



دانشکده فنی مهندسی
پایان نامه کارشناسی ارشد

مقاوم سازی ساختمان های بنایی، روش های موجود و کاربرد آنها

استاد راهنما

استاد مشاور



فهرست

عنوان	صفحه
۱- مقدمه.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۲
۲-۱ مرور کارهای گذشته.....	۳
۳-۱ لرزه خیزی ایران.....	۵
۴-۱ گزارش برخی از زلزله های چند دهه اخیر.....	۷
۱-۴-۱ زلزله ۳۱ خرداد ماه ۱۳۶۹ رودبار و منجیل.....	۷
۲-۴-۱ گزارش تصویری از زلزله بم.....	۹
۳-۴-۱ اثرات زلزله اول تیر ۱۳۸۱ چنگوره- آوج بر ساختمان های بنایی و مختلط.....	۱۲
۱-۳-۴-۱ خسارت وارد به ساختمان ها در اثر زلزله چنگوره - آوج.....	۱۲
۲-۳-۴-۱ گونه های ساختمانی منطقه آوج.....	۱۲
۳-۳-۴-۱ ساختمان های بنایی آوج با سقف آهن.....	۱۳
۴-۳-۴-۱ ساختمان های مختلط منطقه آوج.....	۱۳
۵-۳-۴-۱ بررسی آسیب های وارده به ساختمان های منطقه آوج.....	۱۳
۶-۳-۴-۱ بررسی علل خرابی ساختمان های مختلط و بنایی منطقه آوج.....	۱۴
۴-۴-۱ رفتار و عملکرد ساختمان ها در زلزله داهوییه (زرند).....	۱۵
۵- گستردگی ساختمان های بنایی.....	۱۷
۶-۱ مقاوم سازی ساختمان های بنایی.....	۱۹
۷-۱ روند انجام پایان نامه.....	۱۹
۲- تئوری های حاکم بر رفتار ساختمان های بنایی.....	۲۲
۱-۲ خواص سازه ای و دینامیکی ساختمان های بنایی.....	۲۳
۲-۲ توزیع نیروی زلزله در ساختمان های بنایی.....	۲۳
۳-۲ حالت های شکست.....	۲۳
۱-۳-۲ شکست دیوارهای برشی.....	۲۴
۲-۳-۲ شکست دیوارهای عرضی.....	۲۵
۴-۲ روش های ارزیابی کمی آسیب پذیری ساختمان های بنایی غیر مسلح.....	۲۵
۱-۴-۲ روش ارزیابی دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود.....	۲۶
۲-۴-۲ روش ارزیابی فصل هفتم دستورالعمل FEMA273 , FEMA356.....	۲۷
۳-۴-۲ روش ارزیابی لانگ - باخمن.....	۲۷
۵-۲ استفاده از روش قاب معادل در ارزیابی ساختمان های مصالح بنایی.....	۲۹
۶-۲ دلیل بنیادی ناپایداری لرزه ای ساختمان های آجری غیر مسلح در برابر زلزله.....	۳۰
۷-۲ ماهیت نیرو های زلزله.....	۳۱
۸-۲ عملکرد ساختمان های آجری غیر مسلح در مقابل زلزله.....	۳۲
۹-۲ مقاومت جانبی دیوار برشی غیر مسلح.....	۳۳
۱۰-۲ تقویت لرزه ای ساختمان های بنایی.....	۳۴

