-۱- چاپ عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی ۷۷

۹-۱۱-۱- چاپ خروجی طراحی اتصالات تیرها و بادبندها ۸۰

۱۰-۱۱-۱- ایجاد خروجی برای SAFE جهت طراحی پی ۸۱

۱۲-۱- تحلیل و طراحی پی در SAFE 12 ۸۲

۱-۱۲-۱- شروع ساخت مدل ۸۲

۲-۱۲-۱- مشخصات پی ۸۴

۳-۱۲-۱- معرفی مشخصات ۸۶

۱-۳-۱۲-۱- مصالح ۸۶

۲-۳-۱۲-۱- مقطع پی ۸۷

۳-۳-۱۲-۱- تکیه‌گاه خاک ۹۰

۴-۳-۱۲-۱- طبقه‌ها و محورهای معماری ۹۰

۴-۳-۱۲-۱- حالت‌های بار ۹۳

۵-۳-۱۲-۱- حالت‌های تحلیل ۹۴

۶-۳-۱۲-۱- ترکیب بارها ۹۸

۴-۱۲-۱- ترسیم پی و نوارهای طراحی ۹۹

۱-۴-۱۲-۱- ترسیم پی ۱۰۰

۲-۴-۱۲-۱- ترسیم نوارهای طراحی ۱۰۰

۳-۴-۱۲-۱- اصلاح مشخصات نوارهای طراحی ۱۰۳

۵-۱۲-۱- اختصاص مشخصات پی ۱۰۵

۱-۵-۱۲-۱- مقطع پی ۱۰۵

۲-۵-۱۲-۱- تکیه‌گاه خاک ۱۰۶

۶-۱۲-۱- تنظیم‌های طراحی ۱۰۷

۱-۶-۱۲-۱- تنظیم آیین‌نامه ۱۰۸

۲-۶-۱۲-۱- پارامترهای طراحی نوارهای طراحی ۱۰۹

۳-۶-۱۲-۱- پارامترهای طراحی برش منگنه‌ای ۱۱۰

۴-۶-۱۲-۱- انتخاب ترکیب بارهای طراحی ۱۱۲

۷-۱۲-۱- عملیات تحلیل و طراحی ۱۱۴

۸-۱۲-۱- کنترل فشار خاک ۱۱۶

۹-۱۲-۱- کنترل برش منگنه‌ای ۱۱۸

۱۰-۱۲-۱- طراحی میلگرد طولی ۱۲۸

- ۲۰۰.....۳-۷-۲- معرفی ترکیبات بار ترسیم بادبندها ۱۶۳
- ۲۰۱.....۴-۷-۲- اختصاص مقطع پی ترسیم سقف‌ها ۱۶۵
- ۲۰۱.....۵-۷-۲- اختصاص فنر خاک (ضریب بستر) اختصاص مشخصات ۱۶۷
- ۲۰۲.....۶-۷-۲- اختصاص بار فشار خاک و زنده خارج کردن تیرهای کنسول از حالت مفصلی ۱۶۷
- ۲۰۲.....۷-۷-۲- معرفی اندازه کنترل برش منگنه‌ای نواحی صلب انتهایی ۱۶۷
- ۲۰۳.....۸-۷-۲- ترسیم نوارهای طراحی دیافراگم صلب ۱۶۷
- ۲۰۴.....۹-۷-۲- تنظیم آیین‌نامه طراحی اختصاص بارها ۱۶۸
- ۲۰۵.....۱۰-۷-۲- انجام عملیات تحلیل بار سقف‌ها ۱۶۸
- ۲۰۶.....۱۱-۷-۲- کنترل فشار خاک بار دیوارهای جانبی ۱۷۰
- ۲۰۶.....۱۲-۷-۲- انجام عملیات طراحی بار خریشته ۱۷۱
- ۲۰۷.....۱۳-۷-۲- کنترل برش یکطرفه بار کنسول‌های شمالی و جنوبی ۱۷۲
- ۲۰۸.....۱۴-۷-۲- کنترل برش منگنه‌ای بارگذاری اتاق پله ۱۷۵
- ۲۱۰.....۱۵-۷-۲- نمایش حجم بتن و وزن میلگرد تنظیم محاسبه ضریب کاهش سربار ۱۷۶
- ۲۱۰.....۸-۲- طراحی سقف مرکب انجام عملیات تحلیل ۱۷۷
- ۲۱۱.....۱-۸-۲- بارگذاری سقف تنظیم پارامترهای طراحی ۱۷۸
- ۲۱۱.....۲-۸-۲- مقاطع اعضا انجام عملیات طراحی ۱۷۸
- ۲۱۲.....۳-۸-۲- شروع ساخت فایل ترکیبات بار طراحی ۱۷۹
- ۲۱۲.....۴-۸-۲- معرفی حالت‌های بار استاتیکی تنظیم پارامترهای طراحی ۱۷۹
- ۲۱۳.....۵-۸-۲- معرفی مقطع تیرهای مرکب طراحی و بهینه‌سازی اعضا ۱۸۰
- ۲۱۴.....۶-۸-۲- ترسیم تیرهای مرکب نمایش و کنترل خروجی‌ها ۱۸۴
- ۲۱۵.....۷-۸-۲- تعیین جهت بارگذاری نمایش ضریب کاهش سربار ۱۸۴
- ۲۱۶.....۸-۸-۲- بارگذاری توزیع بار زلزله ۱۸۷
- ۲۱۷.....۹-۸-۲- اختصاص مقطع تیرهای انتهای کنسول نمایش نمودارهای برش و جابجایی نسبی ۱۸۸
- ۲۱۷.....۱۰-۸-۲- تحلیل مدل کنترل و طراحی ستون تقاطع A-I در طبقه اول ۱۸۹
- ۲۱۷.....۱۱-۸-۲- طراحی تیرهای مرکب وزن اسکلت سازه ۱۹۱
- ۲۱۷.....۱۲-۸-۲- تنظیم پارامترهای طراحی کنترل جابجایی جانبی ۱۹۳
- ۲۱۸.....۱۳-۸-۲- معرفی پارامترهای طراحی نمایش نمودار برش پیوندهای بادبند و اگر ۱۹۵
- ۲۱۹.....۱۴-۸-۲- انجام عملیات طراحی ایجاد خروجی برای SAFE 8.X ۱۹۶
- ۲۲۰.....۱۵-۸-۲- طراحی دستی تیرهای مرکب تحلیل و طراحی پی در SAFE 8 ۱۹۷
-۱-۷-۲- شروع ساخت مدل ۱۹۸
-۲-۷-۲- ترسیم هندسه مدل ۱۹۸

