

محاسبات دستی ساختمان‌های فولادی

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



مؤلفان:

مهندس منصور نوعی
مهندس مایسا جرجانی



نوعی، منصور، ۱۳۶۲-
محاسبات دستی ساختمان‌های فولادی (۲) از صفر تا صد شامل: بارگذاری، تحلیل و طراحی با رویکردی نوآورانه / مولفان منصور
نوعی، مایسا جرجانی.
تهران: نوآور، ۱۴۰۱.
۴۶۲ ص.
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۴۰-۵
فیپا
سازه‌های فولادی -- Steel structures*
سازه‌های فولادی -- طراحی و ساخت * Steel structures -- Design and construction
ساختمان‌سازی -- صنعت و تجارت -- Construction industry
جرجانی، مایسا، ۱۳۶۹-
TA۶۸۴
۱۸۲۱/۶۲۴
۸۹۸۹۱۰۹
فیپا

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

محاسبات دستی ساختمان‌های فولادی (۲) (از صفر تا صد شامل بارگذاری، تحلیل و طراحی با رویکردی نوآورانه)

مؤلفان: مهندس منصور نوعی، مهندس مایسا جرجانی



نشر نوآور

ناشر: نوآور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۴۰-۵

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه
اول، واحد ۳ تلفن: ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱ - ۹۲ 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 می‌باشد. 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، سی‌دی، دی‌وی‌دی، 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 می‌گیرند.

