پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران- مهندسی زلزله

بررسی رفتار ساختمان های نامتقارن مجاور متصل شده توسط میراگرهای ویسکوز

دانشجو : حمیدرضا سرمدی

استاد راهنما: دکتر عبدالرضا سروقد مقدم

استاد مشاور: پرفسور محسن غفوری آشتیانی

شهریور ۱۳۸۹

با یادجاودان

پدربزرگوارم تقدیم به

مادرعزیزتر ازجانم

تقدیر و سپاس

اینک که با یاری خداوند متعال توانستم رساله خود را به پایان برسانم، بر خود لازم می دانم از اعضای خانواده بـه ویـژه مادر گرامی ام که در تمام مراحل زندگی همراه ، معلم، مشوق و پشتیبان من بوده اند، تشکر کنم و همچنین یاد و خاطر پدر عزیزم را نیز گرامی بدارم.

از استاد ارجمندم جنـاب آقـای دکتـر سـروقد مقـدم بـدلیل راهنمـایی هـای ارزنـده ایشـان در طـول انجـام رسـاله بسیارسپاسگزارم، بی شک ایشان نه تنها به عنوان یک معلم و استاد بلکه همواره به عنوان یک معلم اخـلاق ویـک الگـوی نظم و انضباط برای اینجانب مطرح می باشند.

از دیگر استاد گرانقدرم جناب آقای پرفسور محسن غفوری آشتیانی نهایت سپاس و تشکر را دارم. همانا ایشـان الگـوی ارزشمندی در تمام عرصه های زندگی بنده بوده اند و شاگردی در محضر ایشان از بزرگترین افتخارات بنده می باشد.

از استاد عزیزم آقای دکتر آرام سروشیان که در طول انجام این رساله از راهنماییهـای ایشـان بهـره فـراوان بـرده ام ، و همچنین از دوست عزیزم دکتر محمدرضا منصوری به دلیل مشاوره و راهنمایی بی دریغـش در طـول انجـام رسـاله بسـیار سپاسگزارم.

از دیگر اساتید ارجمندم آقای دکتر سید مهدی زهرایی و آقای دکتر امید بهار که زحمت داوری ایـن رسـاله را نیـز بـر عهده دارند سپاسگزارم.

در پایان از سازمان پدافند غیرعامل کشور و آقای مهندس گواهی معاونت فنی این سازمان به دلیل حمایت های معنوی نهایت سپاس و قدردانی خود را ابراز می دارم.

اعضاء هیئت داوران:

استاد راهنما	**امضاء**
استاد مشاور	**امضاء**
استاد مدعو (خارجی)	**امضاء**
استاد مدعو(داخلی)	**امضاء**
مدیر تحصیلات تکمیلی	**امضاء**

چکیده

بررسی رفتار سازه ها در زمین لرزه های گذشته نشان می دهد که عوامل متعددی باعث آسیب پذیری سازه ها در این زمین لرزه ها گشته اند. برخی از این عوامل عبارتند از پیچش سازه ها، برخورد ساختمان ها و سایر ضعف های اجزاء و قسمت های مختلف ساختمان که یا مربوط به مرحله ساخت سازه می باشند و یا مربوط به دانش طراحی سازه می باشند . به همین دلیل نیاز فراوانی به کنترل رفتار سازه ها تحت تحریکات زمین لرزه احساس می گردد که منجر به توسعه روش های متعددی در کنترل سازه ها گردیده است. یکی از رویکرد هایی که در کنترل غیر فعال در سال های اخیر مورد توجه بوده است اتصال سازه های مجاور هم توسط میراگر می باشد که جهت ارتقاء رفتار دو سازه مجاور تحت تحریکات زلزله مورد توجه بوده است. همچنین این رویکرد در مورد ساخت سازه های جدید نیز به منظور طراحی بهینه و ایمن و اقتصادی تر بسیار مورد توجه بوده و حتی در موارد معدودی و خاصی مورد استفاده قرار گرفته اند. در این مطالعه به بررسی رفتار ساختمان های نامتقارن مجاور متصل شده توسط میراگرهای ویسکوز پرداخته می شود. در این میان استفاده از میراگرهای ویسکوز با توجه به دامنه وسیع کاربرد، سادگی و مزیتهای رفتاری به عنوان یکی از تجهیزات الحاقی استهلاک انرژی مناسب مدنظر بوده است. در مورد انتخاب ساختمان های مجاور نیز دامنه وسیعی برای انتخاب ممکن بود که در این رساله به منظور بررسی در ابعاد واقعی ومتعارف و پوشش تعداد بالاتری از ساختمان های موجود در شهرها از دو ساختمان ۵ و۶ طبقه با سازه فولادی در کنار هم استفاده شده است که البته سختی جانبی در ساختمان ۵ طبقه به عنوان یکی از متغیرها منظور گشته است تا دامنه بزرگتری از سازه های مجاور بررسی گردند همچنین نامتقارنی در پلان نیز دیگرمتغیر ساختمان های مورد بررسی می باشد که این مورد با ایجاد خروج از مرکزیت جرمی دریک طرف هر دو سازه منظور گردیده است تا بدین روی محدوده ای از ساختمان های نامتقارن را نیز تحت بررسی قرار دهیم. در بخشی از بررسی ها نیز به بررسی ساختمان هایی که تراز طبقات آنها یکسان نیستند پرداخته می شود. تحلیل غیرخطی دینامیکی با استفاده از شتابنگاشت های مختلف روی مدلهای مختلف صورت داده و نتایج را در سه دامنه تغییرمکان ، نیرو وانرژی مورد بررسی قرار دادیم. بر اساس نتایج بدست آمده با متصل نمودن دو ساختمان مجاور می توان اثرات پاسخهای مهم سازه ای را در بسیاری از حالات تا حد قابل ملاحظه ای کاهش داد ضمن اینکه با تغییر برخی از پارامترهای ذکر شده در سازه امکان کنترل بهینه یک پاسخ یا کنترل همزمان چند پاسخ فراهم می شود که نتایج آن به تفصیل ذکر شده اند. مطابق نتایج اتصال دو سازه توسط میراگر میزان قابل توجهی از انرژی را در میراگرهای میانی مستهلک نموده و از میزان انرژی ورودی به دو ساختمان مجاور می کاهد که در واقع از میزان انرژی های جنبشی و کرنشی جذب شده هر سازه کاسته می شود و به دنبال آنها از تغییر مکان های طبقات اعم از جانبی و پیچشی و برش پایه دو سازه به میزان قابل ملاحظه ای کاسته می شود که البته میزان آن در این بررسی به خصوصیات دو سازه وابسته می باشد.

