پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران – مهندسی زلزله

موضوع

بررسی رفتار لرزه ای میراگر پانل برشی در سیستم های مهاربندی هم محور

دانشجو

بابک محمّدی

استاد راهنما

دکتر بهرخ حسینی هاشمی

۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به :

پدر و مادر فداکارم

و برادر عزیزم

تقدیر و تشکر :

از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر بهرخ حسینی هاشمی که چه در دوران تحصیل و چه در طول انجام پایان نامه از دانش و تجربیات بسیار ارزشمند ایشان بهره مند بوده ام نهایت تقدیر و تشکّر را دارم.

در اینجا بر خود واجب می دانم که از اساتید محترم پژوهشکده سازه ، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله که در دوران تحصیل و در انجام پایان نامه از دانش و راهنمایی های ایشان بهرهمند شده ام نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم. در این میان از آقایان مهندس ایلغار نیکزاد و مهندس هادی هاتفی و همچنین خانم مهندس نیلوفر پارسایی بابت کمکهای ارزشمند این عزیزان در انجام پروژه پایان نامه نهایت تقدیر و تشکر را دارم.

با تشکر

بابک محمدی

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

(پایان نامه کارشناسی ارشد)

عنوان

بررسی رفتار لرزه ای میراگر پانل برشی در سیستم های مهاربندی هم محور

توسط

بابک محمدی

این پایان نامه به عنوان بخشی از فعالیتهای علمی مندرج در ضوابط دوره های تحصیلات تکمیلی در پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران- مهندسی زلزله درتاریخ ۹۰/۷/۵ ارائه شده است.

امضاء کنندگان زیر، متن رساله حاضر را مطالعه نموده و آن را بر طبق ضوابط تحصیلات تکمیلی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، برای دریافت کارشناسی ارشد با نمره نهایی ۱۷/۵ و درجه خوب مورد تائید قرار داده‌اند.

ردیف	مشخصات هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما	دکتر حسینی هاشمی	دانشیار	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله	
۲	استاد مدعو	دکتر دیلمی	استادیار	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	
۳	استاد ممتحن	دکتر محمدی	استادیار	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله	
۴	نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر کلانتری	استادیار	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله	
۵	مدیر تحصیلات تکمیلی	دکتر زعفرانی	استادیار	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله	