۳۵.....	۱-۱۰-۲	روش تسلیح دیوارهای آجری.....
۳۶.....	۲-۱۰-۲	روش کلاف بندی دیوار آجری.....
۳۶.....	۱۱-۲	خواص سازه ای و دینامیکی قاب های مرکب.....
۳۷.....	۱-۱۱-۲	مقدمه.....
۳۷.....	۲-۱۱-۲	اندرکنش قاب و میانقاب.....
۳۸.....	۳-۱۱-۲	تبدیل کنش خمشی به کنش خرابایی.....
۳۹.....	۴-۱۱-۲	حالت های شکست.....
۴۰.....	۱۲-۲	مقاومت دیوار کلاف بندی شده (قاب مرکب).....
۴۰.....	۱-۱۲-۲	مقاومت ترک قطری.....
۴۱.....	۲-۱۲-۲	مقاومت شکست کنج.....
۴۳.....	۳-۱۲-۲	مقاومت نهایی.....
۴۳.....	۱۳-۲	تأثیر بازشوها بر قاب های مرکب.....
۴۳.....	۱-۱۳-۲	نتیجه گیری در مورد بازشوها.....
۴۴.....	۲-۱۳-۲	محاسبه مقاومت و سختی میانقاب های بازشودار.....
۴۵.....	۱۴-۲	ضریب رفتار قاب های مرکب.....
۴۶.....	۳-	بررسی ضوابط و استانداردهای فنی.....
۴۷.....	۱-۳	مقدمه.....
۴۷.....	۲-۳	معرفی آیین نامه ها.....
۴۷.....	۱-۲-۳	آیین نامه FEMA-154 ایالات متحده آمریکا.....
۵۱.....	۲-۲-۳	دستورالعمل ATC-20 (APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL).....
۵۲.....	۱-۲-۲-۳	ارزیابی ساختمان ها بعد از زلزله.....
۵۳.....	۲-۲-۲-۳	روش های ارزیابی ساختمان ها.....
۵۸.....	۳-۲-۳	مجموعه FEMA (306-307-308).....
۵۹.....	۱-۳-۲-۳	ارزیابی ساختمان طبق دستورالعمل FEMA (306-307-308).....
۶۱.....	۲-۳-۲-۳	ترمیم المان های آسیب دیده از زلزله طبق دستورالعمل FEMA (306-307-308).....
۶۱.....	۴-۳-۲-۳	روش های ترمیمی ارائه شده در دستورالعمل FEMA 308.....
۶۲.....	۳-۳	جمع بندی.....
۶۳.....	۴-۳	دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود (دفتر تدوین معیارهای سازمان مدیریت و برنامه ریزی).....
۶۴.....	۱-۴-۳	بررسی کلی دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود.....
۶۷.....	۲-۴-۳	بخش ساختمان های مصالح بنایی دستورالعمل.....
۶۷.....	۳-۴-۳	انواع ساختمان های مصالح بنایی مشمول دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود.....
۶۸.....	۴-۴-۳	محدوده کاربرد.....
۶۸.....	۵-۴-۳	مراحل روش ساده بهسازی.....
۶۹.....	۵-۳	ساختمان های مصالح بنایی سنتی.....
۶۹.....	۱-۵-۳	نواقص مربوط به مصالح ساختمان.....
۷۰.....	۲-۵-۳	نواقص مربوط به سیستم سازه ای.....
۷۲.....	۳-۵-۳	نواقص مربوط به دیوارهای باربر.....
۷۴.....	۴-۵-۳	نواقص مربوط به دال های.....

- ۷۵-۵-۳ نواقص مربوط به اتصالات اعضا..... ۷۵
- ۷۵-۵-۳ نواقص مربوط به اجزای غیر سازه ای..... ۷۵
- ۷۶-۵-۳ نواقص مربوط به سیستم کلاف بندی..... ۷۶
- ۶-۳ پیش نویس دستور العمل بهسازی لرزه ای ساختمان های بنایی (شرکت خدمات مدیریت ایرانیان) ۷۷
- ۱-۶-۳ مراحل ارزیابی آسیب پذیری ۷۷
- ۲-۶-۳ راهکارهای بهسازی..... ۷۸
- ۱-۲-۶-۳ بهسازی کلی..... ۷۸
- ۲-۲-۶-۳ بهسازی موضعی..... ۷۹
- ۷-۳ دستور العمل تحلیل آسیب پذیری و بهسازی لرزه ای ساختمان های بنایی غیر مسلح موجود (وزارت مسکن و شهرسازی) ۷۹
- ۱-۷-۳ فرآیند تحلیل و ارزیابی آسیب پذیری..... ۸۰
- ۲-۷-۳ تحلیل آسیب پذیری ساختمان..... ۸۱
- ۱-۲-۷-۳ ارزیابی اولیه آسیب پذیری..... ۸۱
- ۲-۲-۷-۳ ارزیابی تفصیلی آسیب پذیری..... ۸۲
- ۳-۷-۳ بهسازی ساختمان..... ۸۳
- ۴-۷-۳ جزئیات اجرایی طرح..... ۸۳
- ۵-۷-۳ بررسی اقتصادی و اجتماعی برای بهسازی لرزه ای ساختمان..... ۸۴
- ۸-۳ آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (آیین نامه ۲۸۰۰)..... ۸۵
- ۴- گزارش زلزله فروردین ماه ۱۳۸۵ استان لرستان..... ۸۷**
- ۱-۴ معرفی رویداد..... ۸۸
- ۲-۴ گلسه های فعال اصلی منطقه..... ۸۹
- ۱-۲-۴ گسل اصلی جوان زاگرس (MRF)..... ۸۹
- ۲-۲-۴ گسل لرزه خیز دورود..... ۹۰
- ۳-۲-۴ گسل عادی قلعه حاتم..... ۹۰
- ۴-۲-۴ گسل کوتاهتری نهند..... ۹۱
- ۳-۴ سوابق لرزه ی خیزی منطقه..... ۹۱
- ۱-۳-۴ زمین لغزه کهن سیمره (۱۱۰۰۰ سال پیش)..... ۹۱
- ۲-۳-۴ تشکیل دریاچه گهر..... ۹۱
- ۳-۳-۴ زمین لرزه ۲ تیر ۲۵۱ هـ.ش سیمره (۸۷۲/۶/۲۲ م)..... ۹۲
- ۴-۳-۴ زمین لرزه ۳ بهمن ۱۲۸۷ هـ.ش درب آستانه (سیلاخور) (۱۹۰۹/۱/۲۳ م)..... ۹۲
- ۴-۴ خسارت های وارده از زلزله فروردین ماه سال ۱۳۸۵ استان لرستان..... ۹۲
- ۱-۴-۴ روند بازسازی مناطق زلزله زده..... ۹۳
- ۲-۴-۴ شدت و نوع آسیب های وارده..... ۹۳
- ۳-۴-۴ بازسازی..... ۹۵
- ۴-۴-۴ مقاوم سازی..... ۹۶
- ۵-۴ روند ارزیابی ساختمان های بنایی..... ۹۶
- ۱-۵-۴ برداشت معماری..... ۹۶
- ۲-۵-۴ برداشت سازه ای..... ۹۷

