وال پست چیست؟ اصول طراحی و ضوابط اجرای وال پست در سازه

حتما خرابی های ساختمان مسکن مهر زلزله کرمانشاه را به یاد دارید، زلزله‌ی آبان ماه سال ۱۳۹۶ در کرمانشاه، سبب ایجاد فضایی برای تحول در رویکرد مهندسین ایرانی در رابطه با اعضای غیر سازه ای و رفتار آنها در حین زلزله گردید. یکی از روش هایی که برای مهار اجزای غیر سازه ای وجود دارد و بیشتر مورد استقبال قرار گرفته، استفاده از وال پست یا کلاف های قائم و افقی است.

ما در این مقاله تلاش کردیم با رویکردی جدید و بررسی کامل المان غیرسازه ای به نام وال پست، گامی در کاهش خسارات مالی و جانی برای هموطنانمان برداریم. البته صفرتاصد طراحی و اجرای وال پست را در دوره طراحی و اجرای وال پست هم می توانید آموزش ببینید. در این مقاله علاوه بر آموزش موارد مهم، به مصاحبه با متخصصین این حوزه نیز پرداخته ایم و از تجربیات آنها بهره جسته ایم.

ناودانی کار گذاشته شده قبل از اجرای دیوار برای ایجاد فاصله و مهار

ناودانی اتصال دیوار به ستون

نحوه اتصال دیوار به تیر و ستون و ایجاد فاصله

فریم های ایجاد بازشو در دیوار

اهمیت مهار مناسب دیوارها بعد از زلزله کرمانشاه

یک ساختمان در صورتی ایمن نامیده میشود که پس از وقوع یک زلزله، موارد زیر بدون آسیب باقی بمانند

۱- افراد حاضر در ساختمان،

۲- وسایل و تجهیزات و سرویس‌های ارائه‌شده توسط ساختمان.

ایمنی افراد در صورتی تأمین می‌شود که یکپارچگی اعضای سازه‌ای حفظ شده و تمام یا بخشی از سازه دچار فروریزش نشوند.

اما در سال‌های اخیر به‌خصوص در کشورهایی که مطالعات زیادی بر روی رفتار سازه در هنگام زلزله انجام شده، ثابت شده که پس از وقوع زلزله‌های بزرگ در کنار اهمیت رفتار المان‌های سازه‌ای، رفتار اجزای غیرسازه‌ای (مانند تیغه‌ها، دیوارهای پیرامونی، سقف‌های کاذب، درب و پنجره و ...) هم از اهمیت فراوانی برخوردار است، به‌طوری‌که حتی گاهی اوقات آسیب این اجزا ممکن است سبب تلفات جانی هم شود.

در کنار این موارد، در بسیاری از ساختمان‌ها مانند بیمارستان‌ها و بانک‌ها که نیاز به عملکرد بدون وقفه پس از زلزله دارند، یا اطلاعات مهمی درون آن‌ها وجود دارد، عملکرد نامناسب اجزای غیرسازه‌ای در هنگام زلزله می‌تواند آسیب‌های جانی و مالی غیر قابل جبرانی به وجود آورد.

یکی از مهم‌ترین اجزای غیرسازه‌ای تیغه ها و میانقاب‌ها هستند. درصورتی‌که یکپارچگی مناسبی بین دیوار و سازه وجود نداشته باشد، خرابی آن‌ها می‌تواند مشکلات عدیده‌ای به وجود آورد.

بعد از زلزله کرمانشاه که در ۲۱ آبان‌ماه سال ۱۳۹۶ رخ داد، توجه ویژه‌ای به بحث وال‌پست‌ها شده است. موضوع وال‌پست مسئله جدیدی در مهندسی عمران نبوده و در فصل چهارم استاندارد ۲۸۰۰ که مربوط به طراحی لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای است نیز از قبل وجود داشت. استاندارد ۲۸۰۰ در این فصل به این موضوع تأکید دارد که دیوارهای خارجی باید علاوه بر نیروها، قادر به پذیرش تغییر مکان‌های نسبی ناشی از زلزله و تغییر دمای محیط باشند. درواقع این دیوارها را بایستی با استفاده از اتصالات مناسب (به‌نحوی‌که اجازه تغییر مکان داشته باشند)، از سازه اصلی جدا کرد. این موضوع در فصل ۱ استاندارد ۲۸۰۰ نیز برای دیوارهای داخلی تأکید شده است.

۸-۵-۱ اجزای غیر سازه‌ای مانند دیوارهای داخلی و نماها طوری اجرا شوند که تا حد امکان مانعی برای حرکت اعضای سازه‌ای در زمان زلزله ایجاد نکنند. در غیر این صورت، اثر اندرکنش این اجزاء با سیستم سازه باید در تحلیل سازه در نظر گرفته شود.

۳-۵-۴ دیوارهای خارجی

دیوارهای خارجی باید علاوه بر نیروها قادر به پذیرش تغییر مکان‌های نسبی مطابق بند (۴ ۳) همراه با تغییرشکل‌های ناشی از دمای محیط باشند. این دیوارها یا باید مستقیماً توسط اعضای سازه‌ای نگهداری شوند و یا به وسیله اتصالاتی با شرایط زیر به سازه متصل گردند:

ب برای تأمین امکان حرکت جانبی نسبی بین دیوار و سازه باید از ادوات لغزشی مانند صفحات فولادی با سوراخ‌های لوبیایی و یا سوراخ‌های دایره‌ای با قطر بزرگ و یا صفحات فلزی خم‌شده که دارای مقاومت و شکل‌پذیری کافی هستند، استفاده نمود.

بعد از زلزله کرمانشاه و ریزش دیوارها به دلیل عدم مهار مناسب، توجه مهندسین در کشورمان به این موضوع دوچندان شد و در تیرماه سال ۹۸ منجر به ابلاغ پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ گردید. درواقع در این زلزله اکثر خرابی‌ها، ناشی از تخریب دیوارها و اجزای غیرسازه‌ای بود؛ به عنوان مثال، اجزای سازه‌ای اکثر ساختمان‌های مسکن مهر در این زلزله، عملکرد مناسبی داشتند، اما ریزش دیوارهای خارجی و نمای این ساختمان‌ها، منجر به این شد که عملکرد کل ساختمان‌ها زیر سؤال برود.

به عبارت دیگر، عملکرد مناسب اجزای سازه‌ای و عملکرد نامناسب اجزای غیرسازه‌ای در اکثر ساختمان‌های مسکن مهر، اهمیت توجه به اجزای غیرسازه‌ای را مشخص کرد.

در ادامه بخشی از عملکرد اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها در زلزله کرمانشاه را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

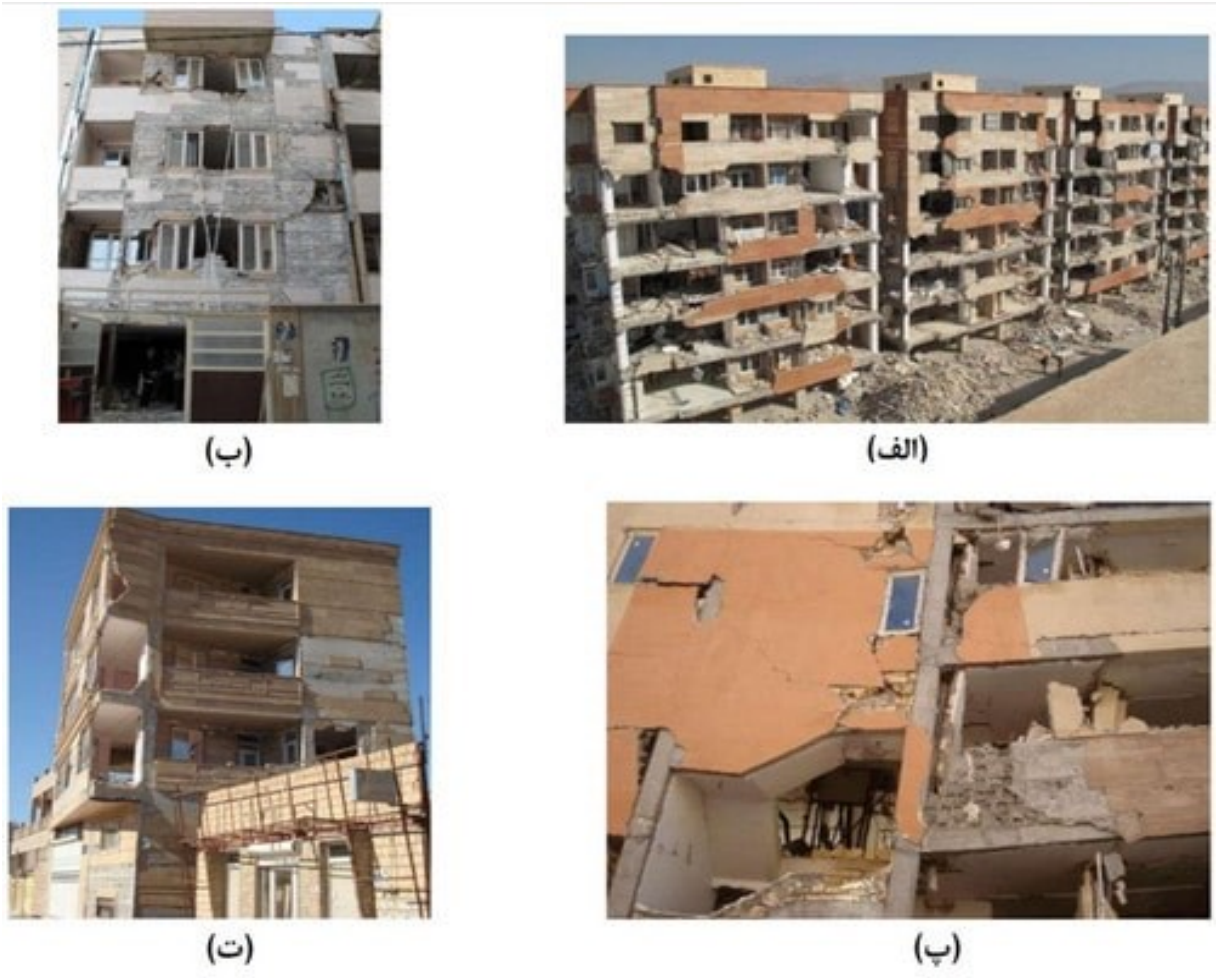
شکل ۱- الف: بلوک‌هایی از مسکن مهر شهرک شیرودی را مشاهده می‌کنیم که علی‌رغم پابرجا ماندن اسکلت ساختمان‌ها، عملکرد نامناسب اجزای غیرسازه‌ای به دلیل عدم مهار مناسب، قابل تشخیص است.

شکل ۱- ب: بلوکی از مسکن مهر کارگران الوند را مشاهده می‌کنیم که سنگ نما و دیوارهای جداکننده بین پنجره‌ها به دلیل عدم مهار مناسب، ریزش کرده‌اند.

شکل ۱- پ: بلوکی از ساختمان مسکن مهر اسلام‌آباد غرب را مشاهده می‌کنیم که دیوارهای پیرامونی آن خسارات جدی دیده است. این خسارات در حالی است که این ساختمان‌ها از مرکز زلزله فاصله زیادی داشتند.

شکل ۱- ت: در این شکل نمونه‌ای از ساختمان شخصی‌ساز را مشاهده می‌کنیم که عملکرد دیوارهای خارجی و نمای آن مناسب نبوده.

به طورر کلی، دلیل اصلی ابلاغ پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ نیز پر کردن خلأ آیین‌نامه ۲۸۰۰ در بحث المان‌هایی غیرسازه ای است که در ادامه‌ای ایبوک به تشریح کامل جزییات ارائه شده خواهیم پرداخت.



شکل ۱- خرابی دیوارها در زلزله کرمانشاه در اثر عدم مهار مناسب دیوارها

۲- وال‌پست چیست؟

تا پیش از زلزله کرمانشاه و همینطور انتشار پیوست ششم ۲۸۰۰، والپست به المان‌های قائم یا نهایت افقی گفته می‌شد که به روش‌های عموماً غیراصولی به سازه و دیوار متصل می‌شدند، به این امید که مانع خرابی دیوارهای غیرسازه ای در زمان زلزله شوند. بعدها با افزایش مطالعات و مشاهدات، دیده شد که این المان برای بهبود عملکرد دیوار کافی نبوده و حتی ممکن است منجر به تأثیر مخرب بر عملکرد سازه شود، از این رو برای اصلاح این ضعف باید المان‌های دیگری را به مجموعه دیوار و مهارهای آن اضافه نمود که در ادامه این المان‌ها معرفی خواهند شد.

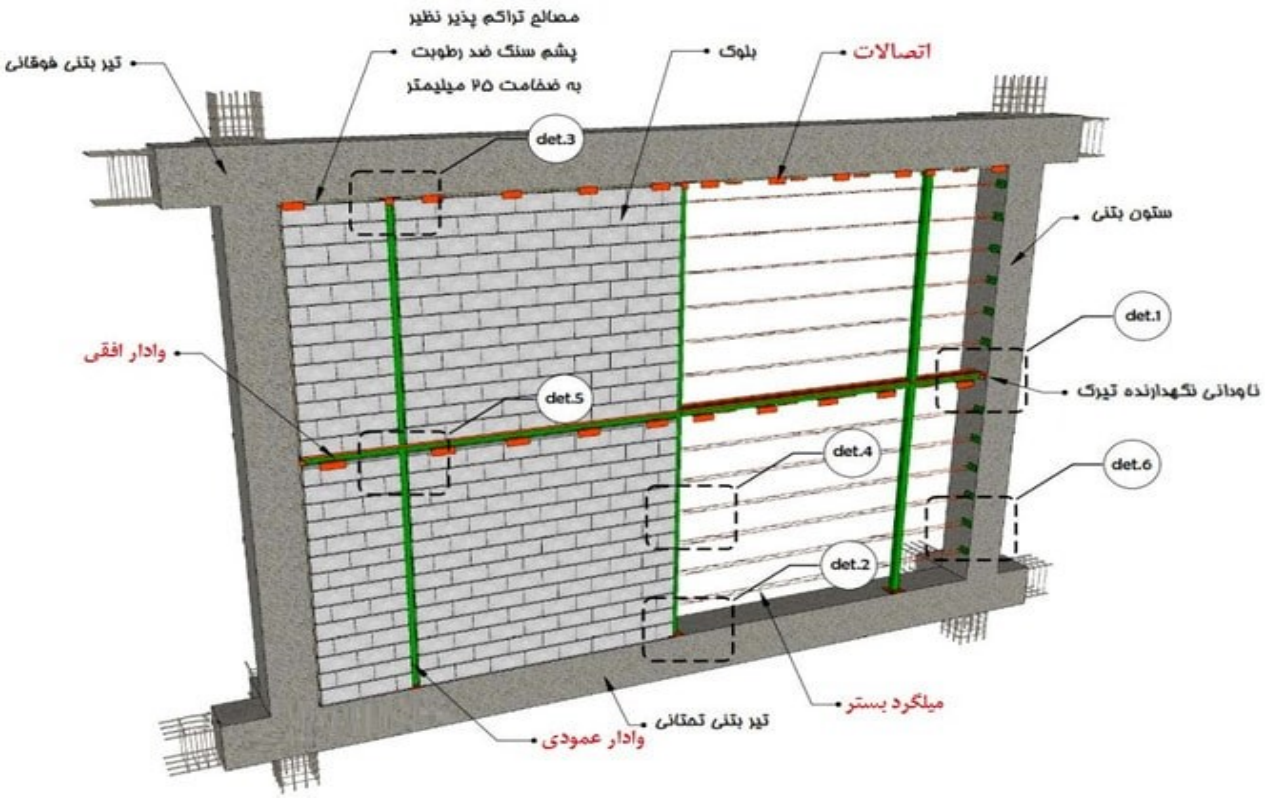
وال‌پست (Wall Post) به معنی نگهدارنده (Post) دیوار (Wall) در برابر نیروهای وارد بر آن می‌باشد. درواقع هدف اصلی در اجرای وال پست، جلوگیری از تغییر شکل خارج از صفحه دیوارهای غیرسازه‌ای بوده و وال‌پست هیچ نقشی در تحمل بارهای جانبی ناشی از زلزله ندارد. به عبارت دیگر با توضیحات فوق می‌توان گفت وال‌پست یک المان نیست، بلکه مجموعه‌ای است که وظیفه مهار دیوارهای غیرسازه‌ای را برعهده دارد و اجزای آن عبارت‌اند از:

۱- وادار عمودی

۲- وادار افقی

۳- میلگرد بستر

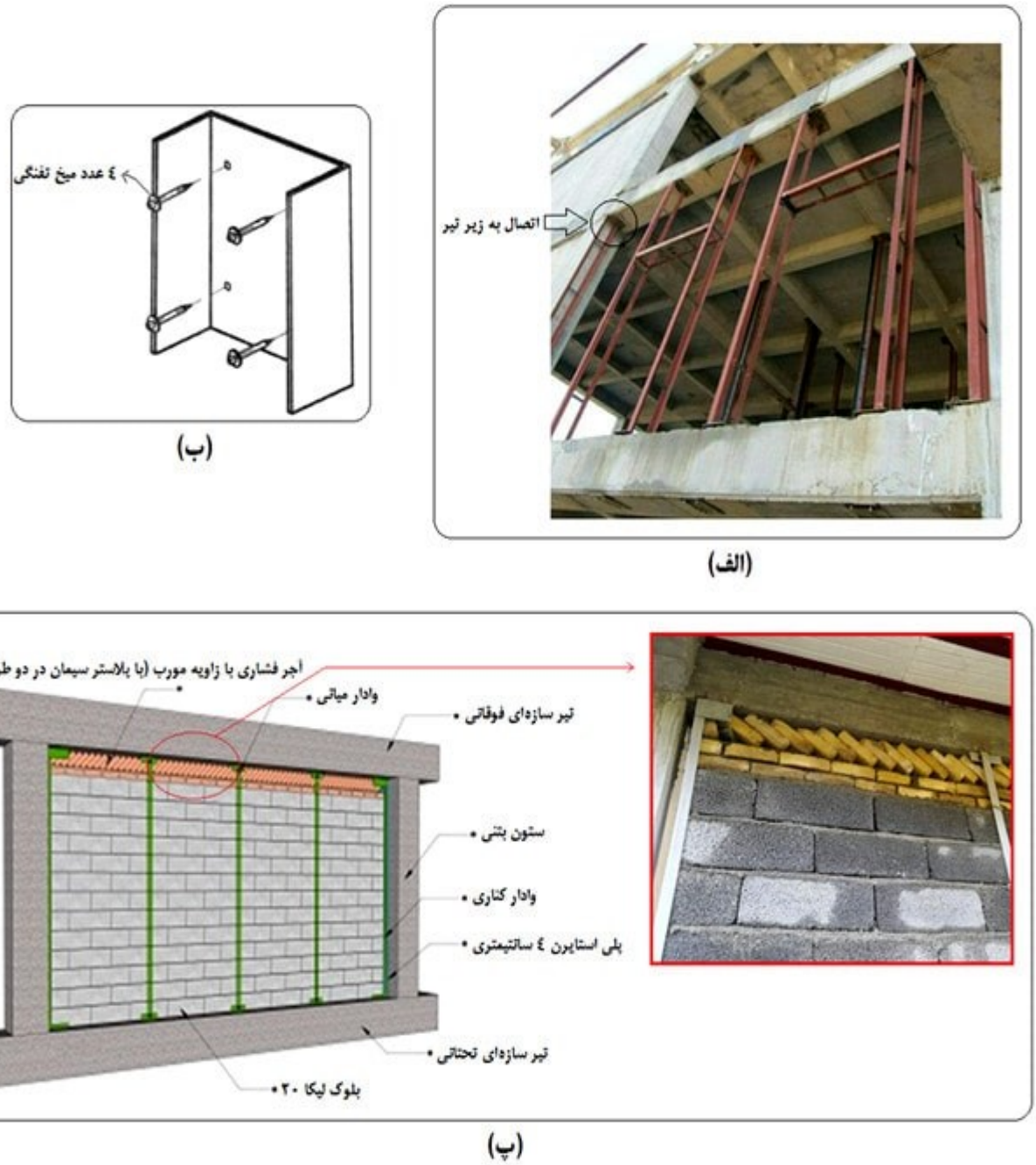
۴- اتصالات



شکل ۳- المان‌های نگهدارنده دیوارهای غیرسازه‌ای

۳- تفاوت اجرای سنتی وال پست با ابلاغ پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰

قبل از ابلاغ پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، برای اجرای وال‌پست‌ها از نبشی‌های سرتاسری کنار ستون و متصل به زیر تیر برای مقابله با نیروهای خارج از صفحه استفاده میشد. پیش از انتشار این پیوست و در سال ۹۷، سازمان نظام‌مهندسی استان البرز ضابطه ۸۱۹ را ارائه کرد که در این ضابطه، جهت اتصال المان‌های وال‌پست به اعضای بتنی از میخ‌های کاشت به‌صورت ضربه‌ای استفاده شده است. همچنین باتوجه به بند ۷-۵-۳ استاندارد ۲۸۰۰، رگ آخر دیوار باید با فشار و ملات کافی به زیر سقف مُهر می‌شد. در شکل زیر ۳ مورد مذکور را مشاهده می‌کنیم.

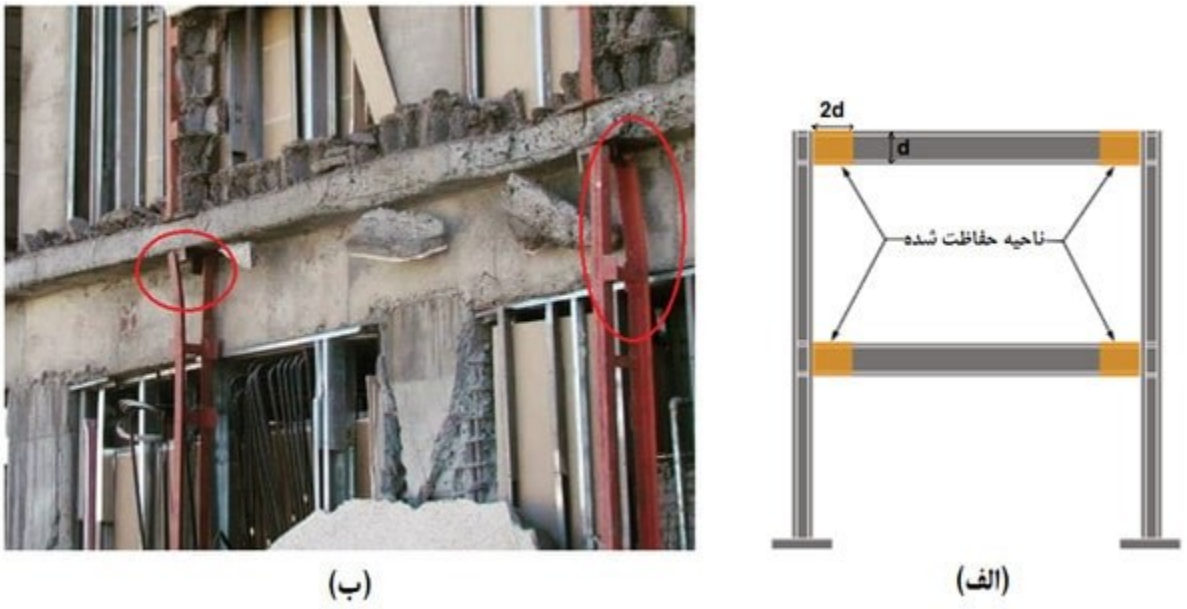


شکل ۴- دیتیل‌های مرسوم قبل از ابلاغ پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ (الف) اتصال المان وال‌پست به زیر تیر در کنار ستون (ب) استفاده از میخ تفنگی برای اتصال المان‌های وال‌پست به اعضای بتنی (پ) اجرای رگ آخر دیوار با فشار و ملات کافی در زیر تیر

مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، چه ضوابطی برای مواردی که در بالا اشاره شد، در نظر گرفته شده است؟

الف) اتصال نبشی‌های سراسری به زیر تیر:

در گذشته از نبشی‌های سراسری در کنار ستون با فاصله حدوداً ۵ سانتی‌متر از آن استفاده می‌شد و در قسمت بالایی به زیر تیر به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم متصل می‌شد. اما این اتصال در نزدیکی ستون، اتصال در ناحیه حفاظت شده تیر است که در مباحث لرزه‌ای، هرگونه اتصال در این ناحیه توسط آیین‌نامه‌ها منع شده است. همچنین استفاده از نبشی‌کشی‌های سرتاسری کنار ستون باعث افزایش سختی سازه شده و با فرضیات اولیه طراحی سازه مغایرت دارد. باتوجه به سختی این المان‌ها و اتصال آن‌ها به سازه، نیرو از سازه به نبشی‌ها منتقل شده و موجب کمانش نبشی‌ها می‌شوند. این موضوع در بیمارستان اسلام‌آباد غرب نیز با وجود اجرای صحیح سایر موارد اجرایی مشاهده شده بود. در شکل زیر به صورت شماتیک، محل ناحیه حفاظت شده و نمونه‌ای از کمانش نبشی‌های وال‌پست در این ناحیه را مشاهده می‌کنیم.



شکل ۵- (الف) ناحیه حفاظت شده تیر (ب) کمانش نبشی‌های وال‌پست

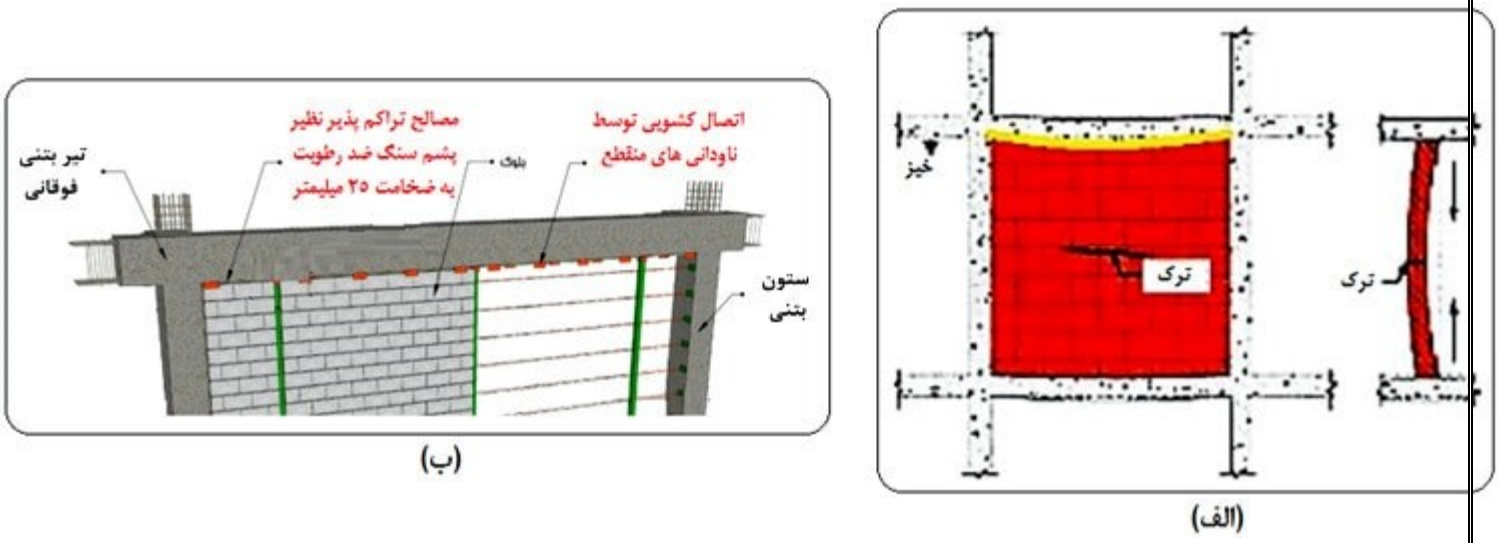
توجه: در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، فقط در دیتیل‌های بیمارستان از المان‌های سراسری استفاده شده است که برای جلوگیری از پیامدهای مذکور، اتصال به‌صورت کشویی و بدون اتصال به کف و زیر تیر است. در ادامه بیشتر در خصوص این موضوع بحث خواهد شد.

ب) استفاده از میخ تفنگی جهت اتصال المان وال‌پست به اعضای بتنی:

برخلاف ضابطه ۸۱۹ که میخ‌های کاشت به‌صورت ضربه‌ای (میخ تفنگی) را مجاز دانسته است، پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ آن را ممنوع اعلام کرده است. یک پیشنهاد مناسب برای رعایت پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، بکار بردن پیچ و رول پلاک می‌باشد.

پ) مُهر کردن دیوار به زیر سقف یا تیر:

اگر به بندی از آیین‌نامه که این مورد را ذکر کرده است توجه کنیم، متوجه خواهیم شد این بند استاندارد ۲۸۰۰ مربوط به فصل هفتم با موضوع ساختمان‌ها با مصالح بنایی می‌باشد؛ لذا این روش مختص سازه‌های بتنی و فولادی نبوده و موجب ترک در نازک‌کاری در اثر خیز تیر می‌شود. بدین منظور بایستی از دیتیل‌های پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ استفاده کرد که علاوه بر درنظرگرفتن فاصله مناسب برای خیز تیر و پر کردن با مصالح تراکم‌پذیر، بایستی از اتصال کشویی برای وادارها و دیوار استفاده کرد.



شکل ۶- (الف) ترک‌های افقی دیوار در اثر خیز (دراز مدت) تیر (ب) اتصال کشویی و فاصله مناسب با مصالح تراکم‌پذیر برای خیز تیر یا سقف

مقایسه اقتصادی وال‌پست با دیتیل‌های جدید (پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰) و با دیتیل‌های مرسوم (نبشی‌کشی سراسری) چگونه است؟

با مطالعات صورت گرفته در تعداد زیادی پروژه، باتوجه به وسعت و متراژ پروژه، هزینه اجرای وال‌پست مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، ۲۰ الی ۳۰ درصد کمتر از روش مرسوم نبشی‌کشی سراسری است

۴- بررسی اهداف طراحی و عملکردی در اجرای صحیح مجموعه وال‌پست

طراحی و اجرا در مهندسی عمران بسیار به هم وابسته هستند. همان‌طور که در طراحی بایستی مسائل اجرایی در نظر گرفته شوند، به هنگام اجرا نیز بایستی شناخت نسبی از پشت پرده طراحی و دیتیل‌های ارائه شده داشته باشیم. اجزای ساختمان به دو قسمت سازه‌ای و غیرسازه‌ای تقسیم می‌شوند که تعریف آن‌ها به‌صورت زیر ارائه شده است:

اعضای سازه‌ای :اجزایی از ساختمان که با تأمین مقاومت در برابر بارهای ثقلی و یا جانبی، نیروها را از طریق مسیری پیوسته تا شالوده منتقل می‌کند. تیرها، ستون‌ها، دال‌ها، مهاربندی‌ها، دیوار برشی‌ها، پایه‌ها، تیرهای همبند و اتصالات از جمله این اجزا هستند.

اعضای غیرسازه‌ای :هر جزء معماری، الکتریکی یا مکانیکی از ساختمان که به‌صورت دائم نصب شده ولی در انتقال بارهای ثقلی و جانبی، به روش افزایش مقاومت یا سختی سازه، به شالوده نقشی نداشته باشند اعضای غیر سازه‌ای گفته می‌شود. دیوارها از نوع پیرامونی یا تیغه‌های داخلی از جمله اعضای غیرسازه‌ای محسوب می‌شوند.

دیوارهای غیرسازه‌ای بسته به نوع قرارگیری آن، در حالتی که عملکرد میانقابی از آن‌ها انتظار نداشته باشیم، بایستی در مقابل بارهای وارده ناشی از فشار و مکش باد، نیروها و جابه‌جایی‌های زلزله و بارهای ناشی از ضربه مهار شوند. در طراحی دیوارها در برابر بارهای وارده سه عامل به شرح زیر مورد بررسی و کنترل قرار می‌گیرند:

–اتصال دیوار به تکیه‌گاه باید قادر به تحمل نیروهای خارج از صفحه وارده به دیوار ناشی از بار باد، زلزله و اثرات ضربه باشد.

–دیوار باید در راستای داخل صفحه از سازه جدا شود و اندرکنشی بین آن‌ها نباشد.

–دیوار باید قادر به تحمل جابه‌جایی نسبی و تغییر شکل‌های تعریف شده باشد.

علاوه بر معیارهای طراحی دیوار تحت نیروهای مذکور، معیارهای بهره‌برداری نیز موضوع مهمی می‌باشد. از جمله معیارهای بهره‌برداری دیوارها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- محدودیت در تغییر شکل و لرزش دیوار در خارج از صفحه

۲- مقاومت در برابر انتقال حرارت و صوت

۳- مقاومت در برابر آتش

۴- مقاومت در برابر نفوذ رطوبت بخصوص در زیرزمین یا نواحی مرطوب

۵- میانقاب و اثرات آن بر رفتار سازه

در یک تقسیم‌بندی کلی، دیوارها به دو نوع دیوارهای پیرامونی (خارجی) و تیغه (دیوار داخلی یا پارتیشن) دسته‌بندی می‌شوند. دیوارهای پیرامونی به دو طریق می‌توانند اجرا شوند. در یک حالت دیوار از سازه اصلی جدا می‌شود و در حالت دیگر این جداسازی صورت نمی‌گیرد که در این حالت به دیوار اجرا شده میانقاب نیز گفته می‌شود. درواقع میانقاب به دلیل اجرا در داخل قاب سازه فلزی یا بتنی و وجود اندرکنش بین این دو به این نام شناخته می‌شود. پس می‌توان نتیجه گرفت در یک تقسیم‌بندی دیگر، دیوارها از نظر عملکرد لرزه‌ای به دو قسمت دسته‌بندی می‌شوند:

محدوده کاربرد دیوارهای میانقابی و جداسازی شده در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ چیست؟

مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، حداکثر تعداد طبقات ساختمانی که می‌توان بر اساس این پیوست از میانقاب برای تأمین مقاومت جانبی استفاده کرد، ۴ طبقه است. این در حالی است که برای دیوارهای جداسازی شده هیچ محدودیتی نداریم و در برخی موارد مانند ساختمان‌های بااهمیت خیلی زیاد کمتر از ۴ طبقه، ملزم به استفاده از دیوارهای جداسازی شده هستیم. این موضوع در بندهای زیر از پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ بیان شده است.

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.

پ۶-۲- درنظرگیری اثر میانقابی دیوار در ساختمان

پ۶-۲-۱- مقدمه

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.

وجود میانقاب باعث افزایش سختی و مقاومت سازه در برابر بارهای جانبی و کاهش شکل‌پذیری سازه می‌شود. با افزایش سختی سازه، پریود طبیعی سازه کاهش می‌کند و درنتیجه نیروی زلزله بیشتری را جذب خواهد کرد. علاوه‌برآن، تغییر سختی توسط میانقاب‌ها می‌تواند موجب تغییر مرکز سختی و در نتیجه تحمیل پیچش به سازه شود؛ لذا با این توضیحات می‌توان نتیجه گرفت که درصورتی‌که دیوار به‌صورت میانقابی اجرا شود، بایستی اثرات جانبی آن در رفتار سازه به نحو مناسبی لحاظ شود. در استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم، این موضوع در کاهش پریود تجربی سازه در نظر گرفته شده است.

الف- برای ساختمان‌های با سیستم قاب خمشی

۱- در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد ننمایند:

- در قاب‌های فولادی

$$T = 0.08H^{0.75} \quad (۳-۳)$$

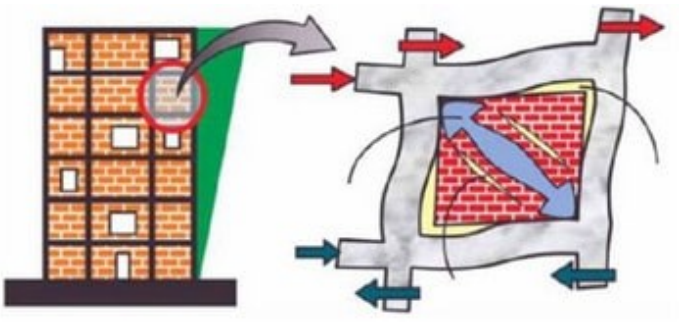
- در قاب‌های بتن‌آرمه

$$T= 0.05H^{0.9} \quad (۴-۳)$$

۲- در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمایند:
مقدار T باید برابر با ۸۰ درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته شود.

با توجه به آیین‌نامه ۲۸۰۰ میانقاب می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی در رفتار لرزه‌ای کل سازه به‌خصوص سازه‌های با سیستم قاب خمشی داشته باشد. همان‌طور که می‌دانیم سازه‌ها می‌توانند تحت نیروی زلزله اندکی جابه‌جایی مجاز داشته باشند تا به کمک این جابه‌جایی بخشی از نیروی زلزله مستهلک شود. این در حالی است که میانقاب‌های موجود در ساختمان که معمولاً از مصالح با سختی بالا ساخته می‌شوند، ممکن است در صورت

اجرای نامناسب، از جابه‌جایی مجاز سازه جلوگیری نمایند که این امر ممکن است سبب آسیب رسیدن به کل ساختمان شود. به‌عبارت‌دیگر، به دلیل اینکه نیروی وارد بر ساختمان تحت زلزله با سختی سازه رابطه مستقیم دارد، با افزایش سختی به دلیل وجود میانقاب‌ها، نیروی زلزله جذب‌شده توسط سازه هم افزایش می‌یابد که این پدیده سبب آسیب رسیدن به ساختمان می‌شود. در تصویر زیر می‌توان این پدیده را به‌صورت شماتیک مشاهده کرد:



شکل ۷- عملکرد میانقاب‌ها در افزایش سختی جانبی سازه و جذب انرژی بیشتر

نتیجه :با توضیحات این بخش متوجه شدیم که به دلیل عدم قطعیت‌های ایجاد شده در عملکرد میانقابی، به طور کلی جداسازی دیوار از قاب سازه منطقی‌تر بوده و پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ قصد دارد راهکار جداسازی دیوار از سازه اصلی و نحوه اجرای آن را معرفی و به‌عنوان یک روش جایگزین (در مقابل عملکرد میانقابی دیوارها) ارائه نماید.

۶- تأثیر مخرب اثر میانقابی دیوارها در خرابی‌های سازه

در قسمت قبل با دیوارهای جداسازی شده و میانقابی آشنا شدیم. طراحی و اجرای غیراصولی دیوارهای میانقابی ممکن است دارای پیامدهای مخاطره‌آمیز باشد، به همین دلیل پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ در اکثر شرایط تاکید به جداسازی دیوارها می‌کند. پیامدهای مخاطره‌آمیز دیوارهای میانقابی عبارت‌اند از:

–پیچش در پلان

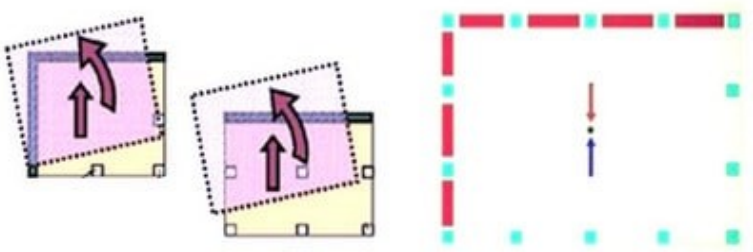
–تشکیل طبقه نرم

–ایجاد ستون کوتاه

–تیر قوی – ستون ضعیف

۱- پیچش در پلان

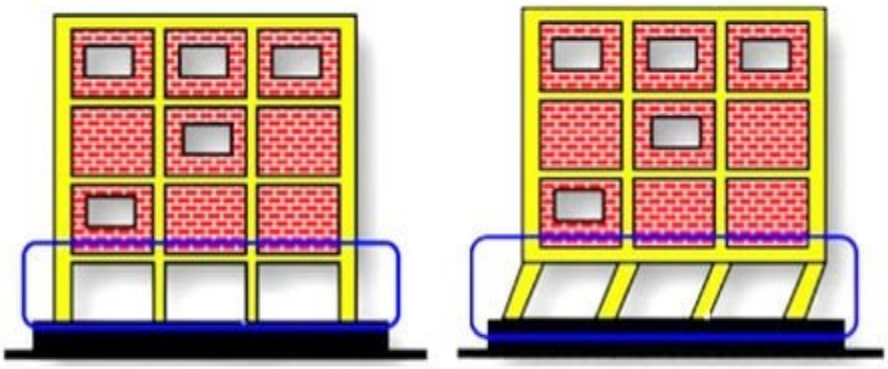
فرض کنیم یک یا چند ضلع یا قاب از سازه‌ای به‌صورت نامتقارن دارای دیوارهای میانقابی بوده که در سختی سازه مشارکت می‌کنند. باتوجه به اینکه این موضوع در طراحی سازه با روش‌های معمول لحاظ نمی‌شود، فرضیات طراحی سازه تحت تأثیر قرار گرفته و در واقعیت سازه دچار پیچش خواهد شد.



شکل ۸- ایجاد پیچش در سازه در اثر عدم توزیع مناسب سختی در سازه

۲- تشکیل طبقه نرم

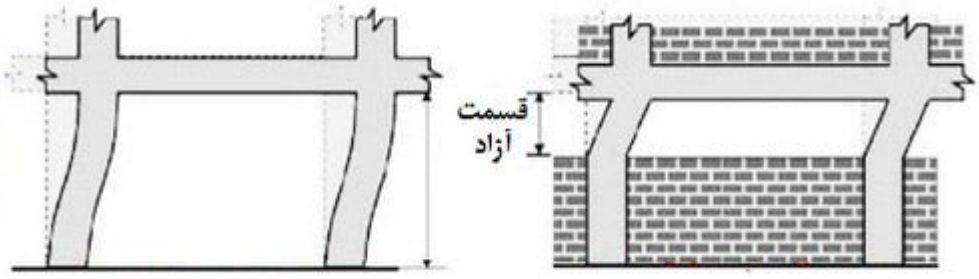
اگر به هر علت در یک طبقه از طبقات ساختمان، مشارکت دیوارهای میانقابی در سختی طبقه کمتر از یک مقدار مشخص از سختی طبقه فوقانی باشد، تشکیل طبقه نرم یا خیلی نرم محتمل است. برای مثال در پارکینگ‌ها به دلیل حذف دیوارهای داخلی بخصوص دیوارهای بین ستون‌ها، این موضوع اهمیت پیدا می‌کند.



شکل ۹- تشکیل طبقه نرم به دلیل تفاوت در سختی طبقه

۳-ایجاد ستون کوتاه

یکی از رایج‌ترین موارد تشکیل ستون کوتاه، ادامه نیافتن بخشی از میانقاب تا زیر سقف یا تیر است. در این حالت ستون عملکرد مورد انتظار در طراحی را نشان نمی‌دهد و به علت تبدیل رفتار خمشی کل ارتفاع آن به رفتار برشی قسمت آزاد آن، دچار آسیب شده و پدیده ستون کوتاه رخ می‌دهد.



شکل ۱۰- پدیده ستون کوتاه در قسمت آزاد

ایجاد پدیده ستون کوتاه می‌تواند در قسمت‌هایی که المان نعل‌درگاه به‌صورت مستقیم به ستون متصل می‌شود (پنجره یا درب دقیقاً در کنار ستون واقع شده باشد) نیز رخ دهد. در واقع در این حالت سختی قسمت فوقانی ستون افزایش‌یافته و در نتیجه شکست برشی ستون رخ می‌دهد.

شکل ۱۱- اتصال مستقیم نعل درگاه به ستون و ایجاد پدیده ستون کوتاه

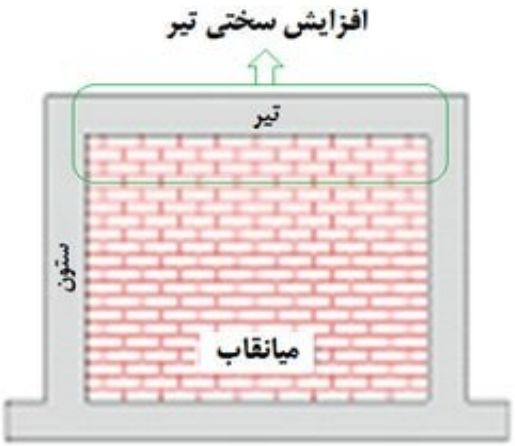
راه‌حل این مشکل اولاً با جداسازی دیوار از ستون، ثانیاً با اتصال غیرمستقیم نعل‌درگاه با استفاده از ناودانی نشیمن انجام می‌شود. توضیحات مشابه در قسمت وال‌پست برای بیمارستان‌ها ارائه شده است.

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.

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.

۴- تیر قوی – ستون ضعیف

اتصال دیوار به زیر تیر موجب افزایش سختی تیر می‌شود که در این صورت به دلیل قوی‌تر شدن تیر نسبت به فرضیات طراحی، شکل‌پذیری و تشکیل مفاصل پلاستیک در تیر مختل خواهد شد. برای حل این مشکل بایستی دیوار از تیر جداسازی شود که این مورد در ادامه بحث خواهد شد.



شکل ۱۲- افزایش سختی تیر به دلیل وجود میانقاب

آیا در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ جداسازی دیوارهای داخلی نیز موردبحث واقع شده است؟

در این پیوست ضوابط و نحوه اجرای دیوارهای داخلی با رعایت جداسازی مورد بررسی قرار گرفته است. در مورد نحوه اجرای این دیوارها در ادامه صحبت خواهیم کرد، اما آنچه در اینجا اهمیت دارد، لزوم جداسازی این دیوارها مشابه با دیوارهای پیرامونی است. دیوارهای داخلی نسبت به جابه‌جایی و شتاب حساس هستند و وقتی که از بالا و پایین ثابت می‌شوند، تحت اثر بارهای زلزله تغییر شکل داده و ممکن است موجب ترک‌خوردگی برشی و شکست شوند. همچنین نازک‌کاری دیوارها نیز دچار ترک یا جداشدگی می‌شود.

از طرفی در بسیاری از موارد، تیغه‌ها به‌عنوان مهارجانبی برای تأسیسات مکانیکی و الکتریکی محسوب می‌شوند؛ لذا در صورت بروز خرابی در آن‌ها ممکن است تأسیسات نیز آسیب ببینند. پس برای جلوگیری از این اتفاقات، تیغه‌های داخلی نیز نیاز به جداسازی دارند.

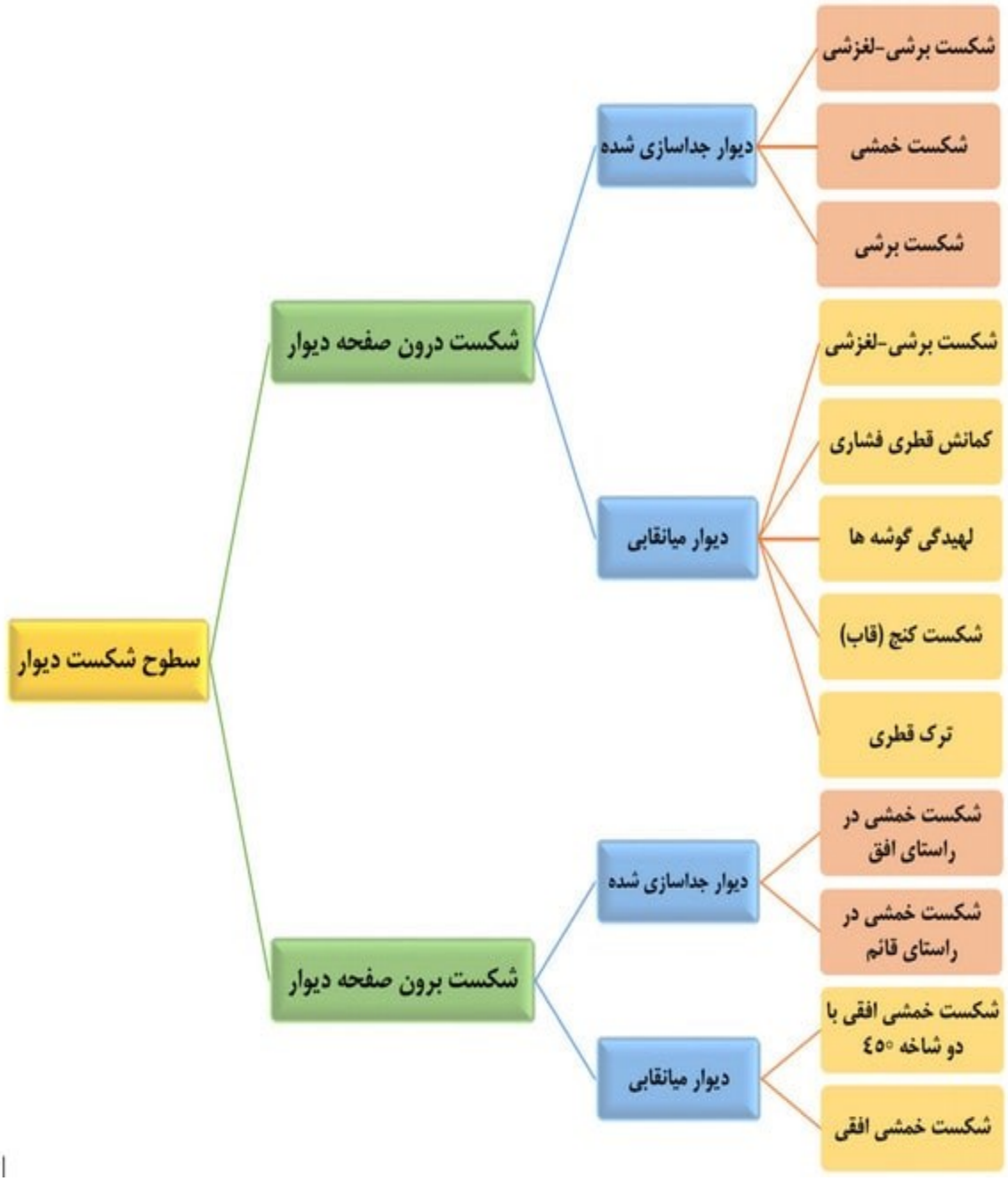
شکل ۱۳- شکست برشی دیوار و در معرض آسیب قرار گرفتن کانال تأسیسات در زلزله کرمانشاه

۷- انواع سطوح شکست در دیوارها

دیوارهای غیرسازه‌ای عموماً از مصالح بنایی ساخته می‌شوند. مودهای شکست این دیوارها را می‌توان به دو گروه عمده شکست درون صفحه‌ای و برون صفحه‌ای تقسیم‌بندی کرد. هر دو نوع شکست در اکثر زلزله‌ها رؤیت شده است، اما شکست برون صفحه‌ای دیوار رایج‌تر است.

شکست درون صفحه‌ای: این شکست زمانی رخ می‌دهد که جهت نیروهای وارده بر دیوار، موازی آن باشد.

