



ساختمانهای سنتی کویر

(اجرای بناهای پایدار در سایه ی مصالح استاندارد)

- ۱- افشین سالاری - کارشناس ارشد سازه و عضو هیأت علمی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج
- ۲- علیرضا گنجی زاده زواره - دانشجوی کارشناسی عمران -
عمران ، عضو هیأت رئیسه انجمن علمی گروه مهندسی عمران
دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه
- ۳- حامد محمودی جیرکل - دانشجوی کارشناسی عمران -
عمران، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و رئیس انجمن علمی
گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه



بسمه تعالی

ساختمانهای سنتی کویر (اجرای بناهای پایدار در سایه ی مصالح استاندارد)

افشین سالاری^۱ 0917-3006204

علیرضا گنجی زاده زواره^۲ 021-22072747

حامد محمودی چیرکل^۳ 0912-3854026

واژه های کلیدی: معماری کویر، بناهای سنتی، بناهای خشتی، آسیب پذیری، مصالح.

چکیده:

گزارش سوئیس ری از فاجعه ی بم: « بم بزرگترین حادثه ی طبیعی سال با 41 هزار کشته»
چرا؟!

همانطوریکه می دانیم کشور ایران بر روی پهنه لرزه خیز وسیعی قرار دارد و سالیان درازی است که زمین لرزه های متعددی را با آثار گوناگون و خسارتهای مالی و جانی فراوان تجربه کرده است. رودبار، قزوین، بم، زرنند، قشم و . . . نمونه های بیشماری از نمایش چهره ای خشن و غیر قابل تسلیم و خسارت بار است.

نگاهی گذرا به این مجموعه موضوع مهمی را برای ما روشن خواهد کرد و آن اینکه بیشترین خسارتهای ناشی از زلزله مربوط به ساختمانهای سنتی است؛ ساختمانهایی که با نگاهی غیر اصولی ساخته شده و به ضم اینکه سرپناهی احداث گردیده مورد استفاده قرار می

گیرد غافل از اینکه اینگونه بناها کوچکترین ایمنی در مقابل حوادث طبیعی نخواهند داشت و با کوچکترین اتفاقی . . . !

با توجه به توضیحات فوق اهمیت اجرا و ساخت بناهای پایدار که حافظ جان انسانها باشند روشن می گردد. بدین منظور در این مقاله سعی شده که نکات لازم در ارتباط با اجرای بناهای خشتی و آجری (که انواع شایع مورد استفاده در معماری کویر می باشند)، بیان مشکلات و خطرات احتمالی اجرای نامناسب در بخشهای مختلف این بناها و ارائه راهکارهای مناسب در جهت بهبود آن ارائه گردد؛ مضافا اینکه نوع مصالح مورد استفاده در این بناها مورد بررسی قرار گرفته و معایب و محاسن هر کدام مختصرا و در حد لازم آورده شده است. در پایان نیز به نتایج استفاده از مصالح سنتی در معماری نوین امروزی و نوع این استفاده پرداخته شده است.

لازم به ذکر است که به دلیل کثرت ساختمانهای سنتی استان یزد و بخصوص شهرستان ابرکوه، این مناطق به عنوان جامعه آماری مورد مطالعه و استفاده قرار گرفته اند.

¹ کارشناس ارشد سازه و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج

www.afshinsalari.com - email: info@afshinsalari.com

² دانشجوی کارشناسی عمران-عمران، عضو هیأت رئیسه انجمن علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه

email : aliganji2006@yahoo.com

³ دانشجوی کارشناسی عمران-عمران، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و رئیس انجمن علمی گروه

مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه

email : hm723_ce@yahoo.com



1- مقدمه

با تأملی در معماری کویر به این نتیجه خواهیم رسید که «خشت» جزء لاینفک آن به حساب می آید. با اینکه می بینیم معدن انواع سنگهای ساختمانی که امروزه در صنعت ساختمان سازی استفاده می شود، بهترین انواع آجر و مصالح در یزد و اطراف یزد وجود دارد ولی با این حال مردمان یزد از همان خشت استفاده می کنند و این همان منطق اقلیمی یزد است.

خانه هایی با دیوارهای قطور خشتی که به عنوان عایق حرارتی و برودتی عمل می کنند، در تابستان هوایی مطبوع و در زمستان هوایی گرم خواهند داشت. آجر با معماری کویر غریبه است. خانه هایی که به هوس صاحبخانه بر خلاف خانه های معمولی با آجر ساخته شده اند، هر دو این آب و هواها یعنی هوای تابستانی و زمستانی قابل تحمل نیستند؛ به دیوار این خانه ها در تابستان حتی نمی توان نزدیک شد! مسأله دیگر شوره است که بطور کلی آجرا را پوک خواهد کرد.

