

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکز

موضوع:

زمین لرزه و ساختمان های بنایی

فهرست مطالب

۸	کلیات
۹	روند انجام پایان نامه
۱۱	چکیده

فصل اول

کلیات

۱۲	۱-۱ مقدمه
۱۳	۱-۲ مرور کارهای گذشته
Error! Bookmark not defined.	۱-۳ لرزه خیزی ایران
Error! Bookmark not defined.	۱-۴ گزارش برخی از زلزله‌های چند دهه اخیر
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۱ زلزله ۳۱ خردادماه ۱۳۶۹ رودبار و منجیل
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۲ زلزله ۵ مردادماه ۱۳۸۲ بم
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۳ اثرات زلزله اول تیرماه ۱۳۸۱ چنگوره - آوج بر ساختمان‌های بنایی و مختلط
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۳-۱ خسارات وارده به ساختمان‌ها در اثر زلزله چنگوره - آوج
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۳-۲ گونه‌های ساختمانی منطقه آوج
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۳-۳ ساختمانی بنایی آوج با سقف طاق ضربی
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۳-۴ بررسی آسیب‌های وارده به ساختمان‌های منطقه آوج
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۳-۵ بررسی علل خرابی ساختمان‌های مختلط و بنایی آوج
Error! Bookmark not defined.	۱-۴-۴ رفتار و عملکرد ساختمان‌ها در زلزله داهوییه (زرنند)
Error! Bookmark not defined.	۱-۵ عملکرد ساختمان‌های آجری در زلزله‌های گذشته
Error! Bookmark not defined.	۱-۶ مقاومت سازی ساختمان‌های بنایی

فصل دوم

رفتار و طرح لرزه‌ای ساختمان‌های مصالح بنایی

Error! Bookmark not defined.	۲-۱ مقدمه
Error! Bookmark not defined.	۲-۲ رفتار مواد
Error! Bookmark not defined.	۲-۳ نیروی زلزله
Error! Bookmark not defined.	۲-۴ گسیختگی دیوارهای مصالح بنایی
Error! Bookmark not defined.	۲-۵ گسیختگی ساختمان‌های مصالح بنایی
Error! Bookmark not defined.	۲-۶ علل گسیختگی ساختمان‌های مصالح بنایی

Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-۱ کیفیت مصالح و اجرا
Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-۲ شکل و سیستم سازه
Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-۳ دیوارهای ساختمان
Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-۴ سیستم سقف
Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-۵ انسجام اجزای ساختمان
Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-۶ اجزای غیرسازه ای
Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-۷ سیستم کلاف
Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-۸ خاک محل

فصل سوم

خواص سازه‌ای و دینامیکی قاب‌های مرکب

Error! Bookmark not defined.....	۳-۱ مقدمه
Error! Bookmark not defined.....	۳-۲ ضرورت توجه به نقش میانقاب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۳ اندرکنش قاب و میانقاب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴ تبدیل کنش خمشی به کنش خرابایی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۵ مودهای شکست دیوار آجری
Error! Bookmark not defined.....	۳-۵-۱ شکست برشی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۵-۲ شکست برشی - لغزشی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۵-۳ شکست خمشی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۵-۳-۱ شکست خمشی در راستای قائم
Error! Bookmark not defined.....	۳-۵-۳-۲ شکست خمشی در راستای افقی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۶ مودهای شکست میانقاب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۶-۱ لهیدگی گوشه‌ها
Error! Bookmark not defined.....	۳-۶-۲ شکست برشی - لغزشی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۶-۳ فشار قطری
Error! Bookmark not defined.....	۳-۶-۴ ترک قطری
Error! Bookmark not defined.....	۳-۶-۵ شکست قاب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۷ مودهای شکست سازه
Error! Bookmark not defined.....	۳-۸ مودهای شکست سازه‌های آجری در زلزله‌های گذشته
Error! Bookmark not defined.....	۳-۹ انواع ترک
Error! Bookmark not defined.....	۳-۹-۱ ترک‌های مرزی