۹۸	چک کردن نقشه های تهیه شده توسط گروه معماری.....	۱-۲-۵-۴
۹۸	مشخص کردن سیستم سازه ای.....	۲-۲-۵-۴
۹۹	تهیه گزارش آسیب و نواقص ساختمان.....	۳-۲-۵-۴
۱۰۳	چک لیست ارزیابی.....	۴-۲-۵-۴
۱۰۷	بررسی نواقص ساختمان.....	۵-۲-۵-۴
۱۰۷	راهکار های بهسازی.....	۶-۲-۵-۴
۱۰۷	کاهش وزن سقف.....	۱-۶-۴
۱۰۸	تامین انسجام سقف ها.....	۲-۶-۴
۱۱۲	اصلاح سیستم ثانویه کمکی (کلاف بندی افقی و قائم).....	۳-۶-۴
۱۱۲	اصلاح وضعیت کلاف بندی افقی دیوارهای باربر ساختمان.....	۱-۳-۶-۴
۱۱۳	اصلاح وضعیت کلاف بندی قائم دیوارهای باربر ساختمان.....	۲-۳-۶-۴
۱۱۴	نبشی کشی.....	۴-۶-۴
۱۱۹	تامین میزان دیوار مورد نیاز برای تحمل برش طبقه.....	۵-۶-۴
۱۱۹	محاسبات برش پایه.....	۱-۵-۶-۴
۱۲۲	تعبیه روکش بتنی.....	۲-۵-۶-۴
۱۲۳	استقرار دیوار جدید.....	۳-۵-۶-۴
۱۲۵	افزایش طول تکیه گاهی تیرهای سقف.....	۶-۶-۴
۱۲۵	اصلاح بازشوها در دال.....	۷-۶-۴
۱۲۶	اصلاح نسبت طول دهانه به عرض دال.....	۸-۶-۴
۱۲۶	اتصال مناسب سقف به دیوارها.....	۹-۶-۴
۱۲۸	افزایش تعداد مسیرهای انتقال بار.....	۱۰-۶-۴
۱۲۸	افزایش نامعینی.....	۱۱-۶-۴
۱۳۰	ضوابط غیر سازه ای.....	۱۲-۶-۴
۱۳۰	اصلاح تیغه های با ارتفاع کمتر از ارتفاع طبقه.....	۱-۱۲-۶-۴
۱۳۰	اصلاح نسبت ارتفاع به ضخامت جان پناه.....	۲-۱۲-۶-۴
۱۳۱	اصلاح دود کش ها.....	۳-۱۲-۶-۴
۱۳۱	ایجاد تغییرات احتمالی در اعضای سازه ای.....	۱۳-۶-۴
۱۳۲	کامل نبودن مسیر بار (پیوستگی اعضای قائم).....	۱۴-۶-۴
۱۳۲	اصلاح نامنظمی در پلان.....	۱۵-۶-۴
۱۳۳	اصلاح ارتفاع و تعداد طبقات زیاد ساختمان.....	۱۶-۶-۴
۱۳۴	اصلاح اثر ارتفاع زیاد طبقه.....	۱۷-۶-۴
۱۳۴	اصلاح اثر طول زیاد دیوار.....	۱۸-۶-۴
۱۳۵	اصلاح خیز برون صفحه دیوارها و قائم نبودن آن ها.....	۱۹-۶-۴
۱۳۵	اصلاح وضعیت پلان طبقات از نظر استقرار دیوارهای باربر.....	۲۰-۶-۴
۱۳۵	اصلاح پلان طبقات از نظر استقرار دیوارهای غیر باربر.....	۲۱-۶-۴
۱۳۶	رفع نامنظمی در پلان.....	۲۲-۶-۴
۱۳۶	تقارن.....	۱-۲۲-۶-۴
۱۳۶	اصلاح پیش آمدگی در پلان.....	۲-۲۲-۶-۴
۱۳۷	اصلاح اثرات نامطلوب جرم ساختمان.....	۲۳-۶-۴
۱۳۷	اصلاح نحوه توزیع جرم های افزوده به ساختمان.....	۱-۲۳-۶-۴

