



تحلیل غیر خطی و ارزیابی عملکرد سازه های سه بعدی **PERFORM 3D** Version 4

ترجمه و تألیف:

مهندس حامد اسمعیلی - دکتر علی خیرالدین - مهندس محمد بزاز



سرشناسه :	اسمعیلی حامد، ۱۳۹۳- گردآورنده، مترجم
عنوان و نام پدیدآور: راهنمای تحلیل غیرخطی و ارزیابی عملکرد سه بعدی	
PERFORM.pd (Version 4)	ترجمه و تألیف حامد اسمعیلی، علی خیرالدین، محمد بزاز
مشخصات نشر:	تهران: سیمای دانش، آذر، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری:	۵۰۵ ص.؛ فهرست
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۰۵۶-۴
وضعیت فهرست نویسی:	فیا
موضوع:	سازه تجزیه و تحلیل - نرم افزار
موضوع:	مهندسی به کمک کامپیوتر - نرم افزار
شناسه افزوده:	خیرالدین، علی، ۱۳۴۳- گردآورنده، مترجم
شناسه افزوده:	بزاز، محمد، ۱۳۶۴- گردآورنده، مترجم
رندبینی کنگره:	۱/۶۴۷ : الف ۵۶۰۲ ر ۱۳۹۰ TR
ردیف کتابخانه:	۶۲۴/۱
شماره کتابخانه ملی:	۲۵۱۳۳۶۰۹

راهنمای تحلیل غیرخطی و ارزیابی عملکرد سه بعدی PERFORM 3D (Version 4)

نویسنده:	مهندس حامد اسمعیلی - دکتر علی خیرالدین - مهندس محمد بزاز
ناشر:	انتشارات سیمای دانش
ناشر همکار:	انتشارات آذر
چاپ:	اول / ۱۳۹۱
تیراژ:	۱۱۰۰ نسخه
حروفچینی:	موسسه مهراد
لیتوگرافی:	باختر ۶۶۹۵۴۱۴۳
چاپ:	فرشیوه
صحافی:	یکتافر
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۰۵۶-۴
قیمت:	۱۵۵۰۰۰ ریال

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات سیمای دانش محفوظ است.

انتشارات سیمای دانش: خیابان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین
 پلاک ۳۱۸ - تلفن: ۶۶۴۶۴۷۷۹
 فروشگاه سیمای دانش: ۶۶۴۶۰۵۴۵
 انتشارات آذر: ۶۶۴۶۵۸۳۰
 کتابفروشی پرهام: ۶۶۴۶۸۱۲۳۵
 کتابفروشی عصر دانش: ۶۶۴۹۳۷۰۱



پیشگفتار

امروزه با توجه به کاربرد گسترده و روز افزون تحلیل غیر خطی در پروژه‌های تحقیقاتی و بهسازی سازه‌های موجود و ارزیابی آن‌ها و همچنین ارانه روش جدید طراحی لرزه‌ای یعنی طراحی بر اساس سطح عملکرد توسط آیین‌نامه‌های معتبر جهان، استفاده از نرم‌افزارهای قدرتمند که توانایی انجام تحلیل‌های غیر خطی را دارند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از اینرو تصمیم بر آن شد تا به معرفی و تفسیر نرم‌افزار PERFORM-3D که از کامل‌ترین و جدیدترین نرم‌افزارهای موجود در بازار است پرداخته شود. کارایی بالای این نرم‌افزار در محاسباتی رفتار غیر خطی انواع سازه‌ها و قابلیت انجام انواع مختلف تحلیل‌های خطی و غیر خطی مانند تحلیل‌های غیر خطی استاتیکی پوش-آور با الگوهای متغیر اعمال بار جانبی و تحلیل‌های غیر خطی دینامیکی زلزله و باد و همچنین قابلیت مدل‌سازی دیوار برشی بتن آرمه و المان‌های بتنی و فولادی موجب شده تا هدف بررسی از دانشجویان در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری برای انجام پروژه‌های خود به استفاده از نرم‌افزار PERFORM-3D روی آورند. همچنین پیش‌بینی می‌شود که با توجه به قابلیت‌های این برنامه بخصوص در زمینه ارزیابی عملکرد و طراحی بر اساس عملکرد در آینده‌ای نزدیک شاهد گسترش چشم‌گیر استفاده از این نرم‌افزار در دفاتر مشاوره و طراحی مهندسی باشیم. لذا علاقه زیادی به تدوین این یادگیری نرم‌افزار PERFORM-3D نویسندگان را تشویق به ارائه چنین کتابی کرده است.

مرجع حاضر در سه بخش ارائه می‌گردد. در بخش اول، دوم به ترجمه راهنمای نرم‌افزار پرداخته شده است که بخش اول آن به معرفی منوهای نرم‌افزار و قابلیت‌های مدلسازی و تحلیلی برنامه اختصاص دارد و در بخش دوم نیز به معرفی انواع المان‌هایی که در برنامه امکان مدلسازی آن‌ها وجود دارد پرداخته می‌شود. در بخش سوم با توجه به این موضوع که علاوه بر زمینه آموزش نرم‌افزار وجود مثال‌های مناسب و کاربردی کمک شایان توجهی به فراگیری مطلب می‌کند، و با توجه به تجربه تشکیل چندین دوره از کلاس‌های آموزش نرم‌افزار مورد نظر در سطح دانشگاه‌های کشور و آشنایی با سوالات متداول و کلیدی که توسط فراگیران مطرح می‌شود اقدام به تالیف مثال‌هایی جامع در این راستا شده است.

برنامه PERFORM-3D ابزارهایی فراهم می‌کند تا مدل‌های تحلیل غیر خطی بسازید، آنها را تحلیل کنید، و نتایج را بررسی کنید تا برای تصمیم‌گیری طراحی به شما کمک شود. متوجه خواهید شد که نیاز نیست اطلاعات زیادی از تحلیل غیر خطی داشته باشید، چرا که برنامه بطور خودکار مراحل زیادی برای

بررسی تحلیل دارد. اگرچه رفتار غیرخطی بسیار پیچیده‌تر از رفتار خطی است، و طراحی بر اساس تغییر شکل متفاوت با طراحی بر اساس مقاومت است. برای استفاده موثرتر از برنامه باید با رفتار غیرخطی سازه‌ای و طراحی بر اساس عملکرد آشنا باشید.

