بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی عمران

پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی عمران– گرایش سازه

تعیین ضریب رفتار سازه‌های فولادی مجهز به میراگرهای اصطکاکی سیلندری

استاد راهنما:

دکتر سید مسعود میرطاهری

نگارش:

مجتبی رفیعی

۸۹۰۰۵۳۴

پائیز ۱۳۹۱

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

حق چاپ و تکثیر و مالکیت بر نتایج

حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هر گونه کپی‌برداری به صورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده و کتابخانه دانشکده عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز است.

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست. همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج پایان‌نامه با ذکر مرجع مجاز است.

تشکر و قدردانی

از زحمات اساتید محترم، پرسنل و دانشجویان صمیمی و مهربان دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، به خصوص از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر مسعود میرطاهری که با راهنمایی‌های خود راهگشای اینجانب بوده اند،کمال تشکر را دارم.

چکیده

یافتن روش‌هایی برای اتلاف انرژی ورودی ناشی از زمین لرزه می‌تواند بهترین و موثرترین روش برای بهبود رفتار لرزه‌ای سازه‌ها باشد. این روش‌ها به سه دسته کنترل غیرفعال، فعال و نیمه‌فعال تقسیم‌بندی می‌شوند. از میان روش‌های کنترل غیرفعال، میراگرهای اصطکاکی به دلیل تولید آسان، راحتی نصب و اتلاف انرژی بالا مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. از انواع میراگرهای اصطکاکی، میراگرهای اصطکاکی سیلندری را می‌توان نام برد. در این تحقیق به ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های مجهز به میراگرهای اصطکاکی سیلندری پرداخته شده است. در ابتدا سازه‌های مجهز به این نوع میراگر را در نرم‌افزار Open Sees تحت شتاب‌نگاشت زمین‌لرزه‌های مختلف که همگی با شتاب زمین (g) مقایس شده‌اند، جهت بدست آوردن بار لغزش بهینه قرار می‌دهیم. نتایج نشان می‌دهند که بار لغزش بهینه، وابسته به شتاب‌نگاشت زمین‌لرزه ورودی می‌باشد.

در این پایان‌نامه به منظور طراحی سازه‌های مجهز به میراگرهای اصطکاکی سیلندری به محاسبه ضریب رفتار سازه‌های مجهز به میراگر اصطکاکی سیلندری پرداخته شده است. با توجه به وابستگی پاسخ سازه‌های مجهز به این نوع میراگر به شتاب‌نگاشت زمین‌لرزه ورودی و وابستگی ضریب رفتار به شکل‌پذیری و مقاومت افزون پنج قاب به تعداد طبقات چهار، شش، هشت، ده و دوازده و با دهانه‌های پنج و هفت متری و با بادبندهای مختلف (بادبندهای قطری ، هشتی) طراحی شده و سپس تحت اثر چهار زمین‌لرزه به نام‌های caolinga، Landers، Narrows و Northrige قرار داده شده‌اند. نتایج حاکی از این می‌باشد که میراگر اصطکاکی سیلندری موجب بهبود رفتار لرزه‌ای سازه‌ها و همچنین باعث افزایش شکل‌پذیری می‌شود.

کلید واژه: میراگر اصطکاکی، میراگر اصطکاکی سیلندری، کنترل غیرفعال، کنترل نیمه‌فعال، کنترل فعال، اتلاف انرژی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست شکل‌ها ..... ط

