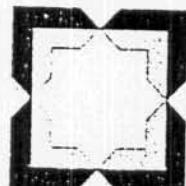


جمهوری اسلامی ایران
وزارت کشور

شماره : ۱۰۵۲۹
تاریخ : ۲۰۰۳.۰۷.۰۴
پیوست :



با سمه تعالی

دکتر حیدری نژاد
سازمان شهرداری های کشور

جناب آقای شاملو - معاون محترم عمران روستایی بنیاد مسکن انقلاب اسلامی

جناب آقای دکتر حیدری نژاد - رئیس محترم مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

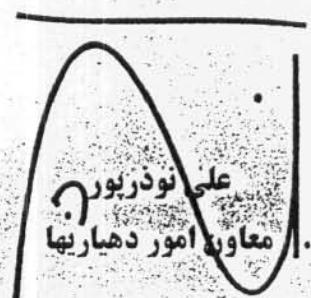
جناب آقای مهندس جزايری - مدیر کل محترم ستاد حوادث و سوانح غیرمنتقبه کشور

جناب آقای فرجامی - مدیر کل محترم دفتر امور عمران شهری و روستایی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

سرکار خانم مهندس پورسید - مدیر کل محترم دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

سلام علیکم

به پیوست «پیش نویس شیوه نامه بهسازی ابینه خشتی» که به منظور ترویج اصول فنی در ساخت و سازها، توسط دهیاریها و کاهش تلفات ناشی از زلزله در روستاهای کشور تهیه شده است ارسال می گردد. لطفاً دستور فرمائید نظرات و پیشنهادات آن معاونت / دفتر را حداکثر تا تاریخ ۸۴/۲/۱۵ به این سازمان اعلام نمایند.^{۱۷}



رونوشت :
دفتر عمران و توسعه روستایی جهت پیگیری.

وزارت کشور
سازمان سرداری و دیباری های کشور
معاونت امور دیباری ها

پیش نویس

شوه نامه به سازی اینیه حسی

دفتر عمران
و توسعه روستایی

- مقدمه

۱- مکانیابی

۲- محاسن بناهای خشتم

۱-۱- دسترسی محلی و سریع به مواد اولیه

۲-۲- عدم نیاز به تخصصهای فنی

۲-۳- هماهنگی با اقتصاد روستایی

۴-۲- سازگاری با اقلیم

۵-۲- نداشتن آسیب زیست محیطی

۳- معایب بناهای خشتم

۱-۳- ضعف پی

۲-۲- خصوصیات ضعیف مصالح

۱-۲-۳- ملات گل و کاهگل

۲-۲-۳- خشت

۳-۳- عدم یکپارچگی دیوارها

۴-۳- سنگین بودن سقف

۵-۳- ضعفهای اساسی در سیستم سازه‌ای

۱-۵-۳- ایجاد بدون ضابطه باز شوها

۲-۵-۳- عدم رعایت تقارن در ساخت

۳-۵-۳- طول زیاد و مهار نشده و ارتفاع زیاد دیوار

۴-۵-۳- نداشتن کلاف‌بندی

۵-۵-۳- عدم رعایت درز انقطاع

۶-۳- ترکیب واحدهای مختلف بنایی

مقدمه

در روستاهای ایران هنوز از خاک به صورتهای گوناگون از جمله مصالح باربر، مصالح پرکننده، ملات و اندود استفاده می‌شود. طبق آمار ارائه شده توسط مرکز آمار ایران در سال ۱۳۷۵ بیش از ۱/۲۶۰/۰۰۰ واحد از ابنيه روستایی با مصالحی از قبیل خشت و گل و چوب بنا شده است که حدود ۶ میلیون نفر از روستاییان در آنها ساکن هستند.

اما استفاده کافی و صحیح از مصالح نوین و مقاوم گزینه‌ای اساسی در کاهش خسارات ناشی از زلزله می‌باشد. در آیین نامه طرح ساختمنها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) آمده است که : «بناهای سنتی که با گل و یا خشت ساخته می‌شوند مشمول این آیین نامه (آیین نامه ۲۸۰۰) نیستند. این نوع بناهای بعلت ضعف مصالح مقاومت چندانی در برابر زلزله ندارند و بطور کلی باید از احداث آنها خودداری گردد ولی چنانچه در نواحی دور دست که فراهم آوردن مصالح مقاوم گران تمام می‌شود. ضرورتاً ساخته می‌شوند، باید مطابق دستورالعمل‌های فنی ویژه‌ای با بکارگیری عناصر مقاوم چوبی، فلزی، بتُنی و یا ترکیبی از آنها طوری تقویت شوند که در برابر زلزله بطور نسبی حائز اینمی گرددن.»

