بسمه تعالی

دانشگاه‌ارومیه

دانشکده فنی

گروه عمران

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران–سازه

موضوع:

کاربرد یک میراگر فلزی تسلیمی جدید در سازه های فولادی

استاد راهنما:

دکتر حبیب سعیدمنیر

اساتید داور:

دکتر سعید تاروردیلو **دکتر حسین شوکتی**

تنظیم و نگارش:

ندا فضلعلی‌پور

مهر ۱۳۹۱

حق چاپ و نشر برای دانشگاه ارومیه محفوظ است

چکیده

یکی از مهمترین مسائلی که در زمینه مهندسی زلزله خودنمایی می‌کند یافتن راه‌های تقلیل نیروی زلزله به اعضای سازه‌ای ساختمان می‌باشد. هدف از این تحقیق معرفی یک نوع جدید از میراگر فولادی شکاف‌دار است که می‌تواند به‌صورت بادبندی در سازه‌ها نصب شود. این میراگر از سه لوله استوانه‌ای استاندارد توخالی که در داخل هم قرار گرفته‌اند تشکیل شده است. در دیواره لوله‌های داخلی و خارجی در محل اتصال به لوله میانی چندین شکاف ایجاد شده تا جابجایی رفت و برگشتی لوله میانی را محدود کرده و از تغییرشکل خارج از صفحه لوله میانی جلوگیری کند. در جداره لوله میانی نیز چندین شکاف ایجاد شده است که در اثر تحریک لرزه‌ای و اعمال نیروی محوری به لوله‌ها، جداره سوراخ‌ها تسلیم شده و انرژی را از طریق تسلیم برشی/خمشی مستهلک می‌کند. این میراگرها هم از نظر هزینه مقرون به صرفه بوده و هم امکان بازرسی و دسترسی در مقایسه با سایر میراگرهای بادبندی مشابه بسیار ساده‌تر و راحت‌تر می‌باشد. در این بررسی، میراگر مذکور در نرم‌افزار ABAQUS مورد تحلیل قرار گرفته است. برای بررسی تأثیر گذاری این دستگاه جذب انرژی در کاهش پاسخ سازه‌های چندین طبقه، سه سازه ۴، ۸ و ۱۵ طبقه که با آیین‌نامه ۲۸۰۰ طراحی شده بودند، در نرم‌افزار SAP2000 ایجاد گردید سپس این سازه‌ها، در حالت مجهز شده به میراگر و بدون آن، تحت ارتعاشات پایه مربوط به سه زلزله السنترو، کوبه و طبس قرار داده شده و تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی بر روی آن‌ها انجام گرفت. نتایج حاصل از این آنالیزهای عددی نشان دادند که میراگر معرفی شده، رفتار هیسترتیک پایدار و تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش ارتعاشات سازه و جذب انرژی زلزله‌های وارده داشته است.

کلمات کلیدی: سیستم‌های تلاف انرژی، کنترل غیرفعال، میراگر فلزی، کنترل لرزه‌ای

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱

فصل دوم: مروری بر مطالعات پیشین

۲- مقدمه و کلیات ۴
۲-۱-سیستم‌های اصطکاکی ۷
۲-۱-۱- سیستم میراگر اصطکاکی پال ۷
۲-۱-۱-۱- توزیع بار لغزش بهینه ۱۰
۲-۱-۱-۲- روش طراحی برای سازه‌های متشکل از میراگر اصطکاکی ۱۱
۲-۱-۲- سیستم میراگر اتصالات اصطکاکی SBC ۱۲
۲-۱-۳- سیستم میراگر اصطکاکی سومیتومو ۱۳
۲-۱-۴- سیستم میراگر اصطکاکی دورانی ۱۴
۲-۱-۵- کاربرد سازه‌ای ۱۵
۲-۲- سیستم‌های ویسکوالاستیک ۱۷
۲-۲-۱-خواص میراگر ویسکوالاستیک ۱۸
۲-۲-۲- روش انرژی کرنشی معادل ۱۹
۲-۲-۳- روش طراحی ۲۰
۲-۲-۴- میراگرهای ویسکوز مایع ۲۲
۲-۲-۵- کاربرد سازه‌ای ۲۴
۲-۳- سیستم میراگر با استفاده از جاری شدن قطعه فلز ۲۵
۲-۳-۱-میراگر ADAS ۲۷
۲-۳-۲- میراگر SSD ۲۹
۲-۳-۳- میراگر کمانش ناپذیر BRB ۳۴
۲-۳-۴- میراگر پیشنهادی TTD ۳۶
۲-۳-۵- کاربرد سازه‌ای ۳۸

فصل سوم: مدل‌سازی میراگر فلزی تسلیمی جدید در نرم افزار ABAQUS

۳-۱- معرفی نرم‌افزار ۴۰
۳-۱-۱- سیستم المان محدود ABAQUS ۴۱
۳-۲- میراگر TTD ۴۱
۳-۲-۱-مدل‌سازی میراگر TTD ۴۲
۳-۲-۱-۱- معرفی شکل هندسی و ابعاد میراگر در محیط part ۴۲
۳-۲-۱-۱-۱- انواع قطعه‌ی part ۴۲
۳-۲-۱-۲- تعیین خواص ماده در محیط property ۴۳
۳-۲-۱-۳- مونتاژ کردن قطعات در محیط Assembly ۴۳

