دستـــورالـــعمل کاربردی

بهســـازی لرزه ای مدارس آجری

(مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور)

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

www.mirjalili.net

تاریخ: ۱۳۹۰/۲/۲۱
شماره: ۵/۶۱۵/۳۴۷
پیوست: .....

جناب آقای دکتر مرتضی رئیسی

رئیس محترم سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور

موضوع: ابلاغ دستورالعمل

سلام علیکم

احتراماً، عطف به مفاد تبصره ۲ قانون اصلاح ماده ۱ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی با موضوع تخریب و بازسازی مدارس خطر آفرین و مقاوم‌سازی مدارس بدون استحکام، مصوب ۱۳۸۵/۰۱/۳۰ مجلس محترم شورای اسلامی و در راستای اجرای مفاد بندهای ۱ و ۲ صورتجلسه مورخ ۸۸/۰۲/۰۹ پیوست، دستورالعمل مشخصات فنی، جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه‌ای تیپ عمده‌ای از مدارس کشور که طی فرآیندهای تحقیقاتی، وفق شرح خدمات قرارداد فیمابین تهیه و تنظیم گردیده است، جهت بهره‌برداری آن سازمان محترم ابلاغ می‌گردد. (۲۲۱-۰۳۹)

با آرزوی توفیق

عباسعلی تسنیمی

رئیس پژوهشگاه

تهران، خیابان شهید دکتر لواسانی (فرمانیه)، دیباجی شمالی، خیابان ارغوان غربی، شماره ۲۶، تلفن: ۲۲۸۳۰۸۳۰، دورنگار: ۲۲۲۸۹۴۵۵
www.iiees.ac.ir iiees@iiees.ac.ir

www.mirjalili.net

شماره: ۲۲۶۶-۲ /۹۰ /۱۰۲
تاریخ: ۹۰/۰۳/۲۸
پیوست: ندارد

بسمه تعالی

مدیر کل محترم نوسازی مدارس استان . . .
موضوع : ارسال دستورالعمل بهسازی لرزه ای مدارس آجری یک طبقه کشور

سلام علیکم

با احترام، بدینوسیله **دستورالعمل بهسازی لرزه ای مدارس کشور (مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور)** که طی فرایند تحقیقاتی توسط پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله تهیه و به سازمان ابلاغ گردیده است ارسال می‌گردد.

به استناد مفاد تبصره ۲ قانون اصلاح ماده یک قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی مصوب ۱۳۸۵/۰۱/۳۰ مجلس شورای اسلامی و در راستای اجرای مفاد بندهای یک و دو صورتجلسه مورخ ۱۳۸۸/۰۲/۰۹ فی مابین سازمان نوسازی مدارس کشور و پژوهشگاه بین المللی زلزله رعایت کلیه مفاد این دستورالعمل در پروژه های مقاوم سازی مشمول آن لازم الاجرا خواهد بود.

محمدحسین ترابی زاده
معاون فنی و نظارت

خیابان دکتر علی شریعتی، خیابان قیطریه (بلوار صبا)، کوچه شهید سید عباس حسینی (نجم سابق) سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
صندوق‌پستی: ۱۹۳۹۵/۳۶۴۱ کد پستی : ۱۹۳۳۸۸۴۸۸۳ تلفن : ۲۲۲۴۷۹۷۹ نمابر : ۲۲۲۱۱۸۳۵
وب سایت : www.nosazimadares.ir پست الکترونیکی: info@nosazimadares.ir

www.mirjalili.net

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پروش

سازمان نوسازی توسعه و تجهیز مدارس کشور

دستورالعمل کاربردی بهسازی لرزه ای مدارس آجری

(مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس آجری کشور)

دستورالعمل شماره ۲۲۶۶-۲/۱۰۲۹۰

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

معاونت فنی و نظارت سازمان نوسازی مدارس

www.nosazimadares.ir/behsazi/

خرداد ۱۳۹۰

www.mirjalili.net

www.mirjalili.net

پیشگفتار

بیداری حاصل از زلزله بم (۱۳۸۲) در مسئولین ایران منجر به تخصیص اعتبارات در بخش‌های مختلف کشور به منظور بهسازی شریان‌های اساسی و ساختمان‌های عمومی کشور گردید که طرح تخریب و بازسازی و بهسازی مدارس فرسوده کشور از آن جمله می‌باشد.

با بررسی زلزله‌های سده اخیر به این نتیجه خواهیم رسید که ایران در هر ده سال با یک فاجعه انسانی روبرو گردیده است که زلزله بم، منجیل، طبس، بوئین زهرا از این جمله‌اند. همچنین در هر ۲/۵ سال ایران با یک زلزله بزرگتر از ۶/۵ ریشتر روبرو بوده است. که بر این اساس طبق محاسبات رایج، احتمال وقوع حداقل یک زلزله با بزرگای بیشتر از ۶/۵ ریشتر در کشور در یک دوره ۱۰ ساله نزدیک به ۹۹٪ خواهد بود. به این معنا که مسئولین امر در آینده‌ای نه چندان دور باید منتظر خبر جدیدی از زلزله و خسارات و تلفات ناشی از آن باشند. وقوع زلزله های ویرانگری مانند زرند (۱۳۸۳) قشم (۱۳۸۴) سیلاخور (۱۳۸۵) بعد از زلزله بم (۱۳۸۲) حاکی از صحت براورد احتمال ۹۹ درصدی زلزله در ۱۰ سال آتی است که پیش از این محقق گردیده است.

با بررسی روند موجود در بهسازی مدارس کشور و با فرض مقاوم‌سازی ۱۰۰۰ مدرسه در سال، تحقق هدف ایجاد مدارسی ایمن و عاری از خطر در زلزله بیش از ۴۰ سال به طول خواهد انجامید و در این سال‌ها مطمئنا ملت ما رنج و محنت زلزله‌های زیادی را باید بر دوش کشند. اکنون ضرورت تسریع در روند بهسازی در کلیه بخش‌های کشور روشن است و مطمئنا رویکردهای فعلی در مطالعات و اجرا توان پاسخگویی به این نیاز اساسی را ندارد.

بهسازی ساختمان‌ها در کشور ایران یک ضرورت تاریخی است که اگر پاسخ مناسب به آن داده نشود در مقابل خداوند متعال و نسل‌های آتی کشور که متاثر از این حادثه می‌گردند مسئول خواهیم بود.

هدف نهایی در این دستورالعمل تدوین رویکردهای متنوع در برخورد با انواع ساختمان مصالح بنایی یک طبقه در سطوح خطر مختلف می‌باشد. کلیات هر یک از روش ها و رویکردهای طراحی در دستورالعمل حاضر ارائه گردیده است. اما با توجه به گستردگی جزئیات فنی و اجرایی روش شاتکریت پیرامونی و دیوار برشی این دو روش در دستورالعمل‌های جداگانه‌ای با نام **مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور(دستورالعمل شماره ۱-۲۲۶۶ و ۲-۲۲۶۶)**، با جزئیات دقیق تر ارائه گردیده است.

سازمان نوسازی مدارس بر خود لازم می‌داند از جناب آقای دکتر تسنیمی ریاست محترم پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و جناب آقای دکتر سروقدمقدم مجری پروژه و جناب آقای مهندس مهدیزاده مدیر پروژه به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در تالیف و آماده سازی دستورالعمل قدردانی نماید. همچنین از دیگر همکارانی که در سازمان نوسازی و پژوهشگاه بین المللی زلزله در بخش تحقیقات و تالیف این دستورالعمل نقش موثری ایفا نمودند قدردانی و سپاسگزاری نماید.

www.mirjalili.net

- **کارگروه اصلی تهیه و تالیف**

دکتر عباسعلی تسنیمی

دکتر عبدالرضا سروقد مقدم

مهندس علیرضا مهدیزاده

- **کارگروه تحقیقات**

دکتر عبدالرضا سرقد مقدم

مهندس جمال الدین برزویی

مهندس امیر علی بزمونه

مهندس نبی گودرزی

مهندس آرش مردانی

مهندس علیرضا مهدیزاده

مهندس محمد یکرنگ نیا

- **کار گروه همکار در تحقیق و تالیف**

مهندس جمال الدین برزویی

مهندس امیر علی بزمونه

مهندس محسن بیتی

مهندس عیسی جوادی

مهندس معصومه حسن زاده

مهندس نوید رهگذر

مهندس حامد سیری

مهندس محمد امیر شرافتی

دکتر آرمین عظیمی نژاد

مهندس حمیدرضا فرشچی

مهندس محمد مظاهر کریمی

مهندس نبی گودرزی

مهندس آرش مردانی

مهندس حمید مصلح

مهندس علی اصغر ملکی

مهندس فرشاد یثربی

www.mirjalili.net

مهندس سعید یعقوب نژاد زنگنه

مهندس محمد یکرنگ نیا

در انتها اعلام می‌دارد که روش‌های ارائه شده در این دستورالعمل با رویکرد تسریع در عملیات طراحی و اجرای بهسازی و کاهش احتمال تلفات جانی، خسارت‌ها و هزینه‌های ناشی از تاخیر در عملیات بهسازی تدوین گردیده است. هرچند که ممکن است در بخش‌های مختلف این دستورالعمل کمبودهایی وجود داشته باشد، اما سازمان نوسازی مدارس روش های اتخاذ شده در این دستورالعمل را رویکردی جدید در مقاوم سازی و کاهش خطرپذیری ساختمان‌های کشور به صورت سیستماتیک و نظامند می‌داند. و امیدوار است که با گسترش استفاده از آن، روش‌های ارائه شده در این دستورالعمل در سال‌های آتی مورد بازنگری قرار گرفته و نواقص و عیوب آن نیز مرتفع گردد.

محمد حسین ترابی زاده

معاونت فنی و نظارت سازمان نوسازی مدارس کشور

وزارت آموزش و پرورش

www.mirjalili.net

فهرست عناوین

پیشگفتار ..... أ
۱ – محدوده کاربرد ۱
۲ – مشخصات مدارس مشمول دستورالعمل ۱
۳ –رویکرد کلی در بهسازی ۴
۱.۳ تامین مقاومت جانبی ساختمان ۴
۱.۱.۳ تامین مقاومت به صورت متمرکز ۴
۲.۱.۳ تامین مقاومت به صورت گسترده ۵
۲.۳ تامین پایداری اعضای ساختمان ۵
۱.۲.۳ تامین انسجام کلی در ساختمان ۵
۲.۲.۳ پیش بینی محل وقوع ترک ۶
۳.۲.۳ پیش بینی تمهیدات مناسب جهت پایداری قطعات ترک خورده ۶
۴ –روش های تامین مقاومت جانبی ساختمان ۷
۱.۴ شاتکریت پیرامونی ساختمان ۷
۱.۱.۴ تامین انسجام و صلبیت در تراز سقف ۷
۲.۱.۴ تامین انسجام در تراز سقف ۸
۲.۴ استفاده از دیوار برشی ۹
۳.۴ تامین مقاومت جانبی در ساختمان های دارای سقف سبک ۱۰
۵ –راهکارهای بهسازی جهت تامین پایداری ۱۰
۱.۵ تامین انسجام کلی در ساختمان ۱۱
۱.۱.۵ تکمیل مسیر کلاف ها ۱۱
۲.۱.۵ تقویت اتصال کلافها به یکدیگر ۱۲
۳.۱.۵ نصب تسمه فولادی افقی در تراز فوقانی دیوارها در ساختمانهای با سقف سبک ۱۳
۲.۵ تامین انسجام و صلبیت در سقف سنگین (طاق ضربی و تیرچه بلوک) ۱۴
۱.۲.۵ عدم نیاز به بهسازی سقف ۱۴
۲.۲.۵ تسمه کشی در تراز تحتانی سقف طاق ضربی ۱۵
۳.۲.۵ ایجاد سقف کامپوزیت در سقف طاق ضربی ۱۵
۳.۵ تامین اتصال سقف و سیستم مقاوم جانبی ۱۵
۱.۳.۵ تخریب و اجرای مجدد قسمتی از سقف ۱۵

www.mirjalili.net

۲.۳.۵ استفاده از نبشی در تراز اتصال سقف و دیوار ۱۵
۳.۳.۵ تسلیح مغزه یک متر فوقانی دیوار ۱۵
۴.۳.۵ کاشت آرماتور در کلاف موجود ۱۶
۴.۵ بهسازی لرزهای سقفهای سبک ۱۶
۱.۴.۵ تعویض سقف ۱۶
۲.۴.۵ تقویت اتصالات ۱۶
۳.۴.۵ عدم نیاز به بهسازی سقف ۱۷
۵.۵ پیش بینی محل وقوع ترک و تامین پایداری قطعات ۱۷
۱.۵.۵ شاتکریت پایه های آجری مابین پنجرهها ۱۸
۲.۵.۵ تقویت اتصال دیوارهای متعامد با استفاده از شاتکریت ۱۹
۳.۵.۵ کاهش طول آزاد دیوارها با استفاده از شاتکریت ۱۹
۴.۵.۵ مهار کنج بیرونی ساختمان با استفاده از شاتکریت ۲۰
۵.۵.۵ مهار کنج آزاد دیوارها با استفاده از شاتکریت ۲۰
۶.۵.۵ تسلیح مغزه یک متر فوقانی دیوار ۲۱
۶.۵ کنترل پرتاب خارج از صفحه دیوارها ۲۱
۱.۶.۵ اتصال تیرها و خرپاهای فلزی به دیوارها در ساختمانهای دارای سقف سبک ۲۲
۲.۶.۵ بررسی کفایت کلاف افقی فوقانی و اجرای تسمه فولادی به صورت افقی ۲۲
۳.۶.۵ اجرای لایه های شاتکریت در راستای افقی ۲۳
۴.۶.۵ کاهش طول آزاد دیوارها ۲۳
۷.۵ پایدار سازی جانپناه (حالت چهارم) ۲۴
۱.۷.۵ تخریب جانپناه و کاهش ارتفاع آن ۲۵
۲.۷.۵ کاشت آرماتور در یک متر فوقانی جانپناه ۲۵
۳.۷.۵ نصب پشت بند ۲۵
۴.۷.۵ اجرای نوار فلزی به صورت افقی ۲۵
۶ –انتخاب راهکار کلی تامین مقاومت ساختمان ۲۶
۱.۶ انتخاب راهکار تامین مقاومت با توجه به نوع سقف ۲۶
۲.۶ انتخاب راهکار تامین مقاومت با توجه به کیفیت معماری ۲۶
۷ –انتخاب راهکار کلی جهت تامین پایداری ساختمان و اعضای آن ۲۸
۸ –حداقل ضوابط طراحی و کنترلی ۳۲
۱.۸ توزیع نیروی جانبی زلزله بین دیوارها ۳۲
۱.۱.۸ توزیع نیروی جانبی در ساختمان مصالح بنایی با سقف بتنی ۳۲
۲.۱.۸ توزیع نیروی جانبی در ساختمان مصالح بنایی با سقف طاق ضربی ۳۲

www.mirjalili.net

۲.۸ تامین مقاومت جانبی ساختمان ۳۳
۳.۸ کنترل پرتاب خارج از صفحه دیوارهای مهارشده از سه طرف (ساختمان با سقف سبک) ۳۵
مراجع ومنابع:..... ۴۰
پیوست۱: ۴۱

www.mirjalili.net

۱ - محدوده کاربرد

دستورالعمل حاضر با هدف کاهش خطر پذیری زلزله در نوع خاصی از مدارس کشور که متنوع ترین نوع آن می‌باشد تدوین شده است. این دستورالعمل گام اول از یک پروژه چند مرحله‌ای می‌باشد که طی آن حجم وسیعی از مدارس کشور با استفاده از جزئیاتی ثابت به سطح عملکرد مبنا ارتقا می‌یابند. هدف نهایی این پروژه تدوین رویکردهای مختلف برای ساختمان‌های مصالح بنایی با کیفیت متفاوت ساخت است.

مدارک تکمیلی دستورالعمل حاضر که به صورت مستقیم در ارتباط با این دستورالعمل از آنها استفاده می‌گردد مشتمل بر:

- ✓ **مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور به روش دیوار برشی (دستورالعمل شماره ۱-۲۲۶۶)**
- ✓ **مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور به روش شاتکریت پیرامونی (دستورالعمل شماره ۲-۲۲۶۶)**

ت-

بر اساس بررسی‌های صورت گرفته‌بر روی شناسنامه فنی مدارس سال ۱۳۸۳ بالغ بر ۸۵ درصد مدارس مشمول طرح مقاوم-سازی در قانون تخریب و بازسازی، مدارسی آجری یک طبقه با سقف طاق ضربی می‌باشند. این طبقه بندی نشان می‌دهد که عمده این مدارس از عیوبی یکسان برخوردارند که می‌توان با رویکرد واحدی به رفع این عیوب در بازه کوتاهی پرداخت.

به منظور تسهیل در استفاده از دستورالعمل حاضر مدارک تکمیلی دیگری به شرح ذیل تدوین گردیده است.

مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور به روش دیوار برشی (دستورالعمل شماره ۱-۲۲۶۶): در این دستورالعمل جزئیات فنی و اجرایی استفاده از روش دیوار برشی در مقاوم سازی مدارس آجری یک طبقه ارائه گردیده است.

مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور به روش شاتکریت پیرامونی (دستورالعمل شماره ۲-۲۲۶۶): در این دستورالعمل جزئیات فنی و اجرایی استفاده از روش شاتکریت پیرامونی در مقاوم سازی مدارس آجری یک طبقه ارائه گردیده است.

۲ - مشخصات مدارس مشمول دستورالعمل

مدارس انتخاب شده جهت بهسازی توسط این دستورالعمل باید دارای خصوصیات زیر باشند

ت- مشخصات مدارس انتخاب شده توسط این دستورالعمل بر اساس فراونی، ملاحظات اجرایی، فنی و اقتصادی می‌باشد. مدارسی مشمول این دستورالعمل می‌گردند که دارای شرایط دهگانه باشند.

www.mirjalili.net

۱- سیستم باربر جانبی دیوار با مصالح بنایی آجری

ت- مصالح بنایی رنج گسترده از مصالح مانند سنگ ، بلوک سفالی و سیمانی را به خود اختصال می دهد. مصالح مورد استفاده در ساختمان های مشمول این دستورالعمل باید از جنس آجر فشاری یا سوراخدار باشد.

۲- یک طبقه

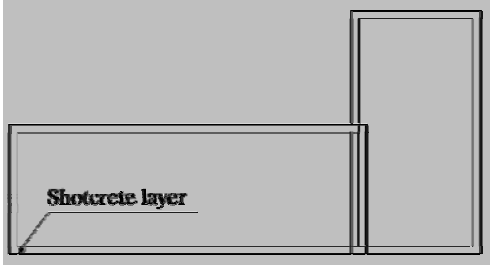
ت-

۳- متقارن یا تقریبا متقارن بر اساس ضابطه الف بند ۱-۸-۱-۱ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (در صورت عدم تقارن در پلان باید مطابق ضوابط بند ۴ عمل شود)

ت- در صورت وجود فرورفتگی یا پیش‌آمدگی در پلان، اندازه آن در هر امتداد از ۲۵ درصد بعد خارجی ساختمان در آن امتداد تجاوز ننماید. در صورتی که مدرسه دارای پلان متقارن نباشد امکان استفاده از دستورالعمل حاضر با شرط ایجاد پلان سازه ای متقارن در حین بهسازی وجود دارد.

۴- در صورتی پلان ساختمان نا متقارن باشد، با شرط ایجاد تقارن در حین ارائه طرح مقاوم سازی، از این دستورالعمل می توان استفاده نمود.

ت- منظور از ایجاد پلان متقارن، ایجاد درز انقطاع در ساختمان و مسائلی از این دست نمی باشد. بلکه باید المانهای اضافه شده به ساختمان به نحوی چیده شوند تا ساختمان به یک پلان متقارن نزدیک گردد. به شکل زیر توجه نمایید.



۵- دارای نسبت طول به عرض کمتر از ۳ باشد.

ت- در صورتی که نسبت طول به عرض ساختمان بزرگتر از عدد سه باشد، مانند حالت قبل لایه شاتکریت به نحوی در ساختمان توزیع شود که ساختمان به بلوک های با نسبت طول به عرض سه منقسم گردد. در ارئه راهکار مقاوم سازی در این حالت باید دقت گردد که لایه های شاتکریت به صورت متقارن در سطح ساختمان توزیع گردد.

۶- دارای سقف طاق ضربی یا سقف تیرچه بلوک ویا سقف سبک (تیپ مدارس استان‌های شمالی) باشند. مدارس دارای سقف سبک در این دستورالعمل دارای سه نوع سقف تیر مورب، خرپا و صندوقه ای می‌باشد.

ت-

۷- این دستورالعمل مشمول ساختمانهای دارای کلاف و فاقد کلاف می گردد. اما توصیه می گردد در مرحله اول مدارسی انتخاب گردد که

ت- در حال حاضر ساختمان‌های فاقد کلاف(افقی و قائم) در اولویت تخریب و بازسازی بوده و ساختمان‌های دارای کلاف قائم و افقی به دلیل عملکرد مناسب لرزه‌ای در

www.mirjalili.net

دارای کلاف افقی و فاقد کلاف قائم باشند.

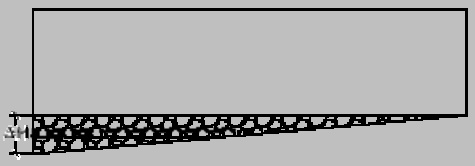
اولویت بهسازی نمی‌باشند. در صورتی که مدرسه فاقد کلاف افقی و قائم باشد و از شانس تخریب و بازسازی در آینده نزدیک برخوردار نباشد امکان استفاده از دستورالعمل حاضر به منظور مقاوم‌سازی وجود دارد و جزئیات مربوط به آن در دفترچه جزئیات ارائه گردیده است.

۸- در صورتی که مدرسه به صورت حیاط مرکزی می‌باشد علاوه بر شاتکریت سطوح بیرونی سطوح داخلی مشرف به حیاط مرکزی نیز باید شاتکریت گردد.

ت- ساختمان های دارای حیاط مرکزی در مناطق گرمسیر بسیار متداول است این نوع از ساختمانها علاوه بر شاتکریت پیرامونی، نیاز به شاتکریت سطوح داخلی نیز می باشند. اما از آنجا که معماری غالب این ساختمانها دارای امتیازات ویژه‌ای در سطوح داخلی می باشد، نیازمند دقت بیشتری در ارائه طرح هستند.

۹- در صورتی که اختلاف ارتفاع دو سمت ساختمان بیش از ۱/۵ متر باشد جهت بررسی پایداری شیروانی، با واحد مکانیک خاک اداره کل استان هماهنگی لازم صورت پذیرد.

ت- این گونه ساختمان ها در مناطق کوهستانی بسیار متداول است و راهکار پایدار نمودن شیروانی آنها نیز شاتکریت می باشد. اما در صورت افزایش ارتفاع شیروانی نیازمند محاسباتی خواهد بود. در شکل زیر نمونه ای از چنین ساختمان هایی نشان داده شده است.



۱۰-در مدرسه آثار ترک جدید ناشی از نشست خاک مشاهده نگردد. در صورت مشاهده چنین ترک-هایی مدرسه مورد نظر مشمول این دستورالعمل نمی گردد.

ت- آثار ترک در ساختمان مصالح بنایی می‌تواند ناشی از نشست نامتقارن خاک، فشردگی مصالح و یا زلزله های خفیف باشد. باید در نظر داشت که نشست تحکیمی خاک بعد از مدتی متوقف می‌گردد و این گونه ساختمان‌ها با وجود ترک مشمول این دستورالعمل می‌گردند. اما نشست های دیگری که حاصل از رانش خاک و .. می‌باشند به صورت مداوم در ساختمان گسترش می‌یابند و با گذشت عمر ساختمان متوقف نمی‌گردند. چنین ساختمان‌هایی مشمول این دستورالعمل نمی گردند.

www.mirjalili.net

۳ - رویکرد کلی در بهسازی

رویکرد طراحی در این دستورالعمل بر دو اساس کلی بنا شده است. رویکرد اول تامین مقاومت جانبی ساختمان در سطح خطر معینی از زلزله و رویکرد دوم تامین پایداری اعضا در هنگام زلـزلـه می‌بـاشد. توصیه روش‌های مقاوم‌سازی حاصل ترکیبی از این دو روش طراحی می‌باشد.

