

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

آموزش کاربردی روش‌های مقاوم‌سازی ساختمان‌ها

تالیف

دکتر محسنعلی شایانفر

(عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران)

مهندس محمد قانونی‌بقا

(دانشجوی دکتری مهندسی سازه)



سرشناسه	: شایانفر، محسنعلی
عنوان و نام پدیدآور	: آموزش کاربردی روش‌های مقاوم‌سازی ساختمان‌ها / تالیف محسنعلی شایانفر، محمد قانونی‌بقا .
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۴۹۰ ص. : مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۰-۰۵۲-۴-۱۴۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: ساختمان‌های ضد زلزله
موضوع	: ساختمان‌ها -- اثر زلزله
شناسه افزوده	: قانونی‌بقا، محمد، ۱۳۶۲-
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ ۲۴۱۸ ش/۴۴/۴۴ TA۶۵۸
رده بندی دیویی:	: ۶۹۳/۸۵۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۵۷۴۰۵۲

آموزش کاربردی روش‌های مقاوم‌سازی ساختمان‌ها



تالیف	: محسنعلی شایانفر - محمد قانونی‌بقا
مدیر تولید	: رضا کرمی‌شاهنده
حروفچینی و صفحه‌آرایی	: واحد تولید انتشارات فدک ایستاتیس
ویراستار ادبی	: صفیه فیروزی‌مهر
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۱
تیراژ	: ۱۰۰۰
چاپ و صحافی	: گنج‌شایگان
قیمت	: ۱۴۰۰۰ ریال
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۰-۰۵۲-۴

دفتر انتشارات :	تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لیافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
تلفن:	۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
نماینده گی تهران :	خیابان انقلاب - نبش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صانعی
تلفن:	۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵
فروشگاه یزد:	میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
تلفن:	۶۲۲۶۷۷۵ - ۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۷۲

ایمیل و وبسایت: www.fadakbook.ir - info@fadakbook.ir

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستاتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستاتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایستاتیس

تقدیم به:

همسر و فرزندانم

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم

و

روح پاک مادر بزرگ عزیزم

« بی بی صدیقه علوی رضوی »

مقدمه

با توجه به نیاز ضروری به مقاومسازی ساختمانها در برابر زلزله و کمبودهای موجود مؤلفین، اقدام به نوشتن این کتاب نمودند. انگیزه نگارش کتاب حاضر، نیاز مبرم جامعه مهندسی کشور به آموزش مباحث کاربردی مقاوم سازی سازهها می باشد. این کتاب حاصل چندین سال تجربه و تحقیق در زمینه فعالیتهای مطالعاتی و اجرائی مقاومسازی ساختمانهای مهم و شریانهای حیاتی کشور از جمله مدارس، بیمارستانها، پلها و ... است. در ضمن آموزش، همه مطالب به صورت ساده برای کلیه دانشجویان و مهندسیین حرفهای توضیح داده شده است. نحوه نگارش کتاب بر اساس آموزش کاربردی مبانی مقاومسازی و آنالیزهای خطی و غیرخطی سازهها بر اساس مهندسی زلزله پیشرفته به صورتی می باشد که هم برای دانشجویان عزیز که تازه وارد این عرصه شده اند کاربرد دارد و هم برای همکاران محترم و مهندسیین مجرب که به صورت حرفهای درگیر طرح و اجرای سازهها می باشند، استفاده دارد.

از آنجا که هیچ کتابی خالی از اشکال و کاستی نیست، از کلیه خوانندگان ارجمند کتاب خواهشمندیم کلیه اشکالات علمی و تایپی را به آدرس الکترونیکی mohammad_ghanooni@yahoo.com ارسال نمایند تا در چاپهای بعدی مد نظر قرار گیرد.

محسنعلی شایانفر

محمد قانونی بقا

پاییز ۹۰

فهرست مطالب

فصل ۱ نکات لازم برای بهسازی لرزه‌ای ۱

۱.۱	دلایل نیاز ساختمان‌ها به بهسازی لرزه‌ای ۱
۱.۱.۱	نیاز یا عدم نیاز به بهسازی ۱
۲.۱.۱	تعاریف مورد نیاز ۲
۲.۱	هدف بهسازی ۲
۱.۲.۱	بهسازی مبنا ۳
۲.۲.۱	بهسازی مطلوب ۳
۳.۲.۱	بهسازی ویژه ۳
۴.۲.۱	بهسازی محدود ۳
۵.۲.۱	بهسازی موضعی ۳
۶.۲.۱	سطوح خطر زلزله ۴
۳.۱	سطوح عملکرد ساختمان ۵
۱.۳.۱	سطوح عملکرد اجزای سازه‌ای ۵
۲.۳.۱	سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای ۵
۳.۳.۱	سطوح عملکرد کل ساختمان ۶
۴.۳.۱	انواع اعضای سازه: ۱. اصلی ۲. غیر اصلی ۷
۴.۱	آنچه در فصل‌های مختلف این کتاب خواهیم دید ۸
۱.۴.۱	فصل دوم ۸
۲.۴.۱	در فصل سوم می‌بینیم ۹
۳.۴.۱	در فصل چهارم می‌بینیم ۹
۴.۴.۱	در فصل پنجم می‌خوانیم ۱۰
۵.۴.۱	در فصل ششم می‌خوانیم ۱۱
۶.۴.۱	بهسازی ساختمان‌ها ۱۲