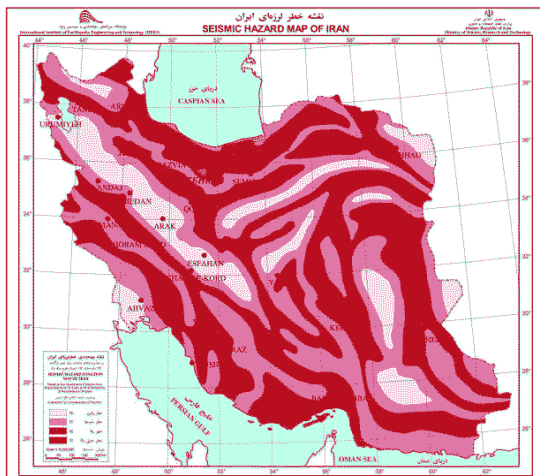
اما چه باید کرد؟ از یک طرف خسارتهای بیشمار و تلفات متعددی که در نتیجه استفاده از این مصالح روبروی ما و در خاطر ماست و از طرف دیگر علاقه ای که به استفاده از اینگونه مواد وجود دارد. چاره ای نیست جز آموزش نحوه اجرای مناسب و قانونمند این بناها و آشنایی با خطرات مراعات نکردن برخی قوانین. در این مقاله سعی شده که به این موضوع تا حد توان پرداخته و راه حلهای مناسبی در جهت اجرای بناهایی پایدار ارائه شود به همین منظور در ابتدا به بررسی اقلیمهای مختلف موجود در کشور و طبقه بندی آنها پرداخته سپس گونه های مختلف بناهای موجود در کویر را بیان کرده ایم.

در بخش اول به بررسی ساختمانهای خشتی پرداخته ایم که بررسی اعضای سازه ای ساختمانهای خشتی و اشکالات موجود در اجرای آنها، بررسی آسیب های وارده به ساختمانهای خشتی و علل آن و راه حلهای مقابله با بروز آنها از جمله ی آن است.

در بخش دوم به معرفی ساختمانهای آجری و اشکالات موجود در طراحی آنها به مانند ساختمانهای خشتی پرداخته ایم. در بخش سوم مشکلات استفاده از مصالح بنایی در ترکیب با مصالح خشتی را بیان کرده و نهایتاً در بخش چهارم مواردی از استفاده مصالح سنتی در تکنولوژی روز را به صورت گذرا و در حد معرفی، اشاره کرده ایم.

امید است که این مقاله بتواند سهمی هرچند اندک در آگاهی دانشجویان و به مثابه آن بکارگیری ضوابط در ساخت و

اجرای بناهای سنتی داشته باشد، ان شاء... .



2- طبقه بندی اقلیم ایران و تأثیر آن بر ساخت و ساز

فلات ایران از نظر تقسیم بندی اقلیمی در یک منطقه خشک از جهان قرار گرفته و صحراهای خشک شمال آفریقا و عربستان که از سواحل اقیانوس اطلس در غرب آفریقا شروع می شود تا ایران و نهایتاً تا افغانستان و



ترکمنستان ادامه پیدا می کند. با توجه به تقسیم بندی که سازمان هلال احمر برای اقلیم ایران انجام داده، کشور ایران به چهار منطقه اصلی تقسیم می گردد: (شکل شماره 1)

1- کرانه جنوبی دریای خزر

2- کرانه شمالی خلیج فارس و دریای عمان

3- نواحی کوهستانی و مرتفع فلات

4- دشتهای فلات

شکل 1

لازم به تذکر است که در ساختمانهای امروزی با استفاده از تکنولوژی سعی در مقابله با این عوامل اقلیمی شده است اما در گذشته به دلیل نبود تجهیزات لازم، ابنیه سازان بیشتر باید با استفاده از وسایل و مصالح طبیعی با عوامل نامناسب و فرسایشی طبیعت مقابله کنند تا شرایط مناسبی را برای زیستن خود فراهم سازند. به طور کلی می توان گفت که برعکس اغلب ساختمانهای امروزی، این ساختمانها در ستیز با شرایط طبیعی نبودند بلکه با استفاده مناسب از این شرایط در یک همزیستی و بهره وری منطقی در بطن طبیعت قرار داشتند.