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

۲-۲-۲ استخراج تلاش‌های خمشی و برشی نهایی (MU, VU) تیر AB در طبقه اول ۲۱۶	۵ مقدمه مؤلف ۵
۲-۲-۲-۱ تعیین تلاش‌های خمشی و برشی نهایی تیر AB ۲۱۶	فصل اول / بارگذاری ۹
۲-۲-۲-۲ الف تعیین تلاش‌های خمشی تیر AB ۲۱۹	۱-۱ مقدمه ۹
۲-۲-۲-۲ ب تعیین تلاش‌های برشی تیر AB ۲۲۴	۲-۱ نکاتی در خصوص انتخاب پروژه فولادی جهت انجام محاسبات دستی ۱۰
فصل سوم / طراحی ۲۲۸	۳-۱ معرفی پروژه ۱۲
۱-۳ طراحی المان‌ها و جزئیات ۲۲۸	۴-۱ مشخصات مصالح ۲۲
۱-۱-۳ طراحی لرزه‌ای قاب خمشی محور 3 (تیر و ستون) ۲۲۹	۵-۱ مشخصات خاک ۲۳
۱-۱-۱-۳ طراحی لرزه‌ای تیر خمشی (A-B) 3 در طبقه اول از قاب خمشی متوسط محور 3 ۲۲۹	۶-۱ بارگذاری ثقلی ۲۹
۲-۱-۱-۳ طراحی لرزه‌ای ستون A-3 در طبقه اول از قاب خمشی متوسط محور 3 ۲۳۸	۱-۶-۱ جزئیات سقف‌ها ۲۹
۲-۱-۳ طراحی لرزه‌ای قاب مهاربندی شده همگرای ویژه (شورون) محور A (تیر و ستون و مهاربند) ۲۴۷	۲-۶-۱ جزئیات دیوارها ۳۱
۱-۲-۱-۳ طراحی مهاربندها در تمامی طبقات ۲۴۸	۳-۶-۱ بار تیغه‌بندی (بار پارتیشن) ۳۱
۲-۲-۱-۳ طراحی تیر طبقه اول قاب مهاربندی همگرای هشتی ویژه محور A ۲۵۴	۴-۶-۱ جزئیات اجرایی راه پله ۳۳
۳-۲-۱-۳ طراحی ستون A-3 در طبقه اول از قاب مهاربندی همگرای ویژه شورون محور A (راستای Y) ۲۶۶	۵-۶-۱ محاسبه بار برف طبق بند ۶-۷-۲ میحث ۶ مقررات ملی ساختمان ۳۶
۳-۱-۳ طراحی اتصال گیردار تیر به ستون در قاب خمشی محور 3 ۲۷۳	۶-۶-۱ بار زنده و جدول خلاصه بارگذاری ۳۶
۴-۱-۳ طراحی اتصالات مهاربندی ۲۹۸	۷-۱ محاسبه وزن موثر لرزه‌ای سازه WS ۳۷
۵-۱-۳ طراحی اتصال مفصلی تیر به ستون در قاب مهاربندی همگرای ویژه محور A ۳۲۳	۸-۱ محاسبه ضریب زلزله (C)، برش پایه (VU) و نیروی جانبی طبقات (FU) در هر جهت ۴۸
۱-۵-۱-۳ طراحی اتصال مفصلی با ورق نشیمن و سخت‌کننده مثلثی ۳۲۳	۹-۱ تعیین مرکز برش (Center of Shear) ۵۳
۲-۵-۱-۳ طراحی اتصال مفصلی با جفت ورق جان ۳۳۰	۱۰-۱ محاسبات سختی ساختمان ۵۵
۶-۱-۳ طراحی کف ستون ۳۳۶	۱۱-۱ توزیع برش هر طبقه از سازه بین قاب‌های آن طبقه در هر دو راستای X و Y به نسبت سختی آن قاب‌ها ۶۲
۷-۱-۳ طراحی فونداسیون نواری قاب خمشی محور 3 ۳۷۰	۱-۱۱-۱ محاسبه لنگر پیچشی نهایی طبقه (MUTn) ۶۴
۸-۱-۳ طراحی سقف مرکب (کامپوزیت) ۴۲۰	۲-۱۱-۱ توضیح در مورد برون مرکزی واقعی (e) و برون مرکزی اتفاقی (ea) و لنگر پیچشی نهایی (MUT) در یک طبقه مطابق روش دوم ۸۳
۱-۸-۱-۳ طراحی سقف تیرچه بلوک ۴۲۹	۱۲-۱ پخش بار در سقف‌های کامپوزیت و تیرچه بلوک (پخش بار یک طرفه) ۱۵۲
۲-۸-۱-۳ طراحی سقف تیرچه بلوک ۴۲۹	فصل دوم / تحلیل ۱۶۱
۹-۱-۳ طراحی پله فولادی ۴۳۴	۱-۲ تحلیل قاب‌ها ۱۶۱
پیوست / تحلیل سیستم‌های مهاربندی ۴۳۷	۱-۱-۲ تحلیل جانبی قاب خمشی محور 3 (تحلیل قاب تحت بارهای جانبی زلزله) ۱۶۱
منابع و مأخذ ۴۶۱	۲-۱-۲ تحلیل ثقلی قاب خمشی محور 3 (تحلیل قاب تحت بارهای قائم) ۱۶۹
	۳-۱-۲ تحلیل قاب مهاربندی شده محور A و E تحت بارهای جانبی (زلزله) و ثقلی ۱۹۲
	۲-۲ استخراج تلاش‌های نهایی (MU, VU, PU) المان‌های تیر و ستون و سیستم قاب مهاربندی شده هشتی جهت طراحی آنها ۲۰۲
	۱-۲-۲ استخراج تلاش‌های نهایی ستون (A-3) ۲۰۲

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 جامعه‌ی 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 غیر معقول، 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 یاری دهنده 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 ضرورت 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 (جلد اول) و فولادی (جلد دوم) نموده‌اند تا گامی هرچند کوچک در ارتقاء سطح علمی دانشجویان و مهندسان برداشته شود. جلد اول کتاب (بتنی) توسط انتشارات نوآور به چاپ رسیده است.

