

الله أكبر
الرحمن الرحيم



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران مرکزی
دانشکده فنی و مهندسی ، گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش: سازه

عنوان :

طراحی جداساز لرزه ای لاستیکی با هسته ی سربی به کمک نرم افزار MATLAB

استاد راهنما:

دکتر شهریار طاوسی تفرشی

استاد مشاور:

دکتر سهیل منجمی نژاد

پژوهشگر:

اشکان جاویدی

زمستان ۱۳۹۱

تقدیم بہ:

پدر و مادر بزرگوار و برادر عزیزہ

تشکر و قدر دانی :

سپاس یزدان ممان ،

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر طاوسی که با راهنمایی های ارزنده شان در انجام این تحقیق چراغ امید و آگاهی بودند همچنین استاد بزرگوار جناب آقای دکتر منجمی نژاد که با مشاوره های صمیمانه خود یاری رسان بوده اند و از استاد گرامی جناب آقای دکتر بهرویان که قبول زحمت نموده اند کمال تشکر و قدردانی را می نمایم.

لازم است از جناب آقای دکتر امید بهار و کلیه اساتید ارجمند پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله تشکر خود را ابراز دارم.

نیز بدینوسیله از زحمات و فداکاری های خانواده عزیزم و تمام کسانی که دلسوزانه راهنما و مشوق بنده حقیر بوده اند سپاسگزاری می کنم.

تعهد نامه اصالت پایان نامه کارشناسی ارشد

- اینجانب اشکان جاویدی دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته به شماره دانشجویی ۸۸۱۰۶۸۹۶۶۰۰ در رشته مهندسی عمران - سازه که در تاریخ از پایان نامه خود تحت عنوان: طراحی جداساز لرزه ای لاستیکی با هسته ی سربی به کمک نرم افزار MATLAB با کسب نمره و درجه دفاع نموده ام بدینوسیله 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 قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح ، پایین تر یا بالاتر) در سایر دانشگاهها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است .
 - ۳- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل ، قصد استفاده و هرگونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب ، ثبت اختراع و از این پایان نامه داشته باشم ، از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای 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 ومقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت .

نام و نام خانوادگی : اشکان جاویدی

تاریخ و امضاء:

بسمه تعالی

در تاریخ :

دانشجو کارشناسی ارشد آقای / خانم اشکان جاویدی از پایان نامه خود دفاع نموده
و با نمره بحروف و با درجه مورد تصویب قرار
گرفت .

امضاء استاد راهنما

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول- کلیات
۱	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- جداسازی لرزه ای
۷	۱-۲-۱ مقایسه ساختمان با و بدون جداسازی لرزه ای در زلزله های گذشته
۸	۲-۲-۱ معیارهای طراحی جداگرها
۹	فصل دوم - جداسازهای لرزه ای
۹	۱-۲- کلیات
۹	۱-۱-۲- عملکرد
۱۰	۲-۱-۲- انواع جداسازهای لرزه ای
۱۱	۲-۲- جداسازهای لاستیکی با ورقه های فولادی
۱۲	۱-۲-۲- انواع لاستیک مورد استفاده در جداسازهای لاستیکی
۱۳	۲-۲-۲- سختی افقی و قائم جداسازهای لاستیکی
۱۴	۳-۲-۲- ساخت جداسازهای لاستیکی با ورقه های فولادی
۱۵	۴-۲-۲- کنترل کیفیت محصول
۱۷	۵-۲-۲- ویژگی های جداسازهای لاستیکی با ورقه های فولادی
۱۷	۱-۵-۲-۲- رفتار جداسازها در برابر بار جانبی و قائم
۱۹	۲-۵-۲-۲- عملکرد در برابر بارهای فشاری
۱۹	۳-۵-۲-۲- عملکرد در برابر بارهای کششی
۱۹	۴-۵-۲-۲- عملکرد در برابر بارهای فشاری و برشی
۲۰	۵-۵-۲-۲- پایایی
۲۲	۳-۲- جداسازهای لاستیکی با هسته ی سربی
۲۳	۴-۲- جداسازهای اصطکاکی
۲۴	۱-۴-۲- جداسازهای اصطکاکی پاندولی
۲۶	۲-۴-۲- جداسازهای لاستیکی با میراگرهای فولادی در محل جداسازی
۲۶	۳-۴-۲- جداسازهای الاستیک اصطکاکی

