

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

آموزش کاربردی  
**محاسبات ساختمان**  
(جلد اول - مدل سازی و تحلیل اسکلت)

مؤلف:

مهندس محمد رضا طباطبایی



فردوسی ایستادیس

سرشناسنامه	طباطبایی، محمدرضا، ۱۳۵۵-
عنوان و نام پدیدآور	آموزش کاربردی محاسبات ساختمان/ محمدرضا طباطبایی Practical application of structural analysis and design of building
مشخصات نشر	تهران: فدک ایستاپیس، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	ج: مصور، جدول.
شابک	ج. ۱: ۴ - ۶۷ - ۸۵۹۸ - ۹۶۴ - ۹۷۸ ؛ ۱۲۵۰۰۰ ریال (چاپ چهارم)
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	چاپ قبلی: دهخدا، ۱۳۸۵.
یادداشت	چاپ سوم: ۱۳۸۷ (فیبا).
یادداشت	کتابنامه.
مندرجات	مندرجات: ج. ۱: مدل سازی و تحلیل اسکلت.
موضوع	معماری -- طرح و نقشه
موضوع	ساختمان
موضوع	سازه، تجزیه و تحلیل
رده بندی کنگره	۱۳۸۶ ۲۸ط/NA۲۷۵
رده بندی دیویی	۷۲۱
شماره کتابشناسی ملی	۱۰۲۸۳۸۹

## آموزش کاربردی محاسبات ساختمان



مهندس محمدرضا طباطبایی	: مولف
مجیدرضا زروئی	: مدیر تولید
چهارم - ۱۳۹۰	: نوبت چاپ
۱۰۰۰	: تیراژ
باختر	: لیتوگرافی
گنج شایگان	: چاپ و صحافی
۱۲۵۰۰۰ ریال	: قیمت
۹۷۸ - ۹۶۴ - ۸۵۹۸ - ۶۷ - ۴	: شابک

دفتر انتشارات: تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردبیهشت - بین لیاپی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰  
 تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱  
 نمایندگی تهران: خیابان انقلاب - نیش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صانعی  
 تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵  
 فروشگاه یزد: میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره  
 تلفن: ۶۲۲۷۴۷۵ - ۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۷۲  
[www.fadakbook.ir](http://www.fadakbook.ir) - [info@fadakbook.ir](mailto:info@fadakbook.ir)

## به نام پروردگار یکتا

### پیش‌گفتار

ایران یکی از زلزله‌خیزترین کشورهای جهان به شمار می‌رود. روزانه ده‌ها زلزله خفیف در سراسر کشور رخ می‌دهد که نشان دهنده فعال بودن گسل‌های ایران است. هر از گاهی فعالیت شدید این گسل‌ها به صورت زلزله‌هایی مهیب و ویرانگر بروز می‌نماید. اکثر مناطق ایران، از جمله شهرهای کوچک و بزرگ و خصوصاً تهران به عنوان پایتخت و یک آبر شهر، با جمعیت و زیر ساخت‌های گسترده نیز، همواره در معرض خطر زلزله قرار داشته و دارند و چاره‌ای جز مقابله با آن نیست.

هر چند وقوع زلزله، همواره ساختمان‌ها را تهدید می‌کند، اما علم مهندسی عمران به آن درجه از پیشرفت رسیده که قادر به کنترل نیروی ویرانگر زلزله، کاهش تلفات انسانی و تخریب ساختمان‌ها به حداقل مقدار ممکن باشد. برای مقابله و کنترل نیروی زلزله، ساختمان‌ها باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که علاوه بر پایداری و بهره‌برداری مناسب در اثر بارهای متداولی که در طول عمر مفیدشان به آنها وارد می‌شود، دارای مقاومت لازم در برابر نیروهای ناشی از زلزله باشند و این بدان معنی است که ساختمان باید مقاومتر از آن چیزی که برای شرایط عادی و بهره‌برداری مناسب لازم است، طراحی شود. این اضافه ظرفیت باربری تنها هنگام وقوع زلزله مورد استفاده قرار خواهد گرفت. با توجه به ارزش حفظ جان انسان‌ها از یک سو و مطالعات آماری در بررسی اقتصاد طرح‌های ساختمانی از سوی دیگر، لحاظ کردن مقاومت در برابر زلزله‌ای که حتی ممکن است در طول عمر مفید سازه هیچگاه رخ ندهد، امری کاملاً منطقی و پذیرفته شده است.

بنابراین، غیر از هنگام وقوع زلزله و در شرایط عادی، بسیاری از ضعف‌های محاسباتی و اجرایی ساختمان‌ها پنهان مانده و همین امر موجب جا افتادن روش‌های غلط اجرایی و محاسباتی شده است و روز به روز این وضعیت به صورت حادثه‌تری در صنعت ساختمان سازی رسوخ کرده و ایمنی ساختمان‌ها را به خطر انداخته است.

متأسفانه باید اذعان داشت امروزه برخی از ساختمان‌های ساخته شده، به علت عدم دقت در محاسبات سازه‌ای از یک سو و اجرای غیر اصولی و غیر فنی ساختمان از سوی دیگر، از مقاومت کافی در برابر نیروی زلزله برخوردار نیستند و بسیار جای تأسف است که با وجود دسترسی به آیین‌نامه‌های معتبر، دانش فنی و مهندسی محاسب مجرب، باز شاهد تلفات سنگین انسانی و تخریب غیر متعارف ساختمان‌ها باشیم.

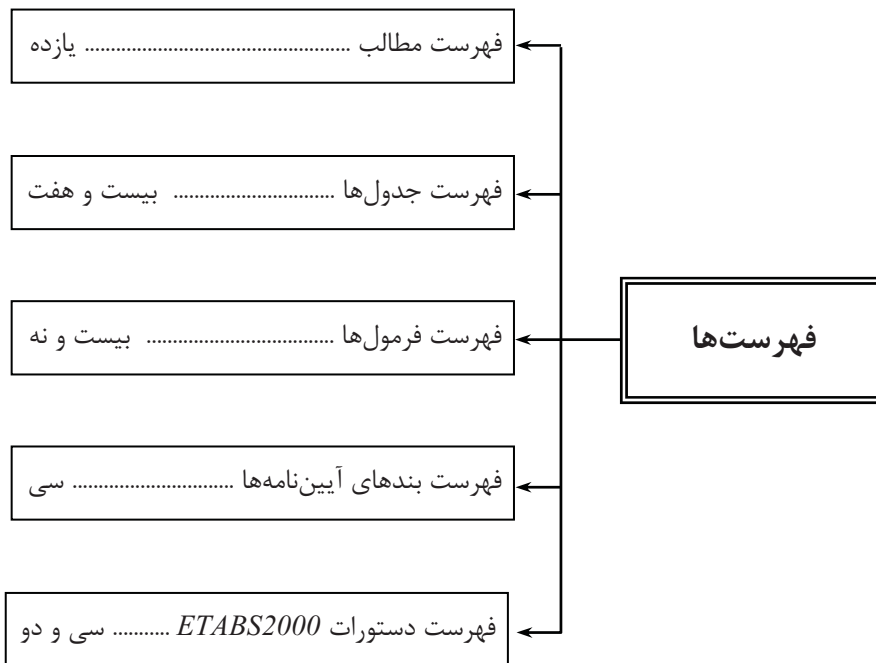
هنگام وقوع زلزله‌های سنگین، عدم ایمنی ساختمان‌ها آشکار می‌شود و تفاوت‌های بین ساختمان‌هایی که مطابق اصول فنی و بر مبنای محاسبات دقیق مهندسی ساخته شده‌اند، با

ساختمان‌هایی که توسط نیروی غیر متخصص و با سهل انگاری و عدم توجه به اصول فنی ساخته شده‌اند، کاملاً هویدا خواهد شد و متأسفانه این امر همراه با فاجعه تلفات انسانی غیر قابل قبول خواهد بود.