میانقاب ۱۳

مقدمه ۱۳	۱.۲
ساختمان فولادی با اتصالات خورجینی و میانقاب ۱۴	۲.۲
معرفی پروژه ۱۴	۱.۲.۲
تعیین هدف بهسازی ۱۶	۳.۲
تعیین سطح عملکرد مورد نظر ۱۶	۱.۳.۲
تحلیل خطر زلزله و تعیین طیف طرح ۱۶	۴.۲
تعیین سطوح خطر زلزله ۱۶	۱.۴.۲
طیف طرح استاندارد ۱۶	۲.۴.۲
تهیه اطلاعات تفصیلی وضعیت موجود ساختمان ۱۷	۵.۲
جمع آوری دستورالعمل و آیین‌نامه‌ها در زمان اجرای ساختمان ۱۷	۱.۵.۲
بازرسی محل و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به پیکربندی ساختمان، اعضا و قطعات سازه‌ای و غیر سازه‌ای، ساختگاه، شالوده و بررسی وضعیت ساختمان‌های مجاور ۱۷	۲.۵.۲
تعیین سطح اطلاعات با توجه به هدف بهسازی و روش تحلیل ۱۷	۳.۵.۲
تعیین پیکربندی ساختمان ۱۸	۴.۵.۲
اتصال تیر به ستون ۲۷	۵.۵.۲
خواص اعضا و مصالح ۲۷	۶.۵.۲
انواع اعضای سازه ۲۷	۷.۵.۲
سونداژ و نمایان‌سازی‌ها جهت انجام آزمایشات ۲۸	۸.۵.۲
تنش تسلیم و مقاومت نهایی مصالح و اجزای اتصال ۲۹	۹.۵.۲
تعیین مشخصات ساختگاه ۳۰	۶.۲
ارزیابی تفصیلی نیاز ساختمان به بهسازی ۳۰	۷.۲
نحوه‌ی مدل‌سازی ساختمان ۳۰	۱.۷.۲
تعیین اعضای اصلی و غیراصلی در مدل و تعیین سختی آنها ۳۰	۲.۷.۲
تعریف مشخصات مصالح در Etabs بر اساس دستورالعمل بهسازی ۳۱	۳.۷.۲
تعیین ضریب آگاهی ۳۹	۴.۷.۲
رسم ستون‌ها ۴۰	۵.۷.۲
رسم تیرها ۴۰	۶.۷.۲
مدل‌سازی اتصالات خورجینی ۴۱	۸.۲

سختی اتصالات خورجینی ۴۱	۱.۸.۲
مقایسه و نتیجه‌گیری ۴۴	۲.۸.۲
تعیین طول و قطر اتصالات خورجینی در نرم‌افزار ۴۴	۳.۸.۲
تعریف المان اتصال در Etabs ۴۵	۴.۸.۲
تیرهای اصلی خورجینی ۴۶	۵.۸.۲
مدل‌سازی اتصالات خورجینی در نرم‌افزار ۴۷	۶.۸.۲
رسم مهاربندها ۵۱	۷.۸.۲
کنترل نیاز به مدل‌سازی شالوده در ابتدای تحلیل ۵۱	۸.۸.۲
پیکربندی ساختمان ۵۱	۹.۲
منظمی و نامنظمی در پلان ۵۱	۱.۹.۲
منظمی و نامنظمی در ارتفاع ۵۲	۲.۹.۲
اثر پیچش ۵۳	۳.۹.۲
کنترل صلبیت دیافراگم‌ها ۵۳	۴.۹.۲
بار زلزله برای حالت تحلیل استاتیکی خطی دستورالعمل ۵۴	۱۰.۲
اثرات $P-\Delta$ ۵۵	۱.۱۰.۲
معرفی حالات بار ۵۸	۲.۱۰.۲
معرفی زلزله بر اساس روش دینامیکی خطی ۵۹	۳.۱۰.۲
معرفی حالات بار زلزله‌ی دینامیکی ۶۱	۴.۱۰.۲
معرفی جرم‌های موثر در زلزله ۶۳	۵.۱۰.۲
اثر همزمان مولفه‌های زلزله ۶۳	۶.۱۰.۲
ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی ۶۴	۷.۱۰.۲
انتخاب روش تحلیل سازه ۶۸	۱۱.۲
روش تحلیل ۶۸	۱.۱۱.۲
بررسی شرایط استفاده از روش‌های خطی ۷۰	۲.۱۱.۲
اثر واژگونی ۷۷	۱۲.۲
مدل‌سازی میانقاب‌های مصالح بنایی و مقاومت مورد انتظار ۷۸	۱۳.۲
ارزیابی میانقاب‌های مصالح بنایی در جهت درون صفحه ۷۹	۱.۱۳.۲
محاسبه‌ی سختی میانقاب‌های مصالح بنایی ۷۹	۲.۱۳.۲
مدول الاستیسیته‌ی مصالح میانقاب ۸۰	۳.۱۳.۲
محاسبه‌ی عرض دستک قطری فشاری معادل میانقاب‌ها ۸۱	۴.۱۳.۲
محاسبه‌ی مقاومت میانقاب‌های مصالح بنائی ۸۲	۵.۱۳.۲

