بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی عمران

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش سازه

بررسی عملکرد لرزه‌ای قاب‌های فولادی مهاربندی شده مرکزگرا

مؤلف :

سید جواد مرتضوی

استاد راهنما :

دکتر حامد صفاری

استاد مشاور :

دکتر محمد جواد فدایی

مرداد ماه ۱۳۹۱

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی عمران

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : سید جواد مرتضوی

استاد راهنما : دکتر حامد صفاری

استاد مشاور : دکتر محمد جواد فدایی

داور ۱ : دکتر سعید شجاعی باغینی

داور۲ : دکتر رضا رهگذر

معاون آموزشی و پژوهشی دانشکده : دکتر مریم احتشام زاده

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به :

پدر فداکار و مادر مهربانم، آنها که:

من، این نوشته و بسی ناگفته‌های دیگر،

وامدار تلاش‌های وصف‌ناشدنی‌شان می‌باشند.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانم که از همکاری‌ها و راهنمایی‌های ارزشمند و بی‌دریغ جناب آقای پروفسور حامد صفاری به عنوان استاد راهنما در طول مدت پایان‌نامه، صمیمانه تشکر و قدردانی کنم. همچنین از تمامی دوستانی که در روند کاری تحقیق، یاری رساندند،کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

سیستم قاب‌های با مهاربند هم محور(CBF) معمول، از جمله قاب‌های باربر لرزه‌ای می‌باشند که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم سازه‌ای، اقتصادی می‌باشد و سختی جانبی زیادی دارد در حالی که شکل‌پذیری کمی دارد و در آن، پس از زلزله، تغییر شکل ماندگار به وجود می‌آید. سیستم سازه‌ای قاب های فولادی مهاربندی شده مرکزگرا (SC-CBF)، نوع جدیدی از قاب‌های باربر لرزه‌ای می‌باشند که ضمن حفظ مزایای قاب‌های CBF، شکل پذیری بیشتری دارد و تغییرشکل ماندگار کمتری دارد. برای افزایش ظرفیت تغییرشکل سازه، به ستون‌های قاب اجازه داده می شود از روی فونداسیون بلند شوند حول محل اتصال ستون به فونداسیون، دوران کند. همچنین برای حذف تغییرمکان ماندگار در ساختمان، از کابل های پیش‌تنیده در ارتفاع قاب استفاده می‌شود. در این تحقیق، با استفاده از برنامه‌ای که با نرم‌افزار MATLAB نوشته شده است، تعداد نه قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا طراحی گردیده و سپس با استفاده از نرم‌افزار OPENSEES، تحلیل‌های غیرخطی استاتیکی و دینامیکی بر روی آن ها انجام شده است. نتایج این تحلیل‌ها نشان می‌دهد که قاب SC-CBF، عملکرد لرزه‌ای مناسبی داشته و جابه‌جایی ماندگار آن تحت بار زلزله، ناچیز می‌باشد.

کلمات کلیدی: قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا، تحلیل غیرخطی استاتیکی، تحلیل غیرخطی دینامیکی، OPENSEES، MATLAB

فهرست مطالب

عنوان **شماره صفحه**

فصل اول: مقدمه..... ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ اهداف پایان نامه ۲