دانش مهندسی عمران می‌تواند تاثیر بسزایی در کاهش تلفات و خسارات ناشی از زلزله داشته باشد، همانطور که در کشوری مانند ژاپن، این دانش توانسته در برابر وقوع زلزله‌های بسیار مهیب با تلفاتی انگشت شمار، مقاومت نماید.

متأسفانه امروزه به علت دخالت نیروی غیر متخصص و در برخی موارد غیر متعهد، در صنعت ساختمان‌سازی که یک صنعت تخصصی و حرفه‌ای است، ایمنی ساختمان‌ها بیش از پیش مورد هجوم واقع شده است، تا حدی که در برخی موارد به چانه زنی‌های افراد غیر مسئول با مهندسين محاسب و مهندسين ناظر نیز می‌انجامد، البته تعهد و وجدان حرفه‌ای مهندسين، هیچ‌گاه نباید تسلیم چنین خواسته‌های غیر فنی و غیر اصولی شود.

انتظار می‌رود جامعه مهندسين عمران و کلیه متخصصین مرتبط با امور ساختمان‌سازی، بیش از پیش به اصول حرفه‌ای و تخصصی خویش پایبند باشند، چرا که هر گونه کوتاهی در این امر تهدیدی برای جان انسان‌هاست.



## فهرست مطالب

۱	مقدمه چاپ اول
۳	مقدمه چاپ دوم
۴	توضیحات ضروری قبل از مطالعه کتاب
۵	۱- مقدمه و بررسی نقشه‌های معماری
۶	۱-۱- گام اول: مبانی تئوری
۷	۱-۱-۱- محاسبات سازه‌ای ساختمان
۷	۱-۱-۱-۱- محاسبه و طراحی اسکلت سازه ساختمان
۸	۱-۱-۱-۲- محاسبه و طراحی شالوده ساختمان
۸	۱-۱-۱-۳- محاسبه و طراحی جزئیات ساختمان (اتصالات، میله مهارها و صفحه ستون‌ها، سقف‌ها)
۸	۱-۱-۲- بررسی نقشه‌های معماری
۹	۱-۱-۲-۱- کنترل رعایت درز انقطاع
۱۰	۱-۱-۳- انتخاب نوع اسکلت ساختمان
۱۱	۱-۱-۴- ستون‌گذاری
۱۲	۱-۱-۴-۱- ستون‌گذاری با توجه به معماری ساختمان
۱۲	۱-۱-۴-۱-۲- ستون‌گذاری با توجه به ضوابط تامین پارکینگ
۱۳	۱-۱-۴-۱-۳- ستون‌گذاری با توجه به مبانی سازه‌ای
۱۳	۱-۱-۵- محوربندی
۱۴	۲-۱- گام دوم: مدل‌سازی نرم‌افزاری
۱۵	۲-۱-۱- آشنایی با نرم‌افزار ETABS2000
۱۶	۲-۱-۲- قابلیت‌های نسخه ۹/۰ نرم‌افزار ETABS2000 نسبت به نسخه ۸/۴۵
۱۶	۲-۱-۳- قراردادهای نگارشی
۱۷	۲-۱-۴- شروع یک پروژه جدید (File > New Model ...)
۱۹	۲-۱-۵- معرفی محورها
۱۹	۲-۱-۵-۱- بخش معرفی محورهای پلان
۲۵	۲-۱-۵-۲- بخش معرفی محورهای طبقات
۲۸	۲-۱-۵-۳- افزودن عناصر سازه‌ای
۲۸	۲-۱-۵-۴- تنظیم سیستم واحدها
۲۸	۲-۱-۶- ویرایش محورهای پلان (Edit > Edit Grid Data > Edit Grid ...)
۲۹	۲-۱-۷- ویرایش محورهای طبقات (Edit > Edit Story Data > Edit Story...)
۲۹	۲-۱-۸- درج طبقه جدید (Edit > Edit Story Data > Insert Story...)
۳۰	۲-۱-۹- حذف طبقه (Edit > Edit Story Data > Delete Story...)
۳۰	۲-۱-۱۰- آشنایی با محیط گرافیکی نرم‌افزار ETABS 2000

- ۳-۱-۳- گام سوم: مثال‌های گام به گام ..... ۳۲
- ۱-۳-۱- بررسی نقشه‌های معماری، ستون‌گذاری و محوربندی ..... ۳۳
- ۲-۳-۱- معرفی پروژه ..... ۳۳
- ۳-۳-۱- محاسبه درز انقطاع ..... ۳۹
- ۱-۳-۳-۱- ارتفاع سازه‌ای پارکینگ ..... ۳۹
- ۲-۳-۳-۱- ارتفاع سازه‌ای طبقات ..... ۳۹
- ۳-۳-۳-۱- کنترل درز انقطاع ..... ۴۰
- ۴-۳-۱- بررسی محل ستون‌ها و محوربندی ..... ۴۰

## ۲- بررسی سیستم‌های مقاوم جانبی و مدل‌سازی هندسی اسکلت سازه ..... ۴۵

- ۱-۲-۱- گام اول: مبانی تئوری ..... ۴۶
- ۱-۱-۱-۲- تیرهای اصلی ..... ۴۷
- ۱-۱-۱-۲- نحوه تیرریزی اصلی ..... ۴۷
- ۲-۱-۲- سیستم مقاوم جانبی ..... ۴۸
- ۱-۲-۱-۲- بادبندهای فولادی ..... ۴۸
- ۱-۱-۲-۱-۲- بادبندهای فولادی هم محور (CBF) ..... ۴۹
- مزایا و معایب بادبندهای هم محور ..... ۴۹
- ۲-۱-۲-۱-۲- بادبندهای فولادی برون محور (EBF) ..... ۵۰
- تیر پیوند ..... ۵۰
- نکاتی در رابطه با بادبندهای برون محور ..... ۵۲
- مزایا و معایب بادبندهای برون محور ..... ۵۲
- نکاتی از بادبندهای ۷ و ۸ هم محور و برون محور ..... ۵۳
- ۳-۱-۲-۱-۲- سیستم‌های بادبندی متفرقه ..... ۵۴
- ۲-۲-۱-۲- دیوارهای برشی ..... ۵۴
- ۱-۲-۲-۱-۲- دیوارهای برشی ساده ..... ۵۴
- ۲-۲-۱-۲- دیوارهای برشی بازشودار ..... ۵۵
- ۳-۲-۱-۲- اتصالات صلب ..... ۵۶
- ۳-۱-۲- جانمایی سیستم مقاوم جانبی در سازه ..... ۵۶
- ۴-۱-۲- انواع سیستم‌های سازه‌ای ..... ۶۰
- ۱-۴-۱-۲- سیستم دیوارهای برابر ..... ۶۰
- ۲-۴-۱-۲- سیستم قاب ساختمانی ساده ..... ۶۱
- مزایا و معایب سیستم قاب ساختمانی ساده ..... ۶۱
- ۳-۴-۱-۲- سیستم قاب خمشی ..... ۶۱