واژه‌های کلیدی

کنترل غیرفعال، ساختمان های مجاور، ساختمان های متصل شده به یکدیگر، میراگر ویسکوز، ساختمان های نامتقارن، ساختمان های غیرهم تراز، شتاب جانبی.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	ح
فصل اول مقدمه	۱
فصل دوم تعاریف، مبانی تئوری و مرور مطالعات گذشته بر روی اتصال ساختمان های مجاور هم	۶
۲-۱- گستره	۷
۲-۲- فرضیات اصلی تحقیق	۷
۲-۳- تعاریف پایه	۷
۲-۳-۱- تعیین فرکانس غیر همبسته جانبی و پیچشی و نسبت آنها	
۲-۴- بررسی مطالعات گذشته در زمینه کنترل پاسخ سازه های نامتقارن و مجاورهم	
۲-۴-۱- مروری بر مطالعات عمومی بر روی اتصال سازه های مجاور با استفاده از تجهیزات کنترلی	۹
۲-۴-۲- مروری بر مطالعات عمومی بر روی پیچش سازه های نامتقارن با استفاده از تجهیزات کنترلی	۱۰
۲-۵- انواع سیستم های کنترل	۱۷
۲-۵-۱- کنترل غیر فعال	۱۷
۲-۵-۱- کنترل فعال	۱۷
۲-۵-۱- کنترل نیمه فعال	۱۷
۲-۶- مرور اجمالی بر انواع سیستمهای میراگر	۱۸
۲-۶-۱- میراگر سیال	۱۸
۲-۶-۲- رفتار میراگرها سیال از دیدگاه ماکروسکوپیک	۲۰
۲-۷- بررسی رفتار و معادلات سازه های دارای میراگر ویسکوز در حالت الاستیک	۲۱
۲-۷-۱- اثر مقدار میرایی بر پاسخ سازه یکدرجه آزادی	۲۲

۲-۷-۲- بررسی معادلات حاکم بر سازه های دارای میراگر ویسکوز در فضای حالت ۲۲
۲-۷-۳- ماتریس میرایی در ساختمان یک طبقه ۲۵
۲-۷-۴- ماتریس میرایی الحاقی در ساختمان چند طبقه ۲۷
۲-۷-۵- تعیین تقریبی درصد میرایی در ساختمانهای چند طبقه دارای میراگر ویسکوز ۲۷
۲-۸- مفاهیم انرژی در سازه ها ۲۸

فصل سوم معرفی مدلهای مفروض وسایر فرضیات مدل سازی، بارگذاری وتحلیل مدل ها ۳۲
۳-۱- گستره ۳۳
۳-۲- معرفی مدلهای تحلیلی یک طبقه ۳۳
۳-۲-۱- مدل پایه متقارن ۳۳
۳-۲-۲- مدلهای نامتقارن ۳۶
۳-۳- بررسی صحت مدلسازی ۴۰
۳-۴- روش ایجاد خروج از مرکزیت جرمی ۴۰
۳-۴-۱- تعیین ممان اینرسی جرمی پلان با وجود خروج از مرکزیت جرمی ۴۱
۳-۵- مدلسازی غیرخطی سازه ها و مشخصات شتابنگاشتها ۴۳
۳-۵-۱- مدلسازی در نرم افزار OpenSees ۴۳
۳-۵-۲- شتابنگاشت های مورد استفاده در تحلیل ۴۸
۳-۶- توزیع میراگرها ۵۲
۳-۶-۱- تعیین مجموع ضریب میرایی میراگرهای میانی ۵۲
۳-۷- اثر میراگرها بر مشخصات دینامیکی مدلها در حالت الاستیک ۵۴
۳-۸- جمع بندی در مورد مطالب ارائه شده در این فصل ۵۵

فصل چهارم ارزیابی و تحلیل نتایج رویکرد مورد بررسی از دیدگاه تغییر مکان ۵۶
۴-۱- گستره ۵۷
۴-۲- بررسی معادلات حرکت سازه های مجاور متصل شده توسط میراگر ویسکوز ۵۷
۴-۳- بررسی پاسخ های تغییرمکانی در ارزیابی عملکرد کلی سازه ها ۵۸
۴-۴- نتایج ۸۲