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول مقدمه ۱

فصل دوم بررسی اجمالی انواع سیستم های مهاربندی

۲-۱- مهاربندهای هم مرکز ۴

۲-۱-۱- مهاربند های ضربدری ۶

۲-۱-۲- مهاربندهای قطری ۶

۲-۱-۳- مهاربند شورونV، Vمعکوس ۶

۲-۱-۴- بادبند K ۸

۲-۲- مهاربندی های با اعضای کمانش ناپذیر ($BRBF$) ۸

۲-۳- قاب با مهاربندی های برون محور ۱۰

۲-۴- قاب با اتصال زانویی ۱۳

۲-۵- سیستم تیر پیوند قائم برشی ۱۵

۲-۶- دیوار برشی فولادی ۱۷

۲-۷- سیستم حلقه جاری شونده ۲۰

فصل سوم معرفی سیستم میراگر پانل برشی

۳-۱- مقدمه ۲۲

۳-۲- تشریح آزمایشات انجام شده و نتایج بدست آمده ۲۳

۳-۳- معرفی میراگر پانل برشی ۳۵

۳-۴- نحوه مدلسازی میراگر پانل برشی ۳۶

فصل چهارم صحت مدلسازی در ANSYS

۴-۱- مقدمه ۳۷

۴-۲- مشخصات مدل آزمایشگاهی ۳۷

۴-۳- معرفی اجمالی نرم افزار $ANSYS$ ۳۸

۴-۴- مروری بر مفهوم آنالیز غیر خطی ۳۸

۴-۵- مدلسازی در نرم افزار و بررسی صحت آن ۳۹

فصل پنجم مطالعه تحلیلی نمونه های مورد بررسی

۵-۱- کلیات ۴۴
۵-۲- مفاهیم اولیه مدلسازی در نرم افزار *ANSYS* ۴۶
۵-۲-۱- تحلیل غیر خطی هندسی ۴۶
۵-۲-۲- تحلیل غیر خطی مادی ۴۷
۵-۲-۳- معیار فون میزس ۴۷
۵-۳- مدلسازی نمونه های مورد بررسی در نرم افزار*ANSYS* ۴۸
۵-۳-۱- منحنی تنش- کرنش فولاد ۴۸
۵-۳-۲- منحنی تنش-کرنش آلیاژ آلومینیوم(*AW1050-a*) ۴۹
۵-۳-۳- المانهای مورد استفاده ۵۰
۵-۳-۳-۱- المان *SHELL 181* ۵۰
۵-۳-۳-۲- المان *BEAM 24* ۵۰
۵-۳-۳-۳- المان *COMBIN 7* ۵۱
۵-۴- نتایج حاصل از تحلیل نمونه ها ۵۶
۵-۴-۱- بررسی پارامتر ضخامت در میراگر پانل برشی ۵۶
۵-۴-۱-۱- بررسی پارامتر ضخامت در پانل های مربعی ۵۶
۵-۴-۱-۲- بررسی پارامتر ضخامت در پانل های مستطیلی ۵۹
۵-۴-۲- بررسی پارامتر ابعاد قاب پانل در میراگر پانل برشی ۶۳
۵-۴-۲-۱- بررسی پارامتر ابعاد قاب پانل در پانل های مربعی ۶۳
۵-۴-۲-۲- بررسی پارامتر ابعاد قاب پانل در پانل های مستطیلی ۶۶
۵-۴-۳- بررسی رفتار میراگر پانل برشی در قاب ۷۱
۵-۴-۳-۱- نمونه مستطیلی ۷۲
۵-۴-۳-۲- نمونه مربعی ۷۴
۵-۴-۴- استفاده از اتصالات قفل شونده (اتصال دارای محدودیت دوران) ۷۶
۵-۴-۵- استفاده از پانل های چند لایه ۷۸
۵-۵- نتایج تحلیل ها ۷۹

فصل ششم تحلیل دینامیکی غیر خطی با استفاده از نرم افزار SAP2000

۶-۱- کلیات ۸۰
۶-۲- معرفی مدل ها ۸۱
۶-۳- مفاهیم اولیه تحلیل دینامیکی غیر خطی ۸۴
۶-۳-۱- اختصاص مفاصل پلاستیک به اجزای سازه ای ۸۴
۶-۴- انتخاب شتابنگاشت ها ۸۴

۶-۵- در نظر گرفتن میرائی برای سازه ۸۸
۶-۶- محاسبه ضرائب مقیاس رکورد ها ۸۹
۶-۶-۱- محاسبه ضریب مقیاس رکوردها برای قاب مهاربندی هم محور فولادی ۸۹
۶-۶-۲- محاسبه ضریب مقیاس رکوردها برای قاب خمشی فولادی ۹۰
۶-۶-۳- محاسبه ضریب مقیاس رکوردها برای قاب با میراگر پانل برشی ۹۰
۶-۳-۴- محاسبه منحنی دو خطی از منحنی هیسترزیس میراگر پانل برشی ۹۱

فصل هفتم نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی غیر خطی
۷-۱- کلیات ۹۳
۷-۱-۱- مشخصات هندسی نمونه های مورد بررسی ۹۳
۷-۱-۲- مشخصات محرک های ورودی به سازه ۹۳
۷-۲- شرح نتایج ۹۴
۷-۵- نتایج تحلیل ها ۱۲۲

فصل هشتم نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات
۸-۱- کلیات ۱۲۴
۸-۲- نتیجه گیری ۱۲۴
۸-۳- پیشنهادات ۱۲۶

مراجع ۱۲۷

پیوست ۱۲۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ : خصوصیات مواد در نمونه مورد بررسی ۳۴
جدول ۵-۱:مشخصات مصالح فولاد نرمه مصرفی ۴۸
جدول ۵-۲ : مشخصات مصالح *AW1050-a* ۴۹
جدول ۵-۳ :نمونه های مورد استفاده در بررسی پارامتر ابعاد پانل مربعی ۶۳
جدول ۵-۴ :نمونه های مورد استفاده در بررسی پارامتر ابعاد پانل مستطیلی ۶۶
جدول ۵-۵ : نمونه های مورد استفاده در بررسی رفتار میراگر پانل برشی در قاب ۷۱
جدول ۶-۱:شتابنگاشت های متناسب با شرایط سازه و ساختگاه نمونه های مورد بررسی ۸۵
جدول ۶-۲: واریانس طیف شتابنگاشت ها نسبت به طیف میانگین ۸۷
جدول ۶-۳:میرائی متناسب با جرم و سختی ۸۹
جدول ۷-۱ : رکورد های انتخاب شده ۹۳

