بسم الله الرحمن الرحیم

آموزش کاربردی نرم‌افزار محاسباتی

ETABS & SAFE

ویرایش دوم

با تجدیدنظر و اضافات

مؤلف:

مهندس فرشاد نجومی

نشرنوآور

سرشناسه : نجومی، فرشاد، ۱۳۴۲ -
عنوان و نام پدیدآور : آموزش کاربردی نرم‌افزاری محاسباتی ETABS & SAFE/ مولف فرشاد نجومی.
وضعیت ویراست : ویراست ۲.
مشخصات نشر : تهران: نوآور، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری : ۲۴۰ ص.:مصور، جدول، نمودار
شابک : ۹۵۰۰۰ ریال:۰-۶۵-۵۵۱٤-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا
موضوع : اتبز (برنامه کامپیوتر)
موضوع : نرم‌افزار سیف
موضوع : ساختمان‌ها -- طراحی به کمک کامپیوتر
موضوع : تاسیسات -- طرح و ساختمان -- نرم‌افزار
موضوع : مهندسی به کمک کامپیوتر -- نرم‌افزار
رده بندی کنگره : الف۱۳۸۸ ۸آ۳ن/TH۲۰۳۱
رده بندی دیویی : ۶۹۲/۲
شماره کتابشناسی ملی : ۱۹۰۲۰۵۴
تاریخ درخواست : ۲۶/۰۸/۱۳۸۸

آموزش کاربردی نرم‌افزار محاسباتی ETABS & SAFE

تالیف: مهندس فرشاد نجومی
ناشر: نوآور
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
ناظر چاپ: محمدرضا نصیرنیا
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۵۱۴-۶۵-۰

مرکز فروش:
نوآور: تهران ـ خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه‌اول، واحد۳
تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱
www.noavarpub.com

هشدار!

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان، مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی دی اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و **شرعاً حرام** است و متخلفین تحت **پیگرد قانونی و قضایی** قرار می‌گیرند.
با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور بصورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد اینچنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات که مسئولیت اداره سایت این انتشارات را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هر گونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر شرعی حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت ارشاد و نیز سایر مراجع قانونی اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان مورد پیگرد قانونی و قضایی قرارگرفته و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.
همچنین در صورتی که کتابفروشی اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، افست و غیره از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و موزعین محترم، از طریق وزارت ارشاد، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیر اصل کتاب شرعاً حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق مراتب را از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره۲- ۶۶۴۸۴۱۹۱ ۰۲۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل **info@noavarpub.com** و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت **www.noavarpub.com** به این انتشارات ابلاغ نمایید تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید. و نیز به عنوان تشکر و قدردانی از کتب انتشارات نوآور هدیه دریافت نمایید.

فهرست مطالب

فصل اول: پروژه ساختمان شش طبقه با اسکلت قاب خمشی بتنی با سقف تیرچه‌بلوک..... ۹
۱-۱ نقشه‌های معماری و ضوابط شهرداری در خصوص فاصله پارکینگ‌ها..... ۱۰
۱-۱-۱ معرفی هندسه سازه با توجه به رعایت ضوابط شهرداری..... ۱۴
۱-۲ تعریف خواص مصالح بتن ۱۷
۱-۳ تعریف مقاطع اولیه سازه ۱۹
۱-۴ تعریف سقف تیرچه بلوک..... ۲۰
۱-۵ معرفی ترکیب بار براساس مقررات ملی ساختمان ایران مبحث نهم ۲۴
۱-۶ تعریف جرم مشارکت ۲۵
۱-۷ نسبت دادن صلبیت به گره‌های تکیه‌گاهی ۲۵
۱-۸ بارهای وارده به سقف و دتایل‌های سقف و دیوار ۲۸
۱-۹ نسبت دادن نواحی صلب ۳۳
۱-۱۰ نسبت دادن ترک‌خوردگی به تیر و ستون ۳۴
۱-۱۱ نسبت دادن اثر P- Delta ۳۶
۱-۱۲ انجام قدم به قدم تحلیل شبه دینامیکی و اصلاح برش پایه ۳۷
۱-۱۳ کنترل جابه‌جایی سازه طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران ۴۴
۱-۱۳-۱ اعمال قدم به قدم تبصره بند ۶-۷-۳-۲-۴ مبحث ششم مقررات ملی جهت کنترل جابه‌جایی ۴۶
۱-۱۳-۲ انتخاب مدل ۵۲
۱-۱۳-۳ موضوعات نمایش ۵۳
۱-۱۳-۴ نمایش مدل ۵۴
۱-۱۴ انجام طراحی بتنی ۵۵
۱-۱۴-۱ طراحی میلگرد خمشی تیر ۵۶
۱-۱۴-۲ طراحی میلگرد برشی تیر ۵۹
۱-۱۵ طراحی ستون ۶۱