مدل‌سازی در نرم‌افزار ۸۳	۶.۱۳.۲
تعریف میانقاب در نرم‌افزار ۸۳	۷.۱۳.۲
بررسی سازه تحت بار ثقلی D+L ۸۶	۱۴.۲
حذف پیش‌فرض طراحی کامپوزیتی برای تیرهای طاق ضربی ۸۸	۱.۱۴.۲
ارزیابی فرضیات طراحی برای اطمینان از شبیه بودن رفتار واقعی سازه تحت زلزله طرح ۹۳	۱۵.۲
تحلیل نهایی سازه و کنترل معیارهای پذیرش ۹۳	۱۶.۲
بررسی عملکرد اجزای سازه با توجه به معیارهای پذیرش ۹۴	۱.۱۶.۲
کنترل تیرها ۹۴	۲.۱۶.۲
کنترل ستون‌ها ۹۷	۳.۱۶.۲
کنترل میانقاب‌ها ۱۰۷	۴.۱۶.۲
کنترل مهاربندها ۱۰۹	۵.۱۶.۲
تحلیل نهایی شالوده و کنترل معیارهای پذیرش ۱۱۵	۱۷.۲
انتقال نیروها و عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی به فونداسیون ۱۱۵	۱.۱۷.۲
وضعیت خاک و شالوده ۱۱۷	۲.۱۷.۲
هندسه و محل پی ۱۱۷	۳.۱۷.۲
تعیین سختی و مقاومت شالوده ۱۱۸	۴.۱۷.۲
محاسبه‌ی ظرفیت باربری مورد انتظار شالوده ۱۱۹	۵.۱۷.۲
بررسی سازگاری خاک زیر شالوده با معیارهای پذیرش ۱۲۰	۶.۱۷.۲
مدل‌سازی فونداسیون ۱۲۱	۱۸.۲
وارد کردن مشخصات مصالح در نرم‌افزار SAFE ۱۲۱	۱.۱۸.۲
کنترل تنش خاک زیر فونداسیون ۱۲۴	۲.۱۸.۲
تنظیم آیین‌نامه طراحی ۱۲۶	۳.۱۸.۲
شروع عملیات طراحی ۱۲۷	۴.۱۸.۲
کنترل آرماتورهای موجود فونداسیون ۱۲۸	۵.۱۸.۲

فصل ۳ ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای و گزینه‌های مطرح برای بهسازی

ساختمان ۱۳۱

مقدمه ۱۳۱	۱.۳
ارزیابی سقف ۱۳۱	۲.۳

ارزیابی سقف تیرچه بلوک ۱۳۱	۱.۲.۳
ارزیابی سقف طاق ضربی ۱۳۳	۲.۲.۳
تحلیل و کنترل اجزای غیرسازه‌ای ۱۳۴	۳.۳
روش‌های ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای ۱۳۷	۱.۳.۳
قفسه‌ها (حساس به شتاب) ۱۳۸	۲.۳.۳
نما یا نازک‌کاری دیوارهای خارجی (حساس به تغییر شکل) ۱۳۹	۳.۳.۳
جان‌پناه‌ها (حساس به شتاب) ۱۴۰	۴.۳.۳
تأسیسات و لوله کشی‌ها (حساس به شتاب) ۱۴۰	۵.۳.۳
اجزای روشنایی (حساس به شتاب) ۱۴۰	۶.۳.۳
راه‌پله (حساس به تغییر شکل) ۱۴۰	۷.۳.۳
تاسیسات گرمایشی و سرمایشی ۱۴۵	۸.۳.۳
ارزیابی دیوارهای مصالح بنایی (میانقاب‌ها) در جهت عمود بر صفحه ۱۴۵	۹.۳.۳
کنترل نیاز یا عدم نیاز به بهسازی ساختمان تحت خطر معین زلزله برحسب عملکرد مورد انتظار ۱۴۸	۴.۳
تیرها و ستون‌ها ۱۴۸	۱.۴.۳
بادبندها ۱۴۸	۲.۴.۳
میانقاب‌ها ۱۴۸	۳.۴.۳
سقف ساختمان ۱۴۸	۴.۴.۳
فونداسیون ۱۴۹	۵.۴.۳
عناصر غیر سازه‌ای ۱۴۹	۶.۴.۳
کنترل اتصالات ساختمان ۱۴۹	۷.۴.۳
گزینه‌های مختلف برای بهسازی ساختمان و نکات لازم مدل‌سازی مربوطه ۱۴۹	۵.۳
بررسی محدودیت‌های ساختمان جهت انجام عملیات بهسازی ۱۵۰	۱.۵.۳
تامین سختی و مقاومت جانبی لازم برای کل ساختمان ۱۵۰	۲.۵.۳
نکات لازم برای مدل‌سازی و مقاوم‌سازی ساختمان مشترک در گزینه‌های بهسازی ۱۵۰	۳.۵.۳
مدل‌سازی اثرات P-Delta در ساختمان‌های فولادی ۱۵۹	۴.۵.۳
نکات مهم دیگر در ارائه‌ی طرح مقدماتی و نهایی ۱۶۰	۵.۵.۳
گزینه‌ی اول بهسازی ساختمان فولادی ۱۶۰	۶.۳
افزایش سختی و مقاومت سیستم با استفاده از مهاربندی همگرا با پیکربندی ضربدری ۱۶۰	۱.۶.۳