فصل پنجم ارزیابی و تحلیل نتایج رویکرد مورد بررسی از دیدگاه انرژی ۸۴

۵-۱- گستره ۸۵

۵-۲- بررسی انرژی سازه ها در ارزیابی عملکرد کلی سازه ها ۸۵

۵-۳- نتایج ۱۰۳

فصل ششم ارزیابی و تحلیل نتایج رویکرد مورد بررسی از دیدگاه نیرو ۱۰۵

۶-۱- گستره ۱۰۶

۶-۲- بررسی نیروی برشی سازه ها در ارزیابی عملکرد کلی سازه ها ۱۰۶

۶-۲-۱- برش طبقه و برش پایه ۱۰۶

۶-۳- نتایج مربوط به برش پایه ۱۰۷

۶-۴- نتایج ۱۱۲

فصل هفتم نتایج و پیشنهادات ۱۱۴

۷-۱- جمع بندی نتایج ۱۱۵

۷-۲- پیشنهادات ۱۱۸

مراجع ۱۲۰

پیوست۱ ۱۲۶

پیوست۲ ۱۵۵

چکیده انگلیسی

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل(۲-۱): مودهای حرکتی سازه نامتقارن ۱۰

شکل(۲-۲): میراگرهای سیال لزج: (الف) میراگر Sumitomo ، (ب) میراگر Taylor، (پ) میراگرJarret ۱۹

شکل(۲-۳): منحنی رفتاری (الف) میراگرهای ویسکوز و (ب) میراگرهای ویسکوالاستیک ۲۱

شکل(۲-۴): منحنی رفتاری میراگرهای اصطکاکی ۲۱

شکل(۲-۵): ارتعاش آزاد یک سیستم یک درجه آزاد با میرایی های مختلف ۲۳

شکل(۲-۶): ارتعاش آزاد یک سیستم یک درجه آزاد با چهار سطح میرایی $\zeta = 2\%,5\%,10\%,20\%$ ۲۳

شکل(۲-۷): (الف) نمودار کاهش ارتعاش آزاد بدلیل وجود میرایی و (ب) نمودار کاهش پاسخ بر حسب نسبت میرایی ۲۳

شکل(۲-۸): دیافراگم یک طبقه همراه با المانهای سختی و میراگر ۲۶

شکل(۳-۱): پلان مدل پایه پنج و شش طبقه ۳۴

شکل(۳-۲): نمای سه بعدی مدل پایه پنج وشش طبقه ۳۴

شکل(۳-۳): شکل دیافراگم طبقات با خروج از مرکزیت یک جهته جرمی ۳۶

شکل(۳-۴): نمای جانبی مدل های مختلف حاصل از مدل پایه با ایجاد اختلاف در سختی جانبی ۳۸

شکل(۳-۵): نحوه ایجاد خروج از مرکزیت جرمی در دیافراگم طبقات ۴۱

شکل(۳-۶): منحنی تغییرات I_{CM} بر حسب e_m به ازای مقادیر مختلف λ ۴۳

شکل(۳-۷): (الف) منحنی رفتاری ماده Steel01 و (ب) منحنی هیسترتیک ماده Steel01 ۴۴

شکل(۳-۸): منحنی رفتاری ماده Hysteretic ۴۵

شکل(۳-۹): نحوه مدلسازی میراگرها برای مدلهای تحلیلی در نرم افزار Opensees ۴۶

شکل(۳- ۱۰): نمودارتغییرمکان سازه یک طبقه تحت اثر ارتعاش آزاد ۴۷

شکل(۳- ۱۱): شتابنگاشتهای اصلاح شده جهت تحلیل تاریخچه زمانی پیش از مقیاس نمودن ۴۹

شکل(۳- ۱۲): طیف شتاب شتابنگاشتهای تحلیل تاریخچه زمانی برای میرایی ۵٪ ۵۱

شکل(۳- ۱۳): نمای شماتیک از پلان تمامی مدلهای ۱ تا ۵در حالت متصل شده و محل قرار گیری میراگرها درپلان ۵۲
شکل(۳-۱۴): نمودار بیشینه تغییرمکان بالاترین طبقه ساختمان ۵ طبقه بر حسب مقادیر متفاوت میرایی ۵۳
شکل(۴-۱): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۵ طبقه متقارن در حالت (الف) متصل(ب)غیرمتصل به سازه مجاور ۶۰
شکل(۴-۲): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۵ طبقه با ۵ ٪ خروج از مرکزیت در حالت (الف) متصل(ب)غیرمتصل به سازه مجاور ۶۱
شکل(۴-۳): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه سخت ساختمان ۵ طبقه با ۵ ٪ خروج از مرکزیت در حالت (الف)متصل (ب) غیرمتصل به سازه مجاور ۶۲
شکل(۴-۴): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۵ طبقه با ۱۵٪ خروج از مرکزیت در حالت (الف) متصل(ب)غیرمتصل به سازه مجاور ۶۳
شکل(۴-۵): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه سخت ساختمان ۵ طبقه با ۱۵٪ خروج از مرکزیت در حالت (الف) متصل (ب) غیرمتصل به سازه مجاور ۶۳
شکل(۴-۶): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در(الف) لبه نرم (ب) لبه سخت ساختمان ۵ طبقه در حالت متصل به سازه مجاور با خروج از مرکزیت های ۰٪ و۵٪و ۱۵٪ درمقایسه حالات اتصال جانبی همتراز و غیر همتراز ۶۴
شکل(۴-۷): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات درلبه نرم ساختمان ۵ طبقه ی مدل ۳ با خروج از مرکزیت های ۰٪ و۵٪و ۱۵٪ درحالت (الف) متصل به سازه مجاور (ب) غیر متصل به سازه مجاور ۶۵
شکل(۴-۸): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات درلبه سخت ساختمان ۵ طبقه ی مدل ۳ با خروج از مرکزیت های ۰٪ و۵٪و ۱۵٪ درحالت (الف) متصل به سازه مجاور (ب) غیر متصل به سازه مجاور ۶۵
شکل(۴-۹): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات درهر دو لبه ساختمان ۵ طبقه در تمام مدلها در حالت متصل به سازه مجاور با خروج از مرکزیت (الف) ۵٪ (ب) ۱۵٪ ۶۶
شکل(۴- ۱۰): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۵ طبقه با خروج از مرکزیت (الف) ۱۵٪ (ب) ۵٪ در تمام مدلها در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۶۷
شکل(۴- ۱۱): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه سخت ساختمان ۵ طبقه با خروج از مرکزیت (الف) ۱۵٪ (ب) ۵٪ در تمام مدلها در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۶۷
شکل(۴-۱۲): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۶ طبقه متقارن در تمام مدلها در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۶۸
شکل(۴-۱۳): نمودار دوران نسبی طبقات ساختمان ۵ طبقه با خروج از مرکزیتهای ۰٪و ۵٪و۱۵٪ (الف) در مدل ۱و۲ (ب) در مدل ۳ در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۶۹

