

کامل ترین مرجع کاربردی

OpenSEES

نویسنده

مهندس سید محمد جواد فروغی مقدم



نگارنده دانش

سرشناسه	: فروغی مقدم، سیدمحمدجواد، ۱۳۶۶
عنوان و نام پدیدآور	: کامل ترین مرجع کاربردی OpenSEES / نوشته سیدمحمدجواد فروغی مقدم.
مشخصات نشر	: تهران: نگارنده دانش، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	: [۱۶]، ۵۵۵ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۱۹۰-۷۵-۴
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: نرم افزار این سیس
موضوع	: OpenSees (Computer software):
موضوع	: تحلیل سازه -- برنامه های کامپیوتری
موضوع	: Structural analysis (Engineering) -- Computer programs:
موضوع	: تحلیل سازه -- نرم افزار
موضوع	: Structural analysis (Engineering) -- Software:
رده بندی کتبه	: ۱۳۹۵ ک ۴۴۴/ف ۴۶۴۷
رده بندی دیوبی	: ۶۲۴/۱۱۰۲۸۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۴۲۰۰۷

www.seerandedanesh.com

کامل ترین مرجع کاربردی OpenSEES

نوشته	مهندس سید محمدجواد فروغی مقدم
حروفچینی	واحد تولید نشر نگارنده دانش
لیتوگرافی، چاپ، صحافی	گلپاگرافیک، فرشیه، یکتافر
نوبت چاپ	اول، ۱۳۹۶
تعداد صفحات، قطع	۵۷۶، وزیری
تعداد	۱۰۰۰ نسخه
بها	۴۰۰۰۰ تومان

مراکز فروش

نگارنده دانش	تلفن: ۶۶۹۶۲۳۰۵
اترا	تلفن: ۶۶۹۲۲۰۸۲

هرگونه تکثیر، اسکن یا کپی برداری از تمام یا بخشی از مطالب این کتاب حتی با ذکر منبع، بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. هیچ فرد حقیقی یا حقوقی اجازه تولید و انتشار لوح یا مجموعه آموزشی از این اثر را به هر نحو ندارد.

با توسعه و گسترش روزافزون دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی در کشور، انتشار کتاب‌ها و منابع علمی مناسب برای پژوهش، تدریس، و تحصیل در سطوح مختلف دانشگاهی از ضروریات گریزناپذیر است.

شایان گفت است که از گذشته‌های دور کمبود کتاب‌های فنی و کاربردی مناسب هم از نظر محتوا و هم از نظر نگارش کاملاً محسوس بوده است، زیرا همواره با استانداردهای روزآمد جهانی همخوانی نداشته‌ایم. همین کمبود باعث شده است که فاصله میان مراکز صنعتی و مراکز آموزش عالی بسیار زیاد و ارتباط آنها بسیار کم شود. به نحوی که نیازهای دانشجویان، رغالت‌صیلان، و صنعت‌گران تا هم‌اکنون برآورده نشود.

براساس همین دلایل انتشارات نگارنده دانش متولد شد تا با تکیه بر شانه‌های برگزیدگان مجرب علمی و فنی و بهره‌برداری از نتایج آسیب‌شناسی صنعت نشر، گامی بلند در این زمینه بردارد. با این امید که بخش کوچکی از این کمبودها—به‌ویژه کتاب‌های فنی—پهنندی، علوم پایه، و نرم‌افزارهای تخصصی—جبران شود و منابعی جامع و به‌روز در اختیار فضای صنعتی و دانشگاهی کشور قرار گیرد.

انتشارات نگارنده دانش همواره کوشیده است با تولید و نشر آثار علمی و کاربردی ممتاز، گامی مؤثر و سودمند در گسترش و پیشرفت علم و صنعت این سرزمین بردارد. بنا بر این بدیهی است که با جان و دل پذیرای پیشنهادهای و نقدهای دانشمندان گرانمایه، استادان ممتاز، صاحب‌نظران، و دانشجویان گرامی باشد. ما را از غنایم و چشمه‌های دانش خود بی‌بهره نگذارید.

