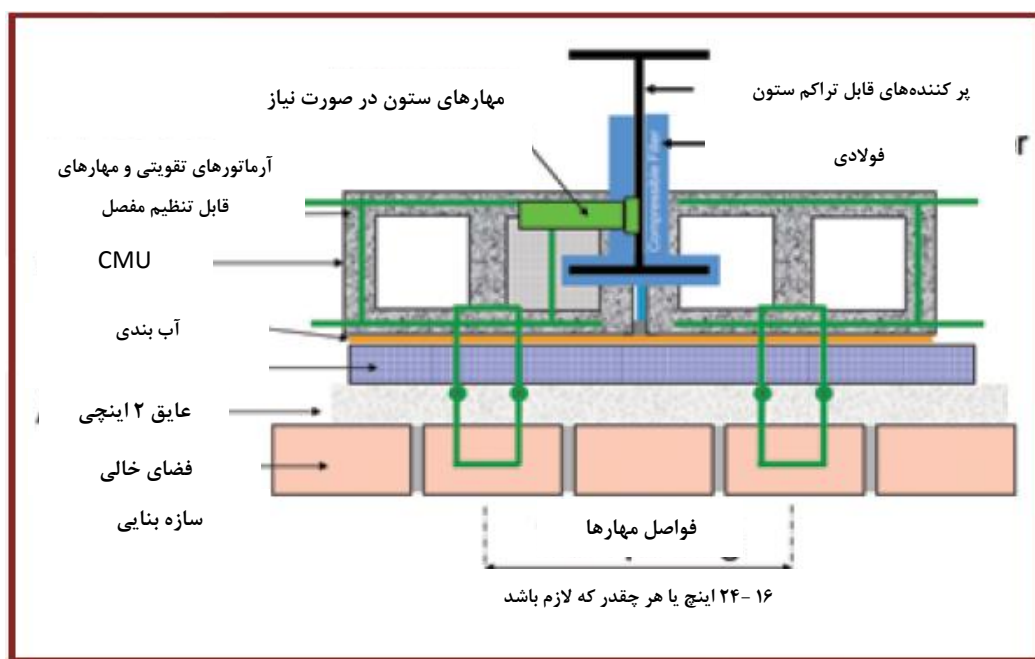


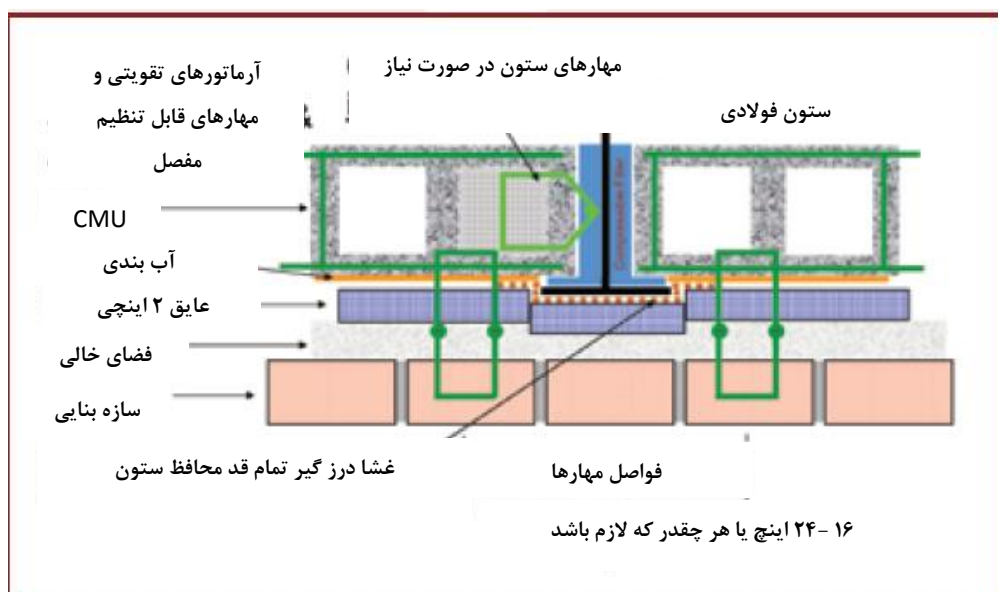
اصلاح نقشه‌های سازه‌ای ساختمان‌های بنایی

ارتباط و هماهنگی بین معمار و مهندس برای اصلاح نقشه‌های سازه‌ای در ساختمان‌های بنایی ضروری است. اشتباهات، غفلت‌ها و درگیری‌هایی که می‌توانند به هزینه‌های اضافی منجر شوند، اغلب به علت ناهماهنگی بین نقشه‌های معماری و نقشه‌های سازه‌ای ایجاد می‌شوند. به نظر می‌رسد که سازه‌های اسکلت فلزی با دیوارهای حفره‌ای بنایی بیشتر مشکلات را ایجاد می‌کنند.

نقشه‌های سازه‌ای ساختمان‌های بنایی در سال‌های اخیر، به لطف افزایش تحقیقات تخصصی بهبود یافته‌اند.



شکل ۱: ستون فولادی به همراه CMU پشتیبان



شکل ۲: ستون فرو رفته در حفره دیوار.

ستون‌های قاب فولادی سازه‌ای

در اغلب موارد، مهندس سازه پیکربندی دیوار بنایی بیرونی را در هنگام طراحی و موقعیت یابی ستون‌ها و تیرها در نظر نمی‌گیرد. محل ستون‌های سازه‌های فولادی می‌تواند با ساختار دیوار بنایی مجاور تداخل داشته باشد. عدم در نظر گیری یک مانع آب بند در ستون‌ها که به حفره سازه بنایی نفوذ می‌کند یک مشکل شایع است. آیین نامه‌های جدید انرژی که نیاز به موانع بیشتری برای جلوگیری از عبور هوا و بخار دارند می‌توانند این شرایط را پیچیده‌تر کنند. تهیه جزئیات مناسب برای این شرایط نیاز به هماهنگی خاص بین معمار و مهندس سازه دارد.

شکل ۱ جزئیات طراحی موفق یک ستون و یک سازه بنایی را نشان می‌دهد. سازه پشتیبان دیوار حفره‌ای CMU دارای فاصله آزادی در حد ۳ تا ۴ اینچ تا ستون مقابل است. این فاصله سبب می‌شود که دیوار پشتیبان به صورت پیوسته باشد و پس از آب بندی، تبدیل به یک مانع در برابر انتقال رطوبت شود. یک درز کنترلی به واسطه ایجاد فاصله بین سازه بنایی و فولادی ایجاد می‌شود. مهندسین و معماران باید همیشه در صورت نیاز یک فاصله (معمولاً ۱ اینچ) بین ستون فولادی و سازه در نظر بگیرند. اشاره به بتن پر کننده لازم در اطراف پایه ستون برای پشتیبانی از دیوار پشتیبان CMU نیز حائز اهمیت است.



شکل ۳ - الف: ستون محافظت نشده.

شکل ۲ و تصاویر شکل ۳ جزئیات شرایطی که در آن ستون به اندازه ۱ اینچ در حفره سازه بنایی نفوذ کرده است را نشان می‌دهند. اگر چه این کار می‌تواند با نصب غشاء درز گیر تمام قد روی ستون بیرونی صورت گیرد، اما هزینه‌های اضافه به پروژه تحمیل می‌کند. در نتیجه عدم هماهنگی مناسب بین معمار و مهندس سازه، این شرایط اغلب نادیده گرفته می‌شود که خود منجر به نفوذ آب به داخل ساختمان می‌گردد.

در شکل ۲، غشا به ستون و درون CMU مجاور چسبیده است. این کار ستون و فضای بین ستون و CMU پشتیبان را از نشت هوا و نفوذ آب مصون می‌دارد. همواره توصیه‌های لازم برای سازنده را در مورد آماده سازی دیوارها، پوشش‌های اولیه و لبه‌ها مشخص کنید.