Error! Bookmark not defined.....	۳-۹-۲ ترک‌های قطری
Error! Bookmark not defined.....	۵-۳-۲-۱ تقسیم‌بندی ترک‌های قطری
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۰ شکست کنج
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۱ حالت نهایی شکست
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۲ عامل‌های مؤثر بر مقاومت ترک قطری
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۳ مقاومت شکست کنج
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۴ تأثیر درز بین قاب و میانقاب:
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۵ خواص پسماند
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۵-۱ تأثیر نرمی بر رفتار لرزه‌ای

فصل ۴

روشهای تعمیر، بازسازی و تقویت ساختمان‌ها

Error! Bookmark not defined.....	۴-۱ مقدمه
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲ راهکارهای بهسازی
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۱ روکش بتنی یا شاتکریت
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۲ یکپارچه ساختن سقف
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۳ افزایش تعداد مسیرهای انتقال بار
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۴ استقرار دیوار جدید
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۵ اصلاح بازشوها در دال
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۶ روش‌های تزریق صمغ‌های چسبناک
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۷ تعبیه دیوار برشی
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۸ مقاوم‌سازی توسط FRP
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۸-۱ اجرای مقاوم‌سازی و بهسازی توسط FRP
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۹ تقویت پی
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۱۰ نصب صفحات فولادی با اندود ملات سیمان ریزدانه (فروسیمان) در گوشه‌ها برای اتصال دیوارها

Bookmark not defined.

Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۱۱ کاهش ابعاد بازشوها
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۱۲ کلاف‌های افقی فولادی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۲-۱۲-۱ کلاف افقی با نبشی در سقف طاق ضربی
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۱۲-۲ کلاف افقی با نبشی در سقف تیرچه بلوک
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۱۳ کلاف‌های قائم فولادی

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۳-۱ - کلاف‌های قائم با ورق در وسط دیوار

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۴ - تیر آهن کنسول (بالکن)

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۵ - کاربرد شناژ خورجینی

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۵-۱ - مقدمه:

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۵-۲ - روش اجرای تدریجی و گام به گام به عنوان روش مرسوم

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۵-۳ - روش اجرای خورجینی

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۵-۴ - مزایا

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۵-۵ - معایب

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۶ - گزارشی کوتاه از انجام مقاوم سازی ساختمان موجود با استفاده از فونداسیون و شناژ خورجینی

Bookmark not defined.

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۶-۱ - وضع موجود

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۶-۲ - انتخاب روش

Error! Bookmark not defined..... ۴-۲-۱۶-۳ - مروری بر عملیات اجرائی فونداسیون و شناژ خورجینی

Error! Bookmark not defined..... ۴-۳ - روش‌های تقویت و تعمیر ساختمانهای سنگی موجود:

Error! Bookmark not defined..... ۴-۳-۱ - روش تقویت دیوارهای سنگی:

Error! Bookmark not defined..... ۴-۳-۱-۱ - تقویت گوشه‌های ساختمان با استفاده از صفحات فلزی:

Error! Bookmark not defined..... ۴-۳-۱-۲ - استفاده از بتن مسلح در اتصال دیوارها:

Error! Bookmark not defined..... ۴-۳-۱-۳ - استفاده از شبکه فولادی

Error! Bookmark not defined..... ۴-۳-۱-۴ - استفاده از تیرهای چوبی برای حمایت از دیوارهای بلند و طویل:

Error! Bookmark not defined..... ۴-۳-۲ - تقویت سقف ساختمان‌های آجری و سنگی با تیرهای چوبی

فصل ۵

کاربرد قاب مرکب در مقاوم‌سازی ساختمان‌های بنایی

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱ - طرح مسئله

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۱ - نقشه معماری

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۲ - نقشه سازه‌ای

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۳ - کدگذاری دیوارها

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۴ - خسارات وارده به دیوارهای سازه‌ای و غیرسازه‌ای و ارائه راهکارهای ترمیم

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۵ - اطلاعات مربوط به طبقات ساختمان

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۶ - کنترل نواقص مربوط به مصالح

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۷ - کنترل نواقص مربوط به سیستم سازه‌ای

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۸- کنترل نواقص مربوط به دیوار باربر