۱-۱۶ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه ETABS به SAFE ۶۴
۱-۱۷ فرض اولیه برای مهندسانی که ابعاد اولیه پی را مد نظر ندارند ۶۶
۱-۱۸ ترسیم هندسه پی ۶۶
۱-۱۹ معرفی پی ۶۸
۱-۲۰ معرفی خاک زیر پی ۶۹
۱-۲۱ معرفی ترکیب بار جهت کنترل تنش خاک زیر پی ۷۰
۱-۲۲ نوارهای طراحی آرماتورها ۷۲
۱-۲۳ آنالیز و کنترل ابعاد پی ۷۳
۱-۲۴ طراحی میلگردها ۷۷
۱-۲۵ کنترل برش منگنه‌ای ۷۸

فصل دوم: پروژه ساختمان پنج طبقه با اسکلت قاب خمشی فلزی در جهت X و قاب ساده با مهاربند در جهت Y و سقف تیرچه بلوک ۷۹

۲-۱ نقشه‌های معماری و ضوابط شهرداری در خصوص فاصله پارکینگ‌ها ۸۰
۲-۲ معرفی هندسه سازه با توجه به رعایت ضوابط شهرداری ۸۴
۲-۳ تعریف خواص فولاد ۸۸
۲-۴ تعریف مقطع توسط برنامه ترسیم (Add SD Section)..... ۸۹
۲-۵ تعریف سقف تیرچه بلوک (Filled Deck)..... ۹۱
۲-۶ بارگذاری استاتیکی زلزله ۹۳
۲-۷ معرفی ترکیب بار ۹۵
۲-۸ تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی ۹۵
۲-۹ بارهای وارده به سقف و دتایل‌های سقف و دیوار ۹۹
۲-۱۰ نسبت دادن اثر P- Delta ۱۰۵
۲- ۱۱ انجام قدم به قدم تحلیل شبه دینامیکی ۱۰۶
۲-۱۲ اصلاح برش پایه تحلیل شبه دینامیکی زلزله ۱۱۰
۲-۱۳ انجام طراحی ۱۱۱
۲-۱۳-۱ طراحی خودکار با لیست مقاطع ۱۱۳

۲-۱۳-۲ طراحی مهاربندها طبق استاندارد ۲۸۰۰ ..... ۱۱۸
۲-۱۳-۳ نسبت دادن ضریب طول موثر مهاربندهای ضربدری ۱۱۹
۲-۱۴ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه ETABS به SAFE ۱۲۱
۲-۱۵ فرض اولیه برای مهندسانی که ابعاد اولیه پی را مد نظر ندارند ۱۲۳
۲-۱۶ ترسیم هندسه پی ۱۲۳
۲-۱۷ معرفی پی ۱۲۵
۲-۱۸ معرفی ترکیب بار جهت کنترل تنش خاک زیر پی ۱۲۸
۲-۱۹ ترسیم نوارهای طراحی آرماتورها ۱۲۹
۲-۲۰ آنالیز و کنترل ابعاد پی ۱۳۰
۲-۲۱ طراحی میلگردها ۱۳۳
۲-۲۲ کنترل برش منگنه‌ای ۱۳۴

فصل سوم: پروژه ساختمان پنج طبقه با اسکلت بتنی قاب خمشی در جهت X و دیوار برشی در جهت Y با سقف تیرچه بلوک ۱۳۵

۳-۱ نقشه‌های معماری..... ۱۳۶
۳-۲ معرفی هندسه سازه با توجه به رعایت ضوابط شهرداری ۱۴۰
۳-۳ تعریف خواص مصالح بتنی ۱۴۳
۳-۴ تخمین مقاطع اولیه سازه ۱۴۴
۳-۵ تعریف سقف تیرچه بلوک ۱۴۵
۳-۶ معرفی ترکیب بار ۱۴۷
۳-۷ تعریف جرم مشارکت ۱۴۸
۳-۸ نسبت دادن صلبیت به گره‌های تکیه‌گاهی ۱۴۹
۳-۹ بارهای وارده به سقف و دتایل‌های سقف و دیوار ۱۵۱
۳-۱۰ نسبت دادن نواحی صلب ۱۵۶
۳-۱۰-۱ نسبت دادن ترک‌خوردگی به تیر و ستون ۱۵۷
۳-۱۱ تعریف دیوار ۱۵۹
۳-۱۱-۱ نسبت دادن دیوار برشی ۱۶۰

