مهندس | هرآنچه یک دانشجوی مهندسی لازم دارد

دانلود رایگان : کتاب، جزوه، مقاله، پروژه، گزارشکار و ...

WWW.MOHANDES.ORG

www.IrPDF.com

بررسی رفتار ساختمانهای بنایی در برابر زلزله و روشهای مقاوم سازی آنها

شهریار نصری فر
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان
snasrifar@yahoo.com
هادی بیاتی مرغملکی
دانشجوی کارشناسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان
تلفن : ۰۹۱۷۱۱۷۶۱۲۳ - آدرس اینترنتی : hadi_bayati@yahoo.com

چکیده :

پس از ورود آهن به بازار ایران و ساختن کوره‌های آجرپزی در سال ۱۳۳۰ تا ۱۳٤۰ ، ساختمانهای خشت و گلی جای خود را به ساختمانهای بنایی بدون کلاف دارند . بعد از انتشار آیین نامه ۲۸۰۰ در سال ۱۳٦۸ ساختن ساختمانهای بنایی با کلاف بندی رواج پیدا کرد .

با توجه به سابقه طولانی زلزله خیز بودن ایران و مروری بر زلزله های ربع قرن اخیر و ساخت اکثر ساختمانهای کشور از نوع بنایی بر آن شدیم تا در این مقاله به بررسی علل و عوامل خسارتهای وارده به ساختمانهای بنایی در زلزله و همچنین چگونگی مقاوم سازی این ساختمانها بپردازیم . تقویت ساختمان موجود که بر اثر زلزله آسیب دیده است معمولاً از نظر فنی بسیار پیچیده تر از طرح و اجرای ساختمانی جدید است . نامشخص بودن اجزای سازه‌ای و نوع مصالح مصرف شده از یک سو و عدم تطابق ساختمانهای موجود با مدلهای کلاسیک سازه‌ای نظیر قاب‌های گیردار و غیره از سوی دیگر تخمین مقاومت لرزه‌ای ساختمان را بسیار دشوار می‌کند ، علاوه بر این درجه یکپارچگی سقفها و و نیز نحوه اتصال اجزای سازه‌ای به یکدیگر نامشخص است . با نگاهی ویژه به ساختمانهای بنایی که در هنگام وقوع زلزله دچار آسیب دیده‌گی شده‌اند می‌توان به فروریختن خارج از صفحه دیوارها و در پی آن فرو ریختن کلافهای افقی و سقفها و ایجاد ترک و جداشدگی دیوارها اشاره کرد . از آنجا که تقویت ساختمانهای بنایی از وظایف مهم مهندسی می‌باشد در این مقاله به روشهای مقاوم سازی مانند یکپارچه سازی ساخت سقف، استفاده از بتن پاشی و کلاف بندی دیوارها ، مهار کردن دیوارهای غیرسازه‌ای ، دیوار برشی و غیره اشاره می‌شود .

کلمات کلیدی :

ساختمان بنایی ، مقاوم سازی ، زلزله

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

مقدمه:

از نظر تاریخی ساخت سازه های بنایی چند هزار سال سابقه دارد. عمده ساختمان های ایران را ساختمان های خشتی و گلی تشکیل می دهند که به دلیل سقف های سنگین این گونه ساختمان ها و در پی آن افزایش شتاب زلزله ، همچنین عدم مقاومت کافی این گونه ساختمان ها در برابر زلزله و وجود نداشتن آیین نامه مدون ساخت این گونه ساختمان ها در کشور با خسارت های جدی مواجه هستند.بر اساس آمار ها از ۱۲ میلیون واحد مسکونی موجود در کشور ،۸/۵ میلیون واحد بی دوام و کم دوام هستند که در هنگام زلزله حتی مهلت فرار ساکنان به خارج از ساختمان را نمی دهند و می توان برای این ردیف ساختمان ها صد درصد تخریب را در نظر گرفت پس از ورود آهن به بازار ایران ساختمان های خشتی و گلی جای خود را به ساختمان های بنایی بدون کلاف دادند و پس از انتشار آیین نامه ۲۸۰۰ ساخت ، ساختمان های بنایی کلاف دار رواج پیدا کرد . مشاهدات بعد از وقوع زلزله حاکی از این است که ساختمان هایی که ساخت آن ها منطبق با آیین نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران بوده هم چنان پا بر جا هستند و برخی هیچ گونه آسیبی ندیده اند . پابرجایی ساختمان ها و عدم ریزش سقف ها و یا دیوارها از این جهت قابل بحث می باشند که ، باعث ایجاد فرصت فرار و عدم خسارت های جانی در زلزله می شود که ایمنی را با خود به همراه می آورد . هر چند که در حال حاضر احداث ساختمان های دارای اسکلت فلزی و بتنی رو به افزایش است ،. اما هنوز هم اکثریت ساختمانهای موجود در کشور ایران از نوع بنایی می باشند . از آنجا که راه حل جلوگیری از چنین خسارت هایی ، مقاوم سازی ساختمان های موجود است ،لزوم بررسی و تحقیق در مورد شیوه های مختلف بهسازی و مقاوم سازی ساختمان های بنایی موجود به شدت احساس می شود . شناخت دقیق انواع آسیب های وارده به ساختمان و یافتن روش های مناسب مقاوم سازی با تقویت قسمت های اصلی و باربر ساختمان و افزودن عناصر باربر اضافی و نوع سازه بنایی می تواند راهی برای دسترسی به ایمنی بالاتر در مقابل زلزله باشد.

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

الف) ساختمان بنایی :

منظور از ساختمانهای با مصالح بنایی ، ساختمانهایی است که با آجر ، بلوک سیمان یا سنگ یا خشت ساخته می شوند در آنها تمام یا قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارها با مصالح بنایی تحمل می گردد. بنابراین ساختمانی که در آن قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی و قسمتی دیگر توسط عناصر فلزی یا بتن آرمه تحمل شود در ردیف ساختمانهای با مصالح بنایی محسوب می شوند . ساختمانهای بنایی را می توان به دو دسته ساختمانهای بنایی بدون کلاف بندی و با کلاف بندی تقسیم بندی نمود . ساختمانهای بنایی بدون کلاف ممکن است تا زلزله 6 تا 6.5 ریشتر پایدار بماند اما برای اغلب ساختمانهای بنایی بدون کلاف تحمل زلزله هایی با بزرگی 7 یا بیشتر امکان پذیر نیست و در برابر زلزله فرو می ریزند . (پیوست عکس شماره ۱)

ب) محسنات استفاده از ساختمان بنایی :

۱- قیمت این نوع ساختمان‌ها ارزان تمام شده از عوامل آن می‌توان به عدم نیاز به تخصص بالا و ساخت آن بوسیله مقاطعه کاران معمولی ، سرعت عمل بیشتر و کمترین هزینه بالاسری و کارگاهی ، هزینه نگهداری پایین ، عدم نیاز به هزینه برای عایقهای اشاره کرد .

۲- سرعت ساخت بالا ؛ که به علت سهولت ساخت و داشتن روش تکراری پیوسته دارای سرعت ساخت بیشتری به سایر سازه ها می باشد .

۳- عایق صوتی ؛ بهترین عامل برای جلوگیری از انتقال صورت جرم می باشد و هر چه ضخامت دیوارهای جدا کننده بیشتر باشد انتقال صوت کمتر می باشد .

٤- در دسترس بودن مصالح ، مصالح سنتی با توجه به سابقه استفاده در کشور به اندازه کافی موجود می باشد مانند آجر که در تمام نقاط ایران تولید می شود .

٥- عایق حرارتی و برودتی، چون در این سیستم از دیوار ضخیم استفاده شده از نظر جلوگیری از انتقال گرما و سرما مناسب می باشد و به عنوان یک عایق عمل می کند.

٦- مقاومت در برابر آتش سوزی و احتمال پایین پوسیدگی و زنگ زدگی ، با توجه به نوع مصالح در این نوع ساختمان ها امکان می یابد .