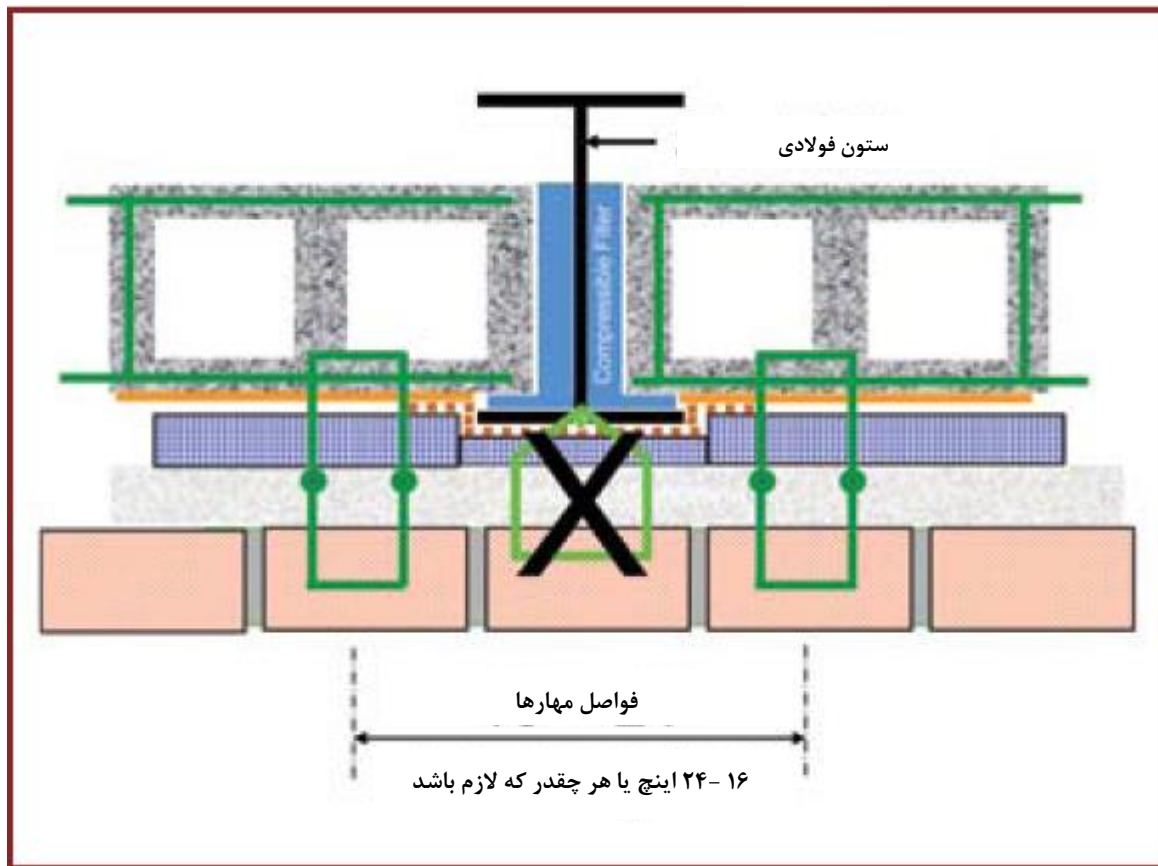


شکل ۳- ب: ستون و فضاها به وسیله غشا درز گیر محافظت شده‌اند.

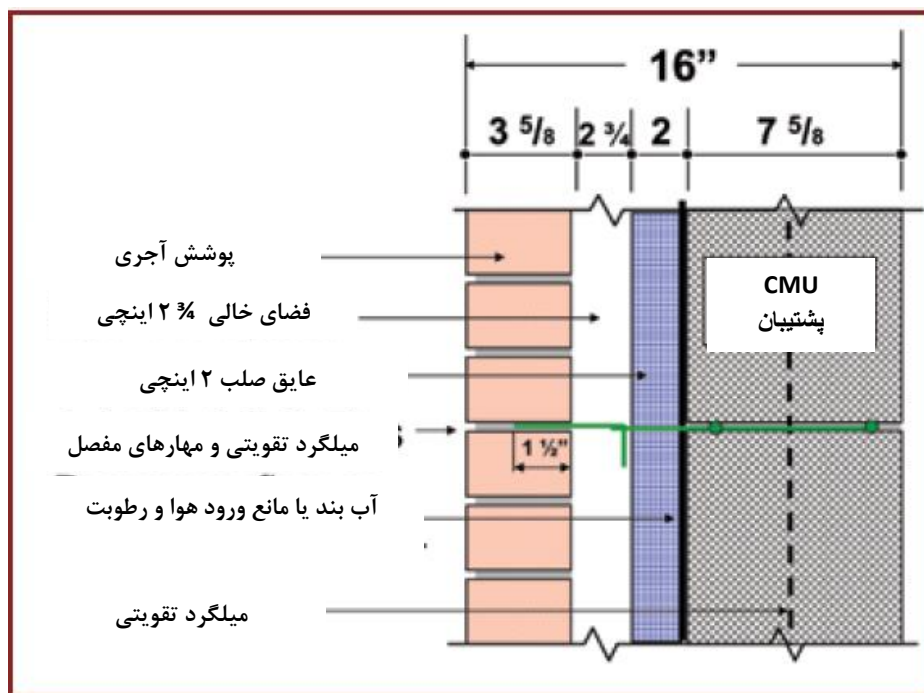
موقعیت مهارهای قابل تنظیم روکش را در محدوده ۲ یا ۴ اینچی از ستون تعیین کنید. مهارها را روی نقشه‌های سازه‌ای مشخص نکنید (شکل ۴). این کار فقط پتانسیل نفوذ آب و هوا را افزایش می‌دهد. در صورتی که مهارهای قابل تنظیم در فاصله افقی مورد نیاز قرار گرفته باشند، مهارهای روی ستون مورد نیاز نیستند. اگر چه در بسیاری از پروژه‌ها مهارها را در فواصل ۱۶ اینچی عمودی و افقی مشخص می‌کنند، اما آیین نامه MSJC اجازه می‌دهد که فواصل ۱۶ اینچ در راستای افق و ۲۴ اینچ در راستای عمودی برای پوشش‌های بنایی استفاده شوند. بهترین کار این است که برای تحمل بار و شرایط محلی فواصل را ۱۶ - ۱۶ حفظ کنیم، اما فاصله ۲۴ اینچ در ستون‌ها و مکان‌های دیگر را در صورت لزوم بپذیریم. همواره آیین نامه‌های محلی را برای مهارها و قیدها چک کنید. اگر فاصله بین مهارهای قابل تنظیم از ۲۴ اینچ یا از الزامات طراحی مورد نیاز فراتر رود، جزئیات بیشتری مورد نیاز است.

عایقی با ضخامت ۱ یا $1\frac{1}{2}$ اینچ می‌تواند بر روی غشای ستون برای ایجاد یک لایه عایق پیوسته و یک ترمز حرارتی نصب گردد. این نمونه‌ای از تطبیق پذیری دیوار زهکشی ۱۶ اینچی (شکل ۵ و ۶) با فضای خالی $2\frac{3}{4}$ اینچی و حفره $4\frac{3}{4}$ اینچی است. برای شرایطی که در آن ستون به اندازه ۱ اینچ در داخل حفره قرار می‌گیرد، عایق $1\frac{1}{2}$ اینچی همچنان در محل جا گرفته و یک فضای خالی ۲ اینچی باقی می‌ماند. پرکننده‌های قابل تراکم یا پشم معدنی می‌تواند بین ستون و CMU به منظور عایق بندی بیشتر منطقه قرار داده شود.