مهندس علی کلانتری

info@negarandedanes.co

پیشرفت رایانه‌های امروزی در امر پردازش اطلاعات و همچنین نیاز روزافزون جوامع مهندسی به بررسی رفتار سازه‌ها و ژئوتکنیک جهت کاهش احتمال بروز خطر، ایجاد طیف وسیعی از نرم‌افزارهای تحلیلی و طراحی را توجیه می‌نماید. در این میان نرم‌افزارهای تحلیلی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. نرم‌افزار OpenSEES که نرم‌افزاری تحلیلی است، از سال ۱۹۹۹ به کمک محققین در حوزه مهندسی زلزله و سازه و ژئوتکنیک آمده است. استفاده از این نرم‌افزار در خصوص تحلیل‌های دینامیکی انواع سیستم‌ها، با توجه به اینکه رایگان بوده و دسترسی به دستورات آن بدون محدودیت می‌باشد، در سال‌های اخیر در دنیا و همچنین در کشور ما بسیار زیاد بوده و تعداد مقالات و تحقیقات صورت گرفته توسط این نرم‌افزار بسیار چشم‌گیر می‌باشد. لذا با توجه به تعداد زیاد مخاطبین این نرم‌افزار و عدم وجود کتابی جامع که به صورت گام‌به‌گام و تألیفی به آموزش این نرم‌افزار برساند، بر آن شدم که کتاب پیش روی شما را تهیه و تقدیم نمایم. آموزش این نرم‌افزار توسط بنده از سال ۱۳۸۸، که به تعداد قابل توجه دانشجویان کارشناسی ارشد، دکتری و محققین این حوزه سبب شده است که کتاب حاضر این تجربه را در دسترس دیگران بگذارد، یک بهتر مطالب و دستورات، میراث خود داشته و به نحو احسن و ساده‌ترین شکل ممکن با مخاطب ارتباط برقرار نماید. امید است هدف مؤلف در خصوص سادگی ارائه مطالب پیچیده، محقق شده و مخاطبین با حداقل آشنایی با علم رشته عمرانی بتوانند به سادگی مدل‌سازی را با این نرم‌افزار آغاز نمایند.

علم مؤلف دربرابر دریای بیکران علوم بسیار ناچیز است. حاصل بهره از تجارب اساتید بزرگوار پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، به‌ویژه جنابان پرفسور حسن غفور اشتیانی، دکتر عبدالرضا سروقد مقدم، دکتر افشین کلانتری، دکتر محمود حسینی، دکتر امید بهار و دکتر نارام سروش جیانی باشد. به شاگردی در محضر این اساتید، به خود می‌بالم و امیدوارم توانسته باشم قطره‌ای از بزرگواری ایشان را جبران نه‌یافته‌ام. و همکار گرامی جناب آقای مهندس سهیل سروش‌نیا که در نحوه نگارش و ایجاد انگیزه در تهیه کتاب، به بنده کمک کرد، آن توجهی داشتند کمال تشکر داشته و از درگاه خداوند برای این دوست عزیز آرزوی پیشرفت روزافزون دارم.

در پایان از مدیر مسئول محترم انتشارات نگارنده دانش، جناب آقای مهندس علم کلانتری، که بدون دقت، تجربه و همکاری ایشان ساختار اصلی این کتاب و نحوه فصل‌بندی، به بهترین شکل صورت نمی‌گرفته است، تشکر دارم.

تهیه هر مجلد به‌ویژه چاپ اول قطعاً دارای اشکالاتی می‌باشد، لذا از خوانندگان محترم خواهشمندیم در خصوص رفع این ایرادات و همچنین ارائه پیشنهادات سازنده ما را بی‌نصیب نساخته و در بالا بردن کیفیت کتاب در چاپ‌های بعدی یاری نمایند.