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

ج) مصالح مصرفی و نحوه اجرا در ساختمانهای بنایی :

در ساختمانهای با مصالح بنایی استفاده از ملات گل یا گل آهک مجاز نمی باشد . دیوارهای سنگی و دیوارهای بلوک سیمانی با عیار حداقل **200** کیلوگرم بر مترمکعب ملات ساخته می‌شود . از ملات حرامزاده (باتارد) با **100** کیلوگرم سیمان و **125** کیلوگرم آهک در متر مکعب ملات نیز می توان استفاده نمود . جان پناه بام و بالکن و قسمت طرهای از دودکشها باید منحصراً با ملات ماسه سیمان با عیار حداقل **200** کیلوگرم بر مترمکعب ساخته شوند .

مصالح مصرفی در سقفها نیز باید بنحوی ساخته شوند که در برابر نیروهای زلزله اول از تکیه گاه خود جدا نشوند و دوم یکپارچگی خود را حفظ نمایند . بکار بردن چوب به عنوان عنصر باربر سقف در صورتی مجاز می‌باشد که پوشش سقف از نوع سبک نظیر تخته ، ورق آهن ، صفحات موجدار فلزی یا آزبست سیمان باشد در اینصورت برای کلاف بندی سقف نیز می توان از چوب استفاده نمود احداث سقف چوبی با پوشش حصیر و گل و شفته آهک یا طاق خشتی مجاز نمی باشد .

مصالح تولید و مصرفی در اغلب مناطق کشور محدود به مصالح سنتی است و شیوه انتخاب آنها به در دسترس بودن و یا ملاحظات اقتصادی بستگی دارد . ا ین نوع مصالح با شیوه‌های ساده تولید می شوند و اصولاً در ساختمانهای جدید مصالح ساختمانی نوین جایگاهی ندارد .

عمده ترین مشکلات این مصالح کیفیت نامعلوم آنهاست بطوریکه حتی سازندگان این مصالح با نحوه نگهداری ، ساخت و عمل آوری و همچنین خواص مهندسی آنها نیز آشنا نیستند .

در بعضی از شهرها دیوارهای آجری در این ساختمانها به دلیل عدم آشنایی مردم با شیوه‌های صحیح اجرا و تلاش آنها در کاهش هزینه های مصرفی ، بجای ملات ماسه سیمان از عمدتاً از ملات گل ، ملات ماسه آهک استفاده شده و به ندرت با ملات ماسه سیمان اجرا شده است .

مقاومت چسبندگی ملات و آجر علاوه بر اینکه به کیفیت ملات و آجر بستگی دارد به سرعت جذب آب ملات توسط آجرها ، زبری و تمیزی سطوح آجرها و عوامل محیطی مانند رطوبت و حرارت نیز بستگی دارد که به آنها توجه چندانی نشده است . به طوری که در بسیاری از آجر چینی ها آجرها به راحتی از ملات جدا شده و دیوار فرو ریخته است . (پیوست عکس های شماره ۳ و ٤)

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

د) مشکلات و خسارتهای سازه ای و عوامل آن در ساختمانهای بنایی :

در ساختمانهای با مصالح بنایی بدون کلاف به علت مقاومت کم دیوارهای آجری در برابر نیروهای کششی و برشی ، عدم انسجام کافی بین دیوارهای متقاطع در گوشه های ساختمان به دلیل نبودن کلاف یا پشت بند ، وجود بازشوهای بزرگ در دیوار نظیر درب پنجره گنجه و طاقچه و نیز سقفهای سنگین بدون رعایت تمهیدات لرزه‌ای از جمله عواملی هستند که تخریب دیوارهای باربر و به دنبال آن فرو ریزش سقف این ساختمان‌ها را موجب می شوند . عوامل مهم دیگر مانند عدم اتصال دیوار به سقف و دیوار به پی از مهمترین عوامل ضعف این ساختمانهاست . در بعضی مناطق اجرای سقفها بصورت طاق ضربی می‌باشد . اساس استاندارد **2800** ایران بایستی تکیه گاه مناسب برای پاطاق آخرین دهانه لحاظ گردد این تکیه گاه می تواند با قرار دادن پروفیل فولادی و اتصال آن به کلاف زیر خود یا با جاسازی در کلاف بتنی اجرا گردد در صورتی که تکیه گاه فولادی مورد استفاده قرار گیرد بایستی با تکیه گاه در دو انتهای تیر و همچنین در فواصل کمتر از **2** متر آهن سقف متصل گردد. همچنین استفاده از میله مهار جهت تأمین یکپارچگی سقف از اهمیت ویژه ای برخوردار است .