مهندسین باید با این نوع تنظیمات معماری در دیوار بنایی آشنایی داشته باشند. ستون‌های فولادی که بیشتر از ۱ اینچ در داخل حفره قرار می‌گیرند، نیاز به کاهش عایق و یا فضای خالی دارند و جزئیات خاصی مورد نیاز خواهد بود.



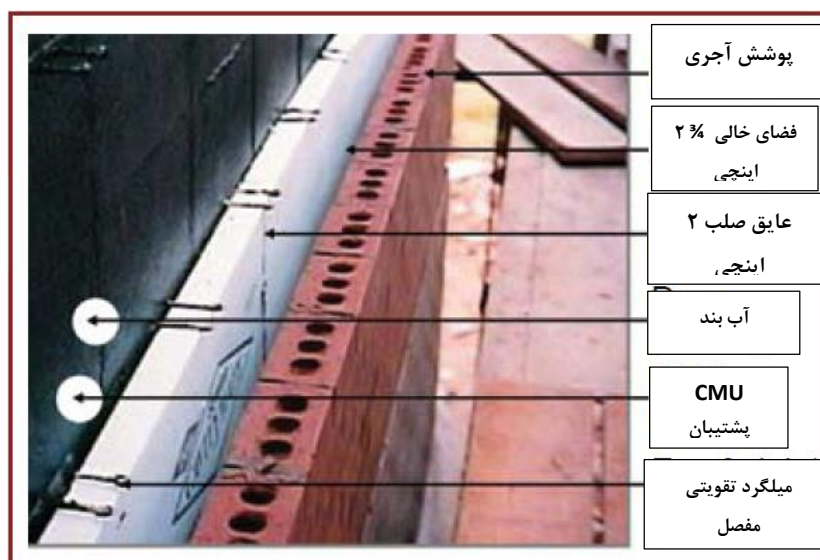
شکل ۴: هنگامی که الزامات فواصل مهارها رعایت شده‌اند، مهارها و قلاب‌های روی ستون بتنی در درز گیر فرو می‌روند.



شکل ۵: پوشش آجری دیوار زهکش / CMU پشتیان.

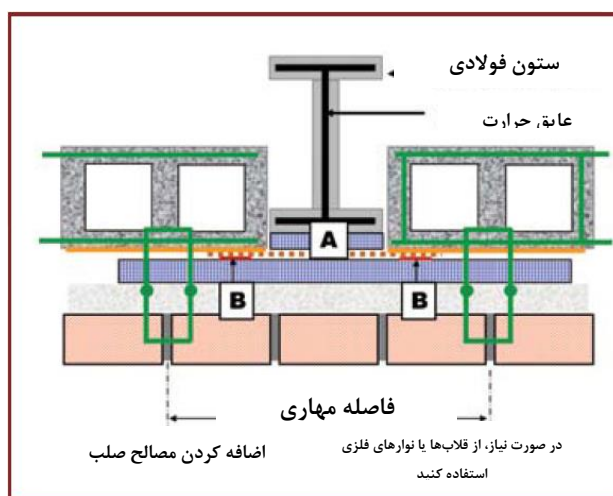
لازم به ذکر است تا زمانی که محاسبات برای مهارها انجام شده باشد، حفره می‌تواند از حداکثر مقدار آیین نامه که برابر $\frac{1}{4}$ اینچ است تجاوز کند و به طور معمول این اتفاق می‌افتد.

اگر قسمت آزاد جان یک ستون فولادی در مقابل حفره قرار گیرد و یا اگر یک فضای آزاد بزرگ باقی بماند، این قسمت باید با مصالح بنایی، عایق و یا مواد سخت دیگر به منظور ایجاد پشتیبانی برای غشاء آب بند عمودی پر شود. این مسئله در مورد ستون‌های ضد حریق نیز صادق است (شکل ۷، ۸ و ۹).

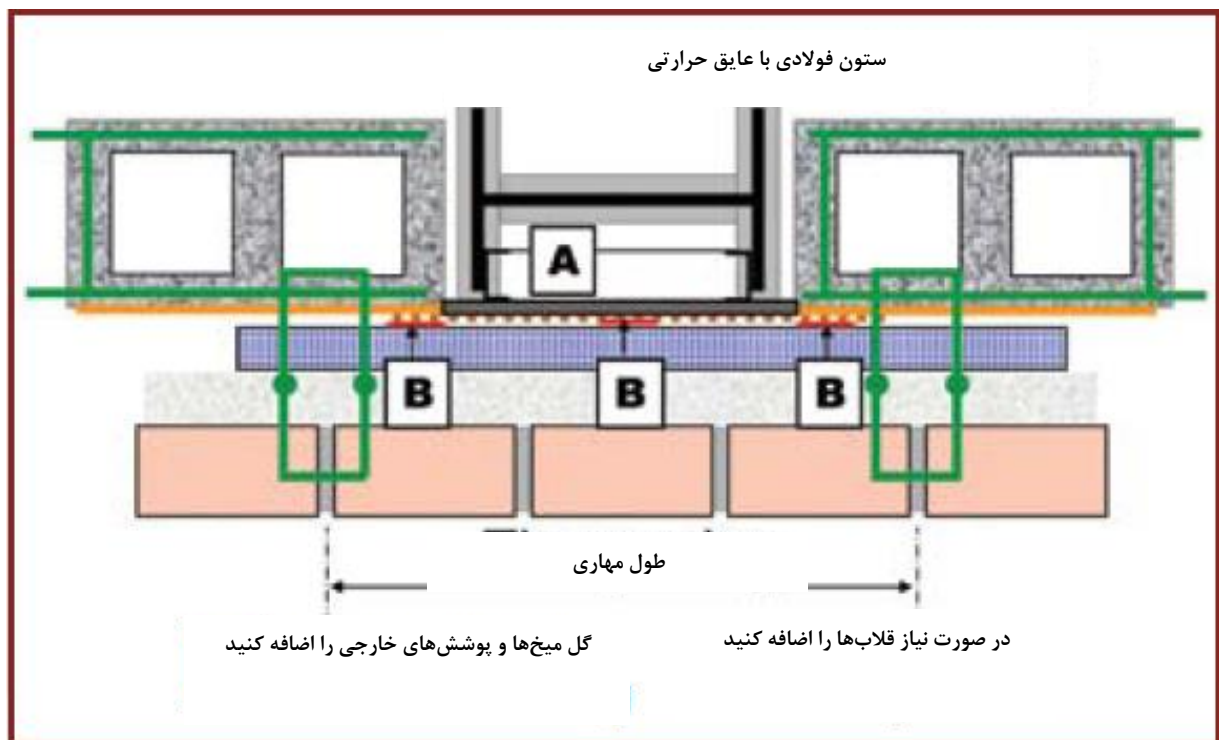


شکل ۶: پوشش آجری دیوار زهکشی ۱۶ اینچی / CMU پشتیبان.

مهارهای ستون متصل به پشتیبان CMU (نشان داده شده در شکل ۱) فقط در صورتی نیاز هستند که دیوار به صورت افقی گسترده شده باشد. بیشتر دیوارهای خارجی به صورت عمودی گسترده شده و به ساختار بالاتر متصل می‌شوند (شکل ۱۰). این مهارها در صورتی که مورد نیاز نباشند اما استفاده شوند فقط در غلاف‌ها، عایق حرارتی، عایق بندی‌های دیگر ستون و سایر ساختارها تداخل ایجاد می‌کند و کار ارائه جزئیات را دشوار می‌سازند. مهندسين و معماران باید برای از بین بردن این مهارهای غیرضروری با هم کار کنند چرا که صرفه اقتصادی قابل توجهی دارد.



شکل ۷: دیوارهای دارای عایق حرارتی یا فضای خالی.



شکل ۸: دیوارهای دارای عایق حرارتی یا فضای خالی.

