

بر نام آن که جان را فکرت آموخت

۴۳۸۷۵۱

مدلسازی و تحلیل غیر خطی با استفاده از نرم افزار

PERFORM-3D

تألیف:

مجید مرادی
(دانشجو دکتری مهندسی زلزله)

دکتر حمیدرضا توکلی
(دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل)



سرشناسه	توکلی، حمیدرضا، ۱۳۴۹ -
عنوان و نام پدیدآور	مدلسازی و تحلیل غیرخطی با استفاده از نرم افزار PERFORM_3D
منشخصات نشر	تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۵.
منشخصات ظاهری	۳۹۲ ص. مصور، جدول، نمودار.
شابک	۴-۳۴۷-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸، ۲۵۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	نرم افزار پرفرم-تری دی
موضوع	Perform-3D (Computer software)
موضوع	تحلیل سازه - نرم افزار
موضوع	Structural analysis (Engineering) - Software
موضوع	دینامیک سازه ها - برنامه های کامپیوتری
موضوع	Structural dynamics - Computer programs
شناسه افزوده	مرادی افرایلی، مجید، ۱۳۶۱ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۵ ت/۹م/۴ TA۶۴۷
رده بندی دیویی	۶۲۴/۱
شماره کتابخانه	۴۲۹۳۳۴۹



مدلسازی و تحلیل غیر خطی با استفاده از نرم افزار PERFORM-3D

تالیف	دکتر حمیدرضا توکلی - مجید مرادی
مدیر تولید	رضا کرمی شاهده
صفحه آرایی	واحد تولید انتشارات فدک ایستاتیس
نوبت چاپ	اول - ۱۳۹۵
تیراز	۵۰۰
قیمت	۲۵۰۰۰ ریال
شابک	۴-۳۴۷-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات	تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین لیاپی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
فروشگاه یزد	تلفن: ۶۶۴۸۲۲۲۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۶۵۸۳۱
	میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
	تلفن: ۳۶۲۲۶۷۷۱ - ۳۶۲۲۶۷۷۲ - ۳۵

ایمیل و وبسایت: www.fadakbook.ir - fadakbook@yahoo.com

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 می باشد. 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

پیشگفتار

امروزه با توجه به گسترش روز افزون روش های جدید طراحی همچون طراحی بر اساس عملکرد و همچنین روش های نوین بهسازی و مقاوم سازی در سازه ها، استفاده از نرم افزار قدرتمندی که توانایی بالایی در انجام تحلیل های غیر خطی دارد از اهمیت بالایی برخوردار است. نرم افزار **Perform-3D** که توسط شرکت **CSI** وابسته به دانشگاه برکلی کالیفرنیا منتشر شده است، توانایی بالایی در مدل سازی و تحلیل های غیر خطی دارد. این نرم افزار با توجه به امان های بسیاری که در اختیار کاربران قرار داده، توانسته است علاوه بر کاربرد عملی در بهسازی و مقاوم سازی سازه ها، به یکی از پرکاربردترین نرم افزار های کشور در حوزه ی پژوهش در رشته های سازه و زلزله قرار گیرد. مدلسازی و سرعت بالای آنالیز این نرم افزار باعث شده تا پژوهش های تحلیلی زیادی با استفاده از این نرم افزار صورت پذیرد. با توجه به کاربرد روز افزون این نرم افزار و همچنین نبود منبعی مناسب که بتواند به صورت گام به گام روند مدلسازی و تحلیل های غیر خطی را توضیح دهد، نویسندگان این کتاب را بر آن داشت تا بخشی از تجربیات چندین ساله ی خود را به صورت مختصر و با زبان ساده به رشته ی تحریر در آورند. در کتاب حاضر تلاش شده است تا به صورت گام به گام و جامع تمامی نکاتی که برای مدلسازی هر نوع سیستم سازه ای نیاز است توضیح داده شود.