۲۶	۵-۲- سیستم ترکیبی EERC
۲۶	۶-۲- سیستم ترکیب TASS
۲۷	۷-۲- سیستم های فنری
۲۸	۸-۲- مراحل نصب جداگر لرزه ای
۳۱	۹-۲- درز انبساط
۳۱	۱۰-۲- اجزای غیر سازه ای
۳۵	فصل سوم - طراحی سیستم های جداسازی لرزه ای
۳۵	۱-۳- کلیات
۳۵	۲-۳- مدل سازی و تحلیل سازه ی جداسازی شده
۳۵	۱-۲-۳- مدل های عددی
۳۶	۱-۲-۲- تحلیل سازه ی جداسازی شده
۳۶	۳-۲-۳- مدل سازی دینامیکی سامانه ی جداسازی
۳۸	۳-۳- روابط پیشنهادی برای طراحی واحدهای جداساز
۳۸	۱-۳-۳- طراحی جداسازهای لاستیکی با میرایی زیاد و جداسازهای لاستیکی با ورقه های فولادی
۴۹	۲-۳-۳- طراحی جداسازهای لاستیکی با هسته ی سربی
۵۶	۳-۳-۳- طراحی جداسازهای اصطکاکی - پاندولی
۵۷	۴-۳- مراحل طراحی سازه ی جداسازی شده
۶۱	فصل چهارم - میراگرها و توصیه های طراحی
۶۱	۱-۴- کلیات
۶۱	۲-۴- اثر میرایی بر پاسخ سازه
۶۴	۳-۴- معرفی تجهیزات
۶۵	۴-۴- انواع میراگرها
۶۵	۱-۴-۴- میراگرهای اصطکاکی
۶۸	۲-۴-۴- میراگرهای تسلیمی
۷۲	۳-۴-۴- میراگرهای آلیاژی (SMA)
۷۳	۴-۴-۴- میراگرهای ویسکوز
۷۵	۵-۴-۴- میراگر ویسکو الاستیک
۷۷	۶-۴-۴- میراگر جرمی
۸۰	فصل پنجم - ملاحظات اجرایی در طراحی سازه های جداسازی شده
۸۰	۱-۵- کلیات

۸۰	۲-۵- ملاحظات عمومی در زمان طراحی
۸۱	۳-۵- مشخصات بستر
۸۲	۴-۵- اثر نوع خاک
۸۲	۵-۵- آثار حوزه ی نزدیک
۸۳	۶-۵- اثر مولفه ی قائم زمین لرزه
۸۳	۷-۵- توجه به تاثیر مود های بالاتر
۸۳	۸-۵- ارتفاع ساختمان
۸۴	۹-۵- رفتار روسازه
۸۴	۱۰-۵- انتخاب موقعیت تجهیزات جداسازی در ارتفاع
۸۵	۱۱-۵- طراحی بر اساس شرایط محیطی
۸۶	۱۲-۵- مقاومت در برابر آتش
۸۶	۱۳-۵- سختی جانبی جداساز ها
۸۸	۱۴-۵- قراردعی جداساز ها در پلان
۸۹	۱۵-۵- تعویض تجهیزات جداسازی
۸۹	۱۶-۵- فاصله ی آزاد جانبی و قائم
۹۰	۱۷-۵- طرح اعضای سازه ای مجاور واحد های جداساز
۹۲	۱۸-۵- جزئیات اجرای معماری
۹۸	۱۹-۵- جزئیات اجرایی تجهیزات مکانیکی
۱۰۱	۲۰-۵- آزمایش های مورد نیاز برای جداسازهای لرزه ای
۱۰۲	۲۱-۵- مطالعه ی اقتصادی طرح های دارای جداسازی لرزه ای
۱۰۴	۲۲-۵- کنترل نتایج طراحی
۱۰۵	۲۳-۵- مدارک فنی طرح
۱۰۷	فصل ششم - مثال طراحی واحد های سامانه جداسازی
۱۰۷	۱-۶- طراحی دستی
۱۰۹	۱-۱-۶- تکیه گاههای لاستیکی با میرایی زیاد
۱۱۶	۲-۱-۶- تکیه گاه لاستیکی با هسته سربی
۱۲۸	۳-۱-۶- تکیه گاه پاندولی اصطکاکی
۱۳۳	۲-۶- طراحی بوسیله ی نرم افزار MATLAB
۱۳۴	۱-۲-۶- تکیه گاههای لاستیکی با میرایی زیاد
۱۳۴	۱-۱-۲-۶- مدل استوانه ای HDRB