در ساختمانهای با کلاف بندی که دارای کلاف بتن قائم و افقی هستند به نسبت از عملکرد بهتری در هنگام زلزله برخوردار بودند . از دلایل خسارتهای سازه ای این نوع ساختمانها می‌توان به مواردی هم چون کیفیت پایین بتن مصرفی در شناژها ، عدم رعایت طول پیوستگی لازم بین میلگردهای کلافهای قائم و افقی در محل اتصال ، عدم اجرای همزمان کلافهای بتنی با چیدن دیوارها و نیز مهار ناکافی عناصر سقف در کلاف افقی اشاره کرد .

د-۱) ایجاد ترک و جدا شدن دیوارها از یکدیگر :

بدلیل عدم انسجام ساختمانهای مصالح بنایی و اتصال ناکافی در محل تلاقی دو دیوار با یکدیگر ترک ایجاد شده و دیوارها از یکدیگر جدا می‌شوند .(پیوست عکسهای شماره ۵ ، ٦ و۷)

د-۲) فروریختن خارج از صفحه دیوارها :

از آنجایی که اتصال های دیوار غیر باربر با سقف به صورت صحیح صورت نگرفته بود و با دیوارهای مجاور نیز قفل و بند نشده بودند دیوارها از سقف جدا شده و فرو ریخته اند . (پیوست عکس های شماره ۸و ۹)

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

د-۳) ایجاد ترکهای مورب کششی در کنار بازشوها :

پایـه های آجری بین بازشوها در دیوارهای مصالح بنایی مانند ستون کوتاه عمل کرده و غالباً دچار تـرکهای مـورب کششـی شـدند . ایـن ترکها بصورت ضربدری و عمدتاً در پایه‌های بین دو بازشو صورت گرفته و موجب کج شدگی سقف گردیده است . (پیوست عکس‌های شماره۱۰، ۱۱ و۱۲)

د-٤) فروریختن دیوارهای باربر و سقف ها :

دیوارهـای باربـر بـه علت مهار جانبی و انسجام و همچنین پیچش دچار خرابی گردیدند . در اغلب موارد فرو ریختن دیوارهای باربر موجب فرو ریختن جزئی یا کامل سقف ها نیز شده است احتمالاً تغییر مکان جانبی زیاد و عدم وجود مهار جانبی برای دیوار باعث فرو ریختن آن شده بود .

گاهـی اوقـات تمامـی دیوارهـای باربـر به عنوان پایه های سقف دچار گسیختگی می‌شد و موجب سـقوط کـامل سـقف و در هـم شکستن آن می گردند . در مورد دیگر به علت تخریب دیوار باربر سـقوط یـک سـقف تـیرچه بلـوک به چشم می خورد که تنها بوسیله میل گرد تیرچه های آن نگه داشته شده است . (پیوست عکس های شماره ۱۳ و١٤)

د-٥) از بین رفتن انسجام سقف و فرو ریزش آجرهای طاق ضربی :

در اکـثر خرابـی هـای مشـاهده شـده ، سقفها فاقد مهار بندی افقی ضربدری یا مهار جانبی تیرچه‌ها بودنـد کـه موجـب گـردید تـا تـیرچه‌هـا تحـت اثر زلزله جابجا شده و طاق ضربی آنها فرو بریزد . (پیوست عکس شماره ۱۵ و ١٦)

د-٦) شکست کلافها و فرو افتادن آنها از روی دیوار :

عمـداً سـاختمانهایی که دارای کلاف بندی بودند از رفتار بهتری برخوردار بودند ولی بسیار از آنها دچـار خسـارات شدیدی شدند که علت آن عدم وجود کلاف قائم ، عدم اتصال مناسب و انسجام بین کلافها، بتن باکیفیت‌نازل و فاصله زیاد خاموتهای آن بود.(پیوست‌عکس‌های‌شماره۱۷، ۱۸و۱۹)