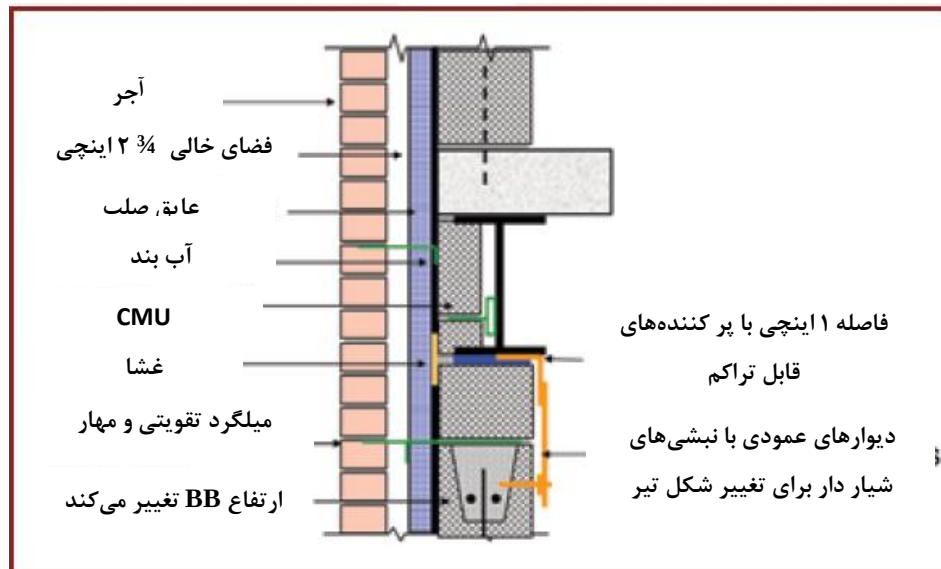


شکل ۹: دیوارهای دارای عایق حرارتی یا فضای خالی.

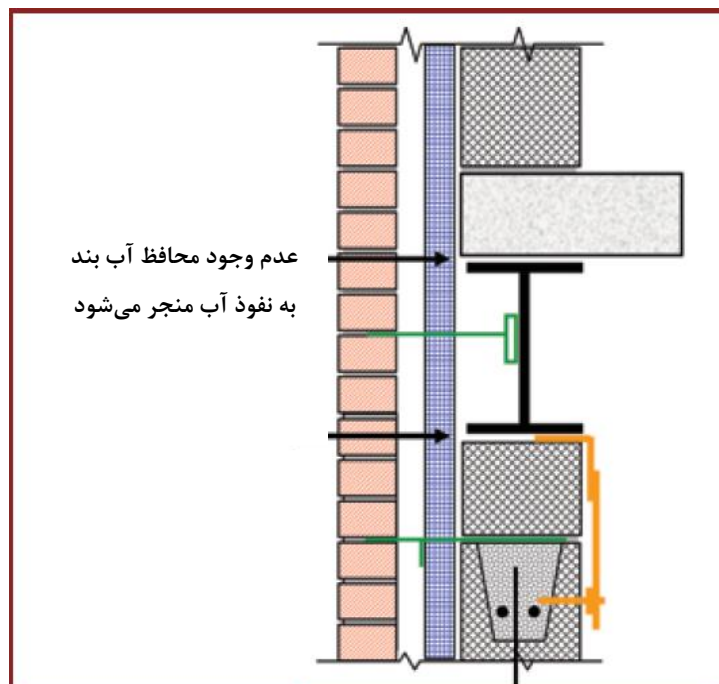
تیرهای فولادی سازه‌ای

مهندسان سازه باید موقعیت، اندازه و محل تیرهای فولادی سازه را در نظر بگیرند، چرا که آن‌ها روی سیستم‌های کنترل رطوبت ساختارهای بنایی مجاور تأثیر می‌گذارند. شکل‌های ۱۱ و ۱۲ نشان می‌دهند که چگونه عدم وجود آب بند می‌تواند به نشت هوا و نفوذ آب در داخل ساختمان منجر شود. بهترین کار این است که یک صفحه دیوار پیوسته از پشتیبان CMU در تیرها، همان‌طور که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، در نظر گرفته شود.

باید حداقل ۴ اینچ فضای خالی بین قسمت بیرونی قطعات پشتیبان CMU تا جان تیر به منظور قرار گیری پرکننده‌های CMU وجود داشته باشد در صورتی که فضای کافی در تیر برای ایجاد پشتیبانی در پشتیبان CMU وجود نداشته باشد، باید از گزینه جایگزین، همان‌طور که در شکل ۱۳ نشان داده شده است، استفاده گردد.



شکل ۱۰: جزئیات بندی مناسب.



شکل ۱۱: جزئیات بندی ضعیف.

به منظور بهبود نقشه‌های سازه، مهندسین هنگامی که محل تیرهای مقید را نشان می‌دهند، باید ارتفاع لایه‌های بنایی را در نظر بگیرند. تیرهای مقید نباید به طور مستقیم زیر تیرهای فولادی واقع شوند مگر اینکه تیر تا حدی خروج از مرکزیت داشته باشد که حداقل ۴ اینچ فضای خالی در یک طرف برای ریختن دوغاب به داخل تیر مقید وجود داشته باشد.

توجه کنید که در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ تیر مقید یک لایه زیر تیر اصلی قرار گرفته است، اما فضای ریختن دوغاب وجود دارد. همان‌طور که در شکل ۱۰ و ۱۶ نشان داده شده است در اغلب موارد، تیر مقید دو لایه زیر تیر اصلی واقع خواهد شد. از آنجا که ارتفاع و عمق تیرها متفاوت خواهد بود (شکل ۱۷)، ممکن است آسان‌تر باشد که در نقشه‌های سازه‌ای برای مشخص کردن محل تیرهای مقید حداقل ۴ اینچ زیر و حداکثر ۱۲ اینچ زیر تیرها یادداشتی در نظر گرفته شود، مگر اینکه دسترسی برای تزریق وجود داشته باشد.

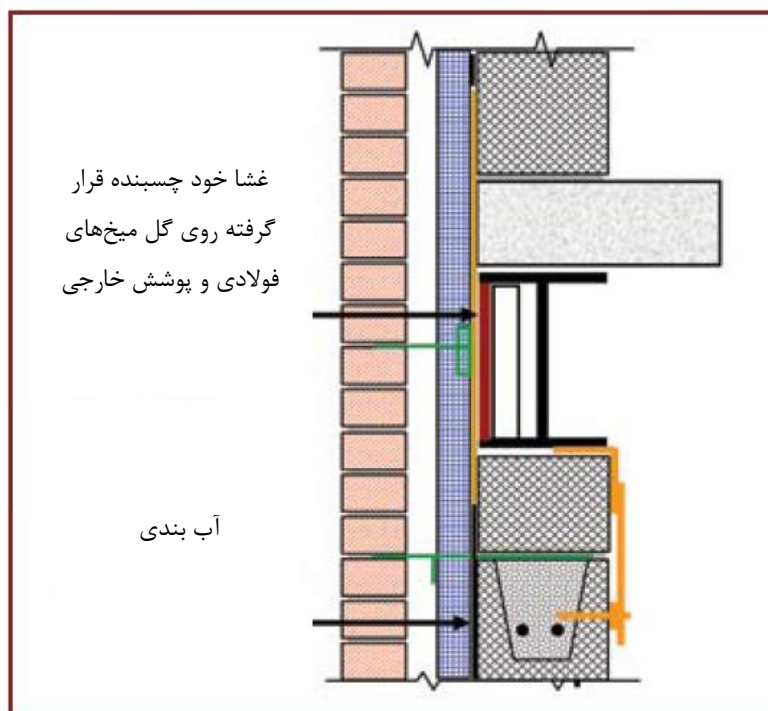
در اغلب جزئیات CMU، معمولاً حدود ۱ اینچ فضای آزاد بین قسمت پایین تیر فولادی و لایه بالایی CMU برای تغییر شکل در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱۸). در صورت نیاز، مهندسان باید این را در نقشه نشان دهند. فضای ایجاد شده در تمام جزئیات باید با یک مانع آب بند انعطاف پذیر پوشش داده شود. در صورتی که سازگار با عایق CMU باشد، یک پرکننده تراکم پذیر با یک پوشش می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. گاهی اوقات اگر CMU دورتر از تیر واقع شود و در تماس با تیر نباشد و اگر حرکت در تیر تعدیل شود، از ملات استفاده می‌گردد.