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل۲-۱ : عبور محورهای خنثی از یک نقطه	۴
شکل۲-۲ : مهار بند هم محور	۵
شکل۲-۳ : مهاربند ضربدری(a)، مهاربند قطری(b)، مهاربند شورون V (C)، مهاربند شورونVمعکوس (d)	۵
شکل۲-۴ : نحوه عملکرد مهاربندهای شورون	۷
شکل۲-۵ : استفاده از پیکربندی مدول ۳	۸
شکل ۲-۶ : استفاده از ستون دوخت	۸
شکل۲-۷ : نحوه عملکرد مهاربندهای کمانش ناپذیر	۹
شکل۲-۸ : منحنی هیسترزیس مهاربند $BRBF$	۹
شکل۲-۹ : حالت های مختلف سیستم مهاربند برون محور	۱۰
شکل۲-۱۰ : تناسب طول تیر پیوند و رفتار تیر	۱۱
شکل۲-۱۱ : تناسب طول تیر پیوند و رفتارقاب (بصورت شماتیک)	۱۲
شکل۲-۱۲: تغییر شکل میان صفحه ای سیستم مهار بندی EBF	۱۳
شکل۲-۱۳ : موارد کاربرد اتصال زانویی	۱۴
شکل۲-۱۴ : نمونه ای از سیستم تیر پیوند قائم در سیستم های مهار بندی	۱۶
شکل۲-۱۵: a) تغییر شکل جانی قا ب،b)رفتار چشمه اتصال در تغییر شکل جانی قاب، c)مدل سازی سختی قاب، تیر پیون قائم و چشمه اتصال بصورت فنر	۱۷
شکل۲-۱۶ : عملکرد مشابه تیرورق ها و دیوار برشی فولادی	۱۸
شکل۲-۱۷ : نمونه های دیوار برشی با بازشو	۱۹
شکل۲-۱۸ : حلقه جاری شونده	۲۱
شکل۳-۱ : پانل برشی در سیستم مهاربندی هم محور	۲۲
شکل۳-۲ : پانل برشی با سخت کننده	۲۴
شکل ۳-۳ : نحوه قرار گیری ورق نازک فلزی در درون قاب و نحوه اتصال آن با قاب	۲۴
شکل۳-۴ : a. نحوه اعمال بارگذاری میراگر پانل برشی در قاب b. الگوی بارگذاری سازه	۲۵
شکل۳-۵ : منحنی هیسترزیس نمونه های پانل برشی	۲۵
شکل۳-۶ : مدل سازی عددی پانل برشی	۲۶
شکل۳-۷ : منحنی رفتاری پانل برشی و مقایسه نمونه های عددی و آزمایشگاهی	۲۶
شکل۳-۸ : مقایسه سختی سکانت نمونه های عددی و آزمایشگاهی پانل برشی	۲۷
شکل۳-۹ : مقایسه میرایی ویسکوز نمونه های عددی و آزمایشگاهی پانل برشی	۲۷
شکل۳-۱۰ : مقایسه تغییر شکل نهایی نمونه های عددی و آزمایشگاهی پانل برشی	۲۸
شکل۳-۱۱- الف : پانل برشی نوع B	۲۹
شکل۳-۱۱- ب : پانل برشی نوع F	۲۹

