



محاسبات دستی ساختمان‌های بتنی

از صفر تا صد شامل بارگذاری، تحلیل و طراحی با رویکردی نوآورانه



مؤلفان:

مهندس منصور نوعی
مهندس مایسا جرجانی



سرشناسه:
عنوان و نام پدیدآور:
مشخصات نشر:
مشخصات ظاهری:
شابک:
وضعیت فهرست نویسی:
یادداشت:
موضوع:
موضوع:
موضوع:
شناسه افزوده:
رده بندی کنگره:
رده بندی دیویی:
شماره کتابشناسی ملی:
اطلاعات رکورد کتابشناسی:

نوعی، منصور، ۱۳۶۲-
محاسبات دستی ساختمان های بتنی / مولفان منصور نوعی، مایسا جرجانی.
تهران: نوآور، ۱۴۰۰.
۴۰۴ص.
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۰۵-۴
فیبا
کتابنامه:ص.۴۰۴.
Concrete construction -- Design and construction ساخت و طراحی و بتنی
Construction industry -- صنعت و تجارت --
Concrete construction -- ساختمان های بتنی
جرجانی، مایسا، ۱۳۶۹-
۵/۶۸۱TA
۱۸۳۴/۶۲۴
۸۵۴۱۰۲۸
فیبا

محاسبات دستی ساختمان های بتنی (۱) از صفر تا صد شامل بارگذاری، تحلیل و طراحی با رویکردی نوآورانه

مؤلفان: مهندس منصور نوعی، مهندس مایسا جرجانی



نشر نوآور

ناشر: نوآور

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۰۵-۴

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه
اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲ - ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱ www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر
نوآور می باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از
قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، 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 قرار می گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com

https://telegram.me/noavarpub

https://www.instagram.com/noavarpub/

فهرست مطالب

۱۹۸..... فصل دوم / تحلیل	۵..... مقدمه
۱۹۸..... ۱-۲ تحلیل قابها	۹..... فصل اول / بارگذاری
۱۹۸..... ۱-۱-۲ تحلیل جانبی قاب خمشی محور 4 (تحلیل قاب تحت بارهای جانبی زلزله)	۹..... ۱-۱ مقدمه
۲۰۶..... قائم)..... ۲-۲ تحلیل ثقلی قاب خمشی محور 4 (تحلیل قاب تحت بارهای قائم)	۹..... ۲-۱ نکاتی در خصوص انتخاب پروژه بتنی جهت انجام محاسبات دستی
۲۳۴..... ۲-۲ استخراج تلاش‌های نهایی (MU, VU, PU) المان‌های تیر و ستون و دیوار برشی جهت طراحی آنها	۱۰..... ۳-۱ معرفی پروژه
۲۳۴..... ۱-۲-۲ استخراج تلاش‌های نهایی ستون (A-4)	۲۰..... ۴-۱ مشخصات مصالح
۲۴۳..... ۲-۲-۲ استخراج تلاش‌های نهایی دیوار برشی محور A (Pire 1)	۲۰..... ۵-۱ مشخصات خاک
۲۴۳..... ۳-۲-۲ استخراج تلاش‌های خمشی و برشی نهایی (MU, VU) تیر ABC در طبقه اول	۲۶..... ۶-۱ محاسبه تخمین ابعاد اولیه تیر و ستون
۲۴۷..... ۱-۳-۲-۲ تعیین تلاش‌های خمشی و برشی نهایی تیر AB	۲۸..... ۷-۱ مقاطع دیوار برشی
۲۴۹..... ۱-۳-۲-۲ الف تعیین تلاش‌های خمشی تیر AB	۲۸..... ۸-۱ محدودیت هندسی مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان در معرفی مقاطع تیر و ستون
۲۵۳..... ۱-۳-۲-۲ ب تعیین تلاش‌های برشی تیر AB	۳۰..... ۹-۱ بارگذاری ثقلی
۲۵۶..... ۲-۳-۲-۲ تعیین تلاش‌های خمشی و برشی تیر BC	۳۲..... ۱-۹-۱ جزئیات سقفها
۲۵۸..... ۲-۳-۲-۲ الف تعیین تلاش‌های خمشی تیر BC	۳۲..... ۲-۹-۱ جزئیات دیوارها
۲۶۱..... ۲-۳-۲-۲ ب تعیین تلاش‌های برشی تیر BC	۳۴..... ۳-۹-۱ بار تیغه‌بندی (بار پارتیشن)
۲۶۷..... فصل سوم / طراحی	۳۶..... ۴-۹-۱ جزئیات اجرایی راه پله
۲۶۷..... ۱-۳ طراحی المانها	۳۶..... ۵-۹-۱ محاسبه بار برف طبق بند ۶-۷-۲ مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان
۲۶۷..... ۱-۱-۳ طراحی تیر ABC	۳۷..... ۶-۹-۱ بار زنده و جدول خلاصه بارگذاری
۲۶۷..... ۱-۱-۱-۳ طراحی خمشی تیر ABC	۳۸..... ۱۰-۱ محاسبه وزن غیرلرزه‌ای اسکلت
۲۹۶..... ۲-۱-۱-۳ طراحی برشی تیر ABC	۵۲..... ۱۱-۱ محاسبه وزن مؤثر لرزه‌ای سازه (Ws)
۳۲۱..... ۲-۱-۳ طراحی ستون	۱۲-۱ محاسبه ضریب زلزله (C)، برش پایه (VU) و نیروی جانبی طبقات (FU) در هر جهت
۳۲۱..... ۱-۲-۱-۳ طراحی خمشی - محوری ستون	۶۷..... ۱۳-۱ تعیین مرکز برش (Center of Shear)
۳۴۰..... ۲-۲-۱-۳ طراحی برشی ستون	۶۸..... ۱۴-۱ محاسبات سختی ساختمان
۳۴۸..... ۳-۱-۳ طراحی دیوار برشی	۸۴..... ۱۵-۱ کنترل دررفت بر مبنای بند ۳-۵ استاندارد ۲۸۰۰ زلزله
۳۶۸..... ۴-۱-۳ طراحی فونداسیون نواری قاب خمشی محور 4	۸۴..... ۱۶-۱ توزیع برش هر طبقه از سازه بین قاب‌های آن طبقه در هر دو راستای X و Y به نسبت سختی آن قابها
۳۹۶..... ۵-۱-۳ طراحی سقف تیرچه بلوک	۸۷..... ۱-۱۶-۱ محاسبه لنگر پیچشی نهایی طبقه (MUTn)
۴۰۱..... ۶-۱-۳ طراحی پله بتنی	۸۹..... ۲-۱۶-۱ توضیح در مورد برون مرکزی واقعی (e) و برون مرکزی اتفاقی (ea) و لنگر پیچشی نهایی (MUT) در یک طبقه مطابق روش دوم ۱۰۹
۴۰۴..... منابع و مآخذ	۸۹..... ۱۷-۱ پخش بار در سقف‌های تیرچه بلوک (پخش بار یک طرفه) و دال (پخش بار دو طرفه)
	۱۷۹.....