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۹- کنترل نواقص مربوط به دالها

Error! Bookmark not defined..... ۵-۱-۱۰- کنترل نواقص مربوط به اتصالات اعضا

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲- طرح مقاوم سازی

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۱- محاسبات طرح مقاوم سازی

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۲- اصلاح بازشوها و انجام تغییرات معماری

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۳- محاسبه بار دیوارها بعد از تغییرات معماری

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۴- بارگذاری سقف بام

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۵- اثر پیچش در ساختمان

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۶- برش پایه

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۷- جایگذاری ستونهای فلزی

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۸- مدلسازی

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۹- نقشه اجرایی با توجه به خروجی **ETABS**

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۱۰- محاسبات بار جانبی

Error! Bookmark not defined..... ۵-۲-۱۱- نقشه های اجرایی

Error! Bookmark not defined..... ۵-۳- نتیجه گیری

Error! Bookmark not defined..... منابع و مراجع

کلیات

وقوع زمین لرزه‌های متعدد در ایران و تحقیقات زمین شناسی انجام شده در مورد گسل‌های موجود همگی مویید این مطلب است که ما در منطقه لرزه خیز زندگی می‌کنیم. از طرف دیگر به دلیل کم توجهی جامعه مهندسی به ساخت و ساز ایمن ساختمان‌های زیادی بجا مانده است که در آن تمهیدات خاصی برای زلزله در نظر گرفته نشده است آمار و ارقام نشان می‌دهد که در کشور اکثر ساختمان از نوع ساختمان‌های بنایی می‌باشند و از آن مهمتر در زلزله‌های اخیر بیشترین آمار تلفات و خسارات از جانب همین نوع ساختمان‌ها می‌باشد و این مطالب ضرورت توجه به امر مقاوم سازی این ساختمان‌ها را از بیش مسجل می‌سازد.

با بررسی‌های تجربی انجام گرفته در حین اجرای طرح‌ها نقاط ضعف و قوت روش‌های مقاوم‌سازی مشخص شده و روش متفاوتی ارائه می‌شود و این روش بر خلاف روش‌های دیگر با در نظر گرفتن رفتار نامطلوب ساختمان‌های بنایی در بارهای لرزه‌ای اتخاذ شده است و از ویژگی‌های آن سطح ایمنی بسیار بالا با ایجاد خط دوم دفاعی استفاده از خواص مطلوب قاب‌های مرکب در بارهای لرزه‌ای، سادگی طرح، اجرایی بودن طرح و امکان انجام تغییرات معماری و حتی احداث یک طبقه جدید را می‌توان نام برد.

در این پایان نامه قرار است که یک ساختمان بنایی که در زلزله تا حدود ۳۰ تا ۴۰ در صد آسیب دیده به روشی مقاوم سازی شود که قابل اجرا باشد و بعضی از قسمت‌های آن باید با نرم‌افزار ETABS مدل شود که مسئله اقتصادی نیز لحاظ باشد و نکته دیگر که در مراجع بر آن اشاره نشده این است که اگر نیروی برشی طبقه از ظرفیت برشی آن بیشتر باشد چه باید کرد؟ و در این حالت به چه صورتی مقاوم سازی شود که این حالت جبران شود.

البته لازم به ذکر است که در قسمت پی قرار است از یک روشی مقاوم سازی خاصی استفاده شود که بسیار جالب توجه می‌باشد.

اکنون این سوال مطرح می‌شود که ابعاد قاب مرکب چه تأثیری در نتایج دارند؟ از چه نرم افزاری کمک گرفته شده است؟ در هنگام اعمال قاب مرکب کدام قسمت‌ها نیاز به تقویت مجدد خواهند داشت؟

روند انجام پایان نامه

با توجه به اینکه طیف گسترده‌ای از ساختمان‌های موجود در کشور از نوع ساختمان‌های بنایی می‌باشند و از طرف دیگر کشور ایران از لرزه خیزی بالایی برخوردار است، همین مساله باعث شده است که معایب ساختمان‌های بنایی به محاسن آن چیرگی یافته است. تجربه زلزله‌های مختلف، بیشترین آمار تلفات را در میان این نوع ساختمان‌ها نشان می‌دهد.

