



به نام خدا

**آموزش محاسبات ساختمان
به کمک نرم افزارهای
ETABS, SAFE
(ویرایش جدید)**

مؤلفان:

مهندس نیما صمدزادگان

ابراهیم جعفری پیروز



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباجران تهران

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

◀ عنوان کتاب: آموزش محاسبات ساختمان

به کمک نرم افزارهای ETABS, SAFE (ویرایش جدید)

◀ مولفان: نیما صمدزادگان-ابراهیم جعفری پیروز

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباجران تهران

◀ صفحه آرای: مولفان

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۴۰۲

◀ چاپ و صحافی: صدف

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۴۵۰۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۶۹۶-۸

◀ نشانی واحد فروش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه

◀ تقاطع شهدای ژاندارمری-پلاک ۱۵۸ ساختمان دانشگاه-

◀ طبقه دوم-واحد ۴ تلفن ها: ۶۶۹۶۵۷۴۹-۲۲۰۸۵۱۱۱

◀ فروشگاههای اینترنتی دیباجران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagarantehran.com

◀ نشانی تلگرام: @mftbook

◀ نشانی اینستاگرام دیبا dibagaran_publishing

◀ هر کتاب دیباجران، یک فرصت جدید علمی و شغلی.

◀ هر گوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباجران تهران.

◀ از طریق سایتهای دیباجران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

سرشناسه: صمدزادگان، نیما، ۱۳۶۵-
عنوان و نام پدیدآور: آموزش محاسبات ساختمان به کمک نرم افزارهای ETABS/SAFE
مولفان: نیما صمدزادگان، ابراهیم جعفری پیروز.
مشخصات نشر: تهران: دیباجران تهران: ۱۴۰۲
مشخصات ظاهری: ۵۱۶ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۶۹۶-۸
وضعیت فهرست نویسی: فیبا یادداشت: کتابنامه ص: ۵۱۶-۵۱۵
موضوع نرم افزار ایتمس
موضوع: Etabs(computer software)
موضوع نرم افزار سیف SAFE
موضوع: ساختمان سازی-نرم افزار
موضوع: Building-software
موضوع: تحلیل سازه-نرم افزار
موضوع: structural analysis(engineering)-software
موضوع: مهندسی سازه-نرم افزار
موضوع: structural engineering-software
شناسه افزوده: جعفری پیروز، ابراهیم، ۱۳۶۶-
رده بندی کنگره: ۶۴۷ TA
رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۷۱۰۲۸۵
شماره کتابشناسی ملی: ۹۲۳۹۳۳۵

فهرست مطالب

۹	مقدمه ناشر.....
۱۰	پیشگفتار مؤلفین.....

فصل اول آشنایی با مبانی طراحی ساختمان‌ها ۱۱

۱۲	۱-۱- آشنایی با مراحل انجام یک پروژه عمرانی.....
۱۴	۱-۲- آشنایی با طراحی لرزه‌ای ساختمان‌ها.....
۱۷	۱-۳- آشنایی با مفاهیم سختی، مقاومت و شکل‌پذیری.....
۱۹	۱-۴- آشنایی با مفاهیم طراحی لرزه‌ای سازه‌ها.....

فصل دوم آشنایی با سیستم‌های سازه‌ای ۲۲

۲۳	۲-۱- گروه‌بندی ساختمان‌ها بر حسب سیستم سازه‌ای.....
۲۴	۲-۲- سیستم قاب ساده ساختمانی.....
۴۰	۲-۳- سیستم قاب خمشی.....
۵۱	۲-۴- سیستم قاب دوگانه.....
۵۳	۲-۵- سیستم دیوارهای باربر.....
۵۳	۲-۵- سیستم‌های متکی بر دیوارهای برشی.....
۵۶	۲-۶- سیستم ستون‌های کنسولی.....
۵۷	۲-۷- مروری بر مکانیسم‌های تخریب سازه‌ها بر اثر زلزله‌های پیشین.....