د-۷) جدا شدن تیرهای سقف از کلاف :

در مشـاهدات ملاحظـه شد که نبشی‌ها نقش کلاف را بازی می‌کرده‌اند ولی به دلیل عدم مهار آنها در دیـوار و نبشـی‌هـا کـه ازچـند المان به هم جوش داده شده بودند در محل اتصال شکسته شده و سـقف انسـجام خود را از دست داده بود . در مقایسه کلافهای بتن از عملکرد بهتر برخوردار بودند

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

به طوری که با وجود ریختن دیوار زیرین کلاف ، کلاف پایدار مانده و توانسته از فرو ریزش سقف جلوگیری کند . (پیوست عکس‌های شماره ۲۰ ، ۲۱ و ۲٤)

د-۸) تغییر شکل جانبی ساختمان :

عدم وجود اعضای باربر جانبی در یک جهت ، بدلیل بازشوهای بزرگ که عمدتاً در مغازه‌ها اتفاق می افتد تغییر شکل زیاد باعث شکسته شدن در و پنجره ها و صدمات زیاد به نزدیک‌کاری گردید. عدم توجه به ضوابط مربوط به حفظ تقارن در توزیع دیوارهای برشی در دو جهت مندرج درآیین نامه طراحی لرزه ای موجب بروز این خسارات شده است. (پیوست عکس های شماره ۲۲ و ۲۳)

د-۹) شکست دیوارهای برشی و عرضی :

شکست دیوار های برشی وعرضی اصلی ترین حالت های شکست را تشکیل می دهند ، دو حالت شکست ممکن است به وجود آید : الف) خمشی ب) برشی

معمولا پایه های پهن به حالت برشی و پایه های باریک به حالت خمشی می شکند

د-۱۰) خسارت در گوشه ساختمان و فروریختگی جزئی:

عدم وجود کلاف و اتصال مناسب که بتواند دو دیوار مجاور را به یکدیگر مهار نماید و گاهی پیچش جزئی ساختمان موجب بروز اینگونه خسارات می شود. (پیوست عکس های ۲۵، ۲٦ و ۲۷)

د-۱۱) فروریختگی کلی :

بسیاری از ساختمانها به دلیل عدم انسجام بین اجزای مختلف ، کیفیت پایین مصالح ، عدم بکارگیری روشهای صحیح اجرایی و دقت در اجرا ، کمبود مقاومت برشی اجزای باربر جانبی دچار خسارات عمده و فرو ریختگی کلی گردیدند . در اکثر این ساختمانها سقف‌ها چند لایه و سنگین بودند دیوارهای آجری از ملات گل بنا شده و استفاده از کلاف بندی افقی و قائم کمتر دیده می شود . فروریختگی کلی به دنبال تخریب دیوار باربر و پایین آمدن سقف اتفاق افتاد . (پیوست عکس شماره ۲۸ و ۲۹)

هـ) عملکرد مناسب :

رعایت ضوابط آئین نامه طراحی ، اجرا و نظارت صحیح در حد مطلوبی توانسته است متضمن پایداری و عملکرد مناسب ساختمانهای مصالح بنایی باشد . (پیوست عکسهای شماره ۲ و ۳۰)

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

و) روشهای تقویت ساختمانهای بنایی :

و-۱) یکپارچه ساختن سقف :

فرض اساسی در ساختمان ها این است که سقف به طور یکپارچه عمل می کند . برای تحقق این امر میتوان خاک و نخاله روی آجرها در سقفهای طاق ظربی برداشته شود و میلگردهای به فاصله ۱ متر به تیرها جوش دهیم و به ضخامت 5 سانتی متر بتن ریزی کنیم . در مواردی که از لحاظ اقتصادی امکان طرح فوق نباشد سقفهای طاق ضربی را از زیر می تراشیم و یک جفت میلگرد به شکل ضربدری جوش می‌دهیم و روی دیوارهای باربر به فاصله بین تیرها را تمیز می کنیم و سه میلگرد جوش داده و بتن ریزی می کنیم که یک کلاف افقی ایجاد شود .