به خاطر داشته باشید که هدف از تحلیل سازه رسیدن به یک شبیه سازی دقیق از رفتار سازه نیست، بلکه رسیدن به اطلاعاتی برای کمک در تصمیم گیری طراحی است. اولاً وقتی که یک مدل تحلیلی تنظیم می‌شود، فریب آوردن نسبت به این موضوع که مدل ارائه شده یک مدل دقیق و واقعی از سازه اصلی است، آسان است. شاید هم اینطور نباشد اما مدل باید به اندازه کافی دقیق باشد تا اطلاعات طراحی مفیدی فراهم آورد. اما نتایج تحلیل نسبت به اینکه مدل تحلیلی چقدر پیچیده باشد، همیشه تقریبی هستند.

همچنین بخاطر داشته باشید که تحلیل پایان کار نیست، بلکه صرفاً ابزاری برای کمک به تصمیم گیری است. نتایج می‌تواند به عنوان تصاویر شکل‌های تغییر مکان جانبی، نتیجه‌های پاسخ‌های گره‌ها و المان‌ها و چرخه‌های هیستریزیس برای اجزا، غیرخطی استفاده شود.

تلاش نویسندگان بر گردآوری مجموعه‌ای از عیب و نقص بوده است. اما بی تردید نظرات و پیشنهادات سازنده اساتید، متخصصین، و دانشجویان می‌تواند در رفع ایرادات احتمالی مفید واقع گردد. خوانندگان می‌توانند نظرات خود را از طریق پست الکترونیک h_esmaeili@semnan.ac.ir به اطلاع نویسندگان برسانند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد. امید است که مجموعه حاضر بتواند جوابگوی بخشی از نیازهای جامعه مهندسی سازه قرار گیرد.

در انتها بر خود واجب دانسته تا از زحمات کلیه کسانی که در این کار یاریمان نمودند تشکر نماییم و بویژه در این راستا مراتب سپاسمان را از جناب آقای مهندس روزبه ظهیری دانشجوی دوره دکتری مهندسی سازه دانشگاه صنعتی شاهرود، جناب آقای حامد نیکبخت دانشجوی دوره دکتری مهندسی سازه از دانشگاه بولدر امریکا و سرکار خانم مهندس زهرا عندلیب فوق لیسانس مهندسی سازه، که با بازنگری و پیشنهادات سازنده خویش کمک شایان توجهی در تکمیل کتاب حاضر داشتند اعلام می‌کنیم.

نویسندگان
تابستان ۱۳۹۰

بخش اول: راهنمای استفاده از PERFORM-3D

۱۵

فصل اول: کلیات

۱-۱- صفحه نمایش

۱-۲- سازه‌ها (مدل‌های تحلیلی)