شکل ۱۱: محافظت تیرهای فولادی در برابر رطوبت. جزئیات بندی ضعیف - عدم وجود محافظ آب بند منجر به نفوذ آب می‌گردد.

موارد مهم دیگر

مهندسين باید محل و طول دقیق دیوار برشی را در نقشه‌ها هاشور بزنند. ارتفاع و مقاطع این دیوارها باید به وضوح در طرح نشان داده شود و از دیوارهای مصالح بنایی غیر سازه‌ای مجزا گردد. یک مثال خوب در شکل ۱۹ نشان داده شده است.

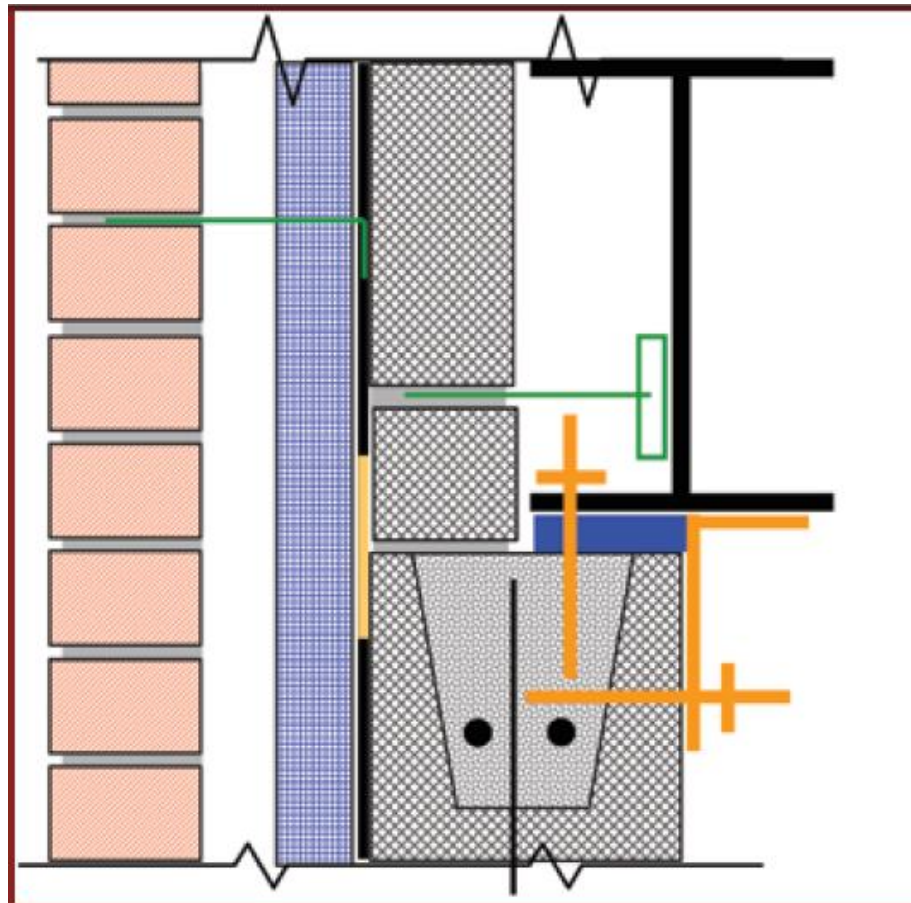


شکل ۱۱: جزئیات ضعیف

یک اشتباه رایج که معمولاً در طراحی سازه‌های بنایی دیده می‌شود، مشخص کردن ارتفاعی با عنوان «تقویت کننده دیوار بنایی معمول» است. نقشه باید به وضوح تقویت کننده‌های دیوار سازه‌ای، دیوارهای خارجی و دیوارهای داخلی را نشان دهد. دیوارهای داخلی در محدوده‌های خطر لرزه‌ای متوسط و پایین به طور کلی تقویت عمودی نیاز ندارند. شکل‌های ۲۰ و ۲۱ نمونه‌های عالی، کارآمد و مقرون به صرفه‌ای هستند که الزامات دیوارهای پارتیشن بندی سازه بنایی را نشان می‌دهند.

یادداشت‌های سازه بنایی

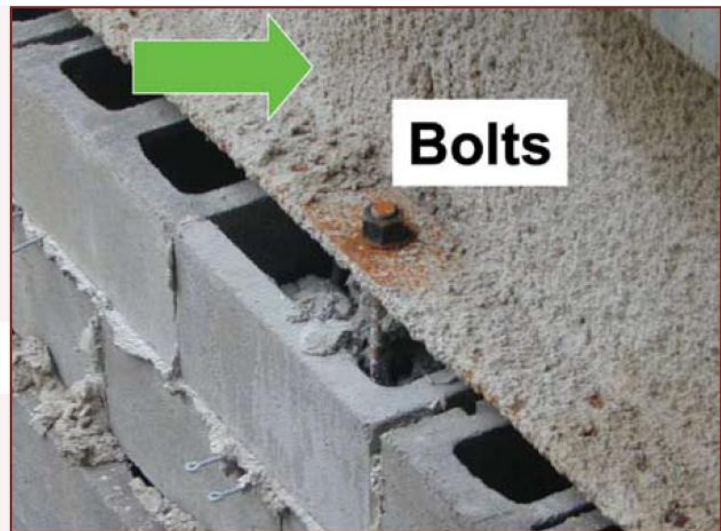
نقشه‌های ساختمانی معمولاً دارای صفحه‌ای اختصاص داده شده به جزئیات و یادداشت‌های سازه بنایی هستند. هماهنگ سازی این یادداشت‌ها با مشخصات معماری ضروری است. یک اشتباه متداول که باعث سردرگمی بزرگ می‌شود، تناقض در الزامات مقاومتی CMU است. مشخصات معماری CMU را مطابق با استاندارد ASTM C-۹۰ با مقاومت خالص فشاری ۱۹۰۰ PSI در نظر می‌گیرند. این یک f'_m برابر ۱۵۰۰ PSI بر اساس آیین نامه ۲۰۰۲ MSJC، بخش ۲b، ۱۰۴B، جدول ۲ در اختیار قرار می‌دهد. اگر این پروژه نیاز به مقاومت CMU بیشتری برای دیوارهای برشی، دیوارهای ضد آتش و یا دیوارهای باربر داشته باشد، معمار و مهندس در نشان دادن اینکه این واحدها کجا مورد نیاز هستند باید هماهنگ و دقیق باشند. آیین نامه مهندس را ملزم می‌کند که مقاومت CMU و چنین مقاومت f'_m مورد نیاز را نشان دهند.



شکل ۱۴: تنها در صورتی تیرهای مقید را در زیر تیرهای اصلی قرار دهید که محل برای ریختن دوغاب در قسمت بیرونی وجود داشته باشد. فضایی در حدود ۱ اینچ در نظر بگیرید و از نبشی‌های شیار دار یا پیچ و مهره استفاده کنید.



Figure 15: Locate bond beam directly under steel beam only if there is room to grout from the exterior side



شکل ۱۵: تنها در صورتی تیرهای مقید را در زیر تیرهای اصلی قرار دهید که محل برای ریختن دوغاب در قسمت بیرونی وجود داشته باشد.

مدیران، معماران، مهندسان، فعالان صنعت سازه‌های بنایی و پیمانکاران سازنده باید قبل از مناقصه پروژه وارد بحث بررسی‌های طرح شوند.