سید محمد جواد فروغی مقدم

smj.foroughi@gmail.com

www.opensees.ir

۱	فصل ۱. معرفی ساختار OpenSEES
۱	۱.۱ مقدمه
۱	۲.۱ معرفی OpenSEES
۳	۳.۱ معرفی Active Tcl/Tk
۴	۴.۱ مزایای OpenSEES
۴	۵.۱ معرفی TclEditor
۶	۶.۱ روش‌های مدل‌سازی در OpenSEES
۸	۷.۱ روش نصب OpenSEES
۱۳	فصل ۲. دستورات Tcl/Tk پرکاربرد
۱۳	۱.۲ مقدمه
۱۳	۲.۲ دستورات Tcl
۱۴	۳.۲ متغیرها
۱۴	۴.۲ عبارت‌های جبری
۱۵	۵.۲ تعداد ارقام اعشار
۱۵	۶.۲ دستورات مربوط به متغیرهای رشته‌ای
۱۷	۷.۲ دستورات مربوط به لیست‌ها
۲۰	۸.۲ دستورات مربوط به آرایه‌ها
۲۲	۹.۲ دستورات ریاضیاتی
۲۳	۱۰.۲ دستورات کنترلی
۲۶	۱۱.۲ دستورات هسته‌ای Active Tcl/Tk
۳۳	فصل ۳. دستورات مدل‌سازی
۳۳	۱.۳ مقدمه
۳۳	۲.۳ کام‌های مدل‌سازی
۳۴	۱.۲.۳ معرفی ابعاد مدل
۳۵	۲.۲.۳ معرفی پارامترها
۳۵	۳.۲.۳ معرفی گروه‌ها
۳۶	۴.۲.۳ تعیین قیود و شرایط مرزی
۴۲	۵.۲.۳ معرفی مصالح

۱۱۸	۶.۲.۳ معرفی مقاطع
۱۲۹	۷.۲.۳ معرفی المان‌ها
۱۹۲	۸.۲.۳ معرفی بارها
۲۰۸	۹.۲.۳ تعیین خروجی‌ها
۲۱۸	۱۰.۲.۳ تحلیل مدل
۲۴۹	۳.۲ سایر دستورات کاربردی
۲۵۰	۱.۳.۳ دستور wipe
۲۵۰	۲.۳.۳ دستور region
۲۵۰	۳.۳.۳ دستور remove
۲۵۲	۴.۲.۲ دستور reset
۲۵۲	۵.۳.۲ دستور Database

فصل ۴. مدل‌سازی خرابی

۲۵۵	۱.۴ مقدمه
۲۵۵	۲.۴ خرابای دوبعدی
۲۵۶	۱.۲.۴ معرفی ابعاد مدل
۲۵۶	۲.۲.۴ معرفی پارامترها
۲۵۶	۳.۲.۴ معرفی گروه‌ها
۲۵۷	۴.۲.۴ معرفی قیود و شرایط مرزی
۲۵۸	۵.۲.۴ معرفی مصالح
۲۵۸	۶.۲.۴ معرفی مقاطع
۲۵۸	۷.۲.۴ معرفی المان‌ها
۲۵۹	۸.۲.۴ بارگذاری
۲۶۰	۹.۲.۴ تعیین خروجی‌ها
۲۶۰	۱۰.۲.۴ تحلیل
۲۶۱	۱۱.۲.۴ اجرای مدل
۲۶۱	۱۲.۲.۴ نتایج تحلیل
۲۶۲	۱۳.۲.۴ تحلیل کلاسیک خرابی
۲۶۳	۳.۴ خرابای سه‌بعدی
۲۶۴	۱.۳.۴ معرفی ابعاد مدل
۲۶۴	۲.۳.۴ معرفی پارامترها
۲۶۵	۳.۳.۴ معرفی گروه‌ها
۲۶۶	۴.۳.۴ معرفی قیود و شرایط مرزی
۲۶۶	۵.۳.۴ معرفی مصالح
۲۶۷	۶.۳.۴ معرفی مقاطع
۲۶۷	۷.۳.۴ معرفی المان‌ها

۲۶۸	 ۸.۳.۴ بارگذاری
۲۶۹	 ۹.۳.۴ تعیین خروجی‌ها
۲۶۹	 ۱۰.۳.۴ تحلیل
۲۷۰	 ۱۱.۳.۴ اجرای مدل
۲۷۰	 ۱۲.۳.۴ نتایج تحلیل
۲۷۱	 ۱۳.۳.۴ تحلیل کلاسیک مسئله