گزینه‌ی دوم بهسازی ساختمان فولادی ۱۶۲	۷.۳
افزایش سختی و مقاومت سیستم با استفاده از مهاربندی همگرا با پیکربندی ۸ شکل (شورون) ۱۶۲	۱.۷.۳
گزینه‌ی سوم بهسازی ساختمان فولادی ۱۶۳	۸.۳
افزایش سختی و مقاومت سیستم با استفاده از مهاربندی واگرا ۱۶۳	۱.۸.۳
گزینه‌های دیگر بهسازی ساختمان فولادی ۱۶۴	۹.۳

فصل ۴ مقاوم‌سازی ساختمان فولادی با اتصالات خورجینی به روش

آنالیز پوش آور ۱۶۵

مقدمه ۱۶۵	۱.۴
معرفی پروژه ۱۶۵	۲.۴
تعیین هدف بهسازی و سطح عملکرد مورد نظر ۱۶۶	۱.۲.۴
تحلیل خطر زلزله و تعیین طیف طرح ۱۶۶	۲.۲.۴
تهیه اطلاعات تفصیلی وضعیت موجود ساختمان با جمع‌آوری مدارک فنی و نقشه‌های ساختمان ۱۶۷	۳.۲.۴
تعیین سطح اطلاعات با توجه به هدف بهسازی و روش تحلیل ۱۶۷	۴.۲.۴
تعیین پیکربندی ساختمان ۱۶۷	۳.۴
نوع و نحوه‌ی قرارگیری اعضا و اجزای غیر سازه‌ای مؤثر در سختی و یا مقاومت اعضای سازه ۱۷۴	۴.۴
نوع و نحوه‌ی اتصالات اعضای سازه ۱۷۵	۵.۴
اتصال ستون به فونداسیون ۱۷۵	۱.۵.۴
اتصال تیر به ستون ۱۷۵	۲.۵.۴
خواص اعضا و مصالح ۱۷۵	۶.۴
مشخصات مصالح (تنش تسلیم و مقاومت نهایی مصالح مینا و ضریب ارتجاعی) ۱۷۶	۱.۶.۴
انواع تلاش‌های ایجاد‌ی در سازه: نیرویی و تغییر شکلی ۱۷۸	۲.۶.۴
تنش تسلیم و مقاومت نهایی مصالح و اجزای اتصال ۱۷۸	۳.۶.۴
تعیین کربن معادل مصالح مینا و اجزای اتصال و یا بررسی قابلیت جوش‌پذیری مصالح مینا و اجزای اتصال ۱۷۸	۴.۶.۴
تعیین ضریب آگاهی ۱۷۸	۷.۴
نواقص مشهود ساختمان ۱۷۹	۸.۴