شکل(۴- ۱۴): نمودار دوران نسبی طبقات ساختمان ۵ طبقه با خروج از مرکزیتهای ۰٪و ۵٪و۱۵٪ (الف) در مدل ۴ (ب) در مدل ۵ در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۶۹
شکل(۴- ۱۵): نمودار دوران نسبی طبقات ساختمان ۵ طبقه با خروج از مرکزیت (الف) ۵٪ (ب) ۱۵٪ در حالات متصل و غیر متصل به سازه مجاور در مقایسه تمام مدل ها ۷۰
شکل(۴- ۱۶): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۶ طبقه متقارن در حالت (الف) متصل(ب)غیرمتصل به سازه مجاور ۷۱
شکل(۴- ۱۷): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۶ طبقه با ۵ ٪ خروج از مرکزیت در حالت (الف) متصل(ب)غیرمتصل به سازه مجاور ۷۲
شکل(۴- ۱۸): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه سخت ساختمان ۶ طبقه با ۵ ٪ خروج از مرکزیت در حالت (الف)متصل (ب) غیرمتصل به سازه مجاور ۷۳
شکل(۴- ۱۹): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۶ طبقه با ۱۵٪ خروج از مرکزیت در حالت (الف) متصل (ب) غیرمتصل به سازه مجاور ۷۴
شکل(۴- ۲۰): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه سخت ساختمان ۶ طبقه با ۱۵٪ خروج از مرکزیت در حالت (الف) متصل (ب) غیرمتصل به سازه مجاور ۷۴
شکل(۴-۲۱): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در(الف) لبه نرم (ب) لبه سخت ساختمان ۶ طبقه در حالت متصل به سازه مجاور با خروج از مرکزیت های ۰٪ و۵٪و ۱۵٪ درمقایسه حالات اتصال جانبی همتراز و غیر همتراز ۷۵
شکل(۴-۲۲): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات درلبه نرم ساختمان ۶ طبقه ی مدل ۳ با خروج از مرکزیت های ۰٪ و۵٪و ۱۵٪ درحالت (الف) متصل به سازه مجاور (ب) غیر متصل به سازه مجاور ۷۶
شکل(۴-۲۳): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات درلبه سخت ساختمان ۶ طبقه ی مدل ۳ با خروج از مرکزیت های ۰٪ و۵٪و ۱۵٪ درحالت (الف) متصل به سازه مجاور (ب) غیر متصل به سازه مجاور ۷۶
شکل(۴-۲۴): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات درهر دو لبه ساختمان ۶ طبقه در تمام مدلها در حالت متصل به سازه مجاور با خروج از مرکزیت (الف) ۵٪ (ب) ۱۵٪ ۷۷
شکل(۴-۲۵): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه نرم ساختمان ۶ طبقه با خروج از مرکزیت (الف) ۱۵٪ (ب) ۵٪ در تمام مدلها در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۷۸
شکل(۴-۲۶): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه سخت ساختمان ۶ طبقه با خروج از مرکزیت (الف) ۱۵٪ (ب) ۵٪ در تمام مدلها در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۷۸
شکل(۴-۲۷): نمودار تغییر مکان نسبی بین طبقات در لبه سخت ساختمان ۶ طبقه متقارن در تمام مدلها در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۷۹
شکل(۴-۲۸): نمودار دوران نسبی طبقات ساختمان ۶ طبقه با خروج از مرکزیتهای ۰٪و ۵٪و۱۵٪ (الف) در مدل ۱و۲ (ب) در مدل ۳ در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۸۰

شکل(۴- ۲۹): نمودار دوران نسبی طبقات ساختمان ۶ طبقه با خروج از مرکزیتهای ۰٪و ۵٪و۱۵٪ (الف) در مدل ۴ (ب) در مدل ۵ در حالات متصل وغیر متصل به سازه مجاور ۸۰

شکل(۴- ۳۰): نمودار دوران نسبی طبقات ساختمان ۶ طبقه با خروج از مرکزیت (الف) ۵٪ (ب) ۱۵٪ در حالات متصل و غیر متصل به سازه مجاور در مقایسه تمام مدل ها ۸۱