فصل سوم

ساختمان بتنی با قاب خمشی

- ۲۵۸.....۳-۲-۷-۳ مقطع سقف
- ۲۵۹.....۴-۲-۷-۳ معرفی طیف ضریب بازتاب
- ۲۵۹.....۵-۲-۷-۳ حالت‌های بار استاتیکی
- ۲۶۲.....۶-۲-۷-۳ حالت‌های بار طیفی
- ۲۶۳.....۷-۲-۷-۳ ضوابط لرزه‌ای
- ۲۶۳.....۸-۲-۷-۳ جرم
- ۲۶۴.....۳-۷-۳ ترسیم مدل
- ۲۶۴.....۱-۳-۷-۳ ترسیم ستون‌ها
- ۲۶۴.....۲-۳-۷-۳ ترسیم تیرها
- ۲۶۷.....۳-۳-۷-۳ ترسیم سقف‌ها
- ۲۶۹.....۴-۷-۳ اختصاص مشخصات
- ۲۶۹.....۱-۴-۷-۳ تکیه‌گاه
- ۲۷۰.....۲-۴-۷-۳ مقطع تیرها و ستونها
- ۲۷۱.....۳-۴-۷-۳ آزادسازی لنگر و پیچش
- ۲۷۲.....۴-۴-۷-۳ نواحی صلب انتهایی
- ۲۷۳.....۵-۴-۷-۳ اصلاح مشخصات هندسی و ترک‌خوردگی
- ۲۷۴.....۶-۴-۷-۳ مقطع سقفها
- ۲۷۵.....۷-۴-۷-۳ جهت تیرچه‌ریزی
- ۲۷۵.....۸-۴-۷-۳ دیافراگم صلب
- ۲۷۶.....۵-۷-۳ بارگذاری
- ۲۷۷.....۱-۵-۷-۳ بارگذاری سقف‌ها
- ۲۷۸.....۲-۵-۷-۳ بارگذاری دیوارهای جانبی
- ۲۸۱.....۳-۵-۷-۳ بارگذاری پله
- ۲۸۱.....۴-۵-۷-۳ اعمال اضافه بار تیرچه‌های جفت
- ۲۸۲.....۵-۵-۷-۳ بارگذاری خرپشته
- ۲۸۳.....۶-۷-۳ تحلیل سازه
- ۲۸۵.....۱-۶-۷-۳ یکسان‌سازی برش پایه استاتیکی و دینامیکی
- ۲۸۷.....۲-۶-۷-۳ اصلاح طیف بازتاب
- ۲۸۷.....۷-۷-۳ طراحی سازه
- ۲۸۷.....۱-۷-۷-۳ تنظیم پارامترهای طراحی
- ۲۸۸.....۲-۷-۷-۳ تنظیم ترکیبات بار
- ۲۲۷.....۱-۳-۳ مقدمه
- ۲۲۸.....۲-۳-۳ معرفی پروژه
- ۲۳۳.....۳-۳-۳ مشخصات سازه
- ۲۳۳.....۱-۳-۳ مصالح
- ۲۳۳.....۲-۳-۳ مقطع اعضا و سقف
- ۲۳۶.....۳-۳-۳ سیستم‌های باربر
- ۲۴۰.....۴-۳-۳ بارگذاری تکی
- ۲۴۰.....۱-۴-۳ سقف تیپ طبقات
- ۲۴۰.....۲-۴-۳ سقف طبقات زیرزمین و پارکینگ
- ۲۴۱.....۳-۴-۳ سقف بام
- ۲۴۲.....۴-۴-۳ دیوارها
- ۲۴۴.....۵-۴-۳ بارگذاری پله
- ۲۴۵.....۶-۴-۳ بار زنده
- ۲۴۵.....۵-۳-۳ بارگذاری زلزله
- ۲۴۶.....۱-۵-۳ محاسبه وزن طبقات
- ۲۴۶.....۱-۱-۵-۳ وزن طبقه پارکینگ
- ۲۴۷.....۲-۱-۵-۳ وزن طبقه اول
- ۲۴۷.....۳-۱-۵-۳ وزن طبقه دوم
- ۲۴۸.....۴-۱-۵-۳ وزن طبقه سوم
- ۲۴۸.....۵-۱-۵-۳ وزن طبقه چهارم
- ۲۴۸.....۶-۱-۵-۳ وزن طبقه بام
- ۲۴۹.....۷-۱-۵-۳ وزن خرپشته
- ۲۴۹.....۲-۵-۳ توزیع بار زلزله
- ۲۵۰.....۶-۳ بارگذاری طیفی
- ۲۵۱.....۷-۳ ساخت مدل سازه در ETABS
- ۲۵۱.....۱-۷-۳ شروع ساخت مدل
- ۲۵۳.....۲-۷-۳ تعریف مشخصات سازه
- ۲۵۴.....۱-۲-۷-۳ مصالح
- ۲۵۵.....۲-۲-۷-۳ مقاطع تیر و ستون