و-۲) استفاده از بتن پاشی :

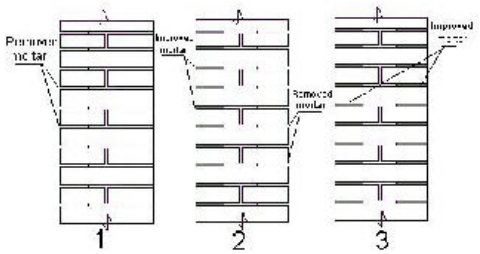
یکی از روشهای موثر ایجاد روکش بتنی روی دیوار بنایی است که این کار به دو روش پاشش تر و خشک انجام می شود و شبکه ای از میلگردهای افقی و قائم و یا مورب روی دیوار نصب می شود و آنگاه روی آن بتن پاشی می شود در این روش افزایش مساحت برشی و کاهش ارتفاع به ضخامت تحقق می یابد و دیوارهای آجری بتنی می‌توانند دیوار برشی بتنی نیروهای زلزله را بگیرند . در این روش روکش در سطح بیرونی به علت عدم تلاقی با سقف مزیت دارد .

و-۳) مهار کردن دیوارهای غیر سازه ای :

معمولاً دیوارهای غیر سازه ای تماس ضعیف با سیستم سازه ای مجاور دارند . برای این دیوارها مهارهایی که در مقابل نیروهای عمود بر صفحه لازم است که با نبشی‌ها یا صفحه‌های فولادی در هر ضلع از اضلاع دیوار غیر سازه‌ای اتصال لازم بوجود آید .

و-٤) بندکشی مجدد :

به علت از دست دادن خاصیت ملات در بندها ، با استفاده از ملات یا سیمان نو ، مقاومت صفحه ای و عمود بر صفحه و انعطاف پذیری دیوارهای بنایی افزایش می یابد . این روش وقت گیر و گران است ولی موجب د وام ساختمان برای سالهای طولانی می شود .



www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

و-۵) کلاف بندی و روکش سطح دیوار :

مطمئن ترین راه برای تضمین پایداری لرزه ای ساختمان های بنائی تسلیح ، کلاف بندی و قاب بندی است . ایجاد پوشش بر روی دیوارهای بنایی موجب افزایش مقاومت دیوارها می شود و دیوارهای کلاف بندی شده مانند قاب مرکب عمل می کنند. اخیراً استفاده از مواد کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف برای بهسازی دیوارها مورد توجه قرار گرفته است .

و-٦) مهار کردن نما :

اجرای نما معمولاً دارای تماس ضعیفی با دیوار اصلی سازه اند . استفاده از مهار در بندهای آجرنما و اتصال این قسمت به طور محکم با دیوار پشت ضروری است و با توجه به آیین نامه باید مفتولهای فلزی در داخل ملات پشت کار قرار گرفته و سر آزاد آنها در ملات آجر نما قرار بگیرد تا ارتباط بین دیوار سازه و نما را فراهم شود .

و-۷) استفاده از ملات دوغابی یا ملات سیمانی برای تقویت دیوارها :

تقویت دیوارها با تزریق به داخل حفره های داخلی ، ترکها و سلولهای واحدهای بنایی ، یکی از روشهای قدیمی برای تقویت دیوارهای موجود است . از ملات دوغابی یا سیمانی یا پلیمری به عنوان ماده تزریق برای این عمل استفاده می‌شود و مقاومت دیوار در برابر نیروهای جانبی افزایش می یابد . ترکهای مویی می تواند از ظرفیت دیوار در برابر نیروهای جانبی بکاهد که با این عمل به مقاومت قبلی بر می گردد .

و-۸) دیوار برشی :

اصلی ترین عنصر لرزه بر هر ساختمان بنائی است که سرانجام باید بار افقی حاصل از کلیه اجزای دیگر را به زمین منتقل کند . به وسیله آان می توان یک ساختمان را در یک یا دو جهت مقاوم کرد و دیوارهایی هستند که موازی جهت حرکت پی هستند . در روش اول می توان قسمتی از دیوار موجود را برداشت و به جای آن دیوار برشی از بتن مسلح بنا کرد و یا با ترایدن اندود دیوارهای موجود یک دیوار برشی بتنی در کنار آن ایجاد کرد .