۱۴۷	..... HDRB مدل مکعبی HDRB
۱۵۹	..... تکیه گاههای لاستیکی با هسته ی سربی
۱۵۹	..... LRB مدل استوانه ای
۱۸۱	..... LRB مدل مکعبی
۲۰۲	..... تکیه گاه پاندولی اصطکاکی FPS
۲۱۲	..... صحت سنجی
۲۱۳	..... طراحی بهینه جداساز لرزه ای
۲۱۳	..... تکیه گاههای لاستیکی با میرایی زیاد
۲۱۳	..... HDRB مدل استوانه ای
۲۲۷	..... HDRB مدل مکعبی
۲۴۱	..... تکیه گاههای لاستیکی با هسته ی سربی
۲۴۱	..... LRB مدل استوانه ای
۲۶۴	..... LRB مدل مکعبی
۲۸۴	..... بررسی رفتار جداساز لرزه ای لاستیکی با هسته ی سربی در زمان های تناوب متفاوت
۴۴۶	..... فصل هفتم - نتیجه گیری
۴۴۷	..... منابع و مراجع
۴۴۹	..... پیوست ها

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان شکل

- شکل ۱-۱- تاثیرات استفاده از جداسازهای لرزه ای بر طیف پاسخ سازه ها ۱
- شکل ۲-۱- رفتار سازه (الف) بدون سامانه‌ی جداساز لرزه‌ای و استفاده از شکل‌پذیری، (ب) به همراه سامانه‌ی جداساز لرزه‌ای ۲
- شکل ۳-۱- تراز جداسازی و اجزای آن ۴
- شکل ۴-۱- توصیف تاثیر جداسازی لرزه‌ای با استفاده از طیف پاسخ زلزله ۵
- شکل ۵-۱- ساختمان مرکز کامپیوتر غرب ژاپن (جدا شده از پایه) ۷
- شکل ۶-۱- ساختمان سنتی (جدا نشده) ۷
- شکل ۷-۱- مقایسه در صد شتاب افقی دو ساختمان مزبور در زلزله کوبه ۱۹۹۵ ۸
- شکل ۱-۲- جداسازهای لاستیکی با ورقه‌های فولادی ۱۱
- شکل ۲-۲- نمودار فرایند طراحی، ساخت تا ارسال جداسازها ۱۶
- شکل ۳-۲- تاثیر ورقه‌های فولاد بر روی سختی قائم جداساز لاستیکی ۱۷
- شکل ۴-۲- توزیع نیرو در جداسازهای لاستیکی با ورقه‌های فولادی ۱۸
- شکل ۵-۲- اثر اکسیداسیون بر روی مولکول‌های لاستیک ۲۱
- شکل ۶-۲- جداسازهای لاستیکی با هسته‌ی سربی ۲۲
- شکل ۷-۲- جداسازهای اصطکاکی پاندولی ۲۵
- شکل ۸-۲- جداگر ترکیبی TASS ۲۷
- شکل ۹-۲- جداگر GERB ۲۷
- شکل ۱۰-۲- نصب جک های هیدرولیکی اطراف ستون جدا شده ۲۸
- شکل ۱۱-۲- مکش گرد و خاک با استفاده از اجرای سیستم تهویه ۲۹
- شکل ۱۲-۲- برش ستون ۲۹
- شکل ۱۳-۲- نصب سازه خرابایی نگهدارنده ۳۰
- شکل ۱۴-۲- خروج بلوک بریده شده ۳۰
- شکل ۱۵-۲- تزریق گروت انبساطی ۳۰
- شکل ۱۶-۲- اتصال ستون های درز انبساطی در بالا و پایین سطح جدا شده ۳۱
- شکل ۱۷-۲- استفاده از اتصالات مناسب براتاسیسات مکانیکی و برقی در تراز جدا شده ۳۲
- شکل ۱۸-۲- جزئیات تیپ نصب جداگر در زیر دیوار برشی باربر ۳۲
- شکل ۱۹-۲- جزئیات تیپ نصب جداگر در ستون بتنی موجود ۳۳