- ۴۳۷.....۴-۱۱-۷-۱- وزن اسکلت
- ۴۳۹.....۴-۱۱-۷-۲- وزن طبقات و برش طبقات
- ۴۴۱.....۴-۱۱-۷-۳- نیروی داخلی دیوار برشی
- ۴۴۳.....۴-۱۱-۷-۴- نمایش توزیع نیروی زلزله
- ۴۴۴.....۴-۱۱-۸- طراحی اسکلت بتنی
- ۴۴۴.....۴-۱۱-۸-۱- تنظیم پارامترهای طراحی
- ۴۴۵.....۴-۱۱-۸-۲- ترکیبات بار
- ۴۴۶.....۴-۱۱-۸-۳- تنظیم پارامترهای طراحی
- ۴۴۶.....۴-۱۱-۸-۴- انجام عملیات طراحی
- ۴۴۸.....۴-۱۱-۸-۵- کنترل درصد فولاد
- ۴۴۹.....۴-۱۱-۸-۶- کنترل خاموت های برشی
- ۴۵۴.....۴-۱۱-۹-۹- طراحی دیوارهای برشی
- ۴۵۵.....۴-۱۱-۹-۱- کنترل المان مرزی
- ۴۵۸.....۴-۱۱-۹-۲- روش طراحی ساده
- ۴۶۳.....۴-۱۱-۹-۳- روش عمومی طراحی دیوار برشی
- ۴۶۷.....۴-۱۱-۱۰- کنترل جابجایی
- ۴۶۹.....۴-۱۱-۱۱- ایجاد خروجی برنامه SAFE
- ۴۶۹.....۴-۱۲-۱- تحلیل و طراحی پی در 8 SAFE
- ۴۷۳.....۴-۱۲-۱- شروع ساخت مدل
- ۴۷۴.....۴-۱۲-۲- ترسیم مدل
- ۴۷۶.....۴-۱۲-۳- معرفی ترکیبات بار
- ۴۷۷.....۴-۱۲-۴- اختصاص مقطع عناصر
- ۴۷۹.....۴-۱۲-۵- اختصاص سختی شمعها
- ۴۸۰.....۴-۱۲-۶- تکیه‌گاه خاک
- ۴۸۱.....۴-۱۲-۷- اختصاص بار سطحی
- ۴۸۱.....۴-۱۲-۸- ترسیم نوارهای طراحی
- ۴۸۳.....۴-۱۲-۹- تنظیم پارامترهای تحلیل و طراحی
- ۴۸۴.....۴-۱۲-۱۰- کنترل فشار خاک
- ۴۸۴.....۴-۱۲-۱۱- کنترل فشار زیر شمعها
- ۴۸۸.....۴-۱۲-۱۲- طراحی میلگردهای طولی پی
- ۴۹۱.....۴-۱۳- طراحی تیرچه‌ها
- ۳۹۴.....۴-۱۱-۲-۳- مقطع سقف و دیوار برشی
- ۳۹۷.....۴-۱۱-۲-۴- حالت‌های بار استاتیکی
- ۳۹۸.....۴-۱۱-۲-۵- ترکیبات بار
- ۴۰۰.....۴-۱۱-۲-۶- ضوابط لرزه‌ای
- ۴۰۰.....۴-۱۱-۲-۷- محاسبه جرم
- ۴۰۱.....۴-۱۱-۳- ترسیم مدل
- ۴۰۱.....۴-۱۱-۳-۱- ترسیم ستونها
- ۴۰۲.....۴-۱۱-۳-۲- ترسیم تیرها
- ۴۰۴.....۴-۱۱-۳-۳- ترسیم سقفها
- ۴۰۵.....۴-۱۱-۳-۴- اصلاح هندسه طبقه PARKING
- ۴۱۰.....۴-۱۱-۳-۵- تقسیم‌بندی دیوارهای برشی
- ۴۱۰.....۴-۱۱-۴- اختصاص مشخصات
- ۴۱۰.....۴-۱۱-۴-۱- تکیه‌گاه
- ۴۱۱.....۴-۱۱-۴-۲- مقطع تیر و ستون
- ۴۱۳.....۴-۱۱-۴-۳- آزاد کردن لنگر انتهایی تیرها
- ۴۱۴.....۴-۱۱-۴-۴- نواحی صلب انتهایی
- ۴۱۵.....۴-۱۱-۴-۵- ترک‌خوردگی و اصلاح وزن تیرها
- ۴۱۷.....۴-۱۱-۴-۶- نام‌گذاری ستونهای متصل به دیوار برشی
- ۴۱۷.....۴-۱۱-۴-۷- مقطع سقف و دیوار برشی
- ۴۱۸.....۴-۱۱-۴-۸- معرفی جهت تیرچه‌ها
- ۴۱۹.....۴-۱۱-۴-۹- دیافراگم صلب
- ۴۲۰.....۴-۱۱-۴-۱۰- نام‌گذاری دیوارها
- ۴۲۰.....۴-۱۱-۴-۱۱- ترک‌خوردگی دیوار
- ۴۲۴.....۴-۱۱-۵- بارگذاری
- ۴۲۵.....۴-۱۱-۵-۱- بار سقفها
- ۴۲۶.....۴-۱۱-۵-۲- بار دیوارهای جانبی
- ۴۲۹.....۴-۱۱-۵-۳- بار پله‌ها
- ۴۳۰.....۴-۱۱-۵-۴- بار سقف خرپشته
- ۴۳۱.....۴-۱۱-۵-۵- بار زلزله قائم طرورها
- ۴۳۲.....۴-۱۱-۶- تحلیل سازه
- ۴۳۷.....۴-۱۱-۷- کنترل پاسخها