۱-۳ رئوس مطالب پایان‌نامه ۳

فصل دوم: مروری بر تحقیقات گذشته..... ۴

۲-۱ مقدمه ۵

۲-۲ دیوارهای برشی پیش تنیده مرکزگرا ۵

۲-۳ قاب خمشی بتنی مرکزگرا..... ۱۱

۲-۴ قاب خمشی فولادی مرکزگرا..... ۱۲

۲-۵ قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا ۲۲

۲-۵-۱ بادبندهای مرکزگرا ۲۲

۲-۵-۲ قاب فولادی مهاربندی مرکزگرا با قابلیت بلندشدگی ستون از روی فونداسیون ۲۸

فصل سوم: رفتار قاب مهاربندی شده مرکزگرا تحت بار زلزله..... ۳۳

۳-۱ مقدمه ۳۴

۳-۲ معرفی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا..... ۳۴

۳-۳ رفتار ایده آل قاب فولادی مهاربندی مرکزگرا تحت بار جانبی ۳۵

۳-۴ حالات حدی..... ۳۷

۳-۴-۱ حالت حدی بلند شدگی ستون ۳۸

۳-۴-۲ حالت حدی تسلیم کابل فولادی پیش تنیده ۳۸

۳-۴-۳ حالت حدی تسلیم اعضا ۳۹

۳-۴-۴ خرابی اعضا ۳۹

فصل چهارم: طراحی قاب مهاربندی شده مرکزگرا..... ۴۰

۴-۱ مقدمه..... ۴۱

۴-۲ اهداف عملکردی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا..... ۴۱

۴-۲-۱ سطوح عملکرد لرزه‌ای..... ۴۱

۴-۲-۲ سطوح خطر لرزه‌ای..... ۴۳

۴-۲-۳ تعیین اهداف عملکردی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا..... ۴۴

۴-۳ جزئیات قاب مهاربندی شده مرکزگرا..... ۴۵

۴-۴ روش طراحی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا..... ۴۶

۴-۴-۱ طراحی اولیه..... ۴۷

۴-۴-۲ طراحی اعضای سازه ای..... ۵۵

۴-۴-۳ طراحی کابل پیش تنیده..... ۶۱

فصل پنجم: طراحی و مدل سازی در نرم افزار..... ۷۱

۵-۱ مقدمه..... ۷۲

۵-۲ برنامه طراحی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا..... ۷۳

۵-۳ المانهای اضافه شده به نرم افزار OPENSEES..... ۷۴

۵-۳-۱ المان zeroLengthDamp..... ۷۴

۵-۳-۲ المان contactsupport..... ۷۵

۵-۴ مدل سازی قاب فولادی مهاربندی شده در نرم‌افزار OPENSEES..... ۸۶

۵-۵ مشخصات قابهای طراحی شده..... ۷۶

فصل ششم: نتایج تحلیل..... ۸۸

۶-۱ مقدمه..... ۸۹

۶-۲ نتایج تحلیل غیرخطی استاتیکی..... ۸۹

۶-۳ نتایج تحلیل غیرخطی دینامیکی..... ۹۶

فصل هفتم: خلاصه، نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۱۱۷

۷-۱ خلاصه و نتیجه گیری ۱۱۸
۷-۲ پیشنهادات ۱۱۸
مراجع ۱۱۹

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۲-۱ اجزا دیوار برشی مرکزگرا در ارتفاع و مقطع ۶
شکل ۲-۲ رفتار دیوار برشی مرکزگرا تحت بار جانبی ۷
شکل ۲-۳ نمودار برش پایه در مقابل جابه جایی بام دیوار برشی مرکزگرا ۸
شکل ۲-۴ نمودار هیسترزیس قاب برشی مرکزگرا ۸
شکل ۲-۵ اهداف عملکردی دیوار برشی مرکزگرا ۹
شکل ۲-۶ جزئیات دیوار برشی مرکزگرا با اتصالات عمودی ۱۰
شکل ۲-۷ نحوه رفتار دیوار برشی مرکزگرا با اتصالات عمودی ۱۱
شکل ۲-۸ جزئیات اتصال تیر به ستون در قاب خمشی بتنی مرکزگرا ۱۲
شکل ۲-۹ عملکرد قاب بتنی خمشی مرکزگرا تحت بار جانبی ۱۲
شکل ۲-۱۰ جزئیات اتصال تیر به ستون قاب خمشی فولادی مرکزگرا ۱۳
شکل ۲-۱۱ نمودار لنگر-دوران اتصال قاب خمشی فولادی ۱۴
شکل ۲-۱۲ اتصال تیر به ستون قاب خمشی مرکزگرای مورد آزمایش ۱۵
شکل ۲-۱۳ چرخههای هیسترزیسی اتصال مورد آزمایش ۱۵
شکل ۲-۱۴ رابطه اهداف عملکردی با پاسخ قاب خمشی فولادی مرکزگرا ۱۶
شکل ۲-۱۵ رفتار میراگر اصطکاکی معرفی شده توسط پتی ۱۷
شکل ۲-۱۶ جزئیات اتصال معرفی شده توسط روجاس ۱۸
شکل ۲-۱۷ نمودار ایدهآل شده لنگر دوران اتصال معرفی شده توسط روجاس ۱۸
شکل ۲-۱۸ جزئیات اتصال معرفی شده توسط ولسکی ۱۹
شکل ۲-۱۹ نمودار ایده آل شده لنگر دوران اتصال معرفی شده توسط ولسکی ۲۰
شکل ۲-۲۰ جزئیات اتصال تیر به ستون قاب فولادی مهاربندی مرکزگرا که توسط لین ارائه شد ۲۱
شکل ۲-۲۱ رفتار اتصال معرفی شده توسط لین تحت لنگر وارده ۲۱
شکل ۲-۲۲ جزئیات بادبند مرکزگرا که توسط کریستوپولس معرفی شد ۲۳
شکل ۲-۲۳ نتایج آزمایشهای بادبند مرکزگرا که توسط کریستوپولس معرفی شده است ۲۴

