به نام خدا

۱۳۸۷۹۶

دانشگاه بوعلی سینا

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی عمران

پایان نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی‌ارشد در رشته مهندسی عمران

گرایش سازه

عنوان:

ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای و عملکرد ساختمانهای فولادی

مطالعه ساختمانهای شهر همدان

استاد راهنما:

دکتر فریدون رضایی

استاد مشاور:

دکتر بهروز گتمیری

۱۳۸۸/۱۰/۲۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی

پژوهشگر:

اکبر جمشیدی

خرداد ۱۳۸۸

۱۲۸۷۹۴

بسمه تعالی

دانشگاه بوعلی سینا

تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی

گواهی تصویب پایان نامه

موضوع پایان نامه: ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای و عملکرد ساختمانهای فولادی- مطالعه ساختمان‌های شهر همدان

بدینوسیله گواهی می شود جلسه دفاعیه پایان نامه آقای اکبر جمشیدی رشته عمران- سازه ورودی ۸۵ نیمسال انتخابی دوم ۸۷ در روز چهار شنبه مورخ ۸۷/۳/۲۷ ساعت ۱۴/۳۰ تحت سرپرستی:

۱- استاد راهنما: جناب آقای دکتر فریدون رضایی

۲- استاد مشاور: جناب آقای دکتر بهروز گتمیری

در محل دانشکده فنی برگزار گردید که پس از بررسی از طرف نامبردگان پایان نامه فوق با نمره ۲۰/- و درجه عالی در تاریخ ۸۷/۳/۲۷ به تصویب رسید.

نام و نام خانوادگی	مرتبه	سمت	امضاء
دکتر فریدون رضایی	استادیار	استاد راهنما	
دکتر محمد شوشتری	استاد یار	داور داخلی	
دکتر خان محمدی	استاد یار	داور خارجی	
دکتر بهرام رضایی	استاد یار	ناظر تحصیلات تکمیلی	
دکتر بهرام رضایی	استاد یار	ناظرگروه	

مدیر گروه مهندسی عمران

نام و نام خانوادگی و امضاء:

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان نامه در مجلات- کنفرانسها و یا سخنرانی ها باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا اساتید راهنمای پایان نامه و نام دانشجو با ذکر ماخذ و با مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت گردد و در غیر این صورت پیگرد قانونی خواهد داشت.

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم که همواره از حمایت‌های بی دریغ آنها بهرمند بوده‌ام.

خواهرم لیلا و برادرانم علی، امیر و سعید

به همسرم روشنک

و جناب آقای دکتر فریدون رضایی، دکتر بهروز گتمیری و همه کسانی که مرا علم آموختند.

تشکر و قدردانی

سر بر آستان جلال پروردگار بی همتا می سپارم که دگر بار توفیق اندوختن دانشی هرچند اندک را روزیم فرمود. از استاد راهنمای پایان نامه جناب آقای دکتر فریدون رضایی به خاطر تمام زحماتی که در طول پروژه متحمل شدند و من همواره از سپاسگزار حسن برخورد ایشان هستم بسیار متشکرم. از استاد مشاور پایان نامه جناب آقای دکتر بهروز گتمیری از اساتید بزرگوار دانشگاه تهران بخاطر این که باعث شدند من در این زمینه تحقیقاتی وارد شوم و در این رابطه زحماتی را متحمل شدند سپاسگزارم. از اساتید دوره کارشناسی ارشد آقایان دکتر محمود نیلی- دکتر رضا علاقه بندیان و دکتر محمد شوشتری به خاطر زحماتشان در طول دوره کارشناسی ارشد سپاسگذارم و از تمامی دوستان هم دوره ای خود به خاطر تمام روزهای خوبی که با هم داشتیم سپاسگذارم.

نام خانوادگی: جمشیدی **نام:** اکبر

عنوان پایان‌نامه: ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای و عملکرد ساختمانهای فولادی- مطالعه ساختمانهای شهر همدان

استاد راهنما: دکتر فریدون رضایی

استاد مشاور: دکتر بهروز گتمیری

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی عمران **گرایش:** سازه **دانشگاه:** بوعلی سینا

دانشکده: مهندسی **تاریخ فارغ‌التحصیلی:** ۱۳۸۸/۳/۲۷ **تعداد صفحه:** ۲۰۰

کلید واژه‌ها: ارزیابی آسیب‌پذیری، ساختمان‌های رایج، ریسک، درجه خسارت، منحنی شکست

چکیده: ساختمان‌های رایج مورد استفاده به ساختمان‌هایی گفته می‌شود که بطور معمول در مناطق مختلف و با روش‌های متداول و با تعداد طبقات متفاوت ساخته شده و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. این ساختمان‌ها ممکن است دارای کاربردهای متفاوتی از جمله مسکونی، تجاری، اداری باشند. این نوع ساختمان‌ها با توجه به سال ساخت و نوع آیین نامه‌ای که در طراحی آنها مورد استفاده قرار گرفته‌است دارای عملکرد لرزه‌ای متفاوتی می‌باشند و سطوع عملکرد لرزه‌ای متفاوتی را برآورده می‌کنند. ارزیابی آسیب پذیری این ساختمان‌ها با روش‌های متفاوتی صورت می‌گیرد که در یک دسته‌بندی کلی به دو دسته روش‌های کمی و کیفی تقسیم می‌گردند.