نشر نوآور ضمن قدردانی و ارج نهادن به اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث ارتقا و هرچه پربارتر شدن محتوایی کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و تشکر و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای هرگونه بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱-۲

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

- اهمیت محاسبات دستی

در سال‌های اخیر استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای طراحی ساختمان‌ها مانند Safe ، Sap ، Etabs و بصورت گسترده در جامعه مهندسی کشور رواج یافته است. بسیاری از مهندسين علاقمند به حوزه طراحی نیز با تهیه کتاب و یا شرکت در دوره‌های آموزشی تلاش به گام نهادن در حوزه محاسبات سازه را دارند؛ ولی آیا هیچ گاه به این مسئله اندیشیده‌ایم که استفاده بدون آگاهی از این نرم‌افزارها چه خطرات جبران‌ناپذیری را به دنبال دارد؟ منظور از آگاهی چیست؟

آگاهی یعنی شناخت دقیق و تسلط کامل از نرم‌افزار مورد استفاده که شامل شناخت از نحوه کارکرد، روال تحلیل، تعریف روابط آیین‌نامه‌ای و در نهایت روشی که نرم‌افزار مورد نظر در معرفی المانها و انجام محاسبات از آن بهره می‌گیرد. یک مهندس محاسب بایستی فرآیند کامل محاسبه سازه توسط برنامه را به خوبی درک نماید تا در مواجهه با نتایج غیرمعمول، بر اساس قضاوت مهندسی تصمیم صحیح را اتخاذ کند. این هدف میسر نمی‌شود مگر با اشراف بر محاسبات دستی.

در حقیقت مهندسانی که اختیار تصمیم‌نهایی را به کامپیوتر واگذار می‌کنند و در پی بررسی نتایج کامپیوتری با محاسبات و کنترل‌های دستی نیستند را می‌توان به اپراتورهایی تشبیه کرد که تنها برای کار با یک برنامه کامپیوتری تربیت شده‌اند. همان طور که ماشین حساب، حسابدار نیست و فقط باعث تسریع روند محاسبات حسابدار می‌شود؛ نرم‌افزارهای طراحی سازه نیز مهندس طراح نیستند و بایستی به آن‌ها فقط به چشم یک یاری‌دهنده نگاه کرد. از این رو، محاسبات دستی در طول تاریخ مهندسی نقشی بی‌جایگزین را داشته و خواهد داشت و محاسبات و تحلیل‌های کامپیوتری تنها در جهت تسریع در مدل‌سازی و دریافت خروجی‌ها عمل می‌کنند.

در صورت تسلط بر محاسبات دستی به ذکر یک مثال می‌پردازیم. اگر در گذشته نه چندان دور (مثلاً دهه شصت خورشیدی) بعنوان مهندس محاسب فعالیت داشتید و یک کارفرما برای یک ساختمان نه چندان پیچیده به شما مراجعه می‌نمود، آیا قادر به انجام محاسبات ساختمان بصورت دستی بودید؟ چگونه به محاسبه‌ی این ساختمان در فقدان کامپیوتر و نرم‌افزارهای محاسباتی می‌پرداختید؟ اصلاً تا به حال به این موضوع اندیشیده‌اید که مهندسان قدیم چگونه سازه‌ی ساختمانها را محاسبه می‌کردند؟ در واقع جایگاه محاسبات دستی بقدری مهم است که امروزه نیز در بیشتر دانشگاههای معتبر دنیا دروس محاسباتی در مهندسی عمران بصورت دستی و بسیار سختگیرانه آموزش داده می‌شود. این در حالیست که شرکتهای تجاری عموماً نسخه‌ای از نرم‌افزارهای خود را به رایگان در اختیار این دانشگاهها قرار می‌دهند.

محاسبات دستی ساختمان در مهندسی عمران (کارشناسی) تقریباً در دروس بارگذاری، ایستایی، تحلیل و طراحی خلاصه می‌شود که دانشجویان در آخرین سال تحصیل خود در درس پروژه ساختمان‌های بتنی و فولادی تمامی دروس فوق را به کار می‌گیرند تا بتوانند یک ساختمان بتنی و فولادی را از صفر تا ۱۰۰ به صورت دستی محاسبه کنند. یعنی دقیقاً همان کاری که مهندسان پیشکسوت در قدیم و در نبود کامپیوتر انجام می‌دادند. ولی از آنجایی که معمولاً پروژه‌های دانشجویی بصورت رفع تکلیف انجام شده و اساتید امر در دوره تحصیل به دانشجویان چندان سخت نمی‌گیرند، متأسفانه این درس بسیار مهم با تساهل گذرانده می‌شود؛ در حالیکه درس پروژه بعنوان جمع‌بندی و نتیجه سالهای تحصیل یک دانشجو در رشته مهندسی عمران محسوب می‌شود. هدف اساسی این کتاب، بیان روندی است که طراحی سازه‌ی یک ساختمان را از صفر تا صد در بر می‌گیرد.

