



دانشکده عمران - گروه سازه

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی زلزله

ارزیابی عملکرد جداگر لرزه‌ای مرکب از (RSM) لاستیک و خاک

استاد راهنما:

دکتر سامان یغمائی سابق

استاد مشاور:

دکتر مجید برقیان

پژوهشگر:

مونا رحمانی

سال ۹۰-۸۹

نام خانوادگی دانشجو: رحمانی		نام: مونا
عنوان پایان نامه / رساله: ارزیابی عملکرد جداگر لرزه ای مرکب از لاستیک و خاک (RSM)		
استاد راهنما: دکتر سامان یغمایی سابق		
استاد مشاور: دکتر مجید برقیان		
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی عمران	گرایش: زلزله
دانشگاه: تبریز	دانشکده: عمران	تعداد صفحه: ۱۶۰
کلید واژه ها: جداگر لرزه ای، لاستیک، خاک		
<p>چکیده:</p> <p>برای مقابله با نیروی مخرب زلزله دو روش برخورد وجود دارد. روش اول مبتنی بر استفاده از سیستم مقاوم جانبی می باشد و روش دوم، استفاده از سیستم های جداسازی لرزه ای را برای جلوگیری از انتقال حرکت زمین به سازه هنگام زلزله، توصیه می کند. امروزه جداسازی لرزه ای یک استراتژی اصلی و عمده در طراحی ساختمان های مقاوم در برابر زلزله می باشد و تا نقطه ای پیشرفت کرده است که در برخی کشورها غالباً برای محافظت از ساختمان های موجود و جدید، پل ها و حتی موارد کوچکتر صنعتی، به کار گرفته می شود و جزو رشد یافته ترین تکنیک ها می باشد. استفاده از جداسازی تا به حال بیشتر برای سازه های دارای محتویات حیاتی و حساس و گران بوده است اما علاقه فزاینده ای به کاربرد این فناوری در خانه سازی عمومی، مدارس و بیمارستان ها در کشورهای در حال توسعه که هزینه جبران خسارت زلزله می تواند بخش قابل توجهی از تولید ناخالص ملی آنها باشد، وجود دارد. مسائل اقتصادی از جمله مسائل تأثیر گذار در زمینه جداسازی لرزه ای است و خواستار توجه ویژه می باشد. اینکه چگونه هزینه جداسازی لرزه ای یک ساختمان را در عین حفظ سطح ایمنی بالا در آن کاهش دهیم، مسئله بسیار مهمی است، به این دلیل که این مسئله بطور مستقیم بر روی گسترش کاربرد جداسازی لرزه ای ساختمان ها تأثیر می گذارد، به ویژه در مناطقی که لرزه خیزی بالایی دارند و وضعیت اقتصادی آنها اجازه صرف هزینه های بالا را در ساخت ساختمان ها به آنها نمی دهد. بنابراین یافتن انواعی از سیستم های جداسازی لرزه ای، بخصوص برای کشورهای در حال توسعه و لرزه خیزی مانند ایران که در آنها منابع و تکنولوژی کافی برای کاهش اثرات زلزله، با تکنیک های پیشرفته و در عین حال گران وجود ندارد، ضروری می باشد. سیستم جداسازی لرزه ای با مخلوط لاستیک و خاک یک روش نوین پیشنهاد شده در سال ۲۰۰۸ برای کشورهای در حال توسعه می باشد که دارای مزایای ویژه ای از جمله ارزان قیمت بودن است. در این روش یک لایه از خاک زیر شالوده سازه توسط یک مخلوط از خاک و نسبت مشخصی از لاستیک در یک ضخامت معین جایگزین می شود. کارایی این سیستم جداسازی لرزه ای در زلزله های نزدیک گسل، در مطالعات قبلی توسط یک سری از شبیه سازی های عددی ثابت شده است. در این مطالعه، عملکرد این سیستم در زلزله های نزدیک گسل پالس دار (دارای خاصیت جهت داری رو به جلو) و بدون پالس مورد ارزیابی بیشتر قرار گرفته است. نتایج حاصله بیانگر وابستگی عملکرد این سیستم به ویژگی های زلزله و عملکرد مناسب تر آن در زلزله های نزدیک گسل بدون پالس نسبت به زلزله های نزدیک گسل پالس دار می باشد.</p>		