۴-۱۳-۱- طراحی تیرچه J1..... ۴۹۲

۴-۱۳-۲- طراحی تیرچه J2..... ۴۹۳

۴-۱۳-۳- طراحی تیرچه J3..... ۴۹۴

ساختمان بتنی با سیستم دوگانه دیوار برشی

فصل پنجم

۱-۱- کلیات..... ۵۲۱

۲-۲- معماری پروژه..... ۵۲۲

۳-۳- مصالح و جزئیات اجرایی سقف و دیوارها..... ۵۲۸

۱-۳-۳- مصالح بتنی..... ۵۲۸

۲-۳-۳- جزئیات اجرایی دیوارها..... ۵۲۸

۳-۳-۳- جزئیات سقف طبقات و بام..... ۵۳۰

۴-۳-۳- جزئیات پله‌ها..... ۵۳۱

۵-۳-۳- محاسبه و برآورد بار زنده..... ۵۳۲

۶-۳-۳- خلاصه بارگذاری ساختمان..... ۵۳۲

۴-۴- سیستم‌های باربر و مقاطع اعضا..... ۵۳۲

۱-۴-۴- سیستم باربر..... ۵۳۲

۲-۴-۴- مقاطع اعضای سازه..... ۵۳۶

۳-۴-۴- نکات مدل‌سازی در نرم‌افزار..... ۵۳۶

۵-۵- محاسبه وزن اسکلت..... ۵۳۸

۶-۶- محاسبه وزن سازه..... ۵۴۳

۷-۷- بارگذاری جانبی زلزله..... ۵۴۷

۸-۸- سختی و توزیع بار در دیوارهای برشی..... ۵۴۹

۱-۸-۸- سختی دیوار برشی..... ۵۴۹

۲-۸-۸- توزیع نیروی زلزله و ثقلی بین دیوارهای برشی..... ۵۵۱

۹-۹- ساخت مدل در ETABS..... ۵۵۵

۱-۹-۹- شروع مدل‌سازی..... ۵۵۶

۲-۹-۹- معرفی مشخصات مدل..... ۵۵۸

۱-۲-۹-۵- مصالح..... ۵۵۸

۲-۲-۹-۵- مقاطع تیر و ستون..... ۵۵۹

۳-۲-۹-۵- مقاطع سقف و دیوار برشی..... ۵۶۱

۵-۹-۲-۴- بارهای استاتیکی..... ۵۶۳

۵-۹-۲-۵- ترکیبات بار..... ۵۶۶

۵-۹-۲-۶- پارامترهای لرزه‌ای..... ۵۶۷

۵-۹-۲-۷- محاسبه جرم یا وزن ساختمان..... ۵۶۸

۵-۹-۳- ترسیم سازه..... ۵۶۸

۵-۹-۳-۱- ترسیم ستون‌ها..... ۵۶۹

۵-۹-۳-۲- ترسیم دیوارهای برشی..... ۵۶۹

۵-۹-۳-۳- تقسیم‌بندی دیوارهای برشی..... ۵۷۲

۵-۹-۳-۴- ترسیم تیرها..... ۵۷۴

۵-۹-۳-۵- ترسیم سقف‌ها..... ۵۷۵

۵-۹-۳-۶- اصلاح هندسه طبقه همکف..... ۵۷۷

۵-۹-۴- نسبت دادن مشخصات به اعضا..... ۵۷۷

۵-۹-۴-۱- تکیه‌گاه..... ۵۷۸

۵-۹-۴-۲- مقطع اعضا..... ۵۷۸

۵-۹-۴-۳- آزادسازی انتهایی تیرها..... ۵۷۹

۵-۹-۴-۴- نسبت دادن نواحی صلب انتهایی..... ۵۸۱

۵-۹-۴-۵- نسبت دادن دیافراگم صلب..... ۵۸۴

۵-۹-۴-۶- نامگذاری دیوارهای برشی..... ۵۸۵

۵-۹-۵- بارگذاری..... ۵۸۹

۱-۵-۹-۱- بارگذاری سقف‌ها..... ۵۸۹

۲-۵-۹-۲- بارگذاری دیوارهای جانبی..... ۵۹۰

۳-۵-۹-۳- بارگذاری سقف پله..... ۵۹۲

۴-۵-۹-۴- بارگذاری سقف خریشته..... ۵۹۲

۶-۹-۶- تحلیل سازه و اعمال ترک‌خوردگی اعضا..... ۵۹۴

۱-۶-۹-۱- تنظیم پارامترهای تحلیل..... ۵۹۴

۲-۶-۹-۲- کنترل ترک خوردگی مقطع دیوارها..... ۵۹۶

۷-۹-۷- کنترل و بررسی خروجی‌ها..... ۵۹۹

۱-۷-۹-۱- جرم گره‌ها و دیافراگم..... ۶۰۱

۲-۷-۹-۲- مرکز جرم و مرکز سختی..... ۶۰۱

۳-۷-۹-۳- توزیع بار زلزله..... ۶۰۲

۴-۷-۹-۵- برش، پیچش و لنگر واژگونی..... ۶۰۳

- ۶۶۴.....۱۰-۵-۳- ترسیم نوارهای طراحی
- ۶۶۷.....۱۰-۵-۴- پارامترهای طراحی نوارهای طراحی