۱-۳- مراحل عملیاتی برنامه

۱-۴- مرحله مدل‌سازی

۱-۵- مرحله تحلیل

۱-۶- راستای نمایش و پرسپکتیو

۱-۷- تهیه گزارش‌های عملیاتی برنامه

۱-۷-۱- گزارش‌های چاپی

۱-۷-۲- ذخیره کردن نتایج در یک فایل

۱-۷-۳- ECHO File

۱-۷-۴- دسترسی مستقیم به فایل‌های خروجی

فصل دوم: سازه‌ها، پرونده‌ها و پوشه‌ها

۲-۱- ذخیره سازی و باز کردن یک سازه

۲-۱-۱- پرونده‌های سازه‌ای و پرونده‌های برنامه

۲-۱-۲- ذخیره‌سازی یک مدل

۲-۱-۳- باز کردن پرونده یک سازه

۲-۲- موقعیت قرارگیری پرونده ECHO

۲-۳- پرونده‌های دیگر

۲-۳-۱- پوشه USER

۲-۳-۲- پوشه RECORDS

۲-۳-۳- پوشه RECORDSF

۲-۳-۴- پوشه SPECTRA

فصل سوم: گره‌ها

۳-۱- روش‌های تعریف نمودن گره‌ها

۳-۲- بزرگنمایی

۳-۳- گره‌های محدودی محصور شده با معین

۳-۴- تکیه‌گاه‌ها

۳-۵- جرم‌ها

۳-۶- قیود فرعی

۳-۶-۱- کلیات

۳-۶-۲- قیود سقف صلب

۳-۶-۳- قید اتصال با خروج از محوریت

فصل چهارم: قاب‌ها

۴-۱- ترسیم گره‌ها و قاب‌ها

۴-۲- تعریف یک قاب

۴-۳- تکرار یک قاب

فصل پنجم: خصوصیات اجزاء یا مولفه‌ها

۵-۱- المان‌ها و مولفه‌ها

۵-۲- روند تعریف مولفه‌ها

۵-۲-۱- هدف

۵-۲-۲- انواع اجزاء و نام‌ها

۵-۲-۳- مصالح

۵-۲-۴- مقاطع عرضی تیر و ستون

۵-۲-۵- مقاطع عرضی رسته‌ای برای دیوارها

۵-۲-۶- مقاطع عرضی رسته‌ای برای المان‌های

قاب‌ها

۵-۲-۷- مولفه‌های سازه‌ای اصلی

۵-۲-۸- ترسیم حلقه‌های هیستریس

۵-۲-۹- مقاطع مقاومتی

۵-۲-۱۰- مولفه‌های مرکب قابی

۵-۲-۱۱- مولفه‌های مرکب دیوار برشی

۵-۲-۱۲- مولفه‌های مرکب دیوار عمومی

۵-۲-۱۳- اجزاء مرکب میله‌های ویسکوز و بادبند‌های

ضد گمانش HRB

۵-۳- روابط نیرو-تغییرشکل F-D

۵-۳-۱- کنش‌ها و تغییرشکل‌ها

۵-۳-۲- مولفه‌های واقعی

۵-۳-۳- رابطه F-D در PERFORM

۵-۳-۴- روابط E-P-P و دو خطی

۵-۳-۵- سختی موازی اضافی

۵-۴- افت مقاومت

۵-۴-۱- کلیات

۵-۴-۲- افت مقاومت کلی در نقطه‌ای X

۵-۴-۳- اندرکنش افت مقاومت

۵-۵- حد شکل‌پذیری ستون وابسته به نیروی

محوری

۵-۵-۱- اثرات نیروی محوری مدل‌سازی شده باشد

۵-۵-۲- ملزومات FEMA 356

۵-۵-۳- اجرای حد شکل‌پذیری PERFORM

۱۰۵	.....
۱۰۵	۱۳-۱- بارهای پوش- آور
۱۰۵	۱۳-۱-۱- توزیع نیرو و بزرگی آن
۱۰۵	۱۳-۱-۲- انتخاب توزیع بار
۱۰۶	۱۳-۱-۳- توزیع بار بر اساس اشکال مودی
۱۰۶	۱۳-۱-۴- گزینه تحلیل خطی
۱۰۷	۱۳-۲- روش کار
۱۰۷	۱۳-۲-۱- گامها
۱۰۸	۱۳-۲-۲- Drift مرجع
۱۰۸	۱۳-۲-۳- تعداد گامها
۱۰۹	۱۳-۲-۴- حداکثر تعداد رخدادها
۱۰۹	۱۳-۲-۵- گام مقدماتی برای اولین رخداد
۱۰۹	۱۳-۲-۶- حالت حدی تحلیل
۱۱۰	۱۳-۳- بارهای بر اساس اشکال مودی
۱۱۰	۱۳-۳-۱- سازه متقارن

فصل چهاردهم: حالات بارگذاری دینامیکی زلزله

۱۱۱	.....
۱۱۱	۱۴-۱- بارهای زلزله
۱۱۱	۱۴-۲- روش کار
۱۱۱	۱۴-۲-۱- گامها
۱۱۲	۱۴-۲-۲- زمان کلی
۱۱۲	۱۴-۲-۳- زمان هر گام یا گام زمانی
۱۱۳	۱۴-۲-۴- حداکثر تعداد رخدادها

فصل پانزدهم: رکوردهای زلزله

۱۱۵	.....
۱۱۵	۱۵-۱- سازمان دهی
۱۱۵	۱۵-۱-۱- گامهای کلی
۱۱۵	۱۵-۱-۲- سازمان دهی رکوردهای زلزله
۱۱۷	۱۵-۱-۳- کپی نمودن رکوردهای زلزله
۱۱۷	۱۵-۲- ایجاد و تنظیم یک رکورد زلزله جدید
۱۱۷	۱۵-۲-۱- تشکیل فایل متنی
۱۱۷	۱۵-۲-۲- اضافه کردن یک رکورد جدید
۱۱۸	۱۵-۳- بازنگری رکوردهای موجود

فصل شانزدهم: حالت های بارگذاری و تحلیل

۱۱۹	.....
۱۱۹	۱۶-۱- هدف و روند کلی
۱۱۹	۱۶-۱-۱- هدف

۸-۱-۳	.....
۸۶	نسبی

۸-۱-۴	.....
۸۶	تغییر مکان جانبی نسبی مرجع (Drift)

۸-۲	.....
۸۶	خیزها (تغییر مکان قائم)

فصل نهم: مقاطع سازه

۸۷	.....
۸۷	۹-۱- مفهوم
۸۸	۹-۲- مشخص کردن برش های المان
۸۹	۹-۳- مقاومت برشی برای یک مقطع دیوار
۹۰	۹-۴- گروه های مقاطع و نواحی حدی مقاومت
۹۱	۹-۵- دیاگرام های برش و نسبت نیاز به ظرفیت (D/C)
۹۱	۹-۵-۱- روش کار
۹۱	۹-۵-۲- ذخیره ی مقادیر D/C به صورت یک فایل

فصل دهم: نواحی حدی و نسبت های کاربردی

۹۲	.....
۹۲	۱۰-۱- انواع حالت حدی
۹۳	۱۰-۲- حالت های حدی تغییر شکل
۹۵	۱۰-۳- حالت های حدی مقاومت
۹۵	۱۰-۴- حالت های حدی Drift
۹۶	۱۰-۵- حالت های حدی خیزها
۹۶	۱۰-۶- حالت های حدی مقطع سازه
۹۶	۱۰-۷- گروه های حالات حدی

فصل یازدهم: المان های غیر فعال

۹۹	.....
۹۹	۱۱-۱- المان های غیر فعال
۹۹	۱۱-۲- روش کار

فصل دوازدهم: حالات بار ثقلی

۱۰۱	.....
۱۰۱	۱۲-۱- بارهای ثقلی
۱۰۲	۱۲-۲- روند کار
۱۰۲	۱۲-۲-۱- مراحل کار
۱۰۲	۱۲-۲-۲- تعداد گام های اعمال بار
۱۰۳	۱۲-۲-۳- حداکثر تعداد رخدادها
۱۰۳	۱۲-۲-۴- گام مقدماتی برای اولین رخداد
۱۰۴	۱۲-۲-۵- حالت حدی تحلیل