ت-

با وجود تامین مقاومت اعضا برای بار جانبی، ساختمان مصالح بنایی در هنگام زلزله دچار ترک خوردگی‌های متعددی می‌گردد، این ترک‌ها دیوارهای مصالح بنایی را به قطعات بزرگی که به صورت مستقل از ساختمان بنایی نوسان می‌کنند تبدیل می‌کند. بسیاری از خرابی‌ها در ساختمان‌های مصالح بنایی به دلیل عدم پایداری این اعضا به وجود می‌آید. لذا پایداری هر یک از اعضای ساختمان بعد از وقوع ترک باید به گونه‌ای مناسب تامین گردد. راهکار تامین پایداری بسته به سطح خطر زلزله و میزان اهمیت شکست حادث در ساختمان دارد. برای توضیح بیشتر این رویکردها و نحوه تلفیق آنها به گزارش طراحی و مقاوم‌سازی ساختمان‌های تاریخی از سری گزارش‌های گتی (منتشر شده در سال ۲۰۰۲) مراجعه گردد.

۱.۳ تامین مقاومت جانبی ساختمان

تامین مقاومت جانبی ساختمان به صورت متمرکز یا به صورت گسترده می‌تواند صورت پذیرد. هر یک از این روش‌ها الزامات مخصوص به خود را دارد. که در ادامه بیان خواهد شد.

۱.۱.۳ تامین مقاومت به صورت متمرکز

در تامین مقاومت جانبی ساختمان مصالح بنایی به صورت متمرکز از مقاومت جانبی اعضای موجود صرفنظر می‌گردد. در این روش مقاومت جانبی ساختمان به صورت متمرکز توسط اعضای مشخصی مانند دیوار برشی تامین می‌گردد. لذا دیافراگم ساختمان باید توانایی انتقال نیروهای القایی حاصل از زلزله به المان‌های مقاوم را داشته باشد.

ت-

در استفاده از این روش‌ها از آنجا که نیروی القایی در ساختمان در اعضای خاصی متمرکز می‌گردد تامین صلبیت و مقاومت دیافراگم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا از روش بتن ریزی در تراز سقف طاق ضربی جهت تامین انسجام و صلبیت استفاده می-گردد. در این قسمت می‌توان از دیوار برشی و شاتکریت پیرامونی که در این دستورالعمل از آنها یاد می‌شود جهت تامین مقاومت جانبی ساختمان استفاده نمود.

www.mirjalili.net

۲.۱.۳ تامین مقاومت به صورت گسترده

در تامین مقاومت جانبی ساختمان مصالح بنایی به صورت گسترده، نیروی وارد به هر یک از دیوارها به صورت دقیق محاسبه می‌گردد و این نیرو با توجه به معیارهای پذیرش با ظرفیت دیوار مقایسه می‌گردد. در نهایت برای مقاوم‌سازی آنها به منظور تامین مقاومت جانبی تصمیم گیری می‌شود.

ت-

این روش بیشتر در ساختمان‌های مصالح بنایی به کار خواهد رفت که سقف آنها دارای صلبیت کافی جهت انتقال نیرو به المانهای پیرامونی نباشد. مانند سقف‌های طاق ضربی بهسازی شده به روش تسمه کشی. در این روش به منظور براورد نیروی القایی به هر یک از دیوارها و براورد ظرفیت موجود دیوارها از روابط ساده‌ای که در بخش "حداقل ضوابط طراحی" ارائه می‌گردد استفاده می‌شود.. در این روش راهکارهای تامین پایداری دیوارها به گونه‌ای توصیه شده است که در بسیاری از موارد در صورت اعمال راهکارهای تامین پایداری، مقاومت موجود دیوارها پاسخگوی معیارهای پذیرش خواهد بود. در واقع رویکرد اصلی در این روش تامین پایداری در ساختمان می باشد و طرح کلی مقاوم سازی با توجه به پایداری اعضا ارائه می‌گردد و در ادامه نیروهای موجود در اعضای ساختمان در حین زلزله با استفاده از روابط ساده‌ای کنترل می‌گردد.

۲.۳ تامین پایداری اعضای ساختمان

تامین پایداری اعضای ساختمان بر سه اصل کلی به شرح زیر استوار می‌گردد.

۱. تامین انسجام کلی در ساختمان
۲. پیش بینی محل وقوع خسارت
۳. پیش بینی تمهیدات مناسب جهت پایداری قطعات ترک خورده

در این میان تامین انسجام در سقف‌ها جزئی از تامین انسجام کلی ساختمان می‌باشد. همچنین کنترل پرتاب خارج صفحه دیوارها و کنترل جانپناه‌ها جزئی از پیش بینی محل وقوع خسارت در ساختمان بنایی می‌باشد که با توجه به اهمیت این دو اصل در بخش " ارائه راهکار بهسازی جهت تامین پایداری" در قسمت‌های جداگانه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱.۲.۳ تامین انسجام کلی در ساختمان

روش کلی بهسازی ساختمان باید به نحوی ارائه گردد که منجر به انسجام کلی ساختمان در حین زلزله گردد. این روش باید به نحوی باشد که منجر به اتصال مطلوب کلیه اعضا به یکدیگرشود تا از عملکرد یکپارچه ساختمان در حین زلزله اطمینان حاصل شود. وجود کلاف مناسب در تراز افقی سقف در بسیاری از موارد به خوبی می‌تواند این نقش را ایفا نماید

www.mirjalili.net

ت-

تامین انسجام در ساختمان مصالح بنایی مهمترین اصل در بهبود عملکرد لرزه‌ای این گونه ساختمان‌ها می‌باشد. در بسیاری از موارد عدم وجود رفتار یکپارچه در ساختمان مصالح بنایی منجر به خسارات شدیدی در این ساختمان‌ها می‌گردد. لذا استراتژی کلی ارائه روش بهسازی باید به نحوی اتخاذ گردد که منجر به تامین یکپارچگی ساختمان مصالح بنایی در هنگام زلزله گردد. در صورت وجود سیستم کلاف‌بندی مناسب منطبق با ضوابط نشریه ۲۸۰۰ و یا مبحث هشتم از مقررات ملی به این مهم می‌توان دست یافت. حتی اگر این کلاف بندی محدود در کلاف‌های افقی باشد.

۲.۲.۳ پیش بینی محل وقوع ترک

محل‌هایی که وقوع خسارت در آنها محتمل است و رویه خسارت‌ها و اهمیت هر یک از آنها در پایداری کلی ساختمان و قطعه خسارت دیده، باید به نحو مطلوب پیش بینی گردد.

ت-

پیش بینی محل وقوع ترک‌ها در بسیاری موارد به سادگی امکان پذیر است. البته به دلیل گستردگی این ترک‌ها در ساختمان، در موارد متعددی مشاهده می‌گردد که پاره‌ای از ترک‌ها مغفول واقع می‌شود. گزارش فنی" ساختمان آجری و زلزله" از سری گزارش-های منتشر شده توسط دفتر مقاوم‌سازی مدارس کشور کمک شایانی برای پیش بینی محل وقوع ترک‌ها و اهمیت هر یک از آنها می-تواند داشته باشد. آنچه که در این قسمت مهم می‌باشد از سه جزء جداگانه تشکیل می‌گردد.

۱. پیش بینی محل وقع شکت
۲. رویه گسترش شکست
۳. میزان اهمیت شکست در پایداری کلی ساختمان و پایداری قطعه خسارت دیده

۳.۲.۳ پیش بینی تمهیدات مناسب جهت پایداری قطعات ترک خورده

بعد از پیش بینی محل وقوع ترک نظر به میزان اهمیت ترک باید راهکار تامین پایداری در قطعات ترک خورده در نظر گرفته شود. راهکارهای تامین پایداری شامل روش‌های متعدد با کارایی متفاوت می‌باشند. در یک تقسیم بندی کلی می‌توان گفت که به منظور پایدارسازی قطعات خسارت دیده از قطعات فولادی مانند نوار فلزی یا آرماتور، لایه شاتکریت و روش تسلیح مغزه استفاده می‌گردد. انتخاب هر یک از این ادوات بستگی به کارایی مورد نظر و قیمت تمام شده روش اجرا خواهد داشت.

ت-

در بسیاری موارد جهت تامین پایداری قطعات ترک خورده نیروی اندکی مورد نیاز است. در موارد متعددی مشاهده شده است که یک قطعه الحاقی غیر سازه‌ای به خوبی توانسته است پایداری قطعات ترک خورده در زلزله را تامین نماید. روش‌های مورد استفاده در تامین پایداری این قطعات بسیار گسترده است. اما باید توجه داشت که نحوه عملکرد آنها بسیار متفاوت است.

www.mirjalili.net

۴ - روش های تامین مقاومت جانبی ساختمان

طرح کلی بهسازی دیوارها بر اساس این دستورالعمل شامل دو طرح کلی شاتکریت پیرامونی و اجرای دیوار برشی می‌باشد. انتخاب روش مقاوم سازی با توجه به شرایط معماری و سازه‌ای ساختمان و امکانات اجرایی محل اجرای پروژه تعیین خواهد شد. در خصوص ساختمان‌ها با سقف سبک تنها از روش شاتکریت پیرامونی استفاده می‌گردد.

ت-

ساختمان آجری تحت بار جانبی از دو جزء اصلی دیوار به عنوان عنصر باربر جانبی و سقف به عنوان سیستم هماهنگ کننده اجزاء ساختمان تشکیل شده است.

در این قسمت تنها به راهکارهای تامین مقاومت در ساختمان اشاره خواهد شد. در قسمت بعدی که راهکارهای تامین انسجام و پایداری در ساختمان‌ها ارائه می‌گردد، در خصوص راهکارهای بهسازی سقف ها بحث و بررسی صورت می‌گیرد.

بررسی جداگانه هر یک از این عناصر امکان ترکیب آنها در حالات مختلف را برای طراحان و استفاده کنندگان از این دستورالعمل فراهم خواهد آورد. ایجاد رویه‌های مختلف بهسازی لرزه‌ای با توجه به تنوع ساختمان آجری در کیفیت معماری آنها صورت می‌پذیرد. از آنجا که درصد قابل توجهی از هزینه‌های بهسازی متوجه بخش احیا و نوسازی معماری ساختمان‌های مقاوم‌سازی شده می‌گردد، ایجاد رویه‌های گوناگون با هدف کاهش هزینه‌های معماری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

۱.۴ شاتکریت پیرامونی ساختمان

در این روش مقاوم سازی کلیه دیوارهای پیرامونی ساختمان ضمن ایجاد شبکه تسلیح، بتن پاشی می‌شود. تسلیح و بتن پاشی دیوارهای پیرامونی می‌تواند از وجوه داخلی یا وجوه خارجی و یا ترکیبی از این دو صورت پذیرد. انتخاب هر یک از این دو بستگی به کیفیت معماری موجود ساختمان دارد که در قسمت های بعدی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. روش‌های ارزیابی و ارائه طرح‌مقام سازی ساختمان در این روش با توجه به میزان صلبیت در تراز سقف تعیین می‌گردد.

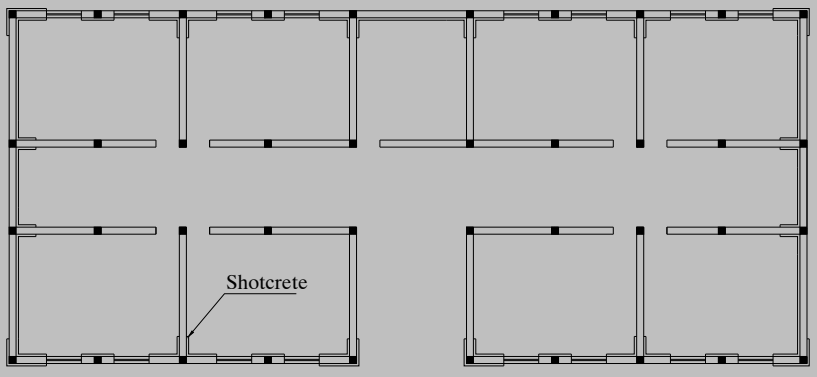
۱.۱.۴ تامین انسجام و صلبیت در تراز سقف

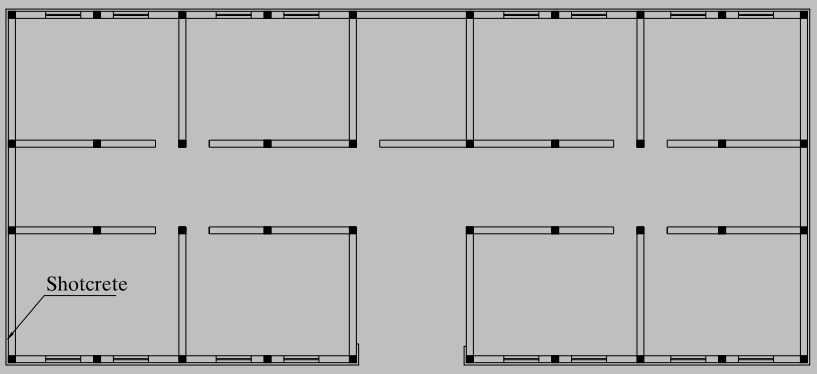
در صورت وجود انسجام و صلبیت کافی در تراز سقف می‌توان از مقاومت موجود دیوارهای بنایی صرف نظر گردد و مقاومت جانبی ساختمان به وسیله لایه‌های شاتکریت متمرکز شده در پیرامون ساختمان تامین گردد. فاصله آرماتورها و ضخامت لایه شاتکریت با توجه به حداقل ضوابط طراحی ارائه شده در **دستورالعمل مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور به روش شاتکریت پیرامونی (دستورالعمل ۲-۲۲۶۶)** تعیین خواهد شد.

www.mirjalili.net

ت-

از آنجا که در این روش، تامین مقاومت ساختمان توسط لایه های شاتکریت متمرکز در پیرامون ساختمان صورت می‌گیرد، لازم است تامین انسجام و صلبیت در سقف ساختمان با استفاده از روش ایجاد سقف کامپوزیت صورت پذیرد. روش‌های تامین پایداری اعضای داخلی ساختمان به روش تسلیح مغزه یک متر فوقانی دیوار انجام خواهد شد. شاتکریت وجوه پیرامونی می‌تواند از داخل یا خارج از ساختمان صورت پذیرد. در شکلهای زیر طرح کلی شاتکریت پیرامونی وجوه داخلی و خارجی دیوارها در حالتی که سقف ساختمان دارای انسجام و صلبیت کافی باشد نشان داده شده است.





۲.۱.۴ تامین انسجام در تراز سقف

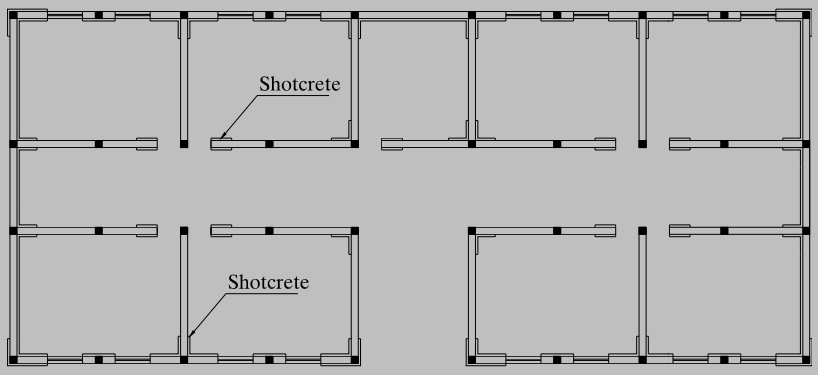
در صورت عدم وجود صلبیت در تراز سقف، انتقال تلاش‌های حاصل از زلزله در تراز سقف در فواصل زیاد امکان پذیر نخواهد بود. از اینرو نیروی وارد بر هر یک از دیوارها باید به صورت مجزا محاسبه گردد و مطابق روابطی که در ادامه ارائه خواهد شد، ظرفیت دیوارها کنترل شود. در صورت عدم ارضای ضوابط پذیرش با استفاده از شاتکریت دیوار کمبود ظرفیت تامین می‌گردد. ظرفیت موجود دیوارها و معیار پذیرش هر یک از آنها در بخش "حداقل ضوابط طراحی" ارائه خواهد شد.

ت-

از آنجا که به منظور تامین پایداری اعضا در این دستورالعمل از شاتکریت دیوارها استفاده می‌گردد، در این روش در اغلب موارد روش‌های تامین پایداری قطعات پاسخگوی تلاش‌های حاصل از زلزله در دیوارها خواهد بود. و نیازی به کنترل معیارهای پذیرش برای

www.mirjalili.net

دیوارها با ابعاد و دهانه استاندارد (۶ در ۷) نخواهیم داشت. مگر در خصوص دیوارهایی که هیچ گونه شاتکریت به منظور تامین پایداری در آنها صورت نمی‌گیرد یا ابعاد دهانه باربر دیوار غیر متعارف می‌باشد. در شکل روبرو طرح کلی برای این تیپ از ساختمان ها نشان داده شده است.

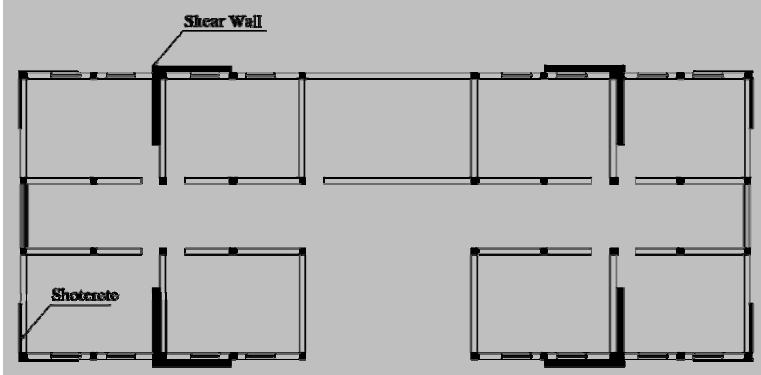


۲.۴ استفاده از دیوار برشی

در این روش ضمن صرفنظر از مقاومت دیوارهای بنایی موجود در ساختمان، کلیه نیروی القایی زلزله توسط دیوارهای برشی مستقر در پیرامون ساختمان تحمل می‌گردد. طراحی دیوارهای برشی با توجه به ابعاد ساختمان و پهنه بندی خطر زلزله در محل استقرار ساختمان، با استفاده از جداول ظرفیت دیوارهای برشی با ابعاد و ضخامت مختلف که پیش از این طراحی گردیده‌اند صورت می‌پذیرد. جداول طراحی و جزئیات اجرایی طرح در **دستورالعمل مشخصات فنی و جزئیات تیپ اجرایی بهسازی لرزه ای مدارس کشور به روش دیوار برشی (دستورالعمل ۱-۲۲۶۶)** ارائه گردیده است.

ت-

سقف ساختمان در این روش باید از صلبیت کافی برخوردار باشد. لذا در صورتی که سقف موجود ساختمان به صورت طاق ضربی باشد نیازمند ایجاد سقف کامپوزیت در تراز بام خواهیم بود، اما در صورتی که سقف به صورت تیرچه بلوک باشد نیازی به اقدام خاصی جهت ایجاد صلبیت نخواهیم داشت. اما باید قسمتی از سقف جهت تامین اتصال سقف و دیوار برشی تخریب و مجدد اجرا گردد(یا از روش های کاشت آرماتور در تراز سقف استفاده گردد.). آرایش دیوارهای برشی تاثیر به سزایی در رفتار ساختمان خواهد داشت. در حالت کلی توصیه بر ایجاد دیوارهای برشی در چهار گوشه ساختمان می باشد. اما در صورتی که ابعاد ساختمان کوچک باشد، ایجاد چنین حالتی ممکن است اندکی پرهزینه باشد. در این موارد توصیه می گردد گوشه های ساختمان که آزاد مانده است شاتکریت گردد.



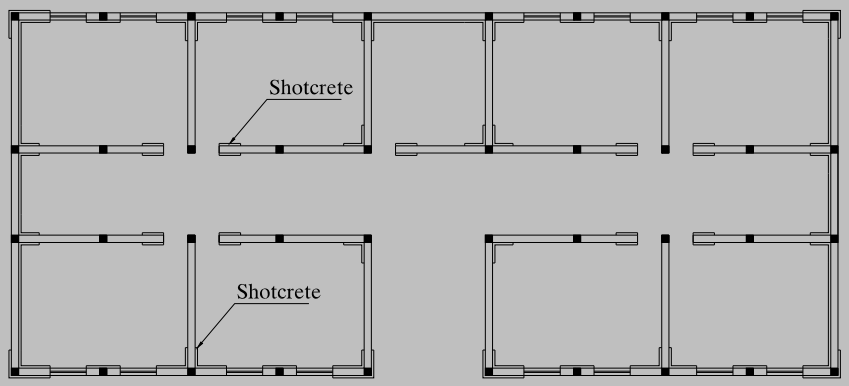
www.mirjalili.net

۳.۴ تامین مقاومت جانبی در ساختمان های دارای سقف سبک

دیوارهای موجود در ساختمان‌های یک طبقه دارای سقف سبک در اغلب موارد مشکل کمبود مقاومت نخواهند داشت و روش‌های تامین پایداری به ویژه در کنترل پرتاب خارج از صفحه دیوارها بر ارائه طرح مقاوم‌سازی حاکم می-باشد. در اینگونه از ساختمان‌ها در صورت تامین کلاف بندی افقی و عمودی در ساختمان مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و کنترل پرتاب خارج از صفحه دیوارها مطابق ضوابط مندرج در فصل هشتم، در صورتی که کیفیت ملات ماسه سیمان به کار فته در آجرچینی مناسب باشد(مقاومت برشی ملات محاسبه شده مطابق ضوابط نشریه ۳۶۰ بیشتر از ۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد)، ساختمان مصالح بنایی با وجود عدم تامین دیوار نسبی نیازمند اقدامی در خصوص دیوارها نخواهد بود. با این وجود با توجه به تمرکز راهکارهای تامین پایداری که عمدتا از روش شاتکریت استفاده می-گردد روش شاتکریت پیرامونی دیوارها به منظور مقاوم سازی این تیپ از ساختمان‌ها در این جا برشمرده خواهد شد.

ت-

با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد رفتاری ساختمان‌های دارای سقف سبک در مقایسه با ساختمان‌ها دارای سقف تیرچه بلوک بتی و طاق ضربی، بخش جداگانه‌ای در تامین مقاومت و پایداری به این ساختمان‌ها اختصاص داده شده است. اما باید توجه داشت که راهکار کلی مقاوم سازی این گونه از ساختمان ها تفاوت ماهوی با راهکار مقاوم سازی ساختمان ها دارای سقف منسجم در روش شاتکریت پیرامونی نخواهد داشت. در شکل زیر طرح کلی مقاوم سازی این تیپ از ساختمان ها نشان داده شده است.



۵ - راهکارهای بهسازی جهت تامین پایداری

اطمینان از انسجام و پایداری ساختمان و اجزای آن با توجه به اصول سه‌گانه – تامین انسجام کلی در ساختمان، پیش بینی محل ترک، پیش بینی راهکار بهسازی – که پیش از این برشمرده شد صورت می‌پذیرد. اما با توجه به اهمیت سقف‌ها و حرکت خارج از صفحه دیوارها بخش‌های جداگانه‌ای جهت بررسی و ارائه راهکار بهسازی در اینجا ذکر گردیده است.

www.mirjalili.net

ت-

اغلب راهکارهای عنوان شده در قسمت قبل علاوه بر تامین مقاومت جانبی برای ساختمان و اجزای آن، منجر به بهبود پایداری آنها نیز می‌گردد. با این وجود در پاره‌ای از موارد، علاوه بر اقدامات فوق نیازمند اقدامات دیگری نیز می‌باشیم که در این فصل برشمرده خواهد شد.