شکل ۲-۲۴ نمودار هیسترزیس بادبندهای معمولی، مقاوم در برابر کمانش و مرکزگرا ۲۵
شکل ۲-۲۵ نمودار نیروی جانبی-تغییر شکل جانبی قابهای هشت طبقه و دوازده طبقه با بادبند مقاوم در برابر کمانش و بادبند مرکزگرا ۲۶
شکل ۲-۲۶ جزئیات بادبند مرکزگرای معرفی شده توسط ژو ۲۷
شکل ۲-۲۷ نمودار هیسترزیس بادبند طبقه ششم ۲۸
شکل ۲-۲۸ سیستم سازهای معرفی شده توسط میدریکاوا هنگام بلند شدن ستون از روی فونداسیون ۲۹
شکل ۲-۲۹ جزئیات ورق کف ستون سیستم سازهای معرفی شده توسط میدریکاوا ۲۹
شکل ۲-۳۰ جابه جایی کلی و جابه جایی ناشی از دوران قاب معرفی شده توسط میدریکاوا تحت بار زلزله ۳۰
شکل ۲-۳۱ قاب های فولادی مهاربندی شده مرکزگرایی که عملکرد آنها توسط راک بررسی شد. ۳۱
شکل ۲-۳۲ قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا با مقیاس ۰/۶ در آزمایشگاه دانشگاه Lehigh ۳۲
شکل ۳-۱ اجزا قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا به همراه نیروهای وارد بر آن ۳۵
شکل ۳-۲ رفتار قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا تحت بار جانبی..... ۳۶
شکل ۳-۳ نمودار ایده آل تغییرشکل جانبی- ممان واژگونی قاب به همراه حالات حدی..... ۳۷
شکل ۴-۱ نمودار نیروی جانبی-تغییر مکان جانبی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا به همراه سطوح عملکردی آن و حالات حدی مربوطه ۴۳
شکل ۴-۲ نمودار ایده آل جابه جایی بام-لنگر واژگونی به همراه سطوح عملکرد و سطوح خطر زلزله ۴۴
شکل ۴-۳ جزئیات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا..... ۴۵
شکل ۴-۴ الگوریتم طراحی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا ۴۷
شکل ۴-۵ نمودار نیرو-جابه جایی سیستم مرکزگرا با نسبت اتلاف انرژی هسترزیس مختلف... ۴۹
شکل ۴-۶ نمودار ایده آل لنگر واژگونی-دوران قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا..... ۵۰
شکل ۴-۷ قاب مرکزگرای مهاربندی شده به همراه نیروهای وارد بر آن را به هنگام وقوع حالت حدی بلند شدگی ۵۱