نقشه‌های سازه‌ای و همچنین مفاهیم جدید طراحی معماری در ساختمان‌های بنایی برای مطابقت با الزامات آیین نامه‌های جدیدتر و پیچیده‌تر تکامل یافته‌اند. برای اطمینان از اینکه نقشه‌های سازه بنایی واضح، مختصر و هماهنگ باشند:

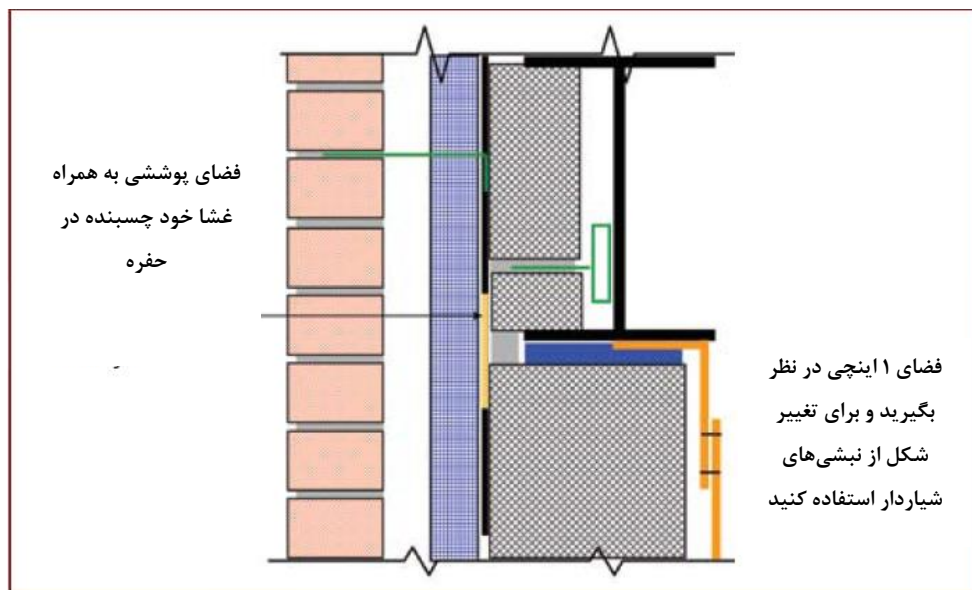
۱. ارتباطات و هماهنگی با معمار را افزایش دهید.
۲. محل تمام ستون‌های سیستم دیوار بنایی را بررسی کنید.
۳. لایه‌های بنایی پایین تیر اصلی را برای تعیین محل تیرهای مقید بررسی کنید.
۴. مدیران، معماران، مهندسان، نمایندگان صنعت سازه‌های بنایی ساخت و ساز و پیمانکاران سازنده را در بررسی‌های طرح وارد کنید.
۵. جزئیات و مقاطع سازه بنایی گسترش یافته را بیشتر در نقشه‌ها وارد کنید.
۶. مشخصات و مختصات را با یادداشتهای نقشه‌های سازه‌ای مقایسه کنید.
۷. طراحان و مهندسين سازه باید تصاویر سه بعدی اتوکد را در نقشه‌های المان‌های سازه‌ای پیچیده و با جزئیات وارد کنند.
۸. بررسی کنید که پیمانکار و کارگران، مهارت و تجربه ساخت این پروژه را دارند.



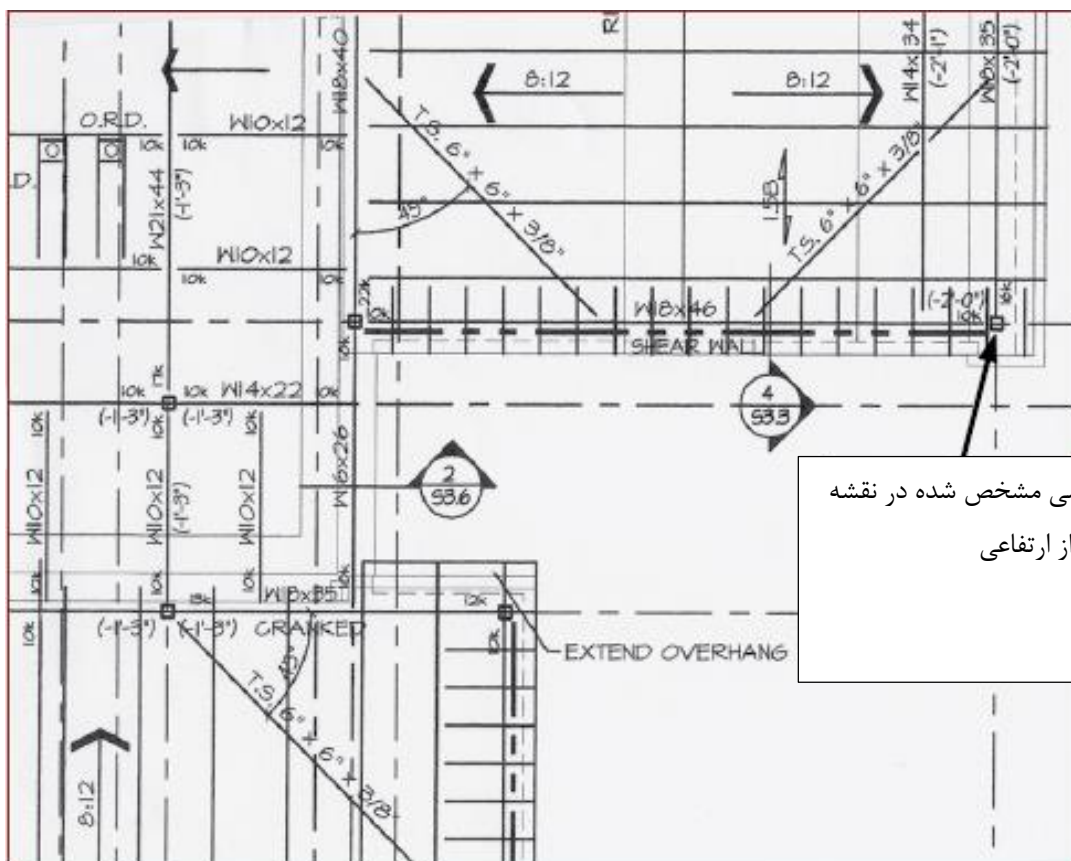
شکل ۱۶: دوغاب ریزی تیرهای مقیدی که خیلی نزدیک به پایین تیر اصلی هستند می‌تواند دشوار باشد.