..... ۱	پیشگفتار
..... ۲	<u>فصل اول</u>
..... ۲	جداسازی لرزه ای
..... ۳	۱-۱ جداسازی لرزه ای
..... ۷	۲-۱ پیشینه
..... ۱۰	۱-۲-۱ جداسازی لرزه ای در ایالات متحده امریکا
..... ۱۱	۲-۲-۱ جداسازی لرزه ای در ژاپن
..... ۱۳	۳-۲-۱ جداسازی لرزه ای در اروپا
..... ۱۴	۴-۲-۱ جداسازی لرزه ای در چین
..... ۱۵	۳-۱ مبانی و اصول جداسازی لرزه ای
..... ۱۷	۴-۱ نیاز به تحقیقات بیشتر و سیستم‌های جدید جداسازی لرزه ای
..... ۱۹	۵-۱ استفاده از جداسازی لرزه ای در کشورهای در حال توسعه
..... ۲۰	<u>فصل دوم</u>
..... ۲۰	روش نوین جداسازی لرزه ای با مخلوط لاستیک و خاک
..... ۲۱	۱-۲ روش نوین جداسازی لرزه ای با مخلوط لاستیک و خاک
..... ۲۲	۱-۱-۲ استفاده از لاستیک
..... ۲۲	۲-۱-۲ استفاده از ضایعات تایر
..... ۲۳	۲-۲ اثبات کارایی جداسازی لرزه ای با مخلوط لاستیک و خاک
..... ۲۴	۱-۲-۲ توضیحات تحلیلی
..... ۲۵	۲-۲-۲ خواص مهندسی RSM
..... ۲۶	۳-۲-۲ شبیه سازی‌های عددی (المان محدودی)
..... ۳۴	۳-۲ نیاز به تحلیل‌های بیشتر در جهت ارزیابی عملکرد RSM
..... ۳۵	<u>فصل سوم</u>
..... ۳۵	خواص دینامیکی خاکها و روشهای تحلیل پاسخ زمین
..... ۳۶	۱-۳ رفتار تنش-کرنش خاک‌ها تحت بارهای سیکلی [۳۲]
..... ۳۶	۲-۳ مدل خطی معادل [۳۲]
..... ۳۷	۱-۲-۳ مدول برشی [۳۲]
..... ۳۸	۲-۲-۳ مدول برشی ماکزیمم [۳۲]
..... ۳۸	۳-۲-۳ نسبت مدول G/G_{max} [۳۲]
..... ۳۹	۴-۲-۳ ضریب میرایی [۳۲]

..... ۴۰	۳-۳ تحلیل یک بعدی پاسخ زمین [۳۲]
..... ۴۱	۱-۳-۳ روش خطی [۳۲]
..... ۴۱	۲-۳-۳ مبانی ریاضی روش خطی (تابع تبدیل)
..... ۴۳	۳-۳-۳ روش خطی معادل برای تعیین پاسخ غیر خطی
..... ۴۴	۴-۳ تحلیل پاسخ دینامیکی دو بعدی [۳۲]
..... ۴۴	۱-۴-۳ تحلیل دینامیکی المان محدود [۳۲]
..... ۴۵	۲-۴-۳ المان بندی
..... ۴۵	۳-۴-۳ شرایط مرزی
..... ۴۵	۴-۴-۳ روش خطی معادل دوبعدی
..... ۴۷	<u>فصل چهارم</u>
..... ۴۷	خواص دینامیکی مخلوط لاستیک و خاک
..... ۴۸	۱-۴ مخلوط‌های لاستیک و خاک
..... ۴۸	۲-۴ خواص دینامیکی مخلوط لاستیک و خاک
..... ۴۸	۱-۲-۴ آزمایش ستون تشدید
..... ۴۹	۱-۱-۲-۴ تهیه نمونه‌های آزمایش ستون تشدید
..... ۵۰	۲-۱-۲-۴ نتایج آزمایش ستون تشدید
..... ۵۴	۲-۲-۴ آزمایش برش مستقیم با مقیاس بزرگ
..... ۵۵	۱-۲-۲-۴ نتایج آزمایش برش مستقیم
..... ۵۶	۳-۲-۴ آزمایش سه محوری دینامیکی
..... ۵۷	۱-۳-۲-۴ نتایج آزمایش سه محوری دینامیکی
..... ۵۸	<u>فصل پنجم</u>
..... ۵۸	زلزله‌های نزدیک گسل
..... ۵۹	۱-۵ طبقه بندی حرکات زمین
..... ۵۹	۱-۱-۵ مکانیزم منبع
..... ۵۹	۱-۱-۱-۵ زلزله بین صفحه ای
..... ۵۹	۲-۱-۱-۵ زلزله بین درون صفحه ای
..... ۶۰	۲-۱-۵ عمق کانون
..... ۶۰	۳-۱-۵ فاصله ساختگاه از منبع
..... ۶۰	۱-۳-۱-۵ ساختگاه نزدیک گسل
..... ۶۰	۲-۳-۱-۵ ساختگاه دور از گسل
..... ۶۱	۳-۳-۱-۵ ساختگاه در میان واقع شده
..... ۶۱	۲- انواع زلزله
..... ۶۱	۱-۲-۵ زلزله پوسته‌ای کم عمق درون صفحه ای

