

# تحليل و طراحی میراگرها و جداگرهای لرزه‌ای بر اساس ASCE7-10 در OpenSees و SAP2000، Pform3D

تالیف

احمد سپهری



نشر علم عمران

[www.elme-omran.com](http://www.elme-omran.com)  
[Info@elme-omran.com](mailto:Info@elme-omran.com)

عضو:



انجمن مهندسی عمران کتابخانه‌ها

این اثر مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر و مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سرشناسه	سپهری، احمد، ۱۳۶۹
عنوان و پدید آورنده	تحلیل و طراحی میراگرها و جداگرهای لرزه‌ای بر اساس OpenSees, SAP 2000, Perform 3D
مشخصات نشر	تهران: علم عمران، ۱۳۹۳
مشخصات ظاهری	۳۳۷ ص.: مصور، جدول، نمودار، ۲۲ در ۲۲ س. م
وضعیت فهرست	فیبیا
شابک	۳۱۰۰۰۰ ریال 9-33-5176-600-978:
موضوع	زلزله - مهندسی - نرم‌افزار - میرایی - مکانیک - طراحی سازه
موضوع	ساپ ۲۰۰۰، پرفرم، اپن سیس، SAP2000، Perform3D، OpenSees
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۵ ت ۳ س ۶/۶/۶ TA
رده‌بندی دیویی	۶۲۴/۱۷۶۲
شماره کتابخانه ملی	۴۵۴۸۸۴۴



نشر علم عمران

تحلیل و طراحی میراگرها و جداگرهای لرزه‌ای بر اساس ASCE7-10 در

OpenSees و SAP2000، Prform3D

تالیف: احمد سپهری

ناشر	علم عمران
چاپ اول	زمستان ۱۳۹۵
تعداد و قطع صفحات	۳۳۷ صفحه خشتی
شمارگان	۱۰۰۰
بهای کتاب	ریال ۳۱۰۰۰۰
شابک ۹-۳۳-۵۱۷۶-۶۰-۹۷۸	ISBN 978-600-5176-33-9

نشر علم عمران: تهران، یوسف آباد، جهان آرا، بین خیابانهای شانزدهم و هجدهم، پلاک ۳۳، واحد ۱۱، تلفن ۸۸۳۵۳۹۳۰، دورنگار ۸۸۳۵۳۹۳۲  
حقوق چاپ و نشر برای نشر علم عمران محفوظ است.

## پیشگفتار مؤلف

کشور ما در منطقه‌ای با لرزه‌خیزی شدید قرار گرفته است. بنابراین استفاده از دانش روز مهندسی سازه و زلزله در طرح سازه‌ها، علی‌الخصوص سازه‌های مهم ضروری به نظر می‌رسد. از این رو توجه به سیستم‌های نوین نظیر سیستم‌های کنترلی، به عنوان راهکاری برای ارتقای سطح عملکردی سازه‌ها بیش از پیش احساس می‌گردد. این مورد مهم را می‌توان در رشد روز افزون طراحی سیستم‌های کنترلی توسط شرکت‌های مشاور و اقبال خوب کارفرمایان و همچنین موضوعات رساله‌ها و پایان‌نامه‌های دانشجویان تحصیلات تکمیلی که مرتبط با بحث کنترل سازه، ملاحظه نمود. از طرفی نبود یک منبع که بصورت کامل به معرفی، طراحی و مدلسازی این سیستم‌ها بپردازد، باعث گردیده است که مهندسين مشاور و همچنین دانشجویان تحصیلات تکمیلی با سردرگمی روبرو گردند. از این رو برآن شدیم که کتابی در مورد طراحی سیستم‌های کنترلی غیرفعال بر اساس آیین‌نامه ASCE7-10 آمریکا تهیه گردد که در آن به صورت گام به گام به طراحی دستی انواع میراگرها پرداخته شده و در نهایت مدلسازی و تحلیل آن‌ها همراه با جزئیات در نرم‌افزارها تجاری و آکادمیک مورد بررسی قرار گرفته است. در میان نرم‌افزارهای موجود که توانایی مدلسازی انواع سیستم‌های کنترل غیرفعال را دارند، در این کتاب از ۳ نرم‌افزار مختلف استفاده شده است. اولین آن‌ها نرم‌افزار قدرتمند SAP2000 می‌باشد که هم در بین قشر مهندسين مشاور و هم در بین دانشجویان تحصیلات تکمیلی مورد مقبولیت خاصی قرار گرفته است. دومین نرم‌افزار، نرم‌افزار آکادمیک OPENSEES بوده که به صورت متن باز است. قابلیت این نرم‌افزار در تحلیل غیرخطی بی‌نظیر بوده و همچنین قادر است طیف وسیعی از تحلیل‌های غیرخطی را در کمترین زمان ممکن انجام دهد. دومین نرم‌افزار تجاری مورد استفاده نرم‌افزار دیگر شرکت CSI بنام PERFORM 3D می‌باشد که در زمینه تحلیل غیرخطی دارای قابلیت‌های فراوانی می‌باشد. کتاب حاضر در ۹ فصل مختلف نگارش گردیده است.