فصل سیزدهم: حالت های بارگذاری پوش- آور

فهرست مطالب

۱۶-۱-۲-۲ - روند کلی ۱۱۹	۱۸-۲-۲ - نسبت میرایی مودال ضمنی برای تحلیل خطی ۱۴۰
۱۶-۲ - سازماندهی رکوردهای نیروی دینامیکی ... ۱۲۰	۱۸-۲-۳ - میرایی اعمال شده برای تحلیل غیر خطی ۱۴۱
۱۶-۲-۱ - فولدر RecordsF ۱۲۰	۱۸-۲-۴ - تفسیر REFORM ۱۴۱
۱۶-۲-۲ - مراحل تنظیم رکوردهای نیروی دینامیکی ۱۲۱	۱۸-۲-۵ - روندی برای مشخص نمودن میرایی رایلی ۱۴۲
۱۶-۳ - تنظیم یک رکورد نیروی دینامیکی جدید ۱۲۱	۱۸-۲-۶ - فرضیات ویژه برای رشته‌های بتنی ۱۴۲
۱۶-۳-۱ - ساختار فایل متنی ۱۲۲	۱۸-۲-۷ - روشی برای جداسازی پایه‌ای ۱۴۳
۱۶-۳-۲ - اضافه نمودن یک رکورد جدید ۱۲۳	۱۸-۴ - میرایی مرکب مودال و رایلی ۱۴۴
۱۶-۴ - بازنگری رکوردهای موجود ۱۲۳	فصل نوزدهم: انجام تحلیل‌ها ۱۴۵
۱۶-۵ - حالات بار نیروی دینامیکی ۱۲۳	۱۹-۱ - گام‌های اجرای تحلیل‌ها ۱۴۵
۱۶-۵-۱ - حالات بارگذاری ۱۲۳	۱۹-۲ - اضافه کردن و حذف نمودن تحلیل‌ها ۱۴۶
۱۶-۶ - تحلیل انرژی بر اساس حرکات تکیه‌گاه‌ها ۱۲۳	فصل بیست ام: اشکال مودی ۱۴۹
۱۶-۶-۱ - هدف ۱۲۳	۲۰-۱ - ترسیم اشکال مودی ۱۴۹
۱۶-۶-۲ - روش تحلیل ۱۲۴	۲۰-۲ - استفاده از اشکال مودی برای تحلیل پوش-آور ۱۵۰
۱۶-۶-۳ - وارد کردن تغییرات برای دینامیکی تکیه‌گاه‌ها ۱۲۴	۲۰-۳ - جرم‌های قائم ۱۵۰
۱۶-۶-۴ - تغییر مکان‌های زمین ۱۲۵	فصل بیست و یکم: تحلیل طیف پاسخ ۱۵۱
۱۶-۶-۵ - رکوردهای تغییر مکان زمین ۱۲۶	۲۱-۱ - حالت بارگذاری طیف پاسخ ۱۵۱
۱۶-۶-۶ - تفسیر نتایج ۱۲۶	۲۱-۲ - تحلیل‌های طیف پاسخ ۱۵۲
فصل هفدهم: دسته‌های تحلیل ۱۲۹	۲۱-۲-۱ - اجرای تحلیل ۱۵۳
۱۷-۱ - دسته‌های تحلیل ۱۲۹	۲۲-۲-۲ - نتایج تحلیل ۱۵۳
۱۷-۱-۱ - مفهوم ۱۲۹	۲۲-۲-۳ - الگوهای بارگذاری جانبی از نتایج تحلیل ۱۵۳
۱۷-۱-۲ - روش کار ۱۲۹	فصل بیست و دوم: توازن انرژی ۱۵۵
۱۷-۲ - پارامترهای اصلی و جرم‌ها ۱۳۱	۲۲-۱ - انواع انرژی ۱۵۵
۱۷-۲-۱ - فاکتور رخداد خارج از حد ۱۳۲	۲۲-۱-۱ - تحلیل دینامیکی ۱۵۵
۱۷-۳ - استهلاک ۱۳۳	۲۲-۱-۲ - تحلیل استاتیکی ۱۵۶
۱۷-۳-۱ - کلیات ۱۳۳	۲۲-۱-۳ - محاسبه انرژی‌های کرنشی و غیرارتجاعی ۱۵۶
۱۷-۳-۲ - روشی برای استهلاک مودال ۱۳۳	۲۲-۲ - ترسیم انرژی ۱۵۸
۱۷-۳-۳ - روشی برای استهلاک رایلی ۱۳۳	۲۲-۳-۱ - کل سازه ۱۵۸
۱۷-۴ - روندی برای استفاده از نواحی بالایی / پایینی ۱۳۴	۲۲-۳-۲ - انرژی‌های غیر ارتجاعی در گروه‌های المانی ۱۵۸
۱۷-۵ - Quick'n' Dirty ۱۳۵	
فصل هجدهم: استهلاک ویسکوز ارتجاعی ... ۱۳۷	
۱۸-۱ - استهلاک مودال ۱۳۷	
۱۸-۱-۱ - ماتریس میرایی ۱۳۷	
۱۸-۱-۲ - تفسیر فیزیکی ۱۳۸	
۱۸-۲ - میرایی رایلی ۱۳۹	
۱۸-۲-۱ - مدل میرایی رایلی ۱۳۹	

فصل بیست و پنجم: ترسیم حلقه‌های

هیستریزیس	۱۷۱
۲۵-۱ هدف	۱۷۱
۲۵-۲ روش کار	۱۷۱

فصل بیست و ششم: دیاگرام‌های لنگر و برش

	۱۷۳
۲۶-۱ نتایج برای یک المان	۱۷۳
۲۶-۱-۱ انتخاب المان	۱۷۳
۲۶-۱-۲ گزینه‌ی بارهای المانی	۱۷۴
۲۶-۱-۳ گزینه‌ی پوش‌های لنگر و برش	۱۷۴
۲۶-۱-۴ گزینه‌ی تاریخیچه‌ی لنگر و برش	۱۷۴
۲۶-۱-۵ گزینه‌ی تصاویر تغییر مکان جانبی	۱۷۵
۲۶-۲ دیاگرام‌های لنگر و برش برای المان‌های واقع شده در یک خط	۱۷۵

فصل بیست و هفتم: ترسیم تصاویر پوش-آور

	۱۷۷
۲۷-۱ دید کلی	۱۷۷
۲۷-۱-۱ روش‌های موجود	۱۷۷
۲۷-۱-۲ اختلاف بین روش‌ها	۱۷۸
۲۷-۱-۳ برخی از نکات کلیدی	۱۸۱
۲۷-۱-۴ محل اصلی	۱۸۱
۲۷-۲ روش ترکیب طیف پاسخ	۱۸۲
۲۷-۲-۱ انواع طیف	۱۸۲
۲۷-۲-۲ اضافه نمودن اصلاح یک طیف	۱۸۳
۲۷-۲-۳ کپی نمودن طیف از یک سازه‌ی دیگر	۱۸۳
۲۷-۳ روشی برای منحنی‌های ظرفیت و تقاضا	۱۸۳
۲۷-۳-۱ انتخاب گزینه‌ها	۱۸۳
۲۷-۳-۲ ترسیم منحنی ظرفیت	۱۸۳
۲۷-۳-۳ گزینه‌های Sa و Sd	۱۸۴
۲۷-۳-۴ ظرفیت شتاب طیفی	۱۸۴
۲۷-۳-۵ تعریف نقاط آزمایشی	۱۸۶
۲۷-۳-۶ محاسبه‌ی پرپود	۱۸۷
۲۷-۳-۷ انتخاب روش پوش-آور و طیف پاسخ	۱۸۹
۲۸-۳-۸ ترسیم منحنی نیاز	۱۹۱
۲۷-۴ ارزیابی عملکرد	۱۹۱

