

طراحی و اجرای دیوارهای بنایی غیرسازه ای

سید امین موسوی

مؤلف ضابطه ۷۲۹

مجری طرح دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای بنایی محوطه

مجری طرح دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای بنایی غیرسازه ای به صورت پروژه محور

● **تقاضای** خارج از صفحه وارده بر دیوارهای غیرسازه ای

● **ظرفیت** خارج از صفحه دیوارهای غیرسازه ای

● **معرفی ابزار محاسباتی** تحت اکسل

● **معرفی مفهوم طول بحرانی**

● **معرفی روش طراحی پروژه محور** (تعیین تسلیحات دیوار-جانمایی وادارها-طراحی اتصالات-طراحی نعل درگاه)

● **تشریح روند طراحی دیوارهای غیرسازه ای برای یک نمونه پروژه ساختمان مسکونی**

● **نکات تکمیلی** مهم

● **شفاف سازی در خصوص ایرادات اجرایی و ابهامات طراحی** متداول

● **پرسش و پاسخ**

نیروی خارج از صفحه

ناشی از باد و زلزله

خسارات ناشی از باد



پخش ویدیو

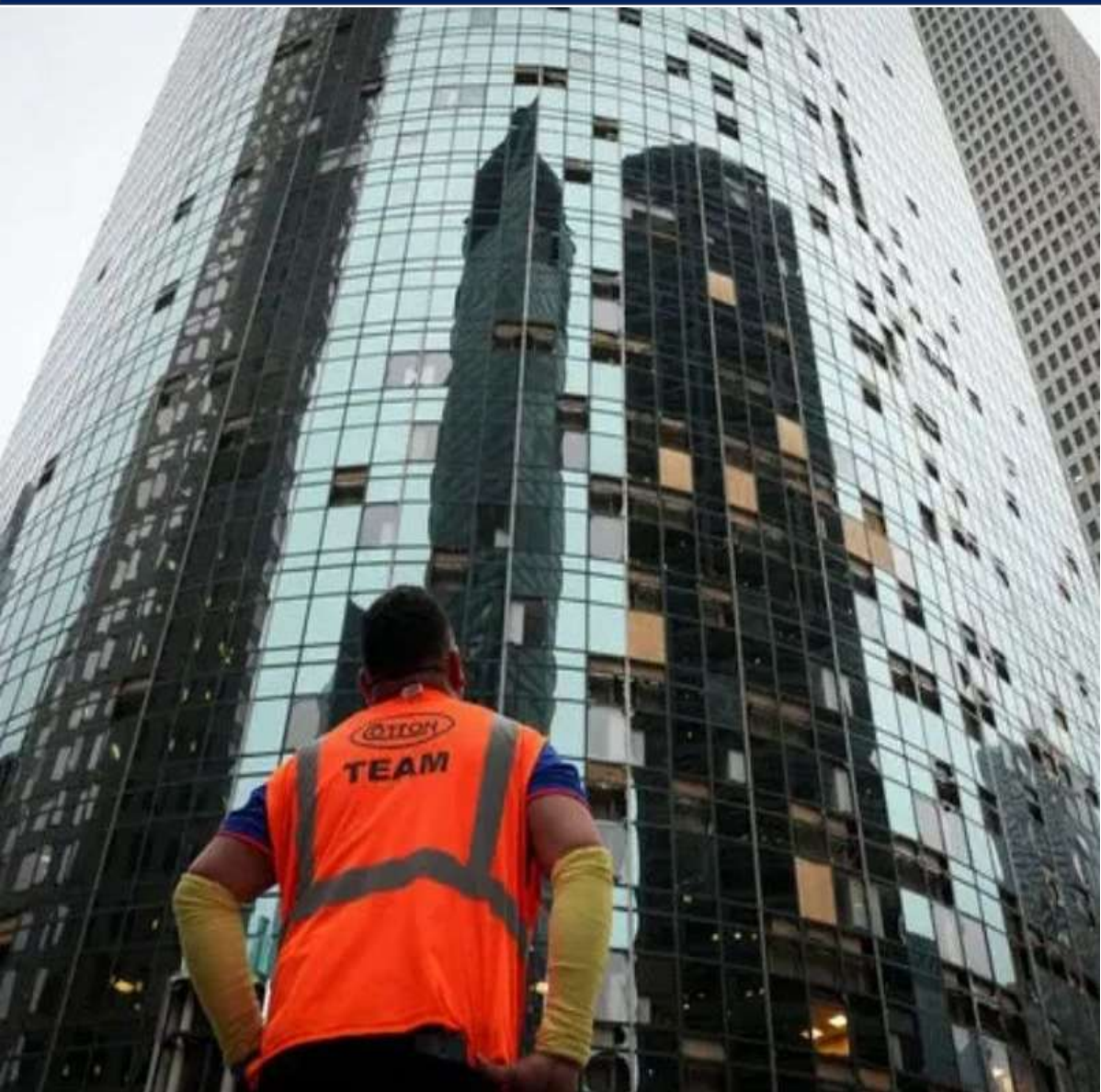
خسارات ناشی از باد



طوفان در مکزیک ۲۰۲۳ - حداکثر سرعت ثبتی ۲۷۰ کیلومتر بر ساعت

سید امین موسوی

خسارات ناشی از باد



طوفان در آمریکا ۲۰۲۴ - حداکثر سرعت ثبتی ۱۲۵ کیلومتر بر ساعت

سید امین موسوی

خسارات ناشی از باد



طوفان در ایران ۱۳۹۶ - حداکثر سرعت ثبتی ۸۰ کیلومتر بر ساعت

سید امین موسوی

خسارات ناشی از باد



طوفان در ایران ۱۳۹۴ - ریزش دیوار در حال ساخت

سید امین موسوی

خسارات ناشی از زلزله



زلزله سی سخت ۱۳۹۹ - بزرگ ۵/۶

MEHR NEWS AGENCY
Photo: Received

خسارات ناشی از زلزله



زلزله هرمزگان ۱۴۰۰ - بزرگ ۵/۶

خسارات ناشی از زلزله

زلزله منجیل ۱۳۶۹ - بزرگای ۷/۴



زلزله ازگله ۱۳۹۶ - بزرگای ۷/۳



زلزله سی سخت ۱۳۹۹ - بزرگای ۵/۶



زلزله خوی ۱۴۰۱ - بزرگای ۵/۹



زلزله نورتریج آمریکا ۱۹۹۵ - بزرگای ۶/۷



زلزله لاکویلا ایتالیا ۲۰۰۹ - بزرگای ۶/۳



زلزله کوتاهیا ترکیه ۲۰۱۱ - بزرگای ۵/۸



زلزله نوتو ژاپن ۲۰۲۴ - بزرگای ۷/۵



تخمین نیروی ناشی از باد

روابط ارائه شده در دستورالعمل دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان
(پس از ساده سازی روابط مبحث ششم)

نواحی متراکم با ساختمان های متعدد در اطراف ساختمان مدنظر $\Rightarrow W_{wind} = 0.14 V^2 I_w \left(\frac{H_t}{12} \right)^{0.3}$

نواحی باز فاقد ساختمان های متعدد در اطراف ساختمان مدنظر $\Rightarrow W_{wind} = 0.2 V^2 I_w \left(\frac{H_t}{10} \right)^{0.2}$

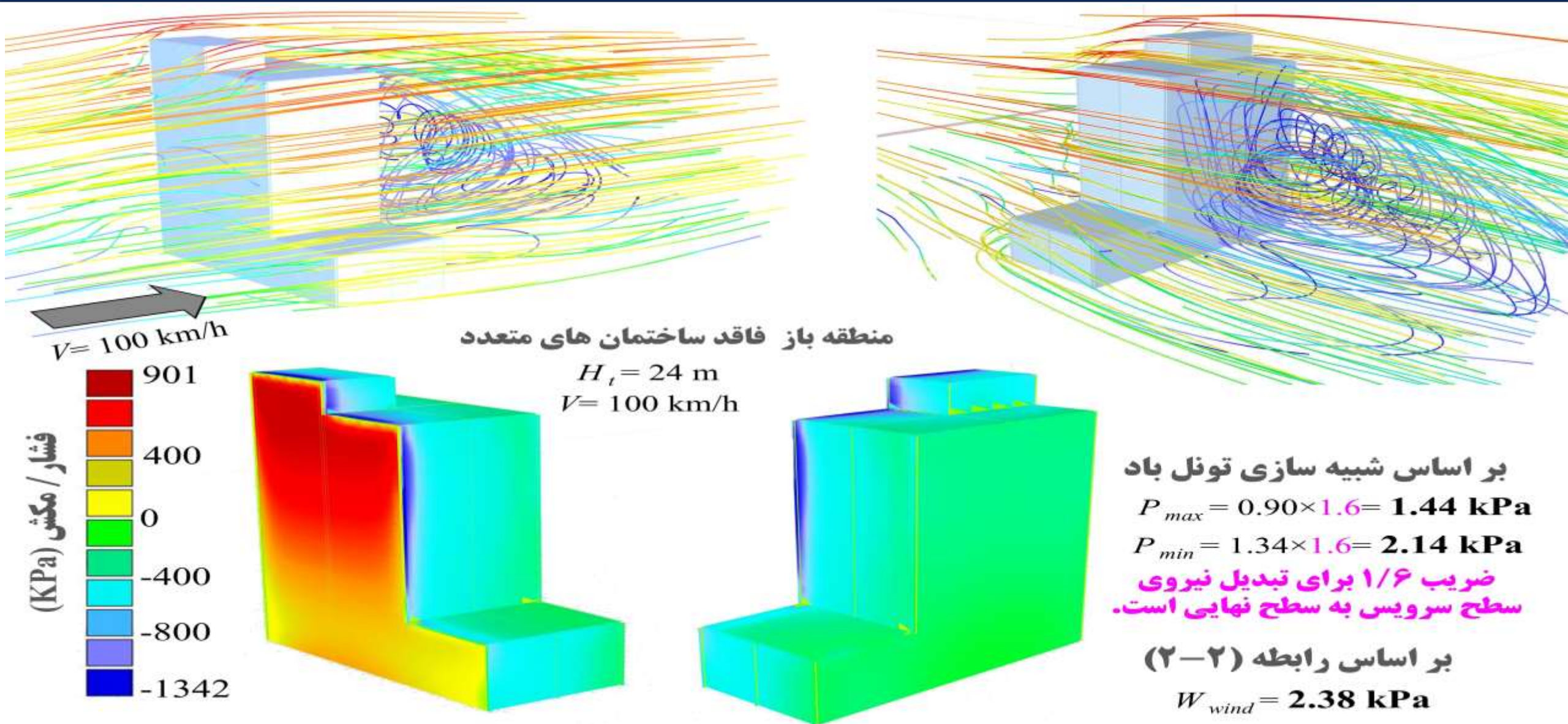
W_{wind} : نیروی ناشی از باد در امتداد خارج از صفحه دیوارهای پیرامونی (N/m²)

I_w : ضریب اهمیت بار باد بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان

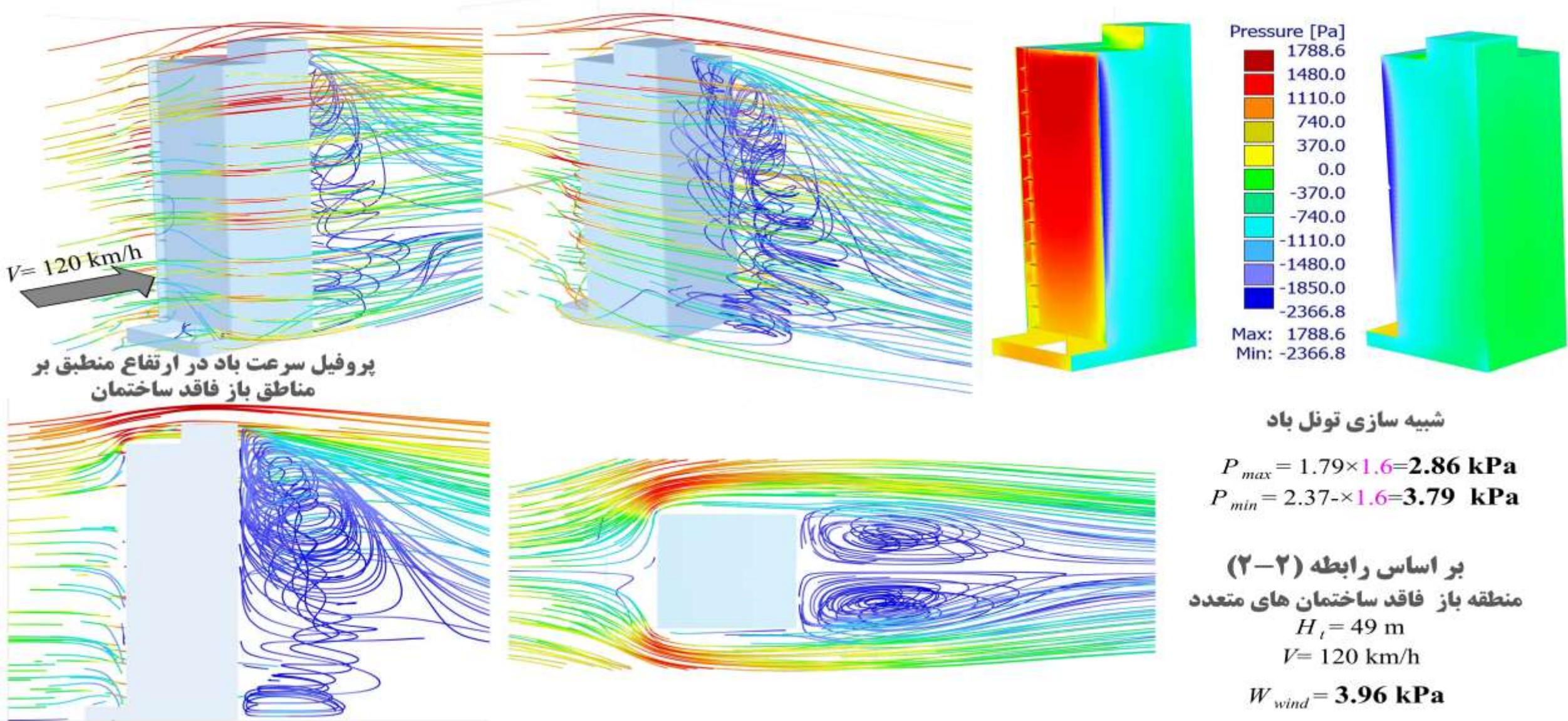
V : سرعت مبنای باد (km/h) بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان

H_t : ارتفاع کل ساختمان از سطح زمین (m) که در نواحی باز نباید کمتر از ۶ متر و در نواحی پر تراکم داخل شهر نباید کمتر از ۱۲ متر در نظر گرفته شود.

بررسی دقت روابط نیروی ناشی از باد



بررسی دقت روابط نیروی ناشی از باد



تخمین نیروی ناشی از زلزله

رابطه ارائه شده در دستورالعمل دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان
(پس از ساده سازی رابطه استاندارد ۲۸۰۰)

$$W_{eq} = 0.48A(1 + S)\lambda_s I_p W_p$$

W_{eq} : نیروی لرزه‌ای خارج از صفحه دیوار در واحد سطح (N/m^2).

A : شتاب مبنای طرح (g) بر اساس ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰

I_p : ضریب اهمیت لرزه‌ای دیوار بر اساس ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰

S : پارامتر مربوط به خطرپذیری لرزه‌ای بر اساس ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰

W_p : وزن دیوار همراه با نازک‌کاری و نمای متصل به آن (N/m^2)

λ_s : ضریب اصلاح شتاب است که برای خرپشته (یا طبقات با جرم و سختی بسیار کوچک‌تر از سایر طبقات تحتانی) مقدار آن برابر با ۲ و برای سایر طبقات مقدار آن برابر با ۱ است.

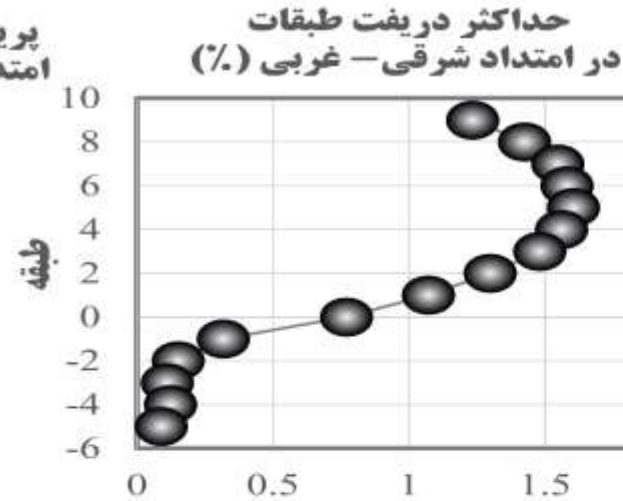
بررسی دقت رابطه نیروی ناشی از زلزله



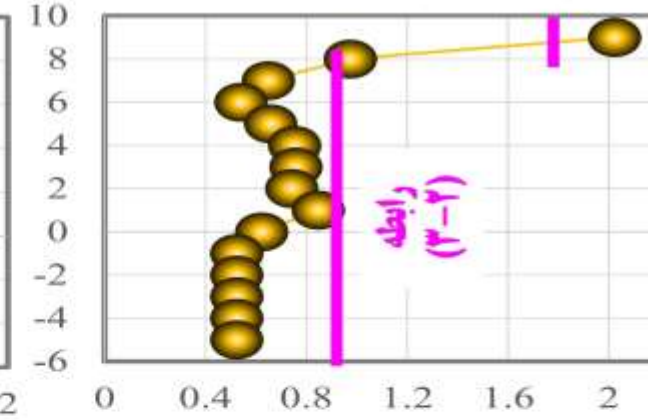
سیستم باربر جانبی در
امتداد شرقی - غربی
دیوار برشی بتنی



پریود مود اصلی در
امتداد شرقی - غربی
1.94 s

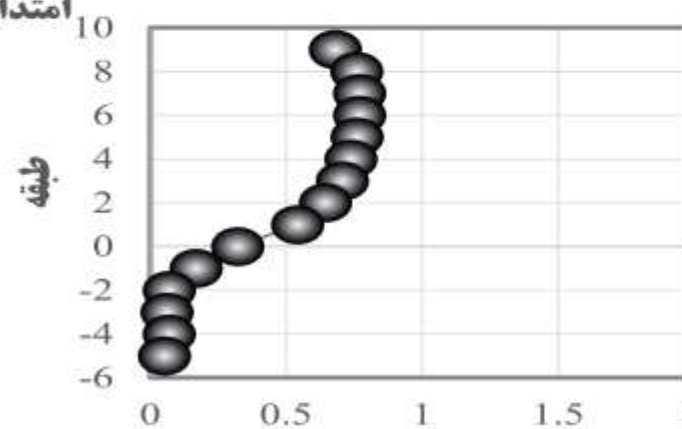


حداکثر شتاب طبقات
در امتداد شرقی - غربی (g)

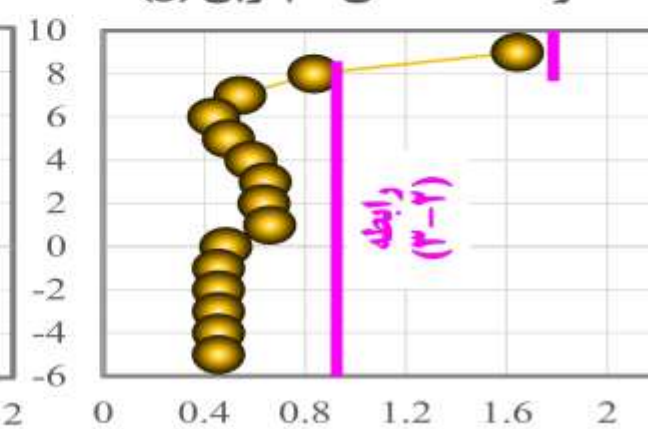


میانگین حداکثر نتایج حاصل از ۷ جفت شتاب نگاشت (خاک نوع ۲، خطر نسبی زیاد)

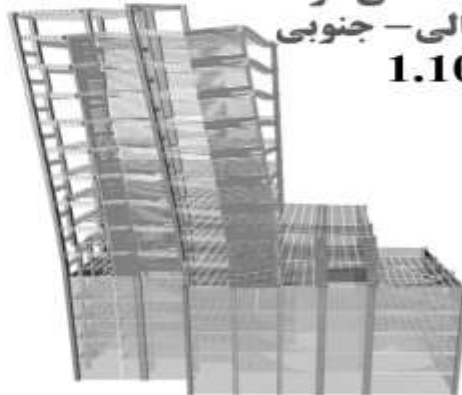
حداکثر دررفت طبقات
در امتداد شمالی - جنوبی (%)



حداکثر شتاب طبقات
در امتداد شمالی - جنوبی (g)



سیستم باربر جانبی در
امتداد شمالی - جنوبی
دیوار برشی بتنی

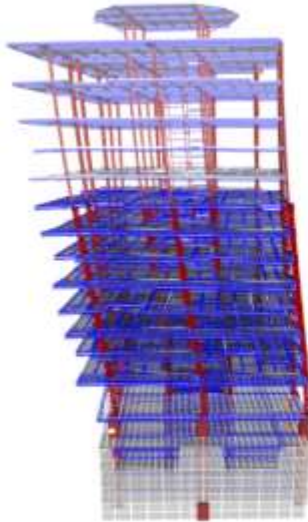
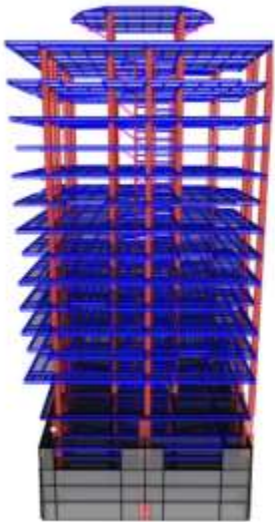


پریود مود اصلی در
امتداد شمالی - جنوبی
1.10 s

$$A_{max} = 1.2 A \lambda_s (1 + S) = 1.2 \times 0.3 \times \lambda_s \times (1 + 1.5) = \begin{cases} 1.80 \text{ g} & \text{خریسته} \\ 0.90 \text{ g} & \text{سایر طبقات} \end{cases}$$

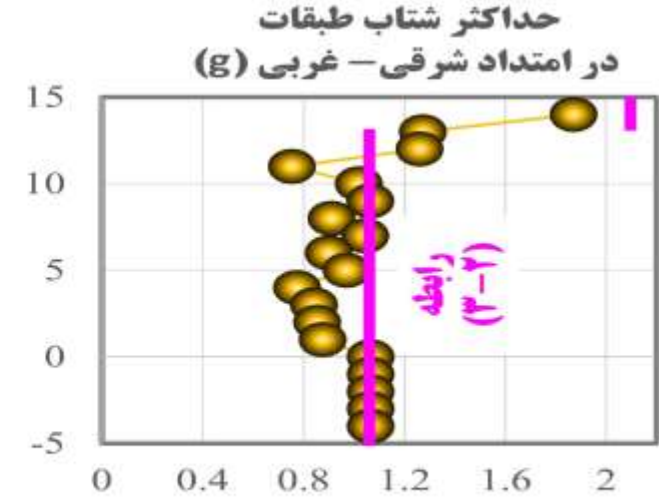
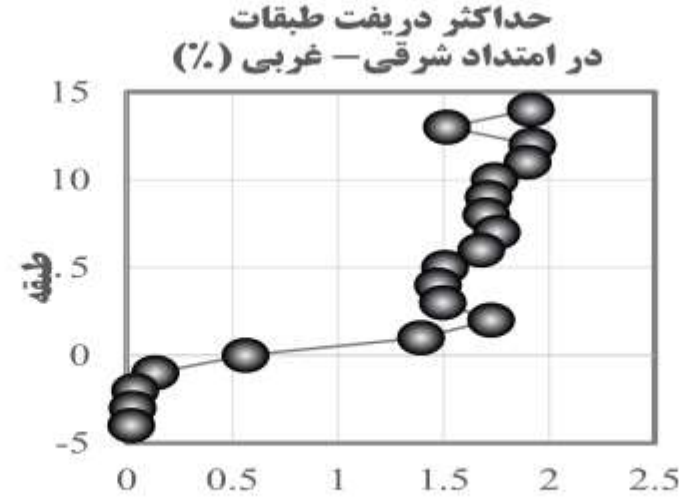
بر اساس رابطه (۳-۲) حداکثر شتاب طبقه

بررسی دقت رابطه نیروی ناشی از زلزله

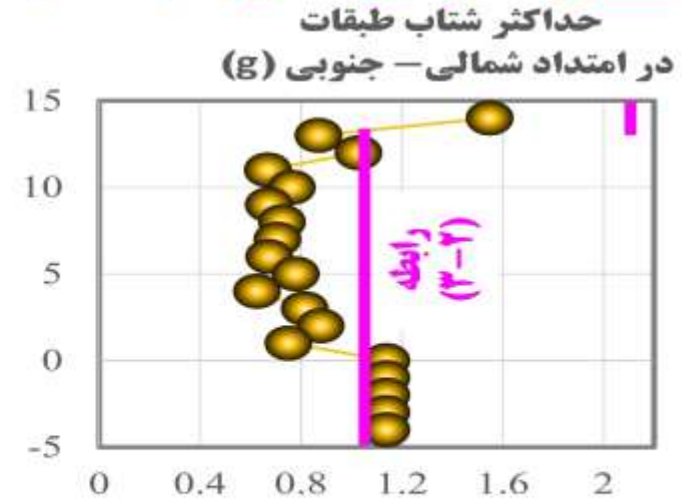
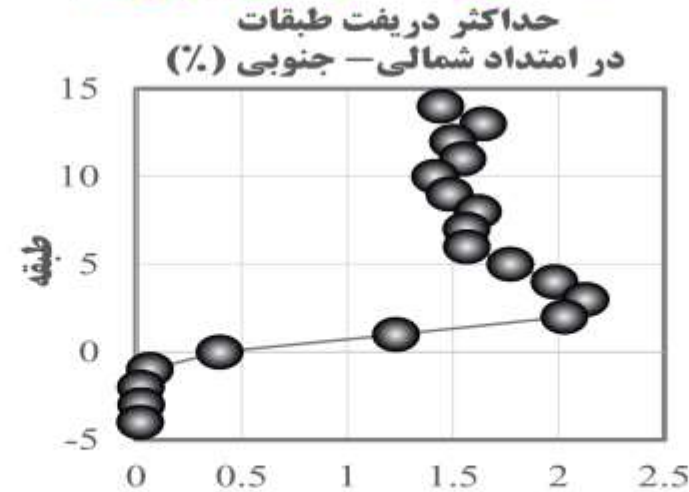


سیستم باربر جانبی در
امتداد شرقی - غربی
قاب خمشی فولادی

پریود مود اصلی در
امتداد شرقی - غربی
3.69 s



حداکثر حداکثر نتایج حاصل از ۳ جفت شتاب نکاشت (خاک نوع ۲، خطر نسبی بسیار زیاد)



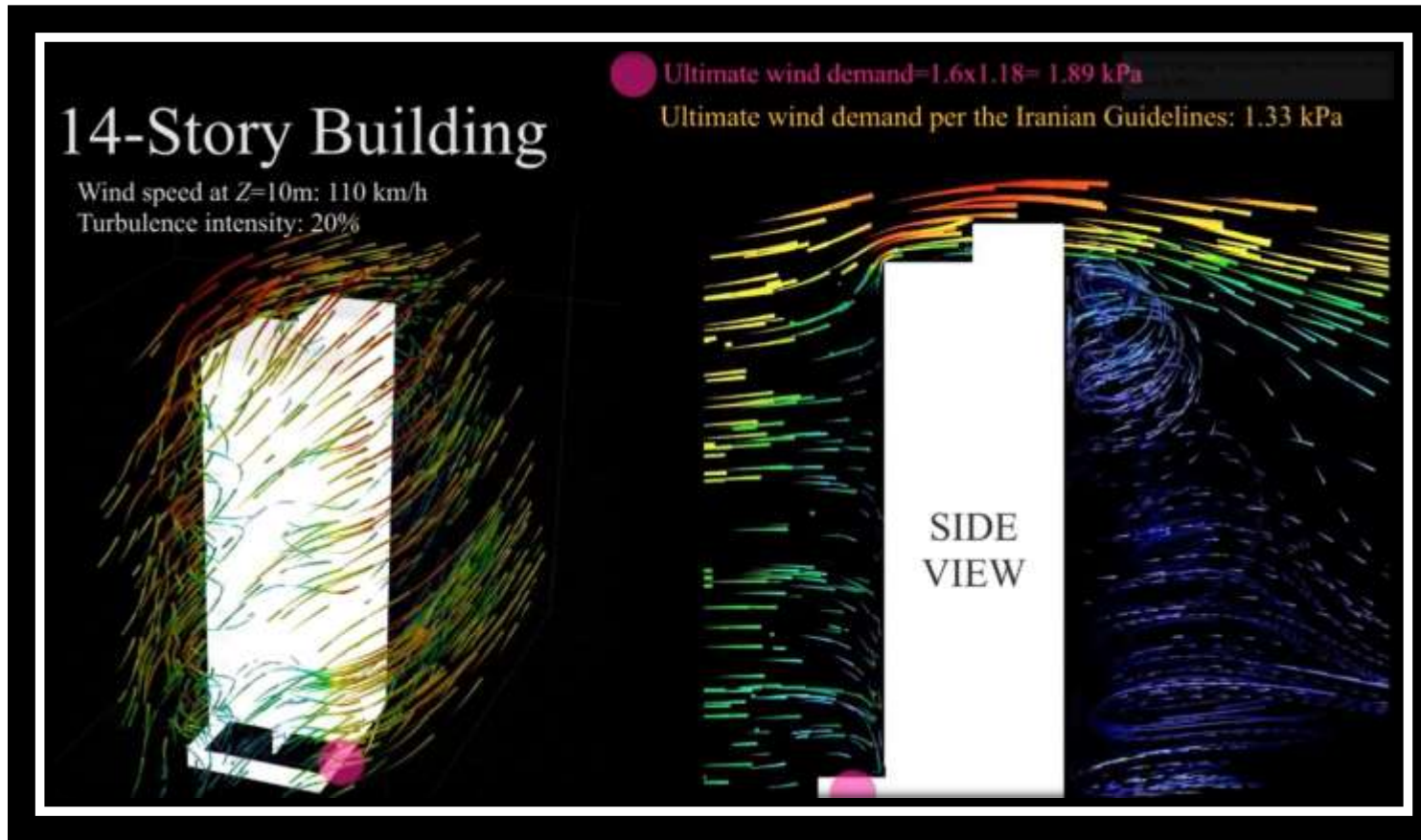
سیستم باربر جانبی در
امتداد شمالی - جنوبی
قاب خمشی فولادی

پریود مود اصلی در
امتداد شمالی - جنوبی
3.81 s

حداکثر شتاب طبقه
بر اساس رابطه (۳-۲)

$$A_{max} = 1.2 A \lambda_s (1 + S) = 1.2 \times 0.35 \times \lambda_s \times (1 + 1.5) = \begin{cases} 2.10 g & \text{خریسته} \\ 1.05 g & \text{سایر طبقات} \end{cases}$$

بررسی دقت رابطه نیروی ناشی از باد و زلزله



پخش ویدیو

جمع بندی

باد در نواحی متراکم  $W_{wind} = 0.14 V^2 I_w \left(\frac{H_t}{12} \right)^{0.3}$

باد در نواحی غیرمتراکم  $W_{wind} = 0.2 V^2 I_w \left(\frac{H_t}{10} \right)^{0.2}$

زلزله  $W_{eq} = 0.48 A (1 + S) \lambda_s I_p W_p$

به طور معمول در روند طراحی دیوارهای غیرسازه ای تنها نیروی باد و زلزله در نظر گرفته می شود.
با این وجود و در مواردی خاص، علاوه بر باد و زلزله، سایر بارهای تصادفی (ضربه، انفجار، سیل و ...) نیز ممکن است لازم باشد در روند طراحی دیوار مدنظر قرار گرفته شود.

نمونه هایی از حدود نیروی ناشی از باد

ساختمان مسکونی ۶ طبقه

منطقه ای متراکم با سرعت مبنای باد ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت

$$W_{wind} = 2 \text{ kPa} (\approx 200 \frac{kg}{m^2})$$

ساختمان مسکونی ۲۰ طبقه

منطقه ای متراکم با سرعت مبنای باد ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت

$$W_{wind} = 2.9 \text{ kPa} (\approx 290 \frac{kg}{m^2})$$

ساختمان مسکونی ۶ طبقه

منطقه ای باز با سرعت مبنای باد ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت

$$W_{wind} = 2.8 \text{ kPa} (\approx 280 \frac{kg}{m^2})$$

ساختمان مسکونی ۲۰ طبقه

منطقه ای باز با سرعت مبنای باد ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت

$$W_{wind} = 3.6 \text{ kPa} (\approx 360 \frac{kg}{m^2})$$

نمونه هایی از حدود نیروی ناشی از زلزله

دیوارهای ۱۰ سانتی داخلی با وزن ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع
ساختمانی مسکونی در منطقه ای با خاک نوع ۳ و شتاب مبنای ۰/۳

$$W_{eq} = 1.00 \text{ kPa} (\approx 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2})$$

دیوارهای ۱۵ سانتی راه پله با وزن ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع
ساختمانی مسکونی در منطقه ای با خاک نوع ۳ و شتاب مبنای ۰/۳

$$W_{eq} = 1.40 \text{ kPa} (\approx 140 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2})$$

دیوارهای ۱۵ سانتی خرپشته با وزن ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع
ساختمانی مسکونی در منطقه ای با خاک نوع ۳ و شتاب مبنای ۰/۳

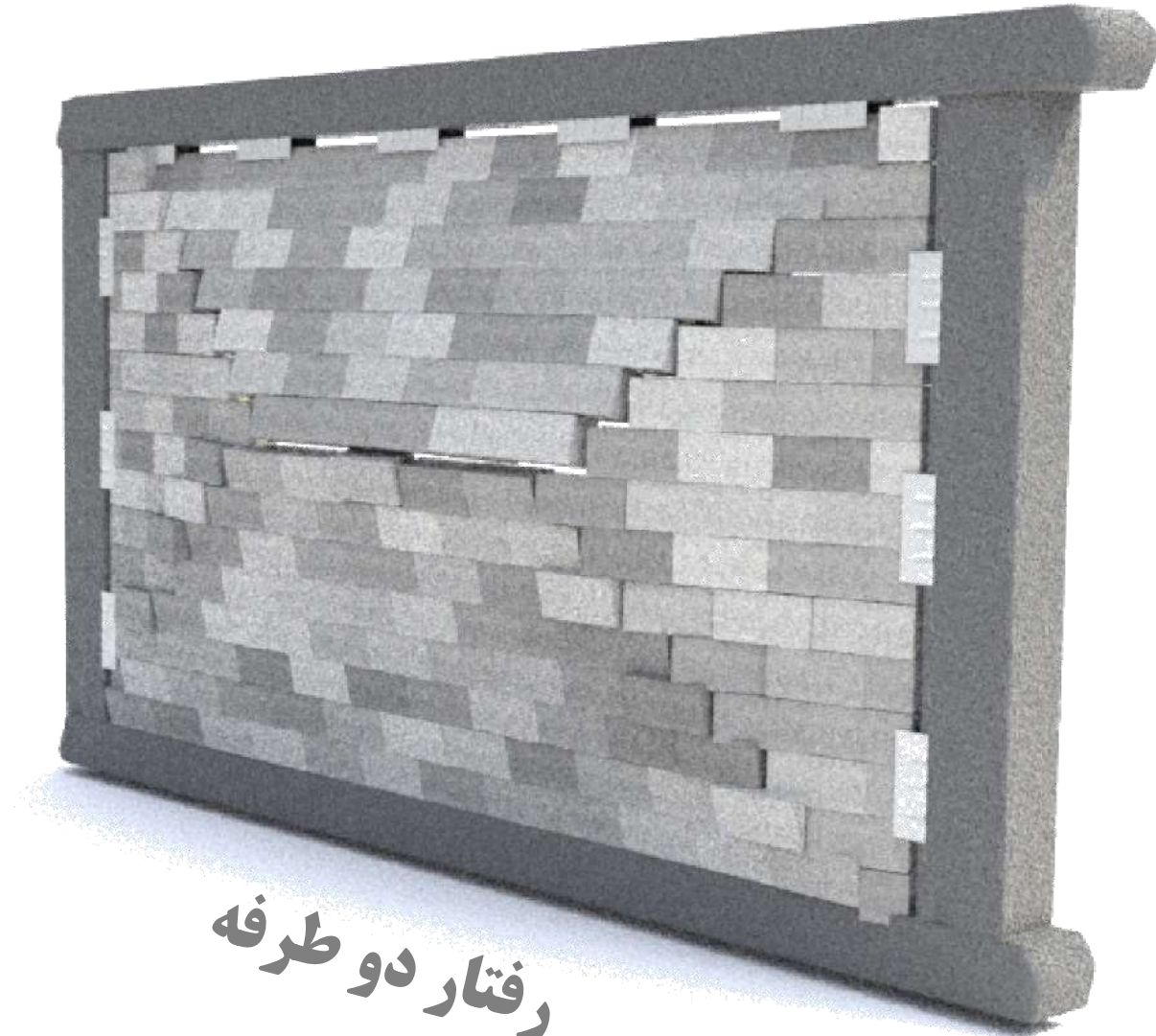
$$W_{eq} = 2.40 \text{ kPa} (\approx 240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2})$$

ظرفیت خارج از صفحه

خمش یک طرفه – خمش دو طرفه

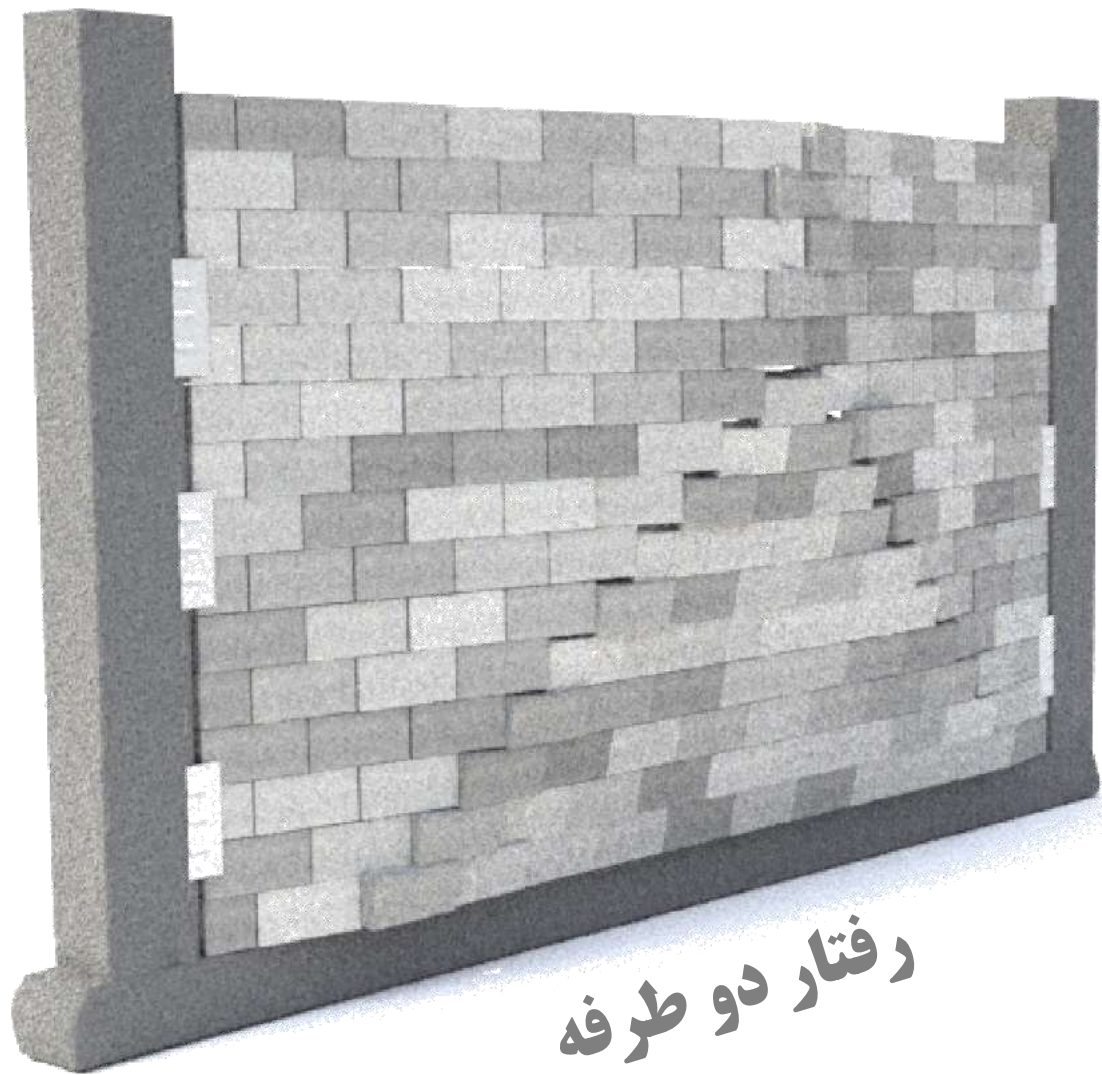


دفتار یک طرفه

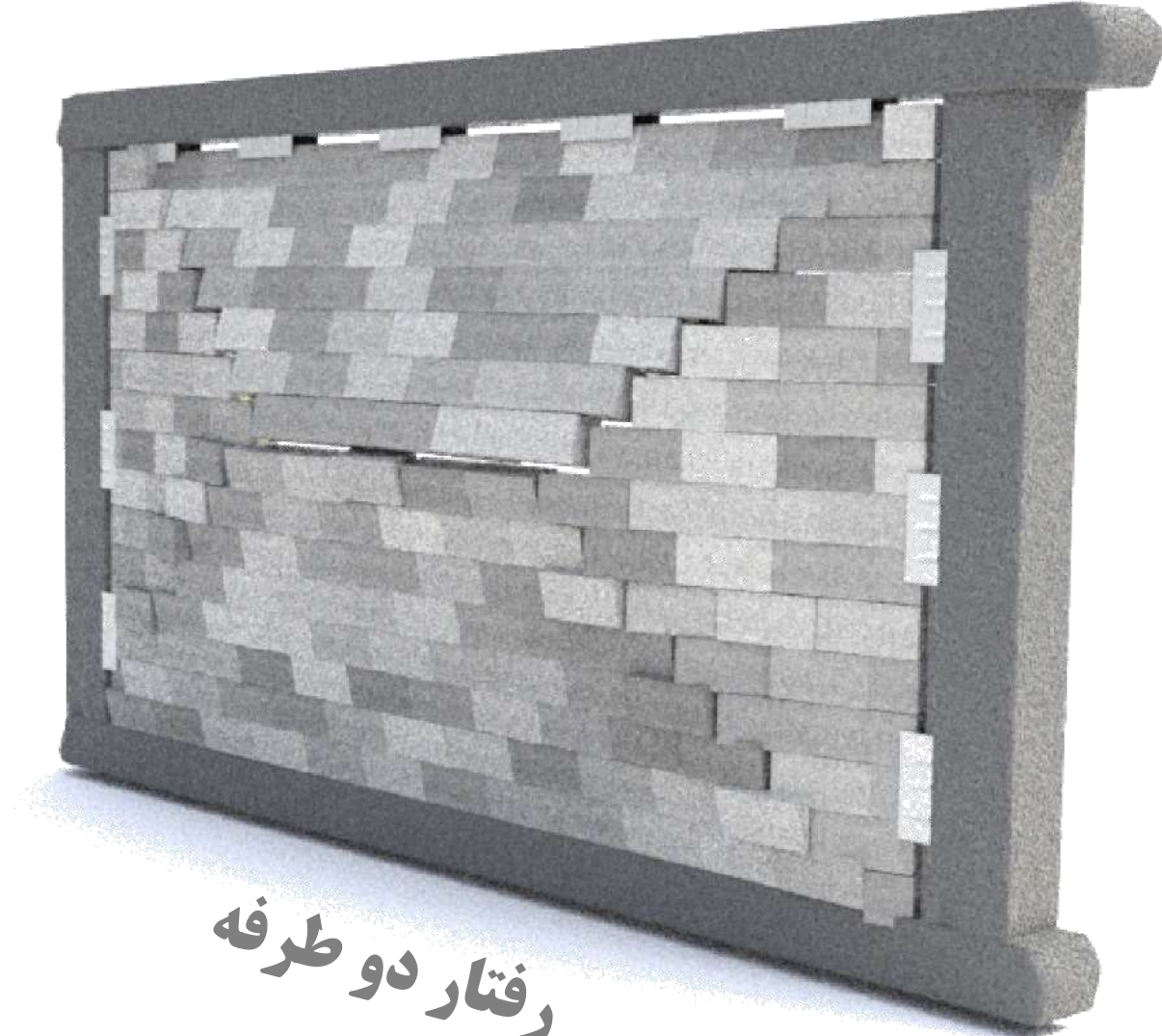


دفتار دو طرفه

خمش یک طرفه – خمش دو طرفه

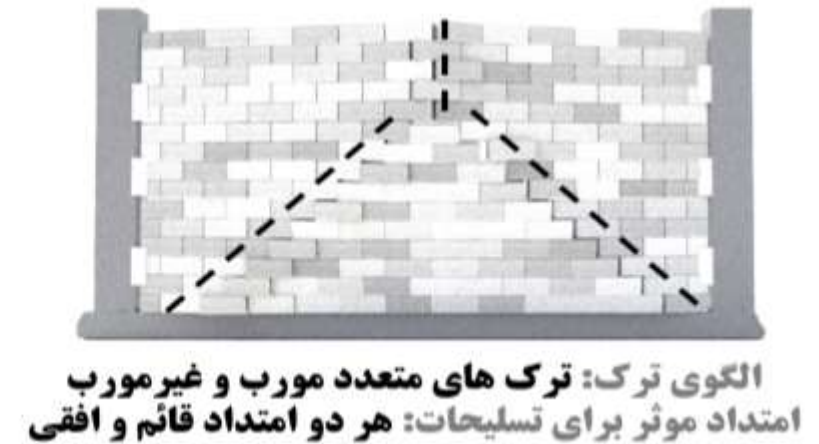
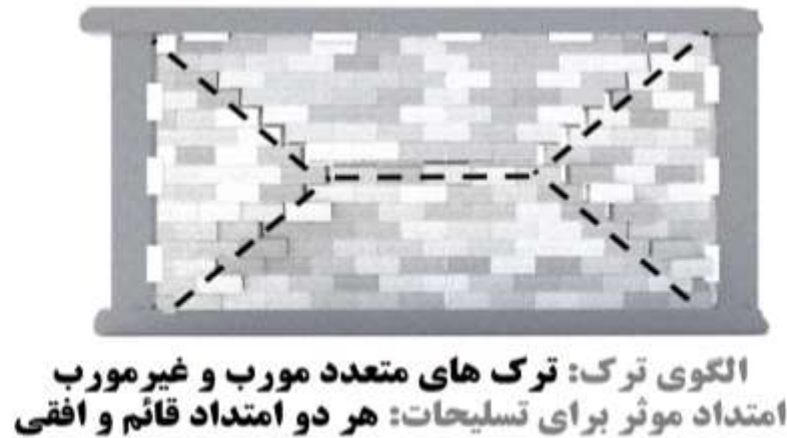


رفتار دو طرفه

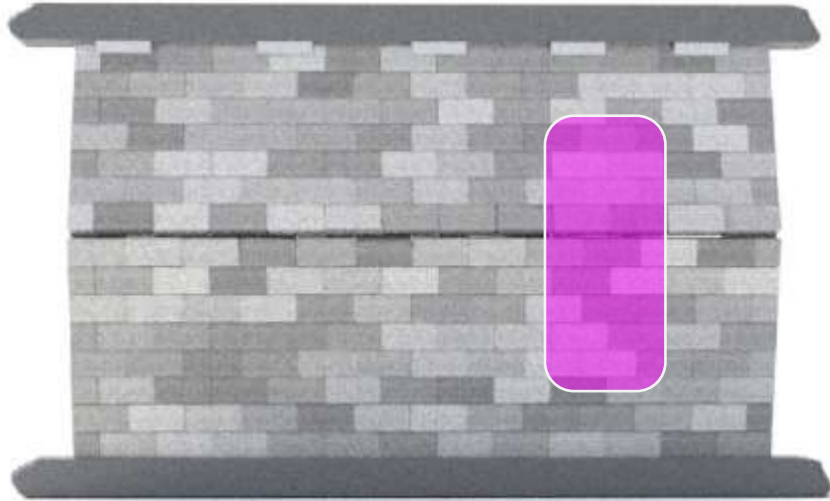


رفتار دو طرفه

خمش یک طرفه – خمش دو طرفه



خمش یک طرفه – خمش دو طرفه



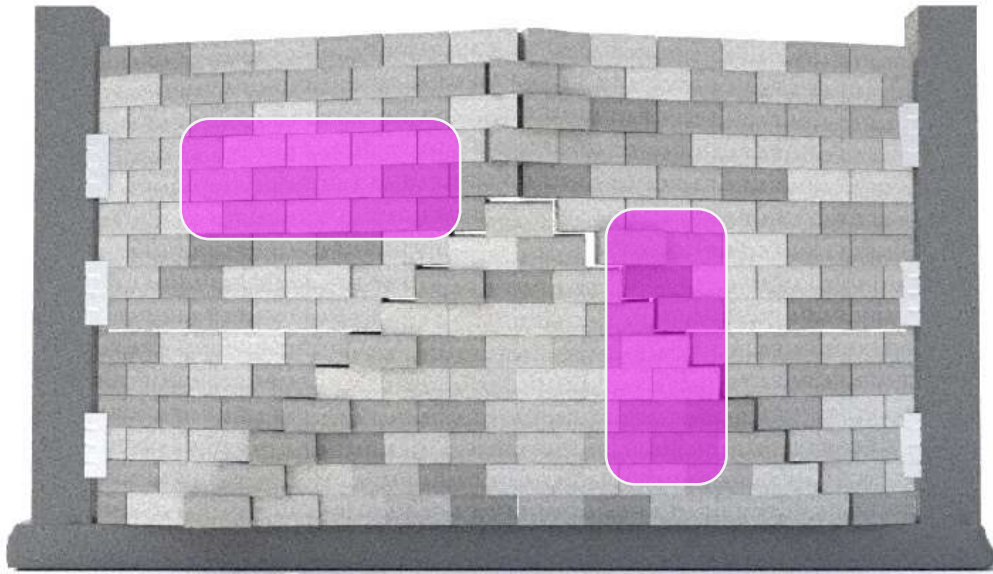
دیوار با رفتار یک طرفه

در این حالت دیوار تنها خمش قائم را تجربه می کند و ظرفیت خمش افقی دیوار استفاده ای نمی شود.



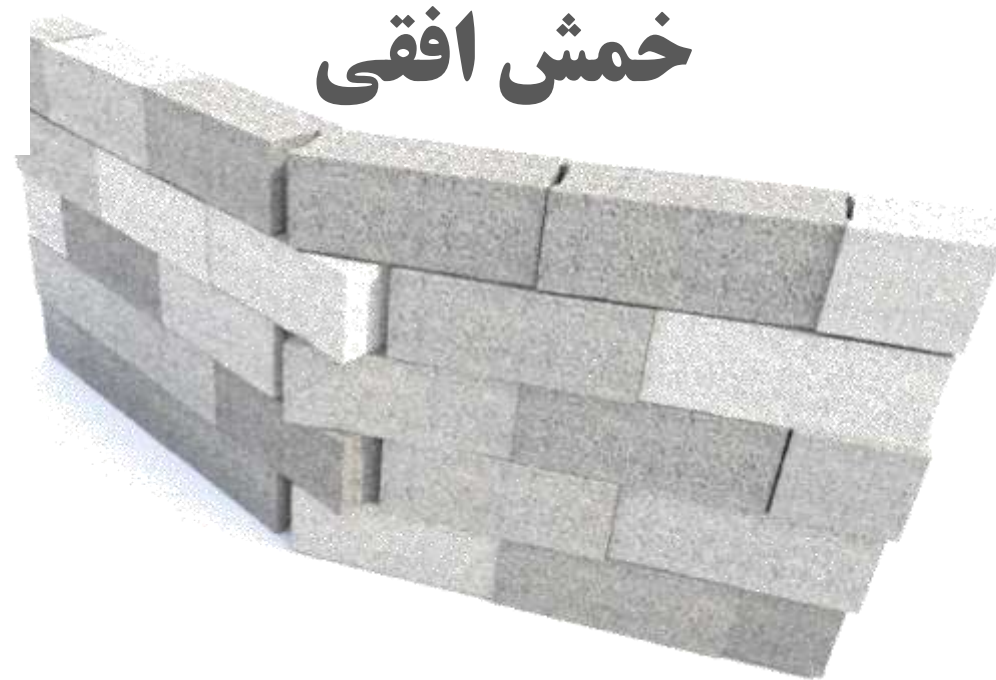
خمش قائم

خمش یک طرفه – خمش دو طرفه

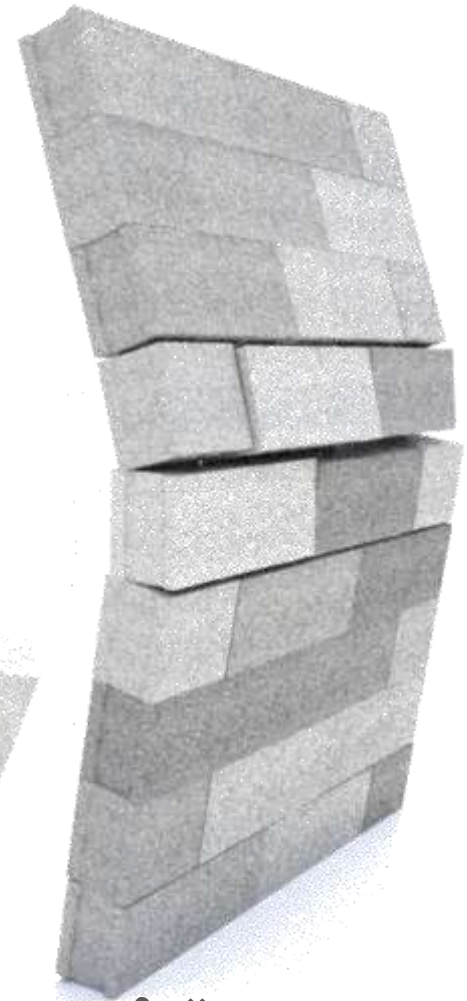


دیوار با رفتار دو طرفه

در این حالت دیوار هم خمش قائم و هم خمش افقی را تجربه می کند.



خمش افقی

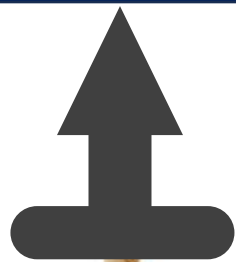


خمش قائم

خمش یک طرفه – خمش دو طرفه

خمش یک طرفه

عدم وجود مسیر انتقال بار جایگزین

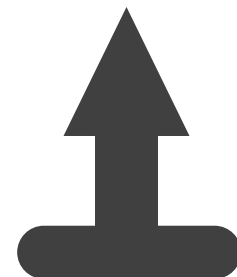


۱۰۰
کیلوگرم

✗ قابلیت اطمینان کمتر

خمش دو طرفه

وجود مسیر انتقال بار جایگزین



۱۰۰
کیلوگرم

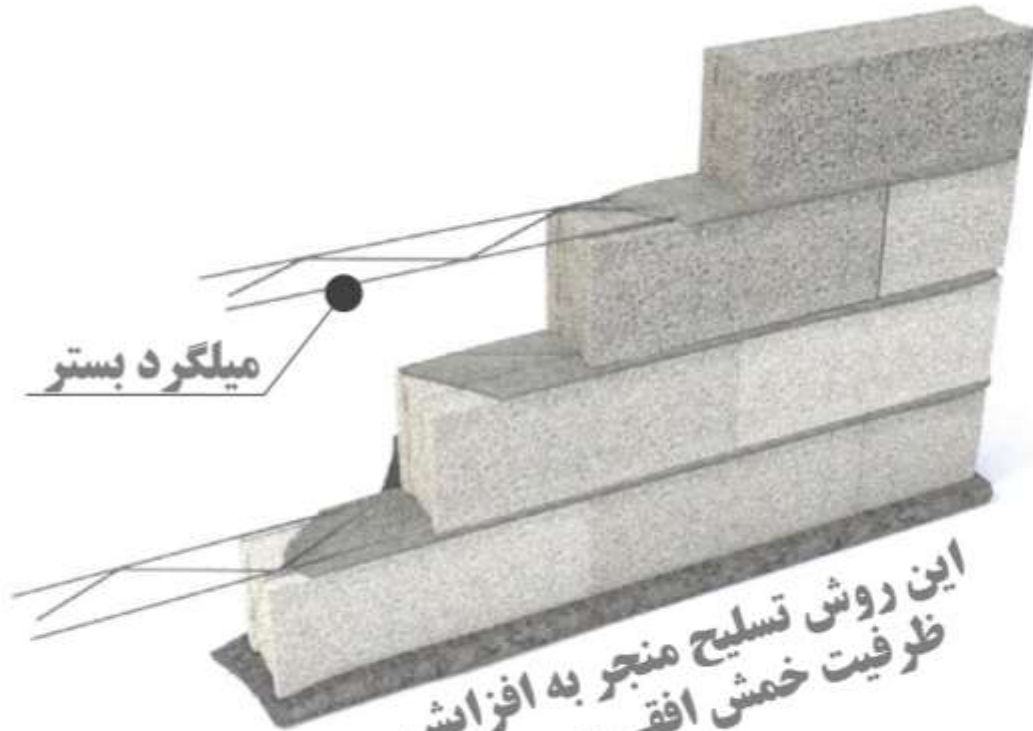
✓ قابلیت اطمینان بیشتر

خمش یک طرفه – خمش دو طرفه

هر دو رفتار (رفتار یک طرفه یا دو طرفه) برای دیوارهای غیرسازه ای مجاز است.
با این حال، **از منظر فنی** رفتار دو طرفه نسبت به رفتار یک طرفه ارجحیت دارد.

روش های تسلیح دیوار

تسلیح دیوار به صورت داخلی



این روش تسلیح منجر به افزایش ظرفیت خمش افقی می شود

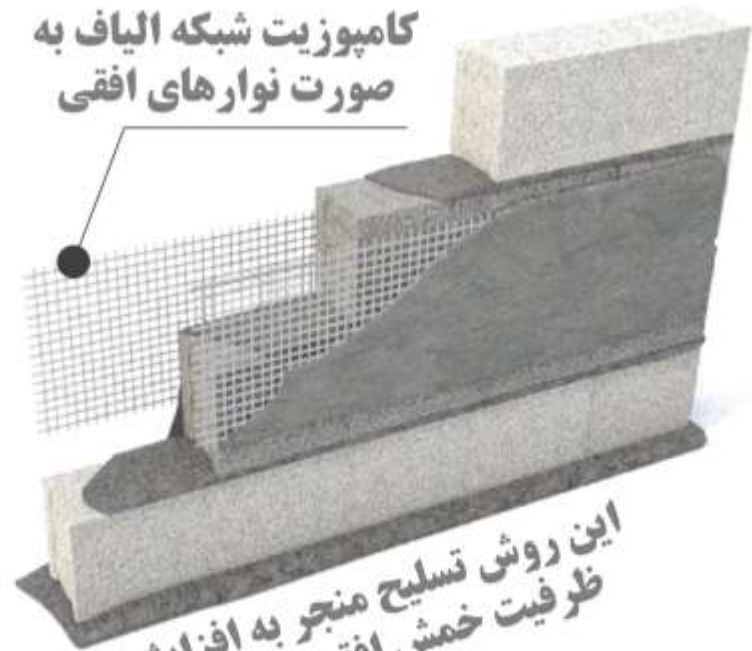
کامپوزیت شبکه الیاف به صورت نوارهایی در بند بستر



این روش تسلیح منجر به افزایش ظرفیت خمش افقی شده و در صورت اجرا در تمام بندها، منجر به افزایش ظرفیت خمش قائم نیز می شود.

روش های تسلیح دیوار

کامپوزیت شبکه الیاف به
صورت نوارهای افقی



این روش تسلیح منجر به افزایش
ظرفیت خمش افقی می شود

کامپوزیت شبکه الیاف
به صورت نوارهای قائم



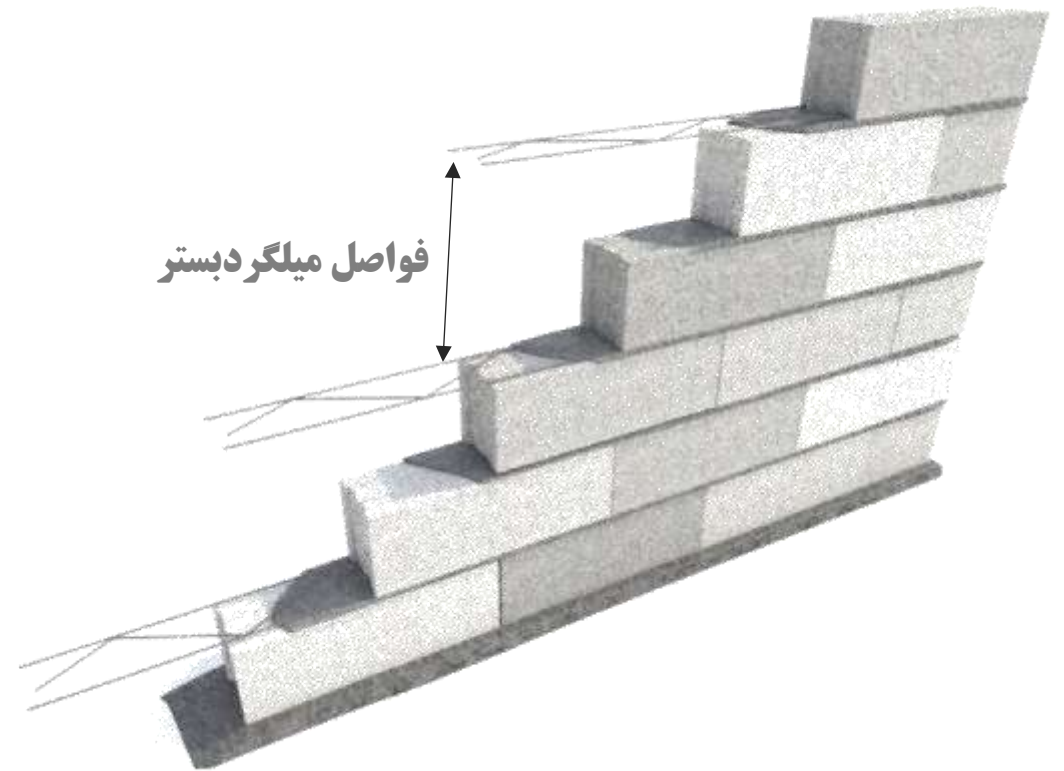
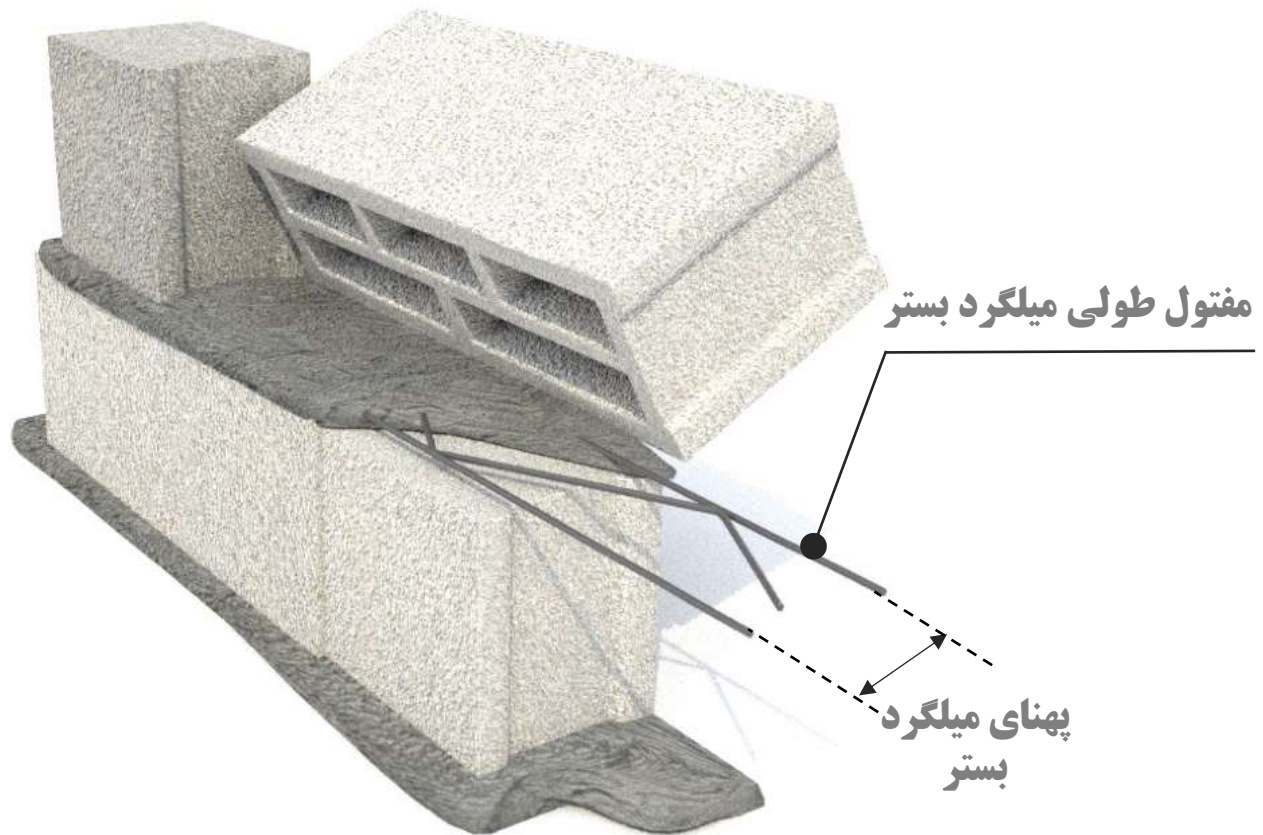
این روش تسلیح منجر به افزایش
ظرفیت خمش قائم می شود

کامپوزیت شبکه الیاف
به صورت سرتاسری



این روش تسلیح هم زمان منجر به افزایش
ظرفیت خمش افقی و خمش قائم می شود

تسلیح با میلگرد بستر



تسلیح با میلگرد بستر



تسلیح با میلگرد بستر

 بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی و نیز ضابطه ۷۲۹، فواصل میلگردهای بستر نباید از ۵۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد (در اکثر موارد یک رج درمیان)

 اگرچه طبق پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ فواصل میلگرد بستر تا ۱ متر نیز می‌تواند باشد، اما چنین فاصله زیادی از نظر فنی توصیه نشده و میلگردهای بستر موجود در بازار در چنین فواصلی قادر به افزایش ظرفیت دیوار نیستند.

 قطر مفتول طولی میلگرد بستر معمولاً ۳/۵ الی ۴ میلی‌متر بوده و **اکثر تست‌های انجام شده با قطر مفتول ۳/۵ الی ۴ میلی‌متر بوده‌اند.**

 بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی، قطر مفتول طولی میلگرد بستر باید بین ۳ الی ۵ میلی‌متر باشد.
چرا حداقل قطر تعیین شده است؟ زیرا قطرهای بسیار کم به خوردگی حساسیت بیشتری دارند و علاوه بر آن حتی اگر در تمام رج‌ها نیز قرار گیرند ممکن است نتوانند ظرفیت خمشی افقی دیوار را افزایش دهند. همچنین در فرآیند تولید میلگرد بستر، قطرهای بسیار کم ممکن است بر اثر جوش نقطه‌ای دچار ذوب شدگی و کاهش سطح مقطع شوند.
چرا حداکثر قطر تعیین شده است؟ زیرا قطرهای بسیار زیاد نیازمند طول مهاری بزرگتری بوده و در ابعاد متداول دیوارهای غیرسازه‌ای، دچار سر خوردگی شده و ممکن است مفتول به حداکثر ظرفیت کششی خود نرسد.

 بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی، طول همپوشانی میلگرد بستر نباید کمتر از ۷۵ برابر قطر مفتول طولی و ۳۰۰ میلیمتر باشد.

تسلیح با کامپوزیت شبکه الیاف

شبکه الیاف

الیاف شیشه
الیاف کربن
بازالت
آرامید

یا سایر منسوجات با عملکرد بالا

پلاستر

پایه سیمانی
پایه آهکی
پایه گچی

تارهای شبکه الیاف

لایه دوم پلاستر

A_1

A_2

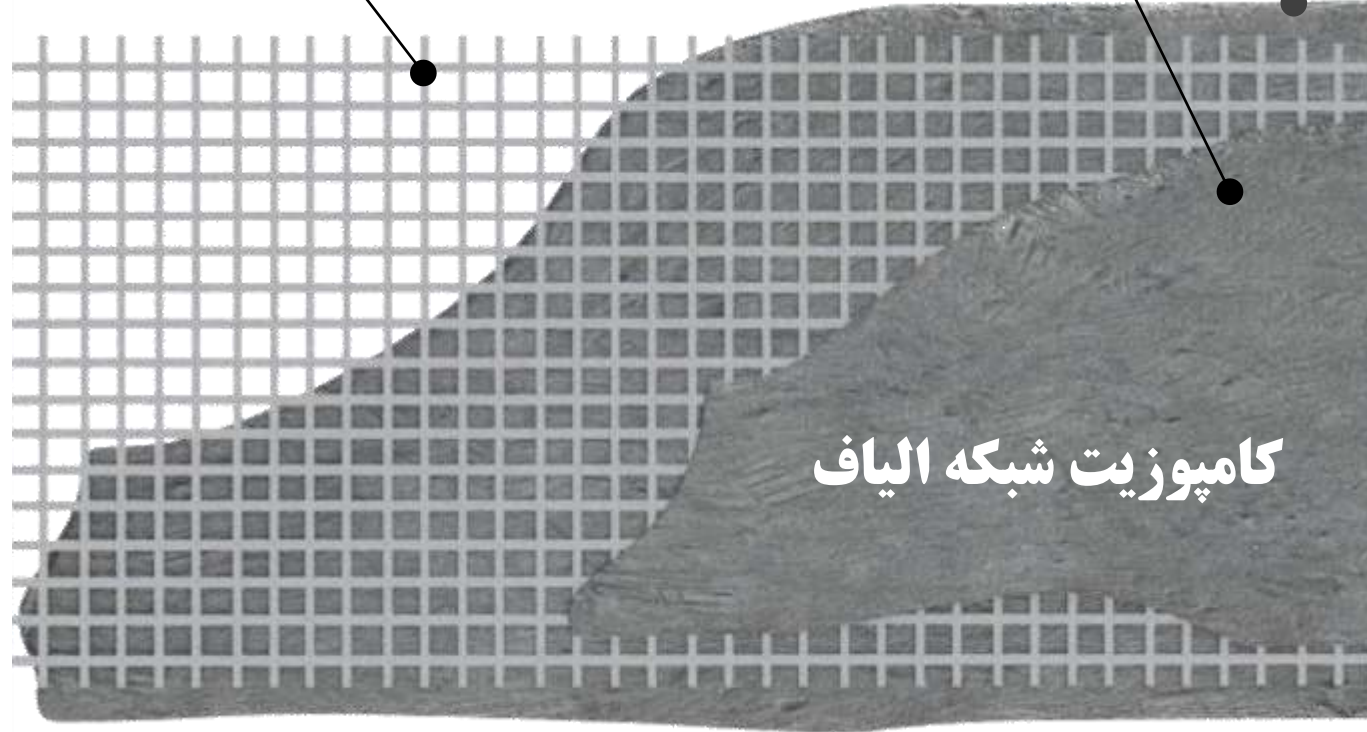
...

A_i

لایه اول پلاستر

$\approx 10 \text{ mm}$

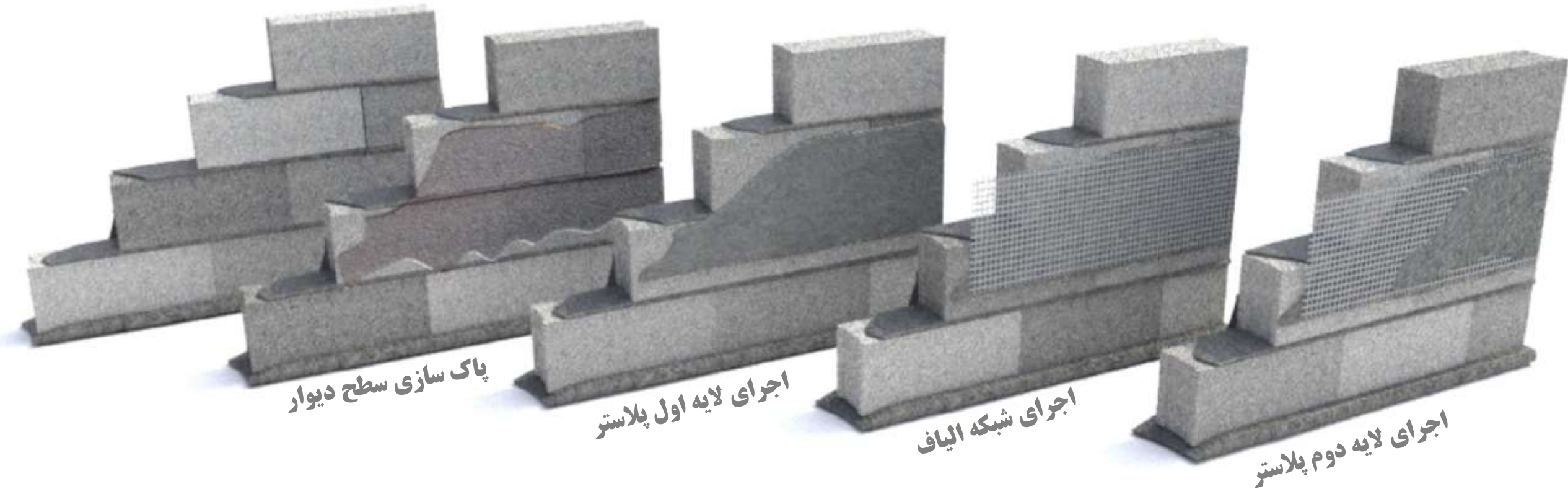
مقطع کامپوزیت شبکه الیاف



کامپوزیت شبکه الیاف

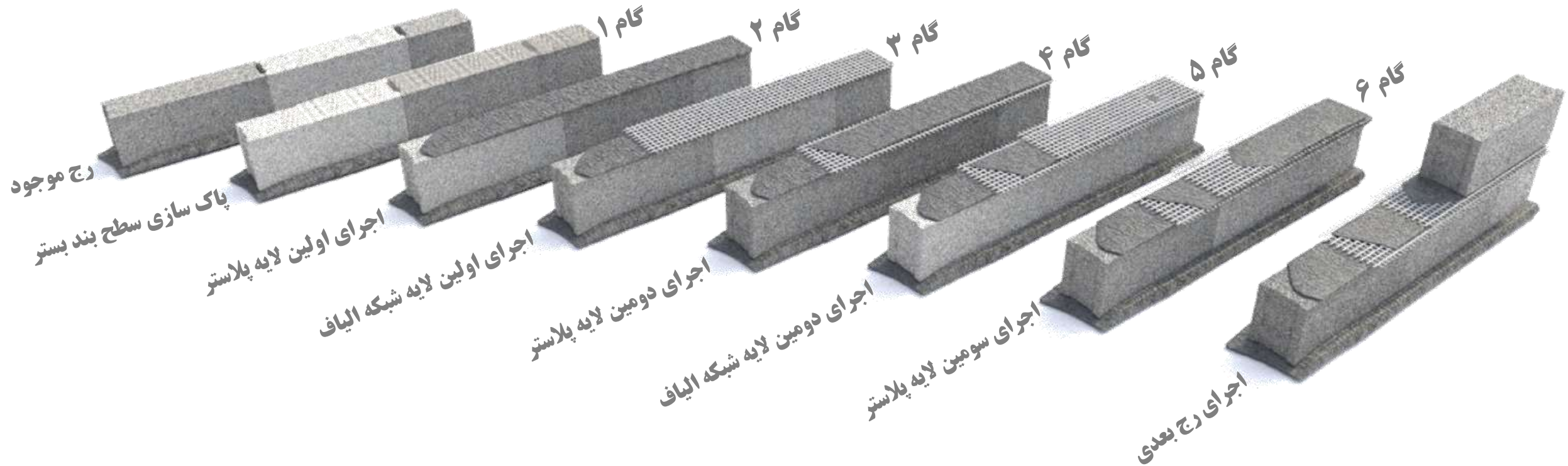
تسلیح با کامپوزیت شبکه الیاف

روند اجرای کامپوزیت شبکه الیاف تک لایه به صورت خارجی
(نوارهای قائم - نوارهای افقی - سرتاسری)



تسلیح با کامپوزیت شبکه الیاف

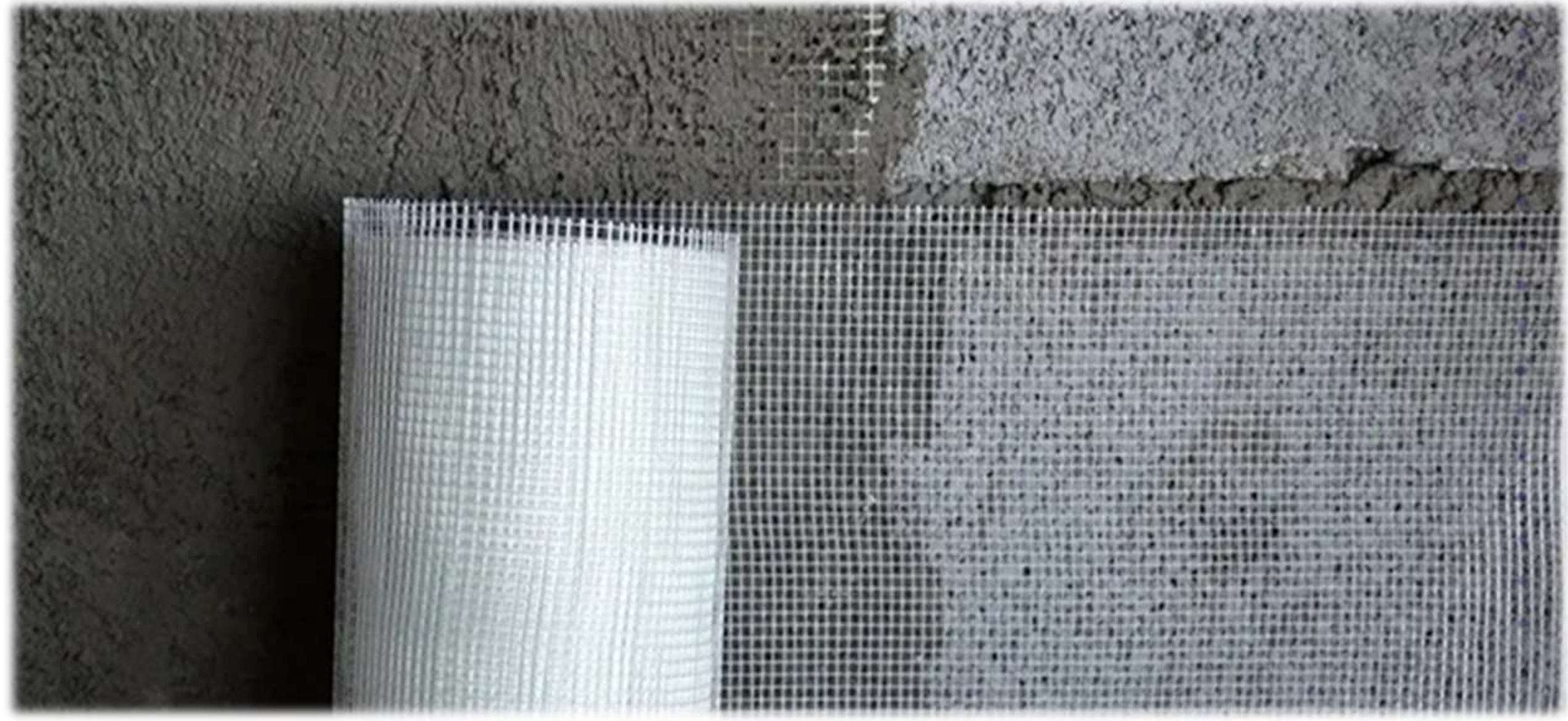
روند اجرای کامپوزیت شبکه الیاف دو لایه به صورت داخلی
(اجرا در بند بستر)



تسلیح با کامپوزیت شبکه الیاف



تسلیح با کامپوزیت شبکه الیاف



تسلیح با کامپوزیت شبکه الیاف



تسلیح با کامپوزیت شبکه الیاف



تسلیح با کامپوزیت شبکه الیاف

بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی طول همپوشانی کامپوزیت شبکه الیاف نباید کمتر از ۱۵۰ میلیمتر و یا $5T_{fu}$ در نظر گرفته شود (T_{fu} ظرفیت کششی در واحد عرض کامپوزیت بر حسب N/mm است).

بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی، پلاستر استفاده شده در کامپوزیت باید توسط شرکت تولید کننده کامپوزیت تامین شده و از همان پلاستری باشد که در تست های کششی استفاده شده است. لذا در کامپوزیت شبکه الیاف استفاده از ملات ماسه سیمان معمولی مجاز نمی باشد.

چرا نمی توان از ملات معمولی در کامپوزیت استفاده نمود؟ شبکه الیاف معمولاً دارای چشمه های با سایز کمتر از ۱۰ میلیمتر است. لذا ماسه های به کار رفته در ملات های معمولی ممکن است نتوانند کاملاً فضای بین چشمه های شبکه الیاف را پر کنند. علاوه بر آن، تست های کششی حاکی از آن است که ظرفیت کششی کامپوزیت علاوه بر مشخصات شبکه الیاف به مشخصات پلاستر نیز وابسته است و با افزایش ظرفیت فشاری پلاستر، ظرفیت کششی کامپوزیت افزایش می یابد. ملات های معمولی عمدتاً دارای ظرفیت فشاری کمتری نسبت به پلاستر مخصوص کامپوزیت هستند لذا استفاده از ملات معمولی در کامپوزیت منجر به کاهش ظرفیت کششی کامپوزیت خواهد شد.

نکاتی در خصوص تسلیحات دیوار

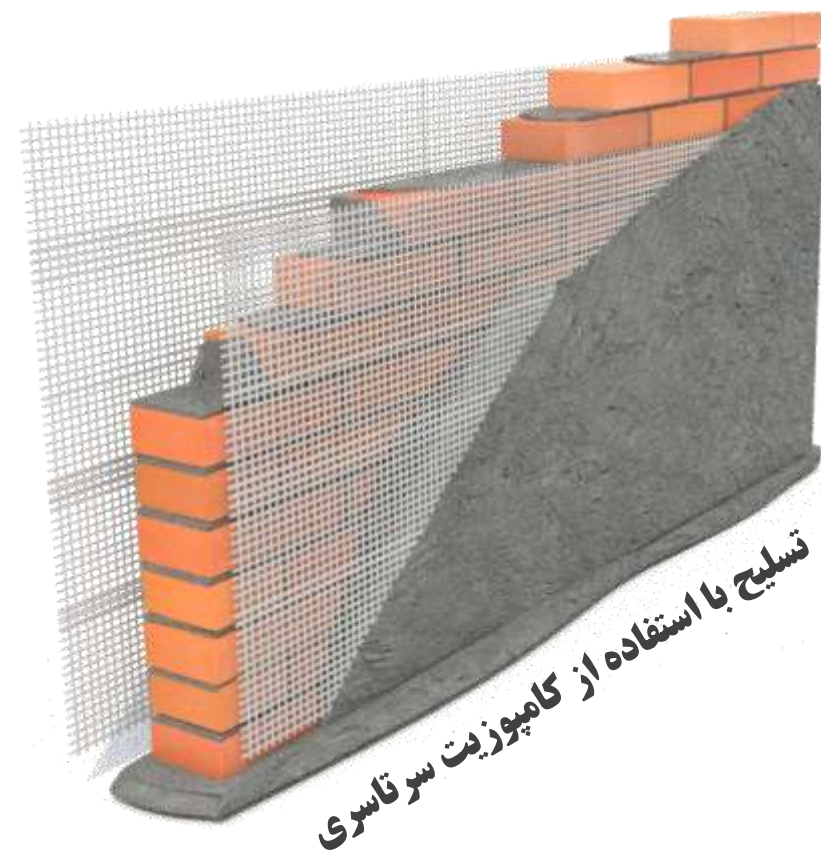
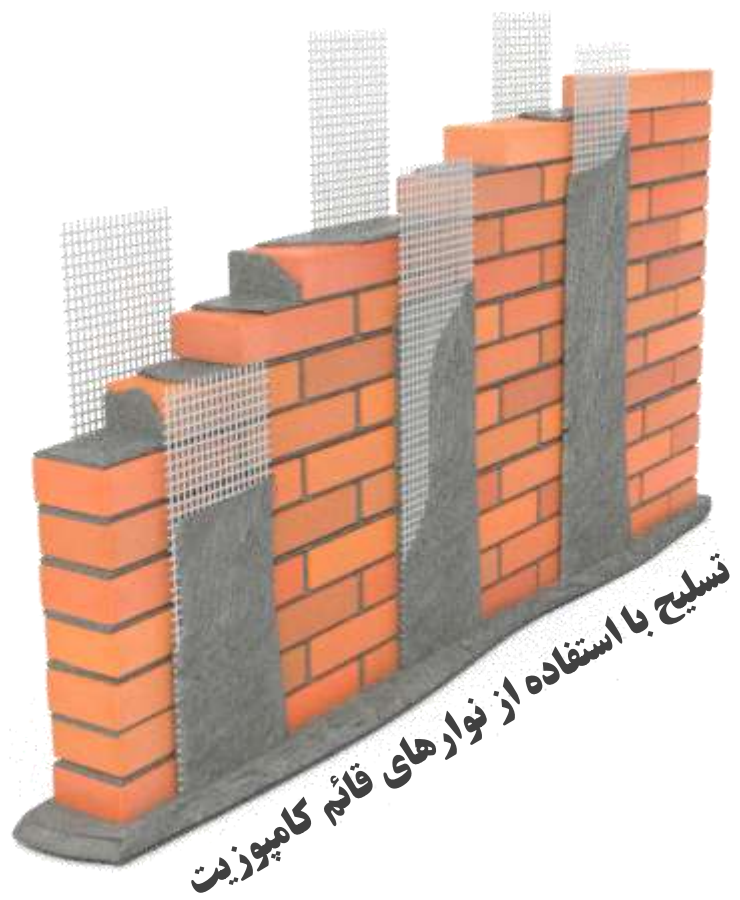
میلگرد بستر و کامپوزیت شبکه الیاف نقش مسلح کنندگی برای بخش بنایی دیوار دارند. این ادوات به منظور انتقال بار به لبه های دیوار استفاده نمی شوند.

میلگرد بستر در داخل دیوار مشابه تیرچه در سقف تیرچه بلوک نیست.
نوارهای قائم کامپوزیت شبکه الیاف مشابه وادار قائم نیست.

میلگرد بستر و نوارهای کامپوزیت شبکه الیاف در دیوار بنایی همان نقشی را دارند که آرماتورهای خمشی در یک تیر یا دال بتنی دارند. لذا این ادوات صرفاً عملکرد کششی دارند.

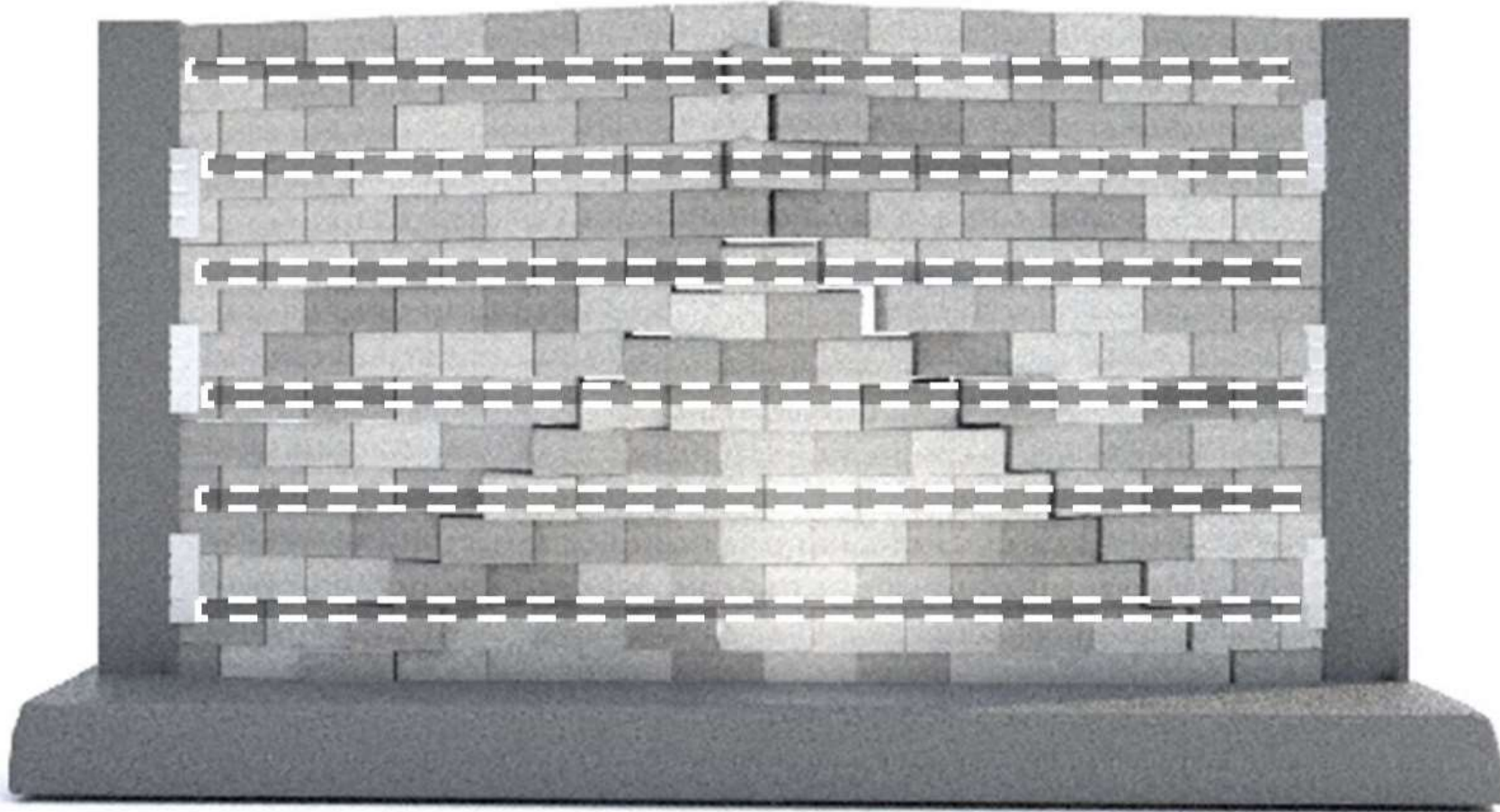
علت خرابایی یا نردبانی بودن میلگرد بستر، افزایش پیوستگی با ملات بند بستر است و نه افزایش ممان اینرسی میلگرد بستر.

روش های تسلیح دیوارهای بنایی غیرسازه ای موجود



نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

میلگرد بستر



تسلحات دیوار تنها زمانی موثر هستند
که از ترک های دیوار عبور کنند.

