طراحی لرزه ای دیوارهای بنایی

غیرسازه ای

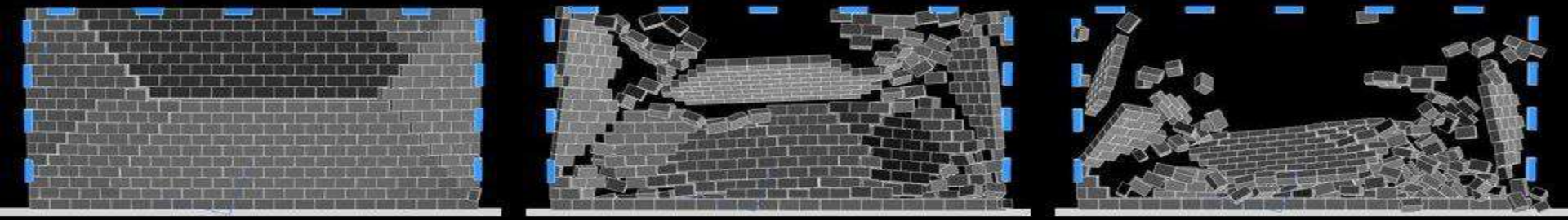
سید امین موسوی - مولف ضابطه ۷۲۹

بخش اول

- نحوه محاسبه مقاومت خارج از صفحه در دیوارهای بنایی غیرسازه ای (به همراه مثال و بررسی حالات مختلف)
- طراحی و اجرای اتصالات مختلف در دیوارهای بنایی غیرسازه ای مطابق ضابطه ۷۲۹ و پیوست ششم
- جزئیات و طراحی دیوارهای محوطه

بخش دوم

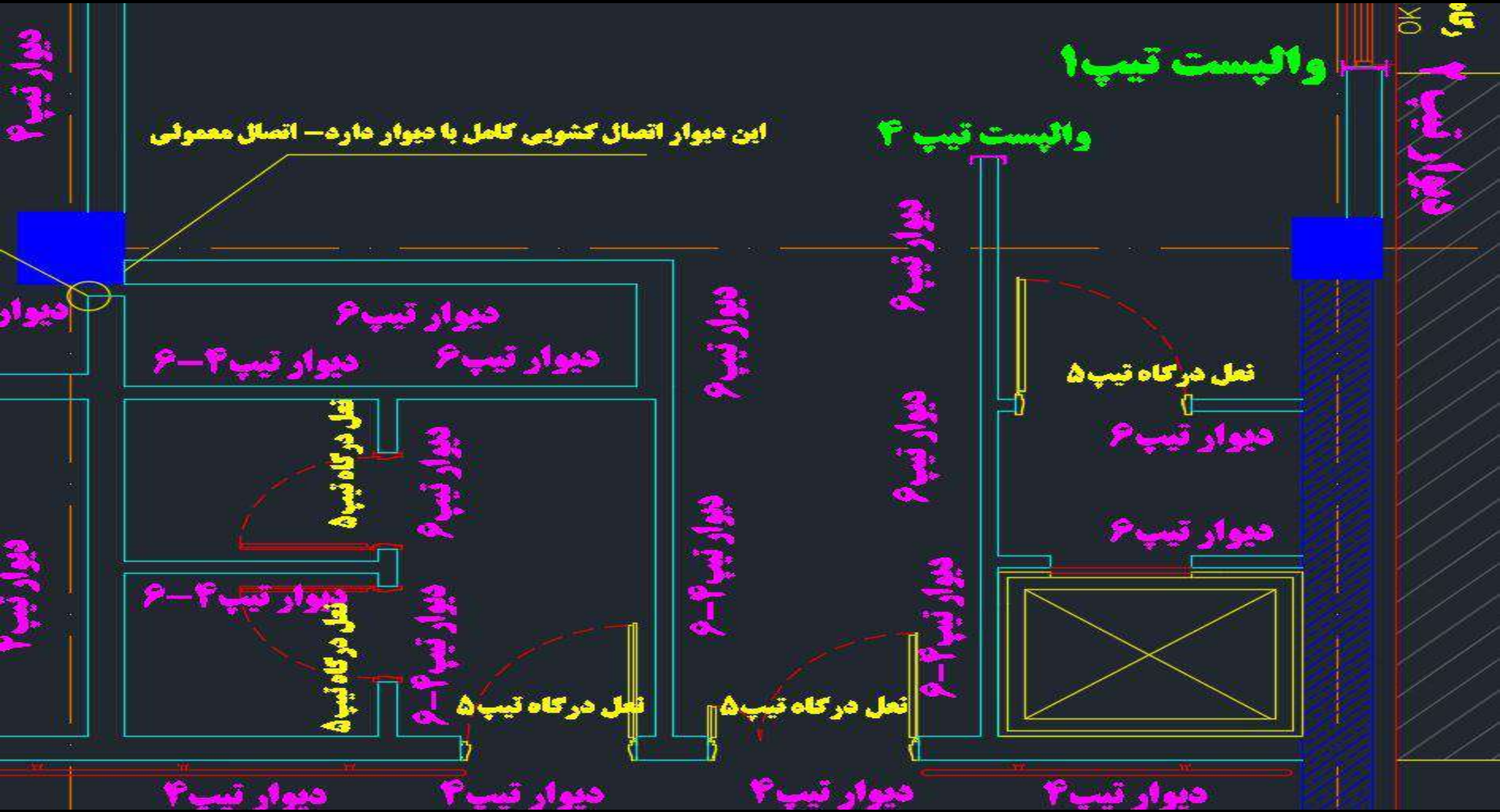
- معرفی روشی کاربردی به منظور طراحی و تیپ بندی دیوارهای غیرسازه ای در پروژه های واقعی
- بررسی روند تهیه دفترچه محاسبات برای دیوارهای غیرسازه ای (بررسی چند پروژه واقعی)
- پرسش و پاسخ



اهداف اصلی

اهداف اصلی دوره

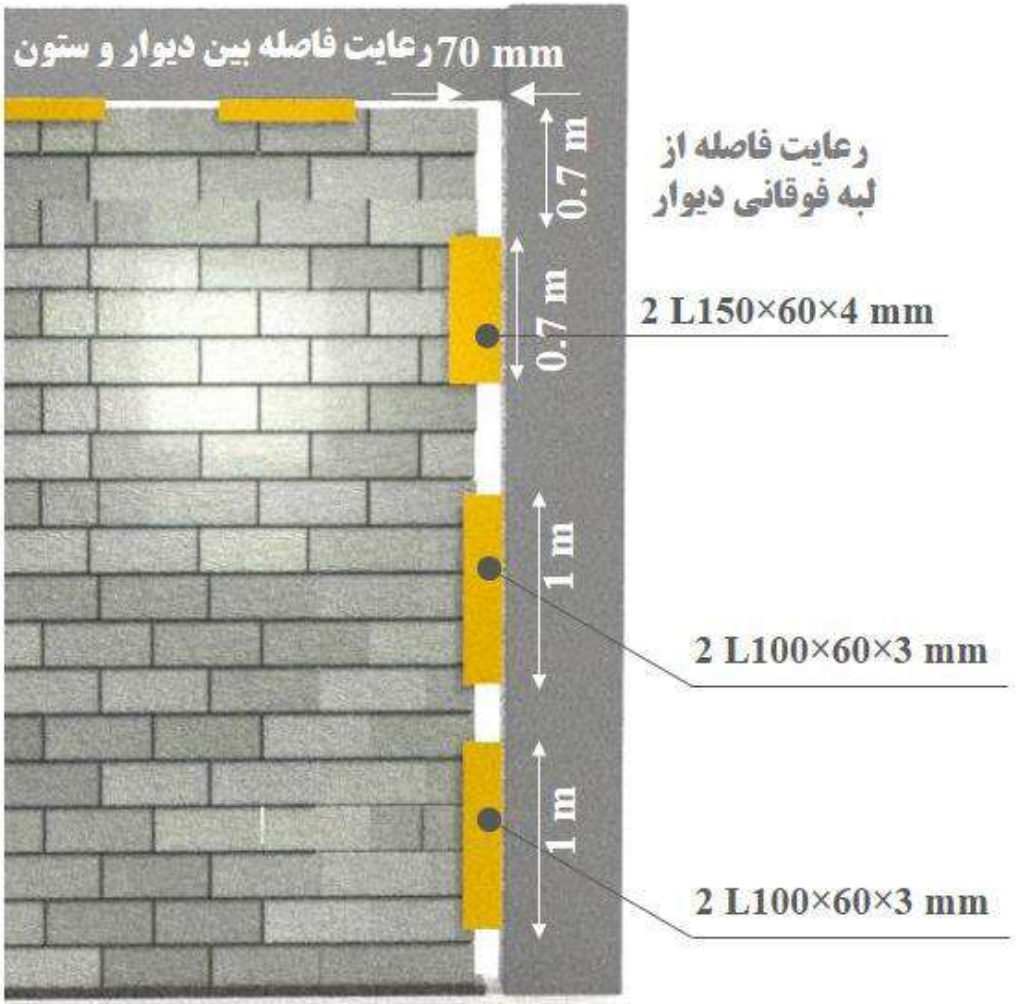
تیپ بندی دیوارها، والپست ها و نعل درگاه ها و جانمایی والپست ها



SEYED AMIN MOUSAVI

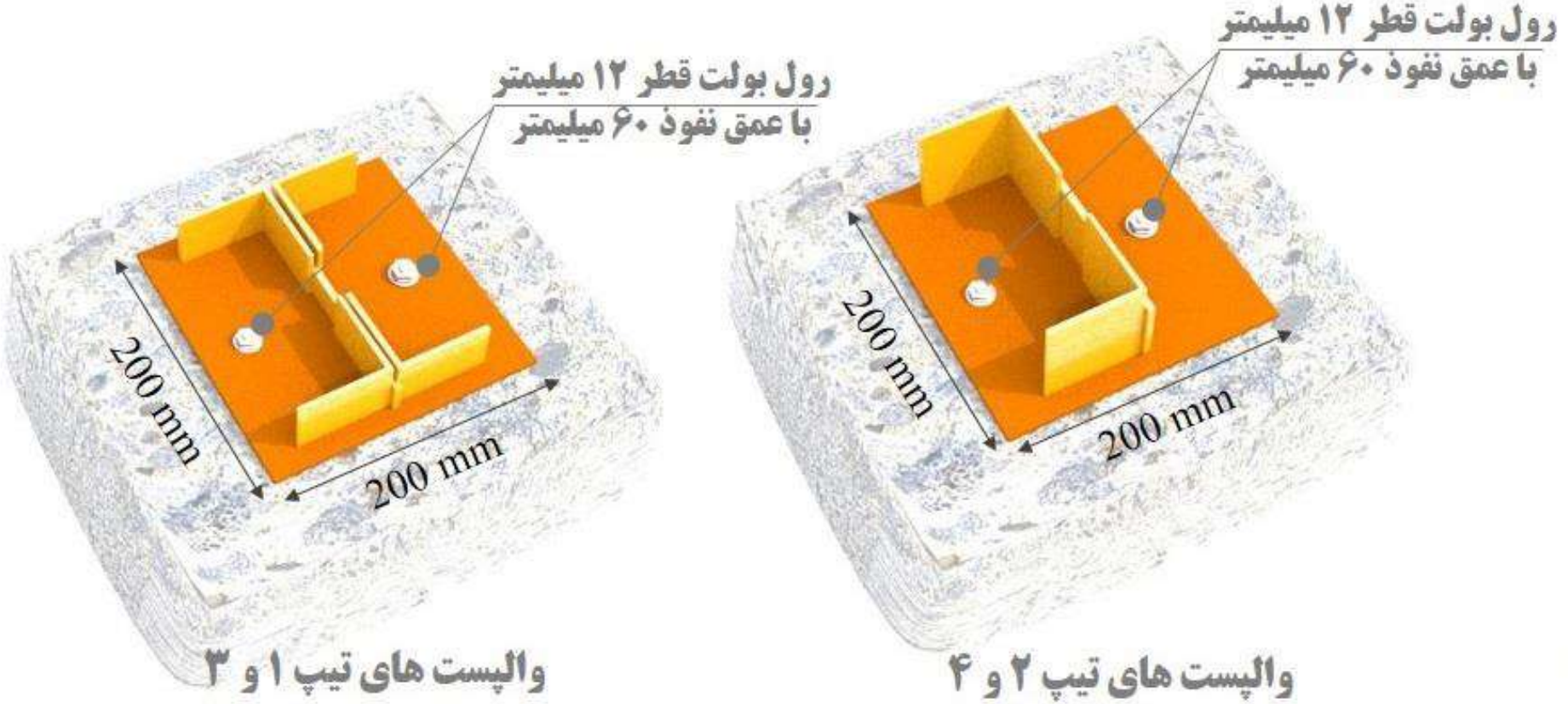
سایر اهداف

طراحی اتصالات



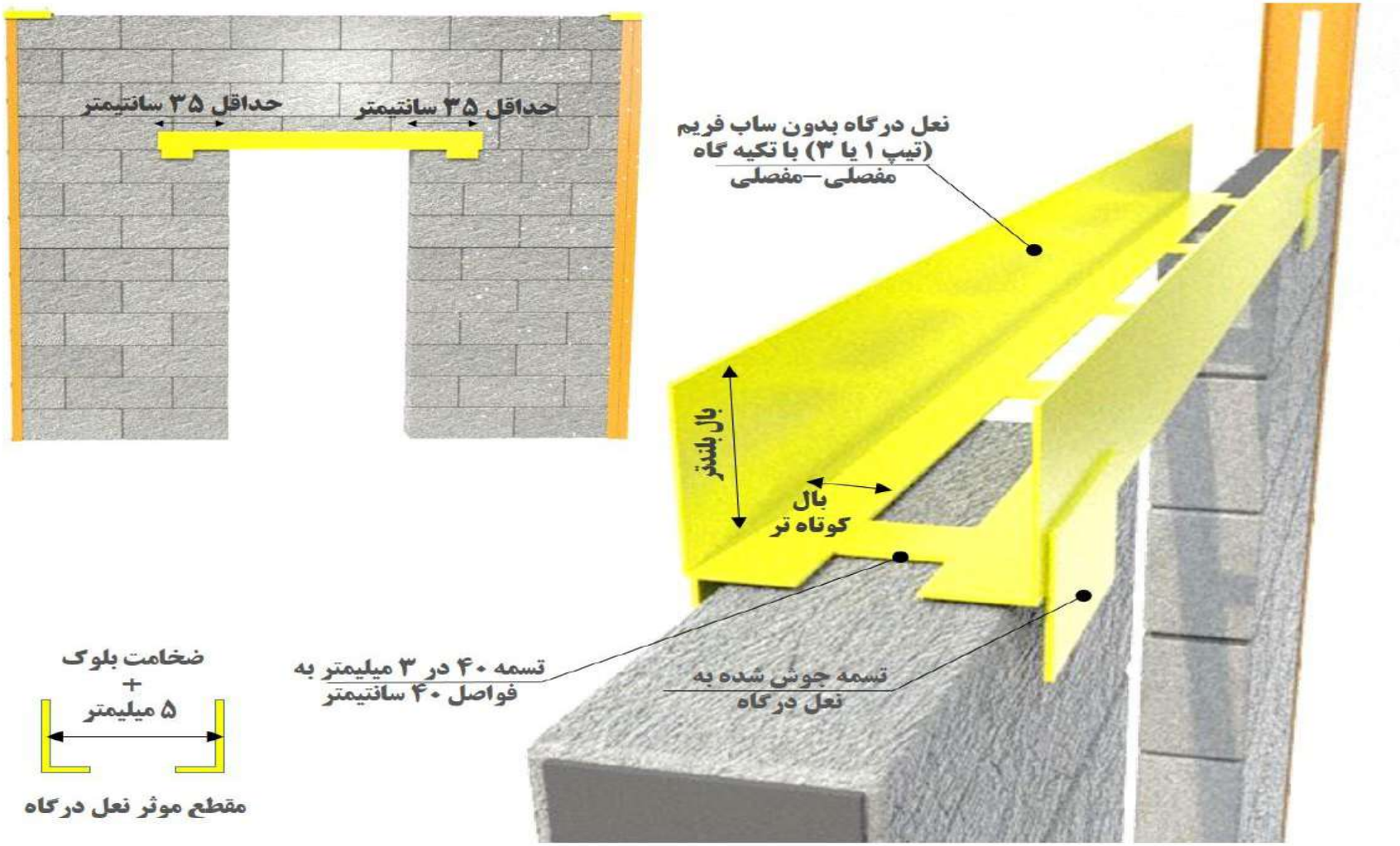
سایر اهداف

طراحی اتصالات



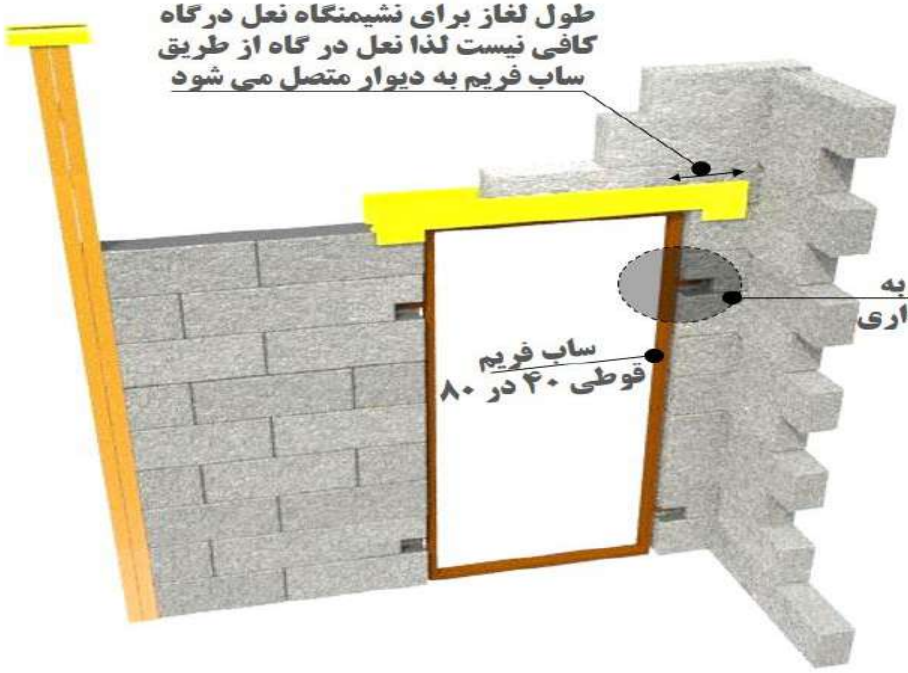
سایر اهداف

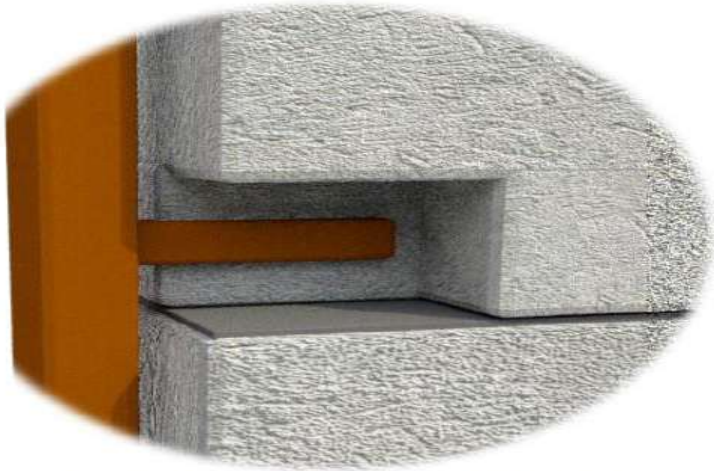
طراحی نعل درگاه بدون ساب فریم



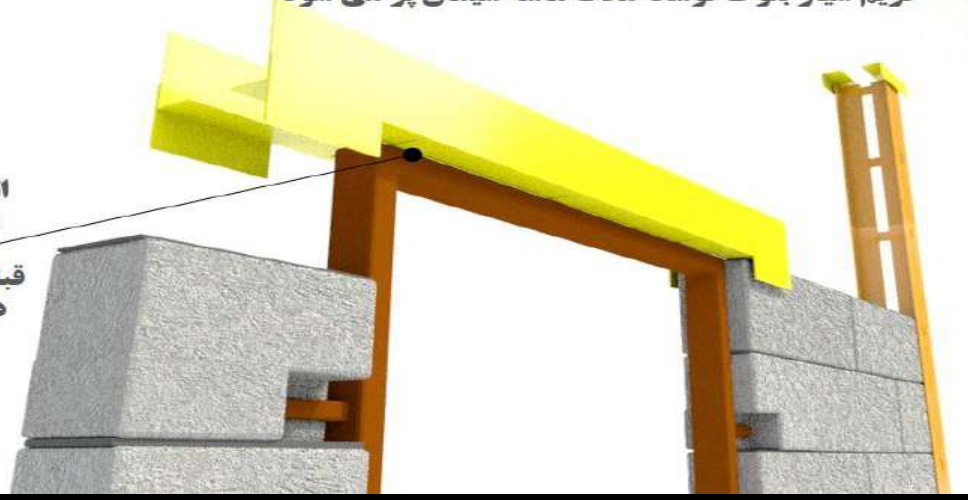
سایر اهداف

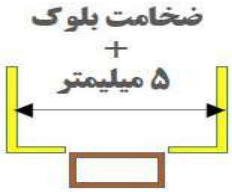
طراحی نعل درگاه با ساب فریم





بلوک با سنگ فرز برش خورده و پس از نصب ساب
فریم شیار بلوک توسط ملات ماسه سیمان پر می شود





مقطع موثر نعل درگاه

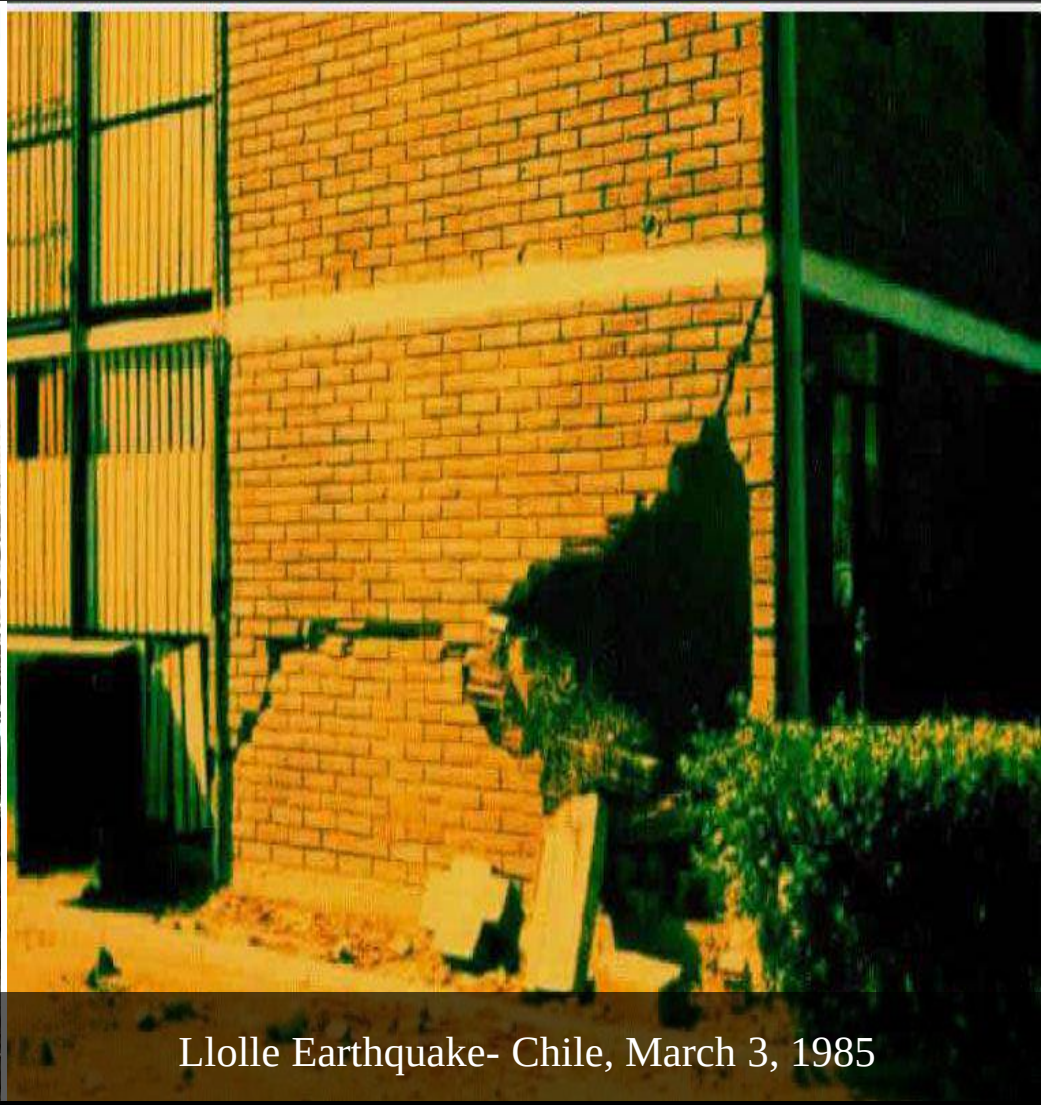
چرا؟

SEYED AMIN MOUSAVI

دلایل توجه به دیوار غیرسازه ای؟!

زلزله های گذشته

Emilia Earthquake- Northern Italy, May 20, 2012



Llolle Earthquake- Chile, March 3, 1985

SEYED AMIN MOUSAVI

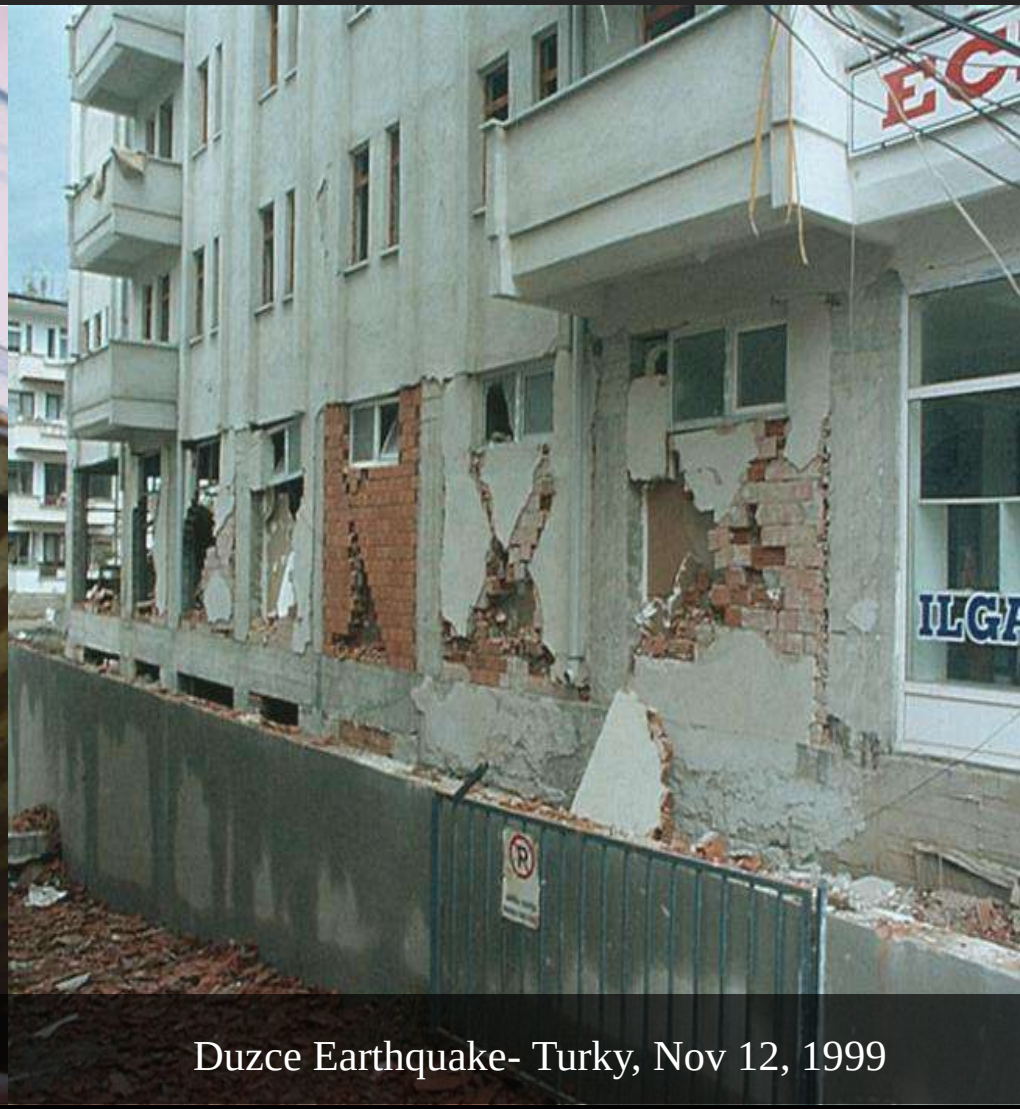
زلزله های گذشته

L’Aquila Earthquake, Italy, 2009

Bhuj Earthquake- India, Jan 26, 2001

زلزله های گذشته

Northridge Earthquake- USA, Jan 17, 1994



Duzce Earthquake- Turky, Nov 12, 1999

زلزله های گذشته

Kutahya Earthquake, Turkey, May 29, 2011

Wenchuan earthquake, China, May 12, 2008

زلزله های گذشته

Ezgeleh-Sarpol Zahab Earthquake, Nov 12, 2017

زلزله های گذشته

Sisakht Earthquake, Feb 17, 2021

SEYED AMIN MOUSAVI

زلزله های گذشته

Sisakht Earthquake, Feb 17, 2021

زلزله های گذشته

Sisakht Earthquake, Feb 17, 2021

SEYED AMIN MOUSAVI

زلزله های گذشته

Sisakht Earthquake, Feb 17, 2021

SEYED AMIN MOUSAVI

زلزله های گذشته

Sisakht Earthquake, Feb 17, 2021

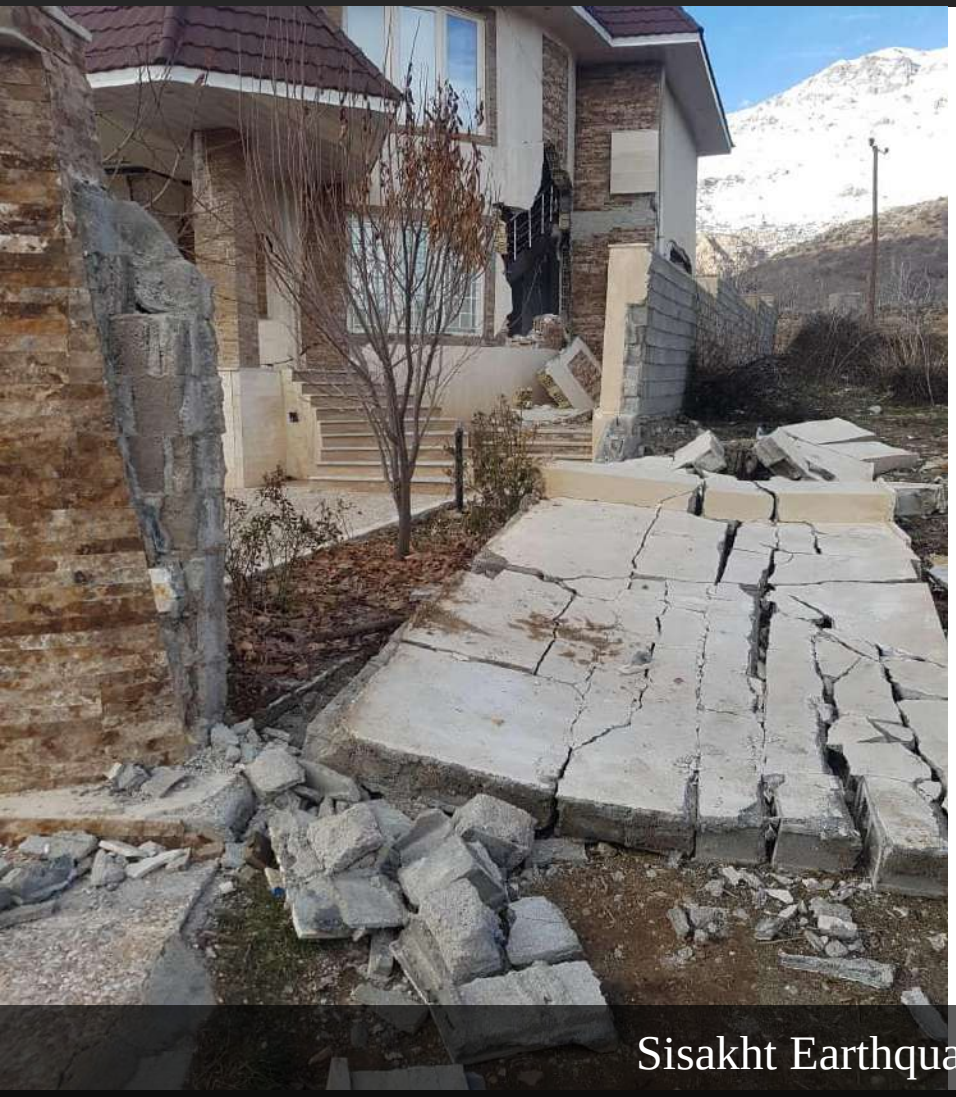
SEYED AMIN MOUSAVI

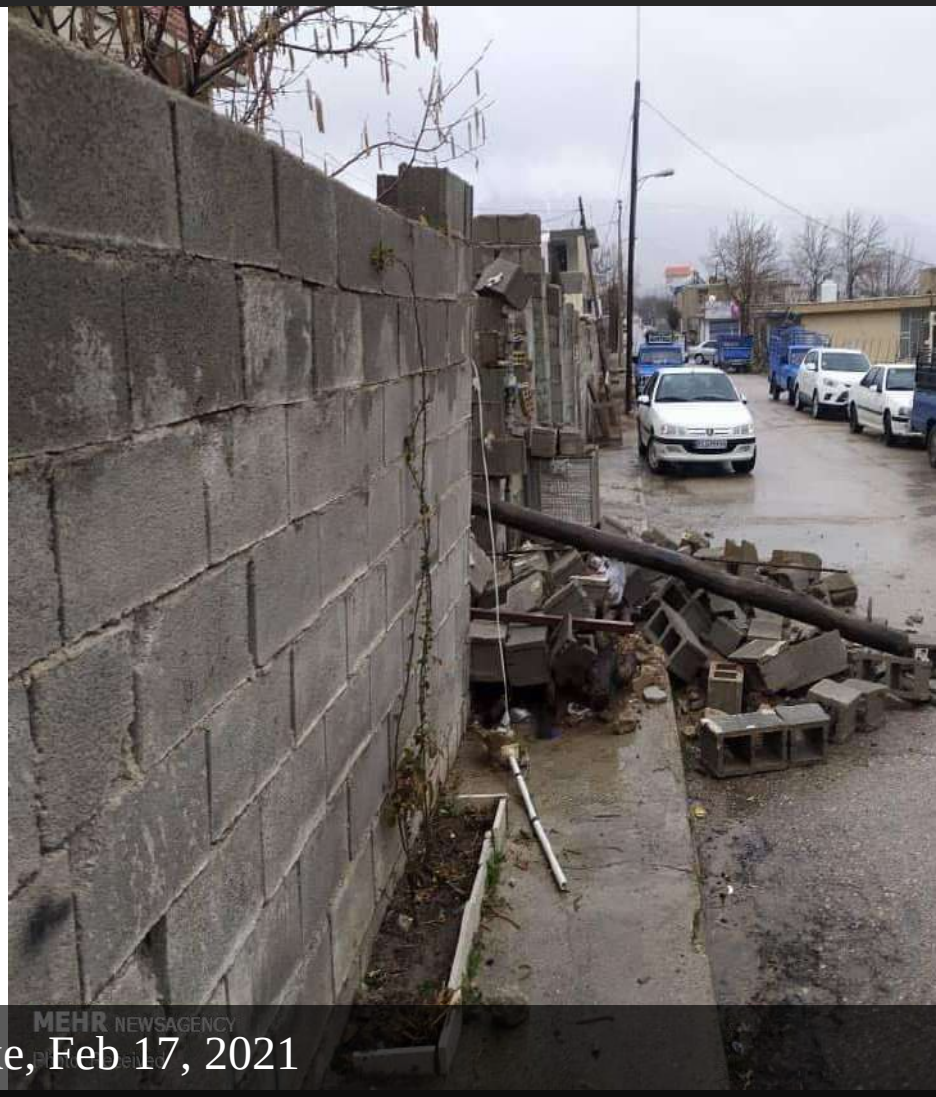
زلزله های گذشته

Sisakht Earthquake, Feb 17, 2021

SEYED AMIN MOUSAVI

زلزله های گذشته





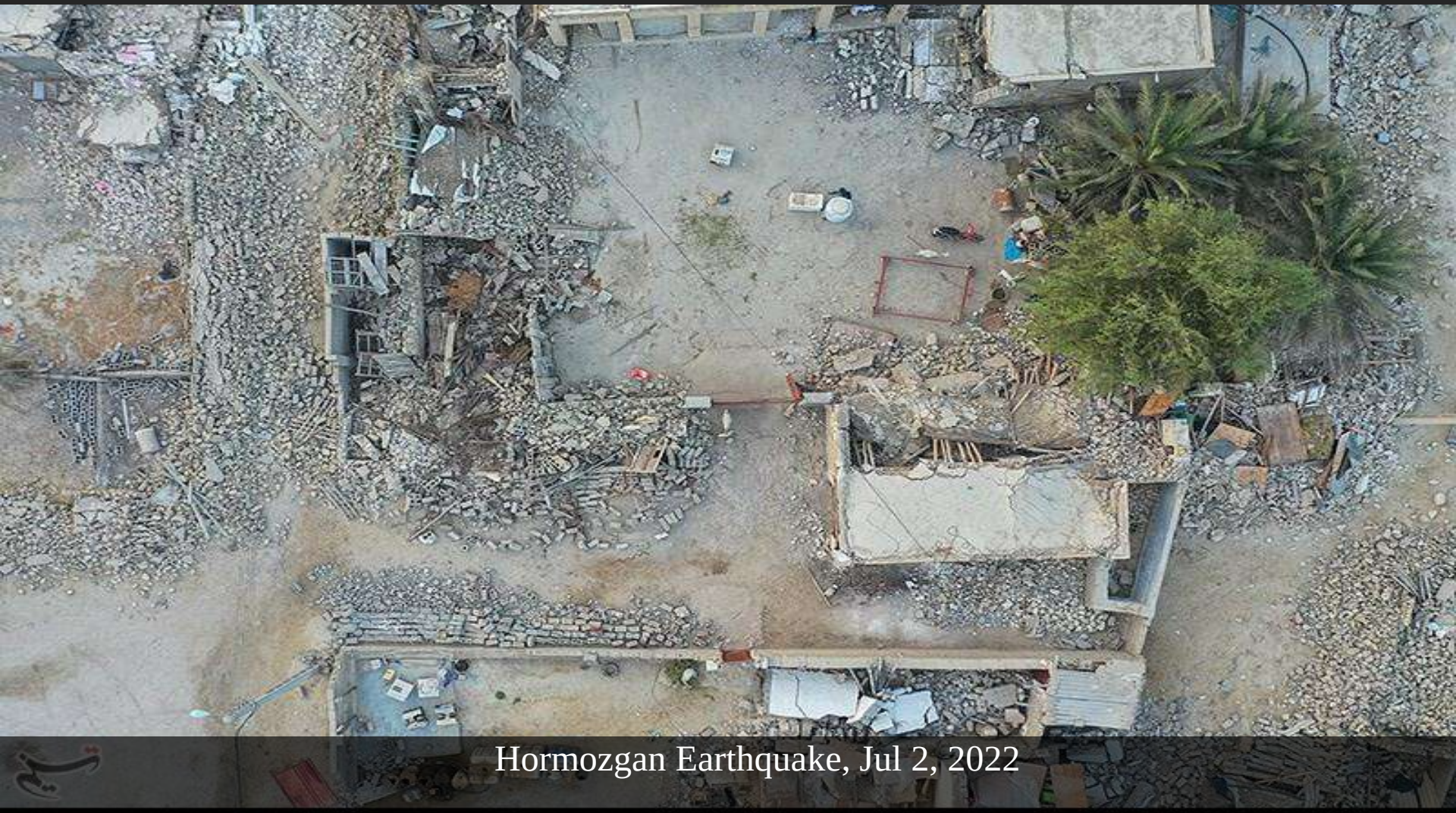
Sisakht Earthquake, Feb 17, 2021

زلزله های گذشته

Sisakht Earthquake, Feb 17, 2021

SEYED AMIN MOUSAVI

زلزله های گذشته

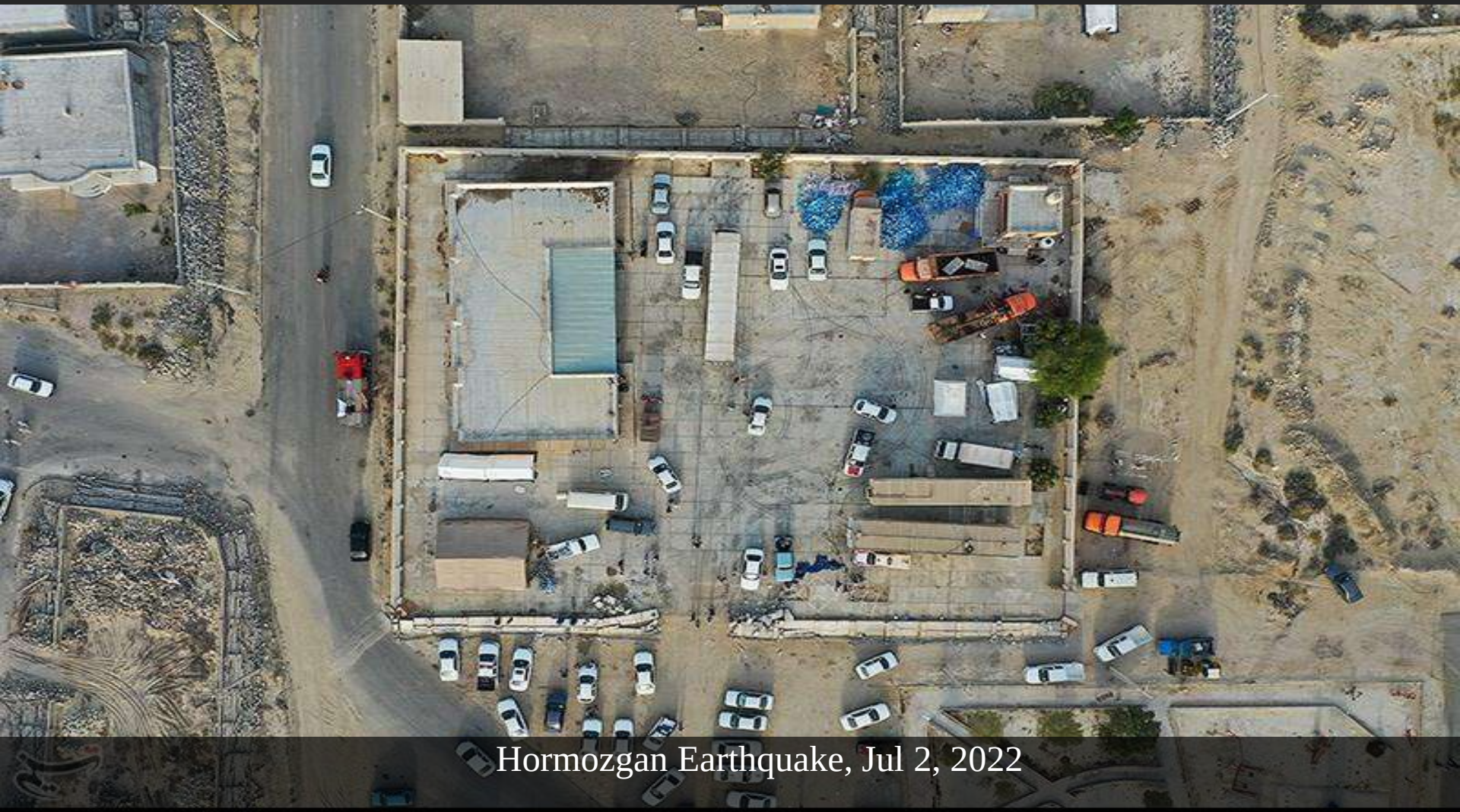


Hormozgan Earthquake, Jul 2, 2022

photo : Farshid Daryanous

SEYED AMIN MOUSAVI

زلزله های گذشته

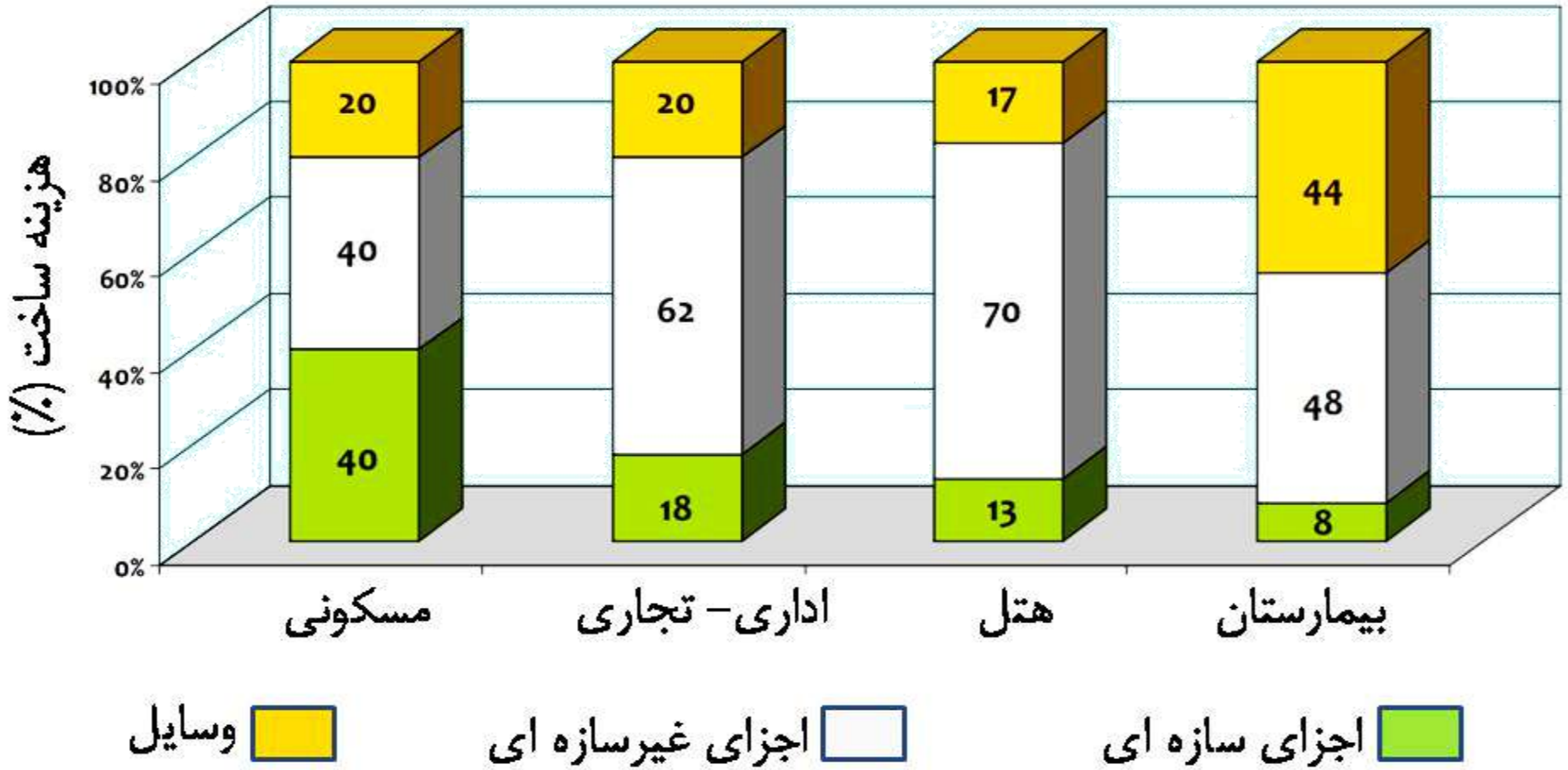


Hormozgan Earthquake, Jul 2, 2022

photo : Farshid Daryanous

SEYED AMIN MOUSAVI

هزینه های ساخت و ساز



ارزش تجهیزات داخل ساختمان

جان افراد
(غیرقابل تخمین)

ارزش تجهیزات داخل ساختمان

ارزش تجهیزات داخل ساختمان

ارزش تجهیزات داخل ساختمان

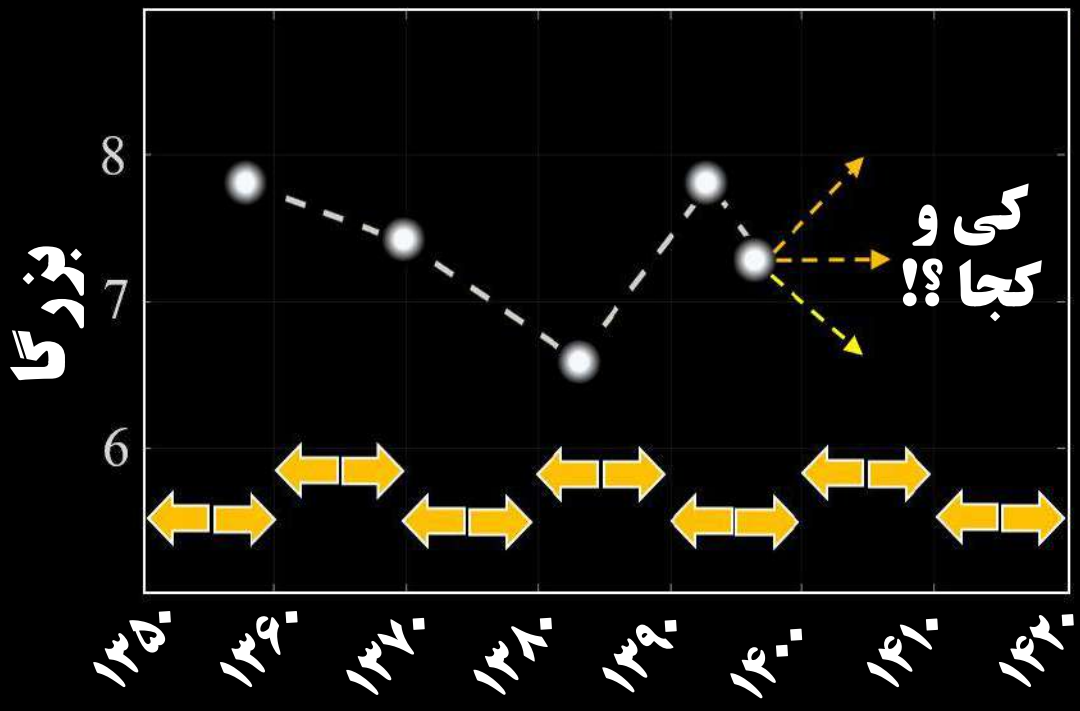
ارزش تجهیزات داخل ساختمان

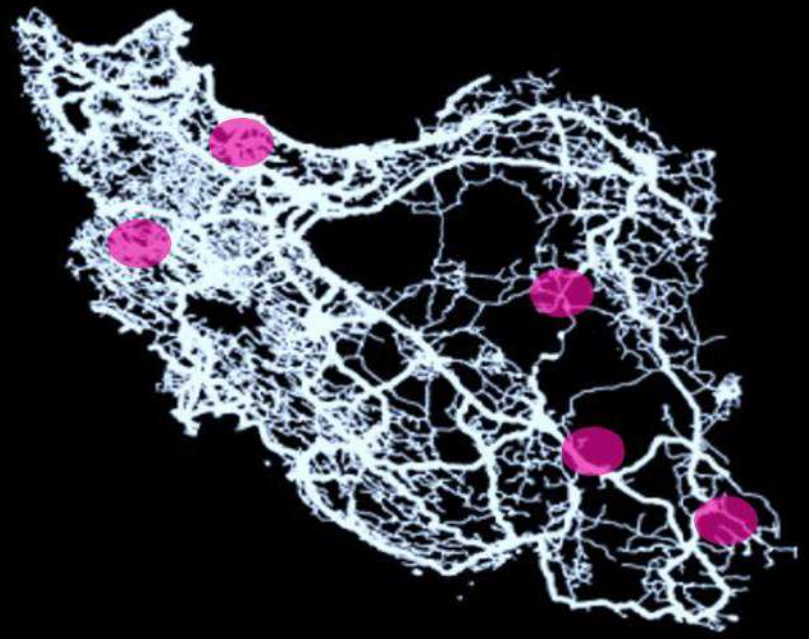
ارزش تجهیزات داخل ساختمان

SEYED AMIN MOUSAVI

ارزش تجهیزات داخل ساختمان

تاب آوری





تاب آوری

مسئله درباره یک ساختمان نیست.

مسئله درباره

چرخه حیات یک شهر

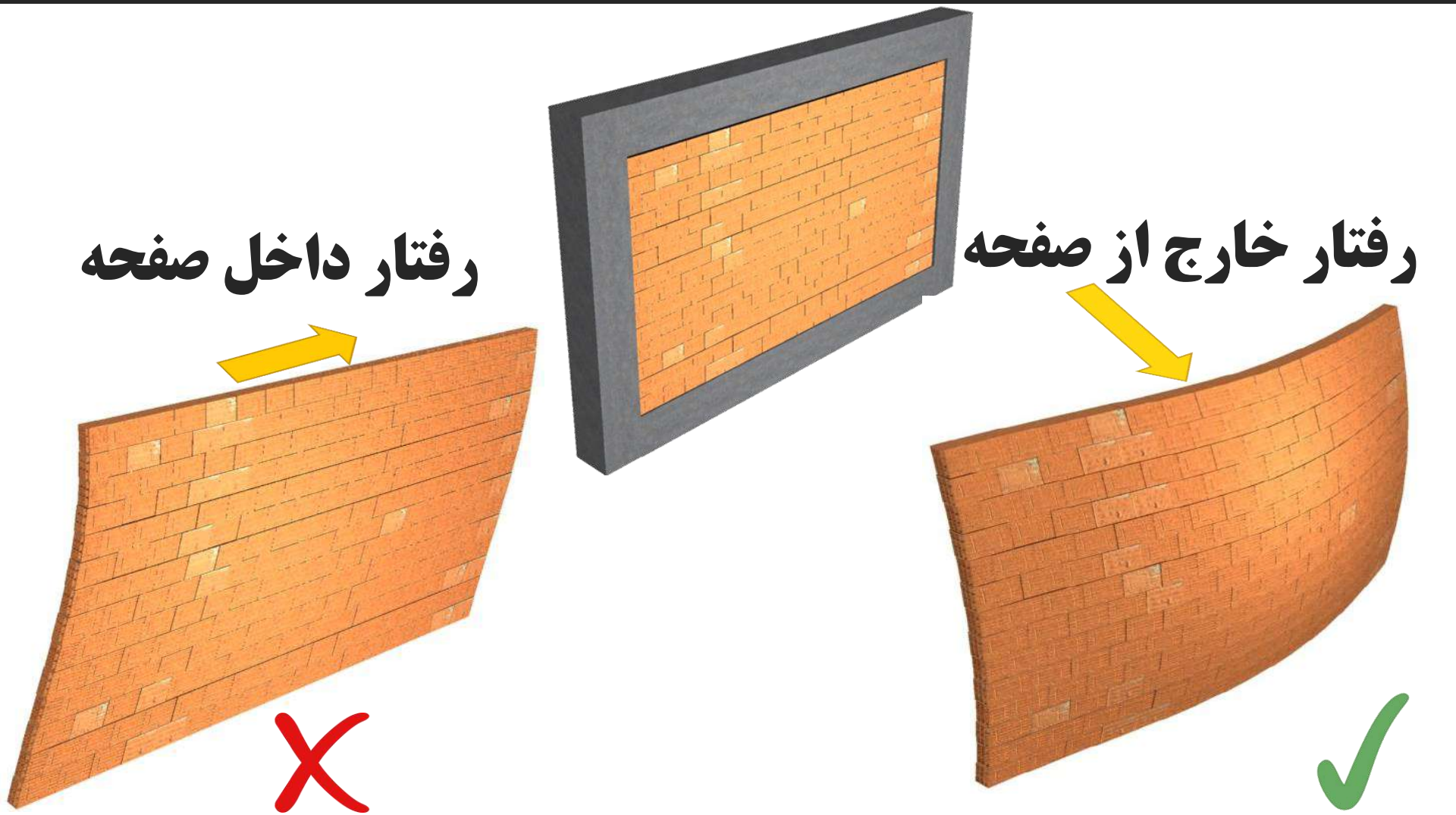
با هزاران ساختمان است..!