فصل ۵. مدل سازی قاب دوبعدی ۲۷۳

۲۷۳	 ۱.۵ مقدمه
۲۷۳	 ۲.۵ قاب دوبعدی الاستیک
۲۷۴	 ۱.۲.۵ معرفی اجزای مدل
۲۷۴	 ۲.۲.۵ معرفی پارامترها
۲۷۵	 ۳.۲.۵ معرفی گره‌ها
۲۷۵	 ۴.۲.۵ معرفی قیود و شرایط مرزی
۲۷۶	 ۵.۲.۵ معرفی مصالح
۲۷۶	 ۶.۲.۵ معرفی مقاطع
۲۷۶	 ۷.۲.۵ معرفی المان‌ها
۲۷۷	 ۸.۲.۵ بارگذاری
۲۷۷	 ۹.۲.۵ تعیین خروجی‌ها
۲۷۸	 ۱۰.۲.۵ تحلیل
۲۷۸	 ۱۱.۲.۵ اجرای مدل
۲۷۹	 ۱۲.۲.۵ نتایج تحلیل
۲۸۰	 ۱۳.۲.۵ تحلیل کلاسیک مسئله
۲۸۱	 ۳.۵ قاب دوبعدی فولادی
۲۸۳	 ۱.۳.۵ معرفی ابعاد مدل
۲۸۳	 ۲.۳.۵ معرفی پارامترها
۲۸۴	 ۳.۳.۵ معرفی گره‌ها
۲۸۵	 ۴.۳.۵ معرفی قیود و شرایط مرزی
۲۸۶	 ۵.۳.۵ معرفی مصالح
۲۸۶	 ۶.۳.۵ معرفی مقاطع
۲۹۰	 ۷.۳.۵ معرفی المان‌ها
۲۹۳	 ۸.۳.۵ تحلیل مودال
۲۹۴	 ۹.۳.۵ بارگذاری
۲۹۵	 ۱۰.۳.۵ تعیین خروجی‌ها
۲۹۵	 ۱۱.۳.۵ تحلیل

۲۹۶	۱۲.۳.۵ اجرای مدل
۲۹۶	۱۳.۳.۵ نتایج تحلیل
۲۹۸	۴.۵ قاب دوبعدی بتنی
۲۹۹	۱.۴.۵ معرفی ابعاد مدل
۲۹۹	۲.۴.۵ معرفی پارامترها
۳۰۰	۳.۴.۵ معرفی گره‌ها
۳۰۱	۴.۴.۵ معرفی قیود و شرایط مرزی
۳۰۱	۵.۴.۵ معرفی مصالح
۳۰۳	۶.۴.۵ معرفی مقاطع
۳۰۷	۷.۴.۵ معرفی المان‌ها
۳۱۱	۸.۴.۵ تحلیل مودال
۳۱۱	۹.۴.۵ بارگذاری
۳۱۲	۱۰.۴.۵ تعیین خروجی
۳۱۳	۱۱.۴.۵ تحلیل
۳۱۳	۱۲.۴.۵ اجرای مدل
۳۱۵	۱۳.۴.۵ نتایج تحلیل

فصل ۶ مدل سازی قاب سه بعدی

۳۱۷	۱.۶ مقدمه
۳۱۷	۲.۶ قاب سه بعدی فولادی
۳۱۸	۱.۲.۶ معرفی ابعاد مدل
۳۱۹	۲.۲.۶ معرفی پارامترها
۳۲۰	۳.۲.۶ معرفی گره‌ها
۳۲۳	۴.۲.۶ معرفی قیود و شرایط مرزی
۳۲۴	۵.۲.۶ معرفی مصالح
۳۲۵	۶.۲.۶ معرفی مقاطع
۳۲۷	۷.۲.۶ معرفی المان‌ها
۳۴۱	۸.۲.۶ تحلیل مودال
۳۴۲	۹.۲.۶ بارگذاری
۳۴۳	۱۰.۲.۶ تعیین خروجی نمایش مدل
۳۴۵	۱۱.۲.۶ تحلیل استاتیکی
۳۴۶	۱۲.۲.۶ تعیین خروجی‌ها
۳۴۷	۱۳.۲.۶ بارگذاری لرزه‌ای
۳۴۹	۱۴.۲.۶ تحلیل تاریخچه زمانی
۳۵۱	۱۵.۲.۶ اجرای مدل

