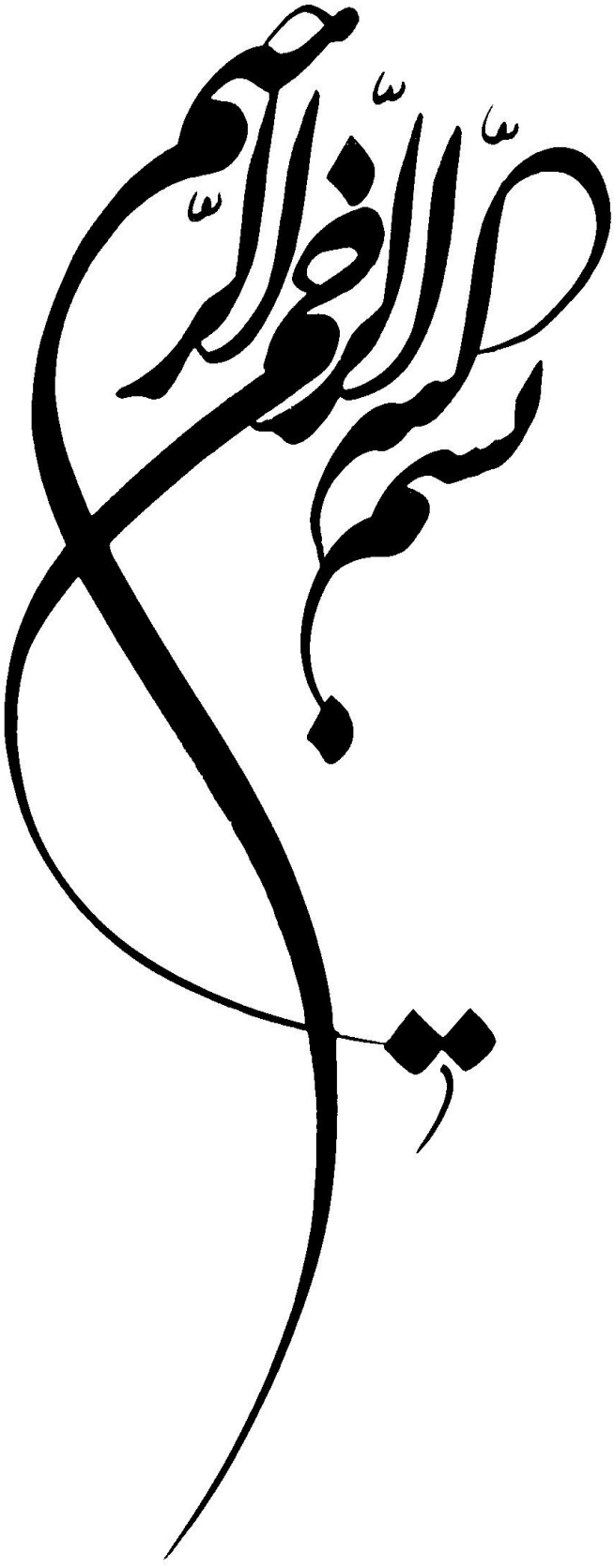
بسم الله الرحمن الرحیم

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی،گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد(m.sc)

گرایش : مهندسی عمران – سازه

عنوان :

بهینه سازی میراگرهای ویسکوز از نظر اندازه و در ارتفاع سازه

استاد راهنما :

دکتر منوچهر بهرویان

استاد مشاور:

دکتر سهیل منجمی نژاد

پژوهشگر:

شریعت شریفی چابک

۸۸۰۸۳۸۴۸۹۰۰

تابستان ۱۳۹۱

تقدیم به :

پدر ، مادر و خواهر مهربانم

و

همسر عزیزم

که در این راه همیشه همراه من بودند

و تقدیم به :

هر آنکه مرا علم آموخت .

تشکر و قدر دانی :

اکنون که با لطف پروردگار متعال و زحمات بی وقفه و بی دریغ تمامی استادان محترم خود ، این پایان نامه به انجام رسید ، برخود واجب می دانم تشکر ویژه ای از جناب آقای دکتر منوچهر بهرویان داشته باشم که در طول انجام این پژوهش با راهنمائی های ارزشمند خود مرا بهره مند ساختند و باعث دلگرمی و تشویق من در طی این مسیر بودند . همچنین از جناب آقای دکتر سهیل منجمی نژاد به عنوان استاد مشاور که در انجام این تحقیق به من یاری رساندند و نیز جناب آقای دکتر طاووسی که زحمت داوری پایان نامه حاضر با ایشان بوده کمال سپاس و قدر دانی را دارم.