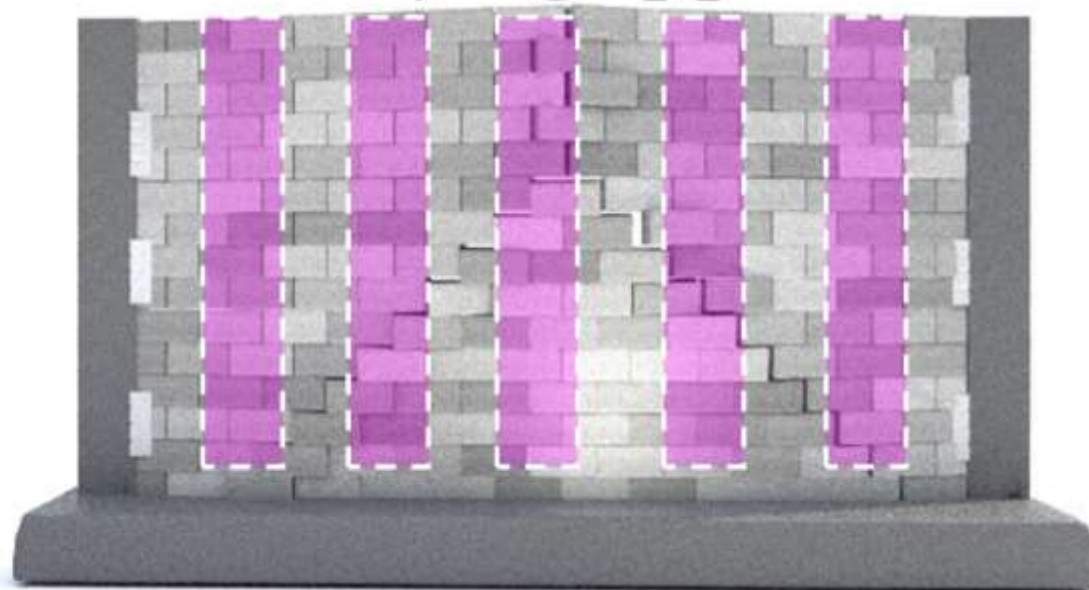
نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

در تصویر زیر هر دو روش در افزایش ظرفیت دیوار موثر هستند. اما استفاده از نوارهای افقی کامپوزیت تاثیر بیشتری دارد چراکه خمش خارج از صفحه دیوار عمدتاً از نوع خمش افقی است (با توجه به آزاد بودن لبه فوقانی دیوار)

کامپوزیت شبکه الیاف به صورت
نوارهای افقی

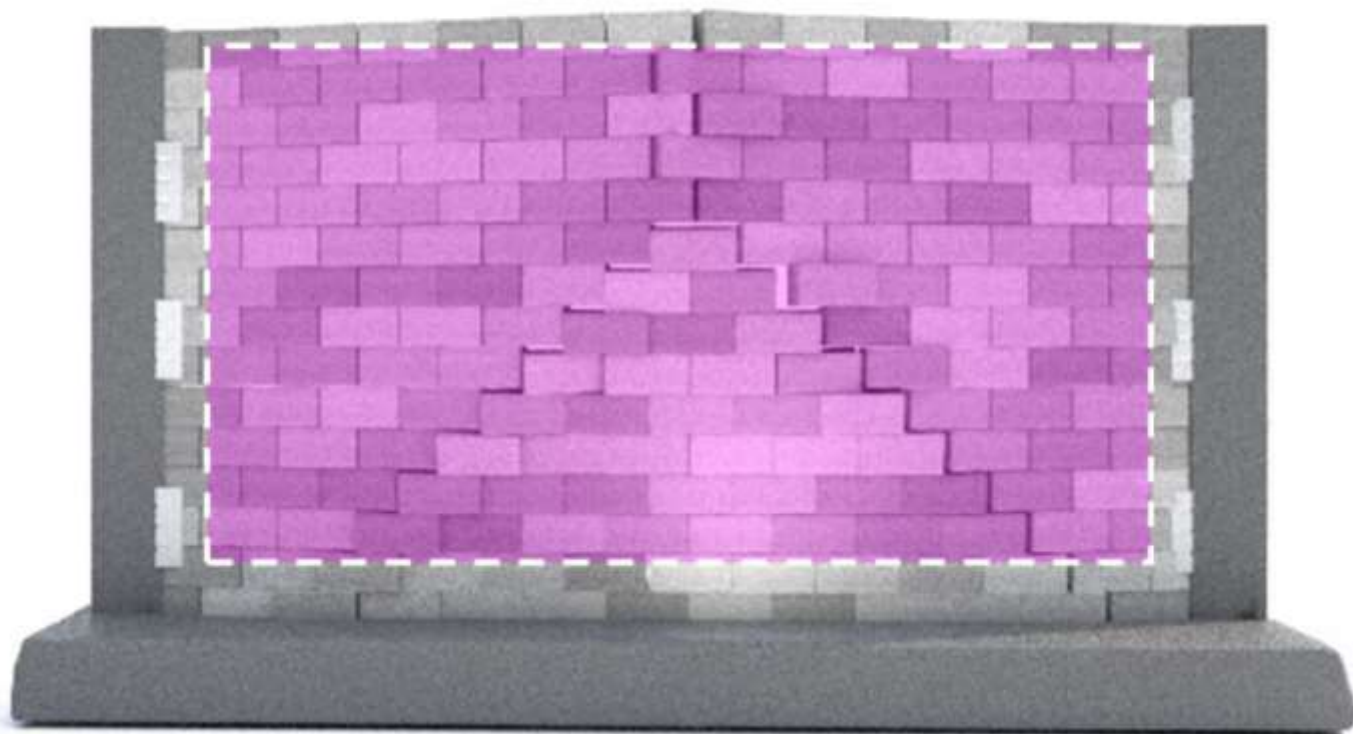


کامپوزیت شبکه الیاف به صورت
نوارهای قائم



نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

کامپوزیت شبکه الیاف به صورت سرتاسری



از بین روش های مختلف معرفی شده برای تسلیح دیوار، کامپوزیت سرتاسری (فول مش) معمولاً منجر به بیشترین ظرفیت می شود. با این وجود از نظر اقتصادی و اجرایی نیازمند بررسی است.

نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

در سه روش زیر، تسلیحات در وجوه بیرونی دیوار انجام شده و لازم است دسترسی به هر دو سمت دیوار وجود داشته باشد.
هر سه روش پس از اتمام دیوارچینی باید اجرا شوند.

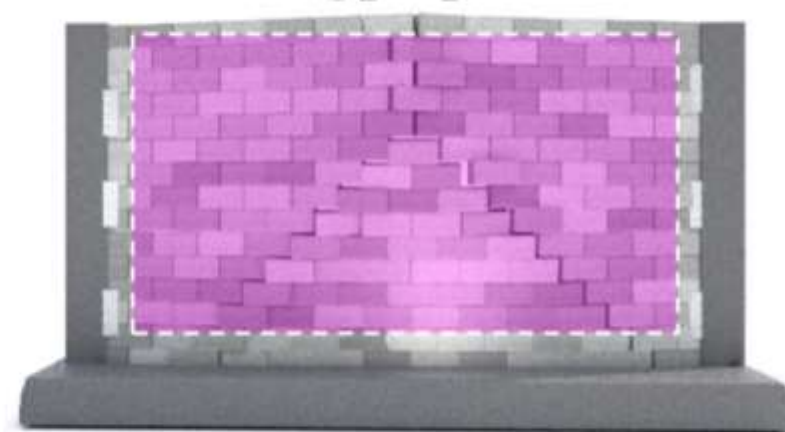
کامپوزیت شبکه الیاف به صورت
نوارهای افقی



کامپوزیت شبکه الیاف به صورت
نوارهای قائم



کامپوزیت شبکه الیاف به صورت
سرتاسری

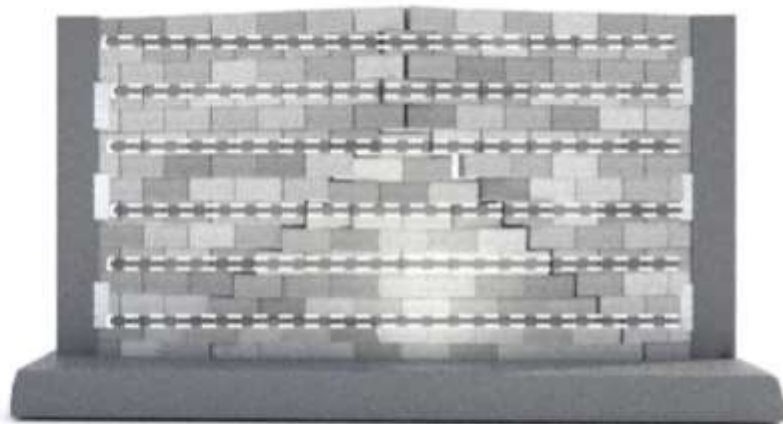


تسلیح دیوار به صورت خارجی

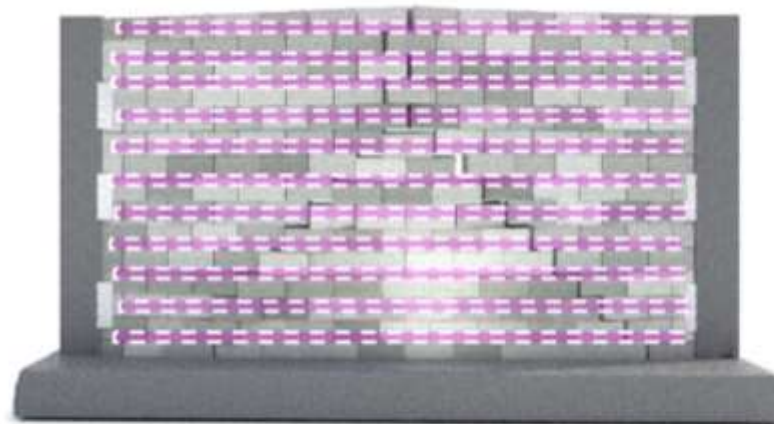
نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

در دو روش زیر، تسلیحات در داخل ضخامت دیوار قرار داشته و لازم نیست دسترسی به هر دو سمت دیوار وجود داشته باشد.
هر دو روش در حین دیوار چینی اجرا می شوند.

میلگرد بستر



کامپوزیت شبکه الیاف در بند بستر



تسلیح دیوار به صورت داخلی

نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

تسلیحات دیوار تنها زمانی موثر هستند که ظرفیت خمشی دیوار مسلح از ظرفیت خمشی دیوار غیر مسلح بیشتر باشد. معیار فوق ملاک تعیین حداقل تسلیحات است. لذا حداقل تسلیحات مقدار ثابتی ندارد.

ملاک رعایت حداقل مقدار تسلیحات:

در صورت استفاده از تسلیحات افقی: ظرفیت خمشی افقی دیوار مسلح باید بزرگتر از ظرفیت خمشی افقی دیوار غیر مسلح باشد.
در صورت استفاده از تسلیحات قائم: ظرفیت خمشی قائم دیوار مسلح باید بزرگتر از ظرفیت خمشی قائم دیوار غیر مسلح باشد.

مشابه مفهوم فوق، در تعیین حداقل آرماتور خمشی در تیرهای بتنی نیز وجود دارد.

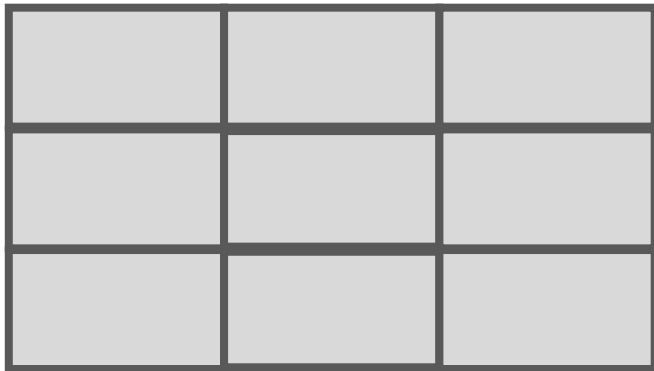
نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

بر اساس ضابطه ۷۲۹ و نیز ACI 530

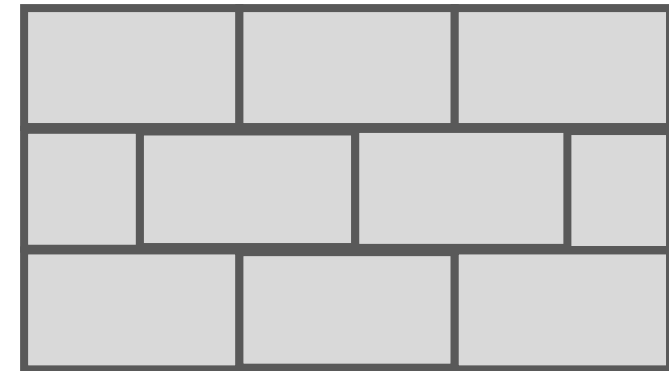
در صورتی که پیوند بلوک ها غیر ممتد باشد، لازم است تسلیحات افقی حداقل به میزان $28/000$ سطح مقطع دیوار باشند. در این محاسبه در صورتی که تسلیحات از نوع میلگرد بستر باشند، تنها سطح مقطع یکی از مفتول های طولی میلگرد بستر ملاک است. در این شرایط فواصل تسلیحات افقی نباید بیشتر از ۱۲۰۰ میلیمتر باشد.

برای دیوارهای بنایی، تقریباً همواره از پیوند ممتد استفاده می شود. لذا رعایت الزام فوق بر اساس ضابطه ۷۲۹ و ACI 530 ضروری نیست.

چیدمان بلوک به
صورت پیوند غیر ممتد



چیدمان بلوک به
صورت پیوند ممتد



نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

حداقل میلگرد بستر بر اساس پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰

پ ۱-۴-۲- جزئیات اجرایی دیوارهای داخلی و خارجی

حداقل سطح مقطع قطعه مسلح کننده 0.0003 سطح مقطع موثر دیوار در برش خارج

از صفحه می باشد. حداکثر فاصله قائم قطعات مسلح کننده در ارتفاع دیوار یک متر می باشد که باید قطعه براساس آن طراحی و محاسبه شود.

به نظر می رسد پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ به اشتباه از حداقل مقدار تسلیحات مربوط به دیوارهای با پیوند غیرممتد برای همه دیوارها استفاده نموده است. همانطور که در اسلاید قبل ارائه گردید، بر اساس ضابطه ۷۲۹ و ACI 530 حداقل سطح مقطع تسلیحات فوق مربوط به دیوارهای با پیوند غیرممتد می باشد که این نوع پیوند در کشور متداول نیست.

نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

میلگرد بستر حداقل بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی (روش محاسباتی)

تذکر: این مقادیر، حداقل تسلیحات مجاز هستند و به این معنی نیست که در تمام موارد کفایت می کنند. بر اساس محاسبات ممکن است دیواری به تسلیحات بیشتری نیاز داشته باشد. همچنین مقادیر با فرض تنش تسلیم ۴۵۰ مگاپاسکال برای مفتول بدست آمده اند.

برای دیوار ۱۰ سانتی } در صورت استفاده از میلگرد بستر با قطر مفتول ۳/۶ میلیمتر، فواصل میلگرد بستر نباید از ۵۰ سانت بیشتر باشد
در صورت استفاده از میلگرد بستر با قطر مفتول ۳ میلیمتر، فواصل میلگرد بستر نباید از ۴۰ سانت بیشتر باشد

برای دیوار ۱۵ سانتی } در صورت استفاده از میلگرد بستر با قطر مفتول ۳/۶ میلیمتر، فواصل میلگرد بستر نباید از ۵۰ سانت بیشتر باشد
در صورت استفاده از میلگرد بستر با قطر مفتول ۳ میلیمتر، فواصل میلگرد بستر نباید از ۳۵ سانت بیشتر باشد

برای دیوار ۲۰ سانتی } در صورت استفاده از میلگرد بستر با قطر مفتول ۳/۶ میلیمتر، فواصل میلگرد بستر نباید از ۴۵ سانت بیشتر باشد
در صورت استفاده از میلگرد بستر با قطر مفتول ۳ میلیمتر، فواصل میلگرد بستر نباید از ۳۰ سانت بیشتر باشد

نکاتی مهم در خصوص تسلیحات دیوار

در اکثر موارد لازم است میلگردهای بستر به صورت یک رج در میان اجرا شوند.

در صورتی که قطر مفتول میلگرد بستر کم باشد (در حدود ۳ میلیمتر) در اکثر موارد لازم است میلگردبستر در تمام رج ها اجرا شود.

ظرفیت خارج از صفحه دیوار

$$P_c = 8 \frac{M_{d1}}{H^2} \text{ ظرفیت دیوار با رفتار یک طرفه تحت خمش قائم}$$

$$P_c = 8 \frac{M_{d2}}{L^2} \text{ ظرفیت دیوار با رفتار یک طرفه تحت خمش افقی}$$

$$P_c = \frac{M_{d2}}{\alpha_2 L^2} \text{ ظرفیت دیوار با رفتار دو طرفه}$$

H : ارتفاع آزاد دیوار بر حسب (m)

L : طول آزاد دیوار بر حسب (m)

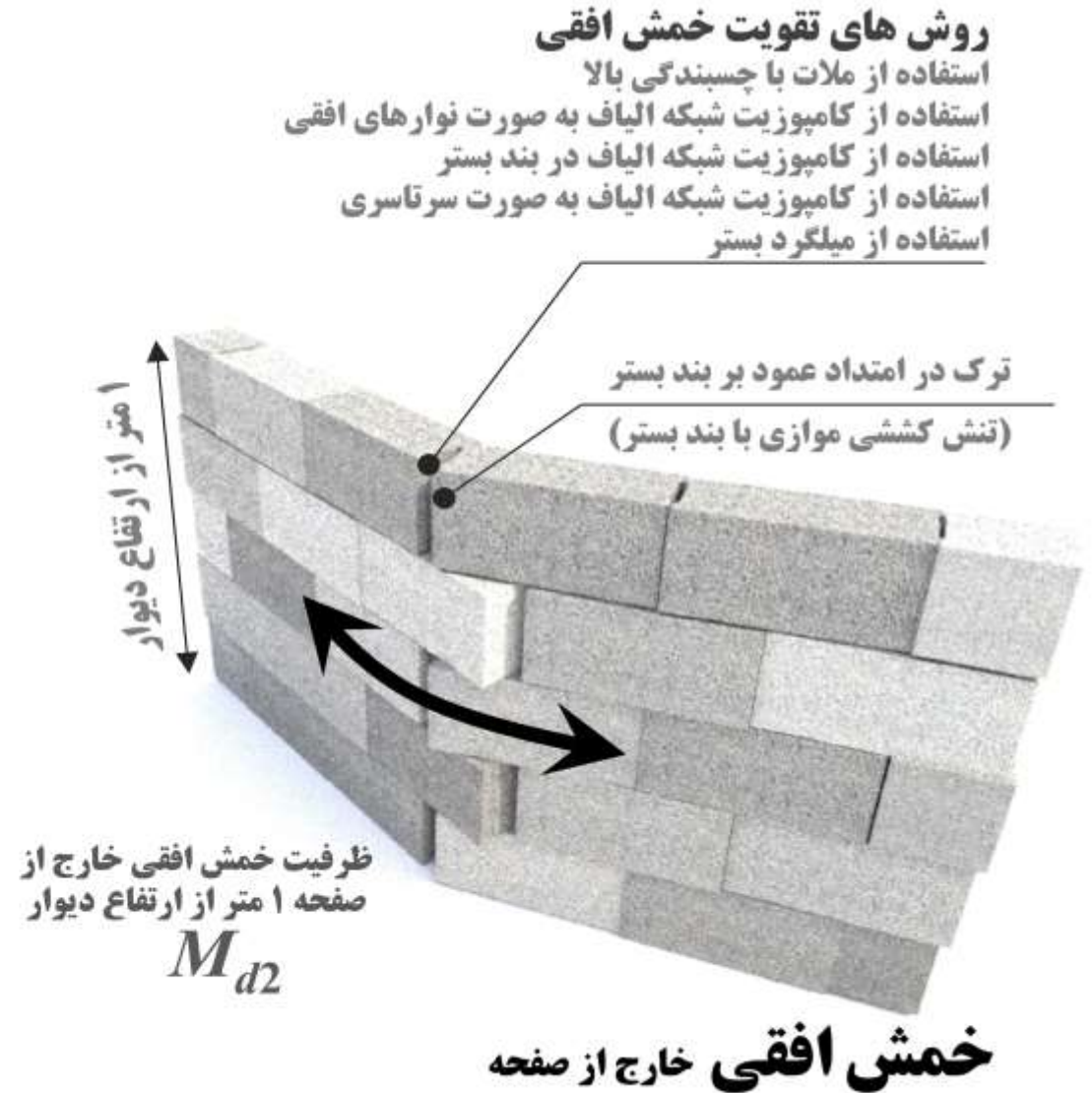
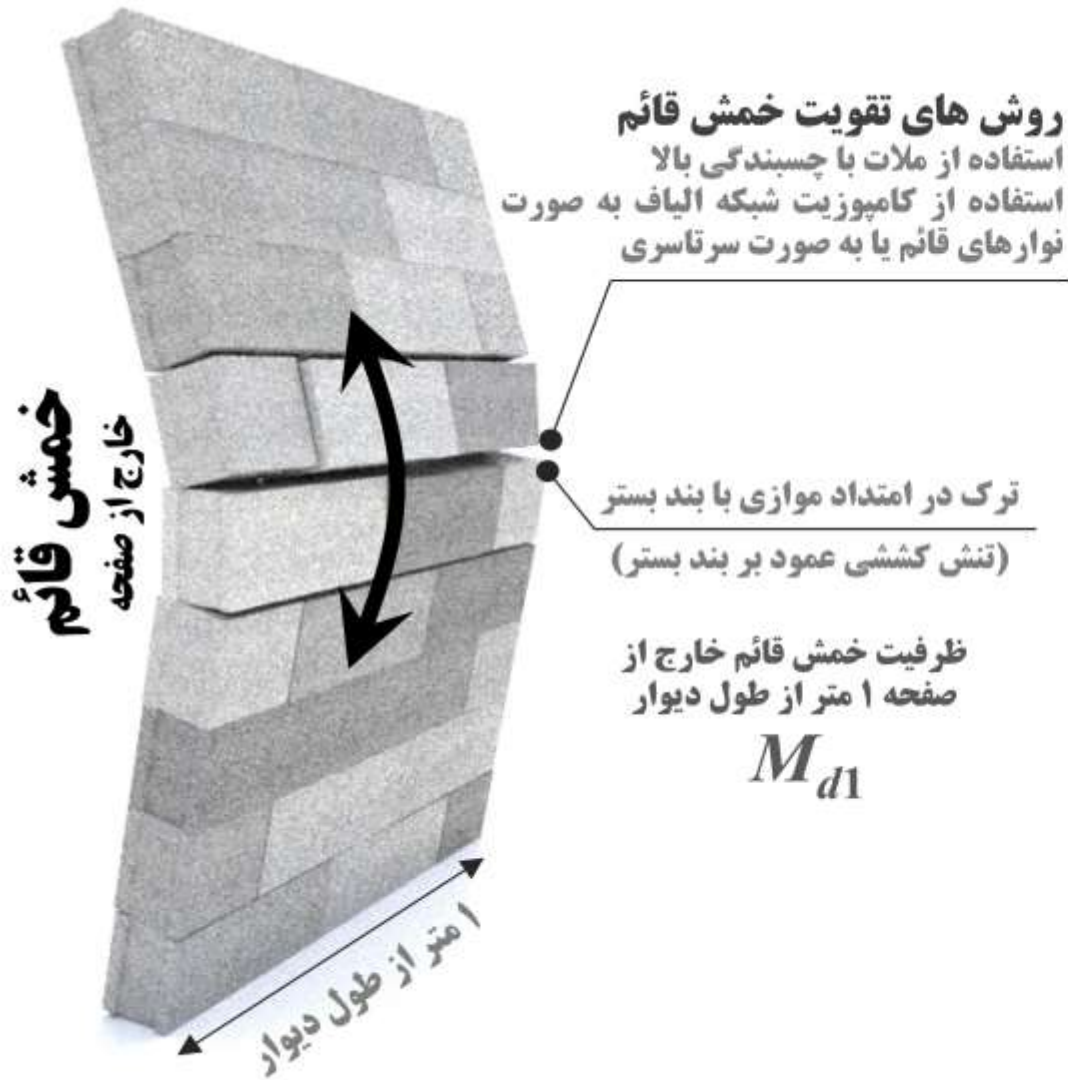
M_{d1} : ظرفیت خمش قائم در یک متر از طول دیوار بر حسب (N.m/m).

M_{d2} : ظرفیت خمش افقی دیوار در یک متر از ارتفاع دیوار بر حسب (N.m/m).

α_2 : ضریب خمش افقی که مقدار آن بسته به شرایط مرزی دیوار، نسبت ارتفاع آزاد به طول آزاد دیوار (H/L) و نسبت اورتوگنال دیوار (μ) بر اساس جداول (۳-۱) الی (۳-۳) بدست می‌آید. ضریب اورتوگنال دیوار ضریبی بدون بعد به منظور در نظر گرفتن رفتار غیرایزوتروپیک دیوار است که مقدار آن برابر است با نسبت ظرفیت خمش قائم به خمش

افقی دیوار ($\mu = \frac{M_{d1}}{M_{d2}}$).

ظرفیت خارج از صفحه دیوار



ظرفیت خارج از صفحه دیوار

جدول ۱-۳ ضریب خمشی افقی (α_2) برای دیوارهای دارای تکیه گاه در هر چهار لبه

(شرایط مرزی نوع E طبق ضابطه ۷۲۹).

شرایط مرزی دیوار	μ	H/L							
		۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۰
E	۳/۰	-۰/۰۴	-۰/۰۱۰	-۰/۰۲۰	-۰/۰۳۰	-۰/۰۳۸	-۰/۰۴۶	-۰/۰۵۲	-۰/۰۵۸
	۲/۵	-۰/۰۰۵	-۰/۰۱۲	-۰/۰۲۳	-۰/۰۳۳	-۰/۰۴۱	-۰/۰۴۹	-۰/۰۵۶	-۰/۰۶۱
	۲/۰	-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۴	-۰/۰۲۵	-۰/۰۳۶	-۰/۰۴۴	-۰/۰۵۲	-۰/۰۵۹	-۰/۰۶۴
	۱/۵	-۰/۰۰۷	-۰/۰۱۶	-۰/۰۲۸	-۰/۰۳۹	-۰/۰۴۸	-۰/۰۵۶	-۰/۰۶۳	-۰/۰۶۸
	۱/۰	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۸	-۰/۰۳۰	-۰/۰۴۲	-۰/۰۵۱	-۰/۰۵۹	-۰/۰۶۶	-۰/۰۷۱
	۰/۸	-۰/۰۱۰	-۰/۰۲۱	-۰/۰۳۵	-۰/۰۴۶	-۰/۰۵۶	-۰/۰۶۴	-۰/۰۷۱	-۰/۰۷۶
	۰/۶	-۰/۰۱۲	-۰/۰۲۵	-۰/۰۴۰	-۰/۰۵۳	-۰/۰۶۴	-۰/۰۷۰	-۰/۰۷۶	-۰/۰۸۱
	۰/۵	-۰/۰۱۴	-۰/۰۲۸	-۰/۰۴۴	-۰/۰۵۷	-۰/۰۶۶	-۰/۰۷۴	-۰/۰۸۰	-۰/۰۸۵
	۰/۴	-۰/۰۱۷	-۰/۰۳۲	-۰/۰۴۹	-۰/۰۶۲	-۰/۰۷۱	-۰/۰۷۸	-۰/۰۸۴	-۰/۰۸۸
	۰/۳	-۰/۰۲۰	-۰/۰۳۸	-۰/۰۵۵	-۰/۰۶۸	-۰/۰۷۷	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۹	-۰/۰۹۳
	۰/۲	-۰/۰۲۶	-۰/۰۴۶	-۰/۰۶۴	-۰/۰۷۶	-۰/۰۸۴	-۰/۰۹۰	-۰/۰۹۵	-۰/۰۹۹
	۰/۱	-۰/۰۳۹	-۰/۰۶۲	-۰/۰۷۸	-۰/۰۸۸	-۰/۰۹۵	-۰/۱۰۰	-۰/۱۰۳	-۰/۱۰۶

جدول ۳-۳ ضریب خمشی افقی (α_2) برای دیوارهای دارای تکیه گاه در سه لبه و یک لبه قائم آزاد (شرایط

مرزی نوع A طبق ضابطه ۷۲۹).

شرایط مرزی دیوار	μ	H/L							
		۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۰
J	۳/۰	-۰/۰۰۴	-۰/۰۱۱	-۰/۰۲۳	-۰/۰۳۷	-۰/۰۵۰	-۰/۰۶۴	-۰/۰۸۱	-۰/۰۹۷
	۲/۵	-۰/۰۰۵	-۰/۰۱۴	-۰/۰۲۹	-۰/۰۴۵	-۰/۰۶۲	-۰/۰۷۹	-۰/۰۹۸	-۰/۱۱۸
	۲/۰	-۰/۰۰۶	-۰/۰۱۷	-۰/۰۳۵	-۰/۰۵۴	-۰/۰۷۳	-۰/۰۹۳	-۰/۱۱۶	-۰/۱۳۹
	۱/۵	-۰/۰۰۸	-۰/۰۲۰	-۰/۰۴۰	-۰/۰۶۳	-۰/۰۸۵	-۰/۱۰۸	-۰/۱۳۳	-۰/۱۵۹
	۱/۰	-۰/۰۰۹	-۰/۰۲۳	-۰/۰۴۶	-۰/۰۷۱	-۰/۰۹۶	-۰/۱۲۲	-۰/۱۵۱	-۰/۱۸۰
	۰/۸	-۰/۰۱۲	-۰/۰۲۸	-۰/۰۵۴	-۰/۰۸۳	-۰/۱۱۱	-۰/۱۴۲	-۰/۱۷۵	-۰/۲۰۸
	۰/۶	-۰/۰۱۵	-۰/۰۳۶	-۰/۰۶۷	-۰/۱۰۰	-۰/۱۳۵	-۰/۱۷۳	-۰/۲۱۱	-۰/۲۵۰
	۰/۵	-۰/۰۱۸	-۰/۰۴۲	-۰/۰۷۷	-۰/۱۱۳	-۰/۱۵۳	-۰/۱۹۵	-۰/۲۳۷	-۰/۲۸۰
	۰/۴	-۰/۰۲۱	-۰/۰۵۰	-۰/۰۹۰	-۰/۱۳۱	-۰/۱۷۷	-۰/۲۲۵	-۰/۲۷۲	-۰/۳۲۱
	۰/۳	-۰/۰۲۷	-۰/۰۶۲	-۰/۱۰۸	-۰/۱۶۰	-۰/۲۱۴	-۰/۲۶۹	-۰/۳۲۵	-۰/۳۸۱
	۰/۲	-۰/۰۳۸	-۰/۰۸۳	-۰/۱۴۲	-۰/۲۰۸	-۰/۲۷۶	-۰/۳۴۴	-۰/۴۱۳	-۰/۴۸۸
	۰/۱	-۰/۰۶۵	-۰/۱۲۱	-۰/۲۲۴	-۰/۳۳۱	-۰/۴۱۸	-۰/۵۱۵	-۰/۶۱۳	-۰/۶۹۸

جدول ۲-۳ ضریب خمشی افقی (α_2) برای دیوارهای دارای تکیه گاه در سه لبه و لبه فوقانی آزاد (شرایط مرزی نوع A طبق ضابطه ۷۲۹).

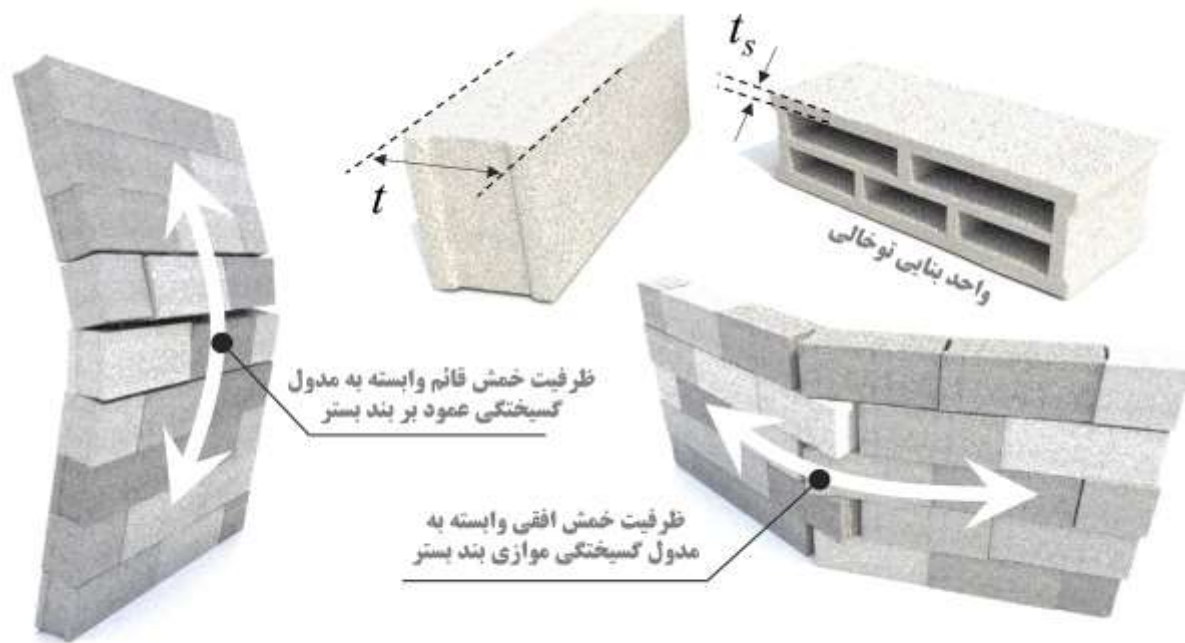
شرایط مرزی دیوار	μ	H/L							
		۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۰
A	۳/۰	-۰/۰۲۲	-۰/۰۳۳	-۰/۰۴۶	-۰/۰۵۹	-۰/۰۶۷	-۰/۰۷۵	-۰/۰۸۰	-۰/۰۸۵
	۲/۵	-۰/۰۲۴	-۰/۰۳۶	-۰/۰۴۹	-۰/۰۶۲	-۰/۰۷۰	-۰/۰۷۸	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۷
	۲/۰	-۰/۰۲۷	-۰/۰۳۹	-۰/۰۵۲	-۰/۰۶۵	-۰/۰۷۳	-۰/۰۸۰	-۰/۰۸۵	-۰/۰۹
	۱/۵	-۰/۰۲۹	-۰/۰۴۲	-۰/۰۵۶	-۰/۰۶۸	-۰/۰۷۶	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۸	-۰/۰۹۲
	۱/۰	-۰/۰۳۱	-۰/۰۴۵	-۰/۰۵۹	-۰/۰۷۱	-۰/۰۷۹	-۰/۰۸۵	-۰/۰۹۰	-۰/۰۹۴
	۰/۸	-۰/۰۳۴	-۰/۰۴۹	-۰/۰۶۴	-۰/۰۷۵	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۹	-۰/۰۹۳	-۰/۰۹۷
	۰/۶	-۰/۰۳۸	-۰/۰۵۳	-۰/۰۶۹	-۰/۰۸۰	-۰/۰۸۸	-۰/۰۹۳	-۰/۰۹۷	-۰/۱۰۰
	۰/۵	-۰/۰۴۰	-۰/۰۵۶	-۰/۰۷۳	-۰/۰۸۳	-۰/۰۹۰	-۰/۰۹۵	-۰/۰۹۹	-۰/۱۰۲
	۰/۴	-۰/۰۴۳	-۰/۰۶۱	-۰/۰۷۷	-۰/۰۸۷	-۰/۰۹۳	-۰/۰۹۸	-۰/۱۰۱	-۰/۱۰۴
	۰/۳	-۰/۰۴۸	-۰/۰۶۷	-۰/۰۸۲	-۰/۰۹۱	-۰/۰۹۷	-۰/۱۰۱	-۰/۱۰۴	-۰/۱۰۷
	۰/۲	-۰/۰۵۴	-۰/۰۷۵	-۰/۰۸۹	-۰/۰۹۷	-۰/۱۰۲	-۰/۱۰۵	-۰/۱۰۸	-۰/۱۱۱
	۰/۱	-۰/۰۶۹	-۰/۰۸۷	-۰/۰۹۸	-۰/۱۰۴	-۰/۱۰۸	-۰/۱۱۱	-۰/۱۱۳	-۰/۱۱۵

مقاومت خمشی افقی و قائم دیوار بنایی غیر مسلح

در صورت استفاده از آجر یا بلوک توپر

$$M_{d1} = \phi_1 \frac{f_{r1} t^2}{6} \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_1 = 0.6$$

$$M_{d2} = \phi_2 \lambda \frac{f_{r2} t^2}{6} \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_2 = 0.6$$



در صورت استفاده از بلوک توخالی

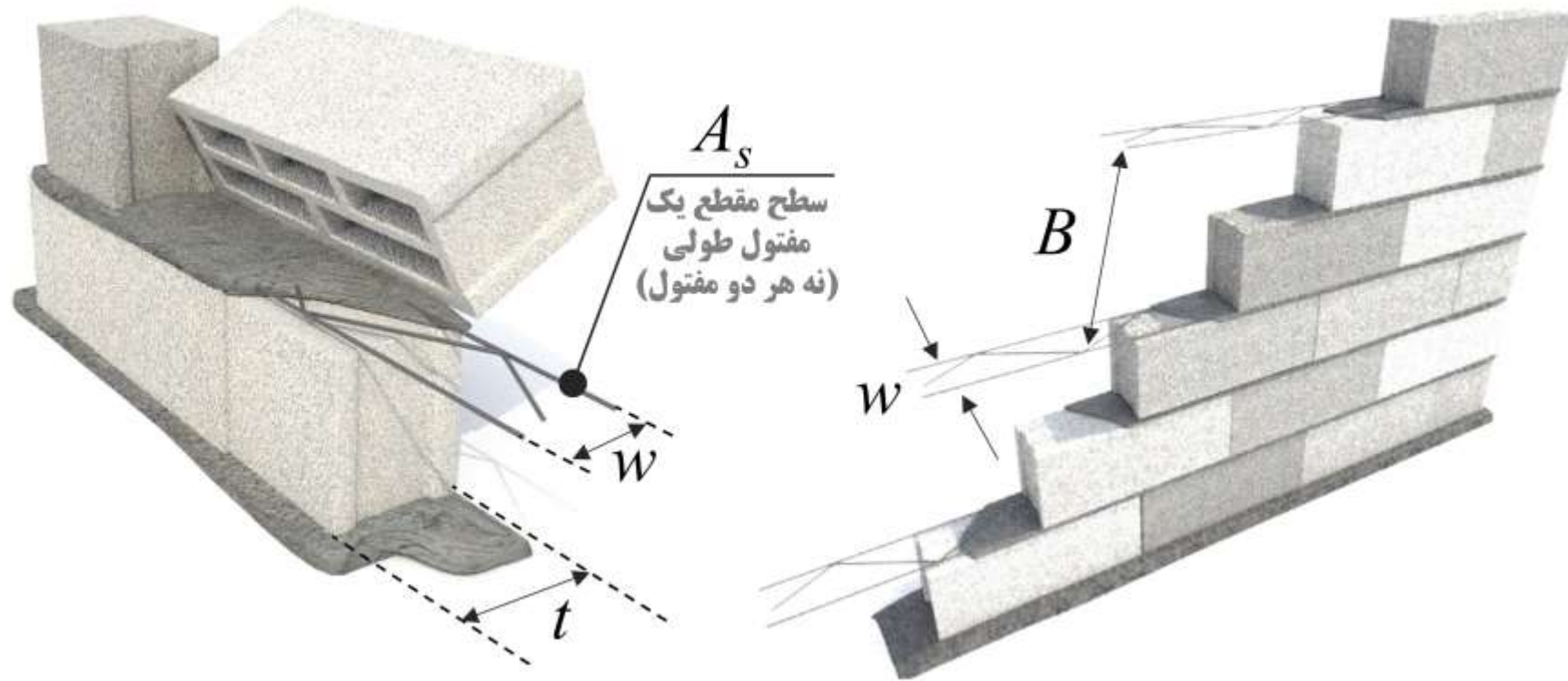
$$M_{d1} = \phi_1 \frac{f_{r1} t_s (t - t_s)^2}{t} \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_1 = 0.6$$

$$M_{d2} = \phi_2 \lambda \frac{f_{r2} t_s (t - t_s)^2}{t} \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_2 = 0.6$$

جدول ۳-۴ مدول گسیختگی دیوار بنایی در دو امتداد عمود بر بند بستر (f_{r1}) و موازی بند بستر (f_{r2}) بر حسب مگاپاسکال (بر اساس ضابطه ۷۲۹)

امتداد مدول گسیختگی	نوع واحد بنایی	طرح اختلاط ملات (ب)	
		۱ حجم سیمان پرتلند ۱ حجم آهک ۶ حجم ماسه ریزدانه (ت)	۱ حجم سیمان بنایی یا پرتلند ۳ حجم ماسه ریزدانه (ت)
عمود بر بند بستر (f_{r1}) (الف)	آجر توپر یا سوراخ دار	۰/۶۹	۰/۳۵
	بلوک توخالی	۰/۴۴	۰/۲۱
	بلوک AAC (ت)	۰/۵۵	۰/۵۵
موازی بند بستر (f_{r2}) (ب)	آجر توپر یا سوراخ دار	۱/۳۸	۰/۶۹
	بلوک توخالی	۰/۸۷	۰/۴۴
	بلوک AAC (ت)	۰/۵۵	۰/۵۵

مقاومت خمشی افقی و قائم دیوار بنایی مسلح به میلگردبستر



M_{dl} : مشابه دیوار غیرمسلح

$$M_{d2} = \phi_2 \frac{A_s f_y}{B} (0.5t + 0.5w) \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_2 = 0.9$$

A_s : سطح مقطع یکی از مفتول‌های طولی میلگرد بستر بر حسب (mm^2)

f_y : مقاومت تسلیم فولاد به کار رفته در میلگرد بستر بر حسب (MPa)

B : فواصل میلگردهای بستر در امتداد دیوار بر حسب (mm)

W : پهنای میلگردبستر بر حسب (mm)

مقاومت خمشی افقی و قائم دیوار بنایی مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف بند بستر



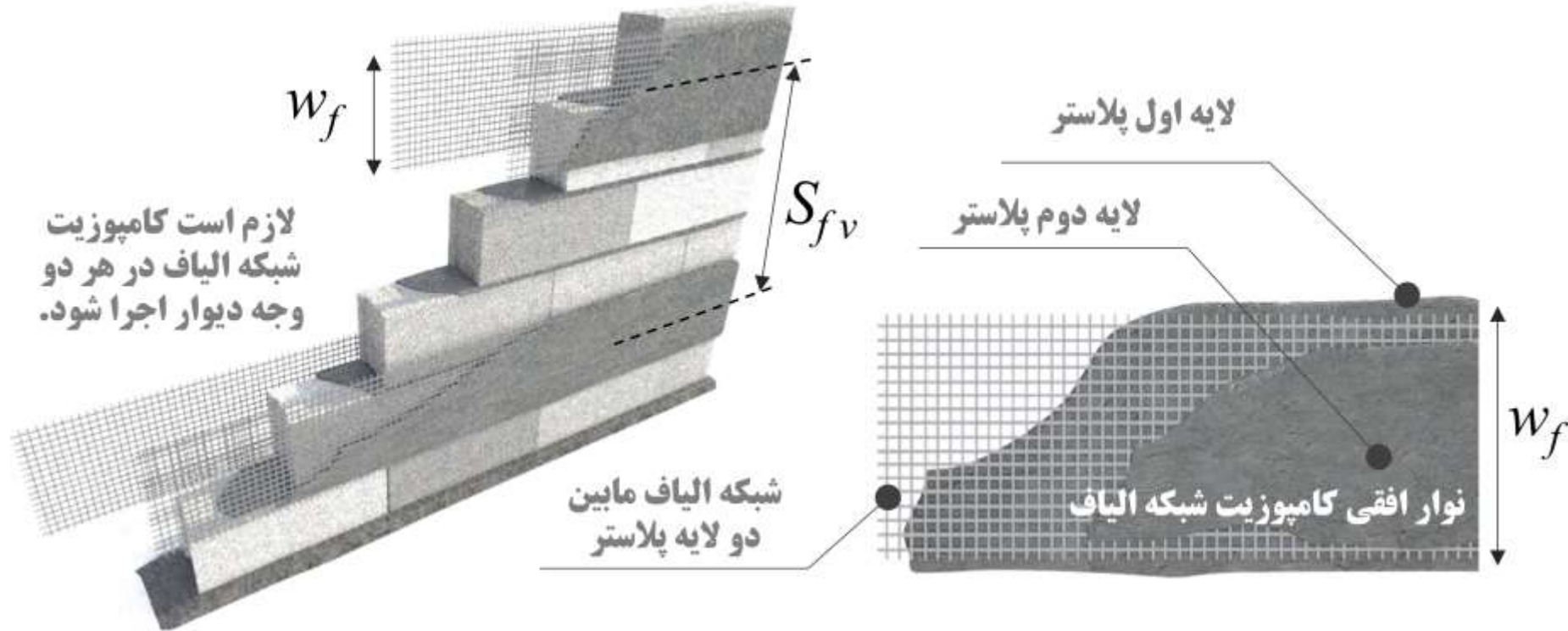
مشابه دیوار غیر مسلح: M_{d1}

$$M_{d2} = \phi_2 \frac{T_{fu} t^2}{3B_f} \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_2 = 0.9$$

T_{fu} : ظرفیت کششی کامپوزیت شبکه الیاف در واحد عرض بر حسب (N/mm)
 B_f : فواصل کامپوزیت های شبکه الیاف بند بستر در ارتفاع دیوار بر حسب (mm)

مقاومت خمشی افقی و قائم

دیوار بنایی مسلح به نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف



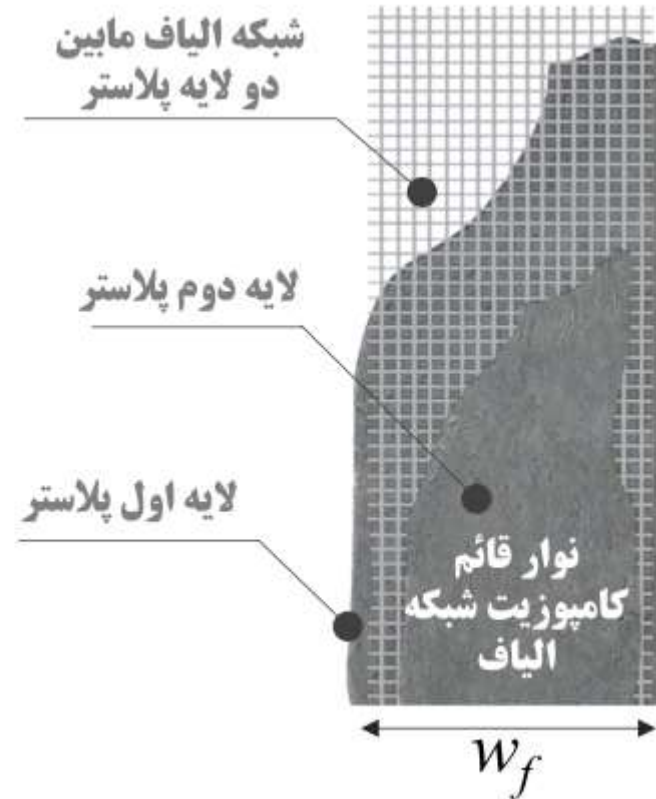
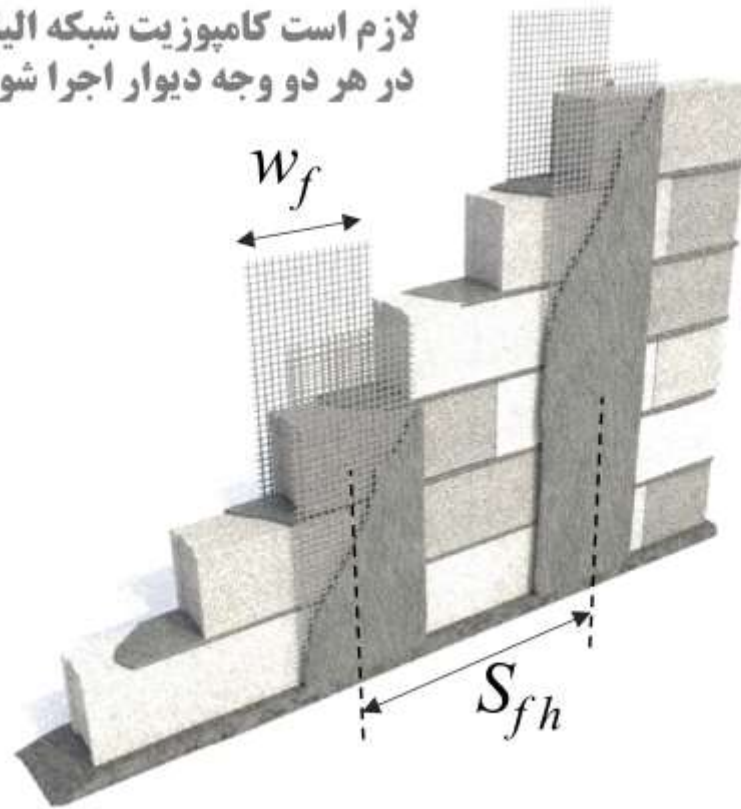
M_{dl} : مشابه دیوار غیر مسلح

$$M_{d2} = \phi_2 \frac{w_f}{S_{fv}} T_{fut} \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_2 = 0.9$$

T_{fu} : ظرفیت کششی کامپوزیت شبکه الیاف در واحد عرض بر حسب (N/mm)
 w_f : عرض نوارهای کامپوزیت شبکه الیاف بر حسب (mm)
 S_{fv} : فواصل مرکز به مرکز نوارهای افقی کامپوزیت های شبکه الیاف بر حسب (mm)

مقاومت خمشی افقی و قائم دیوار بنایی مسلح به نوارهای قائم کامپوزیت شبکه الیاف

لازم است کامپوزیت شبکه الیاف
در هر دو وجه دیوار اجرا شود.

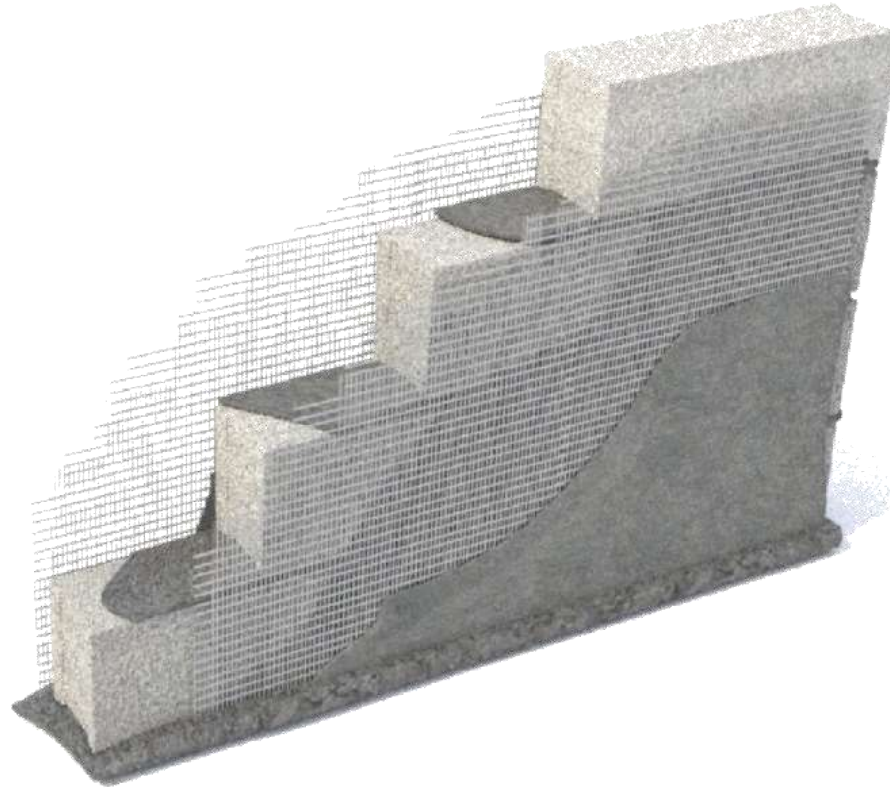


$$M_{d1} = \phi_1 \frac{w_f}{S_{fh}} T_{fu} t \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_1 = 0.9$$

M_{d2} : مشابه دیوار غیر مسلح

T_{fu} : ظرفیت کششی کامپوزیت شبکه الیاف در واحد عرض بر حسب (N/mm)
 w_f : عرض نوارهای کامپوزیت شبکه الیاف بر حسب (mm)
 S_{fh} : فواصل مرکز به مرکز نوارهای قائم کامپوزیت شبکه الیاف بر حسب (mm)

مقاومت خمشی افقی و قائم دیوار بنایی مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف به صورت سرتاسری



$$M_{d1} = \phi_1 T_{fu1} t \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_1 = 0.9$$

$$M_{d2} = \phi_2 T_{fu2} t \left(N \cdot \frac{m}{m} \right), \quad \phi_2 = 0.9$$

T_{fu1} : ظرفیت کششی کامپوزیت شبکه الیاف در واحد عرض و در امتداد قائم دیوار بر حسب (N/mm)
 T_{fu2} : ظرفیت کششی کامپوزیت شبکه الیاف در واحد عرض و در امتداد طول دیوار بر حسب (N/mm)

معرفی ابزار محاسباتی تحت اکسل



ابزار محاسباتی طراحی دیوارهای بنایی غیرسازه ای
مسلح به میلگردبستر



John

این شرکت توسط شرکت بهسازی نیرو موانع و به معمارش شرکت عمران ایران اداره تهیه شده است.

توضیحات

ورودی

[illegible]

ابزار محاسباتی طراحی دیوارهای بنایی غیرسازه ای
مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف



54

[illegible]

توضیحات

پروڈی

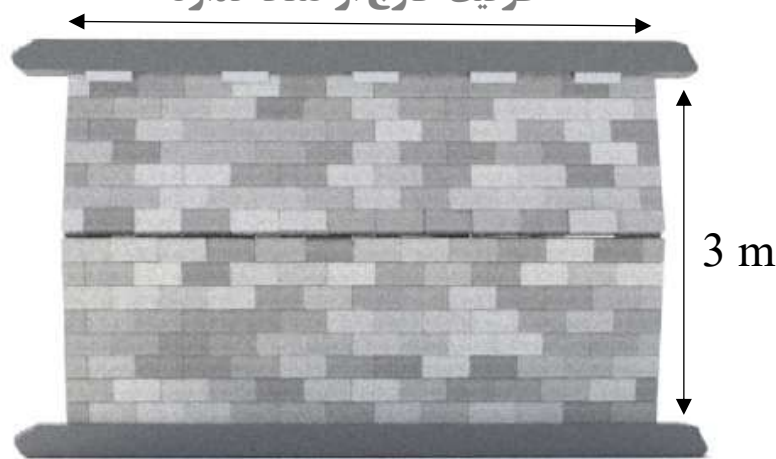
مشخصات مربوط به سازمان اصلی	مشارکت‌ها	12 0.7 1.7%	تعداد افراد مطلع در ۵۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر
	مشارکت‌ها	100 مشارکت‌ها	تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر
مشخصات مربوط به سازمان اصلی	مشارکت‌ها	12 0.7 1.7%	تعداد افراد مطلع در ۵۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر
	مشارکت‌ها	100 مشارکت‌ها	تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر
مشخصات مربوط به سازمان اصلی	مشارکت‌ها	12 0.7 1.7%	تعداد افراد مطلع در ۵۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر
	مشارکت‌ها	100 مشارکت‌ها	تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر تعداد افراد مطلع در ۱۰۰۰۰ نفر

سید امین موسوی

مثال محاسبه ظرفیت خارج از صفحه دیوار با رفتار یک طرفه

دیوار غیر مسلح

در رفتار یک طرفه تحت خمشی قائم طول دیوار تأثیری بر ظرفیت خارج از صفحه ندارد



دیوار سیمانی ۱۰ سانتی با ملات ماسه سیمان ۱ به ۳

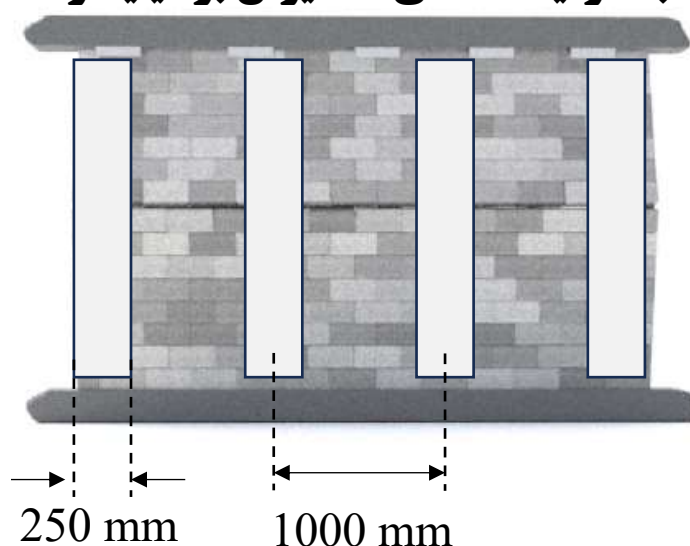
$$M_{d1} = 185 \text{ N.m/m}$$

$$P_c = 8 \frac{M_{d1}}{H^2} = 8 \times \frac{185}{3^2} = 165 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \approx 16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

دیوار مسلح به نوارهای قائم مش با

سطح پوشش ۲۵٪

با ظرفیت کششی ۲۰ نیوتن بر میلیمتر



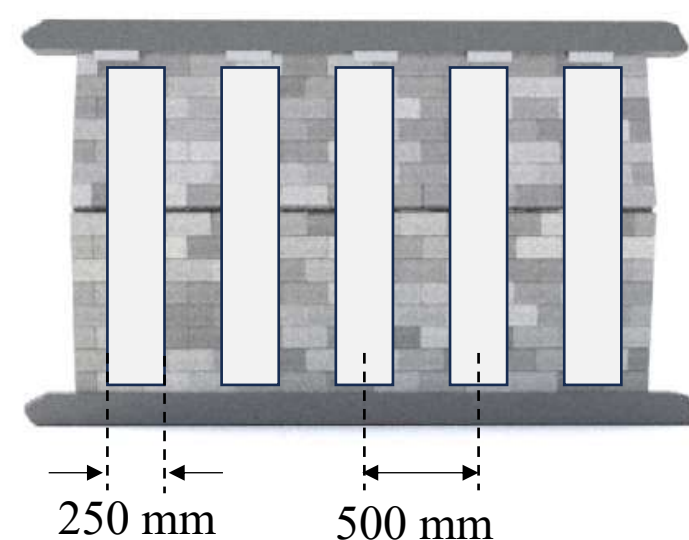
$$M_{d1} = 450 \text{ N.m/m}$$

$$P_c = 8 \times \frac{450}{3^2} = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \approx 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

دیوار مسلح به نوارهای قائم مش با

سطح پوشش ۵۰٪

با ظرفیت کششی ۲۰ نیوتن بر میلیمتر

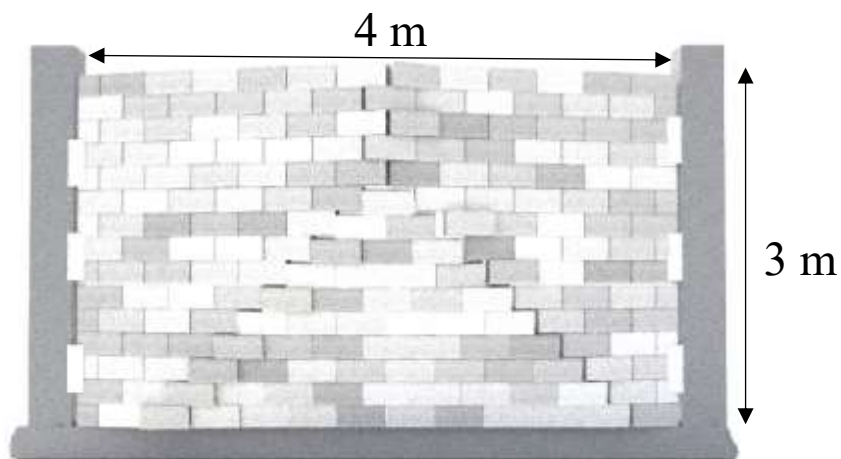


$$M_{d1} = 900 \text{ N.m/m}$$

$$P_c = 8 \times \frac{900}{3^2} = 800 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \approx 80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

مثال محاسبه ظرفیت خارج از صفحه دیوار با رفتار دو طرفه

دیوار غیر مسلح



دیوار سیمانی ۱۰ سانتی با ملات ماسه سیمان ۱ به ۳

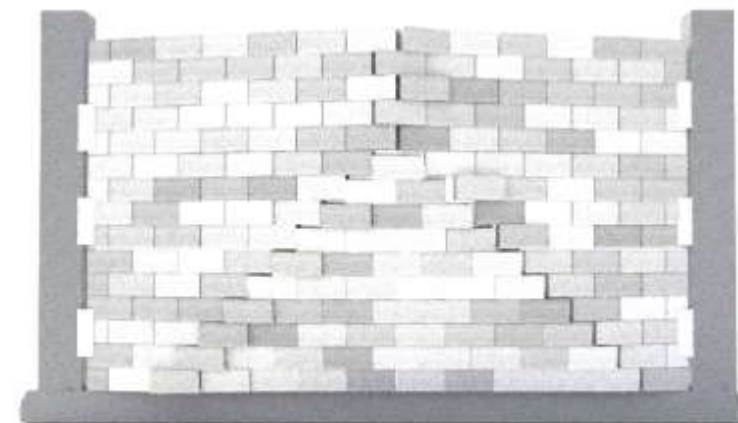
$$P_c = 256 \frac{N}{m^2} \approx 25 \frac{kg}{m^2}$$

مسلح به میلگردبستر یک رج در میان با
قطر مفتول ۳/۵ میلیمتر



$$P_c = 528 \frac{N}{m^2} \approx 52 \frac{kg}{m^2}$$

مسلح به میلگردبستر در تمام رج ها با قطر
مفتول ۳/۵ میلیمتر



$$P_c = 940 \frac{N}{m^2} \approx 94 \frac{kg}{m^2}$$

بررسی صحت روابط با استفاده از نتایج آزمایشگاهی



نمونه دیوار تحت آزمایش چرخه ای خمشی قائم

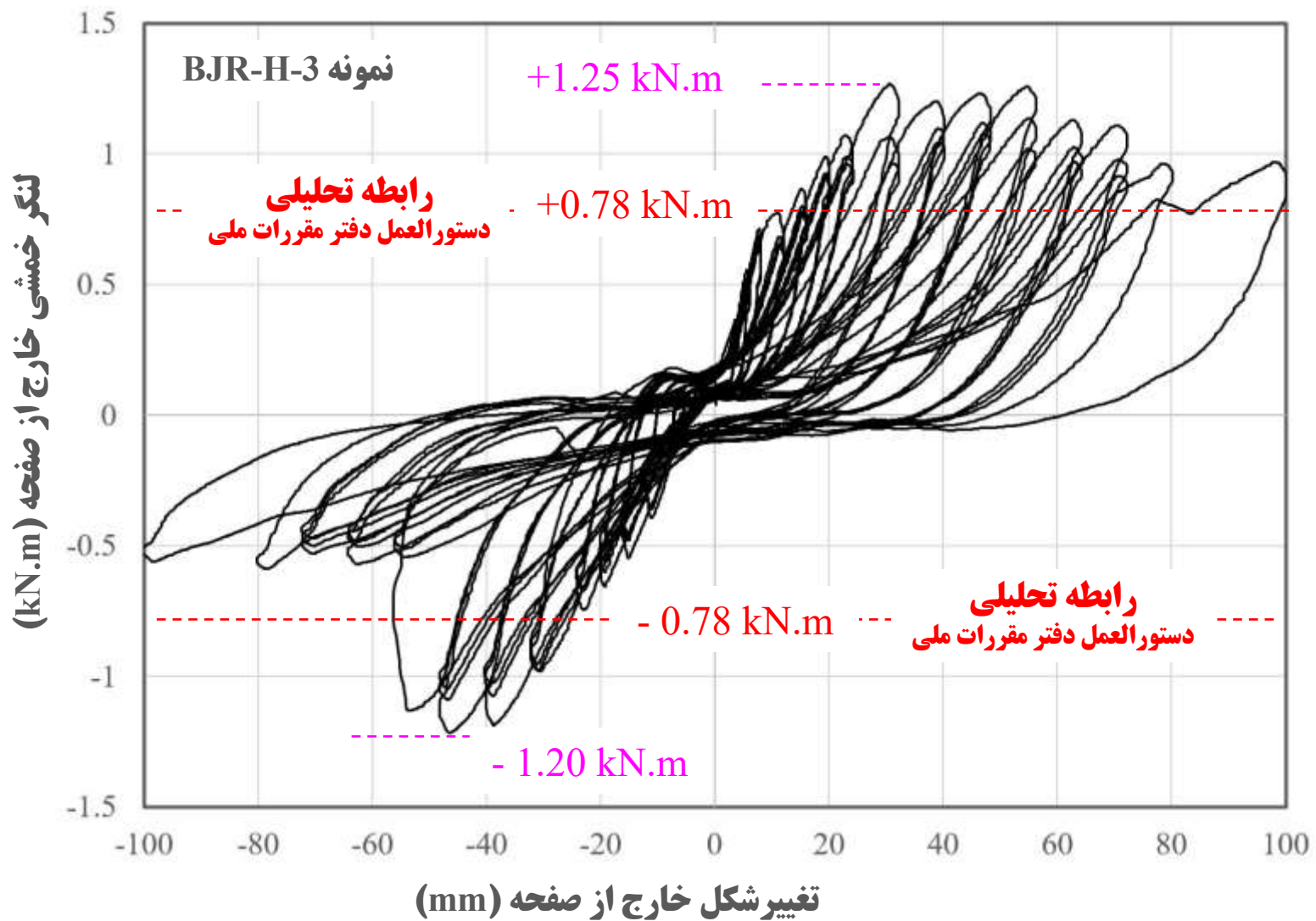


نمونه دیوار تحت آزمایش چرخه ای خمشی افقی

بررسی صحت روابط با استفاده از نتایج آزمایشگاهی

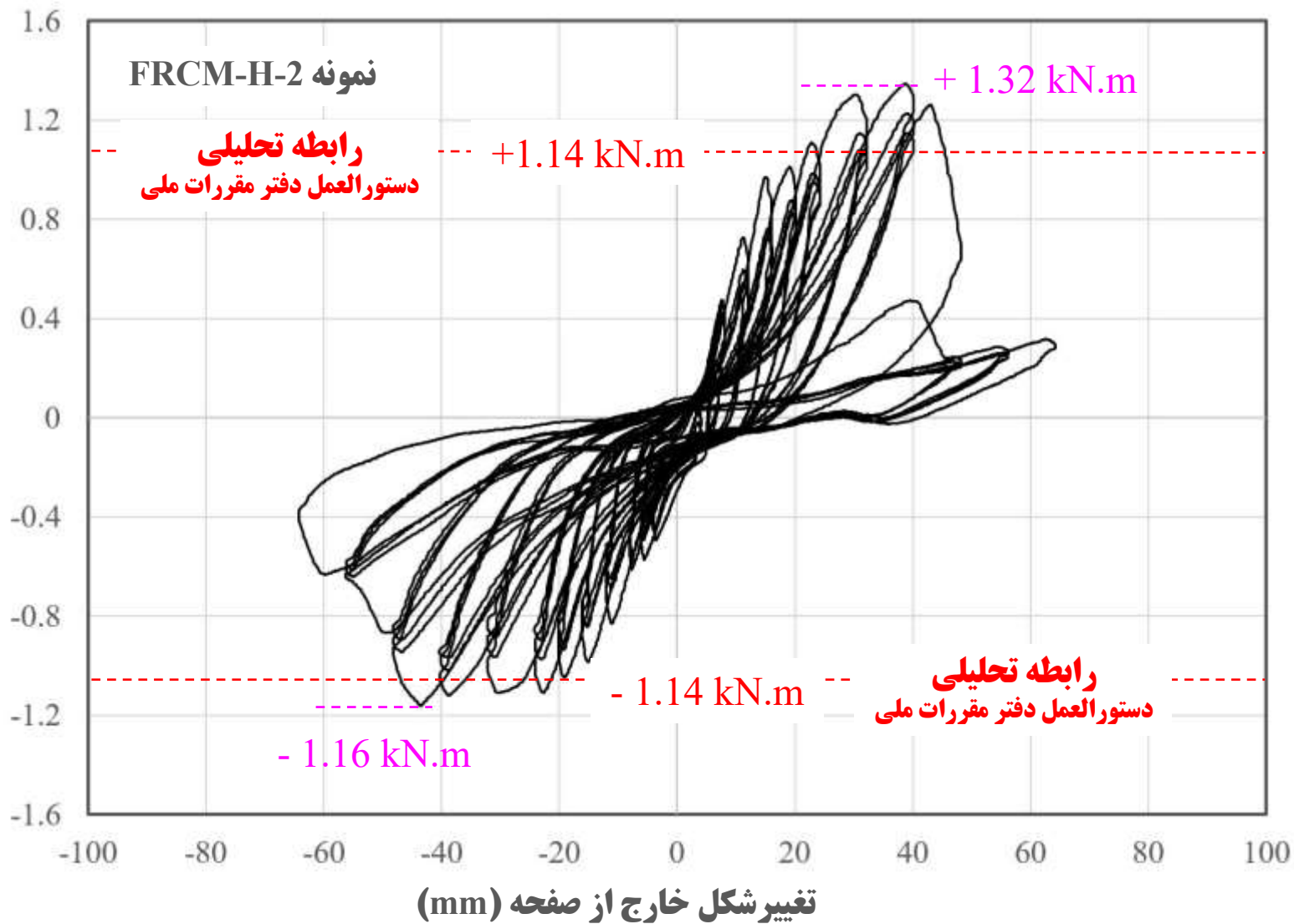


بررسی صحت روابط با استفاده از نتایج آزمایشگاهی



بررسی صحت روابط با استفاده از نتایج آزمایشگاهی

لنگر خمشی خارج از صفحه
(kN.m)

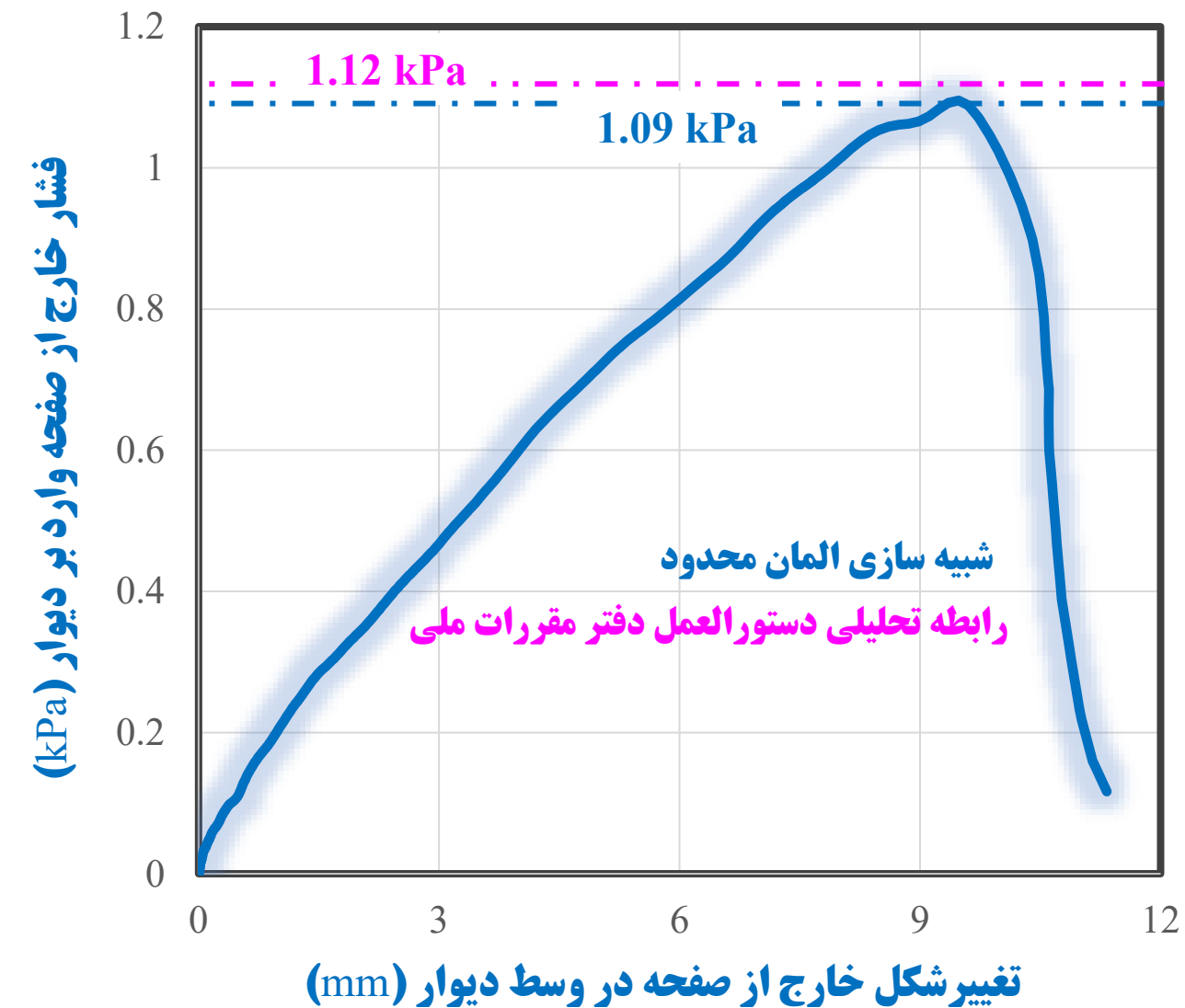


بررسی صحت روابط با استفاده از نتایج آزمایشگاهی

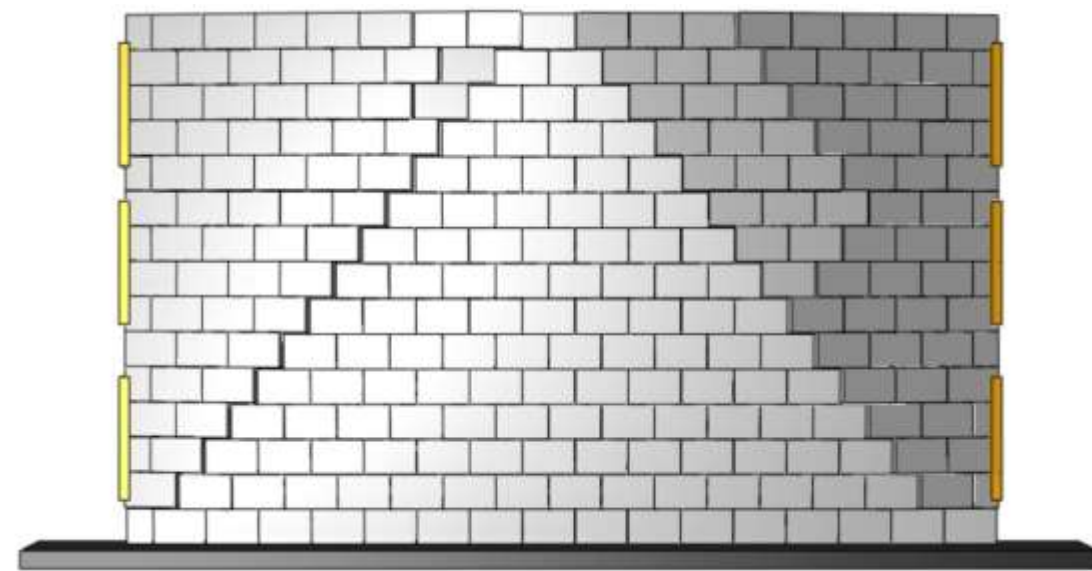
متوسط درصد خطا	تعداد آزمایش‌ها در روند ارزیابی	رابطه
۲۸	۱۱	ظرفیت خمش قائم دیوار غیرمسلح
۲۶	۱۱	ظرفیت خمش افقی دیوار غیرمسلح
۳۶	۱	ظرفیت خمش افقی دیوار مسلح به میلگرد بستر
۲۳	۹	ظرفیت خمش افقی دیوار مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف در بند بستر
۱۸	۳	ظرفیت خمش افقی دیوار مسلح به نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف
-۵	۱۶	ظرفیت خمش قائم دیوار مسلح به نوارهای قائم کامپوزیت شبکه الیاف
-۷	۱۱	ظرفیت خارج از صفحه دیوار غیرمسلح تحت خمش دوطرفه
۶	۶	ظرفیت خارج از صفحه دیوار مسلح به میلگرد بستر تحت خمش دوطرفه
۱۹	۳	ظرفیت خارج از صفحه دیوار مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف سرتاسری تحت خمش دوطرفه

در مجموع دقت روابط با استفاده از ۷۱ آزمایش مختلف بررسی شده است.

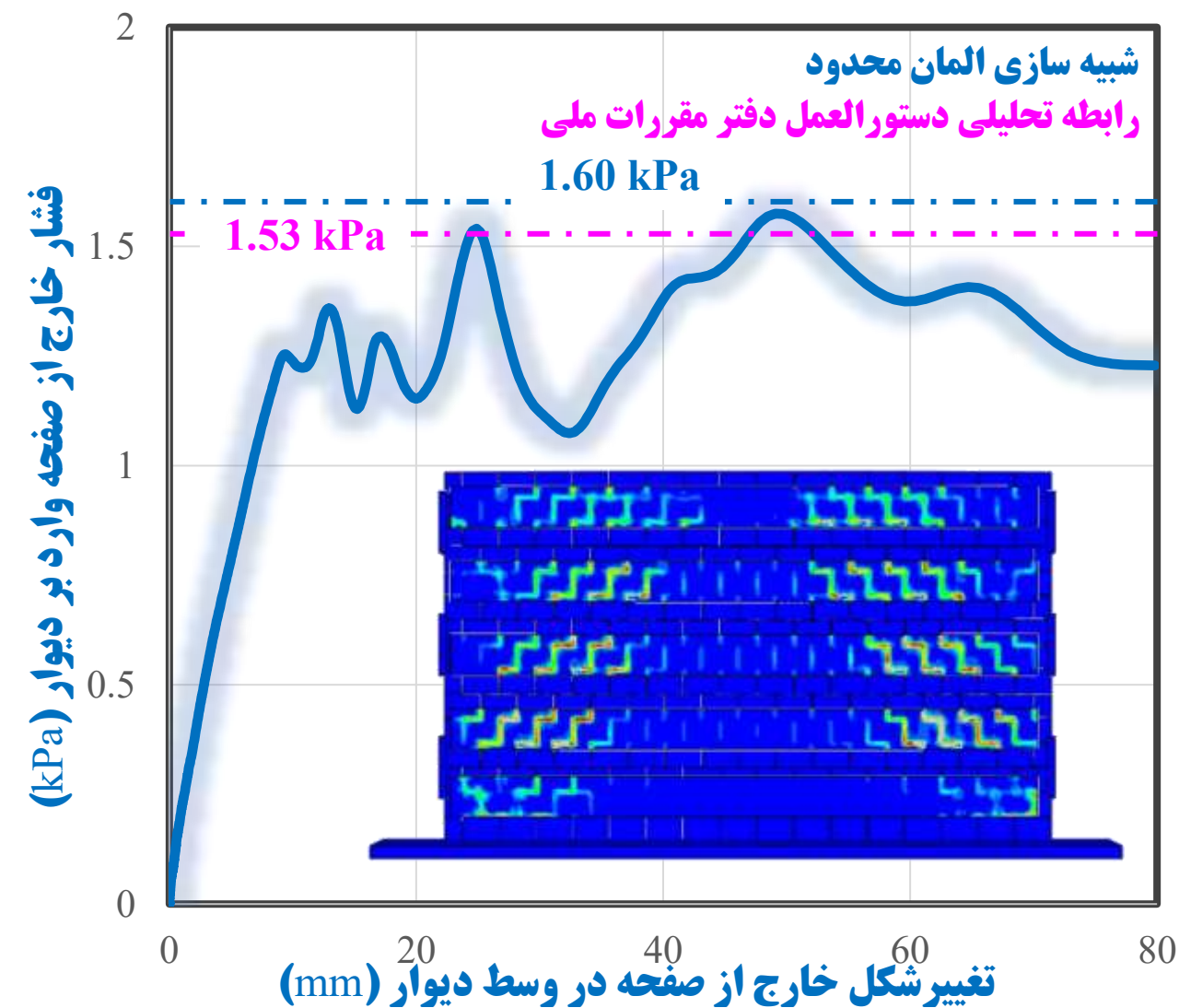
بررسی صحت روابط با استفاده از شبیه سازی عددی



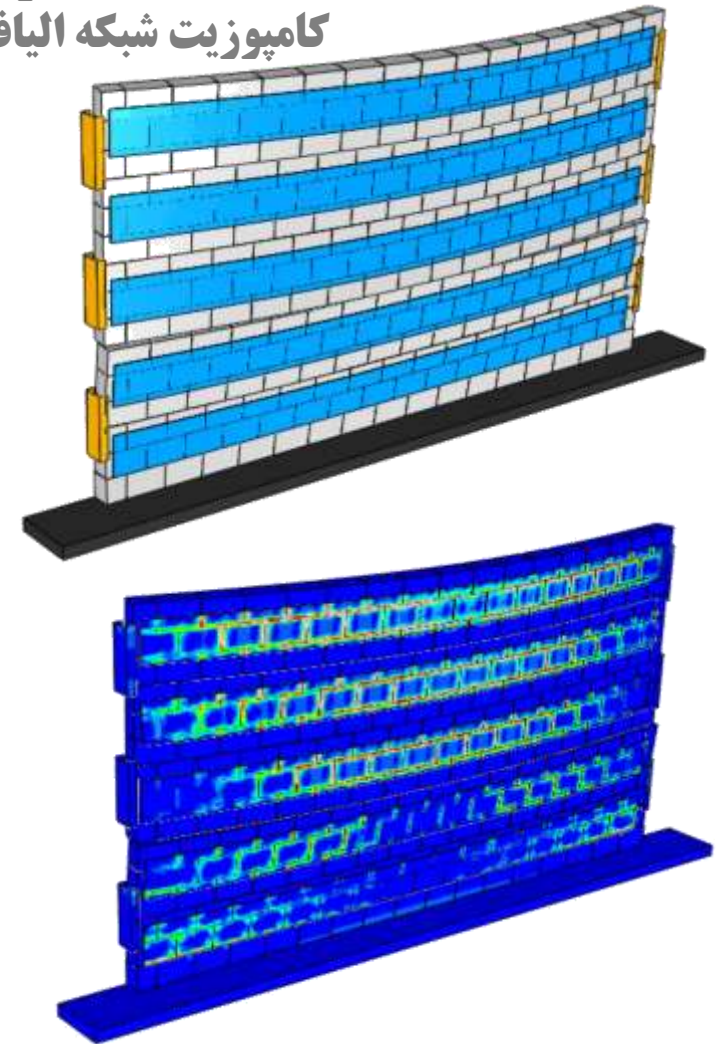
دیوار غیر مسلح
ارتفاع ۳ متر، طول ۵ متر، ضخامت ۱۵ سانتیمتر



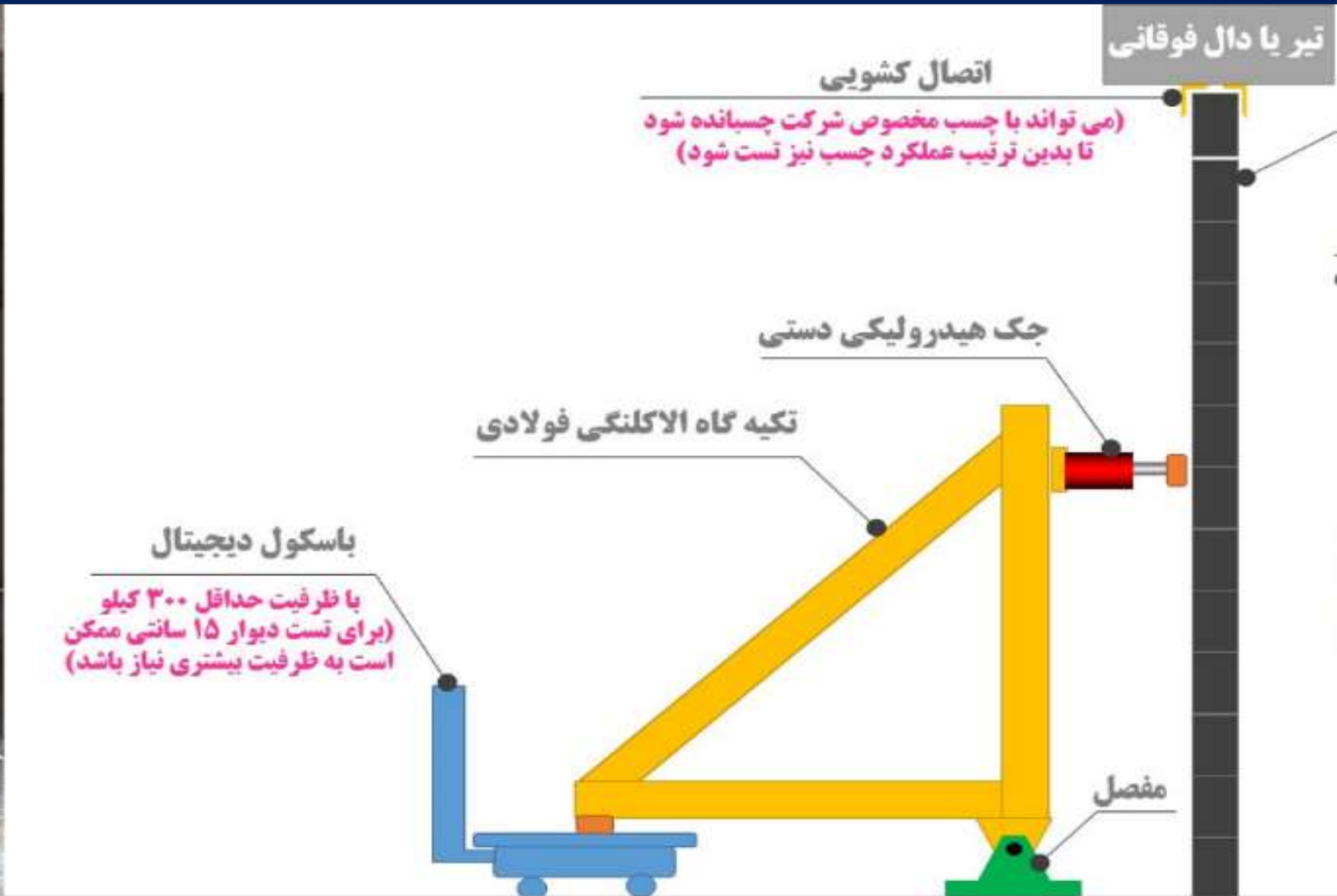
بررسی صحت روابط با استفاده از شبیه سازی عددی



دیوار مسلح به
کامپوزیت شبکه الیاف به صورت نوارهای افقی



بررسی صحت روابط با استفاده از تست های کارگاهی



بررسی صحت روابط با استفاده از تست های کارگاهی

ظرفیت خمشی قائم دیوار بر اساس تست کارگاهی
(با فرض اینکه یک انتها گیردار و انتهای دیگر مفصلی باشد)

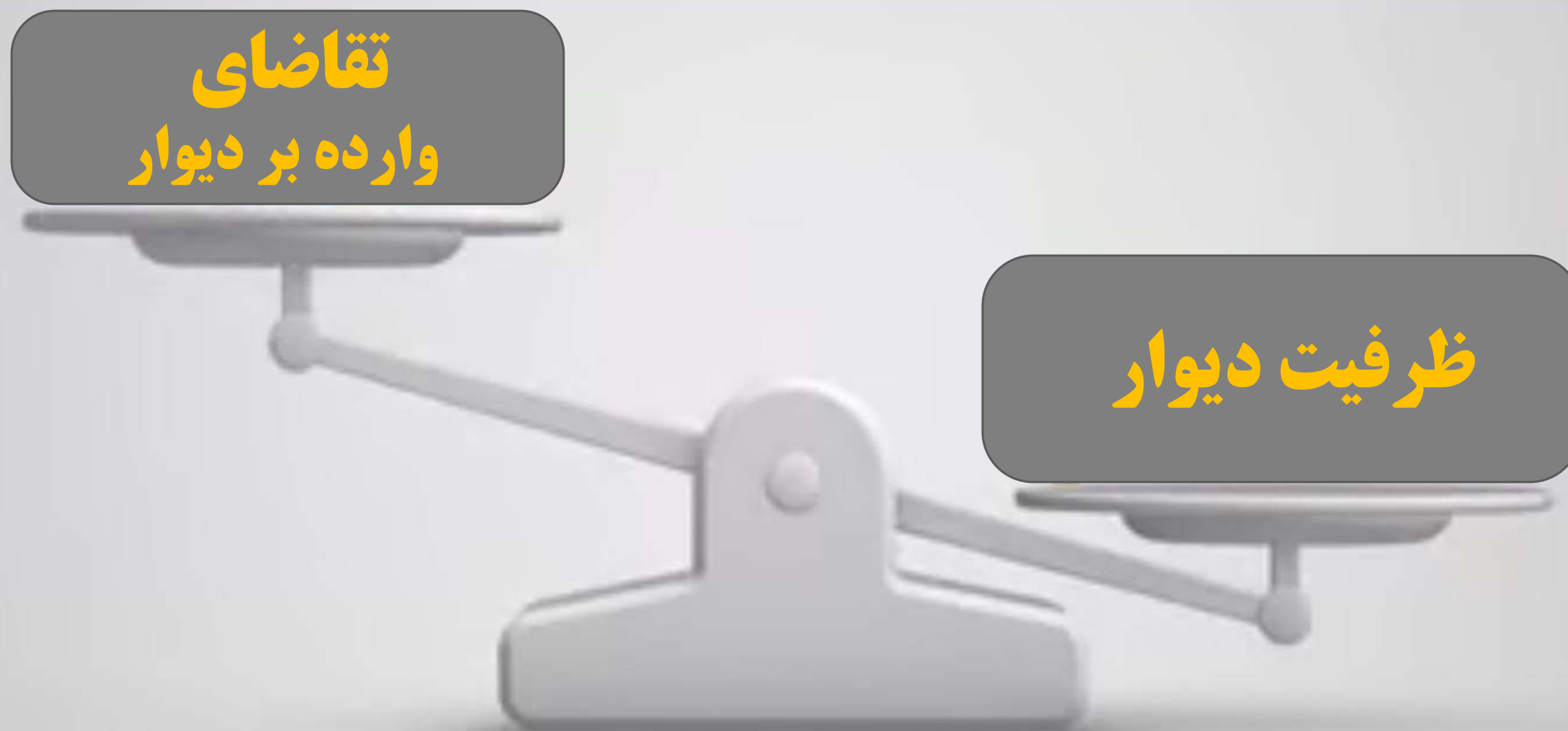
$$M = 2.2 \text{ kN.m}$$

ظرفیت خمشی قائم بر اساس رابطه تحلیلی
دستورالعمل دفتر مقررات ملی

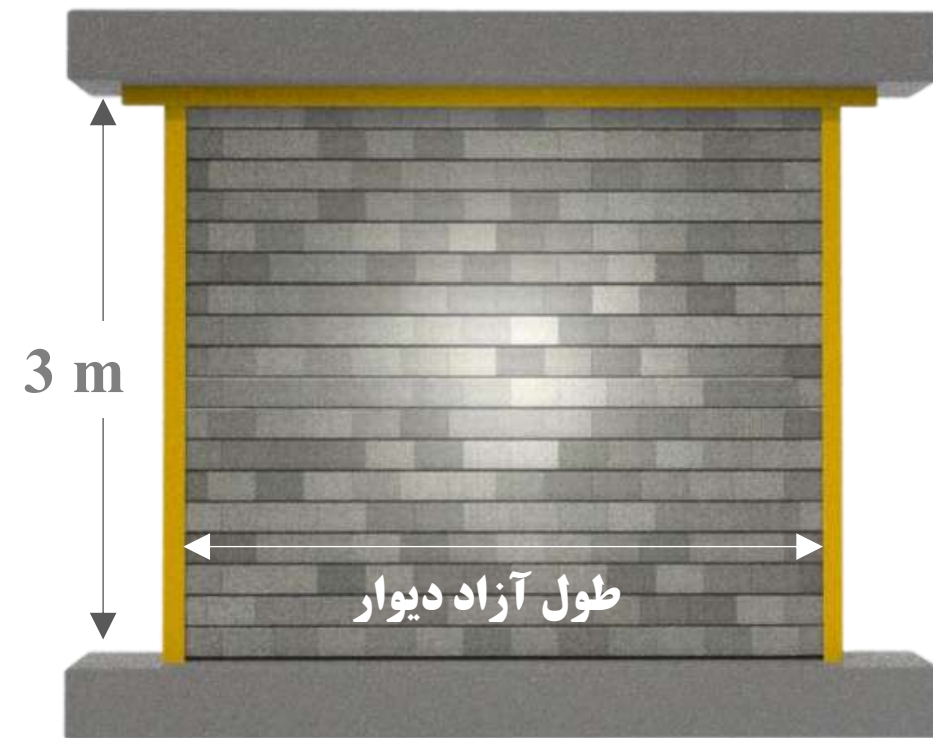
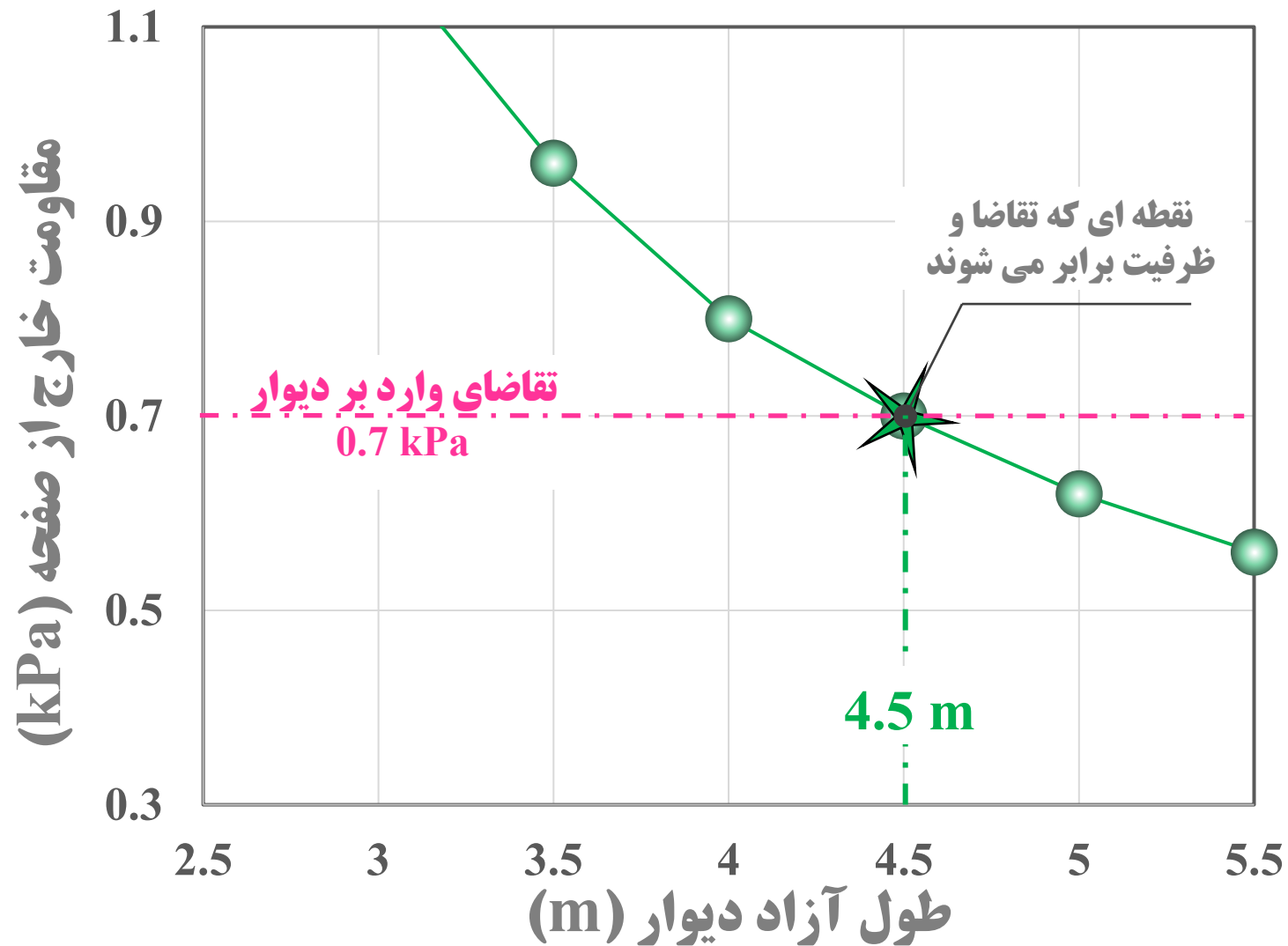
$$M = 1.8 \text{ kN.m}$$