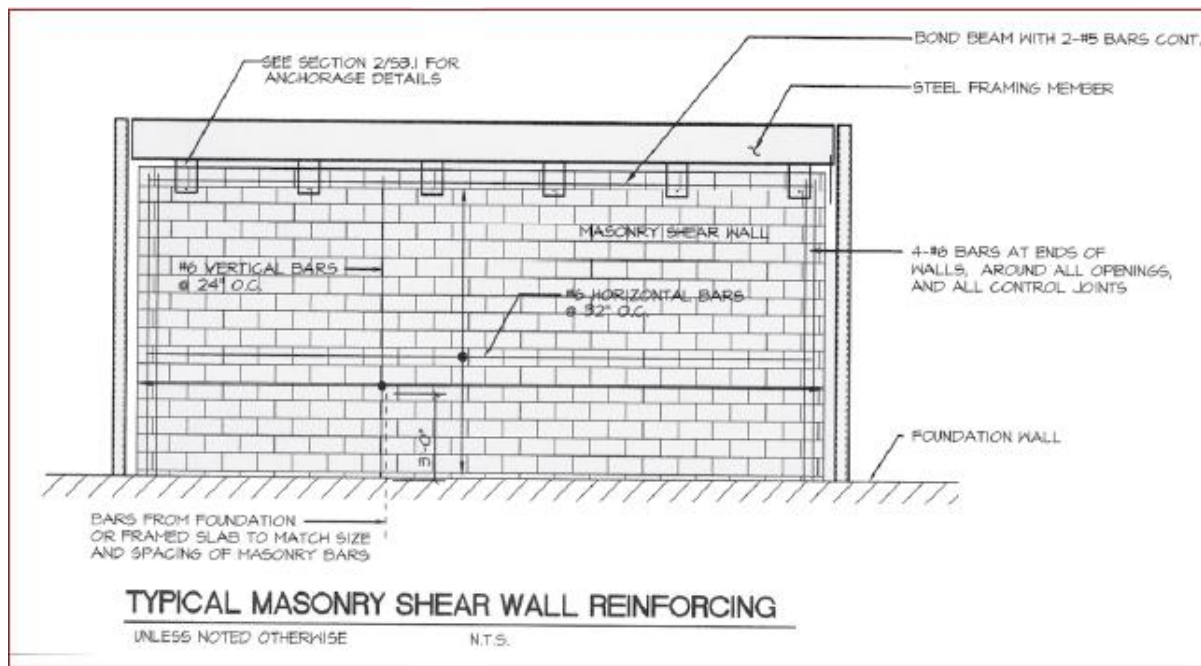


شکل ۱۷



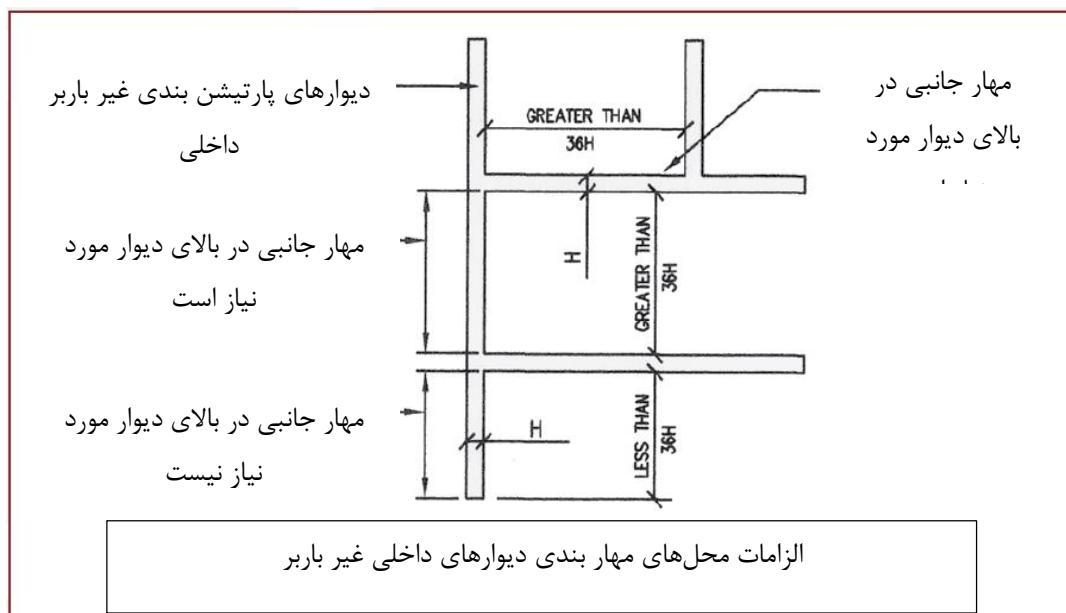
شکل ۱۸: تیر فولادی





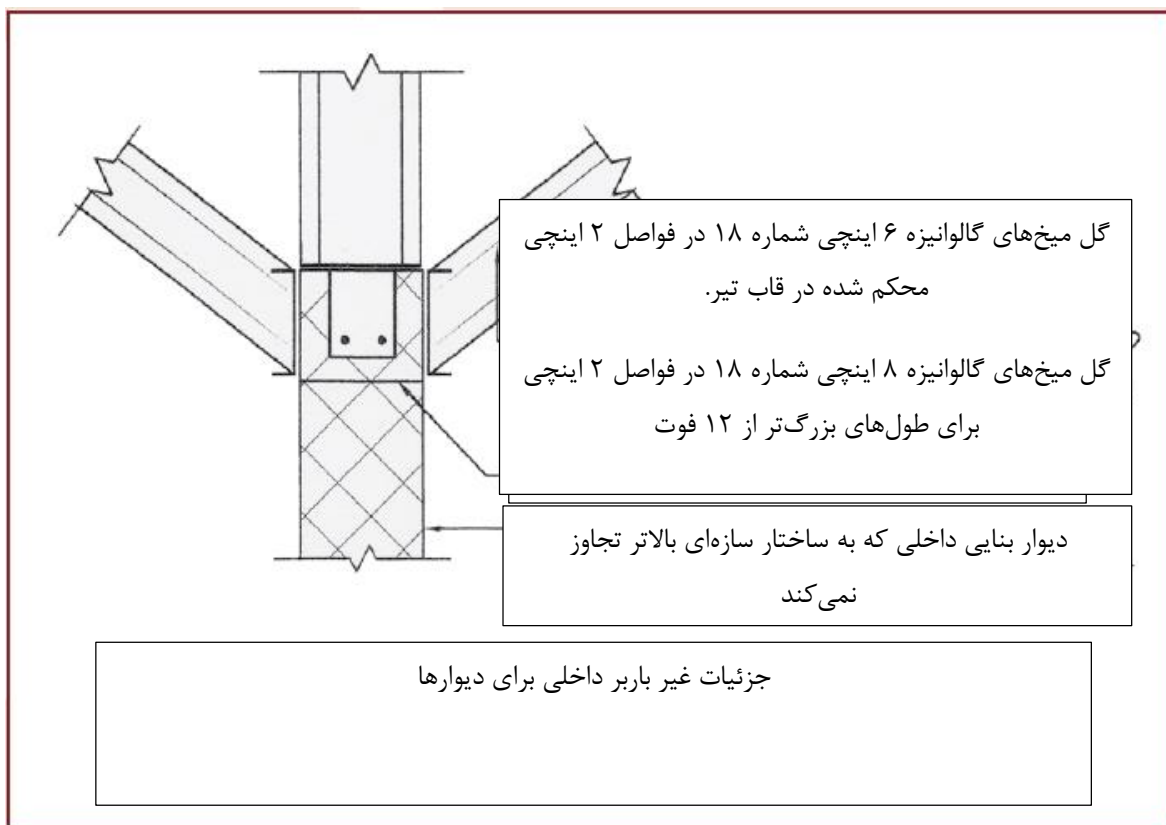
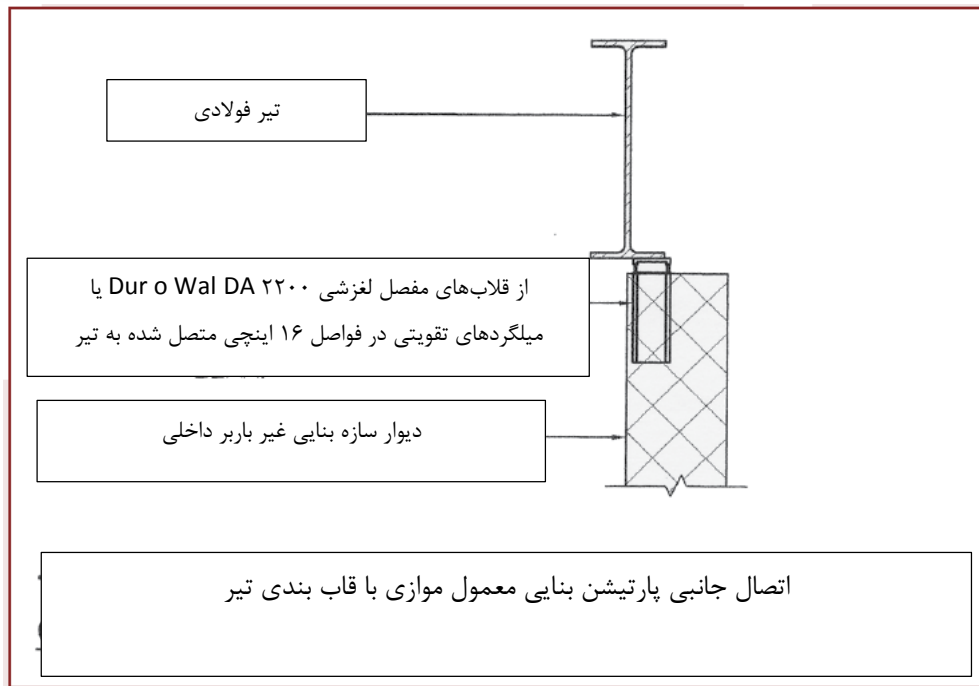
شکل ۱۹: نمونه‌ای از نقشه‌های مهندسان.