۳۵۱	۱۶.۳.۶ نتایج تحلیل
۳۵۶	۱۷.۳.۶ رویکرد دیگر در مدل سازی مهاربندها
۳۵۹	۳.۶ قاب سه بعدی بتنی
۳۶۰	۱.۳.۶ معرفی ابعاد مدل
۳۶۱	۲.۳.۶ معرفی پارامترها
۳۶۲	۳.۳.۶ معرفی گره ها
۳۶۵	۴.۳.۶ معرفی قیود و شرایط مرزی
۳۶۶	۵.۳.۶ معرفی مصالح
۳۶۸	۶.۳.۶ معرفی مقاطع
۳۷۳	۷.۳.۶ معرفی المان ها
۳۸۳	۸.۳.۶ تحلیل رال
۳۸۴	۹.۳.۶ بارگذاری
۳۸۵	۱۰.۳.۶ تعیین خروجی نماش مدل
۳۸۷	۱۱.۳.۶ تحلیل استاتیکی
۳۸۸	۱۲.۳.۶ تعیین خروجی ها
۳۸۹	۱۳.۳.۶ الگوی بارگذاری پوشش و
۳۸۹	۱۴.۳.۶ تحلیل استاتیکی غیرخطی (پیش از)
۳۹۱	۱۵.۳.۶ اجرای مدل
۳۹۲	۱۶.۳.۶ نتایج تحلیل

فصل ۷. مدل سازی برخورد در جرم و فنر

۳۹۵	۱.۷ مقدمه
۳۹۵	۲.۷ معرفی مدل
۳۹۶	۳.۷ معرفی ابعاد مدل
۳۹۶	۴.۷ معرفی پارامترها
۳۹۷	۵.۷ معرفی گره ها
۳۹۸	۶.۷ معرفی قیود و شرایط مرزی
۳۹۸	۷.۷ معرفی مصالح
۳۹۹	۸.۷ معرفی مقاطع
۳۹۹	۹.۷ معرفی المان ها
۴۰۰	۱۰.۷ بارگذاری لرزه ای
۴۰۱	۱۱.۷ تعیین خروجی ها
۴۰۱	۱۲.۷ تحلیل
۴۰۲	۱۳.۷ اجرای مدل
۴۰۳	۱۴.۷ نتایج تحلیل

۴۰۵	فصل ۸. ترسیم خط تأثیر
۴۰۵	۱.۸ مقدمه
۴۰۵	۲.۸ خط تأثیر تیر
۴۰۶	۱.۲.۸ معرفی ابعاد مدل
۴۰۶	۲.۲.۸ معرفی پارامترها
۴۰۶	۳.۲.۸ معرفی گروه‌ها
۴۰۷	۴.۲.۸ معرفی قیود و شرایط مرزی
۴۰۷	۵.۲.۸ معرفی مصالح
۴۰۷	۶.۲.۸ معرفی مقاطع
۴۰۷	۷.۲.۸ معرفی المان‌ها
۴۰۸	۸.۲.۸ تعیین خروجی‌ها
۴۰۸	۹.۲.۸ بارگذاری و تحلیل
۴۰۹	۱۰.۲.۸ اجرای مدل
۴۱۰	۱۱.۲.۸ نتایج تحلیل
۴۱۲	۱۲.۲.۸ تغییر شرایط هندسی مدل
۴۱۳	۳.۸ مدل‌سازی بار متحرک
۴۱۴	۱.۳.۸ معرفی ابعاد مدل
۴۱۴	۲.۳.۸ معرفی پارامترها
۴۱۵	۳.۳.۸ معرفی گروه‌ها
۴۱۵	۴.۳.۸ معرفی قیود و شرایط مرزی
۴۱۶	۵.۳.۸ معرفی مصالح
۴۱۶	۶.۳.۸ معرفی مقاطع
۴۱۶	۷.۳.۸ معرفی المان‌ها
۴۱۶	۸.۳.۸ تعیین خروجی‌ها
۴۱۷	۹.۳.۸ بارگذاری و تحلیل
۴۲۰	۱۰.۳.۸ اجرای مدل
۴۲۱	۱۱.۳.۸ نتایج تحلیل

۴۲۵	فصل ۹. تحلیل مقاطع
۴۲۵	۱.۹ مقدمه
۴۲۵	۲.۹ مدل‌سازی تیر یک سرگیردار با مقطع دورانی
۴۲۶	۱.۲.۹ معرفی ابعاد مدل
۴۲۶	۲.۲.۹ معرفی پارامترها
۴۲۷	۳.۲.۹ معرفی گروه‌ها
۴۲۷	۴.۲.۹ معرفی قیود و شرایط مرزی
۴۲۷	۵.۲.۹ معرفی مصالح