۳-۱- بارگذاری ثقلی ۷۱

۳-۲- بارگذاری جانبی ۱۱۷

۴-۱- لزوم رعایت ملاحظات معماری در مناطق لرزه خیز ۱۳۹

۴-۲- ملاحظات معماری ساختمان در آیین نامه ۲۸۰۰ ۱۴۰

۴-۳- گروه بندی ساختمان ها بر اساس نظم کالبدی بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ ۱۴۷

۴-۴- جریمه های مربوط به احداث ساختمان های نامنظم ۱۵۲

۴-۵- گزیده ای از ضوابط معماری ساختمان ۱۵۳

۵-۱- تنظیمات اولیه و پیاده سازی طرح معماری در برنامه از طریق مدلسازی خطوط کمکی ۱۵۷

۵-۲- آشنایی کلی با محیط برنامه ETABS و آماده سازی محیط برنامه برای آغاز کار ۱۶۳

۵-۲- شناخت خصوصیات مصالح فولاد، بتن و آرماتور و مدلسازی آن ها در برنامه ۱۶۸

۵-۴- تعریف مقاطع در برنامه و نکات آیین نامه ای آن ها ۱۸۱

۵-۵- مدلسازی سقف های ساختمان ۲۱۵

۵-۶- ترسیم هندسه ساختمان در برنامه ۲۱۹

۲۲۹	.....	۵-۸- معرفی انواع شرایط اتصال تیرها در برنامه
۲۳۰	.....	۵-۹- پایداری کنسول‌ها
۲۳۱	.....	۵-۱۰- معرفی نواحی صلب انتهایی اعضا
۲۳۶	.....	۵-۱۱- مبحث ترک خوردگی اعضا بتن آرمه
۲۳۸	.....	۵-۱۲- دیافراگم کف

فصل هشتم بارگذاری ساختمان در نرم افزار و تحلیل سازه **۲۶۴**

۲۶۵	.....	۶-۱- تنظیمات الگوی بارها و انجام بارگذاری لرزه‌ای
۲۷۰	.....	۶-۲- بارگذاری کفها
۲۷۲	.....	۶-۳- بارگذاری دیوارها
۲۷۴	.....	۶-۴- بارگذاری دستگاه پله و آسانسور
۲۷۵	.....	۶-۵- ترکیب بارهای طراحی
۲۸۰	.....	۶-۶- تنظیمات مربوط به MASS SOURCE در برنامه
۲۸۱	.....	۶-۷- بارگذاری MASS در ساختمان
۲۸۴	.....	۶-۸- موضوع P-Δ در ساختمان
۲۸۶	.....	۶-۹- تنظیمات تحلیل و انجام تحلیل سازه
۲۸۷	.....	۶-۱۰- تحلیل WARNING

فصل هفتم طراحی سختی ساختمان **۲۹۱**

۲۹۲	۷-۱- طراحی سختی
-----	-------	-----------------

فصل هشتم طراحی ساختمان‌های فولادی

۳۰۷

- ۳۰۸ ۸-۱- مقدمه‌ای بر طراحی سازه‌های فولادی به روش LRFD
- ۳۱۵ ۸-۲- گام‌های طراحی در نرم‌افزار
- ۳۲۲ ۸-۳- طراحی لرزه‌ای سیستم مهاربندی همگرای ویژه (SCBF)
- ۳۳۶ ۸-۴- طراحی لرزه‌ای سیستم قاب مهاربندی واگرا (EBF)
- ۳۴۸ ۸-۵- طراحی لرزه‌ای سیستم قاب خمشی متوسط (IMF)
- ۳۵۰ ۸-۶- طراحی لرزه‌ای سیستم قاب خمشی ویژه (SMF)
- ۳۵۸ ۸-۷- کنترل ستون‌ها برای ترکیبات بار تشدید یافته
- ۳۵۹ ۸-۸- کنترل ۱۰۰-۳۰ ستون‌های محل تلاقی
- ۳۶۰ ۸-۹- کنترل نسبت تغییر مکان جانبی نسبی حداکثر مرتبه دوم به تغییر مکان جانبی نسبی حداکثر مرتبه اول

فصل نهم طراحی سازه‌های بتن آرمه

۳۶۱

- ۳۶۲ ۹-۱- مروری بر رفتار لرزه‌ای قاب‌های خمشی
- ۳۶۳ ۹-۲- مقدمه طراحی
- ۳۶۳ ۹-۳- ضوابط قطع و وصله آرماتورها
- ۳۷۲ ۹-۴- روال نرم‌افزاری
- ۳۷۵ ۹-۵- بررسی کفایت باربری ستون‌های سازه
- ۳۸۱ ۹-۶- بررسی کفایت باربری تیرهای سازه
- ۳۹۳ ۹-۷- بررسی ضابطه تیر ضعیف-ستون قوی
- ۳۹۶ ۹-۸- بررسی کفایت ظرفیت چشمه اتصال

