

کامل ترین مرجع کاربردی طراحی سازه با

SAP 2000

(سازه های فولادی)

نوشته

مهندس محمد افضلی

مهندس سهیل سروش نیا



با توسعه روزافزون دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی در کشور، اهمیت انتشار کتاب‌ها و منابع علمی مناسب برای کسانی که به پژوهش، تدریس، یا تحصیل در سطوح مختلف آموزش عالی مشغول هستند، کاملاً روشن است. از طرفی از سال‌ها پیش، کمبود کتاب‌های صنعتی و کاربردی مناسب، چه از نظر محتوی و چه از نظر مواردی همچون نحوه نگارش، به‌روز بودن، و اعمال تغییرات متناسب با آیین‌نامه‌ها و استانداردهای روز که بتواند فاصله موجود بین صنعت و دانشگاه را به‌طور مناسب پر کرده و پاسخگوی این نیاز فارغ‌التحصیلان باشد، کاملاً محسوس بوده است. انتشارات نگارنده دانش با تکیه بر تجربه کادر خود و شناخت آسیب‌های موجود در صنعت نشر، برای جبران جزئیات این کمبودها، اقدام به چاپ و نشر کتاب‌های دانشگاهی و کاربردی در زمینه‌های فنی مهندسی، علوم پایه و نرم‌افزارهای تخصصی به‌صورت تألیف یا ترجمه کرده است.

در این راستا، این انتشارات همواره کوشش کرده است تا با بررسی نیاز روز صنایع مختلف کشور، دریافت پیشنهاد چاپ کتاب‌های مورد نظر متخصصین، تعامل با مراکز علمی و صنعتی، و همکاری با مؤلفین باتجربه و مترجمین خبره و دارای تحصیلات مرتبط، همواره با نشر کتاب‌های برگزیده و کاملاً کاربردی، پاسخگوی این نیاز جامع علمی و صنعتی کشور باشد. بدیهی است پیشنهادها و انتقادهای سازنده جامعه علمی و صنعتی کشور، ما را در بهبود کار و انجام هرچه بهتر وظیفه‌ای که بر عهده گرفته‌ایم یاری خواهد کرد.

علی کلانتری

info@negarandedanesh.com

خداوند مهربان را شکر و سپاس می‌گوییم که این فرصت را داریم تا با خوانندگان عزیز کتاب کلامی داشته باشیم. نرم‌افزار SAP2000 یکی از نرم‌افزارهای قدرتمند در زمینه تحلیل و طراحی سازه می‌باشد. در این نرم‌افزار می‌توان هر چهار نوع تحلیل استاتیکی خطی، استاتیکی غیرخطی، دینامیکی خطی و دینامیکی غیرخطی را روی سازه انجام داد، بنابراین با استفاده از آن می‌توان تحلیل‌های ذکر شده را روی سازه‌های مختلف انجام و نتایج را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. در مجموعه کتاب‌های در دست تألیف در این زمینه که اکنون جلد اول آن پیش روی شماست، به مطالعات در قالب نکات کلیدی و اساسی در سطوح مختلف پرداخته شده است، و این امر حاصل تجربه و کار مداوم مؤلفین با نرم‌افزار SAP2000 می‌باشد. به دلیل نیاز دانشجویان و مهندسان به یک کتاب کاربردی روان و جامع از یک سو و نبود کتابی که تئوری و عمل را به هم آمیخته باشد، اقدام به تألیف مجموعه‌ای کامل نمودیم که بتواند پاسخگو و راهنمای اغلب کارشناسان و دانشجویان کلیه مقاطع تحصیلی به‌ویژه در مقطع کارشناسی ارشد و دکترا باشد. اولین کتاب از این مجموعه به مسائل طراحی و تحلیل سازه‌های فولادی می‌پردازد و این در حالی است که در حال حاضر بعضی به مسائل بتن‌آرمه و در نهایت در جلدی مجزا به مسائل غیرخطی خواهیم پرداخت. در کتاب حاضر در فصل ۱ سعی شده است که روند تحلیل قاب و خرپا به‌صورت دستی و نرم‌افزاری انجام شده و این نتایج با هم مقایسه شوند. در فصل ۲ ساختمان فولادی با مهاربند، محاسبه برای تحلیل و طراحی در نظر گرفته شده است. با یک روش گام به گام و مرحله به مرحله سعی شده است که در ابتدا بارگذاری و ادغام بارها را به‌صورت کامل شرح دهیم. پس از بارگذاری مطابق استانداردهای موجود، مراحل مدل‌سازی در نرم‌افزار SAP2000 به‌صورت گام به گام بیان شده است، تا خواننده با یک روند منظم بتواند سازه مورد نظر را مدل نماید. بعد از اتمام مراحل مدل‌سازی، بارگذاری سازه براساس آنچه در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان محاسبه شده بود، روی سازه اعمال شده است. بعد از اتمام مراحل مدل‌سازی در فصل ۲، در فصل ۳ نحوه تعیینات برای انجام تحلیل و سپس برای انجام طراحی سازه به‌صورت کامل و براساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۲ شرح داده شده است. در فصل ۴ سازه به‌صورت دستی طراحی شده و با نتایج حاصل از نرم‌افزار مقایسه شده است و در انتهای این فصل اتصالات به‌صورت دستی طراحی شده است. لازم به‌ذکر است که در نرم‌افزار SAP2000 اتصالات طراحی نمی‌شود و اتصالات را خارج از نرم‌افزار به‌صورت دستی طراحی می‌نماییم.