باید یادآور بشویم که به دلیل اینکه بیش از یک هفتم مساحت ایران را بیابانها تشکیل می دهند و با توجه به این مطلب که اکثر بناهای سنتی پایدار ما در این منطقه بوده است؛ مضافاً اینکه جامعه ی آماری مورد استفاده در این مقاله، استان یزد و به خصوص شهرستان ابرکوه (که در این ناحیه واقع است) می باشد، بنابراین بیشتر توجه ما به این منطقه (طبقه چهارم تقسیم بندی اقلیم ایران) می باشد.

3- گونه های سازه ای سنتی کویر

بیشترین مصالح مورد استفاده در کویر و بطور کلی در مناطق گرم «خشت» می باشد یعنی در واقع هسته ی اصلی معماری کویر از گذشته خشت بوده است ولی مصالح دیگری مانند آجر و سنگ نیز به نسبت در این مناطق استفاده می شود. در دسته بندی زیر سازه های موجود در کویر با استفاده از المانهای خاص سازه ای شامل دیوار (گلی، خشتی، سنگی و آجری) و سقف (قوسی و مسطح) تقسیم بندی شده اند:

1- دیوارهای گلی با سقف خشتی قوسی

2- دیوار خشتی با سقف مسطح (با تیر چوبی) یا سقف قوسی (خشتی)

3- دیوار سنگی با سقف مسطح (با تیر چوبی) یا سقف خشتی قوسی (خشتی)



4- دیوار آجری با سقف مسطح (با تیر چوبی یا فلزی) یا سقف قوسی (آجری)

5- دیوارهای چوبی با سقفهای شیب دار

با توجه به تقسیم بندی بالا مشاهده می گردد که بیشترین مصالح مورد استفاده در بناهای کویر، خشت یا بعضاً آجر می باشد. به همین منظور به بررسی بیشتر این مصالح در ادامه خواهیم پرداخت.

4- ساختمانهای خشتی

خانه های خشتی در هر منطقه ای به دلیل تنوع آب و هوایی به شیوه های مختلفی ساخته می شوند. علاوه بر آن اقتصادی بودن و دسترسی آسان در ساخت چنین خانه هایی و استفاده از نوع مصالح تأثیر بسزایی دارد. (شکل شماره 2)



بطور کلی مصالح بکاررفته در ساختمانهای خشتی عبارتند از: خشت، ملات، سنگ، تیرهای چوبی و شاخه های چوبی. به دلیل اهمیت خشت در بناهای سنتی در ادامه به آن بیشتر پرداخته خواهد شد.

شکل 2 (نمونه خشت در حال آماده شدن در ابرکوه)

4-1- خشت

استفاده از خشت همواره در ادوار مختلف ایران به صورت منفرد و یا تلفیقی از آجر و ملات همواره مورد توجه ابنیه سازان بوده است. به عنوان مثال در تپه های سیلک کاشان که در هزاره سوم قبل از میلاد ساخته شده کاربرد خشت خام مشهود است. معماریهای دیگری نیز که از دوره های ایلامی، هخامنشی و ساسانی بجا مانده نیز مؤید استفاده از خشت خام می باشد. در استان یزد نیز موارد بسیار متعددی از دوران قدیم که مؤید استفاده از خشت می باشد به چشم می خورد مانند مسجد خشتی فهرج یزد متعلق به نیمه نخست قرن اول هجری که کلیه مصالح اسکلت سازی آن از گل رس و خشت و پوشش خارجی آن نیز از کاهگل ریگ می باشد؛ البته گلدسته ی آن نیز خشتی می باشد که بعداً در دوره سلجوقی به آن اضافه شده است.

خانه ی شریفی، آقازاده، صولت، مسجد جامع، مناره مسجد نظامیه، گنبد عالی و یخچالهای باقیمانده از دوره های هخامنشی و قاجار در شهرستان ابرکوه نیز نمونه هایی از موارد متعدد استفاده از خشت در ادوار مختلف می باشد. (البته آب و هوا، اقلیم و وضع جغرافیایی در اینجا تنها دلیل روی آوردن به معماری خشتی نیست بلکه مسأله مهمتر «شوره» است که در منطقه یزد و اطراف آن بسیار شایع است. شوره بناهای آجری را چنان می خورد که اگر حتی بهترین نوع آجر را در مجاورت آن قرار دهند بعد از چند روز بکلی پوک می شود!). با دقت در اینگونه بناها پی می بریم که یکی از دلایل پابرجایی اینگونه بناها در طول سالیان متمادی می تواند استفاده از خشت خوب در ساخت بنا باشد. (شکل های شماره 3، 4، 5)



بطور کلی عمده ترین مسأله ای که در بدست آوردن خشت خوب مطرح می باشد عمل آوری صحیح آن است. طول مدت عمل آوری بستگی به مواد تثبیت کننده ای دارند که در آن بکار می رود که عمدتاً عبارتند از آهک یا سیمان. آزمایشهای متعددی که در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن روی مقاومت فشاری خشتهای تثبیت شده با آهک و سیمان انجام شده مؤید این مطلب است که تثبیت با سیمان (با مقدار مساوی آهک) به شدت مقاومت فشاری خشت را افزایش خواهد داد ولی از آنجا که آهک نیز تثبیت کننده قابل دسترسی در نقاط مختلف می باشد به نظر می رسد که



این ماده کلیه اهداف بهبود مقاومت فشاری را تأمین خواهد نمود.