طول بحرانی

مفهوم طول بحرانی



مفهوم طول بحرانی



شرایط مرزی: E (هر چهار لبه مفصلی)

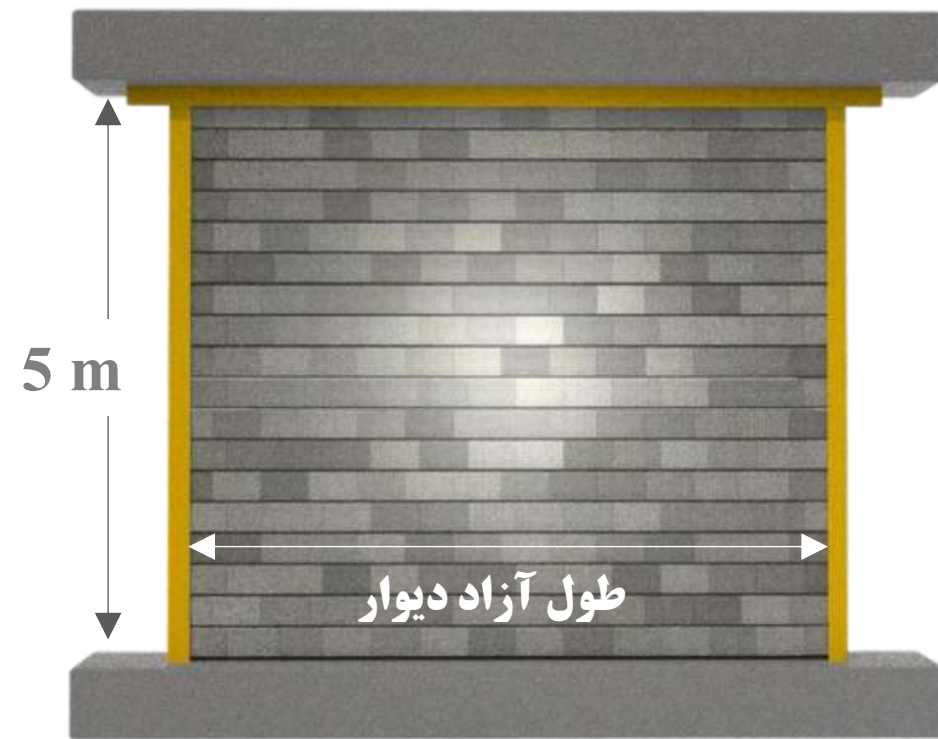
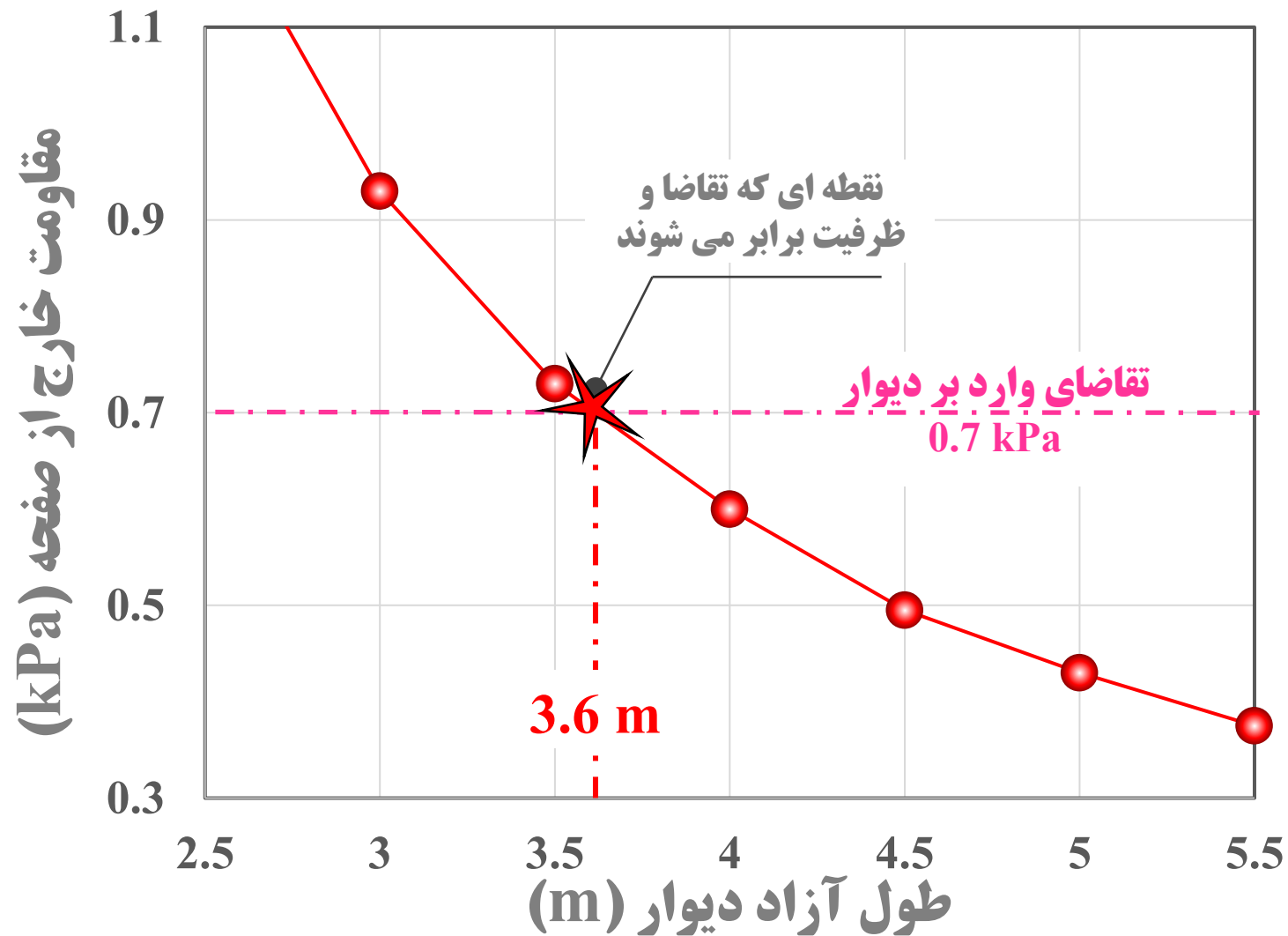
مالات مصرفی: ۱ حجم سیمان + ۳ حجم ماسه

دیوار داخلی با بلوک توخالی سیمانی به ضخامت ۱۰۰ میلیمتر (ضخامت پوسته جداره خارجی ۳۰ میلی متر است)

میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۲۰ میلیمتر (یک رج در میان) قطر مفتول میلگرد بستر: ۳/۶ میلی متر با مقاومت تسلیم ۴۵۰ مگاپاسکال

تقاضای خارج از صفحه دیوار = ۷/۰ کیلوپاسکال (۷۰ کیلوگرم بر متر مربع)

مفهوم طول بحرانی



شرایط مرزی: E (هر چهار لبه مفصلی)

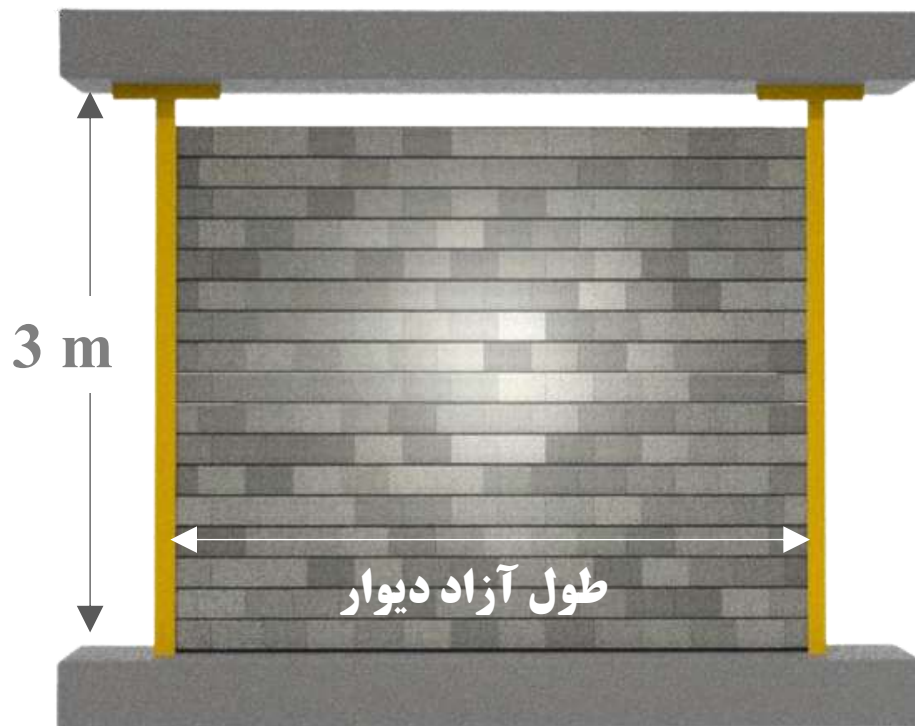
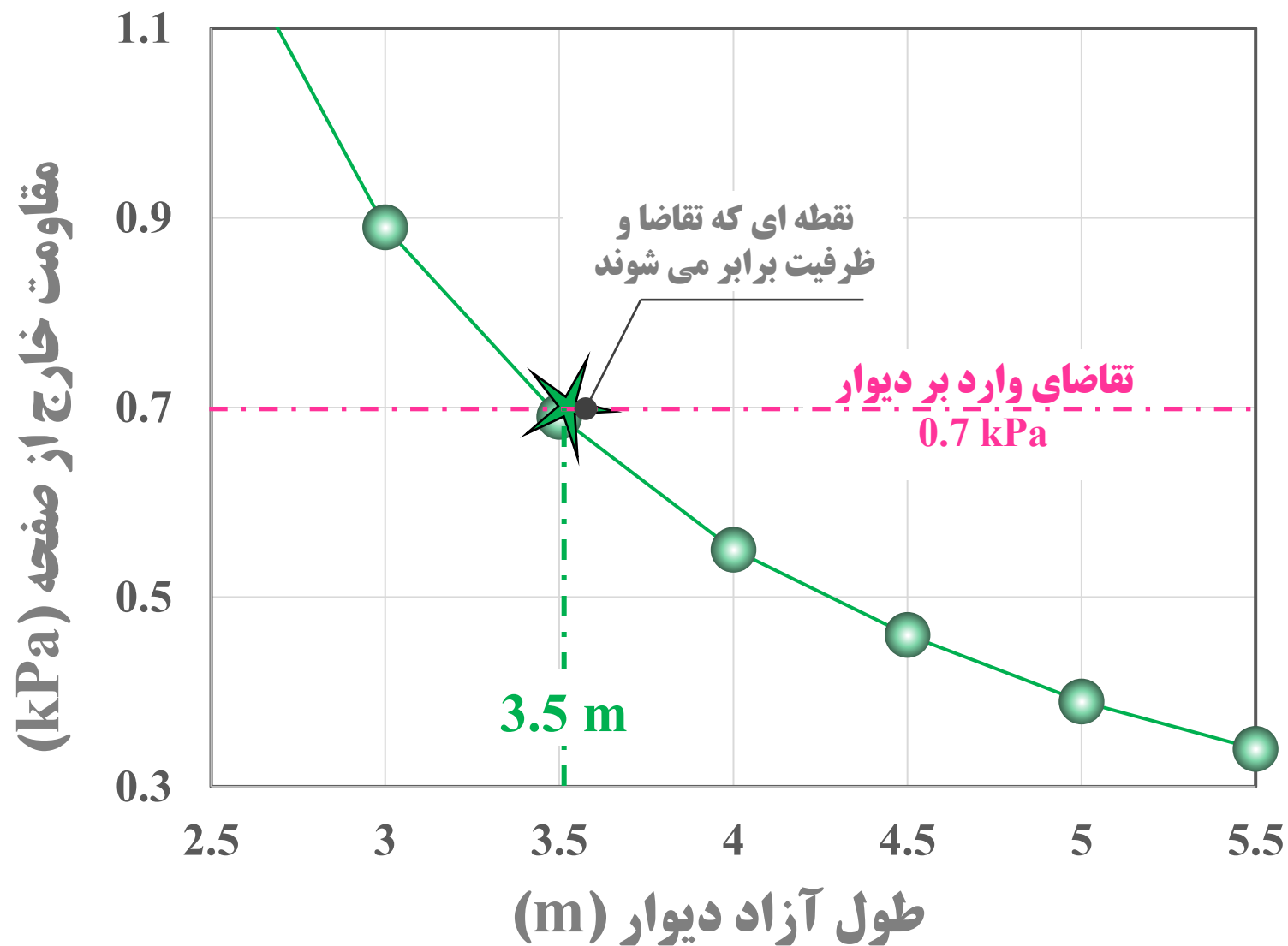
مالات مصرفی: ۱ حجم سیمان + ۳ حجم ماسه

دیوار داخلی با بلوک توخالی سیمانی به ضخامت ۱۰۰ میلیمتر
(ضخامت پوسته جداره خارجی ۳۰ میلی متر است)

میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۲۰ میلیمتر (یک رج در میان)
قطر مفتول میلگرد بستر: ۳/۶ میلی متر با مقاومت تسلیم ۴۵۰ مگاپاسکال

تقاضای خارج از صفحه دیوار = ۰/۷ کیلوپاسکال (۷۰ کیلوگرم بر متر مربع)

مفهوم طول بحرانی



شرایط مرزی: A (لبه فوقانی آزاد)
مالات مصرفی: ۱ حجم سیمان + ۳ حجم ماسه
دیوار داخلی با بلوک توخالی سیمانی به ضخامت ۱۰۰ میلیمتر (ضخامت پوسته جداره خارجی ۳۰ میلی متر است)
میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۲۰ میلیمتر (یک رج در میان)
قطر مفتول میلگرد بستر: ۳/۶ میلی متر با مقاومت تسلیم ۴۵۰ مگاپاسکال
تقاضای خارج از صفحه دیوار = ۷۰ کیلوگرم بر متر مربع

مفهوم طول بحرانی



شرایط مرزی: E (هر چهار لبه مفصلی)

ملات مصرفی: ۱ حجم سیمان + ۳ حجم ماسه (طبق جدول ۳-۴)

ارتفاع دیوار: ۳ متر، ۴ متر، ۵ متر (سه ارتفاع مختلف)

دیوار داخلی با بلوک توخالی سیمانی به ضخامت ۱۰۰ میلیمتر

(ضخامت پوسته جداره خارجی ۳۰ میلی‌متر است)

میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۲۰ میلیمتر (یک رج در میان)

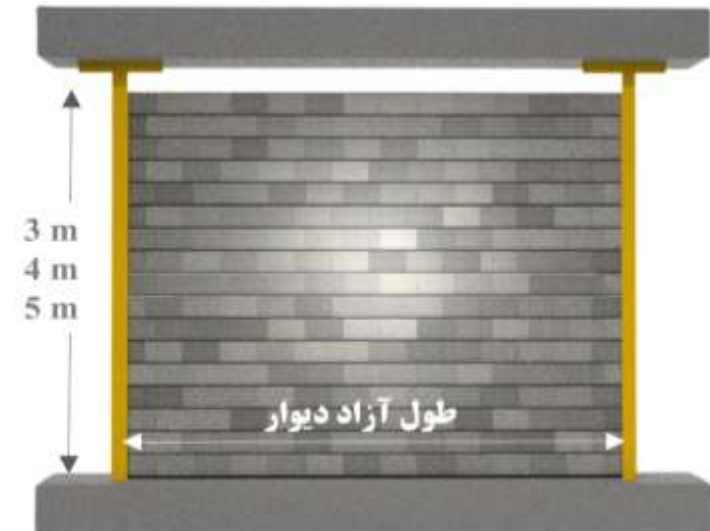
قطر مفتول میلگرد بستر: ۳/۶ میلی‌متر با مقاومت تسلیم ۴۵۰ مگاپاسکال

تقاضای خارج از صفحه دیوار = ۰/۷ کیلوپاسکال (۷۰ کیلوگرم بر متر مربع)

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳ متر = ۴/۵ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۴ متر = ۳/۸ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۵ متر = ۳/۶ متر



شرایط مرزی: A (سه لبه مفصل - لبه فوقانی آزاد)

ملات مصرفی: ۱ حجم سیمان + ۳ حجم ماسه (طبق جدول ۳-۴)

ارتفاع دیوار: ۳ متر، ۴ متر، ۵ متر (سه ارتفاع مختلف)

دیوار داخلی با بلوک توخالی سیمانی به ضخامت ۱۰۰ میلیمتر

(ضخامت پوسته جداره خارجی ۳۰ میلی‌متر است)

میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۲۰ میلیمتر (یک رج در میان)

قطر مفتول میلگرد بستر: ۳/۶ میلی‌متر با مقاومت تسلیم ۴۵۰ مگاپاسکال

تقاضای خارج از صفحه دیوار = ۰/۷ کیلوپاسکال (۷۰ کیلوگرم بر متر مربع)

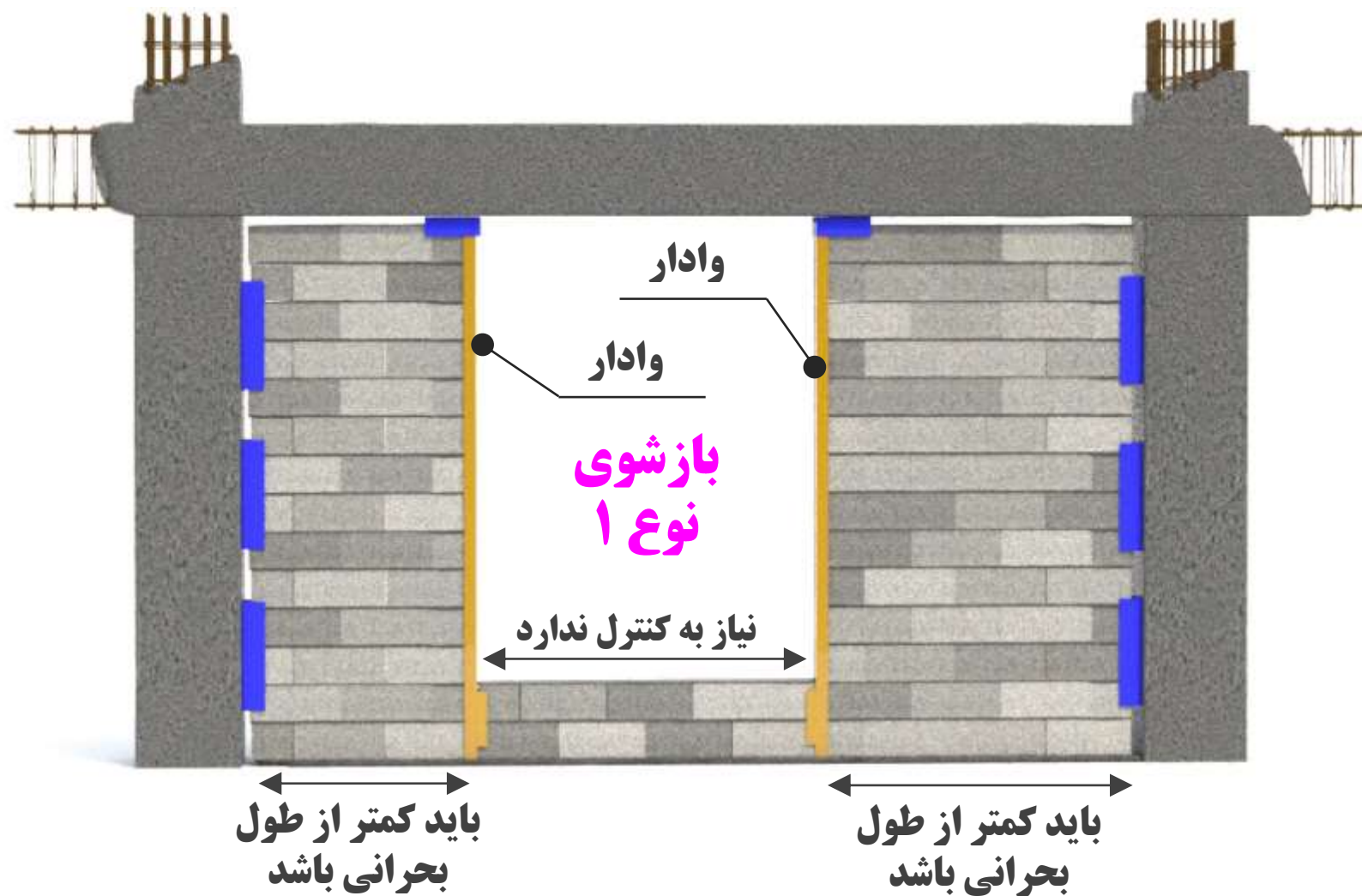
طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳ متر = ۳/۵ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۴ متر = ۳/۴ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۵ متر = ۳/۲ متر

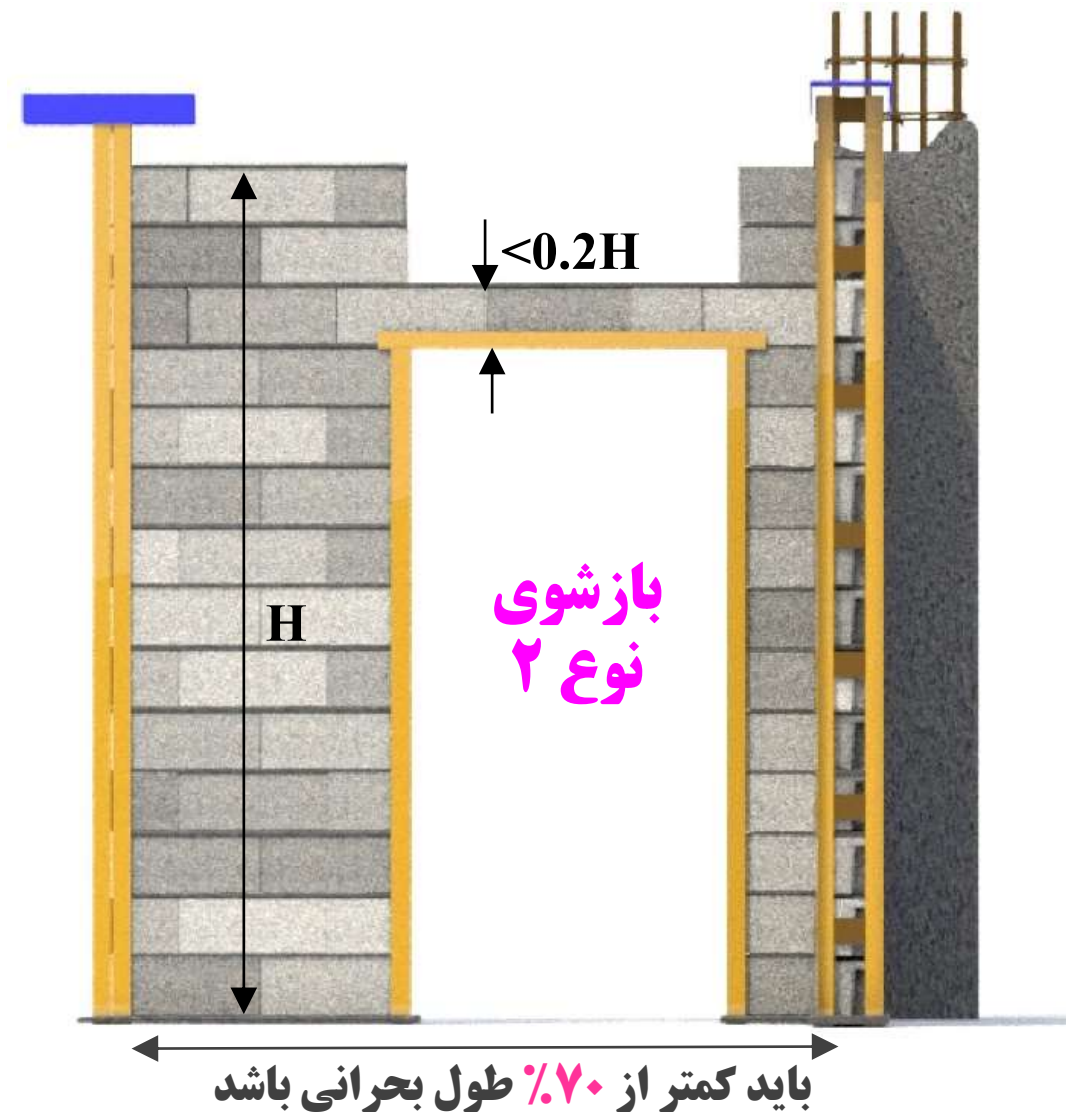
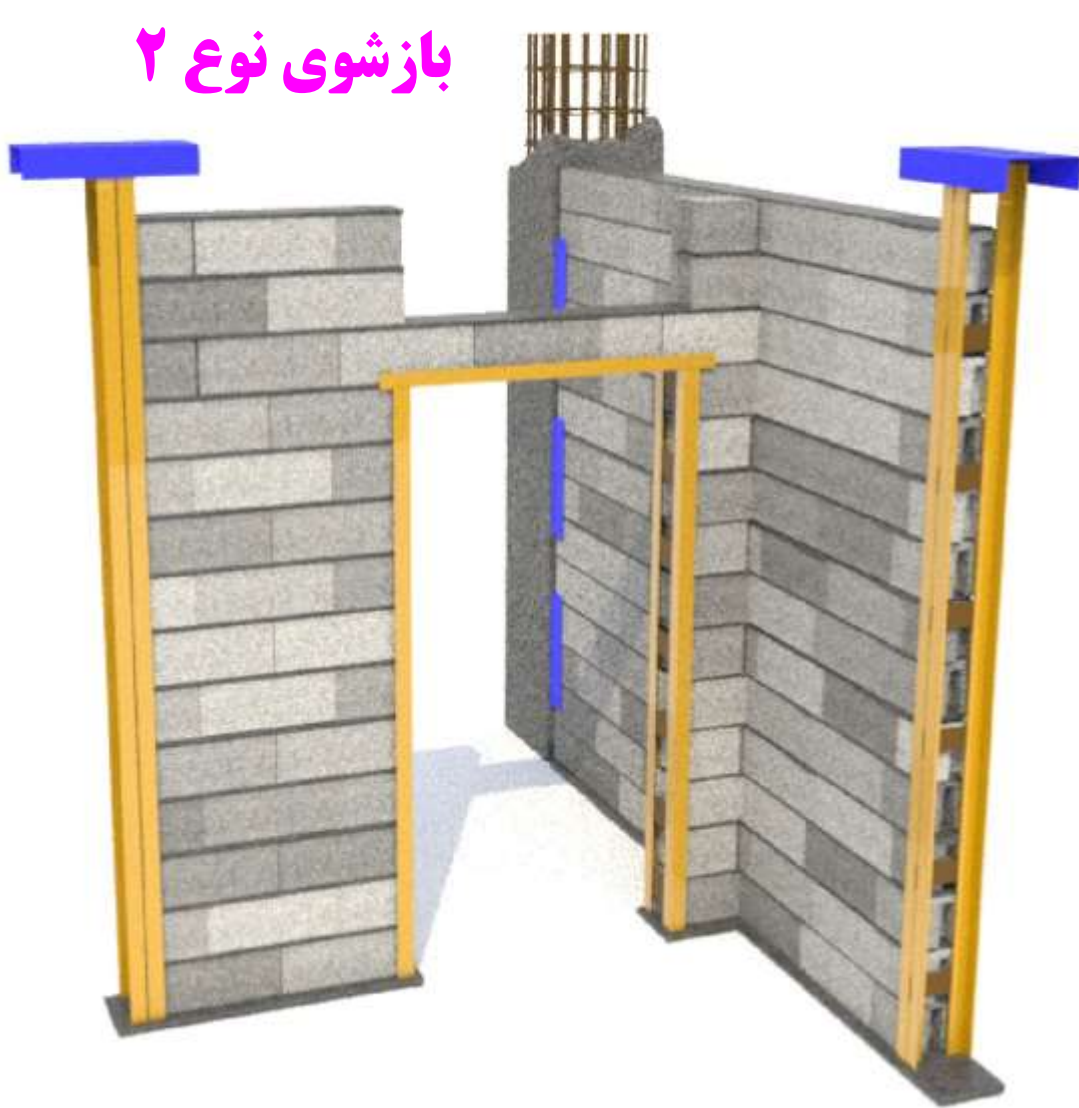
طول بحرانی در دیوارهای دارای بازشو

بازشوی نوع ۱



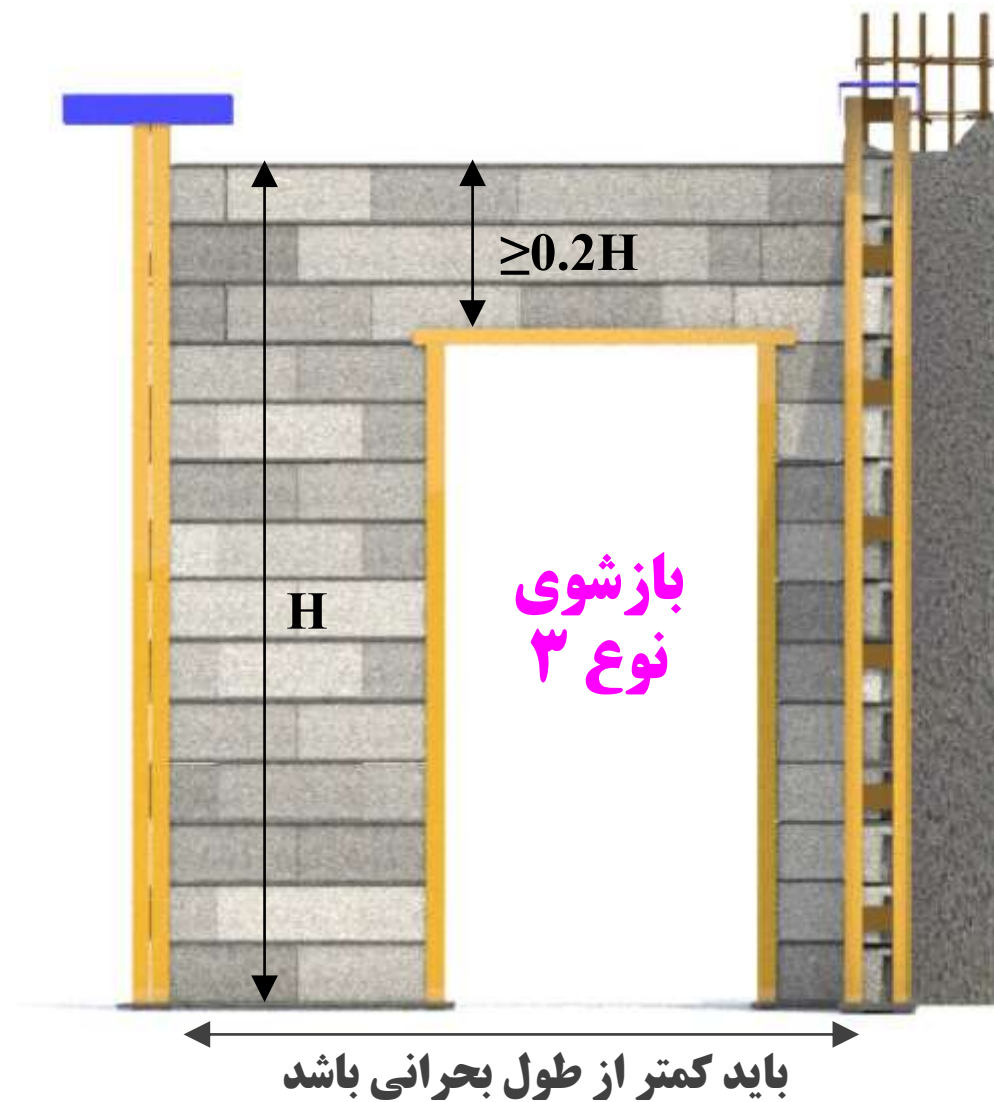
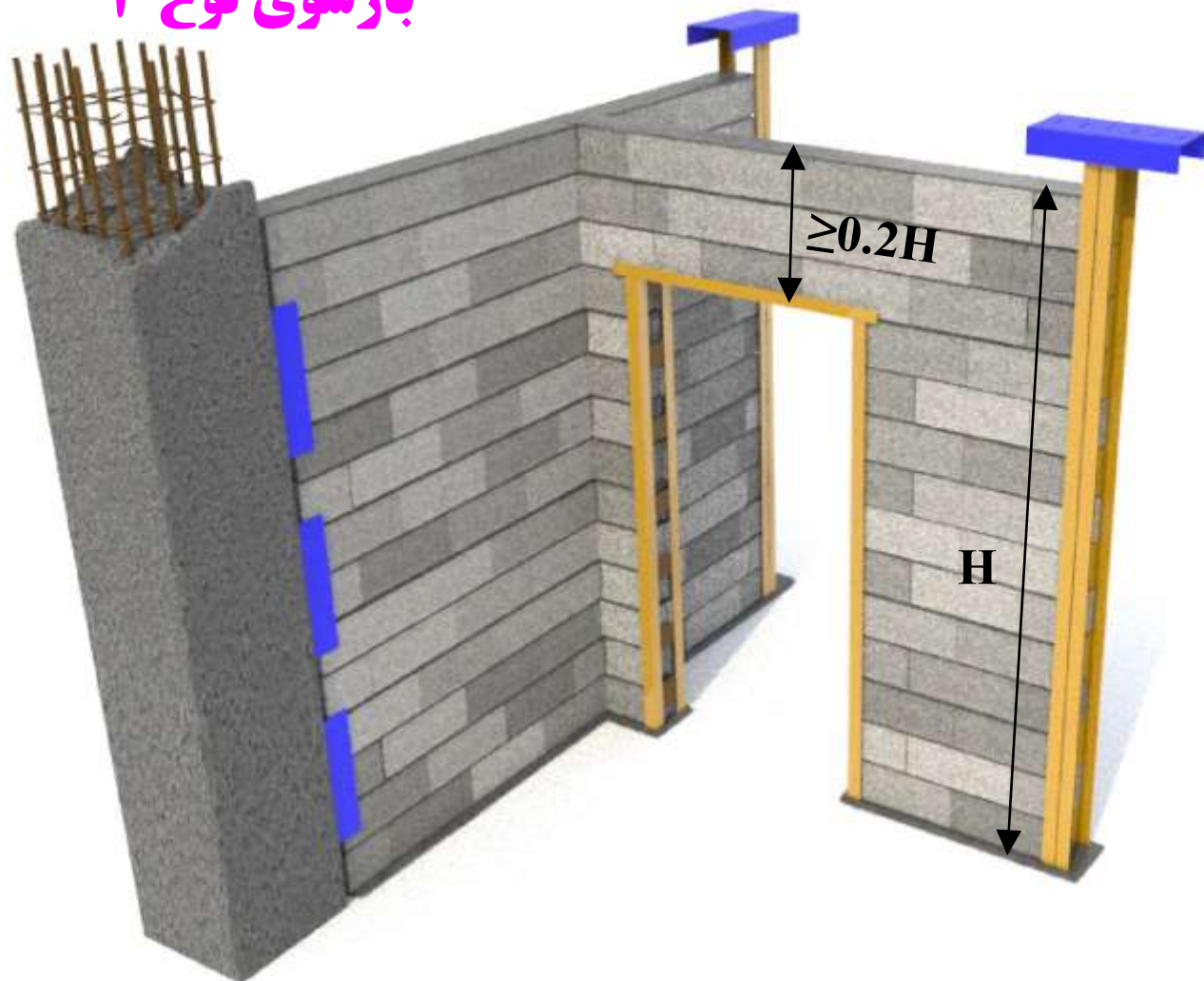
طول بحرانی در دیوارهای دارای بازشو

بازشوی نوع ۲



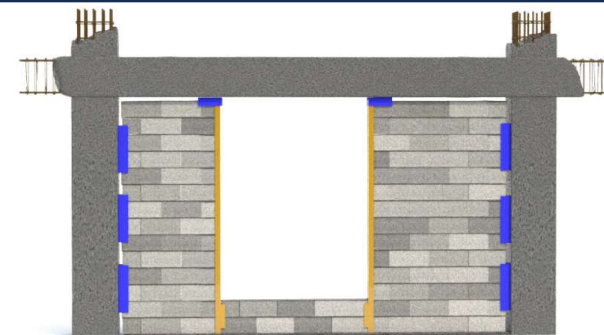
طول بحرانی در دیوارهای دارای بازشو

بازشوی نوع ۳

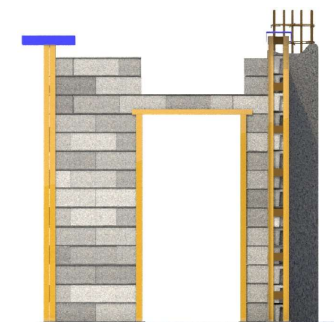


طول بحرانی در دیوارهای دارای بازشو

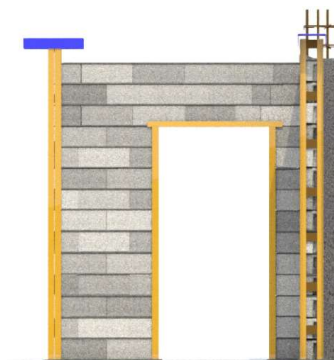
بازشوی نوع ۱ عملاً دیوار را به دو بخش مجزا تقسیم می کند که طول هر بخش باید کمتر از طول بحرانی باشد.



بازشوی نوع ۲ منجر به کاهش ظرفیت خارج از صفحه دیوار شده و لازم است طول بحرانی دیوارهای دارای بازشوی نوع ۲ به مقدار ۳۰٪ کاهش داده شود.

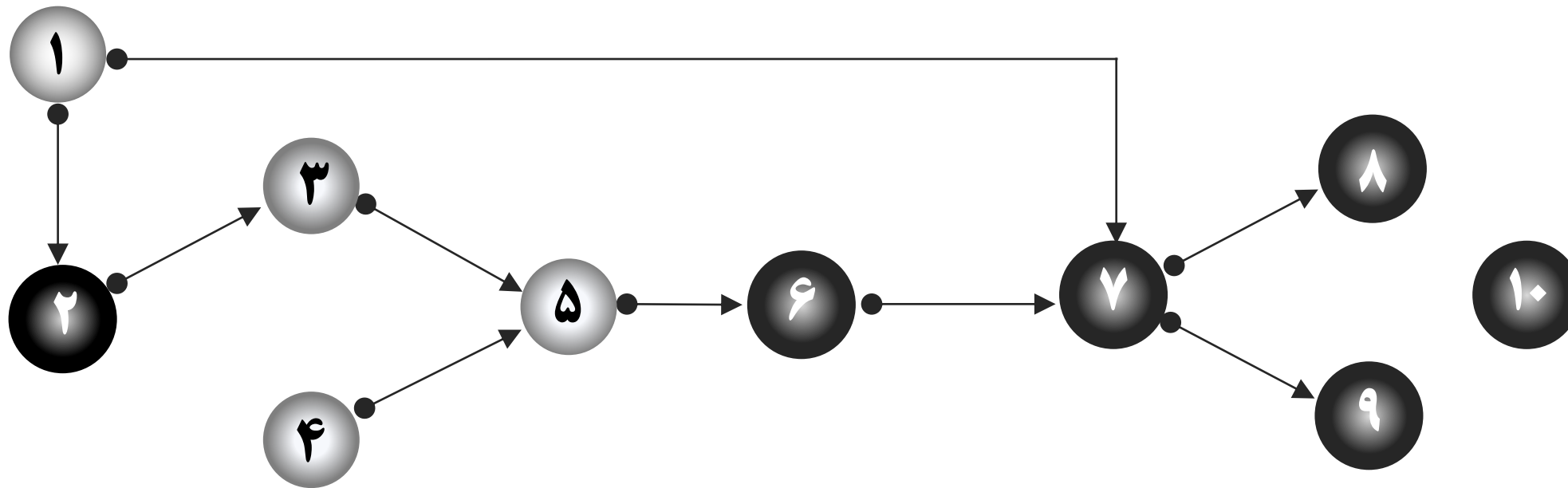


بازشوی نوع ۳ تاثیر ناچیزی در ظرفیت خارج از صفحه دیوار داشته طول بحرانی دیوارهای دارای بازشوی نوع ۳ مشابه طول دیوارهای فاقد بازشو است.



طراحی پروژه محور

طراحی پروژه محور



● مرحله‌ای که خروجی آن در حین اجرا نیازمند نظارت ناظر سازه است.

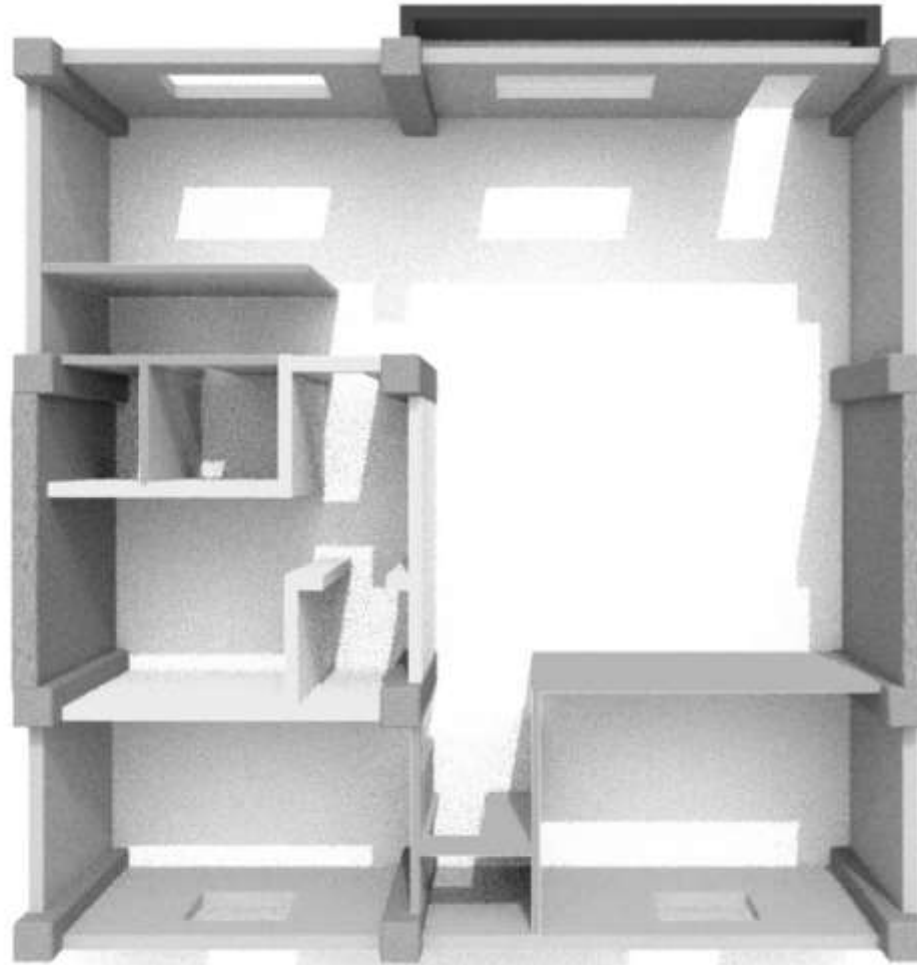
مراحل طراحی پروژه محور دیوارهای بنایی غیرسازه ای

- ۶: تعیین طول بحرانی برای هر تپ از دیوارها
- ۷: جانمایی وادارهای قائم در پلان و طراحی مقطع آنها
- ۸: طراحی اتصالات
- ۹: طراحی نعل درگاه
- ۱۰: سایر الزامات طراحی و اجرا

- ۱: پلان معماری و جانمایی دیوارها در طبقه
- ۲: تپ بندی دیوارها و تعیین تسلیحات و شرایط مرزی در هر تپ
- ۳: محاسبه وزن هر تپ از دیوارها
- ۴: تعیین مشخصات ساختمان و محل احداث ساختمان
- ۵: تخمین تقاضای خارج از صفحه برای هر تپ از دیوارها

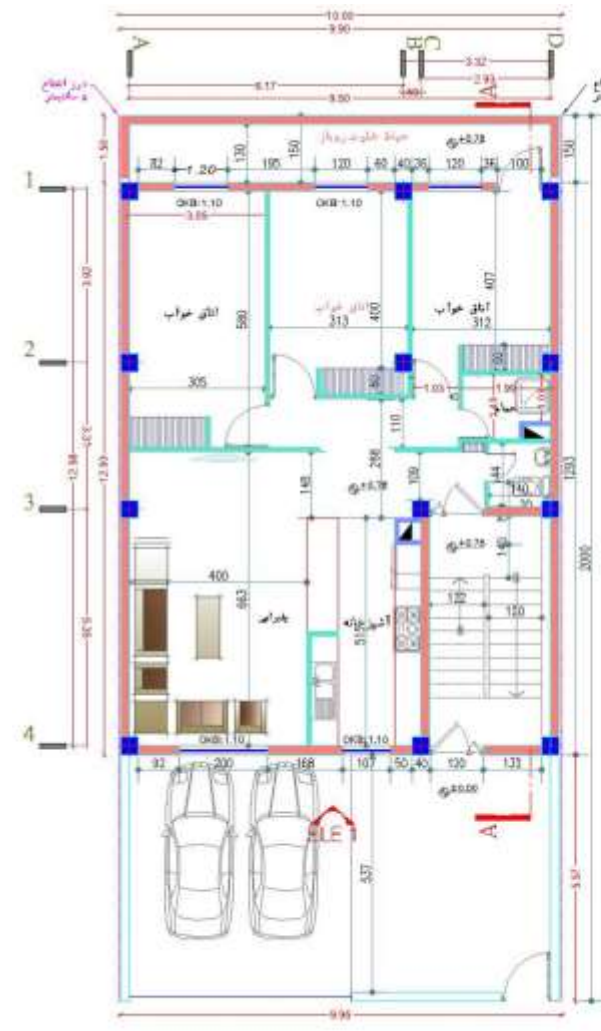
طراحی پروژه محور

گام ۱- جانمایی دیوارها در پلان معماری

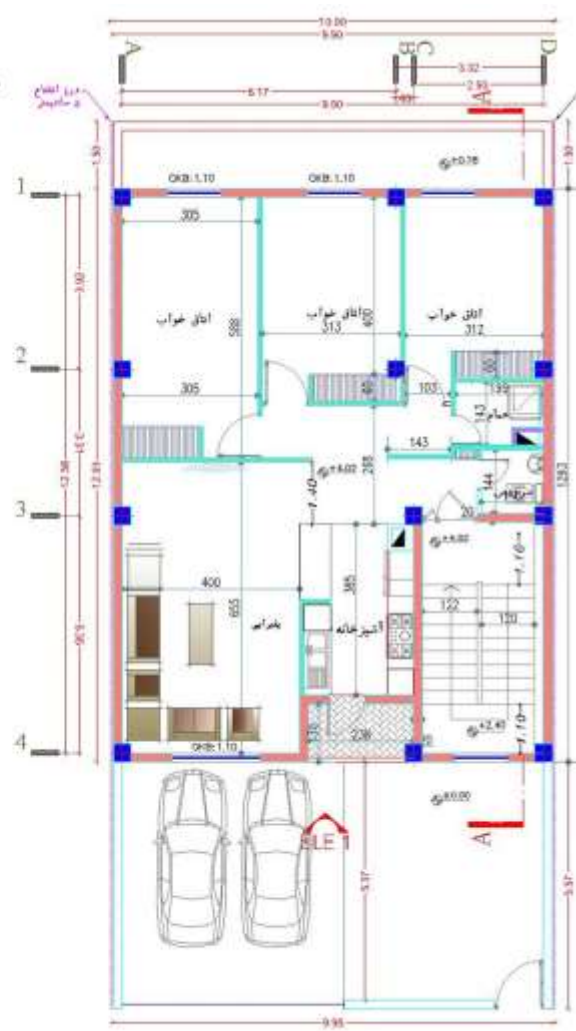


نمونه پروژه مسکونی

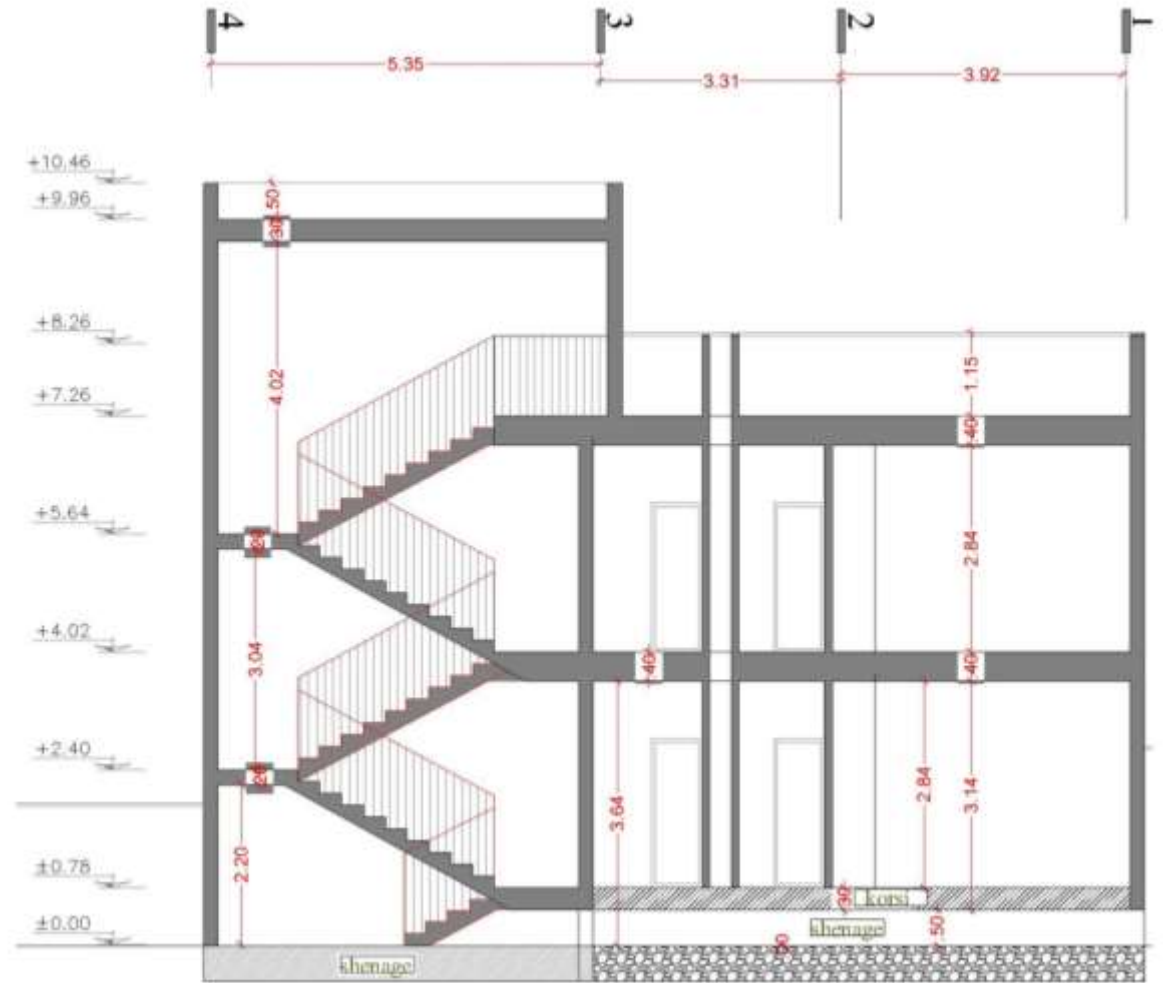
جانمایی دیوارها در پلان معماری



طبقه صنف با ارتفاع کرسی چوبی ۱ متر

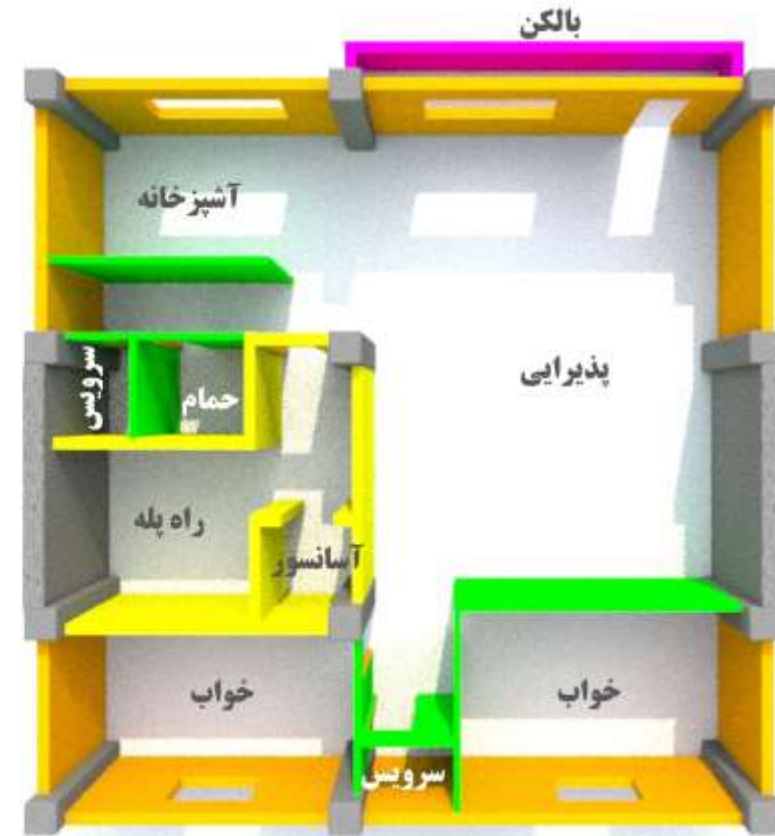
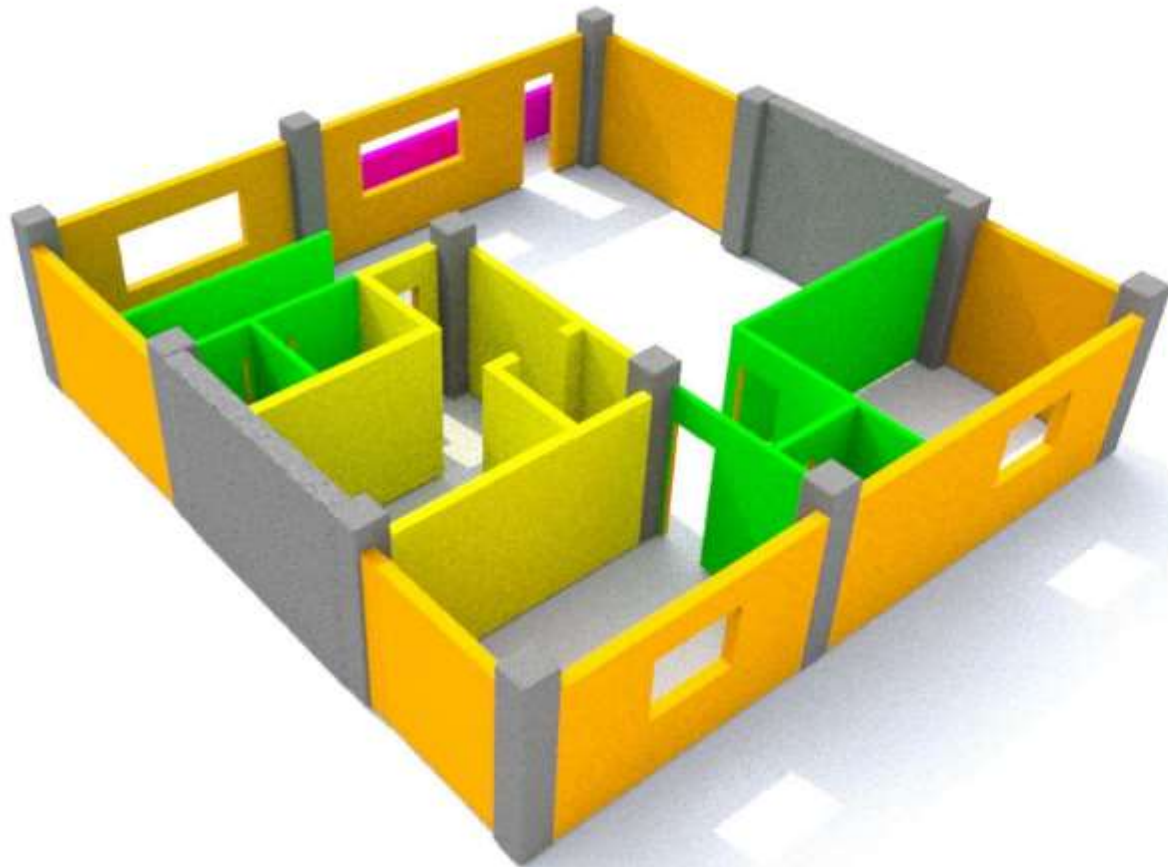


طبقه اول



طراحی پروژه محور

گام ۲- تیپ بندی دیوارها و انتخاب تسلیحات و شرایط مرزی



تیپ ۳: دیوارهای ۲۰ سانتی داخلی



تیپ ۱: دیوارهای ۲۰ سانتی پیرامونی



تیپ ۴: دیوارهای ۱۰ سانتی داخلی



تیپ ۲: دیوارهای ۲۰ سانتی جان پناه



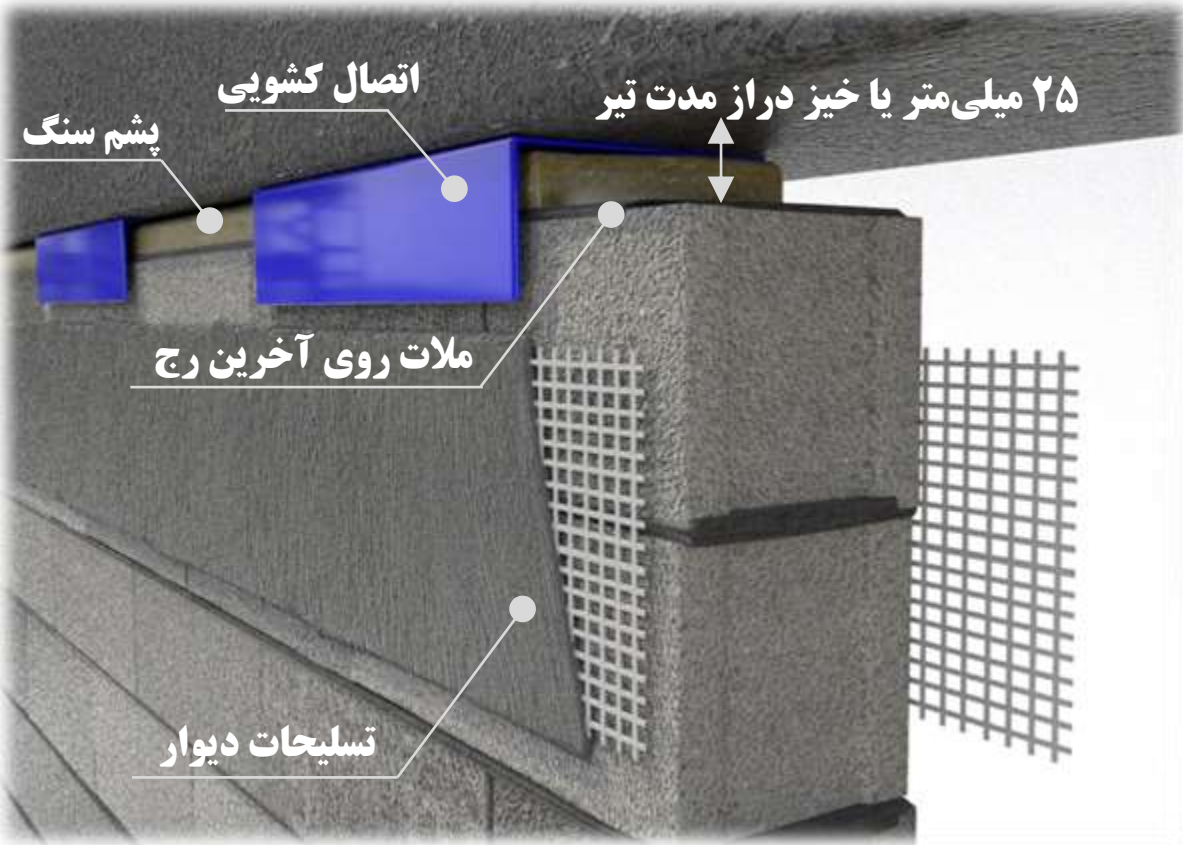
طراحی پروژه محور

گام ۲- تپ بندی دیوارها و انتخاب تسلیحات و شرایط مرزی

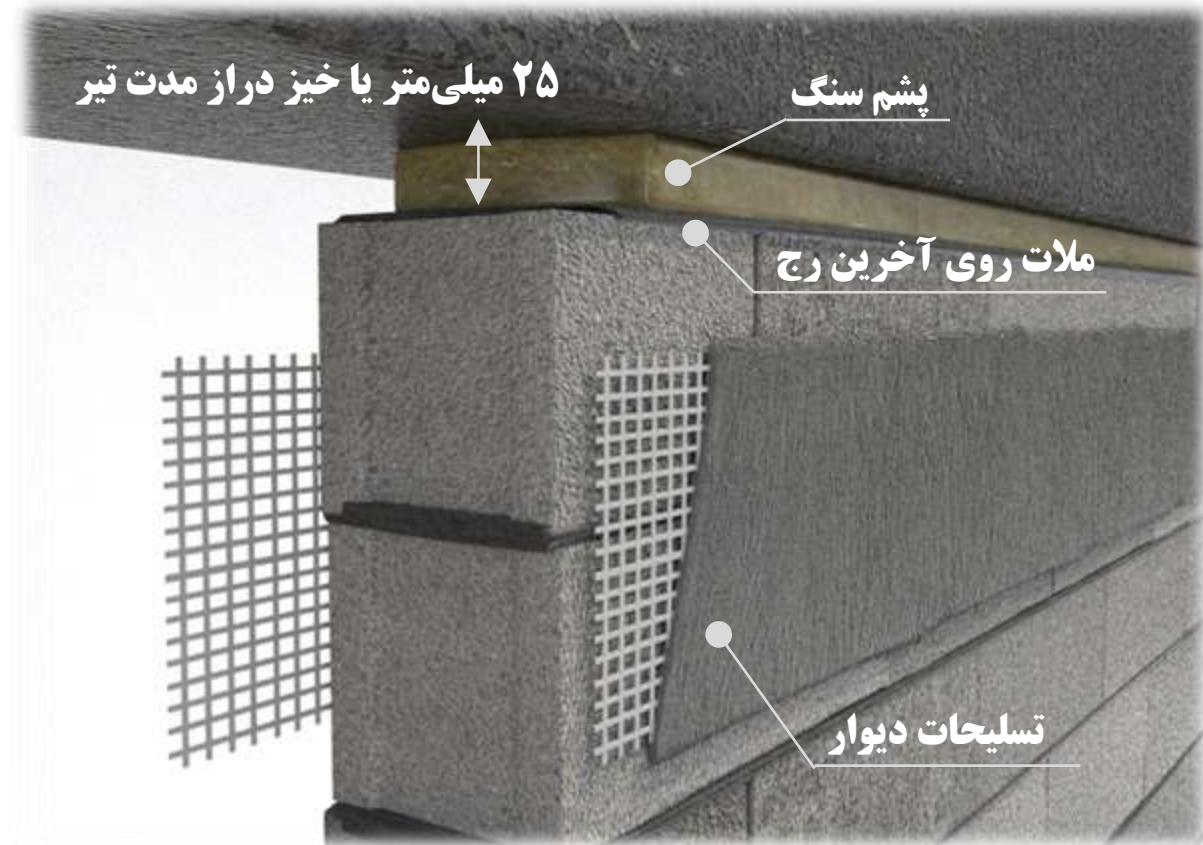


طراحی پروژه محور

گام ۲- تپ بندی دیوارها و انتخاب تسلیحات و شرایط مرزی



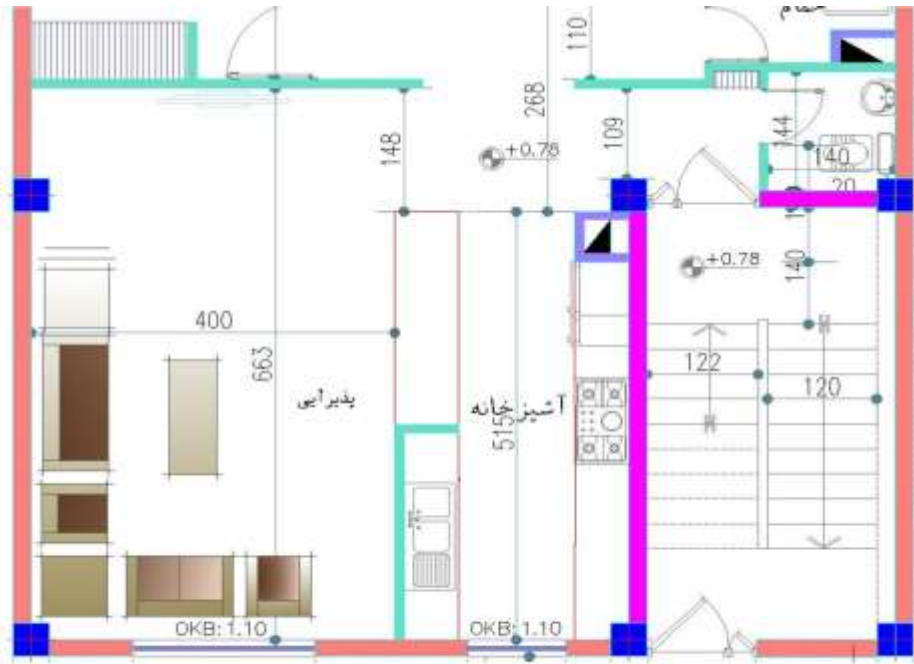
لبه فوقانی دیوار با شرایط مرزی E و J
(دیوار دارای اتصال کشویی به سقف)



لبه فوقانی دیوار با شرایط مرزی A
(دیوار فاقد اتصال به سقف)

نمونه پروژه مسکونی

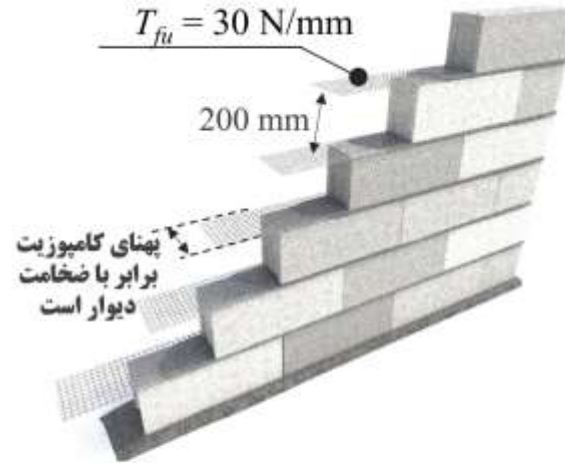
تپ بندی دیوار طبقات



دیوار ۱۵ سانتی پیرامونی دارای اتصال کشویی به سقف
مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف در بند بستر BJM-30-200

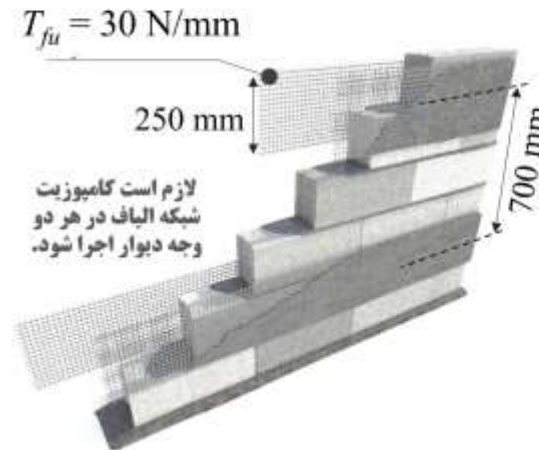
دیوار ۱۵ سانتی داخلی فاقد اتصال کشویی به سقف مسلح به
نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف HM30-250@700

دیوار ۱۰ سانتی داخلی فاقد اتصال کشویی به سقف مسلح به
نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف HM30-250@700



BJM30-200

ظرفیت کششی حداقل برابر با
30 N/mm
فاصل نواریهای کامپوزیت در
ارتفاع دیوار برابر با ۲۰۰ میلی متر
(قرارگیری در تمام رجها)

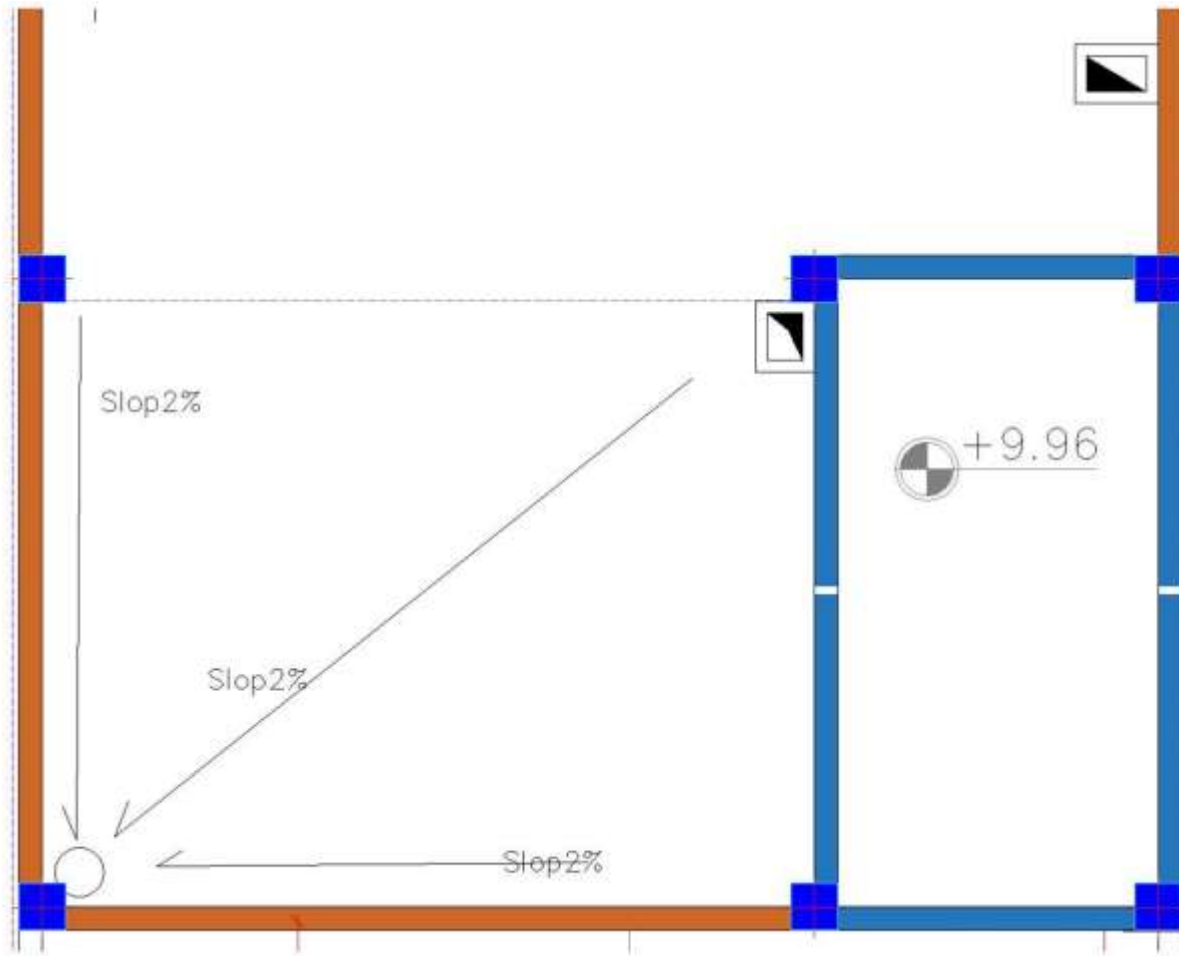


HM30-250@700

ظرفیت کششی حداقل برابر با
30 N/mm
پهنای نوارهای کامپوزیت برابر با
۲۵۰ میلی متر
فاصل مرکز به مرکز نوارهای
کامپوزیت برابر با ۷۰۰ میلی متر

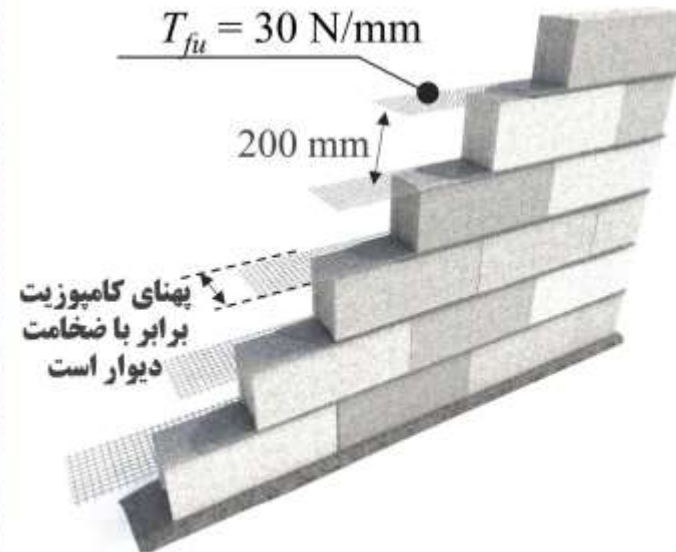
نمونه پروژه مسکونی

تیپ بندی دیوار خرپشته و جان پناه



دیوار ۱۵ سانتی جان پناه بام مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف در
بند بستر BJM-30-200

دیوار ۱۵ سانتی خرپشته مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف در
بند بستر BJM-30-200



BJM30-200

ظرفیت کششی حداقل برابر با
30 N/mm
فواصل نوارهای کامپوزیت در
ارتفاع دیوار برابر با ۲۰۰ میلی متر
(قرارگیری در تمام رجاها)

نمونه پروژه مسکونی

تعیین حداکثر ارتفاع آزاد دیوارهای مختلف

جدول پ-۶-۱ ارتفاع دیوارهای غیرسازه‌ای داخلی و پیرامونی در طبقات مختلف.

ارتفاع دیوارهای غیرسازه‌ای				ارتفاع کف تا کف طبقه	طبقه
دیوار ۱۵ سانتی پیرامونی	دیوار ۱۵ سانتی جان پناه	دیوار ۱۵ سانتی داخلی	دیوار ۱۰ سانتی داخلی		
2.85 m	-	2.85 m	2.85 m	3.25 m	همکف
2.85 m	-	2.85 m	2.85 m	3.25 m	اول
-	1.30 m	-	-	-	بام
2.40 m	-	-	-	2.70 m	خرپشته

نمونه پروژه مسکونی

تیپ بندی نهایی دیوارها

جدول پ-۶-۲ جزئیات تیپ بندی دیوارها

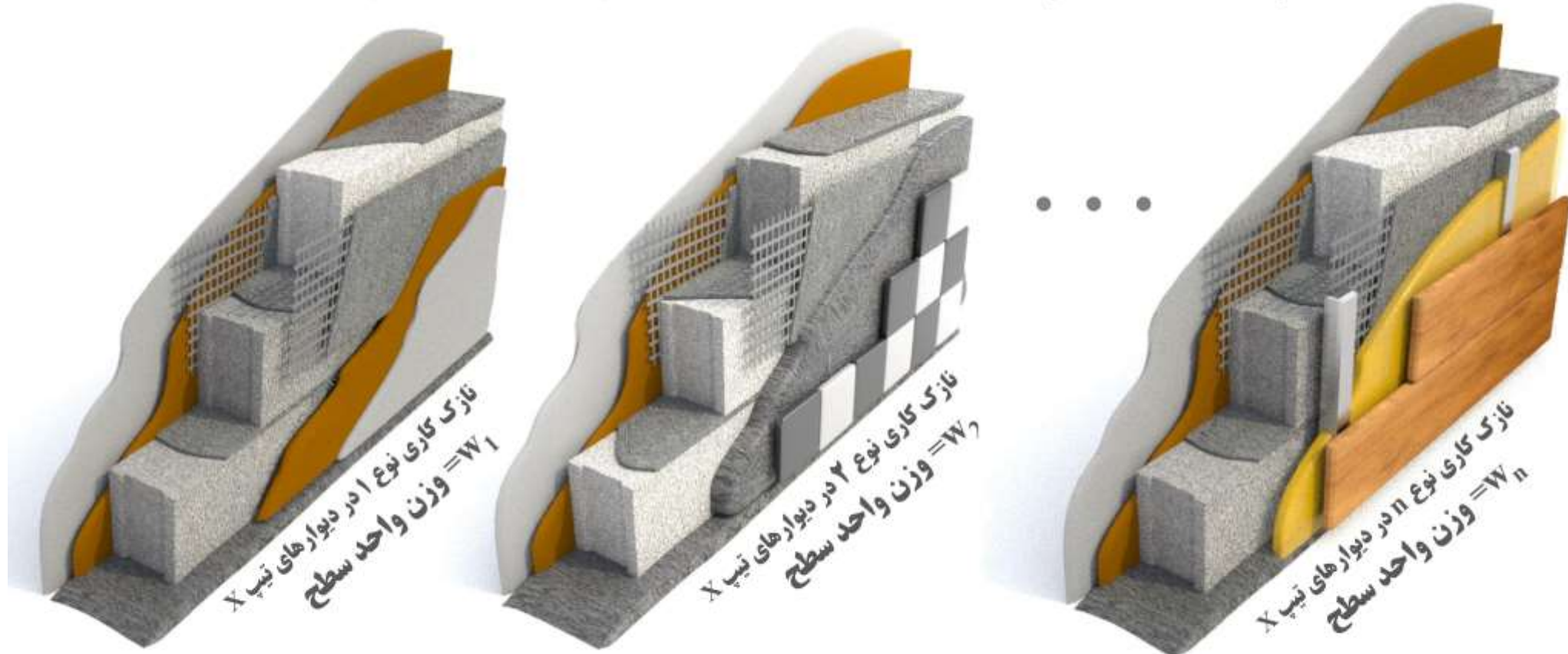
نوع	ضخامت (میلی متر)	ارتفاع آزاد (متر)	شرایط مرزی	تسلیحات
تیپ ۱ پیرامونی	۱۵۰	۲/۸۵	E (دارای اتصال کشویی به سقف)	BJM30-200
تیپ ۲ داخلی	۱۵۰	۲/۸۵	A (لبه فوقانی آزاد)	HM30-250@700
تیپ ۳ داخلی	۱۰۰	۲/۸۵	A (لبه فوقانی آزاد)	HM30-250@700
تیپ ۴ پیرامونی	۱۵۰	۱/۳	A (لبه فوقانی آزاد)	BJM30-200
تیپ ۵ پیرامونی	۱۵۰	۲/۴	E (دارای اتصال کشویی به سقف)	BJM30-200
BJM30-200: کامپوزیت شبکه الیاف بند بستر با ظرفیت کششی 30 N/mm و فواصل 200 mm (تمام رج ها)				
HM30-250@700: نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف با ظرفیت کششی 30 N/mm ، پهنای نوار 250 mm و فواصل مرکز به مرکز 700 mm در امتداد ارتفاع دیوار				

طراحی پروژه محور

گام ۳- تعیین وزن دیوار در هر تیپ

نازک کاری دیوارهای مختلف در دیوارهای تیپ X

تیپ X می تواند هر یک از تیپ های تعیین شده برای دیوارهای داخلی، دیوارهای پیرامونی یا دیوارهای جان پناه باشد.



$$\text{وزن واحد سطح در تیپ دیوار X} = \max(w_1, w_2, \dots, w_n)$$

نمونه پروژه مسکونی

تعیین وزن دیوار در تیپ های مختلف

$$\text{وزن دیوار } 10 \text{ سانتی فاقد نازک کاری} = 0.10 \times 900 = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{وزن دیوار } 15 \text{ سانتی فاقد نازک کاری} = 0.15 \times 900 = 135 \text{ kg/m}^2$$

جدول پ-۳-۶ وزن نازک کاری و نما بر روی وجوه دیوارهای داخلی و پیرامونی

دیوار	نازک کاری	وزن نازک کاری
راهرو و پله ها	سرامیک پرسلان	$0.04 \times (2100) + 0.01 \times (2200) \approx 105 \text{ kg/m}^2$
اتاق ها	اندود گچ و خاک و دو گچه پرداختی	$0.02 \times (1600) + 0.01 \times (1300) \approx 45 \text{ kg/m}^2$
سرویس ها و آشپزخانه	کاشی	$0.04 \times (2100) + 0.01 \times (1700) \approx 100 \text{ kg/m}^2$
اندود سیمانی	اندود سیمانی	$0.03 \times (2100) \approx 65 \text{ kg/m}^2$
نمای ساختمان	آجر نسوز ۲ سانتی	$0.04 \times (2100) + 0.02 \times (1850) \approx 100 \text{ kg/m}^2$

نمونه پروژه مسکونی

تعیین وزن دیوار در تیپ های مختلف

در خصوص دیوارهای تیپ ۱ (دیوارهای پیرامونی)، با توجه به فضاهای موجود در پلان معماری، بحرانی ترین حالت، حالتی است که وجه بیرونی نما و وجه داخلی اندود گچ و خاک و دو گچه پرداختی باشد. بدین ترتیب وزن نهایی دیوارهای تیپ ۱ به صورت زیر محاسبه می شود.

$$\text{وزن دیوارهای تیپ ۱} = 45 + 135 + 100 = 280 \text{ kg/m}^2 \approx 2800 \text{ N/m}^2$$

$$\text{وزن دیوارهای تیپ ۲} = 100 + 135 + 105 = 340 \text{ kg/m}^2 \approx 3400 \text{ N/m}^2$$

$$\text{وزن دیوارهای تیپ ۳} = 45 + 90 + 100 = 235 \text{ kg/m}^2 \approx 2350 \text{ N/m}^2$$

$$\text{وزن دیوارهای تیپ ۴} = 65 + 135 + 100 = 300 \text{ kg/m}^2 \approx 3000 \text{ N/m}^2$$

$$\text{وزن دیوارهای تیپ ۵} = 105 + 135 + 100 = 340 \text{ kg/m}^2 \approx 3400 \text{ N/m}^2$$

در تعیین وزن هر تیپ، بحرانی ترین نوع نازک کاری مربوط به آن تیپ که منجر به سنگین ترین وزن می شود، ملاک است.

طراحی پروژه محور

گام ۴- تعیین مشخصات ساختمان و محل احداث

گام ۵- تعیین نیروی خارج از صفحه وارده بر دیوار ناشی از باد و زلزله



نمونه پروژه مسکونی

تعیین مشخصات ساختمان و محل احداث

ساختمان مدنظر ساختمانی مسکونی واقع در منطقه‌ای با سرعت مبنای باد ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت، شتاب مبنای طرح ۰/۳۵ و خاک نوع ۳ مطابق دسته‌بندی استاندارد ۲۸۰۰ است. با توجه به کاربری ساختمان، از منظر مبحث ششم مقررات ملی گروه خطرپذیری ساختمان ۳ بوده (جدول ۶-۱-۱ مبحث ششم مقررات ملی) و از منظر استاندارد ۲۸۰۰، سازه دارای اهمیت متوسط می‌باشد. لذا مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ضریب اهمیت بار زلزله و باد هر دو برابر با ۱ می‌باشند. این ضرایب در تعیین نیروی خارج از صفحه وارده بر دیوارهای غیرسازه‌ای، مورد استفاده قرار خواهد گرفت. بر اساس طراحی سازه‌ای انجام شده، حداکثر نسبت دریافت واقعی (غیرالاستیک) طبقات تحت زلزله طرح (دوره بازگشت ۴۷۵ سال) معادل ۱/۵٪ می‌باشد. به‌علاوه ساختمان در محیط شهری با تراکم نسبتاً بالا واقع شده است.

طراحی پروژه محور

گام ۵- تعیین نیروی خارج از صفحه وارده بر دیوار ناشی از باد و زلزله



برای هر یک از تیپ های دیوار
معمولا در آخرین طبقه



نیروی ناشی از باد ✓
نیروی ناشی از زلزله ✓

نمونه پروژه مسکونی

تعیین نیروی خارج از صفحه ناشی از باد و زلزله

جدول پ-۴-۶ تقاضای خارج از صفحه ناشی از زلزله و باد

تیپ دیوار	توضیحات تیپ دیوار	وزن تیپ دیوار	تقاضای ناشی از زلزله	تقاضای ناشی از باد	تقاضای نهایی طراحی
تیپ ۱	دیوار پیرامونی ۱۵ سانتی	2800 N/m ²	1.29 kPa	1.40 kPa	1.40 kPa
تیپ ۲	دیوار داخلی ۱۵ سانتی	3400 N/m ²	1.57 kPa	-	1.57 kPa
تیپ ۳	دیوار داخلی ۱۰ سانتی	2350 N/m ²	1.09 kPa	-	1.09 kPa
تیپ ۴	دیوار جان پناه ۱۵ سانتی	3000 N/m ²	1.39 kPa	1.40 kPa	1.40 kPa
تیپ ۵	دیوار خرپشته ۱۵ سانتی	3400 N/m ²	3.14 kPa	1.40 kPa	3.14 kPa

نمونه پروژه مسکونی

تعیین طول بحرانی برای هر یک از تیپ های دیوار

جدول پ-۵-۶ طول بحرانی تیپ های مختلف دیوار (در بخش های دارای باز شو به تذکر ۵ توجه شود)

تیپ دیوار	تیپ ۱	تیپ ۲	تیپ ۳	تیپ ۴	تیپ ۵
نوع دیوار	دیوار ۱۵ سانتی پیرامونی	دیوار ۱۵ سانتی داخلی	دیوار ۱۰ سانتی داخلی	دیوار ۱۵ سانتی جان پناه	دیوار ۱۵ سانتی خرپشته
طول بحرانی	6.0 m	3.0 m	3.0 m	4.0 m	3.0 m

نمونه پروژه مسکونی

تعیین طول بحرانی برای هر یک از تیپ های دیوار

تذکر ۱: به منظور سهولت در روند اجرا و نظارت، توصیه می شود مقادیری رند به عنوان طول بحرانی انتخاب شوند.

تذکر ۲: در محاسبه طول بحرانی دیوارهای تیپ ۱، ۴ و ۵ نوع ملات دیوار (که در واقع پلاستر کامپوزیت است) می تواند معادل ملات ماسه، سیمان و آهک (ملات با بیشترین چسبندگی) در نظر گرفته شود (به تذکر ۲ بخش ۳-۱-۳ مراجعه شود). در محاسبه طول بحرانی دیوارهای تیپ ۲ و ۳، نوع ملات از نوع ماسه سیمان به نسبت حجمی ۱ به ۳ در نظر گرفته شده است.

تذکر ۳: طول های بحرانی با این فرض محاسبه شده اند که رطوبت ملات دیوارها حداقل در سه روز نخست مطابق بند ۴-۱۰-۴ حفظ شوند.

تذکر ۴: در محاسبه طول بحرانی، در جهت اطمینان فرض شده است که بندهای قائم دیوار فاقد ملات باشند.

نمونه پروژه مسکونی

تعیین طول بحرانی برای هر یک از تپ های دیوار

تذکر ۵: مطابق بند ۴-۱۰-۱، در صورتی که در طول آزاد دیوار باز شو وجود داشته باشد و ارتفاع بخش بنایی بالای باز شو کمتر از ۲۰٪ ارتفاع دیوار باشد، لازم است طول بحرانی دیوار (که با فرض عدم وجود باز شو محاسبه شده است) به میزان ۳۰٪ کاهش داده شود. در ساختمان مدنظر ارتفاع درب ها ۲۲۰ سانتی متر و ارتفاع پنجره ها ۱۵۰ سانتی متر (با ارتفاع دست انداز ۱۱۰ سانتی متر) است. از طرفی ارتفاع دیوارهای ساختمان مدنظر ۲۸۵ سانتی متر می باشد. بنابراین برای دیوارهای دارای بازشوی پنجره، لازم است طول بحرانی (در قسمتی که پنجره وجود دارد)، ۳۰٪ کاهش داده شود اما در خصوص دیوارهای دارای بازشوی درب (به جز درب اتاق های خواب) نیازی به کاهش طول بحرانی نیست. لازم به ذکر است در بالای درب اتاق های خواب بازشوی کوچکی به منظور عبور کانال کولر قرار می گیرد که این امر سبب می شود ارتفاع دیوار بالای درب کوچکتر از ۲۰٪ ارتفاع کل دیوار شود. با توجه به توضیحات فوق در بخشی از دیوار که بازشوی پنجره و درب اتاق خواب قرار دارد، طول بحرانی ۷۰٪ مقادیر ارائه شده در جدول (پ-۶-۵) می باشد. در خصوص بخش هایی از دیوار که فاقد باز شو بوده و یا باز شو از نوع درب ورودی ساختمان، درب ورودی واحد و یا درب سرویس می باشد (درب های فاقد کانال کولر در قسمت فوقانی درب)، نیازی به کاهش طول بحرانی نمی باشد. به عبارت دیگر، بر اساس دسته بندی بخش ۴-۱۰-۱، در

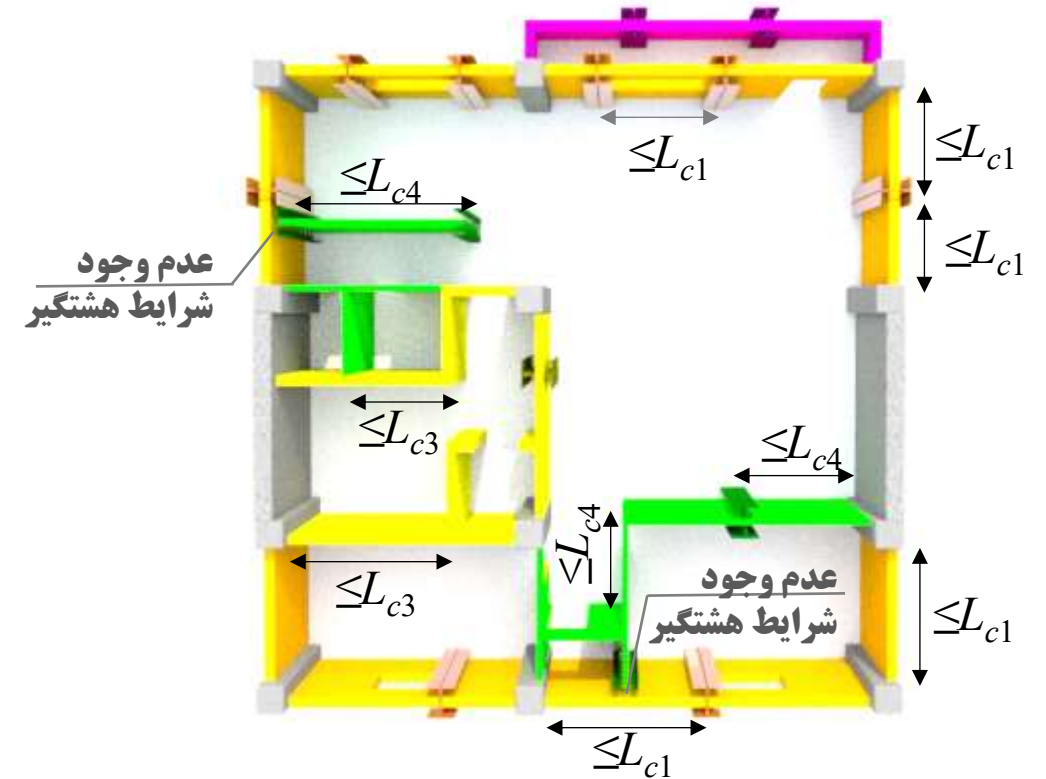
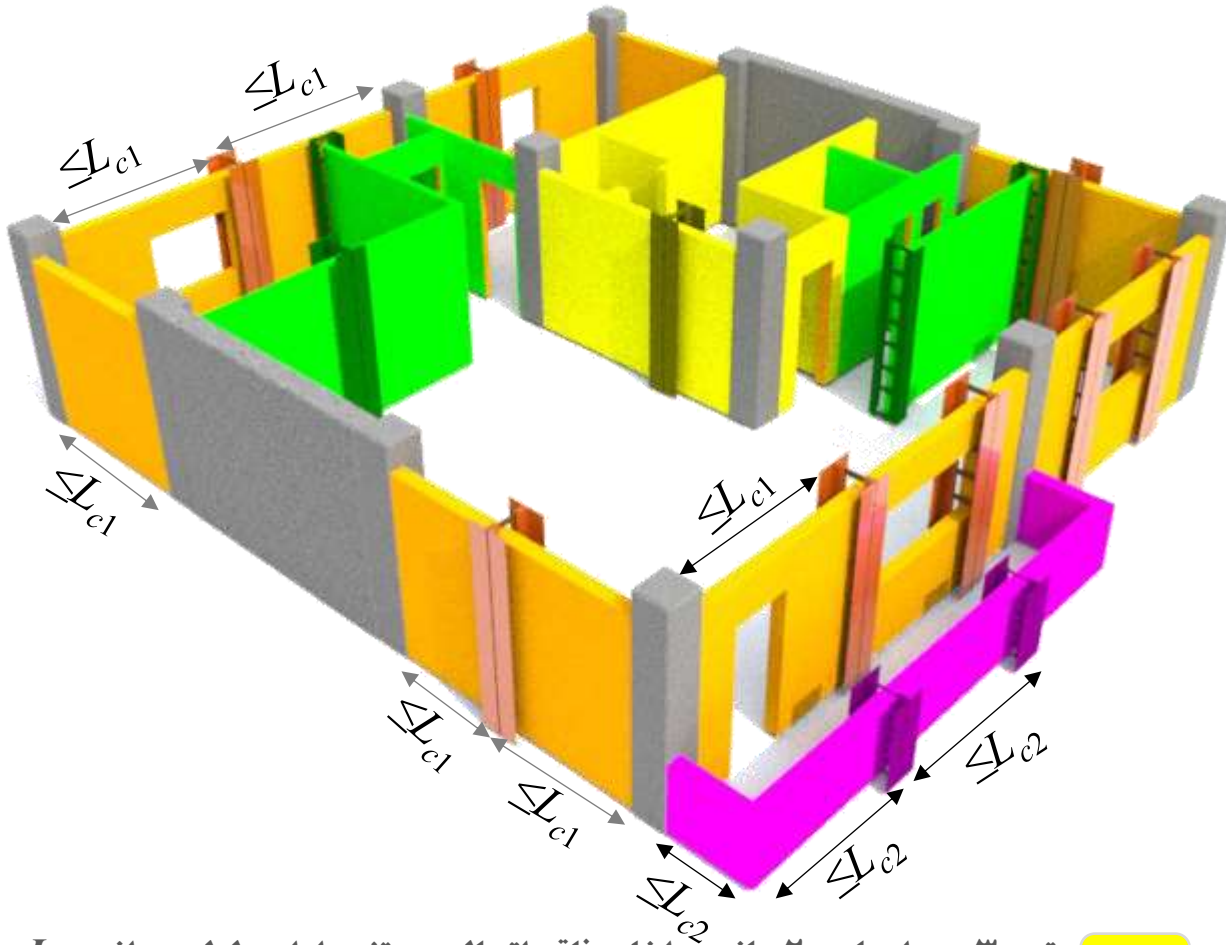
نمونه پروژه مسکونی

تعیین طول بحرانی برای هر یک از تپ های دیوار

تذکر ۶: در دیوار تپ ۴ (جان پناه)، طول بحرانی به نحوی بدست آمده است که نسبت تقاضا به ظرفیت تقریباً برابر با $0/75$ بیشتر باشد (و نه ۱). این محافظه کاری به دلیل آن است که بر روی لبه جان پناه احتمال اعمال بارهای تصادفی متمرکز وجود دارد.

