

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیبگران تهران

تحلیل و طراحی سازه‌های فولادی و بتنی به کمک نرم‌افزارهای SAFE و ETABS 2000

مؤلف

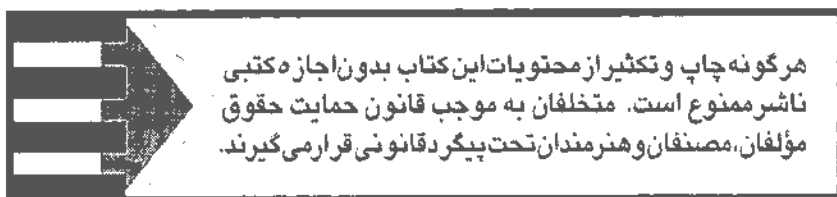
مهندس حسین جلالی

RWTV



دارنده گواهینامه ISO 9001/2000

در زمینه نشر کتاب و طراحی جلد



تحلیل و طراحی سازه های فولادی و بتنی به کمک نرم افزارهای ETABS 2000 و SAFE

مؤلف : مهندس حسین جلالی

ناشر : مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه آرایی : مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد : مجتمع فنی تهران

چاپ : گنج شایگان

نوبت چاپ : اول

تاریخ نشر : اردیبهشت ماه ۱۳۸۵

تیراژ : ۳۰۰ نسخه

قیمت : ۲۴۵۰۰ ریال

شابک : ۹۶۴-۳۵۴-۶۸۲-۹

ISBN: 964-354-682-9

جلالی، حسین، ۱۳۵۵-
تحلیل و طراحی سازه های فولادی و بتنی به کمک نرم افزارهای
ETABS 2000 و SAFE [سیف و اتبز ۲۰۰۰] / مؤلف حسین
جلالی. - تهران: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران، ۱۳۸۵.
۲۶۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
ISBN 964-354-682-9
فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
کتابنامه: ص. [۲۶۰].
۱. سازه - برنامه های کامپیوتری. ۲. اتبز (برنامه کامپیوتر). ۳. سازه،
تجزیه و تحلیل - داده پردازی. ۴. نرم افزار سیف. الف. عنوان.
ت ۸ ج ۴۷ / TA۶۴۷
۶۲۴/۱۷۰۲۸۵
کتابخانه ملی ایران
۴۷۹۷۰-۸۴ م

آدرس: سعادت آباد، میدان کاج، خ سرو شرقی، روبه روی خ علامه. ساختمان شماره ۹۷

صندوق پستی: ۱۴۳۳۵ / ۹۴۳

تلفن: ۷-۲۲۰۹۸۴۴۶

فهرست مطالب

۶	مقدمه ناشر
۷	مقدمه مؤلف

بخش اول: تحلیل، طراحی و کلیه محاسبات ساختمان چهار طبقه فولادی

فصل اول: ترسیم، تحلیل و طراحی سازه به کمک نرم افزار ETABS 2000

۱۳	مقدمه
۱۳	۱-۱ معرفی پروژه
۱۴	۱-۲ سیستم باربر سازه
۱۵	۱-۳ مصالح مصرفی
۱۵	۱-۴ آیین نامه های مورد استفاده
۱۶	۱-۵ بارگذاری
۲۲	۱-۶ مراحل مدل سازی تحلیل و طراحی به وسیله رایانه
۲۳	۱-۷ راه اندازی نرم افزار
۲۹	۱-۸ معرفی مشخصات ساختمان
۴۵	۱-۹ ترسیم مدل
۵۶	۱-۱۰ اختصاص مشخصات به اعضای سازه
۶۶	۱-۱۱ بارگذاری روی اعضا
۷۲	۱-۱۲ تحلیل مدل
۸۷	۱-۱۳ طراحی مدل
۱۰۰	۱-۱۴ کنترل مقدار تغییر مکان
۱۰۱	۱-۱۵ نکات طراحی
۱۰۲	۱-۱۶ چاپ و استفاده از خروجی ها
۱۰۳	۱-۱۷ تهیه نقشه های اجرایی و تکمیل طراحی

فصل دوم: طراحی اتصالات اعضای فولادی

مقدمه.....	۱۰۵
۲-۱ اتصال ساده با نبشی نشیمن.....	۱۰۷
۲-۲ اتصال صلب تیر به ستون با ورق زیرسری و روسری.....	۱۰۹
۲-۳ طراحی اتصال مهاربند.....	۱۱۷
۲-۴ طراحی کف ستون.....	۱۲۲

فصل سوم: تحلیل و طراحی فونداسیون سازه به کمک نرم افزار SAFE

مقدمه.....	۱۲۹
۳-۱ نحوه انتقال اطلاعات از ETABS به نرم افزار SAFE.....	۱۲۹
۳-۲ ایجاد مدل.....	۱۳۱
۳-۳ تحلیل مدل.....	۱۴۲
۳-۴ طراحی پی.....	۱۵۰