شریعت شریفی چابک

تیر ۹۱

معاونت پژوهش و فناوری

به نام خدا

منشور اخلاق پژوهش

یاری از خداوند سبحان و اعتقاد به این که عالم محضر خداست و همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظر به اهمیت جایگاه دانشگاه در اعتلای فرهنگ و تمدن بشری، ما دانشجویان و اعضاء هیات علمی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت های پژوهشی مد نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم:

۱- اصل برائت: التزام به برائت جویی از هر گونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه های غیر علمی می آلایند.

۲- اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هر گونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منابع و اعتماد.

۳- اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد.

۴- اصل احترام: تعهد به رعایت حریم و حرمت در انجام تحقیقات و رعایت جانب تقد و خودداری از هر گونه حرمت شکنی.

۵- اصل رعایت حقوق: التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهیدگان (انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق.

۶- اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها، کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق.

۷- اصل حقیقت جویی: تلاش در راستای پی جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هر گونه پنهان سازی حقیقت.

۸- اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دانشگاه و کلیه همکاران پژوهش.

۹- اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.

تعهد اصالت پایان نامه

اینجانب شریعت شریفی چابک دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته به شماره دانشجویی ۸۸۰۸۳۸۴۸۹۰۰ در رشته مهندسی عمران – سازه که در تاریخ ۱۳۹۱/۰۴/۱۸ از پایان نامه خود تحت عنوان : بهینه سازی میراگر های ویسکوز از نظر اندازه و در ارتفاع سازه با کسب نمره ۱۸ و درجه عالی

دفاع نموده ام متعهد می شوم :

۱-این پایان نامه حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه ، کتاب ، مقاله و .....) استفاده نموده ام ، مطابق ضوابط و رویه های موجود نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست ذکر و درج کرده ام.

۲-این پایان نامه قبلا برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح ، پایین تر و یا بالاتر) در سایر دانشگاه ها وموسسات آموزش عالی ارائه نشده است.

۳-چنانچه بعد از فراغت از تحصیل قصد استفاده و هر گونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب ، ثبت اختراع و .... از این پایان نامه داشته باشم ، از حوزه معاونت پژوهشی واحد ، مجوز های مربوطه را اخذ نمایم.

۴-چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود ، عواقب ناشی از آن را بپذیرم و واحد دانشگاهی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی : شریعت شریفی چابک

تاریخ و امضاء : ۹۳/۴/۱۸

بسمه تعالی

در تاریخ :۱۳۹۱/۰۴/۱۸

دانشجو کارشناسی ارشد خانم شریعت شریفی چابک از پایان نامه خود دفاع نموده وبا نمره ۱۸ بحروف هجده و با درجه مورد تصویب قرار گرفت .

امضاء استاد راهنما

فهرست مطالب	شماره صفحه
فصل اول: مقدمه و کلیات	۱
۱-۱-مقدمه	۲
۱-۲- تاریخچه ابزارآلات و وسایل کاهش نیروی زلزله	۵
۱-۳-کنترل ارتعاشات سازه	۱۰
۱-۳-۱- سیستم‌های کنترل غیرفعال	۱۳
۱-۳-۲- سیستم‌های کنترل فعال	۱٤
۱-۳-۳- سیستم‌های کنترل لرزه‌ای نیمه‌فعال	۱٦
۱-۳-٤- سیستمهای کنترل مرکب (هیبرید) سازه	۱٦
۱-٤- فرمولاسیون انرژی در مسائل لرزه‌ای	۱۷
۱-۵- اثر میرائی بر رفتار دینامیکی سیستمهای در حال ارتعاش	۱۸
۱-٦- انواع میرایی	۲۰
۱-٦-۱- کلیات	۲۰
۱-٦-۲- مفهوم میرائی ویسکوز معادل	۲۱
۱-٦-۳- میرایی هیسترتیک	۲٤
فصل دوم: سیستم‌های مستهلک کننده انرژی زلزله- میراگرها	۲٦
۲-۱- مقدمه	۲۷
۲-۲- طبقه‌بندی رفتاری سیستم‌های مستهلک کننده انرژی	۲۹
۲-۲-۱- رفتار هیسترزیس	۲۹
۲-۲-۲- رفتار ویسکوز	۳۰
۲-۳- میراگرهای مایع ویسکوز	۳۱
۲-۳-۱- مقدمه	۳۱
۲-۳-۲- رفتار میراگر ویسکوز	۳٤
۲-٤- توصیه های دستورالعمل بهسازی	۳٦
۲-٤-۱- ضوابط کلی	۳۷
۲-٤-۲- مدل‌سازی وسایل اتلاف انرژی	۳۷
۲-٤-۳- وسایل وابسته به تغییر مکان	۳۸
۲-٤-٤- وسایل وابسته به سرعت	۳۹
۲-٤-٤-۱- وسایل لزج- ارتجاعی (ویسکوالاستیک) جامد	۳۹
۲-٤-٤-۲- وسایل لزج – ارتجاعی (ویسکوالاستیک) مایع	٤۱
۲-٤-٤-۳- وسایل لزج (ویسکوز) مایع	٤۲
۲-۵- پیشینه تحقیقاتی	٤۲
۲-۵-۲- مطالعات آزمایشگاهی	٤٤