۶۲	..... مزایا و معایب سیستم قاب خمشی
۶۳	..... ۴-۴-۱-۲- سیستم دوگانه یا ترکیبی
۶۴	..... ۱-۴-۴-۱-۲- لزوم استفاده از سیستم دوگانه یا ترکیبی
۶۵	..... ۲-۴-۴-۲- نکات مهم در رابطه با سیستم دوگانه یا ترکیبی مطابق بند ۱-۹-۴- استاندارد ۲۸۰۰
۶۵	..... ۵-۴-۱-۲- سایر سیستم‌های سازه‌ای
۶۵	..... ۶-۴-۱-۲- نکاتی در مورد استفاده از سیستم‌های سازه‌ای
۶۶	..... ۷-۴-۱-۲- ترکیب سیستم‌های سازه‌ای
۶۷	..... ۵-۱-۲- دستک و آویز
۶۸	..... ۶-۱-۲- وضعیت اتصال پای ستون‌ها به شالوده
۶۸	..... ۱-۶-۱-۲- اتصال پای ستون‌ها در ساختمان‌های فولادی
۶۹	..... ۲-۶-۱-۲- اتصال پای ستون‌ها در ساختمان‌های بتنی
۶۹	..... ۷-۱-۲- اصلاح نوع اسکلت در صورت لزوم
۷۲	..... <b>۲-۲- گام دوم: مدل‌سازی نرم‌افزاری</b>
۷۴	..... بررسی دستورات کاربردی منوهای <i>Draw, Select, View, File</i>
۷۴	..... ۱-۲-۲- منوی <i>File</i>
۷۴	..... ۱-۱-۲-۲- فراخوانی فایل مدل‌سازی ( <i>File&gt;Open...</i> )
۷۴	..... ۲-۱-۲-۲- ذخیره فایل مدل‌سازی ( <i>File&gt;Save...</i> )
۷۵	..... ۳-۱-۲-۲- ذخیره سفارشی فایل مدل‌سازی ( <i>File&gt;Save As...</i> )
۷۵	..... ۴-۱-۲-۲- فراخوانی فایل متنی مدل‌سازی ( <i>File&gt;Import &gt; Etabs . e2k Text File...</i> )
۷۵	..... ۲-۲-۲- منوی <i>View</i>
۷۶	..... ۱-۲-۲-۲- تنظیم زاویه دید سه بعدی مدل ( <i>View&gt;Set 3D View...</i> )
۷۶	..... ۲-۲-۲-۲- مشاهده پلان طبقات ( <i>View&gt;Set Plan View...</i> )
۷۷	..... ۳-۲-۲-۲- مشاهده نمای هر یک از محورها ( <i>View&gt;Set Elevation View...</i> )
۷۸	..... ۴-۲-۲-۲- تنظیمات محدوده نمایش مدل ( <i>View&gt;Set Building View Limits...</i> )
۷۹	..... ۵-۲-۲-۲- تنظیم پارامترهای نمایش مدل ( <i>View&gt;Set Building View Options...</i> )
۷۹	..... ۶-۲-۲-۲- بزرگ‌نمایی قسمتی از مدل ( <i>View&gt;Rubber Band Zoom</i> )
۸۰	..... ۷-۲-۲-۲- نمایش کل مدل ( <i>View&gt;Restore Full View</i> )
۸۱	..... ۸-۲-۲-۲- نمایش بزرگ‌نمایی قبلی ( <i>View&gt;Previous Zoom</i> )
۸۱	..... ۹-۲-۲-۲- بزرگ‌نمایی مدل ( <i>View&gt;Zoom In One Step</i> )
۸۱	..... ۱۰-۲-۲-۲- کوچک‌نمایی مدل ( <i>View&gt;Zoom Out One Step</i> )
۸۱	..... ۱۱-۲-۲-۲- جابجایی مدل در پنجره نمایش ( <i>View&gt;Pan</i> )
۸۱	..... ۱۲-۲-۲-۲- محاسبه طول اعضای خطی ( <i>View&gt;Measure &gt; Line</i> )
۸۱	..... ۱۳-۲-۲-۲- محاسبه محیط و مساحت اعضای سطحی ( <i>View&gt; Measure &gt; Area</i> )



- ۸۱.....(View>Measure > Angle) محاسبه زاویه بین دو عضو خطی
- ۸۲.....(View>Show Selection Only) نمایش اعضای انتخاب شده
- ۸۲.....(View>Show All) نمایش کلیه اعضا
- ۸۲.....(View>Refresh Window) نمایش آخرین وضعیت مدل
- ۸۲.....Select منوی
- ۸۲.....(Select>at Pointer / in Window) انتخاب مستقیم اعضا
- ۸۳.....(Select> Intersecting Line) انتخاب اعضا به کمک ترسیم خط متقاطع
- ۸۳.....(Select>on XY Plan) XY انتخاب کلیه اعضا در صفحه
- ۸۳.....(Select>on XZ Plan) XZ انتخاب کلیه اعضا در صفحه
- ۸۳.....(Select>on YZ Plan) YZ انتخاب کلیه اعضا در صفحه
- ۸۳.....(Select>by Groups...) انتخاب اعضای یک گروه
- ۸۴.....(Select>by Frame Sections...) انتخاب بر اساس مقطع اعضای خطی
- ۸۴.....(Select>by Wall/Slab/Deck Sections...) انتخاب بر اساس مقطع اعضای سطحی
- ۸۴.....(Select>by Line Object Type...) انتخاب بر اساس نوع اعضای خطی
- ۸۴.....(Select>by Area Object Type...) انتخاب بر اساس نوع اعضای سطحی
- ۸۵.....(Select>by Story Level...) انتخاب کلیه اعضای واقع در یک طبقه
- ۸۵.....(Select>All) انتخاب کلیه اعضای مدل
- ۸۵.....(Select>Invert) تعویض اعضای انتخاب شده و انتخاب نشده با یکدیگر
- ۸۶.....(Select>Deselect> ...) خارج کردن اعضای موردنظر از حالت انتخاب
- ۸۶.....(Select>Get Previous Selection) انتخاب مجدد آخرین انتخاب
- ۸۶.....(Select>Clear Selection) خارج کردن کلیه اعضای انتخاب شده از حالت انتخاب
- ۸۶.....Draw منوی
- ۸۶.....(Snap to) دستورات (دسترسی به نقاط مشخص)
- ۸۶.....1-4-2-2-1 دسترسی به اعضای نقطه‌ای و محل تقاطع محورها
- ۸۷.....(Draw>Snap to > Grid Intersections and Points)
- ۸۷.....2-4-2-2-2 دسترسی به نقاط ابتدایی و انتهایی و میانی اعضای خطی و نقاط گوشه اعضای سطحی
- ۸۷.....(Draw>Snap to >Line Ends and Midpoints)
- ۸۷.....3-4-2-2-2 دسترسی به محل تقاطع اعضای خطی و نقاط گوشه اعضای سطحی
- ۸۷.....(Draw>Snap to >Intersections)
- ۸۷.....4-4-2-2-2 ترسیم یک عضو عمود بر عضو دیگر
- ۸۷.....(Draw>Snap to >Perpendicular Projections)
- ۸۷.....5-4-2-2-2 دسترسی به محورها، اعضای خطی و لبه اعضای سطحی
- ۸۸.....(Draw>Snap to >Lines and Edges)
- ۸۸.....6-4-2-2-2 دسترسی به نقاط نامرئی شبکه (Draw>Snap to >Fine Grid)

