



بحران زلزله و مقاوم سازی بناهای تاریخی و باستانی

عیسی اسدی¹

1- کارشناس ارشد عمران، مهندسی سازه، مدرس دانشگاه eisa.asadi57@yahoo.com

چکیده

بناهای تاریخی ایران عموماً از مصالحی نظیر خشت، گل، سنگ و چوب ساخته شده است. که به لحاظ ارزش فرهنگی از یک طرف و فرسودگی و آسیب دیدگی بسیاری از عناصر سازه ای آن از طرف دیگر و مهمتر از همه حفظ کلیت بنا و نماهای بیرونی و درونی بدون دست خوردگی بیش از حد، عوامل محدود کننده ایست که لازم میدارد روشهای بهسازی لرزه ای برای اینگونه بناها تا حد امکان ایمن، غیر مخرب، موثر و غیر آشکار باشند. سه ویژگی عمده، آسیب پذیری اینگونه بناها را در برابر حوادث طبیعی نظیر زمین لرزه بالا می برد که عبارتند از: فرسودگی مصالح، مقاوم نبودن مصالح و سنگین بودن سازه. بر این اساس راهکارهای حفاظت این بناها در برابر زمین لرزه باید متضمن رفع این نواقص باشد. در این مقاله سعی شده است راهکارهای مختلفی برای رسیدن به هدف فوق آرایه گردد. روشهایی نظیر افزایش ظرفیت باربری، تغییر شکل اجزا سازه ای چون افزایش ابعاد مقطع، مسلح کردن اجزا، پیش تنیدگی، تزریق و همچنین ایجاد سازه های نگهدارنده و برخی روشهای مدیریتی، جداسازی لرزه ای، مقاوم سازی بناها به وسیله جایگزینی مصالح جدید و سبک سازی بنا مورد بررسی قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: بحران، زلزله، بناهای تاریخی، مقاوم سازی



مقدمه

ایران کشوری است که در منطقه ای کهن و تمدن خیز از جهان واقع شده است ، ازطرفی به دلیل شرایط جغرافیایی دارای مناطق مختلف آب وهوایی می باشد . از این رو در نقاط مختلف این سرزمین و در دوره های مختلف تاریخی تمدن های متعدد و به تبع آن اجتماعات انسانی ، شهرها و بناهای متعدد شکل گرفته است که برخی از آنها به طورکامل باقی مانده و از برخی نیز آثار و بقایای اندکی بجا مانده است که هر یک اهمیت ویژه ای در پیشینه تاریخی و فرهنگ و تمدن ما دارد . از این رو حفظ این آثار دارای اهمیت ویژه ای است. از طرفی ایران در منطقه زلزله خیزی از جهان واقع شده است وچون بناهای تاریخی نیز هم به لحاظ ضعف مصالح مصرفی و هم به دلیل فرسودگی و آسیب دیدگی در دوره های مختلف تاریخی و احیانا مشکلات سازه ای و ... در وضعیت نامناسبی از ایمنی لرزه ای قرار دارند ، شناخت راهکارهای مناسبی که در این راستا بکار گرفته شود اهمیت ویژه ای دارد. در بقیه کشورها که مشخصات مشابه ایران را چه از نظر لرزه خیزی و چه از نظربناهای تاریخی دارند ، در این زمینه کارهای متعددی انجام داده اند[7]. در ایران برای بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود دستورالعمل مبسوطی تهیه شده است ولی در مورد بناهای تاریخی هنوز مرجع مدونی وجود ندارد که به نوبه خود یکی از نیاز های مهم کشور می باشد.



شکل 1- بقعه شیخ شهاب الدین اهری

مدیریت

مدیریت را میتوان رهبری و کنترل کارهای دسته جمعی برای رسیدن به هدفهای مطلوب با حداکثر کارایی نامید.مدیریت ترکیبی متشکل از علم و هنر و هماهنگی آن دو است.مدیریت استفاده بهینه از امکانات موجود از طریق اصول مدیریتی است.ارکان مدیریت شامل برنامه ریزی، سازماندهی ، هدایت ، رهبری و کنترل است.

بحران

بحران تعاریف و تفاسیر مختلفی دارد. با عنایت به پیشرفت های بشر در علم و دانش، اغلب تعاریف بحران و مدیریت آن اشاره به آسیب پذیری انسان در مقابل خطرات را شامل میشود.خطر یک حادثه طبیعی ویا فرایندی مصنوعی است که در صورت وقوع، بنیان و منابع جامعه را تهدید میکند و این وقایع موجب تلفات و صدمات جانی و مالی در قسمت های آسیب پذیر می گردد.بحران حادثه ای است که بطور طبیعی و یا بوسیله بشر بطور ناگهانی اتفاق می افتد و سختی و مشقتی به جامعه تحمیل می نماید که جهت بر طرف کردن آن نیاز به اقدامات اساسی و فوق العاده می باشد (ناطق الهی). تعریف ساده و قابل



اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری



The first annual conference of Architecture, Urban planning & Urban management

فهم بحران وضعیت ناتوانی در مقابل آسیب را می‌گویند. بحران انواع مختلفی دارد مثل بحران سیاسی، بحران اقتصادی، بحران اجتماعی، بحران طبیعی و... ولی همگی در مفهوم تغییر عظیم و یکباره در وضعیت مشترک می‌باشند.

ویژگی های بحران

- * بحران عموماً غیر قابل پیش بینی است.
- * بحران‌ها تبعات مختلفی دارند از جمله آثار مخربی نظیر نیازمندی افراد بحران دیده به کمک های بشر دوستانه.
- * آثاری طولانی و روحی و روانی زیادی دارند.
- * در موقع بحران تصمیم گیری تحت استرس و فشار بوده چون زمان محدود و اطلاعات ناقص است.
- * زمان موجود برای پاسخ دهی خیلی کم است.
- * عدم هماهنگی بین اعضا بحران مشهود است.

مدیریت بحران

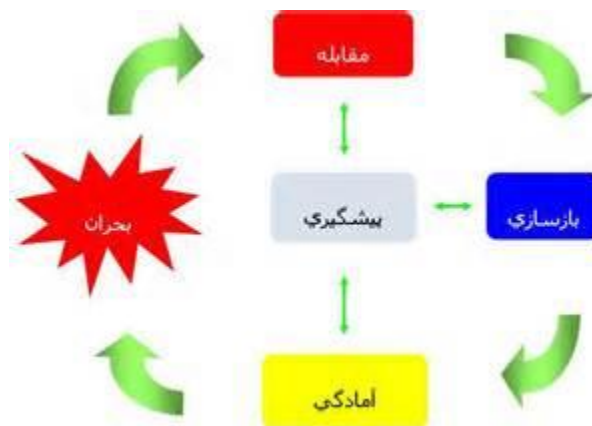
مجموعه‌ای از چاره جویی‌ها و تصمیماتی است که در مقابله با بحران انجام می‌گیرد و هدف آن کاهش روند بحران، کنترل بحران و کاهش و رفع بحران است. کلیه اقدامات مربوط به پیشگیری و مدیریت ریسک، سازماندهی و مدیریت منابع مورد نیاز در پاسخ به بحران می‌باشد. مدیریت بحران شامل: برنامه‌ها، ایجاد ساختارها و تدوین مقرراتی است که منجر به کمک و یاری رسانی به دولت و سازمان‌های غیردولتی در برخورد با حوادث می‌شود.

اهداف مدیریت بحران

- 1- کاهش پتانسیل خطر
- 2- کمک رسانی بموقع و شایسته به هنگام نیاز
- 3- هماهنگی و کمک جهت بازگشت به حالت اولیه و وضع موجود

چرخه مدیریت بحران

نمودار چرخه به شکل زیر است که مراحل در ادامه توضیح داده شده است.



شکل 2- چرخه مدیریت بحران

مراحل چهار گانه مدیریت بحران

الف) پیشگیری: مجموعه تمهیدات و اقداماتی است که عمدتاً پیش از وقوع بحران و لزوماً در حین یا پس از وقوع بحران با هدف جلوگیری از بروز خطر یا کاهش آثار زیان بار آن انجام می‌شود.

ب) آمادگی: مجموعه اقداماتی که توانایی شهروندان، مدیریت شهری و مردم را در انجام مراحل مختلف مدیریت بحران افزایش می‌دهند آمادگی شامل مطالعه، تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات، برنامه‌ریزی، سازماندهی، طراحی، تامین منابع و امکانات، آموزش، تمرین و مانور است. آموزش شامل آموزش‌های همگانی و تخصصی برای شهروندان، مسئولین و دست‌اندرکاران ذیربط است که از طریق رسانه‌های گروهی یا به طرق مقتضی دیگر ارائه میشود.

ت) مقابله: انجام اقدامات و ارائه خدمات اضطراری به دنبال وقوع بحران است که با هدف نجات و حفظ جان و مال شهروندان و اموال عمومی، دولتی و جلوگیری از گسترش خسارات انجام می‌گیرد.

مقابله شامل هشدار، اطفاء حریق، کنترل منابع آب، برق، گاز، مواد سوختنی، انفجاری، شیمیایی، جستجو، امداد و نجات، بهداشت، درمان، تامین امنیت، ترابری، ارتباطات، تدفین اجساد، آوار برداری، دفع پسماندها، سوخت رسانی است.

ج) بازسازی و بازتوانی: کلیه اقدامات لازم و ضروری پس از وقوع بحران است که برای بازگرداندن وضعیت عادی به مناطق آسیب دیده با رعایت مقررات و در نظر گرفتن معیارهای توسعه پایدار و با ضوابط ایمنی انجام می‌گیرد.

مدیریت بحران در حوادث غیر مترقبه و بلایای طبیعی

حوادث غیر مترقبه و بلایای طبیعی، طبق تعریف عبارت است از وقوع عملی در طبیعت با چنان شدتی که وضعی فاجعه‌انگیز ایجاد کند که شیرازه زندگی روز مره ناگهان از هم گسیخته شده و مردم دچار رنج و درماندگی شوند و به غذا و پوشاک و سر پناه و مراقبتهای بهداشتی و سایر ضروریات زندگی محتاج گردند. لذا برای پیشگیری از وقوع و یا کاهش اثرات بلایای طبیعی و مدیریت بر چگونگی امداد و نجات و اسکان موقت و بازسازی نواحی آسیب دیده همه جوامع نیاز مند به مدیریت



اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری



The first annual conference of Architecture, Urban planning & Urban management

بحران می باشد. پس مدیریت بحران با توجه به نقش و عملکرد آن در حوادث غیر مترقبه و بلایای طبیعی عبارت است از نظام و حرفه کاربرد دانش تکنولوژی، برنامه ریزی و مدیریت برای مقابله با حوادث و بلایا و پیشگیری از وقوع و یا کاهش اثرات بلایای طبیعی. [2]

پدافند غیر عامل

مبحث 21 مقررات ملی ساختمان با عنوان پدافند غیر عامل چاپ و در اختیار جامعه مهندسی و مردم قرار گرفته است. ولی متأسفانه اطلاع رسانی این مبحث بصورت جامع انجام نگرفته که میشود با حمایت همه جانبه این موضوع را در جامعه نهادینه کرد. شورای فرعی در ادارات مربوطه بصورت 11 گانه تشکیل شده و اهداف آن نیز مشخص گردیده است که لازم است با تشکیل جلسات متعدد نتیجه کارها و نواقصات و نقاط قوت مشخص شود تا در بحران وظایف به نحو احسن انجام گیرد.

ویژگیهای زلزله و آثار آن در ایران

بخش عمده و تقریباً تمام نقاط ایران در معرض وقوع زمین لرزه های کوچک و بزرگ هستند. وجود رشته کوههای بزرگ در پهنه این سرزمین مجموعه بسیار بزرگی از گسلهای پیدا و نهان و کوچک و بزرگ را در دامنه کوهها و دشتهای بوجود آورده است. بخش قابل توجهی از این گسلها فعال بوده و زلزله های فراوانی را از خود بجا گذارده اند. بزرگای زلزله های ایران گاهی به مرز 7/5 ریشتر هم رسیده اند ولی اکثر زلزله های مخرب گذشته و اخیر دارای بزرگی بین 6 تا 7/4 ریشتر بوده است. عمق کانونی این زلزله ها کم یا متوسط تا 5 کیلو متر نیز به زمین نزدیک شده است (زلزله اهر و ورزقان در اعماق 5 و 8 کیلو متر). این امر باعث شده بطور کلی در ایران زلزله ها مناطق محدود تری را با شدت بیشتری به لرزه در آورده و خسارات و تلفات شدید موضعی بر جای بگذارند. [1]

تجربه های گذشته نشان میدهد که مناطق روستایی و شهرهای کوچکتر بیشتر در معرض زلزله های مخرب قرار داشته اند و با توجه به بافت نسبی ساخت و ساز در این مناطق عمده خرابیها متوجه خانه های سنتی ساخته شده از خشت های گلی، آجری و بعضاً نیمه اسکلت شده است. البته سازه های بتنی و فولادی نیز در این زلزله ها آسیب های جدی دیده اند (ساختمان بیمارستان هریس و ساختمان اداره فرهنگ و ارشاد اهر). نکته قابل توجه این است که تلفات ناشی از این زلزله ها در تخریب خانه های خشتی و گلی زیاد است. گرچه در سایر کشورها یک رابطه منطقی و معقول بین تعداد خانه های تخریب شده و تعداد مجروحین و تعداد کشته ها وجود دارد اما در زلزله ایران این رابطه معنی نداشته و تعداد کشته ها خیلی فراتر از آنست که در روابط تجربی صدق کند.

کم توسعه یافتگی مناطق فوق در مقایسه با مناطق شهری پیشرفته باعث می شود تا خسارات شریان های حیاتی در مقایسه با تخریب ساختمانها از اهمیت کمتری برخوردار باشد. مثلاً در روستاهای شهری نظیر اهر یا ورزقان شبکه های گاز یا فاضلاب وجود نداشته و سایر شریانهای حیاتی نظیر آب و برق و مخابرات در محدوده چند کیلومتر مربعی قرار دارند که آسیب های وارده در مقایسه با حجم فراوان واحد های مسکونی و عمومی تخریب شده زیاد نمی باشد. هر چند که بازسازی آنها نیز بسیار هزینه بر و زمان بر می باشد.



مقاوم سازی بناهای تاریخی در مقابل زلزله

بناهای باستانی و ابنیه تاریخی در زلزله‌ها بسیار تحت تاثیر قرار می‌گیرند. و این امر مقاوم سازی و بهسازی لرزه ای این بناها را لازم می‌دارد. با توجه به جایگاه منطقه ارسباران در آذربایجان و ایران بخش زیادی از بناهای تاریخی آنرا بناهای خشتی آجری تشکیل داده است. (بازار تاریخی و بقعه شیخ شهاب الدین اهری و مسجد جامع ...). مطابق آیین نامه زلزله ایران، ساخت این بناها در مناطق زلزله با خطر نسبی زیاد مثل شهر اهر ممنوع می‌باشد و مطابق نظر مهندسان سازه این ساختمانها بایستی حذف شوند که روش درستی نیست چون این بناها میراث گذشتگان هستند و در دست ما امانتند. بایشرفتی که در دنیای امروز شاهدیم میتوان راه حل های مناسبی برای استحکام بخشی و حفظ آنها تبیین نمود. در ایران به خشت نگاه های متفاوتی اعمال میشود. از جمله بعضی نگاه فنی به قضیه دارند و معتقدند که خشت یک ماده ساختمانی با مقاومت ناچیز در برابر زلزله است. که بایستی از احداث بناهای خشتی خودداری نمود. دیدگاه دوم نگاه تاریخی و سنتی به خشت است. که آنرا به عنوان میراث فرهنگی و شی تاریخی به جهت نمایش و معرفی فرهنگ گذشته معرفی می نماید.

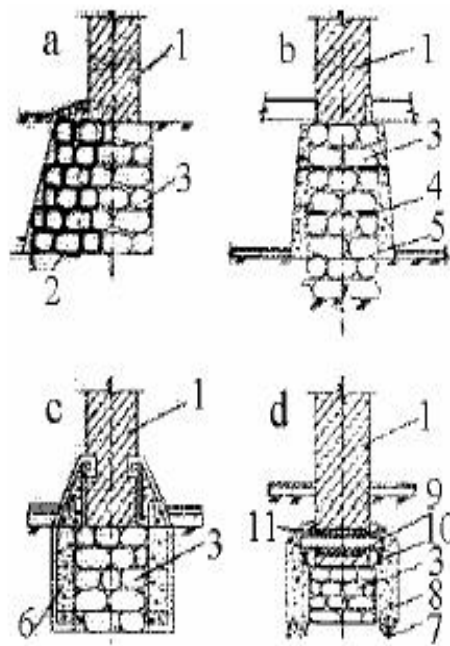
دیدگاه دوم برای ما دارای اهمیت ویژه ای است و سعی خواهیم کرد تا با روشهای مناسب بتوانیم از خشت در دنیای امروزی استفاده و از حذف آن خودداری کنیم. ارایه راهکارهایی برای احیا بناهای خشتی از طریق مسلح کردن آن با میلگردهای افقی و عمودی (شبکه آرماتور)، مواد افزودنی، طراحی قوی و... می‌باشد. که با رعایت آنها میتوان تا حدودی از نقاط ضعف آن کاست و مقاومت آنرا در برابر زلزله افزایش داد.

روشهای بهسازی لرزه ای با افزایش ظرفیت باربری و تغییر شکل اجزا سازه ای

مصالح مورد استفاده در بناهای تاریخی عموماً ظرفیت باربری پایینی دارند و همچنین ترد و شکننده هستند و ظرفیت تغییر شکل بالایی ندارند به همین دلیل این مصالح معمولاً نمی توانند در استهلاک انرژی دینامیکی چندان موثر باشند. لذا یکی از روشهای مقاوم سازی اینگونه بناها افزایش ظرفیت باربری و تغییر شکل اجزا سازه ای تشکیل دهنده آن است که در ادامه به برخی از روشها اشاره می شود:

افزایش ابعاد مقطع

یکی از المانهایی که می توان از این روش برای مقاوم سازی آن استفاده کرد، پی سازه می باشد. در شکل (3) روشهای مختلفی نشان داده شده است. این روشها به منظور کاهش میزان تنش در سطح تماس پی با خاک زیر آن اشاره دارد. در حالت (a) سطح پی بوسیله مصالح سنگی جدید افزایش یافته است. برای اتصال بهتر مصالح جدید و مصالح قدیمی در حالت (b) میتوان از میلگردهای فولادی AIII به قطرهای 12 تا 16 در فواصل 50 تا 60 سانتی متر به همراه پوشش بتنی در جداره های پی سنگی استفاده کرد. در حالت (c) نیز برای اتصال بهتر بتن و مصالح سنگی میتوان میلگردهای افقی از میان درزهای سنگی در مقطع پی عبور داد و انتهای آنها را در پوشش بتنی مهار کرد. در پوشش بتنی حالت (d) برای افزایش مقاومت میتوان از بتن مسلح با میلگردهای افقی و عمودی (شبکه) استفاده نمود. همچنین برای افزایش ظرفیت باربری بیشتر از پوشش بتنی به همراه تیرهای فولادی به فواصل 1/5 تا 2 متر استفاده شده است. به این صورت که تیرهای فولادی عمود بر امتداد طولی پی در سوراخهایی به ابعاد حدود 50 سانتی متر در محل اتصال دیوار و پی، کار گذاشته میشوند و با بتن ریزی اطراف آن در محل خود محکم میشوند. پس از آن تیرهای فولادی طولی که نقش تکیه گاه برای تیرهای عرضی را دارند و در قسمت زیرین تیرهای عرضی واقع شده و با بتن محصور کننده اطراف پی، یکپارچه میشوند. [7]



1. مصالح بنایی
2. مصالح بنایی جدید
3. مصالح بنایی قدیمی
4. میل مهار
5. پوشش بتنی
6. پوشش بتنی مسلح
7. ماسه
8. بتن الحاقی
9. تیر حمل
10. تیر طولی
11. بتن رویی

شکل 3- روش‌های مقاوم سازی پی

مسلح کردن اجزا

یکی از نقاط ضعف بسیار مهم مصالح بنایی مقاومت ناچیز آنها در برابر تنش‌های کششی است. به همین دلیل است که این مصالح رفتاری ترد و شکننده دارند و پتانسیل ایجاد ترک در آنها بسیار بالا است. از این رو یکی از روش‌های مقاوم سازی بناهای تاریخی و به طور کلی ساختمان‌های با مصالح بنایی بکارگیری مصالح کمکی است که بتوانند این نقطه ضعف مصالح بنایی را جبران نمایند و در جایی که تنش‌های کششی احتمال وقوع می‌یابند، بتوانند این تنش‌ها را تحمل نمایند. بسته به شرایط، مصالحی که می‌توانند تنش‌های کششی را تحمل کنند عبارتند از چوب، فولاد و برخی از انواع پلیمرها خصوصاً پلیمرهای مسلح به الیاف. استفاده از چوب در بناهای تاریخی به عنوان عناصر کششی در بنا از همان ابتدا مرسوم بوده است و نقص عمده آن پایین بودن عمر مفید چوب و آسیب‌پذیری در برابر پوسیدگی، موریانه، آتش‌سوزی و ... است. پس از پیدایش فولاد تا کنون از این مصالح در شکل‌های مختلف آن نظیر پروفیل‌ها، کابل‌ها و تاندون‌ها و مهمتر از همه مش‌های فولادی برای مقاوم سازی بناهای تاریخی استفاده شده است. هنوز هم استفاده از مش‌های فولادی برای دورگیری (Confinement) مصالح بنایی بیشترین استفاده را دارد. فقط دو نقص مهم در استفاده از فولاد وجود دارد یکی خطر خوردگی و زنگ‌زدگی و دیگری چگالی بالای فولاد است که در صورت استفاده زیاد در بنا باعث افزایش جرم سازه شده که خود منجر به افزایش بارهای لرزه‌ای وارد بر سازه می‌شود.

مصالح جدیدی که تحولی بنیادین در مقاوم سازی ساختمانها بوجود آورده است، پلیمرهای مسلح به الیاف (FRP) است. FRPها متشکل از الیاف با مقاومت بالا هستند که در یک ماتریس رزینی قرار می‌گیرند. این الیاف می‌تواند از جنس کربن (CFRP)، شیشه (GFRP) یا آرامید (AFRP) باشند. مقاومت کششی این الیاف در راستای طولی، چندین برابر فولاد است.

[8]

FRPها علاوه بر آنکه دارای مقاومت‌های کششی بالایی هستند، دو مزیت دیگر نیز دارند که عبارت است از سبکی و دوام بالا در شرایط محیطی مختلف که باعث میشود در مقاوم سازی ساختمانهای موجود از جمله بناهای تاریخی قابلیت استفاده

گسترده ای داشته باشند. FRP ها را میتوان در شکلهای مختلف از جمله صفحه ای، نواری، میلگرد، کابل یاتاندون و مش (شبکه) تولید کرد. [8] یکی از روشهای بسیار مؤثر و ساده استفاده از شبکه (مش)های FRP است که درسطوح خارجی المانهای سازه ای از جمله دیوارها و ... بکار می رود. همانطور که در شکل (4) دیده می شود سهولت و انعطاف پذیری کاربرد این شبکه ها باعث می شود بتوان از آنها درسطوح مختلف اجزا و بازشوها بهره جست. اثر دور گیری (Confinement) که کاربرد این شبکه ها در اجزای مختلف و نواحی اتصال اجزا مثل اتصال دیوارها و ... دارد باعث می شود ظرفیت باربری و ظرفیت تغییر شکل بناهای با مصالح بنایی به نحو چشمگیری افزایش یابد.



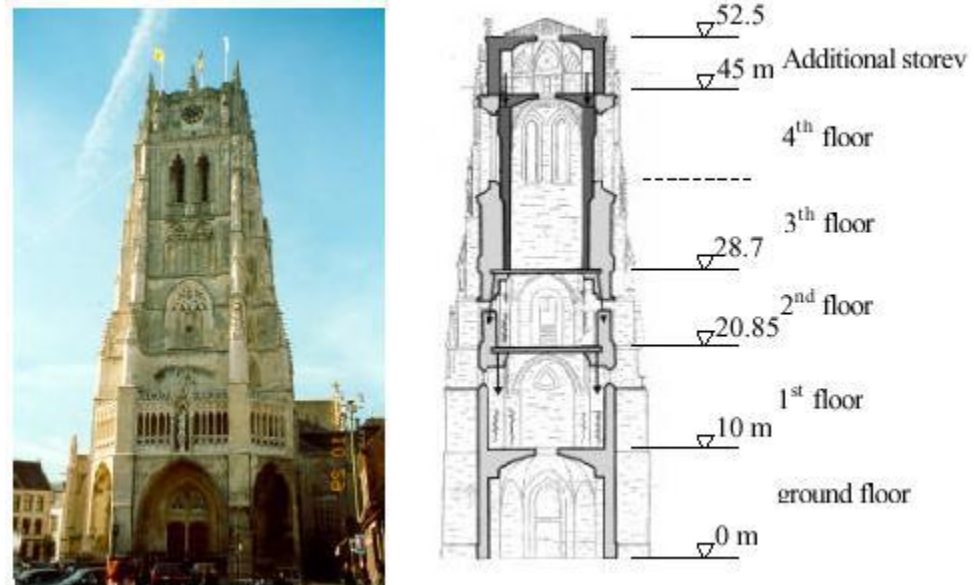
شکل 4 - تسلیح یک ساختمان آجری با شبکه های پلیمری

پیش تنیدگی

پیش تنیدگی به روش پس کشیده از جمله روشهایی است که برای ترمیم و مقاوم سازی سازه های آسیب دیده خصوصاً در نواحی که تنشهای کششی باعث ایجاد ترک در مصالح و اجزای ساختمان شده اند، بهره جست. در این روش با قرار دادن تاندون نهایی در نواحی مورد نظر چه در داخل المانها و چه به صورت خارجی و مهار کردن دو سر آنها با اعمال کشش در دو سر تاندون ها باعث ایجاد تنش های فشاری در المانهای سازه ای می شود که به این طریق میتوان میزان بازشدگی بسیاری از تر کها را کنترل کرد و یا تنش های کششی را در قسمتهای مورد نظر حذف نمود که با این روش ظرفیت باربری اجزای سازه ای افزایش می یابد.

تزریق

یکی از روشهای ترمیم و مقاوم سازی اجزای مصالح بنایی ترک خورده و یا پر کردن شکاف ها و حفره ها بین اجزای مختلف استفاده از تزریق ملات (نظیر سیمانهای منبسط شونده grout) و یا رزین های مختلف است. در این حالت ماده تزریقی، حفره ها و خلل و فرج بین مصالح بنایی را پر می کند و باعث توزیع یکنواخت تر تنش ها بین اجزای مختلف می گردد که خود باعث افزایش ظرفیت باربری خواهد شد. البته استفاده از این روش در ترکیب با تکنیک های دیگر نظیر مسلح نمودن مصالح میتواند نتایج مؤثرتری داشته باشد.

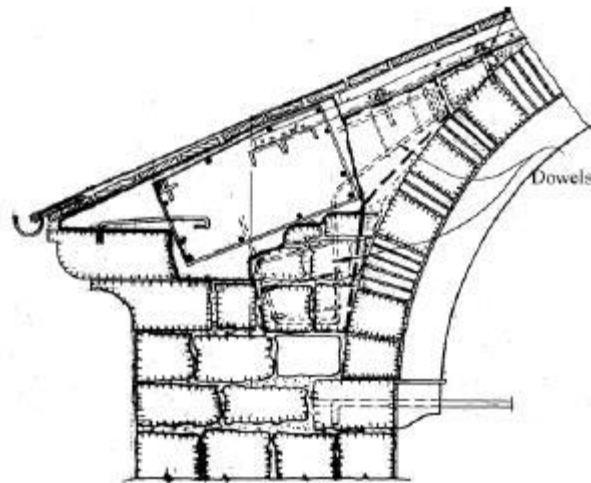


شکل 5 - برج کلیسای سنت ماری در تانگنرین

همانطور که در شکل (5) دیده می‌شود برای ترمیم برج کلیسای سنت ماری در تانگنرین از دو مرحله تزریق در طبقات اول و دوم در دیوارها استفاده شده است. در مرحله اول با استفاده از گروت با پایه سیمانی حفره‌ها پر شده و در مرحله دوم با تزریق رزین اپوکسی چسبندگی داخلی ملات و همچنین چسبندگی آن به مصالح قدیمی تقویت شده است.

ایجاد سازه‌های نگهبان

در بسیاری از موارد چنانچه خود المانها توانایی تحمل یا انتقال بارهای وارده را نداشته باشند می‌توان با ایجاد المانهای جدید یا سیستم‌های سازه‌ای کمکی، بنای تاریخی را به لحاظ باربری و ظرفیت تحمل تغییر شکل ارتقا داد. یکی از مرسومترین این روشها کلاف بندی اجزای مختلف بنا به کمک المانهای کششی است. از کلاف بندی می‌توان در تراز پی برای بهم بستن پی‌های سازه و هم در تراز سقف و نواحی اتصال دیوارها و یا سایر اجزا استفاده کرد. به عنوان نمونه دیگر همانطور که در شکل (6) دیده می‌شود قوس بتن مسلحی که در روی قوس موجود ساخته شده و قوس قدیمی به آن متصل شده، نقش سازه محافظ برای قوس موجود را دارد زیرا علاوه بر آنکه بارهای قائم و حتی افقی وارد بر قوس را تحمل میکند بلکه وزن مرده خود قوس را نیز تحمل می‌نماید. [7]



شکل 6- قوس بتنی مسلح بر روی قوس قدیمی

کاهش بارهای قائم وارد بر سازه

افزایش بارهای قائم علاوه بر اینکه ممکن است به بسیاری از المانهای سازه ای در بناهای تاریخی آسیب وارد نماید باعث افزایش جرم سازه شده و در نتیجه نیروهای اینرسی ناشی از زمین لرزه را افزایش می دهد. از این رو سبک سازی و کاهش جرم ساختمان یکی از راهکارهای موثری است که می توان ایمنی بنا را در برابر بارهای لرزه ای افزایش داد. اینکار میتواند به شیوه های مختلف صورت گیرد. یک روش کاهش جرم ساختمان بوسیله کاهش جرم اجزای آن خصوصاً سقف است، در بسیاری از بناهای تاریخی سقف بنا بدون جهت دارای وزن زیادی است مثلاً با انباشته شدن لایه های مختلف کاهگل در دوره های مختلف، وزن سقف بی جهت سنگین شده است که با برداشت لایه های اضافی و ایزولاسیون مناسب سقف می توان وزن سقف را به میزان قابل توجهی کاهش داد. [6]

روش دوم که بیشتر یک روش مدیریتی است، کاهش سربارهای وارد بر طبقات مختلف بنا است. به عنوان نمونه اشیاء یا قطعات سنگینی که در طبقات فوقانی یک بنا وجود دارد و الزام خاصی در وجود آنها در طبقات فوقانی بنا وجود ندارد میتواند به طبقه همکف و یا مکان مناسبی انتقال داد. یا نمونه دیگر کنترل سربار بوسیله کاهش بازدیدکنندگان و یا عدم ورود آنها به طبقات فوقانی بنا است. در همین مورد می توان به پل های تاریخی شهر تبریز اشاره کرد. تا حدود 15 سال پیش عبور اتومبیل های سواری از روی پل قاری (قدیمی) مرسوم بود ولی با جلوگیری از عبور وسایل نقلیه سنگین کمک بسیار بزرگی برای کاهش صدمات وارد بر بنا به عمل آمد. به عنوان روشی دیگر در این زمینه می توان به حذف باربرف بر روی بام بناهای تاریخی اشاره کرد. یکی از روشها آن است که با تعبیه تأسیسات حرارتی روی بام ساختمان از انباشت برف بر روی بام جلوگیری کرد.



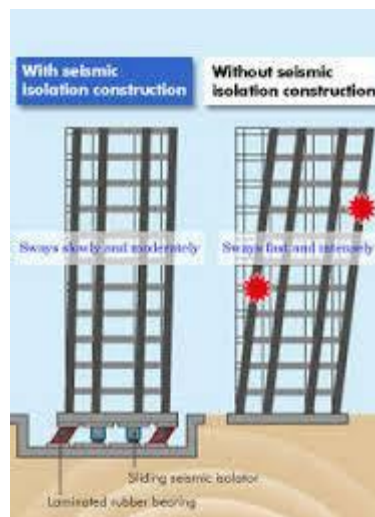
شکل 7- پل قاری تبریز

جدا سازی لرزه ای

مفهوم جدا سازی لرزه ای در دو دهه گذشته پیشرفت گسترده ای داشته و امروزه تبدیل به روش تکامل یافته ای برای حفاظت لرزه ای ساختمانهای مختلف از جمله بناهای تاریخی شده است. ایده اصلی این روش بر اساس کاهش انتقال انرژی دینامیکی ناشی از زمین لرزه به ساختمان مورد نظر استوار است. به این ترتیب که با افزایش قابل ملاحظه پیوند ارتعاشی غالب سازه، اختلاف آن را با پیوند ارتعاشی غالب زمین لرزه افزایش می دهد در این صورت انرژی انتقال یافته به سازه به نحو چشمگیری کاهش می یابد. این کار بوسیله جدا ساز (Isolator) هایی که دارای سختی افقی خیلی کم و میرایی مناسبی هستند، صورت می گیرد. این جدا سازها معمولاً از جنس الاستومرهایی هستند که با صفحات فولادی برای افزایش باربری قایم تقویت شده اند. چنانچه از این جدا سازها در تراز پایه ساختمان استفاده شود به آنها جداساز پایه می گویند.

البته از جدا سازها میتوان در تراز سقف برای جداسازی سقف و یا یک جز منفرد استفاده کرد. [9]

از این روش در بسیاری از سازه ها، پل ها، نیروگاههای هسته ای استفاده شده ولی استفاده از آن برای بناهای تاریخی پیچیده تر است. زیرا اولاً خصوصیات دینامیکی بناهای مختلف معمولاً متفاوت و تا حدودی ناشناخته است از این رو در مورد هر بنای تاریخی باید سیستم مناسب انتخاب و بکار گرفته شود، ثانیاً برای کاربرد جداسازی پایه معمولاً نیاز به یک پی گسترده زیر کل بنا می باشد که ساخت آن برای بنای موجود خود یک پروژه بسیار پیچیده و حساس است. یک نمونه از کاربرد این روش برای یک ساختمان قدیمی، سالن اجتماعات شهر سانفرانسیسکو در کالیفرنیا ایالات متحده است که در زلزله 1989 لوماپریتا دچار خسارت هایی شده بود [9]. شکل (8) یک نمونه جدا ساز لرزه ای را نشان می دهد.



شکل 8- جداساز لرزه ای

نتیجه گیری

در این مقاله به تشریح اصول مدیریت بحران و بلایای طبیعی از جمله زلزله اشاره شد و به نتایجی از جمله خسارات جبران ناپذیر زلزله پرداخته شد. بدلیل ضعف در مدیریت بحران و عدم اطلاعات کافی از پدافند غیر عامل و اصول آن متأسفانه زلزله این بلای طبیعی باعث بروز بسیاری از مشکلات در حین و بعد بحران شده است. اهمیت بناهای تاریخی به لحاظ ارزش فرهنگی از یک طرف، فرسودگی و آسیب دیدگی بسیاری از عناصر سازه ای آنها از طرف دیگر و مهمتر از همه حفظ کلیت بنا و نماهای بیرونی و درونی بدون دست خوردگی بیش از حد، عوامل محدود کننده ایست که لازم میدارد روش های بهسازی لرزه ای برای اینگونه بناها تا حد امکان ایمن، غیر مخرب، موثر و غیر آشکار باشند. بحران زلزله را میتوان کنترل و از آسیب آن به بناهای تاریخی تا حد زیادی جلوگیری کرد و همچنین چند راه حل برای حفاظت این آثار ارزشمند نظیر افزایش ظرفیت باربری، تغییر شکل اجزا سازه ای چون افزایش ابعاد مقطع، پیش تنیدگی، تزریق، ایجاد سازه های نگهبان و برخی روشهای مدیریتی و همچنین استفاده از انواع فناوری های نوین نظیر جداساز های لرزه ای در کنار روشهای مرسوم هر چند با هزینه های بالا بر ای اینگونه ساختمانها قابل توجیه است.



اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری



The first annual conference of Architecture, Urban planning & Urban management

مراجع

- [1]- جوانی، حسن، مدیریت بحران در هنگام وقوع زلزله (شهر ورزقان) ، استاد راهنما علی اکبر رسولی،استاد مشاور بهمن هادیلی، مقطع کارشناسی ارشد، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، مزند، 1389،دانشگاه آزاد اسلامی
- [2]- حسینی، مازیار، 1349 ،راهنمای کاربردی کاهش خسارات اجزای غیر سازه ای ساختمانها در اثر زلزله ،تهران ،سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شه تهران، 1387
- [3]- صالحی، اسماعیل، 1347 ،شناخت، آمادگی و مقابله با حوادث طبیعی غیر مترقبه (سیل و زلزله) در شهرداری ها، وزارت کشور، سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور، پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی، تهران
- [4]- عبدالهی، مجید، 1353 ،مدیریت بحران در نواحی شهری (زلزله و سیل تهران) ،سازمان شهرداری های کشور، 1380
- [5]- قدیری، مجتبی، 1382 ،بحران مدیریت در مدیریت بحران، جهان اقتصاد، سال 2 ،ش 3
- [6]- زمرشیدی،حسین، 1380 ،معماری ایران،اجرای ساختمان با مصالح سنتی،انتشارات زمرد، 1380
- [7] C.T. Christov, etal, ' State of Art of Technologies for Safeguarding Historic Structures in Bulgaria ' , VTU, Sofia, Bulgaria – 2002
- [8] Shrive,N.G,'Use of Fiber Reinforced Polymersto improve Seismic Resistance of Masonary' , 6th congresso Nacional de sismologia e Engenharia Sismica, SISMICA 2004.
- [9] Clemente, P. , etal , ' Seismic Preservation of the Collective Memory' , International Conference ' choices and strategies for Preservation of the Collective Memory' , Dobbiaco , 2002