در فصل اول به مفاهیم و مبانی اولیه کنترل سازه جهت آشنایی خوانندگان گرامی پرداخته شده و انواع سیستم‌ها کنترلی شرح داده خواهد شد. در فصل دوم به طراحی سازه به همراه وسایل مستهلک کننده انرژی در آیین‌نامه‌ها پرداخته می‌شود و سازه پایه مورد استفاده در سایر فصول بر اساس روش LFRD طرح می‌گردد.

در فصل سوم به بررسی مبانی میراگرهای ویسکوز و نحوه عملکرد و مدل رفتاری آن‌ها می‌پردازیم. سپس به بیان ویژگی رفتاری میراگرهای ویسکوز خطی و غیرخطی و بررسی رفتار لرزه‌ای سازه‌ها با این میراگرها می‌پردازیم. در ادامه به معرفی روش طراحی آیین‌نامه ASCE7-10 و روابط طراحی پرداخته و در قالب یک مثال کامل روش طراحی و مدلسازی این نوع میراگر تبیین می‌گردد.

در فصل چهارم طراحی میراگرهای ویسکوالاستیک و مدل رفتاری آن‌ها مورد بررسی قرار خواهد گرفت و به صورت گام‌به‌گام به طراحی دستی و مدلسازی آن‌ها پرداخته می‌شود.

در فصل پنجم طراحی میراگرهای اصطکاکی به عنوان میراگری که دارای مزیت‌ها متعددی می‌باشد، شرح داده خواهد شد و مفاهیمی نظیر بار لغزش بهینه و نحوه تعیین آن به طور کامل توضیح داده می‌شود. همچنین مدل‌سازی انواع حالات نصب متداول این نوع میراگر نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

در فصل ششم به بحث میراگرهای تسلیمی، متداول‌ترین میراگرهای وابسته به جابجایی پرداخته می‌شود. مفهوم فیوز سازه‌ای شرح داده شده و طراحی آن‌ها بر اساس آیین‌نامه توضیح داده می‌شود. نحوه مدل‌سازی این نوع از میراگر نیز به مانند سایر میراگرها در سه نرم‌افزار مختلف شرح داده خواهد شد. در فصل هفتم وارد بحث جداگرهای لرزه‌ای می‌شویم و در این فصل به مبانی تئوری و طراحی جداگرهای لاستیکی و لاستیکی همراه با هسته سربی می‌پردازیم. از آنجا که روند طراحی جداگرهای لاستیکی همراه با هسته سربی شامل روند طراحی سایر جداگرهای لاستیکی نیز می‌باشد، بنابراین به طراحی این سیستم جداگر پرداخته شده است و مدل‌سازی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. طراحی صورت گرفته بر اساس فصل هفدهم آیین‌نامه ASCE7-10 خواهد بود.

در فصل هشتم به جداگرهای اصطکاکی پاندولی به عنوان یکی دیگر از سیستم‌های جداساز پرداخته می‌شود. در این فصل جداگرهای اصطکاکی پاندولی یگانه FPS، دوگانه DFPS و سه‌گانه TFPB مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

در فصل نهم به بادبندهای کمانش تاب یا BRB ها به عنوان یکی دیگر از سیستم‌های تسلیمی پرداخته می‌شود و روند طراحی گام‌به‌گام این نوع از مهاربندها به همراه مدل‌سازی آن‌ها توضیح داده می‌شود.