فهرست جدول‌ها ..... م

فهرست علایم و نشانه‌ها ..... ش

فصل ۱- مقدمه ۱

۱-۱- پیشگفتار ۱

۱-۲- کنترل سازه ۳

۱-۳- میراگر چیست؟ ۴

۱-۴- میرایی و انواع آن ۶

۱-۴-۱- میرایی خارجی ویسکوز ۶

۱-۴-۲- میرایی داخلی ویسکوز ۷

۱-۴-۳- میرایی اصطکاکی ۷

۱-۴-۴- میرایی هیسترزیس ۷

۱-۴-۵- میرایی تشعشعی ۷

۱-۵- سیستم کنترل غیرفعال ۸

۱-۶- سیستم کنترل فعال ۹

۱-۷- سیستم کنترل نیمه‌فعال ۱۱

۱-۸- انواع سیستم کنترل غیرفعال ۱۲

۱-۸-۱- میراگرهای ویسکوز سیال ۱۲

۱-۸-۱-۱- کاربرد میراگرهای ویسکوز سیال ۱۴

۱-۸-۱-۲- مزایا و معایب میراگرهای ویسکوز سیال ۱۴

۱-۸-۲- میراگرهای جرم تنظیم شده ۱۵

۱-۸-۳- میراگرهای مایع تنظیم شده ۱۶

۱-۸-۴- میراگر فلزی تسلیم شونده ۱۷

۱-۸-۵- میراگرهای ویسکوالاستیک ۱۸

۱-۸-۵-۱- مزایا و معایب میراگرهای ویسکوالاستیک ۱۹

۱-۸-۵-۲- کاربرد میراگرهای ویسکوالاستیک ۱۹

۱-۹- اهداف پایان‌نامه ۲۱

۱-۱۰- سر فصل‌ها ۲۲

فصل ۲- مروری بر کارهای گذشته ۲۳

۲-۱- میراگرهای اصطکاکی ۲۳

۲-۱-۱- کاربرد میراگرهای اصطکاکی ۲۴

۲-۱-۲- مزایا و معایب میراگرهای اصطکاکی ۲۵

۲-۱-۳- مقایسه حلقه‌های چرخه‌ای انواع میراگرها ۲۶

۲-۱-۴- محل قرارگیری میراگرهای اصطکاکی ۲۷

۲-۱-۵- میراگر اصطکاکی سومیتومو ۲۸

۲-۱-۶- میراگر اصطکاکی دورانی ۲۹

۲-۱-۷- میراگر اصطکاکی سیلندری (CFD) ۳۰

۲-۱-۷-۱- محاسبات طراحی میراگر اصطکاکی سیلندری ۳۲

۲-۱-۷-۲- مطالعه آزمایشگاهی میراگر اصطکاکی سیلندری ۳۴

۲-۱-۷-۳- مقایسه میراگر اصطکاکی سیلندری با سایر میراگرهای اصطکاکی ۳۵

۲-۱-۸- ضریب رفتار سازه‌های مجهز به میراگر اصطکاکی سیلندری ۳۷

فصل ۳- نحوه محاسبه ضریب رفتار ۳۸

۳-۱- مقدمه ۳۸

۳-۲- مفهوم ضریب رفتار ۳۹

۳-۳- ضریب اضافه مقاومت (R_S) ۴۱

۳-۴- ضریب شکل‌پذیری (R_μ) ۴۲

۳-۵- ضریب تنش مجاز (Y) ۴۲

۳-۶- نحوه محاسبه R و R_W ۴۳

فصل ۴- نحوه ساخت مدل در نرم‌افزار ۴۴

۴-۱- مقدمه ۴۴

۴-۲- نحوه ساخت مدل چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری در برنامه ETABS ۴۴

۴-۲-۱- مشخصات مصالح و مواد ۴۴

۴-۲-۲- مقاطع اعضا ۴۴

۴-۲-۳- بارگذاری ثقلی ۴۵

۴-۲-۴- بارگذاری ثقلی ۴۵

۴-۳- نحوه ساخت مدل چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری در برنامه Open Sees ۴۸

۴-۳-۱- مدل‌سازی ۴۸

۴-۳-۲- تعریف گره‌ها ۴۸
۴-۳-۳- تعریف تکیه‌گاه ۴۸
۴-۳-۴- تعریف مقاطع تیر، ستون و بادبند ۴۸
۴-۳-۵- تعریف المان‌های تیر، ستون و بادبند ۴۹
۴-۳-۶- تعریف مصالح ۴۹
۴-۳-۷- نحوه تعریف میراگر اصطکاک سیلندری در سازه چهار طبقه ۵۰
۴-۳-۸- بارگذاری ۵۰
۴-۳-۹- آنالیز ۵۱
۴-۴- نحوه ساخت مدل چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی در برنامه ETABS ۵۳
۴-۵- نحوه ساخت مدل چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی در برنامه Open Sees ۵۵