تحلیل ها و واژه های پر کاربرد مهندسی سازه و زلزله هر یک به صورت فصلی جدا مورد بررسی قرار گرفته و پس از آشنایی و توضیح حالت مربوطه روند انجام آن ها به صورت گام به گام توضیح داده شده است. در نگارش این کتاب سعی شده است تا با روشی منحصر به فرد در هر فصل مدلسازی یک سیستم نوین سازه ای به همراه یک روش تحلیل غیر خطی توضیح داده شود. در واقع هر فصل شامل دو قسمت می باشد:

قسمت اول: مدلسازی سیستم های نوین سازه ای با بیان نکات آیین نامه ای نشریه ی ۳۶۰، جزئیات مدلسازی، ویژگی ها مزایا و معایب سیستم های نوین سازه ای.

قسمت دوم: معرفی تحلیل های مختلف غیر خطی و تعریف اصطلاحات رایج رایژه های پر کاربرد در این تحلیل ها و سپس انجام این تحلیل ها بر روی سازه ی مدلسازی شده در قسمت الف.

در این کتاب روند مدلسازی سیستم های سازه ای چون قاب خمشی بتنی به همراه دیوار برشی، قاب خمشی فولادی به همراه مهاربند واگرا، قاب فولادی دارای مهاربند زانویی و کمانش ناپذیر، ساختمان های دارای جداساز لرزه ای، میراگر های ویسکوز و اصطکاکی و ... به صورت گام به گام و بیان نکات آیین نامه ای توضیح داده شده است. همچنین مهندسان و پژوهشگران می توانند روند انجام تحلیل های استاتیکی غیر خطی، دینامیکی غیر خطی افزایش، خرابی پیشرونده، مکانیسم، شاخص خسارت، شاخص تنومندی، منحنی های شکنندگی، ضریب رفتار، تغییر مکان هدف و... را به صورت گام به گام فراگیرند.

تلاش نویسندگان این کتاب بر این بوده تا اندوخته های خود را به صورتی بی عیب و نقص ارائه کنند تا در زمینه های مختلف مهندسی و پژوهشی موثر باشد. در ادامه از تمامی دوستان و استاتیدی که ما را در نگارش این کتاب یاری رساندند به خصوص جناب آقای **مهندس سید میلاد هاشمی نژاد** کمال تشکر و قدر دانی را می داریم. در خاتمه از تمامی اساتید، دانشجویان و مهندسان عزیزی که این کتاب را مطالعه می کنند درخواست می نمایم تا ما را از نظرات و پیشنهادات اصلاحی بهره مند سازند.

مجید مرادی افرابلی حمیدرضا توکلی

Tavakoli@nit.ac.ir

Majid_moradi68@yahoo.com

www.ketab.ir

فهرست مطالب

تحلیل استاتیکی غیرخطی سازه‌ی بتنی دارای دیوار برشی ۱

۱.۱	مقدمه ۲
۲.۱	مشخصات مدل ۳
۳.۱	ایجاد فایل اولیه برای مدل ۴
۴.۱	ایجاد گره‌ها ۶
۵.۱	سازماندهی گره‌ها ۹
۶.۱	اختصاص نواحی تکیه گاه به گره‌ها ۹
۷.۱	ایجاد دیافراگم صلب در طبقات ۱۰
۸.۱	اختصاص جرم طبقات ۱۲
۹.۱	رسم المان‌های سازه‌ای ۱۴
۱۰.۱	تعریف مقاطع المان‌های سازه‌ای ۱۸
۱۱.۱	اختصاص مقاطع به المان‌ها ۵۳
۱۲.۱	تعریف معیارهای پذیرش دیوار برشی ۵۵
۱۳.۱	اختصاص محورهاى محلى به المان‌ها ۶۰
۱۴.۱	بارگذاری ثقلی ۶۲
۱۵.۱	معرفی تغییر مکان نسبى طبقات ۶۶
۱۶.۱	تعریف مقاطع سازه‌ای ۶۷
۱۷.۱	تعریف حالت‌های حدی ۶۸
۱۸.۱	تعریف حالت حدی جابجایی نسبى ۷۲
۱۹.۱	تعریف حالت‌های بارگذاری ۷۳
۲۰.۱	تنظیم و اجرای تحلیل ۷۷
۲۱.۱	خروجی‌ها و بررسی نتایج حاصل از تحلیل ۷۹