در این کتاب تمامی مراحل محاسبه سازه‌ی ساختمان (بارگذاری، تحلیل و طراحی) به صورت دستی انجام و سعی شده است در هر قسمت به اندازه کافی توضیحات لازم جهت درک بهتر مطالب ارائه شود و از مطالب اضافه و حاشیه‌ای پرهیز گردد. در برخی موارد لازم بوده است که عملیات دستی بصورت تکراری جهت فهم بهتر مطلب انجام شود و در بعضی موارد عمل تکرار بیهوده ارزیابی شده است که به آنها اشاره گشته است.

- دلیل نگارش کتاب حاضر

متأسفانه عدم وجود منبع و راهنمایی که روند کامل محاسبات دستی ساختمان را توضیح داده باشد باعث سردرگمی دانشجویان سال آخر مهندسی عمران و ارائه پروژه‌های نامطلوب شده است. مولفین با شناخت این خلاء اقدام به نگارش کتاب حاضر در دو جلد بتنی و فولادی نموده‌اند تا گامی هرچند کوچک در ارتقاء سطح علمی دانشجویان و مهندسان برداشته شود. جلد فولادی کتاب بزودی توسط انتشارات نوآور به چاپ خواهد رسید.

- نحوه‌ی مطالعه کتاب حاضر

از آنجایی که مطالب ارائه شده در کتاب به هم پیوسته بوده و با هم در ارتباط می‌باشند، لذا پیشنهاد ما به خواننده‌ی محترم این کتاب این است که با آرامش و طمانینه، تمامی مطالب این کتاب را به ترتیب و منظم از فصل اول تا فصل سوم طی کند تا به مقصود مورد نظر خود که آگاهی از چگونگی محاسبات دستی سازه‌ی ساختمان می‌باشد برسد.

- این کتاب برای چه کسانی مناسب است؟

چنانچه پاسخ به این سوال را بخواهیم آغشته به طنز بدهیم بایستی بگوئیم که مطالعه این کتاب برای دانشجویان سال آخر مهندسی عمران واجب، و برای مهندسانی که قصد ورود به دنیای زیبای طراحی سازه‌ی ساختمان را دارند واجب‌تر می‌باشد. برای دانشجویان به این دلیل واجب است که جمع‌بندی دروس مهندسی‌شان بوده و اتمام تحصیل آنها در گروه گذراندن دروس بسیار مهم پروژه بتن و فولاد می‌باشد. لذا بایستی با روند محاسبات سازه‌ی ساختمان‌ها آشنا شوند تا چنانچه در محیط کار حرفه‌ای در حوزه‌ی نظارت و اجرا فعالیت کردند در تعامل با مهندسان محاسب و طراح به مشکلی برخورد و درک متقابل داشته باشند. از طرفی هم به این دلیل برای مهندسان عمران واجب‌تر است که نظر به اهمیت طراحی و محاسبه‌ی سازه‌ی ساختمان که مستقیماً با جان انسانها در ارتباط است، با ارائه‌ی دید مهندسی مناسب، آنها را از اتکاء و وابستگی شدید به نرم‌افزارها بی‌نیاز می‌کند. در کل به زعم مولفین، یک مهندس عمران بایستی در طول زندگی مهندسی خود یکبار برای همیشه محاسبات دستی سازه‌ی ساختمان‌های بتنی و فولادی را انجام دهد. لذا مطالعه این کتاب در وهله‌ی اول به دانشجویان، و در وهله دوم به مهندسان و فارغ‌التحصیلان رشته عمران که قصد ورود حرفه‌ای به دنیای زیبای طراحی سازه‌ی ساختمانها با نرم‌افزار را دارند قویاً توصیه می‌شود.

- آیین‌نامه‌های استفاده شده در کتاب

در این کتاب از آخرین ویرایش‌های آیین‌نامه‌های داخلی و خارجی در بارگذاری و طراحی المان‌ها استفاده شده است؛ هرچند تغییر آیین‌نامه‌های طراحی خلی در روند محاسبات دستی ساختمان وارد نمی‌کند و فقط ممکن است فاز طراحی را تحت‌الشعاع قرار دهد. با تسلط بر فرآیند کلی محاسبات ساختمان قادر خواهید بود همواره بر آیین‌نامه‌ها ولو با تغییرات و ویرایش‌های متعدد پیش‌رو فائق شوید.

- حرف آخر...

معتقدیم که یک جوینده‌ی دانش (در واقع دانشجو) دو استاد دارد. اولی استادی که بطور مستقیم و با حضور فیزیکی در کلاس‌های درس ایشان از دانش او بهره‌مند گشته و دومی استادی که با نگاشتن کتب علمی نقش استادی و معلمی خود را در قبال دانشجو ایفا می‌کند. لذا تشکر ویژه خود از اساتید گرانقدری که از آنها بسیار آموخته‌ایم را بابت انتقال دانش و نگارش کتابهای گرانقدرشان اعلام می‌داریم. از طرفی باور داریم که علیرغم سعی و تلاش فراوان ما نوشته‌ی حاضر دارای لغزشها و کاستی‌هایی است؛ پیشاپیش از خوانندگان محترم به لحاظ احتمال وجود اشتباهات و اشکالاتی که از نظر مولفین دور مانده پوزش می‌خواهیم.

در پایان سخن از تمامی زحمات عوامل و دست‌اندرکاران انتشارات وزین نوآور به ویژه آقایان نصیرنیا تشکر و قدردانی می‌کنیم. از آنجایی که هیچ املایی بی‌غلط نیست، این دست نوشته نیز از این قاعده مستثنی نخواهد بود. لذا خواهشمندیم نظرات، انتقادات و پیشنهادات خود را در جهت بهبود کمیت و کیفیت و محتوای علمی کتاب در نوبت‌های چاپ بعدی، صرفاً از طریق ایمیل انتشارات نوآور به آدرس noavar33@yahoo.com ارسال فرمائید.