۴۲۸	.....	۶.۲.۹ معرفی مقاطع
۴۲۹	.....	۷.۲.۹ معرفی المان
۴۳۱	.....	۸.۲.۹ تعیین خروجی‌ها
۴۳۱	.....	۹.۲.۹ تحلیل پوش‌آور
۴۳۲	.....	۱۰.۲.۹ اجرای مدل
۴۳۳	.....	۱۱.۲.۹ نتایج تحلیل
۴۳۴	.....	۳.۹ ترسیم منحنی لنگر دوران مقطع
۴۳۵	.....	۱.۳.۹ معرفی ابعاد مدل
۴۳۵	.....	۲.۳.۹ معرفی پارامترها
۴۳۶	.....	۳.۳.۹ معرفی گره‌ها
۴۳۶	.....	۴.۳.۹ معرفی برد و شرایط مرزی
۴۳۷	.....	۵.۳.۹ معرفی مصالح
۴۳۷	.....	۶.۳.۹ معرفی مقاطع
۴۳۹	.....	۷.۳.۹ معرفی المان
۴۳۹	.....	۸.۳.۹ تعیین خروجی‌ها
۴۴۰	.....	۹.۳.۹ معرفی بارگذاری
۴۴۰	.....	۱۰.۳.۹ تحلیل ثقلی مدل
۴۴۱	.....	۱۱.۳.۹ تحلیل دوران مدل
۴۴۲	.....	۱۲.۳.۹ اجرای مدل
۴۴۲	.....	۱۳.۳.۹ نتایج تحلیل
۴۴۳	.....	۱۴.۳.۹ ایجاد پروسیجر

فصل ۱۰. تحلیل تاریخیچه زمانی

۴۴۹	.....	۱.۱۰ مقدمه
۴۴۹	.....	۲.۱۰ اعمال شتاب‌نگاشت در زوایای مختلف به مدل سه‌بعدی
۴۵۰	.....	۱.۲.۱۰ معرفی ابعاد مدل
۴۵۰	.....	۲.۲.۱۰ معرفی پارامترها
۴۵۱	.....	۳.۲.۱۰ معرفی گره‌ها
۴۵۳	.....	۴.۲.۱۰ معرفی قیود و شرایط مرزی
۴۵۳	.....	۵.۲.۱۰ معرفی مصالح
۴۵۴	.....	۶.۲.۱۰ معرفی مقاطع
۴۵۴	.....	۷.۲.۱۰ معرفی المان‌ها
۴۵۸	.....	۸.۲.۱۰ تحلیل مودال
۴۵۹	.....	۹.۲.۱۰ بارگذاری ثقلی
۴۵۹	.....	۱۰.۲.۱۰ تحلیل استاتیکی

۴۶۰	 ۱۱.۲.۱۰ تعیین خروجی ها
۴۶۰	 ۱۲.۲.۱۰ بارگذاری لرزه‌ای
۴۶۱	 ۱۳.۲.۱۰ تحلیل تاریخچه زمانی
۴۶۲	 ۱۴.۲.۱۰ اجرای مدل
۴۶۲	 ۱۵.۲.۱۰ نتایج تحلیل
۴۶۵	 ۳.۱.۰ ترسیم طیف‌های پاسخ به روش لینک OpenSEES با MATLAB
۴۶۵	 ۱.۳.۱۰ تئوری ترسیم طیف‌های پاسخ الاستیک
۴۶۷	 ۲.۳.۱۰ معرفی مدل
۴۶۸	 ۳.۳.۱۰ شرح مدل در نرم‌افزار OpenSEES
۴۷۱	 ۴.۳.۱۰ شرح مدل در محیط برنامه MATLAB
۴۷۳	 ۱۵.۳.۱۰ رای مدل و نتایج
۴۷۵	 ۴.۱.۰ تحریک مد تکیه‌گاهی
۴۷۶	 ۱.۴.۱۰ معرفی ابعاد مدل
۴۷۶	 ۲.۴.۱۰ معرفی پارامترها
۴۷۷	 ۳.۴.۱۰ معرفی گره‌ها
۴۷۷	 ۴.۴.۱۰ معرفی جرم، قیود و تکیه‌گاه مرزی
۴۷۸	 ۵.۴.۱۰ معرفی مصالح
۴۷۸	 ۶.۴.۱۰ معرفی مقاطع
۴۷۸	 ۷.۴.۱۰ معرفی المان‌ها
۴۷۹	 ۸.۴.۱۰ تحلیل مودال
۴۸۰	 ۹.۴.۱۰ بارگذاری ثقلی
۴۸۰	 ۱۰.۴.۱۰ تحلیل استاتیکی
۴۸۱	 ۱۱.۴.۱۰ تعیین خروجی ها
۴۸۱	 ۱۲.۴.۱۰ بارگذاری لرزه‌ای چند تکیه‌گاهی (شتاب)
۴۸۳	 ۱۳.۴.۱۰ تحلیل تاریخچه زمانی چند تکیه‌گاهی
۴۸۴	 ۱۴.۴.۱۰ اجرای مدل
۴۸۵	 ۱۵.۴.۱۰ نتایج تحلیل
۴۸۶	 ۱۶.۴.۱۰ تحلیل تاریخچه زمانی یکنواخت
۴۸۸	 ۱۷.۴.۱۰ تحلیل تاریخچه زمانی چند تکیه‌گاهی (جاب‌جایی)