در این پایان نامه با استفاده از دو روش کمی و کیفی ارائه شده در *RISK-UE/WP04* به بررسی ساختمان‌های موجود در شهر همدان خواهیم پرداخت. روش سطح ۱ برای ارزیابی تمامی گونه‌های شناسایی شده در شهر همدان و روش سطح ۲ در ارزیابی ساختمان‌های فولادی مهاربندی شده بکار گرفته خواهد شد. در هر دو روش منحنی‌های شکست و توزیع خسارت گونه‌های انتخابی محاسبه می‌گردد و منحنی‌های شکست ساختمان‌های مورد بررسی ارائه می‌گردد و در انتها احتمال وقوع درجه خسارت‌های مختلف را برای یک زلزله با شدت معلوم محاسبه و ارائه خواهیم نمود.

فهرست مطالب

فهرست جداول د
فهرست اشکال و
فهرست علائم اختصاری ی
چکیده
مقدمه

فصل ۱ : مفاهیم آنالیز ریسک لرزه‌ای

آنالیز ریسک لرزه‌ای ۲
طبقه‌بندی المانهای آسیب‌پذیر ۳
طبقه‌بندی ساختمان‌ها بر اساس کاربری ۷
طراحی ساختمان و سطوح عملکرد ۷
آنالیز خطر لرزه‌ای ۱۰
احتمال رویداد سطوح مختلف زلزله ۱۱
اندازه‌گیری زلزله ۱۲
بزرگای زلزله ۱۲
شدت ماکروسایزمیک: سنجش زلزله توسط روشهای مشاهده‌ای (شدت زلزله) ۱۲
ارتباط حداکثر شتاب زمین با شدت زلزله ۱۳
روش‌های آنالیز آسیب‌پذیری ۱۵
روشهای کیفی ۱۶
روشهای کمی ۱۸
تاریخچه ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌ها ۱۹
فعالیتهای انجام شده در دنیا ۱۹
فعالیتهای انجام شده در ایران ۲۱
جمع بندی ۲۳

فصل ۲: اصطلاحات و پارامترهای رایج در آنالیز آسیب‌پذیری

درجه خسارت ۲۵
میانگین درجه خسارت ۲۷
شاخص خسارت ۲۸
ماتریس احتمال خسارت ۲۹
توزیع احتمال خسارت کامل ۳۰
تفسیر اشکال کمی بوسیله تئوری منطق فازی ۳۵
ماتریس احتمال خسارت عددی و کامل برای کلاس‌های آسیب پذیری *EMS-98* ۳۷
شاخص آسیب‌پذیری و منحنی‌های آسیب‌پذیری ۳۸

تعریف شاخص آسیب‌پذیری برای گونه‌های ساختمانی متفاوت ۴۰
شاخص آسیب‌پذیری نوعی ۴۱
ضریب تعدیل کننده رفتار ۴۳
ضریب آسیب‌پذیری منطقه‌ای ۴۵
تاثیرات عدم اطمینان در ارزیابی آسیب‌پذیری ۴۶
تحلیل آسیب‌پذیری ۴۸
منحنی ظرفیت ۴۸
طیف ظرفیت ۵۱
مدل‌های شکست ۵۵
طیف تقاضا ۵۶
طیف تقاضای الاستیک ۵۷
تبدیل طیف شتاب- تغییر مکان به طیف تقاضای الاستیک ۵۸
مقاومت شکل‌پذیری کاهش یافته از طیف تقاضای *AD* ۵۹
نیازهای لرزه ای برای سیستم یک درجه آزادی معادل ۶۱
نقطه عملکرد برای اشکال عمومی طیف ظرفیت ۶۱
نقطه عملکرد برای نمایش دو وجهی طیف ظرفیت ۶۲
نقاط عملکرد برای طیف تقاضای جابجایی الاستیک- کاملاً پلاستیک ۶۴
جمع بندی ۶۶

فصل۳: معرفی روش‌های کمی و کیفی *RISK-UE/WP04*

مقدمه ۶۸
روش کیفی ارزیابی آسیب‌پذیری *RISK-UE/WP04/LM1* ۷۱
ارزیابی خسارت با استفاده از روش سطح۱ ۷۱
روش کمی ارزیابی آسیب پذیری *RISK-UE/WP04/LM2* ۷۳
جمع بندی ۷۵