فهرست مطالب	شماره صفحه
۲-۵-۳- بهینه‌یابی اندازه و مکان قرارگیری کنترل کننده ها	٤٩
۲-۵-۳-۱- مکان یابی بهینه با استفاده از اندیس کنترل پذیری	٤٩
فصل سوم: مواد و روشها	٥٧
۳-۱- کلیات	٥٨
۳-۱-۱- مصالح مصرفی	٥٨
۳-۱-۲- بارگذاری	٥٨
۳-۱-۲-۱ بارگذاری ثقلی	٥٩
۳-۱-۲-۲- بارگذاری جانبی	٦٠
۳-۱-۳- ملاحظات خاص مدلسازی	٦٠
۳-۲- مدلسازی میراگر ویسکوز	٦٤
۳-۳- تحلیل‌های تاریخچه زمانی	٦٧
۳-۳-۱- رکوردهای انتخاب شده	٦٨
۳-۳-۲- میرایی رایلی	٧٣
فصل چهارم: نتایج و بحث	٧٥
٤-۱- مقدمه	٧٦
٤-۲- تعیین قرارگیری میراگرها	٧٦
٤-۲-۱- روش اول: توزیع یکنواخت میراگرها در ارتفاع	٧٧
٤-۲-۲- روش دوم: توزیع میراگرها بر اساس انرژی کرنشی برشی طبقات	٨٠
٤-۲-۳- روش سوم: توزیع میراگرها بر اساس انرژی کرنشی برشی در طبقات موثر	٨٢
٤-۲-٤- تعیین قرارگیری میراگرها توسط روش SSSA	٨٦
٤-۳- تحلیل‌های تاریخچه زمانی	١١٨
٤-٤- نتایج کلی	١٢٨
٤-٥- پیشنهادات	١٣٠
منابع	١٣٢
چکیده انگلیسی	١٣٤

فهرست اشکال	شماره صفحه
شکل ۱-۱- شمای کلی سیستم کنترل فعال و کنترل غیرفعال	۱۵
شکل ۱-۲- پاسخ سیستم یک درجه آزاد با مقادیر مختلف میرایی	۲۰
شکل۱-۳- اثر افزایش میرایی بر طیف پاسخ سیستم یک درجه آزاد	۲۰
شکل ۱-٤- رابطه نیرو میرایی و تغییرمکان در میرایی ویسکوز	۲۳
شکل ۱-۵- حلقه پسماند یا هسترزیس در میرایی ویسکوز	۲٤
شکل ۱-٦- نمودار نیرو تغییرمکان برای یک سیکل میرایی هیسترتیک	۲۵
شکل ۲-۱- ساختمان مجهز به وسایل استهلاک انرژی	۲۸
شکل ۲-۲- منحنی نیرو-تغییرمکان ایده آل تجهیزات مستهلک کننده انرژی وابسته به تغییرمکان	۳۰
شکل۲-۳- منحنی نیرو- تغییرمکان ایده آل تجهیزات مستهلک کننده انرژی وابسته به سرعت	۳۱
شکل ۲-٤- مقطع یک میراگر ویسکوز تیلور	۳۳
شکل ۲-۵- میراگر سیال ویسکوز روزنه‌ای تیلور	۳٤
شکل ۲-٦- میراگر سیال روزنه‌ای	۳٤
شکل۲-۷- رابطه نیرو- سرعت برای میراگر ویسکوز با مقادیر مختلف α	۳٦
شکل ۲-۸- پیکربندی میراگر برای سازه آزمایشگاهی سه طبقه فولادی	٤۵
شکل ۲-۹- مقایسه نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی برای سازه سه طبقه فولادی	٤۷
شکل۲-۱۰- مدل سازه	۵۱
شکل ۲-۱۱-قرارگیری میراگرها در یک سازه ۲٤ طبقه با استفاده از روشZhaung و توزیع یکنواخت	۵۳
شکل ۲-۱۲یک سازه مدل شش طبقه	۵٤
شکل ۲-۱۳- مقایسه روش SSSA	۵۵
شکل ۳-۱- نتایج طراحی سازه ٤ طبقه	٦۲
شکل ۳-۲- نتایج طراحی سازه ۸ طبقه	٦۳
شکل۳-۳- نتایج طراحی سازه ۱۲ طبقه	٦٤
شکل ۳-٤- المان damper در نرم‌افزار SAP2000	٦۵
شکل ۳-۵- نحوه مدلسازی المان damper در نرم‌افزار SAP2000	٦٦
شکل ۳-٦- نمونه منحنی نیرو تغییرمکانی یک میراگر ویسکوز	٦۷
شکل ۳-۷- مقیاس‌سازی زلزله Northridge-SCS05	۷۰
شکل ۳-۸- مقیاس سازی زلزله Chi-Chi- TCU068NS	۷۱
شکل ۳-۹- مقیاس سازی زلزله Manjil-ABBAR-L	۷۲
شکل ۳-۱۰- رابطه بین نسبت میرائی و فرکانس در میرائی رایلی	۷٤
شکل ٤-۱- شکل مود اول سه سازه مدل انتخاب شده	۷۸
شکل ٤-۲- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=3 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ۱۵ درصد	۸۷