شکل۳-۱۱- پ: پانل برشی نوع G ۳۰
شکل۳-۱۱- ت: پانل برشی نوع H ۳۰
شکل۳-۱۲: نمونه دستگاه مورد استفاده در بارگذاری سیکلی در آزمایشگاه ۳۱
شکل۳-۱۳- الف : نتایج حاصل از بارگذاری سیکلی نمونه های B و F در آزمایشگاه ۳۱
شکل۳-۱۳- ب : نتایج حاصل از بارگذاری سیکلی نمونه های G و H در آزمایشگاه ۳۲
شکل۳-۱۴ : تغییر شکل ماندگار پانل ها در پایان بارگذاری ۳۲
شکل۳-۱۵ : کاربرد پانل برشی در سیستم مهاربندی هم محور (شورون) ۳۳
شکل۳-۱۶ : جزئیات هندسی پانل برشی مورد نظر ۳۳
شکل۳-۱۷ : منحنی هیسترزیس نمونه های مورد بررسی ۳۴
شکل۳-۱۸ : مدل سه بعدی پانل برشی ۳۵
شکل۳-۱۹ : مدل میراگر پانل برشی در *ANSYS* ۳۶
شکل۴-۱ : نمونه ای از مدل ساخته شده در *ANSYS* ۴۰
شکل۴-۲ : تاریخچه بارگذاری سازه ۴۱
شکل۴-۳ : منحنی رفتاری آلیاژ آلومینیوم ۴۲
شکل۴-۴ : نمونه های از میراگر پانل برشی ساخته شده در آزمایشگاه ۴۲
شکل۴-۵ : نتایج حاصل از تحلیل نمونه و مقایسه آن با نتایج آزمایشگاهی ۴۳
شکل۵-۱ : پانل برشی با مقطع مربع ۴۴
شکل۵-۲ : پانل برشی با مقطع مربع در قاب ۴۵
شکل۵-۳ : پانل برشی با مقطع مستطیل ۴۵
شکل۵-۴ : پانل برشی با مقطع مستطیل در قاب ۴۶
شکل۵-۵ : منحنی تنش- کرنش فولاد نرمه ۴۸
شکل۵-۶ : منحنی تنش- کرنش *AW1050-a* ۴۹
شکل۵-۷ : هندسه المان *SHELL181* ۵۰
شکل۵-۸ : هندسه المان *BEAM24* ۵۱
شکل۵-۹ : هندسه المان *COMBIN7* ۵۱
شکل۵-۱۰ : قابلیت های المان *COMBIN7* ۵۲
شکل۵-۱۱: هندسه مدل ساخته شده ۵۴
شکل۵-۱۲: منحنی هیسترزیس حاصل از بارگذاری نمونه ۵۴
شکل۵-۱۳: پانل مربعی به عرض a=۷۵ سانتیمتر و ضخامت t ۵۶
شکل۵-۱۴ : پانل مربعی به عرض a=۷۵ سانتیمتر و ضخامتt=۴ میلیمتر ۵۷
شکل۵-۱۵ : پانل مربعی به عرض a=۷۵ سانتیمتر و ضخامتt=۳ میلیمتر ۵۷
شکل۵-۱۶ : پانل مربعی به عرض a=۷۵ سانتیمتر و ضخامتt=۲ میلیمتر ۵۸
شکل۵-۱۷ : پانل مربعی به عرض a=۷۵ سانتیمتر و ضخامتt=۱ میلیمتر ۵۸
شکل۵-۱۸ : پانل مستطیلی به طول a=۸۰ وعرضb=۴۰ سانتیمتر و ضخامتt ۵۹