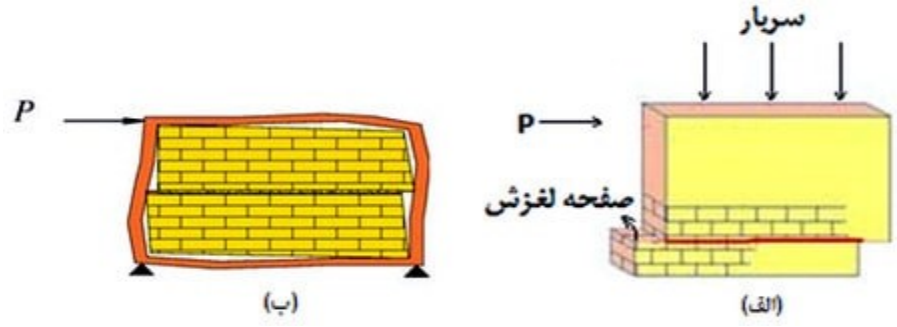
شکست برون صفحه‌ای: این شکست زمانی رخ می‌دهد که جهت نیروهای وارده بر دیوار، عمود بر آن باشد.



در ادامه توضیحات مختصری در مورد انواع مودهای شکست دیوارها ارائه می‌کنیم:

شکست برشی – لغزشی:

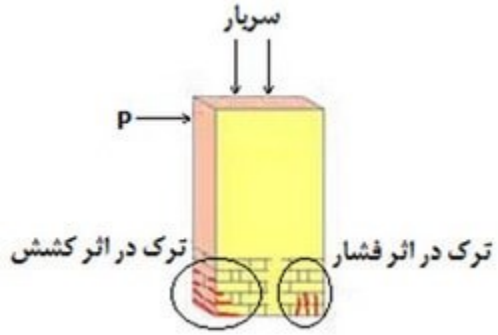
در دیوارهای جداسازی شده، زمانی که دیوار تحت برش خالص قرار گرفته یا بار جانبی در مقایسه با بار قائم بزرگ باشد و نسبت ارتفاع به طول دیوار کمتر از ۱,۵ و در حدود ۱ باشد، در پایه دیوار ترک افقی ایجاد خواهد شد. در دیوارهای میانقابی این شکست زمانی رخ خواهد داد که ملات مورداستفاده در دیوارچینی ضعیف بوده و قاب نسبتاً قوی باشد. در این حالت در درز افقی میان بلوک‌ها، شکست برشی – لغزشی خواهیم داشت .



شکل ۱۴- مود شکست درون صفحه‌ای برشی – لغزشی در (الف) دیوار جداسازی شده (ب) میانقاب

شکست خمشی:

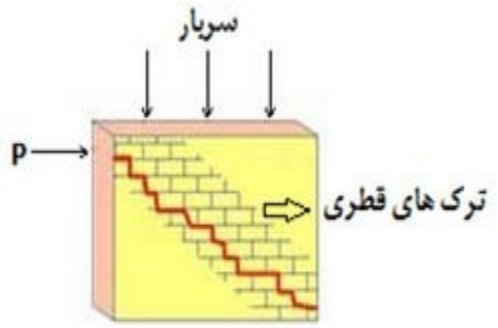
درصورتی‌که مقاومت برشی دیوار کافی باشد و یا در وجود بار قائم کم، مقاومت برشی دیوار نیز کم باشد، شکست خمشی رخ خواهد داد. شکست خمشی دیوار در نسبت ارتفاع به طول حدوداً ۲ رخ خواهد داد.



شکل ۱۵- مود شکست درون صفحه‌ای خمشی

شکست برشی:

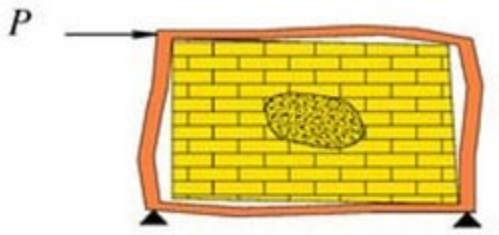
دیوارهای پهن که نسبت ارتفاع به طول آن‌ها کمتر از واحد باشد و بار قائم زیادی نیز به آن‌ها وارد شود، تحت نیروهای جانبی دچار شکست برشی می‌شوند. در شکست برشی، ترک‌های ۴۵ درجه در دیوار ایجاد می‌شوند که از گوشه پایین دیوار شروع شده و به بالا می‌رود. باتوجه به اینکه نیروهای زلزله دوطرفه می‌باشد، این ترک‌ها به‌صورت ضربدری خواهند بود.



شکل ۱۶- مود شکست درون صفحه‌ای برشی

کمانش قطری فشاری:

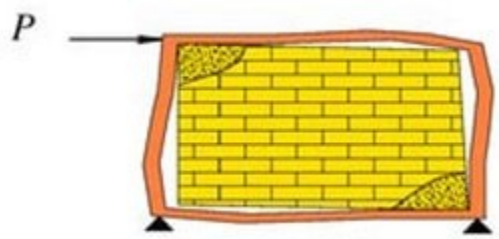
درصورتی‌که میانقاب لاغر باشد، بخش مرکزی دیوار به علت کمانش برون صفحه‌ای دچار لهیدگی می‌گردد.



شکل ۱۷- کمانش قطری فشاری

لهیدگی گوشه‌ها:

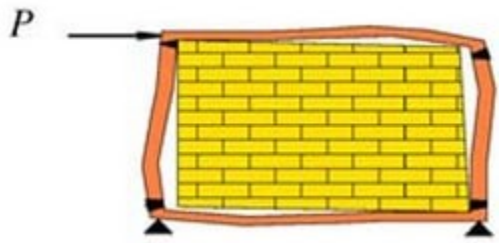
این حالت هنگامی رخ می‌دهد که میانقاب از بلوک‌های ضعیف تشکیل شده و قاب دارای اعضای قوی و اتصالات ضعیف باشد.



شکل ۱۸- لهیدگی گوشه‌ها

شکست کنج قاب:

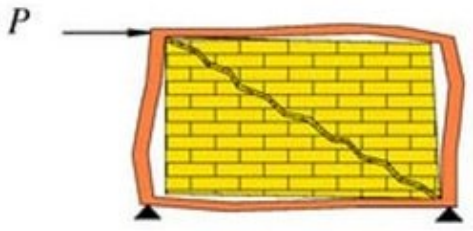
درصورتی‌که مقاومت میانقاب در مقایسه با قاب زیاد بوده و قاب دارای اتصالات ضعیفی باشد، تمرکز تنش در گوشه‌های قاب، موجب شکست مصالح کنج میانقاب شده و در نزدیکی کنج تیر یا ستون، مفصل پلاستیک ایجاد می‌شود.



شکل ۱۹- مود شکست کنج قاب

ترک قطری:

چنانچه مقاومت میانقاب در مقایسه با قاب زیاد باشد، دیوار در امتداد قطر فشاری ترک می‌خورد و رفتار آن وارد ناحیه غیرخطی می‌شود. ترک قطری نشان‌دهنده شکست برشی دیوار است و معمولاً با صدا همراه است. این ترک از امتداد درزهای افقی و قائم به‌صورت زیگزاگ عبور می‌کند.



شکل ۲۰- ترک قطری میانقاب

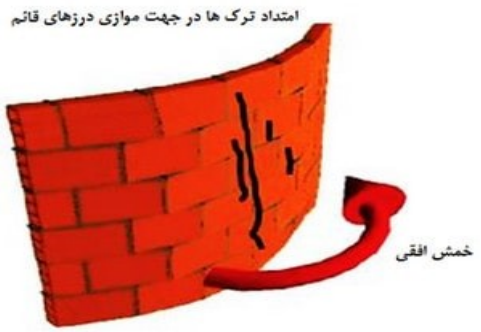
شکست خمشی در راستای افق:

اگر تنش کششی منجر به شکست دیوار، عمود بر درزهای افقی باشد، ترک افقی در میانه دیوار پدیدار خواهد شد. این شکست معمولاً هنگامی که ارتفاع دیوار زیاد باشد، رخ می‌دهد.

شکل ۲۱- شکست خمشی دیوار در راستای افق

شکست خمشی در راستای قائم:

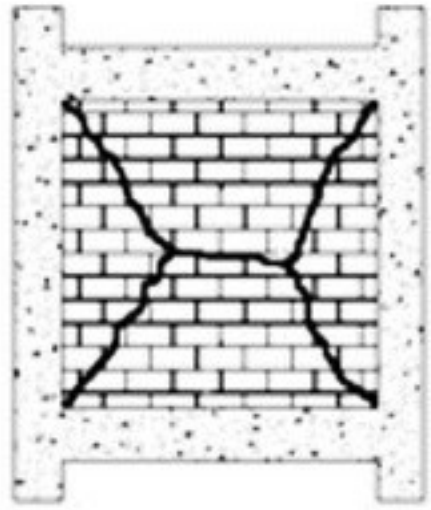
اگر تنش کششی منجر به شکست دیوار، موازی درزهای افقی باشد، ترک قائم در میانه دیوار پدیدار خواهد شد. این شکست معمولاً هنگامی که طول دیوار زیاد باشد، رخ می‌دهد.



شکل ۲۲- شکست خمشی دیوار در راستای قائم

شکست خمشی افقی با دوشاخه ۴۵ درجه:

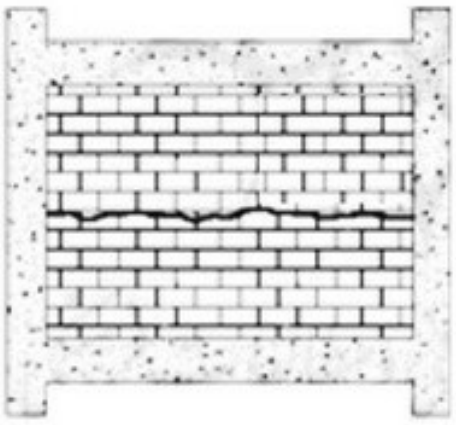
در طول‌های نه‌چندان زیاد میانقاب، دیوار مانند دال دوطرفه با چهار تکیه‌گاه رفتار می‌کند. در این شکست، در انتهای دیوار و گوشه‌ها ترک‌ها با زاویه تقریباً ۴۵ درجه بوده و در میانه دیوار به‌صورت افقی می‌باشند. در این حالت قسمت فوقانی دیوار به نحو مناسب به قاب متصل شده است.



شکل ۲۳- شکست خمشی افقی میانقاب با دو شاخه ۴۵ درجه

شکست خمشی افقی:

این نوع شکست زمانی که طول دیوار زیاد بوده و مانند یک دال یک‌طرفه عمل می‌کند، رخ می‌دهد. در این حالت ترک‌ها در امتداد افق به وجود می‌آیند. درصورتی‌که قسمت فوقانی دیوار به قاب متصل نباشد و دیوار مثل یک تیر طره عمل بکند نیز ممکن است این نوع شکست پدیدار شود.

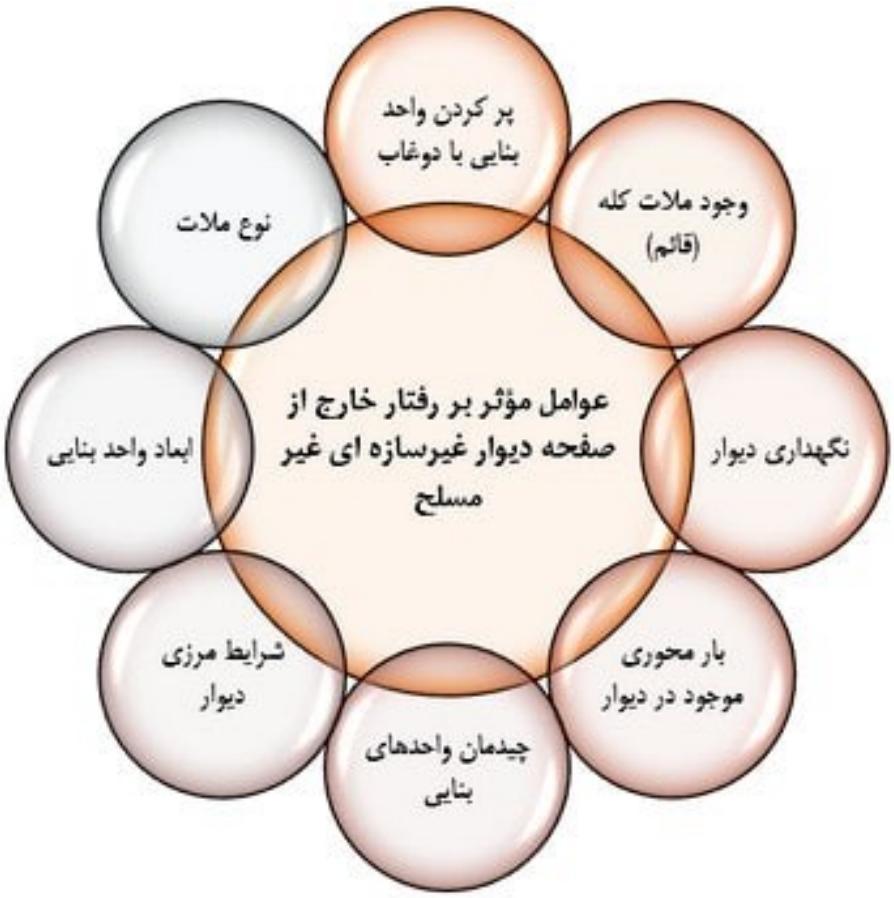


شکل ۲۴- شکست خمشی افقی میانقاب

۸- عوامل مؤثر در رفتار خارج و داخل صفحه دیوار

در قسمت قبل با سطوح عمده شکست دیوار آشنا شدیم. اکنون می‌خواهیم عوامل مؤثر در جلوگیری از این شکست‌ها و راهکارهای افزایش مقاومت دیوار در داخل و خارج صفحه را بررسی کنیم. عوامل مؤثر در رفتار خارج و داخل صفحه توسط طراح در زمان طراحی دیوار و المان‌های وال‌پست مدنظر قرار می‌گیرد و دیتیل‌ها متناسب با آن ارائه می‌شود؛ لذا اجرای صحیح و دقیق موارد مندرج در نقشه‌ها، بر مجموعه دیوار غیرسازه‌ای که شامل المان‌های وال‌پست نیز می‌باشد، تأثیر گذاشته و آشنایی با عوامل مؤثر بر رفتار دیوار می‌تواند دید مهندسی خوب جهت تصمیم درست در شرایط اضطراری را نیز فراهم کند.

در ادامه ابتدا دیوارهای غیرمسلح را موردبحث قرار خواهیم داد و سپس تأثیر مسلح کردن دیوارهای بنایی را بررسی می‌کنیم.

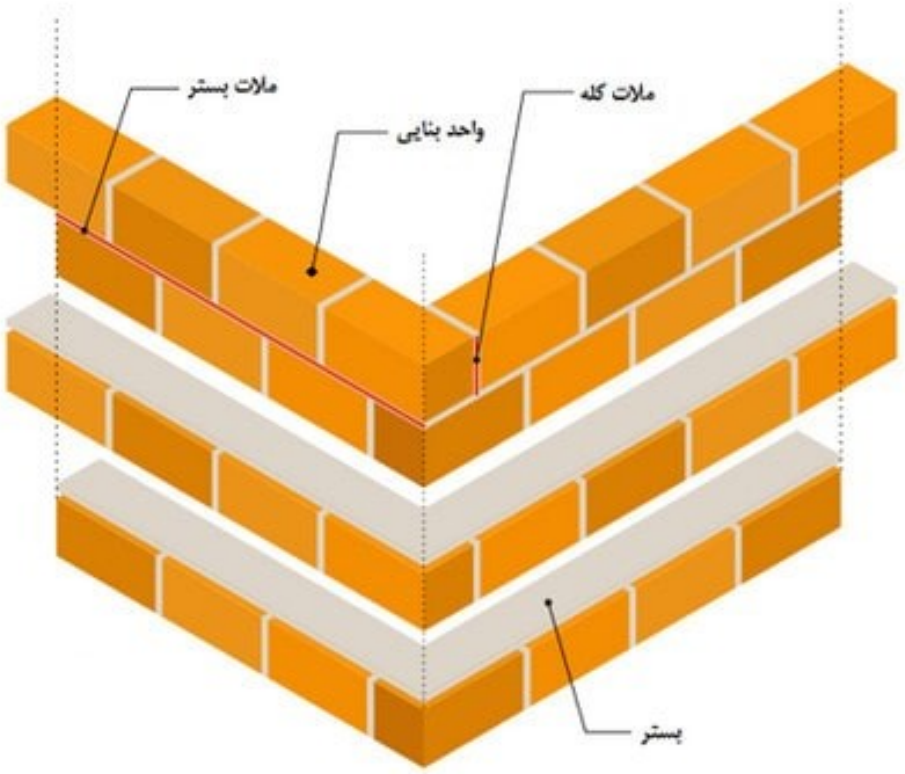


پر کردن واحد بنایی با دوغاب:

منظور از واحد بنایی، بلوک‌ها با جنس و ابعاد مختلف هستند که از کنار هم قرارگرفتن و چسبیدن آن‌ها به هم با ملات، المان بنایی ساخته می‌شود. برخی از بلوک‌ها مانند بلوک سفالی یا سیمانی توخالی ساخته می‌شوند. پر کردن بلوک‌های بنایی توخالی با دوغاب مقاومت خمشی خارج از صفحه دیوار را می‌تواند تا ۳ برابر افزایش دهد.

وجود ملات کله (قائم):

درز بین واحدهای بنایی به دو قسمت قائم و افقی تقسیم می‌شود. به ملات موجود در درز افقی، ملات بستر (Bed joint) و به ملات موجود در درز قائم، ملات کله (Head joint) گفته می‌شود. معمولاً در کشور ایران از ملات کله استفاده نمی‌شود و دیوارچینی به کمک ملات بستر انجام می‌شود، اگرچه ملات کله علاوه بر افزایش مقاومت خمشی خارج از صفحه دیوار، نفوذپذیری دیوار در برابر رطوبت را نیز کاهش می‌دهد.



شکل ۲۵- ملات بستر و ملات کله مابین واحدهای بنایی

نگهداری دیوار:

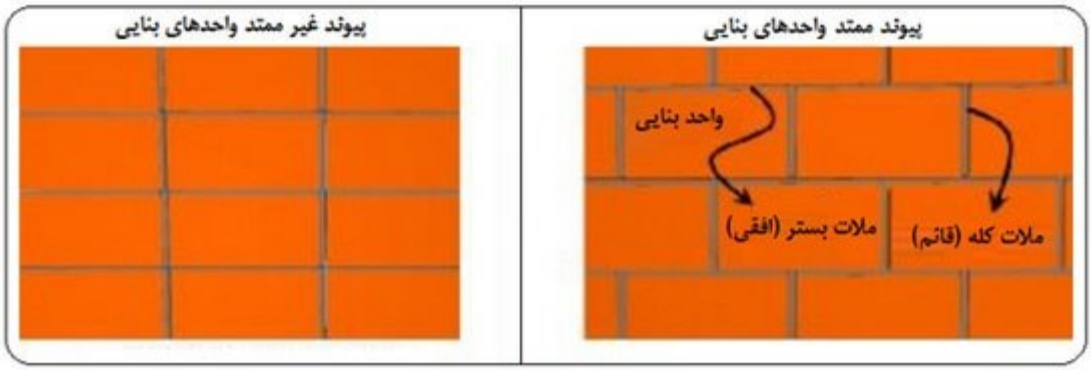
نگهداری ملات بستر و کله (عمل‌آوری) مانند نگهداری بتن بسیار مهم است و متناسب با شرایط دمایی و محیطی بایستی تدابیر ویژه‌ای در نظر گرفته شود. طبق تحقیقات در صورت عدم نگهداری صحیح دیوار، ظرفیت خمشی خارج از صفحه آن می‌تواند تا ۴۰ درصد کاهش یابد.

میزان بار محوری موجود در دیوار:

به طور معمول با افزایش بار محوری دیوارها، ظرفیت خمشی خارج از صفحه آن‌ها افزایش می‌یابد. البته افزایش بیش از حد مقدار بار محوری، مود خرابی را از کشش خمشی به فشار خمشی تغییر می‌دهد و باعث کاهش ظرفیت خمشی خارج از صفحه دیوار می‌شود.

چیدمان واحدهای بنایی:

در صورت اجرای دیوار به‌صورت پیوند ممتد(Running bond) ، بهترین ظرفیت خمشی برای دیوار به دست خواهد آمد. اگرچه نحوه چینش واحدهای بنایی در مقاومت در برابر خمش قائم تأثیر چندانی ندارد، اما مقاومت دیوار در برابر خمش افقی را به‌صورت چشمگیر تحت تأثیر قرار خواهد داد. پیوند ممتد چیدمانی برای واحدهای بنایی است که در آن فاصله بندهای قائم در دو ردیف متوالی هم امتداد نبوده و حداقل یک‌چهارم طول واحد بنایی باشد.



شکل ۲۶- پیوند ممتد و غیرممتد در اجرای دیوار

شرایط مرزی دیوار:

منظور از شرایط مرزی دیوار، شرایط تکیه‌گاهی آن است. واضح است که گیرداری تکیه‌گاه موجب افزایش ظرفیت دیوار می‌شود. البته این موضوع هیچ منافاتی با جداسازی دیوار و کاهش اثر اندرکنش سازه و دیوار ندارد. تحقیقات نشان داده است که اگر تنش‌های کششی در امتداد موازی ملات بستر باشد، ظرفیت خمشی دیوار بیشتر از حالتی است که این تنش‌ها عمود بر ملات بستر باشند.

ابعاد واحد بنایی:

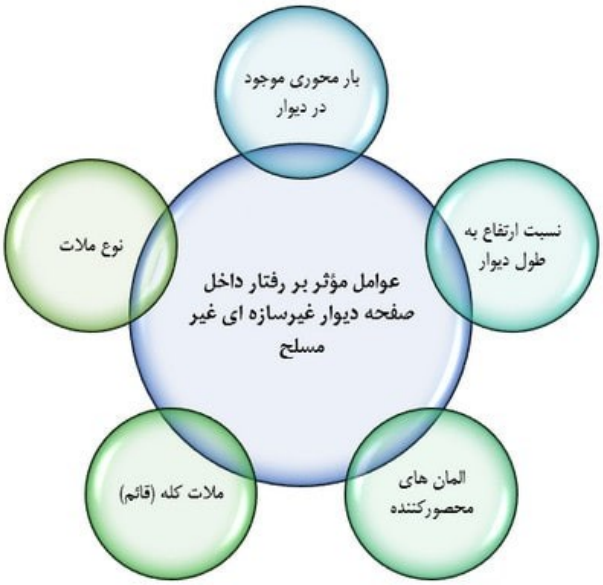
هرچه نسبت ارتفاع به کوچک‌ترین بعد واحد بنایی بیشتر شود، ممان اینرسی در خمش افقی بیشتر و در خمش قائم کمتر می‌شود؛ لذا ظرفیت خمش افقی دیوار افزایش و ظرفیت خمش قائم دیوار کاهش می‌یابد.

نوع ملات:

نوع و طرح اختلاط ملات مصرفی تأثیر زیادی در چسبندگی واحدهای بنایی و یکپارچگی المان بنایی دارد.

بار محوری موجود در دیوار:

با افزایش بار محوری، شکل‌پذیری کاهش می‌یابد. همچنین افزایش نیروی محوری موجب بیشتر شدن ظرفیت برشی و خمش داخل صفحه دیوار خواهد شد.

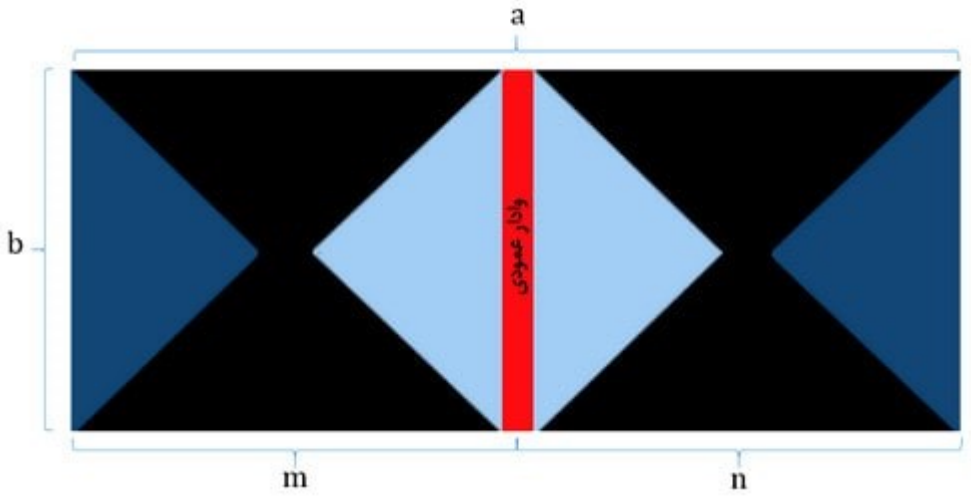


نسبت ارتفاع به طول دیوار:

در بررسی سطوح شکست متوجه شدیم که هرچه نسبت ارتفاع به طول دیوار بیشتر شود، رفتار دیوار به سمت کنترل شونده با خمش سوق پیدا می‌کند. رفتار خمشی دیوار موجب شکل‌پذیری بیشتر دیوار و دوری از رفتارهای برشی که رفتارهای تُردی هستند، می‌شود و این موضوع برای مصالح بنایی مطلوب است.

المان‌های محصورکننده:

وادارها عمودی و افقی به‌عنوان المان محصورکننده می‌توانند مقاومت جانبی و شکل‌پذیری دیوار بنایی غیرمسلح را تا ۳۰ درصد افزایش دهند. همچنین این المان‌ها با تقسیم کردن سطح بارگیر بزرگ‌تر دیوار به چندین سطح کوچک‌تر موجب کاهش نیروهای وارده بر دیوار می‌شود.



شکل ۲۷- کاهش سطح بارگیر دیوار از a×b به دو قسمت m×b و n×b

ملات کله (قائم):

مشابه رفتار خارج از صفحه دیوار، رفتار داخل صفحه دیوار نیز تا حد زیادی متأثر از وجود یا عدم وجود ملات کله است. طبق تحقیقات صورت‌گرفته، وجود ملات قائم منجر به افزایش قابل‌توجه سختی و مقاومت داخل صفحه دیوارهای غیرمسلح می‌شود.

نوع ملات:

مشابه رفتار خارج از صفحه دیوار، نوع ملات در رفتار داخل صفحه دیوار و الگوی ترک‌خوردگی و شکل‌پذیری آن تأثیر بسزایی دارد.

مسلح کردن دیوارها چه تأثیری بر رفتار آن‌ها دارد؟

مسلح کردن دیوار به طرق مختلف صورت می‌گیرد که مورد بررسی قرار خواهد گرفت. قبل از ابلاغ پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، بحث مسلح کردن دیوارهای غیرسازه‌ای در ساختمان‌های فولادی و بتنی چندان مطرح نبود و به اجرای وادارها اکتفا می‌شد. البته در شرایط خاص یا برای مقاوم‌سازی دیوار از صفحات پلیمر مسلح (FRP) استفاده می‌شد. مسلح کردن دیوار دارای مزایای زیر می‌باشد:

۱ وابستگی کم مقاومت به نوع ملات بخصوص در رفتارهای کنترل شونده توسط خمش

۲ کاهش وابستگی به چینش واحدهای بنایی به‌صورت ممتد یا غیر ممتد (البته توصیه به چینش واحدهای بنایی به‌صورت ممتد می‌باشد(.

۳ بهبود قابل‌توجه شکل‌پذیری و قابلیت جذب انرژی در دیوار

۴ کاهش ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی و تغییر شکل‌های حرارتی

۹- نکات و ضوابط اجرایی وال‌پست برای دیوارهای خارجی و داخلی

دیوارهای خارجی دیوارهایی هستند که در بین دو ستون یا ستون و دیوار برشی واقع می‌شوند. دیوارهای داخلی نیز دیوارهایی هستند که در داخل ساختمان قرار گرفته و گاهاً با دیوارهای خارجی تقاطع دارند. در قسمت‌های قبل، اندکی باهدف پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ جهت جداسازی دیوار از قاب، آشنا شدیم. در این قسمت علاوه بر رویکرد جداسازی دیوار از دو سمت قائم، با جداسازی دیوار از زیر تیر هم آشنا خواهیم شد.

۹-۱-کلیات

برای دیوارهای خارجی اتصالاتی در نظر می‌گیریم که در داخل صفحه اجازه حرکت به دیوار داده شود ولی در خارج صفحه مهارشده باشد. وقتی اجازه حرکت در داخل صفحه به دیوار داده می‌شود، باید فاصله میان دیوار و ستون یا دیوار برشی با مصالح تراکم‌پذیر از قبیل پشم سنگ یا یونولیت پر شود. با این روش از اثرات اندرکنش بین قاب و دیوار می‌توان صرف‌نظر کرد.

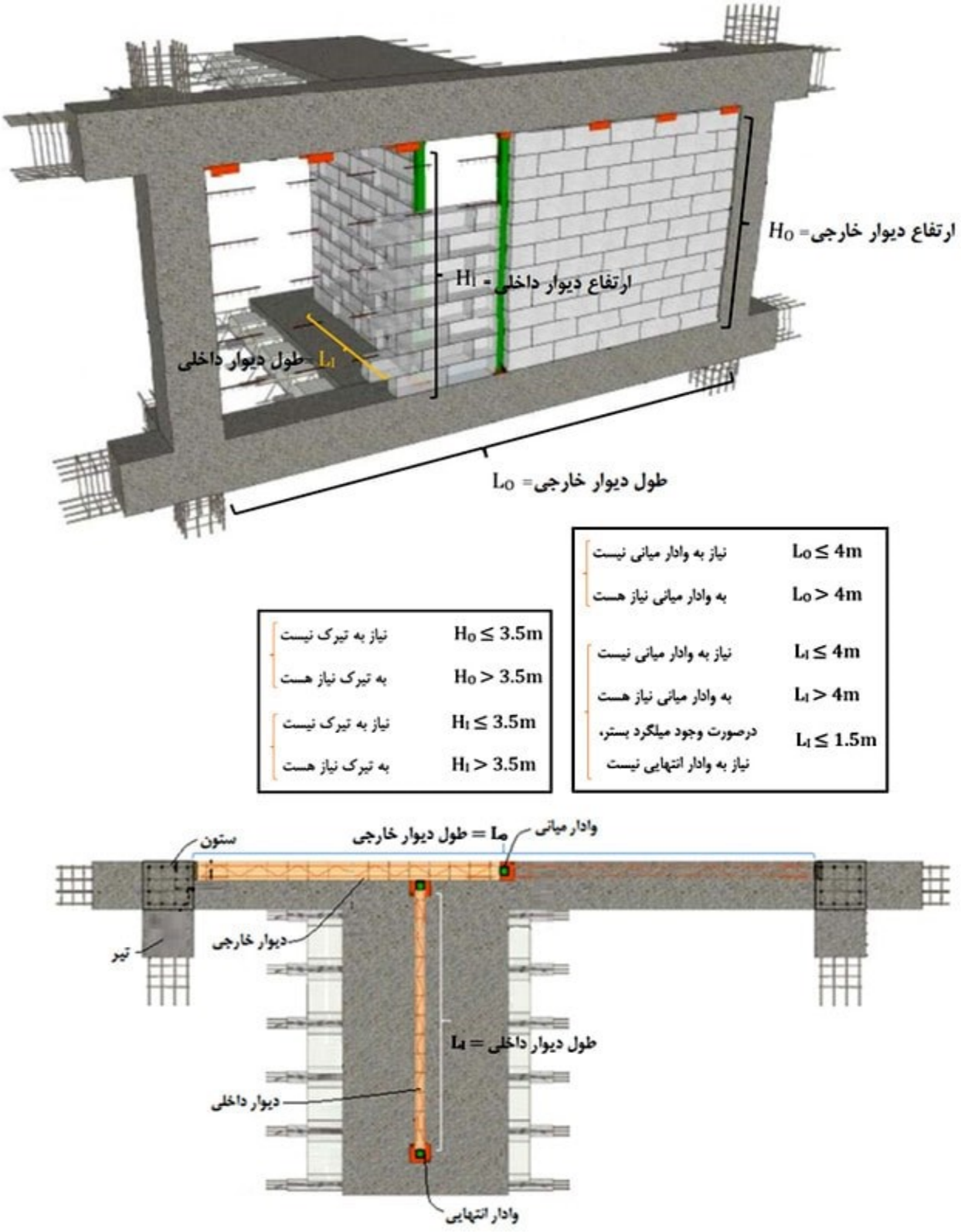
مهار خارج از صفحه دیوار بایستی توسط قطعات اتصال به‌صورت سراسری یا منقطع تأمین شود. یکبار یک دیوار با ارتفاع متوسط ولی طول بلند و یکبار یک دیوار با طول متوسط ولی ارتفاع بلند را متصور شوید. باتوجه به سطح بارگیر زیاد این دیوارها از یک حد مشخص، نیروی واحد سطح وارده بر این دیوار که منشأ آن یا زلزله است و یا باد، بسیار زیاد خواهد بود. طبیعتاً خمش خارج از صفحه حاصل از این نیروها ممکن است از ظرفیت خمشی دیوار فراتر رفته و شکست خمشی رخ دهد. برای جبران این موضوع، آیین‌نامه ما را ملزم به تقسیم‌بندی دیوار با استفاده از وادارها (وادارهای عمودی) و تیرک‌ها (وادارهای افقی) می‌کند.

دیوارهای داخلی (تیغه‌ها) برای جداسازی فضاها بکار می‌روند و خرابی آن‌ها بخصوص زمانی که به‌عنوان مهار جانبی سایر اجزای غیرسازه‌ای (لوله‌کشی، اتاقک‌های الکتریکی، قفسه‌ها یا ...) باشند، بسیار خسارت‌بار و خطرناک است. واضح است که برخی از دیوارهای داخلی دارای یک سر آزاد هستند، لذا حرکت داخل صفحه آن‌ها برای جلوگیری از ناپایداری دیوار، باید محدود شود. پس نیاز به اتصالات خاصی برای مقید کردن حرکت داخل صفحه دیوار داخلی داریم. دیوارهای داخلی بایستی از سه سمت جداسازی شوند (وجوه قائم در دو سمت و ناحیه زیر سقف). مشابه دیوار خارجی، برای دیوار داخلی نیز بایستی از مصالح تراکم‌پذیر در جهت حرکت داخل صفحه و قیدهایی در جهت خارج از صفحه استفاده شود.

۹-۲ -محدودیت‌های ابعادی در اجرای وادار و تیرک

مطابق با پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰، درصورتی‌که طول دیوار از ۴ متر در دیوارهای داخلی و خارجی بیشتر شود، از عضو قائم (وادار) با مقطع فولادی یا بتنی به‌عنوان تکیه‌گاه جهت مهار خارج از صفحه دیوار و اجزای مسلح کننده آن استفاده می‌شود. همچنین در دیوارهای با ارتفاع بیش از

۳٫۵ متر باید با استفاده از عضو افقی (تیرک) با مقطع فولادی یا بتنی ارتفاع آزاد دیوار را کاهش داد. برخی از مهندسین مطابق مبحث ۸ مقررات ملی ساختمان معتقد هستند که در دیوارهای داخلی با طول کمتر از ۱٫۵ متر، می‌توان از اجرای وادار انتهایی صرف‌نظر کرد. در شکل زیر موارد مذکور به‌صورت شماتیک نمایش داده شده است.



شکل ۲۸- محدودیت ابعاد هندسی دیوارها

۳-۹- جداسازی دیوارهای داخلی و خارجی از ستون، دیوار برشی، سقف و تیر

اهمیت جداسازی دیوارهای میانقابی برای جلوگیری از خرابی در قسمت‌های قبلی توضیح داده شد. طبق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، فاصله جداسازی دیوار از ستون‌ها و دیوار برشی به‌اندازه ۰٫۰۱ ارتفاع کف تا کف طبقه برای دیوارهای داخلی و خارجی می‌باشد. واضح است که این مقدار نباید از تغییر مکان نسبی طبقه نیز کمتر در نظر گرفته شود که در نشریه ۷۲۹ به این موضوع اشاره شده است. همچنین ضابطه ۸۱۹ نیز حداقل مقدار این فاصله را ۳ سانتیمتر در نظر گرفته است.

طبق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، فاصله جداسازی دیوار از سقف یا تیر برابر با بیشترین دو مقدار ۲۵ میلی‌متر و حداکثر خیز درازمدت تیر، تیرچه یا دال سقف می‌باشد.

شکل ۲۹- جداسازی دیوار از ستون و تیر با مصالح تراکم‌پذیر

در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، ضابطه ۸۱۹ و نشریه ۷۲۹ به استفاده از پلی‌استایرن و پشم سنگ ضد رطوبت به‌عنوان مصالح تراکم‌پذیر توصیه شده است. پلی‌استایرن‌ها مصالح آشنا برای ما مهندسین هستند که انواع مناسب آن که ضد رطوبت هستند، می‌توانند در جداسازی دیوارها مورداستفاده قرار گیرند. پشم سنگ دارای ساختار الیافی است که این ویژگی آن باعث محبوس شدن هوا و خاصیت عایق آن می‌شود. با اضافه‌کردن لایه‌های مختلف ضد رطوبتی به عایق‌های پشم سنگ، می‌توان این عایق‌ها را نسبت به رطوبت محافظت کرد که به آن‌ها پشم سنگ ضد رطوبت گوییم.

نکته :در نشریه ۷۲۹، توصیه به استفاده از پشم سنگ و پشم‌شیشه به‌عنوان لایه جداکننده شده است که البته استفاده از پشم سنگ را در اولویت اول قرار داده است؛ زیرا پشم‌شیشه در برابر رطوبت مقاومت کمی از خود نشان می‌دهد. همچنین پلی‌استایرن را برای لایه جداکننده مناسب ندانسته است زیرا نرمی و تراکم‌پذیری کافی ندارند. به همین جهت در استفاده از پلی‌استایرن بایستی به نرمی و تراکم‌پذیری مناسب آن دقت کرد.

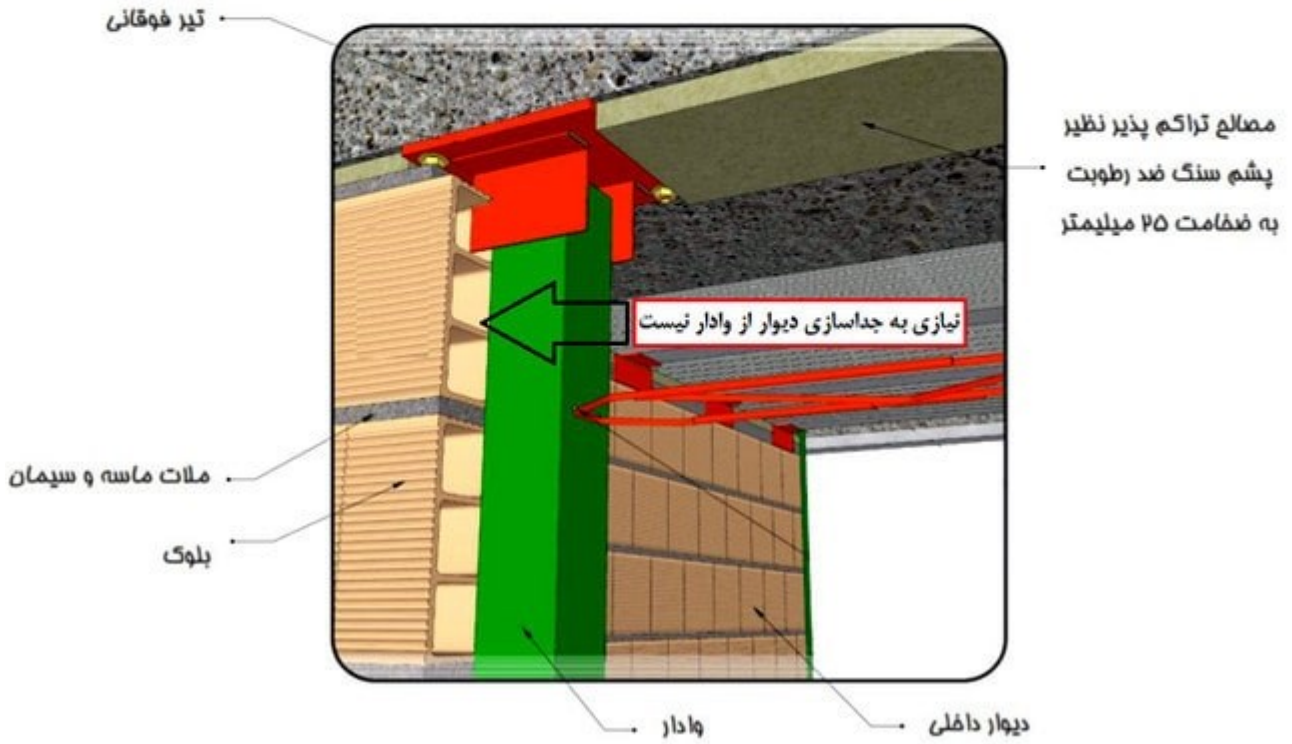
با این توضیحات، انتخاب پشم سنگ ضد رطوبت به‌عنوان مصالح تراکم‌پذیر توصیه می‌شود.

آیا نیازی به جداسازی دیوار از وادار میانی می‌باشد؟

دیوار در داخل صفحه جابه‌جا می‌شود و اجازه حرکت جانبی دارد، پس نیازی به رعایت فاصله بین دیوار و وادار میانی نیست. درواقع وجود یا عدم وجود آن تأثیری در رفتار دیوار و اندرکنش با سازه ندارد.

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.



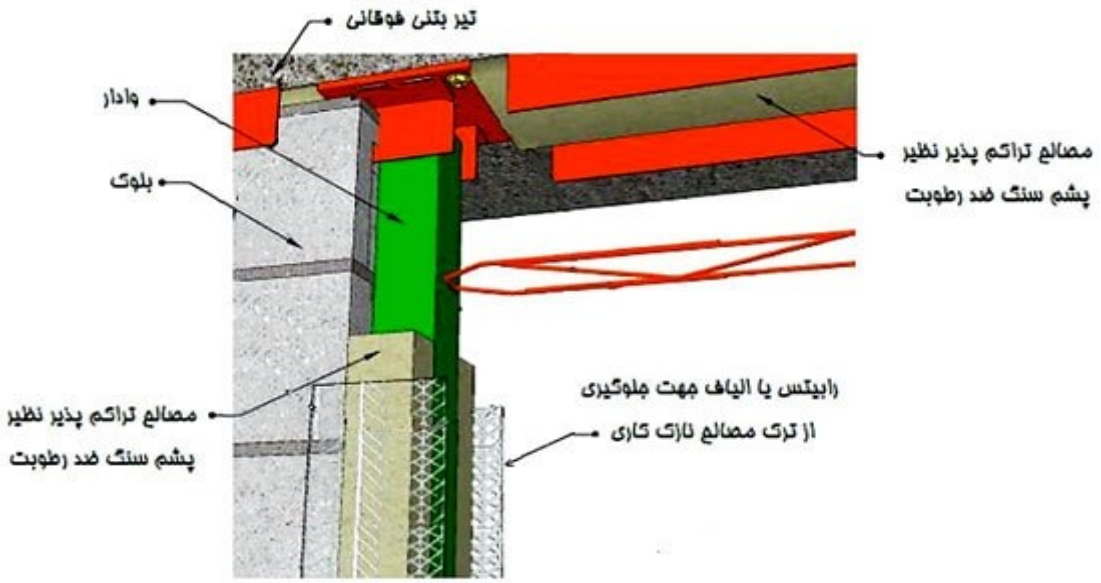
شکل ۳۱- عدم ضرورت به جداسازی دیوار از وادار میانی

۴-۹- لزوم استفاده از رابیتس و پشم سنگ ضد رطوبت روی وادارها

با قراردادن وادارهای افقی و قائم در دیوارها باهدف مشخص، یک ناهماهنگی بین مصالح بنایی و فولاد از نظر ضریب انبساط حرارتی (α) به وجود می‌آید. در صورت ایجاد اختلاف دما، تغییر طول هرکدام از این المان‌ها متفاوت بوده و موجب ترک در نازک‌کاری محل وادارها می‌شود. به همین دلیل می‌بایست قبل از اجرای نازک‌کاری، روی وادارها رابیتس یا توری مرغی کشید تا مانع از ایجاد ترک در مرز این ناهمانگی شود.

نکته: علاوه بر اجرای رابیتس یا توری مرغی روی وادارها، بایستی این کار را برای قطعات اتصال ناودانی یا نبشی نیز انجام داد.

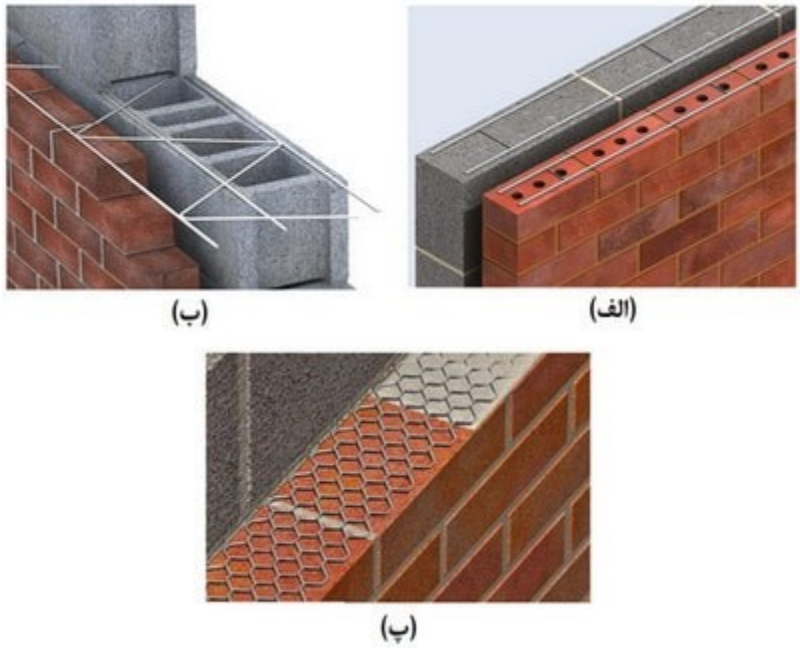
باتوجه به اینکه جنس وادارها از فولاد بوده و این مصالح رسانش حرارتی بالایی دارند، به‌عنوان یک پل حرارتی موجب انتقال گرما و سرما می‌شود. برای جلوگیری از انتقال دمای بیرون و درون ساختمان، از پشم سنگ ضد رطوبت استفاده می‌شود.



شکل ۳۲- استفاده از پشم‌سنگ ضد رطوبت و رابیتس روی وادارها

۵-۹- میلگرد بستر

میلگرد بستر المان فولادی است که در بند بستر قرار می‌گیرد. مسلح کردن دیوار می‌تواند با استفاده از میلگرد بستر انجام شود. میلگرد بستر می‌تواند به‌صورت نردبانی، خرپایی و مشبک مورداستفاده قرار گیرد. پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ صرفاً میلگردهای بستر خرپایی و نردبانی را معرفی کرده است و در اجرا نیز این دو مورد پرکاربرد هستند.



شکل ۳۳- انواع میلگرد بستر (الف) میلگرد بستر نردبانی (ب) میلگرد بستر خرپایی (پ) میلگرد بستر مشبک

نکته ۱ :میلگرد بستر خرپایی سختی بیشتری نسبت به میلگرد بستر نردبانی دارند و استفاده از آن در اولویت اول قرار دارد.

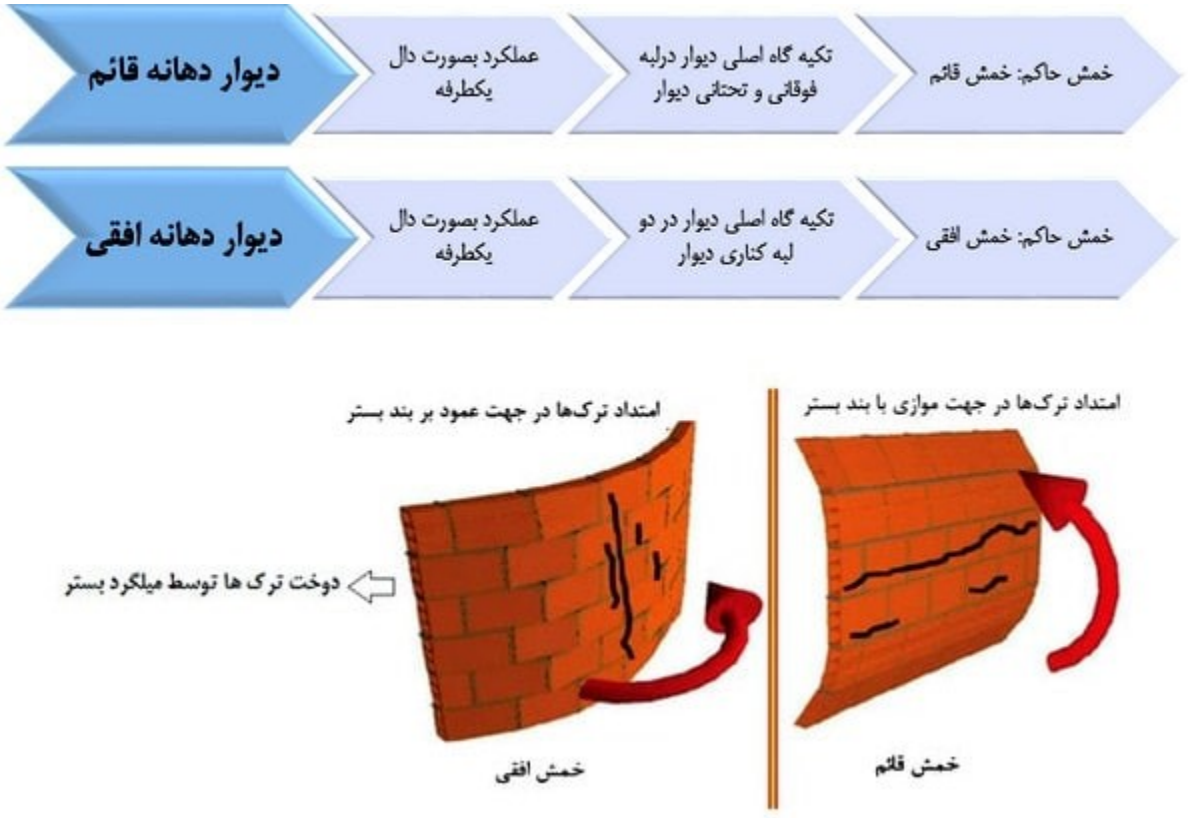
نکته ۲ :میلگرد بستر بایستی به طور کامل در داخل ملات بستر قرار گیرد تا از طریق ملات، پیوستگی بین واحد بنایی و میلگرد بستر فراهم شود.

نکته ۳ :به‌منظور پیوستگی بهتر میان میلگرد بستر و ملات، بایستی سطح میلگرد بستر آجدار باشد و مفتول میانی می‌تواند به‌صورت ساده و دارای سطح صاف باشد.

نکته ۴ :برای جلوگیری از پدیده خوردگی در میلگردهای بستر، از میلگردهای بستری که به‌صورت گالوانیزه تولید شده‌اند استفاده کنیم. همچنین می‌توان از میلگردهای بستر با پوشش اپوکسی و یا فولاد ضدزنگ استفاده کرد.