شکل(۵-۱): نمودار (الف) انرژی ورودی به سیستم (ب) انرژی مستهلک شده در میراگرهای میانی در حالت متقارن در مقایسه تمامی مدل ها ۸۹

شکل(۵-۲): نمودار (الف) انرژی ورودی به ساختمان کوتاه تر(ب) انرژی ورودی به ساختمان بلندتر در حالت متقارن در مقایسه تمامی مدل ها ۹۰

شکل(۵-۳): نمودار (الف) انرژی ورودی به سیستم غیرمتصل (ب) سهم انرژی ورودی به ساختمان کوتاه تر ۹۱ (ج) سهم انرژی ورودی به ساختمان بلندتر در حالت متقارن در مقایسه تمامی مدل ها

شکل(۵-۴): نمودار (الف) انرژی ورودی به کل سیستم در مدل ۱ (ب) انرژی ورودی به کل سیستم در مدل ۲ ۹۲ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل

شکل(۵-۵): نمودار (الف) انرژی ورودی به ساختمان کوتاه تر در مدل ۱ (ب) انرژی ورودی به ساختمان کوتاه تر در مدل ۳ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل ۹۳

شکل(۵-۶): نمودار (الف) انرژی ورودی به ساختمان کوتاه تر در مدل ۴ (ب) انرژی ورودی به ساختمان کوتاه تر در مدل ۵ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل **۹۴**

شکل(۵-۷): نمودار انرژی ورودی به ساختمان کوتاه تر در مدل ۲ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل ۹۵

ر

شکل(۵-۸): نمودار (الف) انرژی ورودی به ساختمان بلندتر در مدل ۱ (ب) انرژی ورودی به ساختمان بلندتر در مدل ۲ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل ۹۶

شکل(۵-۹): نمودار (الف) انرژی ورودی به ساختمان بلندتر در مدل ۳ (ب) انرژی ورودی به ساختمان بلندتر در مدل ۴ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل ۹۷

شکل(۵-۱۰): نمودار (الف) انرژی ورودی به ساختمان بلندتر در مدل ۵ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل ۹۸

شکل(۵-۱۱): نمودار (الف) انرژی مستهلک شده در میراگرهای میانی در مدل های ۱ و۲ (ب) انرژی مستهلک شده در میراگرهای میانی در مدل ۳ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل ها ۱۰۰

شکل(۵-۱۲): نمودار (الف) انرژی مستهلک شده در میراگرهای میانی در مدل ۴ (ب) انرژی مستهلک شده در میراگرهای میانی در مدل ۵ در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل ۲۲

شکل(۵-۱۳): نمودار (الف) توزیع انرژی ورودی، انرژی جنبشی و انرژی جذب شده در ساختمان کوتاه تر (ب توزیع انرژی ورودی، انرژی جنبشی و انرژی جذب شده در ساختمان بلندتر در حالت متقارن در مدل۱ درمقایسه حالات متصل و غیرمتصل ۱۰۱
شکل(۵-۱۴): نمودار (الف) انرژی جذب شده در ساختمان کوتاه تر (ب انرژی جذب شده در ساختمان بلندتر مدل ۱ در حالت متقارن در مقایسه تمامی خروج از مرکزیت ها و مقایسه حالات متصل و غیرمتصل ۱۰۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول(۳-۱): خلاصه فرضیات و نتایج طراحی مدل های پایه پنج وشش طبقه ۳۵
جدول(۳-۲): خلاصه مشخصات مدل های تحلیلی ۳۷
جدول(۳-۳): مقاطع تیرها و ستون ها و مهاربند ها در مدل ها ۳۹
جدول(۳-۴): مقایسه دوره تناوب های مدل های مختلف در حالت متقارن ۳۹
جدول(۳-۵): مقایسه دوره تناوب های مدل های مختلف در حالت خروج از مرکزیت ۵ ٪ ۳۹
جدول(۳-۶): مقایسه دوره تناوب های مدل های مختلف در حالت خروج از مرکزیت ۱۵٪ ۳۹
جدول(۳-۷): مقایسه دوره تناوب های مدل پایه در حالت متقارن جهت صحت سنجی ۴۰
جدول(۳-۸): مشخصات شتابنگاشتهای تحلیل مدلهای یک طبقه با خروج از مرکزیت یکطرفه ۴۸
جدول(۶-۱): مقادیر برش پایه ساختمان کوتاه تر در حالت متقارن در مقایسه میان تمامی مدل ها در شرایط متصل و غیرمتصل ۱۰۷
جدول(۶-۲): مقادیر برش پایه ساختمان بلندتر در حالت متقارن در مقایسه میان تمامی مدل ها در شرایط متصل و غیرمتصل ۱۰۸
جدول(۶-۳): مقادیر برش پایه ساختمان کوتاه تر در حالت نامتقارن با خروج از مرکزیت ۵٪ در مقایسه میان تمامی مدل ها در شرایط متصل و غیرمتصل ۱۰۸
جدول(۶-۴): مقادیر برش پایه ساختمان بلندتر در حالت نامتقارن با خروج از مرکزیت ۵٪ در مقایسه میان تمامی مدل ها در شرایط متصل و غیرمتصل ۱۰۹
جدول(۶-۵): مقادیر برش پایه ساختمان کوتاه تر در حالت نامتقارن با خروج از مرکزیت ۱۵٪ در مقایسه میان تمامی مدل ها در شرایط متصل و غیرمتصل ۱۱۰
جدول(۶-۶): مقادیر برش پایه ساختمان بلندتر در حالت نامتقارن با خروج از مرکزیت ۱۵٪ در مقایسه میان تمامی مدل ها در شرایط متصل و غیرمتصل ۱۱۰
جدول(۶-۷): مقادیر برش پایه ساختمان کوتاه تر در تمامی حالات خروج از مرکزیت و در مقایسه میان تمامی مدل ها در شرایط متصل و غیرمتصل ۱۱۱
جدول(۶-۸): مقادیر برش پایه ساختمان بلندتر در تمامی حالات خروج از مرکزیت و در مقایسه میان تمامی مدل ها در شرایط متصل و غیرمتصل ۱۱۲