شکل۵- ۱۹ : پانل مستطیلی به طول a=۸۰ وعرض b=۴۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۰
شکل۵-۲۰ : پانل مستطیلی به طول a=۸۰ وعرض b=۴۰ سانتیمتر و ضخامت t=۳ میلیمتر ۶۰
شکل۵-۲۱ : پانل مستطیلی به طول a=۸۰ وعرض b=۴۰= سانتیمتر و ضخامت t=۲ میلیمتر ۶۱
شکل۵-۲۲ : پانل مستطیلی به طول a=۸۰ وعرض b=۴۰= سانتیمتر و ضخامت t=۱ میلیمتر ۶۱
شکل۵-۲۳ : پانل مستطیلی به طول a=۸۰ وعرض b=۴۰= سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۲
شکل۵-۲۴ : پانل مربعی به عرض a=۵۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۳
شکل۵-۲۵ : پانل مربعی به عرض a=۷۵ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۴
شکل۵-۲۶ : پانل مربعی به عرض a=۱۰۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۴
شکل۵-۲۷ : پانل مربعی به عرض a=۱۵۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۵
شکل۵-۲۸ : پانل مربعی به عرض a=۲۰۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۵
شکل۵-۲۹ : مقایسه دو نمونه پانل برشی مربعی ۶۶
شکل۵-۳۰ : پانل مستطیلی به طول a=۶۰ وعرض b=۳۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۷
شکل۵-۳۱ : پانل مستطیلی به طول a=۸۰ وعرض b=۴۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۷
شکل۵-۳۲: پانل مستطیلی به طول a=۱۰۰ وعرض b=۵۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۸
شکل۵-۳۳ : پانل مستطیلی به طول a=۱۵۰ وعرض b=۷۵ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۸
شکل۵-۳۴ : پانل مستطیلی به طول a=۲۰۰ وعرض b=۱۰۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۶۹
شکل۵-۳۵ : مقایسه دو نمونه پانل برشی مستطیلی ۶۹
شکل۵-۳۶ : مقایسه دو نمونه پانل برشی مستطیلی ۷۰
شکل۵-۳۷: پانل مستطیلی در قاب ۷۲
شکل۵-۳۸ : پانل مستطیلی به طول a=۱۰۰ و عرض b=۵۰ سانتیمتر و به ضخامت ۴ میلیمتر در قاب ۷۲
شکل۵-۳۹ : نحوه تغییر شکل پانل مستطیلی در قاب ۷۳
شکل۵-۴۰ : پانل مربعی در قاب ۷۴
شکل۵-۴۱ : پانل مربعی به عرض a=۱۰۰ سانتیمتر و ضخامت t=۴ میلیمتر ۷۴
شکل۵-۴۲ : نحوه کمانش ورق در تغییر مکان جانبی ۷۵
شکل۵-۴۳ : تغییر شکل ماندگار ورق در انتهای بارگذاری ۷۵
شکل۵-۴۴ : نمایی شماتیک از قاب با محدودیت دوران ۷۶
شکل۵-۴۵ : مقایسه عملکرد پانل برشی با محدودیت دوران و پانل برشی با اتصالات مفصلی ۷۷
شکل۵-۴۶ : نمایی شماتیک از قاب با پانل چند لایه ۷۸
شکل ۶-۱ : نمایی از قاب با مهاربندی ضربدری ۸۱
شکل ۶-۲ : نمایی از قاب با سیستم قاب خمشی ۸۲
شکل ۶-۳ : نمایی از قاب با سیستم میراگر پانل برشی ۸۳
شکل ۶-۴ : طیف شتابنگاشت ها و طیف میانگین برای میرائی ۵ درصد ۸۶
شکل ۶-۵ : طیف میانگین به همراه طیف شتابنگاشت های انتخاب شده ۸۸
شکل۶-۶ :محدوده پریود موثر مود اول قاب با مهاربندی هم محور ۸۹