وجود ترک خوردگی‌های مشهود در ساختمان ۱۷۹	۱۸.۴
تعیین نقاط ضعف و نواقص مشهود در اعضای اصلی سازه ۱۷۹	۲۸.۴
وضعیت پیکربندی، بررسی نامنظمی ساختمان در پلان و ارتفاع ۱۷۹	۳۸.۴
تفاوت‌های مدارک فنی موجود و اطلاعات حاصل از ارزیابی عینی ۱۷۹	۴۸.۴
بررسی نیاز به مدل‌سازی اثرات ویژه برای ساختمان ۱۷۹	۹.۴
بررسی تاثیر واکنش لرزه‌ای ساختمان‌های مجاور و بالعکس ۱۷۹	۱۹.۴
مدل‌سازی شالوده ۱۸۰	۲۹.۴
اندرکنش خاک- سازه ۱۸۰	۳۹.۴
اثر اجزای غیر سازه‌ای ۱۸۰	۴۹.۴
ارزیابی تفصیلی نیاز ساختمان به بهسازی ۱۸۱	۱۰.۴
نحوه‌ی مدل‌سازی ساختمان ۱۸۱	۱۱۰.۴
انتخاب مدل تحلیل ۱۸۱	۲۱۰.۴
تعیین اعضای اصلی و غیر اصلی در مدل و تعیین سختی آنها ۱۸۱	۳۱۰.۴
خواندن مقاطع، مصالح، بارگذاری و ... از فایل مشابه موجود ۱۸۱	۱۱.۴
مدل‌سازی اتصالات خورجینی ۱۸۷	۱۲.۴
سختی اتصالات خورجینی ۱۸۷	۱۱۲.۴
تعیین طول و قطر اتصالات خورجینی در نرم‌افزار ۱۹۰	۲۱۲.۴
تعریف المان اتصال در Etabs ۱۹۱	۳۱۲.۴
مدل‌سازی اتصالات خورجینی در نرم‌افزار ۱۹۲	۴۱۲.۴
تیرهای اصلی و خورجینی ۱۹۳	۵۱۲.۴
رسم سقف‌ها و اختصاص بارهای مرده و زنده ۱۹۵	۱۳.۴
رسم مهاربندها ۱۹۵	۱۴.۴
ملاحظات خاص اثر پیچش ۱۹۷	۱۵.۴
کنترل صلبیت دیافراگم‌ها ۱۹۷	۱۶.۴
بار زلزله با استفاده از مدل پیش‌بینی شده برای تحلیل خطی ۱۹۷	۱۷.۴
اثرات $P - \Delta$ ۱۹۹	۱۱۷.۴
خروجی گرفتن از نرم‌افزار برای دوره تناوب ساختمان ۲۰۱	۲۱۷.۴
خروجی گرفتن از نرم‌افزار برای وزن طبقات، مرکز جرم و برش پایه ساختمان ۲۰۲	۳۱۷.۴
اثر واژگونی ۲۰۳	۴۱۷.۴
انتخاب روش تحلیل سازه ۲۰۵	۱۸.۴
محدوده‌ی کاربرد روش‌های خطی ۲۰۵	۱۱۸.۴

محدوده‌ی کاربرد روش‌های غیرخطی ۲۰۷	۲.۱۸.۴
محاسبه‌ی تغییرمکان هدف برای روش غیر خطی ۲۰۷	۱۹.۴
محل اعمال الگوی بار جانبی (تعیین نقطه‌ی هدف یا عملکرد) ۲۱۰	۲.۱۹.۴
اثر همزمان مولفه‌های زلزله ۲۱۱	۳.۱۹.۴
ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی ۲۱۱	۴.۱۹.۴
ترکیبات بار غیرخطی برای تحلیل پوش‌آور ۲۱۳	۲۰.۴
توزیع بار جانبی ۲۱۳	۱.۲۰.۲
معرفی جعبه‌های بار غیرخطی در نرم‌افزار Etabs ۲۱۴	۲.۲۰.۴
تعریف الگوی بار ثقلی ۲۱۴	۳.۲۰.۴
تعریف الگوی بار جانبی یکنواخت در جهت X ۲۱۶	۴.۲۰.۴
تعریف الگوی بار جانبی مود اول در جهت X ۲۱۷	۵.۲۰.۴
روش‌های مدل‌سازی در تحلیل‌های استاتیکی غیرخطی ۲۱۹	۲۱.۴
اختصاص مفاصل غیرخطی به اعضا ۲۱۹	۲۲.۴
تعیین مشخصات مفاصل غیرخطی اعضا ۲۱۹	۱.۲۲.۴
معرفی مفاصل مهاربندها در نرم‌افزار ۲۲۸	۲.۲۲.۴
اختصاص مفاصل محوری به مهاربندها ۲۳۰	۳.۲۲.۴
مفاصل المان معادل اتصال خورجینی ۲۳۳	۴.۲۲.۴
معرفی مفاصل المان معادل اتصال خورجینی در نرم‌افزار ۲۳۳	۵.۲۲.۴
اختصاص مفاصل پیچشی به المان‌های اتصال خورجینی ۲۳۶	۶.۲۲.۴
تنظیم آیین‌نامه و کنترل اعضا تحت بار ثقلی ۲۳۷	۲۳.۴
بررسی سازه تحت بار ثقلی D+L ۲۳۷	۱.۲۳.۴
بررسی عملکرد اجزای سازه با توجه به معیارهای پذیرش ۲۴۰	۲۴.۴
بررسی نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی ۲۴۰	۱.۲۴.۴
مشاهده‌ی خروجی‌های نرم‌افزار در تحلیل پوش‌آور ۲۴۲	۲.۲۴.۴
توضیح مختصری از روش طیف ظرفیت (دستورالعمل ATC) ۲۴۹	۳.۲۴.۴
تلاش‌های کنترل‌شونده توسط نیرو ۲۵۲	۲۵.۴
تعیین ظرفیت و کنترل ستون‌ها ۲۵۲	۱.۲۵.۴
بررسی عملکرد اجزای سازه با توجه به معیارهای پذیرش ۲۵۹	۲۶.۴
خروجی به SAFE برای کنترل فونداسیون ۲۶۰	۲۷.۴
تحلیل نهایی شالوده و کنترل معیارهای پذیرش ۲۶۱	۲۸.۴
تعیین مشخصات ساختگاه ۲۶۱	۱.۲۸.۴

