

پیوست (۶)

طراحی لرزه‌ای اجزاء غیرسازه‌ای معماری

پ ۱-۶ کلیات

در فصل چهارم این آیین‌نامه ضوابط طراحی و مهار لرزه‌ای اجزاء غیرسازه‌ای ساختمان‌ها بیان شده است. در این پیوست برخی روشهای اجرا و مهار لرزه‌ای اجزاء غیرسازه‌ای معماری ارائه شده است.

پ ۲-۶ انواع اجزاء غیرسازه‌ای معماری

اجزاء غیرسازه‌ای معماری ساختمان شامل دیوار خارجی، تیغه و دیوار داخلی، جان پناه، راه پله، سقف کاذب، نما و سایر موارد ذکر شده در جدول (۴-۱) این آیین‌نامه می‌شود. دیوارهای غیرسازه‌ای موضوع این پیوست شامل دیوارهای بلوکی، دیوارهای پانلی پیش ساخته و نیمه پیش ساخته و دیوارهای ساخته شده از مقاطع فولادی سردنورد است.

پ ۳-۶ بارها و اثرات ناشی از زلزله

بارهای لرزه‌ای وارد به اجزاء غیرسازه‌ای معماری همراه با محدودیت‌هایی که در تغییر مکان‌های جانبی آنها باید رعایت شود در بند ۴-۲ این آیین‌نامه ارائه شده است. این نیرو باید همراه با سایر بارها در ترکیب بارهای تعریف شده در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان به عضو غیرسازه‌ای اعمال شده و به صورتی باشد که بیشترین نیاز را در تکیه‌گاه‌ها و مهارهای آنها ایجاد کند. در صورت رعایت فواصل جداسازی ذکر شده در بند ۴-۶ برای دیوارهای غیرسازه‌ای، نیازی به طراحی و کنترل آنها برای تغییر مکان‌های جانبی نمی‌باشد.

تبصره: در طراحی دیوار باید اثر قطعات الحاقی مانند کابینت، کمد و امثال آن و سایر تاسیسات مکانیکی و الکتریکی که از دیوار مهار می‌گیرند، علاوه بر وزن دیوار و پوشش‌های



واقع بر روی دیوار لحاظ شود. در صورت مشخص نبودن اجزاء الحاقی، بار ثقلی ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع بر روی دیوار لحاظ شود.

پ ۴-۶ نحوه جداسازی لرزه‌ای

دیوارهای غیرسازه‌ای بلوکی یا پانلی باید به گونه طراحی شوند که در برابر بارهای لرزه‌ای، باد، ضربه و بارهای ثقلی مقاومت کنند. همچنین باید به گونه‌ای اجرا شوند که با تغییر مکان‌های نسبی ناشی از نیروهای جانبی زلزله و تغییرات درجه حرارت همساز باشند. این دیوارها را می‌توان به دو صورت غیرپیوسته (جداسازی شده از سازه اصلی - بر اساس ضوابط این پیوست) و یا چسبانده شده به قاب (میانقابی - بر اساس ضوابط پیوست (۵) این آیین‌نامه) طراحی و اجرا نمود. دیوارهای غیرپیوسته به دیواری اطلاق می‌شود که در سختی جانبی سازه دخالت نداشته و مزاحمتی برای رفتار آن ایجاد نکنند. در دیوارهای غیرپیوسته لازم است دیوار و اتصالات آن اجازه جابجایی نسبی داخل صفحه را به دیوار بدهند و باید برای اثر نیروهای جانبی خارج صفحه کنترل شوند. علاوه بر تامین شرایط فوق، توصیه می‌شود بندهای زیر در دیوارهای غیرپیوسته رعایت شود:

الف- حداقل فاصله جداسازی دیوار از ستون‌ها برابر با کمترین دو مقدار ۰/۰۱ ارتفاع آزاد دیوار و ۳۰ میلی متر باشد و هیچگاه کمتر از ۱۵ میلی‌متر نباشد.

ب- حداقل فاصله جداسازی دیوار از سقف (دال یا تیر) برابر با بیشترین دو مقدار ۲۵ میلی‌متر و حداکثر خیز دراز مدت عضو افقی باشد.

پ- طول آزاد و ارتفاع آزاد دیوار بر اساس مبانی محاسباتی ارائه شده در فصل چهارم این آیین‌نامه تعیین می‌شود. طول آزاد دیوارهای بلوکی غیرمسلح در پلان نباید از ۴ متر و ارتفاع آزاد آن نباید از ۳/۵ متر بیشتر در نظر گرفته شود. در دیوارهای پانلی کارخانه‌ای و دیوارهای مسلح شده به شبکه الیاف، ارتفاع دیوار می‌تواند تا حدی که برش و خمش عمود بر صفحه ناشی از نیروهای بند ۴-۲ پاسخگو باشد، در نظر گرفته شود. مهار خارج از صفحه دیوار در طول و ارتفاع محاسباتی، الزامی است.

تبصره: در شرایطی که دیوار غیرسازه‌ای داخلی یا خارجی به عنوان یک دیوار آتش بند (مطابق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان) و یا دیوار صدابند (مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان) نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت، الزامات اجرایی سازه، حریق



و آکوستیک باید سازگار با یکدیگر بوده و مانع از اخلاص در عملکرد مورد انتظار نشود. در صورت عدم رعایت الزامات جداسازی لرزه‌ای، اثر این دیوارها باید در مدل سازه‌ای منظور شود.

پ ۶-۵ دیوارهای خارجی

دیوارهای خارجی را می‌توان با ایجاد درز پیوسته از سازه محیطی جدا کرد. برای این دیوارها باید اتصالاتی در نظر گرفته شود که قابلیت حرکت داخل صفحه و مهار خارج از صفحه را به دیوار بدهند. فواصل جداسازی دیوارها از عضو سازه‌ای (دال، تیر، ستون و دیواربرشی) باید توسط مواد تراکم‌پذیر مناسب از قبیل پشم سنگ ضد رطوبت یا پشم سرامیک و با استفاده از جزئیات مناسب پر شوند.

استفاده از دیوارهای پانلی بعنوان دیوارهای خارجی بیمارستان‌ها الزامی است و برای جلوگیری از ایجاد ترک خوردگی در نازک کاری گوشه‌های دیوار در هنگام زلزله، لازم است از اتصالات کشویی سرتاسری در کناره‌ها و تراز سقف استفاده شود. در سایر ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد نیز استفاده از این راهکار توصیه می‌شود.

دیوارهای خارجی باید برای بارهای اینرسی ایجاد شده در آن‌ها، در جهت داخل صفحه و در جهت عمود بر صفحه طراحی شوند. این دیوارها باید قادر به پذیرش جابجایی‌های نسبی ناشی از زلزله و حرکت‌های ناشی از تغییرات درجه حرارت باشند و به وسیله اتصال مکانیکی با شرایط زیر مهار شوند:

الف- اتصالات و درز بین دیوار و سازه باید به گونه‌ای باشد که امکان جابجایی تجمعی معادل با مجموع مقادیر جداسازی بند پ ۶-۴-الف در دو سمت دیوار را فراهم نماید.

ب- اتصالات باید از نوع قطعات لغزشی فولادی یا سایر انواع اتصالات معرفی شده در این پیوست باشد و قابلیت تحمل جابجایی نسبی بین سازه و دیوار را داشته باشند.

پ- اتصالات باید شکل پذیری و ظرفیت کافی برای جلوگیری از خرد شدگی در بتن یا شکست ترد را دارا باشند.

ت- تمام اجزاء اتصال شامل بولت‌ها، جوش‌ها و رول پلاک‌ها و بدنه قطعه اتصال باید برای نیروی F مشخص شده در بند ۴-۳ که در مرکز جرم جسم وارد می‌شود و بر اساس ضرایب ارائه شده برای R_p و a_p و Ω_{op} مشخص شده در جدول (۴-۱) طراحی شوند. سیستم



اتصالات شامل اتصالات بین قاب سازه‌ای و دیوار بلوکی یا پانلی و اتصالات بین پانل‌ها یا بلوک‌ها می‌شود.

ث- هنگامیکه اجزاء مهار دیوار به صفحات کارگذاشته در بتن یا مصالح بنایی متصل می‌شوند، این صفحات باید به نحو مناسبی برای ممانعت از وقوع مود خرابی بیرون کشیدگی از بتن یا مصالح بنایی با استفاده از جوش یا میلگرد خمیده با میلگردهای مسلح کننده طولی بتن یا مصالح بنایی متصل شوند.

جزئیات اتصال دیوارها باید به گونه باشد که دیوار در راستای درون صفحه به صورت صلب با سقف پایین‌تر از آن حرکت کرده و از سقف بالای آن با استفاده از اتصالات کشویی جداسازی شده باشد.

تذکر: دیوار غیرسازه‌ای که تمام ارتفاع طبقه را پوشش نمی‌دهد (دیوار کوتاه) باید از قاب سازه‌ای جدا شود.

پ ۶-۶ دیوارهای داخلی (تیغه‌ها)

تیغه‌های داخلی باید مانند دیوارهای خارجی از سقف و ستون‌ها جداسازی شوند. جزئیات و ضوابط ذکر شده برای دیوارهای خارجی در مورد این دیوارها نیز صادق می‌باشد. در گروه‌های طراحی لرزه‌ای ۲ و ۳، استفاده از دیوارهای مصالح بنایی غیر مسلح مجاز نمی‌باشد و دیوار مصالح بنایی باید مسلح شود. ضوابط مهار این دیوارها مانند دیوارهای خارجی می‌باشد. همچنین، در بیمارستان‌ها استفاده از دیوارهای داخلی پانلی الزامی است.

پ ۶-۷ الزامات اجرایی

اتصال دیوارها به سازه باید به نحوی انجام شود که در اثر خیز تیرهای زیر و بالای دیوار، جابجایی نسبی طبقات و یا عوامل وارد آورنده نیروی خارج از صفحه از جمله زلزله، باد و ضربه، قطعه دیوار پایدار بماند و عملکرد آن حفظ شود و از ایجاد ترک شدید در دیوار جلوگیری نماید. الزامات اجرای دیوارهای پانلی و بلوکی در این بند ارائه شده است:



پ ۶-۷-۱ دیوارهای پانلی

دیوار پانلی به صورت یکپارچه فاصله بین دو تکیه‌گاه را پوشش می‌دهد و باید به نحو مناسبی مسلح باشد. ساختار پانل باید به گونه‌ای باشد که قابلیت تحمل بارهای لرزه‌ای، باد و ضربه را با عملکرد و رفتار یک طرفه در راستای طول پانل داشته باشد. پانل‌ها به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند: پانل‌های پیش‌ساخته و پانل‌های نیمه پیش‌ساخته.

در پانل‌های پیش‌ساخته، قطعه پانل به طور کامل در کارخانه ساخته شده و به محل حمل می‌شود. در این حالت، پانل دارای تسلیحی می‌باشد که باید بسته به طول پانل و با توجه به راستای اجرای افقی یا قائم پانل طراحی شده باشد. این نوع پانل‌ها انواع مختلفی دارند و دیوارهای ساخته شده از آنها عموماً به صورت دال یک طرفه عمل می‌کند. دیوار پانلی باید با استفاده از نبشی یا المان مشابه در جهت خارج از صفحه در تراز سقف و به نحو مطلوب در کف مهار شود. در این حالت باید اتصال پانل دیوار در تراز سقف با نبشی به صورت کشویی باشد تا دیوار مانع جابجایی داخل صفحه سازه نشود. در این نوع دیوارها، نیازی به اجرای وادار و تیرک نمی‌باشد. در صورتی که ارتفاع دیوار و میزان بار وارده، از مشخصات فنی پانل تجاوز نماید، باید دیوار با استفاده از تیرک برای تحمل بار خمشی وارده تقویت شود.

در پانل‌های نیمه پیش‌ساخته، اسکلت پانل در کارخانه ساخته می‌شود و پوشش در کارگاه بر روی آن اجرا می‌شود. در این حالت، در صورتی که برای پایین پانل در کف ریشه اجرا شده باشد یا لبه تحتانی پانل به نحو مناسب مهار شده باشد، نیازی به اجرای نبشی در پایین پانل نیست، ولی مهار دیوار در تراز سقف می‌تواند با نبشی باشد و اجرای میلگرد در تراز سقف یا در مجاورت ستون‌ها مجاز نیست. در این حالت، نبشی‌های مهار به سقف که پس از اجرای دیوار نصب می‌شود باید به سمت خارج دیوار باشد و سایر جزئیات نیز می‌تواند مشابه دیوارهای بلوکی اجرا شود. این دیوارها تنها در شرایطی به عنوان جزء غیرسازه‌ای منظور می‌شوند که ضمن رعایت فواصل جداسازی مندرج در بند پ ۶-۴ و پس از اجرای لایه‌های درجا، مانعی برای حرکت جانبی مجموعه دیوار ایجاد نشود. در غیر اینصورت، لازم است اثرات این دیوارها در مدل سازه ای منظور شود.



پ ۶-۷-۲ دیوارهای ساخته شده از مقاطع فولادی سردنورد

دیوارهای ساخته شده از قطعات افقی (تیرک) و قائم (وادار) فولادی سردنورد که به صورت قاب‌های فولادی سردنورد سرهمبندی می‌شوند، در دو دسته درای وال‌ها و دیوارهای پانلی سردنورد دسته بندی می‌شوند. در اجرای درای وال‌ها، وادارهای قائم در رانر تحتانی مهار می‌شوند و قرارگیری آنها در تیرک فوقانی به نحوی است که امکان حرکت آزادانه جانبی در تیرک برای وادارها فراهم باشد. در دیوارهای پانلی سبک سردنورد، وادارهای قائم در رانرهای تحتانی و فوقانی مهار می‌شوند و یک قاب کامل تشکیل می‌شود. در این شرایط، اتصال مستقیم تیرک فوقانی پانل به سقف (دال یا تیر) مجاز نبوده و لازم است حرکت آزادانه جانبی برای لبه فوقانی پانل فراهم شود. در این شرایط، می‌توان از تیرک تغییرشکل‌دهنده (دو تیرک قرار گرفته در درون هم که تیرک بالا به سقف متصل بوده و تیرک پایین به قاب سرد نورد متصل است و به صورت کشویی امکان جابجایی دارند) استفاده نمود.

این دیوارها تنها در شرایطی به عنوان جزء غیرسازه‌ای منظور می‌شوند که ضمن رعایت فواصل جداسازی مندرج در بند پ ۶-۴ و پس از نصب قطعات پرکننده میانی و صفحات روکش، مانعی برای حرکت جانبی مجموعه دیوار ایجاد نشود. در غیر اینصورت، لازم است بر اساس الزامات بند ۳-۷-۲ و پیوست (۵) این استاندارد، اثرات میانقابی این دیوارها مد نظر قرار گیرد.

پ ۶-۷-۳ دیوارهای بلوکی

در اجرای دیوارهای ساخته شده از بلوک، باید جداسازی در جهت داخل صفحه و مهار در جهت خارج از صفحه طبق بند پ ۶-۴ مد نظر قرار گیرد. این دیوارها تحت اثر بارهای خارج از صفحه، بسته به شرایط تکیه گاهی و ابعاد بلوک، مشابه با یک دال یک یا دو طرفه رفتار می‌کنند. به این ترتیب، تامین مقاومت خمشی خارج از صفحه مورد نیاز این دیوارها، باید با رعایت ضوابط بند ۴-۴-۳ این آیین‌نامه و با استفاده از وادار، تیرک، شبکه مش الیاف و المانهای مسلح کننده افقی بر اساس الزامات این بند مورد توجه قرار گیرد.

- تسلیح افقی: دیوارهای بلوکی اجرا شده با ملات سیمانی می‌تواند با استفاده از میلگرد بستر خرابایی یا نردبانی و دیوارهای بلوکی اجرا شده با چسب یا ملات بستر نازک (ضخامت



مالات کمتر از ۳ میلی‌متر)، می‌تواند با استفاده از بست‌های نازک فولادی منقطع یا پیوسته مسلح شود. میلگردها و بست‌های مورد استفاده باید به نحو مناسبی در برابر خوردگی محافظت شوند و در صورتیکه میلگردها به صورت خرابایی یا نردبانی باشند، با توجه به اینکه انتقال نیرو بین ملات و میلگرد طولی توسط میلگردهای مورب یا عمود انجام می‌شود، نیازی به آج‌دار بودن میلگرد بستر نیست. حداقل سطح مقطع مسطح کننده ۰/۰۰۰۳ سطح مقطع موثر دیوار در برش خارج از صفحه می‌باشد. حداکثر فاصله قائم قطعات مسلح کننده در ارتفاع دیوار ۱/۰ متر می‌باشد که باید قطعه بر اساس آن طراحی و محاسبه شود.

– پایدارسازی در راستای خارج از صفحه با استفاده از وادار: در صورتی که طول دیوار از مقادیر مجاز بر اساس طراحی بر اساس بند ۴-۴-۳ و موارد مندرج در بند پ ۶-۴-پ بیشتر شود، از عضو قائم با مقطع فولادی یا بتنی (وادار) به عنوان تکیه‌گاه برای مهار خارج از صفحه دیوار و اجزاء مسلح کننده آن استفاده می‌شود. اجرای وادار در مجاورت ستون‌ها و دیوارهای برشی بتنی در تمام سیستم‌های سازه‌ای ممنوع است و حداقل فاصله وادار از ستون ۱/۰ متر می‌باشد.

وادار باید با اتصال مفصلی به کف سازه‌ای طبقه متصل شود. اتصال وادار در زیر تراز سقف بهتر است در راستای داخل صفحه به صورت کشویی باشد تا امکان جابجایی درون صفحه دیوار فراهم شود. در دیوارهایی که خارج از قاب سازه‌ای قرار دارند باید ابتدا و انتهای دیوار توسط وادار مهار شود، همچنین می‌توان در محل تقاطع دیوارها نیز از وادار استفاده نمود. وادارهای ابتدا و انتهای دیوار و محل‌های تقاطع باید به نحوی باشند تا تحت اثر بارهای محوری ناشی از تغییر شکل تیر سقف تحت اثر خزش، بارهای ثقلی و لرزه‌ای قرار نگیرند. در این حالت، وادار در دو راستا مهار شده است و تحت اثر جابجایی نسبی طبقه قرار می‌گیرد؛ بنابراین همان ضوابط جداسازی که در مجاورت ستون باید رعایت شود در مجاورت این وادارها نیز باید رعایت شود. در دیوارهای خارجی، روی سطح وادار باید به وسیله پشم‌سنگ ضد رطوبت به منظور عایق بندی پوشانده و بر روی آن یک لایه مش الیاف یا رابیتس برای جلوگیری از ترک‌خوردگی نازک‌کاری اجرا شود. در شرایطی که استفاده از وادار بتنی مد نظر باشد، می‌توان از بلوک‌های توخالی به عنوان قالب وادار بتنی استفاده نمود و در حین اجرای دیوار، داخل بلوک‌ها را با ملات پر نمود.



- اتصال دیوار به وادار: نحوه اتصال دیوار به وادار بستگی به شرایط تکیه‌گاهی وادار دارد. در شرایطی که وادار در تراز سقف در دو راستا مهار شده باشد، نحوه اتصال دیوار به وادار مانند نحوه اتصال به ستون و با جداسازی می‌باشد؛ اما اگر وادار به صورت کشویی اجرا شود می‌توان دیوار را به واسطه قطعات با اتصالات جوشی یا پیچی و نظایر آن به وادار متصل نمود. دیوار بلوکی در فاصله بین وادارها باید با میلگرد بستر یا تسمه‌های فولادی مسلح شود.

- اتصال وادار به قاب سازه‌ای: در صورت استفاده از وادار، اتصال وادار به قاب سازه‌ای در تراز زیر سقف یا تیر به دو صورت امکان‌پذیر است. یک حالت اجرا استفاده از اتصال کشویی برای وادار، در راستای درون صفحه دیوار، در زیر سقف یا تیر می‌باشد. در این حالت، مجموعه دیوار و وادار همزمان از آزادی در حرکت جانبی برخوردارند. وادارها نباید به نبشی‌های تعبیه شده در تیرها که تنها برای جلوگیری از حرکت خارج از صفحه نصب شده‌اند جوش شوند. با توجه به اتصال کشویی وادار، نیازی به رعایت فاصله جداسازی دیوار در مجاورت وادارها نمی‌باشد و دیوار می‌تواند از بر وادار چیده شود.

روش دیگر اتصال وادار به قاب سازه‌ای، استفاده از اتصال تلسکوپی است. اجرای اتصال به صورت تلسکوپی به این دلیل است که وادار، تحت اثر نیروی محوری ناشی از بارهای ثقلی یا لرزه‌ای، تحت اثر تغییرشکل‌های تیر قرار نگیرد. در این حالت وادار در برابر حرکت جانبی در هر دو راستا مقید می‌شود.

توجه شود که در دیوارهای واقع در خارج قاب، وادارهای دو انتهای دیوار باید با اتصال تلسکوپی اجرا شوند.

- اجرای تیرک‌ها: ارتفاع آزاد دیوارهایی که ارتفاع آنها از مقادیر محاسباتی بر اساس بند ۴-۴-۳ و موارد مندرج در بند پ ۶-۴-پ بیشتر باشد، باید با استفاده از عضو افقی با مقطع فولادی یا بتنی (تیرک) کاهش داده شود. در این حالت برای این‌که جداسازی دیوار از قاب سازه‌ای به نحو مناسب انجام شود، نحوه اجرای تیرک باید به صورتی باشد که تیرک به صورت کامل بر روی دیوار بنشیند تا بار ثقلی دیوار فوقانی به صورت خمشی به تیرک منتقل نشود. اتصال انتهای تیرک به ستون نیز باید به صورت نشیمن با قابلیت جابجایی در راستای دیوار باشد. در این حالت نیز حداقل فاصله وادار از ستون ۱/۰ متر می‌باشد.



- اتصال دیوار به اعضای قائم سازه ای: اتصال لبه قائم دیوارها به ستون‌ها و دیوارهای برشی ساختمان یا هر عضو قائم سازه‌ای دیگر در سازه باید به گونه‌ای باشد که ممانعتی در برابر جابجایی نسبی ایجاد نکند. در دیوارهای پانلی و دیوارهای مسلح شده با مش الیاف نیازی به اتصال بین دیوار و اعضای قائم سازه‌ای وجود ندارد و فواصل بین این دو باید با مواد تراکم‌پذیر مانند پشم‌سنگ ضد رطوبت پر شود و بر روی آن، در نازک‌کاری، از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس استفاده شود. استفاده از اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا ناودانی، اتصال با بست‌های انعطاف پذیر U شکل و شاخک انتهایی برای این امر توصیه می‌شود. نبشی و ناودانی‌های فولادی می‌توانند منقطع یا پیوسته باشند و باید برای نیروی خارج از صفحه طراحی شوند.

- اتصال دیوار به زیر سقف: دیوار باید بدون اتصال مستقیم به سقف و با استفاده از مهار خارج از صفحه دیوار با قطعاتی از قبیل نبشی یا ناودانی به نحوی اجرا شود که امکان حرکت آزادانه دیوار در درون صفحه تأمین شود. انتخاب نوع اتصال بستگی به وضعیت دیواری دارد که بین اعضای قائم شامل ستون، دیوار و یا وادار مهار شده است. در سازه‌های بتنی، چنانچه بر اساس نوع سقف امکان پیش‌بینی اتصالات مناسب لغزشی در زمان ساخت عضو سازه‌ای برای بالای دیوار نباشد، می‌توان این اتصال را با کاشت مهار و یا پیچ و رول پلاک پس از اجرای تیر انجام داد. باید توجه شود که در این صورت، مهار یا پیچ باید تا هسته تیر بتنی ادامه داده شود و کاشت و اتصال به پوشش بتن مجاز نیست. نبشی و ناودانی‌های فولادی می‌توانند منقطع یا پیوسته باشند و باید برای نیروی خارج از صفحه طراحی شوند.

- اجرای دیوار در دهانه‌های مهاربندی: در دهانه‌های مهاربندی در تمام ساختمان‌ها، دیوار باید در جهت داخل صفحه از قاب سازه‌ای جداسازی شود. اجرای دیوار در محور مهاربند با هرگونه تماس یا اتصال به مهاربند، با توجه به اینکه مانع از عملکرد صحیح و رفتار مناسب مهاربند می‌شود، ممنوع است. دیوار باید خارج از محور مهاربند و با جزییات جداسازی مناسب اجرا شود. در صورت نیاز به عدم نمایان بودن مهاربند، اجرای دو دیوار در دو سمت مهاربند که فاقد هرگونه اتصال و درگیری با مهاربند باشند مجاز است.



- تقاطع دیوارهای غیرسازه ای با یکدیگر: اجرای هشتگیر در محل تقاطع دیوارهای غیرسازه ای بلوکی ممنوع می باشد. توصیه می شود در محل تقاطع دیوارها، برای جداسازی دیوارها از یکدیگر، از وادار و یا مش الیاف به صورت L شکل استفاده شود.

- اجرای نعل درگاه و نصب پنجره: در شرایطی که دیوارها دارای درب یا پنجره باشند، اجرای نعل درگاه و نصب پنجره یا درب باید با در نظر گرفتن الزامات مربوطه انجام شود. برای بازشوهای بزرگتر از ۲/۰ متر، نیاز به اجرای وادار و نعل درگاه در کنار بازشو می باشد. در این حالت در صورتیکه که بازشو نزدیک به ستون باشد، می توان از تیرک افقی در بالا و پایین بازشو به عنوان جایگزین وادار قائم مجاور ستون استفاده نمود. در بازشوهای کوچکتر از این اندازه، در صورتی که از چارچوب فلزی مناسب که پاسخگوی بارهای وارده باشد استفاده شود و المان های مسلح کننده دیوار به قاب متصل شوند (می توانند جوش داده شوند)، احتیاجی به تعبیه وادار در کنار بازشو نیست. در غیر این صورت، باید برای این دهانه ها نیز وادار تعبیه نمود. استفاده از مش الیاف به همراه ملات سیمانی از بیرون و اندود گچی از داخل ساختمان در کناره های بازشو به جای وادار مجاز است.

پ ۶-۷-۴ مسلح کردن دیوار با شبکه الیاف

در صورت انتخاب روش مهار لرزه ای دیوارها با استفاده از شبکه الیاف، خمش دیوار به صورت یک طرفه و در راستای قائم منظور می گردد. بنابراین دیوار نیازی به وادار قائم و افقی (تیرک) ندارد.

در این روش، شبکه مش الیاف باید در دو سمت دیوار و به نحوی که نوارهای مش الیاف روبروی یکدیگر در دو طرف دیوار قرار گیرند، اجرا شود. عرض نوارها، نوع، جنس و مقاومت الیاف در دو طرف دیوار باید برابر باشد. همچنین، اجرای شبکه مش الیاف در لبه های دیوار و کنار بازشوها الزامی است.

در صورتی که نازک کاری روی دیوار از جنس سیمان انتخاب شده باشد، استفاده از شبکه مش با الیاف شیشه مقاوم به قلیا (AR-Glass) با مقاومت تسلیم بیش از ۱۰۰۰ MPa مجاز است. حداقل مقاومت کششی مشخصه مش الیاف شیشه در عرض ۵ سانتی متر و پس از ۲۸ روز قرارگیری در محیط قلیا (سود ۵٪)، باید ۱۲۰۰ نیوتن باشد. توصیه می شود مقاومت کششی مشخصه الیاف برای هر پروژه با توجه به شرایط آن پروژه بدست آید اما



در هر حال نباید کمتر از مقدار ذکر شده باشد. علاوه بر این، الیاف شیشه مقاوم به قلیا باید حداقل ۱۶ درصد زیرکونیا (ZrO_2) در ذات خود (مغز تا سطح لیف) داشته باشد. همچنین توصیه می‌شود که این الیاف علاوه دارا بودن زیرکونیوم، دارای پوشش‌های محافظتی نیز باشند. ضخامت لایه سیمانی بین ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر و نسبت مناسب سیمان و سنگ‌دانه در لایه سیمانی ۱ به ۲ می‌باشد. استفاده از از پوزولان‌ها به عنوان جایگزین قسمتی از سیمان بلامانع است.

در صورتی که نازک‌کاری از جنس گچ انتخاب شده باشد، استفاده از شبکه مش سایر انواع الیاف شیشه با مقاومت تسلیم حداقل ۱۲۰۰ نیوتن در عرض ۵ سانتی‌متر الیاف و با اجرای پوشش محافظ بر روی آنها مجاز است.

استفاده از شبکه مش الیاف کربن و بازالت برای تسلیح دیوارها منوط به تائید مراجع ذیصلاح می‌باشد.

مش مورد استفاده برای تسلیح دیوار باید دو جهته باشد. در مش دو جهته، در هر دو جهت نخ‌ها از مقاومت کششی بالایی برخوردار می‌باشند. نیروی کششی قابل تحمل توسط راستای عرضی الیاف باید حداقل ۷۰ درصد راستای طولی آن بوده و جنس الیاف دو راستا باید یکسان باشد.

فاصله بین چشمه‌ها (یک نخ تا نخ مجاور) در ساختار شبکه‌ای بنا به طراحی می‌تواند متفاوت باشد، اما این فاصله نباید از ۵ میلی‌متر کمتر و از ۱۰ میلی‌متر بیشتر باشد. به عبارت دیگر، تعداد رشته الیاف در عرض ۵ سانتی‌متر باید ۱۰ عدد و کمتر باشد.

حداکثر اندازه سنگدانه مورد استفاده در ملاتی که برای نصب و اجرای شبکه مش الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد، نباید از حداقل دو مقدار نصف فاصله باز بین چشمه‌ها و ۲ میلی‌متر بیشتر باشد. در این حالت، مش راستای عمود باعث انتقال بار از طریق ملات به الیاف و عملکرد مناسب الیاف در ملات نازک می‌شود.

پ ۶-۷-۵ جلوگیری از آسیب به سازه‌های بتنی در حین اجرای اتصالات مهار دیوارها

کلیه اتصالات به سازه‌های بتنی باید با استفاده از میخ و پیچ انجام شود و یا در هنگام اجرای اسکلت سازه بتنی صفحات دارای گل‌میخ یا میلگرد جوش شده دارای خم انتهایی در مکان‌ها و مقاطع مورد نظر جایگذاری شوند. محل میخ یا پیچ باید به فاصله‌ای از لبه



قطعات اجرا شود که موجب قله‌کن شدن پوشش بتنی اعضای سازه نشود. استفاده از میخ‌های کاشت به صورت ضربه‌ای ممنوع است و می‌توان از روش کاشت چرخشی استفاده نمود. زاویه نصب پیچ یا میخ در اجرای اتصالات بر سطوح اعضای سازه باید به صورت قائم باشد.

پ ۶-۸ جان پناه‌ها

با توجه به ضوابط سازمان آتش‌نشانی حداقل ارتفاع جان پناه‌ها ۱/۲ متر توصیه می‌شود. در این حالت می‌توان ستون‌های پیرامونی بام را تا ارتفاع ۱/۳۵ متر بر روی بام ادامه داد. این ارتفاع برای مهار لرزه‌ای جان پناه می‌باشد. در فاصله بین ستون‌ها در فواصل محاسباتی بر اساس بند پ ۴-۶ نیاز به اجرای وادار (فلزی یا بتنی) یا تقویت دیوار با ملات مسلح شده با مش الیاف به صورت تمام پوشش می‌باشد. دیوار جان پناه بین وادارها باید به نحو مناسبی با استفاده از میلگرد بستر یا تسمه، برای تأمین پایداری خارج از صفحه جان پناه، مسلح شود. توجه شود که با توجه به عدم وجود جابجایی نسبی در جان پناه نیازی به جداسازی دیوار از وال پست یا ادامه ستون نیست. همچنین، با توجه به طره بودن وادار در این حالت باید اتصال وال پست به کف به صورت گیردار اجرا شود.

در صورتی که امکان ادامه دادن ستون‌ها وجود نداشته باشد یا در صورت وجود پیش آمدگی در تراز بام، می‌توان دیوار جان پناه را با اجرای وادار در فواصل محاسباتی بر اساس بند پ ۴-۶ و تسلیح دیوار در فواصل آن پایدار نمود.

برای پایداری دیوارهای بالکن‌ها نیز از روش‌های مشابه با روش ذکر شده برای پایداری جان پناه‌ها می‌توان استفاده نمود. در این حالت باید توجه کرد در صورتی که دیوار در تماس با ستون قرار گیرد باید جداسازی بین ستون و دیوار انجام پذیرد.

پ ۶-۹ نما

جزئیات اجرایی برای نماهای داخلی و خارجی - در صورت عدم مغایرت با ضوابط فصل چهارم این آیین‌نامه - می‌تواند بر اساس ضوابط ارائه شده در آخرین ویرایش از نشریه ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه با عنوان «دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها» انجام شود.



پ ۶-۱۰ سقف کاذب

سقف‌های کاذب از لحاظ نحوه اتصال به سقف به چهار گروه کلی تقسیم می‌شوند:
دسته الف: سقف‌های کاذبی که با چسب یا اتصالات مکانیکی مستقیماً به سقف متصل هستند؛

دسته ب: صفحات آویخته گچی، فلزی یا چوبی (با ارتفاع آویز کمتر از ۶۰ سانتی‌متر از سقف) که توسط اعضای فلزی یا چوبی به سقف متصل شده‌اند؛
دسته پ: صفحات آویخته گچی، فلزی یا چوبی (با ارتفاع آویز بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر از سقف) که توسط اعضای فلزی یا چوبی به سقف متصل شده‌اند و همچنین سقف‌های کاذب تشکیل شده از توری‌های فلزی (رایبیتس) با روکش گچی؛
دسته ت: سقف‌های کاذب یکپارچه دارای سازه مستقل نگهدارنده به شکل T که تجهیزات روشنایی و مکانیکی نیز بر روی آن نصب شده‌اند.
به طور کلی، در انتخاب سقف‌های کاذب لازم است بسته به اهمیت ساختمان، موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

الف- ساختمان‌های با اهمیت متوسط: سقف‌های کاذب گروه‌های الف، ب و ت نیازی به طرح لرزه‌ای ندارند. سقف‌های کاذب گروه پ، باید قادر به پذیرش تغییرشکل‌های نسبی محاسبه شده طبق بند ۴-۲-۴ این آیین‌نامه باشند.

ب- ساختمان‌های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد: سقف‌های کاذب گروه‌های الف و ب و ت باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه شده طبق بند ۴-۲-۴ باشند. سقف‌های کاذب گروه پ، باید قادر به پذیرش نیروهای طراحی لرزه‌ای و تغییرشکل‌های نسبی محاسبه شده طبق بندهای ۴-۲-۴ تا ۴-۲-۴ باشند.

علاوه بر این، نکات زیر باید در طراحی لرزه‌ای سقف‌های کاذب رعایت گردد:
- در زیر بالکن‌های طره یا سایه‌بان‌هایی که دچار شتاب قائم بالایی به هنگام زلزله می‌شوند، لازم است که طول آویزهای سقف کاذب حتی الامکان کاهش یابد.

- ارائه جزئیات لرزه‌ای برای سقف‌های کاذب با مساحت کمتر از ۱۵ مترمربع که توسط دیوارها به صورت جانبی در سازه مهار شده‌اند لازم نیست.

- برای سقف‌های کاذب دسته (ت) سنگین، جزئیات لرزه‌ای خاص و تامین مهاربندی بیشتری مورد نیاز است. مهاربندی لرزه‌ای برای سقف‌های سنگین آویخته به صورت معمول



شامل یک میله فشاری قائم و مهارهای سیمی کششی قطری می‌باشد. در برخی موارد، می‌توان به جای مهاربندی سیمی و میله‌های فشاری از اعضای خمشی استفاده کرد.

پ ۶-۱۱ راه‌پله‌ها

پله‌ها و شیب‌راه‌ها (رمپ‌ها) باید به گونه‌ای طراحی و جزئیات‌بندی شوند که در هنگام زلزله، عملکرد مناسبی داشته و اختلالی در باربری و شکل‌پذیری مورد انتظار سیستم مقاوم لرزه‌ای ساختمان ایجاد ننمایند. برای این منظور، لازم است بر مبنای یکی از روش‌های زیر عمل شود:

الف- عدم جداسازی سازه پله‌ها و شیب‌راه‌ها از سازه ساختمان؛

ب- جداسازی پله‌ها و شیب‌راه‌ها از سیستم مقاوم لرزه‌ای ساختمان.

در شرایطی که عدم جداسازی سازه پله‌ها و شیب‌راه‌ها از سازه ساختمان مد نظر باشد، باید ملاحظات بند ۳-۷-۳ رعایت شود.

در شرایطی که جداسازی این اجزاء از سیستم مقاوم لرزه‌ای ساختمان مد نظر باشد، روشهای پیشنهادی زیر می‌تواند مورد توجه قرار گیرد:

- اجرای تیر و اتصال دال راه پله در تراز پاگرد میان طبقه باعث ایجاد ستون کوتاه در ستون‌های مجاور راه پله می‌شود. برای جلوگیری از تشکیل ستون کوتاه می‌توان بجای اجرای تیر نیم طبقه، آن را در همان تراز طبقه اجرا نمود و بر روی آن دو ستونک اجرا کرد. سپس بر روی این ستونک‌ها تیری اجرا شود که به ستون‌های اطراف متصل نبوده و انتهای آن با ستون‌های اطراف فاصله‌ای حداقل به اندازه 0.1 ارتفاع طبقه دارد. نهایتاً، دال پله و پاگردها در تراز نیم طبقه به تیر قرار گرفته بر روی ستونک‌ها متصل شوند. لازم به ذکر است، تیر نشیمن قرار گرفته در تراز طبقه که ستونک‌ها بر روی آن قرار دارند بایستی تحت پیچش ایجاد شده ناشی از بارهای ثقلی و لرزه‌ای طراحی شود. به عنوان یک روش جایگزین می‌توان از ستون‌های فولادی یا بتنی به صورت آویز از سقف استفاده نمود.

- روش دیگر برای کاهش اندرکنش پله و سازه، جداسازی آن در تراز پاگرد میان طبقه و تراز پاگرد پایین هر طبقه می‌باشد. به این ترتیب از ایجاد ستون کوتاه در ستون‌های مجاور



راه پله و آسیب به دال راه پله به علت جذب نیروی جانبی توسط راه پله جلوگیری می‌شود. جزئیات جداسازی باید متناسب با مبانی محاسباتی و فرآیندهای اجرایی دنبال شوند. - در پله‌های سبک، بهره‌گیری از اتصالاتی با سوراخ‌های لوبیایی برای جداسازی پله از کف‌های متصل و جلوگیری از خرابی ناشی از تغییر مکان نسبی بین طبقه‌ای مفید می‌باشند.

لازم به تاکید است، تأمین خروجی‌های ایمن عاملی بسیار مهم برای ایمنی راه‌پله‌ها در برابر زلزله است. اگر نرده پله‌ها با مصالح ترد مانند مصالح بنایی غیرمسلح، سفال کاری مجوف و ... ساخته شده باشد، می‌بایست دارای درزهای اجرایی لازم بوده تا از آوار و خطرات ناشی از سقوط مصالح در پله‌ها جلوگیری شود. لوله‌ها، چراغ‌ها، چراغ‌های اضطراری یا کانال‌ها باید دارای مهاربند باشند تا از خطر سقوط و ایجاد آوار در پله‌ها جلوگیری شود.