- ۷-۴-۲-۲- تغییر به «وضعیت انتخاب» (Draw>Select Object)..... ۸۸
- ۸-۴-۲-۲- جابجایی و تغییر شکل اعضا (Draw>Reshape Object)..... ۸۸
- ۹-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی عضو نقطه‌ای (Draw>Draw Point Objects)..... ۸۹
- ۱۰-۴-۲-۲- اعضای خطی در نرم افزار ETABS2000 و نحوه مدل سازی هندسی آنها..... ۸۹
- ۱۱-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی اعضای خطی ( Draw > Draw Line Objects )..... ۸۹
- ۱۰-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی اعضای خطی به کمک نقاط انتهایی..... ۹۰
- ۱۱-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی اعضای خطی منطبق بر محورها (Draw>Draw Line Objects > Draw Lines (Plan,Elev,3D))..... ۹۰
- ۱۱-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی اعضای خطی منطبق بر محورها (Draw>Draw Line Objects > Create Region or at Click (plan,Elev,3D))..... ۹۱
- ۱۲-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی ستون ها (Draw>Draw Line Objects > Create Columns in Region or at Click (Plan))..... ۹۱
- ۱۳-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی تیرهای فرعی (تیرهای فولادی سقف کامپوزیت)..... ۹۱
- ۱۴-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی انواع بادبندها (Draw>Draw Line Objects > Create Secondary Beams in Region or at Click (Plan))..... ۹۲
- ۱۴-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی انواع بادبندها (Draw>Draw Line Objects > Create Braces in Region)..... ۹۲
- ۱۵-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی بادبند در صورت وجود محور مزاحم در دهانه بادبندی..... ۹۳
- ۱- مدل سازی هندسی بادبندهای ضربدری..... ۹۳
- ۲- مدل سازی هندسی بادبندهای ۷ و ۸..... ۹۴
- ۳- مدل سازی هندسی بادبندهای قطری..... ۹۵
- ۱۶-۴-۲-۲- اعضای سطحی در نرم افزار ETABS2000 و نحوه مدل سازی هندسی آنها..... ۹۵
- ۱۷-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی اعضای سطحی ( Draw > Draw Area Objects )..... ۹۶
- ۱۵-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی اعضای سطحی به کمک راسها (Draw > Draw Area Objects > Draw Areas (Plan, Elev, 3D))..... ۹۶
- ۱۶-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی اعضای سطحی مربع و مستطیل به کمک دو انتهای قطر (Draw > Draw Area Objects > Draw Rectangular Areas ( Plan, Elev))..... ۹۶
- ۱۷-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی اعضای سطحی داخل چشمه (Draw > Draw Area Objects > Create Areas at Click (Plan, Elev))..... ۹۷
- ۱۸-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی دیوار به کمک دو انتهای دیوار در پلان (Draw > Draw Area Objects > Draw Walls(Plan))..... ۹۷
- ۱۹-۴-۲-۲- مدل سازی هندسی دیوار منطبق بر محورها (Draw > Draw Area Objects > Create Walls in Region or at Click (Plan))..... ۹۸
- ۲۰-۴-۲-۲- تعریف نمای سفارشی از مدل (Draw>Draw Developed Elevation Definition....)..... ۹۹
- ۲۱-۴-۲-۲- ترسیم خط اندازه (Draw>Draw Dimension Line)..... ۹۹

۱۰۰.....	۳-۲-۳- گام سوم: مثال‌های گام به گام.....
۱۰۱.....	۲-۳-۱- بررسی سیستم مقاوم جانبی پروژه فولادی.....
۱۰۱.....	۲-۳-۱-۱- سیستم مقاوم جانبی در راستای محور $X$ .....
۱۰۱.....	۲-۳-۱-۲- سیستم مقاوم جانبی در راستای محور $Y$ .....
۱۰۲.....	۲-۳-۲- بررسی سیستم مقاوم جانبی پروژه بتنی.....
۱۰۲.....	۲-۳-۳- مدل‌سازی هندسی ستون‌ها.....
۱۰۳.....	۲-۳-۴- طراحی تیرریزی اصلی.....
۱۰۶.....	۲-۳-۵- مدل‌سازی هندسی بادبندها در پروژه فولادی.....
۱۰۷.....	۲-۳-۶- مدل‌سازی هندسی دستک‌ها و آویزها در پروژه فولادی.....
۱۰۹.....	۲-۳-۷- مدل‌سازی هندسی سقف‌ها.....

### ۳- مدل‌سازی سقف‌ها و معرفی مقاطع اعضای خطی و سطحی ..... ۱۱۳

۱۱۴.....	۳-۱-۱- گام اول: مبانی تئوری.....
۱۱۵.....	۳-۱-۱-۱- سقف‌ها در سازه.....
۱۱۵.....	۳-۱-۱-۲- انواع دیافراگم‌ها از نظر جنس و سیستم ساختمانی.....
۱۱۵.....	۳-۱-۱-۳- دیافراگم‌های صلب و انعطاف‌پذیر.....
۱۱۶.....	۳-۱-۱-۴- نکاتی درباره دیافراگم‌ها.....
۱۱۷.....	۳-۱-۱-۵- بررسی انواع سقف‌های متداول.....
۱۱۷.....	۳-۱-۱-۵-۱- سقف طاق ضربی.....
۱۱۸.....	- ویژگی‌های سقف طاق ضربی.....
۱۱۸.....	۳-۱-۱-۵-۲- سقف تیرچه بلوک.....
۱۱۸.....	- ویژگی‌های سقف تیرچه بلوک.....
۱۱۹.....	۳-۱-۱-۵-۳- سقف مرکب (کامپوزیت).....
۱۲۰.....	- ویژگی‌های سقف مرکب.....
۱۲۰.....	۳-۱-۱-۵-۴- دال‌های بتنی.....
۱۲۲.....	۳-۱-۱-۵-۴-۱- انواع دال از لحاظ سیستم سازه‌ای.....
۱۲۲.....	- ویژگی‌های دال‌های بتنی.....
۱۲۴.....	۳-۲- گام دوم: مدل‌سازی نرم‌افزاری.....
۱۲۵.....	۳-۲-۱- معرفی مصالح ( <i>Define &gt; Material Properties...</i> ).....
۱۲۶.....	۳-۲-۱-۱- مشخصات مربوط به اطلاعات تحلیل (قسمت <i>Analysis Property Data</i> ).....
۱۲۷.....	۳-۲-۱-۲- مشخصات مربوط به اطلاعات طراحی (قسمت <i>Design Property Data</i> ).....
۱۲۹.....	۳-۲-۲- معرفی مقاطع اعضای خطی ( <i>Define &gt; Frame Sections...</i> ).....
۱۳۰.....	- وارد کردن مقاطع جدید (جعبه کشویی <i>Import</i> ).....

- ۱۳۱ - افزودن مقاطع جدید (جعبه کشویی *Add*)..... ۱۳۱
- ۱۳۱ - معرفی انواع مقاطع..... ۱۳۱
- ۱۳۴ -۱-۲-۲-۳ معرفی مقاطع فولادی..... ۱۳۴
- ۱۳۵ -۲-۲-۲-۳ معرفی مقاطع بتنی..... ۱۳۵
- ۱۳۵ الف- معرفی مقاطع بتنی مستطیل شکل (گزینه *Add Rectangular Section*)..... ۱۳۵
- ۱۳۶ الف-۱- ستون‌های با مقطع مستطیل بتنی..... ۱۳۶
- ۱۳۶ الف-۱-۱- آرایش مستطیلی آرماتورها..... ۱۳۶
- ۱۳۶ الف-۱-۲- آرایش دایره‌ای آرماتورها..... ۱۳۶
- ۱۳۸ الف-۲- تیرهای با مقطع مستطیل بتنی..... ۱۳۸
- ۱۳۹ ب- معرفی مقاطع بتنی دایره‌ای (گزینه *Add Circle Section*)..... ۱۳۹
- ۱۴۰ - معرفی میلگرد جدید..... ۱۴۰
- ۱۴۱ -۳-۲-۲-۳ معرفی مقاطع عمومی (گزینه *Add General*)..... ۱۴۱
- ۱۴۹ - مقاطع متعارف فولادی..... ۱۴۹
- ۱۴۹ -۴-۲-۲-۳ معرفی تیرچه‌های فولادی (گزینه *Add Joist Properties*)..... ۱۴۹
- ۱۴۹ -۵-۲-۲-۳ انتخاب خودکار مقاطع (گزینه *Add Auto Select*)..... ۱۴۹
- ۱۵۱ -۶-۲-۲-۳ معرفی انواع مقاطع به کمک زیر برنامه *SD* (گزینه *Add SD Section*)..... ۱۵۱
- ۱۵۲ - معرفی انواع مقاطع فولادی..... ۱۵۲
- ۱۵۲ - معرفی انواع مقاطع بتنی..... ۱۵۲
- ۱۵۲ - معرفی انواع آرماتورگذاری..... ۱۵۲
- ۱۵۹ -۷-۲-۲-۳ معرفی اعضای خطی غیر منشوری (گزینه *Add Non Prismatic*)..... ۱۵۹
- ۱۶۴ -۳-۲-۳ مدل‌سازی مقاطع اعضای سطحی (*Define > Wall/Slab/Deck Sections...*)..... ۱۶۴
- ۱۶۵ - مدل‌سازی سقف‌ها در نرم‌افزار *ETABS*..... ۱۶۵
- ۱۶۶ - انواع سقف‌ها از لحاظ انتقال و توزیع بار..... ۱۶۶
- ۱۶۷ -۱-۳-۲-۳ مدل‌سازی انواع سقف‌های با عملکرد انتقال یک‌طرفه بار ثقیلی..... ۱۶۷
- ۱۶۹ -۲-۳-۲-۳ مدل‌سازی انواع سقف‌های با عملکرد انتقال دوطرفه بار ثقیلی..... ۱۶۹
- ۱۷۰ -۳-۳-۲-۳ مدل‌سازی سقف‌های تیرچه بلوک با روش *Add New Deck*..... ۱۷۰
- ۱۷۲ -۴-۳-۲-۳ مدل‌سازی سقف‌های مرکب (کامپوزیت) با روش *Add New Deck*..... ۱۷۲
- ۱۷۳ -۵-۳-۲-۳ دیوارهای برشی (گزینه *Add New Wall*)..... ۱۷۳
- ۱۷۴ -۳- گام سوم: مثال‌های گام به گام..... ۱۷۴
- ۱۷۵ -۱-۳-۳ معرفی مصالح بتن و فولاد در پروژه بتنی و فولادی..... ۱۷۵
- ۱۷۵ -۲-۳-۳ معرفی مقاطع اعضای خطی پروژه فولادی..... ۱۷۵
- ۱۷۷ -۳-۳-۳ معرفی مقاطع اعضای خطی پروژه بتنی..... ۱۷۷
- ۱۷۹ -۴-۳-۳ مدل‌سازی سقف تیرچه بلوک در پروژه فولادی..... ۱۷۹
- ۱۷۹ -۵-۳-۳ مدل‌سازی سقف دال بتنی در پروژه بتنی..... ۱۷۹