۱۳۸	۲-۲۳-۶-۴ اصلاح محل استقرار اجسام سنگین و تأسیسات
۱۳۸	۲۴-۶-۴ اصلاح باز شوها
۱۳۹	۲۵-۶-۴ اثر درز انقطاع
۱۴۰	۲۶-۶-۴ نیم طبقه
۱۴۰	۲۷-۶-۴ بهسازی خرپشته
۱۴۲	۷-۴ جمع بندی کلی و نتیجه گیری
۱۴۳	۸-۴ مسایل اقتصادی روش های مقاوم سازی
۱۴۳	۹-۴ مسایل اجتماعی مقاوم سازی
۱۴۵	۵- کاربرد قاب های مرکب در مقاوم سازی ساختمان های بنایی
۱۴۶	۱-۵ طرح مساله
۱۴۶	۲-۵ ارزیابی کیفی آسیب پذیری
۱۴۷	۱-۲-۵ نقشه معماری
۱۴۸	۲-۲-۵ نقشه سازه ای
۱۴۹	۳-۲-۵ کد گذاری دیوارها
۱۵۰	۴-۲-۵ چک لیست ارزیابی کیفی
۱۵۲	۵-۲-۵ خسارات وارده به دیوارهای سازه ای و غیر سازه ای و ارائه راهکار ترمیم
۱۵۳	۶-۲-۵ گزارش تصویری ارزیابی کیفی آسیب پذیری
۱۵۵	۷-۲-۵ تغییرات معماری مورد نظر مالک
۱۵۶	۳-۵ ارزیابی کمی آسیب پذیری
۱۵۷	۱-۳-۵ کنترل نواقص مربوط به مصالح
۱۵۸	۲-۳-۵ کنترل نواقص مربوط به سیستم سازه ای
۱۵۹	۳-۳-۵ کنترل نواقص مربوط به دیوارهای باربر
۱۶۰	۴-۳-۵ کنترل نواقص مربوط به دال ها
۱۶۰	۵-۳-۵ کنترل نواقص مربوط به اتصالات اعضا
۱۶۱	۶-۳-۵ کنترل نواقص مربوط به اجزای غیر سازه ای
۱۶۱	۷-۳-۵ کنترل نواقص مربوط به سیستم کلاف بندی
۱۶۲	۴-۵ طرح مقاوم سازی
۱۶۴	۱-۴-۵ محاسبات طرح مقاوم سازی
۱۶۴	۲-۴-۵ اصلاح باز شوها و انجام تغییرات معماری
۱۶۵	۳-۴-۵ محاسبه بار دیوارها در وضع موجود با در نظر گرفتن تغییرات معماری
۱۶۶	۴-۴-۵ بارگذاری سقف طبقه بام
۱۶۷	۵-۴-۵ اثر پیچش در ساختمان
۱۶۷	۶-۴-۵ برش پایه و توزیع برش در طبقات
۱۶۸	۷-۴-۵ تعبیه ستون های فلزی برای بارهای ثقلی
۱۶۹	۸-۴-۵ مدلسازی ساختمان
۱۷۰	۹-۴-۵ تحلیل و طراحی فونداسیون با نرم افزار SAFE
۱۷۱	۱۰-۴-۵ محاسبات بار جانی
۱۷۴	۵-۵ نقشه های اجرایی