شکل ۴-۸ قاب مرکزگرای مهاربندی شده به همراه نیروهای وارد بر آن را به هنگام وقوع حالت تسلیم کابل پیش تنیده ۵۴
شکل ۴-۹ مدل تحلیلی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا ۵۷
شکل ۴-۱۰ نمودار ایده آل لنگر واژگونی-دوران قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا ۶۵
شکل ۴-۱۱ قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا هنگام وقوع حالت حدی تسلیم کابل پیش تنیده ۶۶
شکل ۴-۱۲ نمودار ایده آل لنگر واژگونی-دوران قاب فولادی مهاربندی شده ۶۷
شکل ۵-۱ مقایسه جابه جایی ناشی از ارتعاش آزاد سیستم یک درجه آزادی همراه با میراگر اصطکاکی ۷۵
شکل ۵-۲ پلان ساختمان با سیستم سازهای قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا ۸۶
شکل ۵-۳ مدل قاب فولادی فولادی مهاربندی شده مرکزگرا در نرم افزار OPENSEES ۸۷
شکل ۶-۱ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S4-b5 ..... ۹۰
شکل ۶-۲ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S4-b6 ..... ۹۰
شکل ۶-۳ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S4-b7 ..... ۹۰
شکل ۶-۴ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S6-b6 ..... ۹۱
شکل ۶-۵ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S6-b7 ..... ۹۱
شکل ۶-۶ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S6-b8 ..... ۹۱
شکل ۶-۷ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S6-b9 ..... ۹۲
شکل ۶-۸ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S8-b8 ..... ۹۲
شکل ۶-۹ نمودار برش پایه - جابه جایی جانبی بام قاب S8-b9 ..... ۹۲
شکل ۶-۱۰ نمودار جابه جایی جانبی قاب S4-b5 ..... ۹۳
شکل ۶-۱۱ نمودار جابه جایی جانبی قاب S4-b6 ..... ۹۳
شکل ۶-۱۲ نمودار جابه جایی جانبی قاب S4-b7 ..... ۹۴
شکل ۶-۱۳ نمودار جابه جایی جانبی قاب S6-b6 ..... ۹۴
شکل ۶-۱۴ نمودار جابه جایی جانبی قاب S6-b7 ..... ۹۴
شکل ۶-۱۵ نمودار جابه جایی جانبی قاب S6-b8 ..... ۹۴
شکل ۶-۱۶ نمودار جابه جایی جانبی قاب S6-b9 ..... ۹۵
شکل ۶-۱۷ نمودار جابه جایی جانبی قاب S8-b8 ..... ۹۵

شکل ۶-۱۸ نمودار جابه جایی جانبی قاب S8-b9 ..... ۹۵
شکل ۶-۱۹ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S4-b5 تحت زلزله Northridge..... ۹۷
شکل ۶-۲۰ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S4-b5 تحت زلزله Northridge..... ۹۷
شکل ۶-۲۱ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S4-b5 تحت زلزله Northridge ۹۷
شکل ۶-۲۲ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S4-b5 تحت زلزله Northridge ۹۷
شکل ۶-۲۳ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S4-b6 تحت زلزله Northridge..... ۹۸
شکل ۶-۲۴ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S4-b6 تحت زلزله Northridge..... ۹۸
شکل ۶-۲۵ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S4-b6 تحت زلزله Northridge ۹۸
شکل ۶-۲۶ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S4-b6 تحت زلزله Northridge ۹۸
شکل ۶-۲۷ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S4-b7 تحت زلزله Northridge..... ۹۹
شکل ۶-۲۸ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S4-b7 تحت زلزله Northridge..... ۹۹
شکل ۶-۲۹ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S4-b7 تحت زلزله Northridge ۹۹
شکل ۶-۳۰ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S4-b7 تحت زلزله Northridge ۹۹
شکل ۶-۳۱ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S6-b6 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۰
شکل ۶-۳۲ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S6-b6 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۰
شکل ۶-۳۳ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S6-b6 تحت زلزله Northridge ۱۰۰
شکل ۶-۳۴ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S6-b6 تحت زلزله Northridge ۱۰۰
شکل ۶-۳۵ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S6-b7 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۱
شکل ۶-۳۶ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S6-b7 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۱
شکل ۶-۳۷ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S6-b7 تحت زلزله Northridge ۱۰۱
شکل ۶-۳۸ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S6-b7 تحت زلزله Northridge ۱۰۱
شکل ۶-۳۹ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S6-b8 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۲