فصل بیست و هشتم: ترسیم تغییرمکان هدف

	۱۹۳
--	-----

۲۲-۲-۳ انرژی‌های $\beta-K$ یا β_K در گروه‌های المانی	۱۵۸
۲۲-۲-۴ خطای انرژی	۱۵۸
۲۲-۳ نسبت استهلاک تقریبی	۱۵۹
۲۲-۳-۱ دید کلی	۱۵۹
۲۲-۳-۲ تئوری	۱۵۹
۲۲-۳-۳ روش کار	۱۶۰

فصل بیست و سوم: ترسیم حالت‌های تغییرمکان سازه

	۱۶۱
۲۳-۱ تصویر تغییر مکان	۱۶۱
۲۳-۲ روش کار	۱۶۲
۲۳-۲-۱ فقط ترسیم تغییر شکل از	۱۶۲
۲۳-۲-۲ تصویر تغییر شکل با نسبت‌های کاربردی رنگی	۱۶۳
۲۳-۲-۳ برخی از نکات درباره انتخاب مقیاسها	۱۶۳
نسبت به کل المان	۱۶۳

فصل بیست و چهارم: ترسیم تاریخیچه‌ی زمانی

	۱۶۵
۲۴-۱ ترسیم تاریخیچه برای یک گره منفرد	۱۶۵
۲۴-۱-۱ گزینه‌ها	۱۶۵
۲۴-۱-۲ روش کار	۱۶۶
۲۴-۱-۳ ذخیره‌ی تاریخیچه‌ی ترسیم شده در یک فایل	۱۶۶
۲۴-۲ ذخیره‌ی تاریخیچه‌ها برای چند گره	۱۶۶
۲۴-۳ ترسیم تاریخیچه برای یک المان	۱۶۷
۲۴-۳-۱ روش کار	۱۶۷
۲۴-۳-۲ ذخیره‌ی تاریخیچه‌ی ترسیم شده در یک فایل	۱۶۸
۲۴-۴ ذخیره‌ی تاریخیچه‌ها برای چند المان	۱۶۸
۲۴-۵ تاریخیچه‌ی Drift یا تغییرمکان جانبی نسبی	۱۶۹
۲۴-۶ تاریخیچه نیروی مقطع سازه‌ای	۱۶۹
۲۴-۷ ترسیم نتایج مقطع برای چند حالت بارگذاری	۱۶۹
۲۴-۷-۱ هدف	۱۶۹
۲۴-۷-۲ روش کار	۱۷۰

فهرست مطالب

۲۰۹..... فصل سوم: المان تیر	۱۹۳..... ۲۸-۱- روش تعیین تغییر مکان هدف
۲۰۹..... ۳-۱- مدل های تیر - ستون	۱۹۳..... ۲۸-۱-۱- مفهوم
۲۰۹..... ۳-۱-۱- اهداف مدلسازی	۱۹۴..... ۲۸-۱-۲- تغییر مکان جانبی نسبی هدف
۲۱۰..... ۳-۱-۲- مدل های تیر در برابر ستون	۱۹۴..... ۲۸-۱-۳- Drift طیفی
۲۱۰..... ۳-۲- المان تیر	۱۹۵..... ۲۸-۱-۴- فاکتور C_0
۲۱۰..... ۳-۲-۱- مولفه مرکب قابی	۱۹۵..... ۲۸-۱-۵- فاکتور C_1
۲۱۰..... ۳-۲-۲- مولفه های اصلی	۱۹۵..... ۲۸-۱-۶- فاکتور C_2
۲۱۱..... ۳-۲-۳- مقاطع مقاومتی	۱۹۵..... ۲۸-۱-۷- فاکتور C_3
۲۱۱..... ۳-۲-۴- علانم قراردادی	۱۹۵..... ۲۸-۲- اجرای PERFORM
۲۱۲..... ۳-۲-۵- انواع مدل ها	
۲۱۳..... ۳-۳- مفاصل خمیری	فصل بیست و نهم: جراف های نسبت کاربردی
۲۱۳..... ۳-۳-۱- کلیات	۱۹۷.....
۲۱۳..... ۳-۳-۲- مفهوم مفصل صلب-خمیری	۲۹-۱- نسبت های کاربرد
۲۱۳..... ۳-۳-۳- مفاصل دوران و انحناء	۲۹-۲- روش کار
۲۱۵..... ۳-۴- قطعات رشته ای	
۲۱۵..... ۳-۵- مدل دوران قطری (وتری)	بخش دوم: مولفه ها و المان های PERFORM-10
۲۱۶..... ۳-۵-۱- مدل دوران قطری PERFORM	۱۹۹.....
۲۱۶..... ۳-۵-۲- اثر نواحی انتهایی بر دوران قطری	فصل اول: مقاطع و قطعات رشته ای
۲۱۷..... ۳-۵-۳- مولفه های فولادی و بتنی	۲۰۱..... ۱-۱- مقاطع رشته ای
۲۱۷..... ۳-۵-۴- روش اجرای PERFORM	۲۰۱..... ۱-۲- قطعات رشته ای در مولفه های قابی
۲۱۸..... ۳-۵-۵- جزئیات استفاده از تیر فولادی FEMA	۲۰۲..... ۱-۳- رفتار قطعه رشته ای
۲۱۸..... ۳-۵-۶- جزئیات استفاده از تیر بتنی FEMA	۲۰۲..... ۱-۴- رشد یا افزایش طول محوری
۲۱۹..... ۳-۵-۷- جزئیات و ظرفیت ها	۲۰۳..... ۱-۵- اندازه های نیاز- ظرفیت
۲۱۹..... ۳-۶- مدل مفصل خمیری	۲۰۳..... ۱-۶- زوال مقاومت
۲۱۹..... ۳-۶-۱- مفهوم	
۲۱۹..... ۳-۶-۲- مدل مفصل خمیری برای مقطع تیر کاهش یافته	فصل دوم: المان میله ای ساده
۲۲۰..... ۳-۶-۳- مدل مفصل خمیری با چندین مولفه مفصل یافته	۲۰۵..... ۲-۱- مولفه های نوع میله ای
۲۲۰..... ۳-۶-۴- مدل مفصل خمیری با افت مقاومت	۲۰۵..... ۲-۱-۱- مولفه های موجود
۲۲۱..... ۳-۷- مدل ناحیه خمیری	۲۰۶..... ۲-۱-۲- معیارهای تغییر شکل
۲۲۱..... ۳-۷-۱- مفهوم	۲۰۶..... ۲-۱-۳- نواحی انتهایی
۲۲۱..... ۳-۷-۲- طول ناحیه خمیری	۲۰۶..... ۲-۲- المان های میله ای
۲۲۲..... ۳-۷-۳- روش استفاده از مفاصل انحناء	۲۰۶..... ۲-۲-۱- کلیات
۲۲۲..... ۳-۷-۴- روش استفاده از قطعات رشته ای	۲۰۷..... ۲-۲-۲- برخی از استفاده های المان های میله ای
۲۲۲..... ۳-۸- مدل المان محدود	۲۰۷..... ۲-۲-۳- هشدارهایی برای المان های تکیه گاهی و فاصله ها
۲۲۲..... ۳-۸-۱- کلیات	۲۰۷..... ۲-۳- بارهای المانی
۲۲۳..... ۳-۸-۲- مدل های PERFORM	۲۰۶..... ۲-۳-۱- کلیات
۲۲۳..... ۳-۸-۳- مشکل اساسی مدل های المان محدود	۲۰۷..... ۲-۳-۲- کرنش اولیه
	۲۰۸..... ۲-۳-۳- انبساط اولیه