۳-۱۱-۲ نسبت دادن برچسب به دیوار ۱۶۰
۳-۱۱-۳ شبکه‌بندی دیوار ۱۶۱
۳-۱۲ نسبت دادن اثر ترک‌خوردگی به دیوار ۱۶۱
۳-۱۳ نسبت دادن اثر P- Delta ۱۶۲
۳-۱۴ کنترل جابه‌جایی سازه طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ۱۶۲
۳-۱۵ طراحی دیوار برشی ۱۶۴
۳-۱۶ طراحی دیوار به روش T&C ۱۶۴
۳-۱۷ طراحی دیوار به روش فاصله یکسان ۱۶۶
۳-۱۸ معرفی هندسه دیوار برشی توسط برنامه ترسیم (Section Designer) ۱۶۸
۳-۱۹ طراحی به روش ترسیم (General Reinforcing Pier Section) ۱۷۰
۳-۲۰ انتقال اطلاعات جهت طراحی پی از برنامه ETABS به SAFE ۱۷۲
۳-۲۱ فرض اولیه برای مهندسانی که ابعاد اولیه پی را مد نظر ندارند ۱۷۴
۳-۲۲ ترسیم هندسه پی ۱۷۴
۳-۲۳ معرفی پی ۱۷۶
۳-۲۴ معرفی ترکیب بار جهت کنترل تنش خاک زیر پی ۱۷۸
۳-۲۵ نوارهای طراحی آرماتورها در جهت x ۱۷۹
۳-۲۶ آنالیز و کنترل ابعاد پی ۱۸۰
۳-۲۷ طراحی میلگردها ۱۸۲
۳-۲۸ کنترل برش منگنه‌ای ۱۸۴

فصل چهارم :پروژه ساختمان سه طبقه با اسکلت قاب ساده و مهاربند هم محور فولادی در جهت X و Y با سقف مختلط ۱۸۵
۴-۱ نقشه‌های معماری و ضوابط شهرداری در خصوص پارکینگ‌ها ۱۸۶
۴-۲ معرفی هندسه سازه با توجه به رعایت ضوابط شهرداری ۱۹۰
۴-۳ معرفی خواص فولاد ۱۹۴
۴-۴ معرفی مقطع توسط برنامه ترسیم ۱۹۵
۴-۵ تعریف سقف مختلط ۱۹۷

۴-۶ بارگذاری استاتیکی زلزله ۱۹۷
۴-۷ معرفی ترکیب بار ۱۹۹
۴-۸ تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی ۲۰۰
۴-۹ نسبت دادن تیرهای سقف مختلط ۲۰۲
۴-۱۰ بارهای وارده به سقف و دتایل‌های سقف و دیوار ۲۰۵
۴-۱۱ نسبت دادن اثر P- Delta ۲۱۱
۴-۱۲ انجام طراحی ۲۱۲
۴-۱۲-۱ طراحی خودکار با لیست مقاطع ۲۱۳
۴-۱۲-۲ طراحی مهاربندها طبق استاندارد ۲۸۰۰ ..... ۲۱۹
۴-۱۲-۳ نسبت دادن ضریب طول موثر مهاربندهای ضربدری ۲۲۰
۴-۱۲-۴ طراحی تیر مختلط با لیست مقاطع ۲۲۲
۴-۱۳ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه ETABS به SAFE ۲۲۵
۴-۱۴ فرض اولیه برای مهندسانی که ابعاد اولیه پی را مد نظر ندارند ۲۲۷
۴-۱۵ ترسیم هندسه پی ۲۲۷
۴-۱۶ معرفی پی ۲۲۹
۴-۱۷ معرفی ترکیب بار جهت کنترل تنش خاک زیر پی ۲۳۲
۴-۱۸ ترسیم نوارهای طراحی آرماتورها ۲۳۳
۴-۱۹ آنالیز و کنترل ابعاد پی ۲۳۴
۴-۲۰ طراحی میلگردها ۲۳۷
۴-۲۱ کنترل برش منگنه‌ای ۲۳۹