شکل۶-۷ :محدوده پریود موثر مود اول قاب خمشی ۹۰
شکل۶-۸ :محدوده پریود موثر مود اول قاب با میراگر پاتل برشی ۹۱
شکل۶-۹ : مدل چند خطی میراگر پانل برشی ۹۲
شکل۷- ۱ : نمایی از قاب با سیستم های مختلف بار بر جانبی ۹۳
شکل۷-۲ : رکورد زلزله *CHI CHI* ۹۴
شکل۷-۳ : رفتار غیر خطی مهار بند ها در رکورد *CHI CHI* ۹۵
شکل۷-۴ : منحنی برش پایه قاب مهاربندی در زلزله *CHI CHI* ۹۵
شکل۷-۵ : منحنی تغییر مکان بام سازه با مهاربندی هم محور در زلزله *CHI CHI* ۹۶
شکل۷-۶ : رفتار غیر خطی اعضاء قاب خمشی در رکورد *CHI CHI* ۹۶
شکل۷-۷ : منحنی برش پایه قاب خمشی فولادی در زلزله *CHI CHI* ۹۷
شکل۷-۸ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب خمشی فولادی در زلزله *CHI CHI* ۹۷
شکل۷-۹ : رفتار غیر خطی سازه با میراگر پانل برشی در رکورد *CHI CHI* ۹۸
شکل۷-۱۰ : منحنی برش پایهقاب با میراگر پانل برشی در زلزله *CHI CHI* ۹۸
شکل۷-۱۱ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله *CHI CHI* ۹۹
شکل۷-۱۲ : منحنی تغییر مکان طبقات در هر سازه ۹۹
شکل۷-۱۳ : رکورد زلزله طبس ۱۰۰
شکل۷-۱۴ : رفتار غیر خطی مهار بند ها در رکورد زلزله طبس ۱۰۱
شکل۷-۱۵ : منحنی برش پایه قاب مهاربندی در زلزله طبس ۱۰۱
شکل۷-۱۶ : منحنی تغییر مکان بام سازه با مهاربندی هم محور در زلزله طبس ۱۰۲
شکل۷-۱۷ : رفتار غیر خطی اعضاء قاب خمشی در رکورد طبس ۱۰۲
شکل۷-۱۸ : منحنی برش پایه قاب خمشی فولادی در زلزله طبس ۱۰۳
شکل۷-۱۹ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب خمشی فولادی در زلزله طبس ۱۰۳
شکل۷-۲۰ : رفتار غیر خطی سازه با میراگر پانل برشی در رکورد طبس ۱۰۴
شکل۷-۲۱ : منحنی برش پایه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله طبس ۱۰۴
شکل۷-۲۲ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله طبس ۱۰۵
شکل۷-۲۳ : منحنی تغییر مکان طبقات در هر سازه ۱۰۵
شکل۷-۲۴ : رکورد زلزله منجیل-رودبار ۱۰۶
شکل۷-۲۵ : رفتار غیر خطی مهار بند ها در رکورد زلزله منجیل-رودبار ۱۰۷
شکل۷-۲۶ : منحنی برش پایه قاب مهاربندی در زلزله منجیل-رودبار ۱۰۷
شکل۷-۲۷ : منحنی تغییر مکان بام سازه با مهاربندی هم محور در زلزله منجیل-رودبار ۱۰۸
شکل۷-۲۸ : رفتار غیر خطی اعضاء قاب خمشی در رکورد منجیل-رودبار ۱۰۸
شکل۷-۲۹ : منحنی برش پایه قاب خمشی فولادی در زلزله منجیل-رودبار ۱۰۹
شکل۷-۳۰ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب خمشی فولادی در زلزله منجیل-رودبار ۱۰۹
شکل۷-۳۱ : رفتار غیر خطی سازه با میراگر پانل برشی در رکورد منجیل-رودبار ۱۱۰

شکل۷-۳۲ : منحنی برش پایه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله منجیل-رودبار ۱۱۰
شکل۷-۳۳ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله منجیل-رودبار ۱۱۱
شکل۷-۳۴ : منحنی تغییر مکان طبقات در هر سازه ۱۱۱
شکل۷-۳۵ : رکورد زلزله گلبافت ۱۱۲
شکل۷-۳۶ : رفتار غیر خطی مهار بند ها در رکورد زلزله گلبافت ۱۱۳
شکل۷-۳۷ : منحنی برش پایه قاب مهاربندی در زلزله گلبافت ۱۱۳
شکل۷-۳۸ : منحنی تغییر مکان بام سازه با مهاربندی هم محور در زلزله گلبافت ۱۱۴
شکل۷-۳۹ : رفتار غیر خطی اعضاء قاب خمشی در رکورد گلبافت ۱۱۴
شکل۷-۴۰ : منحنی برش پایه قاب خمشی فولادی در زلزله گلبافت ۱۱۵
شکل۷-۴۱ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب خمشی فولادی در زلزله گلبافت ۱۱۵
شکل۷-۴۲ : رفتار غیر خطی سازه با میراگر پانل برشی در رکورد گلبافت ۱۱۶
شکل۷-۴۳ : منحنی برش پایه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله گلبافت ۱۱۶
شکل۷-۴۴ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله گلبافت ۱۱۷
شکل۷-۴۵ : منحنی تغییر مکان طبقات در هر سازه ۱۱۷
شکل۷-۴۶ : رکورد زلزله کجور- فیروزآباد ۱۱۸
شکل۷-۴۷ : منحنی برش پایه قاب مهاربندی در زلزله کجور- فیروزآباد ۱۱۹
شکل۷-۴۸ : منحنی تغییر مکان بام سازه با مهاربندی هم محور در زلزله کجور- فیروزآباد ۱۱۹
شکل۷-۴۹ : منحنی برش پایه قاب خمشی فولادی در زلزله کجور- فیروزآباد ۱۲۰
شکل۷-۵۰ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب خمشی فولادی در زلزله کجور- فیروزآباد ۱۲۰
شکل۷-۵۱ : منحنی برش پایه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله کجور- فیروزآباد ۱۲۱
شکل۷-۵۲ : منحنی تغییر مکان بام سازه قاب با میراگر پانل برشی در زلزله کجور- فیروزآباد ۱۲۱
شکل۷-۵۳ : منحنی تغییر مکان طبقات در هر سازه ۱۲۲