SEYED AMIN MOUSAVI

مروری بر رفتار دیوارها

SEYED AMIN MOUSAVI

رفتار داخل صفحه و خارج از صفحه



مروری بر رفتار

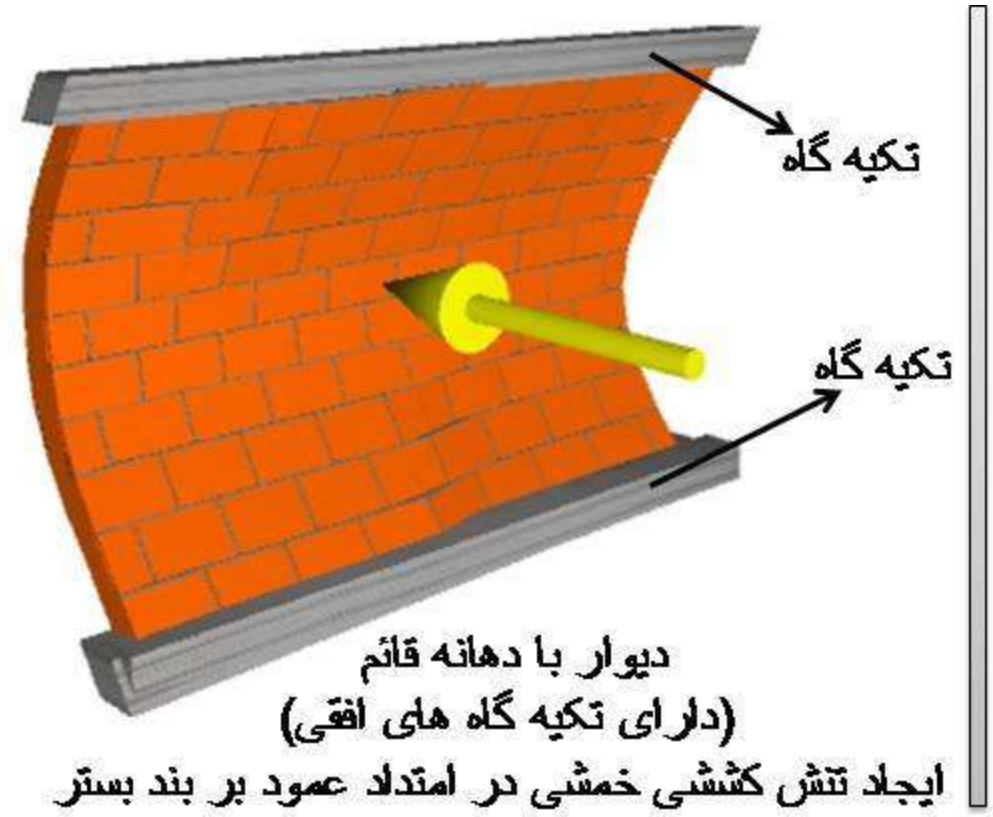
در امتداد داخل صفحه ظرفیت تغییرشکل دیوار بنایی غیرسازه ای بسیار کمتر از دریفت های محتمل در سازه است.

به دلیل اثر زلزله در هر دو امتداد ساختمان، دیوار تحت زلزله میتواند در معرض نیروهای داخل و خارج از صفحه به شکل همزمان قرار بگیرد.

در صورت اعمال دریفت طبقه در امتداد داخل صفحه، دیوار آسیب دیده و مقاومت خارج از صفحه آن به شدت کاهش می یابد و بسیار مستعد فروریزش میشود.

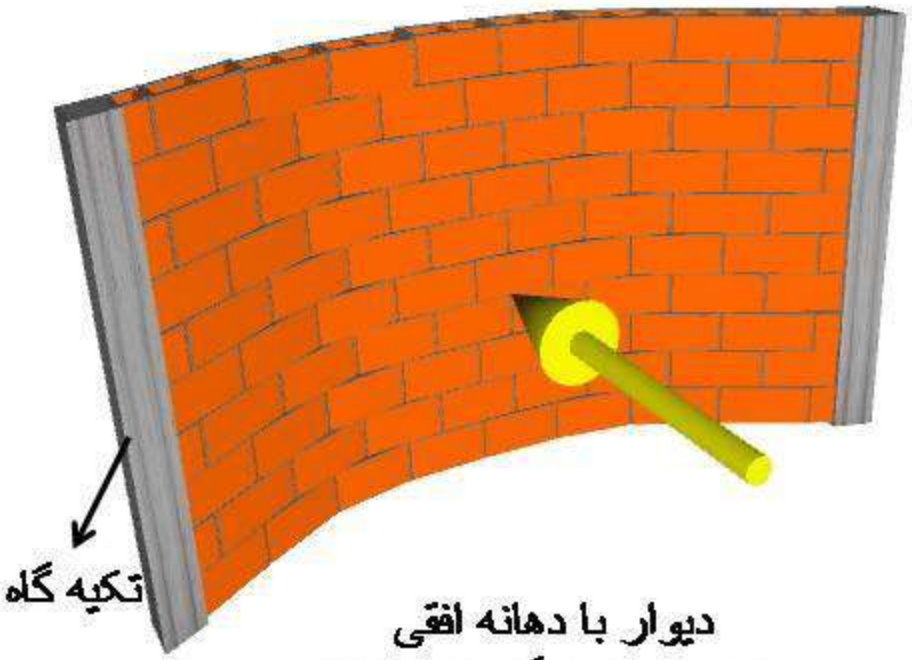
لازم است دیوار غیرسازه ای در امتداد داخل صفحه از سازه جدا شود

جهت خمش خارج از صفحه



دیوار با دهانه قائم
(دارای تکیه گاه های افقی)

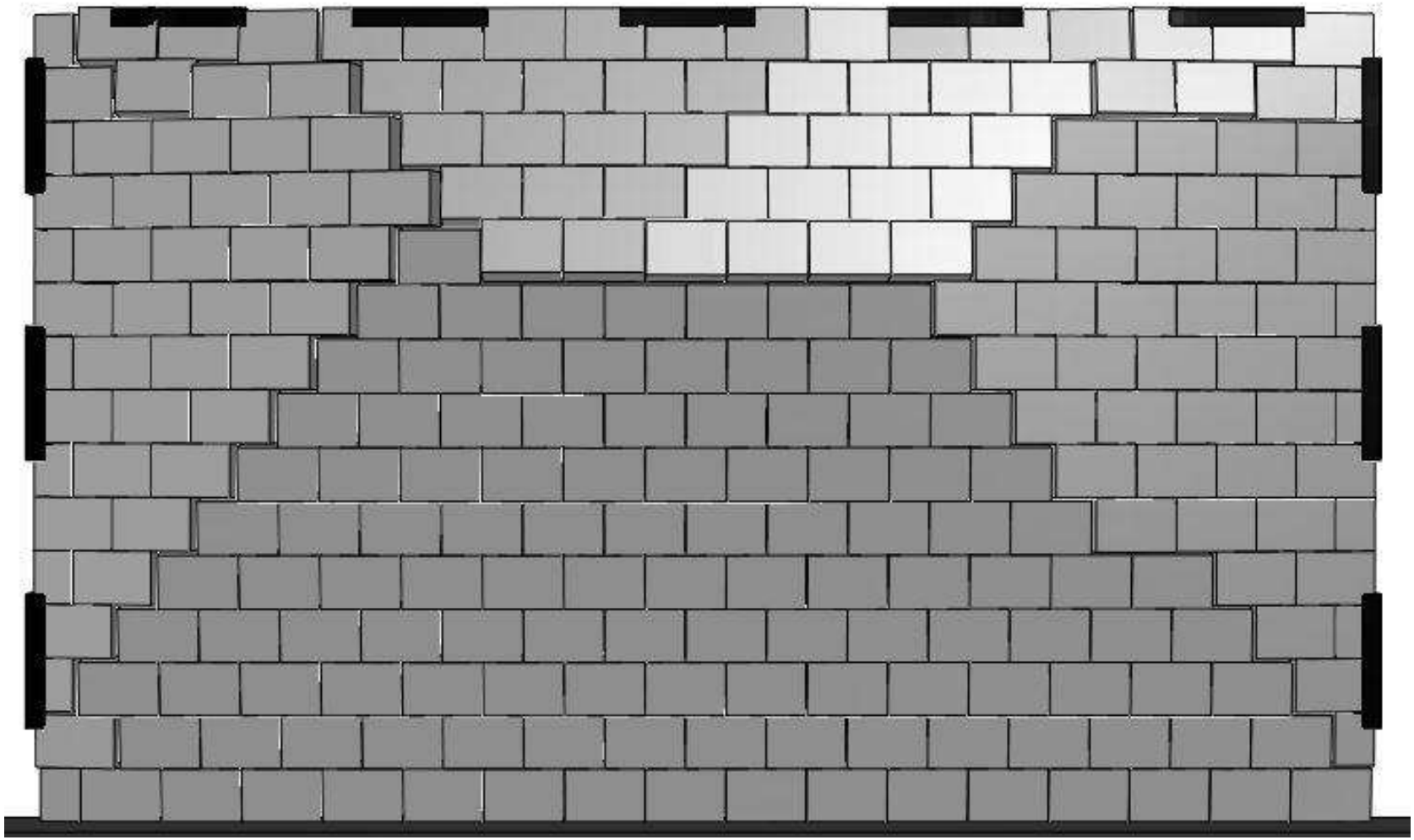
ایجاد تنش کششی خمشی در امتداد عمود بر بند بستر



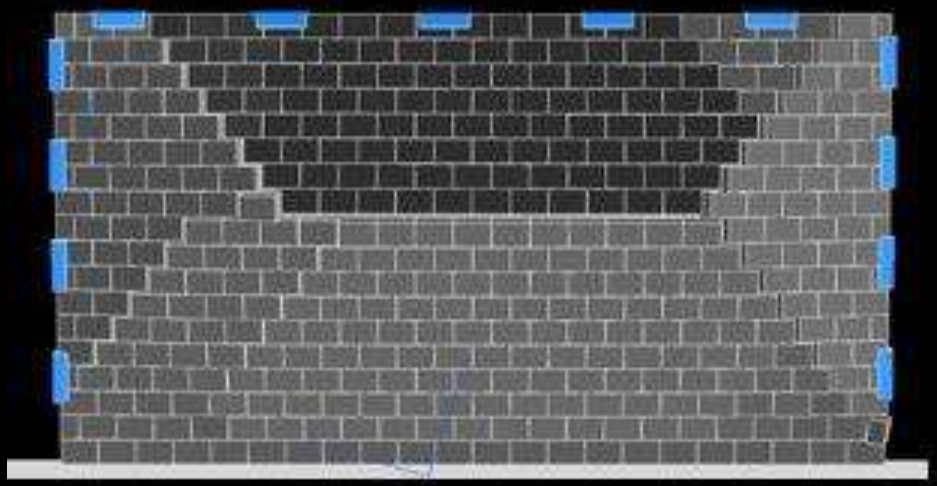
دیوار با دهانه افقی
(دارای تکیه گاه های قائم)

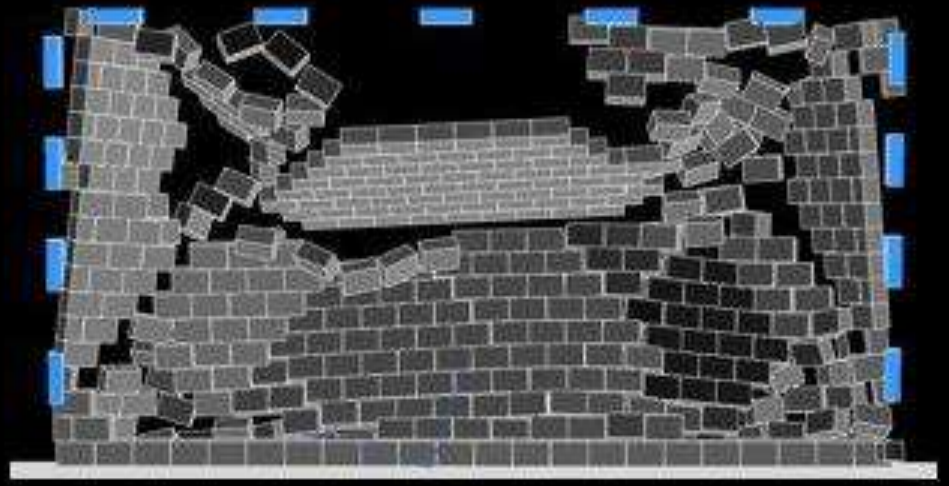
ایجاد تنش کششی خمشی در امتداد موازی بند بستر

خمش دو طرفه

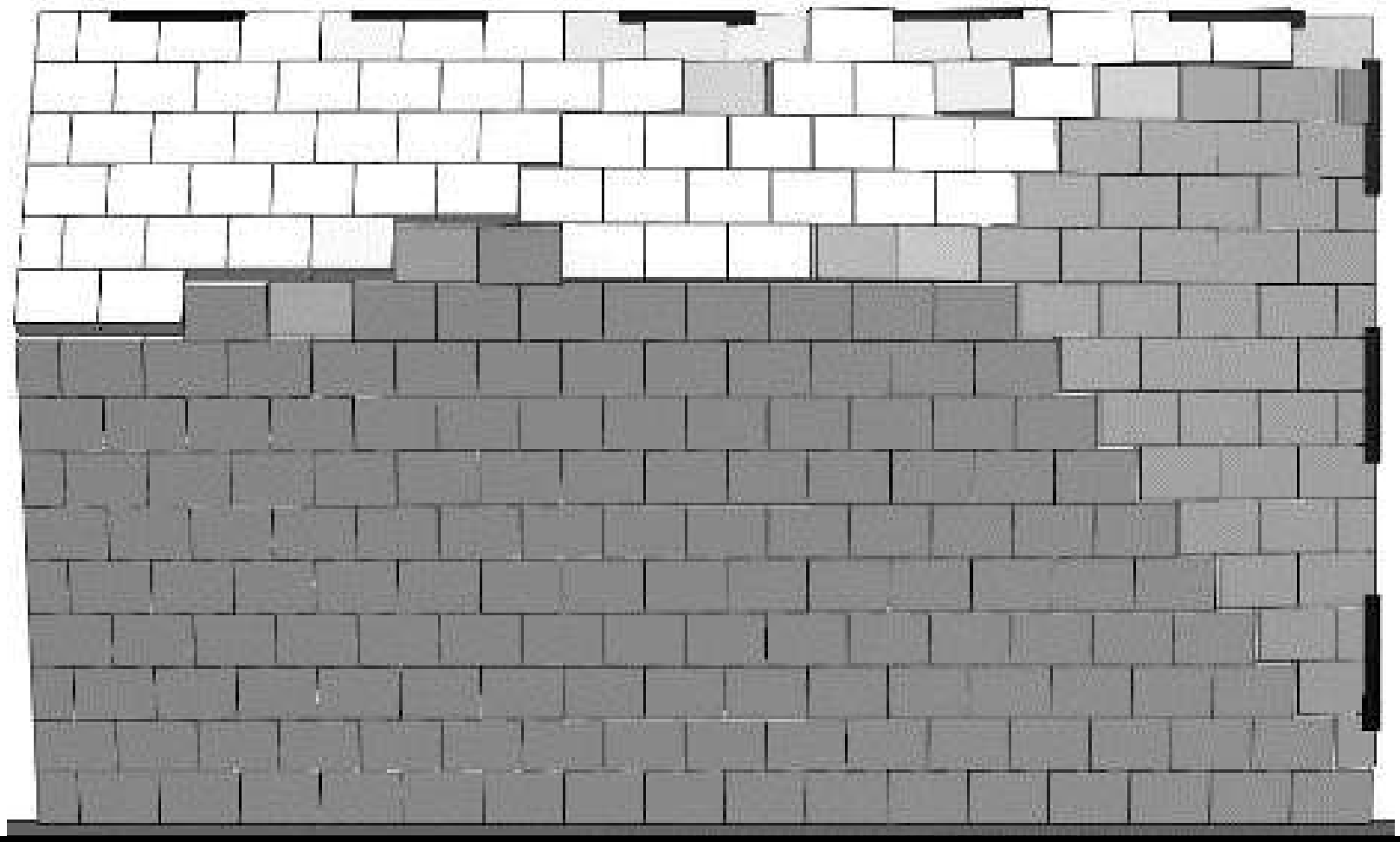


خمش دو طرفه

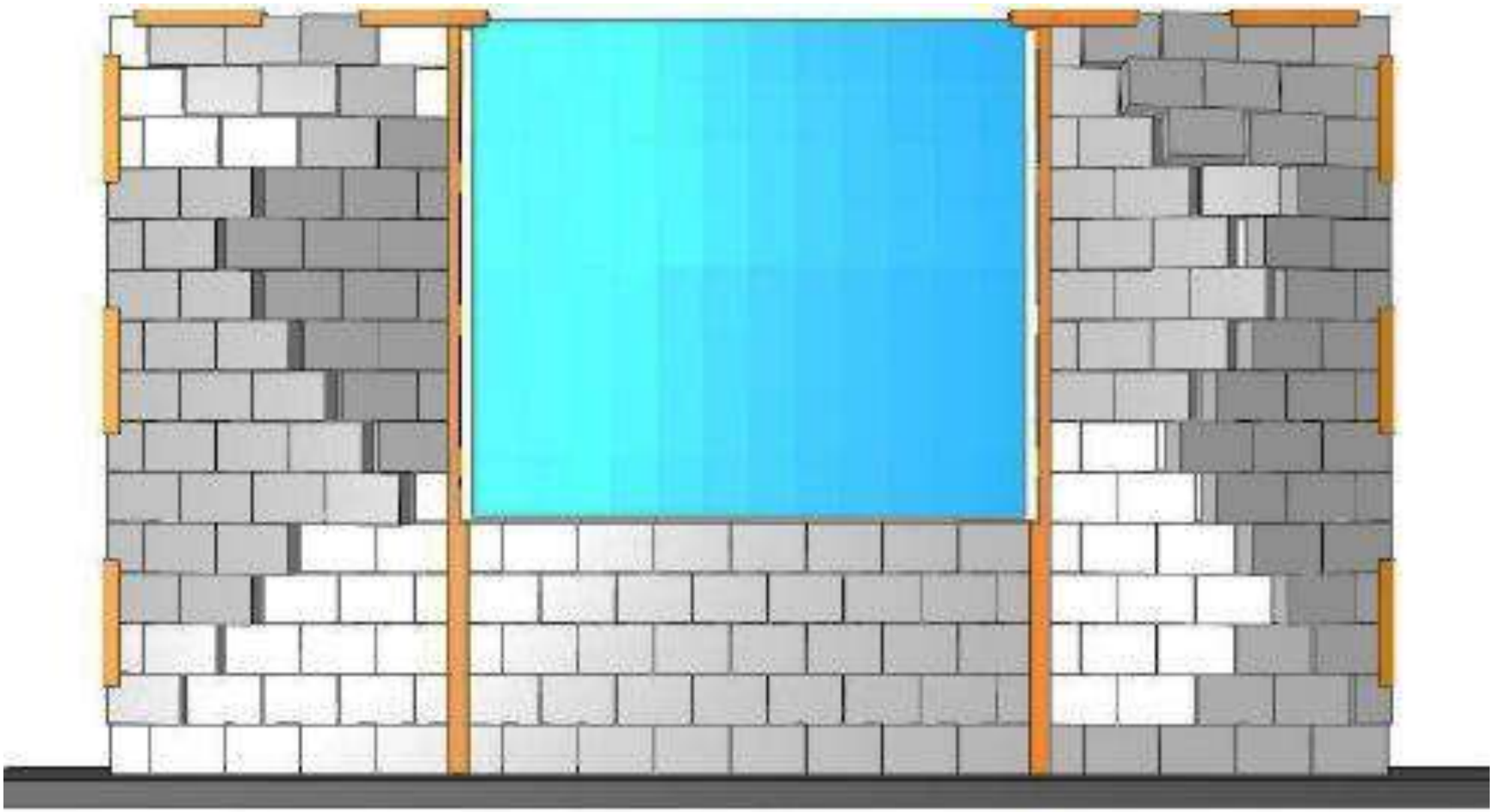




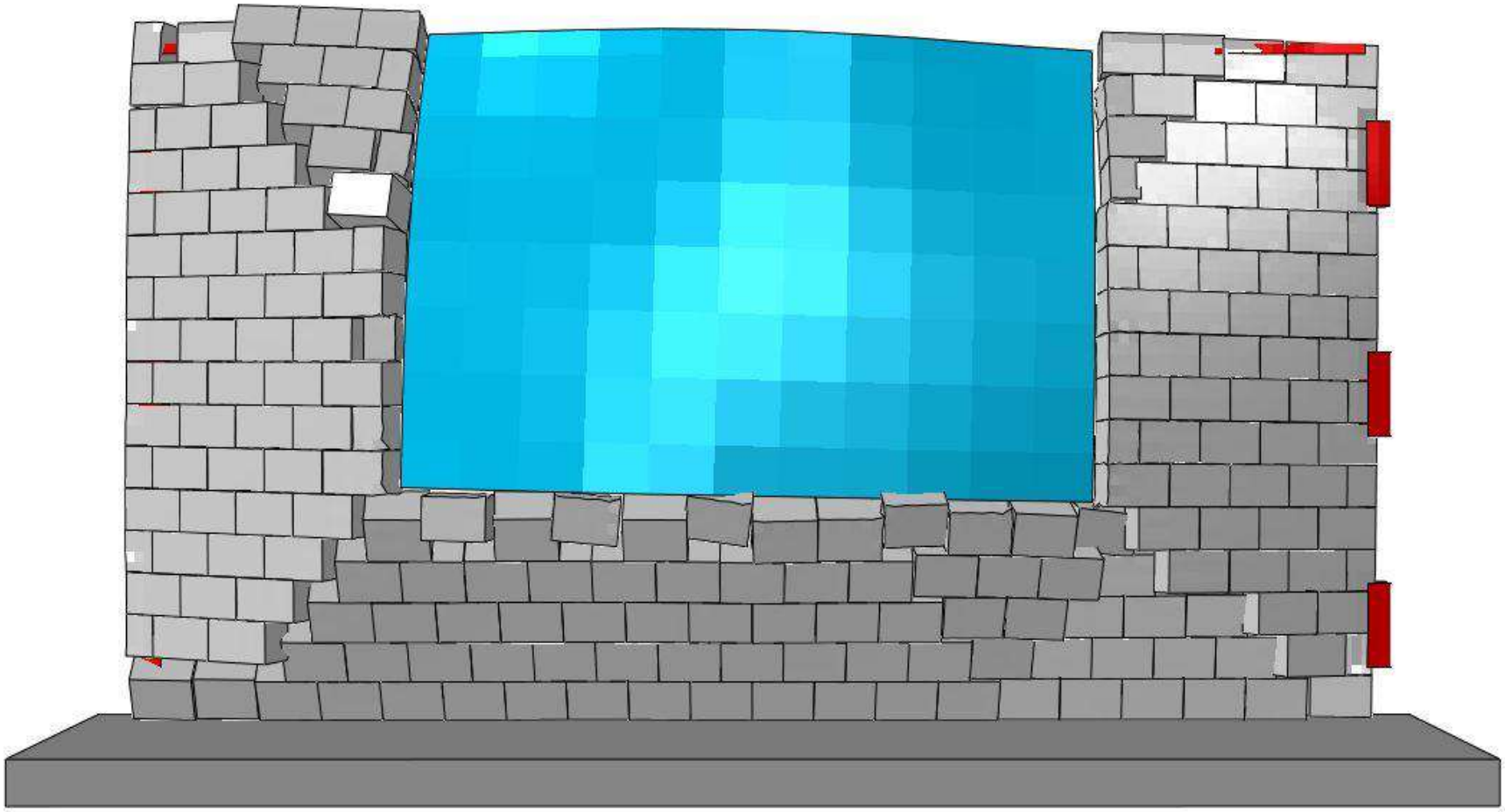
خمش دو طرفه



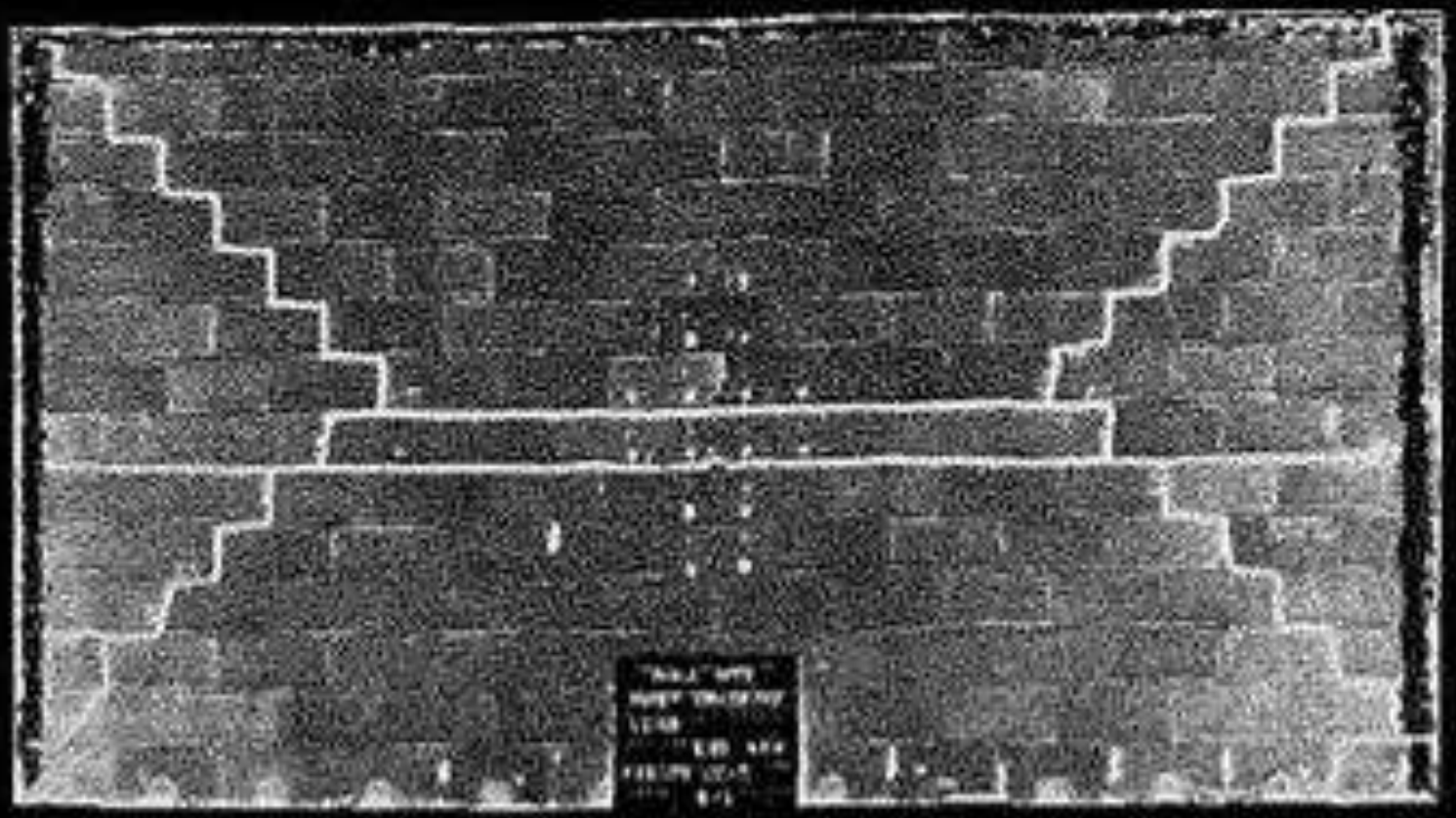
خمش دو طرفه



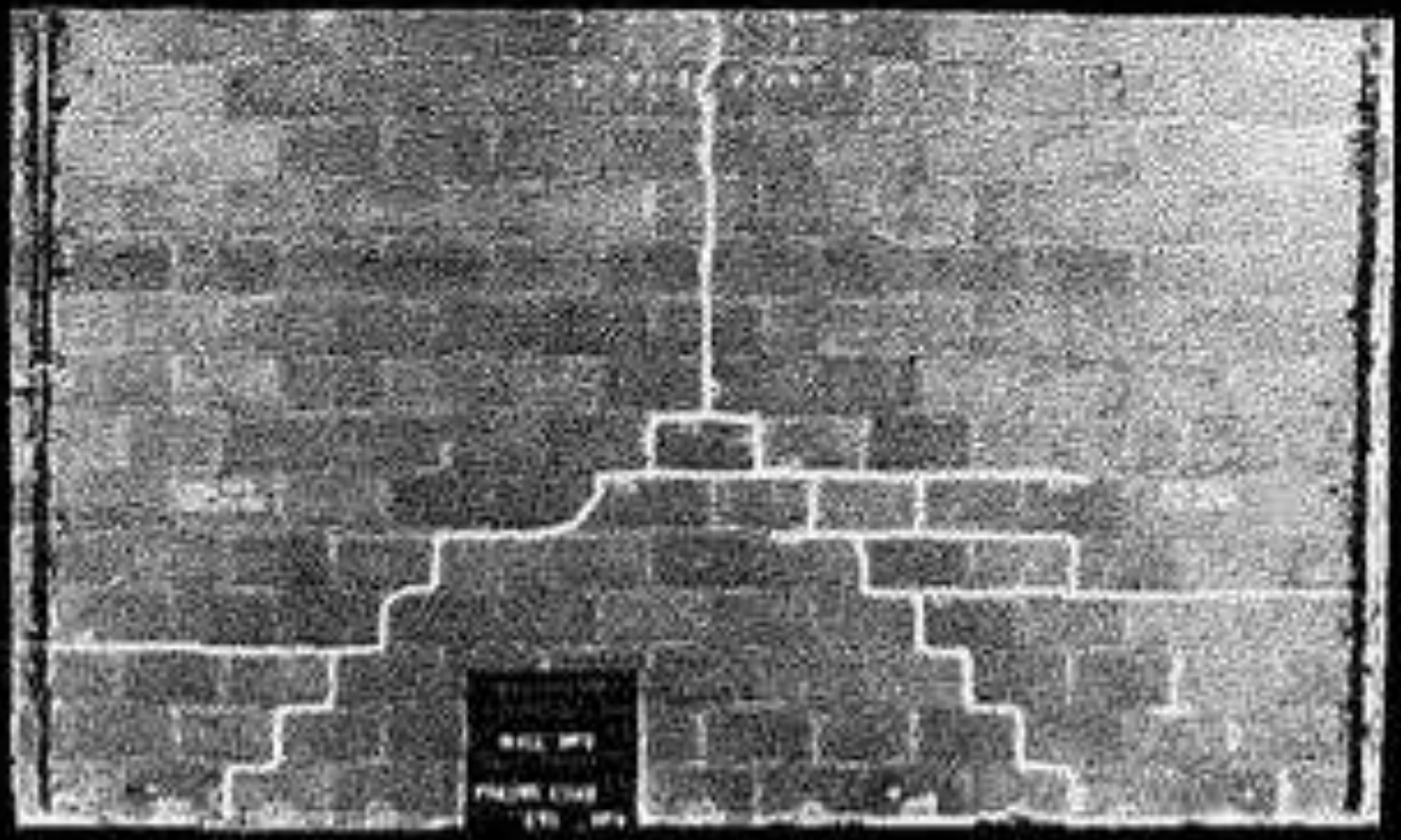
خمش دو طرفه



خمش دو طرفه



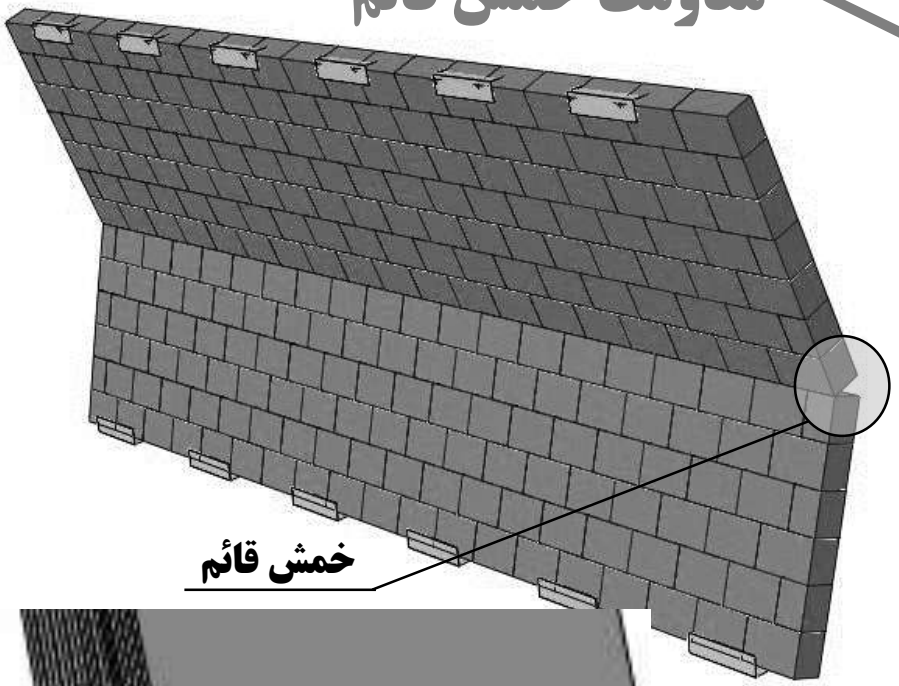
خمش دو طرفه

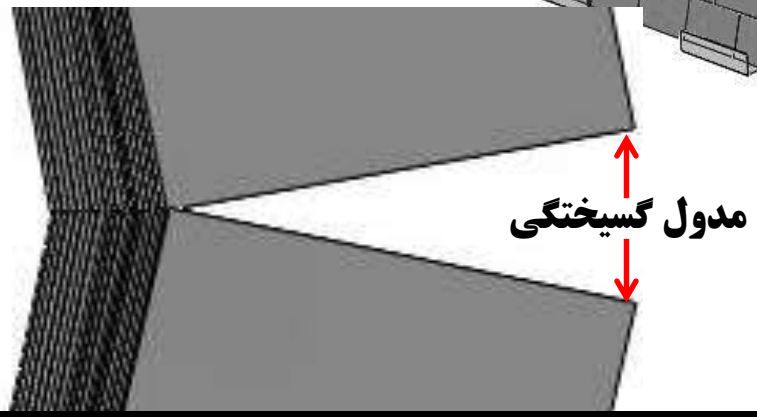


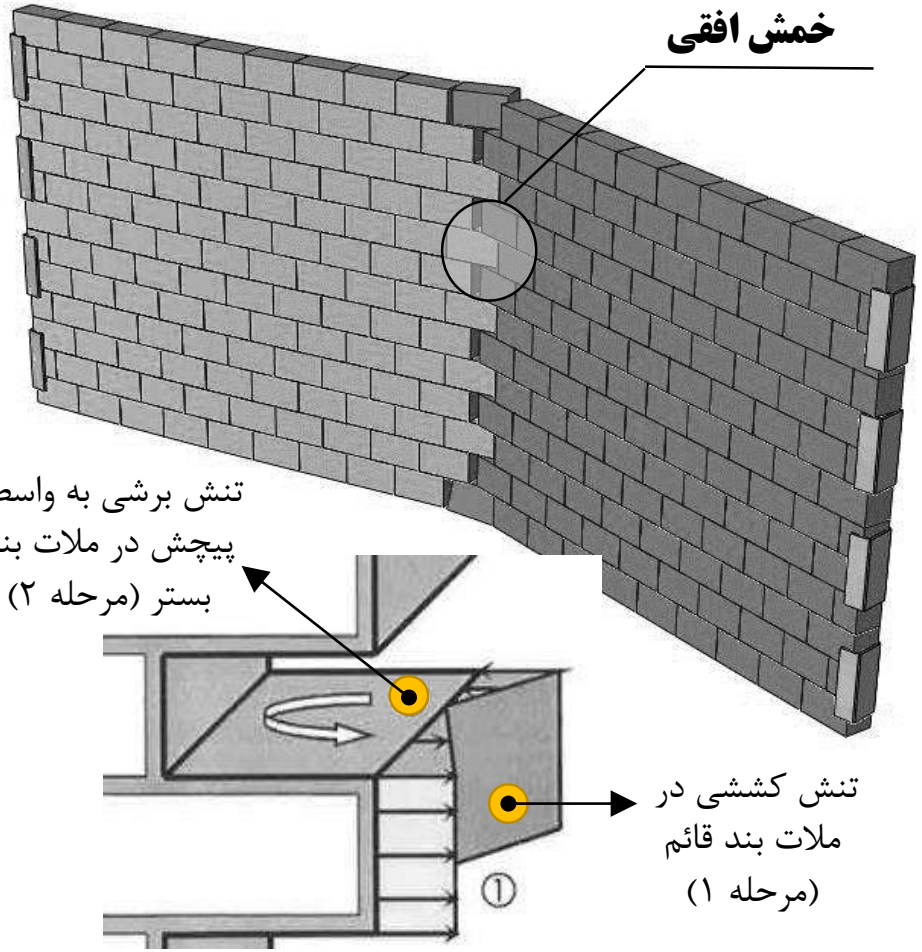
خمش دو طرفه

رفتار غیر ایزوتروپیک

مقاومت خمش افقی < مقاومت خمش قائم







رویکردها

SEYED AMIN MOUSAVI

رویکرد های طراحی

طراحی مهندسی

پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰

ضابطه ۷۲۹

ACI 530

Eurocode 6

AS 3700

طراحی تجربی (تجویزی)

مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان

استاندارد ۲۸۰۰

رویکرد های طراحی

مزایای روش های تجربی

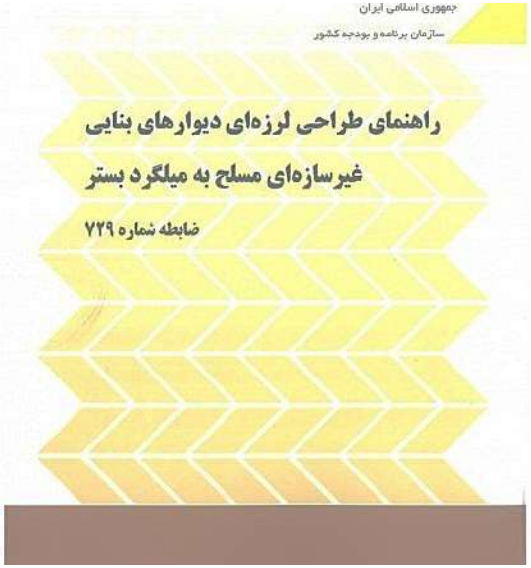
- عدم نیاز به محاسبات
- عدم نیاز به دانستن مشخصات مصالح و ملات
- سادگی کنترل آن

معایب روش های تجربی

-ناکارآمدی در زلزله های گذشته
-هدر رفت سرمایه و مصالح
-صرفا تمرکز بر روی ابعاد دیوار

SEYED AMIN MOUSAVI

دستورالعمل ها و آیین نامه های داخلی



ضابطه ۷۲۹
(۱۳۹۵)
پیشنویس نگارش جدید
(۱۳۹۸)

ضابطه ۸۱۹
(۱۳۹۷)

پیوست ششم
(۱۳۹۸)

دستورالعمل ها و آیین نامه های داخلی

پیوست ششم اجازه استفاده از روش های محاسباتی برای طراحی دیوار را می دهد.

پ۶-۱-ضوابط اجزای غیرسازه‌ای معماری

پ۶-۱-۱ مقدمه

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

دستورالعمل ها و آیین نامه های داخلی

پیوست ششم اجازه استفاده از روش های محاسباتی برای طراحی دیوار را می دهد.

پ۶-۱-۴-۲-۲-اتصال به وادارها

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

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

دستورالعمل ها و آیین نامه های بین المللی

طبق پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰، استفاده از سایر دستورالعمل ها و یا آیین نامه های بین المللی مجاز است.

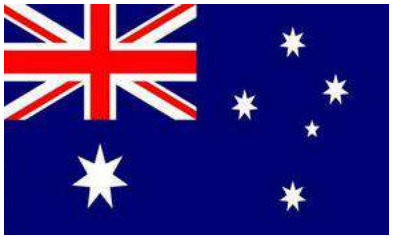
ضابطه ۷۲۹

ضابطه ۸۱۹

Eurocode 6

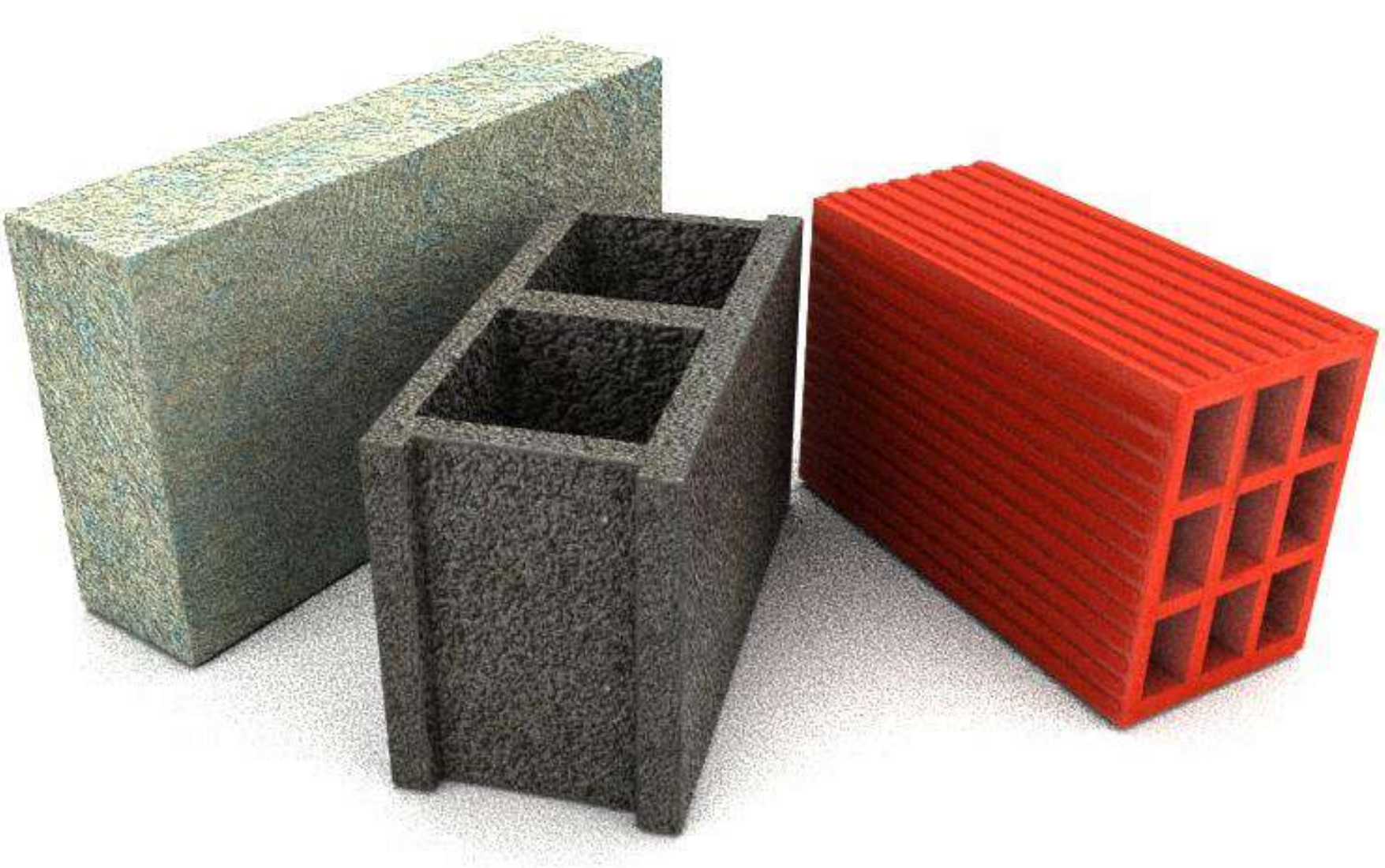
ACI 530

MDG-7



AS 3700

واحدهای بنایی



صحت ضابطه ۷۲۹

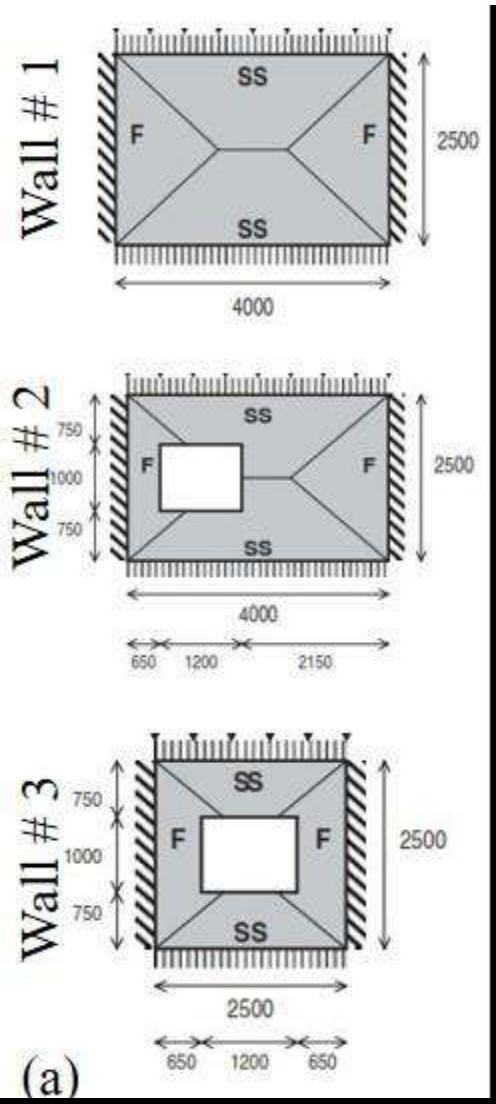
SEYED AMIN MOUSAVI

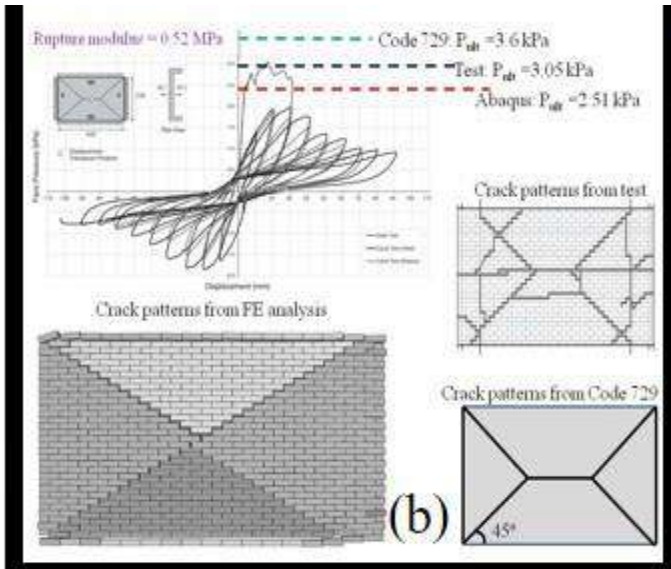
صحت ضابطه ۷۲۹

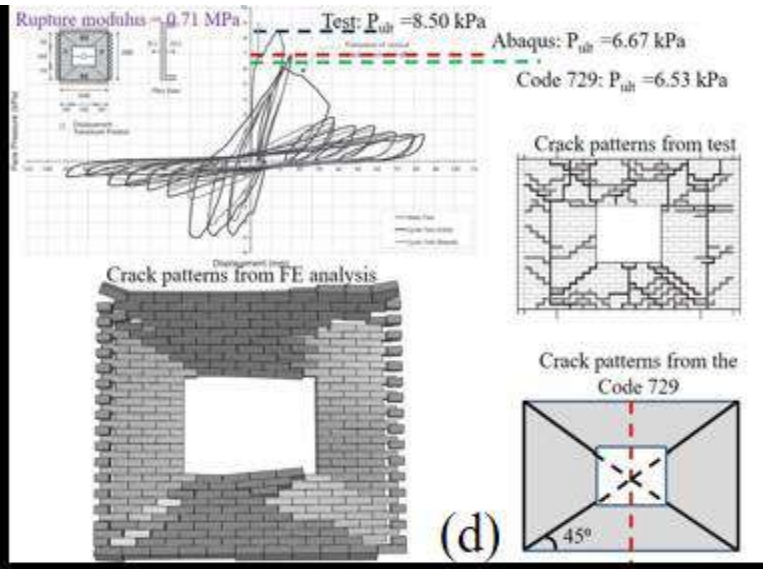
مقایسه نتایج با ۷۲ نمونه آزمایشگاهی دیوار با مقیاس کامل

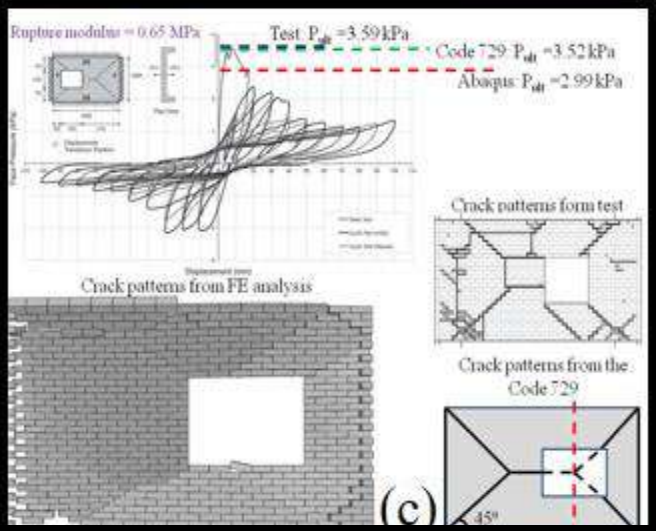
مقایسه نتایج با مدل های عددی متعدد

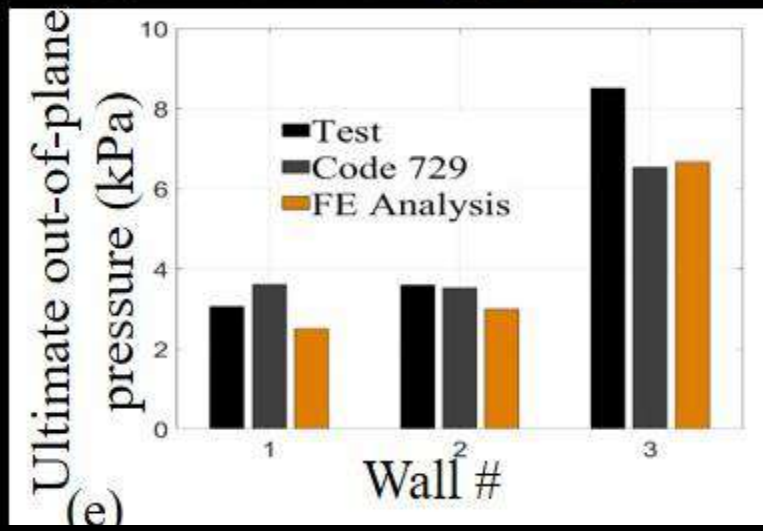
صحت ضابطه ۷۲۹



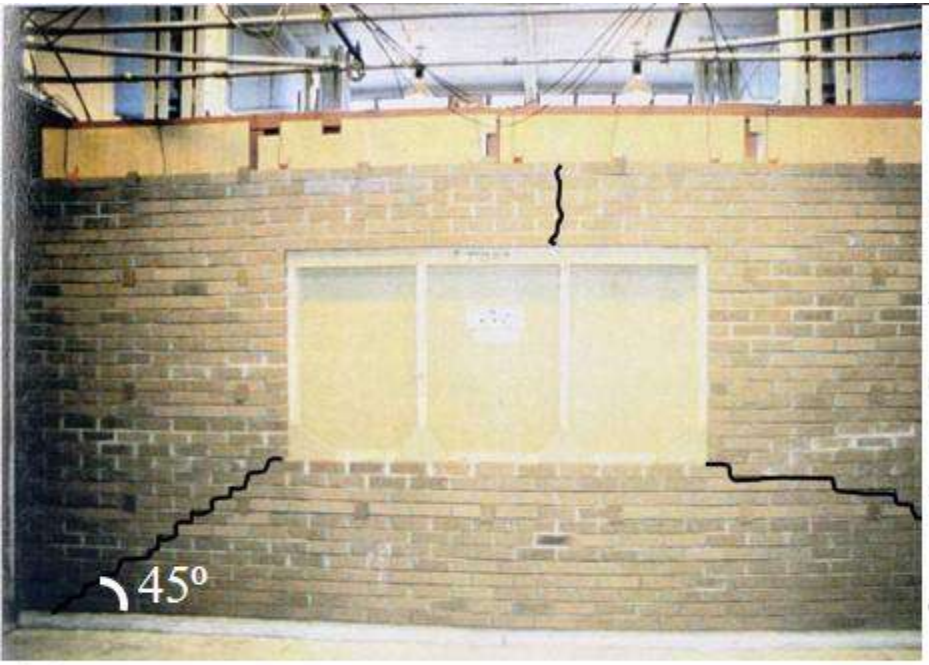




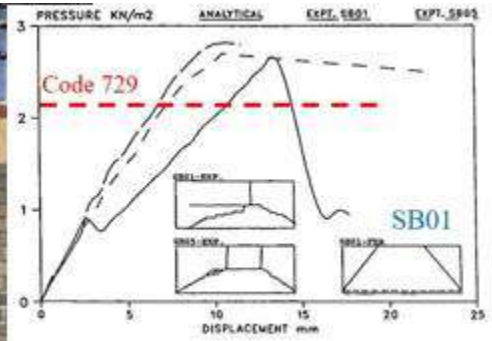


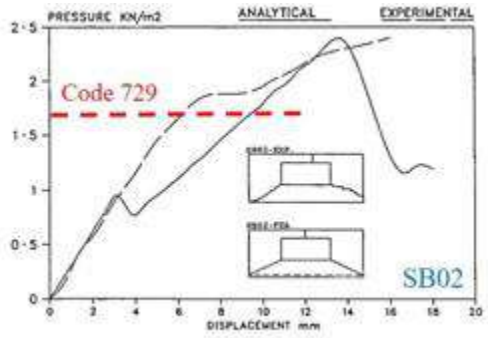


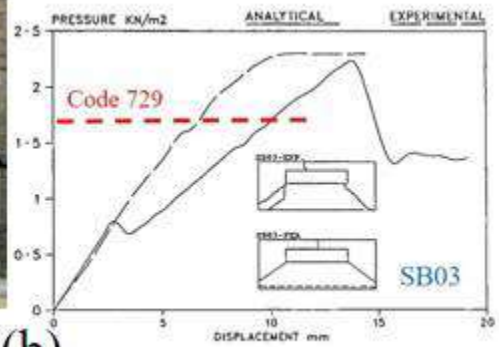
صحت ضابطه ۷۲۹

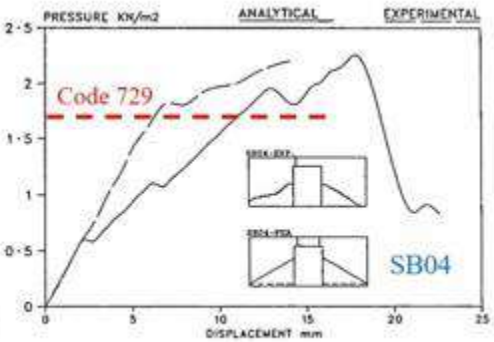


(a) Crack pattern of SB02





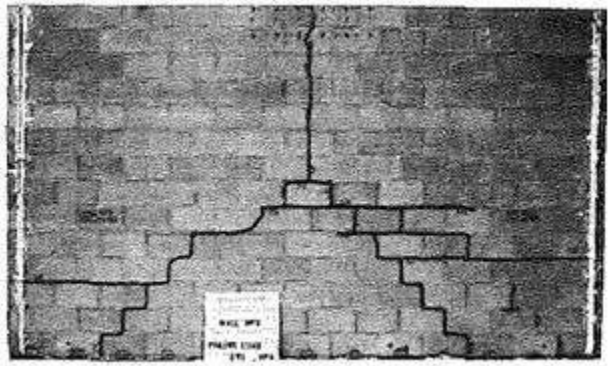




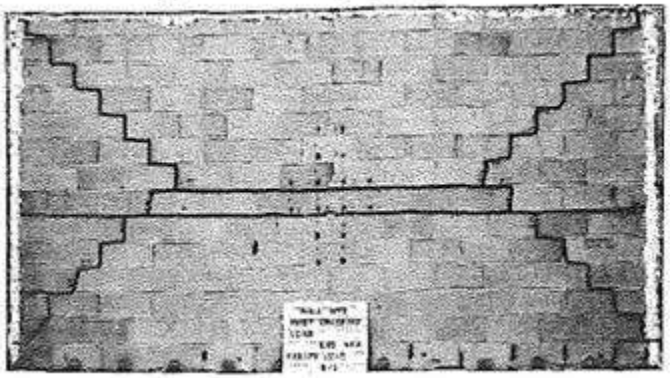
(b)

