دانشگاه صنعتی شیراز

دانشکده عمران و محیط زیست گروه زلزله

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته و گرایش

مهندسی زلزله

عنوان پایان نامه

بررسی اثر سیستم‌های میراگر و جداساز لرزه‌ای برروی قاب‌های خاص

بوسیله:

نرجس مظفری

استاد راهنما:

عبدالحسین بغلانی

حسین رهنما

۹۰/۰۶

به نام خدا

بررسی اثر سیستم‌های میراگر و جداساز لرزه‌ای روی قاب‌های خاص

پایان‌نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی

توسط :

نرجس مظفری

برای اخذ درجه‌ی کارشناسی ارشد

گروه مهندسی زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست
دانشگاه صنعتی شیراز

ارزیابی پایان‌نامه توسط هیات داوران با درجه:

دکترعبدالحسین بغلانی، استادیار، مهندسی عمران (استاد راهنمای اول).....

دکترحسین رهنما، استادیار، مهندسی عمران (استاد راهنمای دوم).....

دکتر محمدعلی هادیانفرد، استادیار، مهندسی عمران (استاد مشاور).....

دکتر عبدالرضا زارع، استادیار، مهندسی عمران (داور).....

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این

سردترین روزگاران بهترین پشتیبانم بود

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در

پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم

سپاسگزاری

اکنون که این رساله به پایان رسیده است بر خود فرض می دانم که از تمامی عزیزانی که در
مراحل مختلف انجام آن مرا یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم

با تشکر از یاوران همیشگی ام

پدر، مادر، خواهر و دو برادرم

با تشکر از مشوقان واقعی راه علم

استاد ارجمند جناب آقای دکتر عبدالحسین بغلانی،

استاد گرامی جناب آقای دکتر حسین رهنما

چکیده

بررسی اثر سیستم‌های میراگر و جداساز لرزه‌ای روی قاب‌های خاص

به وسیله‌ی

نرجس مظفری

استفاده از جداساز پی در ساختمان‌ها به عنوان یک روش قابل قبول برای طراحی ساختمان های مقاوم در برابر زلزله پذیرفته شده است. هدف از جداسازی، کاهش انرژی منتقل شده از تحریک زمین به سازه بواسطه استفاده از تکیه‌گاه‌هایی با سختی نسبی پایین می‌باشد. این کاهش انرژی موجب باقی ماندن سازه در حالت الاستیک و کاهش میزان خسارت وارد به سازه می‌گردد. در طی سالیان گذشته بر روی انواع جداسازهای پی تحقیق و بررسی‌های زیادی انجام شده است. در این پروژه دو نوع جداساز، جداساز یونیورسال که ترکیبی از یک جداساز لاستیکی و اصطکاکی است و جداساز لاستیکی با هسته سربی مدلسازی شده و تأثیر آن بر روی سازه‌های با ارتفاع مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت اثر میراگر در کاهش جابجایی پایه در زلزله‌های نزدیک گسل نیز بررسی شده است.

بر اساس بررسی‌های انجام شده مدل ساخته شده در نرم افزار SAP2000 دارای دقت کافی و مناسب برای استفاده در این پروژه می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از تحلیل‌های انجام

شده، اگر چه استفاده از جداساز یونیورسال تأثیر بسیار زیادی در کاهش شتاب‌های منتقل شده به طبقات ندارد، اما می‌تواند جابجایی نسبی را به یک حد خوبی محدود نماید و برش پایه را به میزان زیادی کاهش دهد که به همین واسطه به سازه کمک می‌شود تا در حالت الاستیک باقی بماند. اما جداساز LRB در همه موارد تأثیر خوبی داشته است. همچنین میراگرها جابجایی پایه را به خوبی کاهش می‌دهند که در زلزله‌های نزدیک گسل، جابجایی نسبی طبقات در اثر اضافه کردن میرایی خالص کاهش می‌یابد اما در زلزله های دور از گسل این جابجایی نسبی افـزایش یافته که با هدف اصلی طراحی جداسازها مغایرت دارد.