فهرست اشکال	شماره صفحه
شکل ٤-٣- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=4 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	٨٨
شکل ٤-٤- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=5 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	٨٩
شکل ٤-٥- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	٩٠
شکل ٤-٦- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=3 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	٩٠
شکل ٤-٧- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=4 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	٩١
شکل ٤-٨- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=5 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	٩٢
شکل ٤-٩- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	٩٣
شکل ٤-١٠- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=3 ، زلزله Imperial، نسبت میرایی ١٥ درصد	٩٣
شکل ٤-١١- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=4 ، زلزله Imperial، نسبت میرایی ١٥ درصد	٩٤
شکل ٤-١٢- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=5 ، زلزله Imperial، نسبت میرایی ١٥ درصد	٩٥
شکل ٤-١٣- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Imperial، نسبت میرایی ١٥ درصد	٩٦
شکل ٤-١٤- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=3 ، زلزله Imperial، نسبت میرایی ٢٥ درصد	٩٦
شکل ٤-١٥- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=4 ، زلزله Imperial، نسبت میرایی ٢٥ درصد	٩٧
شکل ٤-١٦- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=5 ، زلزله Imperial، نسبت میرایی ٢٥ درصد	٩٨
شکل ٤-١٧- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Imperial، نسبت میرایی ٢٥ درصد	٩٩
شکل ٤-١٨- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=3 ، زلزله Manjil، نسبت میرایی ١٥ درصد	٩٩
شکل ٤-١٩- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=4 ، زلزله Manjil، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٠٠
شکل ٤-٢٠- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=5 ، زلزله Manjil، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٠١
شکل ٤-٢١- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Manjil ، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٠٢
شکل ٤-٢٢- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=3 ، زلزله Manjil، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١٠٢
شکل ٤-٢٣- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=4 ، زلزله Manjil، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١٠٣
شکل ٤-٢٤- قرارگیری میراگر، سازه ٤ طبقه، n=5 ، زلزله Manjil، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١٠٤
شکل ٤-٢٥- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Manjil ، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١٠٤
شکل ٤-٢٦- قرارگیری میراگر، سازه ٨ طبقه، n=6 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٠٥
شکل ٤-٢٧- قرارگیری میراگر، سازه ٨ طبقه، n=7 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٠٦
شکل ٤-٢٨- قرارگیری میراگر، سازه ٨ طبقه، n=8 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٠٧

فهرست اشکال	شماره صفحه
شکل ٤-٢٩- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٨ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٠٧
شکل ٤-٣٠- قرارگیری میراگر، سازه ٨ طبقه، n=6 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١٠٨
شکل ٤-٣١- قرارگیری میراگر، سازه ٨ طبقه، n=7 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١٠٩
شکل ٤-٣٢- قرارگیری میراگر، سازه ٨ طبقه، n=8 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١١٠
شکل ٤-٣٣- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٨ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١١٠
شکل ٤-٣٤- قرارگیری میراگر، سازه ١٢ طبقه، n=9 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١١١
شکل ٤-٣٥- قرارگیری میراگر، سازه ١٢ طبقه، n=10 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١١٢
شکل ٤-٣٦- قرارگیری میراگر، سازه ١٢ طبقه، n=11 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١١٣
شکل ٤-٣٧- قرارگیری میراگر، سازه ١٢ طبقه، n=9 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١١٤
شکل ٤-٣٨- قرارگیری میراگر، سازه ١٢ طبقه، n=10 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١١٥
شکل ٤-٣٩- قرارگیری میراگر، سازه ١٢ طبقه، n=11 ، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١١٦
شکل ٤-٤٠- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ١٢ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١١٧
شکل ٤-٤١- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ١٢ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١١٧
شکل ٤-٤٢- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ١٥ درصد	١١٩
شکل ٤-٤٣- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١١٩
شکل ٤-٤٤- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Imperial، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٢٠
شکل ٤-٤٥- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Imperial، نسبت میرایی ٢٥ درصد	١٢٠
شکل ٤-٤٦- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Manjil، نسبت میرایی ١٥ درصد	١٢١