با تشکر

منصور نوعی - مایسا جرجانی

تقدیم نامہ

این اثر ناچیز را تقدیم می کنیم به روح پاک و مقدس مولای متقیان

علی علیه السلام

و

وجود مبارک پدر و مادر عزیزمان

مولفین

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی دی اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این چنین، 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 را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به عمل آورده، و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلف از متخلفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، افست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤرّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۱ - ۲ و ۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

بارگذاری

۱-۱ مقدمه

در کتاب حاضر یک پروژه بتنی با سیستم قاب خمشی متوسط در راستای (X) و سیستم دوگانه (قاب خمشی متوسط + دیوار برشی متوسط) در راستای (Y) به صورت کاملاً دستی بارگذاری، تحلیل و طراحی خواهد شد. دلیل استفاده از دو سیستم مقاوم جانبی متفاوت در دو راستا، آشنایی خواننده با روال محاسبات دستی هر دو سیستم می‌باشد. با توجه به هندسه ساختمان، امکان تعبیه دیوار برشی تنها در یک طرف ساختمان (امتداد طولی یا راستای Y) وجود دارد. در جهت عرضی با توجه به وجود نمای ساختمان و بازشوها نمی‌توان از دیوار برشی استفاده کرد؛ لذا از سیستم قاب خمشی استفاده شده است. با توجه به 4 طبقه بودن ساختمان، برش پایه بزرگی نخواهیم داشت. پس قرار دادن دیوار برشی در دهانه 4.5 متری کفایت خواهد کرد.

ساختمان در منطقه‌ای با خطر لرزه‌خیزی متوسط واقع است. شهر محل اجرای پروژه شهرستان گنبدکاووس (از توابع استان گلستان) و خاک محل احداث سازه از نوع تیپ III می‌باشد. اطلاعات کامل در خصوص ساختمان در قسمت ۱-۳ (معرفی پروژه) ارائه می‌شود.

در محاسبات دستی پروژه بتنی حاضر، مراحل زیر به طور کامل انجام می‌شود (این روال تقریباً در محاسبات دستی تمامی پروژه‌های بتنی یکسان است):

- معرفی پروژه و ارائه نقشه‌های معماری شامل پلان‌ها، برش‌ها، نماها و ... (شکل ۱-۲)
- ارائه مقاطع پیشنهادی برای اسکلت سازه (تیر و ستون و دیوار برشی) و سیستم سقف‌ها. (جدول ۱-۳)
- جزئیات بارگذاری ثقلی شامل: وزن واحد سطح سقف‌ها و دیوارها (جانبی و پارتیشن)، بارگذاری کامل اتاق پله و تکمیل جدول خلاصه بارگذاری.
- محاسبه وزن اسکلت سازه (غیر لرزه‌ای و لرزه‌ای) در قالب جداول مربوطه.
- تقسیم‌بندی جرم سازه در پلان، محاسبات وزن لرزه‌ای کل سازه، مراکز جرم هر طبقه، مراکز جرم تجمعی و مراکز برش در قالب جداول مربوطه و همچنین کنترل منظمی یا نامنظمی براساس وزن طبقات.
- توزیع نیروهای زلزله در ارتفاع در راستای X و Y و ترسیم دیاگرام‌های برش و خمش طبقات در قالب جداول مربوطه و کنترل واژگونی.
- محاسبات سختی جانبی (صلبیت جانبی) سیستم مقاوم جانبی سازه در هر دو راستا در قالب جداول مربوطه، محاسبه مرکز سختی طبقات، کنترل منظمی یا نامنظمی در ارتفاع براساس سختی طبقات و همچنین محاسبه تغییرمکان نسبی و مطلق طبقات در هر دو راستا.
- توزیع برش طبقات ساختمان به نسبت سختی قاب‌های هر طبقه در هر دو راستا (محاسبه لنگر پیچشی به دو روش طبق آئین‌نامه ۲۸۰۰ انجام خواهد شد 1- روش استفاده از مرکز جرم 2- روش استفاده از مرکز برش).
- تبدیل برش طبقات قاب محور 4 به نیروهای خصوصی طبقات و انجام تحلیل جانبی قاب محور 4 (پرتال) و ترسیم دیاگرام‌های برش، خمش و نیروی محوری المان‌های قاب. (قبل از انجام تحلیل جانبی، روش پرتال توضیح داده خواهد شد). ضمناً نیروهای جانبی قاب محور A نیز بدست آمده و در ادامه دیوار برشی این قاب تحت این نیروها تحلیل خواهد گشت. (شکل ۱-۳ را ملاحظه کنید)
- توزیع بارهای ثقلی (مرده و زنده) سقف‌ها بر روی تیرها: از آنجا که در این سازه از دو سیستم سقف (تیر- دال و تیرچه بلوک)

استفاده شده است و رفتار هر کدام در توزیع بارهای ثقلی متفاوت است، (رفتار تیرچه بلوک یکطرفه و رفتار تیر- دال دو طرفه می‌باشد) لذا در ابتدا آموزش کوتاهی از پخش بار در سقف‌های یکطرفه و دوطرفه ارائه گشته و سپس توزیع بار انجام خواهد شد.

- تحلیل ثقلی قاب محور 4 به روش جزء در کراس.
- تکمیل جداول محاسبه نیروهای محوری، برشی و لنگر خمشی ستون A4 در طبقه اول با ترسیم دیاگرام‌های مربوطه با اعمال کاهش سربار زنده در صورت نیاز.
- استخراج تلاش‌های برشی و خمشی تیر ABC در طبقه اول با ترسیم منحنی‌های پوش خمشی و برشی.
- تکمیل جداول نیروهای محوری و برشی و لنگر خمشی دیوار برشی قاب محور A تحت بارهای ثقلی و جانبی وارده و ترسیم دیاگرام‌های مربوطه.
- طراحی عادی و لرزه‌ای بر مبنای مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۹ (در واقع آیین نامه ACI 2019) برای ستون A4، تیر ABC - 4، دیوار برشی محور A و ترسیم نقشه‌های سازه‌ای آنها در طبقه اول.
- تحلیل و طراحی کامل فونداسیون نواری محور 4
- طراحی سیستم سقف تیرچه بلوک
- تحلیل و طراحی دال پله

در این پروژه به صورت کامل به تمامی مراحل فوق پرداخته شده است.