هدف از ارائه این دستورالعمل آشنایی با مفاهیم دستورالعمل‌های فنی ویژه‌ای است که در آیین نامه ۲۸۰۰ ذکر گردیده است. لیکن تأکید می‌گردد که حتی المقدور از ساختن ابنيه خشتی خصوصاً در مناطق

زلزله خیز پرهیز گردد و در سایر مناطق تعداد طبقات اینگونه ساختمنها به یک طبقه محدود گردد. در این دستورالعمل پس از ذکر مختصری از محاسن و معایب بناهای خشتی که لازمه درک عمیق‌تر این نوع سازدها می‌باشد به تشریح نکات فنی برای رفع معایب می‌پردازیم تا با تقویت بناهای خشتی گلی بتوان آنها را بطور نسبی در مقابل زلزله این گرداند که این تقویت و استحکام باعث کم شدن هزینه‌های جانبی تعمیر و نگهداری نیز می‌گردد. تجربه زلزله‌های گذشته نشان از آن دارد که رعایت حتی یکی از نکات فنی مهم می‌تواند باعث تأخیر در تخریب بناهای خشتی و ایجاد فرصت برای تخلیه بنا و نجات جان ساکنین بنا گردد.

در تنظیم این دستورالعمل فرض بر این بوده است که اگر ساختمان با خشت و گل ساخته می‌شود احتمالاً استفاده از مصالح ساختمانی مقاوم و مناسب امکان‌پذیر نبوده، لذا در نکات فنی ارائه شده استفاده‌ای از اینگونه مصالح مقاوم بعمل نیامده است.

بحاطر شباهت رفتار ساختمنهای خشتی و آجری باربر که هر دو جزء ساختمنهای با مصالح بنایی طبقه‌بندی می‌شوند، علل آسیب‌پذیری آنها در برابر زلزله بسیار نزدیک به یکدیگر می‌باشد و لذا در

شکل‌های مندرج در شیوه‌نامه برای تفهیم معايب ساختمانهای خشتی، نمونه‌هایی از ساختمانهای آجری با برابر نیز آورده شده است.

به دلیل تعداد فراوان بناهای خشتی گلی در روستاهای کشور بکارگیری و نشر نکات فنی مندرج در این شیوه‌نامه در ساخت ابینه خشتی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش تلفات انسانی و خسارات اقتصادی ناشی از بروز زلزله در روستاهای کشور ایفا نماید.

۱- مکانیابی

اولین مسئله‌ای که در احداث هر بنایی مطرح می‌شود، یافتن محل مناسب برای ساخت آن می‌باشد در این رابطه فارغ از نوع مصالح و اقلیم و کاربری بنا نکته‌ای که حائز اهمیت فراوان می‌باشد پرهیز از احداث بنا در مکانهایی است که سابقاً زلزله، سیل، بهمن و دیگر سوانح طبیعی باعث ایجاد خسارت در آن مکانها شده‌اند لذا باید در ساخت و سازها حريم گسل‌ها و مسیل‌ها بررسی و مد نظر قرار گیرد.

۲- محاسن بناهای خشتی

- ۲-۱- دسترسی محلی و سریع به مواد اولیه و حذف هزینه حمل و نقل
- ۲-۲- عدم نیاز به تخصصهای فنی و ویژه و نیز سهولت تعمیر
- ۲-۳- هماهنگی با اقتصاد روستایی و پایین بودن قیمت تمام شده
- ۲-۴- سازگاری با اقلیم و عایق بودن حرارتی و برودتی (از جمله مشخصات این ساختمانها ضخامت زیاد دیوارها و سقف و همچنین تبخیر آب ملات گل و بوجود آمدن حفره‌های خالی در دیوار و ایجاد نوعی عایق حرارتی است که زندگی طاقت‌فرسا در تابستانهای گرم و زمستانهای خشک و سرد را ممکن می‌سازد).
- ۲-۵- نداشتن آسیب‌زیست محیطی (بناهای خشتی ممکن است با خاک محل گودبرداری شده برای ساختمان ساخته شود و زمانی که دیگر عمر ساختمان به پایان می‌رسد به تدریج دوباره به خاک باز می‌گردد).