- شکل ۲-۲۰- جزئیات تیپ نصب جداگر در ساختمان بنایی موجود ۳۳
- شکل ۲-۲۱- جزئیات تیپ نصب جداگر در ستون های فولادی ۳۴
- شکل ۳-۱- مدل های رفتاری جداسازها در زمان تحریک ۳۷
- شکل ۳-۲- مقطع جداساز لاستیکی با ورقه های فولادی ۳۹
- شکل ۳-۳- توصیف عامل های A_f و A ۴۲
- شکل ۳-۴- معرفی عوامل Δ_s ، A_{re} ، β و d ۴۳
- شکل ۳-۵- نمایش عامل های مورد نیاز در کنترل چرخش جداساز ۴۷
- شکل ۳-۶- نمودار طراحی جداساز لاستیکی با میرایی زیاد و جداساز لاستیکی با ورقه های فولادی ۴۸
- شکل ۳-۷- رفتار غیرخطی جداساز لاستیکی با هسته ی سربی ۴۹
- شکل ۳-۸- ساختمان جداساز لاستیکی با هسته ی سربی ۵۰
- شکل ۳-۹- نمودار طراحی جداساز لاستیکی با هسته ی سربی ۵۵
- شکل ۳-۱۰- توصیف بخش های مختلف یک جداساز اصطکاکی پاندولی ۵۶
- شکل ۳-۱۱- روندنمای طراحی سازه ی جداسازی شده ۶۰
- شکل ۴-۱- اثر میرایی بر طیف پاسخ شتاب ۶۱
- شکل ۴-۲- اثر میرایی بر طیف پاسخ تغییر مکان ۶۲
- شکل ۴-۳- طیف پاسخ طرح بر اساس ضریب میرایی ۶۳
- شکل ۴-۴- تاثیر استفاده از میراگرهای اصطکاکی بر منحنی ظرفیت سازه ۶۵
- شکل ۴-۵- استفاده از میراگرهای اصطکاکی چرخشی در مقاوم سازی ۶۶
- شکل ۴-۶- استفاده از میراگرهای اصطکاکی پال (Pall) در مقاوم سازی ۶۷
- شکل ۴-۷- نمونه هایی از انواع میراگرهای فلزی جاری شونده (تسلیمی) ۶۸
- شکل ۴-۸- تاثیر استفاده از میراگرهای فلزی تسلیمی بر منحنی ظرفیت سازه ۶۹
- شکل ۴-۹- میراگر X-ADAS ۶۹
- شکل ۴-۱۰- میراگر T-ADAS ۷۰
- شکل ۴-۱۱- نحوه استقرار میراگر X-ADAS در قاب ۷۰
- شکل ۴-۱۲- نحوه استقرار میراگر T-ADAS در قاب ۷۰
- شکل ۴-۱۳- نمونه هایی از بکارگیری میراگر T-ADAS ۷۱
- شکل ۴-۱۴- مقطع طولی میراگر سربی - تزریقی (LED) ۷۱
- شکل ۴-۱۵- ترمیم سقف کلیسای سن فرانسیس با میراگر های SMA ۷۲

- شکل ۴-۱۶- جزئیات تیپ سیستم میراگر ویسکوز ۷۳
- شکل ۴-۱۷- اتصال میراگر ویسکوز در کف و فونداسیون سازه ها ۷۴
- شکل ۴-۱۸- استفاده از میراگرهای ویسکوز در بادبند های جناغی ۷۵
- شکل ۴-۱۹- استفاده از میراگرهای ویسکوز در بادبندهای قطری ۷۵
- شکل ۴-۲۰- میراگر ویسکوالاستیک جامد ۷۶
- شکل ۴-۲۱- مدل میراگر جرمی در ساختمان ۷۷
- شکل ۵-۱- با نرم شدن خاک پاسخ سازه در دوره‌ی تناوب‌های بلندتر افزایش می‌یابد ۸۲
- شکل ۵-۲- جداسازی در ارتفاع ۸۵
- شکل ۵-۳- جداسازی لرزه‌ای سازه‌ی زیرزمینی ۸۵
- شکل ۵-۴- چیدمان (تعداد و ابعاد جداسازها، موقعیت آن‌ها و فواصل آن‌ها از هم) در نتایج طراحی تاثیر گذار است ۸۷
- شکل ۵-۵- رواداری در بخش‌های مختلف ۹۰
- شکل ۵-۶- توزیع تنش بر روی جداساز ۹۱
- شکل ۵-۷- نمایش جزئیات اجرایی توصیه شده در برش یک ساختمان ۹۳
- شکل ۵-۸- توجه به رعایت رواداری‌های جانبی در جزئیات ساختمان جداسازی شده ۹۴
- شکل ۵-۹- توجه به رعایت رواداری‌های جانبی در جزئیات ساختمان ۹۷
- شکل ۵-۱۰- جزئیات نحوه‌ی استفاده از لوله‌های تاسیساتی انعطاف‌پذیر در محل تماس با زمین ۹۹
- شکل ۵-۱۱- هزینه‌ی اجرا و خطرپذیری زلزله برای یک ساختمان ۱۰۴
- شکل ۶-۱- پلان ساختمان مورد نظر و گروه بندی مقطع ستون ها در مثال ۱۰۷
- شکل ۶-۲- مقدار نیروی قائم ناشی از بار مرده و زنده در پای هر ستون ۱۰۸
- شکل ۶-۳- مقایسه نمودار های روابط (۶-۱) و (۶-۲) ۱۳۴
- شکل ۶-۴- مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با تکیه گاه استوانه ای HDRB و سهم نیروی برشی هر طبقه ۱۴۴
- شکل ۶-۵- مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با تکیه گاه مکعبی HDRB و سهم نیروی برشی هر طبقه ۱۵۶
- شکل ۶-۶- مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با تکیه گاه استوانه ای LRB و سهم نیروی برشی هر طبقه ۱۷۶
- شکل ۶-۷- چرخه هیستریزیس تکیه گاه استوانه ای LRB ۱۷۹
- شکل ۶-۸- مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با تکیه گاه مکعبی LRB و سهم نیروی برشی هر طبقه ۱۹۷
- شکل ۶-۹- چرخه هیستریزیس تکیه گاه استوانه ای LRB ۲۰۰
- شکل ۶-۱۰- مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با تکیه گاه FPS و سهم نیروی برشی هر طبقه ۲۱۰