انجام کارهای تحقیقاتی در این زمینه منجر به تدوین آیین نامه‌ها و دستورالعمل‌هایی در زمینه ساخت و یا مقاوم سازی این ساختمان شده است، اما این تحقیقات در مقایسه با حجم بالای آسیب‌پذیری بسیار ناچیز بوده و ضرورت انجام تحقیقات گسترده‌تری را طلب می‌کند.

در فصل اول این پایان نامه، ابتدا آماری از وضعیت ساختمان‌های کشور ارائه شده است که در آن در صد ساختمان‌های بنایی و اسکلت بتنی در برهه‌ای از زمان ارائه شده است. این آمار حجم بالای این نوع ساختمان‌ها را در کشور نشان می‌دهد. در ادامه گزار شاتی از برخی زلزله‌های گذشته مانند زلزله مهم رودبار و منجیل، بم، چنگوره، آوج و داهوییه و نواقص و آسیب‌های وارده به ساختمان‌های آنها بررسی شده است. پس از آن وضعیت لرزه‌خیزی ایران بررسی شده است. این بررسی نشان دهنده خطر لرزه خیزی بالای اکثر مناطق کشور می‌باشد. فصل اول با مطلبی در مورد ضرورت مقاوم سازی ساختمان‌های بنایی به پایان رسیده است.

در فصل دوم، خواص لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی، عناصر سازه‌ای در این ساختمان‌ها، انواع حالت‌های شکست این عناصر ارائه شده است.

در فصل سوم، به خواص سازه‌ای و دینامیکی قاب‌های مرکب پرداخته شده است.

در فصل چهارم، بررسی شیوه‌های مختلف ترمیم و تقویت ساختمان‌های بنایی ارائه شده است.

در فصل پنجم، با استفاده از تئوری قاب‌های مرکب، روش مسلح کردن ساختمان به عنوان روش برتر در مورد یک ساختمان به صورت گام به گام و به صورت کامل ارائه شده است.

چکیده

ساختمان‌های ساخته شده با مصالح بنایی در صد بالایی از ساختمان‌های موجود در کشور را به خود اختصاص داده‌اند. از طرفی کشور ایران در بخشی از کره زمین قرار گرفته که از نظر لرزه‌خیزی بسیار ناآرام بوده و همواره در معرض زمین لرزه‌های مختلف قرار داشته است. اغلب ساختمان‌های موجود قبل از تدوین آخرین معیارهای طراحی لرزه‌ای ساختمان‌سازی موجود در کشور ساخته شده‌اند و از سویی دیگر این ساختمان‌ها اکثراً دارای ضعف در مقاومت برشی داخل صفحه و کمانش خارج از صفحه خود می‌باشند.

با بررسی‌های تجربی انجام گرفته در حین اجرای طرح‌ها، نقاط ضعف و قوت روش‌های مقاوم سازی مشخص شده و در این پایان نامه سعی شده است روشی متفاوت ارائه شود. این روش بر خلاف روش‌های دیگر با در نظر گرفتن رفتار نامطلوب ساختمان‌های بنایی در بارهای لرزه‌ای اتخاذ شده است و از ویژگی‌های سطح ایمنی بسیار بالا با ایجاد خط دوم دفاعی، استفاده از خواص مطلوب قاب‌های مرکب در بارهای لرزه‌ای، سادگی طرح، اجرایی بودن طرح و امکان انجام تغییرات معماری و حتی احداث یک طبقه جدید را می‌توان نام برد.

فصل اول

۱-۱ مقدمه

با قرار گرفتن ایران در بخشی از کمربند آلپ هیمالیا که به عنوان آخرین و جوانترین نواحی کوهزایی جهان شناخته شده است، پدیده دگرشکلی به اشکال گوناگون در آن ظاهر می‌گردد. باز شدن دریای سرخ و در نتیجه حرکت پهنه عربستان به سوی ایران و جابجایی بستر اقیانوس هند در نواحی عمان و حرکت به سمت شمال - شمال شرق و حرکت دیگر صفحات لیتوسفری پیرامون ایران موجب فراهم آمدن شرایطی گردیده که هرچندگاه با آزاد شدن انرژی در راستای گسل‌های فعال شاهد زلزله‌های ویرانگر در میهن عزیزمان باشیم.

