

آنالیز غیر خطی و ارزیابی عملکرد سازه های سه بعدی
با نرم افزار *PERFORM-3D*

علیرضا میرزا گل تبار روشن
رضا شمس تبار کامی

انتشارات دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

۱۱۱

سرشناسه	: میرزاگل تبار روشن، علیرضا، ۱۳۴۲
عنوان و نام پدیدار	: آنالیز غیرخطی و ارزیابی عملکرد سازه‌های سه بعدی با نرم افزار PERFORM-3D
مشخصات نشر	: (ویژه ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها)
مشخصات ظاهری	: بابل دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ۱۳۹۰
شابک	: ۴۴۳ ص. مصور
وضعیت فهرست نویسی	: ۹-۸-۹۶۹۰۸-۹۶۴-۹۷۸
موضوع	: فیزیک
موضوع	: سازه، تجزیه و تحلیل نرم افزار
شناسه افزوده	: مهندسی به کمک کامپیوتر - نرم افزار
شناسه افزوده	: شمس، رضا، ۱۳۶۲
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ م/۶۴۷ TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۳۰۴۹۶۷

عنوان	: آنالیز غیرخطی و ارزیابی عملکرد سازه های سه بعدی با نرم افزار PERFORM-3D
ترجمه و تدوین	: علیرضا میرزا گل تبار روشن - رضا شمس تبار کامی
ویراستار	: جواد واثقی امیری
تاریخ انتشار	: ۱۳۹۰
نوبت چاپ	: اول
تعداد صفحات	: ۴۴۳
تیراژ	: ۲۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۵۷۰۰۰ ریال

«کلیه حقوق برای دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل محفوظ است.»

بابل - خیابان دکتر شریعتی، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، حوزه معاونت پژوهشی،

ISBN: 978-964-96908-8-9

شابک: ۹-۸-۹۶۹۰۸-۹۶۴-۹۷۸

پیشگفتار

از دستاوردهای امروزه مهندسی زلزله و سازه، می‌توان طراحی سازه‌ها بر مبنای عملکرد را بر شمرد که اولاً بر خلاف روش‌های پیشین سستی، می‌توان سازه جدید و فعلی را بر مبنای نیاز لرزه‌ای و سطح عملکردی طرح نمود، ثانیاً ساختمان‌های موجود را ارزیابی لرزه‌ای انجام داده و تصمیمات بعدی را اتخاذ کرد، ثالثاً بتوان سازه موجود را بهسازی نمود که آیین‌نامه‌های معروفی به نام‌های ATC و FEMA در این راستا به وجود آمده‌اند و در کشور ما نیز "دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود" به منظور ارزیابی آسیب‌پذیری و بهسازی سازه‌ها و ارتقاء سطوح عملکرد آن‌ها تهیه و تدوین شده است.

به منظور استفاده از دستورالعمل‌های بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌ها و یا اعمال ضوابط و اصول آیین‌نامه‌های ATC40، ATC44 و FEMA356، نیاز به نرم‌افزار مناسبی است که PERFORM-3D به طور خاص به این منظور تهیه و طراحی شده که یک نرم‌افزار بسیار قوی و قدرتمند و تخصصی در این زمینه است. نرم‌افزار PERFORM-3D در موسسه Computers and Structures, Inc. و در دانشگاه Berkeley کالیفرنیا و زیر نظر پروفسور Emeritus و دکتر Graham H. Powell، تهیه شده است که برای مدرسان، دانشجویان دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی عمران (گرایش‌های سازه و زلزله و غیره)، طراحان، مهندسان و مشاوران ارزیابی و بهسازی سازه‌ها قابل استفاده است.

این نرم‌افزار علاوه بر امکان اعمال ضوابط آیین‌نامه‌های فوق‌الذکر و نیز انواع پارامترهای مدل‌سازی، معیارهای پذیرش، تحلیل استاتیکی پوش‌آور (Push over) و تحلیل‌های دینامیکی خطی و غیرخطی، می‌تواند تکنیک‌های جدید مانند استفاده از الیاف (Fibers)، کاربرد میراگرها (Dampers) و جداسازهای لرزه‌ای (Seismic Isolations) را شبیه‌سازی نموده و در آنالیزها لحاظ نماید. از خروجی‌های نرم‌افزار می‌توان نسبت نیاز ظرفیت، نمودارهای غیرخطی استاتیکی، نمایش‌های بالانس انرژی، اشکال مودی، هندسه تغییرشکل یافته و پاسخ‌های نیرو و تغییر مکان تاریخچه زمانی را نام برد.

این کتاب دو جنبه تئوری و کاربردی را توأمان دارد و همزمان با بحث مسائل تئوری، تکنیک‌های مدل‌سازی، تحلیل و ارزیابی و طراحی بر مبنای عملکرد را به صورت گام به گام

تشریح می‌کند و بر خلاف منابع صرفاً تئوری و یا بر خلاف منابع صرفاً عملی (نرم افزاری)، در یادگیری هم تئوری و هم عملی به صورت کار با کامپیوتر و انجام تحلیل‌های عددی، کمک شایانی به خواننده می‌نماید. به منظور آشنایی بیشتر خواننده، محیط‌های مختلف نرم‌افزار به متن اضافه گردیده است. همچنین واژه نامه انگلیسی-فارسی و واژه نامه فارسی-انگلیسی در انتهای کتاب آورده شده است.