فصل۴: مروری بر مطالعات گذشته

مقدمه ۷۷
مروری بر مطالعات سانادا و همکاران ۷۷
مروری بر مطالعات جایکا ۸۱
مروری بر مطالعات مصطفایی و کابیاساوا ۸۹
جمع‌بندی ۹۲

فصل ۵: ارزیابی کمی و کیفی آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی همدان

مقدمه ۹۵

ماتریس طبقه‌بندی ساختمان‌ها	۹۵
تعریف گونه‌های ساختمانی	۹۷
ساختمان مصالح بنایی با دیوار آجری و سقف تیر چوبی	۹۸
ساختمان مصالح بنایی با دیوار آجری و سقف تیر فلزی	۹۹
ساختمان مصالح بنایی و سازه فولادی (نیمه اسکلت)	۱۰۰
ساختمان‌های مصالح بنایی مقید شده با شناژهای افقی و قائم	۱۰۱
ساختمان‌های خشتی	۱۰۲
قاب فولادی ساده بدون مهاربند	۱۰۳
قاب فولادی مهاربندی شده	۱۰۴
قاب خمشی	۱۰۴
قاب خمشی بتن آرمه	۱۰۵
قاب بتن‌آرمه با دیوار برشی	۱۰۶
اطلاعات موجود آماری و مشاهده ساختمان ها	۱۰۶
شاخص آسیب‌پذیری و منحنی‌های آسیب‌پذیری	۱۱۳
مقایسه منحنی‌های آسیب‌پذیری *RISK-UE* و مقادیر به دست آمده برای ایران	۱۱۶
محاسبه توابع آسیب پذیری	۱۱۶
درجه خسارت	۱۱۷
رابطه تبدیل شدت مقایسه‌ای *EMS-98* به *PGA*	۱۱۸
ضریب تعدیل شاخص آسیب‌پذیری	۱۱۹
تحلیل سطح۱- آنالیز کیفی ساختمان‌های مسکونی شهر همدان	۱۲۰
منحنی شکست	۱۳۰
تحلیل کمی آسیب‌پذیری ساختمان‌های فولادی شهر همدان	۱۳۱
خلاصه مراحل تحلیل سطح ۲ بر اساس *RISK-UE*	۱۳۲
تحلیل بارافزون مدل‌ها و ارائه منحنی‌های شکست	۱۳۳
جمع بندی	۱۴۳
نتیجه‌گیری	۱۴۵
پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده	۱۴۷
منابع و مراجع	۱۴۸
ضمیمه ۱ : منحنی‌های آسیب‌پذیری به شکل میانگین درجه خسارت- شدت *EMS-98*	۱۵۲
ضمیمه ۲: منحنی‌های آسیب‌پذیری به شکل نسبت خسارت- حداکثر شتاب زمین	۱۵۵
ضمیمه ۳: منحنی‌های شکست	۱۵۸
ضمیمه ۴: منحنی‌های سطوح خسارت	۱۷۳
ضمیمه۵: مراحل مدل سازی و تحلیل	۱۷۸
چکیده به زبان انگلیسی	۲۰۰

فهرست جداول

جدول ۱-۱ کلاس‌های آسیب‌پذیری مطابق با مقیاس *MSK* ۴

جدول ۱-۲ مقایسه سیستم‌های طبقه‌بندی سازه‌ها در *Hazus* و *EMS-98* ۵

جدول ۱-۳ طبقه‌بندی بر اساس ارتفاع مطابق با *Hazus* ۶

جدول ۱-۴ طبقه‌بندی ساختمان‌ها بر اساس ارتفاع *RISK-UE/WP4* ۷

جدول ۱-۵ طبقه‌بندی پیشنهادی بر اساس کاربری *RISK-UE/WP1* ۸

جدول ۱-۶ مقایسه سطوح طراحی لرزه‌ای بر اساس *Hazus-99* و *EMS-98* ۹

جدول ۱-۷ احتمال رویداد سطوح مختلف زلزله بر اساس دستورالعمل بهسازی و *FEMA-356* ۱۱

جدول ۱-۸ مقایسه مابین مقادیر مقیاس‌های لرزه‌ای ماکروسایزمیک ۱۴

جدول۱-۹ نمونه‌ای از روش‌های مختلف آسیب‌پذیری مشاهده‌ای، تحلیلی و کارشناسی ۱۶

جدول۲-۱-۱ تعریف درجه خسارت مطابق با *EMS-98* ۲۵

جدول۲-۱-۲ شرح تصویری درجه خسارت بر اساس *EMS-98* ۲۶

جدول۲-۲ مقایسه درجه بندی خسارت و شاخص‌های تلفات ۲۸

جدول ۲-۳ مقایسه مابین مقادیر مختلف شاخص خسارت D_I و درجه خسارت D_K ۲۹

جدول۲-۴ ماتریس احتمال خسارت: رابطه شدت زلزله و درجه خسارت با کلاس‌های آسیب‌پذیری در *EMS-98* ۳۱