فصل اول

مقدمه

با توجه زلزله های گذشته در ایران و خارج از ایران و البته لرزه خیزی مناطق مختلف زیادی در سرتاسر این کره خاکی از جمله فلات ایران که بیانگر خطر وقوع مجدد زمین لرزه در این مناطق می باشد و با توجه به آسیب ها وخسارات ناشی از این حوادث طبیعی لزوم مطالعه بیشتر بر روی این پدیده و بالا بردن سطح دانش فنی در زمینه مهندسی زلزله و بررسی دقیق تر رفتار سازه ها تحت تحریکات دینامیکی مانند زلزله وطراحی ایمن و یا مقاوم سازی آنها به منظور حفظ سرمایه های ملی و حفظ جان انسانها اجتناب ناپذیر می باشد.

مطالعه آسیبهای ناشی از زمین لرزه های گذشته نظیر زمین لرزه مکزیک در سال ۱۹۸۵ میلادی و زمین لرزه بم در سال ۱۳۸۲ هجری شمسی بیانگر عوامل متعددی در آسیب پذیری سازه هاست که از آن میان دو عامل نامتقارنی سازه ها و برخورد سازه های مجاور از دلایل مهم آسیب پذیری آنها بوده اند. در مورد آسیب های ناشی از نامتقارنی در سازه ها بایستی اشاره کرد که بطور کلی این آسیبها نتیجه عدم یکنواختی تغییرمکانهای جانبی سازه در نقاط مختلف دیافراگم است که موجب می شود تغییرشکل های غیرالاستیک گسترده در تعداد اندکی از المانهای کناری سازه رخ داده و موجب ناپایداری و گسیختگی آن گردد. بطور کلی توزیع نامناسب جرم، مقاومت و سختی المانهای باربر جانبی و توزیع نامتقارن اعضای غیر سازه ای نظیر تیغه های باربر و یا میانقابها از عوامل اصلی بوجود آمدن اثرات پیچشی در سازه ها هستند. بدیهی است که حذف کلیه نامتقارنی ها در طراحی سازه ها به لحاظ محدودیتهای معماری امکان پذیر نیست. همچنین در بسیاری از مواقع مقاوم سازی یک سازه موجود مطرح می باشد که دارای نامتقارنی دیکته شده ای است و امکان حذف آن نیز نمی باشد. با این وجود حتی با فرض توزیع کاملا متقارن سختی و مقاومت عناصر سازه ای و غیر سازه ای، اثرات عدم قطعیت در مشخصات مصالح و وجود مولفه های دورانی زلزله باعث می شود تا در زمین لرزه ها بخشهایی از سازه وارد محدوده غیرخطی شوند و با کاهش سختی آنها توزیع نیروها تغییر نموده و پیچش ایجاد گردد.

در مورد برخورد سازه های مجاورهم نیز می بایست اشاره گردد که این عامل خود ناشی از افزایش جمعیت شهرها، افزایش ساخت و ساز و به دنبال آن تراکم ساختمان ها در کنار هم ودر واقع قرارگیری نامتناسب ساختمان های کوتاه و بلند در کنار هم می باشد.

با توجه به این اصل که مقاومت لرزه ای سازه ها زمانی مناسب فرض می شود که ظرفیت تغییرشکل ، حد مقاومت و همچنین ظرفیت جذب انرژی آنها کافی بوده وبیش از تقاضای زمین لرزه های بزرگ نباشد از این روی یا می بایست ظرفیت سازه ها را افزایش داد ویا تقاضای زلزله را در مورد سازه مورد نظر کمتر کرد و یا هر دو تا به عملکرد مطلوب و ایمن دست یافت که این امر به کمک روش های گوناگونی نظیر اصلاح سختی وجرم به منظور کاهش ارتعاشات سازه وکاهش نامنظمی ها در سازه چه در پلان و چه در ارتفاع و همچنین تغییرات میرایی به کمک تجهیزات استهلاک انرژی میباشد.

در آیین نامه های ساختمانی محدودیتهایی در شکل هندسی پلان سازه ها و همچنین توزیع المانهای باربر سازه ای در پلان و ارتفاع در نظر گرفته شده است تا مقدار پیچش حداقل گردد. با توجه به اینکه المانهای سازه ای در زمین لرزه وارد محدوده غیرخطی می شوند که بر رفتار سازه غالب می گردد امروزه آیین نامه های لرزه ای به سمت استفاده از روشهای طراحی بر اساس عملکرد گرایش یافته اند. در این روش طراحی سعی می شود بر اساس سطوح احتمالی مختلف خطر، خسارات سازه ای و غیر سازه ای ایجاد شده در سازه در حد خاصی محدود شده و سازه در حین زلزله مطابق با عملکرد از پیش تعیین شده رفتار کند. به همین دلیل تلاش بسیاری ازمحققان در دهه اخیر نیز بر این متمرکز بوده است که با در نظر گرفتن سطوح عملکردی به بررسی رفتار سازه های نامتقارن در حالت غیرخطی پرداخته و آرایش های مناسب سختی و مقاومت اعضا را ارائه نمایند. ولی این تحقیقات نشان داده اند که امکان کاهش همزمان چند پاسخ موثر بر عملکرد سازه با

یک توزیع خاص وجود ندارد. به عنوان نمونه توزیعی که تغییرمکان نسبی بین طبقه ای را کاهش می دهد لزوما توزیعی نیست که تقاضای شکل پذیری المانها را کم می کند.