۱.۵ تامین انسجام کلی در ساختمان

در اغلب موارد تامین انسجام در تراز سقف ساختمان آجری منجر به تامین انسجام کلی در ساختمان می‌گردد. لذا روش‌های ذکر شده در این قسمت در اغلب موارد در خصوص ساختمان های دارای سقف سبک که اقدام مؤثری در مورد سقف آنها صورت نمی‌گیرد کاربرد دارد.

۱.۱.۵ تکمیل مسیر کلاف ها

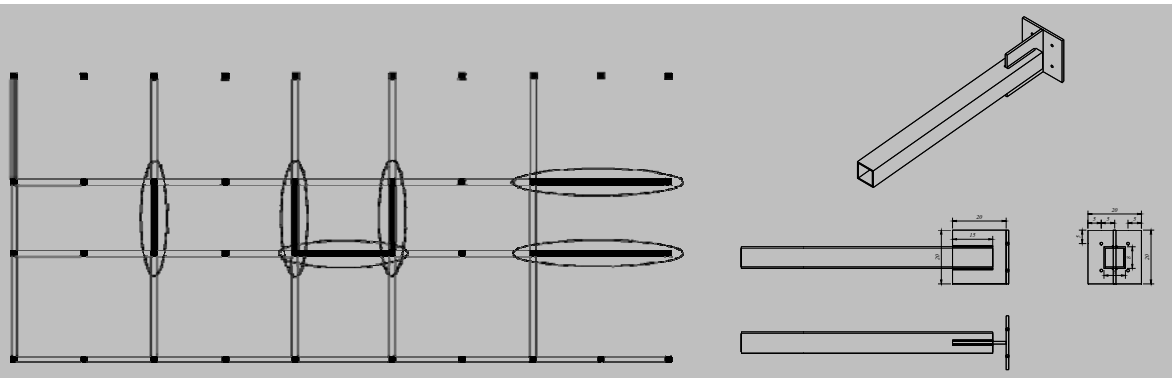
کلاف‌ها در ساختمان‌های آجری نقش تامین کننده انسجام کلی در ساختمان را ایفا می‌نمایند. در این میان نقش کلاف افقی و کیفیت اجرای آن از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا بررسی مسیر کلاف‌های افقی و تکمیل آنها با استفاده از نبشی یا تسمه از اهمیت بالایی بر خوردار است. در موارد متعددی مشاهده می‌گردد که مسیر کلاف‌ها در راه‌رو بین کلاس‌ها منقطع گردیده است. و یا در دهانه ورودی ساختمان یا پله‌ها مسیر کلاف کامل نمی‌باشد. چنین مواردی در ساختمان‌ها دارای سقف سبک بسیار متداول است. در اینگونه از ساختمان‌ها در صورتی که اتصالات تیرهای خرپا یا تیر مورب به کلاف‌های موجود به صورت مناسبی تامین گردد، با توجه به پیوستگی این تیرها در جهت عرضی ساختمان نیاز به اقدام اضافی نخواهیم داشت و تنها مسیر کلاف‌ها در جهت طولی ساختمان باید مورد بررسی قرار گیرد. در غیر اینصورت بررسی مسیر کلاف‌ها و تکمیل پیوستگی در آنها حائز اهمیت می‌باشد.جزئیات پیشنهادی جهت تکمیل مسیر کلاف‌ها در پیوست ۱ دستورالعمل حاضر موجود می باشد.

ت-

کلاف در ساختمان‌های آجری نقش‌های متعددی ایفا می‌نماید و تاثیر به سزایی در عملکرد لرزه‌ای ساختمان‌های آجری دارد. این کلاف‌ها، علاوه بر هماهنگ نمودن رفتار دیوارها در یک مسیر مقاوم بار جانبی، تاثیر زیادی در عملکرد سقف‌ها و انتقال نیرو از سقف به دیوارها نیز دارد.

در مواردی که برای مقاوم‌سازی سقف از تسمه کشی استفاده گردد، نصب نبشی در تراز زیر سقف در اغلب موارد منجر به تکمیل مسیر کلاف و بهبود عیوب متداول در آنها می‌گردد. با این وجود در برخی از موارد این گونه نخواهد بود. در چنین مواردی باید با ایجاد نبشی کشی در امتداد کلاف‌های سقف طاق ضربی مسیر کلاف‌ها را کامل نمود. در مواردی که از روش بتن ریزی و ایجاد سقف کامپوزیت به منظور بهسازی سقف ساختمان آجری استفاده می‌گردد، تکمیل مسیر کلاف‌ها و تامین یکپارچگی در ساختمان با بتن ریزی در تراز سقف تامین می‌گردد. در شکل زیر انقطاع متداول مسیر کلاف ها که به صورت متداول در برخی مدارس مشاهده می‌گردد نشان داده شده است.

www.mirjalili.net



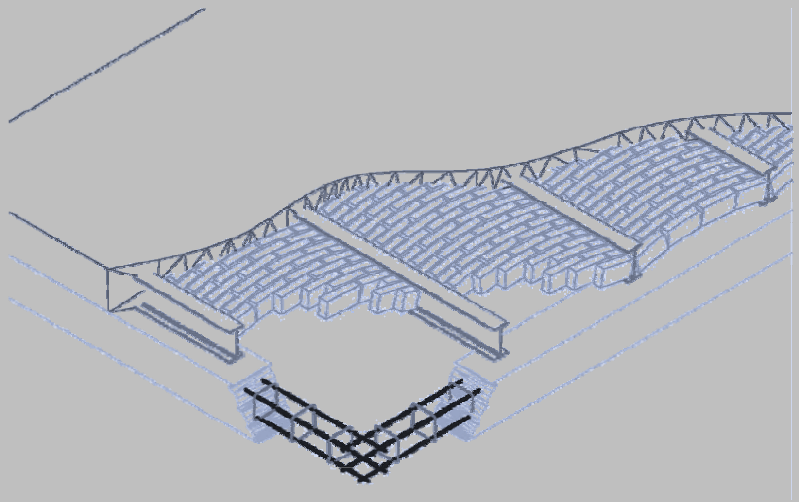
در ساختمان های دارای سقف سبک به منظور تکمیل مسیر کلاف ها از پروفیل های فولادی به جای نبشی می‌توان استفاده نمود. انقطاع مسیر کلاف در راهروها در مدارس دارای سقف سبک بسیار متداول می‌باشد . در این گونه ساختمان ها در صورتی که تیرهای مورب یا خرپاها در راستای کلافهای افقی اجرا گردیده باشند با تامین اتصال تیرمورب یا خرپا با کلاف های موجود، تکمیل مسیر کلاف‌ها محقق می گردد و نیاز به اقدام اضافی نخواهیم داشت.

۲.۱.۵ تقویت اتصال کلاف‌ها به یکدیگر

در موارد متعددی مشاهده می‌گردد که کلاف‌ها با وجود کیفیت مناسب بتن در محل‌های اتصال به یکدیگر دارای ضعف می‌باشند. در چنین مواردی کلاف نمی‌تواند نقش اساسی خود را در تامین انسجام و یکپارچگی عملکرد لرزه‌ای ساختمان ایفا نماید. لذا تقویت اتصال کلاف‌ها به یکدیگر با استفاده از تسمه و نبشی حائز اهمیت می‌باشد.

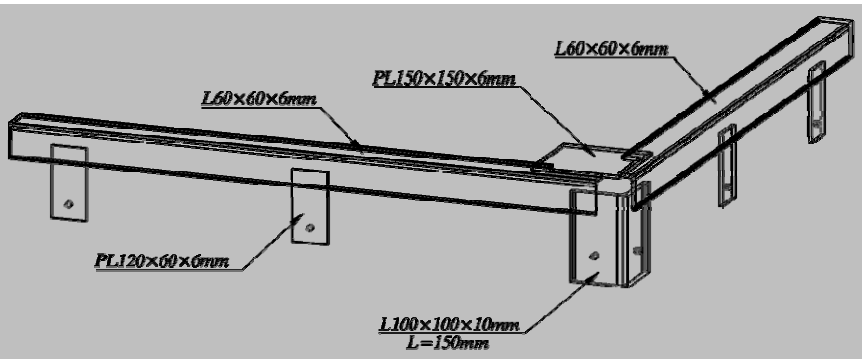
ت-

اتصال مناسب کلاف‌ها به یکدیگر به اندازه وجود خود کلاف دارای اهمیت می‌باشد. در صورت عدم اتصال مناسب کلاف‌ها عملکرد آنها در ایجاد انسجام کلی ساختمان با مشکل روبرو خواهد شد. لذا در مواردی مشاهده می‌گردد که کلاف‌ها از کیفیت مناسب در اجرا برخوردارند، با این وجود نباید از اتصال مابین آنها غفلت نمود .



در این حالت در صورتی که برای مقاوم‌سازی سقف از تسمه کشی استفاده گردد، نصب نبشی در تراز زیر سقف و اتصال مناسب آنها به یکدیگر، در اغلب موارد منجر به تقویت اتصال کلاف‌ها و بهبود عیوب متداول در آنها می‌گردد. در شکل زیر جزئیات پیشنهادی جهت تقویت اتصال کلاف موجود نشان داده شده است.

www.mirjalili.net

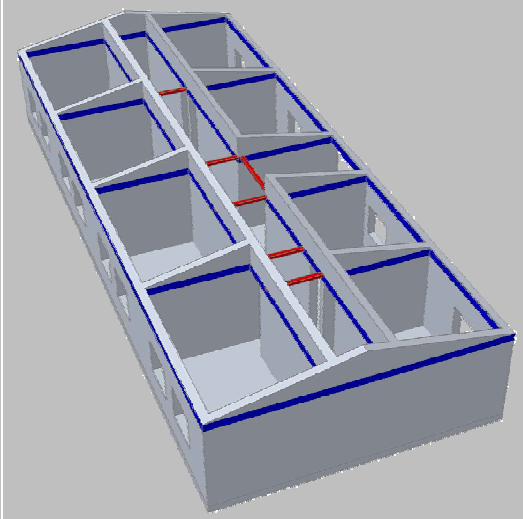


در ساختمان‌های دارای سقف سبک در صورتی که سیستم کلاف بندی ساختمان کامل باشد و کیفیت بتن به کار رفته در کلاف‌ها مناسب ارزیابی گردد اما از اتصالات آنها اطمینان نداشته باشیم توصیه می‌گردد از روش‌های نصب FRP جهت تقویت اتصال کلاف‌ها به جای استفاده از تسمه‌های فولادی و شاتکریت استفاده گردد.

۳.۱.۵ نصب تسمه فولادی افقی در تراز فوقانی دیوارها در ساختمان‌های با سقف سبک

در صورت عدم وجود کلاف در تراز فوقانی دیوارها و یا ضعف اساسی در آنها (منظور از ضعف در کلاف، مقاومت و کیفیت پایین بتن به کار فته در کلاف و عدم تامین اتصال مناسب در محل تقاطع کلاف‌ها می باشد)، بالاخص در ساختمان‌های دارای سقف سبک از تسمه فولادی در تراز فوقانی دیوارها جهت ایجاد انسجام کلی در ساختمان و بهبود رفتار خارج صفحه دیوارها استفاده می‌گردد. استفاده از این تسمه‌ها در پیرامون ساختمان‌های دارای سقف طاق ضربی که به روش تسمه‌کشی و نبشی‌کشی در تراز سقف مقاوم سازی می‌گردند نیز امری متداول می‌باشد.

ت-



تحقیقات بسیاری از محققین نشان داده است که نصب تسمه-های فولادی در تراز افقی دیوارها ساختمان‌های دارای سقف سبک، عملکرد آنها را به نحو مطلوبی بهبود بخشیده است. البته در بسیاری از موارد ساختمان‌های دارای سقف سبک دارای کلاف بندی مناسب می‌باشند. اما در بعضی از ترازها دیوار چینی بدون هرگونه کلاف کشی صورت گرفته است. چنین مواردی در اغلب دیوارهای داخلی مجاور راهروها که معمولا دارای ارتفاعی بیش از ۴ متر می‌باشند مشاهده می‌گردد.

www.mirjalili.net

۲.۵ تامین انسجام و صلبیت در سقف سنگین (طاق ضربی و تیرچه بلوک)

سقف‌ها در ساختمان‌های مصالح بنایی علاوه بر توانایی انتقال نیرو به دیوارهای بنایی باید از انسجام مناسب برخوردار باشند. به گونه‌ای که وقوع جابجایی اندک و وقوع ترک در دیوارهای آجری منجر به فروریزش جزئی و کلی سقف نگردند. در مواردی که تامین مقاومت جانبی ساختمان بنایی به صورت متمرکز صورت می‌گیرد، علاوه بر تامین انسجام، تامین صلبیت سقف نیز باید تامین گردد. در ادامه به ارائه راهکارهای پیش رو در بهسازی دو نوع سقف طاق ضربی و تیرچه بلوک بتنی می‌پردازیم.

ت-

تامین انسجام در سقف در غالب موارد منجر به تامین انسجام کلی در ساختمان می‌گردد. به گونه‌ای که تامین انسجام در سقف ساختمان بنایی را می‌توان جزئی از تامین انسجام کلی در ساختمان دانست. اما با توجه به اهمیت عملکرد منسجم سقف در ساختمان بنایی، قسمتی مجزا در تامین پایداری اعضای ساختمان برای آن منظور گردیده است.همچنین ساختمان‌های آجری دارای سقف سبک مشمول این دستورالعمل می‌گردد که انسجام در سقف برای این گونه ساختمان‌ها بی معنا می‌باشد، در حالی که تامین انسجام کلی در آنها از اهمیت بالایی برخوردار است.

از اینرو بخش تامین انسجام کلی در ساختمان از تامین انسجام در سقف‌ها مجزا گردیده است.

۱.۲.۵ عدم نیاز به بهسازی سقف

سقف‌های تیرچه بلوک بتنی از انسجام و صلبیت کافی برخوردارند. لذا سقف این گونه ساختمان‌ها نیاز به اقدام ویژه جهت تامین انسجام یا صلبیت نخواهد داشت. مگر آنکه کیفیت بتن سقف به شدت پایین باشد یا از روش‌های غیر متعارف در بهبود عملکرد ساختمان استفاده گردد.

ت-

در صورتی که در تامین مقاومت جانبی ساختمان از دیوار برشی استفاده گردد، اتصال مناسب دیوار برشی و سقف باید برقرار گردد. برقراری این اتصال مستلزم تخریب و اجرای مجدد قسمت‌هایی از سقف خواهد بود. بنابراین ذکر این مسئله که اقدامی در خصوص تامین انسجام و صلبیت سقف صورت نمی‌گیرد به معنای آن نخواهد بود که در مورد سقف هیچ گونه اقداماتی نیاز نمی‌باشد.

کلیه سقف‌های طاق ضربی فاقد انسجام می‌باشند. به منظور تامین انسجام در این نوع سقف‌ها راهکارهای بسیار متنوع از قبیل ایجاد دال دوطرفه آجری، تسمه کشی از بالای سقف، بتن ریزی یک متر انتهایی تیرهای طاق ضربی و ..... پیش نهاد گردیده است. در این دستورالعمل تنها از دو راهکار که در ادامه خواهد آمد استفاده می‌گردد.

www.mirjalili.net

۲.۲.۵ تسمه کشی در تراز تحتانی سقف طاق ضربی

تسمه کشی راهکاری متداول جهت تامین انسجام در سقف‌ها طاق ضربی است. طبق استاندارد ۲۸۰۰ طراحی و اجرای این تسمه‌ها دارای محدودیت‌هایی می‌باشد که رعایت کلیه آنها الزامی است.

۳.۲.۵ ایجاد سقف کامپوزیت در سقف طاق ضربی

هنگامی که در تامین مقاومت جانبی ساختمان از روش‌های متمرکز استفاده می‌گردد علاوه بر تامین انسجام در سقف نیازمند صلبیت سقف نیز می‌باشیم، در چنین مواردی در سقف‌های طاق ضربی از روش بتن ریزی در تراز سقف و ایجاد سقف کامپوزیت استفاده می‌نماییم.

۳.۵ تامین اتصال سقف و سیستم مقاوم جانبی

سیستم مقاوم جانبی و سقف باید دارای اتصال مناسب جهت انتقال نیرو باشد. این اتصال علاوه بر انتقال نیرو مابین سقف و دیوارها، در اغلب مواقع منجر به افزایش پایداری دیوارها نیز می‌گردد. راهکارهای برقراری این اتصال به شرح زیر است.

۱.۳.۵ تخریب و اجرای مجدد قسمتی از سقف

در صورت استفاده از دیوار برشی در سقف‌های تیرچه بلوک بتنی به منظور اتصال دیوار برشی سقف باید قسمتی از سقف بتنی موجود تراشیده شود و مجدد به نحوی اجرا گردد که اتصال سقف و دیوار برقرار گردد. روش جایگزین تخریب، کاشت آرماتور در سقف موجود می باشد. جزئیات پیشنهادی هر یک از این روش ها در پیوست ارائه گردیده است.

۲.۳.۵ استفاده از نبشی در تراز اتصال سقف و دیوار

استفاده از روش تسمه کشی در تراز سقف علاوه بر تامین انسجام در تراز سقف موجب اتصال مناسب سقف و دیوار آجری و افزایش مقاومت خارج صفحه دیوار بنایی می‌گردد. این اتصال در مورد دیوارهایی که تیر ریزی سقف بر روی آنها صورت نمی‌گیرد دارای اهمیت می‌باشد.

۳.۳.۵ تسلیح مغزه یک متر فوقانی دیوار

تسلیح مغزه دیوارها یکی از بهترین راهکارهای تامین پایداری قطعات و تامین اتصال دیوار و سقف می‌باشد. این روش در صورت استفاده از روش کامپوزیت در تامین انسجام و صلبیت سقف طاق ضربی، راهکار موثری در تامین پایداری دیوارها می‌تواند باشد.

www.mirjalili.net

۴.۳.۵ کاشت آرماتور در کلاف موجود

در صورتی که در سقف‌های تیرچه بلوک از روش‌های شاتکریت به منظور تامین مقاومت جانبی استفاده گردد، می-توان با استفاده از روش کاشت آرماتور در محل اتصال سقف و دیوار شاتکریت شده برقراری اتصال بین اعضا را تامین نمود.

۴.۵ بهسازی لرزه‌ای سقف‌های سبک

سقف‌های سبک در یک تقسیم بندی کلی به سه نوع سقف تیر مورب، خرپایی و صندوقه‌ای تقسیم بندی می‌گردد. مصالح به کار رفته در این نوع سقف‌ها از سه نوع فولاد ، چوب جنگلی و یا چوب‌های کارخانه‌ای می‌باشد. لذا راهکار بهسازی این نوع از سقف‌ها باید با توجه به نوع سقف و مصالح به کار رفته در ساخت آن اتخاذ گردد.

ت-

به منظور آگاهی بیشتر از مبانی اتخاذ شده در مقاوم سازی ساختمان‌های دارای سقف سبک به **گزارش فنی ارزیابی کیفی ساختمان‌های سقف سبک** (تیپ مدارس استان‌های شمالی) از سری گزارش‌های منتشر شده توسط واحد مقاوم سازی سازمان نوسازی مدارس کشور مراجعه گردد.

۱.۴.۵ تعویض سقف

در مواردی مشاهده می‌گردد که سیستم سقف سبک به قدری فرسوده گردیده است که امکان رفع عیوب و تقویت آن وجود ندارد. در چنین مواردی سقف سبک کل ساختمان با خرپای فلزی و یا تیر مورب جایگزین می-گردد. انتخاب نوع سقف جایگزین بسته به نحوه دیوارچینی و سقف اولیه ساختمان دارد.

ت-

چوب‌های جنگلی به کار رفته در سقف‌های سبک در اغلب موارد از کیفیت بسیار پایینی برخوردار می‌باشند. همچنین فرسایش این نوع چوب‌ها از سرعت بالاتری نسبت به چوب‌های نراد برخوردار است. لذا در صورت مشاهده این نوع سقف‌ها کل سیستم سقف با سقف خرپای فلزی جابجا گردد. در مورد سقف‌های ساخته شده از چوب نراد نیز اگر، فرسایش شدید در سیستم سقف مشاهده گردد توصیه بر تعویض سقف با خرپای فلزی می‌باشد.

همچنین در مواردی مشاهده شده است که با وجود آنکه در برپایی سقف از فولاد استفاده گردیده است، در انتخاب مقاطع و ساخت سازه سقف ضوابط مهندسی رعایت نگردیده است. در چنین مواردی نیز ناگزیر از تعویض کامل سقف می‌باشیم.

۲.۴.۵ تقویت اتصالات

در صورت مشاهده ضعف در اتصالات سقف‌های فلزی و چوبی اتصالات آنها باید به نحو مطلوب تقویت گردد. البته باید توجه داشت که در صورت عدم اتصال مناسب بین سقف سبک و دیوارهای بنایی نیروی قابل توجهی در سیستم سقف در حین زلزله تجربه نمی گردد.

www.mirjalili.net

ت-

سقف‌های مهندسی ساخته شده از فولاد و چوب نراد دارای کیفیت و طول عمر بالا می‌باشند. در چنین سقف هایی نیاز به تعویض سقف نمی باشد اما در برخی موارد مشاهده گردیده است که قطعات فولادی و یا چوبی به کار رفته در سازه این سقف‌ها، در محل اتصال به یکدیگر دچار ضعف می‌باشند. البته در صورت عدم اتصال مناسب خرپاها و یا تیرهای مورب به سقف، نیروی قابل توجهی حاصل از زلزله در سازه سقف تجربه نمی‌گردد.

۳.۴.۵ عدم نیاز به بهسازی سقف

در صورت وجود خرپای فلزی مهندسی و تیر مورب با اتصالات مناسب سقف سبک نیازمند اقدام ویژه‌ای به منظور بهبود عملکرد نخواهد بود.

ت-

در ساختمان‌های دارای سقف سبک اقدامات گسترده‌ای جهت بهبود عملکرد کلی ساختمان در تراز سقف می‌توان انجام داد. از آنجمله می‌توان به اقدام متداول تسمه کشی در تراز این سقف‌ها اشاره نمود. اما با توجه به هزینه‌های قابل توجهی که در صورت تخریب سقف به پروژه‌های مقاوم‌سازی تحمیل می‌گردد، ترجیح در محدود نمودن اقدامات در تراز سقف می‌باشد. در مقاوم سازی این گونه ساختمان‌ها با پیش بینی اقدامات اضافی در دیوارها از ورود عملیات اجرایی مقاوم سازی در تراز سقف اجتناب می‌گردد. لذا راهکارهایی که در آینده به آن اشاره خواهد شد به توجه به تخریب و یا عدم تخریب سقف نسبت با یکدیگر متفاوت خواهند بود.

۵.۵ پیش بینی محل وقوع ترک و تامین پایداری قطعات

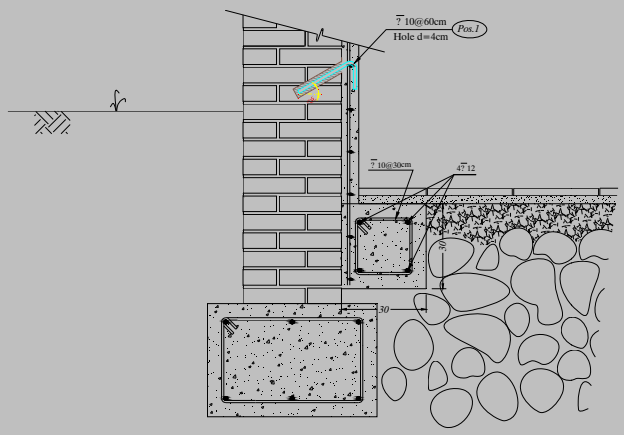
در این بخش محل‌هایی که در ساختمان مصالح بنایی مستعد خسارت می‌باشند مورد توجه قرار می‌گیرد و راهکارهایی جهت تامین پایداری و مقاومت در آنها ارائه می‌گردد.