صحت ضابطه ۷۲۹

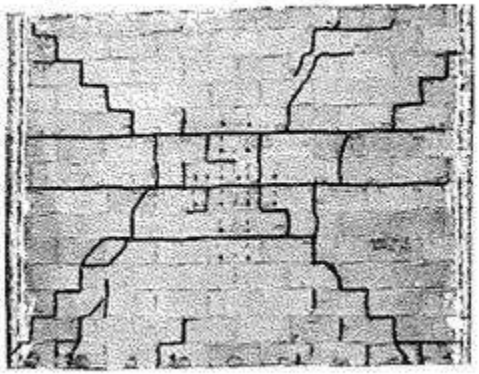
لبه فوقانی آزاد و سه لبه دیگر مفصل



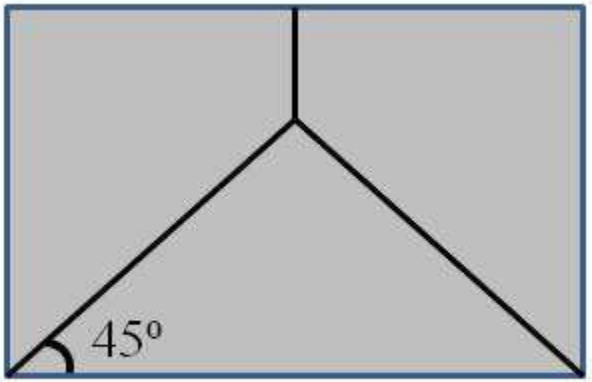
هر چهار لبه مفصل

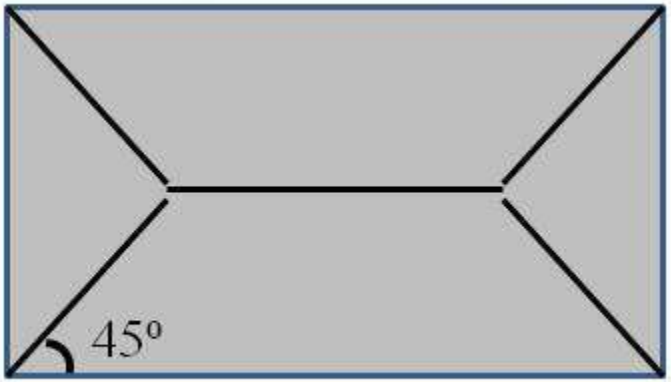


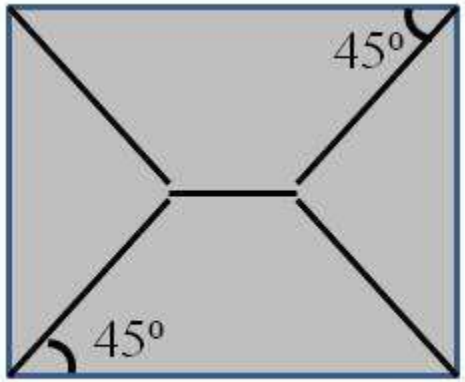
هر چهار لبه مفصل



الگوی ترک های مشاهده شده در تست



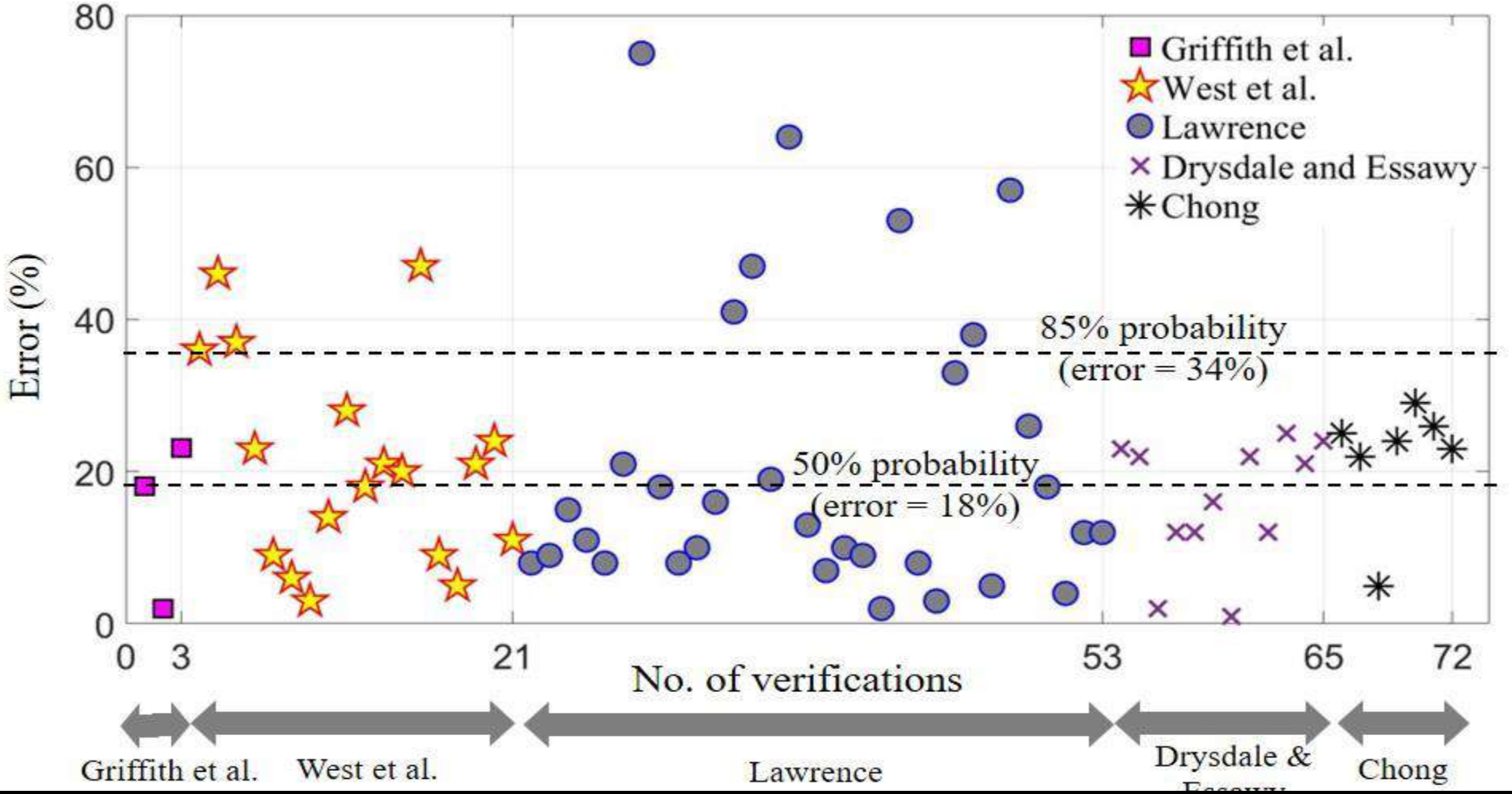




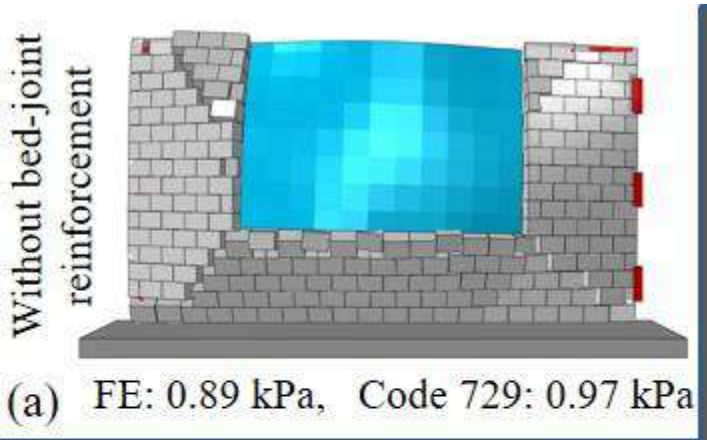
الگوی ترک های مفروض در ضابطه ۷۲۹

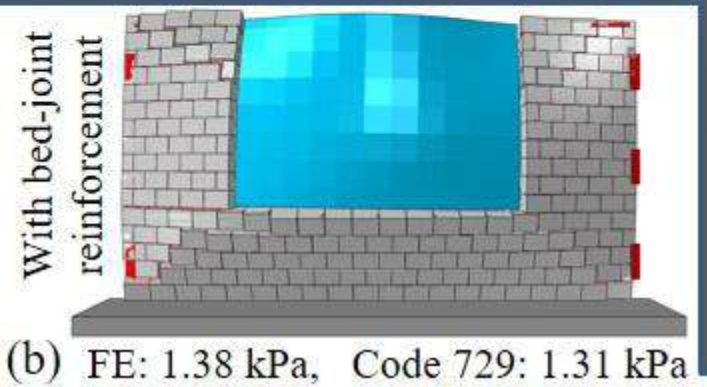
صحت ضابطه ۷۲۹

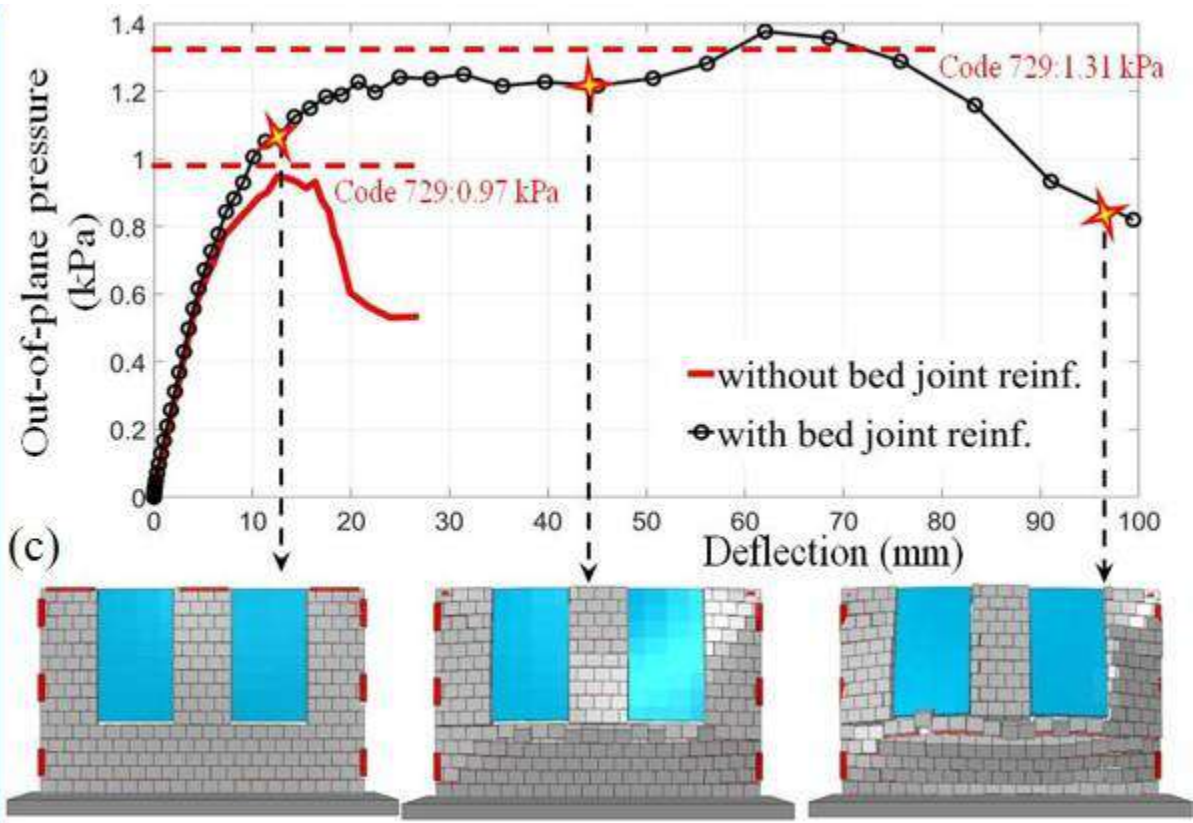
درصد خطای ضابطه ۷۲۹ در تخمین ظرفیت خارج از صفحه دیوارهای تست شده



صحت ضابطه ۷۲۹

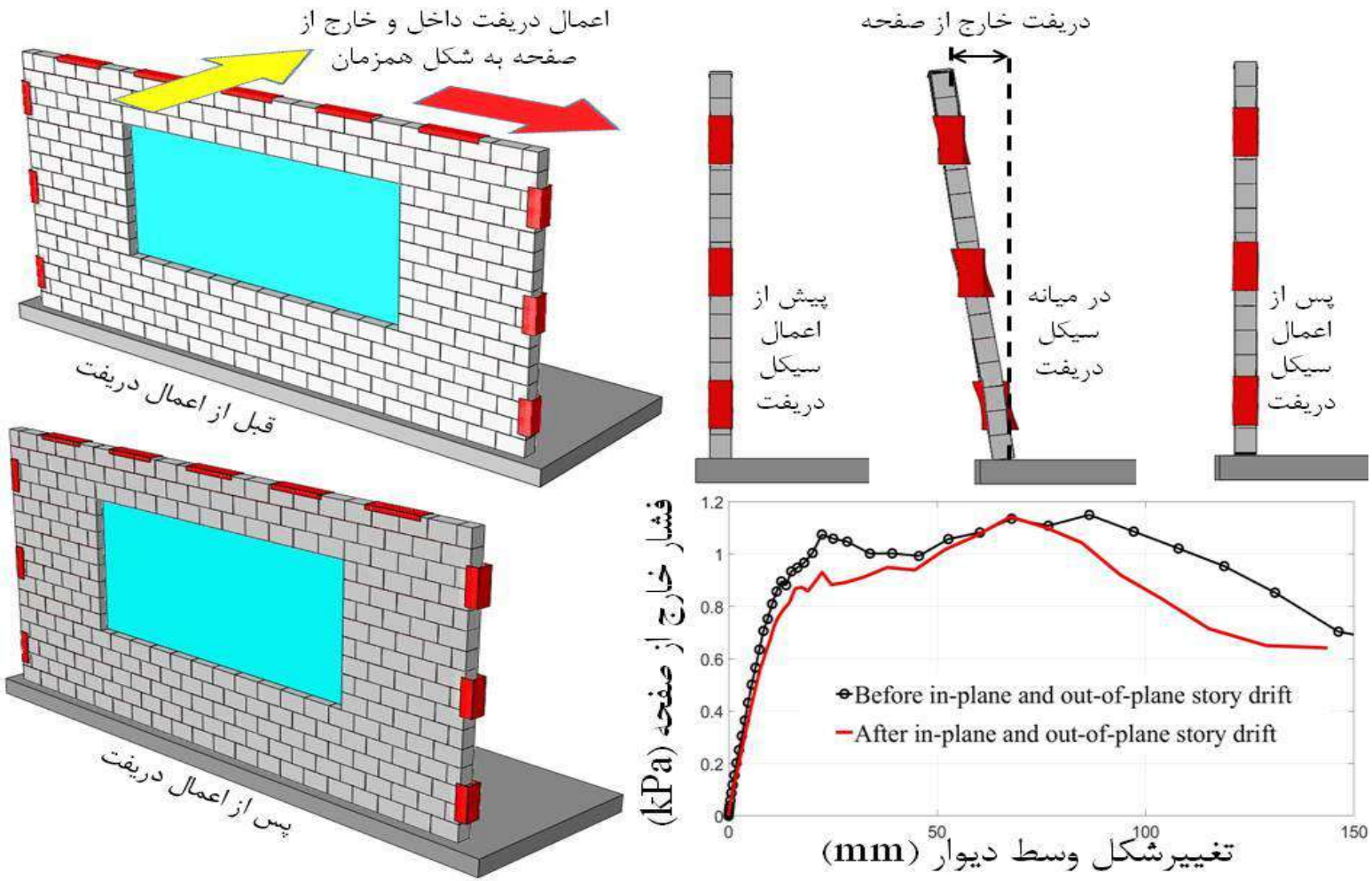






صحت ضابطه ۷۲۹

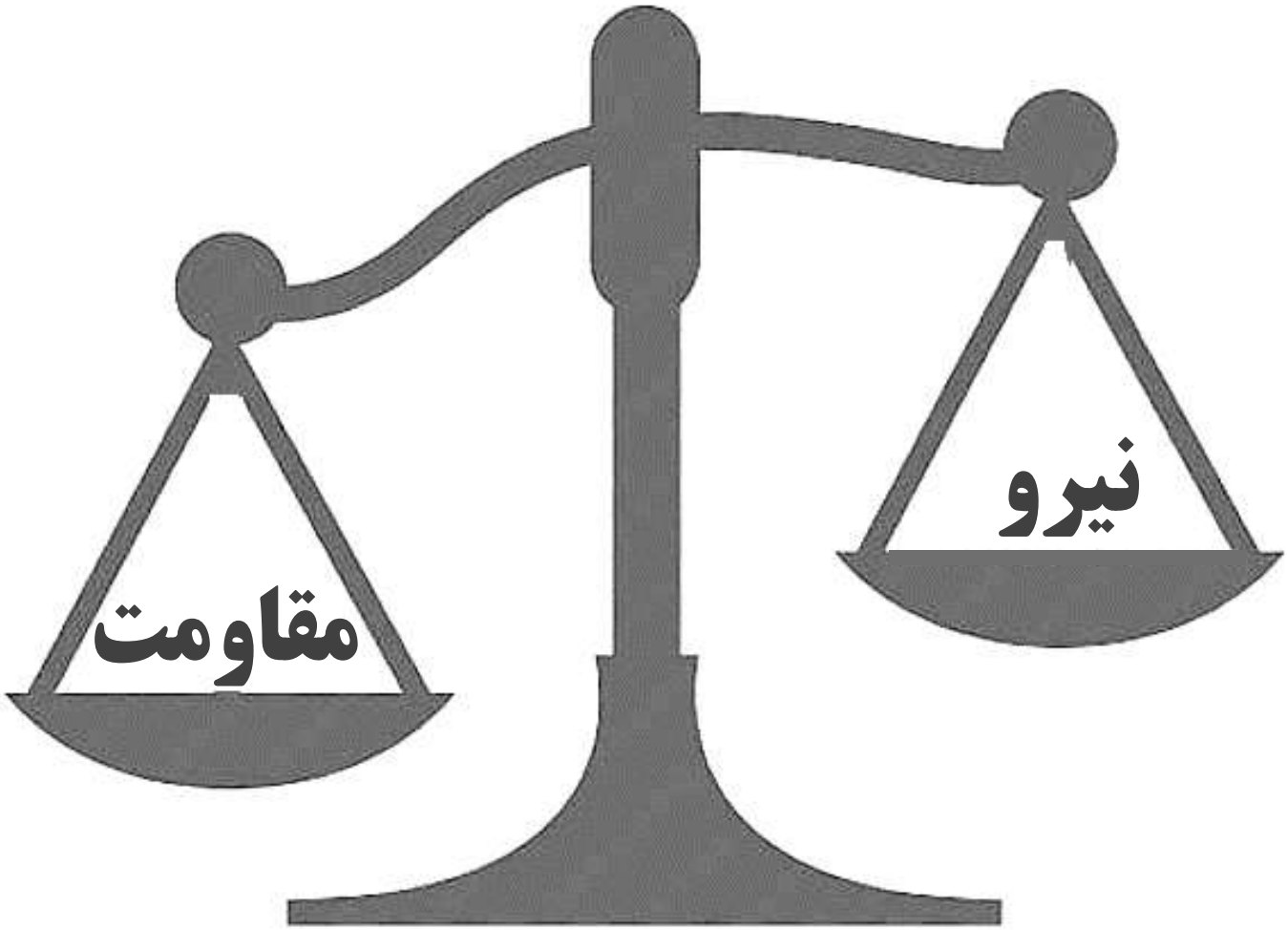
تاثیر دریفت عمود بر صفحه بر مقاومت دیوار



طراحی دیوار

SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوار



اپلیکیشن تحت اکسل ضابطه ۷۲۹

اپلیکیشن طراحی دیوارهای بنایی غیرسازه ای مسلح به میلگرد بستر-ویرایش ۱۳۹۸

توضیحات:

اپلیکیشن حاضر منطبق بر ضابطه ۷۲۹ می باشد که با استفاده از آن می توان دیوارهای بنایی غیرسازه ای مسلح به میلگرد بستر را طراحی نمود. در ویرایش ۱۳۹۸ اپلیکیشن قابلیت طراحی دیوارهای بنایی غیرمسلح نیز لحاظ شده است اگرچه براساس ضابطه ۷۲۹ استفاده از دیوار بنایی غیرمسلح در هیچ یک از مناطق ایران مجاز نمی باشد.

ورودی ها تنها در خانه های مشکی رنگ وارد شده و لازم است کاربر در این خانه ها ورودی های لازم را وارد کند (سایر خانه ها قفل می باشند).

با استفاده از اپلیکیشن حاضر می توان دیوارهای بنایی ساخته شده با بلوک های رسی (سفالی)، سیمانی و یا **AAC** مسلح شده با میلگرد بستر را تحلیل و طراحی نمود.

این اپلیکیشن مختص دیوارهای با عملکرد دو طرفه می باشد. گرچه در خصوص دیوارهای یکطرفه (دهانه افقی و یا قائم) نیز می توان از ظرفیت های خمشی بدست آمده به منظور طراحی استفاده نمود. با توجه به سادگی تحلیل دیوارهای یکطرفه و نیز این واقعیت که اکثر دیوارهای غیرسازه ای عملکردی دوطرفه دارند، لذا در اپلیکیشن حاضر تنها دیوارهای دو طرفه درنظر گرفته شده اند. اپلیکیشن حاضر از روش خطوط تسلیم برای طراحی دیوارهای بنایی استفاده می کند که در آن رفتار غیرایزوتروپیک دیوار بنایی لحاظ می شود.

صحت روند طراحی مطابق ضابطه ۷۲۹ و نیز نتایج این اپلیکیشن با استفاده از نتایج آزمایشگاهی ۷۲ نمونه دیوار بنایی ارزیابی شده است.

این اپلیکیشن توسط شرکت بهسازان لرزه دوام و به سفارش شرکت فراسازان آویژه تهیه شده است.

توضیحات	ورودی		
ارتفاع بام از سطح زمین	3.6	ارتفاع کل ساختمان ازسطح زمین (m)	مشخصات مربوط به سازه اصلی
پارامتر A مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان	0.35	شتاب مبنای زلزله (g)	
پارامتر S مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان	1.75	خطرپذیری لرزه ای	
پارامتر V مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان	100	سرعت باد مبنا (km/h)	
میزان تراکم محیط در محاسبه فشار ناشی از باد تاثیر دارد	محیط باز	میزان باز بودن اطراف ساختمان	
پارامتر مربوط به تراکم محیط	1		
	دیوار داخلی	دیوار داخلی یا پیرامونی؟	
پارامتر مربوط به محل دیوار (داخلی یا پیرامونی)	0		
ضریب اهمیت در دیوارهایی که پایداری آن ها در حین زلزله اهمیت حیاتی دارد همانند دیوار بیمارستان ها، دیوارهای دارای قفسه های حاوی مواد خطرناک و ... برابر 1.5 می باشد. در سایر موارد این ضریب برابر 1 خواهد بود.	1	ضریب اهمیت دیوار	
	سیمانی	جنس واحدهای بنایی	
پارامتر مربوط به جنس واحد بنایی	0		
واحد بنایی می تواند به صورت توپر، توخالی و یا توخالی نیمه پر هده با دوغاب باشد (حفره های پر هده با دوغاب باید در تمام ارتفاع دیوار پیوسته باشند).	توخالی	نوع واحد بنایی	
پارامتر مربوط به نوع واحد بنایی	0		
در دیوارهای پیرامونی حداقل ضخامت 150 میلیمتر و در دیوارهای داخلی حداقل ضخامت 100 میلیمتر می باشد.	100	ضخامت دیوار(mm)	
شامل وزن سفت کاری و نازک کاری متصل به دیوار	2000	وزن دیوار مورد نظر (N/m^3)	
	3	ارتفاع خالص پانل دیوار(m)	
درصورتی که دیوار دارای بازشو می باشد، مشخصات پانل معادل وارد شود. نسبت ارتفاع به طول دیوار باید بین 0.3 تا 2 باشد.	3	طول خالص پانل دیوار(m)	
مقاومت فشاری دیوار(MPa). با توجه به اینکه ظرفیت خمشی دیوار وابستگی بسیارکمی به مقاومت فشاری دیوار دارد، لذا برای دیوارهای ساخته شده با واحدهای بنایی رسی			

SEYED AMIN MOUSAVI

نیروی خارج از صفحه دیوار

۴-۲- فشار خارج از صفحه ناشی از زلزله

نیروی ناشی از زلزله بر دیوارهای غیرسازه‌ای به صورت زیر می‌باشد.

$$w_{eq} = 0.48AI(1+S)w \quad (۱-۴)$$

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

A= شتاب مبنای طرح (g)

I= ضریب اهمیت دیوار

S= پارامتر مربوط به خطرپذیری لرزه‌ای

w= وزن دیوار و قطعات و المان‌هایی که به آن متصل شده‌اند (N/m^2)

پارامترهای A و S به لرزه‌خیزی منطقه بستگی داشته و بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ به دست می‌آیند. رابطه (۴-۱) نیروی لرزه‌ای وارده بر دیوارهای آخرین طبقه می‌باشد در صورت لزوم در طبقات پایین‌تر می‌توان مقدار آن را به صورت خطی به نحوی کاهش داد که نیروی لرزه‌ای وارده بر دیوارهای تراز پایه برابر با 0.3A(1+S)IW شود. ضریب اهمیت I در مورد دیوارهای متعارف برابر ۱ می‌باشد. در خصوص دیوارهایی که از نظر ایمنی جانی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند

نیروی خارج از صفحه دیوار

۴-۳- فشار خارج از صفحه ناشی از باد

نیروی ناشی از باد لازم است تنها بر دیوارهای پیرامونی اعمال شود. نیروی ناشی از باد بر دیوارهای پیرامونی به صورت زیر به دست می‌آید.

در نواحی داخل شهرها و یا محل‌های دارای ساختمان‌های متعدد یا درخت‌های انبوه:

$$w_{win} = 0.11\left(\frac{H_t}{10}\right)^{0.24} V^2 \qquad (۲-۴)$$

در نواحی باز خارج از شهر و یا محل‌های فاقد ساختمان‌های متعدد یا درختان انبوه:

$$w_{win} = 0.14\left(\frac{H_t}{10}\right)^{0.16} V^2 \qquad (۳-۴)$$

که

w_{win} = نیروی ناشی از باد در امتداد خارج از صفحه دیوارهای پیرامونی (N/m^2)

V= سرعت مبنای باد (km/h)

H_t= ارتفاع کل ساختمان از سطح زمین (m)

مقاومت

$$W_u = \frac{M_{u2}}{\alpha_2 L^2}$$

W_u: مقاومت خارج از صفحه دیوار (فشار خارج از صفحه ای که دیوار را در آستانه فروریزش قرار میدهد)

L: طول آزاد دیوار

M_{u2}: مقاومت خمش افقی دیوار

α_2: ضریب خمش افقی (وابسته به نسبت ارتفاع به طول دیوار، نسبت اورتوگونال دیوار و شرایط مرزی دیوار)

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

μ: نسبت اورتوگونال دیوار

M_{u1}: مقاومت خمش قائم دیوار

مقاومت

لوازم مورد نیاز برای تعیین مقاومت خارج از صفحه دیوار با بلوک توخالی مسلح به میلگرد بستر

$$M_{u2}=0.9\times \frac{1000A_s f_y}{B}\left(d-\frac{A_s f_y}{2\beta f'_m B}\right)\left(N.\frac{mm}{m}\right)$$

$$M_{u1}=0.6\times\frac{1000 f_r t_s (h-t_s)^2}{h}\ \left(N.\frac{mm}{m}\right)$$

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

جدول (۵-۶). ضریب خمش افقی (α_2) برای دیوار با شرایط مرزی نوع E.

شرایط مرزی دیوار	μ	H/L							
		۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۰
E	۰/۵۰	۰/۰۱۴	۰/۰۲۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۷	۰/۰۶۶	۰/۰۷۴	۰/۰۸۰	۰/۰۸۵
	۰/۴۰	۰/۰۱۷	۰/۰۳۲	۰/۰۴۹	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۸	۰/۰۸۴	۰/۰۸۸
	۰/۳۵	۰/۰۱۸	۰/۰۳۵	۰/۰۵۲	۰/۰۶۴	۰/۰۷۴	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶	۰/۰۹۰
	۰/۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۵	۰/۰۶۸	۰/۰۷۷	۰/۰۸۳	۰/۰۸۹	۰/۰۹۳
	۰/۲۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۲	۰/۰۵۹	۰/۰۷۱	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷	۰/۰۹۱	۰/۰۹۶
	۰/۲۰	۰/۰۲۶	۰/۰۴۶	۰/۰۶۴	۰/۰۷۶	۰/۰۸۴	۰/۰۹۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹۹
	۰/۱۵	۰/۰۳۲	۰/۰۵۳	۰/۰۷۰	۰/۰۸۱	۰/۰۸۹	۰/۰۹۴	۰/۰۹۸	۰/۱۰۳
	۰/۱۰	۰/۰۳۹	۰/۰۶۲	۰/۰۷۸	۰/۰۸۸	۰/۰۹۵	۰/۱۰۰	۰/۱۰۳	۰/۱۰۶

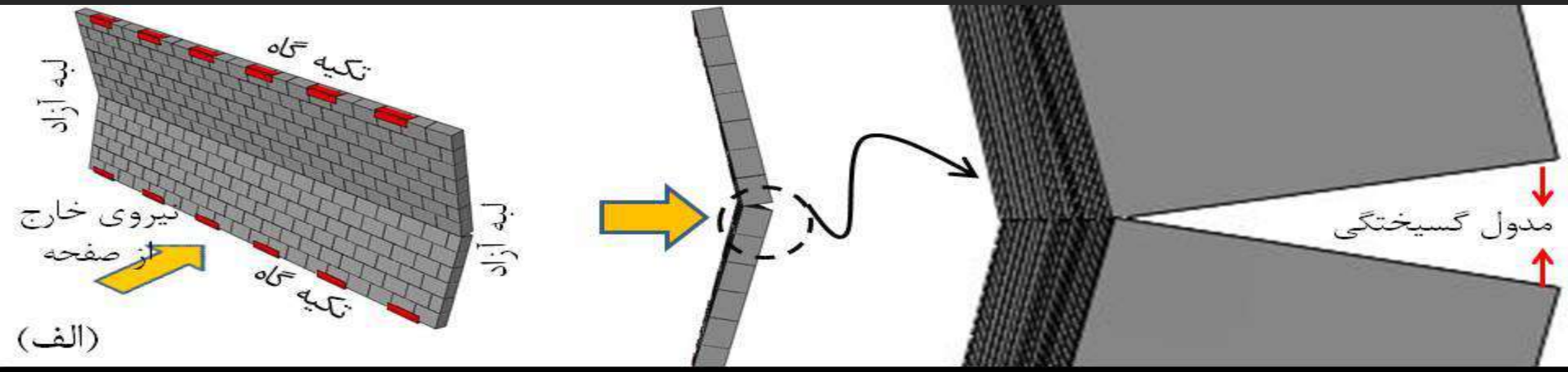
$$W_u=\frac{M_{u2}}{\alpha_2 L^2}$$

مقاومت

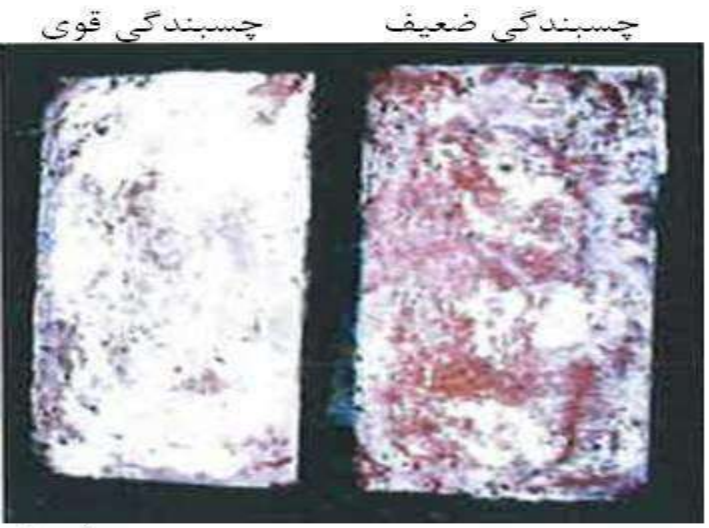
عوامل موثر در مقاومت خارج از صفحه دیوار

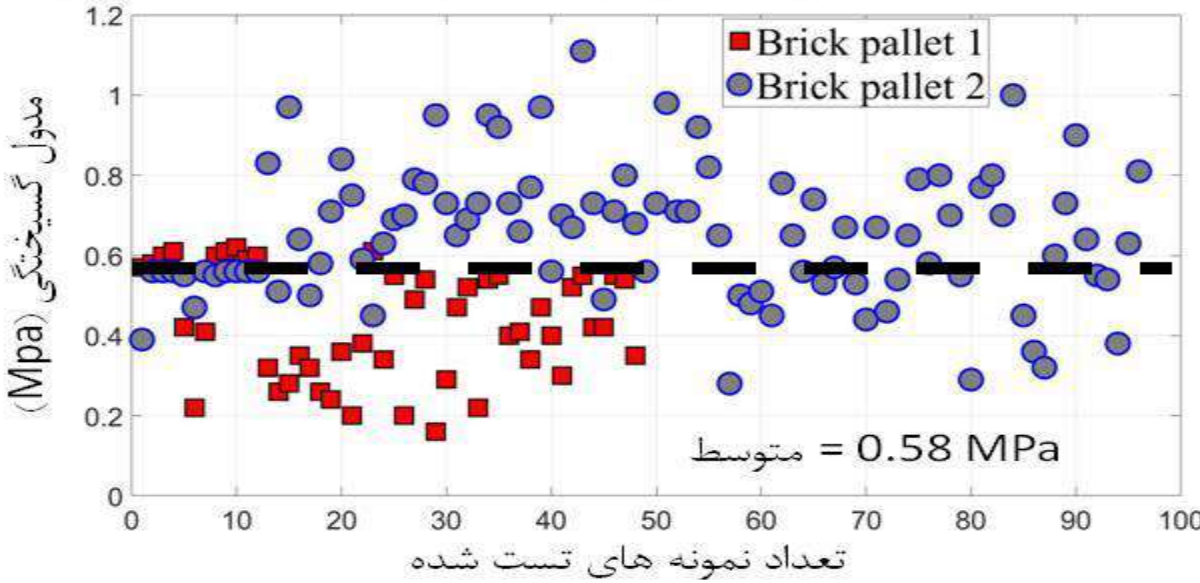
- چسبندگی ملات (طرح اختلاط ملات)
- نوع بلوک ها
- تسلیحات (میلگرد بستر)
- ابعاد هندسی دیوار (ضخامت، طول و ارتفاع دیوار)
- شرایط مرزی دیوار
- عدم وجود آسیب در دیوار (عدم انتقال دریفت سازه در امتداد داخل صفحه به دیوار)

چسبندگی ملات به بلوک



ملات: ۱ سهم سیمان پرتلند+۲ سهم آهک شکفته + ۹ سهم ماسه ریز دانه +۲۰٪ حجمی آب





مدول گسیختگی (مقاومت کششی ناشی از خمش)

جدول ۲-۶- مدول گسیختگی دیوارهای بنایی (بر حسب MPa یا N/mm^2)

		ملات ساخته شده با ترکیب سیمان پرتلند و آهک		ملات ساخته شده با سیمان بنایی	
		ملات نوع N	ملات نوع S	ملات نوع N	ملات نوع S
در امتداد عمود بر بند بستر	واحد توپر	۰/۶۹	۰/۹۲	۰/۳۵	۰/۵۵
	واحد توخالی فاقد دوغاب	۰/۴۴	۰/۵۸	۰/۲۱	۰/۳۵
	واحد توخالی پرشده با دوغاب*	۱/۰۹	۱/۱۲	۱	۱/۰۵
در امتداد موازی بند بستر در دیوارهای با پیوند ممتد	واحد توپر	۱/۳۸	۱/۸۴	۰/۶۹	۱/۱۰
	واحد توخالی فاقد دوغاب	۰/۸۷	۱/۱۵	۰/۴۴	۰/۶۹
	واحد توخالی پرشده با دوغاب*	۱/۳۸	۱/۸۴	۰/۶۹	۱/۱۰
در امتداد موازی بند بستر در دیوارهای با پیوند غیرممتد	مقطع پرشده با دوغاب در امتداد بند بستر**	۲/۳۱	۲/۳۱	۲/۳۱	۲/۳۱
	سایر موارد	صفر	صفر	صفر	صفر

مدول گسیختگی دیوارهای ساخته شده از واحدهای AAC را در تمام حالات می‌توان برابر ۰/۵۵ مگاپاسگال درنظر گرفت.

(این مدول گسیختگی صرفا برای بلوک های AAC با چگالی حداقل ۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.)

ملات

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

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

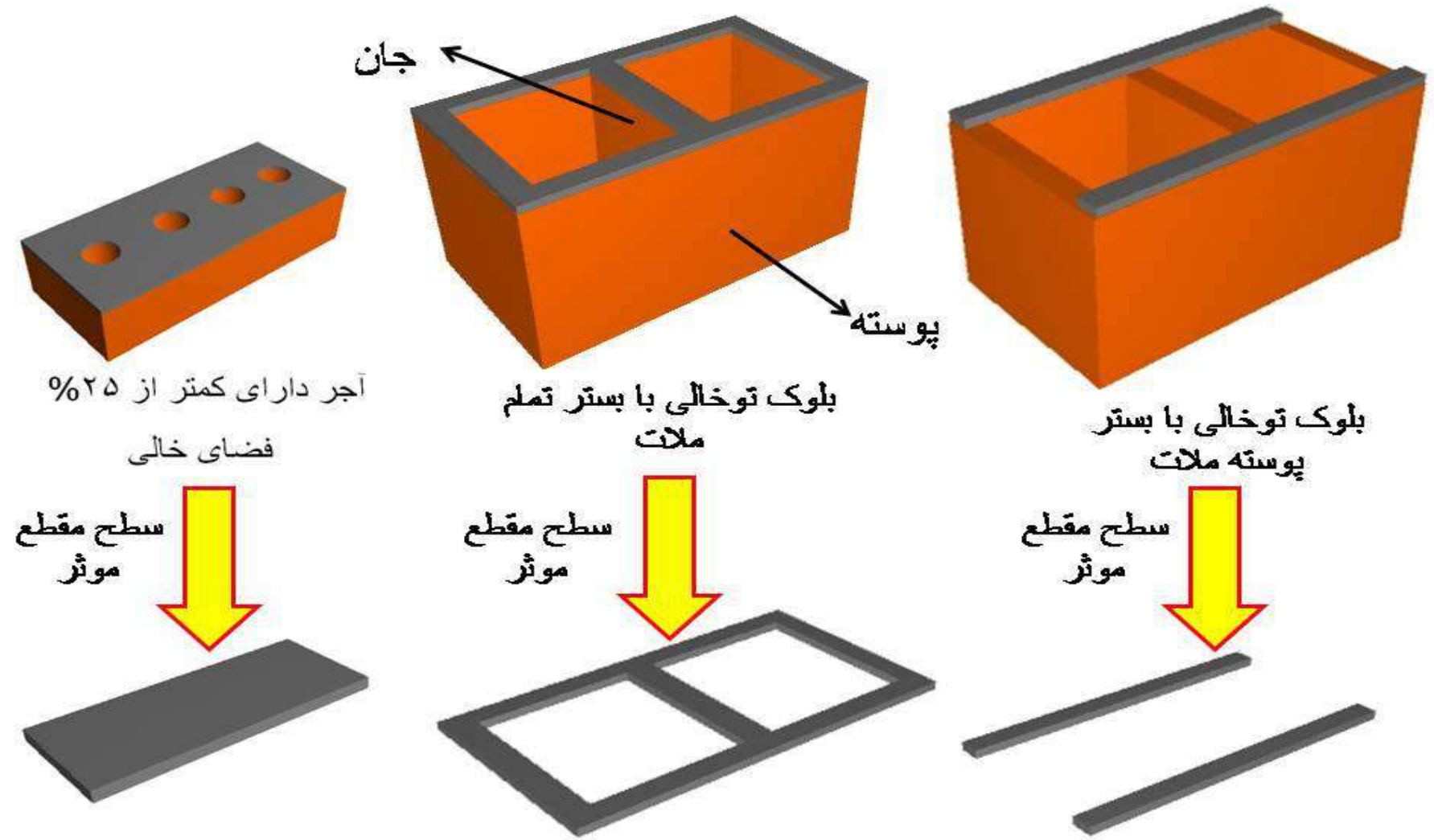
*مقدار دقیق آب بنا به تجربه بنا، میزان کارآیی لازم و شرایط محیطی می‌تواند قدری با مقدار پیشنهادی فوق متفاوت باشد.

ملات

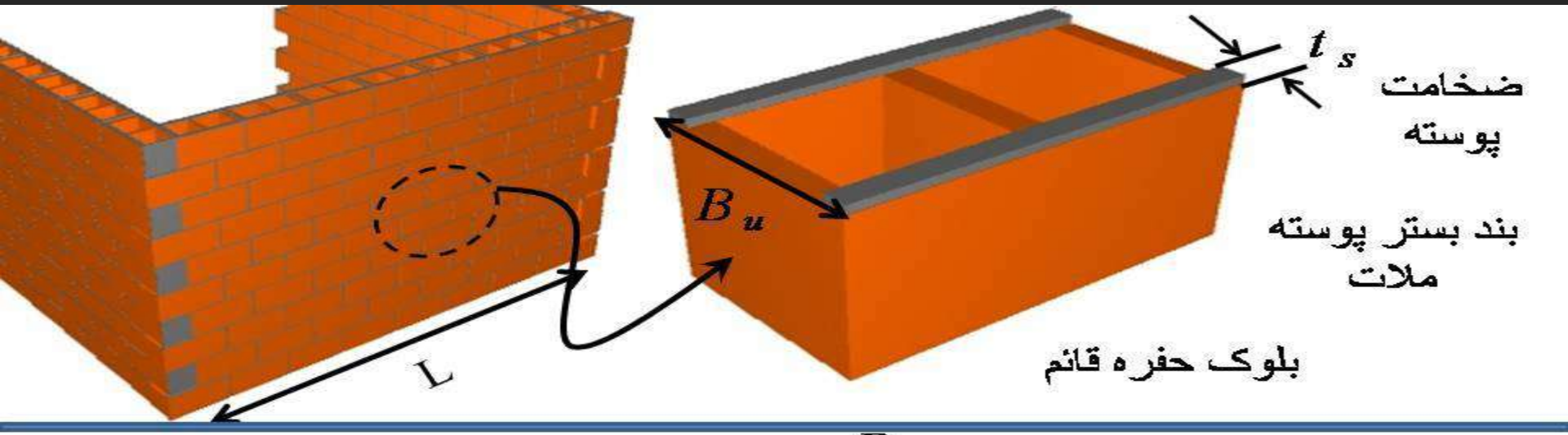
جدول ۲-۲- دانه بندی ماسه مصرفی در ملات

شماره الک	اندازه سوراخ الک (mm)	حداقل و حداکثر درصد عبوری از الک	درصد عبوری از الک در حالت ایده آل
۴	۴/۷۵	٪۱۰۰	٪۱۰۰
۸	۲/۳۶	٪۱۰۰-٪۹۵	٪۹۸
۱۶	۱/۱۸	٪۱۰۰-٪۷۰	٪۸۵
۳۰	۰/۶۰	٪۷۵-٪۴۰	٪۶۰
۵۰	۰/۳۰	٪۳۵-٪۱۰	٪۲۵
۱۰۰	۰/۱۵	٪۱۵-٪۲	٪۱۰
۲۰۰	۰/۰۷	٪۵-۰	٪۳

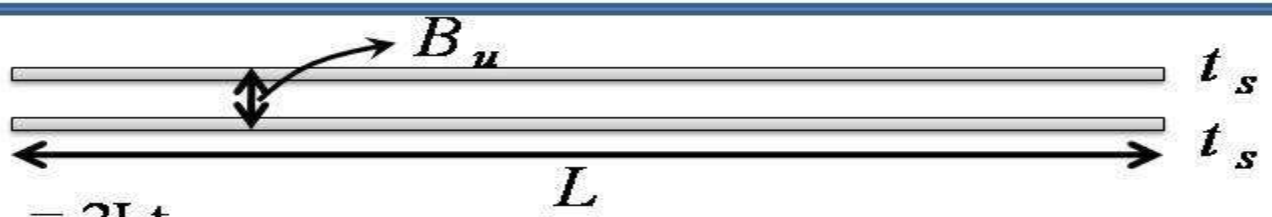
مقطع موثر


جان
پوسته
آجر دارای کمتر از ۲۵%
فضای خالی
بلوک توخالی با بستر تملم
ملات
بلوک توخالی با بستر
پوسته ملات
سطح مقطع
موثر
سطح مقطع
موثر
سطح مقطع
موثر

مقطع موثر



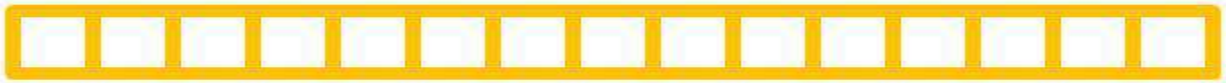
مقطع موثر دیوار



سطح مقطع موثر دیوار $= A_n = 2Lt_s$

ممان اینرسی خارج از صفحه مقطع موثر دیوار $= I = 2Lt_s\,(0.5B_u - 0.5t_s)^2$

مقطع خالص دیوار



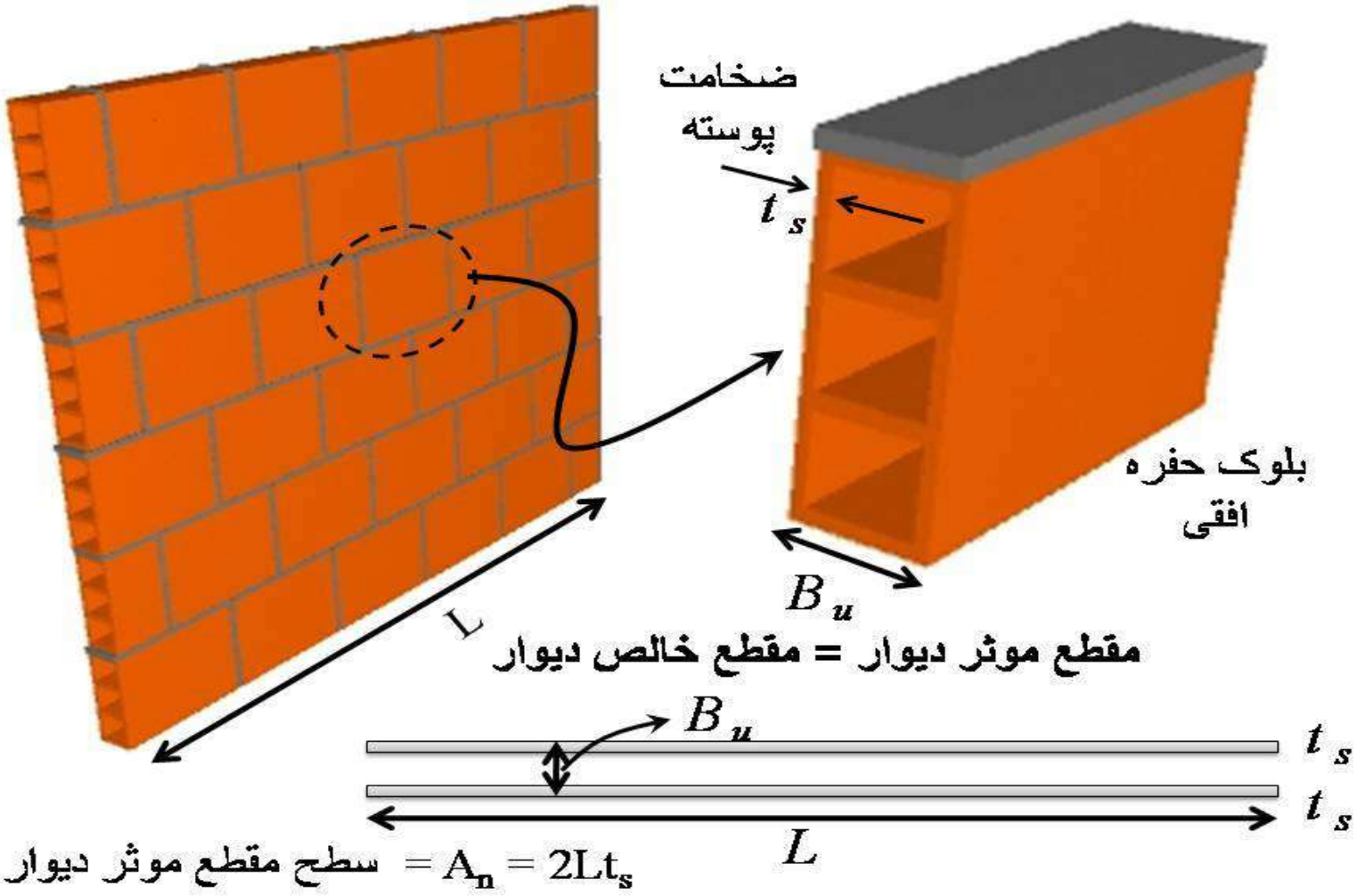
A_u = سطح مقطع خالص واحد بنایی

I_u = ممان اینرسی مقطع خالص واحد بنایی

سطح مقطع خالص دیوار $= \Sigma A_u$

ممان اینرسی خارج از صفحه مقطع خالص دیوار $= \Sigma I_u$

مقطع موثر



سطح مقطع موثر دیوار $= A_n = 2Lt_s$

ممان اینرسی خارج از صفحه مقطع موثر دیوار $= I = 2Lt_s (0.5B_u - 0.5t_s)^2$

محاسبه مقاومت خارج از صفحه دیوار غیرمسلح

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

$$M_n = f_r s \qquad s = \frac{I_g}{c'}$$

M_n = مقاومت خمشی اسمی دیوار (N.mm)

f_r = مدول گسیختگی دیوار بر اساس بند ۵-۱-۹ (N/mm^2 یا MPa)

I_g = ممان اینرسی مقطع موثر ترک نخورده دیوار در جهت خارج از صفحه (mm^4)

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

محاسبه مقاومت خارج از صفحه دیوار غیرمسلح

دیوار غیرمسلح

$$M_n = f_r s$$

رابطه ساده شده برای دیوار با واحدهای بنایی توخالی

$$M_n = \frac{1000 f_r t_s (h - t_s)^2}{h} \left(N.\frac{mm}{m}\right)$$

h= ضخامت دیوار (mm)

t_s= ضخامت پوسته واحدهای بنایی

در رابطه (۵-۳) از اثر جان واحدهای بنایی در اساس مقطع موثر دیوار صرف‌نظر شده است.

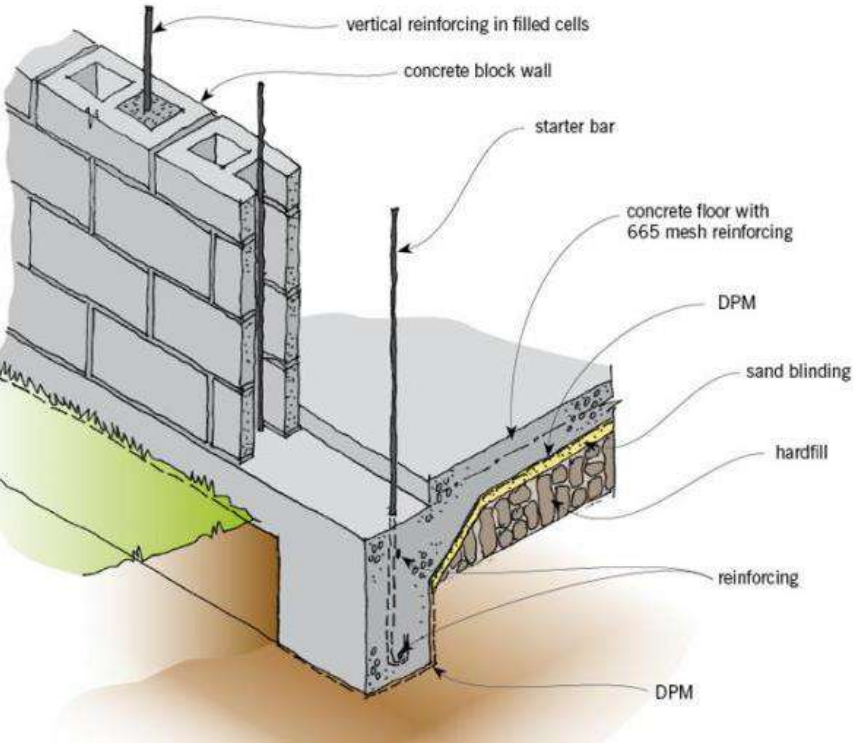
تبصره: در صورتی که دیوار فاقد ملات در بندهای قائم باشد، لازم است مقاومت خمش افقی دیوار غیرمسلح به میزان ۳۰٪ کاهش یابد.

ضریب کاهش مقاومت خمش دیوار غیرمسلح = 0.6

راهکارهای تقویت دیوار

Rebar Reinforcement

راهکار مناسبی برای دیوارهای بنایی باربر است و برای دیوارهای غیرسازه ای پر هزینه است.



راهکارهای تقویت دیوار

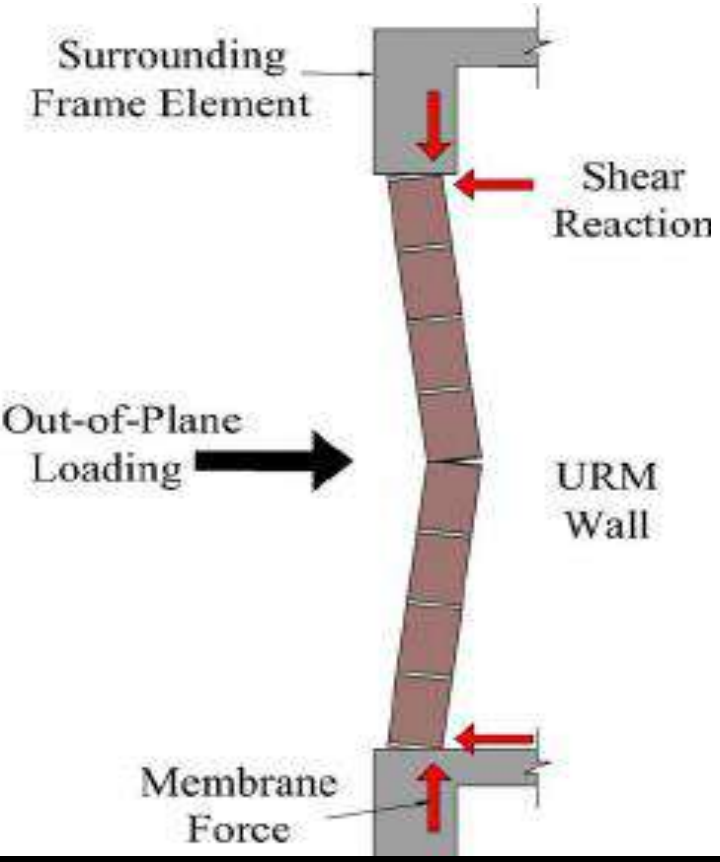
Post-Tensioned Bars

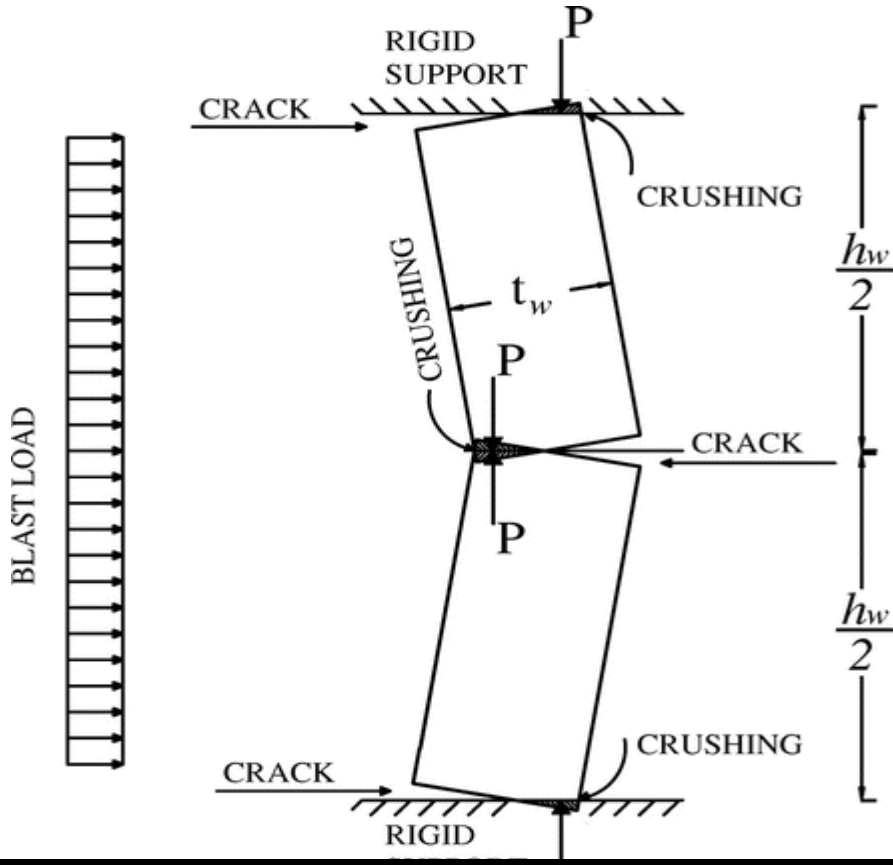
راهکار مناسبی برای دیوارهای بنایی باربر است و برای دیوارهای غیرسازه ای ممکن است اجرایی نباشد.

راهکارهای تقویت دیوار

Arching action

عملکرد قوسی از طریق اصطکاک منجر به انتقال دریفت طبقه از تیر به دیوار می شود لذا برای دیوارهای غیرسازه ای نامناسب است.





راهکارهای تقویت دیوار

FRP

راهکار گران قیمتی است با این حال برای بهسازی دیوارهای غیرسازه ای یکی از گزینه ها است.

راهکارهای تقویت دیوار

Bed joint Reinforcement

میلگرد بستر مناسب ترین و متداول ترین روش برای دیوارهای بنایی غیرسازه ای است.

راهکارهای تقویت دیوار

Helical bar

می تواند یکی از گزینه های ممکن به منظور بهسازی دیوار باشد.