در طول مدت تالیف کتاب سعی شده است تا مرجعی کامل و کاملاً کاربردی تهیه گردد و از ذکر مطالب اضافی که موجب سردرگمی خواننده می‌گردد، پرهیز شود. شایان ذکر است که بحث طراحی سازه به همراه میراگرها و جداگرها دارای وسعت بسیار زیادی بوده است که اگر به طور کامل به آن پرداخته شود انتظار می‌رود که هر فصل این کتاب خود تبدیل به یک کتاب چند صد صفحه‌ای گردد. در ویرایش بعدی این کتاب سعی بر آن خواهد بود که جزئیات بیشتری از طراحی اینگونه سیستم‌ها مورد بحث قرار گیرد. در پایان انتظار می‌رود خواننده محترم، پس از مطالعه کتاب حاضر توانایی تحلیل و طراحی انواع میراگرها و جداگرها مذکور را کسب نماید. با توجه به اینکه هدف این کتاب متمرکز روی طراحی سازه به همراه میراگر می‌باشد، بنابراین انتظار می‌رود که خواننده گرامی آشنایی کافی در مورد کار با نرم‌افزارهای SAP2000، OPENSEES و PERFORM 3D و همچنین طراحی سازه‌های بتنی و فولادی را داشته باشد. نویسنده بر خود لازم می‌داند از زحمات اساتید ارجمند به خصوص آقای دکتر تقی‌خانی استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر و آقای دکتر پیمان رحمت‌آبادی برای ملاحظه کلی اثر و ارائه نظرات مفید و همچنین آقای مهندس سید فرهاد میرفهادی دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی شریف که زحمت بازخوانی این کتاب را بر عهده داشتند، تشکر نماید. در پایان از همکاری مدیریت محترم نشر علم عمران، جناب آقای دکتر سید مهدی داودنوی به خاطر حمایت و پیگیری‌های چاپ این کتاب کمال تشکر را دارم.

با توجه به گستردگی حجم مطالب این کتاب، طبیعتاً امکان وجود ایراداتی خواهد بود. در پایان از خوانندگان گرامی، متخصصان امر و اساتید بزرگوار خواهشمندیم پرسش‌ها، نظرات و پیشنهادات خود را در جهت اصلاح این کتاب به نشانی پست الکترونیکی [sepehriahmad@gmail.com](mailto:sepehriahmad@gmail.com) ارسال نموده تا در ویرایش بعدی در نظر گرفته شود.

احمد سپهری - زمستان ۱۳۹۵

## فهرست مطالب

۱	فصل اول. مقدمه‌ای بر کنترل لرزه‌ای سازه‌ها.....
۱-۱	۱- طراحی لرزه‌ای.....
۲-۱	۲- میرایی در سازه.....
۳-۱	۳- انواع سیستم‌های کنترل سازه.....
۴-۱	۴- اثر میرایی بر روی طیف زلزله.....
۵-۱	۵- طراحی سازه‌های با میراگر در آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌ها.....
۱۲	
۱۵	فصل دوم. طراحی سازه پایه بدون میراگر بر اساس آیین‌نامه IBC.....
۱۵-۱	۱- مقدمه طراحی سازه با میراگر.....
۱۶-۲	۲- مشخصات سازه مورد بررسی.....
۱۶-۲-۱	۱- بارگذاری ثقلی.....
۱۶-۲-۲	۲- بارگذاری زلزله.....
۱۷-۲	۳- تعریف حالات بار طراحی.....
۲۱-۲	۴- تنظیمات Mass Source.....
۲۱-۲-۵	۵- تعریف دیافراگم صلب سقف.....
۲۲-۲-۶	۶- تعریف ناحیه انتهایی صلب.....
۲۳-۲-۷	۷- تنظیمات طراحی سازه به روش LRFD.....
۲۳-۲-۸	۸- تعریف ترکیبات بار طراحی.....
۲۴-۲-۹	۹- نتایج طراحی سازه.....
۲۴-۲-۹-۱	۱- کنترل تغییرمکان نسبی.....
۲۴-۲-۹-۲	۲- مقاطع و نسبت مقاومت تیر و ستون‌ها.....
۲۶-۱۰-۲	۱۰- آماده نمودن شتاب‌نگاشت‌ها برای تحلیل تاریخچه زمانی.....
۲۷-۱۰-۱-۱	۱- مقیاس سازی شتاب‌نگاشت‌ها به طیف ASCE7-10.....
۲۷-۱۰-۲	۲- دریافت شتاب‌نگاشت به همراه ضریب مقیاس از سایت PEER.....
۳۳	فصل سوم. تحلیل و طراحی ساختمان به همراه میراگر ویسکوز.....
۳۳-۱	۱- مقدمه.....
۳۳-۲	۲- اجزای مکانیکی میراگر ویسکوز.....
۳۴-۳	۳- نیروی خروجی میراگر ویسکوز.....