فصل ۱۱. مدل سازی یک صفحه ۴۹۳

۴۹۳	 ۱.۱۱ مقدمه
۴۹۳	 ۲.۱۱ معرفی مدل
۴۹۳	 ۳.۱۱ معرفی ابعاد مدل
۴۹۴	 ۴.۱۱ معرفی پارامترها

۴۹۴	 ۵.۱۱ معرفی گره‌ها
۴۹۶	 ۶.۱۱ معرفی قیود و شرایط مرزی
۴۹۶	 ۷.۱۱ معرفی مصالح
۴۹۶	 ۸.۱۱ معرفی مقطع
۴۹۷	 ۹.۱۱ معرفی المان
۴۹۸	 ۱۰.۱۱ تعیین خروجی‌ها
۴۹۹	 ۱۱.۱۱ معرفی بارگذاری
۵۰۰	 ۱۲.۱۱ تعیین خروجی نمایش مدل
۵۰۲	 ۱۳.۱۱ تحلیل استاتیکی مدل
۵۰۲	 ۱۴.۱۱ اجرای مدل
۵۰۳	 ۱۵.۱۱ نتایج تحل
۵۰۳	 ۱۶.۱۱ نقشه بکینه

فصل ۱۲. مدل سازی حرا

۵۰۷	 ۱.۱۲ مقدمه
۵۰۷	 ۲.۱۲ تیر دوبعدی فولادی
۵۰۸	 ۱.۲.۱۲ معرفی ابعاد مدل
۵۰۸	 ۲.۲.۱۲ معرفی پارامترها
۵۰۸	 ۳.۲.۱۲ معرفی گره‌ها
۵۰۹	 ۴.۲.۱۲ معرفی قیود و شرایط مرزی
۵۰۹	 ۵.۲.۱۲ معرفی مصالح
۵۱۰	 ۶.۲.۱۲ معرفی مقطع
۵۱۰	 ۷.۲.۱۲ معرفی المان‌ها
۵۱۱	 ۸.۲.۱۲ بارگذاری
۵۱۱	 ۹.۲.۱۲ تعیین خروجی‌ها
۵۱۲	 ۱۰.۲.۱۲ تحلیل
۵۱۲	 ۱۱.۲.۱۲ اجرای مدل
۵۱۳	 ۱۲.۲.۱۲ نتایج تحلیل
۵۱۴	 ۳.۱۲ تیر ساده با شرایط مرزی محدود
۵۱۴	 ۱.۳.۱۲ معرفی ابعاد مدل
۵۱۴	 ۲.۳.۱۲ معرفی پارامترها
۵۱۵	 ۳.۳.۱۲ معرفی گره‌ها
۵۱۶	 ۴.۳.۱۲ معرفی قیود و شرایط مرزی
۵۱۶	 ۵.۳.۱۲ معرفی مصالح
۵۱۶	 ۶.۳.۱۲ معرفی مقاطع