-۳- معایب بناهای خشته

۱-۳- ضعف پی و شناز افقی در زیر دیوارهای باربر

۲-۳- خصوصیات ضعیف مصالح و کیفیت نامطلوب ملات و خشت

۳-۳- عدم یکپارچگی دیوارها، بخصوص در محلهای تقاطع یا گوشه‌های آنها

۴-۳- سنگین بودن و کافی نبودن طول تکیه گاه سقف و عدم اتصال و درگیری کامل سقف و دیوار

۵-۳- ضعفهای اساسی در سیستم سازه

۶-۳- ترکیب واحدهای بنایی مختلف در یک ساختمان

۱-۳- ضعف پی و شناز افقی در زیر دیوارهای باربر

در حال حاضر در ساختمانهای روستایی انتقال بار از ساختمان به زمین به نحو مطلوبی صورت نمی‌پذیرد. دیده شده است که روستاییان بعضًا بجای اجرای صحیح پی، با حفر گودالی بعمق تقریبی ۷۰ سانتیمتر چیدن دیوار خود را از عمق این گودال شروع می‌نمایند یا قبل از اجرای دیوار زمین را می‌کوبند، که در هر صورت روشهای فوق الذکر توجیه فنی ندارد.

انتخاب مصالحی از قبیل سنگ و ملات گل در پی به لحاظ تفاوت زیاد مقاومت سنگ و گل موجب شکستن ملات گل و در نتیجه جدا شدن قطعات سنگ از یکدیگر و در نهایت تخریب پی می‌گردد. لازم به ذکر است که اگر پی با مقاومترین سنگ و ملات گل ساخته شود مقاومت آن تا حد زیادی تابع مقاومت ملات گل است و مقاومت چندانی بدست نمی‌آید. بطور کلی ضعف در پی ساختمانهای روستایی موجب عدم نشست یکسان در ساختمان و لغزش آن می‌شود. همچنین فقدان کلاف کردن پی در سطح زمین و یا اجرا شدن آن در روی زمین از جمله نقاط ضعف در ساختمانهای روستایی است که همواره در زمان وقوع زلزله موجب بی ثباتی و لغزش و جابجایی و در نهایت تخریب ساختمان می‌گردد نظر به دشواری دسترسی به بتن و میلگرد و نیز کیفیت نامطلوب بتن ساخته شده در اغلب نقاط روستایی استفاده از شفته و لاشه سنگ برای پی‌سازی بمنظور ساختن بستری مناسبتر و انتقال بهتر بار به زمین و مقاومت بیشتر در مقابل زلزله، توصیه می‌گردد.

برای درگیری بیشتر دیوار و شناز زیر آن و انتقال بهتر بارهای زلزله‌های خفیف در بعضی موارد در رج انتهایی شناز از سنگهای عمودی بشکل منفرد و بلند استفاده شده است.

استقرار کلاف چوبی در رج انتهایی شفته و درگیری آن با دیوار توسط شبکه‌ای از چهار تراشها و اتصال کلافهای افقی و عمودی و نیز اتصال ترکهای چوبی سقف به کلاف افقی زیر سقف و کلأ پیش‌بینی نوعی اسکلت چوبی در ساختمان، روشی عملی‌تر از روش فوق می‌باشد. اینگونه تسلیح افقی و قائم دیوارهای بنائی، اجزای ساختمان را به یکدیگر می‌بندد و باعث می‌شود که ساختمان مانند یک واحد یکپارچه و قوی عمل نماید نه مانند مجموعه‌ای از اعضاء منفصل که هر کدام در موقع زلزله بصورت مستقل و آسیب‌پذیر ارتعاش می‌نمایند. به کلاف بندی اینیه خشتی در بند ۴-۵-۳ بیشتر پرداخته شده است. در صورتیکه پی دیوارهای باربر از شفته و لاشه سنگ ساخته شده باشد، عمق و عرض پی باید هر کدام حداقل دو برابر ضخامت دیوار باشد همچنین پی باید بصورت یک شبکه پیوسته در زیر دیوارهای باربر قرار داشته باشد.