کلید واژه: جداسازی لرزه‌ای، جداسازی پایه ، میراگر، زلزله‌های نزدیک گسل، قاب خاص(ویژه)

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه..... ۱

۱-۱هدف از تحقیق ۱

۱-۲روش تحقیق ۳

۱-۳ساختار پایان‌نامه ۳

فصل دوم: تاریخچه جداسازی پایه ۵

۲-۱انواع جداسازها ۸

۲-۱-۱سیستم‌های بر مبنای الاستومر ۸

۲-۱-۱-۱نشیمن‌های لاستیکی طبیعی و مصنوعی با میرایی کم ۹

۲-۱-۱-۲نشیمن‌های با هسته سربی ۱۱

۲-۱-۱-۳سیستم‌های لاستیک طبیعی با میرایی بالا (HDNR) ۱۳

۲-۱-۱-۴جداسازهای الاستومری تقویت شده با الیاف (F-REI) ۱۶

۲-۱-۲سیستم‌های جداساز بر مبنای لغزش ۱۸

۲-۱-۲-۱سیستم جداکنندهٔ اصطکاک خالص (P-F) ۲۱

۲-۱-۲-۲سیستم کارخانه برق فرانسه (EDF) ۲۱

۲-۱-۲-۳سیستم ترکیبی EERC ۲۲

۲-۱-۲-۴ سیستم تاس (TASS) ۲۳

۲-۱-۲-۵سیستم جداسازی پایه‌ای اصطکاکی پس جهنده (R-FBI) ۲۴

۲-۱-۲-۶سیستم جداساز SR-F ۲۶

۲-۱-۲-۷سیستم آونگ اصطکاکی(FPS) ۲۷

۲-۱-۲-۸جداکنندهٔ الکسیسیسمون ۲۸

۲-۱-۲-۹سیستم پی مقعر لغزشی ۳۰

۲-۱-۳سیستم‌های فنری ۳۲

۲-۱-۴سیستم جداسازی با استفاده از شمعهای غلاف دار ۳۴

۲-۱-۵سیستم‌های گهواره‌ای ۳۶

۲-۲تحقیقات انجام شده بر روی اثر میراگر در کاهش جابجایی جداساز پایه در زلزله‌های نزدیک گسل ۳۸

فصل سوم:تشریح نحوه مدلسازی سازه و سیستم‌های میراگر و جداساز لرزه ای..... ۴۲

۳-۱مدلسازی سازه ۴۲

۳-۱-۱سازه جداسازی شده ۴۲
۳-۱-۲سازه با پایه ثابت ۴۴

۳-۲مدلسازی جداساز ۴۵
۳-۲-۱جداساز یونیورسال ۴۵
۳-۲-۱-۱نشیمن لاستیکی ۴۶
۴-۲-۱-۲نشیمن اصطکاکی ۴۶
۳-۲-۱-۲-۱مکانیزم اصطکاک ۴۶
۳-۲-۱-۲-۲مدلسازی اصطکاک ۴۸
۳-۲-۲جداساز لاستیکی با هسته سربی ۵۳
۳-۲-۲-۱نشیمن لاستیکی با هسته سربی ۵۳
۳-۲-۳میراگر ویسکوز مایع ۵۷
۳-۲-۳-۱انواع مختلف میراگرهای ویسکوز ۵۷
۳-۲-۳-۱-۱میراگرهای مایع ویسکوز غیرفعال ۵۷
۳-۲-۳-۱-۲میراگرهای مایع ویسکوز فعال ۵۸
۳-۲-۳-۱-۳میراگرهای مایع ویسکوز نیمه‌فعال ۵۹
۳-۲-۳-۲خواص مکانیکی میراگر ویسکوز مایع ۶۰

فصل چهارم: طراحی سیستم‌های سازهای و جداساز پایه ۶۳

۴-۱سیستم سازهای قاب ویژه با پایه ثابت ۶۳
۴-۱-۱مشخصات سیستم سازهای ۶۳
۴-۱-۲کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقات ۶۶

۴-۲سیستم جداساز ۶۷
۴-۲-۱ضوابط آیین‌نامه UBC97 جهت طراحی و تحلیل سازه‌های جداسازی شده ۶۷
۴-۲-۱-۱سطح خطر لرزه‌ای ۶۸
۴-۲-۱-۲ضریب لرزه‌خیزی منطقه، Z ۶۸
۴-۲-۱-۳نوع نیمرخ خاک محل ۶۸
۴-۲-۱-۴انواع چشمه‌های لرزه‌ای A، B و C ۶۹
۴-۲-۱-۵ضرایب نزدیکی چشمه، Na و Nv ۷۰
۴-۲-۱-۶ضریب پاسخ زلزله ممکن حداکثر، M_M ۷۱
۴-۲-۱-۷ضرایب لرزه‌ای طیفی، C_{VD}، C_{VM} و C_{AD}، C_{AM} ۷۲
۴-۲-۱-۸روشهای طراحی ۷۴
۴-۲-۱-۸-۱تحلیل استاتیکی ۷۵
۴-۲-۱-۸-۱-۱تغیرمکانهای طراحی، D_D و D_M ۷۵
۴-۲-۱-۸-۱-۲ضرایب میرایی B_DوB_M ۷۶
۴-۲-۱-۸-۱-۳دوره تناوب ارتعاشی مؤثر سیستم جداساز ۷۷