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

و-۹) ایجاد خط دوم دفاع:

یکی از روشهایی که برای تقویت ساختمان های غیر مسلح پیشنهاد می شود ایجاد خط دوم دفاع است . تا هنگامی که ساختمان در معرض زلزله قرار گرفت و آغاز به فرو ریختن کرد بتواند بر این خط دفاع تکیه کند و کاملا فرو نریزد و بدین وسیله جان ساکنان محفوظ بماند .

و-۱۰) مهار شکست برشی به کمک کمرکش:

کمرکش کلافی افقی است که در میانه ارتفاع دیوار تعبیه شده باشد .کمرکش در واقع عضوی است که در برابر لنگر خمشی مقاومت می کند و می تواند از جنس بتن مسلح یا فولاد باشد .

و-۱۲) گیره برای دیوار های پشت بند :

دیوار های عمود بر دیوار برشی را پشت بند می نامند . اتصال های گیره دار در مقایسه با اتصالی که فقط از آجر تشکیل شده باشد از نرمی بسیار بیشتری برخوردارند و اتصال تا لحظه های پایانی زلزله پایدار می مانند .

و-۱۳) استفاده از پشت بند و هسته های مقاوم :

در مواردی که بتوان در خارج از ساختمان در امتداد دیوار ها از پشت بند هایی استفاده کرد ، می توان این پشت بند ها را به گونه ای طرح کرد که مقاومت جانبی لازم برای مقابله با نیروهلی زلزله را تامین کند این نوع تقویت شاید بیشتر مناسب ساختمان های روستائی می باشد و صرفا در جهت فشاری کار می کند .

و-١٤) تعبیه میل گرد های قائم و پس تنیدگی دیوار ها :

این روش یکی از روش های بسیار متداول در آمریکا برای تقویت ساختمان های آجری چند طبقه فاقد اسکلت و سیستم لرزه بر است .

و_١٥)مهار شکست خمشی به کمک میلگرد های قائم و مهار شکست برشی به کمک میلگردهای افقی :

که در مهارهای خمشی این میلگرد ها در کلاف زیرین قلاب می شوند و در داخل دیوار ها فضایی برای میلگرد قائم بازگذاشته شده سپس با ملات پر می شوند .

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

خلاصه و نتیجه گیری :

در حال حاضر برای ساختمانهای مسکونی بهترین سیستم موجود که به نوعی از مصالح سنتی استفاده می کند ساختمان بنایی با کلاف می باشد که در کشور از نظر طراحی و اجرا این ساختمانها دارای تجربه طولانی هستیم و با توجه به نتایج زمین لرزه ها می توان گفت ساختمانهای بنایی کلاف دار که طبق آئین نامه **2800** ایران ساخته شوند خواهند توانست در برابر زمین لرزه نسبتاًشدید مقاومت نمایند این در حالی است که این گونه ابنیه ارزان تمام شده و تخصص و مهارت نسبتاً کمی برای اجرای آنها لازم است . بکارگیری ملات ماسه سیمان مرغوب برای آجر چینی و کلافها ، میل گرد کافی و دقت بهم بستن کلافها ، اتصال دیوارها و انسجام سقف می تواند باعث رفتار قابل قبول آنها در برابر زلزله گردد . به هر حال اگر مقررات و ضوابط ساختمانی موجود مورد رعایت عموم قرار گیرد خسارت زمین لرزه ها هم از نظر مالی و هم از لحاظ جانی بطور چشمگیری کاهش پیدا می کند . استفاده از مصالح با کیفیت مناسب و همچنین ایجاد سیستم های جدید ساختمانی با در نظر گرفتن مواردی چون تربیت نیروی ماهر محلی مورد نیاز ، در نظر گرفتن وضعیت معیشتی و اقتصادی ساکنین منطقه و نظارت مهندسی باید مورد توجه جامعه مهندسی قرار گیرد . با وجود اطلاعات فراوان متخصصین کشور در مورد مقاوم سازی ، متأسفانه این اطلاعات در عمل جایگاه مناسبی پیدا نکرده است . بدون شک بالابردن کیفیت مصالح و نحوه ساخت ، یکپارچگی سقف و سبک کردن آن و نیز تعبیه عناصری که انعطاف پذیری ساختمان را افزایش دهد (مانند کلافهای افقی) می تواند سبب افزایش مقاومت ساختمان شود اما هیچیک از این تمهیدات به معنای تضمین پایداری قطعی سازه در مقابل زلزله‌های مخرب نیست ولی عاملی برای حفظ جان ساکنین خواهد بود .