ت-

جهت پایدارسازی قطعاتی که در آنها پیش بینی خسارت می‌گردد از روش شاتکریت استفاده شده است. این روش علاوه بر تامین پایداری قطعه خسارت دیده، افزایش مقاومت و شکل پذیری قطعات را به دنبال خواهد داشت. اجرای کلیه تمهیداتی که در این بخش ارائه می‌گردد منجر به تامین مقاومت جانبی ساختمان در برابر زلزله خواهد گردید.

از آنجا که لایه شاتکریت مورد استفاده در این روش طول کمی دارد و علاوه بر تامین ظرفیت برشی ساختمان به منظور تامین پایداری قطعات ترک خورده نیز به کار می‌رود شرایط فونداسیون با بخشنامه های قبلی سازمان متفائت می‌باشد.. در شکل زیر شرایط کلی فونداسیون در این حالت نشان داده شده است. جزئیات بیشتر در پیوست دستورالعمل حاضر موجود می‌باشد.

www.mirjalili.net

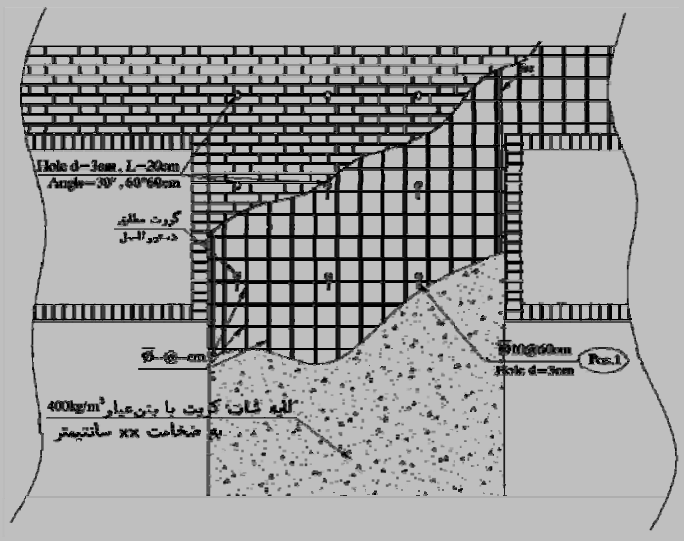


۱.۵.۵ شاتکریت پایه های آجری مابین پنجره‌ها

پایه های آجری مابین بازشوها از آسیب‌پذیرترین نقاط ساختمان‌های آجری می‌باشند. شاتکریت این گونه پایه‌ها به نحو مطلوبی باعث بهبود عملکرد آنها خواهد شد.

ت-

در اغلب موارد تیر ریزی سقف در مدارس کشور بر روی دیوارهای پیرامونی که دارای بازشوهای بزرگ می‌باشند صورت گرفته است. لذا پایداری پایه‌های مابین این بازشوها در حین زلزله از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین رویه خسارات در پایه‌های آجری میان دو بازشو با ابعاد مختلف و پایه‌های انتهایی می‌تواند متفاوت باشد. اما استفاده از روش شاتکریت پوشش مناسبی برای بهبود انواع شکل‌های شکست در این پایه‌ها می‌گردد.



www.mirjalili.net

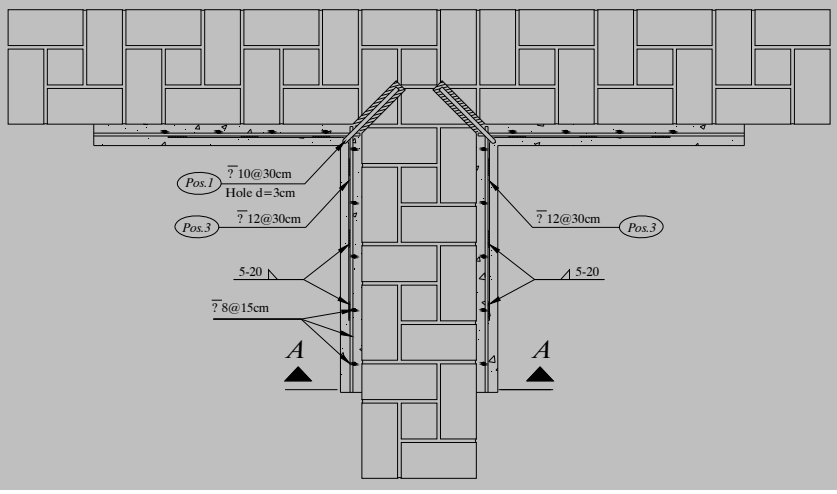
۲.۵.۵ تقویت اتصال دیوارهای متعامد با استفاده از شاتکریت

در اغلب موارد در صورت اجرای مناسب کلاف عمودی – کیفیت مناسب بتن کلاف و اتصال مناسب کلاف-های قائم به کلاف‌های افقی و اتصال کلاف‌ها به دیوارهای متعامد- این کلاف به خوبی می‌تواند در تامین اتصال دیوارهای متعامد ایفای نقش نماید. در غیر این صورت باید به نحو مطلوب اتصال دیوراهای متعامد به یکدیگر تامین گردد. اجرای لایه شاتکریت به طول ۷۵ سانتیمتر در طرفین دیوارهای متعامد می‌تواند اطمینان کافی از اتصال مناسب دیوارها را ایجاد نماید.

ت-

اتصال دیوارهای متعامد به یکدیگر تاثیر به سزایی در بهبود رفتار داخل صفحه و خارج صفحه دیوارهای بنایی دارد. علاوه بر این اطمینان از اتصال دیوارهای متعامد موجب انسجام کلی ساختمان نیز می‌گردد.

همچنین قسمت متعامد دیوارهایی که تحت بار داخل صفحه قرار گرفته‌اند (بال دیوار) تنش‌های شدیدی را تجربه می‌نماید. بهسازی این قسمت از دیوارها از این منظر نیز حائز اهمیت است.



۳.۵.۵ کاهش طول آزاد دیوارها با استفاده از شاتکریت

در صوراتی که طول آزاد دیوارها بیش از ۵ متر باشد (فاصله کلافهای عمودی یا دیوارهای متعامد از یکدیگر) بیش از ۵ متر باشد، طبق استاندارد ۲۸۰۰ دیوار مستعد خسارت تشخیص داده می‌شود. با استفاده از شاتکریت قسمتی از دیوار طول آزاد دیوارها را می‌توان به کمتر از محدوده آیین نامه کاهش داد.

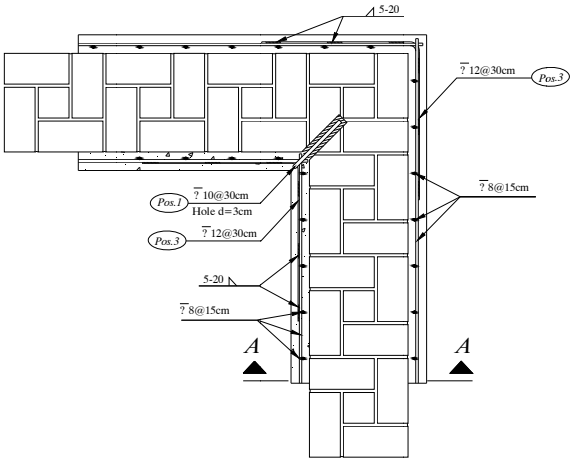
ت-

به منظور کاهش طول آزاد یک دیوار، می‌توان در هنگام شاتکریت اتصال دیوارهای متعامد به یکدیگر، طول لایه شاتکریت را به نحوی تعیین نمود که طول آزاد دیوار در نهایت کمتر از ۵ متر گردد.

www.mirjalili.net

۴.۵.۵ مهار کنج بیرونی ساختمان با استفاده از شاتکریت

کنج‌های ساختمان معمولا تنش‌های ترکیبی شدیدی را تجربه می‌نمایند. از طرف دیگر به دلیل پایان یافتن خط مقاوم در این نواحی، قطعات ترک خورده به راحتی از صفحه خود خارج می‌شود. تجربه زلزله‌های متعددی نشان دهنده خسارات شدید در این نواحی از ساختمان آجری بوده است. در صورت اطمینان از سیستم کلاف بندی افقی و عمودی نگرانی برای این نواحی وجود ندارد. اما در صورت عدم وجود کلاف بندی مناسب پیش بینی راهکار مناسب که منجر به پایداری این نواحی گردد، حائز اهمیت است. ایجاد لایه شاتکریت به طول حداقل ۷۵سانتیمتر در این نواحی اطمینان کافی از پایداری قطعات خسارت دیده حاصل می‌نماید.

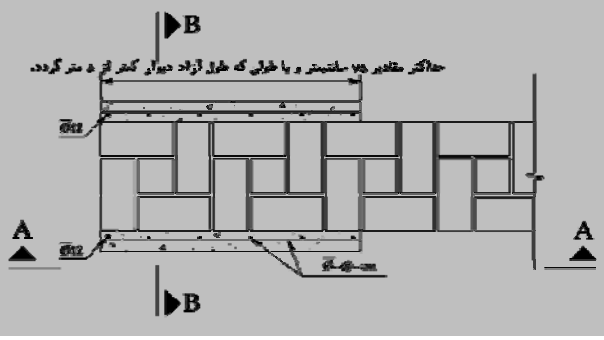


۵.۵.۵ مهار کنج آزاد دیوارها با استفاده از شاتکریت

کنج آزاد دیوارهایی که به کلاف ختم نمی‌شوند مستعد تجربه خسارات شدید در حین زلزله خواهند بود. این خسارات ممکن است حاصل از فشار زیاد در کنج بیرونی ساختمان یا حرکت گوه‌ای قسمت فوقانی دیوارها باشد. لذا تقویت اینگونه نواحی دارای اهمیت می‌باشد. به این منظور از لایه شاتکریت دو طرفه به ضخامت ۷۵ سانتیمتر استفاده می‌گردد.

ت-

اغلب دیوارهایی در آنها درب پیش بینی شده است، مستعد تجربه چنین خساراتی می‌باشد. البته در صورتی که چارچوب فلزی درب به نحو مطلوب در دیوار نصب گردیده باشد، این چارچوب کمک زیادی به بهبود رفتار دیوار خواهد نمود.



www.mirjalili.net

۶.۵.۵ تسلیح مغزه یک متر فوقانی دیوار

تسلیح مغزه دیوارها یکی از بهترین راهکارهای تامین پایداری قطعات و تامین اتصال دیوار و سقف می‌باشد. این روش در صورت استفاده از روش کامپوزیت در تامین انسجام و صلبیت سقف طاق ضربی، راهکار موثری در تامین پایداری دیوارها می‌تواند باشد. لذا در کلیه حالات فوق به جای استفاده از روش شاتکریت می‌توان از روش تسلیح مغزه کل ارتفاع دیوار یا بخشی از ارتفاع دیوار استفاده نمود. در استفاده از این روش باید توجه داشت که اطراف کلیه بازشوها با فاصله مناسبی از کنار بازشو باید مسلح گردد.

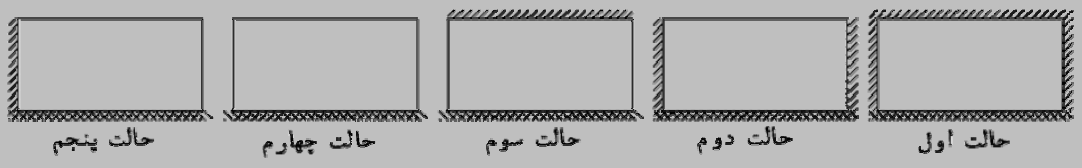
۶.۵ کنترل پرتاب خارج از صفحه دیوارها

پرتاب خارج از صفحه دیوارهای مصالح بنایی یکی از متداول‌ترین و خطرناک‌ترین مدهای شکست دیوارهای آجری در ساختمان مصالح بنایی می‌باشد. این شکل خسارت منجر به فروریزش کلی دیوار و در مواردی فروریزش قسمتی از ساختمان می‌گردد. وجود اتصال مناسب مابین دیوارها، سقف و دیوارهای متعامد، تا حد زیادی منجر به بهبود عملکرد خارج از صفحه دیوارها خواهد شد. اما در پاره‌ای از موارد نیازمند اقداماتی اضافی به منظور کنترل خارج از صفحه دیوارها می‌باشیم. در ادامه به بررسی انواع راهکارها جهت کنترل رفتار خارج صفحه دیوارها خواهیم پرداخت. شرایط اتصال دیوارها و نواحی مرزی آن شرایط متفاوتی در کنترل و ارائه راهکار مقاوم‌سازی ایجاد می نماید. در این دستورالعمل کنترل حرکت خارج از صفحه دیوارها با شرایط زیر به صورت جداگانه بررسی می‌گردد.

- ✓ دیوارهای مهار شده از سه طرف –در تراز فونداسیون و لبه‌های عمودی کناری–
- ✓ دیوارهای مهار شده از دو طرف –در تراز فونداسیون و تراز فوقانی دیوار–
- ✓ دیوارهای فاقد مهار – همانند دیوار جانپناه–

ت–

دیوارهای مصالح بنایی با توجه به تعداد لبه های مهار شده اطراف خود، رفتارهای متفاوتی در حرکت خارج از صفحه از خود نشان می دهند. پنج حالت کلی که برای مهار اطراف دیوارها می‌توان متصور بود در شکل زیر نشان داده شده است.



در این دستورالعمل تنها شرایط دیوارهای حالت دوم، سوم و چهارم مورد بررسی قرار گرفته است. حالت اول و پنجم در شکل فوق با شرایط مندرج در این دستورالعمل به یکی سه حالت مورد بررسی در این دستورالعمل تبدیل خواهد شد. بررسی حالت دوم و سوم در این بخش صورت می‌گیرد و حالت چهارم به عنوان دیوار میانقاب به هیچ عنوان پذیرفته نمی باشد و تنها در قسمت بررسی شرایط جانپناه راهکارهای مقاوم سازی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

www.mirjalili.net

❖ دیوارهای مهارشده از سه طرف (حالت دوم)

غالب دیوارهای موجود در ساختمان‌های دارای سقف سبک مشمول این دسته از دیوارها می‌گردند. البته در ساختمان‌های دارای سقف تیرچه بلوک و طاق ضربی نیز در مواردی که دیوار اتصال مناسب با سقف ندارد (مانند حالتی که بازشوهای طولی در تراز فوقانی دیوارها ایجاد شده است) مشمول این دسته می‌گردند.

این تیپ از دیوارها غالبا مشکل مقاومتی ندارند. و حرکت خارج صفحه در آنها متداول ترین شکل خسارت می‌باشد. از اینرو در ساختمان‌های مصالح بنایی با سقف سبک که کلیه دیوارها به این صورت می‌باشد نیازمند توجه ویژه در کنترل حرکت خارج از صفحه و ارائه راهکار بهسازی لرزه‌ای است. لذا در **فصل هشتم** جداول مبسوطی جهت کنترل رفتار خارج از صفحه اینگونه از دیوارها ارائه گردیده است.

۱.۶.۵ اتصال تیرها و خرپاهای فلزی به دیوارها در ساختمان‌های دارای سقف سبک

در ساختمان‌های دارای سقف سبک اتصال مناسب تیرهای مورب سقف، همچنین خرپای فلزی به دیوار بنایی در افزایش مقاومت خارج صفحه آنها نقش خواهد داشت. علاوه بر این تامین این اتصال تاثیر به سزایی در تکمیل مسیر کلاف‌های منقطع در ساختمان‌های دارای سقف سبک دارد.

ت-

ساختمان‌های آجری دارای سقف سبک، انتظاری که از دیگر انواع سقف در بهبود عملکرد دیوارها وجود دارد، وجود نخواهد داشت. در محاسبات متداول تاثیر بهبود علکرد خارج از صفحه دیوارها با برقراری اتصال بین آنها و تیر سقف دیده نمی‌شود. اما تجربه آزمایش‌های متعدد حاکی از بهبود عملکرد این دیوارها با بر قراری این اتصال خواهد بود. همچنین اطمینان از پایداری این سقف‌ها در حین زلزله و عدم سقوط آنها دارای اهمیت می‌باشد. برقراری اتصال تیر مورب یا خرپا به دیوارهای موجود، موجب پایدارتر شدن سقف-های سبک در حین زلزله می‌گردد.

۲.۶.۵ بررسی کفایت کلاف افقی فوقانی و اجرای تسمه فولادی به صورت افقی

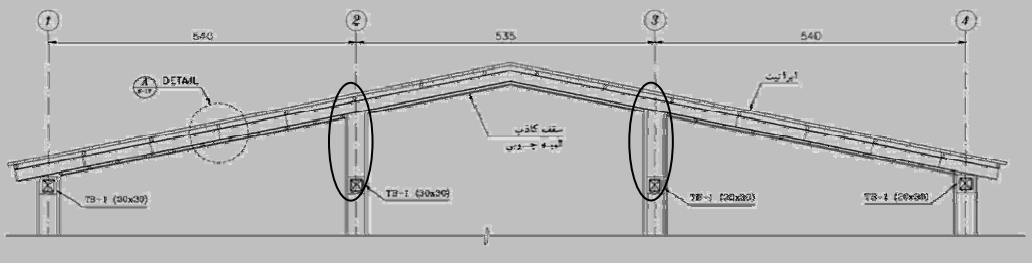
در اغلب دیوارهای موجود در ساختمان‌های دارای سقف سبک عملکرد دیوارها به گونه‌ای است که ماکزیمم خمش تجربه شده در دیوار حاصل از حرکت خارج از صفحه آن در راستای خط عمود بر زمین و در میانه دیوار وارد می‌گردد. از اینرو تسمه های فولادی که به منظور افزایش مقاومت رفتار خارج از صفحه در این گونه دیوارها اجرا می‌گردد، باید در راستای افقی نصب شود. در صورتی که سقف ساختمان از نوع تیرچه بلوک یا طاق ضربی باشد نحوه عملکرد این دیوارها به گونه‌ای می‌باشد که حداکثر خمش در راستای خط موازی افق در میانه دیوار تجربه می‌گردد. لذا تسمه های فولادی و یا لایه های شاتکریت در راستای عمودی باید اجرا گردند.

ت-

نکته‌ای که در اینجا باید به آن اشاره داد آنکه ساختمان‌های دارای سقف سبک دارای دیوارها با ارتفاع متفاوت می‌باشند. در

www.mirjalili.net

غالب ساختمان‌های دارای سقف سبک با سیستم سقف تیر مورب، کلاف بندی افقی در تراز پایینی دیوارها صورت گرفته است و دیوار چینی مجدد بر روی کلاف بندی افقی انجام شده است. اینگونه از دیوارها را نمی‌توان مانند یک دیوار کلاف دار در نظر گرفت. بلکه هر قسمت از دیوار به صورت مجزا مورد بررسی باید قرار گیرد. کنترل رفتار خارج از صفحه این گونه دیوارها که با نصب تسمه فولادی و یا اجرای لایه شاتکریت انجام می‌گردد حائز اهمیت است. در شکل زیر نواحی مود بحث به روشنی نشان داده شده است.

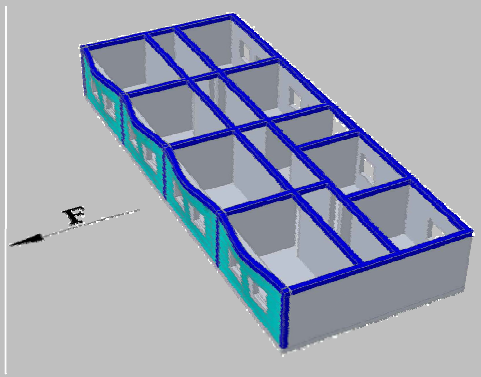


۳.۶.۵ اجرای لایه های شاتکریت در راستای افقی

یکی از موثرترین روش‌ها در افزایش مقاومت خارج صفحه دیوارها اجرای نوارهای شاتکریت در فواصل معین می‌باشد. استفاده از این روش در هر دو نوع ساختمان دارای سقف سبک و سقف‌های طاق ضربی و تیرچه بلوک دارای کاربرد است.

ت-

انتخاب جهت افقی یا عمودی در اجرای نوارهای فولادی و آرماتورها بستگی به نوع عملکرد دیوارها خواهد داشت. در اغلب مواقع در صورتی که ساختمان آجری دارای سقف سبک باشد ماکزیمم خمش حاصل از حرکت خارج صفحه در دیوار در خط عمودی میانه دیوار تجربه می‌گردد. در نتیجه از نوارهای فلزی و یا آرماتورها به صورت افقی و در میانه دیوار و یا یک سوم فوقانی باید استفاده گردد.



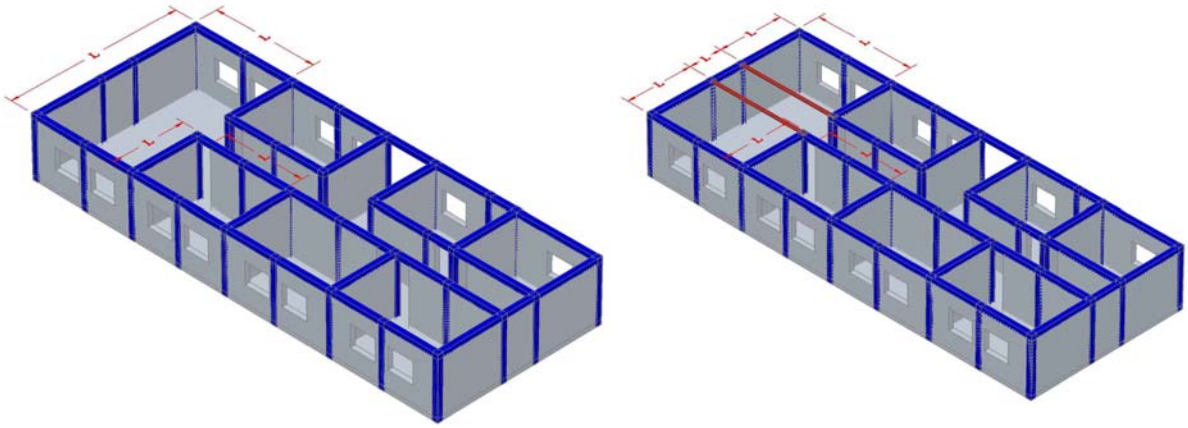
در مقابل در ساختمان‌هایی که دارای سقف منسجم و صلب می‌باشند. اوضاع وارونه خواهد بود. در این ساختمان‌ها ماکزیمم لنگر در میانه دیوار در راستای افق واقع می‌گردد. لذا استفاده از ادوات تقویت به صورت عمودی باید صورت پذیرد.

۴.۶.۵ کاهش طول آزاد دیوارها

در کنترل رفتار خارج از صفحه دیوارهایی که از سه طرف مهار شده اند نسبت طول آزاد به ضخامت دیوار نقش تعیین کننده‌ای در کنترل حرکت خارج از صفحه آنها خواهد داشت. تکمیل مسیر کلاف‌ها یا شاتکریت قسمتی

www.mirjalili.net

از دیوار می‌تواند باعث کاهش طول آزاد دیوار گردد. در شکل زیر تاثیر تکمیل مسیر کلاف در کاهش طول آزاد دیوار نشان داده شده است. همانگونه که در سالن انتهایی پلان مدرسه مشهود است، با تکمیل مسیر کلاف‌های قائم طول آزاد دیوارها نیز کاهش یافته است. طول آزاد دیوار در این پلان با پارامتر L نشان داده شده است.



❖ دیوارهای مهار شده در تراز تحتانی و فوقانی (حالت سوم)

در خصوص ساختمان های دارای سقف تیر چه بلوک و طاق ضربی کنترل رفتار خارج از صفحه دیوارها با استفاده از جدول زیر صورت می پذیرد. در صورت عدم ارضای ضوابط اتخاذ راهکاری مناسب جهت کنترل رفتار خارج از صفحه دیوارها الزامی می‌باشد. کلیه راهکارهای برشمرده شده تا کنون برای کنترل حرکت خارج از صفحه این تیپ از دیوارها نیز کاربرد دارد. اما جهت نصب آنها از حالت افقی به عمودی تبدیل می‌گردد.

نوع دیوار	خطر نسبی		
	کم	زیاد، متوسط	خیلی زیاد
دیوارهای ساختمان یک طبقه	۲۰	۱۶	۱۳
ساختمانهای چند طبقه	کم	زیاد، متوسط	خیلی زیاد
دیوارهای طبقه اول	۲۰	۱۸	۱۵
دیوارهای طبقه آخر	۱۴	۱۴	۹
بقیه دیوارها	۲۰	۱۶	۱۳

۷.۵ پایدار سازی جانپناه (حالت چهارم)

در مورد جانپناه‌هایی که هیچ گونه اقدامی در حین اجرای عملیات مقاوم‌سازی ساختمان‌ها مانند شاتکریت یا تسلیح مغزه بر روی آنها صورت نمی‌گیرد، نسبت ارتفاع به ضخامت آنها باید از مقادیر جدول زیر کمتر باشد در غیر این صورت نیازمند اقداماتی خواهد بود که در ادامه ارائه می‌گردد.

	پهنه با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	پهنه با خطر نسبی کم و متوسط
حداکثر نسبت ارتفاع به ضخامت	۱/۵	۲/۵

www.mirjalili.net

ت-

ریزش جانپناه‌ها یکی از متداول‌ترین انواع خسارت، حتی در مورد زلزله‌های با دوره بازگشت کم می‌باشد. در مورد مدارس این نوع خسارت می‌تواند همراه با مخاطرات جانی بسیار جدی باشد. یک بلوک آجری نیم در نیم به ضخامت ۳۰ سانتیمتر وزنی بالغ بر ۱۴۰ کیلوگرم دارد. برخورد چنین وزنه‌ای با انسان از فاصله بیش از ۲ متری می‌تواند منجر به مرگ یک انسان گردد.

۱.۷.۵ تخریب جانپناه و کاهش ارتفاع آن

تخریب جانپناه و کاهش ارتفاع آن به گونه‌ای که ارتفاع به ضخامت کمتر از عدد ۱/۵ گردد.

۲.۷.۵ کاشت آرماتور در یک متر فوقانی جانپناه

در صورتی که ارتفاع جانپاه از زیر سقف کمتر از ۸۰ ساتیمتر باشد با کاشت یک آرماتور در ارتفاع جانپاه در فواصل ۲ متری می‌توان از پایداری آن اطمینان حاصل نمود. انتخاب این روش با توجه به میزان اهمیت جانپناه در افزایش ارزش معماری ساختمان توجیه خواهد یافت.

۳.۷.۵ نصب پشت بند

در صورتی که سقف ساختمان آجری تخریب می‌گردد و به تیرریزی سقف دسترسی وجود دارد، می‌توان با نسب پشت بند اقدام به رفع خطر پرتاب خارج از صفحه جانپناه نمود.

ت-

در مواردی مشاهده می‌گردد که جانپناه ساختمان نقش جدی در افزایش ارزش معماری ساختمان ایفا می‌نماید. آجر چینی قسمت‌های انتهایی جانپناه در مواردی با هنر استادکاران در آمیخته و آمیزه زیبایی از هنر و فن را به نمایش گذاشته. در چنین م.اردی توصیه بر حفظ این آثار خواهد بود.

در غیر این صورت حفظ جانپناه در ساختمان آجری می‌تواند مشمول هزینه‌های قابل توجهی برای مقاوم‌سازی ساختمان گردد، که باید از دیدگاه فنی و اقتصادی دارای توجیه باشد.

۴.۷.۵ اجرای نوار فلزی به صورت افقی

اجرای نوار فلزی در راستای افقی می‌تواند به مثابه یک کلاف در دیوارهای جانپناه عمل نماید. در صورت ترکیب راهکار نوار فلزی و پشبند می‌توان فاصله پشتبندها را تا حد زیادی افزایش داد.

www.mirjalili.net

۶ - انتخاب راهکار کلی تامین مقاومت ساختمان

انتخاب روش تامین مقاومت در ساختمان با توجه به کیفیت معماری موجود ساختمان و نوع سقف ساختمان صورت می‌گیرد. هر یک از این دو پارامتر سهم مشخصی در انتخاب بهینه روش تامین مقاومت در ساختمان دارد.

۱.۶ انتخاب راهکار تامین مقاومت با توجه به نوع سقف

راهکار مناسب تامین مقاومت جانبی در ساختمان با توجه به میزان صلبیت در سقف‌های بهسازی شده و یا سقف موجود ساختمان انتخاب می‌گردد. از اینرو در صورتی که سقف ساختمان دارای صلبیت کافی باشد می‌توان از روش‌های متمرکز تامین مقاومت استفاده نمود و در غیر این صورت باید از روش‌های گسترده در تامین مقامت بهره جست. در صورت ایجاد صلبیت کافی در تراز سقف می‌توان هر یک از دو روش تامین مقاومت به صورت گسترده و متمرکز را انتخاب نمود اما انتخاب روش‌های متمرکز تامین مقاومت منجر به کاهش هزینه‌ها خواهد شد.

انتخاب راهکار عمومی تامین مقاومت با توجه به نوع سقف					
نوع سقف ساختمان موجود			تیرچه بلوک	طاق ضربی	سقف سبک[1]
روش تامین مقاومت	متمرکز	شاتکریت پیرامونی	X	X	
		دیوار برشی	X	X	
	گسترده	شاتکریت پیرامونی		X	X

۱- ساختمانهای دارای سقف سبک در غالب موارد مشکل کمبود مقاومت ندارند. اما راهکار عمومی مقاوم سازی این گونه از ساختمانها با تمرکز در شاتکریت دیوارهای پیرامونی از داخل یا خارج ساختمان صورت میگرد.

۲.۶ انتخاب راهکار تامین مقاومت با توجه به کیفیت معماری

ساختمان‌های بنایی را از نظر کیفیت به چهار دسته می‌توان تقسیم بندی نمود.

۱. نوع اول : کیفیت معماری داخلی شامل سنگ بدنه، درب‌ها و چهارچوب‌ها و ... مناسب است اما نمای ساختمان نیازمند نوسازی می‌باشد.
۲. نوع دوم : کیفیت نمای ساختمان مناسب است و احیای مجدد آن پرهزینه می‌باشد اما معماری داخلی ساختمان نیازمند نوسازی می‌باشد.
۳. نوع سوم : نمای ساختمان و معماری داخلی هر دو نیازمند نوسازی و احیای مجدد است.
۴. نوع چهارم : کیفیت معماری و نمای ساختمان هر دو مناسب است و احیای مجدد آنها مستلزم هزینه بالا خواهد بود.

اتخاب طرح کلی مقاوم سازی جهت تامین مقاومت به گونه‌ای خواهد بود که کمترین هزینه در احیای مجدد بخش معماری صورت پذیرد. در مواردی که نیازمند نوسازی در بخش‌هایی از ساختمان می‌باشیم، اجرای طرح

www.mirjalili.net

مقاوم سازی ساختمان متمرکز در همان بخش خواهد گردید. به این ترتیب برای هر یک از انواع ساختمان‌های مذکور در فوق روش‌های زیر پیشنهاد می‌گردد.

۱. نوع اول : از آنجا که کیفیت معماری داخلی مناسب است و نما نیازمند نوسازی می‌باشد روش‌های مقاوم‌سازی باید در بیرون ساختمان متمرکز گردد. در نتیجه استفاده از روش دیوار برشی و شاتکریت پیرامونی توصیه می‌گردد.

۲. نوع دوم : از آنجا که کیفیت نمای ساختمان مناسب است و معماری داخلی نیازمند نوسازی می‌باشد روش‌های مقاوم‌سازی باید موجب کمترین آسب به نمای ساختمان گردد. در نتیجه استفاده از روش دیوار برشی و شاتکریت دیوارهای داخلی توصیه می‌گردد.

۳. نوع سوم : از آنجا که نمای ساختمان و معماری داخلی هر دو نیازمند نوسازی می‌باشد، از هر یک از روش‌ها می‌توان استفاده نمود.

۴. نوع سوم : از آنجا که نمای ساختمان و معماری داخلی هر دو مناسب می‌باشد، استفاده از روش دیوار برشی توصیه می‌گردد.

در جدول زیر خلاصه مطالب فوق نشان داده شده است.

نوع ساختمان	کیفیت معماری ساختمان		انتخاب طرح کلی بهسازی		
	معماری داخلی	نمای ساختمان	دیوار برشی	شاتکریت پیرامونی	
				وجوه بیرونی	وجوه داخلی
نوع اول	مناسب	نیازمند نوسازی	X	X	
نوع دوم	نیازمند نوسازی	مناسب	X		X
نوع سوم	نیازمند نوسازی	نیازمند نوسازی	X	X	X
نوع چهارم	مناسب	مناسب	X		

در تعیین نوع ساختمان از نظر کیفیت معماری باید توجه داشت که شرایط موجود تاسیسات داخلی ساختمان و انتخاب روش مقاوم سازی می‌تواند مستقیما تاثیر در لزوم احیا معماری ساختمان داشته باشد. به عنوان مثال هنگامی که از روش دیوار برشی برای تامین مقاومت استفاده می‌گردد، در تراز سقف نیازمند تامین صلبیت می-باشیم، لذا در صورتی که سقف موجود سختمان طاق ضربی باشد، باید به سقف کامپوزیت تبدیل گردد. در این حالت در صورتی که تاسیسات الکتریکی ساختمان در تراز روی بام اجرا گردیده باشد، این تاسیسات نیازمند اجرای مجدد می‌گردد. اجرای مجدد تاسیسات می‌تواند تاثیرات جدی در معماری داخلی ساختمان بگذارد.

www.mirjalili.net

۷ - انتخاب راهکار کلی جهت تامین پایداری ساختمان و اعضای آن

انتخاب راهکار کلی تامین پایداری در ساختمان با توجه به روش تامین مقاومت در ساختمان می‌باشد و روش بهسازی سقف بستگی دارد که در ادامه ارائه می‌گردد.

انتخاب راهکار مناسب بهسازی سقف ساختمان دارای سقف سنگین					
نوع سقف ساختمان موجود			تیرچه بلوک	طاق ضربی	
روش مقاوم سازی سقف			اقدامی ندارد	تسمه کشی	کامپوزیت
روش تامین مقاومت	متمرکز	شاتکریت پیرامونی	X		X
		دیوار برشی	X		X
	گسترده	شاتکریت پیرامونی		X	

راهکار تامین انسجام کلی در ساختمان دارای سقف سنگین									
نوع سقف ساختمان موجود	تیرچه بلوک	طاق ضربی							
روش مقاوم سازی سقف	اقدامی ندارد	تسمه کشی				کامپوزیت			
		اقدامی ندارد	تکمیل مسیر کلافها	تقویت اتصال کلافها	نصب تسمه فولادی	اقدامی ندارد	تکمیل مسیر کلافها	تقویت اتصال کلافها	نصب تسمه فولادی
راهکار تامین انسجام کلی	اقدامی ندارد								
اقدامات لازم	X		X	X[1]		X			

۱- در تسمه کشی سقف، نسب نبشی در تراز اتصال سقف و دیوار و اتصال مناسب آنها به یکدیگر، علاوه بر تقویت کلاف ها، تقویت اتصال بین کلاف ها نیز حاصل می گـردد.

راهکار تامین انسجام کلی در ساختمان دارای سقف سبک								
شرایط عمومی ساختمان	دارای کلاف افقی مناسب				فاقد کلاف افقی مناسب			
راهکار تامین انسجام کلی	اقدامی ندارد	تکمیل مسیر کلافها	تقویت اتصال کلافها	نصب تسمه فولادی	اقدامی ندارد	تکمیل مسیر کلافها	تقویت اتصال کلافها	نصب تسمه فولادی
اقدامات لازم	X[1]	X[2]	X[3]			X		X

۱- در صورتی که کلیه شرایط از قبیل اتصالات کلاف ها و مسیر کلاف ها کامل باشد نیاز به اقدام دیگری نخواهد بود

۲- در مواردی مانند ورودی ساختمان ها، راه پله ها و یا سالن ها مشاهده می گردد که مسیر کلاف ها منقطع گردیده است، تکمیل مسیر این کلاف ها از اهمیت ویژه برخوردار است

۳- در برخی موارد کلاف ها از کیفیت مناسب برخوردار هستند اما در خصوص اتصالات بین کلاف ها نمی توان اطمینان حاصل نمود. وجود اتصال مناسب بین این کلاف ها به اندازه وجود خود کلاف حائز اهمیت می باشد

www.mirjalili.net

پیش بینی محل وقوع ترک و تامین پایداری اعضای خسارت دیده (سقف سبک و سنگین)											
راهکار عمومی تامین پایداری			شاتکریت								
محل خسارت			پایه های آجری مابین پنجره ها	تقویت اتصالات دیوارهای متعامد	طول آزاد دیوار	مهار کنج بیرونی ساختمان	مهار لبه آزاد دیوارهای فاقد کلاف	کنترل پرتاب خارج از صفحه دیوارها			
روش تامین مقاومت در ساختمان	متمرکز	شاتکریت پیرامونی	وجوه داخلی				X				
			وجوه خارجی						X		
		دیوار برشی				X			X		
	گسترده	شاتکریت پیرامونی	وجوه داخلی	X[1]	X	X	X	X	X		
			وجوه خارجی	X[1]	X	X	X	X	X		

۱- در اغلب مدارس پنجره ها در پیرامون ساختمان متمرکز میباشند که با شاتکریت آنها عیوب متداول برطرف میگردد امـا در مواردی ممکن است در داخل ساختمان نیز دارای پایه های مابین پنجره باشیم که نباید از نظر دور بماند.

برقرای اتصال سیستم مقاوم جانبی و سقف ساختمان (سقف سنگین)												
نوع سقف ساختمان موجود			تیرچه بلوک				طاق ضربی					
سیستم مقاوم سازی سقف			اقدامی ندارد				تسمه کشی				کامپوزیت			
روش برقراری اتصال			تخریب و اجرای مجدد قسمتی از سقف	نبشی کشی تراز اتصال سقف و دیوار	تسلیح مغزه یک متر فوقانی	کاشت آرماتور در کلاف موجود	تخریب و اجرای مجدد قسمتی از سقف	نبشی کشی تراز اتصال سقف و دیوار	تسلیح مغزه یک متر فوقانی	کاشت آرماتور در کلاف موجود	تخریب و اجرای مجدد قسمتی از سقف	نبشی کشی تراز اتصال سقف و دیوار	تسلیح مغزه یک متر فوقانی	کاشت آرماتور در کلاف موجود
روش تامین مقاومت	متمرکز	شاتکریت پیرامونی				X	کاربرد ندارد						X	
		دیوار برشی	X										X	
	گسترده	شاتکریت پیرامونی	کاربرد ندارد[1]					X			کاربرد ندارد[1]			

۱- درج جمله "کاربرد ندارد" در حالت وجود صلبیت کافی در سقف به معنای عدم امکان استفاده از روش های گسترده در تامین مقاومت جانبی ساختمان نمی باشد بلکه صرفا توصیه ای جهت کاهش هزینه تمام شده عملیات مقاوم سازی است.

www.mirjalili.net

کنترل پرتاب خارج از صفحه دیوارها در ساختمان دارای سقف سبک*				
ارتفاع دیوار	طول دیوار	ضخامت دیوار		
		۱۰	۲۰	۳۵
$H_W<3m$	$L_W<5m$	X	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد
	$5m<L_W<7m$	X	X	اقدامی ندارد
	$7m<L_W$	X	X	X
$3m<H_W<4.5m$	$L_W<5m$	X	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد
	$5m<L_W<7m$	X	X	اقدامی ندارد
	$7m<L_W$	X	X	X

*- در کنترل پرتاب خارج از صفحه در جدول حاضر فرضیاتی به این شرح وجود دارد.

۱- کلاف افقی مناسب در تراز فوقانی دیوار موجود است.

۲- در صورت عدم وجود کلاف افقی مناسب، نوار فولادی به ابعاد ۸۰ در ۸ در تراز فوقانی دیوارها اجرا می گردد.

۳- در دو طرف کلیه دیوارها لایه شاتکریت به طول حداقل ۶۰ سانتیمتر وجود دارد.

www.mirjalili.net

		ساختمان مصالح بنایی یک طبقه					
		متمرکز			گسترده		
	روش تامین مقاومت	دیوار برشی		شاتکریت پیرامونی (داخلی و خارجی)		شاتکریت پیرامونی (داخلی و خارجی)	
	نوع سقف	تیرچه بلوک	طاق ضربی	تیرچه بلوک	طاق ضربی	طاق ضربی	سقف سبک
ساختمان فاقد کلاف عمودی مناسب	انتخاب روش مقاومسازی سقف	اقدامی ندارد	سقف کامپوزیت	اقدامی ندارد	سقف کامپوزیت	تسمه کشی	✓ اقدامی ندارد[1] ✓ تقویت اتصالات ✓ تعویض سقف
	برقراری اتصال سقف و سیستم باربر جانبی	✓ تخریب و اجرای مجدد ✓ کاشت آرماتور	تسلیح مغزه[2]	کاشت آرماتور در کلاف	✓ تسلیح مغزه ✓ اقدامی ندارد	نبشی کشی (نبشی ۸)	✓ تقویت اتصالات[3] ✓ اقدامی ندارد
	تامین پایداری اعضا	✓ مهار کنج بیرونی ✓ کنترل خارج از صفحه[6]	✓ مهار کنج بیرونی ✓ کنترل خارج از صفحه	✓ مهار کنج بیرونی[4] ✓ کنترل خارج از صفحه ✓ اقدامی ندارد	✓ مهار کنج بیرونی[4] ✓ کنترل خارج از صفحه ✓ اقدامی ندارد	✓ مهار کنج بیرونی[4] ✓ پایه های آجری ✓ طول آزاد دیوار ✓ لبه آزاد دیوار ✓ تقویت اتصال دیوارها ✓ کنترل خارج از صفحه	✓ مهار کنج بیرونی[4] ✓ پایه های آجری ✓ لبه آزاد دیوار ✓ تقویت اتصال دیوارها ✓ کنترل خارج از صفحه
	تامین انسجام کلی ساختمان	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	تکمیل مسیر کلاف ها	✓ نصب تسمه فولادی[5] ✓ تقویت اتصال کلاف ها ✓ تکمیل مسیر کلاف ها ✓ اقدامی ندارد
ساختمان دارای کلاف افقی و عمودی مناسب	انتخاب روش مقاومسازی سقف	اقدامی ندارد	سقف کامپوزیت	اقدامی ندارد	سقف کامپوزیت	تسمه کشی	✓ اقدامی ندارد[1] ✓ تقویت اتصالات ✓ تعویض سقف
	برقراری اتصال سقف و سیستم باربر جانبی	✓ تخریب و اجرای مجدد ✓ کاشت آرماتور	اقدامی ندارد	کاشت آرماتور در کلاف	اقدامی ندارد	نبشی کشی (نبشی ۸)	✓ تقویت اتصالات ✓ اقدامی ندارد
	تامین پایداری اعضا	✓ مهار کنج بیرونی ✓ کنترل خارج از صفحه	✓ مهار کنج بیرونی ✓ کنترل خارج از صفحه	کنترل خارج از صفحه	کنترل خارج از صفحه	✓ پایه های آجری ✓ طول آزاد دیوار ✓ کنترل خارج از صفحه	✓ پایه های آجری ✓ کنترل خارج از صفحه
	تامین انسجام کلی ساختمان	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	✓ تکمیل مسیر کلاف ها	✓ تقویت اتصال کلاف ها ✓ تکمیل مسیر کلاف ها ✓ اقدامی ندارد
ساختمان فاقد کلاف عمودی مناسب	انتخاب روش مقاومسازی سقف	اقدامی ندارد	سقف کامپوزیت	اقدامی ندارد	سقف کامپوزیت	تسمه کشی	✓ اقدامی ندارد[1] ✓ تقویت اتصالات ✓ تعویض سقف
	برقراری اتصال سقف و سیستم باربر جانبی	تخریب و اجرای مجدد	اقدامی ندارد	کاشت آرماتور در کلاف	اقدامی ندارد	نبشی کشی (نبشی ۶)	✓ تقویت اتصالات ✓ اقدامی ندارد
	تامین پایداری اعضا	✓ مهار کنج بیرونی ✓ کنترل خارج از صفحه	✓ مهار کنج بیرونی ✓ کنترل خارج از صفحه	کنترل خارج از صفحه	کنترل خارج از صفحه	✓ پایه های آجری ✓ طول آزاد دیوار ✓ کنترل خارج از صفحه	✓ پایه های آجری ✓ کنترل خارج از صفحه
	تامین انسجام کلی ساختمان	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	اقدامی ندارد	✓ تکمیل مسیر کلاف ها	✓ تقویت اتصال کلاف ها ✓ تکمیل مسیر کلاف ها ✓ اقدامی ندارد

ساختمان واقع در منطقه با خطر نسبی زیاد خیلی زیاد

ساختمان واقع در منطقه با خطر نسبی کم و متوسط

[1] با توجه به شرایط سقف سبک یکی از حالات فوق محتمل می باشد. منظور از تقویت اتصالات، تقویت اتصالات اعضای سقف به یکدیگر است

[2] روش تسلیح مغزه دیوارها بیشتر با هدف افزایش پایداری دیوارها به کار می‌رود.

۳ منظور از تقویت اتصالات در این قسمت، تقویت اتصال تیر یا خرپای فلزی به دیوار های باربر می‌باشد.

[4] در صورتی که عملیات شاتکریت از داخل ساختمان صورت پذیرد مهار کنج بیرونی ساختمان دارای اهمیت می گردد.

[5] در ساختمان های بنایی سقف سبک بخش هایی از ساختمان ممکن است فاقد کلاف باشد، که نیاز مند اجرای تسمه جهت تامین پایداری و افزایش مقاومت خارج از صفحه آنها خواهیم بود.

[6] کنترل پرتاب خارج از صفحه تنها در خصوص دیوارهایی به کار می‌رود که هیچ گونه اقدامی مانند شاتکریت یا تسلیح مغزه به منظور تامین مقاومت یا پایداری بر روی آنها صورت نگرفته باشد. به منظور کنترل صحیح این رفتار باید از ضوابط موجود در حداقل ضوابط طراحی و کنترل (فصل هشتم) استفاده گردد.

www.mirjalili.net

۸ - حداقل ضوابط طراحی و کنترلی

۱.۸ توزیع نیروی جانبی زلزله بین دیوارها

توزیع نیروی زلزله بین دیوراهای بنایی با توجه به میزان صلبیت سقف ساختمان بنایی، راهکار مورد استفاده جهت مقاوم سازی و سختی دیوارهای بنایی موجود در ساختمان صورت می‌گیرد.

۱.۱.۸ توزیع نیروی جانبی در ساختمان مصالح بنایی با سقف بتنی

در ساختمان‌های بنایی با سقف بتنی (سقف های تیرچه بلوک و طاق ضربی مقاوم سازی شده به روش بتن ریزی یا ایجاد سقف کامپوزیت) در صورتی که نسبت طول به عرض ساختمان کمتر از ۳ باشد سقف ساختمان بنایی صلب فرض می‌گردد و توزیع نیرو بین اعضای مقاوم جانبی (دیوارهای بنایی و لایه های شاتکریت) بر اساس میزان سختی برشی آنها صورت می‌گیرد.

۲.۱.۸ توزیع نیروی جانبی در ساختمان مصالح بنایی با سقف طاق ضربی

در ساختمان های بنایی با سقف طاق ضربی در صورتی که راهکار مورد نظر جهت مقاوم سازی سقف استفاده از تسمه‌کشی در تراز تحتانی یا فوقانی سقف باشد، توزیع نیرو بین دیوارها بر اساس سهم بارگیر خطوط مقاوم لرزه-ای از چشمه های مجاور و سختی برشی دیوارها یا دیگر اعضای موجود در ساختمان مانند لایه‌های شاتکریت صورت می‌گیرد.