هندسه و محل پی ۲۶۲	۲.۲۸.۴
وضعیت خاک و شالوده ۲۶۲	۳.۲۸.۴
محاسبه‌ی ظرفیت باربری مورد انتظار شالوده ۲۶۳	۴.۲۸.۴
بررسی سازگاری خاک و شالوده با معیارهای پذیرش ۲۶۴	۵.۲۸.۴
مدل‌سازی فونداسیون ۲۶۴	۲۹.۴
تعریف مقاطع قسمت‌های مختلف فونداسیون در نرم‌افزار SAFE ۲۶۶	۱.۲۹.۴
کنترل تنش خاک زیر فونداسیون ۲۶۸	۲.۲۹.۴
تنظیم آیین‌نامه و کنترل تنش خاک ۲۶۹	۳.۲۹.۴
کنترل سازه فونداسیون ۲۷۲	۴.۲۹.۴

فصل ۵ مقاوم‌سازی ساختمان فولادی با مهاربندی EBF و اتصالات

صلب ۲۷۵

مقدمه ۲۷۵	۱.۵
معرفی پروژه ۲۷۵	۲.۵
تعیین هدف بهسازی ۲۷۶	۳.۵
تعیین سطح عملکرد مورد نظر ۲۷۶	۱.۳.۵
تعیین سطوح خطر زلزله ۲۷۷	۲.۳.۵
تعیین پارامترهای شتاب زلزله و تهیه‌ی طیف شتاب طرح برای سطوح خطر مورد نظر برحسب نیاز و هدف بهسازی ۲۷۷	۳.۳.۵
تهیه اطلاعات تفصیلی وضعیت موجود ساختمان با جمع‌آوری مدارک فنی و نقشه‌های ساختمان ۲۷۷	۴.۵
تعیین سطح اطلاعات با توجه به هدف بهسازی و روش تحلیل ۲۷۸	۱.۴.۵
تعیین پیکربندی ساختمان ۲۷۸	۲.۴.۵
نوع و نحوه اتصالات اعضای سازه ۲۸۲	۵.۵
اتصالات ستون به فونداسیون ۲۸۲	۱.۵.۵
اتصال تیر به ستون ۲۸۲	۲.۵.۵
خواص اعضا و مصالح ۲۸۲	۶.۵
انواع تلاش‌های ایجاد‌ی در سازه: نیرویی و تغییر شکلی ۲۸۳	۱.۶.۵
تنش تسلیم و مقاومت نهایی مصالح و اجزای اتصال ۲۸۳	۲.۶.۵
تعیین کربن معادل مصالح مینا و اجزای اتصال و یا بررسی قابلیت جوش‌پذیری مصالح مینا و اجزای اتصال ۲۸۴	۳.۶.۵

تعیین ضریب آگاهی	۲۸۴	۷.۵
نواقص مشهود ساختمان	۲۸۴	۱.۷.۵
تفاوت‌های مدارک فنی موجود و اطلاعات حاصل از ارزیابی عینی	۲۸۴	۲.۷.۵
بررسی نیاز به مدل‌سازی اثرات ویژه برای ساختمان	۲۸۴	۸.۵
بررسی تاثیر واکنش لرزه‌ای ساختمان‌های مجاور و بالعکس	۲۸۴	۱.۸.۵
مدل‌سازی شالوده	۲۸۵	۲.۸.۵
اثر اجزای غیر سازه‌ای	۲۸۵	۳.۸.۵
ارزیابی تفصیلی نیاز ساختمان به بهسازی	۲۸۵	۹.۵
نحوه‌ی مدل‌سازی ساختمان	۲۸۵	۱.۹.۵
خواندن مقاطع، مصالح، بارگذاری و ... از فایل مشابه موجود	۲۸۵	۱۰.۵
رسم سقف‌ها و اختصاص بارهای مرده و زنده	۲۹۲	۱۱.۵
رسم مهاربندها	۲۹۳	۱۲.۵
اختصاص نواحی صلب انتهایی	۲۹۴	۱.۱۲.۵
ملاحظات خاص اثر پیچش	۲۹۵	۱۳.۵
کنترل صلبیت دیافراگم‌ها	۲۹۵	۱۴.۵
بار زلزله با استفاده از مدل پیش بینی شده برای تحلیل خطی	۲۹۵	۱۵.۵
اثرات $P - \Delta$	۲۹۷	۱.۱۵.۵
مشاهده‌ی دوره تناوب ساختمان	۲۹۹	۲.۱۵.۵
مشاهده‌ی وزن طبقات، مرکز جرم و برش پایه‌ی ساختمان	۳۰۰	۳.۱۵.۵
اثر واژگونی	۳۰۱	۴.۱۵.۵
انتخاب روش تحلیل سازه	۳۰۲	۱۶.۵
محدوده‌ی کاربرد روش‌های خطی	۳۰۲	۱.۱۶.۵
محدوده‌ی کاربرد روش‌های غیرخطی	۳۰۲	۲.۱۶.۵
محاسبه‌ی تغییرمکان هدف برای روش غیر خطی	۳۰۲	۱۷.۵
محل اعمال الگوی بار جانبی (تعیین نقطه هدف یا عملکرد)	۳۰۶	۱.۱۷.۵
اثر همزمان مولفه‌های زلزله	۳۰۸	۲.۱۷.۵
ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی	۳۰۸	۳.۱۷.۵
ترکیبات بار غیرخطی برای تحلیل پوش آور	۳۰۸	۱۸.۵
توزیع بار جانبی	۳۰۸	۱.۱۸.۵
معرفی جعبه‌های بار غیرخطی در نرم‌افزار Etabs	۳۰۹	۲.۱۸.۵
تعریف الگوی بار ثقلی	۳۱۰	۳.۱۸.۵
تعریف الگوی بار جانبی یکنواخت در جهت X	۳۱۱	۴.۱۸.۵

