بازآفرینی شیوه‌های اجرایی معماری بومی در مواجه با زلزله

محسن سرتیپی پور *

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱۱/۱۶
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۲/۱۷

چکیده

زلزله پدیده‌ای است که از گذشته در کشور ما وجود داشته است. چهار زلزله از مهیب‌ترین زلزله‌های جهان در قرن بیستم میلادی در ایران اتفاق افتاده و گزارش سال ۲۰۰۳ برنامه عمران ملل متحد تحت عنوان " کاهش ریسک بلایا، چالش توسعه" ، ایران را دومین کشور جهان از لحاظ مرگ میر ناشی از زلزله معرفی نموده است. بررسی وضعیت زمین شناسی نشان می‌دهد ایران منطقه‌ای با فعالیت لرزه خیزی و گسل‌های بسیار است که این امر در طراحی و ساخت بناها باید به‌عنوان عاملی تأثیرگذار در نظر گرفته شود. بررسی میراث معماری به‌جای مانده از گذشته نشان می‌دهد نوعی دانش بومی برای طرح و ساخت مسکن ودیگر بناها وجود داشته که چنانچه در ساخت و سازها لحاظ می‌گردید ایمنی بنا و ساکنان آن تأمین می‌شد. بخشی از تمدن ایرانی و میراث گرانبهای معماری در شهرها و روستاهای کشور که به نسل کنونی رسیده حاصل همین دانش می‌باشد.

در نگاهی جامع، دانش بومی، بخشی از ثروت و سرمایه ملی است که باورها، ارزش‌ها و دانسته‌های هر قوم را در بر می‌گیرد. افراد اجتماع به کمک این دانش و در طی قرون نیازهای خود را جستجو و تأمین می‌نموده‌اند. نظر به اینکه هم اکنون نیز بخش قابل توجهی از ساخت و ساز در کشور تقلیدی از شیوه‌های سنتی است آشنایی با روش های پیشگیری از خطرات ناشی از زلزله که در طول تاریخ آزموده شده می‌تواند آموزنده باشد.

نظر به اینکه ماهیت زلزله و اثر آن بر بناها تغییر نکرده است، شناخت و بازآفرینی دانش بومی مواجه با زلزله می‌تواند زمینه به‌کارگیری مجدد آن‌ها در بناهای متعارف و معمول را فراهم نماید. این مقاله با تأکید بر دانش و مهارت‌های چند هزار ساله بومی در مواجه با زلزله، به‌دنبال شناخت این الگوها و بازآفرینی آن‌ها برای مقاوم سازی و کاهش آسیب پذیری بناها است.

واژگان کلیدی: بازآفرینی، دانش بومی، معماری بومی، زلزله.

* دانشیار گروه آموزشی معماری دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی. M-sartipi@sbu.ac.ir

– این مقاله بر گرفته از طرح‌های پژوهشی گونه شناسی مسکن روستایی استان مرکزی (۱۳۹۰) و ریشه های مشکلات کالبدی در سکونتگاه‌های کوچک (۱۳۸٤) است که در هسته پژوهشی معماری روستایی و دفتر فنی و پژوهشی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی تهیه شده‌اند.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مرور زلزله‌های تاریخی ایران نشان دهنده وقوع زمین لرزه‌های مخرب در گوشه و کنار کشور است. زمین لرزه سالهای ۵۸۵ و ۱۰۲٤ میلادی تبریز، ۸۵۵ ری، ۸۹۳ اردبیل، ۹۵٦ همدان، ۹۵۷ فارس، ۱۰۸۵ خوزستان و ده‌ها زلزله شدید دیگر(مدنی، ۱۳۸٦) و روش‌هایی که برای استحکام بناها در مواجه با زلزله به‌کار گرفته شده‌اند نشان می‌دهد ایرانیان از گذشته دور با این پدیده و رفتار آن بر بناها آشنا بوده‌اند. توجه به دانش بومی که طی سال‌های اخیر به‌تدریج پدیدار و بعد جدیدی در علوم و فنون جوامع محلی را آشکار نموده است (Paul Oliver,2003) ایجاب می‌نماید تا ما نیز با نگاهی به گذشته ویژگی‌های این دانش را بررسی و مورد مطالعه و در صورت امکان و انطباق با معیارهای کنونی مجدداً به‌کار گیریم. مجموعه دانش بومی گنجینه ارزشمندی از روش‌ها و امکانات زمان آزموده‌ای است که می‌تواند نقش کارآمدی در توسعه پایدار جوامع ایفا نماید. (عمادی،۱۳۷۸)

علیرغم تحول در ورود فناوری‌های جدید ساختمانی، بر اساس آمار سال ۱۳۷۵ حدود ۹،۰٤٤،۲۹۱ واحد مسکونی(۸٤٪ کل موجودی مسکن کشور در آن سال) با مصالح بنایی و با شیوه‌هایی تقریباً مشابه با گذشته؛ و بقیه با اسکلت فلزی و بتونی بوده‌اند. این رقم در سرشماری سال ۱۳۸۵به حدود ۹،۷۰۹،۷۱٤ واحد (٦۱ ٪ کل موجودی مسکن کشور) افزایش یافته است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵).(تصویر شماره ۱) هر چند نسبت ساختمان‌های مصالح بنایی، طی دو مقطع سرشماری کاهش یافته اما تعداد آن‌ها در مقایسه با سال ۷۵ حدود ۷۰۰،۰۰۰ واحد افزایش یافته است. این آمار نشان می‌دهد همراه با رشد و گسترش استفاده از فناوری‌های جدید و سرمایه‌گذاری‌هایی که دولت در این زمینه انجام داده و به‌رغم اعمال محدودیت‌هایی که در آیین نامه‌های ساختمانی برای اجرای ساختمان‌های بنایی وجود دارد، استفاده از روش‌های سنتی و نیمه سنتی رایج به‌دلایل مختلف از جمله قدمت و آشنایی گسترده با آن نیز رشد داشته است. (تصویر شماره ۱)

ت۱. جدول مقایسه تعداد و نسبت واحدهای مسکونی معمولی بر حسب نوع سازه بنا به تفکیک شهری و روستایی و روند تغییرات آن طی سال‌های ۸۵ ـ ۷۵ (RCRA, 1388)

