



دفتر مقررات ملّی و کنترل ساختمان



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست۶

استاندارد ۲۸۰۰

ویرایش چهارم

طراحی لرزه‌ای و اجرای

اجزای غیر سازه‌ای معماری

جمهوری اسلامی ایران

وزارت راه و شهرسازی	تاریخ:
وزیر	شماره:

بسمه تعالی

به استناد ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان-مصوب ۱۳۷۴- پیوست ششم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله ویرایش چهارم (استاندارد۲۸۰۰) با عنوان «طراحی لرزه‌ای و اجرای اجزاء غیر سازه‌ای معماری» که توسط این وزارتخانه- مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی- و با راهبری معاونت مسکن و ساختمان تدوین شده و مراحل تصویب را گذرانده است، به شرح پیوست ابلاغ می‌گردد.

از این رو، شهرداری‌ها، بخشداری‌ها، دهیاری‌ها و سایر مراجع صدور پروانه و کنترل و نظارت بر اجرای ساختمان‌ها و همچنین مالکان، کارفرمایان و مجریان ساختمان‌ها و صاحبان حرفه‌های مهندسی ساختمان می‌بایست این ضوابط را رعایت و اجرا نمایند.

محمد اسلامی

پیشگفتار معاون مسکن و ساختمان

سرزمین پهناور ایران در طول تاریخ سترگ خود همواره با رخدادی طبیعی به نام زلزله مانوس و عجین بوده است. زمین‌لرزه‌های اخیر هم چون منجیل و رودبار در سال ۱۳۶۹، بم در سال ۱۳۸۲ و سرپل‌ذهاب در سال ۱۳۹۶ هر یک درس آموخته‌هایی را به دنبال داشته است. بعد از زلزله منجیل آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله تحت عنوان استاندارد ۲۸۰۰ که نخستین ویرایش آن یک‌سال قبل از این رویداد به چاپ رسیده بود، مورد توجه گسترده جامعه مهندسی قرار گرفت، در زلزله بم نیز توجه به رویکرد پیشگیرانه و کاهش مخاطرات در قالب مدیریت جامع بحران، دستاورد آن رویداد تلخ بود و عملاً زمین‌لرزه سرپل‌ذهاب نیز توجه جامعه مهندسی ساختمان کشور را به موضوع اجزای غیرسازه‌ای و دیوارهای جداکننده و پیرامونی ساختمان‌ها معطوف نموده است. حاصل این توجه پیوست ششم آئین‌نامه ۲۸۰۰ می‌باشد که تحت عنوان طراحی لرزه‌ای و اجرای اجزاء غیر سازه‌ای معماری تهیه و در اختیار جامعه مهندسی ساختمان قرار می‌گیرد.

به‌نوبه خود از همکارانم در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و به‌ویژه کمیته دائمی بازنگری آئین‌نامه ۲۸۰۰ که بر این امر مهم همت گذارده‌اند سپاسگزاری نموده و همچنین از آقایان مهندس منصور نویریان و مهندس پیام پالیزیان که زحمت بررسی و ویرایش متن حاضر را به لحاظ اجرائی بودنِ جزئیات ارائه شده در آن تقبل نموده‌اند نیز تشکر می‌نمایم.

مازیار حسینی

معاون مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی

پیشگفتار رئیس مرکز

اعضای غیر سازه‌ای معماری از جمله دیوارهای داخلی و خارجی ساختمان‌ها در زلزله آسیب پذیر بوده و تا حال خسارت‌های جانی و مالی فراوانی در سطح جهانی و بویژه در ایران موجب شده‌اند. مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی مدتها است این موضوع را در دستور کارهای خود قرار داده و با انجام آزمایشات استاتیکی و دینامیکی با شتاب‌های مختلف تا شدت‌های بیش از زلزله‌های معمول بر روی اجزای غیر سازه‌ای معماری بخصوص دیوارهایی که در کشور ساخته می‌شود، سعی بر آن داشته تا ضوابطی برای ساخت این اجزا تدوین نماید و در این راستا تجربیات بین المللی را نیز مد نظر قرار داده است. پیوست حاضر خلاصه‌ای از نتایج این تحقیقات است که با توجه به حوادث ناگوار ناشی از زلزله در سال های اخیر در کشور بنا به توصیه کمیته اجرایی آیین نامه قبل از ویرایش پنجم که اکنون مقدمات تدوین آن فراهم شده، برای اجرا ابلاغ می‌گردد.

این پیوست شامل دو بخش است: بخش اول عمدتا بر روی دیوارهایی متمرکز است که با پیش بینی درز انقطاع از سازه جدا اجرا می‌شوند و در سختی آن دخالتی ندارند و برای سازه مزاحمتی ایجاد نمی‌کنند. در این بخش جزییات اجرایی سایر اجزای غیر سازه‌ای از قبیل جان پناه، راه پله، سقف کاذب و نما نیز پوشش داده شده است. بخش دوم برای ساختمان‌های تا چهار طبقه بوده و به دیوارهایی اختصاص دارد که به سازه چسبانده می‌شود و در سختی آن مشارکت می‌کند. این دیوارها نقش میانقابی را بر عهده دارند. در این بخش نحوه طراحی این دیوارها و ضوابط اجرایی آنها پوشش داده می‌شود. علاوه بر جزییات مورد اشاره در این مجلد، استفاده از هرگونه راهکار اجرایی دیگری که الزامات مورد نظر استاندارد ۲۸۰۰ را برآورده سازد، مجاز دانسته شده است.

با عنایت به توجه ویژه کارگروه تدوین متن در خصوص وفادار ماندن به ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و دقت نظر و همراهی مجدانه و مسئولانه اعضای محترم کارگروه‌های اجزاء غیرسازه‌ای و تحلیل ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ در بازبینی و ارتقاء متن، کمیته اجرایی ترجیح داد که متن پیوست عینا گزارشی باشد که گروه تهیه کننده، زیر نظر کارگروه‌های اجزاء غیرسازه‌ای و تحلیل و با همکاری معاونت مسکن و ساختمان و دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان وزارت راه و شهرسازی تهیه کرده است. نظر به تأیید محتوای مطالب توسط کمیته اجرائی و هماهنگی این استاندارد، مجلد حاضر با نام "طراحی لرزه‌ای و اجرای اجزاء غیر سازه‌ای معماری" به عنوان پیوست ششم از ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ ایران ابلاغ شده و در راستای بخشنامه شماره ۴۴۳۱۳/۱۱۰/۰۱ مورخ ۹۳/۰۸/۲۴، لازم الاجرا دانسته می‌شود.

محمد شکرچی زاده

رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مجریان و اعضای کمیته تالیف به ترتیب حروف الفبا:

مهندس ابوالفضل آجرلو	مهندسین مشاور
مهندس سهیل اخوان	دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان وزارت راه و شهرسازی
مهندس مسعود افراز	دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان وزارت راه و شهرسازی
دکتر عاطفه جهان محمدی	عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی
دکتر نادر خواجه احمد عطاری	عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی/ **مجری بخش اول**
دکتر مژده زرگران	عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی
مهندس رضا غفاری	مهندسین مشاور
مهندس کوروش غفاری ایرد موسی	مهندسین مشاور
دکتر مجید محمدی	عضو هیات علمی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله/ **مجری بخش دوم**

کمیته تصویب (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر علی اکبر آقا کوچک	استاد دانشگاه تربیت مدرس- مسئول کارگروه تحلیل و عضو کارگروه غیر سازه‌ای و اجرایی
دکتر محمدتقی احمدی	استاد دانشگاه تربیت مدرس- عضو کمیته اجرایی
دکتر محمدحسن بازیار	استاد دانشگاه علم و صنعت- عضو کمیته اجرایی
مهندس پیام پالیزیان	مهندسین مشاور
دکتر عباسعلی تسنیمی	استاد دانشگاه تربیت مدرس- عضو کمیته اجرایی
دکتر محسن تهرانی زاده	استاد دانشگاه امیرکبیر- مسئول کمیته هماهنگی و اجرایی
دکتر سیدمحسن حائری	استاد دانشگاه شریف- عضو کمیته اجرایی
مهندس بهمن حشمتی	انجمن مهندسان محاسب ساختمان- عضو کمیته اجرایی
دکتر مرتضی زاهدی	عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت- عضو کمیته هماهنگی و اجرایی
دکتر عبدالرضا سروقد مقدم	عضو هیات علمی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله- عضو کارگروه غیر سازه‌ای و تحلیل
دکتر محمد شکرچی زاده	استاد دانشگاه تهران و رییس مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی- عضو کمیته اجرایی
دکتر حمزه شکیب	استاد دانشگاه تربیت مدرس- عضو کمیته اجرایی
مهندس علی اصغر شهاب	مهندسین مشاور
مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی	مهندسین مشاور- عضو کمیته هماهنگی و اجرایی
دکتر محمد تقی کاظمی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف- مسئول کارگروه غیر سازه‌ای و عضو کمیته اجرایی
دکتر مازیار حسینی	استاد دانشگاه و معاون مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی
مهندس حامد مانی فر	مدیر کل دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان وزارت راه و شهرسازی
دکتر حسن مقدم	استاد دانشگاه صنعتی شریف- عضو کارگروه تحلیل و کمیته اجرایی
مهندس منصور نویریان	مدیر کل دفتر توسعه مهندسی ساختمان وزارت راه و شهرسازی
مهندس تیمور هنربخش	مهندسین مشاور- عضو کارگروه غیر سازه‌ای

ترسیم:

مهندس وحید کیانی	مهندسین مشاور

پ۶-۱-ضوابط اجزای غیرسازه‌ای معماری

پ۶-۱-۱ مقدمه

در فصل چهارم این استاندارد ضوابط طراحی مهار لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها بیان شده است. در این پیوست راهکارهایی برای طراحی و مهار لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای معماری ارائه شده است. رعایت جزییات ارائه شده در این پیوست الزامی است ولی مهندس طراح می‌تواند از سایر راهکارها، در صورتی‌که محاسبات مربوط به طراحی و مهار لرزه‌ای براساس ضوابط فصل چهارم انجام شود و اهداف این پیوست را برآورده نماید، استفاده کند. نمونه‌هایی از جزییات مهار لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای مکانیکی، الکتریکی و بیمارستانی در نشریه ۷۴۳ سازمان برنامه و بودجه کشور ارائه شده است.

پ۶-۱-۲- انواع اجزای غیرسازه‌ای معماری

اجزای غیرسازه‌ای معماری ساختمان شامل موارد زیر است:

۱- دیوار خارجی

۲-تیغه و دیوار داخلی

۳-جان پناه

۴-راه پله

۵- سقف کاذب

۶-نما

۷- سایر موارد

پ۶-۱-۳- بارها و اثرات ناشی از زلزله

بارهای لرزه‌ای وارد به اجزای غیر سازه‌ای معماری همراه با محدودیت‌هایی که در تغییرمکان‌های جانبی آنها باید رعایت شود در بندهای ۴-۱ و ۴-۲ این استاندارد ارائه شده است.

این نیرو باید همراه با بارهای مرده مورد انتظار به عضو غیر سازه‌ای اعمال شده و به صورتی باشد که بیشترین نیاز را در تکیه‌گاه‌ها و مهارهای آنها ایجاد کند. در ارتباط با تغییر مکان‌ها، باید مقدار عرض درزهای انقطاع در نظر گرفته شده با ضابطه ارائه شده در این پیوست سازگار باشد.

پ۶-۱-۴- ضوابط و الزامات لرزه‌ای اجزای غیر سازه‌ای

پ۶-۱-۴-۱- دیوارها

در این بند ضوابط و الزامات دیوار، بسته به نوع کاربرد آن ارائه شده است. دیوارها را می توان به دو صورت غیر پیوسته (جداسازی شده از سازه اصلی) و یا چسبانده شده به دیوار (میانقابی) طراحی و اجرا نمود. دیوارهای غیر پیوسته به دیواری اطلاق می‌شود که بجز در کف‌ها با پیش بینی درز انقطاع از سازه باربر جانبی جداشده و در سختی آن دخالت ندارند و مزاحمتی برای رفتار سازه ایجاد نمی‌کنند. در دیوارهای غیر پیوسته لازم است دیوار و اتصالات آن صرفا تحت اثر نیروهای اینرسی خارج صفحه کنترل شوند. الزامات لازم برای جداسازی مطابق جزییات ارائه شده در این بند باید در کلیه ساختمان‌های بلندتر از چهارطبقه و نیز در ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد و با طبقات کمتر از چهار طبقه رعایت شود.

دیوارهای چسبانده شده به سازه (میانقابی) در سختی آن دخالت دارند و باید در برآورد نیروهای وارد بر آن طبق بخش پ۶-۲ دخالت داده شوند. در این صورت باید رفتار و عملکرد میانقابی دیوار و نیروهای وارد بر تیر و ستون و خود دیوار – بر اثر این رفتار– براساس ضوابط ارائه شده در آن بخش در محاسبات لحاظ شود.

پ۶-۱-۴-۱-۱- دیوارهای خارجی

دیوارهای خارجی را می‌توان با ایجاد درز پیوسته بین آنها و سازه محیطی غیر پیوسته کرد. برای این دیوارها باید اتصالاتی در نظر گرفت که قابلیت حرکت داخل صفحه و مهار خارج از صفحه را به دیوار بدهند (بندهای ۱-۵-۸ و ۴-۵-۳ این استاندارد). فواصل جداسازی دیوارها از قاب باید توسط مواد تراکم‌پذیر مناسب از قبیل پشم سنگ ضد رطوبت پر شوند. توصیه می‌شود برای جلوگیری از ترک‌خوردگی در نازک‌کاری از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس بر روی مواد تراکم‌پذیر استفاده شود. در بیمارستان‌ها ساختمان‌ها برای جلوگیری از ایجاد ترک خوردگی در نازک کاری، در گوشه‌های دیوار در هنگام زلزله لازم است از اتصالات کشویی سرتاسری در کناره ها و تراز سقف استفاده شود. در سایر ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد استفاده از این ضابطه توصیه می‌شود.

پ۶-۱-۴-۱-۱-۱- محدودیت ابعاد هندسی

طول آزاد دیوار خارجی در پلان نباید از ۴ متر و ارتفاع آزاد آن نباید از ۳٫۵ متر بیشتر در نظر گرفته شود. در دیوارهای با طول بیشتر از ۴ متر باید از عضو قائم با مقطع فولادی یا بتنی به عنوان تکیه‌گاه جهت مهار خارج از صفحه دیوار (وادار) و در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳٫۵ متر باید با استفاده از عضو افقی با مقطع فولادی یا بتنی (تیرک) ارتفاع آزاد را کاهش داد. جزییات وادارها و تیرک‌ها در بندهای پ۶-۱-۴-۲-۱و پ۶-۱-۴-۲-۴ ارائه شده است. در دیوارهای پانلی کارخانه‌ای ارتفاع دیوار می تواند تا حدی که برای برش و خمش عمود بر صفحه طراحی شده، در نظر گرفته شود.

پ۶-۱-۴-۱-۱-۲-طراحی دیوارها

دیوارها باید برای بارهای اینرسی ایجاد شده در آن ها، در جهت داخل صفحه و در جهت عمود بر صفحه طراحی شوند. در جهت داخل صفحه دیوار تحت تاثیر برش و خمش و در جهت عمود بر صفحه تحت تاثیر بار محوری ناشی از وزن دیوار و برش و خمش خارج از صفحه عمودی و افقی قرار می‌گیرد. روش طراحی این دیوارها در «راهنمای طراحی سازه‌ای و جزییات اجرایی دیوارهای غیر سازه‌ای – ضابطه شماره ۸۱۹ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی» ارائه شده است. شرایط مرزی تحت نیروهای عمود بر صفحه باید به صورت مفصلی در نظر گرفته شود.

تبصره۱: دیوارهای خارجی که تمام ارتفاع طبقه را پوشش نمی‌دهند (دیوار کوتاه)، بخصوص در ساختمان‌های بتنی، همواره باید از قاب سازه‌ای جدا شوند. زیرا در غیر اینصورت می‌تواند باعث تشکیل "ستون کوتاه" در سازه شود.

پ ۶-۱-۴-۱-۱-۳-عرض درز های انقطاع (فاصله جداسازی)

فاصله جداسازی دیوار از ستون‌ها به اندازه ۰٫۰۱ ارتفاع کف تا کف طبقه و فاصله جداسازی از سقف برابر با بیشترین دو مقدار ۲۵ میلی‌متر و حداکثر خیز دراز مدت تیر می‌باشد.

پ ۶-۱-۴-۱-۱-۴- دیوارهای پانلی

دیوارهای پانلی کارخانه‌ای که به صورت نوارهای قائم در طول دیوار نصب می‌شوند مجاز به استفاده در ساختمان‌ها به عنوان دیوار خارجی، می‌باشند. در این حالت دیوار به صورت یک دال یک طرفه عمل می‌کند. دیوار باید با استفاده از نبشی یا المان مشابه در جهت خارج از صفحه، در تراز سقف و کف مهار شود. در این حالت باید اتصال پانل دیوار در تراز سقف با نبشی به صورت کشویی بوده و دیوار اجازه جابجایی داخل صفحه را داشته باشد. در این نوع دیوارها نیازی به اجرای وادار نمی‌باشد.

در صورتی‌که ارتفاع دیوار به اندازه‌ای باشد که پانل، قابلیت تحمل بار خمشی وارد بر آن را نداشته باشد، باید از تیرک در تراز میانی و وادار انتهایی استفاده نمود. تیرک مورد استفاده به وادار متصل می شود و باید از اتصال آن به ستون‌ها پرهیز شود. دیوارهای پانلی‌ای مجاز به استفاده در صنعت ساختمان هستند که دارای گواهی‌نامه فنی از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشند. استفاده از دیوارهای خارجی پانلی در بیمارستان‌ها موکدا توصیه می‌شود.

پ ۶-۱-۴-۱-۱-۵-دیوارهای بلوکی

در دیوارهای بلوکی، دیوار مشابه با یک پوسته و دال دو طرفه طراحی می‌شود. در این حالت جداسازی در جهت داخل صفحه و مهار در جهت خارج از صفحه می‌تواند توسط نبشی‌های فولادی و یا بست‌های U شکل متصل به

دال سازه‌ای در تراز سقف و نبشی یا بست‌های U شکل متصل به ستون‌ها در دو انتهای (طرفین) دیوار و وادارهای میانی انجام گردد. نبشی‌های فولادی می‌توانند منقطع یا پیوسته باشند که باید برای نیروی خارج از صفحه طراحی شوند. در این دیوارها باید از المان مسلح کننده میلگرد بستر مورب یا نردبانی برای دیوارهای دارای ملات ماسه سیمان و از بست‌های فولادی منقطع یا پیوسته برای دیوارهای دارای ملات بستر نازک و یا محصولات جدید مانند نوارهای مش الیاف، جهت یکپارچه سازی و حفظ پیوستگی دیوار استفاده نمود. در دیوارهای با ارتفاع کمتر از ۳/۵ متر لزومی به اجرای وادار انتهایی در نزدیکی ستون نمی‌باشد.

پ۶-۱-۴-۱-۲- دیوارهای داخلی (تیغه‌ها)

خرابی تیغه‌ها در زلزله یکی از عوامل اصلی آسیب‌رسان بوده است. به علاوه در حالاتی که از تیغه‌ها به عنوان مهار جانبی برای لوله‌کشی، اتاقک‌های الکتریکی، قفسه‌ها یا دیگر اعضای غیرسازه‌ای استفاده می‌شود، خرابی تیغه‌ها ممکن است باعث آسیب رساندن به این تاسیسات شود. تیغه‌های داخلی باید مانند دیوارهای خارجی از سقف و ستون‌ها جداسازی شوند.

فواصل جداسازی دیوارها از قاب باید توسط مواد تراکم‌پذیر مناسب از قبیل پشم سنگ ضد رطوبت پر شود. مانند دیوارهای خارجی در دیوارهای داخلی نیز توصیه می‌شود برای جلوگیری از ترک خوردگی در نازک کاری از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس بر روی مواد تراکم پذیر استفاده شود. در بیمارستان‌ها برای جلوگیری از ایجاد ترک خوردگی در نازک کاری، در گوشه های دیوار در هنگام زلزله لازم است از اتصالات کشویی سرتاسری در کناره ها و تراز سقف استفاده شود. در سایر ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد استفاده از این ضابطه توصیه می شود.

تبصره۱: در صورتی که از تیغه به عنوان مهار جانبی دیگر اعضای غیرسازه‌ای استفاده شود، تیغه و مهارهای لازم باید برای بار وارده کنترل شوند.

تبصره۲: تیغه‌هایی که تمام ارتفاع طبقه را پوشش نمی‌دهند (دیوار کوتاه) مانند دیوارهای خارجی بخصوص در ساختمان‌های بتنی همواره باید از قاب سازه‌ای جدا شوند.

پ۶-۱-۴-۱-۲-۱- فاصله جداسازی

فاصله جداسازی دیوارهای داخلی از ستون‌ها به اندازه ۰/۰۱ ارتفاع کف تا کف طبقه و فاصله جداسازی از سقف برابر با بیشترین دو مقدار ۲۵ میلی‌متر و حداکثر خیز دراز مدت تیر می‌باشد.

پ۶-۱-۴-۱-۲-۲- تیغه پانلی

در تیغه‌های پانلی قائم، دیوار به صورت یک دال یک طرفه طراحی می‌شود و دیوار باید با استفاده از قطعات نبشی یا قطعه اتصال مشابه در جهت خارج از صفحه در تراز سقف و کف مهار شود. در این حالت باید اتصال پانل دیوار در

تراز سقف با نبشی یا ناودانی به صورت کشویی بوده و دیوار اجازه جابجایی داخل صفحه را داشته باشد. در این نوع دیوارها نیازی به وادار انتهایی یا میانی نمی‌باشد.

پوشش نما و یا پاشش سیمان بر روی سطوح تیغه‌های پانلی باید به نحوی اجرا شود که موجب چسبیدن و اتصال نبشی به تیغه پانلی نشود و از حرکت آن در داخل صفحه جلوگیری ننماید.

در صورتی‌که ارتفاع دیوار به اندازه‌ای باشد که پانل قابلیت تحمل بار خمشی وارد بر آن را نداشته باشد، باید از تیرک در تراز میانی و وادار انتهایی استفاده نمود. توجه شود که تیرک باید به وادار متصل شود و از اتصال آن به ستون‌ها پرهیز شود. استفاده از دیوارهای داخلی پنلی در بیمارستان‌ها موکدا توصیه می‌شود.

در تیغه‌های ساخته شده از LSF باید توجه شود که تیرک پانل سرد نورد نباید به سقف متصل شود. در این حالت می‌توان از تیرک تغییر شکل دهنده (دو تیرک قرار گرفته در درون هم که به صورت کشویی امکان جابجایی دارند و تیرک بالا به سقف متصل بوده و تیرک پایین به قاب سرد نورد متصل است) استفاده نمود برای جزییات بیشتر می‌توان به نشریه ۶۱۲ سازمان برنامه و بودجه مراجعه نمود.

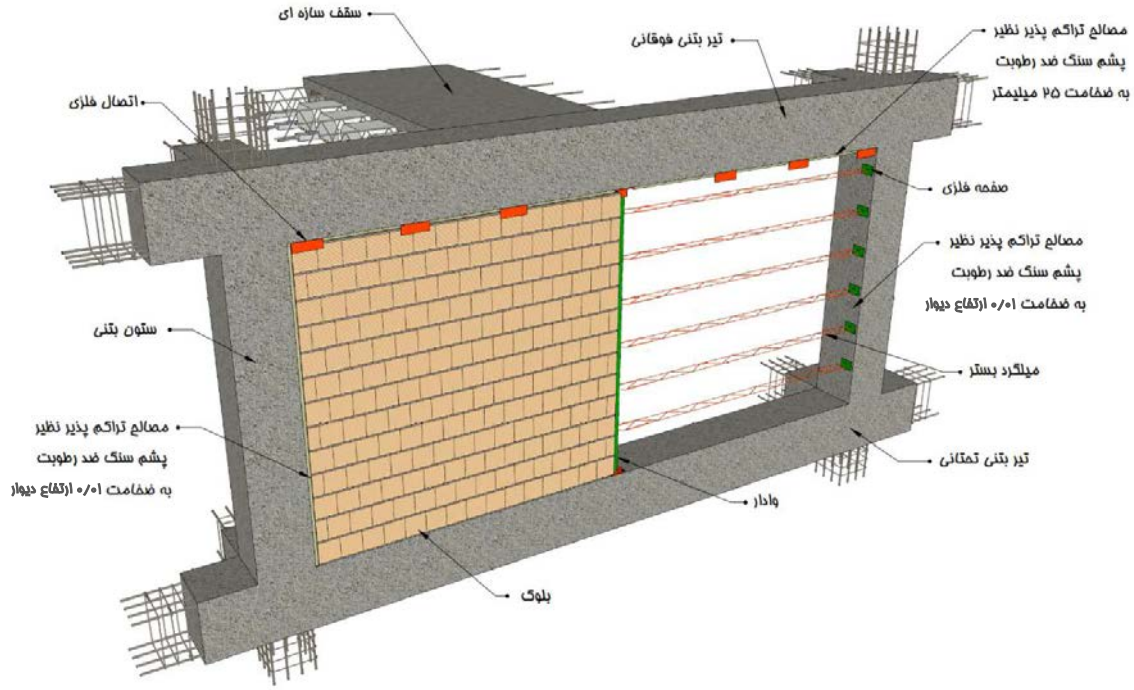
پ۶-۱-۴-۱-۲-۳- تیغه بلوکی

در تیغه‌های بلوکی، دیوار مشابه با یک پوسته و دال دو طرفه طراحی می‌شود. جداسازی در جهت داخل صفحه و مهار در جهت خارج از صفحه می‌تواند توسط قطعات نبشی فولادی، بست‌های U شکل و یا قطعات مشابه آنها، متصل به سازه در تراز سقف و متصل به ستون‌ها در دو انتهای (طرفین) دیوار و وادارهای میانی، انجام شود. قطعات اتصال می‌توانند منقطع یا پیوسته باشند که باید برای نیروی خارج از صفحه طراحی شوند. در این دیوارها باید از المان مسلح کننده میلگرد بستر خرپایی یا نردبانی برای دیوارهای دارای ملات ماسه سیمان و از بست‌های فولادی منقطع یا پیوسته برای دیوارهای دارای ملات بستر نازک جهت یکپارچه‌سازی و حفظ پیوستگی دیوار استفاده کرد. در دیوارهای با ارتفاع کمتر از ۳/۵ متر لزومی به اجرای وادار انتهایی در نزدیکی ستون نمی‌باشد.