۴-۲-۱-۸-۱-۴تغییرمکانهای طراحی کل، D_{TD} و D_{TM} ۷۹
۴-۲-۱-۸-۱-۶توزیع نیروی برش پایه در ارتفاع ۸۱
۴-۲-۱-۸-۱-۷محدودیتهای تغییرمکانهای نسبی طبقات ۸۲
۴-۲-۱-۸-۲ تحلیل دینامیکی ۸۲
۴-۲-۱-۸-۲-۱تحلیل دینامیکی طیف پاسخ ۸۲
۴-۲-۱-۸-۲-۲تحلیل تاریخچه زمانی ۸۴
۴-۲-۲طراحی سیستم‌های جداساز ۸۴
۴-۲-۲-۱خواص مکانیکی جداساز یونیورسال ۸۴
۴-۲-۲-۱-۱جداساز لاستیکی ۸۵
۴-۲-۲-۱-۲جداساز اصطکاکی ۸۵
۴-۲-۲-۱-۳ترکیب موازی دو مدل ۸۷
۴-۲-۲-۲خواص مکانیکی جداساز لاستیکی با هسته سربی ۸۹
۴-۲-۲-۳پارامترهای لرزه‌ای ۹۰
۴-۲-۲-۴معیار انتخاب ضریب اصطکاک سیستم جداساز یونیورسال ۹۱
۴-۲-۲-۵طراحی اولیه سیستم‌های جداساز بر اساس روش استاتیکی ۹۲
۴-۲-۲-۵-۱طراحی جداساز یونیورسال ۹۲
۴-۲-۲-۵-۱-۱محاسبه تغییرمکان برای سطح لرزه‌ای MCE ۹۴
۴-۲-۲-۵-۱-۲محاسبه تغییرمکانهای کل ۹۴
۴-۲-۲-۵-۲طراحی جداساز لاستیکی با هسته سربی(LRB) ۹۷

۴-۳انتخاب شتاب‌نگاشتها و نحوه مقیاس کردن آنها ۱۰۶
۴-۳-۱انتخاب شتاب‌نگاشتها ۱۰۶
۴-۳-۲مقیاس کردن شتاب‌نگاشتها ۱۰۷

۴-۴مقادیر نهایی طراحی ۱۱۱

فصل پنجم:طراحی جداسازهای ترکیبی تحت زلزله‌های نزدیک گسل ۱۱۳

۵-۱مشخصات زمین‌شناسی زلزله‌های نزدیک گسل ۱۱۴

۵-۲اصول اساسی و مشخصات زمین لرزه های نزدیک گسل ۱۱۷
۵-۲-۱مشخصات زمین لرزه نزدیک گسل ۱۱۷

۵-۳انتخاب شتابنگاشتهای نزدیک و دور از گسل ۱۱۸

۵-۴طراحی جداساز LRB و میراگر ویسکوز مایع ۱۲۲

فصل ششم: بررسی نتایج بدست آمده ۱۲۶

۶-۱انتخاب شتاب نگاشت‌ها ۱۲۶

۶-۲تحلیل نتایج به دست آمده ۱۲۹
۶-۲-۱نتایج به دست آمده از طراحی جداسازهای یونیورسال و LRB ۱۲۹
۶-۲-۲نتایج به دست آمده از ترکیب جداساز LRB و میراگر ویسکوز مایع در زلزله نزدیک گسل ۱۸۵

۶-۳مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیقات پیشین ۱۸۹
۶-۳-۱مقایسه با نتایج جاین و تککار ۱۸۹
۶-۳-۲ مقایسه با نتایج پروویداکیس ۱۹۰

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۹۲

۷-۱نتیجه‌گیری ۱۹۲
۷-۱-۱سیستم‌های جداساز یونیورسال و LRB ۱۹۲
۷-۱-۲جداساز با هسته سربی و میراگر ۱۹۳