۶-۵ دستورالعمل های ترمیم..... ۱۸۱
۷-۵ برخی تصاویر مربوط به اجرای طرح مقاوم سازی..... ۱۸۳

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۱۸۸

۱-۶ فعالیت های انجام شده ۱۸۹
۲-۶ نتیجه گیری..... ۱۸۹
۳-۶ پیشنهاد برای ادامه کار ۱۹۲

منابع و مراجع..... ۱۹۳

ضمائم ۱۹۷

الف- چکیده مقالات ارسال شده برای چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران دانشگاه تهران ۱۹۸

ارائه روشی مبتنی بر مبانی تحقیقاتی و بررسی های تجربی برای مقاوم سازی ساختمان های بنایی..... ۱۹۹

بررسی پروژه مقاوم سازی ساختمان های بنایی آسیب دیده در زلزله فروردین ماه ۱۳۸۵ استان لرستان..... ۲۰۰

ب- گزارش مصور اثر زلزله ۱۱ فروردین ماه ۱۳۸۵ استان لرستان بر ساختمان های و سازه های مختلف..... ۲۰۱

ج- بررسی فنی مقایسه ای بین دو روش مقاوم سازی ساختمان های بنایی..... ۲۱۶

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۲	جدول ۱-۱ خسارت وارد به روستاها در زلزله چنگوره آوج
۱۸	جدول ۱-۲ زلزله های با بزرگی بیش از ۶/۵ در فاصله سال های ۱۹۰۰ تا ۱۹۸۱
۲۹	جدول ۱-۲ مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی ساختمان یک مدرسه
۳۴	جدول ۲-۲ ضرایب مقاومت برشی دیوارهای آجری
۵۲	جدول ۱-۳ تعاریف نتیجه ارزیابی
۵۳	نمودار ۲-۳ روند ارزیابی ساختمان پس از زلزله
۶۱	جدول ۳-۳ آزمایشات ارزیابی بر اساس آیین نامه FEMA 306
۶۲	جدول ۳-۴ روش های ترمیم و محدوده کاربرد
۶۸	نمودار ۵-۳ مراحل روش ساده بهسازی
۶۹	جدول ۳-۶ نواقص مربوط به مصالح
۷۰	جدول ۳-۷ محاسبه برش طبقات طبق دستورالعمل بهسازی
۷۱	جدول ۳-۸ نواقص مربوط به سیستم سازه ای
۷۱	جدول ۳-۹ حداقل دیوار نسبی آیین نامه ۲۸۰۰
۷۳	جدول ۳-۱۰ نواقص مربوط به دیوارهای باربر
۷۴	جدول ۳-۱۱ نواقص مربوط به دال ها
۷۵	جدول ۳-۱۲ نواقص مربوط به اتصالات اعضا
۷۵	جدول ۳-۱۳ نواقص مربوط به اجزای غیر سازه ای
۷۶	جدول ۳-۱۴ نواقص مربوط به سیستم کلاف بندی
۷۷	نمودار ۳-۱۵ مراحل مختلف ارزیابی
۸۰	نمودار ۳-۱۶ روند تحلیل و ارزیابی آسیب پذیری بر اساس دستورالعمل تحلیل آسیب پذیری
۹۳	جدول ۴-۱ تعداد واحدهای آسیب دیده در اثر زلزله در شهرستان های استان لرستان
۹۵	نمودار ۴-۲ روند ابلاغ واحد ها به مشاور ها برای مقاوم سازی
۱۰۴	جدول ۴-۳ تاثیر شیب زمین بر میزان خسارت
۱۱۳	جدول ۴-۴ ضرورت کلاف های قائم در ساختمان های مختلف
۱۲۵	جدول ۴-۵ ضوابط بازشو ها در دال ها
۱۴۲	جدول ۴-۶ جمع بندی کلی و مقایسه ای دستورالعمل های ساختمان های بنایی
۱۵۳	جدول ۵-۱ انواع آسیب سازه های بنایی و راهکار ترمیم ارائه شده
۱۵۷	جدول ۵-۲ کنترل نواقص مربوط به مصالح
۱۵۷	جدول ۵-۳ کنترل نواقص مربوط به سیستم سازه ای
۱۵۹	جدول ۵-۴ کنترل نواقص مربوط به دیوارهای باربر
۱۶۰	جدول ۵-۵ کنترل نواقص مربوط به دال ها
۱۶۰	جدول ۵-۶ کنترل نواقص مربوط به اتصالات اعضا
۱۶۱	جدول ۵-۷ کنترل نواقص مربوط به اجزای غیر سازه ای
۱۶۱	جدول ۵-۸ کنترل نواقص مربوط به سیستم کلاف بندی
۱۶۵	جدول ۵-۹ محاسبه بار قائم دیوارها