سخنی با مهندسان

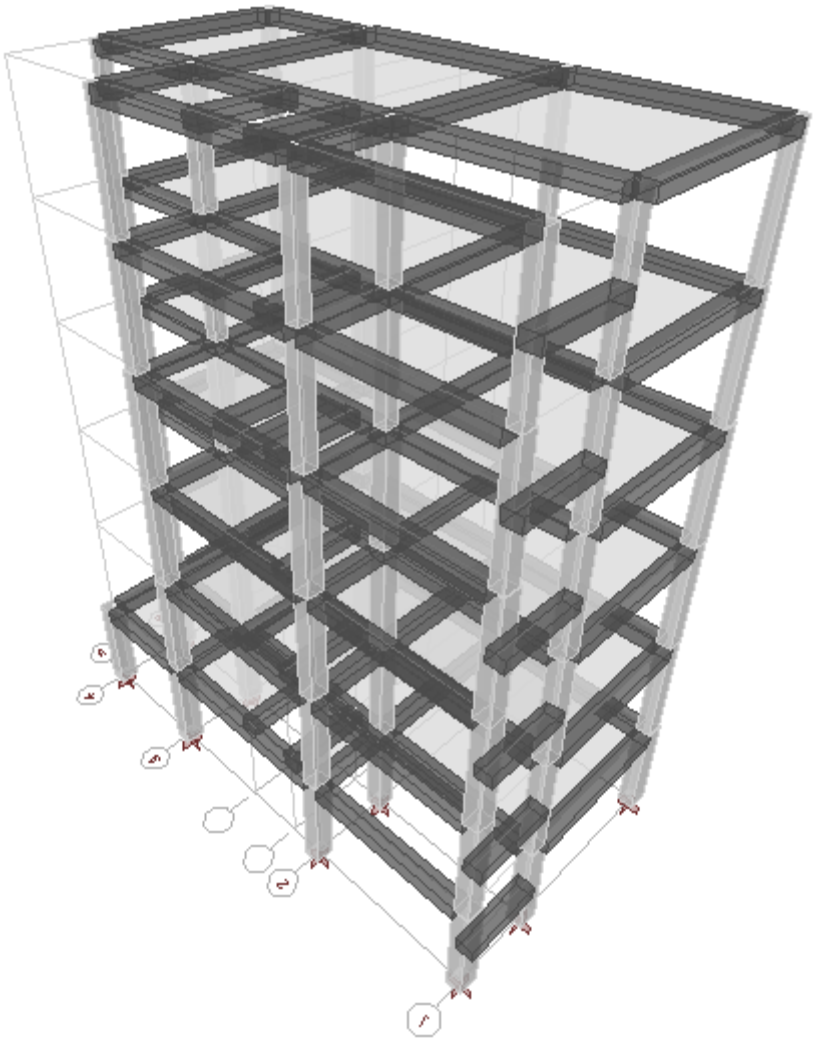
نگارنده این کتاب با توجه به تجربیات خود در امر محاسبات و اجرا، در طول سالیان متمادی در ارتباط با کنترل مضاعف شهرداری، کنترل سازه در ارتباط با مهندسین مشاور، تدریس نرم‌افزار، تدریس دوره‌های آموزشی ارتقاء پایه سازمان نظام مهندسی، بر آن شده به مسائلی که برای مهندسین همواره بین ارتباط این نرم‌افزار و مقررات ملی ساختمان سوال برانگیز بوده مورد تفسیر قرار دهد و تا حد امکان با ذکر پروژه‌هایی به این بحث بپردازد.

- **پروژه اول:** سازه‌ای با قاب خمشی بتنی که در آن تاکید به کنترل جابه‌جایی و استفاده از بندهای موجود در مقررات ملی ساختمان و تحلیل طیفی به صورت قدم به قدم مورد بررسی قرار گرفته است.
- **پروژه دوم:** سازه‌ای فلزی یک‌طرف مهاربند و یک‌طرف قاب خمشی می‌باشد که در آن ضوابط طرح لرزه‌ای فصل ۱۰-۳ مقررات ملی ساختمان مورد تفسیر قرار داده شده است.
- **پروژه سوم:** سازه بتنی یک‌طرف دیوار برشی و یک‌طرف قاب خمشی بوده که در آن سه روش طراحی دیوار به صورت مفصل توضیح داده شده است.
- **پروژه چهارم:** پروژه ساختمان سه طبقه با اسکلت قاب ساده و مهاربند هم محور فولادی در جهت X و Y با سقف مختلط.

در لوح فشرده آموزشی جهت کنترل، فایل‌های این چهار پروژه ایجاد گردیده و دارای تیپ دفترچه محاسبات، نقشه‌های اجرایی، دتایل‌های بارگذاری سقف و دیوار می‌باشد که به دلیل ازدیاد حجم از آوردن نقشه‌های اجرایی در کتاب حاضر خودداری گردیده، در ضمن تقاضا می‌گردد چنانچه نظر یا پیشنهادی برای بهبود ویرایش‌های بعدی این کتاب دارید، نظرات خود را به پست الکترونیکی farshad_nojoumi@yahoo.com ارسال نمایید. در پایان با تشکر ازعزیزان سازمان مسکن و شهرسازی و جناب آقای دکتر حمید رضا اشرفی که مشوق بنده بوده‌اند.