شکل ۶-۴۰ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S6-b8 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۲
شکل ۶-۴۱ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S6-b8 تحت زلزله Northridge ۱۰۲
شکل ۶-۴۲ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S6-b8 تحت زلزله Northridge ۱۰۲
شکل ۶-۴۳ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S6-b9 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۳
شکل ۶-۴۴ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S6-b9 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۳
شکل ۶-۴۵ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S6-b9 تحت زلزله Northridge ۱۰۳
شکل ۶-۴۶ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S6-b9 تحت زلزله Northridge ۱۰۳
شکل ۶-۴۷ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S8-b8 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۴
شکل ۶-۴۸ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S8-b8 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۴
شکل ۶-۴۹ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S8-b8 تحت زلزله Northridge ۱۰۴
شکل ۶-۵۰ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S8-b8 تحت زلزله Northridge ۱۰۴
شکل ۶-۵۱ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S8-b9 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۵
شکل ۶-۵۲ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S8-b9 تحت زلزله Northridge..... ۱۰۵
شکل ۶-۵۳ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S8-b9 تحت زلزله Northridge ۱۰۵
شکل ۶-۵۴ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S8-b9 تحت زلزله Northridge ۱۰۵
شکل ۶-۵۵ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S4-b5 تحت زلزله Loma Prieta..... ۱۰۷
شکل ۶-۵۶ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S4-b5 تحت زلزله Loma Prieta..... ۱۰۷
شکل ۶-۵۷ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S4-b5 تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۷
شکل ۶-۵۸ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S4-b5 تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۷
شکل ۶-۵۹ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S4-b6 تحت زلزله Loma Prieta..... ۱۰۸
شکل ۶-۶۰ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S4-b6 تحت زلزله Loma Prieta..... ۱۰۸
شکل ۶-۶۱ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S4-b6 تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۸
شکل ۶-۶۲ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S4-b6 تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۸

شکل ۶-۶۳ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S4-b7 تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۹
شکل ۶-۶۴ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S4-b7 تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۹
شکل ۶-۶۵ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S4-b7 تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۹
شکل ۶-۶۶ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S4-b7 تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۹
شکل ۶-۶۷ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S6-b6 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۰
شکل ۶-۶۸ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S6-b6 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۰
شکل ۶-۶۹ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S6-b6 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۰
شکل ۶-۷۰ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S6-b6 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۰
شکل ۶-۷۱ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S6-b7 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۱
شکل ۶-۷۲ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S6-b7 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۱
شکل ۶-۷۳ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S6-b7 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۱
شکل ۶-۷۴ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S6-b7 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۱
شکل ۶-۷۵ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S6-b8 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۲
شکل ۶-۷۶ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S6-b8 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۲
شکل ۶-۷۷ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S6-b8 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۲
شکل ۶-۷۸ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S6-b8 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۲
شکل ۶-۷۹ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S6-b9 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۳
شکل ۶-۸۰ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S6-b9 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۳
شکل ۶-۸۱ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S6-b9 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۳
شکل ۶-۸۲ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S6-b9 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۳
شکل ۶-۸۳ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S8-b8 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۴
شکل ۶-۸۴ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S8-b8 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۴

شکل ۶-۸۵ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S8-b8 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۴
شکل ۶-۸۶ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S8-b8 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۴
شکل ۶-۸۷ نمودار تاریخچه زمانی جابه جایی جانبی بام قاب S8-b9 تحت زلزله
Loma Prieta..... ۱۱۵
شکل ۶-۸۸ نمودار تاریخچه زمانی نیروی کابل قاب S8-b9 تحت زلزله Loma Prieta..... ۱۱۵
شکل ۶-۸۹ نمودار حداکثر جابه جایی طبقات قاب S8-b9 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۵
شکل ۶-۹۰ نمودار جابه جایی ماندگار طبقات قاب S8-b9 تحت زلزله Loma Prieta ۱۱۵

فهرست جداول

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۴-۱ ثابت های رابطه معرفی شده توسط Seo برای محاسبه شکل پذیری نیاز قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا ۶۴
جدول ۵-۱ مشخصات ساختمانهای با سیستم سازه ای قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا ۷۶
جدول ۵-۲ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S4-b5 ..... ۷۷
جدول ۵-۳ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S4-b6 ..... ۷۸
جدول ۵-۴ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S4-b7 ..... ۷۹
جدول ۵-۵ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S6-b6 ..... ۸۰
جدول ۵-۶ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S6-b7 ..... ۸۱
جدول ۵-۷ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S6-b8 ..... ۸۲
جدول ۵-۸ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S6-b9 ..... ۸۳
جدول ۵-۹ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S8-b8 ..... ۸۴
جدول ۵-۱۰ مشخصات قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرای ساختمان S8-b9 ..... ۸۵

فصل اول:

مقدمه

۱-۱ مقدمه

سیستم سازه‌ای قاب ساده با مهاربندهای همگرا، از جمله سیستم‌های باربر لرزه‌ای می‌باشد که برای مقابله با بارهای جانبی، به وفور در ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. سختی و مقاومت جانبی زیاد، دو مشخصه بارز این سیستم سازه‌ای می‌باشد. وقتی قاب‌های CBF تحت بار زلزله طرح قرار می‌گیرند، بادبندها کمانش کرده و سختی جانبی قاب‌ها به میزان زیادی کاهش می‌یابد. درنتیجه، پس از زلزله، در ساختمان تغییرمکان ماندگار قابل توجهی به وجود خواهد آمد که در اکثر موارد، تعمیر این ساختمان‌ها از لحاظ اقتصادی به صرفه نمی‌باشد.

سیستم سازه‌ای قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا، علاوه بر اینکه مزایای قاب‌های CBF، یعنی سختی و مقاومت جانبی زیاد را دارد، معایب آن را ندارد. در این نوع سیستم سازه‌ای، سازه در هنگامی که تحت بار زلزله قرار می‌گیرد، جابه‌جایی‌های زیادی را می‌تواند تحمل کند و در آن جابه‌جایی ماندگار نیز بوجود نمی‌آید.

به طور کلی، هدف از انجام این تحقیق، بررسی عملکرد این نوع سیستم سازه‌ای تحت بار زلزله، با استفاده از تحلیل‌های استاتیکی غیرخطی و دینامیکی غیرخطی می‌باشد.

۱-۲ اهداف پایان نامه

سیستم‌های سازه‌ای قاب‌های مرکزگرا، از جدیدترین سیستم‌های سازه‌ای می‌باشند که با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده، می‌تواند عملکرد بسیار مناسبی در برابر نیروهای زلزله داشته باشند. در حال حاضر تحقیقات زیادی برای مهیا کردن شرایط لازم جهت به کار بردن این سیستم‌های سازه-ای در ساختمان‌ها، در حال انجام است. از جمله این تحقیقات، می‌توان به تحقیقاتی با هدف بررسی عملکرد این سیستم‌های سازه‌ای در ساختمان‌های با هندسه‌های متفاوت و تحت بارهای زلزله با سطوح خطر مختلف با استفاده از نتایج تحلیل‌های غیرخطی استاتیکی و غیر خطی دینامیکی اشاره کرد.

سیستم سازه‌ای قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا یکی از سیستم‌های جدید سازه‌ای می‌باشد و هنوز مطالعات مناسبی برای بررسی عملکرد آن تحت بار زلزله، انجام نشده است. هدف از انجام

این تحقیق، بررسی عملکرد قاب‌های فولادی مهاربندی شده مرکزگرا با استفاده از نتایج تحلیل-های غیرخطی استاتیکی و غیر خطی دینامیکی می‌باشد.

۱-۳ رئوس مطالب پایان‌نامه

مطالب این پایان‌نامه در هفت فصل گردآوری شده است. بعد از بیان مقدمات در فصل اول، در فصل دوم مروری اجمالی بر تحقیقات انجام شده در زمینه سیستم‌های سازه‌ای مرکزگرا شده است. در فصل سوم، ابتدا اجزا و المان‌های قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا معرفی شده است و سپس رفتار مورد انتظار از این قاب تحت بار زلزله، شرح داده شده و در نهایت به بیان حالات حدی قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا پرداخته شده است. در فصل چهارم پروسه طراحی ساختمان‌های با سیستم سازه‌ای قاب فولادی مهاربندی شده مرکزگرا شرح داده شده است. فصل پنجم به معرفی مدل‌های قاب‌های فولادی مهاربندی شده مرکزگرایی که مورد مطالعه قرار گرفته-اند اختصاص یافته و نحوه طراحی و مدل‌سازی در نرم‌افزار بیان شده است. در فصل ششم ضمن ارائه نتایج بدست آمده از تحلیل مدل‌ها، به بررسی عملکرد قاب‌های فولادی مهاربندی شده مرکزگرا پرداخته شده است. در نهایت در فصل هفتم، ضمن بیان نتایج حاصل از این تحقیق، پیشنهاداتی برای کارهای آینده ارائه شده است.