در این جلد (پروژه بتنی) از آیین‌نامه‌های زیر استفاده شده است:

- مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۸ جهت بارگذاری

- استاندارد ۲۸۰۰ زلزله ویرایش چهارم جهت بارگذاری جانبی

- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۹ جهت طراحی سازه. شایان ذکر است که ضوابط مبحث نهم منطبق بر آیین نامه ACI 2019 می‌باشد.

لذا جهت اختصار در هر قسمت از کتاب که از مبحث ششم یاد شود منظور ویرایش سال ۹۸ و چنانچه از استاندارد ۲۸۰۰ زلزله نام

برده شود منظور ویرایش چهارم و همچنین چنانچه از مبحث نهم سخن به میان رود منظور ویرایش ۹۹ آن خواهد بود.

۱-۲ نکاتی در خصوص انتخاب پروژه بتنی جهت انجام محاسبات دستی

• در محاسبات دستی پروژه‌های ساختمانی از آنجایی که هدف اصلی، آموزش روند محاسبات (یعنی بارگذاری، تحلیل و طراحی) اسکلت یا استخوان سازه برای مهندسان سازه می‌باشد لذا نیازی نیست که پلانی پیچیده از نظر معماری جهت پروژه انتخاب گشته و به مسائل ریز معماری اهمیت بسزایی قائل شد. انتخاب پلانی با بالکن‌های قوسی، تعداد زیاد محورهای کج، بازشوها و شکستگی‌های زیاد و ... فقط اختلال در روند محاسبات به وجود آورده و به درک بیشتر مفاهیم کمک شایانی نخواهد کرد. پروژه انتخاب شده در این کتاب نمونه‌ای از یک پروژه ساده از منظر معماری جهت انجام محاسبات دستی سازه می‌باشد. با مشاهده اشکال ۱-۲-۳ پ (پلان تیپ طبقات) و ۱-۳ (مدل ریاضی سازه) نکات زیر را به دقت مطالعه کنید.

• بهتر است در محاسبات دستی سازه، از یک نقشه یا پلان واحد برای پروژه بتنی و فولادی استفاده شود. یعنی از همان پلانی که در محاسبه‌ی سازه پروژه‌ی بتنی استفاده شده است در سازه فولادی نیز استفاده گردد. کاری که در این کتاب (جلد بتنی و فولادی) انجام شده است (فقط در پروژه بتنی از دیوار برشی و در پروژه فولادی از مهاربندی استفاده شده است). با این کار دانشجویان سردرگمی ناشی از تفاوت در پلان‌های معماری خلاص شده و تسلط بیشتری به روند محاسبات سازه در هر دو پروژه بتنی و فولادی خواهد داشت. در جلد فولادی این کتاب به محاسبات سازه فولادی این پروژه پرداخته خواهد شد.

• بهتر است از پله‌های دوطرفه در پروژه استفاده گردد که بارگذاری سهل و آسان شود. البته داشتن پله‌های سه طرفه یا چهارطرفه به کلیت روند محاسبات سازه آسیب وارد نخواهد کرد.

• بهتر است که سیستم باربر جانبی سازه در دو طرف متفاوت باشد تا خواننده با روند محاسبات هر دو سیستم در یک پروژه آشنا گردد (کاری که در هر دو جلد بتنی و فولادی این کتاب انجام شده است) در راستای X (امتداد عرضی) پروژه انتخاب شده در

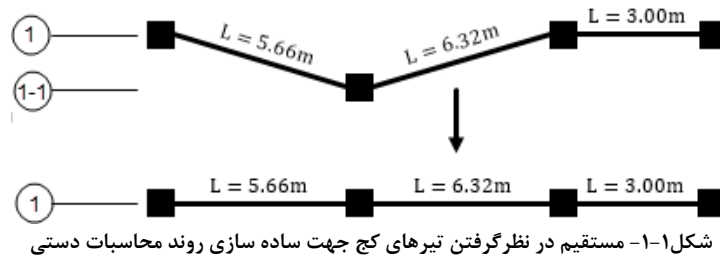
کتاب حاضر از سیستم قاب خمشی بتنی متوسط و در راستای Y (امتداد طولی) از سیستم دوگانه (قاب خمشی متوسط + دیوار برشی متوسط) استفاده شده است. لازم به ذکر است که دیواربرشی بتن آرمه متوسط در جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰ زلزله ویرایش چهارم معرفی گشته ولی مطابق جدول ۹-۲۰-۱ مبحث نهم ویرایش ۹۹ تعریف نشده است. در این مبحث فقط دیوارهای برشی با شکل پذیری کم (معمولی) و زیاد (ویژه) به رسمیت شناخته شده است. در نتیجه در این کتاب و در فاز بارگذاری و تحلیل، سطح شکل پذیری دیواربرشی بتن آرمه را مطابق استاندارد ۲۸۰۰ زلزله متوسط در نظر گرفته و روند محاسبات را طی می‌کنیم. سپس در فاز طراحی، شکل پذیری دیواربرشی را مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویژه در نظر گرفته و روند طراحی را طی خواهیم کرد.