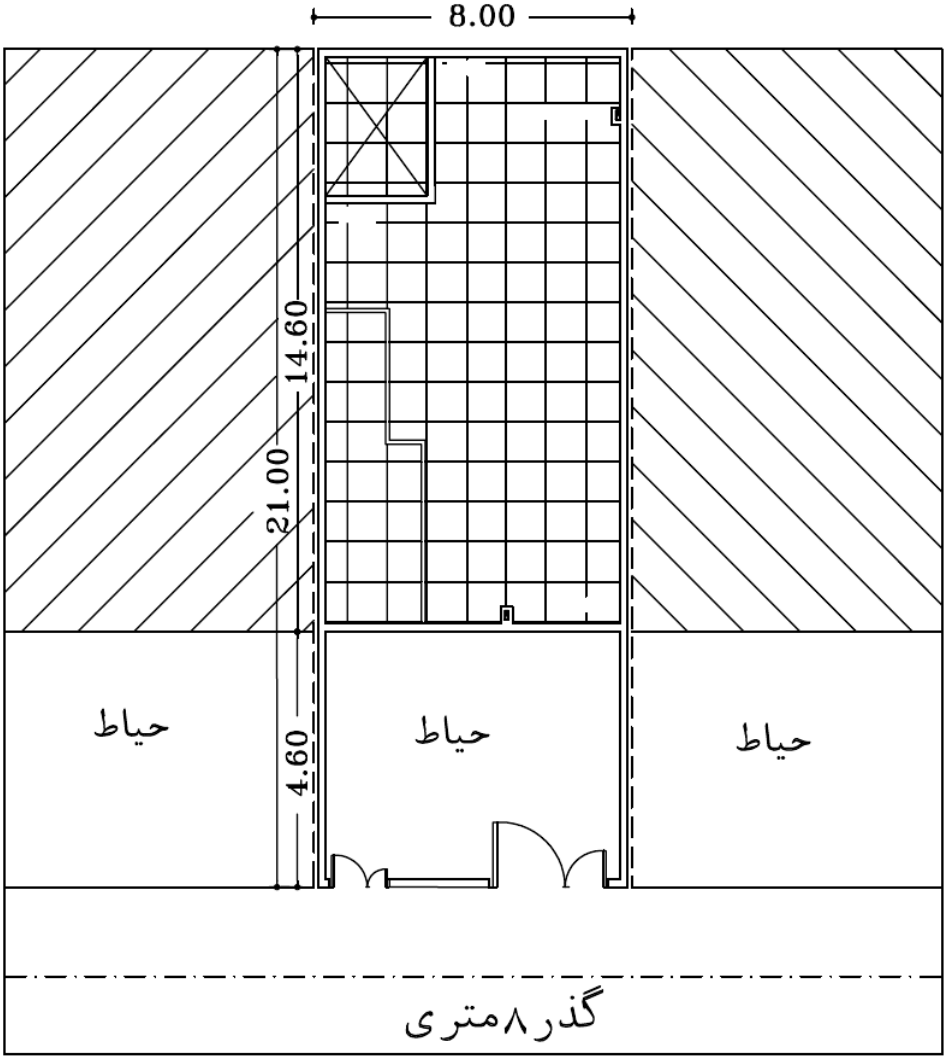
ویرایش دوم: هفدهم بهمن هشتادوهشت

فصل اول: پروژه ساختمان شش طبقه بـــا اســـکلت قاب خمشی بتنی وسقف تیرچه بلوک



شکل ۱-۱

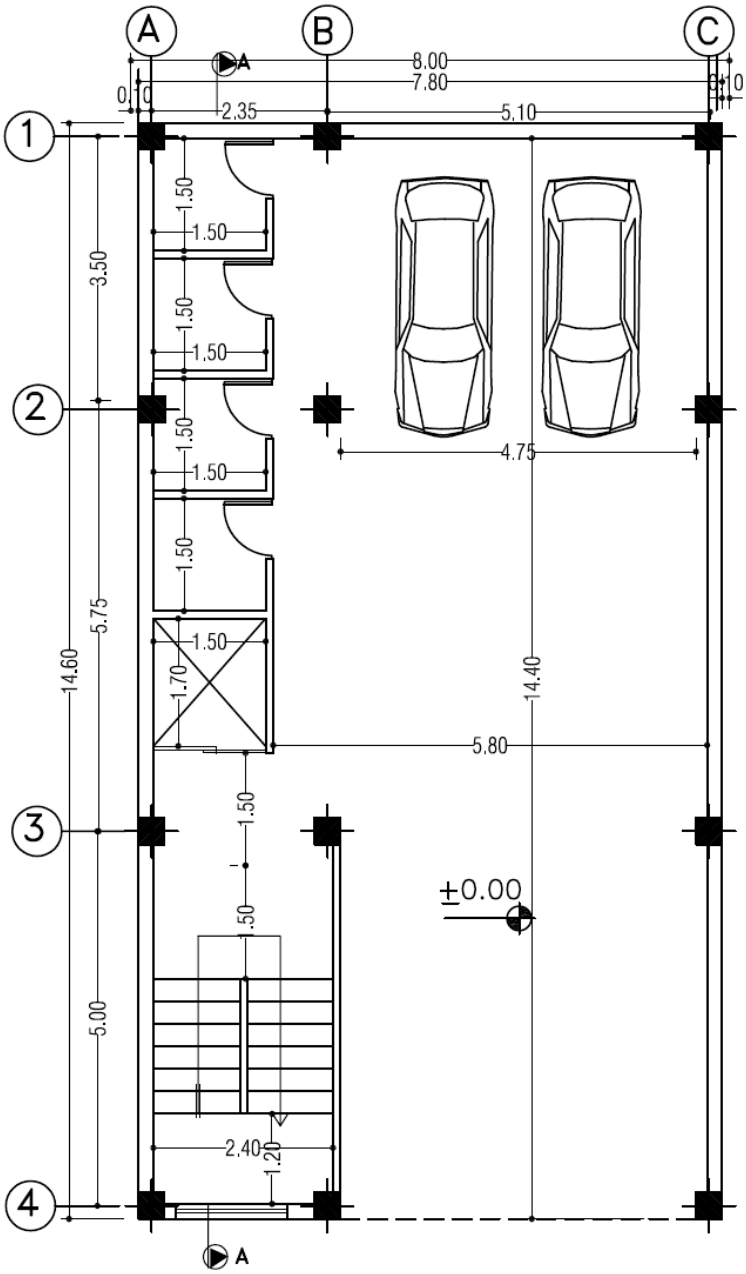
۱-۱ نقشه‌های معماری و ضوابط شهرداری در خصوص فاصله پارکینگ‌ها:



پلان موقعیت

SC=1:200

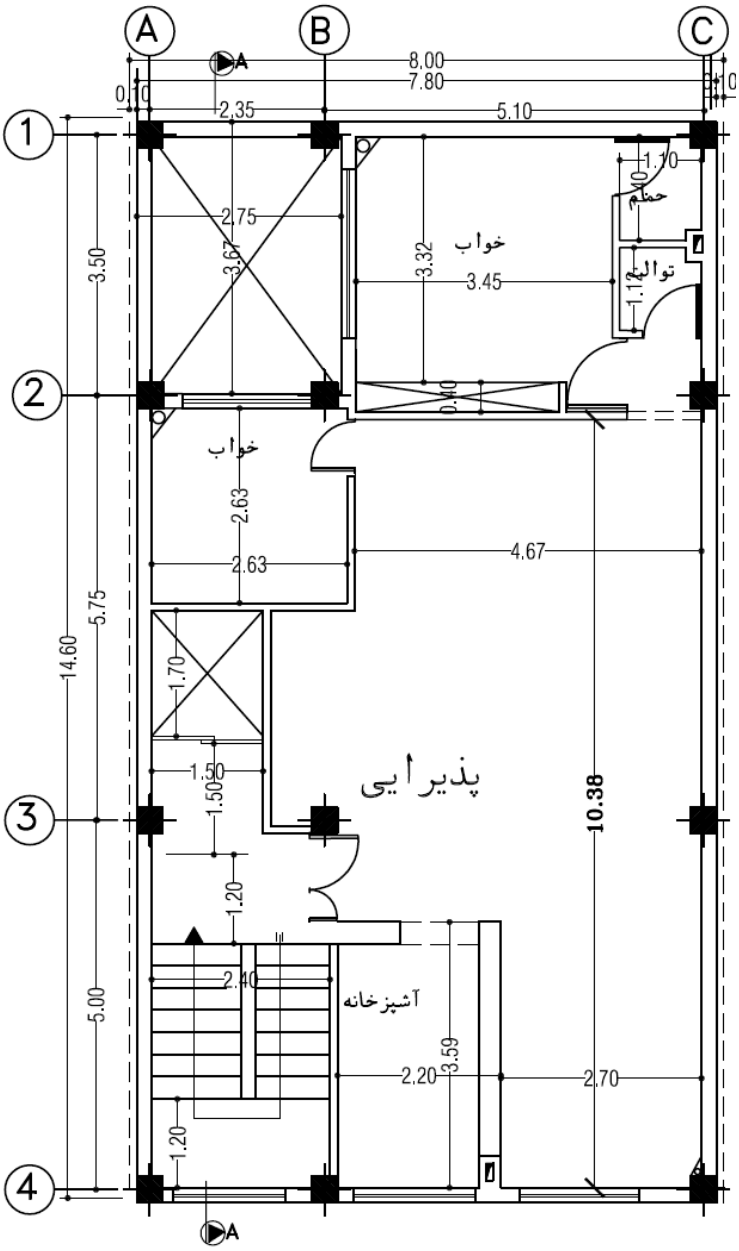
شکل۱-۲



پلان طبقه همکف

SC=1:100

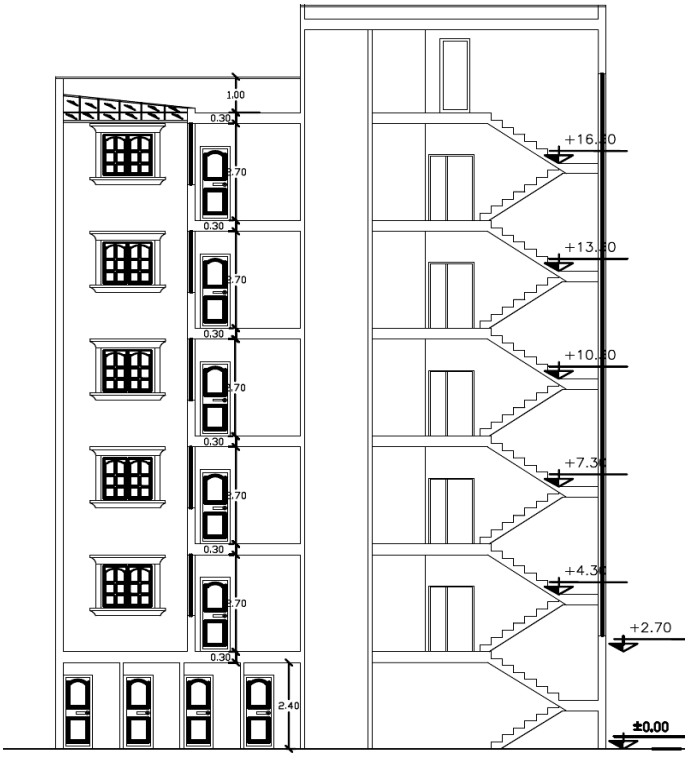
شکل ۱-۳



پلان تیپ طـــبقات

SC=1:100

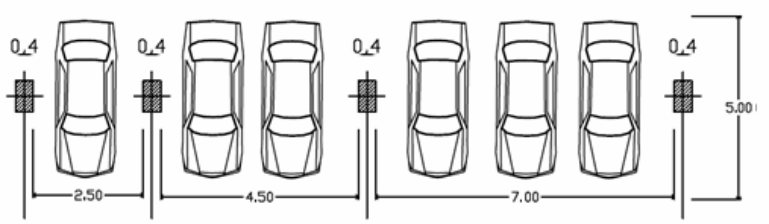
شکل ۱-۴



برش A - A
SC=1:100

شکل۱-۵

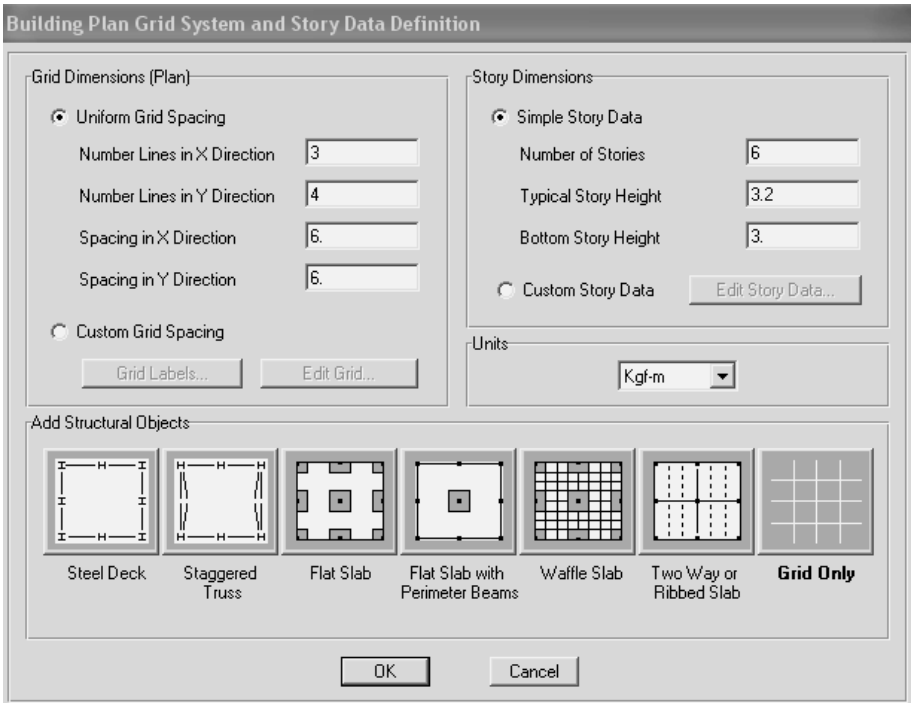
تذکر: پس از پایان طراحی باید دقت گردد که فاصله دهانه‌های پارکینگ حداقل اندازه‌های مورد نیاز ضوابط شهرداری را تامین کند، فضای گردش m ۵، اندازه ورودی با رمپ ۳/۵ متر، بدون رمپ ۳ متر، اندازه داخل به داخل یک پارکینگ که دو طرف آن دیوار باشد ۳ متر و اندازه داخل به داخل ستون‌ها مطابق (شکل ۱-۶) می‌باشد.