جدول۲-۵ بالاترین و پایین ترین کرانه‌های محتمل و معقول برای کلاس آسیب‌پذیری B ناشی از توزیع خسارت ۳۲

جدول۲-۶ معرفی رفتار کلاس‌های آسیب‌پذیری A برای شدت‌های مختلف لرزه‌ای ۳۶

جدول۲-۷ مقادیر شاخص آسیب پذیری برای کلاس‌های آسیب‌پذیری ۴۰

جدول۲-۸ گونه‌های ساختمانی *EMS-98* و کلاس‌های آسیب‌پذیری ۴۲

جدول۲-۹ مقادیر شاخص آسیب‌پذیری برای انواع مختلف ساختمانی *EMS-98* ۴۳

جدول۲-۱۰ مقادیر شاخص آسیب‌پذیری برای گونه‌های مختلف ساختمانی *RISK-UE* ۴۴

جدول۲-۱۱ مقادیر ضریب رفتار تعدیل کننده برای ساختمان‌های بنایی ۴۵

جدول۲-۱۲ ضرایب رفتار تعدیل کننده ساختمان‌های بتن مسلح ۴۶

جدول۲-۱۳ مقادیر ΔV_r حدس زده شده وابسته به اطلاعات اصلی و کیفیت ۴۷

جدول۲-۱۴ تجزیه و تحلیل اطلاعات در دسترس برای ارزیابی آسیب‌پذیری ۴۸

جدول۲-۱۵ روابط محاسبه پریود ارتعاشات سازه ها ۵۴
جدول ۲-۱۶ ضرایب کاهش مقاومت ۶۰
جدول ۴-۱ گونه‌های شناسایی شده و تعداد آنها درمطالعات سانادا و همکاران ۷۹
جدول ۴-۲ تعداد و گونه‌های شناسایی شده در مطالعات مصطفایی و کابیاساوا ۸۹
جدول۵-۱ ماتریس طبقه‌بندی ساختمان‌ها پیشنهاد شده برای شهر همدان ۹۶
جدول ۵-۲ *BTM* بدست آمده از برداشت میدانی برای کل شهر همدان ۱۱۳
جدول ۵-۳ مقایسه بین مقادیر اولیه شاخص آسیب‌پذیری ۱۱۸
جدول ۵-۴ درجه بندی خسارت ۱۱۸
جدول۵-۵ ضریب تعدیل شاخص آسیب‌پذیری ΔV_m برای سیستم‌های سازه‌ای فولادی و بتن‌آرمه ۱۲۰
جدول۵-۶ ضریب تعدیل شاخص آسیب پذیری ΔV_m برای ساختمان‌های مصالح بنایی ۱۲۰
جدول۵-۷ محاسبه شاخص آسیب‌پذیری ساختمان‌های فولادی همدان ۱۲۲
جدول۵-۸ محاسبه شاخص آسیب‌پذیری ساختمان‌های بتن‌آرمه همدان ۱۲۲
جدول۵-۹ شاخص آسیب‌پذیری ساختمان‌های خشتی و مصالح بنایی همدان ۱۲۳
جدول ۵-۱۰ کلاس‌های آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی همدان بر اساس *EMS-98* ۱۲۵
جدول۵-۱۱ آستانه خسارت وارده بر مدل‌های سازه‌ای (واحد: C_m) ۱۳۷
جدول۵-۱۲ محاسبه ضریب β_{S_d} بعنوان تابعی از شکل پذیری برای هر مدل سازه‌ای ۱۳۷