مزایای استفاده از میلگرد بستر چیست؟

در دیوارهایی که عملکرد آن‌ها مانند دال دوطرفه است یا دیوار دهانه افقی است، میلگرد بستر موجب بهبود عملکرد خمشی دیوار می‌شود. درواقع میلگردهای بستر مدفون در ملات مانند یک تیر بتنی با ضخامت کم هستند. باتوجه به اینکه میلگردهای بستر در راستای افقی قرار داده شده‌اند، در دیوارهای دهانه قائم میلگردهای بستر به‌صورت مستقیم در بهبود مقاومت خمشی تأثیر نخواهند داشت ولی باتوجه به بهبود عملکرد داخل صفحه دیوار و کاهش ترک‌های احتمالی، به‌صورت غیرمستقیم مقاومت خمشی خارج از صفحه دیوار دهانه قائم را افزایش خواهند داد. در واقع مقاومت کلی دیوار حاصل اندرکنش مقاومت داخل و خارج صفحه توأم است. یعنی آسیب‌دیدگی درون صفحه دیوار می‌تواند منجر به کاهش مقاومت خارج از صفحه دیوار شود.



شکل ۳۴- مزیت استفاده از میلگردهای بستر در خمش خارج از صفحه

مزایای مهم به‌کارگیری میلگردهای بستر را می‌توان به‌صورت زیر جمع‌بندی کرد:

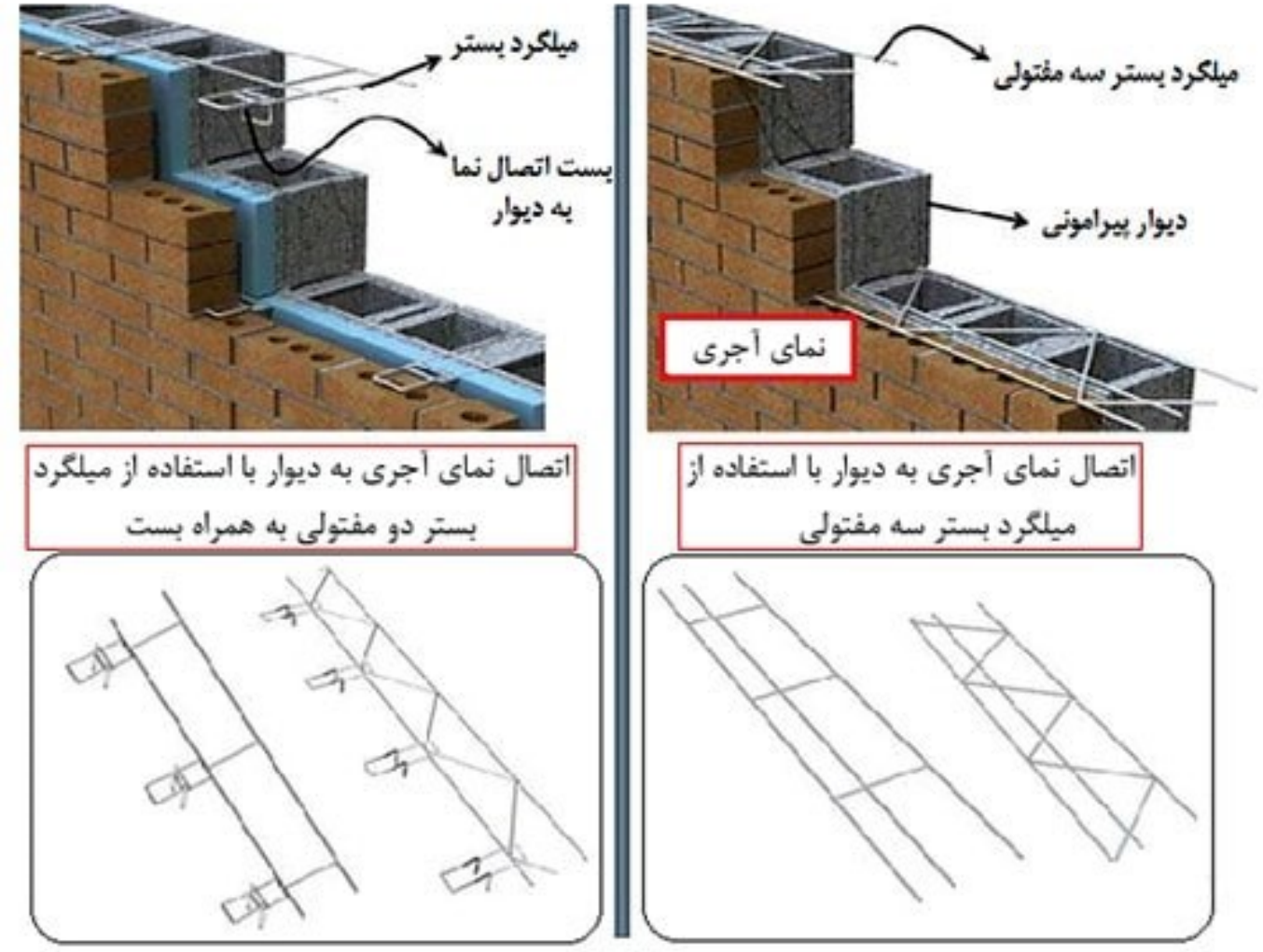
۱- افزایش مقاومت و شکل‌پذیری خمش خارج از صفحه دیوار

۲- افزایش مقاومت برشی داخل صفحه دیوار

۳- کنترل عرض و فواصل ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی و تغییر شکل‌های حرارتی

۴- افزایش انسجام دیوار در حین زلزله و جلوگیری از فروریزش خارج از صفحه

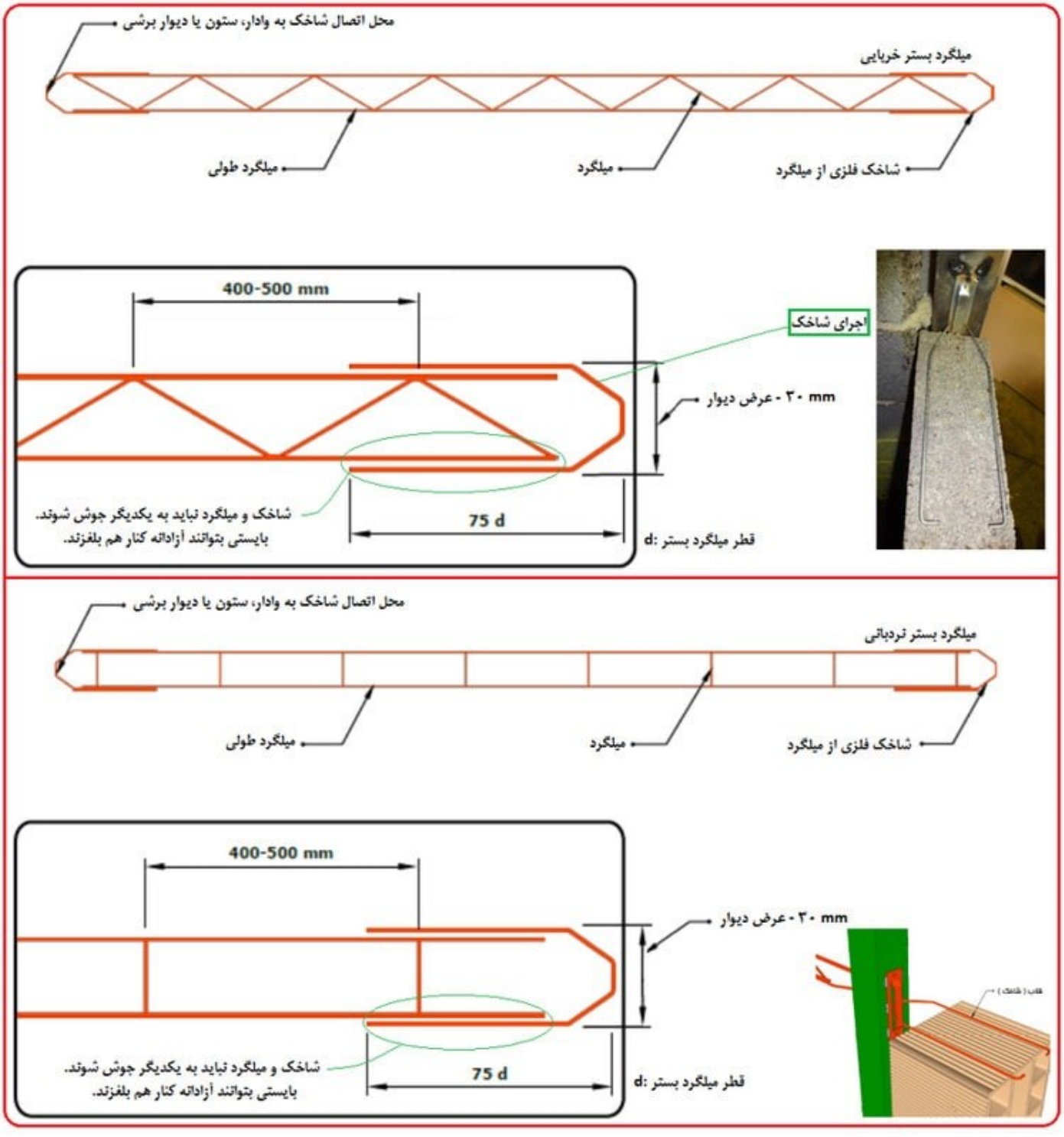
۵- برقراری اتصال مکانیکی برای نمای بنایی مانند آجری یا سنگی (شکل زیر(



شکل ۳۵- برقراری اتصال مکانیکی برای نمای بنایی با استفاده از میلگرد بستر

مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، استفاده از میلگردهای بستر در دیوارهای داخلی و پیرامونی (همه دیوارها) با هر ابعادی الزامی است. میلگردهای بستر به‌عنوان تارهای مقاوم کششی در ملات بین رج‌های دیوار مدفون می‌شوند تا ضعف مصالح بنایی در کشش را پوشش دهند. بایستی در اجرا به این نکته توجه کرد که ابتدا دیوار را باید چید، سپس میلگرد بستر را روی آن قرار داده و چینش بلوک‌های بعدی را برای اجرای دیوار ادامه داد.

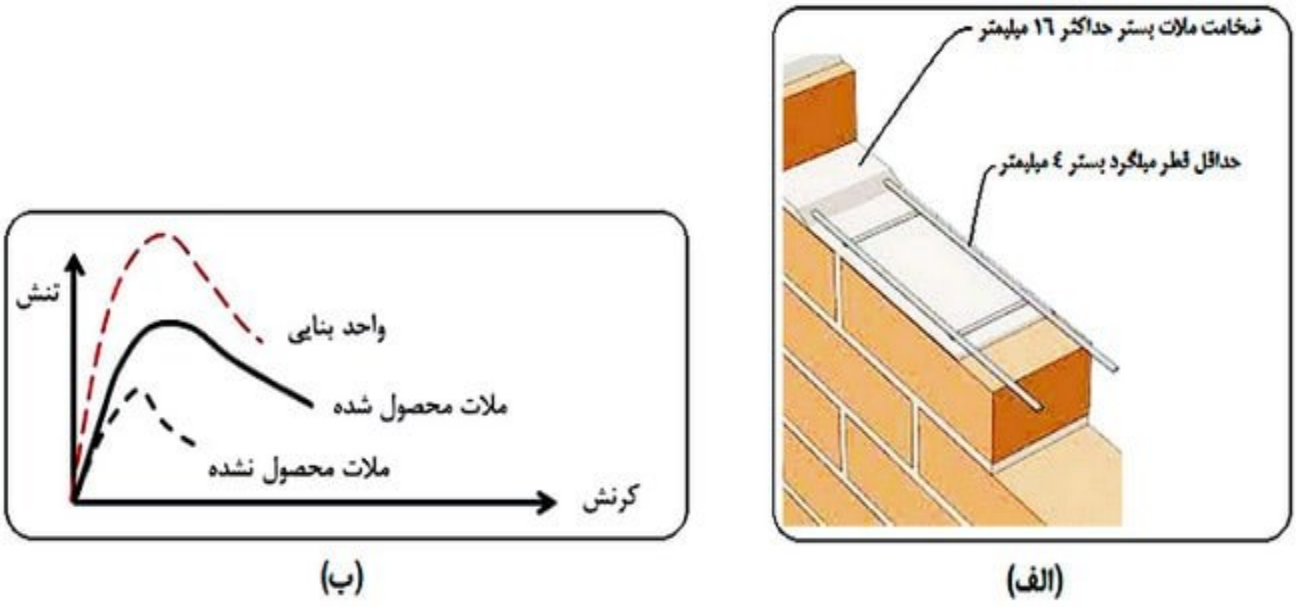
فواصل قرارگیری میلگردهای عمودی در تولید میلگردهای بستر بسیار حائز اهمیت است. میلگردهای نردبانی قابل ساخت در کارگاه نیز می‌باشند؛ لذا بایستی درهرصورت فواصل میلگردهای عمودی کنترل شود. شکل زیر از پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ میزان این محدودیت را مشخص می‌کند.



شکل ۳۷- میلگرد بستر و شاخک انتهایی آن

نکته :طبق نشریه ۷۲۹، حداقل قطر میلگردهای بستر ۴ میلی‌متر و حداکثر قطر آن‌ها نصف ضخامت ملات بستر است. در اجرای دیوار با بلوک‌های رسی (آجری یا سفالی) و سیمانی، ضخامت ملات نباید از ۱۶ میلی‌متر تجاوز کند؛ لذا حداکثر قطر میلگرد بستر ۸ میلی‌متر خواهد بود. معمولاً ضخامت ملات بستر ۱۰ میلی‌متر و قطر میلگرد بستر ۴ الی ۴,۵ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

دلیل محدودکردن ضخامت ملات بستر به ۱۶ میلی‌متر، اثر محصورشدگی ملات می‌باشد. مقاومت فشاری المان بنایی یعنی دیوار، به مقاومت فشاری واحد بنایی و ملات و ضخامت ملات بستگی دارد. درصورتی‌که ضخامت ملات از حدی بیشتر باشد، محصورشدگی ملات بین واحدهای بنایی رعایت نشده و اثر مقاومت فشاری ملات بر مقاومت فشاری المان بنایی بیشتر شده و مقاومت دیوار کاهش می‌یابد. واضح است که مقاومت فشاری واحد بنایی به‌مراتب از ملات بیشتر است.



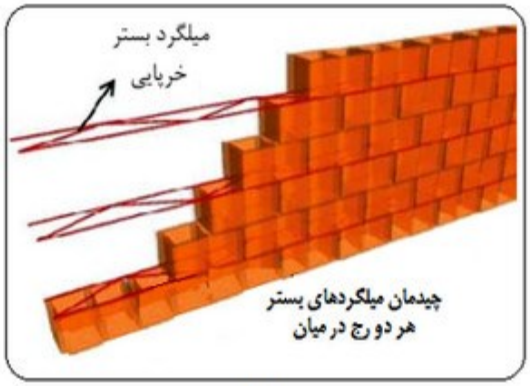
شکل ۳۸- (الف) محدودیت قطر میلگرد بستر و ضخامت ملات بستر برای بلوک‌های رسی و سیمانی (ب) اثر محصورشدگی ملات

طبق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، حداکثر فاصله مسلح کننده‌های دیوار (میلگردهای بستر) از هم، ۱ متر باشد؛ لذا در طراحی و اجرا نباید فاصله قائم میلگردهای بستر از این مقدار بیشتر شود. واضح است که نیروی وارده به طبقات بالاتر بیشتر از طبقات پایین‌تر می‌باشد. پس هرچه به سمت طبقات بالاتر برویم، فاصله میلگردهای بستر می‌تواند کمتر باشد. این موضوع در اجرا در تیپ‌بندی که طراح تعیین کرده است، به‌وضوح قابل‌رؤیت خواهد بود. برای مثال ممکن است در طبقات بالا از هر ۲ رج میلگرد بستر قرار داده شود ولی این فاصله در طبقات پایین ۳ رج در میان میلگردهای بستر تعبیه شود.

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.

(الف)



(ب)

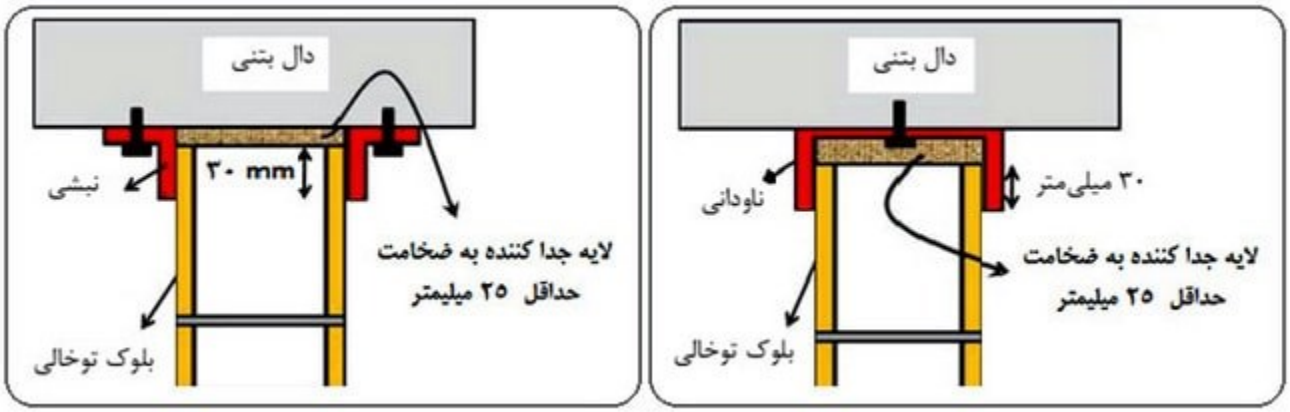
شکل ۳۹- (الف) بند آیین‌نامه در مورد میلگرد بستر (ب) مفهوم تعبیه میلگرد بستر از هر دو رج درمیان

۶-۹- قطعات اتصال در اجرای وال‌پست

در این قسمت به بررسی اتصال دیوار به المان‌های کناری، فوقانی و تحتانی خواهیم پرداخت که می‌تواند ستون، دیوار برشی، تیر، سقف یا کف باشد؛ لذا در سه بخش اتصالات مختلف را شرح خواهیم داد:

۱-۶-۹ .اتصال دیوار به سقف یا تیر

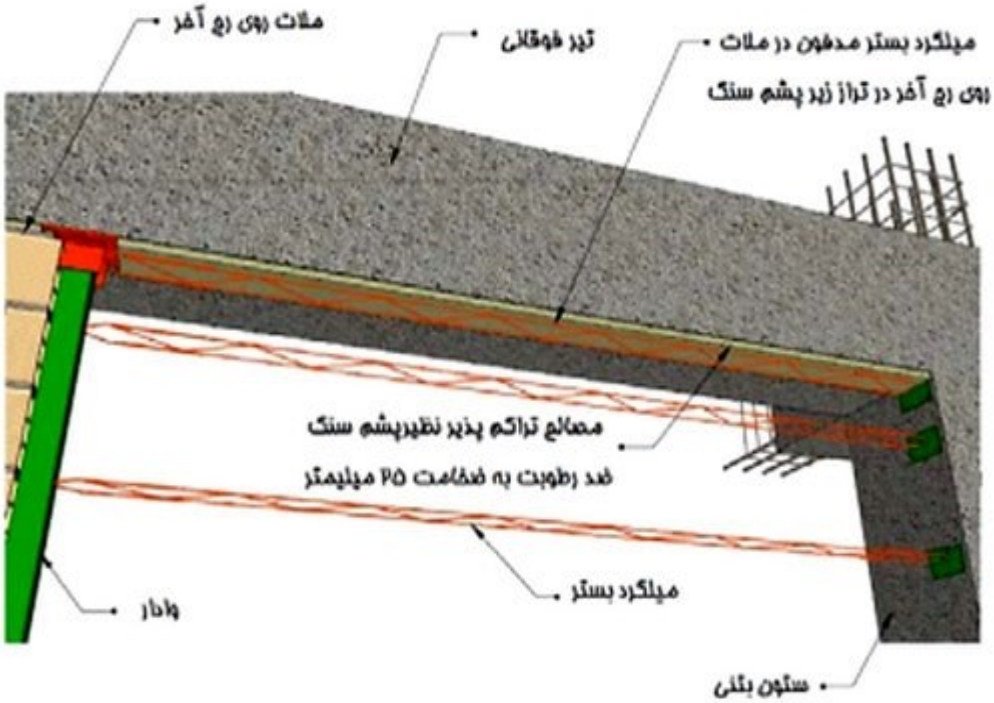
اتصال دیوار به سقف یا تیر به‌صورت ظل در نظر گرفته می‌شود و در جهت خارج از صفحه توسط ناودانی یا دو نبشی مهار شده و در راستای داخل صفحه اتصال کشویی (لغزشی) داشته باشد. نبشی‌ها یا ناودانی‌ها نباید به دیوار، پیچ، میخ یا جوش شوند؛ زیرا در این صورت در داخل صفحه اجازه حرکت به آن‌ها داده نخواهد شد. لازم است دیوار متأثر از تغییر مکان سقف یا تیر نباشد و به دلیل خیز تحت بارهای ثقلی و یا تغییر شکل در حین زلزله، هیچ نوع بار محوری به آن تحمیل نشود. بدین منظور بایستی فاصله جداسازی شده رعایت گردد. مطابق نشریه ۷۲۹، فاصله مرکز تا مرکز قطعات اتصال ناودانی یا نبشی، نباید از ۱٫۵ متر تجاوز کند. در اشکال زیر دیوار می‌تواند عمود بر صفحه آزادانه حرکت کند.



شکل ۴۰- قطعات اتصال زیر تیر یا سقف (الف) قطعه اتصال ناودانی (ب) قطعه اتصال جفت نبشی

مطابق نشریه ۷۲۹، حداقل طول هم‌پوشانی نبشی یا ناودانی با دیوار ۳۰ میلیمتر می‌باشد. باتوجه به اینکه حداقل فاصله جداسازی از زیر سقف ۲۵ میلیمتر می‌باشد، مقدار بال نبشی یا ناودانی حداقل ۵۵ میلیمتر در نظر گرفته خواهد شد.

نکته ۱ :مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ و اجازه آن، می‌توان به‌جای مهار خارج از صفحه دیوار با استفاده از نبشی یا ناودانی در تراز زیر تیر یا سقف، آخرین رج دیوار را با میلگرد بستر یا بست اتصال (در بلوک‌های AAC) مسلح نمود.



شکل ۴۱- مسلح کردن رج آخر با میلگرد بستر به جای استفاده از ناودانی یا نبشی برای مهار خارج از صفحه

نکته ۲ :طبق نشریه ۷۲۹، حداکثر فاصله نبشی‌ها و ناودانی‌های منقطع از هم ۱٫۵ متر می‌باشد.

نکته ۳ :در نواحی حفاظت شده تیر نباید هیچ‌گونه قطعه اتصالی نصب شود.

عملکرد اتصال کشویی دیوار به سقف یا تیر در هنگام زلزله چگونه می‌باشد؟

در هنگام زلزله یک طبقه نسبت به طبقه دیگر جابه‌جایی نسبی دارد. در این صورت اگر دیوار به زیر تیر یا سقف متصل باشد و جداسازی صورت نگرفته باشد، در اثر جابه‌جایی نسبی، بالای دیوار که به تیر یا سقف متصل است آزاد شده و در سیکل‌های بعدی زلزله فرو می‌ریزد. در واقع در صورت جداسازی دیوار، دیگر مفصل پلاستیک در بالای دیوار ایجاد نخواهد شد و بالای دیوار دارای تکیه‌گاه مفصلی است.

همچنین در صورت عدم جداسازی دیوار از زیر تیر یا سقف، سختی دیوار بر سختی تیر می‌افزاید و از تشکیل مفصل پلاستیک در تیرها جلوگیری می‌کند. علاوه‌برآن، اگر اجازه حرکت در داخل صفحه به دیوار داده نشود، باتوجه به فرضیات تحلیل و طراحی قاب خمشی که اتصال صلب را بدون تغییر زاویه قاب در نظر می‌گیریم یا به عبارت بهتر زاویه کنج ۹۰ درجه باقی می‌ماند، اعمال نیرو به کنج دیوار موجب خرابی آن شده و عکس‌العمل این نیرو نیز موجب آسیب به تیر یا سقف می‌شود.

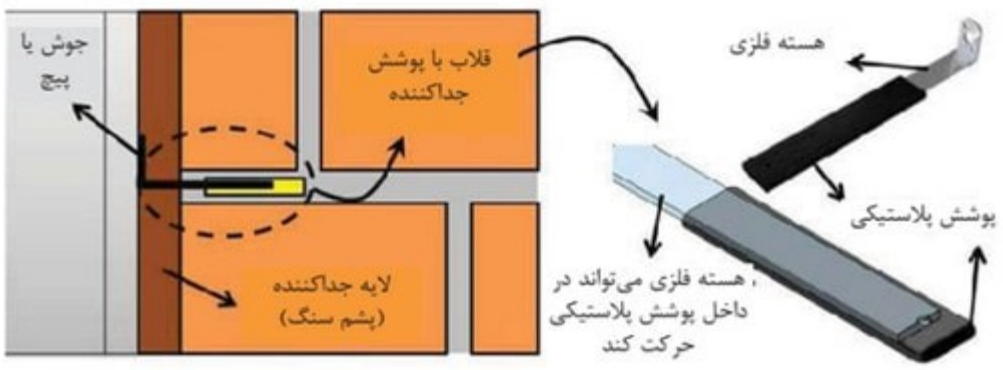
توجه: اجرای قطعات اتصال نبشی‌ها بدین‌گونه است که ابتدا نبشی‌های وجه بیرونی دیوار اجرا شده و دیوار چیده می‌شود. پس از تمام شدن چینش دیوار، نبشی نگهدارنده طرف دیگر قرار داده می‌شود. این روش سبب کاهش خطای قرارگیری نبشی‌ها در زیر تیر یا سقف می‌شود.

۲-۶-۹- اتصال دیوار به ستون یا دیوار برشی

اتصال لبه قائم دیوارها به ستون‌ها یا دیوارهای برشی ساختمان یا هر عضو قائم سازه‌ای دیگر در سازه‌ها باید به نحوی اجرا شود که مانعی در برابر جابه‌جایی نسبی ایجاد نکند. به عبارت بهتر، اتصال به‌گونه‌ای باشد که هیچ قیدی در برابر نیروهای داخل صفحه دیوار فراهم نکند و جابه‌جایی نسبی ایجاد شده، نیروی اضافه‌ای بر دیوار اعمال نکند. همچنین اتصال باید قادر به تحمل بارهای خارج از صفحه را نیز داشته باشد. در ادامه سه اتصال برای برآورده کردن این شرایط را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۱-۲-۶-۹-اتصال جدا شده با قلاب با پوشش جداکننده

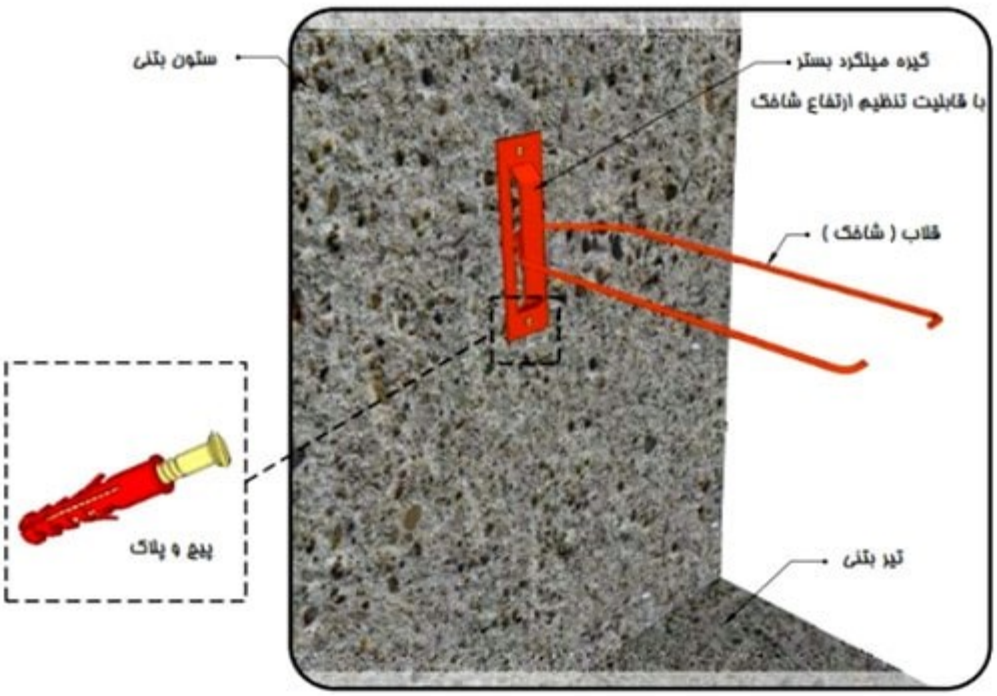
این اتصال در نشریه ۷۲۹ معرفی شده است و در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ به آن اشاره‌ای نشده است. بااین‌حال برای آشنایی معرفی مختصری از این نوع اتصال ارائه می‌کنیم. این قلاب از یک هسته فلزی از جنس فولاد گالوانیزه و یک پوشش پلاستیکی از جنس PVC تشکیل شده است و در هنگام چیدن دیوار، در بند بستر قرار می‌گیرد. حداقل طول مدفون شده در بند بستر حداقل ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد. انتهای دیگر قلاب به ستون پیچ یا جوش می‌شود. هسته فلزی نبایستی تا انتهای پوشش پلاستیکی برود. درواقع هسته فلزی باید بتواند آزادانه در داخل پوشش پلاستیکی حرکت کند و هیچ قیدی برای حرکت در داخل صفحه نداشته باشد.



شکل ۴۲- اتصال جدا شده با قلاب با پوشش جدا کننده

۲-۲-۶-۹- اتصال جدا شده با گیره‌های اتصال

در این روش از گیره‌های لوبیایی استفاده می‌شود که به ستون یا دیوار برشی متصل می‌شوند و میلگردهای بستر توسط شاخک خود به این گیره‌ها متصل شده و در امتداد افقی اجازه حرکت آزادانه دارند. در این حالت اتصال کاملاً مفصلی بوده و هیچ‌گونه قیدی نباید در ستون ایجاد شود. اتصال گیره به المان بتنی توسط پیچ و رول‌پلاک انجام می‌شود. همچنین اتصال گیره به المان‌های فولادی توسط جوش انجام می‌شود. لازم به ذکر است درهرصورت استفاده از مصالح تراکم‌پذیر بین دیوار و المان قائم ضروری است.

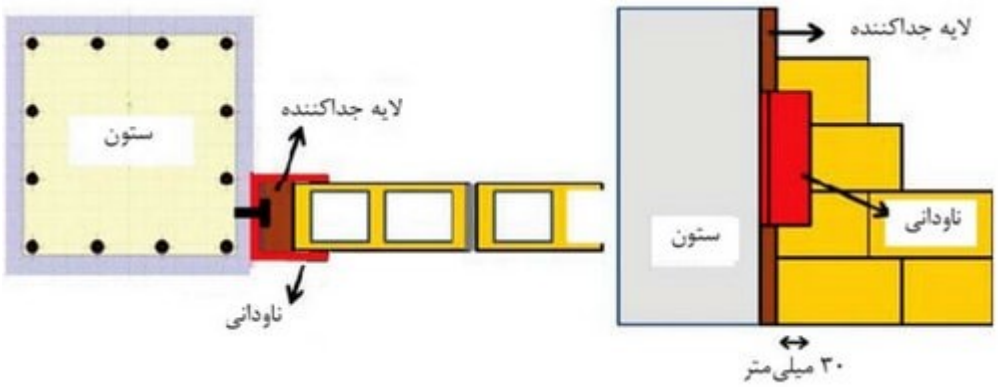


شکل ۴۳- اتصال جدا شده با استفاده از گیره

نکته :مزیت این روش نسبت به روش بعدی (استفاده از ناودانی‌های منقطع)، در کاربرد استفاده در دیوارهای کج می‌باشد.

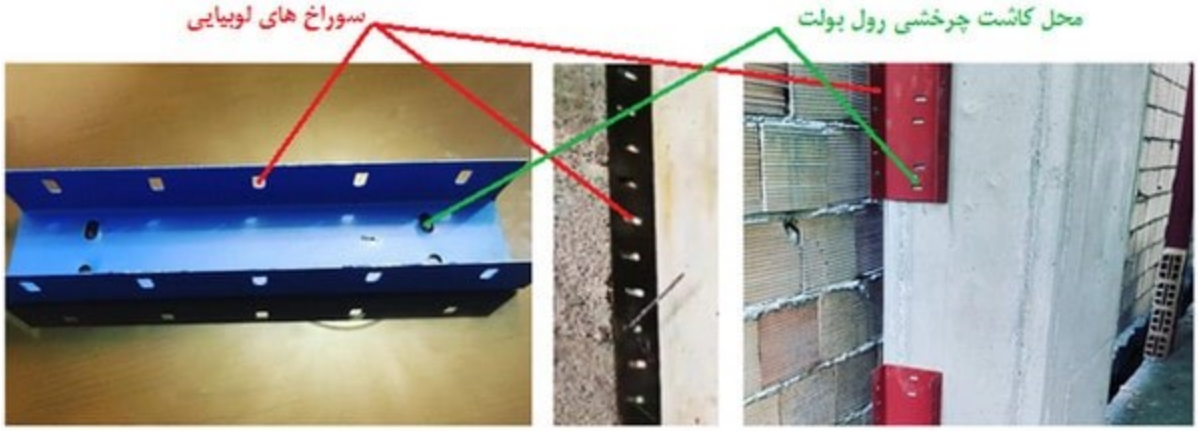
۳-۲-۶-۹-اتصال جدا شده با ناودانی یا جفت نبشی

اجرای این اتصال با مصالح تراکم‌پذیر و ناودانی یا جفت نبشی امکان‌پذیر است. این اتصال مشابه اتصال دیوار به سقف یا تیر می‌باشد. ناودانی و نبشی‌ها می‌توانند به‌صورت ممتد یا منقطع باشند که در مورد حالتی که ممتد باشند، در قسمت اجرای وال‌پست بیمارستان‌ها صحبت خواهیم کرد. در اجرای ناودانی‌ها و جفت نبشی‌ها باید توجه داشت که طراح طول این قطعات را نامناسب ارائه نکرده باشد و حداقل ۲ یا ۳ بلوک را پوشش دهد. مطابق نشریه ۷۲۹، طول هم‌پوشانی این قطعات با دیوار حداقل ۳۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود که باتوجه به ضخامت حداقل مصالح تراکم‌پذیر (۳۰ میلی‌متر)، حداقل عرض بال ناودانی‌ها یا نبشی‌ها ۶۰ میلی‌متر می‌باشد.



شکل ۴۴- اتصال جدا شده توسط ناودانی‌های منقطع

نکته ۱ :برای تأمین حرکت آزادانه میلگرد بستر در داخل صفحه، در بال ناودانی‌ها سوراخ‌های لوبیایی اجرا می‌شود. سیم آرماتوربندی با طول مناسب را به قسمت انتهایی شاخک می‌بندیم و این سیم را در داخل سوراخ لوبیایی تعبیه شده در بال ناودانی یا نبشی قرار می‌دهیم. این سیم در زلزله در داخل این سوراخ لوبیایی حرکت آزادانه خواهد داشت.



شکل ۴۵- نمونه‌ای از ناودانی‌های منقطع با سوراخ‌های لوبیایی و امکان حرکت داخل صفحه میلگرد بستر

نکته ۲ :مطابق ضابطه ۸۱۹، مقاطع مورداستفاده به‌عنوان ناودانی از جنس مقاطع فولادی سرد نورد شده باشد. دلیل این پیشنهاد این است که مقاطع گرم نورد شده از نظر ابعادی استانداردهای مشخصی دارند و با توجه به تنوع میزان ضخامت انواع دیوارهای ساختمان، مورداستفاده نمی‌باشد. واضح است که اگر ضخامت دیوار با عرض یک ناودانی تطابقت داشته باشد، می‌توان از آن استفاده کرد. در همین راستا، در متن پیوست ششم نیز استفاده از نبشی‌ها و ناودانی‌های سرد یا گرم شده آورده شده است.

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

الف- اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا ناودانی

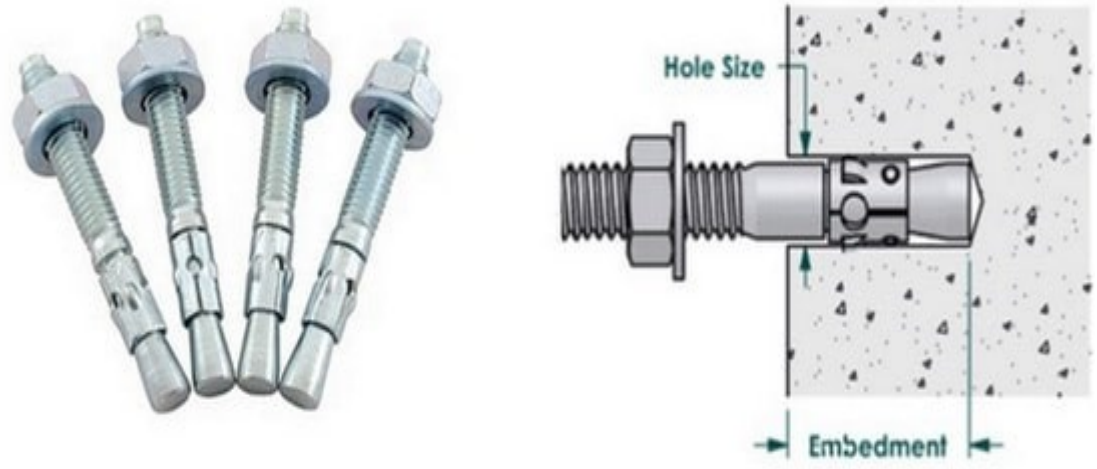
یکی از روش‌های مناسب برای اتصال دیوار به عضو قائم سازه‌ای، استفاده از اتصال کشویی در محل تماس، به وسیله نبشی یا ناودانی منقطع یا پیوسته می‌باشد. در این حالت استفاده از نبشی و یا ناودانی‌های گرم نورد یا سرد نورد شده فولادی در طرفین دیوار که به نحو مناسبی به عضو قائم سازه‌ای اتصال داده می‌شود، توصیه می‌شود.

نکته ۳ :زمانی که از نبشی به‌عنوان قطعه اتصال در اعضای قائم یا افقی استفاده می‌شود، می‌توان نبشی وجه بیرونی دیوار را روی المان‌های سازه‌ای نصب کرد، سپس بعد از چیدن دیوار، نبشی دیگر را در وجه مقابل دیوار نصب نمود.

طریقه نصب ناودانی‌ها و نبشی‌های اتصال در سازه‌های فولادی و بتنی چگونه است؟

در سازه‌های فولادی قطعات اتصال توسط جوش به المان‌ها متصل می‌شوند. در سازه‌های بتنی دو روش برای نصب ناودانی‌ها و نبشی‌های اتصال وجود دارد.

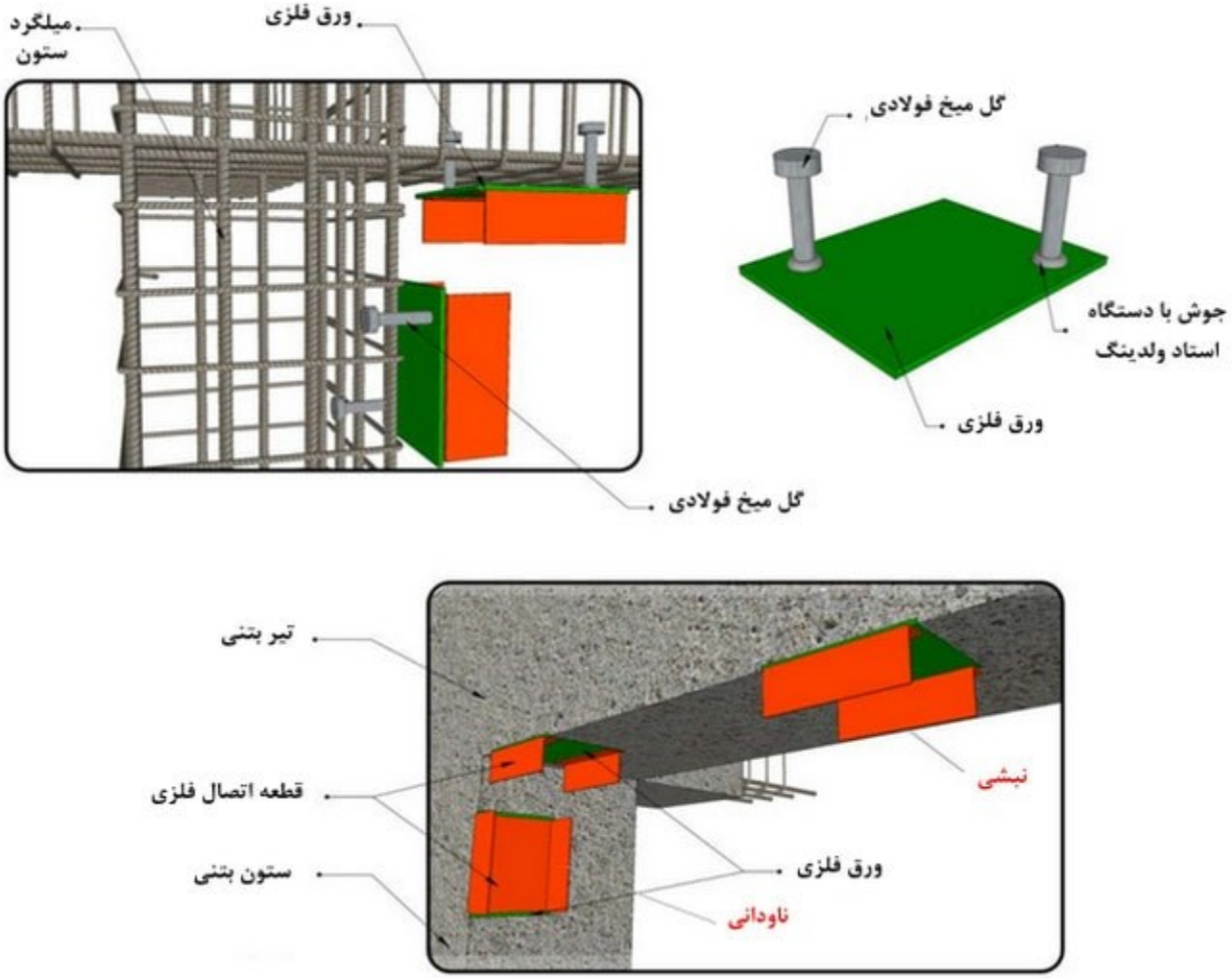
روش ۱ :در این روش از میخ‌های کاشت به‌صورت چرخشی نه ضربه‌ای استفاده می‌شود. گیره‌های اتصال نیز با همین روش می‌توانند روی المان‌های بتنی نصب شوند. طبق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، این کاشت بایستی تا هسته بتن نفوذ کرده باشد و اتصال به پوشش بتن مجاز نمی‌باشد. یکی از رول بولت‌های پرکاربرد در نصب قطعات اتصال به المان‌های بتنی، رول بولت HKD می‌باشد که در شکل زیر مشخص شده است.



شکل ۴۶- رول بولت‌های HKD با کاشت چرخشی در المان‌های بتنی

روش ۲ :برخی از مهندسین روش ۲ را روش اصلی برای اتصال قطعات اتصال ناودانی‌ها و نبشی‌ها می‌دانند و به روش ۱ با دید فراموش‌کاری انجام روش ۲ و راه حلی به‌عنوان چاره آخر می‌دانند. در مقابل برخی دیگر در اجرا همواره از روش ۱ استفاده می‌کنند و روش ۲ را مشکل‌تر و سخت‌تر می‌دانند. درهرحال پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ هر دو روش را معرفی کرده است.

در روش ۲، قبل از بتن‌ریزی المان‌های بتنی، صفحات فولادی دارای گل‌میخ را در المان‌ها تعبیه می‌کنند و سپس نبشی‌ها یا ناودانی‌ها را به آن‌ها جوش می‌کنند. البته می‌توان در ابتدا نبشی‌ها یا ناودانی‌ها را به صفحات فولادی جوش کرد و در المان بتنی، یکجا قرار داد.



شکل ۴۷- جزئیات نحوه قرار گرفتن صفحات انتظار جهت اتصال قطعات ناودانی و نبشی به المان‌های بتنی

نکته :استفاده از روش ۲ یعنی تعبیه صفحات فولادی قبل از بتن‌ریزی المان‌های بتنی، دارای معایب و مشکلاتی می‌باشد. اولاً ممکن است در قراردادن جای صفحات اشتباه رخ دهد و در راستای میلگرد بستر نباشد. ثانیاً قراردادن تعداد زیاد صفحات قبل از بتن‌ریزی صرفه اقتصادی و زمانی ندارد.

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

- کلیه اتصالات به سازه‌های بتنی یا با (۱) استفاده از میخ و پیچ انجام می‌شود و یا در (۲) 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 (یا لب پر 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.

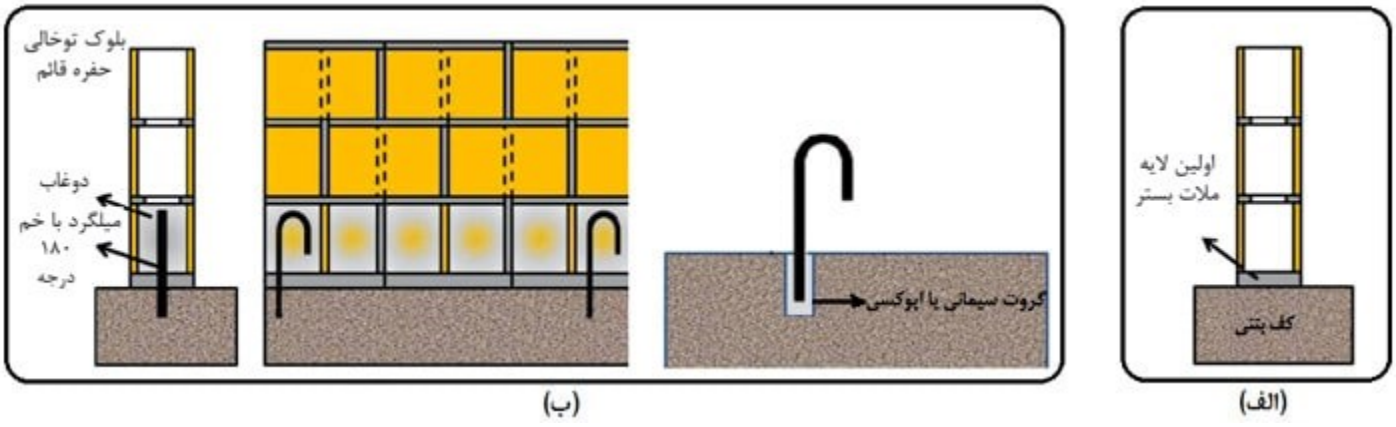
- پیشنهاد می‌شود محل قرارگیری پیچ و یا میخ بر روی قطعات اتصال توسط مته مناسب و با یک شماره کمتر، از قبل سوراخ شود.

مانند شکل ٤٤

۳-۶-۹- اتصال دیوار به کف

وزن دیوار به‌اندازه کافی زیاد می‌باشد و به همین جهت نیازی به مهار سمت پایین مانند سه سمت دیگر نیست. مطابق نشریه ۷۲۹، با مضرس کردن سطح کف و اجرای ملات قبل از چیدن اولین ردیف واحد بنایی، برای برقراری اتصال مفصلی در پای دیوار کافی می‌باشد.

اگر به هر دلیلی برای افزایش مقاومت دیوار، نیاز به گیردار کردن کف دیوار بود، دیتیل زیر توسط این نشریه ارائه شده است. جهت اجرای اتصال گیردار کف دیوار، سوراخ‌هایی در امتداد دیوار در کف ایجاد کرده و بعد از قراردادن میلگردهای با قلاب ۱۸۰ درجه در آن‌ها، سوراخ‌ها را با دوغاب پر می‌کنیم. لازم است در اتصال گیردار دیوار به کف، میلگردهای خم شده از نوع آجدار باشند. واضح است که بلوک توخالی که میلگرد با قلاب ۱۸۰ درجه در آن قرار گرفته است، بایستی با دوغاب پر شود. البته توصیه می‌شود کلیه واحدهای بنایی ردیف اول با دوغاب پر شوند.



شکل ۴۸- اتصال دیوار غیرسازه‌ای به کف (الف) مفصلی (ب) گیردار

۷-۹- وادارهای میانی

در بخش محدودیت ابعاد هندسی دیوار، لزوم استفاده از وادارهای میانی را مورد بررسی قرار دادیم. در این بخش به انواع وادارهای میانی، نحوه اجرا و اتصال آن‌ها خواهیم پرداخت.

نکته :در اجرای وادارهای میانی همواره باید فاصله بین وادار و المان‌های اصلی سازه رعایت شود. زیرا بایستی اجازه افزایش طول المان‌های وال‌پست به دلیل تغییرات دمای محیط به المان‌ها داده شود. در غیر این صورت وادار در دو سمت مقید شده و موجب کمانش وادار و درنتیجه تخریب دیوار می‌شود.

۱-۷-۹ روش‌های اجرای وادارهای میانی

در حالت کلی ۴ روش برای اجرای وادارهای میانی وجود دارد. هرکدام از آن‌ها می‌توانند در پروژه مورداستفاده قرار گیرند.

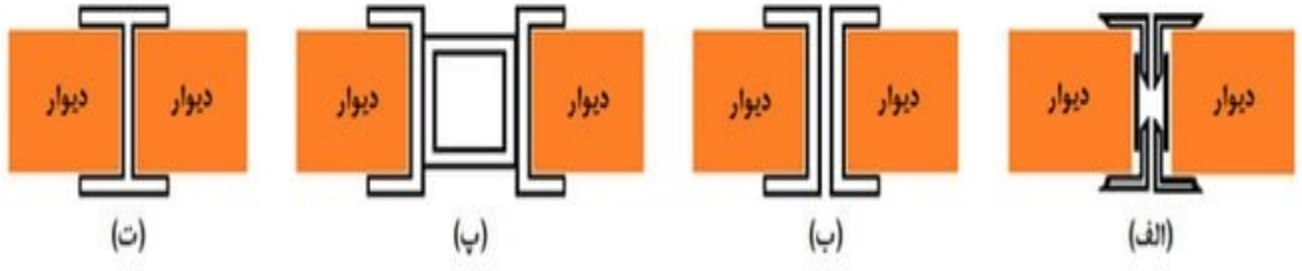
)الف) استفاده از ۴ نبشی و تشکیل مقطع H شکل (دوبه‌دو نبشی‌ها با استفاده از تسمه به هم وصل می‌شوند(

)ب) استفاده از ۲ ناودانی و تشکیل مقطع H شکل

)پ) استفاده از مقطع قوطی و اتصال ناودانی‌های منقطع

)ت) استفاده از مقاطع H شکل ساخته شده از ورق

نکته :در حالت (الف)، (ب) و (ت) المان وادارها سراسری اجرا می‌شود، اما در حالت (پ) قوطی به‌صورت سراسری و ناودانی‌ها منقطع اجرا می‌شوند. در حالت کلی، مقاطع «الف» و «ت» اقتصادی‌تر هستند.