راهکارهای تقویت دیوار

سیستم مهار آوار (مش و تسمه پلیمری)

می تواند یکی از گزینه های ممکن برای افزایش ایمنی در مورد دیوارهای موجود باشد

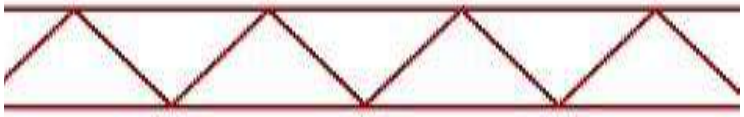
SEYED AMIN MOUSAVI

میلگرد بستر

میلگرد بستر

Bed joint reinforcement

Truss-like

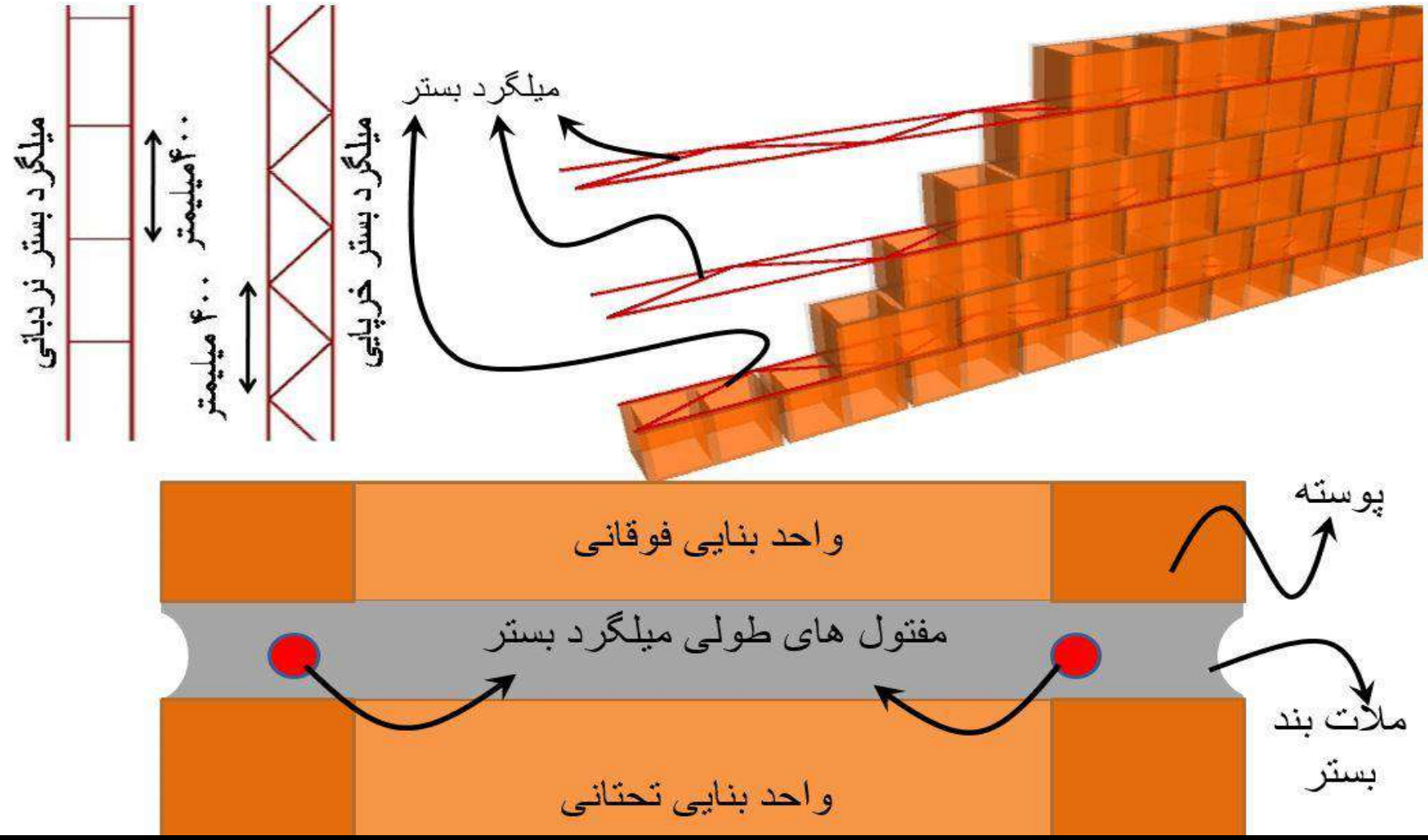


میلگرد بستر خرپایی

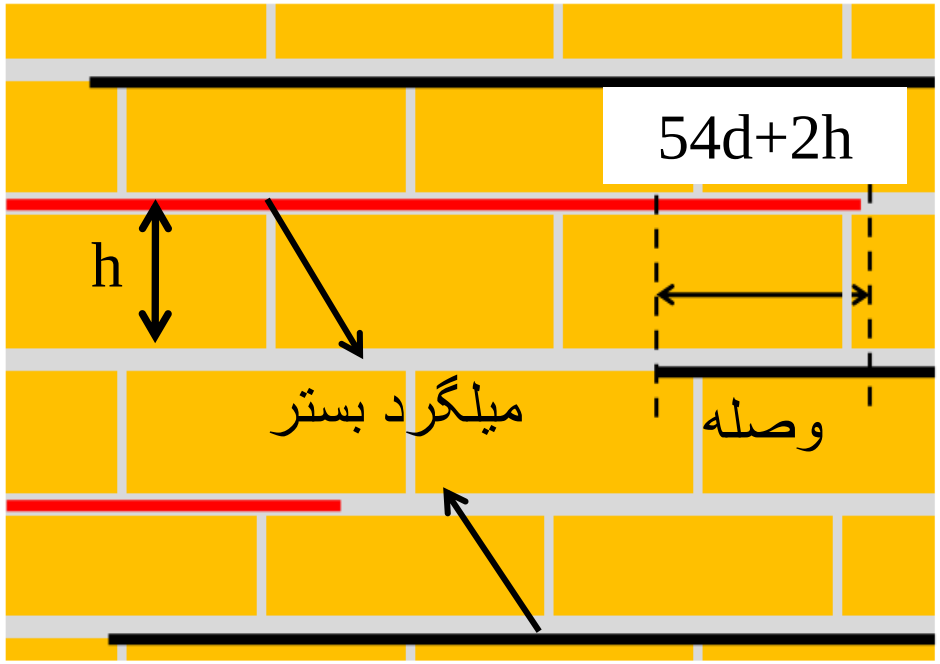
Ladder-like

میلگرد بستر نردبانی

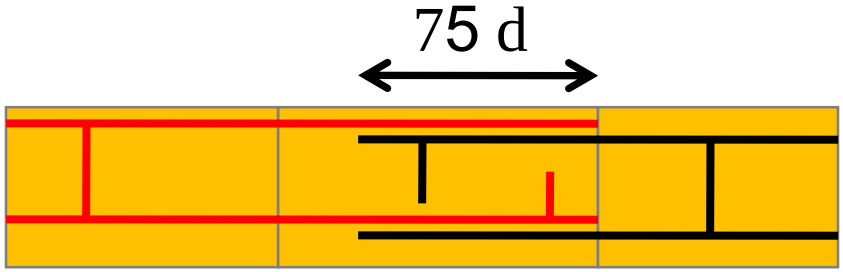
میلگرد بستر

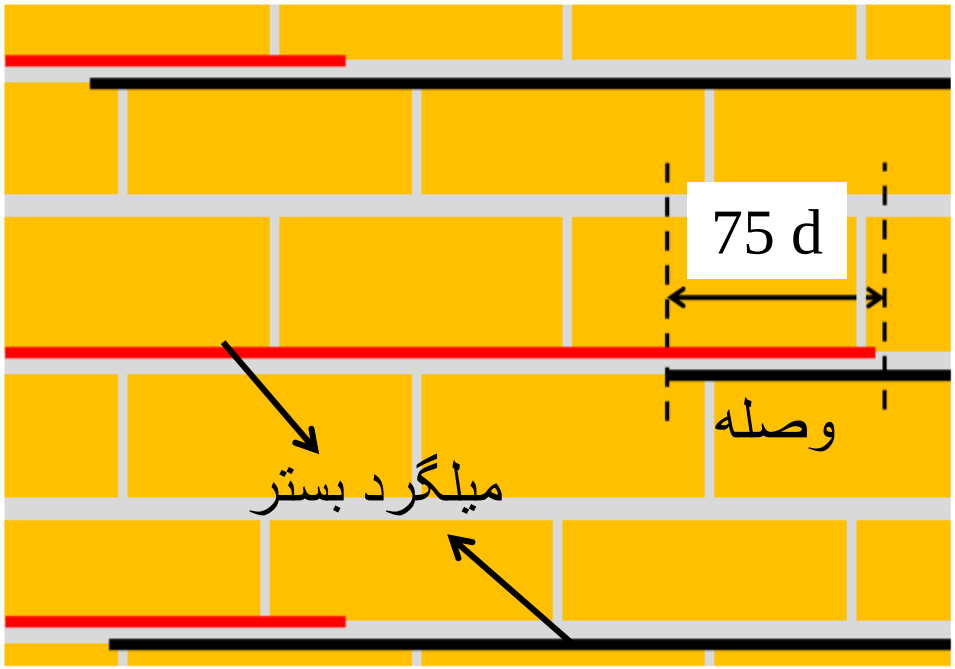

میلگرد بستر نردبانی
۴۰۰ میلیمتر
۴۰۰ میلیمتر
میلگرد بستر خرپایی
میلگرد بستر
واحد بنایی فوقانی
مفتول های طولی میلگرد بستر
واحد بنایی تحتانی
پوسته
ملات بند بستر

میلگرد بستر

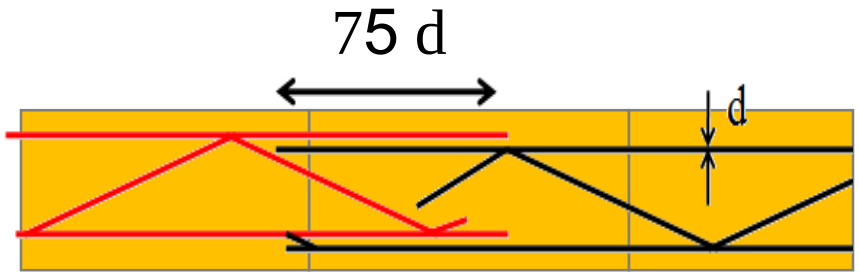


طول وصله میلگرد بستر واقع در دو بند بستر مستقل

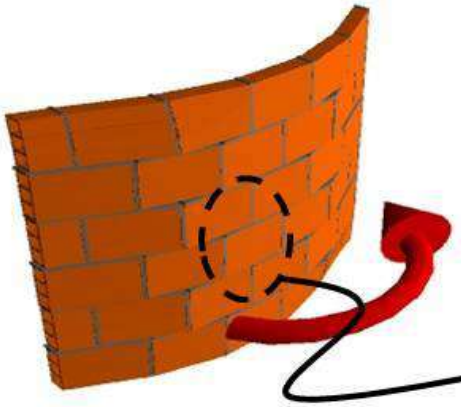


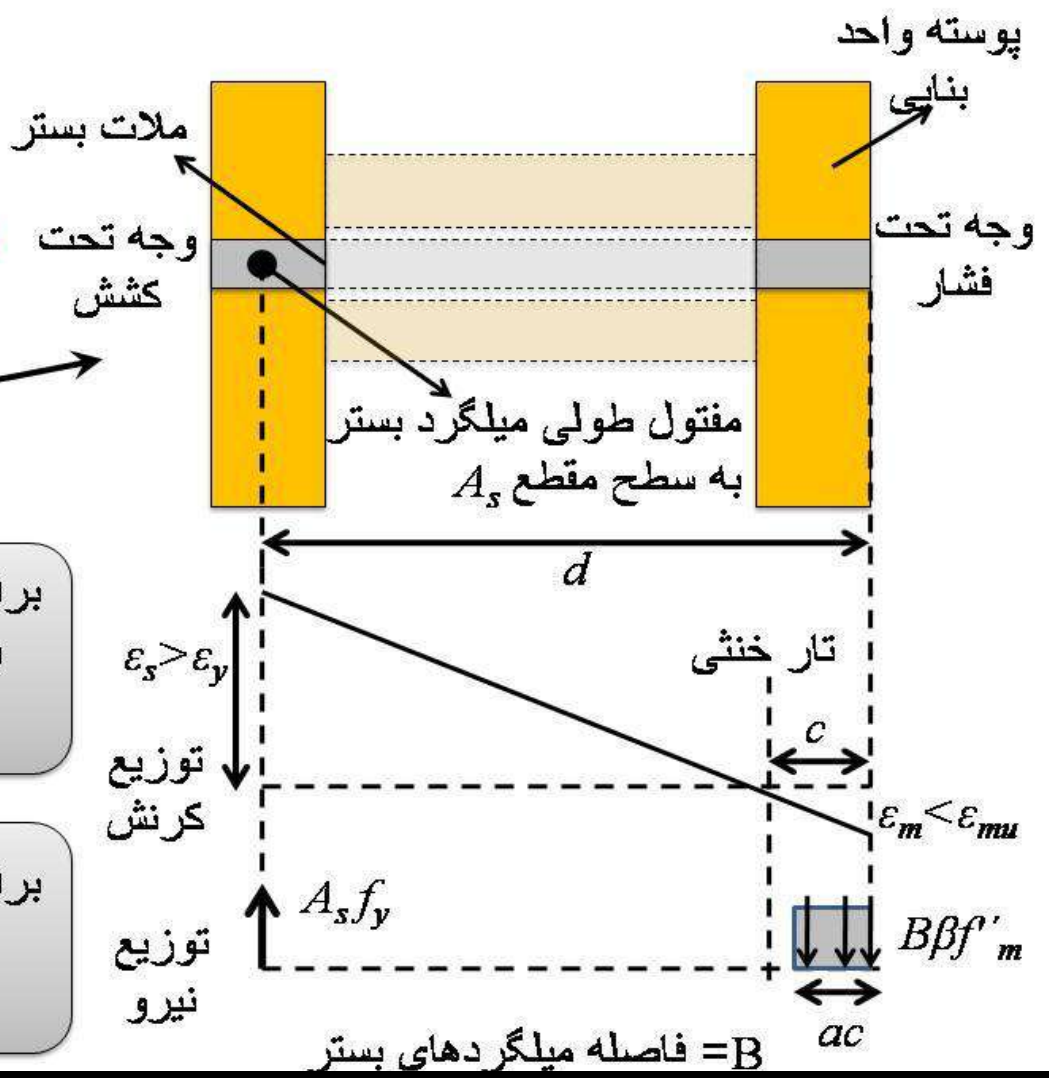


طول وصله (همپوشانی) میلگرد بستر واقع در بند بستر مشترک



محاسبه مقاومت خارج از صفحه دیوار مسلح





برای دیوارهای ساخته شده از واحدهای رسی و سیمانی

$a = 0.8 \; , \; \beta = 0.8$

برای دیوارهای ساخته شده از واحدهای AAC

$a = 0.67 \; , \; \beta = 0.85$

محاسبه مقاومت خارج از صفحه دیوار مسلح

دیوار مسلح

تقریبا در تمام موارد، تار خنثی در داخل ضخامت پوسته قرار گرفته و مقاومت اسمی خمشی مقطع دیوار در واحد طول را می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود.

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

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

ضریب کاهش مقاومت خمش دیوار مسلح= 0.9

$$M_{u2} = \Phi M_{n2} = 0.9 M_{n2}$$

مقاومت خمش افقی دیوار مسلح به میلگرد بستر

محاسبه مقاومت خارج از صفحه

۵-۳-۴- حداقل مقدار تسلیحات

حداقل مقدار تسلیحات موجود در دیوارهای بنایی باید به نحوی باشد که مقاومت خمش افقی اسمی دیوار از ۱/۳ برابر مقاومت خمش افقی ترک خوردگی دیوار کم‌تر نباشد. این محدودیت به منظور جلوگیری از فروریزش ترد درنظر گرفته شده است. به بیان دیگر لازم است رابطه زیر برقرار شود.

$$M_n > 1.3M_{cr} \qquad (۸-۵)$$

M_{cr}= لنگر خمشی ترک خوردگی دیوار که مقدار آن برابر مقاومت خمش اسمی دیوار متناظر غیرمسلح می‌باشد. این لنگر در امتدادی محاسبه می‌شود که تسلیحات در آن امتداد قرار گرفته است.

در مورد دیوارهای ساخته شده با واحدهای بنایی توخالی، رابطه (۵-۸) را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد.

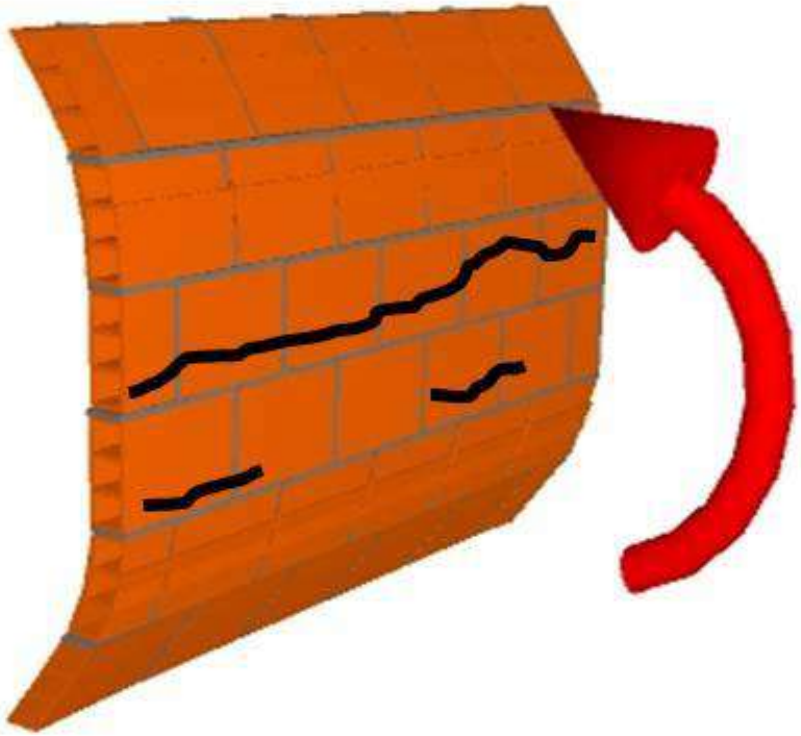
$$M_n > \frac{1300 f_r t_s (h - t_s)^2}{h} \qquad (۹-۵)$$

در رابطه فوق لازم است مقاومت اسمی دیوار بر حسب N.mm/m در رابطه قرار داده شود.

در هیچ حالتی فاصله میلگردهای بستر از یکدیگر نباید از ۵۰۰ میلیمتر تجاوز کند.

ضرایب کاهش مقاومت در دیوار با میلگرد بستر

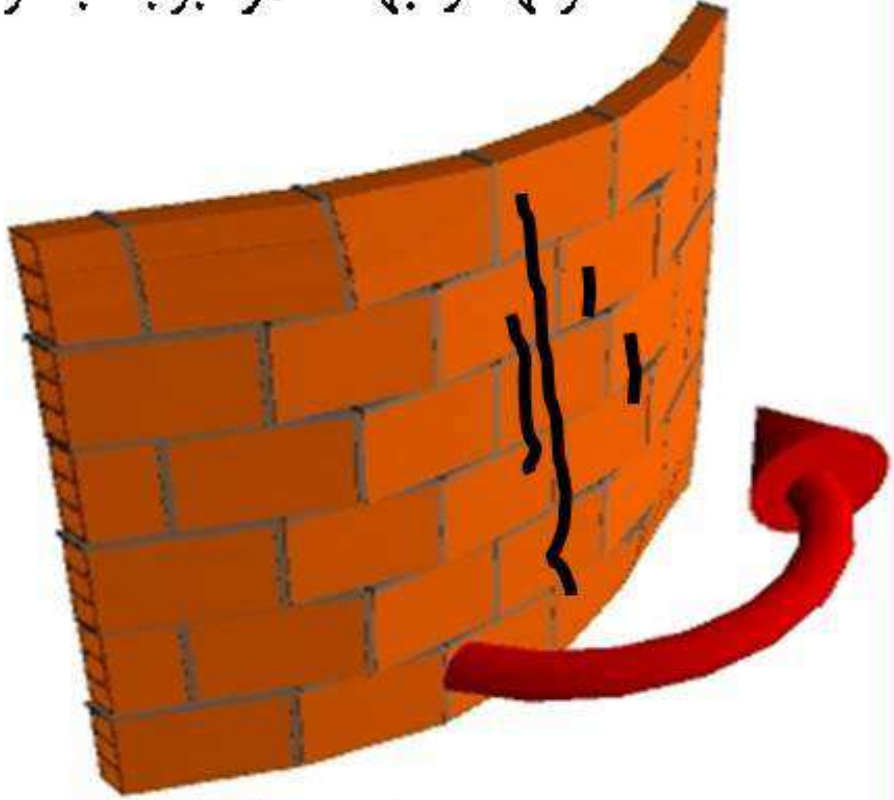
امتداد ترکها در جهت موازی با بند بستر



خمش قائم

ضریب کاهش مقاومت= ۰/۶

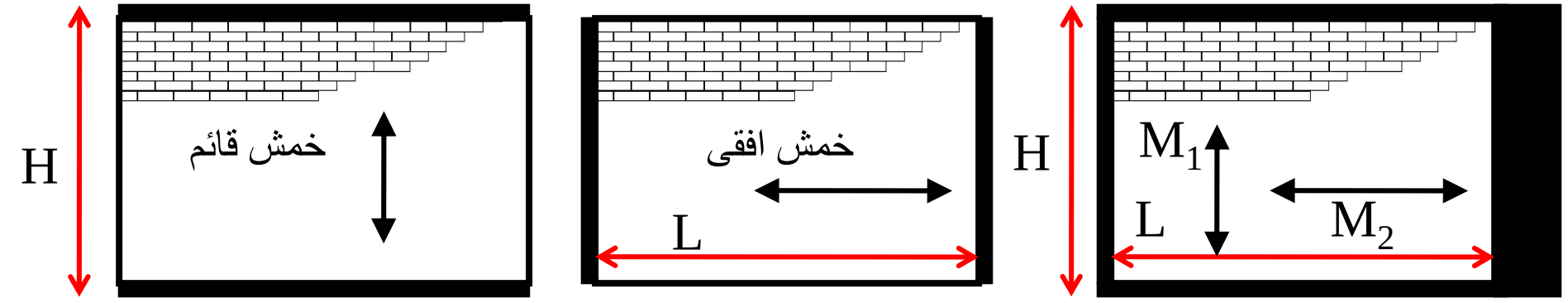
امتداد ترکها در جهت عمود بر بند بستر



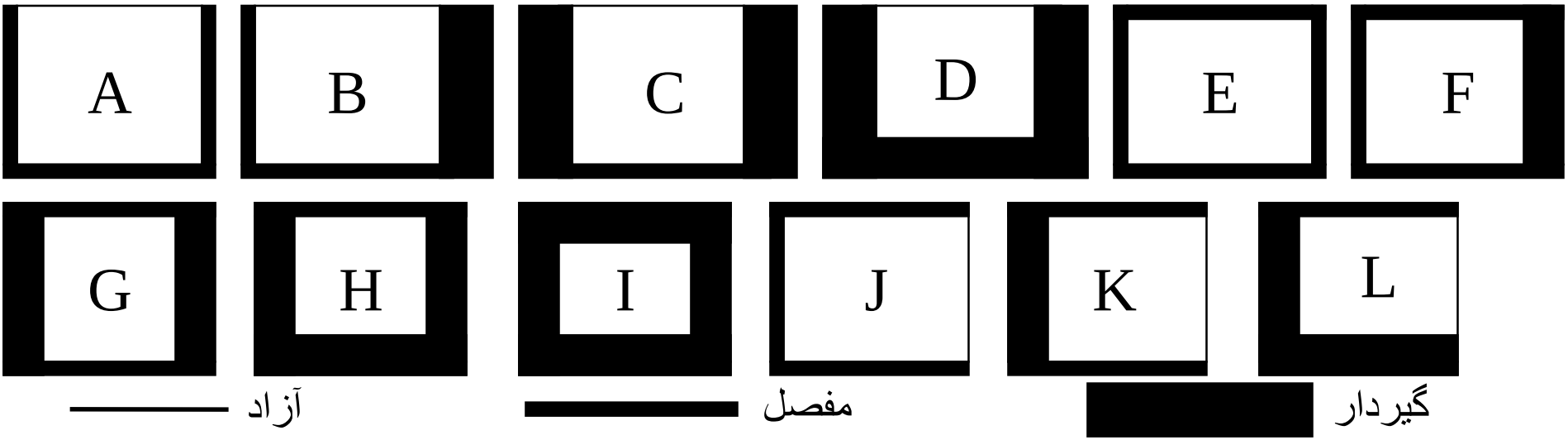
خمش افقی

ضریب کاهش مقاومت= ۰/۹

تحلیل دیوار



دیوار دهانه قائم **دیوار با دهانه افقی** **دیوار دو طرفه**



تحلیل دیوار

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

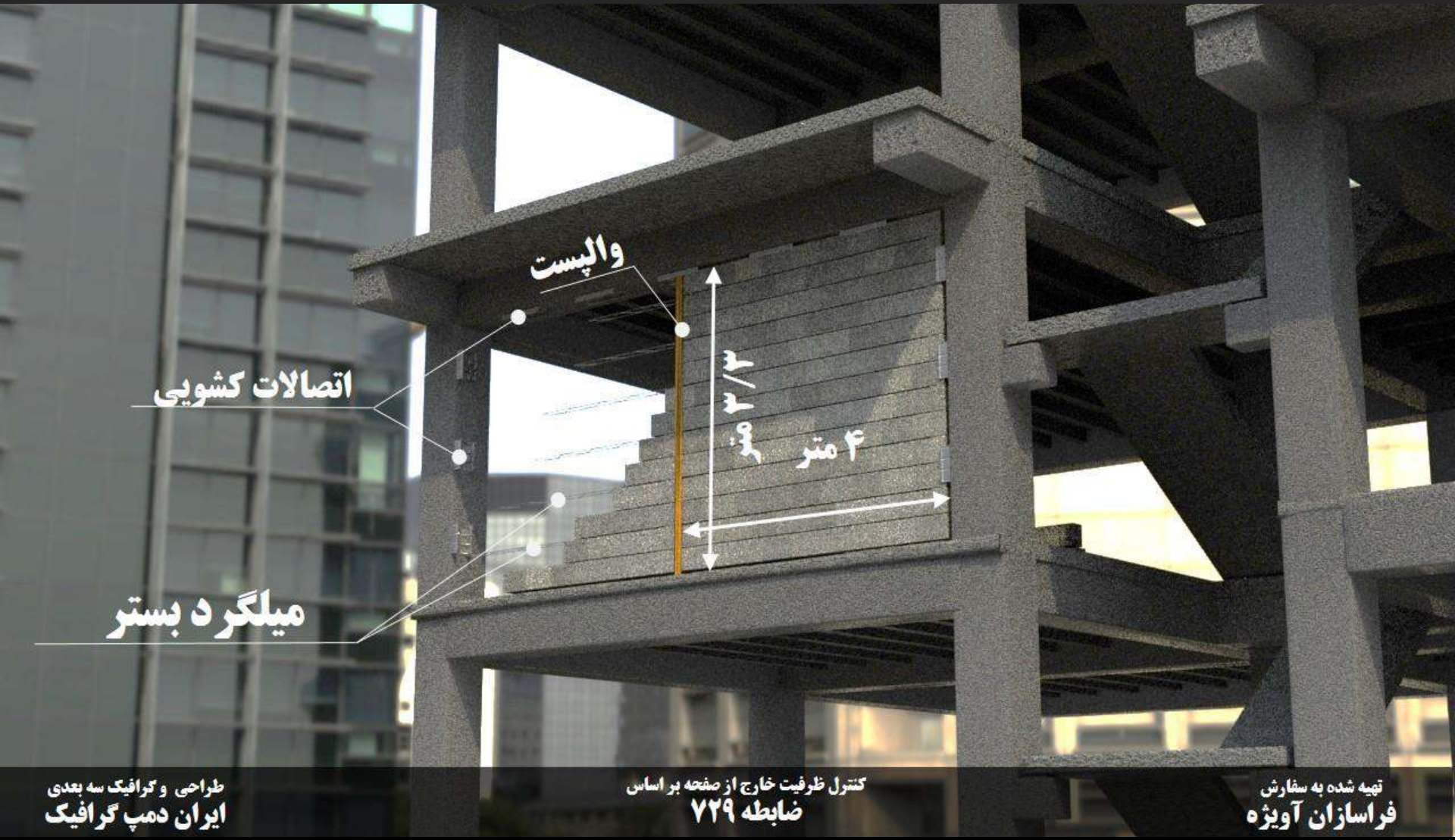
$$M_{u1} = \mu M_{u2}$$

Orthogonal ratio: $\mu = \frac{M_{n1}}{M_{n2}}$

جدول (۵-۶). ضریب خمش افقی (α_2) برای دیوار با شرایط مرزی نوع E.

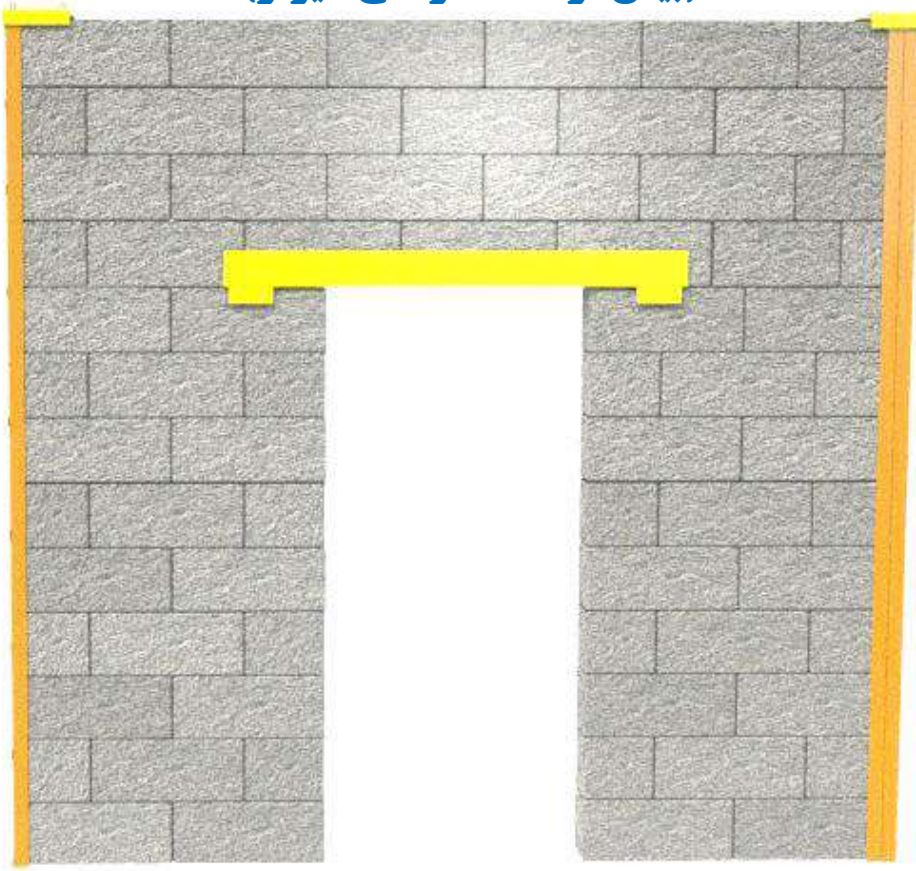
شرایط مرزی دیوار	μ	H/L							
		۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۰
	۰/۵۰	۰/۰۱۴	۰/۰۲۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۷	۰/۰۶۶	۰/۰۷۴	۰/۰۸۰	۰/۰۸۵
	۰/۴۰	۰/۰۱۷	۰/۰۳۲	۰/۰۴۹	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۸	۰/۰۸۴	۰/۰۸۸
	۰/۳۵	۰/۰۱۸	۰/۰۳۵	۰/۰۵۲	۰/۰۶۴	۰/۰۷۴	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶	۰/۰۹۰
	۰/۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۵	۰/۰۶۸	۰/۰۷۷	۰/۰۸۳	۰/۰۸۹	۰/۰۹۳
	۰/۲۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۲	۰/۰۵۹	۰/۰۷۱	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷	۰/۰۹۱	۰/۰۹۶
	۰/۲۰	۰/۰۲۶	۰/۰۴۶	۰/۰۶۴	۰/۰۷۶	۰/۰۸۴	۰/۰۹۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹۹
	۰/۱۵	۰/۰۳۲	۰/۰۵۳	۰/۰۷۰	۰/۰۸۱	۰/۰۸۹	۰/۰۹۴	۰/۰۹۸	۰/۱۰۳
	۰/۱۰	۰/۰۳۹	۰/۰۶۲	۰/۰۷۸	۰/۰۸۸	۰/۰۹۵	۰/۱۰۰	۰/۱۰۳	۰/۱۰۶

مثال

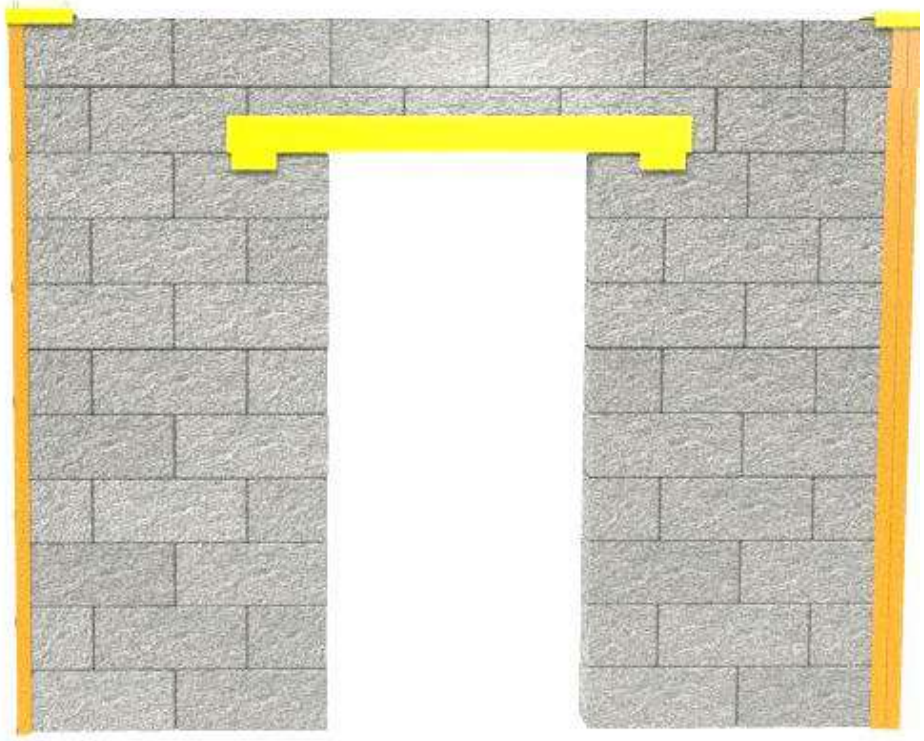

والپست
اتصالات کشویی
میلگرد بستر
۴ متر
تهیه شده به سفارش
فراسازان آویژه
کنترل ظرفیت خارج از صفحه بر اساس
ضابطه ۷۲۹
طراحی و گرافیک سه بعدی
ایران دمپ گرافیک

اثر بازشوها

ارتفاع قسمت فوقانی بازشو قابل توجه است
(بیش از ۲۵٪ ارتفاع دیوار)

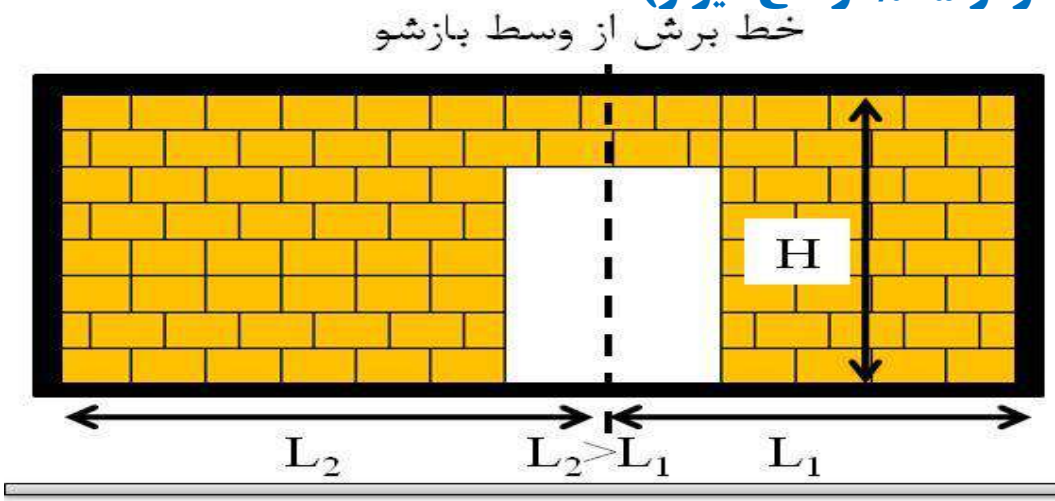


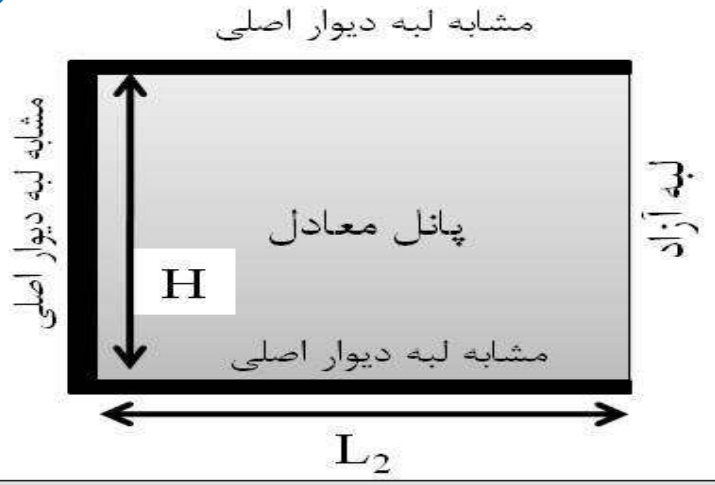
ارتفاع قسمت فوقانی بازشو اندک است
(کمتر از ۲۵٪ ارتفاع دیوار)

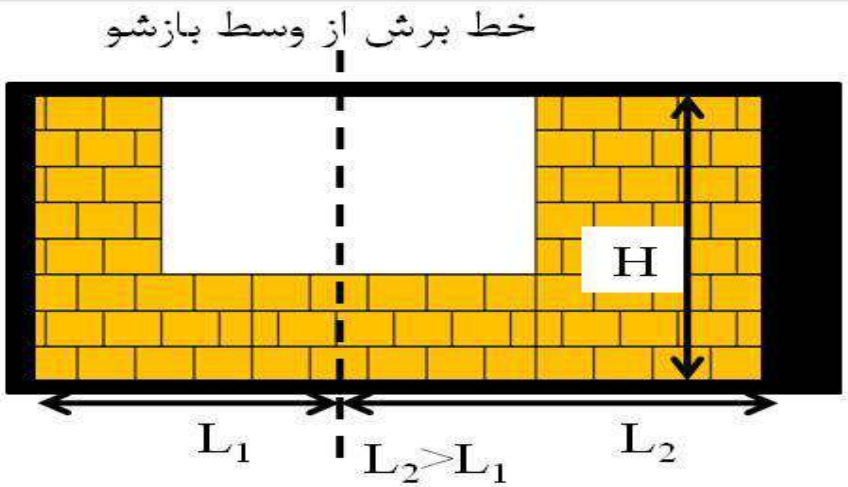


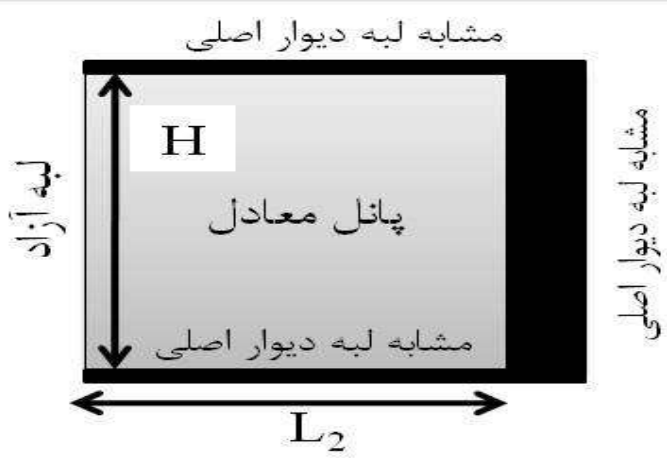
اثر بازشوها

ارتفاع قسمت فوقانی بازشو اندک است
(کمتر از ۲۵٪ ارتفاع دیوار)



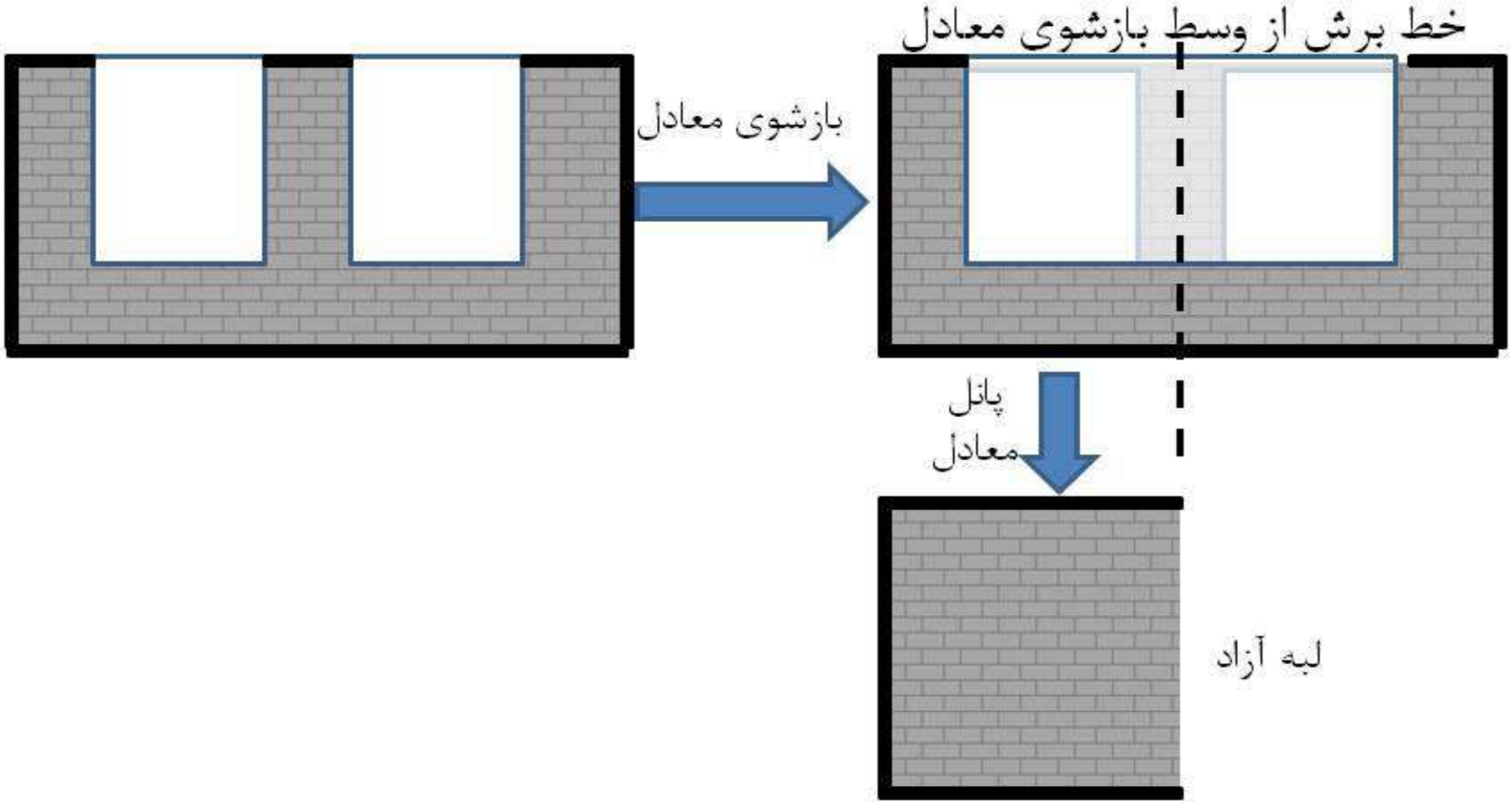






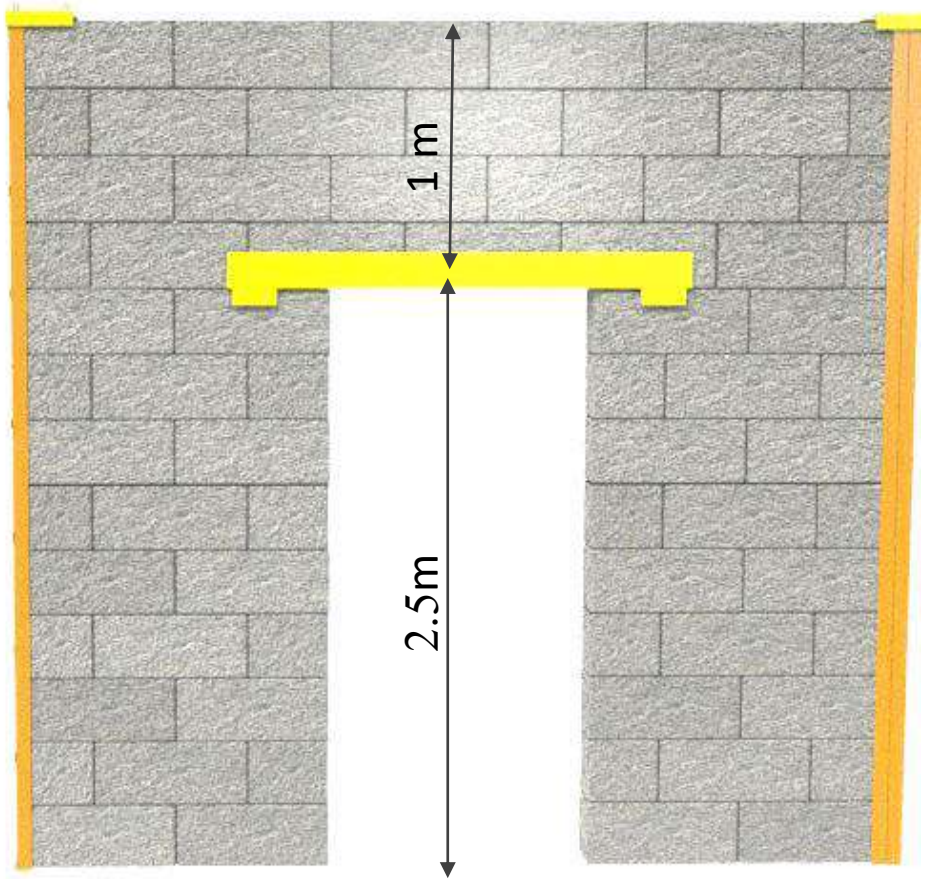
اثر بازشوها

ارتفاع قسمت فوقانی بازشو اندک است
(کمتر از ۲۵٪ ارتفاع دیوار)



اثر بازشوها

در صورتی که بخش قابل توجهی از دیوار در بالای بازشو قرار داشته باشد، میتوان از اثر بازشو در مقاومت خارج از صفحه دیوار صرفنظر کرده و مقاومت دیوار را مشابه یک دیوار فاقد بازشو محاسبه نمود.



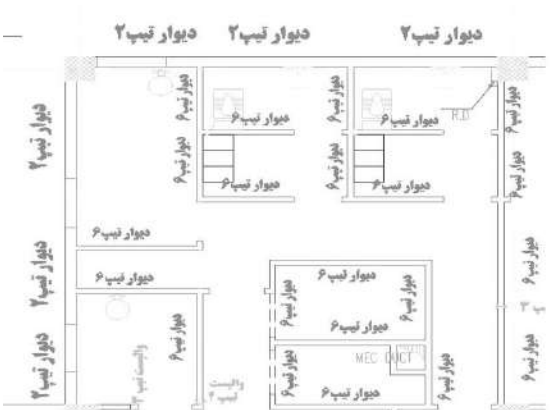
به عنوان مثال در چنین دیواری میتوان مقاومت خارج از صفحه دیوار را مشابه یک دیوار فاقد بازشو درنظر گرفت.

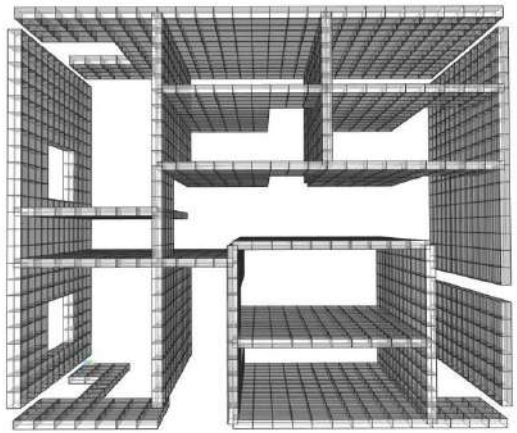
بر اساس تجربیات شخصی درصورتی که قسمت بالای دیوار حداقل ۲۵٪ از ارتفاع دیوار را تشکیل داده باشد، اثر بازشو در مقاومت خارج از صفحه دیوار قابل صرفنظر کردن است.

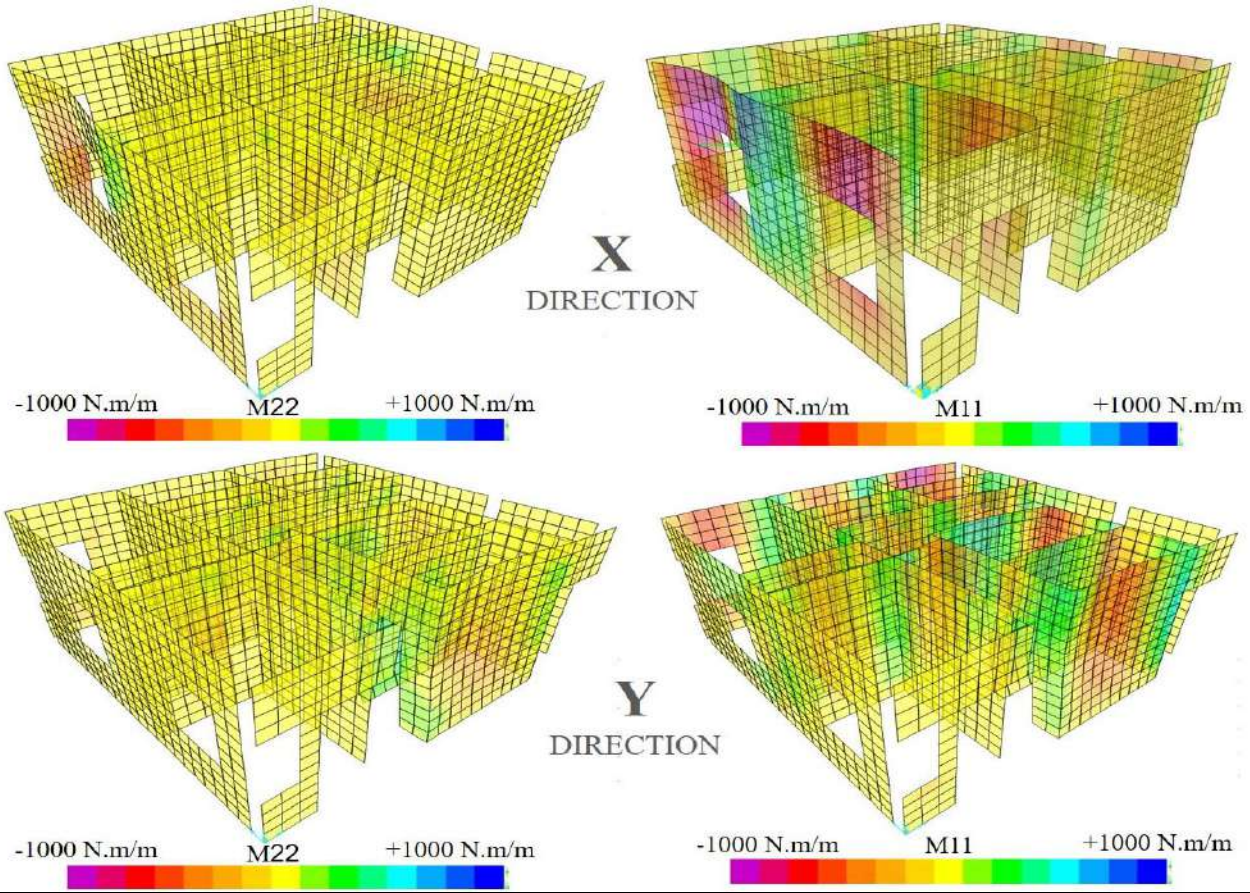
برای اطمینان میتوان از شبیه سازی المان محدود نیز استفاده نمود.

اثر بازشوها

برای اطمینان از ظرفیت خارج از صفحه دیوار میتوان در جهت اطمینان از تحلیل المان محدود الاستیک استفاده نمود. در این صورت خمشی خارج از صفحه افقی و قائم ایجاد شده در دیوار نباید از مقاومت خمش افقی و قائم دیوار بیشتر باشد. استفاده از این روش برای دیوارهای بلوک AAC فاقد میلگرد بستر توصیه میشود.







دیوارهای دارای بازشو

مطابق پیوست ششم

پ۶-۱-۴-۲-۸- اجرای نعل درگاه و نصب پنجره

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

مطابق ضابطه ۷۲۹

طبق ضابطه ۷۲۹ نیاز به وجود یا عدم وجود والپست در اطراف بازشو بر اساس ظرفیت دیوار تعیین میشود.
در صورت انجام محاسبات به روش پانل معادل، نیازی به والپست نیست. میلگردهای بستر لازم است به فریم بازشو متصل شوند (جوش یا قلاب).
در صورتی که ارتفاع قسمت فوقانی بازشو بیش از ۲۵٪ ارتفاع دیوار باشد، اثر بازشو در ظرفیت دیوار قابل صرفنظر کردن است.

طول بحرانی دیوار

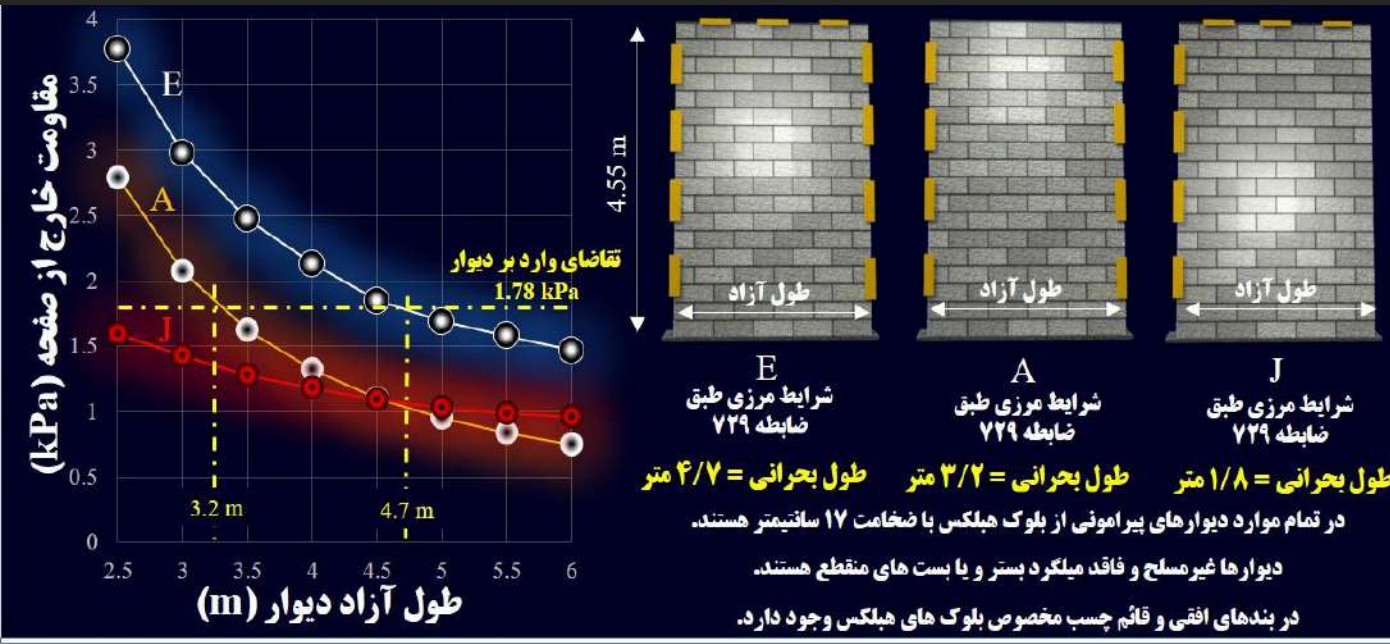
SEYED AMIN MOUSAVI

تعیین طول بحرانی دیوار

طول بحرانی عبارت است از طولی از دیوار که در آن مقاومت خارج از صفحه دیوار(با درنظر گرفتن ضرایب کاهش مقاومت) با نیروی خارج از صفحه دیوار (ناشی از باد یا زلزله) برابر می شود.