۳-۲-۱-۴- مرحله step ۴۴
۳-۲-۱-۵- مرحله Interaction ۴۴
۳-۲-۱-۶- مرحله بار گذاری و ایجاد شرایط مرزی (Load) ۴۵
۳-۲-۱-۷- مش‌بندی (Mesh) ۴۵
۳-۲-۱-۸- نتیجه مدل‌سازی میراگر TTD ۴۶
۳-۳- میراگر تسلیمی جدید ۴۸
۳-۳-۱- مدل‌سازی میراگر تسلیمی جدید ۴۹
۳-۳-۱-۱- معرفی شکل هندسی و ابعاد میراگر در محیط part ۴۹
۳-۳-۱-۲- تعیین خواص ماده در محیط property ۵۰
۳-۳-۱-۳- مونتاژ کردن قطعات در محیط Assembly ۵۰
۳-۳-۱-۴- مرحله step ۵۱
۳-۳-۱-۵- مرحله Interaction ۵۱
۳-۳-۱-۶- مرحله بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی (Load) ۵۲
۳-۳-۱-۷- مش‌بندی (Mesh) ۵۲
۳-۳-۱-۸- نتیجه مدل‌سازی میراگر تسلیمی جدید ۵۳

فصل چهارم: طراحی ساختمانهای چند طبقه فولادی مجهز به میراگرهای فولادی تسلیمی جدید در نرم‌افزار SAP2000

۴-۱- مقدمه ۵۵
۴-۲- سازه چهار طبقه فولادی ۵۵
۴-۲-۱- تشکیل مدل کامپیوتری در نرم افزار SAP2000 ۵۶
۴-۲-۱-۱- بارگذاری سازه ۵۶
۴-۲-۱-۱-۱- بارگذاری ثقلی ۵۷
۴-۲-۱-۱-۲- بارگذاری جانبی ساختمان ۵۸
۴-۲-۱-۲- تعریف مقاطع طراحی ۵۸
۴-۲-۱-۳- آیین نامه مورد استفاده ۵۸
۴-۲-۱-۴- آنالیزهای انجام شده در نرم افزار ۵۸
۴-۲-۱-۴-۱- تحلیل استاتیکی معادل ۵۹
۴-۲-۱-۴-۱-۱- معرفی منبع جرم ۵۹
۴-۲-۱-۴-۱-۲- معرفی ضریب **C** زلزله ۵۹
۴-۲-۱-۴-۲- تحلیل طیفی ۵۹
۴-۲-۱-۴-۳- تحلیل تاریخچه زمانی ۶۰
۴-۲-۱-۵- طراحی مقاطع تیر و ستون ساختمان خمشی بدون میراگر ۶۱
۴-۲-۱-۶- تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی سازه چهار طبقه بدون میراگر ۶۲
۴-۲-۱-۷- ساختمان چهار طبقه مهاربندی شده توسط میراگر فولادی از نوع بادبندی ۶۲
۴-۲-۱-۷-۱- مدل کردن میراگرها ۶۲
۴-۲-۱-۷-۲- تحلیل تاریخچه زمانی سازه ۴ طبقه با میراگر ۶۳

۴-۲-۱-۸- معادل سازی میرایی در ساختمان بدون میراگر ۶۳
۴-۲-۱-۹- طراحی مجدد ۶۴
۴-۲-۱-۱۰- خلاصه مراحل مدل‌سازی در نرم‌افزار SAP2000 برای بدست آوردن شاخص‌های کارآیی میراگر در ساختمان ۶۴

فصل پنجم: بحث و بررسی نتایج حاصل از مدل‌سازی میراگر در ABAQUS

۵-۱- مقدمه ۶۷
۵-۲- بررسی تأثیر پارامتر b (عرض باریکه) بر روی نیروی تسلیم ۶۷
۵-۳- بررسی تأثیر پارامتر t (ضخامت باریکه) بر روی نیروی تسلیم ۷۱
۵-۴- بررسی تأثیر قطر شکاف‌ها بر روی نیروی تسلیم ۷۳
۵-۵- بررسی تأثیر پارامتر h (ارتفاع باریکه) بر روی نیروی تسلیم ۷۴
۵-۶- بررسی تأثیر قطر لوله میانی میراگر بر روی نیروی تسلیم ۷۵
۵-۷- بررسی رفتار میراگر پیشنهادی و میراگر TTD ۷۶