۴۰۴	..... بررسی برش در اعضا
۴۲۱	..... آرماتورهای پیچشی و جلدی در تیرها
۴۲۱	..... کنترل تبصره ۲۰ درصد
۴۲۳	..... توصیه‌های بتن‌ریزی

۴۲۵	..... ۱۰-۱- مقدمه
۴۳۲	..... ۱۰-۲- آشنایی با مراحل طراحی شالوده
۴۳۹	..... ۱۰-۳- آشنایی با روند نرم‌افزاری مدلسازی و طراحی شالوده
۴۷۲	..... ۱۰-۴- تحلیل و طراحی ژئوتکنیکی شالوده
۴۷۶	..... ۱۰-۵- طراحی مقاومتی شالوده
۴۹۶	..... منابع و مراجع

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که بتواند
خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.
هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی و آموزشی گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و سرعت توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش برجسته نموده است.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران و محققان در زمینه‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه تلاش نموده برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهد.

کتابی که در دست دارید تألیف "جناب آقای نیما صمدزادگان-ابراهیم جعفری پیروز" است که با تلاش همکاران ما در نشر دیباگران تهران منتشر گشته و شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

با نظرات خود مشوق و راهنمای ما باشید

با ارائه نظرات و پیشنهادات و خواسته‌های خود، به ما کمک کنید تا بهتر و دقیق‌تر در جهت رفع نیازهای علمی و آموزشی کشورمان قدم برداریم. برای رساندن پیام‌هایتان به ما از رسانه‌های دیباگران تهران شامل سایتهای فروشگاهی و صفحه اینستاگرام و شماره‌های تماس که در صفحه شناسنامه کتاب آمده استفاده نمایید.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
dibagaran@mftplus.com

پیشگفتار مؤلفین

قرارگیری ایران در کمربند لرزه‌خیزی آلپ هیمالیا همواره منشاء رخداد زمین لرزه‌های ناگوار و مخرب در سراسر میهن عزیزمان بوده است. لیکن با تلاش پیوسته مسئولان و مطالعات پیوسته فرهیختگان همواره سعی بر کاهش عواقب ناگوار این بلای طبیعی بوده و در این مسیر توفیقاتی نیز کسب شده است. با مطالعه تجربیات کشورهای توسعه یافته از راه دشوار کاهش خطرپذیری زلزله می‌توان دریافت که توجه به درس آموخته‌های هر زمین‌لرزه و جلوگیری از تکرار اشتباهات گذشته موثرترین راه در جهت کاهش آثار مهلک این مخاطره می‌باشد. در واقع دانشمندان حوزه مهندسی زلزله، زمین لرزه را بزرگترین، دقیق‌ترین و جدی‌ترین آزمایشگاه سازه می‌دانند که طبیعت آن را برای بشریت به ارمغان آورده است. مشاهده تجربیات تلخ از رفتار نابسامان ساختمان‌های کشور تحت اثر زمین‌لرزه‌های اخیر به خصوص زلزله سرپل‌ذهاب مؤلفین را بر آن داشت تا با ریشه‌یابی مشکلات فراگیر در بین مهندسان کشور اقدام به گردآوری مرجعی نمایند تا در کنار آموزش کار با نرم‌افزار، مخاطبان با مبانی طراحی لرزه‌ای و ضوابط آیین‌نامه‌ای نیز آشنا گردند.

امروزه با در اختیار داشتن نرم‌افزارهای قدرتمند در حیطه محاسبات ساختمان شاید کار با نرم‌افزار برای بسیاری از مهندسان امری ساده تلقی گردد. لیکن با نگاهی به اشکالات رایج در بحث طراحی از یک سو و مشاهده تبعات این خطاها به هنگام رخداد زمین‌لرزه از سوی دیگر می‌توان دریافت هر قدر این نرم‌افزارها باعث گسترش توانمندی مهندسان شده‌اند، به همان میزان نیز موجب اعتماد به نفس کاذبی گشته‌اند که می‌توان کلیه سازه‌ها اعم از ساده و پیچیده با هر شرایط معماری را به سادگی در نرم‌افزار مدل کرده و نتیجه طراحی را در اختیار دستگاه اجرایی قرار داد. در واقع پیش‌نیاز بهره‌مندی صحیح از امکانات نرم‌افزارهای محاسباتی تسلط بر ضوابط و آیین‌نامه‌های بارگذاری و طراحی لرزه‌ای، تجربه کافی جهت درک فیزیکی رفتار سازه، در نظرگیری محدودیت‌های اجرایی و بسیاری مسائل دیگر می‌باشد.