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

مراجع :

۱- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن «گزارش فوری – زمین لرزه بم»

۲- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن «آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله استاندارد **2800**»

۳- مقدم ، حسن «طرح لرزه ای ساختمانهای آجری» موسسه انتشارات دانشگاه شریف

٤- مقدم ، حسن «بهسازی ساختمانهای بنایی» دورهٔ آموزشی ارزیابی آسیب پذیری و روش مقاوم سازی ساختمانها ، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

٥- پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله «گزارش مقدماتی زلزله بم»

6- Tomazevic , Lutman, M..."Unrein Forced Brick Masonry Apartmant Builiding"

7- ATC , "NEHRP Commentrey on the Guidines , FEMA 274"

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

پیوست

عکس شماره ۱

عکس شماره ۲

www.IrPDF.com

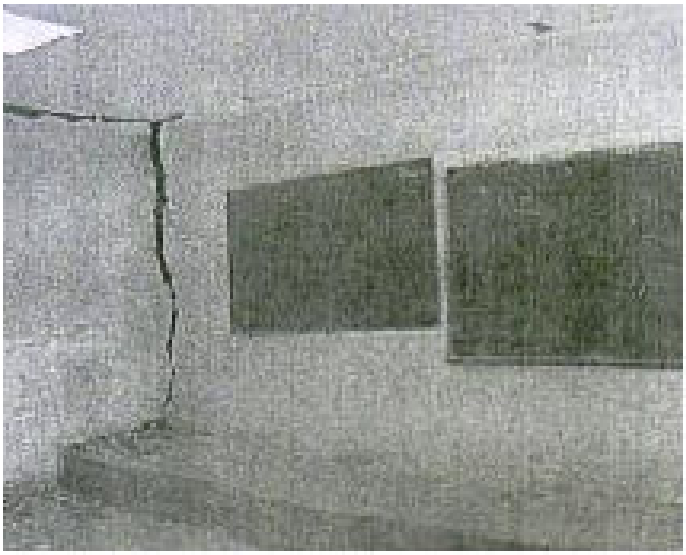
www.IrPDF.com

عکس شماره ۴

عکس شماره ۵

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com



عکس شماره ۶

عکس شماره ۷

عکس شماره ۸

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۹

عکس شماره ۱۰

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۱۱

عکس شماره ۱۲

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

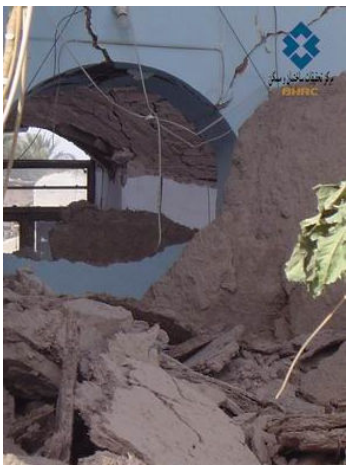
عکس شماره ۱۳

عکس شماره ۱۴

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۱۵



عکس شماره ۱۶

عکس شماره ۱۷

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۱۸

عکس شماره ۱۹

عکس شماره ۲۰

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۲۱

عکس شماره ۲۲

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۲۳

عکس شماره ۲۴

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۲۵

عکس شماره ۲۶

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۲۷

عکس شماره ۲۸

عکس شماره ۲۹

www.IrPDF.com

www.IrPDF.com

عکس شماره ۳۰

www.IrPDF.com