طراحی پروژه محور

گام ۷- جانمایی و ادارهای قائم در پلان



تپ ۳: دیوارهای ۲۰ سانتی داخلی فاقد اتصال به سقف دارای طول بحرانی L_{c3}

تپ ۴: دیوارهای ۱۰ سانتی داخلی فاقد اتصال به سقف دارای طول بحرانی L_{c4}

تپ ۱: دیوارهای ۲۰ سانتی پیرامونی فاقد اتصال به سقف دارای طول بحرانی L_{c1}

تپ ۲: دیوارهای ۲۰ سانتی جان پناه دارای طول بحرانی L_{c2}

طراحی پروژه محور

گام ۷- جانمایی وادارهای قائم در پلان

طول بحرانی در تپ هایی از دیوار که فاقد اتصال کشویی به سقف هستند، باید با فرض شرایط مرزی A محاسبه شده باشد.



در صورتی که تپ بندی دیوارها مستقل از طبقه باشد، در محاسبه طول بحرانی لازم است نیروی خارج از صفحه مربوط به بالاترین طبقه در نظر گرفته شود.



اتصال هشتگیر منجر به ایجاد تکیه گاه در لبه دیوار شده و طول آزاد دیوار از بر اتصال هشتگیر در نظر گرفته می شود.



اتصال هشتگیر تنها زمانی مجاز است که محل هشتگیر از نزدیک ترین وادار یا اتصالات کشویی (در لبه قائم یا افقی) هر یک از دو دیوار متصل شده حداقل به اندازه ۱ متر فاصله داشته باشد.

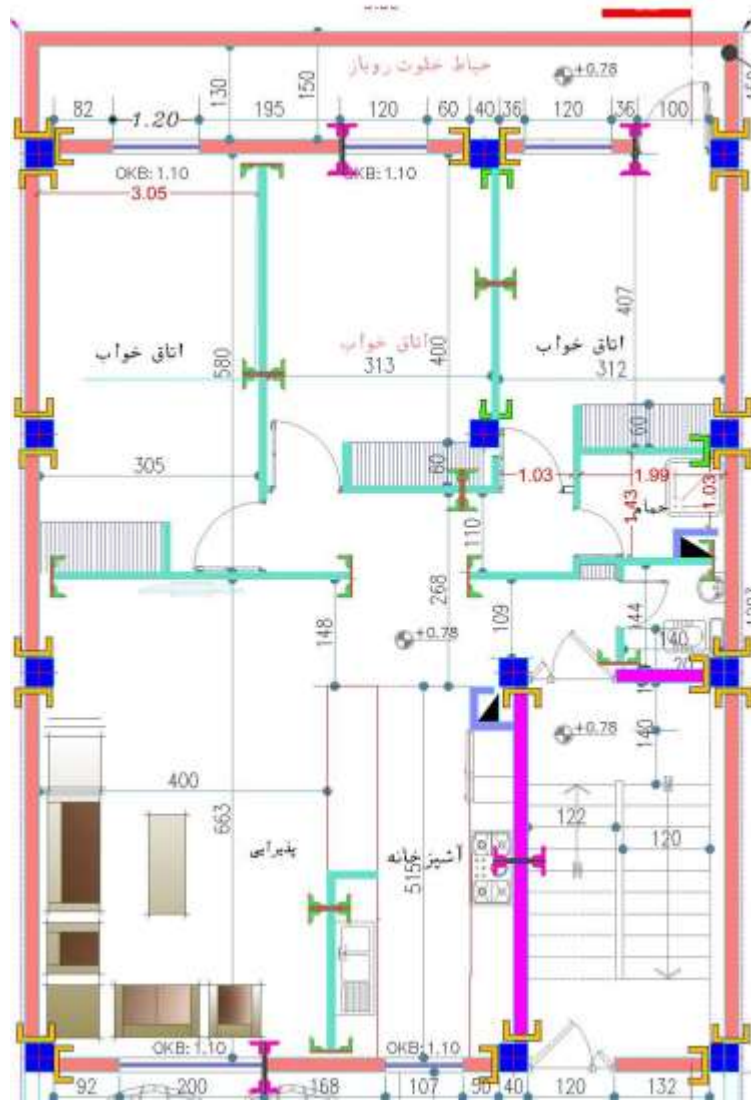


در صورتی که شرایط اتصال هشتگیر وجود نداشته باشد، باید اتصال دو دیوار به صورت جداسازی شده با استفاده از وادار لبه ای (یا سایر قطعات اتصال مناسب) انجام شود.



نمونه پروژه مسکونی

جانمایی و ادارهای قائم در طبقه همکف



دیوار حیاط خلوت روباز، مشابه دیوار محوطه بوده و مطابق دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای بنایی محوطه طراحی می شود.

دیوار ۱۵ سانتی پیرامونی دارای اتصال کشویی به سقف مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف در بند بستر BJM-30-200

دیوار ۱۵ سانتی داخلی فاقد اتصال کشویی به سقف مسلح به نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف HM30-250@700

دیوار ۱۰ سانتی داخلی فاقد اتصال کشویی به سقف مسلح به نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف HM30-250@700

اتصال کشویی دیوارهای ۱۵ سانتی ناودانی با ورق ۲ میلی متر با طول ۴۰ سانتی متر

اتصال کشویی دیوارهای ۱۰ سانتی ناودانی با ورق ۲ میلی متر با طول ۴۰ سانتی متر

وادار قائم دیوار ۱۵ سانتی - ۲ عدد نبشی نمره ۴

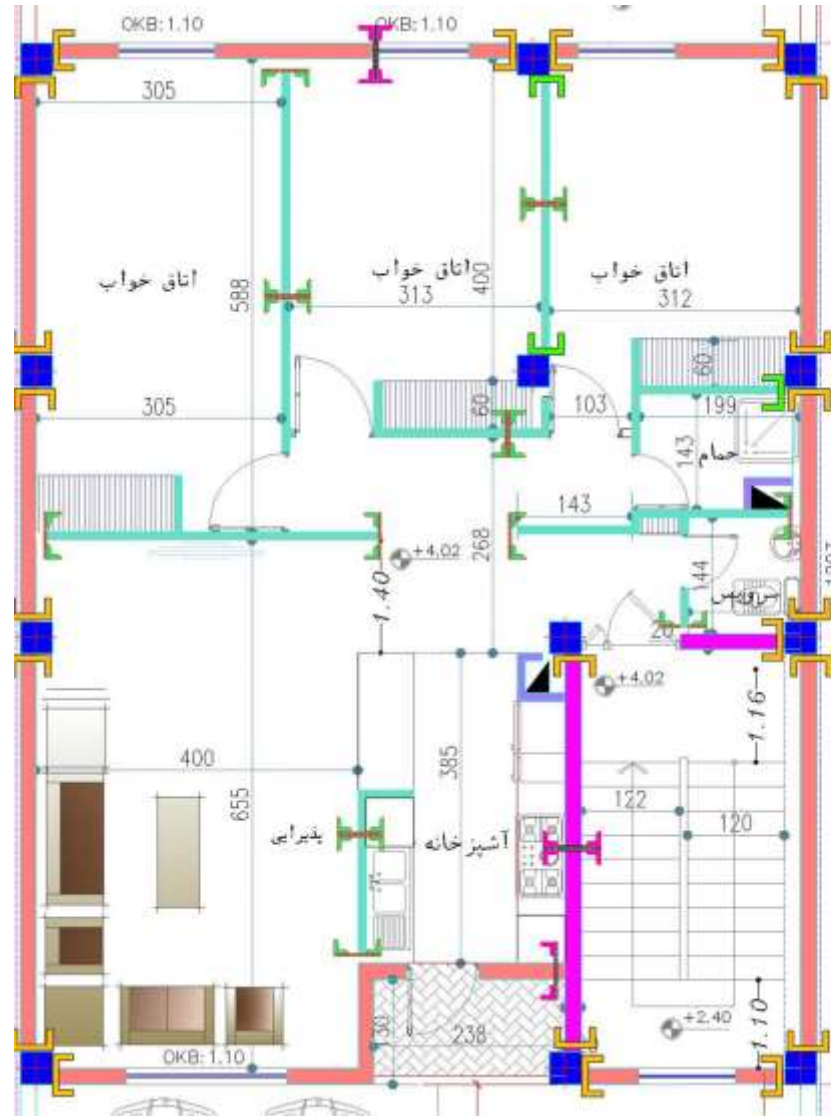
وادار قائم دیوار ۱۵ سانتی - ۴ عدد نبشی نمره ۴

وادار قائم دیوار ۱۰ سانتی - ۲ عدد نبشی نمره ۴

وادار قائم دیوار ۱۰ سانتی - ۴ عدد نبشی نمره ۴

نمونه پروژه مسکونی

جانمایی و ادارهای قائم در طبقه اول



دیوار ۱۵ سانتی پیرامونی دارای اتصال کشویی به سقف مسلح به کامپوزیت شبکه الیاف در بند بستر BJM-30-200

دیوار ۱۵ سانتی داخلی فاقد اتصال کشویی به سقف مسلح به نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف HM30-250@700

دیوار ۱۰ سانتی داخلی فاقد اتصال کشویی به سقف مسلح به نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف HM30-250@700

اتصال کشویی دیوارهای ۱۵ سانتی ناودانی با ورق ۲ میلی متر با طول ۴۰ سانتی متر

اتصال کشویی دیوارهای ۱۰ سانتی ناودانی با ورق ۲ میلی متر با طول ۴۰ سانتی متر

وادار قائم دیوار ۱۵ سانتی - ۲ عدد نبشی نمره ۴

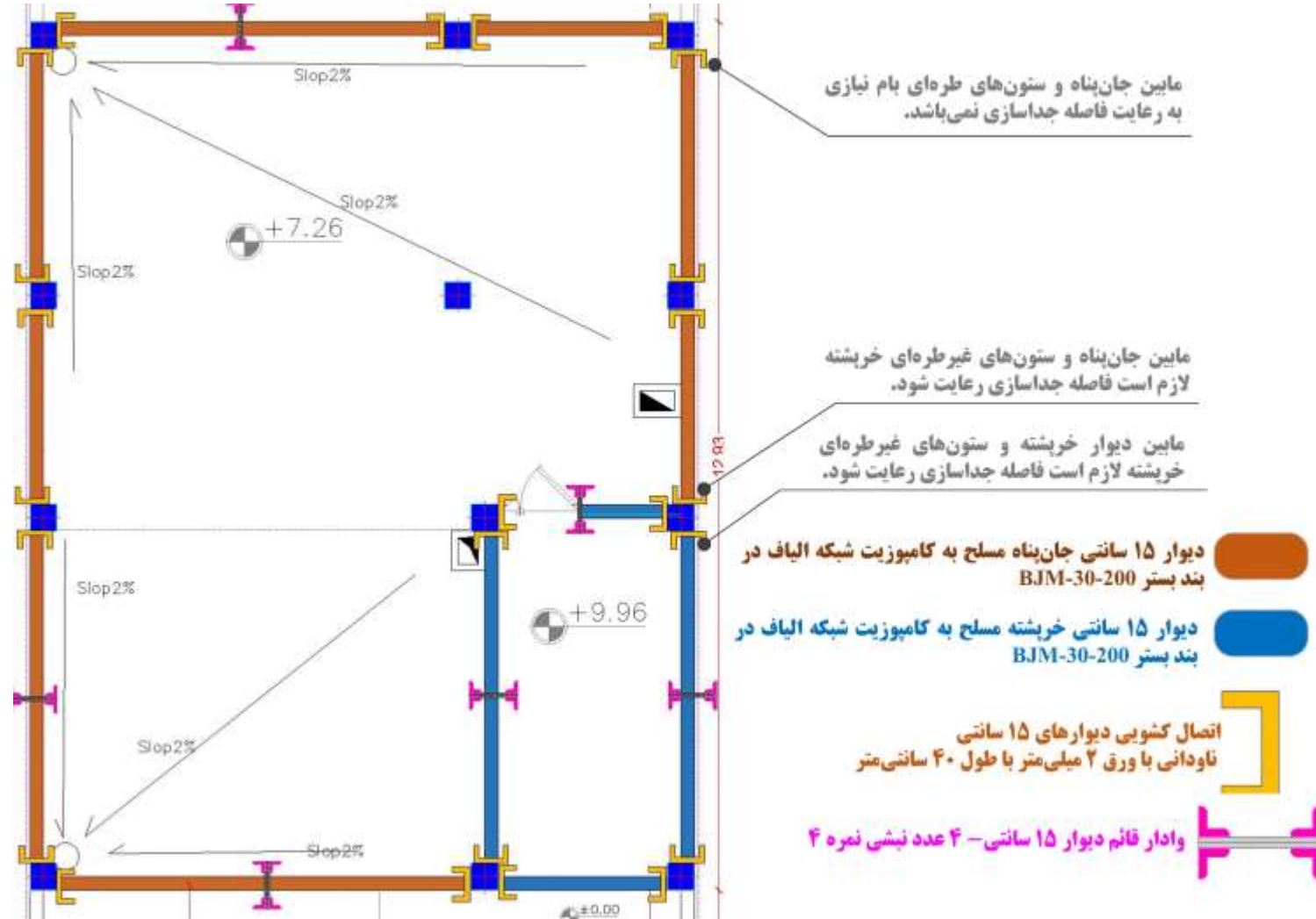
وادار قائم دیوار ۱۵ سانتی - ۴ عدد نبشی نمره ۴

وادار قائم دیوار ۱۰ سانتی - ۲ عدد نبشی نمره ۴

وادار قائم دیوار ۱۰ سانتی - ۴ عدد نبشی نمره ۴

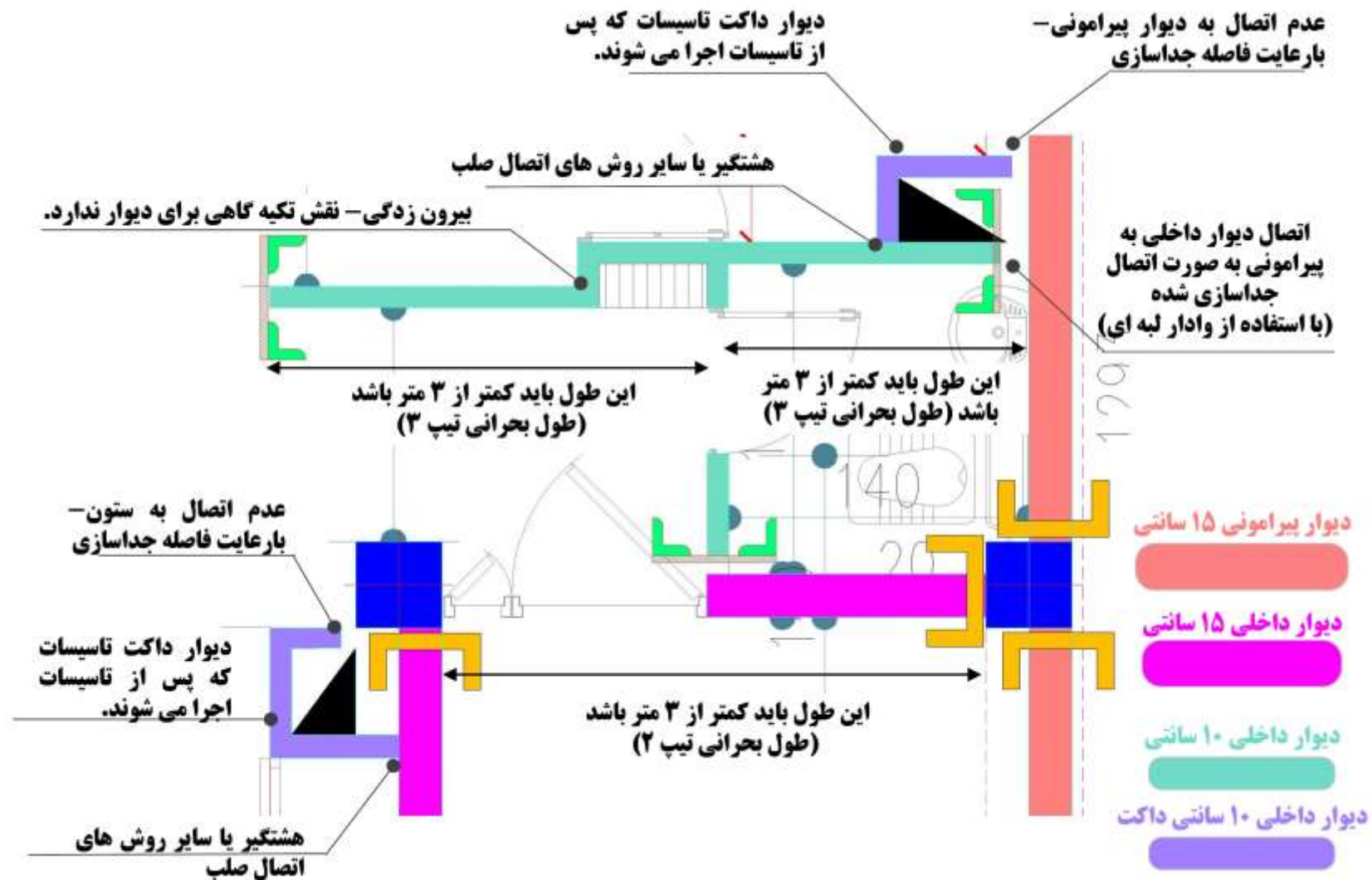
نمونه پروژه مسکونی

جانمایی و ادارهای قائم در بام



نمونه پروژه مسکونی

جانمایی و ادارهای قائم در بخش های دارای دیوار داکت تاسیسات و دیوارهای بیرون زدگی



طراحی پروژه محور

گام ۷- طراحی مقطع وادارهای قائم

کنترل کفایت ظرفیت خمشی $M_u < \Phi M_n \checkmark$

کنترل کفایت صلبیت $\Delta_{max} < 0.004 H \checkmark$

H : بیشترین ارتفاع وادار در تپ دیوار مدنظر

W_u : تقاضای خارج از صفحه وارد بر تپ دیوار مدنظر

L_c : طول بحرانی در تپ دیوار مدنظر

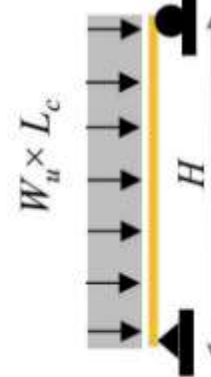
M_u : حداکثر لنگر خمشی وارده بر وادار

M_n : ظرفیت خمشی اسمی وادار

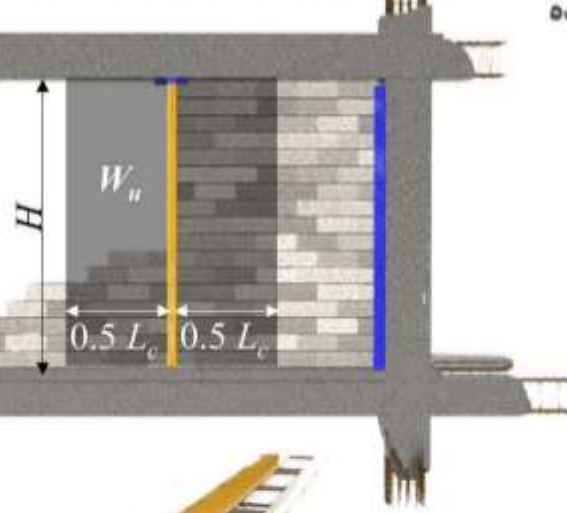
Φ : ضریب کاهش مقاومت (برابر با ۰/۹)

Δ_{max} : حداکثر تغییر شکل وادار

کنترل کفایت وادار مشابه یک تیر
دو سر ساده تحت باری گسترده



طراحی وادار میانی برای تپ دیوار مدنظر

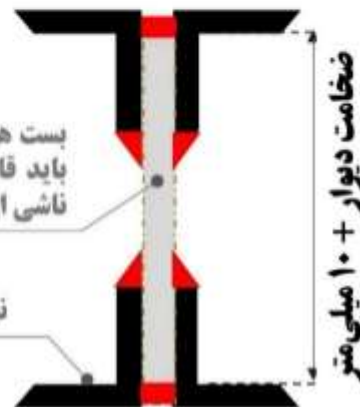


بست های فولادی و جوش آن ها
باید قادر به انتقال جریان برش
ناشی از خمش در وادار باشند.

نبشی

وادار میانی

ساخته شده از چهار عدد نبشی



* برای وادارهای لبه ای (که تنها در یک سمت وادار دیوار حضور دارد)، نیروی گسترده وارده بر وادار نصف مقدار فوق می باشد.

* در خصوص وادارهای با مقطع متشکل از چند نبشی، لازم است بست هایی که نبشی های مقطع را به یکدیگر متصل می کنند قادر به انتقال جریان برش ناشی از خمش باشند. این بست ها لازم است به صورت تسمه یا ورق های فولادی در نظر گرفته شده و استفاده از تکه های میلگرد به منظور اتصال نبشی های موجود در مقطع وادار معمولاً قادر به انتقال جریان برشی نمی باشند.

نمونه پروژه مسکونی

طراحی وادارهای قائم

جدول پ-۶-۶ عکس العمل تکیه‌گاهی در لبه فوقانی و قائم تیپ‌های مختلف دیوار

تیپ دیوار	توضیحات تیپ دیوار	طول بحرانی	نیروی تکیه‌گاهی لبه فوقانی		نیروی تکیه‌گاهی لبه قائم	
			کل نیرو	نیرو در ۱ متر از طول دیوار	کل نیرو	نیرو در ۱ متر از ارتفاع دیوار
تیپ ۱	دیوار پیرامونی ۱۵ سانتی	6.0 m	9.15 kN	1.50 kN/m	2.85 kN	1.00 kN/m
تیپ ۲	دیوار داخلی ۱۵ سانتی	3.0 m	0	0	4.95 kN	1.75 kN/m
تیپ ۳	دیوار داخلی ۱۰ سانتی	3.0 m	0	0	3.40 kN	1.20 kN/m
تیپ ۴	دیوار جان پناه ۱۵ سانتی	4.0 m	0	0	1.20 kN	0.90 kN/m
تیپ ۵	دیوار خرپشته ۱۵ سانتی	3.0 m	6.80 kN	2.25 kN/m	4.50 kN	1.85 kN/m

مقادیر نیروهای تکیه‌گاهی
توسط ابزار محاسباتی تحت
اکسل محاسبه می‌شود.

در جهت اطمینان می‌توان از
این نیروها به منظور طراحی
وادارهای قائم و نیز اتصالات
دیوار استفاده نمود.

نمونه پروژه مسکونی

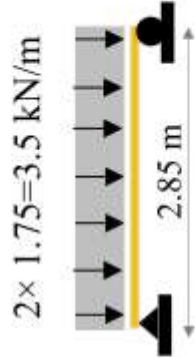
طراحی وادارهای قائم

به منظور طراحی وادارهای لبه‌ای می‌توان از مقادیر نیرو در واحد ارتفاع دیوار (نیروی تکیه‌گاهی لبه قائم) استفاده نمود. در خصوص وادارهای میانی می‌توان از ۲ برابر مقدار مذکور استفاده نمود. کفایت مقطع در نظر گرفته شده برای وادارهای قائم برای دیوارهای تیپ ۲ و ۳ و ۴ در شکل (پ-۶-۱۳) بررسی شده است. در صورتی که کنترل برای دیوارهای تیپ ۱ و ۵ نیز انجام شود، مشخص می‌گردد مقطع انتخابی برای وادار، کفایت لازم را دارا می‌باشد. در خصوص وادارهای لبه‌ای حداکثر تقاضای وارده، نصف حداکثر تقاضای وارد بر وادارهای میانی است. لذا به شکل خودکار، کفایت وادارهای لبه‌ای نیز تضمین شده است.

نمونه پروژه مسکونی

طراحی وادارهای قائم

کنترل کفایت وادار میانی دیوار تیپ ۲

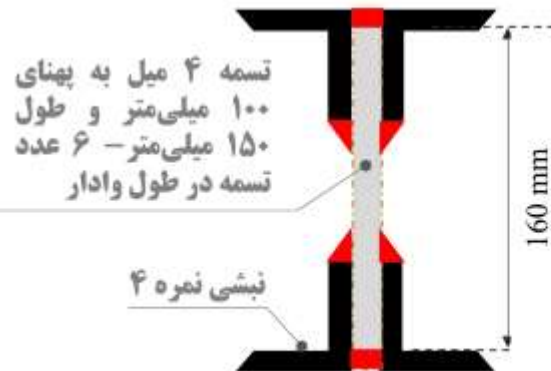


کنترل کفایت ظرفیت خمشی

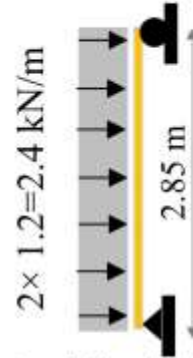
$$M_u = 3.55 \text{ kN.m} < \phi M_n = 0.9 \times 20 = 18 \text{ kN.m} \quad \checkmark$$

کنترل کفایت صلبیت

$$\Delta_{max} = 2.5 \text{ mm} < 0.004 H = 11 \text{ mm} \quad \checkmark$$



کنترل کفایت وادار میانی دیوار تیپ ۳



کنترل کفایت ظرفیت خمشی

$$M_u = 2.44 \text{ kN.m} < \phi M_n = 0.9 \times 12.7 = 11.4 \text{ kN.m} \quad \checkmark$$

کنترل کفایت صلبیت

$$\Delta_{max} = 4 \text{ mm} < 0.004 H = 11 \text{ mm} \quad \checkmark$$

تسمه ۴ میل به پهنای ۱۰۰ میلی‌متر و طول ۱۵۰ میلی‌متر -
۶ عدد تسمه در طول وادار

نشی نمره ۴



کنترل کفایت وادار میانی دیوار تیپ ۴



کنترل کفایت ظرفیت خمشی

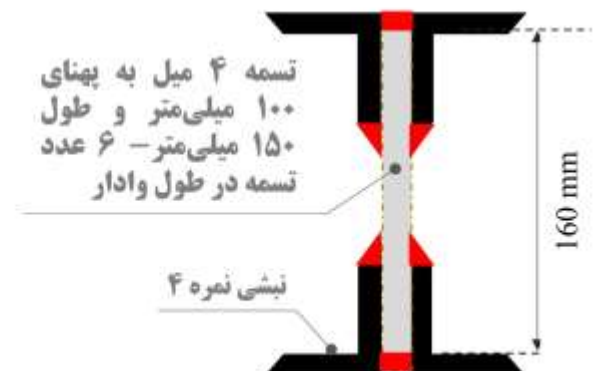
$$M_u = 1.52 \text{ kN.m} < \phi M_n = 18 \text{ kN.m} \quad \checkmark$$

کنترل کفایت صلبیت

$$\Delta_{max} = 0.6 \text{ mm} < 0.004 H = 5 \text{ mm} \quad \checkmark$$

تسمه ۴ میل به پهنای ۱۰۰ میلی‌متر و طول ۱۵۰ میلی‌متر -
۶ عدد تسمه در طول وادار

نشی نمره ۴



طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به کف



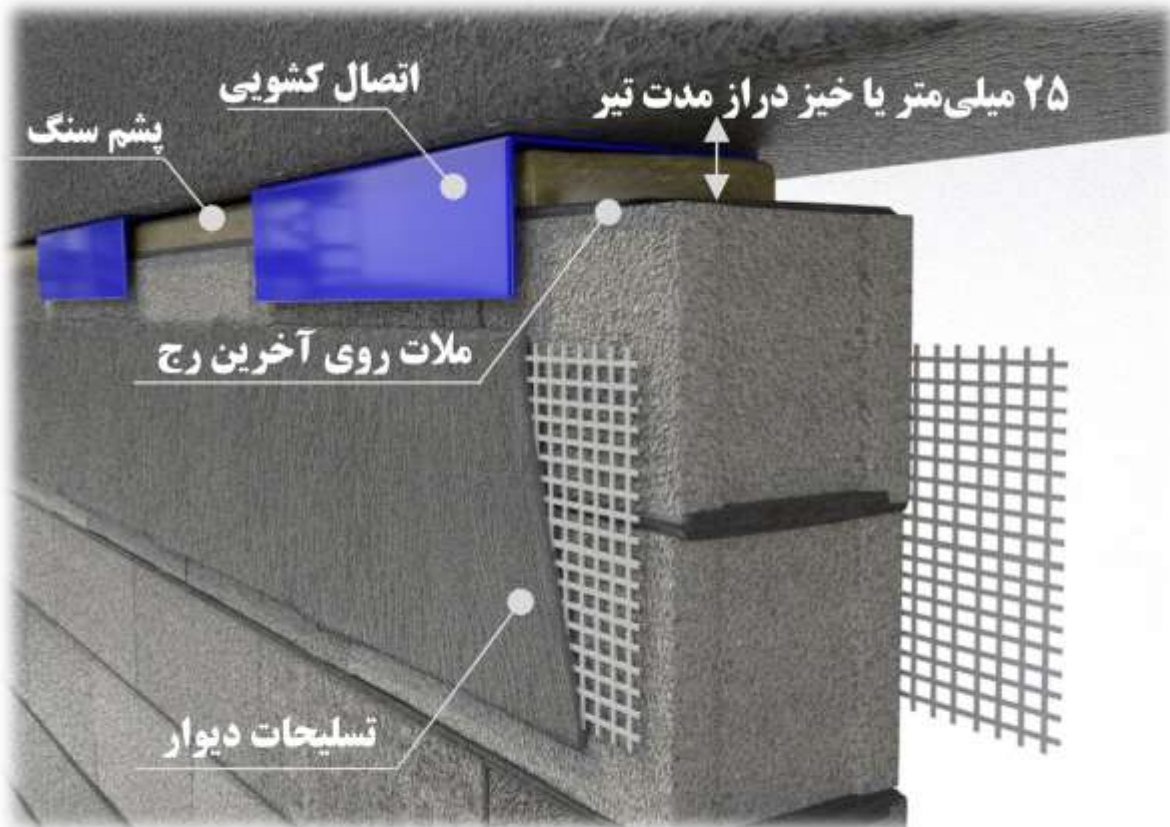
در صورتی که دیوار غیرسازه‌ای بر روی دال بتنی اجرا شود، اتصال لبه تحتانی دیوار به کف از طریق اولین لایه ملات صورت گرفته و نیاز به تمهیدات دیگری نمی‌باشد. اجرای کف‌سازی به تقویت این اتصال کمک خواهد نمود.

در صورتی که دیوار مستقیماً روی تیر فولادی فاقد دال اجرا شود، لازم است حرکات افقی خارج از صفحه در دو سمت لبه تحتانی دیوار مقید شود. این کار با استفاده از جوش دادن ورق، تسمه، یا سایر پروفیل‌های فولادی به تیر فولادی قابل انجام است.

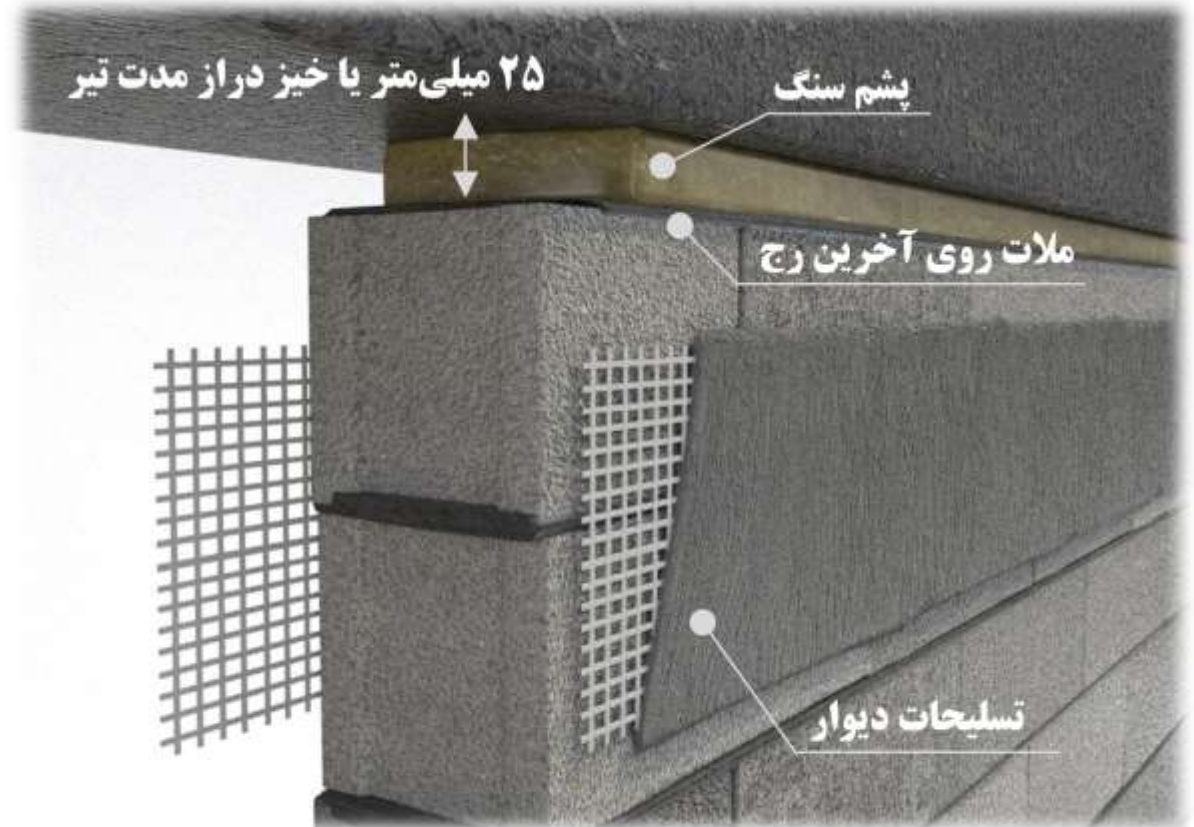
در صورتی که رفتار دیوار به صورت یک طرفه تحت خمشی قائم باشد (دیوارهای دارای لبه‌های قائم آزاد) و امکان اجرای کف‌سازی در مجاورت هر دو سمت لبه تحتانی دیوار وجود نداشته باشد، لازم است در وجهی از لبه تحتانی که فاقد کف‌سازی است، از قطعات فلزی (همانند نبشی) به منظور مهار خارج از صفحه لبه تحتانی دیوار استفاده شود.

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به سقف



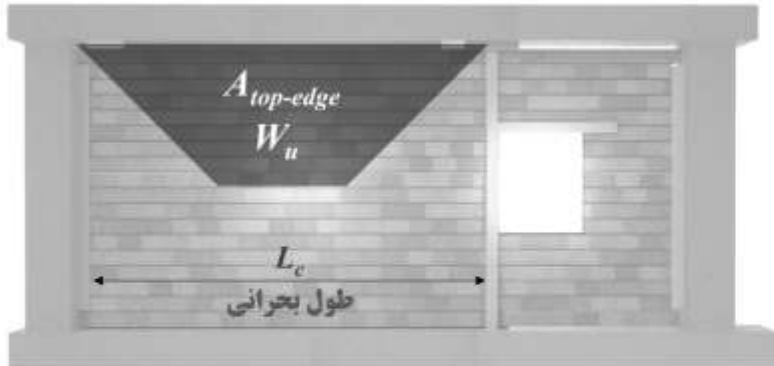
لبه فوقانی دیوار با شرایط مرزی E و J
(دیوار دارای اتصال کشویی به سقف)



لبه فوقانی دیوار با شرایط مرزی A
(دیوار فاقد اتصال به سقف)

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به سقف



نیروی سهم لبه فوقانی: $P_u = W_u \times A_{top-edge}$ (kN)

این نیرو توسط ابزارهای محاسباتی تحت اکسل ارائه شده در پیوست ۳ محاسبه می شود.



لنگر خمشی وارد بر بال اتصال کشویی: $M_u = 50P_u$ (kN.mm)

ظرفیت خمشی: $M_c = \frac{0.9f_y L t^2}{4000}$ (kN.mm)
بال اتصال کشویی

کنترل کفایت ظرفیت اتصال کشویی: $L t^2 \geq \frac{222000 P_u}{f_y}$ ✓

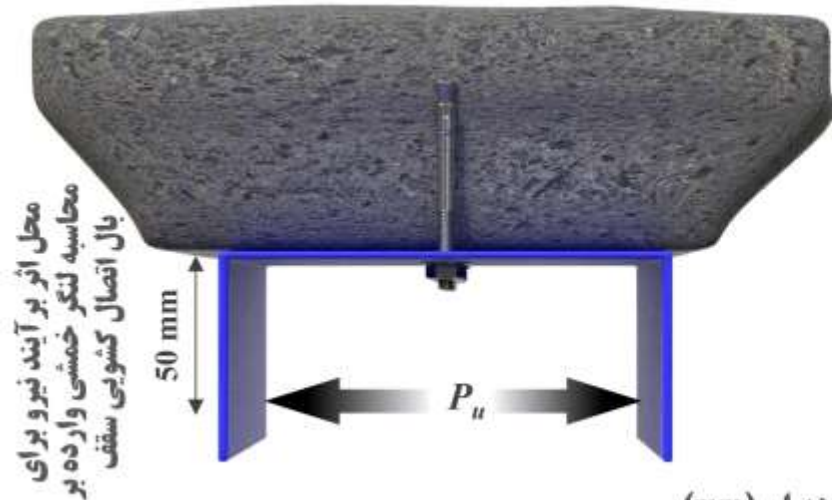
P_u : عکس العمل تکیه گاهی در لبه فوقانی دیوار (kN)

f_y : مقاومت تسلیم فولاد مصرفی در اتصال کشویی (MPa)

t : ضخامت بال اتصال کشویی لبه فوقانی دیوار (mm)

L : مجموع طول اتصالات کشویی لبه فوقانی در طول بحرانی دیوار (mm)

طراحی ورق اتصال

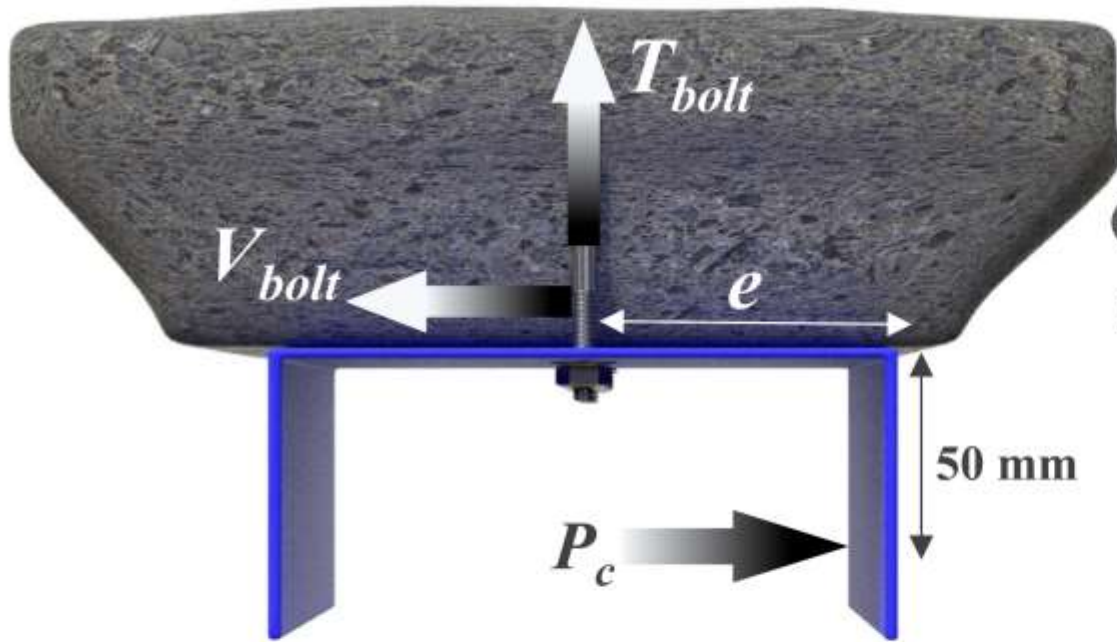


محاسبه لنگر خمشی وارده بر بال اتصال کشویی سقف

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به سقف

طراحی رول بولت اتصال



P_c : ظرفیت اتصال کشویی در ۱ متر از طول خود (kN)

e : کمترین فاصله رول بولت از لبه اتصال کشویی (mm)

T_{bolt} : کشش ایجاد شده در مجموع رول بولت های ۱ متر از طول اتصال (kN)

V_{bolt} : برش ایجاد شده در مجموع رول بولت های ۱ متر از طول اتصال (kN)

T_{c-bolt} : ظرفیت کششی یک عدد از رول بولت ها (kN)

V_{c-bolt} : ظرفیت برشی یک عدد از رول بولت ها (kN)

n : تعداد رول بولت ها در ۱ متر از طول اتصال کشویی

$$T_{bolt} = \frac{50P_c}{e} \text{ (kN)}, V_{bolt} = P_c \text{ (kN)}$$

کنترل کفایت :
رول بولت های اتصال

$$\frac{T_{bolt}}{nT_{c-bolt}} + \frac{V_{bolt}}{nV_{c-bolt}} \leq 1.2 \checkmark$$

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به سقف

جدول ۲-۴ ظرفیت کششی و برشی رول بولت‌های مختلف (بر اساس IBC 2015 و کاتالوگ شرکت‌های تولیدکننده)- استفاده از سایر مقادیر ارائه شده در مراجع معتبر نیز مجاز می‌باشد.

ظرفیت رول بولت های متداول

ظرفیت کششی* (kN)	ظرفیت برشی* (kN)	حداقل فاصله تا رول بولت کناری (mm)	حداقل فاصله تا لبه بتن (mm)	عمق نفوذ مؤثر (mm)	حداقل طول کلی رول بولت (mm)	سایز رول بولت
۳/۳	۲/۷	۵۰	۵۰	۵۵	۱۰۰	۶ میلی‌متر
۴/۰	۴/۰	۶۰	۶۰	۶۰	۱۰۰	۸ میلی‌متر
۵/۳	۶/۰	۷۰	۷۰	۷۵	۱۰۰	۱۰ میلی‌متر
۶/۷	۷/۳	۱۰۰	۷۰	۶۰	۱۰۰	۱۲ میلی‌متر
۱۰	۱۰/۷	۱۲۰	۸۰	۷۰	۱۰۰	۱۶ میلی‌متر

* ظرفیت ارائه شده ظرفیت مجاز است که بر اساس ظرفیت نهایی تقسیم بر ضریب اطمینان ۳ به دست آمده است. در جهت اطمینان، مقادیر برای بتنی با مقاومت فشاری ۱۵ مگاپاسکال در نظر گرفته شده‌اند.

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به سقف

اتصالات از پیش طراحی شده

جدول ۳-۴ جزئیات دو نوع اتصال کشویی دیوار به سقف (با فرض $f_y=240$ MPa و $e=50$ mm)

اتصال کشویی دیوار به سقف	ضخامت ورق بال (mm)	ظرفیت یک متر از طول اتصال (kN)	تعداد رول بولت مورد نیاز در یک متر از طول اتصال*
نوع ۱	۲	۴/۳	۳ عدد رول بولت سایز ۶ میل مطابق جدول (۲-۴) و یا ۲ عدد رول بولت سایز ۸ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۲	۳	۹/۷	۴ عدد رول بولت سایز ۸ میل مطابق جدول (۲-۴) و یا ۳ عدد رول بولت سایز ۱۰ میل مطابق جدول (۲-۴)

* در صورتی که اتصال کشویی به صورت جفت نبشی باشد، تعداد رول بولت‌های ارائه شده برای هر یک از نبشی‌ها باید در نظر گرفته شود.

نمونه پروژه مسکونی

طراحی اتصالات دیوار به سقف

در این پروژه تنها دیوارهای تیپ ۱ و ۵ نیاز به اتصال کشویی به سقف دارند.

برای دیوار تیپ ۱: مطابق جدول (پ-۶-۶) تقاضای وارده بر اتصالات کشویی دیوار به سقف در دیوار تیپ ۱ برابر با 1.5 kN/m است.

یعنی در صورتی که در هر متر از لبه فوقانی دیوار از یک اتصال کشویی استفاده شده باشد، لازم است این اتصال کشویی دارای ظرفیتی حداقل برابر با 1.5 kN باشد. برای طراحی این اتصال می‌توان از روند ارائه شده در بخش ۲-۸-۴ استفاده نمود. در جدول (۳-۴) در بخش ۲-۸-۴ دو نوع اتصال کشویی دیوار به سقف طراحی شده و جزئیات و ظرفیت آن‌ها ارائه شده است. به منظور سهولت، در این پروژه از اتصالات از پیش طراحی شده جدول (۳-۴) استفاده شده است. بر اساس این جدول، اتصال نوع ۱ در هر یک متر از طول خود دارای ظرفیتی برابر با 4.3 kN است. لذا قطعه‌ای به طول ۴۰ سانتی‌متر از این اتصال دارای ظرفیتی برابر با $0.4 \times 4.3 = 1.7 \text{ kN}$ خواهد بود. بنابراین برای دیوارهای تیپ ۱ (دیوارهای پیرامونی) کافی است در هر متر از لبه فوقانی دیوار اتصال کشویی نوع ۱ به طول ۴۰ سانتی‌متر قرار داده شود. همچنین مطابق جدول (۳-۴)، یک متر از این اتصال نیاز به ۳ عدد رول بولت سایز ۶ دارد، لذا قطعه‌ای به طول ۴۰ سانتی‌متر از این اتصال نیاز به ۲ عدد رول بولت سایز ۶ خواهد داشت. جزئیات نهایی اتصال کشویی دیوارهای تیپ ۱ به سقف در جدول (پ-۶-۷) ارائه شده است.

نمونه پروژه مسکونی

طراحی اتصالات دیوار به سقف

جدول پ-۶-۷ جزئیات اتصالات کشویی دیوار به سقف

جزئیات اتصال کشویی دیوار به سقف

تیپ دیوار	توضیحات	فواصل مرکز به مرکز	طول قطعه اتصال	پهنای ورق بال	ضخامت ورق	جزئیات رول بولت
تیپ ۱	دیوارهای پیرامونی	1 m	0.4 m	60 mm	2 mm	۲ عدد رول بولت سایز ۶ مطابق جدول (۲-۴)
تیپ ۵	دیوار خریشته	1 m	0.55 m	60 mm	2 mm	۲ عدد رول بولت سایز ۶ مطابق جدول (۲-۴)

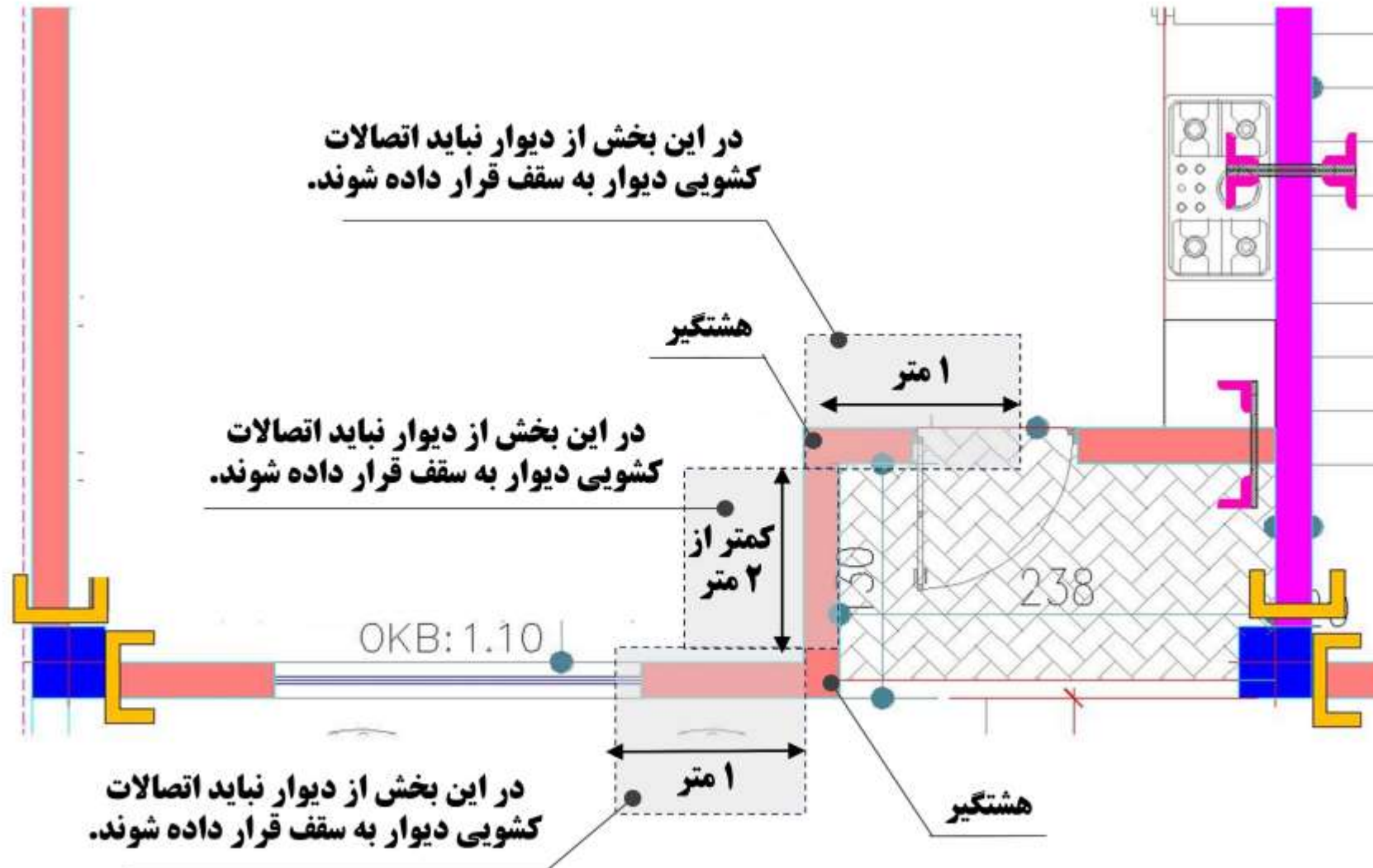
نمونه پروژه مسکونی

طراحی اتصالات دیوار به سقف

تذکر ۲: اتصالات کشویی دیوار به سقف لازم است حداقل به اندازه ۱ متر از محل هشتگیر دیوار فاصله داشته باشد. این موضوع در شکل (پ-۶-۱۴) نشان داده شده است. در صورتی که دیوار دارای اتصال کشویی به سقف به دیواری با طولی کمتر از ۲۵٪ ارتفاع دیوار هشتگیر شده باشد، نیازی به رعایت فاصله مذکور نمی‌باشد. در این شرایط دیوار بلندتر می‌تواند دارای اتصال کشویی به سقف در فاصله نزدیک به محل هشتگیر بوده لیکن لازم است دیوار کوتاه (بیرون‌زدگی دیوار بلندتر) لازم است فاقد اتصال کشویی به سقف باشد (در این پروژه چنین شرایطی وجود ندارد).

نمونه پروژه مسکونی

طراحی اتصالات دیوار به سقف



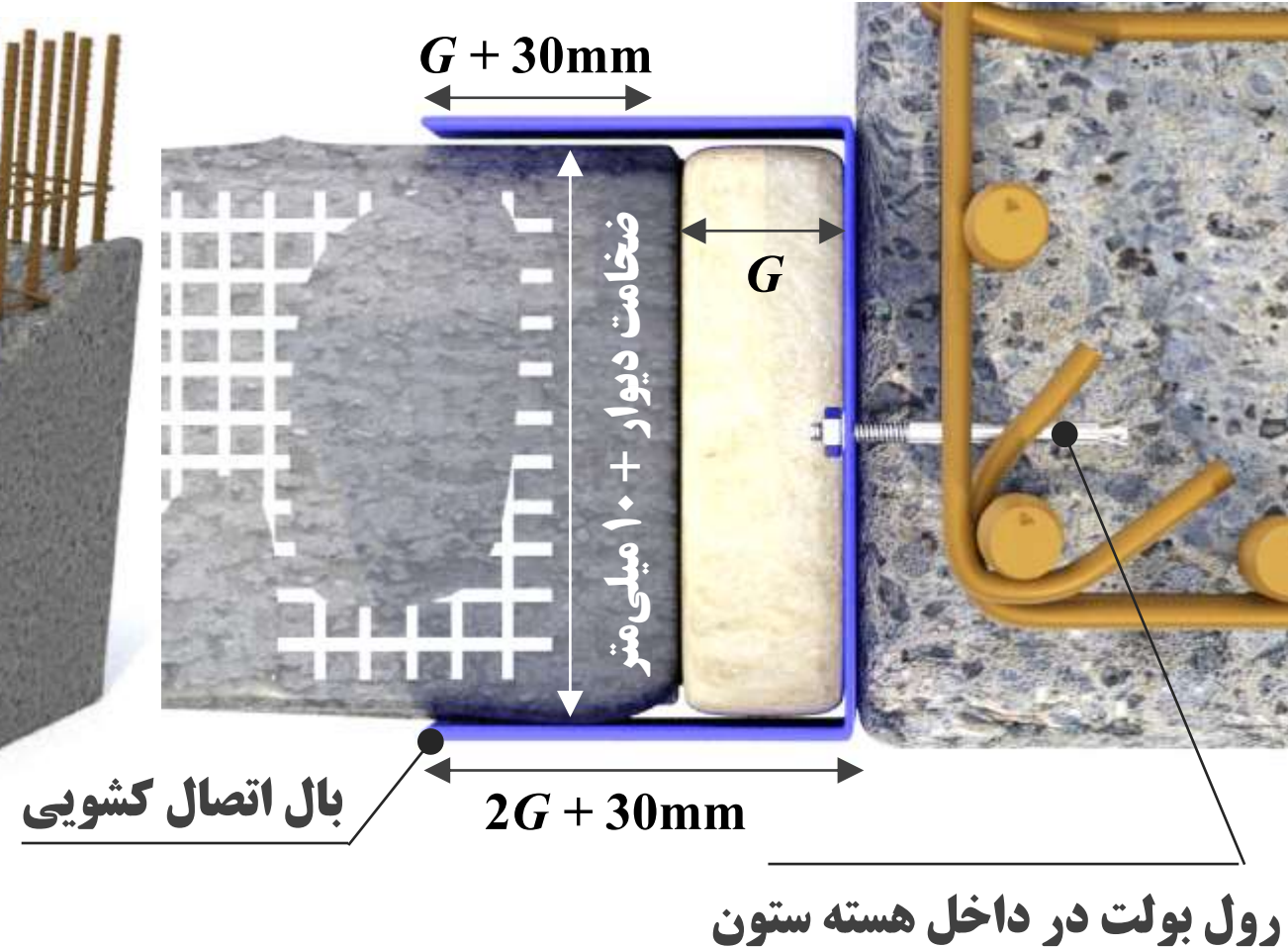
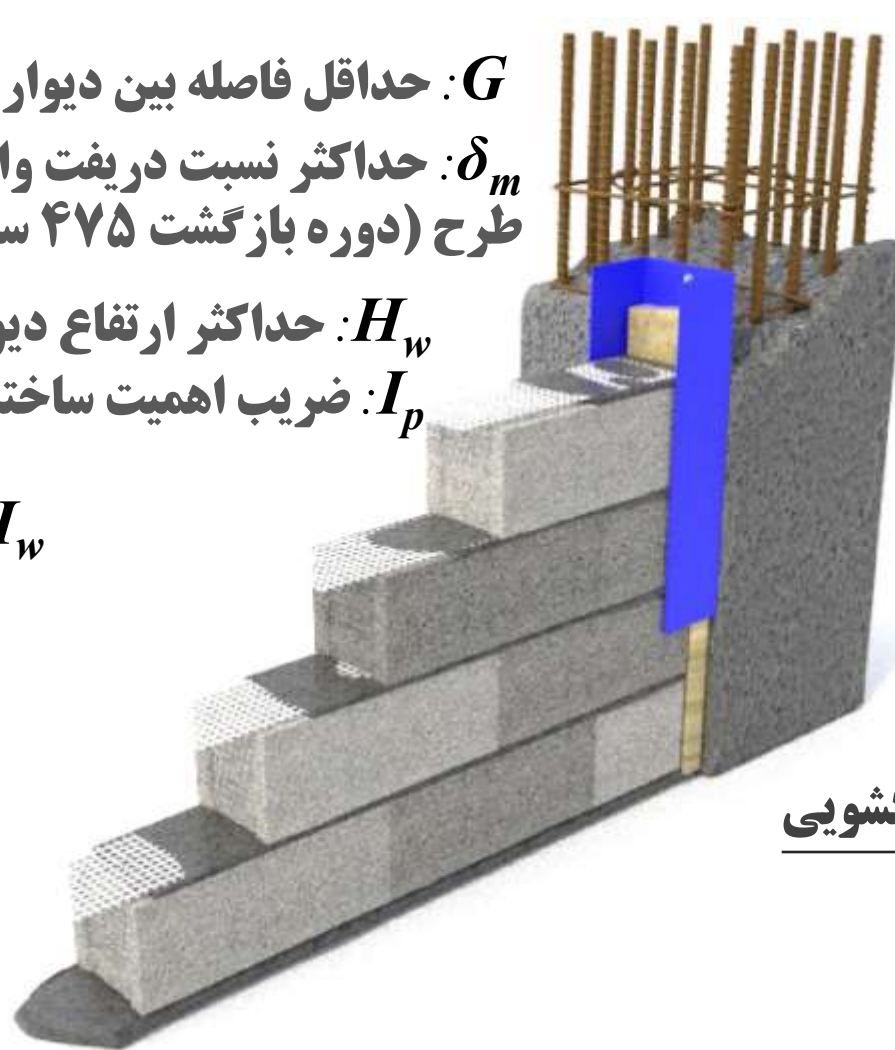
طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات - دیوار به ستون

G : حداقل فاصله بین دیوار و ستون (یا دیوار برشی)
 δ_m : حداکثر نسبت دریافت واقعی طبقه تحت زلزله
طرح (دوره بازگشت ۴۷۵ سال)

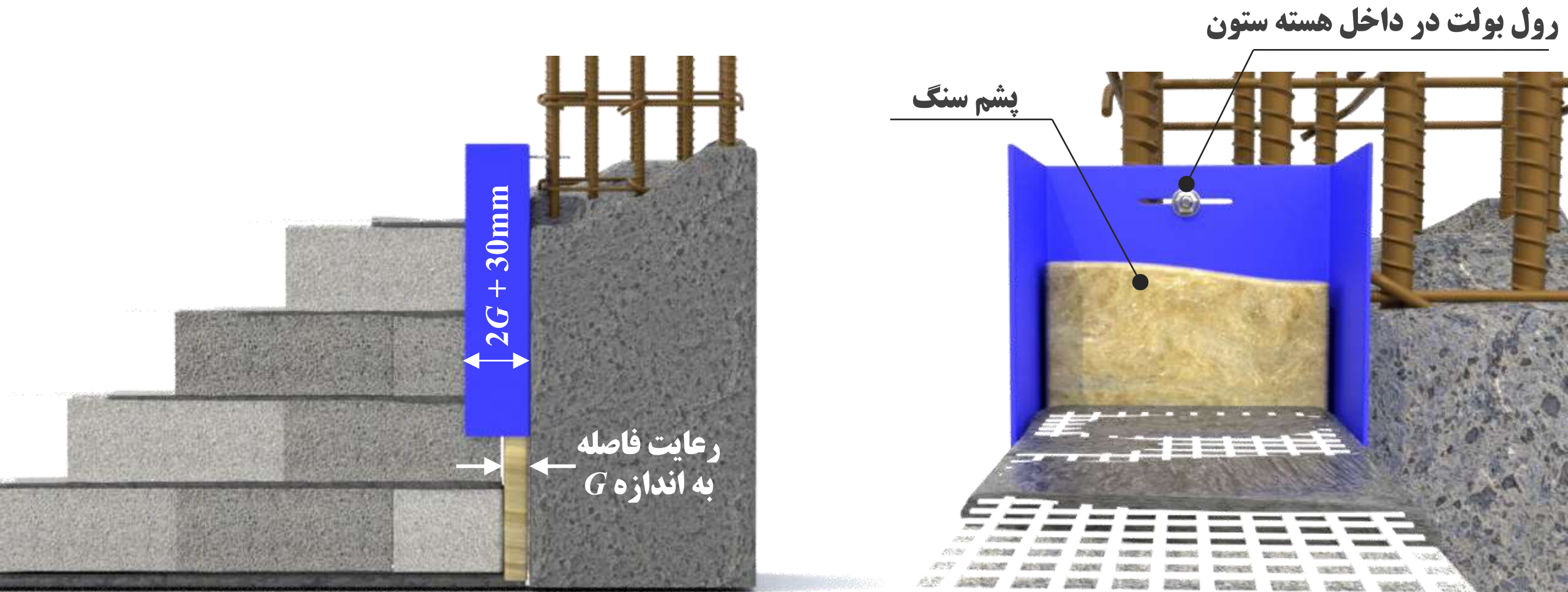
H_w : حداکثر ارتفاع دیوار در تیپ مدنظر
 I_p : ضریب اهمیت ساختمان در برابر زلزله

$$G = I_p(\delta_m - 0.003)H_w$$



طراحی پروژه محور

گام ۸ - طراحی اتصالات - دیوار به ستون



طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به ستون

در صورتی که لبه فوقانی دیوار دارای اتصال کشویی باشد

در صورتی که لبه فوقانی دیوار آزاد باشد



$$P_u = W_u \times A_{\text{vert-edge}} \text{ (kN)}$$

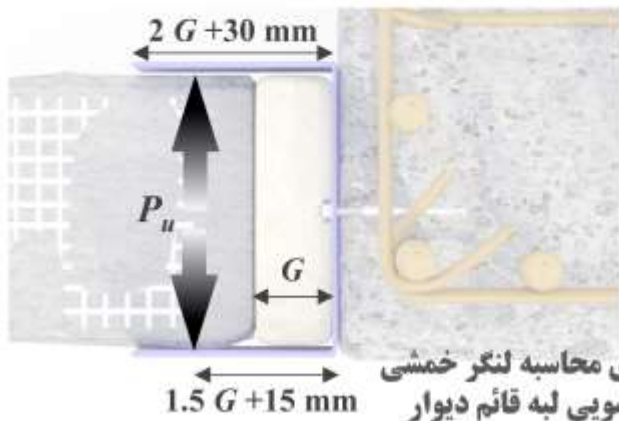
این نیرو توسط ابزارهای محاسباتی تحت اکسل ارائه شده در پیوست ۳ محاسبه می شود.

لنگر خمشی وارد بر بال اتصال کشویی: $M_u = (1.5G + 15)P_u \text{ (kN.mm)}$

ظرفیت خمشی بال اتصال کشویی: $M_c = \frac{0.9f_y L t^2}{4000} \text{ (kN.mm)}$

طراحی ورق اتصال $L t^2 \geq \frac{4400(1.5G + 15)P_u}{f_y}$ ✓

ظرفیت اتصال کشویی: کنترل کفایت



P_u : عکس العمل تکیه گاهی در لبه قائم دیوار (kN)

f_y : مقاومت تسلیم فولاد مصرفی در اتصال کشویی (MPa)

t : ضخامت بال اتصال کشویی لبه قائم دیوار (mm)

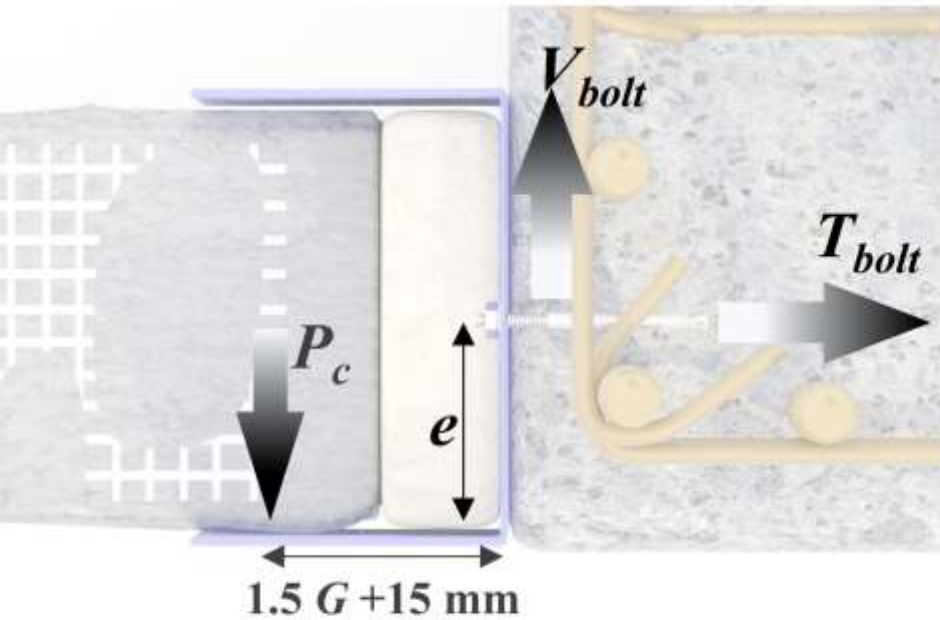
L : مجموع طول اتصالات کشویی لبه قائم دیوار (mm)

محل اثر بر آیند نیرو برای محاسبه لنگر خمشی
وارد بر بال اتصال کشویی لبه قائم دیوار

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات - دیوار به ستون

طراحی رول بولت اتصال



P_c : ظرفیت اتصال کشویی در ۱ متر از طول خود (kN)

e : کمترین فاصله رول بولت از لبه اتصال کشویی (mm)

T_{bolt} : کشش ایجاد شده در مجموع رول بولت های ۱ متر از طول اتصال (kN)

V_{bolt} : برش ایجاد شده در مجموع رول بولت های ۱ متر از طول اتصال (kN)

T_{c-bolt} : ظرفیت کششی یک عدد از رول بولت ها (kN)

V_{c-bolt} : ظرفیت برشی یک عدد از رول بولت ها (kN)

n : تعداد رول بولت ها در ۱ متر از طول اتصال کشویی

$$T_{bolt} = \frac{(1.5G+15)P_c}{e} \text{ (kN)}$$

$$V_{bolt} = P_c \text{ (kN)}$$

کنترل کفایت رول بولت های اتصال:

$$\frac{T_{bolt}}{nT_{c-bolt}} + \frac{V_{bolt}}{nV_{c-bolt}} \leq 1.2 \checkmark$$

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به ستون

جدول ۴-۴ جزئیات هشت نوع اتصال کشویی دیوار به ستون (با فرض $f_y=240$ MPa و $e=50$ mm)

اتصال کشویی دیوار به سقف	ضخامت ورق بال (mm)	فاصله بین دیوار و عضو سازه‌ای قائم- G (mm)	ظرفیت یک متر از طول اتصال (kN)	تعداد رول بولت مورد نیاز در یک متر از طول اتصال*
نوع ۱	۲	۳۰	۳/۶	۳ عدد رول بولت سایز ۶ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۲	۲	۵۰	۲/۴	۲ عدد رول بولت سایز ۶ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۳	۳	۳۰	۸/۲	۳ عدد رول بولت سایز ۱۰ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۴	۳	۵۰	۵/۵	۴ عدد رول بولت سایز ۱۰ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۵	۳	۷۰	۴/۱	۴ عدد رول بولت سایز ۸ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۶	۳	۹۰	۳/۳	۴ عدد رول بولت سایز ۶ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۷	۴	۷۰	۷/۳	۴ عدد رول بولت سایز ۱۰ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۸	۴	۹۰	۵/۸	۴ عدد رول بولت سایز ۱۰ میل مطابق جدول (۲-۴)

اتصالات از پیش طراحی شده

نمونه پروژه مسکونی

طراحی اتصالات دیوار به ستون

در مواردی که دیوار به ستون متصل می‌شود، لازم است اولاً اتصال به صورتی کشویی اجرا شده و دوماً حداقل به میزان G مابین لبه قائم دیوار و ستون درز جداسازی وجود داشته باشد. بر اساس این دستورالعمل، حداقل فاصله جداسازی مورد نیاز بین دیوار و ستون برابر است با:

$$G = I_p(\delta_m - 0.003)H_w = 1.0 \times (0.015 - 0.003) \times 2850 = 34 \text{ mm} \approx 40 \text{ mm}$$

لذا در این پروژه فاصله جداسازی مابین دیوار و ستون برابر با ۴۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است در خصوص دیوارهای جان‌پناه، فاصله مورد نیاز برای جداسازی مابین جان‌پناه و ستون‌های غیرطره‌ای (مثل ستون خرپشته) برابر با 20 mm می‌تواند در نظر گرفته شود (به علت ارتفاع کمتر دیوار جان‌پناه). **در خصوص ستون‌های طره‌ای که از کف بام امتداد یافته‌اند، نیازی به رعایت جداسازی مابین جان‌پناه و ستون‌های طره‌ای نمی‌باشد.**

نمونه پروژه مسکونی

طراحی اتصالات دیوار به ستون

به منظور طراحی اتصالات دیوار به ستون، می‌توان از نیروهای عکس العمل ایجاد شده در لبه‌های دیوار مطابق جدول (پ-۶-۶) استفاده نمود. روند طراحی این نوع اتصال در بخش ۴-۸-۳ ارائه شده است. در این پروژه به منظور سهولت در روند طراحی، از جدول (۴-۴) به منظور طراحی اتصالات کشویی دیوار به ستون استفاده شده است. در جدول (۴-۴) اتصالات نوع ۱ و ۲ هر دو دارای ضخامت ورق ۲ میلی‌متر هستند و تفاوت آن‌ها در فاصله جداسازی (G) است که برای اتصال نوع ۱ $G=30\text{mm}$ و برای اتصال نوع ۲ $G=50\text{mm}$ است. در پروژه مدنظر $G=40\text{mm}$ بدست آمده است. لذا در صورت استفاده از ورق با ضخامت ۲ میلی‌متر، ظرفیت اتصال در یک متر از طول اتصال با درون یابی بین اتصال نوع ۱ و ۲ برابر با ۳ kN بدست خواهد آمد. با ۳ عدد رول بولت سایز ۶ (برای یک متر از طول قطعه اتصال).

برای دیوار تیپ ۱: مطابق جدول (پ-۶-۶) کل تقاضای وارده بر اتصالات کشویی دیوار به ستون در دیوار تیپ ۱ برابر با ۲.۸۵ kN است. اتصال کشویی مدنظر دارای ظرفیت ۳ kN در یک متر از طول خود است. بر این اساس، لازم است مجموع طول قطعات اتصال در لبه قائم دیوار حداقل برابر با ۹۵ سانتی‌متر باشد. لذا می‌توان از ۳ قطعه اتصال هر یک به طول ۴۰ سانتی‌متر استفاده نمود. ضخامت ورق قطعه اتصال ۲ میلی‌متر بوده و فاصله جداسازی مابین دیوار و ستون ۴۰ میلی‌متر است. بنابراین، پهنای بال ورق اتصال لازم است $2G+30\text{mm}=110\text{mm}$ باشد. جزئیات اتصال کشویی دیوار به ستون برای دیوارهای تیپ ۱ در جدول (پ-۶-۸) نیز ارائه شده است.

نمونه پروژه مسکونی

طراحی اتصالات دیوار به ستون

جدول پ-۶-۸ جزئیات اتصالات کشویی دیوار به ستون

جزئیات اتصال کشویی دیوار به ستون

تیپ دیوار	توضیحات	تعداد	طول قطعه اتصال	پهنای ورق بال	ضخامت ورق	جزئیات رول بولت
تیپ ۱	دیوارهای پیرامونی	۳ عدد	0.4 m	110 mm	2 mm	۲ عدد رول بولت سایز ۶ مطابق جدول (۲-۴)
تیپ ۲	دیوار داخلی ۱۵ سانتی	۴ عدد	0.4 m	110 mm	2 mm	۲ عدد رول بولت سایز ۶ مطابق جدول (۲-۴)
تیپ ۳	دیوار داخلی ۱۰ سانتی	۳ عدد	0.4 m	110 mm	2 mm	۲ عدد رول بولت سایز ۶ مطابق جدول (۲-۴)
تیپ ۴	دیوار جان پناه	۱ عدد	0.4 m	110 mm	2 mm	۲ عدد رول بولت سایز ۶ مطابق جدول (۲-۴)
تیپ ۵	دیوار خرپشته	۴ عدد	0.4 m	110 mm	2 mm	۲ عدد رول بولت سایز ۶ مطابق جدول (۲-۴)

طراحی پروژه محور

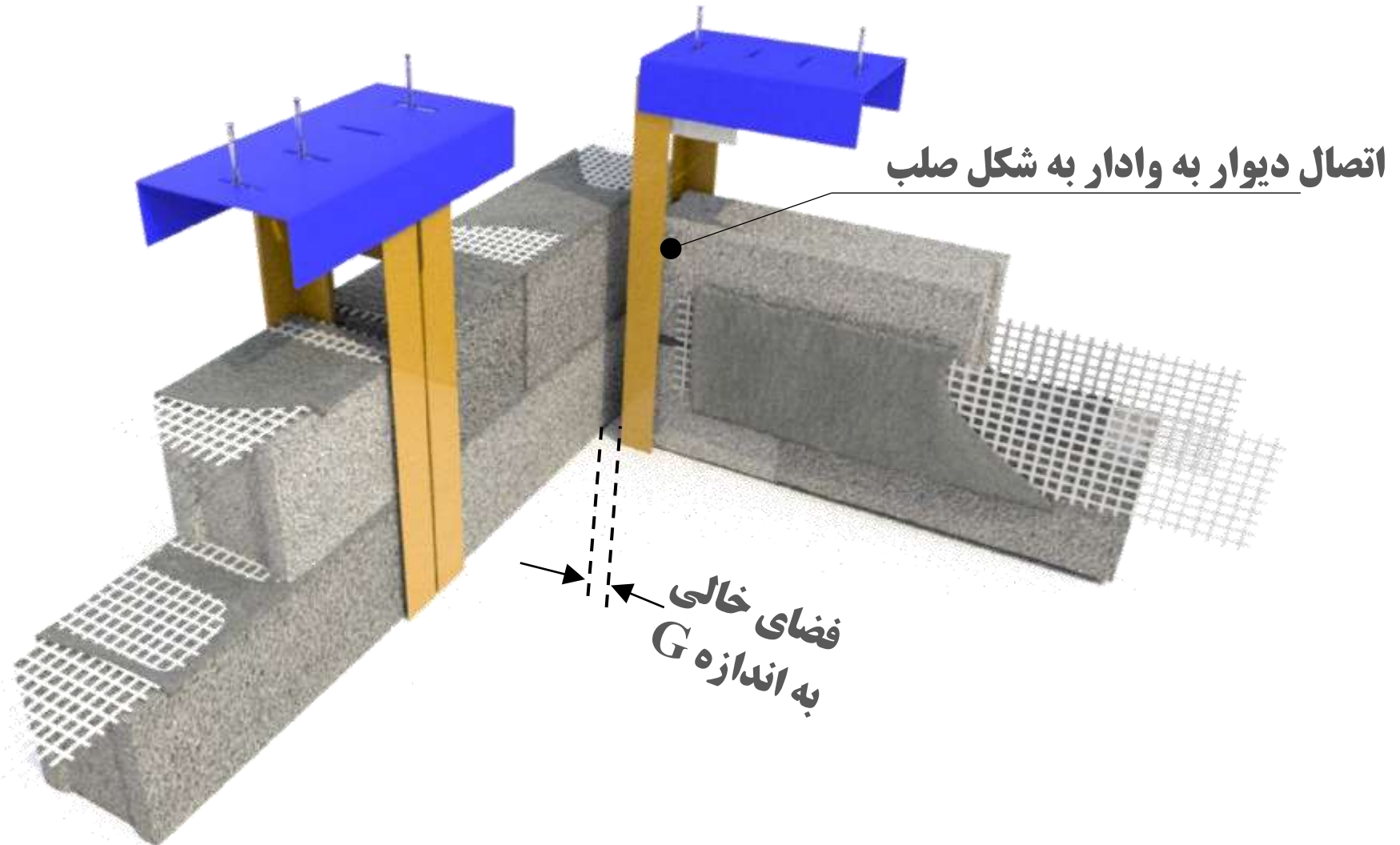
گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به وادار

 در خصوص وادارهایی که دارای اتصال کشویی به سقف هستند و یا اساساً به سقف متصل نیستند (وادارهای طره‌ای جان‌پناه)، لازم است دیوار به شکل صلب به وادار متصل شود. برای این منظور در صورتی که وادار از طریق بال‌های خود دیوار را در بر بگیرد (همانند وادارهای ساخته شده از نبشی یا ناودانی)، کفایت دیوار کاملاً در تماس مستقیم با جان وادار اجرا شده و اندک درزهای بین وادار و دیوار نیز با ملات پر شود. در صورتی که وادار فاقد بال باشد (همانند وادارهای با مقطع قوطی)، لازم است با استفاده از قطعات اتصال دیوار به وادار متصل شود. برای این منظور می‌توان از قلاب و گیره و یا اتصالات کشویی جوش شده به وادار (بدون ایجاد فاصله بین دیوار و وادار) استفاده نمود.

 در خصوص وادارهایی که به صورت تلسکوپی به سقف متصل هستند، لازم است دیوار در امتداد داخل صفحه خود از وادار جدا شده و تنها در امتداد خارج از صفحه به وادار مقید شود. در این شرایط لازم است اتصال دیوار به وادار مشابه اتصال دیوار به ستون باشد.

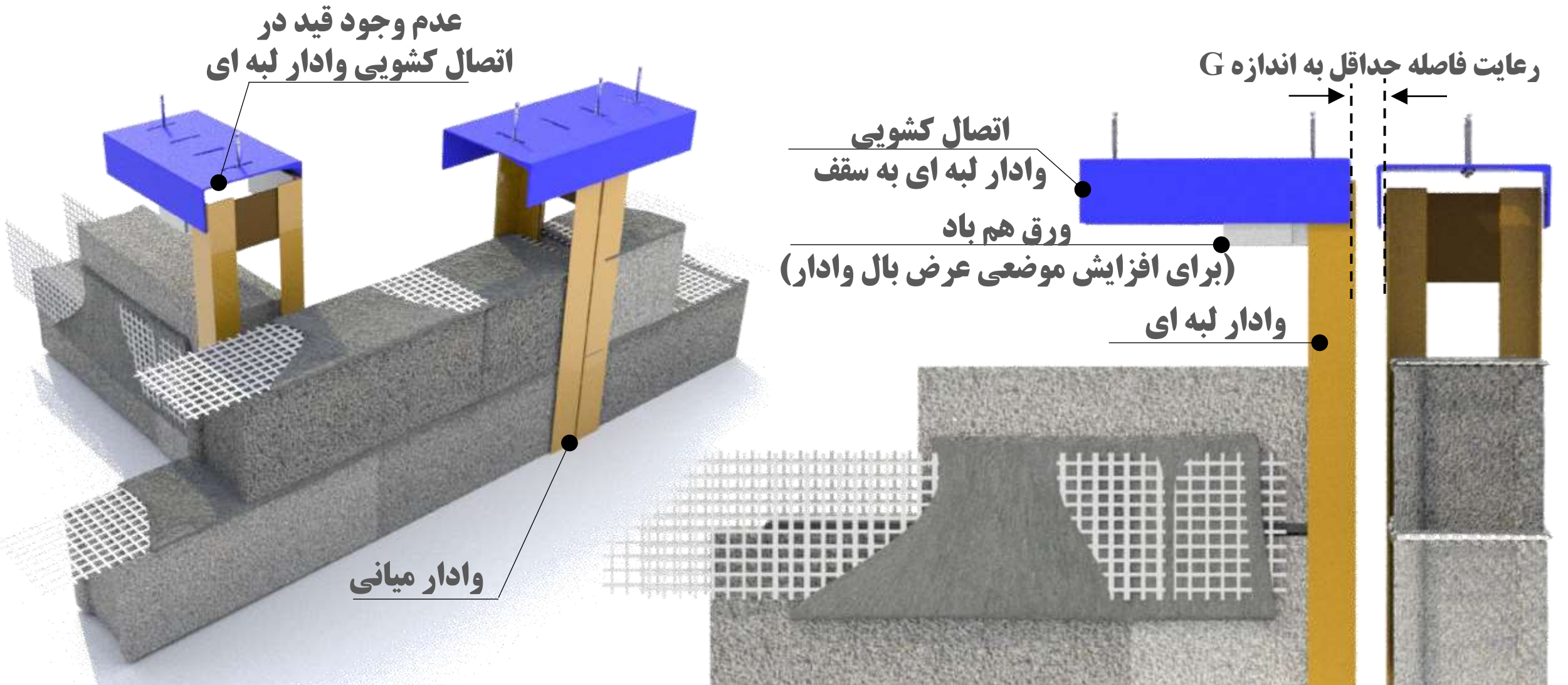
طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به دیوار به صورت جداسازی شده



طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به دیوار به صورت جداسازی شده



طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

بر اساس دستورالعمل جدید دفتر مقررات ملی ساختمان، در صورت تامین دو الزام زیر، استفاده از اتصال هشتگیر نه تنها مجاز بوده بلکه روش قابل توصیه نیز می باشد.

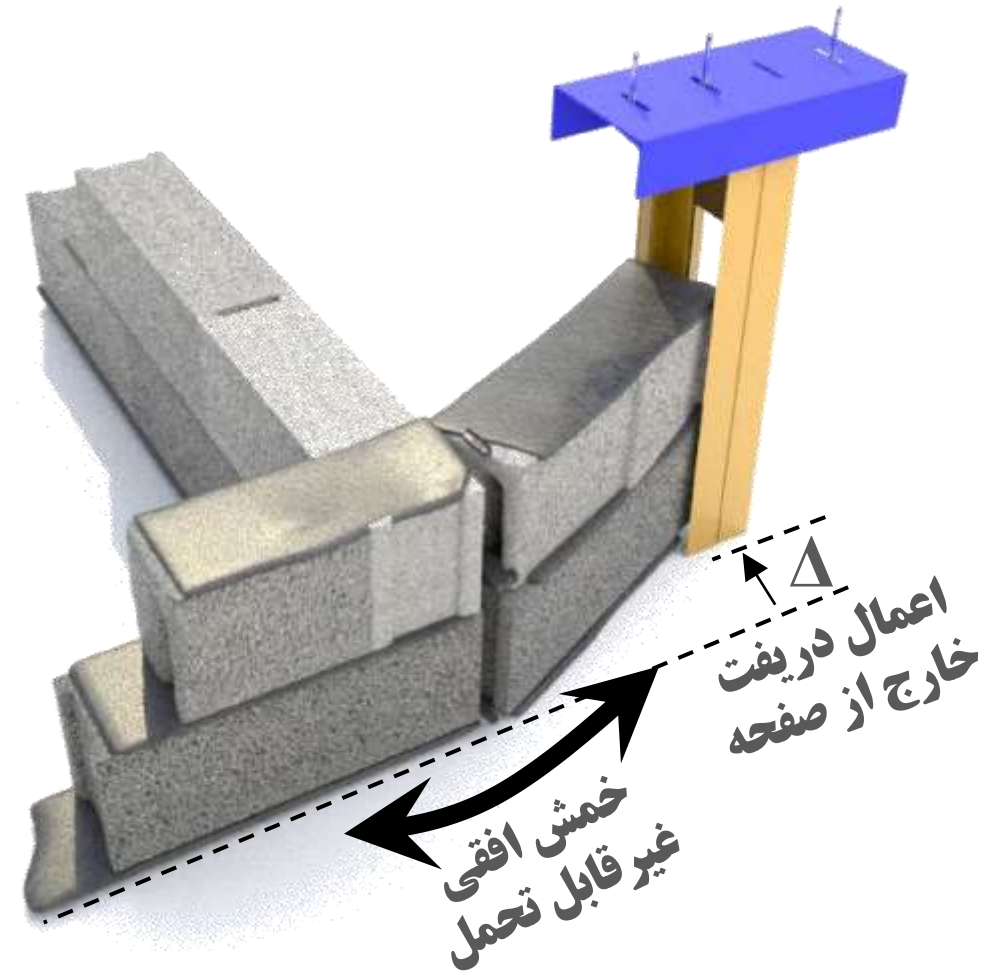
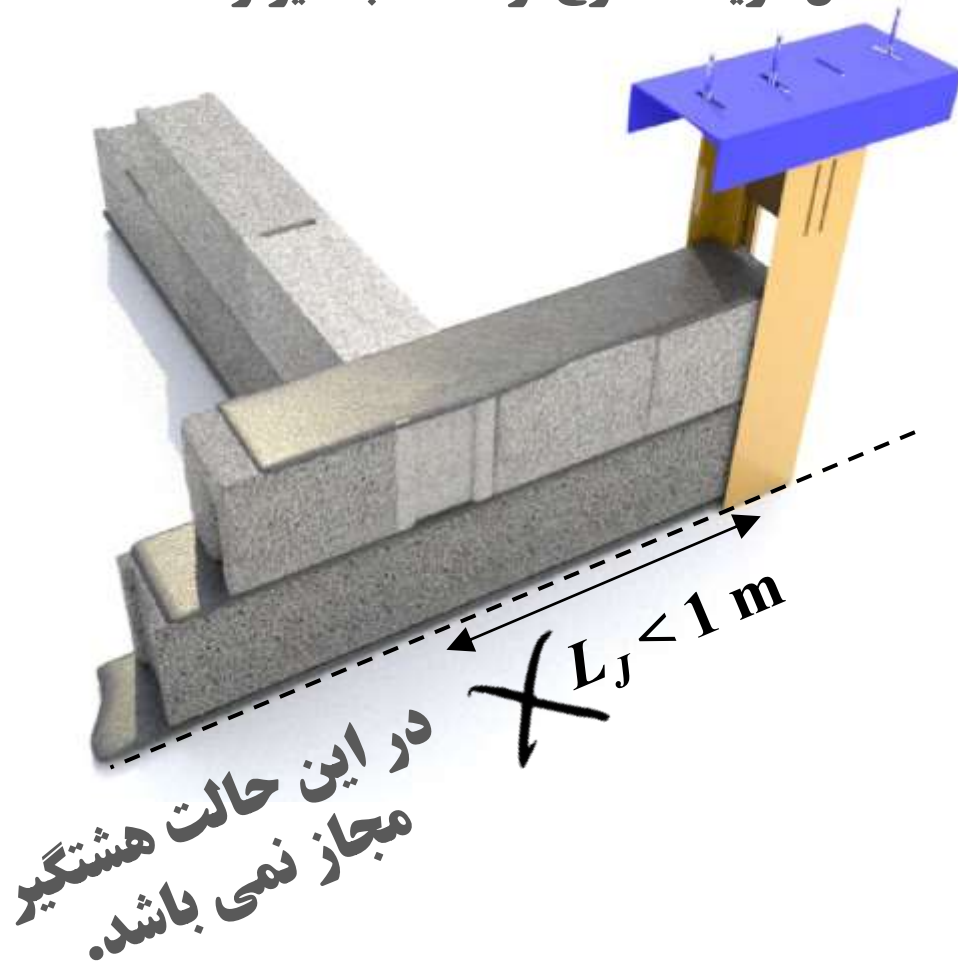
الزام شماره ۱ برای اتصال هشتگیر: اتصال هشتگیر باید حداقل به اندازه ۱۰۰ سانتی متر از محل نزدیکترین وادار یا اتصالات کشویی متصل به هر یک از دو دیوار هشتگیر شده، فاصله داشته باشد.

الزام شماره ۲ برای اتصال هشتگیر: در محل اتصال هشتگیر لازم است تسلیحات افقی وجود داشته باشد به طوری که حتی در صورت بروز ترک در ملات یا بلوک های دیوار، ظرفیت خمشی افقی دیوار در محل هشتگیر افت شدیدی را تجربه نکرده و انسجام کلی و موضعی دیوار حفظ شود.