- ۶۶۹.....۱۰-۵-۵- پارامترهای طراحی کنترل برش منگنه‌ای
- ۶۷۰.....۱۰-۶-۱- تحلیل پی
- ۶۷۲.....۱۰-۷-۱- بررسی خروجی‌ها
- ۶۷۲.....۱۰-۷-۱- کنترل فشار خاک
- ۶۷۳.....۱۰-۶-۲- نیروی داخلی نوارهای طراحی
- ۶۷۴.....۱۰-۶-۳- میلگرد مورد نیاز در نوارهای طراحی
- ۶۷۶.....۱۰-۶-۴- کنترل برش منگنه‌ای
- ۶۷۶.....۱۰-۵-۵- میلگرد مورد نیاز در واحد طول
- ۶۷۸.....۱۰-۷-۱- کنترل برش منگنه‌ای زیر دیوارهای برشی
- ۶۸۰.....۱۱-۵-۱۱- طراحی دال طبقه دوم
- ۶۸۰.....۱۱-۵-۱۱- کنترل خیز دالها
- ۶۸۱.....۱۱-۵-۱۱- ضخامت حداقل دالها (بند 9.5.3.3 آیین‌نامه ACI)
- ۶۸۱.....۱۱-۵-۲- خیز حداکثر دالها (بند 9.5.3.4 آیین‌نامه ACI)
- ۶۸۳.....۱۱-۵-۳- کنترل ضخامت دال پروژه
- ۶۸۴.....۱۱-۵-۲- فرستادن دال طبقه‌ی دوم به SAFE
- ۶۸۵.....۱۱-۵-۳- تعریف مشخصات دال
- ۶۸۶.....۱۱-۵-۱- مصالح
- ۶۸۷.....۱۱-۵-۲- مقطع دال
- ۶۸۷.....۱۱-۵-۳- مقطع تیر
- ۶۸۹.....۱۱-۵-۴- تکیه‌گاه ستونی
- ۶۹۰.....۱۱-۵-۵- تکیه‌گاه دیوار
- ۶۹۱.....۱۱-۵-۶- دستگاه مختصات و ارتفاع طبقه‌ها
- ۶۹۱.....۱۱-۵-۷- حالت‌های بار
- ۶۹۲.....۱۱-۵-۸- حالت‌های تحلیل
- ۶۹۵.....۱۱-۵-۹- ترکیب بارها
- ۶۹۷.....۱۱-۵-۴- ترسیم هندسه دال
- ۶۹۷.....۱۱-۵-۱- ترسیم عناصر جدید دال
- ۶۹۸.....۱۱-۵-۲- حذف عناصر اضافی
- ۶۹۹.....۱۱-۵-۳- اصلاح هندسه‌ی دال، بازشو و دیوارهای برشی
- ۶۰۳.....۵-۷-۹-۵- کنترل لزوم اثر $P-\Delta$
- ۶۰۵.....۵-۷-۶- نیروی داخلی دیوارهای برشی
- ۶۰۸.....۵-۷-۷- توزیع بار ثقلی از دال به تیرها
- ۶۰۸.....۵-۹-۸- طراحی دیوارهای برشی و تیرهای عمیق
- ۶۰۹.....۵-۹-۱- طراحی دیوارهای برشی
- ۶۱۰.....۵-۹-۱-۱- طراحی خمشی- محوری دیوار
- ۶۲۴.....۵-۹-۱-۲- طراحی برشی دیوار
- ۶۲۷.....۵-۹-۱-۳- طراحی المان مرزی
- ۶۳۴.....۵-۹-۱-۴- جزییات خروجی متنی دیوار برشی
- ۶۳۷.....۵-۹-۲- طراحی تیرهای عمیق
- ۶۳۷.....۵-۹-۱-۲- تهیه خروجی تیرهای عمیق
- ۶۳۹.....۵-۹-۲-۲- طراحی خمشی و برشی تیرهای عمیق
- ۶۴۰.....۵-۹-۳-۲- طراحی تیرهای عمیق در برنامه ETABS
- ۶۴۴.....۵-۹-۹- کنترل قاب‌ها تحت 25% بار زلزله
- ۶۴۸.....۵-۱۰-۱- تحلیل و طراحی پی در SAFE 12
- ۶۴۹.....۵-۱۰-۱- فرستادن عکس العمل‌های تکیه‌گاهی به SAFE
- ۶۵۲.....۵-۱۰-۲- تعریف مشخصات پی
- ۶۵۲.....۵-۱۰-۱-۲- مصالح
- ۶۵۲.....۵-۱۰-۲- مقطع پی
- ۶۵۳.....۵-۱۰-۳- تکیه‌گاه خاک
- ۶۵۴.....۵-۱۰-۴- حالت‌های بار
- ۶۵۴.....۵-۱۰-۵- ترکیب بارها
- ۶۵۵.....۵-۱۰-۶- تبدیل ترکیب بارها به حالت‌های تحلیلی غیرخطی
- ۶۵۸.....۵-۱۰-۳- ترسیم هندسه
- ۶۶۰.....۵-۱۰-۴- اختصاص مشخصات
- ۶۶۱.....۵-۱۰-۱- تکیه‌گاه خاک
- ۶۶۱.....۵-۱۰-۲- آزادسازی لبه‌ای
- ۶۶۲.....۵-۱۰-۳- بارگذاری سطحی
- ۶۶۲.....۵-۱۰-۵- تنظیم‌های طراحی
- ۶۶۳.....۵-۱۰-۱- تنظیم آیین‌نامه
- ۶۶۴.....۵-۱۰-۲- ترکیب بارهای طراحی