- نیازی به بارگذاری و تحلیل و طراحی تمامی قابها و تیرها و ستونها و دیوارهای برشی پروژه نمی‌باشد. این کار توسط نرم‌افزارهای تحلیل و طراحی سازه‌ها مثل ETABS و SAP به راحتی قابل انجام است. لیکن انجام آن توسط محاسبات دستی بسیار پرکار و طولانی می‌باشد. لذا در هر راستا فقط یک قاب بارگذاری، تحلیل و طراحی می‌شود. در پروژه بتنی حاضر در راستای X (راستای قاب خمشی) قاب محور 4 به عنوان نماینده قاب‌های این راستا انتخاب گشته و بارگذاری ثقلی و جانبی انجام گشته و سپس تحلیل ثقلی و جانبی شده و در نهایت ستون A4 و تیر ABC-4 در طبقه اول طراحی خواهند شد. همچنین در راستای Y (راستای سیستم دوگانه) دیوار برشی قاب محور A به عنوان نماینده قاب‌های این راستا انتخاب گشته و سپس بارگذاری و تحلیل انجام گشته و در نهایت دیوار طبقه اول در همین قاب طراحی خواهد شد. البته روند محاسبات به نحوی است که در صورت تمایل، خواننده می‌تواند تمامی قاب‌ها را در هر دو راستا بارگذاری و تحلیل و طراحی کند.

- یک نکته مهم در مورد انتخاب قاب جهت بارگذاری، تحلیل و طراحی وجود دارد. در راستای Y مشکلی وجود ندارد چرا که قابی انتخاب می‌گردد که دارای دیوار برشی بوده و هدف نیز طراحی خود دیوار است (قاب محور A یا E که در این پروژه قاب محور A انتخاب می‌گردد). ولی در راستای X قابی انتخاب گردد که از دو طرف به دیوار برشی وصل نباشد (مثل قاب 4) دلیل این است که چون ستون آخر قاب جهت طراحی انتخاب خواهد شد و ستون آخر در قاب 2 و 3 ستون‌های متصل به دیوار برشی می‌باشند و این ستون‌ها دیگر ستون نبوده و جزئی از دیوار برشی می‌باشند لذا نمی‌توان آنها را به صورت ستون طراحی کرد. در نتیجه قاب محور 4 در پروژه بتنی جهت بارگذاری، تحلیل و طراحی انتخاب شده است و ستون A4 در طبقه اول طراحی خواهد شد. دلیل اینکه ستون آخر قاب جهت طراحی انتخاب می‌گردد این است که به ستون‌های میانی قاب تحت نیروی جانبی زلزله (تحلیل پرتال)، نیروی محوری وارد نمی‌گردد ($P_E = 0$) مطابق فرضیات تحلیل پرتال نیروی محوری ستون‌های میانی یک قاب خمشی تحت بارهای جانبی زلزله برابر صفر می‌باشد. لذا ستون A4 جهت طراحی در نظر گرفته شده است تا خواننده در تحلیل و طراحی این ستون اثر نیروی جانبی زلزله را ببیند. در جلد فولادی کتاب که به محاسبات دستی پروژه فولادی می‌پردازد عکس بحث فوق مطرح می‌باشد. در پروژه فولادی ستونی جهت طراحی انتخاب می‌گردد که به مهاربند متصل باشد یعنی قاب 2 یا 3. دلیل این مسئله در پروژه فولادی (جلد فولادی کتاب) توضیح داده می‌شود.

- در طول پروژه مشاهده خواهید کرد که برش‌های زلزله به نسبت سختی هر قاب بین قاب‌ها توزیع خواهد شد. لذا بهتر است که قاب‌های سازه‌ی انتخاب شده از نظر سازه‌ای (نه از نظر معماری) کمی با هم متفاوت باشند تا برش جذب شده توسط هر قاب با قاب‌های دیگر تفاوت داشته باشد تا درک خواننده نسبت به جذب برش‌های زلزله توسط قاب‌ها عمیق تر گردد. به همین دلیل در پروژه حاضر در راستای X، قاب محور 5 دارای چهار ستون و طول تیرهای متفاوت، قاب محور 4 دارای پنج ستون و طول تیرهای متفاوت، قاب محورهای 2 و 3 شبیه به هم و قاب محور 1 (قاب کج) کمی متفاوت انتخاب شده است. در راستای Y دیوارهای برشی بواسطه سختی زیاد اکثر برش‌های زلزله را جذب می‌کنند لذا برش قابل توجهی به قاب‌های راستای Y نمی‌رسد پس تفاوت قاب‌های راستای Y حائز اهمیت نیست.

- تیرهای قاب کج واقع در قسمت شمالی پروژه‌ی کتاب حاضر در محاسبات بصورت مستقیم ولی با همان طول‌های کج روی محور 1 در نظر گرفته می‌شود و در روند محاسبات بصورت مستقیم مشارکت می‌کند (شکل ۱-۱). محاسبه سختی قاب‌های کج در برنامه‌های رایانه‌ای بسیار ساده می‌باشد ولی محاسبه سختی این قاب‌ها به روش دستی به آسانی صورت نمی‌پذیرد. مستقیم در نظر گرفتن تیرهای کج جهت ساده سازی روند محاسبات می‌باشد.



نکته

در محاسبات سازه‌های بتنی (دستی یا نرم‌افزاری) روال این است که ابتدا براساس تجربه و با استفاده از یکسری روابط تجربی که در ادامه خواهد آمد ابعادی برای تیر و ستون و دیواربرشی در هر طبقه حدس زده شده و سپس کفایت آن‌ها در مرحله طراحی بررسی و کنترل می‌گردد. چنانچه مقاطع حدس زده شده کفایت لازم را داشته باشند محاسبات صحیح بوده و در صورت عدم کفایت، مقاطع تغییر کرده و محاسبات بایستی مجدداً و از ابتدا براساس مقاطع جدید انجام شود. اما از آنجایی که تمامی محاسبات بصورت دستی انجام می‌گردد در صورت عدم کفایت مقاطع، دیگر نمی‌توان به ابتدای پروژه برگشت و سازه را با ابعاد جدید بارگذاری و تحلیل و طراحی کرد. این کار بسیار طولانی، وقت گیر و طاقت فرسا خواهد بود. در نتیجه در همان مرحله آخر (مرحله طراحی) ابعاد افزایش داده شده و کفایت آن‌ها بررسی می‌گردد. تغییر و تعویض المان‌های سازه و بارگذاری و تحلیل و طراحی مجدد آن‌ها در نرم‌افزارهای تحلیل و طراحی سازه‌ها مثل SAP و ETABS سهل و آسان بوده ولی در محاسبات دستی دشوار می‌باشد. از آنجایی که هدف آموزش روند محاسبات دستی سازه یک ساختمان می‌باشد، عمل تکرار کاری بیهوده خواهد بود.