فهرست اشکال	شماره صفحه
شکل ٤-٤٧- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ٤ طبقه، زلزله Manjil، نسبت میرایی ۲۵ درصد	۱۲۱
شکل ٤-٤٨- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۸ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ۱۵ درصد	۱۲۲
شکل ٤-٤٩- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۸ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ۲۵ درصد	۱۲۲
شکل ٤-٥٠- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۸ طبقه، زلزله Imperial، نسبت میرایی ۱۵ درصد	۱۲۳
شکل ٤-٥١- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۸ طبقه، زلزله Imperial، نسبت میرایی ۲۵ درصد	۱۲۳
شکل ٤-٥٢- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۸ طبقه، زلزله Manjil، نسبت میرایی ۱۵ درصد	۱۲٤
شکل ٤-٥٣- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۸ طبقه، زلزله Manjil، نسبت میرایی ۲۵ درصد	۱۲٤
شکل ٤-٥٤- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۱۲ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ۱۵ درصد	۱۲۵
شکل ٤-٥٥- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۱۲ طبقه، زلزله Northridge، نسبت میرایی ۲۵ درصد	۱۲۵
شکل ٤-٥٦- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۱۲ طبقه، زلزله Imperial، نسبت میرایی ۱۵ درصد	۱۲٦
شکل ٤-٥٧- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۱۲ طبقه، زلزله Imperial، نسبت میرایی ۲۵ درصد	۱۲٦
شکل ٤-٥٨- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۱۲ طبقه، زلزله Manjil، نسبت میرایی ۱۵ درصد	۱۲۷
شکل ٤-٥٩- پروفیل تغییرمکان نسبی طبقات، سازه ۱۲ طبقه، زلزله Manjil، نسبت میرایی ۲۵ درصد	۱۲۷

فهرست جداول	شماره صفحه
جدول ۲-۱- خلاصه نتایج آزمایشگاهی برای سازه سه طبقه مورد آزمایش	٤٦
جدول ۲-۲- محل بهینه قرارگیری میراگر در سازه شش طبقه	٥٥
جدول ۳-۱- مشخصات مصالح مصرفی در مدل‌های سازه‌ای	٥٨
جدول ۳-۲- مشخصات زلزله‌های انتخاب شده	٦٨
جدول ٤-۱- تعیین ضریب میرایی میراگرها بصورت یکنواخت (Ceq : ضریب میرایی معادل) در ارتفاع سازه ٤ طبق	٧٨
جدول ٤-۲- تعیین ضریب میرایی میراگرها بصورت یکنواخت (Ceq : ضریب میرایی معادل) در ارتفاع سازه ٨ طبقه	٧٩
جدول ٤-۳- تعیین ضریب میرایی میراگرها بصورت (Ceq: ضریب میرایی معادل) یکنواخت در ارتفاع سازه۱۲ طبقه	٧٩
جدول ٤-٤- تعیین ضریب میرایی میراگرها بر اساس انرژی کرنشی برشی در ارتفاع سازه ٤ طبقه	٨١
جدول ٤-٥- تعیین ضریب میرایی میراگرها بر اساس انرژی کرنشی برشی در ارتفاع سازه ٨ طبقه	٨١
جدول ٤-٦- تعیین ضریب میرایی میراگرها بر اساس انرژی کرنشی برشی در ارتفاع سازه ۱۲ طبقه	٨٢
جدول ٤-۷- تعیین طبقات موثر در سازه‌های ٤، ٨ و ۱۲ طبقه	٨٣
جدول ٤-۸- تعیین ضریب میرایی میراگرها بر اساس انرژی کرنشی برشی طبقات موثر در ارتفاع سازه ٤ طبقه	٨٤
جدول ٤-۹- تعیین ضریب میرایی میراگرها بر اساس انرژی کرنشی برشی طبقات موثر در ارتفاع سازه ٨ طبقه	٨٤
جدول ٤-۱۰- تعیین ضریب میرایی میراگرها بر اساس انرژی کرنشی برشی طبقات موثر در ارتفاع سازه ۱۲ طبقه	٨٥

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱-مقدمه

انسان از آغاز خلقت همواره با موضوع بلایای طبیعی مواجه بوده و تلاش نموده است تا ایـن حـوادث و سوانح طبیعت را مدیریت و کنترل نماید و زندگی خود را از این خطـرات ، ایمـن و محفـوظ دارد . در میـان بلایای طبیعی ، زلزله از ویژگی‌های خاصی برخوردا ر بوده و در قرن گذشته با توجه به عوامـل زیـر اهمیـت بیشتری به مدیریت بحران زلزله داده شده است:

۱. افزایش تعداد شهرها در نقاط مختلف که بسیاری در مناطق فعال لرزه خیز واقع‌اند .