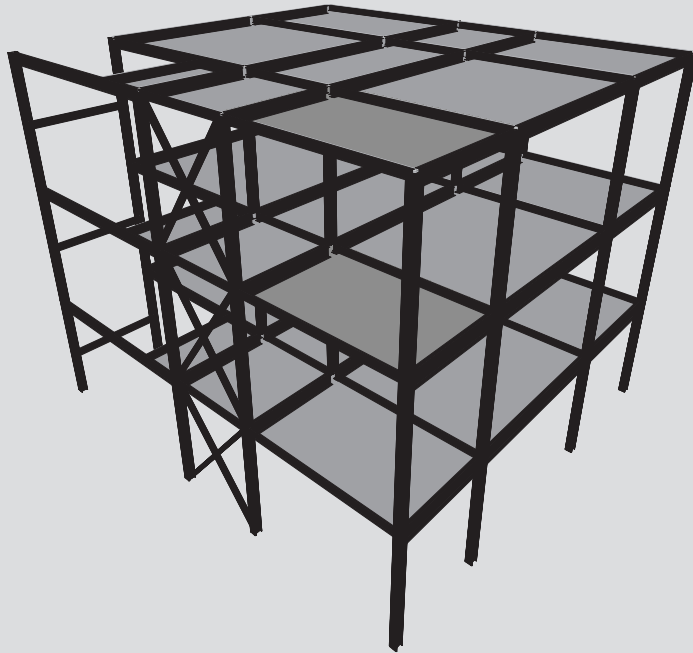
۷۰۱.....	۵-۱۱-۵- نسبت دادن مشخصات و بارها
۷۰۲.....	۶-۱۱-۵- مشخصات طراحی
۷۰۲.....	۱-۶-۱۱-۵- ترسیم نوارهای طراحی
۷۰۵.....	۲-۶-۱۱-۵- تنظیم آیین‌نامه و پوشش میلگردها
۷۰۶.....	۳-۶-۱۱-۵- انتخاب ترکیب بارهای طراحی
۷۰۷.....	۳-۶-۱۱-۵- پارامترهای طراحی نوارها
۷۰۸.....	۷-۱۱-۵- تحلیل و طراحی
۷۰۸.....	۱-۷-۱۱-۵- تقسیم‌بندی خودکار اجزای محدود
۷۰۸.....	۲-۷-۱۱-۵- پارامترهای تحلیل ترک خوردگی دال
۷۱۰.....	۳-۷-۱۱-۵- تنظیم درجات آزادی
۷۱۰.....	۳-۷-۱۱-۵- انجام تحلیل و طراحی
۷۱۰.....	۸-۱۱-۵- مشاهده و کنترل خروجی‌ها
۷۱۱.....	۱-۸-۱۱-۵- خیز دال
۷۱۲.....	۲-۸-۱۱-۵- عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی
۷۱۳.....	۳-۸-۱۱-۵- میلگردهای طولی دال
۷۱۳.....	۴-۸-۱۱-۵- میلگردهای طولی تیر

آشنایی با نرم‌افزار سازه ۹۰

فصل نهم

۷۱۹.....	۱-۶- مقدمه
۷۲۰.....	۲-۶- ویژگی‌های نرم‌افزار سازه ۹۰
۷۲۲.....	۳-۶- کار با سازه ۹۰
۷۲۲.....	۱-۳-۶- معرفی پروژه
۷۲۲.....	۲-۳-۶- آماده‌سازی فایل‌های لازم برای سازه ۹۰
۷۲۳.....	۳-۳-۶- انتقال پروژه از محیط ETABS به محیط AutoCAD
۷۲۳.....	۴-۳-۶- ترسیم تیرها، پلان تیرریزی و مقطع تیر
۷۲۸.....	۵-۳-۶- قابلیت‌های کنترل ترسیم تیرها و مقاطع آنها
۷۳۰.....	۶-۳-۶- ترسیم ستون‌ها، پلان ستون‌گذاری و مقاطع ستون‌ها
۷۳۳.....	۷-۳-۶- ترسیم دیوارهای برشی
۷۳۴.....	۸-۳-۶- ترسیم فونداسیون‌ها
۷۳۴.....	۹-۳-۶- ابزار وصله و خم میلگردها
۷۳۵.....	۱۰-۳-۶- فهرست میلگردهای طولی، خاموت‌ها و محاسبه حجم بتن

- بارگذاری ثقیلی بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان
- بارگذاری جانبی بر مبنای ویرایش دوم آیین‌نامه 2800
- پخش بار ثقیلی و تحلیل تقریبی یک قاب تحت بار جانبی و ثقیلی
- طراحی دستی یک تیر، ستون و بادبند
- مدل‌سازی قاب خمشی و مهاربندی همگرای X
- طراحی اعضای فولادی و کنترل خروجی‌ها
- طراحی پی‌نواری با محدودیت همسایه و کنترل برش منگنه‌ای
- طراحی صفحه زیرستون
- طراحی اتصالات مفصلی و گیردار
- طراحی اتصالات بادبند
- طراحی تیرچه‌های بتنی
- ترسیم نقشه‌های اجرایی



فصل اول

ساختمان فولادی با قاب خمشی و مهاربندی X

فصل اول

ساختمان فولادی با قاب خمشی و مهاربندی X

۱-۱- مقدمه

در این فصل نحوه تحلیل و طراحی یک ساختمان فولادی سه طبقه شرح داده خواهد شد. برای مقایسه نتایج حاصل از طراحی دستی و رایانه‌ای برخی از اعضای این ساختمان به‌طور کامل به روش دستی تحلیل و طراحی شده و سپس با نتایج رایانه‌ای مقایسه می‌شوند. پس از مدلسازی رایانه‌ای سازه، خروجی‌ها بدست آمده و درباره آنها بحث می‌شود. در انتهای فصل، نقشه‌های اجرایی نیز ترسیم شده‌اند. در تحلیل و طراحی سازه‌های ساختمانی معمولاً انجام گامهای زیر ضروری است:

- ستون‌گذاری، تیرریزی و تشکیل مدل ریاضی سازه
- تعیین سیستم‌های باربر ثقلی و جانبی
- تعیین جزییات بارهای سقف و دیوارها
- بارگذاری ثقلی و توزیع بارها (مرده و زنده)
- بارگذاری جانبی (باد یا زلزله)
- تحلیل سازه و تعیین نیروهای داخلی
- طراحی اسکلت سازه (تیر- ستون- بادبند)
- طراحی اتصالات
- طراحی پی
- ترسیم نقشه‌ها

در این پروژه سعی شده است که تمامی مراحل ذکر شده به صورت مفصل مورد بحث و بررسی قرار گیرند.

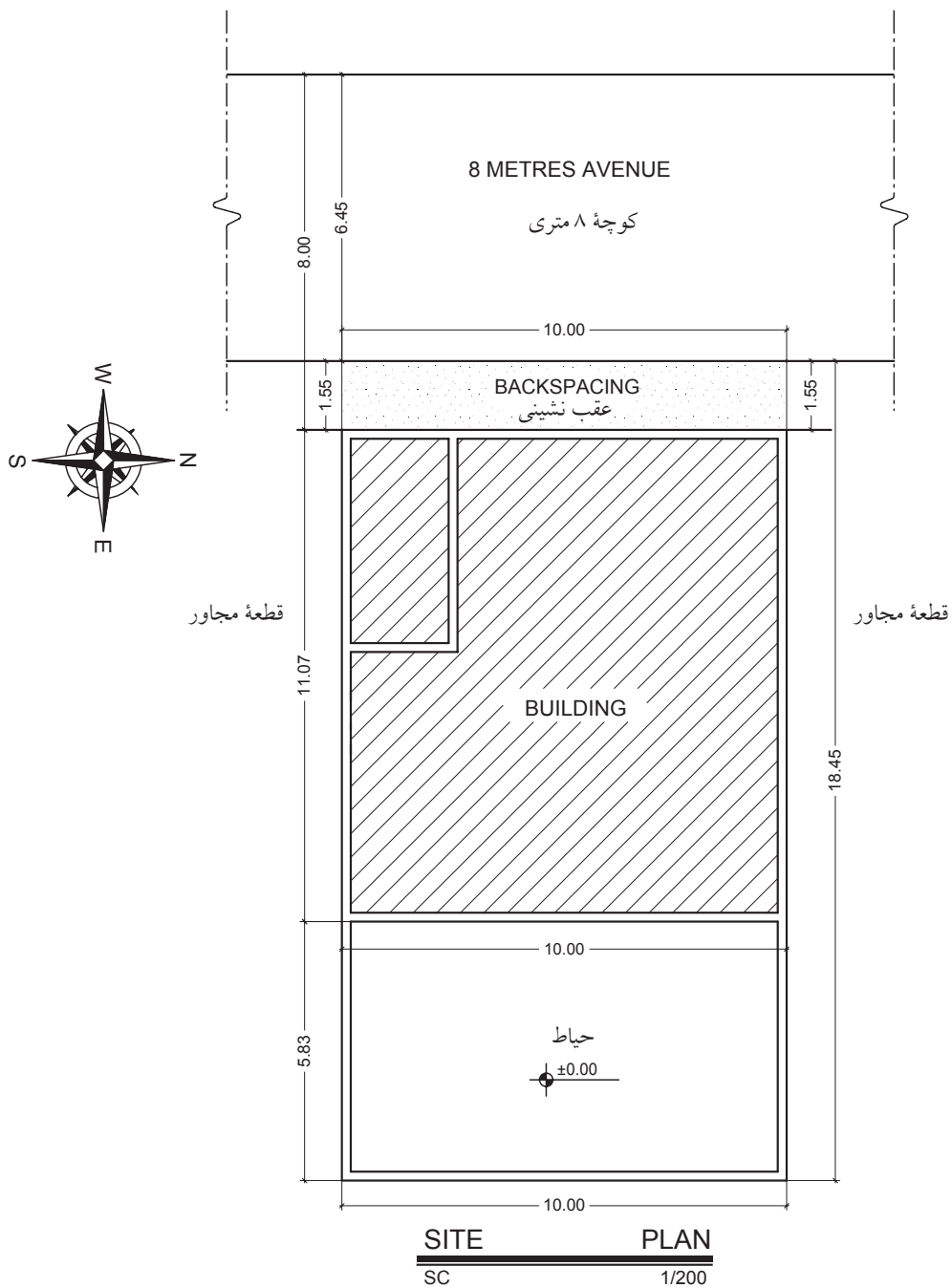
۱-۲- معرفی پروژه

پلان‌های معماری، نماها، برش‌ها و جزییات معماری ساختمان در شکل ۱-۱ نشان داده شده‌اند. چنانچه در شکل ۱-۱ مشاهده می‌شود، هندسه سازه منظم است. در دو وجه شرقی و غربی دیوارها نما دارد و در دو وجه شمالی و جنوبی سازه دیوارها بدون نما هستند. ارتفاع طبقات به صورت خالص در برش نشان داده شده است. ضخامت سقف 30 cm است. البته همانطور که در جزییات سقف نشان داده می‌شود ضخامت تمام شده سقف از این مقدار کمی بیشتر است، اما برای سادگی ضخامت 30 cm را در نظر خواهیم گرفت. ارتفاع جان‌پناه نیز حدود 70 cm است.

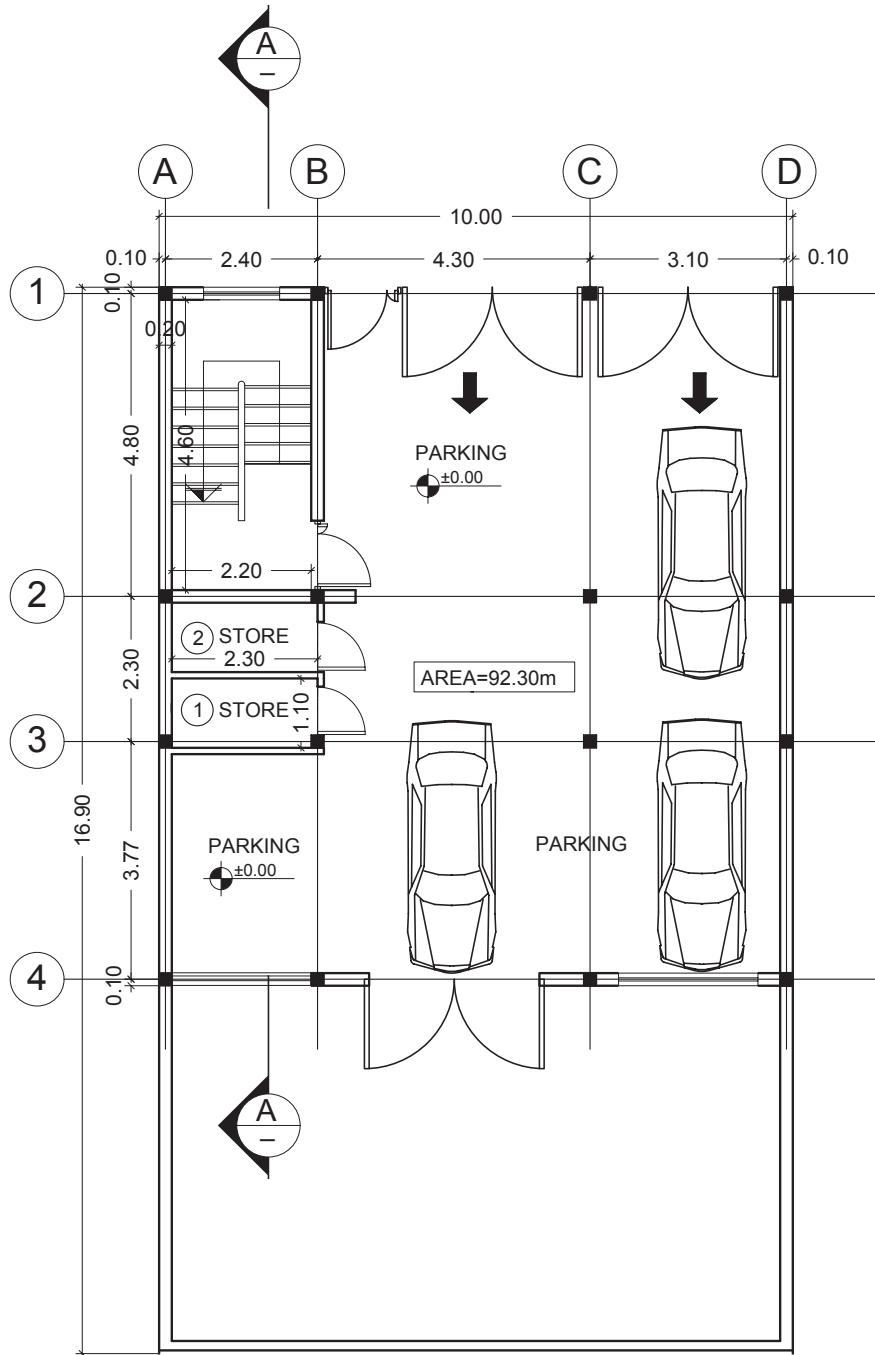
چنانچه در شکل ۱-۱ مشاهده می‌شود، پلان همکف با ارتفاع خالص 2.5 m به عنوان پارکینگ است. دو پلان بعدی نیز کاربری مسکونی دارند. نماهای شرقی و غربی نیز در شکل ۱-۱-ج و ۱-۱-چ نشان داده شده‌اند. نمای سنگ برای این دو وجه در نظر گرفته می‌شود. ضخامت 30 cm در واقع ضخامت سازه‌ای سقف (سقف تیرچه بلوک) است و برای تعیین ضخامت کل باید کف‌سازی معماری نیز به آن اضافه شود. در بخش بارگذاری ضخامت کلی سقف‌ها در جزییات مربوطه نشان داده شده است. با استفاده از برش A-A می‌توان ارتفاع طبقات را برداشت نمود. ارتفاع طبقات، براساس فاصله کف تا کف سازه‌ای تعیین می‌شود. برای طبقه همکف، کف‌سازی حدود 30 cm فرض می‌شود. بدیهی است در پلان‌های معماری در طبقه همکف، کد ارتفاعی روی کف‌سازی نمایش داده شده و باید برای محاسبه ارتفاع سازه‌ای طبقه، به اندازه 30 cm کف‌سازی به آن افزود.

در این سازه به دلیل کوتاه بودن ساختمان در دو وجه شمالی و جنوبی که ملک مجاور قرار دارد، نیازی به تأمین درز انقطاع وجود نداشته و ساختمان، هم‌مرز همسایه خواهد شد.

ساختمان در منطقه‌ای با زلزله‌خیزی متوسط قرار دارد. برای بارگذاری جانبی ساختمان این پروژه از ویرایش دوم آیین‌نامه 2800 استفاده شده است. در فصل‌های دیگر این مجموعه از ویرایش سوم آیین‌نامه 2800 نیز استفاده می‌شود. از روی پلان‌ها مشخص است که کاربری ساختمان کاملاً مسکونی است. موقعیت و کاربری هر کدام از فضاهای معماری روی نقشه‌ها مشخص است. همچنین فرض می‌شود که سازه در زمینی با خاک II احداث شده است.



شکل ۱-۱-الف- پلان موقعیت ساختمان



GROUND FLOOR PLAN

SC 1/100

شکل ۱-۱-ب- پلان طبقه همکف (کاربری پارکینگ)