

محاسبات پروژه‌های ساختمانی با استفاده از SAFE و ETABS



نشر علم عمران

www.elme-omran.com
Info@elme-omran.com

عضو:



انجمن فنی ناشران کتاب دانشگاهی

سرشناسه: باجی، حسن، ۱۳۵۶
عنوان و پدید آورنده: محاسبات پروژه‌های ساختمانی با استفاده از ETABS و SAFE / تألیف حسن باجی
وضعیت ویراست: ویراست چهارم
چاپ نخست: پاییز ۱۳۸۵
نوبت چاپ: سیزدهم، بهار ۱۳۹۱
مشخصات نشر: تهران، علم عمران، ۱۳۹۱
مشخصات ظاهری: شانزده، [۷۴]، مصور، جدول، نمودار
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۹۶۸۰۲-۲-۴
بها: ۲۵۰/۰۰۰ ریال
موضوع: سازه، برنامه‌های کامپیوتری، اتبز (برنامه کامپیوتری)، تجزیه و تحلیل، داده‌پردازی
رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۸ م۳ب/۲۴۶۷
رده‌بندی دیویی: ۶۲۴/۱۷۱۰۲۸۵
شماره کتابشناسی ملی: ۱۲۸۵۴۶۳



**محاسبات پروژه‌های ساختمانی با استفاده از ETABS و SAFE، ویرایش چهارم
تألیف حسن باجی**

(SAFE 8 & 12 ، ETABS 9)

چاپ نخست: پاییز ۱۳۸۵
چاپ سیزدهم: بهار ۱۳۹۱
تعداد و قطع صفحات: ۷۵۷ صفحه خشتی
شمارگان: ۱۵۰۰
بها: ۲۵۰/۰۰۰ ریال
بهای CDهای آموزشی فولادی و بتنی (مستقل از کتاب): ۱۲۰/۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۹۶۸۰۲-۲-۴

نشر علم عمران: تهران، میدان انقلاب، بین وحیدنظری و روانمهر، بن بست گشتاسب، شماره ۷، طبقه دوم
دورنگار: ۶۶۹۶۱۶۲۰
www.elme-omran.com
تلفن: ۶۶۴۸۱۴۵۰۸
www.KetabOmran.com

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مولف و ناشر، نشر یا پخش یا عرضه کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

تقدیم به همسر عزیزم

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
۱-۲-۱-۱	معرفی پروژه	۴
۱-۳-۱-۱	مشخصات سازه‌ای پروژه	۱۳
۱-۴-۱-۱	ستون‌گذاری، تیرریزی و تشکیل مدل ریاضی	۱۴
۱-۵-۱-۱	تعیین سیستم‌های باربر	۱۴
۱-۶-۱-۱	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
۱-۷-۱-۱	توزیع بار ثقلی	۲۱
۱-۸-۱-۱	بارگذاری زلزله	۲۲
۱-۹-۱-۱	تحلیل تقریبی قاب‌های 3 و D	۲۷
۱-۱۰-۱-۱	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
۱-۱۱-۱-۱	مدل‌سازی با نرم‌افزار ETABS	۳۴
۱-۱۱-۱-۱	شروع مدل‌سازی	۳۴
۱-۱۱-۱-۲	تعریف مشخصات مدل	۳۶
۱-۱۱-۱-۲	مصالح	۳۶
۱-۱۱-۱-۲	مقاطع اعضا	۳۸
۱-۱۱-۱-۳	مقطع سقف	۴۲
۱-۱۱-۱-۴	بارهای استاتیکی	۴۳
۱-۱۱-۱-۵	ترکیبات بار	۴۵
۱-۱۱-۱-۶	تنظیم پارامترهای لرزه‌ای	۴۷
۱-۱۱-۱-۷	جرم سازه	۴۸
۱-۱۱-۱-۳	ترسیم مدل سازه	۴۹
۱-۱۱-۱-۳	ترسیم ستون‌ها	۴۹
۱-۱۱-۱-۲	ترسیم تیرها	۵۰
۱-۱۱-۱-۳	ترسیم بادبندها	۵۰
۱-۱۱-۱-۴	ترسیم سقفها	۵۰
۱-۱۱-۱-۵	انتقال تیر پاگرد نیم طبقه	۵۱
۱-۱۱-۱-۴	اختصاص مشخصات به عناصر	۵۱
۱-۱۱-۱-۴	تکیه‌گاه	۵۱
۱-۱۱-۱-۲	آزادسازی لنگر انتهایی تیرها	۵۳
۱-۱۱-۱-۳	نواحی صلب انتهایی	۵۳
۱-۱۱-۱-۴	دیافراگم صلب کف‌ها	۵۴
۱-۱۱-۱-۵	اختصاص بارها به عناصر	۵۵
۱-۱۱-۱-۵	بار خریشته	۵۵
۱-۱۱-۱-۲	بار پله‌ها	۵۶
۱-۱۱-۱-۳	بار دیوارهای جانبی	۵۷
۱-۱۱-۱-۴	بار معادل‌سازی بار و جرم	۵۸
۱-۱۱-۱-۵	بار سقف‌ها	۵۹
۱-۱۱-۱-۶	تحلیل و طراحی سازه	۶۰
۱-۱۱-۱-۶	تحلیل سازه	۶۰
۱-۱۱-۱-۲	تنظیم آیین‌نامه و پارامترهای آن	۶۰
۱-۱۱-۱-۳	انتخاب ترکیبات بار	۶۲
۱-۱۱-۱-۴	تنظیم پارامترهای طراحی	۶۳
۱-۱۱-۱-۵	انجام عملیات طراحی	۶۴
۱-۱۱-۱-۷	نمایش و کنترل خروجی‌های گرافیکی	۶۹
۱-۱۱-۱-۷	کنترل توزیع بارها	۶۹
۱-۱۱-۱-۲	کنترل تغییرشکل قاب محور 3	۷۰
۱-۱۱-۱-۳	کنترل برش قاب 3 از زلزله جهت X	۷۰
۱-۱۱-۱-۴	کنترل نیروی محوری ستون و بادبند تحت زلزله EY	۷۱
۱-۱۱-۱-۵	کنترل نیروی زلزله پخش شده در تراز طبقات در جهت ۲X	۷۲
۱-۱۱-۱-۸	نمایش و کنترل خروجی‌های متنی	۷۳
۱-۱۱-۱-۱	نمایش جرم و مرکز جرم طبقات	۷۳
۱-۱۱-۱-۲	نمایش وزن اسکلت سازه	۷۵
۱-۱۱-۱-۳	نمایش تغییرمکان جانبی تحت بار زلزله EX	۷۶

