



**به نام خدا**



# **آموزش محاسبات ساختمان به کمک نرم افزار های ETABS,SAFE**

مؤلفان:

**مهندس نیما صمدزادگان**

**مهندس ابراهیم جعفری پیروز**



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

◀ مولفان: مهندس نیما صمدزادگان

مهندس ابراهیم جعفری پیروز

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ صفحه آرای: نازنین نصیری

◀ طراح جلد: مولفان

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۳۹۸

◀ چاپ و صحافی: درج عقیق

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۱۳۰۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۱۳۲-۱

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران:

[WWW.MFTBOOK.IR](http://WWW.MFTBOOK.IR)

[www.dibagarantehran.com](http://www.dibagarantehran.com)

[www.mftdibagaran.ir](http://www.mftdibagaran.ir)

نشانی تلگرام: @mftbook

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: دیباگران تهران: ۱۳۹۸

مشخصات ظاهری: ۴۶۲ ص: مصور،

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۱۳۲-۱

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: اتبز(برنامه کامپیوتر)(ETABS(computer program)

موضوع: نرم افزار سیف SAFE

موضوع: مهندسی سازه-برنامه های کامپیوتری

موضوع: structural engineering-computer programs

موضوع: مهندسی به کمک کامپیوتر-نرم افزار

موضوع: computer-aided engineering-software

موضوع: نقشه کشی-برنامه های کامپیوتری

موضوع: cartography-computer programs

شناسه افزوده: جعفری پیروز، ابراهیم، ۱۳۶۶-

رده بندی کنگره: ۶۴۷ TA

رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۷۱۰۲۸۵

شماره کتابشناسی ملی: ۵۶۹۱۶۴۴

اپلیکیشن دیباگران تهران را از سایت های اینترنتی دیباگران دریافت نمایید.

## فهرست مطالب

۸..... مقدمه ناشر.....

۹..... پیشگفتار مؤلفین.....

۱۰

### فصل اول آشنایی با مبانی طراحی ساختمان‌ها

۱۱..... 1-1- آشنایی با مراحل انجام یک پروژه عمرانی.....

۱۲..... 1-2- آشنایی با مولفه‌های حاکم بر طراحی سازه.....

۱۴..... 1-3- آشنایی با مفاهیم سختی، مقاومت و شکل‌پذیری.....

۱۵..... 1-4- آشنایی با مفاهیم طراحی لرزه‌ای سازه‌ها.....

۱۷

### فصل دوم آشنایی با سیستم‌های سازه‌ای

۱۸..... 2-1- مروری بر انواع سیستم‌های باربر جانبی متعارف در آیین‌نامه 2800.....

۱۹..... 2-2- سیستم قاب ساده ساختمانی.....

۳۵..... 2-3- سیستم قاب خمشی.....

۴۵..... 2-4- سیستم قاب دوگانه.....

۴۷..... 2-5- سیستم دیوارهای باربر.....

۴۸..... 2-6- سیستم ستون‌های کنسولی.....

۵۰..... 2-7- مروری بر مکانیسم‌های تخریب سازه‌ها بر اثر زلزله‌های پیشین.....

- 3-1- بارگذاری ثقیل ..... ۶۴
- 3-2- بارگذاری جانبی ..... ۱۰۳

- 4-1- لزوم رعایت ملاحظات معماری در مناطق لرزه خیز ..... ۱۲۱
- 4-2- ملاحظات معماری ساختمان در آیین نامه 2800 ..... ۱۲۱
- 4-3- گروه بندی ساختمان ها بر اساس نظم کالبدی بر اساس آیین نامه 2800 ..... ۱۲۸
- 4-4- جریمه های مربوط به احداث ساختمان های نامنظم ..... ۱۳۳
- 4-5- گزیده ای از ضوابط معماری ساختمان ..... ۱۳۳

- 5-1- تنظیمات اولیه و پیاده سازی طرح معماری در برنامه از طریق مدلسازی خطوط کمکی ..... ۱۳۷
- 5-2- آشنایی کلی با محیط برنامه ETABS و آماده سازی محیط برنامه برای آغاز کار ..... ۱۴۲
- 5-2- شناخت خصوصیات مصالح فولاد، بتن و آرماتور و مدلسازی آن ها در برنامه ..... ۱۴۷
- 5-4- تعریف مقاطع در برنامه و نکات آیین نامه ای آن ها ..... ۱۵۹
- 5-5- مدلسازی سقف های ساختمان ..... ۱۸۷
- 5-6- ترسیم هندسه ساختمان در برنامه ..... ۱۹۱
- 5-7- معرفی شرایط اتصال پای ستون ها در برنامه ..... ۱۹۹

- ۱۹۹ ..... 5-8- معرفی انواع شرایط اتصال تیرها در برنامه
- ۲۰۱ ..... 5-9- پایداری کنسول‌ها
- ۲۰۱ ..... 5-10- معرفی نواحی صلب انتهایی اعضا
- ۲۰۶ ..... 5-11- مبحث ترک خوردگی اعضا بتن آرمه
- ۲۰۷ ..... 5-12- دیافراگم کف