۳۵	۳-۴- میرایی ناشی از میراگر ویسکوز در سازه.....
۴۱	۳-۵- توان سرعت میراگر.....
۴۳	۳-۶- مدل رفتاری میراگر ویسکوز.....
۴۵	۳-۷- طراحی سازه با میراگر مطابق با آیین‌نامه ASCE7-10.....
۴۵	۳-۷-۱- پاسخ مود اول و مودهای بالاتر.....
۴۸	۳-۷-۲- پاسخ مود باقیمانده.....
۴۹	۳-۷-۳- ترکیب پاسخ‌های مودی.....
۵۱	۳-۷-۴- کنترل سیستم میراگر.....
۵۳	۳-۷-۵- انتخاب میراگر.....
۵۳	۳-۸- مثال طراحی سازه به همراه میراگر ویسکوز غیرخطی.....
۵۴	۳-۸-۱- تعیین جرم لرزه‌ای طبقات.....
۵۶	۳-۸-۲- تعیین شکل مودی و پریرود مودها.....
۵۷	۳-۸-۳- تعیین ضریب بزرگنمایی.....
۵۸	۳-۸-۴- پاسخ مود اول.....
۶۱	۳-۸-۵- پاسخ مود چهارم.....
۶۲	۳-۸-۶- پاسخ مود هفتم.....
۶۲	۳-۸-۷- ترکیب پاسخ‌های مودی.....
۶۴	۳-۸-۸- کنترل سیستم میراگر.....
۶۵	۳-۸-۹- تعیین سختی بادبند.....
۶۷	۳-۹- مدلسازی میراگر ویسکوز در SAP2000.....
۶۹	۳-۱۰- تحلیل تاریخچه‌زمانی سازه با میراگر در نرم‌افزار SAP2000.....
۶۹	۳-۱۱- خروجی نتایج میراگر ویسکوز در نرم‌افزار SAP2000.....
۷۵	۳-۱۲- مدلسازی میراگر ویسکوز در OPENSEES.....
۷۸	۳-۱۳- مدلسازی میراگر ویسکوز در PERFORM 3D.....

## ۸۹ فصل چهارم. تحلیل و طراحی ساختمان به همراه میراگر ویسکوالاستیک.....

۸۹	۴-۱- مقدمه.....
۸۹	۴-۲- میراگر ویسکوالاستیک.....
۹۲	۴-۳- مدل عددی میراگر ویسکوالاستیک.....
۹۳	۴-۴- طراحی میراگر ویسکوالاستیک.....
۹۵	۴-۴-۱- تعیین نسبت میرایی مورد نیاز برای سازه.....
۹۵	۴-۴-۲- کنترل برش پایه طراحی سازه بدون میراگر.....
۹۶	۴-۴-۳- تعیین $K_{V-b}$ به روش انرژی کرنشی.....
۹۶	۴-۴-۴- سختی میراگرهای ویسکوالاستیک.....
۹۷	۴-۴-۵- تعیین ابعاد ماده ویسکوالاستیک.....