جدول ۵-۱۰ بارگذاری بام.....	۱۶۶
جدول ۵-۱۱ محاسبه وزن سقف.....	۱۶۶
جدول ۵-۱۲ محاسبه ضریب زلزله.....	۱۶۷
جدول ۵-۱۳ محاسبه برش پایه.....	۱۶۷
جدول ۵-۱۴ توزیع برش پایه در طبقات.....	۱۶۷
جدول ۵-۱۵ مقاومت قاب مرکب با فرض اتصال مفصلی.....	۱۷۲
جدول ۵-۱۶ طرح تقویت روبه های بتنی.....	۱۷۳

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۶.....	شکل ۱-۱ نقشه صفحات زمین ساخت خاور میانه و حرکات نسبی آن ها.....
۶.....	شکل ۱-۲ گسل های مهم ایران.....
۸.....	شکل ۱-۳ تصاویری از زلزله رودبار و منجیل در سال ۱۳۶۹.....
۱۰.....	شکل ۱-۴ گزارش تصویری از زلزله بم.....
۱۴.....	شکل ۱-۵ نمونه هایی از ساختمان های منطقه آوج و آسیب های وارده به ساختمان های منطقه.....
۱۵.....	شکل ۱-۶ تصاویر آسیب های وارده از زلزله زرنند.....
۲۴.....	شکل ۱-۲ (ب) شکست برشی (پایه های پهن).....
۲۴.....	شکل ۱-۲ (الف) شکست خمشی (پایه های باریک).....
۲۶.....	شکل ۲-۲ ساختار ارزیابی کمی فصل هفتم دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود.....
۲۷.....	شکل ۲-۳ ساختار ارزیابی در فصل هفتم FEMA273, FEMA356.....
۲۸.....	شکل ۲-۵ ساختار ارزیابی کمی در روش لانگ - باخمن.....
۲۸.....	شکل ۲-۴ درجات آسیب پذیری در روش لانگ باخمن.....
۲۸.....	شکل ۲-۶ منحنی ظرفیت ساختمان در روش لانگ - باخمن.....
۲۹.....	شکل ۲-۷ پلان سازه ای ساختمان مدرسه.....
۳۰.....	شکل ۲-۸ مدل سازی نمای یک ساختمان بنایی توسط قاب معادل.....
۳۴.....	شکل ۲-۹ دیاگرام آزاد دیوار.....
۳۵.....	شکل ۲-۱۰ برخی روش های اجرایی دیوارهای آجری مسلح.....
۳۵.....	شکل ۲-۱۱ نحوه عملکرد دیوارهای آجری مسلح.....
۳۸.....	شکل ۲-۱۲ مقایسه خواص قاب مرکب با مجموع خاصه های قاب و میانقاب.....
۳۸.....	شکل ۲-۱۳ دیوار تحت بار جانبی خمیده شده، در نقطه A ترک می خورد.....
۳۹.....	شکل ۲-۱۴ قاب مرکب با کنش خرابایی در مقابل نیروهای جانبی مقاومت می کند.....
۴۰.....	شکل ۲-۱۵ حالت های شکست قاب مرکب.....
۴۰.....	شکل ۲-۱۶ نمونه ای از رفتار نیرو-جابجایی یک قاب مرکب.....
۴۱.....	شکل ۲-۱۷ حالت های شکست کنج در میانقاب ها.....
۴۴.....	شکل ۲-۱۸ انواع بازشو.....
۴۹.....	شکل ۳-۱ فرم های جمع آوری اطلاعات برای سه منطقه با لرزه خیزی کم، متوسط و زیاد.....
۵۵.....	شکل ۳-۲ عواملی که سبب ناامنی می شود.....
۵۶.....	شکل ۳-۳ نمونه ای از چک لیست های ارزیابی سریع دستورالعمل ATC-20.....
۵۸.....	شکل ۳-۴ نمونه ای از چک لیست های ارزیابی با جزئیات دستورالعمل ATC-20.....
۶۰.....	شکل ۳-۵ اجزاء مقاوم در برابر بار جانبی در ساختمان های بتنی و بنایی.....
۶۹.....	شکل ۳-۶ آزمایش برش ملات.....
۷۲.....	شکل ۳-۷ ابعاد پیش آمدگی در پلان.....
۸۸.....	شکل ۴-۱ تصاویری از آسیب های وارده در اثر زلزله لرستان.....
۸۹.....	شکل ۴-۲ آثار حرکت گسل ها در منطقه لرستان.....
۹۴.....	شکل ۴-۳ آسیب های وارده به بافت روستایی.....