فصل ۲ تغییر مکان هدف و ضریب رفتار ۸۵

- ۱.۲ آشنایی با تغییر مکان هدف ۸۶
- ۲.۲ روش محاسبه ی تغییر مکان هدف (روش ضرایب نشریه ی ۳۶۰ و FEMA-356) ۸۸
- ۳.۲ روش محاسبه جابجایی تقاضا (روش آیین نامه ی ATC-40) ۹۰
- ۴.۲ ضریب رفتار ۹۱
- ۵.۲ کاربرد ضریب رفتار ۹۲
- ۶.۲ محاسبه ی ضریب رفتار ۹۳
- ۷.۲ محاسبه ی تغییر مکان هدف با استفاده از نرم افزار PERFORM-3D ۹۵
- ۸.۲ محاسبه ی تغییر مکان هدف به صورت مستقیم (بر اساس فرمول نشریه ی ۳۶۰) ۱۰۳
- ۹.۲ محاسبه ی جابجایی تقاضا با استفاده از روش طیف ظرفیت ۱۰۵
- ۱۰.۲ محاسبه ی ضریب رفتار سازه ۱۱۱

فصل ۳ تحلیل دینامیکی افزایشدهی قاب فولادی دارای مهاربند واگرا ۱۱۵

- ۱.۳ مشخصات سازه ای قاب فولادی ۱۱۶
- ۲.۳ صفحه ی ایجاد مدل ۱۱۸
- ۳.۳ ایجاد گره ها ۱۱۸
- ۴.۳ اختصاص خواص گره ای ۱۱۹
- ۵.۳ ترسیم المان های سازه ای ۱۲۱
- ۶.۳ تعریف مقاطع المان تیر ۱۲۳
- ۷.۳ تعریف مقاطع المان ستون ۱۳۷
- ۸.۳ تعریف مقاطع المان مهاربند ۱۴۵
- ۹.۳ اختصاص مقاطع به المان های سازه ای ۱۵۲
- ۱۰.۳ اختصاص محور های محلی به المان های سازه ای ۱۵۴
- ۱۱.۳ اختصاص بار گسترده به المان های تیر ۱۵۴
- ۱۲.۳ معرفی تغییر مکان نسبی طبقات ۱۵۶
- ۱۳.۳ تعریف نواحی حدی برای المان ها ۱۵۶
- ۱۴.۳ مقطع سازه ای ۱۶۱
- ۱۵.۳ تعریف حالت بارگذاری ثقلی ۱۶۲
- ۱۶.۳ تعریف حالت بارگذاری دینامیکی ۱۶۲
- ۱۷.۳ تنظیم و اجرای تحلیل ۱۶۵

فصل ۴ بررسی وقوع مکانیزم در قاب فولادی دارای مهاربند زانویی ۱۷۱

۱.۴	آشنایی با مهاربند زانویی ۱۷۲
۲.۴	مشخصات مدل ۱۷۴
۳.۴	مدلسازی ۱۷۴
۴.۴	تعریف مقاطع و المان ستون ۱۷۸
۵.۴	تعریف مقاطع و المان تیر و زانویی ۱۸۲
۶.۴	تعریف مقطع مهاربند ۱۸۶
۷.۴	رسم المان ها و اختصاص محور های محلی ۱۸۷
۸.۴	انحصار مقاطع به المان ها ۱۸۷
۹.۴	انجام خرابی های تکمیلی در مدلسازی ۱۸۸
۱۰.۴	یجاد حالت بار گذاری و تنظیم پارامتر های تحلیل ۱۸۹
۱۱.۴	بررسی خروجی ۹۰