کتاب حاضر، یک راهنمای مناسب و جامع حاوی تمام فصول راهنمای کاربر (User Guide) است. در این کتاب، به جای کلمه "Component" از مفهوم "جزء" و به جای کلمه "Element"، از مفهوم "المان" استفاده شده است؛ مثلاً مفصل پلاستیک (Hinge Plastic) به عنوان یک Component و تیر (Beam) به عنوان یک Element شناخته می‌شود. همچنین در این کتاب سعی شده است در بسیاری از موارد، بر خلاف متن اصلی، کمتر از دوم شخص استفاده شود.

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل به خاطر چاپ این کتاب و از جناب آقای دکتر جواد وانقی امیری دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل به پاس زحماتی که در ویراستاری کتاب متقبل شدند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌شود. ضمناً از آقای مهندس حر شفقّت کارشناس محترم حوزه معاونت پژوهشی به خاطر ایجاد هماهنگی‌های لازم و همچنین از زحمات سرکار خانم عفت شمس‌تبار کامی به جهت ویرایش ادبی کتاب و آقای مصطفی گل زاده به خاطر طراحی روی جلد کتاب قدردانی می‌شود.

امید است کتاب حاضر مورد استفاده علاقمندان قرار گیرد. مطمئناً این اثر خالی از اشکال نخواهد بود، خوانندگان محترم می‌توانند نظرات، پیشنهادات، انتقادات خود را ارائه نمایند تا ان شاء الله در چاپ‌های بعدی مورد عنایت واقع شود. در نظر است در آینده کتابی مکمل، حاوی انواع مثال‌های کاربردی و پروژه‌های عملی تهیه و چاپ شود و در اختیار علاقمندان قرار گیرد.

علیرضا میرزا گل‌تبار روشن - رضا شمس‌تبار کامی

فهرست مطالب

۷	پیشگفتار
۲۷	فصل اول - کلیات
۲۷	۱-۱- صفحه نمایش
۲۸	۱-۲- سازه ها
۲۹	۱-۳- فاز ها
۳۰	۱-۴- مدلسازی
۳۲	۱-۵- فاز آنالیز
۳۴	۱-۶- جهت دید و پرسکتیو
۳۵	۱-۷- گزارش ها
۳۵	۱-۷-۱- چاپ گزارش ها
۳۶	۱-۷-۲- ذخیره سازی نتایج در یک فایل
۳۶	۱-۷-۳- فایل ECHO
۳۷	۱-۷-۴- دستیابی مستقیم به نتایج فایل ها
۳۷	۱-۸- گزارش خطاها
۳۸	۱-۹- مواردی که باید به خاطر سپرد
۳۹	فصل دوم - سازه ها، پوشه ها و فایل ها
۳۹	۲-۱- ذخیره سازی و باز کردن یک سازه
۳۹	۲-۱-۱- پوشه های برنامه و سازه ها
۴۰	۲-۱-۲- ذخیره سازی یک سازه
۴۱	۲-۱-۳- باز کردن یک سازه
۴۱	۲-۲- موقعیت قرار گیری فایل ECHO
۴۲	۲-۳- جابجایی یا کپی نمودن یک پروژه یا سازه
۴۲	۲-۴- پوشه های دیگر
۴۲	۲-۴-۱- پوشه کاربر
۴۳	۲-۴-۲- پوشه های RECORDS

۴۳	RECORDSF پوشه ۳-۴-۲
۴۴	SPECTRA پوشه ۴-۴-۲
۴۵	 فصل سوم - گره ها
۴۵	 ۱-۳- روشهای تعیین گره ها
۴۹	 ۲-۳- بزرگنمایی
۵۰	 ۳-۳- محدودیت فاصله گره ها
۵۱	 ۴-۳- تکیه گاه ها
۵۲	 ۵-۳- جرم ها
۵۳	 ۶-۳- وابستگی های قیدی
۵۳	 ۱-۶-۳- کلیات
۵۴	 ۲-۶-۳- وابستگی کف صلب
۵۵	 ۳-۶-۳- وابستگی میله صلب
۵۶	 ۴-۶-۳- وابستگی اتصال خروج از مرکز
۵۷	 ۵-۶-۳- وابستگی تغییر مکان یکسان
۵۹	 فصل چهارم - قاب ها
۵۹	 ۱-۴- نمایش گره ها و المان ها
۶۰	 ۲-۴- تعریف یک قاب
۶۲	 ۳-۴- تکثیر یک قاب
۶۵	 فصل پنجم - مشخصات اجزاء
۶۵	 ۱-۵- المان ها و اجزاء
۶۷	 ۲-۵- روند تعیین اجزاء
۶۷	 ۱-۲-۵- هدف
۶۸	 ۲-۲-۵- انواع و اسامی اجزاء
۶۹	 ۳-۲-۵- مصالح
۶۹	 ۴-۲-۵- سطح مقطع های تیر و ستون
۷۰	 ۵-۲-۵- سطح مقطع های الیافی دیوارها
۷۳	 ۶-۲-۵- سطح مقطع های الیافی المان های قابی
۷۴	 ۷-۲-۵- اجزاء سازهای اصلی

