بسم الله الرحمن الرحيم

٤٤٤٩٠

بسمه تعالی

دانشکده مهندسی عمران

مقاوم سازی ساختمانهای موجود آجری و مختلط در برابر زلزله

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تقدیم مرکز
۱۳۸۱ /۱۲/ ۲۰

دانشجو:

سهیل طاهری

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی عمران- سازه

استاد راهنما:

دکتر محمد علی برخورداری

استاد مشاور:

دکتر احمد نیکنام

٤٤٤٩٠

زمستان ۱۳۸۰

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

چکیده:

بدلیل آنکه بسیاری از ساختمانهای متداول در اکثر نقاط ایران ، ساختمانهای مصالح بنایی و مختلط می باشند و اکثر این سازه ها طوری ساخته می شوند که در برابر بارهای ویرانگر زلزله مقاومت بسیار کمی دارند لذا در این پایان نامه انواع روشهای مقاوم سازی ساختمانهای با مصالح بنایی و مختلط مورد بررسی قرار گرفته است.

در انتخاب روشهای مقاوم سازی سعی بر آن بوده است که آسانترین روشها که در ایران نیز قابل اجرا باشند استفاده گردد.

مقاوم سازی به انواع حالات تقویت دیوارها ، سقفها، پی ها، ستونها، تیرها، شناژها و یکپارچه سازی اجزاء مختلف ساختمان تقسیم می گردد. تعمیر و مرمت سازه های آسیب دیده نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

همچنین به روش آنالیز المان محدودی ساختمانهای مصالح بنایی و مختلط نیز در اینجا اشاره شده است تا با استفاده از آن بتوانیم نقاط ضعف در ساختمان را شناسایی نموده و هر سازه را مطابق با روش تقویتی مربوطه تقویت نمائیم. همچنین انواع حالات شکست در ساختمانهای مصالح بنایی و مختلط به صورت عکسهایی از زلزله منجیل ارائه شده است، تا درک بهتری از انواع حالات شکست مورد بحث در پایان نامه حاصل گردد.

در پایان نیز مثالهایی از روش آنالیز المان محدود ارائه شده است و درآن یکی از موثرترین روشهای مقاوم سازی مورد بررسی قرار گرفته است.

تقدیر و تشکر:

بدین وسیله از زحمات اساتید عزیزم جناب آقای دکتر برخورداری و جناب آقای دکتر نیکنام که مرا در انجام مراحل این پایان نامه راهنمایی فرمودند، تشکر می نمایم.

فصل ۱-مقدمه

کلیات ---------- ۳

فصل ۲- بررسی رفتار لرزه ای

۲-۱-رفتار دینامیکی سازه ها ---------- ۸
۲-۲-اثر زلزله به یک سازه و شکل پذیری ---------- ۱٤
۲-۳-ساختمانها با مصالح بنایی ---------- ۲۱
۲-٤-بررسی حالتهای فرو پاشی دیوارها در بارگذاری عرضی زلزله ---------- ۲۳
۲-٥-شکست دیوارهای عرضی ---------- ۲۷
۲-٦-مقاومت برشی دیوارها ---------- ۲۸
۲-۷-شبیه سازی عددی مقاومت برشی پانلها ---------- ۳۲
۲-۸- ظرفیت تغییر مکانی و ارزیابی سختی ---------- ۳۸
۲-۹-مطالعه انواع پاسخهای دیوار ---------- ۳۹
۲-۱۰-روش تقریبی تقسیم نیروهای جانبی بین دیوارهای برشی ---------- ٤۲
۲-۱۱-روش تقریبی تقسیم نیرو ها بین دیوار ها و تسلیح آنها ---------- ٤۷