فصل ششم: بحث و بررسی نتایج حاصل از مدل‌سازی ساختمان‌ها در نرم‌افزار SAP2000

۶-۱- بررسی شاخص‌های کارآیی میراگر فلزی تسلیمی جدید در نرم‌افزار SAP2000 ۷۸
۶-۱-۱- مرحله اول: آنالیز قاب‌های ۴، ۸ و ۱۵ طبقه بدون میراگر با بارگذاری تاریخچه زمانی ۷۸
۶-۱-۱-۱- جابجایی نسبی طبقات (Drift) ۷۸
۶-۱-۲- مرحله دوم: آنالیز قاب‌های ۴، ۸ و ۱۵ طبقه دارای میراگر با بارگذاری تاریخچه زمانی ۷۹
۶-۱-۲-۱- انتخاب بهینه ترکیب قرارگیری میراگر در ارتفاع ساختمان ۸۰
۶-۱-۲-۱-۱- انتخاب بهینه قرار گیری میراگر در سازه ۴ طبقه ۸۱
۶-۱-۲-۱-۲- انتخاب بهینه قرار گیری میراگر در سازه ۸ طبقه ۸۶
۶-۱-۲-۱-۳- انتخاب بهینه قرار گیری میراگر در سازه ۱۵ طبقه ۹۱
۶-۱-۲-۲- دریفت طبقات در ساختمان دارای میراگر ۹۷
۶-۱-۲-۳- مقایسه جابجایی و دریفت طبقات در ساختمان‌های بدون میراگر و مجهز به میراگر ۹۸
۶-۱-۲-۳-۱- مقایسه حداکثر جابجایی جانبی طبقات در ساختمان ۴ طبقه ۹۹
۶-۱-۲-۳-۲- مقایسه حداکثر دریفت طبقات در ساختمان ۴ طبقه ۱۰۰
۶-۱-۲-۳-۳- بررسی درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۴ طبقه با بکارگیری میراگر ۱۰۱
۶-۱-۲-۳-۴- مقایسه حداکثر جابجایی جانبی طبقات در ساختمان ۸ طبقه ۱۰۲
۶-۱-۲-۳-۵- مقایسه حداکثر دریفت طبقات در ساختمان ۸ طبقه ۱۰۳
۶-۱-۲-۳-۶- بررسی درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۸ طبقه با بکارگیری میراگر ۱۰۴
۶-۱-۲-۳-۷- مقایسه حداکثر جابجایی جانبی طبقات در ساختمان ۱۵ طبقه ۱۰۵
۶-۱-۲-۳-۸- مقایسه حداکثر دریفت طبقات در ساختمان ۱۵ طبقه ۱۰۷
۶-۱-۲-۳-۹- بررسی درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۱۵ طبقه با بکارگیری میراگر ۱۰۹
۶-۱-۲-۴- بررسی میزان جذب انرژی توسط میراگرها ۱۱۱
۶-۱-۴-۲-۱- بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۴ طبقه ۱۱۲

۶-۱-۲-۴-۲- بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۸ طبقه ۱۱۳
۶-۱-۲-۴-۳- بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۱۵ طبقه ۱۱۴
۶-۱-۳- مرحله سوم: معادل‌سازی میرایی در ساختمان بدون میراگر ۱۱۵
۶-۱-۴- مرحله چهارم: طراحی مجدد ۱۱۶
۶-۲- تیپ‌بندی میراگر برای طبقات مختلف سازه هشت طبقه فولادی ۱۱۷
۶-۳- بررسی تأثیر محدود کردن حرکت رفت و برگشتی میراگر روی رفتار سازه تحت زلزله‌های شدید در سازه ۸ طبقه ۱۱۹
۶-۳-۱- مقایسه حداکثر جابجایی جانبی طبقات در ساختمان ۸ طبقه ۱۲۰
۶-۳-۲- مقایسه حداکثر دریفت طبقات در ساختمان ۸ طبقه ۱۲۱
۶-۳-۳- بررسی درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۸ طبقه با بکارگیری میراگر ۱۲۲
۶-۳-۴- بررسی برش پایه سازه ۸ طبقه با بکارگیری میراگر و بدون میراگر ۱۲۳

فصل هفتم: نتایج و پیشنهادات

۷-۱- مقدمه ۱۲۵
۷-۲- نتایج ۱۲۶
۷-۳- پیشنهادات ۱۲۸

منابع ۱۲۹

Abstract ۱۳۲

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول(۲-۱): خواص یک میراگر ویسکوالاستیک نمونه ۲۰
جدول(۲-۲): تحقیقات و کاربردهای میراگر فولادی ۲۶
جدول(۲-۳): نمونه‌های آزمایش (واحد میلیمتر) ۳۲
جدول(۲-۴): خلاصه نتایج آزمایش(واحد کیلو نیوتن و میلیمتر) ۳۲

جدول(۴-۱): مشخصات عمومی ساختمان چهار طبقه مورد بررسی ۵۶
جدول(۴-۲): خلاصه بارگذاری ثقلی(کیلوگرم بر مترمربع) ۵۸
جدول(۴-۳): مشخصات زلزله‌های اعمال شده به سازه‌ها ۶۱
جدول (۴-۴): ضرایب نسبی بزرگنمایی طیف ۶۴

جدول(۵-۱): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۱) ۶۸
جدول(۵-۲): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۲) ۶۹
جدول(۵-۳): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۳) ۷۰
جدول(۵-۴): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۴) ۷۱
جدول(۵-۵): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۵) ۷۲
جدول(۵-۶): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۶) ۷۳
جدول(۵-۷): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۷) ۷۴
جدول(۵-۸): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۸) ۷۵
جدول(۵-۹): نیرو و جابجایی تسلیم بدست آمده برای نمونه‌های ذکر شده در شکل (۵-۹) ۷۷