- شکل ۱۱-۶ مقایسه نیروی برشی سازه با تکیه گاه استوانه ای HDRB غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۲۳
- شکل ۱۲-۶ مقایسه نیروی برشی سازه با تکیه گاه مکعبی HDRB غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۳۶
- شکل ۱۳-۶ مقایسه نیروی برشی سازه با تکیه گاه استوانه ای LRB غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۵۸
- شکل ۱۴-۶ مقایسه چرخه هیستریزس تکیه گاه استوانه ای LRB غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۶۱
- شکل ۱۵-۶ مقایسه نیروی برشی سازه با تکیه گاه مکعبی LRB غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۷۸
- شکل ۱۶-۶ مقایسه چرخه هیستریزس تکیه گاه مکعبی LRB غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۸۱
- شکل ۱۷-۶ مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با مدل اول LRB ۳۰۱
- شکل ۱۸-۶ چرخه هیستریزس مدل اول LRB ۳۰۴
- شکل ۱۹-۶ مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با مدل دوم LRB ۳۲۲
- شکل ۲۰-۶ چرخه هیستریزس مدل دوم LRB ۳۲۵
- شکل ۲۱-۶ مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با مدل سوم LRB ۳۶۲
- شکل ۲۲-۶ چرخه هیستریزس مدل سوم LRB ۳۶۵
- شکل ۲۳-۶ مقایسه نیروی برشی قبل و بعد سازه با مدل چهارم LRB ۴۳۵
- شکل ۲۴-۶ چرخه هیستریزس مدل چهارم LRB ۴۳۸
- شکل ۲۵-۶ مقایسه چرخه هیستریزس تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۱
- شکل ۲۶-۶ نیروی برشی وارد بر رو سازه تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۱
- شکل ۲۷-۶ میرایی موثر محاسباتی تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۲
- شکل ۲۸-۶ زمان تناوب محاسباتی تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۲
- شکل ۲۹-۶ تغییر مکان طرح تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۳
- شکل ۳۰-۶ سختی موثر کل تکیه گاههای استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۳
- شکل ۳۱-۶ ارتفاع تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۴
- شکل ۳۲-۶ کل انرژی مستهلک شده تکیه گاههای استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۴

شکل ۶-۳۳ قطر هسته سربی تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۵

شکل ۶-۳۴ قطر تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۵

فهرست تصاویرها

عنوان تصویر

صفحه

- تصویر ۵-۱-الف- فراهم نمودن امکان جابجایی جانبی و قائم در کناره‌های ساختمان جداسازی شده ۹۵
- تصویر ۵-۱-ب- ایجاد قابلیت جابجایی جانبی و قائم در محل پل دسترسی با ایجاد شیار ۹۵
- تصویر ۵-۲- فراهم کردن امکان تغییر مکان جانبی در محل‌های تماس ساختمان با اطراف ۹۶
- تصویر ۵-۳-الف- استفاده از اتصالات انعطاف‌پذیر در محل عبور لوله‌های تاسیسات از طبقه‌ی جداسازی ۱۰۰
- تصویر ۵-۳-ب- استفاده از تکیه‌گاه متحرک در محل عبور لوله‌های تاسیسات انعطاف‌پذیر از طبقه‌ی جداسازی ۱۰۰