در دو دهه اخیر همراه با پیشرفت در ساخت و تولید تجهیزات استهلاک انرژی، ایده استفاده از آنها به منظور کنترل پاسخ سازه ها در بارهای دینامیکی نظیر باد و زلزله قوت گرفته است. نمونه این کاربردها در سیستمهای میراگر الحاقی در سازه ها و سیستمهای جداگر پایه مشاهده می گردد. به موازات این کاربردها به تدریج روشهای نوین طراحی سازه ها ارائه شده است که با فلسفه متفاوت با روشهای سنتی پایداری سازه در برابر زمین لرزه را فراهم می کند. در روش سنتی طراحی سازه فرض می شود که در اثر وقوع زلزله سازه وارد محدوده غیرخطی شده و از این طریق بخش زیادی از انرژی زلزله مستهلک می شود. در اینصورت طبیعی است که سازه دچار آسیب شده که میزان آسیب وارده بستگی به سطح عملکرد انتظاری از سازه دارد. در روش نوین طراحی سازه فرض می شود که رفتار غالب سازه الاستیک بوده و در نتیجه از اهمیت شکل پذیری اعضای سازه ای کاسته شده و انرژی زمین لرزه از طریق تجهیزات الحاقی مستهلک شده و یا با استفاده از سیستمهای مختلف جداگر انرژی کمتری به سازه منتقل می شود. بدیهی است که در روش نوین آسیب وارده به سازه کمتر بوده و سطوح عملکرد بالاتری قابل دستیابی است. با توجه به مزایای روشهای جدید طراحی سازه و رفتار مشخص تر سازه های طرح شده با این روش در زلزله، استفاده از آنها در حال گسترش می باشد.

میراگرها به عنوان یکی از تجهیزات استهلاک انرژی می تواند در جهت اهداف طراحی به روش نوین بکار گرفته شود. میراگرها می توانند از نوع کنترل شونده توسط تغییرمکان (نظیر میراگرهای اصطکاکی و هیسترتیک) یا کنترل شونده توسط سرعت (نظیر میراگرهای ویسکوز) و یا ترکیبی از هردو (نظیر میراگرهای ویسکو الاستیک باشند). در این میان میراگرهای ویسکوز بدلیل غیرهمفاز بودن نیروهای مقاوم خروجی آنها نسبت به سایر نیروهای اعمالی به سازه در کنترل پاسخهای لرزه ای بسیار موثر هستند. همچنین بارهای کم سرعت نظیر بارهای استاتیکی و حرارتی در سازه های شامل میراگر ویسکوز ایجاد تنشهای پایدار نمی کنند که این موضوع خود از اهمیت زیادی برخوردار است. از آنجا که میراگرهای ویسکوز ایده آل بدون سختی هستند و درصورت تعبیه در سازه توزیع سختی و مقاومت آن را تغییر نمی دهند، پارامترهای حاکم بر رفتار سازه کاهش می یابد.

یکی از کاربردهای سیستمهای الحاقی استهلاک انرژی نظیر میراگرها، استفاده از آنها در کنترل پیچش سازه های نامتقارن می باشد. در صورتیکه بتوان از این ایده بهره گرفت می توان در صورت نیاز، نامتقارنی سختی و مقاومت را به میزان لازم از لحاظ محدودیتهای معماری افزایش داد و به جای آن با استفاده از توزیع مناسب این تجهیزات الحاقی اثرات نامطلوب پیچش را کاهش داد. از طرفی این ایده در مقاوم سازی سازه های نامتقارن موجود با توزیع مشخص سختی و مقاومت المانهای باربر نیز به عنوان روشی سودمند کاربرد دارد. در صورتیکه از میراگرها برای کنترل اثرات منفی نامتقارنی استفاده شود. لازم است توزیع مناسبی از این تجهیزات در پلان و ارتفاع سازه های نامتقارن تعبیه گردد تا پاسخهای مرتبط با رفتار پیچشی سازه را کاهش دهد. در سازه های دارای سیستمهای میراگر و از جمله میراگر ویسکوز بدلیل کاهش اثرات غیرخطی و غالب بودن رفتار الاستیک از میان پارامترهای موثر بر عملکرد سازه، تقاضای تغییرمکان نسبی بین طبقه ای در لبه های نرم و سخت سازه و چرخش نسبی طبقات می توانند به عنوان اندیسهای پیچشی حاکم بر سازه در نظر گرفته شوند. همچنین به منظور کاهش آسیب به عناصر غیر سازه ای تقاضای شتاب مطلق نقاط مختلف دیافراگم نیز از اهمیت برخوردار است. بنابراین برای کنترل اثرات منفی پیچش بر عناصر سازه ای و تجهیزات لازم است توزیع یا توزیعهای از میراگرها را در

پلان سازه ها تعیین نمود که تغییرمکان نسبی و شتاب مطلق لبه های طبقات سازه نامتقارن را به حالت متقارن نزدیک نمایند، ضمن اینکه چرخش نسبی دیافراگم را در طبقات مختلف نسبت به طبقه مجاور به حداقل برساند. بنابراین یکی از اهداف استفاده از میراگرها کاهش همزمان چند پاسخ موثر بر رفتار پیچشی با استفاده از توزیع میراگر است که در صورت دستیابی به این وضعیت می توان محدودیتهای ذکر شده در مطالعات قبلی را برطرف کرد. از طرف دیگر لازم است اثر توزیعهای مختلف میراگرها بر مشخصات دینامیکی سازه ها و همچنین پاسخهای دیگر نظیر برش پایه اعمال شده به سازه نیز بررسی گردد.