فهرست مطالب

۲۳۷..... ۲-۵-المان های ناحیه چشمه‌ای	۲۲۴..... ۳-۹-مدل رابط برشی
۲۳۷..... ۱-۲-۵-اتصال گردها به مولفه ناحیه چشمه	۲۲۴..... ۱-۳-۹-مفهوم
۲۳۷..... ۲-۲-۵-موقعیت المان	۲۲۴..... ۲-۳-۹-خصوصیات مفصل با استفاده از یک مفصل
۲۳۸..... ۳-۲-۵-اتصال تیر و ستون به ناحیه چشمه	۲۲۵..... کرنش خمیری
	۲۲۵..... ۳-۹-۳-خصوصیات مفصل با استفاده از یک مفصل
۲۴۱..... فصل ششم: المان دیوار برشی	۲۲۵..... تغییر مکان
۲۴۱..... ۱-۶-مولفه‌ها و المان‌ها	۲۲۶..... ۱۰-۳-بارهای المانی
۲۴۲..... ۲-۶-المان‌ها	۲۲۶..... ۱۱-۳-غیر خطی بودن هندسی
۲۴۲..... ۱-۲-۶-شکل المان و محورها	
۲۴۳..... ۲-۲-۶-خصوصیات و رفتار المان	۲۲۷..... فصل چهارم: المان ستون
۲۴۴..... ۳-۲-۶-علائم قراردادی	۲۲۷..... ۱-۴-انواع مولفه‌ها و مدل‌ها
۲۴۵..... ۴-۲-۶-افزایش طول محوری به سبب خمش	۲۲۷..... ۱-۴-۱-مولفه‌های اصلی
۲۴۵..... ۵-۲-۶-اتصال تیر به یک دیوار برشی	۲۲۸..... ۲-۴-۱-مقاطع مقاومتی
۲۴۶..... ۳-۶-نواحی حدی	۲۲۸..... ۳-۴-۱-علائم قراردادی
۲۴۶..... ۱-۳-۶-نواحی حدی کرنش	۲۲۸..... ۴-۴-۱-انواع مدل‌ها
۲۴۶..... ۲-۳-۶-تغییر شکل سنج‌ها	۲۲۹..... ۲-۴-۲-مفاصل با اندرکنش P-M
۲۴۶..... ۳-۳-۶-نواحی حدی مقاومت	۲۲۹..... ۱-۴-۲-مفصل P-M-M
۲۴۷..... ۴-۶-طول المان در ناحیه مفصل	۲۲۹..... ۲-۴-۲-سطح اندرکنش P-M-M نوع فولادی
۲۴۷..... ۱-۴-۶-حساسیت کرنش محاسباتی	۲۳۰..... ۳-۴-۲-سطح اندرکنش P-M-M نوع بتنی
۲۴۸..... ۲-۴-۶-طول المان	۲۳۰..... ۴-۲-۴-مقاطع نامتقارن
۲۴۸..... ۳-۴-۶-بارهای المانی	۲۳۰..... ۵-۴-۲-طول های مفاصل انحناء
۲۴۸..... ۴-۶-غیر خطی بودن هندسی	۲۳۱..... ۶-۴-۲-افت مقاومت
	۲۳۱..... ۷-۴-۲-نقطه X
۲۴۹..... فصل هفتم: المان دیوار جامع	۲۳۱..... ۸-۴-۲-نسبت های نیاز - ظرفیت تغییر شکل
۲۴۹..... ۱-۷-رفتار دیوار	۲۳۲..... ۳-۴-۲-مفاصل برشی با اندرکنش V-V
۲۴۹..... ۱-۱-۷-بخش های مهم در یک دیوار	۲۳۲..... ۱-۴-۳-۱-سطح تسلیم
۲۵۰..... ۲-۱-۷-مدلسازی و اهداف تحلیل	۲۳۲..... ۲-۴-۳-۲-اثر نیروی محوری روی مقاومت برشی
۲۵۱..... ۲-۷-نکات اصلی المان دیوار جامع	۲۳۲..... ۴-۴-۲-مقاطع مقاومتی P-M-M و V-V
۲۵۱..... ۱-۲-۷-مودهای تغییر شکل و علائم قراردادی	۲۳۲..... ۵-۴-۲-مدل دوران قطری (وتری)
۲۵۲..... ۳-۷-محورها و شکل المان	۲۳۲..... ۱-۴-۵-۱-کلیات
۲۵۲..... ۴-۷-لایه‌های خمشی، برشی و قطری	۲۳۳..... ۲-۴-۵-۲-جزئیات اجرایی
۲۵۲..... ۱-۴-۷-لایه‌ها	۲۳۳..... ۶-۴-۲-مدل های دیگر
۲۵۳..... ۵-۷-حذف لایه های قطری	۲۳۳..... ۷-۴-۲-بارهای المانی
۲۵۳..... ۶-۷-رفتار المان	۲۳۳..... ۸-۷-غیر خطی بودن هندسی
۲۵۳..... ۱-۶-۷-انواع رفتار	
۲۵۴..... ۲-۶-۷-یک تقریب مهم	۲۳۵..... فصل پنجم: المان ناحیه چشمه اتصال
۲۵۴..... ۳-۶-۷-برش بتن در برابر برش قطری	۲۳۵..... ۱-۵-مولفه‌های ناحیه چشمه‌ای
۲۵۶..... ۴-۶-۷-خمش	۲۳۵..... ۱-۵-۱-مولفه‌ها
۲۵۷..... ۵-۶-۷-خصوصیات مصالح	۲۳۵..... ۲-۵-۱-۲-مدل مولفه