۳-۱ معرفی پروژه

ساختمان در نظر گرفته شده برای پروژه، ۴ طبقه یعنی ۴ سقف بوده و کاربری آن مسکونی می‌باشد (درمهندسی سازه، تعداد سقف‌ها یا کف‌ها نشان دهنده تعداد طبقات می‌باشد. یعنی وقتی گفته می‌شود سازه‌ای ۴ طبقه می‌باشد به معنای این است که سازه دارای ۴ سقف است). ارتفاع طبقات سازه در نقشه‌های برش معماری مشخص است (شکل ۲-۱- ج و شکل ۲-۱- چ). ارتفاع سازه‌ای با ارتفاع معماری متفاوت است. ارتفاع سازه‌ای در مهندسی سازه یعنی فاصله کف تا کف سازه‌ای. در طبقه اول، کف سازه‌ای تا روی فونداسیون ملاک محاسبه ارتفاع سازه‌ای است. این ارتفاع در شکل ۱-۸ محاسبه گشته است. از ارتفاع سازه‌ای در تحلیل سازه استفاده خواهد شد.

- هر چند در طبقه اول (سقف اول) نیازی به اجرای سقف کاذب نیست چراکه سقف پارکینگ بوده و زیبایی آن ملاک نیست، ولی در این پروژه از سقف کاذب استفاده شده است.

- ارتفاع سازه‌ای طبقه اول 2.95 m و طبقات 3.30 m در نظر گرفته شده است.

به دلیل درک رفتار یک طرفه و دوطرفه در سقف‌ها از دو سیستم سقف در این پروژه استفاده شده است. از آنجایی که برش وارده به طبقات پایین بیشتر از طبقات بالا می‌باشد، در طبقات 1 و 2 (سقف اول و دوم) از سیستم سقف تیر-دال (که دارای صلبیت زیادی می‌باشد) و در طبقات 3 و 4 (سقف‌های سوم و چهارم و سقف خرپشته) از سیستم سقف تیرچه بلوک استفاده شده است (شکل ۳-۱). ارتفاع سازه‌ای هر کدام از سیستم‌های سقف براساس مبحث 9 مقررات ملی ساختمان و آئین‌نامه آبا بدست آمده است که در زمان محاسبه جزئیات سقف آورده خواهد شد. جهت تیرچه ریزی سقف‌های سوم و چهارم بصورت شطرنجی بوده و در مدل ریاضی نمایش داده شده است.

پله‌های پروژه به صورت دوطرفه (رفت و برگشتی) بوده و بصورت دال بتنی اجرا می‌شوند. تیر محور 5(B-C) در نیم طبقه قرار دارد. بار پله بین تیر طبقه 4(B-C) و نیم طبقه 5(B-C) بصورت مساوی تقسیم می‌گردد. سازه فاقد آسانسور بوده و در صورت وجود آسانسور، محل آن بصورت باز شو در سقف نشان داده می‌شود. در نتیجه بود یا نبود آن به کلیت کار آسیبی نمی‌رساند. همانطور که گفته شد سیستم بارجانبی سازه در جهت غربی - شرقی (امتداد عرضی یا راستای X) قاب خمشی بتنی با شکل‌پذیری متوسط است و در جهت شمالی - جنوبی (امتداد طولی یا راستای Y) قاب خمشی بتنی به اضافه دیوار برشی بتنی با شکل‌پذیری متوسط (سیستم دوگانه) است. محل دیوار برشی شمالی - جنوبی بین دو محور 2 و 3 قرار داشته و بصورت متقارن و روبروی هم قرار داده می‌شوند.

لازم به ذکر است که طبق بند ۱-۸-۴ (قسمت پ) استاندارد ۲۸۰۰ در ساختمان‌هایی که دارای سیستم دوگانه (قاب خمشی و دیوار برشی در یک راستا) هستند باید قاب‌ها آن چنان مقاومتی داشته باشند که بتوانند بدون حضور دیوار برشی 25% نیروی جانبی زلزله را تحمل کنند. از آنجا که در این پروژه در جهت قاب خمشی (راستای X) قاب محور 4 و تیر و ستون‌های این محور بارگذاری، تحلیل و طراحی خواهند شد و خواننده با روند محاسبات تیر و ستون‌ها آشنا خواهد شد، در نتیجه در راستای سیستم دوگانه (راستای