در ادامه ضرورت استفاده از تجهیزات مستهلک کننده انرژی و کنترل سازه ها یاد آور میگردد که با توجه به تمام مقدمات ذکر شده ، اتصال سازه های مجاور با استفاده از تجهیزات مستهلک کننده انرژی به عنوان یکی دیگر از راه کار های کنترل پاسخ های سازه و استفاده از این تجهیزات در سازه مطرح بوده است که همواره از جنبه های مختلف مورد توجه محققین و دانشمندان بوده است اولین جنبه کارآمدی این روش در ممانعت از برخورد سازه های مجاور می باشد که همانطور که در قبل ذکر شد از مهمترین عوامل آسیب سازه ها در زلزله های گذشته از جمله زلزله مکزیک بوده است.

همچنین به علت وجود ساختمان های متفاوت با طول عمر و کیفیت ساخت مختلف نیاز وسیعی برای مقاوم سازی در سطح وسیع ودر زمان کوتاه حس می گردد که این موضوع به عنوان یک روش مقاوم سازی می تواند بسیار کارآمد، اقتصادی و از آن مهمتر سریع و با قابلیت اجرا در سطح وسیع باشد.

زمینه کاربردی دیگر این روش استفاده از آن در ساخت سازه های خاص مانند برج های بلند مرتبه مرتبط ، سازه های نامنظم در پلان و یا موارد دیگرمی باشد که حتی نمونه اجرا شده آن مانند ساختمان های *Triton Square* در ژاپن اجرا شده اند وموجود هستند که نشانگر این زمینه کاربردی این نگرش می باشند.

در نهایت ودر نگرشی دیگر که تاکیدی بر اهمیت موضوع نیز می باشد می بایست اشاره نمود که در کشور عزیزمان سالانه هزاران ساختمان ساخته می شوند اما تعداد اندکی هستند که با کیفیت مناسب ساخته شده اند به طوری که بتوانند در تمام طول عمر مفید در نظر گرفته شده برایشان به راحتی و بدون هیچ مشکلی در حد وسطح مورد نظر سرویس دهی نمایند، لذا بسیار زودتر از آن زمان نیاز به تخریب و بازسازی پیدا می کنند و یا اینکه به علت فراوانی مصالح و معادن و ارزانی مصالح ساختمانی، به میزان فراوان و بدون توجه به کیفیت کار از آنها در ساخت اولیه ومقاوم سازی ساختمان ها استفاده می نماییم ، لذا دقت بیشتر در ساخت و مقاوم سازی و صنعتی تر کردن ساخت و ساز و استفاده از این تکنولوژی های مفید وارزان تر که هم دقت و کیفیت وضریب اطمینان بالاتری دارند و هم خطای انسانی کمتری دارند به منظور حفظ این منابع و معادن خدادادی و رساندن آن به نسل های آتی امری ضروری به نظر می رسد.

با توجه به نبود بررسی جامع در زمینه کنترل پیچش وتغییرمکان جانبی سازه های مجاور هم از طریق اتصال آنها با استفاده از میراگرهای ویسکوز، در این رساله بررسیها بر روی سازه های با ابعاد و مشخصات نزدیک به واقعیت و دارای میراگر ویسکوز متمرکز شده و سعی می شود دامنه وسیعی از سازه های چند طبقه با سختی های متفاوت و با نامتقارنی های مختلف در حالت رفتار غیرخطی با استفاده از تحلیلهای عددی مورد بررسی قرار گیرند وکارآمدی رویکرد در کاهش پاسخ های جابه جایی جانبی و رفتار پیچشی ونیرو های برشی پایه ساختمان تعیین گردد بدیهی است جامع بودن مطالعات برای میراگرهای ویسکوز می تواند مقدمه ای برای تعیین توزیعهای مناسب برای انواع دیگر میراگرها باشد.

در سایر فصول این رساله مطالب به این شرح ارائه می گردد: در فصل دوم این رساله در مورد تعاریف و مبانی تئوری و مرور مطالعات گذشته در زمینه اتصال سازه های مجاور و البته کنترل پیچش سازه ها و انرژی در سازه ها ارائه می گردد که در بخشهای بعدی از آنها استفاده می شود. فصل سوم به معرفی نحوه مدلسازی و مدلهای مختلف به کاربرده شده در تحلیل ها ، نوع تحلیل و فرضیات به کاربرده شده در آن و موارد مرتبط اختصاص دارد. در فصل چهارم به بررسی نتایج تحلیل ها در حوزه تغییر مکان پرداخته و کارآمدی رویکرد مورد بررسی را در این حوزه مورد پردازش وتفسیر قرار خواهیم داد. در فصل پنجم به بررسی متایج تحلیل ها در حوزه انرژی پرداخته و کارآمدی رویکرد مورد بررسی را در این حوزه مورد پردازش وتفسیر قرار خواهیم داد.فصل ششم بررسی ها ومتیجه گیری های نهایی در مورد بررسی صورت گرفته در رساله ارائه می گردد.