۹۸	۵-۴ مدل سازی در SAP2000
۹۸	۴-۵-۱ تعیین ضریب میرایی ماده ویسکوالاستیک
۱۰۰	۴-۶ تحلیل تاریخچه زمانی سازه
۱۰۱	۴-۷ خروجی نتایج میراگر در نرم افزار SAP2000
۱۰۲	۴-۸ مدل سازی میراگر ویسکوالاستیک در OPENSEES
۱۰۶	۴-۹ مدل سازی میراگر ویسکوالاستیک در PERFORM 3D

۱۲۱	<b>فصل پنجم. تحلیل و طراحی ساختمان به همراه میراگر اصطکاکی</b>
۱۲۱	۵-۱ مقدمه
۱۲۱	۵-۲ اصطکاک و میراگر اصطکاکی
۱۲۳	۵-۲-۱ ویژگی میراگرهای اصطکاکی
۱۲۳	۵-۲-۲ انواع میراگرهای اصطکاکی
۱۲۵	۵-۳ روش های طراحی میراگر اصطکاکی و مفهوم بار لغزشی بهینه
۱۲۵	۵-۴ طراحی میراگر اصطکاکی بر اساس روش فیلپاترالت
۱۲۵	۵-۴-۱ طراحی ساختمان بدون بادبند
۱۲۵	۵-۴-۲ طراحی ساختمان بدون بادبند
۱۲۷	۵-۴-۳ تعیین پریود غالب ارتعاش زمین و شتاب مبنای طرح
۱۲۸	۵-۴-۴ تعیین پریود غالب ارتعاش زمین و شتاب مبنای طرح
۱۲۸	۵-۴-۵ طیف طراحی بار-لغزش
۱۳۰	۵-۴-۶ تعیین و توزیع نیروی لغزشی کل
۱۳۱	۵-۴-۷ کنترل عدم لغزش میراگرها تحت بار باد
۱۳۱	۵-۴-۸ کنترل ظرفیت بادبندهای حامل میراگر اصطکاکی
۱۳۲	۵-۵ طراحی میراگر اصطکاکی بر اساس شاخص عملکرد لرزه ای
۱۴۰	۵-۶ مدل سازی در SAP2000
۱۴۳	۵-۷ تحلیل تاریخچه زمانی سازه
۱۴۳	۵-۸ خروجی نتایج میراگر در نرم افزار SAP2000
۱۴۶	۵-۹ مدل سازی سایر چیدمان نصب میراگر اصطکاکی در SAP2000
۱۴۶	۵-۹-۱ بادبند قطری به همراه میراگر اصطکاکی
۱۴۸	۵-۹-۲ بادبند شورون به همراه میراگر
۱۴۹	۵-۹-۳ مدل سازی میراگر اصطکاکی دورانی
۱۵۳	۵-۱۰ مدل سازی میراگر اصطکاکی در OPENSEES
۱۵۵	۵-۱۱ مدل سازی میراگر اصطکاکی در PERFORM 3D

۱۶۳	<b>فصل ششم. تحلیل و طراحی ساختمان به همراه میراگر تسلیمی</b>
۱۶۳	۶-۱ میراگر تسلیمی

۱۶۵	۲-۶- طراحی سازه پایه بدون میراگر .....
۱۶۷	۳-۶- طراحی میراگرهای ADAS .....
۱۶۹	۴-۶- نسبت سختی بادبند به میراگر و نسبت سختی بادبند به سازه .....
۱۷۱	۵-۶- تعیین تعداد ورق‌های موردنیاز میراگر .....
۱۷۴	۶-۶- طراحی لرزه‌ای بادبندها .....
۱۷۶	۷-۶- مدل‌سازی میراگرهای تسلیمی در نرم‌افزار SAP2000 .....
۱۷۹	۸-۶- طراحی و کنترل ساختمان دارای میراگر .....
۱۷۹	۱-۸-۶- پاسخ‌های مود اول .....
۱۸۳	۲-۸-۶- پاسخ‌های مودهای باقیمانده .....
۱۸۴	۳-۸-۶- ترکیب پاسخ‌های مود اول و مودهای باقیمانده .....
۱۸۶	۴-۸-۶- کنترل سیستم میراگر .....
۱۸۷	۹-۶- تحلیل تاریخچه زمانی سازه .....
۱۸۷	۱۰-۶- خروجی نتایج میراگر در نرم‌افزار SAP2000 .....
۱۸۸	۱۱-۶- مدل‌سازی میراگر تسلیمی در OPENSEES .....
۱۹۱	۱۲-۶- مدل‌سازی میراگر تسلیمی در PERFORM 3D .....