۷-۲پیشنهادات ۱۹۴

فهرست مراجع ۱۹۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ سازهٔ متداول تحت نیروی زلزله ۱

شکل ۱-۲ سازهٔ جداسازی شده تحت نیروی زلزله ۲

شکل ۲-۱- نشیمن لاستیک طبیعی با میرایی پایین ۱۱

شکل۲-۲جداساز با هسته سربی ۱۳

شکل ۲-۳ مشخصات مدول برشی- کرنش و میرایی- کرنش جداسازهای لاستیک طبیعی با میرایی بالا ۱۵

شکل ۲-۴ رفتار هیسترتیک جداسازهای لاستیک طبیعی با میرایی بالا ۱۶

شکل ۲-۵ جداسازهای الاستومری تقویت شده با الیاف که به صورت نوارهای بلند استفاده می‌شوند ۱۸

شکل ۲-۶ سیستم جداساز پایه کالانتارینتز که در آن از یک لایه تالک به عنوان جداساز استفاده شده است. ۱۹

شکل ۲-۷ جزییات اتصالات تأسیسات پیشنهاد شده در طرح کالانتارینتز ۲۰

شکل ۲-۸ رفتار دینامیکی جداکنندهٔ EDF ۲۲

شکل ۲-۹-سیستم TASS ۲۴

شکل۲-۱۰ سیستم R-FBI ۲۵

شکل ۲-۱۱ اجزای یک سیستم R-FBI ۲۶

شکل ۲-۱۲ سیستم جداساز SR-F ۲۷

شکل۲-۱۳ سیستم آونگ اصطکاکی ۲۸

شکل ۲-۱۴ درجات آزادی جابجایی انتقالی و دورانی در یک سیستم جداکننده ۲۹

شکل ۲-۱۵ عملکرد تکیه‌گاه لغزشی و المان ارتجاعی در سیستم الکسیسیمون ۳۰

شکل ۲-۱۶ اصول عملکرد پی مقعر لغزشی SCF ۳۱

شکل۲-۱۷- الف مدل سازه بر روی پی مقعر لغزشی شکل ۲-۱۷- ب وضعیت نیروها در نقطهٔ تماس..... ۳۱

شکل ۲-۱۸ سیستم GERB: ساختمانهای مسکونی لو..... ۳۳

شکل ۲-۱۹ سیستم فونداسیون با حرکت جانبی میرا..... ۳۶

شکل ۲-۲۰ پل رودخانه رانگیتیکی جنوبی..... ۳۷

شکل ۲-۲۱ نتایج به دست آمده از اثر میراگرها با میرایی مختلف بر روی سازه بتنی..... ۳۹

شکل ۳-۱ سازه N طبقه برشی..... ۴۳

شکل ۳-۲- نمای سه بعدی سازه با پایه ثابت..... ۴۴

شکل ۳-۳- نمایش شماتیک جداساز یونیورسال..... ۴۵

شکل ۳-۴ نمای کلی جداساز یونیورسال..... ۴۶

شکل ۳-۵- مدلسازی نیروی اصطکاک با استفاده از مفهوم فنر ساختگی توسط یانگ و همکاران..... ۴۹

شکل ۳-۶- حلقه‌های نیرو- تغییرشکل رابط صلب- کاملاً پلاستیک..... ۵۰

شکل ۳-۷- نمونه‌ای از خاصیت پلاستیسیته وِن برای تغییرشکل تک محوری..... ۵۱

شکل ۴-۸- معرفی پارامترهای بکار رفته در خاصیت پلاستیسیته وِن..... ۵۲

شکل ۳-۹ - نمایش شماتیک جداساز ترکیبی..... ۵۳

۳-۱۰ جداساز لاستیکی با هسته سربی..... ۵۴

شکل ۳-۱۱- رفتار غیرخطی جداساز لاستیکی با هسته سربی..... ۵۵

شکل۳-۱۲- رفتار هیسترتیک نیرو-تغییرمکان المان LINK با مشخصه جداگر هیسترتیک در دو جهت متعامد افقی..... ۵۶

شکل۳-۱۳- ساختار میراگر ویسکوز غیرفعال..... ۵۸

شکل۳-۱۴-(الف)ساختار سیستم میرایی ویسکوز فعال، (ب)ساختار میراگر ویسکوز نیمه فعال..... ۵۹