تعریف الگوی بار جانبی مود اول در جهت Y ۳۱۲	۵.۱۸.۵
روش‌های مدل‌سازی در تحلیل‌های استاتیکی غیرخطی ۳۱۴	۱۹.۵
اختصاص مفاصل غیرخطی به اعضا ۳۱۴	۲۰.۵
تعیین مشخصات مفاصل غیرخطی اعضا ۳۱۴	۱.۲۰.۵
تعریف مفاصل تیرها در نرم‌افزار ۳۱۹	۲.۲۰.۵
اختصاص مفاصل خمشی به تیرها ۳۲۰	۳.۲۰.۵
اختصاص مفاصل خمشی و برشی به تیرهای پیوند ۳۲۵	۴.۲۰.۵
ستون‌ها ۳۲۶	۵.۲۰.۵
کشش و خمش در ستون‌ها ۳۲۶	۶.۲۰.۵
معرفی و اختصاص مفاصل ستون‌ها ۳۲۹	۷.۲۰.۵
معرفی مفاصل مهاربندها در نرم‌افزار ۳۳۵	۸.۲۰.۵
اختصاص مفاصل محوری به مهاربندها ۳۳۷	۹.۲۰.۵
تنظیم آیین‌نامه و کنترل اعضا تحت بار ثقلی ۳۳۹	۲۱.۵
بررسی سازه تحت بار ثقلی D+L ۳۳۹	۱.۲۱.۵
بررسی عملکرد اجزای سازه با توجه به معیارهای پذیرش ۳۴۰	۲۲.۵
بررسی نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی ۳۴۰	۱.۲۲.۵
مشاهده خروجی‌های نرم‌افزار در تحلیل پوش‌آور ۳۴۱	۲.۲۲.۵
توضیح مختصری از روش طیف ظرفیت (دستورالعمل ATC) ۳۴۴	۳.۲۲.۵
تلاش‌های کنترل شونده توسط نیرو ۳۴۶	۲۳.۵
تعیین کرانه پایین ظرفیت اجزای کنترل‌شونده‌ی نیروی ۳۴۷	۱.۲۳.۵
کنترل اعضای کنترل‌شونده توسط نیرو ۳۴۹	۲.۲۳.۵
خروجی به SAFE برای کنترل فونداسیون ۳۵۱	۲۴.۵
تحلیل نهایی شالوده و کنترل معیارهای پذیرش ۳۵۱	۲۵.۵
هندسه و محل پی ۳۵۱	۱.۲۵.۵
محاسبه ظرفیت باربری مورد انتظار شالوده ۳۵۱	۲.۲۵.۵
بررسی سازگاری خاک و شالوده با معیارهای پذیرش ۳۵۲	۳.۲۵.۵
مدل‌سازی فونداسیون ۳۵۳	۲۶.۵
تعریف مقاطع قسمت‌های مختلف فونداسیون در نرم‌افزار SAFE ۳۵۳	۱.۲۶.۵
رسم و اختصاص مقاطع پی نواری ۳۵۴	۲.۲۶.۵
کنترل تنش خاک زیر فونداسیون ۳۵۵	۳.۲۶.۵
تنظیم آیین‌نامه و کنترل تنش خاک ۳۵۶	۴.۲۶.۵
کنترل آرما‌تورهای موجود فونداسیون ۳۵۷	۵.۲۶.۵