چکیده :

یکی از متداولترین و قدیمیترین سیستم های باربرجانبی، سیستم های مهاربندی می باشند. کمانش اعضای محوری فشاری ، سختی بالا و تغییر مکان محدود این سیستمها سبب شده است سطح زیر نمودار تنش- کرنش قابل ملاحظه نباشد. تجربه زلزله های گذشته ثابت کرده است که در زلزله های شدید اعضای اصلی سازه وارد مرحله غیر خطی شده و آسیب جدی می بیند. به همین دلیل ایده استفاده از میراگرها شکل گرفت. هر کدام از میراگرها محاسن و معایب مربوط به خود را دارد، عملکرد میراگرها در زلزله های شدید به گونه ای است که با تمرکز رفتارهای غیر خطی باعث جذب نیروی زلزله شده و در نتیجه سبب کاهش محرک های ورودی به سازه میشود. در این رساله بررسی رفتار لرزه ای سیستم میراگر پانل برشی در سیستم مهاربندی هم محور مورد بررسی قرار گرفته است. تحقیقات انجام گرفته در این زمینه حکایت از منحنی رفتاری پایدار با قابلیت جذب انرژی بالای این نوع میراگر دارد.

میراگر پانل برشی متشکل است از صفحه نازک فولادی که درون قابی با اتصالات مفصلی قرار دارد، قاب هیچگونه سختی در جهت حرکت خود ندارد و وظیفه آن محصور کردن ورق نازک فلزی می باشد. این سیستم قابلیت استفاده در قابهای مهاربندی هم محور(CBF)[1] و همچنین قاب خمشی(MRF)[2] را دارا می باشد. در واقع ضمن دارا بودن سختی مناسب، دارای شکل پذیری مناسبی نیز می باشد.

استفاده از این نوع میراگر قابل تعویض در سازه ضمن اصلاح مشخصات دینامیکی سازه مورد نظر، با تمرکز رفتار غیر خطی در سیستم میراگر همانند فیوز عملکرده و باعث ایمن ماندن اعضای اصلی سازه شود. به عبارتی دیگر، قبل از کمانش اعضای فشاری سیستم میراگر وارد عمل شده و

[1] Concentrically Braced Frame
[2] Moment Reinforced Frame

مانع از کمانش اعضای فشاری می شود. انتظار میرود جذب انرژی این سیستم نسبت به سایر سیستم های باربر جانبی بیشتر باشد. و در انتها سیستم میراگر پانل برشی به عنوان گزینه ای مناسب جهت طراحی سازهها و همچنین بهسازی سازه های ساخته شده مطرح شود.

انتظار می رود با استفاده ازمیراگر پانل برشی در سیستم مهار بندی نتایج زیر حاصل شود :

۱. جلوگیری از کمانش مهاربند های فشاری
۲. افزایش شکل پذیری سازه
۳. میراگر پانل برشی همانند فیوز عمل کرده و مانع رفتار غیر خطی اعضای اصلی سازه شود.
۴. بهبود رفتار چرخه ای سیستم های مهار بندی ضربدری و در نتیجه بهبود قابلیت اتلاف انرژی سیستم

و از طرفی بررسی ابعاد و دیگر پارامتر های میراگر پانل برشی و تاثیر آن بر رفتار لرزه ای سیستم مورد بررسی قرار می گیرد .