فهرست جدول‌ها

عنوان جدول

صفحه

- جدول ۵-۱- قابلیت‌های مورد نیاز برای سامانه‌های جداسازی لرزه‌ای ۵۱
- جدول ۴-۱- ضرایب B_1 و B_s بر حسب درصد میرایی مورد نظر (β) ۶۴
- جدول ۴-۲- کاربرد و رفتار انواع میراگرها ۷۷
- جدول ۶-۱- جدول توزیع بار جانبی در ارتفاع ساختمان جداسازی شده (HDRB) ۱۱۵
- جدول ۶-۲- جدول توزیع بار جانبی در ارتفاع ساختمان جداسازی شده (LRB) ۱۲۶
- جدول ۶-۳- جدول توزیع بار جانبی در ارتفاع ساختمان جداسازی شده (FPS) ۱۳۲
- جدول ۶-۴- جدول مقایسه مشخصات تکیه گاه استوانه ای HDRB در دو حالت غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۲۶
- جدول ۶-۵- جدول مقایسه مشخصات تکیه گاه مکعبی HDRB در دو حالت غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۴۰
- جدول ۶-۶- جدول مقایسه مشخصات تکیه گاه استوانه ای LRB در دو حالت غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۶۳
- جدول ۶-۷- جدول مقایسه مشخصات تکیه گاه مکعبی LRB در دو حالت غیر بهینه و بهینه سازی شده ۲۸۳
- جدول ۶-۸- جدول مقایسه مشخصات تکیه گاه استوانه ای LRB در زمان های تناوب متفاوت ۴۴۰

علائم

قطر جداساز دایره ای	d
طول ضلع در جداساز چارگوش	B
ضخامت یک لایه‌ی لاستیک	t_r
تعداد لایه‌های لاستیک	N
ضخامت ورقه‌های فولادی.	t_s
نیروی قائم ناشی از وزن سازه بر روی جداساز	P_{DL+LL}
دوره‌ی تناوب اصلی سازه‌ی جداسازی شده	TD
سختی جانبی معادل جداساز	K_{eff}
تغییرشکل نسبی برشی موثر	γ_{eff}
مدول یانگ	E
مدول برشی لاستیک	G
تنش فشاری مجاز بر روی تکیه‌گاه	σ_c
تغییرمکان طرح	D_D
ضریب شکل	S
سختی قائم تکیه‌گاه	K_v
سختی افقی تکیه‌گاه	K_h
مدول فشاری مجموعه‌ی ورقه‌های لاستیکی و فولادی، $E_c = E(1 + 2kS^2)$	E_c
سطح مقطع کامل تکیه‌گاه (تحت بار)	A
کل ارتفاع لایه‌های لاستیک	t_t
ضریب اصلاح در محاسبه‌ی مدول فشاری مجموعه‌ی ورقه‌های لاستیکی و فولادی	k
ضریب شکل $A/A_f =$	S
سطح خارج از بارگذاری در اطراف تکیه‌گاه	A_f
سه مقدار محاسبه شده‌ی مساحت جداساز	A_1, A_2, A_3
حداکثر تغییرشکل نسبی کششی لاستیک در زمان گسیختگی.	ϵ_b
حداقل مساحت سطح مقطع برای احتراز از گسیختگی	A_{sf}
تغییرمکان جانبی تکیه‌گاه	Δ_s
ضخامت یک لایه‌ی لاستیک	t_r
ضخامت لایه‌های لاستیک بالا و پایین ورق فولادی	t_{i+1} و t_i