نحوه مطالعه کتاب حاضر

از آنجایی که مطالب ارائه شده در کتاب به هم پیوسته بوده و با هم در ارتباط می باشند، لذا پیشنهاد ما به خواننده 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 می باشد 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 واجب تر می باشد. برای دانشجویان به این دلیل واجب است که جمع بندی دروس مهندسی شان بوده و اتمام تحصیل آنها در گروه گذراندن دروس بسیار مهم پروژه بتن و فولاد می باشد. 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 واجب تر 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 نرم افزارها بی نیاز می کند. 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 فارغ التحصیلان رشته عمران که قصد ورود حرفه‌ای به دنیای زیبای طراحی سازه‌ی ساختمان‌ها با نرم افزار را دارند قویا توصیه می شود.

آیین‌نامه‌های استفاده شده در کتاب

در این کتاب از آخرین ویرایش‌های آیین‌نامه‌های داخلی و خارجی در بارگذاری و طراحی المان‌ها استفاده شده است؛ هرچند تعبیر آیین‌نامه‌های طراحی خلی در روند محاسبات دستی ساختمان وارد نمی کند و فقط ممکن است فاز طراحی را تحت الشعاع 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 دانشجوی) 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 می کند. لذا تشکر ویژه خود از اساتید گرانقدری که از آنها بسیار آموخته‌ایم را بابت انتقال دانش و نگارش کتاب‌های گرانقدرشان اعلام می داریم. 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 می خواهیم.

در پایان سخن از تمامی زحمات عوامل و دست‌اندرکاران انتشارات وزین نوآور به ویژه آقایان نصیرنیا تشکر و قدردانی می کنیم. از آنجایی که هیچ املائی بی غلط 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 نوبت های 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

روح پاک پدران آسمانی مان

و

وجود مبارک مادران عزیزمان

مولفین

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوّب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوّب 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 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 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 ww.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضييع حقوق ناشر، پديدآورنده 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 فولادی با سیستم قاب خمشی با شکل پذیری متوسط در راستای (X) و سیستم قاب ساختمانی ساده با مهاربند همگرای هشتی (شورون) با شکل پذیری ویژه 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 مهاربند 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 مهاربند استفاده کرد لذا از سیستم قاب خمشی استفاده شده است. با توجه به 4 طبقه بودن ساختمان، برش پایه بزرگی نخواهیم داشت لذا قرار دادن مهاربند در دهانه 4.5 متری کفایت خواهد کرد. پلان استفاده شده در این پروژه، همان پلان استفاده شده در جلد بتنی کتاب حاضر (محاسبات دستی ساختمانهای بتنی) می‌باشد.

ساختمان در منطقه‌ای با خطر لرزه خیزی 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 فولادی حاضر، مراحل زیر به طور کامل انجام می‌شود (اکثر این مراحل تقریباً در محاسبات دستی تمامی پروژه‌های فولادی یکسان است):

- معرفی پروژه و ارائه نقشه‌های معماری شامل پلان ها، برش ها، نماها و... (شکل ۱-۲)
- جزئیات بارگذاری ثقلی شامل وزن واحد سطح سقف‌ها و دیوارها (جانبی و پارتیشن)، بارگذاری کامل اتاق پله و تکمیل جدول خلاصه بارگذاری.
- 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 و محاسبه مرکز سختی طبقات. سختی طبقات بصورت غیر حقیقی محاسبه می‌شود.
- توزیع برش طبقات ساختمان به نسبت سختی قاب‌های هر طبقه در هر دو راستا (محاسبه لنگر پیچشی به دو روش طبق آئین نامه ۲۸۰۰ انجام خواهد شد ۱- روش استفاده از مرکز جرم ۲- روش استفاده از مرکز برش).
- تبدیل برش طبقات قاب محور 3 به نیروهای خصوصی طبقات و انجام تحلیل جانبی قاب محور 3 (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، دهانه مهاربندی این قاب تحت این نیروها تحلیل خواهد گشت. (قاب خمشی محور 3 و قاب مهاربندی محور A بر روی مدل ریاضی پلان در شکل ۱-۳ نمایش داده شده است).
- توزیع بارهای ثقلی (مرده و زنده) سقف‌ها بر روی تیرها: در این سازه از دو سیستم سقف استفاده شده است. از سیستم مرکب یا کامپوزیت در سقف‌های اول و دوم و از سیستم تیرچه بلوک در سقف‌های سوم و چهارم و خرپشته. رفتار هر دو سیستم سقف یک طرفه بوده و بار را در راستایی که قرار دارد توزیع می‌کند. در ابتدا آموزش کوتاهی از پخش بار در سقف‌های یکطرفه