فهرست مطالب

۲۷۳.....	۷-۱۵-۱- مواردی که باید ارزیابی شوند.....	۲۵۷.....	۷-۶-۶- زاویه ناحیه فشاری.....
۲۷۴.....	۷-۱۵-۲- معیار های تغییر شکلی موجود.....	۲۵۷.....	۷-۷- میرایی βK برای تحلیل دینامیکی.....
۲۷۴.....	۷-۱۵-۳- المان های کرنش سنج.....	۲۵۸.....	۷-۸- مدل تحلیلی.....
۲۷۵.....	۷-۱۵-۴- المان های تغییر شکل سنج.....	۲۵۸.....	۷-۸-۱- کلیات.....
۲۷۶.....	۷-۱۶- نواحی حدی تغییر شکل.....	۲۵۸.....	۷-۸-۲- دیوارهای دو بعدی و سه بعدی.....
۲۷۶.....	۷-۱۶-۱- کلیات.....	۲۵۸.....	۷-۸-۳- مش بندی المان.....
۲۷۶.....	۷-۱۶-۲- نواحی حدی برای طره های قائم.....	۲۵۹.....	۷-۸-۴- فونداسیون.....
۲۷۸.....	۷-۱۶-۳- نواحی حدی برای پایه ها و تیرها.....	۲۵۹.....	۷-۹- مقاطع رشته ای برای لایه های محوری /
۲۷۸.....	۷-۱۶-۴- نواحی حدی برای نواحی شمع فشاری و	۲۶۰.....	خمشی.....
۲۷۸.....	کش.....	۲۶۰.....	۷-۹-۱- ملاحظات کلی.....
۲۷۸.....	۷-۱۶-۵- رشته های کنترل کننده برای کرنش های	۲۶۰.....	۷-۹-۲- خصوصیات مصالح فولادی.....
۲۷۸.....	رشته ای.....	۲۶۰.....	۷-۹-۳- خصوصیات مصالح بتنی.....
۲۷۹.....	۷-۱۶-۶- تغییر شکل سنج ها.....	۲۶۱.....	۷-۹-۴- توجه به ابعاد مقطع عرضی.....
۲۷۹.....	۷-۱۷- نواحی حدی مقاومت.....	۲۶۱.....	۷-۹-۵- استفاده از المان های اتصال فولادی و شمع
۲۷۹.....	۷-۱۸- بارهای المانی.....	۲۶۲.....	بتنی.....
۲۷۹.....	۷-۱۹- غیرخطی بودن هندسی.....	۲۶۲.....	۷-۹-۶- عرض بال ها در یک مدل دو بعدی.....
۲۸۱.....	فصل هشتم: المان پائل پر کننده.....	۲۶۲.....	۷-۱۰- مقاطع رشته ای برای بتن های مختلف یک
۲۸۱.....	۸-۱- مولفه های پائل پر کننده.....	۲۶۳.....	دیوار.....
۲۸۳.....	۸-۱-۱- المان های پائل پر کننده.....	۲۶۳.....	۷-۱۰-۱- کلیات.....
۲۸۳.....	۸-۳- بارهای المانی.....	۲۶۳.....	۷-۱۰-۲- مقاطع رشته ای برای طره های قائم.....
۲۸۳.....	۸-۴- اثرات $P-\Delta$	۲۶۴.....	۷-۱۰-۳- مقاطع رشته ای برای پایه ها و تیرها.....
۲۸۵.....	فصل نهم: المان میله و اسکوز.....	۲۶۴.....	۷-۱۰-۴- مقاطع رشته ای برای نواحی شمع و کش
۲۸۵.....	۹-۱- مولفه ها.....	۲۶۵.....	.....
۲۸۶.....	۹-۲- المان میله اسکوز.....	۲۶۵.....	۷-۱۱- صفحه برش بتن برای طره های قائم.....
۲۸۶.....	۹-۳- اثرات $P-\Delta$ و بارهای المان.....	۲۶۵.....	۷-۱۱-۱- سختی برشی.....
۲۸۷.....	فصل دهم: المان BRB.....	۲۶۷.....	۷-۱۱-۲- مقاومت برشی.....
۲۸۷.....	۱۰-۱- مولفه اصلی BRB.....	۲۶۷.....	۷-۱۱-۳- خصوصیات پیشنهاد شده برای لایه برش
۲۸۸.....	۱۰-۲- مولفه مرکب BRB.....	۲۶۸.....	بتنی.....
۲۸۸.....	۱۰-۳- اثرات $P-\Delta$ و بارهای المانی.....	۲۶۹.....	۷-۱۲- لایه برش بتنی برای پایه ها و تیرها.....
۲۸۹.....	فصل یازدهم: المان جداساز لرزه ای نوع	۲۶۹.....	۷-۱۲-۱- مقاومت برشی برای اعضای قابی لاغر.....
۲۸۹.....	الاستومری.....	۲۶۹.....	۷-۱۲-۲- خصوصیات پیشنهاد شده برای لایه برش
۲۸۹.....	۱۱-۱- مولفه جداساز.....	۲۷۰.....	.....
۲۸۹.....	۱۱-۱-۱- رابطه عمل - تغییر شکل اصلی.....	۲۷۰.....	۷-۱۲-۳- تعداد المان ها در امتداد طول.....
۲۹۰.....	۱۱-۱-۲- محورهای المان جداساز.....	۲۷۲.....	۷-۱۳- افت مقاومت شکننده یا ترد.....
۲۹۰.....	۱۱-۱-۳- رفتار برش دو محوره ، حالت متقارن.....	۲۷۲.....	۷-۱۴- موارد دیگر.....
۲۹۰.....	۱۱-۱-۴- رفتار برش دو محوره ، حالت نامتقارن.....	۲۷۲.....	۷-۱۴-۱- نواحی اتصال.....
		۲۷۳.....	۷-۱۴-۲- توزیع افقی بارهای جانبی.....
		۲۷۳.....	۷-۱۴-۳- توزیع افقی جرم.....
		۲۷۳.....	۷-۱۵- معیار های تغییر شکل.....