۲. گسترش و توسعه شهرها به گونه‌ای که گسل‌های زیادی در داخل شهرها قرار گرفته‌اند.

۳. افزایش تراکم جمعیت شهرها که باعث افزایش تعداد قربانیان زلزله گردیده است.

٤. افزایش کمی و کیفی تا سیسات و امکانات مختلف شهری، که باعث افزایش سرمایه‌گذاری انسان درشهرها و گسترش خسارات مالی ناشی از زلزله شده است.

۵. پیشرفت دانش لرز ه شناسی و مهندسی زلزله، که بشر را قادر به ثبت اطلاعات زلزله های گذشته و تجزیه و تحلیل هر چه دقیقتر آنها نموده است.

ایران از نظر لرزه‌خیزی در منطقه فعال جهان قرار دارد و به گواهی اطلاعات مسـتند علمـی و مشـاهدات قرن بیستم از خطر پذیرترین مناطق جهان در اثر زمین لرزه‌های پرقدرت محسوب می‌شود. در سالهای اخیر به طور متوسط هر پنج سال یک زمین‌لرزه با صدمات جانی و مالی بسیار بـالا در نقطـه ای از کشـور رخ داده است و در حال حاضر ایران در صدر کشورهایی است که وقوع زلزله در آن با تلفات جانی بالا همـراه اسـت. اگر چه جلوگیری کامل از خسارات ناشی از زلزله‌های شدید بسیار دشـوار اسـت لـیکن بـا افـزایش سـطح اطلاعات در رابطه با لرزه‌خیزی کشور، آموزش همگانی و ترویج فرهنگ ایمنـی، شناسـایی و مطالعـه دقیـق وضعیت آسیب پذیری مستحدثات، ساختمانها، تاسیسات زیربنایی و شریان هـای حیـاتی و ایمـن‌سـازی و مقاوم سازی صحیح و اصولی آن ها، می‌توان تا حد مطلوب تلفات و خسـارات ناشـی از زلزلـه‌هـای آتـی را کاهش داد.

در نتیجه ضعف سازه‌ها وخرابی آنها در اثر ارتعاشات لرزه‌ای، یکی از دغدغه‌هـای اصـلی مهندسـین سازه است. وقوع اجتناب ناپذیر زلزله‌ها و تحمیل خسارت های فراوان جانی و مالی، به ویژه زلزله هـای

ویرانگری که در سالهای اخیردر نقاط مختلف دنیا رخ داده اند، تأکیدی بر لزوم یافتن راه حلی مناسب و قابل اعتماد برای مقابله با این پدیده طبیعی است. از میان زلزله‌های مخرب می‌توان به زلزله منجیل در ایران درسال ۱۳٦۹، زلزله ٦/۷ ریشتری Northridge آمریکا و زلزله kobe در ژاپن اشاره کرد. ارقام تلفات و خسارات ناشی از زلزله، بیانگر این مهم است که باید در بسیاری از روشهای مقابله با نیروهای لرزه ای تجدید نظر شود و یا به فکر روشهای جایگزین مطمئن تر بود. امروزه یکی از چالشهای اصلی برای رسیدن به هدف، به کارگیری میراگرها در سازه و تلفیق این روشهای جدید با مفاهیم طراحی لرزه‌ای سازه‌ها و ارتقای کیفی عملکرد لرزه‌ای سازه ها است.

به طور کلی تغییرمکان نسبی بین طبقات و شتاب ایجاد شده در آنها دو مکانیزم عمده ایجاد خرابی در سازه تحت تاثیر تحریکات پایه می‌باشند. با توجه به این دو مکانیزم خرابی در سازه ها دو روش جهت طراحی سازه‌ها به وجود آمد:

۱. طراحی ساختمان‌های با سختی زیاد که به منظور مقابله با ایجاد تغییرمکانهای ناشی از تحریکات پایه حاصل گردید. نکته ضعف این روش افزایش شتاب وارد به طبقه در پی افزایش سختی است.

۲. طراحی ساختمان‌هایی با شکل‌پذیری زیاد به منظور کاستن از شتاب طبقات و کاهش شتاب انتقالی به دیافراگم‌ها که این امر نیز موجب زیاد شدن تغییرمکان طبقات می‌شود.

با توجه به معایب موجود در هر دو روش طراحی، استفاده از روشی که بتوان با استفاده از آن ضمن کاستن از نیروی وارد بر سازه تغییرمکانهای نسبی طبقات را نیز کنترل نمود، روشی مناسب جهت طراحی سازه‌ها خواهد بود.