جدول(۶-۱): دریفت سازه ۴ طبقه خمشی تحت زلزله‌های مختلف ۷۸
جدول(۶-۲): دریفت سازه ۸ طبقه خمشی تحت زلزله‌های مختلف ۷۹
جدول(۶-۳): دریفت سازه ۱۵ طبقه خمشی تحت زلزله‌های مختلف ۷۹
جدول(۶-۴): حالت توزیع میراگر بر اساس توزیع خطی در سازه ۴ طبقه ۸۴
جدول(۶-۵): حالت توزیع میراگر بر اساس توزیع خطی در سازه ۸ طبقه ۸۹
جدول(۶-۶): حالت توزیع میراگر بر اساس توزیع خطی در سازه ۱۵ طبقه ۹۶
جدول(۶-۷): دریفت طبقات در ساختمان ۴ طبقه دارای میراگر ۹۷
جدول(۶-۸): دریفت طبقات در ساختمان ۸ طبقه دارای میراگر ۹۸
جدول(۶-۹): دریفت طبقات در ساختمان ۱۵ طبقه دارای میراگر ۹۸
جدول(۶-۱۰): مقادیر میرایی ایجاد شده در سازه ۴ طبقه ۱۱۵
جدول(۶-۱۱): مقادیر میرایی ایجاد شده در سازه ۸ طبقه ۱۱۶
جدول(۶-۱۲): مقادیر میرایی ایجاد شده در سازه ۱۵ طبقه ۱۱۶
جدول(۶-۱۳): مقایسه فولاد مصرفی برای ساختمان ۴ طبقه ۱۱۶

فهرست جدول‌ها (ادامه)

عنوان	صفحه
جدول(۶-۱۴): مقایسه فولاد مصرفی برای ساختمان ۸ طبقه	۱۱۶
جدول(۶-۱۵): مقایسه فولاد مصرفی برای ساختمان ۱۵ طبقه	۱۱۷
جدول(۶-۱۶): تیپ‌بندی میراگر برای طبقات مختلف سازه هشت طبقه	۱۱۸
جدول(۶-۱۷): مقایسه حداکثر برش پایه سازه بدون میراگر و با میراگر (Kgf)	۱۲۳

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل(۲-۱): محل قرارگیری سیستم در یک قاب ۷
شکل(۲-۲): اتصالات لغزنده سوراخ‌دار همراه با صفحه تکیه دهنده ۸
شکل(۲-۳): رفتار هیسترتیک یک گره اصطکاکی در حالت بادبندی کششی ۸
شکل(۲-۴): رفتار هیسترتیک یک قاب یک طبقه با میراگر اصطکاکی ۹
شکل(۲-۵): حلقه هیسترزیس سیستم اصطکاکی ۱۰
شکل(۲-۶): یک نمونه هتصال اصطکاکی ۱۳
شکل(۲-۷): قاب مجهز به اتصال اصطکاکی ۱۳
شکل(۲-۸): میراگر اصطکاکی سومیتومو ۱۴
شکل(۲-۹): حلقه‌های هیسترزیس میراگر اصطکاکی سومیتومو ۱۴
شکل(۲-۱۰): جزئیات قرارگیری میراگر اصطکاکی سومیتومو ۱۴
شکل(۲-۱۱): میراگر اصطکاکی دورانی ۱۵
شکل(۲-۱۲): بکارگیری مستهلک‌کننده انرژی اصطکاکی Pallدر کتابخانه McConnel دانشگاهConcorida ۱۶
شکل(۲-۱۳): نمای هوایی مجموعه آژانس فضایی کانادا ۱۶
شکل(۲-۱۴): یک میراگر ویسکوالاستیک ۱۷
شکل(۲-۱۵): حلقه هیسترزیس تنش-کرنش ۱۸
شکل(۲-۱۶): فلوچارت طراحی میراگر ویسکوالاستیک ۲۱
شکل(۲-۱۷): ساختمان میراگر ویسکوز مایع ۲۲
شکل(۲-۱۸): نحوه قرارگیری سوراخ‌ها بر روی کلاهک پیستون ۲۲
شکل(۲-۱۹): نصب میراگر در مرکز تجارت جهانی نیویورک ۲۴
شکل(۲-۲۰): نصب میراگردر ساختمان Columbia SeaFirst شهر سیاتل ۲۵
شکل(۲-۲۱): جزئیات میراگر جاری شدنی در ساختمانی واقع در نیوزلند ۲۶
شکل(۲-۲۲): شکل و نحوه جایگذاری المان ADAS ۲۷
شکل(۲-۲۳): نحوه عملکرد المان ADAS به هنگام بارگذاری جانبی ۲۸
شکل(۲-۲۴): مدل الاستوپلاستیک ایده‌آل میراگر هیسترتیک جاری شونده ۲۹
شکل(۲-۲۵): میراگرSSD ۲۹
شکل(۲-۲۶): کاربرد میراگرSSD در اتصال صلب تیر به ستون ۲۹
شکل(۲-۲۷):نمونه آزمایش ۳۰
شکل(۲-۲۸): منحنی نیرو-جابجایی ۳۰
شکل(۲-۲۹): کاربرد میراگر فولادی شکاف‌دار(قاب مهاربندی نوع x شکل) ۳۰
شکل(۲-۳۰): جزئیات میراگر SSD ۳۰
شکل(۲-۳۱): میراگر فولادی شکاف‌دار ۳۱
شکل(۲-۳۲): سازه یک طبقه با میراگر ۳۱
شکل(۲-۳۳): مقایسه منحنی نیرو-جابجایی طرح اولیه و طرح بهینه شده ۳۳
شکل(۲-۳۴): مقایسه توزیع تنش بین طرح اولیه و طرح بهینه ۳۳

فهرست شکل‌ها (ادامه)