فصل ۳- تصاویری از ساختمانهای خراب شده در زلزله های قبل

فصل ٤- مواد تعمیری مورد استفاده در عملیات تعمیر و ترمیم ساختمانهای بنایی

٤-۱-مقدمه ---------- ۷۳
٤-۲-برخی از عوامل خرابی ---------- ۷۳
٤-۳-مواد تعمیری ---------- ۷٥
٤-٤-پیش عملیات ترمیمی ---------- ۸۳
٤-٥-عملیات ترمیم و مرمت ---------- ۸٤
٤-٦-خلاصه ای از عملیات تقویت و ترمیم ساختمانهای آسیب دیده ---------- ۸۷

فصل۵- مقاوم سازی ساختمانها با استفاده از سازه ها و قطعات کمکی

۵-۱-مشکلات سازه ای ---------- ۹۳

۵-۲-استفاده از پوشش دالی بتنی برای بهبود خواص سازه ای ---------- ۹۴

۵-۳-استفاده از سیستم مقاوم سازی هسته مرکزی برای کاهش خطر لرزه ای ساختمانها با سیستم دیوار بار بر مصالح بنایی غیر مسلح ---------- ۹۵

۵-۴-مقاوم سازی دیوارهای با مصالح بنایی با استفاده از سیستم میله ای و ورقه ای **FRP** ---------- ۱۰۳

۵-۵-استفاده از لایه های چوبی درتقویت دیوار در برابر نیروهای خارج از صفحه ---------- ۱۱۵

۵-۶-تقویت و تعمیر دیوار های با مصالح بنایی غیر مسلح توسط ترکیبات فیبری ---------- ۱۲۲

۵-۷- تقویت بار بری لرزه ای دیوارهای کم ارتفاع مصالح بنایی با استفاده از تسمه های فولادی ---------- ۱۳۸

۵-۸-پیش تنیده کردن دیوارها با استفاده از سیستم تسمه های فولادی و کابلهای پیش تنیده ---------- ۱۵۹

۵-۹-مقاوم سازی سقفها ---------- ۱۵۹

۵-۱۰-ایجاد عناصر باربر جدید ---------- ۱۶۷

فصل ٦- تقویت پی ها

٦-۱-مقدمه ---------- ۱۷۲

٦-۲-عملیات تقویت پی ---------- ۱۷٤

٦-۳-یکپارچه سازی پی ها ---------- ۱۸۹

٦-٤-زهکشی درخاک کناره و زیر پی ها ---------- ۱۸۹

فصل ۷-تقویت ستونها و تیرها در سازه مختلط بنایی

۷-۱- مقدمه ---------- ۱۹۵

۷-۲-روشهای تقویت ستونهای بتنی ---------- ۱۹۷

۷-۳- روشهای تقویت تیرهای بتنی ---------- ۲۱۱

۷-٤- تقویت اتصال تیر به ستون توسط زره بتنی ---------- ۲۱۷

۷-۵-تقویت تیرها و ستونهای فولادی ---------- ۲۱۹

فصل ۹- روشهای پیشرفته آنالیز با استفاده از روش المان محدود

۹-۱-مقدمه ---------- ۲٤۸

۹-۲- روش المان محدود ---------- ۲۵۰

۹-۳-نرم افزار مورد استفاده در تحلیل ---------- ۲۵٦

۹-٤-روشهای مدل سازی با استفاده از المانهای ذکر شده ---------- ۲٦٦

۹-۵-استفاده از نرم افزارهای پیش پردازنده در مدل سازی این سازه ها ---------- ۲۷۰

۹-٦- بار گذاری و ترکیبات آن بر اساس آئین نامه **UBC** ---------- ۲۸۳

۹-۷-حل یک مثال کامپیوتری در روش پیوسته ---------- ۲۸۵

۹-۸- حل یک نمونه مثال با استفاده از **FRAMMAS** ---------- ۲۹۰

۹-۹-روش مدل سازی ۳بعدی غیر یکپارچه(اتصال با المان **CONTACT**)---------- ۳۰۰

نتیجه گیری و پیشنهادات ---------- ۳۱۱

مراجع و ماخذ---------- ۳۱۵

فهرست اشکال

فصل ۱

فصل ۲

شکل ۲-۱-مدل سیستم یک درجه آزاد---------- ۱۰

شکل ۲-۲-حرکت یک جرم تنها تحت نیروی نوسانی ---------- ۱۰

شکل ۲-۳-نمودار تغییر مکان بر حسب زمان جرم آزاد در برابر نیروی نوسانی---------- ۱۳

شکل ۲-۴- نمودار ائده آل شده یک فنر با خاصیت الاستیک – پلاستیک ---------- ۱۳

شکل ۲-۵-مقایسه دو فنر با خواص سازه ای مختلف ---------- ۱۶

شکل ۲-۶-سیستم باربر قاب یک دهانه با کف صلب ---------- ۱۶

شکل ۲-۷- مقایسه رفتار پسماندی ثابت و کاهنده ---------- ۱۹

شکل ۲-۸-جهت قرار گیری دیوارهای برشی و عرضی در برابر زلزله ---------- ۱۹

شکل ۲-۹-بوجود آمدن ترکها در لبه ها و کنجهای دیوار در اثر نیروهای جانبی -------- ۲۵

شکل ۲-۱۰-فرضیات در نظر گرفته شده برای ارزیابی مقاومت نوسانی (تلو خوردن)دیوار -۲۶

شکل ۲-۱۱-تاثیر ضرائب بعدی و برشی روی مقاومت دیوار مصالح بنایی با استفاده از شبیه سازیهای المان محدودی ---------- ۳۳

شکل ۲-۱۲- مقایسه فرمول مقاومت برشی ساده شده در نظر گرفته شده با مقاومت برشی بدست آمده از روش المان محدودی ---------- ۳۶

شکل ۲-۱۳-تعریف نمودار دو خطی معادل با استفاده از نمودار دقیق ---------- ۳۶

شکل ۲-۱۴- رفتار آزمایشگاهی پایه ای ساده شده با شرایط دو سر گیردار ---------- ۴۱

شکل ۲-۱۵-توزیع بارهای لرزه ای با در نظر گرفتن کف صلب روی دیوارها ---------- ۴۳

شکل ۲-۱۶- توزیع بارهای لرزه ای با در نظر گرفتن کف شکل پذیر روی دیوارها ----- ۴۳

شکل ۲-۱۷- نیمرخ کرنش با فرض بیشینه کرنش فشاری در مصالح بنایی برابر ۰/۰۰۳ و تعادل نیروها ---------- ۴۶

شکل ۲-۱۸- یک دیوار برشی که با میلگردهای قائم مسلح شده و تحت نیروهای افقی و قائم قرار گرفته است. ---------- ۴۹

شکل ۲-۱۹-لغزش برشی موجب کنش کششی در میلگردهای افقی است. ---------- ۵۱

شکل ۲-۲۰-شکست برشی در پایه های باریک موجب لغزش قائم شده ، در میلگردها کنش خمشی ایجاد می کند. ---------- ۵۳

از اطلاعات و ارزشمندی

فصل ۳

شکل ۳-۱-ترکهای مورب و افقی بوجود آمده و گسترش یافته از گوشه های بازشوها---۵۸
شکل ۳-۲-ریزش سقف به علت پرتاب عرضی دیوار و نبود کلاف افقی و قائم -------۵۸
شکل ۳-۳-خراب شدن و فرو پاشی دیوارهای گوشه های ساختمان در طبقه ۲ ، بعلت نبود کلاف قائم در گوشه ها ----------۵۹

شکل ۳-۴-ترک ناشی از تمرکز تنش در گوشه های باز شوها و ضعف دیوار خصوصا در جهت عرضی ----------۶۰
شکل ۳-۵-ترک خوردگی در مجاورت بازشوها و حرکت خارج ار صفحه ناشی از آن برای ایجاد عملکرد قوسی. ----------۶۱
شکل ۳-۶- ریزش سقف به علت نبود کلاف افقی و قائم ----------۶۱
شکل ۳-۷-ایجاد ترکهای قائم در دیوار بعلت حرکات تفاضلی احتمالی ناشی از فونداسیون یا شناژ افقی ناپیوسته ----------۶۲
شکل ۳-۸- ترک خوردگی پله ای نشات گرفته از کناره های باز شوها (گذرنده از اتصالهای فوقانی و تحتانی آجرها)----------۶۲
شکل ۳-۹-دیوار تخریب شده در کناره های باز شوی پنجره به دلیل خوب مهار نشدن دیوار در ۲ سمت پنجره ----------۶۳
شکل ۳-۱۰-ترک برشی به شکل لولاهای گسیختگی در دیوار عرضی طولانی --------۶۳
شکل ۳-۱۱-نبود کلاف قائم و در نتیجه گسترش ترکها از یک دیوار به سایر دیوارهای متقاطع ----------۶۴
شکل ۳-۱۲-نشست نا متوازن پی و خم شدگی آن در نتیجه بوجود آمدن ترکهای قائم در دیوار ----------۶۴
شکل ۳-۱۳-ترکهای نشات گرفته از گوشه های باز شوها و نفوذ آنها به دیوارهای زیرین بعلت نبود کلاف افقی ----------۶۵
شکل ۳-۱۴-خراب و ریزش دیوارهای عرضی و در نتیجه سقف بعلت فقدان کلافهای قائم و افقی ----------۶۶
شکل ۳-۱۵- نمای جنوبی اداره دارایی استان گیلان ----------۶۶

شکل ۳-۱۶-نبود کلافهای افقی و قائم و در نتیجه خرابی و فرو پاشی کل سازه --------۶۷
شکل ۳-۱۷-ترک خوردگی و پرتاب دیوارها به خارج از صفحه دیوار ----------۶۷
شکل ۳-۱۸- یک نمونه از ترک خوردگی برشی قطری و همزمان لغزش عرضی دیوار روی ترک قطری در جهت پرتاب شدن دیوار به خارج از صفحه خود ----------۶۸
شکل ۳-۱۹-نبود کلاف قائم در گوشه های ساختمان، بزرگترین عامل خرابی. --------۶۸
شکل ۳-۲۰-قسمتی از ساختمان تخریب شده روبروی دانشگاه، جدا شدن دیوار از تیر فوقانی خود در سقف کاملا مشهود است.----------۶۹
شکل ۳-۲۱- ترک خوردگی در وسط دیوار و افتادن دیوار به صورت کامل و سالم بعلت نبود یک سیستم یکپارچه ساز افقی (شناژ افقی) ----------۶۹
شکل ۳-۲۲-ترک خوردگی ها در دیوار های پر کننده با باز شو. ----------۷۰
شکل ۳-۲۳- نمونه تخریب کامل دیوار های آجری بعلت فقدان سیستم باربری مناسب--۷۱
شکل ۳-۲۴-خرابی بعلت نبود کلافهای قائم ----------۷۰
شکل ۳-۲۵-خرابی بعلت وجود باز شوهای بزرگ در ساختمان و در نتیجه تحمل برش زیاد در انتهای باز شو در دیوار و خرابی آن بعلت لغزش برشی ناشی از تمرکز برش (پدیده ستون کوتاه)----------۷۱

فصل ۴

شکل ۴-۱- نحوه انجام تزریق در ترکهای موجود در یک دیوار آجری ترک خورده-----۹۱
شکل ۴-۲-نحوه انجام تزریق با استفاده از لوله های شفاف و پمپ مواد تزریقی به داخل بتن (مثلا پی ها) ----------۹۱

فصل ۵

شکل ۵-۱-نمونه ای از پوشش بتن مسلح دیوار با استفاده از میله ها ----------۹۶
شکل ۵-۲-ارتفاعات و مقطع عرضی دیوار برای نشان دادن سیستم هسته مرکزی -----۱۰۰
شکل ۵-۳-مقطع عرضی دیوار تقویت شده با استفاده از روش هسته مرکزی --------۱۰۲
شکل ۵-۴-آزمایش خمشی ----------۱۰۵
شکل ۵-۵-آزمایش خمشی در دیوار آجری مسلح شده با سیستم FRP ----------۱۰۵
شکل ۵-۶-شکل آزمایش سیستم تقویت شده نمونه دیوار آجری با سیستم FRP ----۱۰۸
شکل ۵-۷-نمونه های مختلف دیوار های تقویت شده با سیستم FRP در جهات قائم و افقی ----------۱۰۸

از اطلاعات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شکل ۵-۸- یک روش دیگر آزمایش با اعمال بار در جهت قطری ---------- ۱۰۹
شکل ۵-۹-خرابیهای نمونه دیوار های مذکور در جدول ۵-۱ ---------- ۱۱۰
شکل ۵-۱۰-مکانیزم خرابی در دیوارهای تقویت شده در یک طرف ---------- ۱۱۱
شکل ۵-۱۱- نواحی مختلف کنترل کننده برای بدست آوردن V_f ---------- ۱۱۱
شکل ۵-۱۲-نمونه دیوارهای آزمایشی ---------- ۱۱۶
شکل ۵-۱۳-نمونه آزمایش شده بر روی میز لرزان ---------- ۱۱۶
شکل ۵-۱۴-محل نصب شتاب نگاشت ها و شتاب ورودی ---------- ۱۱۹
شکل ۵-۱۵-الگوی ترک برای دیوارهای مختلف در PHA های مختلف ---------- ۱۲۰
شکل ۵-۱۶-مدلهای خرابی برای انواع دیوارهای آزمایشی ---------- ۱۲۰
شکل ۵-۱۷- خرابی عرضی دیوار تقویت شده ---------- ۱۲۳
شکل ۵-۱۸-یک نمونه از پارچه فیبری با مقادیر برابر فیبرها در جهات ۰ و ۹۰ درجه -- ۱۲۳
شکل ۵-۱۹-رفتار تنش-کرنش فولاد و فیبر مرکب ---------- ۱۲۵
شکل ۵-۲۰-شکل شماتیک سیستم مقاوم سازی در نظر گرفته شده ---------- ۱۲۸
شکل ۵-۲۱- مکانیزم تحمل خمش ---------- ۱۲۸
شکل ۵-۲۲- مکانیزم تحمل برش ---------- ۱۲۸
شکل ۵-۲۳-مقدمات کار برای انجام آزمایش خمشی ---------- ۱۳۲
شکل ۵-۲۴- بار در برابر تغییر مکان برای تیرهای مصالح بنایی غیر مسلح تقویت شده -۱۳۲
شکل ۵-۲۵- مدهای خرابی برای آزمایشات خمشی ---------- ۱۳۴
شکل ۵-۲۶- منحنی بار بر حسب تغییر مکان برای آزمایشات برشی ---------- ۱۳۴
شکل ۵-۲۷- آزمایشات برش داخل صفحه برای دیوار با آجرهای سفالی سوراخدار --- ۱۳۶
شکل ۵-۲۸-خرابی دیوار URM ---------- ۱۳۷
شکل ۵-۲۹-مقاوم سازی مجدد با استفاده از روش گفته شده ---------- ۱۳۷
شکل ۵-۳۰-هندسه دیوار مصالح بنایی ---------- ۱۴۰
شکل ۵-۳۱- دیوار تقویت شده با استفاده از نوارهای فولادی ---------- ۱۴۰
شکل ۵-۳۲- روش آزمایش ---------- ۱۴۲
شکل ۵-۳۳- رفتار و منحنی پسماند دیوار آزمایشی ---------- ۱۴۲
شکل ۵-۳۴-الگوی ترک خوردگی لغزش مشاهده شده در دیوار مصالح بنایی غیر مسلح
تقویت نشده ---------- ۱۴۲
شکل ۵-۳۵-مقایسه رفتار پسماندی دو دیوار تقویت نشده و تقویت شده ---------- ۱۴۵

شکل ۵-۳۶- شکل خرابی در رانش ۱٪ برای دیوار آزمایشی----------۱۴۵
شکل ۵-۳۷- مدهای کمانش در تسمه های فولادی ----------۱۴۸
شکل ۵-۳۸- مقدار انرژی پسماند تلف شده در طول اولین سیکل ----------۱۵۱
شکل ۵-۳۹- مقدار انرژی پسماند تلف شده نرمالیزه شده در طول اولین سیکل به ازای
هر مقدار رانش دیوارها ----------۱۵۱
شکل ۵-۴۰- مدل خرپایی ساده شده ----------۱۵۴
شکل ۵-۴۱- تعادل مفروض برای روش کرانه پائینتر----------۱۵۴
شکل ۵-۴۲-مقایسه تحلیل خرپایی با نتایج آزمایشگاهی برای دیوارURM تقویت شده ۱۵۴
شکل ۵-۴۳- مکانهای استقرار تسمه های فولادی در پلان یک ساختمان مصالح
بنایی سنگی ----------۱۶۰
شکل ۵-۴۴- اتصال سقف توسط بستهای میلگردی گذرنده از داخل دیوار----------۱۶۰
شکل ۵-۴۵- افزایش درجه یکپارچگی در سقفهای تاق ضربی ----------۱۶۴
شکل ۵-۴۶- افزایش درجه یکپارچگی در سقفهای تاق ضربی----------۱۶۴
شکل ۵-۴۷-تقویت دیوارهای آجری به کمک کلاف بندی ----------۱۶۶
شکل ۵-۴۸-تقویت ساختمان به کمک پشت بند ----------۱۶۶
شکل ۵-۴۹-هسته های مقاوم با پی های بالدار ----------۱۶۶

فصل ۶

شکل ۶-۱- نحوه نصب شمع های مورب برای ساختمان ۵ طبقه ----------۱۷۶
شکل ۶-۲-روشهای تقویت پی بوسیله شمع زنی در مجاورت حفاریهای عمیق ------۱۷۶
شکل ۶-۳- روشهای تقویت پی بوسیله شمع زنی در مجاورت حفاریهای عمیق و
کنترل زیر پی با تیرهای فولادی قائم بر امتداد پی ----------۱۸۰
شکل ۶-۴- ترتیب حفاری ترانشه کناره ها و زیر پی های نواری ----------۱۸۰
شکل ۶-۵- ایجاد تکیه گاه برای دیوار بوسیله قرار دادن تیرهای موقت در
زیر پی های نواری و عمود بر آنها ----------۱۸۰
شکل ۶-۶- تقویت پی بوسیله شمع و تیرهای عمود بر پی های نواری ----------۱۸۳
شکل ۶-۷- کلاهک کنسولی شمع ----------۱۸۳
شکل ۶-۸-روشهای تثویت پی با استفاده از ایجاد تیر بین پایه ها یا شمع ها و یا
تیرهای تقویتی در کناره های پی اصلی برای اضافه کردن سطح بارگیری پی اصلی

و کاهش کلی فشار و توزیع بهتر آن ----------۱۸۳
شکل ۶-۹- عملیات تقویت پی توسط تزریق مواد در داخل خاکهای
ضعیف زیر پی ----------۱۸۶
شکل ۶-۱۰-روشهای زره پوش کردن پی های منفردبرای عملیات تقویت پی ها-----۱۸۶
شکل ۶-۱۱-عملیات پی با مهار کامل بالا و پائین پی درون زره ها ----------۱۸۸
شکل ۶-۱۲-عملیات تقویت پی زیر دیوارهای برشی ----------۱۹۱
شکل ۶-۱۳-عملیات تقویت پی با ایجادیکپارچگی بیشتر بین دو قسمت قدیم وجدید-۱۹۲
شکل ۶-۱۴- اضافه کردن کلاف به زره های ستون تقویت شده توسط زره پوش بتنی-۱۹۳

فصل ۷

شکل ۷-۱- پلان یک سازه مختلط ----------۱۹۶
شکل ۷-۲- تغییر توزیع تنش در بتن و فولاد ستون اصلی و زره تقویتی ---------- ۱۹۷
شکل ۷-۳- نمونه ای از تقویت دوباره ستون توسط تنگها برای بالا بردن شکل پذیری-۲۰۰
شکل ۷-۴- تقویت ستون با استفاده از زره پوش بتنی ----------۲۰۱
شکل ۷-۵- تقویت تیر و ستون با استفاده از زره پوش بتنی ----------۲۰۲
شکل ۷-۶- نمونه ای از تقویت ستون بتنی با استفاده از زره پوش بتنی ----------۲۰۳
شکل ۷-۷-مهار کردن میلگردهای طولی در داخل فونداسیون ----------۲۰۳
شکل ۷-۸-عبور دادن میلگردهای طولی زره ستون از تیرهای بتنی برای انتقال بهتر خمش
از تیر به ستون ----------۲۰۵
شکل ۷-۹-انواع حالات خاموت بندی و مهار کردن زره های دو طرفه و چهارطرفه در ستون
قدیم ----------۲۰۶
شکل ۷-۱۰- زره پوش کردن فولادی ستونها ----------۲۰۹
شکل ۷-۱۱-تقویت تیرها با استفاده از نبشی و طوقه های قائم مهار شده درسقف دالی-۲۱۴
شکل ۷-۱۲-تقویت تیر با استفاده از نبشی در چهار گوش تیر ----------۲۱۵
شکل ۷-۱۳-تقویت اتصال در ستون و تیر زره پوش شده ----------۲۲۰
شکل ۷-۱۴-تقویت اتصال تیر به ستون با زدودن کامل بتن قدیم اتصال و آرماتور بندی
مجدد ----------۲۲۰
شکل ۷-۱۵- مدفون کردن ستونهای فولادی در داخل زره بتنی ----------۲۲۰
شکل ۷-۱۶-تقویت ستون موجود به طریق قوطی کردن ----------۲۲۲

شکل ۷-۱۷-تقویت قاب خمشی ضعیف موجود ----------۲۲۲

فصل ۸

شکل ۸-۱- نقص ناپیوستگی کلافهای افقی در برخی از ساختمانهای مصالح بنایی---۲۲۸
شکل ۸-۲- سوراخ کردن کلاف قدیم و گذاشتن آرماتور جدید ----------۲۳۲
شکل ۸-۳- مهارآرماتورهای افقی که از عرض کلاف می گذرند ----------۲۳۲
شکل ۸-۴-هدایت خرابی در کلاف برای انجام عملیات تخریب ----------۲۳۶
شکل ۸-۵- ادامه دادن میلگرد های طولی و مهار آن در کناره های فونداسیون نواری قدیم
با ایجاد یک زائده ----------۲۳۷
شکل ۸-۶- اضافه کردن کلاف بتنی قائم جدید در گوشه یک ساختمان تقویت نشده -۲۳۹
شکل ۸-۷- اضافه کردن کلاف قائم در گوشه های یک دیوار ----------۲۴۱
شکل ۸-۸- نمونه اجرا شده کلاف قائم در گوشه اتصال دیوار----------۲۴۱
شکل ۸-۹- ایجاد یک کلاف قائم در وسط یک دیوار ----------۲۴۲
شکل ۸-۱۰-روش اتصال شناژ فلزی به کلافهای بتنی و پی ----------۲۴۳

فصل ۹

شکل ۹-۱-شبکه بندی یک سطح ----------۲۵۲
شکل ۹-۲- مدل کردن المان اصطکاکی ----------۲۶۴
شکل ۹-۳-اتصال تیر به دیوار و نشان دادن محل گره های مشترک تیر ودیوار------۲۸۹
شکل ۹-۴- پلان ساختمان ----------۲۸۹