در نتیجه امروزه پژوهشگران بسیاری در جهان به منظور "کنترل ارتعاشات سازه‌ای" در برابر نیروهای زلزله به "سیستم های مستهلک کننده انرژی" روی آورده‌اند تا ضمن تمرکز تغییر شکلهای غیرخطی به هنگام زلزله در این سیستم‌ها، امر ترمیم و بهسازی سازه‌ها را نیز سهولت بخشند.

از دیدگاه انرژی در مسائل لرزه‌ای، انرژی توسط سازه فیلتر می‌شود. مقدار انرژی وارد شده به سازه فقط به خصوصیات حرکتی زمین وابسته نمی‌باشد بلکه به خصوصیات سازه نیز مربوط است. از دیدگاه انرژی، برای یک طرح مقاوم لرزه‌ای مناسب ابتداً می‌باید تلاشی جهت حداقل نمودن مقدار انرژی

هیسترتیک تلف شده توسط سازه، نمود. بطور واقعی، دو دیدگاه حیاتی وجود دارد. اولی شامل طرحهایی است که در آن انرژی ورودی به سازه کاهش می‌یابد و دومین دیدگاه، بر روی مکانیزم اتلاف انرژی در سازه متمرکز است. این تجهیزات به صورتی طراحی می‌شوند که بخشی از انرژی ورودی تلف شده، و در نتیجه خسارت وارده به سازه اصلی که ناشی از اتلاف انرژی هیسترتیک می‌باشد، کاهش یابد

روشهای سنتی مقاوم سازی لرزه‌ای سازه های موجود، اعم از تقویت اعضای تیر و ستون اتصالات یا اضافه کردن بادبند و دیوار برشی کم و بیش پر هزینه‌اند و به عملکرد ساختمان و سرویس‌دهی آن در هنگام اجرا لطمه وارد می‌نماید. استفاده از روشهای نوین و سیستم های جدید کنترل ارتعاشات، ضمن اقتصادی بودن این امکان را فراهم می‌آورد که بدون خرابی های عمده در هنگام اجرا، ساختمان به سرویس دهی خود ادامه دهد. از اینرو در چند دهه اخیر استفاده از قطعات اتلاف انرژی جهت مقاوم سازی و طراحی مقاوم سازه‌ها به سرعت در حال توسعه است.

این ابزارها برای نجات سازه از ویرانی به وسیله هدایت و جذب انرژی به آنها، بجای اعضای سازه‌ای استفاده می شوند. به طور کلی هدف از کاربرد این ابزارها این است که جذب انرژی به وسیله رفتارهای خاص در محلهایی که بدین منظور طراحی شده اند اتفاق افتد و از رفتار غیر خطی عناصر اصلی سیستم مقاوم باربر جانبی حتی الامکان جلو گیری به عمل آید.

۱-۲- تاریخچه ابزارآلات و وسایل کاهش نیروی زلزله {۱۰، ۸}

سازه‌ای که برای منطقه با خطر زمین لرزه شدید طرح می شود اولا باید سختی کافی را برای کنترل کردن جابجایی جانبی ساختمان به منظور جلوگیری از وارد آمدن صدمه به اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای در زلزله های متوسط ولی مکرر داشته باشد. دوم اینکه تحت زلزله های شدید، مقاومت و شکل‌پذیری کافی برای جلوگیری از فروریزش ساختمان داشته باشد. ولی در این حالت آسیبهای غیرسازه‌ای و سازه ای محدود، مجاز شمرده می شود زیرا طراحی سازه ای که در زلزله‌های قوی با احتمال وقوع کم، ارتجاعی باقی بماند مقرون به صرفه نیست.

در روشهای مرسوم، ساختمان با استفاده از ترکیبی از سختی و قابلیت شکل‌پذیری و همچنین استهلاک انرژی در برابر زلزله از خود مقاومت نشان می‌دهد. مقدار میرایی در این قبیل ساختمانها بسیار

کم است از این رو انرژی مستهلک شده در محدوده رفتار الاستیک سازه ناچیز می‌باشد. در هنگام زلزله-های قوی، این ساختمان‌ها بعد از محدوده رفتار الاستیک، تغییرمکان‌های زیادی از خود نشان می‌دهد و فقط به واسطه قابلیت تغییرمکان غیرالاستیک خود پایدار باقی می‌مانند، این تغییرمکان‌های غیرالاستیک موجب به وجود آمدن مفاصل پلاستیک به صورت موضعی در نقاطی از سازه می‌گردند که خود باعث افزایش شکل‌پذیری و همچنین افزایش استهلاک انرژی می گردد. در نتیجه مقدار زیادی از انرژی زلزله به واسطه تخریبهای موضعی در سیستم مقاوم جانبی سازه مستهلک می‌شود.

