

۱۷ اجزای غیر سازه ای - دیوارها

- در این فصل برگرفته از پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ و نیز ضابطه شماره ۷۲۹ می باشد.
- در این فصل مثالها و مسائل با تکیه بر دیوارهای خارجی می باشد. در رابطه با تیغه ها به متن دو مرجع فوق مراجعه کنید.
- ضوابط مربوط به بلوک های ACC در این فصل پوشش داده نشده. نکات طراحی این بلوک ها در دو مرجع فوق ارائه شده است.

بندهای زیر مربوط به پیوست ۶ از استاندارد ۲۸۰۰ می باشد.

پ ۶-۱- ضوابط اجزای غیرسازه‌ای معماری

پ ۶-۱-۴- ضوابط و الزامات لرزه‌ای اجزای غیر سازه‌ای

پ ۶-۱-۴-۱- 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 (میانقاب) طراحی و اجرا نمود. دیوارهای غیر پیوسته به دیواری اطلاق می شود که بجز در کفها با پیش بینی درز انقطاع از سازه باربر جانبی جدا شده و در سختی آن دخالت ندارند و مزاحمتی برای رفتار سازه ایجاد نمی کنند. در دیوارهای غیر پیوسته لازم است دیوار و اتصالات آن صرفاً تحت اثر نیروهای اینرسی خارج صفحه کنترل شوند. الزامات لازم برای جداسازی مطابق جزییات ارائه شده در این بند باید در کلیه ساختمان های بلندتر از چهار طبقه و نیز در ساختمان های با اهمیت بسیار زیاد و با طبقات کمتر از چهار طبقه رعایت شود.

دیوارهای چسبانده شده به سازه (میانقاب) در سختی آن دخالت دارند و باید در برآورد نیروهای وارد بر آن طبق بخش پ ۶-۲ دخالت داده شوند. در این صورت باید رفتار و عملکرد میانقاب 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.

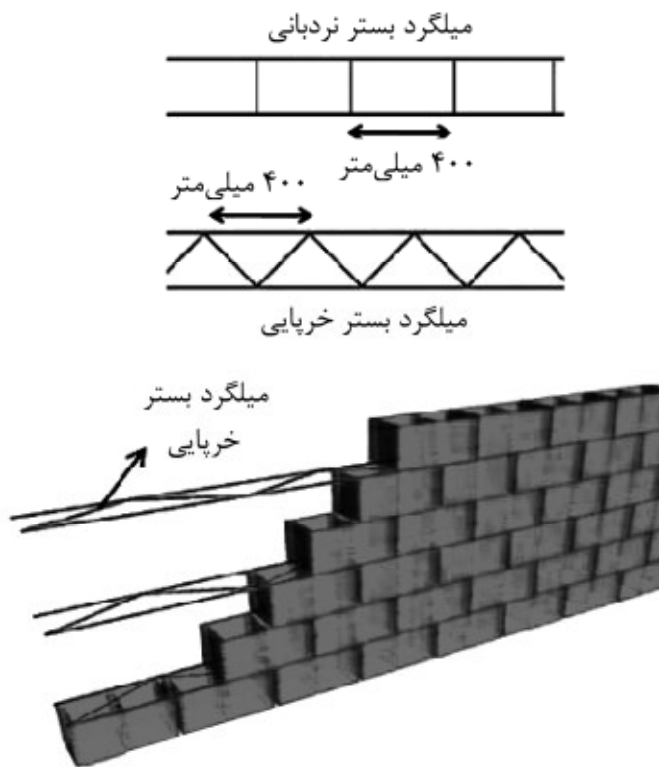
۱-۱۷ میلگرد بستر

ضابطه شماره ۷۲۹

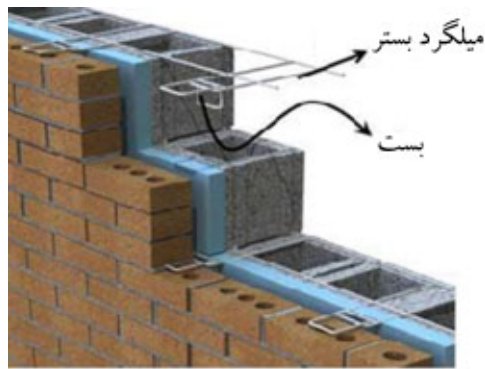
۳-۱- میلگرد بستر

میلگرد بستر، المانی فولادی است که در بند بستر دیوار قرار می‌گیرد. اگرچه میلگرد بستر می‌تواند یک میلگرد آجدار معمولی باشد، لیکن معمولاً میلگردهای بستر به صورت دو مفتول ساده و یا آجدار می‌باشند که توسط یک مفتول میانی به یکدیگر متصل هستند.

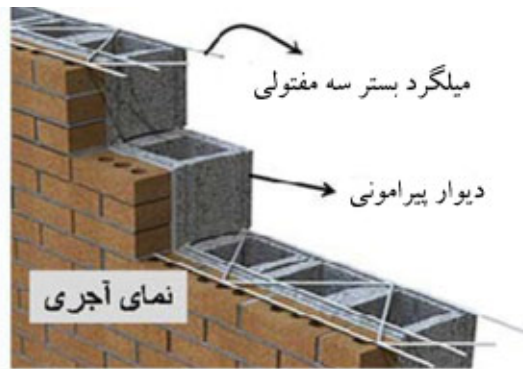
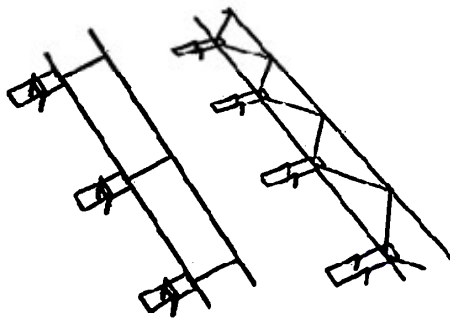
اگر مفتول میانی به شکل ۷ و ۸ باشد، میلگرد بستر از نوع خرپایی بوده و اگر به شکل عمود بر مفتول‌های طولی باشد، میلگرد بستر از نوع نردبانی خواهد بود میلگردهای بستر خرپایی از سختی بیش‌تری برخوردار بوده و استفاده از آن نسبت به میلگردهای بستر نردبانی اولویت دارد. لازم است میلگرد بستر به شکل کامل در داخل ملات بستر مدفون شود تا از طریق ملات، پیوستگی میان میلگرد بستر و واحدهای بنایی برقرار گردد.



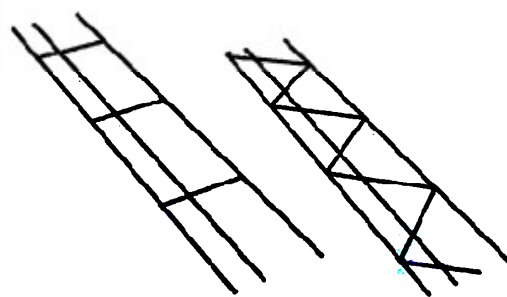
در صورتی که دیوار دارای نمای آجری و یا سنگی باشد، می توان از جزئیات شکل زیر (برگرفته از ضابطه شماره ۷۲۹) استفاده نمود:



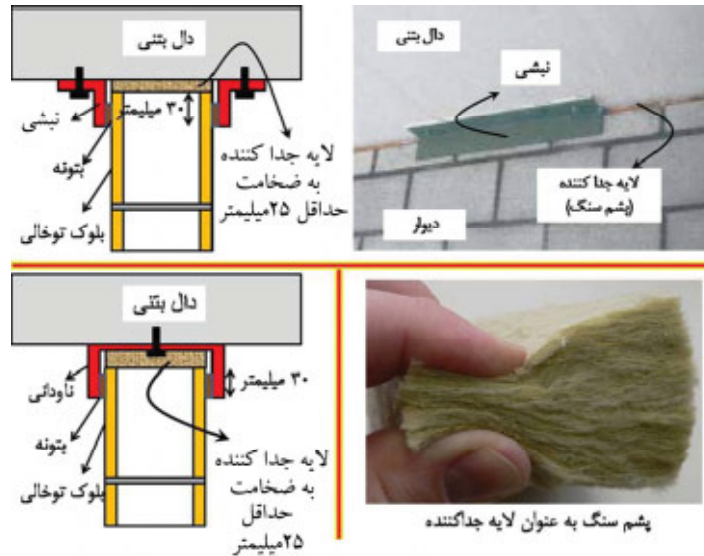
اتصال نمای آجری به دیوار با استفاده از میلگرد بستر دو مفتولی با همراه بست