۴- تیرریزی فرعی و اختصاص مشخصات به اعضای خطی و سطحی.....	۱۸۳
۴-۱- گام اول: مبانی تئوری .....	۱۸۴
۴-۱-۱- تیرریزی فرعی (تعیین جهت و مسیر انتقال بار سقف به تیرهای اصلی).....	۱۸۵
۴-۱-۱-۱- انواع تیرریزی فرعی .....	۱۸۵
۴-۱-۱-۲- ویژگی‌های تیرریزی ساده و شطرنجی.....	۱۸۵
۴-۱-۱-۳- قواعد کلی تیرریزی فرعی .....	۱۸۶
۱- اولویت تیرریزی شطرنجی در صورت عدم محدودیت.....	۱۸۶
۲- دهانه باربر و تاثیر آن در تیرریزی فرعی.....	۱۸۶
۳- توجه به مسایل اجرایی در تیرریزی فرعی.....	۱۸۷
۴-۱-۲- تیرریزی فرعی با توجه به نوع سیستم مقاوم جانبی اسکلت سازه.....	۱۸۷
۱- اسکلت فولادی با سیستم مقاوم جانبی بادبندی در هر دو امتداد.....	۱۸۷
۲- اسکلت فولادی با سیستم مقاوم جانبی در یک امتداد بادبند و در یک امتداد قاب خمشی.....	۱۸۸
۳- اسکلت فولادی با سیستم مقاوم جانبی قاب خمشی در هر دو امتداد.....	۱۸۹
۴- اسکلت بتنی با سیستم مقاوم جانبی دیوار برشی در هر دو امتداد.....	۱۸۹
۵- اسکلت بتنی با سیستم مقاوم جانبی در یک امتداد دیوار برشی و در یک امتداد قاب خمشی.....	۱۸۹
۶- اسکلت بتنی با سیستم مقاوم جانبی قاب خمشی در هر دو امتداد.....	۱۸۹
۴-۱-۳- نحوه استقرار اعضای خطی در مدل سازه‌ای .....	۱۹۰
۴-۱-۳-۱- نحوه استقرار ستون‌ها در پلان.....	۱۹۰
۱- سیستم مقاوم جانبی در هر دو امتداد قاب خمشی .....	۱۹۰
۲- سیستم مقاوم جانبی در یک امتداد قاب خمشی و در یک امتداد قاب مهاربندی.....	۱۹۰
۳- سیستم مقاوم جانبی در هر دو امتداد قاب مهاربندی.....	۱۹۱
۴-۱-۳-۲- نحوه استقرار تیرها.....	۱۹۱
۴-۱-۳-۳- نحوه استقرار بادبندها.....	۱۹۲
۴-۱-۴- درجه آزادی.....	۱۹۲
۴-۱-۵- رهاسازی انتهای اعضای خطی .....	۱۹۳
۴-۱-۶- وضعیت اتصال اعضای خطی به یکدیگر .....	۱۹۳
۴-۱-۶-۱- وضعیت اتصال اعضای خطی در اسکلت‌های فولادی.....	۱۹۳
۴-۱-۶-۲- وضعیت اتصال اعضای خطی در اسکلت‌های بتنی.....	۱۹۳
۴-۲- گام دوم: مدل‌سازی نرم‌افزاری .....	۱۹۴
- آشنایی با منوی Assign و اختصاص مشخصات به اعضای خطی و سطحی.....	۱۹۵
- اختصاص ویژگی‌های اعضای نقطه‌ای.....	۱۹۵
۴-۲-۱- معرفی دیافراگم صلب با استفاده از اعضای نقطه‌ای	
..... (Assign>Joint/Point>Rigid Diaphragm...)	۱۹۵
- گره‌های داخل دیافراگم و گره‌های خارج از دیافراگم.....	۱۹۶
۴-۲-۲- وضعیت اتصال پای ستون..... (Assign > Joint/ Point > Restraints (Supports).....)	۱۹۸

- ۱۹۹ ..... اختصاص ویژگی‌های اعضای خطی
- ۱۹۹ ..... ۳-۲-۴- اختصاص مقطع به اعضای خطی (Assign > Frame/ Line > Frame Section...)
- ۴-۲-۴- وضعیت اتصال دو انتهای اعضای خطی
- ۲۰۰ ..... (Assign > Frame/ Line > Frame Releases/Partial Fixity...)
- ۵-۲-۴- نواحی صلب انتهای اعضای خطی
- ۲۰۱ ..... (Assign > Frame/ Line > End (Length) offsets...)
- ۲۰۳ ..... ۶-۲-۴- نحوه استقرار اعضای خطی (Assign > Frame/ Line > Local Axes...)
- ۷-۲-۴- اعمال ضریب به مشخصات هندسی مقطع اعضای خطی
- ۲۰۵ ..... (Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers...)
- ۲۰۶ ..... اختصاص ویژگی‌های اعضای سطحی
- ۸-۲-۴- اختصاص مقطع به اعضای سطحی
- ۲۰۶ ..... (Assign > Shell/ Area > Wall/Slab/Deck Section...)
- ۲۰۷ ..... ۹-۲-۴- اختصاص بازشو به اعضای سطحی (Assign > Shell/ Area > Opening...)
- ۱۰-۲-۴- معرفی دیافراگم صلب با استفاده از اعضای سطحی
- ۲۰۷ ..... (Assign > Shell/ Area > Rigid Diaphragm...)
- ۲۰۸ ..... ۱۱-۲-۴- نحوه استقرار اعضای سطحی (Assign > Shell/ Area > Local Axes...)
- ۲۱۰ ..... ۳-۴- گام سوم: مثال‌های گام به گام
- ۲۱۱ ..... ۱-۳-۴- اختصاص ویژگی‌ها در پروژه فولادی
- ۲۱۱ ..... ۱-۳-۴- تعیین وضعیت اتصال پای ستون‌ها
- ۲۱۱ ..... ۲-۳-۴- معرفی سقف‌ها
- ۲۱۲ ..... ۳-۳-۴- اصلاح جهت تیرچه‌ها
- ۲۱۲ ..... ۴-۳-۴- معرفی دیافراگم صلب
- ۲۱۳ ..... ۵-۳-۴- اختصاص مقاطع به اعضای خطی
- ۲۱۴ ..... ۶-۳-۴- آزادسازی انتهای اعضا (معرفی اتصال مفصلی و صلب)
- ۲۱۵ ..... ۷-۳-۴- معرفی نواحی صلب انتهایی اعضا
- ۲۱۶ ..... ۸-۳-۴- موقعیت استقرار اعضا
- ۲۱۶ ..... ۲-۳-۴- اختصاص ویژگی‌ها در پروژه بتنی
- ۲۱۶ ..... ۱-۳-۴- تعیین وضعیت اتصال پای ستون‌ها
- ۲۱۷ ..... ۲-۳-۴- معرفی سقف‌ها
- ۲۱۷ ..... ۳-۳-۴- اصلاح جهت انتقال بار
- ۲۱۷ ..... ۴-۳-۴- معرفی دیافراگم صلب
- ۲۱۸ ..... ۵-۳-۴- اختصاص مقاطع به اعضای خطی
- ۲۱۸ ..... ۶-۳-۴- آزادسازی انتهای اعضا (معرفی اتصال مفصلی و صلب)
- ۲۱۸ ..... ۷-۳-۴- معرفی نواحی صلب انتهایی اعضا
- ۲۱۹ ..... ۸-۳-۴- موقعیت استقرار اعضا