۱۹۷	<b>فصل هفتم. تحلیل و طراحی ساختمان به همراه جداگرهای لاستیکی هسته سربی .....</b>
۱۹۷	۱-۷- مقدمه .....
۱۹۹	۲-۷- انواع جداگرهای لرزه‌ای .....
۲۰۲	۳-۷- میراگرها برای کنترل تغییرشکل جداگرها .....
۲۰۳	۴-۷- طراحی ساختمان دارای جداگر لرزه‌ای .....
۲۰۴	۵-۷- طراحی ساختمان دارای جداگر لرزه‌ای LRB .....
۲۰۵	۱-۵-۷- جابجایی طراحی و جابجایی حداکثر .....
۲۰۵	۲-۵-۷- جابجایی کل حداقل و حداکثر .....
۲۰۷	۳-۵-۷- سختی مؤثر حداقل و حداکثر .....
۲۰۸	۴-۵-۷- نیروی جانبی طراحی سیستم جداگر لرزه‌ای و اجزاء زیر آن (زیرسازه) .....
۲۰۹	۵-۵-۷- نیروی جانبی کنترل پایداری و ظرفیت نهایی سیستم جداگر .....
۲۰۹	۶-۵-۷- نیروی جانبی طراحی سازه بالای سیستم جداگر (روسازه) .....
۲۱۰	۷-۵-۷- توزیع نیروی جانبی در سازه بالای جداگر و طراحی آن .....
۲۱۲	۶-۶- طراحی گام‌به‌گام جداگر LRB .....
۲۱۲	۱-۶-۷- انتخاب مشخصات لاستیک مورد نظر .....
۲۱۳	۲-۶-۷- محاسبه ارتفاع کل لایه‌های لاستیک .....
۲۱۳	۳-۶-۷- طراحی هسته سربی Lead Plug .....
۲۱۴	۴-۶-۷- محاسبه ضریب شکل S .....
۲۱۵	۵-۶-۷- سطح مقطع مؤثر بر اساس تنش محوری مجاز .....



۲۱۶	۶-۶-۷- سطح مقطع مؤثر از کرنش برشی ناشی از نیروی قائم
۲۱۶	۷-۶-۷- سختی الاستیک جداگر
۲۱۷	۷-۶-۸- سطح مقطع کاهش یافته از کرنش برشی جداگر
۲۱۸	۷-۶-۹- مساحت نهایی
۲۱۸	۷-۶-۱۰- تعداد وضخامت لایه‌های لاستیک
۲۱۹	۷-۶-۱۱- ضخامت ورق‌های فولادی
۲۱۹	۷-۶-۱۲- کنترل کرنش برشی
۲۲۰	۷-۶-۱۳- کنترل پایداری جداگر
۲۲۰	۷-۶-۱۴- کنترل نسبت ابعاد هسته‌ی سربی
۲۲۰	۷-۶-۱۵- کنترل کرنش برشی برای بار زلزله
۲۲۱	۷-۶-۱۶- کنترل Rollout جداگر
۲۲۲	۷-۷- مدل‌سازی جداگر در Sap2000
۲۲۵	۷-۸- تحلیل تاریخچه زمانی سازه
۲۲۵	۷-۹- خروجی نتایج جداگر در نرم‌افزار SAP2000
۲۲۷	۷-۱۰- مدل‌سازی جداگر هسته سربی در OPENSEES
۲۳۰	۷-۱۱- مدل‌سازی جداگر هسته سربی در PERFORM 3D