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

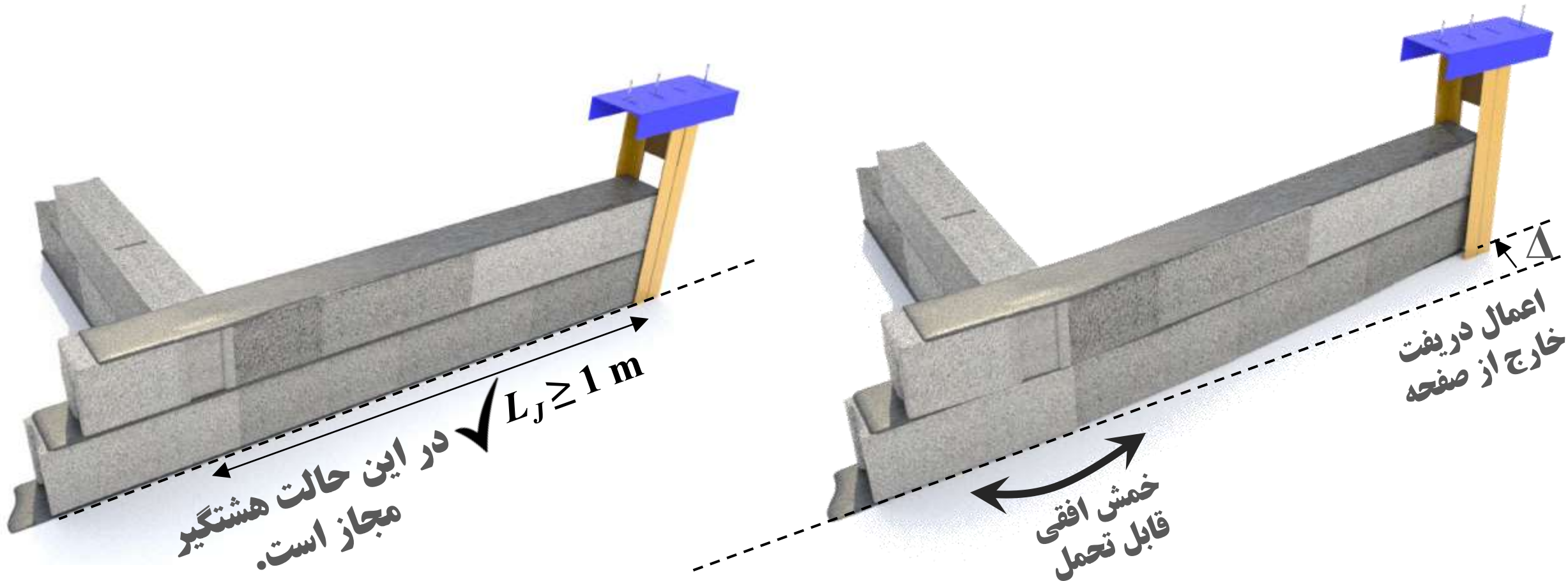
L_r : فاصله اتصال هشتگیر تا نزدیک ترین نقطه اعمال دریافت خارج از صفحه به دیوار



طراحی پروژه محور

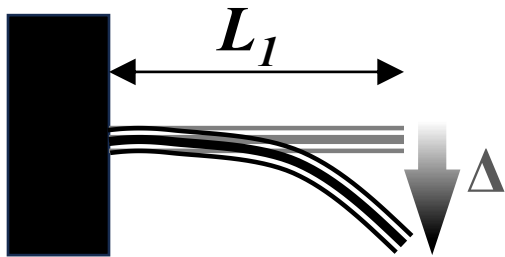
گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

با افزایش مقدار L_r ، خمش افقی در محل هشتگیر (ناشی از دریافت خارج از صفحه) به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

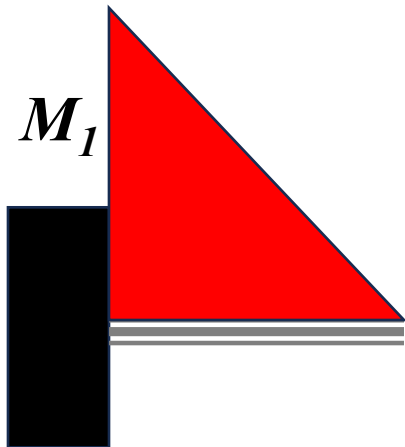


طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات - دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

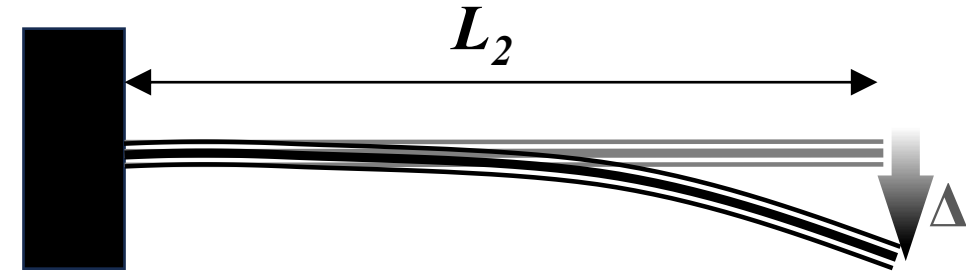


اعمال تغییر شکل Δ به انتهای تیر طره

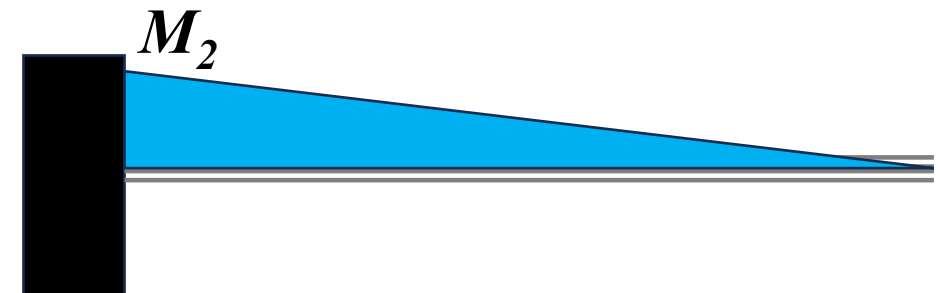


دیاگرام لنگر خمشی

$$\frac{M_2}{M_1} = \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^2$$



اعمال تغییر شکل Δ به انتهای تیر طره

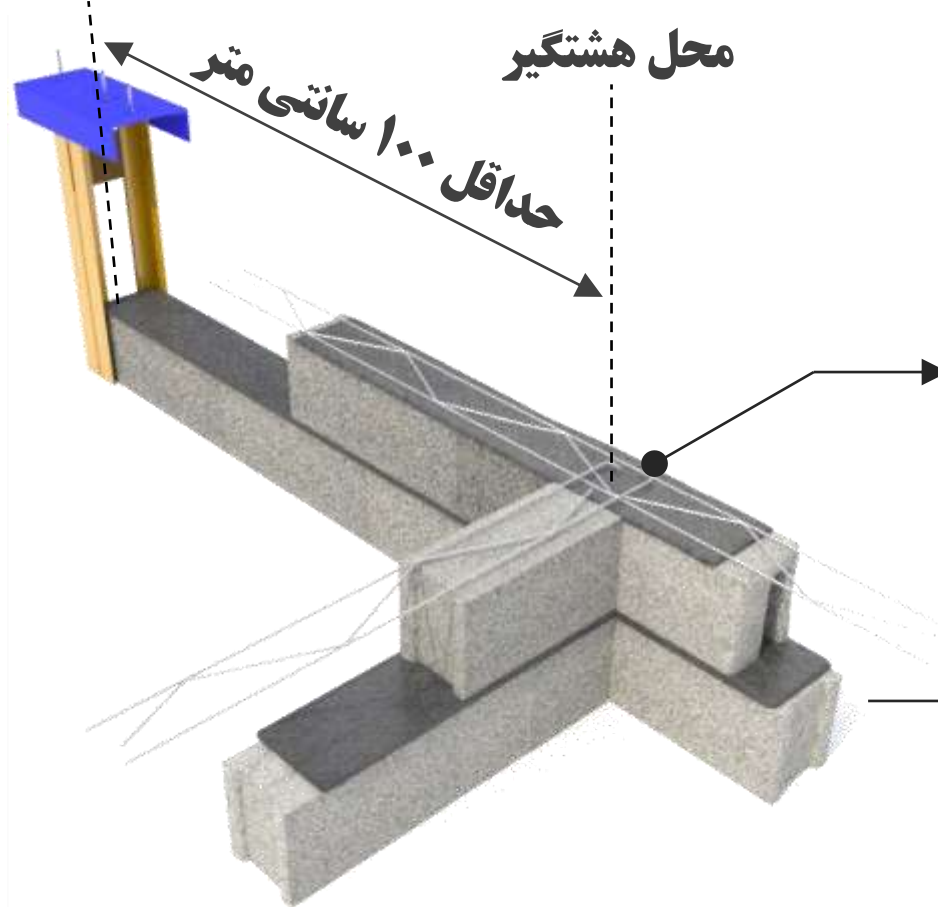


دیاگرام لنگر خمشی

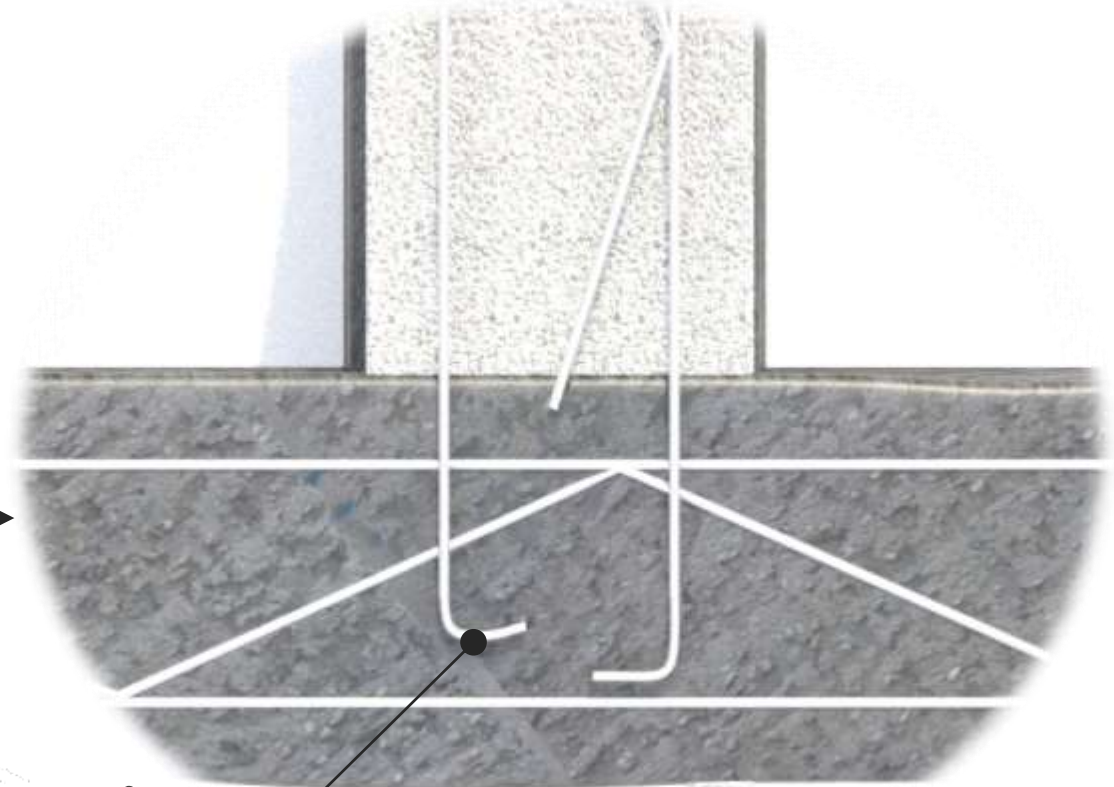
طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات - دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

نزدیک ترین وادار
یا اتصال کشویی



خم ۹۰ درجه
مفتول طولی



نحوه مهار میلگرد بستر
در محل هشتگیر

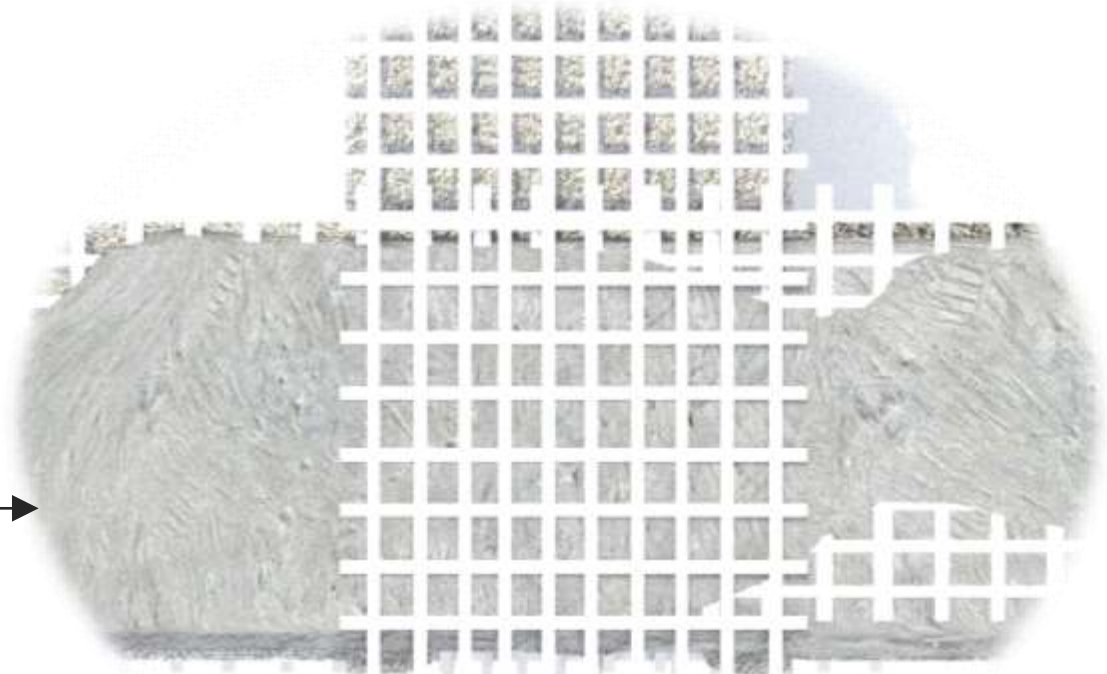
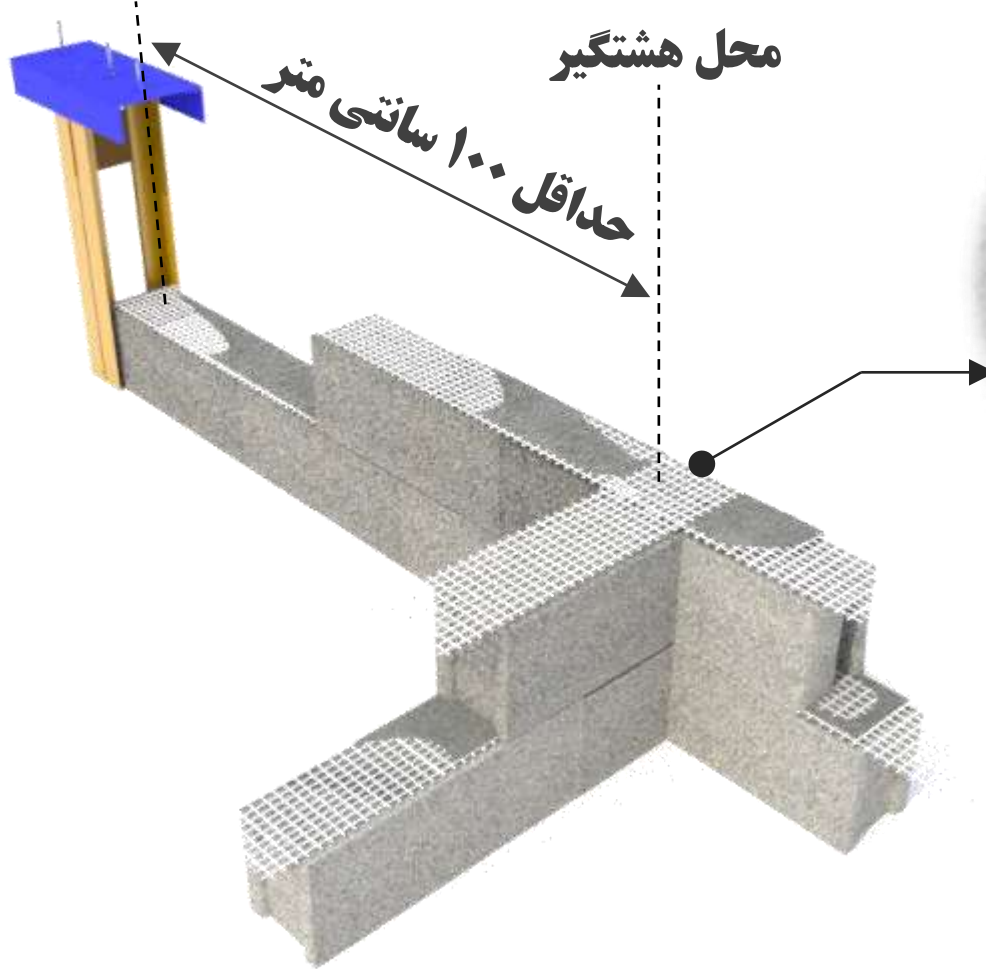
طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات - دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

نزدیک ترین وادار
یا اتصال کشویی

محل هشتگیر

حداقل ۱۰۰ سانتی متر



نحوه مهار کامپوزیت شبکه الیاف بند بستر
در محل هشتگیر

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

نزدیک ترین وادار
یا اتصال کشویی

حد اقل ۱۰۰ سانتی متر

محل هشتگیر

حد اقل ۲۰ سانتی متر

نوار قائم کامپوزیت شبکه الیاف برای مهار نوار افقی

* نوار قائم تنها در یک سوم فوقانی دیوار مورد نیاز است.

* نوار قائم بر روی نوار افقی اجرا می شود (نه در زیر آن).
* نوار افقی در محل کنج قطع نشده و یک پارچه است.

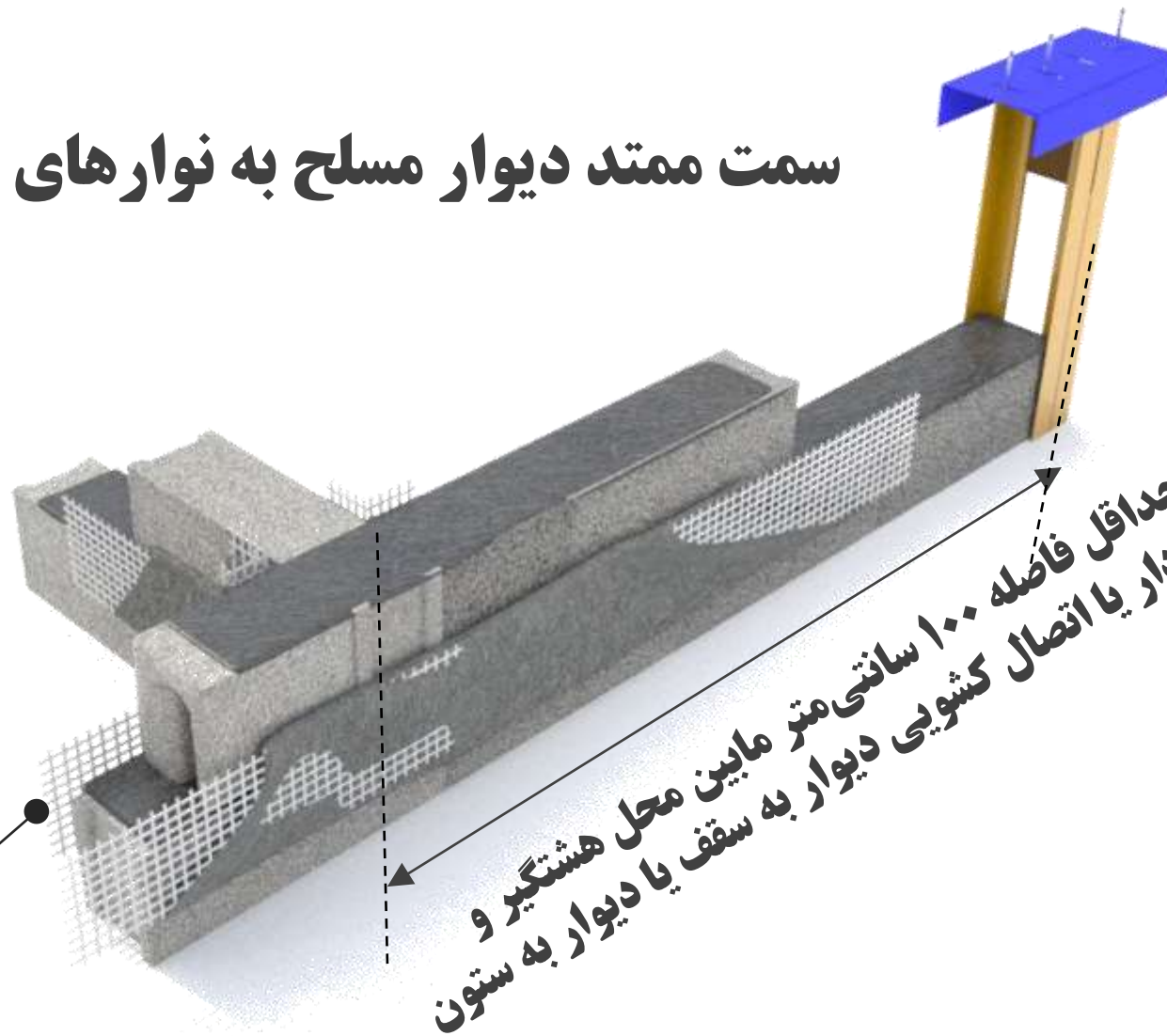
* در قسمت ممتد پشت دیوار به نوار قائم نیازی نیست.

نحوه مهار نوارهای افقی کامپوزیت شبکه الیاف در کنج های رو به داخل

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

سمت ممتد دیوار مسلح به نوارهای افقی کامپوزیت



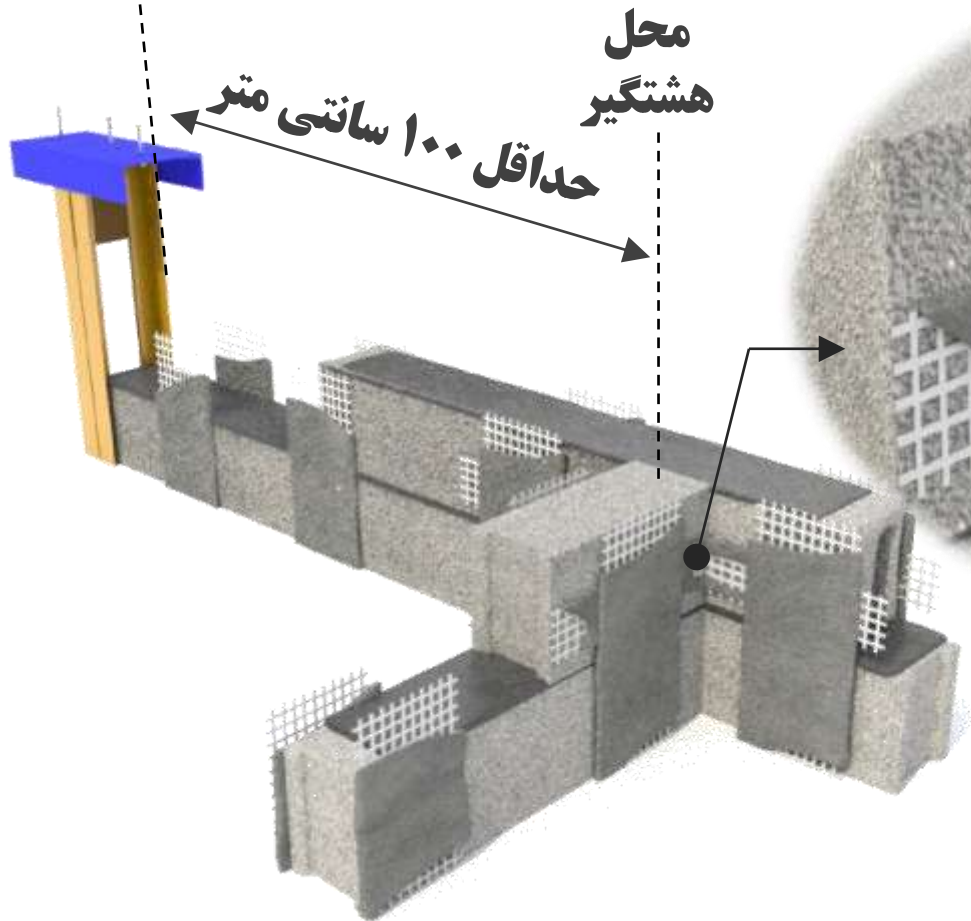
دعایت حداقل فاصله ۱۰۰ سانتی متر مابین محل هشتگیر و نزدیکترین وادار یا اتصال کشویی دیوار به سقف یا دیوار به ستون

کامپوزیت شبکه الیاف به صورت نوارهای افقی

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

نزدیک ترین وادار
یا اتصال کشویی



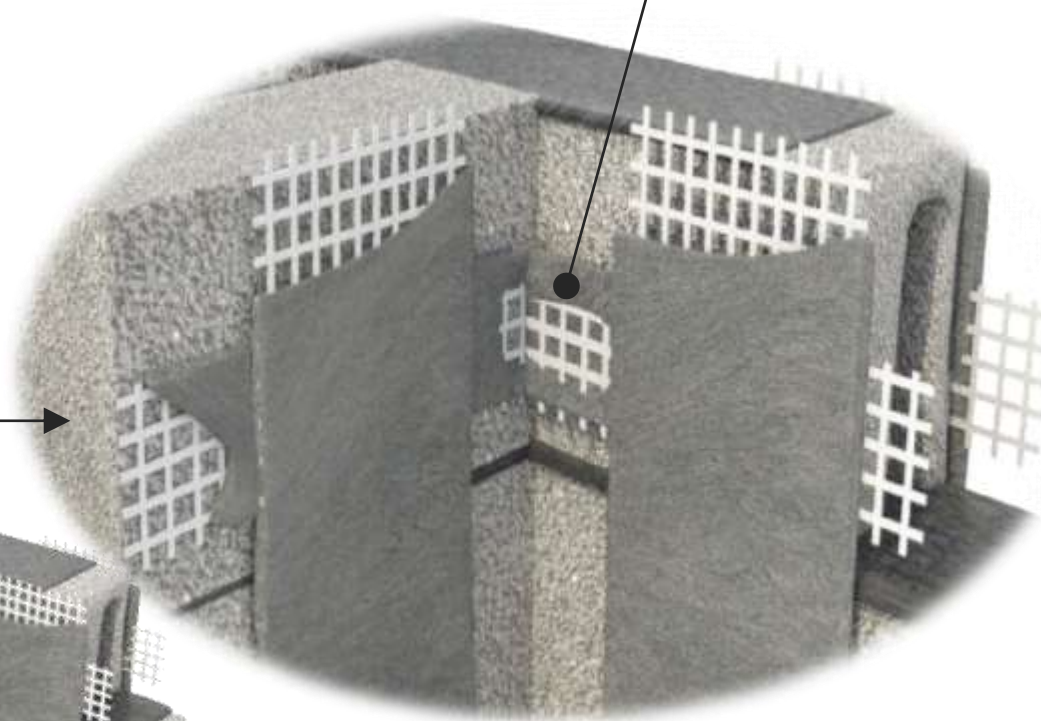
نوار افقی کامپوزیت شبکه الیاف برای تسلیح خمش افقی در محل هشتگیر

* نوار افقی با مجموع پهنای ۵۰ سانتی متر و تنها در یک سوم فوقانی دیوار مورد نیاز است (مثلا ۲ عدد نوار با پهنای ۲۵ سانتی متر)

* نوار قائم بر روی نوار افقی اجرا می شود (نه در زیر آن).

* نوار افقی در محل کنج قطع نشده و یکپارچه است.

* طول نوار افقی باید به نحوی باشد که حداقل از زیر دو نوار قائم عبور کند.

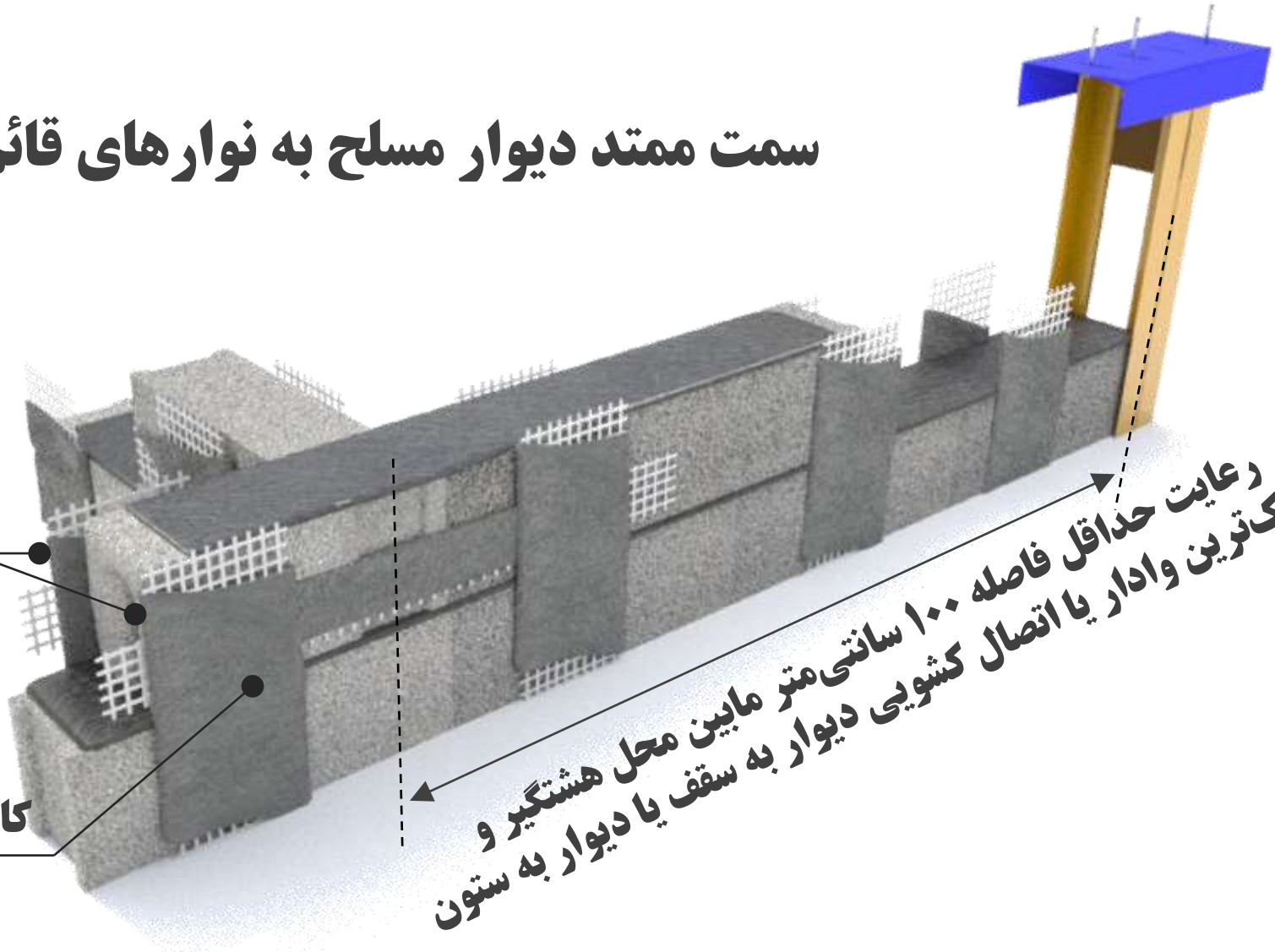


نحوه تسلیح افقی دیوارهای مسلح به
نوارهای قائم کامپوزیت شبکه الیاف

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات - دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

سمت ممتد دیوار مسلح به نوارهای قائم کامپوزیت



نمونه پروژه مسکونی

اتصالات دیوار به دیوار هشتگیر

پ-۶-۸-۴ - اتصال دیوار به دیوار به صورت هشتگیر

جانمایی وادارهای قائم به نحوی انجام شده است که محل وادار از محل هشتگیر دیوار حداقل به اندازه ۱ متر فاصله داشته باشد. علاوه بر آن، لازم است تسلیحات افقی دیوار در محل هشتگیر مطابق شکل‌های (۴-۱۵) و (۴-۱۶) باشند.

تذکره ۱: محدودیت فاصله ۱ متری از محل هشتگیر در خصوص بیرون‌زدگی‌های دیوار موضوعیت ندارد. هر دیواری با طول کمتر از ۲۵٪ ارتفاع دیوار که به دیوار اصلی هشتگیر شده باشد، یک بیرون‌زدگی برای دیوار اصلی محسوب شده و وادارهای قرار گرفته در دیوار اصلی و یا اتصالات کشویی دیوار اصلی می‌توانند در فاصله‌ای کمتر از ۱ متری از محل بیرون‌زدگی دیوار باشند. در محل بیرون‌زدگی دیوار نباید از وادار قائم و یا اتصال کشویی (به سقف یا ستون) استفاده شود.

تذکره ۲: بر اساس تعریف ارائه شده در تذکره ۱، کلیه دیوارهای اطراف داکات تاسیسات، به دیوار اصلی هشتگیر شده و یک بیرون‌زدگی برای دیوار اصلی محسوب می‌شوند.

تذکره ۳: شکل‌های (پ-۶-۱۱) و (پ-۶-۱۲) نمونه‌هایی از روند قابل قبول در طراحی دیوارهای دارای بیرون‌زدگی را نشان می‌دهند.

تذکره ۴: در صورتی که طول آزاد بیرون‌زدگی کمتر از ۷۰ سانتی‌متر باشد، قسمت بیرون‌زده می‌توان غیرمسلح باشد. با این وجود توصیه می‌شود حتی المقدور در محل هشتگیر از تسلیحات افقی استفاده شود حتی برای بیرون‌زدگی دیوار.

نمونه پروژه مسکونی

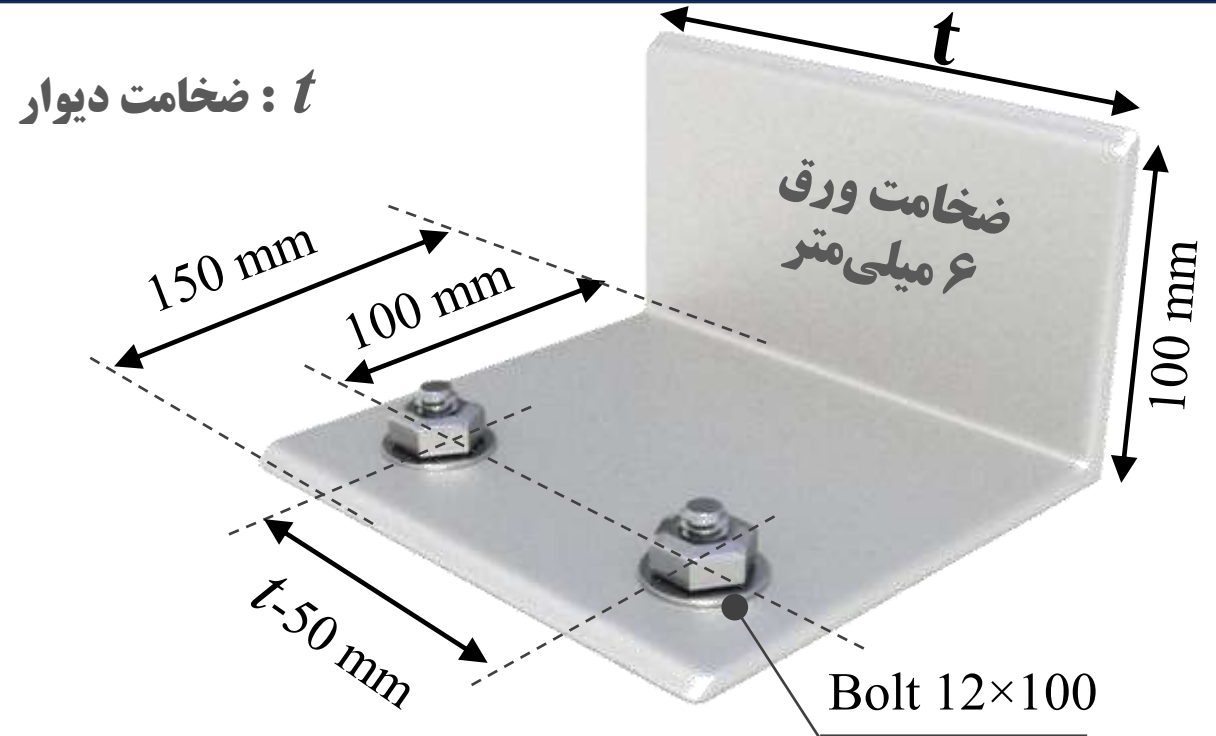
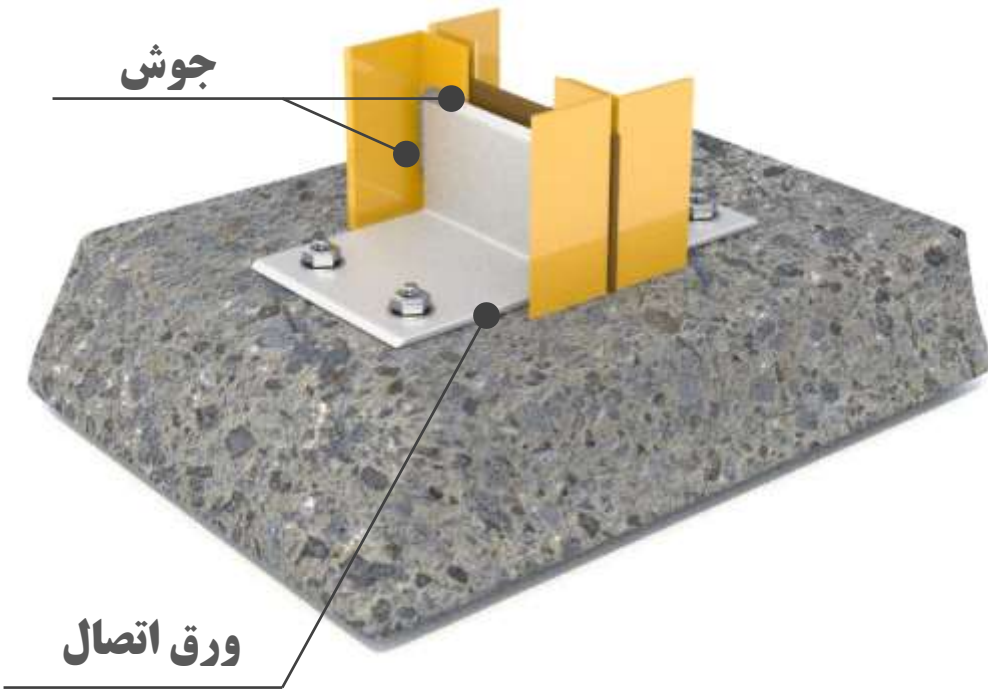
اتصالات دیوار به دیوار جداسازی شده

پ-۶-۸-۵- اتصال دیوار به دیوار به صورت جداسازی شده

در مواردی که اتصال دیوار به دیوار با استفاده از روش هشتگیر امکان پذیر نیست، از اتصال جداسازی شده با استفاده از وادار لبه‌ای استفاده شده است. وادارهای لبه‌ای در این پروژه با استفاده از جفت نبشی نمره ۴ ساخته شده و کفایت مقطع آن‌ها پیش‌تر در بخش پ-۶-۷ بررسی گردیده است. لازم به ذکر است در اتصال دیوار به دیوار به صورت جداسازی شده لازم است مابین وادار لبه‌ای اتصال و دیوار ممتد پشت وادار، فاصله جداسازی به اندازه G رعایت شود. در پروژه مدنظر $G=40\text{ mm}$ است.

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات - وادار به کف



نباید رول بولت ها در فاصله ای کمتر از ۱۰ سانتی متر از بال دیگر نبشی باشند. این کار سبب افزایش سختی دورانی اتصال و افزایش نیرویی کششی رول بولت ها خواهد شد. برای وادارهای میانی، مطابق شکل فوق، از دو ورق اتصال در دو سمت وادار استفاده می شود. برای وادارهای لبه ای از یک ورق اتصال استفاده می شود (در سمتی از وادار که دیوار قرار دارد).

جزئیات ارائه شده بر اساس نتایج شبیه سازی اجزاء محدود به نحوی طراحی شده اند که پس از ایجاد دریافت خارج از صفحه ای حدوداً برابر با ۱ درصد در وادار، ورق اتصال در اثر پیچش دچار تسلیم شده و اتصال کف وادار مشابه یک اتصال نیمه مفصلی عمل کند.

نمونه پروژه مسکونی

اتصالات وادار به کف

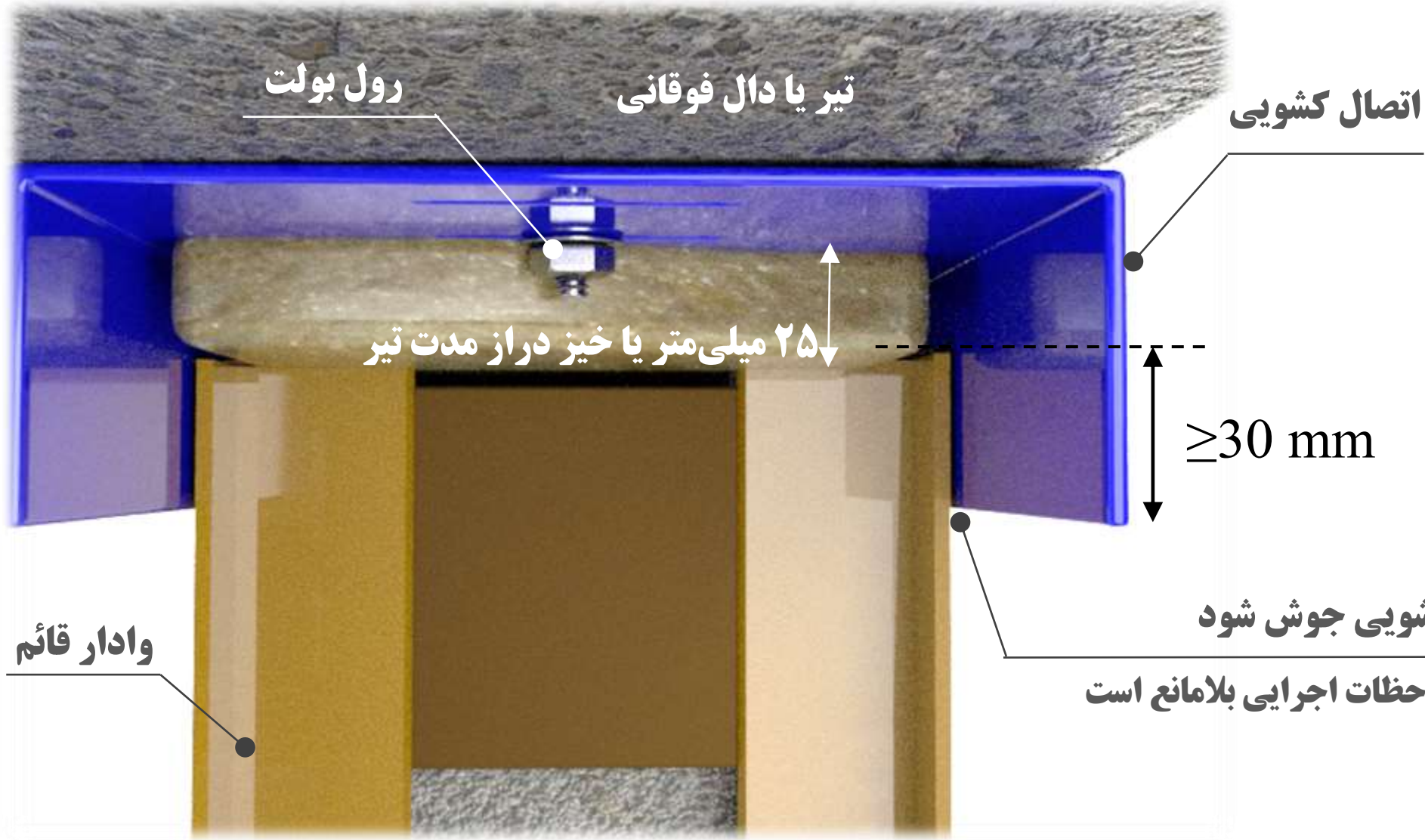
پ-۶-۸-۶- اتصال وادار به کف

به منظور اتصال وادار به کف می‌توان از جزئیات ارائه شده در شکل (۴-۱۸) استفاده نمود. این جزئیات برای وادارهای دیوار و جان پناه در این پروژه مناسب می‌باشد.

تذکر: در خصوص جان پناه، لازم است ظرفیت رول بولت‌های اتصال برای تحمل ترکیب خمش و برش ایجاد شده در پای وادار طره‌ای کنترل شود. این کنترل در این پروژه انجام شده و جزئیات نشان داده شده در شکل (۴-۱۸) برای استفاده در وادارهای طره‌ای جان پناه نیز مناسب هستند.

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- وادار به سقف



طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- وادار به سقف

کنترل کفایت ظرفیت اتصال کشویی

$$Lt^2 \geq \frac{222000R_u}{f_y} \quad \checkmark$$

کنترل کفایت رول بولت های اتصال

$$\frac{50R_u}{e n T_{c-bolt}} + \frac{R_u}{n V_{c-bolt}} \leq 1.2 \quad \checkmark$$

f_y : مقاومت تسلیم فولاد مصرفی در اتصال کشویی (MPa)

t : ضخامت بال اتصال کشویی لبه فوقانی وادار (mm)

L : طول اتصالات کشویی لبه فوقانی وادار (mm)

e : کمترین فاصله رول بولت از لبه اتصال کشویی (mm)

T_{c-bolt} : ظرفیت کششی یک عدد از رول بولت ها (kN)

V_{c-bolt} : ظرفیت برشی یک عدد از رول بولت ها (kN)

n : تعداد رول بولت ها در اتصال کشویی

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- وادار به سقف

اتصالات از پیش طراحی شده

جدول ۴-۵ جزئیات هشت نوع اتصال کشویی وادار به سقف (با فرض $f_y=240$ MPa و $e=50$ mm)

اتصال کشویی وادار به سقف	ضخامت ورق بال (mm)	طول اتصال کشویی (mm)	ظرفیت اتصال* (kN)	تعداد رول بولت مورد نیاز در یک متر از طول اتصال**
نوع ۱	۳	۲۰۰	۱/۹	۲ عدد رول بولت سایز ۸ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۲	۳	۴۰۰	۳/۹	۲ عدد رول بولت سایز ۸ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۳	۴	۲۰۰	۳/۴	۲ عدد رول بولت سایز ۸ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۴	۴	۴۰۰	۶/۹	۳ عدد رول بولت سایز ۸ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۵	۵	۲۰۰	۵/۴	۲ عدد رول بولت سایز ۱۲ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۶	۵	۴۰۰	۱۰/۸	۳ عدد رول بولت سایز ۱۲ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۷	۶	۲۰۰	۷/۸	۲ عدد رول بولت سایز ۱۲ میل مطابق جدول (۲-۴)
نوع ۸	۶	۴۰۰	۱۵/۶	۴ عدد رول بولت سایز ۱۲ میل مطابق جدول (۲-۴)

کنترل کفایت ظرفیت اتصال کشویی

$$Lt^2 \geq \frac{222000R_u}{f_y} \quad \checkmark$$

کنترل کفایت رول بولت های اتصال

$$\frac{50R_u}{e n T_{c-bolt}} + \frac{R_u}{n V_{c-bolt}} \leq 1.2 \quad \checkmark$$

f_y : مقاومت تسلیم فولاد مصرفی در اتصال کشویی (MPa)

t : ضخامت بال اتصال کشویی لبه فوقانی وادار (mm)

L : طول اتصالات کشویی لبه فوقانی وادار (mm)

e : کمترین فاصله رول بولت از لبه اتصال کشویی (mm)

T_{c-bolt} : ظرفیت کششی یک عدد از رول بولت ها (kN)

V_{c-bolt} : ظرفیت برشی یک عدد از رول بولت ها (kN)

n : تعداد رول بولت ها در اتصال کشویی

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- وادار به سقف

طول اتصال کشویی وادار به سقف باید به قدر کافی زیاد باشد تا احتمال بیرون رفتن وادار از داخل کشو وجود نداشته باشد. لازم است این طول حداقل معادل ۲ برابر تغییر شکل نسبی طبقه (تحت زلزله طرح) به علاوه پهنای بال های وادار است. به طور کلی توصیه می شود این طول کمتر از ۲۵۰ میلی متر در نظر گرفته نشود.



بیرون افتادن وادار از داخل کشو X



بیرون افتادن وادار از داخل کشو X

طراحی پروژه محور

گام ۸- طراحی اتصالات- وادار به سقف



✓ وادار همواره داخل کشو



✓ وادار همواره داخل کشو

نمونه پروژه مسکونی

اتصالات وادار به سقف

نیروی وارد بر اتصالات فوقانی وادارهای میانی در تیپ‌های مختلف دیوار بر اساس نیروهای واحد طول ایجاد شده در لبه تکیه‌گاهی قائم دیوار قابل محاسبه است. برای این منظور کافی است مقدار نیروی تکیه‌گاهی لبه قائم در ۱ متر از طول دیوار (آخرین ستون در جدول (پ-۶-۶)) را در ضریب ۲ ضرب کرده (چراکه در وادار میانی نیرو از دو لبه قائم موجود در دو سمت وادار اعمال می‌شود)، سپس مقدار حاصل را در طول وادار ضرب کرده و مقدار حاصل را بر عدد ۲ تقسیم نمود. بر اساس روند فوق، عکس العمل تکیه‌گاهی در اتصال فوقانی وادارهای موجود در تیپ‌های مختلف دیوار مطابق جدول (پ-۶-۹) محاسبه می‌شود. روند طراحی اتصالات وادار به سقف در بخش ۴-۸-۷ ارائه شده است. در این پروژه به منظور تسهیل در روند طراحی، از اتصالات از پیش طراحی شده موجود در جدول (۴-۵) استفاده شده است.

نمونه پروژه مسکونی

اتصالات وادار به سقف

جدول پ-۶-۹ جزئیات اتصالات کشویی وادارهای میانی به سقف

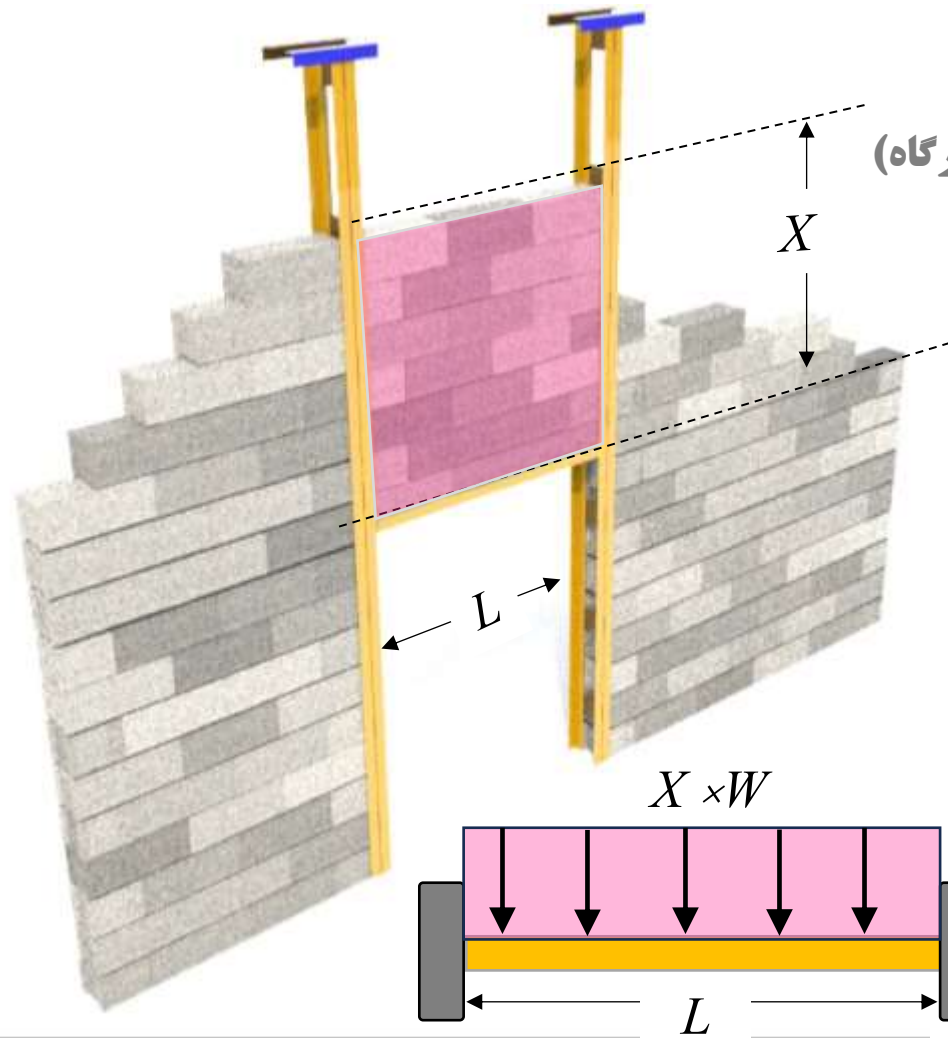
نیروی واحد طول وادار	طول وادار	نیروی اتصال فوقانی	اتصال انتخاب شده بر اساس جدول (۴-۵)
وادارهای میانی دیوار تیپ ۱	$2 \times 1.00 = 2.0$ kN/m	2.85 m	2.9 kN
وادارهای میانی دیوار تیپ ۲	$2 \times 1.75 = 3.5$ kN/m	2.85 m	5.0 kN
وادارهای میانی دیوار تیپ ۳	$2 \times 1.20 = 2.4$ kN/m	2.85 m	3.4 kN
وادارهای میانی دیوار تیپ ۴	$2 \times 0.90 = 1.8$ kN/m	1.3 m	0 (وادار طره‌ای)
وادارهای میانی دیوار تیپ ۵	$2 \times 1.85 = 3.7$ kN/m	2.4 m	4.45 kN

تذکر ۱: لبه فوقانی وادار قائم باید حداقل ۳۰ میلی‌متر از زیر سقف فاصله داشته باشد. همچنین اتصال کشویی لازم است حداقل به میزان ۳۰ میلی‌متر وادار را در برگیرد. بر این اساس، پهنای بال ناودانی اتصالات کشویی وادار به سقف حداقل باید ۶۰ میلی‌متر باشد.

تذکر ۲: برای اتصال وادارهای لبه‌ای به سقف می‌توان از قطعات اتصالی مشابه جدول (پ-۶-۹) اما با طول ناودانی نصف مقادیر جدول استفاده نمود (تعداد رول بولت‌ها تحت هیچ شرایطی نباید کمتر از ۲ عدد باشد).

طراحی پروژه محور

گام ۹- طراحی نعل درگاه و ساب فریم

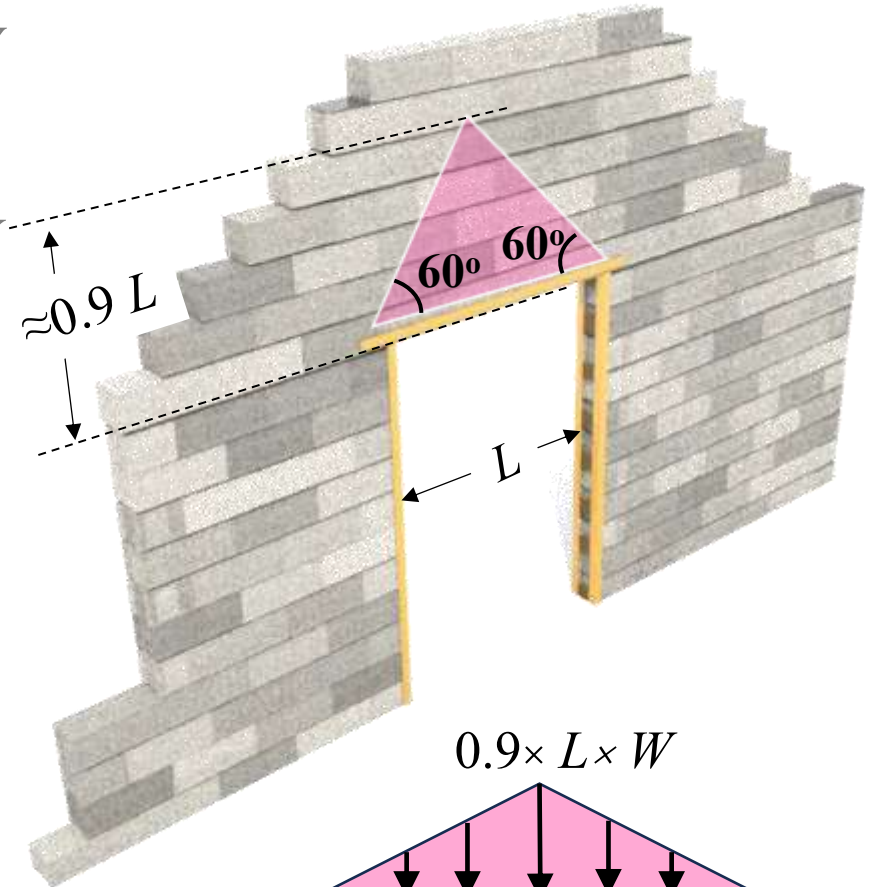


شرایط دو سر گیردار برای نعل درگاه

W = وزن در واحد سطح دیوار

L = عرض باز شو (طول آزاد نعل درگاه)

X = ارتفاع دیوار روی نعل درگاه



شرایط دو سر مفصل برای نعل درگاه

طراحی پروژه محور

گام ۹- طراحی نعل درگاه و ساب فریم

کنترل کفایت: $M_{max} \leq \phi M_n$ ✓
ظرفیت نعل درگاه

کنترل کفایت: $\Delta_{max} \leq \frac{L}{600}$ ✓
صلبیت نعل درگاه

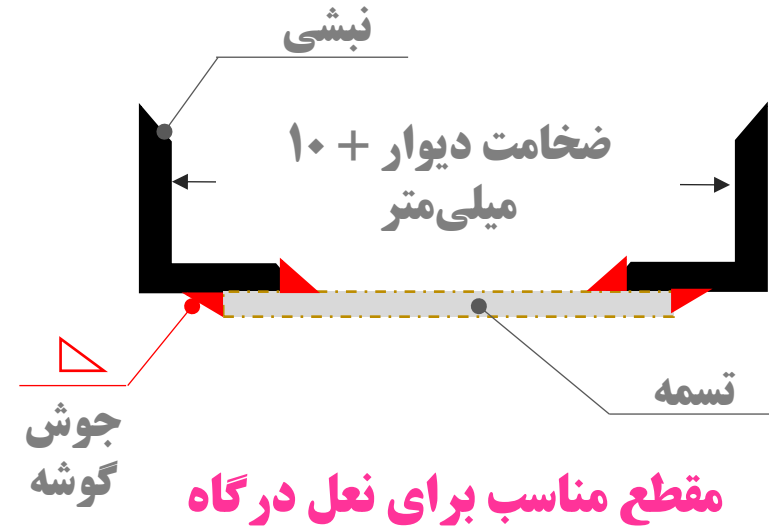
* در بسیاری از موارد کنترل کفایت
صلبیت تعیین کننده مقطع نعل درگاه است.

M_{max} = حداکثر لنگر خمشی وارد بر نعل درگاه

M_n = ظرفیت خمشی اسمی مقطع نعل درگاه

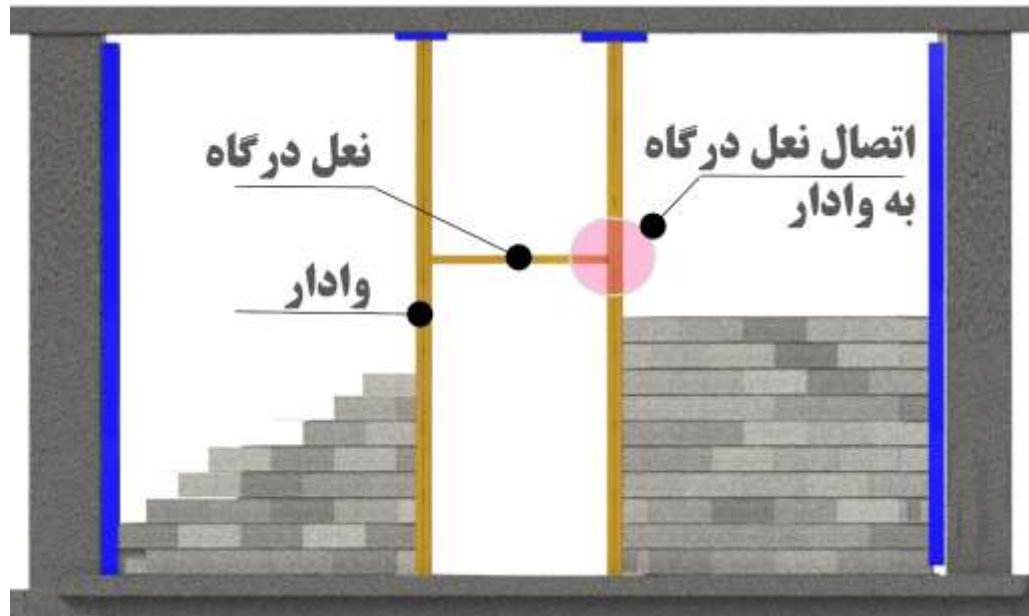
ϕ = ضریب کاهش مقاومت برابر با ۰/۹

Δ_{max} = حداکثر خیز نعل درگاه



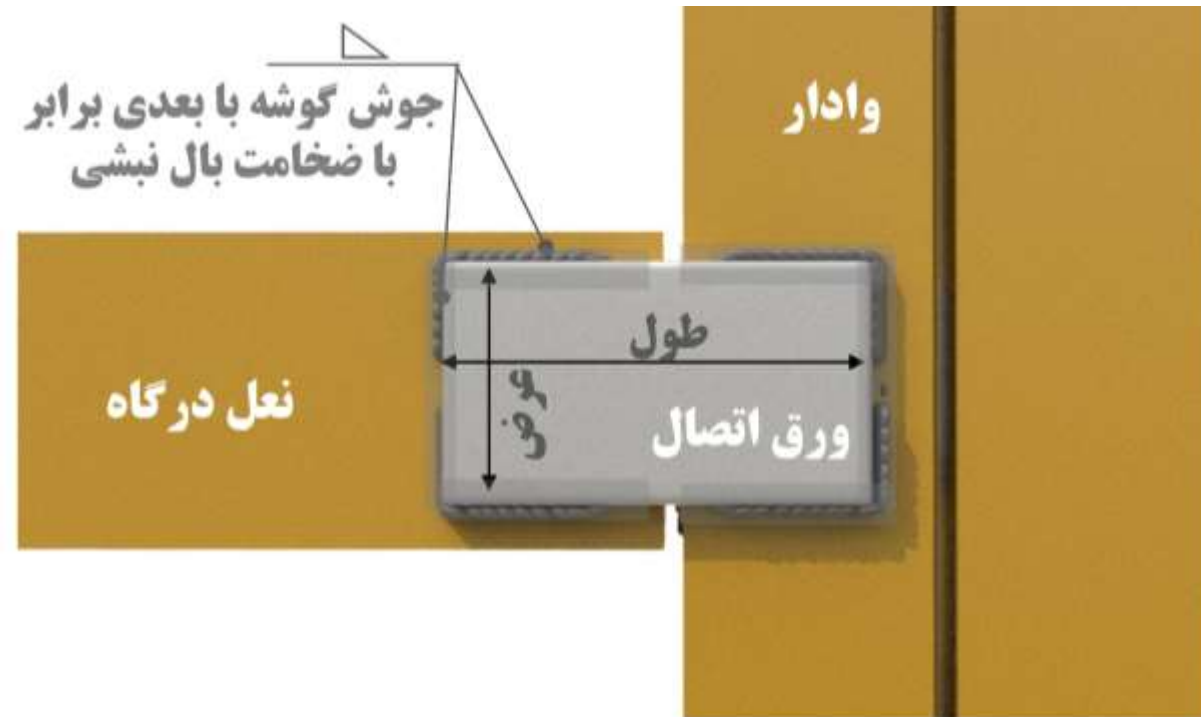
طراحی پروژه محور

گام ۹- طراحی نعل درگاه و ساب فریم - اتصال نعل درگاه به وادار



طراحی پروژه محور

گام ۹- طراحی نعل درگاه و ساب فریم- **اتصال نعل درگاه به وادار**



طول ورق اتصال: ۲ برابر عرض بال نبشی نعل درگاه
عرض ورق اتصال: ۲۰ میلی متر کوچکتر از عرض بال نبشی نعل درگاه
ضخامت ورق اتصال: برابر با ضخامت بال نبشی نعل درگاه
هر چهار وجه ورق اتصال باید دارای خط جوش باشد. وجود خط جوش
های قائم و افقی هر دو الزامی است.

نمونه پروژه مسکونی

طراحی نعل درگاه بازشوها

تذکره ۱: اتصال نعل درگاه به وادار و ساب فریم مطابق جزئیات ارائه شده در بخش ۹-۴ می باشد.

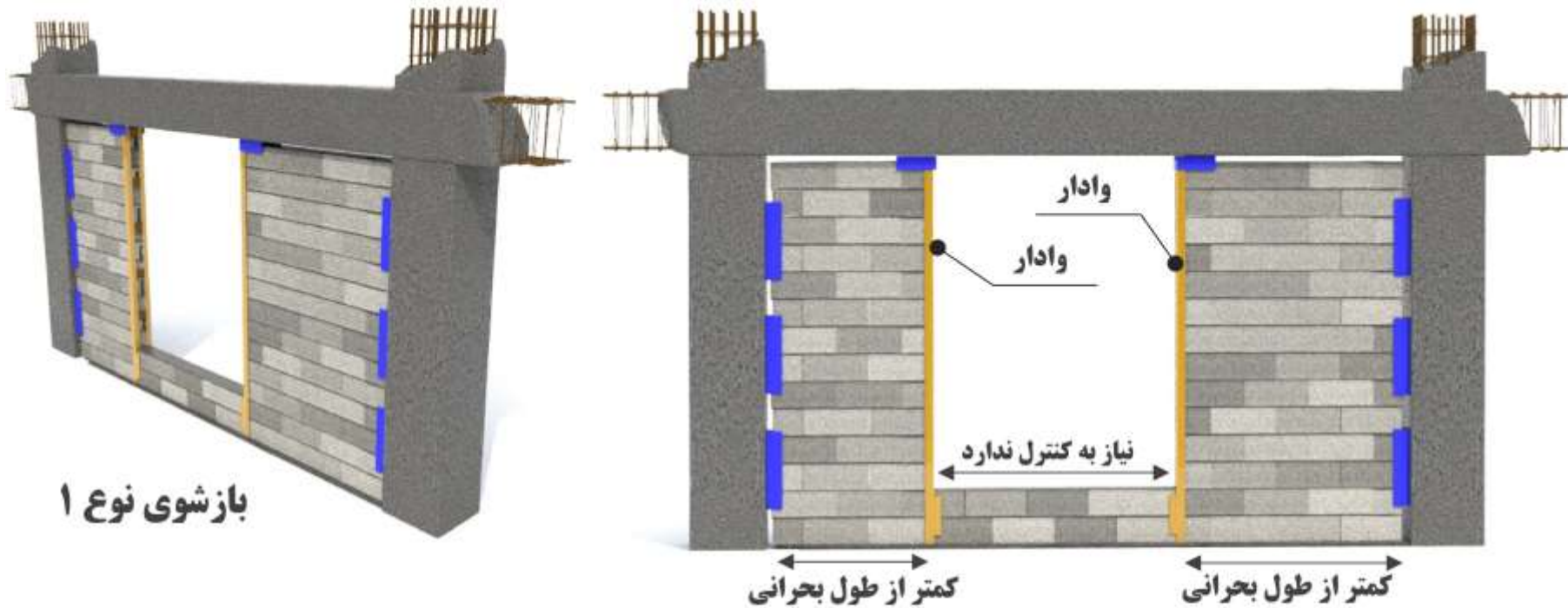
تذکره ۲: در مواردی که طول نشیمن کافی برای نعل درگاه وجود ندارد، لازم است در محل بازشو از ساب فریم استفاده شده و نعل درگاه به ساب فریم متصل شود. جزئیات این اتصال در بخش ۹-۴ ارائه شده است. مقطع ساب فریم می تواند مشابه مقطع وادارهای لبه ای باشد. اتصال ساب فریم به کف نیز می تواند مشابه اتصال وادارهای قائم به کف در نظر گرفته شود.

جدول پ-۶-۱۰ بار گسترده و مقطع طراحی شده برای نعل درگاهها

نوع بازشو	بار گسترده روی نعل درگاه	عرض بازشو	مقطع نعل درگاه
درب دیوار پیرامونی	$0.65 \times 2.8 = 1.8 \text{ kN/m}$	1.20 m	2L50×50×5
درب واحد	$0.65 \times 3.4 = 2.2 \text{ kN/m}$	1.20 m	2L50×50×5
درب اتاقهای خواب	$0.65 \times 2.35 = 1.5 \text{ kN/m}$	1.0 m	2L40×40×4
درب سرویس / حمام	$0.65 \times 2.35 = 1.5 \text{ kN/m}$	0.70 m	2L40×40×4
پنجره دیوار پیرامونی	$0.25 \times 2.8 = 0.7 \text{ kN/m}$	2.0 m	2L50×50×5
		1.20 m	2L40×40×4

طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- تاثیر بازشو در طول بحرانی دیوار

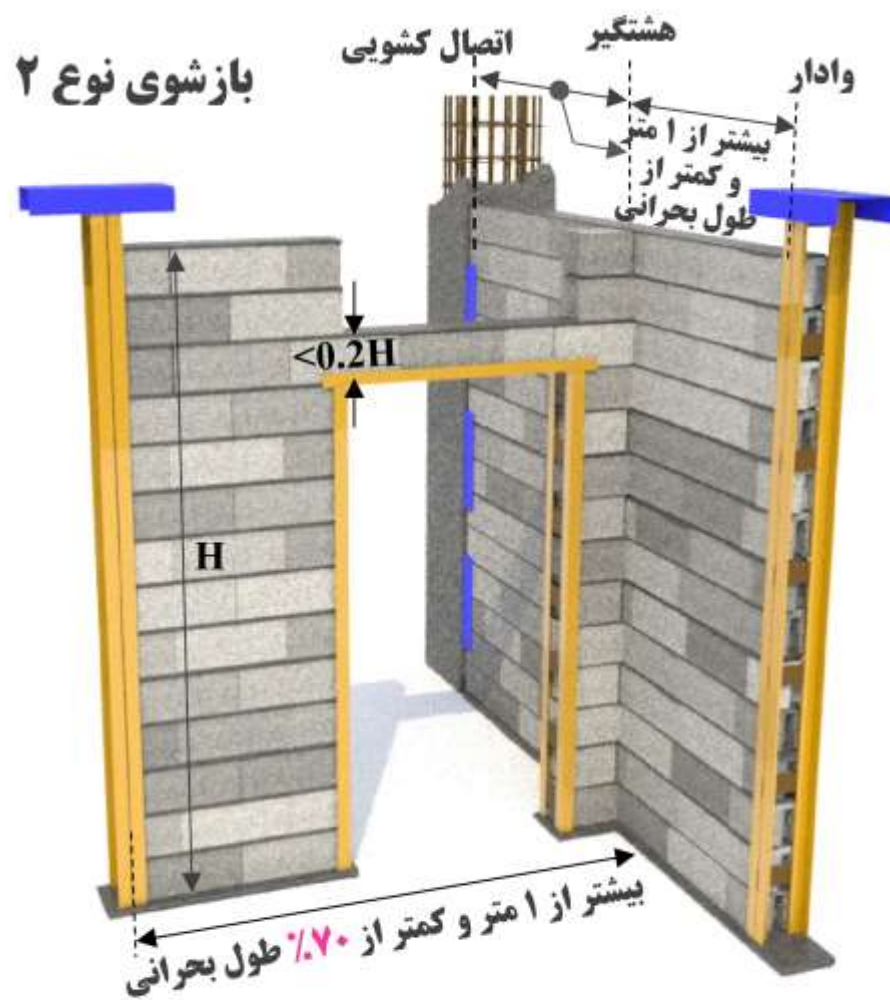


بازشوی نوع ۱

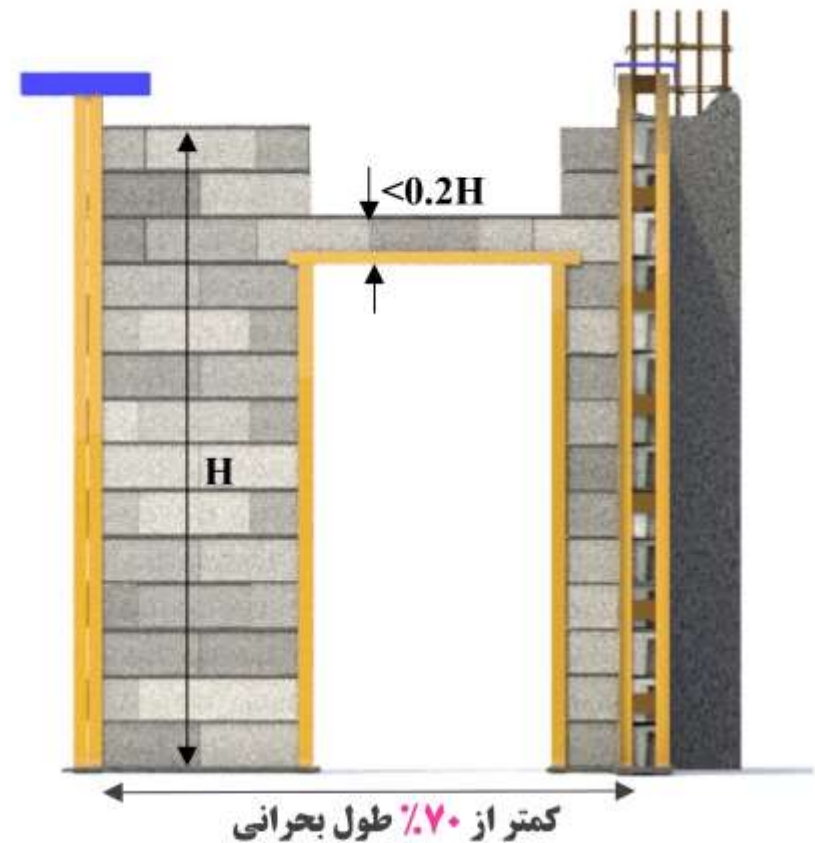
- * در بازشوی نوع ۱، اساساً بازشو دیوار را با دو دیوار مجزا با رفتاری مستقل تقسیم می کند. لبه قائم دیوارها در مجاورت بازشو یک لبه آزاد می باشد.
- * در صورتی که دیوار فاقد اتصال کشویی به سقف باشد، لازم است در اطراف بازشو از وادر قائم استفاده کرده و طول بحرانی دیوار با فرض شرایط مرزی A محاسبه شود.
- * در صورتی که دیوار دارای اتصال کشویی به سقف باشد، می توان در اطراف بازشو از وادر قائم استفاده کرده و طول بحرانی دیوار با فرض شرایط مرزی E محاسبه شود.
- * در صورتی که دیوار دارای اتصال کشویی به سقف باشد، می توان در اطراف بازشو از وادر قائم استفاده نکرده و طول بحرانی دیوار با فرض شرایط مرزی J محاسبه شود (از منظر فنی، استفاده از دو روش فوق نسبت به این روش ارجحیت دارند)

طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- تاثیر بازشو در طول بحرانی دیوار



* در صورتی که هر یک از طول های نشان داده شده کمتر از ۱ متر باشند، اتصال دو دیوار نباید به صورت هشتگیر انجام شود.

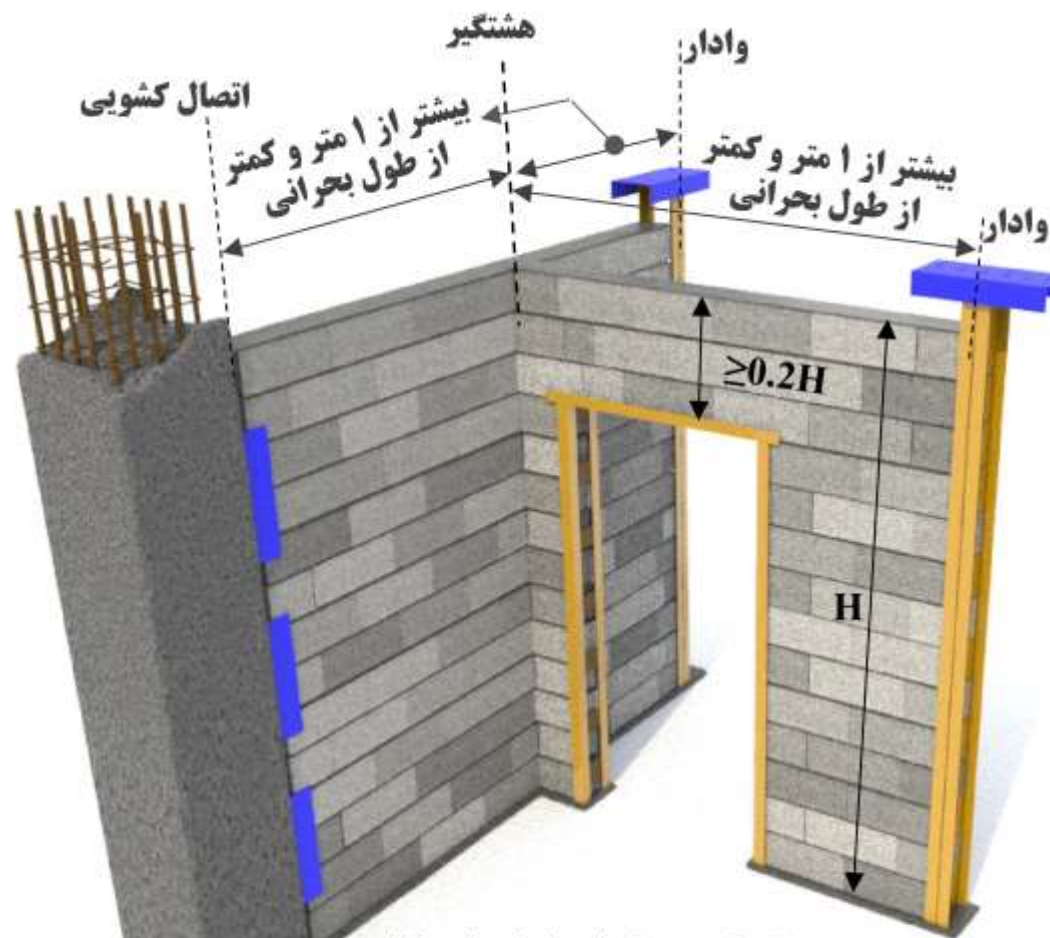


* در بازشوی نوع ۲، بازشو تاثیر قابل توجهی در کاهش ظرفیت خارج از صفحه دیوار داشته و به منظور در نظر گرفتن این اثر، لازم است طول بحرانی در دیوارهای دارای بازشو نوع ۲ نسبت به دیوارهای فاقد بازشو، ۳۰٪ کاهش داده شود.

* طول بحرانی برای دیوار دارای بازشوی نوع ۲ برابر با ۷۰٪ طول بحرانی برای دیوار مشابهی فاقد بازشو خواهد بود.

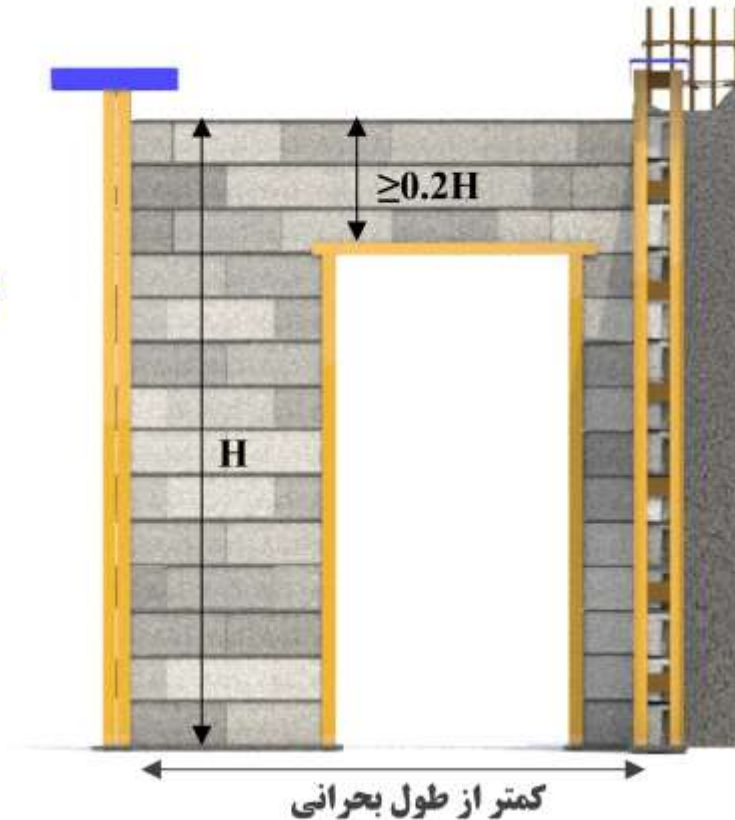
طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- تاثیر بازشو در طول بحرانی دیوار



بازشوی نوع ۳

* در صورتی که هر یک از طول های نشان داده شده کمتر از ۱ متر باشند، اتصال دو دیوار نباید به صورت هشتگیر انجام شود.

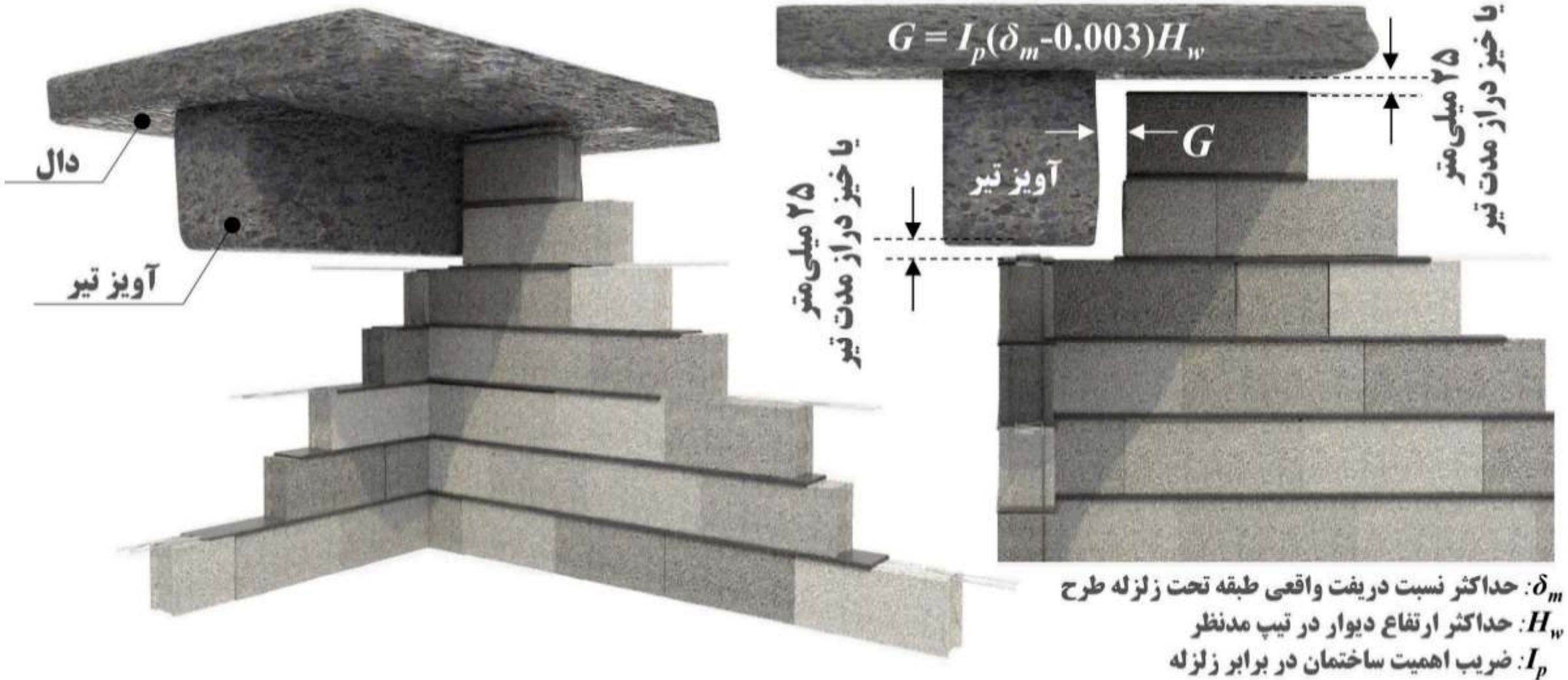


* در بازشو نوع ۳، بازشو تاثیر اندکی در ظرفیت خارج از صفحه دیوار داشته و میتوان در جانمایی وادارها از وجود بازشو صرفنظر نمود.

* طول بحرانی برای دیوار دارای بازشو نوع ۳ برابر با طول بحرانی برای دیوار مشابهی فاقد بازشو خواهد بود.

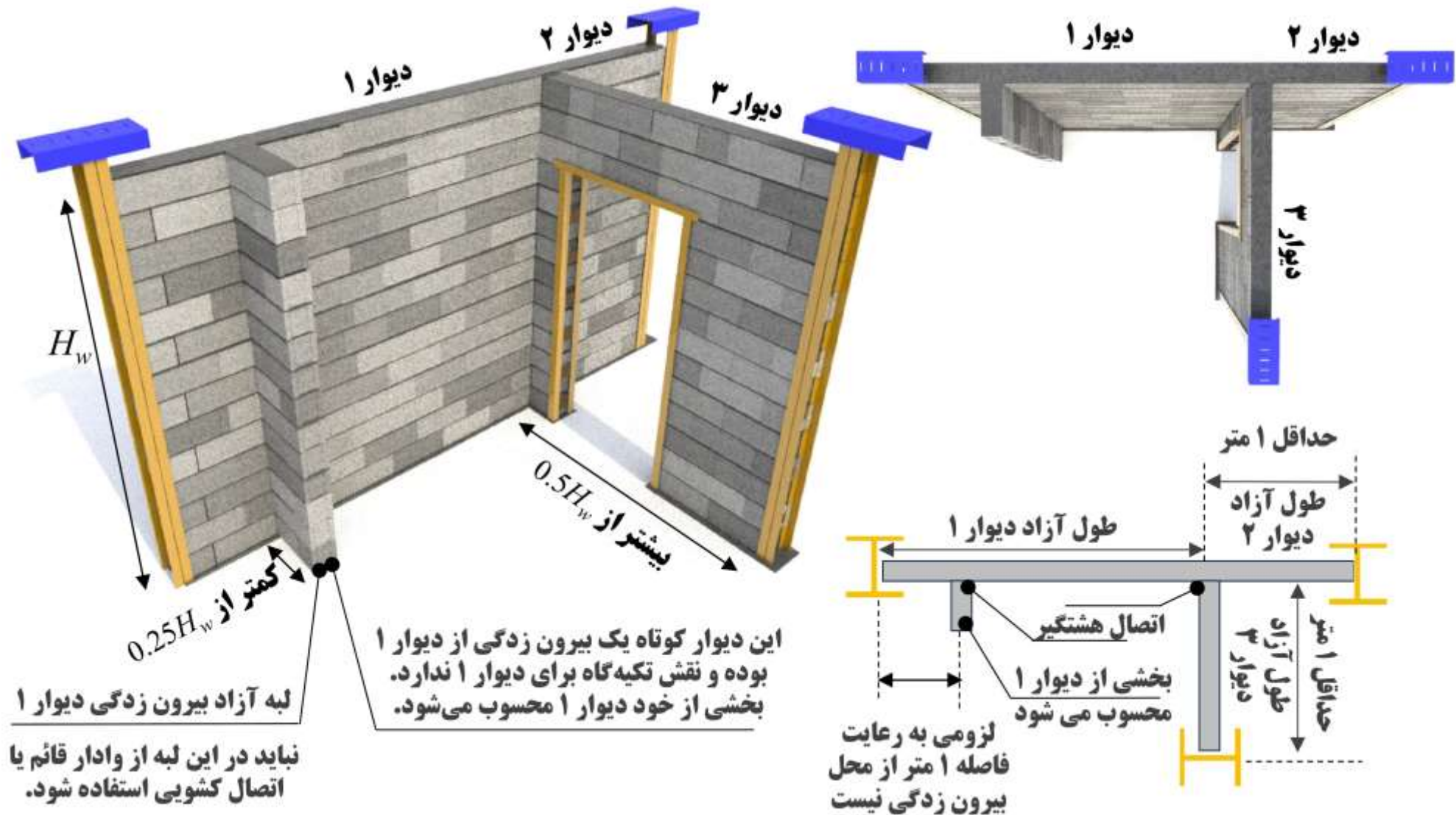
طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- جداسازی دیوار از آویز تیرهای اصلی و تیرهای فرعی



طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- کفایت اتصال هشتگیر به منظور ایفای نقش تکیه گاهی

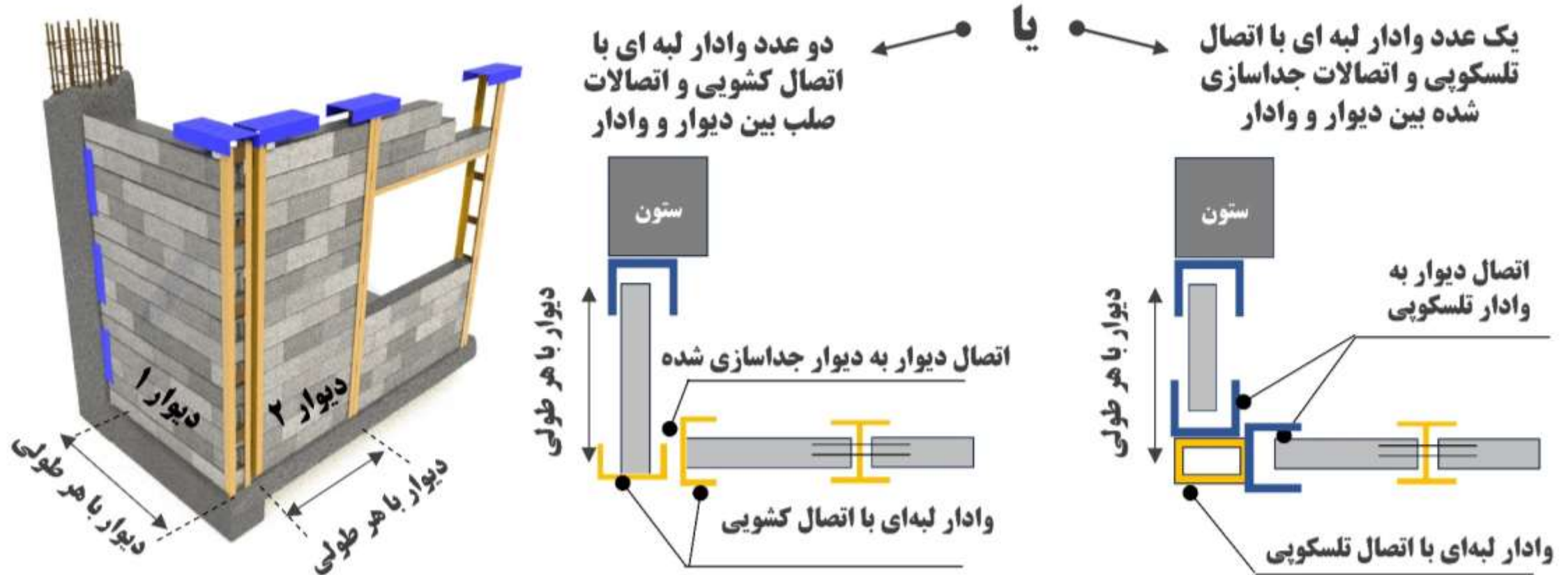


طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- جزئیات مناسب برای اجرای دیوار کنج در قسمت طره ساختمان

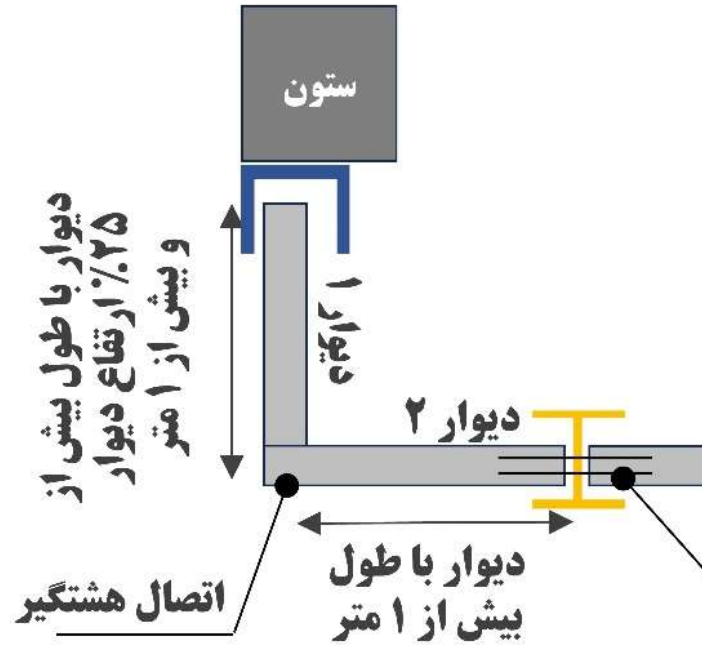
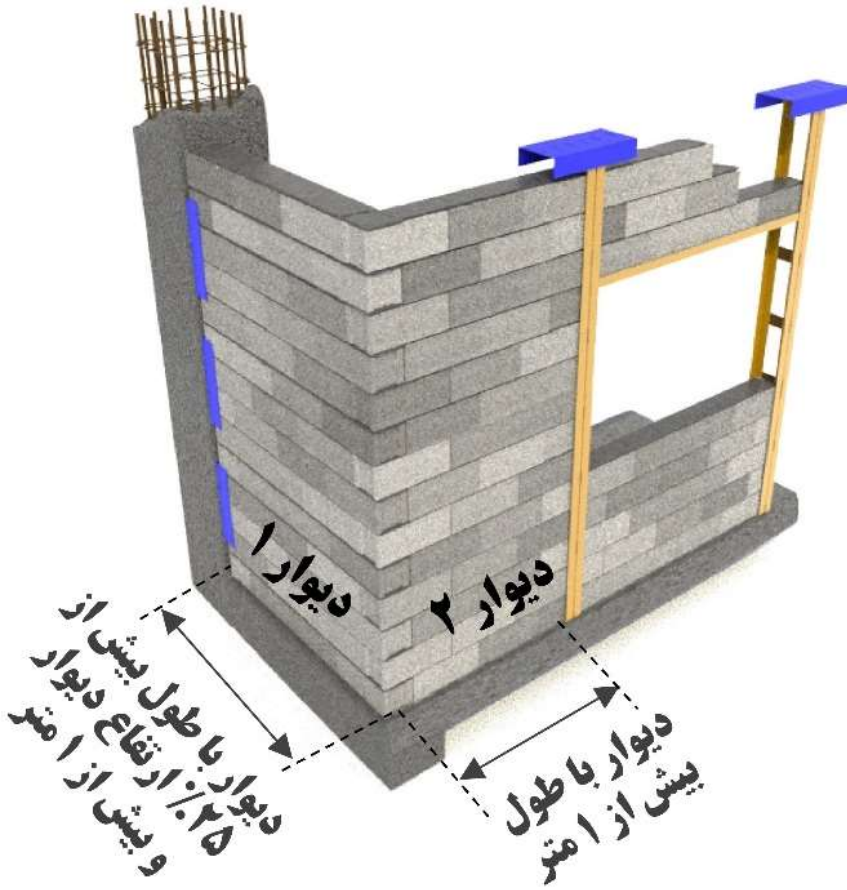
* در صورت استفاده از وادار لبه ای با اتصال کشویی، اتصال دیوار به وادار به صورت کاملاً صلب برقرار میشود (بدون اجرای جداسازی بین دیوار و وادار و پر کردن فضای خالی بین وادار و دیوار با ملات و ترجیحاً اتصال تسلیحات دیوار به وادار).