۲۲۱	۵- بارگذاری ثقیلی.....
۲۲۲	۵-۱- گام اول: مبانی تئوری.....
۲۲۳	بارگذاری.....
۲۲۳	۵-۱-۱- بارگذاری ثقیلی (قائم).....
۲۲۴	۵-۱-۱- بار مرده.....
۲۲۴	۵-۱-۱-۱- مراحل اساسی برآورد بارهای مرده.....
۲۲۵	۵-۱-۱-۲- بار مرده انواع سقفها.....
۲۲۶	۱- بار مرده سقف طاق ضربی.....
۲۲۷	۲- بار مرده سقف تیرچه بلوک.....
۲۲۸	۳- بار مرده سقف مرکب (کامپوزیت).....
۲۲۹	۴- بار مرده سقف دال بتنی.....
۲۳۱	۵-۱-۱-۳- بار مرده انواع دیوارها.....
۲۳۱	۱- بار مرده تیغه‌های داخلی به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر.....
۲۳۲	- اثر وزن تیغه‌های داخلی در بارگذاری مرده ساختمان.....
۲۳۲	- محاسبه وزن معادل تیغه‌بندی.....
۲۳۳	- محاسبه بار مرده طبقات.....
۲۳۴	۲- بار مرده دیوارهای محیطی غیرنما.....
۲۳۵	۳- بار مرده دیوارهای محیطی نما.....
۲۳۷	۴- بار مرده دیوارهای زیرزمین.....
۲۳۹	۵-۱-۲- بار زنده.....
۲۴۱	- نکاتی در رابطه با بار زنده.....
۲۴۳	۵-۱-۲-۱- کاهش بارهای زنده.....
۲۴۷	۵-۱-۳- بار برف.....
۲۴۷	- بار برف مینا.....
۲۴۷	- بار برف بامها.....
۲۴۸	- بارگذاری نامتقارن برف.....
۲۴۸	۵-۱-۲- سیستم توزیع و انتقال بارهای ثقیلی.....
۲۴۹	۵-۱-۲-۱- سیستم توزیع و انتقال بارهای ثقیلی به تیرهای فرعی.....
۲۵۰	۵-۲-۲- سیستم توزیع و انتقال بارهای ثقیلی به تیرهای اصلی.....
۲۵۰	الف- سیستم کف با انتقال یک‌طرفه بار (کف یک‌طرفه).....
۲۵۱	ب- سیستم کف با انتقال دوطرفه بار (کف دوطرفه).....
۲۵۳	۵-۲-۳- سیستم توزیع و انتقال بارهای ثقیلی به ستون‌ها.....
۲۵۶	۵-۱-۳- بارگذاری و مدل‌سازی پله‌ها.....
۲۵۶	۵-۱-۳-۱- پله‌های دوبازویی.....
۲۵۷	۵-۱-۳-۱- بارگذاری پله‌های دوبازویی.....
۲۵۷	الف- پله‌های با اسکلت فولادی.....

۲۶۰	..... ب- پله‌های با اسکلت بتنی
۲۶۱	..... ۵-۱-۳-۲- سیستم توزیع و انتقال بار پله‌های دوبازویی
۲۶۴	..... ۵-۳-۲- پله‌های سه بازویی
۲۶۴	..... ۵-۳-۱-۱- بارگذاری پله‌های سه بازویی
۲۶۴	..... ۵-۳-۲- سیستم توزیع و انتقال بار پله‌های سه بازویی
۲۶۷	..... ۵-۳-۳- سایر سیستم‌های پله
۲۶۷	..... ۵-۳-۴- مدل‌سازی و بارگذاری خرپشته
۲۷۰	..... ۵-۱-۴- بارگذاری و مدل‌سازی آسانسور
۲۷۱	..... ۵-۱-۴- سیستم توزیع و انتقال بار آسانسور و مدل‌سازی آن
<b>۲۷۲</b>	<b>..... ۵-۲- گام دوم: مدل‌سازی نرم‌افزاری</b>
۲۷۳	..... - بارگذاری اعضای نقطه‌ای
۲۷۳	..... ۵-۲-۱- بارگذاری اعضای نقطه‌ای ( <i>Assign &gt; Joint/ Point Loads &gt; Force...</i> )
	..... ۵-۲-۲- معرفی نشست‌های تکیه‌گاهی
۲۷۵	..... ( <i>Assign &gt; Joint/ Point Loads &gt; Ground Displacement...</i> )
۲۷۷	..... - بارگذاری اعضای خطی
۲۷۷	..... ۵-۲-۳- بارگذاری متمرکز اعضای خطی ( <i>Assign &gt; Frame/ Line Loads &gt; Point...</i> )
	..... ۵-۲-۴- بارگذاری گسترده خطی روی اعضای خطی
۲۷۹	..... ( <i>Assign &gt; Frame/Line Loads &gt; Distributed...</i> )
۲۸۲	..... ۵-۲-۵- بارگذاری اعضای سطحی ( <i>Assign &gt; shell / Area Loads &gt; Uniform...</i> )
۲۸۳	..... - نمایش بارگذاری مدل
۲۸۳	..... ۵-۲-۶- نمایش بارگذاری اعضای نقطه‌ای ( <i>Display &gt; Show Loads &gt; Joint/Point...</i> )
۲۸۴	..... ۵-۲-۷- نمایش بارگذاری اعضای خطی ( <i>Display &gt; Show Loads &gt; Frame / line...</i> )
۲۸۴	..... ۵-۲-۸- نمایش بارگذاری اعضای سطحی ( <i>Display &gt; Show Loads &gt; Shell/Area ...</i> )
<b>۲۸۶</b>	<b>..... ۵-۳- گام سوم: مثال‌های گام به گام</b>
۲۸۷	..... ۵-۳-۱- پروژه فولادی
۲۸۷	..... ۵-۳-۱-۱- بارهای زنده و بار برف سقف‌ها
۲۸۸	..... ۵-۳-۱-۲- بار مرده طبقات
۲۸۹	..... ۵-۳-۱-۳- بار مرده دیوارها
۲۹۱	..... ۵-۳-۱-۴- بارگذاری پله
۲۹۲	..... ۵-۳-۱-۵- بارگذاری دیوارهای ثابت اطراف پله و آسانسور
۲۹۴	..... ۵-۳-۱-۶- بار خرپشته و اتاق موتورخانه آسانسور
۲۹۶	..... ۵-۳-۱-۷- بارگذاری آسانسور
۲۹۶	..... ۵-۳-۲- پروژه بتنی
۲۹۷	..... ۵-۳-۱-۲- بار مرده طبقات
۲۹۷	..... ۵-۳-۲-۲- بارگذاری پله