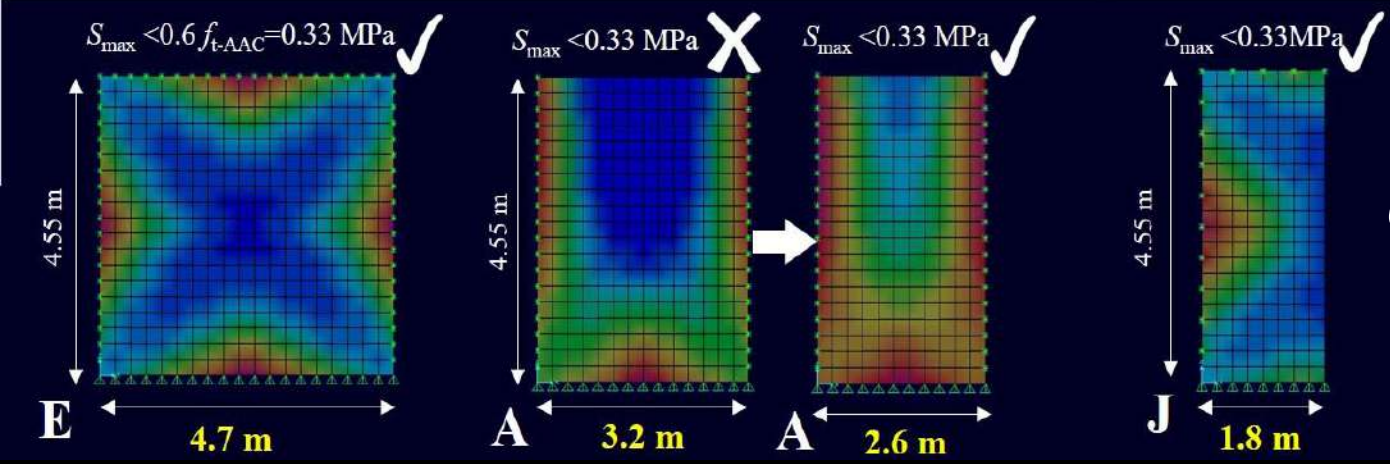
در پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ به طور غیرصریح این طول برابر ۴ متر درنظر گرفته شده است. در واقعیت این طول عدد ثابتی نبوده و ممکن است بیشتر یا کمتر از ۴ متر باشد. جزئیات دیوار و مقدار نیروی وارده بر آن بسیار تاثیرگذار است.

تعیین طول بحرانی دیوار



تعیین طول بحرانی با استفاده از اپلیکیشن اکسل

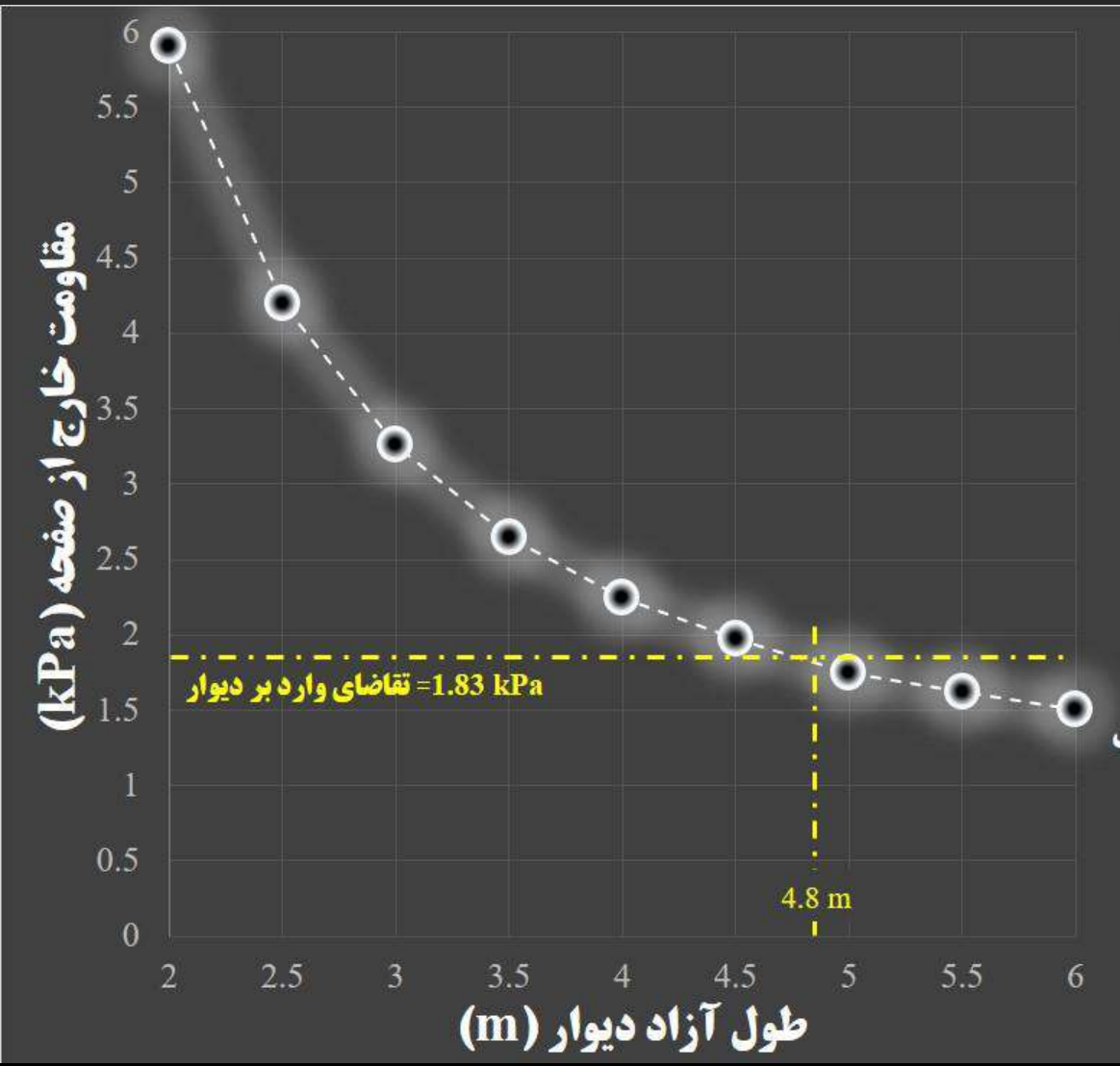
(قابل پیشنهاد برای دیوارهای دارای میلگرد بستر)

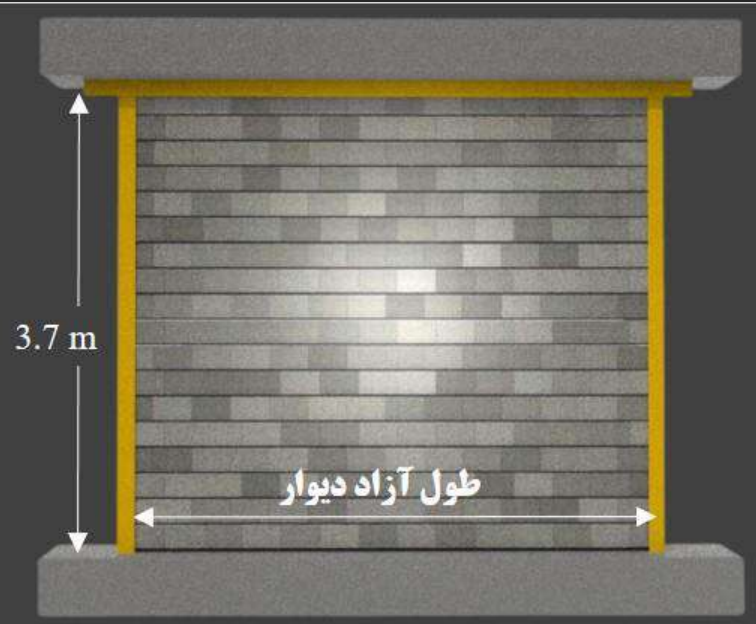


تعیین طول بحرانی با استفاده از تحلیل المان محدود

(قابل پیشنهاد برای دیوارهای فاقد میلگرد بستر)

تعیین طول بحرانی دیوار





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: E
(هر چهار لبه مقید)

ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

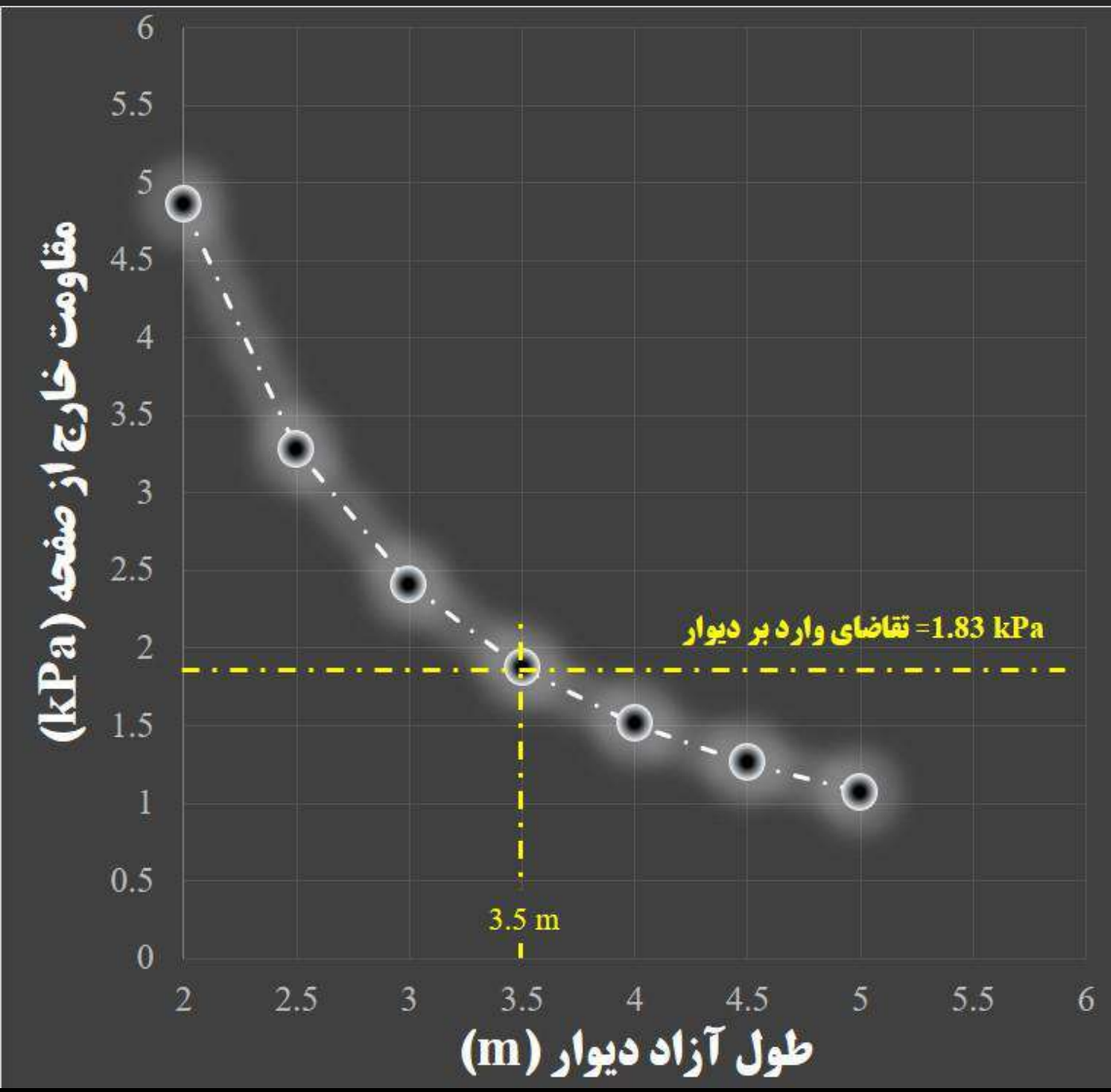
دیوار پیرامونی با بلوک لیکا به ضخامت ۲۰۰ میلیمتر

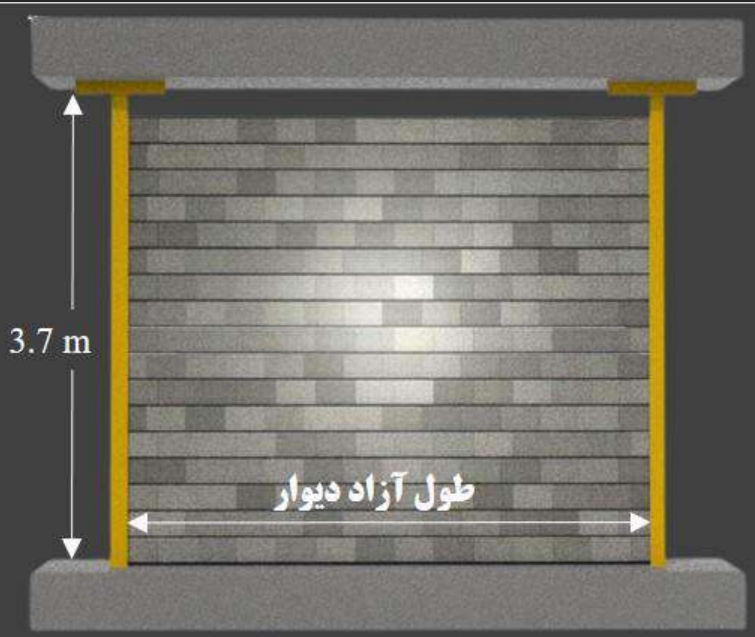
میلگرد بستر با پهنای ۱۱۰ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر
(یک رج درمیان)

طول بحرانی = ۴/۸ متر

SEYED AMIN MOUSAVI

تعیین طول بحرانی دیوار





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: A
(لبه فوقانی آزاد–سه لبه دیگر مقید)

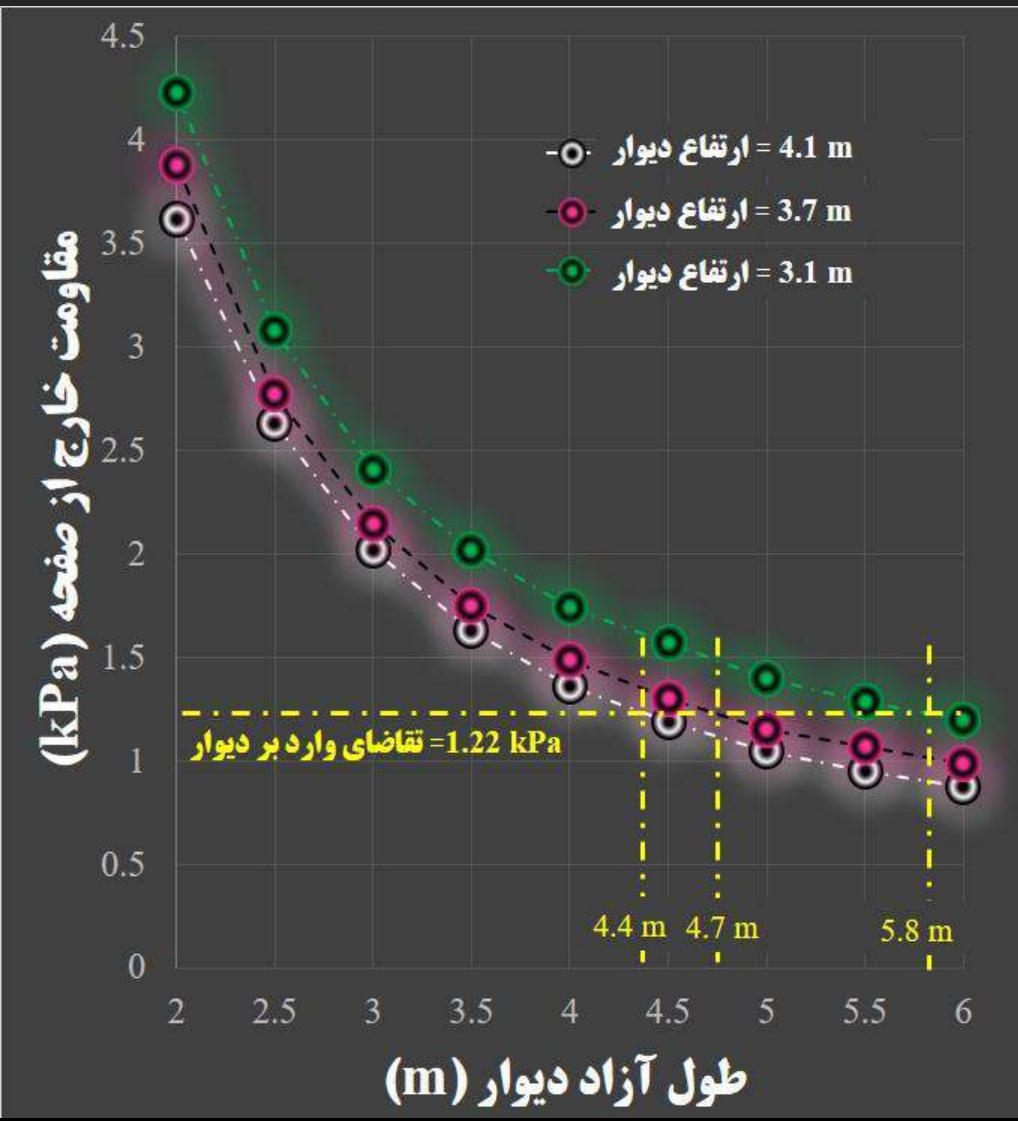
ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

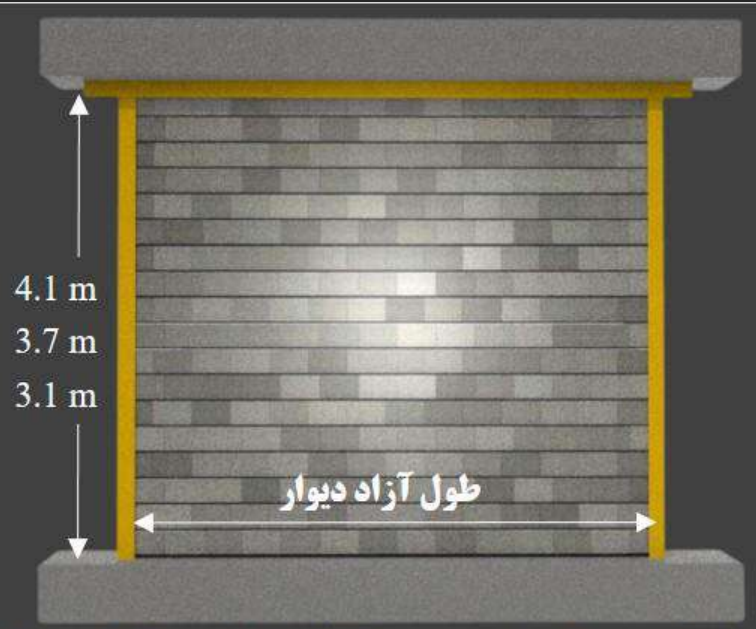
دیوار پیرامونی با بلوک لیکا به ضخامت ۲۰۰ میلیمتر

میلگرد بستر با پهنای ۱۱۰ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر
(یک رج درمیان)

طول بحرانی = ۳/۵ متر

تعیین طول بحرانی دیوار





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: E (هر چهار لبه مقید)

ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

دیوار داخلی با بلوک لیکا به ضخامت ۱۵۰ میلیمتر

میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر (یک رج درمیان)

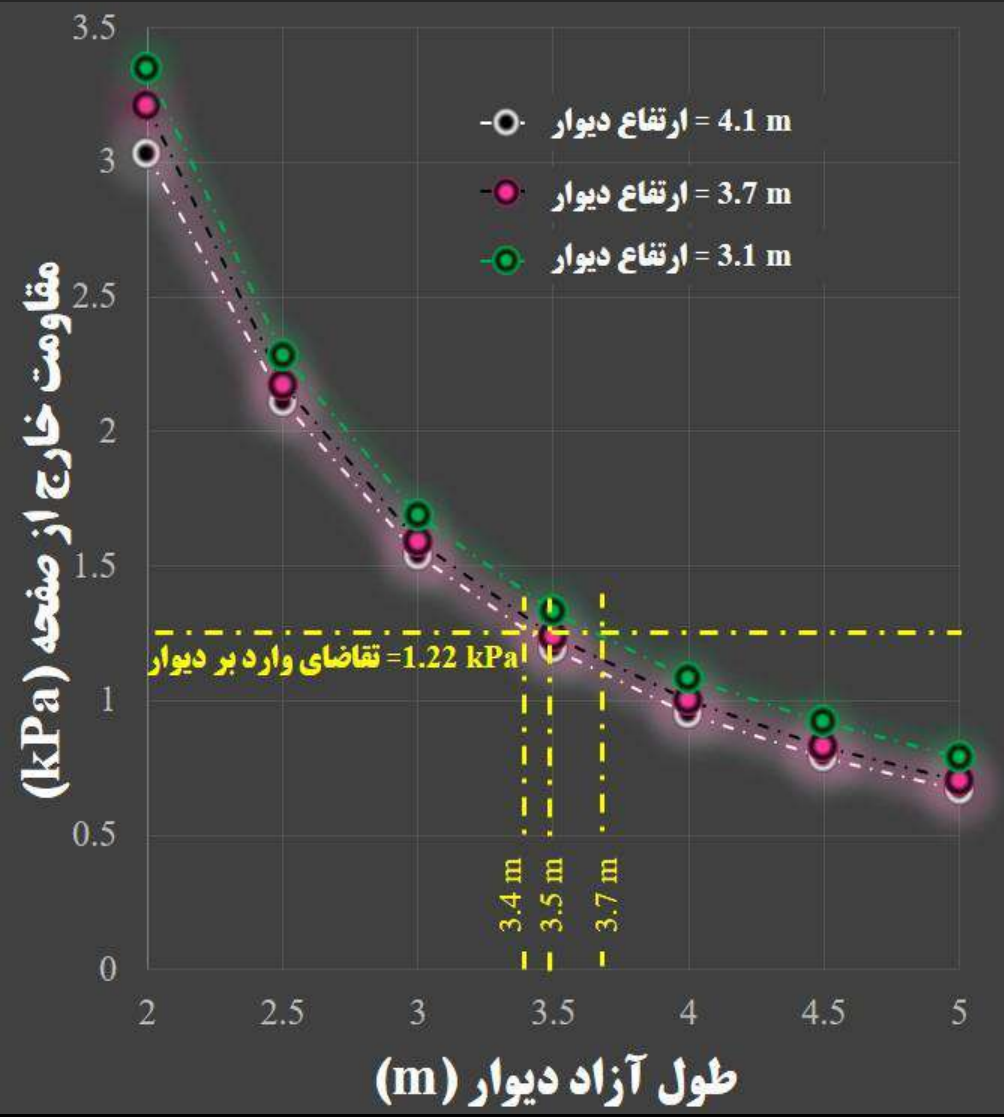
طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۱ متر = ۵/۸ متر

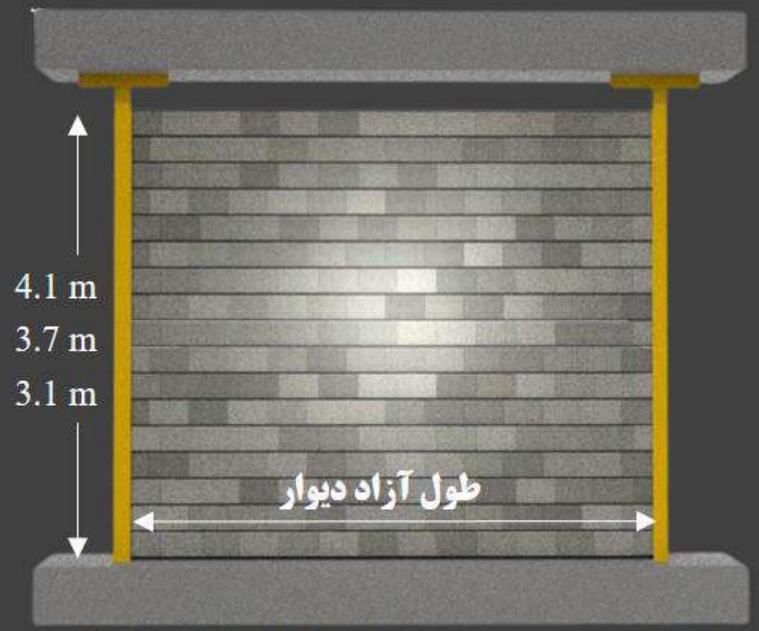
طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۷ متر = ۴/۷ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۴/۱ متر = ۴/۴ متر

SEYED AMIN MOUSAVI

تعیین طول بحرانی دیوار





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: A (لبه فوقانی آزاد)

ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

دیوار داخلی با بلوک لیکا به ضخامت ۱۵۰ میلیمتر

میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر (یک رج درمیان)

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۱ متر = ۳/۷ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۷ متر = ۳/۵ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۴/۱ متر = ۳/۴ متر

SEYED AMIN MOUSAVI

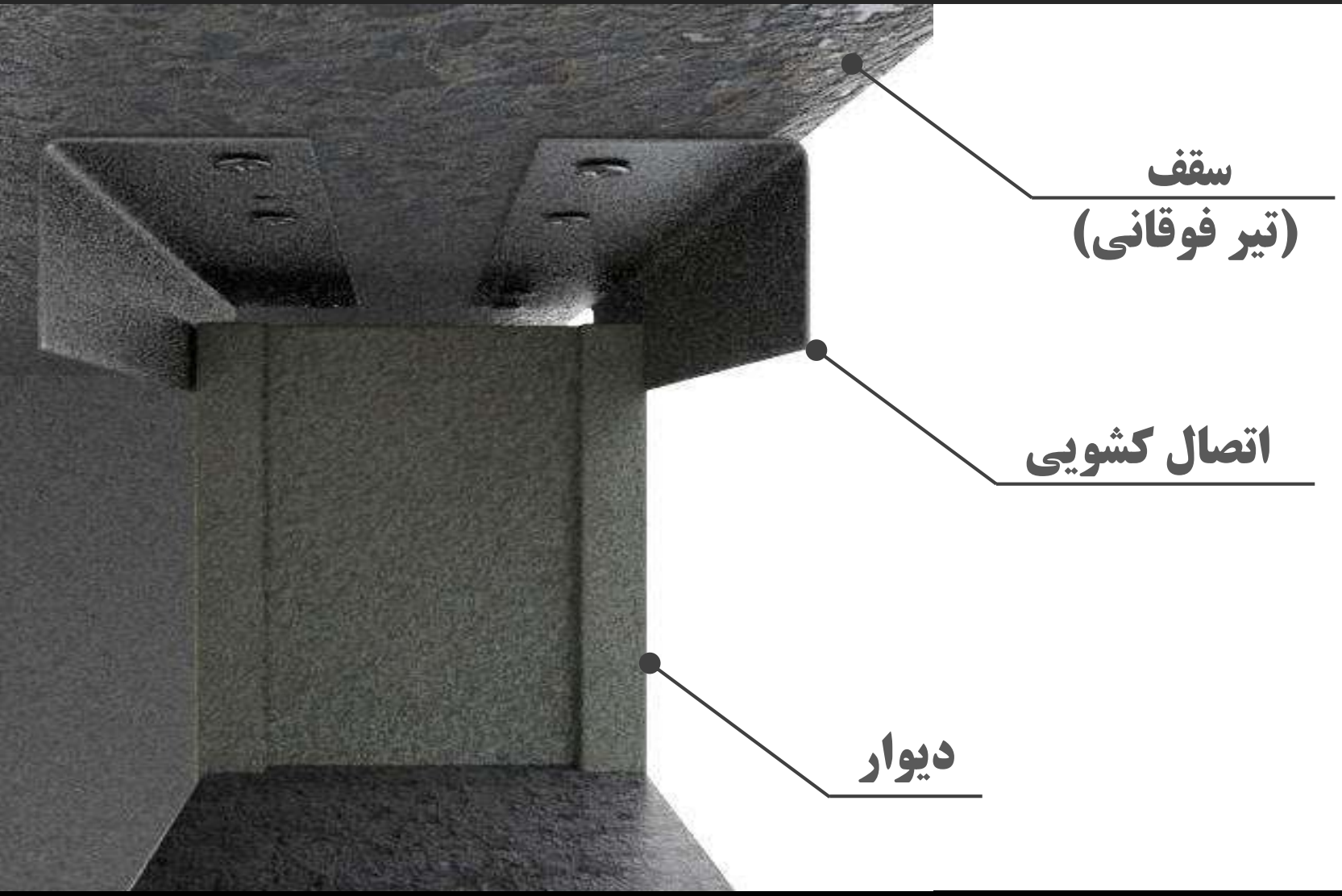
اتصالات

SEYED AMIN MOUSAVI

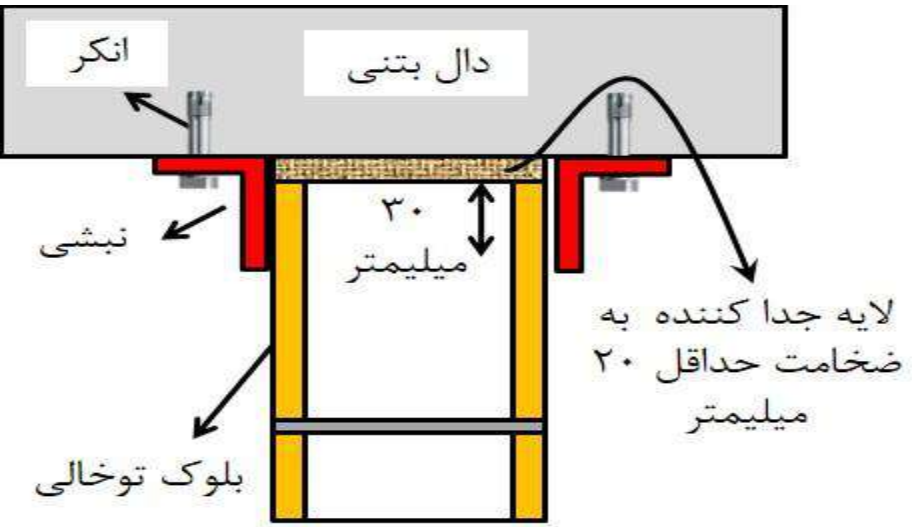
اتصال دیوار به کف

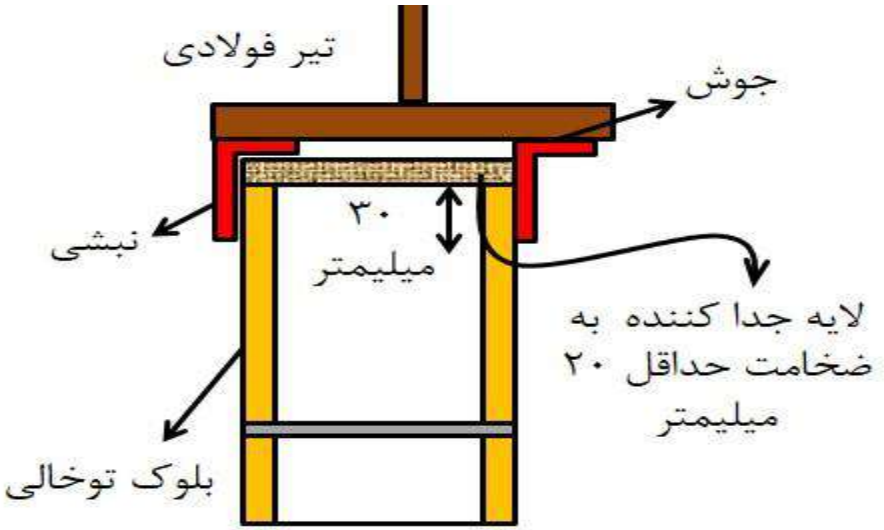
صرفا با استفاده از اولین لایه ملات

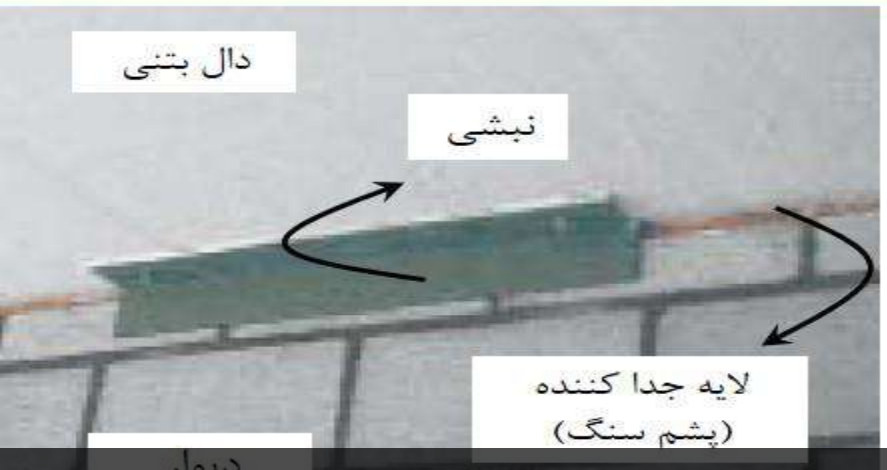
اتصال دیوار به سقف



اتصال دیوار به سقف

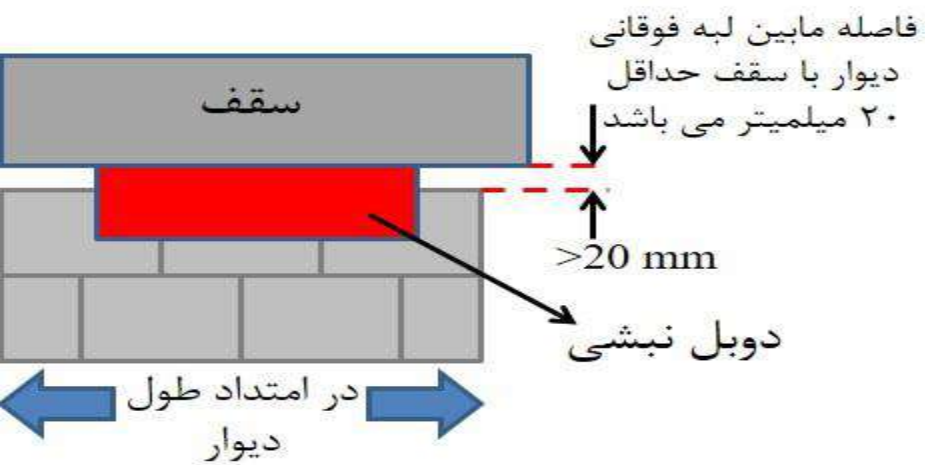


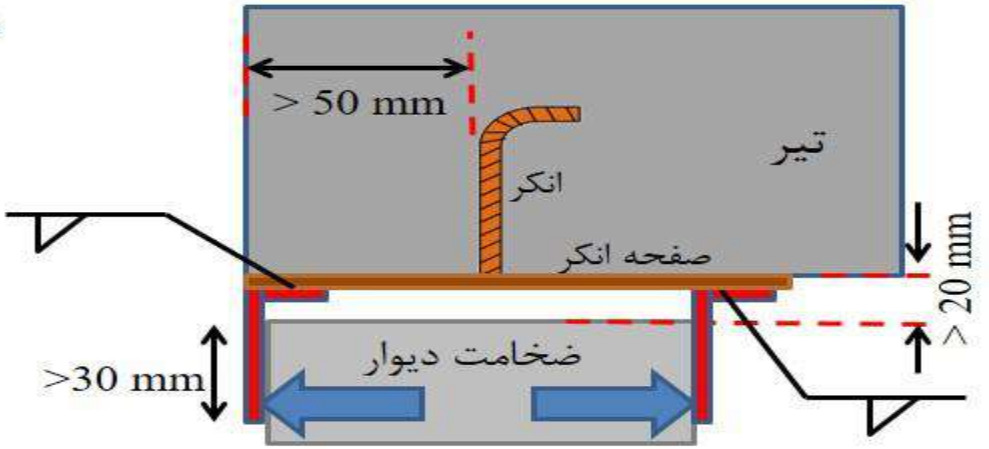




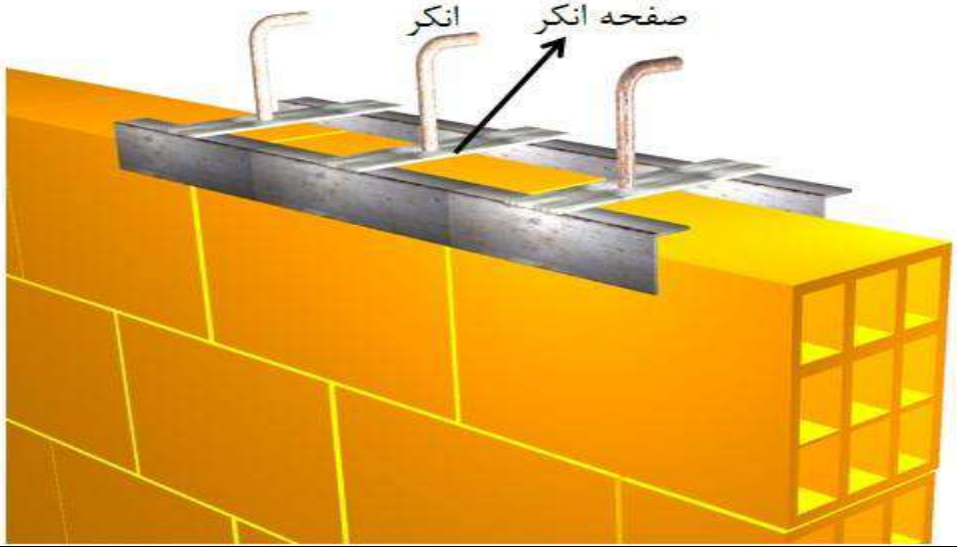
طبق پیوست ششم فاصله بین لبه فوقانی دیوار و سقف کافیست به اندازه ۲۵ میلیمتر (یا حداکثر خیز دراز مدت سقف) باشد

اتصال دیوار به سقف



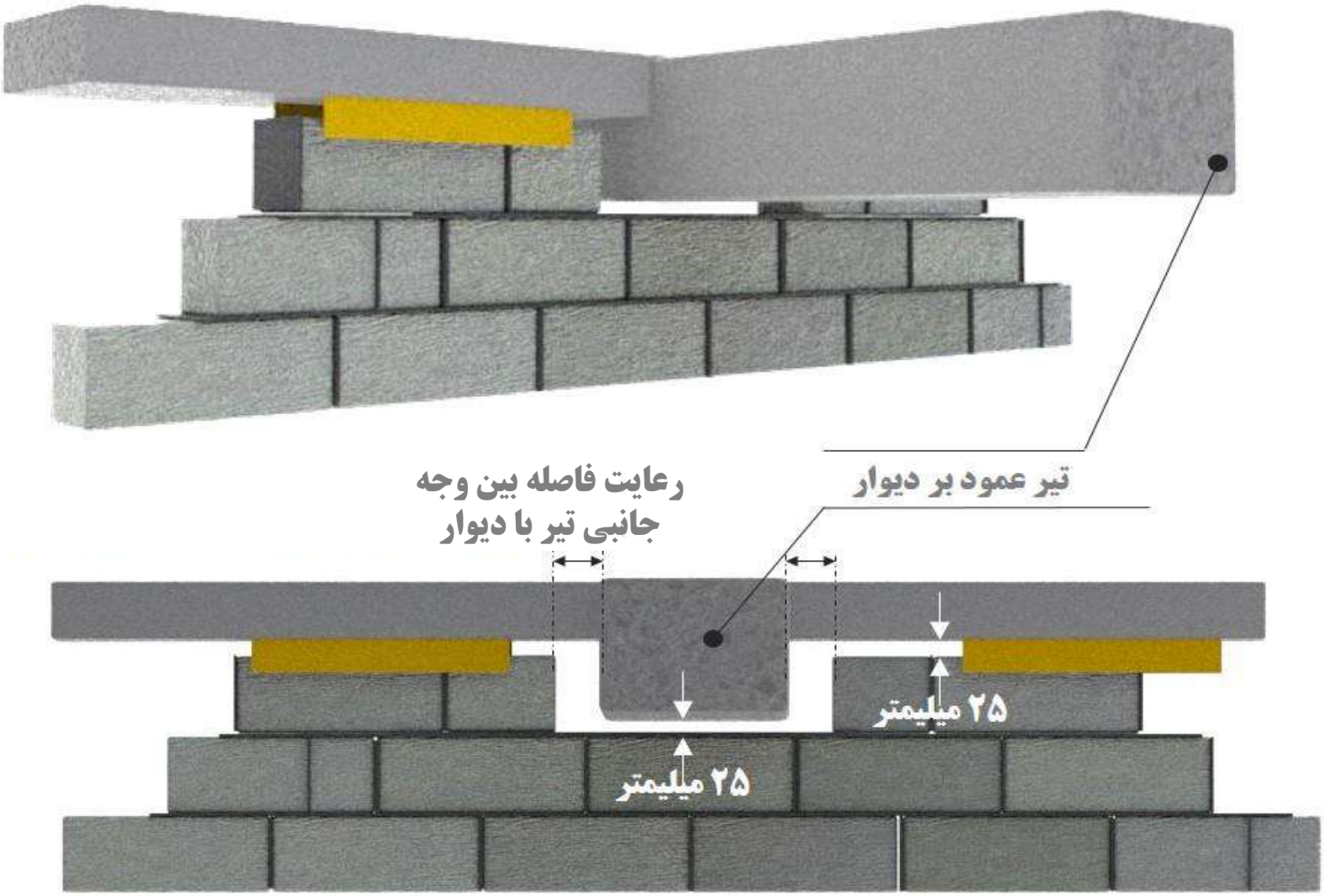


کلیه فضاهای خالی با عایق مناسب همانند پشم سنگ پر می شوند

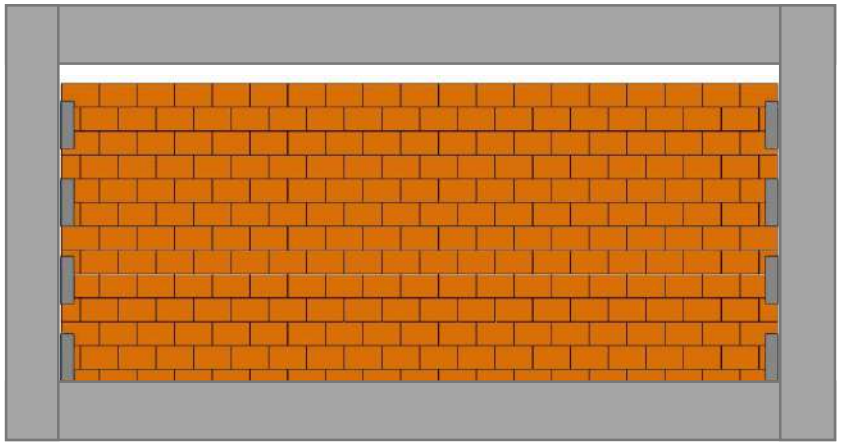


اتصال دیوار به سقف

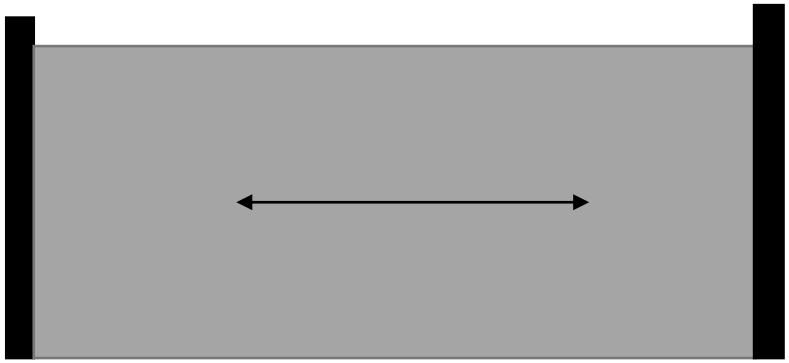
اتصال دیوار به سقف

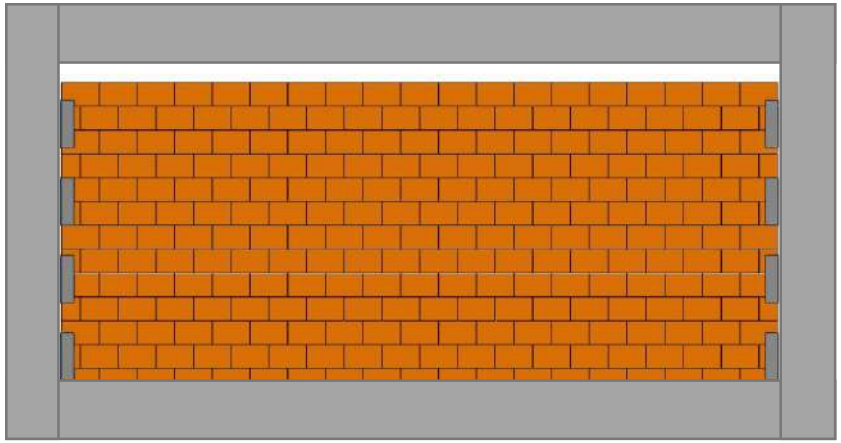


اتصال دیوار به سقف

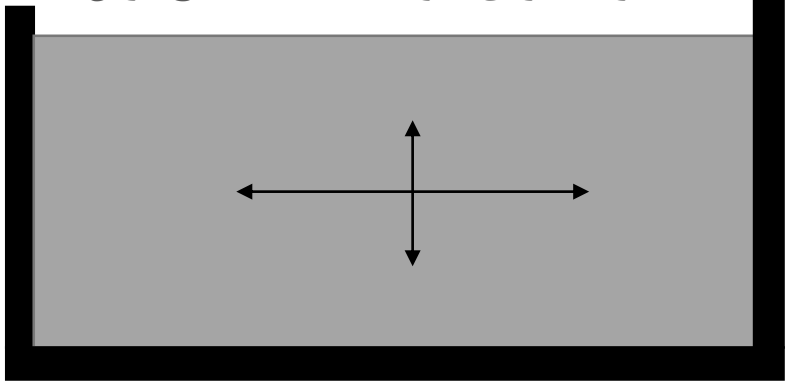


طبق پیوست ششم در صورتی که در زیر آخرین رج دیوار از میلگرد بستر استفاده شده باشد، نیازی به اتصال دیوار به سقف نمی باشد. اما باید در محاسبات رفتار دیوار یکطرفه فرض شود.





طبق ضابطه ۷۲۹ نیز عدم اتصال دیوار به سقف مجاز است به شرطی که در محاسبات شرایط مرزی دیوار به شکل صحیح فرض شده باشد.



اتصال دیوار به سقف

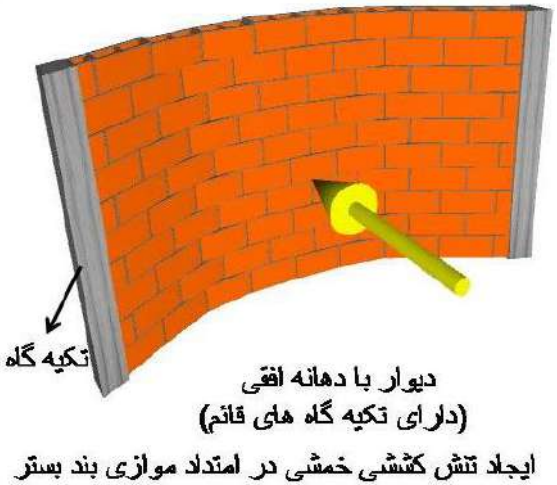
آیا میتوان دیوار را به سقف متصل نکرد؟

در صورتی که هر دو لبه قائم دیوار دارای تکیه گاه باشد، تحت شرایط زیر بله

یکی از دو شرط زیر باید اعمال گردد:

۱– دیوار مطابق ضابطه ۷۲۹ با اعمال شرایط مرزی A (بالای دیوار آزاد) طراحی شده باشد (روش نزدیک به واقعیت).

۲– طبق بند ۶–۱–۴–۲–۶ پیوست ششم دیوار به صورت یک طرفه تنها تحت خمش افقی طراحی شده باشد و در آخرین رج نیز میلگرد بستر قرار داده شده باشد (روش بسیار محافظه کارانه).

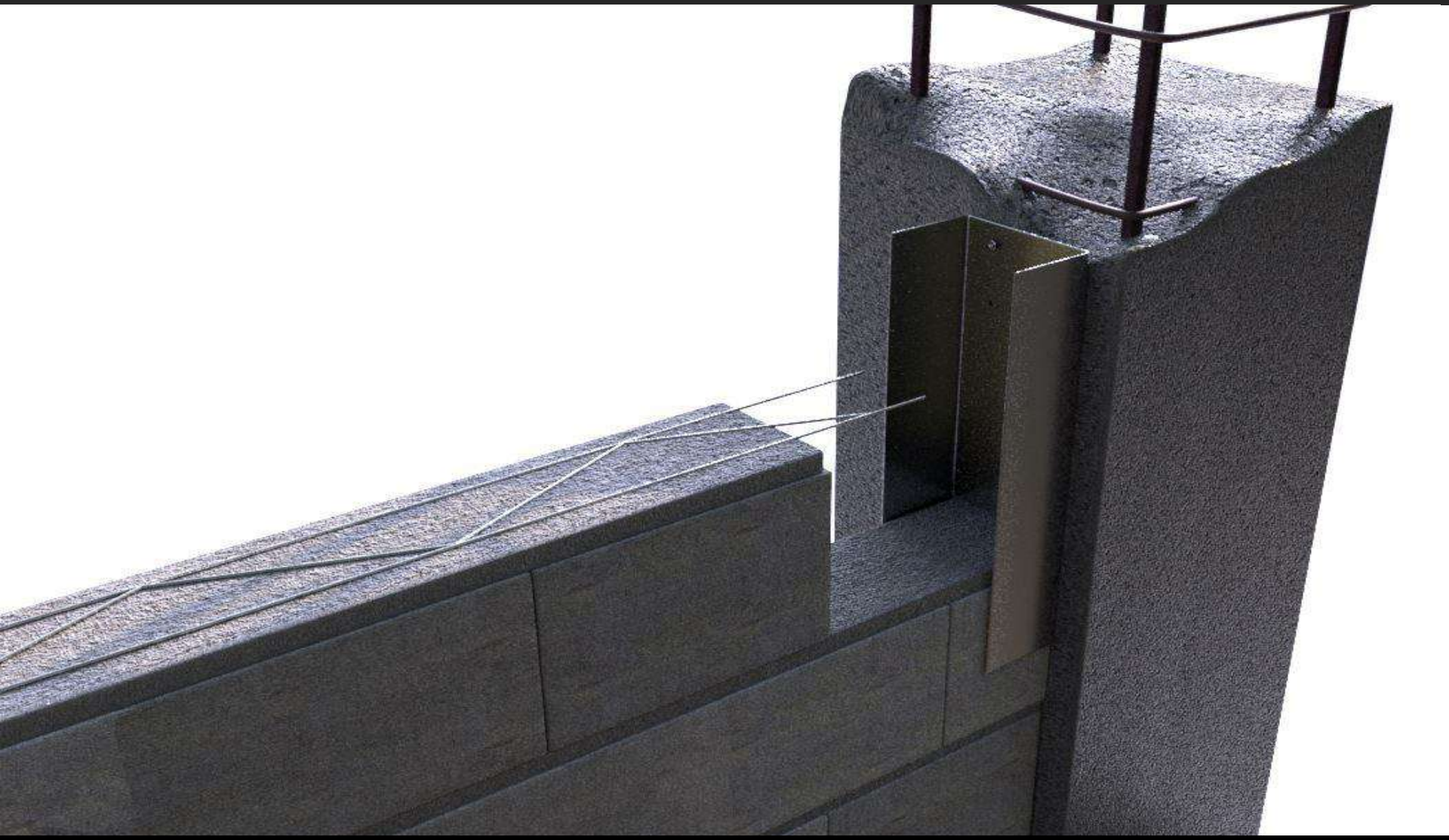


خمش افقی

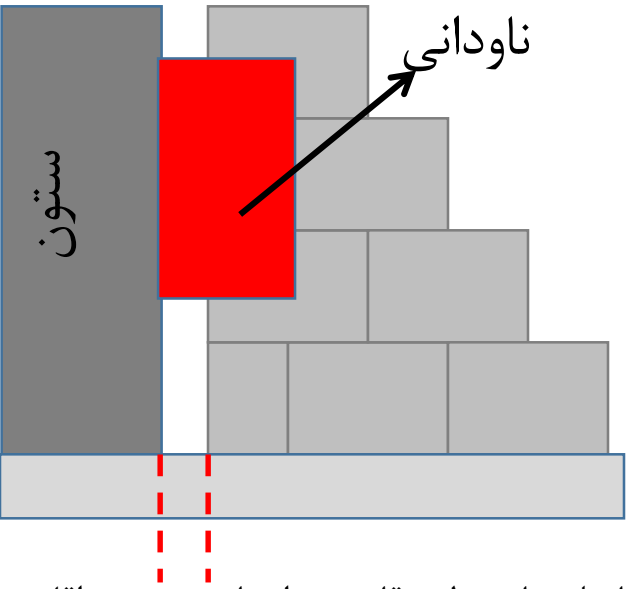
(فرض پیوست ششم برای دیوارهای فاق اتصال به سقف)

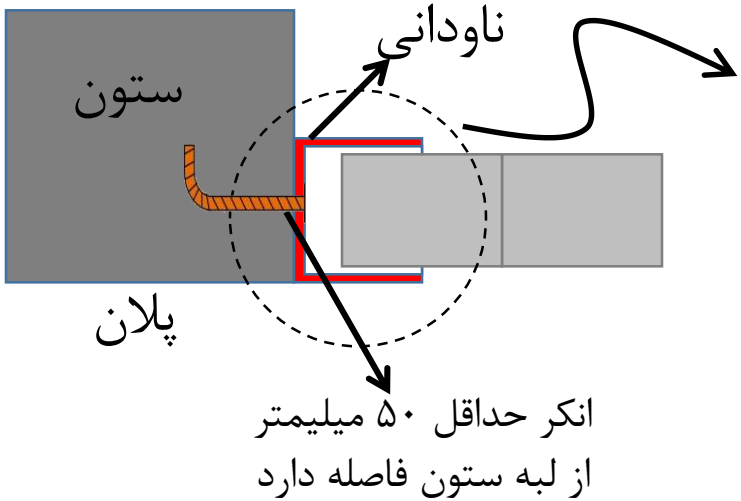
برای دیوارهای با طول آزاد کمتر از حدود ۳متر قابل طراحی است.