* در صورت استفاده از وادار لبه ای با اتصال تلسکوپی، اتصال دیوار به وادار به صورت جداسازی شده برقرار میشود (کاملاً مشابه اتصال دیوار به ستون).



طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- جزئیات مناسب برای اجرای دیوار کنج در قسمت طره ساختمان



- * وادار یا اتصالات کشویی متصل به دیوارهای هشتگیر شده باید حداقل ۱ متر از محل هشتگیر فاصله داشته باشند.
- * دیوار ۱ به عنوان تکیه گاه برای دیوار ۲ عمل می کند.
- * دیوار ۲ به عنوان تکیه گاه برای دیوار ۱ عمل می کند.

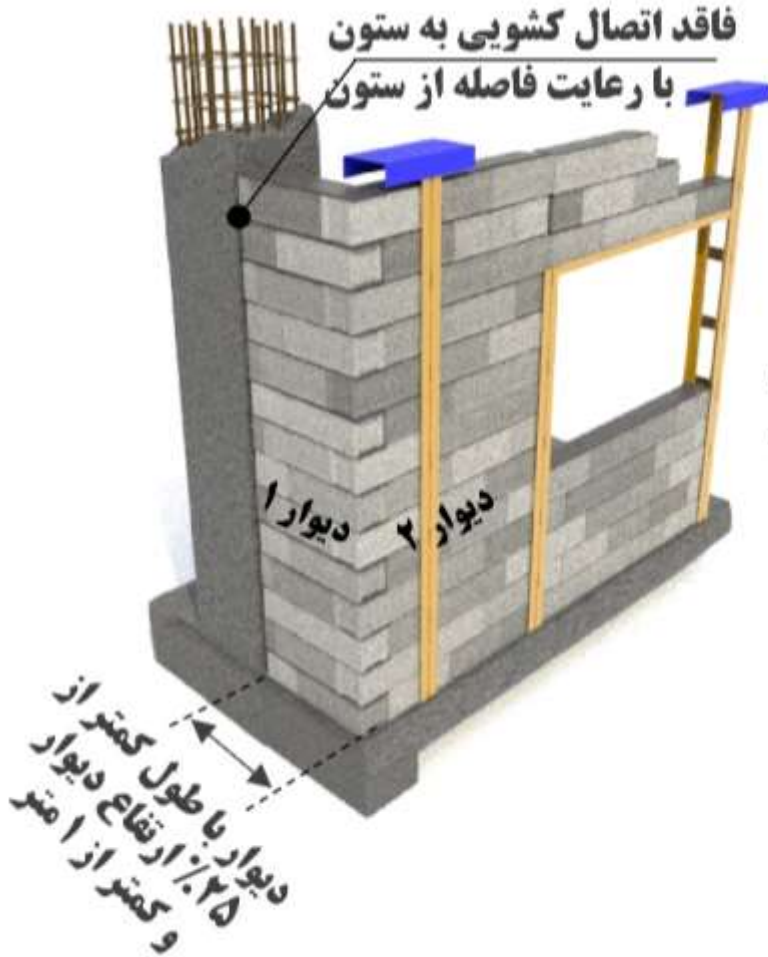
اتصال دو دیوار واقع در دو سمت وادار میانی به یکدیگر

طراحی پروژه محور

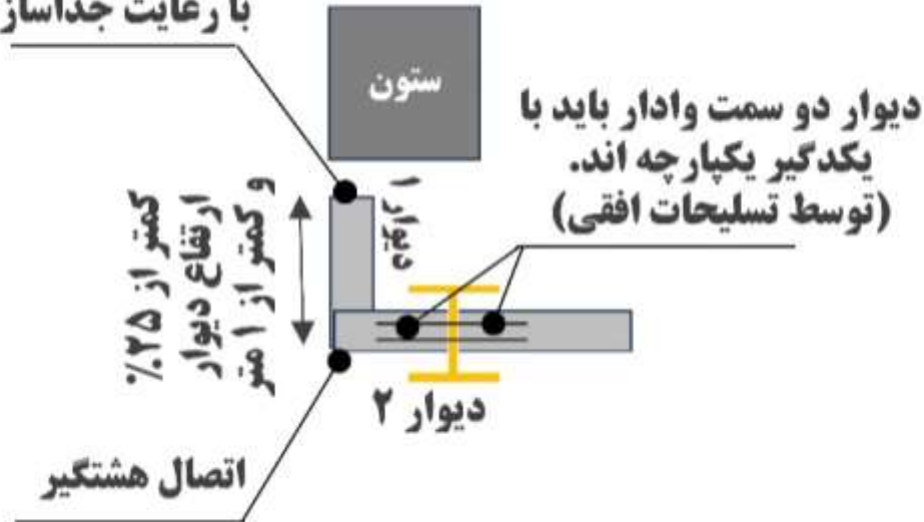
گام ۱۰- سایر الزامات- جزئیات مناسب برای اجرای دیوار کنج در قسمت طره ساختمان

دیوار ۱ عملاً یک بیرون زدگی از دیوار ۲ است. لذا نیازی به رعایت فاصله بین وادار و محل هشتگیر نیست. در این حالت دریافت خارج از صفحه به دیوار ۲ منجر به تخریب اتصال هشتگیر نشده و صرفاً پاشنه دیوار ۱ (بیرون زدگی دیوار ۲) قدری از کف بلند می شود.

دیوار ۱ نمی تواند به عنوان تکیه گاه برای دیوار ۲ عمل کند. بنابراین لازم است مطابق شکل در نزدیکی لبه دیوار ۲ از وادار قائم استفاده شود.

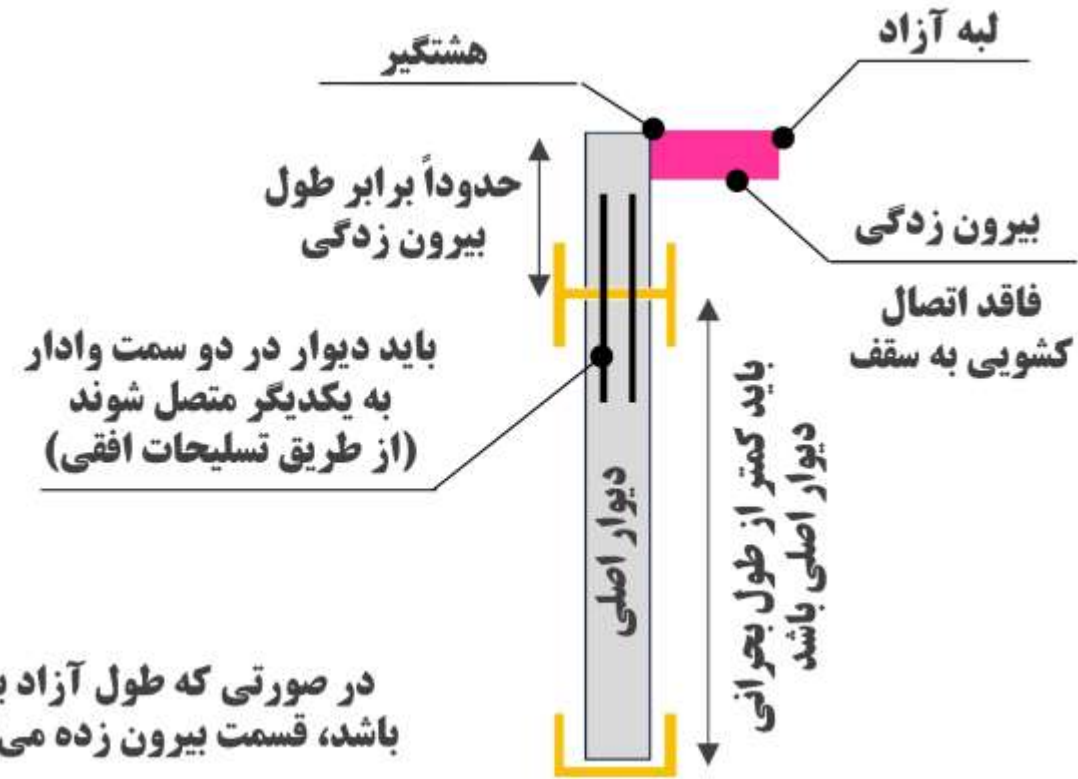
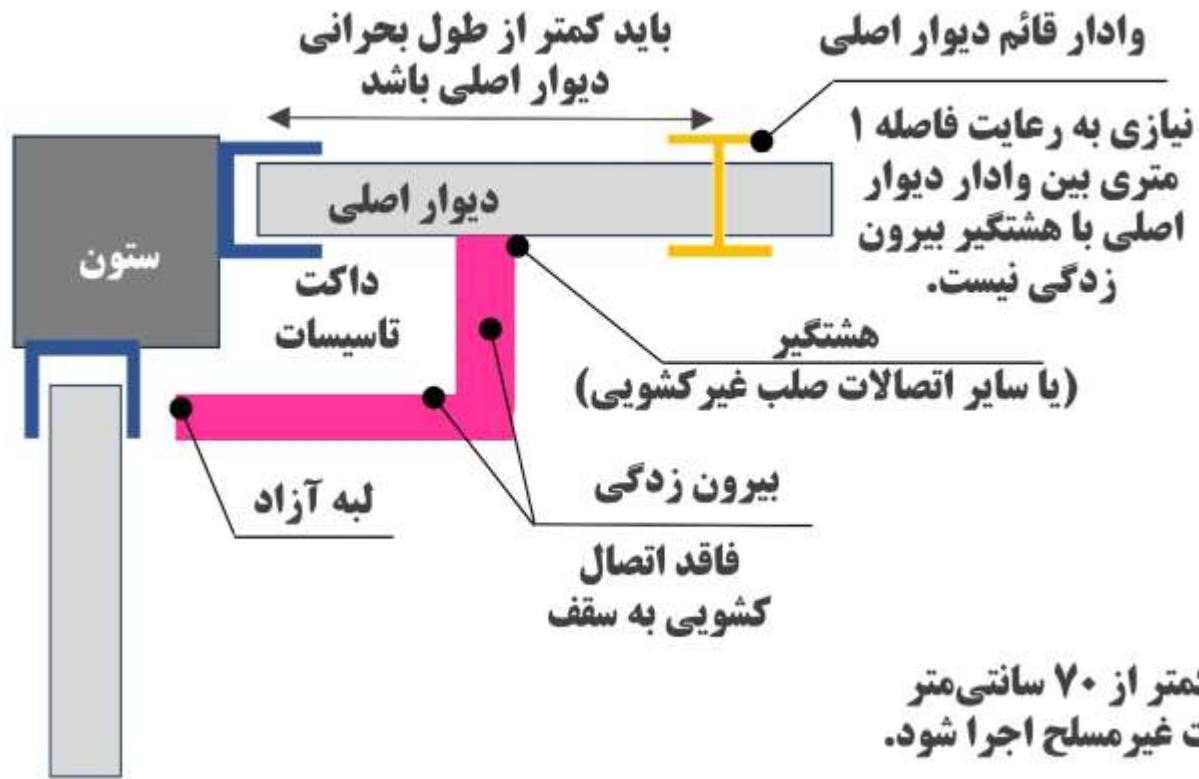


عدم اتصال به ستون
با رعایت جداسازی



طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- دیوارهای کوتاه و بیرون زدگی های دیوار



در صورتی که طول آزاد بیرون زدگی کمتر از ۷۰ سانتی‌متر باشد، قسمت بیرون زده می‌تواند به صورت غیر مسلح اجرا شود.

طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- عمل آوری دیوار

حفظ رطوبت ملات‌های سیمانی استفاده شده در دیوارهای بنایی **حداقل در سه روز اول** پس از ساخت دیوار الزامی است. برای این منظور می‌توان از روش‌هایی از جمله زنجاب نمودن واحدهای بنایی (بلافاصله قبل از دیوارچینی)، مرطوب نمودن دیوار (پس از دیوارچینی و گیرش اولیه ملات) و استفاده از پوشش‌هایی بر روی دیوار به منظور کاهش سرعت تبخیر رطوبت استفاده نمود. در خصوص ملات مورد استفاده در کامپوزیت شبکه الیاف، لازم است شرایط حفظ رطوبت ملات مطابق با دستورالعمل شرکت تولیدکننده کامپوزیت شبکه الیاف باشد.

تذکر : عدم حفظ رطوبت در ملات‌های سیمانی سبب کاهش چسبندگی ملات به واحدهای بنایی می‌شود. در صورتی که تدابیری جهت حفظ رطوبت ملات اتخاذ نشود، لازم است در مرحله طراحی دیوار و تعیین طول بحرانی دیوار، مدول گسیختگی عمود بر بند بستر به میزان ۵۰٪ کاهش داده شود.

موارد فوق در خصوص دیوارهای پیرامونی که در معرض وزش باد و تابش مستقیم خورشید هستند از اهمیت بیشتری برخوردار است.

طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- شیار زنی

در برخی از دیوارها به دلیل عبور تأسیسات مختلف، لازم است شیارهایی (عمدتاً قائم) در دیوار ایجاد شود. در این شرایط توصیه می‌شود حتی‌الامکان شیارها به نحوی اجرا شوند که منجر به آسیب و یا قطع تسلیحات دیوار نشوند. در بسیاری از موارد بروز آسیب موضعی به تسلیحات دیوار اجتناب‌ناپذیر است. **در این شرایط لازم است پس از شیار زنی و نصب تأسیسات، محل شیار خورده دیوار با استفاده از ملات ماسه سیمان پر شود.** در کلیه شیارهای افقی (با هر طولی) و در شیارهای قائم با ارتفاع بیش از نصف ارتفاع دیوار، لازم است علاوه بر پر کردن محل شیار با ملات ماسه سیمان، **محل شیار خورده با استفاده از کامپوزیت شبکه الیاف به صورت موضعی تقویت شود.** برای این منظور کامپوزیت شبکه الیاف می‌تواند به صورت سرتاسری بر روی شیار اجرا شده (پس از پر نمودن شیار با ملات) و از هر سمت شیار حداقل به اندازه ۱۵۰ میلی‌متر بر روی دیوار امتداد یابد.

تذکر ۱: در دیوارهایی با عملکرد دو طرفه، بروز آسیب و ناپیوستگی جزئی در دیوار (به عنوان مثال شیار قائم به ارتفاع ۱ متر)، تأثیر کمی در ظرفیت خارج از صفحه دیوار خواهد داشت. با این وجود، لازم است محل شیار خورده مطابق با این بخش تقویت شود.

تذکر ۲: تأسیسات مکانیکی که در امتداد قائم از کف طبقه تا سقف طبقه امتداد داشته و مستقیماً به دیوار غیرسازه‌ای متصل هستند و یا در مجاورت دیوار اجرا می‌شوند در حین زلزله مستعد آسیب خواهند بود. چراکه در این شرایط تغییر شکل نسبی طبقه به تأسیسات وارد شده و به علت تماس تأسیسات با دیوار غیرسازه‌ای، بروز آسیب در تأسیسات و یا دیوار غیرسازه‌ای محتمل است؛ **لذا لازم است کلیه تأسیسات مکانیکی قائم که از کف طبقه تا سقف طبقه امتداد دارند، از دیوار غیرسازه‌ای جدا شوند.**

طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- مهار موقت دیوار در حین ساخت

لازم است روند ساخت دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای به نحوی باشد که احتمال فروریزش دیوار در حین ساخت و قبل از گیرش اولیه ملات وجود نداشته باشد.
برای این منظور توصیه می‌شود دیوار در بخش‌هایی با حداکثر ارتفاع ۱ متر اجرا شود و اجرای بخش فوقانی، منوط به گیرش ملات استفاده شده در بخش تحتانی دیوار باشد.
همچنین ترتیب اجرای اتصالات دیوار به سازه باید به نحوی باشد که احتمال فروریزش دیوار در حال ساخت وجود نداشته باشد.

موارد فوق در خصوص دیوارهای پیرامونی که در معرض وزش باد هستند از اهمیت بیشتری برخوردار است.

طراحی پروژه محور

گام ۱۰- سایر الزامات- ملات بند قائم

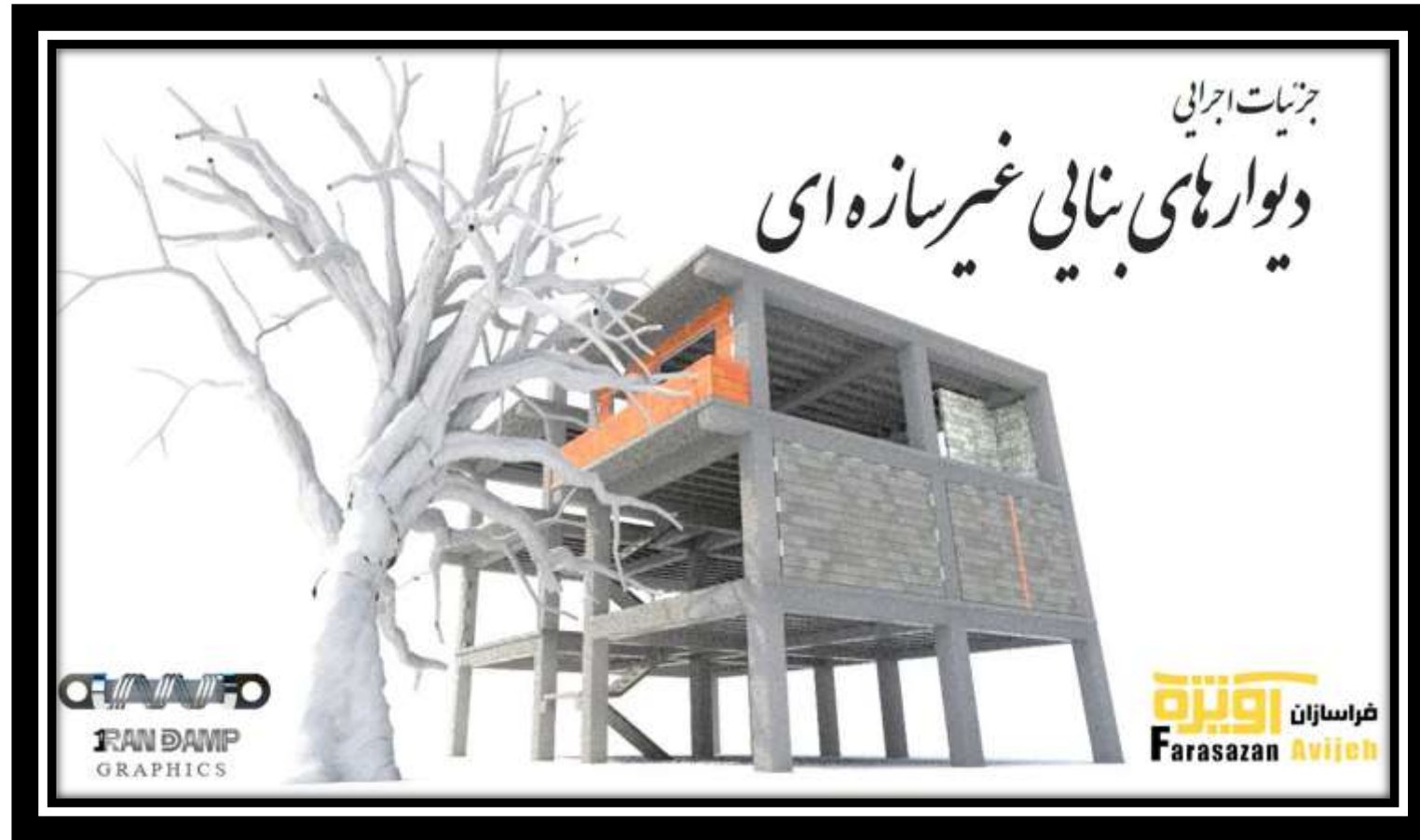
از منظر سازه‌ای برای دستیابی به ظرفیت خارج از صفحه وجود یا عدم وجود ملات در بندهای قائم تأثیر چندانی نخواهد داشت.
(در مرحله طراحی، توصیه می‌شود در جهت اطمینان طراح فرض نماید بندهای قائم فاقد ملات هستند)

از منظر درز بندی برای دستیابی به الزامات مبحث ۱۹ (عایق حرارتی) همواره توصیه می‌شود بندهای قائم با ملات پر شوند.

به علاوه از به منظور بهبود مشخصات عایق صوتی و رطوبتی نیز توصیه می‌شود بندهای قائم با ملات پر شوند.

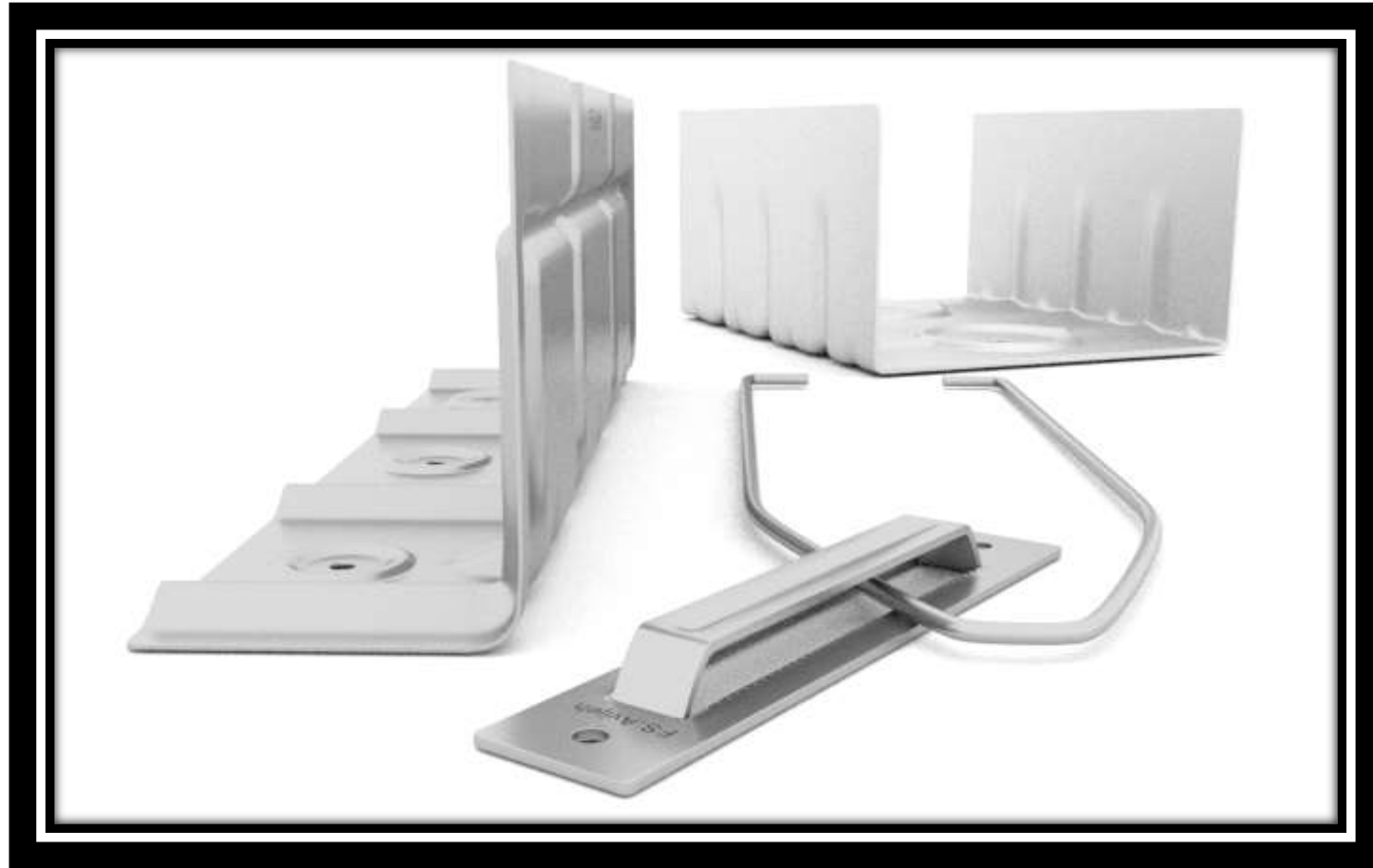
نکات تکمیلی

نکات تکمیلی – نمایش برخی جزئیات اجرایی



پخش ویدیو

نکات تکمیلی – نمایش جزئیات و ظرفیت برخی از اتصالات موجود در بازار



پخش ویدیو

نکات تکمیلی – نگاه پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ به رویکرد محاسباتی

پ ۶-۱ کلیات

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

بنابراین، بر اساس پیوست ششم، طراح مجاز است از سایر راهکارها (از جمله طراحی محاسباتی) برای طراحی دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای استفاده کند.

نکات تکمیلی – ارتباط ضخامت دیوار و مبحث ۱۹

در تعیین ضخامت دیوارها و جزئیات نازک کاری و نما لازم است به الزامات مبحث ۱۹ توجه شود.

به عنوان مثال، در صورت عدم استفاده از لایه عایق، ضخامت دیوارهای پیرامونی تقریبا در تمام اقلیم های کشور نباید کمتر از ۲۰ سانتی متر باشد.

نکات تکمیلی – ارتباط ضخامت دیوار و مبحث ۱۹

ردیف	نام استان	نام شهر	کد ایستگاه هواشناسی WMO	رده اقلیمی
1	آذربایجان شرقی	تبریز	407060	4B
2	آذربایجان غربی	ارومیه	407120	4B
3	اردبیل	اردبیل	407080	5C
4	اصفهان	اصفهان	408000	3B
5	البرز	کرج	407807	3B
6	ایلام	ایلام	407800	3A
7	بوشهر	بوشهر	408570	1B
8	تهران	تهران	407540	3B
9	چهارمحال و بختیاری	شهرکرد	407980	4A
10	خراسان جنوبی	بیرجند	408090	3B
11	خراسان رضوی	مشهد	407450	3B
12	خراسان شمالی	بجنورد	407230	4B
13	خوزستان	اهواز	408110	0B
14	زنجان	زنجان	407290	4B
15	سمنان	سمنان	407570	2B
16	سیستان و بلوچستان	زاهدان	408560	2B

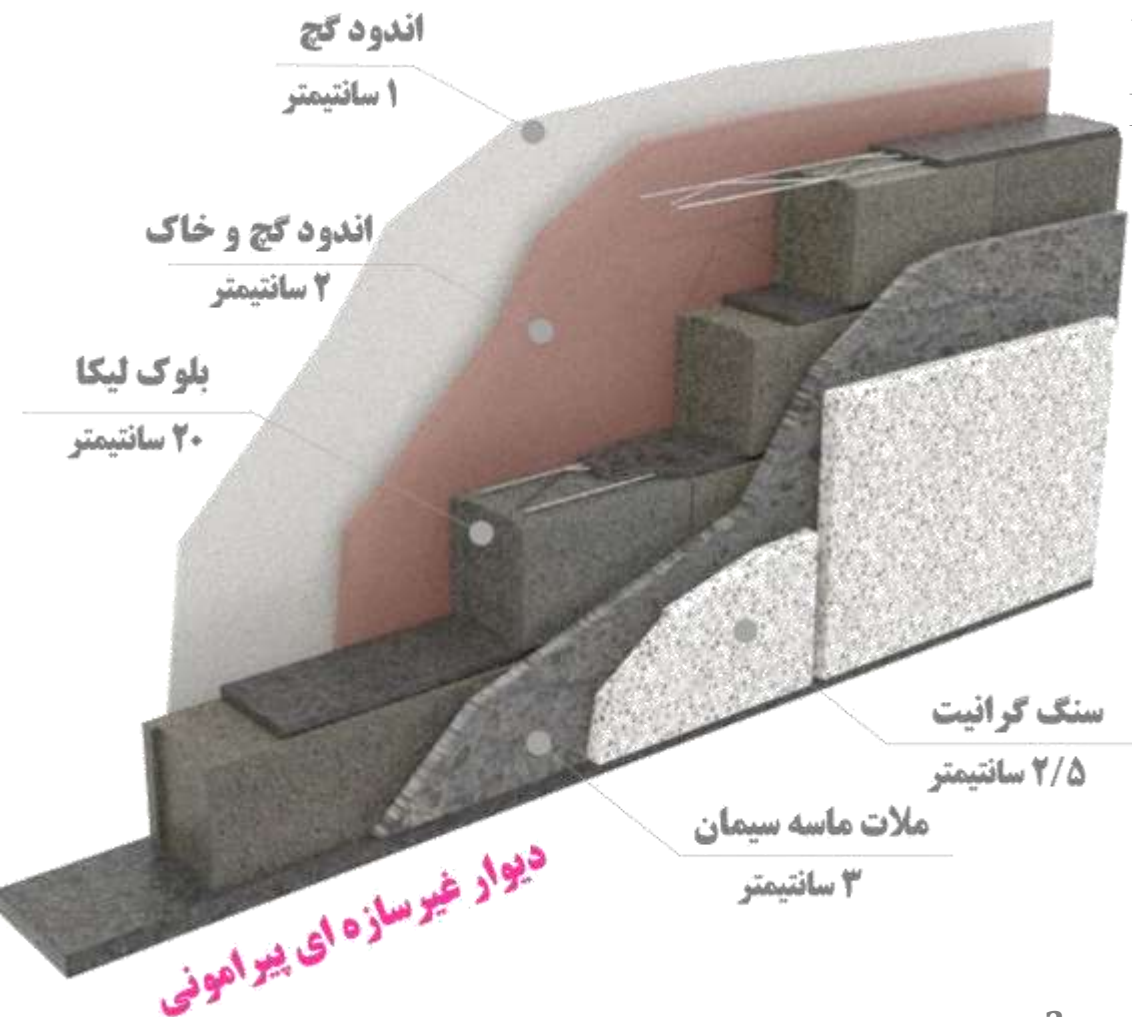
17	فارس	شیراز	408480	3B
18	قزوین	قزوین	407310	4B
19	قم	قم	407700	2B
20	کردستان	سنندج	407470	4A
21	کرمان	کرمان	408410	3B
22	کرمانشاه	کرمانشاه	407660	4A
23	کهگیلویه و بویراحمد	یاسوج	408360	3A
24	گلستان	گرگان	407380	3B
25	گیلان	رشت	407190	3A
26	لرستان	خرم آباد	407820	3A
27	مازندران	ساری	407826	3A
28	مرکزی	اراک	407690	4B
29	هرمزگان	بندرعباس	408750	0B
30	همدان	همدان	407680	4A
31	یزد	یزد	408210	2B

نکات تکمیلی – ارتباط ضخامت دیوار و مبحث ۱۹

جدول ۱۹-۵-۱- حداقل میزان مجاز ضریب مقاومت حرارتی (R-Value) بخش‌های پوسته خارجی غیر نورگذر در اقلیم‌های مختلف (m2.k/W)

5B,5C	4A, 4B	3A, 3B	2A, 2B	1B	0B
دیوار خارجی مجاور فضای باز					
1.96	1.69	1.43	1.16	1.16	1.09
دیوار خارجی مجاور فضای نیمه باز کنترل نشده					
1.64	1.41	1.19	0.97	0.97	0.91
دیوار خارجی مجاور خاک					
1.47	1.47	0.15	0.15	0.15	0.15

نکات تکمیلی – ارتباط ضخامت دیوار و بحث ۱۹



ضریب انتقال حرارتی: U

ضریب مقاومت حرارتی: R

ضریب انتقال حرارتی سنگ گرانیت: 2.8 W/(m.k)

$$R_1 = \frac{t_1}{U_1} = \frac{0.025}{2.8} = 0.009 \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right)$$

ضریب انتقال حرارتی ملات ماسه سیمان: 1.8 W/(m.k)

$$R_2 = \frac{0.03}{1.8} = 0.017 \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right)$$

ضریب انتقال حرارتی ملات بلوک لیکا: 0.15 W/(m.k)

$$R_3 = \frac{0.2}{0.15} = 1.333 \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right)$$

ضریب انتقال حرارتی اندود گچ و خاک: 1.1 W/(m.k)

$$R_4 = \frac{0.015}{1.1} = 0.014 \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right)$$

ضریب انتقال حرارتی اندود گچ: 0.57 W/(m.k)

$$R_5 = \frac{0.01}{0.57} = 0.018 \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right)$$

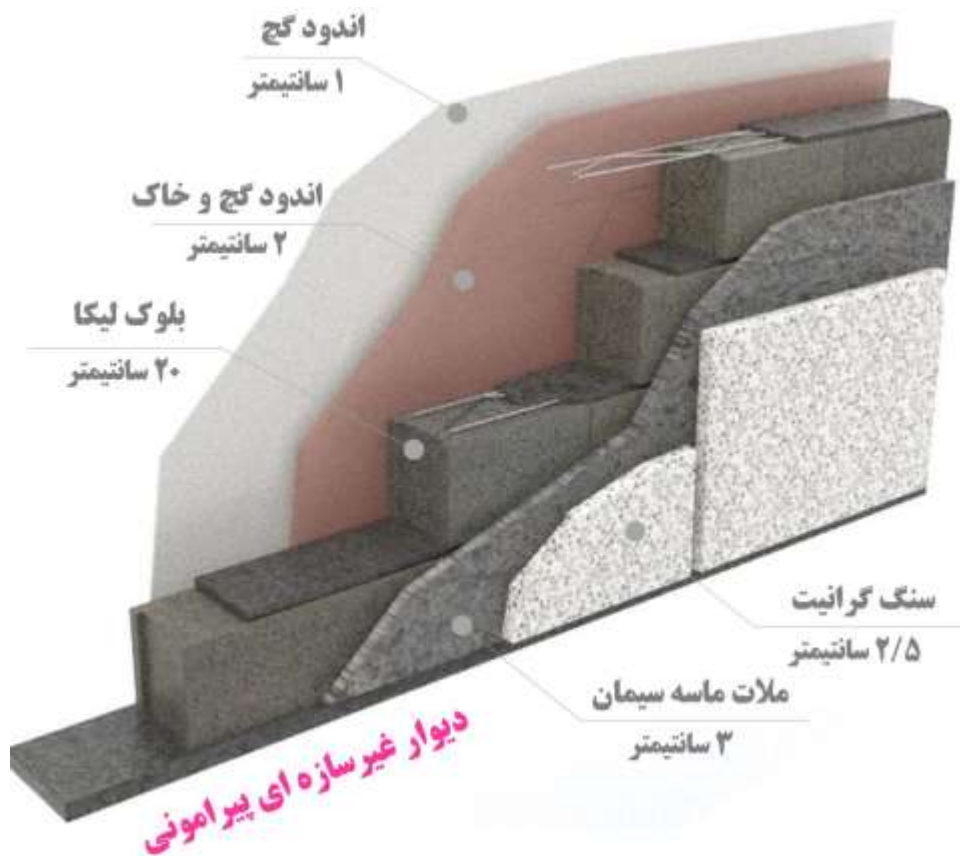
$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 1.39 \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right)$$

بنابراین از این دیوار می توان در اقلیم های 0B,1B,2A,2B و با کمی اغماض در اقلیم های 3A,3B استفاده نمود.

نکات تکمیلی – ارتباط ضخامت دیوار و مبحث ۱۹

جمع بندی

اینها مربوط به دیوارهای خارجی مجاور فضای باز هستند. برای سایر موارد (مثلا دیوار مجاور فضای نیمه باز یا در مجاورت خاک) سختگیری کمتری وجود دارد.



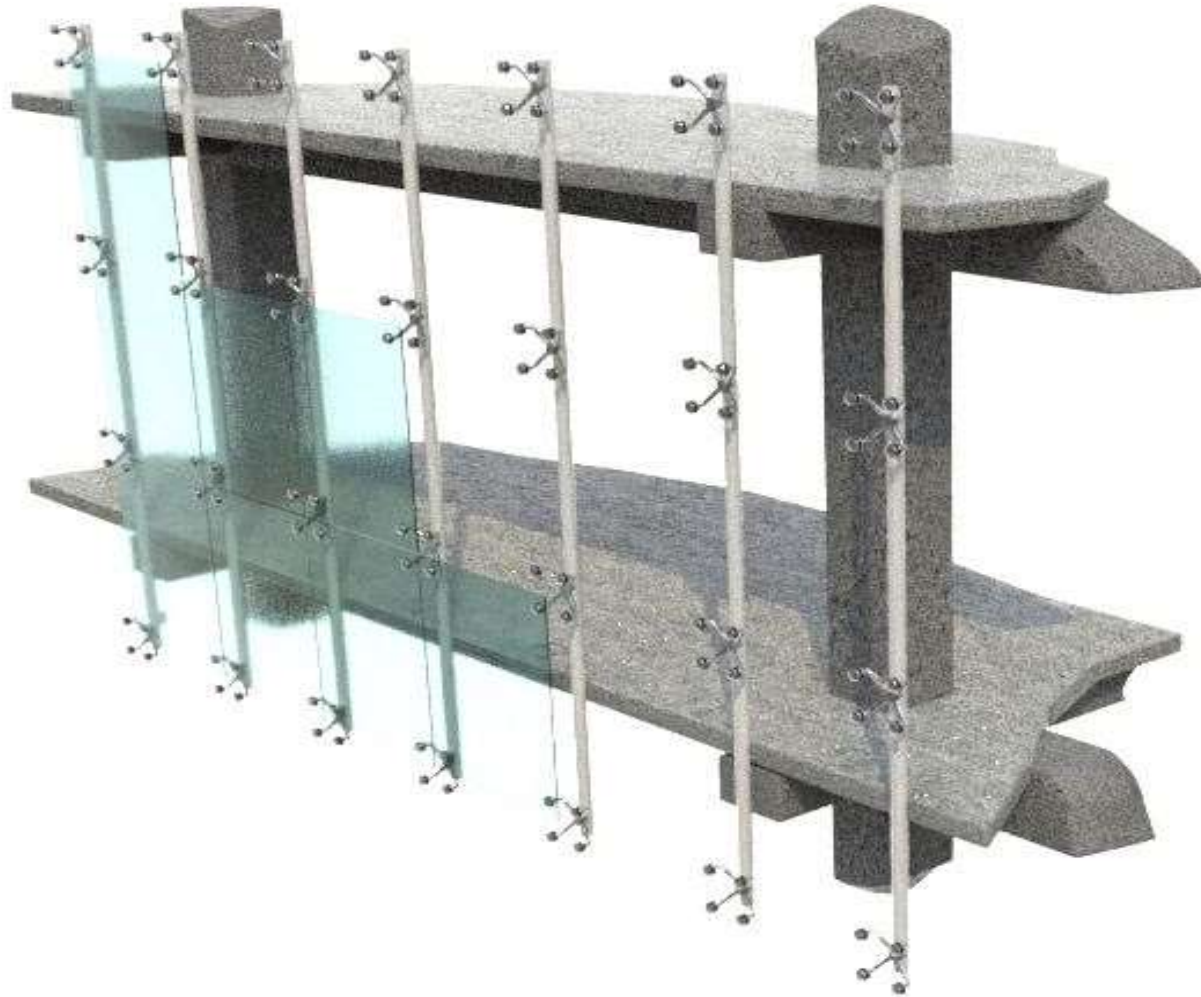
نوع بلوک	اقلیم های مجاز در صورت عدم استفاده از ۵ سانت عایق پشم سنگ	اقلیم های مجاز در صورت استفاده از ۵ سانت عایق پشم سنگ
لیکای ۱۵ سانتی	(0B) با اغماض	تمام اقلیم ها
لیکای ۲۰ سانتی	0B, 1B, 2A, 2B, (3A, 3B)	تمام اقلیم ها
بتن هوادار ۱۵ سانتی	هیچ یک از اقلیم ها	تمام اقلیم ها
بتن هوادار ۲۰ سانتی	هیچ یک از اقلیم ها	تمام اقلیم ها
سفالی ۱۵ سانتی	هیچ یک از اقلیم ها	تمام اقلیم ها به جز 5B, 5C
سفالی ۲۰ سانتی	هیچ یک از اقلیم ها	تمام اقلیم ها به جز 5B, 5C

بنابراین حتی یک لایه نازک عایق، تاثیر بسیار زیادی در افزایش ضریب مقاومت حرارتی دیوار دارد. در برخی موارد حتی ۲ سانت عایق میتواند کافی باشد.

جدول ۱۹-۵-۱ - حداقل میزان مجاز ضریب مقاومت حرارتی (R-Value) بخش های پوسته خارجی غیر نورگذر در اقلیم های مختلف (m2.k/W)

5B, 5C	4A, 4B	3A, 3B	2A, 2B	1B	0B
دیوار خارجی مجاور فضای باز					
1.96	1.69	1.43	1.16	1.16	1.09

نکات تکمیلی – دسته بندی نما بر اساس ضابطه ۷۱۴



نمای پرده ای

می تواند شفاف یا غیر شفاف باشد

از این نوع نما معمولا در
ساختمان های تجاری و اداری
بزرگ استفاده می شود.

نکات تکمیلی – دسته بندی نما بر اساس ضابطه ۷۱۴

این نوع نما متداول ترین نوع نما در کشور است و در عمدتاً در ساختمان های مسکونی و اداری و تجاری مورد استفاده قرار میگیرد.

درز انقطاع در نما در تراز تحتانی تیر

نما در تراز تیر فوقانی طبقه باید قطع شود و نباید به تیر فوقانی طبقه خود بچسبد

نما به تیر تحتانی طبقه می تواند بچسبد

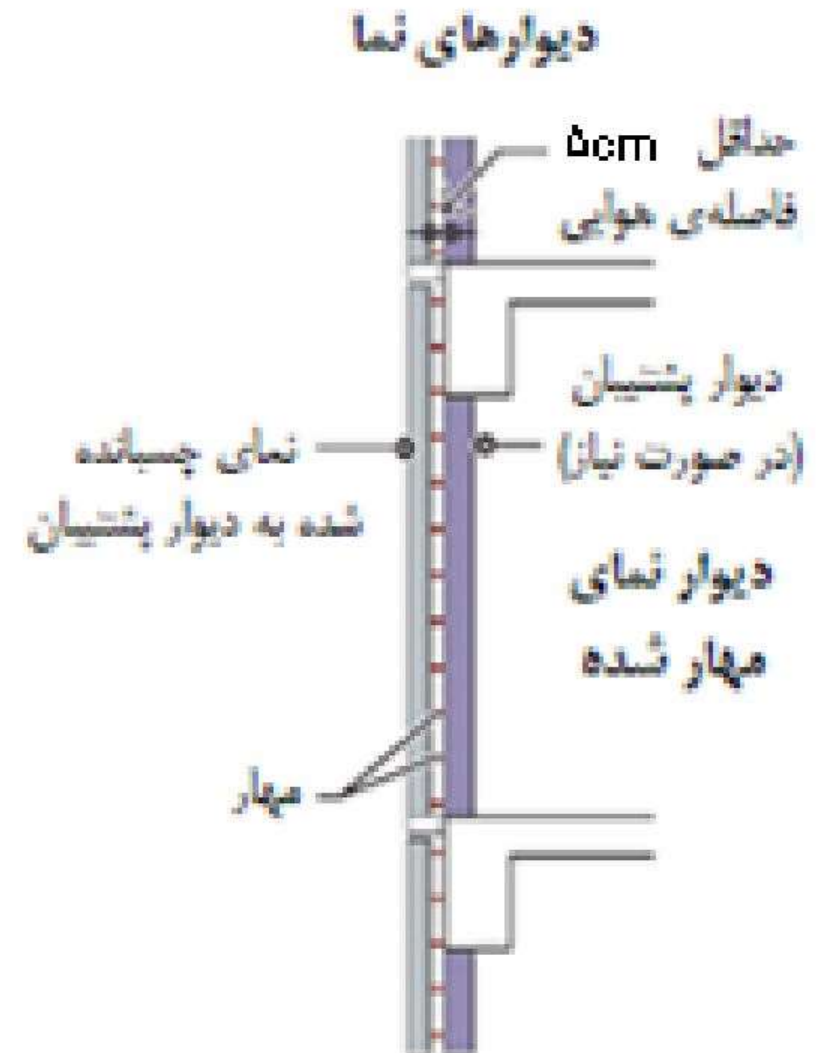
نما به تیر تحتانی طبقه می تواند مهار شود

دیوار نمای
چسبانده شده

دیوار نمای
مهار شده

نکات تکمیلی – دسته بندی نما بر اساس ضابطه ۷۱۴

این تصویر که در شکل ۱-۱ از ضابطه ۷۱۴ ارائه شده است قدری نادرست است و لازم است نمای مهار شده به دیوار پشتیبان در تراز زیر تیر فوقانی قطع شود. بدین ترتیب دریافت طبقه در امتداد داخل صفحه به نما اعمال نمی شود.



نکات تکمیلی – دسته بندی نما بر اساس ضابطه ۷۱۴

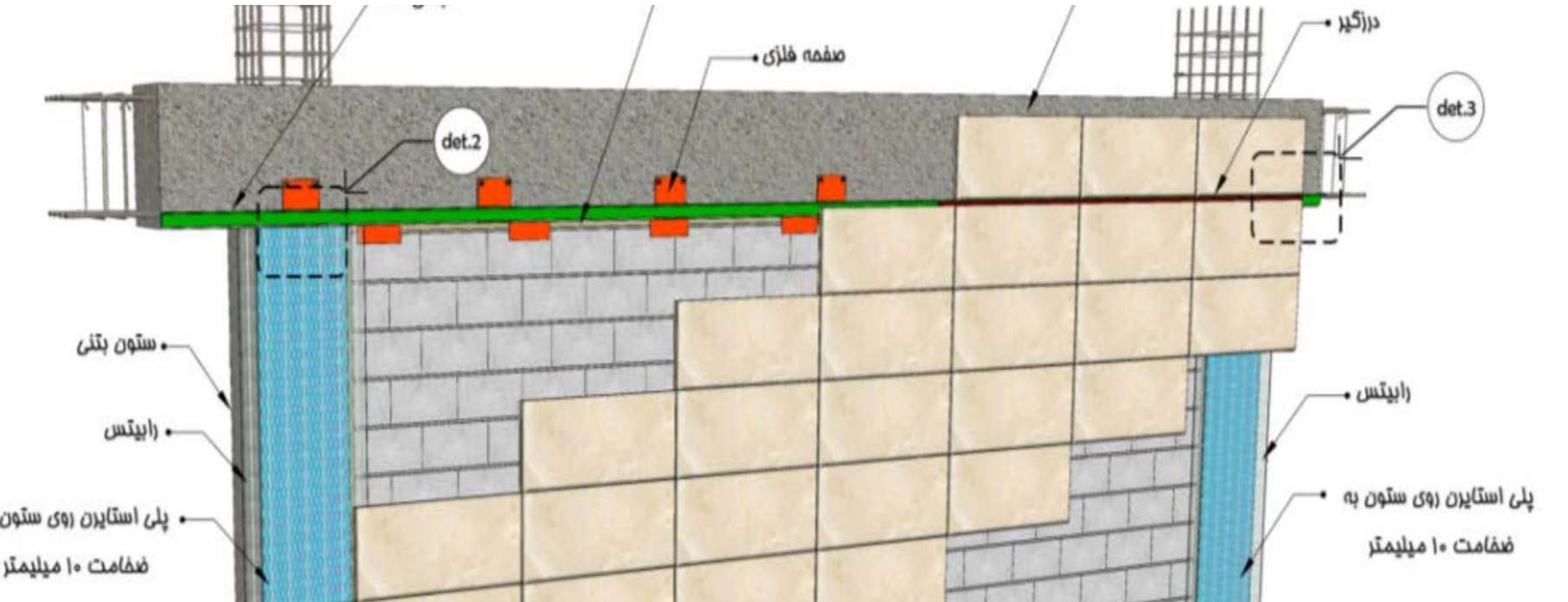


در این نوع نما ستون ها و سقف به صورت اکسپوز هستند.
بنابراین پل حرارتی قابل توجهی ایجاد نموده و این نما از منظر
مشخصات عایق حرارتی، نمای مناسبی نمی باشد.
همچنین در کشور از این نوع نما چندان استفاده نمی شود.



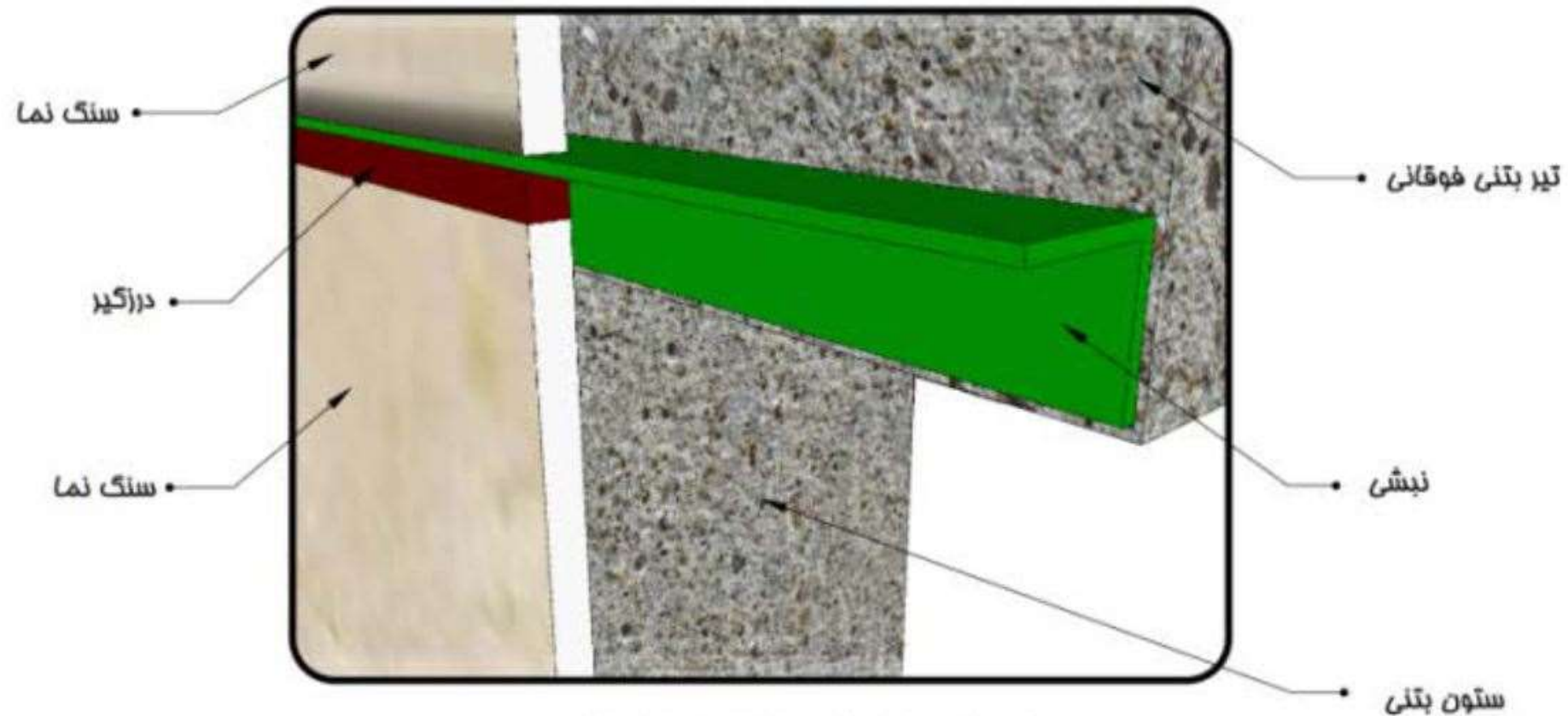
نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

جزئیات ارائه شده در ضابطه ۷۱۴



نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

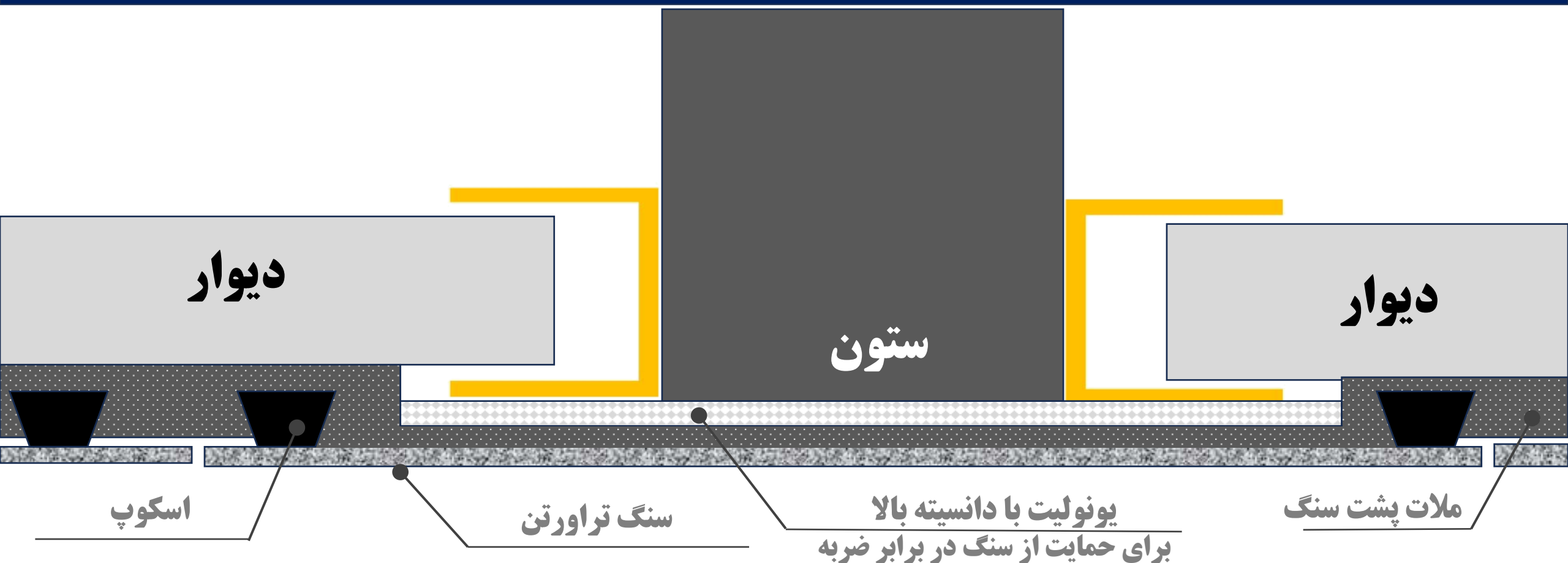
جزئیات ارائه شده در ضابطه ۷۱۴



جزئیات اتصال سنگ به نبشی و اجرای درزگیر

det.3

نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده



سنگ یک تکه از روی ستون عبور کرده و از دو طرف به دیوار دو طرف اسکوپ می شود

سنگ نباید به ستون و اتصالات کشویی دیوار بچسبد و حرکت ستون یا اتصالات کشویی متصل به آن نباید به سنگ منتقل شود (در امتداد داخل صفحه دیوار).

نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده



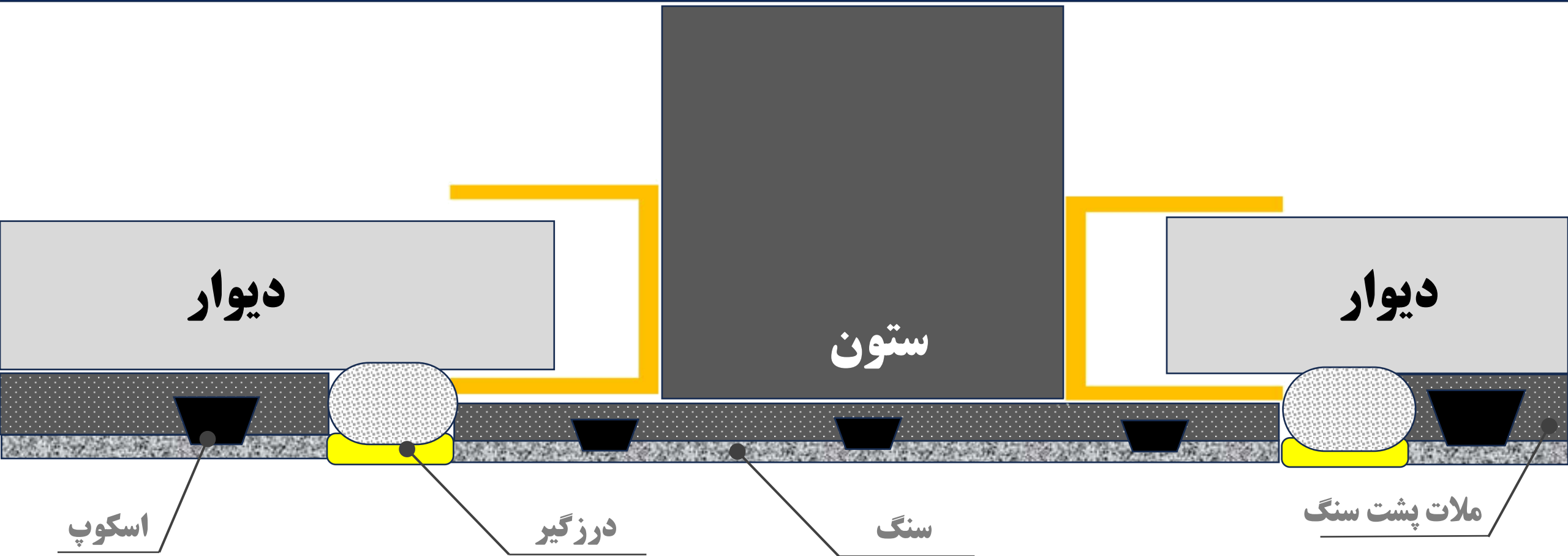
سنگ و دیوار پشتی به یکدیگر چسبیده و متصل هستند. هر دو از ستون و اتصالات کشویی جدا شده اند. سنگ و ملات متصل به سنگ نباید تماسی با ستون یا اتصالات کشویی متصل به ستون داشته باشد.

نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

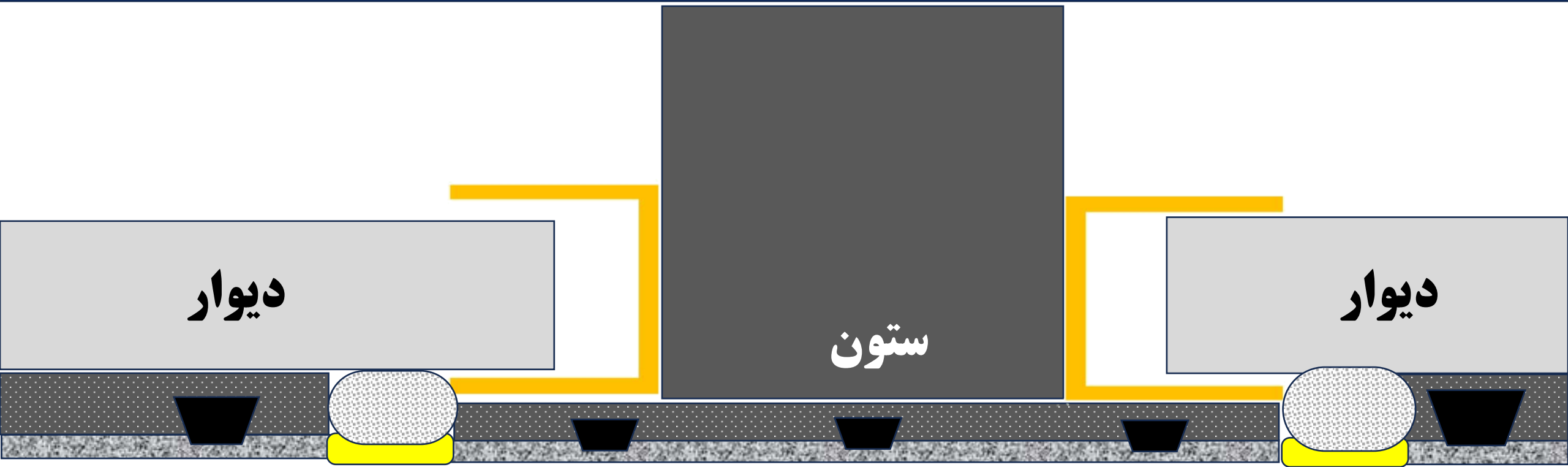


سنگ و دیوار پشتی به یکدیگر چسبیده و متصل هستند. هر دو از ستون و اتصالات کشویی جدا شده اند. سنگ و ملات متصل به سنگ نباید تماسی با ستون یا اتصالات کشویی متصل به ستون داشته باشد.

نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده



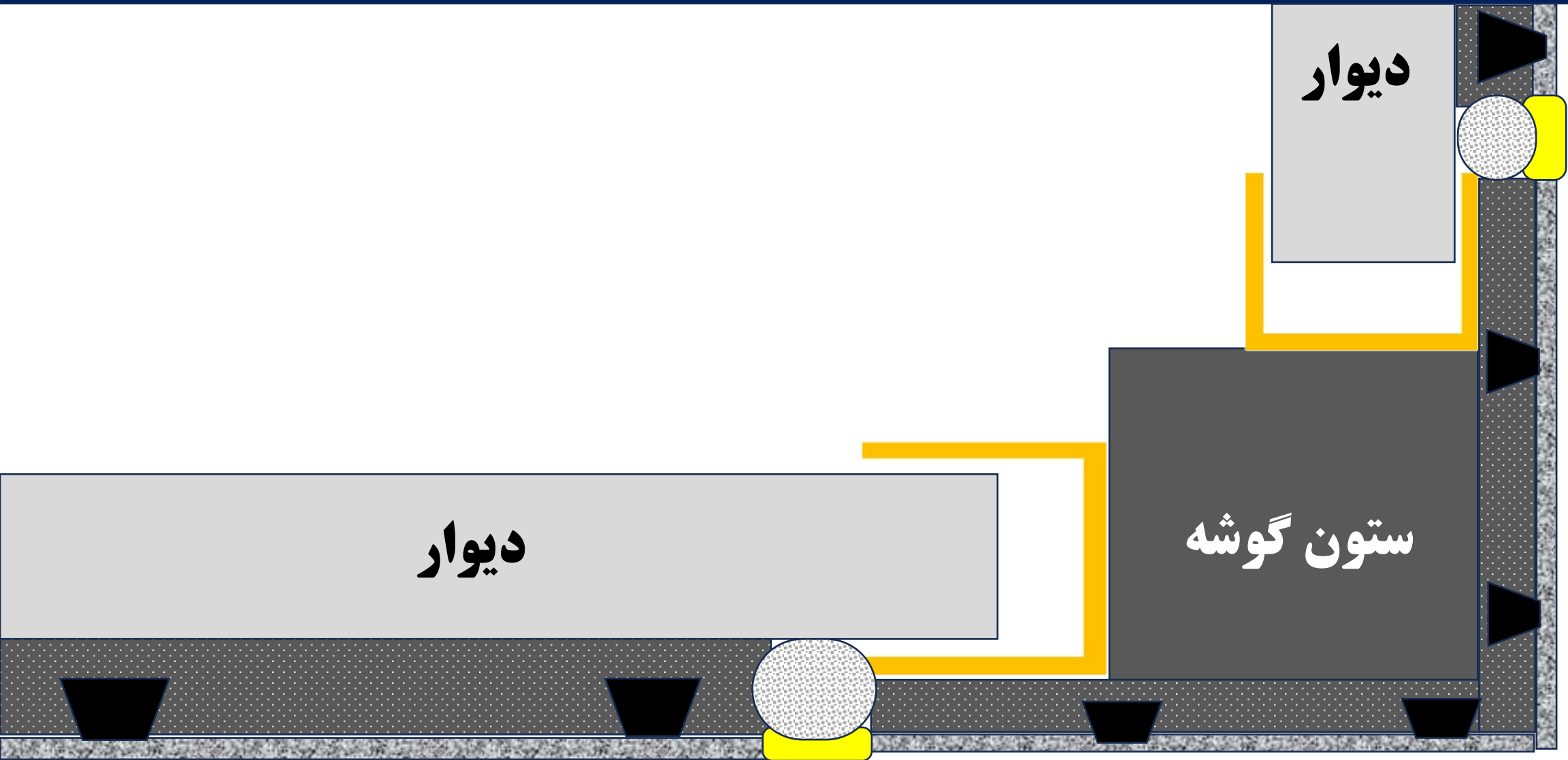
نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده



نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

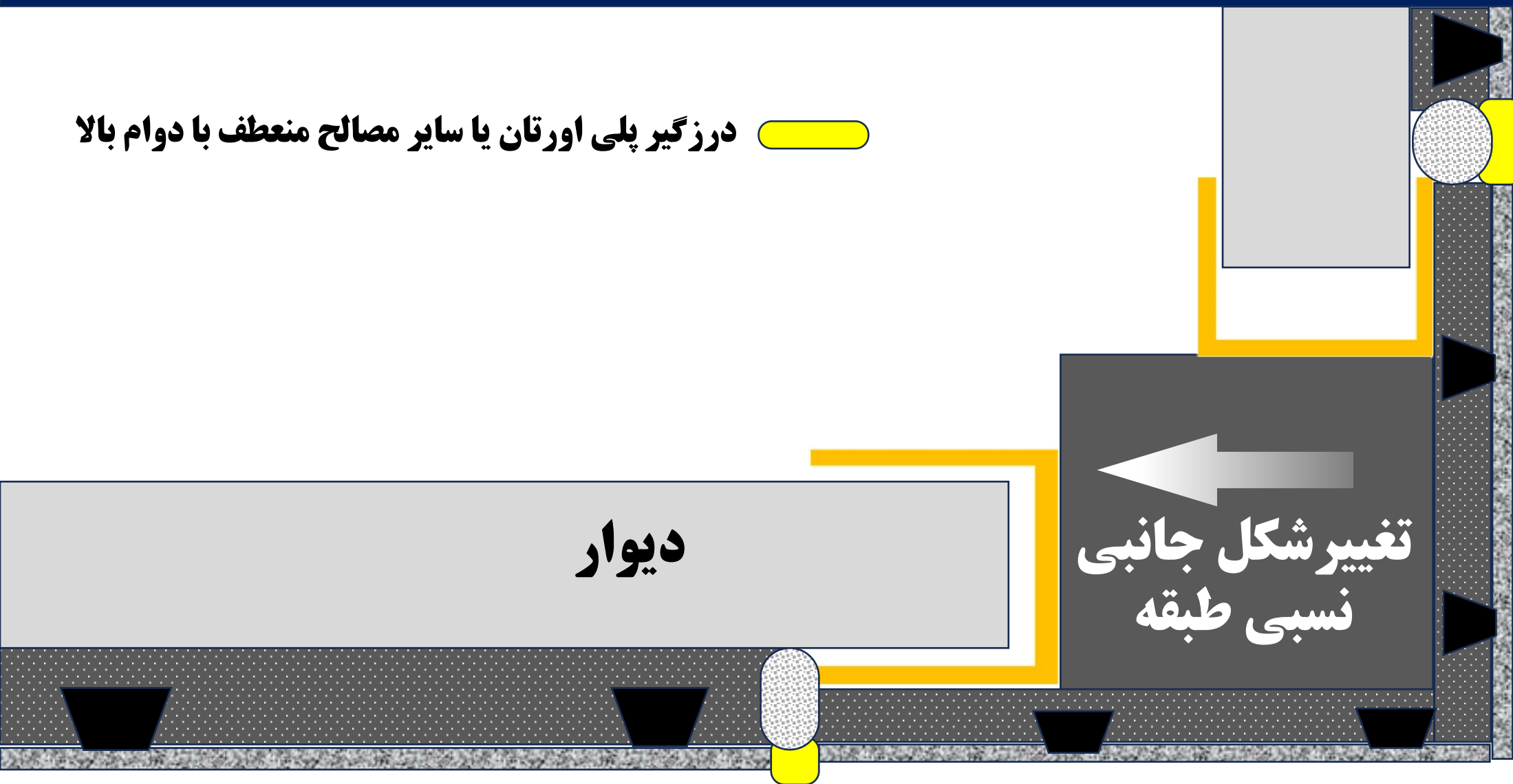


نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده



نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

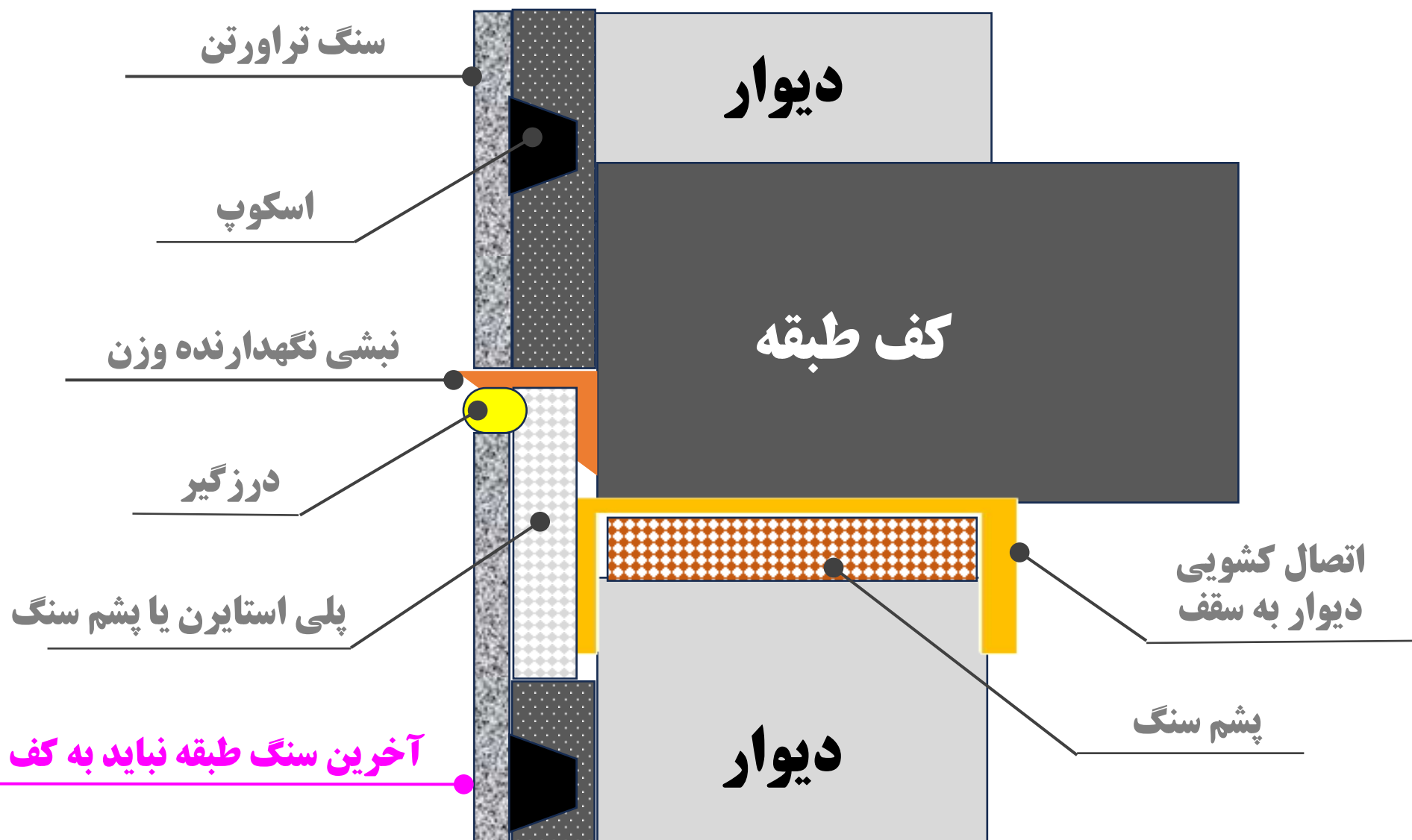
درزگیر پلی اورتان یا سایر مصالح منعطف با دوام بالا



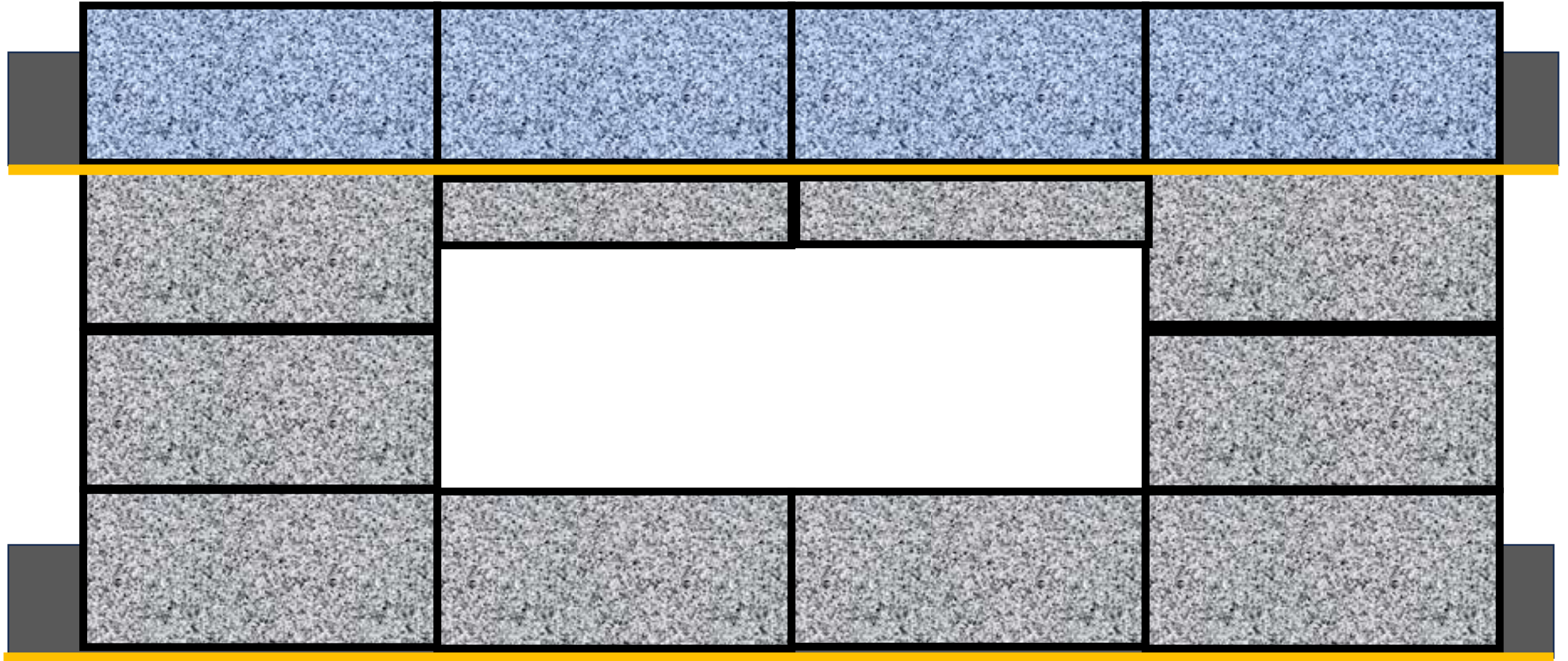
نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده



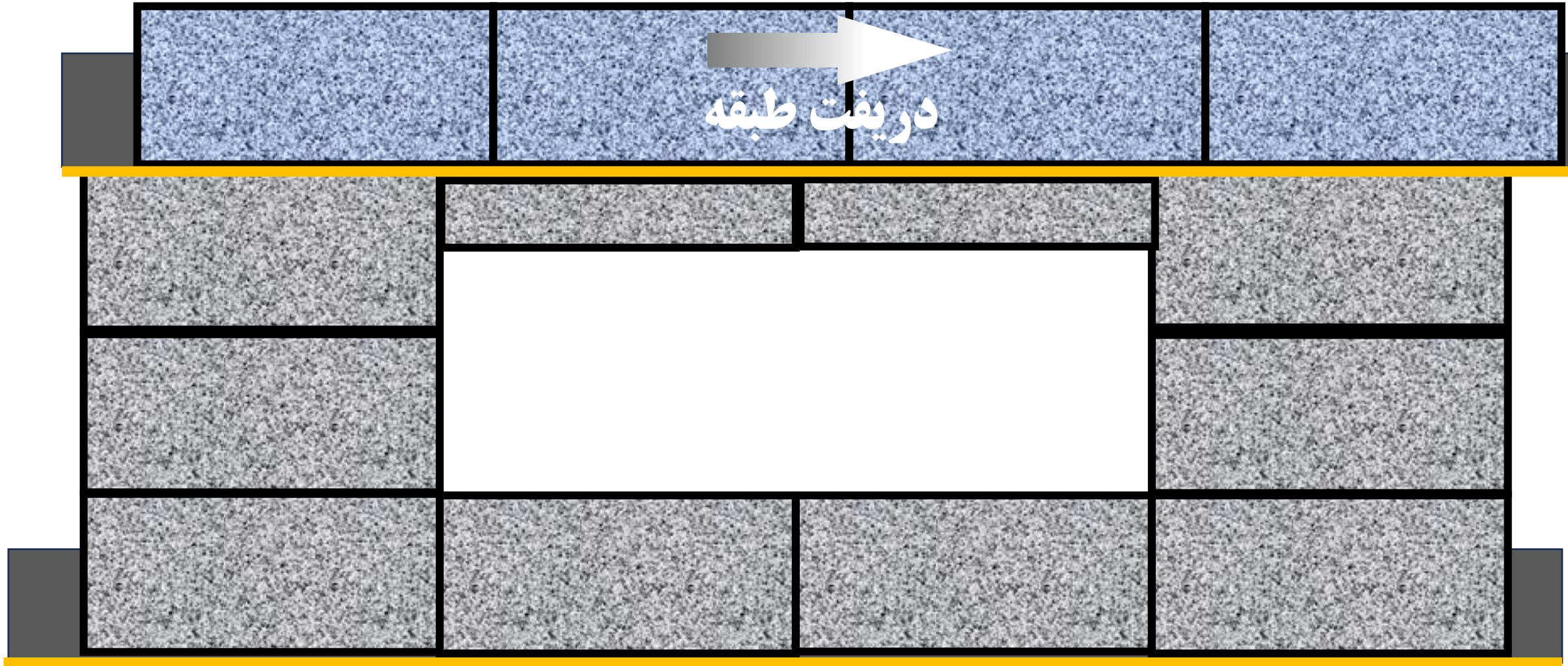
نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده



نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

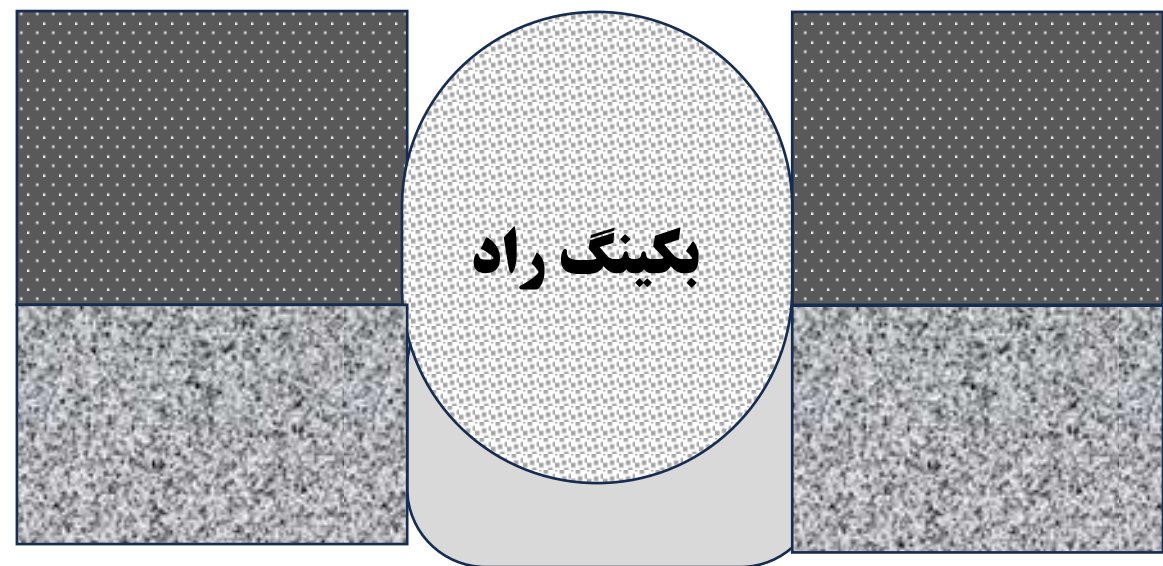


نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده



نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

درزگیرهای پشت بند اسفنجی (بکینگ راد) + ماستیک
(مناسب برای درزهای کمتر از حدود ۵ سانت)



ماستیک سیلیکون یا پلی یورتان

از منظر دوام معمولاً ماستیک های سیلیکونی دوام بیشتری دارند (۲۰+ سال).
در مقابل ماستیک های پلی یورتان رنگ پذیر بوده و چسبندگی بهتری دارند.



نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

درزگیرهای آلومینیومی سه تکه
(قابل استفاده در درزهای بیش از ۵ سانت)



نکات تکمیلی – دیوار نمای چسبانده شده

استفاده از ماسه دوبر شسته در ملات مابین سنگ و دیوار (برای افزایش چسبندگی)

پاک کردن و شستن سنگ قبل از نصب (برای افزایش چسبندگی مابین سنگ و ملات)

استفاده از رابیتس در محل اجرای ملات روی سطح بتن (برای بهبود چسبندگی بین ملات و بتن)

استفاده از رابیتس برای اتصال لایه های پشم سنگ یا یونولیت به سطح بتن

استفاده از حداقل یک اسکوپ در هر ۰/۲ متر مربع از سنگ و توزیع یکنواخت اسکوپ ها برای هر قطعه سنگ

استفاده از اسکوپ حتی برای قطعات کوچک سنگ

سنگ نما نباید به صورت یک تکه از تراز طبقه عبور کند (لزوم توجه مهندسین نما به جداسازی نما از سازه)

در محل درزهای نما از درزگیر مناسب استفاده شود (مطابق جزئیات ارائه شده در اسلایدهای قبل)

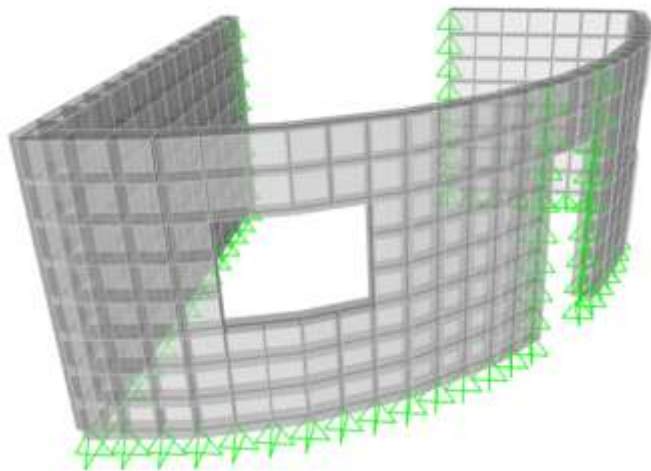
طراحی بر اساس شبیه سازی اجزا محدود

قابل استفاده برای دیوارهای با شرایط نامتعارف نامتعارف

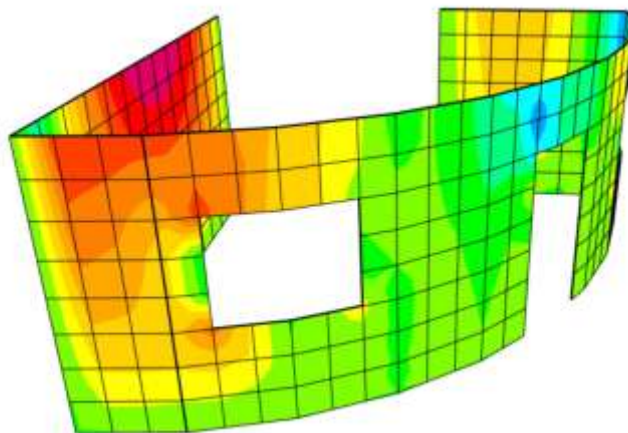
- دیوارهای قوسی
- دیوارهای دارای بازشوی دایروی
- دیوارهای دارای پخی
- دیوارهای دارای یک لبه قائم آزاد و لبه فوقانی آزاد
- ...

طراحی بر اساس شبیه سازی اجزا محدود

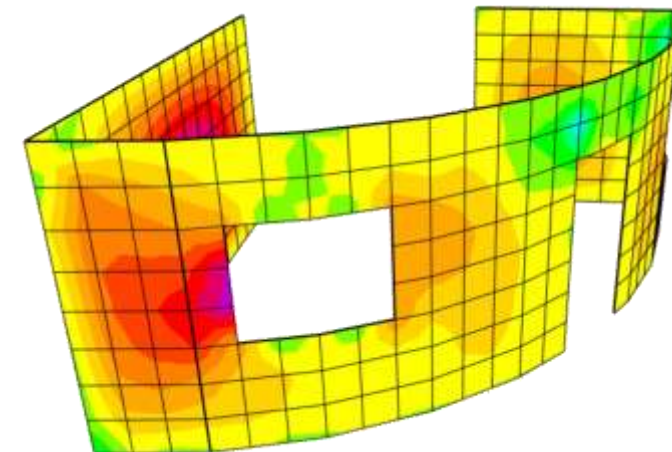
مدلسازی دیوار با المان پوسته الاستیک، تعریف شرایط مرزی و اعمال بار خارج از صفحه



کنترل خمش افقی ایجاد شده در دیوار و مقایسه با ظرفیت خمش افقی



کنترل خمش قائم ایجاد شده در دیوار و مقایسه با ظرفیت خمش افقی

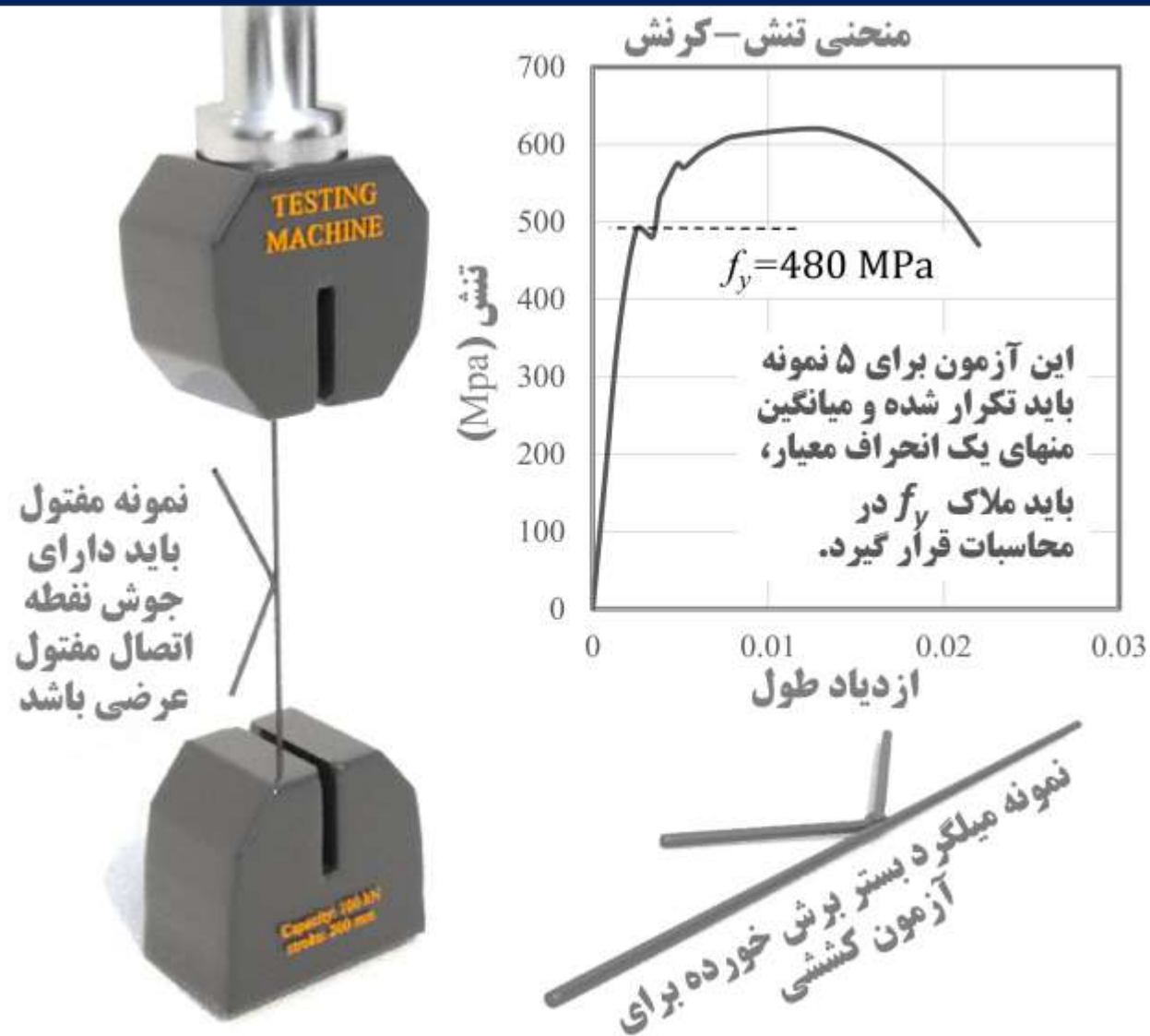


در SAP و ETABS خمش افقی پوسته با M11 نشان داده می شود. لذا حداکثر مقدار M11 حاصل از نرم افزار (میانگین گیری شده در یک متر از ارتفاع دیوار در بحرانی ترین محل) باید با مقدار Md2 معرفی شده در دستورالعمل مقایسه شود.

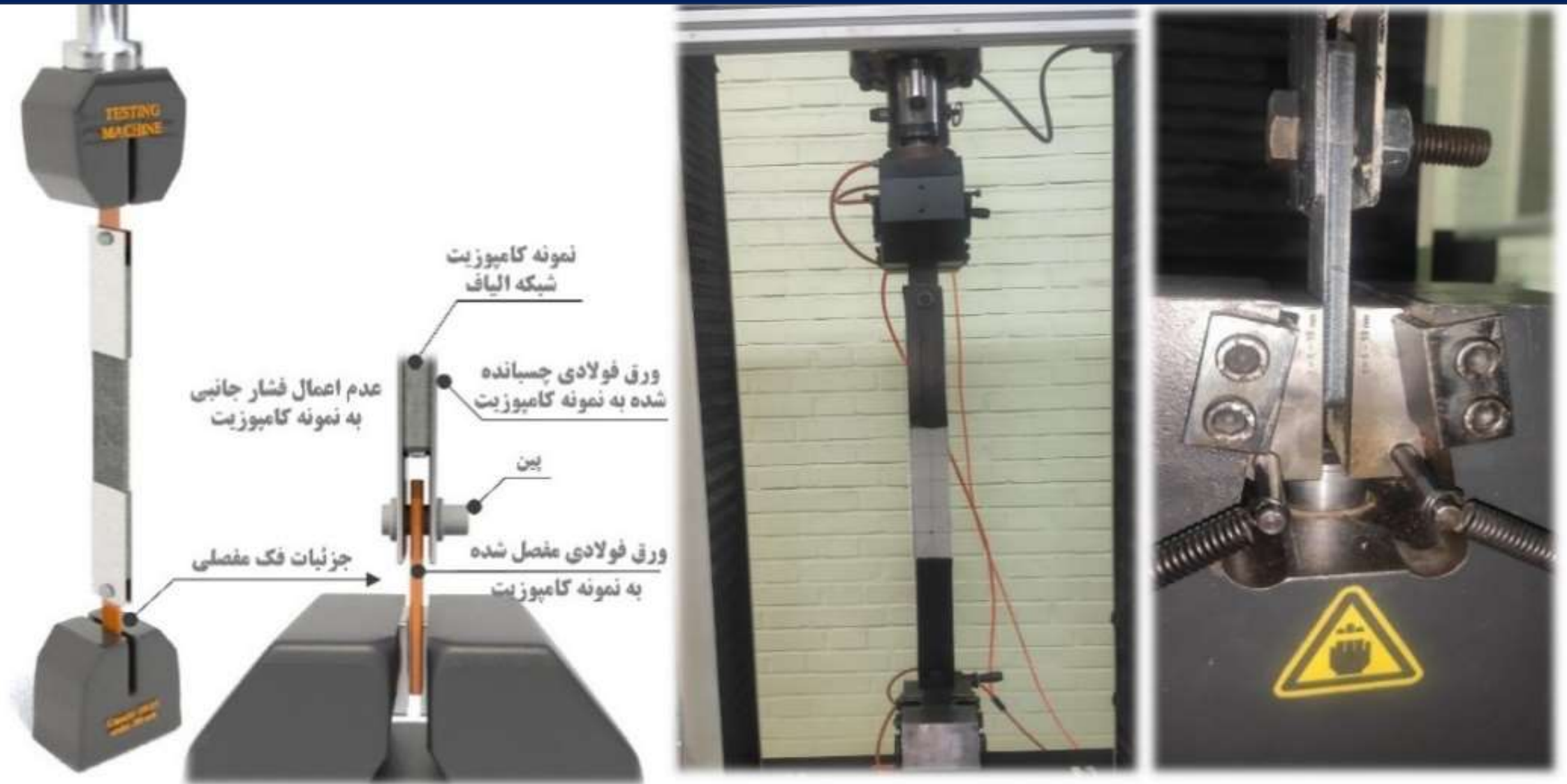
در SAP و ETABS خمش قائم پوسته با M22 نشان داده می شود. لذا حداکثر مقدار M22 حاصل از نرم افزار (میانگین گیری شده در یک متر از طول دیوار در بحرانی ترین محل) باید با مقدار Md1 معرفی شده در دستورالعمل مقایسه شود.