۱. خط مقاوم لرزه ای : راستای کلاف افقی و دیوارهای محصور در آن خط مقاوم لرزه ای تعریف می‌گردد.
۲. چشمه : فضاهای محصور در بین دو خط مقوم لرزه ای عمود بر یکدیگر را چشمه می‌نامند.
۳. نیروی زلزله حاصل از هر چشمه وارد بر خط مقاوم با توجه به سهم بارگیر خط مقاوم از چشمه مجاور آن به دست می‌آید. برای چشمه‌های فاقد بازشو استوار بر دو خط مقاوم موازی، سهم بارگیر خط مقاوم از چشمه مجاور نصف بار لرزه ای موجود در چشمه می‌باشد.

$$V_j = \sum_{i=1}^{n} V_{ji} = \frac{A_i}{2} \times \left(F/A\right)$$

A_i : مساحت چشمه iام
F : نیروی زلزله وارد بر طبقه
A : مساحت کل طبقه
V_{ji} : نیروی برشی وارد بر خط مقاوم لرزه ای j ام حاصل از نیروی زلزله موجود در چشمه i ام
V_j : نیروی برشی وارد بر خط مقاوم لرزه ای j ام
n : تعداد چشمه‌های هم‌راستای و متصل به خط مقاوم زلزله

www.mirjalili.net

۴. نیروی زلزله وارد بر هر عضو موجود در یک خط مقاوم با توجه به میزان سختی اعضای موجود در یک خط مقاوم به دست می‌آید. در محاسبه سختی دیوار های بنایی، تنها سختی برشی منظور می‌گردد و در محاسبه سختی لایه شاتکریت مجموع سختی برشی و خمشی منظور می‌گردد.

$$F_{ji} = V_j \times (\frac{s_{ji}}{\sum_{i=1}^{m} s_{ji}})$$

F_{ji} : نیروی برشی وارده به دیوار i واقع در خط مقاوملرزه‌ای j

s_{ji} : سختی برشی عضو i (دیوار بنایی تنها یا دیوار بنایی به همراه شاتکریت) واقع در خط مقاوم لرزه‌ایj

m : تعداد دیوارهای موجود در خط مقاوم لرزه ای j

۵. سختی برشی دیوار بنایی با توجه به طول، ضخامت و بار محوری موجود در دیوار بنایی با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$K_e = (.2 + .1073 f_c) K_{shear}$$

$$K_{\text{shear}} = \frac{E_m \times t_e}{3\left(\frac{h_w}{L_w}\right)}$$

K_e : سختی برشی موثر مقطع بنایی

K_{shear} : سختی برشی مقطع بنایی

f_c : تنش محوری موجود در دیوار بنایی (مگاپاسکال)

E_m : مدول الاستیسیته مقطع بنایی

t_e : ضخامت موثر مقطع دیوار بنایی

h_w : ارتفاع دیوار بنایی

L_w : طول دیوار بنایی

۶. سختی لایه شاتکریت با توجه به طول، ضخامت و نحوه مهار لایه شاتکریت در تراز پی و نحوه گسترش لایه شاتکریت در ساختمان بنایی با استفاده از ضوابط نشریه ۳۶۰ به دست می‌آید.

۲.۸ تامین مقاومت جانبی ساختمان

۱- نیروی زلزله وارد بر ساختمان

$$Q_{UD} = 1.5 \times (2.5 \times A) \times (W_{ceiling} + \frac{W_{wall}}{2} + 0.2 \times W_{live})$$

Q_{UD} : تلاش ناشی از بار ثقلی و زلزله (Kg)

A : شتاب مبنای طرح بر اساس g

$W_{Ceiling}$: وزن سقف(Kg)

W_{wall} : وزن دیوارها (Kg)

W_{Live} : بار زنده (Kg)

www.mirjalili.net

۲- مقاومت مورد انتظار دیوارها

$$Q_{CE} = V_{bjs} = V_{me} A_n$$

$$V_{me} = \frac{0.75(0.75V_{te} + \frac{P_D}{A_n})}{1.5}$$

Q_{CE} : ظرفیت مورد انتظار لایه شاتکریت

V_{bjs} : ظرفیت مورد انتظار دیوار در برش

V_{bjs} : مقاومت برشی مورد انتظار

V_{me} : کرانه پایین تنش برشی دیوار بر اساس ضوابط نشریه ۳۶۰

A_n : مساحت دیوار برشی بنایی

V_{te} : متوسط تنش برشی ملات بر اساس نشریه ۳۶۰

P_D : بار مرده وارد بر قسمت فوقانی دیوار

۳- مقاومت مورد انتظار لایه شاتکریت

$$Q_{CE} = \left[(0.53\sqrt{f_C'} \times t \times L) + (A_S \times f_y \times \frac{L}{S})\right]$$

f_c' : مقاومت فشاری بتن (اجرای بتن شاتکریت باید به صورتی باشد که مقاومت فشاری بتن برابر $۲۰۰\frac{\text{Kg}}{cm^2}$ به دست‌آید. اما در جهت اطمینان در محاسبات برابر $۱۵۰\frac{\text{Kg}}{cm^2}$ فرض می‌شود.)

t : ضخامت لایه شاتکریت (سانتیمتر)

L : طول لایه شاتکریت (سانتیمتر)

A_S : مساحت سطح مقطع آرماتور (سانتیمتر مربع)

f_y : تنش مقاوم اسمی میلگرد (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)

S : فاصله بین میلگردها در لایه شاتکریت (سانتیمتر)

۴- معیار پذیرش

$$2 \times Q_{CE} \geq Q_{UD}$$

www.mirjalili.net

۳.۸ کنترل پرتاب خارج از صفحه دیوارهای مهارشده از سه طرف (ساختمان با سقف سبک)

همانگونه که پیش از این گفته شد در غالب موارد ساختمان‌های دارای سقف سبک با مشکل کمبود مقاومت روبرو نمی باشند. خطر عمده‌ای که اینگونه از ساختمان‌ها را تهدید می‌نماید پرتاب خارج از صفحه دیوارها است. از این روی بخش مجزایی در حداقل ضوابط طراحی و کنترل به کنترل پرتاب خارج از صفحه این تیپ از دیوارها اختصاص داده شده است.

از آنجا که عمده دیوارهای دارای بازشو در اطراف ساختمان در راهکارهای مندرج در این دستورالعمل شاتکریت می‌گردند، کلیه کنترل‌های مذکور در این بخش مختص دیوارهای بدون بازشو ارائه گردیده است. نیروی طراحی و کنترل این دیوارها از رابطه زیر محاسبه گردیده است.

$$F_P = 0.16 I_P S_{DS} W_P \left(1 + \frac{2Z}{h}\right)$$

I_P : ضریب اهمیت عضو

S_{DS} : بیشینه مقدار شتاب طیفی آیین نامه برای ساختگاه ساختمان

W_P : وزن واحد سطح دیوار

Z : ارتفاع مرکز دیوار تا پایه ساختمان

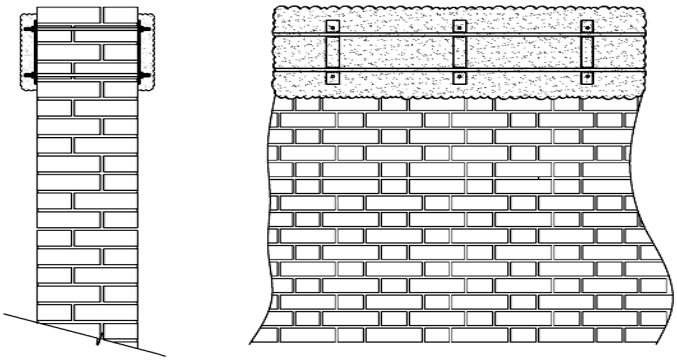
h : ارتفاع کل ساختمان

f_y : تنش مقاوم اسمی میلگرد (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)

S : فاصله بین میلگردها در لایه شاتکریت (سانتیمتر)

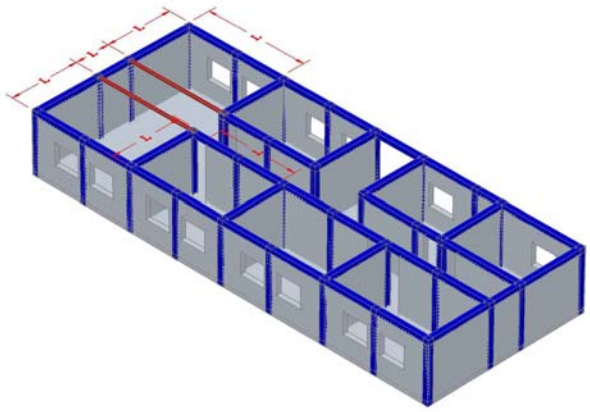
درکنترل دیوارها و ارائه جداول مقاوم سازی مندرج در این دستورالعمل حداقل شرایط زیر مفروض می‌باشند.

- ✓ در اطراف دیوار بنایی باید کلاف بتنی با مقطعی حداقل به ابعاد 25x25 cm و همچنین حداقل هم ضخامت با دیوار با مقدار آرماتوری با سطح کل برابر با $4.52\ cm^2$ (۴ آرماتور نمره ۱۲) وجود داشته باشد. اتصال این کلاف ها با دیوار باید مناسب باشد. برای این منظور کلاف ها باید پس از دیوار چینی اجرا شده باشند.
- ✓ در صورت عدم وجود کلاف افقی در بالای دیوار یک نوار فلزی با ابعاد حداقل PL80x5 یا آرماتور معادل (مطابق جزئیات پیشنهادی سازمان) در دو بر لبه فوقانی دیوار قرار داده شده و توسط آرماتور دوخت حداقل برابر با Φ16@500 به دیوار دوخته شود. فضای خالی باقی مانده داخل سوراخ های تعبیه شده برای آرماتورهای اتصال باید توسط گروت منبسط شونده با پایه سیمانی پر گردد. جزئیات پیشنهادی در شکل زیر نشان داده شده است.



- ✓ طول دیوار بنایی مورد نظر آن طولی در نظر گرفته می شود که بین دو دیوار متقاطع و یا دو پشت بند مطابق با شکل زیر قرار داشته باشد. در دستورالعمل حاضر این طول **فاصله تکیه گاهی دیوار** نامیده می شود.

www.mirjalili.net



شکل ۱: معیار تعیین طول دیوار

در صورتیکه دیوارهای بنایی شرایط جدول زیر را احراز نمایند دارای مقاومت و شکل پذیری کافی برای مقابله با نیروهای لرزه-ای می باشند و نیازمند هیچ اقدامی برای مقاوم سازی نمی باشند.

		پهنه با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد		پهنه با خطر نسبی کم و متوسط	
	شرایط کلاف قائم	h/t	L/t	h/t	L/t
حداکثر لاغری دیوار	دارای کلاف قائم	۱۵	۲۰	۲۰	۲۷
	فاقد کلاف قائم	۱۰	*۱۴	۱۱	*۱۶

*در صورتی که دیوار فاقد کلاف قائم در دو طرف دیوار بنایی باشد L **فاصله تکیه گاهی کلاف افقی** مطابق تعریف در بند قبلی می‌باشد.

در صورت عدم احراز محدودیت‌های نسبت ابعادی مندرج در جدول فوق با فرض ایجاد کلاف قائم مناسب در اطراف دیوار بنایی می-توان مطابق مندرجات جداولی که در ادامه خواهد آمد، دیوارهای بنایی را مقاوم سازی نماییم.

- ✓ در صورت عدم وجود کلاف قائم مناسب می‌توان به منظور ایجاد کلاف قائم در دو انتهای طول تکیه گاهی دیوار، یک لایه شاتکریت قرار گیرد که حداقل بطول ۵۰ سانتی متر از دیوار مورد نظر و ۵۰ سانتی متر از دیوار متعامد و یا پشت بند را بپوشاند تا علاوه بر ایجاد اتصال کافی در دو انتهای دیوار، تکیه گاه مناسب را در دو انتهای دیوار ایجاد نماید. آرماتور بکار رفته در این لایه شاتکریت باید حداقل برابر با Φ8@150mm باشد.

www.mirjalili.net

ارتفاع دیوار<=3.0 m		
ضخامت دیوار (سانتی متر)	طول دیوار (متر)	نحوه تقویت
۱۰	L<2.5	هیچ اقدامی ندارد.
	2.5<L<5.0	۱. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه عمودی به طول حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ4@150mm، فاصله آزاد بین لایه های شاتکریت باید حداکثر ۱۵۰ سانتیمتر باشد. ۲. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه افقی به عرض حداقل ۱۰۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@100mm در ارتفاع دو متری دیوار ۳. استفاده از نوارهای فولادی یا آرماتور با مساحت حداقل معادل PL80x5mm یک سری در وسط دیوار و یک سری در وسط نیمه فوقانی دیوار
۲۰	L<4.0	هیچ اقدامی نگردد
	4.0<L<7.0	۱. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه عمودی به طول حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ4@100mm، فاصله آزاد بین لایه های شاتکریت باید حداکثر ۲/۵ متر باشد. ۲. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه افقی به عرض حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@100mm در وسط نیمه فوقانی دیوار ۳. استفاده از نوارهای فولادی یا آرماتور با مساحت حداقل معادل PL80x5mm یک سری در وسط نیمه فوقانی دیوار
۳۵	L<7.0	هیچ اقدامی نگردد
	7.0<L<9.0	۱. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه عمودی به طول حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ4@100mm، فاصله آزاد بین لایه های شاتکریت باید حداکثر ۲/۵ متر باشد. ۲. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه افقی به عرض حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@100mm در وسط نیمه فوقانی دیوار ۳. استفاده از نوارهای فولادی یا آرماتور با مساحت حداقل معادل PL80x5mm یک سری در وسط نیمه فوقانی دیوار

www.mirjalili.net

3.0 m<ارتفاع دیوار<4.5m		
ضخامت دیوار (سانتی متر)	طول دیوار (متر)	نحوه تقویت
	L<2.5	هیچ اقدامی نگردد
۱۰	2.5<L<5.0	۱. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه عمودی به طول حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@150mm، فاصله آزاد بین لایه های شاتکریت باید حداکثر ۱۵۰ سانتیمتر باشد. ۲. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه افقی به عرض حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@100mm، یک لایه در ارتفاع ۲ متر دیوار و یک لایه در ارتفاع ۳/۵ متری دیوار ۳. استفاده از نوارهای فولادی یا آرماتور با مساحت حداقل معادل PL80x5mm یک سری در ارتفاع ۱/۵ متری و یک سری دی ارتفاع ۳ متری دیوار
۲۰	L<4.0	هیچ اقدامی نگردد
	4.0<L<7.0	۱. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه عمودی به طول حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@100mm، فاصله آزاد بین لایه های شاتکریت باید حداکثر ۲/۵ متر باشد. ۲. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه افقی به عرض حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@100mm، یک لایه در ارتفاع ۲/۵ متر دیوار و یک لایه در ارتفاع ۴ متری دیوار ۳. استفاده از نوارهای فولادی یا آرماتور با مساحت حداقل معادل PL80x5mm یک سری در ارتفاع ۲/۵ متری و یک سری در ارتفاع ۴ متری دیوار
۳۵	L<7.0	هیچ اقدامی نگردد
	7.0<L<9.0	طول بیشتر از ۷ متر: ۱. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه عمودی به طول حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@100mm، فاصله آزاد بین لایه های شاتکریت باید حداکثر ۲/۵ متر باشد. ۲. استفاده از لایه شاتکریت دو طرفه افقی به عرض حداقل ۵۰ سانتی متر و ضخامت حداقل ۵ سانتی متر و آرماتور حداقل معادل Φ6@100mm، یک لایه در ارتفاع ۲/۵ متر دیوار و یک لایه در ارتفاع ۴ متری دیوار ۳. استفاده از نوارهای فولادی یا آرماتور با مساحت حداقل معادل PL80x5mm یک سری در ارتفاع ۲/۵ متری و یک سری در ارتفاع ۴ متری دیوار

www.mirjalili.net

www.mirjalili.net

مراجع ومنابع:

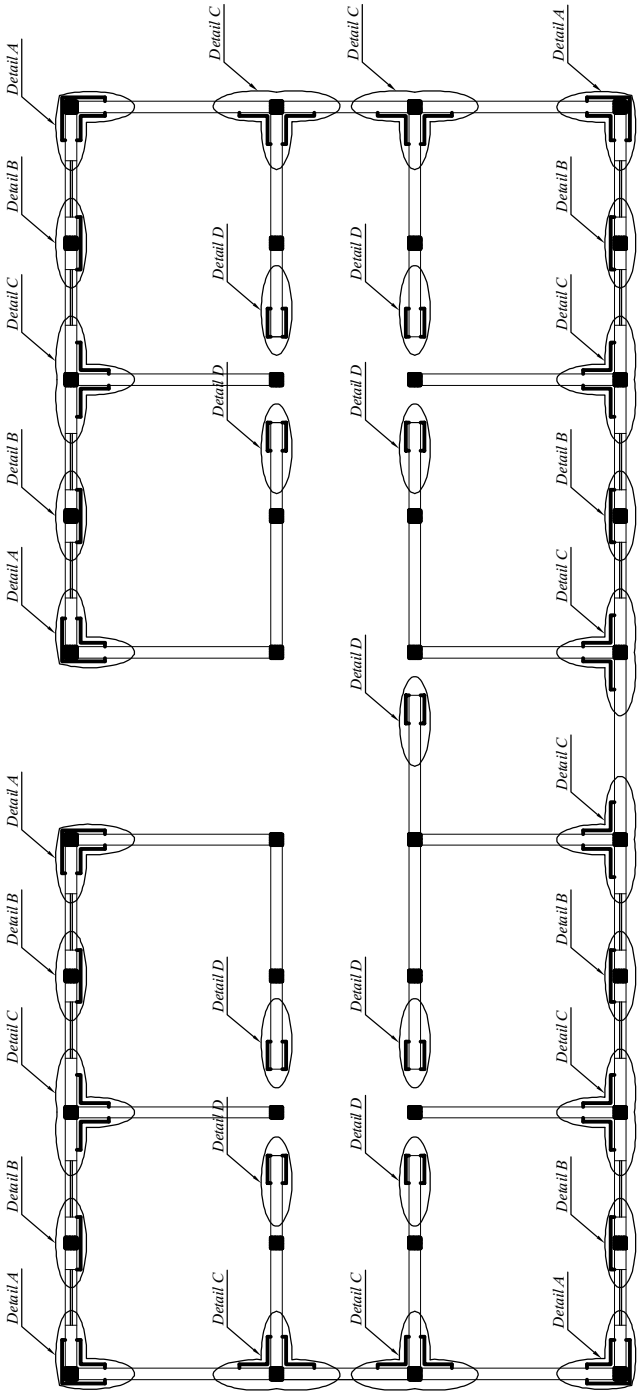
- FEMA 356," PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS", Federal Emergency Management Agency, Washington D.C, 2000
- ASC/SEI 41-06, "Seismic Rehabilitation of Existing Buildings", American Society of Civil Engineers, 2007
- IITK-GSDMA-EQ06-V4.0," Seismic Evaluation and Strengthening of Existing Buildings", Indian Institute of Technology Kanpur (IITK), 2005
- FEMA 310, "Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings", Federal Emergency Management Agency, Washington D, 1998
- Leroy Tolles.E, E.Kimbro.E, A.Webster.F, S. Ginell.W, Crosby.A, " Survey of Damage to Historic Adobe Buildings after the January 1994 Northridge Earthquake", The Getty Conservation Institute Los Angeles, GCI Scientific Program Reports,1996
- Leroy Tolles.E, E.Kimbro.E, A.Webster.F, S. Ginell.W, "Seismic Stabilization of Historic Adobe Structures", The Getty Conservation Institute Los Angeles, Final Report of the Getty Seismic Adobe Project,2000
- Leroy Tolles.E, E.Kimbro.E, A.Webster.F, S. Ginell.W, "Planning and Engineering Guidelines for the Seismic Retrofitting of Historic Adobe Structures", The Getty Conservation Institute Los Angeles, Report of the Getty Seismic Adobe Project,2002
- Moghaddam.H, Goudarzi.N, "Transverse Resistance of Masonry Infills", ACI Structural Journal, Volume(107),Issue(4), 2010,pp 461-467,
- آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۸۴-۲۸۰۰) ویرایش۳ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، شماره نشریه ض-۲۵۳
- دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود، دفتر امور فنی، تدوین و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله- نشریه شماره ۳۶۰، ۱۳۸۵
- محمد یکرنگ‌نیا، علیرضا مهدیزاده، " ساختمان آجری و زلزله"، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور، گزارش فنی واحد مقاوم سازی، پاییز ۱۳۸۸
- جمال‌الدین برزویی ، علیرضا مهدیزاده،" الگویی جدید در بهسازی ساختمان یک طبقه آجری"، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور، گزارش فنی واحد مقاوم سازی، تابستان ۱۳۸۹
- نبی گودرزی ، علیرضا مهدیزاده،" بررسی دیوارهای برشی با حرکت گهواره‌ای"، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور، گزارش فنی واحد مقاوم سازی، تابستان ۱۳۹۰
- آرش مردانی ، علیرضا مهدیزاده، علی اصغر، محمد مظاهر کریمی " ارزیابی کیفی مدارس آجری با سقف سبک(تیپ مدارس شمالی کشور)"، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور، گزارش فنی واحد مقاوم سازی، تابستان ۱۳۹۰
- جمال الدین برزویی ، علیرضا مهدیزاده " ارزیابی و طراحی اجزای دیافراگم تحت بارجانبی"، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور، گزارش فنی واحد مقاوم سازی، تابستان ۱۳۹۰

www.mirjalili.net

پیوست ۱:

جزئیات اجرایی

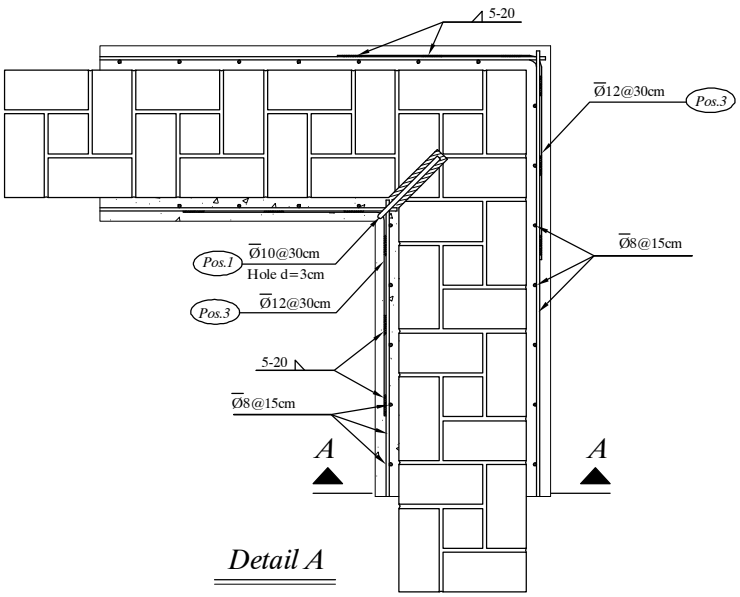
www.mirjalili.net



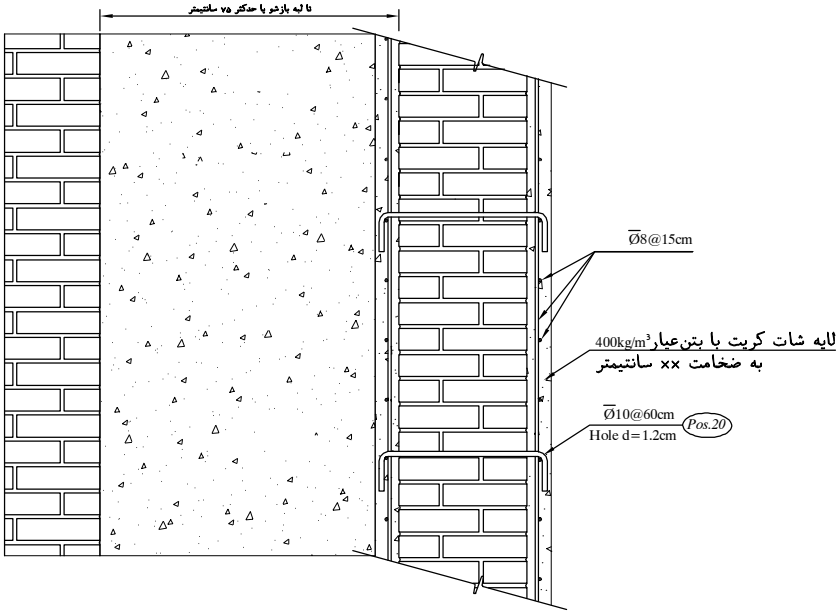
پلان نمایش جزئیات

	Collected by *A.Maradani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*	سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*
2 -	**Scale** --:--	**Sheet**
1 -		پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

www.mirjalili.net

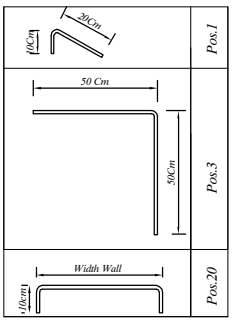


Detail A



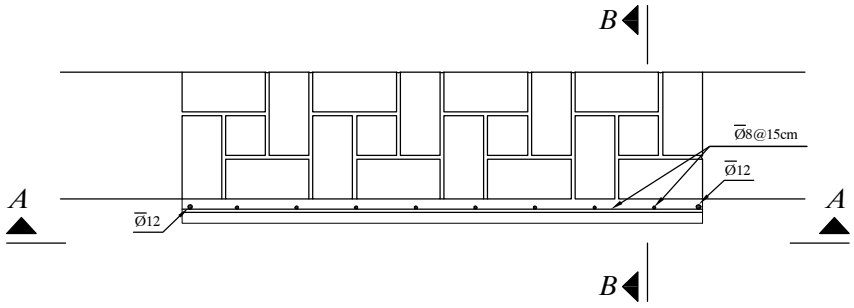
SECTION A

جزئیات اجرائی تامین پایداری(مهار کنج بیرونی)
(تقویت اتصال دیوارهای متعامد)

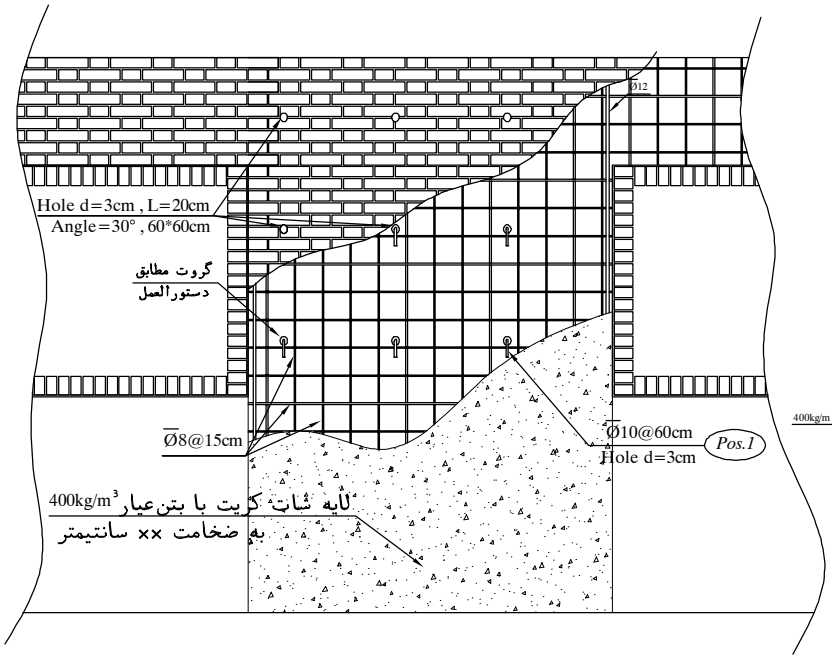


	Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2 -	**Scale** --:--	**Sheet**	
1 -			

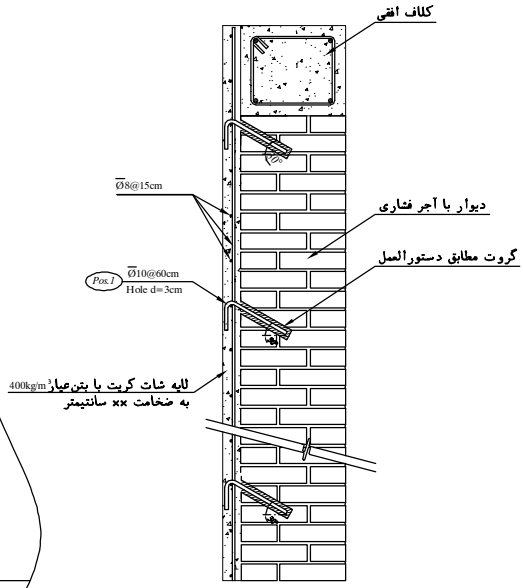
www.mirjalili.net



Detail B

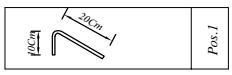


Veiw A



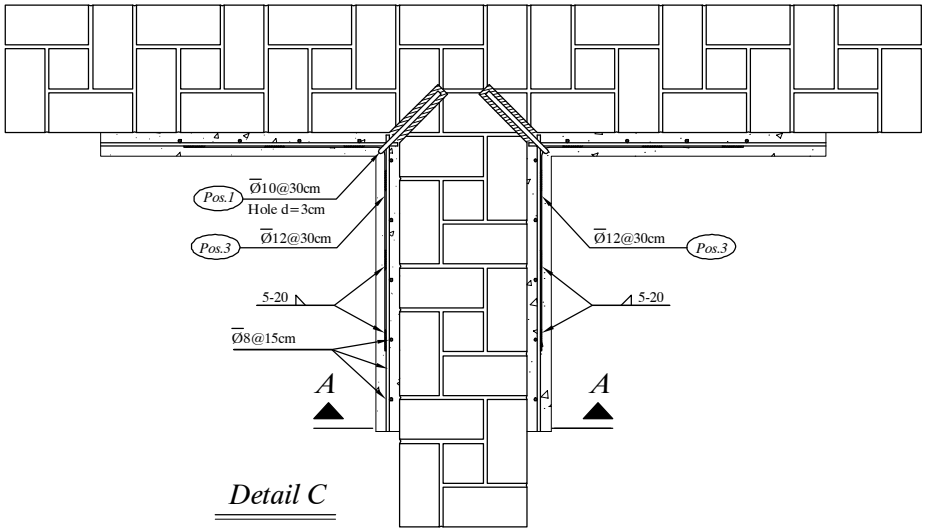
SECTION B

جزئیات اجرائی تامین پایداری (دیوار بین دو بازشو)

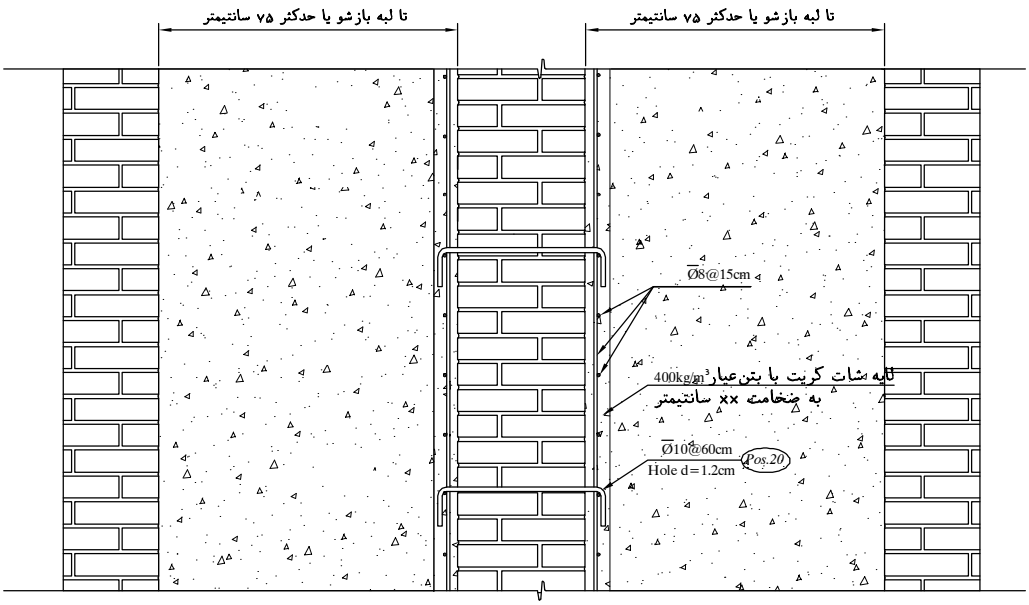


	Collected by *A.Mardani*		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
	Approved by - date *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*		
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2 -	**Scale**	**Sheet**	
1 -			

www.mirjalili.net

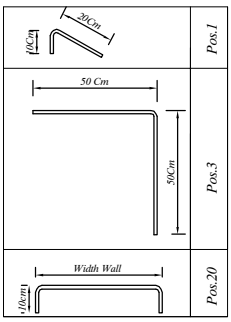


Detail C



SECTION A

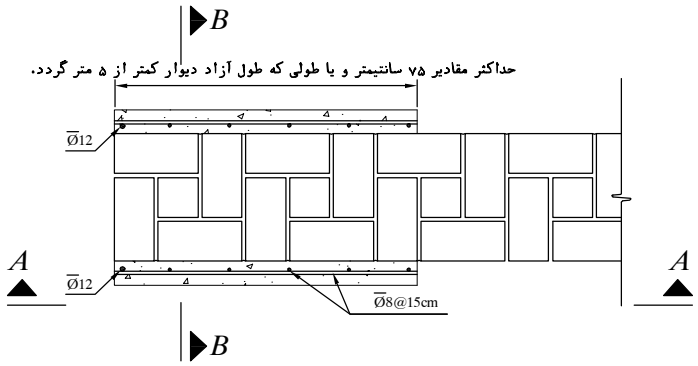
-



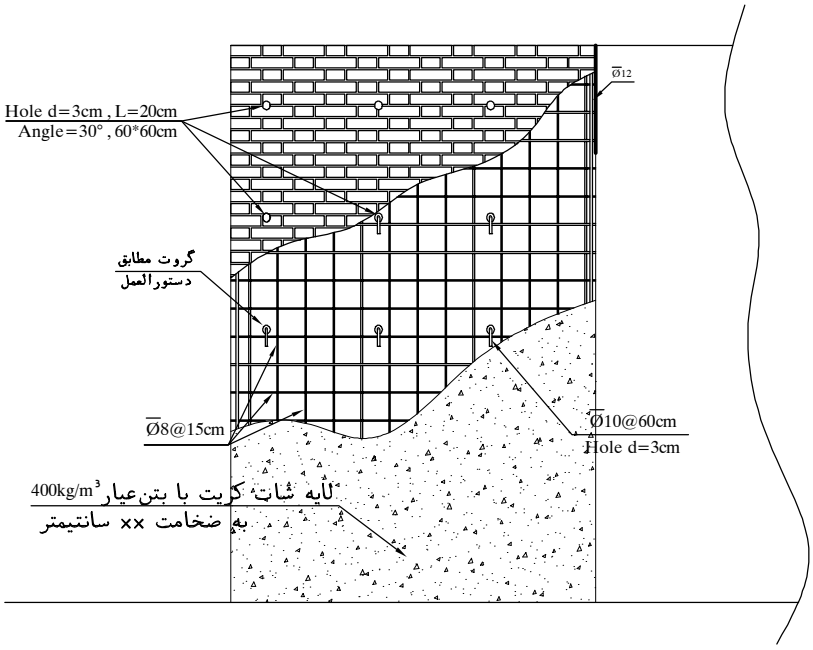
جزئیات اجرائی تامین پایداری (تقویت اتصال دیوارهای متعامد)

		Collected by *A.Mardani*	سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
		Approved by - date *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*	
3	-	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*
2	-	**Scale** --:--	**Sheet**
1	-		پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

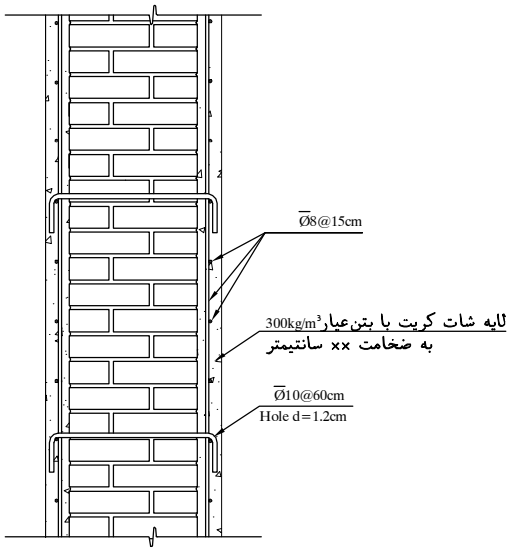
www.mirjalili.net



Detail D



Veiw A

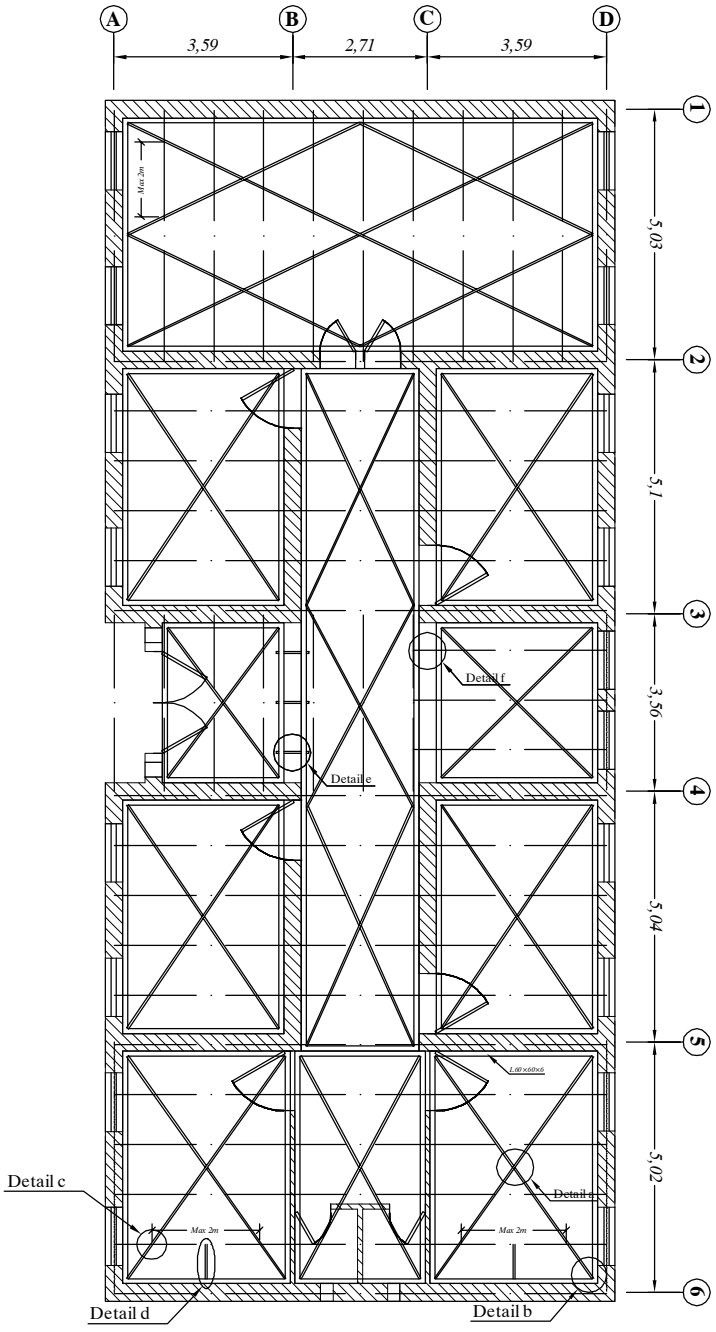


SECTION B

جزئیات اجرائی تامین پایداری(کاهش طول آزاد دیوارها)
(مهار کنج آزاد دیوارها)

	Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2 -	**Scale** --:--	**Sheet**	
1 -			

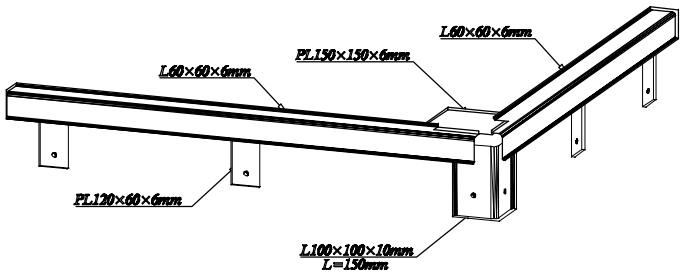
www.mirjalili.net

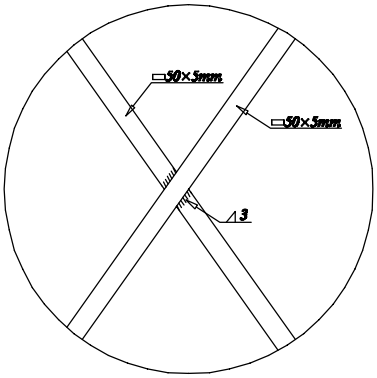


پلان تسمه و نبشی کشی برای انسجام سقف

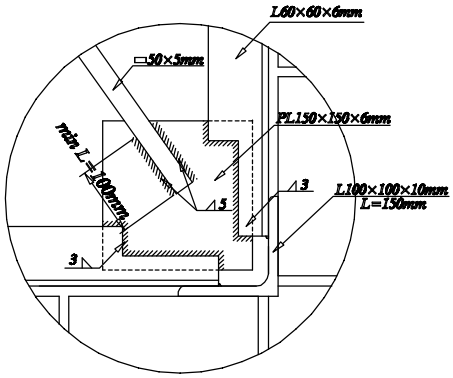
	Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2 -	**Scale** --:--	**Sheet**	
1 -			

www.mirjalili.net

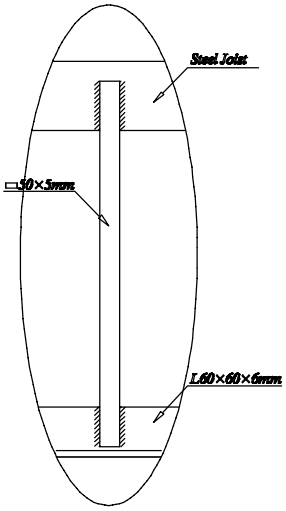




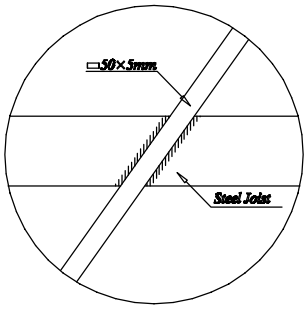
Detail a



Detail b



Detail d

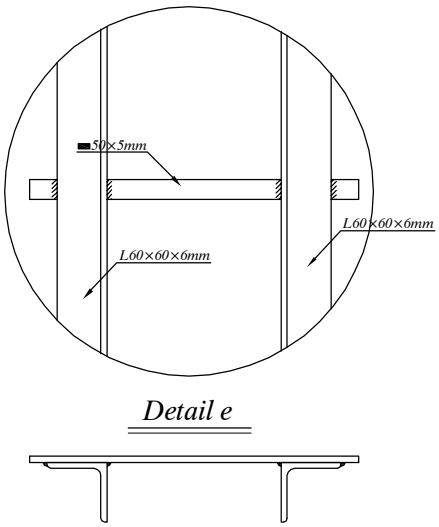


Detail c

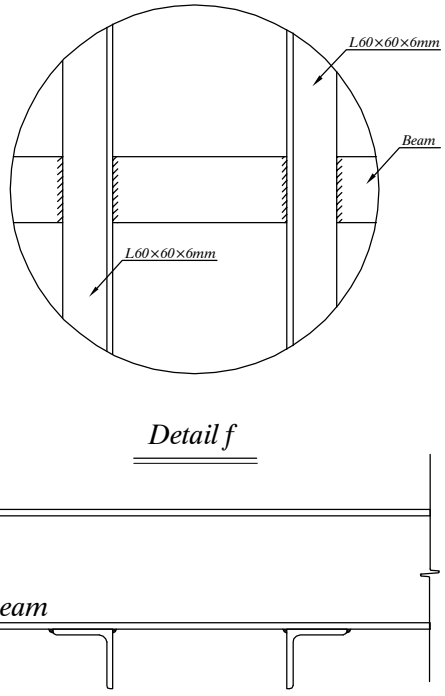
جزئیات تکمیل مسیر کلافها

		Collected by: A.Mardani Approved by - date: Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3	-	Date: 90/03/28	Edition: 1St	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2	-	Scale: --:--	Sheet	
1	-			

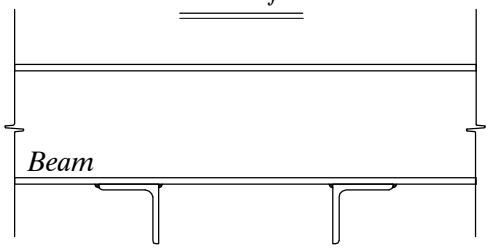
www.mirjalili.net



Detail e



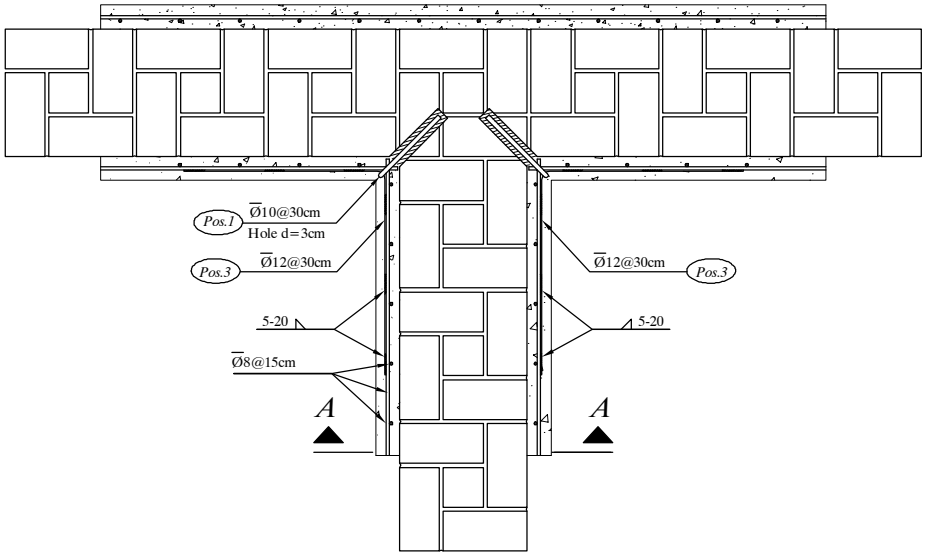
Detail f

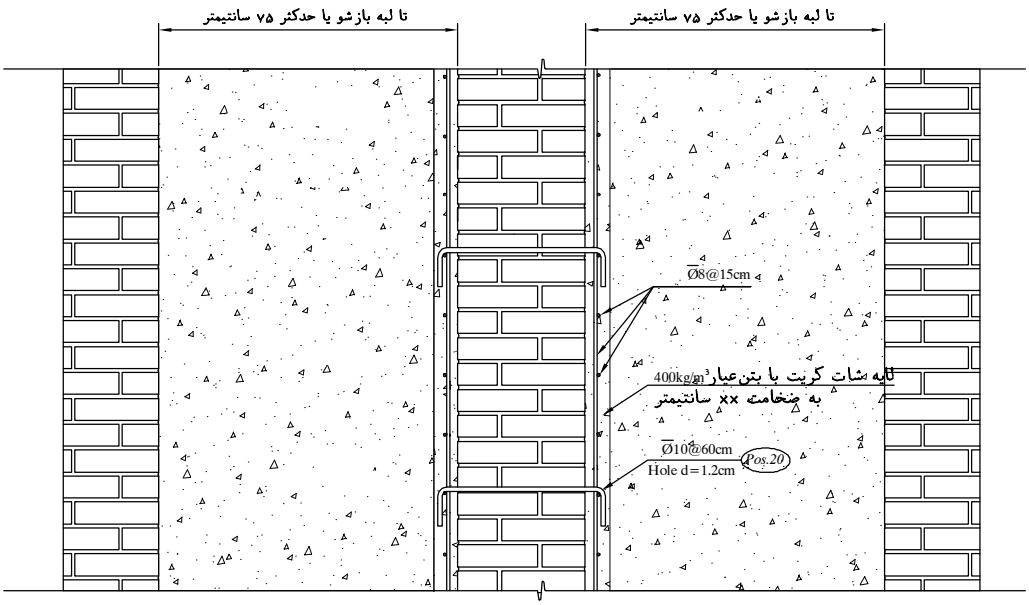


جزئیات تکمیل مسیر کلافها

	Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2 -	**Scale** *--:--*	**Sheet**	
1 -			