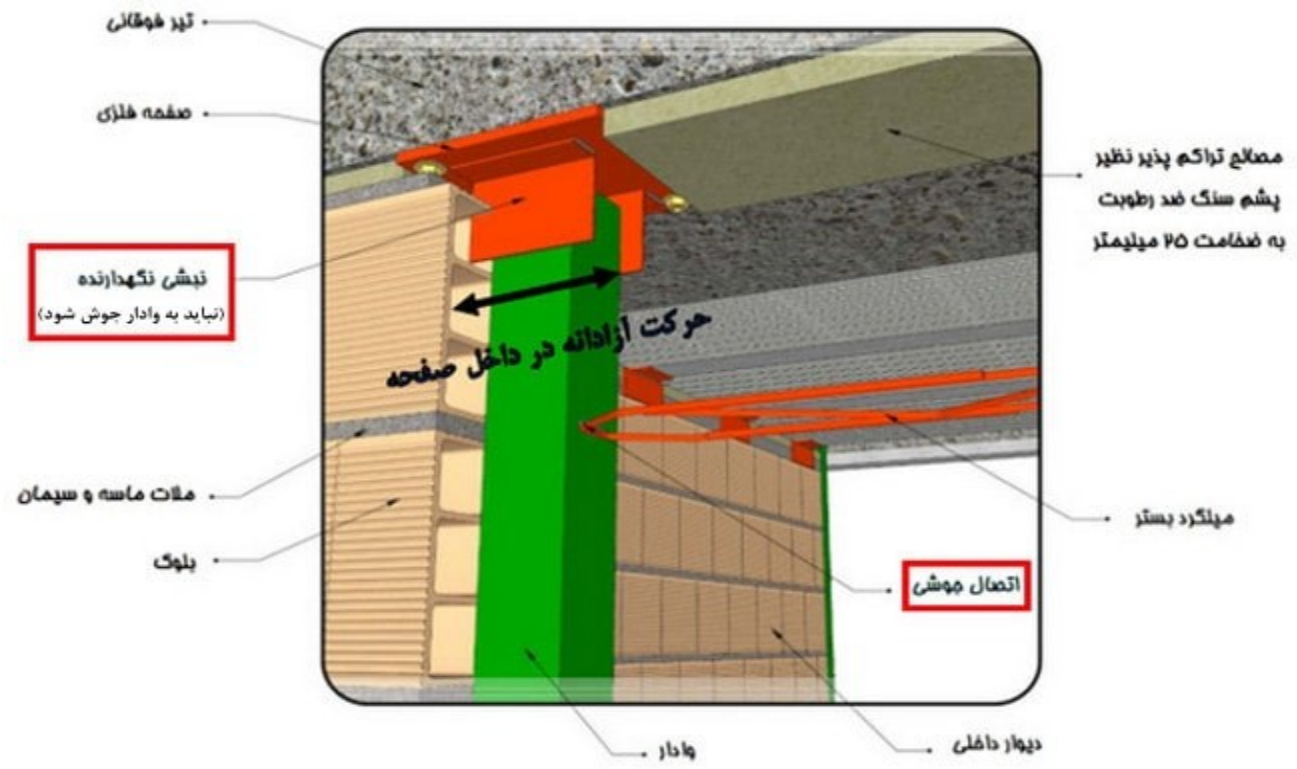
شکل ۴۹- روش‌های اجرای وادارهای میانی

۲-۷-۹-اتصال وادارهای میانی عمودی به زیر تیر یا سقف

اتصال وادارهای میانی عمودی به زیر تیر یا سقف بایستی به نحوی باشد که در جهت داخل صفحه، دیوار بتواند آزادانه حرکت کند و در جهت خارج از صفحه مهار شود. به این اتصال اصطلاحاً «اتصال کشویی» گفته می‌شود. اتصال می‌تواند در دیوارهای داخلی و پیرامونی کاربرد داشته باشد. این اتصال در میانه دیوار بکار می‌رود و در مواردی که دیوار یکسر آزاد است، بایستی از «اتصال تلسکوپی» استفاده کرد که این اتصال در قسمت دیوارهای داخلی توضیح داده خواهد شد.

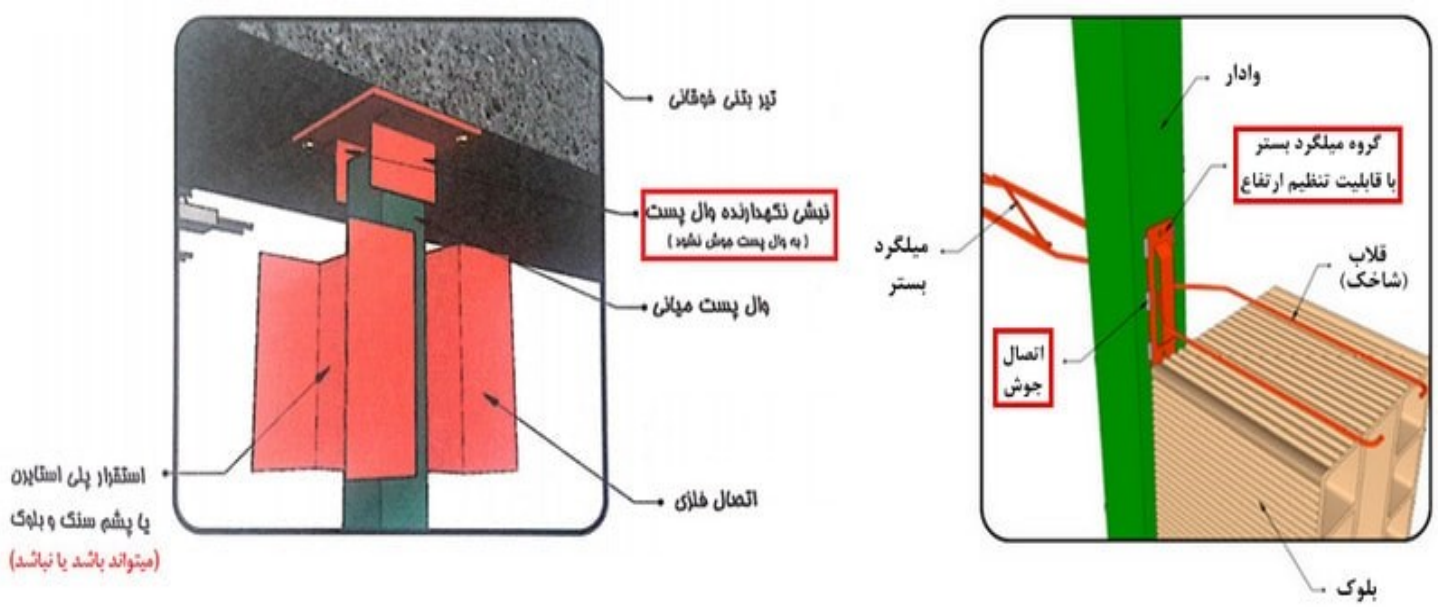
قطعات اتصال مانند ناودانی‌های منقطع (در روش اجرای وادار با ناودانی و قوطی) و گیره‌ها بایستی به نحو مناسب به وادارهای میانی متصل شوند که این قطعات یا در کارخانه در ارتفاع‌های مشخص تعبیه می‌شوند و یا در کارگاه جوش می‌شوند.

همان‌طور که در شکل ۴۹ مشاهده می‌شود، نبشی‌های نگهدارنده به صفحه فلزی از قبل تعبیه شده یا پیچ شده در المان‌های بتنی یا جوش شده به المان‌های فولادی، جوش می‌شوند تا در حرکت خارج از صفحه دیوار را مقید کنند. علاوه‌برآن میلگرد بستر نیز مستقیماً می‌تواند به وادار جوش شود. توجه داشته باشیم که به‌هیچ‌وجه نباید وادار به نبشی‌های نگهدارنده جوش شود؛ زیرا در این صورت در داخل صفحه مقید می‌شود.



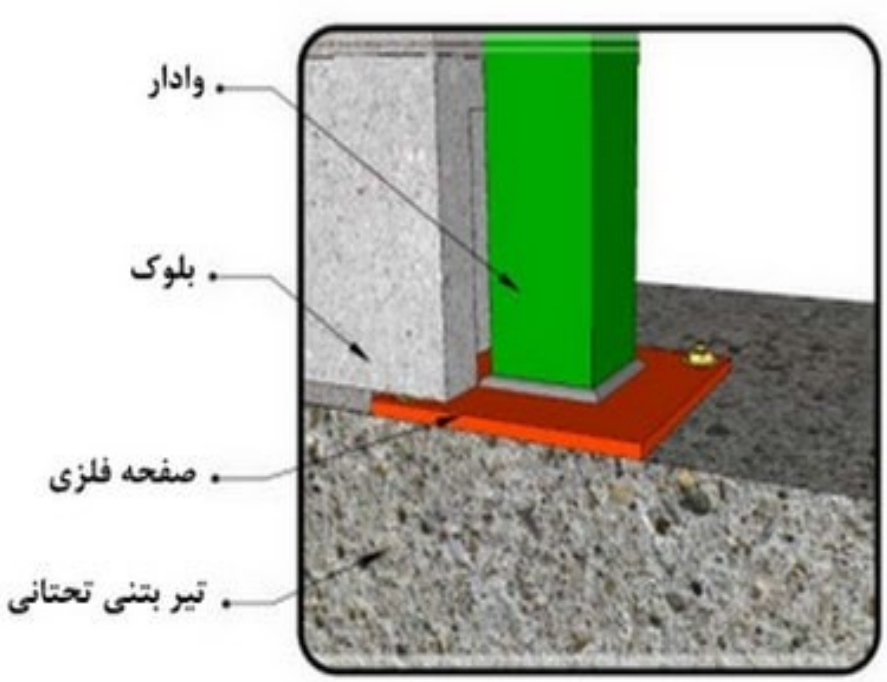
شکل ۵۰- اتصال وادار به سقف یا زیر تیر

در شکل ۵۰ نحوه اتصال گیره به وادار و مهار میلگرد بستر و استفاده از وادار قوطی با ناودانی منقطع را مشاهده می‌کنیم. در قسمت‌های قبلی نیز اشاره شد که می‌توان از مصالح تراکم‌پذیر بین دیوار و وادار صرف‌نظر کرد.



شکل ۵۱- قطعات اتصال ناودانی و گیره

اتصال وادارهای میانی به کف سازه بایستی به‌صورت مفصلی باشد که بدین منظور، وادار را به صفحه فلزی تعبیه شده در المان بتنی یا پیچ شده به آن جوش می‌کنیم.



شکل ۵۲- اتصال وادار میانی به کف

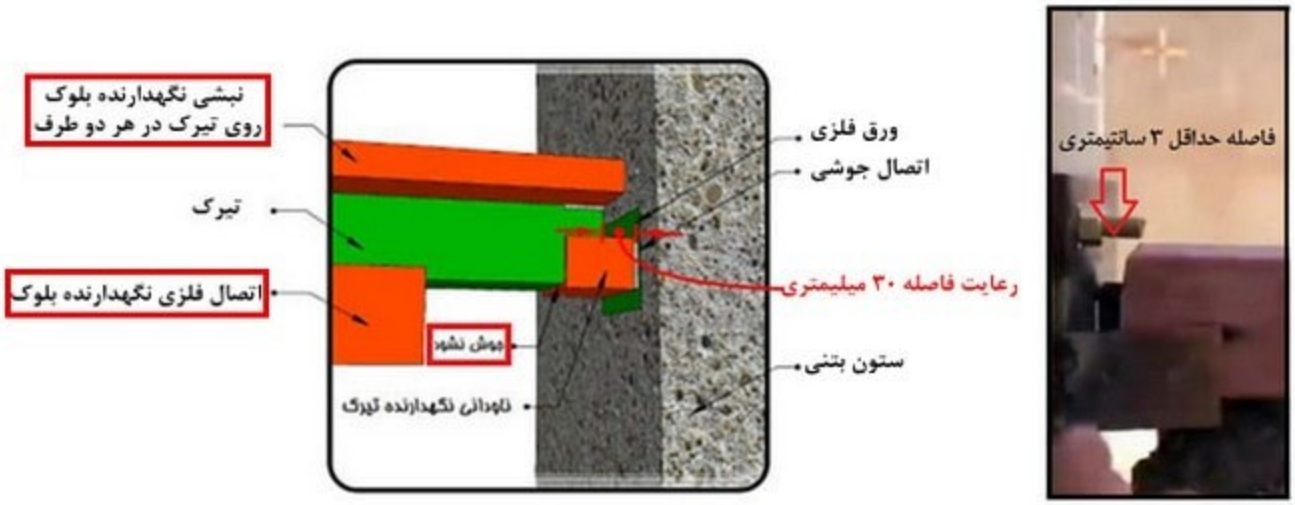
۳-۷-۹-اتصال وادار میانی افقی

اجرای وادار افقی بایستی هم‌زمان با چیدن دیوار صورت پذیرد. یعنی ابتدا دیوار زیر وادار افقی (تیرک) را می‌چینیم، سپس وادار را روی آن طوری قرار می‌دهیم که تکیه کافی به دیوار زیرین خود داشته باشد. در نهایت دیوار بالای تیرک را اجرا می‌کنیم. دلیل اینکه بایستی تیرک کاملاً روی دیوار زیرین خود قرار بگیرد این است که پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ اجازه تحمل بار ثقلی برای وادار افقی را نداده است.

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.

برای جلوگیری از انتقال نیرو به ستون، اتصال وادار افقی به ستون ممنوع می‌باشد؛ زیرا باعث تشکیل پدیده ستون کوتاه می‌شود. بدین منظور به‌عنوان یک روش مناسب و پیشنهاد شده توسط پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، ناودانی‌هایی را به‌عنوان نشیمن برای تیرک در نظر می‌گیریم و به ستون متصل می‌کنیم. ناودانی‌ها به ورق‌های فلزی تعبیه شده روی ستون جوش می‌شوند. انتهای وادار افقی بایستی حداقل ۳ سانتی‌متر از ستون فاصله داشته باشد تا بتواند حرکت آزادانه داشته باشد. مقدار این فاصله مشابه فاصله دیوار از ستون بایستی محاسبه شده و رعایت شود. برای نگهداری بلوک‌های بالا و پایین دیوار می‌توان از نبشی و ناودانی نگهدارنده استفاده کرد.



شکل ۵۳- جزئیات اتصال تیرک به ستون بتنی

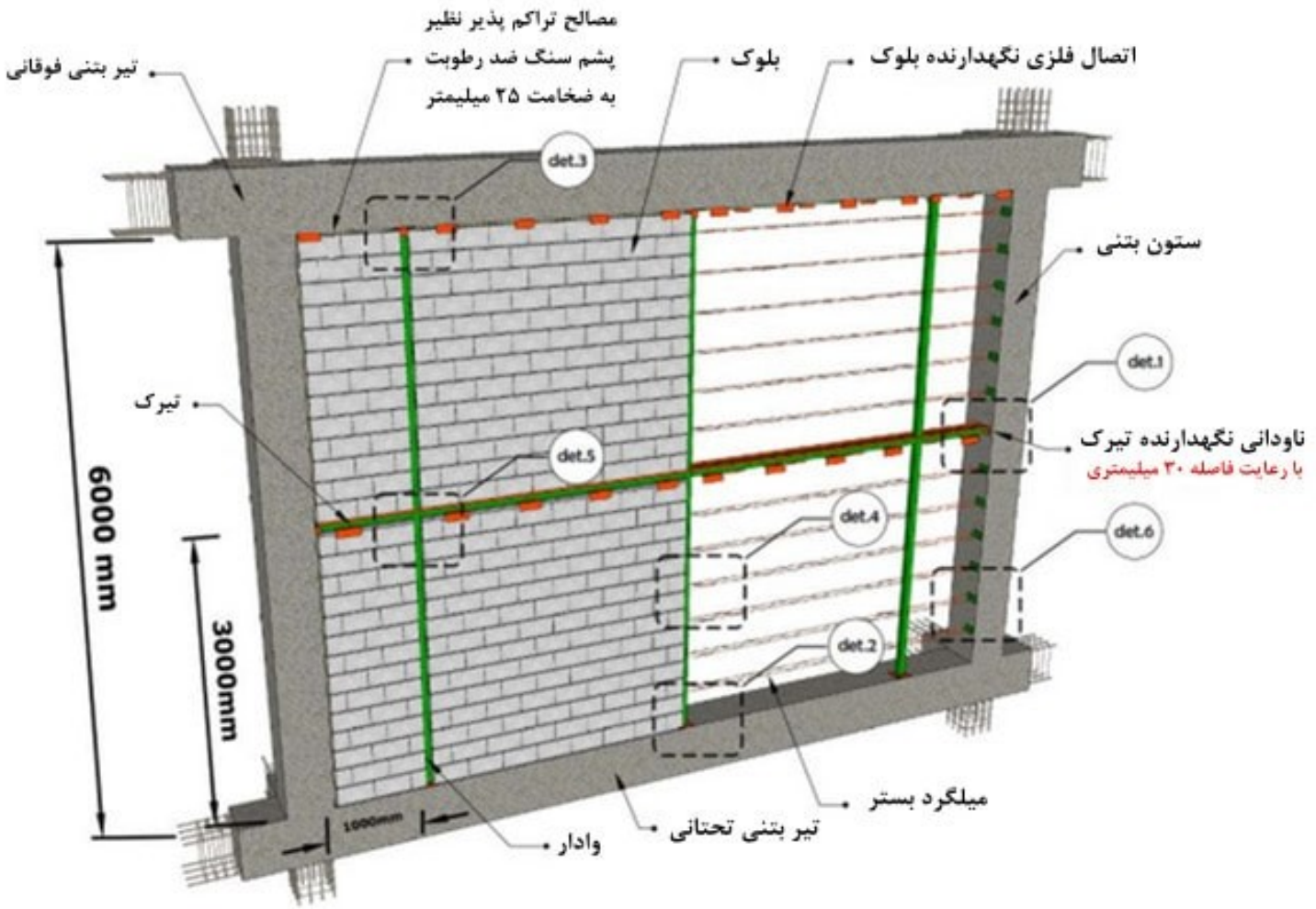
۴-۷-۹- دیتیل خاص استفاده هم‌زمان از وادار افقی و عمودی میانی

پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ دیتیل خاصی را برای دیواری که ارتفاع آن بیش از ۳٫۵ متر و طول آن بیش از ۴ متر باشد، ارائه می‌دهد. در این دیتیل دو وادار در فاصله ۱ متر از المان‌های قائم اجرا می‌شود. دلیل فاصله حداقل ۱ متری به دلیل مباحث لرزه‌ای آیین‌نامه‌ها و عدم ایجاد مانع برای تشکیل مفصل پلاستیک می‌باشد. درصورتی‌که ناحیه حفاظت شده تیر بیش از این مقدار باشد، بایستی فاصله محاسبه شده رعایت شود.

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

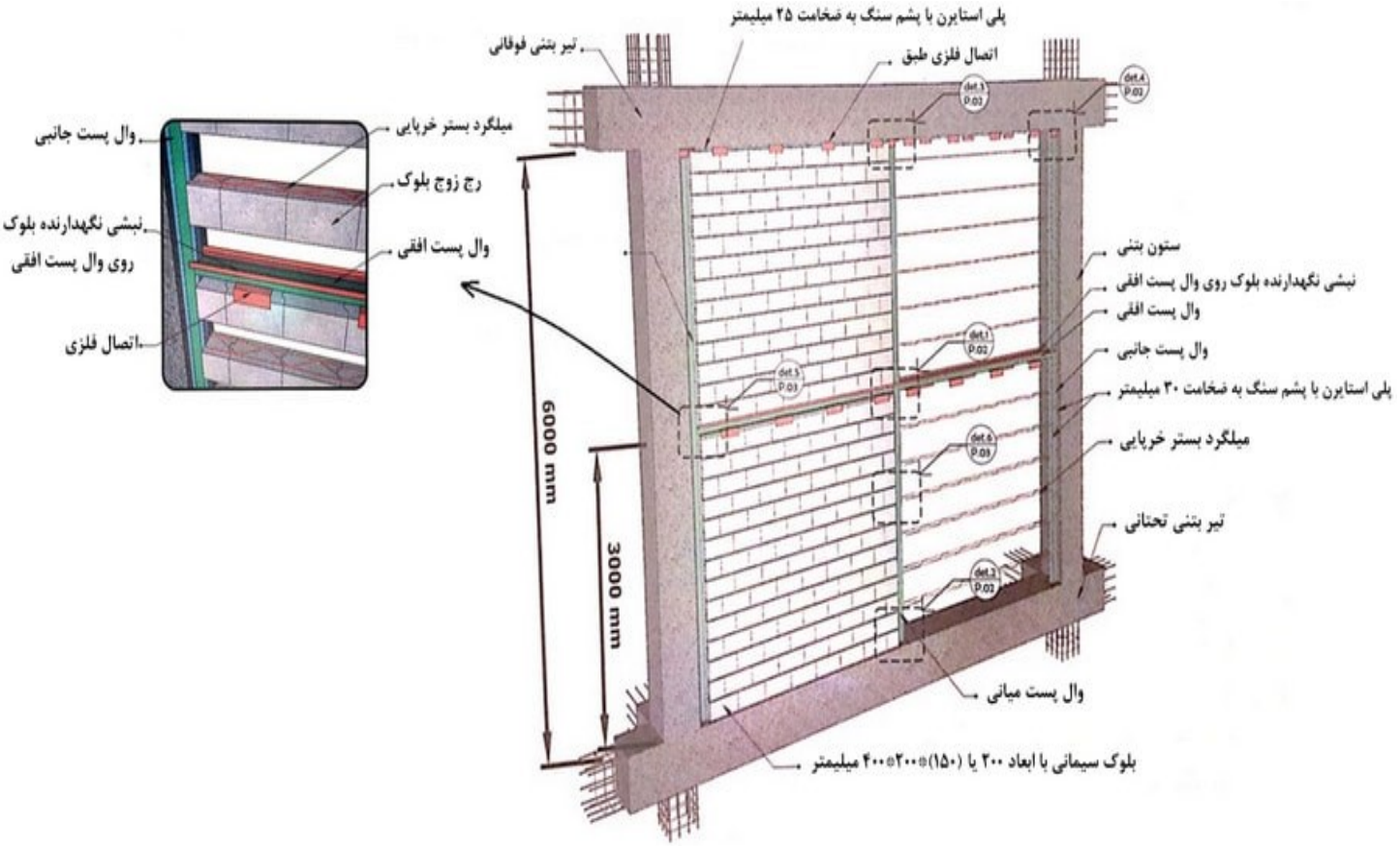
در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳٫۵ متر باید با استفاده از عضو افقی با مقطع فولادی یا بتنی (تیرک) ارتفاع آزاد دیوار را کاهش داد. در این حالت برای اینکه جداسازی دیوار از قاب سازه‌ای به نحو مناسب انجام شود، نیاز به اجرای وادار انتهایی برای نگه داشتن تیرک می‌باشد (جهت عدم ایجاد مانع برای تغییر شکل تیر در ناحیه 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.

مطابق این دیتیل، تیرک به ۳ قسمت تشکیل می‌شود که قسمت میانی در طرفین به وادارهای عمودی متصل شده و دو قسمت دیگر از یک طرف به وادار متصل و از طرف دیگر روی ناودانی نشیمن قرار می‌گیرد. این دیتیل یک پیشنهاد و توصیه از طرف پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ برای دیوارهای با طول بیش از ۴ متر و ارتفاع بیش از ۳,۵ متر می‌باشد؛ لذا در حالتی که طول دیوار بین ۴ تا ۸ متر باشد ولی ارتفاع آن بیش از ۳,۵ متر باشد می‌توان به اجرای یک وادار عمودی نیز اکتفا کرد و تیرک را به دو قسمت تقسیم کرد. این موارد در طراحی لحاظ شده و طرح نهایی برای اجرا آماده می‌شود. لازم به ذکر است اتصال وادارهای میانی افقی به وادارهای میانی عمودی می‌تواند با جوش انجام شود.



شکل ۵۴- دیتیل خاص دیوار با طول بیش از ۴ متر و ارتفاع بیش از ۳,۵ متر

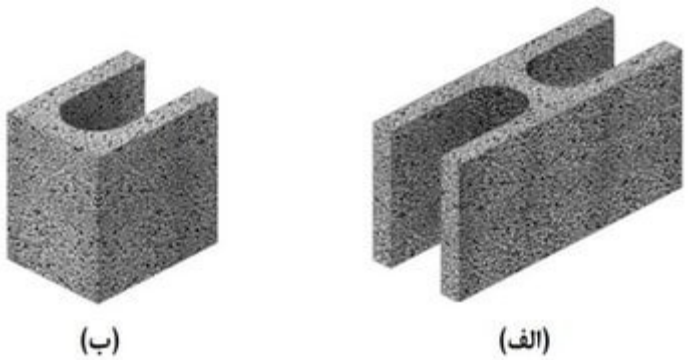
توجه :در ضابطه ۸۱۹، موضوع فاصله حداقل ۱ متری از بر ستون برای اجرای وادار میانی عمودی در نظر گرفته نشده بود؛ لذا در انتهای دیوار و در برِ ستون وادارهای عمودی اجرا می‌شد و تیرک به این وادارها جوش می‌شد. در این حالت اگرچه احتمال تشکیل ستون کوتاه منتفی است، اما وادار عمودی به ناحیه حفاظت شده تیر متصل شده است که طبق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ مورد قبول نیست.



شکل ۵۵- اجرای وادار افقی (تیرک) مطابق ضابطه ۸۱۹

۵-۷-۹-وادارهای میانی بتنی

مطابق پوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، برای اجرای وادارها می‌توان از وادارهای بتنی نیز استفاده کرد. در وادارهای بتنی ۴ میلگرد برای کنترل خمش خارج از صفحه تعبیه می‌شوند و در ارتفاع مشخص توسط تنگ‌های بسته مهار می‌شوند. وادار میانی عمودی بتنی از چینش بلوک‌های سیمانی U یا H شکل حاصل می‌شوند. در واقع داخل قسمتی که از قرارگیری دو بلوک H شکل یا U شکل حاصل شده است، با ملات پر می‌شود. لازم به ذکر است زمانی که از وادارهای بتنی استفاده می‌شود، برای حفظ یکپارچگی دیوار، سایر قسمت‌های دیوار را نیز با بلوک‌های سیمانی اجرا می‌کنند.

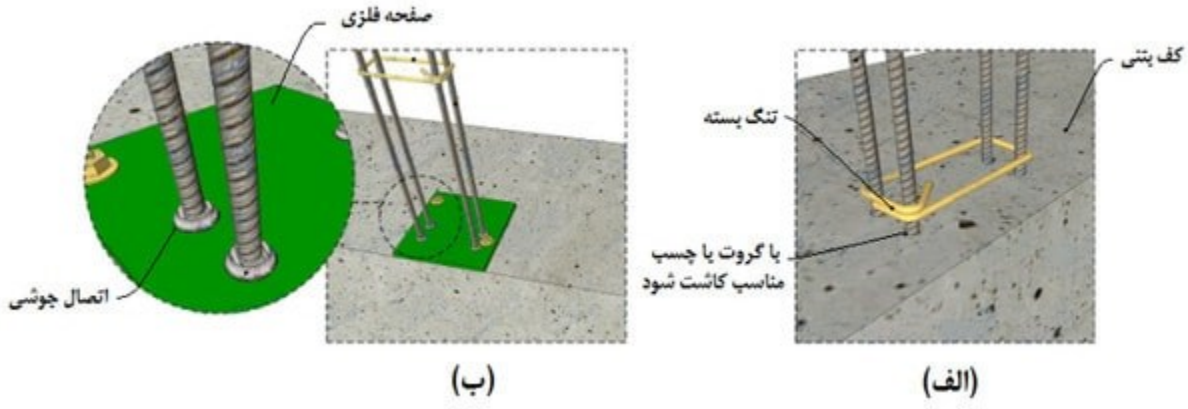


شکل ۵۶- بلوک‌ها سیمانی (الف H (شکل (ب U (شکل

اتصال وادارهای عمودی به کف بایستی به‌صورت مفصلی باشد؛ لذا اولاً یک لایه ملات روی کف اجرا می‌شود و بلوک‌ها روی آن قرار می‌گیرند. ثانیاً اجرای میلگردهای وادار به دو صورت می‌تواند انجام شود.

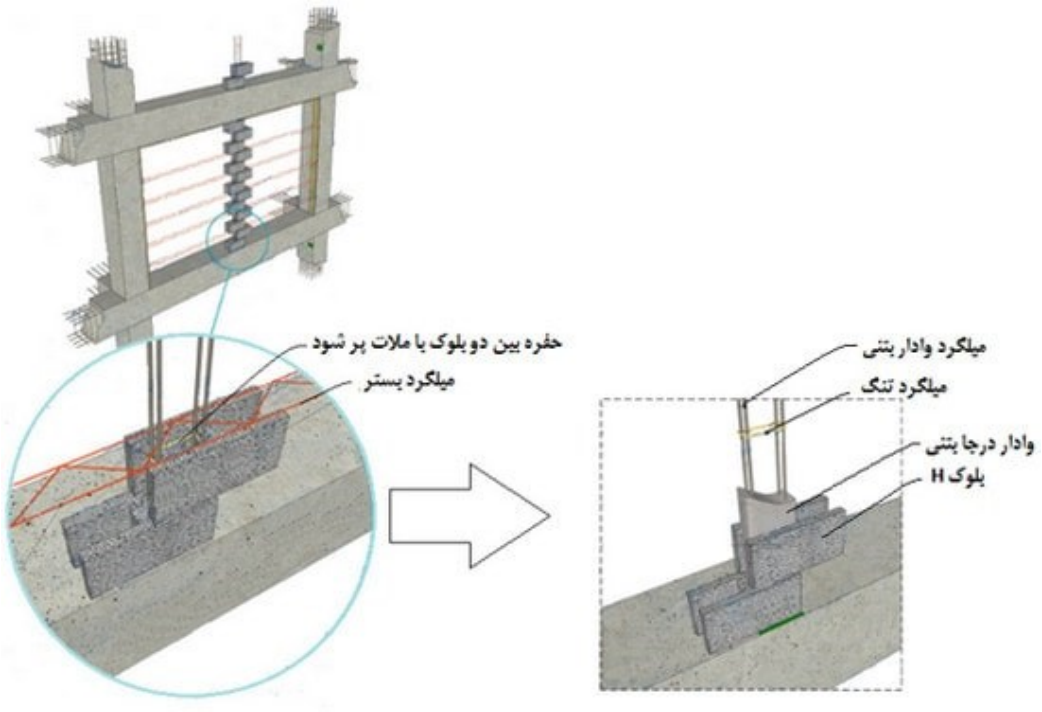
الف) کاشت میلگردها با دوغاب مناسب یا چسب

ب) جوش میلگردها به ورق فلزی تعبیه شده در کف



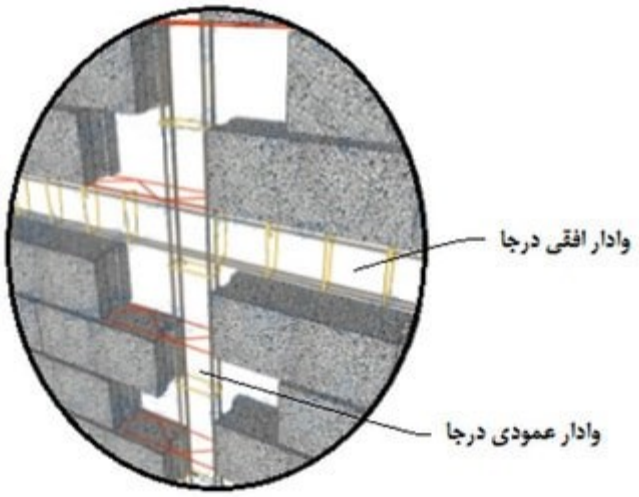
شکل ۵۷- اتصال مفصلی برای میلگردهای وادار بتنی (الف) کاشت میلگرد با دوغاب مناسب یا چسب (ب) جوش میلگرد به ورق فلزی تعبیه شده در بتن کف

وادارهای بتنی نیز شرایط مشابهی نسبت به وادارهای فولادی دارند. در قسمت اتصال به زیر تیر یا سقف بایستی اتصال کشویی برای آن‌ها در نظر بگیریم. تنها نکته‌ای در آن حائز اهمیت است، قرارگیری کل بلوک H شکل یا U شکل (بلوکی که داخل آن با ملات پر شده است) در میان نبشی‌ها یا ناودانی‌های نگهدارنده است. درواقع کل مجموعه ملات و بلوک پیرامونی به‌عنوان وادار محسوب می‌شوند. علت ایجاد این فاصله برای جلوگیری از اندرکنش وادار با زیر تیر است تا هیچ لنگری به تیر منتقل نشود.



شکل ۵۸- جزئیات اجرای وادار میانی عمودی بتنی

میلگردهای بستر می‌توانند از داخل وادار عمودی عبور کنند؛ اما باید حرکت آن‌ها در داخل صفحه آزاد بماند که با درنظرگرفتن گیره یا ناودانی‌ها با سوراخ لوبیایی در دو انتهای دیوار، این موضوع حل می‌شود. درصورتی‌که نیاز به وادار میانی افقی بتنی باشد، بایستی ابتدا دیوار و وادار میانی عمودی را تا تراز وادار افقی اجرا کرد. سپس با قالب‌بندی وادار میانی افقی بتنی، وادار افقی بتنی را با پر کردن ملات داخل قالب اجرا کرد. این وادار بایستی روی بلوک‌های چیده شده قسمت تحتانی دیوار قرار گیرد تا وزن دیوار بالای وادار افقی به آن وارد نشود. وادار افقی در دو انتها می‌بایست دارای فاصله مناسب از المان‌های قائم باشد و روی ناودانی نشیمن قرار گیرد. بعد از اجرای وادار میانی افقی بتنی، دیوارهای فوقانی چیده می‌شوند.



شکل ۵۹- جزئیات اجرای وادار میانی افقی بتنی

نکته ۱: دیوار در این حالت نیز از سه طرف جداسازی شده و فاصله بین دیوار با المان‌های افقی یا قائم با مصالح تراکم‌پذیر پر می‌شود.

نکته ۲: وادار میانی افقی بتنی مشابه کلاف‌های افقی در ساختمان‌های بنایی اجرا می‌شوند.

۸-۹- دیتیل‌های اجرایی بلوک‌های سبک توپر

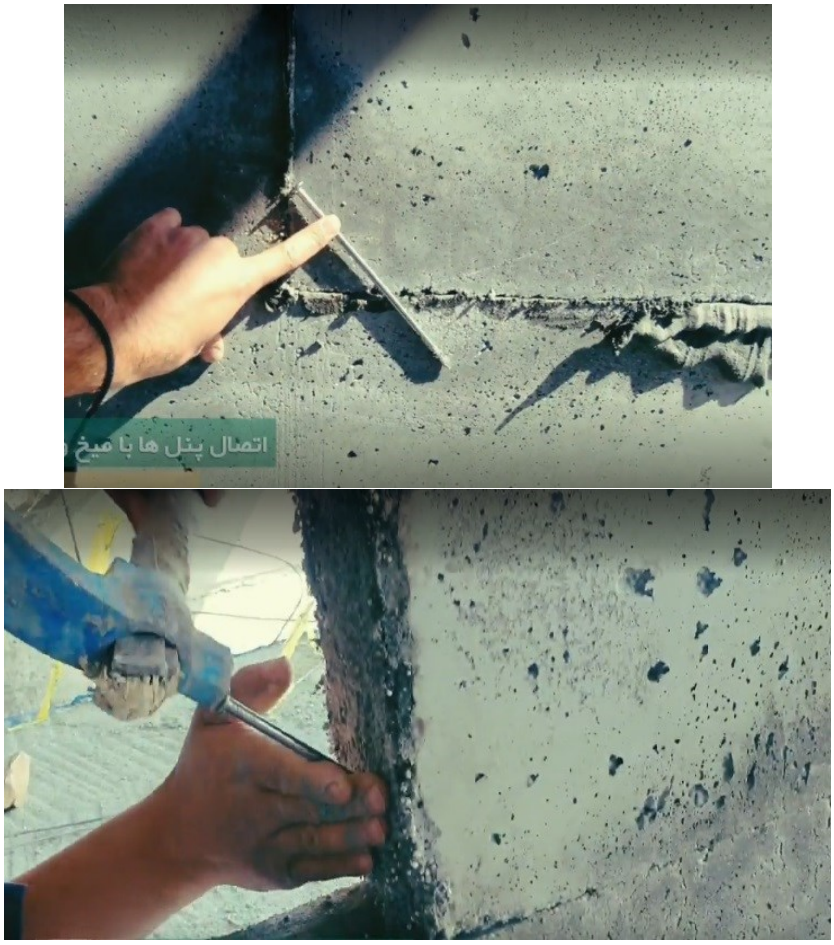
بلوک‌های سبک توپر ضمن سبکی از مقاومت بالایی برخوردار هستند . این بلوک‌ها جایگزین بلوک‌های توخالی سیمانی و رسی شده و در مقابل حرارت و صوت عایق بسیار خوبی به شمار می‌آیند و موردتوجه قرار گرفته‌اند و شامل دو دسته هوا دمیده AAC و پایه سیمانی والاکس و یا والکریت میباشد .

بلوک هوادمیده AAC

بلوک سبک توپر والاکس یا والکریت

۱- اتصال جایگزین میلگرد بستر

حداقل قطر مفتول میلگرد بستر، ۴ میلی‌متر می‌باشد. ولی حداکثر ضخامت ملات بستر نازک برای بلوک‌های سبک توپر ، ۳ میلی‌متر می‌باشد؛ لذا نمی‌توان از میلگرد بستر برای مسلح کردن دیوار استفاده کرد. در نتیجه باید از بست‌های اتصال و یا میخ های دوخت به‌جای میلگرد بستر استفاده گردد.



اتصال پانلهای پایه سیمانی با میخ به یکدیگر

شکل ۶۰- اتصال پانلهای AAC با یست گالوانیزه و میخ.

نکات اجرایی بلوک‌های توپر سبک والاکس یا واکریت

–در کلیه دیوارهای داخلی و یا خارجی به‌ازای هر عدد بلوک، باید از یک میخ آهنی استفاده نمود.

–میخ های مورداستفاده باید دارای طول ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

– میخ ها باید با چکش آهنی با زاویه ۴۵ درجه در انتهای پایینی هر بلوک کوبیده شود تا پیوستگی کامل بین پانلها را حفظ نماید .

نکات اجرایی بلوک‌های توپر سبک AAC

–در دیوارهای داخلی به‌ازای هر سه ردیف بلوک، باید از یک بست ارتجاعی استفاده نمود.

–در دیوارهای خارجی به‌ازای هر دو ردیف بلوک، باید از یک بست ارتجاعی استفاده نمود.

–بست ارتجاعی مورداستفاده باید دارای حداقل عرض ۳۰ میلی‌متر، حداقل ضخامت ۲ میلی‌متر و حداقل طول ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

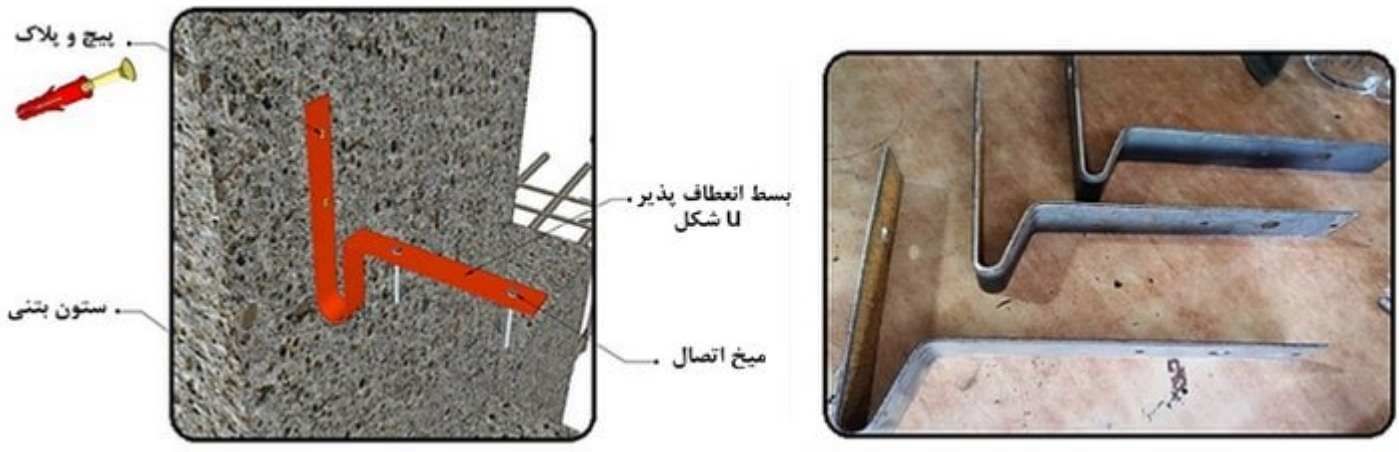
–ضخامت تسمه‌های اتصال حداقل ۲ میلی‌متر و طول آن‌ها بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر باشد.

–فاصله تسمه‌های اتصال از هم معمولاً ۵۰ سانتی‌متر بوده و میخ‌های مورداستفاده برای اتصال بلوک‌ها، دارای قطر ۶ و یا ۸ میلی‌متری می‌باشند.

–تسمه‌های اتصال معمولاً از هر ۲ یا ۳ رج در میان در ارتفاع دیوار استفاده می‌شود که همگام با اجرای بست‌های ارتجاعی برای دیوار داخلی یا خارجی می‌باشد

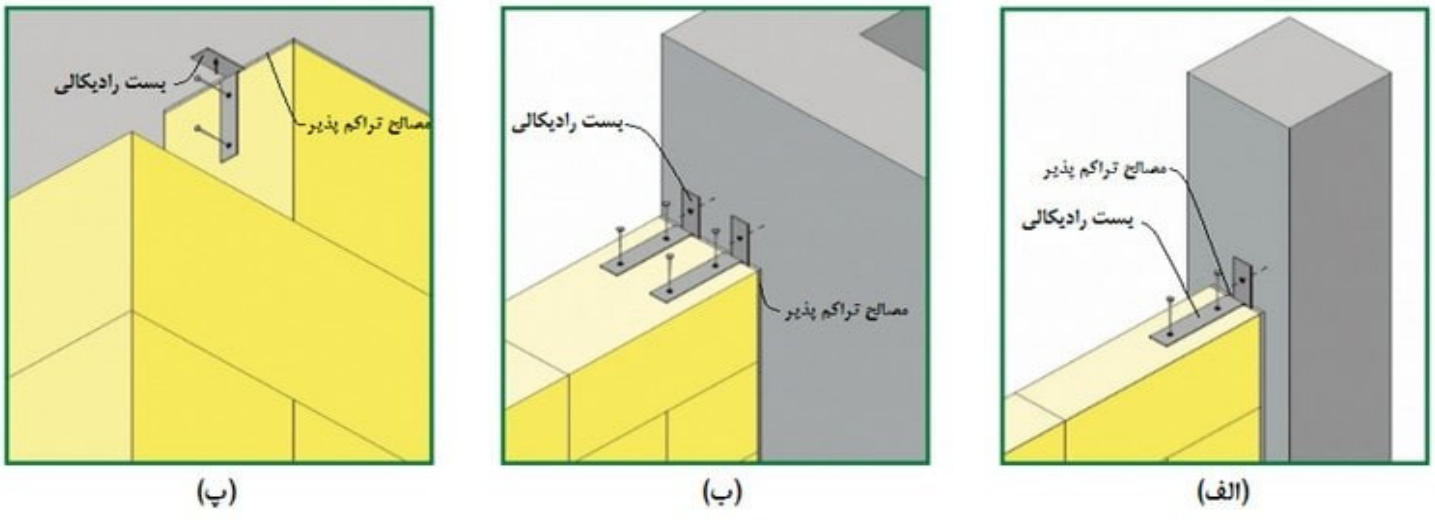
۲- بست‌های ارتجاعی جایگزین گیره اتصال

گیره‌های اتصال برای متصل کردن میلگرد بستر به اجزای سازه‌ای و وادارها بکار می‌رود. اما در این بلوک‌ها از میلگرد بستر استفاده نمی‌کنیم و درنتیجه باید اتصال دیگری برای نگهداری دیوار در خارج از صفحه و اجازه حرکت آزادانه در داخل صفحه معرفی شود. بست‌های ارتجاعی اتصال لغزشی هستند که برای مهار خارج از صفحه و درعین‌حال تأمین آزادی حرکت داخل صفحه استفاده می‌شوند. این بست‌ها با نام «بست‌های انعطاف‌پذیر U شکل» و «بست‌های رادیکالی» نیز شناخته می‌شوند.



شکل ۶۱- بست رادیکالی و اجزای آن

این بست می‌تواند در اتصال دیوار به اعضای سازه‌ای (سقف، تیر، ستون، دیوار برشی) بکار رود. باید توجه داشت که اتصال به این اعضای سازه‌ای از طریق کاشت چرخشی باشد و کاشت ضربه‌ای ممنوع است. اما برای اتصال این بست و همچنین تسمه‌های اتصال به بلوک‌ها می‌توان از میخ استفاده کرد.

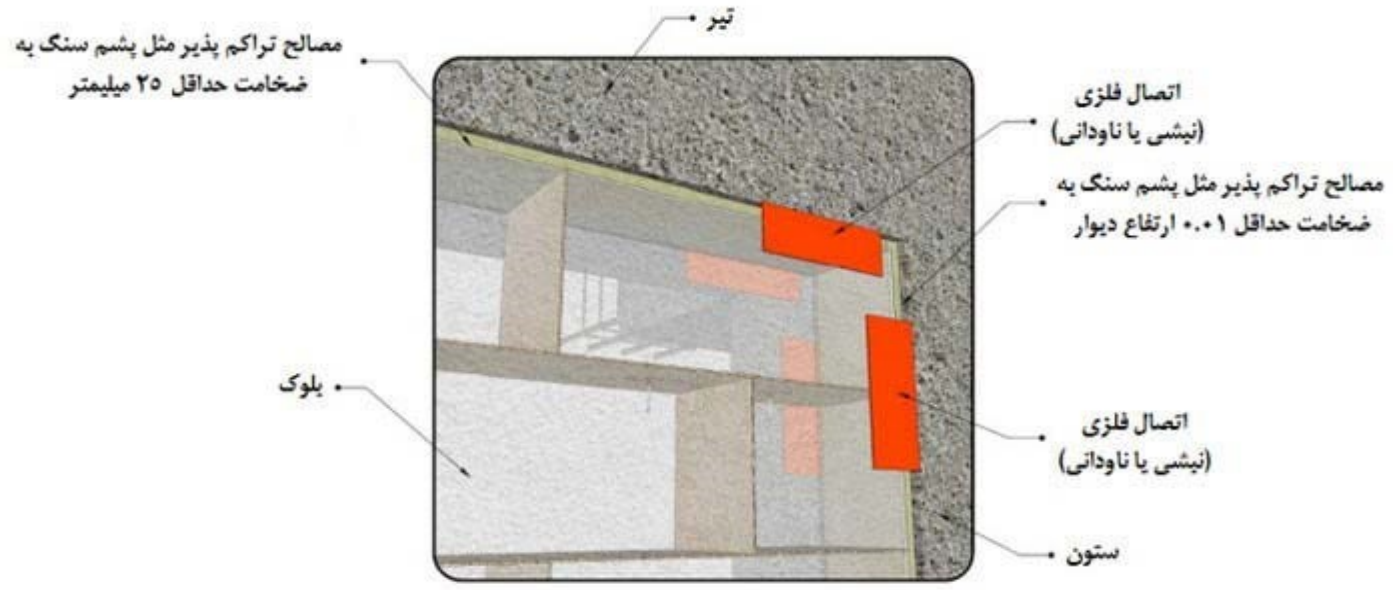


شکل ۶۲- (الف) اتصال دیوار به ستون (ب) اتصال دیوار به دیوار سازه‌ای (پ) اتصال دیوار به زیر سقف یا تیر

نکته ۱ :اتصال بست‌های رادیکالی در زیر تیر برای اتصال آخرین بلوک دیوار در ارتفاع توصیه نمی‌شود. زیرا تحت اثر زلزله، دو کف بالا و پایین نسبت به هم جابه‌جایی دارند و تحت این جابه‌جایی، بست‌ها از مکان خود کنده خواهند شد.

نکته ۲ :بست‌های رادیکالی در حین زلزله دچار تغییر شکل‌های پلاستیک شدید شده و ممکن است در سیکل‌های پایانی زلزله دچار خستگی شده و گسیخته شود؛ لذا باید حتماً وضعیت آن‌ها را بعد از زلزله بررسی کرد و در صورت نیاز تعویض کنیم.

نکته ۳ :از ناودانی‌ها و نبشی‌های اتصال می‌توان به‌جای بست‌های رادیکالی در بلوک های توپر استفاده کرد. پس، قطعات اتصال ناودانی و نبشی برای همه بلوک‌ها قابل‌استفاده می‌باشند.



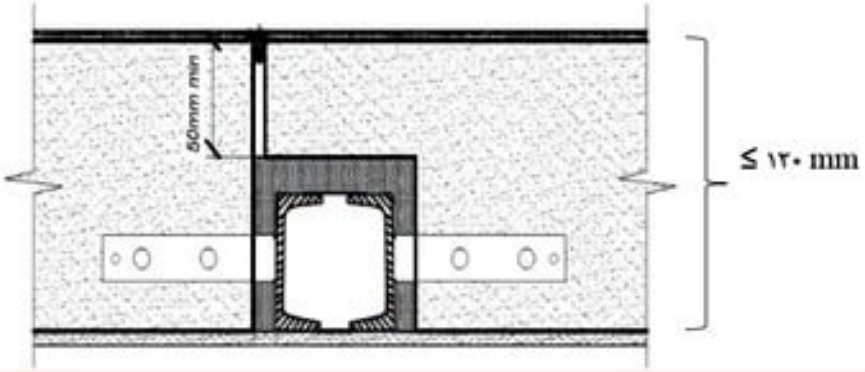
شکل ۶۳- اجرای ناودانی یا نبشی منقطع برای بلوک‌های توپر

طبق نشریه ۳۲۶، در اتصال بلوک‌ها به وادار توسط بست‌های رادیکالی، یک طرف بلوک را به‌صورت کامل و طرف دیگر را با اره طوری برش می‌دهیم که جای وادار مشخص شود. درصورتی‌که به‌جای بست رادیکالی از قطعات اتصال ناودانی استفاده شود، قرارگیری کامل بلوک در بین این ناودانی‌ها کفایت می‌کند و نیازی به برش‌کاری بلوک نیست.