۹۷.....	شکل ۴-۴ نمونه نقشه معماری
۹۹.....	شکل ۵-۴ نمونه نقشه سازه ای
۱۰۰.....	شکل ۶-۴ برخی از آسیب های زلزله اخیر در ساختمان های شهری
۱۰۸.....	شکل ۷-۴ عملیات سبک سازی بام
۱۰۹.....	شکل ۸-۴ اجرای پوشش بتن مسلح روی بام
۱۱۰.....	شکل ۹-۴ اجرای پوشش بتن مسلح روی بام
۱۱۰.....	شکل ۱۰-۴ انسجام سقف
۱۱۱.....	شکل ۱۱-۴ تسمه کشی
۱۱۲.....	شکل ۱۲-۴ تعویض سقف چوبی
۱۱۴.....	شکل ۱۳-۴ اجرای شناژ قائم
۱۱۵.....	شکل ۱۴-۴ اجرای نبشی کشی
۱۱۷.....	شکل ۱۵-۴ نمونه ای از دتایل نبشی کشی
۱۲۱.....	شکل ۱۶-۴ اجرای پوشش بتن در کنار دیوار قدیمی
۱۲۲.....	شکل ۱۷-۴ اجرای پی برای پوشش بتن مسلح
۱۲۳.....	شکل ۱۸-۴ اجرای روکش بتنی
۱۲۴.....	شکل ۱۹-۴ اجرای دیوار جدید
۱۲۴.....	شکل ۲۰-۴ ترمیم پوشش سطحی
۱۲۵.....	شکل ۲۱-۴ اجرای کلاف های افقی
۱۲۶.....	شکل ۲۲-۴ اصلاح بازشو در دال
۱۲۶.....	شکل ۲۳-۴ اصلاح دهانه های زیاد
۱۲۸.....	شکل ۲۴-۴ اجرای آرماتور های عصبی
۱۲۸.....	شکل ۲۵-۴ تعداد مسیر های انتقال بار
۱۲۹.....	شکل ۲۶-۴ استفاده از سیستم های کمکی
۱۳۱.....	شکل ۲۷-۴ بهسازی جانپناه ها
۱۳۲.....	شکل ۲۸-۴ کامل نمودن مسیر های انتقال بار
۱۳۴.....	شکل ۲۹-۴ اصلاح تعداد طبقات
۱۳۵.....	شکل ۳۰-۴ اصلاح طول زیاد دیوار
۱۳۷.....	شکل ۳۱-۴ اصلاح طره
۱۳۹.....	شکل ۳۲-۴ اصلاح بازشو
۱۴۱.....	شکل ۳۳-۴ اصلاح خرپشته ها
۱۵۴.....	شکل ۱-۵ گزارش مصور بازدید ساختمان
۱۸۳.....	شکل ۲-۵ تصاویری از اجرای عملیات مقاوم سازی از ابتدا تا انتها

فهرست نقشه ها

صفحه	عنوان
۱۴۷	نقشه ۵-۱ برداشت معماری.....
۱۴۸	نقشه ۵-۲ برداشت سازه ای.....
۱۴۹	نقشه ۵-۳ کد گذاری دیوارها.....
۱۶۴	نقشه ۵-۵ پلان اصلاح بازشوها.....
۱۶۸	نقشه ۵-۶ پلان آکس بندی.....
۱۶۹	نقشه ۵-۷ مدل ETABS.....
۱۷۰	نقشه ۵-۸ مدل Safe.....
۱۷۰	نقشه ۵-۹ ستون گذاری و تیرریزی.....
۱۷۴	نقشه ۵-۱۰ ترمیم پوشش سطحی ، اجرای فونداسیون.....
۱۷۵	نقشه ۵-۱۱ پلان رویه بتنی و نبشی کشی.....
۱۷۵	نقشه ۵-۱۲ جزئیات فونداسیون.....
۱۷۶	نقشه ۵-۱۳ اجرای اتصالات.....
۱۷۶	نقشه ۵-۱۴ اجرای ستون های فلزی درون دیوار.....
۱۷۷	نقشه ۵-۱۵ اتصال ستون جدید و دیوار قدیمی.....
۱۷۷	نقشه ۵-۱۶ اجرای پوشش بتن مسلح (دوطرفه).....
۱۷۸	نقشه ۵-۱۷ اجرای پوشش بتن مسلح (یکطرفه).....
۱۷۹	نقشه ۵-۱۸ اتصال دیوار و رویه بتنی (دتایل یک).....
۱۸۰	نقشه ۵-۱۸ اتصال دیوار و رویه بتنی (دتایل دو).....
۱۸۱	نقشه ۵-۱۹ ترمیم ملات های آسیب دیده.....
۱۸۱	نقشه ۵-۲۰ بخیه دوزی با پین و میلگرد.....
۱۸۲	نقشه ۵-۲۱ اجرای دیوار پر کننده.....