عنوان	صفحه
شکل(۲-۳۵): ساختار میراگر	۳۴
شکل(۲-۳۶): میراگر بادبندی کمانش‌ناپذیر	۳۴
شکل(۲-۳۷): نمونه اتصال میراگر لرزه‌ای	۳۶
شکل(۲-۳۸): میراگر لرزه‌ای پیشنهادی TTD	۳۶
شکل(۲-۳۹): میراگر TTD،(a)جزئیات قسمت مصرف انرژی، (b)باریکه معادل	۳۷
شکل(۲-۴۰): جزئیات پل Rangitikei	۳۸
شکل(۲-۴۱): ساختمان40-Izazaga#38	۳۸
شکل(۲-۴۲): مجموعه مهاربند-میراگر در ساختمان 40-Izazaga#38	۳۸
شکل (۲-۴۳): نمای جلو از پشت‌بندها	۳۹
شکل(۳-۱): مراحل مونتاژ قطعه‌های ساخته شده	۴۳
شکل (۳-۲): مش‌بندی میراگر	۴۶
شکل (۳-۳): تغییرشکل میراگر	۴۷
شکل(۳-۴): نمودار نیرو-تغییرمکان میراگر TTD/15/20/20	۴۸
شکل(۳-۵): شکاف ایجاد شده در محل اتصال	۴۸
شکل (۳-۶): مشخصات هندسی میراگر	۴۹
شکل(۳-۷): نمودار تنش حقیقی-کرنش پلاستیک فولاد مورد استفاده در میراگر پیشنهادی	۵۰
شکل(۳-۸): مراحل مونتاژ قطعه‌های ساخته شده	۵۱
شکل(۳-۹): نحوه مش‌بندی میراگر پیشنهادی	۵۳
شکل(۳-۱۰): نتایج حل مساله	۵۴
شکل(۴-۱): پلان ساختمان ۴ طبقه مدل شده در نرم‌افزار sap2000	۵۵
شکل(۴-۲): چهارچوب مدل چهار طبقه در کامپیوتر	۵۶
شکل(۴-۳): جزئیات بارگذاری ثقلی اختصاص یافته به مدل در نرم‌افزار SAP2000	۵۷
شکل(۴-۴): نمودار ضریب بازتاب ساختمان	۶۰
شکل(۴-۵): نحوه ایجاد میراگر در نرم‌افزار SAP و اختصاص آن به قاب	۶۲
شکل(۴-۶): نحوه تعریف میراگر مورد نظر در نرم‌افزار SAP2000	۶۳
شکل(۵-۱): نمودار هیسترزیس میراگر با بکاربردن لوله میانی به ضخامت ۴ میلی‌متر، به قطر ۸۸/۹ میلی‌متر با ایجاد ۸ باریکه هر کدام به ارتفاع ۱۲ میلی‌متر و عرض‌هایی متغییر از ۵، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطر ۱۶ میلی‌متر	۶۸
شکل(۵-۲): نمودار هیسترزیس میراگر با بکاربردن لوله میانی به ضخامت ۴/۴ میلی‌متر، به قطر ۱۱۴/۳ میلی‌متر با ایجاد ۸ باریکه هر کدام به ارتفاع ۱۴ میلی‌متر و عرض‌هایی متغییر از ۷، ۹، ۱۲ و ۱۴ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطر ۱۹ میلی‌متر	۶۹

فهرست شکل‌ها (ادامه)

عنوان **صفحه**

شکل(۵-۳): نمودار هیسترزیس میراگر با بکاربردن لوله میانی به ضخامت ۴/۸ میلی‌متر، به قطر ۱۴۱/۳ میلی‌متر با ایجاد ۸ باریکه هر کدام به ارتفاع ۱۸ میلی‌متر و عرض‌هایی متغییر از ۵، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطر ۲۰ میلی‌متر ۷۰
شکل(۵-۴): نمودار هیسترزیس میراگر با بکاربردن لوله میانی به قطر ۸۸/۹ میلی‌متر و به ضخامت‌هایی متغییر از ۲ و ۴ میلی‌متر با ایجاد ۸ باریکه هر کدام به ارتفاع ۱۲ میلی‌متر و عرض ۱۰ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطر ۱۶ میلی‌متر ۷۱
شکل(۵-۵): نمودار هیسترزیس میراگر با بکاربردن لوله میانی به قطر ۱۱۴/۳ میلی‌متر و به ضخامت‌هایی متغییر از ۲ و ۴/۴ میلی‌متر با ایجاد ۸ باریکه هر کدام به ارتفاع ۱۴ میلی‌متر و عرض ۱۲ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطر ۱۹ میلی‌متر ۷۲
شکل(۵-۶): نمودار هیسترزیس میراگر با بکاربردن لوله میانی به قطر ۱۱۴/۳ میلی‌متر و به ضخامت ۲ میلی‌متر با ایجاد ۸ باریکه هر کدام به ارتفاع ۱۴ میلی‌متر و عرض ۷ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطرهایی متغییر از ۸ و ۱۹ میلی‌متر ۷۳
شکل(۵-۷): نمودار هیسترزیس میراگر با بکاربردن لوله میانی به ضخامت ۴/۸ میلی‌متر، به قطر ۱۴۱/۳ میلی‌متر با ایجاد ۸ باریکه به ارتفاع‌هایی متغییر از ۱۴، ۱۸ و ۲۰ میلی‌متر و عرض ۱۲ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطر ۲۰ میلی‌متر ۷۴
شکل(۵-۸): نمودار هیسترزیس میراگر با بکاربردن لوله میانی به قطرهای ۸۸/۹ و ۱۱۴/۳ میلی‌متر و به ضخامت ۲ میلی‌متر با ایجاد ۸ باریکه هر کدام به ارتفاع ۱۲ میلی‌متر و عرض ۱۰ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطر۱۶ میلی‌متر ۷۵
شکل (۵-۹) نمودار هیسترزیس میراگر فلزی پیشنهادی و میراگر TTD به ضخامت ۸ میلی‌متر با ایجاد ۲۰ باریکه هرکدام به ارتفاع ۲۰ میلی‌متر و عرض ۱۵ میلی‌متر و شکاف‌هایی به قطر ۲۰ میلی‌متر ۷۶