تذکر: از نتایج تحلیل صرفاً برای تخمین حداکثر تقاضای خمش افقی و قائم استفاده شده و ظرفیت خمش افقی و قائم بر اساس روابط دستورالعمل محاسبه می شوند (ابزار محاسباتی تحت اکسل نیز این مقادیر را ارائه می دهد).

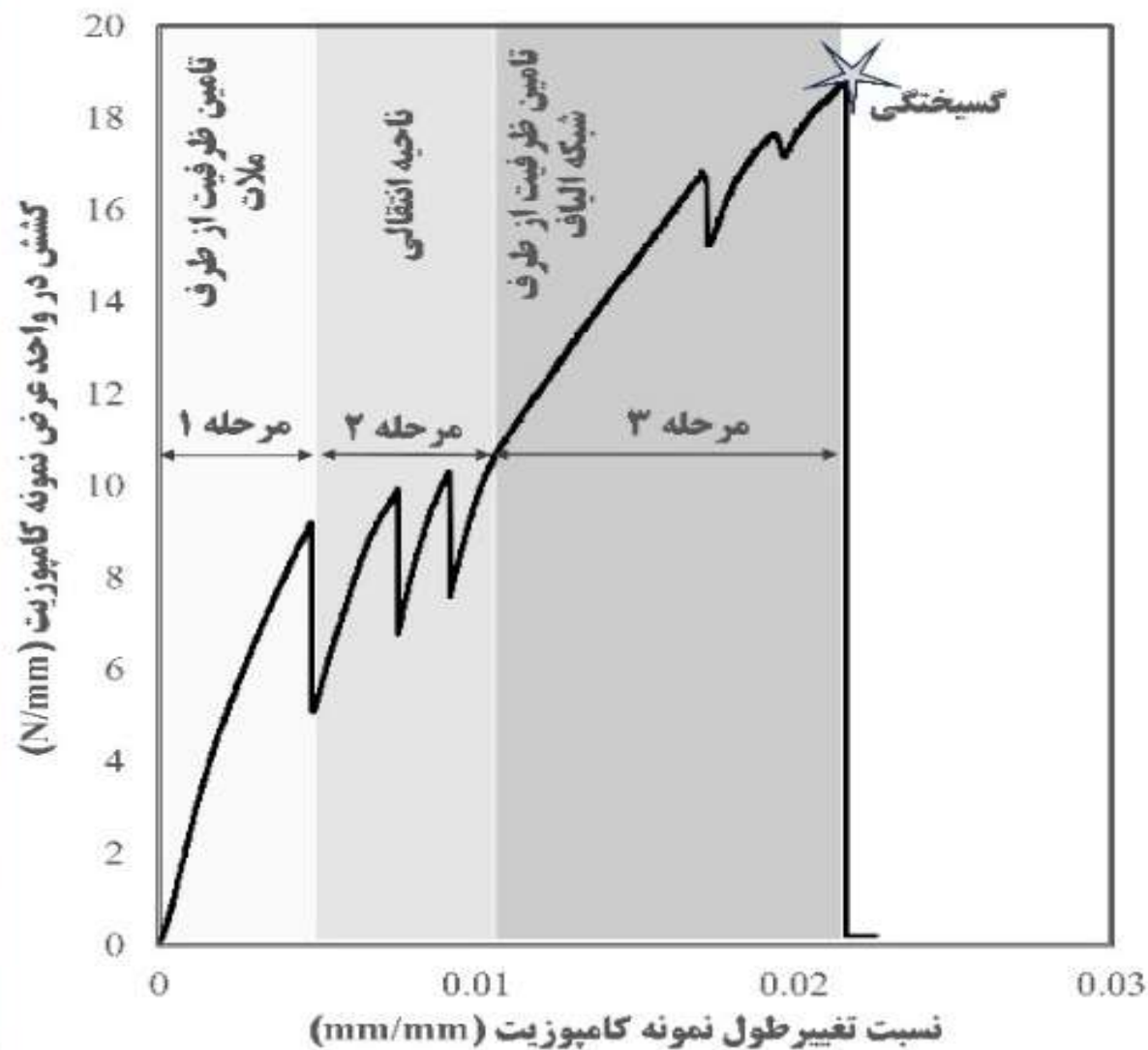
نکات تکمیلی – آزمون کششی تسلیحات



نکات تکمیلی – آزمون کششی تسلیحات

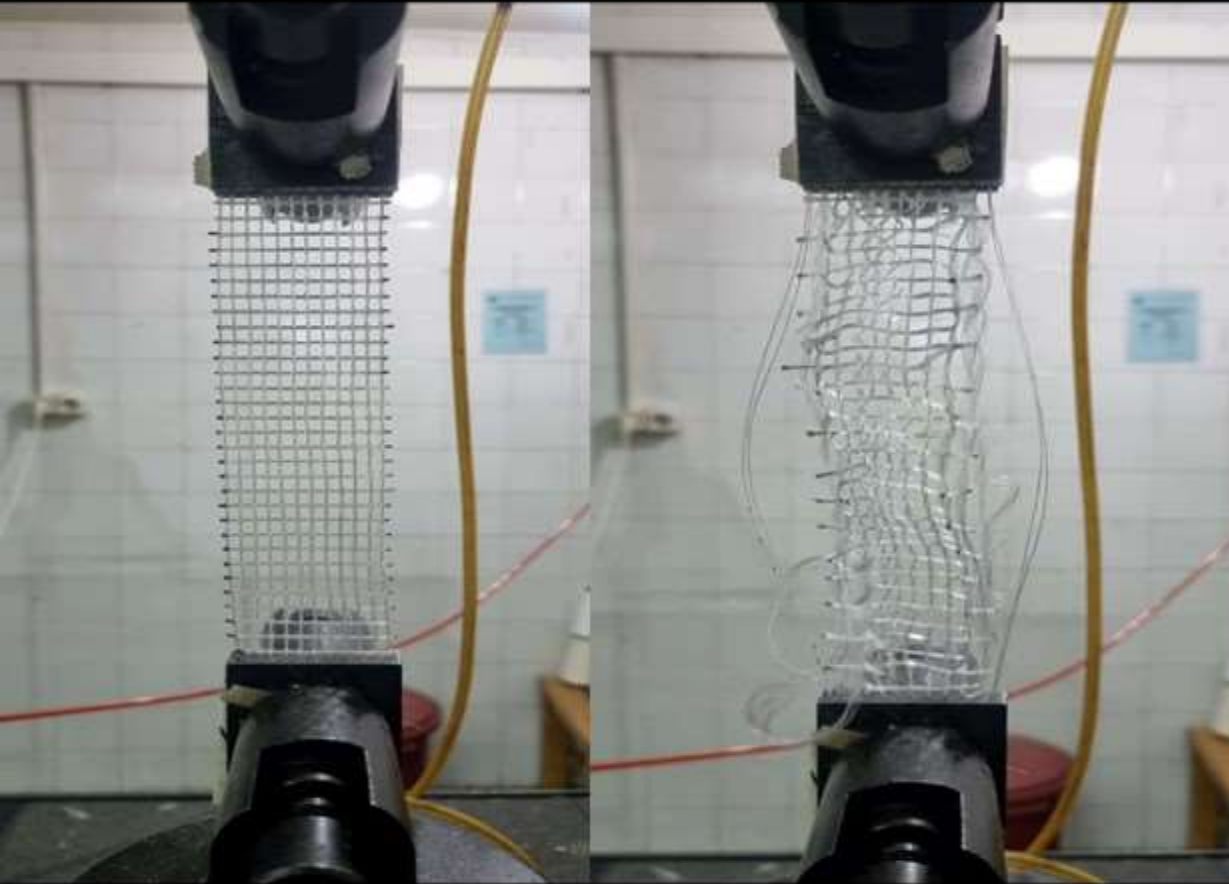


نکات تکمیلی - رفتار کامپوزیت شبکه الیاف

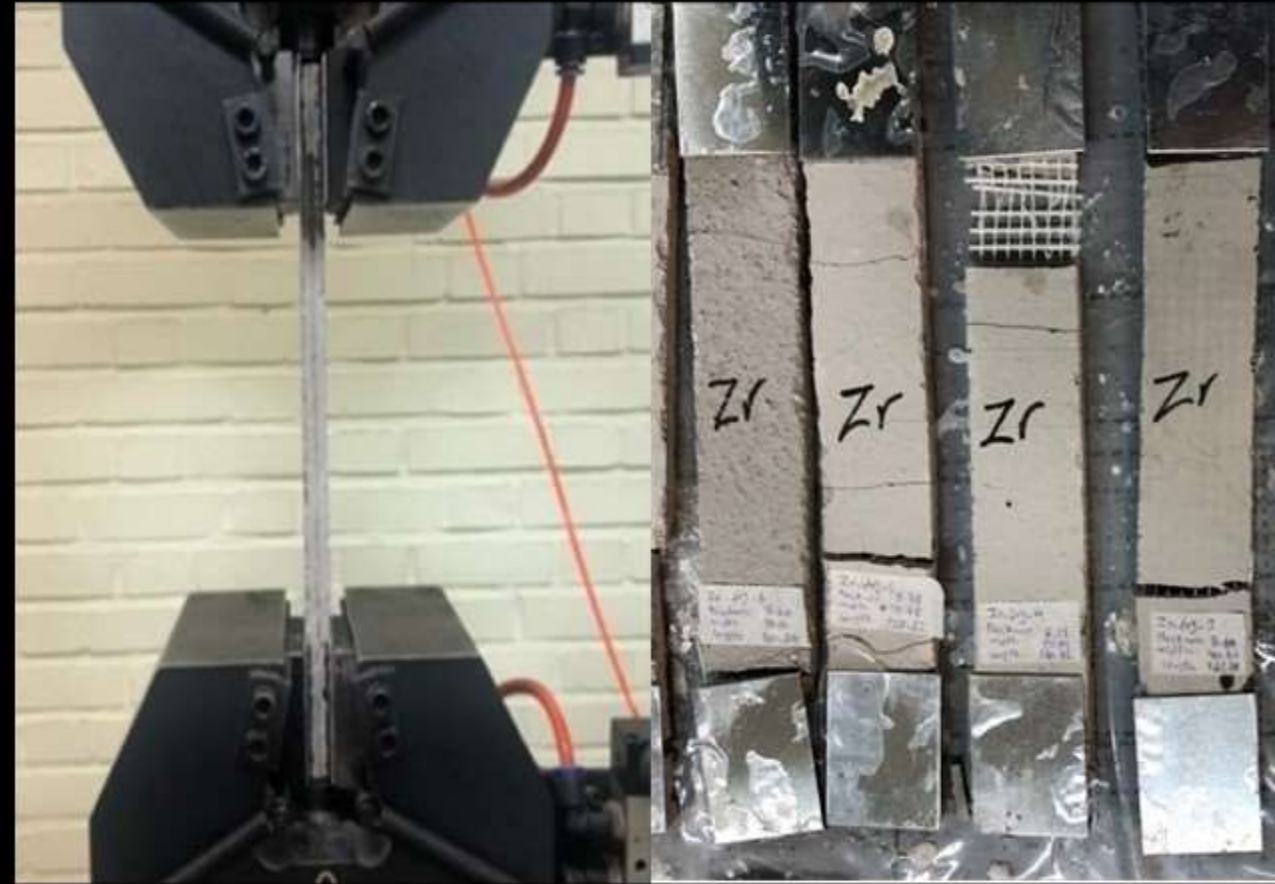


نکات تکمیلی – رفتار کامپوزیت شبکه الیاف

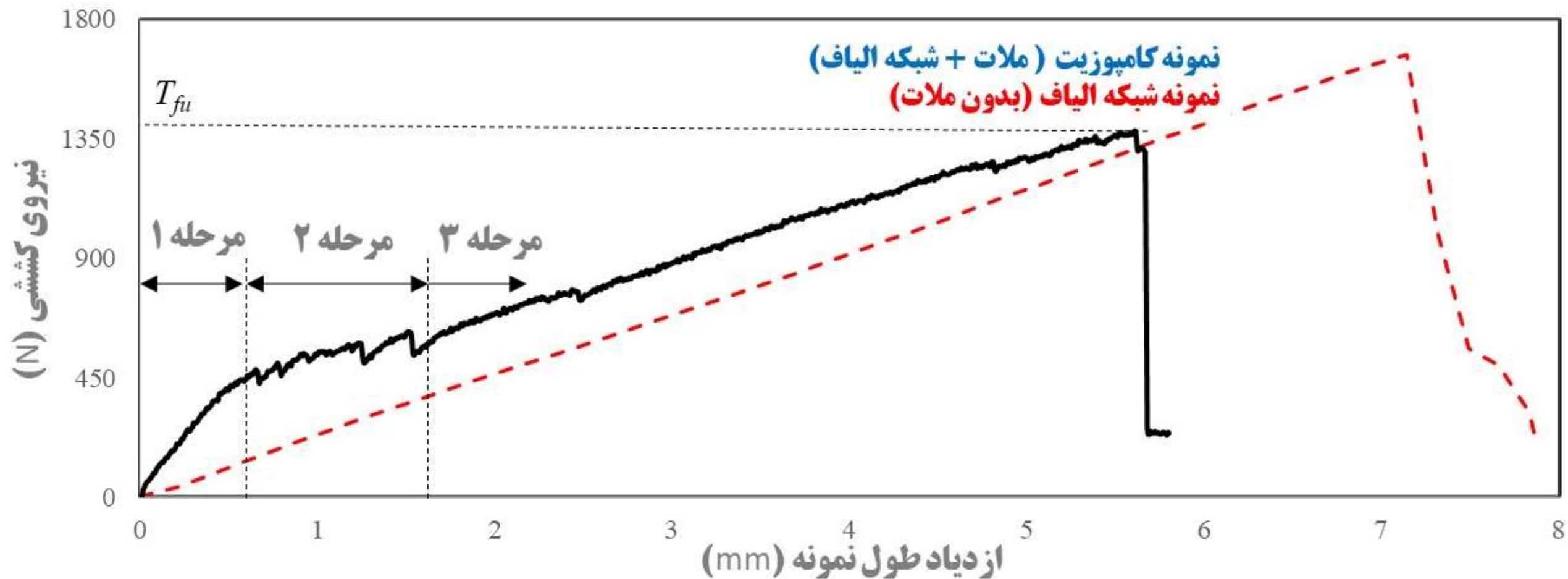
آزمون کششی بر روی شبکه الیاف
(شبکه الیاف به تنهایی و بدون ملات)



آزمون کششی بر روی کامپوزیت شبکه الیاف
(شبکه الیاف + ملات)



نکات تکمیلی – رفتار کامپوزیت شبکه الیاف



نکات تکمیلی – رفتار کامپوزیت شبکه الیاف

مدهای گسیختگی در کامپوزیت شبکه الیاف

گسیختگی در شبکه الیاف



جداشدگی و لغزش مابین شبکه الیاف و ملات کامپوزیت



نکات تکمیلی – رفتار کامپوزیت شبکه الیاف



مرحله ۱
شروع ترک در لایه بیرونی ملات کامپوزیت

نکات تکمیلی – رفتار کامپوزیت شبکه الیاف

مرحله ۲
جدا شدن لایه بیرونی ملات کامپوزیت



نکات تکمیلی – رفتار کامپوزیت شبکه الیاف

مرحله ۳

بروز هم زمان گسیختگی و جداشدگی در شبکه الیاف



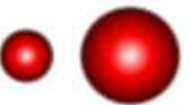
نکات تکمیلی – رفتار کامپوزیت شبکه الیاف

در روش تسلیح کامپوزیت بند بستر، مد گسیختگی عمدتاً از نوع گسیختگی شبکه الیاف است.



نکات تکمیلی – واکنش قلیایی در الیاف شیشه فاقد زیرکونیا

سیلیکا (دی اکسید سیلیسیم) 

ژل با قابلیت جذب آب و انبساط 

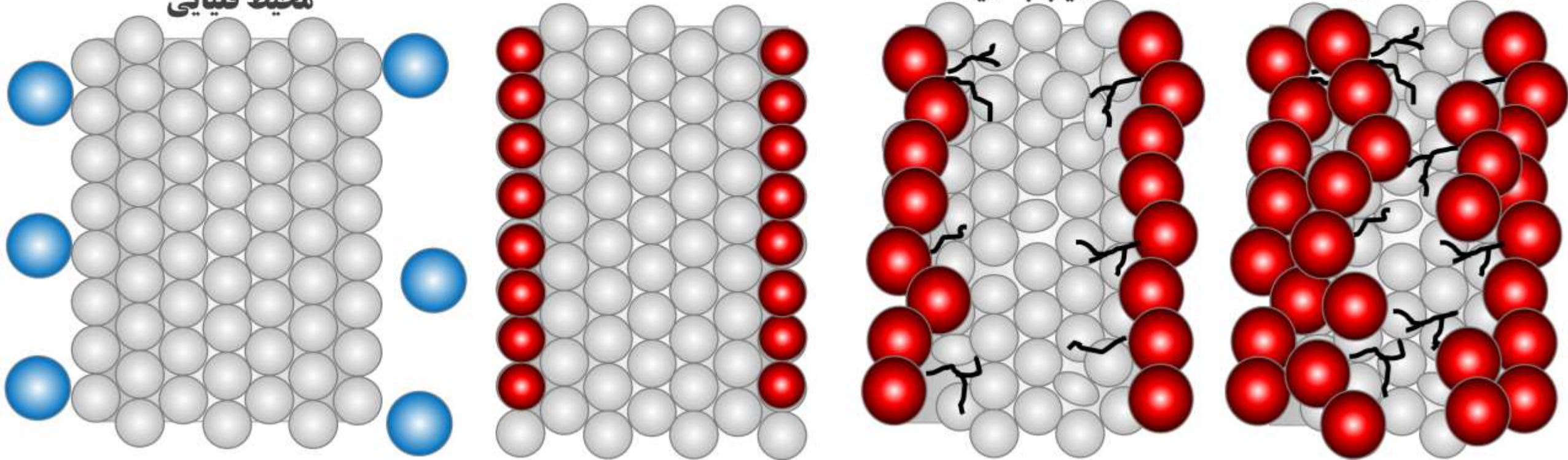
یون قلیایی حاصل از هیدراسیون پلاستر 

الیاف شیشه در محیط قلیایی

تشکیل ژل

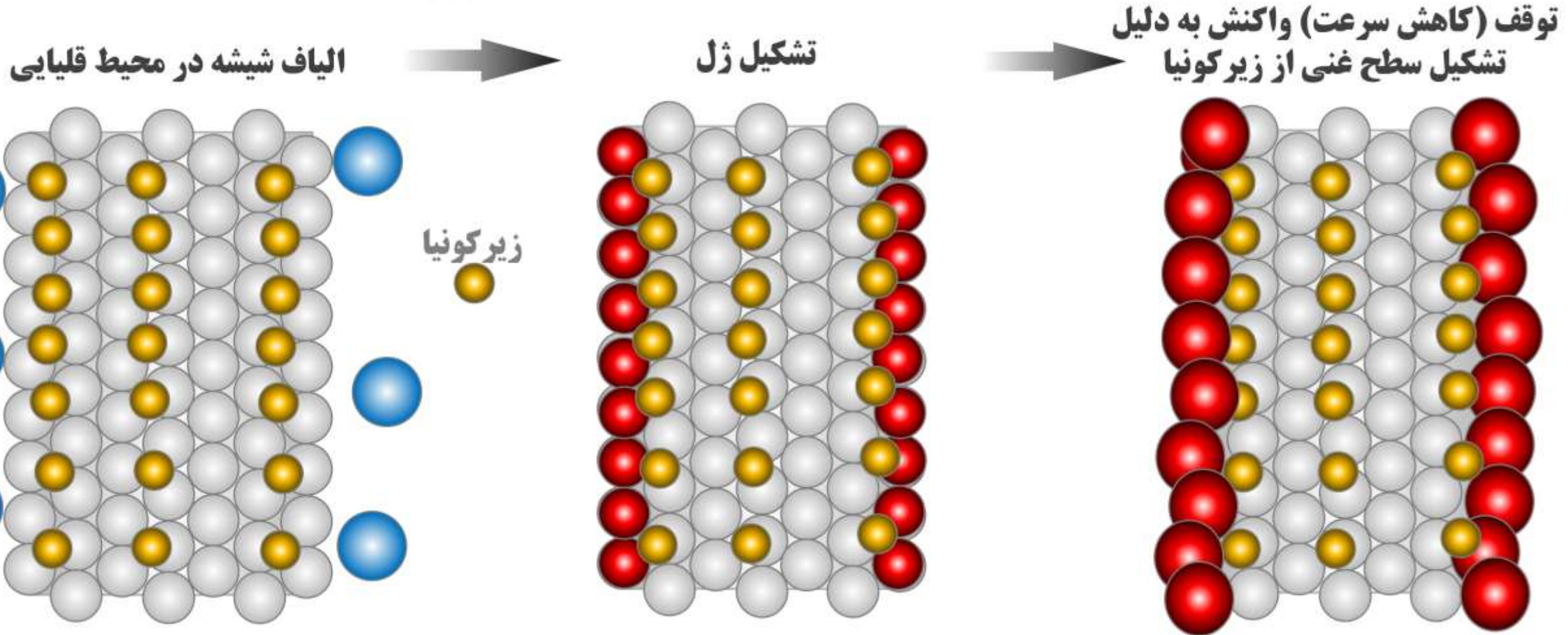
انبساط ژل و ایجاد آسیب به الیاف

ادامه واکنش و نفوذ بیشتر به داخل مقطع الیاف

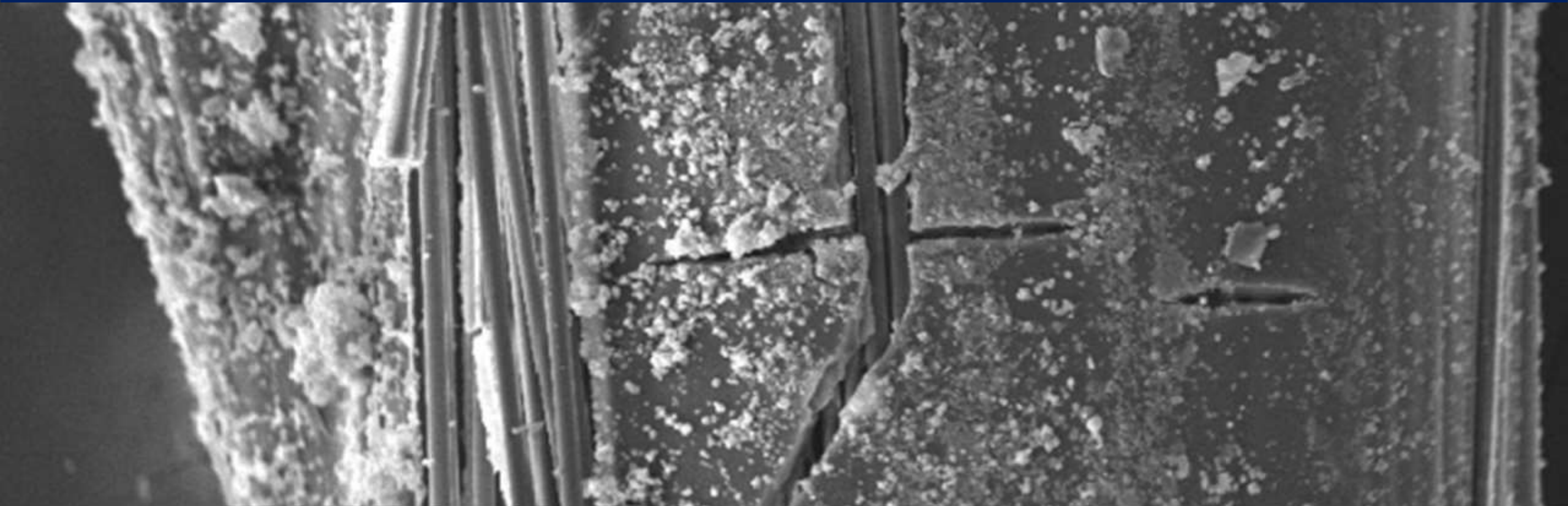


نکات تکمیلی – واکنش قلیایی در الیاف شیشه حاوی زیر کونیا

سرعت واکنش یون ها با زیر کونیا بسیار کمتر از سرعت واکنش آنها با سیلیکا است. لذا پس از مدتی سیلکای سطح الیاف تمام شده و سطحی غنی از زیر کونیا باقی می ماند که یون ها نمی توانند با آن ها به سرعت واکنش دهند. لذا نفوذ ژل به داخل مقطع الیاف محدود می شود. لازم به ذکر است زیر کونیا واکنش را متوقف نمی کند بلکه سرعت آن را به شدت کند می کند که در کاربردهای مهندسی عمران کفایت می کند.



نکات تکمیلی – واکنش قلیایی بر اساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی



تشکیل ژل‌های ناشی از واکنش قلیایی سیلیکا بر روی سطح الیاف شیشه
نمونه شبکه الیاف شیشه ۲۸ روز در محلول قلیا
(بر اساس آزمایش‌های انجام شده توسط شرکت والمش)

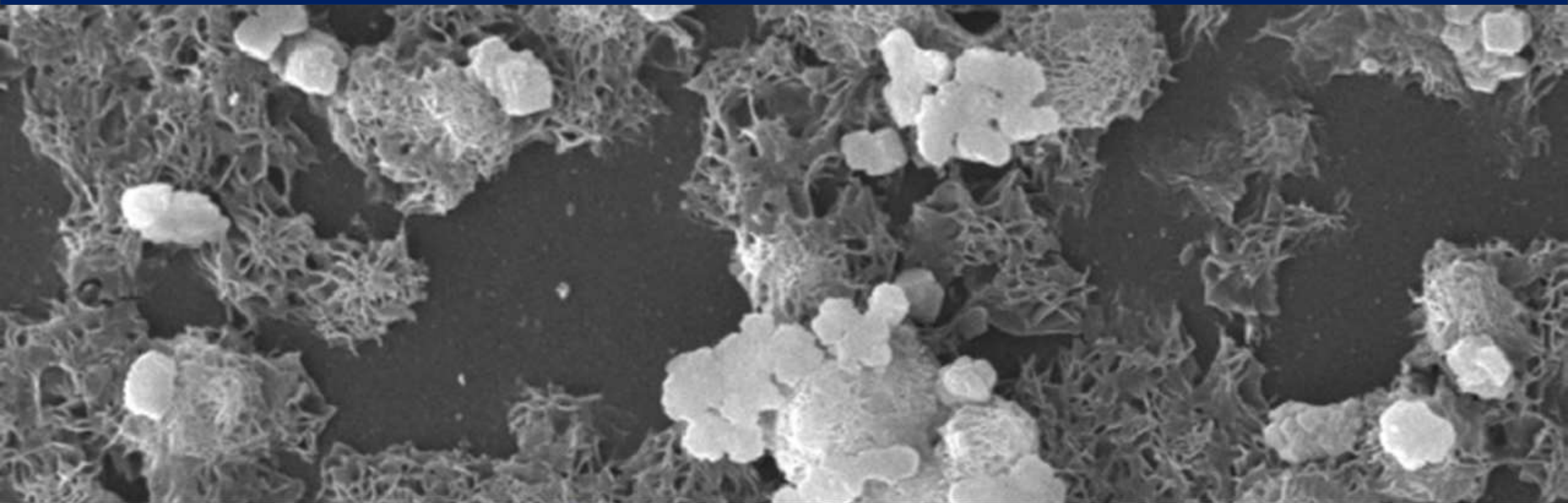
Amirkabir University

AIS2300C SEI WD = 7.9 22.0 kV X 250

100um

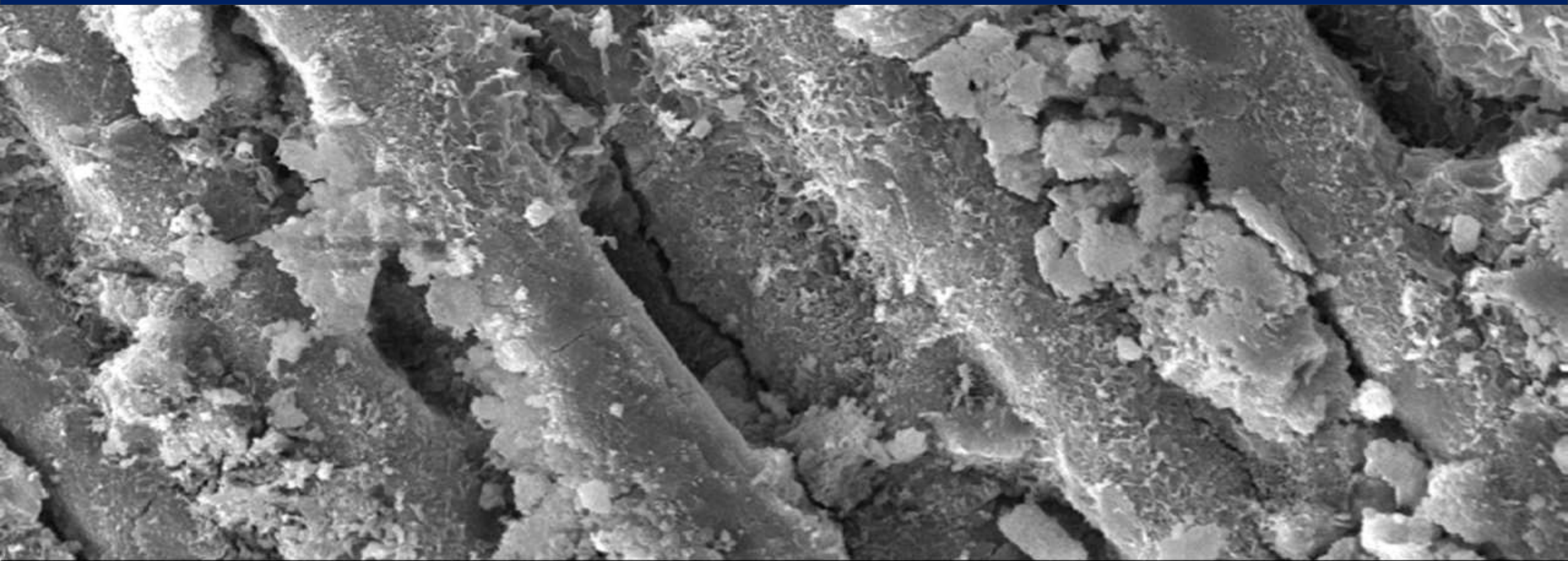
سید امین موسوی

نکات تکمیلی – واکنش قلیایی بر اساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی



تصویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی از تشکیل **ژل‌های ناشی از واکنش قلیایی سیلیکا** بر روی سطح الیاف شیشه
نمونه شبکه الیاف شیشه ۲۸ روز در محلول قلیا
(بر اساس آزمایش‌های انجام شده توسط شرکت والمش)

نکات تکمیلی – واکنش قلیایی بر اساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی



۱۰۰۰ ساعت (۴۲ روز) در محلول قلیا

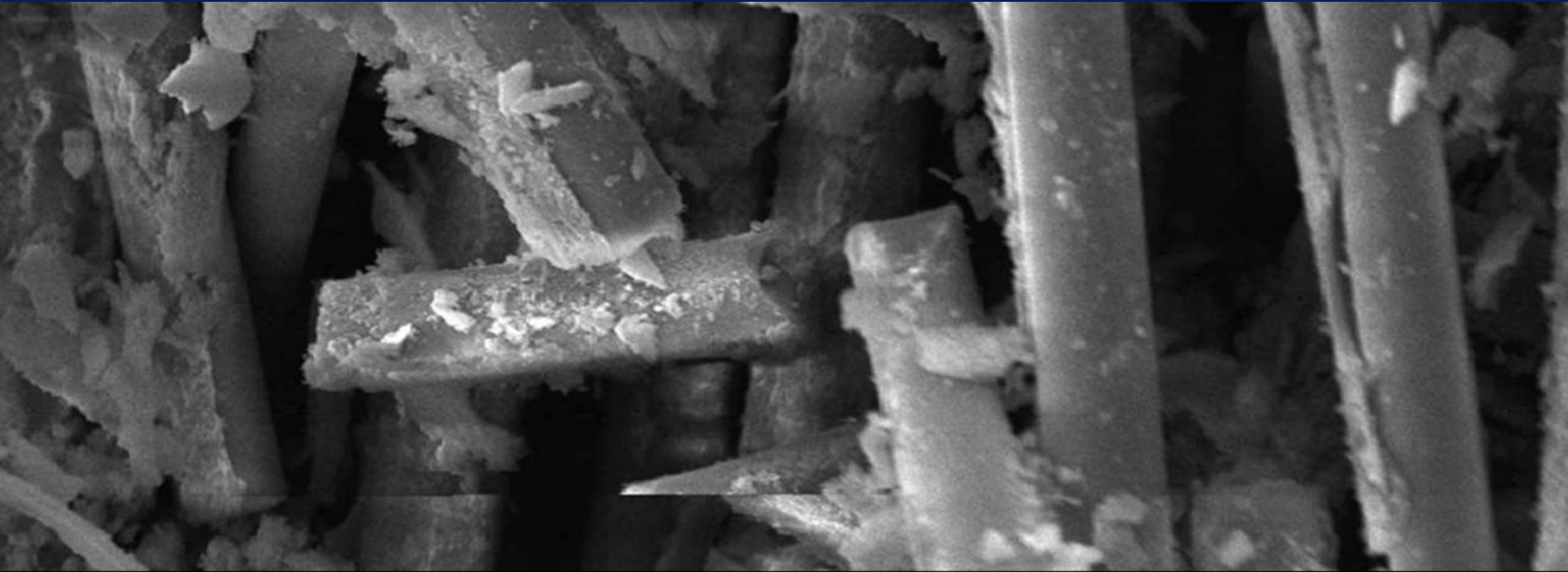
شبهه الیاف شیشه فاقد زیر کونیا

Amirkabir University

AIS2300C SEI WD = 7.7 20.0 kV X 1.5K 30um

سید امین موسوی

نکات تکمیلی – واکنش قلیایی بر اساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی



شبکه الیاف شیشه فاقد زیرکونیا

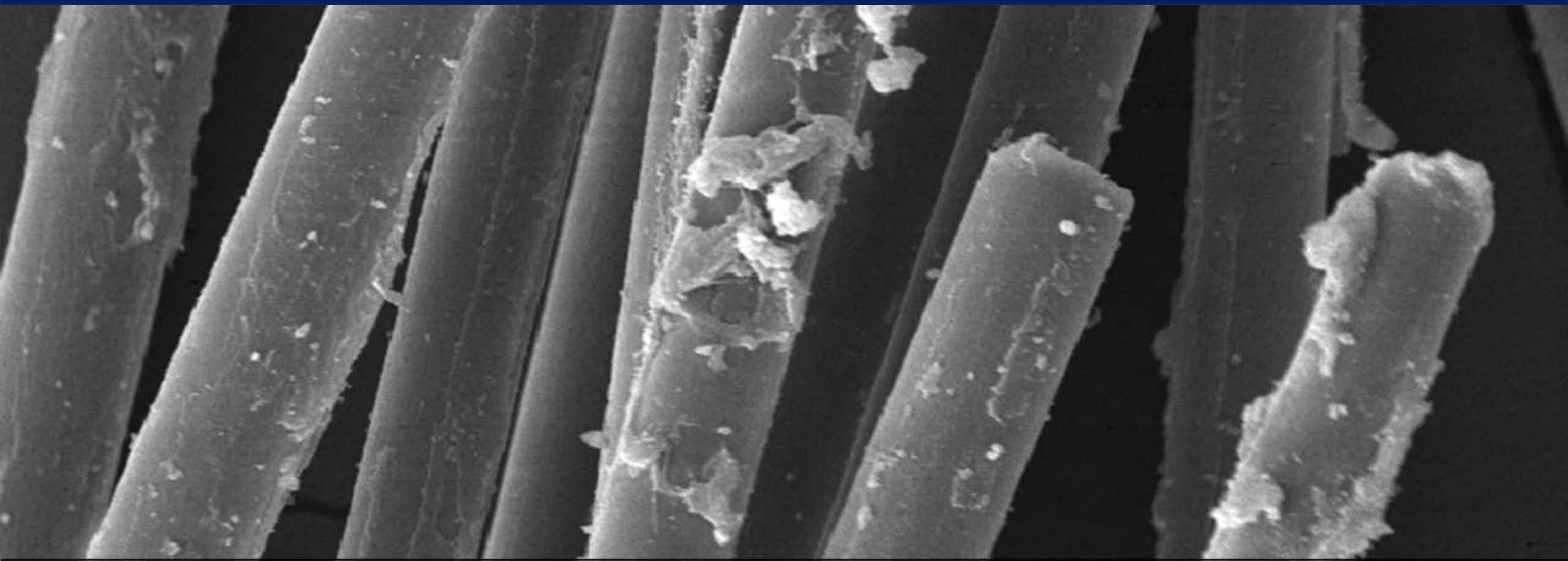
۳۰۰۰ ساعت (۱۲۵ روز) در محلول قلیا

Amirkabir University

AIS2300C SEI WD = 8.2 20.0 kV X 1.5K 30um

سید امین موسوی

نکات تکمیلی – واکنش قلیایی بر اساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی



۱۰۰۰ ساعت (۴۲ روز) در محلول قلیا

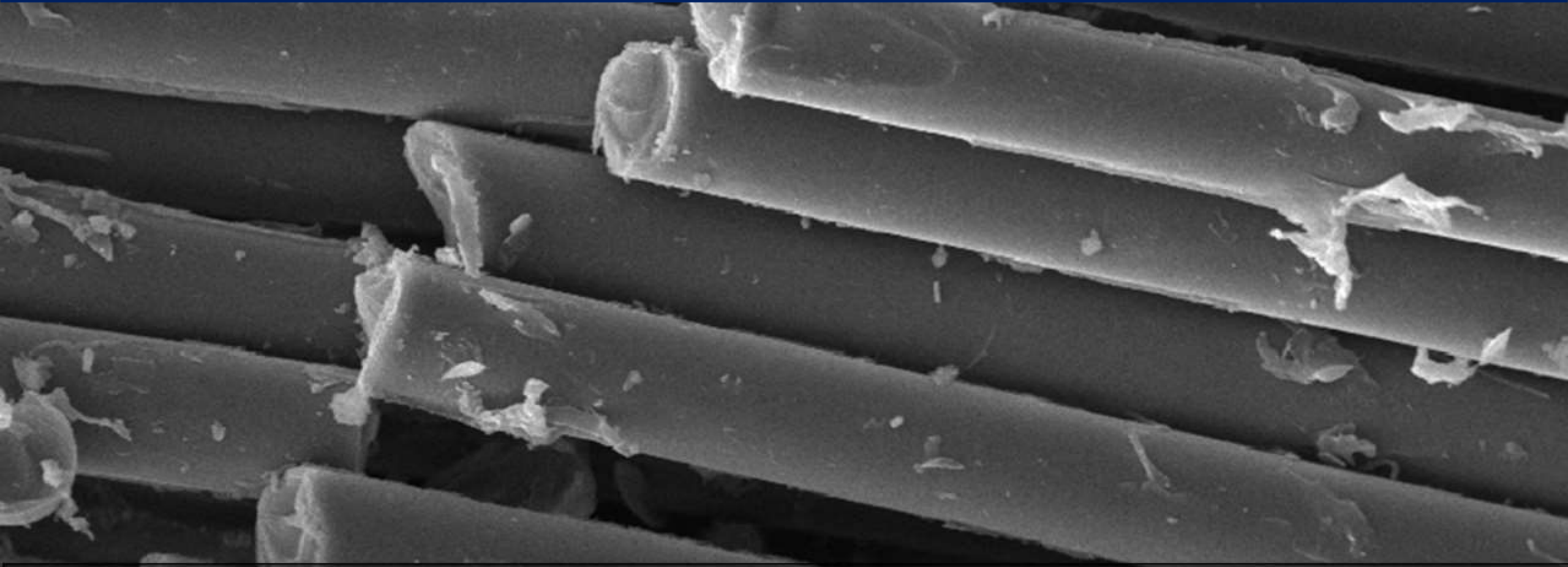
شبهه الیاف شیشه دارای ۱۶٪ زیرکونیا

Amirkabir University

AIS2300C SEI WD = 7.9 20.0 kV X 1.5K 30um

سید امین موسوی

نکات تکمیلی – واکنش قلیایی بر اساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی



۳۰۰۰ ساعت (۱۲۵ روز) در محلول قلیا

شبکه الیاف شیشه دارای ۱۶٪ زیرکونیا

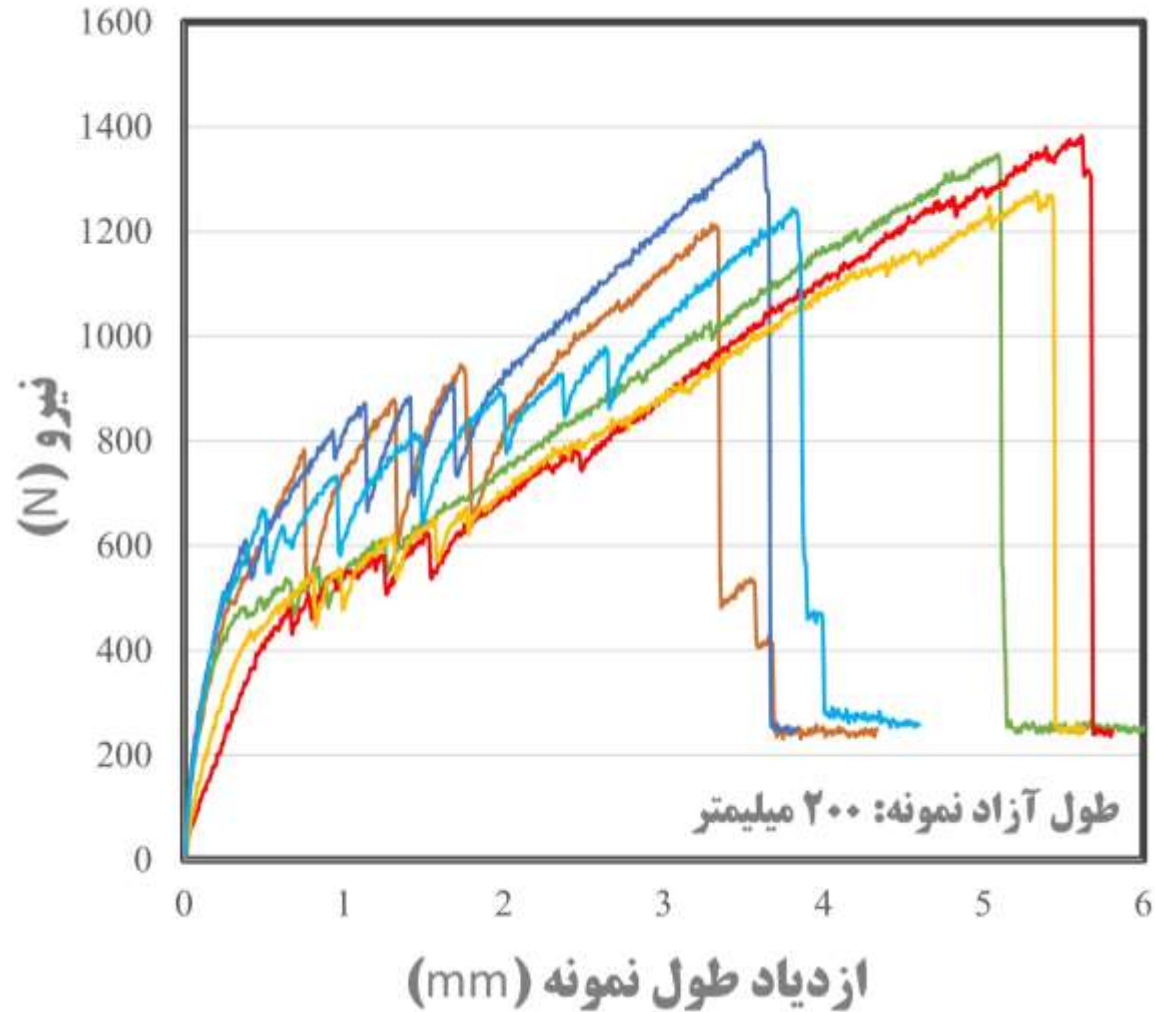
Amirkabir University

AIS2300C SEI WD = 7.7 20.0 kV X 1.5K 30um

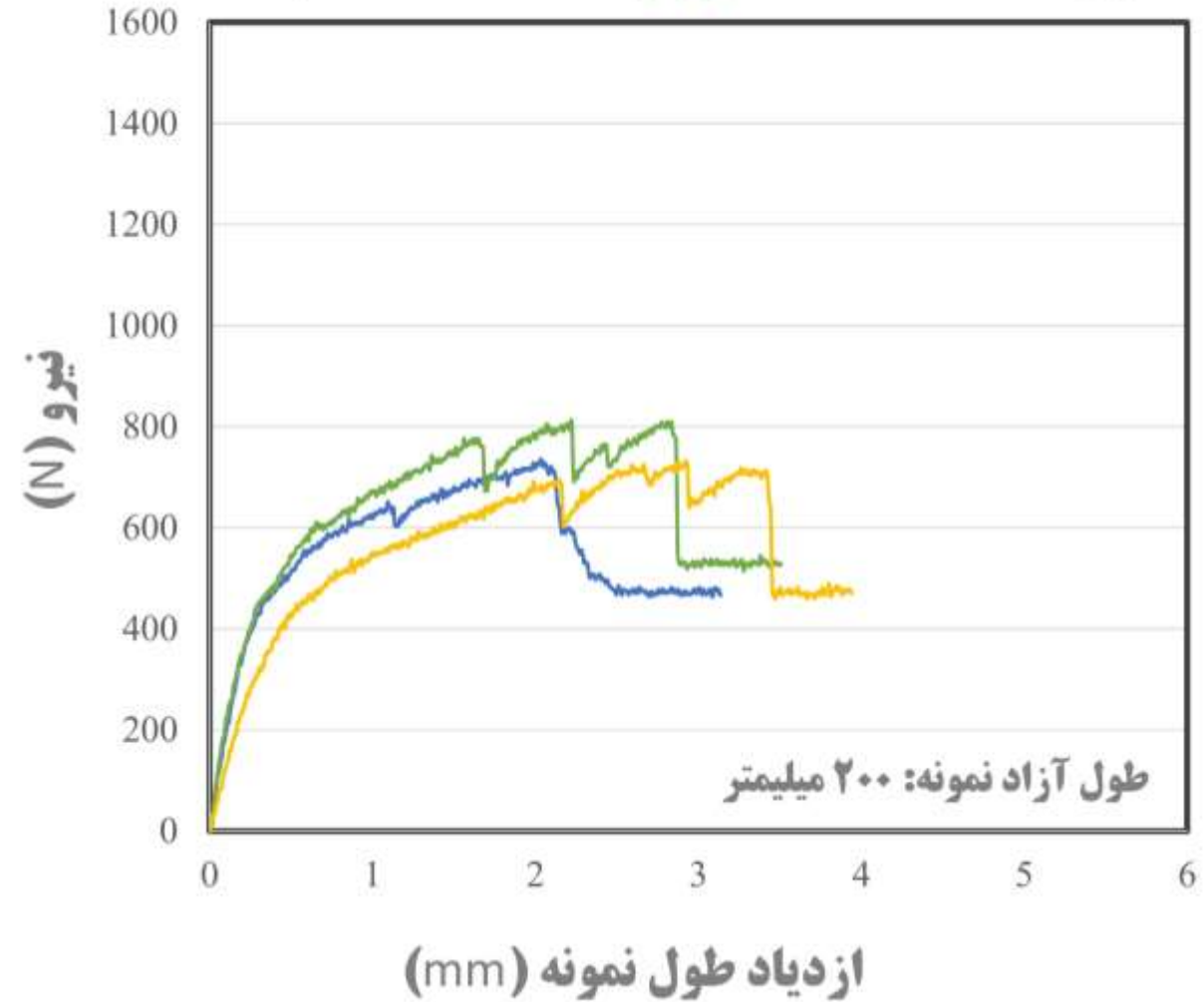
سید امین موسوی

نکات تکمیلی – تاثیر واکنش قلیایی بر ظرفیت کششی کامپوزیت

کامپوزیت الیاف شیشه دارای زیرکونیا – ۳۰۰۰ ساعت در محیط

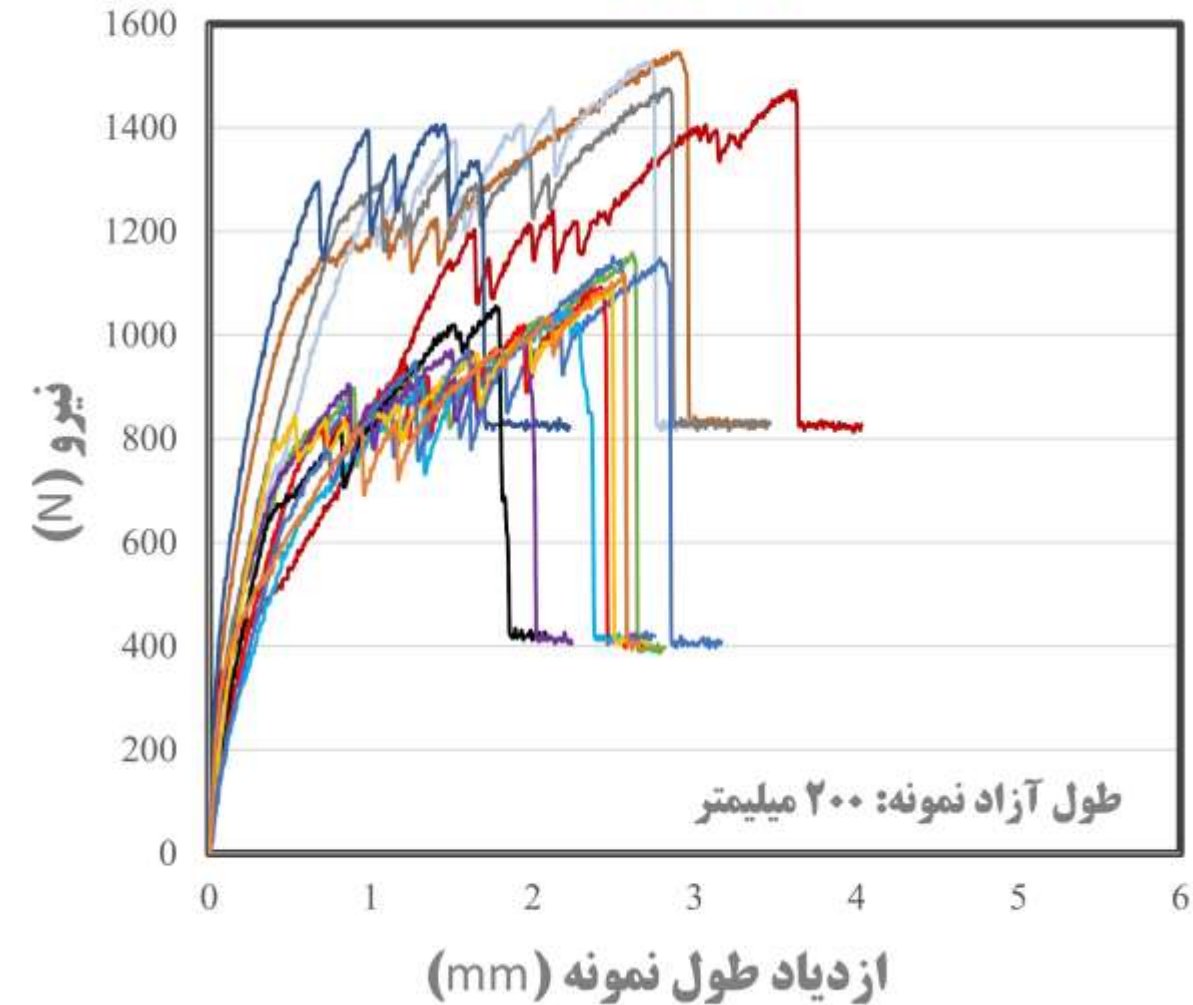


کامپوزیت الیاف شیشه فاقد زیرکونیا – ۳۰۰۰ ساعت در محیط

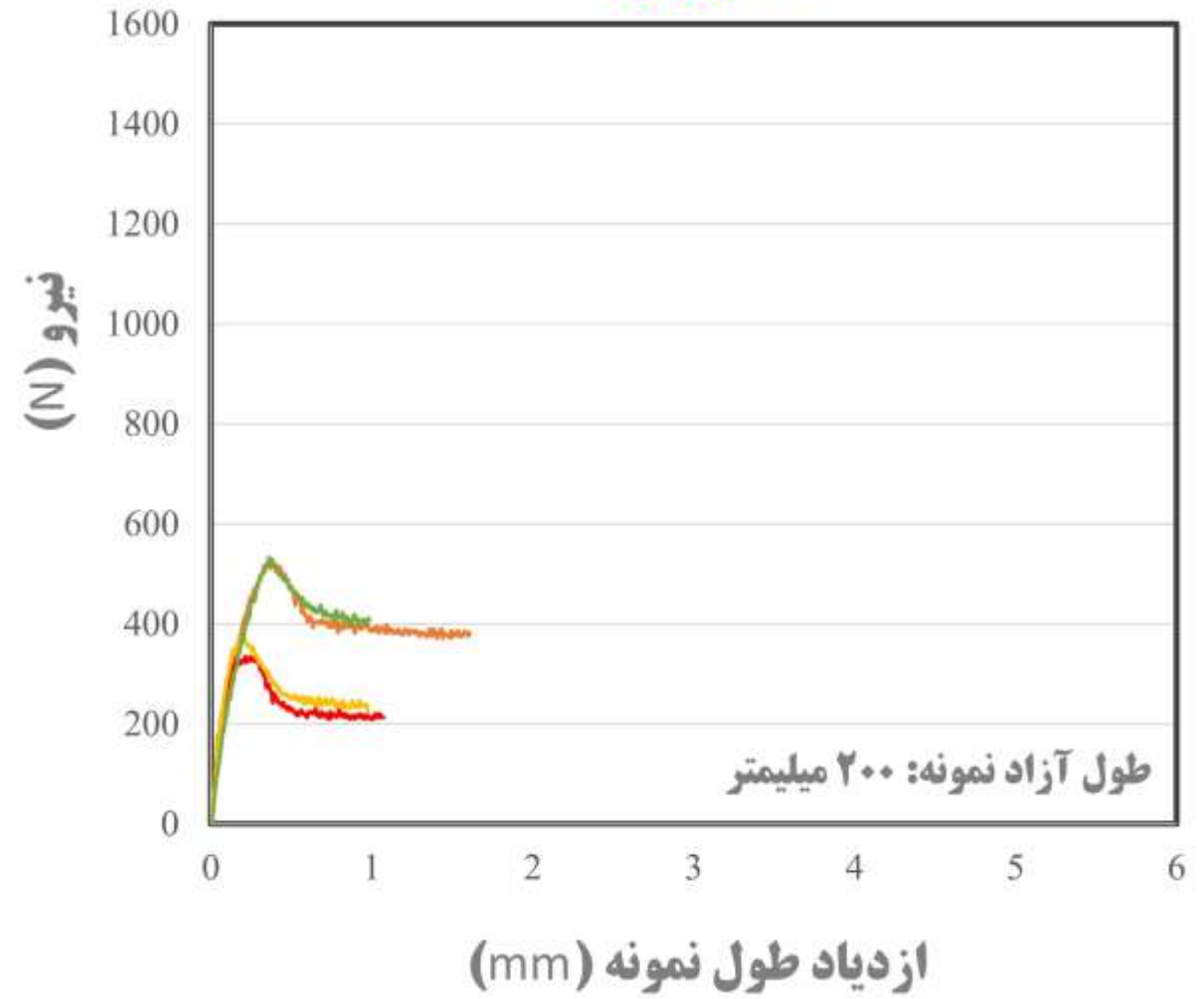


نکات تکمیلی – تاثیر واکنش قلیایی بر ظرفیت کششی کامپوزیت

کامپوزیت الیاف شیشه دارای زیرکونیا – ۳۰۰۰ ساعت در محلول قلیا



کامپوزیت الیاف شیشه فاقد زیرکونیا – ۳۰۰۰ ساعت در محلول قلیا



نکات تکمیلی – لزوم استفاده از شبکه الیاف مقاوم به قلیا (دارای حداقل ۱۶٪ زیر کونیا)



- در پلاسترهای سیمانی: $PH \approx 13$ ← شبکه الیاف شیشه ضروری است از نوع مقاوم به قلیا باشد.
- در پلاسترهای آهکی: $PH \approx 12$ ← شبکه الیاف شیشه ضروری است از نوع مقاوم به قلیا باشد.
- در پلاسترهای گچی: $PH \approx 7$ ← شبکه الیاف شیشه ضروری نیست از نوع مقاوم به قلیا باشد.

نکات تکمیلی – اتصالات دیوار

اتصال کشویی نبشی

به صورت جفت استفاده شده و قابل استفاده برای اتصال دیوار به ستون و دیوار به سقف می باشد.

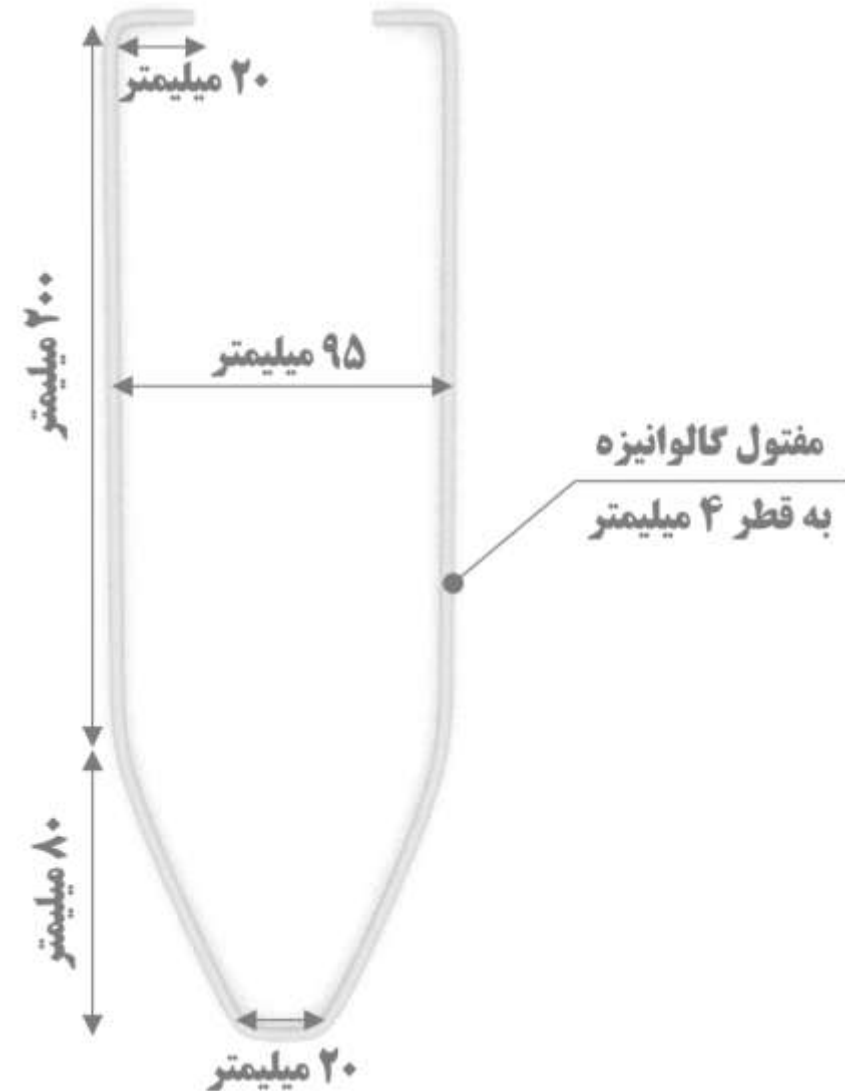
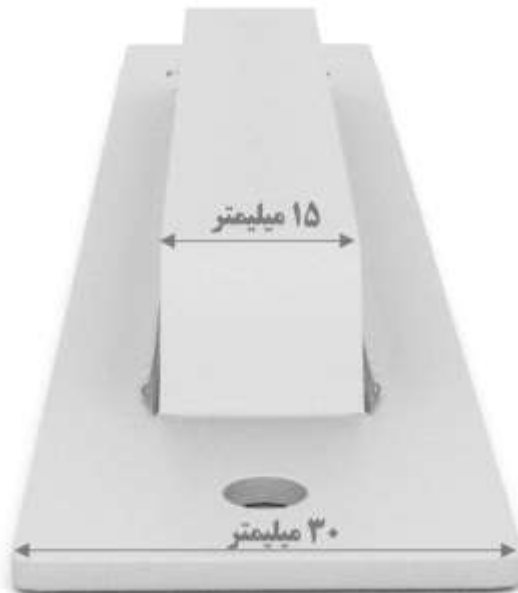
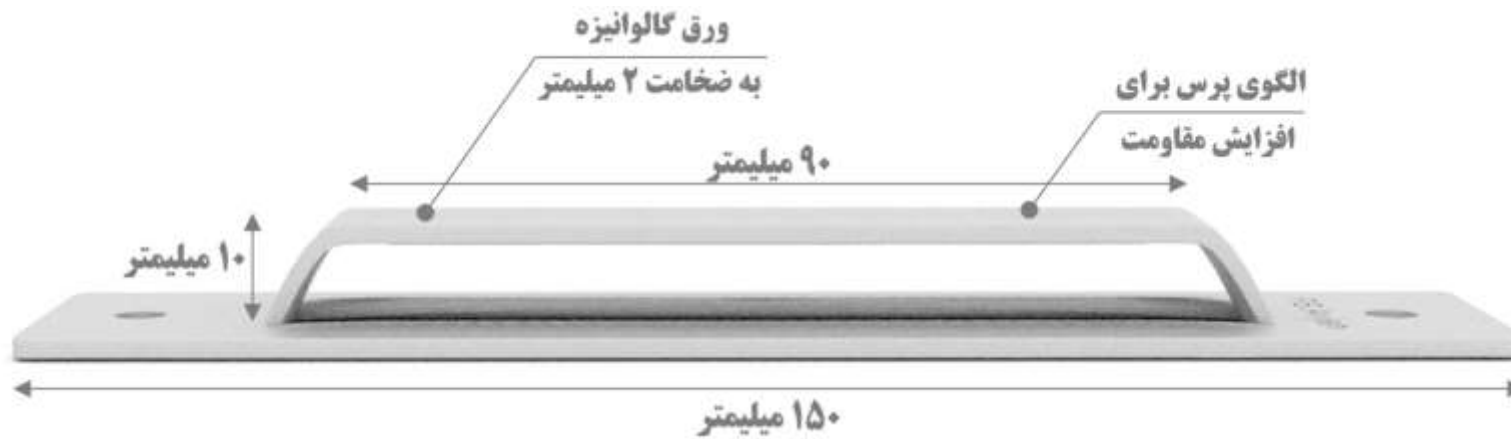
اتصال کشویی ناودانی

قابل استفاده برای اتصال دیوار به ستون و دیوار به سقف می باشد.

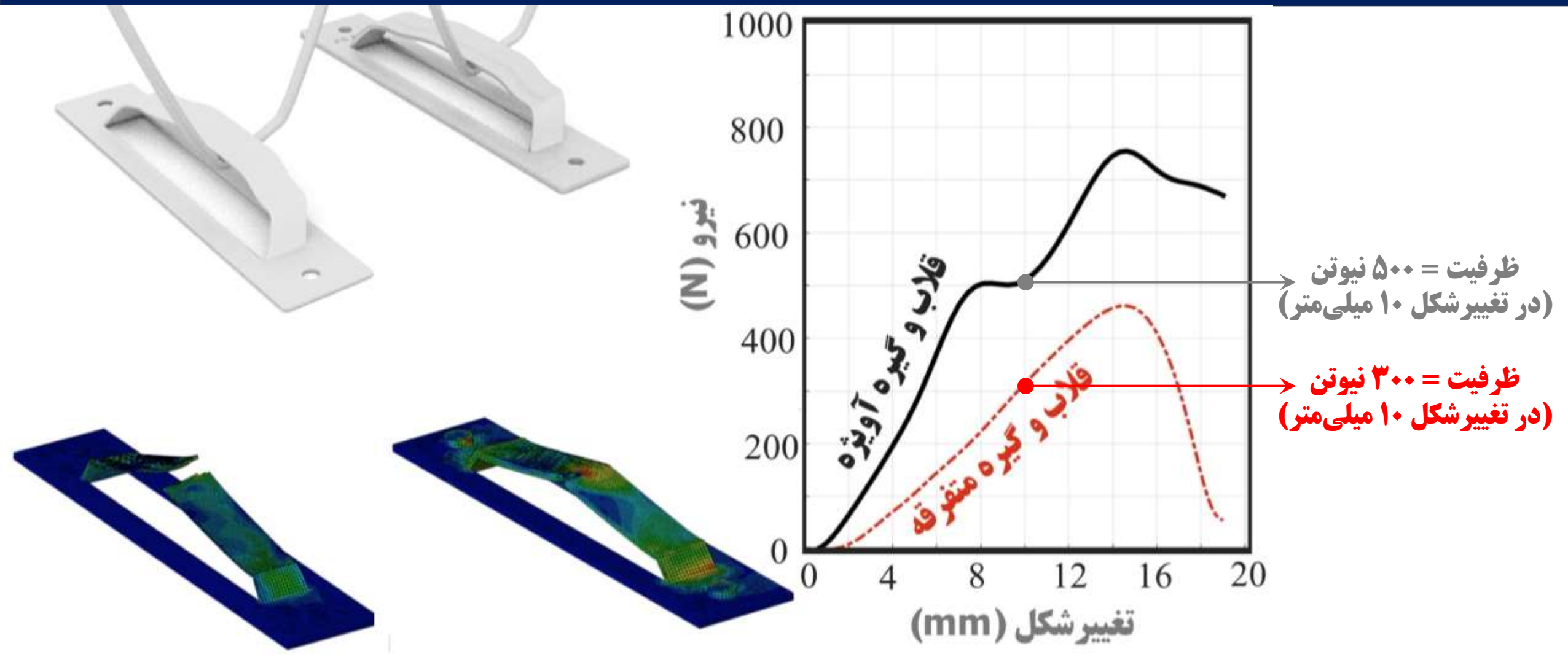
اتصال قلاب و گیره

نسبت به اتصالات کشویی، قابلیت جداسازی کمتری دارد. در مواردی که دریافت طبقه بیش از ۸/۰۰ است، نباید از این اتصال بین دیوار و ستون استفاده شود. استفاده از این اتصال برای دیوارهای جان پناه به ستون، اتصال دیوار به ساب فریم باز شو و اتصال دیوار به وادارهای دارای اتصالات کشویی، همواره مجاز است.

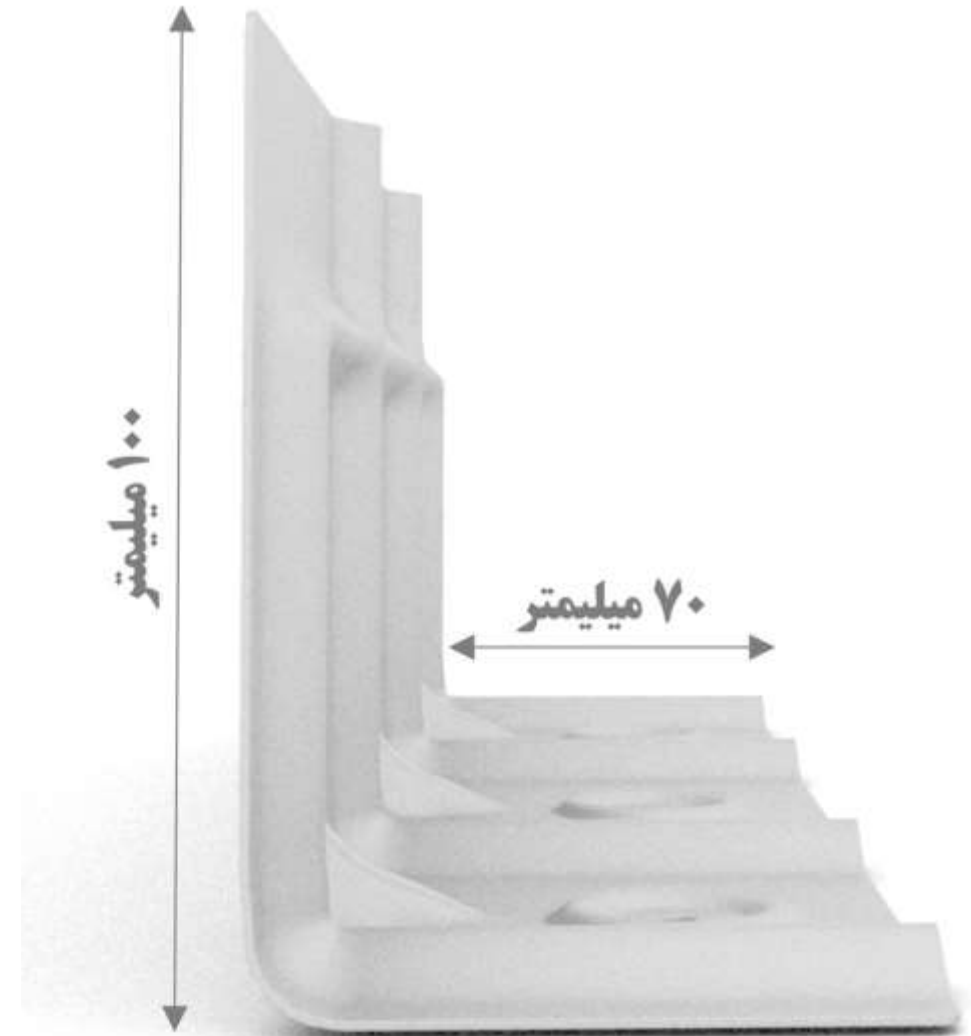
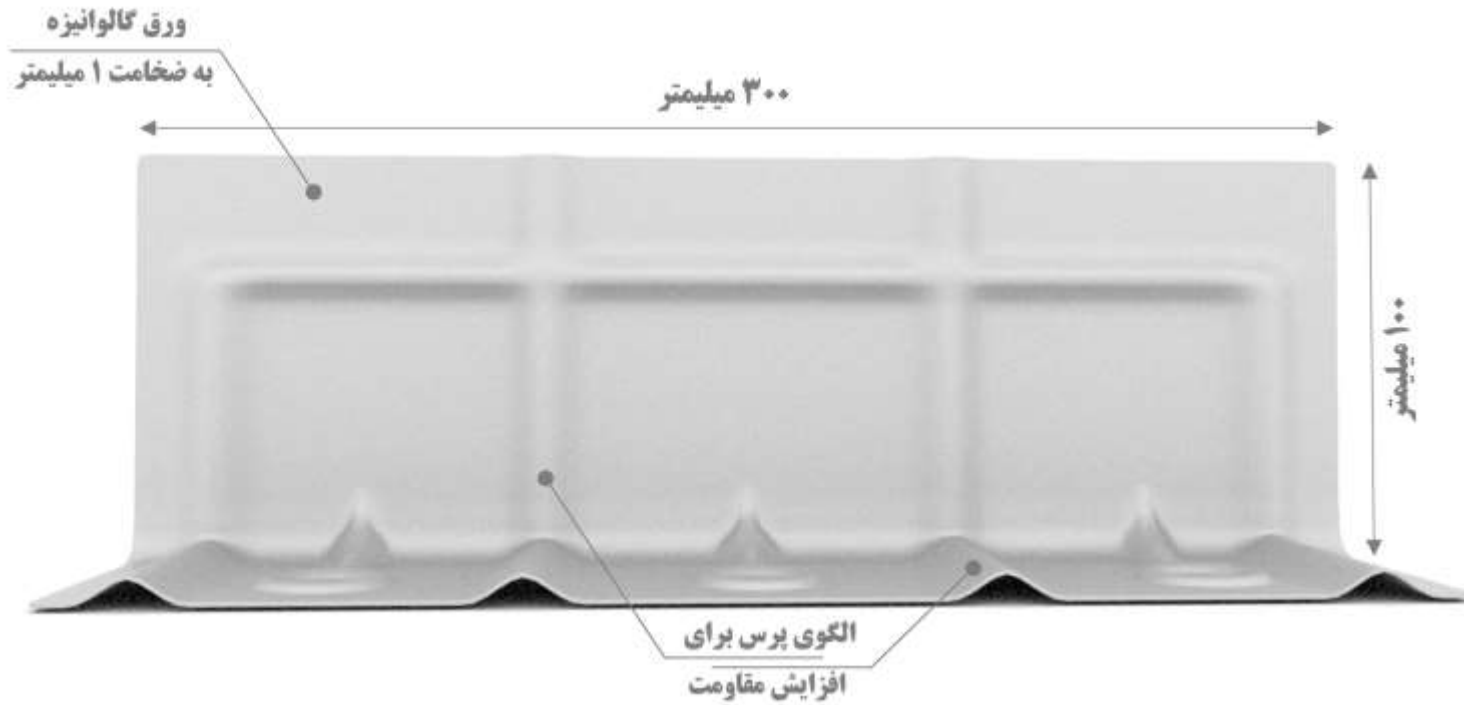
نکات تکمیلی – ظرفیت اتصالات تولید شده توسط شرکت‌های تجاری



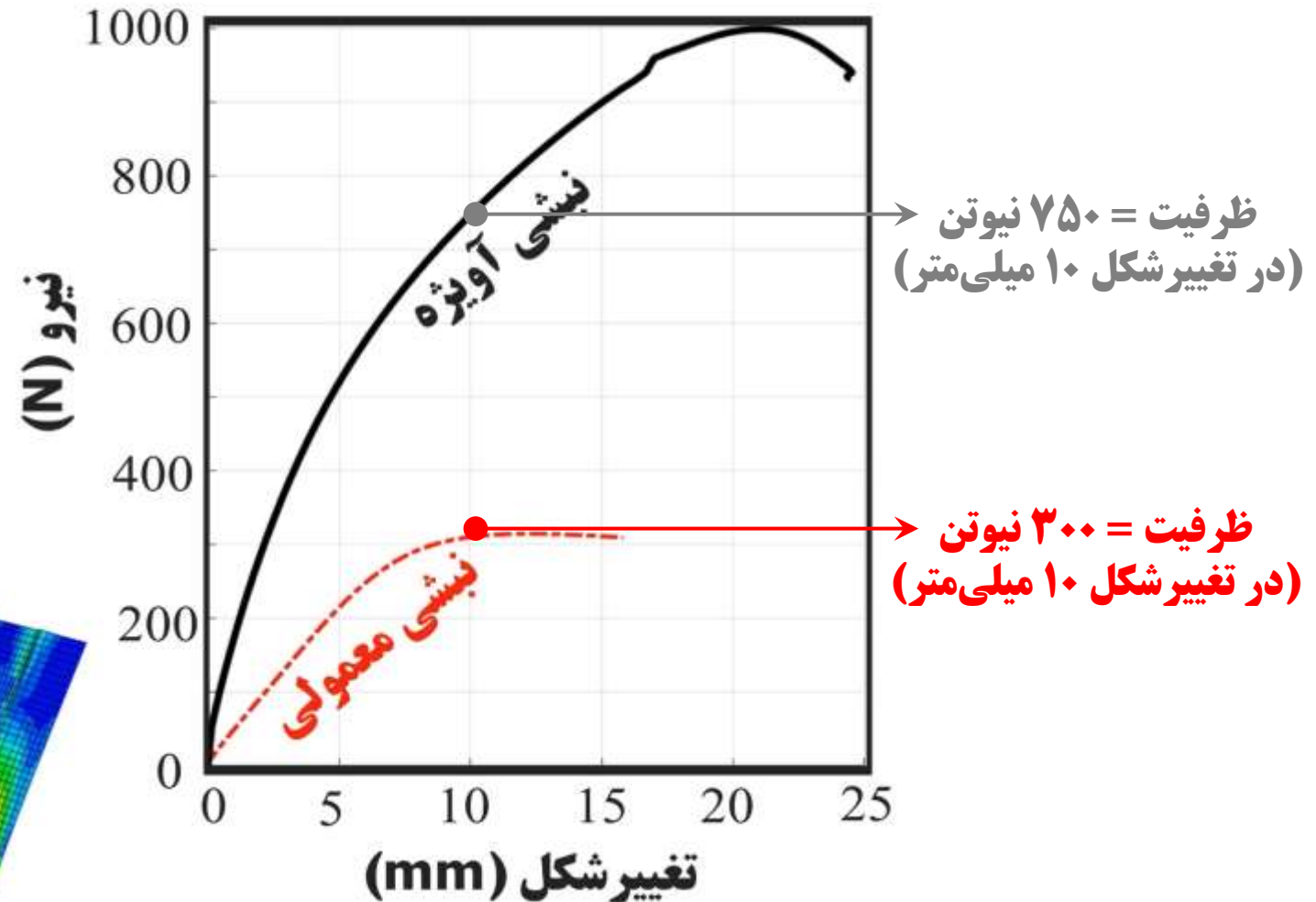
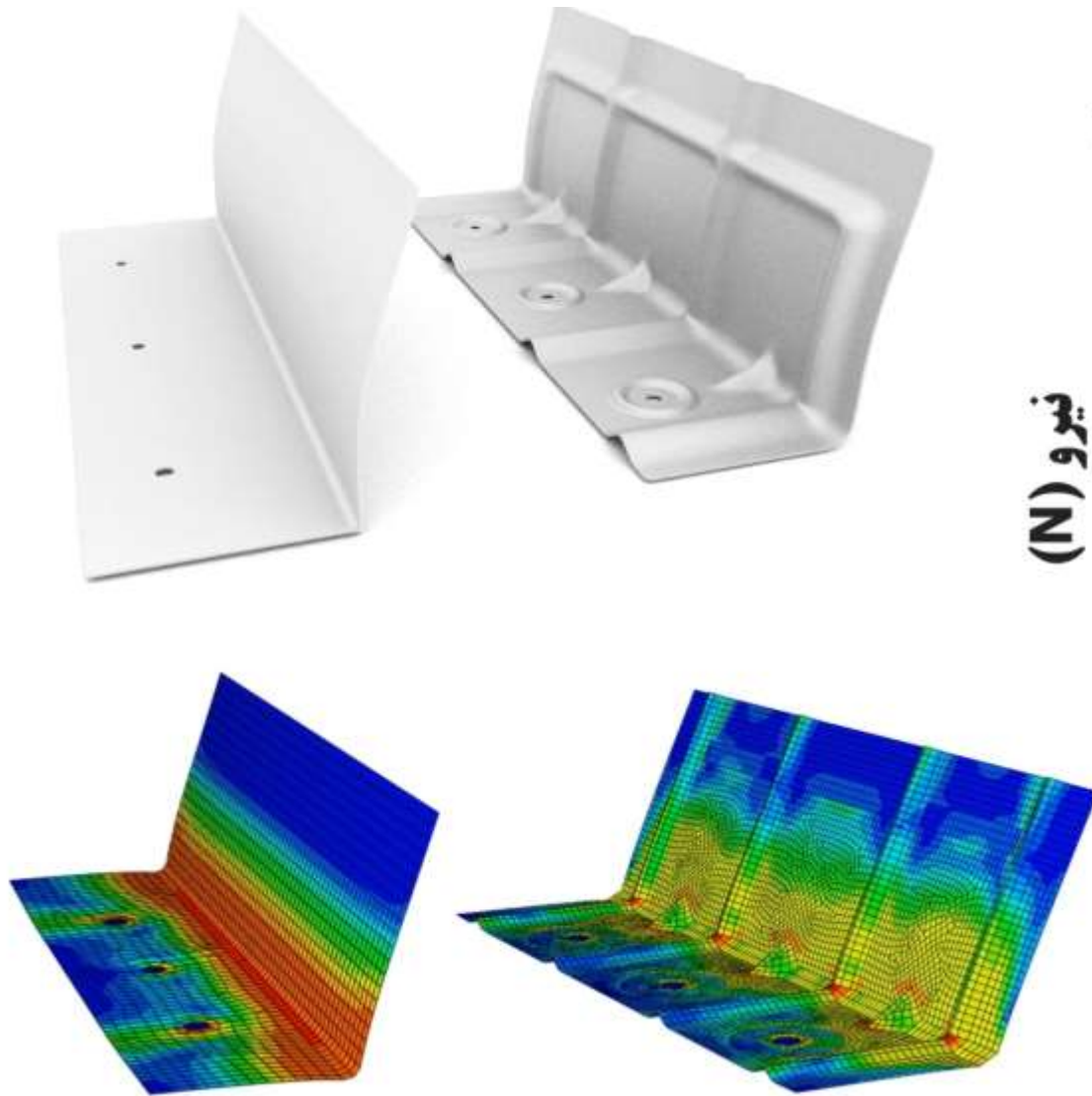
نکات تکمیلی – ظرفیت اتصالات تولید شده توسط شرکت‌های تجاری



نکات تکمیلی – ظرفیت اتصالات تولید شده توسط شرکتهای تجاری



نکات تکمیلی – ظرفیت اتصالات تولید شده توسط شرکتهای تجاری



نکات تکمیلی – اتصال کشویی دیوار به ستون

میلگرد بستر **نباید** به اتصال کشویی قلاب یا جوش شود.



نکات تکمیلی - رعایت فاصله رول بولت یا پیچ تا لبه بتن

حداقل ۵ سانتی متر از لبه بتن



نکات تکمیلی – نعل درگاه

اتصال کشویی دیوار
به ستون

فاقد جوش

نعل درگاه

نشیمگاه لغزشی در محل
اتصال نعل درگاه به ستون

نکات تکمیلی – نعل درگاه



فاقد جوش

نعل درگاه

نشیمگاه لغزشی در محل
اتصال نعل درگاه به ستون

نکات تکمیلی – نعل درگاه



نکات تکمیلی – ساب فریم



نکات تکمیلی – ساب فریم



نکات تکمیلی – عدم نیاز به وادار افقی در طراحی پروژه محور



نکات تکمیلی – عدم استفاده از هشتگیر در نزدیکی وادار قائم



نکات تکمیلی – جان پناه

کلاف افقی (فولادی و یا ملات مسلح)
(از نظر محاسباتی ضروری نیست لیکن همواره قابل توصیه است)

جان پناه

وادار طره ای
(دستک)

جان پناه‌ها به ویژه در مکان‌های عمومی بسیار مستعد تجربه بارهای پیش‌بینی نشده هستند.
لذا توصیه می‌شود طراحی و ساخت آن‌ها شدیداً محافظه باشد.
توصیه می‌شود فواصل دستک‌های جان پناه از حدود ۳ متر فراتر در نظر گرفته نشود (حتی اگر محاسبات، طول آزاد بزرگتری را نیز مجاز بدانند).

نکات تکمیلی – جان پناه



نکات تکمیلی – بست رادیکالی

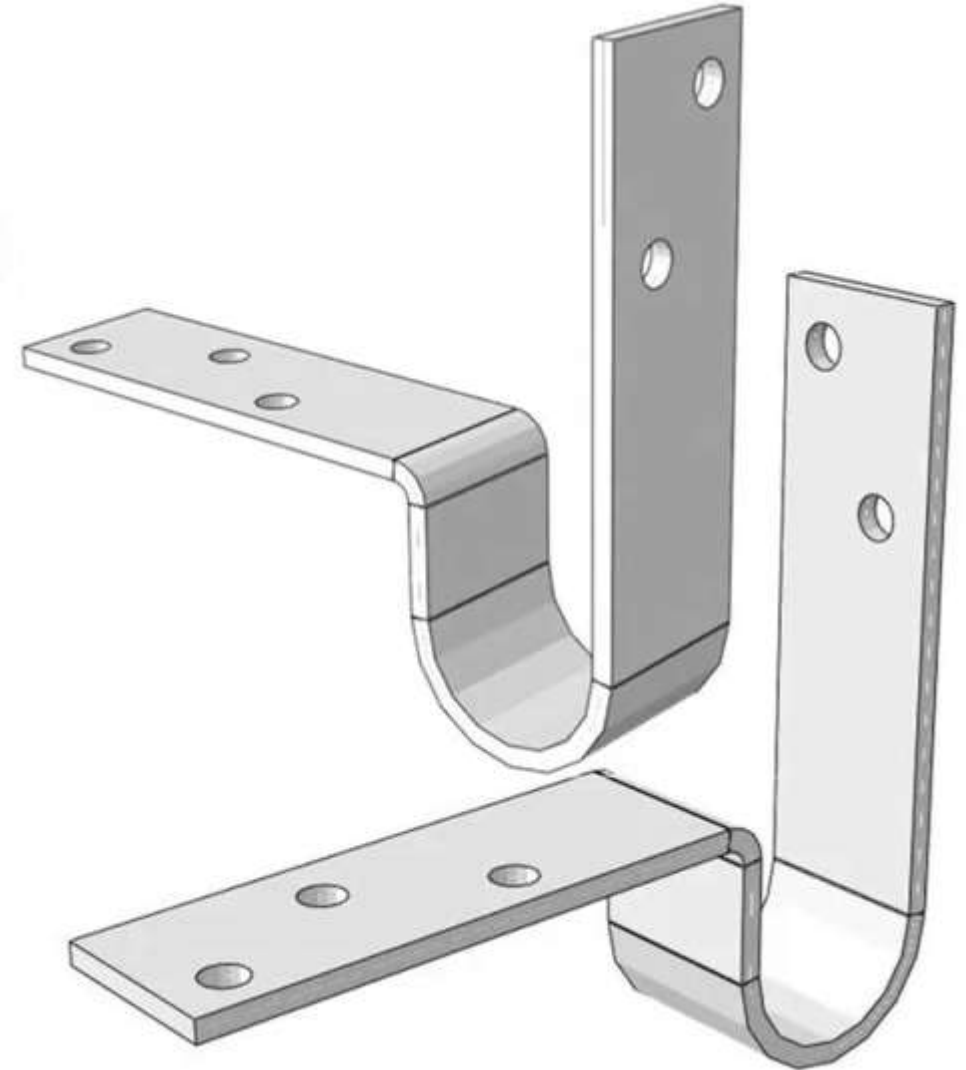
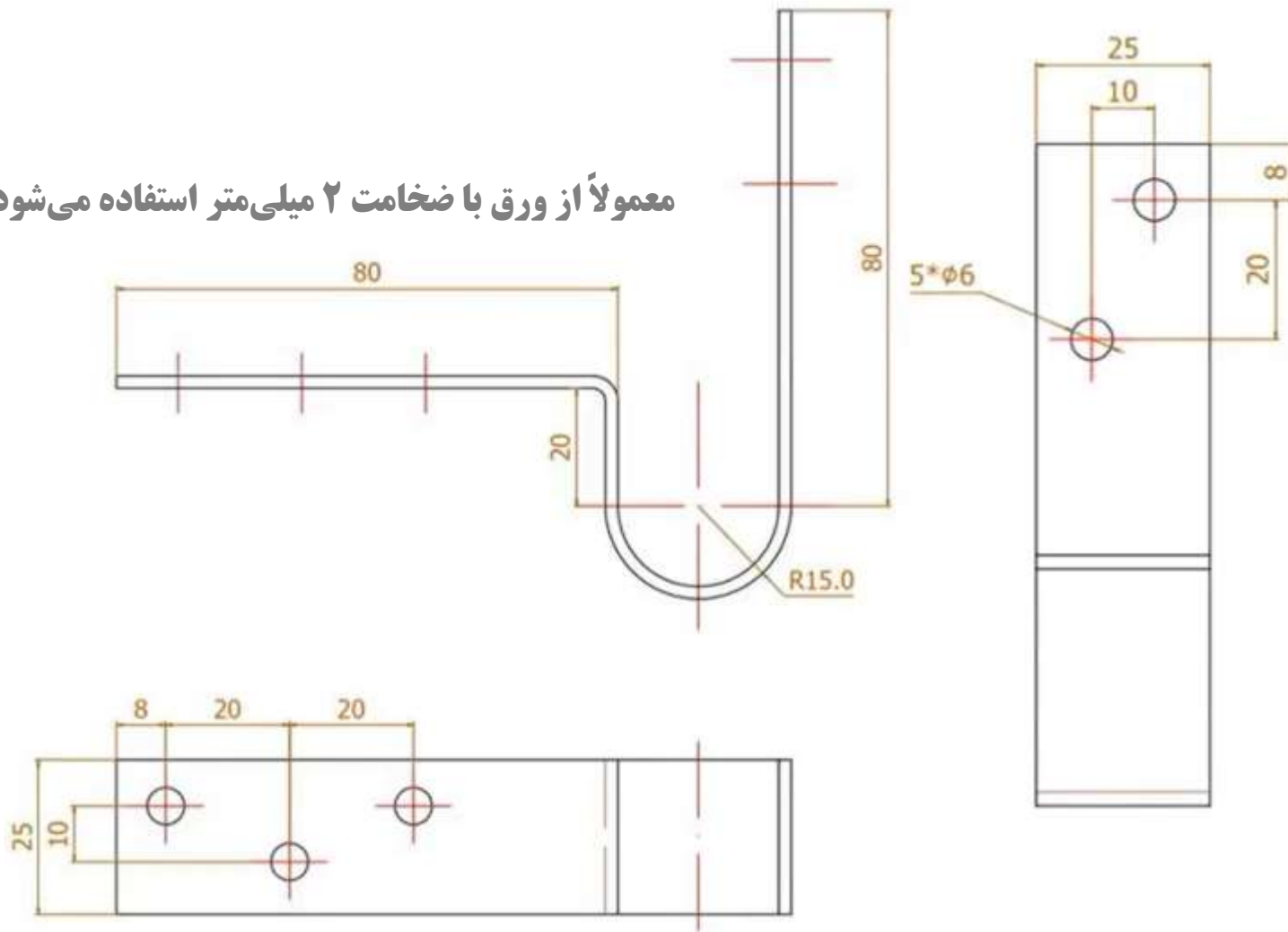


نکات تکمیلی – بست رادیکالی

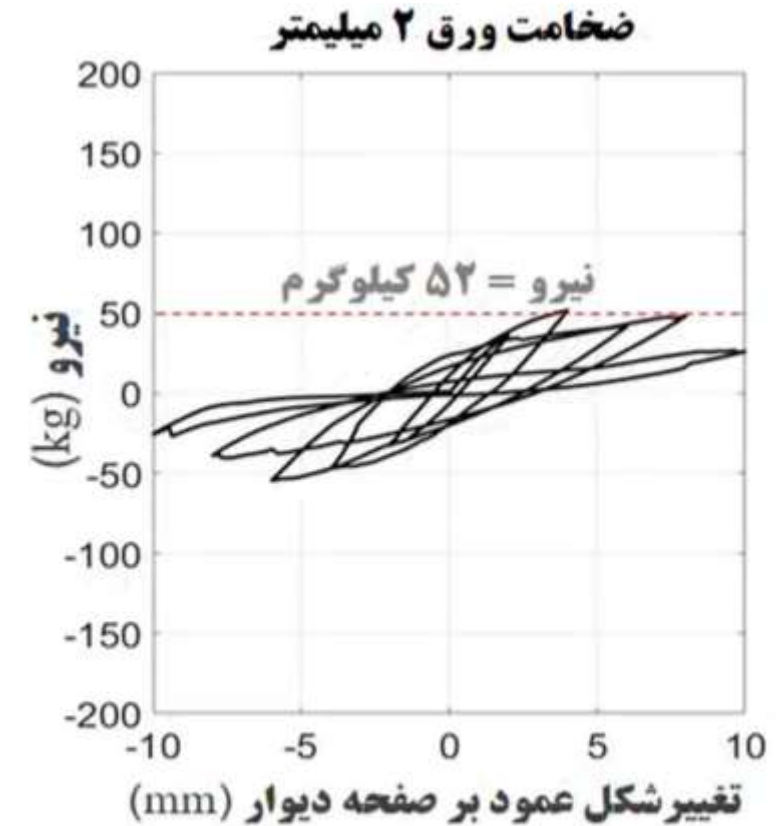
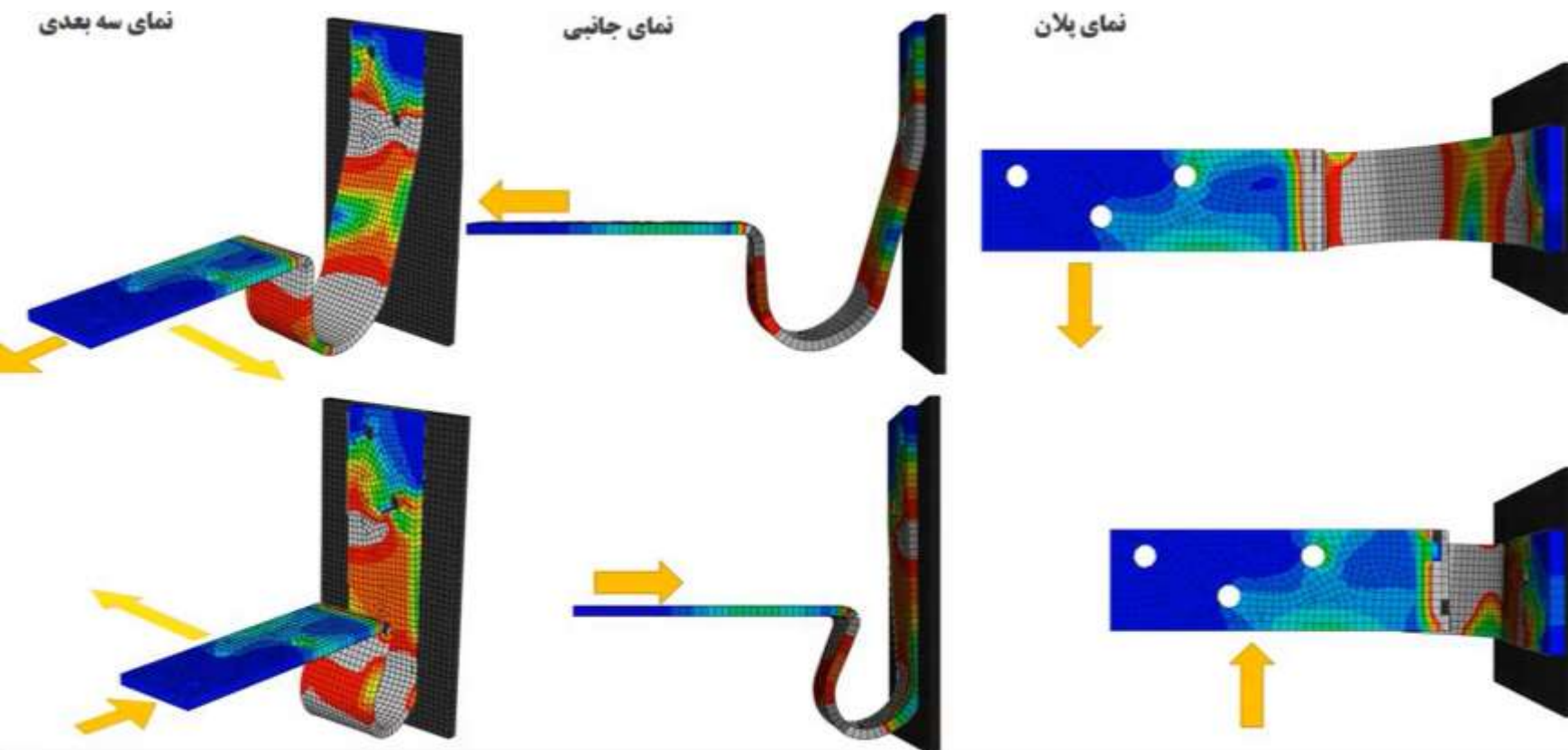


نکات تکمیلی - بست رادیکالی

معمولاً از ورق با ضخامت ۲ میلی متر استفاده می شود.