فهرست علائم اختصاری

وزن ساختمان	W
مقاومت برشی دیوار آجری	H
تنش برشی شکست دیوار آجری	τ_f
ضریب اصطکاک	μ
تنش قائم در دیوار ناشی از وزن دیوار و سربار	σ_n
تنش برشی	τ
تنش محوری در جهت قائم میانقاب	σ_y
تنش کششی حداکثر در مرکز میانقاب	σ_t
ضخامت دیوار	t
لنگر نهایی ستون	M_c
لنگر نهایی تیر	M_b
لنگر نهایی اتصال	M_j
تنش مجاز فشاری آجر چینی	f_c
مقاومت نهایی قاب مرکب	V_u
ضریب تاثیر بازشو	C
تنش برشی نمونه ملات	V_{to}
نیرو در اولین جابجایی مشاهده شده در آزمایش برش ملات	V_{test}
مجموع دو سطح آجر در درزهای افقی بالا و پایین	A_b
تنش ناشی از بار ثقلی واقعی در محل نمونه برداری در زمان آزمایش	σ_C
نیروی برش پایه	V
شتاب مبنای طرح	A
ضریب اهمیت ساختمان	I
نیروی جانبی در تراز طبقه i	F_i
وزن طبقه i شامل وزن سقف و سربار زنده و نصف وزن دیوارها که در بالا و پایین سقف قرار گرفته اند.	W_i
ارتفاع سقف طبقه i از تراز پایه	h_i
نیروی برشی طبقه i	V_i
مجموع سطح مقطع دیوارهای موجود در طبقه i می باشد	A_i
نیروی عمود بر صفحه دیوار	F_P
وزن دیوار و ملحقات آن	W_P

چکیده

وقوع زمین لرزه های متعدد در ایران و تحقیقات زمین شناسی انجام شده در مورد گسل های موجود همگی موید این مطلب است که ما در منطقه ای لرزه خیز زندگی می کنیم. از طرف دیگر به دلیل کم توجهی جامعه مهندسی به ساخت و ساز ایمن، ساختمان های زیادی به جا مانده است که در آنها تمهیدات خاصی برای زلزله در نظر گرفته نشده است. آمار و ارقام نشان می دهد که در کشور اکثر ساختمان ها از نوع ساختمان های بنایی می باشند و از آن مهم تر در زلزله های اخیر بیش ترین آمار تلفات و خسارات از جانب همین ساختمان ها می باشد و این مطالب ضرورت توجه به امر مقاوم سازی این ساختمان ها را بیش از پیش مسجل می سازد.

در این پایان نامه اکثر مراجع آیین نامه ای و منابع موجود، جمع بندی شده و با توجه به فرصت پیش آمده در زلزله فروردین ماه سال ۱۳۸۵ استان لرستان و به دنبال آن پروژه مقاوم سازی شهرستان بروجرد، کلیه طرح های و موارد مطرح شده در این پروژه به صورت مصور جمع آوری شده است. در مرحله بعد منابع جمع آوری شده به همراه گزارش پروژه شهرستان بروجرد در کنار هم مجموعه کاملی برای مقاوم سازی ساختمان های بنایی فراهم آورده است. با بررسی های تجربی انجام گرفته در حین اجرای طرح ها، نقاط ضعف و قوت روش های مقاوم سازی مشخص شده و در این پایان نامه سعی شده است روشی متفاوت ارائه شود. این روش برخلاف روش های دیگر با در نظر گرفتن رفتار نامطلوب ساختمان های بنایی در بارهای لرزه ای اتخاذ شده است و از ویژگی های آن سطح ایمنی بسیار بالا با ایجاد خط دوم دفاعی، استفاده از خواص مطلوب قاب های مرکب در بارهای لرزه ای، سادگی طرح، اجرایی بودن طرح و امکان انجام تغییرات معماری و حتی احداث یک طبقه جدید را می توان نام برد.