۷۵	۸-۲-۵- ترسیم حلقه های هیستریزس
۷۶	۹-۲-۵- مقاطع مقاوم
۷۶	۱۰-۲-۵- اجزاء مرکب قاب
۷۸	۱۱-۲-۵- اجزاء مرکب دیوار برشی
۷۹	۱۲-۲-۵- اجزاء مرکب دیوار عمومی
۷۹	۱۳-۲-۵- اجزاء مرکب BRB و میلگردهای ویسکوز
۸۰	۳-۵- مدیریت مشخصات اجزاء
۸۰	۱-۳-۵- کلیات
۸۰	۲-۳-۵- فیلتر
۸۱	۳-۳-۵- پاکسازی
۸۱	۴-۳-۵- کاربرد مقاومت های مسلح مقطع
۸۱	۵-۳-۵- ذخیره کردن در
۸۱	۶-۳-۵- کپی - paste
۸۲	۴-۵- چاپ گزارش ها
۸۲	۵-۵- رابطه F-D (نیرو-تغییر مکان)
۸۲	۱-۵-۵- کنشها و تغییر شکل ها
۸۳	۲-۵-۵- اجزاء واقعی
۸۳	۳-۵-۵- روابط F-D در PERFORM
۸۴	۴-۵-۵- روابط دوخطی و E-P-P
۸۵	۵-۵-۵- سختی موازی اضافی
۸۵	۶-۵- کاهش مقاومت
۸۵	۱-۶-۵- کلیات
۸۷	۲-۶-۵- کاهش کامل مقاومت در نقطه X
۸۷	۳-۶-۵- اندرکنش کاهش مقاومت
۸۸	۷-۵- هشداری در مورد کاهش مقاومت
۸۸	۱-۷-۵- کلیات
۸۹	۲-۷-۵- اجزاء موازی
۸۹	۳-۷-۵- اجزاء سری

۹۰	۵-۷-۴-تاثیر روش آنالیز
۹۱	۵-۷-۵-کاهش مقاومت مفصل در یک جزء مرکب
۹۲	۵-۸-۸-وابستگی حد شکل پذیری ستون به نیروی محوری
۹۲	۵-۸-۱-تاثیر مدلسازی
۹۱	۵-۸-۲-نیازمندی‌های FEMA 356
۹۶	۵-۸-۳-کاربرد حد شکل پذیری متغیر در PERFORM
۹۷	۵-۸-۴-روش کار
۹۷	۵-۹-ظرفیت‌های مقاومت و تغییر شکل
۹۷	۵-۹-۱-کلیات
۹۸	۵-۹-۲-نیاز و ظرفیت
۹۹	۵-۹-۳-ظرفیت‌های تغییر شکل
۹۹	۵-۹-۴-ظرفیت‌های دررفت
۱۰۰	۵-۹-۵-ظرفیت‌های مقاومت
۱۰۱	۵-۹-۶-مروری بر حالات حدی و نسبت‌های کاربردی
۱۰۲	۵-۹-۷-توجه به حداکثر نسبت نیاز ظرفیت
۱۰۲	۵-۱۰-وابستگی مقاومت برشی تیر یا ستون به دوران مفصل
۱۰۲	۵-۱۰-۱-کلیات
۱۰۳	۵-۱۰-۲-کاربرد در PERFORM
۱۰۳	۵-۱۰-۳-روش کار تعیین مشخصات مقطع مقاوم
۱۰۵	۵-۱۰-۴-روش کار تعیین اجزاء مرکب قاب
۱۰۶	۵-۱۱-کاهش سیکلیک
۱۰۶	۵-۱۱-۱-روابط استحکام
۱۰۷	۵-۱۱-۲-حلقه‌های هیستریزیس
۱۰۸	۵-۱۱-۳-آنالیز دینامیکی
۱۰۹	۵-۱۱-۴-روش ضرایب کاهندگی
۱۱۱	۵-۱۲-کنترل شکل حلقه هیستریزیس
۱۱۱	۵-۱۲-۱-گزینه‌های مختلف حلقه
۱۱۲	۵-۱۲-۲-رابطه E-P-P

۱۱۳	۵-۱۲-۳- رابطه سه خطی بعد از نقطه U .
۱۱۴	۵-۱۲-۴- روش ضریب سختی بار برداری.
۱۱۴	۵-۱۳- سطح مقطع ها.
۱۱۴	۵-۱۳-۱- قانون سطح مقطع ها.
۱۱۶	۵-۱۳-۲- مقاطع تیر و ستون.
۱۱۶	۵-۱۳-۳- سطح مقطع های الیافی تیرها و ستون ها.
۱۱۷	۵-۱۳-۴- سطح مقطع های الیافی دیوارها.
۱۱۷	۵-۱۳-۵- دیگر مقاطع.
۱۱۷	۵-۱۴- کاربرد ابعاد سطح مقطع.
۱۱۷	۵-۱۴-۱- کلیات.
۱۱۸	۵-۱۴-۲- طول قطعه مقطع یکواخت X .
۱۱۹	۵-۱۴-۳- طول انشعابی یک مفصل خمشی.
۱۲۰	۵-۱۵- اجزاء اتوماتیک.
۱۲۰	۵-۱۵-۱- نواحی انتهایی اتوماتیک تیرها و ستون ها.
۱۲۰	۵-۱۵-۲- نواحی پانل اتوماتیک در قاب های فرامی.
۱۲۳	۵-۱۵-۳- حالات حدی ناحیه پانل.
۱۲۳	۵-۱۶- حدود بالا و پایین.
۱۲۳	۵-۱۶-۱- کلیات.
۱۲۴	۵-۱۶-۲- روند تعیین حدود بالا و پائین.
۱۲۵	۵-۱۶-۳- روند استفاده از حدود بالا و پایین.
۱۲۷	فصل ششم -المان ها.
۱۲۷	۶-۱-انواع المان.
۱۲۷	۶-۱-۱- کلیات.
۱۲۸	۶-۱-۲- المان های میله ای ساده.
۱۲۸	۶-۱-۳- المان های تیر.
۱۲۹	۶-۱-۴- المان های ستون.
۱۳۰	۶-۱-۵- المان های مهار/غیر قاب.
۱۳۱	۶-۱-۶- المان های دیوار برشی.

۱۳۱	۶-۱-۷-المان های دیوار عمومی
۱۳۲	۶-۱-۸-المان های پانل پرکننده
۱۳۲	۶-۱-۹-المان های ناحیه پانل اتصال
۱۳۲	۶-۱-۱۰-المان های <i>BRB</i>
۱۳۳	۶-۱-۱۱-المان های میله ای ویسکوز
۱۳۳	۵-۱-۱۲-المان های جداساز لرزه ای
۱۳۳	۶-۱-۱۲-المان های دال / پوسته
۱۳۴	۶-۱-۱۴-المان های فنر تکیه گاهی
۱۳۴	۶-۱-۱۵-المان های اندازه گیری تغییر شکل
۱۳۵	۶-۲-۲-تعیین المان ها
۱۳۵	۶-۲-۱-گروه های المان ها
۱۳۶	۶-۲-۲-مراحل
۱۳۶	۶-۲-۳-شروع یک گروه المان جدید
۱۳۷	۶-۲-۴-اضافه کردن المان ها
۱۳۸	۶-۲-۵-المان های موازی
۱۳۸	۶-۲-۶-حذف المان ها
۱۳۹	۶-۳-جهات المان ها
۱۴۱	۶-۴-مشخصات المان
۱۴۲	۶-۵-انتقال المان ها بین گروه ها
۱۴۲	۶-۶-اثرات تغییر مکان بزرگ، $P-\delta$ و $P-\Delta$
۱۴۲	۶-۶-۱-کلیات
۱۴۳	۶-۶-۲- $(P-\Delta)$ بر حسب تغییر مکان های بزرگ حقیقی
۱۴۵	۶-۶-۳-اثر $P-\delta$
۱۴۷	۶-۵-کاهش طول محوری ناشی از خمش
۱۴۸	۶-۶-۶-گزینه های <i>PERFORM</i>
۱۴۹	فصل هفتم - الگوهای بار
۱۴۹	۷-۱-انواع الگو و محدودیت ها
۱۵۰	۷-۲-الگوهای بار گرهی

۱۵۱	۳-۷-الگوهای بار المان.....
۱۵۲	۴-۷-الگوی بار وزن خود.....
۱۵۵	فصل هشتم - تغییر شکل‌های نسبی و تغییر شکل‌های خمشی.....
۱۵۵	۱-۸-تغییر شکل‌های نسبی.....
۱۵۵	۱-۱-۸-تغییر شکل نسبی ساده.....
۱۵۶	۲-۱-۸-تغییر شکل نسبی اعوجاجی.....
۱۵۷	۳-۱-۸-روند تعیین تغییر شکل نسبی.....
۱۵۸	۴-۱-۸-تغییر شکل جانبی مینا.....
۱۵۸	۲-۸-تغییر شکل‌های خمشی (خیزها).....
۱۶۱	فصل نهم - مقاطع سازه.....
۱۶۲	۱-۹-مفهوم.....
۱۶۲	۲-۹-تعیین برش‌های المان.....
۱۶۴	۳-۹-مقاومت برشی مقطع یک پیوار.....
۱۶۶	۴-۹-گروه‌های مقطع و حالات حدی مقاومت.....
۱۶۷	۵-۹-نمودارهای نسبت.....
۱۶۷	۱-۵-۹-روش کار.....
۱۶۸	۲-۵-۹-ذخیره‌سازی مقادیر.....
۱۶۹	۳-۵-۹-علائم و معکوس علامت.....
۱۷۱	فصل دهم - حالات حدی و نسبت‌های کاربرد.....
۱۷۱	۱-۱۰-انواع حالات حدی.....
۱۷۲	۲-۱۰-حالات حدی تغییر شکل.....
۱۷۵	۳-۱۰-حالات حدی مقاومت.....
۱۷۵	۴-۱۰-حالات حدی تغییر شکل نسبی.....
۱۷۶	۶-۱۰-حالات حدی مقطع سازه.....
۱۷۶	۷-۱۰-گروه‌های حالت حدی.....
۱۷۹	فصل یازدهم - المان‌های غیرفعال.....
۱۷۹	۱-۱۱-المان‌های غیر فعال.....
۱۸۰	۲-۱۱-روش کار.....

فصل دوازدهم - حالات بار ثقیلی..... ۱۸۱

۱۸۱..... ۱-۱۲- بارهای ثقیلی.....

۱۸۲..... ۱۲-۲- روش کار.....

۱۸۲..... ۱۲-۲-۱- مراحل.....

۱۸۳..... ۱۲-۲-۲- تعداد مراحل بار.....

۱۸۴..... ۱۲-۲-۳- حداکثر تعداد رویدادها.....

۱۸۴..... ۱۲-۲-۴- گام اولیه در اولین رویداد.....

۱۸۵..... ۱۲-۲-۵- حالت حدی آنالیز.....

فصل سیزدهم - حالات بار پوش آور استاتیکی..... ۱۸۷

۱۸۷..... ۱۳-۱- بارهای پوش آور.....

۱۸۷..... ۱۳-۱-۱- مقدار و توزیع بار.....

۱۸۸..... ۱۳-۱-۲- انتخاب توزیع بار.....

۱۸۹..... ۱۳-۱-۳- توزیع بار بر اساس اشکال مودی.....

۱۸۹..... ۱۳-۱-۴- گزینه آنالیز خطی.....

۱۹۰..... ۱۳-۲- روش کار.....

۱۹۰..... ۱۳-۲-۱- مراحل.....

۱۹۳..... ۱۳-۲-۲- تغییر شکل نسبی مینا.....

۱۹۳..... ۱۳-۲-۳- تعداد مراحل.....

۱۹۵..... ۱۳-۲-۴- حداکثر تعداد رویدادها.....

۱۹۵..... ۱۳-۲-۵- گام اولیه برای اولین رویداد.....

۱۹۶..... ۱۳-۲-۶- حالت حدی آنالیز.....

۱۹۶..... ۱۳-۳- بارها بر اساس اشکال مودی.....

۱۹۶..... ۱۳-۳-۱- سازه متقارن.....

۱۹۷..... ۱۳-۳-۲- سازه نامتقارن یا پوش آور قطری.....

۱۹۹..... ۱۳-۳-۳- دیگر نکات کلیدی.....

فصل چهاردهم - حالات بار دینامیکی زلزله..... ۲۰۱

۲۰۱..... ۱۴-۱- بارهای زلزله.....

۲۰۲..... ۱۴-۲- روش کار.....

۲۰۲	۱۴-۲-۱-مراحل
۲۰۴	۱۴-۲-۲-زمان کلی
۲۰۴	۱۴-۲-۳-گام زمانی
۲۰۵	۱۴-۲-۴-حداکثر تعداد رویدادها
۲۰۶	۱۴-۲-۵-مدت ذخیره
۲۰۶	۱۴-۲-۶-حالت حدی آنالیز
۲۰۹	فصل شانزدهم - رکوردهای زلزله
۲۰۹	۱۵-۱-سازماندهی
۲۰۹	۱۵-۱-۱-مراحل کلی
۲۱۰	۱۵-۱-۲-سازماندهی رکوردهای زلزله
۲۱۱	۱۵-۱-۳-کپی نمودن رکوردهای زلزله
۲۱۲	۱۵-۲-وارد کردن یک رکورد زلزله جدید
۲۱۲	۱۵-۲-۱-فرمت فایل متنی
۲۱۲	۱۵-۲-۲-افزودن یک رکورد جدید
۲۱۴	۱۵-۳-مرور رکوردهای موجود
۲۱۵	فصل شانزدهم - حالات بار و آنالیز دینامیکی
۲۱۵	۱۶-۱-هدف و روند کلی
۲۱۵	۱۶-۱-۱-هدف
۲۱۶	۱۶-۱-۲-روند کلی
۲۱۶	۱۶-۲-سازماندهی رکوردهای نیروی دینامیکی
۲۱۶	۱۶-۲-۱-پوشه <i>RecordsF</i>
۲۱۸	۱۶-۲-۲-مراحل وارد کردن رکوردهای نیروی دینامیکی
۲۱۸	۱۶-۲-۳-کپی نمودن رکوردهای نیروی دینامیکی
۲۱۹	۱۶-۳-وارد کردن یک رکورد جدید نیروی دینامیکی
۲۱۹	۱۶-۳-۱-فرمت فایل متنی
۲۱۹	۱۶-۳-۲-افزودن یک رکورد جدید
۲۲۲	۱۶-۴-مرور رکوردهای موجود
۲۲۲	۱۶-۵-حالات بار دینامیکی

۲۲۲	۱۶-۵-۱-حالات بار
۲۲۴	۱۶-۶-آنالیز زلزله چند تکیه گاهی
۲۲۴	۱۶-۶-۱-هدف
۲۲۵	۱۶-۶-۲-روش آنالیز
۲۲۶	۱۶-۶-۳-تغییر مکان های دینامیکی اعمال شده به تکیه گاه
۲۲۷	۱۶-۶-۴-تغییر مکان های زمین
۲۲۸	۱۶-۶-۵-رکورد تغییر مکان زمین
۲۳۰	۱۶-۶-۶-میرایی <i>Alpha-M</i>
۲۳۰	۱۶-۶-۷-تفسیر نتایج
۲۳۳	فصل هفدهم - مجموعه های آنالیز
۲۳۳	۱۷-۱-مفهوم مجموعه های آنالیز
۲۳۳	۱۷-۱-۱-مفهوم
۲۳۴	۱۷-۱-۲-روش کار
۲۳۷	۱۷-۲-جرمها و پارامترهای اساسی
۲۳۸	۱۷-۲-۱-فاکتور فراتر از رویداد
۲۴۰	۱۷-۳-میرایی
۲۴۰	۱۷-۳-۱-کلیات
۲۴۰	۱۷-۳-۲-روش کار میرایی مودال
۲۴۱	۱۷-۳-۳-روش کار میرایی رایلی
۲۴۲	۱۷-۴-روند استفاده از حدود بالا و پائین
۲۴۴	۱۷-۵-کنترل سریع مدل
۲۴۷	فصل هجدهم - میرایی ویسکوز الاستیک
۲۴۸	۱۸-۱-میرایی مودال
۲۴۸	۱۸-۱-۱-ماتریس میرایی
۲۴۹	۱۸-۱-۲-تعبیر فیزیکی
۲۵۰	۱۸-۲-میرایی رایلی
۲۵۰	۱۸-۲-۱-مدل میرایی رایلی
۲۵۱	۱۸-۲-۲-نسبت میرایی مودال ضمنی در آنالیز خطی

۲۵۲.....	۱۸-۲-۳-میرایی ضمنی در آنالیز غیرخطی.....
۲۵۳.....	۱۸-۲-۴-اجرا <i>PERFORM</i>
۲۵۴.....	۱۸-۲-۵-روند تعیین میرایی رایلی.....
۲۵۴.....	۱۸-۲-۶-فرض ویژه در الیاف بتنی.....
۲۵۶.....	۱۸-۲-۷-روش کار جداساز پایهای.....
۲۵۸.....	۱۸-۲-۸-حالتی که میرایی ویسکوزیته رایلی، ممکن است نسبت به مودال اساسا متفاوت باشد: دیوارهای برشی کوپل شده.....
۲۵۹.....	۱۸-۴-ترکیب میرایی رایلی و مودال.....
۲۶۱.....	فصل نودهم - ترتیب بار <i>General</i>
۲۶۱.....	۱۹-۱-ترتیب بار به صورت <i>General</i> و <i>Standard</i>
۲۶۲.....	۱۹-۲-نکاتی در مورد ترتیب <i>General</i>
۲۶۲.....	۱۹-۲-۱-نمودارهای پوش آور <i>General</i> و تغییر مکان هدف.....
۲۶۳.....	۱۹-۲-۲-نوع حالت بار پوش آور باربردی.....
۲۶۴.....	۱۹-۲-۳-حالت حدی آنالیز.....
۲۶۵.....	۱۹-۲-۴-تغییر شکل های نسبی کنترل.....
۲۶۶.....	۱۹-۲-۵-حذف بارهای ثقلی.....
۲۶۶.....	۱۹-۲-۶-بازگشت به حالت استاتیکی بعد از آنالیز دینامیکی.....
۲۶۶.....	۱۹-۲-۷-نمودارهای حاصل از چندین آنالیز.....
۲۶۷.....	۱۹-۲-۸-المان های غیر فعال.....
۲۶۹.....	فصل بیستم - اجرای آنالیز.....
۲۶۹.....	۲۰-۱-مراحل اجرای آنالیز.....
۲۷۱.....	۲۰-۲-اضافه و حذف نمودن آنالیزها.....
۲۷۳.....	۲۱-۱-رسم اشکال مودی.....
۲۷۵.....	فصل بیست و یکم - اشکال مودی.....
۲۷۵.....	۲۱-۲-کاربرد اشکال مودی در آنالیز پوش آور.....
۲۷۵.....	۲۱-۳-جرم های قائم.....
۲۷۷.....	فصل بیست و دوم - آنالیز طیف پاسخ.....
۲۷۷.....	۲۲-۱-حالات بار طیف پاسخ.....

۲۷۷	۱-۱-۲۲ - طیف ها
۲۸۰	۲-۱-۲۲ - حالات بار طیف پاسخ
۲۸۱	۲-۲۲ - آنالیز طیف پاسخ
۲۸۱	۱-۲-۲۲ - اجرای آنالیز
۲۸۱	۲-۲-۲۲ - نتایج آنالیز
۲۸۱	۳-۲-۲۲ - الگوهای بار جانبی از نتایج آنالیز
۲۸۵	فصل بیست و سوم - بالانس انرژی
۲۸۶	۱-۲۳ - انواع انرژی
۲۸۶	۱-۱-۲۳ - آنالیز دینامیکی
۲۸۶	۲-۱-۲۳ - آنالیز استاتیکی
۲۸۷	۱-۲۳ - محاسبه انرژی های کرنش غیرالاستیک
۲۹۰	۲-۲۳ - نمودارهای انرژی
۲۹۰	۱-۲-۲۳ - کل سازه
۲۹۰	۲-۲-۲۳ - انرژی های غیرالاستیک در گروه های المان
۲۹۱	۳-۲-۲۳ - انرژی های $\beta-K$ در گروه های المان
۲۹۲	۴-۲-۲۳ - خطای انرژی
۲۹۲	۳-۲۳ - نسبت میرایی تقریبی
۲۹۲	۱-۳-۲۳ - کلیات
۲۹۳	۲-۳-۲۳ - تئوری
۲۹۴	۳-۳-۲۳ - روش کار
۲۹۵	فصل بیست و چهارم - نمودارهای فرم تغییر شکل یافته
۲۹۵	۱-۲۴ - فرم تغییر شکل یافته
۲۹۶	۲-۲۴ - روش کار
۲۹۶	۱-۲-۲۴ - فرم تغییر شکل یافته تنها
۲۹۸	۲-۲-۲۴ - فرم تغییر شکل یافته با نسبت کاربرد رنگی
۲۹۹	۳-۲-۲۴ - نکاتی در مورد اعضا نسبت به تمام المان ها
۲۹۹	۴-۲-۲۴ - جوانب دیگر
۳۰۰	۵-۲-۲۴ - ذخیره نسبت های کاربردی در یک فایل