بر خود لازم می‌دانیم مراتب تشکر و سپاس خود را نسبت به جناب آقای مهندس سجاد سهرابی، که ضمن بازخوانی کتاب، نکات ارزشمندی را یادآوری کردند، ابراز کنیم. قدردانی ویژه مؤلفین از مدیریت و تیم تولید مجموعه نگارنده این کتاب است که ویراستاری فنی کتاب‌ها را بر عهده دارند و همواره نکته‌بینی و نظرات سازنده ایشان به بهبود کیفیت کتاب‌های چاپ شده کمک می‌کند. تهیه یک مرجع آموزشی برای چنین نرم‌افزاری خالی از اشکال نخواهد بود. از خوانندگان عزیز خواهشمندیم با نظرات و پیشنهادات سازنده خود ما را در بالا بردن کیفیت کتاب یاری رسانند.

مهندس سهیل سروش‌نیا

Soheil.Soroushnia@gmail.com

مهندس محمد افضلی

Afzali.m64@gmail.com

فصل ۲. مدل سازی ساختمان پنج طبقه فولادی همراه

۱۱۳	مهاربند هم محور
۱۱۴	۱.۲ معرفی
۱۱۴	۱.۱.۲ معرفی سازه های فولادی
۱۱۵	۲.۱.۲ دسته بندی سازه های فولادی
۱۱۵	۲.۲ مشخصات پروژه
۱۱۵	۱.۲.۲ مشخصات معماری پروژه
۱۲۲	۲.۲.۲ مشخصات مصالح
۱۲۳	۳.۲.۲ محل قرار گیری بادبند های سازه
۱۲۵	۳.۲ بار گذاری
۱۲۵	۱.۳.۲ بار های ثقلی
۱۲۵	۲.۳.۲ بار مرده سقف بام
۱۳۲	۳.۳ محاسبه بار مرده دیوار های پیرامونی دارای یک طرف نما
۱۳۳	۱.۳ محاسبه بار مرده دیوار پیرامونی بدون نما
۱۳۴	۲.۳ محاسبه بار مرده دیوار های جانبی پناه
۱۳۵	۶.۳.۲ بار مرده راه پله
۱۳۶	۷.۳.۲ بار زلزله
۱۳۷	۸.۳.۲ محاسبه بار باد (بار پارتیشن)
۱۳۹	۴.۲ بار برف
۱۴۲	۵.۲ بار جانبی
۱۴۲	۱.۵.۲ بار جانبی زلزله
۱۴۲	۲.۵.۲ بررسی منظمی یا نامنظمی ساختمان
۱۴۳	۳.۵.۲ محاسبه ضریب زلزله (C) برای بار های زلزله استاتیکی
۱۴۴	۴.۵.۲ محاسبه ضریب زلزله (C) در جهت X و جهت Y
۱۴۶	۵.۵.۲ محاسبه وزن مؤثر سازه و محاسبه مقدار برش پایه