۱۹۵ بار گذاری سیکلیک در قاب های دارای مهاربند کمانش ناپذیر

۱.۵	آشنایی با مهاربند کمانش ناپذیر (BRP) ۱۹۶
۲.۵	مزایا و معایب مهاربند کمانش ناپذیر ۱۹۹
۳.۵	مدلسازی اولیه ۱۹۹
۴.۵	معرفی مقطع مورد استفاده برای مهاربند کمانش ناپذیر ۲۰۰
۵.۵	مدلسازی مهاربند کمانش ناپذیر ۲۰۱
۶.۵	مدلسازی قسمت الاستیک مهاربند کمانش ناپذیر ۲۰۱
۷.۵	ترکیب خواص الاستیک و پلاستیک مهاربند کمانش ناپذیر ۲۱۱
۸.۵	رسم مهاربند و اختصاص مقطع به آن ۲۱۵
۹.۵	تعریف بار دوره ای (CYCLIC) ۲۱۷

۲۲۱ آنالیز شکنندگی در سازه های دارای جداساز لرزه ای

۱.۶	مقدمه ای بر جداساز لرزه ای ۲۲۲
۲.۶	طراحی جداساز لرزه ای لاستیکی با هسته ی سربی ۲۲۹
۳.۶	طراحی و مدلسازی جداساز لرزه ای لاستیکی با هسته ی سربی ۲۳۳
۴.۶	مدلسازی جداساز لرزه ای در نرم افزار PERFORM-3D ۲۴۳
۵.۶	مبانی تهیه منحنی های شکنندگی ۲۵۳
۶.۶	روشهای مختلف تولید منحنی های شکست ۲۵۵
۷.۶	مراحل تولید منحنی شکنندگی به روش تحلیل دینامیکی غیرخطی ۲۵۷

- ۸.۶ تئوری احتمال منحنی شکنندگی ۲۵۷
 ۹.۶ تولید منحنی شکنندگی ۲۶۰
 ۱۰.۶ انجام آنالیز شکنندگی در سازه‌ی مدلسازی شده ۲۶۰

۲۷۱ آنالیز خسارت در سازه‌های دارای میراگر ویسکوز

- ۱.۷ مقدمه‌ای بر میراگر ویسکوز ۲۷۲
 ۲.۷ نحوه‌ی مدلسازی میراگر ویسکوز در نرم افزار PERFORM-3D ۲۸۰
 ۳.۷ آنالیز خسارت ۲۸۱
 ۴.۷ معرفی برخی از شاخص‌های خسارت ۲۸۲
 ۵.۷ معرفی مدل ۲۸۵
 ۶.۷ اعمال اعضا به گروه ۲۸۶
 ۷.۷ مدلسازی میراگر ویسکوز ۲۸۸
 ۸.۷ انجام آنالیز خسارت در سازه ۳۰۰

۳۰۷ آنالیز خرابی پیش‌رونده در سازه‌های دارای میراگر اصطکاکی

- ۱.۸ میراگر اصطکاکی ۳۰۸
 ۲.۸ شاخص‌های عملکرد میراگر ۳۱۰
 ۳.۸ نحوه‌ی طراحی میراگر اصطکاکی ۳۱۱
 ۴.۸ بار بهینه لغزش ۳۱۱
 ۵.۸ تعیین محدوده بار لغزش ۳۱۳
 ۶.۸ طراحی و مدلسازی نرم افزاری میراگر اصطکاکی پال ۳۱۴
 ۷.۸ خرابی پیش‌رونده ۳۲۹
 ۸.۸ تحلیل استاتیکی غیر خطی پوش دان ۳۳۱
 ۹.۸ شاخص استواری ۳۳۵
 ۱۰.۸ محاسبه‌ی شاخص استواری بر اساس روش سختی در سازه‌ی مدل سازی شده ۳۳۸

۳۳۷ مثال‌های کاربردی از مدلسازی المان‌های پر کاربرد

- ۱.۹ مدلسازی المان‌ها با استفاده از مفصل فایبر ۳۳۸
 ۲.۹ مدلسازی چشمه‌ی اتصال ۳۴۶
 ۳.۹ مدلسازی اتصال مفصلی ۳۵۴
 ۴.۹ مدلسازی تیر با اتصال مقطع کاهش یافته (RBS) ۳۶۰

۳۷۳ منابع و مراجع