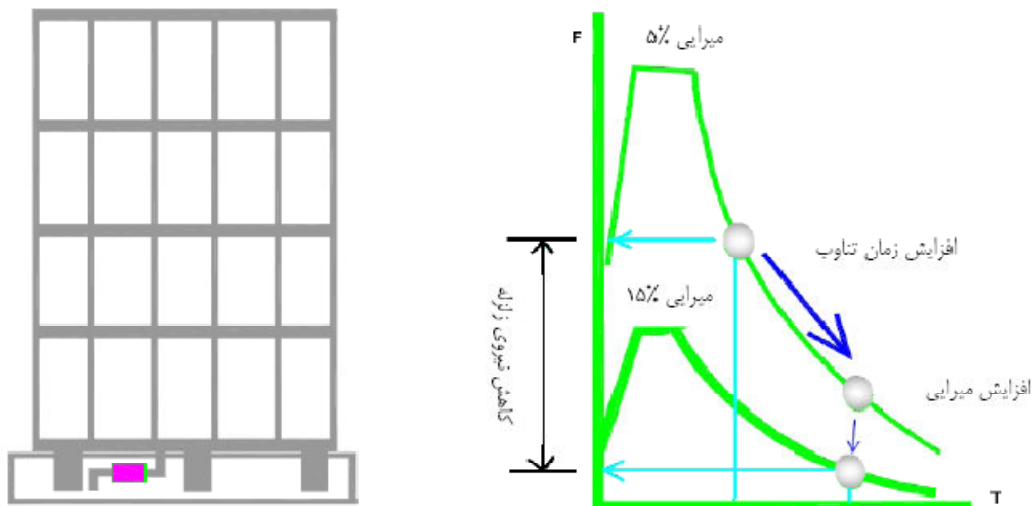
تنش مجاز در فولاد	f_y
شعاع ژیراسیون جداساز ($\frac{b\sqrt{3}}{2}$ برای جداساز چارگوش و $\frac{d}{2}$ برای جداساز دایره ای)	R
پارامترهای مشخصه‌ی لاستیک که برای سفتی مشخصی از لاستیک را می‌توان با آزمایش و از جداولی مانند جدول موجود در پیوست شماره‌ی ۲ که توسط تولیدکننده تایید شده ارایه می‌شوند به دست آورد.	E و k
حداکثر تغییر شکل نسبی برشی در جداساز ناشی از فشار	γ_c
حداکثر تغییر شکل نسبی برشی در جداساز ناشی از پیچش	γ_t
حداکثر تغییر شکل نسبی برشی در جداساز ناشی از بار جانبی	γ_{eq}
ابعاد سازه	l و b
خروج از مرکزیت سازه	e
بار قائم روی تکیه‌گاه با در نظر گرفتن وزن سازه و نیروی زلزله	$P_{DL}+P_{LL}+EQ$
ارتفاع کل جداساز لاستیکی	h
سختی موثر جداساز	k_{eff}
بعد کوچکتر جداساز لاستیکی یا قطر آن	L
مقاومت مشخصه‌ی جداساز لاستیکی با هسته‌ی سربی	Q_d
میزان انرژی از بین رفته در هر چرخه	W_d
مقاومت مشخصه	$Q_d = A_p \times f_{py}$
تنش تسلیم سرب هسته‌ی سربی	f_{py}
سطح مقطع هسته‌ی سربی	A_p
تغییر مکان جداساز لاستیکی با هسته‌ی سربی در لحظه‌ی تسلیم	d_y
سختی ثانویه‌ی جداساز لاستیکی با هسته‌ی سربی با رفتار غیرخطی که به صورت دو خطی مدل می‌شود	k_p
ارتفاع موثر هسته‌ی سربی	h_p
قطر هسته‌ی سربی	Φ_p
ضریب منظور کننده‌ی اثر هسته‌ی سربی در جداساز لاستیکی با هسته‌ی سربی	f_l
شعاع انحنای سطح جداساز اصطکاکی- پاندولی	R_{FPS}
ضریب اصطکاک سطح جداساز اصطکاکی- پاندولی	μ
شتاب جاذبه‌ی زمین	g
میرایی موثر جداساز	β
تغییر مکان قائم سازه با جداساز اصطکاکی- پاندولی در زمان ارتعاش	δ_v
پارامترهای مربوط به طیف طرح ارتجاعی مطابق جدول (۳) استاندارد ۲۸۰۰	S و T_s
ضریب رفتار سازه جداسازی شده مطابق دستورالعمل	R_I

ضریب میرایی مطابق مقادیر مندرج در دستورالعمل	B_M و B_D
برش پایه‌ی موثر بر مجموعه‌ی اعضای سازه‌ای بالاتر از تراز جداسازی	V_S
برش پایه‌ی موثر بر مجموعه‌ی اعضای سامانه‌ی جداساز یا اعضای پایین‌تر از تراز جداسازی	V_b
تغییرمکان کل طرح	D'_D
بیش‌ترین تغییرمکان کل	D'_M
برش پایه برای سطح تقاضای زلزله طرح	V_{sD}
برش پایه برای سطح تقاضای بیش‌ترین زلزله محتمل	V_{sM}
بیش‌ترین سختی موثر سامانه‌ی جداساز متناظر با تغییرمکان طرح در جهت افقی مورد نظر	$K_{D,max}$
کم‌ترین سختی موثر سامانه‌ی جداساز متناظر با تغییرمکان طرح در جهت افقی مورد نظر	$K_{D,min}$
بیش‌ترین سختی موثر سامانه‌ی متناظر با بیش‌ترین تغییرمکان در جهت افقی مورد نظر	$K_{M,max}$
کم‌ترین سختی موثر سامانه‌ی جداساز متناظر با بیش‌ترین تغییرمکان در جهت افقی مورد نظر	$K_{M,min}$