شکل۳-۱۵ رابطه بین نیروی میرایی و سرعت برای سه نوع مختلف میراگر..... ۶۱

شکل۳-۱۶ حلقه هیسترسیس میراگرهای با رفتار ویسکوز خالص و رفتار ویسکوالاستیک..... ۶۱

۳-۱۷ شکل شماتیک میراگر ویسکوز غیرخطی برای تغییرشکلهای محوری..... ۶۲

شکل۴-۱ پلان طبقات در سازه‌های با پایه ثابت و جداسازی شده..... ۶۵

شکل۴-۲ مدل سه بعدی سازه ۵ طبقه در نرم افزار SAP2000..... ۶۵

شکل ۴-۳ ضریب میرایی، B، بدست آمده از UBC و رابطه تقریبی..... ۷۷

شکل ۴-۴ دوره تناوب مؤثر و میرایی مؤثر..... ۷۸

شکل ۴-۵ ظرفیت سیستم جداساز و نیازهای لرزه‌ای..... ۷۸

شکل ۴-۶ ابعاد پلان برای محاسبه D_{TD} و D_{TM}..... ۷۹

شکل ۴-۷ جابجایی طراحی، جابجایی حداکثر و جابجایی حداکثر کل..... ۸۰

شکل ۴-۸ طیف پاسخ طراحی..... ۸۳

شکل ۴-۹ پارامترهای مکانیکی جداسازها (الف) لاستیکی (ب) اصطکاکی..... ۸۵

شکل ۴-۱۰ مدل رفتاری جداساز اصطکاکی..... ۸۷

شکل ۴-۱۱ سیستم فنرهای موازی..... ۸۸

شکل ۴-۱۲ مدل کلی حاصل از ترکیب دو مدل المان لاستیکی و اصطکاکی..... ۸۸

شکل۵-۱۳ منحنی هیسترسیس رفتار غیرخطی جداساز با هسته سربی..... ۸۹

شکل ۴-۱۴- توصیف عاملهای A و A_F..... ۹۹

شکل۴-۱۵- معرفی عوامل Δ_S، ARE، β و D..... ۱۰۰

شکل ۴-۱۶- نمایش عاملهای موردنیاز در کنترل چرخش جداساز ۱۰۲

شکل۴-۱۷ شکل شماتیک جداساز لاستیکی با هسته سربی طراحی شده ۱۰۳

شکل۴-۱۸ نمودار طراحی جداساز لاستیکی با هسته‌ی سربی ۱۰۴

شکل ۴-۱۹ طیفهای پاسخ مؤلفه‌های شتاب‌نگاشت‌های مقیاس شده بـه ۱G و میـانگین آنهـا و همچنـین ۱/۳ برابر طیف طرح آیین‌نامه ۱۱۰

شکل۵-۱ (الف): مؤلفه موازی گسل در زلزله (ب): مؤلفه عمود بر گسل در زلزله حوزه نزدیک گسـل در رویـداد IMPERIAL VALLEY 1979 ..... ۱۲۰

شکل۵- ۲ (الف): مؤلفه موازی گسل در زلزله (ب): مؤلفه عمود بر گسل در زلزله حوزه دور از گسـل در رویـداد KERN COUNTY 1952 ..... ۱۲۱

شکل ۶-۱ تاریخچه زمانی شتاب مطلق بام (الف)سازه ۵ طبقه (ب):سازه ۸ طبقه (ج) سازه ۱۲ طبقه ۱۳۳

شکل۶-۲- تاریخچه زمانی جابجایی نسبی بام (الف)سازه ۵ طبقه (ب):سازه ۸ طبقه (ج) سازه ۱۲ طبقه..... ۱۴۷

شکل۶-۳- تاریخچه زمانی برش پایه (الف)سازه ۵ طبقه (ب):سازه ۸ طبقه (ج) سازه ۱۲ طبقه..... ۱۶۱

شکل ۶-۴ تغییرات ER (شتاب مطلق بام) برای سازه‌های مختلف و نیز زلزله‌های مختلف..... ۱۷۷

شکل ۶-۵ تغییرات ER (برش پایه) برای سازه‌های مختلف و نیز زلزله‌های مختلف..... ۱۷۸

شکل ۶-۶ تغییرات ER (برش پایه) برای سازه‌های مختلف و نیز زلزله‌های مختلف..... ۱۷۹

شکل۶-۷- مقایسه جابجایی نسبی طبقات (الف)سازه ۵ طبقه (ب):سازه ۸ طبقه (ج) سازه ۱۲ طبقه..... ۱۸۰