۴-۵- اتصال به وادارها

اجرای وادار شامل مراحل زیر است:

- **ابتدا محل ورق‌های اتصال به کف و سقف مطابق با محل پیش بینی شده در نقشه‌ها مشخص می‌شود.**
- **پس از نصب ورق‌های اتصال، وادار فلزی به ورق پایینی و ورق بالایی جوش داده می‌شود.**
- **در یک طرف، بلوک به صورت کامل و در طرف دیگر جای وادار از داخل بلوک توسط اره ایجاد می‌شود.**
- **پس از قرارگیری بلوک‌ها توسط بست ارتجاعی (رجوع شود به بخش Wall Connection) بلوک‌ها در هر دو یا سه ردیف به وادار متصل می‌گردند.**
- **باید توجه داشت که فاصله‌ی زیاد یا حفره بزرگی در محل اتصال باقی نماند.**



نکته :مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، اتصال گیره و بست‌های رادیکالی به وادارها توسط جوش مجاز می‌باشد، ولی نباید این جوش‌ها تحت تأثیر بارهای ثقلی قرار گیرند بطوریکه احتمال کنده شدن جوش وجود داشته باشد. درصورتی‌که اجرای گیره و بست رادیکالی صحیح باشد، این مورد رعایت می‌شود. درواقع حرکت عمودی آزاد برای میلگرد بستر قرار گرفته در گیره وجود دارد و همچنین قسمت افقی بست رادیکالی روی بلوک زیرین خود تکیه داده می‌شود.

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.

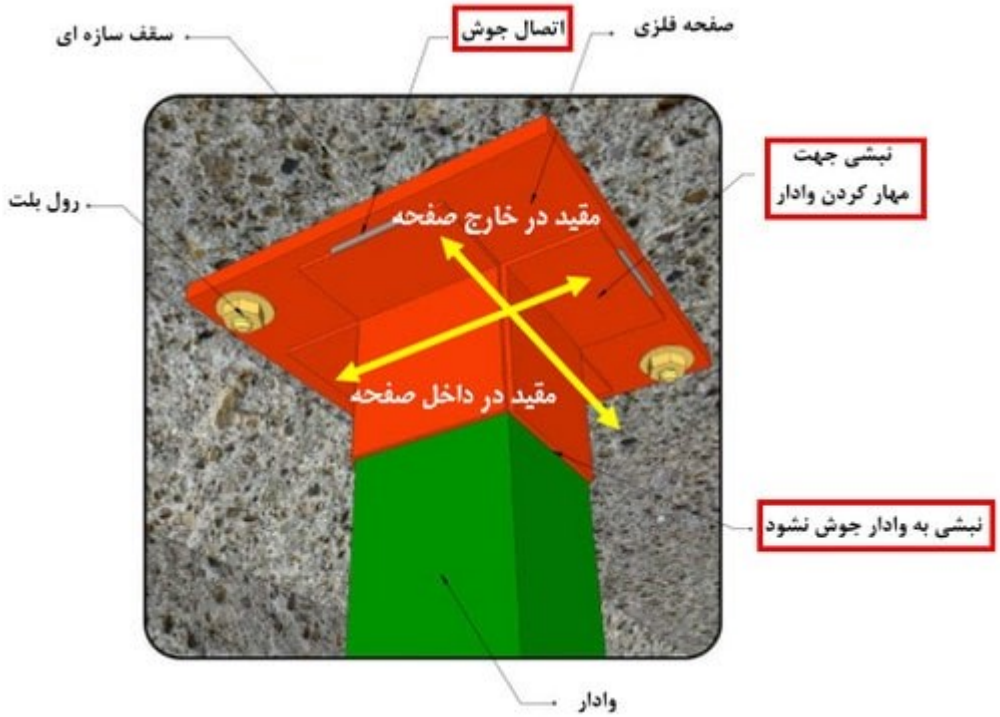
نکته :بست‌های رادیکالی را می‌توان در سایر بلوک‌ها نیز بکار برد. در دیوارهایی که با ستون یا دیوار برشی زاویه دارند (دیوارهایی که کج هستند)، نمی‌توان از ناودانی‌های منقطع استفاده کرد؛ لذا بست‌های رادیکالی از این جهت می‌توانند بسیار کاربردی باشند.

۹-۹-نحوه اجرای دیوارهای داخلی

در قسمت‌های قبلی، تمرکز اصلی روی دیوارهای پیرامونی بود. در این قسمت به بررسی دیوارهای داخلی خواهیم پرداخت. با ابلاغ پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، علاوه بر پیشنهاد دیتیل مناسب و آسان در اجرا نسبت به ضابطه ۸۱۹، برخی ممنوعیت‌ها نیز که در دیوارچینی همواره شاهد بودیم، ذکر شده است.

۱-۹-۹-کاربرد اتصال تلسکوپی

اتصال کشویی اتصالی است که در جهت خارج از صفحه دیوار را مهار و در جهت داخل صفحه اجازه حرکت آزادانه را برای آن تأمین می‌کند. اما اتصال تلسکوپی هم در خارج صفحه و هم در داخل صفحه، دیوار را مقید می‌کند. در دیوارهای داخلی با دیوارهای یکسر آزاد (منظور تیغه‌هایی‌ست که حداقل از یک سمت نه به دیواری متقاطع و نه به المان سازه‌ای برخورد می‌کنند، است) مواجه هستیم که اگر طول آن‌ها از ۱,۵ متر بیشتر باشد یا در طول‌های کمتر از ۱,۵ متر از میلگرد بستر استفاده نشود، بایستی از وادار انتهایی با اتصال تلسکوپی استفاده کنیم.



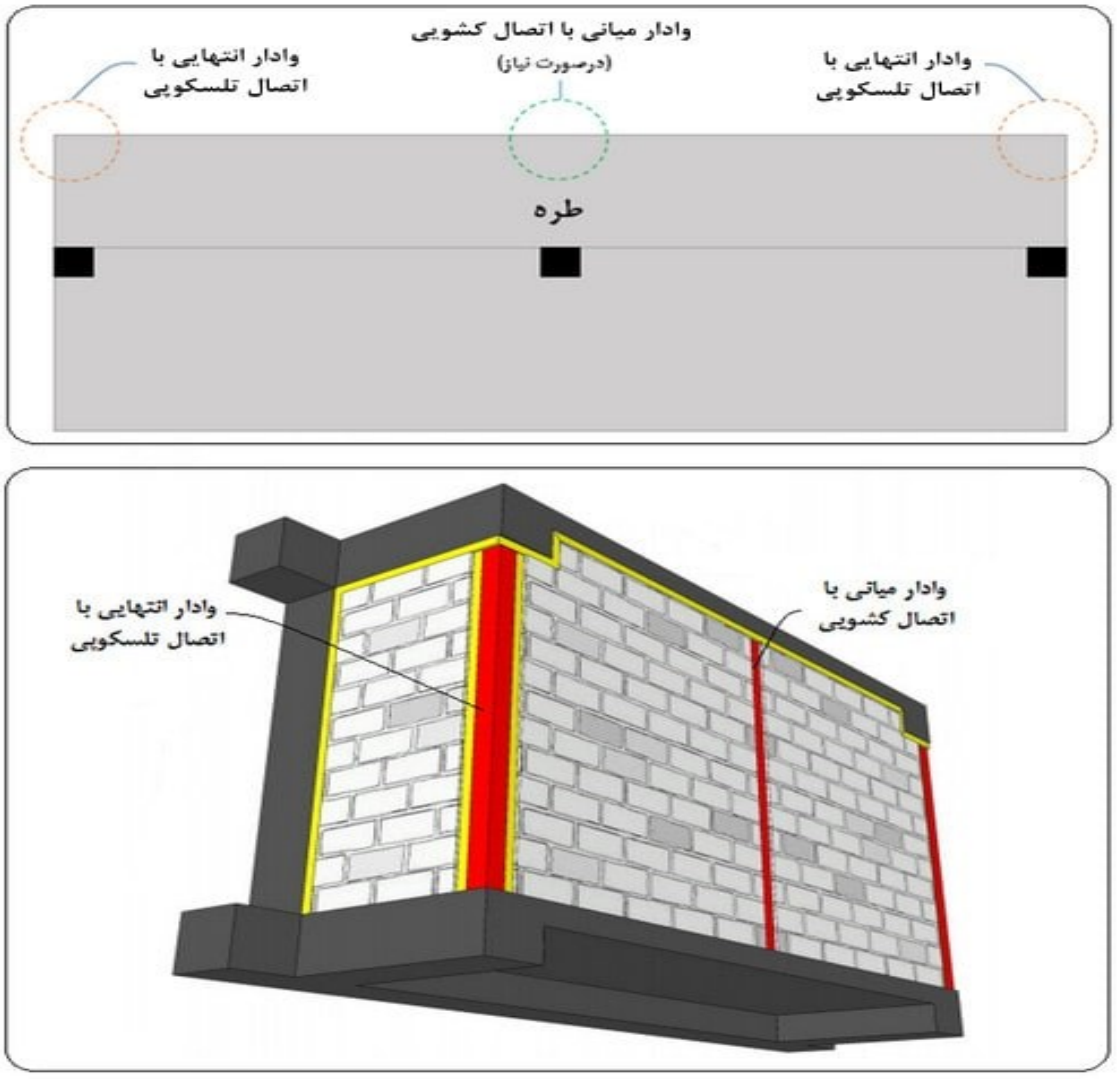
شکل ۶۴- اتصال وادار انتهایی در دیوارهای خارج از قاب به‌صورت تلسکوپی

نکته ۱ :در صورت مقید کردن دو سمت دیوار داخلی به وادار ابتدایی و انتهایی، بایستی درز بین دیوار و وادار عمودی رعایت شود. این فاصله با مصالح تراکم‌پذیر پر می‌شود. درصورتی‌که این فاصله رعایت نشود، در زلزله وادارهای عمودی به دلیل مقید شدن، جابه‌جایی نخواهند داشت و ثابت باقی می‌مانند. اما دیوار در داخل صفحه جابه‌جایی داشته و با اعمال نیرو به وادارها و جذب نیرو توسط آن‌ها، به دلیل سختی داخل صفحه، وادار کمانش کرده و تخریب می‌شود. پس حتماً جداسازی دیوار از وادار رعایت شود. در قسمت‌های بعدی در مورد راهکارهای اجرای دیوارهای داخلی متقاطع بحث خواهیم کرد.

نکته ۲ :میلگردهای بستر باید به نحو مناسبی به وادارهای عمودی متصل شوند. در اتصال کشویی مجاز به استفاده از جوش شاخک میلگرد بستر به وادار بودیم. ولی زمانی که وادار در جهت داخل صفحه مقید شده است، نمی‌توان میلگرد بستر را به وادار جوش داد. در این حالت میلگردهای بستر در نیروهای بزرگ داخل صفحه دیوار تحت اثر زلزله، دارای بارگذاری سیکلی بوده و موجب بریده شدن جوش خواهد شد.

نکته ۳ :دیوارهایی که در لبه طره‌ها و کنسول‌ها (مانند پیشامدگی‌ها) قرار دارند بایستی در هر دو جهت دارای مهار مناسب باشند (مشابه تصویر زیر). این موضوع در ریزش و ناپایداری دیوار به سمت خارج ساختمان بسیار حائز اهمیت است. درهرصورت بلوک‌ها بایستی در کنج L شکل دارای قفل و بست مناسب باشند و در هر جهتی مهار شوند. از جمله روش‌های قفل و بست کردن می‌توان به هشت‌گیر کردن یا قراردادن میل‌مهار در رج‌های دیوار در هر ۶۰ سانتیمتر در ارتفاع اشاره کرد. مهار با استفاده از میل‌مهار درمورد دیوارهای بنایی بیان شده است؛ ولی چون هدف قفل و بست کردن دیوار است، می‌توان آن را به‌عنوان یک روش مهندسی پذیرفت. به‌عنوان یک روش بسیار مناسب می‌توان از وادارهای عمودی برای مهار دیوارها استفاده کرد. این وادارها نباید دارای اتصال کشویی باشند، زیرا موجب ناپایداری دیوار به دلیل یک سر آزاد بودن دیوار می‌شود. در نتیجه از وادارهای عمودی با اتصال تلسکوپی استفاده می‌کنیم. دقت داشته باشیم که فاصله بین دیوارها و وادارهای عمودی رعایت شده و با مصالح تراکم‌پذیر پر شود.

توصیه :باتوجه به اهمیت عدم ریزش اجزای غیرسازه‌ای در گذرهای مجاور و بروز خسارات جانی و مالی احتمالی، فاصله میلگردهای بستر در ارتفاع و همچنین فاصله ناودانی‌های متقاطع نصب شده روی وادار و زیر سقف را کاهش دهیم.



شکل ۶۵- روش اجرای دیوار روی طره با وادارهای انتهایی

۲-۹-۹- اجرای دیوارهای متقاطع

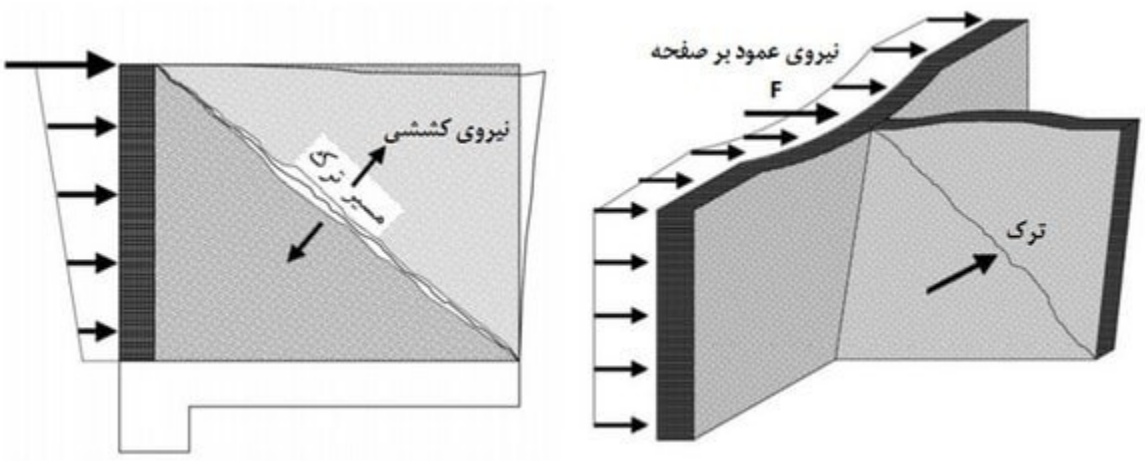
دیوارهای داخلی در قسمت‌هایی با دیوارهای خارجی یا سایر دیوارهای داخلی متقاطع هستند. این دیوارهای در گذشته یا به هم قفل و بست می‌شدند (هشت‌گیر کردن) و یا به هم چسبانده می‌شدند. درواقع تصور بر این بود که با این کار عملکرد آن‌ها بهتر می‌شود. پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ توصیه کرده است تا از این روش‌ها استفاده نشود. دلایل این توصیه را در دو قسمت مورد بررسی قرار خواهیم داد.

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 ① بست‌های فلزی مشابه آنچه در مورد اتصال به ستون به کار برده شد استفاده شود و یا برای جداسازی دیوارها از یک دیگر ② 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) تأثیر نیروهای جانبی:

وقتی به یک دیوار پیرامونی نیروی عمود بر صفحه وارد شود، این نیرو به‌صورت نیروی داخل صفحه در دیوار متقاطع با دیوار پیرامونی یا دیوار داخلی خواهد بود. درنتیجه یک قطر دیوار داخلی تحت‌فشار و قطر دیگر تحت کشش خواهد بود. در اثر بروز تنش‌های کششی، دیوار ترک خورده و آسیب می‌بیند.

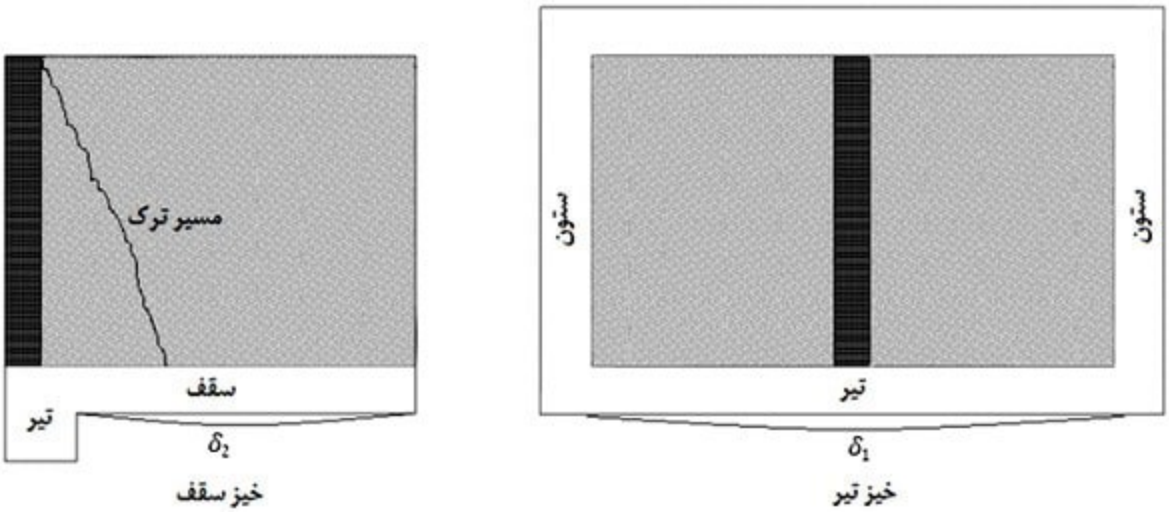


شکل ۶۶- ایجاد ترک در دیوار متقاطع در اثر انتقال نیروی عمود بر صفحه دیوار پیرامونی به دیوار داخلی

ب) تأثیر نیروهای ثقلی:

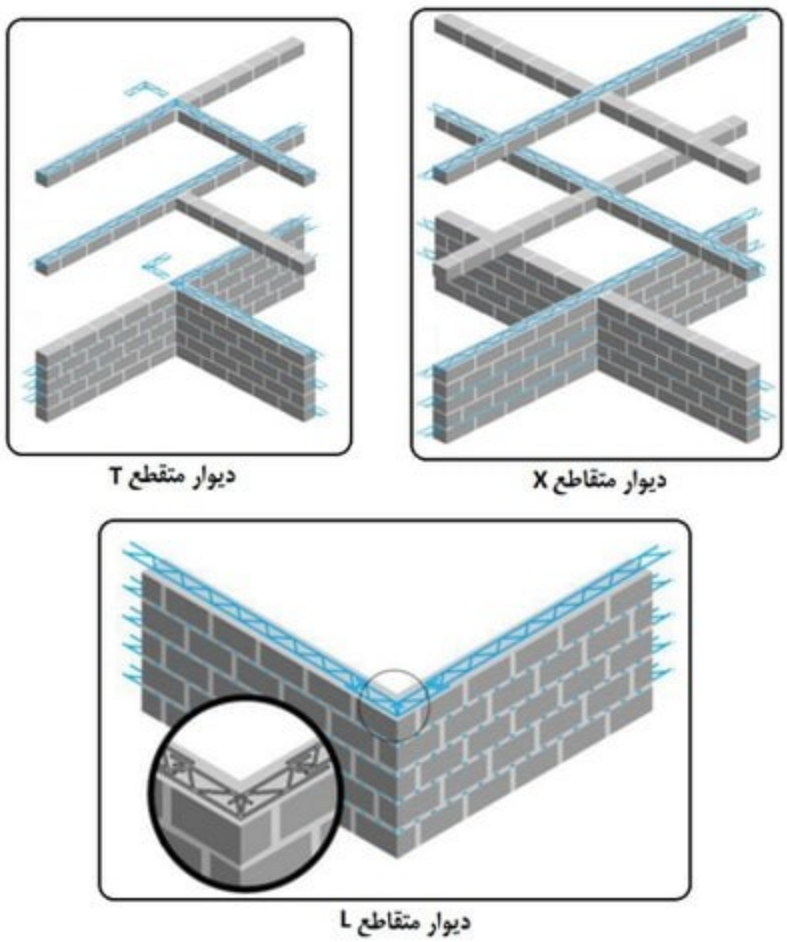
بعد از بهره‌برداری سازه و بارگذاری ثقلی سازه، ایجاد خیز در المان‌های افقی مانند تیر یا سقف اجتناب‌ناپذیر است. باتوجه به اینکه دیوارهای پیرامونی در داخل قاب قرار می‌گیرند و زیر تیر هستند، ولی دیوارهای داخلی زیر سقف قرار می‌گیرند، در اثر اختلاف خیز تیر و سقف به دلیل سختی آن‌ها، دیوار ترک می‌خورد (درصورتی‌که دیوارها به هم چسبانده یا هشت‌گیر شوند). تأثیر نیروهای ثقلی در مقایسه با نیروهای جانبی کمتر می‌باشد، ولی حتماً باید این موضوع مدنظر قرار گیرد.

توجه :تأکید بیشتر آیین‌نامه تقاطع دیوار پیرامونی با داخلی است، حال آنکه در تقاطع دو دیوار داخلی نیز ممکن است بروز ترک را شاهد باشیم.



شکل ۶۷- تفاوت خیز تیر و سقف و ایجاد ترک در دیوار

نکته ۱ :هشت‌گیر کردن دیوارهای کوتاه داخلی متصل به هم، به جهت بالا بردن استحکام دیوار مانعی ندارد. برای دیوارهای متقاطعX ، میلگردهای بستر در یک امتداد دیوار در رج‌های زوج و در امتداد دیگر در رج‌های فرد اجرا می‌شوند.



شکل ۶۸- نحوه اجرای دیوارهای کوتاه داخلی با قفل و بست

نکته ۲ :همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، هشت‌گیر کردن دیوارهای L شکل کنسول یا طره بدون مانع می‌باشد.

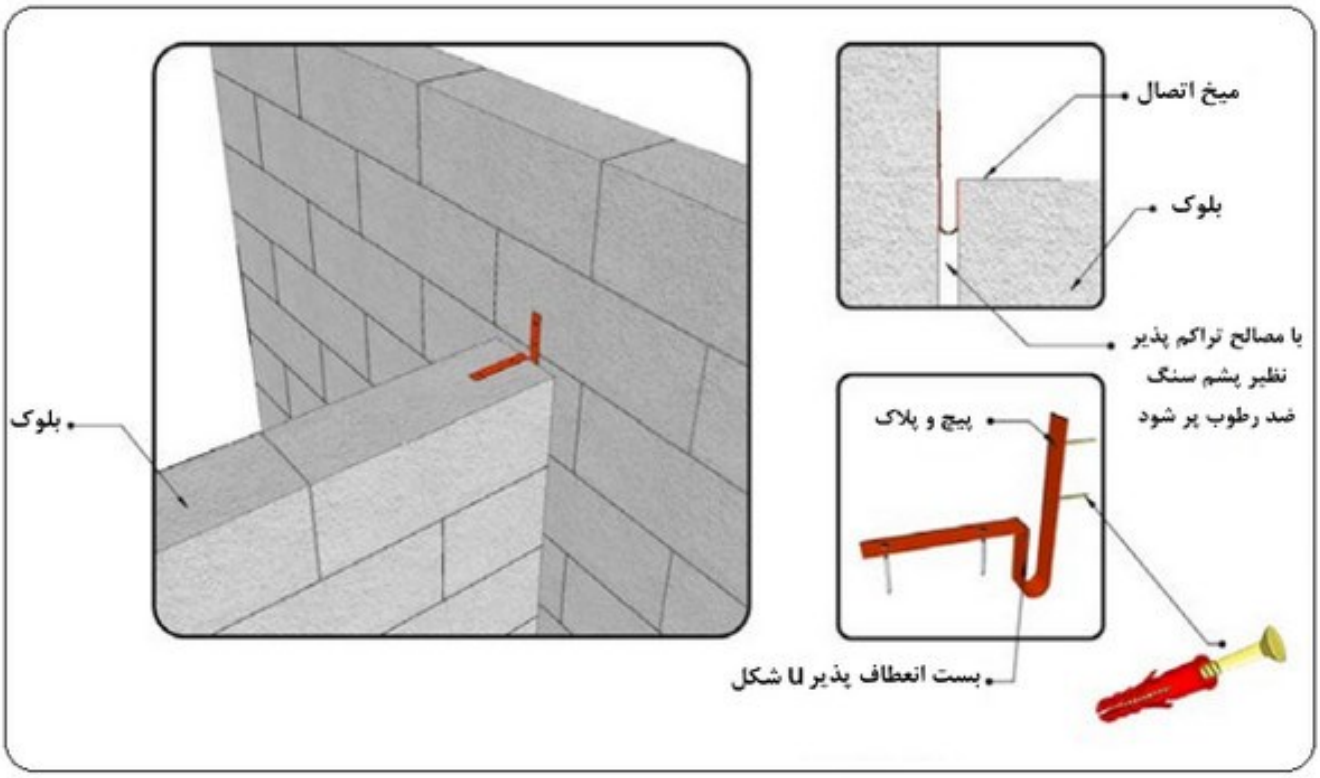
شکل ۶۹- هشتگیر کردن کنج L شکل دیوارهای لبه کنسول

نکته ۳ :ممنوعیت هشت‌گیر کردن برای همه سیستم‌های سقف می‌باشد.

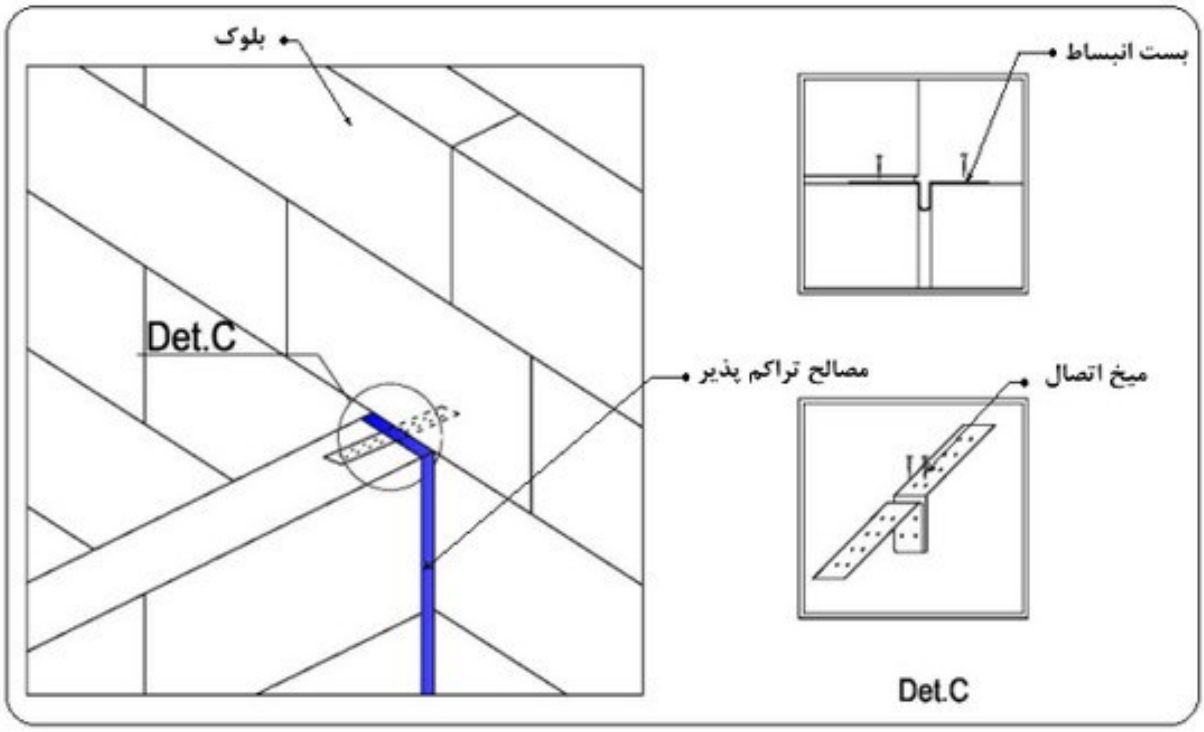
حال دو راه‌حل پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ را نسبت به اجرای دیوارهای متقاطع بررسی می‌کنیم. این دو راه‌حل در بند پ -۶-۱-۴-۲-۷ از پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ بیان شده است که در قسمت قبل نیز این بند از آیین‌نامه را مشاهده کردیم.

راه‌حل ۱: استفاده از بست‌های ارتجاعی

در ابتدا بایستی روی دیوار اصلی محل دقیق قرارگیری بست‌های ارتجاعی تعیین شوند تا به هنگام اجرای دیوار متقاطع، به مشکل نخوریم. همچنین فاصله تعیین شده برای اجازه حرکت دیوار متقاطع بایستی با استفاده از مصالح تراکم‌پذیر فراهم شود. بست‌های ارتجاعی پیشنهادی در نشریه ۳۲۶ به دو نوع بست‌های رادیکالی و انبساطی تقسیم می‌شوند که در شکل زیر دیتیل‌های آن‌ها را مشاهده می‌کنیم.



(الف)

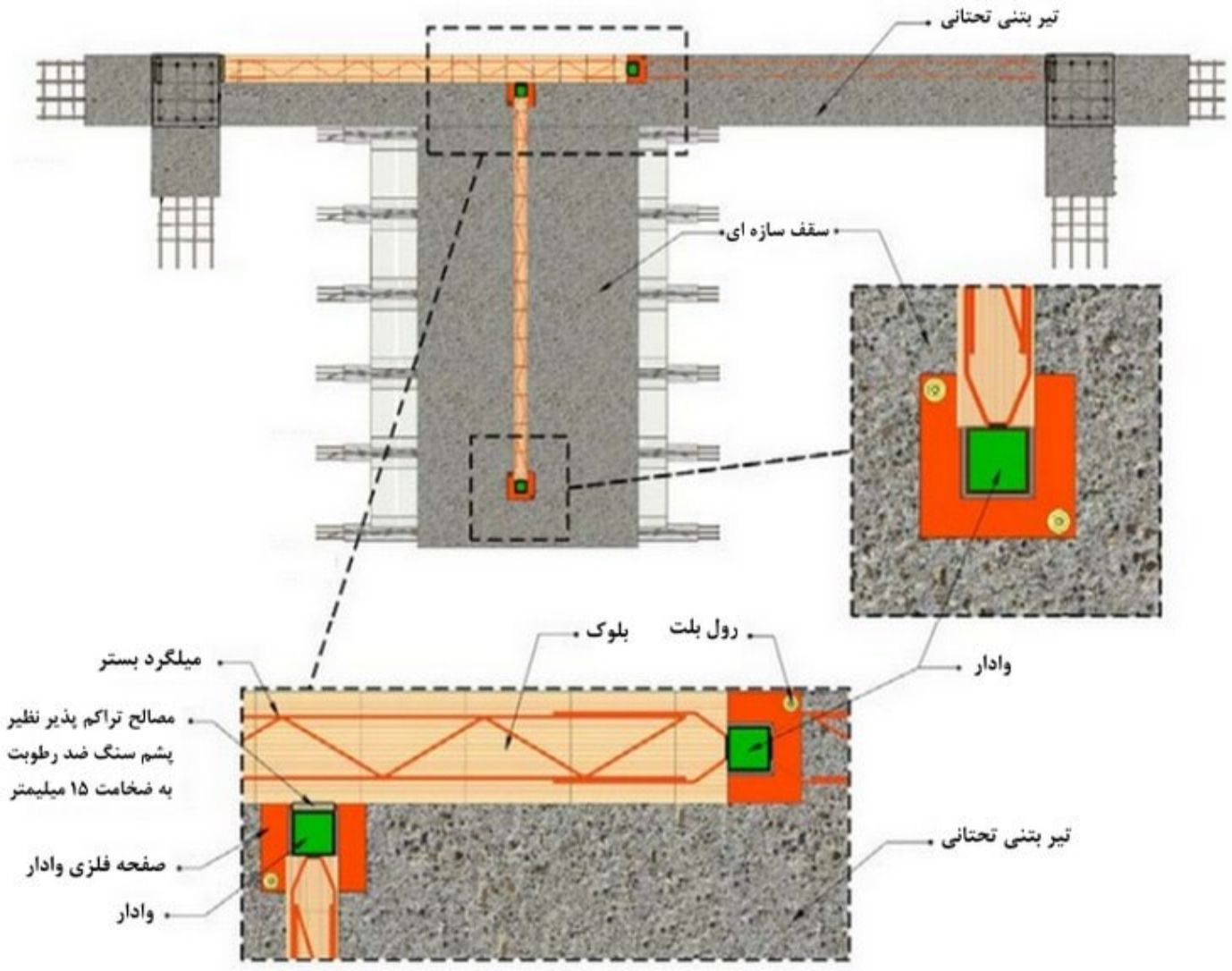


(ب)

شکل ۷۰- جداسازی دیوارهای متقاطع با بست‌های ارتجاعی (الف) بست‌های رادیکالی (ب) بست‌های انبساط

راه‌حل ۲: استفاده از وادار در محل اتصال دو دیوار متقاطع

در این روش یک وادار در محل تقاطع دو دیوار اجرا می‌شود و عملکرد دو دیوار نسبت به هم جدا می‌شود. اتصال این وادار از نوع تلسکوپی بوده و فاصله بین وادار و دیوار متقاطع با مصالح تراکم‌پذیر پر می‌شود.



شکل ۷۱- جداسازی دیوارهای متقاطع با اجرای وادار

۳-۹-۹-مهار دیوارهای داخلی به زیر سقف

زمانی که دیوار داخلی زیر یک سطح بتنی اجرا شود، مهار خارج از صفحه دیوارها توسط قطعات اتصال مانند ناودانی‌ها می‌تواند انجام شود. اما سقف تیرچه (بتنی یا فلزی) بلوک، عرشه فولادی و وافل نکات خاصی دارند که در ادامه مورد بررسی قرار خواهیم داد.

۱-۳-۹-۹- مهار دیوار داخلی به سقف تیرچه (بتنی) بلوک

برای این مورد ۳ حالت ممکن است رخ دهد که در ضابطه ۸۱۹ به آن‌ها اشاره شده است.

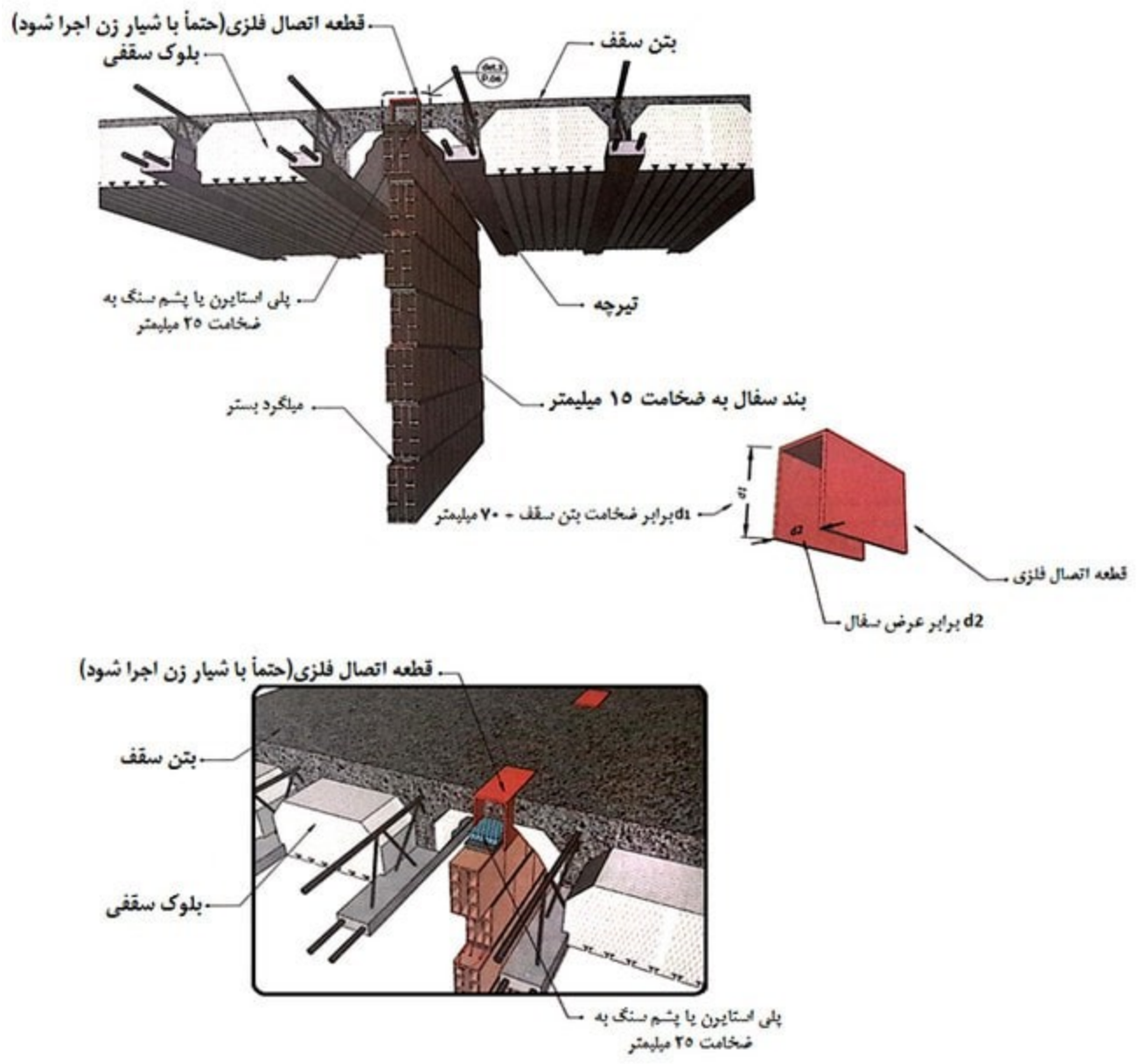
الف) دیوار داخلی موازی تیرچه‌ها در زیر یونولیت

ب) دیوار داخلی موازی تیرچه‌ها در زیر تیرچه‌ها

پ) دیوار داخلی عمود بر تیرچه‌ها

الف) دیوار داخلی موازی تیرچه‌ها در زیر یونولیت

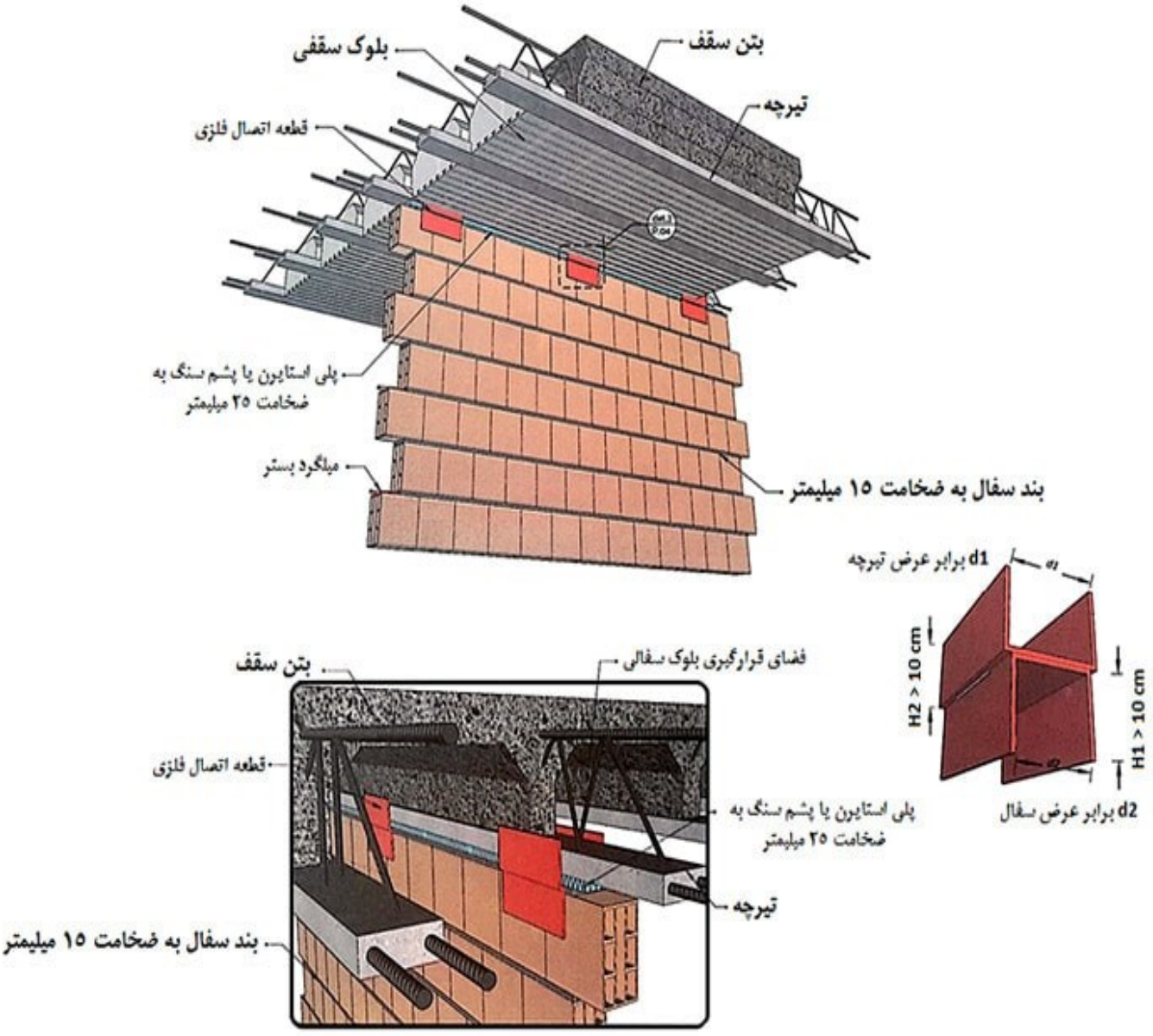
در این حالت ابتدا یونولیت‌ها برش داده می‌شوند و با استفاده از شیارزن، برای جای‌گیری ناودانی‌های اتصال، شیارهایی در سقف تا زیر آن ایجاد می‌شود. باید توجه شود که در اثر شیار زدن، آرماتورهای حرارتی بریده نشوند. در شکل زیر دیتیل این روش نمایش داده شده است. در این حالت دیوار اجازه حرکت آزادانه در راستای دیوار را دارد و حدفاصل بین دیوار و سقف بایستی با مصالح تراکم‌پذیر پر شود.



شکل ۷۲- اجرای دیوار داخلی موازی تیرچه و زیر یونولیت

ب) دیوار داخلی موازی تیرچه‌ها در زیر تیرچه‌ها

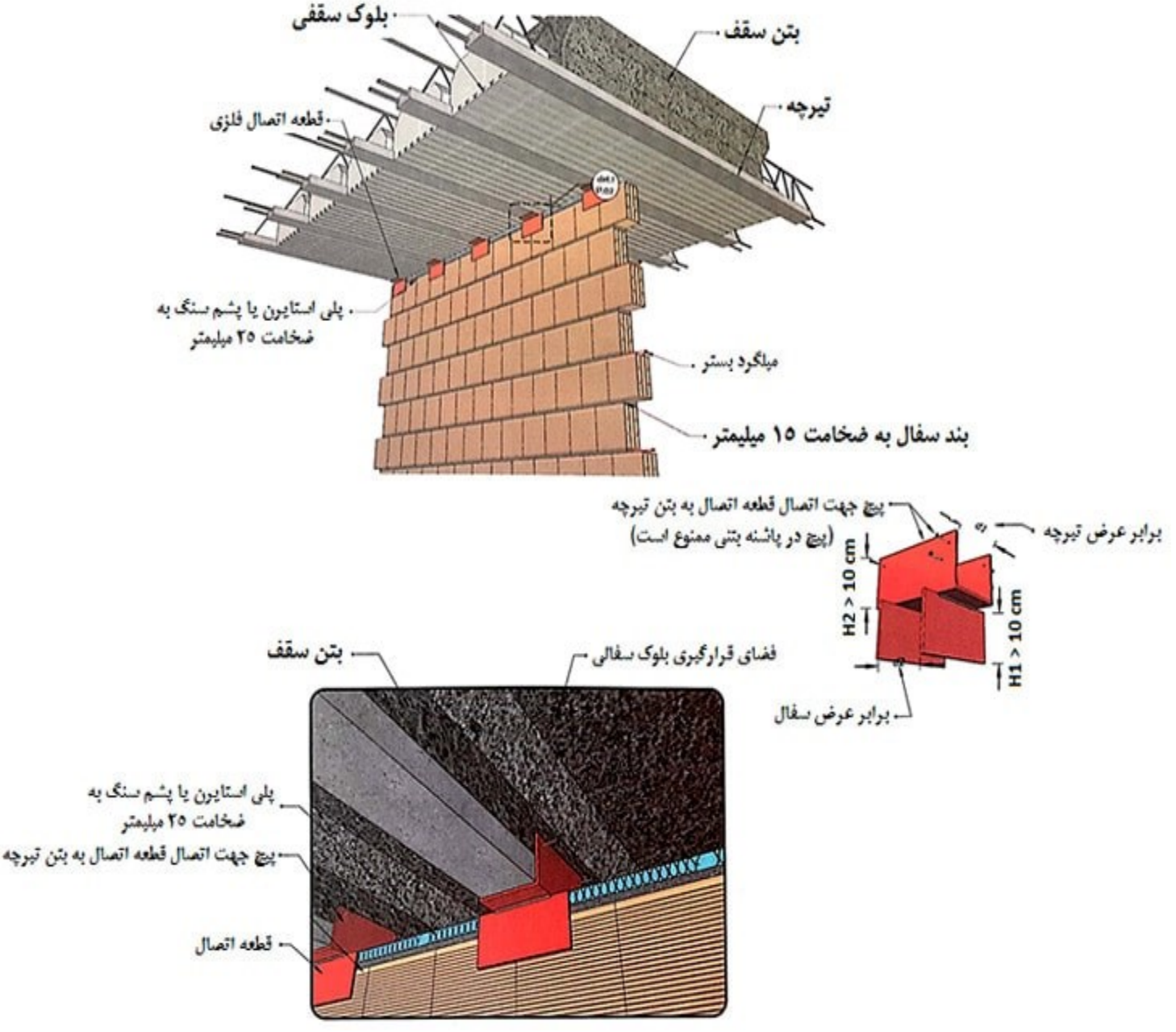
در این حالت دو ناودانی را پشت‌به‌پشت به هم جوش می‌کنیم. عرض یکی از ناودانی‌ها برابر با عرض پاشنه تیرچه و عرض دیگری برابر با ضخامت بلوک می‌باشد. هیچ‌گونه اتصال با میخ یا پیچ در این حالت وجود ندارد و حرکت آزادانه داخل صفحه دیوار تأمین می‌شود. فاصله بین تیرچه‌ها و دیوار بایستی با مصالح تراکم‌پذیر پر شود. در این حالت ضخامت این مصالح، برابر با بیشترین مقدار خیز بلندمدت تیرچه و ۲۵ میلیمتر می‌باشد.



شکل ۷۳- اجرای دیوار داخلی موازی تیرچه و زیر آن

پ) دیوار داخلی عمود بر تیرچه‌ها

در این حالت از دو ناودانی عمود بر هم یکی برای نگهداری تیرچه و دیگری برای نگهداری بلوک استفاده می‌شود. برای نگهداری بلوک‌ها می‌توان به‌جای ناودانی از دو ورق استفاده کرد. درواقع این دیتیل مشابه دیتیل قبلی است با این تفاوت که جهت قطعه اتصال تحتانی برای نگهداری بلوک را با راستای دیوار هماهنگ می‌کنیم.



شکل ۷۴- اجرای دیوار داخلی عمود بر تیرچه‌ها

توجه :موارد فوق برای تمامی دیوارها قابل‌اجراست.

۲-۳-۹-۹-مهار دیوار داخلی به سقف تیرچه (فلزی) بلوک

برای این مورد نیز ۳ حالت ممکن است رخ دهد که در ضابطه ۸۱۹ به آن‌ها اشاره شده است.

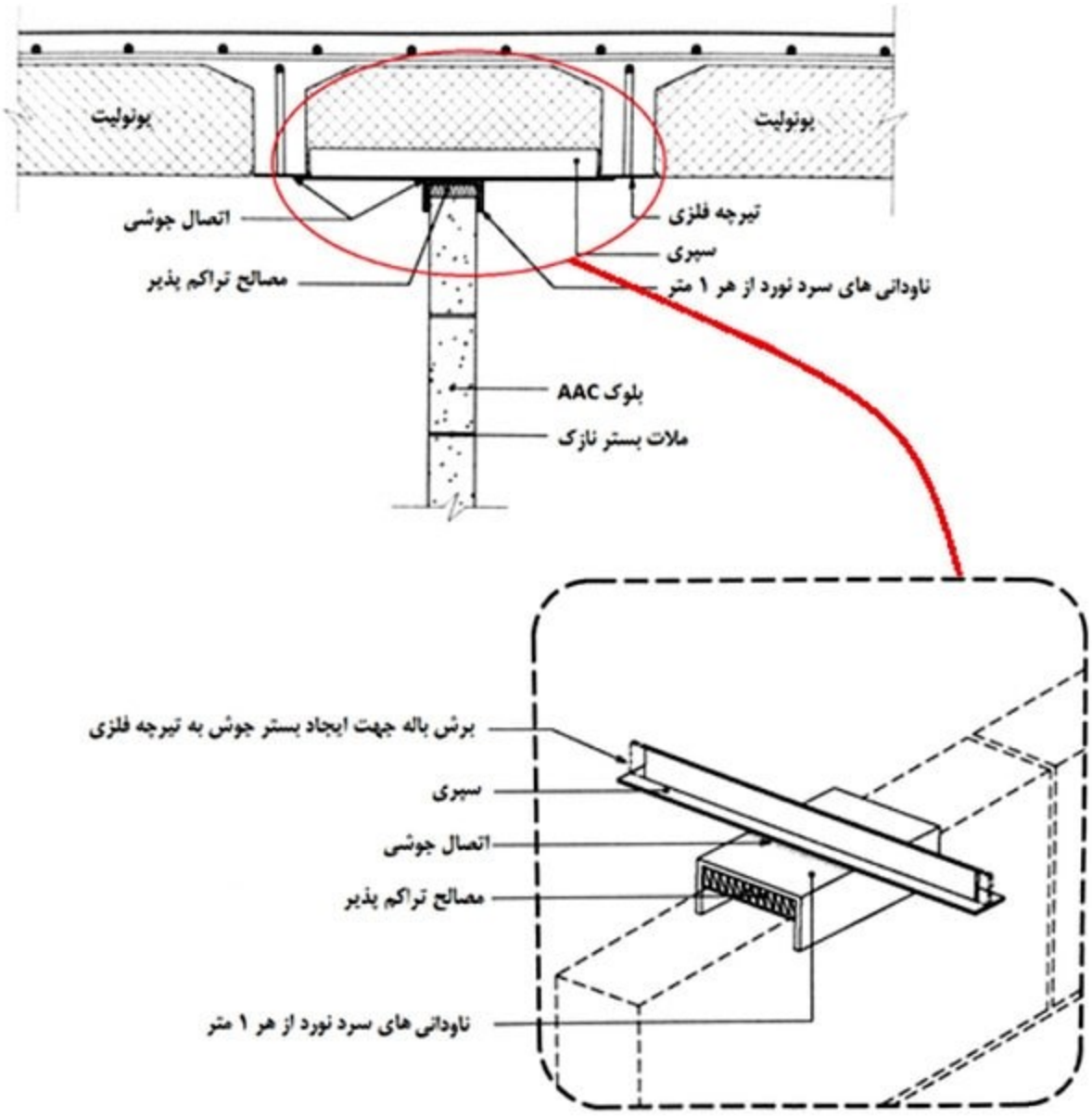
الف) دیوار داخلی موازی تیرچه‌های فلزی در زیر یونولیت

ب) دیوار داخلی موازی تیرچه‌ها در زیر تیرچه‌های فلزی

پ) دیوار داخلی عمود بر تیرچه‌های فلزی

الف) دیوار داخلی موازی تیرچه‌های فلزی در زیر یونولیت

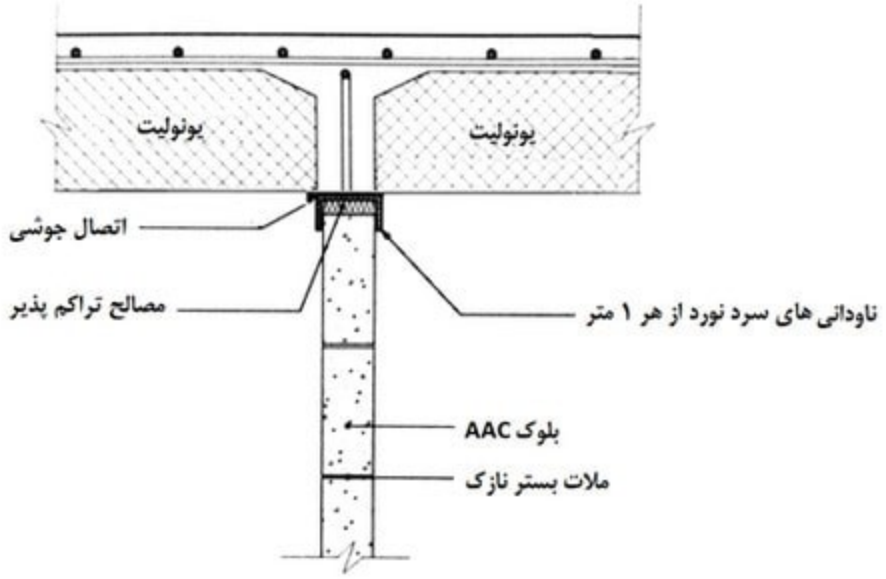
در این حالت ابتدا یک تسمه یا سپری در بین دو تیرچه اجرا می‌کنیم و به پاشنه تیرچه‌ها جوش می‌دهیم. سپس ناودانی‌های اتصال را به این تسمه یا سپری با جوش متصل کرده و حرکت آزادانه دیوار در راستای آن و مهار خارج از صفحه آن تأمین می‌شود. در شکل زیر دیتیل این روش نمایش داده شده است.



شکل ۷۵- اجرای دیوار داخلی موازی تیرچه فلزی و زیر یونولیت

ب) دیوار داخلی موازی تیرچه‌ها در زیر تیرچه‌های فلزی

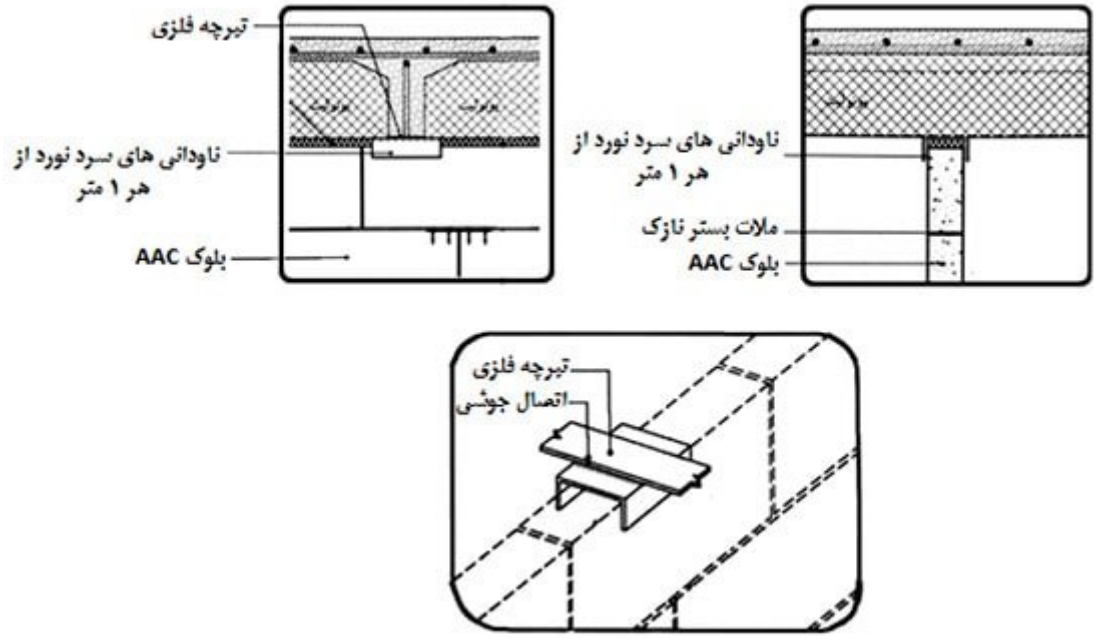
در این حالت ناودانی‌های اتصال موازی با تیرچه به زیر آن‌ها جوش می‌شوند و حرکت آزادانه داخل صفحه دیوار و مهار خارج از صفحه دیوار تأمین می‌شود. فاصله بین تیرچه‌ها و دیوار بایستی با مصالح تراکم‌پذیر پر شود. در این حالت ضخامت این مصالح، برابر با بیشترین مقدار خیز بلندمدت تیرچه و ۲۵ میلیمتر می‌باشد.



شکل ۷۶- اجرای دیوار داخلی موازی تیرچه فلزی و زیر آن

پ) دیوار داخلی عمود بر تیرچه‌های فلزی

در این حالت ناودانی‌های اتصال عمود بر تیرچه‌ها به آن‌ها توسط جوش متصل می‌شوند. حرکت آزادانه دیوار عمود بر راستای تیرچه‌ها تأمین شده و در خارج از صفحه نیز مهارشده می‌باشند.



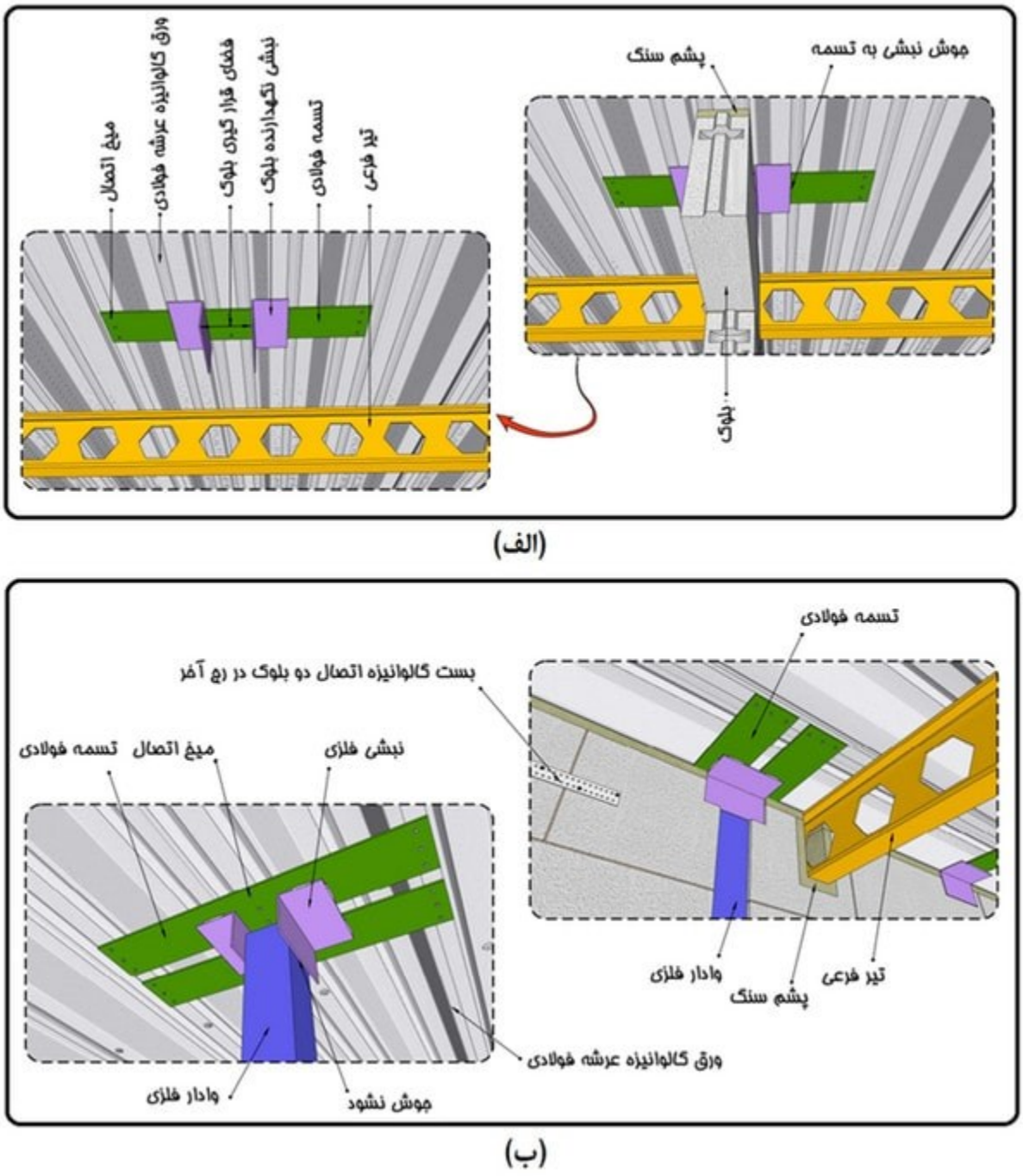
شکل ۷۷- اجرای دیوار داخلی عمود بر تیرچه‌های فلزی

توجه: موارد فوق برای تمامی دیوارها قابل‌اجراست.

۳-۳-۹-۹مهار دیوار داخلی به سقف عرشه فولادی

در این قسمت نحوه مهار دیوارهای داخلی به سقف عرشه فولادی را بررسی خواهیم کرد. دیتیل‌هایی که ارائه می‌شود برای بلوک AAC می‌باشد ولی برای سایر بلوک‌های رسی و سیمانی نیز مراحل و دیتیل‌ها مشابه است.

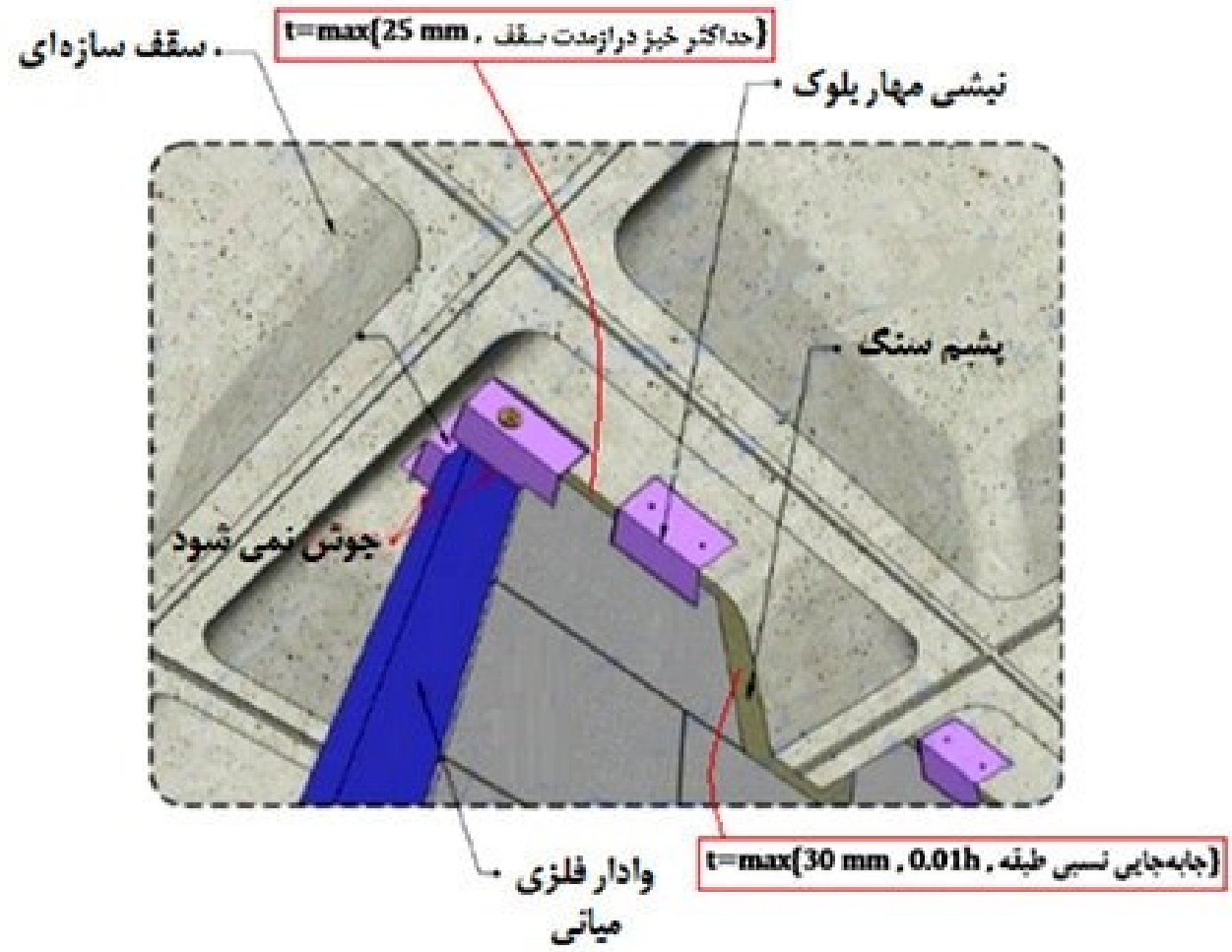
در ابتدا تسمه‌هایی را به ورق‌های گالوانیزه عرشه فولادی متصل می‌کنیم. این اتصال توسط میخ انجام می‌شود. با جوش ناودانی یا جفت نبشی به این تسمه، اتصال کشویی حرکت داخل صفحه دیوار فراهم می‌شود. درصورتی‌که به وادارهای عمودی نیاز باشد، این وادارهای نیز توسط قطعات ناودانی یا جفت نبشی در جهت خارج صفحه مهار می‌شوند ولی در جهت داخل صفحه می‌توانند آزادانه حرکت کنند.



شکل ۷۸- اتصال کشویی برای تأمین حرکت آزادانه (الف) بلوک‌ها (ب) وادار عمودی میانی

۴-۳-۹-۹- مهار دیوار داخلی به سقف وافل

دیتیل زیر یک روش اجرایی دیوار داخلی را برای این سقف‌ها و در فرورفتگی‌های سقف نشان می‌دهد. حرکت آزادانه دیوار با استفاده از اتصال کشویی وادار میانی و قطعات اتصال تأمین می‌شود. در سراسر بالای دیوار بایستی از مصالح تراکم‌پذیر استفاده شود. در این مورد باید توجه داشت که در قسمت‌های پیرامونی تیرچه‌ها(Rib) ، در برخی قسمت‌ها پشم سنگ به‌صورت قائم یا متمایل به قائم بکار می‌رود. در این حالت ضخامت مصالح تراکم‌پذیر مشابه ضخامت آن‌ها برای جداسازی دیوار از المان‌های قائم در نظر گرفته می‌شود.

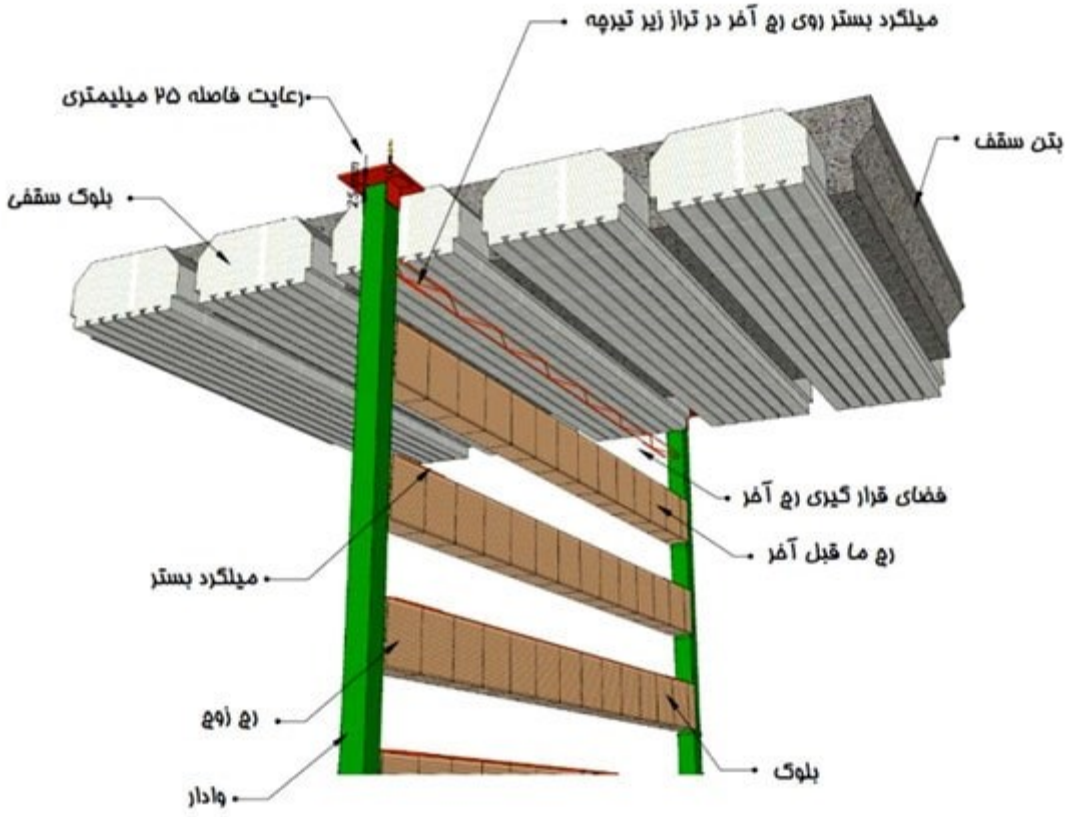


شکل ۷۹- دیتیل اجرایی دیوار داخلی در فرورفتگی سقف وافل

توجه: معمولاً در اجرای سقف وافل از پوشش سقف کاذب استفاده می‌شود. به همین جهت دیوارهای داخلی می‌توانند تا زیر سقف ادامه نیابند. در این صورت اجرای دیتیل ارائه شده در پیوست ۶ که در ادامه مورد بررسی قرار خواهد گرفت، می‌تواند بسیار سودمند باشد.

۵-۳-۹-۹- مهار دیوار داخلی به سقف در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰

دیتیل‌های بررسی شده در دو قسمت قبل برای سقف تیرچه (بتنی و فلزی) بلوک، عرشه فولادی و وافل صرفه اقتصادی و زمانی ندارند و از لحاظ اجرا دشواری‌های خود را دارند؛ لذا پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ روشی مشابه دیوارهای خارجی ارائه می‌دهد و پیشنهاد می‌دهد رج آخر یا ماقبل آخر را با میلگرد بستر یا بست اتصال (در بلوک‌های AAC) مسلح کنیم.



شکل ۸۰- مهار دیوار داخلی به سقف با مسلح کردن رج آخر یا ماقبل آخر آن

۱۰-۹-اجرای المان‌های وال‌پست در سازه فولادی

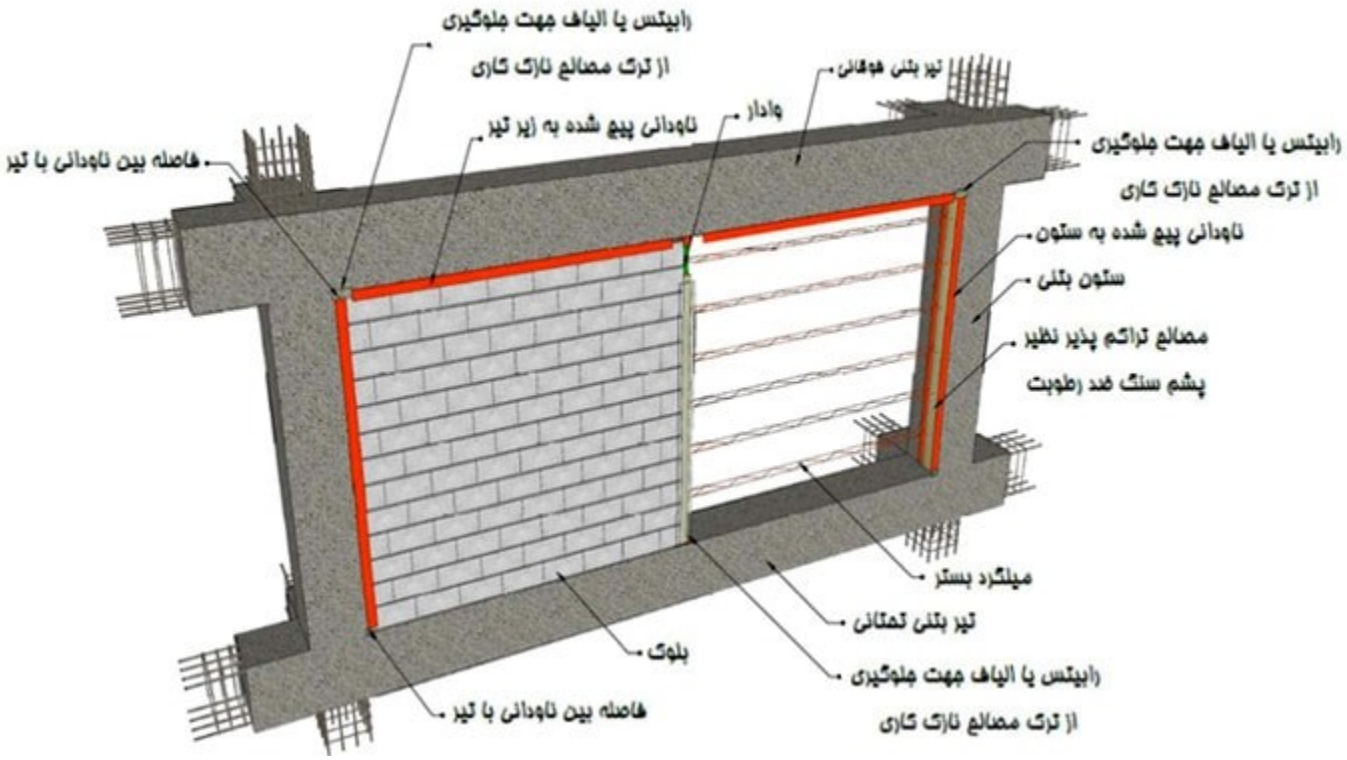
سازه‌های فولادی در برابر آتش آسیب‌پذیر هستند؛ لذا از مواد ضد حریق (فایرپروف) روی آن‌ها استفاده می‌شود. قطعات اتصال مانند گیره‌ها، بست‌های ارتجاعی و نبشی یا ناودانی‌های اتصال نباید به‌صورت مستقیم به اعضای سازه‌ای متصل شوند؛ زیرا عملکرد اعضای سازه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهند. پس تسمه‌ها یا قوطی‌هایی با ابعاد ۳ سانتیمتر را به‌صورت افقی در محل‌هایی که قرار است قطعات اتصال به اعضا جوش شوند، قرار داده و قطعات اتصال را به این تسمه‌های یا قوطی‌ها جوش می‌کنیم.

توجه: قبل از اجرای فایرپروف، تسمه‌ها یا قوطی‌های کمکی برای اتصال قطعات اتصال روی اعضای سازه‌ای جوش دهیم. در غیر این صورت مجبور به تخریب بخشی از مواد فایرپروف هستیم که هزینه‌های اضافی به پروژه تحمیل می‌کند.

شکل ۸۱- اجرای قطعات اتصال در سازه‌های فولادی

۱۱-۹-اجرای وال‌پست در بیمارستان

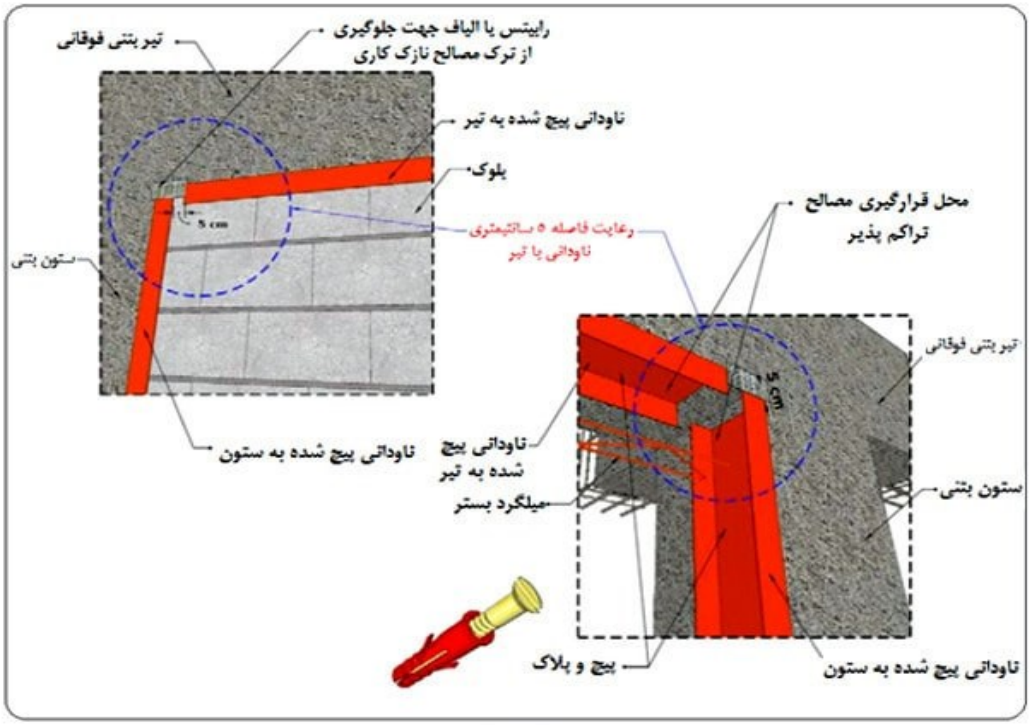
یکی از مزیت‌های اجرای ناودانی‌ها یا نبشی‌های منقطع به‌عنوان قطعات اتصال، تأثیر اندک آن‌ها در افزایش سختی المان‌های سازه‌ای است. اما به هنگام زلزله احتمال بروز ترک‌های ریز در این نواحی وجود دارد. در بیمارستان‌ها سطح عملکرد سازه قابلیت استفاده بی‌وقفه یا خدمت‌رسانی بی‌وقفه در نظر گرفته می‌شود. درهرصورت نباید اجازه ترک‌خوردگی در دیوارهای فضاهای استریل داده شود؛ زیرا از حالت سرویس‌دهی خارج می‌شوند. بدین منظور المان‌های سراسری جایگزین المان‌های منقطع می‌شوند. سختی این المان‌ها بایستی توسط طراحی سازه در سختی المان‌های سازه‌ای لحاظ شده باشد.



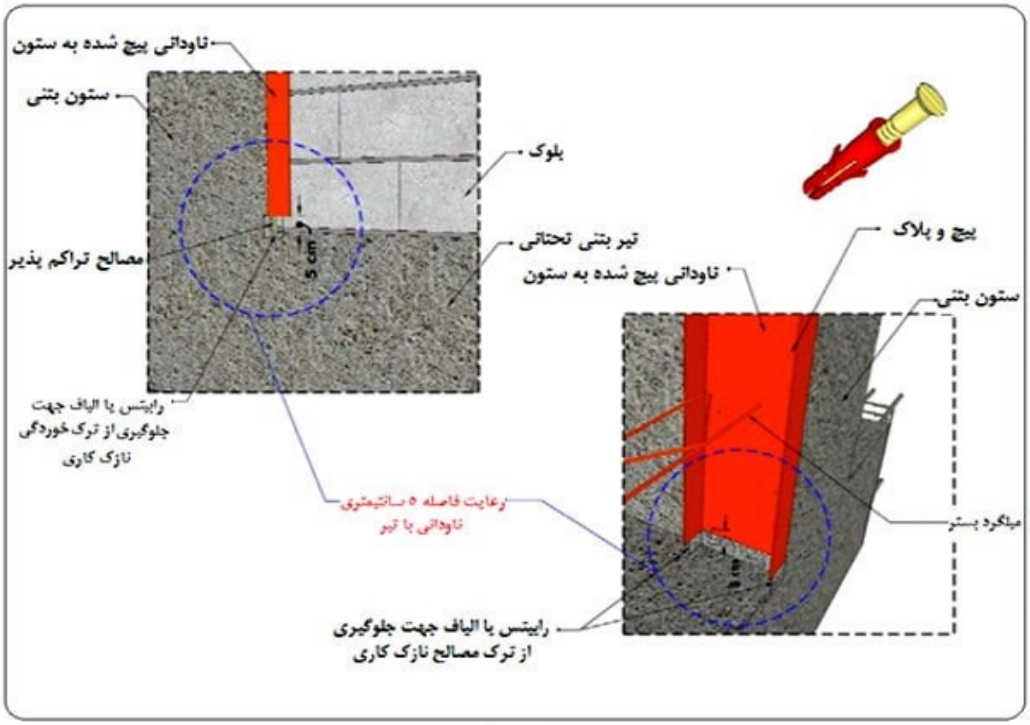
شکل ۸۲- اجرای قطعات اتصال سراسری در مجاورت تیر و ستون

نکته ۱ :برای ساختمان‌ها بااهمیت بسیار زیاد نیز استفاده از المان‌های سراسری توصیه می‌شود.

نکته ۲ :مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، اتصال ناودانی‌های افقی و قائم به یکدیگر، سقف یا کف ممنوع می‌باشد و حتماً فاصله ۵ سانتیمتری مطابق شکل زیر رعایت شود.



(الف)

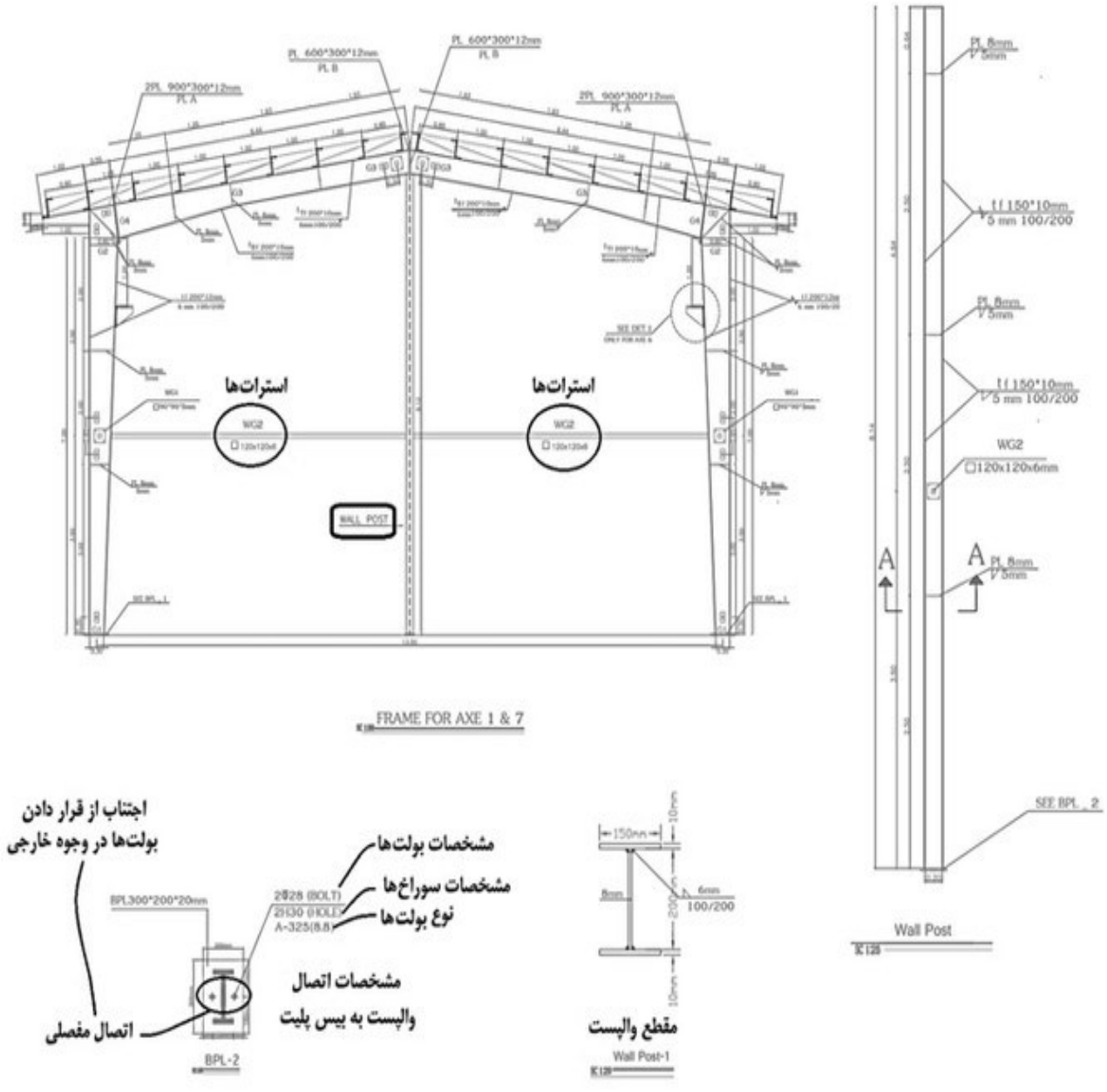


(ب)

شکل ۸۳- (الف) عدم اتصال ناودانی سراسری قائم به کف (ب) عدم اتصال ناودانی قائم و افقی به یکدیگر

۱۲-۹- اجرای وال‌پست در سوله‌ها

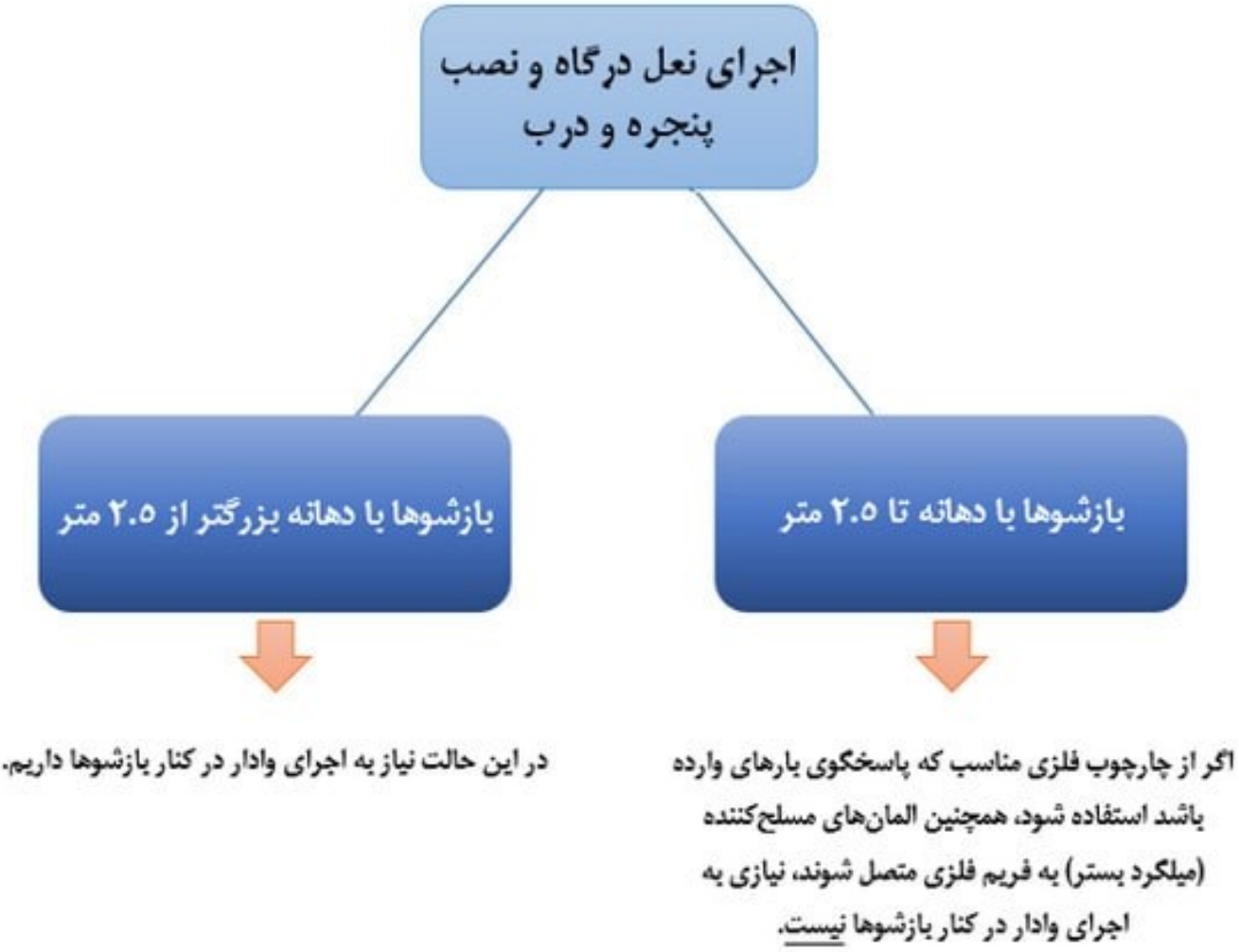
در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ در مورد اجرای وال‌پست در سازه‌های صنعتی صحبتی نشده است. تمامی نکاتی که تابه‌حال آموختیم را می‌توان در سوله‌ها نیز رعایت کرد. در شکل زیر دیتیل اجرای وال‌پست در سوله‌ها را مشاهده می‌کنیم که مقطع وادار میانی I شکل می‌باشد. این دیتیل برگرفته از مقاله نقشه‌خوانی منتشر شده در سایت سبز سازه می‌باشد.



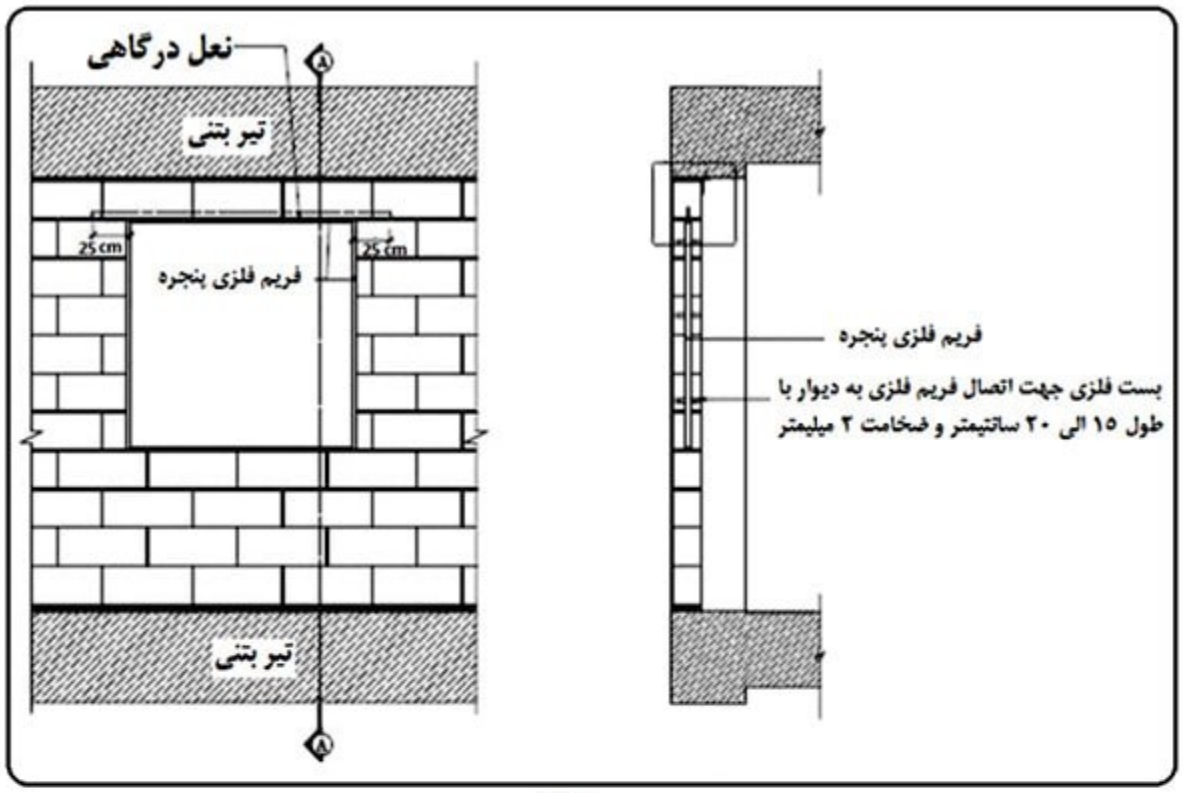
شکل ۸۴- دیتیل اجرایی وال‌پست در سوله‌ها

۱۳-۹-اجرای نعل درگاه و نصب پنجره یا درب

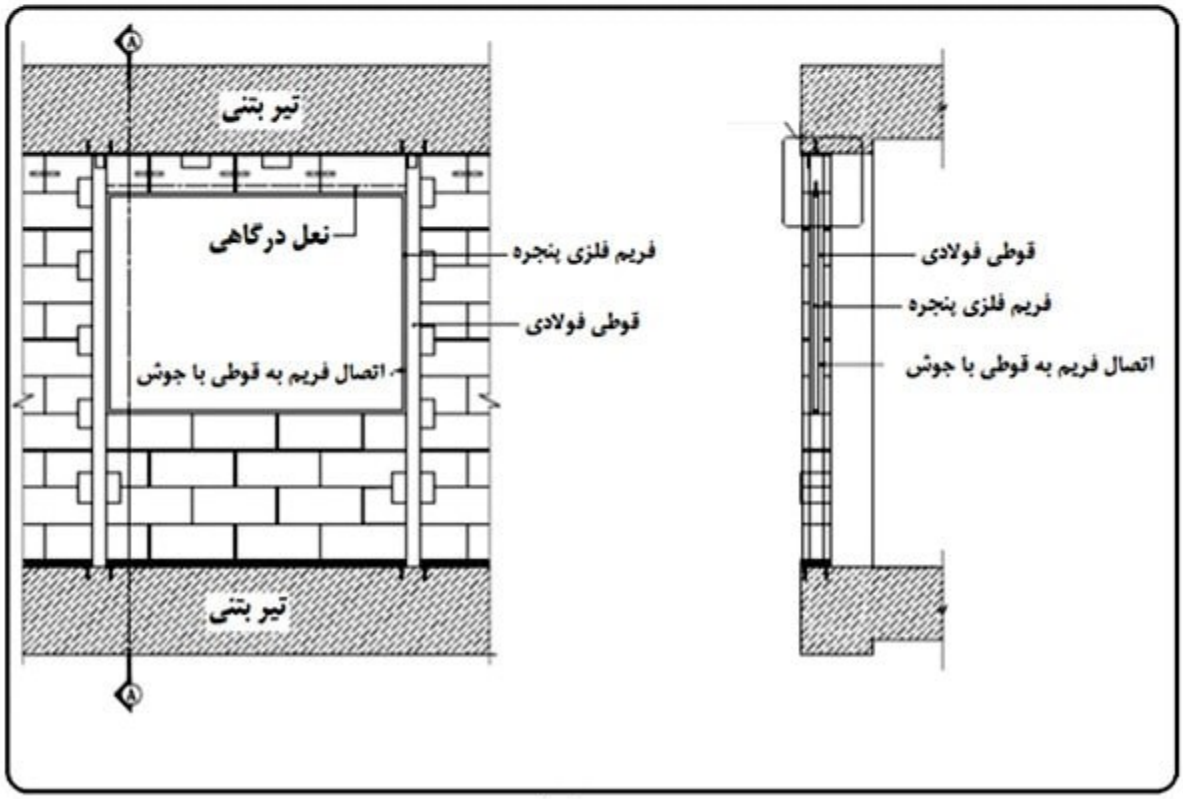
پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ دو حالت را برای اجرای بازشوها در نظر گرفته است. اضافه‌کردن وادارهای میانی به سازه در سختی سازه تأثیرگذار هستند؛ لذا استفاده بی‌دلیل از آن‌ها می‌تواند تأثیرات منفی در عملکرد سازه داشته باشد؛ لذا پیوست ۶ تاحدامکان استفاده از این وادارها را محدود کرده است.



درصورتی‌که نیاز به اجرای وادار در کنار بازشو باشد، المان‌های مسلح کننده بایستی به آن‌ها متصل شوند تا دیوار به‌صورت یکپارچه عمل کند. اگر نیاز به اجرای وادار در کنار بازشو نباشد، المان‌های مسلح کننده باید به فریم فلزی درب یا پنجره متصل شوند. دیوارهای بالای درب و پنجره را متصور شوید. این دیوارها مانند تیر کوپله در دیوار برشی می‌باشند و دیوارهای طرفین بازشو را به هم متصل می‌کنند. با رعایت اتصال المان‌های مسلح کننده به فریم فلزی، عملکرد دیوار یکپارچه‌سازی می‌شود.



(الف)



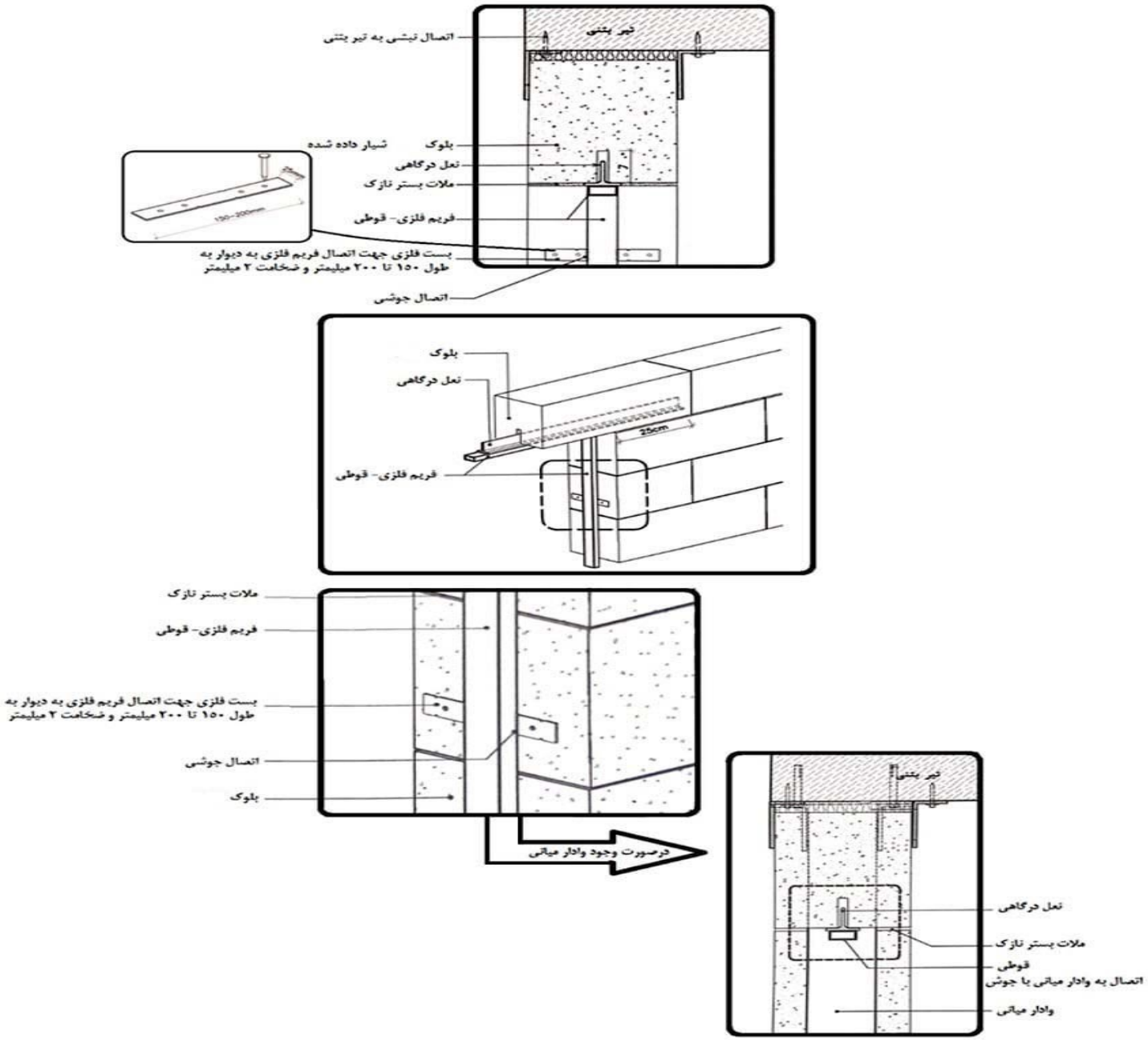
(ب)

شکل ۸۵- اجرای فریم و نعل‌درگاه در اطراف بازشو با دهانه (الف) تا ۲,۵ متر (ب) بیش از ۲,۵ متر

نکته :اتصال وادار کنار بازشو تیر یا سقف، باید از نوع کشویی باشد.

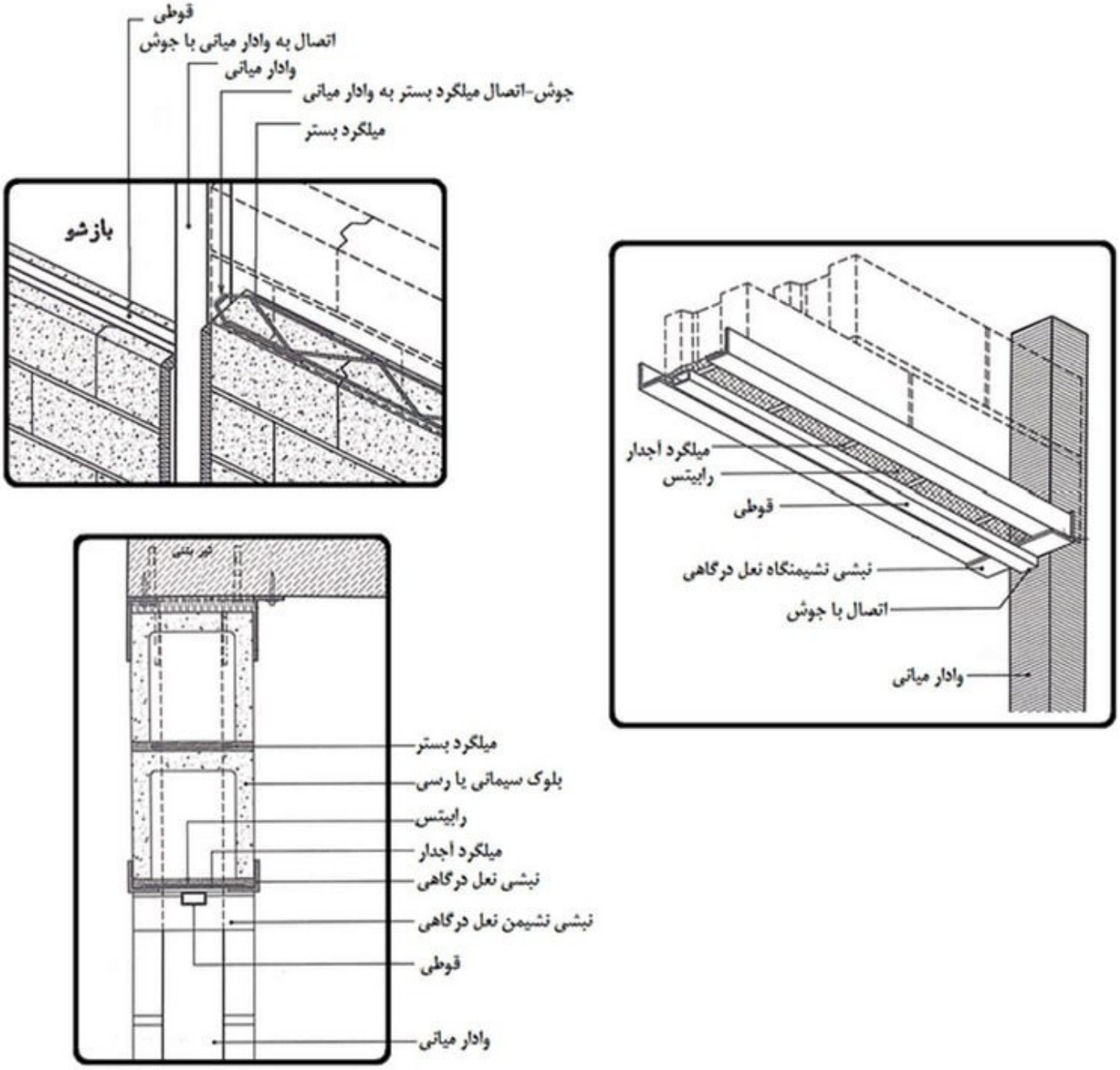
جزئیات اتصال در اطراف بازشو برای بلوک‌هایسبک توپر و سایر بلوک‌ها متفاوت است. در ادامه جزئیات آن‌ها را مشاهده می‌کنیم. طبق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، زمانی که دهانه بازشو از ۲٫۵ متر کمتر باشد، می‌توان از نعل درگاه استفاده نکرد به شرطی فریم فلزی قادر به تحمل بار دیوار روی خود باشد. این موضوع در دیوارها با بلوک سبک توپر و در بازشو درب‌ها به دلیل استفاده از بلوک‌های سبک در دهانه کم بازشو محتمل است.

مطابق دیتیل زیر برای بازشو در دیوارهای ساخته شده از بلوک سبک توپر ، قوطی فریم فلزی بایستی با استفاده بست‌ها به بلوک‌ها متصل شود. اتصال بست به قوطی با جوش انجام می‌شود. به دلیل امکان شیار و برش در این بلوک‌ها، نعل درگاه در شیار کوچک ایجاد شده در بلوک‌ها قرار می‌گیرد. المان نعل درگاهی می‌تواند یک سپری باشد. در صورت وجود وادار میانی، قوطی فریم فلزی با جوش به آن متصل می‌شود. المان نعل‌درگاهی حداقل ۲۵ سانتیمتر از هر طرف بایستی دارای نشیمن باشد. کل مجموعه بکار رفته در اطراف بازشو باید بتواند در داخل صفحه حرکت آزادانه داشته باشد و درعین‌حال یکپارچگی دیوار حفظ شود.



شکل ۸۶- جزئیات بازشو در دیوارهای ساخته شده با بلوک های سبک توپر

بلوک‌های رسی و سیمانی توخالی قابلیت برش منظم و ایجاد شیار ندارند؛ لذا یک نشیمنگاه مطابق شکل زیر به‌عنوان نعل درگاهی برای دیوار بالای بازشو در نظر می‌گیریم. این نعل درگاه روی یک نبشی نشیمن متصل به وادار یا نشسته روی دیوارهای کنار بازشو قرار می‌گیرد. درصورتی‌که نعل درگاه روی دیوارهای مجاور بازشو بنشیند، حداقل طول نشیمنگاه آن باید ۲۵ سانتیمتر باشد. نبشی‌های بکار رفته برای نعل درگاه، باید اجازه حرکت در راستای داخل صفحه را داشته باشند و به وادار یا نبشی نشیمن مقید نشوند. در این حالت نیز مشابه حالت قبلی، اتصال قوطی و همچنین المان مسلح کننده به وادار یا فریم فلزی با استفاده از جوش خواهد بود و آیین‌نامه این اتصال را مجاز دانسته است. کل مجموعه بکار رفته در اطراف بازشو باید بتواند در داخل صفحه حرکت آزادانه داشته باشد و درعین‌حال یکپارچگی دیوار حفظ شود.



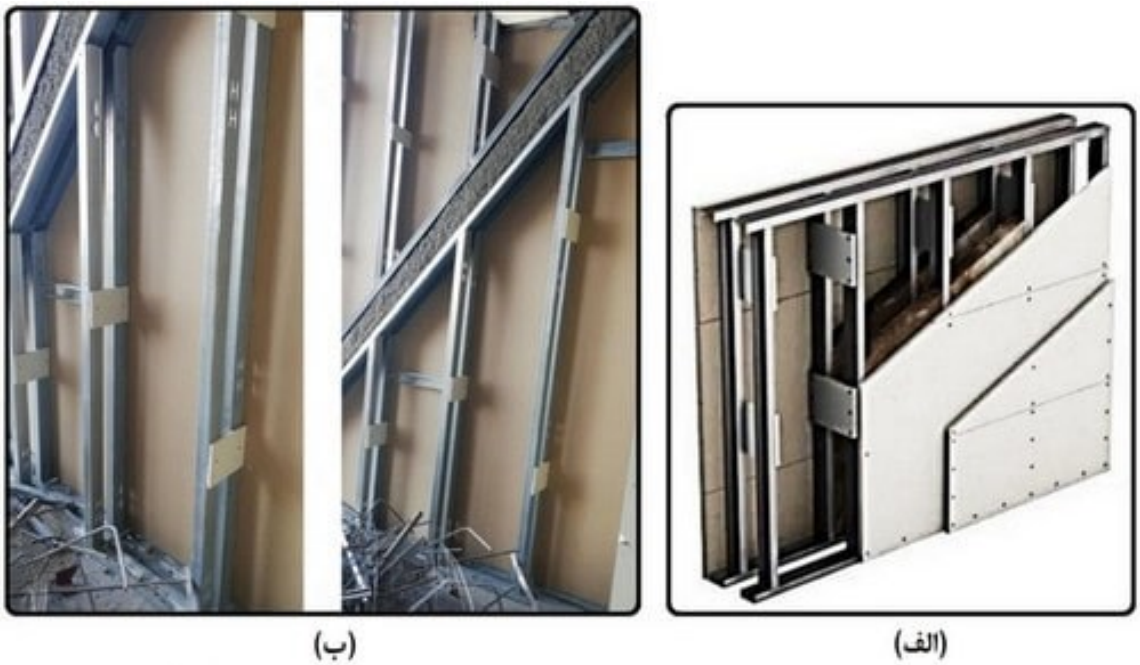
شکل ۸۷- جزئیات بازشو در دیوارهای ساخته شده با بلوک رسی یا سیمانی توخالی

۱۴-۹-اجرای دیوار در دهانه مهاربندی

طبق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، در دهانه‌های مهاربندی در تمام ساختمان‌ها، دیوار باید در جهت داخل صفحه از قاب سازه‌ای جداسازی شود. همچنین اجرای دیوار در محور مهاربند یا با هرگونه تماس یا اتصال به مهاربند باتوجه به اینکه مانع از عملکرد صحیح و رفتار مناسب مهاربند می‌شود، ممنوع می‌باشد؛ لذا در این قسمت دو روش را مورد بررسی قرار خواهیم داد که شرایط مقرر در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ رعایت شود.

روش ۱ :در این روش دیوار را خارج از محور مهاربند اجرا می‌کنیم. درصورتی‌که مهاربند در دهانه‌های وسط ساختمان باشد، برای دیده نشدن مهاربند، از دو دیوار در طرفین مهاربند در خارج از صفحه آن استفاده می‌کنیم. در این حالت هیچ‌گونه اتصال و درگیری بین دیوار و مهاربند وجود ندارد.

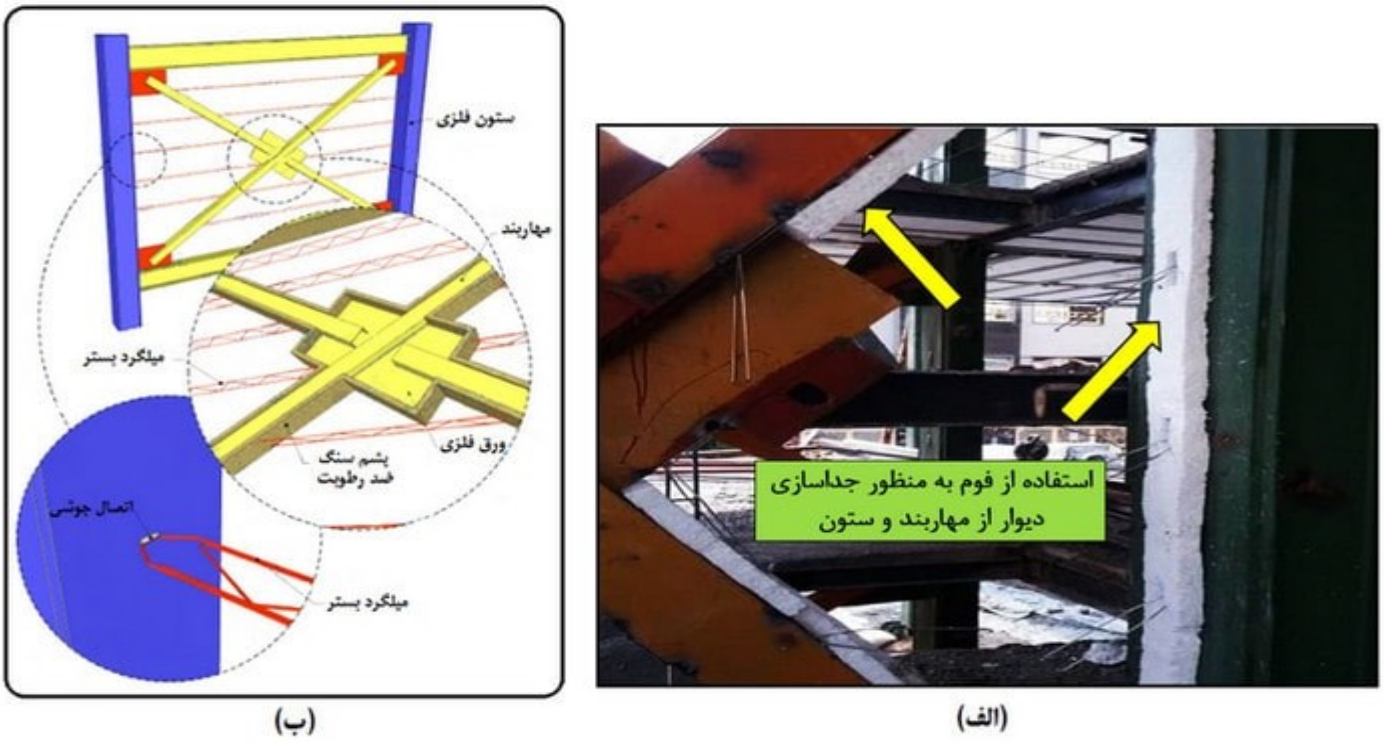
روش ۲ :در این روش دیوار در محور مهاربند اجرا می‌شود. در این حالت به‌هیچ‌وجه نباید وزن دیوار روی مهاربند قرار گیرد؛ زیرا در فرضیات طراحی این مورد لحاظ نشده است. در این حالت از دیوارهای پانلی مانند کناف استفاده می‌شود. جهت اجرای این دیوارها نیاز به شاسی‌کشی با رعایت فاصله مناسب با المان‌های اصلی مهاربند داریم.



شکل ۸۸- (الف) دیوار پانلی کناف (ب) اجرای دیوار کناف با شاسی‌کشی

آیا می‌توان دیوار را در دهانه مهاربندی و محور آن، با جداسازی دیوار از مهاربند با استفاده از مصالح تراکم‌پذیر اجرا کرد؟

باتوجه به اینکه در این حالت بلوک‌های دیوار روی مهاربند قرار خواهند گرفت، مصالح تراکم‌پذیر نمی‌توانند به‌تنهایی جداسازی را انجام دهند و رفتار مهاربندها تحت تأثیر بلوک‌های روی خود خواهد بود. همچنین در این حالت میلگردهای بستر دیوار بایستی به مهاربندها جوش شوند که این موضوع نیز بر رفتار مهاربند تأثیر خواهد گذاشت. در حالت کلی هر عاملی که رفتار مهاربند را تحت تأثیر قرار دهد، توسط آیین‌نامه ممنوع اعلام شده است. پس هدف آیین‌نامه حذف عوامل تأثیرگذار است نه کاهش تأثیر عوامل مختلف؛ لذا استفاده از این روش برای مهاربند توصیه نمی‌شود و بند آیین‌نامه آن را قبول ندارد.



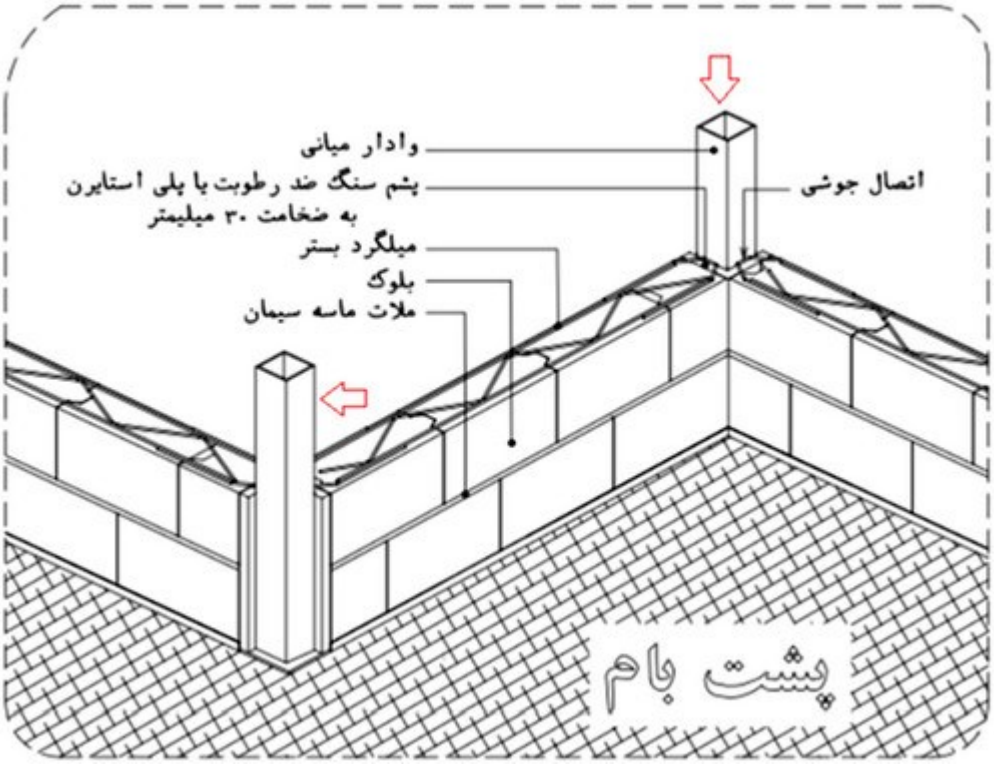
شکل ۸۹- (الف) جداسازی دیوار و مهاربند با فوم در محل اجرا (ب) شماتیک جداسازی دیوار و مهاربند با پشم سنگ ضد رطوبت

۱۵-۹ اجرای وال‌پست در جان‌پناه

حداقل ارتفاع جان‌پناه‌ها باتوجه به ضوابط سازمان آتش‌نشانی حداقل ۱,۲ متر می‌باشد. مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، برای مهار لرزه‌ای جان‌پناه‌ها، ستون‌های پیرامونی بام تا ارتفاع ۱,۳۵ متر بر روی بام ادامه پیدا کند.

شکل ۹۰- امتداد ستون‌های پیرامونی و اجرای جان‌پناه

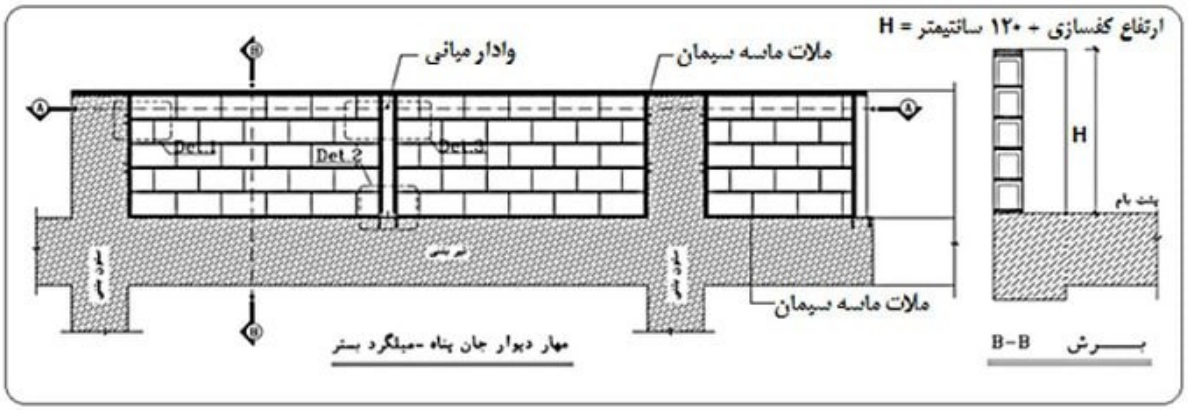
درصورتی‌که طول دیوار از حد تعیین شده (۴ متر) بیشتر باشد، نیاز به وادار عمودی میانی داریم. همچنین این وادارها در قسمت‌های شکسته پلان یا به عبارتی تقاطع جان‌پناه‌ها نیز کاربرد دارند. استفاده از وادار عمودی در نقاط تقاطع دیوار را در قسمت اجرای وال‌پست در کنسول‌ها مورد بررسی قرار دادیم. اجرای وادارهای عمودی به دو روش فولادی و بتنی در پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ بیان شده است. در ادامه این دو روش را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

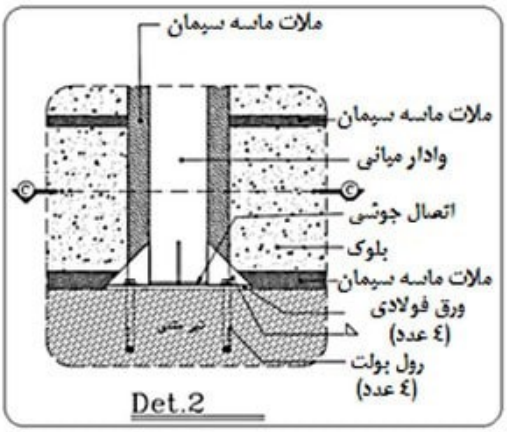


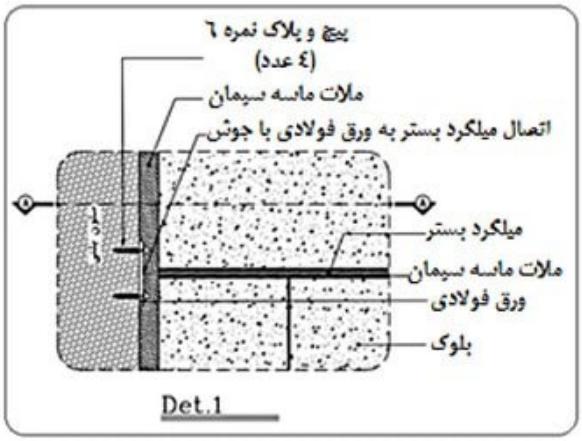
شکل ۹۱- اجرای جان‌پناه‌ها متقاطع در پشت بام و مهار با وادار عمودی

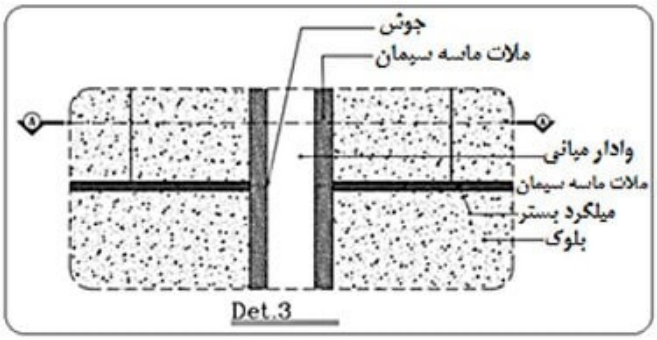
روش ۱: مهار جان‌پناه توسط وادار فلزی

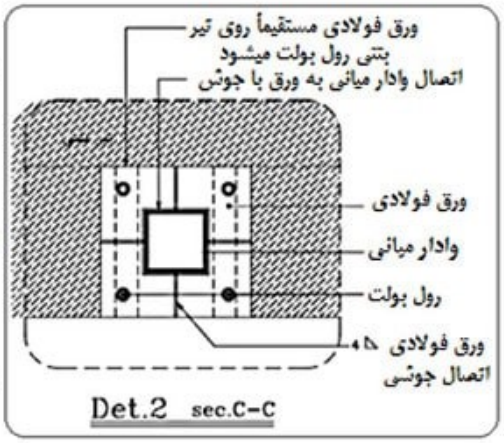
این روش مشابه اجرای دیوار با وادار عمودی میانی فولادی است. المان‌های مسلح کننده و قطعات اتصال نگهدارنده دیوار برای مهار خارج از صفحه جان‌پناه‌ها بکار می‌روند. مطابق دیتیل‌های پیوست ۶، می‌توان با تعبیه ورق فلزی در ستون‌ها، میلگرد بستر را به این ورق جوش کرد. البته توصیه می‌شود برای تأمین حرکت آزادانه میلگرد بستر، از روش‌هایی مانند گیره اتصال یا ناودانی با سوراخ‌های لوبیایی استفاده شود. دیوار بایستی از المان‌های سازه‌ای با استفاده از مصالح تراکم‌پذیر جداسازی شود. در شکل زیر دیتیل‌های اجرایی آن نمایش داده شده است.

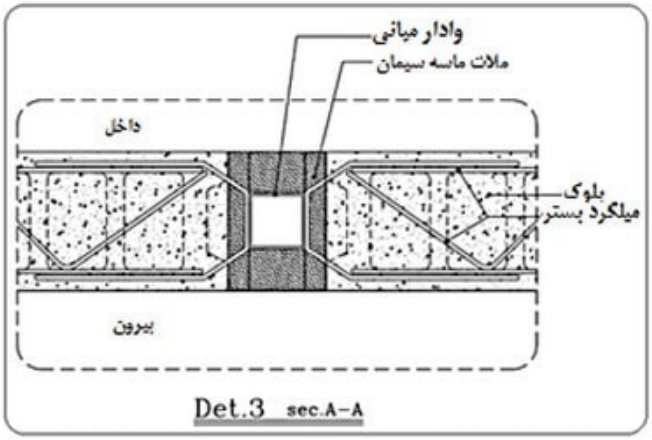








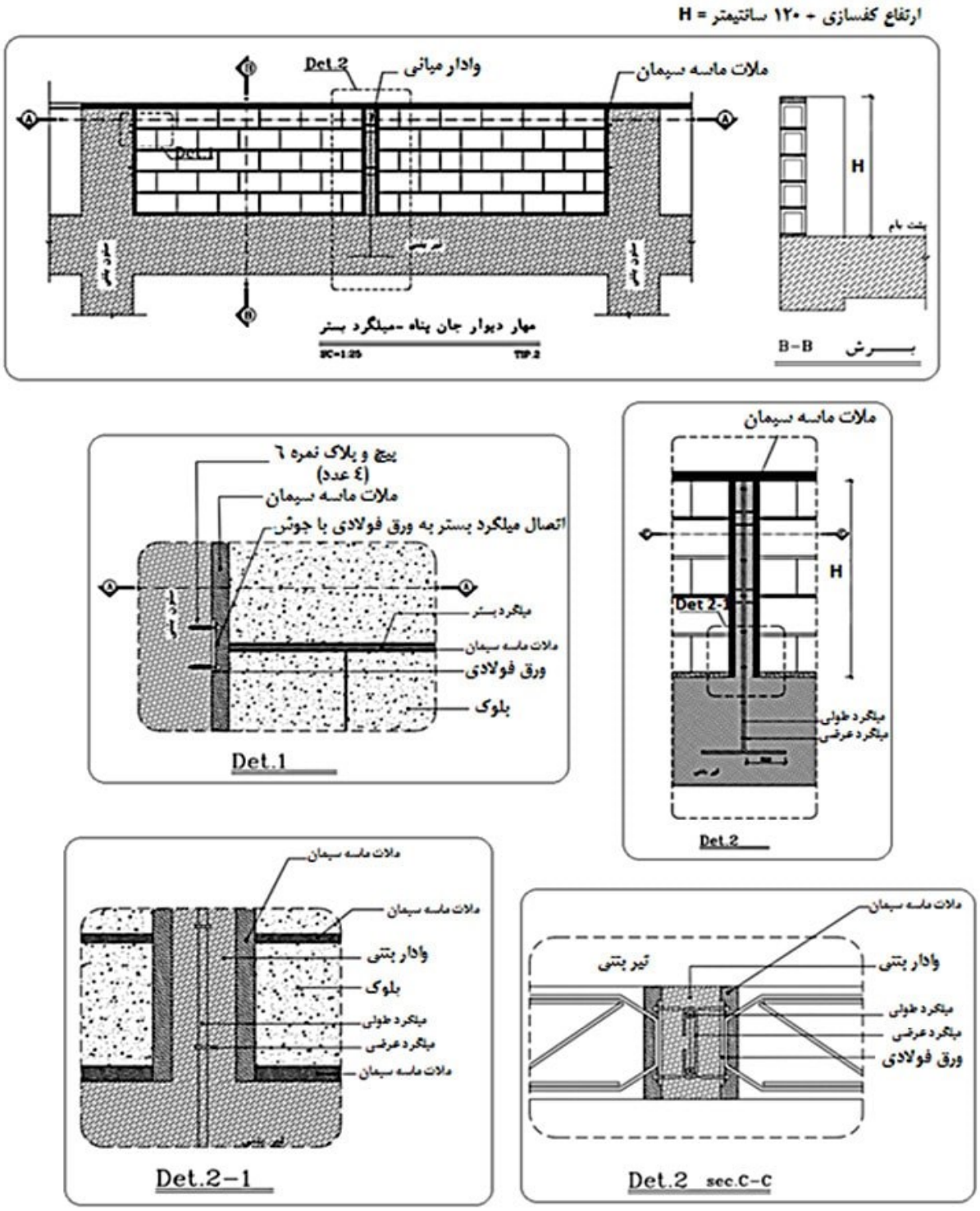




شکل ۹۲- جزئیات اجرایی جان‌پناه با وادار فلزی

روش ۲: مهار جان‌پناه توسط وادار بتنی

در این روش میلگردهای انتظار به هنگام اجرای سقف آخر در آن قرار داده می‌شوند و طول مهاری آن‌ها به طور مناسب تأمین می‌شود. همچنین می‌توان از کاشت میلگرد در بتن و یا تعبیه ورق و جوش میلگردها به آن استفاده کرد که در این مورد در قسمت وادار بتنی دیوارها بحث کرده‌ایم. باتوجه به ارتفاع کم جان‌پناه، درنظرگرفتن دو میلگرد طولی و مهار جانبی آن‌ها با سنجاقی کفایت می‌کند. در نهایت با تعبیه ورق‌های فلزی در ارتفاع وادار میانی بتنی، امکان اتصال جوشی میلگرد بستر به وادار فراهم می‌شود. در این حالت نیز جداسازی دیوار از المان‌های سازه‌ای ضروری است.

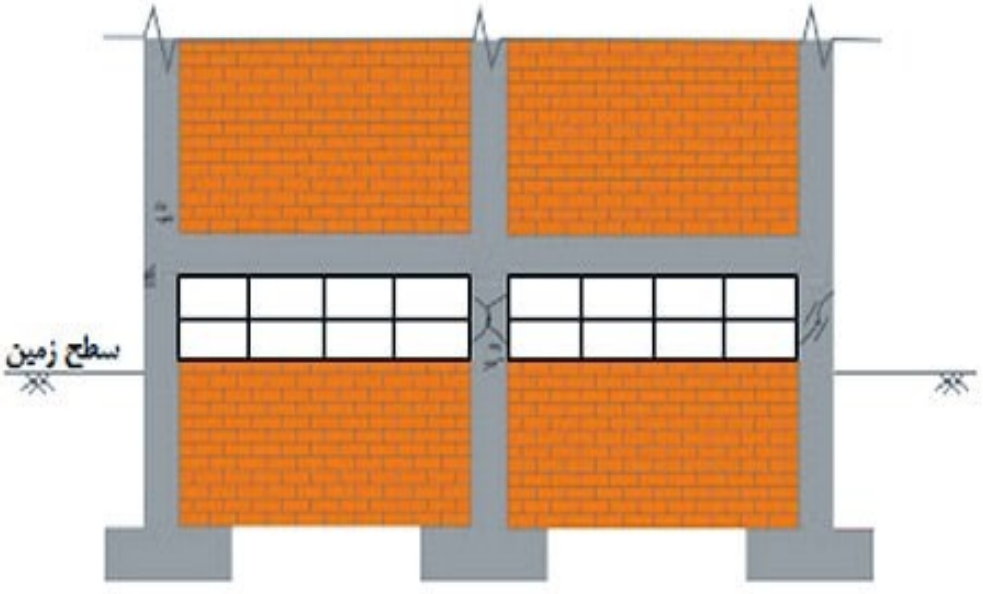


شکل ۹۳- جزئیات اجرایی جان‌پناه با وادار بتنی

نکته :اجرای جان‌پناه سایر قسمت‌ها مانند بالکن‌ها مشابه جان‌پناه بام بوده و تنها تفاوت آن این است که ستون‌های طبقه نقش ستون‌های امتدادیافته بام را بازی می‌کنند.

۱۶-۹- لزوم استفاده از وال‌پست در زیرزمین

یکی از اهداف اصلی اجرای وال‌پست در ساختمان‌ها، جداسازی دیوار از سازه و جلوگیری از اندرکنش دیوارها و اجزای سازه‌ای می‌باشد. در این صورت فرضیات طراحی سازه مانند پریود و سختی سازه دچار تغییر نمی‌شود. اما برخی از مهندسین تصور اشتباهی دارند و اجرای وال‌پست را در طبقات زیرزمین ضروری نمی‌دانند. تصور اشتباه آن‌ها ممکن است به دلیل کاربری زیرزمین (معمولاً غیرمسکونی) و عدم بروز خسارات جانبی باشد. اگر در زیرزمین دیوار حائل نداشته باشیم و تراز پایه ساختمان از روی فونداسیون در نظر گرفته شود، جداسازی دیوار از سازه ضروری است.
جداسازی دیوار از سازه، در مواقعی که دیوارها به دلیل نورگیری تا زیر تیر ادامه نمی‌یابند، اهمیت دوچندان دارند. زیرا در صورت رعایت نشدن جداسازی، در ستون‌های اطراف دیوار پدیده ستون کوتاه خواهیم داشت.



شکل ۹۴- ایجاد پدیده ستون کوتاه دیوارهای ادامه نیافته تا زیر تیر

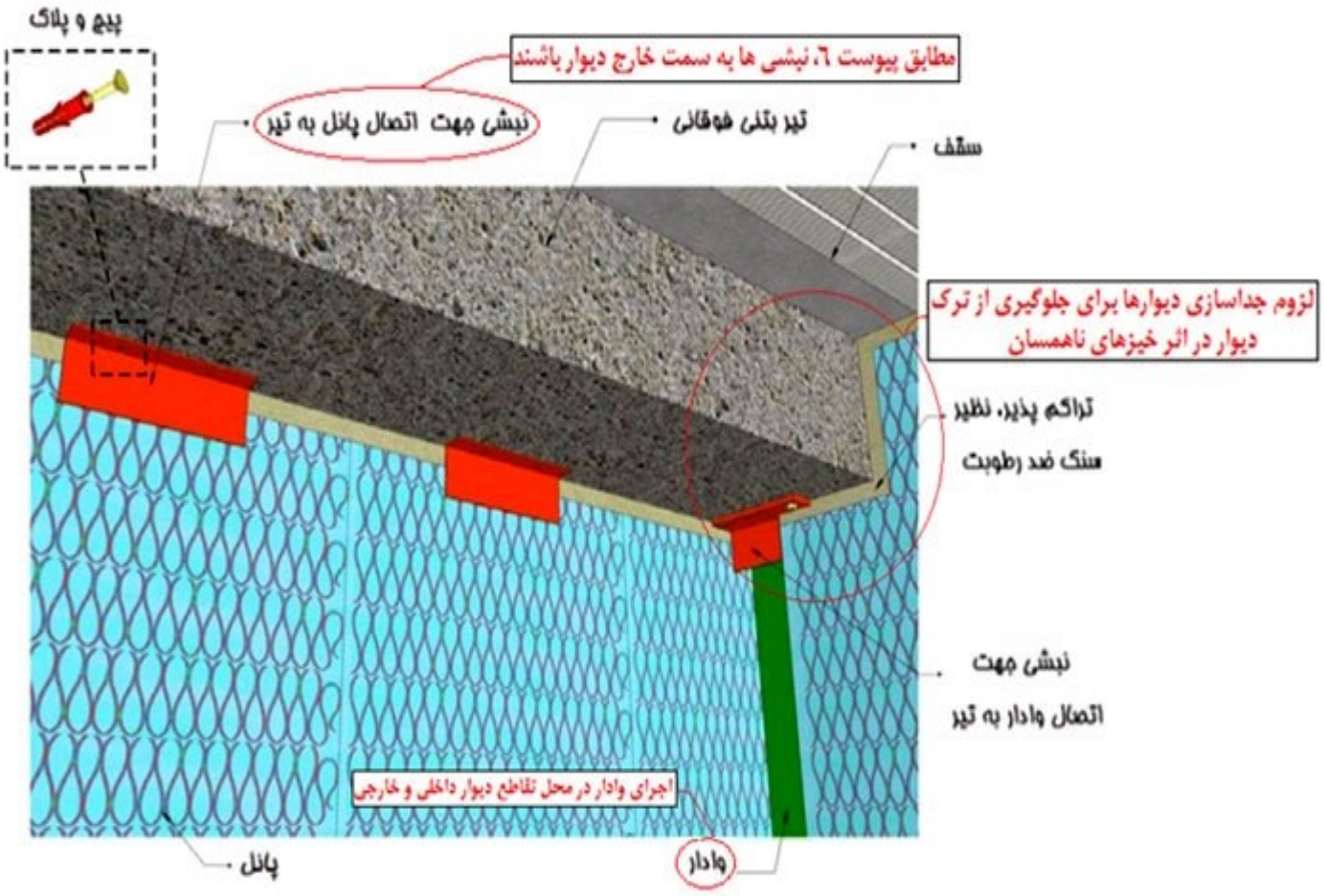
نکته ۱ :در صورت مجاورت دیوارهای زیرزمین با خاک و احتمال انتقال رطوبت به داخل ساختمان، معمولاً از دو دیوار استفاده می‌شود که یکی از دیوارها در تماس با خاک و دیگری در تماس با نازک‌کاری قرار دارد. برای هر دو دیوار بایستی جداسازی دیوار از سازه صورت گیرد تا هیچ‌گونه اندرکنشی بین دیوار و سازه ایجاد نشود.
نکته ۲ :در اجرای وال‌پست برای دیوارهایی که تحت‌فشار خاک قرار دارند بایستی المان‌های وال‌پست برای فشار خاک نیز طراحی شده باشند. این موضوع بیشتر در بحث مقاوم‌سازی ساختمان‌ها پیش می‌آید؛ زیرا در سازه‌های طرح از ابتدا اغلب از دیوار حائل بتنی برای مهار فشار خاک استفاده می‌شود.

۱۷-۹- اجرای وال‌پست در دیوارهای پانلی

مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، دیوارهای پانلی کارخانه‌ای که به‌صورت نوارهای قائم در طول دیوار نصب می‌شوند و عملکردشان مانند دال یک‌طرفه می‌باشد. در ساختمان‌ها مجاز به استفاده از این دیوارهای به‌عنوان دیوار خارجی و داخلی هستیم. استفاده از دیوارهای پانلی برای دیوارهای داخلی و خارجی در بیمارستان‌ها اکیداً توصیه شده است.

در این دیوارها نیز مانند سایر دیوارها هدف مهار خارج از صفحه و حرکت آزادانه در داخل صفحه می‌باشد. درصورتی‌که ارتفاع دیوار به‌گونه‌ای باشد که نیاز به تیرک وجود داشته باشد، در دیوارهای خارجی و تیغه‌ها از تیرک در تراز میانی دیوار استفاده می‌شود. اتصال تیرک‌ها به وادارها مجاز می‌باشد؛ اما هرگز تیرک را به ستون متصل نکنیم و از ناودانی نشیمن برای تیرک استفاده کنیم.

در این دیوارهای نیازی به اجرای وادار انتهایی و میانی نیست. پس می‌توان نتیجه گرفت پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، محدودیت هندسی برای مهار این دیوارها در نظر نگرفته است و تمامی محدودیت‌ها در طراحی خمشی و برشی دیوار لحاظ شده است. در دیوارهای پانلی نیازی به اتصال بین دیوار و ستون وجود ندارد و فواصل بین این دو باید با مواد تراکم‌پذیر مانند پشم سنگ ضد رطوبت پر شود و بر روی آن در نازک‌کاری از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس استفاده شود. پس استفاده از قطعات اتصال مانند ناودانی منقطع بر روی ستون منتفی است.

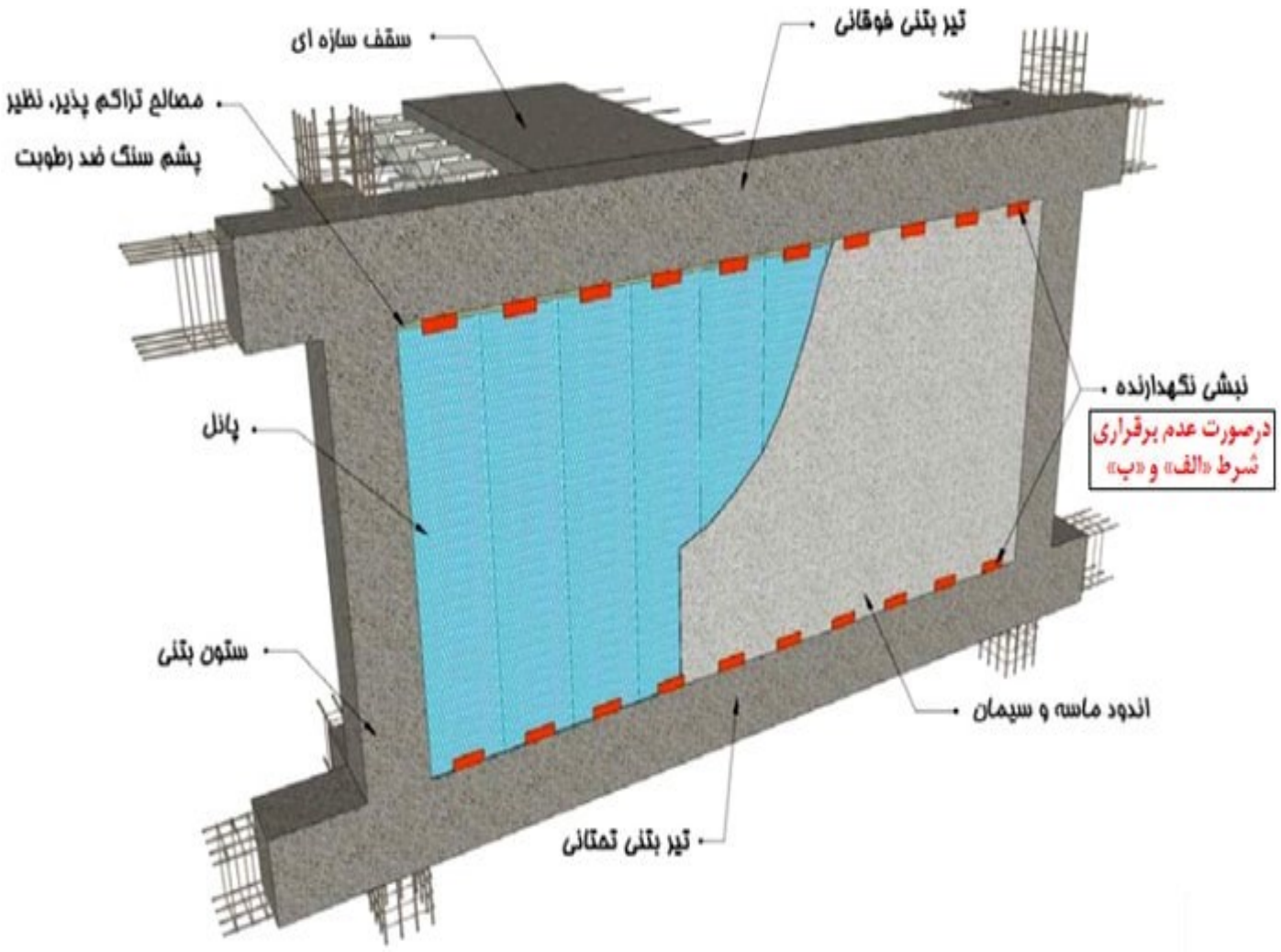


شکل ۹۵- مهار دیوار پانلی به قسمت فوقانی در محل تقاطع دیوار داخلی و خارجی

به دلیل عملکرد و رفتار یک‌طرفه در راستای قائم دیوارهای پانلی، مهار خارج از صفحه باید در بالا و پایین دیوار توسط نبشی‌ها صورت پذیرد. در دو حالت نیاز به نبشی برای مهار پایین دیوار وجود ندارد.

الف) اجرای حداقل ۵ سانتی‌متر کف‌سازی و قرارگیری دیوار روی آن

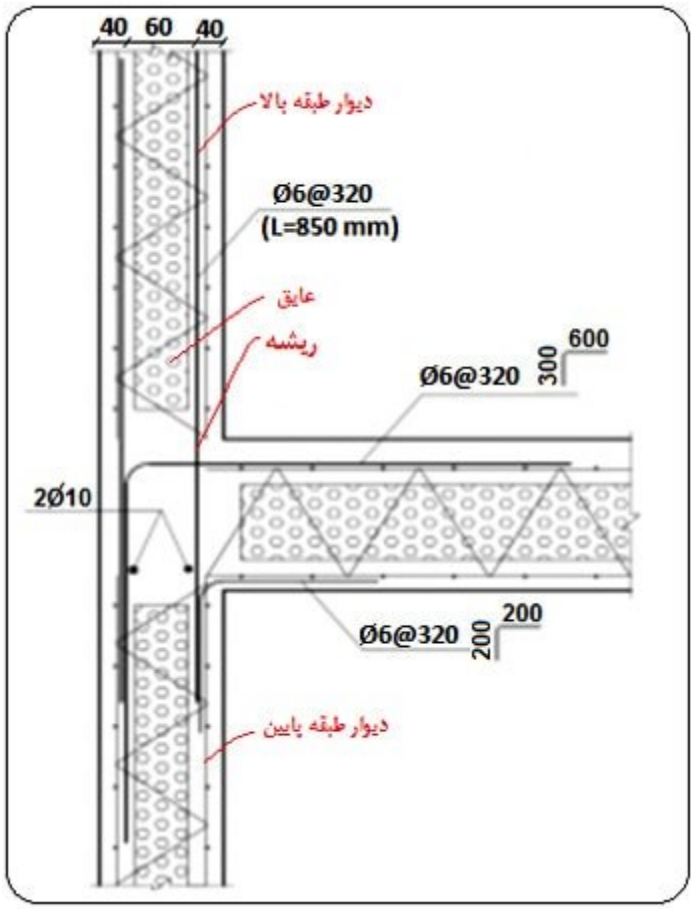
ب) اجرای ریشه از کف طبقه و مهار دیوار به کف

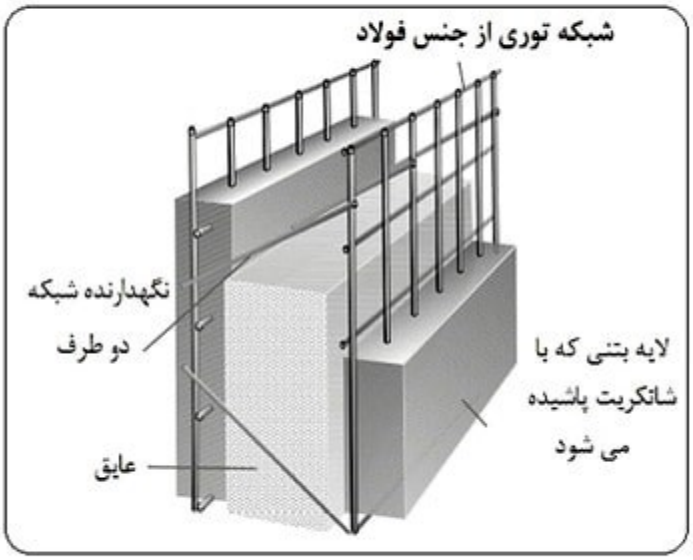


شکل ۹۶- مهار خارج از صفحه قسمت فوقانی و تحتانی دیوار پانلی

در شکل زیر نمونه ای از دیوارهای پانلی را مشاهده می‌کنیم.

دیوار 3D-Panel یک دیوار پیش‌ساخته می‌باشد که از یک عایق مانند پلی‌استایرن و دو شبکه مش و شاتکریت رو آن در طرفین پلی‌استایرن تشکیل شده است. شبکه‌های دو طرف با مفتول‌های مورب به یکدیگر متصل می‌شوند. باید توجه داشته باشیم که این دیوارها دارای سختی زیادی هستند و بایستی از سازه اصلی با استفاده از مصالح تراکم‌پذیر جداسازی شوند. تأمین اتصال کشویی این دیوارها در قسمت فوقانی بایستی انجام شود و همچنین در جهت خارج از صفحه نیز مهار مناسب انجام گیرد.



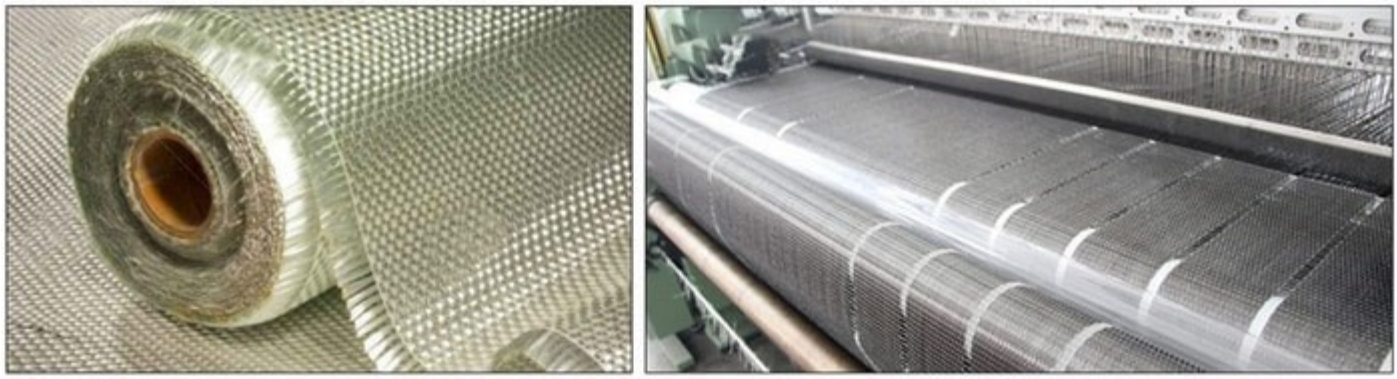


شکل ۹۷- جزئیات دیوار D-Panel ۳و مهار به سقف با ریشه

۱۸-۹-اجرای روش‌های نوین مهار دیوار

از جمله روش‌های نوین مهار دیوار که پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ نیز به آن اشاره کرده است، استفاده از الیاف کربن و شیشه است. در این قسمت در مورد نحوه اجرای المان‌های وال‌پست در این دیوارها بحث خواهیم کرد.

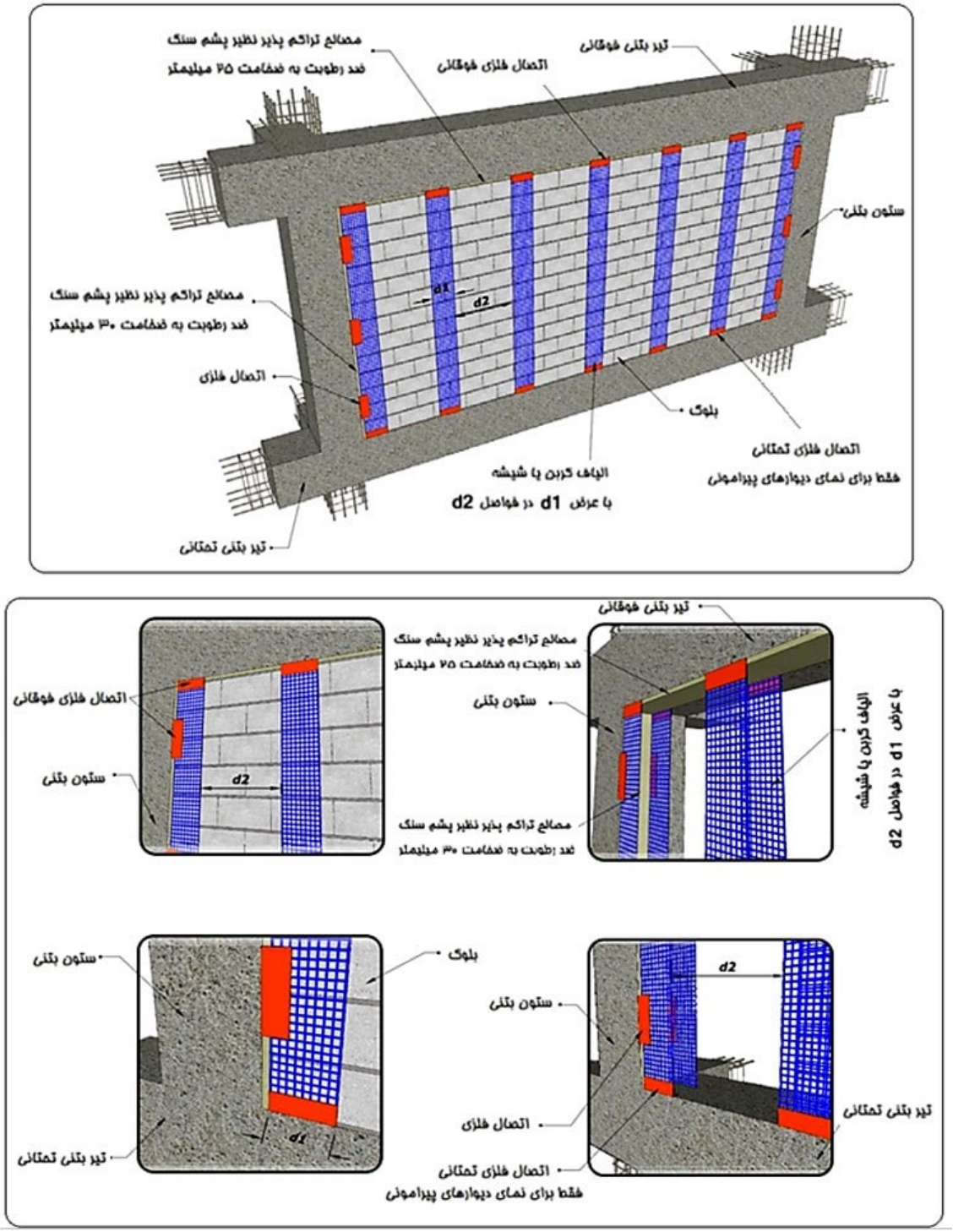
مشابه دیوارهای پانلی، این دیوارهای نیز دارای عملکرد یک‌طرفه بوده و خمش دیوار در راستای قائم است؛ لذا نیازی به اجرای وادارهای عمودی نمی‌باشد. به همین جهت می‌تواند نسبت به سایر روش‌ها دارای هزینه کمتری باشد. در کنار بازشوها حتماً یک نوار شبکه الیاف اجرا شود. این شبکه الیاف به پایدارسازی دیوار در اطراف بازشو کمک می‌کند. در شکل زیر نمونه‌ای از الیاف شیشه و کربن را ملاحظه می‌کنیم.



(ب) (الف)

شکل ۹۸- شبکه الیاف (الف) کربن (ب) شیشه

روش اجرا بدین صورت است که نوارها روی دیوار قرار داده می‌شوند و یک لایه نازک‌کاری به‌صورت دستی روی آن پاشیده می‌شود. بعد از اجرای این لایه، نبشی‌های نگهدارنده خارج از صفحه دیوار و در نهایت لایه دوم نازک‌کاری روی دیوار و نبشی‌ها اجرا می‌شوند. نبشی‌های نگهدارنده بایستی در بالا و پایین دیوار اجرا شوند. اگر ۵ سانتیمتر کفسازی مشابه دیوارهای پانلی برای این دیوارها در نظر گرفته شود، نیازی به اجرای نبشی‌های پایین دیوار نیست. فواصل بین دیوار با المان‌های سازه‌ای باید با مصالح تراکم‌پذیر پر شوند. در شکل زیر نمونه‌ای از دیتیل اجرایی این الیاف را مشاهده می‌کنیم.



شکل ۹۹- مسلح کردن دیوار با استفاده از شبکه الیاف

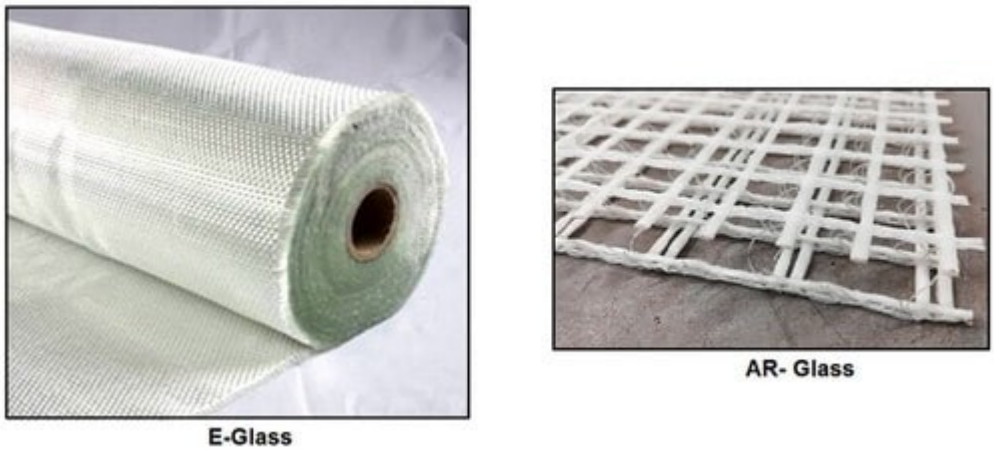
شبکه الیاف دارای ساختار شبکه‌ای با تراکم چشمه‌های زیاد هستند. از شبکه‌ها از نخ‌های متعدد به هم متصل شده تشکیل شده‌اند که می‌توانند عملکرد یک جهته یا دو جهته داشته باشند. معمولاً عملکرد الیاف یک جهته می‌باشد؛ بدین معنا که نخ‌ها در یک جهت دارای مقاومت کششی مناسب هستند ولی در جهت دیگر مقاومت کششی نخ‌ها کمتر است و صرفاً برای کنار هم نگه‌داشتن نخ‌های قوی استفاده شده‌اند. مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، فاصله نخ‌ها (x) از هم نباید کمتر از بیشترین دو مقدار ۵ میلی‌متر و ۲ برابر اندازه بزرگ‌ترین سنگ‌دانه ملات (d) بکار رفته باشد.

$$x \geq \max\{5\ mm.2\ d\}$$

نکته ۱ :روش اجرای دیوار با استفاده از الیاف می‌تواند در ساختمان‌های موجود نیز بکار رود.

شکل ۱۰۰- اجرای الیاف کربن در دیوارهای قدیمی

نکته ۲ :درصورتی‌که نازک‌کاری روی دیوار از جنس سیمان انتخاب شده باشد، الیاف شیشه) AR-Glass مقاوم به قلیا) استفاده می‌شود. درصورتی‌که نازک‌کاری از جنس گچ باشد، از الیاف شیشه E-Glass استفاده می‌شود. مقاومت تسلیم بیش از ۱۰۰۰ Mpa برای الیاف شیشه مذکور مناسب می‌باشد. الیاف کربن با مقاومت تسلیم بیش از ۳۰۰۰ Mpa را می‌توان جایگزین الیاف شیشه کرد.

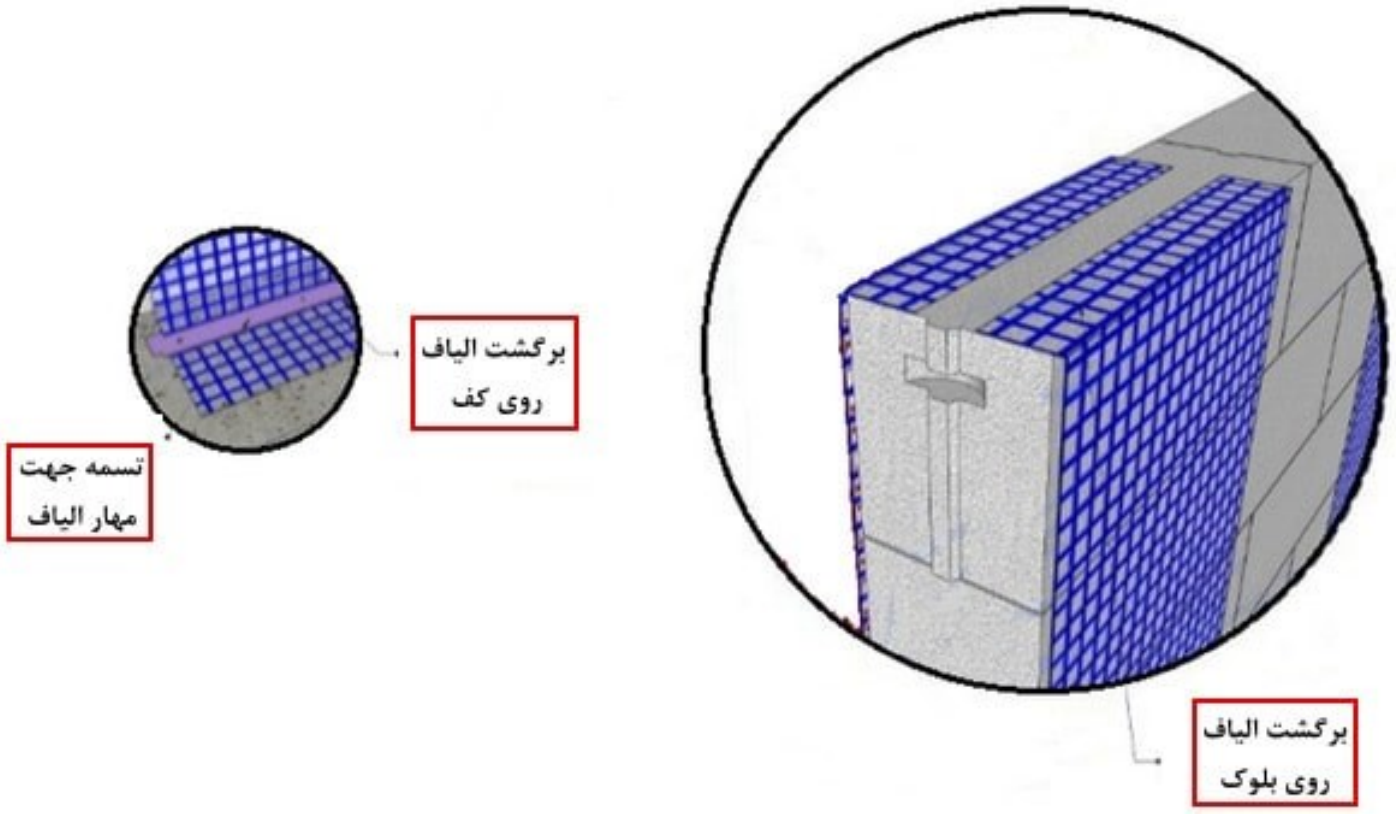


شکل ۱۰۱- انواع الیاف شیشه

نکته ۳ :به دلیل pH ۱۲,۵<محیط‌های سیمانی، در صورت استفاده از الیاف شیشه، بایستی از الیاف شیشه مقاوم به قلیا استفاده کنیم. هرچند ایجاد یک لایه سد محافظتی ممکن است تأثیر عوامل محیطی را کاهش دهد، اما کافی نیست و ملزم به استفاده از الیاف شیشه AR-Glass هستیم. در صورت عدم استفاده از الیاف مقاوم به قلیا، مقاومت الیاف کاهش پیدا کرده و در اثر فرایند خوردگی، تا تخریب کامل شبکه الیاف پیش می‌روند. در این حالت طول عمر مفید این الیاف کاهش می‌یابد.

نکته ۴ :لبه الیاف باید در بالا و پایین دیوار به ترتیب روی بلوک و کف برگردد.

نکته ۵ :نوارهای الیاف بایستی در دو جهت دیوار اجرا شوند.



شکل ۱۰۲- نحوه برگشت الیاف روی بلوک و کف

۱۰- اشکالات اجرایی وال‌پست‌ها و دیوارها

بعد از آگاهی نسبت به اهمیت عملکرد صحیح دیوار در زلزله و همچنین آشنایی با دیتیل‌های پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ برای اجرای وال‌پست، اشکالات اجرایی رایج که ممکن است مجری و ناظر در کارگاه با آن‌ها روبرو شوند را بررسی می‌کنیم.

تخریب المان‌های سازه‌ای و استفاده از میلگردهای آن‌ها برای اتصال وادارها

مهار وادارها با میلگرد و خال‌جوش و ضعف در برابر نیروهای زلزله

اجرای دیوار در دهانه مهاربند و عدم رعایت ضوابط پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰

عدم تخریب دیوارهای قاب مجاور و تخریب دیوار دهانه مهاربندی

فروریختن نما (در صورت وجود) در اثر کمانش مهاربند

اجرای نادرست دهانه مهاربند، اندرکنش بین دیوار و مهاربند و تخریب دیوار

عدم استفاده از وادار برای اجرای دیوارهای متقاطع داخلی و پیرامونی

عدم اتصال و مهار مناسب دو دیوار متقاطع در محل تقاطع

اتصال مستقیم وادار عمودی به سقف یا تیر

اتصال مستقیم وادار افقی به ستون

تخریب پاشنه تیرچه‌ها برای اتصال میلگرد کمکی به میلگرد طولی تیرچه و برقراری اتصال با وادار انتهایی

عدم جداسازی دیواری که ادامه پیدا نکرده است و تشکیل ستون کوتاه

مُهر کردن دیوار به زیر تیر و عدم رعایت فاصله جداسازی

عدم جداسازی دیوار از ستون و انتقال نیروهای دیوار به ستون از طریق تسمه دور ستون

۱۱-نحوه اجرای صحیح تأسیسات

تأسیسات مکانیکی و الکتریکی باید طوری اجرا شوند که مشکلی در عملکرد دیوارها ایجاد نکند. به همین دلیل، هماهنگی مهندسین در ابتدای ترسیم و ارائه نقشه‌ها یک امر ضروری است. اما گاهی مشاهده می‌شود به دلیل عدم هماهنگی در ارائه نقشه‌ها یا تغییر در آن‌ها، تأسیسات بخصوص لوله‌ها از داخل دیوار عبور داده می‌شوند. پس ممکن است برای اجرای تأسیسات، میلگردهای بستر بریده شده و عملکرد مناسب دیوار و یکپارچگی آن از بین برود. پس در اجرای خرطومی‌ها یا لوله‌ها حتماً به این مسئله مهم توجه ویژه‌ای شود. در شکل زیر اجرای درست و نادرست تأسیسات را مشاهده می‌کنیم.

شکل ۱۰۳- اجرای درست و نادرست تأسیسات

۱۲- مسئولیت نظارت بر اجرای وال‌پست و ارائه چک‌لیست نظارتی

اجرای صحیح وال‌پست در ساختمان بایستی توسط هر دو ناظر معماری و سازه مورد بررسی قرار گیرد و این دو ناظر به‌صورت هم‌زمان بر اجرای صحیح کار، نظارت داشته باشند. اجرای صحیح وال‌پست نیازمند همفکری ناظر معماری و سازه در مباحث مشترک از جمله ابعاد و فضاهای معماری است. از آنجایی که عملکرد مجموعه وال‌پست، حفظ تعادل دیوار در اثر وارد شدن نیروهای زلزله و باد است، درصورتی‌که نقصی در اجرای آن وجود داشته باشد و در زمان زلزله یا باد، دیوار تخریب شود و به جان و مال افراد آسیب برساند، یکی از مقصرین حادثه، مهندس ناظر مربوطه خواهد بود.

مطابق قوانین نظام‌مهندسی، مهندس ناظر بازوی اجرایی نداشته و در ابتدا می‌تواند دیتیل اجرایی وال‌پست مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ را به‌صورت کتبی یا شفاهی به مجری، کارفرما و یا شرکت مشاور اعلام کند. در صورت عدم اجرای وال‌پست مطابق دستور کار، بایستی در گزارشی این مورد را به شهرداری اعلام کند و حتی یک رونوشت را نیز به سازمان نظام‌مهندسی استان ارسال کند.

۱-۱۲-نحوه نگارش و ابلاغ دستور کار

نگارش و ابلاغ دستور کار از جمله وظایف مهندس ناظر در مراحل مختلف عملیات ساختمانی است. مهندس ناظر بازوی اجرایی ندارد اما اختیارات گسترده‌ای توسط قانون به او داده شده است. مهندس ناظر با ذکر موارد مختلف در دستور کارها بار قانونی سنگینی برعهده مالک، نماینده مالک، مجری و یا شهرداری قرار می‌دهد. پس ناظر باید از ابزار قانونی خود بیشترین بهره را ببرد.

دستور کار با این چارچوب کلی آغاز می‌شود:

»جناب آقای/سرکار خانم ..... (مالک/نماینده ملاک/مجری) محترم ملک به شماره پرونده شهرداری ..... به آدرس .....

بدین‌وسیله اینجانب ..... مهندس ناظر ساختمان فوق الذکر دستور کار ذیل را در مورخه ..... به جنابعالی ابلاغ می‌نمایم«.

همان‌طور که از چارچوب دستور کار مشخص است، در ادامه آن موارد لازم مانند نکات اجرایی یا نحوه و مراحل اجرا ذکر خواهند شد. در انتهای دستور کار ذکر تاریخ، امضا یا مُهر مهندس ناظر الزامی است. از دستور کار همواره یک کپی گرفته شود و اصل دستور کار تسلیم کارفرما یا مجری شود.

همچنین رسید ابلاغ دستور کار نیز بر روی کپی آن گرفته شود. در این حالت در نسخه کپی، امضا، تاریخ، نام و نام خانوادگی گیرنده و همچنین جمله «دستور کار فوق به اینجانب ابلاغ و تفهیم گردید» توسط مجری یا مالک وجود داشته باشد.

نکته ۱ :ممکن است همواره تهیه کپی فراهم نباشد. در این صورت توصیه می‌شود همواره مهندس ناظر کاربن و گیره کاغذ به همراه داشته باشد.

نکته ۲ :در محاکم قضایی و شورای انتظامی دستور کار دست‌نویس باارزش‌تر و قابل استنادتر از دستور کار تایپ شده است.

بسمه تعالی

از: (ناظر پروژه به شماره پرونده)

به: مالک/مجری/نماینده مالک

موضوع: دستورکار اجرای وال پست

مالک محترم ..... (مجری محترم ساختمان به شماره پرونده .....) واقع به آدرس : ..... با عنایت به اینکه طراحی و اجرای وال‌پست‌ها یا نگهدارنده دیوارها از موارد بسیار مهم در اجرای سازه می باشد، لذا خواهشمند است ضمن مراجعه به نقشه‌های پروژه خود و با توجه به نکات مذکور در این دستورکار، نسبت به اجرای صحیح وال‌پست مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ و ضوابط فنی مربوطه اقدام نمایید. دستور کار ذیل جهت عملیات اجرای وال‌پست در قالب نکات اجرایی به شرح ذیل در مورخه ..... به جنابعالی ابلاغ می‌گردد:

نکات اجرایی

۱. اجرای وادارها در دهانه‌های بزرگ، محل تقاطع دیوارهای پیرامونی و داخلی و اطراف بازشوها (نظیر پنجره‌ها) مطابق با نقشه‌های مصوب توسط مجری ذیصلاح الزامی است.
۲. استفاده از میلگرد در اجرای کلاف‌های افقی به جای جزئیات ارائه شده در نقشه‌های مصوب مجاز نمی‌باشد.
۳. اجرای ناودانی‌های اتصال روی وادار مطابق با نقشه‌های مصوب الزامی می‌باشد.
٤. طبق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰، برای دیوارهای با طول بیش از ۴ متر اجرای وادار قائم میانی الزامی است. اجرای تیرک به عنوان وادار میانی افقی برای دیوارها با ارتفاع بیش از ۳٫۵ متر نیز الزامی می‌باشد.
۵. استفاده از میلگرد بستر در رج‌های دیوار مطابق نقشه‌های مصوب الزامی است.
٦. استفاده از میخ‌های کاشت بصورت ضربه‌ای ممنوع می‌باشد.

نام مهندس ناظر

تاریخ

مهر و امضا مهندس ناظر

در مورخه ..... اصل دستورکار فوق به اینجانب ..... ابلاغ و تفهیم گردید.

مهر و امضاء

شکل ۱۰۴- قسمتی از دستور کار اجرای والپست

2-12- گزارش ناظر در مورد اجرای وال‌پست

باتوجه به حساسیت دیوارها در هنگام زلزله، مهندس ناظر می‌بایست دقت ویژه‌ای نسبت به اجرای وال‌پست داشته باشد. درصورتی‌که جزئیات اجرای وال‌پست‌ها در نقشه‌های سازه موجود نباشد، مهندس ناظر می‌بایست نقشه‌های وال‌پست را از طراح و محاسب سازه مطالبه کند. البته مهندس ناظر بایستی در ابتدای کار نظارت تمامی نقشه‌ها را بررسی کند، ولی اگر در این مورد کوتاهی از سوی ناظر صورت گرفت، می‌تواند در گزارش مرحله سفت‌کاری نسبت به جبران آن اقدام کند. ناظر نامه‌ای را که به مهندس طراح جهت مطالبه نقشه‌های وال‌پست می‌نویسد را به گزارش خود پیوست کند.

نکته :مهندس ناظر اصطلاحاً متعهد به نتیجه است، پس در محاکم قضایی انتظار می‌رود یک متخصص امر نظارت را برعهده داشته باشد. ممکن است ناظری صلاحیت طراحی نداشته باشد، اما انتظار این است تا با قضاوت مهندسی خود در مورد نقشه‌ها و بررسی دقیق آن‌ها، نسبت به نقایص احتمالی نقشه‌ها با طراحان مکاتبه داشته باشد. درنتیجه اگر برای وال‌پست‌ها نقشه‌ای ارائه نشده باشد، یا در نقشه‌ها نکات اجرایی از قبیل حداکثر طول یا ارتفاع دیوار رعایت نشده باشد، از اجرای آن قبل از مکاتبه با طراحان خودداری کنیم.

نکته :به مهندسان ناظر توصیه می‌شود درصورتی‌که سازنده یا مجری وال‌پست را در سازه اجرا نکرد، به‌هیچ‌عنوان برگه پایان کار را امضا نکنند، زیرا در صورت بروز هرگونه اتفاق دراین‌رابطه مهندس ناظر نیز مقصر شناخته خواهد شد.

نمونه گزارش ناظر در خصوص وال‌پست

»به اطلاع شهرداری محترم می‌رساند، مالک ملک به شماره ..... بدون اجرای وال‌پست‌ها اقدام به دیوارچینی نموده که لازم است شهرداری محترم، مالک را ملزم به اجرای وال‌پست نماید. در غیر این صورت استحکام دیوارهای ساختمان مورد تأیید اینجانب نمی‌باشد«.

۳-۱۲-بخشی از وظایف مهندس ناظر در اجرای وال‌پست

در این قسمت وظایف مهم مهندس ناظر در امر نظارت را مورد بررسی قرار خواهیم داد. در صورت کوتاهی در هرکدام از آن‌ها ممکن است برای پروژه مشکلاتی از قبیل تحمیل هزینه اضافی و ازدست‌رفتن زمان اشاره کرد.

–ناظر بایستی قبل از بتن‌ریزی نسبت به جانمایی پلیت‌ها در سقف، تیر، ستون و یا دیوار برشی اطمینان حاصل کند. در صورت فراموشی جانمایی پلیت‌ها، از روش میخ‌های کاشت با کاشت چرخشی استفاده خواهد شد.

–حتماً قبل از جوشکاری وادارها، ابعاد داخلی ساختمان اندازه‌گیری شوند تا بعد از دیوارچینی، این مورد دردسرساز نشود.

–قطعات اتصال و وادارهای نصب شده باید چک شوند تا مساحت ساختمان کم یا زیاد نشود. اهمیت این موضوع در راه‌پله دوچندان می‌شوند. زیرا جریمه شهرداری برای راه‌پله بر مبنای متراژ تخلف محاسبه نمی‌شود، بلکه بر مبنای متراژ کل راه‌پله محاسبه شده و مبالغ سنگینی را به پروژه تحمیل می‌کند.

–جوشکاری وادارها به صفحات اتصال، درست کنترل شود.

–در اتصال کشویی، نبشی‌های نگهدارنده وادار عمودی هرگز به وادار جوش نشوند.

–وادارهای افقی هرگز به المان‌های سازه‌ای قائم متصل نشوند و تکیه‌گاه آن‌ها با استفاده از نشیمن تأمین شود.

–موارد مربوط به اجرای وال‌پست و دیتیل‌های اجرایی آن باید در قالب دستور کار به مجری یا سازنده ابلاغ گردد.

–ناظر سازه باید اجرای وال‌پست و مواردی که مربوط به آن است را کنترل نماید و در صورت وجود خلاف یا اشکال، گزارش لازم را تهیه نماید.

–کنترل‌های ابعادی وظیفه ناظر معمار می‌باشد که در این مرحله نیز کنترل اجرای وادارها در محل خود و مطابق با مقررات و نقشه‌ها بر عهده ناظر معمار بوده و کنترل نحوه اتصالات وادارها بر عهده ناظر سازه می‌باشد.

–در صورت وجود تخلف، هر یک از ناظران (معماری یا سازه) می‌توانند تخلف موجود مربوط به خود را در قالب گزارش سفت‌کاری یا یک گزارش تخلف، به مرجع صدور پروانه و سازمان نظام‌مهندسی استان ارائه نمایند.

۴-۱۲- چک‌لیست نظارتی وال‌پست

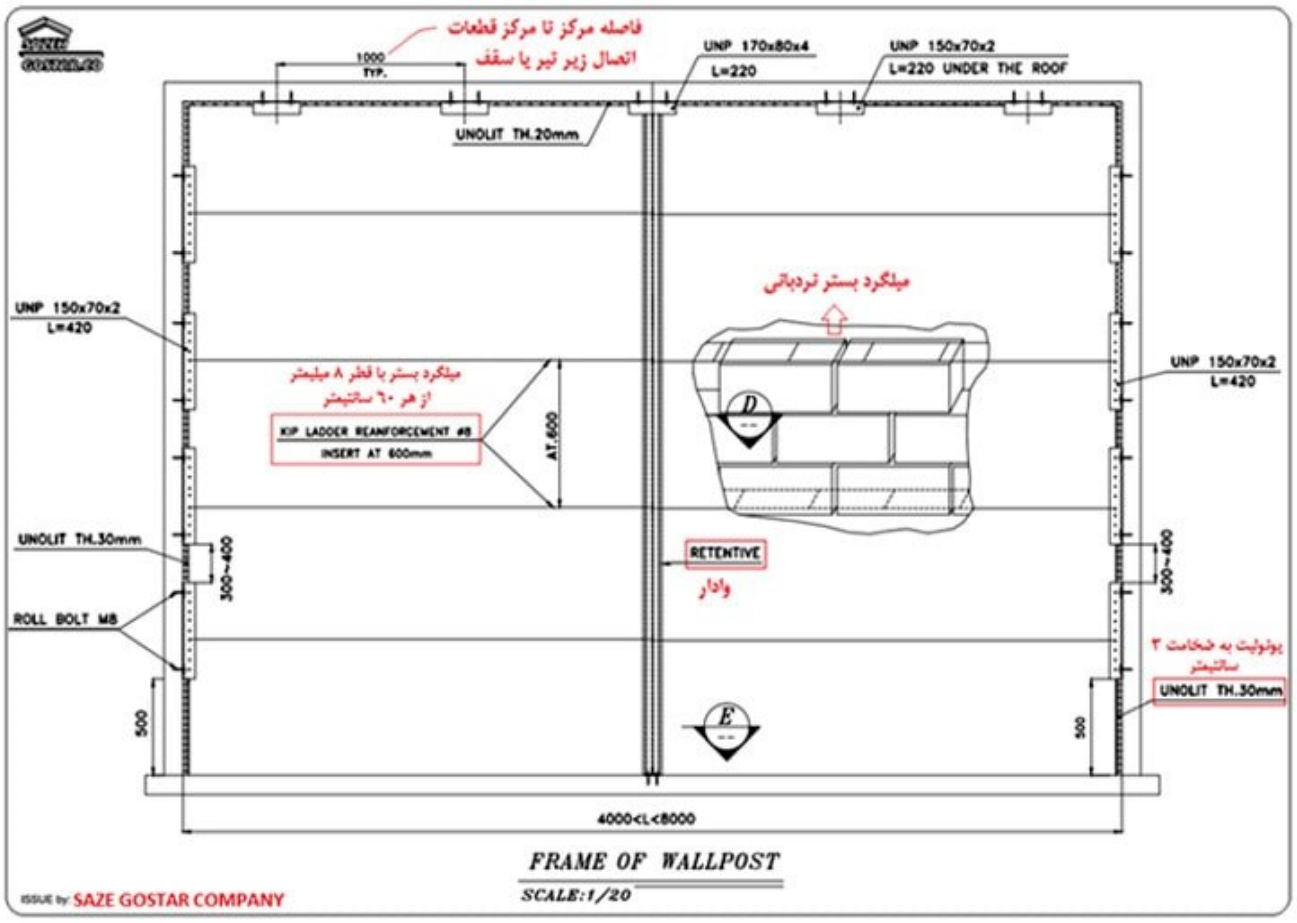
چک‌لیست فهرستی از سؤال‌ها، فعالیت‌ها، نکات یا ویژگی‌ها است که یک فعالیت را به کارهای کوچک‌تر تقسیم می‌کند. هدف ما مهندسین از استفاده از چک‌لیست‌ها این است که مطمئن شویم هیچ‌کدام از کارها را فراموش نکرده‌ایم و کارها به ترتیب و اصولی انجام شده است. در ادامه چک‌لیست نظارتی وال‌پست برای ناظران در قالب جدول آماده شده است.

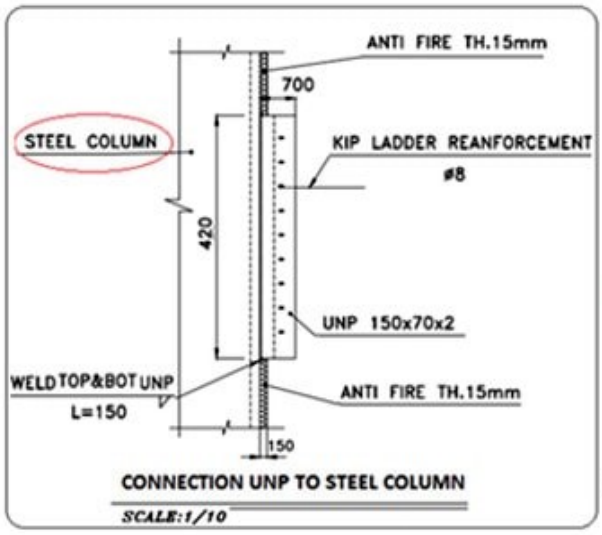
چک‌لیست نظارتی اجرای دیوارها و وال‌پست		
ردیف	عنوان سؤال	
	گزینه	تخلف است؟
۱	روش اجرای دیوارها مطابق نقشه‌های معماری و اجرایی چیست؟	
	جداسازی شده	خیر
	میانقابی	خیر
۲	آیا در ساختمان‌های بیش‌تر از چهارطبقه و همچنین ساختمان‌هایی با تعداد طبقات کمتر از چهارطبقه بااهمیت زیاد، دیوار از سازه جداسازی شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۳	آیا فواصل جداسازی دیوارها از قاب با مواد تراکم‌پذیر مناسب نظیر پشم سنگ ضد رطوبتی پر شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
٤	آیا درصورتی‌که طول دیوار بیشتر از ۴ متر باشد، از وادار میانی قائم فولادی یا بتنی به‌عنوان تکیه‌گاه جهت مهار خارج از صفحه استفاده شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
٥	آیا درصورتی‌که ارتفاع آزاد بیش از ۳٫۵ متر باشد از وادار میانی افقی فولادی یا بتنی (تیرک) برای کاهش ارتفاع آزاد استفاده شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
٦	آیا جداسازی صحیح دیوار از قاب سازه‌ای برای دیوارهای خارجی و داخلی که تمام ارتفاع طبقه را پوشش نمی‌دهند (دیوار کوتاه) اجرا شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۷	آیا عرض درزهای انقطاع (فاصله جداسازی) دیوار در دیوارهای خارجی و داخلی از المان‌های سازه‌ای قائم به‌درستی رعایت شده است؟ (شکل ۲۸)	
	بله	خیر
	خیر	بله
۸	آیا فاصله جداسازی دیوارهای خارجی و داخلی از سقف یا تیر به‌درستی رعایت شده است؟ (شکل ۲۸)	
	بله	خیر
	خیر	بله
۹	آیا برای جلوگیری از ترک‌خوردگی در نازک‌کاری، از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس بر روی مواد تراکم‌پذیر برای جداسازی دیوارها (داخلی – خارجی) از سازه در محل اجرای وادارها یا قطعات اتصال (مثلاً ناودانی) استفاده شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱۰	آیا دیوارهای (داخلی – خارجی) بلوکی اجرا شده با ملات با توجه به عملکرد دوطرفه در جهت افقی با استفاده از میلگرد بستر در حداکثر فواصل قائم یک متر مسلح شده‌اند؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱۱	آیا در دیوارهای (داخلی – خارجی) اجرا شده با ملات بستر نازک ضخامت ملات کمتر از (۳ میلی‌متر) یا چسب‌های پلی‌یورتان با استفاده از بست‌های نازک فولادی منقطع یا پیوسته مسلح شده‌اند؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱۲	آیا وادارهای قائم استفاده شده (در طول بیش از ۴ متر دیوارها) به کف سازه با اتصال مفصلی متصل شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱۳	آیا وادارهای قائم استفاده شده (در طول بیش از ۴ متر دیوارها) در زیر تراز سقف به‌صورت کشویی اجرا شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱٤	آیا اتصال دیوار به زیر سقف یا تیر به‌صورت اتصال لغزشی بدون اتصال مستقیم دیوار به سقف و با استفاده از مهار خارج از صفحه دیوار از قبیل نبشی و یا ناودانی اجرا شده است؟	
	بله	خیر

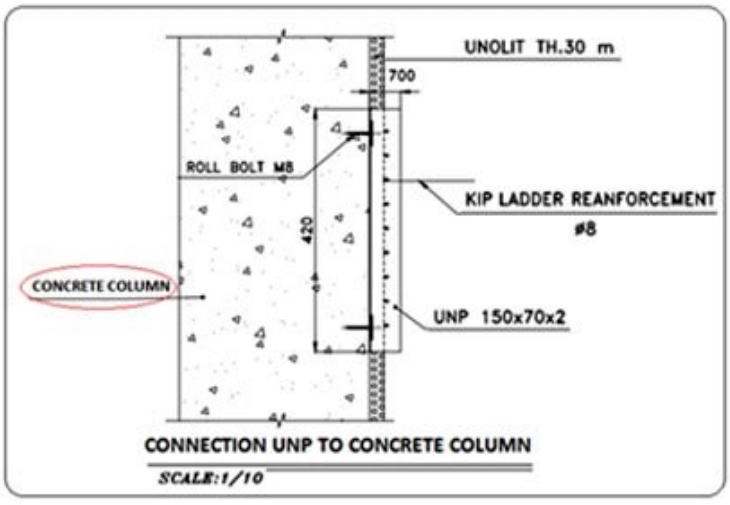
	خیر	بله
۱۵	آیا اتصال وادار افقی به المان‌های سازه‌ای قائم با استفاده از نشیمنگاه می‌باشد؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱۶	آیا برای بازشوهای بزرگ‌تر از ۲٫۵ متر وادار و نعل درگاه در کنار بازشوها در نظر گرفته شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱۷	آیا برای بازشوهای کوچک‌تر از ۲٫۵ متر بدون اجرای وادار و نعل‌درگاه، چهارچوب فلزی مناسب برای تحمل بارهای وارد شده در نظر گرفته شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱۸	با توجه به ضعف عملکرد مهاربندها درصورتی‌که اتصال دیوار و اجرا آن در محور مهاربند واقع شده باشد آیا دیوار خارج از محور مهاربند اجرا شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۱۹	در صورت اجرای دیوار در صفحه مهاربند، آیا دیوار بر عملکرد مهاربند تأثیر نمی‌گذارد؟ (مانند دیوار کناف)	
	بله	خیر
	خیر	بله
۲۰	آیا مهار لرزه‌ای دیوارهای جان‌پناه به درستی اجرا شده است؟ (استفاده از میلگرد بستر در دیوارها و ادامه دادن ستون‌های پیرامونی بام و...)	
	بله	خیر
	خیر	بله
۲۱	آیا در تقاطع دیوار پیرامونی و داخلی برای اتصال از تکنیک هشت‌گیر استفاده شده است؟	
	بله	بله
	خیر	خیر
۲۲	آیا برای اتصال قطعات نبشی، ناودانی، بست رادیکالی و ... به اجزای سازه‌ای از کاشت ضربه‌ای استفاده شده است؟	
	بله	بله
	خیر	خیر
۲۳	آیا در بیمارستان‌ها برای مهار خارج صفحه دیوار از قطعات ناودانی یا نبشی سراسری استفاده شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۲۴	آیا فاصله ۵ سانتی‌متری ناودانی‌ها یا نبشی‌های سراسری با المان‌های سازه‌ای یا از هم رعایت شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۲۵	آیا محدودیت حداکثر ضخامت ملات بستر ۱۶ میلی‌متر و حداقل قطر میلگرد بستر ۴ میلی‌متر رعایت شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله
۲۶	در صورت مسلح کردن دیوار با استفاده از الیاف شیشه، آیا در محیط سیمانی از الیاف شیشه مقاوم به قلیا استفاده شده است؟	
	بله	خیر
	خیر	بله

۱۳- نقشه‌های اجرایی وال‌پست مطابق پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰

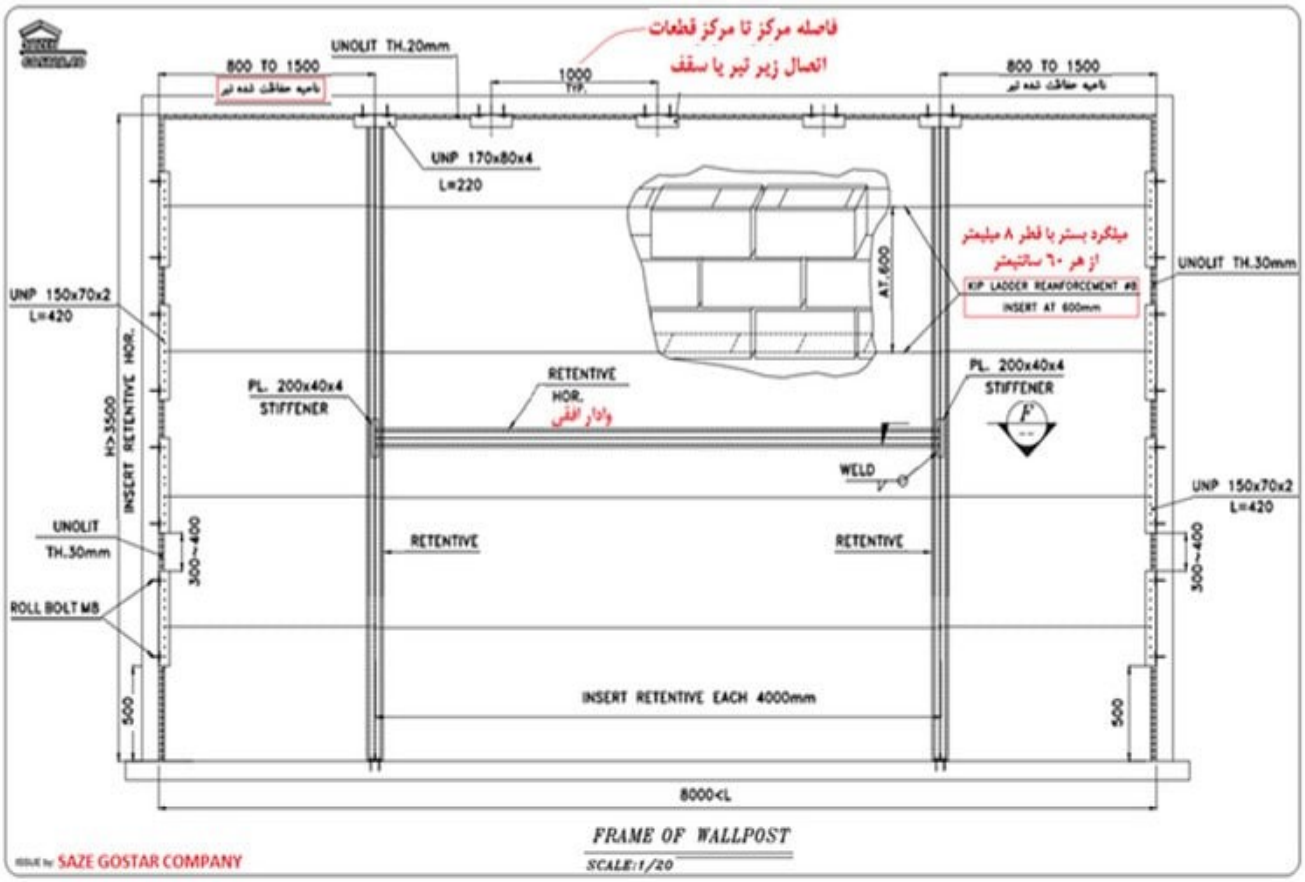
مطابق شکل ۴۹، انواع مقاطع را برای وادارهای میانی بررسی کردیم. در طراحی این وادارها برای خمش، به یک اساس مقطع پلاستیک نیاز هست. این اساس مقطع می‌تواند با استفاده از مقاطعی که قبلاً بررسی کردیم تأمین شود و یا از مقاطع خاصی برای وادارها استفاده شود. مقاطع خاص توسط شرکت‌های خاص، طراحی و اجرا می‌شوند. مزیت استفاده از این مقاطع در هزینه نهایی کمتر و اجرای آسان‌تر می‌باشد. در اشکال زیر نمونه‌هایی از نقشه‌های اجرایی برای وال‌پست را مشاهده می‌کنیم.

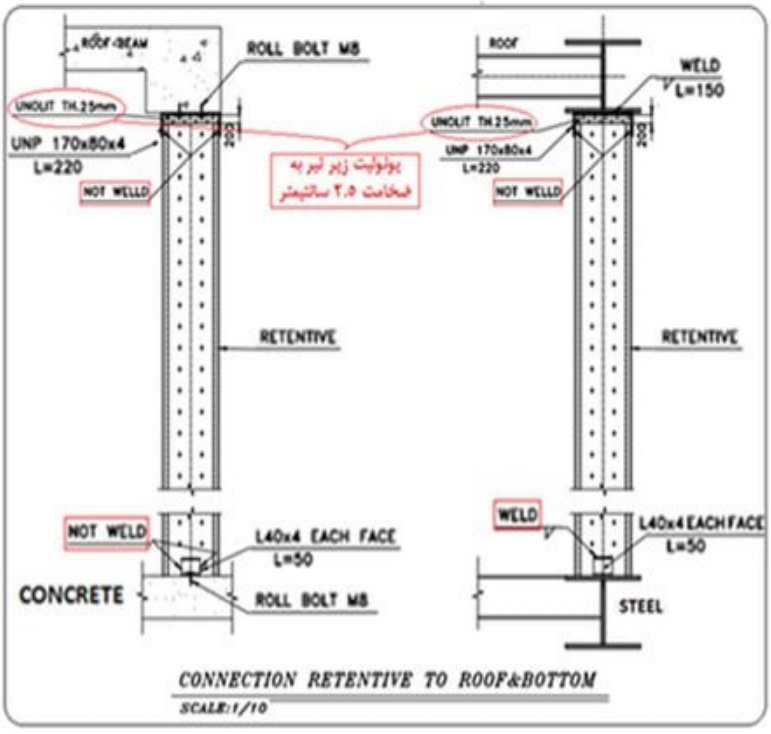




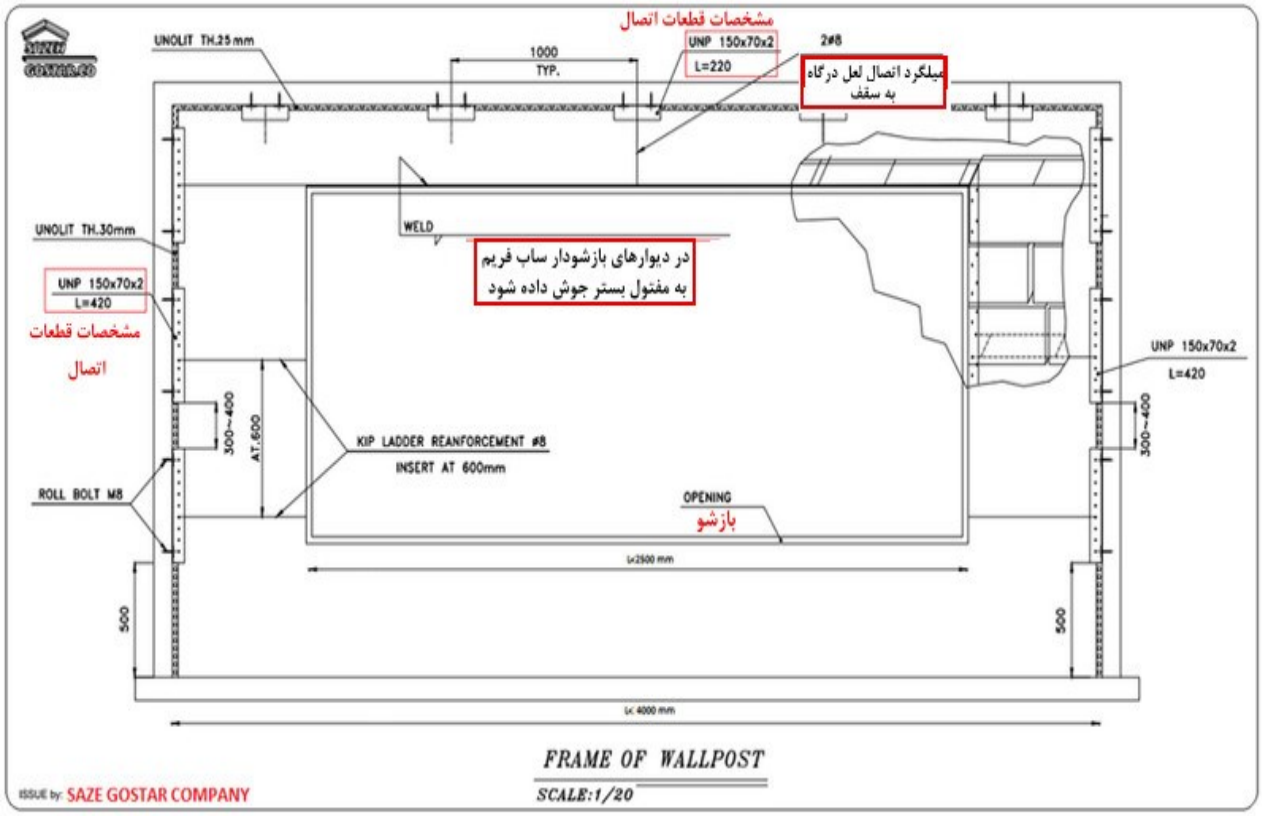


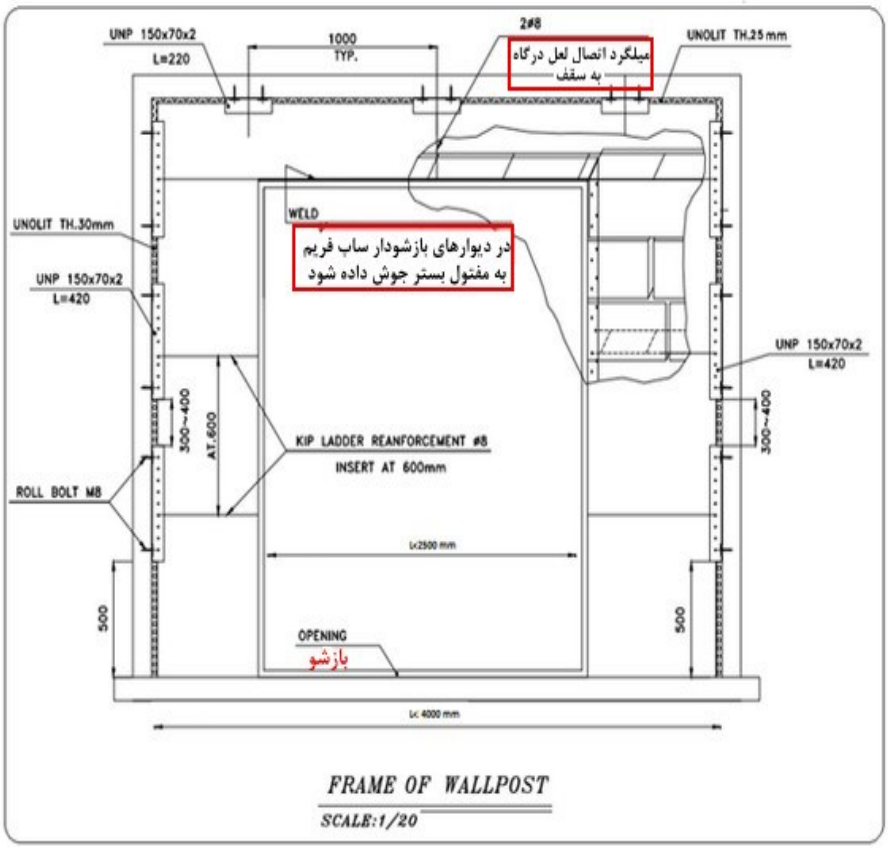
شکل ۱۰۵- نقشه اجرایی وال‌پست با وادار میانی عمودی





شکل ۱۰۶- نقشه اجرایی وال‌پست با وادار میانی عمودی و افقی





شکل ۱۰۷- نقشه اجرایی وال‌پست در دیوارهای دارای بازشو

14.مطابقت اجرای دیتیل‌های بررسی شده در کارگاه

در قسمت‌های قبلی برخی تصاویر از دیتیل‌های دو و سه‌بعدی و همچنین تصاویر واقعی از اجرا را مشاهده کردیم که به درک واقعیت اجرا کمک می‌کنند. در این قسمت تصاویر مختلفی از اجرای وال‌پست در کارگاه را مشاهده خواهیم کرد تا با واقعیت این مسئله بیشتر آشنا شویم.

شاخک میلگردهای بستر و گیره‌های اتصال روی فریم فلزی

اجرای میلگرد بستر در تقاطع دیوارهای کوتاه

نبشی‌های اتصال سرد تورد شده

اتصال کشویی وادار میانی

جوشکاری وادار به پلیت کف

اجرای دیوارهای متقاطع با وادار

ناوادانی‌های اتصال و مصالح تراکم پذیر

گیره‌های اتصال متصل به وادار

فاصله رعایت شده وادار با تیر یا سقف

ناوادانی‌های اتصال جوش شده به زیر تیر فولادی

بست رادیکالی

رعایت فاصله یک متری وادار از المان قائم سازه‌ای

کاشت چرخشی بولت‌ها

بازشو بدون نیاز به اجرای وادار، سوراخ های لوبیایی برای مهار میلگرد بستر

نتیجه گیری

عموم مردم و حتی برخی از مهندسین ممکن است بر این عقیده باشند که هر چیزی که سختی زیادی داشته باشد، مقاومت بیشتری نیز دارد. پس اجرای پیوسته دیوار با قاب‌های سازه‌ای سختی و مقاومت سازه را افزایش می‌دهند. اما در مطالب بیان شده متوجه شدیم که هراندازه سختی المانی بیشتر باشد، جذب انرژی و آسیب‌پذیری بیشتری داشته و مستعد خرابی است. پس دیتیل‌های پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ به همراه نکات فنی و اجرایی آن مورد بررسی قرار گرفت.

استفاده از وادارهای میانی قائم و افقی و قطعات اتصال متصل به المان‌های افقی و قائم برای مهار خارج از صفحه کافی نیستند؛ لذا میلگرد بستر یکی از عناصر الزامی در اجرای وال‌پست تلقی می‌شود. اجرای نوین وال‌پست‌ها از لحاظ فنی، اجرایی و اقتصادی نسبت به روش‌های مرسوم ارجحیت دارد که در این مقاله مقایسه بین اجرای نوین و مرسوم و ایرادات فنی و اجرایی روش‌های مرسوم مورد بررسی قرار گرفت.

منبع : https://sabzsaze.com/wall-post/