فصل ۵- محاسبه ضریب رفتار سازه‌های مجهز به میراگر اصطکاکی سیلندری ۵۷

۵-۱- مقدمه ۵۷
۵-۲- ضریب رفتار قاب چهار طبقه ۵۸
۵-۲-۱- با دهانه پنج متری و بادبند قطری ۵۸
۵-۲-۱-۱- قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۵۹
۵-۲-۱-۲- قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۶۰
۵-۲-۱-۳- قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۶۱
۵-۲-۱-۴- قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۶۲
۵-۲-۱-۵- میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۶۳
۵-۲-۲- با دهانه پنج متری و بادبند هشتی ۶۵
۵-۲-۲-۱- قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۶۵
۵-۲-۲-۲- قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۶۶
۵-۲-۲-۳- قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۶۷
۵-۲-۲-۴- قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۶۸
۵-۲-۲-۵- میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۶۹
۵-۲-۳- با دهانه هفت متری و بادبند قطری ۷۱
۵-۲-۳-۱- قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۷۱
۵-۲-۳-۲- قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۷۲
۵-۲-۳-۳- قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۷۳
۵-۲-۳-۴- قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۷۴

۵-۲-۳-۵- میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۷۵
۵-۲-۴- با دهانه هفت متری و بادبند هشتی ۷۷
۵-۲-۴-۱- قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۷۷
۵-۲-۴-۲- قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۷۸
۵-۲-۴-۳- قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۷۹
۵-۲-۴-۴- قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۸۰
۵-۲-۴-۵- میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۸۱
۵-۳- ضریب رفتار قاب شش طبقه ۸۳
۵-۳-۱- با دهانه پنج متری و بادبند قطری ۸۳
۵-۳-۱-۱- قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۸۳
۵-۳-۱-۲- قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۸۴
۵-۳-۱-۳- قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۸۵
۵-۳-۱-۴- قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۸۶
۵-۳-۱-۵- میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۸۷
۵-۳-۲- با دهانه پنج متری و بادبند هشتی ۸۹
۵-۳-۲-۱- قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۸۹
۵-۳-۲-۲- قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۹۰
۵-۳-۲-۳- قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۹۱
۵-۳-۲-۴- قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۹۲
۵-۳-۲-۵- میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۹۳
۵-۳-۳- با دهانه هفت متری و بادبند قطری ۹۵
۵-۳-۳-۱- قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۹۵
۵-۳-۳-۲- قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۹۶
۵-۳-۳-۳- قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۹۷
۵-۳-۳-۴- قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۹۸
۵-۳-۳-۵- میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۹۹
۵-۳-۴- با دهانه هفت متری و بادبند هشتی ۱۰۱
۵-۳-۴-۱- قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۱۰۱
۵-۳-۴-۲- قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۱۰۲

۵-۳-۴-۳- قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۱۰۳
۵-۳-۴-۴- قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۱۰۴
۵-۳-۴-۵- میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۰۵
۵-۴- ضریب رفتار قاب هشت طبقه ۱۰۷
۵-۴-۱- با دهانه پنج متری و بادبند قطری ۱۰۷
۵-۴-۱-۱- قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۱۰۷
۵-۴-۱-۲- قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۱۰۸
۵-۴-۱-۳- قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۱۰۹
۵-۴-۱-۴- قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۱۱۰
۵-۴-۱-۵- میانگین ضریب رفتار قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۱۱
۵-۴-۲- با دهانه پنج متری و بادبند هشتی ۱۱۳
۵-۴-۲-۱- قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۱۱۳
۵-۴-۲-۲- قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۱۱۴
۵-۴-۲-۳- قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۱۱۵
۵-۴-۲-۴- قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۱۱۶
۵-۴-۲-۵- میانگین ضریب رفتار قاب هشت طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۱۷
۵-۴-۳- با دهانه هفت متری و بادبند قطری ۱۱۹
۵-۴-۳-۱- قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۱۱۹
۵-۴-۳-۲- قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۱۲۰
۵-۴-۳-۳- قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۱۲۱
۵-۴-۳-۴- قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۱۲۲
۵-۴-۳-۵- میانگین ضریب رفتار قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۲۳
۵-۴-۴- با دهانه هفت متری و بادبند هشتی ۱۲۵
۵-۴-۴-۱- قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۱۲۵
۵-۴-۴-۲- قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۱۲۶
۵-۴-۴-۳- قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۱۲۷
۵-۴-۴-۴- قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۱۲۸
۵-۴-۴-۵- میانگین ضریب رفتار قاب هشت طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۲۹
۵-۵- ضریب رفتار قاب ده طبقه ۱۳۱