شکل ۱-۶

۱-۱-۲ معرفی هندسه سازه با توجه به رعایت ضوابط شهرداری:

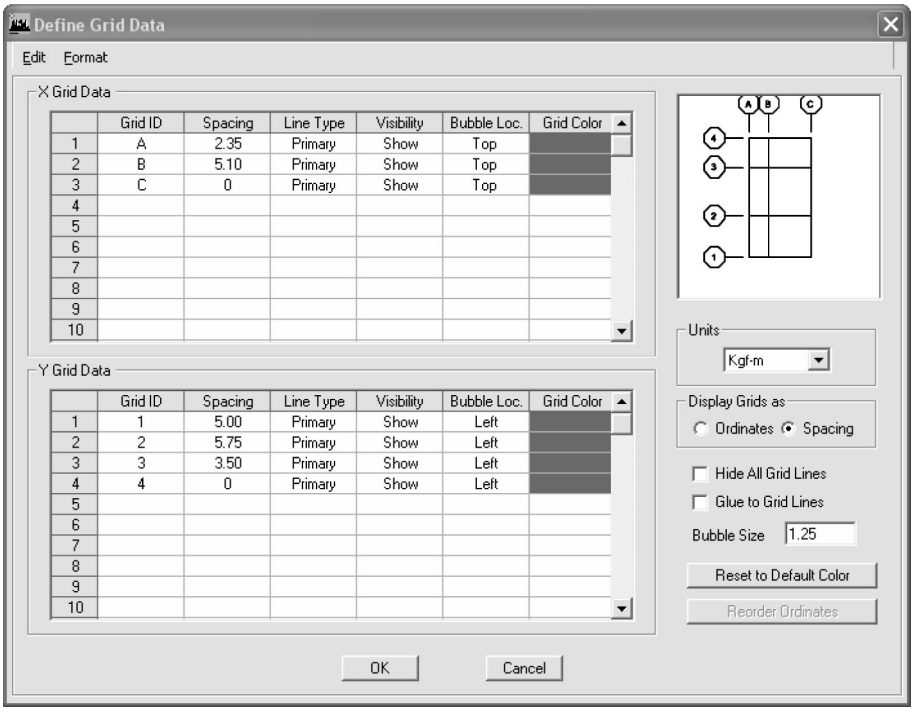
با اجرای دستور File / Newmodel و کلیک برروی گزینه No پنجره (شکل ۱-۷) باز می‌شود (واحد در نظر گرفته شده در قسمت units، Kgf-m می‌باشد).



شکل ۱-۷ معرفی تعداد خطوط کمکی

به ترتیب در ناحیه Grid Dimensions تعداد خطوط کمکی در جهت X و Y را معرفی می‌نماییم. (تعداد آکس‌ها در نقشه معماری) در (شکل ۱-۷) تعداد خطوط کمکی در جهت X=۳ و Y=۴ وارد می‌گردد و در قسمت Number of Stories (تعداد طبقه) عدد ۶ را وارد می‌نماییم.

با انتخاب گزینه Custom Grid Spacing پنجره (شکل ۱-۸) باز می‌گردد و در آن فاصله آکس‌ها را به ترتیب در جهت X، ۲,۳۵، ۵,۱۰ و در جهت Y، ۵,۰۰، ۵,۷۵، ۳,۵۰ وارد می‌نماییم.



شکل۱-۸ معرفی فاصله‌های خطوط کمکی

تذکر: طبق بند ۲-۳-۶ استاندارد ۲۸۰۰، در صورتی که وزن خرپشته بیشتر از ۲۵٪ بام باشد به عنوان طبقه منظور می‌گردد، ترجیحاً جهت انجام کارهای اجرایی و ارائه به کنترل مضاعف در صورتی که وزن کمتر از ۲۵٪ بام باشد از مدل کردن خرپشته خودداری نمایید زیرا در تحلیل دینامیکی باعث تغییر زمان تناوب و توزیع نیروی جانبی سازه می‌گردد، در هر صورت می‌بایست بار آن اثر داده شود.

تذکر: در قسمت اتصال ستون به پی حدود ۳۰ cm تا ۴۰ cm کف‌سازی باید انجام گیرد که این اندازه باید به طول ستون اضافه شود.

تذکر: چنانچه شرایط یکسانی برای تعدادی از طبقات وجود داشته باشد آنها را Similar To تعریف و به سقف مرجع مقید (Master Story) می‌نماییم. در این پروژه طبقه ۶ و ۵ راهنما و طبقات ۴، ۳، ۲، ۱ به راهنمای طبقه ۵ مقید شده‌اند.

با انتخاب گزینه Custom Story Data پنجره (شکل ۱-۹) باز می‌گردد و در قسمت Story Data ارتفاع طبقات را تعریف می‌نماییم.