بخش دوم: تحلیل و طراحی سازه و فونداسیون ساختمان بتنی هفت طبقه

با سیستم مختلط به کمک نرم افزار ETABS 2000

فصل چهارم: ترسیم مدل، تحلیل و طراحی سازه بتنی

مقدمه.....	۱۵۹
۴-۱ معرفی پروژه.....	۱۵۹
۴-۲ سیستم باربر.....	۱۶۱
۴-۳ آیین نامه های مورد استفاده.....	۱۶۱
۴-۴ مصالح مصرفی.....	۱۶۱
۴-۵ مقاطع تیر و ستون.....	۱۶۲
۴-۶ بارگذاری.....	۱۶۴
۴-۷ ایجاد مدل کامپیوتری ساختمان.....	۱۷۰
۴-۸ انجام عملیات تحلیل.....	۲۱۳
۴-۹ طراحی سازه.....	۲۱۹

۴-۱۰ تهیه نقشه از اطلاعات طراحی تیر..... ۲۲۷

۴-۱۱ تهیه نقشه از اطلاعات طراحی ستون..... ۲۳۰

فصل پنجم: تحلیل و طراحی فونداسیون نواری به کمک نرم افزار SAFE 2000

مقدمه..... ۲۳۵

۵-۱ نحوه انتقال اطلاعات از نرم افزار ETABS به SAFE..... ۲۳۵

۵-۲ شروع ساخت مدل..... ۲۳۷

۵-۳ تحلیل مدل..... ۲۴۷

۵-۴ طراحی پی..... ۲۵۳

فهرست منابع..... ۲۵۹

مقدمه ناشر

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 فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم. گستردگی 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 پربرابر، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندس حسین جلالی" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

ویراستار: بهنوش قیاسوند

ویرایش و صفحه‌آرایی کامپیوتری: معصومه باقری

طرح جلد: محبوبه توکلی

امور چاپ و نشر: حیدر شفیعی

ناظر چاپ: کریم براغ

در خاتمه از خوانندگان عزیز و دانش‌پژوهان گرامی خواهشمندیم ما را با ارایه پیشنهادهای و انتقادهای خود در بهبود کمی و کیفی کارهای انجام شده راهنمایی کنند تا بتوانیم در آینده کتاب‌هایی با کیفیت بهتر تقدیم حضورشان کنیم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

مقدمه مؤلف

با توجه به پیشرفت علوم کامپیوتری، تحلیل و طراحی سازه‌های سه بعدی به وسیله نرم‌افزار سهل و ساده شده است. از سه ده گذشته تاکنون، دانشگاه برکلی کالیفرنیا اقدام به تهیه نرم‌افزارهای جامع مهندسی برای تحلیل سازه‌ها کرده است.

این مؤسسه (CSI (Computers and Structures Inc.) اولین نرم‌افزار تخصصی خود را برای تحلیل و طراحی سازه‌های سه بعدی ساختمانی با نام ETABS90 به عرصه مهندسی معرفی کرد. این نرم‌افزار توانایی تحلیل سازه‌های مختلف ساختمانی فولادی و بتنی را داراست که صرفاً به مسایل مهندسی عمران در زمینه ساختمان می‌پردازد. به موازات این نرم‌افزار برای تحلیل و طراحی دال و فونداسیون، نرم‌افزار SAFE را معرفی کردند. در اواخر دهه ۹۰، آغاز به ساخت نسل جدیدی از این سه نرم‌افزار تحت سری 2000 کرده‌اند که قابلیت‌های فوق‌العاده گرافیکی آن‌ها در مدل‌سازی و نمایش نتایج حاصل از تحلیل و طراحی سازه‌ها، خصوصاً قابلیت تحلیل غیرخطی، از مزیت‌های این سری نسبت به سری‌های قبل این نرم‌افزارهاست.

در کشور ما نیز به لحاظ استقبال زیادی که از این سری از نرم‌افزارها شده است، کتاب‌های زیادی در زمینه نحوه کار با آن‌ها تدوین و به کاربران این رشته مهندسی ارائه شده است. ولی با توجه به این که فقدان یک مجموعه مدون و کامل که علاوه بر معرفی نرم‌افزار (که به بررسی نکات و مباحث مقررات ملی ساختمان، آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران، آبا و سایر آیین‌نامه‌های معتبر می‌پردازد) به عنوان یک الگو برای دانشجویان و مهندسان عمران و معماری به‌منظور طراحی سازه‌ها در دسترس باشد، احساس می‌شد، اینجانب با همکاری انتشارات دیباگران تهران به تألیف مجموعه‌ای با تمام خصوصیات فوق‌الذکر پرداخته‌ام.

در این کتاب سعی بر آن شد که علاوه بر معرفی و ارائه قابلیت‌های این نرم‌افزارها با بیان مطالب فنی و مهندسی عمران مجموعه کاملی را گردآوری کنیم تا به غیر از دانشجویان، کاردانان و مهندسين رشته عمران و معماری، سایر دانشجویان فنی و مهندسی علاقه‌مند به رشته عمران نیز بتوانند در این رشته با کسب آگاهی به فعالیت مهندسی در این زمینه ادامه دهند.