- ارائه گشته و سپس توزیع بار انجام خواهد شد.
- تحلیل ثقلی قاب محور 3 به روش جزء در کراس.
- تحلیل جانبی و ثقلی دهانه مهاربندی قاب محور A تحت بارهای ثقلی و جانبی وارده و ترسیم دیاگرام‌های مربوطه.
- تکمیل جداول محاسبه نیروهای محوری، برشی و لنگر خمشی ستون A3 در طبقه اول با ترسیم دیاگرام‌های مربوطه با اعمال کاهش سربار زنده در صورت نیاز.
- استخراج تلاش‌های برشی و خمشی تیر AB در طبقه اول با ترسیم منحنی‌های پوش خمشی و برشی.
- طراحی جامع و کامل قاب خمشی محور 3 به صورت عادی و لرزه‌ای بر مبنای ضوابط آیین‌نامه AISC2010 و مبحث دهم مقررات ملی به روش LRFD برای ستون A3، تیر (A-B) و ترسیم نقشه‌های سازه‌ای آنها در طبقه اول.
- طراحی جامع و کامل قاب مهاربندی محور A بصورت عادی و لرزه‌ای بر مبنای ضوابط آیین‌نامه AISC2010 و مبحث دهم مقررات ملی به روش LRFD (ستون، تیر و مهاربند طراحی خواهد شد)
- طراحی کامل و جامع اتصال گیردار تیر به ستون بصورت لرزه‌ای به همراه طراحی چشمه اتصال
- طراحی کامل اتصال مفصلی تیر به ستون در دهانه مهاربندی (این اتصال به دو روش دابل نبشی جان و اتصال با نشیمن سخت شده انجام خواهد شد)
- طراحی کامل اتصال مفصلی مهاربند به قاب. این طراحی برای سه اتصال انجام خواهد شد. اتصال مهاربند به تیر، اتصال مهاربند به تقاطع تیر و ستون، اتصال مهاربند به ستون و کف ستون.
- تحلیل و طراحی کامل فونداسیون نواری محور 3
- طراحی سیستم سقف مرکب و تیرچه بلوک
- تحلیل و طراحی دال پله

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

در این کتاب (محاسبات دستی ساختمان‌های فولادی) از آیین‌نامه‌های زیر استفاده شده است:

- مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۸ جهت بارگذاری
- استاندارد ۲۸۰۰ زلزله ویرایش چهارم جهت بارگذاری جانبی
- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۲ جهت طراحی سازه. شایان ذکر است که ضوابط مبحث دهم منطبق بر آیین‌نامه AISC2010 می‌باشد.

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 دهم سخن به میان رود منظور ویرایش ۹۲ آن خواهد بود.

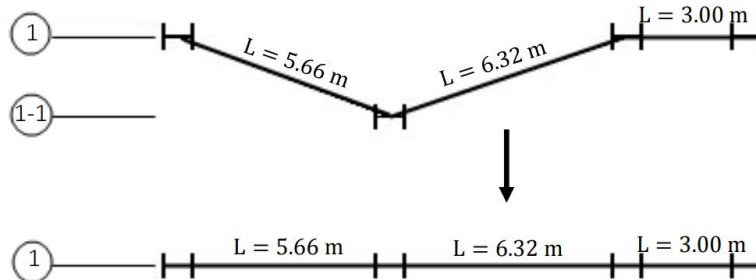
۱-۲ نکاتی در خصوص انتخاب پروژه فولادی جهت انجام محاسبات دستی