فهرست شکل‌ها

شکل۱-۱ روابط مابین شدت زلزله و حداکثر شتاب زمین ۱۵

شکل۲-۱ محدوده درصدها برای بیان عبارات کم، زیاد، خیلی زیاد ۳۰

شکل۲-۲ تابع چگالی توزیع بتا با مقدار $t=8$ و مقادیر متفاوت μ_D ۳۳

شکل۲-۳ توزیع بتای گسسته و پیوسته ۳۳

شکل۲-۴ توزیع بتای گسسته و پیوسته $t=8$ و $\mu_D=2$ ۳۴

شکل۲-۵ توزیع گسسته بتا و دو جمله‌ای برای مقادیر $t=7$ و $\mu_D=2$ ۳۴

شکل۲-۶ مقادیر مختلف PDF توزیع بتا با $\mu_D=2$ و مقادیر متفاوت t ۳۴

شکل۲-۷ محدوده درصدها و توابع عضویت برای اشکال کیفی عبارات کم، زیاد، خیلی زیاد ۳۷

شکل۲-۸ منحنی‌های تعریف رفتار معقول و محتمل برای کلاس‌های آسیب‌پذیری ۳۸

شکل۲-۹ توابع عضویت شاخص آسیب‌پذیری برای کلاس‌های آسیب‌پذیری *EMS-98* ۳۹

شکل۲-۱۰ مقایسه منحنی‌های آسیب‌پذیری برای کلاس‌های آسیب‌پذیری *EMS-98* ۴۱

شکل۲-۱۱ توابع عضویت شاخص آسیب‌پذیری ساختمان بنایی با سنگ حجیم و مقادیر V ۴۲

شکل۲-۱۲ مدل ظرفیت ساختمان ۵۰

شکل ۲-۱۳ نمونه مدل‌های شکست ساختمان (*IZIIS,RC1* ارتفاع متوسط) ۵۵

شکل ۲-۱۴ نمونه‌ای از طیف تقاضا با میرایی ۵ درصد به شکل شتاب طیفی- تغییر مکان طیفی و شتاب طیفی و زمان ۵۸

شکل۲-۱۵ ضریب تعدیل مقاومت (M میراندا- C کوسنزا و منفردی- F فجفر و ویدیک) ۶۰

شکل۲-۱۶ مراحل تقریب نقطه عملکرد ۶۲

شکل۲-۱۷ روش طیف ظرفیت برای مدل‌سازی ظرفیت ۶۳

شکل۲-۱۸ طیف ظرفیت، روش مدل الاستیک- کاملاً پلاستیک ظرفیت ۶۴

شکل۳-۱ مراحل انجام آنالیز سطح ۲ ۷۵

شکل۴-۱ محدوده مورد بررسی ساناداً و همکاران، شهر بم ۷۸

شکل۴-۲ سیستم طاق ضربی، در محدوده مطالعات ساناداً و همکاران ۷۸

شکل ۴-۳ توزیع سیستم‌های سازه‌ای و کاربری ساختمان‌ها ۸۰

شکل۴-۴ توزیع خسارت بر اساس تعداد طبقات و سیستم‌های سازه‌ای ۸۰

شکل۴-۵ توزیع خسارت سیستم‌های سازه‌ای بر اساس سال ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ۸۰

شکل ۴-۶ تاثیر امتداد سازه بر توزیع خسارت برای دو جهت شمالی- جنوبی و شرقی- غربی ۸۱
شکل ۴-۹ نسبت خسارت وارده به ساختمانهای مسکونی در زلزله منجیل ۸۳
شکل۴-۱۰ مقایسه بین آسیب‌پذیری ساختمانهای مسکونی در آمریکا، ترکیه و ایران ۸۴
شکل۴-۱۱ منحنی‌های آسیب پذیری ساختمان های مسکونی بکار رفته در مطالعه جایکا ۸۸
شکل ۴-۱۲ مقایسه منحنی‌های آسیب‌پذیری برای ساختمانهای مسکونی و آسیب‌های وارده در ایران
شکل ۴-۱۳ سیستم ساختمانی *M-S-F* ۹۰
شکل ۴-۱۴ درصد گونه‌های ساختمانی مشاهده شده ۹۰
شکل ۴-۱۵ درصد درجه خسارت گونه‌های ساختمانی مشاهده شده ۹۱
شکل ۴-۱۶ نسبت خسارت گونه‌های ساختمانی مشاهده شده ۹۱
شکل ۴-۱۷ درجه خسارت گونه‌های ساختمانی بر اساس سال ساخت ساختمان‌ها ۹۱
شکل ۴-۱۸ مقایسه بین توابع آسیب‌پذیری ساختمانهای مصالح بنایی تهران و بم ۹۲
شکل ۴-۱۹ توابع آسیب‌پذیری برای سازه‌های منطقه منجیل ۹۲
شکل ۵-۱ مراحل انجام تحلیل آسیب‌پذیری ۹۵
شکل۵-۲ نمونه‌ای از ساختمان با دیوار آجری و سقف چوبی، نمونه‌ای از سقف‌های چوبی قرار گرفته بر روی خرپاهای چوبی ۹۸
شکل۵-۳ نمونه‌ای از ساختمان با دیوار آجری و سقف چوبی ۹۹
شکل۵-۴ نمونه‌ای از ساختمان با دیوار آجری و سقف فلزی و تیرریزی سقف آن ۹۹
شکل۵-۵ نمونه‌ای از فونداسیون با ابعاد نامناسب و اتصال نامناسب تیر سقف با دیوار ۱۰۰
شکل۵-۶ پلان یک نمونه از ساختمان‌های نیمه اسکلت ۱۰۰
شکل۵-۷ پلان یک نمونه از ساختمان‌های نیمه اسکلت ۱۰۱
شکل۵-۸ نمونه‌ای از ساختمان مصالح بنایی با شناژهای افقی و قائم ۱۰۲
شکل۵-۹ نمونه ای از ساختمان خشتی ۱۰۳
شکل۵-۱۰ نمونه‌ای از ساختمان فولادی ساده بدون مهاربند و نمونه‌ای از اتصالات خورجینی رایج در این ساختمان‌ها ۱۰۴
شکل۵-۱۱ سمت راست نمونه‌ای از قاب مهاربندی شده و سمت چپ نمونه‌ای از سیستم قاب خمشی فولادی ۱۰۵
شکل۵-۱۲ سمت راست نمونه‌ای از ساختمان بتن آرمه با سیستم قاب خمشی و سمت چپ نمونه‌ای با دیوار برشی ۱۰۶