شکل۶-۸ مقایسه مطلق شتاب طبقات (الف)سازه ۵ طبقه (ب):سازه ۸ طبقه (ج) سازه ۱۲ طبقه ۱۸۱

شکل ۶-۹ جابجایی پایه (الف)در زلزله نزدیک گسل و (ب) در زلزله دور از گسل برای سازه ۵ طبقه..... ۱۸۵

شکل ۶-۱۰ جابجایی نسبی روسازه (الف)در زلزله نزدیک گسل و (ب) در زلزله دور از گسل برای سازه ۵ طبقـه ۱۸۶

شکل ۶-۱۱ جابجایی پایه (الف)در زلزله نزدیک گسل و (ب) در زلزله دور از گسل برای سازه ۸ طبقه..... ۱۸۶

شکل ۶-۱۲ جابجایی نسبی روسازه (الف)در زلزله نزدیک گسل و (ب) در زلزله دور از گسل برای سازه ۸ طبقه ۱۸۷

شکل ۶-۱۳ جابجایی پایه (الف)در زلزله نزدیک گسل و (ب) در زلزله دور از گسل برای سازه ۱۲ طبقه ۱۸۷

شکل ۶-۱۴ جابجایی نسبی روسازه (الف)در زلزله نزدیک گسل و (ب) در زلزله دور از گسل برای سازه ۱۲ طبقه ۱۸۸

شکل ۶-۱۵ شتاب نگاشتهای مورد استفاده در مطالعه جاین و تککار ۱۸۹

شکل ۶-۱۶ نسبت اثربخشی برای برش پایه و شتاب بام ۱۹۰

شکل ۶-۱۷ نتایج به دست آمده از اثر میراگرها با میرایی مختلف بر روی سازه بتنی ۱۹۱

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱ انواع مدلهای شماتیک الکسیسیسمون بر پایهٔ درجات آزادی ۲۹

جدول۴-۱مقاطع انتخابی برای سازه‌های طراحی شده ۶۴

جدول ۴-۲ مشخصات محاسبه شده سازه‌های انتخاب شده (روسازه در سازه‌های جداسازی شده) ۶۶