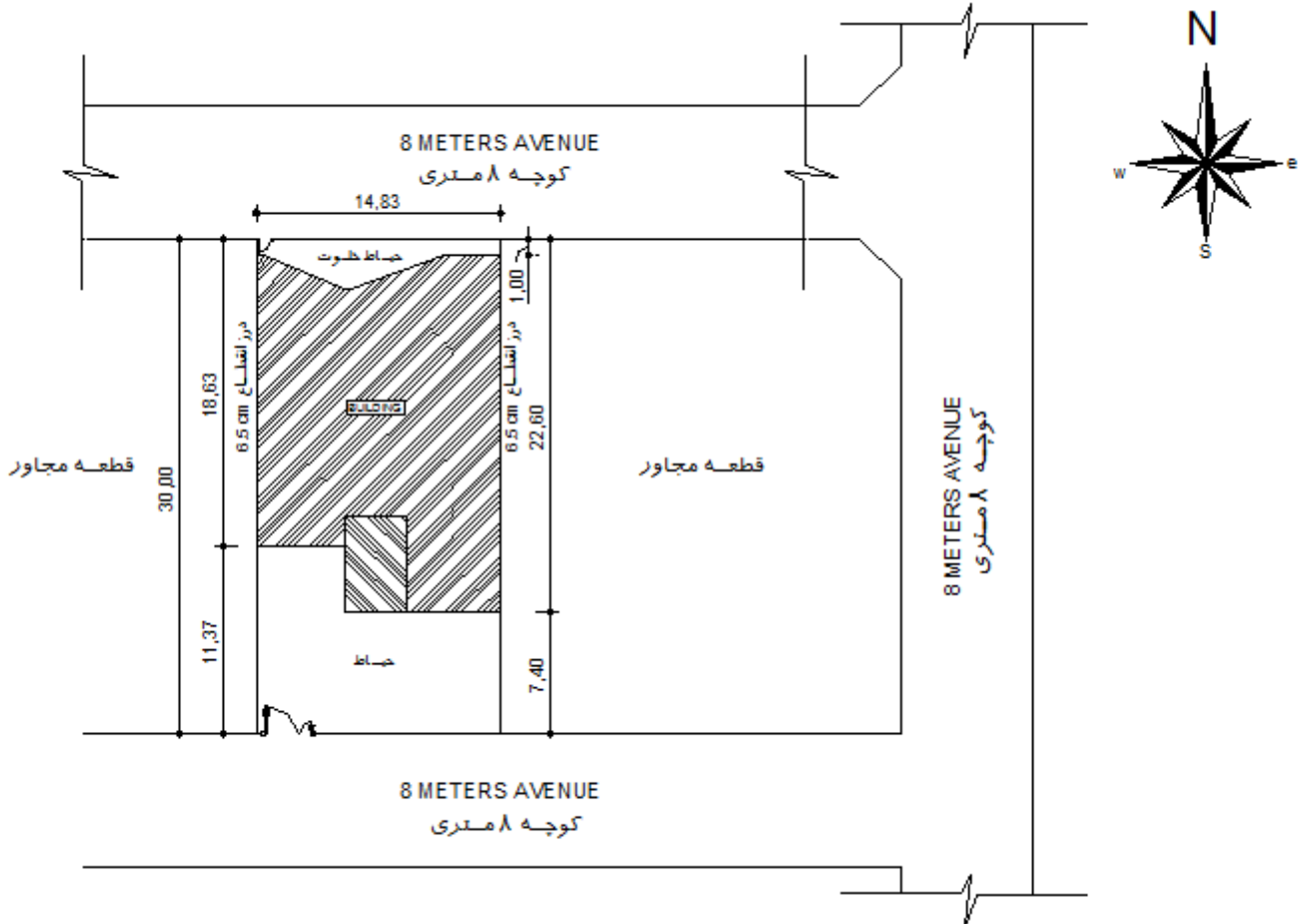
(Y) فقط دیوار برشی محور A تحت بارگذاری، تحلیل و طراحی قرار خواهد گرفت و طراحی تیرها و ستون‌های راستای (Y) مد نظر نیست، لذا نیازی به کنترل قاعده 25% نیست. چرا که اعمال قاعده 25% برای طراحی تیرها و ستون‌های راستای Y می‌باشد و خواننده با طراحی این المان‌ها در جهت قاب خمشی (راستای X) آشنا شده است. از طرفی کنترل این قاعده بصورت دستی کاری سخت و دشوار و طولانی بوده و نیازمند محاسبه اندرکنش قاب و دیوار می‌باشد و لذا عدم کنترل آن را توجیه می‌کند. کنترل این قاعده در نرم‌افزارهای مثل SAP و ETABS به راحتی قابل انجام است.

در قسمت جنوبی پروژه بالکنی به عرض 1.20 m وجود دارد. همانطور که در نقشه‌های معماری (شکل ۱-۲-۲-پ) ملاحظه می‌گردد دیوار جانبی بر روی تیر محور 4 قرار گرفته و روی تیر بالکن دیواری وجود ندارد؛ ولی در بام دیوار جانپناه به ارتفاع 1 متری بر روی تیر بالکن قرار می‌گیرد.

درز انقطاع طبق بند ۴-۱-۱ استاندارد ۲۸۰۰ برابر 0.005 ارتفاع ساختمان از مرز مشترک با زمین قطعه مجاور می‌باشد (درز انقطاع در پلان معماری نشان داده شده است هر چند رعایت درز انقطاع در این پروژه و سایر پروژه‌های دستی لازم نیست). محل اتاق پله و آسانسور و پاسیو (در صورت وجود) بصورت باز شو در مدل ریاضی نشان داده می‌شوند. در مدل ریاضی سازه تیرها به صورت خط مدل سازی شده و یک ابعاد فرضی جهت ستون‌ها حدس زده می‌شود. همانطور که قبلاً گفته شد در محاسبات دستی پروژه‌های ساختمانی هدف اصلی آموزش روند محاسبات اسکلت سازه (استخوان بندی) برای مهندسان سازه می‌باشد لذا نیازی نیست که به مسائل ریز معماری اهمیت زیادی داد. مساحت خالص طبقات (بدون حضور بازشوی پله) برابر با 255.22 m² و مساحت کل طبقه برابر با 271.72 m² می‌باشد. در قسمت پارکینگ (زیر سقف اول) دیوار پارتیشن وجود ندارد. طبقات تیپ بوده و طول پارتیشن‌های هر طبقه برابر 31.60 m می‌باشد.

در درون دیوار برشی تیری در نظر گرفته نمی‌شود چرا که در حقیقت چنین تیری وجود ندارد. اتصالات تمامی تیرها به ستون‌ها در سازه‌های بتنی بصورت صلب یا گیردار بوده و اتصال پای ستون به فونداسیون نیز گیردار در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۱-۲-۲ نقشه‌های معماری پروژه را نمایش می‌دهد.



شکل ۱-۲-۲ الف- پلان موقعیت ساختمان