شکل(۶-۱): منحنی (نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۱
شکل(۶-۲): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۱
شکل(۶-۳): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۱
شکل(۶-۴): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۱
شکل(۶-۵): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله طبس ۸۲
شکل(۶-۶): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله طبس ۸۲

فهرست شکل‌ها (ادامه)

عنوان **صفحه**

شکل(۶-۷): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۳
شکل(۶-۸): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات -برش پایه سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۳
شکل(۶-۹): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات –جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۳
شکل(۶-۱۰): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات -برش پایه سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۳
شکل(۶-۱۱): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات –جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله طبس ۸۴
شکل(۶-۱۲): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات -برش پایه سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله طبس ۸۵ ۸۴
شکل(۶-۱۳): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان۴ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۵
شکل(۶-۱۴): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان۴ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۵
شکل(۶-۱۵): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان۴ طبقه تحت زلزله طبس ۸۵
شکل(۶-۱۶): منحنی (نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۶
شکل(۶-۱۷): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۶
شکل(۶-۱۸): منحنی (نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۶
شکل(۶-۱۹): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۶
شکل(۶-۲۰): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله طبس ۸۷
شکل(۶-۲۱): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله طبس ۸۷
شکل(۶-۲۲): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات –جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۸
شکل(۶-۲۳): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات -برش پایه سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله السنترو ۸۸
شکل(۶-۲۴): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات –جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۸
شکل(۶-۲۵): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات -برش پایه سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله کوبه ۸۸

فهرست شکل‌ها (ادامه)

عنوان **صفحه**

شکل(۶-۲۶): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات –جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله طبس ۸۹
شکل(۶-۲۷): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله السنترو ۹۰
شکل(۶-۲۸): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله کوبه ۹۰
شکل(۶-۲۹): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله طبس ۹۰
شکل(۶-۳۰): منحنی (نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله السنترو ۹۱
شکل(۶-۳۱): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله السنترو ۹۱
شکل(۶-۳۲): منحنی (نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله کوبه ۹۱
شکل(۶-۳۳): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله کوبه ۹۲
شکل(۶-۳۴): منحنی (نیروی تسلیم میراگر-جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله طبس ۹۲
شکل(۶-۳۵): منحنی(نیروی تسلیم میراگر-برش پایه سازه) ترکیب یکنواخت در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله طبس ۹۲
شکل(۶-۳۶): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات –جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله السنترو ۹۳
شکل(۶-۳۷): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات -برش پایه سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله السنترو ۹۳
شکل(۶-۳۸): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات –جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله کوبه ۹۴
شکل(۶-۳۹): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات -برش پایه سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله کوبه ۹۴
شکل(۶-۴۰): منحنی تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات –جابجایی حداکثر طبقات سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله طبس ۹۵
شکل(۶-۴۱): منحنی (تغییرات نیروی تسلیم میراگر در طبقات -برش پایه سازه) ترکیب خطی در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله طبس ۹۵
شکل(۶-۴۲): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله السنترو ۹۶
شکل(۶-۴۳): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله کوبه ۹۷
شکل(۶-۴۴): میانگین درصد کاهش دریفت طبقات در ساختمان۱۵طبقه تحت زلزله طبس ۹۷
شکل(۶-۴۵):حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۴ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله السنترو ۹۹

فهرست شکل‌ها (ادامه)

عنوان **صفحه**

شکل(۶-۴۶): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۴ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت ز ۹۹
شکل(۶-۴۷): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۴ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله طبس ۹۹
شکل(۶-۴۸):حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۴ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله السنترو ۱۰۰
شکل(۶-۴۹): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۴ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله کوبه ۱۰۰
شکل(۶-۵۰): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۴ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله طبس ۱۰۰
شکل(۶-۵۱): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۴ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله السنترو ۱۰۱
شکل(۶-۵۲): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۴ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله کوبه ۱۰۱
شکل(۶-۵۳): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۴ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله طبس ۱۰۱
شکل(۶-۵۴): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله السنترو ۱۰۲
شکل(۶-۵۵): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله کوبه ۱۰۲
شکل(۶-۵۶): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله طبس ۱۰۳
شکل(۶-۵۷): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله السنترو ۱۰۳
شکل(۶-۵۸): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله کوبه ۱۰۳
شکل(۶-۵۹): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله طبس ۱۰۴
شکل(۶-۶۰): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله السنترو. ۱۰۴
شکل(۶-۶۱): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله کوبه ۱۰۴
شکل(۶-۶۲): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله طبس ۱۰۵
شکل(۶-۶۳): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۱۵ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت السنترو ۱۰۶
شکل(۶-۶۴): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۱۵ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله کوبه ۱۰۶
شکل(۶-۶۵): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۱۵ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله طبس ۱۰۷
شکل(۶-۶۶): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۱۵ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله السنترو ۱۰۸
شکل(۶-۶۷): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۱۵ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله کوبه ۱۰۸
شکل(۶-۶۸): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۱۵ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله طبس ۱۰۹
شکل(۶-۶۹): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۱۵ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله السنترو ۱۱۰
شکل(۶-۷۰): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۱۵ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله کوبه ۱۱۰
شکل(۶-۷۱): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۱۵ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله طبس ۱۱۱

فهرست شکل‌ها (ادامه)

عنوان **صفحه**

شکل(۶-۷۲): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله السنترو ۱۱۲
شکل(۶-۷۳): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله کوبه ۱۱۲
شکل(۶-۷۴): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۴ طبقه تحت زلزله طبس ۱۱۳
شکل(۶-۷۵): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله السنترو ۱۱۳
شکل(۶-۷۶): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله کوبه. ۱۱۳
شکل(۶-۷۷): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۸ طبقه تحت زلزله طبس. ۱۱۴
شکل(۶-۷۸): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله السنترو ۱۱۴
شکل(۶-۷۹): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله کوبه ۱۱۴
شکل(۶-۸۰): بررسی انرژی ورودی به سازه و انرژی جذب شده توسط میراگر در ساختمان ۱۵ طبقه تحت زلزله طبس ۱۱۵
شکل(۶-۸۱): نمودار نیرو-جابجایی برای میراگرهای تیپ ۱ و ۲ به ترتیب با نیروی تسلیم ۱۶۰kN و ۱۴۵ kN ۱۱۸
شکل(۶-۸۲): نمودار نیرو-جابجایی برای میراگرهای تیپ ۳ و ۴ به ترتیب با نیروی تسلیم ۱۳۰kN و ۱۱۵ kN ۱۱۸
شکل(۶-۸۳): نمودار نیرو-جابجایی برای میراگرهای تیپ ۵ و ۶ به ترتیب با نیروی تسلیم ۱۰۰kN و ۸۵ kN ۱۱۹
شکل(۶-۸۴): نمودار نیرو-جابجایی برای میراگرهای تیپ ۷ و ۸ به ترتیب با نیروی تسلیم ۷۰kN و ۵۵ kN ۱۱۹
شکل(۶-۸۵): نحوه تعریف محدودیت حرکت رفت و برگشتی میراگر مورد نظر در نرم‌افزار SAP2000 ۱۱۹
شکل(۶-۸۶): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله السنترو ۱۲۰
شکل(۶-۸۷): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله کوبه ۱۲۰
شکل(۶-۸۸): حداکثر جابجایی جانبی طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله طبس ۱۲۱
شکل(۶-۸۹): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله السنترو ۱۲۱
شکل(۶-۹۰): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله کوبه ۱۲۱
شکل(۶-۹۱): حداکثر دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه در حالت بدون میراگر و با میراگر تحت زلزله طبس ۱۲۲
شکل(۶-۹۲): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله السنترو ۱۲۲
شکل(۶-۹۳): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله کوبه ۱۲۳
شکل(۶-۹۴): درصد کاهش دریفت طبقات ساختمان ۸ طبقه با بکارگیری میراگر تحت زلزله طبس ۱۲۳

فصل ۱

مقدمه

در دهه‌های اخیر، به‌منظور کاهش ارتعاشات سازه‌ها در اثر نیروهای دینامیکی، سیستم‌های کنترلی زیادی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. به‌طور عمومی انواع سیستم‌های کنترلی سازه‌ها به دو دسته‌ی مستهلک کننده‌های انرژی و جداسازی لرزه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند. مستهلک کننده‌های انرژی را می‌توان به سه دسته‌ی فعال، نیمه‌فعال و غیرفعال تقسیم‌بندی کرد [۱ و ۲].

کنترل فعال و نیمه‌فعال بخشی از حفاظت سازه‌ای می‌باشند که در آن حرکت سازه توسط عملکرد سیستم کنترلی با استفاده از منابع انرژی خارجی، کنترل و اصلاح می‌شود. اگرچه سیستم‌های کنترل نیمه‌فعال تنها به مقدار کمی انرژی جهت تنظیم خواص مکانیکی خود احتیاج دارند، اما برخلاف سیستم‌های فعال، این نوع سیستم‌ها به سازه انرژی اضافی وارد نمی‌کنند. سیستم‌های کنترل فعال و نیمه‌فعال به دلیل مسائل اقتصادی و نگهداری و تکنولوژی خاص خود کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سیستم‌های غیرفعال اثر میرایی بدون اعمال انرژی خارجی بر روی سیستم میراگر حاصل می‌گردد و عملکرد این وسایل به واسطه حرکت ناشی از زلزله صورت می‌گیرد که رفتاری در جهت استهلاک انرژی از خود نشان می‌دهند. تجهیزات اتلاف کننده انرژی بسیار مختلفی برای کنترل غیرفعال ارتعاشات در دسترس می‌باشد.

به طور کلی سیستم‌های غیرفعال را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی کرد:

۱- مستقل از سرعت حرکت (وابسته به تغییرمکان)

۲- وابسته به سرعت [۳].

عملکرد میراگرهای دسته اول به تغییرمکان نسبی بین دو انتهای دستگاه بستگی داشته و به فرکانس ارتعاش سازه وابسته نیستند. افزودن آن‌ها به قاب‌های سازه معمولاً موجب افزایش میرایی و سختی جانبی می‌شود اگرچه این سختی افزایش یافته گاهی موجب افزایش برش پایه سازه خواهد شد، اما از آن‌جا که از تغییرمکان جانبی سازه کاسته شده، نیرو در اعضای خارج از سیستم باربر جانبی کاهش می‌یابد. میراگرهای اصطکاکی و فلزی در این دسته قرار دارند.

دسته دوم میراگرها بر اساس تفاوت در سرعت نسبی دو انتهای خود عمل می‌کنند و عموماً آن‌ها میراگرهای ویسکوز هستند. تغییرمکان نسبی تأثیری خاص بر عملکردشان ندارد و در شرایط معمولی سختی سازه را افزایش نمی‌دهند.

میراگرهای فلزی جزئی از سیستم‌های کنترل غیرفعال وابسته به جابجایی می‌باشند. طی سال‌های اخیر پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در ارتباط با توسعه میراگرهای فلزی صورت گرفته است. میراگرهای بادبندی کمانش ناپذیر (BRB) یکی از این نوع میراگرها است که به طور گسترده استفاده می‌شود. Amadeo Benavent-Climent (2010) میراگر TTD مبتنی بر تسلیم فلزات را معرفی کرد که قابلیت‌های میراگر BRB را دارا است و از طرفی همانند بادبندی‌های مرسوم می‌تواند در سازه نصب شود در حالیکه مقاومت و سختی تقریباً مستقلی داشته و عیوب متعددی از آن مرتفع گردیده است. در مقایسه با میراگر BRB، قسمت تسلیم شده میراگر پیشنهادی می‌تواند پس از تحمل زلزله، بازرسی شده و یا تعویض گردد، لذا هزینه‌های ساخت نیز کم خواهد شد. همچنین در میراگر پیشنهادی، انرژی بواسطه نوارهای فولادی که از طریق سوراخکاری ایجاد شده‌اند، جذب می‌شود و به سازه‌ها و دستگاه‌های کمکی مانند بادبند شورون یا دیوار نیازی نداشته و به طور مستقل عمل می‌نماید. در این تحقیق تغییراتی روی میراگر TTD صورت گرفته و نوع جدیدی از میراگر فلزی تسلیمی معرفی شده است که خصوصیات میراگر TTD را نیز دارد در این تحقیق، به بررسی رفتار میراگر پیشنهادی و عملکرد آن روی سازه‌های فولادی پرداخته شده است.

این پایان‌نامه در ۷ فصل تنظیم شده است که در ادامه، خلاصه‌ای از مطالب هریک از فصل‌ها ارائه می‌شود:

در فصل اول، به بیان تقسیم‌بندی میراگرها، تشریح موضوع تحقیق، اهداف تحقیق و چارچوب فصول آتی پرداخته شده است.

در فصل دوم، به بررسی انواع میراگرها و کاربرد آن‌ها مخصوصاً میراگرهای SSD می‌پردازیم.

در فصل سوم، توضیحاتی در مورد نرم‌افزار ABAQUS ارائه شده و در ادامه، ابتدا به مدل‌سازی میراگرTTD معرفی شده توسط Amadeo Benavent-Climent (2010) خواهیم پرداخت و بعد از تأیید صحت مدل‌سازی، به مدل‌سازی میراگر پیشنهادی (بررسی شده در طول تحقیق) خواهیم پرداخت و خصوصیات مصالح مصرفی، نوع بارهای اعمال شده، تکیه‌گاه‌ها، مش‌بندی و سایر مشخصات اختصاص یافته به این میراگر در نرم‌افزار ABAQUS به تفصیل شرح داده می‌شود.

در فصل چهارم، سه ساختمان ۴، ۸ و ۱۵ طبقه را ابتدا به صورت قاب خمشی در نرم‌افزار SAP2000 مدل‌سازی نموده و آن‌ها را با رعایت نکات آیین‌نامه‌ای طراحی می‌کنیم و سپس میراگرهای پیشنهادی را با رعایت تقارن در موقعیت بادبندی در این سازه‌ها نصب می‌کنیم.

در فصل پنجم، به بحث و بررسی نتایج مدل‌سازی میراگر در نرم‌افزار ABAQUS پرداخته و تأثیر پارامترهای مختلف روی نیروی تسلیم میراگر را مطالعه کرده و در آخر به مقایسه میراگر پیشنهادی و میراگر TTD خواهیم پرداخت.

در فصل ششم، تأثیر کاربرد میراگر فلزی تسلیمی جدید در ساختمان‌های چندین طبقه را مورد بررسی قرار می‌دهیم. برای این کار نیز به بررسی سه شاخص کارآیی این میراگرها در قاب‌های فولادی که شامل کاهش دریفت طبقات، میزان جذب انرژی ورودی به سازه و کاهش فولاد مصرفی و وزن کل سازه است، پرداخته شده است.

در فصل هفتم، نتایج بدست آمده در این تحقیق بیان شده است و در انتها پیشنهاداتی را برای مطالعات بعدی ارائه خواهیم نمود.