۶- بارگذاری جانبی زلزله ..... ۲۹۹

- ۱-۶- گام اول: مبانی تئوری ..... ۳۰۰
- ۱-۱-۶- نیروی زلزله ..... ۳۰۱
- ۲-۱-۶- روش‌های تحلیل ساختمان‌ها در برابر زلزله ..... ۳۰۳
- ۳-۱-۶- روش تحلیل استاتیکی معادل ..... ۳۰۳
- ۱-۳-۱-۶- زمان تناوب اصلی ساختمان (T) ..... ۳۰۳
- ۲-۳-۱-۶- ضریب بازتاب ساختمان (B) ..... ۳۰۵
- ۳-۳-۱-۶- ضریب اهمیت ساختمان (I) ..... ۳۰۶
- ۴-۳-۱-۶- شتاب مینای طرح (A) ..... ۳۰۷
- ۵-۳-۱-۶- ضریب رفتار ساختمان (R) ..... ۳۰۸
- ۶-۳-۱-۶- ضریب زلزله ساختمان (C) ..... ۳۰۸
- ۷-۳-۱-۶- وزن محاسباتی کل ساختمان (W) ..... ۳۰۸
- ۸-۳-۱-۶- نیروی برشی پایه ساختمان (V) ..... ۳۱۲
- ۴-۱-۶- سیستم انتقال و توزیع نیروی زلزله ..... ۳۱۴
- ۱-۴-۱-۶- اثر نیروی شلاقی و محاسبه آن (نیروی جانبی اضافی در تراز آخرین سقف) ..... ۳۱۴
- ۲-۴-۱-۶- توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان ..... ۳۱۵
- ۳-۴-۱-۶- توزیع نیروی زلزله در ارتفاع ساختمان ..... ۳۱۵
- ۴-۴-۱-۶- نیروی برشی طبقه ..... ۳۱۶
- ۵-۱-۶- کنترل ساختمان در برابر واژگونی ..... ۳۱۷
- ۶-۱-۶- لنگر پیچشی ناشی از نیروهای جانبی ..... ۳۱۸
- ۷-۱-۶- مولفه قائم نیروی زلزله ..... ۳۲۱
- ۱-۷-۱-۶- محاسبه مولفه قائم نیروی زلزله ..... ۳۲۱
- ۲-۷-۱-۶- ترکیب مولفه افقی و قائم نیروی زلزله ..... ۳۲۱
- ۸-۱-۶- اثر نیروی زلزله بر سایر اجزای ساختمان و قطعات غیرسازه‌ای ..... ۳۲۲
- ۹-۱-۶- کنترل سازه برای بار زلزله سطح بهره‌برداری ..... ۳۲۲
- ۱۰-۱-۶- ترکیب‌های بارگذاری ..... ۳۲۳
- انواع ترکیب‌های بارگذاری ..... ۳۲۳
- ۲-۶- گام دوم: مدل‌سازی نرم‌افزاری ..... ۳۲۴
- ۱-۲-۶- معرفی ماهیت بارها (Define>Static Load Cases ...) ..... ۳۲۵
- ۲-۲-۶- معرفی ترکیب‌های بارگذاری (Define> Load Combinations...) ..... ۳۲۸
- ۱-۲-۶- نحوه معرفی یک ترکیب بارگذاری جدید ..... ۳۲۹
- ۳-۲-۶- اثر بارگذاری لرزه‌ای ویژه (Define> Special Seismic Load Effects...) ..... ۳۳۰

- ۳۳۱ .....(Define>Mass Source...) مرکز محاسبات جرم سازه
- ۳۳۲ .....۵-۲-۶ کاهش سربار زنده
- ۳۳۲ .....۱-۵-۲-۶ کاهش سربار زنده ستون‌ها
- ۳۳۲ ..... گام اول: معرفی ماهیت بار زنده قابل کاهش و غیرقابل کاهش  
- گام دوم: معرفی نحوه کاهش سربار زنده
- ۳۳۳ .....(Options>Preferences...>Live Load Reduction...)  
- گام سوم: اصلاح ضریب کاهش سربار زنده
- ۳۳۵ (Design >steel (Concrete) Frame Design >View/Revise Overwrites...)
- ۳۳۶ .....۲-۵-۲-۶ کاهش سربار زنده تیرها
- ۳۳۶ ..... گام اول: معرفی ماهیت بار زنده قابل کاهش و غیرقابل کاهش  
- گام دوم: معرفی ضریب کاهش سربار زنده
- ۳۳۶ .....۶-۲-۶ محاسبه خودکار نیروی زلزله
- ۳۳۶ .....۱-۶-۲-۶ اصلاح وزن محاسباتی طبقات
- ۳۳۹ .....۲-۶-۲-۶ معرفی رابطه برآورد وزن محاسباتی ساختمان
- ۳۳۹ .....۳-۶-۲-۶ معرفی نیروی زلزله
- ۳۴۰ .....الف: محاسبه خودکار نیروی زلزله در غیاب اثر نیروی شلاقی (گزینه *User Coefficient*)
- ۳۴۳ .....ب: معرفی نیروی زلزله در صورت وجود نیروی شلاقی (گزینه *User Loads*)
- ۳-۶-۳- گام سوم: مثال‌های گام به گام**
- ۳۴۶ .....۱-۳-۶ بارگذاری زلزله و کاهش سربار زنده پروژه فولادی
- ۳۴۷ .....۱-۱-۳-۶ معرفی ماهیت بار زنده قابل کاهش و غیرقابل کاهش
- ۳۴۷ .....۲-۱-۳-۶ معرفی نیروهای زلزله
- ۳۴۹ .....۳-۱-۳-۶ معرفی بار بالانس به منظور اصلاح وزن محاسباتی ساختمان
- ۳۴۹ .....۴-۱-۳-۶ تغییر ماهیت بار زنده بام به بار زنده غیرقابل کاهش
- ۳۵۱ .....۵-۱-۳-۶ معرفی نحوه کاهش سربار زنده
- ۳۵۲ .....۶-۱-۳-۶ اصلاح وزن محاسباتی ساختمان
- ۳۵۴ .....۷-۱-۳-۶ معرفی رابطه برآورد وزن محاسباتی ساختمان
- ۳۵۴ .....۸-۱-۳-۶ غیرفعال کردن بارگذاری لرزه‌ای ویژه
- ۳۵۵ .....۲-۳-۶ بارگذاری زلزله و کاهش سربار زنده پروژه بتنی
- ۳۵۵ .....۱-۲-۳-۶ معرفی نیروهای زلزله
- ۳۵۶ .....۲-۲-۳-۶ معرفی نحوه کاهش سربار زنده
- ۳۵۸ .....۳-۲-۳-۶ اصلاح وزن محاسباتی ساختمان

۷- تحلیل مدل و نتایج خروجی..... ۳۶۱

۷-۱- گام اول: مبانی تئوری..... ۳۶۲

۷-۱-۱- محاسبه ضریب طول موثر ستون‌ها ( $K$ )..... ۳۶۳

۷-۱-۱-۱- محاسبه  $K$  در قاب‌های فولادی..... ۳۶۳

۷-۱-۱-۲- محاسبه  $K$  در قاب‌های بتنی..... ۳۶۳

۷-۱-۱-۳- محاسبه  $K$  در نرم‌افراز *Etabs*..... ۳۶۳

۷-۱-۱-۴- اثر ضریب  $K$  در محاسبه  $\delta_s$  (ضریب تشدید لنگر در اثر تغییر مکان جانبی)..... ۳۶۴