تعدادمسکن	۱۳۷۵						۱۳۸۵					
	مجموع		شهری		روستایی		مجموع		شهری		روستایی	
نوع سازه	تعداد	نسبت	تعداد	نسبت	تعداد	نسبت	تعداد	نسبت	تعداد	نسبت	تعداد	نسبت
فلزی	۱/۱۲۵/۳۸۳	۱۰/٤۵	۱/۰۷۵/٤۱۷	۱۵/۵۵	٤۹۹٦٦	۱/۳۰	٤/۰۸۰/٦۵۸	۲۵/۷۳	۳/۷۸۹/۱۰٦	۳۳/۱۵	۲۹۱/۵۵۲	٦/۵۸
بتن آرمه	٤۲۹/۳۳۸	۳/۹۹	۳۷٤۱۰٦	۵/٤۱	۵۵۲۳۲	۱/٤۳	۱/۹۰۸/۳٤۱	۱۲/۰۳	۱/٦۵٦/۸۷۸	۱٤/٤۹	۲۵۱/٤٦٤	۵/٦۸
مصالح بنایی	۹/۰٤٤/۲۹۱	۸۳/۹۸	۵/۳٤۱/۷۲۲	۷۷/۲٦	۳/۷۰۲/۵٦۹	۹٦/۰۱	۹/۷۰۹/۷۱٤	٦۱/۲۲	۵/۸۵٤/۰٦٤	۵۱/۲۱	۳/۸۵۵/٦٤۹	۸۷/۰۷
اظهار نشده	۱۷۱/۱۰۰	۱/۵۹	۱۲۲/٤۸۵	۱/۷۷	٤۸/٦۱۵	۱/۲٦	۱٦۱/۲۱۳	۱/۰۲	۱۳۱/۸۳۲	۱/۱۵	۲۹/۳۸۱	۰/٦٦
جمع کل	۱۰/۷۷۰/۱۱۲	۱۰۰	٦/۹۱۳/۷۳۰	۱۰۰	۳/۸۵٦/۳۸۲	۱۰۰	۱۵/۸۵۹/۹۲٦	۱۰۰	۱۱/٤۳۱/۸۸۰	۱۰۰	٤/٤۲۸/۰٤٦	۱۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

هرچند (به اعتقاد بسیاری) بخش قابل توجهی از مرگ و میرهای ناشی از زلزله به‌دلیل تخریب ساختمان‌های بنایی خصوصاً خشت وگلی است و آوار به‌جای مانده از تخریب این نوع بناها شاهدی بر این موضوع است، اما چگونه می‌توان از فناوری و راه های اصولی و ساده استحکام بخشی، اقتصادی بودن، سهولت در اجرا و تغییر، راحتی، همسازی با اقلیم و سایر مزایای زیست محیطی آن‌ها که در طول سالیان دراز به‌دست آمده و تجربه شده چشم پوشید؟ (Satipipour,2006) بررسی پیشینه معماری در کشور نشان می‌دهد برای مواجه با پدیده زلزله راه‌ها و ابداعات گوناگون متناسب با وضعیت جغرافیایی، اجتماعی و فرهنگی مناطق مختلف وجود داشته که چنانچه در طراحی و ساخت بناها رعایت می‌گردید در مواردی که بستر طبیعی و کالبد بنا مورد مداخلات زیاد قرار نمی‌گرفت زلزله آسیب جدی به آن‌ها وارد نمی‌کرد. (بهشتی، ۱۳۸۵)

به اعتبار وجود چنین شیوه‌ها و بناهایی راه حل‌های بومی می‌تواند برای کم کردن یا برطرف نمودن میزان آسیب‌پذیری بناها مورد توجه مجدد قرار گیرد (Marcell Vellinga, 2003). از این منظر بازآفرینی فناوری بومی با حفظ شاکله معماری، راهبردی است که می‌تواند هزینه‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی کمتری داشته باشد و در کنار دیگر راهبردها و شیوه‌های نوین و یا در ترکیب با آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. این مقاله بدون اینکه قصد نقد فناوری نوین را داشته باشد متذکر می‌شود بزرگ نمایی ارزش‌های فناوری جدید و مردود شمردن شیوه‌های کهن و انقطاع تاریخی با هنر و مهندسی گذشته بزرگ‌ترین مانع و از جمله عواملی است که باعث شده فناوری بومی متناسب با زمان، معاصرسازی نشود. تداوم چنین راهی چه بسا باعث پاک شدن دانش بومی طراحی و ساخت و ساز از حافظه معماران و مهندسان شود که حاصل آن کنار گذاشتن راه حل‌ها و تجارب یک ملت در حل مشکلی است که هزاران سال در مورد آن ایده پردازی، طراحی و تجربه شده است.

نظر به اینکه زلزله متغیری طبیعی است که از گذشته وجود داشته و ماهیت آن تغییر نکرده مرور مجدد نحوه وقوع و رفتار بناها در مقابل زلزله و راه حل های ابداع شده برای مواجه شدن با آن می‌تواند به روشن‌تر شدن مسئله کمک نماید. بنابراین مقاله در پی یافتن پاسخ سؤالات زیر است:

رفتار ساختمان‌های بومی در مواجه با زلزله چگونه است؟

چگونه می‌توان برای ساختمان‌های بومی رفتارهایی بدون آسیب یا با حداقل آسیب پذیری در زلزله تأمین کرد؟

روش شناسی پژوهش

لحاظ نمودن زلزله به‌عنوان متغیری طبیعی در شیوه‌های طراحی و ساخت و ساز بومی که از گذشته معمول و در طول تاریخ آزموده و آزمایش شده و تداوم ساخت و ساز با روش‌های مشابه بومی در کشور که اکنون رایج است، موضوعی است که نمی‌توان آن‌را نادیده گرفت. محدودیت اطلاعات در این زمینه انجام پژوهش و تهیه گزارشات علمی در زمینه بناهای عمومی را اجتناب ناپذیر می‌نماید. این مقاله برگرفته از طرح‌های پژوهشی است که طی یک دوره ۲۰ ساله تحت عناوین "ریشه‌های مشکلات کالبدی در سکونتگاه‌های کوچک" و "گونه شناسی مسکن روستایی استان مرکزی" و با هدف شناخت و اطلاع از ویژگی‌های فنی و معماری بناهای بومی در دفتر فنی و پژوهشی دانشکده معماری و شهرسازی و هسته پژوهش معماری روستایی دانشگاه شهید بهشتی تهیه و ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

روش تحقیق توصیفی- تحلیلی و مبتنی بر مطالعات مکتوب و کتابخانه‌ای و جمع‌آوری اسناد پژوهش‌های معماری بومی؛ و مشاهدات میدانی از میراث معماری بومی کشور است که از طریق قیاس و استقرا به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری رسیده است.

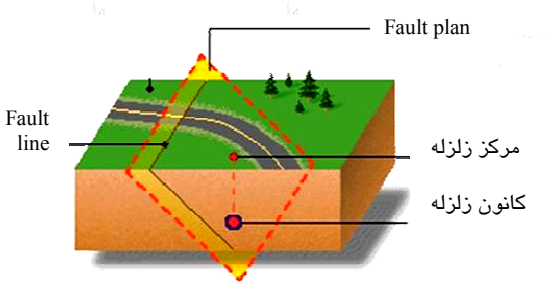
زلزله و رفتار بناها در مواجه با آن

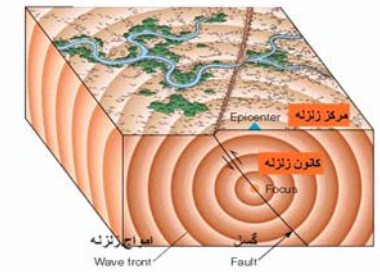
سابقه کهن معماری ایران مجموعه‌ای بزرگ از معیارها و روش‌های ساخت و ساز و طراحی کالبدی بومی را به‌وجود آورده که متناسب با متغیرهای جغرافیایی، فرهنگی و معیشتی شکل گرفته‌اند. بخشی از این معیارها به صورت هنجارها و نوعی دانایی است که در طول زمان طولانی انس و الفت با محیط به‌دست آمده (بهشتی،۱۳۸۵) اما امروزه مورد بی توجهی قرار گرفته یا از دست رفته و بخش دیگر، دانش و مجموعه اطلاعاتی است که باید شناسایی و اصول آن‌ها فرا گرفته شود.

طراحی ساختمان برای اینکه در برابر بزرگی، شدت و امواج زلزله رفتار مناسبی داشته باشد نیازمند تصور و درک آثار ناشی از آن بر ساختمان است. امروزه نظریه جابه‌جایی قاره‌ها روشن نموده زلزله به‌علت ذخیره شدن مقادیر زیاد انرژی در درون زمین و پدیده انتشار امواج ناشی از آزاد شدن انرژی و آشفتگی سریع در پوسته و قسمتهای بالای گوشته زمین است که در فاصله زمانی کوتاه به‌وجود می‌آید. (۱) همزمان با وقوع زلزله امواج ناشی از آن در مدت کوتاهی به سطح زمین رسیده و باعث ارتعاش لایه‌های خاک می‌شوند.

در گذشته به تجربه دریافته بودند بر اثر مرتعش شدن لایه‌های خاک، شالوده ساختمان نیز که در تماس مستقیم با لایه‌های خاک است مرتعش شده و با توجه به خصوصیت شالوده، این ارتعاش به کل ساختمان منتقل و باعث حرکت رفت و برگشتی شده و ساختمان به جلو و عقب حرکت می کند و همین حرکت باعث تخریب و آسیب بنا می‌شود. این حرکت در قسمت فوقانی بنا بیشتر است، به همین دلیل نسبت ارتفاع به ابعاد افقی ساختمان نیز اهمیت دارد، چون هرچه این نسبت کوچکتر باشد رفتار ساختمان در برابر زلزله بهتر است. (RCRA , 1388)

ت۲. کانون (منشاء) زلزله محلی است که انرژی به یکباره از آنجا آزاد و رها می‌گردد. این نقطه محل واقعی حرکت گسل در زیر زمین است. اما مرکز زلزله در راستای کانون و نقطه‌ای در روی زمین است که برای نشان دادن زلزله روی نقشه استفاده می‌شود.





یکی از دلایلی که باوجود امکان ساخت بناهای مرتفع از احداث و اجرای چنین بناهایی خودداری می‌شد رعایت اصل کوتاه مرتبه‌گی و نسبت ارتفاع به ابعاد افقی بنا بود. در کنار این تدبیر و با توجه به امکانات آن زمان برای مقاوم سازی، اقدام به صلب نمودن ساختمان می‌شد که البته نتیجه طبیعی رعایت این اصل

Archive of SID
www.SID.ir

حجیم شدن دیوارها است که در اکثر بناهای سنتی مشاهده می شود. درواقع حجیم شدن دیوارها در شیوه‌های بومی روشی برای صلبیت و افزایش مقاومت در برابر زلزله بود و بناهایی که چنین شرایطی نداشتند در برابر نیروی زلزله خراب یا دچار آسیب می‌شدند (Arya,1987). چون مقاومت کششی عناصر تشکیل دهنده این نوع بناها از مقاومت فشاری آن‌ها بسیار پایین‌تر است با استفاده از مهارها و دیگر اجزای مناسب مبادرت به افزایش پایداری بنا می‌شد. (۲) هر چند امروزه فناوری تولید مصالح و شیوه‌های جدید ساختمان سازی امکان طراحی سازه‌ها بر اساس جابه‌جایی و شکل پذیری آن‌ها را فراهم نموده اما نمونه‌هایی عالی از چنین بناهایی که از طریق صلبیت و تغییر شکل و جابه‌جایی اعضاء به‌صورت توأمان نیروی زلزله را مستهلک می‌نمودند از گذشته به‌جای مانده (مانند ساختمان منار جنبان‌ها) (۳) که شاهد مهمی از توجه مهندسان ایرانی به مسئله زلزله در طراحی و ساخت بناها بوده است (مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی، ۱۳۸۵). از دیگر شیوه‌ها برای مواجه با زلزله پیش بینی لرزه‌گیر در حد فاصل پی و دیوارهای ساختمان بود که معمولاً با قراردادن الوارهای چوبی انجام می‌شد.

از طرفی چون نیروی زلزله نتیجه شتاب زمین بر جرم بنا است و هر چه جرم بیشتر باشد آثار مخرب زلزله بر بنا بیشتر می‌شود برای مواجه با این مسئله جرم فضاهای فوقانی بنا سبک تر اجرا می‌گردید تا از افزایش نیروی زلزله در طبقات بالا جلوگیری شود (تصویر شماره ٤).

ت۳. استفاده از پی‌های لرزه‌گیر چوبی برای مواجه با ارتعاشات ناشی از زلزله (چپ) و به‌کارگیری چوب (به‌دلیل جرم کمتر نسبت به مصالح بنایی) در بناهای بومی شمال کشور.

ت٤. توجه به نسبت ارتفاع بنا به ابعاد افقی آن، استفاده از مصالح با جرم سبک در طبقات فوقانی (عالی قاپو) یا مسلح کردن بنا با عناصر کششی در قسمتهای فوقانی (منار جنبان).

www.SID.ir

در مجموع به‌منظور ایجاد تعادل و رفتار بهتر سازه سعی بر کاهش جرم بنا و جلوگیری از ایجاد فضاهای سنگین در قسمت های فوقانی بنا بود تا اعمال نیروی زلزله بر بنا کمتر شود.

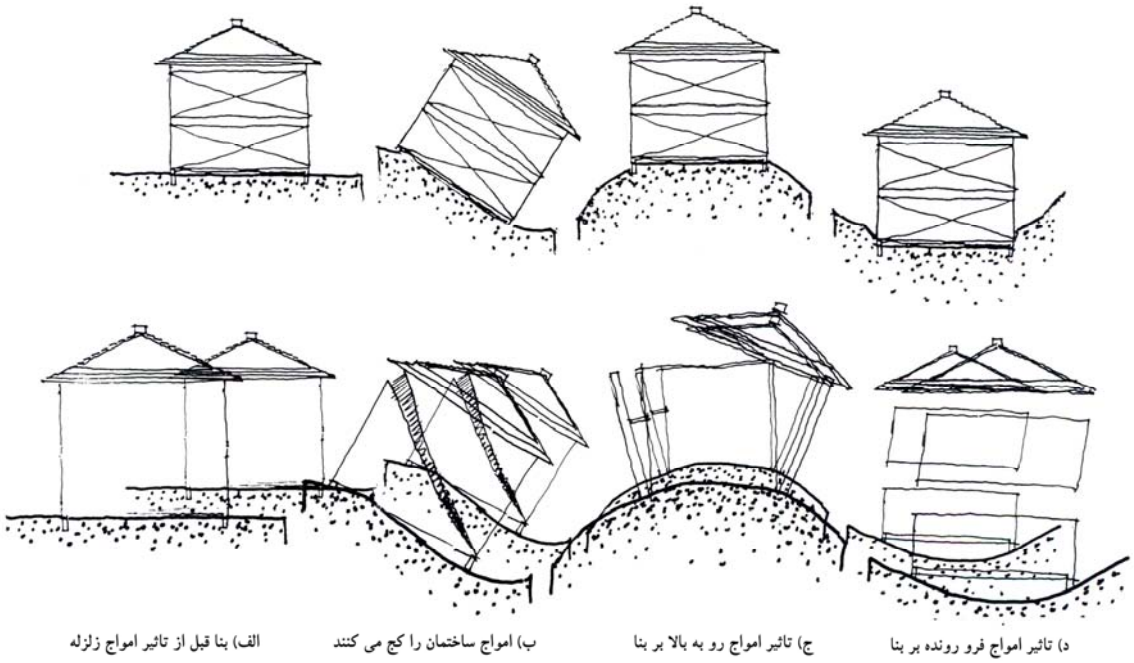
همچنین سعی می‌شد از طریق اجرای کلاف‌های چوبی یا استفاده از الیاف طبیعی و اتصالات مناسب یکپارچگی سازه تأمین شود. (لایل ولفسکیل، ۱۳٦٦)

امروزه قوانین فیزیک اثبات نموده بهترین راه برای مواجه با نیروهایی که در نتیجه شتاب حرکت زمین به‌وجود می‌آیند توجه به برقراری شرایط تعادل در بناست (وطنی اسکویی، ۱۳۸٦). بر اساس قانون دوم نیوتن جرمی که تحت تأثیر نیرو قرار می‌گیرد با شتاب حرکت می‌کند. (مگر اینکه آزاد نباشد). بر اساس این قانون ساختمان هنگامی در حال تعادل قرار می‌گیرد که مجموع نیروهای ناشی از مقاومت ساختمان با نیروهای ناشی از شتاب حرکت زمین موازنه ایجاد نماید. تلاش برای ایجاد پیوستگی در اجزای سازه‌ای بناها یا حجیم شدن دیوارها در شیوه‌های بومی برای ایجاد چنین تعادلی بود.

دانش بومی و الزامات مربوط به استقرار بنا

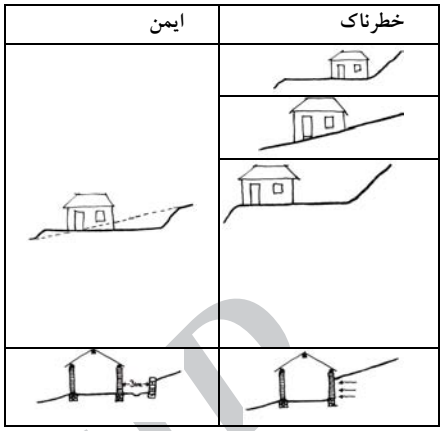
با توجه به تمایل مواد به حرکت در شیب، استقرار بنا در شیب زمین همراه با رعایت تمهیداتی انجام می‌گردید. شیب زمین ممکن است باعث لغزش بنا یا ریزش سنگ و خاک شود به‌همین دلیل در صورت استقرار ساختمان در شیب آن را در روی سکو و فاصله‌ای مناسب از شیب قرار می‌دادند. از طرفی به خاصیت لرزه‌گیری بسترهای شن و ماسه توجه می‌شد و به‌دلیل اینکه چنین بسترهایی عکس العمل نسبتاً بهتری به‌دست می‌دهند بناهای حجیم و سنگین روی این نوع خاکها احداث می‌شدند. امروزه علاوه بر مورد مذکور روشن شده چنانچه در بسترهای سخت و سنگی، سازه‌های انعطاف پذیر اجرا شود عکس العمل بهتری در برابر زلزله خواهند داشت. (Beynon, 1990)

ت۵. مقایسه تأثیر امواج زلزله بر رفتار بناهایی که اعضای آن با کلاف‌های چوبی مهاربندی شده با بنایی که فاقد مهاربندی است. ردیف بالا ساختمان مهاربندی شده و ردیف پایین بدون مهاربندی (RCRA, 1388)



www.SID.ir

ت٦. جدول تأثیر شیب زمین و نحوه استقرار بنا در شیب (RCRA, 1388)



در خصوص مکان استقرار بناها باید توجه داشت تـأثیر زلزله برکانون‌های اطراف مرکز وقوع آن به میزان زیـادی بستگی به شرایط پایداری خاک دارد. در زلزله‌های اخیـر ایران، چین، روسـیه، آمریکـا، مکزیـک و فیلیپـین بخـش عمـده‌ای از خرابـی‌هـای بـه‌وجـود آمـده مربـوط بـه ساختمان‌هایی بوده که هر چند در حد فاصل دورتـری از مرکز زلزله بوده‌اند اما روی بستری از خاک ناپایدار قـرار داشته‌اند.

دانش بومی و الزامات طراحی و سازه‌ای

مشاهده و بررسی آثار معماری سنتی نشان می‌دهد فـرم و هندسـه پـلان(دو بعـدی) و شـکل کلـی حجـم بنـا به‌صورت متقارن، پلان‌هـای مربـع و مسـتطیل و احجـام مکعـب شـکل بـوده اسـت. کوچـک بـودن بازشـوها و روزنه‌ها، سادگی و خلوص هندسی آن‌ها از دیگر ویژگـی آن‌ها بوده است. امروزه روشن گردیده پلانهای دایره‌ای و مربع شکل ضمن اینکه بیشترین نسـبت سـطح مفیـد بـه سطوح جانبی را کـه در ایجـاد شـرایط آسـایش و تبـادل انرژی با محیط پیرامون مؤثر است، برخوردارنـد بلکـه از نظر تئوری اثبات شده این نوع پـلان‌هـا و احجـام آن‌هـا عملکرد بهتری در برابر زلزله خواهند داشت.

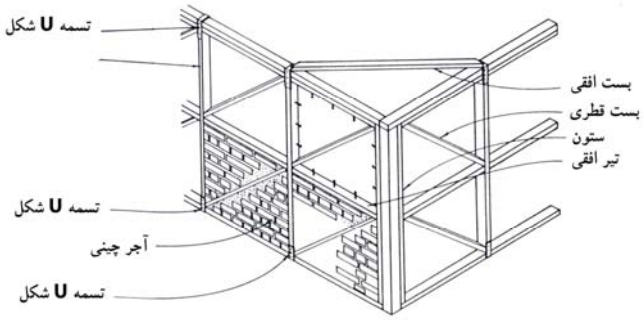
در مقررات کنونی ساختمانی ایران نیز پلان و احجام با فرم ساده بیشتر توصیه شده از طرح پلانهای L شکل بـا احجام شکسته در مناطق زلزله خیز پرهیـز داده مـی‌شـود (Houben,2003). ضمناً در طراحی باید از ایجاد سـطوح بازشوی گسترده پرهیز نمود و توجه داشت نسبت عرض به ارتفاع پنجـره زیـاد نباشـد و فاصـله بـین در و پنجـره نزدیک به هم نباشد و ایـن عناصـر در فاصـله مناسـبی از گوشه‌ها قرار گیرند.(RCRA, 1388)

پس از رعایت الزامـات طراحـی در مرحلـه سـاخت نیـز ایجاد پیوستگی در بنا، پی‌ها، دیوارهـا و سـقف و کـلاف نمودن آن‌ها کمک زیادی به ایجاد پیوستگی بین اجـزاء و یکپارچه نمودن آن‌ها کمـک مـی‌کنـد بـرای ایـن منظـور اجرای کلاف‌های افقی و عمودی در نظر گرفته مـی‌شـد. مصداق‌هـــای ساختمـــانی فراوانـی از ایـن نـوع اجراهـا به‌جای مـانده کـه هنـوز در برخـی منـاطق رایـج اسـت. (اشکال ۷ و ٦) برای ایـن منظور پی‌هـا بـه کـلاف افقـی زیر دیوارهـا و این کلاف به دیوارها و کلاف روی آن‌هـا (زیر سقف) متصل می‌شدند. کلاف افقی زیر سقف نیز به تیرهای سقف بسته می‌شد تا یکپارچگی سازه تأمین شود. (٤) امروزه که احجام معماری متنوع‌تر شده اتصال اجـزاء و عناصر ساختمانی ماننـد طـره هـا، دودکـش و عناصـر مشابه آن‌ها با اعضای پیرامونی به‌منظور ایجاد پیوسـتگی در بنا ضروری است و پایداری آن‌ها نباید صرفاً با اتکای بـه نیـروی اصـطکاک ناشـی از وزن باشـد. کـاهش غیـر ضروری مصـالح سـاختمانی یـا حـذف قسـمت‌هـایی از جزئیات اجرایی احتمال جابه‌جـایی و حرکـت اعضـاء و عناصر بنا و آسیب‌پذیری آن‌ها را به‌دنبال خواهد آورد لذا لازم است از چنین دخالت‌هایی اجتناب شود. (Beynon, 1990)

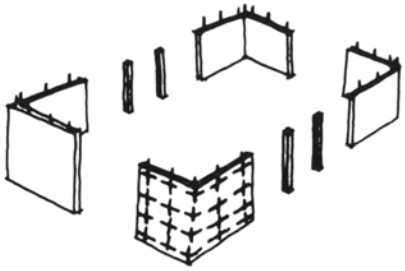
Archive of SID

www.SID.ir

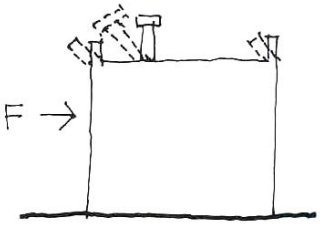
ت۷. الوارهای عمودی و افقی با اتصالات مناسب شرایطی را به‌وجود می‌آورند که مقاومت کششی دیوارها افزایش یابد.(تصویر سمت چپ مسکن بومی منطقه دیلمان گیلان)(RCRA, 1388)

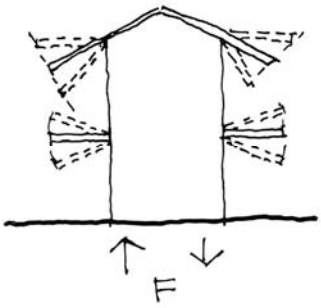


ت۸. به‌منظور پیشگیری از تأثیر نیروی برشی و حرکت دیوارها برخی دیوارهای داخلی و خارجی تقویت شوند.



ت۹. تأثیر زلزله بر طره، دودکش ، بادگیر، کانال تهویه و جان‌پناه، این اجزاء باید به عناصر پیرامونی متصل شوند.





Archive of SID

www.SID.ir

باید دانست الزاماً همه پیمانکاران و بنایان اصول و قواعد درست ساختن را نمی‌دانند. لذا کنترل‌های لازم توسط ناظران و افراد با تجربه در مورد استفاده درست از مصالح و نسبت اختلاط مواد ضروری است. در بناهای امروزی چنانچه بخش‌هایی از ساختمان با بتن ساخته می‌شود عیار سیمان، کیفیت دانه‌بندی سنگی و نسبت آب به سیمان در نظر گرفته شود و از ویبره کردن بتن خصوصاً در محل اتصالات و جاهایی که میل‌گردهای تقویتی به هم بسته می‌شوند، اطمینان به‌عمل آید.

دانش بومی و الزامات اجرای جزئیات ساختمانی

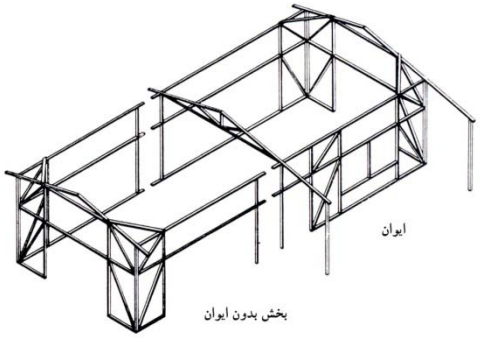
به‌منظور بالابردن پایداری و استحکام سازه‌ها با اضافه نمودن بست‌ها وعناصر تقویت‌کننده می‌توان آن‌ها را به اجزای مثلثی شکل در سطوح افقی و عمودی تقسیم کرد. این کار از طریق ایجاد بست‌های قطری (بادبند) در سطوح افقی و عمودی (سقف‌ها و دیوارها) و دیگر اجزای مستقیم‌الخط انجام می‌شود. این شیوه خصوصاً در ساختمان‌های چوبی می‌تواند به‌خوبی اجرا شود.

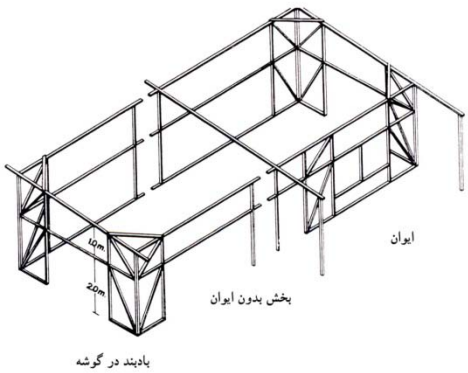
با توجه به اینکه مهاربندی مثلثی در بعضی قسمتهای بنا موجب تغییرات در معماری یا بر هم زدن اساس سازه می‌شد، اتصالات بر اساس نوع سازه طراحی می‌گردید.

به‌عنوان مثال اتصالات مهاربندی در سازه‌های چوبی از طریق اضافه نمودن بستهای چوبی مثلثی شکل (گونیا) در زوایا یا گوشه‌های داخلی است که با میخ‌های فولادی به‌هم متصل می‌شود. این کار در دیوارهای خشتی و آجری از طریق اجرای پشت بند در گوشه‌ها و طول دیوارها انجام می‌شد. تأکید بر اتصال و تداوم اعضای افقی و عمودی در درون هم، از دیگر موارد مهمی است که مورد توجه قرار می‌گرفت.

به مقاومت کششی عناصر مختلف اتصال دهنده توجه می‌شد زیرا تجربه نشان داده بود در صورتی‌که محل اتصالات از پیوستگی و انعطاف مناسبی برخوردار باشد یکپارچگی ساختمان بهتر تأمین می‌شود. برای این منظور از چوب یا الیاف های گیاهی (مانند نی) استفاده می‌شد. امروزه می‌توان از آرماتورهای فولادی که عناصر کششی بسیار مقاوم و ظریفی هستند استفاده کرد. در بناهای سنگی و آجری که ایجاد شناژ عمودی به هر دلیلی مقدور نباشد می‌توان میل‌گردهای فولادی را با رعایت فواصل یک متر در داخل دیوار قرار داد به‌طوریکه حداقل پنج سانتی متر پوشش ملاط ماسه سیمان داشته باشند.

ت۱۰. اجرای بادبند در بناهای چوبی(RCRA, 1388)

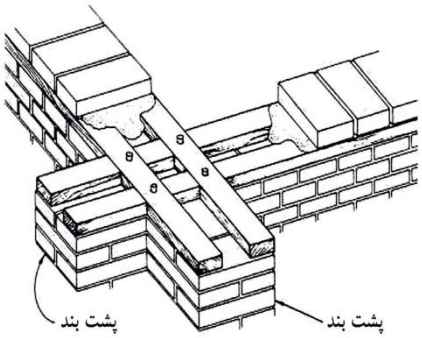




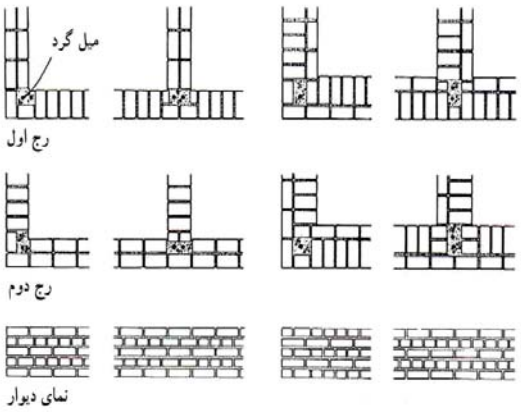
Archive of SID

www.SID.ir

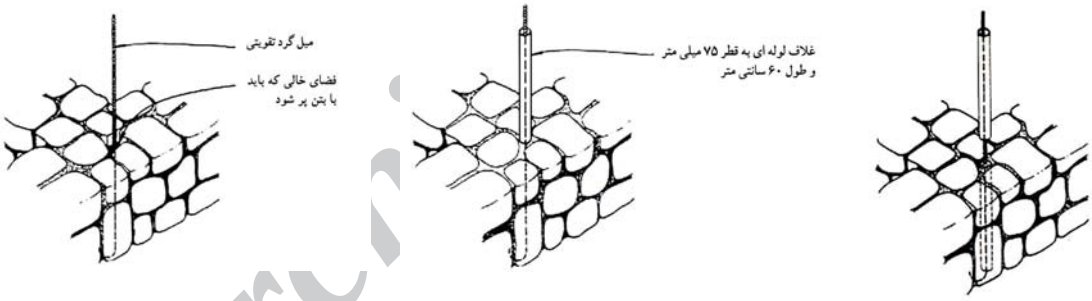
ت۱۱. اتصال دیوارهای متقاطع با استفاده از تیرهای چوبی و نمای دیوار اجرای کلاف عمودی.



استفاده از پشت بند و کلافهای چوبی افقی برای تقویت دیوارها



ت۱۲. پر کردن فضای خالی دور میل گرد معمولاً به سختی انجام می شود. برای این منظور می‌توان از غلاف لوله‌ای به‌جای قالب استفاده کرد و همراه با دیوار چینی و پس از ریختن بتن درون آن غلاف را به بالا حرکت داد.

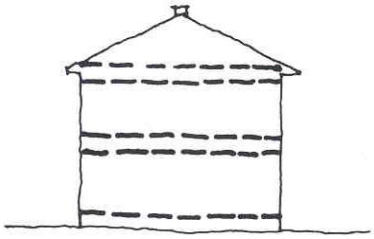


کلاف‌بندی چوبی با تیرهای افقی و عمودی است. تیرها و چهارتراش های چوبی که در امتداد یکدیگر قرار می‌گیرند در صورت کوتاه بودن می‌توانند از طریق اتصالات نیمانیم با میخ یا چسب به اجزا طویل‌تری تبدیل شوند. چوب‌های طولی باید به‌نحوی به یکدیگر متصل شوند که از اتصال و پیوستگی طولی آن‌ها اطمینان حاصل شود. (Beynon, 1990)

در مجموع به‌منظور ایجاد یکپارچگی باید دیوارها را از طریق اجرای کلاف‌های افقی (حلقوی) دور تا دور بنا و در محل قرار گرفتن روی فنداسیون، نعل درگاهها و زیر سقف‌ها به یکدیگر متصل نمود. طبیعی است کلاف‌ها باید از موادی با قابلیت کششی مناسب ساخته شوند تا در برابر نیروهای افقی که در این جهت به بنا وارد می‌شود، مقاومت داشته باشند.

www.SID.ir

ت۱۳. درساختمانهای با مصالح بنایی اعضای کششی باید به‌نحوی قرار گیرند (مثلاًدر درگاهها) که ضمن انتقال بار؛ دیوارها پیوسته شوند و مجموعه واحد و یکپارچه‌ای به‌وجود آید.



همچنین از نظر بالا بردن و ارتقای کیفیت مصالح بنایی می‌توان با ایجاد تغییراتی در شکل و ابعاد حتی رنگ آن‌ها ضمن ایجاد شرایط پیوند و قفل و بست بهترعلاوه بر استحکام، بر زیبایی بنا نیز تأکید بیشتر نمود.(۵)

نقش پشت‌بندها در بناهای بومی

ساختمان‌ها اساساً تحت تأثیر نیروهای افقی ناشی از زلزله قرار می‌گیرند.

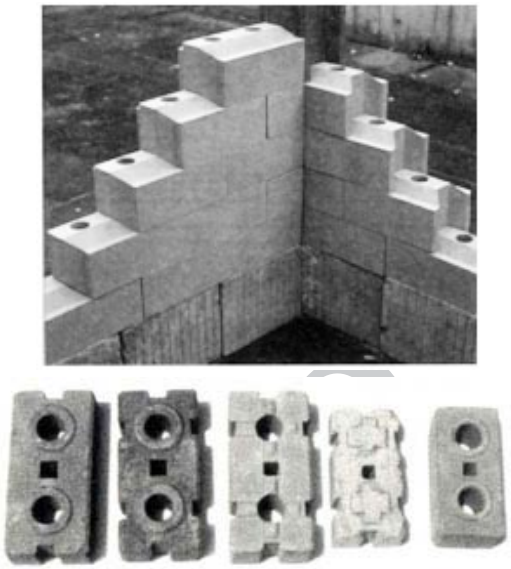
نیروی عمود زلزله معمولاً کمتر از نیروی افقی بنا را تحت تأثیر قرار می‌دهد زیرا در جهت ثقل زمین عمل می‌کند و مصالح در این جهت تحت فشار عمل می‌کنند بنابراین آسیب چندانی به بنا وارد نمی‌شود. خطر اصلی از حرکت‌های افقی زمین ایجاد می‌شود که ایجاد رفتار کششی در اجزاء و مصالح و راندن دیوارها، احتمال سقوط و ریزش سقف را به همراه دارد.

ت۱٤. تأثیر اجرای شناژهای افقی در خانه بهداشت شهر بم (تاسیس در سال ۱۳٤۲) که بر اساس آئین نامه ساختمانی قدیمی کشور با شناژ افقی در پایین و بالا دیوارها ساخته شد و در زلزله۱۳۸۳ بم کاملاً سالم باقی ماند.

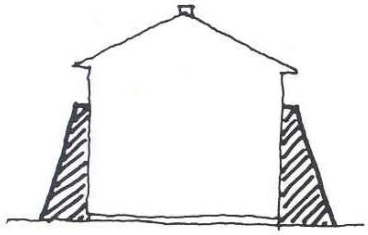
ت۱۵. اجرای تیر چوبی که به‌صورت عنصر ارتجاعی عمل می‌نماید در آسیاب قدیمی بم با دهانه حدود ۷ متر و پوشش طاق گهواره‌ای باعث شد تا این سازه در زلزله ۱۳۸۳ بم پایدار بماند.

www.SID.ir

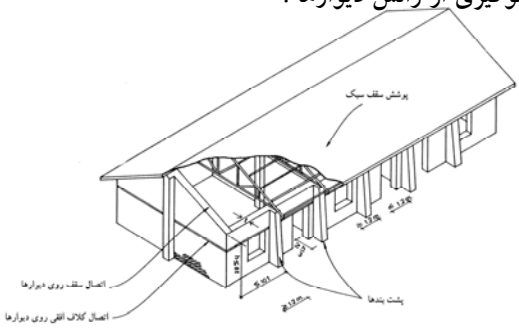
ت۱٦. به‌کارگیری بلوک‌ها و آجرهایی که با امکان پیوند بهتری فراهم می‌نماید (مینکه، ۱۳۸٤).



ت۱۷. به‌منظور پیشگیری از جدا شدن دیوارها و اتصالات از پشت‌بنداستفاده شود.



ت۱۸. استفاده از پشت بند خارجی و دیواربرشی برای جلوگیری از رانش دیوارها .



چنانچه تقویت دیوارها از طریق اجرای کلاف‌های عمودی امکان‌پذیر نمی‌بود دیوارهای بیرونی با پشت‌بند اجرا می‌شد. امروزه می‌توان با ساختن دیوار برشی، دیوارها را در برابر رانش تقویت نمود.(٦) اجرای پشت بندها و دیوارهای برشی مهم‌ترین بخش مقاوم سازی در برابر زلزله است. پشت بندها دیوارها را به سمت داخل فشار داده و ضمن حفاظت اتصالات از رانش آن‌ها به خارج و فرو ریختن سقف جلوگیری می‌نمایند. پشت بندها باید به دیوارها پیوند داشته باشند و سقف به‌خوبی به دیوارها متصل شود.

نتیجه

امروزه باید باور نمود که زلزله صرف نظر از ابعاد کالبدی، مسئله‌ای اجتماعی نیز محسوب می‌شود که برخی جوامع شیوه مواجه با آن را آموخته و در نظام معماری و ساخت و ساز خود نهادینه نموده‌اند اما برخی جوامع هنوز از مواجه با آن عاجزند (RCRA, 1388). بر اساس این باور آنچه زلزله را به فاجعه تبدیل می‌کند متأثر از پدیده زمین "تکتونیک" نیست بلکه اتخاذ نوع شیوه مواجه شدن با این پدیده است که خسارات و تلفات مالی و جانی را به‌دنبال می‌آورد. زمین شناسی محدوده جغرافیایی ایران به گونه‌ای است که با وجود گسل‌های زیاد، حرکت‌های پوسته زمین دائماً در حال انجام است. در حالی که مطابق نقشه پهنه بندی خطر زلزله بسیاری از شهرها و روستاهای ایران در نزدیکی یا روی گسل قرار گرفته و در معرض زلزله‌اند ولیکن به دلیل ارتباط گسل‌ها با منابع آبی کشور چاره‌ای جز زندگی در کنار گسل‌ها نبوده و بسیاری از سکونتگاه‌ها از گذشته دور در محدوده یا روی آن‌ها قرار گرفته‌اند. اما همانگونه که احداث قنات و استحصال پایدار آب از منابع زمینی که یکی از شگفت آورترین پدیده‌های مهندسی است در

Archive of SID

www.SID.ir

محدوده همین گسل‌ها شکل گرفته، دانش و فناوری طراحی و اجرای ساختمان برای مواجه با لرزش پوسته زمین نیز به نحو مناسبی ابداع شده بود که در صورت رعایت اصول آن کمترین خسارت ناشی از زلزله برجای می‌ماند. بررسی میراث معماری کشور که در محدوده‌های زلزله خیز ساخته شده و صدها سال از قدمت آن‌ها می‌گذرد نشان می‌دهد در مواردی که بناها و بستر طبیعی آن‌ها را تغییر نداده‌اند زلزله اثر چندانی بر آن‌ها نداشته و آسیب جدی وارد ننموده زیرا مهندسی زلزله و معیارهای ساخت آن رعایت می‌شده است. بررسی آسیب‌های وارده به بناها در پر تلفات ترین زلزله‌های دو دهه اخیر کشور (منجیل- رودبار و بم) نیز نشان می‌دهد بناهای بنایی که این قواعد در آن‌ها رعایت شده آسیب کمتری دیده اما در جایی‌که این قواعد نادیده گرفته شده دچار آسیب شده‌اند (RCRA, 1388). چالش پیش روی برای بازآفرینی و به‌کارگیری فناوری بومی، گسترش و ترویج مصالح و فناوری نسبتاً جدیدی است که مربوط به چند دهه اخیر است و چنان بدون کیفیت و کارایی به‌کار رفته که علاوه بر ناکار آمدی در مواجه با زلزله متوسط عمر بناها را به حداقل ممکن طی سالیان اخیر کاهش داده است. (اصطلاحاً چنین بناهایی با ۲۵ سال عمر کلنگی محسوب می‌شوند.) اصرار بر تداوم این وضعیت می‌تواند به حذف کامل دانش بومی معماری و شهرسازی و رواج الگوهای غیر منطبق و نا کارآمد منجر شود که هزینه‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی زیادی در بر داشته باشد. البته آگاهی از زوایا و جزئیات مختلف دانش بومی مستلزم گردآوری مدارک و اسناد گذشته در زمینه نوع بروز سوانح طبیعی، مردم شناسی، زمین شناسی، شناخت مصالح و شیوه‌های طراحی و فناوری مواجه با زلزله در مناطق مختلف کشور است. باید توجه داشت بازآفرینی دانش بومی در کنار دیگر فناوری‌های موجود ضمن برقرار نمودن پیوند مهندسی گذشته با حال می‌تواند یکی از شیوه‌های پیشگیری برای کاهش عوارض و آسیب‌های ناشی از زلزله باشد که باید مورد نظر قرار گیرد.

پی نوشت

۱. زلزله با دو مقیاس ریشتر برای بیان بزرگی و مقیاس مرکالی(MSK) برای تعیین شدت و میزان ویرانی‌ها اندازه‌گیری می‌شود. مطابق تعریف ریشتر از لگاریتم دامنه ماکزیمم نوسان آن زلزله (بر حسب میکرون) به‌دست می‌آید و به‌وسیله لرزه سنجی که در فاصله صد کیلومتری مرکز زلزله نصب شده است، در روی لرزه نگاشت رسم می شود. بدین ترتیب اگر حداکثر دامنه نوسان موج را روی لرزه نگاشت با (a) نشان داده شود، بزرگی زلزله M= loga (M) است. درجه مقیاس ریشتر معمولاً پس از زمین لرزه و از طریق مقایسه اطلاعات ایستگاههای مختلف لرزه نگاری محاسبه و مشخص می‌شود. اما درجه مرکالی را نمی‌توان بلافاصله مشخص کرد و به زمان کافی برای بررسی اتفاقاتی که حین زمین لرزه روی داده نیاز دارد. بزرگی زمین لرزه به معنی مقدار انرژی آزاد شده و معیاری وابسته به کمیت است و لذا قابل اندازه‌گیری و واحد آن ریشتر است که به‌طور لگاریتمی به طول موج زلزله بستگی دارد. لیکن شدت، معیاری کیفی و بیشتر حسی است و میزان آن از طریق بررسی آثار و جابه‌جایی وسایل و میزان خرابی‌های به‌جای مانده بعد از زلزله تعیین می‌شود.

۲. روش دیگر مقاوم سازی بنا در برابر زلزله که جدیدتر است بر اساس نیاز و ظرفیت (Demand & Capacity) است. یعنی سازه به‌نحوی محاسبه می شود که ساختمان ظرفیت تغییر شکل براساس نیروی وارد را داشته باشد. اما به‌دلیل اینکه تغییر شکل و حرکت بنا باعث القاء حس ناامنی و از بین رفتن آرامش افراد می شود به‌جز در ساختمان‌های خاص استفاده نمی‌شود.

۳. نقل است منار جنبانی که در اصفهان ساخته شده و نمونه‌های مشابه آن در دیگر استانها نیز یافت می‌شود بنایی بوده که به‌دنبال جستجوی سیستم‌های ساختمانی مقاوم در برابر زلزله طراحی و ساخته شده بود.

Archive of SID
www.SID.ir

٤. چنانچه فرکانس تغییر مکان سقف‌ها و دیوارها در طول فعالیت‌های زلزله‌ای به‌علت تفاوت در زمان و وزن، متفاوت باشد، ایمن‌ترین راه حل جدا کردن سقف از دیوار و تکیه دادن آن روی ستون‌هایی است که داخل یا خارج بنا قرار دارند. در این شرایط دیوارها و سقف می‌توانند مستقل از یکدیگر حرکت کنند. (Minke,2005)

۵. پروفسور آریا متخصص هندی کاهش بلایای طبیعی پیشنهادهایی درباره اینکه چگونه می‌توان آرماتورهای تقویتی عمودی را در یک نیمه آجر یا بخشی از سنگ‌های لاشه بی‌قاعده و نامساوی بین دو نمای سنگ‌ها قرار داد، ارائه نموده‌است. (Arya, 1987)

٦. پروفسور آریا حفاظت ساختمانهای آموزشی در برابر زلزله، راهنمایی برای طراحان و سازندگان، بانکوک، یونسکو ۱۹۸۷، ص ٦٧ (گزارش ۱۳ ساختمانهای آموزشی).

۷. پروفسور آریا، حفاظت ساختمانهای آموزشی در برابر زلزله، راهنمایی برای طراحان و سازندگان، بانکوک، یونسکو ۱۹۸۷، ص ٦٧ (گزارش ۱۳ ساختمانهای آموزشی).

منابع

– اسفندیاری صدق، رضا و همکاران. (۱۳۸۲)، تجربیات زلزله بم. مجموعه مقالات همایش علمی یافته‌های زلزله بم. پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

– بهشتی، سید محمد. (۱۳۸۵)، هویت و مهندسی. نشریه معمار، شماره‌های ۳۷–۳۸–۳۹–٤۱ به ترتیب صص (۱۳–۱٦)، (۱۷–۱۹)، (۲۱–۲۳) و (۲۵–۲٦). تهران.

– عمادی، محمد حسین؛ عباسی، اسفندیار. (۱۳۷۸)، حکمت دیرین در عصر نوین: کاربر دانش بومی در توسعه پایدار(جلد۱). مرکز تحقیقات و بررسی مسائل روستایی، وزارت جهاد سازندگی، تهران.

– گرنت، مینکه.(۱۳۸٤)، شیوه‌های ساخت بناهای گلی مقاوم در برابر زلزله. ترجمه ندا منصوری. کانون تبادل در زمینه‌های علمی و فرهنگی. اتریش، وین.

– لایل ولفسکیل، وین دانلپ، باب کالاوی.(۱۳٦٦)، استفاده از خاک در خانه سازی. ترجمه حسین تابش. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

– مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی؛ ۱۰–۹ خرداد ۱۳۸۵؛ دانشگاه یزد؛ یزد.

– مدنی، حسین؛ شفیقی، سیروس. (۱۳۸٦)، زمین شناسی عمومی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

– وطنی اسکویی، اصغر. (۱۳۸٦)، زلزله و ساختمان‌های متعارف. بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، برنامه عمران سازمان ملل متحد، تهران.

– هسته پژوهشی معماری روستایی(RCRA) ،(۱۳۸۸)، گونه‌شناسی مسکن روستایی استان مرکزی، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده معماری و شهرسازی.

- Sartipipour Mohsen;(2006) *Natural Disasters & Diagnosis of Man – made factors;* Enviromental sciences Research Institute; Shahid Beheshti university Nr.12; summer.

- Arya A.S., (1987) *Protection of educational buildings against earthquakes, a manual for designers and builders, Bangkok*, UNESCO 67 Pages (Educational Building Report 13).

- Hugo Houben & Hubert Guillaud ;(2003) *Earth Construction " A Comprehensive Guide"*; GraTerre-EAG; ITDG;

- UNCHS (Habitat) II, (1996), *The Habitat Agenda*, Istanbul Turkey,.

- Oliver,Paul 2003,Dwellings"*the vernacular house worldwide* ,Phaidon press limited china.

- Vellinga,Marcel; Oliver Paul, Bridge, Alexander;(2007),*Atlas of vernacular Architecture of the world* ; Great Britain by Scotprint, Haddington.

- Beynon, John; Earthquakes and Traditional Asian Buildings; (1990) *MIMAR Architecture in Development*; Nr. 37; pp 64-69.

Archive of SID

www.SID.ir