226

### بارگذاری ساختمان در نرم‌افزار و تحلیل سازه

فصل ششم

- ۲۲۷ ..... 6-1- تنظیمات الگوی بارها و انجام بارگذاری لرزه‌ای
- ۲۳۳ ..... 6-2- بارگذاری کفها
- ۲۳۵ ..... 6-3- بارگذاری دیوارها
- ۲۳۶ ..... 6-4- بارگذاری دستگاه پله و آسانسور
- ۲۳۷ ..... 6-5- ترکیب بارهای طراحی
- ۲۴۱ ..... 6-6- تنظیمات مربوط به MASS SOURCE در برنامه
- ۲۴۳ ..... 6-7- بارگذاری MASS در ساختمان
- ۲۴۴ ..... 6-8- موضوع  $P-\Delta$  در ساختمان
- ۲۴۷ ..... 6-9- تنظیمات تحلیل و انجام تحلیل سازه
- ۲۴۸ ..... 6-10- تحلیل WARNING

250

### طراحی سختی ساختمان

فصل هفتم

- ۲۵۱ ..... 7-1- طراحی سختی

- 8-1- مقدمه‌ای بر طراحی سازه‌های فولادی به روش LRFD ..... ۲۶۴
- 8-2- گام‌های طراحی در نرم‌افزار ..... ۲۷۸
- 8-3- طراحی لرزه‌ای سیستم مهاربندی همگرای ویژه (SCBF) ..... ۲۸۷
- 8-4- طراحی لرزه‌ای سیستم قاب مهاربندی واگرا (EBF) ..... ۲۹۴
- 8-5- طراحی لرزه‌ای سیستم قاب خمشی متوسط (IMF) ..... ۳۰۶
- 8-6- طراحی لرزه‌ای سیستم قاب خمشی ویژه (SMF) ..... ۳۰۹
- 8-7- کنترل ستون‌ها برای ترکیبات بار تشدید یافته ..... ۳۲۰
- 8-8- کنترل 100-30 ستون‌های محل تلاقی ..... ۳۲۲
- 8-9- کنترل نسبت تغییر مکان جانبی نسبی حداکثر مرتبه دوم به تغییر مکان جانبی نسبی حداکثر مرتبه اول ..... ۳۲۳

- 9-1- مروری بر رفتار لرزه‌ای قاب‌های خمشی ..... ۳۲۵
- 9-2- مقدمه طراحی ..... ۳۲۶
- 9-3- ضوابط هندسی سازه‌های شکل‌پذیر ویژه ..... ۳۲۶
- 9-4- ضوابط مرتبط با تناسب‌بندی اعضا در ردیف ویژه شکل‌پذیری ..... ۳۲۸
- 9-5- ضوابط آرماتورگذاری اعضا ..... ۳۳۷
- 9-6- ضوابط سازه‌های شکل‌پذیر متوسط ..... ۳۴۶
- 9-7- ضوابط مرتبط با تناسب‌بندی اعضا در ردیف شکل‌پذیری متوسط ..... ۳۴۷
- 9-8- توصیه‌های بتن‌ریزی ..... ۳۵۱

۳۵۲	.....	9-9- روال نرم‌افزاری
۳۵۷	.....	9-10- بررسی کفایت باربری ستون‌های سازه
۳۶۳	.....	9-11- بررسی کفایت باربری تیرهای سازه
۳۷۰	.....	9-12- بررسی ضابطه تیر ضعیف-ستون قوی
۳۷۲	.....	9-13- بررسی کفایت ظرفیت چشمه اتصال
۳۷۷	.....	9-14- تهیه جزئیات آرماتوربندی

۳۷۹	.....	10-1- مقدمه
۳۸۶	.....	10-2- آشنایی با مراحل طراحی شالوده
۳۹۳	.....	10-3- آشنایی با روند نرم‌افزاری مدلسازی و طراحی شالوده
۴۳۶	.....	10-4- تحلیل و طراحی ژئوتکنیکی شالوده
۴۴۲	.....	10-5- طراحی مقاومتی شالوده
۴۶۱	.....	منابع و مراجع

## خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌های است که بتواند خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.

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 دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و 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 روشن می‌نماید.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندسان نیما صمدزادگان-ابراهیم جعفری پیروز" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

### کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس [dibagaran.mft.info](mailto:dibagaran.mft.info) (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران  
[bookmarket@mft.info](mailto:bookmarket@mft.info)



## 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](mailto:ejpirouz@ut.ac.ir) و [n.samadzadegan@ut.ac.ir](mailto:n.samadzadegan@ut.ac.ir) ارسال نمایند.

نیما صمدزادگان - ابراهیم جعفری پیروز