کلمات کلیدی :

میراگر پانل برشی ، سیستم مهار بندی هم محور ، رفتار غیر خطی ، زلزله ، اتلاف انرژی

فصل اول

مقدمه

سختی، مقاومت و شکل پذیری ،پارامتر های مهم در نحوه پاسخ لرزه ای سازه های مقاوم در برابر زلزله به شمار می آیند. قابهای خمشی در حالی که شکل پذیری بسیار بالایی را ارائه می کنند، سختی بسیار پایینی دارند بطوریکه در این قابها معمولاً کنترل های تغییر مکانی حاکم بر طرح می شوند و در نتیجه از تمام ظرفیت سازه استفاده نمی شود. قابهای مهاربندی هم محور بر خلاف قابهای خمشی سختی جانبی بالا و شکل پذیری بسیار پایینی دارند که این قضیه ضریب رفتار بسیار پایینی را برای برای این قابها نتیجه می دهد. در سازه های مهاربندی هم محور از نوع ویژه (SCBF-Specially concentric Braced Frames) عضو لرزه بر (یا به عبارتی کنترل شونده توسط تغییر مکان)، مهاربند ها می باشند و سایر اعضاء کنترل شونده توسط نیرو می باشند و انتظار رفتار غیر ارتجاعی در آنها نمی رود [3]. بنابراین مهاربند ها باید در همه مدهای رفتاری کاملاً شناخته شده باشند و بر اساس این مدهای رفتاری سازه مهیا شود. باید توجه کرد که این عوامل، حساسیت طرح را بالا برده و داشتن رفتار لرزه ای مناسب را منوط به کنترل های بسیار دقیق می کند. و چه بسا عدم رعایت کوچکترین نکات اجرایی باعث عدم ایجاد رفتار مناسب لرزه ای شود. قابهای مهاربندی برون محور (EBF-ECCENTRIC Braced Frames) هر دو پارامتر سختی و شکل پذیری را به صورت همزمان دارا می باشد. در این قابها مهاربند ها تامین کننده سختی سازه و قطعه تیر بین دو مهاربندی (تیر پیوند) تامین کننده شکل پذیری می باشد[2].

حال چنانچه محدوده کنترل شونده توسط تغییر مکان به یک ناحیه کوچک محدود شود ضمن استفاده از شرایط کلی آن (مثل سختی مناسب) می توان رفتار لرزه ای کنترل شده تری را فراهم نمود، زیرا ناحیه غیر خطی محدود به یک المان کوچک می شود.

یکی از سیستم های فراهم کننده این رفتار، سیستم میراگر پانل برشی (SPD-Shear Panel Damper) می باشد. این نوع سیستم به راحتی در سیستم سازه ای قابهای خمشی و مهار بندی

قرار گرفته و باعث بهبود لرزه ای این نوع سیستم ها می شود. از مزایای قابل توجه این سیستم می توان به تعویض پذیری سریع آن بعد از زلزله اشاره نمود که این مسئله در قابهای EBF با مشکل روبرو می باشد ، چرا که عضو کنترل شونده توسط تغییر مکان(تیر پیوند) جزئی از قاب اصلی می باشد[2].

اهم مطالب ارائه شده در این مجموعه به شرح زیر می باشد :

فصل دوم پارامترهای رفتاری و مفاهیم اولیه مورد نیاز را مورد بررسی قرار می دهد. در فصل سوم انواع مختلف سیستم های مهاربندی به طور اجمالی بررسی می شود. فصل چهارم مربوط به تحقیقات انجام شده روی این سیستم ها می باشد. در فصل پنجم به منظور مدلسازی در نرم افزار ANSYS نمونه هایی از مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته بر روی سیستم میراگر پانل برشی توسط نرم افزار نام برده مدلسازی و تحلیل شد تا دقت مدلسازی مشخص شود. در فصل ششم که بخش اصلی مدلسازیها است به بررسی عوامل موثر در میراگر پانل برشی پرداخته می شود، در فصل هفتم شرح مختصری در مورد تحلیل دینامیکی غیر خطی و انتخاب شتابنگاشت ها پرداخته می شود و در فصل هشتم نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی غیر خطی مورد بررسی قرار می گیرد و در نهایت در فصل نهم به نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات پرداخته میشود.

اهداف:

۱. بهبود عملکرد سیستم مهاربندی هم محور و بالا بردن قابلیت جذب انرژی در این سیستم

۲. متمرکز کردن رفتار غیر خطی در میراگر پانل برشی (اعضای اصلی سازه رفتار خطی خواهند داشت)

۳. رسیدن به الگوی هندسی مناسب جهت طراحی (پارامترهای ضخامت ورق ، ابعاد قاب میراگر پانل برشی، نسبت دهانه به ارتفاع قاب سازه)