در دو دهه گذشته، تلاشهای فراوانی جهت کاربرد سیستمهای کنترل مدرن در سازه‌های در معرض زلزله انجام شده است. گروه مهمی از این سیستمها، سیستمهای کنترل غیرفعال می‌باشد که بدون نیاز به هیچ‌گونه منبع انرژی خارجی و فقط با استفاده از حرکت سازه، ارتعاشات لرزه‌ای را کاهش می‌دهد. بعضی از سیستمهای کنترل غیرفعال با تغییر فرکانس ارتعاشی سازه و با محدودساختن شتاب انتقالی به سازه مانع نفوذ انرژی زلزله به سازه می‌شوند. درحالیکه در نوعی دیگر تحت عنوان میراگرهای انرژی، انرژی زلزله پس از ورود به سازه جذب می‌شود.

در حدود سالهای ۱۹۷۲ به دلیل مطرح شدن نیروهایی همچون زلزله و باد که با افزایش ارتفاع سازه ، طراحی‌ها تحت شعاع قرار گرفتند، ارتفاع سازه‌ها به راحتی قابل افزایش نبودند و جهت دستیابی به ارتفاع بیشتر ساختمانها، ایده کنترل سازه‌ها که در واقع نحوه کنترل نیروهای وارد بر آن بود مطرح گردید. امروزه کنترل ارتعاشات سازه‌ها ناشی از باد و یا زلزله توسط روشهای متعددی صورت می‌گیرد این روشها عبارتند از:

- تصحیح جرم
- تصحیح سختی و یا میرایی سازه
- تصحیح شکل سازه
- ایجاد نیروهای مقابله کننده فعال و یا غیرفعال

که به گونه‌های موفقیت آمیزی با کارآیی بسیار بالا به کار گرفته می‌شوند. در سالهای اخیر محققین توجه زیادی به این موضوع داشته‌اند. به خصوص در آمریکا مهندسی عمران در حیطه کنترل سازه‌ها تکامل

بسیار سریعی داشته است. در سال ۱۹۸۸ در ماه آگوست در اولین کنفرانس جهانی کنترل ساختمانها به اوج خود رسید.

در همان سال انجمنی با عنوان(IASC) شکل گرفت که مسئولیت کنفرانسهای آینده و همچنین امور کارگاهی را بر عهده داشت (۱۹۸۸) و همچنین انجمنهای ASME، AICHE ، AIAA ،ASCE که بعضی سابقه درازی در مهندسی کنترل داشتند به (AACC) و به موازات این پیشرفتها در کنترل ساختمانها در ژاپن نیز تحقیقات قابل توجهی صورت گرفت و آنها توانستند در بیش از ۲۰ سازه در مقیاس واقعی سیستمهای کنترل را کار گیرند.

میراگرهای ویسکوز برای بار اول در مهندسی هوا فضا و نظامی برای جذب ضربه تولید شده از موشکهای پرتابی یا فرود یک هواپیما استفاده شده است. هنگامی که این میراگرها اولین بار برای استفاده‌های عمرانی تولید شد، تکنولوژی آنها بیش از ۳۵ سال توسعه یافته و کامل شده بود. اما در آن زمان میراگرها در واقع برای محافظت سیلوهای موشک از اصابت و امواج ضربه یک انفجار استفاده شده است.

در سال ۱۹٦۹ برای اولین بار از میراگر ویسکوالاستیک در برج‌های مرکز تجارت جهانی استفاده گردید. از این میراگر به منظور کاهش ارتعاشات ناشی از باد استفاده شد. محمودی از زمره اولین محققینی بود که به طور آزمایشگاهی اثر عوامل مختلف را بر روی میراگر مورد بررسی قرار داد. از آن پس محققین دیگر مانند سونگ، چن و شن بر روی سازه مجهز به میراگر تحت اثر نیروی زلزله به مطالعه پرداختند.

طرح کنترل غیرفعال بعنوان یک مفهوم پا برجا و دائمی در افزایش عملکرد لرزه‌ای ساختمانها جایگاه خود را بنا نهاده است. در کشورهای پیشرفته تمایل برای استفاده از این نوع طراحی‌ها افزایش نسبتاً زیادی دارد بخصوص بعد از زلزله‌های اخیر که موجب مشکلات جدی اجتماعی- اقتصادی در مناطق شهری ما در ایالات متحده (Northridge) و ژاپن (kobe) اتفاق افتاده است. در اثر این زمین-لرزه‌ها، خیلی از ساختمانهای مدرن از ارائه سرویس بازمانده و به تعمیرات سازه‌ای و غیر سازه‌ای پر هزینه‌ای احتیاج پیدا کرده‌اند، هرچند که آنها بطور موفقیت آمیزی جان ساکنان خود را نجات داده‌اند. اما به خاطر کاهش خسارات، یک تعدادی از ساختمانهای اصلی ژاپن که بعد از این زلزله‌ها ساخته شده‌اند