۵-۵-۱- با دهانه پنج متری و بادبند قطری ۱۳۱
۵-۵-۱-۱- قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۱۳۱
۵-۵-۱-۲- قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۱۳۲
۵-۵-۱-۳- قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۱۳۳
۵-۵-۱-۴- قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۱۳۴
۵-۵-۱-۵- میانگین ضریب رفتار قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۳۵
۵-۵-۲- با دهانه پنج متری و بادبند هشتی ۱۳۷
۵-۵-۲-۱- قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۱۳۷
۵-۵-۲-۲- قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۱۳۸
۵-۵-۲-۳- قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۱۳۹
۵-۵-۲-۴- قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۱۴۰
۵-۵-۲-۵- میانگین ضریب رفتار قاب ده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۴۱
۵-۵-۳- با دهانه هفت متری و بادبند قطری ۱۴۳
۵-۵-۳-۱- قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۱۴۳
۵-۵-۳-۲- قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۱۴۴
۵-۵-۳-۳- قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۱۴۵
۵-۵-۳-۴- قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۱۴۶
۵-۵-۳-۵- میانگین ضریب رفتار قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۴۷
۵-۵-۴- با دهانه هفت متری و بادبند هشتی ۱۴۹
۵-۵-۴-۱- قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۱۴۹
۵-۵-۴-۲- قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۱۵۰
۵-۵-۴-۳- قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۱۵۱
۵-۵-۴-۴- قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۱۵۲
۵-۵-۴-۵- میانگین ضریب رفتار قاب ده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۵۳
۵-۶- ضریب رفتار قاب دوازده طبقه ۱۵۵
۵-۶-۱- با دهانه پنج متری و بادبند قطری ۱۵۵
۵-۶-۱-۱- قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۱۵۵
۵-۶-۱-۲- قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۱۵۶
۵-۶-۱-۳- قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۱۵۷
۵-۶-۱-۴- قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۱۵۸

۵-۶-۱-۵- میانگین ضریب رفتار قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۵۹
۵-۶-۲- با دهانه پنج متری و بادبند هشتی ۱۶۱
۵-۶-۲-۱- قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۱۶۱
۵-۶-۲-۲- قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۱۶۲
۵-۶-۲-۳- قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۱۶۳
۵-۶-۲-۴- قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۱۶۴
۵-۶-۲-۵- میانگین ضریب رفتار قاب دوازده طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۶۵
۵-۶-۳- با دهانه هفت متری و بادبند قطری ۱۶۷
۵-۶-۳-۱- قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga ۱۶۷
۵-۶-۳-۲- قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers ۱۶۸
۵-۶-۳-۳- قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows ۱۶۹
۵-۶-۳-۴- قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige ۱۷۰
۵-۶-۳-۵- میانگین ضریب رفتار قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۷۱
۵-۶-۴- با دهانه هفت متری و بادبند هشتی ۱۷۳
۵-۶-۴-۱- قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga ۱۷۳
۵-۶-۴-۲- قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers ۱۷۴
۵-۶-۴-۳- قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows ۱۷۵
۵-۶-۴-۴- قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige ۱۷۶
۵-۶-۴-۵- میانگین ضریب رفتار قاب دوازده طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۱۷۷
۵-۷- خلاصه نتایج ضریب رفتار ۱۷۹
۵-۸- بررسی ضریب اضافه نیرو و ضریب شکل‌پذیری ۱۸۱

فصل ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۱۸۲
۶-۱- نتیجه‌گیری ۱۸۲
۶-۲- پیشنهادها ۱۸۴