فصل ۱. مقدمه ای بر روش طراحی قاب

۲	بخش اول. تحلیل دستی نرم افزار قاب
۲	۱.۱ معرفی سازه مورد مطالعه
۲	۱.۱.۱ معرفی سازه های فولادی
۲	۲.۱.۱ مشخصات مدل
۳	۲.۱ طراحی دستی قاب مورد مطالعه
۶	۱.۲.۱ ماتریس سختی برای هر المان
۱۴	۳.۱ مدل سازی قاب در نرم افزار SAP2000
۲۴	۱.۳.۱ نتایج حاصل از نرم افزار
۳۶	۴.۱ بررسی نتایج حاصل از تحلیل دستی و نرم افزار SAP2000
۳۹	بخش دوم. خرابای ساده
۳۹	۵.۱ تحلیل خرابای ساده
۳۹	۱.۵.۱ مشخصات خرابای ساده
۴۰	۶.۱ تحلیل دستی خرابای ساده
۴۲	۱.۶.۱ به دست آوردن ماتریس سختی خرابای ساده
۴۸	۷.۱ مدل سازی خرابای ساده با نرم افزار SAP2000
۶۰	۱.۷.۱ نتایج حاصل از نرم افزار
۶۸	۸.۱ بررسی نتایج حاصل از تحلیل دستی و نرم افزار SAP2000
۷۰	بخش سوم. خرابای سقفی
۷۰	۹.۱ تحلیل خرابای سقفی
۷۰	۱.۹.۱ مشخصات خرابای سقفی
۷۱	۱۰.۱ تحلیل دستی خرابای سقفی
۷۱	۱.۱۰.۱ به دست آوردن ماتریس سختی خرابای سقفی
۸۸	۱۱.۱ مدل سازی خرابای سقفی با نرم افزار SAP2000
۹۸	۱.۱۱.۱ نتایج حاصل از نرم افزار
۱۰۹	۱۲.۱ بررسی نتایج حاصل از تحلیل دستی و نرم افزار SAP2000 در خرابای سقفی

۶.۲ بار جانبی باد	۱۵۲
۱.۶.۲ فشار مبنای باد	۱۵۲
۲.۶.۲ ضریب بادگیری (C _e)	۱۵۲
۳.۶.۲ ضریب اثر جهشی باد (C _g)	۱۵۳
۴.۶.۲ ضریب فشار خارجی (C _p)	۱۵۴
۵.۶.۲ ضریب اهمیت بار باد (I _w)	۱۵۴
۷.۲ مقایسه بین برش پایه ناشی از نیروی زلزله و باد	۱۵۶
۸.۲ نکاتی در مورد ستون گذاری و قرار دادن مهاربندها	۱۵۶
۱.۸.۲ وجود یا عدم وجود درز انقطاع	۱۵۷
۲.۸.۲ انتخاب نوع سیستم سازه‌ای	۱۵۸
۳.۸.۲ ستون گذاری و جانمایی مهاربندها	۱۵۸
۴.۸.۲ انتخاب محل‌های مناسب برای قرارگیری بادبندها	۱۶۰
۹.۲ نحوه مدل سازی و طراحی سازه فولادی با نرم افزار SAP 2000	۱۶۱
۱.۹.۲ مدل سازی خطوط شبکه	۱۶۱
۱۰.۲ ذخیره سازی فایل	۱۶۶
۱۱.۲ معرفی مشخصات سازه	۱۶۶
۱.۱۱.۲ معرفی مشخصات مصالح	۱۶۷
۲.۱۱.۲ معرفی مقاطع مورد نیاز برای طراحی المان‌های مختلف	۱۷۳
۳.۱۱.۲ معرفی مقاطع در نرم افزار	۱۷۳
۴.۱۱.۲ تعریف الگوی بارهای وارد بر ساختمان	۲۰۲
۵.۱۱.۲ معرفی الگوی بار به نرم افزار	۲۰۹
۶.۱۱.۲ معرفی ترکیب بارهای مورد نیاز برای طراحی سازه فولادی	۲۲۵
۷.۱۱.۲ محاسبه جرم مؤثر ساختمان در زلزله	۲۳۵
۱۲.۲ ترسیم مدل (ستون، تیر، کف‌ها و ...)	۲۳۶
۱.۱۲.۲ ترسیم ستون‌ها	۲۳۷
۲.۱۲.۲ ترسیم تیرهای اصلی	۲۳۸
۳.۱۲.۲ مدل سازی تیرهای کامپوزیت	۲۴۲
۴.۱۲.۲ مدل سازی کف‌ها	۲۴۶
۵.۱۲.۲ مدل سازی مهاربندها	۲۵۱
۶.۱۲.۲ تعریف مقاطع برای ستون‌های طبقه اول	۲۵۳
۷.۱۲.۲ مدل سازی مهاربندهای طبقه اول	۲۵۴
۸.۱۲.۲ تعریف سقف طبقه دوم	۲۵۵
۹.۱۲.۲ اختصاص تکیه‌گاه گیردار برای اتصال ستون به پی	۲۵۶
۱۰.۱۲.۲ اختصاص مقاطع	۲۵۸
۱۱.۱۲.۲ مدل سازی دستک‌ها	۲۵۸
۱۲.۲ تنظیمات ویرایشی سازه	۲۶۰
۱.۱۳.۲ تغییر در شرایط انتهایی اعضا	۲۶۰
۲.۱۳.۲ اختصاص نواحی صلب انتهایی	۲۶۱
۱۴.۲ بارگذاری	۲۶۲
۱.۱۴.۲ بارگذاری دیوار پیرامونی	۲۶۳
۲.۱۴.۲ بارگذاری کف‌ها	۲۶۹
۳.۱۴.۲ بارگذاری قائم زلزله	۲۸۱
۱۵.۲ اصلاح سقف دوزنقه‌ای	۲۸۴
۱۶.۲ ویرایش طبقات	۲۸۸
۱۷.۲ بارگذاری خرپشته	۲۹۶
۱.۱۸.۲ اصلاح بارگذاری طبقه بام	۲۹۸
۱.۱۸.۲ اصلاح بار دیوارهای پیرامونی بام	۲۹۸
۸.۲ اصلاح بار سقف بام	۳۰۲
۱۹.۲ ایجاد یاقاق صلب	۳۱۰
۲۰.۲ اصلاح در نحوه قرارگیری ستون‌ها	۳۱۵