این مجموعه با توجه به سرفصل‌های دوره و مطالبی که در کلاس‌های آموزش طراحی ساختمان به همراه نرم‌افزارهای ETABS&SAFE مجتمع فنی تهران ارائه می‌شود، تدوین شده است. لذا این کتاب می‌تواند به عنوان جزوه کلاسی در کلیه شعب این مؤسسه، مورد استفاده قرار گیرد. اهداف کلی ارائه شده در این کتاب به صورت سه قسمت مجزا است که در ادامه ارائه شده است:

۱- آشنایی با نرم‌افزار مهندسی ETABS2000 (Ver8) و SAFE (Ver7) که در ادامه به قابلیت‌های این نرم‌افزارها به صورت جداگانه پرداخته می‌شود:

نرم افزار ETABS2000 (Extended 3D Analysis of Building System)

به کمک این نرم افزار می توانیم با تحلیل های خطی و غیرخطی، سازه های مختلف را تحلیل کرده و با استفاده از نتایج حاصل به طراحی آن ها با رعایت نکات آیین نامه های معتبر بپردازیم. به علت این که تحلیل های غیرخطی در موارد عرف سازه های ساختمانی کاربرد ندارد، در مباحث ارائه شده به این قابلیت اشاره نمی شود.

مباحثی که در این کتاب به بررسی آن ها می پردازیم:

- پخش بارگذاری سطحی روی المان های تیر اطراف
- محاسبه وزن و مرکز جرم ساختمان و نیروی زلزله با توجه به آیین نامه زلزله ایران
- طراحی مقاطع فولادی ترکیبی و مقاطع بتنی با آرماتورگذاری متقارن
- مدل سازی اعضای تیر، ستون، مهاربند و دیوار برشی
- تحلیل هر نوع سازه ساختمانی (تحلیل استاتیکی و شبه دینامیکی "طیفی" و تحلیل $P-\Delta$)
- طراحی قاب های فولادی خمشی و مهاربندی همگرا
- استفاده از قابلیت بهینه سازی در ساختمان های فولادی
- طراحی قاب های بتنی متوسط به همراه دیوار برشی
- سازگاری با نرم افزار برای انتقال نتایج خروجی حاصل از تحلیل سازه به این نرم افزار

همان طور که ملاحظه می کنید، عمده مطالب مهندسی فوق به صورت متعارف در ساختمان کاربرد دارد که در این مجموعه در دو فصل به صورت مجزا در قالب دو پروژه سازه فولادی و بتنی به این قابلیت ها پرداخته شده است.

نرم افزار SAFE (Slab Analysis Finite Element)

به کمک این نرم افزار می توانیم به تحلیل و طراحی دال ها و فونداسیون های منفرد نواری و گسترده بپردازیم. در این مجموعه با توجه به نتایج تحلیل از سازه در نرم افزار ETABS به طراحی فونداسیون مناسب خواهیم پرداخت.

مباحثی از این نرم افزار که در این کتاب به بررسی آن ها می پردازیم:

- مدل سازی و طراحی پی های منفرد، نواری و گسترده به همراه شمع
 - کنترل تنش مجاز زیر پی
 - طراحی میلگرد طولی مورد نیاز در نوارهای طراحی پی و همچنین آرماتور برشی و طولی
- شناژ
- کنترل برش منگنه ای

۲- با عنایت به ماده ۲۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان (فصل دهم- ماده ۲۶) مبنی بر این که مقررات ملی ساختمان باید در دروس کارشناسی رشته‌های مرتبط دانشگاهی تدریس شود، لذا این مؤسسه مفتخر است که از اولین برگزارکنندگان این امر مهم است. در نتیجه نکات مهم مقررات ساختمان مباحث ششم، نهم، دهم، آبا در مواقع مقتضی ارایه شده است.

۳- طراحی اتصالات جوشی در سازه‌های فولادی و صفحه ستون‌ها

با توجه به این که نرم‌افزار ETABS قابلیت طراحی اتصالات مختلف فولادی از قبیل، اتصال تیرهای مفصلی، گیردار و اتصال بادبندها و سایر اتصالات را ندارد، در این مثال سعی شده انواع اتصالات جوشی مورد استفاده در این مدل را ارایه داده و همچنین به طراحی صفحه ستون‌ها نیز پرداخته شود. موارد ارایه شده برای طراحی اتصالات کاملاً مطابق با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان و همچنین پیوست‌های این آیین‌نامه است.

در پایان لازم می‌دانم از زحمات و راهنمایی‌های آقایان مجید گشته، رضا غفاری، رضا بدیع، مهدی صابریان و همچنین خانم افسانه جلالی در مراحل مختلف تهیه این اثر کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

حسین جلالی

publishing@mftmail.com