..... ۶۱	..... ۲-۲-۵ زلزله کم عمق بین صفحه ای
..... ۶۲	..... ۳-۲-۵ زلزله عمیق بین صفحه ای
..... ۶۲	..... ۳-۵ چالش در شناسایی زلزله‌های استثنایی
..... ۶۲	..... ۱-۳-۵ زلزله‌های حوزه نزدیک
..... ۶۳	..... ۲-۳-۵ زلزله‌های حوزه دور
..... ۶۳	..... ۴-۵ اثرات نزدیک گسل
..... ۶۷	..... <u>فصل ششم</u>
..... ۶۷	..... مدل سازی المان محدود
..... ۶۸	..... ۱-۶ نرم افزار مورد استفاده جهت مدل سازی المان محدودی
..... ۶۸	..... ۲-۶ مشخصات مدل های المان محدود
..... ۶۹	..... ۱-۲-۶ مشخصات روسازه‌ها
..... ۷۰	..... ۱-۱-۲-۶ ساختمان ۳ طبقه
..... ۷۱	..... ۲-۱-۲-۶ ساختمان ۹ طبقه
..... ۷۲	..... ۳-۱-۲-۶ ساختمان ۲۰ طبقه
..... ۷۴	..... ۳-۶ مشخصات زلزله‌های نزدیک گسل انتخاب شده
..... ۷۴	..... ۴-۶ سناریوهای اجرا شده
..... ۷۶	..... <u>فصل هفتم</u>
..... ۷۶	..... نتایج، بحث و نتیجه‌گیری
..... ۷۷	..... ۱-۷ پارامترهای رکورد شده و محاسبه شده
..... ۷۷	..... ۲-۷ بحث و نتیجه‌گیری
..... ۷۷	..... ۱-۲-۷ سطح لرزش
..... ۷۷	..... ۱-۱-۲-۷ مولفه افقی
..... ۷۸	..... ۲-۱-۲-۷ مولفه قائم
..... ۷۹	..... ۲-۲-۷ شیفیت پر بود
..... ۷۹	..... ۱-۲-۲-۷ مولفه افقی
..... ۸۰	..... ۲-۲-۲-۷ مولفه قائم
..... ۸۱	..... ۳-۲-۷ مجموع مربعات دامنه فوریه (پارامتر انرژی)
..... ۸۱	..... ۱-۳-۲-۷ مولفه افقی
..... ۸۲	..... ۲-۳-۲-۷ مولفه قائم
..... ۸۳	..... ۴-۲-۷ شتاب ماکزیمم
..... ۸۳	..... ۱-۴-۲-۷ مولفه افقی
..... ۸۴	..... ۲-۴-۲-۷ مولفه قائم
..... ۸۴	..... ۳-۷ جمع بندی

بیوست فصل هفتم

نمودارها و جداول مربوط به نتایج

فهرست منابع

..... ۸۵.....

..... ۸۵.....

..... ۱۵۹.....

فهرست جداول

.....۲۷	جدول ۱-۲ پارامترهای ورودی در مطالعه پارامتری
.....۲۷	جدول ۲-۲ جزئیات زلزله‌های استفاده شده توسط تیسانگ
.....۵۰	جدول ۱-۴ نمونه‌های آزمایش شده توسط دستگاه ستون تشدید
.....۵۶	جدول ۲-۴ خلاصه اطلاعات مربوط به مقاومت برشی [۳۳]
.....۵۷	جدول ۳-۴ نتایج آزمایشات سه محوری دینامیکی برای خاک، لاستیک و مخلوط‌های لاستیک و خاک در تنش‌های محدود کننده ۲۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوپاسکال [۳۳]
.....۶۹	جدول ۱-۶ طبقه‌بندی مدل‌های المان محدود
.....۷۰	جدول ۲-۶ پارامترهای ورودی مدل شماره ۲
.....۷۲	جدول ۳-۶ پارامترهای ورودی مدل شماره ۳
.....۷۴	جدول ۴-۶ پارامترهای ورودی مدل شماره ۴
.....۷۵	جدول ۵-۶ مشخصات (مولفه افقی) ۱۲ رکورد جدید استفاده شده
.....۱۲۷	جدول ۱-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۱
.....۱۲۸	جدول ۲-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۱
.....۱۲۹	جدول ۳-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۱-۲ (SAC3 و RSM=5m)
.....۱۲۹	جدول ۴-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۱-۲ (SAC3 و RSM=5m)
.....۱۳۰	جدول ۵-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۲-۲ (SAC3 و RSM=10m)
.....۱۳۰	جدول ۶-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۲-۲ (SAC3 و RSM=10m)
.....۱۳۱	جدول ۷-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۳-۲ (SAC3 و RSM=15m)
.....۱۳۱	جدول ۸-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۳-۲ (SAC3 و RSM=15m)
.....۱۳۲	جدول ۹-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۱-۳ (SAC9 و RSM=5m)
.....۱۳۲	جدول ۱۰-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۱-۳ (SAC9 و RSM=5m)
.....۱۳۳	جدول ۱۱-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۲-۳ (SAC9 و RSM=10m)
.....۱۳۳	جدول ۱۲-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۲-۳ (SAC9 و RSM=10m)
.....۱۳۴	جدول ۱۳-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۳-۳ (SAC9 و RSM=15m)
.....۱۳۴	جدول ۱۴-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۳-۳ (SAC9 و RSM=15m)
.....۱۳۵	جدول ۱۵-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۱-۴ (SAC20 و RSM=5m)
.....۱۳۵	جدول ۱۶-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۱-۴ (SAC20 و RSM=5m)
.....۱۳۶	جدول ۱۷-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۲-۴ (SAC20 و RSM=10m)
.....۱۳۶	جدول ۱۸-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۲-۴ (SAC20 و RSM=10m)
.....۱۳۷	جدول ۱۹-۷ پرئود غالب مولفه افقی رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۳-۴ (SAC20 و RSM=15m)
.....۱۳۷	جدول ۲۰-۷ پرئود غالب مولفه قائم رکورد ورودی، سناریو با ماسه و سناریو با RSM و شیفت پرئود RSM نسبت به ماسه برای مدل ۳-۴ (SAC20 و RSM=15m)
.....۱۳۸	جدول ۲۱-۷ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۱
.....۱۳۹	جدول ۲۲-۷ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۱
.....۱۴۰	جدول ۲۳-۷ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۱-۲ (sac3 و RSM=5m)
.....۱۴۱	جدول ۲۴-۷ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۱-۲ (sac3 و RSM=5m)
.....۱۴۲	جدول ۲۵-۷ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۲-۲ (sac3 و RSM=10m)