تلاش مؤلفین در این کتاب ارایه مرور ادبیات فنی طراحی لرزه‌ای و ارایه بخش زیادی از دانش محاسبات ساختمان به عنوان پیش‌نیاز مهم و غیر قابل انکار کار با نرم‌افزار می‌باشد. در ادامه کوشش گشته آموزش نرم‌افزار به گونه‌ای صورت پذیرد تا در کنار درک ساده روند مدلسازی، شیوه به کارگیری کلیه ضوابط و بندهای آیین‌نامه در نرم‌افزار نیز ارایه گردد. شیوه و سطح موضوعات کتاب، آن را مرجع مناسبی برای طیف وسیع مخاطبان از جمله دانشجویان تا مهندسين محاسب قرار می‌دهد. مخاطبان با مطالعه این کتاب چگونگی مدلسازی و طراحی آیین‌نامه‌ای در نرم‌افزار را آموخته تا به یک طرح اجرایی، اقتصادی و مورد تایید دستگاه‌های نظارتی دست یابند.

مؤلفین کتاب، مراتب سپاس خود را تقدیم سرکار خانم دنیا مقصدلو جهت طراحی روی جلد کتاب می‌نمایند. در روند گردآوری اطلاعات کتاب همواره سعی بر استفاده از منابع و مراجع معتبر و بین‌المللی حوزه محاسبات ساختمان بوده و از ارایه مطالب سلیقه‌ای و بدون پشتوانه‌ی آیین‌نامه‌ای پرهیز گشته است. با تمام این تلاش‌ها ممکن است ایراداتی به مطالب کتاب وارد باشد که از تمامی همکاران و اساتید محترم و خوانندگان گران‌قدر تقاضا داریم ضعف‌ها و خطاهای این کتاب و پیشنهادات خود برای هر چه کامل‌تر شدن این مجموعه از طریق آدرس‌های ejpirouz@ut.ac.ir و n.samadzadegan@ut.ac.ir ارسال نمایند.

نیما صمدزادگان - ابراهیم جعفری پیروز

پیشگفتار ویرایش دوم

انتشار ویرایش‌های جدید مباحث مختلف مقررات ملی ساختمان، نیاز دانشجویان و مهندسان را به بازآموزی دو چندان می‌نماید. در این بین تغییرات گسترده ویرایش پنجم مباحث ۹ و ۱۰، موجب تحولات گسترده‌ای در شیوه طراحی ساختمان‌های فولادی و بتنی گشته است. از سوی دیگر، توجه به توسعه قابلیت‌های نرم‌افزارهای Etabs و SAFE در نسخه ۲۰۲۱ مولفین این کتاب را بر آن داشت تا ضمن رفع نقایص ویرایش اول، مطالب کتاب را منطبق با آخرین ویرایش آیین‌نامه‌ها و نرم‌افزار به روز رسانی نمایند. همچنین کوشش گشته تا با اضافه نمودن کنترل‌های بیش‌تر دستی و نرم‌افزاری کتاب به عنوان مجموعه‌ای منحصر به فرد در اختیار مخاطبان گران‌قدر قرار گیرد.

مولفین کتاب، مراتب سپاس خود را تقدیم سرکار خانم دنیا مقصودلو جهت طراحی روی جلد کتاب می‌نمایند. همچنین در حوزه مباحث ژئوتکنیک بارها از نظرات و تجربیات مهندس سید عابدین عدالت حقی بهره جسته‌ایم که قدردان زحمات ایشان هستیم. در روند گردآوری اطلاعات کتاب همواره سعی بر استفاده از منابع و مراجع معتبر و بین‌المللی حوزه محاسبات ساختمان بوده و از ارایه مطالب سلیقه‌ای و بدون پشتوانه‌ی آیین‌نامه‌ای پرهیز گشته است. با تمام این تلاش‌ها ممکن است ایراداتی به مطالب کتاب وارد باشد که از تمامی همکاران و اساتید محترم و خوانندگان گران‌قدر تقاضا داریم ضعف‌ها و خطاهای این کتاب و پیشنهادات خود برای هر چه کامل‌تر شدن این مجموعه از طریق آدرس‌های n.samadzadegan@ut.ac.ir و ejpirouz@ut.ac.ir ارسال نمایند.

نیما صمدزادگان - ابراهیم جعفری پیروز

بهار ۱۴۰۲