- 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 اخلاص 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 می‌باشد. با مشاهده اشکال ۱-۲-۱ (پلان تپ 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 بتنی این کتاب به محاسبات سازه بتنی 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 فولادی متوسط و در راستای Y (امتداد طولی) از سیستم قاب ساختمانی ساده با مهاربند همگرای هشتی (شورون) با شکل پذیری ویژه استفاده شده است.
- نیازی به بارگذاری و تحلیل و طراحی تمامی قاب‌ها و تیرها و ستون‌ها و مهاربندهای 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 فولادی حاضر در راستای X (راستای قاب خمشی) قاب محور 3 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 A3 و تیر (A-B) 3 در طبقه اول طراحی خواهند شد. همچنین در راستای Y (راستای سیستم مهاربندی) نیز دهانه مهاربندی قاب محور A به عنوان نماینده قاب‌های این راستا انتخاب گشته و سپس بارگذاری و تحلیل انجام گشته و در نهایت تیر، ستون و مهاربند آن در طبقه اول 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.
- قابل ذکر است از آنجایی که ستون A3 در محل تقاطع دو سیستم قاب خمشی و مهاربندی قرار دارد (شکل ۱-۳-الف) دو بار طراحی خواهد شد. یک بار به عنوان ستون در قاب خمشی و یک بار به عنوان ستون در قاب مهاربندی. در قسمت طراحی به طور کامل به آن خواهیم پرداخت.
- یک نکته مهم در مورد انتخاب قاب جهت بارگذاری، تحلیل و طراحی وجود دارد. به شکل ۱-۳-الف نگاه کنید. در راستای Y مشکلی وجود ندارد چرا که قابی انتخاب می‌گردد که دارای دهانه مهاربندی بوده و هدف نیز طراحی اعضای سیستم مهاربندی است (قاب محور A یا E. که در این پروژه قاب محور A انتخاب می‌گردد). ولی در راستای X بهتر است قابی انتخاب گردد که از دو طرف به دهانه مهاربندی وصل باشد (مثل قاب 2 یا 3) دلیل این کار این است که چون ستون آخر قاب جهت طراحی انتخاب خواهد شد و ستونهای آخر در قاب 2 و 3 ستون‌های متصل به مهاربندها می‌باشند در نتیجه این ستون‌ها در واقع در محل تقاطع دو سیستم باربر جانبی (قاب خمشی و مهاربندی) قرار دارند (شکل ۱-۳-الف). در نتیجه در طراحی این ستون‌ها بایستی ضوابط هر دو سیستم قاب خمشی و مهاربندی اعمال گردد که این کار باعث حرفه‌ای تر شدن پروسه طراحی و فهم عمیق تر خواننده نسبت به طراحی ستون خواهد شد. به همین دلایل در پروژه فولادی حاضر، قاب خمشی محور 3 جهت بارگذاری، تحلیل و طراحی انتخاب گشته و در نهایت ستون A3 در طبقه اول طراحی خواهد شد. و اما دلیل اینکه ستون آخر قاب خمشی جهت طراحی انتخاب می‌گردد این است که به ستون‌های میانی قاب خمشی 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 A3 جهت طراحی در نظر گرفته شده است تا خواننده در تحلیل و طراحی این ستون اثر نیروی جانبی زلزله را ببیند. در جلد بتنی کتاب حاضر که به محاسبات دستی پروژه بتنی می‌پردازد عکس بحث فوق مطرح می‌باشد و ستونی جهت طراحی انتخاب می‌گردد که به سیستم مهاربندی که همان دیواربرشی در سازه‌های بتنی است متصل نباشد مثل قاب محور 4. به همین دلیل قاب محور 4 در پروژه بتنی انتخاب گشته است. دلیل این مسئله در جلد بتنی (محاسبات دستی ساختمان‌های بتنی) توضیح داده شده است.
- 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 سازه‌ایی (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 مطابق شکل ۱-۳ 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 به دلیل مفصلی بودن اتصالات تیر به ستون، تمامی برش زلزله جذب دهانه‌های مهاربندی می‌شود (دهانه‌ی 2-3 در قاب

محور A و دهانه 2-3 در قاب محور E) لذا هیچ برشی از زلزله به سایر قاب‌های راستای Y نمی‌رسد. این مسئله بواسطه سختی زیاد دهانه‌های مهاربندی می‌باشد. 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.