برای تهیه شفته ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم گرد آهک را در یک متر مکعب خاک مخلوط می‌کنند و به آن لашه سنگ می‌افزایند. برای دستیابی به شفته آهکی مرغوب توصیه می‌گردد که شفته را بجای خمیر آهک یا گرد آهک شکفته با دوغاب آهک تهیه نمود و نیز ریختن شفته در پی را در لایه‌های ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتری انجام داد و بعد از مدتی که شفته دو نم شد آن را کوبید و بعد به همان ترتیب لایه بعدی را اجرا کرد.

اجرای کرسی چینی بر روی پی قبل از جرایی دیوار، برای جلوگیری از شسته شدن پای دیوار خشتی، لازم می‌باشد عدم استفاده از کرسی چینی در ساختمانهای خشتی باعث می‌گردد تا بر اثر عوامل جوی از جمله باران قسمت پایینی دیوارهای باربر خشتی تخریب شده و باعث تضعیف دیوار باربر در قسمت پایین آن گردد. کرسی چینی می‌تواند از سنگ با ملات ماسه آهک و یا آجر با ملات ماسه سیمان یا گل آهک باشد. در هر حال بایستی کرسی چینی نا ترازی بالاتر از حد جاری شدن آبهای سطحی (حداقل ۳۰ سانتیمتر) اجرا گردد.

البته کرسی چینی بدون وجود پی بر روی زمین نیز باعث می‌شود تا به دلیل ناهمگون بودن سطح تراز زمین در محل ساخت، کرسی بعنوان عضو پیوسته عمل نکرده و نشست موضعی در آن رخ دهد، که منجر به نشست غیر یکنواخت ساختمان و ایجاد ترکهایی در دیوار خواهد شد.

۲-۳- خصوصیات ضعیف مصالح و کیفیت نامطلوب ملات و خشت

فقدان شکل پذیری و کم بودن مقاومت کششی و فشاری و آسیب‌پذیری در مقابل رطوبت از عمدۀ ضعفهای مصالح بکار رفته در ساخت اینیه خشتی و گلی می‌باشند.

کیلوگرم کاه لازم است. افزودن ماسه به ملات گل سبب کاهش جمع شدگی و در نتیجه کاهش ترک خوردگی آن می‌شود. در بعضی نقاط روستایی برای کاهش جذب آب و آبستگی که یکی از نقاط ضعف عمدۀ آن محسوب می‌گردد، مقداری خاکستر به آن می‌افزایند. همچنین برای تخفیف دو اشکال فوق‌الذکر (انقباض ناشی از خشک شدن و ترک خوردن و دیگری آب شستگی) می‌توان به خاک آهک افزود. سیلیس و آلومین خاک رس در صورت وجود آب با آهک ترکیب شده و سیلیکات و آلومینات کلسیم بوجود می‌آید که در برابر آب شستگی و واژفتن مقاوم هستند. از این‌رو برای اینکه ملات گل آهک خوب بعمل آید باید مرطوب بماند و لذا در نقاط معتدل و بویژه مرطوب بیشتر بکار می‌رود.

۲-۲-۳- خشت

بلوکهای خشتی معمولاً از خاک رس دار، شامل ۳۰ - ۶۰ - ۷۰٪ رس، ۴۰٪ رس، که نباید در آن دانه‌های بزرگ‌تر از ۳ سانتیمتر باشد. در صورتی که مقدار رس موجود بیش از مقدار توصیه شده باشد باید ماسه، خرده آجر یا سنگ به آن اضافه گردد. کاه که بعنوان ماده افزودنی به خشت اضافه می‌گردد نباید پوسیده باشد. ۷ الی ۱۰ کیلوگرم کاه برای هر متر مکعب خاک کافی است. در رعایت نسبت افزودن کاه دقت کافی مبدول گردد زیرا کاه، خشت و کاه گل را در مقابل موریانه آسیب‌پذیر می‌نماید.

۳-۳- عدم یکپارچگی دیوارها، بخصوص در محلهای تقاطع یا گوشه‌های آنها (شکلهای ۱، ۲)
ارتعاشات ساختمانهای بنایی، شدیداً به چگونگی اتصال دیوارها به یکدیگر و نیز مهار آنها در تراز کف و سقف بستگی دارد اگر شکل بنا طوری باشد که دیوارهای باربر بصورت منسجم و یکپارچه عمل کنند، مجموعه فضاهای همراه با دیوارهای ضخیم نیز در مقابل زلزله مقاومت بیشتری خواهند داشت. لذا در بنای‌های خشتی و گلی حواسی کویر اجرای طاق در بین دو دیوار کوچه‌ها و گذرگاهها امری بسیار اصولی است که علاوه بر ایجاد سایه بر سر رهگذران، مجموعه بنایها و گذرگاهها را در مقابل زلزله مقاومتر می‌سازد و از ارتعاش آزاد و خارج از صفحه دیوار جلوگیری می‌نماید.