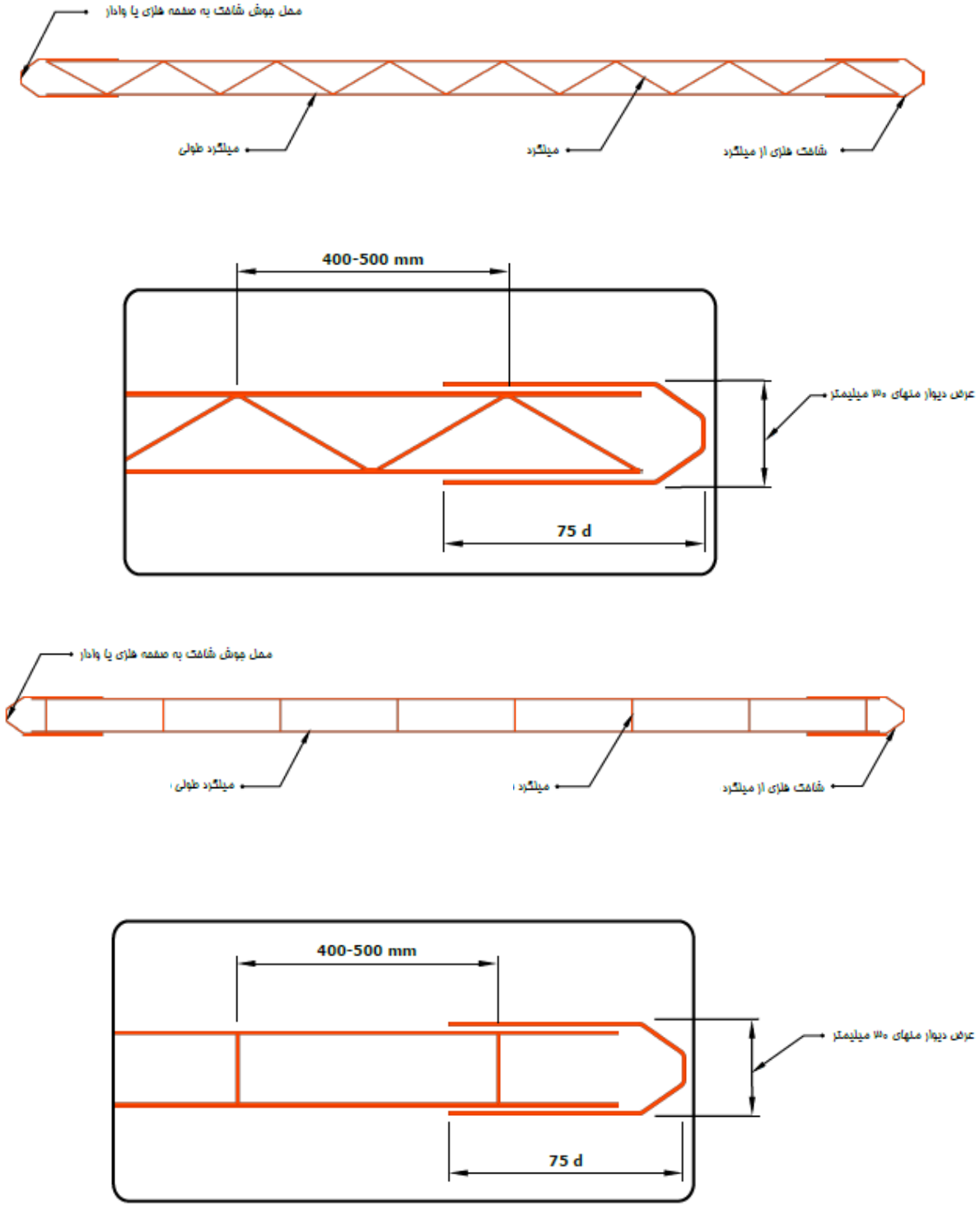
پ۶-۱-۴-۲-جزییات اجرایی دیوارهای داخلی و خارجی

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 ...، قطعه دیوار پایدار بماند و عملکرد آن حفظ شود و از ایجاد ترک شدید در دیوار جلوگیری نماید. در این بند نمونه‌هایی از اتصالات مورد قبول ارائه شده است. جزییات مشروح‌تر همراه با جداول مقاطع محاسبه شده در «راهنمای طراحی سازه‌ای و جزییات اجرایی دیوارهای غیر سازه‌ای– ضابطه شماره ۸۱۹ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی» ارائه شده است. دیوارهای بلوکی با توجه به عملکرد دو طرفه آنها در جهت افقی باید با استفاده از ابزار مناسب مسلح شوند (شکل پ۶-۱). این مسئله در

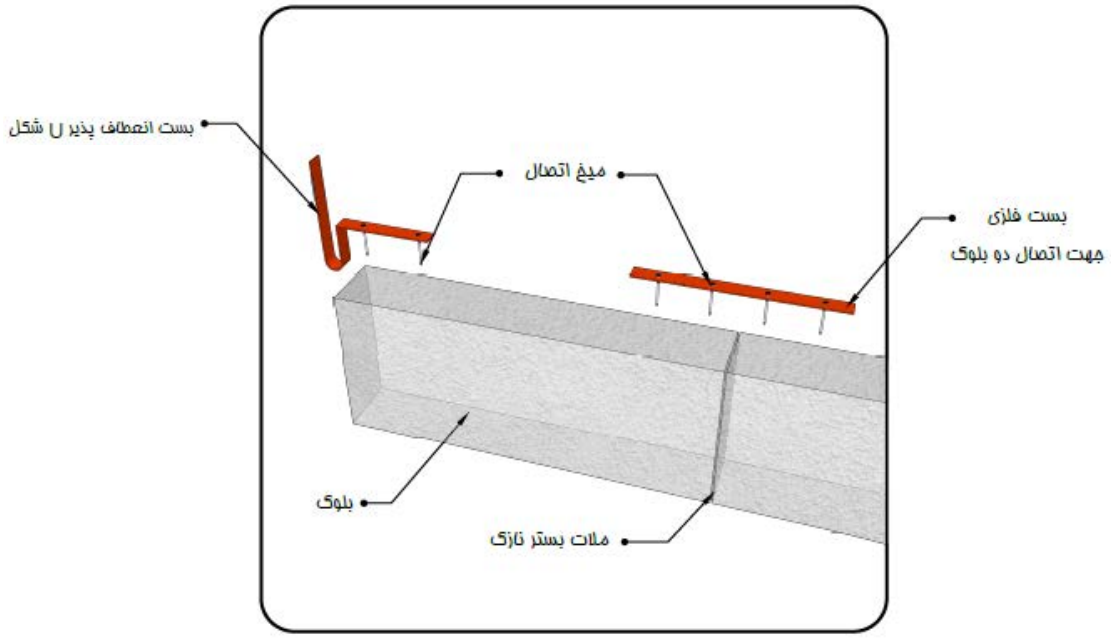
دیوارهای بلوکی اجرا شده با ملات می‌تواند با استفاده از میلگرد بستر خرپایی یا نرده‌بانی (شکل پ۶-۲) و دیوارهای اجرا شده با ملات بستر نازک (ضخامت ملات کمتر از ۳ میلی‌متر) یا چسب‌های پلی‌یورتان با استفاده از بست‌های نازک فولادی منقطع یا پیوسته انجام شود (شکل پ۶-۳). میلگردها و بست‌های مورد استفاده باید طبق ضوابط مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان در مواردی که مورد نیاز است از جنس فولاد ضد زنگ یا فولاد گالوانیزه و یا میلگرد آج‌دار سرد نورد باشند. حداقل سطح مقطع قطعه مسلح کننده ۰٫۰۰۰۳ سطح مقطع موثر دیوار در برش خارج از صفحه می‌باشد. حداکثر فاصله قائم قطعات مسلح کننده در ارتفاع دیوار یک متر می‌باشد که باید قطعه براساس آن طراحی و محاسبه شود.



شکل پ۶-۱- دیوار خارجی بلوکی (سفال، آجر بلوک سیمانی سبک و...) دارای ملات سیمانی مسلح شده به میلگرد بستر



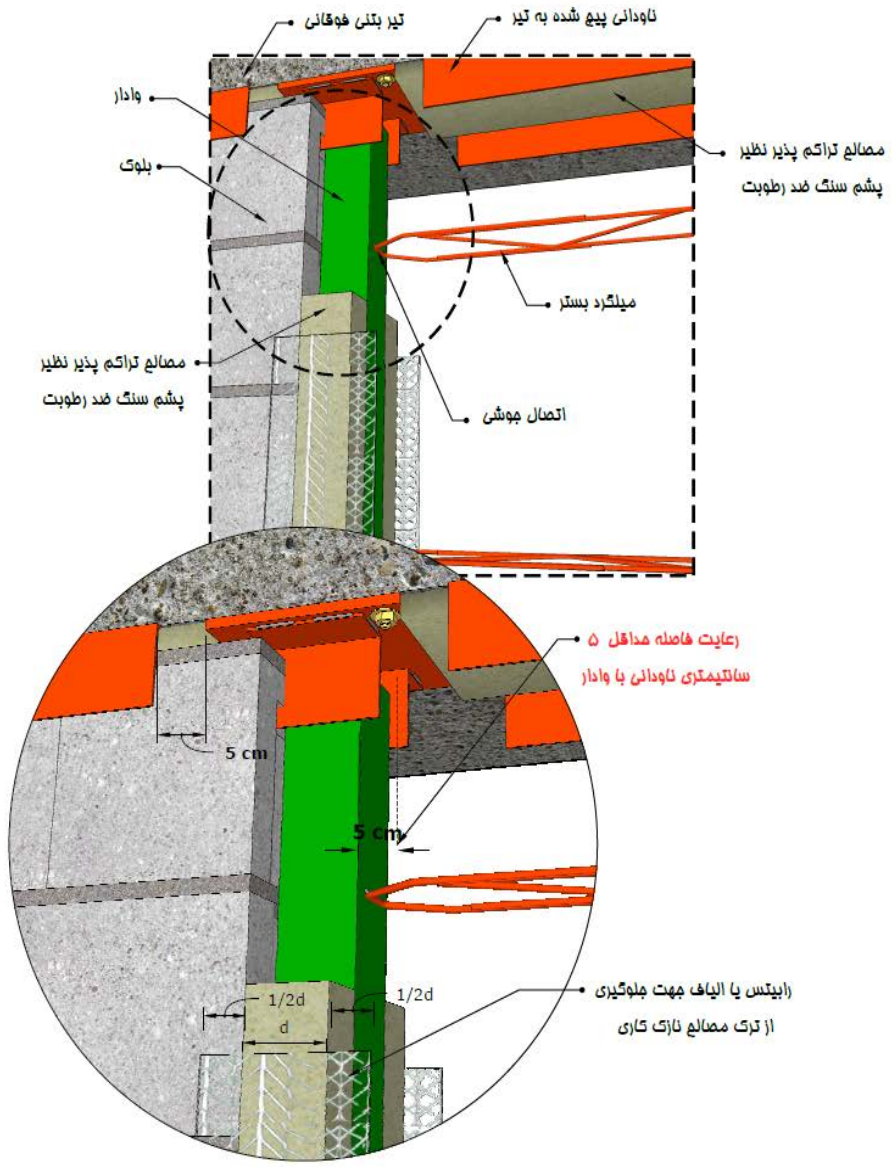
شکل پ۶-۲- میلگرد بستر خرپایی یا نرده‌بانی



شکل پ۶-۳- بست‌های فلزی منقطع در دیوارهای بلوکی ساخته شده از ملات بستر نازک

پ۶-۱-۴-۲-۱-وادارها

در صورتی‌که طول دیوار از مقادیر مجاز براساس طراحی (حداکثر ۴ متر) بیشتر شود، از عضو قائم با مقطع فولادی یا بتنی (وادار) به عنوان تکیه گاه جهت مهار خارج از صفحه دیوار و اجزای مسلح کننده آن استفاده می‌شود. وادار باید به نحو مناسبی به کف سازه با اتصال به صورت مفصلی متصل شود ولی اتصال آن در زیر تراز سقف باید در راستای داخل صفحه به صورت کشویی باشد تا امکان جابجایی درون صفحه دیوار فراهم شود. در دیوارهای خارجی روی سطح وادار باید به وسیله پشم سنگ ضد رطوبت برای عایق بندی پوشانده شود و بر روی آن یک لایه مش الیافی یا رابیتس برای جلوگیری از ترک خوردگی نازک کاری اجرا شود (شکل پ۶-۴).



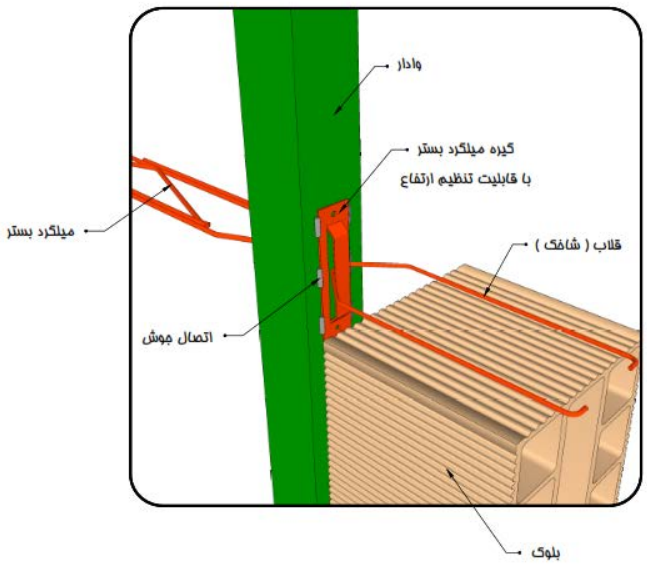
شکل پ۶-۴- اجرای عایق پشم سنگ و مش الیاف یا رابیتس بر روی وادار

پ۶-۱-۴-۲-۲-اتصال به وادارها

در دیوارهای غیرسازه‌ای در فواصل بین ستون‌ها برای مهار خارج از صفحه دیوارها بسته به نوع و طول دیوار، ممکن است نیاز به وادار باشد. برای انتقال بار به وادار استفاده از اتصالات جوشی یا پیچی و نظایر آنها به وادار مجاز است ولی نباید از مقاومت اصطکاکی ناشی از بارهای ثقلی استفاده شود. دیوار با توجه به بارهای وارده و شرایط لبه‌های آن در بالا (زیر سقف) و دو لبه قائم دو طرف دیوار و شرایط مرزی زیر (روی کف) کنترل شوند و بر این اساس حداقل طول دیوار که نیاز به مهار با استفاده از وادار دارد محاسبه شود.

فواصل وادارها را می‌توان بر پایه محاسبه ظرفیت خمشی پانل دیوار با فرض شرایط تکیه‌گاهی لبه‌ها و با اعمال بار وارد بر دیوار تعیین نمود. باید توجه نمود که جزییات ارایه شده در این پیوست شرایط مفصلی را تأمین می‌کند. این کنترل برای دیوارهای بلوکی به صورت دال دو طرفه براساس ضابطه شماره ۸۱۹ مرکز تحقیقات راه، مسکن و

شهرسازی انجام می‌شود. دیوار بلوکی در فاصله بین وادارها با میلگرد بستر یا تسمه‌های فولادی مسلح می‌شود (شکل پ۶-۵).

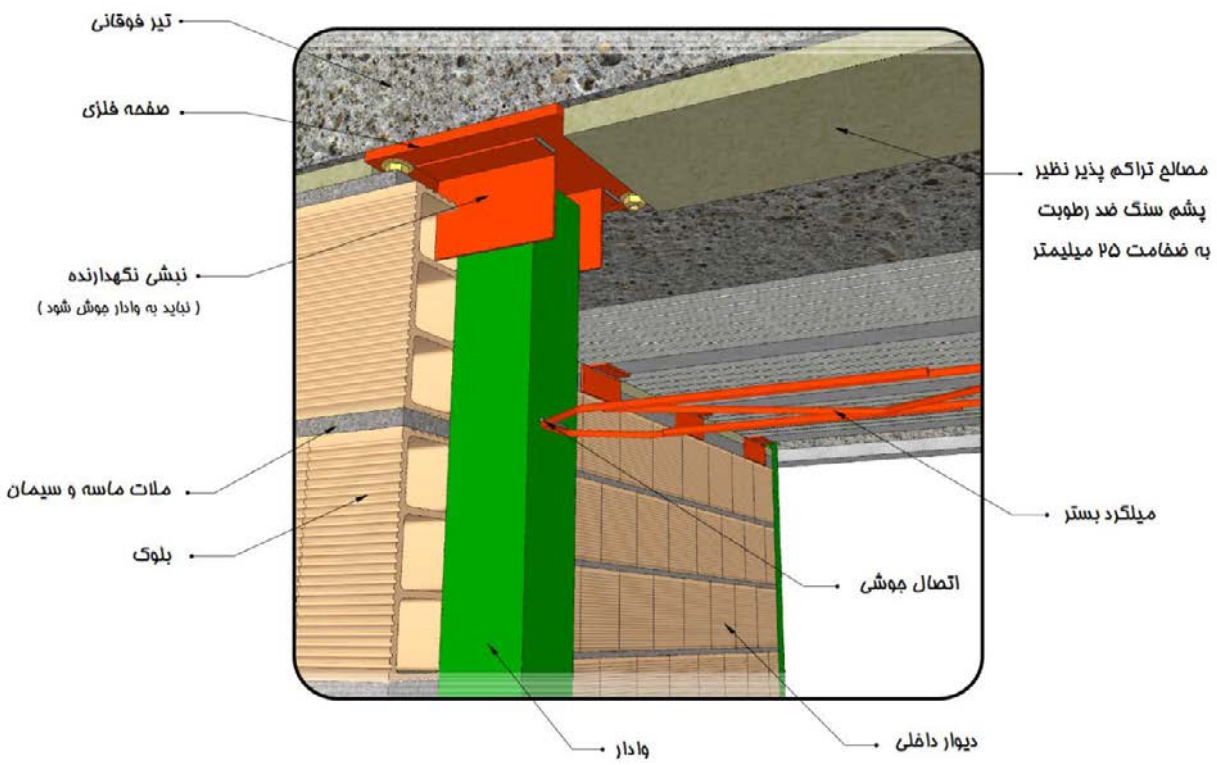


شکل پ۶-۵- میلگرد بستر در فاصله بین وادارها و اتصال آن به وادار

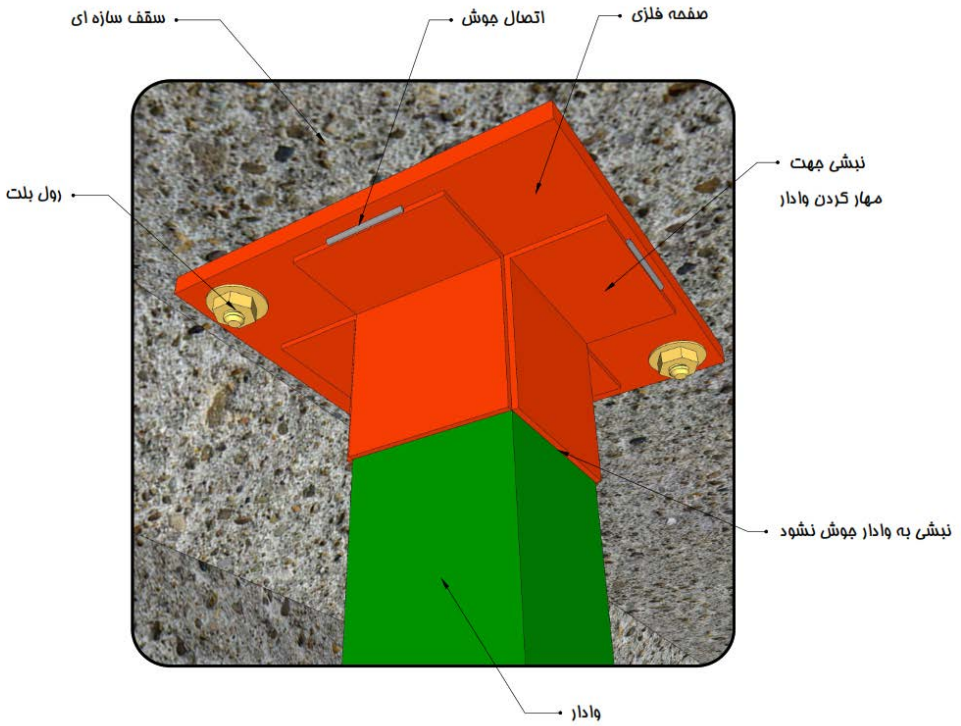
پ۶-۱-۴-۲-۳- اتصال وادار به قاب سازه‌ای

در دیوارهای بلوکی که نیاز به وادار دارند به منظور تامین حرکت جانبی داخل صفحه دیوارها، مجموعه دیوار و وادار همزمان از آزادی در حرکت جانبی برخوردارند. وادارها نباید به نبشی‌های تعبیه شده در تیرها که تنها جهت جلوگیری از حرکت خارج از صفحه نصب شده‌اند جوش شوند (شکل پ۶-۶- الف). با توجه به اتصال کشویی وادار نیازی به رعایت فاصله جداسازی دیوار در مجاورت وادارها نمی باشد و دیوار می تواند از بر وادار چیده شود.

تبصره: در دیوارهای واقع در خارج قاب، وادارهای دو انتهای دیوار باید در برابر حرکت جانبی در هر دو جهت مقید (به صورت اتصال تلسکوپی) شوند و به دیوار اجازه حرکت داده شود. در این حالت جزییات اتصال دیوار به این وادارها مانند اتصال به ستون‌ها می‌باشد در این فاصله جداسازی ۱٪ بین وادار و دیوار باید رعایت شود (شکل پ۶-۶- ب).



الف- به صورت اتصال کشویی با استفاده از نبشی

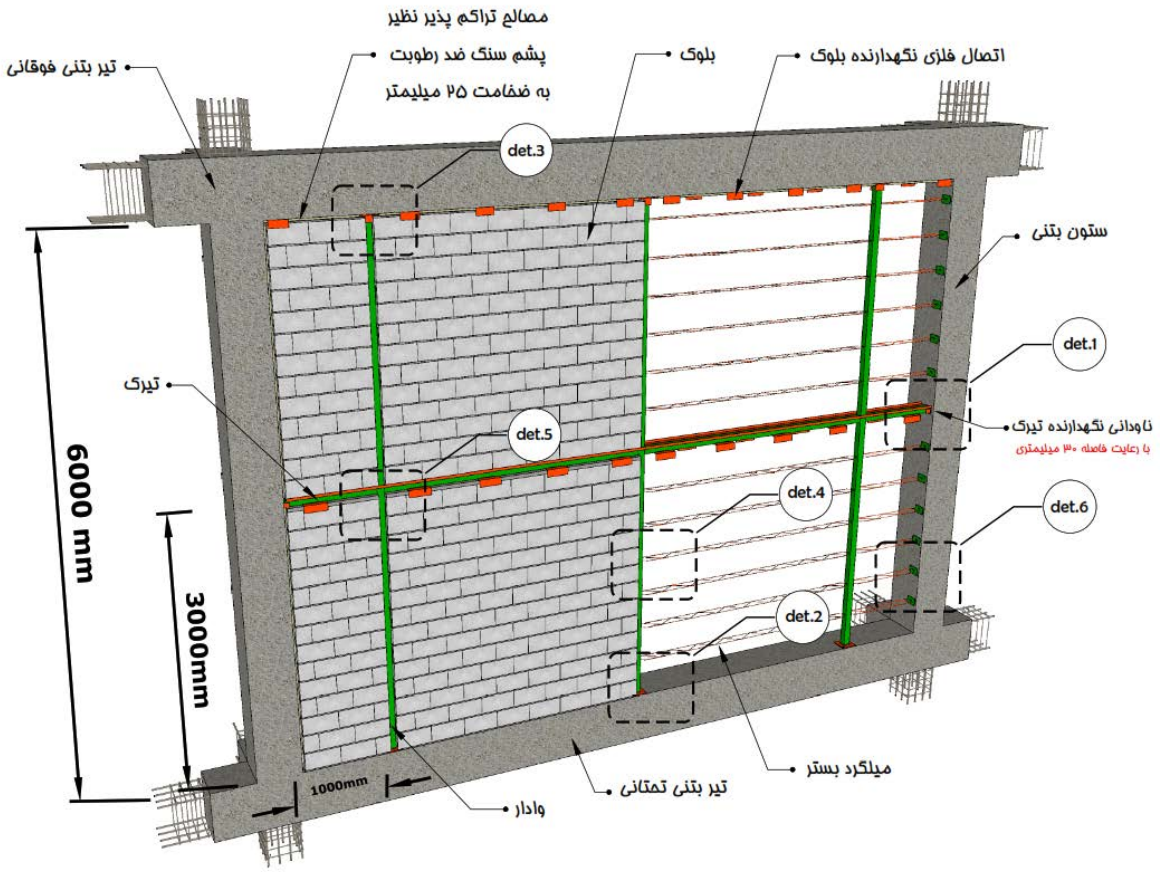


ب- اتصال وادار انتهایی در دیوارهای خارج از قاب به صورت تلسکوپی

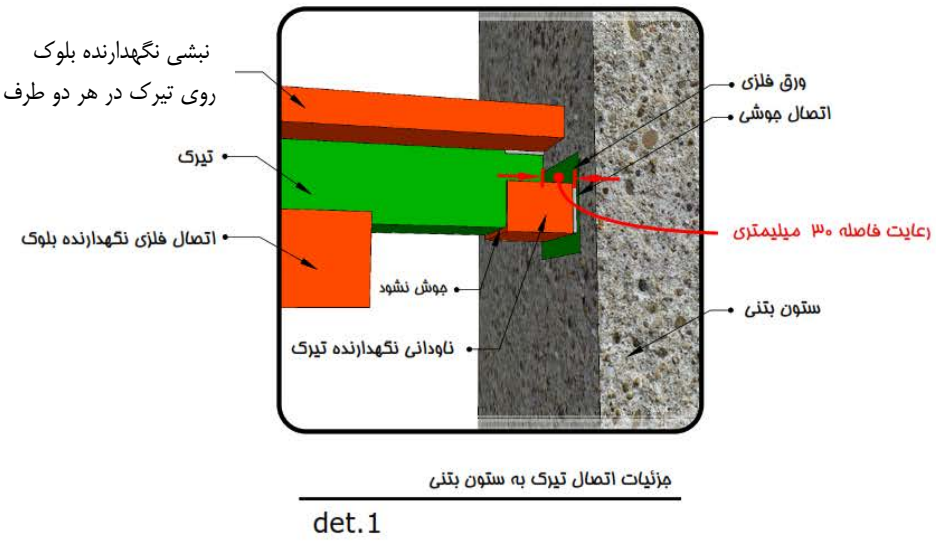
شکل پ۶-۶- اتصال وادار به سقف

پ۶-۱-۴-۲-۴-تیرک ها (دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر)

در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر باید با استفاده از عضو افقی با مقطع فولادی یا بتنی (تیرک) ارتفاع آزاد دیوار را کاهش داد. در این حالت برای اینکه جداسازی دیوار از قاب سازه‌ای به نحو مناسب انجام شود، نیاز به اجرای وادار انتهایی برای نگه داشتن تیرک می‌باشد (جهت عدم ایجاد مانع برای تغییر شکل تیر در ناحیه مفصل پلاستیک وادار انتهایی باید حداقل در فاصله یک متری از بر ستون طبق شکل پ۶-۷ باشد). نحوه اجرای تیرک به این صورت است که تیرک باید به صورت کامل بر روی دیوار بنشیند و بار ثقلی دیوار فوقانی نباید به تیرک منتقل شود. به عنوان نمونه شکل پ۶-۶ نحوه اجرای تیرک و وادارها در یک دیوار ۶ متری و شکل پ۶-۸ جزییات اتصالات آن را نشان داده است. اتصال انتهای تیرک به ستون نیز باید به صورت نشیمن با قابلیت جابجایی در راستای دیوار مطابق شکل پ۶-۸ باشد.

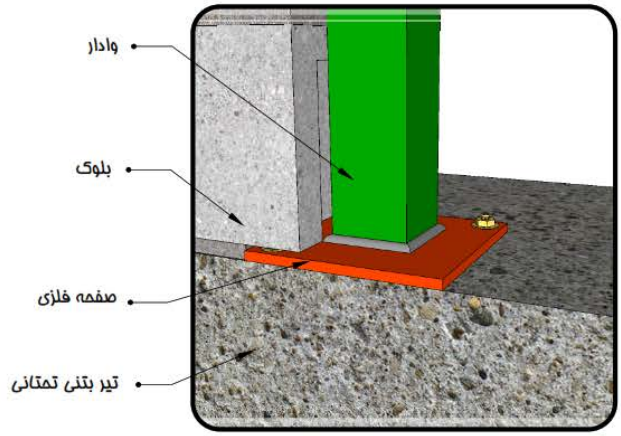


شکل پ۶-۷- دیوارهای بلوکی با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر دارای تیرک و وادار (به عنوان نمونه یک دیوار با ارتفاع ۶ متری)



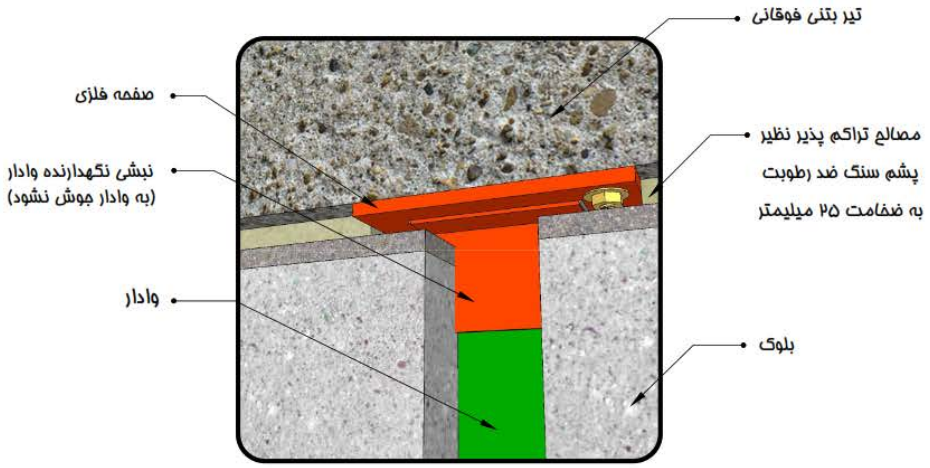
جزئیات اتصال تیرک به ستون بتنی

det.1



جزئیات اتصال وادار میانی روی تیر تحتانی

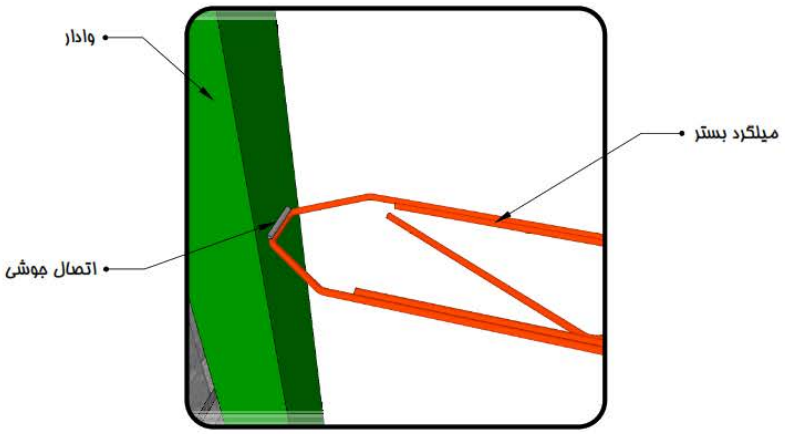
det.2



جزئیات اتصال وادار میانی به زیر تیر فوقانی

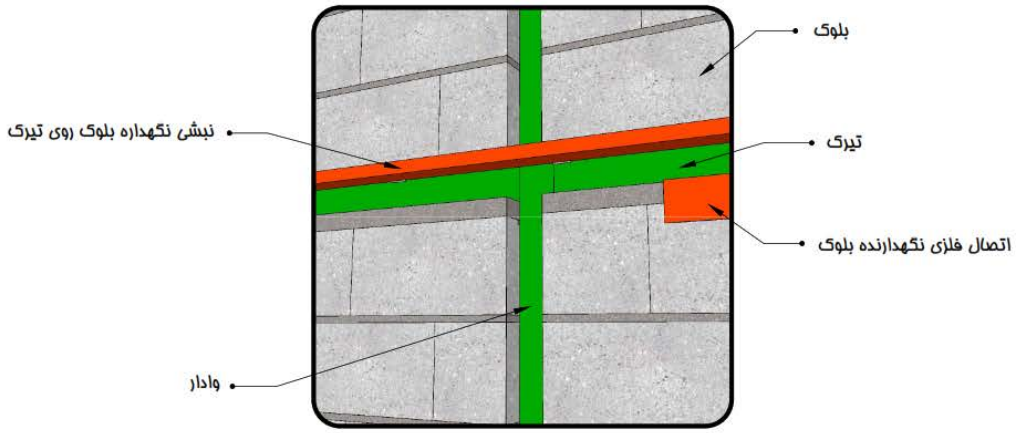
det.3

شکل پ۶-۸- جزییات اجرایی اتصال تیرک و وادار در دیوار با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر



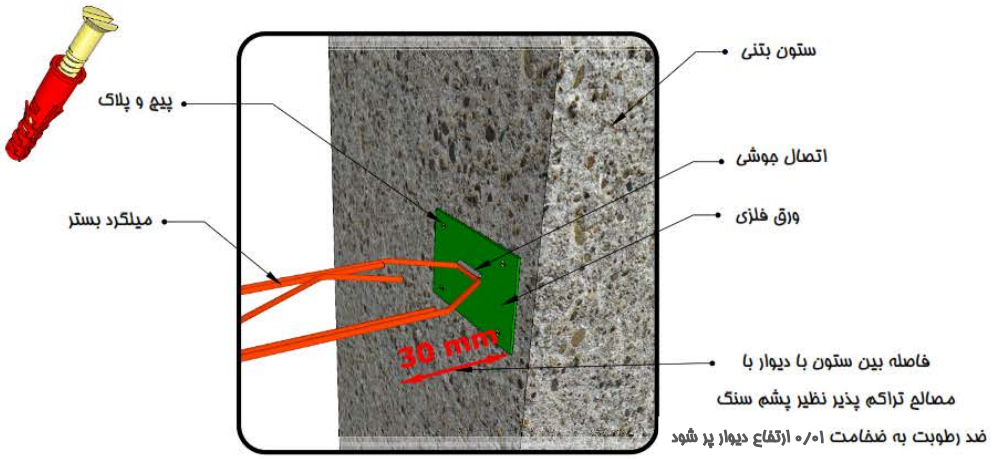
جزئیات اتصال میلگرد بستر به وادار

det.4



جزئیات اتصال تیرک به وادار

det.5



جزئیات اتصال میلگرد بستر به ستون بتنی

det.6

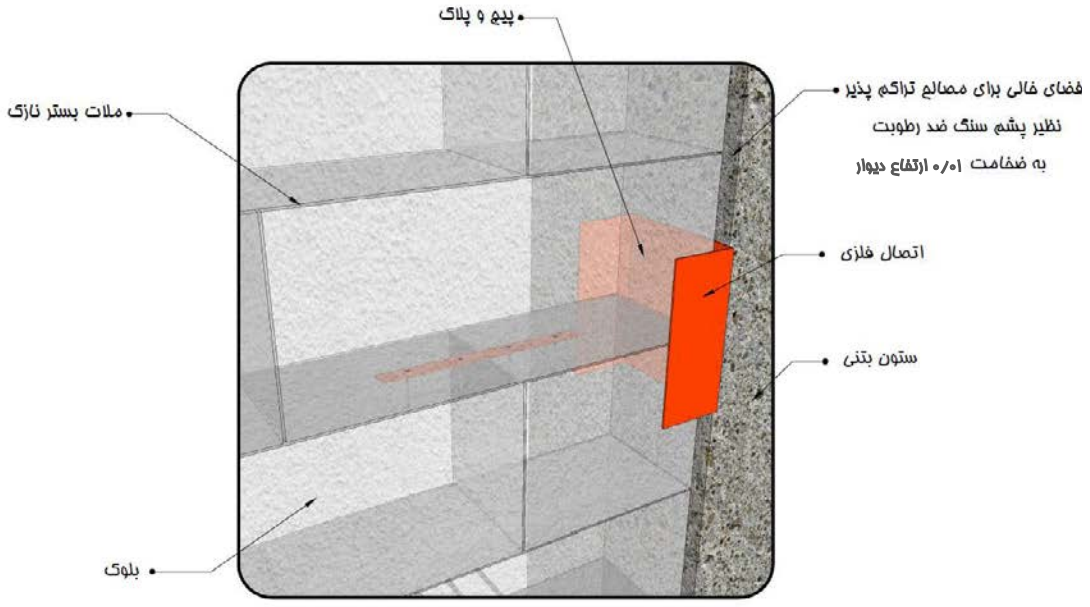
ادامه شکل پ۶-۸- جزییات اجرایی اتصال تیرک و وادار در دیوار با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر

پ۶-۱-۴-۲-۵-روش‌های اتصال دیوار به اعضای قائم سازه‌ای

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 نیازی به اتصال بین دیوار و ستون وجود ندارد و فواصل بین این دو باید با مواد تراکم پذیر مانند پشم سنگ ضد رطوبت پر شود و بر روی آن در نازک کاری از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس استفاده شود.

الف- اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا ناودانی

یکی از روش‌های مناسب برای اتصال دیوار به عضو قائم سازه‌ای، استفاده از اتصال کشویی در محل تماس، به وسیله نبشی یا ناودانی منقطع یا پیوسته می‌باشد. در این حالت استفاده از نبشی و یا ناودانی‌های گرم نورد یا سرد نورد شده فولادی در طرفین دیوار که به نحو مناسبی به عضو قائم سازه‌ای اتصال داده می‌شود، توصیه می‌شود (شکل پ۶-۹).



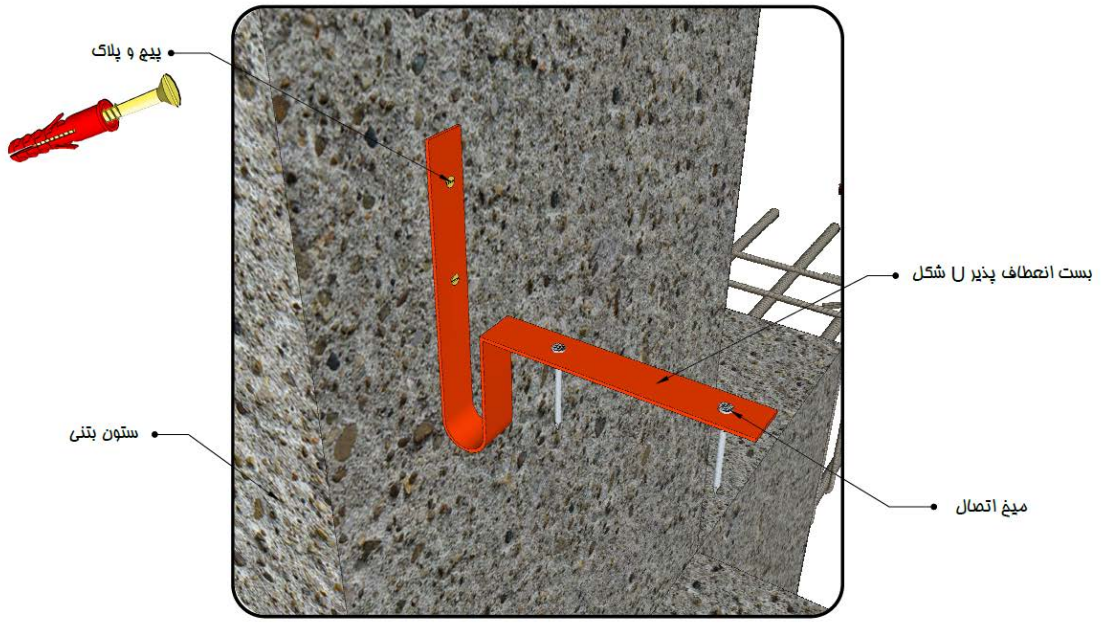
شکل پ۶-۹- مهار دیوار خارجی ساخته شده از بلوک به ستون با استفاده از نبشی یا ناودانی

ب- اتصال با بست های انعطاف پذیر U شکل

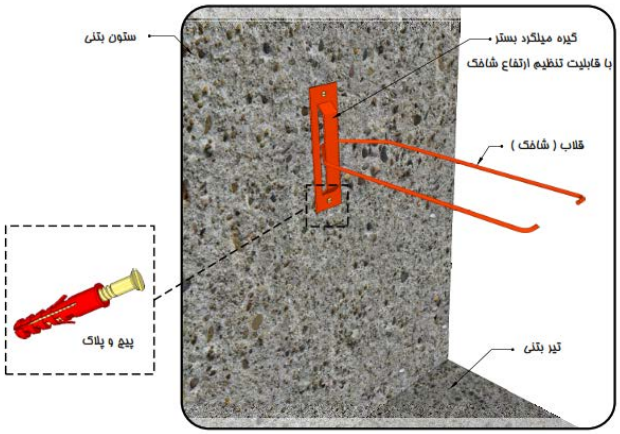
از اتصالات U شکل لغزشی برای مهار خارج از صفحه و در عین حال تامین آزادی حرکت در درون صفحه دیوار می‌توان استفاده نمود (شکل پ۶-۱۰-الف).

ج-شاخک انتهایی

در صورت استفاده از میلگرد بستر از شاخک انتهایی آن جهت اتصال دیوار به ستون در جهت خارج می توان استفاده نمود و نیازی به استفاده از نبشی یا ناودانی نمی‌باشد (شکل پ۶-۱۰-ب).



الف- اتصال دیوار خارجی ساخته شده از بلوک به ستون با استفاده از بست ارتجاعی U شکل



ب- استفاده از شاخک انتهایی به همراه میلگرد بستر

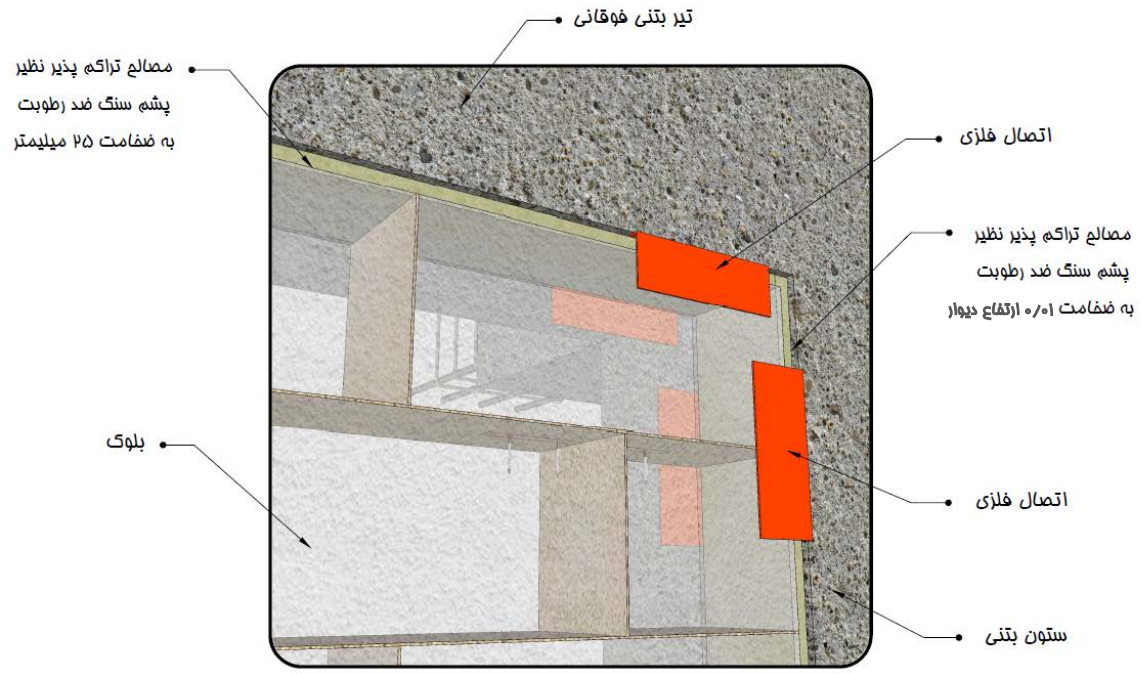
شکل پ۶-۱۰ –روش‌های مهار دیوار به ستون جهت نیروی خارج از صفحه

پ۶-۱-۴-۲-۶-اتصال دیوار به زیر سقف

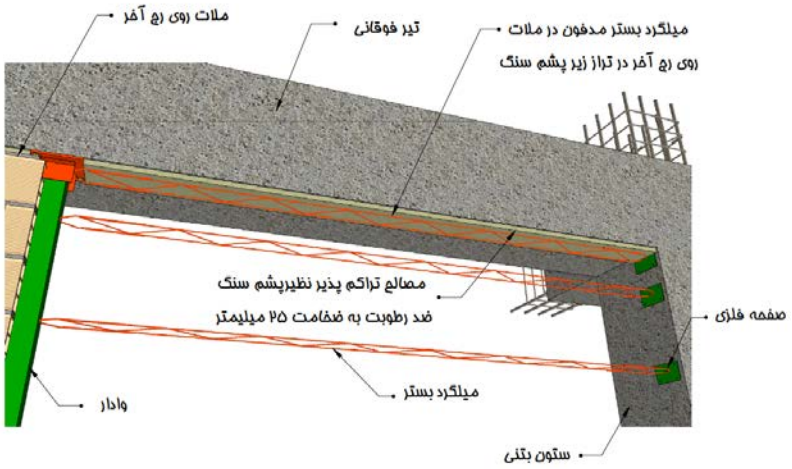
اتصال دیوار به زیر سقف باید به صورت اتصال لغزشی بدون اتصال مستقیم دیوار به سقف و با استفاده از مهار خارج از صفحه دیوار با قطعاتی از قبیل نبشی یا ناودانی اجرا شود (شکل پ۶-۱۱-الف). انتخاب نوع اتصال بستگی به وضعیت دیواری دارد که بین اعضای قائم شامل ستون، دیوار و یا وادار مهار شده است. در سازه‌های بتنی چنانچه بر اساس نوع سقف امکان پیش‌بینی اتصالات مناسب لغزشی در زمان ساخت عضو سازه‌ای برای بالای دیوار نباشد

می‌توان این اتصال را با کاشت میل مهار پس از اجرای تیر انجام داد. باید توجه شود که در این‌صورت کاشت میل مهار باید در هسته تیر بتنی انجام شود و کاشت و اتصال به پوشش بتن مجاز نمی‌باشد. حداقل فاصله بالای دیوار تا زیر سقف برابر با بیشترین دو مقدار ۲۵ میلی‌متر و حداکثر خیز دراز مدت سقف در امتداد دیوار در نظر گرفته شود.

لبه بالایی دیوار را می‌توان با استفاده از دو نبشی و یا ناودانی که به طریق مناسب به سقف سازه متصل می‌شود مهار نمود. ناودانی و یا نبشی‌ها نباید به دیوار یا وادار پیچ، میخ و یا جوش شوند. با این اتصال امکان حرکت آزادانه دیوار در درون صفحه تامین می‌شود. فاصله بالای دیوار تا سقف باید در حدی باشد که تیر بتواند آزادانه خیز داده و اتصالی با دیوار پیدا ننماید. نبشی‌ها به ترتیب ابتدا در یک سمت اجرا و پس از دیوارچینی و قرارگیری بالاترین بلوک دیوار، نبشی دوم متصل می‌شود. نبشی می‌تواند به صورت سرد نورد یا گرم نورد و به شکل منقطع یا پیوسته باشد. می توان به جای مهار خارج از صفحه دیوار در تراز سقف، آخرین ردیف دیوار را با جزییات بند پ۶-۱-۴-۲-۲ به وسیله میلگرد یا بست مسلح نمود. در این صورت توجه شود که در محاسبات دیوار به صورت یک صفحه یک طرفه لحاظ شود و کل بار جانبی وارده به دیوار در طراحی وادارها و المان‌های مسلح‌کننده دیوار لحاظ شود (شکل پ۶-۱۱-ب).



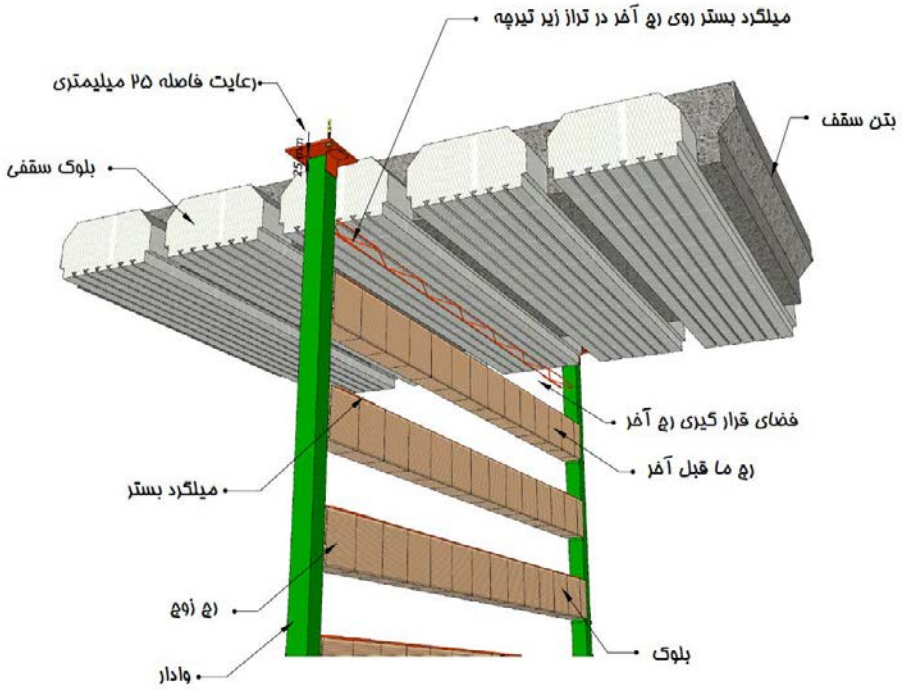
الف- اتصال دیوار به سقف با استفاده از نبشی



ب–عدم اتصال به سقف و اجرای المان مسلح کننده در رج آخر دیوار

شکل پ۶–۱۱– جزییات اجرایی در محل تلاقی دیوار با سقف

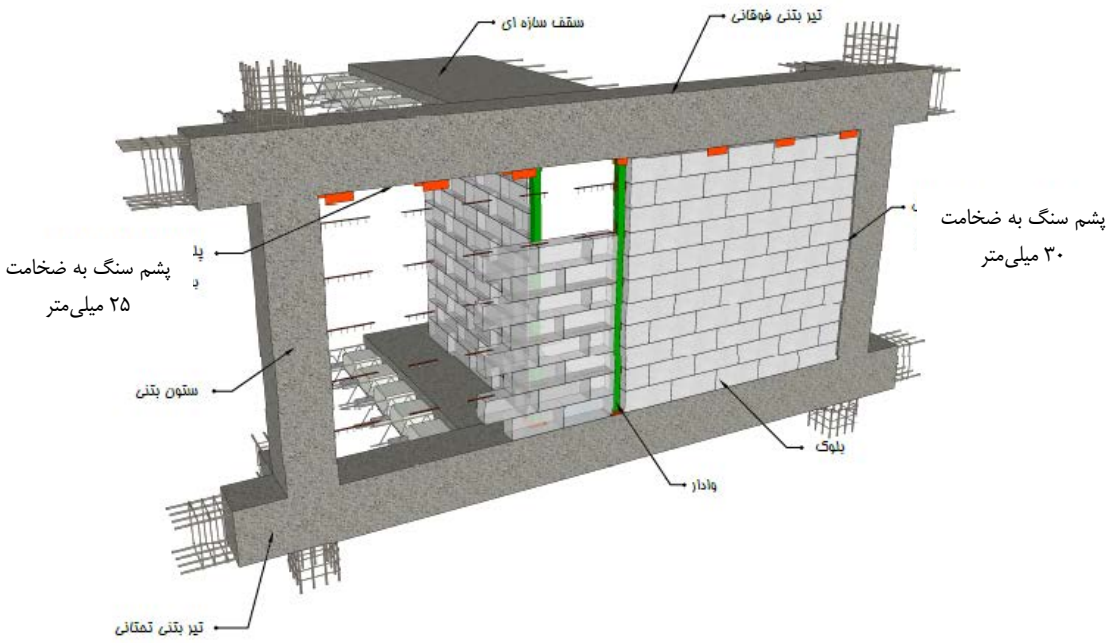
در اجرای دیوارهای داخلی به خصوص در انواع سقف‌های دارای تیرچه یا تیر یا هر نوع سقف مختلط که در آنها تیری در راستای دیوار نباشد، مانند دیوارهای خارجی می‌توان رج انتهایی دیوار یا رج ماقبل آنرا با میلگرد بستر یا بست مسلح کرد (شکل پ۶–۱۲)



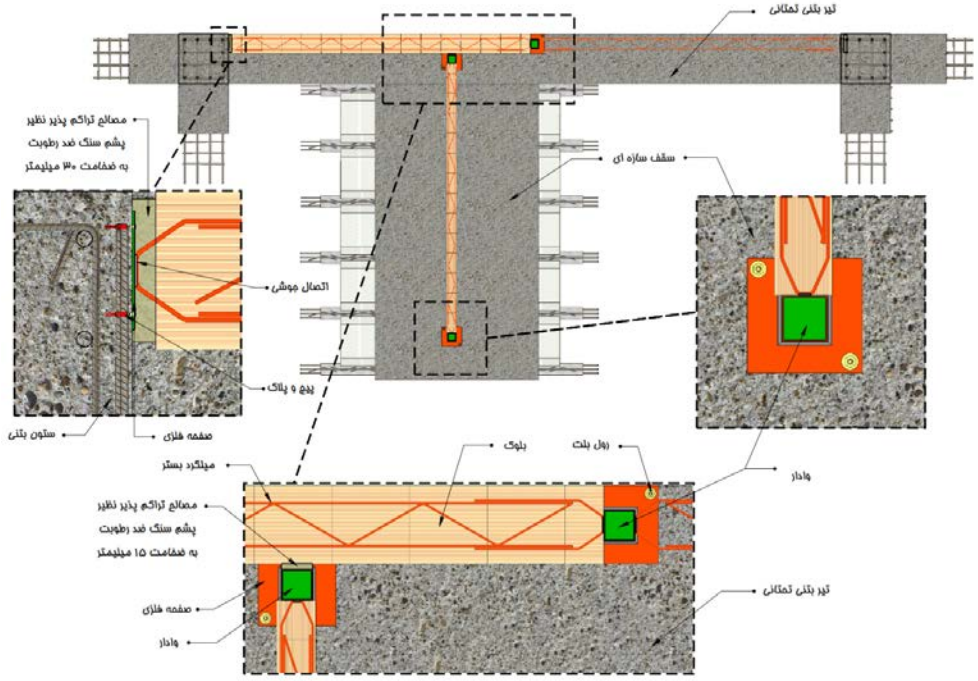
شکل پ۶–۱۲– مهار دیوار به صورت یک طرفه با استفاده از قطعه مسلح کننده در بالاترین ردیف بلوک مصالح بنایی(اتصال وادار به سقف باید صورت کشویی باشد)

پ۶-۱-۴-۲-۷- اتصال دیوار های غیر سازه‌ای به یکدیگر

در اتصال دیوارها توصیه می‌شود که به دلیل امکان بروز تنش‌های کششی در درون صفحه دیوارهای متقاطع، از بست‌های فلزی مشابه آنچه در مورد اتصال به ستون به کار برده شد استفاده شود و یا برای جداسازی دیوارها از یک دیگر در محل اتصال دو دیوار متقاطع از وادار استفاده شود. شکل پ۶-۱۳ اجرای وادار مجزا در محل اجرای دو دیوار متقاطع و شکل پ۶-۱۴ نحوه اجرای بست در محل تقاطع را نمایش می‌دهد.

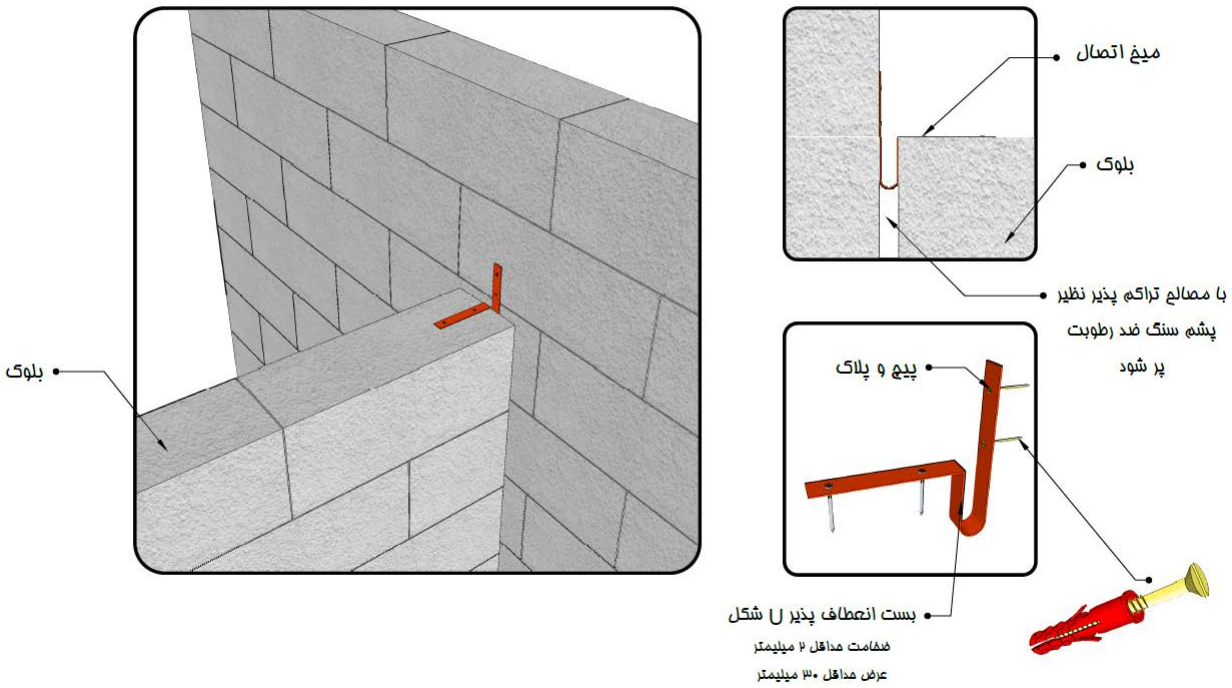


الف- نمای سه بعدی اجرای دیوار های متقاطع



ب- اجرای دیوار متقاطع از پلان

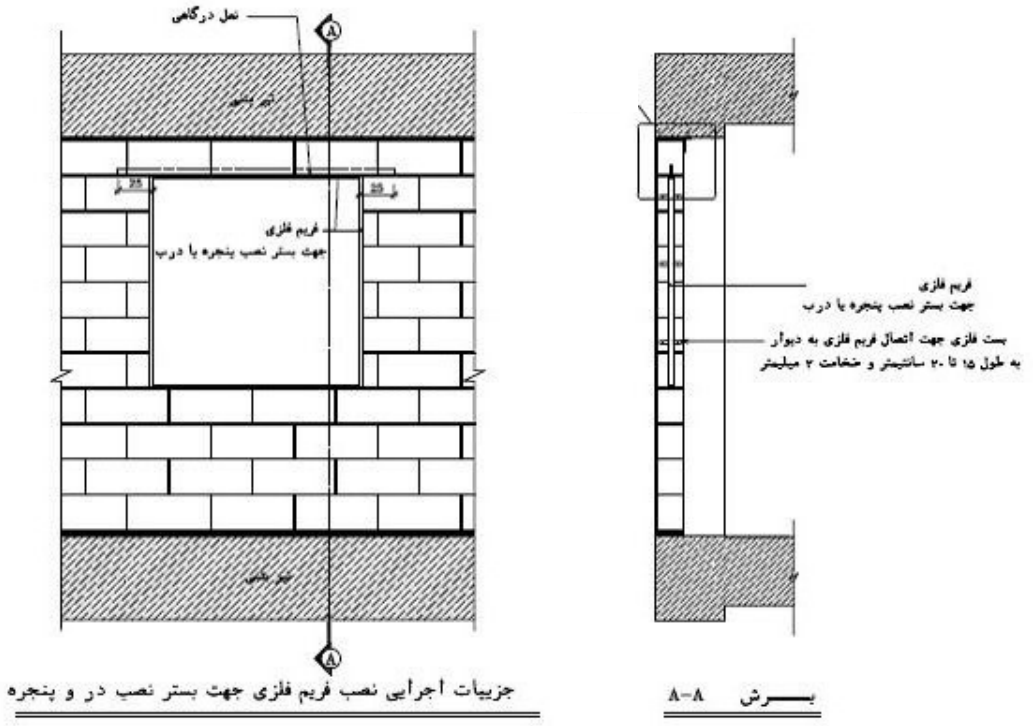
شکل پ۶-۱۳- اجرای دیوارهای متقاطع و نحوه اجرای وادار در محل اتصال دو دیوار



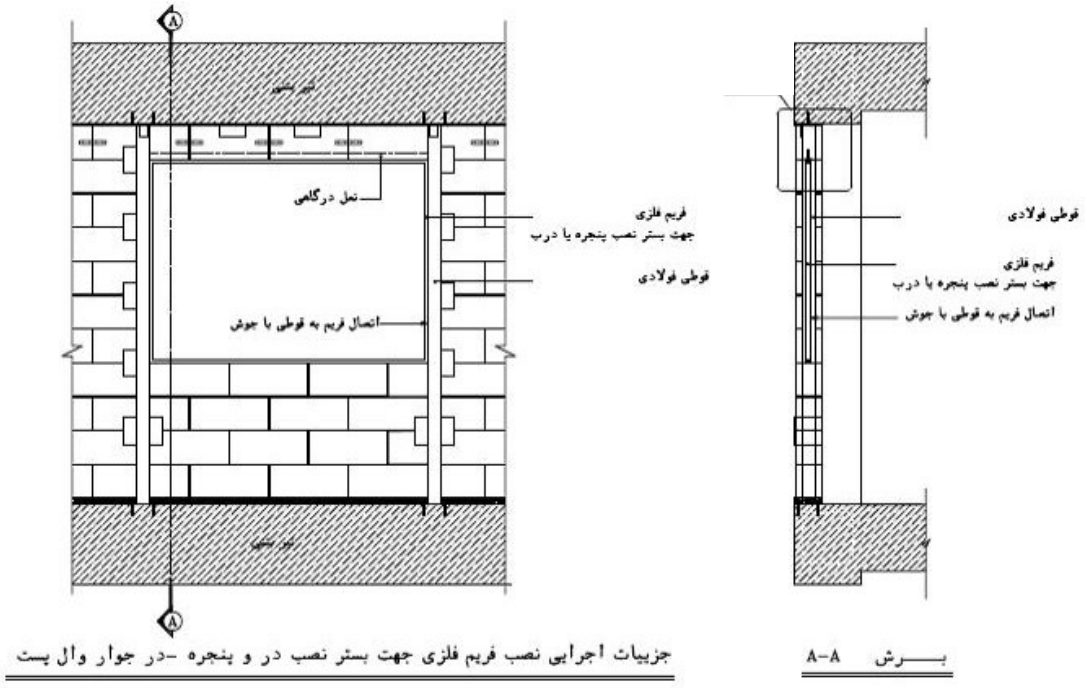
شکل پ۶-۱۴- اجرای دیوار متقاطع با استفاده از بست انعطاف پذیر

پ۶-۱-۴-۲-۸- 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 رعایت جزئیات مشابه شکل‌های پ۶-۱۵ و پ۶-۱۶ انجام شود. برای بازشوهای بزرگتر از ۲٫۵ متر، نیاز به اجرای وادار و نعل درگاه در کنار بازشو می‌باشد. در بازشوهای کوچکتر از این اندازه، در صورتی‌که از چهارچوب فلزی مناسب که پاسخگوی بارهای وارده باشد استفاده شود و المان‌های مسلح کننده دیوار به قاب متصل شوند (می‌توانند جوش داده شوند.)، احتیاجی به تعبیه وادار در کنار بازشو نمی‌باشد، در غیر این‌صورت باید برای این دهانه‌ها نیز وادار تعبیه نمود.



شکل پ۶-۱۵- نحوه اجرای فریم و نعل درگاه در اطراف بازشو



شکل پ۶-۱۶- نحوه اجرای وادار در دو طرف بازشو در صورت نیاز

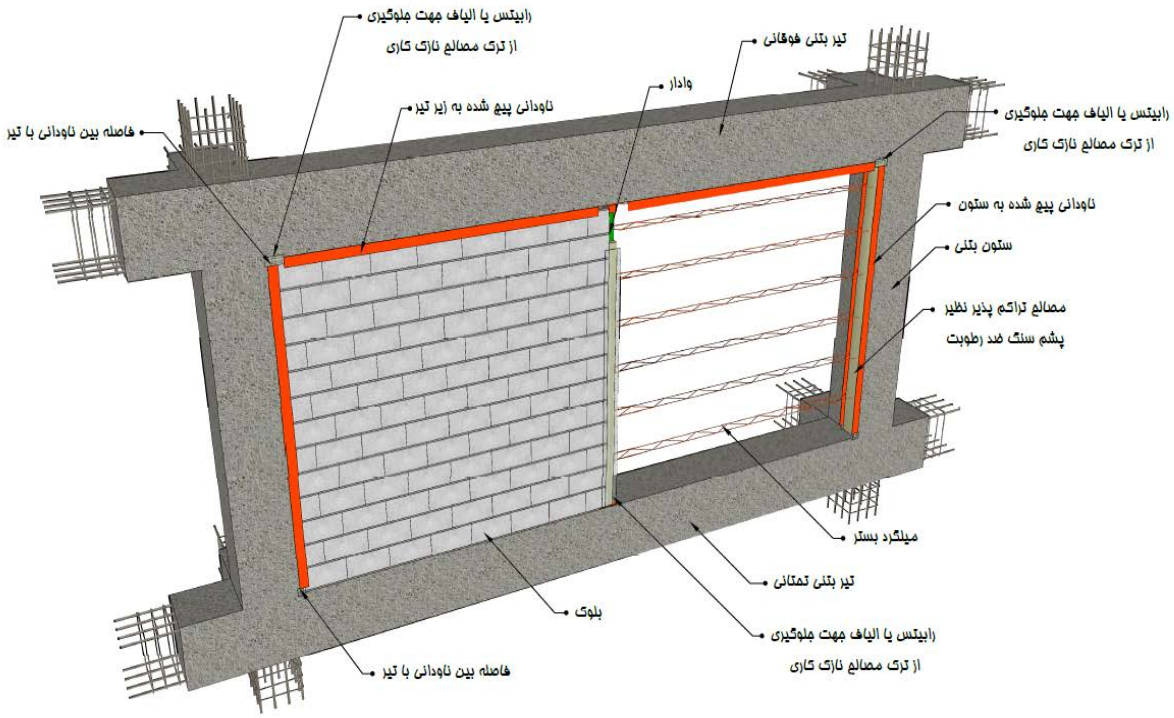
پ۶-۱-۴-۲-۹-اجرای دیوار در دهانه‌های مهاربندی

در دهانه‌های مهاربندی در تمام ساختمان‌ها، دیوار باید در جهت داخل صفحه از قاب سازه‌ای جداسازی شود. اجرای دیوار در محور مهاربند یا با هرگونه تماس یا اتصال به مهاربند با توجه به اینکه مانع از عملکرد صحیح و رفتار مناسب مهاربند می‌شود ممنوع می‌باشد دیوار باید خارج از محور مهاربند و با جزییات جداسازی ارائه شده در این

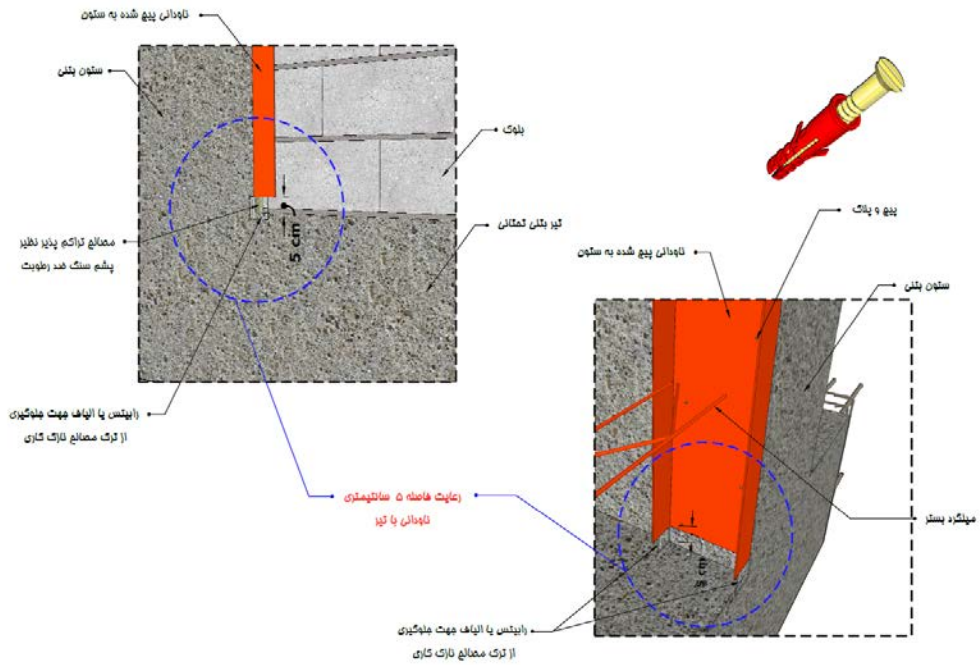
پیوست اجرا شود. در صورت نیاز می‌توان برای عدم نمایان بودن مهاربند از دو دیوار در دو سمت مهاربند که فاقد هر گونه اتصال و درگیری با مهاربند می‌باشند استفاده کرد.

پ۶-۱-۴-۲-۱۰-جزییات اجرای دیوار در بیمارستان ها

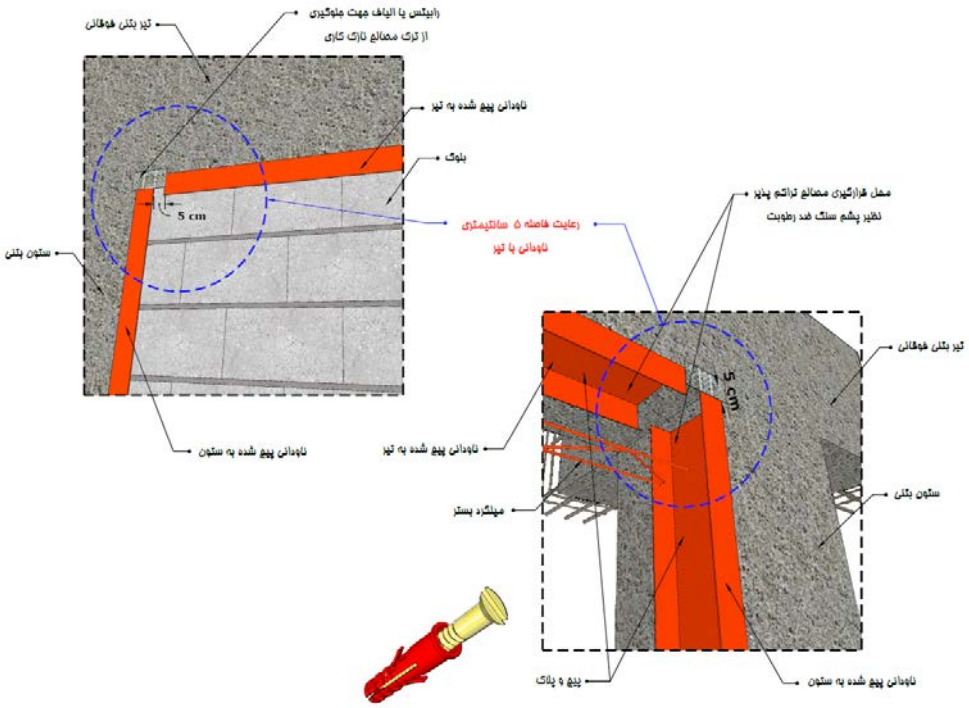
در بیمارستانها جهت جلوگیری از ایجاد هر گونه ترک در دیوار در هنگام زلزله و خارج نشدن فضاهای استریل از سرویس دهی ضروری است که در مجاورت تیر و ستون از قطعات ناودانی سرتاسری، که داخل آن به اندازه یک درصد ارتفاع طبقه از مواد تراکم پذیر نظیر پشم سنگ ضد رطوبت پر شده است، مطابق شکل پ۶-۱۷ و شکل پ۶-۱۸ استفاده شود. این جزییات برای هر دو نوع دیوارهای بلوکی و پانلی لازم الاجرا می باشد.



شکل پ۶-۱۷- اجرای ناودانی سرتاسری در مجاورت تیر و ستون در دیوارهای بیمارستانی



الف- عدم اتصال ناودانی قائم به کف طبقه



ب- عدم اتصال ناودانی قائم و افقی به یکدیگر

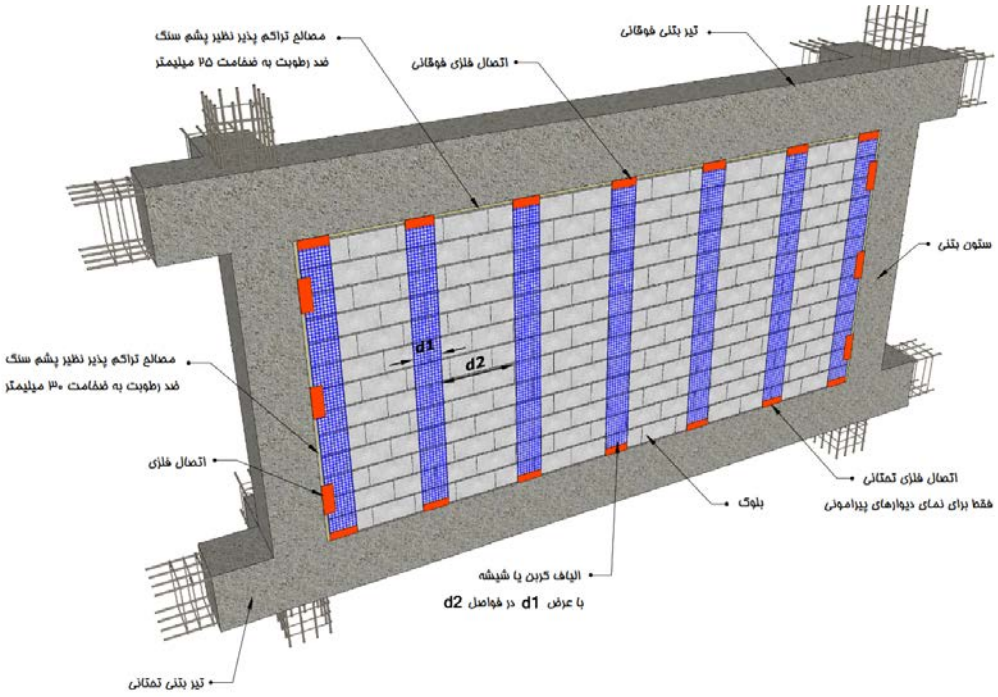
شکل پ۶-۱۸- جزییات اتصال ناودانی سرتاسری به تیر و ستون

پ۶-۱-۴-۲-۱۱-روش‌های نوین مهار دیوار

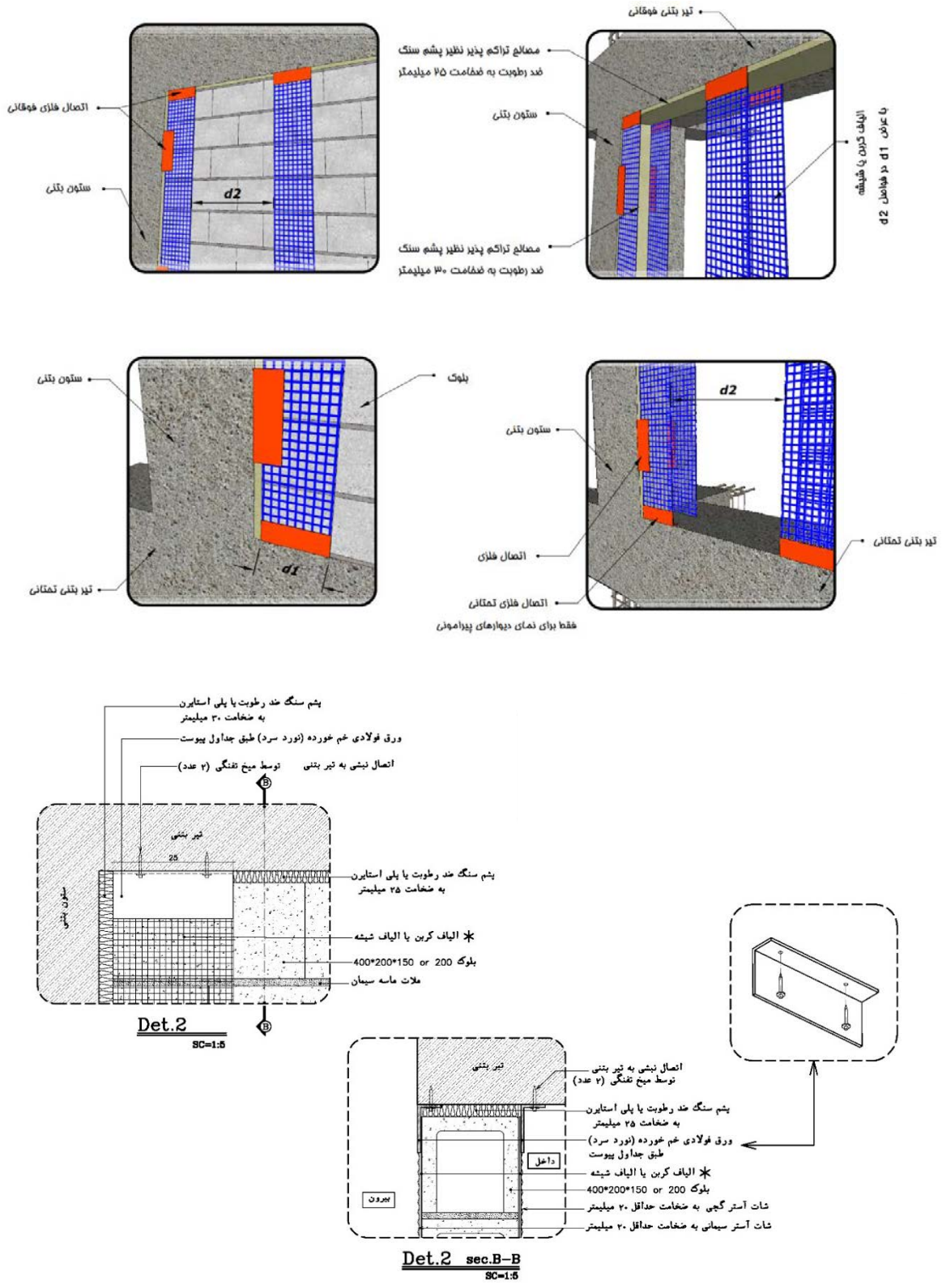
پ۶-۱-۴-۲-۱۱-۱- مسلح کردن دیوار با شبکه الیاف

یک روش مهار لرزه‌ای دیوارها مسلح‌کردن آن با شبکه الیاف می‌باشد. در این روش خمش دیوار، یک طرفه و در راستای قائم می‌باشد بنابراین دیوار نیازی به وادار ندارد و محدودیتی در طول دیوار وجود ندارد. توجه شود که در این

حالت در لبه‌های دیوار و کنار بازشوها باید بر روی دیوار از نوار شبکه الیاف استفاده نمود. در این روش نوارهای شبکه ساخته شده از الیاف کربن یا شیشه بر روی دیوار قرار داده شده و نازک‌کاری بر روی آن به صورت دستی پاشیده می‌شود. بعد از انجام لایه اول پاشش باید نبشی مهار خارج صفحه دیوار در بالا و پایین دیوار اجرا شده و لایه نهایی نازک‌کاری دیوار بر روی نبشی اجرا شود (توجه شود که نباید پاشش بر روی نبشی اجرا شود و از حرکت داخل صفحه دیوار جلوگیری نماید). در صورت وجود حداقل ۵۰ میلی‌متر کف‌سازی که پایین دیوار در داخل آن قرار گیرد نیازی به اجرای نبشی پایینی نمی‌باشد. در این روش، درصورتی‌که نازک‌کاری روی دیوار از جنس سیمان انتخاب شده باشد، الیاف شیشه مقاوم به قلیا (AR-Glass) با مقاومت تسلیم بیش از ۱۰۰۰ MPa مناسب بوده و در صورتی‌که نازک‌کاری از جنس گچ منظور شده باشد، استفاده از الیاف شیشه E-Glass نیز با همان مقاومت تسلیم مجاز می‌باشد (شکل‌های پ۶-۱۹ و پ۶-۲۰). در هر دو صورت، مقدار الیاف مورد نیاز با توجه به مشخصات آنها در حالت استفاده به صورت نواری حداقل ۱۰۰ gr/m^2 و در حالت استفاده به صورت سرتاسری ۵۰ gr/m^2 (در هر سمت دیوار) می‌باشد. از شبکه الیاف کربن با مقاومت تسلیم بیش از ۳۰۰۰ MPa نیز می توان به عنوان جایگزین الیاف شیشه استفاده نمود. این روش با توجه به حذف وادارها می‌تواند نسبت به سایر روش‌ها از هزینه کمتری برخوردار بوده و برای ساختمان‌های موجود نیز قابل کاربرد می‌باشد.



شکل پ۶-۱۹- مسلح کردن دیوارها با استفاده از نوارهای شبکه الیاف شیشه یا کربن

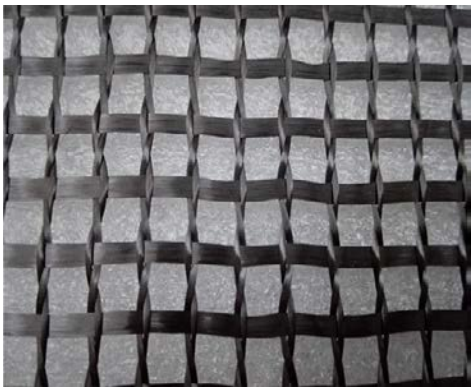


شکل پ۶-۲۰-جزییات مسلح‌سازی دیوار با شبکه الیاف

شبکه الیاف یک ساختار شبکه‌ای متشکل از نخ‌های متعدد است که به یکدیگر متصل شده‌اند. شبکه الیاف می‌تواند دارای ساختار یک جهته یا دو جهته باشد. ساختار یک جهته به معنای این است که نخ‌ها در یک راستا از مقاومت کششی مناسبی برخوردار هستند اما در جهت دیگر مقاومت کمتری داشته و نخ‌های ضعیف‌تر تنها برای اتصال و

کنار هم نگهداشتن نخ‌های قوی‌تر استفاده شده‌اند؛ لذا در طراحی و کاربرد باید جهت قوی ملاک باربری باشد. در مش دوطرفه در هر دو جهت نخ‌ها از مقاومت کششی بالایی برخوردار می‌باشند. 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 باشد. همچنین حداکثر اندازه سنگدانه مورد استفاده در ملات، برای اتصال شبکه الیافی باید از نصف فاصله باز بین چشمه‌ها بیشتر نباشد.

ژئوگریدهایی که ساختار شبکه‌ای پلیمری داشته و از نخ و الیاف تشکیل نشده‌اند و همچنین پارچه الیافی که عموماً در ساختارهای کامپوزیت FRP مورد استفاده قرار می‌گیرد، نباید به عنوان شبکه الیافی مورد استفاده قرار گیرند. شکل پ۶-۲۱ نمونه‌ای از شبکه‌های الیافی را نمایش می‌دهد.



شکل پ۶-۲۱- نمونه‌ای از شبکه الیافی

لازم به ذکر است الیاف شیشه مورد استفاده در محیط سیمانی حتماً باید از الیاف شیشه مقاوم به قلیا باشند، به علت اینکه در محیط سیمانی (با $pH > ۱۲/۵$)، الیاف شیشه تحت تأثیر قلیایی محیط پیرامون خود قرار می‌گیرند و کاهش مقاومت پیدا می‌کنند. در نهایت فرآیند خوردگی در محلول قلیایی با گذشت زمان می‌تواند تا تخریب کامل شبکه ادامه پیدا کند و به این ترتیب طول عمر الیاف لایه تقویت کاهش می‌یابد. کاهش مقدار قلیای سیمان و ایجاد یک لایه سد محافظتی روی الیاف در برابر اثرات شیمیایی محیط، هرچند راهکارهای موثری در بهبود خوردگی الیاف شیشه می‌باشند اما کافی نیست و حتماً لازم است از الیاف شیشه مقاوم به قلیا استفاده نمود. الیاف شیشه مقاوم به قلیا باید دارای حداقل ۱۶ درصد زیرکونیا (ZrO_2) باشد.

تعیین سطح مقطع نخ، دانسیته، مقاومت کششی و مدول الاستیسیته، تعیین درصد زیرکونیا در الیاف و آزمون مقاومت به قلیا از جمله آزمون‌های ضروری برای شناخت ویژگی‌های مش شیشه می‌باشند.

تعیین سطح مقطع نخ، دانسیته، مقاومت کششی و مدول الاستیسیته، تعیین درصد کربن یا گرفتن طیف مادون قرمز FTIR از نمونه از جمله آزمون‌های ضروری برای شناخت ویژگی‌های مش کربنی می‌باشند.

پ۶-۱-۴-۲-۱۱-۲- مسلح کردن دیوار با FRP

یک روش دیگر برای پایدارسازی دیوار در جهت خارج از صفحه، استفاده از نوارهای قائم FRP می‌باشد. جزییات این روش در نشریه ض-۶۹۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ارائه شده است و جزییات اتصال آن به تیر و ستون مشابه بند ۱-۴-۲-۱۱-۱ می‌باشد. این روش با توجه به هزینه بالاتر FRP ممکن است در بسیاری از حالات غیر اقتصادی شود.

پ۶-۱-۴-۲-۱۲- جلوگیری از آسیب به سازه‌های بتنی درحین اجرای اتصالات مهار دیوارها

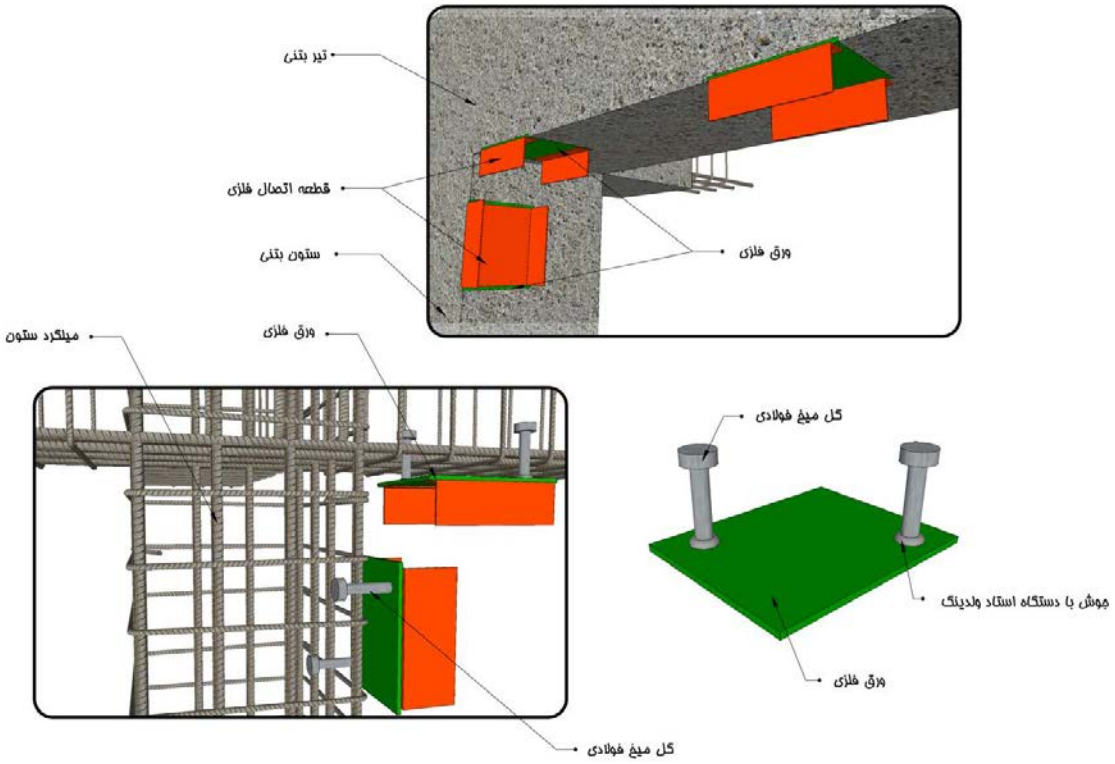
- کلیه اتصالات به سازه‌های بتنی یا با استفاده از میخ و پیچ انجام می‌شود و یا در هنگام اجرای اسکلت سازه بتنی صفحات دارای گل‌میخ یا میلگرد جوش شده دارای خم انتهایی در مکان‌ها و مقاطع مورد نظر جایگذاری می‌شوند (شکل پ۶-۲۲).

- محل میخ یا پیچ در لبه قطعات باید به فاصله‌ای از لبه اجرا شود که موجب قلوه‌کن شدن پوشش بتنی اعضای سازه نشود.

- استفاده از میخ های کاشت به صورت ضربه ای ممنوع می باشد و می توان از روش کاشت چرخشی استفاده نمود.

- الزاماً زاویه نصب پیچ یا میخ در اجرای اتصالات بر سطوح اعضای سازه به صورت قائم می‌باشد.

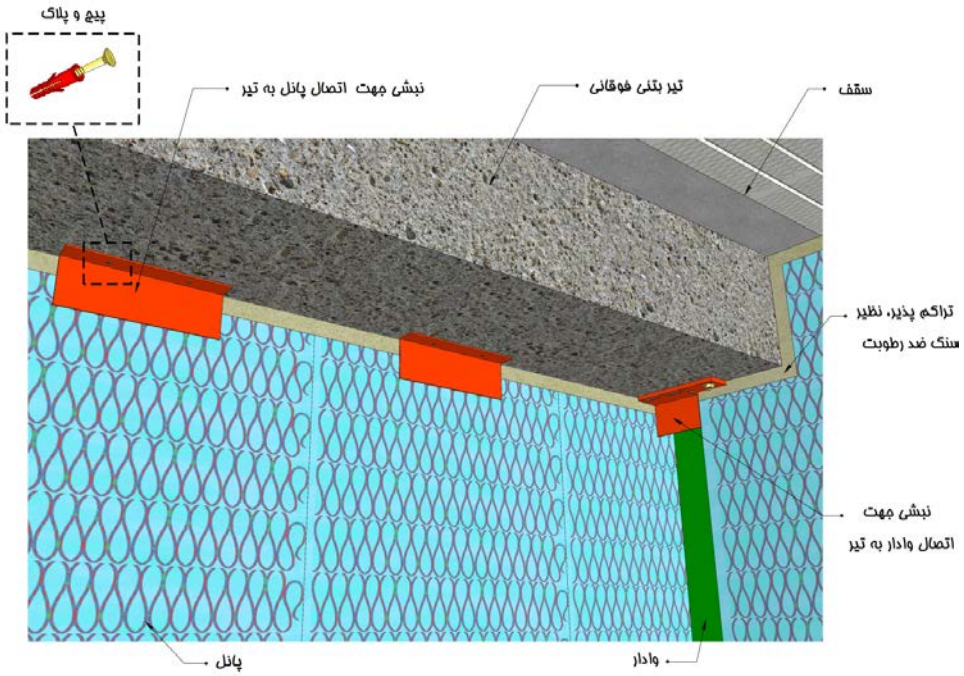
- پیشنهاد می‌شود محل قرارگیری پیچ و یا میخ بر روی قطعات اتصال توسط مته مناسب و با یک شماره کمتر، از قبل سوراخ شود.



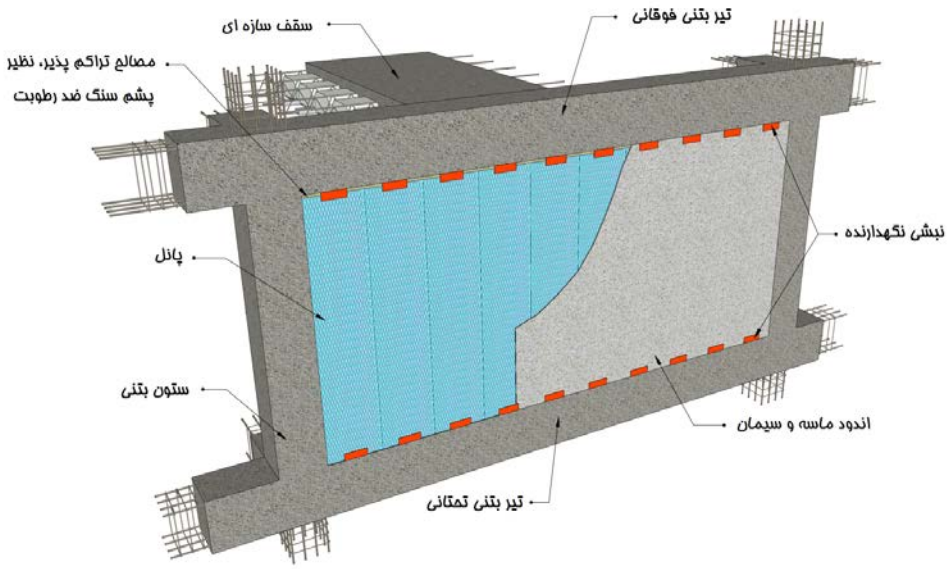
شکل پ۶-۲۲- جزییات نحوه قرارگرفتن صفحات انتظار جهت اتصال مهار دیوار در تیر و ستون بتنی

پ۶-۱-۴-۲-۱۳- دیوارهای پانلی

در دیوار پانلی ساختار پانل باید به گونه‌ای باشد که قابلیت تحمل بارهای لرزه‌ای، باد و ضربه را با عملکرد و رفتار یک طرفه در راستای قائم داشته باشد. در این حالت پانل فقط باید در جهت خارج از صفحه در بالا و پایین دیوار به وسیله نبشی مهار شود (شکل پ۶-۲۳). در صورتی که پایین پانل در حداقل ۵۰ میلی‌متر کف‌سازی قرار گیرد یا برای پایین پانل در سقف ریشه اجرا شده باشد نیازی به اجرایی نبشی در پایین پانل نمی‌باشد (شکل پ۶-۲۴). در این حالت نبشی‌های مهار به سقف که پس از اجرای دیوار نصب می‌شود باید به سمت خارج دیوار باشد و سایر جزییات نیز می‌تواند مشابه دیوارهای بلوکی اجرا شود.



شکل پ۶-۲۳- جزییات نحوه مهار دیوار پانلی در قسمت فوقانی



شکل پ۶-۲۴- مهار خارج از صفحه قسمت فوقانی دیوار دارای ریشه کاشت در پایین دیوار توسط نبشی یا ناودانی

پ۶-۱-۴-۳- نمای داخلی

نماهای داخلی، حساس به جابجایی محسوب می‌شود. این اجزاء می‌توانند دچار ترک‌های داخل صفحه و جداشدگی از دیوار شوند. همچنین ممکن است بر اثر شتاب، مستقیماً دچار تغییرمکان یا جداشدگی خارج صفحه‌ای شوند. در صورتی‌که این اجزاء به طور مستقیم روی دیوارهای برشی یا اعضای سازه‌ای که تحت جابجایی بزرگ قرار می‌گیرند، نصب شوند، در زلزله آسیب‌پذیر خواهند بود. در صورت رعایت الزامات جداسازی دیوار، نیازی به کنترل لرزه‌ای در جهت داخل صفحه برای نماهای داخلی اجرا شده بر روی این دیوارها نمی‌باشد.

پ۶-۱-۴-۴-نمای خارجی

پ۶-۱-۴-۴-۱- نماهای چسبانده شده

این نوع نما شامل نماهای سنگی، آجری و سرامیکی چسبانده شده، ، انواع نماهای سیمانی مسلح شده با مش الیاف یا توری های فلزی، و نماهای مشابه آنها می‌باشد.

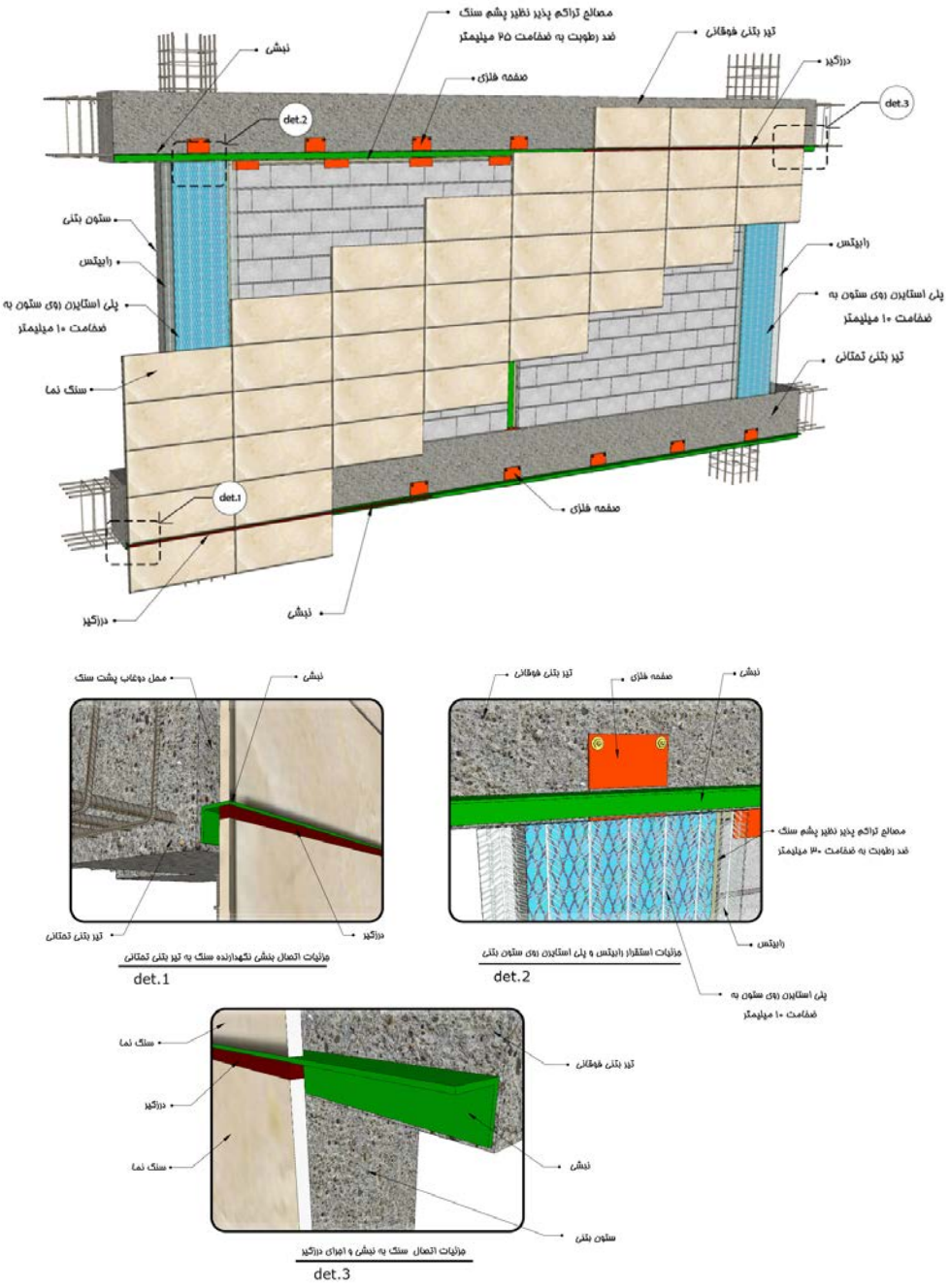
در نماهای چسبانده شده، اتصال و مهار پشت بندی باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای افقی محاسبه شده طبق فصل چهارم این استاندارد باشند.

با توجه به اینکه نماهای چسبانده شده حساس به جابجایی محسوب می‌شوند، ممکن است در اثر تغییرشکل لایه زیرین ترک خورده یا از جای خود بیرون رانده شود. در صورتی‌که این اجزاء به طور مستقیم روی دیوارهای برشی یا اعضای سازه‌ای که تحت جابجایی بزرگ قرار می‌گیرند نصب شوند، در زلزله آسیب‌پذیر خواهند بود.

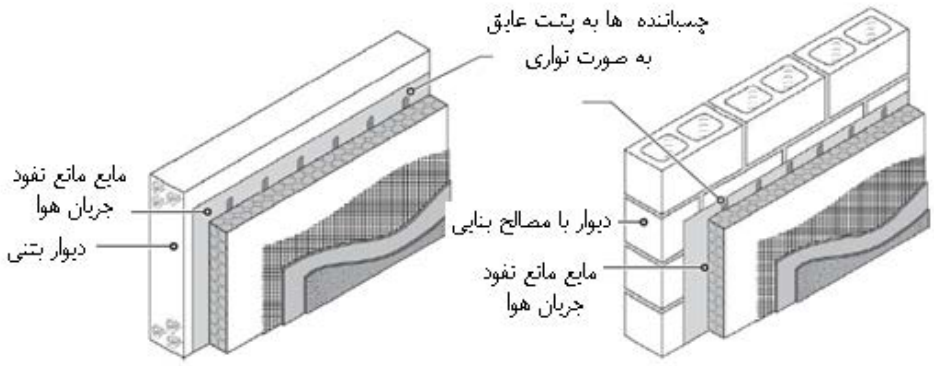
در نماهای چسبانده شده خرابی داخل صفحه نما معمولاً بر اثر تغییرشکل سازهٔ دربرگیرندهٔ دیواری که نما بر روی آن چسبانده شده است رخ می‌دهد، که باعث به وجود آمدن ترک و گسترش آن می‌شود. خرابی خارج از صفحه که به صورت بیرون افتادن نما رخ می‌دهد، مستقیماً به دلیل شتاب می‌باشد. بدین منظور باید با استفاده از جزئیات ارائه شده در این پیوست، اتصال دیوار پشتیبان به سازه محیطی (بند پ۶-۱-۴-۲) را جدا نمود. این جداسازی باید به نحوی صورت گیرد که با اتصال نما به دیوار، امکان حرکت آن با دیوار فراهم شود و در محل‌هایی که پوشش نما از ستون‌ها عبور می‌کند باید توسط مصالح پرکننده نظیر پشم سنگ از چسبیدن نما به ستون‌ها جلوگیری شود (شکل پ۶-۲۵). همچنین اجرای نما باید به گونه‌ای باشد که در تراز طبقات (تیر یا دال) در نما درز انقطاع اجرا شود.

در صورتیکه که دیوار از مصالحی ساخته شود که بتواند ضوابط مباحث مقررات ملی در بحث عایق حرارتی را برآورده کند نیازی به اجرای عایق حرارتی جداگانه بر روی دیوار نیست. در غیر این صورت باید جزییات عایق بندی پوسته خارجی شامل مجموعه دیوار و نما طبق مباحث مقررات ملی رعایت گردد. در این حالت باید نما به نحو مناسبی به دیوار پشت متصل شود.

نمونه‌ای از جزییات اجرایی نمای چسبانده شده در شکل پ۶-۲۶ ارائه شده است. جزییات اجرایی نماها به صورت مشروح در نشریه ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه ارائه شده است.



شکل پ۶-۲۵- نحوه اجرای نمای چسبانده شده در دیوارهای جداسازی شده

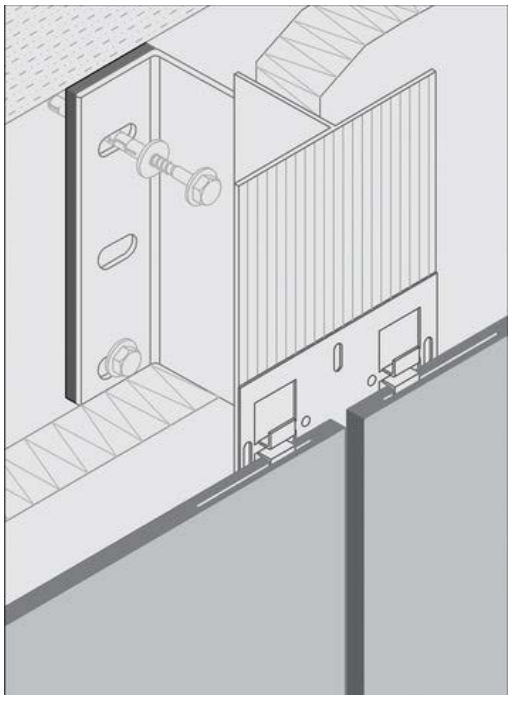


شکل پ۶-۲۶-نحو صحیح اجرای نمای سیمانی مسلح شده به مش الیاف و عایق حرارتی بر روی دیوار

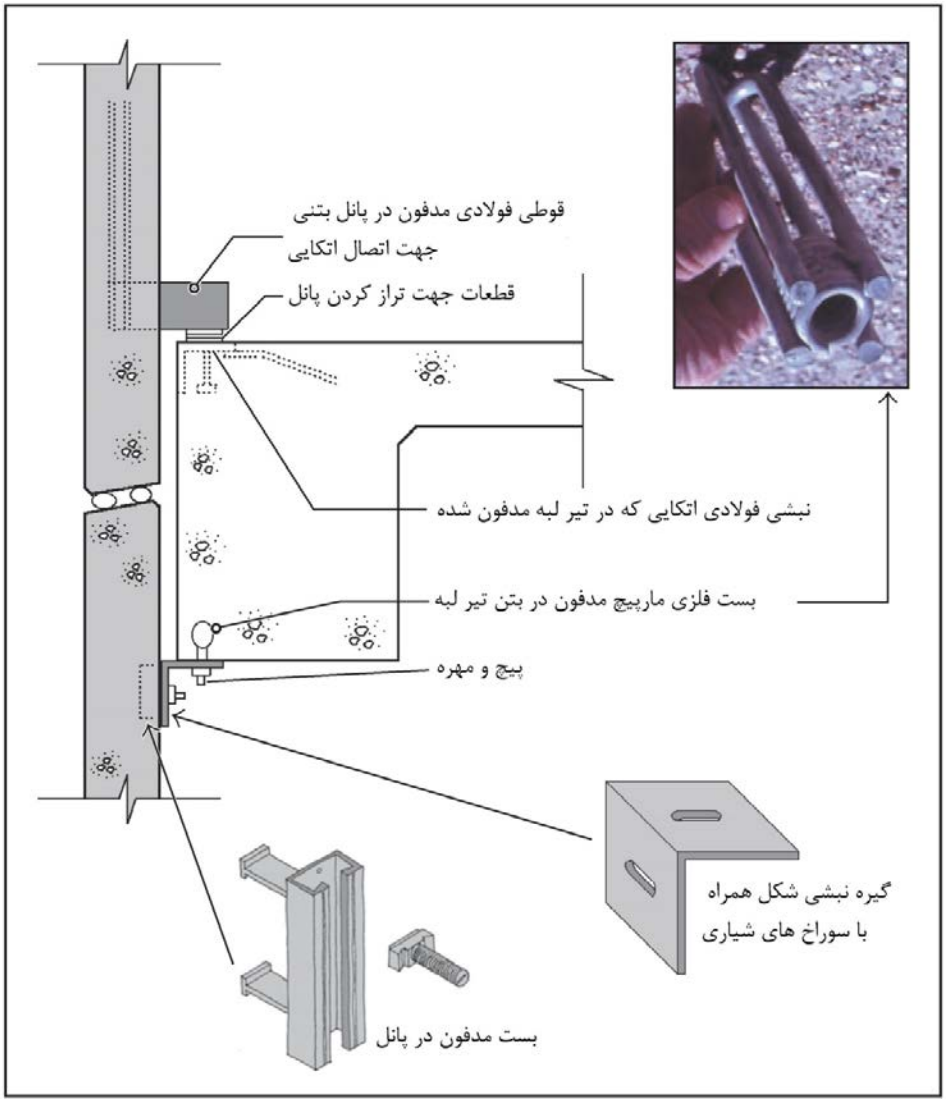
پ۶-۱-۴-۴-۲-نماهای مهار شده

نماهای مهار شده شامل نماهای آجری و سنگی مهارشده، نماهای سرامیکی خشک، نمای کامپوزیت، نمای شیشه‌ای و نماهای بتنی پیش ساخته و انواع تخته‌های سیمانی مسلح شده به الیاف می‌شود. در نمای مهارشده اتصالات باید بارهای ثقلی ناشی از وزن نما به همراه بارهای لرزه‌ای ناشی از شتاب افقی داخل صفحه، خارج صفحه و قائم زلزله را تحمل نمایند.

در ساختمان‌های با اهمیت زیاد و بسیار زیاد با توجه به هدف کاربرد نماهای مهار شده، توصیه می‌شود سازه به گونه‌ای طراحی شود که حداکثر تغییر مکان نسبی داخل و خارج از صفحه آن به ۰/۰۱ ارتفاع طبقه محدود شود یا قاب نگهدارنده نما در تراز سقف طبقات در جهت داخل صفحه مانند شکل پ۶-۲۷ با اتصالات لوبیایی از سازه جداسازی شود. در ساختمان‌های با اهمیت متوسط دارای نماهای مهار شده، توصیه می‌شود سازه به گونه‌ای طراحی شود که حداکثر تغییر مکان نسبی داخل و خارج از صفحه آن به ۰/۰۲ ارتفاع طبقه محدود شود یا قاب نگهدارنده نما در تراز سقف طبقات در جهت داخل صفحه مانند شکل پ۶-۲۷ با اتصالات لوبیایی از سازه جداسازی شود. جزییات اجرایی این نماها در نشریه ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه ارائه شده است.



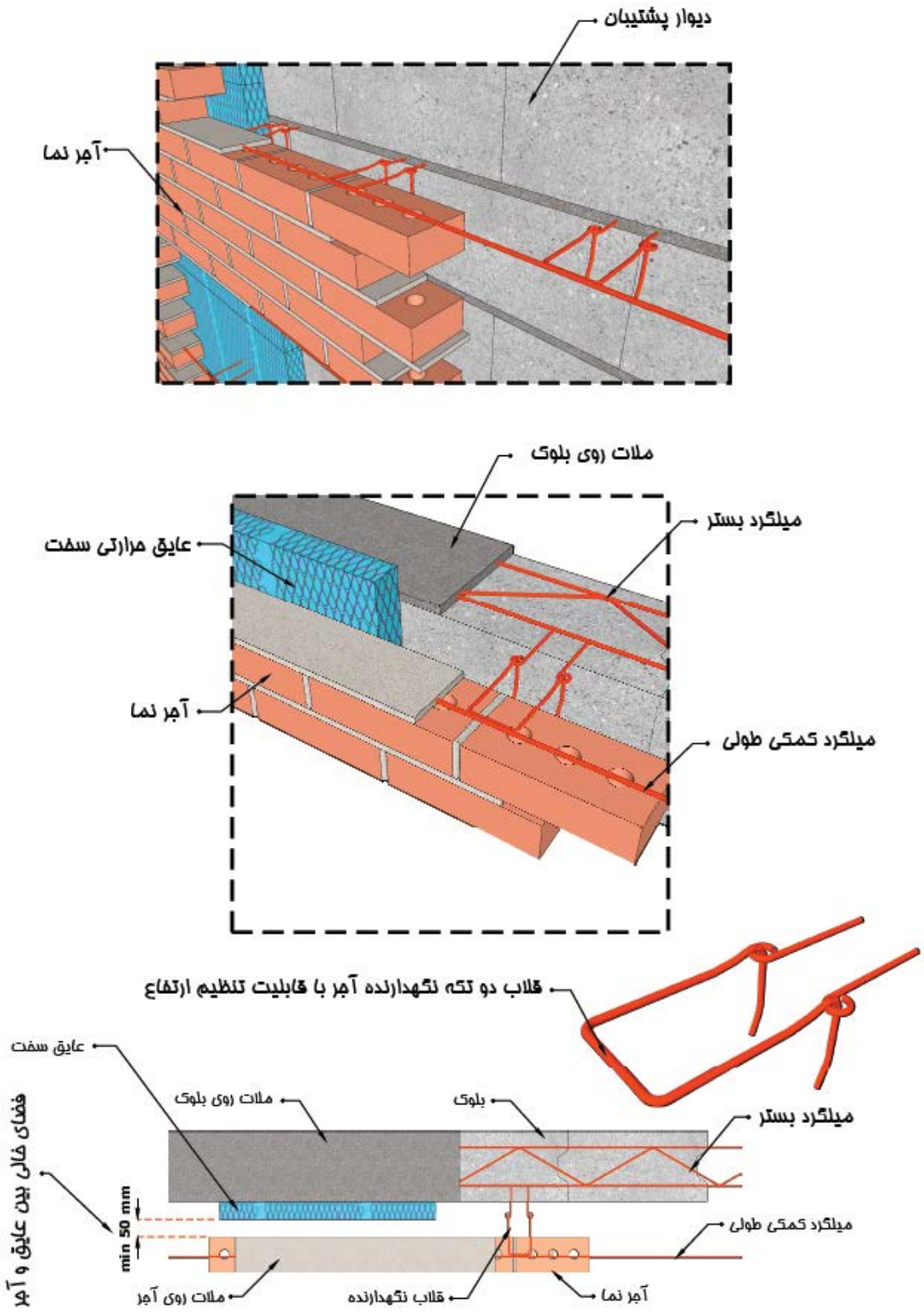
الف- نمونه اجرای اتصال لوبیایی به تیر در اجرای خشک نمای سرامیکی



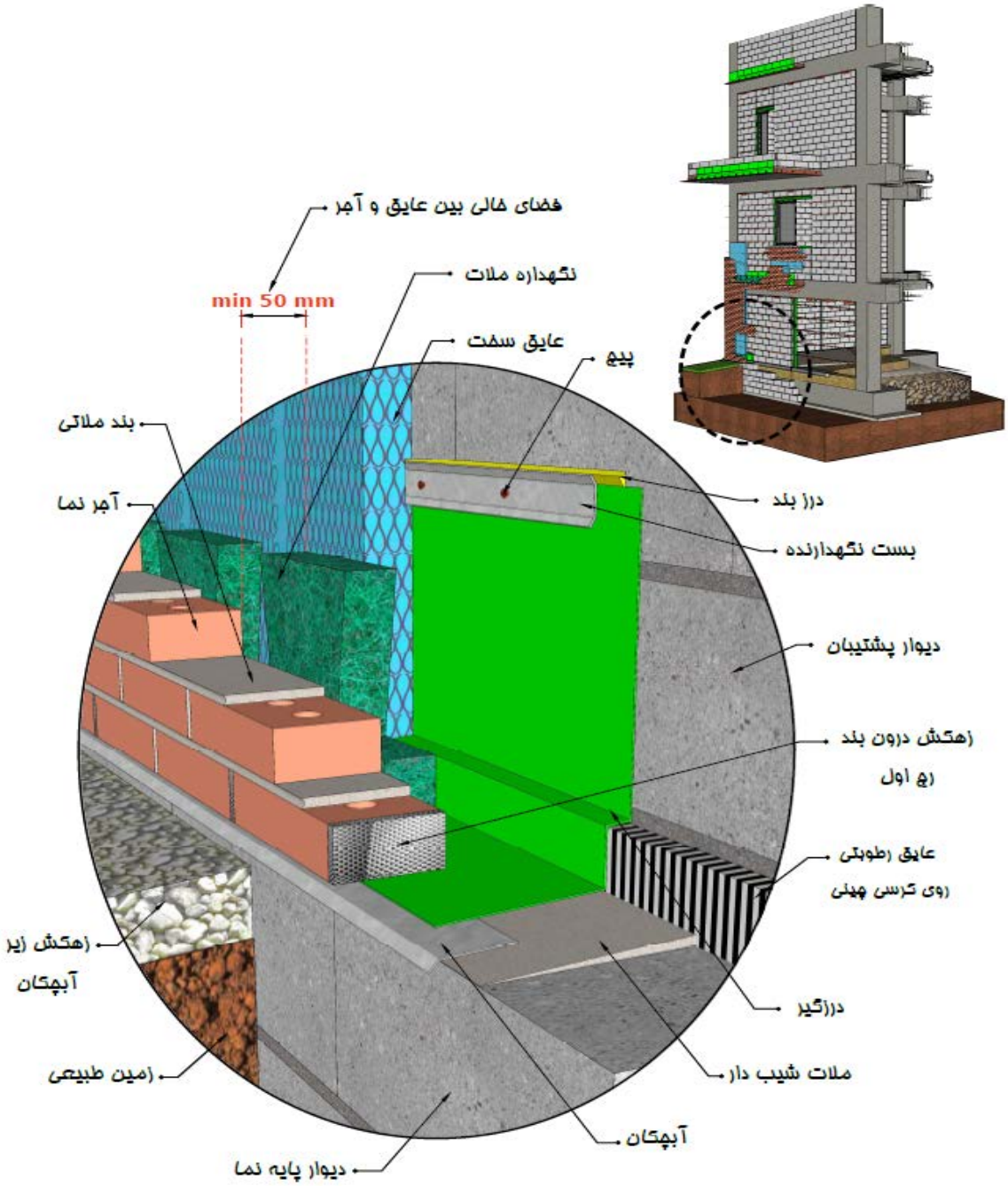
ب- نمونه اجرای اتصال لوبیایی به تیر در پانل بتنی پیش ساخته

شکل پ۶-۲۷- نمونه‌هایی از اجرای اتصال لوبیایی در محل اتصال به تیر طبقه جهت جداسازی نما از جابجایی داخل صفحه قاب سازه‌ای

در نماهای آجری، نما باید در ترازی که دیوار خارجی مسلح شده است با بست به دیوار پشت مهار شود. در همان تراز باید یک عدد میلگرد در لایه نما نیز (مطابق شکل پ۶-۲۸) قرار داده شود. جزییات اجرای این نما به همراه دیگر الزامات اجرایی در شکل پ۶-۲۹ نشان داده شده است. جزییات مشروح در نشریه ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه ارائه شده است.

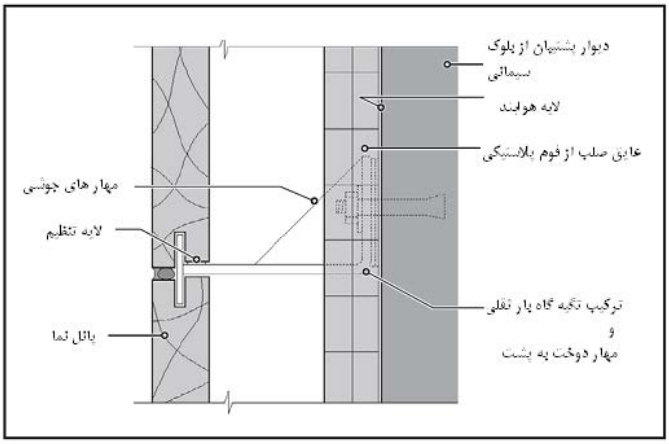


شکل پ۶-۲۸- نحوه مهار نمای آجری به دیوار پشت

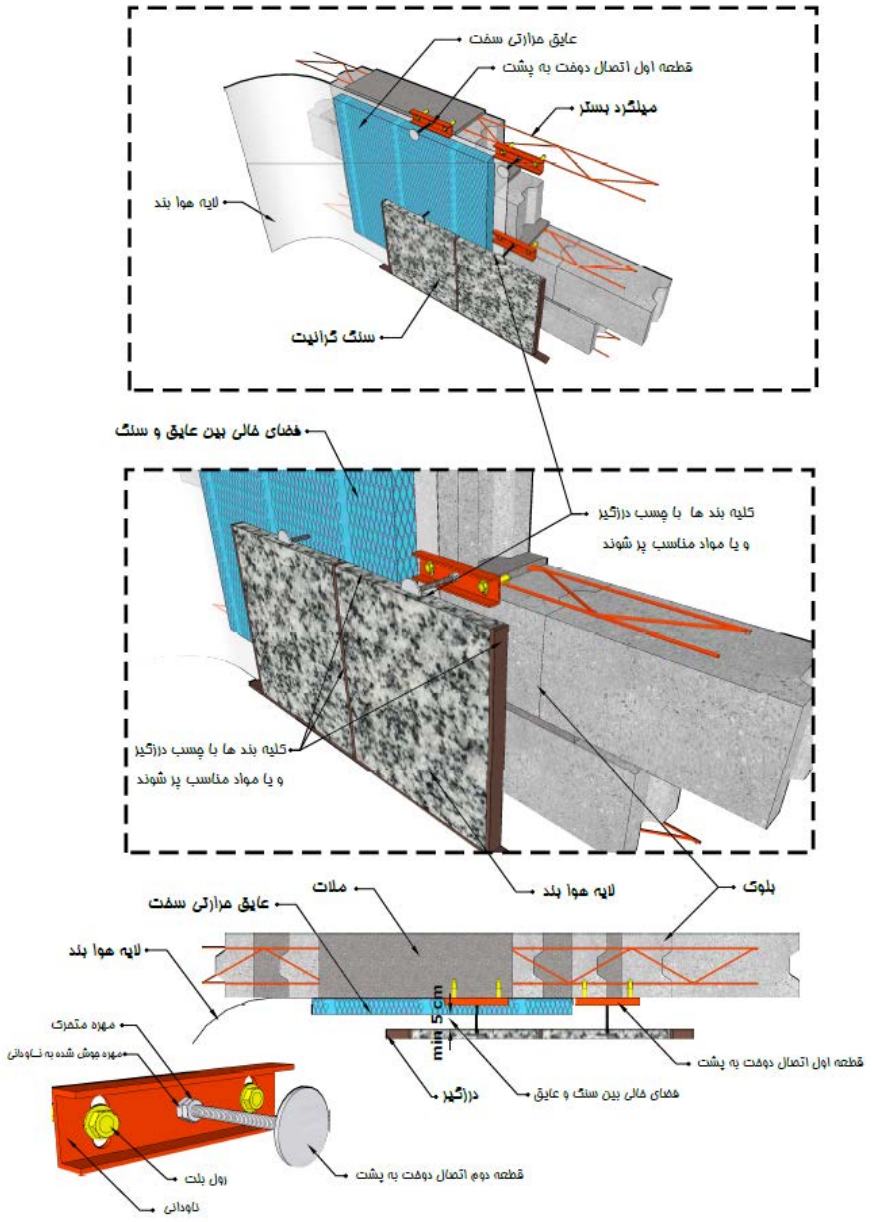


شکل پ۶-۲۹-جزییات اجرای نمای آجری

در نماهای سنگی نیز با اجرای بست در شکاف سنگ می‌توان آن را به نحو مناسبی به دیوار خارجی ساختمان متصل نمود. شکل پ۶-۳۰ نمونه‌هایی از این بست‌ها و جزییات اجرایی نما و عایق‌کاری و درزبندی‌های آن را (درصورت نیاز) نشان می‌دهد.



الف نمونه ای از اتصال دوخت به پشت نمای سنگی به دیوار



ب–نمونه ای از اجرای دوخت به پشت نمای سنگی به دیوار در محل مسلح سازی دیوار

شکل پ۶–۳۰– نمونه‌هایی از اجرای دوخت به پشت نمای سنگی به دیوار و جزییات اجرایی آن

پ۶-۱-۴-۵- سقف کاذب

سقف‌های کاذب از لحاظ نحوه اتصال به سقف به چهار گروه کلی تقسیم می‌شوند:

دسته الف: پوشش سقف‌های بتنی یا فلزی با مصالحی که توسط اتصالات مکانیکی و یا چسب به آنها متصل می‌شوند؛

دسته ب: صفحات آویخته از قبیل گچی، فلزی یا چوبی (با فاصله کمتر از ۶۰ سانتی‌متر از سقف) که توسط اعضایی به نگهدارنده‌های چوبی یا فلزی متصل می‌شوند؛

دسته پ: صفحات آویخته از قبیل گچی، فلزی یا چوبی (با فاصله بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر از سقف) و همچنین سقف‌های کاذب تشکیل شده از توری‌های فلزی به همراه روکش گچی (رابیتس)؛

دسته ت: سقف‌های کاذب یکپارچه دارای سازه مستقل نگهدارنده (T-bars) به همراه تجهیزات روشنایی و مکانیکی.

پ۶-۱-۴-۵-۱-نکاتی که باید در طراحی لرزه‌ای سقف های کاذب رعایت گردد:

-در زیر بالکن‌های طره یا سایه‌بان‌هایی که دچار شتاب قائم بالایی به هنگام زلزله می‌شوند، لازم است که فاصله آویزهای سقف کاذب نسبت به یکدیگر کاهش یابد.

-ارائه جزئیات لرزه‌ای برای سقف‌های کاذب با مساحت کمتر از ۱۳ مترمربع که توسط دیوارها به صورت جانبی در سازه مهار شده‌اند لازم نیست.

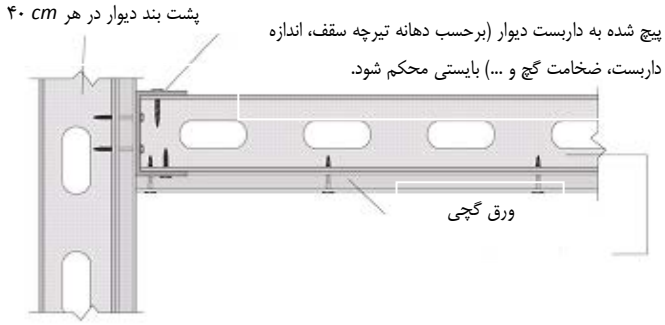
- ممکن است جزئیات لرزه‌ای خاصی برای سقف‌های سنگین دیگر مانند گچ، چوب و یا پانل‌های فلزی یا برای سقف لایه گچی در ارتفاع‌های مختلف مورد نیاز باشد. برای این موارد، جزئیات به صورت مشابه با آن چه برای سقف‌های عایق صوت استفاده می‌شود بوده ولی برای حفظ ایمنی، از مهاربندی بیشتری استفاده می‌شود. مهاربندی لرزه‌ای 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 (معمولاً از فولاد سرد نورد) استفاده کرد (شکل پ۶-۳۱).



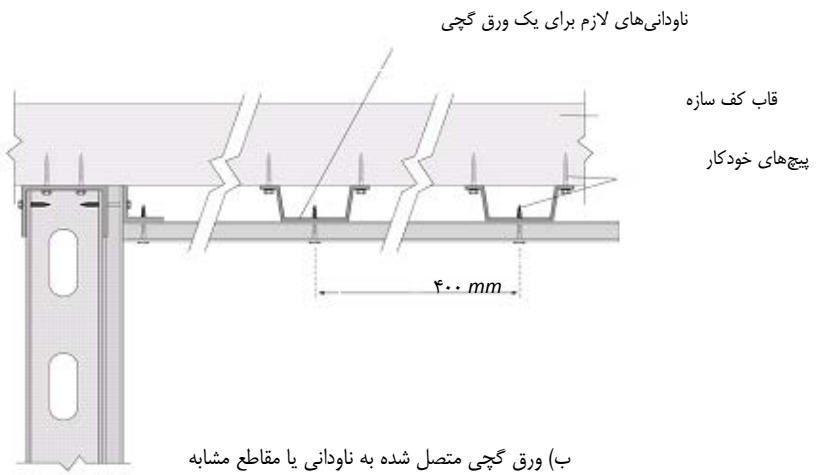
شکل پ۶-۳۱- سقف لایه گچی با مهار جانبی در فواصل ۱٫۸ تا ۲٫۴ متری

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 پ۶-۱-۳ باشند.

ب- ساختمان‌های با اهمیت زیاد و بسیار زیاد: سقف‌های کاذب گروه‌های الف و ب و د باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه شده طبق بند پ۶-۱-۳ باشند. سقف‌های کاذب گروه ج، باید قادر به پذیرش نیروهای طراحی لرزه‌ای و تغییرشکل‌های نسبی محاسبه شده طبق بند پ۶-۱-۳ باشند. شکل پ۶-۳۲ جزئیات مهار لرزه‌ای سقف‌های کاذب نوع الف را نمایش می‌دهد. همچنین در شکل‌های پ۶-۳۳ و پ۶-۳۴ نحوه مهار سقف‌های کاذب نوع ب و پ و جزییات آن ارائه شده است.

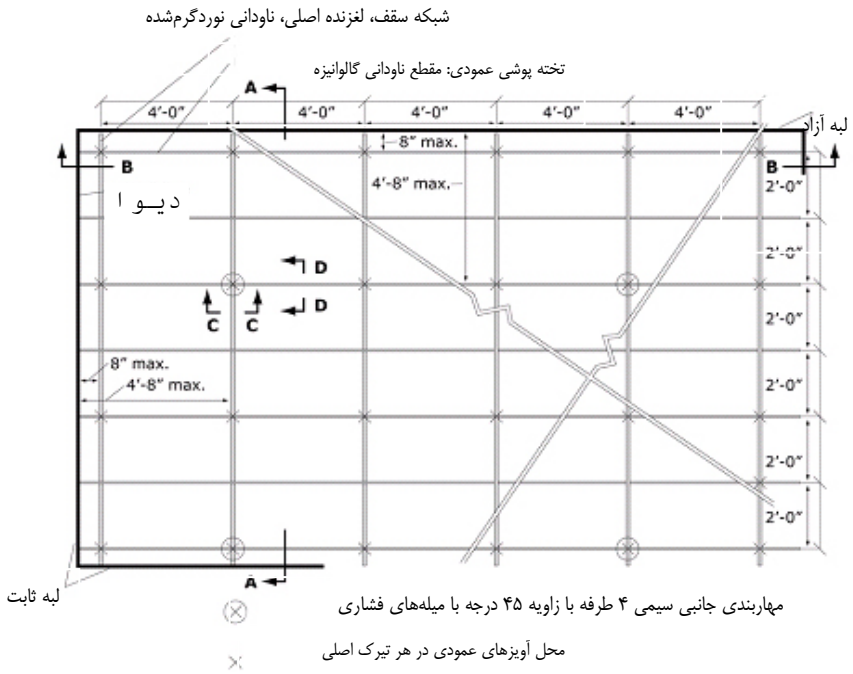


الف) ورق گچی متصل شده به تیرهای سقف

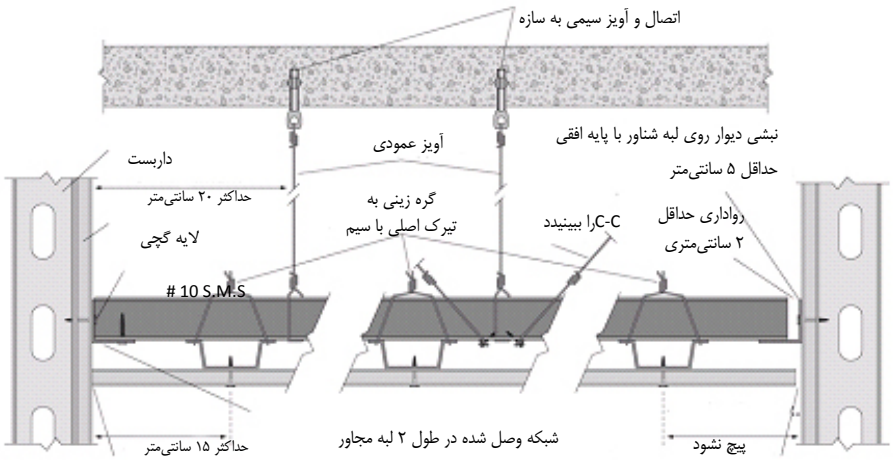


ب) ورق گچی متصل شده به ناودانی یا مقاطع مشابه

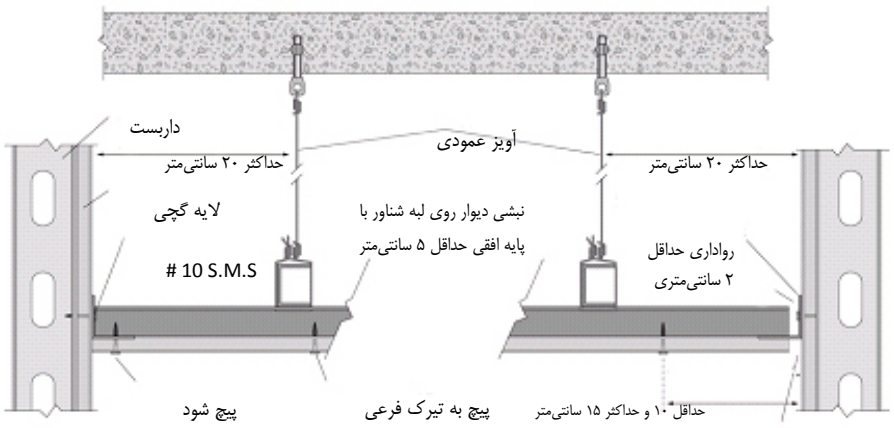
شکل پ۶-۳۲- سقف پانل گچی مستقیم وصل شده به سازه نمونه‌هایی از سقف‌های کاذب نوع الف



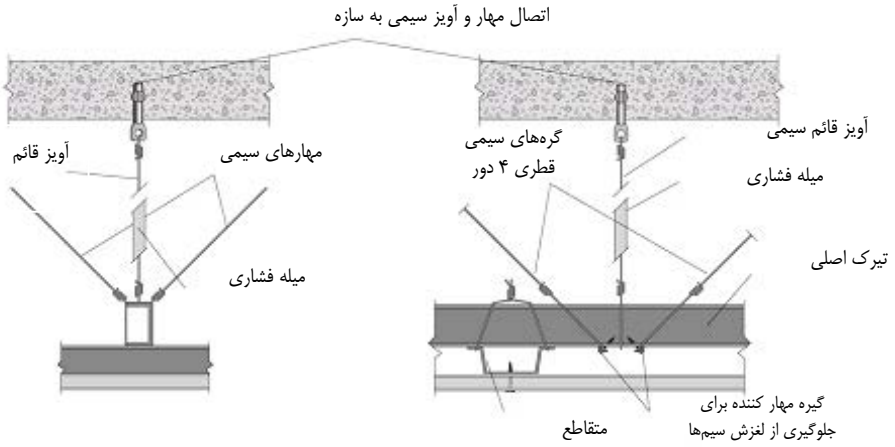
شکل پ۶-۳۳- پلان مهاربندی عرضی برای شبکه سقف سنگین معلق (جزییات مقاطع در شکل پ۶-۲۹ ارائه شده است)



مقطع **A-A**: مهار تیرچه اصلی



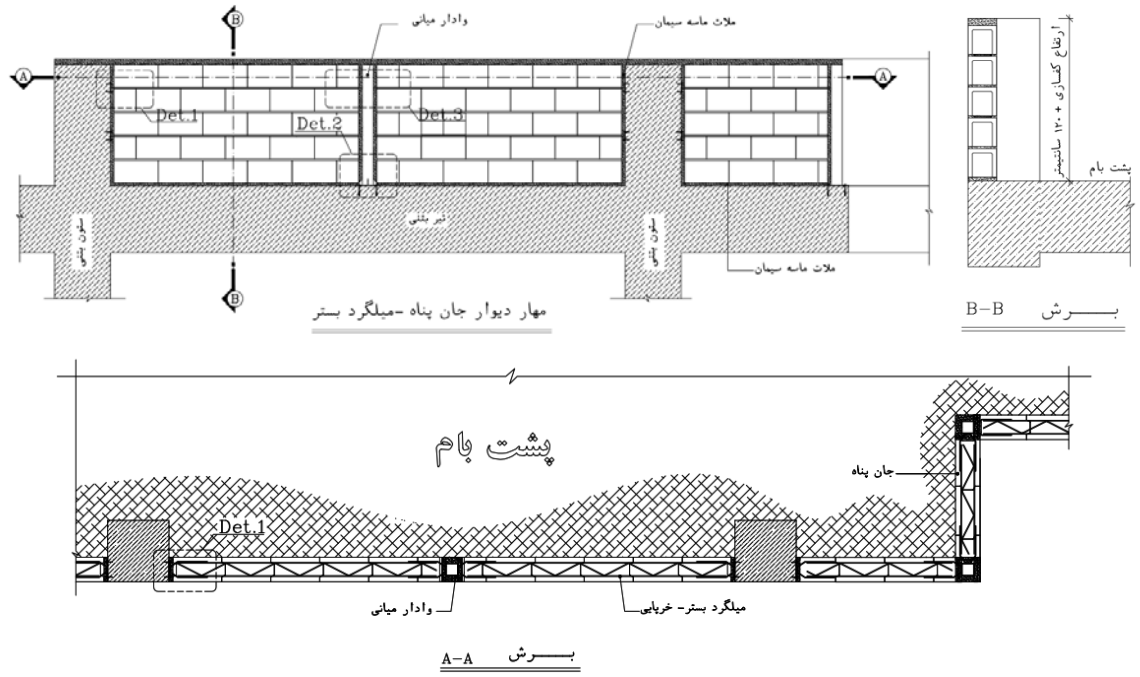
مقطع **B-B**: مهار تیرچه فرعی

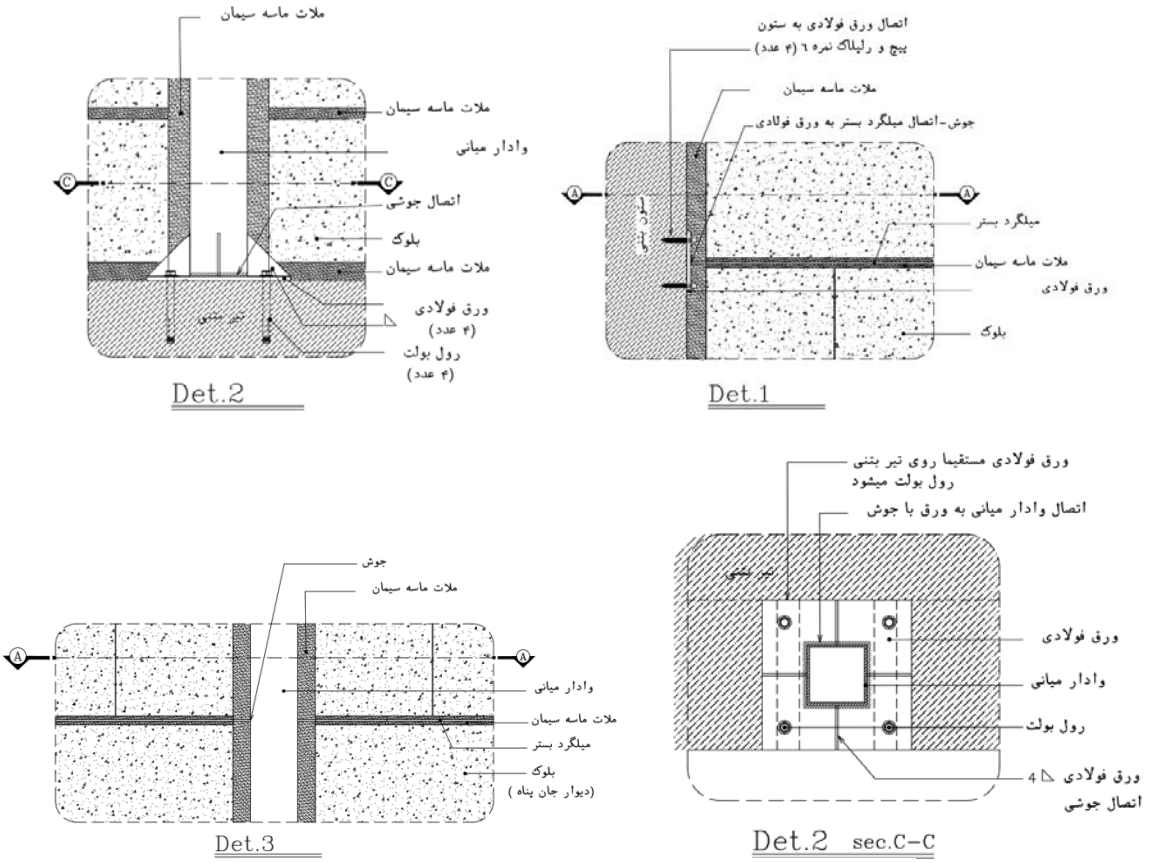


شکل پ۶-۳۴- جزئیات مهاربندی جانبی برای سقف پانل گچی معلق مقاطع نشان داده شده در شکل پ۶-۲۸

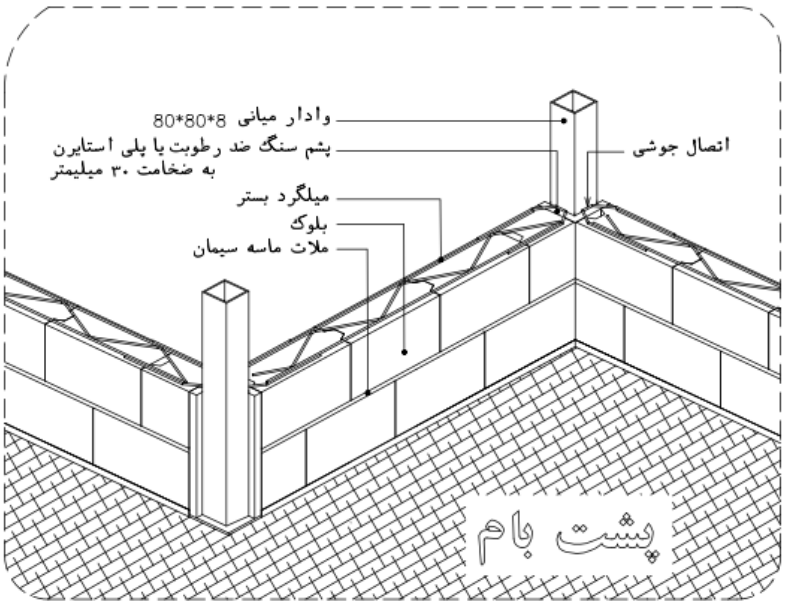
پ۶-۱-۴-۶- جان‌پناه‌ها

با توجه به ضوابط سازمان آتش‌نشانی حداقل ارتفاع جان‌پناه‌ها ۱٫۲ متر توصیه می‌شود. در این حالت مناسب است که ستون‌های پیرامونی بام، تا ارتفاع ۱٫۳۵ متر بر روی بام ادامه پیدا کنند. این ارتفاع برای مهار لرزه‌ای جان‌پناه می‌باشد (شکل پ۶-۳۵). در فاصله بین ستون‌ها در صورت نیاز با اجرای وادار طبق جزییات ارائه شده، طول آزاد دیوار کوتاه شده و دیوار جان‌پناه بین وادارها باید به نحو مناسبی مشابه جزییات ارائه شده در شکل پ۶-۳۶ یا روش‌های مشابه جهت تحمل بارهای خارج صفحه مسلح شود.



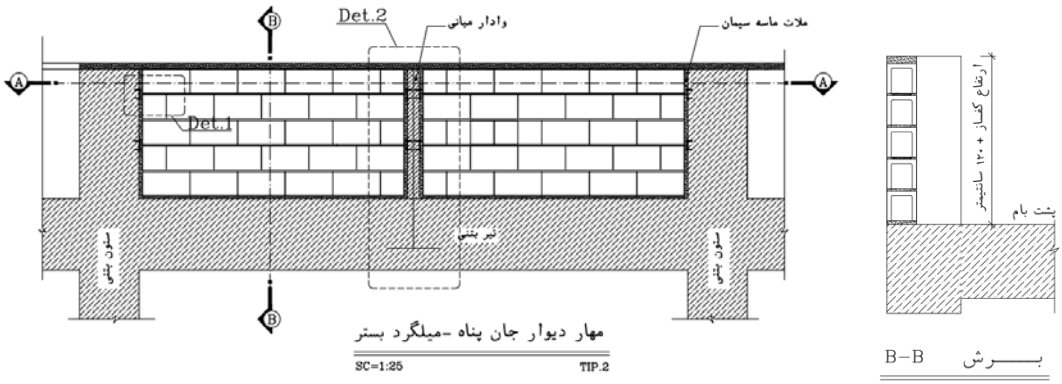


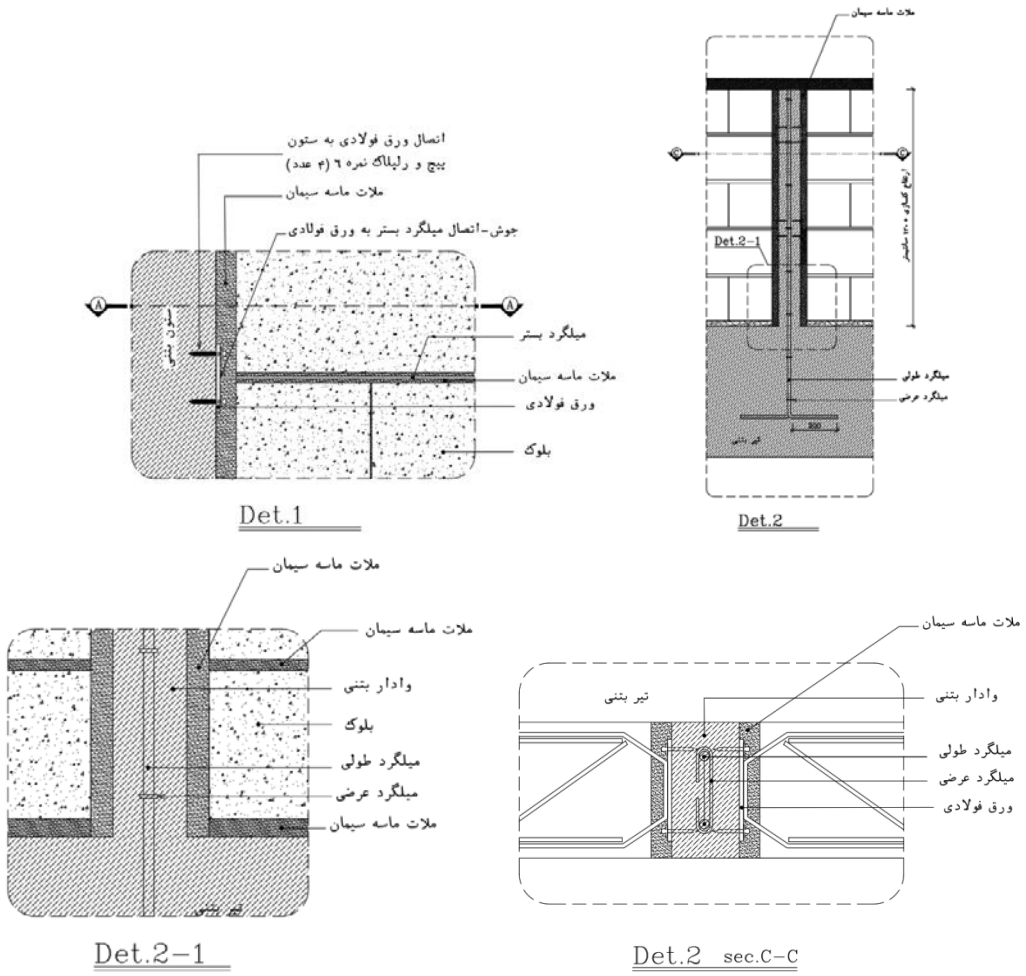
شکل پ۶-۳۵- نحوه مهار جان‌پناه غیرمسلح بنائی



شکل پ۶-۳۶- مهار جان‌پناه بنائی توسط وادار فلزی

یک روش دیگر برای مهار لرزه‌ای جان‌پناه استفاده از میلگردهای مسلح‌کننده قرار گرفته در دیوار و مهار شده در دال سقف (وادار بتنی) در فواصل ۱ متر مانند شکل پ۶-۳۷ می‌باشد.





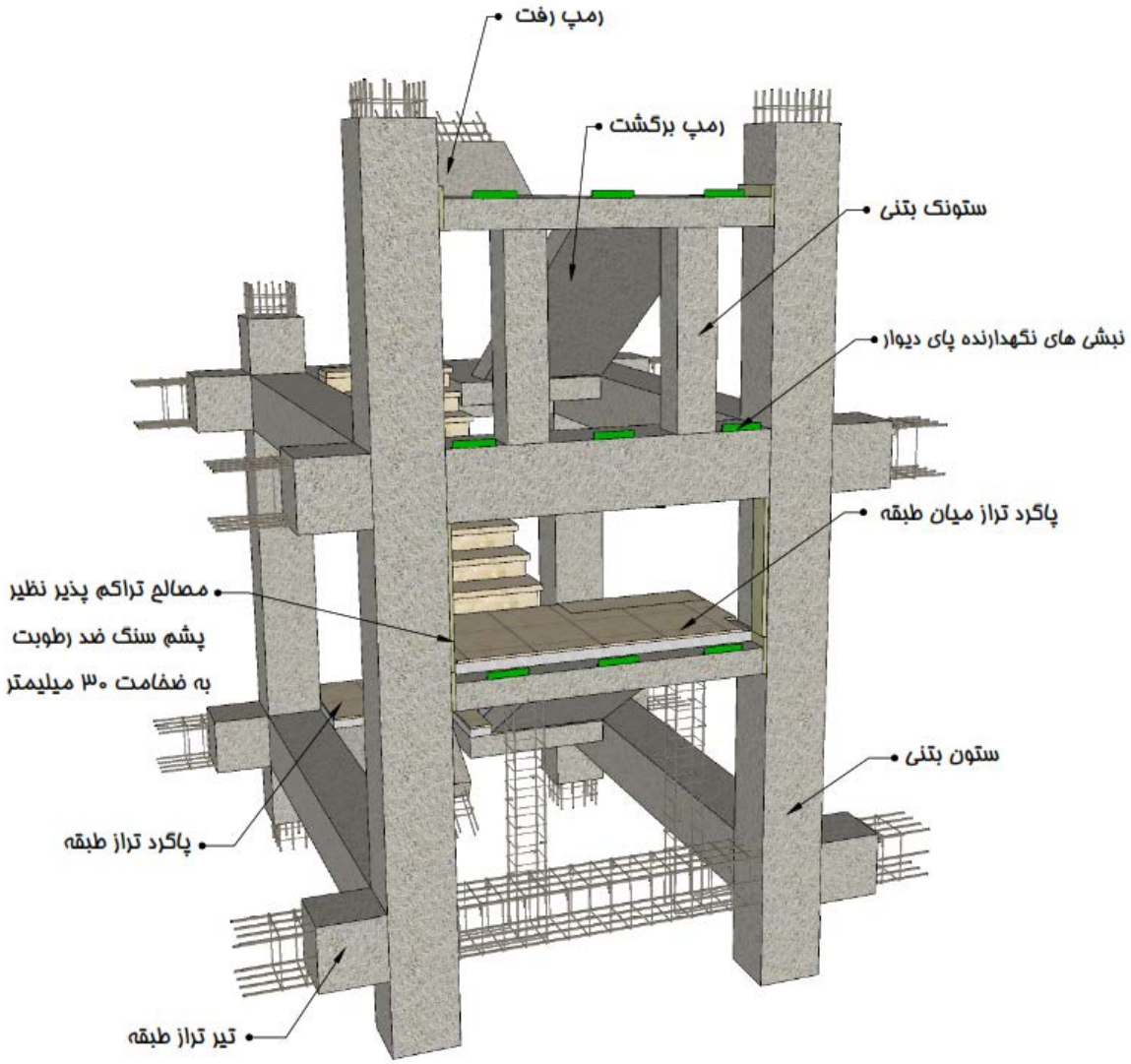
شکل پ۶-۳۷- جزئیات اجرایی اتصال جان‌پناه با وادار بتنی

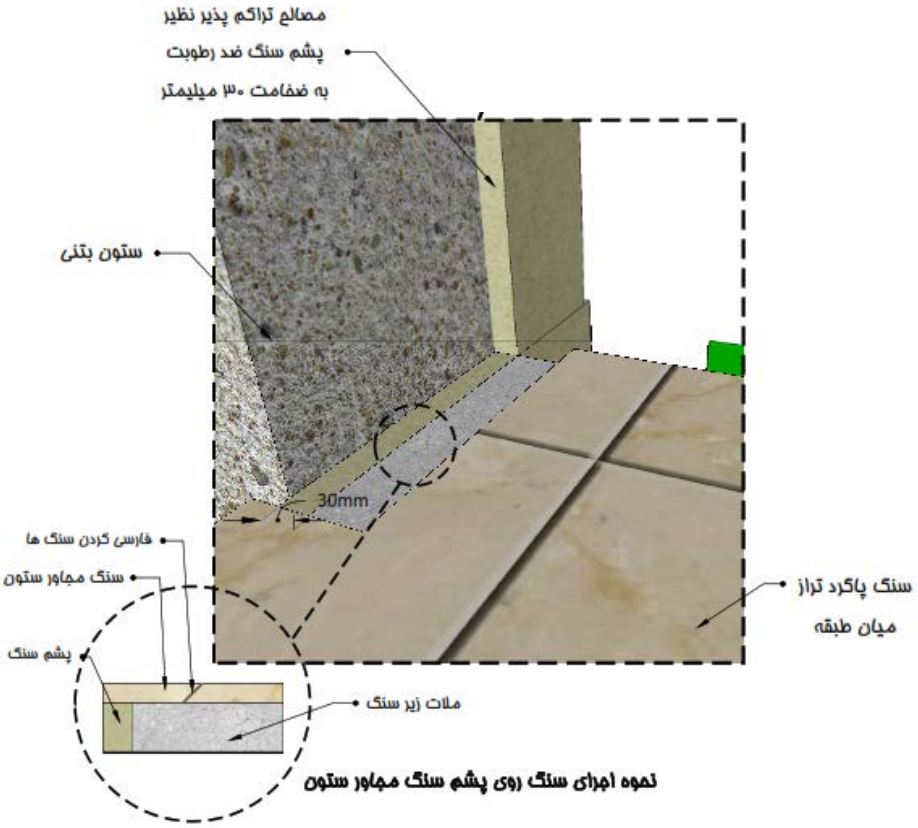
پ۶-۱-۴-۷- راه‌پله‌ها

پله‌ها برای تخلیه ساکنان پس از وقوع زلزله مورد نیاز بوده و حفظ عملکرد آنها پس از زلزله از اولویت بالایی برخوردار می‌باشد. پله‌ها به دو گروه پله‌هایی که جزئی از سازه اصلی ساختمان می‌باشد و پله‌های فرار که جزئی از سازه اصلی ساختمان نمی‌باشد تقسیم می‌شوند.

در پله‌هایی که جزئی از سازه اصلی ساختمان می‌باشند، در صورت اتصال راه‌پله‌ها به قاب سازه‌ای باید اثر آن در باربری لرزه‌ای و نیروهایی که به تیر و ستون اطراف آن براثر این باربری وارد می‌شود لحاظ شود. در این حالت لازم است اجزای راه‌پله شامل شمشیری‌ها، دال بتنی پله و پاگردها مدل‌سازی شوند. در این خصوص لازم است یکبار سازه بدون لحاظ نمودن سختی اجزای پله، مدل و طراحی شود تا سیستم باربرجانبی سازه به تنهایی قادر به تحمل کل نیروی زلزله طرح باشد و یکبار هم با مدل کردن اجزای پله و در نظر گرفتن تأثیر سختی آن، سازه مورد بررسی مجدد قرار گرفته و اجزای پله نیز تحت نیروهای ایجاد شده در آنها طراحی شوند. باید توجه شود در سازه‌های بتنی اجرای تیر و اتصال دال راه پله در تراز پاگرد میان طبقه باعث ایجاد ستون کوتاه در ستون‌های مجاور راه پله می‌شود. جهت جلوگیری از تشکیل ستون کوتاه می توان 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 ستونک ها تیری اجرا می‌شود که به ستون‌های اطراف

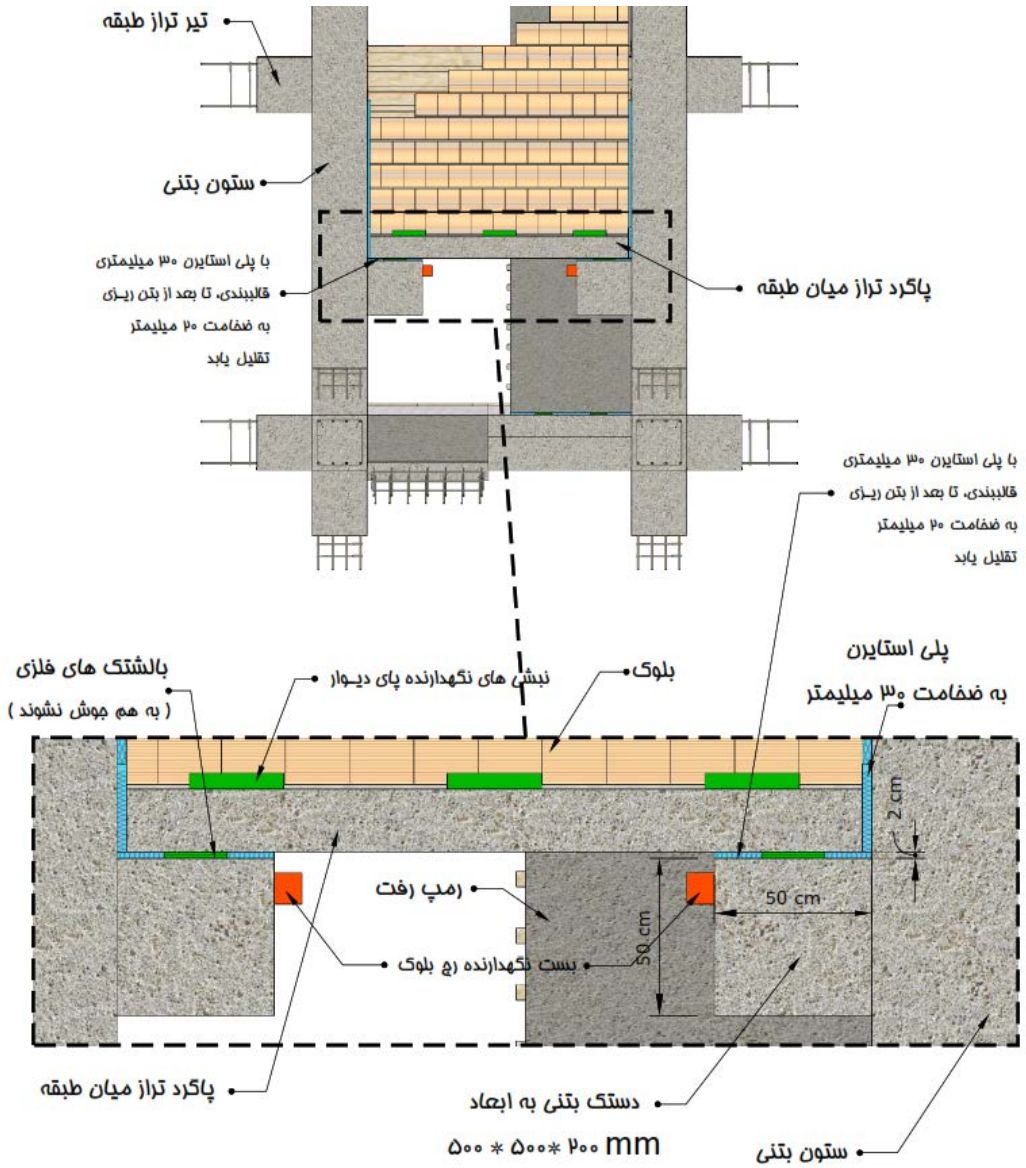
متصل نبوده و انتهای آن با ستون‌های اطراف فاصله ای حداقل به اندازه ۰/۰۱ ارتفاع طبقه دارد. نهایتاً دال پله و پاگردها در تراز نیم طبقه به این تیر قرار گرفته بر روی ستونک ها متصل می‌شوند. لازم به ذکر است تیر نشیمن قرار گرفته در تراز طبقه که ستونک‌ها بر روی آن قرار دارند بایستی تحت پیچش ایجاد شده ناشی از بارهای ثقلی و لرزه‌ای طراحی شود. اعمال ضریب کاهش سختی پیچشی بر روی این تیر مجاز نیست (شکل پ۶-۳۸).



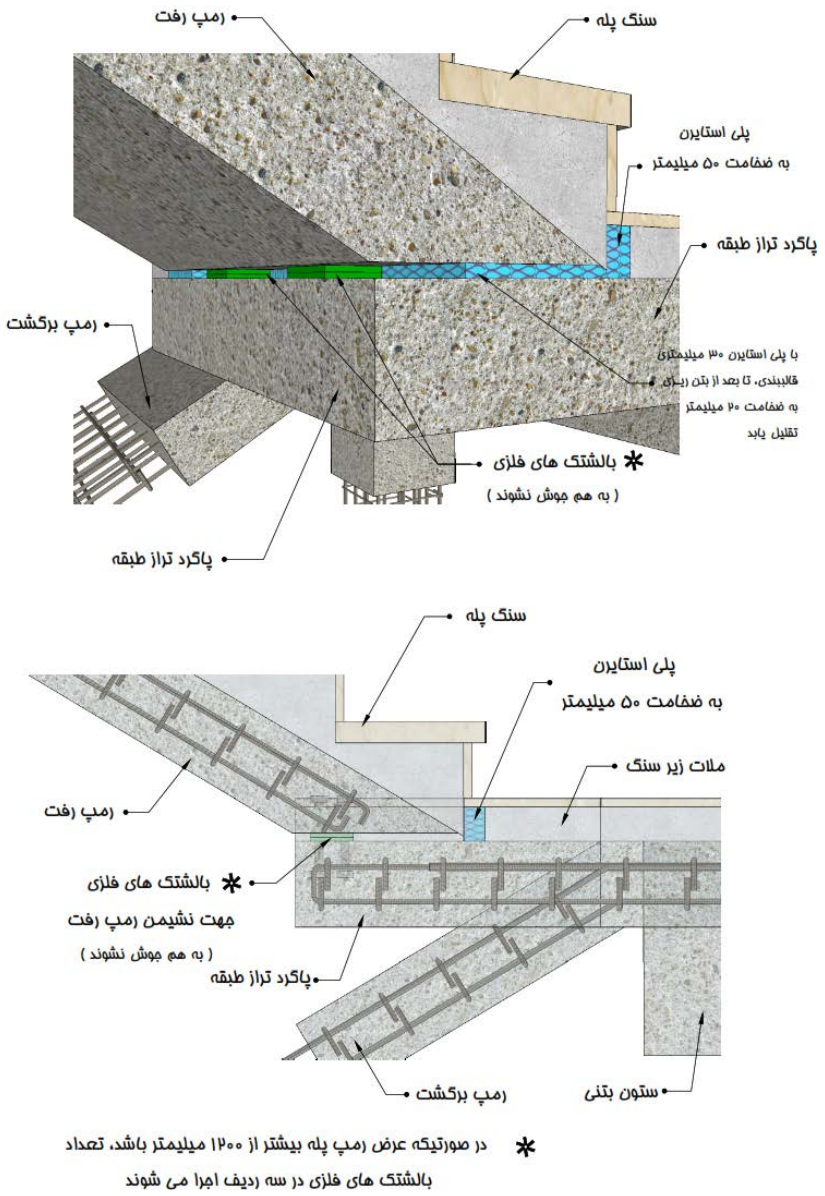


شکل پ۶-۳۸- اجرای پاگرد راه پله بر روی ستونک جهت جلوگیری از ایجاد ستون کوتاه

یک روش دیگر برای کاهش اندرکنش پله و سازه، جداسازی آن مطابق جزئیات ارائه شده در شکل‌های پ۶-۳۹ و پ۶-۴۰ در تراز پاگرد میان طبقه و تراز پاگرد پایین هر طبقه می‌باشد. براساس این جزئیات 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 (حداقل پهنا دستک بتنی برابر ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد). رمپ راه پله فقط در تراز پاگرد طبقه از طریق بالشتک فلزی بر روی دال پاگرد می نشیند و اتصال رمپ و دال پاگرد در تراز میان طبقه به صورت پیوسته اجرا می‌شود. این بالشتک‌های فلزی باید در داخل هسته بتنی مهار شده باشند.



شکل پ۶-۳۹- جزئیات اجرایی جداسازی نشیمن پاگرد راه پله در تراز نیم طبقه



شکل پ۶-۴۰- جزئیات اجرایی جداسازی نشیمن پاگرد راه پله در تراز طبقه

- در پله‌های سبک، اتصالاتی با سوراخ‌های لوبیایی برای جداسازی پله از کف‌های متصل و جلوگیری از خرابی ناشی از گریز بین طبقه‌ای مفید می‌باشند.

- 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.

پ۶-۲- درنظرگیری اثر میانقابی دیوار در ساختمان

پ۶-۲-۱- مقدمه

طبق بند ۱-۵-۸ این استاندارد، دیوارهای داخلی و نماها باید طوری اجرا شوند که تا حد امکان مانعی برای حرکت اجزای سازه‌ای در زمان زلزله ایجاد نکنند. بخش اول این پیوست راهکارهایی در این زمینه ارائه داده است. در صورتی که دیوارها از قاب‌های پیرامونی خود جدا نشوند لازم است اثر اندرکنش این اعضا با سیستم سازه‌ای در تحلیل و طراحی سازه لحاظ شود که در این بخش راهکارهایی برای این منظور ارائه شده است.

میانقاب به دیواری اطلاق می‌شود که به طور کامل دهانه‌ای از یک قاب فولادی یا بتنی را پوشانده و توسط تیرها و ستون‌ها احاطه شده است. قاب میان‌پر شامل میانقاب و قاب پیرامونی آن می‌باشد که باید ضوابط این بخش را اقناع نماید.

حداکثر تعداد طبقات ساختمانی که در آن می‌توان بر اساس ضوابط این پیوست از میانقاب برای تامین مقاومت جانبی استفاده نمود، چهار طبقه است. سازه این ساختمان‌ها، به تنهایی و بدون احتساب میانقاب‌ها، باید قادر به تحمل بارهای ثقلی باشد. اثر وجود میانقاب در بروز نامنظمی در سازه باید بررسی و در طراحی سازه لحاظ شود. ضمنا ضوابط این بخش در مورد ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد قابل استفاده نیست.

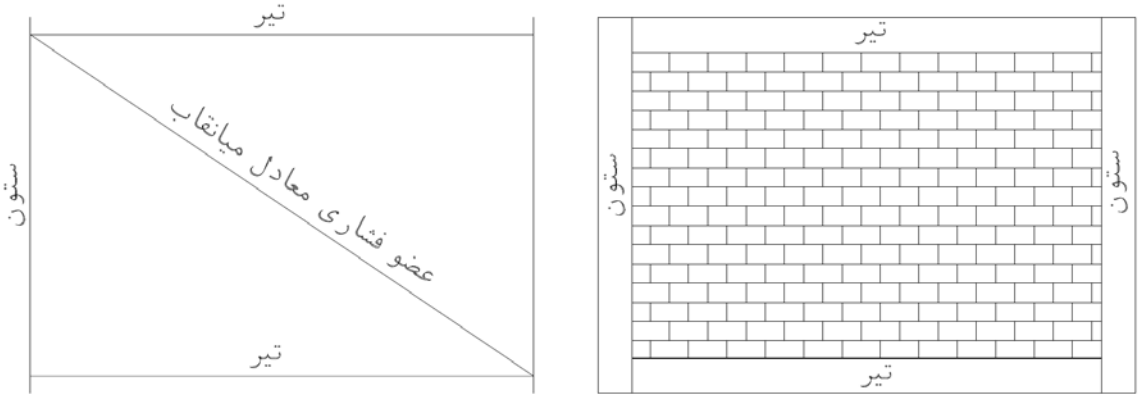
سازه‌هایی که با ضوابط این بخش تحلیل و طراحی می‌شوند باید به تنهایی و بدون در نظرگیری اثر میانقاب‌ها نیز جوابگوی بارهای وارده شامل بار زلزله باشند، مگر اینکه در نقشه های سازه‌ای، میانقاب‌ها به عنوان اجزای سازه‌ای معرفی شده و در دستورالعمل‌های نگهداری ساختمان قید شود که امکان تغییر، جابجایی یا تخریب آنها بدون انجام تحلیل و ارزیابی های مجدد وجود ندارد.

پ۶-۲-۲- دیوارهای مشمول این بخش

میانقاب های مصالح بنایی که در این بخش مدنظر است شامل دیوارهای آجری توپر و سوراخدار یا ساخته شده از بلوک سیمانی می‌باشند. دیوارهای ساخته شده از مصالح بنایی فوق و تقویت شده با لایه بتن پاشی (شاتکریت) در یک یا هر دو وجه آنها نیز مشمول این بخش می‌شود. ضوابط این پیوست، شامل دیوارهای ساخته شده از آجر مجوف (بلوک سفالی مجوف)، سنگ، شیشه یا جنس های دیگر نمی‌شود.

پ۶-۲-۳- مدلسازی میانقاب مصالح بنایی در جهت درون صفحه

در صورت وجود شرایط بند پ۶-۲-۴، برای مدلسازی میانقاب‌های مصالح بنایی در جهت درون صفحه می‌توان از مدل عضو قطری فشاری معادل استفاده نمود. برای این منظور به جای میانقاب از یک عضو قطری استفاده می‌شود که ضریب ارتجاعی و ضخامت آن با دیوار یکسان است و عرض آن از رابطه (پ۶-۱) به دست می‌آید (شکل پ۶-۴۱). این عضو قطری، تنها در فشار عمل می‌نماید و در کشش حذف می‌شود.



الف) دیوار با عملکرد میانقابی ب) مدل قاب میانپر

شکل پ۶-۴۱- عضو معادل میانقاب

پ۶-۲-۳-۱- سختی

سختی ارتجاعی درون صفحه یک پانل از میانقاب مصالح بنایی غیرمسلح را می‌توان با بکارگیری یک عضو قطری فشاری معادل به عرض a طبق رابطه (پ۶-۱) به حساب آورد. ضخامت و ضریب ارتجاعی این عضو، با میانقاب مورد نظر یکسان می‌باشد. عرض a (برحسب میلی‌متر) عبارت است از:

$$a = 0.175\,R\,(\lambda_1 h_{col})^{-0.4}\,r_{inf} \qquad (پ۶-۱)$$

که در آن:

$$\lambda_1 = \left[\frac{E_m t_{inf}\,\sin 2\theta}{4E_f I_{col} h_{inf}}\right]^{0.25} \qquad (پ۶-۲)$$

و نیز:

h_{col} = ارتفاع ستون (برحسب mm)؛

$h_{\inf}$ = ارتفاع پانل میانقاب (برحسب mm)؛

E_f = ضریب ارتجاعی مصالح قاب (برحسب MPa)؛

E_m = ضریب ارتجاعی مصالح میانقاب (برحسب MPa)؛ ضریب ارتجاعی مصالح ساخته شده از واحدهای بنایی معادل ۵۵۰ برابر مقدار مقاومت فشاری (f'_m) آنها در نظر گرفته می‌شود. برای سایر مصالح باید به آیین‌نامه‌های مرتبط با آنها و برای میانقاب بتن پاشی شده، به روابط موجود در فصل ۷ ضابطه ۳۹۸ سازمان برنامه و بودجه کشور مراجعه نمود.

f'_m = مقاومت فشاری مصالح بنایی میانقاب (برحسب MPa)؛ مقدار مقاومت فشاری مصالح بنایی میانقاب را می‌توان در طراحی بر اساس مراجع معتبر فرض کرد. این فرض باید در اجرا کنترل شود. برای کنترل این فرض، مقدار مقاومت فشاری اندازه‌گیری شده نباید از ۰٫۹ مقدار مفروض در مرحله طراحی کمتر و از ۱٫۵ برابر آن بیشتر باشد. برای اندازه گیری مقاومت فشاری مصالح بنایی میانقاب (f'_m) می‌توان حداقل سه نمونه منشوری از همان مصالح دیوار را که دارای حداقل ارتفاع ۴۰۰ میلی‌متر و نسبت ارتفاع به ضخامت بیش از ۲

است، ساخت و آزمایش کرد. متوسط مقاومت این سه نمونه برابر مقاومت فشاری مصالح بنایی میانقاب فرض می‌شود. در صورتی که دیوار از واحدهای بنایی تشکیل شده باشد، نمونه منشوری باید دارای حداقل سه ردیف واحد بنایی باشد. اگر ضریب تغییرات (C.O.V) نتایج بیش از ۲۵٪ باشد، باید تعداد آزمایش‌ها حداکثر تا دو برابر افزایش یابد. برای تعیین مقاومت فشاری مصالح بنایی میانقاب، می‌توان از سایر روش‌های معرفی شده در نشریه ۳۷۴، ضابطه ۷۴۰ و ضابطه ۳۹۸ سازمان برنامه و بودجه کشور نیز استفاده کرد. در هر حال، مقدار f'_m نباید از ۳/۵ مگاپاسکال کمتر باشد، در غیر اینصورت یا باید این مقدار مقاومت را با تقویت میانقاب تامین نمود یا اثر میانقابی این دیوار در نظر گرفته نشود و طبق بخش اول این پیوست از قاب پیرامونی جداسازی شود.

I_{col} = لنگر اینرسی ستون (برحسب mm^4)؛ در صورتی که ستون‌های پیرامونی میانقاب متفاوت باشند می‌توان از متوسط لنگر اینرسی آنها به جای این کمیت استفاده نمود.

r_{inf} = طول قطری پانل میانقاب (برحسب mm)؛

θ = زاویه‌ای که تانژانت آن برابر ضریب تناسب میانقاب (نسبت ارتفاع به طول) می‌باشد؛

λ_1 = ضریبی که برای محاسبهٔ عرض معادل عضو فشاری پانل به کار می‌رود.

R = ضریب کاهنده نوع اتصال قاب؛ در صورتی که اتصالات قاب گیردار باشد مقدار آن ۱/۰ و در غیر این‌صورت برابر ۰/۹ در نظر گرفته می‌شود.

t_{inf} = ضخامت آن قسمتی از دیوار (برحسب mm) است که در تماس مستقیم و کامل با اعضای قاب باشد. برای دیوارهایی که در محاسبات سختی و مقاومت به حساب می‌آیند باید تمهیدات لازم در هر یک از کنج‌ها (در حداقل ۱/۵ برابر عرض معادل محاسبه شده با رابطه پ۶-۱) برای تماس مستقیم دیوار با تیر و ستون پیرامونی فراهم شده باشد. در غیر این صورت در محاسبه ظرفیت میانقاب تنها قسمتی از دیوار که در تماس مستقیم با اعضای قاب می‌باشد منظور می‌شود ولی در کنترل تیر و ستون باید بیشترین ضخامتی از دیوار که با تیر یا ستون در تماس است، در نظر گرفته شود. برای دیوارهایی که ضخامت‌شان در جاهای مختلف، متفاوت است، مانند دیوارهایی که بخش پایینی آنها سنگ‌کاری شده، برای محاسبه مقاومت طراحی (موضوع بند پ۶-۲-۵-۲)، کمترین ضخامت و برای محاسبه مقاومت نهایی قطری محتمل (موضوع بند پ۶-۲-۳-۲)، میانگین ضخامت دیوار ملاک عمل قرار می‌گیرد.

پ۶-۲-۳-۲- مقاومت نهایی قطری محتمل

مقاومت نهایی قطری محتمل میانقاب، F_u، که برای کنترل اعضا و اتصالات قاب (بندهای پ۶-۲-۴-۲ و پ۶-۲-۴-۳) به کار می‌رود از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F_u = a\,R\,t_{inf}\,f'_m \qquad \text{(پ۶-۳)}$$

که در آن a عرض عضو فشاری معادل و f'_m، R و t_{inf} به ترتیب مقاومت فشاری مصالح میانقاب، ضریب کاهنده نوع اتصال قاب و ضخامت میانقاب می‌باشند که ذیل رابطه (پ۶-۱) تعریف شده‌اند.

پ۶-۲-۴- شرایط لازم برای عملکرد میانقابی دیوار

اعضا و اتصالات قاب محیطی یک میانقاب باید برای اثرات اندرکنش قاب و میانقاب کفایت داشته باشند. این اثرات شامل نیروهای منتقل شده از میانقاب به تیر، ستون و اتصال‌های قاب می‌باشند. در صورتی که هر یک از شرایط این بند برای قاب دارای دیوار برآورده نشود، دیوار آن را نمی‌توان به عنوان میانقاب در نظر گرفت و باید به صورت جدا شده از قاب اجرا شود.

دیوار موجود در دهانه مهاربندی باید به گونه‌ای باشد که مهاربند بتواند آزادانه عمل نماید. در چنین دهانه‌هایی، نمی‌توان اثر میانقابی دیوار را در نظر گرفت و باید آنها را به صورت جدا شده از قاب اجرا نمود.

پ۶-۲-۴-۱- شرایط دیوار برای بروز عملکرد میانقابی

تنها دیوارهایی می‌توانند به عنوان میانقاب در نظر گرفته شوند که دارای همه شرایط زیر باشند (شرایط مربوط به اجرا باید در نقشه‌های اجرایی ذکر شوند):

۱. دارای مقاومت عمود بر صفحه کافی مذکور در بند پ۶-۲-۶ باشند.
۲. برای دیوارهای ساخته شده از واحدهای بنایی، دیوارچینی باید به صورت هشت گیر انجام شده باشد به گونه ای که هر آجر بالایی حداقل ۰٫۲۵ آجر پایینی را پوشش داده باشد. ضمن اینکه درزهای قائم آن نیز مانند درزهای افقی باید دارای ملات ماسه سیمان باشند.
۳. درزی بین دیوار و اعضای قاب وجود نداشته باشد و دیوار به طور کامل درتماس با تیر و ستون باشد. در صورت وجود درز بین دیوار و تیر فوقانی می‌توان آن را با ملات انبساط‌پذیر پر کرد. بر خلاف روش مرسوم اجرای دیوار، برای از بین بردن اثر درز فوقانی نمی‌توان از آجرهایی که در رج آخر به صورت مایل چیده شده اند استفاده کرد. مگر اینکه تمام فضاهای خالی باقیمانده، به خصوص فضای خالی بین آجر مورب و کنج قاب، با بتن یا مصالحی که مقاومت فشاری آن مساوی یا بیشتر از آجر است پر شود.
۴. دیوار باید کاملا شاقول اجرا شده و فاقد شکم دادگی یا کج شدگی باشد.
۵. ساختمان دارای دیافراگم صلب باشد.
۶. ارتفاع دیوار نباید از ۴ متر و طول آن از ۶ متر بیشتر باشد.
۷. تغییرمکان جانبی نسبی غیر خطی طرح قاب میان‌پر (با درنظرگیری اثر میانقاب‌ها در تحلیل)، که از رابطه ۳-۱۱ این استاندارد به دست می‌آید، در ساختمان‌های با اهمیت زیاد، متوسط و کم نباید به ترتیب از ۰٫۰۰۸، ۰٫۰۱ و ۰٫۰۱۵ برابر ارتفاع طبقه بیشتر باشد.

پ۶-۲-۴-۲- شرایط اعضای قاب پیرامونی دیوار

علاوه بر خود دیوار، اعضا قاب پیرامونی دیوار نیز باید دارای شرایطی باشند تا بتوان آن دیوار را به عنوان میانقاب در نظر گرفت. ستون و تیر مجاور میانقاب، به ترتیب باید قادر به تحمل نیروهای بیان شده در بند پ۶-۲-۴-۲-۱ و پ۶-۲-۴-۲-۲ به عنوان بار ایجاد شده در زلزله در ترکیب با سایر بارهای وارد به سازه باشند. در این بررسی باید اثر نیروهای زلزله در هر دو جهت متقابل در نظر گرفته شوند.

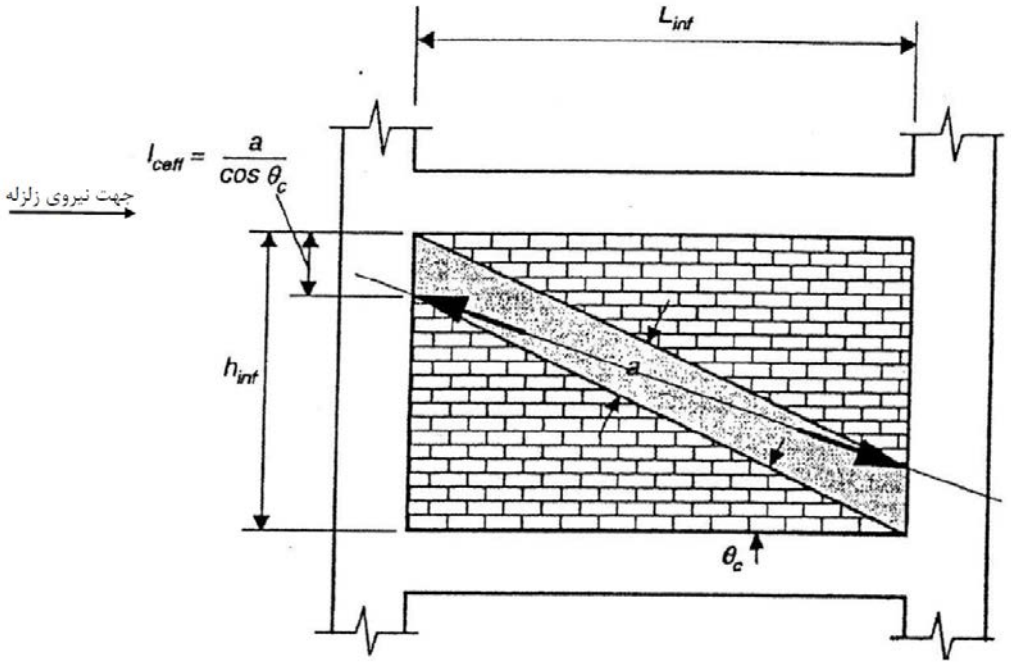
پ۶-۲-۴-۲-۱- مقاومت لازم برای ستون‌های مجاور پانل میانقاب

مقاومت‌های خمشی و برشی ستون‌های مجاور یک پانل میانقاب باید برای تحمل نیروهای حاصل از حالتی که در آن نیروی افقی برابر $F_u \cos\theta$ در فاصلهٔ l_{ceff} از بالا یا پائین پانل میانقاب مطابق شکل پ۶-۴۲ به ستون اعمال شده است، کافی باشد. در این شرایط، F_u از رابطه (پ۶-۳) و l_{ceff} از رابطه (پ۶-۴) بدست می آید و θ زاویه قطر میانقاب با افق می‌باشد. این ستون‌ها باید تحمل بارهای کششی و فشاری ناشی از اعمال نیروی $F_u \sin\theta$ را نیز داشته باشد.

$$l_{ceff} = \frac{a}{\cos\theta_c} \qquad \text{(پ۶-۴)}$$

در این رابطه، a عرض عضو فشاری معادل میانقاب می‌باشد که از رابطه (پ۶-۱) به دست می‌آید و θ_c نیز، از رابطه (پ۶-۵) محاسبه می‌شود که در آن L_{inf} طول میانقاب و θ زاویه قطر میانقاب با افق می‌باشد.

$$\theta_c = \theta - \sin^{-1}\left(\frac{a\cos\theta}{L_{inf}}\right) \qquad \text{(پ۶-۵)}$$



شکل پ۶-۴۲- نیروی وارد به ستون از طرف میانقاب

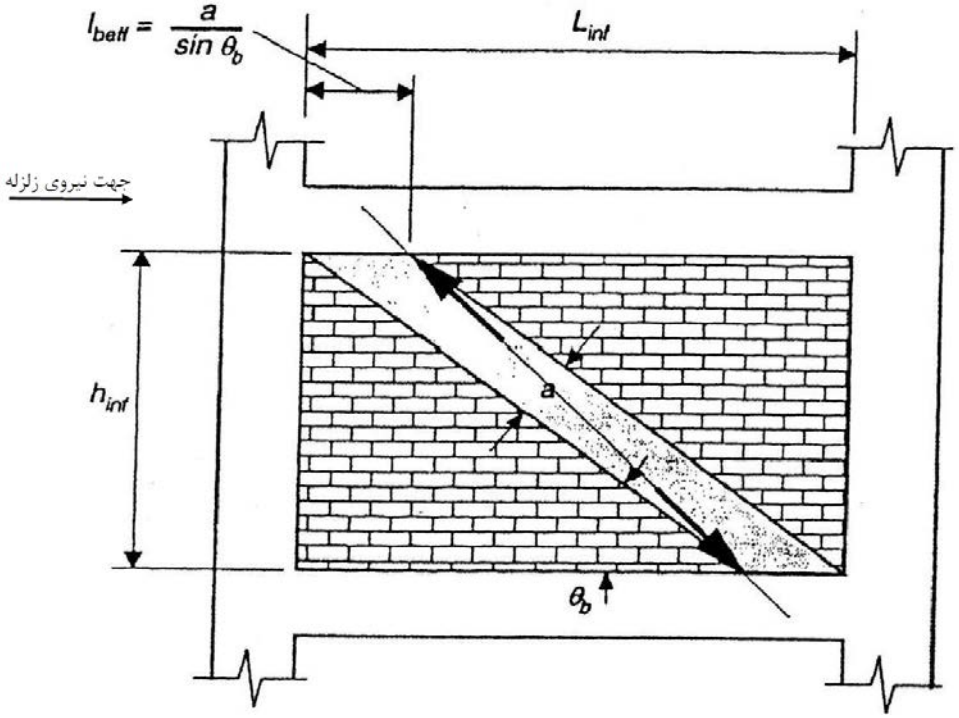
پ۶-۲-۴-۲-۲- مقاومت لازم برای تیرهای مجاور پانل میانقاب

مقاومتهای خمشی و برشی تیرهای قاب پیرامونی یک میانقاب باید برابر با نیروهای حاصل از حالتی باشد که در آن، نیروی قائم $F_u \sin\theta$ در فاصله l_{beff} از دو طرف میانقاب، مطابق شکل پ۶-۴۳، به تیر اعمال شده است و در آن F_u از رابطه (پ۶-۳) و l_{beff} از رابطه (پ۶-۶) بدست می‌آید:

$$l_{beff} = \frac{a}{\sin\theta_b} \qquad \text{(پ۶-۶)}$$

مقدار θ_b را می‌توان از رابطه (پ۶-۷) محاسبه کرد:

$$\theta_b = \theta + sin^{-1}\left(\frac{a\cos\theta}{L_{inf}}\right) \qquad (پ۶-۷)$$



شکل پ۶-۴۳- نیروی وارد به تیر از طرف میانقاب

پ۶-۲-۴-۲-۳- اثرات موضعی میانقاب بر اعضای قاب

اثرات موضعی ناشی از عملکرد میانقابی دیوار بر اعضای قاب نباید باعث خرابی موضعی در آنها شود (مانند خمیدگی بال‌های مقاطع فولادی I شکل، کمانش جان و غیره). برای این منظور، نیروی حاصل از روابط (پ۶-۸) و (پ۶-۹) به ترتیب برای ستون و تیر محاسبه می‌شود:

$$F_{col} = \frac{F_u(\cos\theta - \mu\sin\theta)}{(1-\mu^2)} \qquad (پ۶-۸)$$

$$F_{beam} = \frac{F_u(\sin\theta - \mu\cos\theta)}{(1-\mu^2)} \qquad (پ۶-۹)$$

که در آن μ ضریب اصطکاک بین مصالح میانقاب و مصالح قاب است که در صورت عدم وجود اطلاعات دقیق می‌توان آن را برای قاب فولادی برابر ۰٫۳ و برای قاب بتنی برابر ۰٫۵ در نظرگرفت. توزیع تنش قائم از نیروهای حاصل از این روابط را می‌توان به صورت مثلثی (تنش حداکثر در کنج) در طولی به اندازه l_{ceff} (از رابطه پ۶-۴) بر روی ستون و l_{beff} (از رابطه پ۶-۶) بر روی تیر در نظر گرفت.

اگر دیوار در محور قاب قرار نداشته باشد، اثر خروج از محوریت آن نیز باید به صورت پیچش روی قاب در نظرگرفته شود.

پ۶-۲-۴-۳- اتصالات قاب

اتصال تیر به ستون قاب باید قادر به تحمل نیروی برشی $F_u sin\theta$ در ترکیب با سایر بارهای موجود در سازه باشد.

پ۶-۲-۵- تحلیل سازه و محاسبه نیروی حاصل از عملکرد میانقابی دیوار

در تحلیل سازه، هر میانقاب به صورت یک عضو قطری فشاری با مشخصاتی که در بند پ۶-۲-۳-۱ بیان شده مدل می‌شود.

ستون‌های پیرامونی میانقاب حتی در قاب‌های دارای اتصال مفصلی تیر به ستون، جزو اعضای لرزه بر ساختمان محسوب می‌شوند و در تحلیل سازه باید در بررسی بند ۳-۱-۴ این استاندارد، در مورد اعمال همزمان مولفه جهت متعامد زلزله، مد نظر قرار گیرند.

پ۶-۲-۵-۱- ضرائب لرزه ای سازه دارای میانقاب

مقدار کمیت‌های R_u، C_d و Ω_0 برای سازه دارای میانقاب بر اساس جدول ۳-۴ این استاندارد (مشابه سیستم قاب ساختمانی دارای دیوار برشی مصالح بنایی مسلح)، به ترتیب برابر ۳، ۲٫۵ و ۲٫۵ در نظر گرفته می‌شود.

پ۶-۲-۵-۲- کنترل مقاومت میانقاب

در طراحی سازه به روش ضرائب بار و مقاومت، نیروی عضو قطری فشاری میانقاب که از تحلیل با ترکیبات بار شامل زلزله به دست می‌آید نباید از مقاومت طراحی آن که برابر $0.4F_u$ در نظر گرفته می‌شود، بیشتر باشد.

پ۶-۲-۵-۳- قطع میانقاب در ارتفاع ساختمان

در صورتی که در یک دهانه، میانقاب در یکی از طبقات وجود نداشته باشد، دیوارهای آن دهانه در طبقات بالا را نمی‌توان میانقاب فرض کرد و باید آنها را بر اساس بخش اول این پیوست، از قاب پیرامونی جدا نمود.

پ۶-۲-۶- ارزیابی دیوارهای مصالح بنایی در جهت خارج از صفحه

همه میانقاب‌ها و اجزا و اتصالات آن باید دارای مقاومت کافی برای تحمل نیروهای خارج از صفحه دیوار باشند. نیروی زلزله وارد به میانقاب در جهت عمود بر صفحه، مشابه دیوارهای جدا شده و بر اساس فصل ۴ این استاندارد محاسبه می‌گردد.

برای تامین مقاومت در جهت عمود بر صفحه می‌توان از روش‌های معرفی شده در بخش نخست این پیوست برای دیوارهای جدا شده از قاب، استفاده نمود. البته اجزاء اضافه شده به میانقاب (بر خلاف دیوار جدا شده)، باید کاملا به دیوار متصل بوده و فاصله‌ای بین آنها و دیوار وجود نداشته باشد. لایه پوشش بتن آرمه (شاتکریت) نیز می‌تواند مورد

استفاده قرار گیرد. بدین منظور می‌توان ضوابط بخش ۷-۱ ضابطه ۳۹۸ سازمان برنامه و بودجه کشور را مد نظر قرار داد.

در مدل تحلیلی سازه، باید از سختی عمود بر صفحه میانقاب صرفنظر نمود.

پ۶-۲-۷- میانقاب‌های دارای بازشو

میانقاب دارای بازشو باید تا حد امکان به صورت جدا شده از قاب اجرا شود. تنها در مواردی که همه شرایط زیر فراهم باشد، دیوار را می‌توان میانقاب فرض کرد:

۱. طول و ارتفاع بازشو به ترتیب از یک سوم طول و یک سوم ارتفاع دیوار کمتر باشد.
۲. فاصله افقی و قائم بازشو از تیر و ستون به ترتیب از ۲۰٪ طول و ۲۰٪ ارتفاع دیوار بیشتر باشد.
۳. بازشو دارای قاب فولادی که به چارچوب پنجره متصل می‌شود باشد.

در این حالت لازم است سختی و مقاومت طراحی میانقاب به مقدار ۲۰٪ کاهش یابد. در صورتی که دیوار دارای دو یا چند بازشو باشد، برای ابعاد بازشوی معادل، اندازه کوچکترین مستطیلی که همه بازشوها را در بر می‌گیرد در نظر گرفته می‌شود. در دیوارهای دارای بازشو نیز مانند سایر دیوارها، تامین مقاومت کافی در جهت خارج از صفحه الزامی است.

پ۶-۲-۸- میانقاب‌های نوین

بر اساس تحقیقات علمی، انواع جدیدی از میانقاب معرفی شده‌اند که در جهت صفحه خود، رفتاری شکل‌پذیر داشته و در جهت عمود بر صفحه نیز کاملا پایدار هستند. در صورت استفاده از چنین میانقاب‌هایی، لازم است برای مدل‌سازی آن‌ها در سازه، کنترل کفایت اعضا و اتصالات قاب پیرامونی و همچنین برای تعیین مقدار مقاومت طراحی و سایر کمیات مورد نیاز، بر اساس ضوابط معتبر عمل شود.

در صورت استفاده از میانقاب دارای فیوز لغزان، می‌توان از بخش ۷-۲ ضابطه ۳۹۸ سازمان برنامه و بودجه کشور استفاده و مقاومت طراحی (مذکور در بند پ۶-۲-۵-۲) آن را برابر با F_u فرض نمود.