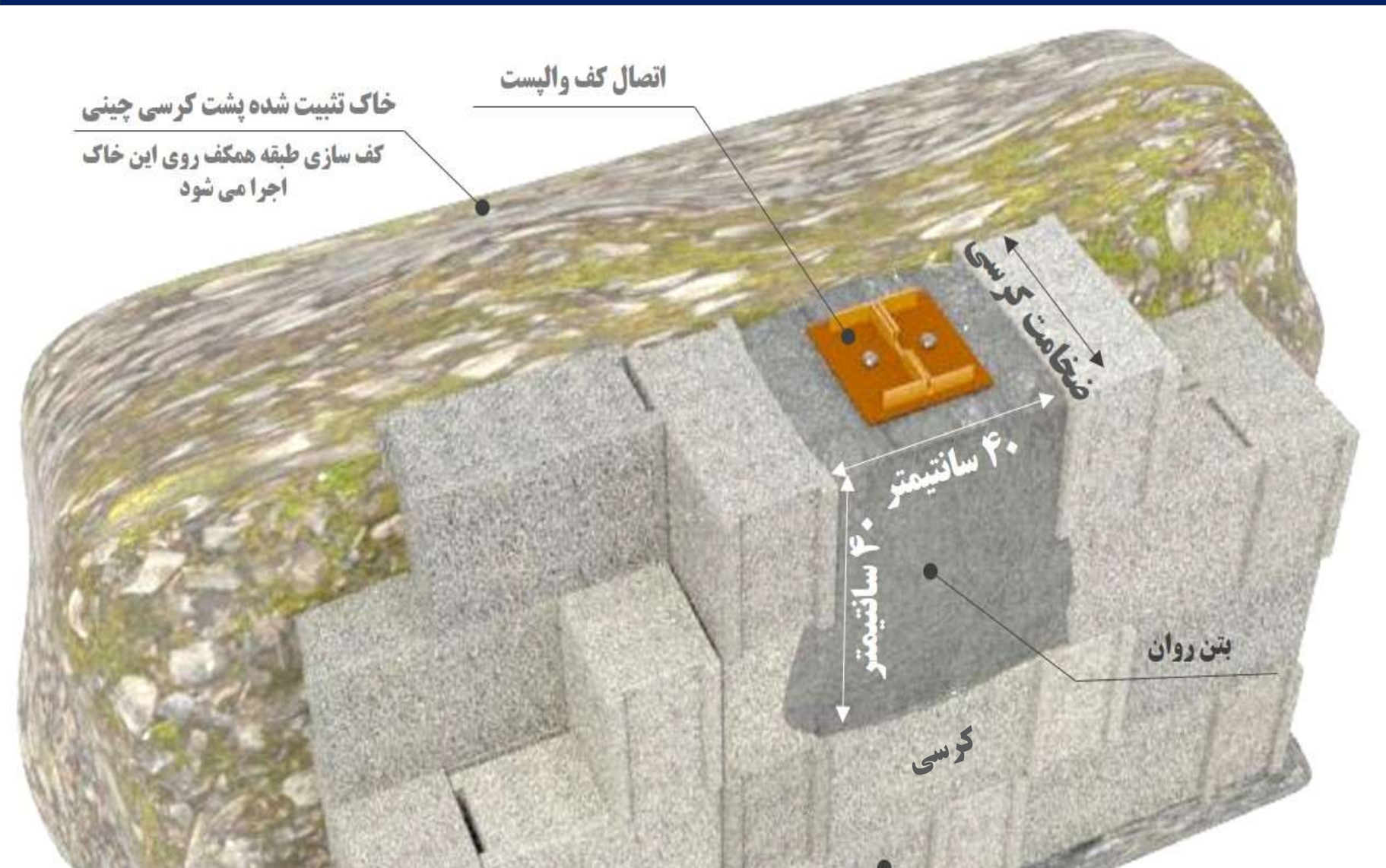
نکات تکمیلی – بست رادیکالی



به علت ظرفیت تغییرشکلی و نیرویی پایین، بست های رادیکالی متداول برای دیوارهای داخلی با طول و ارتفاع کوتاه قابل استفاده بوده و در صورت استفاده در اکثر موارد لازم است به صورت یک رج در میان از این اتصال استفاده شود.

ظرفیت = ۴۵ کیلوگرم

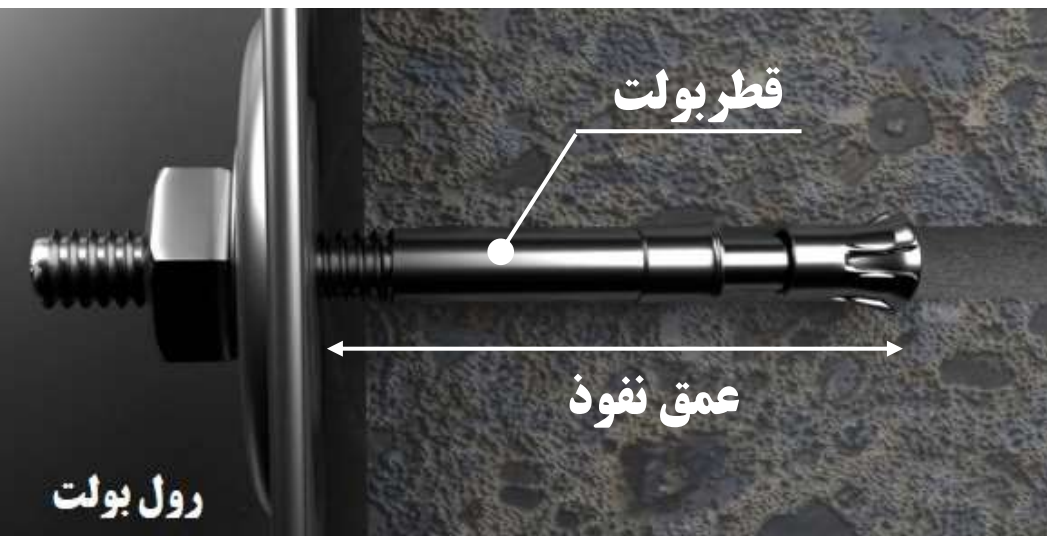
نکات تکمیلی – اتصال وادار به کرسی چینی



نکات تکمیلی – اتصالات مکانیکی

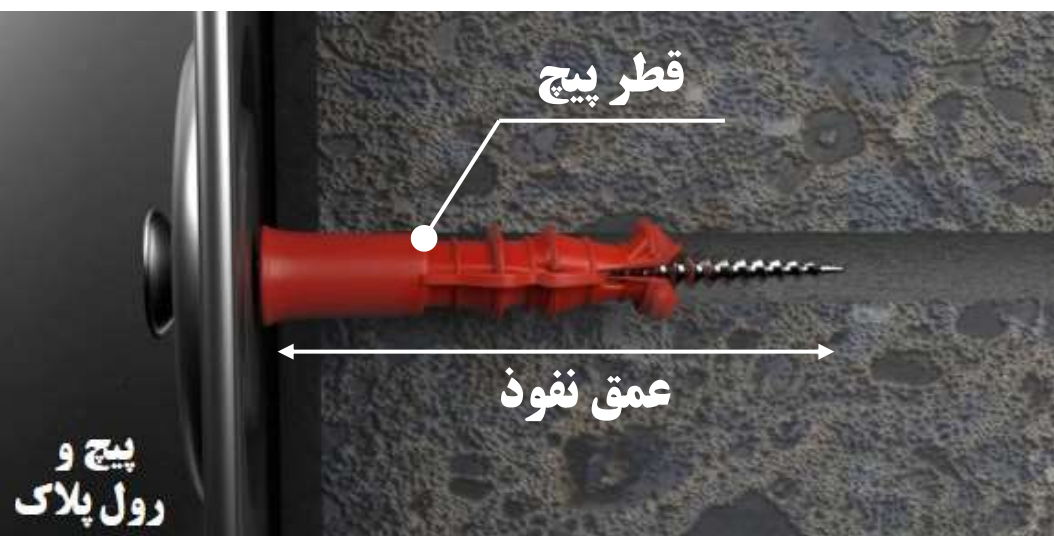


نکات تکمیلی – اتصالات مکانیکی



ظرفیت کششی	عمق نفوذ	قطر بولت
3.1 kN	50 mm	6 mm
6.7 kN	60 mm	12 mm

– اکیدا توصیه میشود از عمق نفوذ کمتر از ۵۰ میلیمتر خودداری شود. توجه داشته باشید طول پیچ یا بولت از عمق نفوذ قدری بیشتر است.
– ظرفیت ها بر اساس مرور چندین کاتالوگ و با ضریب اطمینان ۳ گزارش شده است.



ظرفیت کششی	عمق نفوذ	قطر پیچ
0.65 kN	50 mm	8 mm
1.3 kN	60 mm	12 mm

نکات تکمیلی – حفظ رطوبت ملات دیوار



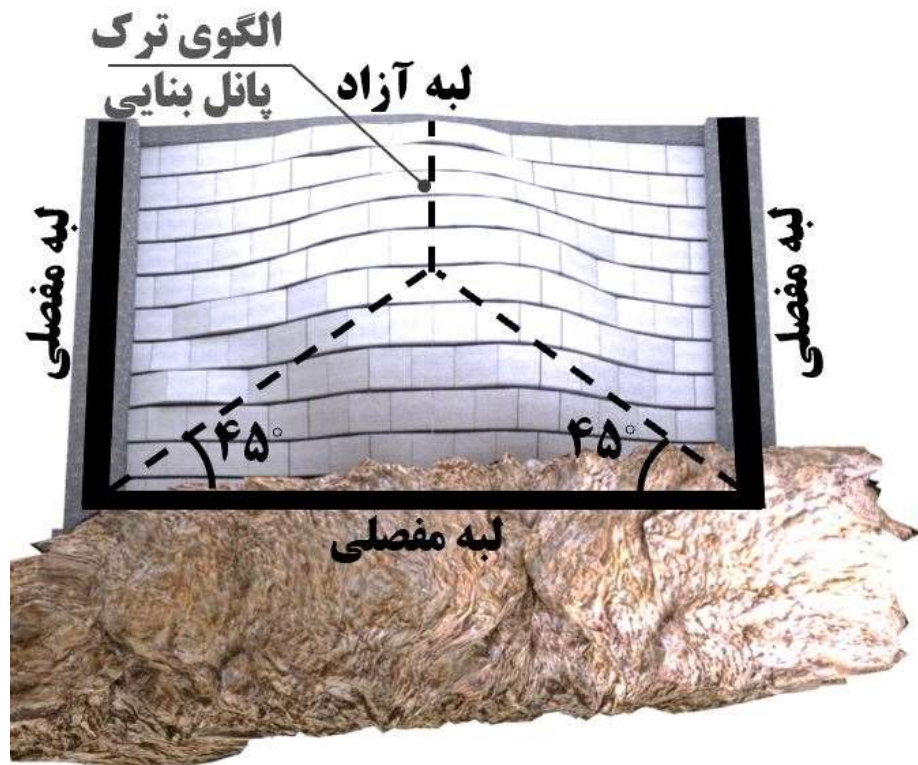
نکات تکمیلی – حفظ رطوبت ملات دیوار



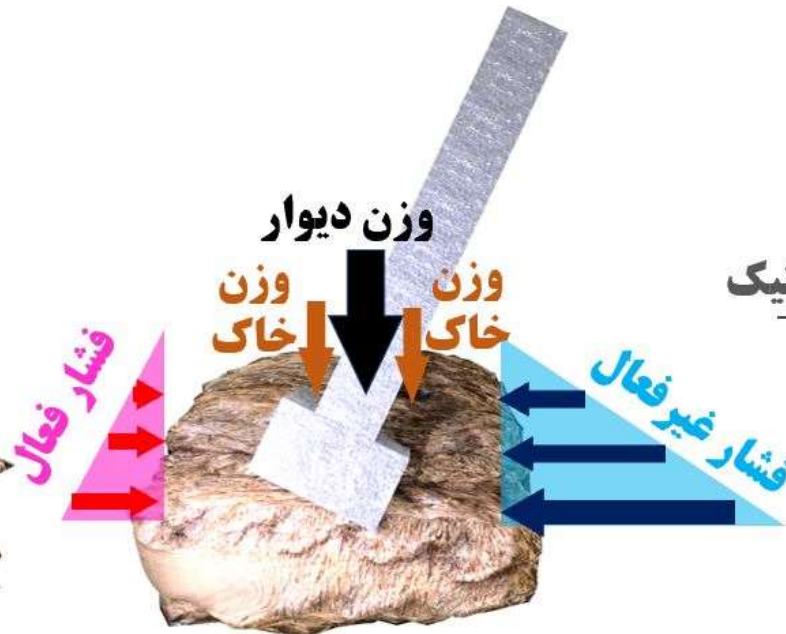
نکات تکمیلی – دیوار محوطه



نکات تکمیلی – دیوار محوطه



ظرفیت این مد شکست بر اساس ظرفیت خارج از صفحه پانل بنایی تعیین می‌شود. (بر اساس این دستورالعمل دیوار محوطه به نحوی طراحی می‌شود که مد قالب شکست، این مد باشد.)



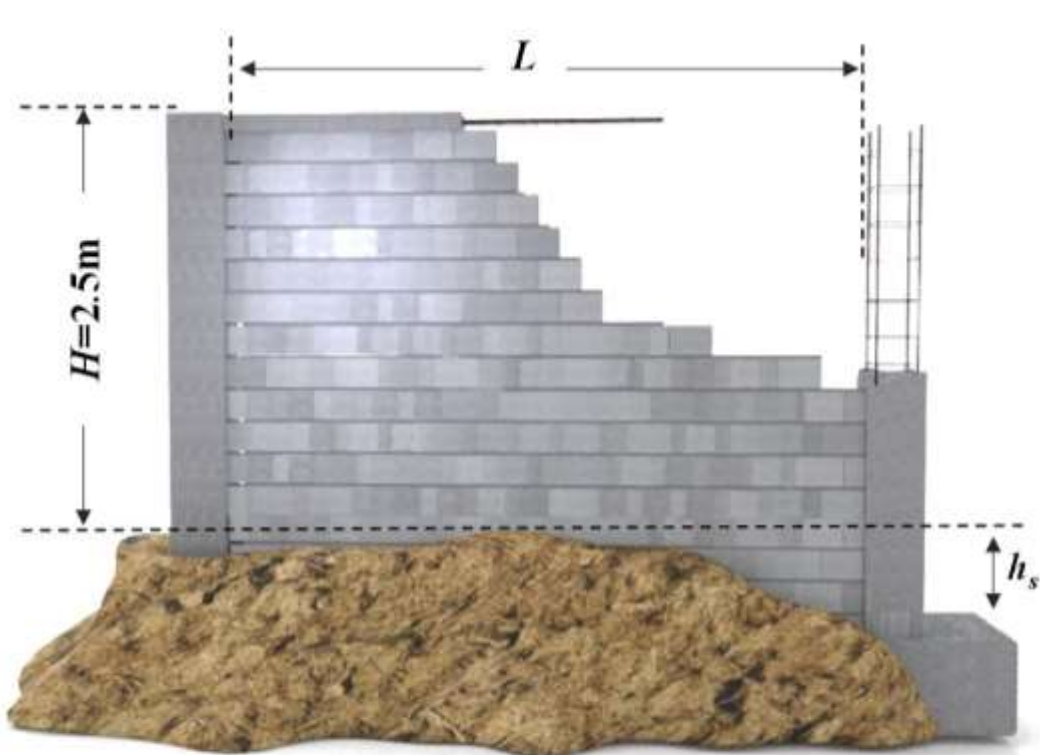
ظرفیت این مد شکست بر اساس لنگر واژگونی مقاوم دیوار تعیین می‌شود.



ظرفیت این مد شکست بر اساس ظرفیت خمشی کلاف قائم تعیین می‌شود.

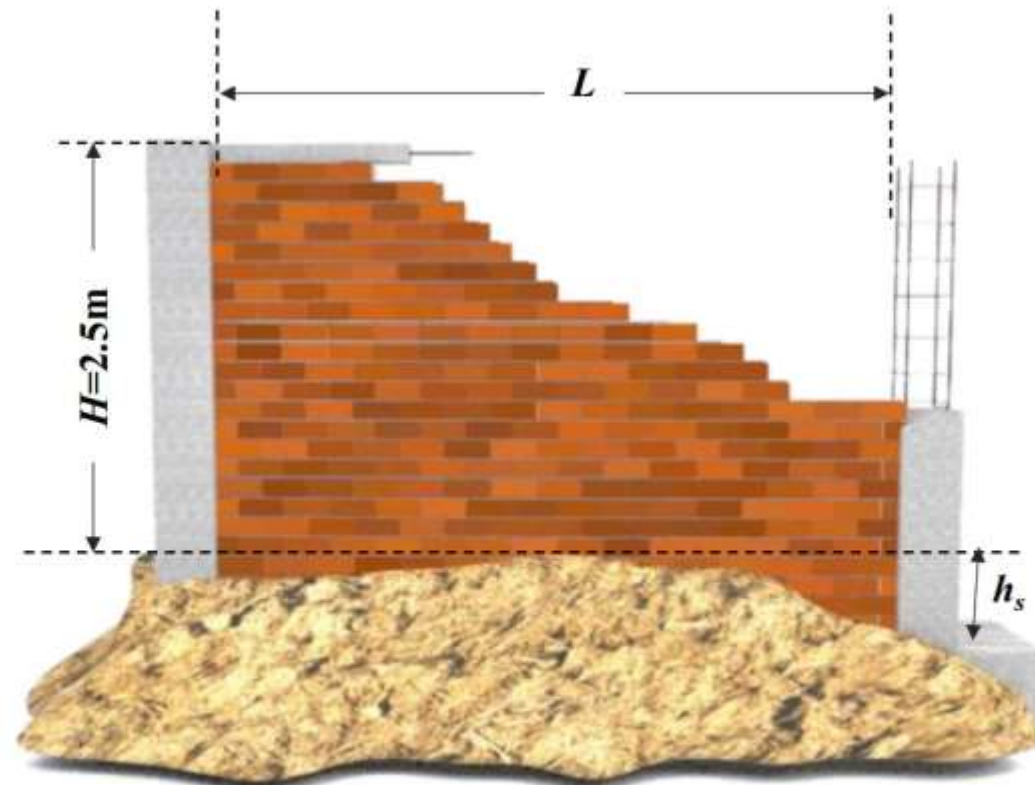
نکات تکمیلی – دیوار محوطه

دیوارهای محوطه بنایی متداول



دیوار ساخته شده با

بلوک های سیمانی توخالی به ضخامت ۲۰ سانتی متر
و ملات ماسه و سیمان به نسبت ۱ به ۳

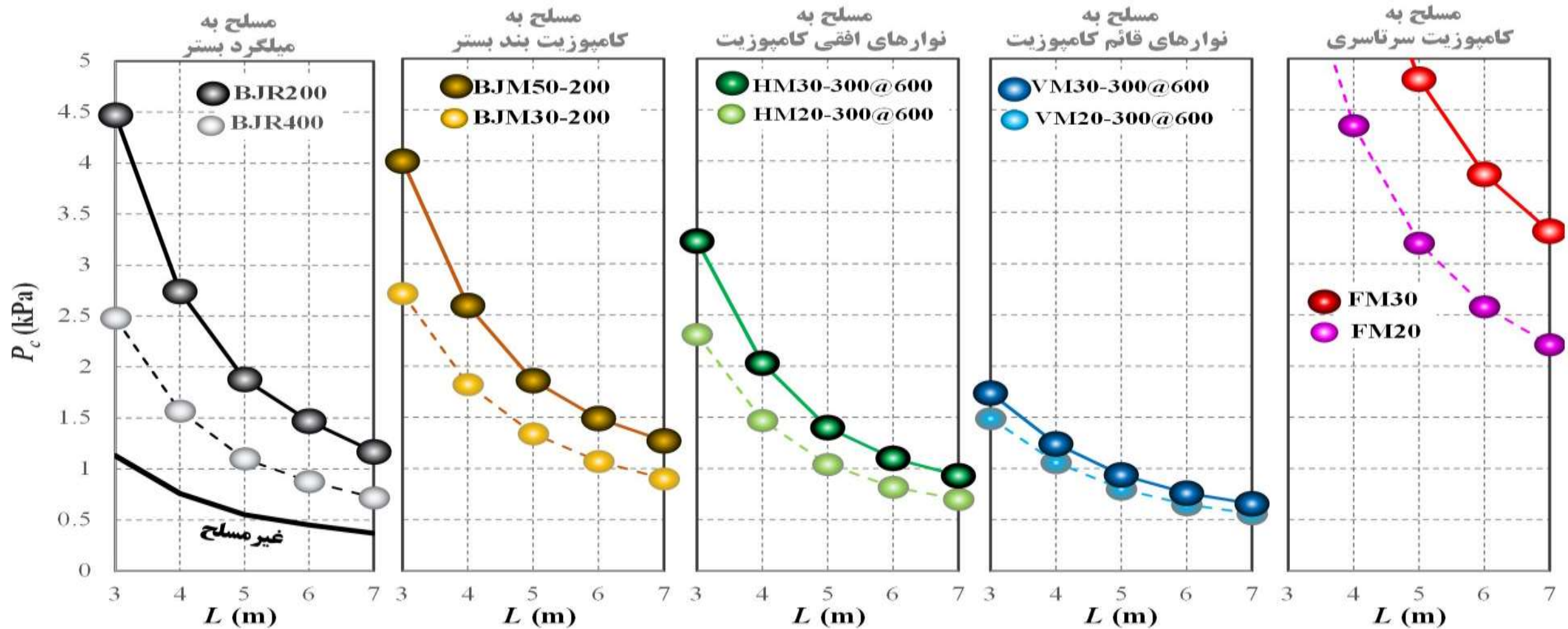


دیوار ساخته شده با

آجرهای توپر یا سوراخ دار به ضخامت ۲۲ سانتی متر
و ملات ماسه و سیمان به نسبت ۱ به ۳

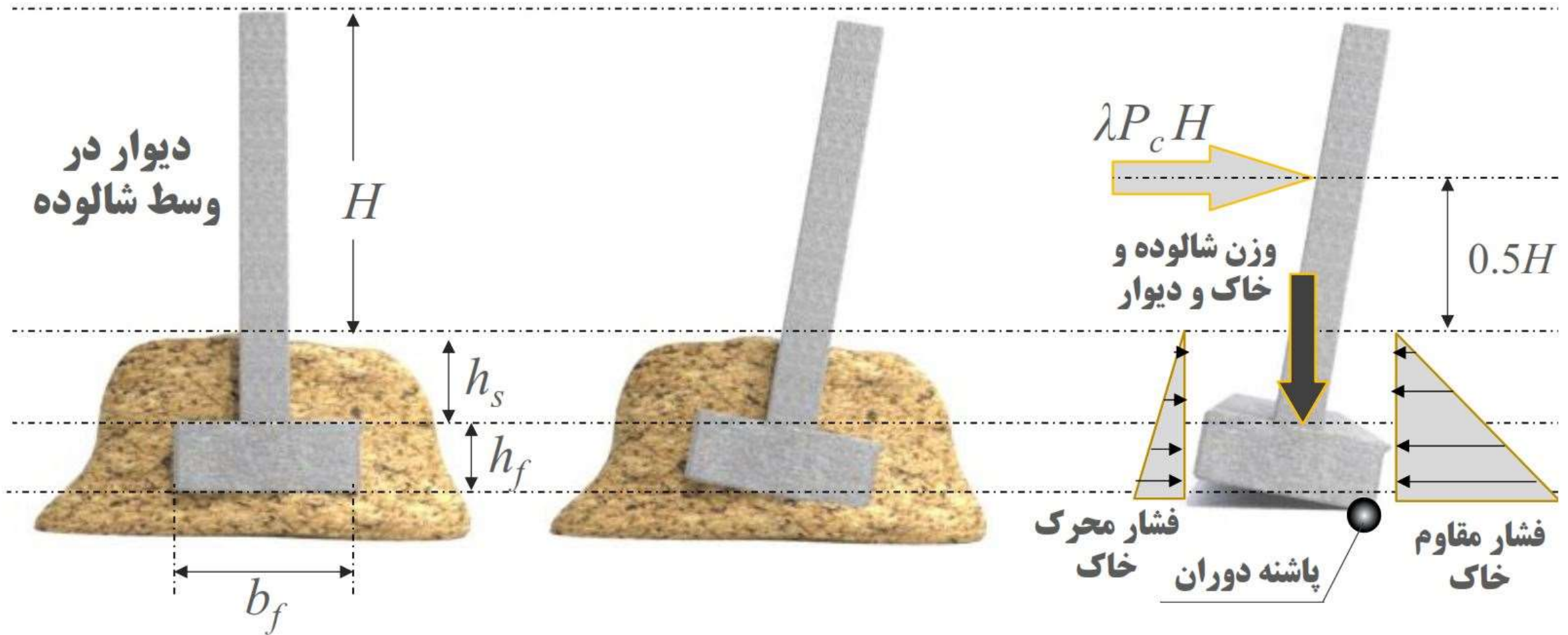
نکات تکمیلی – دیوار محوطه

گراف های ظرفیت دیوار بلوکی ۲۰ سانتی – جهت تعیین فواصل کلاف های قائم



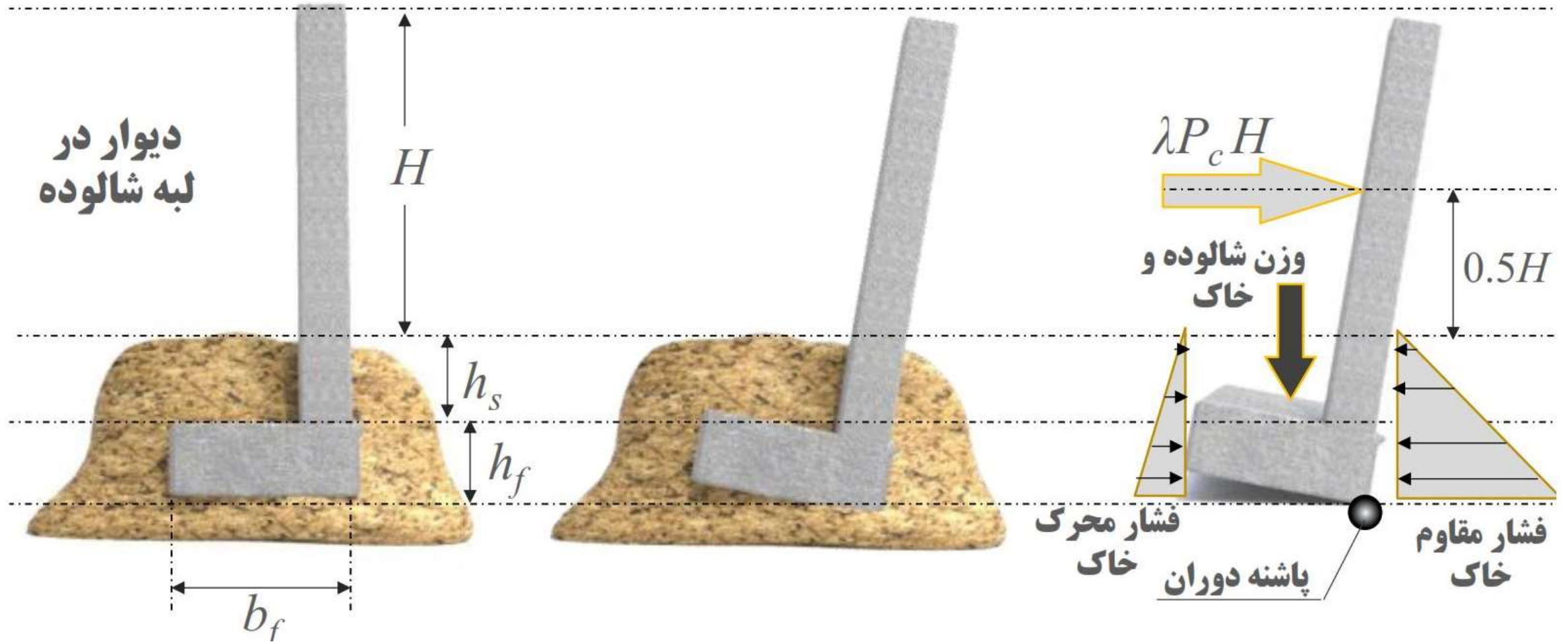
نکات تکمیلی – دیوار محوطه

کنترل واژگونی



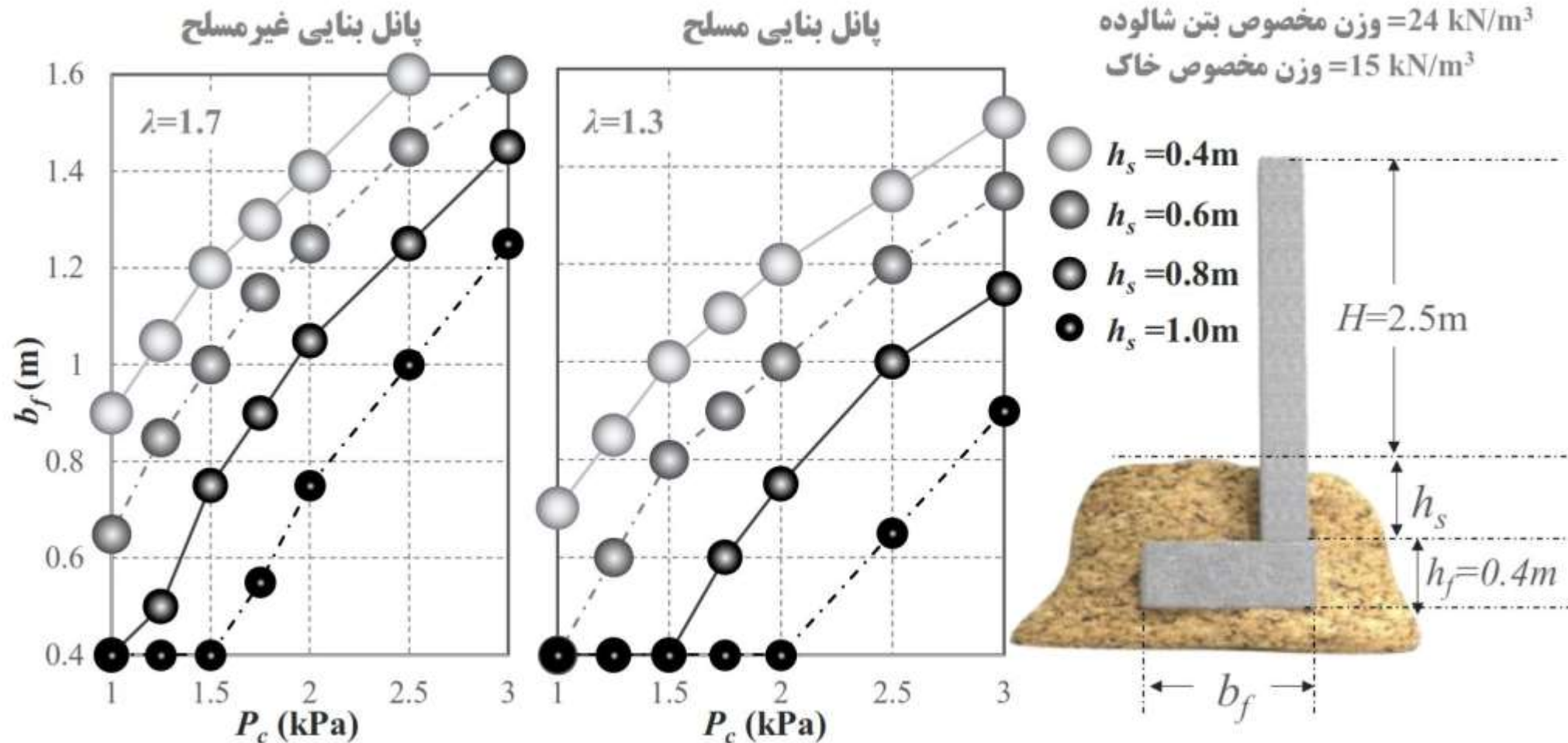
نکات تکمیلی – دیوار محوطه

کنترل واژگونی



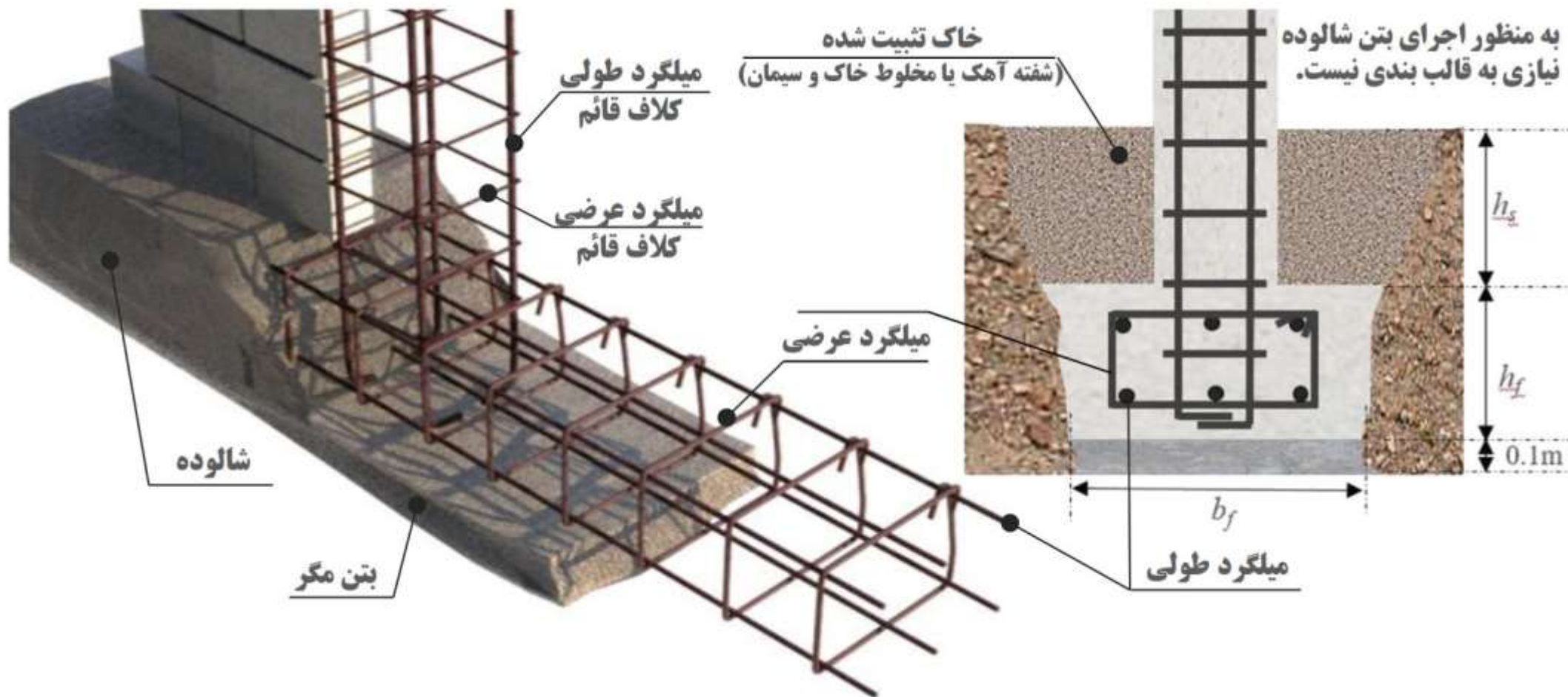
نکات تکمیلی – دیوار محوطه

تعیین پهنای شالوده بر اساس کنترل واژگونی



نکات تکمیلی – دیوار محوطه

جزئیات اجرا و آرماتورگذاری شالوده

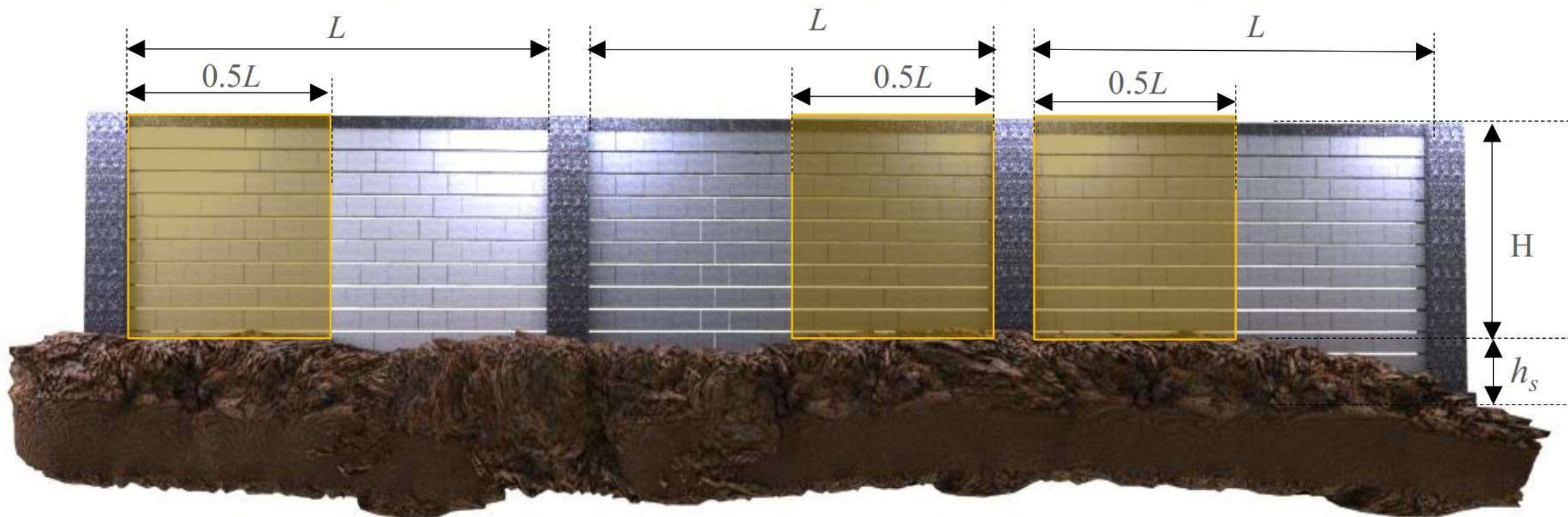


نکات تکمیلی – دیوار محوطه

تعیین سطح بارگیر کلاف قائم و محاسبه لنگر خمشی وارده بر کلاف

روش ۱ (روش ساده سازی شده و محافظه کارانه)

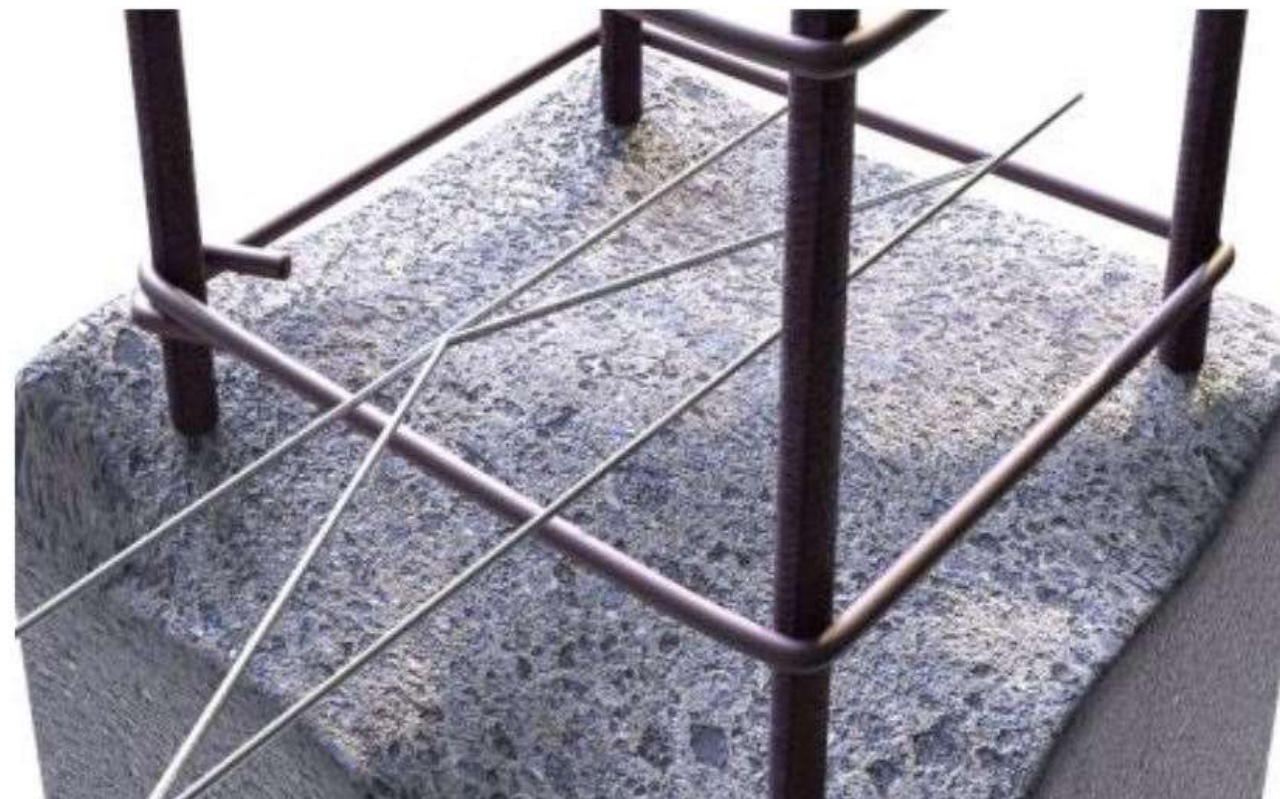
محاسبه نیروی وارد بر کلاف‌های قائم بر اساس سطح بارگیر مستطیلی و اعمال نیروی برآیند در تراز $0.5H$ از سطح خاک



نکات تکمیلی – دیوار محوطه

روش های اتصال پانل بنایی به کلاف قائم

اتصال دیوار به کلاف قائم با
استفاده از میلگرد بستر



نکات تکمیلی – دیوار محوطه

روش های اتصال پانل بنایی به کلاف قائم

اتصال دیوار به کلاف قائم از
طریق چینش پس و پیش
واحدهای بنایی



نکات تکمیلی – دیوار محوطه

روش های اتصال پانل بنایی به کلاف قائم

اتصال دیوار به کلاف قائم با
استفاده از قطعات اتصال

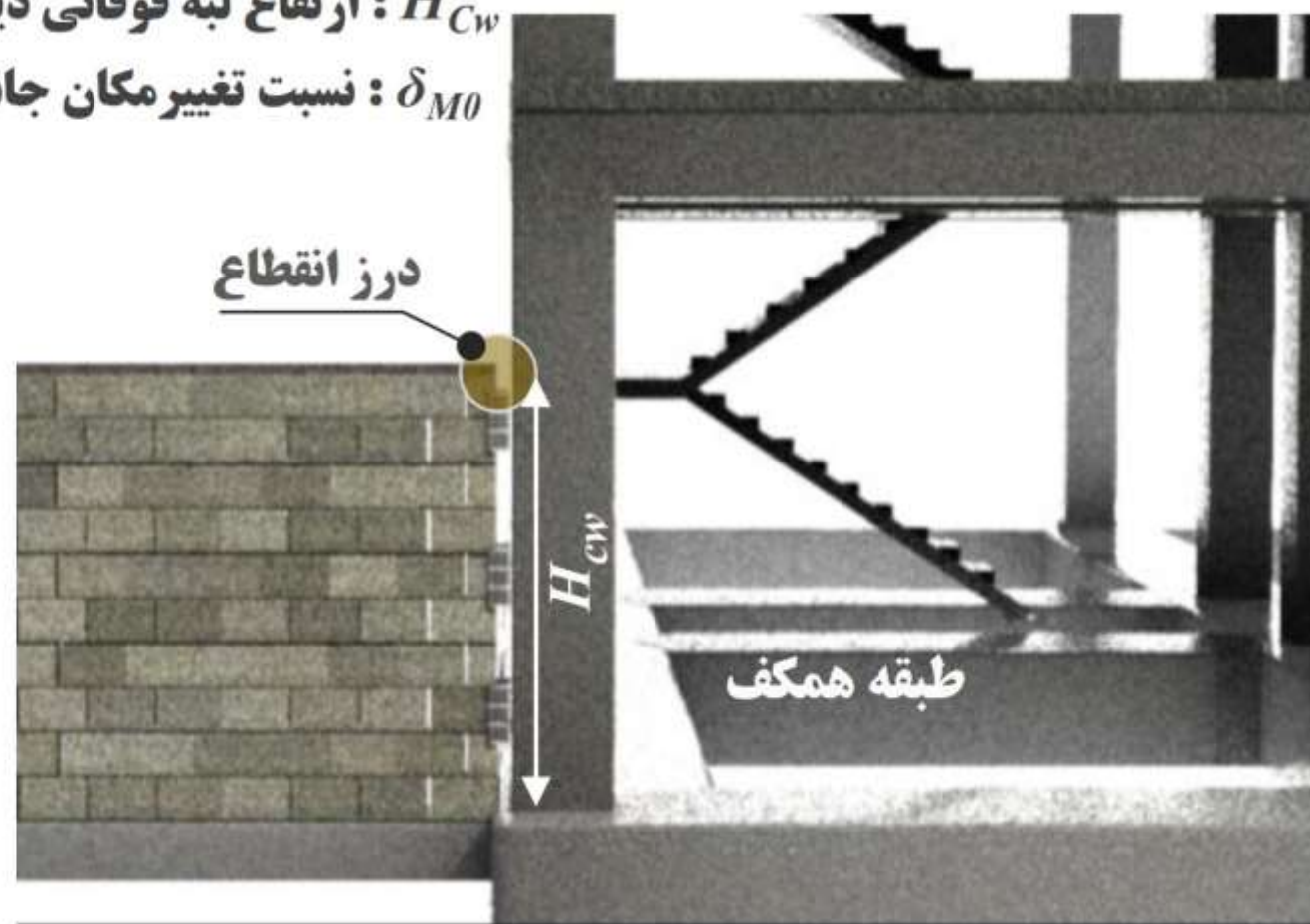
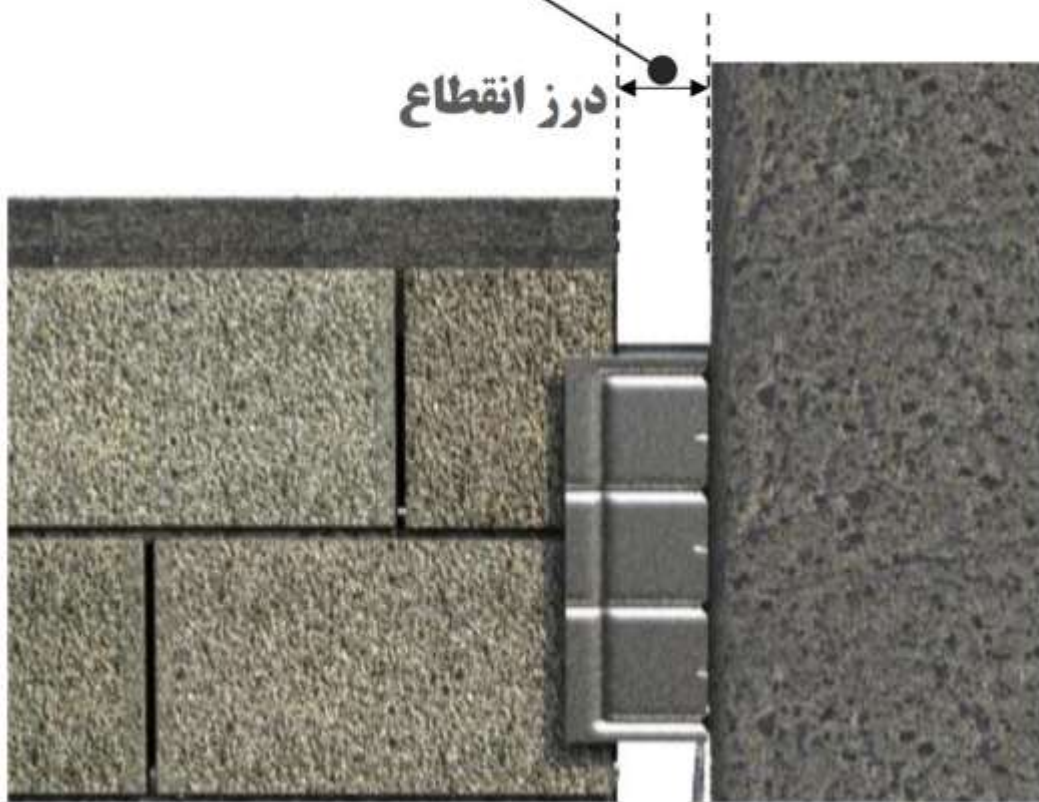


نکات تکمیلی – دیوار محوطه

لزوم رعایت درز انقطاع مابین دیوار محوطه و ساختمان مجاور

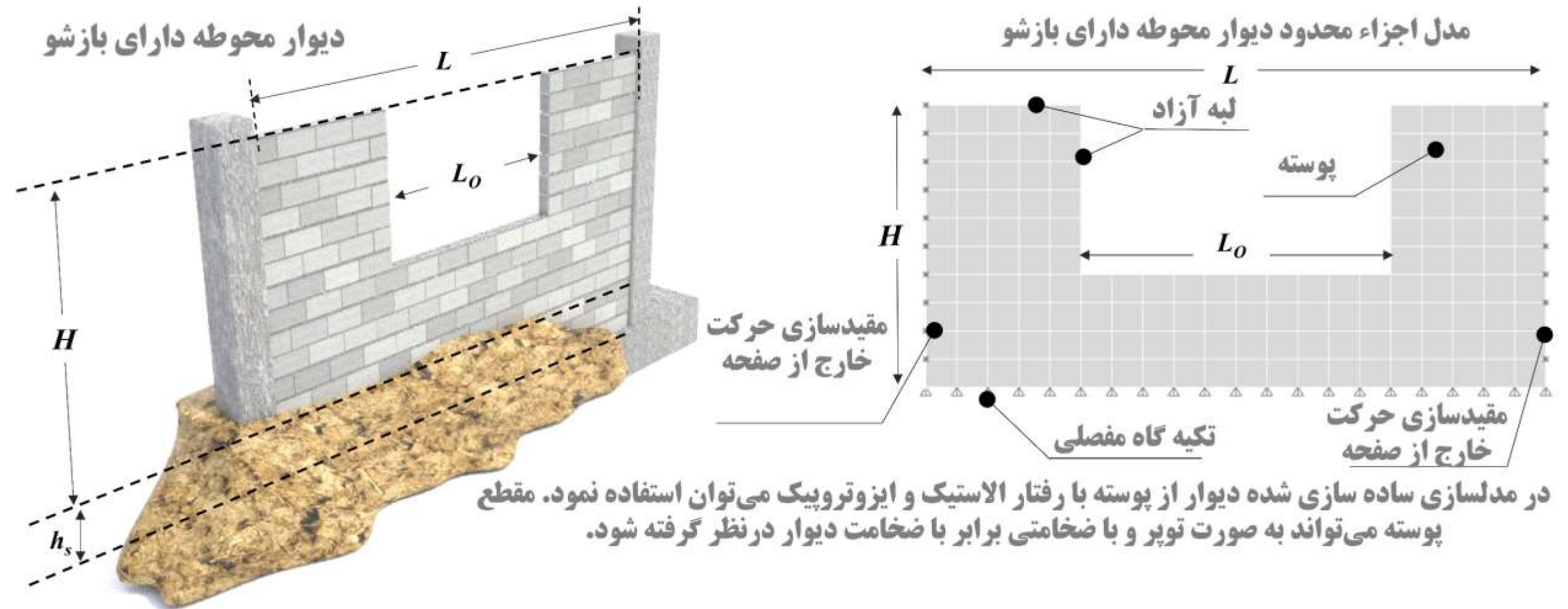
H_{cw} : ارتفاع لبه فوقانی دیوار محوطه تا پای ستون طبقه همکف
 δ_{M0} : نسبت تغییر مکان جانبی نسبی غیر خطی طبقه همکف

$\text{درز انقطاع} \geq \delta_{M0} \times H_{cw}$

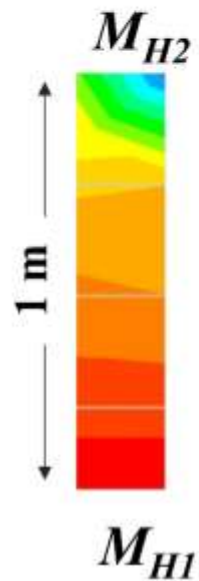
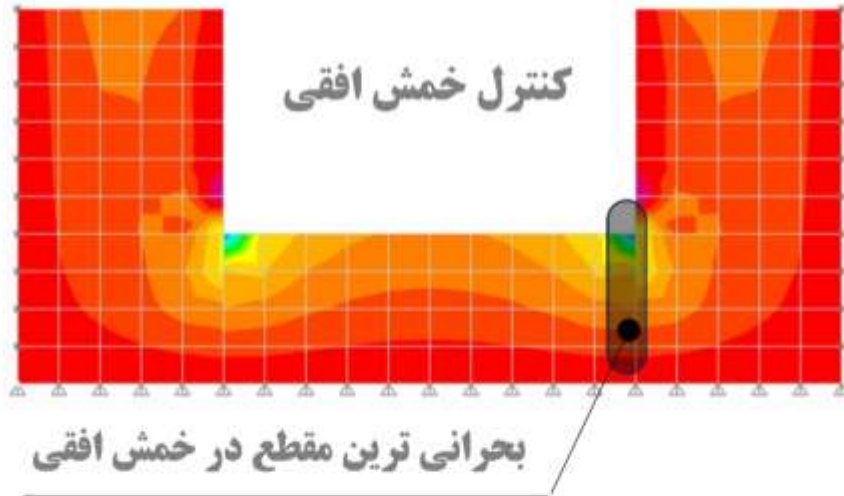


نکات تکمیلی – دیوار محوطه

استفاده از شبیه سازی اجزاء محدود در طراحی دیوار محوطه



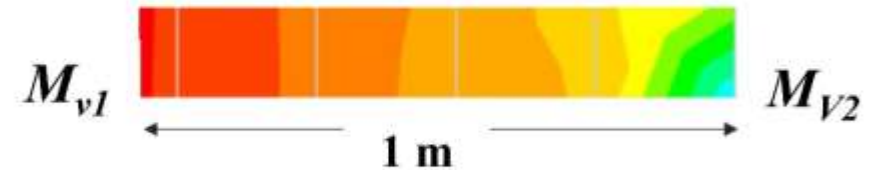
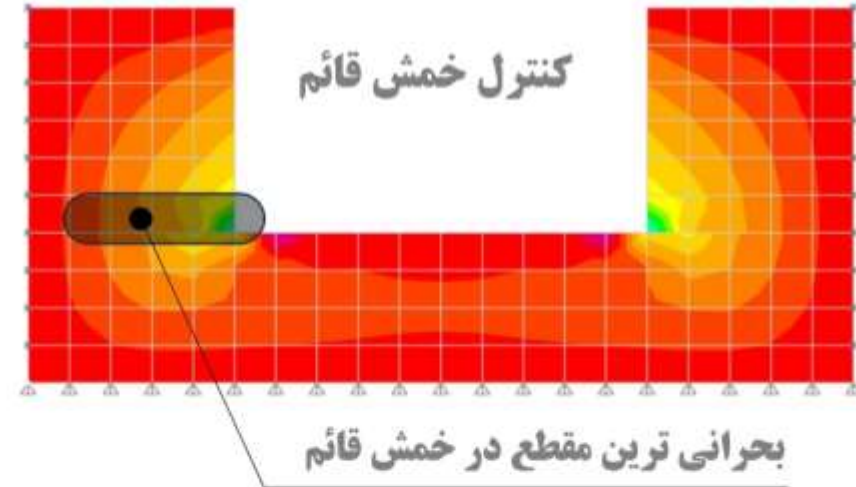
نکات تکمیلی – دیوار محوطه



حداکثر خمش افقی در یک متر از ارتفاع دیوار

$$M_H = \frac{M_{H1} + M_{H2}}{2}$$

لازم است M_H از M_{d2} کوچکتر باشد.



حداکثر خمش قائم در یک متر از طول دیوار

$$M_V = \frac{M_{V1} + M_{V2}}{2}$$

لازم است M_H از M_{d1} کوچکتر باشد.

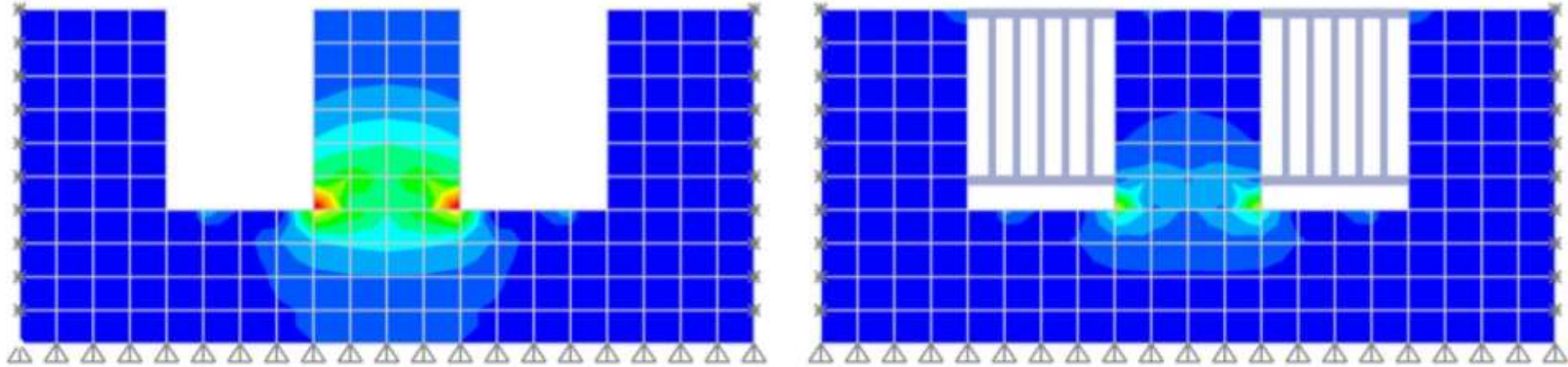
نکات تکمیلی – دیوار محوطه

استفاده از شبیه سازی اجزاء محدود در طراحی دیوار محوطه

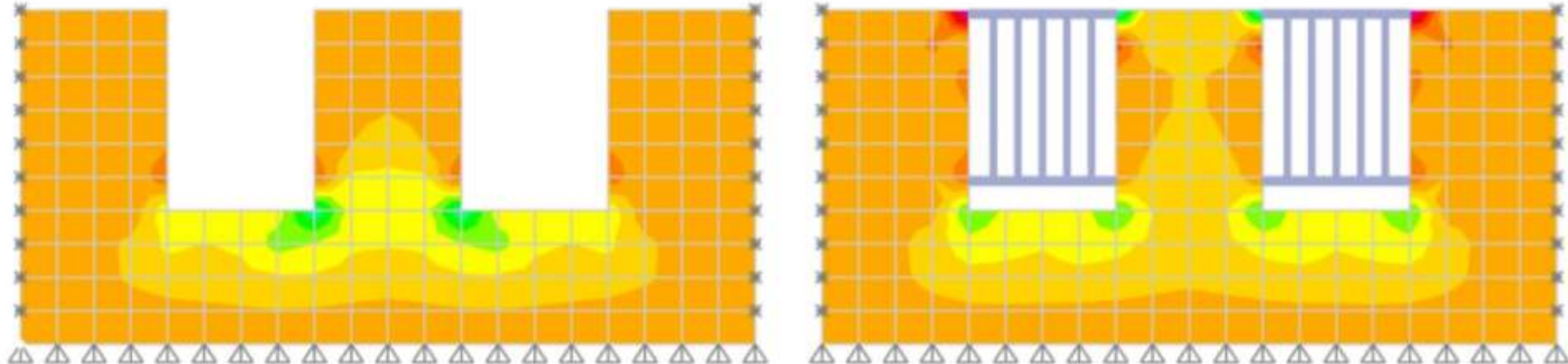


نکات تکمیلی – دیوار محوطه

خمش قائم ایجاد شده در پانل بنایی



خمش افقی ایجاد شده در پانل بنایی



نکات تکمیلی – نامه دفتر مقررات ملی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت راه و شهرسازی

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰

شماره: ۵۳۷۱۲/۴۲۰ صادره

پیوست: ندارد

بسمه تعالی

سرمایه‌گذاری برای تولید

مدیران کل محترم راه و شهرسازی استان‌ها

موضوع: ضرورت رعایت ضوابط مهار اجزای غیرسازه‌ای و اصلاح روش‌های اجرایی

با سلام و احترام

با عنایت به بررسی‌های میدانی، نتایج حاصل از نظارت عالیه بر پروژه‌های ساخت‌وساز شهری در استان‌ها و تحلیل مستندات اجرایی پروژه‌های در حال ساخت، مشاهده می‌گردد که در بسیاری از موارد، ضوابط فنی مربوط به اجرای صحیح مهار اجزای غیرسازه‌ای، به‌ویژه در دیوارهای داخلی و خارجی به‌طور کامل رعایت نمی‌شود. از این رو، در صورت عدم رعایت به‌شرح موارد ذیل، منجر به بروز مشکلات اجرایی و خسارات جبران‌ناپذیر خواهد شد.

نکات تکمیلی – نامه دفتر مقررات ملی

۱- مسلح کردن دیوار با میلگرد بستر و وادارهای قائم و افقی

۱-۱- اتصال غیراصولی میلگرد بستر به وادار قائم/افقی (ناودانی‌ها): بدون رعایت ضوابط طراحی اتصال میلگرد و در نظر گرفتن مکانیزم عملکرد صحیح، ممکن است قفل شدگی نادرست دیوار، انتقال ناخواسته نیرو، ترک خوردگی یا تغییر شکل غیرمجاز ایجاد شود. اتصال میلگرد بستر باید مطابق با الزامات پیوست ششم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) طراحی و اجرا گردد. در صورتی که وادار قائم به صورت کشویی به سقف یا تیر فوقانی متصل شده باشد، برقراری اتصال میلگرد بستر به وادار قائم از هر طریق (استفاده از گیره فلزی و یا قلاب نمودن مفتول‌های طولی میلگرد بستر داخل سوراخ‌های وادار قائم و یا عبور میلگرد بستر از داخل وادار قائم) مجاز است. در صورتی که اتصال وادار قائم به سقف یا تیر فوقانی به صورت تلسکوپی باشد، میلگرد بستر تحت هیچ شرایطی نباید به وادار قائم متصل شود (چه از طریق قلاب چه از طریق گیره یا جوش). در این موارد لازم است اتصال دیوار به وادار قائم مشابه اتصال دیوار به ستون (با رعایت فاصله جداسازی) باشد. علاوه بر آن، میلگرد بستر تحت هیچ شرایطی نباید به اتصالات کشویی دیوار به ستون یا دیوار به دیوار برشی متصل، جوش و یا قلاب شود.

تاکید بر عدم اتصال مستقیم میلگرد بستر به اتصالات کشویی و عدم اتصال میلگرد بستر به وادارهای دارای اتصال تلسکوپی

۱-۲- نصب وادارهای قائم در مجاورت ستون‌ها: در قاب‌های خمشی فولادی یا بتنی، اجرای وادارهای قائم در نزدیکی ستون‌ها منجر به اختلال در عملکرد تیر در ناحیه مفصل پلاستیک شده و در صورتی که تیر از نوع تیر بتنی باشد، به علت بروز ترک در محل مفصل پلاستیک تیر، میزان مهار رول بولت‌های مربوط به اتصالات وادار (که در داخل تیر بتنی قرار گرفته اند) نیز کاهش خواهد یافت. لذا طبق پیوست ششم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، حداقل فاصله یک متر مابین وادار قائم و ستون‌های قاب‌های خمشی برای جلوگیری از تداخل با تغییر شکل‌های غیرخطی الزامی است.

تاکید بر عدم قرار گیری وادار قائم در مجاورت ستون

۱-۳- استفاده از ناودانی‌های غیراستاندارد و طراحی نشده که فاقد مشخصات مکانیکی معتبر می‌باشند: ناودانی‌هایی که بدون انجام محاسبات لازم از مصالح بازیافتی یا نامرغوب تولید شده‌اند، فاقد مقاومت لازم برای تحمل نیروهای جانبی یا بارهای دیوار هستند و ممکن است

تاکید بر طراحی محاسباتی اتصالات دیوار و استفاده از مصالح استاندارد

نکات تکمیلی – نامه دفتر مقررات ملی

دچار تغییر شکل بیش از حد، تسلیم و یا شکست ترد شوند. تمامی پروفیل‌های فولادی مورد استفاده در اجزای غیرسازه‌ای باید دارای مشخصات فنی معتبر و استاندارد بوده و طراحی آن‌ها براساس بارهای وارده، نوع دیوار و طول دهانه توسط مهندس محاسب سازه انجام شود. استفاده از مقاطع نورد سرد، با گواهی استاندارد و تأییدیه مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی الزامی است. همچنین عرض بال ناودانی به نحوی انتخاب شود که دیوار به قدری به عرض ناودانی اتکا داشته باشد که انتقال بار خارج از صفحه به ناودانی انجام شده و در اثر دریافت طبقه (تغییر مکان نسبی بین دو طبقه مجاور یک ساختمان در اثر بار جانبی مثل زلزله)، دیوار از داخل ناودانی (اتصال کشویی) بیرون نرود.

۴-۱- استفاده گسترده از اجزای فلزی بدون تمهیدات لازم جهت عایق حرارتی در دیوارهای خارجی (باکس پله و نماها): نصب ناودانی یا وادار قائم/افقی در جداره‌های خارجی بدون جداکننده حرارتی، باعث ایجاد مسیر مستقیم انتقال حرارت (پل حرارتی) شده و موجب افزایش اتلاف انرژی و تشکیل سطح سرد در داخل می‌گردد. در کلیه اتصالات فلزی در دیوارهای خارجی، استفاده از جداکننده حرارتی بین فلز و سطح خارجی الزامی است. اجزای فلزی نباید در تماس مستقیم با نمای خارجی یا داخل واحد قرار گیرند.

۵-۱- اجرای اتصالات کشویی تا یونولیت بالای دیوار: جهت پایداری و جلوگیری از خروج صفحه، کلیه اتصالات کشویی (در لبه‌های قائم و افقی) طبق پیوست ششم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، باید دیوار را حداقل به اندازه ۳ سانتی‌متر در بگیرند. لذا در طراحی عرض بال مورد نیاز در اتصالات کشویی، لازم است این موضوع مدنظر قرار گرفته شود. بر این اساس در صورتی که فاصله جداسازی لبه فوقانی دیوار تا زیر سقف برابر A باشد، عرض بال اتصال کشویی استفاده شده در لبه فوقانی دیوار لازم است حداقل برابر با (میلی‌متر $A+30$) در نظر گرفته شود.

تاکید بر کاهش پل های حرارتی

به طور کلی روش پروژه محور ارائه شده در دستورالعمل دفتر مقررات ملی منجر به کاهش وادارهای قائم و حذف کامل وادارهای افقی شده و بدین ترتیب منجر به کاهش پل های حرارتی نیز خواهد شد.

تاکید بر اتصالات کشویی با عرض بال کافی به طوری که دیوار از داخل اتصال بیرون نرود.

نکات تکمیلی – نامه دفتر مقررات ملی

۶-۱- نبود طراحی و اجرای مهار جانبی مؤثر برای تأسیسات مکانیکی و سقف کاذب (نظیر کانال‌های تهویه): تأسیسات مکانیکی تنها تحت بار ثقلی مهار می‌شوند و در برابر نیروهای جانبی آسیب‌پذیرند. مهار جانبی تأسیسات مکانیکی و سقف‌های کاذب باید مطابق با الزامات طراحی لرزه‌ای انجام شود. استفاده از بست کششی، مهار مورب یا ساپورت مقاوم در برابر بارهای جانبی الزامی است.

۷-۱- ایجاد تیرهای پاگرد یا تیرهای جانبی در ترازهای غیرهم‌سطح ستون: در سازه‌های بتن آرمه ایجاد تیرهای پاگرد یا تیرهای جانبی در ترازهایی که با کف سازه‌ای هم‌تراز نیستند، موجب شکل‌گیری «ستون کوتاه» می‌شود و طول مؤثر ستون را کاهش می‌دهد؛ پدیده‌ای که در زلزله‌های اخیر در کشور خسارات جانی و مالی را به همراه داشته است. لازم است اجرای تیرها در تراز کف سازه‌ای صورت گیرد یا تمهیدات مقاوم‌سازی سازه‌ای پیش‌بینی گردد.

۸-۱- پیوستگی حرارتی در محل اتصال دیوار به ستون یا تیر: در محل اتصال دیوار به تیر یا ستون، عدم جداسازی حرارتی موجب ایجاد پل حرارتی و سطح سرد داخلی می‌شود. اجرای عایق حرارتی به‌صورت نوار یا لایه ممتد در این نواحی الزامی است.

۹-۱- نادیده گرفتن پل حرارتی در طراحی و نقشه‌های اجرایی: مهندس طراح معماری موظف است جزئیات اجرایی مربوط به حذف پل حرارتی و عایق‌کاری حرارتی را در نقشه‌های معماری و اجرایی به‌صورت کامل ارائه دهند. همچنین در فرآیند کنترل نقشه‌ها توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان استان، این جزئیات باید به‌طور ویژه بررسی و کنترل گردد.

تاکید بر مهار جانبی تأسیسات مکانیکی و سقف‌های کاذب

تاکید بر درنظر گرفتن تاثیر تیرهای راه پله بر ستون‌های بتنی.

اتصال مستقیم تیر نیم طبقه می‌تواند منجر به افزایش برش در ستون شود. لازم است این اثر در طراحی سازه دیده شود در غیراین صورت باید از جزئیات پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ برای راه پله استفاده شود. این موضوع در سازه‌های بتنی دارای اهمیت بیشتری است. سازه‌های فولادی حساسیت کمتری به این موضوع دارند.

تاکید بر اجرای عایق حرارتی ممتد در محل درزهای مابین دیوار و ستون‌ها و سقف

تاکید بر حذف پل‌های حرارتی و عایق‌کاری حرارتی

نکات تکمیلی – نامه دفتر مقررات ملی

۲- مسلح کردن دیوار با شبکه الیاف (شیشه‌ای)

۲-۱- به‌کارگیری مصالح ساختمانی فاقد گواهی فنی معتبر از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، استفاده از مصالح نوین مانند شبکه الیاف شیشه یا کربن، بدون ارزیابی فنی و آزمایشگاهی، باعث کاهش عملکرد لرزه‌ای، افت دوام و کاهش ایمنی کلی سازه یا دیوار می‌گردد. استفاده از مصالح نوین مانند الیاف شیشه یا کربن، بدون اخذ گواهی‌نامه فنی معتبر از آن مرکز، ممنوع است. لازم به ذکر است برای کاربرد الیاف شیشه، دو نوع گواهی مجزا از سوی مرکز مزبور برای دیوارهای داخلی و خارجی صادر می‌گردد که باید به‌درستی رعایت شود. همچنین صحت انطباق محصول خریداری شده با گواهینامه ذکر شده بر عهده ناظر پروژه می‌باشد.

۲-۲- عدم رعایت مراحل اجرای صحیح شبکه الیاف و اجرای نازک کاری: اجرای صحیح الیاف شیشه‌ای مستلزم رعایت ترتیب مناسب لایه‌ها به جهت ایجاد پیوستگی، چسبندگی و عملکرد مطلوب کارکردی است، لذا ضروری است ابتدا لایه اول ملات در نواحی تعیین‌شده روی دیوار اجرا، سپس شبکه الیاف جای‌گذاری و لایه دوم ملات اجرا می‌گردد. پس از آن، نبشی‌های مهار خارج از صفحه نصب شده و در نهایت نازک‌کاری اجرا می‌شود.

۲-۳- انتخاب نادرست شبکه الیاف: در محیط‌های سیمانی مستعد به واکنش قلیایی سیلیسی، استفاده از الیاف مقاوم در برابر محیط قلیایی، الزامی است. این نوع الیاف دارای اکسید زیرکونیم (ZrO_2) حداقل ۱۶٪ و به رنگ قرمز می‌باشند تا امکان تشخیص ساده‌تر در کارگاه فراهم گردد. این الیاف دارای پایداری شیمیایی بالا در محیط قلیایی بوده و از افت عملکرد مکانیکی جلوگیری می‌کنند.

تاکید بر استفاده از شبکه الیاف دارای گواهی‌نامه فنی به منظور اطمینان از مقاوم بودن در برابر قلیا و دارا بودن مشخصات کششی مدنظر

تاکید بر نحوه اجرای صحیح کامپوزیت شبکه الیاف. لایه اول پلاستر+ شبکه الیاف+ لایه دوم پلاستر

تاکید بر استفاده از شبکه الیاف مقاوم به قلیا در مجاورت محیط های سیمانی

نکات تکمیلی – نامه دفتر مقررات ملی

۲-۴- اتصال نادرست نبشی به سازه بتنی و فلزی: لازم است ادوات اجزای فولادی (اعم از نبشی، ورق پیشانی، ناودانی و ...) به اعضای بتن آرمه با رول بولت و اتصال به سازه فلزی با جوش یا تیر و چاشنی صورت پذیرد.

**تاکید بر استفاده از رول بولت
برای اتصال قطعات فلزی به بتن**

۲-۵- اجرای نادرست جان‌پناه و اتصال ضعیف به سازه اصلی: لازم است ستون‌های سازه‌ای به ارتفاع جان‌پناه ادامه یافته و یا آنکه ستونک‌های عمودی (طره‌ای) در فواصل مناسب تعبیه گردد. سپس شبکه الیاف شیشه مقاوم به قلیا (دارای گواهی‌نامه فنی معتبر از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) به صورت سراسری کل جان‌پناه را در برگرفته و به واسطه پروفیل‌های فولادی متناسب به تیرک‌های عمودی و نیز تیر سازه‌ای مهار گردد تا در مقابل فشار جانبی، ایجاد ترک، جدا شدن ملات مقاومت لازم را داشته باشد. همچنین در صورت عدم امکان برقراری اتصال جوشی بین سازه و ستونک عمودی، از رول بولت جهت اتصال ستونک به کف استفاده شود. در این اتصال استفاده از رول پلاک و یا میخ بتن مجاز نمی باشد.

**تاکید بر استفاده از وادارهای
طره ای در جان پناه و عدم
استفاده از رول پلاک یا میخ بتن
برای اتصال وادارهای طره ای
جان پناه**

**به طور کلی جان پناه باید با محافظه کاری بیشتری
طراحی و اجرا شود.**

۳- مسلح کردن دیوارهای واقع در محل درز انقطاع با شبکه الیاف (شیشه‌ای)

۳-۱- مهار نکردن وجه بیرونی دیوار در تراز کف قبل از اجرای دیوار: مهار دیوار واقع در درز انقطاع همسایه می بایست با تسلیح بند بستر و استفاده از وادار قائم (در صورت نیاز محاسباتی) و اجرای ناودانی منقطع روی ستون‌ها پیش از اجرای دیوار صورت پذیرد تا از انتقال نیرو و ایجاد قفل‌شدگی جلوگیری گردد. (روابط محاسباتی مندرج در کتاب دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای محوطه دفتر مقررات ملی

**استفاده از روابط محاسباتی
موجود در دستورالعمل دیوار
محوطه مجاز است.**

نکات تکمیلی – نامه دفتر مقررات ملی

ساختمان مبنای محاسبه این دیوارها قرار می‌گیرد.) همچنین تسلیح بند بستر با میلگرد بستر و یا مش الیاف شیشه مقاوم به قلیا و دارای گواهینامه فنی معتبر، امکان پذیر است.

۲-۳- اتصال درگیر و غیر کشویی در تراز سقف جهت اتصال دیوار: اتصال دیوار در تراز سقف باید به صورت کشویی و با استفاده از نبشی یا ناودانی منقطع طراحی گردد؛ به گونه‌ای که از انتقال نیرو در صفحه دیوار یا محدودسازی حرکت نسبی بین دیوار و سازه جلوگیری شود.

۳-۳- عدم استفاده از مصالح انعطاف پذیر: از مصالح انعطاف پذیر یا درزگیر مناسب برای حفظ عملکرد مستقل دو سازه در محل درز انقطاع استفاده شود.

شایان ذکر است پیرو بارگذاری جزئیات اجرایی مهار اجزای غیر سازه‌ای و نقشه‌های اجرایی آن در سایت معاونت مسکن و ساختمان به آدرس: http://inbr.ir/?page_id=4802 این دستورالعمل نیز به منظور تکمیل و ارائه نکات حائز اهمیت در مهار اجزای غیر سازه‌ای به آدرس فوق اضافه شده است.

همچنین مقتضی است ضمن اعلام موضوع به سازمان نظام مهندسی ساختمان، مراجع صدور پروانه و سایر دستگاه‌های ذیربط، نسبت به نظارت عالیه بر اجرای صحیح روش‌های مذکور اقدام و ظرف مهلت یک‌ماه گزارشی از نتایج حاصله را به این دفتر ارسال نمایند.

تاکید بر استفاده از میلگرد بستر و یا کامپوزیت بند بستر در دیوارهای مجاور درز انقطاع

تاکید بر استفاده از اتصالات کشویی

تاکید بر استفاده از مصالح انعطاف پذیر در درزهای اطراف دیوار

ایرادات متداول

ایرادات متداول – وادارها

میلگرد و یا بست‌های با فواصل بسیار زیاد قادر به انتقال جریان برشی به منظور یکپارچه‌سازی عملکرد نبشی‌های استفاده شده در مقطع وادار نیستند. لازم است از ورق و یا تسمه فولادی با ابعاد و فواصل مناسب جهت یکپارچه‌سازی نبشی‌های وادار استفاده شود.



ایرادات متداول – وادارها



اتصال کشویی وادار نباید داخل ضخامت دیوار قرار گیرد. در غیر این صورت دریف داخل صفحه از طریق اتصال کشویی به دیوار منتقل میشود. این اتفاق در وادارهایی با مقطع کوچکتر از ضخامت دیوار مستعد رخ دادن است.

نال جوشی

ایرادات متداول – اتصالات کشویی



بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی و نیز ضابطه ۷۲۹، اتصالات کشویی باید دیوار را حداقل به اندازه ۳ سانتی متر در بر گیرند. یعنی با فرض ایجاد ۳ سانتی متر فاصله بین لبه فوقانی دیوار با زیر سقف، پهنای بال اتصال کشویی لازم است حداقل ۶ سانتی متر باشد. در تصویر فوق عملاً اتصالات کشویی تنها یونولیت بالای دیوار را گرفته اند.

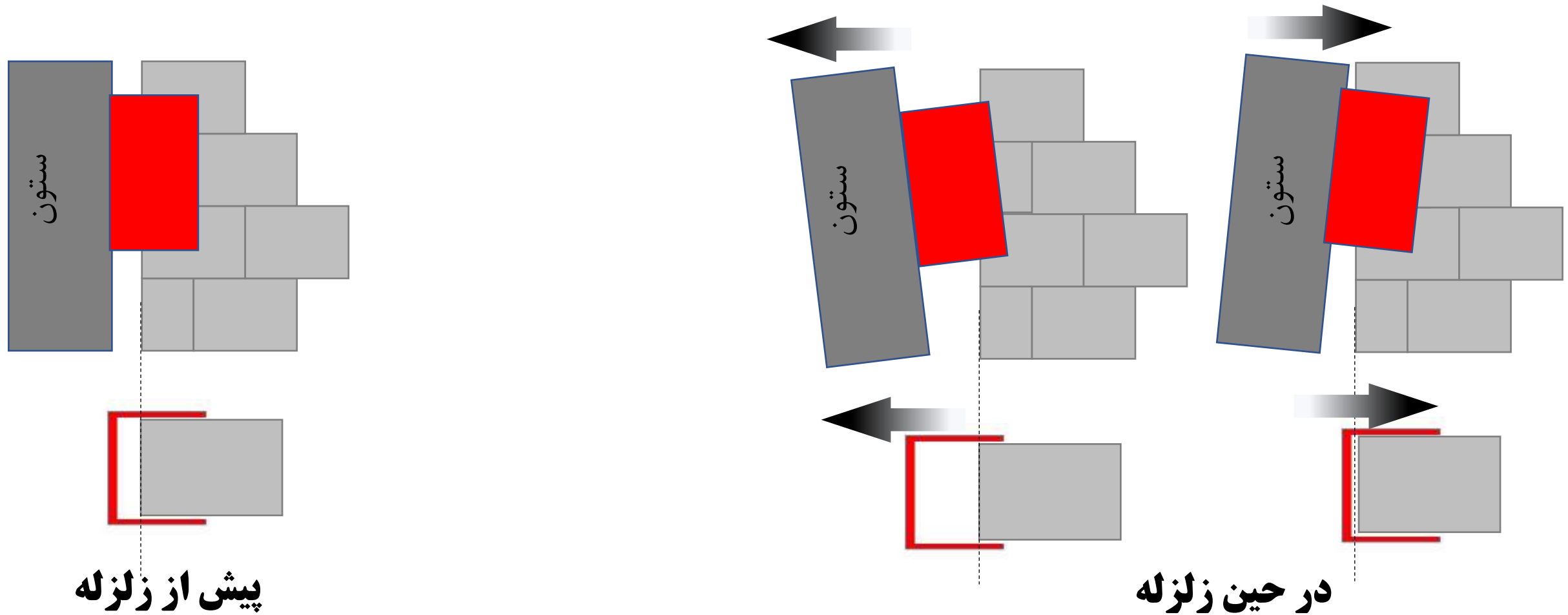


ایرادات متداول – اتصالات کشویی



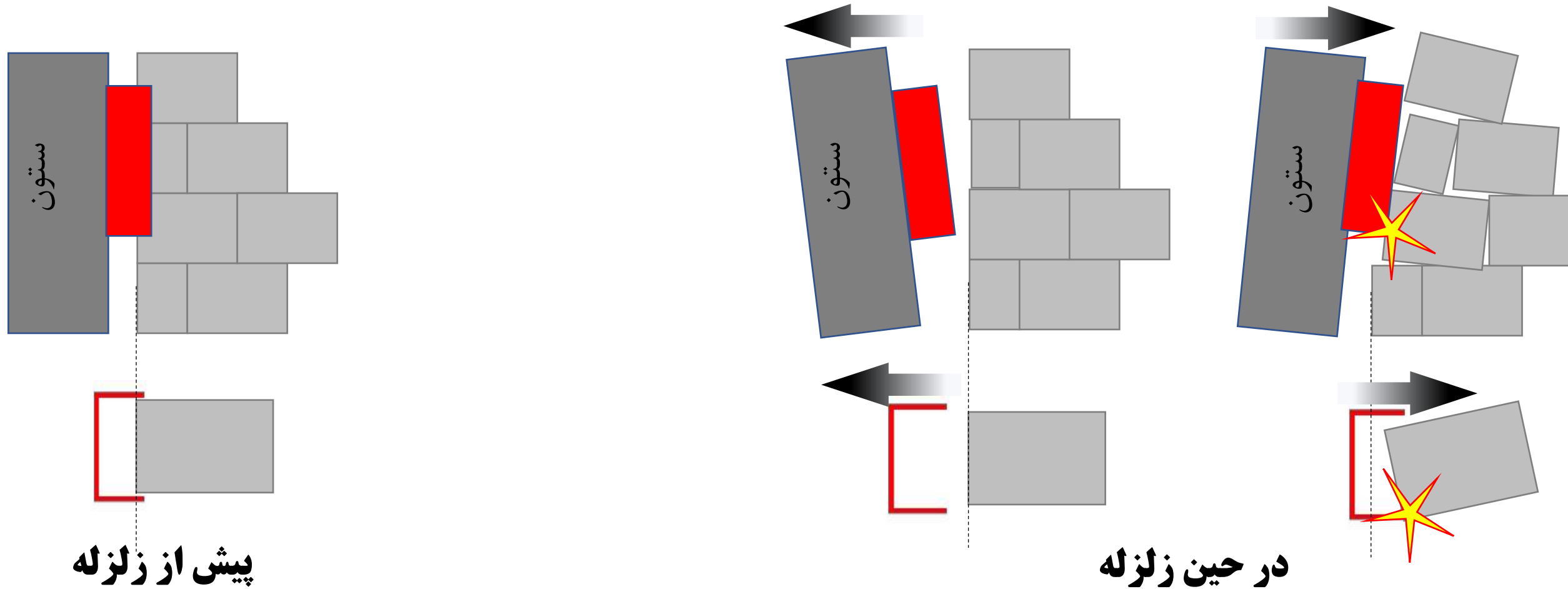
بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی و نیز ضابطه ۷۲۹، اتصالات کشویی باید دیوار را حداقل به اندازه ۳ سانتی متر در بر گیرند. حتی با فرض ایجاد درزی به اندازه تنها ۳ سانتی متر، با توجه به اینکه تغییر مکان نسبی طبقه می تواند منجر به نزدیک شدن یا دور شدن اتصال کشویی به دیوار شود، لازم است پهنای بال اتصال کشویی دیوار به ستون حداقل ۹ سانتی متر باشد که در این تصویر بسیار کمتر است.

ایرادات متداول – اتصالات کشویی



همواره دیوار باید داخل کشو باقی بماند، لذا پهنای بال قطعه اتصال باید به قدر کافی زیاد باشد.

ایرادات متداول – اتصالات کشویی



همواره دیوار باید داخل کشو باقی بماند، لذا پهنای بال قطعه اتصال باید به قدر کافی زیاد باشد.

ایرادات متداول – اتصالات کشویی



میلگرد بستر نباید به اتصالات کشویی قلاب یا جوش شود. میلگرد بستر نقش مسلح کنندگی دیوار را داشته و مشابه تیرچه برای دیوار عمل نمی کند. لذا میلگرد بستر به خودی خود نیازی به تکیه گاه انتهایی ندارد. قلاب کردن میلگرد بستر به وادارهای میانی یا لبه ای که در بالای خود دارای اتصال کشویی هستند، قابل توصیه است.

ایرادات متداول – عدم استفاده از نعل درگاه



بخش بنایی بالای باز شو لازم است از طریق نعل درگاه به دیوار منتقل شود. استفاده از فریم باز شو برای این منظور مناسب نیست چراکه معمولاً مقطع فریم های باز شو ضعیف بوده و برای انتقال چنین باری طراحی نشده اند.

ایرادات متداول – لزوم جداسازی دیوار از تیرهای فرعی و آویز تیرها



ایرادات متداول – لزوم جداسازی دیوار از تیرهای فرعی و آویز تیرها



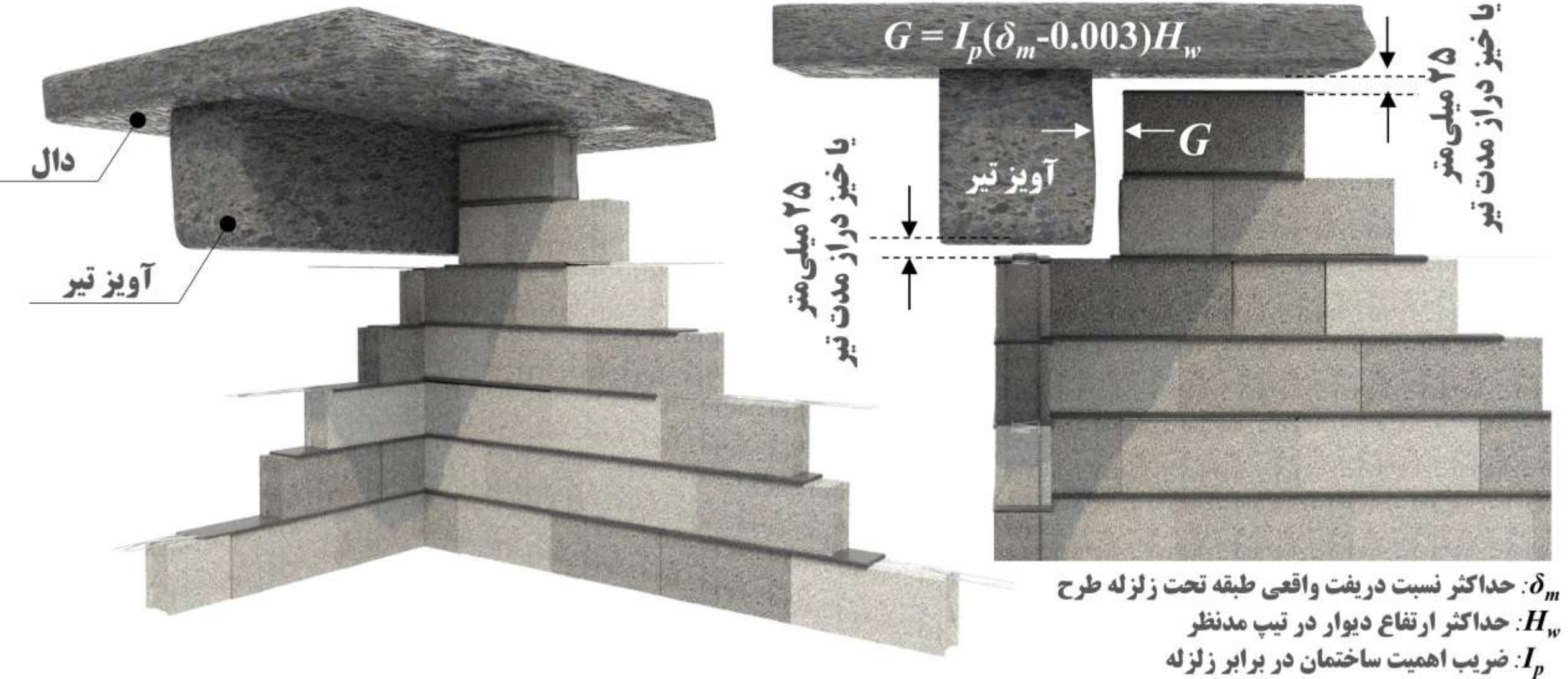
ایرادات متداول – لزوم جداسازی دیوار از تیرهای فرعی و آویز تیرها



ایرادات متداول – لزوم جداسازی دیوار از تیرهای فرعی و آویز تیرها



ایرادات متداول – لزوم جداسازی دیوار از تیرهای فرعی و آویز تیرها



ایرادات متداول – لزوم توجه به وادار در جان پناه



ایرادات متداول – استفاده هم زمان قلاب و گیره و اتصال کشویی



ایرادات متداول – دیوارچینی در دهانه مهاربندی





پرسش و پاسخ