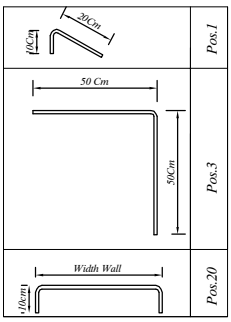
www.mirjalili.net





SECTION A

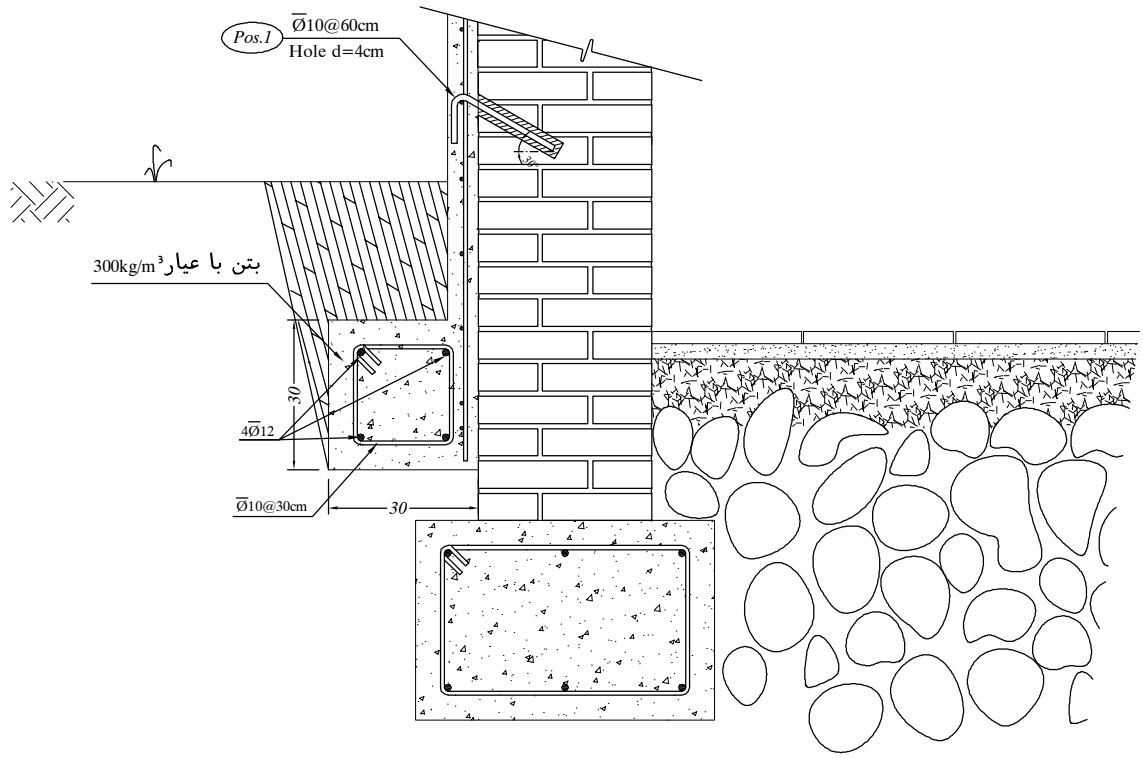
-

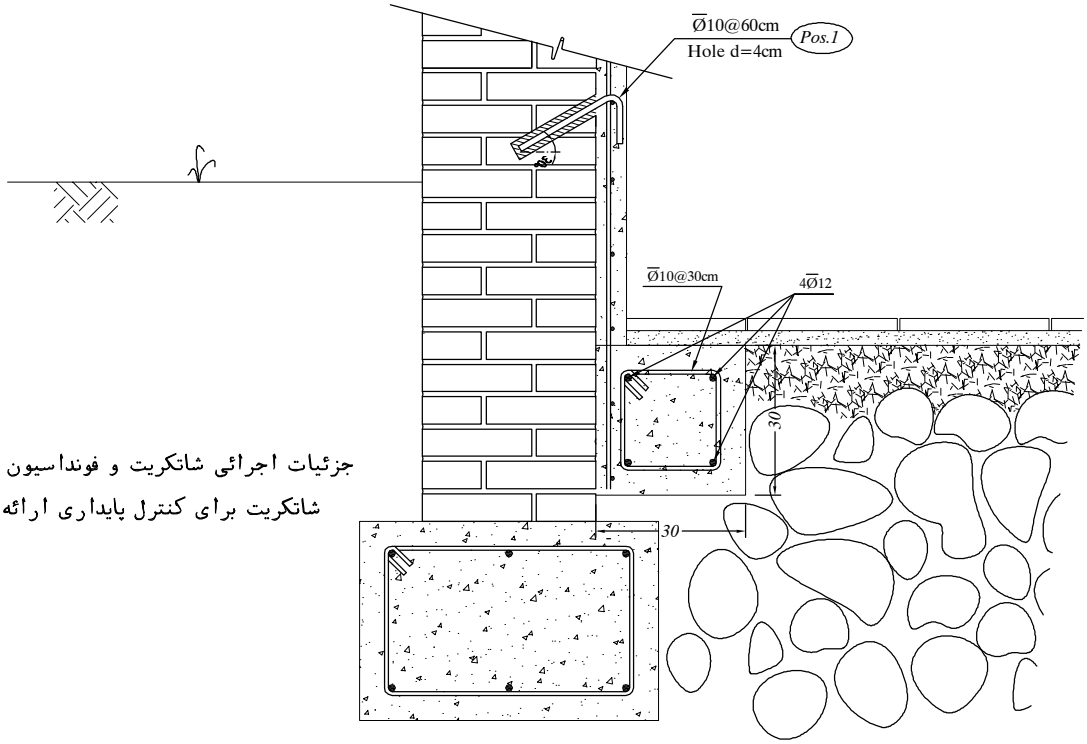


جزئیات اجرائی تامین پایداری در دیوارهای متعامد

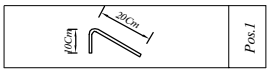
		Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*	سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3	-	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*
2	-	**Scale** --:--	**Sheet**
1	-		پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

www.mirjalili.net



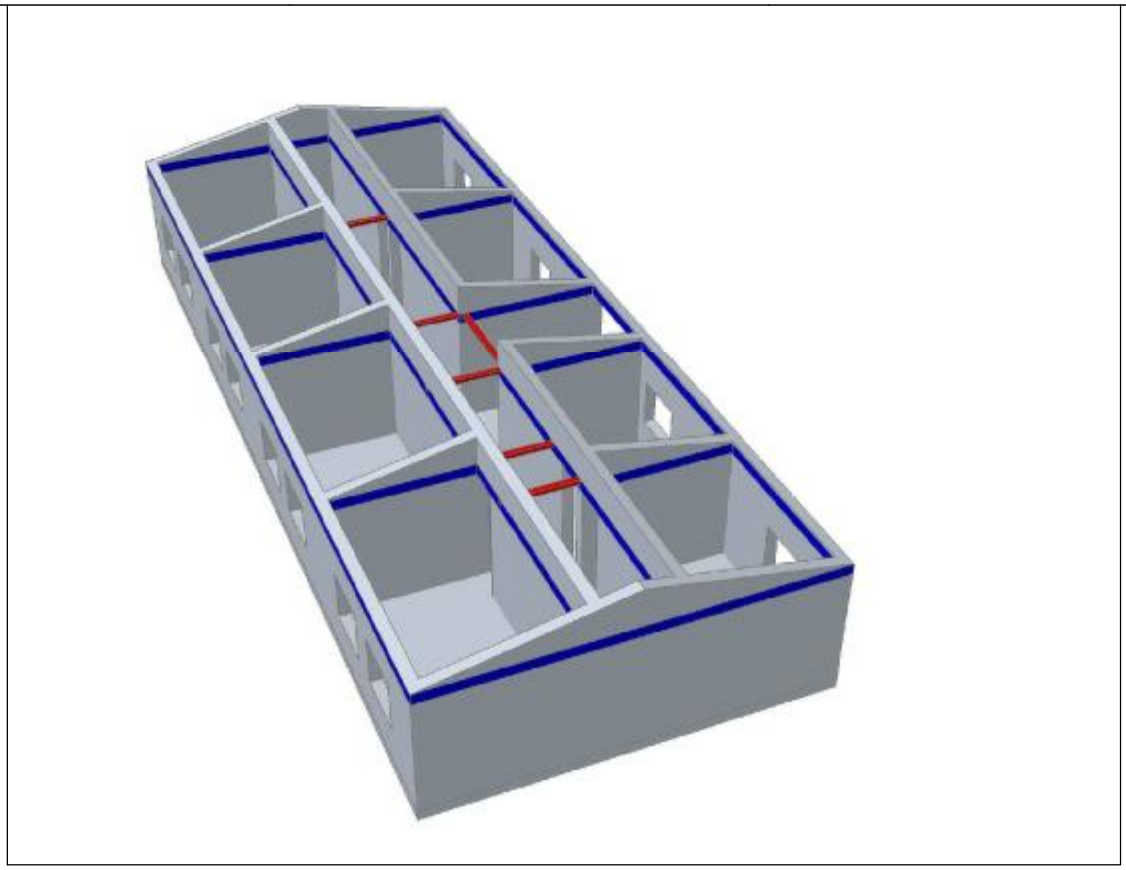


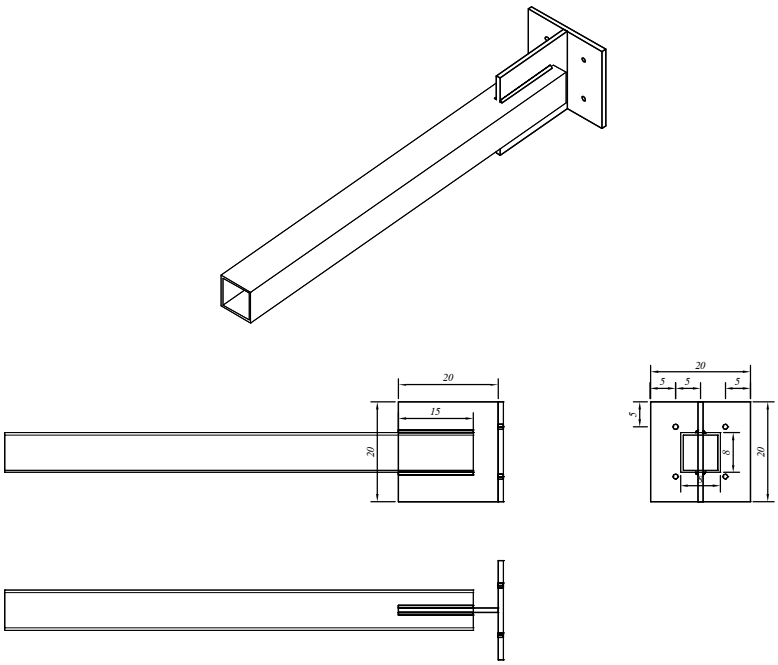
جزئیات اجرائی شاتکریت و فونداسیون در صورتیکه شاتکریت برای کنترل پایداری ارائه شده باشد



	Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2 -	**Scale** *--:--*	**Sheet**	
1 -			

www.mirjalili.net

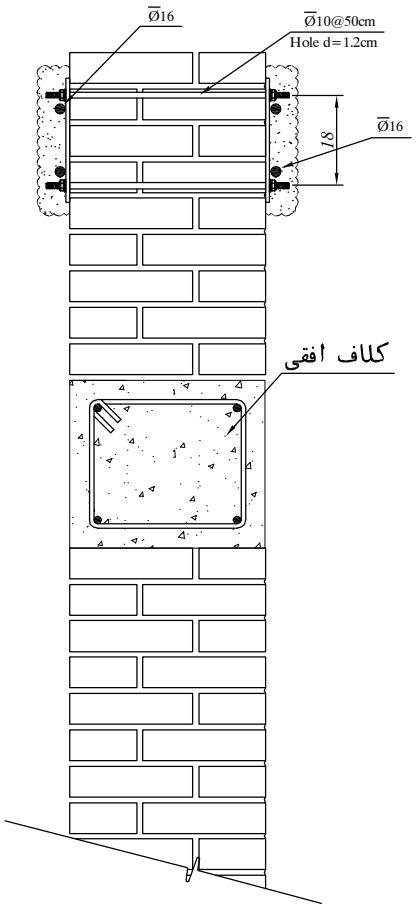


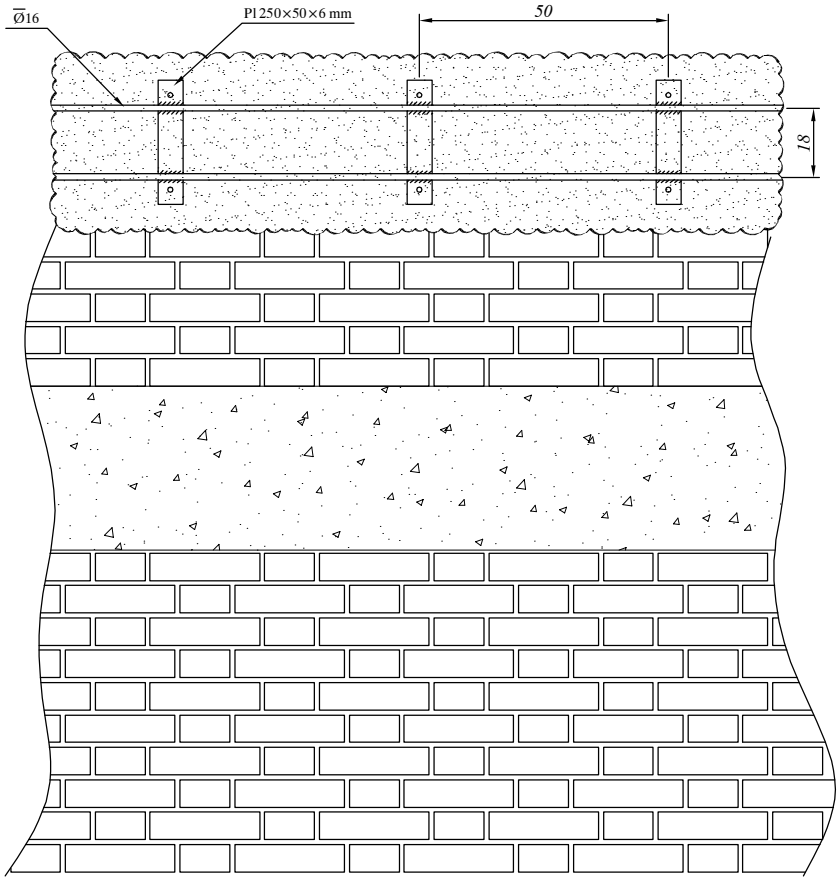


جزئیات اجرائی کامل نمودن مسیرکلافها در ساختمان با سقف سبک

	Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2 -	**Scale** *--:--*	**Sheet**	
1 -			

www.mirjalili.net

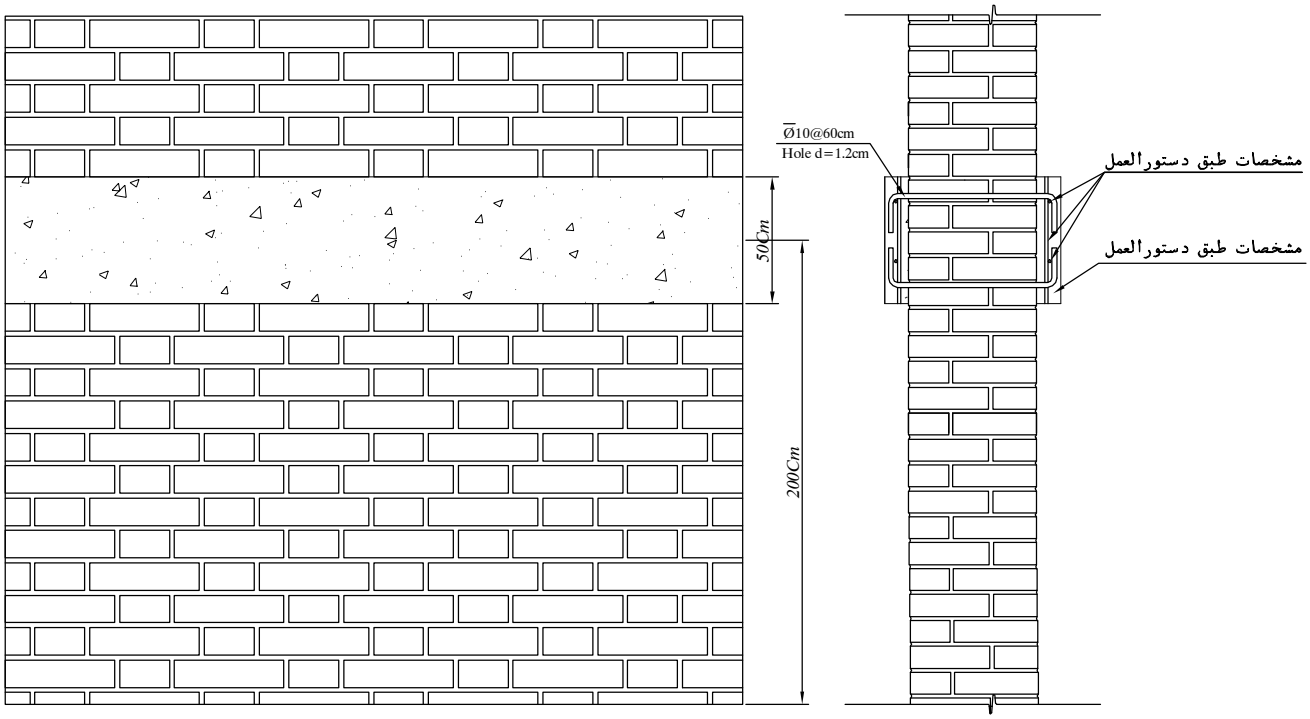




جزئیات اجرائی تامین پایداری(دیوار طره بالای کلاف افقی)
(کنترل پرتاب خارج از صفحه)

		Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*	سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3	-	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*
2	-		پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
1	-	**Scale** --:--	**Sheet**

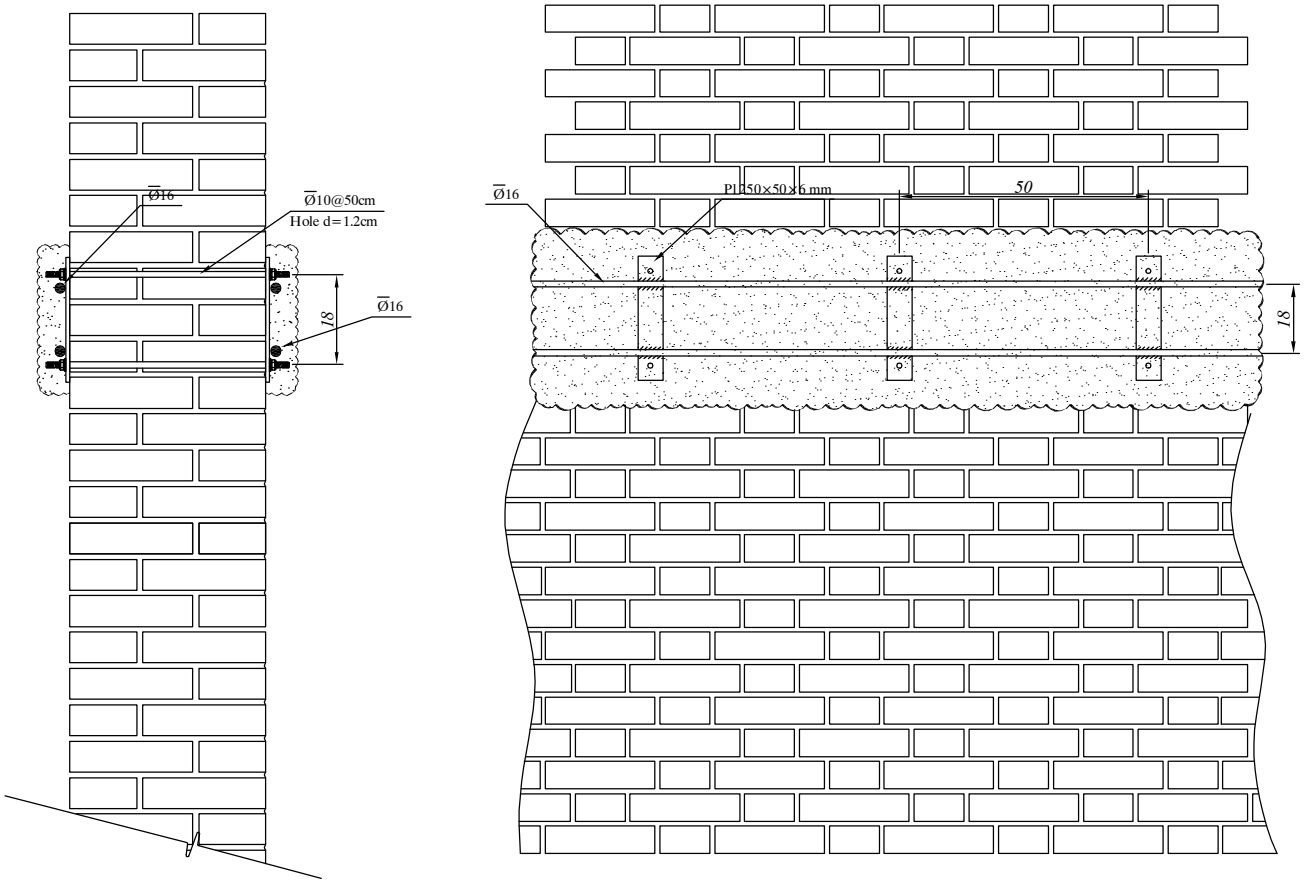
www.mirjalili.net



جزئیات اجرائی تامین پایداری(کنترل پرتاب خارج از صفحه)

	Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*	سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*
2 -	**Scale** --:--	**Sheet**
1 -		پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

www.mirjalili.net



جزئیات اجرائی تامین پایداری(کنترل پرتاب خارج از صفحه)

	Collected by *A.Mardani* **Approved by - date** *Bureau of schools Seismic Rehabilitation - 90/03/30*		سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
3 -	**Date** *90/03/28*	**Edition** *1St*	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
2 -	**Scale** --:--	**Sheet**	
1 -			

www.mirjalili.net

I.R.IRAN
Ministry of Education
State Organization of School Renovation Development & Mobilization

Practical Instruction

for Seismic Rehabilitation of Masonry Schools

NO. 10289/2-2266

Intl. Inst. of Earthquake Eng. & Seismology
Technical & Supervising Deputy
www.nosazimadares.ir/behsazi/

June, 2011

www.mirjalili.net