شکل ۵ (خانه آقازاده

شکل ۴ (مسجد جامع ابرکوه)

شکل ۳ (مناره مسجد نظامه ابرکوه)

ابرکوه)

4-2- بررسی اعضای سازه ای ساختمانهای خشتی به همراه اشکالات موجود در ساخت آنها

4-2-1- شالوده

در ساختمانهای خشتی، دیوارهای باربر (دیواری که نسبت طول به ضخامت آن بیش از 3الی 4برابر باشد) عمدتاً بر روی شالوده ی شفته آهکی یا شالوده سنگی قرار دارند و به ندرت در تماس مستقیم با زمین دیده شده است. در مناطقی که رطوبت مشکل حادی را ایجاد نمی نماید، عمدتاً از گل به عنوان ملات کرسی چینی استفاده شده است و در نقاط مرطوب، ملات شفته آهک مورد استفاده قرار می گیرد.

عدم اجرای کرسی چینی در برخی موارد در اینگونه ساختمانها باعث شده که بر اثر عوامل مختلف جوی مثل باران و . . . قسمتهای پائینی دیوارها تخریب یا لاغر شوند که این موضوع باعث ناپایداری سازه از یک طرف و افزایش تنش فشاری بر اثر کاهش سطح مقطع دیوار خواهد شد که با اندک بار جانبی، دیوار واژگون خواهد شد. (شکل های شماره 6، 7، 8)



شکل 8

شکل 7

(نمونه ها یی از عدم کرسی چینی در دیوارهای خشتی ابرکوه)

4-2-2-دیوار

دیوار در خانه های سنتی یا تماما گلی (به صورت چینه ای) و یا با خشت و ملات گل ساخته می شوند. دیوارهای گلی به دلیل سادگی ساخت و در دسترس بودن مصالح یکی از قدیمی ترین سازه های ساخته شده در ایران می باشند. دیوارها همچنین ممکن است از سنگ با ملات گل نیز ساخته شوند. (شکل های شماره 9، 10، 11) برای جلوگیری از فرو ریختن جانبی دیوار، دیوارهای حایل خشتی و گلی بکار گرفته می شوند که تأثیر بسزایی در حفظ پایداری آن دارند.

دیواری که نسبت طول به ضخامت آن کمتر از 3 الی 4 برابر باشد ستون محسوب خواهد شد. اشکال ستونهای خشتی آن است که به هنگام وقوع زلزله و بر اثر بارهای جانبی زلزله و خروج از مرکزیت بارهای قائم ستونها، به همراه نیروی محوری، لنگر خمشی قابل توجهی در ستون ایجاد شده و به دلیل ضعف این اعضا در ناحیه کشش و رفت و برگشت بارهای زلزله، ستونها به سرعت دچار انهدام کلی خواهند شد.



شکل 11



شکل 10



شکل 9

(نمونه هایی از دیوارهای ساخته شده درخانه های سنتی ابرکوه)

4-2-3-بازشوها

ابعاد و محل قرارگیری بازشوها (پنجره ها، دربها و طاقچه ها) به شدت تحت تأثیر اقلیم، آب و هوای منطقه، فرهنگ مردم و نوع مصالح در دسترس قرار دارد. ضمناً ابعاد بازشوها تأثیر عمده ای در رفتار لرزه ای و میزان مقاومت برشی دیوارها دارد.

ایجاد بازشوهای وسیع در دیوارهای باربر خشتی یکی از عمده ترین ضعفهای موجود در ساخت چنین ساختمانهایی می باشد اما به دلایل معماری و نورگیری ساختمان نمی توان از این بازشوها صرف نظر نمود که ایجاد بازشوها در دیوار باربر اجتناب ناپذیر می نماید؛ لذا می توان با محدود کردن مقادیر ابعاد بازشوها طبق آئین نامه های مختلف، ابعاد بازشوها را تحت کنترل درآورد.