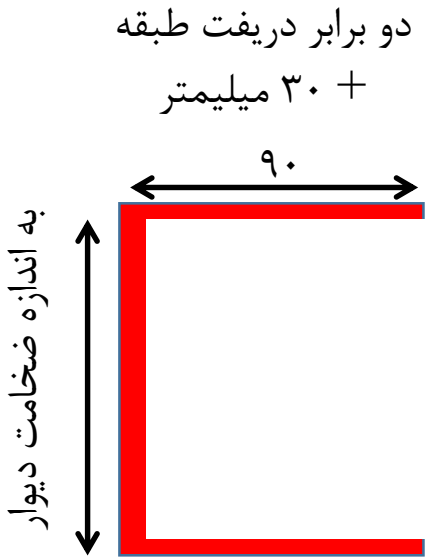
اتصال دیوار به ستون



اتصال دیوار به ستون





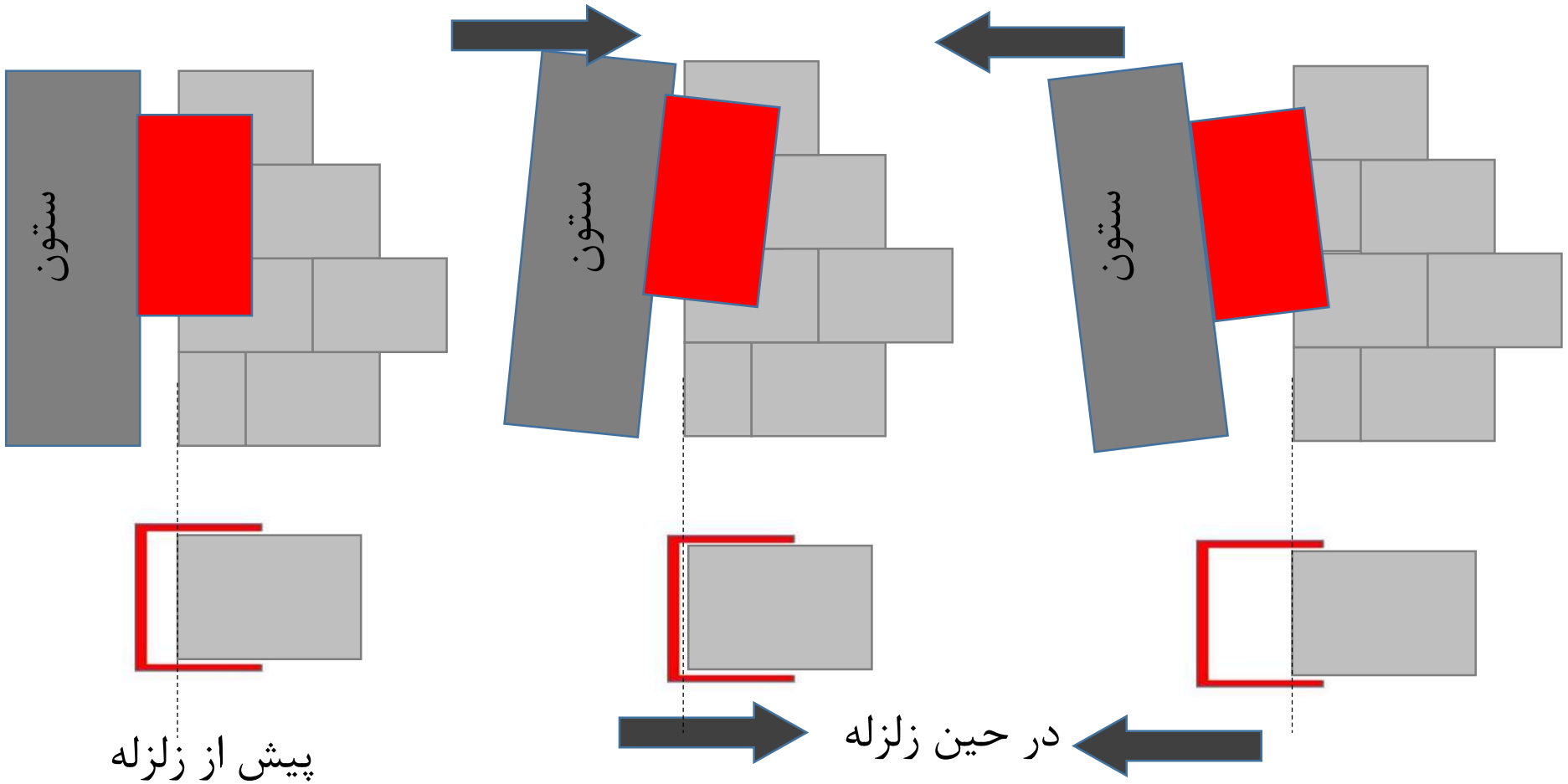


فاصله مابین لبه قائم دیوار با ستون حداقل
به اندازه دریفت طبقه ضرب در ارتفاع دیوار

کلیه فضاهای خالی با عایق مناسب همانند پشم سنگ پر می شوند

طبق پیوست ششم فاصله بین دیوار و ستون کافیست به اندازه ۱٪ ارتفاع دیوار باشد

اتصال دیوار به ستون

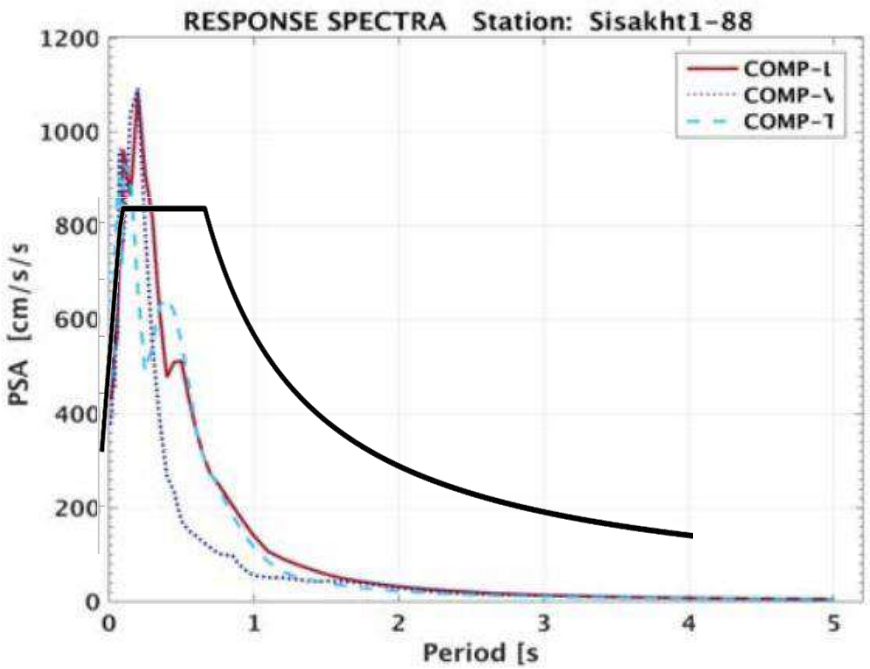


همواره دیوار باید داخل کشو باقی بماند، لذا پهنای بال قطعه اتصال باید به قدر کافی زیاد باشد (مطابق اسلاید قبل)

اتصال دیوار به ستون

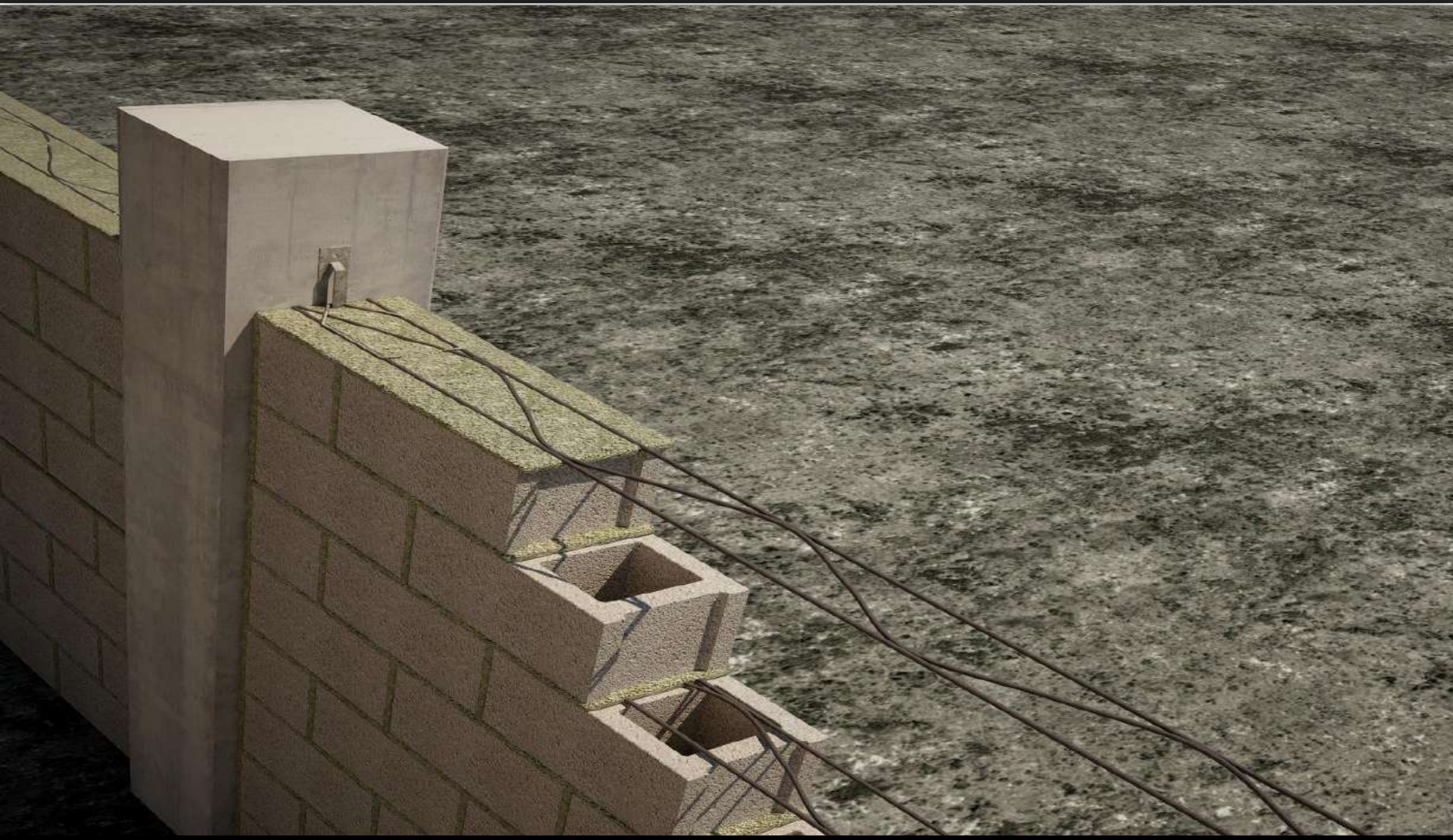
چقدر دریفت منجر به آسیب دیوار می شود؟

احتمالا در زلزله سی سخت ساختمان فوق دریفتی بین 0.5% تا 1% تجربه کرده است.

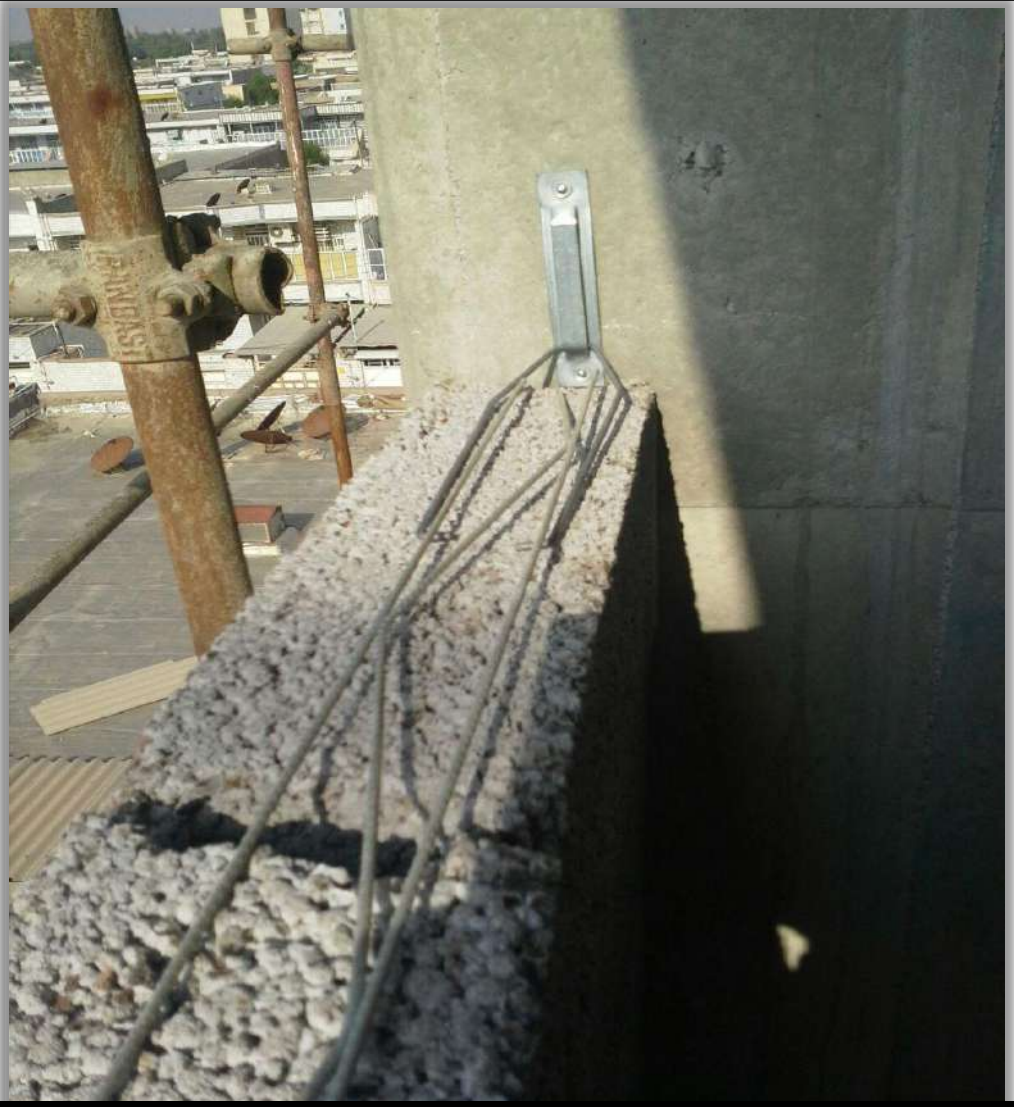


لذا در صورت عدم جداسازی، حتی دریفت هایی در حد 0.5% نیز به دیوار آسیب خواهند رساند.
مستندات آزمایشگاهی و تحلیلی نیز این امر را تایید می کنند.

اتصال دیوار به ستون



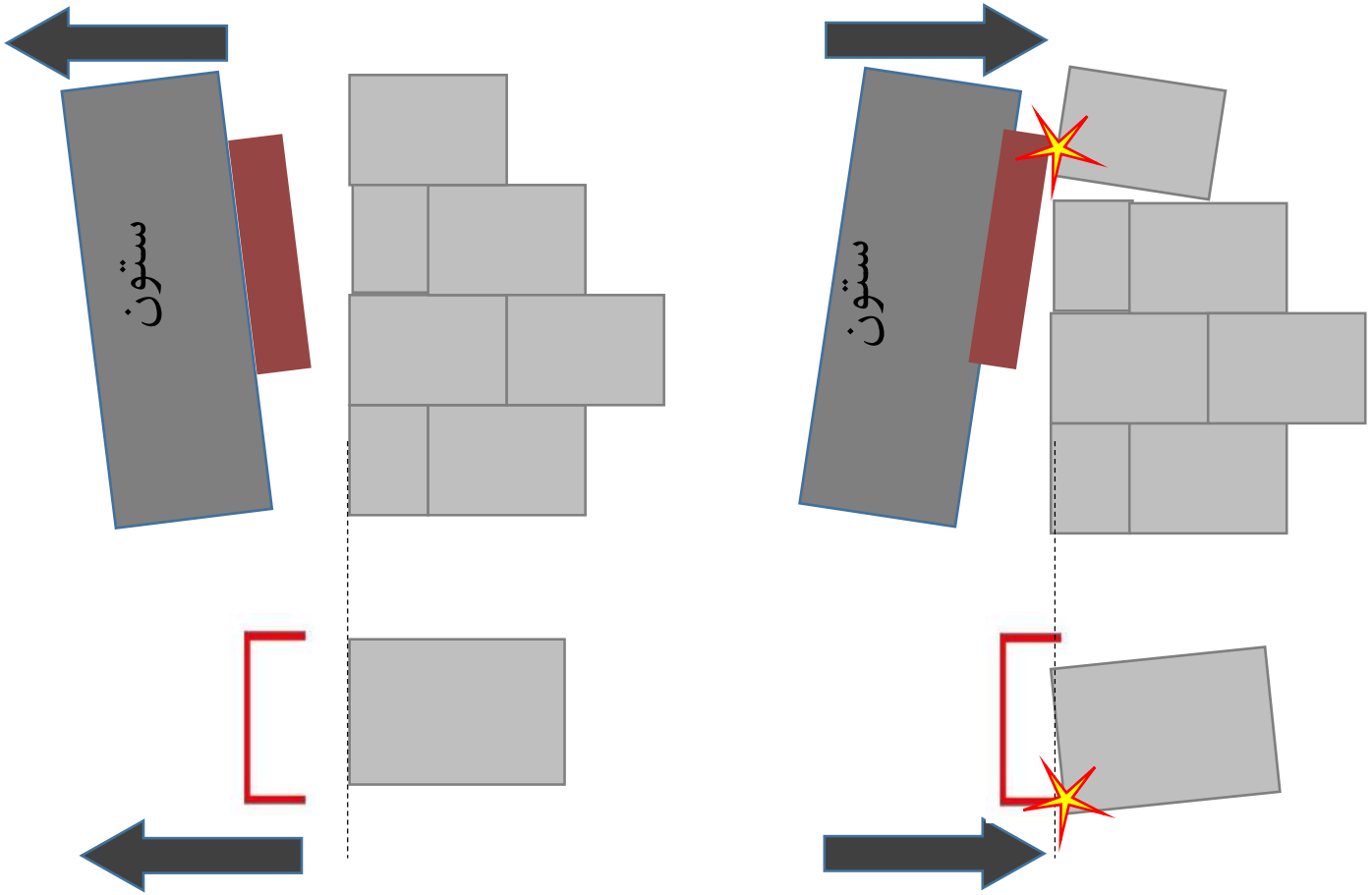
اتصال دیوار به ستون



اتصال دیوار به ستون

اتصال دیوار به ستون

اتصال دیوار به ستون

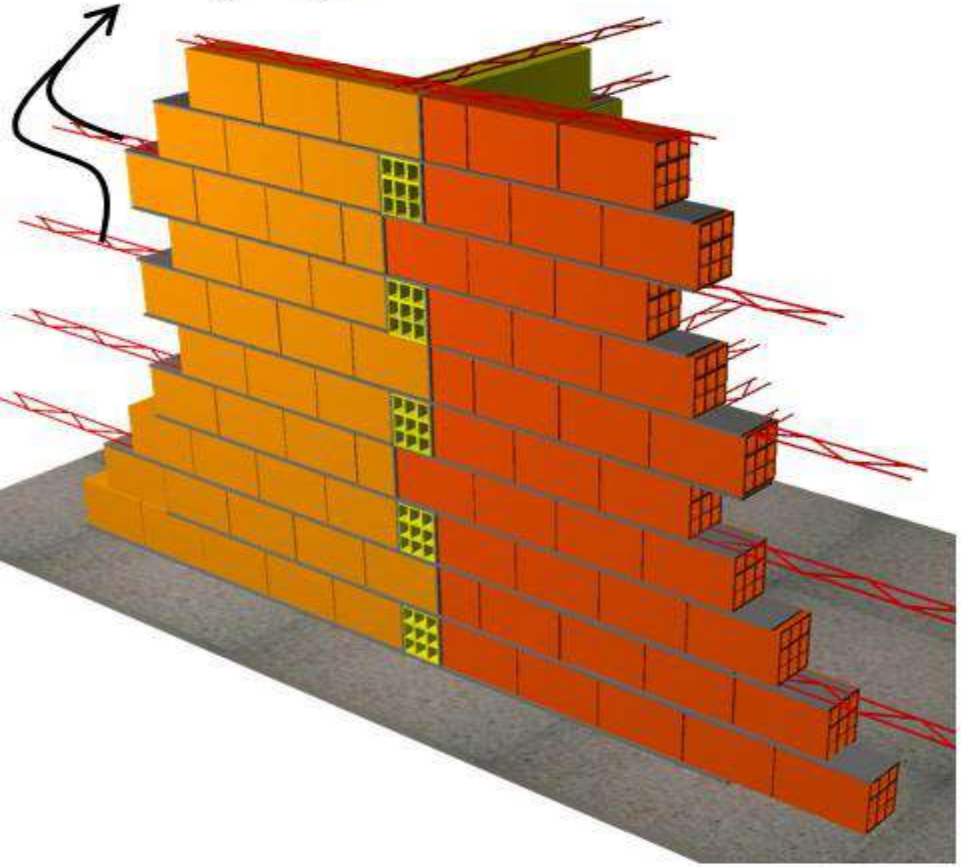


بیرون افتادن دیوار از داخل کشو
(در صورتی که پهنای بال اتصالات کشویی کم باشد)

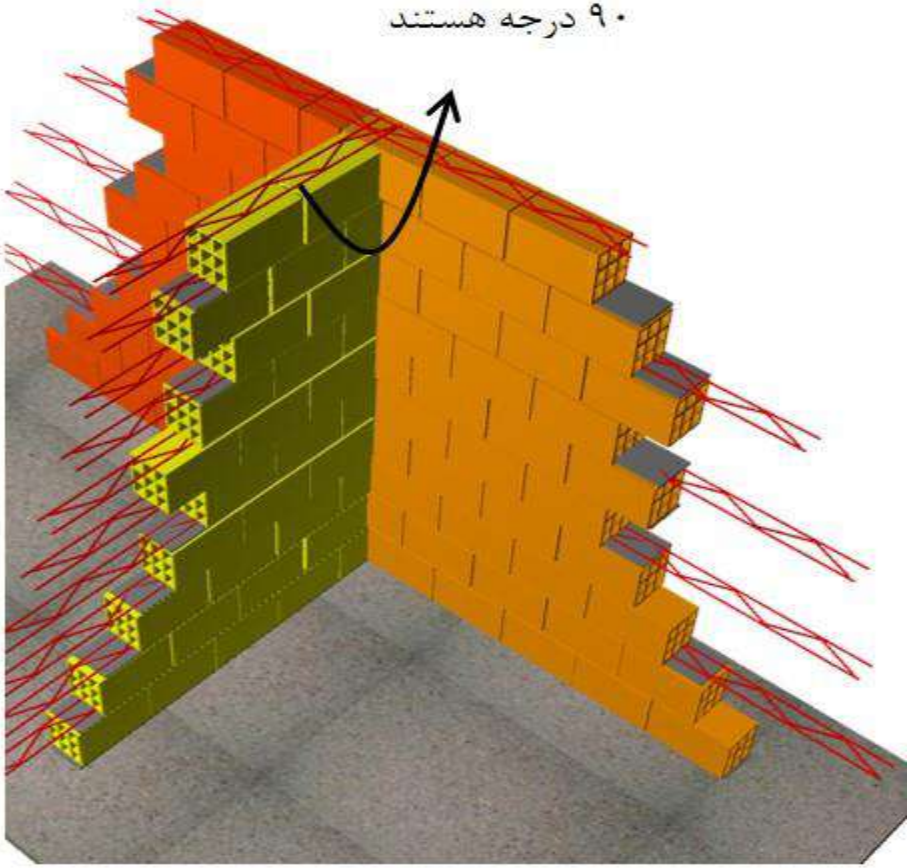
اتصال دیوار به دیوار

اتصال دیوار به دیوار

میلگردهای بستر ممتد و بدون
قطع شدگی



میلگردهای بستر تا وسط
ضخامت دیوار آمده و دارای خم
۹۰ درجه هستند

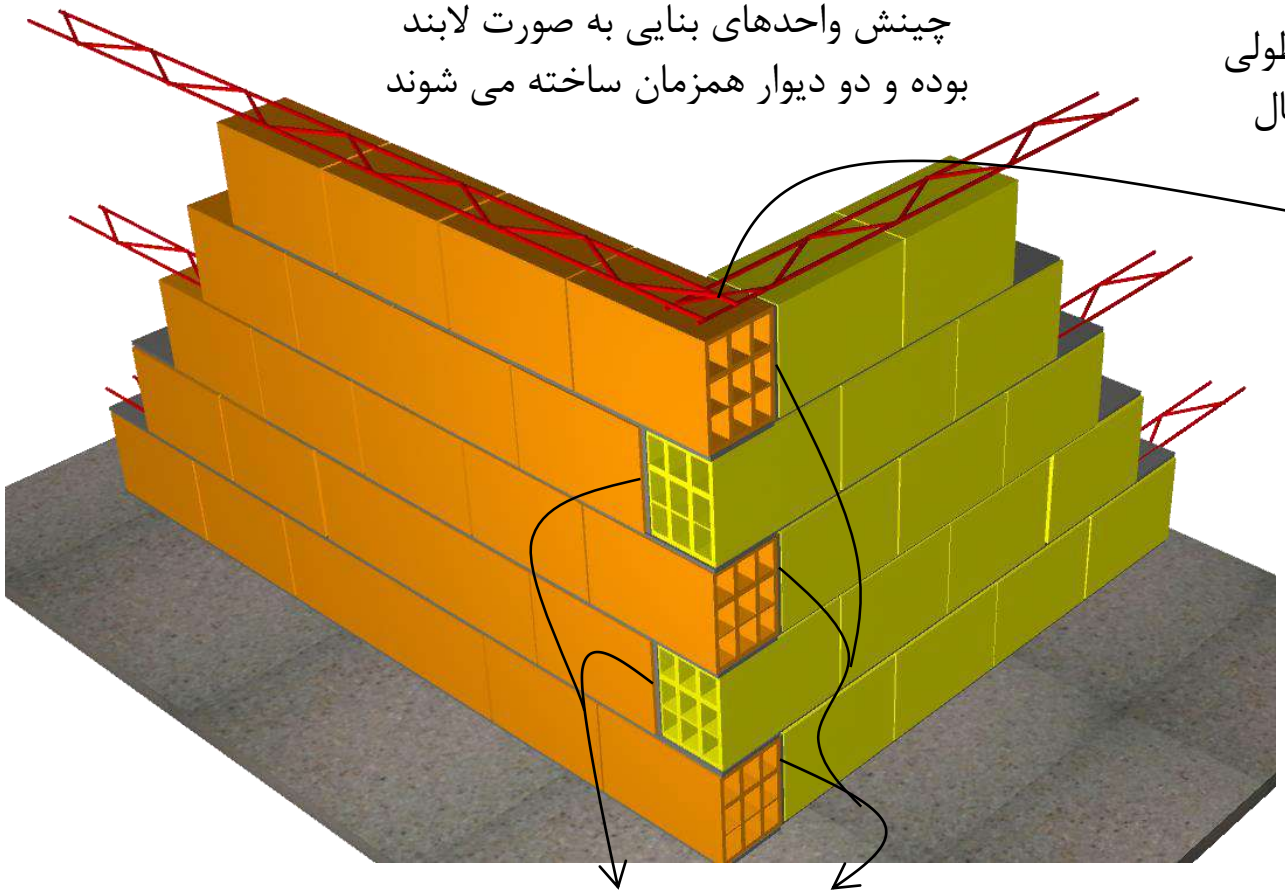


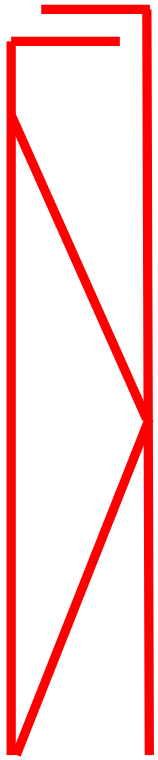
چینش واحدهای بنایی به صورت لابند است

اتصال دیوار به دیوار

چینش واحدهای بنایی به صورت لابند بوده و دو دیوار همزمان ساخته می شوند

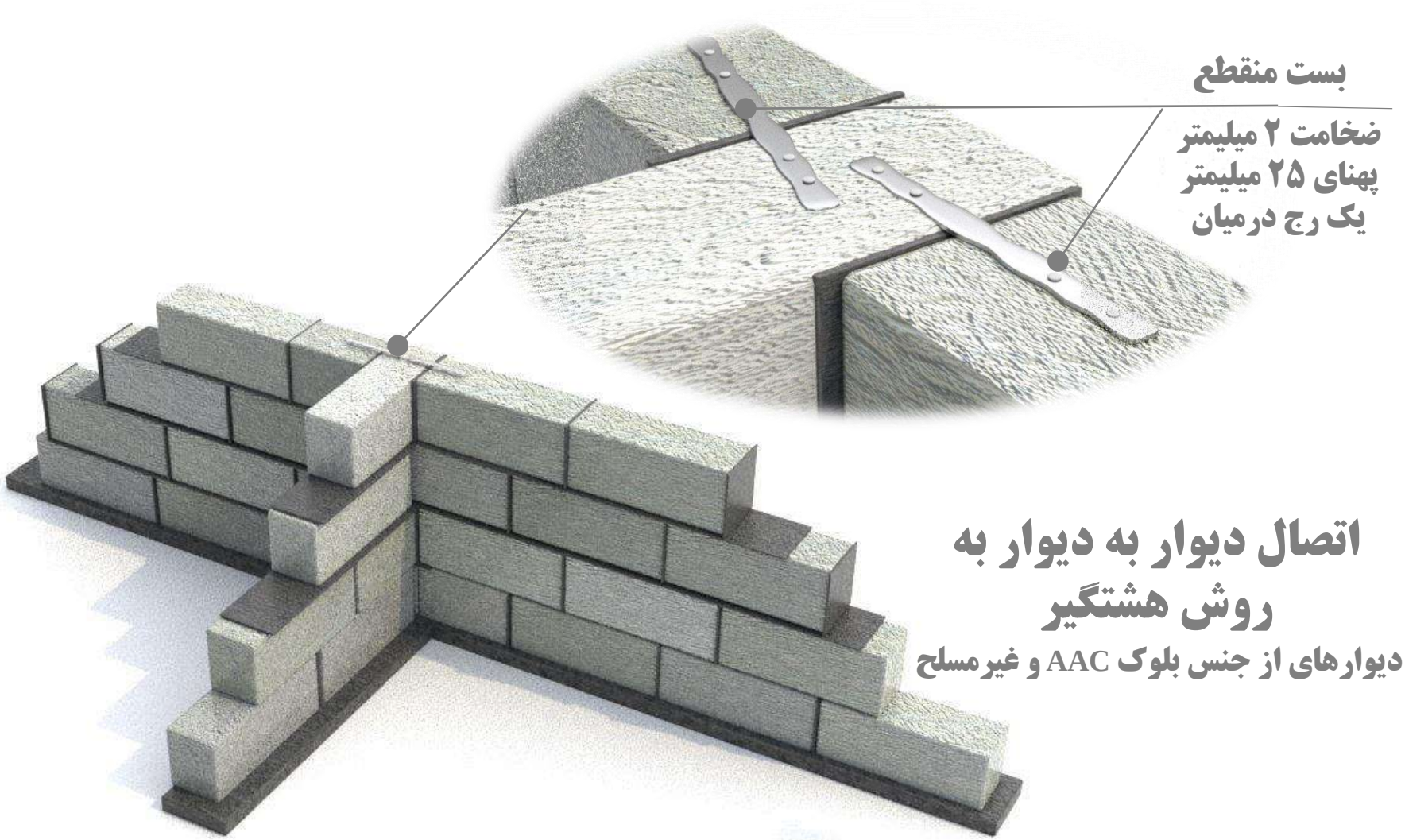
خم ۹۰ درجه مفتول های طولی میلگرد بستر در محل اتصال





بندهای قائم در محل اتصال دارای ملات هستند

اتصال دیوار به دیوار



اتصال دیوار به دیوار به روش هشتگیر

در دیوارهای از جنس بلوک AAC و غیرمسلح

اتصال دیوار به دیوار

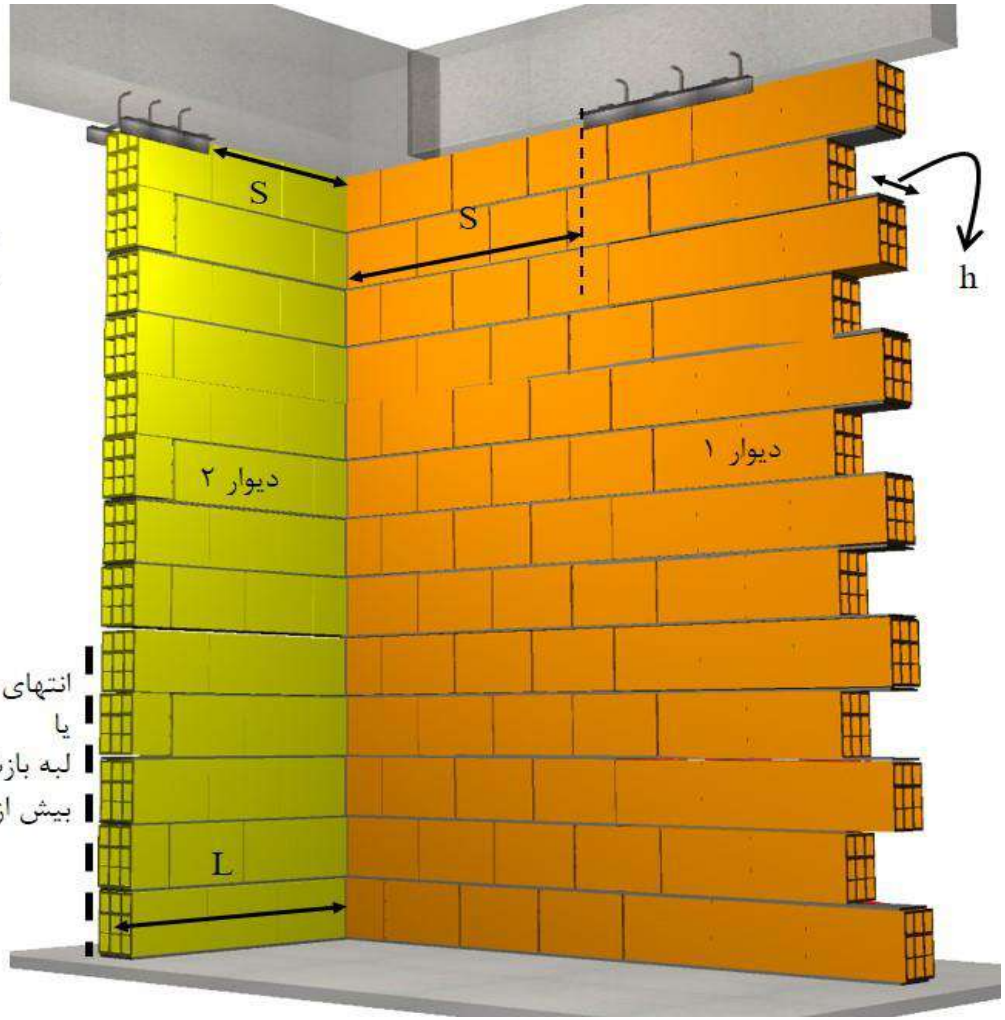
کفایت دیوار برای ایفای نقش تکیه گاهی برای دیوار عمود بر خود

بر اساس یافته های جدیدتر، طول S باید بیش از ۱ متر باشد

S> Min (400 mm, 2 blocks)

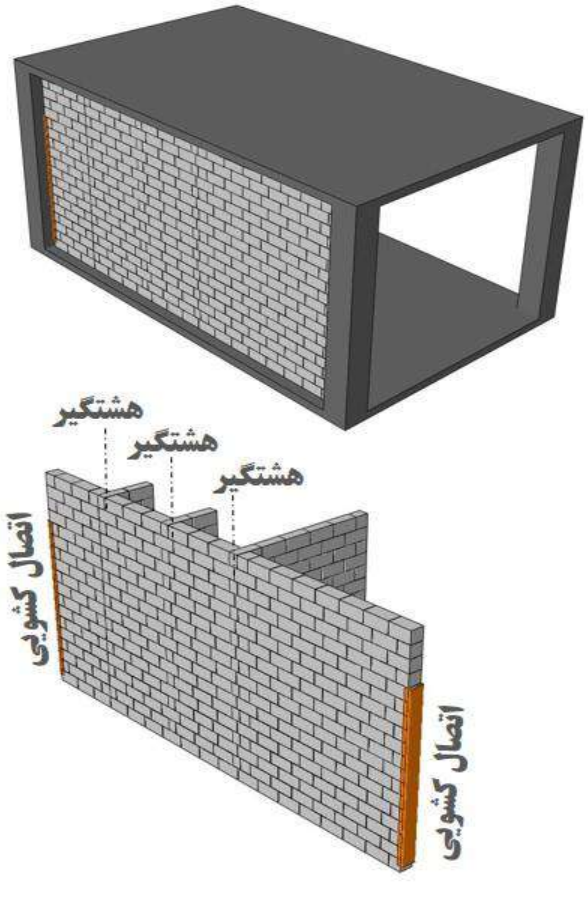
L> 5 h ⟹ دیوار ۲ برای دیوار ۱ حکم تکیه گاه را دارد

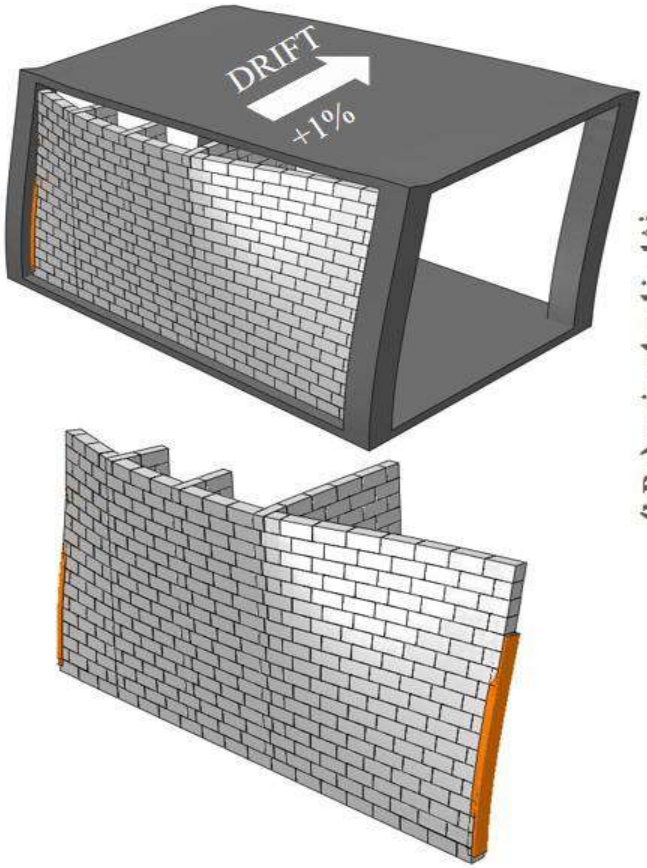
L< 5 h ⟹ در طراحی لبه دیوار ۱ آزاد باید فرض شود

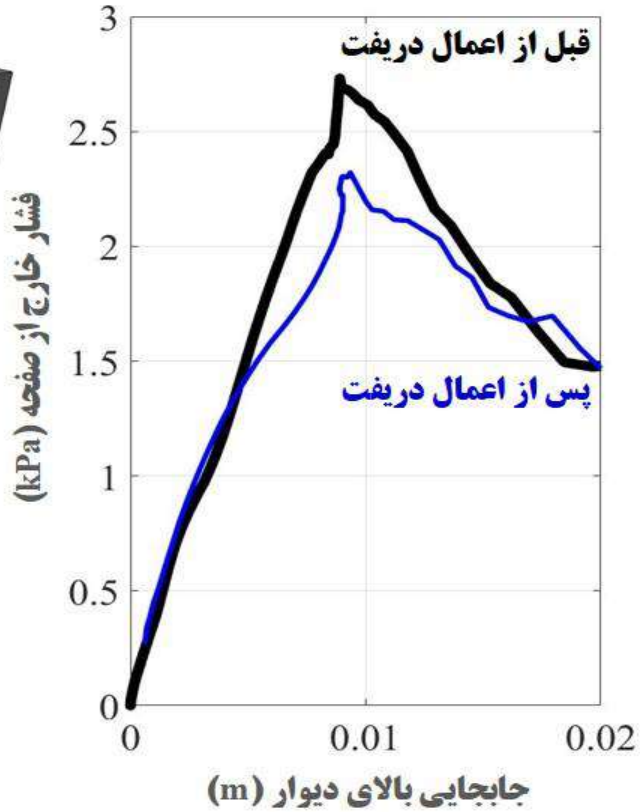


اتصال دیوار به دیوار

چرا باید محل هشتگیر از اتصالات کشویی دیوار فاصله داشته باشد؟



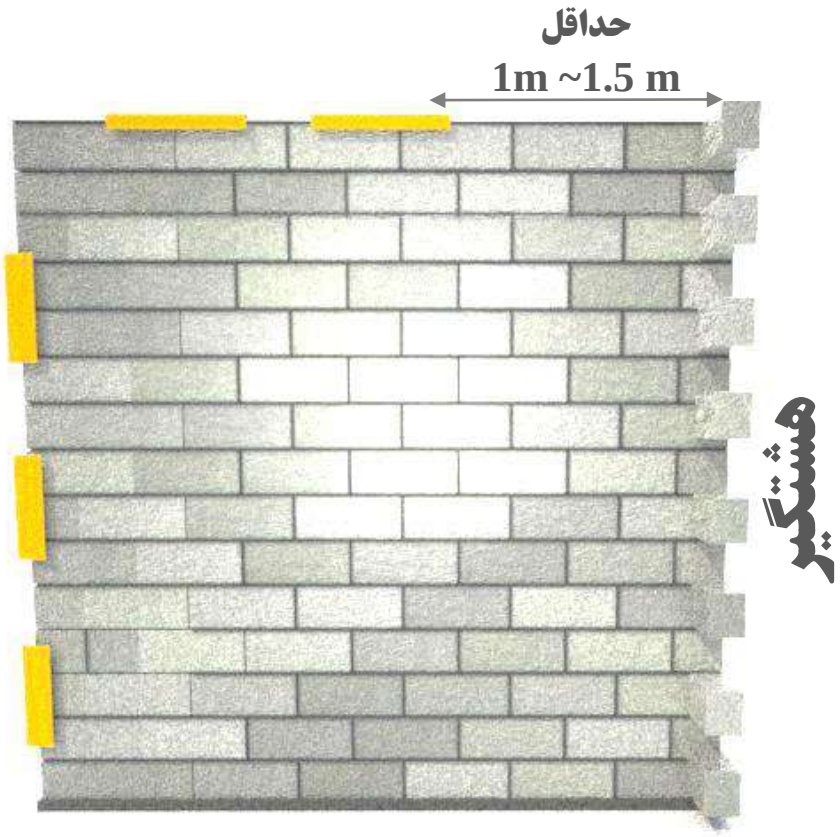


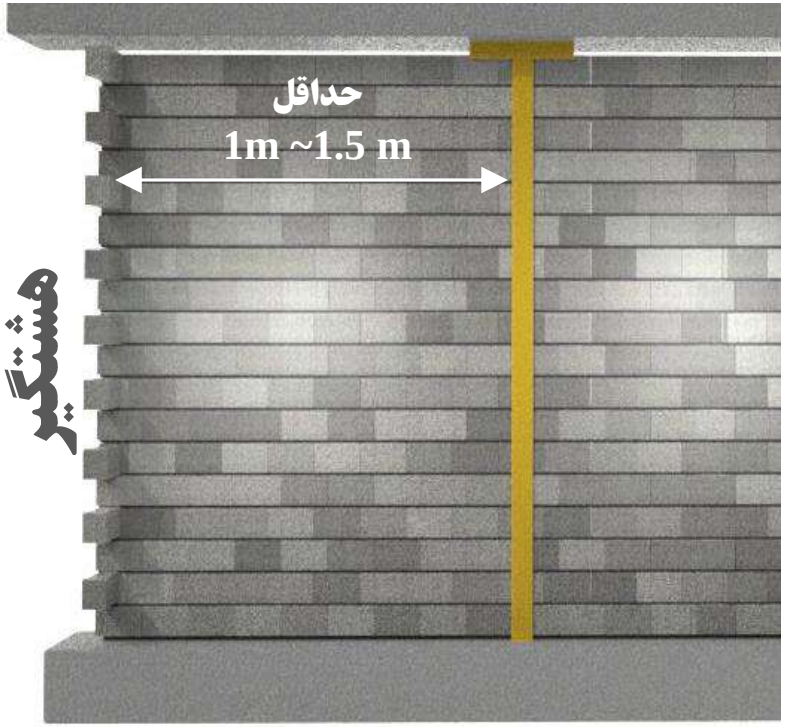


اتصال دیوار به دیوار

بر اساس یافته های جدید

لازم است محل هشتگیر از اتصالات دیوار و والپست دیوار هشتگیر شده حداقل بین ۱ تا ۱/۵ متر فاصله داشته باشد.
در دیوارهای ۱۰ سانتی دارای میلگردبستر فاصله ۱ متر، در دیوارهای ۱۵ سانتی دارای میلگرد بستر فاصله ۱/۲ متر، و در دیوارهای هبلکس غیرمسلح فاصله ۱/۵ متر رعایت شود.





اتصال دیوار به دیوار

چه زمانی اتصال هشتگیر اجرایی نیست؟

- زمانی که ارتفاع بلوک های دو دیوار با یکدیگر متفاوت باشند.
- در بلوک های AAC که دارای بند بستر نازک هستند (ضخامت بند بستر کمتر از ۳ میلیمتر)، در صورتی که ارتفاع بلوک های AAC با یکدیگر دقیقا برابر نباشند (ارتفاع بلوک ها حدودا بیش از ۱۰ میلیمتر با یکدیگر تفاوت داشته باشند)، اجرای هشتگیر ممکن است با چالش مواجه شود.

اتصال دیوار به دیوار

آیا هشتگیر کردن دیوارها ممنوع است؟

خیر

ضابطه ۷۲۹: هشتگیر مجاز است در صورتی که اولا میلگردهای بستر مطابق اسلایدهای قبل در دیوار متعامد مهار شود و ثانیا اولین اتصال دیوار به سقف به اندازه حدود ۴۰ سانتیمتر از محل هشتگیر فاصله داشته باشد (طبق بررسی های جدید این فاصله باید حدود ۱۰۰ سانتیمتر باشد)

پیوست ششم هشتگیر را غیرمجاز ندانسته و نامی از آن نبرده است، لیکن توصیه کرده است به دلیل امکان بروز تنش های کششی متمرکز در محل هشتگیر، از جرئیات دیگری برای اتصال دیوار به دیوار استفاده شود.

مزیت هشتگیر

در صورت استفاده از هشتگیر دو دیوار عمود بر یکدیگر نقش تکیه گاهی برای یکدیگر خواهند داشت.

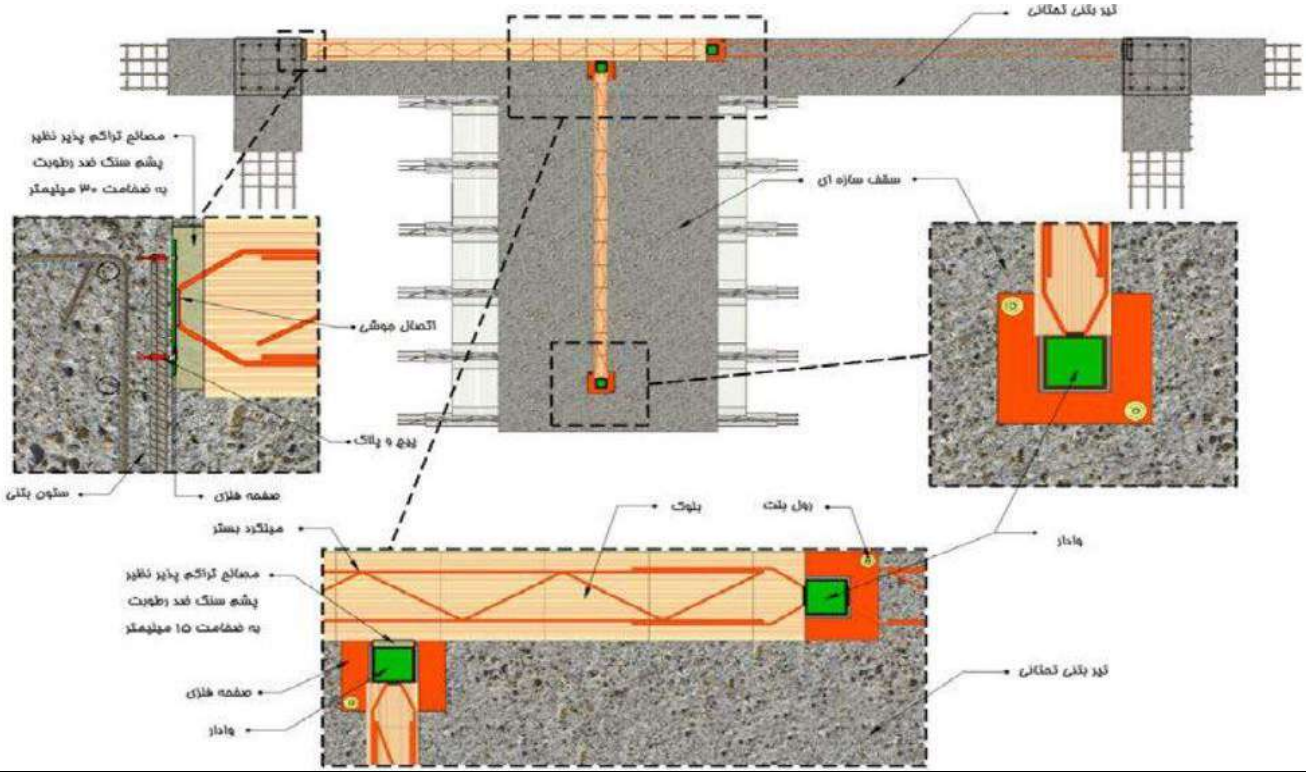
ایراد هشتگیر

تنشهای کششی /برشی متمرکزی در محل هشتگیر رخ خواهد داد. لیکن با رعایت الزامات ضابطه ۷۲۹، اثرات این تنشها محدود خواهد شد.

اتصال دیوار به دیوار

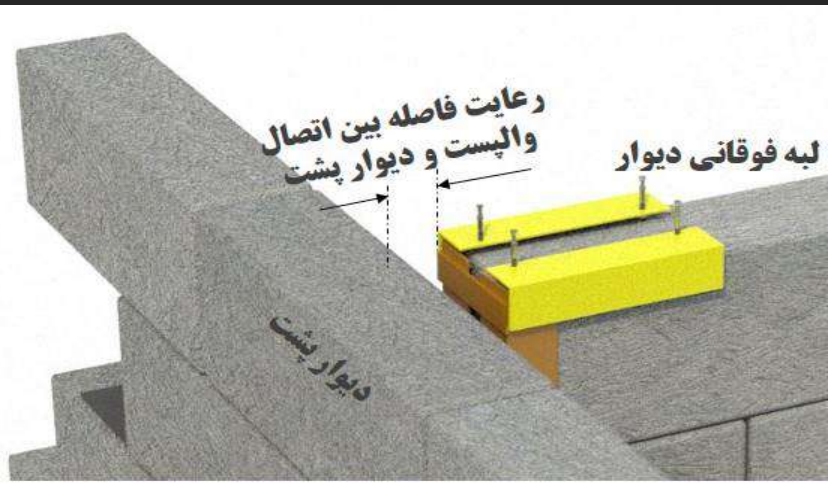
پ۶-۱-۴-۲-۷- اتصال دیوار های غیر سازه‌ای به یکدیگر

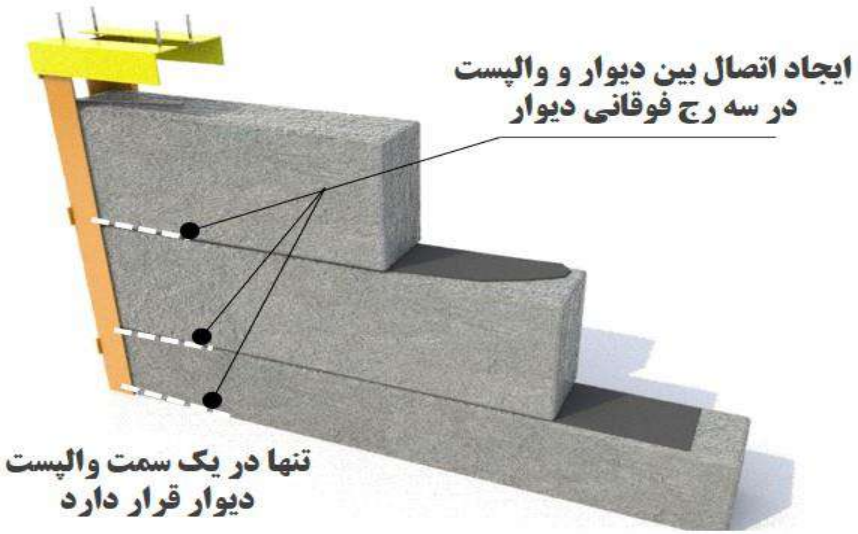
در اتصال دیوارها توصیه می‌شود که به دلیل امکان بروز تنش‌های کششی در درون صفحه دیوارهای متقاطع، از بست‌های فلزی مشابه آنچه در مورد اتصال به ستون به کار برده شد استفاده شود و یا برای جداسازی دیوارها از یک دیگر در محل اتصال دو دیوار متقاطع از وادار استفاده شود. شکل پ۶-۱۳ اجرای وادار مجزا در محل اجرای دو

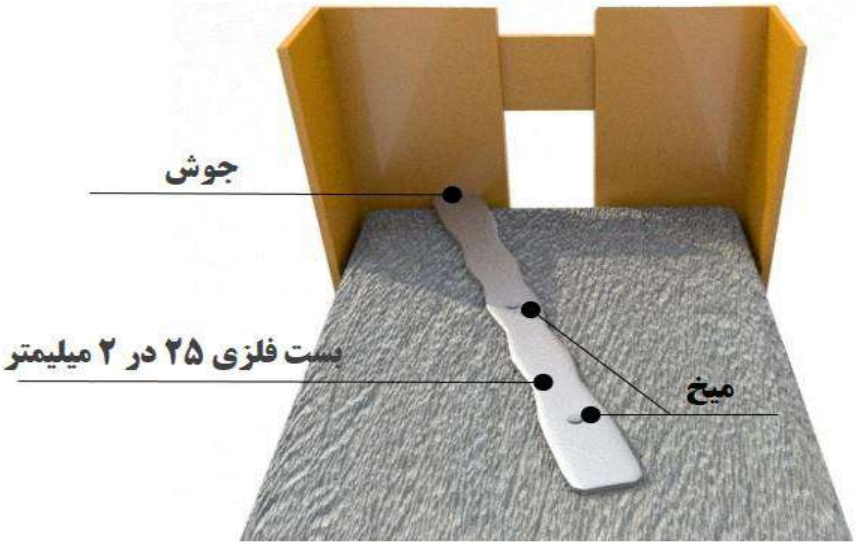


توصیه پیوست ششم در خصوص اتصال دیوار به دیوار

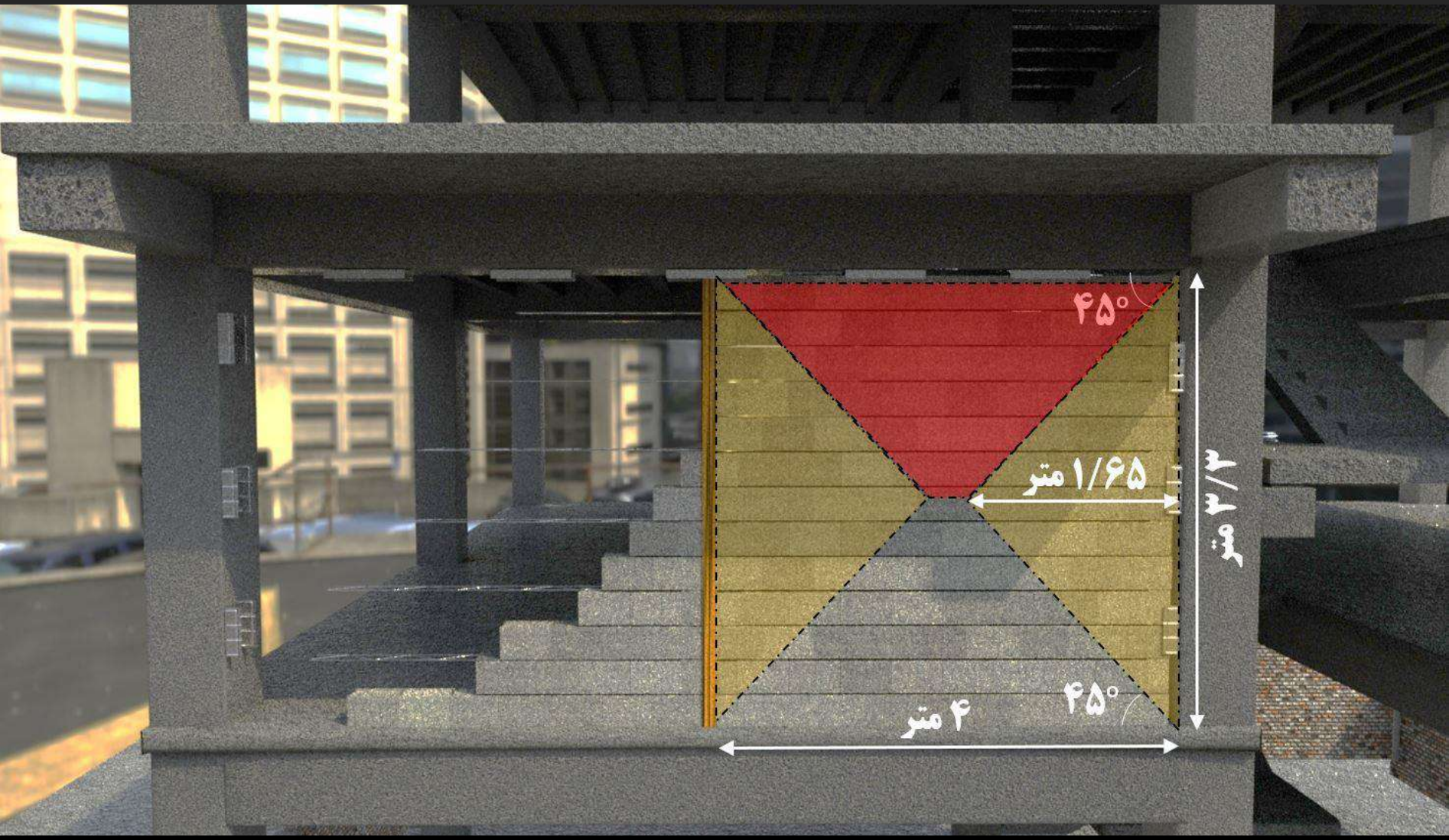
اتصال دیوار به دیوار



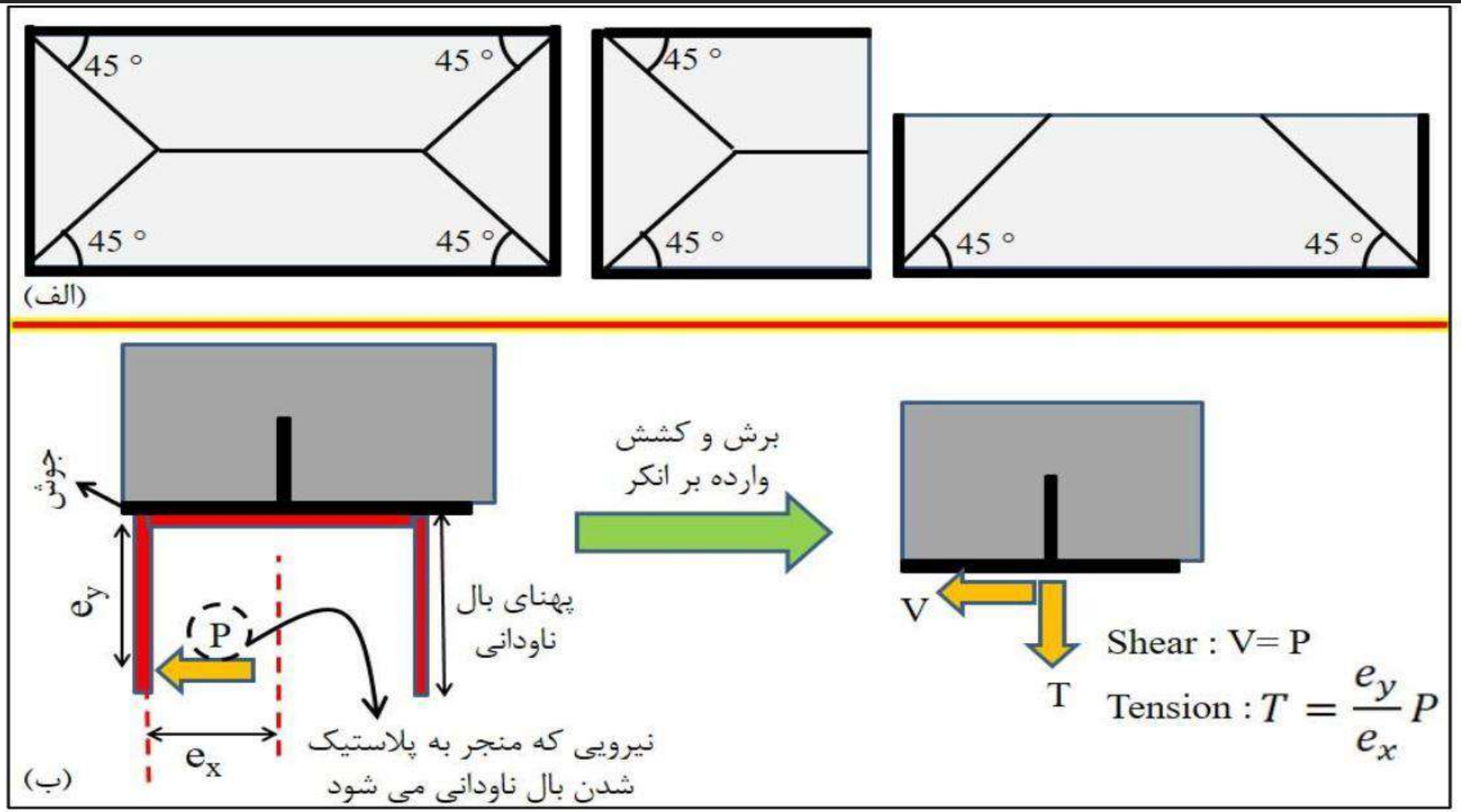




طراحی قطعات اتصال



طراحی قطعات اتصال



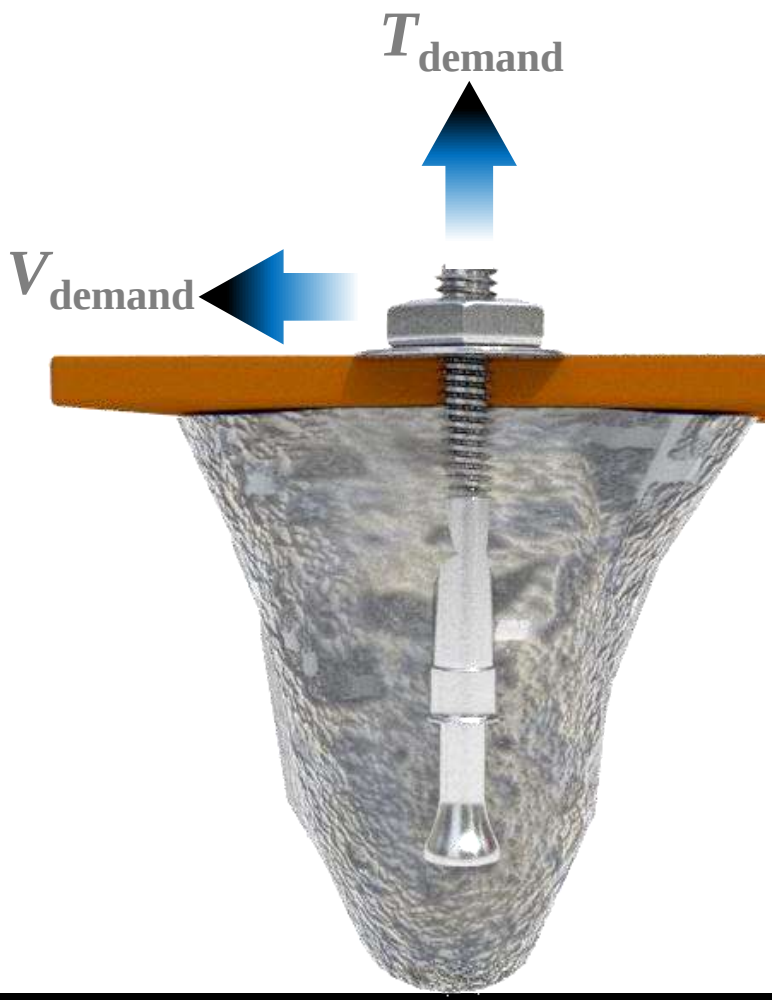
شکل پ-۳-۱- (الف) سهم موثر هر لبه از نیروی خارج از صفحه وارده بر دیوار بر اساس الگوی ترک‌های ۴۵ درجه. (ب) نحوه تعیین نیروهای وارده بر انکر اتصال