.....۱۴۳.	جدول ۷-۲۶ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۲-۲ (RSM=10m و sac3)
.....۱۴۴.	جدول ۷-۲۷ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۳-۲ (RSM=15m و sac3)
.....۱۴۵.	جدول ۷-۲۸ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۳-۲ (RSM=15m و sac3)
.....۱۴۶.	جدول ۷-۲۹ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۱-۳ (RSM=5m و sac9)
.....۱۴۷.	جدول ۷-۳۰ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۱-۳ (RSM=5m و sac9)
.....۱۴۸.	جدول ۷-۳۱ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۲-۳ (RSM=10m و sac9)
.....۱۴۹.	جدول ۷-۳۲ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۲-۳ (RSM=10m و sac9)
.....۱۵۰.	جدول ۷-۳۳ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۳-۳ (RSM=15m و sac9)
.....۱۵۱.	جدول ۷-۳۴ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۳-۳ (RSM=15m و sac9)
.....۱۵۲.	جدول ۷-۳۵ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۱-۴ (RSM=5m و sac20)
.....۱۵۳.	جدول ۷-۳۶ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۱-۴ (RSM=5m و sac20)
.....۱۵۴.	جدول ۷-۳۷ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۲-۴ (RSM=10m و sac20)
.....۱۵۵.	جدول ۷-۳۸ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۲-۴ (RSM=10m و sac20)
.....۱۵۶.	جدول ۷-۳۹ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه افقی رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۳-۴ (RSM=15m و sac20)
.....۱۵۷.	جدول ۷-۴۰ نسبت مجموع مربعات دامنه‌های فوریه مولفه قائم رکوردها در سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مدل ۳-۴ (RSM=15m و sac20)
.....۱۵۸.	جدول ۷-۴۱ نسبت شتاب پاسخ ماکزیمم (PGA) سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مولفه افقی تمام مدل‌ها
.....۱۵۸.	جدول ۷-۴۲ نسبت شتاب پاسخ ماکزیمم (PGA) سناریو با RSM به سناریو با ماسه برای مولفه قائم تمام مدل‌ها