4-2-4-نعل درگاه



از جمله موارد ضعف که در ساختمانهای خشتی ملاحظه می شود، عدم وجود نعل در گاه یا امتداد نیافتن نعل در گاه بر روی دیوارهای طرفین می باشد که در نهایت باعث تقسیم نشدن بار در بنا و تخریب آن خواهد شد.

4-2-5-سقف

یکی از مشکلات اساسی سازه های سنتی، مسأله سقف اینگونه سازه هاست. استفاده از تیرهای چوبی و کاهگل، باعث سنگینی بیش از حد سقف می شود (تقریباً هر دو سال یکبار برای مرمت سقفها دوباره کاهگل می شوند و این خود باعث افزایش سنگینی سازه خواهد شد) که باعث ریزش سقف در اثر کوچکترین تکانی می شود. برای جلوگیری از این مشکل راه حل های متفاوتی پیشنهاد شده است از جمله استفاده از سقفهای یکپارچه که به بدنه دیوار متصل شده اند. دیگری استفاده از سقفهای سبک که ممکن است با استفاده از شبکه های سقفی با حفره های توخالی از یکطرف و بکارگیری مصالح پوششی بسیار سبک و مقاوم از طرف دیگر اجرا شود. استفاده از مصالح چوبی و الیافی مانند تنه درختان، تخته و توفال، حصیر و نی نیز می تواند در سبک سازی سقف کمک شایانی داشته باشد. نهایتاً استفاده از فرم گنبد که یکی از ابتکارهای جالب معمارهای ایرانی است که چشم خیره همگان را در سبک اجرا به خود معطوف ساخته است.

4-3-بررسی آسیب پذیری ساختمانهای خشتی

یکی از موارد اولیه و مهم در اجرای بناهای خشتی، ایجاد پوششهای خارجی به وسیله اندود یا روکش به روی بنا می باشد زیرا عدم رعایت آن باعث نفوذ رطوبت به داخل بنا و ایجاد ترکهای سازه ای، از بین پیوندهای اجزاء، فرسودگی و در نهایت تخریب سازه خواهد شد. (شکل شماره 12)

مورد دیگر و شایع در اینگونه بناها، عدم کلاف بندی بین دیوارهای جداشونده در محل در گاه ها می باشد. زلزله های شدید به طور ناگهانی بر پیکر بنا ارتعاشاتی پدید آورده و در اثر امواجی که به وجود می آید دیوارها را حرکت می دهند. اثر عمل و عکس العمل امواج زلزله دیوارهای متقابل را به سرعت رانش داده و عدم هیچگونه اتصال و کلاف

بندی در بین نعل در گاه ها و پوشش های طاق با اسکلت بنسا، ابتدا طاق فضا فرو می ریزد سپس قوسهای نعل در گاه که در جهت ارتعاشات زلزله واقع شده در اثر رانش دیوارها شکسته و فرو می ریزد.

اما در حالت کلی آسیبهای وارده به ساختمانهای خشتی به دلایل زیر می باشد:

- 1- اتصال ضعیف دیوار به دیوار و سقف به دیوار
- 2- مقاومت کم دیوارها در مقابل نیروهای خارج از صفحه
- 3- سقفهای طاق ضریبی با طول ناکافی تکیه گاه
- 4- کیفیت پایین ملات
- 5- شناژهای نامناسب



شکل 12



6- استفاده ناصحیح از مصالح صنعتی

7-

در توضیح مورد ششم باید این نکته را متذکر شد که با وجود ورود مصالح صنعتی مانند آهن، آجر و سیمان به روستاها (که محل اصلی ساخت بناهای سنتی در کشور می باشد)، معمولاً این مواد به صورت غلط مورد استفاده قرار می گیرند. در بسیاری از موارد آجر تنها به عنوان جایگزینی برای خشت ولی همچنان با ملات گل استفاده شده است هم چنین در مواردی تیر آهن به جای تیرهای چوبی در سقفهای مسطح مورد استفاده قرار گرفته است.

به طور کلی در ایران، آئین نامه یا استاندارد خاصی برای ساختمانهای خشتی موجود نیست ولی در یک نگاه کلی آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد 2800 ایران)، احداث ساختمانهای سنتی را که با گل و خشت ساخته می شوند، به علت ضعف مصالح و مقاومت محدود آن در مقابل زمین لرزه ممنوع کرده است و به طور استثنایی، ایجاد اینگونه ساختمانها را در نواحی دور دست و مطابق دستورالعمل های فنی ویژه ای با بکارگیری عناصر مقاوم چوبی، فلزی، بتنی و یا ترکیبی از آنها به گونه ای که در برابر زمین لرزه به طور نسبی دارای ایمنی باشند مجاز شمرده است. همچنین مبحث هشتم مقررات ملی، احداث ساختمانهای خشتی بدون کلاف را ممنوع کرده و در مورد بقیه ساختمانهای خشتی که در مقابل نیروهای قائم یکپارچگی نسبی اجزای خود را حفظ نمایند و دارای حداقل مقاومت لازم در مقابل زمین لرزه های خفیف تا متوسط باشند، اجرای آنها را بلامانع دانسته است؛ همچنین ساخت ساختمانهای خشتی در مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد را ممنوع کرده است.