فصل بیست و پنجم - نمودارهای تاریخچه زمانی ۳۰۱

۳۰۱-۱-۲۵ ترسیم تاریخچه یک گره ۳۰۱

۳۰۱-۱-۱-۲۵ گزینه ها ۳۰۱

۳۰۲-۱-۲۵ روش کار ۳۰۲

۳۰۳-۱-۲۵ ذخیره سازی تاریخچه رسم شده در یک فایل ۳۰۳

۳۰۳-۲-۲۵ ذخیره سازی تاریخچه های چندین گره ۳۰۳

۳۰۴-۳-۲۵ رسم تاریخچه یک المان ۳۰۴

۳۰۴-۱-۳-۲۵ روش کار ۳۰۴

۳۰۶-۲-۳-۲۵ خیره سازی تاریخچه رسم شده در یک فایل ۳۰۶

۳۰۶-۴-۲۵ ذخیره سازی تاریخچه های چندین المان ۳۰۶

۳۰۸-۵-۲۵ تاریخچه های درخت یا تغییر شکل خمشی ۳۰۸

۳۰۸-۶-۲۵ تاریخچه های نیروی مقطع سازه ۳۰۸

۳۱۰-۷-۲۵ ترسیم نتایج مقطع چند حالت بار ۳۱۰

۳۱۰-۱-۷-۲۵ هدف ۳۱۰

۳۱۰-۲-۷-۲۵ روش کار ۳۱۰

فصل بیست و ششم - نمودارهای حلقه هیسگرزیس ۳۱۳

۳۱۳-۱-۲۶ هدف ۳۱۳

۳۱۴-۲-۲۶ روش کار ۳۱۴

۳۱۶-۳-۲۶ برش گوشه ها ۳۱۶

۳۱۶-۴-۲۶ ذخیره حلقه ها در یک فایل ۳۱۶

فصل بیست و هفتم - دیاگرامهای برشی و خمشی ۳۱۷

۳۱۷-۱-۲۷ جزئیات نتایج یک المان ۳۱۷

۳۱۷-۱-۱-۲۷ انتخاب المان ۳۱۷

۳۱۸-۲-۱-۲۷ گزینه بارهای المان ۳۱۸

۳۱۹-۳-۱-۲۷ گزینه پوشهای برش و لنگر ۳۱۹

۳۱۹-۴-۱-۲۷ گزینه تاریخچه برش و لنگر ۳۱۹

۳۲۰-۵-۱-۲۷ گزینه فرم تغییر شکل یافته ۳۲۰

۳۲۱-۲-۲۷ دیاگرامهای برش و لنگر یک ردیف از المانها ۳۲۱

۳۲۲.....	۳-۲۷-دیاگرام های برش و خمش بر اساس مقاطع سازه.....
۳۲۵.....	فصل بیست و هشتم - نمودارهای کلی پوش آور.....
۳۲۵.....	۱-۲۸- کلیات.....
۳۲۵.....	۱-۱-۲۸- روش های موجود.....
۳۲۶.....	۲-۱-۲۸- اختلاف بین روش ها.....
۳۳۰.....	۳-۱-۲۸- چند نکته اساسی.....
۳۳۲.....	۴-۱-۲۸- مراحل اصلی.....
۳۳۳.....	۲-۲۸- روند تعریف طیف پاسخ.....
۳۳۳.....	۱-۲-۲۸- انواع طیف.....
۳۳۴.....	۲-۲-۲۸- اضافه یا اصلاح یک طیف.....
۳۳۵.....	۳-۲-۲۸- کپی طیف از یک سازه دیگر.....
۳۳۶.....	۳-۲۸- روش کار در منحنی های نیاز و ظرفیت.....
۳۳۶.....	۱-۳-۲۸- انتخاب وظیفه.....
۳۳۶.....	۲-۳-۲۸- رسم منحنی ظرفیت.....
۳۳۷.....	۳-۳-۲۸- گزینۀ S_d نسبت به S_{d1}
۳۳۸.....	۴-۳-۲۸- ظرفیت شتاب طیفی.....
۳۴۰.....	۵-۳-۲۸- تعریف نقاط آزمایشی.....
۳۴۱.....	۶-۳-۲۸- محاسبه پریرود.....
۳۴۱.....	۱-۶-۳-۲۸- هدف.....
۳۴۲.....	۲-۶-۳-۲۸- سختی ها.....
۳۴۳.....	۳-۶-۳-۲۸.....
۳۴۴.....	۴-۶-۳-۲۸- گزینۀ های محاسبه پریرود.....
۳۴۵.....	۵-۶-۳-۲۸- خارج قسمت رابلی.....
۳۴۶.....	۶-۶-۳-۲۸- تذکری در مورد رابطه بین پریرود و سختی.....
۳۴۷.....	۷-۳-۲۸- انتخاب روش پوش آور و طیف پاسخ.....
۳۴۹.....	۸-۳-۲۸- رسم منحنی نیاز.....
۳۵۰.....	۹-۳-۲۸- مقیاس بندی منحنی ظرفیت در مطالعات دقیق.....
۳۵۱.....	۴-۲۸- ارزیابی عملکرد.....