برای درک ساده‌تر ارتعاش خارج از صفحه و مکانیزم تخریب بر اثر امواج زلزله عمود بر راستای دیوار خشتی می‌توان اثر زلزله بر روی دیوار را به غیر شاقولی بودن یک دیوار تشبيه کرد که به تخریب آن خواهد انجامید بدین صورت که در اثر زلزله، ارتعاشاتی در پوسته زمین رخ می‌دهد انتقال این ارتعاشات به دیوار، باعث حرکت تناوبی دیوار مانند یک پاندول معکوس شده و در نتیجه باعث غیرشاقولی شدن دیوار و خروج امتداد مرکز جرم دیوار از تکیه‌گاه و نهایتاً تخریب دیوار می‌گردد. و خود اتهمال، پیوند و کلاف‌بندی

در واقع تمهیدی است برای جلوگیری از این ارتعاش آزاد دیوارهای باربر. مثلاً اگر دو دیوار متقطع و عمود بر هم بطور همزمان و در یک تراز، رج به رج چیده شده باشند کاملاً به یکدیگر گیردار شده و هر کدام از ارتعاش دیگری و خارج شدن از صفحه اولیه خود جلوگیری می‌نماید در این راستا در صورت امکان و بسته به موقعیت قرارگیری بنا ساختن دیواره پشت بند نیز کمکی بزرگ به پایداری دیوار می‌باشد (شکل ۲) بدیهی است ساختن دیوارهای پشت بند نیز باید با رج چینی بنا بصورت رج به رج انجام شود تا پیوند و قفل و بستهای فوق الذکر در اسکلت بنا به حد مطلوب برسد.

لذا مجدداً تأکید می‌گردد که باید تمام دیوارهایی که بهم پیوسته هستند بخصوص در گوشه‌های ساختمان حتی المقدور بطور همزمان و در یک تراز چیده شده و در یک سطح بالا آورده شوند. حتی جایگزینی این روش با روش هشت‌گیر نیز مجاز نمی‌باشد زیرا عملی نبودن اجرای اتصال مناسب بین دو دیوار ضخیم به روش هشت‌گیر، باعث ایجاد انفصال در دیوار و در نتیجه کاهش مقاومت آن می‌گردد. اجرای هشت‌گیر فقط برای اتصال تیغه‌ها و دیوارهای غیرباربر توصیه می‌گردد چرا که عدم اتصال بین تیغه‌ها و دیوارهای غیرباربر با دیوارهای باربر نیز باعث می‌گردد که این دیوارها بصورت آزاد در برابر ارتعاشات زمین عمل نموده و بسادگی بشکست برسد و اجرای روش هشت‌گیر می‌تواند از ارتعاش آزاد تیغه‌ها جلوگیری نموده و مانع شکست سریع آنها گردد.

۴-۳- سنگین بودن و کافی نبودن طول تکیه گاه سقف و عدم اتصال و درگیری کامل سقف و دیوار

حجم عدهای از تلفات زلزله در روستاهای کشور ناشی از فرو ریختن سقف سنگین خانه‌های خشتی و گلی بر سر ساکنین آن می‌باشد. نظر به اهمیت این موضوع تأکید می‌گردد که از ساختن سقف با تیرکهای چوبی و پوشش گل و کاهگل بالاخص بدون رعایت ضوابط فنی بویژه در مناطق زلزله خیز اکیداً خودداری گردد.

در غیر اینصورت باید با ایجاد کلافهای افقی روی دیوارهای باربر اطراف و مهار تیرکهای چوبی سقف در این کلاف و در صورت امکان تعبیه میلگردی از رو و زیر و اتصال مناسب تیرکهای چوبی سقف به آن، اندکی به صلبیت آن افزود. این عمل دو مزیت عمدی دارد:

الف) همانطور که گفته شد فرو ریختن سریع سقف در خانه‌های خشتی و گلی معلول طول کم تکیه گاه تیرکهای چوبی سقف، روی دیوار و عدم پیوستگی کامل بین سقف و دیوار می‌باشد که باعث می‌شود با اولین ارتعاش و جابجایی دیوار، سقف از روی دیوار بلغزد و فرو بریزد. بدیهی است که

کمتر از ۴۰ درصد طول و مجموع سطوح آنها کمتر از ۳۰ درصد سطح آن دیوار باشند و حتی المقدور در وسط دیوار قرار گیرند. تحلیل رفتار ساختمانهای با مصالح بنایی که در معرض زمین لرزه قرار گرفته‌اند بوضوح نشان دهنده اهمیت ابعاد و محل قرارگیری بازشوها می‌باشد. در ساختمانهایی که بازشوها بزرگ یا نزدیک گوشه‌های ساختمان داشته‌اند تمرکز ترکها در اطراف بازشوها و گوشه‌ها مشهود است.

برای پوشش بالای سردها و پنجره‌ها و جلوگیری از ریزش بالای در و پنجره به نعل درگاه احتیاج است. نعل درگاه را بالای در و پنجره قرار می‌دهند تا سنجینی و فشار واردہ از بالا را به تکیه‌گاههای دو طرف منتقل کند بنحوی که خیزان درحدی باشد که باعث خمیدگی چارچوبها و خرد شدن شیشه‌ها نگردد و بر اثر ارتعاشات ناشی از زلزله از داخل دیوار خارج نگردد. متأسفانه وضع ساخت و ساز در روستاها به گونه‌ای است که اغلب تیرهای نعل درگاهی دارای طول نشیمنگاهی کافی نبوده و ابعاد آنها کوچک می‌باشد که در نهایت باعث ضعف دیوار در آن قسمت شده و ترکهایی را ایجاد می‌نمایند، لذا استفاده از الوارهای چوبی در تراز بالا و پایین پنجره‌ها و رعایت طول تکیه‌گاهی کافی باندازه حداقل ۴۰ - ۵۰ سانتیمتر برای آنها توصیه می‌گردد.

همچنین توصیه می‌شود که دو سر تیرکهای سقف روی دیوارهایی که بازشو کمتری دارند قرار

گیرند.

۲-۵-۳- عدم رعایت تقارن در ساخت

تجربه زلزله‌های گذشته بیانگر این امر است که ساختمانهای با شکل سازه‌ای منظم رفتاری بمراتب مناسبتر از ساختمانهای نامتقارن داشته‌اند. این موارد نشانگر آن می‌باشد که با رعایت اصول سازه معماری و سازه‌ای و همچنین با التزام به کیفیت مصالح و اجراء می‌توان به مقاومت لرزه‌ای مناسبی دست یافت. اگر در هنگام ساختن ساختمان به رعایت تقارن نسبت به دو محور اصلی توجهی نشود، در هنگام زلزله علاوه بر نیروهای جانبی زلزله، نیروهای پیچشی نیز به دیوارها وارد خواهد شد. وجود تقارن باید در محل و ابعاد بازشوها نیز رعایت گردد.

ساختمانهایی با شکل چهارگوش یا مستطیل در پلان، هنگامی که در معرض زمین لرزه قرار می‌گیرند، در مقایسه با اشکال دیگر بهتر رفتار می‌نمایند. افزایش نسبت طول به عرض ساختمان از ۳ مجاز نمی‌باشد.

۳-۵-۳- طول زیاد و مهار نشده و ارتفاع زیاد دیوار

با توجه به این مسئله که مقابله با نیروهای زلزله و انتقال وزن سقف به پی و زمین در ساختمانهای خشتی توسط دیوارها صورت می‌پذیرد، حداقل ضخامت این دیوارها ۴۰ سانتیمتر و حداکثر فاصله دیوارها از یکدیگر $4/5$ متر و حداکثر ارتفاع آنها ۳ متر در نظر گرفته شود.

بعنوان یک روش ساده و مفید استفاده از توری مرغی در سطح دیوار برای جلوگیری از فرو ریختگی خارج از صفحه توصیه می‌گردد. چنانچه این توری بین دیوار و اندود روی آن باشد، در صورت فرو ریختگی دیوار از فرو ریختن آن بداخل ساختمان تا حدودی جلوگیری می‌کند.

۴-۵-۳- نداشتن سیستم ثانویه مقاوم در برابر زلزله مانند کلافبندی

سیستم ثانویه مقاوم لرزه‌ای کلاف شامل کلاف افقی زیرسقف، کلاف افقی پی و کلاف عمودی می‌باشد که در صورت شکست بخشهایی از عناصر باربر اصلی مانند دیوارها، این سیستم در صورت اجرای صحیح بصورت یک مجموعه، توانایی لازم برای ایستایی موقت سقف را دارا می‌باشد (شکل ۳) (در این راستا توجه به سبک سازی سقفها مسئله‌ای حائز اهمیت می‌باشد) و همچنین کلافبندی عامل مؤثری در رفع ناتوانی ساختمان خشتی در حفظ انسجام هنگام ارتعاش می‌باشد.

کلافهای چوبی افقی باید شامل الوارهای چهار تراش 15×15 سانتیمتر با سطوح قیر اندود باشند (در مکانهایی که خطر حمله موریانه وجود دارد) که در چهار تراز تعبیه می‌شوند: بالای فونداسیون، بالا و پایین پنجره‌ها و در زیر سقف که در هر یک و نیم متر توسط کلافهای چوبی قائم (الوارهای 5×10 سانتیمتر) به یکدیگر کلاف می‌کردن. همچنین وجود کلاف قائم در گوشه‌های ساختمان از الوار 10×10 سانتیمتر الزامی است. در بعضی مقالات علمی استفاده از چوب بامبو در صورت عدم دسترسی به چهار تراش و برای تسلیح دیوارها تأیید شده است.

مجدداً متذکر می‌گردد که عدم توصیه به استفاده از بتن در کلافبندی و پی ساختمان بدلیل عدم رعایت نسبت ترکیبها در ساخت بتن و عدم رعایت مواردی مثل طول وصله و مهاریها و خم میلگردها در اجرای بتن مسلح و نیز عدم دسترسی آسان به سیمان و میلگرد در اغلب نقاط روستایی می‌باشد.

۳-۵-۵- عدم وجود فاصله کافی از ساختمان مجاور

تغییر مکان ایجاد شده بر اثر زلزله در یک ساختمان تابعی از بزرگی زلزله و مقاومت ساختمان می‌باشد. لذا در یک زلزله مشخص بسته به مقاومت ساختمانها، تغییر مکانهای مختلف در آنها ایجاد می‌گردد. بدیهی است که ساخت ساختمانها در مجاورت یکدیگر و تغییر مکان مختلف آنها در هنگام زلزله باعث وارد شدن نیروهای اضافی بر آنها می‌گردد. برای جلوگیری از ایجاد چنین نیروهایی رعایت فاصله بین ساختمانهای مجاور (درز انقطاع) توصیه می‌گردد.

برای یک ساختمان خشتشی یک طبقه رعایت ۵ سانتیمتر فاصله از ساختمان مجاور کافی می‌باشد. رعایت درز انقطاع خصوصاً هنگام ساختن ساختمان خشتشی در مجاورت یک بنای آجری یا سنگی یا بلوکی و یا در مجاورت یک ساختمان با ارتفاعی متفاوت الزامی است.

۳-۶- ترکیب واحدهای مختلف بنایی در یک ساختمان

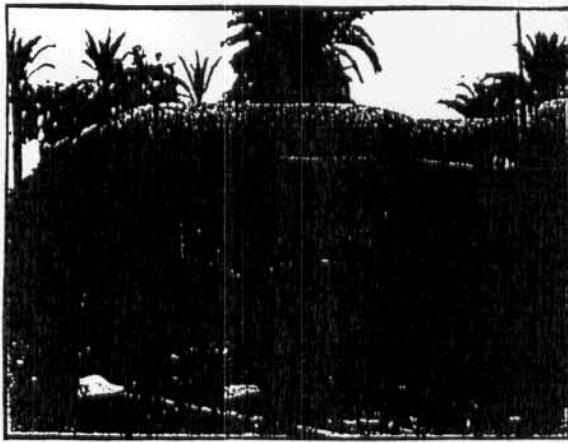
مسئله مهم دیگر در ساختمانهای خشتشی، وجود واحدهای بنایی مختلف ترکیب شده با خشت می‌باشد. این ترکیب غالباً به دو صورت دیده می‌شود:

الف) دیوار باربر بصورت ترکیبی از خشت با یک یا چند نوع دیگر از مصالح مانند آجر، سنگ یا بلوک.

در بند ۳-۵-۲ گفته شد که عدم حفظ تقارن در مکان دیوارهای باربر و اعضاء مقاوم، باعث تحمیل نیروهای اضافی پیچشی به آنها می‌گردد. همچنین عدم توزیع یکنواخت واحدهای مقاوم و عدم رعایت تقارن و ترتیب در ترکیب مصالح نیز باعث ایجاد پیچشهای اضافی در این گونه ساختمانها می‌گردد.

مضافاً بدلیل مقاومت فشاری کم خشت، در محل اتصال خشت با آجر، سنگ و بلوک، خشت دچار لهیدگی شده و تخریب خواهد شد.

ب) در پارهای اوقات با وجود اینکه عمر مفید ساختمانهای خشتشی پایان یافته است، جهت توسعه ساختمان بر روی آن طبقه مستقلی از آجر بنا می‌گردد که این امر باعث لهیدگی در محل اتصال شده و پایداری ساختمان را دچار اشکال می‌نماید.

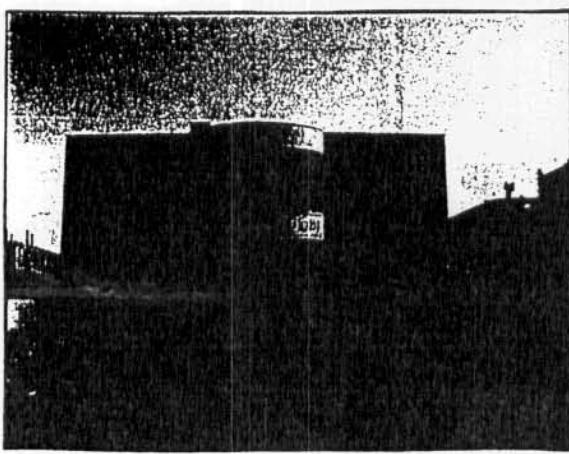


شکل ۲- تصویر فوق ساختمانی را در شهر بروات نشان می‌دهد. نکات زیر بخوبی در تصویر مشخص است:

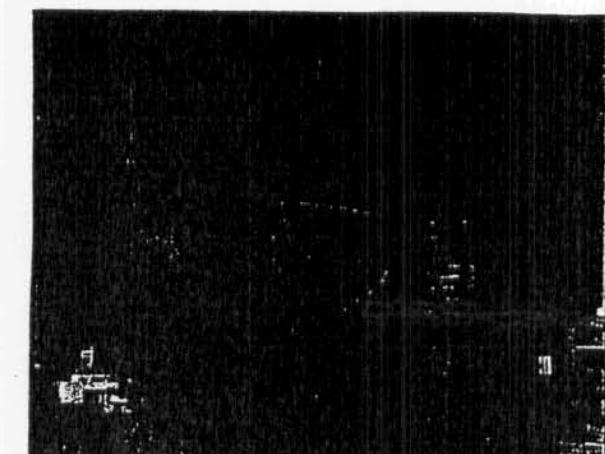
- الف) پایداری سقفهای قوسی
- ب) آسیب‌پذیری محل تقاطع دیوارهای عمود بر هم که همزمان چیده نشده‌اند.
- ج) آسیب‌پذیری دیوار حیاط که نکات فنی در اجرای آن لحاظ نگردیده و سالم ماندن دیوار مجاور بعلت استفاده از پشت‌بند



شکل ۱- این ساختمان در ۱۵ کیلومتری مرکز زمین لرزه بم واقع و عملکرد مناسبی در برابر زلزله داشته است. علیرغم اشکالات در نحوه اتصال دیوارها، ایجاد پنجره‌های کوچک و نعل درگاههای مناسب از مشخصات مثبت ساختمان فوق محسوب می‌گردد. پرکردن درها و پنجره‌ها از جمله متداول‌ترین روش‌های بهسازی ساختمان است



شکل ۴ - کوچکتر بودن پنجره‌های طبقه فوقانی و کم تر بودن نیروهای لزرهای در این تراز باعث سالم ماندن نما در این طبقه گردیده است. مجدداً نقش بازشوها در ضعیف کردن سیستم مقاوم لرزه‌ای یادآوری می‌گردد.



شکل ۳- قبل اهمیت استفاده از کلافها بیان شد. چنانچه ملاحظه می‌شود. یک شکستگی در دیوار بین دو قسمتی که کلاف بتن‌ریزی نشده بوجود آمده است همچنین استقرار درزهای قائم به شکل تقریبی در یک راستا عامل ایجاد ترک قائم می‌باشد.