در نهایت می توان موارد زیر را در اجرای بهتر ساختمانهای خشتی توصیه نمود:

1- حتی الامکان سعی شود از خاک مناسب در ساخت خشت استفاده شود. برای بهبود وضعیت مقاومت فشاری خشت با توجه به دسترسی آسان به آهک در نقاط مختلف کشور، می توان به راحتی این ماده را جهت ساخت خشتهایی با کیفیت بالا بکار برد. استفاده از گل آهک بجای گل توصیه می شود.

2- پلان ساختمان مثل ساختمانهای بنایی دیگر نسبت به محور اصلی ساختمان متقارن باشد.

3- تا جایی که ممکن است سعی شود با این ملات ساختمانهایی بیش از یک طبقه ساخته نشود.

4- بین ساختمانهای مجاور با ساختمان خشتی درز انقطاعی حداقل 3 الی 4 متری وجود داشته باشد.

5- برای اجرای شالوده مناسب، اگر سیمان در دسترس نبود، از شالوده شفته آهکی استفاده شود.

6- برای از بین بردن دیوار بر اثر بارندگی و شستشو، اجرای کرسی چینی بر روی شالوده الزامی است.

7- استفاده از کلافها، پشت بندها در تقاطع دیوارها یا در گوشه ها و تقویت گوشه ها می تواند در جلوگیری از ایجاد ترکها در ساختمانهای خشتی مؤثر واقع شود.

تحقیقاتی هم در زمینه تولید بهترین نوع خشت انجام گرفته که نتایج برخی از این یافته ها به شرح زیر می باشد:

1- چنانچه خاکهای آوار مرغوب از ساختمانهای تخریب شده بدست آید، می توان از آنها که دارای درشت دانه و ریز دانه های سنگی است، خشت مقاومی تهیه کرد.

2- اگر پوست برنج شلتوک با خاک رس مخلوط شده و اتصال خوبی در خشت بوجود می آید و ترک پذیری خشت را نقصان می دهد.



3- خاک رس با الیاف درخت خرما در اندازه لازم مخلوط شده و خشتی مقاوم تهیه می شود که اصطلاحاً « سازودار» گفته می شود. در مواردی به خاک رس، پهن چارپایان اضافه می کنند! این ترکیب نیز باعث مقاومت خشت در برابر رطوبت می شود و از باز شدن آن جلوگیری می کند.

5- ساختمانهای بنایی

5-1- آجر

آجر یا آجور یا آگور واژه ای است یونانی و به خشتهایی می گفتند که احکام و فرامین دولتی روی آن نوشته می شد (حک می گردید) و به وسیله پختن این خشتها، نوشته ها را روی آن پایدار می کردند.

بدرستی معلوم نیست که آجر از چه زمانی پیدا شده است ولی می توان آن را همزمان با پیدایش آتش دانست بدین طریق که گل موجود در کنار اجاقهای انسان های اولیه پخته شده و سخت تر از کلوخه های هم جوار خود گردید و با مشاهده ی آن بشر اولیه قطعه ای از آجر را کشف نمود.

آجر از جمله مصالح ساختمانی است که همواره با انسان و زندگی او عجین بوده است. این ماده در ایران هم در تمام طول تاریخ همراه ما بوده و تا سالهای 1340 نیز ادامه داشته است.

آجر به علت شکنندگی و خلل و فرج و تخلخل دارای مقاومت کششی نبوده اما بنا به نسبت ترکیبات دارای مقاومتهای مختلف می باشد.

در ساختمانهای آجری عنصر باربر دیوارها می باشند. با آجر می توان ساختمانهای 4 یا حتی 5 طبقه نیز بنا نمود. حداقل عرض دیوار حمال آجری 35 سانتی متر است (1/5 آجر) بهتر است. ملات دیوارهای آجری ماسه سیمان و یا ماسه سیمان آهک می باشد.