شکل۵-۱۳ درصد ساختمان‌های خشتی در سرشماری سال ۱۳۷۵ ۱۰۸

شکل ۵-۱۴ درصد ساختمان‌های مصالح بنایی در سرشماری سال ۱۳۷۵ ۱۰۸

شکل ۵-۱۵ درصد ساختمان‌های بتن آرمه در سرشماری سال ۱۳۷۵ ۱۰۹

شکل ۵-۱۶ درصد ساختمان‌های فولادی در سرشماری سال ۱۳۷۵ ۱۰۹

شکل ۵-۱۷ درصد ساختمان‌های با تعداد طبقات ۳ الی ۵ طبقه در سرشماری سال ۱۳۷۵ ۱۱۰

شکل ۵-۱۸ درصد ساختمان‌های با تعداد طبقات ۶ الی ۸ طبقه در سرشماری سال ۱۳۷۵ ۱۱۰

شکل ۵-۱۹ عکس هوایی همدان مربوط به سال ۱۳۳۵ ۱۱۱

شکل ۵-۲۰ عکس هوایی همدان مربوط به سال۱۳۴۷ ۱۱۱

شکل۵-۲۱ عکس هوایی همدان مربوط به سال۱۳۶۶ ۱۱۲

شکل۵-۲۲ عکس هوایی همدان مربوط به سال۱۳۷۳ ۱۱۲

شکل ۵-۲۳ درصد ساختمان‌های با طراحی لرزه‌ای پایین- درصد ساختمان‌های احداث شده قبل از سال ۱۳۶۹ ۱۱۴

شکل ۵-۲۴ درصد ساختمان‌های با طراحی لرزه‌ای متوسط- درصد ساختمان‌های احداث شده بعد سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۸ ۱۱۴

شکل ۵-۲۵ درصد ساختمان‌های با طراحی لرزه‌ای بالا- درصد ساختمان‌های احداث شده بعد سال ۱۳۷۸ ۱۱۵

شکل ۵-۲۶ منحنی‌های آسیب‌پذیری به صورت رابطه درصد خسارت – شتاب ۱۱۵

شکل ۵-۲۷ مقایسه میان مقادیر به در نظر گرفته شده برای ایران و منحنی های آسیب پذیری *RISK-UE* برای ساختمان های بنایی غیر مسلح و خشتی ۱۱۶

شکل ۵-۲۸ مقایسه منحنی‌های آسیب پذیری *RISK-UE* و منحنی‌های منتخب برای ساختمان‌های ایران ۱۱۷

شکل۵-۲۹ رابطه بین شدت مشاهده ای *EMS-98* و *PGA* ۱۱۹

شکل۵-۳۰ منحنی‌های آسیب‌پذیری ساختمان‌های*S2* شدت- میانگین درجه خسارت ۱۲۴

شکل۵-۳۱ منحنی‌های آسیب‌پذیری ساختمان‌های*S2* حداکثر شتاب زمین- نسبت خسارت ۱۲۴

شکل۵-۳۲ مناطق با آسیب‌پذیری بالا- ۸۰ درصد ساختمان‌ها دارای شاخص آسیب‌پذیری بیشتر از ۰/۷ می‌باشند ۱۲۶

شکل۵-۳۳ کلاس‌های آسیب‌پذیری مناطق همدان- از ۱۸۲ منطقه تعداد ۱۰۹ منطقه با آسیب‌پذیری بالا، ۶۳ منطقه با آسیب پذیری متوسط و ۴ منطقه با آسیب‌پذیری پایین می‌باشند. ۱۲۷