شکل ۱-۱- مستقیم در نظر گرفتن تیرهای کج جهت ساده‌سازی روند محاسبات دستی

نکته

در محاسبات سازه‌های بتنی (دستی یا نرم افزاری) روال این است که ابتدا براساس تجربه و با استفاده از یکسری روابط تجربی، 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. کاری که در جلد بتنی کتاب حاضر برای پروژه بتنی انجام شد. هر چند که می‌توان از همین روند در سازه‌های فولادی نیز استفاده نمود، لیکن در این کتاب (پروژه فولادی) از روش دیگری جهت محاسبات دستی سازه‌های فولادی استفاده خواهد شد. در این روش هیچ مقطعی برای المان‌های سازه (تیر، ستون، مهاربند) در نظر گرفته نمی‌شود. در واقع مقطع المان‌های فولادی همانند نخ فرض شده که نشان دهنده خطوط مرکزی المان‌ها می‌باشد. سپس سازه به همین طریق بارگذاری و تحلیل گشته و تحت تلاش‌های ناشی از آن طراحی شده و برای المان‌ها مقطعی متناسب با تلاش وارده طرح و انتخاب می‌گردد. طبق این روش هیچ وزنی برای اسکلت فولادی محاسبه نشده و در عوض عددی منطقی در واحد سطح برای وزن اسکلت فولادی (عدد بین 50 تا 100 کیلوگرم بر متر مربع) به بار مرده سقف‌ها اضافه می‌گردد که جبرانی برای نخ فرض شدن المان‌ها شود. این کار در مرحله بارگذاری انجام خواهد شد (در جدول ۱-۳ عدد 50 کیلوگرم بر متر مربع به بار مرده سقف افزوده شده است).

۳-۱ معرفی پروژه

ساختمان در نظر گرفته شده برای این پروژه، 4 طبقه یعنی 4 سقف بوده و کاربری آن مسکونی می‌باشد (در مهندسی سازه، تعداد سقف‌ها یا کف‌ها نشان دهنده تعداد طبقات می‌باشد یعنی وقتی گفته می‌شود سازه‌ای 4 طبقه می‌باشد به معنای این است که سازه دارای 4 سقف است). ارتفاع طبقات سازه در نقشه‌های برش معماری مشخص است (شکل ۱-۲-ج و شکل ۱-۲-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 ۱-۶ 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 کامل‌تر شدن پروژه و آشنایی خوانندگان با روند طراحی 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 مرکب که دارای صلبیت بیشتری نسبت به سقف تیرچه بلوک است و در طبقات 3 و 4 (سقف‌های سوم و چهارم و سقف خرپشته) از سیستم سقف تیرچه بلوک استفاده شده است (شکل ۱-۳). ارتفاع سازه‌ای هر کدام از سیستم‌های سقف براساس مبحث 9 و 10 مقررات ملی

ساختمان بدست آمده است که در زمان محاسبه جزئیات سقف آورده خواهد شد. جهت تیرچه ریزی سقفها بصورت یکطرفه و بر روی قابهای خمشی بوده و در مدل ریاضی نمایش داده شده است شکل (۱-۳). در واقع تیرهای حمال جهت X (قاب خمشی) بار را از تیرچهها گرفته و به ستونها انتقال می دهند. در نتیجه ستونها بایستی در جهت قاب خمشی قوی باشند. به همین دلیل در مدل ریاضی شکل ۱-۳ ستونها حول محور قوی خود در جهت قاب خمشی قرار گرفته اند.