۳۵۱.....	۲۸-۵-تطابق.....
۳۵۱.....	۲۸-۵-۱- کلیات.....
۳۵۱.....	۲۸-۵-۲-محاسبه تغییر مکان طیفی.....
۳۵۲.....	۲۸-۵-۳-روش های پیشنهادی.....
۳۵۴.....	۲۸-۵-۴-دلیل استفاده از گزینه Sa بر حسب Sd
۳۵۴.....	۲۸-۵-۴-اتلاف انرژی و میرایی.....
۳۵۴.....	۲۸-۶-۱-کلیات.....
۳۵۵.....	۲۸-۶-۲-سختی، کاهندگی و نسبت انرژی.....
۳۵۶.....	۲۸-۶-۳-نسبت میرایی معادل.....
۳۵۷.....	۲۸-۶-۴-کاهندگی در روش های پوش آور.....
۳۵۸.....	۲۸-۶-۵-روش $PERFORM$ برای نسبت انرژی.....
۳۵۸.....	۲۸-۶-۶-میرایی اضافی ناشی از میزگرهای سیال.....
۳۶۰.....	۲۸-۶-۷-کاهندگی و افت مقاومت.....
۳۶۰.....	۲۸-۷-۷-تئوری رابطه بین H و Sa
۳۶۰.....	۲۸-۷-۱-کلیات.....
۳۶۱.....	۲۸-۷-۲-حالت خاص با بار مودال و فرم تغییر شکل یافته.....
۳۶۳.....	۲۸-۷-۳-حالت تطابق بار با فرم تغییر شکل یافته.....
۳۶۴.....	۲۸-۷-۴-حالت عدم تطابق با بار با فرم تغییر شکل یافته.....
۳۶۹.....	فصل بیست و نهم - نمودار تغییر مکان هدف.....
۳۶۹.....	۲۹-۱-روش تغییر مکان هدف.....
۳۶۹.....	۲۹-۱-۱- مفهوم.....
۳۷۱.....	۲۹-۱-۲- تغییر شکل نسبی هدف.....
۳۷۱.....	۲۹-۱-۳- تغییر شکل نسبی طیفی.....
۳۷۱.....	۲۹-۱-۴- ضریب $C0$
۳۷۲.....	۲۹-۱-۵- ضریب $C1$
۳۷۲.....	۲۹-۱-۷- ضریب $C3$
۳۷۵.....	فصل سی ام - نمودارهای نسبت کاربردی.....
۳۷۵.....	۳۰-۱- نسبتهای کاربردی.....

۳۷۶.....	۳۰-۲- رونند کار
۳۷۹.....	فصل سی و یکم - پوش ها و ترکیبات حالت بار
۳۷۹.....	۳۱-۱- کلیات
۳۷۹.....	۳۱-۱-۱- مراحل اصلی
۳۸۰.....	۳۱-۱-۲- ترکیبات حالت بار
۳۸۱.....	۳۱-۱-۳- روش های ترکیب
۳۸۳.....	۳۱-۲- رونند کار
۳۸۳.....	۳۱-۲-۱- ترکیبات بار
۳۸۴.....	۳۱-۲-۲- نسبت های کاربردی سازه
۳۸۶.....	۳۱-۲-۳- نسبت های کاربردی المان ها
۳۸۷.....	فصل سی و دوم - وارد کردن و خارج کردن اطلاعات سازه
۳۸۸.....	۳۲-۱- وارد کردن اطلاعات سازه
۳۸۸.....	۳۲-۱-۱- فایل های متنی
۳۸۸.....	۳۲-۱-۲- فایل المان ها (با گره های اختیاری)
۳۹۰.....	۳۲-۱-۳- فایل گره ها
۳۹۱.....	۳۲-۱-۴- فایل جرم های گرهی
۳۹۲.....	۳۲-۱-۵- فایل بارهای گرهی
۳۹۳.....	۳۲-۲- نکته ای در مورد وارد کردن المان
۳۹۳.....	۳۲-۲-۱- تیرها و ستون ها در یک فایل
۳۹۴.....	۳۲-۲-۲- المان های دیوار برشی و دیوار عمومی در یک فایل
۳۹۴.....	۳۲-۲-۳- انواع المان ناسازگار در یک فایل
۳۹۵.....	۳۲-۳- رونندهای وارد کردن و خارج کردن
۳۹۵.....	۳۲-۳-۱- وارد کردن
۳۹۷.....	۳۲-۳-۲- خارج کردن
۳۹۷.....	۳۲-۴- وارد کردن / خارج کردن مشخصات اجزاء
۳۹۷.....	۳۲-۴-۱- کلیات
۳۹۸.....	۳۲-۴-۲- مراحل وارد کردن / خارج کردن
۳۹۸.....	۳۲-۴-۱- ایجاد اجزاء

۳۹۸.....	۳۲-۴-۲-۲- خارج کردن یک مجموعه کامل از اجزاء.....
۳۹۹.....	۳۲-۴-۲-۳- وارد کردن یک مجموعه کامل از اجزاء.....
۳۹۹.....	۳۲-۴-۲-۴- خارج کردن اجزاء انتخاب شده.....
۴۰۰.....	۳۲-۴-۲-۵- وارد کردن اجزاء انتخاب شده.....
۴۰۱.....	فصل سی و سوم - روند گزارش خطاها.....
۴۰۱.....	۳۲-۱- گزارش خطاها.....
۴۰۲.....	۳۲-۲- روش ارسال فایل ها.....
۴۰۲.....	۳۲-۲-۱- اطلاعات سازه.....
۴۰۲.....	۳۳-۲-۲- ارسال به عنوان پیوست ایمیل.....
۴۰۳.....	۳۳-۲-۳- فرستادن فایل به سایت <i>FTP</i>
۴۰۵.....	واژه نامه - انگلیسی به فارسی.....
۴۲۵.....	واژه نامه - فارسی به انگلیسی.....