گرچه دلایل بروز زلزله و یا زمان و مکان به روشنی مشخص نیست، ولی در هر حال تا آنجا که مشخص شده است، تغییر شکل‌های ناشی از حرکت‌های قاره‌ها نسبت به یکدیگر باعث افزایش انرژی ذخیره شده در پوسته جامد زمین می‌گردد.

در این زمان پدیده لغزش زمین بوجود می‌آید. چون انرژی آزاد شده بسیار زیاد و ناگهانی است و باعث ارتعاش زمین گردیده و ساختمان‌هایی که برای مقاومت در برابر این ارتعاش‌ها طرح نشده‌اند، دچار گسیختگی و انهدام می‌گردند.

در حال حاضر ساختمان ساخته شده با مصالح بنایی (بخصوص ساختمان‌های آجری)، در صد بالایی از ساختمان‌های موجود یا در حال احداث در کشور ما را تشکیل می‌دهند. مهمترین عامل مقبولیت ساختمان‌های بنایی در ایران، به ویژه در شهرستان‌ها، در دسترس بودن مصالح، ساده بودن تکنولوژی تولید آجر و بلوک

سیمانی، آشنایی سازندگان با نحوه ساخت و ساز و سرانجام ارزانتر بودن قیمت تمام شده این قبیل ساختمانها نسبت به ساختمان هایی با اسکلت فولادی و بتن مسلح می باشد.

با توجه به اینکه در ساخت بیشتر ساختمانهای بنایی ضوابط و معیارهای مهندسی مربوط به مقاومت سازه در برابر زلزله مورد توجه قرار نمی گیرد و معمولاً توسط سازندگان محلی و بدون توجه به اثر تخریبی زلزله، طراحی و اجرا می شوند، رویدادهای هر زمین لرزه در هر نقطه از کشور فاجعه آمیز بوده و پیامدهای بسیار نگران کننده ای دربر خواهد داشت.

۲-۱ مرور کارهای گذشته

نصب دستگاههای لرزه نگار در نقاط مختلف جهان از اواخر قرن نوزدهم آغاز شد و طی مدت کوتاهی از میان این همه اطلاعات شاید یک مطلب بیش از همه شایان توجه باشد و آن اینکه، زلزله ها به هر سبب که ایجاد شده باشند، تکرارپذیرند و تنها راه مقابله با زلزله، طراحی و اجرای ساختمانها به گونه ای است که تاب ایستادگی در مقابل زلزله های مخرب را داشته باشد.

زلزله های مرگبار زیادی در ایران اتفاق افتاده است، اما مهمترین آنها که به عنوان نقطه عطفی در رویکرد جامعه مهندسی به شمار می رود، زلزله ۱۳۶۹ رودبار — منجیل می باشد که تلفات بسیار زیادی به همراه داشته است. بررسی عملکرد سازه های مختلف در این زلزله، گواه این مطلب است که اگر ساختمانهای آجری را در یک کفه و سازه هایی نظیر پل، سد، ساختمانهای فلزی و بتنی که تحت عنوان سازه های مهندسی عنوان می شوند را در کفه دیگر بگذاریم، آمار و تلفات جانی و تخریب کامل بنا، تمام به گروه اول اختصاص یافته و گروه دوم به طور نسبی آمار بسیار پایینی دارند. همین امر جامعه مهندسی را بر آن داشت که در کنار تدوین آیین نامه ها برای ساختمانهای مهندسی، به بررسی رفتار ساختمانهای بنایی نیز پرداخته و درصدد تدوین دستورالعمل های جامع برای طرح و اجرای این نوع سازه ها برآیند. ماحصل این تلاش، تدوین فصل سوم آیین نامه ۲۸۰۰ به عنوان تنها مرجع معتبر داخلی در زمینه طرح و اجرای این نوع ساختمانها می باشد.