۷-۱-۲- اثر  $P\Delta$ ..... ۳۶۵

۷-۱-۲-۱- لزوم اعمال اثرات  $P\Delta$  در محاسبات سازه..... ۳۶۶

۷-۱-۲-۲- ترکیب بار  $P\Delta$ ..... ۳۶۶

۷-۱-۳- تحلیل فاز صفر..... ۳۶۸

۷-۱-۳-۱- مشخصات مدل مناسب برای تحلیل فاز صفر..... ۳۶۸

۷-۱-۴- اثر ترک‌خوردگی اعضا در اسکلت‌های بتنی..... ۳۶۹

۷-۲- گام دوم- مدل‌سازی نرم‌افزاری..... ۳۷۰

۷-۲-۱- منوی *Analyze*..... ۳۷۱

۷-۲-۱-۱- تنظیم گزینه‌های تحلیل مدل (*Analyze>Set Analysis Options...*)..... ۳۷۱

- معرفی درجات آزادی سازه (گزینه *Building Active Degrees Off Freedom*)..... ۳۷۱

- گزینه تحلیل دینامیکی (گزینه *Dynamic Analysis*)..... ۳۷۲

- گزینه تحلیل  $P\Delta$  (گزینه *Include P- Delta*)..... ۳۷۲

۷-۲-۱-۲- کنترل مدل‌سازی هندسی (*Analyze>Check Model...*)..... ۳۷۳

۷-۲-۱-۳- تحلیل مدل (*Analyze>Run Analysis...*)..... ۳۷۴

۷-۲-۱-۴- محاسبه مرکز سختی طبقات

۷-۲-۱-۴- (*Analyze>Calculate Diaphragm Centers of Rigidity*)..... ۳۷۴

۷-۲-۲- نمایش نتایج ورودی و خروجی حاصل از تحلیل سازه (منوی *Display*)..... ۳۷۴

۷-۲-۲-۱- نمایش هندسه تغییر شکل نیافته (*Display>Show Undeformed Shape*)..... ۳۷۵

۷-۲-۲-۲- نمایش هندسه تغییر شکل یافته (*Display>Show Deformed Shape...*)..... ۳۷۵

- نمایش نیروهای ناشی از تحلیل..... ۳۷۶

۷-۲-۲-۳- نمایش عکس العمل‌های تکیه‌گاهی (عکس العمل‌های پای ستون‌ها بر روی شالوده)

۷-۲-۲-۳- (*Display>Show Member Forces/Stress Diagram>Support/Spring Reactions...*)..... ۳۷۶

۷-۲-۲-۴- نمایش نیروهای داخلی اعضای خطی

۷-۲-۲-۴- (*Display>Show Member Forces/Stress Diagram>Frame/Pier/ Spandrel Forces...*)..... ۳۷۷

- نمایش جزییات دیاگرام برشی و خمشی تیرها..... ۳۷۸

۷-۲-۲-۵- نمایش دیاگرام انرژی/اکار مجازی اعضا

۳۸۰	.....(Display>Show Energy/ Virtual Work Diagram...)
۳۸۰	.....(Display>Show Tables...) نمایش اطلاعات ورودی و نتایج خروجی
۳۸۲	..... (Point Coordinates) مشخصات گره‌ها (گزینه)
۳۸۲	..... (Line Connectivity) مشخصات اعضای خطی (گزینه)
۳۸۳	..... (Line Connectivity) مشخصات اعضای سطحی (گزینه)
۳۸۳	..... (Material List) وزن مصالح مصرفی (گزینه)
۳۸۴	..... Displacement (تغییر مکان‌های سازه)
۳۸۵	..... (Diaphragm CM Displacement) تغییر مکان و دوران مرکز جرم طبقات (گزینه)
۳۸۵	..... (Diaphragm Drift) تغییر مکان نسبی دیافراگم‌ها (گزینه)
۳۸۶	..... (Point Displacements) تغییر مکان کلیه گره‌های سازه (گزینه)
۳۸۶	..... (Story Drift) نسبت تغییر مکان نسبی طبقات به ارتفاع طبقه (گزینه)
۳۸۷	..... Building Output (محاسبات زلزله)
۳۸۷	..... (Center Mass Rigidity) محاسبات زلزله و مرکز جرم (گزینه)
۳۸۷	..... (Story Shears) نتایج برش طبقات (گزینه)
۳۹۰	..... ۳- گام سوم: مثال‌های گام به گام
۳۹۱	..... ۱-۳-۷ پروژه فولادی
۳۹۱	..... ۱-۱-۳-۷ کنترل مدل‌سازی هندسی
۳۹۱	..... ۲-۱-۳-۷ تنظیمات تحلیل و درخواست تحلیل $P\Delta$
۳۹۲	..... ۳-۱-۳-۷ تحلیل مدل
۳۹۲	..... ۲-۳-۷ پروژه بتنی
۳۹۳	..... ۱-۲-۳-۷ اثر ترک خوردگی اعضا در اسکلت بتنی
۳۹۵	..... ۸- کنترل مدل‌سازی
۳۹۶	..... ۱-۸ گام اول: مبانی تئوری
۳۹۸	..... ۱-۱-۸ دیاگرام استاندارد نیروی برشی ستون‌ها در قاب‌های خمشی
۳۹۸	..... ۲-۱-۸ دیاگرام استاندارد نیروی برشی تیرهای متصل به بادبندهای ۷ و ۸
۳۹۹	..... ۳-۱-۸ حدود تغییر مکان‌های جانبی سازه
۳۹۹	..... ۴-۱-۸ حدود خیز وسط دهانه تیرها
۴۰۰	..... ۵-۱-۸ کنترل هندسه تغییر شکل یافته سازه
۴۰۲	..... ۲-۸ گام دوم: مدل‌سازی نرم‌افزاری
۴۰۳	..... ۱-۲-۸ کنترل مدل‌سازی هندسی (Analyze>Check Model...)
۴۰۳	..... ۲-۲-۸ کنترل پیغام‌های خطا و هشدار حین تحلیل
۴۰۴	..... ۳-۲-۸ کنترل دیاگرام‌ها

- ۴۰۴.....کنترل مدل‌سازی در سیستم قاب خمشی.....۱-۳-۲-۸
- ۴۰۵.....کنترل مدل‌سازی در سیستم مهاربندی.....۲-۳-۲-۸
- ۴۰۶.....کنترل حدود تغییر مکان جانبی سازه.....۴-۲-۸
- ۴۰۷.....کنترل حدود خیز وسط دهانه تیرها.....۵-۲-۸
- ۴۰۷.....کنترل هندسه تغییر شکل یافته سازه.....۶-۲-۸
- ۴۰۸.....**۳-۸ گام سوم: مثال‌های گام به گام**.....
- ۴۰۹.....کنترل صحت مدل‌سازی پروژه فولادی.....۱-۳-۸
- ۴۰۹.....کنترل دیاگرام نیروی برشی تیرهای متصل به بادبند.....۱-۱-۳-۸
- ۴۱۰.....کنترل حدود تغییر مکان جانبی سازه.....۲-۱-۳-۸
- ۴۱۱.....کنترل هندسه تغییر شکل یافته سازه.....۳-۱-۳-۸
- ۴۱۱.....کنترل حدود خیز وسط دهانه تیرها.....۴-۱-۳-۸
- ۴۱۲.....کنترل صحت مدل‌سازی پروژه بنتی.....۲-۳-۸
- ۴۱۲.....کنترل دیاگرام نیروی برشی ستون‌ها.....۱-۲-۳-۸
- ۴۱۳.....کنترل حدود تغییر مکان جانبی سازه.....۲-۲-۳-۸
- ۴۱۳.....کنترل هندسه تغییر شکل یافته سازه.....۳-۲-۳-۸

## پیوست‌ها

- پیوست ۱ - چک لیست مدل‌سازی ساختمان.....۱-۱
- پیوست ۲ - جرم واحد حجم و جرم واحد سطح مصالح و اجزای ساختمان.....۱-۲
- جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان.....۱-۲
- جرم واحد سطح اجزای ساختمان.....۴-۲
- پیوست ۳ - مشخصات هندسی مقاطع فولادی.....۱-۳
- مقطع *IPe*.....۲-۳
- مقطع *CPE*.....۵-۳
- مقطع دوبل *IPe*.....۸-۳
- مقطع دوبل *CPE*.....۱۲-۳
- مقطع دوبل *IPe* به فاصله *D* از یکدیگر.....۱۷-۳
- پیوست ۴ - آشنایی با موسسه علمی - آموزشی عمرانکده.....۱-۴
- پیوست ۵ - برخی از سرفصل‌های جلد دوم کتاب.....۱-۵
- پیوست ۶ - نظرات و پیشنهادات مهندسين محاسب.....۱-۶

## مراجع