## فصل هشتم. تحلیل و طراحی ساختمان به همراه جداگرهای پاندولی اصطکاکی

۲۳۷	۸-۱- جداگر لرزه‌ای اصطکاکی
۲۳۷	۸-۲- جداگر اصطکاکی یگانه FPS
۲۴۰	۸-۲-۱- تاثیر تماس با نگه دارنده های جابجایی
۲۴۱	۸-۳- جداگر اصطکاکی دوگانه DCPF
۲۴۵	۸-۳-۱- رفتار جداگر اصطکاکی دوگانه با فرض $\mu_2 = \mu_1$
۲۴۷	۸-۴- جداگر اصطکاکی سه گانه TFPB
۲۵۶	۸-۵- مدل‌سازی جداگر اصطکاکی یگانه و دوگانه
۲۵۶	۸-۶- مدل‌سازی جداگر اصطکاکی یگانه و دوگانه در نرم‌افزار SAP2000
۲۵۸	۸-۷- مدل‌سازی جداگر اصطکاکی سه گانه در نرم‌افزار SAP2000
۲۶۰	۸-۸- مدل‌سازی جداگر اصطکاکی یگانه و دوگانه در نرم‌افزار OPENSEES
۲۶۳	۸-۹- مدل‌سازی جداگر اصطکاکی سه گانه در نرم‌افزار OPENSEES
۲۶۶	۸-۱۰- مدل‌سازی جداگر اصطکاکی یگانه در نرم‌افزار PERFORM 3D
۲۷۳	۸-۱۱- مثال طراحی ساختمان به همراه جداگر اصطکاکی یگانه
۲۷۴	۸-۱۱-۱- جابجایی طراحی و جابجایی حداکثر
۲۷۴	۸-۱۱-۲- محاسبه جابجایی کل
۲۷۵	۸-۱۱-۳- محاسبه سختی مؤثر حداقل و حداکثر
۲۷۷	۸-۱۱-۴- نیروی جانبی لازم برای طراحی سیستم جداگر لرزه ای و اجزاء زیر آن

۲۷۷	۸-۱۱-۵- نیروی جانبی لازم برای کنترل پایداری و ظرفیت نهایی سیستم جداگر.....
۲۷۷	۸-۱۱-۶- نیروی جانبی لازم برای طراحی ساختمان بالای سیستم جداگر.....
۲۷۸	۸-۱۱-۷- توزیع نیروی جانبی در ارتفاع ساختمان بالای سیستم جداگر و طراحی ساختمان.....
۲۸۰	۸-۱۱-۸- مدلسازی در SAP2000.....
۲۸۶	۸-۱۱-۹- منحنی رفتاری جداگر در نرم افزار SAP2000.....
۲۸۷	۸-۱۲- مثال مدل سازی در OPENSEES.....

۲۹۱	<b>فصل نهم. تحلیل و طراحی ساختمان به همراه مهاربند کمانش ناپذیر BRB.....</b>
۲۹۱	۹-۱- مهاربند کمانش ناپذیر BRB.....
۲۹۳	۹-۲- طراحی سازه به همراه مهاربند کمانش ناپذیر BRB.....
۲۹۴	۹-۳- تنظیمات نرم افزاری طراحی سیستم دوگانه دارای مهاربند BRB.....
۲۹۴	۹-۳-۱- بارگذاری زلزله سیستم با مهاربند کمانش ناپذیر.....
۲۹۵	۹-۳-۲- معرفی مقاطع مهاربند کمانش ناپذیر.....
۲۹۶	۹-۳-۳- تنظیمات طراحی سازه دارای مهاربند کمانش ناپذیر.....
۲۹۴	۹-۳-۴- کنترل تغییر مکان نسبی طبقات.....
۳۰۰	۹-۴- کنترل ضابطه ۲۵ درصد برای قاب خمشی.....
۳۰۱	۹-۴-۱- طرح مهاربندهای کمانش ناپذیر.....
۳۰۴	۹-۵- کنترل ستون تحت بار ظرفیتی مهاربندها.....
۳۰۸	۹-۶- مدل سازی غیرخطی مهاربند کمانش ناپذیر در Sap2000.....
۳۱۰	۹-۷- مدل سازی مهاربند کمانش ناپذیر در Opensees.....
۳۱۲	۹-۸- مدل سازی مهاربند کمانش ناپذیر در PERFORM 3D.....

۳۲۱	منابع.....
-----	------------