فهرست مطالب

۳۰۴-۱۲-۵-۴- مدل جداساز برای فشار و کشش.....	۲۹۱-۱۱-۱-۵- سختی محوری.....
۳۰۶-۱۲-۵-۵- اثرات $P-\Delta$	۲۹۱-۱۱-۱-۶- ظرفیت ها.....
۳۰۷-۱۲-۵-۶- گام زمانی انتگرال گیری و توازن انرژی.....	۲۹۱-۱۱-۲-۱- المان های جداساز.....
فصل سیزدهم: المان فنر تکیه گاهی..... ۳۰۹	۲۹۱-۱۱-۲-۱- کلیات.....
۳۰۹-۱۳-۱- مولفه فنر تکیه گاهی.....	۲۹۱-۱۱-۲-۲- موقعیت المان.....
۳۱۰-۱۳-۲- المان فنر تکیه گاهی.....	۲۹۲-۱۱-۲-۳- خمش و پیچش.....
۳۱۰-۱۳-۳- میرایی ویسکوز.....	۲۹۳-۱۱-۳-۱- اثرات $P-\Delta$
۳۱۰-۱۳-۴- بارهای المان : تغییر شکل های اولیه.....	۲۹۳-۱۱-۳-۱- کلیات.....
۳۱۱-۱۳-۵- اثرات $P-\Delta$	۲۹۳-۱۱-۳-۲- محدوده اثر $P-\Delta$
فصل چهاردهم: المان های تغییر شکل سنج..... ۳۱۲	فصل دوازدهم: المان جداساز پاندولی - اصطکاکی..... ۲۹۵
۳۱۲-۱۴-۱- هدف.....	۲۹۵-۱۲-۱- مولفه جداساز پاندولی - اصطکاکی.....
۳۱۴-۱۴-۲- کرنش سنج محوری.....	۲۹۵-۱۲-۱-۱- رفتار تکیه گاهی یا محوری.....
۳۱۴-۱۴-۳- دوران سنج تیر.....	۲۹۵-۱۲-۱-۲- رابطه عمل - تغییر شکل در برش.....
۳۱۵-۱۴-۴- دوران سنج دیوار.....	۲۹۶-۱۲-۱-۳- فرضیاتی برای تحلیل پوسش آور.....
۳۱۵-۱۴-۴-۱- دوران دیوار.....	۲۹۶-۱۲-۱-۴- فرضیاتی برای تحلیل ریلی.....
۳۱۵-۱۴-۴-۲- المان دوران سنج دیوار.....	۲۹۷-۱۲-۱-۵- رفتار برش دو محوره.....
۳۱۶-۱۴-۴-۳- ظرفیت دوران FEMA 356.....	۲۹۷-۱۲-۱-۶- گام زمانی برای تحلیل دینامیکی.....
۳۱۶-۱۴-۴-۴- دوران حاصل از یک کرنش سنج.....	۲۹۷-۱۲-۱-۷- ظرفیت ها.....
۳۱۶-۱۴-۵- کرنش سنج برشی دیوار.....	۲۹۸-۱۲-۲-۱- المان های جداساز.....
۳۱۷-۱۴-۶- روش کار.....	۲۹۸-۱۲-۲-۱- موقعیت المان.....
بخش دوم: مثال های کاربردی..... ۳۱۹	۲۹۹-۱۲-۲-۲- خمش و پیچش.....
فصل اول : ارزیابی عملکرد یک سازه ده طبقه دارای سیستم قاب خمشی فولادی به همراه مهاربندهای همگرا..... ۳۲۱	۲۹۹-۱۲-۳-۱- اثر $P-\Delta$ در جداساز پاندولی - اصطکاکی.....
فصل دوم : ارزیابی عملکرد یک سازه بیست طبقه دارای سیستم قاب خمشی فولادی به همراه دیوارهای برشی بتن آرمه..... ۴۱۱	۲۹۹-۱۲-۳-۱- کلیات.....
مراجع..... ۴۸۴	۲۹۹-۱۲-۳-۲- جداساز عمومی.....
	۳۰۱-۱۲-۳-۳- جداساز وارونه.....
	۳۰۱-۱۲-۳-۴- تغییر شکل های دیگر.....
	۳۰۱-۱۲-۳-۵- شماره گذاری گره.....
	۳۰۲-۱۲-۴- آیا اثرات $P-\Delta$ باید لحاظ گردند؟.....
	۳۰۲-۱۲-۵- جداساز ریلی استوانه ای.....
	۳۰۲-۱۲-۵-۱- ابزار جداساز.....
	۳۰۲-۱۲-۵-۲- مدل جداساز برای حالت فقط فشاری.....
	۳۰۴-۱۲-۵-۳- مدل جداساز برای حالت فقط کشی.....