از دلایل دیگر قرار دادن بار تیرچهها روی قابهای خمشی، جوش شدن تیرهای حمال خمشی روی بال ستون است که از لحاظ اجرایی مناسب تر بوده و از ایجاد اتصال تیر حمال روی جان ستون جلوگیری خواهد شد. در این حالت تیرهای راستای Y تنها نقش رابط بین قابها را خواهند داشت که اصطلاحاً به آنها کیش می گویند.

مطابق شکل ۱-۳ پلههای پروژه به صورت دوطرفه (رفت و برگشتی) بوده و بصورت فولادی اجرا می شوند. 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 می گردد. سازه فاقد آسانسور بوده و در صورت وجود آسانسور، محل آن بصورت بازشو در سقف نشان داده می شود. در نتیجه بود یا نبود آن به کلیت کار آسیبی نمی رساند. همانطور که گفته شد سیستم باربر جانبی سازه در جهت غربی- شرقی (امتداد عرضی یا راستای X) قاب خمشی فولادی با شکل پذیری متوسط است و در جهت شمالی- جنوبی (امتداد طولی یا راستای Y) قاب ساختمانی ساده به همراه مهاربندهای همگرای هشتی (شورون) با شکل پذیری ویژه است. محل دهانه مهاربندی در راستای Y بین دو محور 2 و 3 قرار داشته و بصورت متقارن و روبروی هم قرار داده می شوند.

در قسمت جنوبی پروژه، بالکنی به عرض 1.20 m وجود دارد. همانطور که در نقشه های معماری (شکل ۱-۲-پ) ملاحظه می گردد 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 می گیرد.

درز انقطاع طبق بند ۱-۴-۱ استاندارد ۲۸۰۰ برابر 0.005 ارتفاع ساختمان از مرز مشترک با زمین قطعه مجاور می باشد (درز انقطاع در پلان معماری جهت آموزش نشان داده شده است هر چند رعایت درز انقطاع در این پروژه و سایر پروژه های دستی لازم نیست چرا که قرار نیست پروژه های دیگری در جوار پروژه ای حاضر اجرا گردد). محل اتاق پله و آسانسور و پاسیو (در صورت وجود) بصورت بازشو در مدل ریاضی نشان داده می شوند. در مدل ریاضی سازه، تیرها به صورت خط مدل سازی شده و یک ابعاد فرضی جهت ستونها حدس زده می شود. همانطور که قبلاً گفته شد در محاسبات دستی پروژه های ساختمانی، هدف اصلی آموزش روند محاسبات اسکلت سازه (یا استخوان بندی ساختمان) برای مهندسان سازه می باشد لذا نیازی نیست که به مسائل ریز معماری اهمیت زیادی داد. مساحت خالص طبقات (بدون حضور بازشوی پله) برابر با 255.22 m^2 و مساحت کل طبقه برابر با 271.72 m^2 می باشد. در قسمت پارکینگ (زیر سقف اول) دیوار پارتیشن وجود ندارد. طبقات تیپ بوده و طول پارتیشن های هر طبقه برابر 31.60 m می باشد. اتصالات تمامی تیرها به ستونها در راستای Y به صورت مفصلی و در راستای X به صورت گیردار بوده و اتصال پای ستون به فونداسیون نیز گیردار در نظر گرفته می شود.

* شما خواننده یا دانشجوی عزیز هم به همین ترتیب اطلاعات پروژه ای خود را تا بدین جا به همین صورت آماده سازی کنید.

* همانطور که پیشتر نیز گفته شد، نقشه ای در نظر گرفته شده برای پروژه ای فولادی، دقیقاً همان نقشه ای استفاده شده در پروژه ای

بتنی (جلد اول) می باشد. لذا شکل ۱-۲ نقشه های معماری پروژه را نمایش می دهد.