فهرست اشکال

..... ۶	شکل ۱-۱ شیوهی محافظت لرزه‌ای در رویکرد سنتی [۳]
..... ۶	شکل ۲-۱ ساختمان سنتی [۱]
..... ۶	شکل ۳-۱ ساختمان جداسازی لرزه‌ای شده [۱]
..... ۹	شکل ۴-۱ مدرسه پستالوزی، اسکایچ، مقدونیه [۴]
..... ۹	شکل ۵-۱ تحمل کننده‌های استفاده شده در مدرسه پستالوزی [۴]
..... ۱۰	شکل ۶-۱ مرکز دادگستری و قانون مدنی اجتماعات [۱۲]
..... ۱۱	شکل ۷-۱ ساختمان دانشگاه بیمارستان آموزشی کالیفرنیا جنوبی [۱۲]
..... ۱۲	شکل ۸-۱ مرکز کامپیوتر وزارت پست و ارتباطات ژاپن [۱۵]
..... ۱۲	شکل ۹-۱ تغییر تعداد سالیانه مجوزهای ساخت و ساز ساختمان‌های جداسازی شده [۱۵]
..... ۱۴	شکل ۱۰-۱ مرکز اداری شرکت تلفن ملی، آنکونا، ایتالیا [۴]
..... ۱۵	شکل ۱۱-۱ طیف پاسخ سازه با تکیه‌گاه ثابت و سازه جداسازی شده [۵]
..... ۱۶	شکل ۱۲-۱ (الف) سازه با تکیه‌گاه ثابت و (ب) سازه جداسازی شده [۵]
..... ۱۸	شکل ۱۳-۱ آزمایش تحمل کننده‌های لاستیکی تحت نیروهای برشی، قائم و لنگرها [۳]
..... ۲۳	شکل ۱۴-۲ شکل شماتیک روش جداسازی لرزه‌ای با مخلوط لاستیک و خاک [۲۰]
..... ۲۴	شکل ۲-۲ (الف) انتشار امواج لرزه‌ای به صورت قائم و (ب) نسبت توابع تبدیل RSM و ماسه خالص [۲۰]
..... ۲۶	شکل ۳-۲ (الف) منحنی ضریب میرایی منحنی بکار رفته و (ب) منحنی کاهش مدول برشی بکار رفته [۲۰]
..... ۲۷	شکل ۴-۲ مدل مرجع در مدلسازی المان محدود [۲۰]
..... ۲۸	شکل ۵-۲ طیف دامنه فوری به شتاب‌های افقی و قائم زمین و تاریخچه زمانی نرمالیزه شده شتاب زمین در جهت افقی و قائم [۲۰]
..... ۲۹	شکل ۶-۲ مقایسه نسبت شتاب بر اساس تغییر در (الف) خصوصیات دینامیکی RSM، (ب) ضخامت RSM، (پ) عرض ساختمان، (ت) ارتفاع ساختمان (تعداد طبقات)، (ث) تعداد طبقات زیرزمین و (ج) سناریوهای زلزله اعمال شده
..... ۳۰	شکل ۷-۲ طیف دامنه فوری بدترین سناریوها در جهت افقی [۲۰]
..... ۳۱	شکل ۸-۲ طیف دامنه فوری بدترین سناریوها در جهت قائم [۲۰]
..... ۳۲	شکل ۹-۲ تاریخچه زمانی شتاب زمین بدترین سناریوها در جهت افقی [۲۰]
..... ۳۳	شکل ۱۰-۲ تاریخچه زمانی شتاب زمین بدترین سناریوها در جهت قائم [۲۰]
..... ۳۶	شکل ۱-۳ حلقه هیستریزس نمونه خاک تحت تأثیر بار سیکی متقارن
..... ۳۷	شکل ۲-۳ منحنی اصلی و منحنی نسبت مدول (یا منحنی کاهش مدول)
..... ۳۹	شکل ۳-۳ اثر دامنه خمیری (PI) بر منحنی نسبت مدولها
..... ۳۹	شکل ۴-۳ اثر فشار محدود کننده بر منحنی نسبت مدول برای خاک (الف) غیر پلاستیک و (ب) پلاستیک
..... ۴۰	شکل ۵-۳ اثر پلاستیسیته خاک بر منحنی ضریب میرایی
..... ۴۰	شکل ۶-۳ روند انکسار
..... ۴۰	شکل ۷-۳ انواع حرکت زمین
..... ۴۳	شکل ۸-۳ تاریخچه زمانی هارمونیک و تاریخچه زمانی گذرای کرنش برشی
..... ۴۴	شکل ۹-۳ روش تکرار جهت حصول مدول برشی و ضریب میرایی سازگار با کرنش در تحلیل خطی معادل
..... ۵۰	شکل ۱-۴ مدول برشی و ضریب میرایی نمونه‌های ۲۹٪ لاستیک آماده شده به روش تحت‌تراکم برحسب حجم [۲۹]
..... ۵۰	شکل ۲-۴ مدول برشی و ضریب میرایی نمونه‌های ۴۹٪ لاستیک آماده شده به روش تحت‌تراکم برحسب حجم [۲۹]
..... ۵۱	شکل ۳-۴ مدول برشی و ضریب میرایی نمونه‌های ۷۶٪ لاستیک آماده شده به روش تحت‌تراکم برحسب حجم [۲۹]
..... ۵۱	شکل ۴-۴ مدول برشی و ضریب میرایی نمونه‌های ۱۰۰٪ لاستیک آماده شده به روش تحت‌تراکم برحسب حجم [۲۹]
..... ۵۱	شکل ۵-۴ منحنی مدول برشی و میرایی برای مقادیر لاستیک مختلف در فشار محدود کننده ۳۴۵ کیلوپاسکال [۲۹]
..... ۵۳	شکل ۶-۴ نسبت G_{max} بر $P_a^{1-n} \sigma_0^n$ و D_{min} در کرنش برشی 5×10^{-4} نمونه‌های آماده شده با روش تحت‌تراکم و برگردن دستی در مقابل درصد لاستیک [۲۹]

..... ۵۳	شکل ۴-۷ مدول برشی در مقابل کرنش برای فشار محدود کننده ۲۰۰ و ۳۵۰ کیلوپاسکال حاصل از آزمایشات ماسا به همراه نتایج آزمایشات ستون تشدید [۲۹]
..... ۵۳	شکل ۴-۸ منحنی مدول برشی نرمالیزه شده [۲۹]
..... ۵۴	شکل ۴-۹ مقدار $G_{max}/[OCR^k(P_a\sigma_0^{0.5})]$ در مقابل نسبت تخلخل در فشار ۶۹ کیلوپاسکال [۲۹]
..... ۵۵	شکل ۴-۱۰ منحنی تنش-تغییر مکان خاک، لاستیک و مخلوط‌های لاستیک و خاک برای تنش قائم ۲۰ کیلوپاسکال [۳۳]
..... ۵۵	شکل ۴-۱۱ منحنی تنش-تغییر مکان خاک، لاستیک و مخلوط‌های لاستیک و خاک برای تنش قائم ۴۰ کیلوپاسکال [۳۳]
..... ۵۵	شکل ۴-۱۲ منحنی تنش-تغییر مکان خاک، لاستیک و مخلوط‌های لاستیک و خاک برای تنش قائم ۸۰ کیلوپاسکال [۳۳]
..... ۵۷	شکل ۴-۱۳ منحنی تنش-کرنش مربوط به آزمایش سه محور دینامیکی برای لاستیک‌های آزمایش شده در فشار محدود کننده ۲۰ کیلوپاسکال [۳۳]
..... ۵۹	شکل ۵-۱ انواع مکانیزم منبع [۳۴]
..... ۶۰	شکل ۵-۲ انواع عمق کانون [۳۴]
..... ۶۱	شکل ۵-۳ فاصله ساختگاه-منبع [۳۴]
..... ۶۲	شکل ۵-۴ انواع اصلی زلزله‌ها [۳۴]
..... ۶۴	شکل ۵-۵ تاریخچه زمانی تغییر مکان در زلزله لوماپریتا (۱۹۸۹)، الف) مولفه افقی عمود بر امتداد گسل، ب) مولفه افقی موازی با امتداد گسل در موقعیتهای مختلف: [۳۶]
..... ۶۸	شکل ۶-۱ مقایسه شتاب نگاشت‌های افقی و قائم حاصل از مدل شماره ۱ با نتایج مدل مرجع تیسانگ
..... ۷۰	شکل ۶-۲ قاب خمشی شمالی- جنوبی سازه سه طبقه [۳۸]
..... ۷۱	شکل ۶-۳ قاب خمشی شمالی- جنوبی سازه نه طبقه [۳۸]
..... ۷۳	شکل ۶-۴ قاب خمشی شمالی- جنوبی سازه بیست طبقه [۳۸]
..... ۸۷	شکل ۷-۱-۱ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و SCE018 (پالس دار)
..... ۸۷	شکل ۷-۱-۲ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و SCE-UP (پالس دار)
..... ۸۷	شکل ۷-۱-۳ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و RRS228 (پالس دار)
..... ۸۷	شکل ۷-۱-۴ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و RRS-UP (پالس دار)
..... ۸۷	شکل ۷-۱-۵ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و SYL360 (پالس دار)
..... ۸۷	شکل ۷-۱-۶ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و SYL-UP (پالس دار)
..... ۸۷	شکل ۷-۱-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و SCS052 (پالس دار)
..... ۸۷	شکل ۷-۱-۸ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و SCS-UP (پالس دار)
..... ۸۸	شکل ۷-۱-۹ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و JEN022 (پالس دار)
..... ۸۸	شکل ۷-۱-۱۰ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و JEN-UP (پالس دار)
..... ۸۸	شکل ۷-۱-۱۱ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و H-E06230 (پالس دار)
..... ۸۸	شکل ۷-۱-۱۲ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و H-E06-UP (پالس دار)
..... ۸۸	شکل ۷-۱-۱۳ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و H-E07230 (پالس دار)
..... ۸۸	شکل ۷-۱-۱۴ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و H-E07-UP (پالس دار)
..... ۸۸	شکل ۷-۱-۱۵ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و WST270 (بدون پالس)
..... ۸۸	شکل ۷-۱-۱۶ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و WST-UP (بدون پالس)
..... ۸۹	شکل ۷-۱-۱۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و CEN155 (بدون پالس)
..... ۸۹	شکل ۷-۱-۱۸ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و CEN-UP (بدون پالس)
..... ۸۹	شکل ۷-۱-۱۹ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و PAE000 (بدون پالس)
..... ۸۹	شکل ۷-۱-۲۰ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و PAE-UP (بدون پالس)
..... ۸۹	شکل ۷-۱-۲۱ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و WAH090 (بدون پالس)
..... ۸۹	شکل ۷-۱-۲۲ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و WAH-UP (بدون پالس)
..... ۸۹	شکل ۷-۱-۲۳ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و NIS000 (بدون پالس)
..... ۸۹	شکل ۷-۱-۲۴ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای RSM=10m، Reference و NIS-UP (بدون پالس)

- شکل ۷-۳-۲۱ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC9، RSM=15m و WAH090 (بدون پالس) ۱۱۴.
- شکل ۷-۳-۲۲ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC9، RSM=15m و WAH-UP (بدون پالس) ۱۱۴.
- شکل ۷-۳-۲۳ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC9، RSM=15m و NIS000 (بدون پالس) ۱۱۴.
- شکل ۷-۳-۲۴ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC9، RSM=15m و NIS-UP (بدون پالس) ۱۱۴.
- شکل ۷-۳-۲۵ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC9، RSM=15m و NORTH-H (بدون پالس) ۱۱۴.
- شکل ۷-۳-۲۶ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC9، RSM=15m و HORTH-V (بدون پالس) ۱۱۴.
- شکل ۷-۳-۲۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC9، RSM=15m و CHILE-H (بدون پالس) ۱۱۴.
- شکل ۷-۳-۲۸ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC9، RSM=15m و CHILE-V (بدون پالس) ۱۱۴.
- شکل ۷-۱-۱ SCE018 و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۵.....
- شکل ۷-۱-۲ SCE-UP و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۵.....
- شکل ۷-۱-۳ RRS228 و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۵.....
- شکل ۷-۱-۴ RRS-UP و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۵.....
- شکل ۷-۱-۵ SYL360 و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۶.....
- شکل ۷-۱-۶ SYL-UP و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۶.....
- شکل ۷-۱-۷ SCS052 و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۶.....
- شکل ۷-۱-۸ SCS-UP و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۶.....
- شکل ۷-۱-۹ JEN022 و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۶.....
- شکل ۷-۱-۱۰ JEN-UP و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۶.....
- شکل ۷-۱-۱۱ H-E06230 و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۶.
- شکل ۷-۱-۱۲ H-E06-UP و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۶.
- شکل ۷-۱-۱۳ H-E07230 و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۷.
- شکل ۷-۱-۱۴ H-E07-UP و RSM=5m SAC20 (پالس دار) ۱۱۷.
- شکل ۷-۱-۱۵ WST270 و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۷.
- شکل ۷-۱-۱۶ WST-UP و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۷.
- شکل ۷-۱-۱۷ CEN155 و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۷.
- شکل ۷-۱-۱۸ CEN-UP و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۷.
- شکل ۷-۱-۱۹ PAE000 و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۷.
- شکل ۷-۱-۲۰ PAE-UP و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۷.
- شکل ۷-۱-۲۱ WAH090 و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۸.
- شکل ۷-۱-۲۲ WAH-UP و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۸.
- شکل ۷-۱-۲۳ NIS000 و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۸.
- شکل ۷-۱-۲۴ NIS-UP و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۸.
- شکل ۷-۱-۲۵ NORTH-H و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۸.
- شکل ۷-۱-۲۶ HORTH-V و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۸.
- شکل ۷-۱-۲۷ CHILE-H و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۸.
- شکل ۷-۱-۲۸ CHILE-V و RSM=5m SAC20 (بدون پالس) ۱۱۸.
- شکل ۷-۲-۱ SCE018 و RSM=10m SAC20 (پالس دار) ۱۱۹.....
- شکل ۷-۲-۲ SCE-UP و RSM=10m SAC20 (پالس دار) ۱۱۹.....
- شکل ۷-۲-۳ RRS228 و RSM=10m SAC20 (پالس دار) ۱۱۹.....
- شکل ۷-۲-۴ RRS-UP و RSM=10m SAC20 (پالس دار) ۱۱۹.....

- شکل ۱۷-۳-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و CEN155 (بدون پالس) ۱۲۵
- شکل ۱۸-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و CEN-UP (بدون پالس) ۱۲۵
- شکل ۱۹-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و PAE000 (بدون پالس) ۱۲۵
- شکل ۲۰-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و PAE-UP (بدون پالس) ۱۲۵
- شکل ۲۱-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و WAH090 (بدون پالس) ۱۲۶
- شکل ۲۲-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و WAH-UP (بدون پالس) ۱۲۶
- شکل ۲۳-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و NIS000 (بدون پالس) ۱۲۶
- شکل ۲۴-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و NIS-UP (بدون پالس) ۱۲۶
- شکل ۲۵-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و NORTH-H (بدون پالس) ۱۲۶
- شکل ۲۶-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و HORTH-V (بدون پالس) ۱۲۶
- شکل ۲۷-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و CHILE-H (بدون پالس) ۱۲۶
- شکل ۲۸-۳-۴-۷ شتاب نگاشت، طیف فوریه در مقیاس عادی و لگاریتمی، نسبت طیف فوریه، طیف پاسخ و نسبت طیف پاسخ برای SAC20, RSM=15m و CHILE-V (بدون پالس) ۱۲۶

این پایان‌نامه مشتمل بر ۷ فصل است؛ فصل اول حاوی مطالبی درباره مفهوم جداسازی لرزه‌ای، پیشینه آن، مبانی و اصول جداسازی لرزه‌ای، مسائلی که نیازمند تحقیقات بیشتر هستند و وضعیت جداسازی لرزه‌ای در کشورهای در حال توسعه می‌باشد.

بعد از مروری بر سیستم‌های جداسازی لرزه‌ای موجود، در فصل دوم یک روش نوین جداسازی لرزه‌ای با مخلوط لاستیک و خاک که در این پایان‌نامه قصد داریم عملکرد آن را ارزیابی نماییم، معرفی گردیده است. بعلاوه، در این فصل مبانی این روش، نحوه اثبات کارایی آن و نتایج مطالعات پارامتری انجام شده بر روی آن ارائه شده است.

از آنجاییکه ارزیابی عملکرد جداسازی لرزه‌ای با مخلوط لاستیک و خاک نیازمند مدلسازی عددی لایه خاک و تحلیل پاسخ زمین می‌باشد در فصل سوم به اجمال با برخی مسائل دینامیک خاک که ارتباط مستقیم با موضوع پایان‌نامه دارند، آشنا خواهیم شد. این فصل شامل مطالبی در خصوص خواص دینامیکی خاک‌ها و روش‌های تحلیل پاسخ زمین است. بعد از آشنایی کلی با مسائل دینامیک خاک در فصل سوم، در فصل چهارم خواص دینامیکی مخلوط‌های خاک و لاستیک تشریح شده است، مطالب این فصل مبنای داده‌های تجربی بکار رفته در مدل سازی‌های انجام شده در این پایان‌نامه می‌باشد.