شکل۵-۳۴ میانگین شاخص آسیب‌پذیری در مناطق همدان ۱۲۸

شکل۵-۳۵ توزیع ساختمان‌های مصالح بنایی با شاخص آسیب‌پذیری بیشتر از ۰/۸ ۱۲۸
شکل۵-۳۶ توزیع ساختمان‌های مصالح بنایی با شاخص آسیب‌پذیری بیشتر از ۰/۷ و کمتر از ۰/۸
شکل۵-۳۷ توزیع ساختمان‌های مصالح بنایی با شاخص آسیب‌پذیری بیشتر از ۰/۵ و کمتر از ۰/۷
شکل۵-۳۸ توزیع ساختمان‌های فولادی و بتنی با شاخص آسیب‌پذیری کمتر از ۰/۵ ۱۳۰
شکل۵-۳۹ منحنی شکست درجه خسارت $D1$ برای گونه‌های $S1$ ۱۳۱
شکل۵-۴۰ نمونه‌ای از منحنی‌های ظرفیت سازه و نحوه محاسبه آستانه حالات خسارت مطمئن وارده به سازه ۱۳۳
شکل۵-۴۱ منحنی ظرفیت و مختصات نقطه عملکرد مدل ۱ ۱۳۴
شکل۵-۴۲ منحنی ظرفیت و مختصات نقطه عملکرد مدل ۲ ۱۳۵
شکل۵-۴۳ منحنی ظرفیت و مختصات نقطه عملکرد مدل ۳ ۱۳۵
شکل۵-۴۴ منحنی ظرفیت و مختصات نقطه عملکرد مدل ۴ ۱۳۶
شکل۵-۴۵ منحنی ظرفیت و مختصات نقطه عملکرد مدل ۵ ۱۳۶
شکل۵-۴۶ مدل شکست مدل ۱ ۱۳۸
شکل۵-۴۷ مدل شکست مدل ۲ ۱۳۸
شکل۵-۴۸ مدل شکست مدل ۳ ۱۳۹
شکل۵-۴۹ مدل شکست مدل ۴ ۱۳۹
شکل۵-۵۰ مدل شکست مدل ۵ ۱۴۰
شکل۵-۵۱ توزیع خسارت مدل ۱ ۱۴۰
شکل۵-۵۲ توزیع خسارت مدل ۲ ۱۴۱
شکل۵-۵۳ توزیع خسارت مدل ۳ ۱۴۱
شکل۵-۵۴ توزیع خسارت مدل ۴ ۱۴۲
شکل۵-۵۵ توزیع خسارت مدل ۵ ۱۴۲

علائم اختصاری

شتاب اوج افقی	*PHA(Peak Horizontal Acceleration)*
ارزیابی قطعی خطر لرزه‌ای	*DSHA(Deterministic seismic Hazard Assessment)*
ارزیابی احتمالی خطر لرزه‌ای	*PSHA(Probabilistic Seismic Hazard Assessment)*
آزمایشگاه مرکزی مکانیک لرزه‌ای و مهندسی زلزله آکادمی علوم بلغارستان، بلغارستان	*CLSMEE(Central Laboratory for Seismic Mechanics and Earthquake Engineering, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria)*
آژانس مدیریت بحران فدرال	*FEMA(Federal Emergency Management Agency)*
استاندارد ساختمانی متحد	*UBC(Uniform Building Code)*
امتیاز پایه سازه	*BSH(Basic Structure Score)*
آنالیز استاتیکی غیر خطی	*NSP(Nonlinear Static Analyses)*
انجمن بین‌المللی علوم کاربردی	*NIBS(National Institute of Building Science)*
انجمن علوم کاربردی	*ATC(Applied Technology Council)*
انستیتو مهندسی زلزله فیروم	*IZIIS(Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology, University "Ss. Cyril and Methodius",FYROM)*
بار افزون	*Pushover*
پاسخ آنالیز تاریخچه زمانی	*RHA(Response History Analysis)*
تابع تجمعی چگالی	*CDF(Cumulative Density Function)*
تابع چگالی احتمال	*PDF(Probability Density Function)*
دانشگاه آریستوتله تسالونکی، یونان	*AUTh(Aristotle University of Thessaloniki, Greece)*
دانشگاه جنوا، ایتالیا	*UNIGE(Università degli Studi di Genova, Italy)*
دانشگاه فنی مهندسی عمران بخارست، رومانی	*UTCB(Technical University of Civil Engineering of Bucharest, Romania)*
سیستم یک درجه آزادی	*S.D.O.F(Single Degree of Freedom)*
شتاب اوج زمین	*PGA(Peak Ground Acceleration)*

AD(Acceleration Displacement)	شتاب- تغییر مکان
MMI(Modified Mercalli Intensity)	شدت مرکالی اصلاح شده
DF(Damage Factor)	ضریب خسارت
ERD(Earthquake Resistant Design)	طراحی مقاوم لرزه‌ای
DPG(Design and Performance Grading)	طراحی و درجه‌بندی عملکرد
ADRS(Acceleration Displacement Response Spectra)	طیف پاسخ شتاب- تغییر مکان
DS(Displacement Spectra)	طیف تغییر مکان
DPM(Damage Probability Matrice)	ماتریس احتمال خسارت
BTM(Building Classification Matrix or Building Typology Matrix)	ماتریس طبقه‌بندی ساختمان
FM(Fragility Model)	مدل شکست
MSK(Medvedev- Spoonheuer- Karnit)	مدوو- اسپونر- کارنیت
MCS(Mercalli- Cancani- Sieberg)	مرکالی-رکانسانی- سیبرگ
CIMNE(International Centre for Numerical Methods in Engineering of Barcelona, Spain)	مرکز بین‌المللی روش‌های عددی در مهندسی بارسلونا، اسپانیا
EMS-98(European Macroseismic Scale 1998)	مقیاس ماکروسایزمیک اروپایی
MVF(Mean semi-empirical Vulnerability Function)	میانگین نیمه تجربی توابع آسیب‌پذیری
HAZUS (Earthquake Loss Estimation Methodology. Is tread mark of FEMA)	نام تجاری آژانس مدیریت بحران فدرال
PMF (Probability Mass Function)	تابع احتمال جرم