فصل اول - کلیات

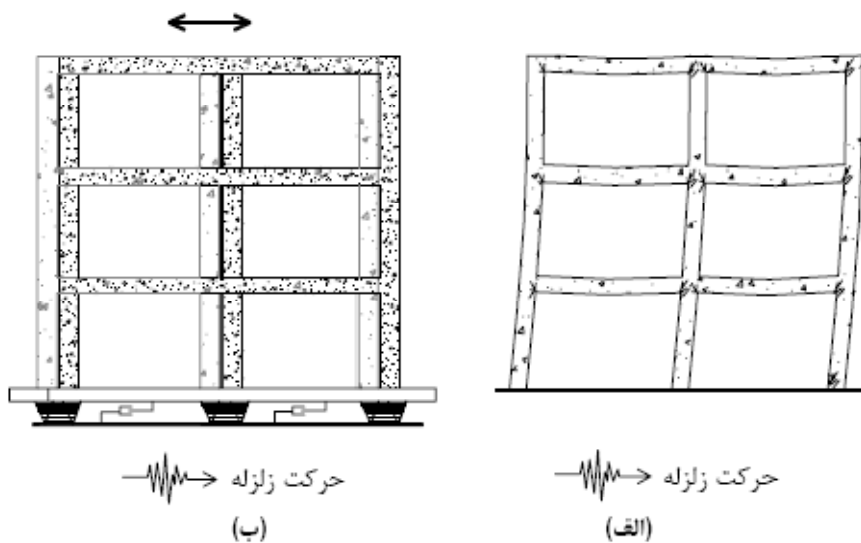
۱-۱- مقدمه

جداسازی لرزه ای عبارت است از جداکردن کل یا بخشی از سازه از زمین یا قسمتهای دیگر سازه بمنظور کاهش پاسخ لرزه ای آن بخش در زمان رویداد زلزله. در جداسازی لرزه ای سازه ها، به جای افزایش ظرفیت باربری سازه تحت نیروهای جانبی می توان نیروهای وارد بر آنها را کاهش داد. در روش جداسازی لرزه ای، سازه بر روی تکیه گاه هایی که قابلیت تغییرشکل جانبی زیادی دارند قرار می گیرد. در صورت وقوع زلزله، عمده ی تغییرشکل ها در تکیه گاه رخ داده و سازه مانند جسمی صلب با تغییرشکل های کوچکی ارتعاش می کند. در سالهای اخیر، تکنولوژی جداسازی لرزه ای پیشرفت قابل ملاحظه ای داشته است. نصب سیستم های جداساز لرزه ای منجر به افزایش زمان تناوب اصلی سازه و کاهش نیروهای وارد بر آن می گردد. این روش برای ساختمانهای کوتاه و متوسط بدلیل پائین بودن زمان تناوب آنها، موثر تر از ساختمانهای بلند می باشد. نصب جداگر باعث افزایش زمان تناوب و میرایی سازه می گردد. همانطور که شکل (۱-۱) نشان می دهد هر کدام از دو تاثیر فوق می توانند باعث کاهش نیروی جانبی ناشی از زلزله شوند.



شکل ۱-۱ - تأثیرات استفاده از جداسازهای لرزه ای بر طیف پاسخ سازه ها

روش مرسوم طراحی لرزه ای سازه ها مبتنی بر افزایش ظرفیت سازه است در این رویکرد طراحی لرزه ای ، ایجاد ظرفیت باربری جانبی در سازه، با افزایش مقاومت و تامین شکل پذیری آن صورت می گیرد. در نتیجه اجرای این روش، ابعاد اعضای سازه ای و اتصالات افزایش یافته و در سازه ، اعضای مهاربند جانبی همچون بادبند یا دیوار برشی یا سایر اعضای سخت کننده در نظر گرفته میشود.



شکل ۱-۲- رفتار سازه (الف) بدون سامانه‌ی جداساز لرزه‌ای و استفاده از شکل‌پذیری، (ب) به همراه سامانه‌ی جداساز لرزه‌ای

افزایش سختی سازه که جذب نیروی بیشتر ناشی از زلزله را به دنبال داشته و سبب افزایش ابعاد اعضای سازه‌ای به منظور تامین مقاومت میشود، موجب کاهش ارزش اقتصادی پروژه میگردد. علاوه بر آن، در روشهای مرسوم طراحی، به دلیل تغییر شکلهای غیرخطی در اعضای سازه ای و غیر سازه ای امکان بروز خرابی در این اعضا و وقوع آسیب در اجزای غیرسازه ای و تجهیزات داخل طبقه به دلیل وقوع تغییر مکان و شتاب های قابل توجه در طبقه وجود دارد. کنترل بروز آسیب در اثر زلزله به خصوص در تکانهای نسبتاً شدید کار دشواری خواهد بود. بر اساس مشاهدات پس از رویداد زلزله های شدید، سازه های ساخته شده بر اساس روش های مرسوم طراحی و ساخت، مقادیر شتاب قابل توجهی را در طبقات تجربه میکنند که این امر در نهایت سلب آرامش از ساکنان ساختمانهای بلند، آسیب در اجزای غیر سازه ای و تجهیزات و احتمال قطع خدمات ارایه شده از شبکه های مختلف در شریانهای حیاتی مانند تلفن، حمل و نقل، بیمارستانها، برق و آب را به همراه دارد.