در سازه های آجری ساختن (پی) از اهمیت خاص برخوردار می باشد بخصوص اینکه در بسیاری از موارد اجرای اصولی در پی سازی ها بجز (بتن مسلح) مورد استفاده می باشد. از این رو تشخیص نوع خاک و مقاومت فشاری آن از اهمیت خاص برخوردار بوده که باید بدان توجه شود. افزون بر آن به نوع پی و ابعاد آن و اثرهای وارده بر آن نیز باید توجه کامل شود. در حالت شیب نیز بایستی پی به صورت پله ای ساخته شود. اختلاف ارتفاع دو سطح پله ای پی نیز نباید از 30 سانتی متر زیادتر باشد. و باید توجه داشت که پی پهن تر از دیوارهای باربر ساخته می شود و ارتفاع پی نیز به نوع خاک و زمین بستگی کامل داشته.

در سازه های آجری باید نیروهایی که از قسمتهای پله وارد می شود فقط بر سطح پی اثر کند. چنانچه اتکای قسمتها یی از تیرهای باربر پله به دیوارهای ضخیم اثر کند مشکلی پیش نخواهد آمد. اما اثر نیروهای مداوم به شکل ضربه ای و (الاستیته) که از اسکلت پله بر دیوارهای کم عرض و با مصالح نامرغوب وارد می شود، در دیوارهای متکی به تیرهای پله خالی از اشکال نخواهد بود.

به طور کلی در این سازه ها از سوراخ های روی هم در یک مسیر نباید استفاده کرد. چنانچه به عللی سوراخی بالاتر از سوراخ زیرین مورد نظر باشد این اندازه نباید از 60 سانتی متر کمتر باشد.

5-2- تقسیم بندی ساختمانهای بنایی



به طور کلی ساختمانهای بنایی به دو دسته زیر تقسیم می شوند:

- 1- ساختمانهای بنایی سنتی
- 2- ساختمانهای بنایی محصور در کلاف

5-2-1- ساختمانهای بنایی سنتی

اینگونه ساختمانها مورد تأیید استاندارد 2800 و مبحث هشتم مقررات ملی نیستند. زمین لرزه های متعدد به وقوع پیوسته از جمله بم، همگی نشاندهنده ی عدم ایمنی اینگونه بناها و خسارت زیادی است که در اینگونه ساختمانها رخ داده است؛ موارد رفتار نامناسب اینگونه ساختمانها می تواند در موارد زیر خلاصه گردد:

- 1- استفاده از دیوارچینی نامناسب
- 2- استفاده از مصالح ساختمانی ضعیف
- 3- عدم اتصال صحیح سقفها به دیوار
- 4- وجود بازشوهای بزرگ
- 5- وجود دیوارهای آزاد با ارتفاع زیاد و بدون پشت بند
- 6- عدم وجود ارتباط مناسب بین دیوارهای متقاطع
- 7- وجود دیوارهای غیرسازه ای بدون مهار کافی از سقف
- 8- عدم رعایت حداقل دیوار نسبی
- 9- استفاده از آجر یا سنگ در نماسازی بدون استفاده از مهار مناسب
- 10- وجود سقفهای نسبتا سنگین

5-2-2- ساختمانهای بنایی محصور در کلاف

بدلیل اینکه مقاله ی حاضر بیشتر به موضوع ساختمانهای سنتی موجود در کویر پرداخته، به همین دلیل زیاد به این موضوع پرداخته نمی شود فقط در حدی که بتوان توضیحات مربوط به ساختمانهای بنایی را تکمیل کرد و گرنه اینگونه ساختمانهای (بنایی محصور در کلاف) رفتار مناسبی در مقابل زلزله های متفاوت از خود نشان داده اند. در اینگونه ساختمانها، کلاف بندی هیچ سهمی در تحمل نیروهای افقی به عهده ندارد و تنها برای ایجاد رفتار یکپارچه و همگن در ساختمان تعبیه می شوند.

تجربه زلزله بم نشان داده که عملکرد اینگونه ساختمانها به شکل عمومی مطلوب بوده است. موارد نامناسب اینگونه ساختمانها به قرار زیر خلاصه می گردد:

- 1- اجرای نامناسب بتنچ
- 2- عدم استفاده از خاموتها به طور صحیح
- 3- حذف کلافهای قائم
- 4- عدم پوشش بتن روی میلگردها



- 5- استفاده از دیوارچینی نامناسب
 - 6- عدم اتصال صحیح دیوارها به کلافها
 - 7- عدم اتصال صحیح سقفها به کلافها
 - 8- وجود بازشوهای بزرگ
- با وجود اینگونه نواقص، همانگونه که گفته شد، رفتار این ساختمانها به شکل عمومی خوب بوده است.