۵۱۷	.....	۷.۳.۱۲ معرفی المان‌ها
۵۱۹	.....	۸.۳.۱۲ بارگذاری ثقلی
۵۱۹	.....	۹.۳.۱۲ تعیین خروجی‌ها
۵۱۹	.....	۱۰.۳.۱۲ تحلیل استاتیکی ثقلی
۵۲۰	.....	۱۱.۳.۱۲ بارگذاری حرارتی
۵۲۰	.....	۱۲.۳.۱۲ تحلیل استاتیکی حرارتی
۵۲۱	.....	۱۳.۳.۱۲ اجرای مدل
۵۲۱	.....	۱۴.۳.۱۲ نتایج تحلیل
۵۲۲	.....	۴.۱۲ قاب دوبعدی فولادی
۵۲۳	.....	۱.۴.۱۲ معرفی ابعاد مدل
۵۲۳	.....	۲.۴.۱۲ معرفی بارها
۵۲۳	.....	۳.۴.۱۲ معرفی گره‌ها
۵۲۴	.....	۴.۴.۱۲ معرفی پیوند و شرایط
۵۲۴	.....	۵.۴.۱۲ معرفی مصالح
۵۲۴	.....	۶.۴.۱۲ معرفی مقاطع
۵۲۵	.....	۷.۴.۱۲ معرفی المان‌ها
۵۲۶	.....	۸.۴.۱۲ بارگذاری ثقلی
۵۲۷	.....	۹.۴.۱۲ تعیین خروجی‌ها
۵۲۷	.....	۱۰.۴.۱۲ تحلیل استاتیکی ثقلی
۵۲۷	.....	۱۱.۴.۱۲ بارگذاری حرارتی
۵۲۸	.....	۱۲.۴.۱۲ تحلیل استاتیکی حرارتی
۵۲۸	.....	۱۳.۴.۱۲ اجرای مدل
۵۲۹	.....	۱۴.۴.۱۲ نتایج تحلیل
۵۲۹	.....	۵.۱۲ قاب دوبعدی فولادی دو دهانه
۵۳۰	.....	۱.۵.۱۲ معرفی ابعاد مدل
۵۳۰	.....	۲.۵.۱۲ معرفی پارامترها
۵۳۰	.....	۳.۵.۱۲ معرفی گره‌ها
۵۳۱	.....	۴.۵.۱۲ معرفی قیود و شرایط مرزی
۵۳۲	.....	۵.۵.۱۲ معرفی مصالح
۵۳۲	.....	۶.۵.۱۲ معرفی مقاطع
۵۳۳	.....	۷.۵.۱۲ معرفی المان‌ها
۵۳۴	.....	۸.۵.۱۲ بارگذاری ثقلی
۵۳۴	.....	۹.۵.۱۲ تعیین خروجی‌ها
۵۳۶	.....	۱۰.۵.۱۲ تحلیل استاتیکی ثقلی
۵۳۶	.....	۱۱.۵.۱۲ بارگذاری حرارتی

۵۳۷	 تحلیل استاتیکی حرارتی	۱۲.۵.۱۲
۵۳۷	 اجرای مدل	۱۳.۵.۱۲
۵۳۸	 نتایج تحلیل	۱۴.۵.۱۲
۵۳۸	 تیر کامپوزیت دو سر گیردار	۶.۱۲
۵۳۹	 معرفی ابعاد مدل	۱.۶.۱۲
۵۳۹	 معرفی پارامترها	۲.۶.۱۲
۵۳۹	 معرفی گره‌ها	۳.۶.۱۲
۵۴۱	 معرفی قیود و شرایط مرزی	۴.۶.۱۲
۵۴۱	 معرفی مصالح	۵.۶.۱۲
۵۴۱	 معرفی مقاطع	۶.۶.۱۲
۵۴۳	 معرفی تیر	۷.۶.۱۲
۵۴۴	 انتقال	۸.۶.۱۲
۵۴۵	 تعیین خروجی‌ها	۹.۶.۱۲
۵۴۶	 تحلیل استاتیکی تیر	۱۰.۶.۱۲
۵۴۷	 بارگذاری حرارتی	۱۱.۶.۱۲
۵۴۷	 تحلیل استاتیکی حرارتی	۱۲.۶.۱۲
۵۴۸	 اجرای مدل	۱۳.۶.۱۲
۵۴۸	 رویکرد دیگر در مدل‌سازی تیر کامپوزیت	۱۴.۶.۱۲
۵۵۱	 نتایج تحلیل	۱۵.۶.۱۲
۵۵۳	 مراجع	