اتصال نمای آجری به دیوار با استفاده از میلگرد بستر سه مفتولی

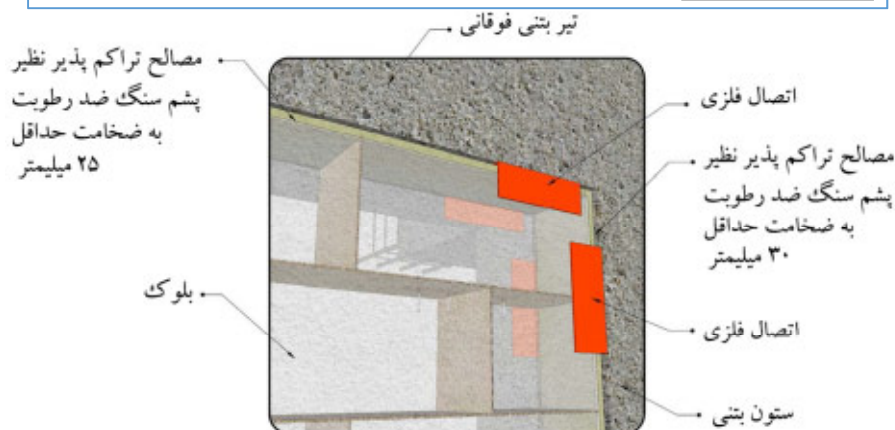


۲-۱۷ اتصال دیوار به سقف



پ ۶-۱-۴-۶-۲-۱ اتصال دیوار به زیر سقف

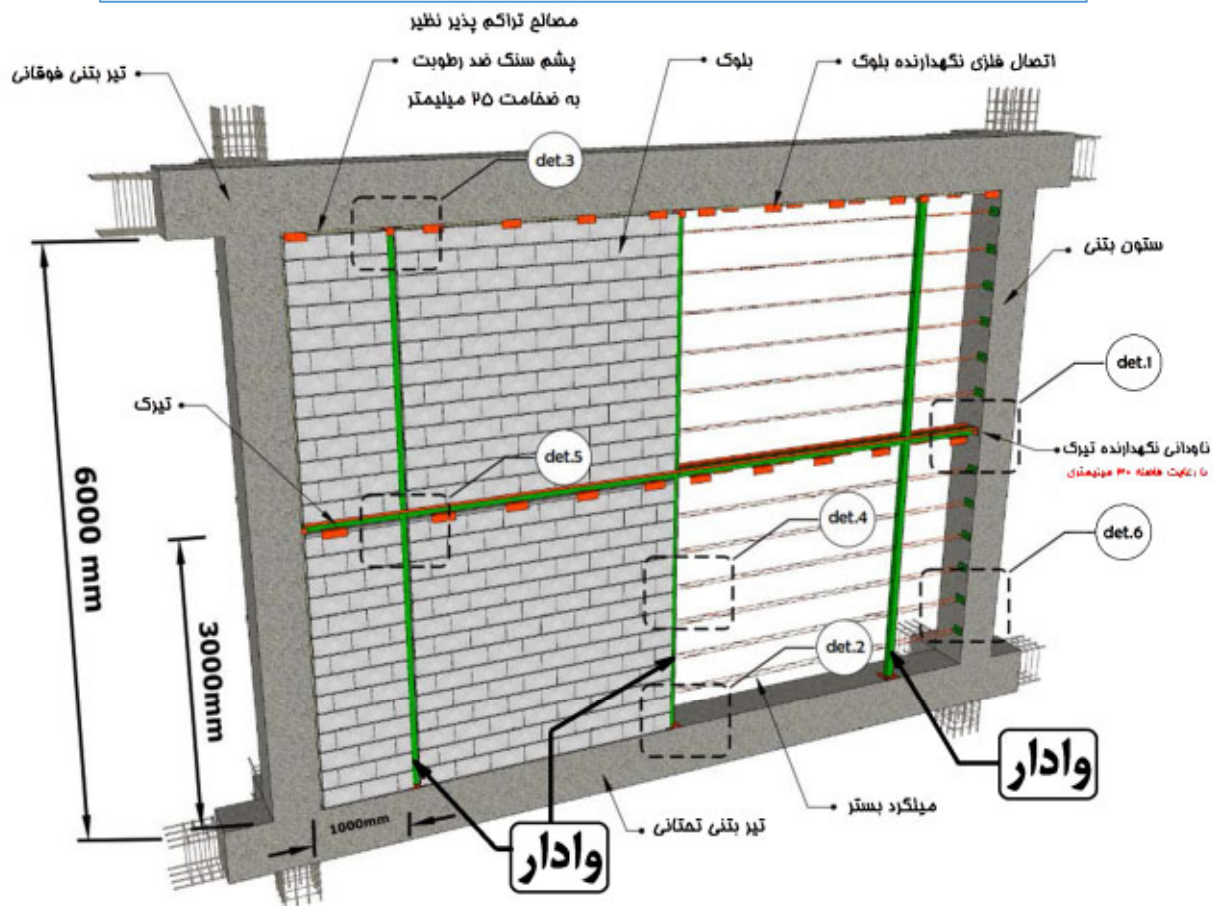
اتصال دیوار به زیر سقف باید به صورت اتصال لغزشی بدون اتصال مستقیم دیوار به سقف و با استفاده از مهار خارج از صفحه دیوار با قطعاتی از قبیل نبشی یا ناودانی اجرا شود (شکل پ ۶-۱۱-الف). انتخاب نوع اتصال بستگی به وضعیت دیواری دارد که بین اعضای قائم شامل ستون، دیوار و یا وادار مهار شده است. در سازه‌های بتنی چنانچه بر اساس نوع سقف امکان پیش‌بینی اتصالات مناسب لغزشی در زمان ساخت عضو سازه‌ای برای بالای دیوار نباشد می‌توان این اتصال را با کاشت میل مهار پس از اجرای تیر انجام داد. باید توجه شود که در این صورت کاشت میل مهار باید در هسته تیر بتنی انجام شود و کاشت و اتصال به پوشش بتن مجاز نمی‌باشد. حداقل فاصله بالای دیوار تا زیر سقف برابر با بیشترین دو مقدار ۲۵ میلی‌متر و حداکثر خیز دراز مدت سقف در امتداد دیوار در نظر گرفته شود. لبه بالایی دیوار را می‌توان با استفاده از دو نبشی و یا ناودانی که به طریق مناسب به سقف سازه متصل می‌شود مهار نمود. ناودانی و یا نبشی‌ها نباید به دیوار یا وادار پیچ، میخ و یا جوش شوند. با این اتصال امکان حرکت آزادانه دیوار در درون صفحه تامین می‌شود. فاصله بالای دیوار تا سقف باید در حدی باشد که تیر بتواند آزادانه خیز داده و اتصالی با دیوار پیدا ننماید. نبشی‌ها به ترتیب ابتدا در یک سمت اجرا و پس از دیوارچینی و قرارگیری بالاترین بلوک دیوار، نبشی دوم متصل می‌شود. نبشی می‌تواند به صورت سرد نورد یا گرم نورد و به شکل منقطع یا پیوسته باشد.



پیوست ۶ استاندارد ۵۲۸۰۰

پ ۶-۱-۴-۱-۲-۱-۱ وادارها

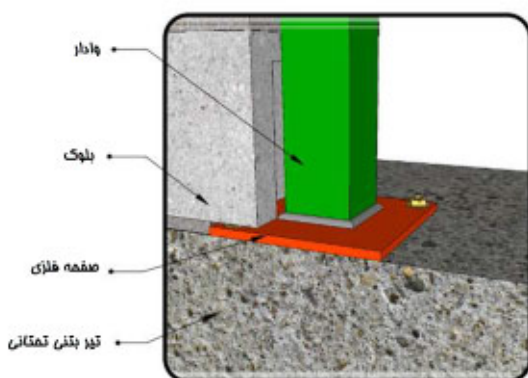
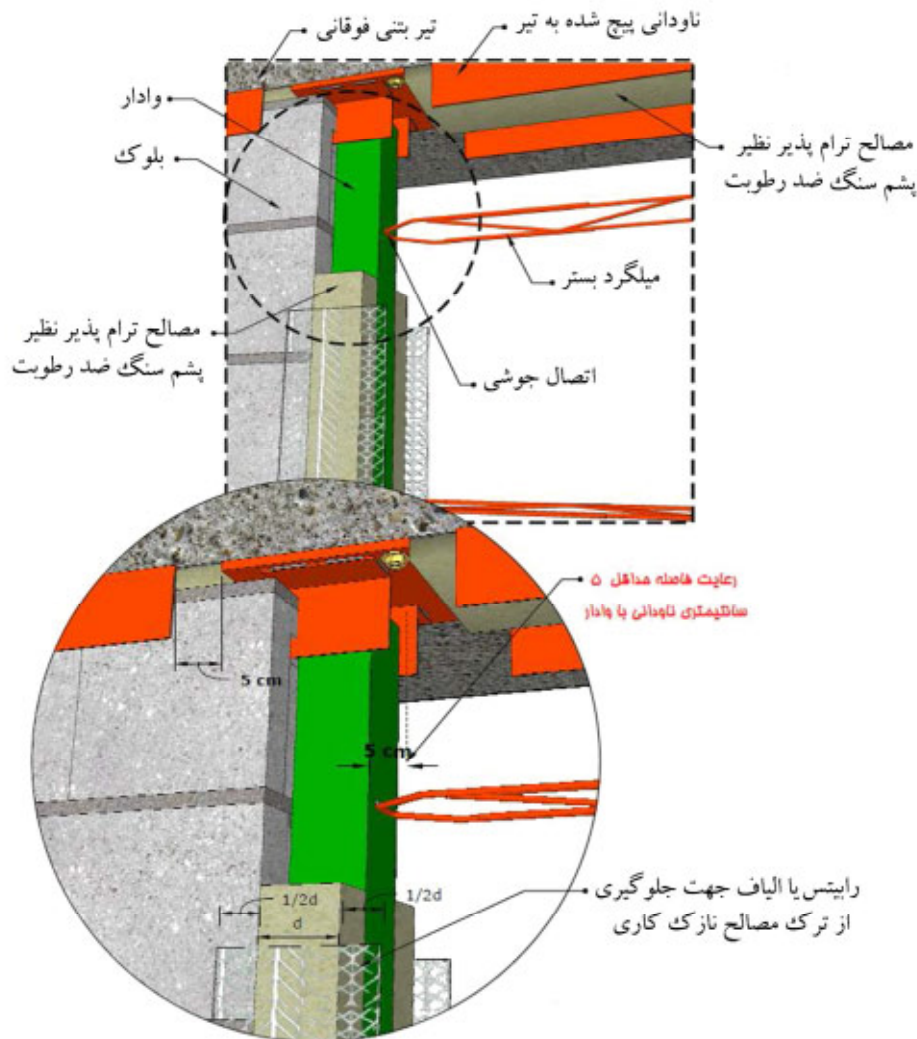
در صورتی که طول دیوار از مقادیر مجاز براساس طراحی (حداکثر ۴ متر) بیشتر شود، از عضو قائم با مقطع فولادی یا بتنی (وادر) به عنوان تکیه گاه جهت مهار خارج از صفحه دیوار و اجزای مسلح کننده آن استفاده می شود. وادر باید به نحو مناسبی به کف سازه با اتصال به صورت مفصلی متصل شود ولی اتصال آن در زیر تراز سقف باید در راستای داخل صفحه به صورت کشویی باشد تا امکان جابجایی درون صفحه دیوار فراهم شود. در دیوارهای خارجی روی سطح وادر باید به وسیله پشم سنگ ضد رطوبت برای عایق بندی پوشانده شود و بر روی آن یک لایه مش الیافی یا رابیتس برای جلوگیری از ترک خوردگی نازک کاری اجرا شود (شکل پ ۶-۴).



۲-۱۷ اتصال وادار

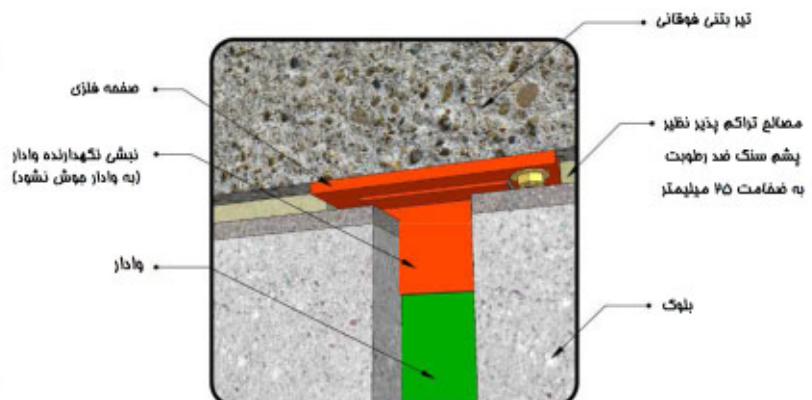
پ-۶-۱-۴-۲-۱-۱-۱ وادارها

در صورتی که طول دیوار از مقادیر مجاز براساس طراحی (حداکثر ۴ متر) بیشتر شود، از عضو قائم با مقطع فولادی یا بتنی (وادار) به عنوان تکیه گاه جهت مهار خارج از صفحه دیوار و اجزای مسلح کننده آن استفاده می شود. وادار باید به نحو مناسبی به کف سازه با اتصال به صورت مفصلی متصل شود ولی اتصال آن در زیر تراز سقف باید در راستای داخل صفحه به صورت کشویی باشد تا امکان جابجایی درون صفحه دیوار فراهم شود. در دیوارهای خارجی روی سطح وادار باید به وسیله پشم سنگ ضد رطوبت برای عایق بندی پوشانده شود و بر روی آن یک لایه مش الیافی یا رابیتس برای جلوگیری از ترک خوردگی نازک کاری اجرا شود (شکل پ-۶-۴).



جزئیات اتصال وادار میانی روی تیر تمکاتی

det.2

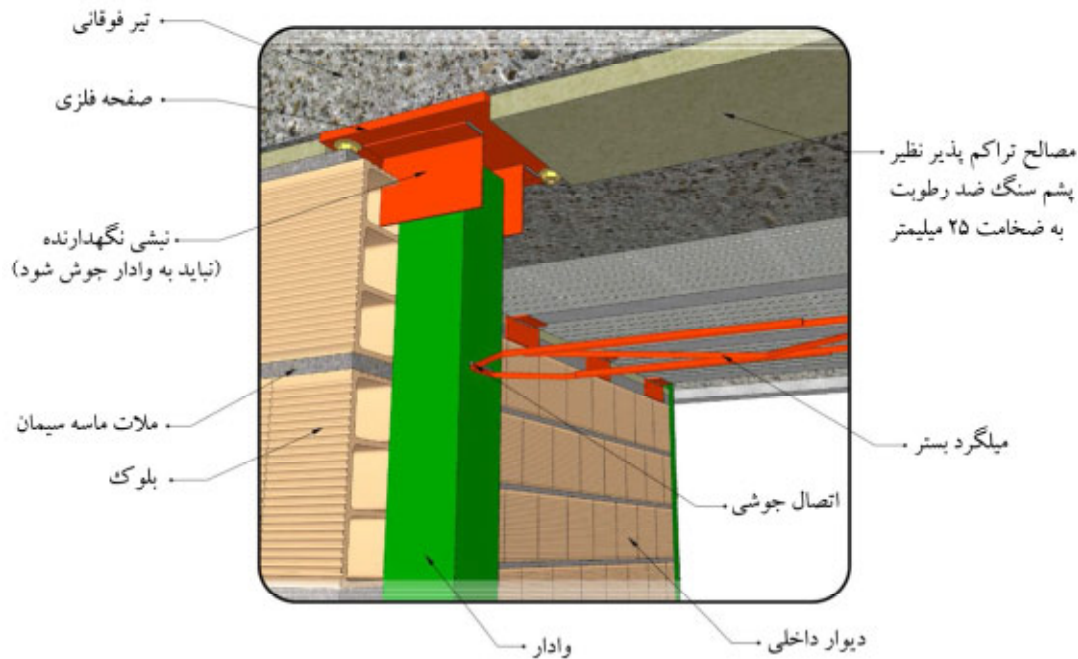


جزئیات اتصال وادار میانی به زیر تیر فوقانی

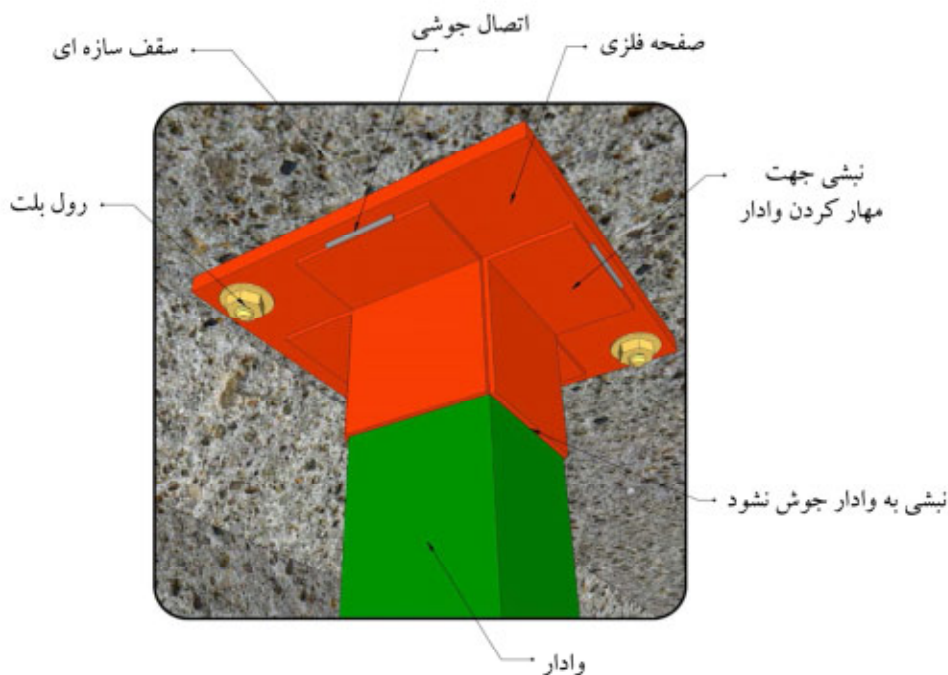
det.3

پ ۶-۱-۴-۳- اتصال وادار به قاب سازه ای

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 پ ۶-۶-الف). با توجه به اتصال کشویی وادار نیازی به رعایت فاصله جداسازی دیوار در مجاورت وادارها نمی باشد و دیوار می تواند از بر وادار چیده شود. تبصره: در دیوارهای واقع در خارج قاب، وادارهای دو انتهای دیوار باید در برابر حرکت جانبی در هر دو جهت مقید (به صورت اتصال تلسکوپی) شوند و به دیوار اجازه حرکت داده شود. در این حالت جزییات اتصال دیوار به این وادارها مانند اتصال به ستون‌ها می باشد در این فاصله جداسازی ۱٪ بین وادار و دیوار باید رعایت شود (شکل پ ۶-۶-ب).



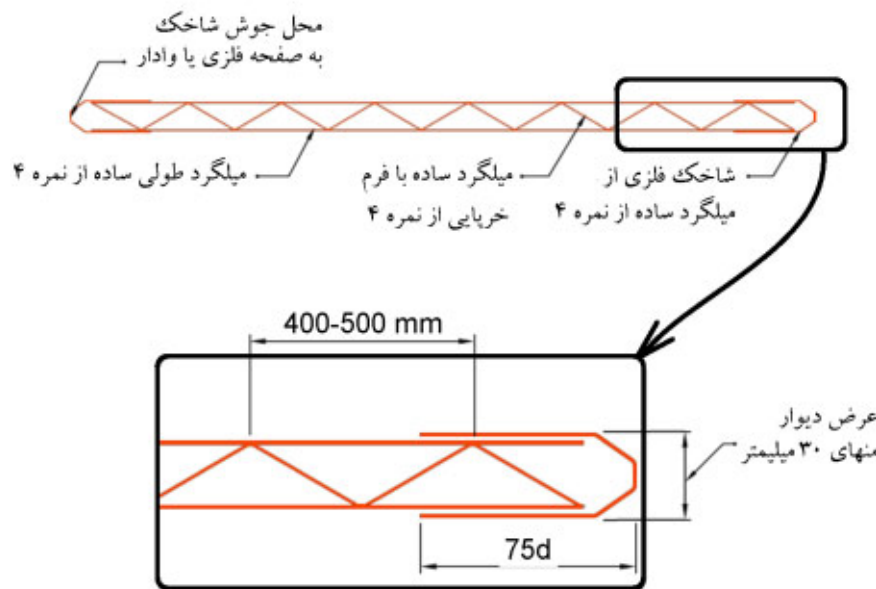
الف- به صورت اتصال کشویی با استفاده از نبشی



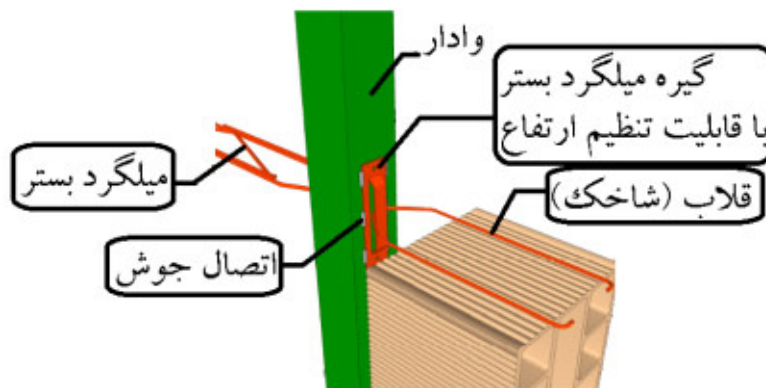
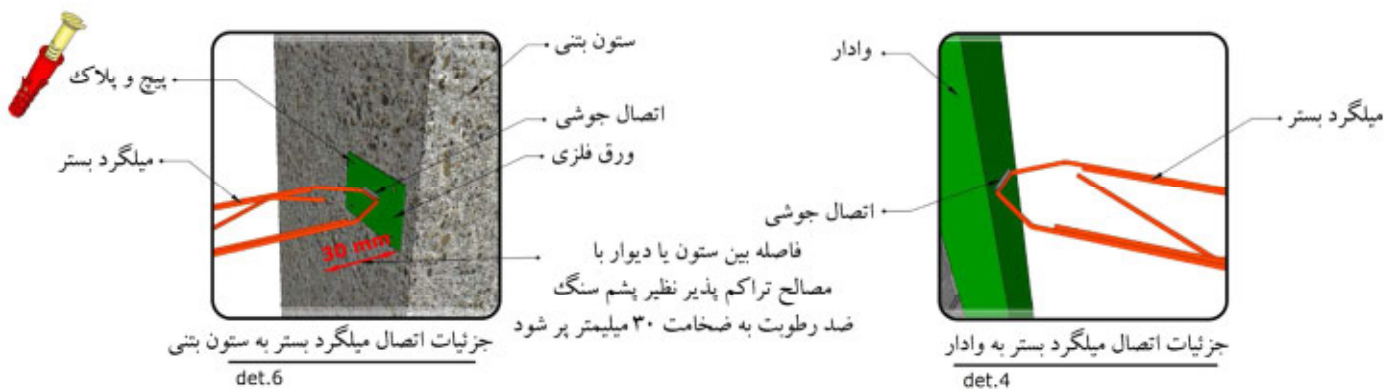
ب- اتصال وادار انتهایی در دیوارهای خارج از قاب به صورت تلسکوپی

شکل پ ۶-۶- اتصال وادار به سقف

۱۷-۲-۱ اتصال میلگرد بستر به وادار و ستون



جهت اتصال میلگرد بستر به وادار و یا ستون می توان از دو روش مطابق شکل‌های زیر استفاده کرد:



۳-۱۷ جزئیات فاصله بین دیوار و قاب

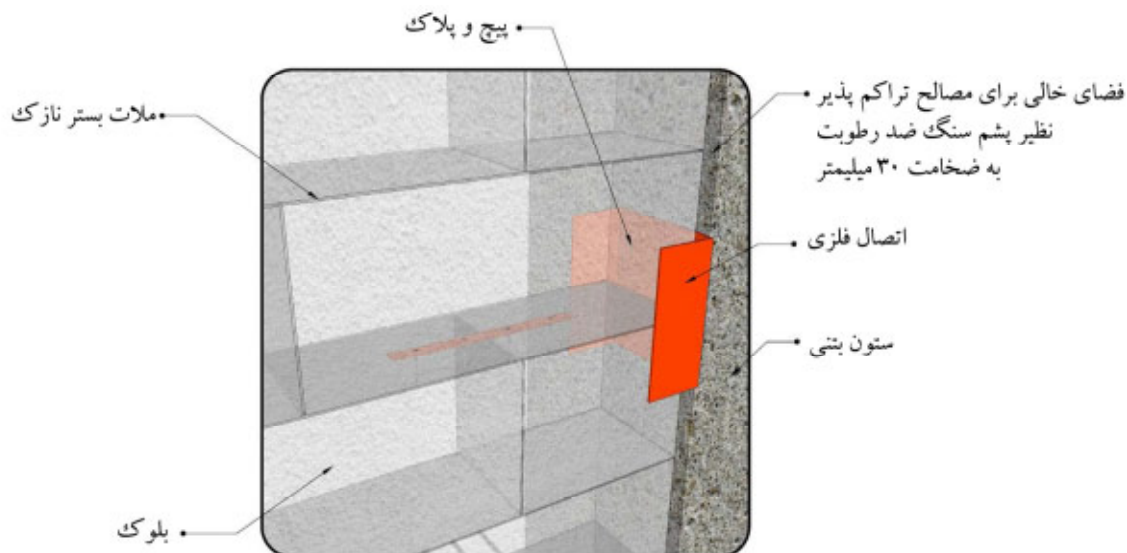
پ ۶-۱-۴-۱-۳-عرض درز های انقطاع (فاصله جداسازی)

فاصله جداسازی دیوار از ستون ها به اندازه ۰/۰۱ ارتفاع کف تا کف طبقه و فاصله جداسازی از سقف برابر با بیشترین دو مقدار ۲۵ میلی متر و حداکثر خیز دراز مدت تیر می باشد.

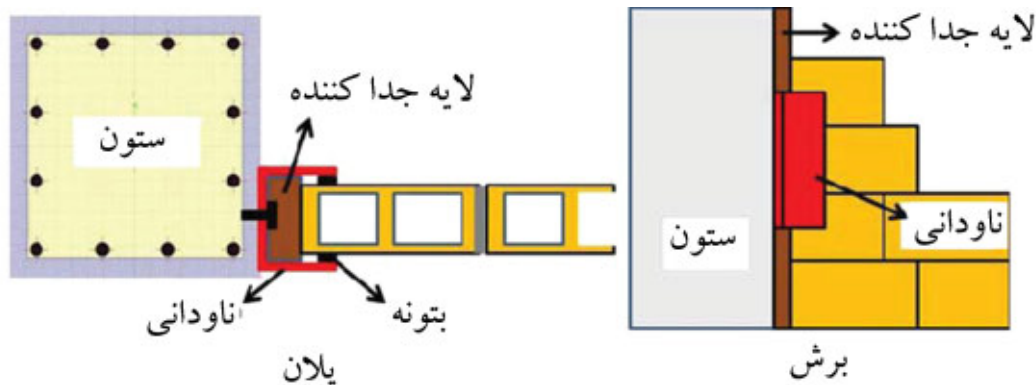
پ ۶-۱-۴-۱-۱-دیوارهای خارجی

فواصل جداسازی دیوارها از قاب باید توسط مواد تراکم پذیر مناسب از قبیل پشم سنگ ضد رطوبت پر شوند.

توصیه می شود برای جلوگیری از ترک خوردگی در نازک کاری از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس بر روی مواد تراکم پذیر استفاده شود.



شکل پ ۶-۹- مهار دیوار خارجی ساخته شده از بلوک به ستون با استفاده از نبشی یا ناودانی



پ ۶-۱-۴-۵-روش های اتصال دیوار به اعضای قائم سازه ای

الف- اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا ناودانی

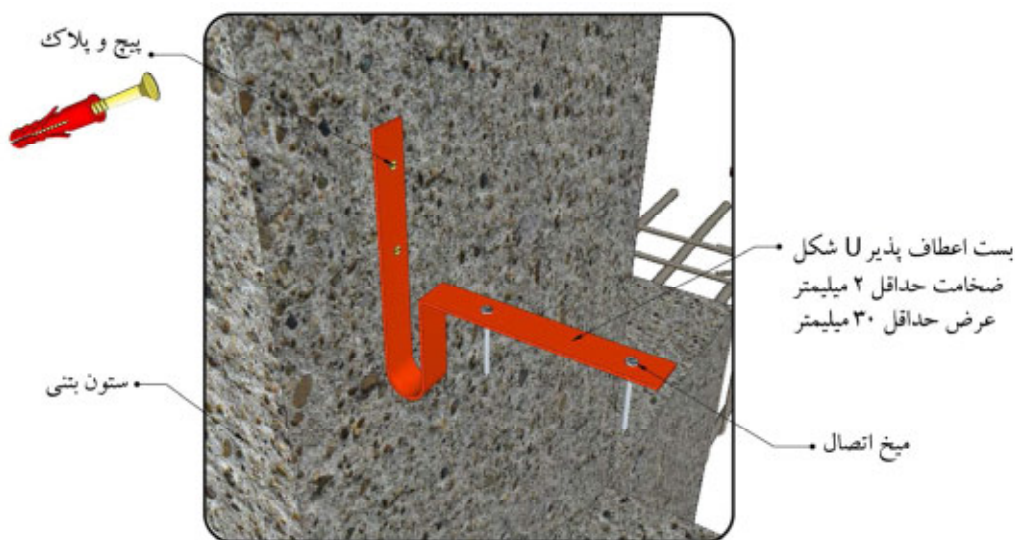
یکی از روش های مناسب برای اتصال دیوار به عضو قائم سازه ای، استفاده از اتصال کشویی در محل تماس، به وسیله نبشی یا ناودانی منقطع یا پیوسته می باشد. در این حالت استفاده از نبشی و یا ناودانی های گرم نورد یا سرد نورد شده فولادی در طرفین دیوار که به نحو مناسبی به عضو قائم سازه ای اتصال داده می شود، توصیه می شود

ب- اتصال با بست های انعطاف پذیر U شکل

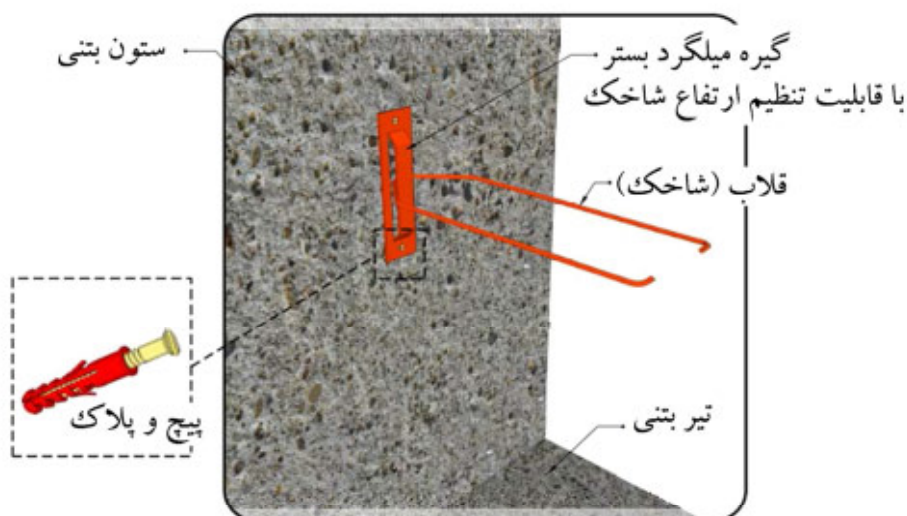
از اتصالات U شکل لغزشی برای مهار خارج از صفحه و در عین حال تامین آزادی حرکت در درون صفحه دیوار می توان استفاده نمود (شکل پ ۶-۱۰-الف).

ج- شاخک انتهایی

در صورت استفاده از میلگرد بستر از شاخک انتهایی آن جهت اتصال دیوار به ستون در جهت خارج می توان استفاده نمود و نیازی به استفاده از نبشی یا ناودانی نمی باشد (شکل پ ۶-۱۰-ب).



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

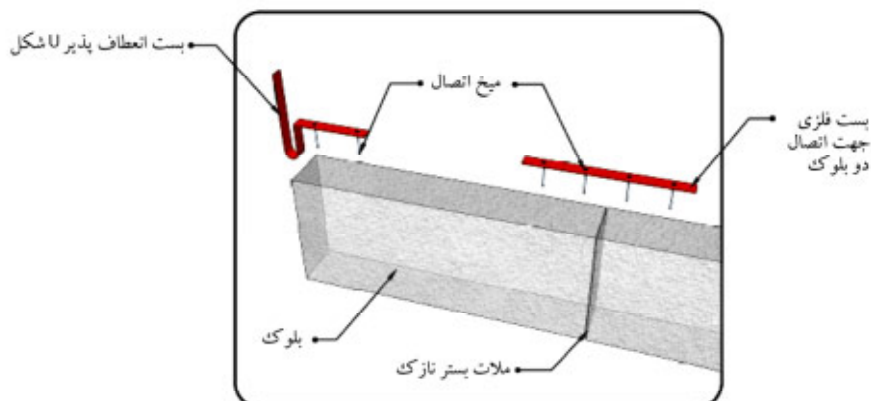
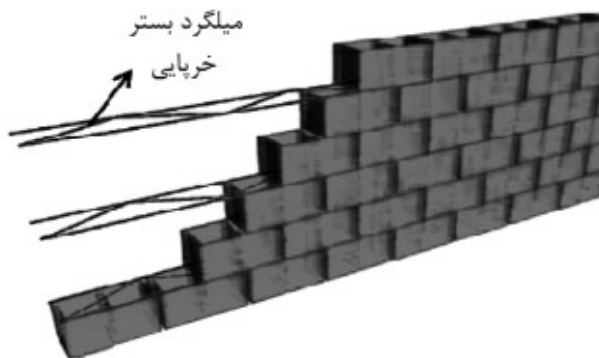
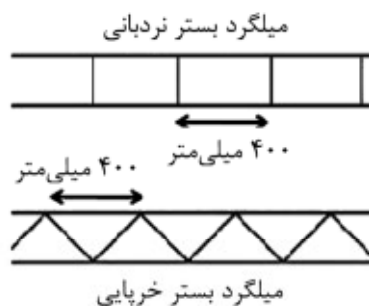
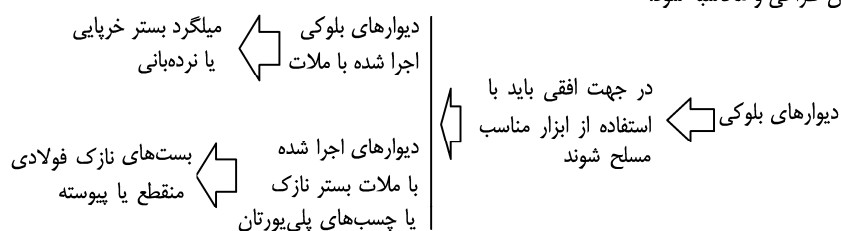


ب- استفاده از شاخک انتهایی به همراه میلگرد بستر

شکل پ ۶-۱۰- روش های مهار دیوار به ستون جهت نیروی خارج از صفحه

پ ۶-۱-۴-۲- جزئیات 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. جزئیات مشروح‌تر همراه با جداول مقاطع محاسبه شده در «راهنمای طراحی سازه‌ای و جزئیات 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 پ ۶-۱). این مسئله در دیوارهای بلوکی اجرا شده با ملات می‌تواند با استفاده از میلگرد بستر خرابایی یا نرده‌بانی (شکل پ ۶-۲) 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 پ ۶-۳). 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 0.003 سطح مقطع موثر دیوار در برش خارج از صفحه می‌باشد. حداکثر فاصله قائم قطعات مسلح کننده در ارتفاع دیوار یک متر می‌باشد که باید قطعه براساس آن طراحی و محاسبه شود.



شکل پ ۶-۳- بست‌های فلزی منقطع در دیوارهای بلوکی ساخته شده از ملات بستر نازک

۴-۱۷ نیروی باد و زلزله وارد بر سطح دیوار

نیروی (عمود) بر سطح دیوار ناشی از زلزله بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ مطابق بند زیر محاسبه می شود:

۴-۱-۲-۱ روش تحلیل استاتیکی معادل

در این روش نیروی جانبی زلزله طبق رابطه (۴-۱) محاسبه شده و بر مرکز جرم جزء اثر داده می شود. توزیع این نیرو بین بخش های مختلف جزء به نسبت جرم آنهاست.

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)W_p I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2 \frac{Z}{H}\right) \quad (4-1)$$

A = شتاب پایه، طبق بند ۲-۲

1+S = ضریب شتاب طیفی طبق بند (۲-۳-۱)

a_p = ضریب بزرگنمایی جزء طبق جدول (۴-۱) یا (۴-۲)

I_p = ضریب اهمیت جزء طبق بند (۴-۱-۳)

W_p = وزن جزء سازه ای همراه با محتویات آن در زمان بهره برداری

R_{pu} = ضریب رفتار جزء طبق جدول (۴-۱) یا (۴-۲).

Z = ارتفاع مرکز جرم جزء از تراز پایه. مقدار Z لازم نیست بیشتر از H در نظر گرفته شود.

H = ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

جدول ۴-۱ ضرایب اجزای معماری

جزء معماری	a_p	R_{pu}
۴- دیوار خارجی غیرسازه ای و اتصالات آن	۱	۲/۵
- دیوار و اتصال آن		

برای دیوار قرار گرفته در آخرین طبقه $Z=H$ خواهد بود. در این صورت خواهیم داشت:

$$\left. \begin{matrix} a_p = 1 \\ R_{pu} = 2.5 \\ Z = H \end{matrix} \right\} \rightarrow V_{pu} = 0.48A(1+S)W_p I_p$$

در ضابطه شماره ۷۲۹ نیروی زلزله وارد بر دیوار به صورت زیر بیان شده است:

۴-۲ فشار خارج از صفحه ناشی از زلزله

نیروی ناشی از زلزله بر دیوارهای غیرسازه ای به صورت زیر می باشد.

$$w_{eq} = 0.48A(1+S)w \quad (4-1)$$

w_{eq} = نیروی لرزه ای عمود بر دیوار در واحد سطح (N/m^2). A = نسبت شتاب مبنای طرح (g)

I = ضریب اهمیت دیوار S = پارامتر مربوط به خطرپذیری لرزه ای

w = وزن دیوار و قطعات و المان هایی که به آن متصل شده اند (N/m^2)

پارامترهای A و S به لرزه خیزی منطقه بستگی داشته و بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ به دست می آیند. رابطه (۴-۱)

نیروی لرزه ای وارده بر دیوارهای آخرین طبقه می باشد در صورت لزوم در طبقات پایین تر می توان مقدار آن را به صورت

خطی به نحوی کاهش داد که نیروی لرزه ای وارده بر دیوارهای تراز پایه برابر با $0.3A(1+S)IW$ شود.

ضریب اهمیت I در مورد دیوارهای متعارف برابر ۱ می باشد. در خصوص دیوارهایی که از نظر ایمنی جانی از اهمیت

بالایی برخوردار می باشند (دیوار بیمارستان ها، دیوارهای دارای قفسه های حاوی مواد شیمیایی خطرناک و ...)، این ضریب

برابر ۱/۵ می باشد.

در مثالهای زیر مشاهده میشود که نیروی لرزه ای وارد بر دیوارها (در طبقه آخر سازه) حدود 0.25 الی 0.45 وزن دیوار می باشد.

$$\left. \begin{matrix} A = 0.35 \\ S = 1.75 \\ I = 1 \end{matrix} \right\} w_{eq} = 0.462w \quad \left. \begin{matrix} A = 0.35 \\ S = 1.5 \\ I = 1 \end{matrix} \right\} w_{eq} = 0.42w \quad \left. \begin{matrix} A = 0.25 \\ S = 1.5 \\ I = 1 \end{matrix} \right\} w_{eq} = 0.3w \quad \left. \begin{matrix} A = 0.2 \\ S = 1.5 \\ I = 1 \end{matrix} \right\} w_{eq} = 0.24w$$

در این صورت برای مثال اگر وزن مترمربع دیوار $w = 2.2 \frac{kN}{m^2}$ باشد در حالتی که $A=0.35$ و خاک نوع III باشد، نیروی وارد بر سطح

دیوار $w_{eq} = 0.462 \times 2.2 = 1 \frac{kN}{m^2}$ خواهد بود.

در مبحث ششم نیروی باد وارد بر دیوار به صورت زیر بیان شده است:

۶-۱۰-۲ فشار ناشی از باد بر ساختمان‌ها و سازه‌ها

فشار خارجی یا مکش تحت باد بر روی جز یا کل سطح یک ساختمان فشار یا مکش داخلی در اثر باد از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$p = I_w q C_e C_g C_p \quad (۶-۱۰-۱) \quad p_i = I_w q C_e C_{gi} C_{pi} \quad (۶-۱۰-۲)$$

۶-۱۰-۱ ضریب بادگیری، C_e

الف) برای زمین باز، $C_e = \left(\frac{h}{10}\right)^{0.2}$ و حداقل برابر ۰/۹ در نظر گرفته می‌شود.

ب) برای زمین پرتراکم، $C_e = ۰/۷ \left(\frac{h}{12}\right)^{0.3}$ و حداقل برابر ۰/۷ در نظر گرفته می‌شود.

۶-۱۰-۴ ضریب اثر جهشی باد، C_{gi}, C_g

ب: برای فشار خارجی و مکش در اعضاء کوچک از جمله نما یا پوسته خارجی $C_g = ۰/۵$ پ: برای فشارهای داخلی $C_{gi} = ۰/۷$

جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطرپذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار I_e لرزه‌ای	ضریب اهمیت I_w بار باد	ضریب اهمیت I_s بار یخ	ضریب اهمیت I_s بار برف
۱	۱/۴	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲
۲	۱/۲	۱/۱۵	۱/۲۵	۱/۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸

۶-۱۰-۸ ضرایب فشار خارجی برای ساختمان‌های بلند مرتبه

ضریب فشار محلی $C_p^* = \pm ۰/۹$ که در طراحی سطوح کوچک پوسته خارجی یا نما (در حدود اندازه یک پنجره) استفاده می‌شود،

۶-۱۰-۹ ضریب فشار داخلی، C_{pi}

گروه ۲: $C_{pi} = -۰/۴۵$ تا $۰/۳$

این گروه در بر گیرنده ساختمان‌هایی است که در صورت داشتن بازشوهای بزرگ می‌توان به بسته شدن آن‌ها، در طول طوفان‌ها اعتماد کرد،

• در روابط فوق محدودیتی در مقدار بار باد نداریم. یعنی با افزایش ارتفاع سازه، نیروی باد نیز افزایش می‌یابد.

• سرعت نیروی باد را می‌توان از مبحث ششم برای شهرهای مختلف استخراج کرد.

$$\left. \begin{aligned} p &= I_w q C_e C_g C_p = I_w q \left(\begin{array}{l} 0.7 \left(\frac{h}{12} \right)^{0.3} \text{ داخل شهر} \\ \left(\frac{h}{10} \right)^{0.2} \text{ خارج شهر} \end{array} \right) \times 2.5 \times 0.9 = \left(\begin{array}{l} 0.74 I_w q h^{0.3} \\ 1.42 I_w q h^{0.2} \end{array} \right) \\ p_i &= I_w q C_e C_{gi} C_{pi} = I_w q \left(\begin{array}{l} 0.7 \left(\frac{h}{12} \right)^{0.3} \text{ داخل شهر} \\ \left(\frac{h}{10} \right)^{0.2} \text{ خارج شهر} \end{array} \right) \times 2 \times 0.45 = \left(\begin{array}{l} 0.3 I_w q h^{0.3} \\ 0.568 I_w q h^{0.2} \end{array} \right) \end{aligned} \right\} \rightarrow q_{wind} = p + p_i = \left(\begin{array}{l} 1.046 I_w q h^{0.3} \text{ داخل شهر} \\ 1.99 I_w q h^{0.2} \text{ خارج شهر} \end{array} \right)$$

• برای بیشترین سرعت باد $(V = 130 \frac{km}{h}, q = 0.8 \frac{kN}{m^2})$ فشار بار باد در داخل شهر برابر است با:

$$q = 0.772 \times 1.03 = 0.8 \frac{kN}{m^2} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} H = 15 m \rightarrow w_{wind} = 1.88 \frac{kN}{m^2} \\ H = 20 m \rightarrow w_{wind} = 2.05 \frac{kN}{m^2} \\ H = 40 m \rightarrow w_{wind} = 2.53 \frac{kN}{m^2} \end{array} \right. \rightarrow \text{شهراردبیل} \rightarrow I_w = 1 \text{ فرض}$$

• برای سازه‌های بلند تر بهتر است الزامات پیوست مبحث ششم در رابطه با بار دینامیکی باد بررسی شود.

۵-۱۷ طراحی وادار

۱۷-۵ حداکثر فاصله مجاز وادار و شرایط مرزی آن

پ ۶-۱- ضوابط اجزای غیرسازه‌ای معماری

پ ۶-۱-۴ ضوابط و الزامات لرزه‌ای اجزای غیر سازه‌ای

پ ۶-۱-۴-۱ دیوارها

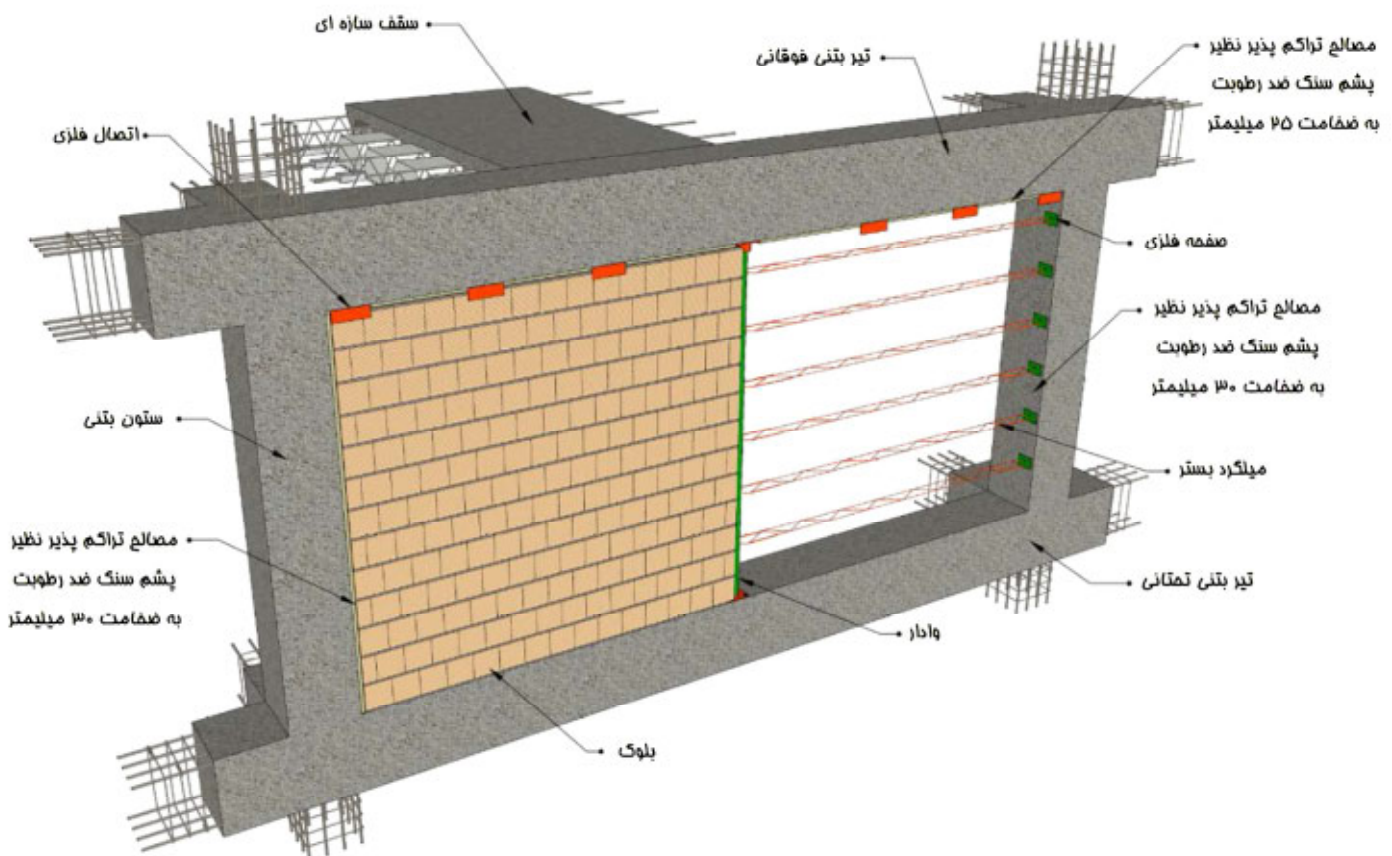
پ ۶-۱-۴-۱-۱ دیوارهای خارجی

پ ۶-۱-۴-۱-۱-۱ محدودیت ابعاد هندسی

طول آزاد دیوار خارجی در پلان نباید از ۴ متر و ارتفاع آزاد آن نباید از ۳/۵ متر بیشتر در نظر گرفته شود. در دیوارهای با طول بیشتر از ۴ متر باید از عضو قائم با مقطع فولادی یا بتنی به عنوان تکیه‌گاه جهت مهار خارج از صفحه دیوار (وادار) و در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر باید با استفاده از عضو افقی با مقطع فولادی یا بتنی (تیرک) ارتفاع آزاد را کاهش داد.

پ ۶-۱-۴-۱-۱-۵ دیوارهای بلوکی

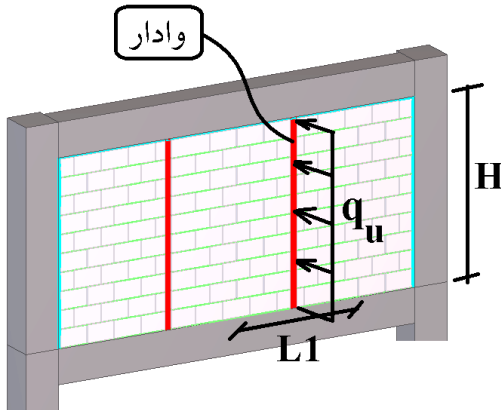
در دیوارهای بلوکی، دیوار مشابه با یک پوسته و دال دو طرفه طراحی می‌شود. در این حالت جداسازی در جهت داخل صفحه و مهار در جهت خارج از صفحه می‌تواند توسط نبشی‌های فولادی و یا بست‌های U شکل متصل به دال سازه‌ای در تراز سقف و نبشی یا بست‌های U شکل متصل به ستون‌ها در دو انتهای (طرفین) دیوار و وادارهای میانی انجام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



۲-۵-۱۷ تعیین مقطع وادار

نیروی ناشی از زلزله و باد در صفحات قبلی محاسبه شده است. خلاصه این نیروها در رابطه زیر خلاصه شده است.

- رابطه زیر مربوط به دیوار آخرین طبقه ($Z=H$) می باشد.
- ضریب ۱.۴ مربوط به ضریب باد در ترکیب بارهای مبحث ششم میباشد.



$$q_u = L_1 \times \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} q_{eq} \\ 1.4 q_{wind} \end{array} \right\} = L_1 \times \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.48A(1+S)W_p I_p \\ 1.4 \times \left(\begin{array}{l} 1.04I_w q h^{0.3} \text{ داخل شهر} \\ 1.99I_w q h^{0.2} \text{ خارج شهر} \end{array} \right) \end{array} \right.$$

- در رابطه فوق q_{eq} بار گسترده ناشی از زلزله و q_{wind} بار گسترده ناشی از باد می باشد و ضریب ۱.۴ مربوط به ضریب بار باد در مبحث ششم می باشد. در صفحات قبل نحوه محاسبه این بارها به طور مختصر تشریح شده است.
- در مثال زیر برای شرایط خاص ($A=0.35$,) عنوان شده، نیروی عمود بر صفحه دیوار محاسبه شده است.

$$\left. \begin{array}{l} A = 0.35 \\ S = 1.75 \\ \text{ضریب اهمیت } I_e = 1 \\ \text{ضریب اهمیت } I_w = 1 \\ q = 0.772 \times 1.03 = 0.8 \frac{kN}{m^2} \rightarrow \text{شهر اردبیل} \\ W_p = 2.20 \frac{kN}{m^2} \text{ وزن متر مربع دیوار} \\ h = 33 \text{ m ارتفاع دیوار از سطح زمین} \\ \text{محل بازه: داخل شهر} \end{array} \right\} q_u = L_1 \times \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 1.016 \frac{kN}{m^2} \\ 1.4 \times 2.39 \frac{kN}{m^2} \end{array} \right\} = 3.345 \times L_1 \frac{kN}{m}$$

$$q_{wind} = 1.046 I_w q h^{0.3} = 2.39$$

$$q_e = 0.462 W_p = 1.016$$

برای مثال اگر طول آزاد دیوار برابر $L=4.1 \text{ m}$ باشد و در وسط دیوار یک وادار قرار گیرد، می توان از Box-100x4 برای آن استفاده کرد:

$$\left. \begin{array}{l} L_1 = 2.05 \text{ m} \\ H = 3 \text{ m} \end{array} \right\} q_u = 3.345 L_1 = 6.85 \frac{kN}{m} \rightarrow \left(M_u = \frac{q_u H^2}{8} = 7.7 \text{ kN.m} \leq \phi M_n = \phi Z F_y = 0.9 Z \times 240 \right) \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow Z_{\text{لازم}} = 35717 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{BOX} - 100 \times 4 \\ \text{یا} \\ 4 \times L30 \end{array} \right.$$

اگر طول آزاد دیوار برابر $L=6 \text{ m}$ باشد و در وسط دیوار یک وادار قرار گیرد، می توان از Box-100x4 برای آن استفاده کرد:

$$\left. \begin{array}{l} L_1 = 3 \text{ m} \\ H = 3 \text{ m} \end{array} \right\} q_u = 3.345 L_1 = 10 \frac{kN}{m} \rightarrow \left(M_u = \frac{q_u H^2}{8} = 11.29 \text{ kN.m} \leq \phi M_n = \phi Z F_y = 0.9 Z \times 240 \right) \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow Z_{\text{لازم}} = 52269 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{BOX} - 100 \times 4 \\ \text{یا} \\ 4 \times L40 \end{array} \right.$$

اگر طول آزاد دیوار برابر $L=8 \text{ m}$ باشد و در وسط دیوار یک وادار قرار گیرد، می توان از Box-120x5 برای آن استفاده کرد:

$$\left. \begin{array}{l} L_1 = 4 \text{ m} \\ H = 3 \text{ m} \end{array} \right\} q_u = 3.345 L_1 = 13.38 \frac{kN}{m} \rightarrow \left(M_u = \frac{q_u H^2}{8} = 15 \text{ kN.m} \leq \phi M_n = \phi Z F_y = 0.9 Z \times 240 \right) \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow Z_{\text{لازم}} = 69692 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{BOX} - 120 \times 5 \\ \text{یا} \\ 4 \times L40 \end{array} \right.$$

$$Z_{BOX40 \times 4} = \frac{40^3}{4} - \frac{32^3}{4} = 7808 \text{ mm}^3$$

$$Z_{BOX60 \times 4} = \frac{60^3}{4} - \frac{52^3}{4} = 18848 \text{ mm}^3$$

$$Z_{BOX80 \times 4} = \frac{80^3}{4} - \frac{72^3}{4} = 34688 \text{ mm}^3$$

$$Z_{BOX100 \times 4} = \frac{100^3}{4} - \frac{92^3}{4} = 55328 \text{ mm}^3$$

$$Z_{BOX120 \times 5} = \frac{120^3}{4} - \frac{110^3}{4} = 99250 \text{ mm}^3$$

$$Z_{BOX140 \times 5} = \frac{140^3}{4} - \frac{130^3}{4} = 136750 \text{ mm}^3$$

$$Z_{4L30} = (2 \times 174) \times (150 - 13) = 47676 \text{ mm}^3$$

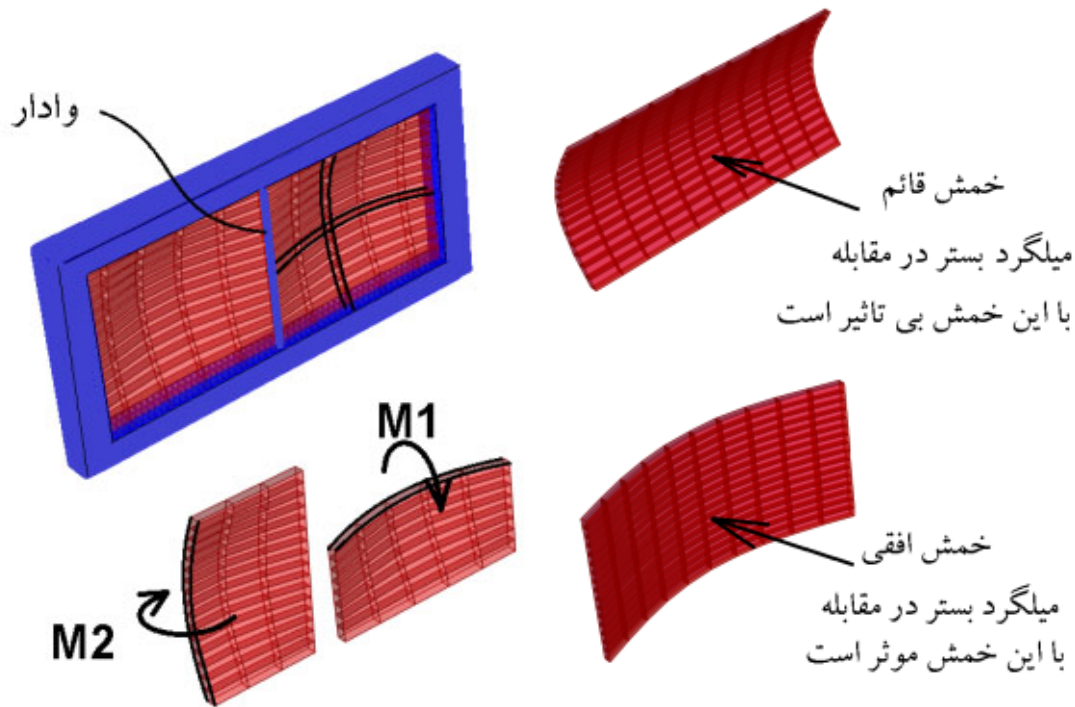
$$Z_{4L40} = (2 \times 308) \times (150 - 17) = 81928 \text{ mm}^3$$

$$Z_{4L50} = (2 \times 48) \times (150 - 22) = 12288 \text{ mm}^3$$

$$Z_{4L60} = (2 \times 69) \times (150 - 26) = 17112 \text{ mm}^3$$

۶-۱۷ طراحی میلگرد بستر

مقاومت دیوار باید برای دو خمش نشان داده شده در شکل زیر بررسی شود:



گام ۱: تعیین نوع ملات

بر اساس جدول زیر باید نوع ملاتی که در ساخت دیوار استفاده خواهد شد، تعیین شود. اگر از شرایط ساخت اطمینان کافی نداریم، میتوان در جهت اطمینان مقاومت فشاری ملات را برابر 3MPa فرض کرد.

۲-۲- انواع ملات‌ها

لازم است، مطابق جدول (۱-۲) در دیوارهای غیرسازه‌ای از یکی از ملات‌های نوع N و یا S استفاده شود (براساس دسته‌بندی ASTM C270).

جدول ۱-۲- طرح اختلاط حجمی ملات‌های نوع N و S

نوع ملات	سیمان پورتلند	آهک	سیمان بنایی - ۵ مگاپاسگال	سیمان بنایی - ۱۲/۵ مگاپاسگال	ماسه	حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه
N	۱	۱	-	-	۶	۶ مگاپاسگال
S	۱	۰/۵	-	-	۴/۵	۱۴ مگاپاسگال
N	-	-	۱	-	۳	۶ مگاپاسگال
S	-	-	-	۱	۳	۱۴ مگاپاسگال

*مقدار دقیق آب بنا به تجربه بنا، میزان کارایی لازم و شرایط محیطی می‌تواند قدری با مقدار پیشنهادی فوق متفاوت باشد.

گام ۲: تعیین مقاومت فشاری دیوار در سطح موثر آن

مقاومت فشاری دیوار بنایی را از جداول زیر استخراج کرد. اگر به کیفیت اجرا اطمینان کافی نداشته باشیم، میتوانیم در جهت اطمینان مقاومت کمتری را برای دیوار در نظر بگیریم. برای دیوار ساخته شده از سفال میتوان مقاومت فشاری را برابر 7MPa (در مقطع موثر) در نظر گرفت.

ضابطه شماره ۷۲۹

۲-۳-۱- مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با واحدهای رسی

جدول ۲-۲- مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با استفاده از واحدهای رسی (خشتی یا سفالی)

مقاومت فشاری دیوار بر اساس سطح مقطع موثر - F_m (MPa)		مقاومت فشاری بلوک رسی بر اساس سطح مقطع خالص (MPa)
ملاط نوع N	ملاط نوع S	
۷	۱۲	۱۴
۱۰	۲۳	۲۹
۱۴	۳۴	۴۳
۱۷	۴۵	۵۷
۲۱	۵۷	۷۱
۲۴	۶۸	-
۲۸	۷۹	-

۲-۳-۲- مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با واحدهای سیمانی

جدول ۳-۲- مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با استفاده از واحدهای سیمانی

مقاومت فشاری دیوار بر اساس سطح مقطع موثر - F_m (MPa)		مقاومت فشاری بلوک رسی بر اساس سطح مقطع خالص بلوک (MPa)
ملاط نوع N	ملاط نوع S	
۹	-	۱۳
۱۰	۱۳	۱۵
۱۴	۱۹	۲۱
۱۷	۲۶	۲۸
۲۱	۳۳	۳۶

۲-۳-۳- مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با واحدهای AAC

جدول ۴-۲- مقاومت فشاری بلوک های AAC

رده مقاومتی	حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسگال)	محدوده جرم مخصوص خشک (کیلوگرم بر مترمکعب)
ب-۱-۲	۲	۵۵۰-۳۵۰
ب-۱-۴	۴	۸۵۰-۴۵۰
ب-۱-۶	۶	۸۵۰-۵۵۰

گام ۳: تعیین مقاومت کششی (مدول گسیختگی) دیوار در سطح موثر آن

مدول گسیختگی دیوار بنایی ساخته شده از واحد رسی و یا سیمانی را از جدول زیر استخراج کرد. اگر به کیفیت اجرا اطمینان کافی نداشته باشیم، میتوانیم در جهت اطمینان مقاومت کمتری را برای دیوار در نظر بگیریم. برای دیوار ساخته شده از سفال میتوان مقاومت کششی را برابر 0.16MPa (در مقطع موثر) در نظر گرفت.

ضابطه شماره ۷۲۹

۲-۴-۲- مدول گسیختگی دیوارهای بنایی

۲-۴-۱- مدول گسیختگی دیوارهای ساخته شده از واحدهای رسی

جدول ۲-۵- مدول گسیختگی دیوارهای بنایی (بر حسب MPa یا N/mm^2)

ملات ساخته شده با سیمان بنایی		ملات ساخته شده با ترکیب سیمان پرتلند و آهک			
ملات نوع S	ملات نوع N	ملات نوع S	ملات نوع N		
۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۶۹	۰/۵۲	واحد توپر	در امتداد عمود بر بند بستر
۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۴۳	۰/۳۳	واحد توخالی فاقد دوغاب	
۱/۰۵	۱	۱/۱۲	۱/۰۹	واحد توخالی پر شده با دوغاب	
۰/۸۳	۰/۵۲	۱/۳۸	۱/۰۳	واحد توپر	در امتداد موازی بند بستر در دیوارهای با پیوند ممتد
۰/۵۲	۰/۳۳	۰/۸۶	۰/۶۶	واحد توخالی فاقد دوغاب	
۰/۸۳	۰/۵۲	۱/۳۸	۱/۰۳	واحد توخالی پر شده با دوغاب*	
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	مقطع پر شده با دوغاب در امتداد بند بستر**	در امتداد موازی بند بستر در دیوارهای با پیوند غیرممتد
صفر	صفر	صفر	صفر	سایر موارد	

* در صورتی که تنها بخشی از حفره ها با دوغاب پر شده باشد، می توان بر اساس درصد حفره های پر شده با دوغاب مدول گسیختگی را از درون یابی بین حالت فاقد دوغاب و پر شده با دوغاب به دست آورد.

** تنها بخشی از دیوار که با دوغاب در امتداد موازی بند بستر به طور پیوسته پر شده است در تحمل خمش موثر است.

۲-۴-۲- مدول گسیختگی دیوارهای ساخته شده از واحدهای سیمانی

مدول گسیختگی دیوارهای ساخته شده از واحدهای سیمانی نیز مشابه واحدهای رسی بوده و بر اساس جدول (۲-۵) قابل تخمین می باشد.

۲-۴-۳- مدول گسیختگی دیوارهای ساخته شده از واحدهای AAC

مدول گسیختگی دیوارهای ساخته شده از واحدهای AAC به صورت زیر می باشد.

— در صورت استفاده از ملات بستر با ضخامت بین ۱/۵ تا ۳ میلی متر

$$f_{AAC} = 0.4 \sqrt{f'_{AAC}} \quad (۱-۲)$$

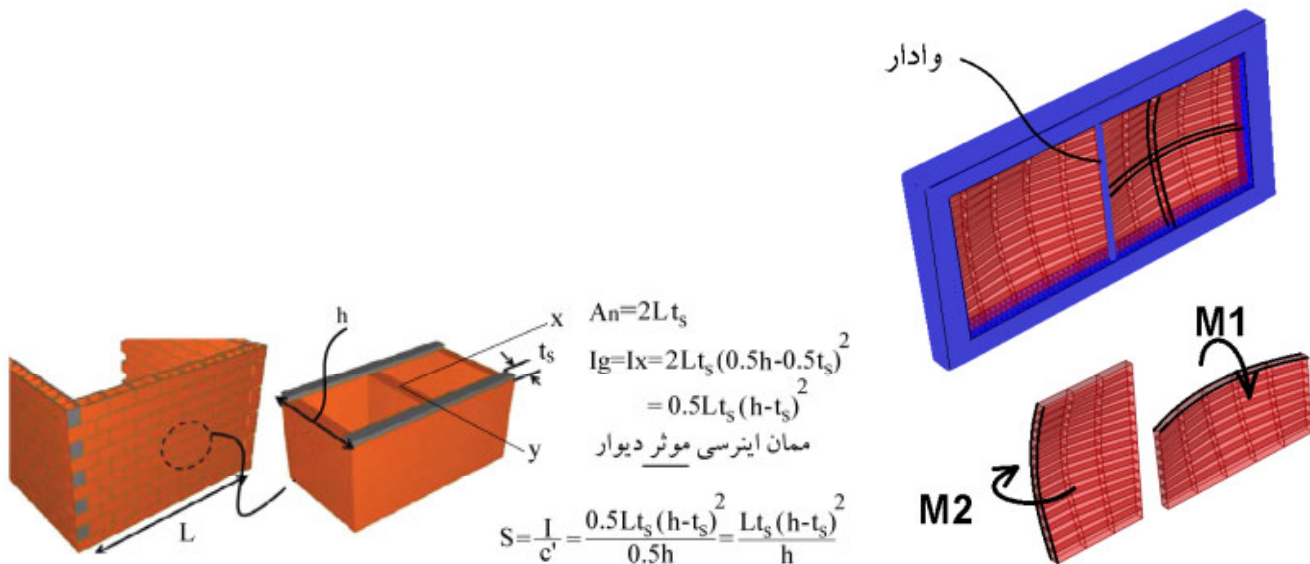
f_{AAC} = مدول گسیختگی دیوار AAC (مگاپاسگال)

f_{AAC} = مقاومت فشاری دیوار AAC (مگاپاسگال)

— در صورت استفاده از ملات بستر نازک با ضخامت کم تر از ۱/۵ میلی متر، مدول گسیختگی دیوار AAC برابر ۰/۵۵ مگاپاسگال می باشد.

— در صورتی که اولین لایه دیوار AAC بر روی ملات نوع S قرار داشته باشد، مدول گسیختگی در آن مقطع نباید از ۰/۳۴ مگاپاسگال بیش تر در نظر گرفته شود.

گام ۴: محاسبه مقاومت خمشی دیوار غیر مسلح (M1)
در خمش M1 دیوار مسلح نمی باشد. ولی در خمش M2 دیوار مسلح می باشد (با میلگرد بستر).



ضابطه شماره ۷۲۹

۵-۲- مقاومت خمشی دیوارهای بنایی غیرمسلح

۵-۲-۲- مقاومت خمشی اسمی

مقاومت خمشی اسمی دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای (شامل دیوارهای با بلوک رسی، سیمانی و AAC) با استفاده از رابطه (۵-۱) به دست می‌آید.

$$M_n = f_r S = f_r \frac{I_g}{c'} \quad (۵-۱)$$

f_r = مدول گسیختگی دیوار بر اساس بند ۵-۱-۹ (MPa یا N/mm²)

I_g = ممان اینرسی مقطع موثر ترک نخورده دیوار در جهت خارج از صفحه (mm⁴)

c' = فاصله مرکز سطح مقطع موثر دیوار تا دورترین تار کششی (mm)

برای دیواری ساخته شده از بلوک‌های توخالی و فاقد دوغاب، می‌توان مقاومت خمشی اسمی در واحد طول (۱ متر) دیوار را به صورت زیر تقریب زد.

$$M_n = \frac{1000 f_r t_s (h - t_s)^2}{h} \left(n \cdot \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right) \quad (۵-۳)$$

h = ضخامت دیوار (mm)

t_s = ضخامت پوسته واحدهای بنایی

در رابطه (۵-۳) از اثر جان واحدهای بنایی در مدول مقطع موثر دیوار صرف نظر شده است. برای واحدهای بنایی متعارف خطای تقریب فوق کمتر از ۵٪ می‌باشد.

۵-۲-۳- مقاومت خمشی طراحی

با ضرب مقاومت اسمی در ضریب کاهش مقاومت، مقاومت طراحی مطابق رابطه (۵-۴) به دست خواهد آمد.

$$M_d = \phi M_n \quad (۵-۴)$$

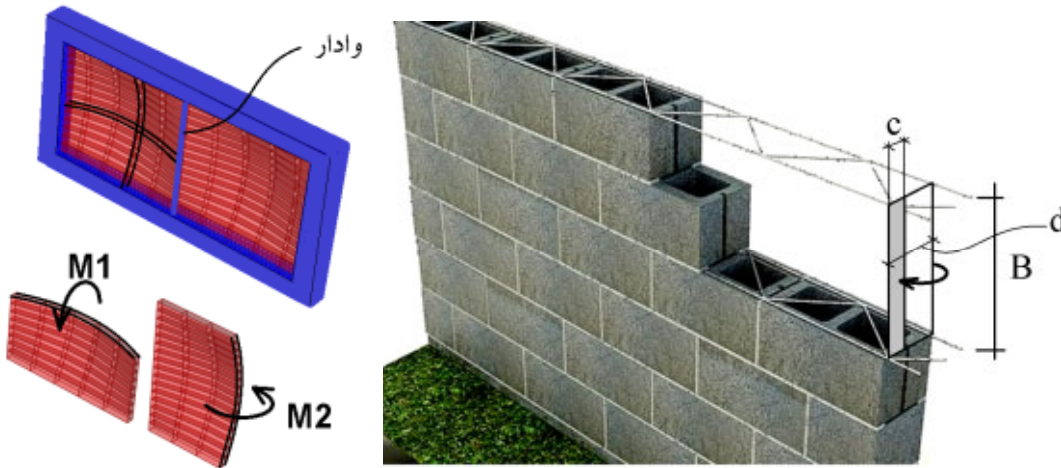
مقاومت خمشی طراحی با M_d و ضریب کاهش مقاومت با ϕ نشان داده شده است که مقدار آن برای دیوارهای بنایی

غیرمسلح برابر ۰/۶ می‌باشد.

مثال: مقاومت خمشی دیوار بنایی سفالی در راستای خمش M2 (شکل فوق) در یک متر طول دیوار و با فرضیات زیر برابر است با:

$$\left. \begin{array}{l} f_r = 0.16 \text{ MPa} \\ h = 150 \text{ mm} \\ t_s = 15 \text{ mm} \end{array} \right\} \phi M_{n1} = 0.6 \times \frac{1000 \times 0.16 \times 15 \times (150 - 15)^2}{150} = 0.6 \times 291600 \frac{\text{N} \cdot \text{mm}}{\text{m}} = 0.175 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

گام ۵: محاسبه مقاومت خمشی دیوار مسلح (M2)



ضابطه شماره ۷۲۹

۳-۵- مقاومت خمشی دیوارهای بنایی مسلح

۵-۳-۲- مقاومت خمشی اسمی

$$M_n = \frac{1000 A_s f_y}{B} \left(d - \frac{c}{2} \right) = \frac{1000 A_s f_y}{B} \left(d - \frac{A_s f_y}{2 \beta f'_m B} \right) \left(N \cdot \frac{mm}{m} \right) \quad (۶-۵)$$

توجه داشته باشید که مقاومت اسمی به دست آمده از رابطه (۶-۵) مقاومت خمشی اسمی دیوار در واحد طول (یک متر از ارتفاع دیوار) می‌باشد.

۵-۳-۳- مقاومت خمشی طراحی

با ضرب مقاومت اسمی در ضریب کاهش مقاومت، مقاومت طراحی مطابق رابطه (۷-۵) به دست خواهد آمد.

$$M_d = \phi M_n \quad (۷-۵)$$

مقاومت خمشی طراحی با M_d و ضریب کاهش مقاومت با ϕ نشان داده شده است که مقدار آن برای دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای مسلح برابر ۰/۹ می‌باشد.

مثال: مقاومت خمشی دیوار بنایی سفالی در راستای خمش M1 (شکل فوق) در یک متر طول دیوار و با فرضیات زیر برابر است با:

$$\left. \begin{array}{l} f'_m = 7 \text{ MPa} \\ \text{قطر میلگرد بستر} = 6 \text{ mm} \rightarrow A_s = \pi r^2 = 28.26 \text{ mm}^2 \\ F_y = 340 \text{ MPa} \\ B = 400 + 20 = 420 \text{ mm} \\ d = 150 - 15 = 135 \end{array} \right\} \varphi M_{n2} = 0.9 \times \frac{1000 \times 28.26 \times 340}{420} \left(135 - \frac{28.26 \times 320}{2 \times 0.85 \times 7 \times 420} \right) \\ = 0.9 \times 3047021 \frac{N \cdot mm}{m} = 2.74 \text{ kN} \cdot m$$

گام ۶: تعیین و کنترل لنگر وارد بر دیوار

ضابطه شماره ۷۲۹

۵-۴ - تقاضاهای خمشی نهایی

۴-۵ - دیوارهای با عملکرد دو طرفه

$$M_{u2} = \alpha_2 w_u L^2$$

(۸-۴)

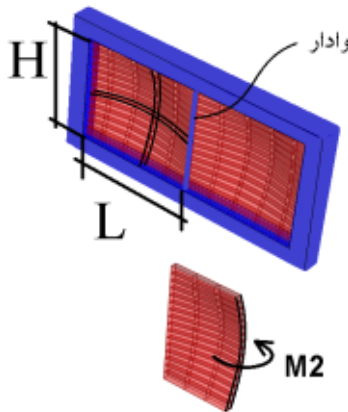
$$M_{u1} = \mu M_{u2}$$

(۹-۴)

 M_{u2} = تقاضای خمشی افقی M_{u1} = تقاضای خمشی قائم L = طول دیوار α_2 = ضریب خمشی افقی مطابق جداول (۲-۴) تا (۱۳-۴) w_u = فشار طراحی دیوار مطابق بند ۴-۴ μ = نسبت اورتوگنال مطابق رابطه (۱۰-۴)

(۱۰-۴)

$$\mu = \frac{M_{n1}}{M_{n2}}$$

 M_{n1} = ظرفیت خمشی اسمی دیوار در جهت قائم مطابق فصل ۵ M_{n2} = ظرفیت خمشی اسمی دیوار در جهت افقی مطابق فصل ۵جدول ۴-۶ - ضریب خمشی افقی (α_2) برای دیوار با شرایط مرزی نوع E

شرایط مرزی دیوار	μ	H/L							
		۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۰
E	۰/۵۰	۰/۰۱۴	۰/۰۲۸	۰/۰۴۲	۰/۰۵۷	۰/۰۶۶	۰/۰۷۲	۰/۰۸۰	۰/۰۸۵
	۰/۴۰	۰/۰۱۷	۰/۰۳۲	۰/۰۴۹	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۸	۰/۰۸۴	۰/۰۸۸
	۰/۳۵	۰/۰۱۸	۰/۰۳۵	۰/۰۵۲	۰/۰۶۴	۰/۰۷۴	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶	۰/۰۹۰
	۰/۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۵	۰/۰۶۸	۰/۰۷۷	۰/۰۸۳	۰/۰۸۹	۰/۰۹۳
	۰/۲۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۲	۰/۰۵۹	۰/۰۷۱	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷	۰/۰۹۱	۰/۰۹۶
	۰/۲۰	۰/۰۲۶	۰/۰۴۶	۰/۰۶۴	۰/۰۷۶	۰/۰۸۴	۰/۰۹۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹۹
	۰/۱۵	۰/۰۳۲	۰/۰۵۳	۰/۰۷۰	۰/۰۸۱	۰/۰۸۹	۰/۰۹۴	۰/۰۹۸	۰/۱۰۳
	۰/۱۰	۰/۰۳۹	۰/۰۶۲	۰/۰۷۸	۰/۰۸۸	۰/۰۹۵	۰/۱۰۰	۰/۱۰۳	۰/۱۰۶

مثال: یک نمونه لنگر وارد بر دیوار در راستای مسلح آن (M_{u2}) با فرضیات زیر محاسبه شده است:

- رابطه زیر مربوط به دیوار آخرین طبقه ($Z=H$) می باشد.
- ضریب ۱.۴ مربوط به ضریب باد در ترکیب بارهای مبحث ششم میباشد.

$$\left. \begin{array}{l} A = 0.35 \\ S = 1.75 \\ I_e = 1 \\ I_w = 1 \\ q_{wind} = 0.772 \times 1.03 = 0.8 \frac{kN}{m^2} \text{ شهر اردبیل} \\ W_p = 2.20 \frac{kN}{m^2} \text{ وزن متر مربع دیوار} \\ h = 33 \text{ m ارتفاع دیوار از سطح زمین} \\ \text{محل سازه: داخل شهر} \end{array} \right\} w_u = \max \left\{ \begin{array}{l} q_{eq} \\ 1.4 q_{wind} \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.48A(1+S)W_p I_p \\ 1.4 \times \left(\begin{array}{l} 1.04 I_w q h^{0.3} \text{ داخل شهر} \\ 1.99 I_w q h^{0.2} \text{ خارج شهر} \end{array} \right) \end{array} \right. \right.$$

$$\rightarrow w_u = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.016 \frac{kN}{m^2} \\ 1.4 \times 2.39 \frac{kN}{m^2} = 3.345 \frac{kN}{m^2} \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{گام ۳ و ۴} \Rightarrow \mu = \frac{M_{n1}}{M_{n2}} = \frac{0.29}{3.04} = 0.096 \\ \text{فرض: } H = 3 \text{ m} \left\{ \begin{array}{l} \frac{H}{L} = \frac{3}{2.2} = 1.36 \\ \text{فرض: } L = 2.2 \text{ m} \end{array} \right. \\ w_u = 3.345 \frac{kN}{m^2} \end{array} \right\} \alpha_2 = 0.098 \text{ بر اساس جدول فوق} \rightarrow M_{u2} = \alpha_2 w_u L^2 = 0.098 \times 3.345 \times 2.2^2 = 1.587 \frac{kN \cdot m}{m}$$

$$M_{u2} = 1.587 < \phi M_{n2} = 0.9 \times 3.04 = 2.736 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad OK$$

$$M_{u1} = \mu M_{u2} = 0.096 \times 1.587 = 0.152 < \phi M_{n1} = 0.6 \times 0.29 = 0.174 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad OK$$

- در صورتی که لنگرهای وارده بیش از مقاومت دیوار باشد، با افزایش سائز میلگرد بستر و یا کاهش فواصل آن (B) می توان مقاومت را افزایش داده و به جواب رسید.

۷-۱۷ طراحی نبشی اتصال دیوار به قاب

$$\left. \begin{array}{l} A_T = 0.64 \text{ m}^2 \text{ سطح بارگیر} \\ w_u = 3.345 \frac{kN}{m^2} \text{ بار گسترده عمود بر دیوار} \end{array} \right\} \text{کل نیروی لبه فوقانی دیوار } P_u = w_u A_T = 3.345 \times 0.64 = 2.14 \text{ kN} = 2140 \text{ N}$$

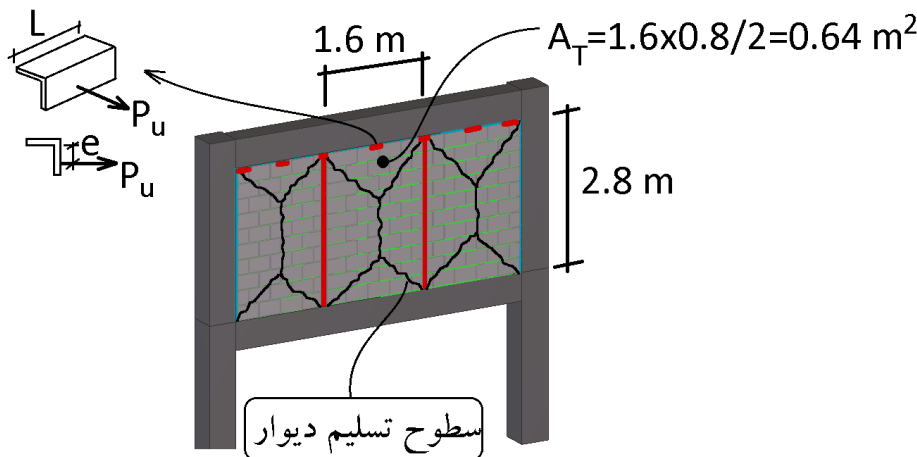
با فرض اینکه از نبشی $L60 \times 6$ استفاده شود و با فرض اینکه برآیند محل اثر P_u در $2/3$ ارتفاع نبشی باشد، مقدار $e = \frac{2}{3} \times 60 = 40 \text{ mm}$ خواهد بود و بنابراین:

$$\left. \begin{array}{l} \text{لنگر وارد بر نبشی } M_u = P_u \times e = 2140 \times 40 = 85600 \text{ N.mm} \\ \varphi M_n = 0.9 Z F_y = 0.9 \frac{L t^2}{4} F_y = 0.9 \frac{L \times 6^2}{4} \times 240 = 1944 L \text{ N.mm} \end{array} \right\} M_u \leq \varphi M_n \rightarrow L = 44 \text{ mm}$$

گرچه $L=44 \text{ mm}$ از نظر محاسباتی کافی می باشد، سطح تماس نبشی اتصال با دیوار باید در حدی باشد که انتقال بار به خوبی انجام شود. می توان از نبشی با ضخامت کمتر و به صورت سرد نورد استفاده کرد. تکرار محاسبات با نبشی سرد نورد با ضخامت 2 mm :

$$\left. \begin{array}{l} \text{لنگر وارد بر نبشی } M_u = P_u \times e = 2140 \times 40 = 85600 \text{ N.mm} \\ \varphi M_n = 0.9 Z F_y = 0.9 \frac{L t^2}{4} F_y = 0.9 \frac{L \times 2^2}{4} \times 240 = 216 L \text{ N.mm} \end{array} \right\} M_u \leq \varphi M_n \rightarrow L = 396 \text{ mm}$$

می توان از نبشی $L60 \times 60 \times 2 \text{ mm}$ با طول 400 mm استفاده کرد.



۸-۱۷ طراحی نبشی اتصال وادار به قاب

$$\left. \begin{array}{l} A_T = 3.2 \text{ m}^2 \text{ سطح بارگیر} \\ w_u = 3.345 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \text{ بار گسترده عمود بر دیوار} \end{array} \right\} P_{\text{وادر}} = w_u A_T = 3.345 \times 3.2 = 10.704 \text{ kN} = 10704 \text{ N}$$

$$P_u = \frac{P_{\text{وادر}}}{2} = 5352 \text{ N}$$

نیروی وارد بر نبشی فوقانی

با فرض اینکه از نبشی $L60 \times 6$ استفاده شود و با فرض اینکه برآیند محل اثر P_u در $2/3$ ارتفاع نبشی باشد، مقدار $e = \frac{2}{3} \times 60 = 40 \text{ mm}$ خواهد بود و بنابراین:

$$\left. \begin{array}{l} M_u = P_u \times e = 5352 \times 40 = 214080 \text{ N.mm} \\ \varphi M_n = 0.9 Z F_y = 0.9 \frac{L t^2}{4} F_y = 0.9 \frac{L \times 6^2}{4} \times 240 = 1944 L \text{ N.mm} \end{array} \right\} M_u \leq \varphi M_n \rightarrow L = 111 \text{ mm}$$

می توان از نبشی $L60 \times 60 \times 6 \text{ mm}$ با طول 120 mm استفاده کرد.