ضمیمه أ -تیپ‌بندی مقاطع استفاده شده در سازه‌ها ۱۸۵

ضمیمه ب -نمای جانبی از مدل چهار طبقه ساخته شده در نرم افزار ETABS ۱۹۵

ضمیمه ج - شتاب‌نگاشت زمین‌لرزه‌های اعمالی به سازه‌ها ۲۰۰

فهرست مراجع..... ۲۰۲

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: میراگر [۱۸] ۵
شکل ۱-۲: میراگر [۱۸] ۶
شکل ۱-۳: سیستم کنترل غیرفعال [۷] ۸
شکل ۱-۴: سیستم کنترل فعال [۸] ۱۰
شکل ۱-۵: سیستم کنترل نیمه‌فعال [۹] ۱۱
شکل ۱-۶: نمونه‌ای از میراگر ویسکوز [۱۰] ۱۳
شکل ۱-۷: نمونه اجرای از میراگر جرم تنظیم‌شده [۱۸] ۱۵
شکل ۱-۸: شکل‌گیری نیروی کنترل ناشی از میراگرهای مایع با در نظر گرفتن مقطع طولی مقطع [۱۲] ۱۶
شکل ۱-۹: میراگر مایع تنظیم‌شده [۱۸] ۱۷
شکل۱-۱۰: میراگر فلزی X شکل [۱۳] ۱۸
شکل ۱-۱۱: میراگر ورقه مثلثی در یک قاب [۱۳] ۱۸
شکل ۱-۱۲: نمونه‌ای از میراگرهای ویسکوالاستیک [۱۴] ۲۰
شکل ۱-۱۳: میزان انرژی تلف شده در واحد حجم ماده ویسکوالاستیک [۱۴] ۲۱
شکل ۲-۱: نمونه‌های از میراگر اصطکاکی[۱۹] ۲۵
شکل ۲-۲: نمونه‌ای از میراگر اصطکاکی نصب شده در سازه [۱۹] ۲۵
شکل ۲-۳: نمونه‌ای از میراگر اصطکاکی نصب شده در سازه [۱۹] ۲۶
شکل ۲-۴: نمونه‌ای از میراگر اصطکاکی نصب شده در خطوط لوله [۱۹] ۲۶
شکل ۲-۵: مقایسه حلقه‌های چرخه‌ای انواع میراگر [۱۶] ۲۷
شکل ۲-۶: میراگر قطری [۱۷] ۲۷
شکل ۲-۷: موقعیت‌های مختلف قرارگیری میراگر اصطکاکی قطری [۱۷] ۲۸
شکل ۲-۸: موقعیت قرارگیری میراگر اصطکاکی پال [۱۷] ۲۸
شکل ۲-۹: جزئیات اتصال میراگر اصطکاکی سومیتومو [۳۲] ۲۹
شکل ۲-۱۰: (الف) اجزاء میراگر اصطکاکی دورانی. (ب) مکانیزم کار میراگر اصطکاکی دورانی [۲۴] ۳۰
شکل ۲-۱۱: قسمت‌های اصلی میراگر اصطکاکی سیلندری: (a) میله استوانه‌ای و (b) سیلندری [۲۰]. ۳۰
شکل ۲-۱۲: میراگر اصطکاکی سیلندری [۲۰] ۳۱

شکل ۲-۱۳: میراگر اصطکاکی سیلندری: (a) مقطع طولی میراگر اصطکاکی سیلندری و (b) میراگر اصطکاکی سیلندری مونتاژ شده [۲۰] ۳۱
شکل ۲-۱۴: فشار نرمال توسعه یافته با رسیدن به تعادل حرارتی بین سطوح تماس [۲۰] ۳۲
شکل ۲-۱۵: آزمایش بارگذاری محوری CFD [۲۰] ۳۴
شکل ۲-۱۶: مدل اجزای محدود میراگر اصطکاکی سیلندری ترسیم شده در برنامه ANSYS [۲۰] ۳۵
شکل ۲-۱۷: منحنی هیسترزیس CFD [۲۰] ۳۵
شکل ۲-۱۸: نمودار پاسخ (جابجایی نسبی) در مقابل نیروی لغزش [۲۶] ۳۷
شکل ۳-۱: سطح زیر منحنی نیرو - تغییرمکان در رفتار الاستیک و الاستوپلاستیک [۲۹] ۳۹
شکل ۳-۲: پاسخ کلی سازه (ضریب برش پایه - تغییر مکان جانبی) [۳۱] ۴۰
شکل ۴-۱: نمای سه بعدی ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند قطری ۴۶
شکل ۴-۲: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند قطری ۴۷
شکل ۴-۳: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند قطری در برنامه Open Sees ۵۱
شکل ۴-۴: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند قطری در برنامه Open Sees ۵۲
شکل ۴-۵: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند قطری در برنامه Open Sees ۵۲
شکل ۴-۶: نمای سه بعدی ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند هشتی ۵۳
شکل ۴-۷: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند هشتی ۵۴
شکل ۴-۸: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند هشتی در برنامه Open Sees ۵۵
شکل ۴-۹: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند هشتی در برنامه Open Sees ۵۵
شکل ۴-۱۰: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند هشتی در برنامه Open Sees ۵۶
شکل ۴-۱۱: نمای جانبی قاب ۲ ساختمان ۴ طبقه با دهانه ۵ متری و مهاربند هشتی در برنامه Open Sees ۵۶
شکل ۵-۱: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD..... ۶۴