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 ۱۶۳
- ۲۰۱-۴-۷-۲- اختصاص مقطع پی ۱۶۵
- ۲۰۱-۵-۷-۲- اختصاص فنر خاک (ضریب بستر) ۱۶۷
- ۲۰۲-۶-۷-۲- اختصاص بار فشار خاک و زنده ۱۶۷
- ۲۰۲-۷-۷-۲- معرفی اندازه کنترل برش منگنه‌ای ۱۶۷
- ۲۰۳-۸-۷-۲- ترسیم نوارهای طراحی ۱۶۷
- ۲۰۴-۹-۷-۲- تنظیم آیین‌نامه طراحی ۱۶۸
- ۲۰۵-۱۰-۷-۲- انجام عملیات تحلیل ۱۶۸
- ۲۰۶-۱۱-۷-۲- کنترل فشار خاک ۱۷۰
- ۲۰۶-۱۲-۷-۲- انجام عملیات طراحی ۱۷۱
- ۲۰۷-۱۳-۷-۲- کنترل برش یکطرفه ۱۷۲
- ۲۰۸-۱۴-۷-۲- کنترل برش منگنه‌ای ۱۷۵
- ۲۱۰-۱۵-۷-۲- نمایش حجم بتن و وزن میلگرد ۱۷۶
- ۲۱۰-۸-۲- طراحی سقف مرکب ۱۷۷
- ۲۱۱-۱-۸-۲- بارگذاری سقف ۱۷۸
- ۲۱۱-۲-۸-۲- مقاطع اعضا ۱۷۸
- ۲۱۲-۳-۸-۲- شروع ساخت فایل ۱۷۹
- ۲۱۲-۴-۸-۲- معرفی حالت‌های بار استاتیکی ۱۷۹
- ۲۱۳-۵-۸-۲- معرفی مقطع تیرهای مرکب ۱۸۰
- ۲۱۴-۶-۸-۲- ترسیم تیرهای مرکب ۱۸۴
- ۲۱۵-۷-۸-۲- تعیین جهت بارگذاری ۱۸۴
- ۲۱۶-۸-۸-۲- بارگذاری ۱۸۷
- ۲۱۷-۹-۸-۲- اختصاص مقطع تیرهای انتهای کنسول ۱۸۸
- ۲۱۷-۱۰-۸-۲- تحلیل مدل ۱۸۹
- ۲۱۷-۱۱-۸-۲- طراحی تیرهای مرکب ۱۹۱
- ۲۱۷-۱۲-۸-۲- تنظیم پارامترهای طراحی ۱۹۳
- ۲۱۸-۱۳-۸-۲- معرفی پارامترهای طراحی ۱۹۵
- ۲۱۹-۱۴-۸-۲- انجام عملیات طراحی ۱۹۶
- ۲۲۰-۱۵-۸-۲- طراحی دستی تیرهای مرکب ۱۹۷
- ۳-۳-۶-۲- ترسیم بادبندها ۱۶۳
- ۴-۳-۶-۲- ترسیم سقف‌ها ۱۶۵
- ۴-۶-۲- اختصاص مشخصات ۱۶۷
- ۱-۴-۶-۲- خارج کردن تیرهای کنسول از حالت مفصلی ۱۶۷
- ۲-۴-۶-۲- نواحی صلب انتهایی ۱۶۷
- ۳-۴-۶-۲- دیافراگم صلب ۱۶۷
- ۵-۶-۲- اختصاص بارها ۱۶۸
- ۱-۵-۶-۲- بار سقف‌ها ۱۶۸
- ۲-۵-۶-۲- بار دیوارهای جانبی ۱۷۰
- ۳-۵-۶-۲- بار خریشته ۱۷۱
- ۴-۵-۶-۲- بار کنسول‌های شمالی و جنوبی ۱۷۲
- ۵-۵-۶-۲- بارگذاری اتاق پله ۱۷۵
- ۶-۶-۲- تنظیم محاسبه ضریب کاهش سربار ۱۷۶
- ۷-۶-۲- انجام عملیات تحلیل ۱۷۷
- ۸-۶-۲- تنظیم پارامترهای طراحی ۱۷۸
- ۹-۶-۲- انجام عملیات طراحی ۱۷۸
- ۱-۹-۶-۲- ترکیبات بار طراحی ۱۷۹
- ۲-۹-۶-۲- تنظیم پارامترهای طراحی ۱۷۹
- ۳-۹-۶-۲- طراحی و بهینه‌سازی اعضا ۱۸۰
- ۱۰-۶-۲- نمایش و کنترل خروجی‌ها ۱۸۴
- ۱-۱۰-۶-۲- نمایش ضریب کاهش سربار ۱۸۴
- ۲-۱۰-۶-۲- توزیع بار زلزله ۱۸۷
- ۳-۱۰-۶-۲- نمایش نمودارهای برش و جابجایی نسبی ۱۸۸
- ۴-۱۰-۶-۲- کنترل و طراحی ستون تقاطع A-1 در طبقه اول ۱۸۹
- ۵-۱۰-۶-۲- وزن اسکلت سازه ۱۹۱
- ۶-۱۰-۶-۲- کنترل جابجایی جانبی ۱۹۳
- ۷-۱۰-۶-۲- نمایش نمودار برش پیوندهای بادبند واگرا ۱۹۵
- ۱۱-۶-۲- ایجاد خروجی برای SAFE 8.X ۱۹۶
- ۷-۲- 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

۳۴۵.....	۲-۷-۸-۳- کنترل برش منگنه‌ای	۲۸۸.....	۳-۷-۷-۳- معرفی پارامترهای طراحی
۳۴۷.....	۳-۷-۸-۳- نمایش میلگرد طولی نوارهای طراحی.....	۲۹۰.....	۴-۷-۷-۳- انجام عملیات طراحی.....
	۴-۷-۸-۳- نمایش میلگرد طولی دال (براساس روش	۲۹۰.....	۵-۷-۷-۳- تغییر مقطع اعضا.....
۳۵۱.....	اجزای محدود).....	۲۹۲.....	۶-۷-۷-۳- نمایش میلگردهای طولی
۳۵۳.....	۸-۸-۳- طراحی براساس ترکیب بارهای طیفی.....	۲۹۳.....	۷-۷-۷-۳- نمایش خاموت برشی.....
		۲۹۹.....	۸-۷-۷-۳- نمایش نتایج طراحی به صورت متنی
		۳۰۱.....	۸-۷-۳- نمایش و چاپ خروجی‌ها.....
فصل چهارم	ساختمان بتنی با قاب خمشی و دیوار برشی	۳۰۱.....	۱-۸-۷-۳- جابجایی جانبی.....
۳۵۷.....	۱-۴- مقدمه.....	۳۰۳.....	۲-۸-۷-۳- وزن اسکلت سازه.....
۳۵۸.....	۲-۴- معرفی پروژه.....	۳۰۴.....	۳-۸-۷-۳- وزن طبقات.....
۳۶۸.....	۳-۴- مشخصات مصالح.....	۳۰۵.....	۴-۸-۷-۳- توزیع بار زلزله.....
۳۶۸.....	۴-۴- مشخصات خاک.....	۳۰۶.....	۹-۷-۳- ایجاد خروجی در SAFE.....
۳۶۸.....	۵-۴- مقاطع سقف و دیوار برشی.....	۳۰۷.....	۱-۹-۷-۳- تحلیل استاتیکی معادل با تحلیل طیفی.....
۳۶۹.....	۶-۴- مقاطع تیر و ستون.....	۳۱۱.....	۲-۹-۷-۳- ارسال فایل به SAFE.....
۳۷۱.....	۷-۴- بارگذاری ثقلی.....	۳۱۲.....	۸-۳- تحلیل و طراحی پی در SAFE 12.....
۳۷۱.....	۱-۷-۴- سقفها.....	۳۱۲.....	۱-۸-۳- شروع ساخت مدل پی.....
۳۷۳.....	۲-۷-۴- دیوارها.....	۳۱۵.....	۲-۸-۳- تعریف مشخصات مدل.....
۳۷۴.....	۳-۷-۴- بار زنده.....	۳۱۵.....	۱-۲-۸-۳- مصالح.....
۳۷۴.....	۴-۷-۴- خلاصه بارگذاری طبقات.....	۳۱۷.....	۲-۲-۸-۳- مقطع پی.....
۳۷۵.....	۵-۷-۴- بارگذاری پله.....	۳۱۸.....	۳-۲-۸-۳- تکیه‌گاه خاک.....
۳۷۷.....	۶-۷-۴- توزیع بار دیوارهای جانبی.....	۳۱۹.....	۴-۲-۸-۳- حالت‌های بار.....
۳۷۷.....	۷-۷-۴- جرم و بار دیوارها.....	۳۲۰.....	۵-۲-۸-۳- حالت‌های تحلیل.....
۳۷۸.....	۸-۷-۴- وزن اسکلت.....	۳۲۲.....	۶-۲-۸-۳- ترکیب بارها.....
۳۸۲.....	۹-۷-۴- بارگذاری خرپشته.....	۷-۲-۸-۳- تبدیل ترکیب بارها به تحلیل غیرخطی حذف	
۳۸۴.....	۸-۴- محاسبه وزن طبقات.....	کشش خاک.....	
۳۸۵.....	۹-۴- بارگذاری زلزله.....	۳۲۷.....	
۳۸۶.....	۱۰-۴- مؤلفه قائم زلزله.....	۳۲۸.....	۳-۸-۳- ترسیم هندسه پی.....
۳۸۷.....	۱۱-۴- مدل‌سازی سازه در ETABS.....	۳۳۳.....	۴-۸-۳- نسبت دادن مشخصات به عناصر.....
۳۸۷.....	۱-۱۱-۴- شروع ساخت مدل.....	۳۳۴.....	۵-۸-۳- مشخصات طراحی.....
۳۸۹.....	۲-۱۱-۴- معرفی مشخصات.....	۳۴۲.....	۶-۸-۳- تنظیم پارامترهای تحلیل.....
۳۹۰.....	۱-۲-۱۱-۴- مصالح.....	۳۴۳.....	۷-۸-۳- بررسی خروجی‌های تحلیل و طراحی.....
۳۹۱.....	۲-۲-۱۱-۴- مقاطع تیر و ستون.....	۳۴۳.....	۱-۷-۸-۳- کنترل فشار خاک زیر پی.....

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

و قاب خمشی در دو جهت

فصل پنجم

- ۱-۱- کلیات..... ۵۲۱
- ۲- معماری پروژه..... ۵۲۲
- ۳- مصالح و جزئیات اجرایی سقف و دیوارها..... ۵۲۸
- ۱-۳-۵- مصالح بتنی..... ۵۲۸
- ۲-۳-۵- جزئیات اجرایی دیوارها..... ۵۲۸
- ۳-۳-۵- جزئیات سقف طبقات و بام..... ۵۳۰
- ۴-۳-۵- جزئیات پله‌ها..... ۵۳۱
- ۵-۳-۵- محاسبه و برآورد بار زنده..... ۵۳۲
- ۶-۳-۵- خلاصه بارگذاری ساختمان..... ۵۳۲
- ۴- سیستم‌های باربر و مقاطع اعضا..... ۵۳۲
- ۱-۴-۵- سیستم باربر..... ۵۳۲
- ۲-۴-۵- مقاطع اعضای سازه..... ۵۳۶
- ۳-۴-۵- نکات مدل‌سازی در نرم‌افزار..... ۵۳۶
- ۵-۵- محاسبه وزن اسکلت..... ۵۳۸
- ۶-۵- محاسبه وزن سازه..... ۵۴۳
- ۷-۵- بارگذاری جانبی زلزله..... ۵۴۷
- ۸-۵- سختی و توزیع بار در دیوارهای برشی..... ۵۴۹
- ۱-۸-۵- سختی دیوار برشی..... ۵۴۹
- ۲-۸-۵- توزیع نیروی زلزله و ثقلی بین دیوارهای برشی..... ۵۵۱
- ۹-۵- ساخت مدل در ETABS..... ۵۵۵
- ۱-۹-۵- شروع مدل‌سازی..... ۵۵۶
- ۲-۹-۵- 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

- ۴-۲-۹-۵- بارهای استاتیکی..... ۵۶۳
- ۵-۲-۹-۵- ترکیبات بار..... ۵۶۶
- ۶-۲-۹-۵- پارامترهای لرزه‌ای..... ۵۶۷
- ۷-۲-۹-۵- محاسبه جرم یا وزن ساختمان..... ۵۶۸
- ۳-۹-۵- ترسیم سازه..... ۵۶۸
- ۱-۳-۹-۵- ترسیم ستون‌ها..... ۵۶۹
- ۲-۳-۹-۵- ترسیم دیوارهای برشی..... ۵۶۹
- ۳-۳-۹-۵- تقسیم‌بندی دیوارهای برشی..... ۵۷۲
- ۴-۳-۹-۵- ترسیم تیرها..... ۵۷۴
- ۵-۳-۹-۵- ترسیم سقف‌ها..... ۵۷۵
- ۶-۳-۹-۵- اصلاح هندسه طبقه همکف..... ۵۷۷
- ۴-۹-۵- نسبت دادن مشخصات به اعضا..... ۵۷۷
- ۱-۴-۹-۵- تکیه‌گاه..... ۵۷۸
- ۲-۴-۹-۵- مقطع اعضا..... ۵۷۸
- ۳-۴-۹-۵- آزادسازی انتهایی تیرها..... ۵۷۹
- ۴-۴-۹-۵- نسبت دادن نواحی صلب انتهایی..... ۵۸۱
- ۵-۴-۹-۵- نسبت دادن دیافراگم صلب..... ۵۸۴
- ۶-۴-۹-۵- نامگذاری دیوارهای برشی..... ۵۸۵
- ۵-۹-۵- بارگذاری..... ۵۸۹
- ۱-۵-۹-۵- بارگذاری سقف‌ها..... ۵۸۹
- ۲-۵-۹-۵- بارگذاری دیوارهای جانبی..... ۵۹۰
- ۳-۵-۹-۵- بارگذاری سقف پله..... ۵۹۲
- ۴-۵-۹-۵- بارگذاری سقف خریشته..... ۵۹۲
- ۶-۹-۵- تحلیل سازه و اعمال ترک‌خوردگی اعضا..... ۵۹۴
- ۱-۶-۹-۵- تنظیم پارامترهای تحلیل..... ۵۹۴
- ۲-۶-۹-۵- کنترل ترک‌خوردگی مقطع دیوارها..... ۵۹۶
- ۷-۹-۵- کنترل و بررسی خروجی‌ها..... ۵۹۹
- ۱-۷-۹-۵- جرم گره‌ها و دیافراگم..... ۶۰۱
- ۲-۷-۹-۵- مرکز جرم و مرکز سختی..... ۶۰۱
- ۳-۷-۹-۵- توزیع بار زلزله..... ۶۰۲
- 5-9-7-4- برش، پیچش و لنگر واژگونی..... ۶۰۳

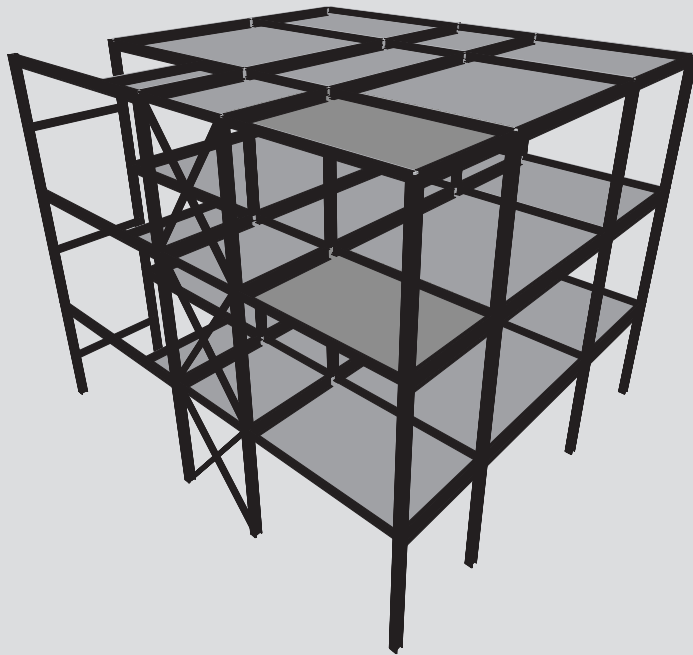
- ۶۶۴.....۱۰-۵-۳- ترسیم نوارهای طراحی
- ۶۶۷.....۱۰-۵-۴- پارامترهای طراحی نوارهای طراحی
- ۶۶۹.....۱۰-۵-۵- پارامترهای طراحی کنترل برش منگنه‌ای
- ۶۷۰.....۱۰-۵-۶- تحلیل پی
- ۶۷۲.....۱۰-۵-۷- بررسی خروجی‌ها
- ۶۷۲.....۱۰-۵-۱۷- کنترل فشار خاک
- ۶۷۳.....۱۰-۵-۲- نیروی داخلی نوارهای طراحی
- ۶۷۴.....۱۰-۵-۳- میلگرد مورد نیاز در نوارهای طراحی
- ۶۷۶.....۱۰-۵-۴- کنترل برش منگنه‌ای
- ۶۷۶.....۱۰-۵-۵- میلگرد مورد نیاز در واحد طول
- ۶۷۸.....۱۰-۵-۷- 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.....۱۱-۵-۱۱-۲- 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.....۱۱-۵-۱-۳- مصالح
- ۶۸۷.....۱۱-۵-۲-۳- مقطع دال
- ۶۸۷.....۱۱-۵-۳-۳- مقطع تیر
- ۶۸۹.....۱۱-۵-۴-۳- تکیه‌گاه ستونی
- ۶۹۰.....۱۱-۵-۵-۳- تکیه‌گاه دیوار
- ۶۹۱.....۱۱-۵-۶-۳- دستگاه مختصات و ارتفاع طبقه‌ها
- ۶۹۱.....۱۱-۵-۷-۳- حالت‌های بار
- ۶۹۲.....۱۱-۵-۸-۳- حالت‌های تحلیل
- ۶۹۵.....۱۱-۵-۹-۳- ترکیب بارها
- ۶۹۷.....۱۱-۵-۴-۱- ترسیم هندسه دال
- ۶۹۷.....۱۱-۵-۱-۴- ترسیم عناصر جدید دال
- ۶۹۸.....۱۱-۵-۲-۴- حذف عناصر اضافی
- ۶۹۹.....۱۱-۵-۳-۴- 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.....۵-۹-۸-۱- طراحی دیوارهای برشی
- ۶۱۰.....۵-۹-۸-۱- طراحی خمشی- محوری دیوار
- ۶۲۴.....۵-۹-۸-۲- طراحی برشی دیوار
- ۶۲۷.....۵-۹-۸-۳- طراحی المان مرزی
- ۶۳۴.....۵-۹-۸-۴- جزییات خروجی متنی دیوار برشی
- ۶۳۷.....۵-۹-۸-۲- طراحی تیرهای عمیق
- ۶۳۷.....۵-۹-۸-۱-۲- تهیه خروجی تیرهای عمیق
- ۶۳۹.....۵-۹-۸-۲-۲- طراحی خمشی و برشی تیرهای عمیق
- ۶۴۰.....۵-۹-۸-۳-۲- 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.....۵-۱۰-۲-۲- مقطع پی
- ۶۵۳.....۵-۱۰-۲-۳- تکیه‌گاه خاک
- ۶۵۴.....۵-۱۰-۲-۴- حالت‌های بار
- ۶۵۴.....۵-۱۰-۲-۵- ترکیب بارها
- ۶۵۵.....۵-۱۰-۲-۶- تبدیل ترکیب بارها به حالت‌های تحلیلی غیرخطی
- ۶۵۸.....۵-۱۰-۳- ترسیم هندسه
- ۶۶۰.....۵-۱۰-۴- اختصاص مشخصات
- ۶۶۱.....۵-۱۰-۱-۴- تکیه‌گاه خاک
- ۶۶۱.....۵-۱۰-۲-۴- آزادسازی لبه‌ای
- ۶۶۲.....۵-۱۰-۳-۴- بارگذاری سطحی
- ۶۶۲.....۵-۱۰-۵- تنظیم‌های طراحی
- ۶۶۳.....۵-۱۰-۱-۵- تنظیم آیین‌نامه
- ۶۶۴.....۵-۱۰-۲-۵- 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

فصل نهم آشنایی با نرم‌افزار سازه ۹۰

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- آماده سازی 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 ثقلی بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان
- بارگذاری جانبی بر مبنای ویرایش دوم آیین‌نامه 2800
- پخش بار ثقلی و تحلیل تقریبی یک قاب تحت بار جانبی و ثقلی
- 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.

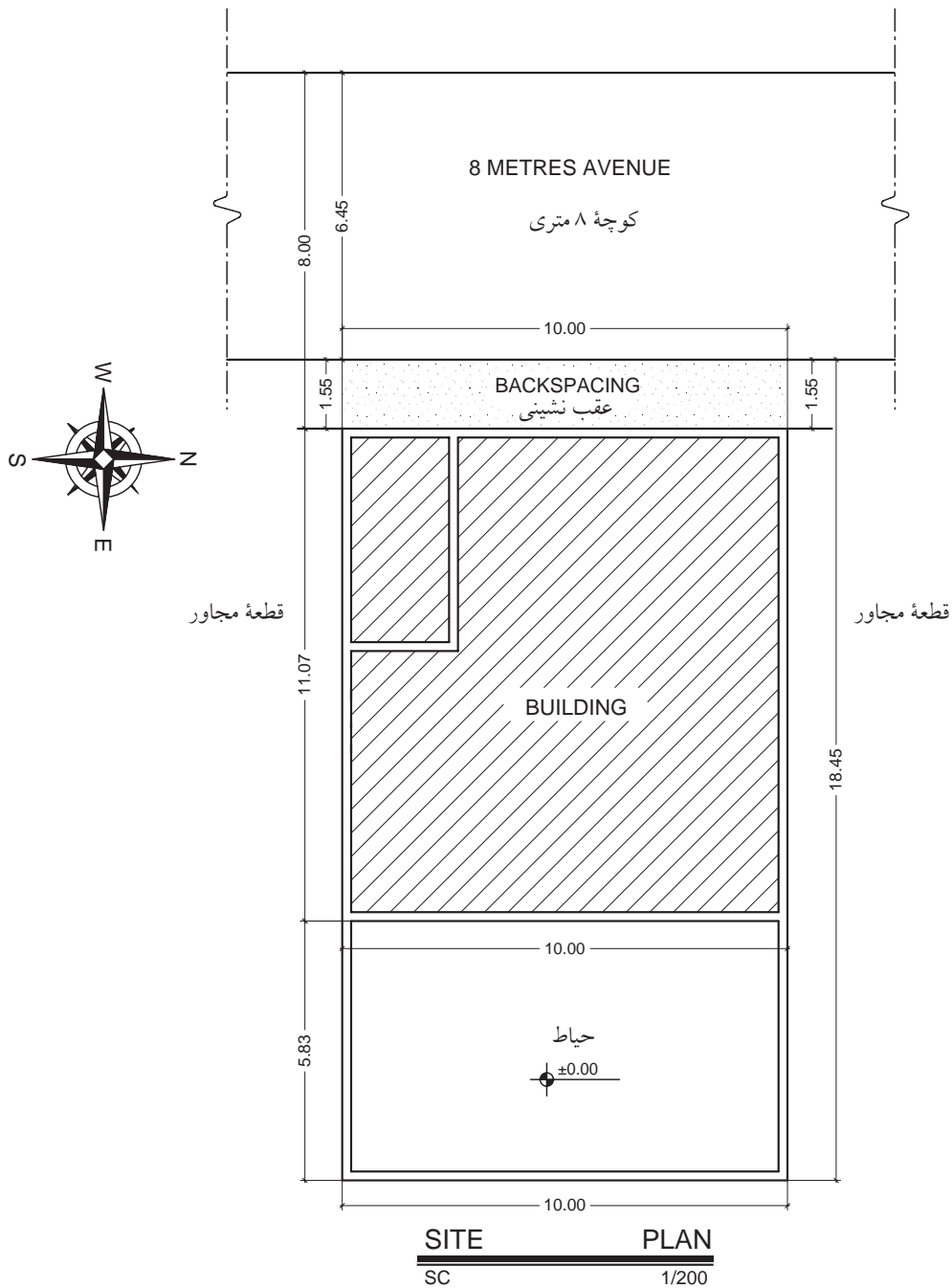
۱-۲- معرفی پروژه

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 نمادار 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.

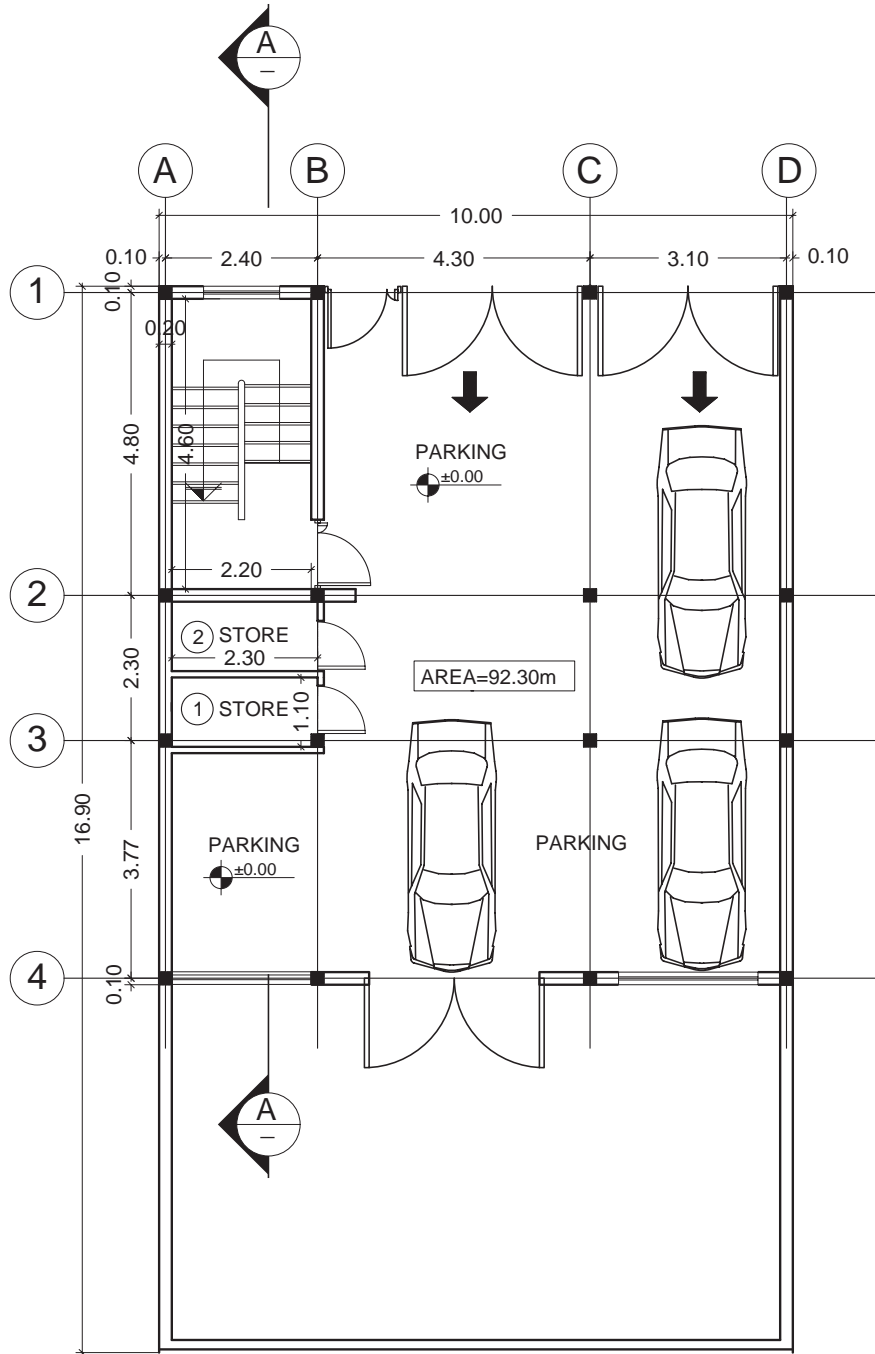
چنانچه در شکل ۱-۱ مشاهده می‌شود، پلان همکف با ارتفاع خالص 2.5 m به عنوان پارکینگ است. دو پلان بعدی نیز کاربری مسکونی دارند. نماهای شرقی و غربی نیز در شکل ۱-۱-ج و ۱-۱-چ نشان داده شده‌اند. نمای سنگ برای این دو وجه در نظر گرفته می‌شود. ضخامت 30 cm در واقع ضخامت سازه‌ای سقف (سقف تیرچه بلوک) است و برای تعیین 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.



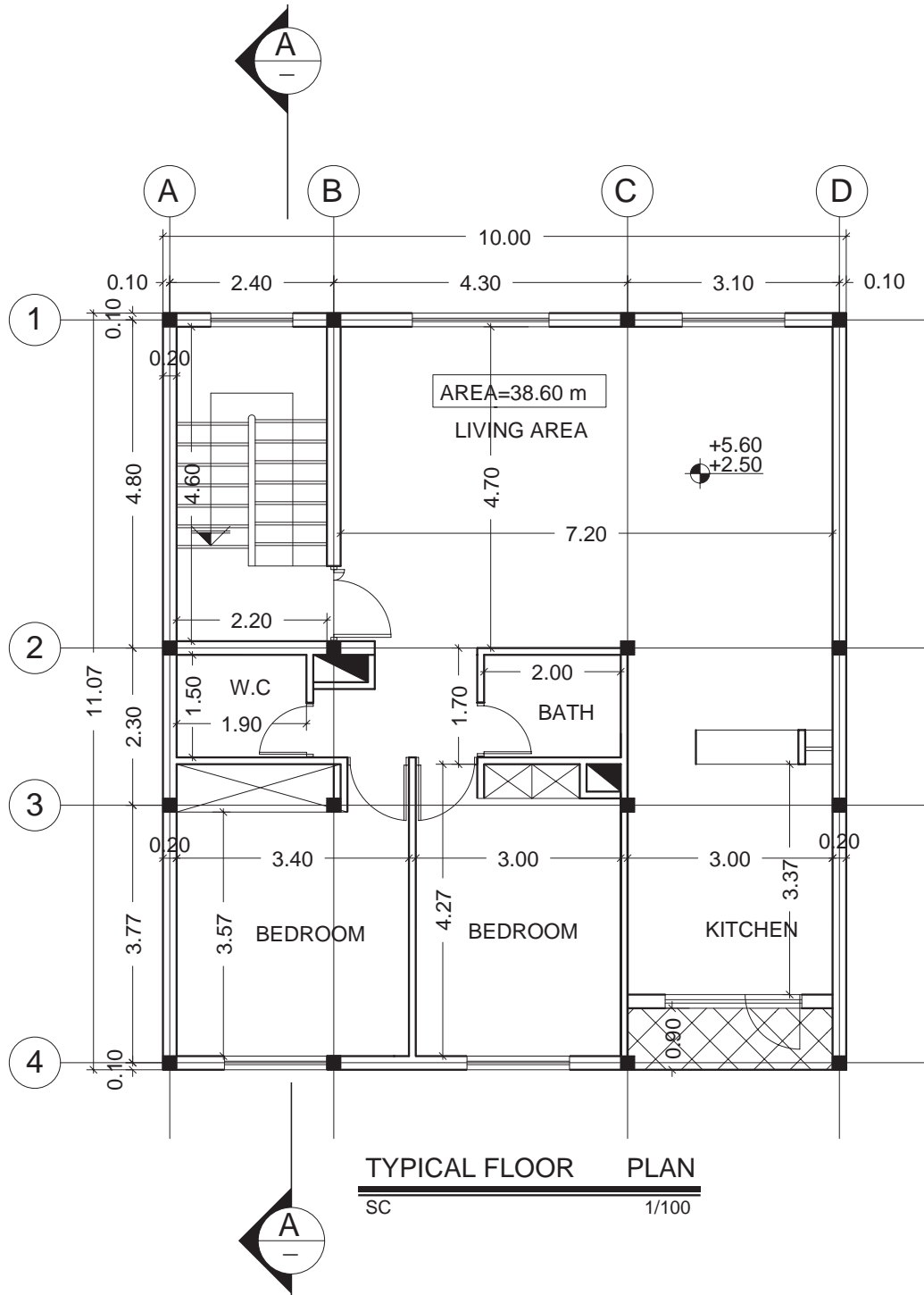
شکل ۱-۱-الف- پلان موقعیت ساختمان



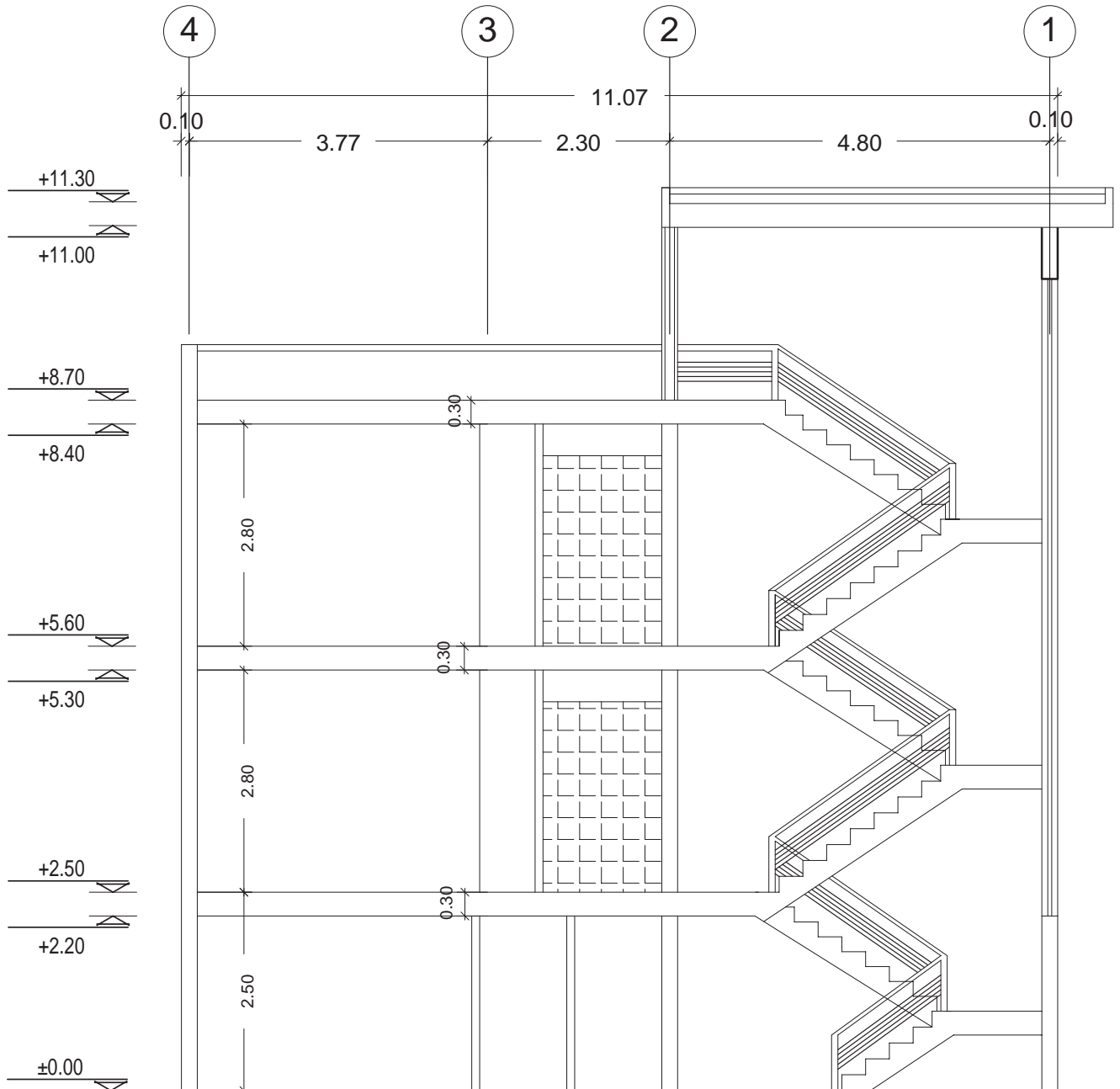
GROUND FLOOR PLAN

SC 1/100

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



شکل ۱-۱- پ- پلان تپ طبقات (کاربری مسکونی)



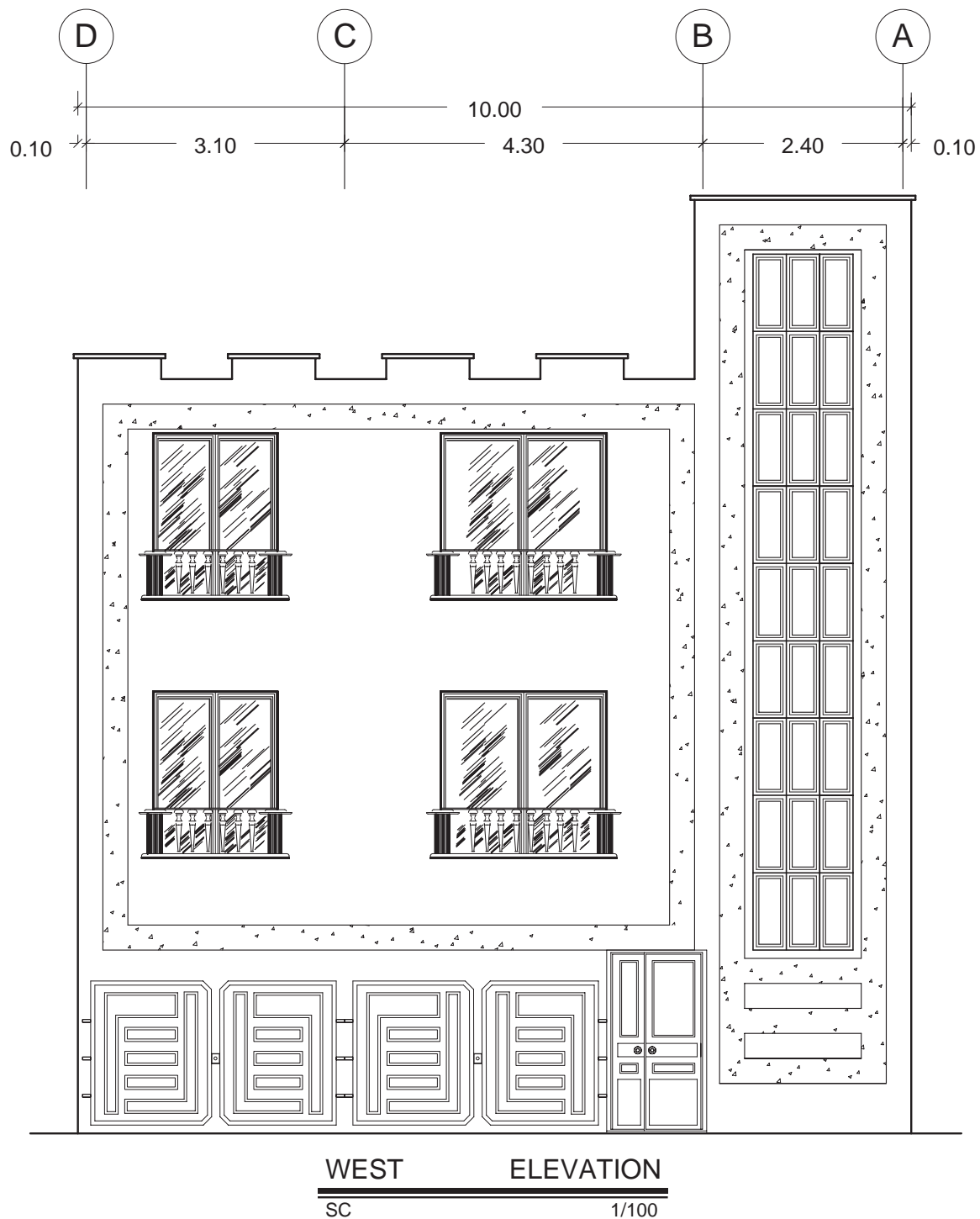
SECTION

A-A

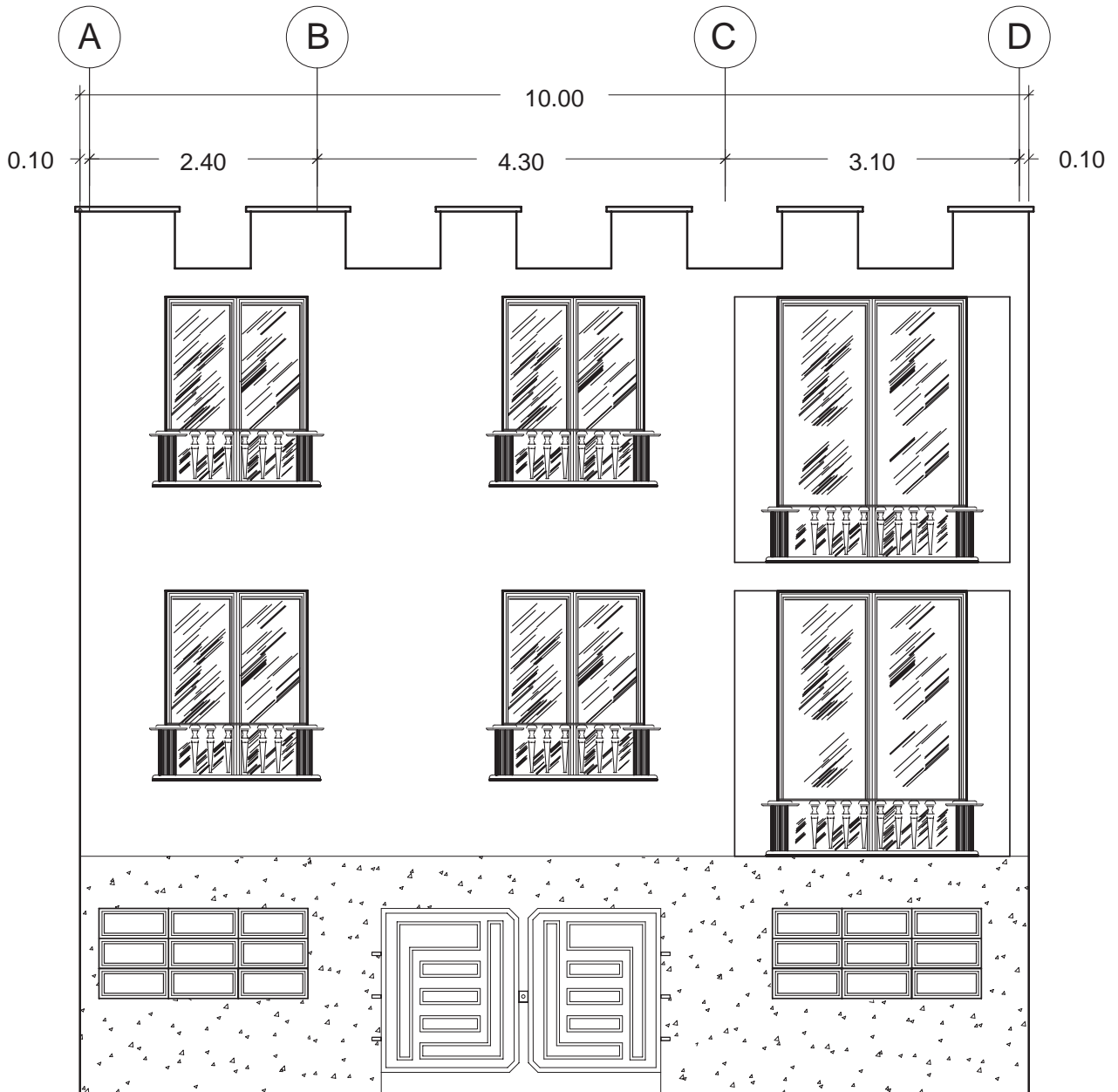
SC

1/100

شکل ۱-۱-ت- برش A-A



شکل ۱-۱-ج- نمای غربی ساختمان

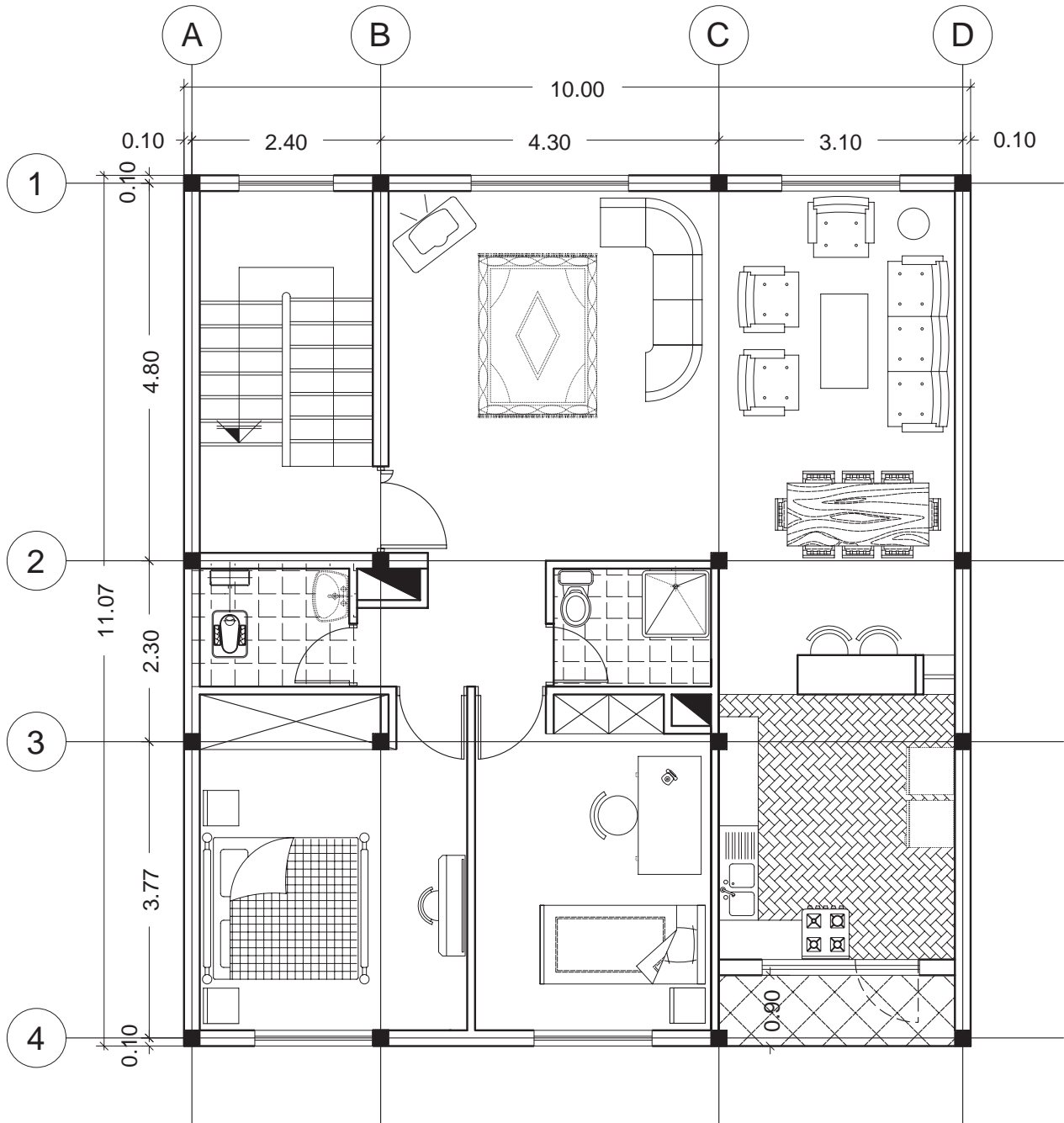


EAST ELEVATION

SC

1/100

شکل ۱-۱-ج- نمای شرقی ساختمان

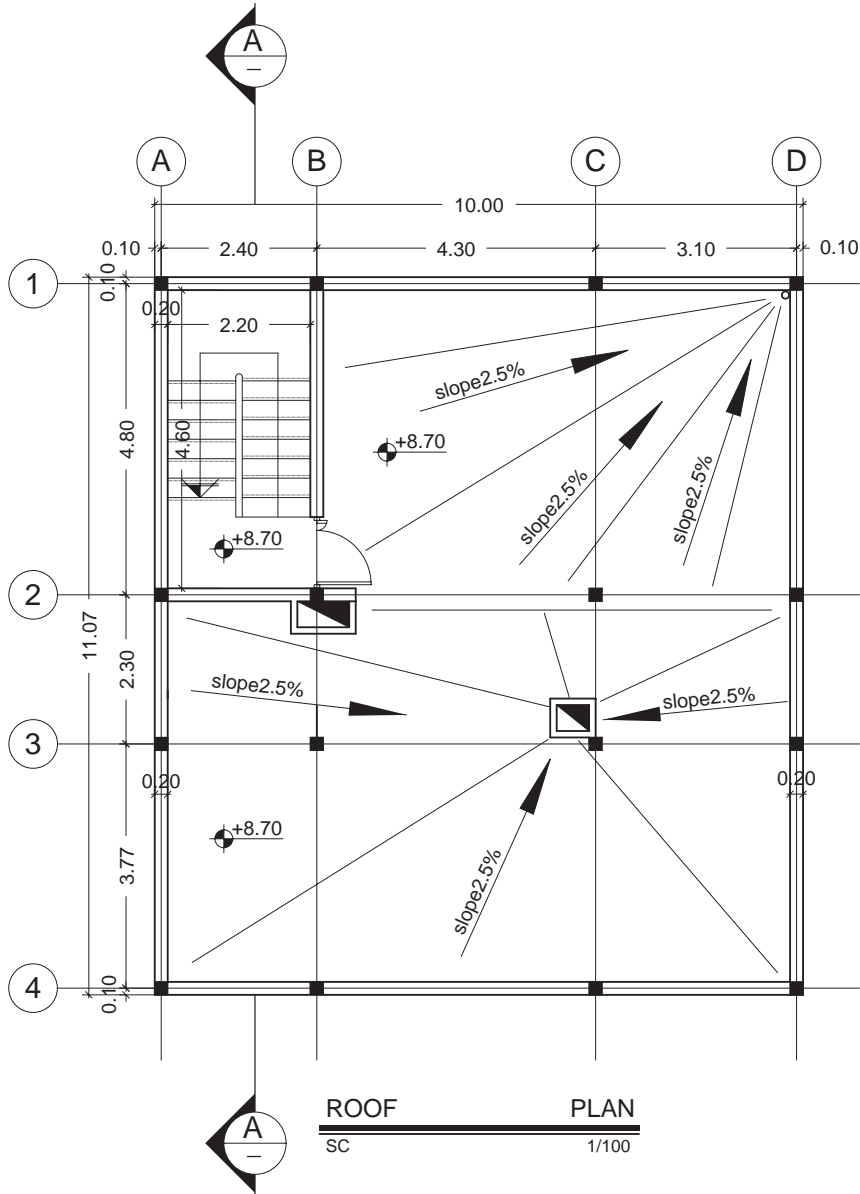


FURNITURE PLAN

SC

1/100

شکل ۱-۱-ح- پلان مبلمان



شکل ۱-۱-خ- پلان شیب بندی پشت‌بام

توجه داشته باشید که مهمترین جزئیات معماری برای یک مهندس سازه، پلان‌ها و برش‌ها هستند. در اکثر نقشه‌های معماری، ستون‌گذاری اولیه توسط مهندس معمار انجام می‌شود. در این پروژه نیز ستون‌گذاری به همین صورت انجام شده که با توجه به منظم بودن ساختمان، مناسب است. در جهت عرضی (دو نمای شرقی و غربی)، ساختمان نامدار بوده و امکان بادبندگذاری ساده وجود ندارد. در بخش تعیین سیستم‌های باربر جانبی در این مورد بحث خواهد شد.

۱-۳- مشخصات سازه‌های پروژه

برای طراحی سازه به مشخصات مصالح و مقاطع نیاز است. در این پروژه سعی شده است که مشخصات مصالح، مشابه مشخصات بکار رفته در پروژه‌های ساختمانی رایج در کشور باشد. در هر پروژه باید مشخصات مصالح فولادی، مصالح بتنی و خاک مشخص باشند.

جدول ۱-۱- مشخصات مصالح فولادی

وزن واحد حجم، W	7850 kg/m^3
مدول ارتجاعی، E_s	$2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
ضریب پواسون، ν	0.30
تنش تسلیم، F_y	2400 kg/cm^2
تنش گسیختگی، F_u	4000 kg/cm^2

جدول ۱-۲- مشخصات مصالح بتنی

وزن واحد حجم، W	2500 kg/m^3
مدول ارتجاعی، E_c	$2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
ضریب پواسون، ν	0.20
مقاومت فشاری، f'_c	210 kg/cm^2
تنش تسلیم میلگرد طولی، f_y	3000 kg/cm^2
تنش تسلیم میلگرد عرضی، f_{ys}	2300 kg/cm^2

جدول ۱-۳- مشخصات خاک

تیپ خاک طبق آیین‌نامه	تنش مجاز، q_a	ضریب بستر، k_s
Type II	1.5 kg/cm^2	1.8 kg/cm^3

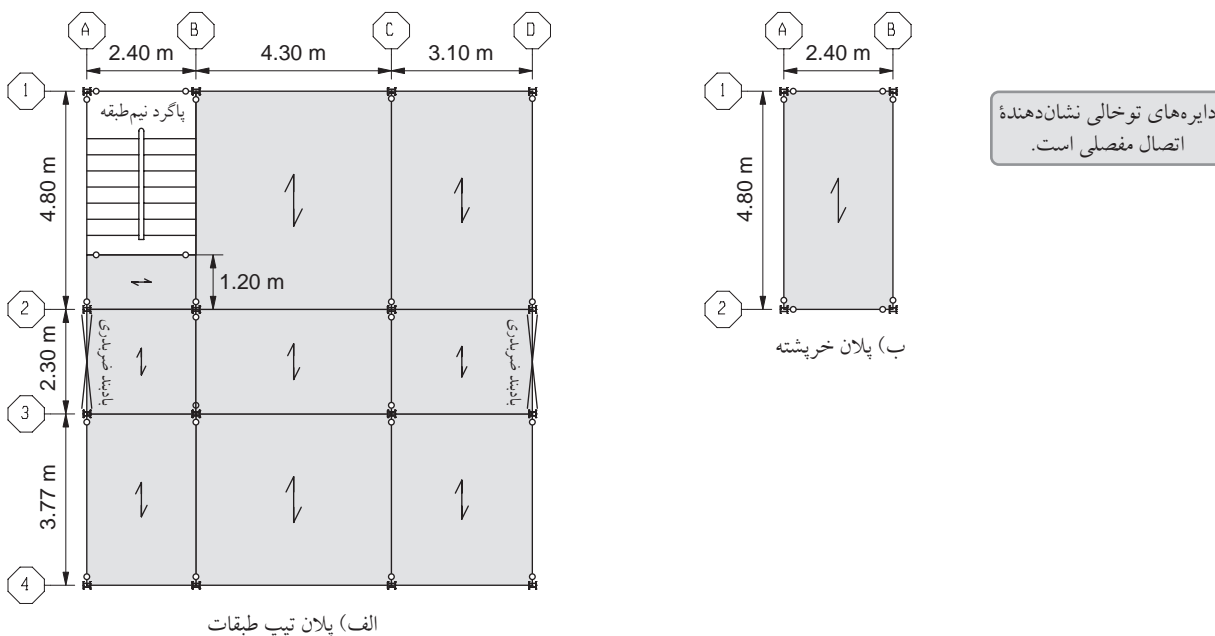
بیشتر مشخصات فوق از طریق آزمایش بدست می‌آیند. البته مقادیری همانند مدول ارتجاعی و وزن واحد حجم برای هر پروژه نیاز به نتایج آزمایشگاهی ندارند؛ زیرا برای فولادها و بتن‌های مختلف مقادیر اسمی ثابتی دارند. اما مشخصاتی همانند f'_c و f_y به نوع بتن و میلگردهای آن بستگی دارند. f'_c به عیار بتن و طرح اختلاط بستگی داشته و f_y به تیپ میلگردها بستگی دارد. در هر صورت مقادیر فرض شده اسمی بوده و اساساً تمام مشخصات آزمایشگاهی، کمیت‌هایی تصادفی و آماری هستند و در طراحی ناچار به استفاده از مقادیر اسمی هستیم.

در طراحی سازه پروژه از مقاطع IPE برای تیرها، از مقاطع 2IPE به هم چسبیده برای ستون‌ها و از مقاطع 2UNP برای بادبندها استفاده خواهد شد. معمولاً در اکثر ساختمان‌های رایج در کشور از چنین مقطعی استفاده می‌شود. انتخاب مقاطع به شرایط بازار و عوامل

اجرای بستگی دارد. برای سقف سازه از تیرچه بلوک با بلوک 25 cm استفاده خواهد شد که در بخش مربوطه سقف و تیرچه‌های آن را طراحی خواهیم کرد.

۱-۴- ستون‌گذاری، تیرریزی و تشکیل مدل ریاضی

با توجه به پلان معماری نشان داده شده، مدل ریاضی پلان ساختمان پس از مشخص کردن محل ستون‌ها و تیرها و انتخاب جهت تیرچه‌ها در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. توجه داشته باشید که در این سازه، پلان طبقات تپ است.



شکل ۱-۲- پلان مدل ریاضی، ستون‌گذاری و تیرریزی

جهت تیرچه‌ها به صورتی انتخاب شده که تیرهای حمال جهت X بار را از تیرچه‌ها گرفته و به ستون‌ها انتقال دهند. برای سیستم باربر در جهت X بدلیل عدم امکان جایگذاری بادبندها، از سیستم قاب خمشی استفاده شده و ستون‌ها باید در جهت X (قاب خمشی) قوی باشند. در این پروژه بار ثقلی روی تیرهای حمال جهت X قرار داده شده است. از لحاظ عملی اجرای تیرهای حمال روی بال ستون‌ها مناسب‌تر است.

۱-۵- تعیین سیستم‌های باربر

در سازه پروژه مشاهده می‌شود که در جهت عرضی ساختمان نما وجود دارد. با اینکه در قسمت نمادار می‌توان از بادبندهای واگرا استفاده کرد، اما همانطور که در پلان پارکینگ دیده می‌شود در ورودی پارکینگ امکان قرار دادن بادبند وجود ندارد. در دهانه‌های دیگر نیز امکان قرار دادن بادبند وجود ندارد. بنابراین تنها انتخاب ممکن، قاب خمشی خواهد بود.