طراحی قطعات اتصال

جدول (پ-۳-۱) ظرفیت اتصالات کشویی ناودانی یا دوبل نبشی در یک متر طول

ضخامت ورق بال (mm)	پهنای ورق بال (mm)	مقاومت (kN)	ضخامت ورق بال (mm)	پهنای ورق بال (mm)	مقاومت (kN)
2	50	2.9	3	50	6.5
2	75	1.9	3	75	4.3
2	100	1.4	3	100	3.2
2	125	1.2	3	125	2.6
2	150	1.0	3	150	2.2
2	200	0.7	3	200	1.6
2	250	0.6	3	250	1.3
2	300	0.5	3	300	1.1

طراحی انکرهای مکانیکی



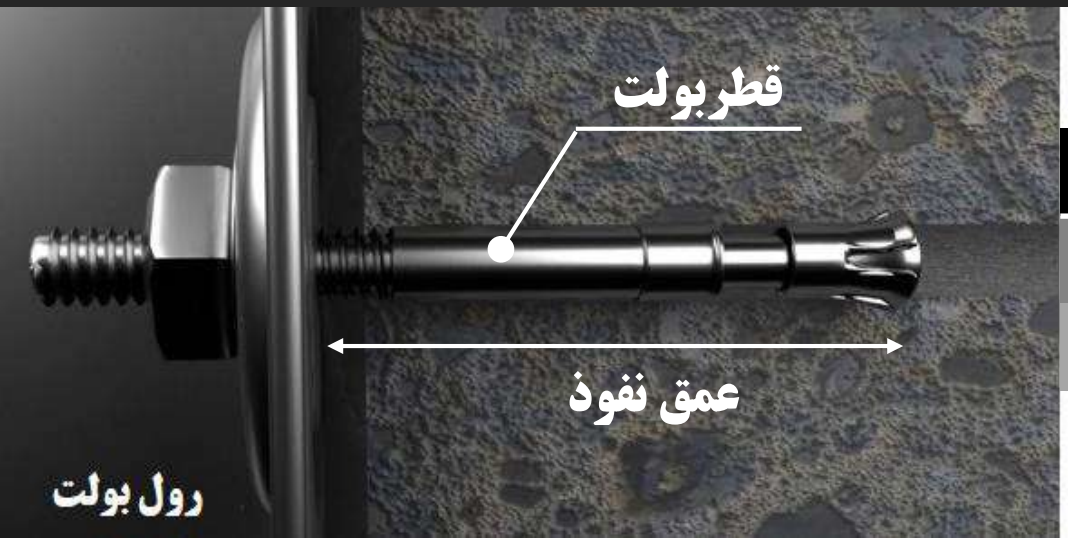
طبق ضابطه ۷۲۹

$$\frac{T_{demand}}{T_{capacity}} + \frac{V_{demand}}{V_{capacity}} \leq 1.2$$

$T_{capacity}$ بر اساس کاتالوگ تولید کننده

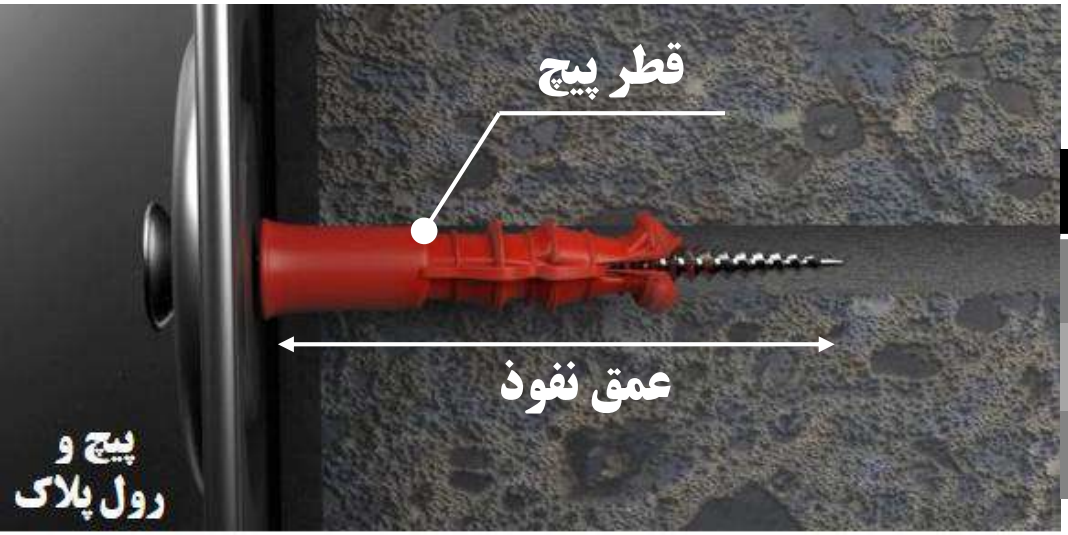
$V_{capacity}$ بر اساس تنش لهیدگی بتن

طراحی انکرهای مکانیکی



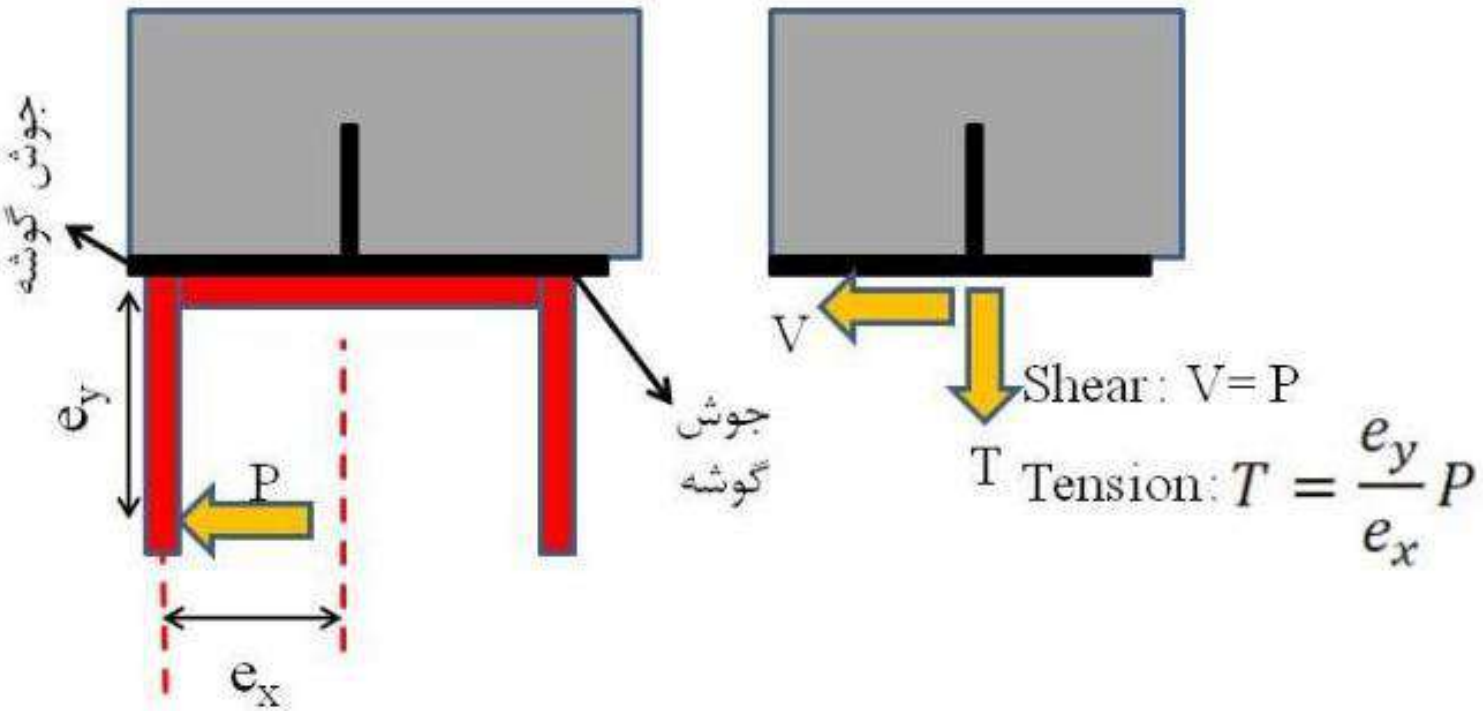
قطر بولت	عمق نفوذ	ظرفیت کششی
6 mm	50 mm	3.1 kN
12 mm	60 mm	6.7 kN

– 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.



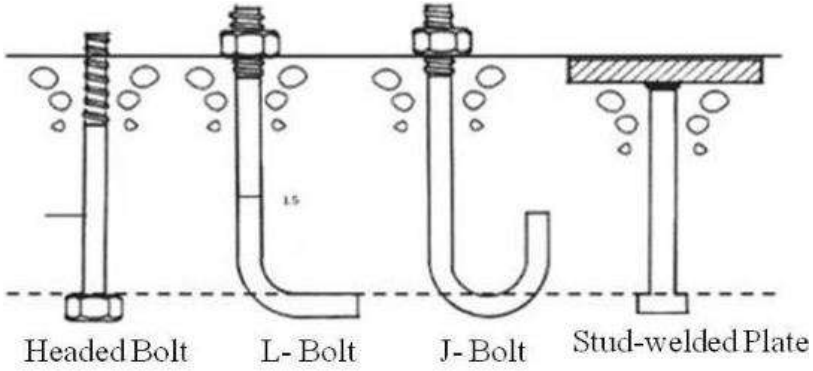
قطر پیچ	عمق نفوذ	ظرفیت کششی
8 mm	50 mm	0.65 kN
10 mm	70 mm	1.3 kN
12 mm	60 mm	1.3 kN

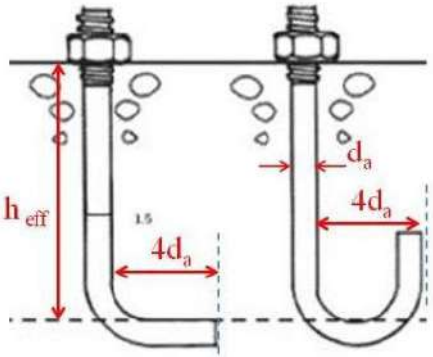
طراحی انکرهای درجا



$$\frac{T_{demand}}{T_{capacity}} + \frac{V_{demand}}{V_{capacity}} \leq 1.2$$

طراحی انکرهای درجا





جدول (پ-۳-۲) نمونه ظرفیت‌های انکرهای L شکل و J شکل- مقاومت فولاد 400 MPa درنظر گرفته شده و بتن به صورت ترک خورده فرض شده است- کمترین فاصله انکر تا لبه بتن با Ca1 و قطر و عمق موثر انکر به ترتیب با da و heff نشان داده شده است.

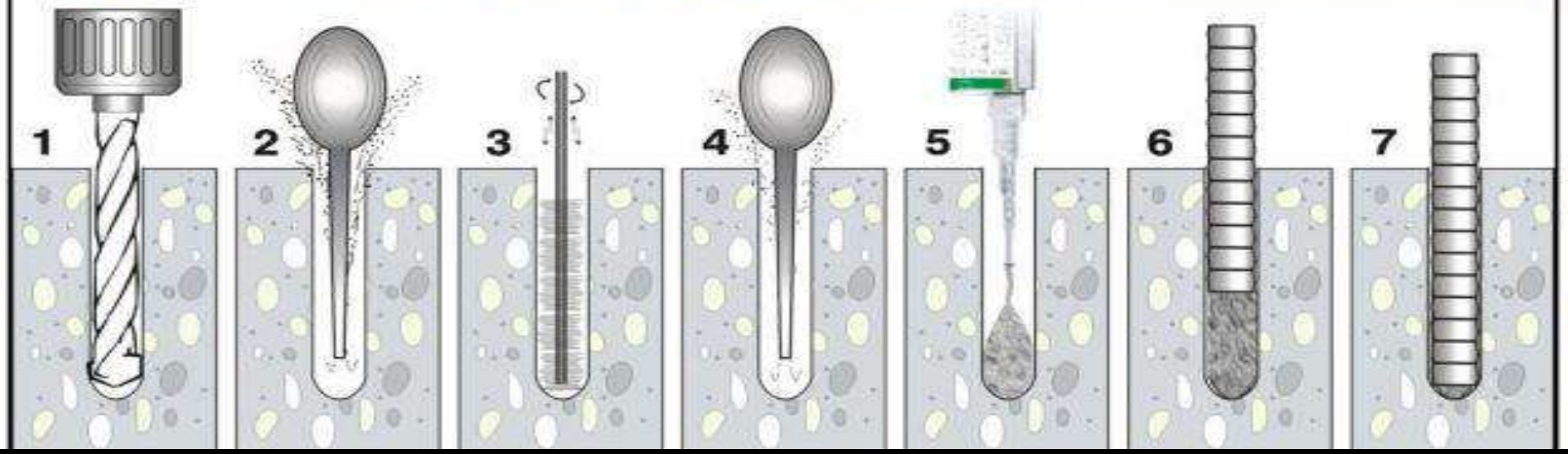
مشخصات L-bolt یا J-bolt	بتن با مقاومت فشاری 20 MPa		بتن با مقاومت فشاری 30 MPa	
	ظرفیت کششی (kN)	ظرفیت برشی (kN)	ظرفیت کششی (kN)	ظرفیت برشی (kN)
d_a = 12 mm c_{a1}= 50 mm h_{eff}= 100 mm	7.2	4.7	10.9	5.7
d_a = 10 mm c_{a1}= 50 mm h_{eff}= 100 mm	5	4.4	7.6	5.4
d_a = 8 mm c_{a1}= 50 mm h_{eff}= 50 mm	3.2	4.2	4.8	5.1
d_a = 6 mm c_{a1}= 50 mm h_{eff}= 100 mm	1.8	3.8	2.7	4.7

جدول راهنمای انکرهای درجا

جدول (پ-۳-۴) تعداد انکرهای L شکل و J شکل مورد نیاز در یک متر از طول قطعات اتصال مختلف

بتن با مقاومت 30 MPa		بتن با مقاومت 20 MPa			
d_a=8 mm h_{eff}=100 mm	d_a=6 mm h_{eff}=100 mm	d_a=8 mm h_{eff}=100 mm	d_a=6 mm h_{eff}=100 mm	پهنای ورق بال (mm)	ضخامت ورق بال (mm)
۲ عدد	۳ عدد	۳ عدد	۴ عدد	50	2
۲ عدد	۲/۵ عدد	۲/۵ عدد	۳/۵ عدد	75	2
۱/۵ عدد	۲/۵ عدد	۲ عدد	۳/۵ عدد	100	2
۱/۵ عدد	۲/۵ عدد	۲ عدد	۳/۵ عدد	125	2
۴/۵ عدد	-	-	-	50	3
۳/۵ عدد	-	-	-	75	3
۳/۵ عدد	-	۴/۵ عدد	-	100	3
۳ عدد	-	۴/۵ عدد	-	125	3

طراحی انکرهای چسبی



طراحی انکرهای چسبی

جدول (پ-۳-۳) نمونه ظرفیت‌های انکرهای چسبی- مقاومت فولاد 400 MPa درنظر گرفته شده و بتن به صورت ترک خورده فرض شده است- کمترین فاصله انکر تا لبه بتن با Ca1 و قطر و عمق موثر انکر به ترتیب با da و heff نشان داده شده است- مقاومت چسبندگی چسب برابر کمترین مقدار ACI 318 و برابر 1.4 MPa درنظر گرفته شده است.

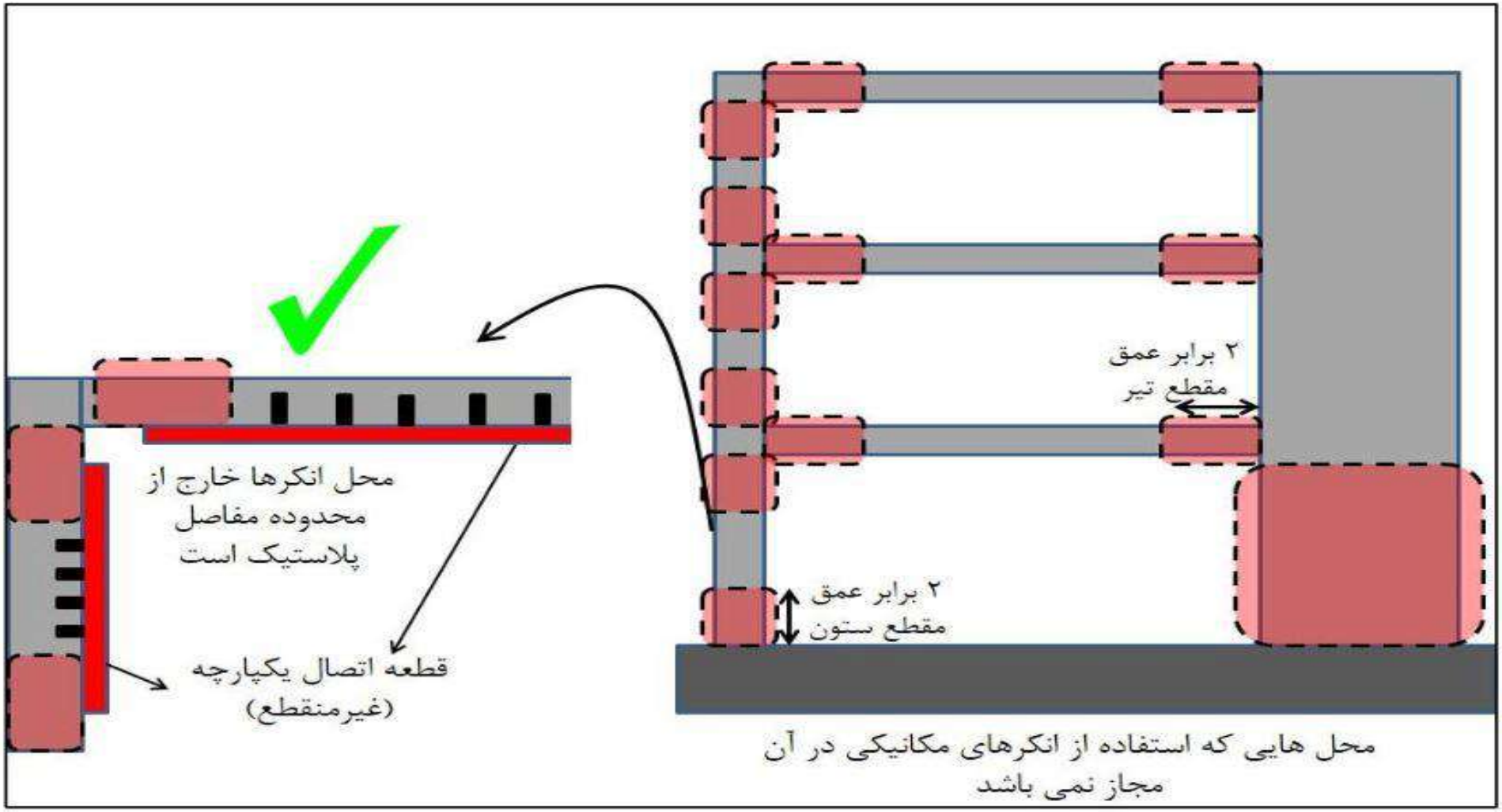
مشخصات انکر چسبی	بتن با مقاومت فشاری 20 MPa		بتن با مقاومت فشاری 30 MPa	
	ظرفیت کششی (kN)	ظرفیت برشی (kN)	ظرفیت کششی (kN)	ظرفیت برشی (kN)
$d_a = 12$ mm $c_{a1} = 50$ mm $h_{eff} = 100$ mm	2.4	2.4	2.4	2.4
$d_a = 10$ mm $c_{a1} = 50$ mm $h_{eff} = 100$ mm	2.0	2.0	2.0	2.0
$d_a = 8$ mm $c_{a1} = 50$ mm $h_{eff} = 100$ mm	1.6	1.6	1.6	1.6
$d_a = 6$ mm $c_{a1} = 50$ mm $h_{eff} = 100$ mm	1.2	1.2	1.2	1.2

جدول راهنمای انکرهای چسبی

جدول (پ-۳-۵) تعداد انکرهای چسبی مورد نیاز در یک متر از طول قطعات اتصال مختلف

بتن با مقاومت 20 MPa تا 30 MPa			
d_a=12 mm h_{eff}=100 mm	d_a=8 mm h_{eff}=100 mm	پهنای ورق بال (mm)	ضخامت ورق بال (mm)
۴ عدد	–	50	2
۳/۵ عدد	–	75	2
۳ عدد	۴/۵ عدد	100	2
۳ عدد	۴/۵ عدد	125	2
–	–	50	3
–	–	75	3
–	–	100	3
–	–	125	3

محل انکرها



شکل پ-۳-۵. محل‌های مجاز و غیرمجاز انکرهای مکانیکی

با تشکر

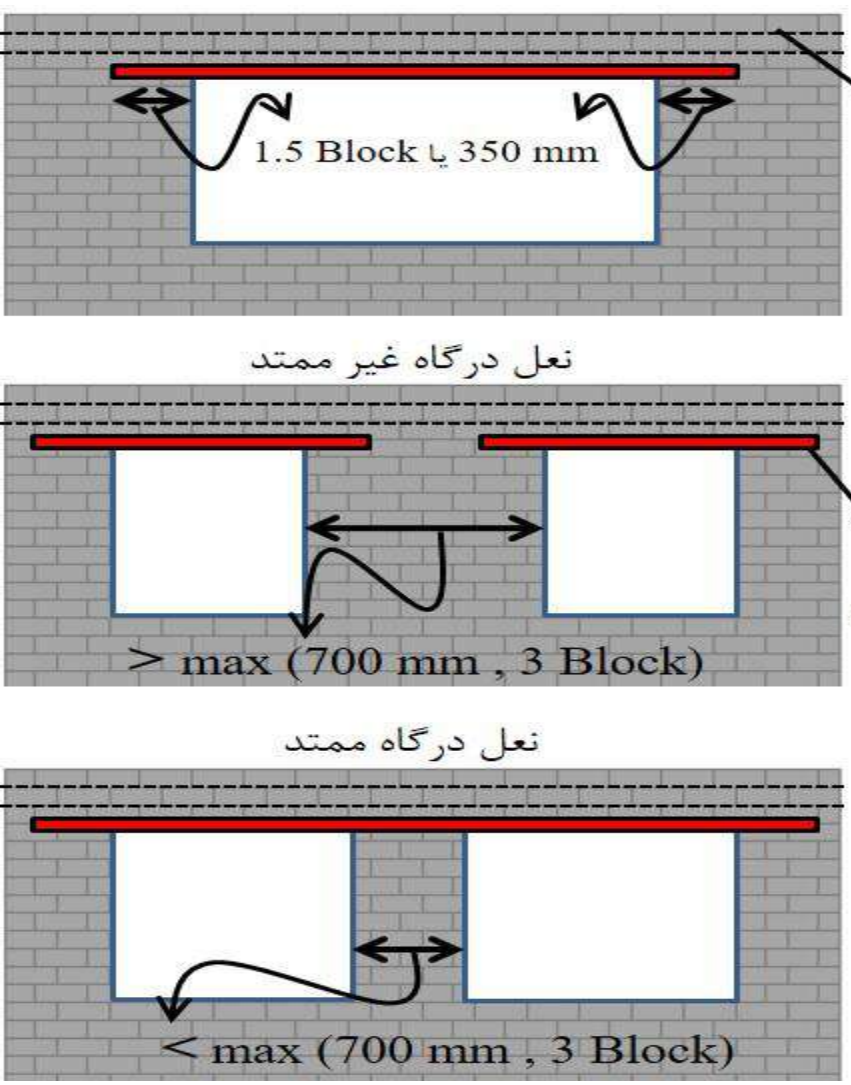
پایان بخش اول
پرسش و پاسخ

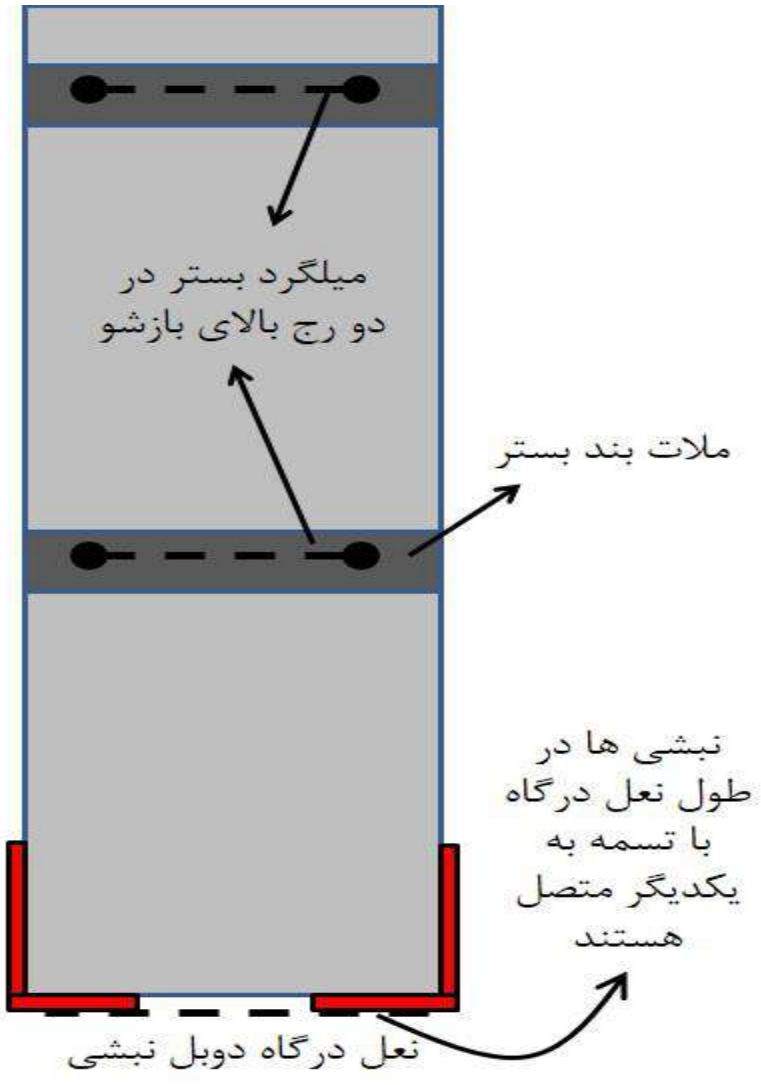
SEYED AMIN MOUSAVI

نعل درگاه

SEYED AMIN MOUSAVI

نعل درگاه


1.5 Block یا 350 mm
میلگرد بستر در دو رج بالای بازشو
نعل درگاه غیر ممتد
به هیچ عنوان نباید نعل درگاه به ستون سازه متصل شود
> max (700 mm , 3 Block)
نعل درگاه ممتد
< max (700 mm , 3 Block)


میلگرد بستر در دو رج بالای بازشو
ملات بند بستر
نبشی ها در طول نعل درگاه با تسمه به یکدیگر متصل هستند
نعل درگاه دوبل نبشی

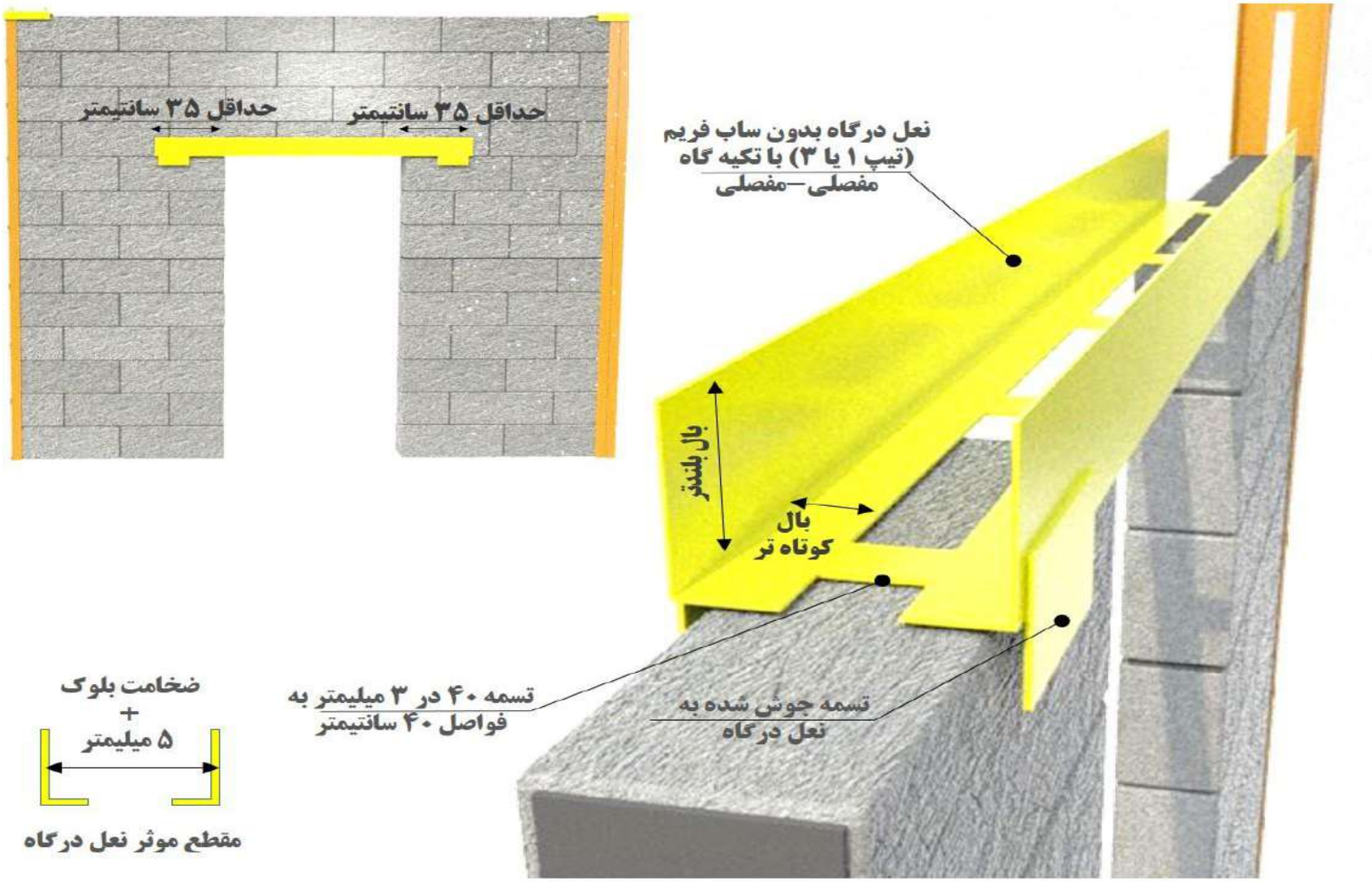
نعل درگاه

سختی نعل درگاه باید به نحوی باشد که حداکثر خیز وسط دهانه از 1/600 طول دهانه آن تجاوز نکند.

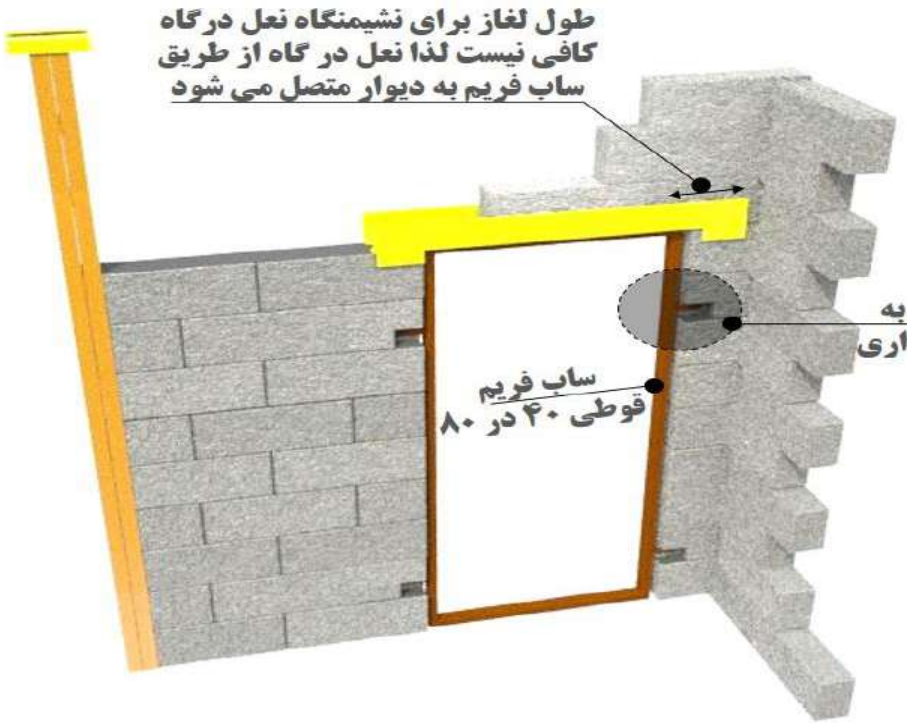
جدول (پ-۳-۶). پروفیل‌های پیشنهادی برای نعل درگاه در حالات مختلف

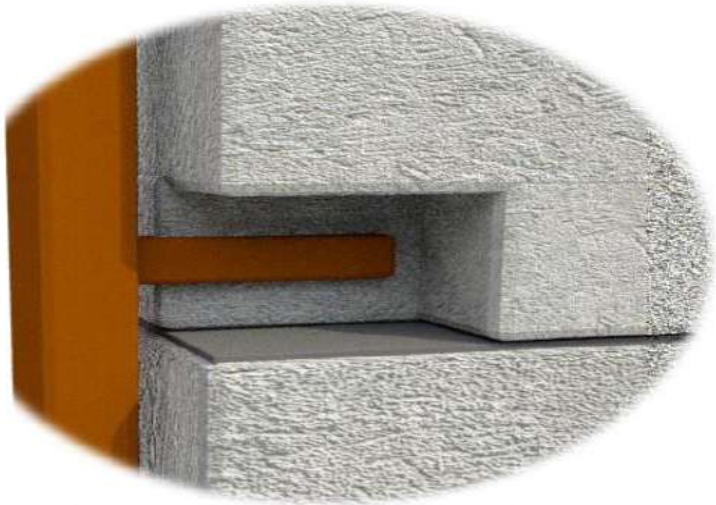
طول آزاد نعل درگاه (m) / بار وارده بر نعل درگاه (kN/m)	1	1.5	2	2.5	3
0.5	2 L30x30x3	2 L50x50x4	2 L60x60x4	2 L70x70x5	2 L80x40x5
0.6	2 L30x30x3	2 L50x50x4	2 L60x60x4	2 L70x70x5	2 L100x50x6
0.7	2 L30x30x3	2 L50x50x4	2 L60x60x4	2 L70x70x5	2 L100x50x6
0.8	2 L40x40x3	2 L50x50x4	2 L60x60x4	2 L80x40x5	2 L100x50x6
0.9	2 L40x40x3	2 L50x50x4	2 L70x70x5	2 L80x40x5	2 L100x50x6
1	2 L40x40x3	2 L50x50x4	2 L70x70x5	2 L80x40x5	2 L100x50x6
1.1	2 L40x40x3	2 L50x50x4	2 L70x70x5	2 L100x50x6	2 L100x50x6
1.2	2 L40x40x3	2 L60x60x4	2 L70x70x5	2 L100x50x6	2 L100x50x6
1.3	2 L40x40x3	2 L60x60x4	2 L70x70x5	2 L100x50x6	2 L120x60x8
1.4	2 L40x40x3	2 L60x60x4	2 L70x70x5	2 L100x50x6	2 L120x60x8
1.5	2 L40x40x3	2 L60x60x4	2 L70x70x5	2 L100x50x6	2 L120x60x8
1.75	2 L40x40x3	2 L60x60x4	2 L80x40x5	2 L100x50x6	2 L120x60x8
2	2 L50x50x4	2 L60x60x4	2 L80x40x5	2 L100x50x6	2 L120x60x8

نعل درگاه

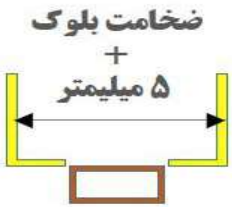

حداقل ۳۵ سانتیمتر
حداقل ۳۵ سانتیمتر
نعل درگاه بدون ساب فریم
(تیپ ۱ یا ۳) با تکیه گاه
مفصلی–مفصلی
بال بلندتر
بال
کوتاه تر
تسمه ۴۰ در ۳ میلیمتر به
فواصل ۴۰ سانتیمتر
تسمه جوش شده به
نعل درگاه
ضخامت بلوک
+
۵ میلیمتر
مقطع موثر نعل درگاه

نعل درگاه



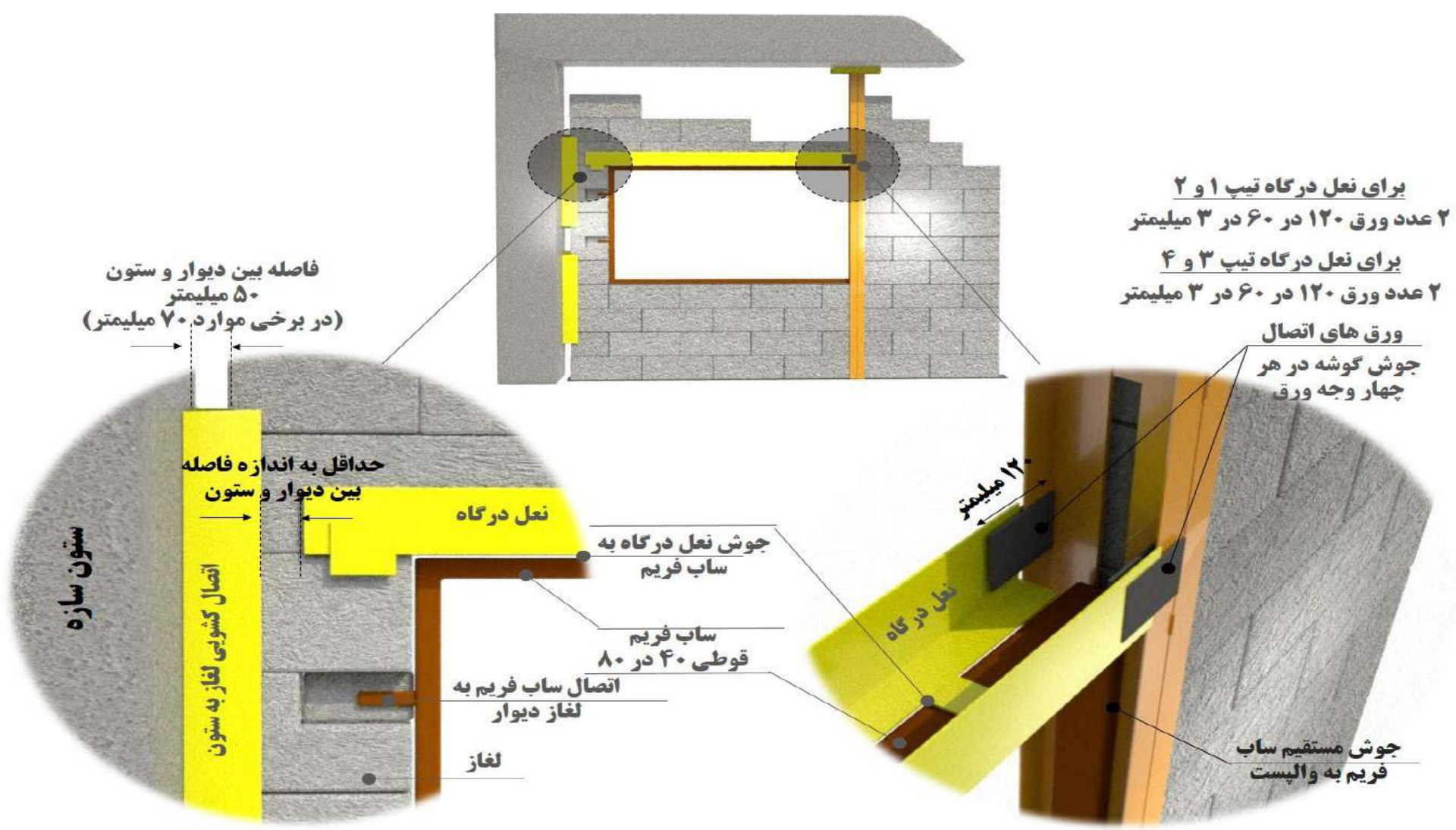


بلوک با سنگ فرز برش خورده و پس از نصب ساب
فریم شیار بلوک توسط ملات ماسه سیمان پر می شود

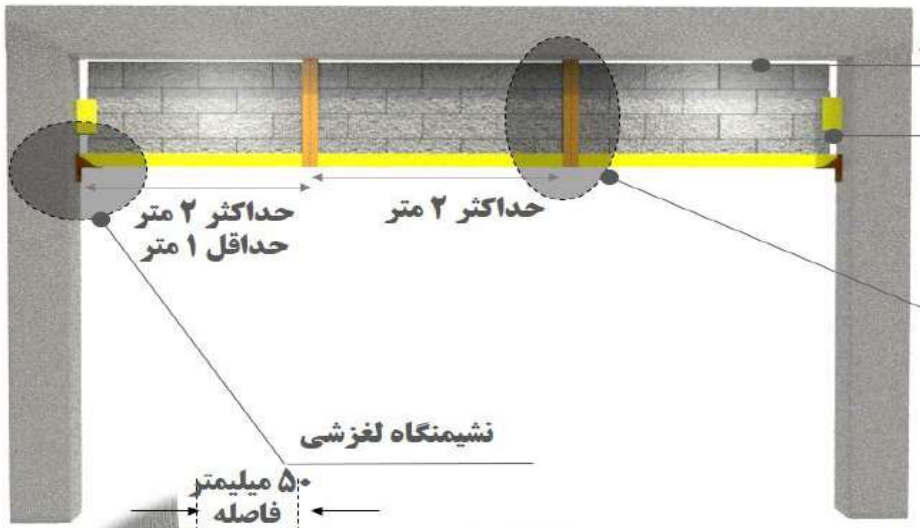


مقطع موثر نعل درگاه

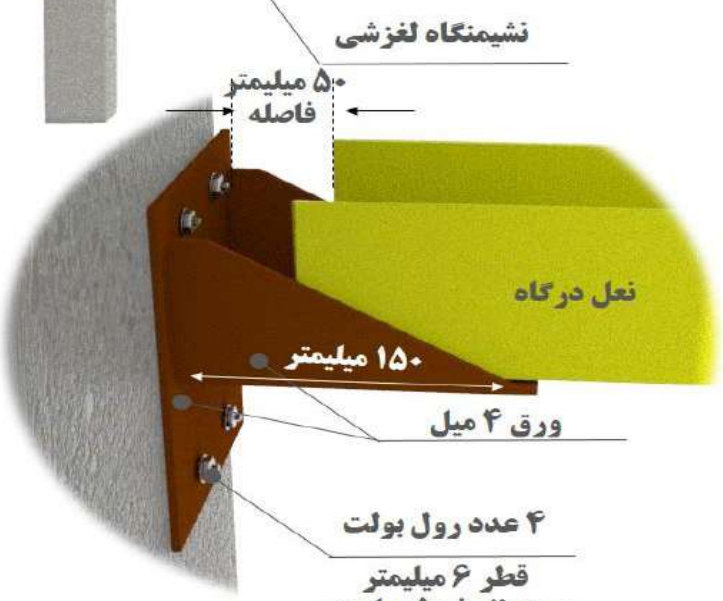
نعل درگاه

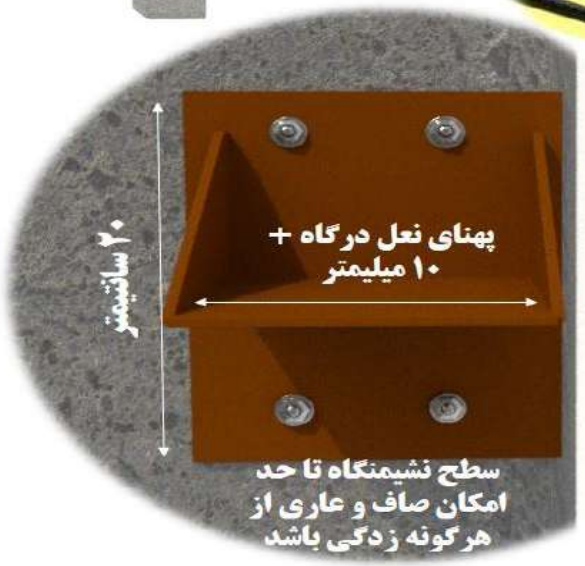

برای نعل درگاه تیپ ۱ و ۲
۲ عدد ورق ۱۲۰ در ۶۰ در ۳ میلیمتر
برای نعل درگاه تیپ ۳ و ۴
۲ عدد ورق ۱۲۰ در ۶۰ در ۳ میلیمتر
ورق های اتصال
جوش گوشه در هر چهار وجه ورق
فاصله بین دیوار و ستون
۵۰ میلیمتر
(در برخی موارد ۷۰ میلیمتر)
حداقل به اندازه فاصله بین دیوار و ستون
نعل درگاه
ستون سازه
اتصال کشویی لغاز به ستون
جوش نعل درگاه به ساب فریم
ساب فریم
قوطی ۴۰ در ۸۰
اتصال ساب فریم به لغاز دیوار
لغاز
۱۲۰ میلیمتر
نعل در گاه
جوش مستقیم ساب فریم به والپست

نعل درگاه


۲۵ میلیمتر فاصله
تا زیر سقف
۵۰ میلیمتر فاصله
تا ستون
حداکثر ۲ متر
حداقل ۱ متر
حداکثر ۲ متر
آویز

۴ عدد رول بولت
قطر ۶ میلیمتر و عمق
نفوذ ۵۰ میلیمتر
آویز
۴ نبشی نمره ۶
نعل درگاه
اتصال آویز به نعل درگاه از طریق
جوش ۲ ورق به ابعاد ۱۲۰ در ۶۰
میلیمتر به ضخامت ۴ میلیمتر


نشیمنگاه لغزشی
۵۰ میلیمتر
فاصله
نعل درگاه
۱۵۰ میلیمتر
ورق ۴ میل
۴ عدد رول بولت
قطر ۶ میلیمتر
عمق نفوذ ۵۰ میلیمتر


۲۰ سانتیمتر
پهنای نعل درگاه +
۱۰ میلیمتر
سطح نشیمنگاه تا حد
امکان صاف و عاری از
هرگونه زدگی باشد

دیوار در دهانه های مهاربندی شده

SEYED AMIN MOUSAVI

دیوارهای دهانه مهاربندی

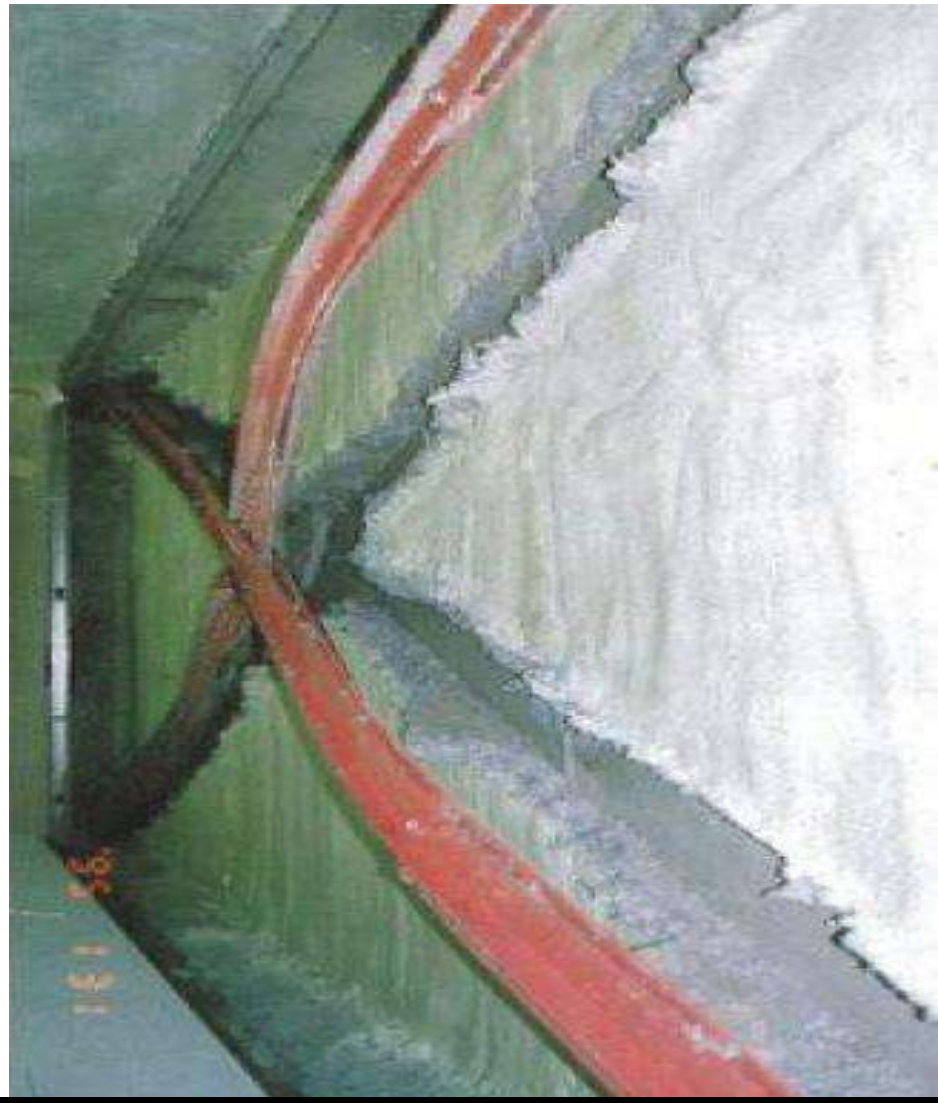
مطابق پیوست ششم

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

در دهانه‌های مهاربندی در تمام ساختمان‌ها، دیوار باید در جهت داخل صفحه از قاب سازه‌ای جداسازی شود. اجرای دیوار در محور مهاربند یا با هرگونه تماس یا اتصال به مهاربند با توجه به اینکه مانع از عملکرد صحیح و رفتار مناسب مهاربند می‌شود ممنوع می‌باشد دیوار باید خارج از محور مهاربند و با جزییات جداسازی ارائه شده در این پیوست اجرا شود. در صورت نیاز می‌توان برای عدم نمایان بودن مهاربند از دو دیوار در دو سمت مهاربند که فاقد هر گونه اتصال و درگیری با مهاربند می‌باشند استفاده کرد.

مطابق ضابطه ۷۲۹ نیز دیوار باید یا پشت و یا در جلوی مهاربند اجرا شود و نباید در داخل صفحه مهاربند اجرا شود.