مقدمه

ساختمان‌های رایج[1] مورد استفاده به ساختمان‌هایی گفته می‌شود که بطور معمول در مناطق مختلف و با روش‌های متداول و با تعداد طبقات متفاوت ساخته شده و مورد بهره‌برداری قرار می گیرد. این ساختمان‌ها ممکن است دارای کاربردهای متفاوتی از جمله مسکونی، تجاری، اداری باشند. این نوع ساختمان‌ها با توجه به سال ساخت و نوع آیین نامه‌ای که در طراحی آنها مورد استفاده قرار گرفته‌است دارای عملکرد لرزه‌ای متفاوتی می‌باشند و سطوع عملکرد لرزه‌ای متفاوتی را برآورده می کنند. برای تعیین آسیب پذیری این گونه ساختمان‌ها روش‌های متفاوتی با قالب‌های فکری مختلف موجود است. در یک دسته‌بندی کلی این روش‌ها به دو دسته روش‌های کمی و کیفی تقسیم می‌گردند. از جمله روش‌های موجود می‌توان به روش‌های ذیل اشاره نمود:

۱- روش‌های کمی:

۱- روش دقیق ارزیابی آسیب پذیری انجمن فن‌آوری کاربردی آمریکا *ATC-40*

۲- روش ارزیابی آسیب‌پذیری آژانس مدیریت بحران فدرال آمریکا *HAZUS*

۳- روش دقیق ارزیابی آسیب پذیری انستیتو مهندسی زلزله فیروم *IZIIS*

۴- روش دقیق ارزیابی آسیب پذیری مرکز بین‌المللی روش‌های عددی در مهندسی بارسلونا، اسپانیا *CIMNE*

۵- روش دقیق ارزیابی آسیب پذیری دانشگاه فنی مهندسی عمران بخارست، رومانی *UTCB*

۶- روش دقیق ارزیابی آسیب پذیری دانشگاه آریستوتله تسالونکی، یونان *AUTH*

۷- روش دقیق ارزیابی آسیب پذیری دانشگاه جنوا، ایتالیا *UNIGE*

۲- روش‌های کیفی:

۱- روش ارزیابی آسیب پذیری انجمن فن‌آوری کاربردی آمریکا *ATC-13* و *ATC-22*

۲- روش ارزیابی آسیب پذیری ونزوئلا

۳- روش ارزیابی آسیب پذیری ایرانی پیشنهادی سبا و آریا

---

1 Current building

در روش‌های کیفی با توجه به شرایط لرزه‌خیزی منطقه، روش های ساخت و ساز و بر اساس تجربه های زلزله‌های گذشته و خسارات وارده به ساختمان های موجود فرم های ویژه‌ای تهیه و اطلاعات ساختمان‌های گوناگون جمع‌آوری و مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد و به این علت به این گونه روش‌ها روش‌های کیفی می‌گویند.

قالب فکری روش‌های کیفی تجربی و آماری است. روش‌های کمی تکمیل کننده روش‌های کیفی می باشد و در این روش ساختمان با دقت بیشتری مورد ارزیابی و مطالعه قرار می‌گیرد. در این روش‌ها از تحلیل های دینامیکی خطی و غیر خطی استفاده می‌گردد.

در این پایان‌نامه در فصل اول مفاهیم آنالیز ریسک لرزه‌ای بیان می‌گردد و در فصل دوم به تعریف اصطلاحات و پارامترهای رایج در ارزیابی آسیب‌پذیری می‌پردازیم. در فصل سوم به معرفی دو روش کمی و کیفی ارزیابی آسیب‌پذیری *RISK-UE* می‌پردازیم و مراحل ارزیابی با استفاده از این روش بیان خواهیم کرد. در فصل چهارم به مطالعات صورت گرفته که با استفاده از روش‌های پیشرفته برای ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در ایران صورت گرفته خواهیم پرداخت و در فصل پنجم به تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود در رابطه با ساختمان‌های مسکونی شهر همدان خواهیم پرداخت و نوع عملکرد آنها را در مقابل بارهای لرزه‌ای نتیجه خواهیم گرفت.