ملاحظات		تقویت عمودی	نو ارتفاع دیوار (به یادداشت ۷ مراجعه کنید)
فضاهای خالی دوغاب در آرماتورها به یادداشت ۵ رجوع کنید		به پلان مقاطع مراجعه کنید	تمامی دیوارها
با یادداشت‌های ۲، ۳، ۴ رجوع کنید		هیچ تقویت عمودی مورد نیاز نیست	تمامی دیوارها
			دیوارهای خارجی
			دیوارهای داخلی

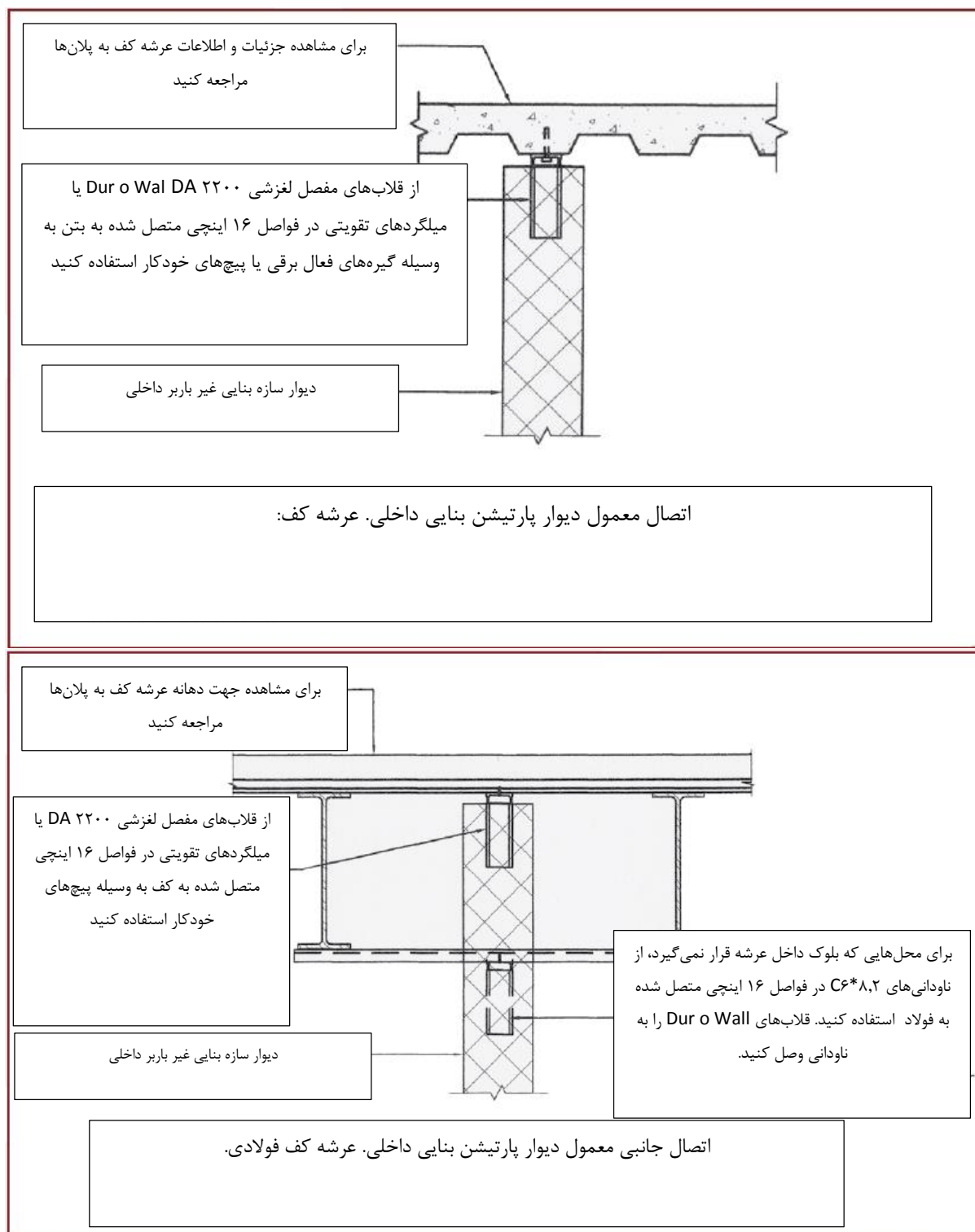


۱. دیوارهای پارتیشن غیر باربر باید از ستون‌های فولادی داخلی مجزا گردند.
۲. تمامی دیوارهای پارتیشن داخلی باید به صورت افقی به وسیله سیم‌های تقویتی افقی (۹) W۱.۷ در فواصل ۱۶ اینچی تقویت شوند.
۳. پارتیشن‌های سازه بنایی غیر باربر داخلی باید در فواصلی که از ۳۶ برابر ضخامت آن‌ها فراتر نمی‌رود پشتیبانی شوند. این کار می‌تواند با هر کدام از دو روش مطرح شده در زیر به سلیقه پیمان کار صورت پذیرد:
- الف) پارتیشن‌های داخلی را به دال‌ها، سقف، عرشه یا تیرها با هماهنگی جزئیات نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی قلاب کنید.
- ب) دیوارهای پارتیشن داخلی را با قلاب کردن آن‌ها به دیوارهای پارتیشن متقاطع داخلی با استفاده از آرماتورهای تقویتی عمودی در فواصل ۱۶ اینچی از هم یا توری‌های گالوانیزه $\frac{1}{4}$ اینچی در فواصل ۱۶ اینچی یا به وسیله مهارهای تسمه‌ای فولادی معادل مطابق با بخش ۲۱۱۰.۲۵ آیین نامه BOCA مهار کنید.
۴. برای دیوارهای پارتیشن داخلی غیر باربر که تا ارتفاع کامل بالا نرفته‌اند و مهار جانبی کافی از دیوارهای متقاطع داخلی دریافت نکرده‌اند، با استفاده از گل میخ‌های فلزی مطابق با بخش «جزئیات داخلی غیر باربر برای دیوارهایی که تا ارتفاع کامل بالا نرفته‌اند» آن‌ها را مهار کنید.
۵. تیرهای مقید را در حداکثر فاصله ۱۰ اینچ از هم قرار دهید.
۶. تمامی میلگردها باید به اندازه ۴۰ برابر قطر میلگرد هم پوشانی داشته باشند.
۷. ارتفاع دیوار برابر فاصله کف تا تکیه گاه طبقه بالا در نظر گرفته می‌شود.
۸. دیوارهای خارجی هر دیواری را گویند که در هر نقطه‌ای در راستای ارتفاعی یا طولی در معرض باد باشد. برای مشاهده میلگرد گذاری تقویتی به مقاطع رجوع کنید.

شکل ۲۰: نمونه خوبی از نشان دادن الزامات دیوارهای پارتیشن بندی



شکل ۲۱ - الف: جزئیات اتصال پارتیشن‌های داخلی.



شکل ۲۱ - ب: جزئیات اتصال پارتیشن‌های داخلی.

مترجم: پوریا نخعی