شکل ۵-۲: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD..... ۷۰
شکل ۵-۳: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۷۶
شکل ۵-۴: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD..... ۸۲
شکل ۵-۵: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD..... ۸۸
شکل ۵-۶: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD..... ۹۴
شکل ۵-۷: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۰۰
شکل ۵-۸: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۰۶
شکل ۵-۹: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب هشت طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۱۲
شکل ۵-۱۰: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب هشت طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۱۸
شکل ۵-۱۱: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب هشت طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۲۴
شکل ۵-۱۲: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب هشت طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۳۰
شکل ۵-۱۳: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب ده طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۳۶
شکل ۵-۱۴: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب ده طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۴۲
شکل ۵-۱۵: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب ده طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۴۸
شکل ۵-۱۶: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب ده طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD.....۱۵۴

شکل ۵-۱۷: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب دوازده طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD... ۱۶۰
شکل ۵-۱۸: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب دوازده طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD... ۱۶۶
شکل ۵-۱۹: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب دوازده طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD... ۱۷۲
شکل ۵-۲۰: نمودار ضریب رفتار و میانگین ضریب رفتار قاب دوازده طبقه را زمانی که بطور جداگانه تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD... ۱۷۸
شکل ۵-۲۱: بررسی مقادیر ضریب اضافه نیرو و ضریب شکل‌پذیری برای مهاربند قطری به ازای دهانه‌های پنج متری و هفت متری ۱۸۱
شکل ۵-۲۲: بررسی مقادیر ضریب اضافه نیرو و ضریب شکل‌پذیری برای مهاربند هشتی به ازای دهانه‌های پنج متری و هفت متری ۱۸۱

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱: مشخصات مصالح بتنی ۴۵
جدول ۳-۲: مشخصات مصالح فولادی ۴۵
جدول ۵-۱: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۵۹
جدول ۵-۲: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۶۰
جدول ۵-۳: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۶۱
جدول ۵-۴: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۶۲
جدول ۵-۵: میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه را زمانی که تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۶۳
جدول ۵-۶: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۶۵
جدول ۵-۷: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۶۶
جدول ۵-۸: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۶۷
جدول ۵-۹: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۶۸
جدول ۵-۱۰: میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه را زمانی که تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۶۹
جدول ۵-۱۱: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله caolinga به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۷۱
جدول ۵-۱۲: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Landers به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۷۲

جدول ۵-۱۳: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Narrows به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۷۳
جدول ۵-۱۴: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند قطری تحت اثر زلزله Northrige به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۷۴
جدول ۵-۱۵: میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه را زمانی که تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۷۵
جدول ۵-۱۶: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۷۷
جدول ۵-۱۷: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۷۸
جدول ۵-۱۸: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۷۹
جدول ۵-۱۹: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Northrige به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۸۰
جدول ۵-۲۰: میانگین ضریب رفتار قاب چهار طبقه را زمانی که تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۸۱
جدول ۵-۲۱: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۸۳
جدول ۵-۲۲: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۸۴
جدول ۵-۲۳: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۸۵
جدول ۵-۲۴: ضریب رفتار قاب چهار طبقه با دهانه هفت متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Narrows به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۸۶
جدول ۵-۲۵: میانگین ضریب رفتار قاب شش طبقه را زمانی که تحت اثر زلزله caolinga، Landers، Narrows و Northrige به ازای هر بار لغزشی در حالت ASD ۸۷
جدول ۵-۲۶: ضریب رفتار قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله caolinga به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۸۹
جدول ۵-۲۷: ضریب رفتار قاب شش طبقه با دهانه پنج متری و مهاربند هشتی تحت اثر زلزله Landers به ازای بار لغزشی متفاوت در دو حالت ASD و LRFD ۹۰