جدول۴-۳ حداکثر تغییرمکان نسبی غیرالاستیک ۶۷

جدول ۴-۴ ضریب لرزه‌خیزی منطقه ۶۸

جدول ۴-۵ انواع پروفیل خاک ۶۹

جدول ۴-۶ انواع چشمه‌های لرزه‌ای ۷۰

جدول۴-۷ ضریب نزدیکی چشمه، N_A ۷۱

جدول ۴-۸ ضریب نزدیکی چشمه، N_V ۷۱

جدول ۴-۹ ضریب پاسخ زلزله ممکن حداکثر، M_M ۷۲

جدول ۴-۱۰ ضریب لرزه‌ای، C_A ۷۲

جدول ۴-۱۱ ضریب لرزه‌ای، C_V ۷۳

جدول ۴-۱۲ ضریب لرزه‌ای، C_{AM} ۷۳

جدول ۴-۱۳ ضریب لرزه‌ای، C_{VM} ۷۳

جدول ۴-۱۴ ضریب کاهش در سازه‌های جداسازی شده ۸۱

جدول ۴-۱۵ پارامترهای لرزه‌ای مورد نیاز ۹۰

جدول ۴-۱۶ ضریب اصطکاک سیستم‌های جداساز یونیورسال ۹۱

جدول ۴-۱۷ مشخصات جداساز یونیورسال طراحی شده ۹۶

جدول ۴-۱۸ مشخصات جداساز LRB طراحی شده ۱۰۵
جدول ۴-۱۹ مؤلفه‌های انتخاب شده تاریخچه زمانی برای تحلیلهای تاریخچه زمانی ۱۰۹
جدول ۴-۲۰ ضرایب مقیاس ۱۰۹
جدول ۴-۲۱ مقادیر طراحی نهایی برای ساخت جداسازیونیورسال ۱۱۱
جدول ۴-۲۲ مقادیر طراحی نهایی برای ساخت جداسازLRB ۱۱۲
جدول ۵-۱- مشخصات زلزله‌های نزدیک گسل و دور از گسل مورد استفاده ۱۱۹
جدول ۵-۲- مقادیر پارامترهای طراحی جداساز LRB برای سازه ۵ طبقه ۱۲۳
جدول ۵-۳- مقادیر پارامترهای طراحی جداساز LRB برای سازه ۸ طبقه ۱۲۴
جدول ۵-۴- مقادیر پارامترهای طراحی جداساز LRB برای سازه ۱۲ طبقه ۱۲۴
جدول۵-۵- محدوده نسبت میرایی ویسکوز الحاقی برای سازه ۵ طبقه ۱۲۴
جدول۵-۶- محدوده نسبت میرایی ویسکوز الحاقی برای سازه ۸ طبقه ۱۲۵
جدول۵-۷- محدوده نسبت میرایی ویسکوز الحاقی برای سازه ۱۲ طبقه ۱۲۵
جدول ۷-۱ ضرایب مقیاس ۱۲۸
جدول ۶-۲- مقادیر نسبت اثربخشی، ER برای جداساز LRB ۱۳۰
جدول ۶-۳- مقادیر نسبت اثربخشی، ER برای جداساز یونیورسال ۱۳۱
جدول ۶-۴ متوسط حداکثر تغییرمکان نسبی بین طبقات در جهت X ۱۸۳
جدول ۶-۵ متوسط حداکثر تغییرمکان نسبی بین طبقات در جهت Y ۱۸۴

فهرست نشانه‌های اختصاری

F_i : نیروی اینرسی وارد به نقطهٔ تماس iام با پی مقعر

W_i : وزن وارد به نقطهٔ تماس iام با پی مقعر

F_{fi} : نیروی اصطکاک وارد به نقطهٔ تماس iام با پی مقعر

Ni : نیروی عمود بر سطح پی وارد به نقطهٔ تماس iام با پی مقعر

W_t : وزن کلی مجموعه

R_{CG} : فاصلهٔ مرکز ثقل مجموعهٔ ساختمان و کف متصل به آن از مرکز انحنای پی

I_{CG} : اینرسی مجموعهٔ سازه و کف حول محور گذرنده از مرکز ثقل

$\frac{EI}{l^3}$: سختی افقی ستون شمع

$\frac{EI}{l^2}$: بار کمانش ستون شمع

EI : سختی خمشی شمع

l : طول شمع

α : ضریبی وابسته به درجه گیرداری دو انتهای شمع

β نیز وابسته به درجه گیرداری دو انتهای شمع

T : دوره تناوب سیستم

F_p : بار وارده به شمع

F : نیروی اصطکاک

W : وزن کلی سازه

μ : ضریب اصطکاک وابسته به نوع ماده می‌باشند

μ_{max} :حداکثر ضریب اصطکاک

μ_{min} : حداقل ضریب اصطکاک

$\dot{u}_b$ سرعت لغزش تکیه‌گاه

a : ضریب وابسته به فشار تکیه‌گاهی

sgn : نشان دهنده تابع علامت

k : ثابت فنر الاستیک

f_y : نیروی تسلیم

r: نسبت سختی پس از تسلیم به سختی الاستیک (k)

z : یک متغیر هیسترتیک داخلی

e : توانی بزرگتر یا مساوی یک

F_s :نیروی اصطکاک استاتیکی

Δs : جابجایی نسبی استاتیکی یا الاستیک

F_{VD} : نیروی ایجادشده توسط هر میراگر

θ : زاویه بین میراگر و صفحه عمود بر میله محرک

F_D : نیروی میرایی

C : ثابت میرایی

$\dot{u}$:سرعت نسبی بین دو انتهای میراگر

α : توان میرایی

$\frac{12EI}{L^3}$: سختی ستونهای طبقات

Δ_M : حداکثر جابجایی نسبی غیرالاستیک طبقات

T_f : پریود روسازه گیردار الاستیک

T_M : پریود مؤثر سازه جداسازی شده در سطح MCE

T_D : پریود مؤثر سازه جداسازی شده در سطح DBE

D_{TD} : تغییرمکان طراحی کل در سطح DBE

D_{TM} : تغییرمکان طراحی کل در سطح MCE

D_D : تغییرمکانهای طراحی در سطح DBE

D_M : تغییرمکانهای طراحی در سطح MCE

g : شتاب گرانشی

C_{VD} : ضریب لرزه‌ای در سطح DBE

C_{VM} : ضریب لرزه‌ای در سطح MCE