با توجه به این که عملکرد جداسازی لرزه‌ای با مخلوط لاستیک و خاک تحت زلزله‌های نزدیک گسل ارزیابی شده است، فصل پنجم به آشنایی مختصر با انواع زلزله‌ها به خصوص زلزله‌های نزدیک گسل و مشخصات آنها می‌پردازد.

مشخصات مدل‌های المان محدود ایجاد شده، نرم افزار به کار رفته جهت مدل سازی، مشخصات رکوردهای زلزله‌های نزدیک گسل انتخاب شده و چگونگی طبقه بندی انواع سناریوها در فصل ششم توضیح داده شده است.

در فصل هفتم، نتایج حاصل از مدل‌ها و سناریوهای مختلف در غالب جداول و نمودارها ارائه گردیده‌است، سپس در مورد نتیجه‌های بدست آمده بحث شده و در پایان نتایج بدست آمده جمع‌بندی شده است.

فصل اول

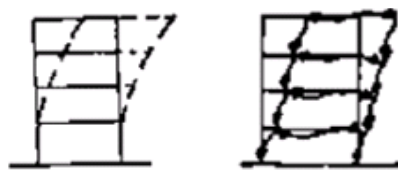
جداسازی لرنزه ای

۱-۱ جداسازی لرزه ای

ارتعاشات زمین در حین وقوع زلزله می‌تواند به ساختمان‌ها و تجهیزات موجود در آنها آسیب شدیدی برساند. شتاب، سرعت و جابه‌جایی‌های زمین (که به آن حرکات زمین اطلاق می‌شود) در اغلب حالات وقتی به یک سازه انتقال می‌یابد، تقویت می‌شود. حرکت تقویت شده می‌تواند نیرو و جابه‌جایی‌هایی تولید کند که بیشتر از حد تحمل سازه باشد. از این رو، دلیل اصلی خسارت دیدن سازه‌ها در زمان وقوع زلزله پاسخ آنها به حرکات زمین است که در پایه سازه اعمال می‌شود. نخستین و اصلی‌ترین رویکرد به منظور طراحی سازه مقاوم در برابر زلزله، « ساختن یک سازه سخت و یا شکل پذیر و اتصال دادن آن بصورت ایمن به زمین است. » یعنی رویارویی مستقیم با نیروی طبیعی زلزله. در این رویکرد مسئله طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، مثل طراحی سازه‌ها برای دیگر شرایط بارگذاری اساساً عبارت است از پیش‌بینی نیروها و یا تغییر شکل‌ها از طریق طراحی‌های مقدماتی و فراهم آوردن و مشخص کردن جزئیات اعضا و اتصالات متناسب برای تحمل کردن آنهاست. با این تفاوت که در طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، از آنجاییکه تخمین بارهای طراحی و همچنین برآورد ظرفیت اعضا و اتصالات سازه با قاطعیت کافی همراه نیست مسئله تا حدودی پیچیده‌تر است. واژگان طراحی لرزه‌ای در سازه‌های عادی محدود است. انتخاب گزینه برای تامین مقاومت جانبی به یکی از موارد دیوارهای برشی، قاب‌های مهاربندی شده و قاب‌های مقاوم خمشی و... منتهی می‌شود. در طی سال‌ها، این اجزا اصلاح شده و جزئیات آنها بهبود یافته است. روش‌های تحلیل و مدل‌سازی پیشرفت کرده و عدم قطعیت‌ها کاهش یافته است، اما با این وجود رویکرد اصلی در زمینه طراحی مقاوم لرزه‌ای تغییر نکرده است. سازه‌ها به شکل‌ها، انواع و اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند، اما همه سازه‌ها دست کم یک وجه مشترک دارند، اینکه همگی آنها دارای پی‌اند و توسط پی به زمین متصل هستند.

در دهه‌های اخیر، رویکرد دیگری در زمینه طراحی مقاوم لرزه‌ای سازه‌ها شکل گرفته است که به جای دست و پنجه نرم کردن با نیروی طبیعی زلزله با افزایش میزان مقاومت یا شکل پذیری سازه، آنچنانکه در رویکرد سنتی، مرسوم است، برخورد متفکرانه‌تری با آن دارد. ایده اصلی این رویکرد بسیار ساده و بدیهی است: «چرا ساختمان را از زمین جدا نکنیم بطوریکه حرکات زمین به هنگام زلزله به ساختمان انتقال پیدا نکند یا دست کم بسیار کمتر انتقال پیدا کند؟» [۱]

این مفهوم در حقیقت پایه و اساس یک سیستم مقاوم لرزه‌ای بنام جداسازی لرزه‌ای یا جداسازی تکیه‌گاه می‌باشد. به عبارت دیگر جدا سازی لرزه‌ای یک استراتژی طراحی است بر این اساس که جدا کردن یک سازه از زمینی که بر روی آن واقع شده و در نتیجه حفاظت آن در برابر اثرات مخرب حرکات زمین ممکن و میسر می‌باشد. برای نیل به این نتیجه، معمولاً انعطاف پذیری مضاعفی در تکیه‌گاه و پایه سازه وارد می‌شود، همچنین میرایی اضافه‌ای جهت کنترل تغییر شکل‌هایی که در رابط جداساز اتفاق می‌افتد فراهم می‌گردد [۲].



الف

ب