خمشی ۳۶۱

مدل سازی و آنالیز ساختمان بتنی با قاب خمشی ۳۶۱	۱.۶
معرفی پروژه ۳۶۱	۱.۱.۶
تهیه‌ی اطلاعات وضعیت موجود ساختمان ۳۶۳	۲.۶
تعیین مشخصات ساختگاه و احتمال مخاطرات ژئوتکنیکی نظیر روانگرایی، گسلش جانبی و یا لغزش زمین ۳۶۳	۱.۲.۶
تعیین هدف بهسازی، سطح عملکرد و خطر زمین لرزه ۳۶۴	۲.۲.۶
جمع آوری اطلاعات مربوط به سونداژها و پیکربندی ساختمان ۳۶۴	۳.۲.۶
اطلاعات مربوط به اعضای سازه‌ای ساختمان موجود ۳۶۵	۴.۲.۶
خواص اعضا و مصالح ۳۶۶	۵.۲.۶
ابعاد مقطع اعضا ۳۶۶	۶.۲.۶
مهار آرماتورها در تیرها و ستون‌ها ۳۶۷	۷.۲.۶
ضوابط سازه با شکل‌پذیری متوسط ۳۶۸	۸.۲.۶
ضوابط سازه‌های با شکل‌پذیری زیاد ۳۶۹	۹.۲.۶
روش‌های آزمایش به کار گرفته شده جهت سنجش خواص مصالح و اتصالات ۳۷۱	۱۰.۲.۶
تعیین سطح اطلاعات با توجه به هدف بهسازی و روش تحلیل ۳۷۶	۳.۶
جمع آوری اطلاعات ساختمان‌های مجاور ۳۷۶	۱.۳.۶
تعیین ضریب آگاهی ۳۷۶	۲.۳.۶
محاسبه‌ی ضریب تغییرات: C.O.V ۳۷۷	۳.۳.۶
اطلاعات مربوط به اجزای غیرسازه‌ای ۳۸۱	۴.۳.۶
ارزیابی تفصیلی نیاز ساختمان به بهسازی ۳۸۲	۴.۶
نحوه‌ی مدل‌سازی ساختمان ۳۸۲	۱.۴.۶
انتخاب مدل تحلیل ۳۸۲	۲.۴.۶
تعریف و رسم ستون‌ها ۳۸۳	۳.۴.۶
رسم تیرها ۳۸۵	۴.۴.۶
تعریف سقف طبقات ۳۸۶	۵.۴.۶
اختصاص مقاطع و بارگذاری ۳۸۶	۶.۴.۶
معرفی جرم موثر سازه ۳۸۷	۷.۴.۶
معرفی ترکیبات بار ۳۸۷	۸.۴.۶
اصلاح سختی اعضا و اختصاص ترک خوردگی مقاطع ۳۸۸	۹.۴.۶

طبقه‌بندی نیاز شکل‌پذیری عضو	۳۹۱	۱۰.۴۶
اختصاص نواحی صلب انتهایی	۳۹۳	۱۱.۴۶
مدل‌سازی شالوده و اندرکنش خاک-سازه	۳۹۴	۱۲.۴۶
اثر پیچش	۳۹۴	۱۳.۴۶
تعیین اعضای اصلی و غیر اصلی در مدل و تعیین سختی آنها	۳۹۴	۱۴.۴۶
نوع دیافراگم‌ها	۳۹۴	۱۵.۴۶
اثرات $P-\Delta$ و آنالیز مودال	۳۹۵	۱۶.۴۶
اثر همزمان مولفه‌های زلزله	۳۹۷	۱۷.۴۶
پیکر بندی ساختمان (منظم، نامنظم)	۳۹۷	۱۸.۴۶
ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی	۳۹۷	۱۹.۴۶
اثر واژگونی	۳۹۷	۲۰.۴۶
بررسی مقاومت مصالح	۳۹۸	۵.۶
وارد کردن مشخصات مصالح در نرم افزار Etabs	۳۹۸	۱.۵.۶
تعیین ظرفیت اجزای سازه	۳۹۹	۲.۵.۶
تعیین کرانه پایین ظرفیت اجزا	۴۰۲	۳.۵.۶
انتخاب روش تحلیل سازه	۴۰۳	۶.۶
تحلیل استاتیکی خطی	۴۰۳	۱.۶.۶
توزیع نیروی جانبی در ارتفاع ساختمان (تعیین ضریب k)	۴۰۴	۲.۶.۶
وارد کردن ضریب زلزله و فرم توزیع نیروی جانبی در طبقات	۴۰۴	۳.۶.۶
تحلیل استاتیکی غیرخطی	۴۰۵	۴.۶.۶
ضوابط تحلیل	۴۱۱	۵.۶.۶
توزیع بار جانبی	۴۱۲	۶.۶.۶
مشخصات مفاصل	۴۲۱	۷.۶.۶
انتقال مدل سازه از Etabs به Sap	۴۲۷	۷.۶
مشخصات فایل سازه برای ارائه خروجی از Etabs به Sap	۴۲۷	۱.۷.۶
اصلاحات مدل سازه از Etabs به Sap	۴۳۲	۲.۷.۶
مشخصات مفاصل غیرخطی در نرم‌افزار Sap2000	۴۳۶	۳.۷.۶
خروجی از Sap2000-V14.1	۴۵۲	۴.۷.۶
بررسی عملکرد اجزای سازه با توجه به معیارهای پذیرش	۴۵۶	۵.۷.۶
منابع و مراجع		
۴۵۹		
فهرست الفبائی		
۴۶۱		