فصل ۳. طراحی ساختمان پنج طبقه فولادی همراه مهاربند

هم محور	۳۳۱
۱.۳ مقدمه‌ای بر تحلیل سازه	۳۳۲
۲.۳ آثار مرتبه دوم P-δ و P-Δ	۳۳۶
۳.۳ الزامات تحلیل و طراحی	۳۳۷
۱.۳.۳ محدودیت و الزامات روش تحلیل مستقیم	۳۳۸
۲.۳.۳ محدودیت و الزامات روش تحلیل طول مؤثر	۳۳۹
۳.۳.۳ محدودیت و الزامات روش مرتبه اول	۳۳۰
۴.۳ تنظیمات تحلیل سازه	۳۳۳

۴۵۷	۲.۱.۴ تفاوت روش طراحی تنش مجاز ASD با مقاومت نهایی LRFD
۴۵۹	۳.۱.۴ حالت‌های حدی
۴۶۰	۴.۱.۴ طراحی براساس حالت‌های حدی بهره‌برداری
۴۶۱	۲.۴ طراحی دستی تیرهای اصلی
۴۶۱	۱.۲.۴ طراحی تیر برای خمش
۴۶۶	۲.۲.۴ طراحی تیر برای برش
۴۶۹	۲.۲.۴ کنترل تغییرشکل در تیرها
۴۷۵	۳.۴ طراحی ورق تقویتی
۴۸۲	۴.۴ طراحی دستی ستون‌ها
۴۸۶	۱.۴.۴ طراحی ستون برای بار فشاری
	۲.۴.۴ طراحی ستون برای ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی
۴۹۰	دومحوره
۴۹۳	۵.۴ طراحی ستون مرکب
۵۰۰	۱.۵.۴ طراحی بست‌های افقی
۵۰۴	۲.۵.۴ اصلاح ضریب لاغری در جهت عمود بر بست‌ها
۵۰۶	۶.۴ طراحی بادبندها
۵۰۸	۱.۶.۱ طراحی مهاربند برای بار فشاری
۵۱۱	۱.۶.۴ طراحی لقمه‌ها
۵۱۲	۶.۴ تعیین ظرفیت کششی مقطع
۵۱۶	۷.۴ طراحی تیرهای کامپوزیت
۵۱۹	۱.۷.۴ محاسبه مقاومت خمشی تیر کامپوزیت
۵۲۲	۲.۷.۴ کنترل برش در تیر فولادی سقف کامپوزیت
۵۲۴	۳.۷.۴ طراحی برشگیر
۵۲۶	۴.۷.۴ کنترل تغییرشکل
۵۲۹	۵.۷.۴ طراحی دال بتنی متکی بر تیرهای کامپوزیت
۵۳۱	۸.۴ طراحی اتصالات
۵۳۶	۱.۸.۴ طراحی اتصالات مفصلی با جفت نبشی جان
۵۵۳	۹.۴ طراحی اتصال تیر به ستون با جفت نبشی نشیمن
۵۶۳	۱۰.۴ اتصال تیر به ستون با نبشی نشیمن و سخت‌کننده