6- وجود سیستمهای بنایی در ترکیب با ساختمانهای خشتی

گاهی موارد در اجرای ساختمانهای سنتی مشاهده شده که مصالح بنایی با مصالح سنتی به طرز نادرستی آمیخته شده که نتایج نه چندان خوشایندی در پی خواهد داشت. در زیر به برخی از مواردی که در اجرای این بناها به نادرستی اجرا می شوند، آورده شده است:

- 1- اجرای دیوارهای باربر با استفاده از ترکیبی از خشت با یک یا چند نوع دیگر از مصالح آجری، سنگی و بلوکی. در اینگونه بناها به دلیل عدم توزیع یکنواخت سختی در پلان، پیچش اتفاق می افتد هم چنین به دلیل مقاومت فشاری کم خشت در محل اتصال خشت با آجر، سنگ یا بلوک: خشت دچار لهیدگی و نهایتاً تخریب می شود.
- 2- در مواردی دیده شده که بوسیله آجر ابنیه سازانی اقدام به احداث طبقه جدیدی روی طبقه قبلی می نمایند؛ در اینگونه موارد در محل اتصال آجر با خشت، لهیدگی به وجود خواهد آمد بنابراین ساختمانهای خشتی نباید بیش از یک طبقه باشند چه رسد به اینکه به وسیله مصالحی مثل آجر، طبقه جدیدی روی آن احداث شود!
- 3- رعایت نکردن درز انقطاع میان بناهای ساخته شده در مجاورت بناهای آجری، سنگی یا بلوکی، باعث ضربه زدن این ساختمانها به دلیل عدم وجود فاصله به ساختمان احداثی، همچنین تخریب به دلیل سختی متفاوت خواهد شد.

7- استفاده از تکنولوژی در مصالح سنتی جهت بهبود کارایی

امروزه مسئله سبک سازی در ساختمان جزء مسایلی است که در ساخت ساختمانها بسیار مورد توجه می باشد. بدین منظور و با توجه به موضوع مقاله ی حاضر، مواردی که با استفاده از مصالح سنتی در ساختمانهای مدرن یا با استفاده از مصالح مدرن در مصالح سنتی اقدام به سبک سازی در سازه ها می شود، در ذیل بیان خواهد شد.

7-1- تهیه آجر سبک با استفاده از مواد پلیمری

در این نوع آجر ماده به نام «فوم پلی استایرن» که به مواد اولیه آجرپزی استفاده می شود، در کوره سوخته شده و به صورت گاز از آجر خارج می گردد و در جای خود فضاهای خالی بر جای می گذارد. بنابراین با سبک شدن آجر، علاوه بر افزایش مقاومت ساختمان آجری در برابر نیروهای زلزله، مقاومت حرارتی آن را زیاد کرده، به صرفه جویی در مصرف سوخت ساختمان نیز کمک می نماید.

7-2- استفاده از پانلهای ساختار گچی خشک سبک برای دیوارهای داخلی



این فن آوری جایگزین مصالح سنتی سنگین جهت کاهش وزن مرده ساختمان می شود. ماده اصلی این روش، گچ می باشد که سبکی وزن، عایق در مقابل صوت و مقاومت در مقابل آتش سوزی از جمله مزیت‌های آن می باشد.

3-7- استفاده از پرلیت در سبک سازی وزن بتن

پرلیت نوعی سنگ آتش فشانی است که به عنوان مصالح بومی و بیشتر در استان آذربایجان موجود است. این ماده قابلیت افزایش مقاومت بتن را دارا می باشد

8- منابع و مآخذ

- 1- معماری ایران، مصالح شناسی سنتی، تألیف حسین زمرشیدی-چاپ دوم-انتشارات آزاده
- 2- معماری ایران، اجرای ساختمان با مصالح سنتی، تألیف حسین زمرشیدی-چاپ ششم-انتشارات آزاده
- 3- آشنایی با معماری اسلامی ایران، تألیف استاد محمدکریم پیرنیا، تدوین غلامحسین معماریان-مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران-1382-چاپ هشتم
- 4- بم و زمین لرزه اش می آموزد(آشنایی با مهندسی زلزله و عملکرد لرزه ای ساختمانها)، نشریه شماره ک-47-1383- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- 5- نشریه فنی مهندسی شمس-سال چهارم-شماره نهم و دهم
- 6- مصالح شناسی-تألیف سیاوش کباری-انتشارات دانش و فن-چاپ دوازدهم-1382
- 7- دیتیل‌های ساختمانی-تألیف سیاوش کباری-انتشارات دانش و فن-چاپ نهم-1382
- 8- آجر سبک با استفاده از مواد پلیمری-گزارش تحقیقاتی -شماره نشریه : ک-384- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- 9- استاندارد 2800 ایران-آبا
- 10- مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان