

## بهبودسازی لرزه‌ای و راهکارهای ایمن‌سازی ساختمان مساجد کشور

محسن وفامهر

سیده سمیه میرمردی

چکیده

ایران، از جمله کشورهای زلزله‌خیز در جهان به‌شمار می‌رود. با وجود این واقعیت متأسفانه بخشی عظیم از مساجد کشور براساس ضوابط فنی استوار نیستند. این در حالی است که ساختمان مساجد يك سرمایه، هویت و فرهنگ ملی و مذهبی در کشور باید محسوب می‌شود. استحکام و مقاوم‌سازی ساخت و سازها در کشور باید در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های کلان مسؤولان اجرایی از اولویت ویژه برخوردار باشد. بعد از زلزله بم و فجایعی که برای مردم این منطقه پیش آمد، مجدداً بحث مقاوم‌سازی سخن روز همه مسؤولان و حتی مردم شد و تعمیر، مرمت و مقاوم‌سازی ساختمان‌های قدیمی را مدنظر دارند، ولی نکته‌ی نگران‌کننده این است که متأسفانه حتی بعد از وقوع زلزله‌های اخیر، همچنان ساختمان‌های خصوصی، عمومی، آموزشی، و دولتی در حال احداث است که کلیه ضوابط محاسباتی برای مقاوم‌سازی در برابر زلزله به‌طور اصولی و صحیح اجرا نمی‌شود. به هر حال مسئله مقاوم‌سازی در هر دو زمینه یاد شده (چه ساختمان‌های قدیم یا بافت‌های فرسوده و چه ساختمان‌های جدید و نوساز) مطرح است. در این میان ساختمان‌های عمومی از اولویت و اهمیت بیشتری برخوردار است، چون در گروه ساختمان‌های درجه يك بوده و تعداد کار بر آنها چشم‌گیر است. ساختمان مساجد علاوه بر درجه اهمیت به لحاظ عمومی بودن با توجه به معیارها و ارزش‌های دینی و مذهبی که دارند، در درجه بالایی از اهمیت قرار داشته و در بحث مقاوم‌سازی جایگاهی ویژه دارند.

رویکرد این مقاله بهبودسازی لرزه‌ای و راهکارهای ایمن‌سازی ساختمان مساجد کشور است.

مراحل بهسازی لرزه‌ای ساختمان مساجد

با توجه به مراحل بهسازی لرزه‌ای که در فصول دستورالعمل پژوهشکده زلزله‌شناسی نشان داده شده، مراحل بهسازی لرزه‌ای ساختمان مساجد را به چهار مرحله زیر تقسیم می‌شود:

مرحله اول: این مرحله مربوط به اولویت‌بندی ساختمان‌های مساجد است که باید با توجه به معیارهای موجود ساختمان مساجد را برای بهسازی با اولویت دسته‌بندی کنیم.

مرحله دوم: قبل از هرگونه اقدام به بهسازی لرزه‌ای، باید ویژگی‌های ساختمان مسجد مورد نظر به‌طور دقیق بررسی شود. ویژگی‌های ساختمان شامل مشخصات اجزای معماری، اجزای سازه‌ای، میزان خطرهای لرزه‌ای و ژئوتکنیک ساختگاه و نتایج ناشی از ارزش‌یابی مقدماتی لرزه‌ای است. سپس باید به جمع‌آوری اطلاعات ساختمان مسجد مورد نظر پرداخته شود، اطلاعات شامل پیکربندی، سیستم سازه‌ای، مشخصات مصالح، ساختمان‌های مجاور و ساختگاه خواهد بود. پس از جمع‌آوری اطلاعات در وضع موجود برای سطح عملکرد انتخابی، نیاز یا عدم نیاز ساختمان به بهسازی مشخص خواهد شد.

مرحله سوم: در صورتی که ساختمان مسجد موجود با توجه به سطح عملکردی که دارد از نظر سازه‌ای مناسب تشخیص داده نشد، باید بهسازی شود. در این مرحله باید گزینه‌های مناسب راهکارهای بهسازی انتخاب و بهترین گزینه با توجه به ملاحظات اقتصادی و اجرایی انتخاب شود.

مرحله چهارم: پس از تصویب طرح بهسازی و تهیه نقشه‌های اجرایی، مرحله اقدام فرا خواهد رسید.

کاهش خسارات ناشی از زلزله در ساختمان‌ها از دو جنبه در خور بررسی است. یکی توجه به مسئله ایمنی در ساختمان‌های مساجد در حال احداث است چون با اینکه در شرایط کنونی امری بدیهی و اجتناب‌ناپذیر تلقی می‌شود، ولی کاستی‌ها و نواقص شدیدی در این زمینه وجود دارد و در عمل فاصله فراوانی با استانداردهای جهانی داریم. از سوی دیگر چون بخش چشم‌گیری از ساختمان‌های مساجد در حال احداث از نوع اسکلت فلزی است که ایمنی آنها بیش از هر چیز به کیفیت جوش‌کاری‌ها بستگی دارد، از جمله مهم‌ترین علل رعایت نکردن موازین فنی و اصول ایمنی در ساخت و سازه‌های جدید، نبود کارگران ماهر و آموزش دیده است. لازم است نظارت کافی بر رعایت استانداردها در ساخت و سازه‌های جدید صورت گیرد.

زیرا هرگونه مسامحه در نظارت و رعایت نکردن استانداردهای ساخت و جوشکاری موجب اضافه شدن بر انبوه ساختمان‌های غیراستاندارد خواهد شد؛ مسئله بعد بهسازی لرزه‌ای (= مقاوم‌سازی) یا هم‌آهنگ‌سازی ساختمان‌های مساجد موجود است که در سال‌های اخیر در دستور کار دولت هم قرار گرفته است. اینک به تفصیل هر يك از مراحل را مورد توجه قرار می‌دهیم:

#### مرحله اول

درخصوص مقاوم‌سازی ساختمان‌های مساجد موجود باید سازماندهی لازم صورت گیرد و اولویت‌بندی خاصی لحاظ شود، در حال حاضر بسیاری از ساختمان مساجد موجود، ارزش لرزه و قابلیت مقاوم‌سازی ندارند؛ بنابراین باید اولویت را به ساختمان مساجدی داد که قابلیت مقاوم‌سازی و صرف هزینه را دارند. می‌توانیم مساجد موجود در کشور را که در دستور کار مقاوم‌سازی قرار می‌گیرند، به دو دسته تقسیم کنیم:

دسته اول مساجدی هستند که در حکم شناسنامه ملی کشور محسوب می‌شوند و علاوه بر ارزشمند بودن خود ساختمان مسجد، ارزش تاریخی و ملی نیز دارند. این دسته غالباً در دسته بناهای خشتی قدیمی قرار می‌گیرند.

«موضوع مقاوم‌سازی بناهای تاریخی و همچنین بناهای خشتی قدیمی در جهان تازه است. به این سبب که ما کمتر می‌توانیم در يك بنای تاریخی دخل و تصرف کنیم، حتی اگر شیوه‌های جدیدی هم برای مقاوم‌سازی بنا وجود داشته باشد، نمی‌توان آن بنا را تخریب و در برابر زلزله مقاوم کرد».

با توجه به اینکه ساختمان مساجد کشور اغلب از يك طبقه بیشتر تجاوز نمی‌کنند و اکثر آنها که جدیدالاحداث هستند، با استفاده از آجر ساخته شده‌اند و ساختمان‌های آجری، که یکی از پر تعدادترین نوع ساختمان‌ها در کشور است و زمینه آسیب‌پذیری بیشتری دارند که زلزله‌های پیشین مؤید این نکته است. در این مقاله بیشترین تأکید را بر «بهینه‌سازی لرزه‌ای مساجد با ساختمان‌های آجری» قرار می‌دهیم.

بنای مساجد با مصالح آجری که بیشترین تعداد در سطح کشور بوده و هم اکنون از آنها استفاده می‌شود و دارای کاربری هستند، اغلب کوتاه و يك طبقه یا حداکثر دو طبقه هستند. سقف آنها آجری با طاق قوسی، طاق ضربی، چوبی و تیرآهن با فرم تخت است. در ساختمان‌های مساجد آجری بارهای ثقلی توسط دیوارهای باربر تحمل شده و به پی منتقل می‌گردند. این مساجد اغلب فاقد عامل مقاوم لرزه‌ای خاصی‌اند و عموماً به واسطه شکل نامناسب سازه‌ای، ضعف مصالح و نحوه نامناسب اجرا در برابر زلزله ضعیف هستند.

#### مرحله دوم

رفنار ساختمان‌های آجری - منبع ۴

توزیع نیروی زلزله در ساختمان‌های آجری بدین صورت است که نیروهای اینرسی ناشی از حرکت زمین به هنگام زمین لرزه به جرم ساختمان وارد می‌گردند. در این ساختمان‌ها جرم در سقف و دیوارها متمرکز است. دیوارها به دو دسته عرضی و برشی تقسیم می‌گردند. دیوارهایی که در جهت اعمال نیروی زمین لرزه قرار دارند دیوارهای طولی (= برشی) و دیوارهایی که عمود بر جهت نیرو قرار گرفته‌اند عرضی نامیده می‌شوند. در مکانیسم توزیع نیروهای جانبی بین اجزای ساختمان آجری، نکته شایان توجه این است که این مکانیسم هنگامی پدید می‌آید که سقف از انسجام و يك‌پارچگی لازم برای تحمل و انتقال نیروهای خود و نیروهای وارد شده از طرف دیگر اجزا برخوردار باشد. سقف‌های تیرچه بلوک، دال بتونی، و حتی طاق ضربی که صلبیت برشی کافی داشته باشند از این ویژگی برخوردارند. براین اساس دیوارهای طولی (= برشی) تحت تأثیر لنگر خمشی و نیروی برشی درون صفحه‌ای و دیوارهای عرضی تحت تأثیر نیروهای خارج از صفحه قرار می‌گیرند. در ساختمان‌های آجری کلاف‌دار، کلاف‌ها نقش دورگیری دیوار و سقف‌ها را دارند و باعث انسجام و يك‌پارچگی سیستم سقف و دیوارهای بنایی لاغر، افزایش مقاومت و شکل‌پذیری. دیوارهای بنایی و کاهش خطر فروپاشی دیوارهای خسارت دیده یا ریزش سقف را موجب می‌شود. چگونگی توزیع نیروهای زمین لرزه در ساختمان آجری در حالت‌های گوناگون همراه با نقش کلاف‌ها و صلبیت سقف در شکل زیر نشان داده شده است.

نواقص متداول در ساختمانی آجری

مطالعه گزارش زمین لرزه‌های گذشته و جمع‌بندی خساراتی که بر ساختمان‌های آجری وارد شده‌اند مؤید آن است که این ساختمان‌ها عموماً نواقص مشابهی دارند که در جدول زیر به آن اشاره شده است.

جدول (۱): نقاط ضعف متداول در ساختمان‌های آجری - منبع ۴  
اجزا

نقاط ضعف ساختمان‌های آجری غیرمسلح

۱ - پایین بودن مقاومت و قدرت چسبندگی  
۲ - پایین بودن کیفیت و مقاومت واحدهای  
بنایی مانند سنگ، آجر، بلوک سیمانی سیستم‌سازه‌ای ساختمان ۱ - کامل نبودن مسیر بار ۲ - ناتوانی  
ساختمان در حفظ انسجام هنگام  
ارتعاش ۵ - نامنظمی در پلان ۷ - عدم وجود پی مناسب ۲ - کافی نبودن مقاومت برشی ساختمان ۴ - عدم  
وجود سیستم مقاوم کمکی مانند  
کلاف ۶ - نامنظمی در ارتفاع ۸ - فقدان فاصله کافی با ساختمان‌دیوارهای باربر ۱ - نادرست چیدن واحدهای  
بنایی ۲ - زیاد بودن نسبت ارتفاع به ضخامت  
دیوار ۵ - طول چشم‌گیر دیواره مهار نشده ۷ - نزدیکی بازشوها به انتهای دیواره ۹ - قرار داشتن نیروهای دال  
به صورت  
مستقیم بر روی دیوار ۱۱ - عبور لوله و دودکش از درون دیوار ۲ - خالی بودن درزهای قائم بین واحدهای  
بنایی از ملات ۴ - ارتفاع چشم‌گیر دیوار ۶ - تراکم دیوار به واسطه وجود باز  
شوهای بزرگ ۸ - استفاده از روش هشت‌گیر در اجرای  
دیوارها ۱۰ - فقدان مهارت مناسب نیروی رانش  
ناشی از سقف‌های قوسی در بالادیوارهای باربر  
دال ۱ - زیاد بودن وزن دال ۳ - کافی نبودن طول تکیه گاهی تیرهای  
سقف ۵ - بالا بودن نسبت طول دهانه به عرض دال ۲ - عدم انسجام یک‌نواختی دال ۴ - وجود بازشو در  
دالاتصالات اعضای سازه‌ای ۱ - نامناسب بودن اتصال بین دیوارهای  
متقاطع ۳ - نامناسب بودن اتصال بین دیوارهای  
باربر و دال‌ها ۲ - نامناسب بودن اتصال بین تیغه‌ها و  
دیوارهای باربر تیغه‌ها و دال‌ها سیستم کمکی کلاف ۱ - عدم استفاده از کلاف قائم و کلاف افقی  
در تراز پی ۲ - ضعف مصالح بتنی کلاف ۵ - انفصال در کلاف به واسطه اجرای  
بازشوهای بلند و یا وجود نیم‌طبقه ۲ - کافی نبودن تعداد و فواصل کلاف‌ها،  
ابعاد و میلگردگذاری ۴ - درگیر نبودن میلگردهای کلاف و کافی  
نبودن طول همپوشانی آنها در اتصالات ۶ - انفصال در کلاف بواسطه عبور لوله و  
دودکش از آن‌اعضای غیرسازه‌ای ۱ - اتصال ضعف و مناسب بین نما و دیوار ۳ - عدم پایداری جان‌پناه‌ها و  
دودکش‌ها ۲ - وزن زیاد و عدم کفایت لاغری و  
مقاومت

مرحله سوم: منبع ۴ راه‌کارهای بهسازی لرزه‌ای به صورت پیشنهادی با هدف افزایش مقاومت، افزایش  
سختی،

افزایش شکل‌پذیری و یا کاهش نیروی زلزله به کمک یکی و یا ترکیبی از چندین روش انجام  
می‌گیرد که به آنها اشاره می‌شود:

۱ - اصلاح موضعی اجزای سازه با عملکرد نامناسب در زلزله: هنگامی که پس از ارزش‌یابی  
لرزه‌ای و بررسی معیارهای پذیرش اجزا مشخص شود که فقط تعدادی از اجزای سازه ظرفیت  
کافی برای تحمل نیروها و تغییر شکل‌ها را ندارند، اصلاح موضعی اجزا به صورت یک راهکار  
مناسب بهسازی برای رساندن ساختمان به سطح عملکرد مورد انتظار چه از نظر مقاومت  
و چه سختی ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

۲ - حذف یا کاهش بی‌نظمی در ساختمان موجود: هرگاه نتیجه ارزش‌یابی لرزه‌ای بیانگر آن  
باشد که وجود بی‌نظمی در ساختمان مانع پاسخ‌گویی ساختمان به سطح عملکرد مورد انتظار  
است و در صورت حذف یا کاهش بی‌نظمی اجزای ساختمان ظرفیت کافی را هم از نظر مقاومت  
و هم از نظر سختی برای آن سطح عملکرد برآورد می‌نمایند، در این حالت استفاده از روش ذکر  
شده یک روش مؤثر برای بهسازی خواهد بود، که حتی‌المقدور از روش‌های جایگزین استفاده  
خواهد شد.

نامنظمی در ساختمان ممکن است به سبب ناپیوستگی در اجزای باربر جنبی ایجاد شود.  
در این موارد، با تغییر در سیستم باربر جانبی در ایجاد پیوستگی ممکن است بتوان از نامنظمی  
ساختمان کاست. البته این راهکار در بعضی ساختمان‌ها (= بناهای تاریخی) ممکن است  
امکان‌پذیر نباشد.

اصلاح و یا کاهش بی‌نظمی در ساختمان‌هایی را که طبقه نرم یا ضعیف دارند  
می‌توان با اضافه کردن مهاربندی در این طبقات برای متناسب نمودن سختی جنبی طبقات ذکر  
شده یا سایر طبقات تأمین نمود. در مورد نامنظمی‌های پیچشی نیز اضافه نمودن اجزای باربر  
جنبی به منظور کاهش فاصله مرکز جرم و مرکز سختی می‌تواند مؤثر در کاهش این نامنظمی،  
اعم از روش‌های مکانیکی، صنعتی و یا ساختمانی باشد.

۳ - تأمین سختی جانبی لازم برای کل سازه: هرگاه بر اثر ارزش‌یابی لزره‌ای مشخص شود که ساختمان برای سطح عملکرد مورد نظر، سختی لازم را ندارد اضافه نمودن مهار بندها یا دیوارهای پرشی ممکن است روش مؤثر برای رفع این نقص محسوب گردد.

۴ - تأمین مقاومت لازم برای کل سازه: در مواردی که اکثر اجزای سازه معیارهای پذیرش مربوط به سطح عملکرد مورد انتظار ساختمان را جوابگو نیستند، لازم است برای کل ساختمان، سیستم باربر جنبی با ظرفیت کافی ایجاد نمود.

۵ - کاهش جرم ساختمان: هنگامی که پس از ارزش‌یابی لزره‌ای مشخص شود که ساختمان سختی جنبی کافی و یا اکثر اجزا، مقاومت کافی برای سطح عملکرد انتخابی ندارند، استفاده از روش کاهش جرم به عنوان یک روش مؤثر به کار گرفته شود.

۶ - به کارگیری سیستم‌های جداساز لزره‌ای: هرگاه نتیجه‌ی ارزش‌یابی لزره‌ای مبین عدم کفایت سختی و مقاومت برای سطح عملکرد انتخابی باشد و یا محافظت از تجهیزات مهم و اجزای غیرسازه‌ای ساختمان مدنظر باشد، استفاده از سیستم جداساز لزره‌ای به‌عنوان راهکار بهسازی مناسب خواهد بود.

۷ - به کارگیری سیستم‌های غیرفعال اتلاف انرژی: در مواردی که ارزیابی لزره‌ای ساختمان بیانگر ناکافی بودن سختی جنبی ساختمان برای سطح عملکرد انتخابی باشد، با تعبیه اجزای جاذب انرژی در سازه می‌توان تغییر شکل‌های ساختمان را محدود ساخت.

پس از دسته‌بندی مساجد از نظر قدمت بنا به سال‌های قبل از انقلاب و پس از پیروزی انقلاب می‌توان آن‌ها را به دو گروه قبل از اعمال ۲۸۰۰ یعنی قبل از سال ۱۳۷۲ ش و پس از آن نیز دسته‌بندی نمود. قطعاً ساختمان‌های مساجد ساخته شده قبل از انقلاب فاقد هرگونه مراعات آیین‌نامه ۲۸۰۰ و مقاوم‌سازی ساختمان در برابر زلزله است که باید برای آنها مطابق مباحث بیان شده دسته‌بندی نمود. و برای هر یک، یکی از راهکارهای معین شده پس از کارشناسی اعمال گردد.

اما در آن دسته از ساختمان‌های مساجد که پس از پیروزی انقلاب اسلامی در سال‌های ۱۳۵۸ ش به بعد ساخته شده‌اند باید نظریه و روش‌های مقاوم‌سازی ساختمان مطابق با استانداردها و آیین‌نامه ۲۸۰۰ اعمال گردد.

در نهایت ساختمان‌های ساخته شده پس از تصویب و ابلاغ آیین‌نامه مقاوم‌سازی از نظر جوش و اتصالات و همچنین مصالح مصرفی به لحاظ کیفیت نیاز به کنترل مضاعف دارد تا در صورت لزوم تمهیدات گفته شده در اوآن مقاله به منصفه ظهور درآید.

اینک به جزئیات اجرایی می‌پردازیم: منبع ۶

دوغاب ماسه سیمان برای دیوارهای آجری در صورتی که دیوارهای آجری فاقد اندود داخلی یا اندود خارجی باشند، به منظور ارتقای مقاومت جنبی دیوار می‌توان پس از سند بلاست نمودن سطوح دیوار با استفاده از دوغاب سیمان و ذرات ریزدانه سیریس با روش شات کریت تمام بندهای برشی دیوار را تقویت نموده و مقاومت جنبی دیوارها که عموماً باربر بوده و وزن سقف یا طبقات را تحمل می‌نمایند افزایش داد. زیرا این کار براساس آزمایش‌های انجام شده در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن در سال ۱۳۶۴ ش تا ۲۵ درصد می‌تواند مقاومت جنبی دیوار را افزایش دهد که در بهینه‌سازی لزره‌ای مفید می‌باشد. ضمناً در صورتی که قبل از اندود ماسه سیمان روی دیوار از شبکه‌های مش پیش ساخته با چشمه ۵ سانتی متری استفاده شود ایستایی و مقاومت برشی دیوار نیز افزایش می‌یابد و در تقویت پیوندهای آجری دیوار مؤثر است.

روش بسته‌بندی از خارج بنا (= کلاف‌بندی سیستم) در صورتی که ساختمان مساجد از نظر دسترس به محیط خارجی ساختمان شایان دسترس باشند، طرح تقویت به یکی از دو روش رایج فلزی یا بتونی قطعی شده باشد، می‌توان از جداره‌های خارجی ساختمان بنا بر موقعیت بی‌آنکه تخریبی صورت گیرد یا کالبد شکافی در دیوارها انجام شود درخصوص تعبیه ستون‌های متکی بر فونداسیون‌های نواری در پیرامون محیط خارجی ساختمان مسجد متکی گذشته و چون اغلب یک طبقه با ارتفاع زیاد هستند. به صورت قاب، تا روی بام، ستون‌ها را ادامه داد و از روی سقف نیز طرح تقویت پوترها یا پل‌های حمال و اصلی را به صورت مضاعف انجام داد.

بدیهی است که مکان‌یابی ستون‌های سیستم کلاف ساختمان یا OVERCL از خارج فضا خود می‌تواند مبنایی برای ناماسازی به صورت طاق و قوس کاذب یا حقیقی، به صورت پوسته‌نما یا گوشته‌سازه‌ای به عنوان کمر بند محیطی علاوه بر تقویت سازه‌ای فرم‌های معماری با پوشش نماهای آجری یا کاشی کاری و ترکیبی به اتمام کار نائل گردد.

روش بسته‌بندی از داخل بنا (= کلاف‌بندی سیستم) در صورتی که امکان دسترسی به بنا فقط از داخل میسر باشد می‌توان این مساجد را به دو گروه تقسیم نمود:

گروه اول: بناهایی که فاقد کاشی‌کاری‌های نفیس یا اثر هنری و معماری در داخل بنا باشند. در این روش هم اقدامات انجام شده خارجی بنا ممکن است از داخل بنا انجام گردد؛ اما این بار باید قسمت‌هایی از جرز و دیوار اصلی در مسیر ستون‌ها از کف تا سقف برش خورده و محلی برای تعبیه ستون بتونی یا فلزی در میانه دیوار با صورت شکاف خارج شود اما در ادامه باید ستون‌ها به بالای سقف هدایت گشته و از روی سقف اصلی در خصوص تعبیه تیرهای حمال و کلاف در میان ستون‌های جدید اقدام شود تا کاملاً قفل و بست شده و یک پارچه گردد.

گروه دوم: در صورتی که بنا از کاشی‌کاری‌های نفیس یا گچ‌بری‌های هنری و غیره پوشیده شده باشد حتی المقدور لازم است در مکان‌های ضروری برای تعبیه ستون‌های سازه‌ای حتماً مدل‌سازی و الگوبرداری از گچ‌بری‌ها و کاشی‌کاری‌ها انجام شود و هرگونه اقدام هنری برای ترمیم، مرمت و تکمیل نازک‌کاری بنا با تمهیدات ویژه به عمل آمده و سپس درباره اجرای دیتیل قبلی اقدام گردد. (= تعبیه ستون در داخل جزه‌های آجری). نکته حائز اهمیت محاسبات دقیق جرم و حجم سازه برای طرح مقاطع سازه‌ای اعم از بتونی یا فلزی است، که همواره باید مدنظر بوده و جزئیات اجرایی آن دقیقاً مراعات گردد، به ویژه ابعاد جوش، طول جوش و کنترل جوش با روش تست غیرمخرب (= ری‌ایکس) و در صورتی که از سازه بتونی استفاده می‌شود مراعات اختلاط بتون و طرح اختلاط و درصد آب به سیمان و نیز اصول آرماتوربندی در مقاطع و اتصالات دقیقاً مبتنی بر اصول فنی استوار باشد.

روش مهاربندی با P.R.F

این روش برای بناهای با ارزش و حاوی معماری نفیس و آثار هنری بدیع پیشنهاد می‌شود که تقریباً از همه روش‌های قبلی در حفظ آثار هنرمندانه مساجد بیشتر تأکید می‌شود. در این روش از طناب‌های P.R.F می‌توان در نقاط ضعف سازه و مسیرهای از پیش تعیین شده، با ایجاد شیارهای ظریف و بر مبنای هندسه معین که طرح معماری را چندان متأثر نسازد، استفاده نمود و پس از ایجاد شیارهای لازم با قطر و عمق مناسب در زمینه شستشوی داخل شیار و عاری کردن آن از هرگونه گرد و غبار، از چسب مخصوص و نصب طناب‌های P.R.F استفاده نمود که سیستم، کلاف نمودن عمودی و افقی ساختمان مساجد را می‌تواند با ظرافت و دقت به عهده بگیرد. و در شرایطی که نما سازی‌های هنرمندانه به وفور نباشد، می‌توان از لایه‌های عریض اما ظریف و در چند میلی‌متر ضخامت به صورت کاور، روی بدنه‌ها - ستون‌ها - دیوارها و حتی زیر سقف‌ها نیز استفاده نمود. همچنین در استفاده از F.R.P پیرامون قاب پنجره‌ها، درها و نعل درگاه‌ها به صورت پیوسته و اساساً در امتداد روی تمام پنجره‌ها و درها به صورت سرتاسری علاوه بر زیر سقف و به موازات آن اقدام نمود.

مهاربندی پای دیوارهای و فونداسیون

برای تقویت و یک‌پارچه‌سازی کف‌ها و دیوارها عموماً می‌توان از شناژ بتونی از داخل و خارج فضا و بر حسب ضرورت و نیاز در دو طرف دیوارها به صورت کلاف مضاعف، محیط و دیوار پیرامونی مسجد را شناژبندی نمود (آرماتوربندی + بتون ریزی) و الحاقات لازم در ستون‌های میانی یا دیوارهای میانی برای اجرای اتصالات بیشتر و ایجاد کلافی محکم‌تر بهره گرفت.

ایجاد دیافراگم صلب سقف

اجرای سیستم بادبندی و سقف‌های طاق ضریبی با نیم‌رخ‌های فولادی نمایان می‌تواند از داخل شبستان مساجد صورت گیرد. اما با توجه با اینکه یک عامل نمایان و تأثیرگذار در فضای داخلی

و معماری مساجد است، باید حتما مقاومت سازه‌ای آن پس از طرح و محاسبه مهندسان محترم سازه با نظر مهندسان معماری فرم بندی و از نیم رخ‌ها و پروفیل‌های طراحی شده و در ترکیب بندی و کمیوزسیونی زیبا از زیر سقف به اجرا درآید تا بادبندی سقف در جهت ایجاد يك دیافراگم صلب که نقش اساسی در توزیع نیروی وارده شده بر سقف و سپس به دیوارها، جرزها و ستون‌ها دارد به صورت يك پارچه مورد توزیع تنش واقع شود. در صورتی که امکان اجرای بادبندی با طرح یا فرم خاص معمارانه وجود نداشته باشد یا دیدگاه‌های مهندسان معمار و محاسب را تأمین نماید می‌توان از هر نوع نیمرخ مناسب استفاده نموده و در انتها با طرحی همگون درخصوص اجرای سقف کاذب، متناسب با فضای شبستان اقدام نمود.

#### تمهیدات گوشه‌های قائمه ساختمان مساجد

همواره گوشه‌های قائمه بر اثر فشار صفحات برشی متعامد، می‌تواند منجر به برش عمیق و شکست دیوار گردد. در صورتی که معماری داخلی فضای شبستان چندان متأثر نمی‌گردد می‌توان با ایجاد لچکی و اجرای پخ در کنج‌های قائمه و مسلح ساختن دیوار قدیم در محل تقاطع ۹۰ درجه با اجرای دیوار پخ و الحاق آن دو با آرماتورگذاری و یا نصب تیر آهن درخصوص تحکیم کنج‌های ۹۰ درجه و تبدیل آن به دو کنج ۴۵ درجه اقدام نمود و در صورتی که این عمل از خارج بنا عملی باشد، درباره دوخت و دوز سیستم کلاف در محل ۹۰ درجه با مسلح نمودن توسط آرماتور یا نبشی تقویتی و اجرای اتصال به تداوم دیوار در راستای متعامد اقدام نمود.

#### منابع

- ۱ - دفتر تدوین استانداردها و معیارها، دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود، تهران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۱ .
- ۲ - ناطقی الهی؛ فریبرز، مهرتاش، طراحی و اجرای ساختمان‌های بنایی مقاوم در برابر زمین لرزه، تهران، انتشارات نوپردازان .
- ۳ - معتمدی، مهرتاش و همکاران، خسارات وارده بر ساختمان‌های خشتی و مصالح بنایی در زمین لرزه، اول تیرماه چنگوره، پژوهشکده زلزله‌شناسی.
- ۴ - نشریه پژوهشکده زلزله و زلزله‌شناسی، سال ششم، شماره دوم، تابستان ۸۲ .
- ۵ - نشریه پژوهشکده زلزله و زلزله‌شناسی، سال ششم، شماره سوم و چهارم، پاییز و زمستان ۸۲ .
- ۶ - مجموعه سخنرانی‌های سمینار آموزشی اثرات زلزله در ساختمان‌های متعارف، شماره ۶۷، تیرماه ۶۵، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.