۳۳۸	۵.۳ تنظیمات مربوط به درجات آزادی سازه در تحلیل سازه
۳۳۹	۶.۳ تنظیمات مربوط به انتخاب حالات بار مورد نیاز برای تحلیل سازه
۳۴۱	۷.۳ انجام تحلیل سازه و مشاهده نتایج
۳۴۹	۸.۳ طراحی سازه فولادی
۳۴۹	۱.۸.۳ تنظیمات طراحی اسکلت فولادی (تیرها، ستون‌ها و مهاربندها)
۳۴۹	۲.۸.۳ تنظیمات طراحی هر یک از المان‌های اسکلت فولادی (تیرها، ستون‌ها و مهاربندها)
۳۵۵	۳.۸.۳ انتخاب ترکیب بار برای طراحی تیرها، ستون‌ها و بادبندها (اسکلت فولادی)
۳۶۵	۴.۸.۳ انجام فرایند طراحی اسکلت فولادی
۳۶۷	۹.۳ کنترل اعضای طراحی شده
۳۷۰	۱.۹.۳ کنترل طراحی تیرها
۳۷۰	۲.۹.۳ نتایج طراحی تیرها
۳۷۱	۳.۹.۳ کنترل طراحی ستون‌ها
۳۸۱	۴.۹.۳ نتایج طراحی ستون‌ها
۳۸۱	۵.۹.۳ کنترل طراحی بادبندها
۳۸۱	۶.۹.۳ نتایج طراحی بادبندها
۴۰۴	۱۰.۳ کنترل نهایی سازه
۴۰۵	۱.۱۰.۳ کنترل فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی
۴۲۳	۲.۱۰.۳ کنترل خروج از مرکزیت اتفاقی
۴۲۹	۳.۱۰.۳ کنترل زمان تناوب تجربی با زمان تناوب تحلیلی
۴۳۴	۴.۱۰.۳ کنترل تغییرمکان جانبی سازه
۴۴۳	۵.۱۰.۳ کنترل برش پایه محاسبه شده توسط نرم‌افزار با روش دستی
۴۴۶	۶.۱۰.۳ کنترل ضریب نامعینی
۴۴۶	۷.۱۰.۳ کنترل واژگونی

فصل ۴. طراحی دستی اعضای فولادی به روش حدی نهایی ۴۵۵

۴۵۶	۱.۴ مقدمه
۴۵۶	۱.۱.۴ طراحی به روش حالت حدی (ضرایب بار و مقاومت)

۵۹۷ ۲.۱۲.۴ وصله ستون‌ها
۵۹۹ ۳.۱۲.۴ طراحی وصله تیرها
۶۰۷ ۴.۱۲.۴ طراحی ورق‌ها وصله در ستون‌های هم‌اندازه
۶۱۴ ۵.۱۲.۴ طراحی ورق‌های وصله در ستون‌های غیر هم‌اندازه
۶۲۷ پیوست. جدول‌های نیمرخ‌های اشتال

۵۶۴ ۱.۱۰.۴ سخت‌کننده دوزنقه
۵۷۳ ۲.۱۰.۴ سخت‌کننده مثلثی
۵۷۸ ۱۱.۴ طراحی اتصالات بادبندها
۵۹۶ ۱۲.۴ وصله جوشی اعضای فلزی
۵۹۷ ۱.۱۲.۴ وصله تیرها

www.ketab.ir