دیوارهای دهانه مهاربندی



دیوارهای دهانه مهاربندی

دیوارهای دهانه مهاربندی

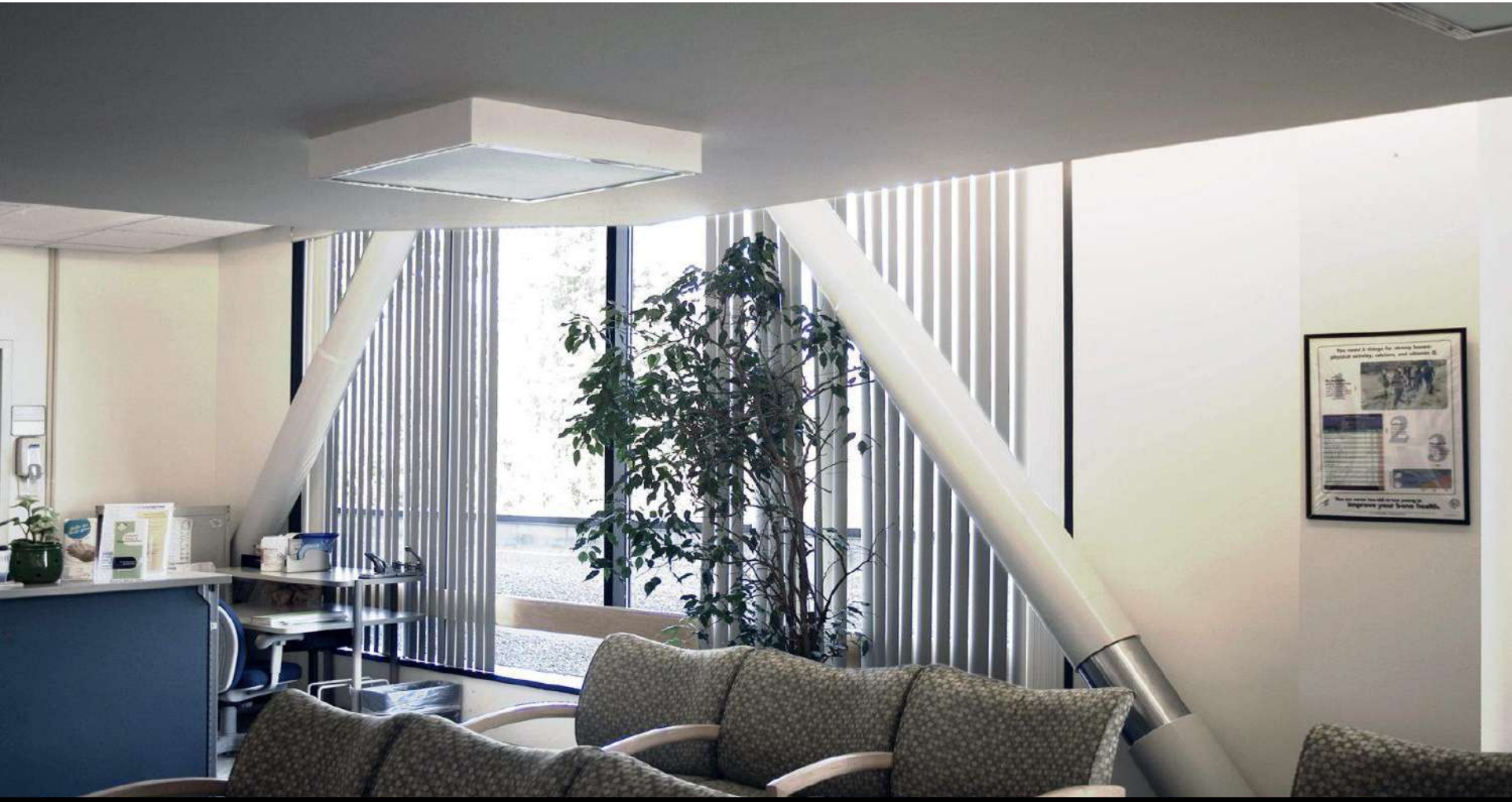
دیوارهای دهانه مهاربندی

راهکار دیگر، استفاده از طرح های اکسپوز برای مهاربندها است

SEYED AMIN MOUSAVI

دیوارهای دهانه مهاربندی

راهکار دیگر، استفاده از طرح های اکسپوز برای مهاربندها است



SEYED AMIN MOUSAVI

دیوارهای دهانه مهاربندی

راهکار دیگر، استفاده از طرح های اکسپوز برای مهاربندها است

SEYED AMIN MOUSAVI

دیوارهای دهانه مهاربندی

راهکار دیگر، استفاده از طرح های اکسپوز برای مهاربندها است

والپست

SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

در صورت عدم توجه به طراحی صحیح

SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

در صورت عدم توجه به طراحی صحیح

SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

نمونه اجرای نادرست

SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

نمونه اجرای نادرست

SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

نمونه اجرای نادرست

SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

نمونه اجرای نادرست

SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

نمونه اجرای نادرست

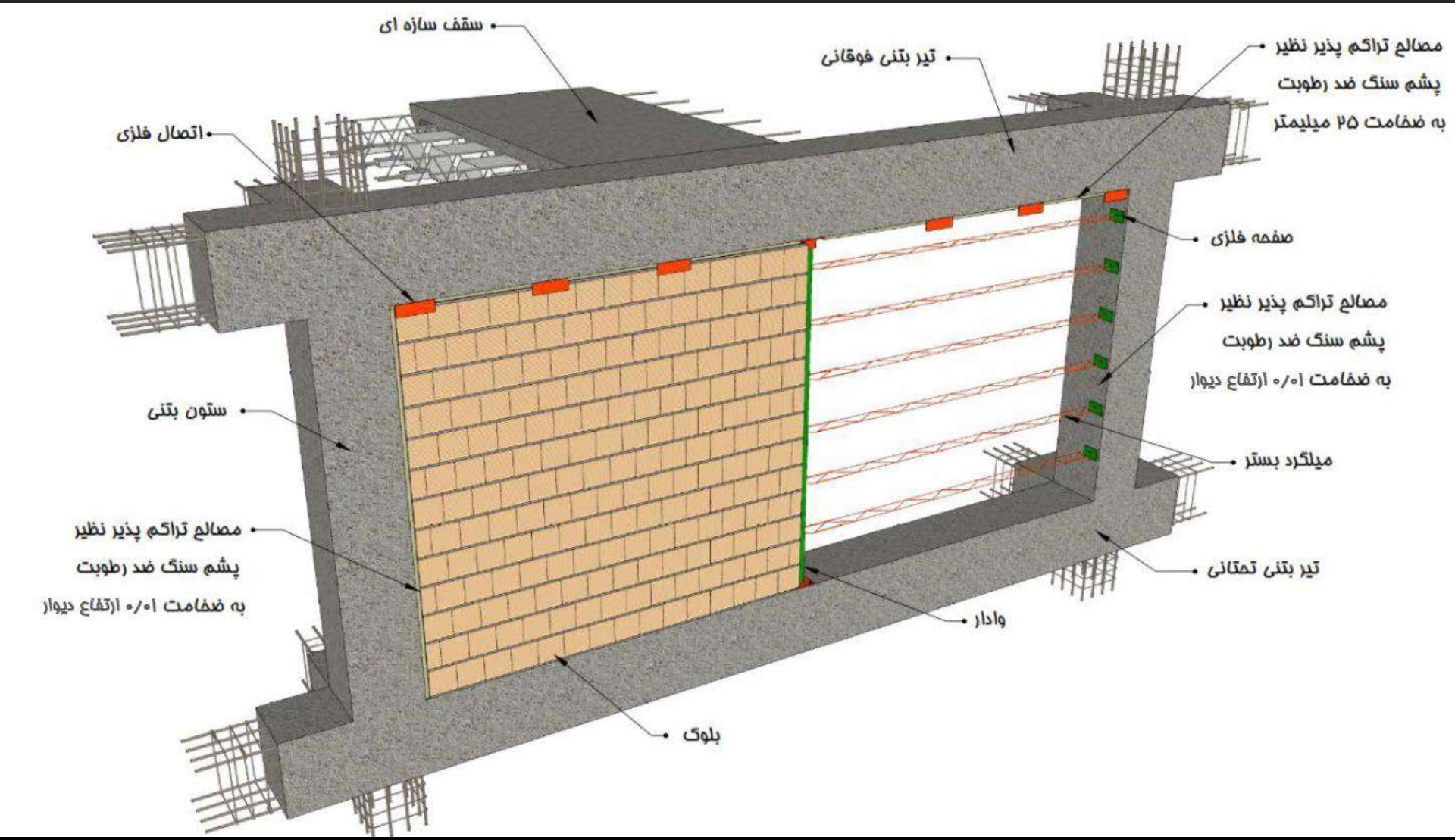
SEYED AMIN MOUSAVI

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

نمونه اجرای نادرست

SEYED AMIN MOUSAVI

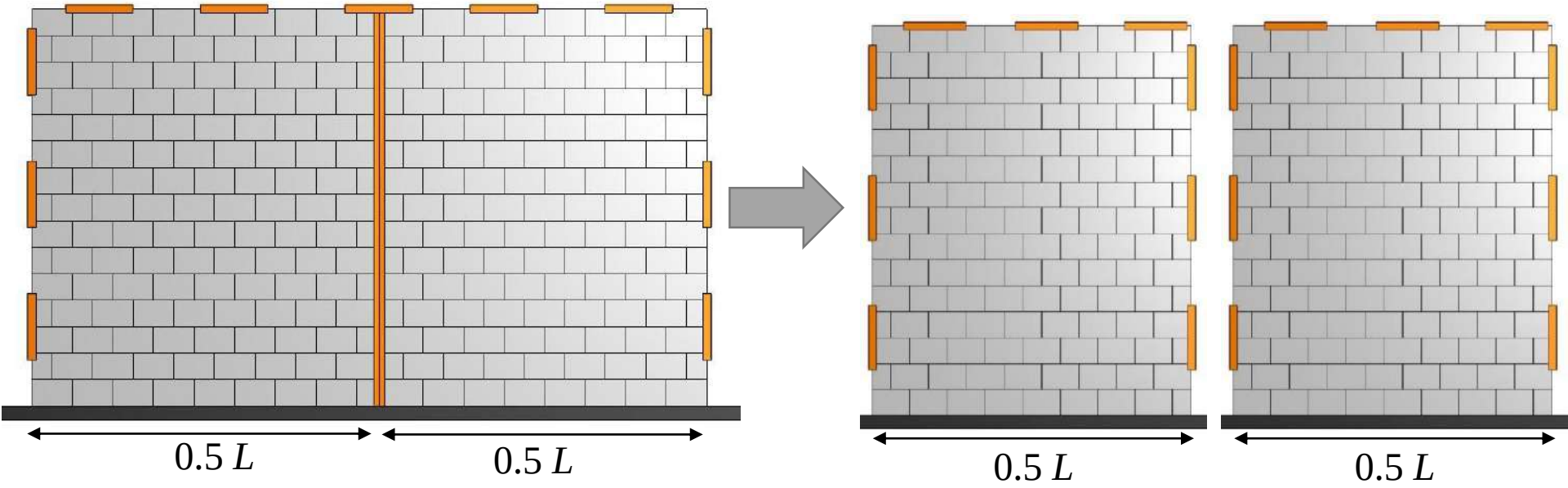
طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)



طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

هدف ایده آل والپست

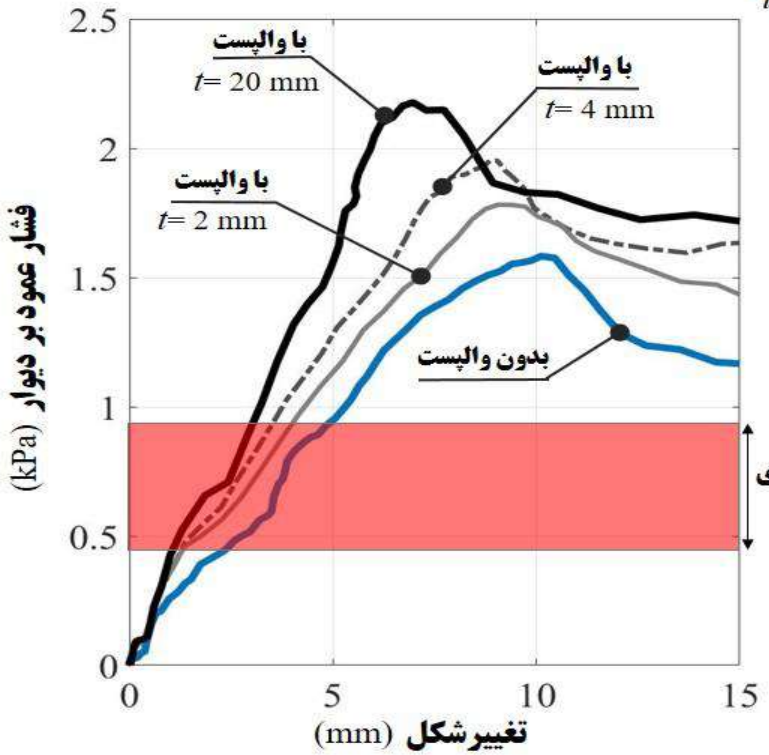
کاهش طول آزاد دیوار است

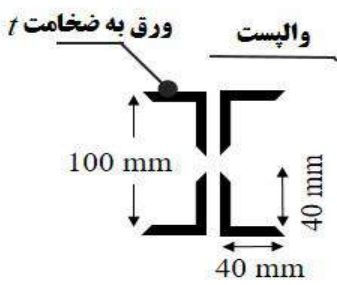


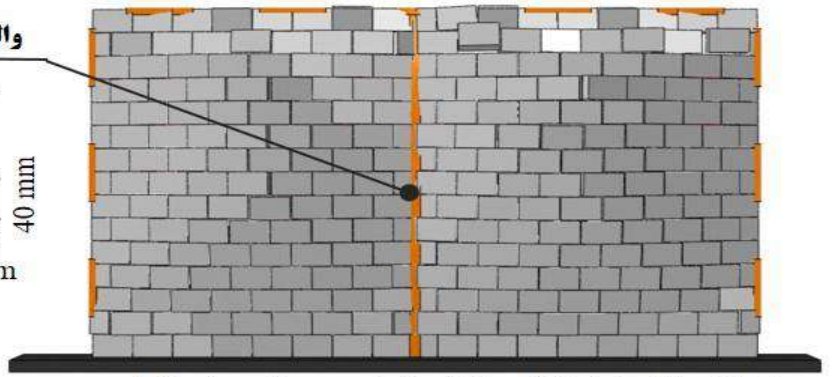
طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

اما آیا وال پست می تواند این هدف را محقق کند؟!

بله اما تنها در صورتی که والپست دارای صلبیت بسیار بالایی در امتداد خارج از صفحه دیوار باشد. با توجه به جزئیات متداول در کشور، وال پست قادر است تنها به شکل محدودی نقش تکیه گاهی برای دیوار ایفا کند.

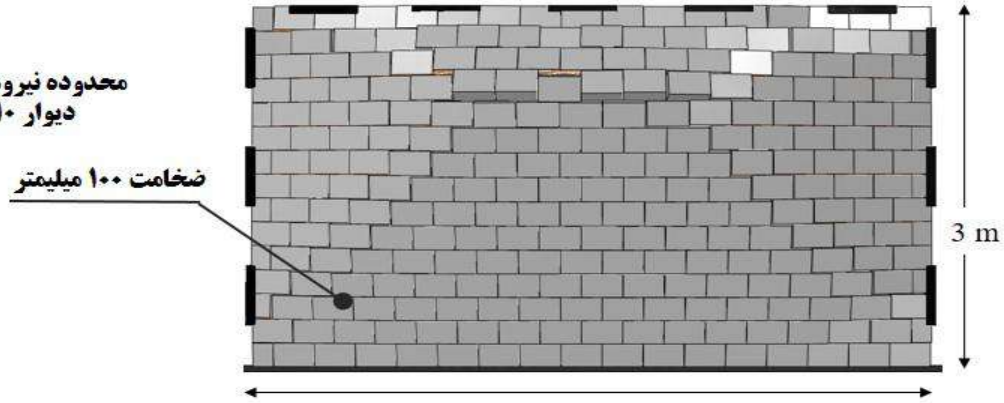






در تمام حالات دیوار دارای میلگرد بستر به صورت یک رج درمیان است

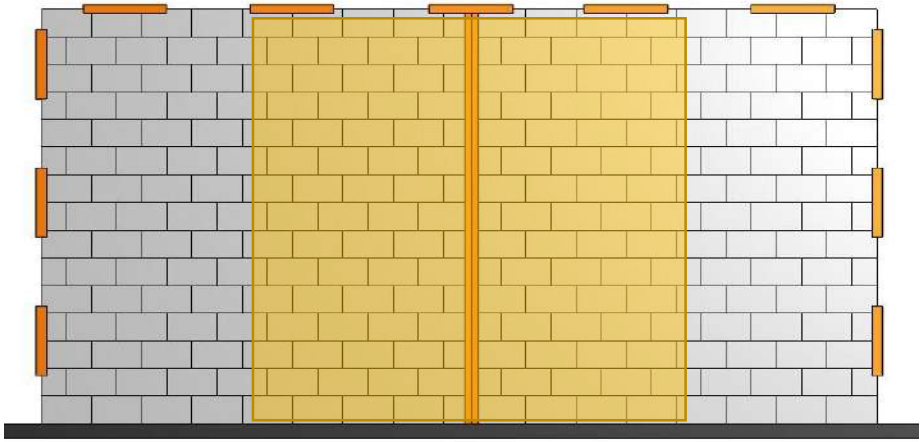
محدوده نیروهای لرزه ای دیوار ۱۰ سانتی



طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

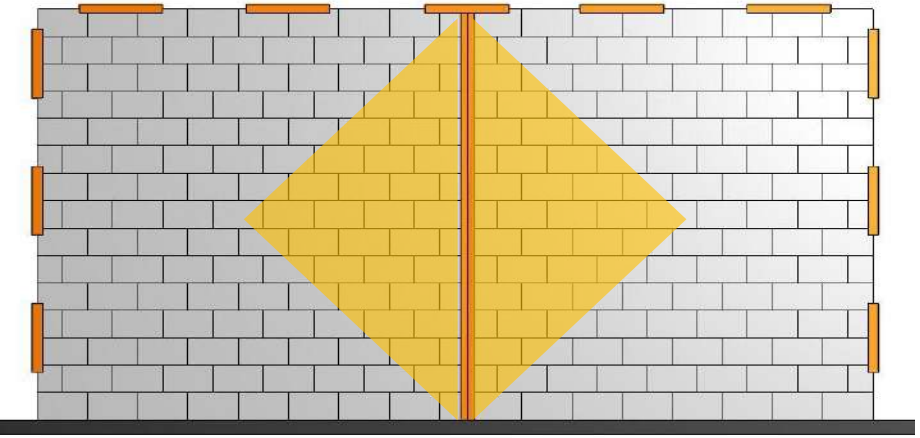
طراحی المان والپست

روش محافظه کارانه تر

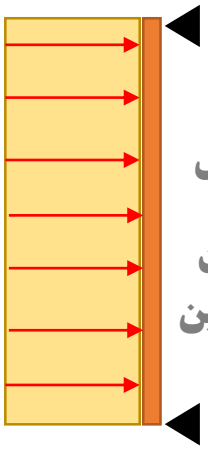


تعیین سطح بارگیر وال پست

روش دقیق تر

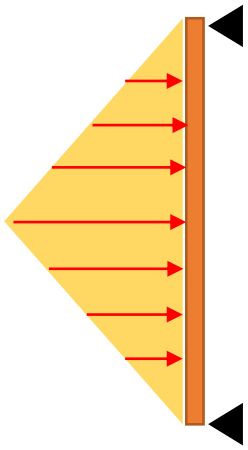


اگرچه روش پیشنهادی استاندارد ۲۸۰۰ این روش است، لیکن در این روش وال پست تنها به شکل مقاومتی طراحی میشود و ممکن است وال پست صلبیت کافی را تامین نکند.



طراحی مقطع لازم برای وال پست

مشابه یک تیر دو سر مفصل تحت بار گسترده



طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

طراحی المان والپست

اگرچه روش پیشنهادی در اسلاید قبل منطبق بر استاندارد ۲۸۰۰ است، لیکن در این روش والپست تنها به شکل مقاومتی طراحی شده و ممکن است صلبیت کافی را تامین نکند. لذا پیشنهاد میشود وال پست به نحوی طراحی شود که علاوه بر تامین مقاومت، حداکثر تغییرشکل آن نیز در امتداد خارج از صفحه دیوار از 0.004H تجاوز نکند.

(H طول وال پست است که تقریبا برابر با ارتفاع طبقه می باشد)

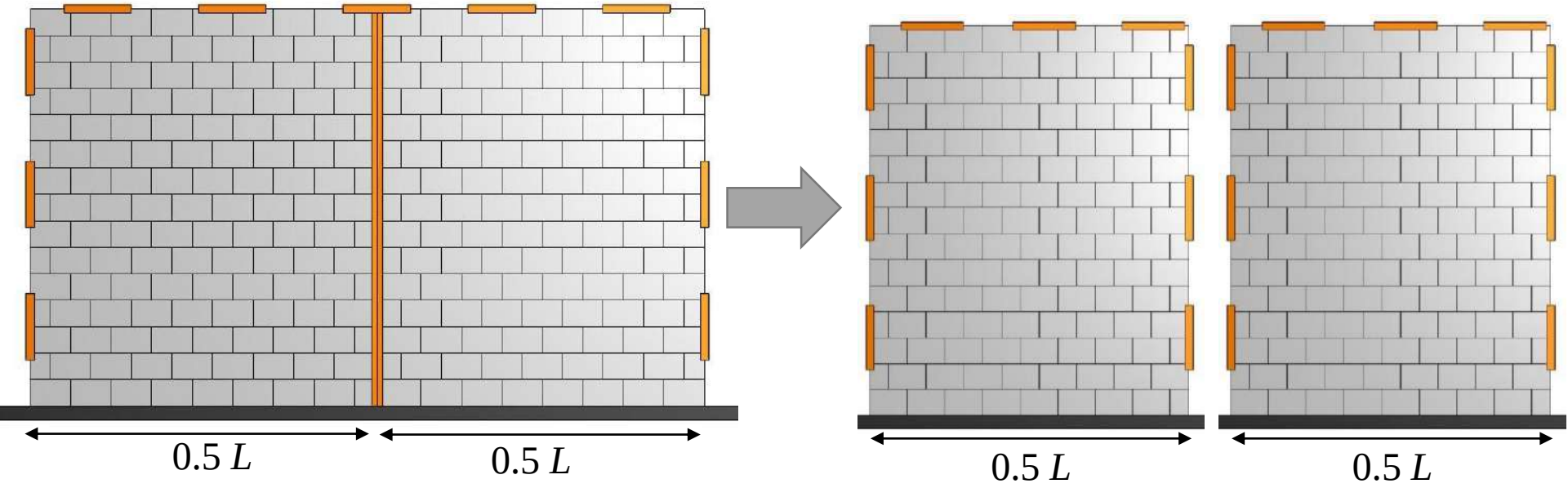
طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

طراحی اتصالات والپست

- اتصلات وال پست به نحوی طراحی شوند که قادر به انتقال نیروی وارده بر والپست باشند.
- همواره می توان اتصالات وال پست را در جهت اطمینان بر اساس ظرفیت والپست طراحی نمود.
- اتصال وال پست به کف معمولا به شکل گیردار یا مفصلی بوده و اتصال آن به سقف به صورت کشویی می باشد. در این صورت نیازی به ایجاد جداسازی بین بلوک ها و وال پست نخواهد بود.
- در صورتی که اتصال فوقانی وال پست به سقف به صورت کشویی نباشد، لازم است دیوار در امتداد داخل صفحه از وال پست جدا شود که برای این منظور می توان از جزئیاتی مشابه جزئیات اتصال دیوار به ستون استفاده نمود.

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

طراحی پانل بنایی دیوار



هر قسمت بنایی از دیوار با توجه به طول آزاد خود،که به واسطه حضور والپست کاهش یافته است، مطابق یک دیوار بنایی معمولی طراحی میشود.

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

ضابطه ۸۱۹

برای سهولت بیشتر در طراحی، در ضابطه ۸۱۹ جداولی از تیپ بندی مقاطع مورد نیاز والپست ها و جزئیات لازم برای دیوارهای دارای وال پست ارائه شده است که طراح میتوان از آنها استفاده نماید.

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

فرضیات جداول تهیه شده در ضابطه ۸۱۹

۳- وزن واحد حجم برای مصالح مصرفی در بلوک‌های AAC، بلوک‌های سیمانی (لیکا) و دیوارهای آجری به ترتیب ۶۰۰، ۸۵۰ و ۱۸۵۰ kg/m^3 در نظر گرفته‌شده است.

۴- ارتفاع کف تا کف طبقات برابر با ۳٫۳ متر و ارتفاع آزاد دیوارها ۳ متر در نظر گرفته‌شده است. به‌این‌ترتیب، ارتفاع وال پست‌های دیواری برابر با ۳ متر و ارتفاع کل در ساختمان‌های ۳، ۶ و ۱۰ طبقه به ترتیب برابر با ۹٫۹ متر، ۱۹٫۸ متر و ۳۳ متر می‌باشد.

۵- ضخامت دیوارهای داخلی برابر با ۱۰ سانتی‌متر و ضخامت دیوارهای خارجی برابر با ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر تعریف‌شده است.

۶- بار زلزله وارد بر دیوارهای پُرکننده داخلی و خارجی، بر اساس ضوابط مربوط به اجزاء غیر سازه‌ای و روابط ارائه‌شده در بند ۱-۴ تعیین می‌شود. در محاسبات این فصل، مقدار a_p برابر با ۱٫۰، مقدار $(1+S)$ برابر با ۲٫۷۵، I_p برابر با ۱٫۵ و R_u برابر با ۲٫۵ انتخاب‌شده است. همچنین ارتفاع کل ساختمان (H) بر اساس توضیحات بند ۴ تعیین‌شده و در تعیین ارتفاع z، فاصله مرکز جرم عضو غیر سازه‌ای تا تراز پایه در محاسبات آمده است. به‌عنوان‌مثال برای دیوار واقع در طبقه ششم مقدار z برابر با ۱۸=۱٫۵+(۵×۳٫۳) متر می‌باشد.

۷- بار باد وارد بر سطح دیوارهای خارجی بر اساس ضوابط ارائه‌شده در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و روابط بند ۱-۵ تعیین می‌شود. در محاسبات این فصل، I_w برابر با ۱٫۱۵، C_g برابر با ۲٫۵ و C_p برابر با ۰٫۹ در نظر گرفته‌شده است. در تعیین C_e نیز از روابط مبحث ششم استفاده‌شده و در آن، ارتفاع ۳۰ متر به‌عنوان مرز تعیین محدوده باز و متراکم تعیین‌شده است.

۸- محاسبات مربوط به مهار دیوارها در لبه‌های فوقانی (اتصال به سقف) و کناری (اتصال به وال پست‌ها) بر اساس بارهای خارج از صفحه وارد بر دیوار و با توجه به سطح باربر هر یک از لبه‌ها انجام‌شده است. جزئیات محاسباتی این بخش را می‌توان در ضابطه ۷۲۹ امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت دنبال کرد.

۹- تأمین مقاومت دیوارها در برابر خمش خارج از صفحه با توجه به روابط ارائه‌شده در آئین‌نامه ACI530 و نشریه ۷۲۹ سازمان برنامه و بودجه صورت گرفته است. در این شرایط، ابتدا مقاومت دیوارها در حالت غیرمسلح و مسلح تعیین‌شده و سپس، با مقدار خمش ناشی از بارهای جانبی (باد و زلزله) مقایسه

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

نمونه جداول تهیه شده در ضابطه ۸۱۹

مقطع پیشنهادی والپست

ب- ساختمان شش طبقه

در تمامی سرعت‌های باد				
ساختمان شش طبقه میزان خطرپذیری نسبی منطقه ۰/۲۵g و A=۰/۲		مقطع پیشنهادی: ضخامت دیوار ۱۵ سانتی‌متر		
نوع دیوار		فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost-ها) به متر		
		۰/۱-۰/۲	۳/۰-۳/۰	۳/۰-۴/۰
طبقات اول تا سوم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	4L30H150	4L40H150	4L40H150
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	4L30H150	4L40H150	4L40H150
	دیوارهای آجری	4L40H150	4L40H150	4L50H150
طبقات چهارم تا ششم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	4L30H150	4L40H150	4L50H150
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	4L30H150	4L40H150	4L40H150
	دیوارهای آجری	4L40H150	4L40H150	4L50H150

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

نمونه جداول تهیه شده در ضابطه ۸۱۹

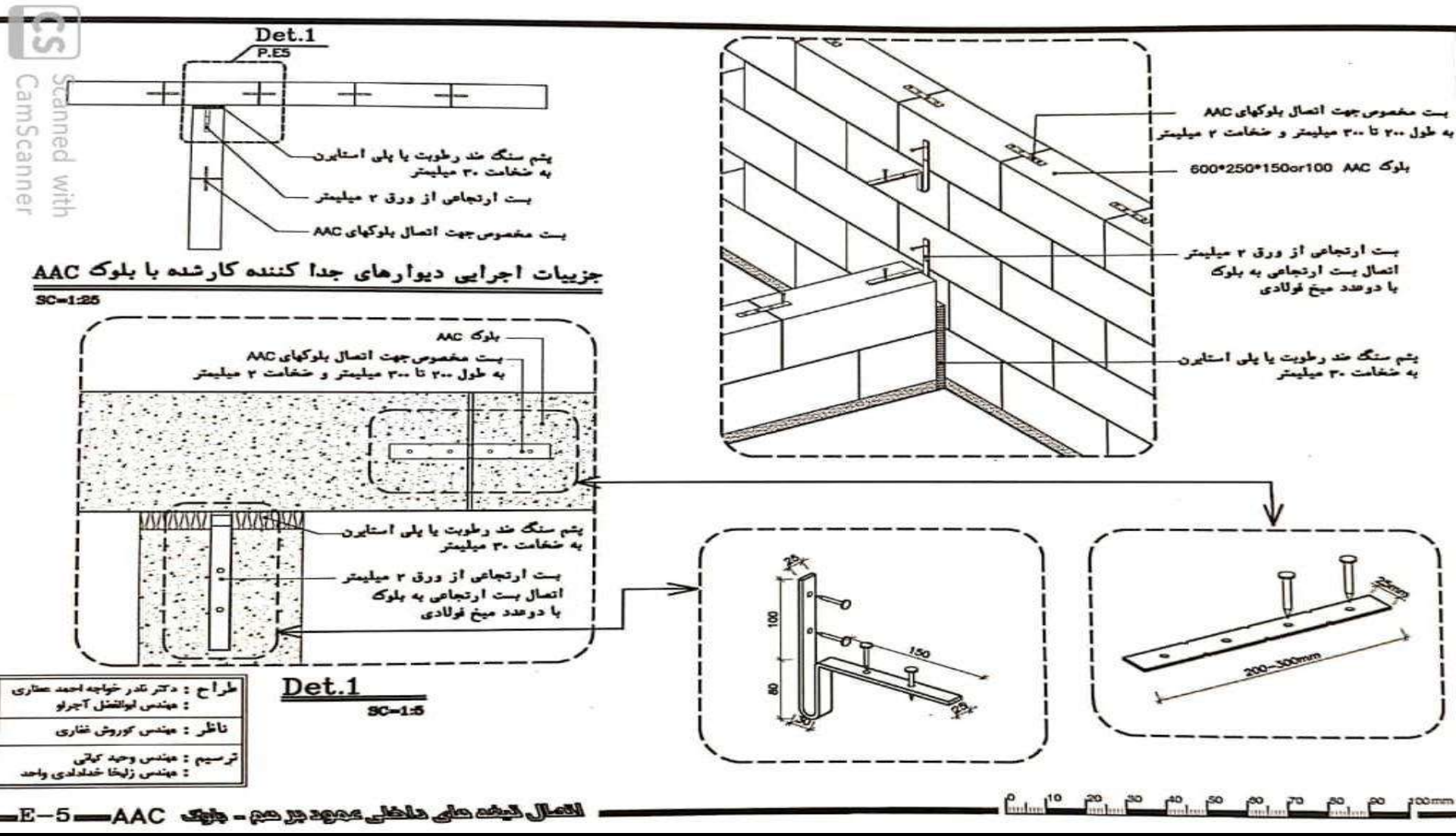
مقدار میلگرد بستر با فرض استفاده از ملات نوع s با سیمان بنایی و فواصل ۵۰ سانتی برای میلگردهای بستر

۲-۷-۱ جزئیات تسلیح دیوارهای خارجی

میزان تسلیح موردنیاز برای دیوارهای خارجی باضخامت ۱۵ سانتی‌متر				
تمامی طبقات، تمامی نواحی لرزه‌خیزی، تمامی سرعت‌های باد	جنس مصالح دیوار	فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost-ها)		
		۲/۰-۱/۰ متر	۳/۰-۲/۰ متر	۴/۰-۳/۰ متر
	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	بست‌های فلزی با عرض ۵۰ mm و ضخامت ۲ mm		
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	شبکه خرپایی با میلگرد (مفتول) های طولی به قطر ۴mm	شبکه خرپایی با میلگرد (مفتول) های طولی به قطر ۶mm	شبکه خرپایی با میلگرد (مفتول) های طولی به قطر ۸mm
	دیوارهای آجری	شبکه خرپایی با میلگرد (مفتول) های طولی به قطر ۶mm	شبکه خرپایی با میلگرد (مفتول) های طولی به قطر ۸mm	شبکه خرپایی با میلگرد (مفتول) های طولی به قطر ۱۰mm

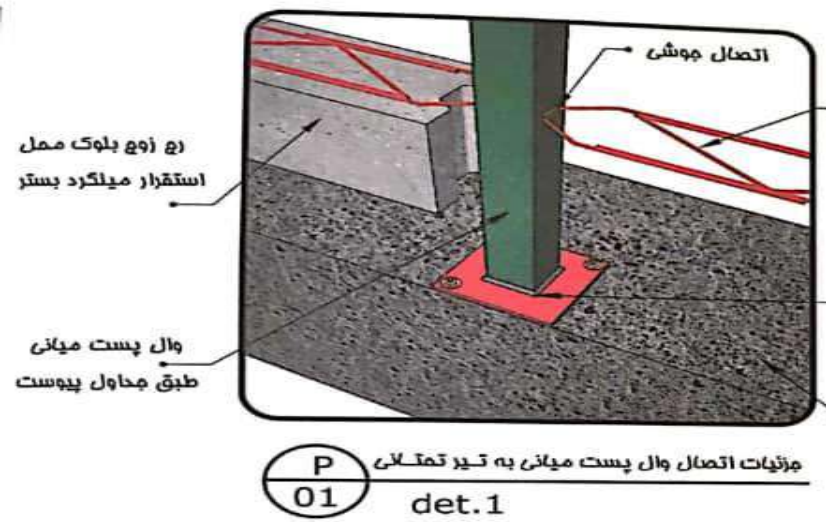
میلگرد بستر با قطر مفتول بالای ۴ الی ۵ میلیمتر معمولا تولید نمی شود

طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)

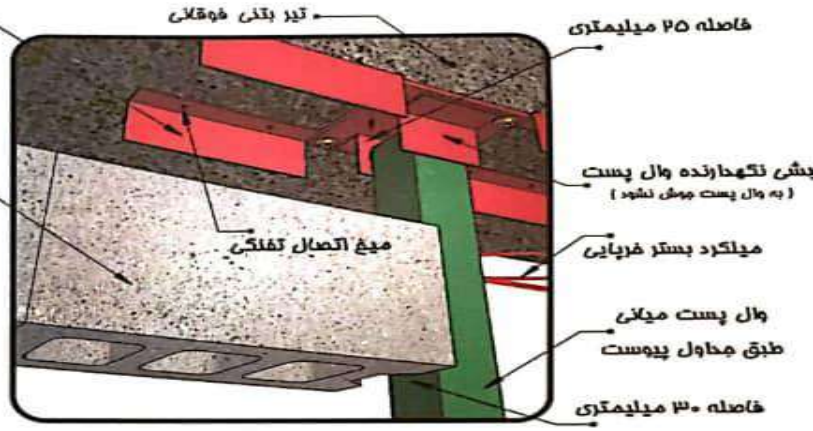


Scanned with CamScanner

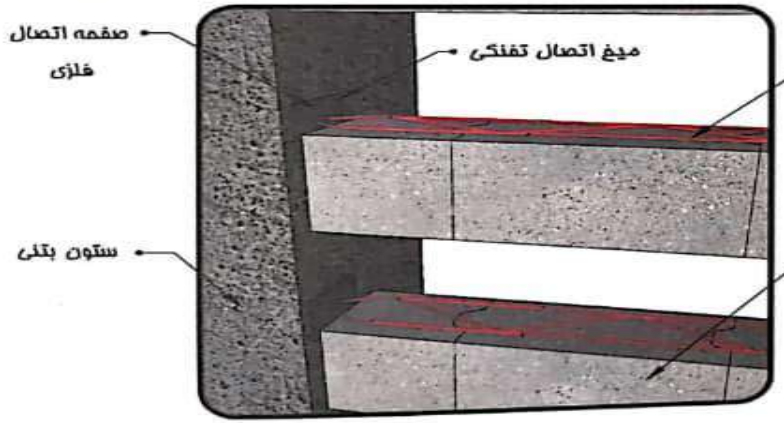
طراحی دیوارهای دارای وادار (والپست)



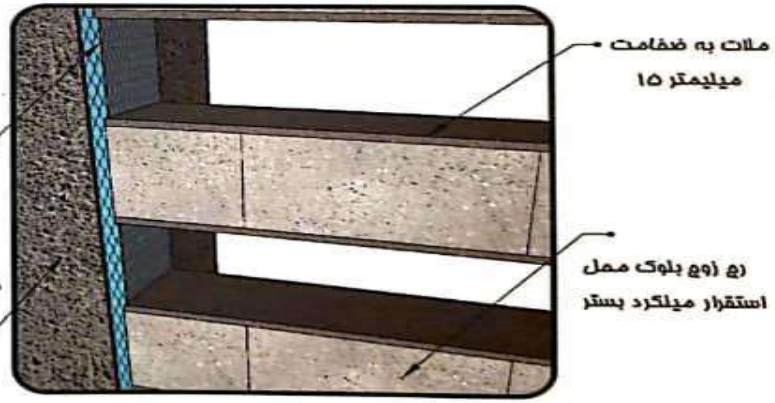
P 01 جزئیات اتصال وال پست میانی به تیر تمتانی
det.1



P 01 جزئیات اتصال وال پست میانی به زیر تیر فوقانی
det.2



P 01 جزئیات اتصال میلگرد بستر به ستون بتنی
det.3



P 01 جزئیات اتصال دیوار به ستون و استقرار پلی استایرن
det.4

راه پله

SEYED AMIN MOUSAVI

راه پله

مطابق پیوست ششم

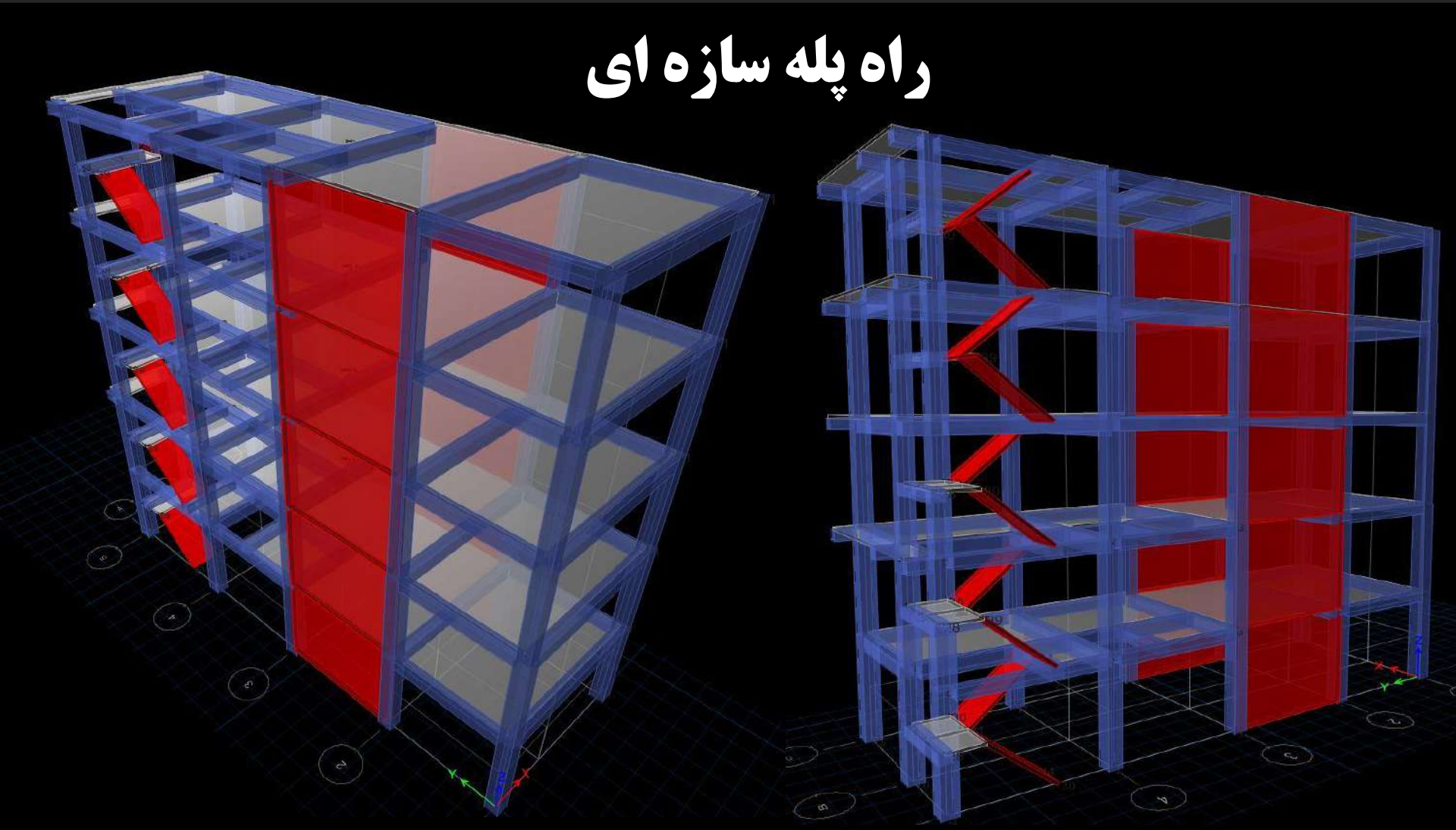
- **سیستم پله به صورت سازه ای دیده شود**
  (لازم است راه پله به شکل صریح مدل شود)

اثرات سازه ای راه پله:
- **افزایش سختی سازه**
- **ایجاد ستون کوتاه (در صورت اتصال گیردار تیر نیم طبقه به ستون)**
- **تغییر مرکز سختی سازه (می تواند منجر به افزایش پیچش شود)**

- **سیستم پله به صورت عضو غیرسازه ای دیده شده و از سازه جدا شود**
  (نیازی به مدلسازی صریح راه پله نیست)

راه پله

راه پله سازه ای



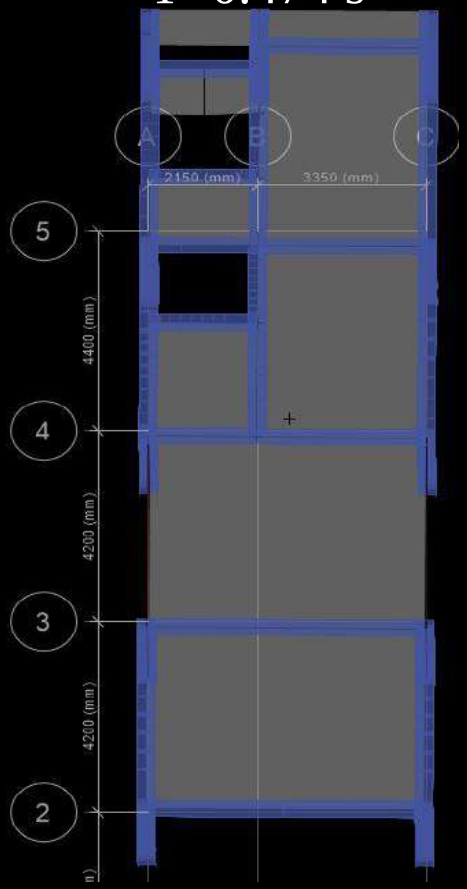
SEYED AMIN MOUSAVI

راه پله

راه پله سازه ای

مدل بدون راه پله

T=0.474 s



مدل با راه پله

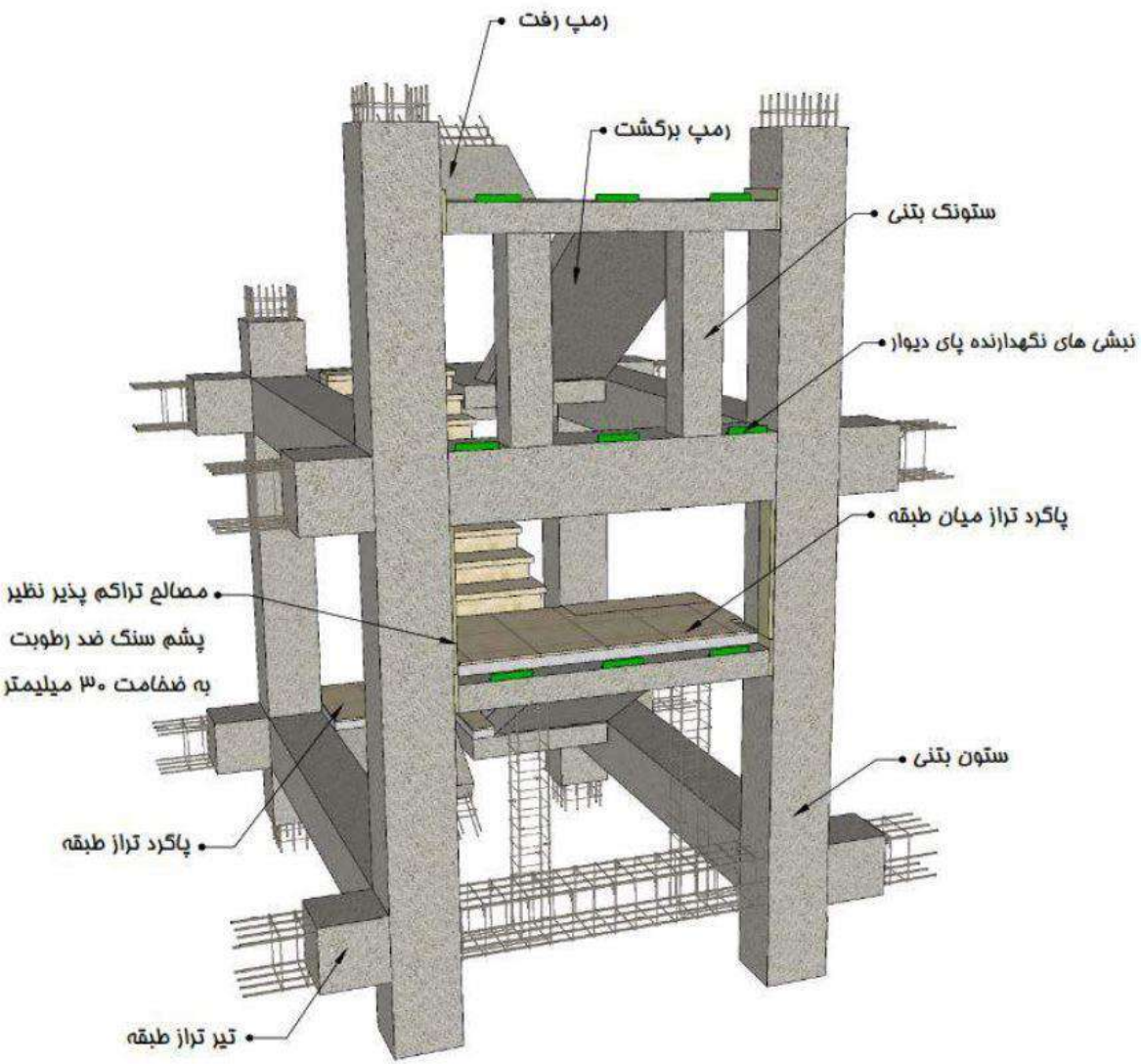
T=0.46 s

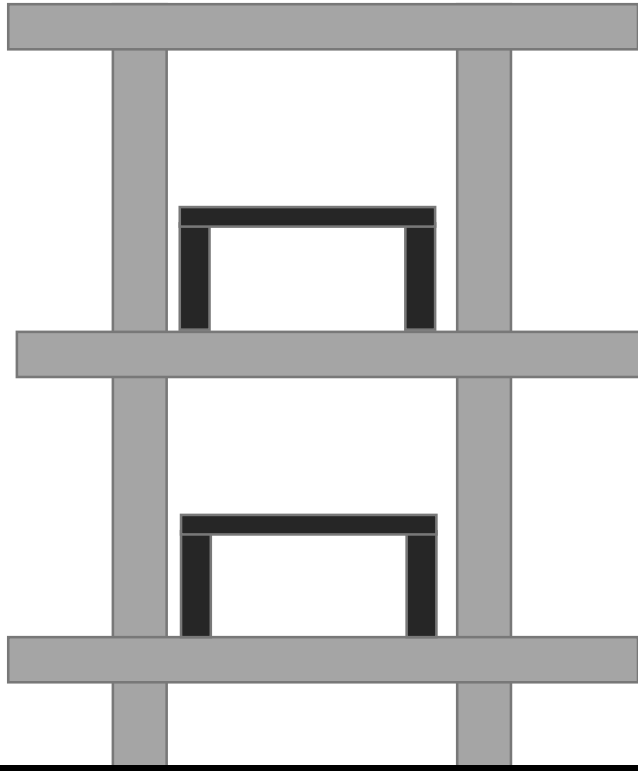
تغییر در مرکز سختی

راه پله

راه پله غیرسازه ای

روش ۱– استفاده از ستونک

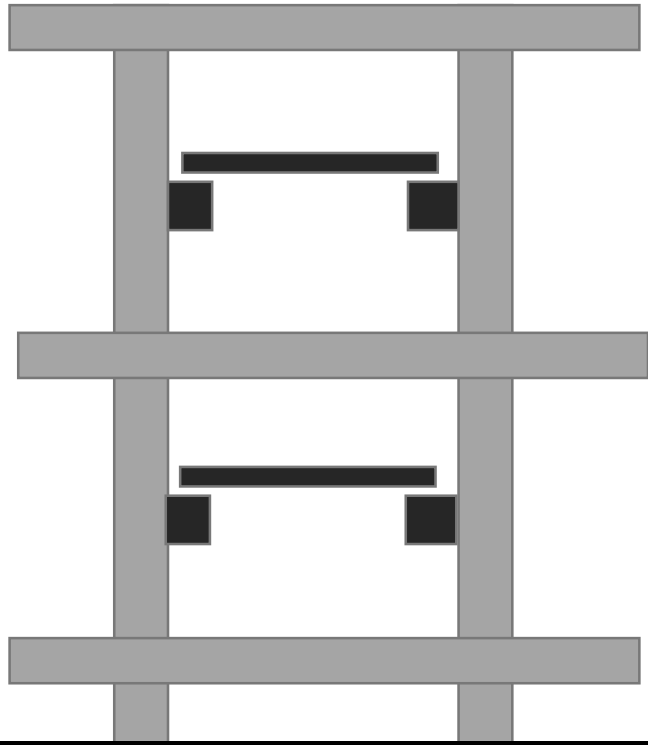


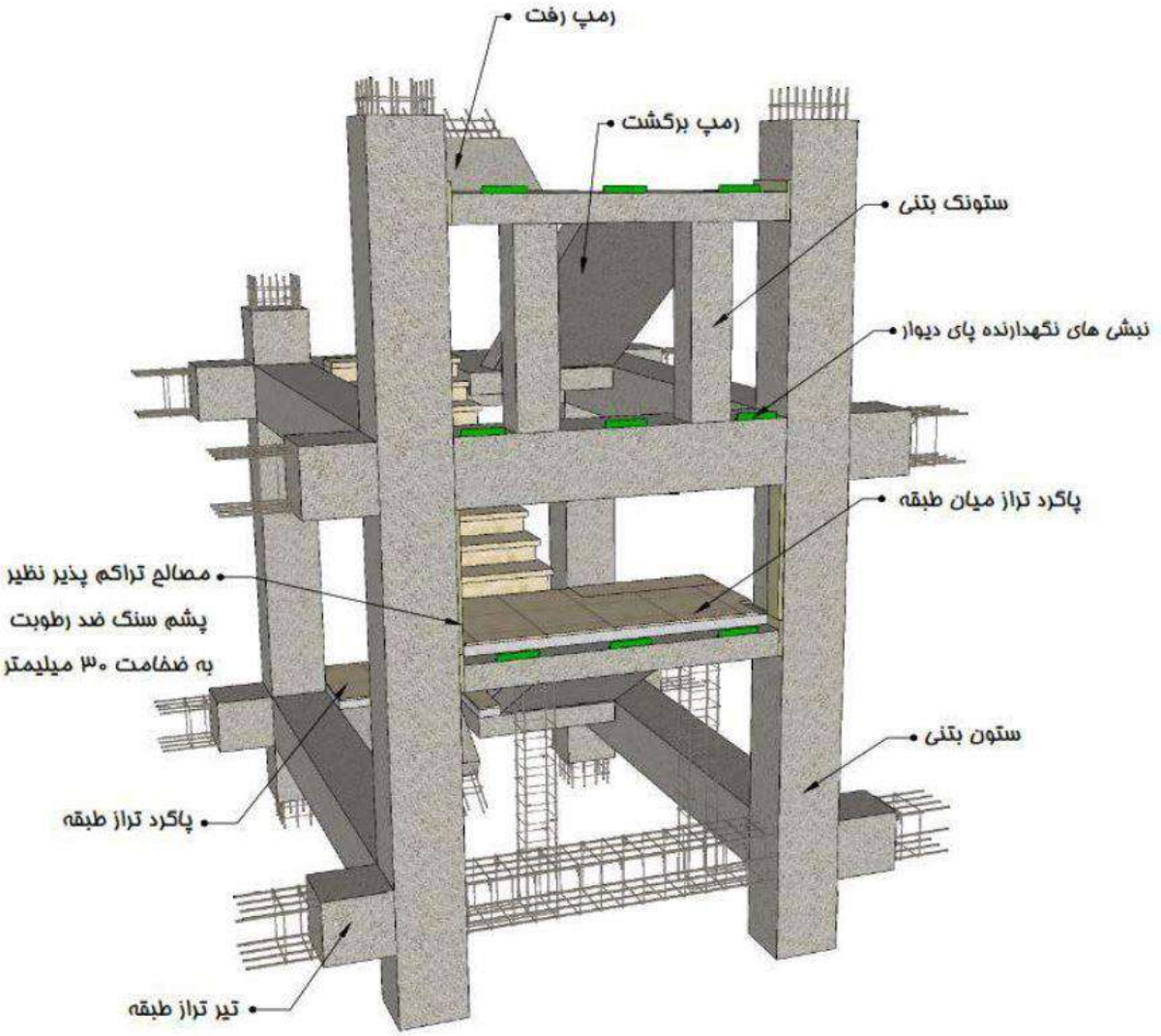


راه پله

راه پله غیرسازه ای

روش ۲– استفاده از کوربل





نما

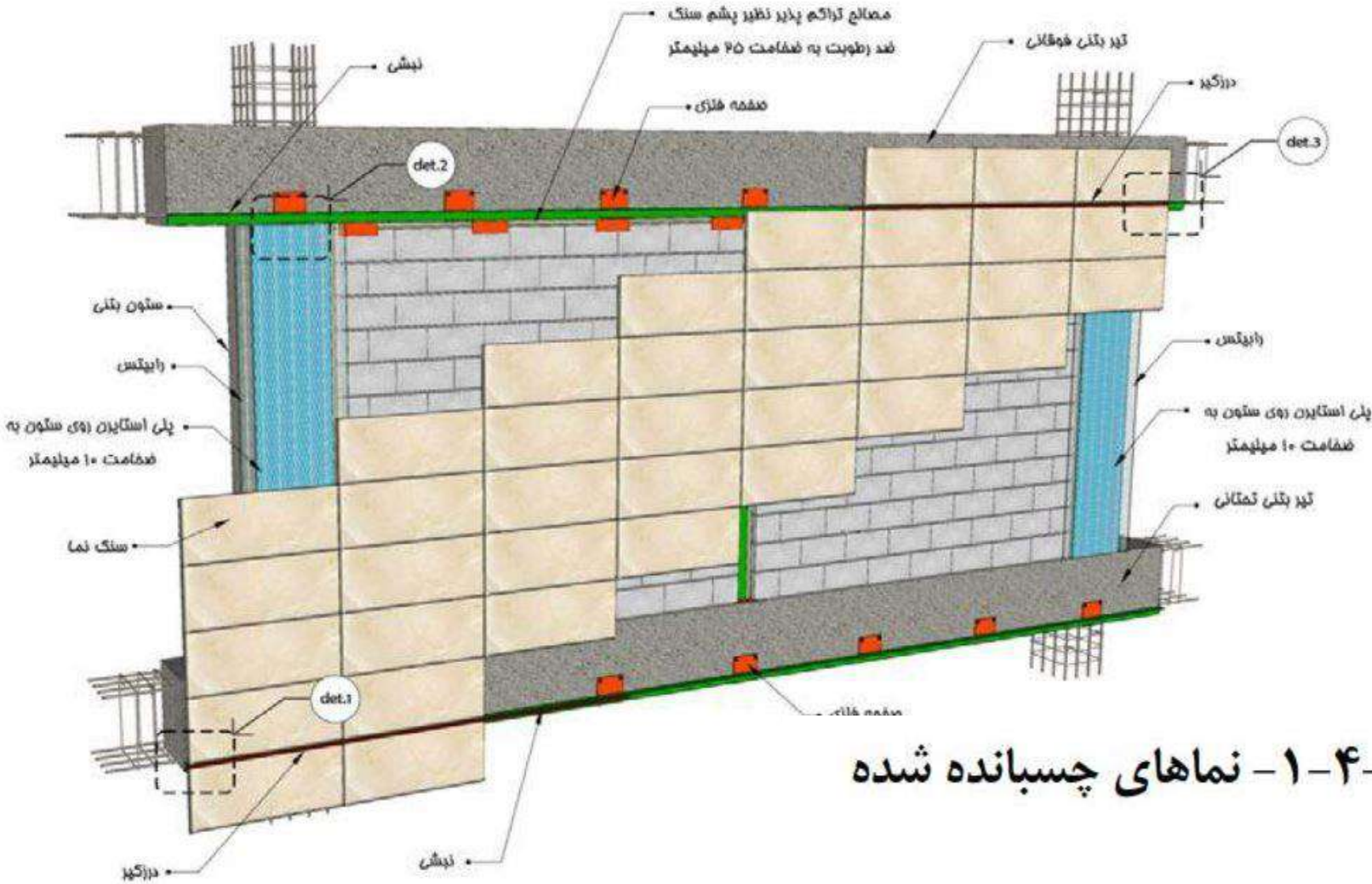
SEYED AMIN MOUSAVI

نما

پ۶-۱-۴-۳- نمای داخلی

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

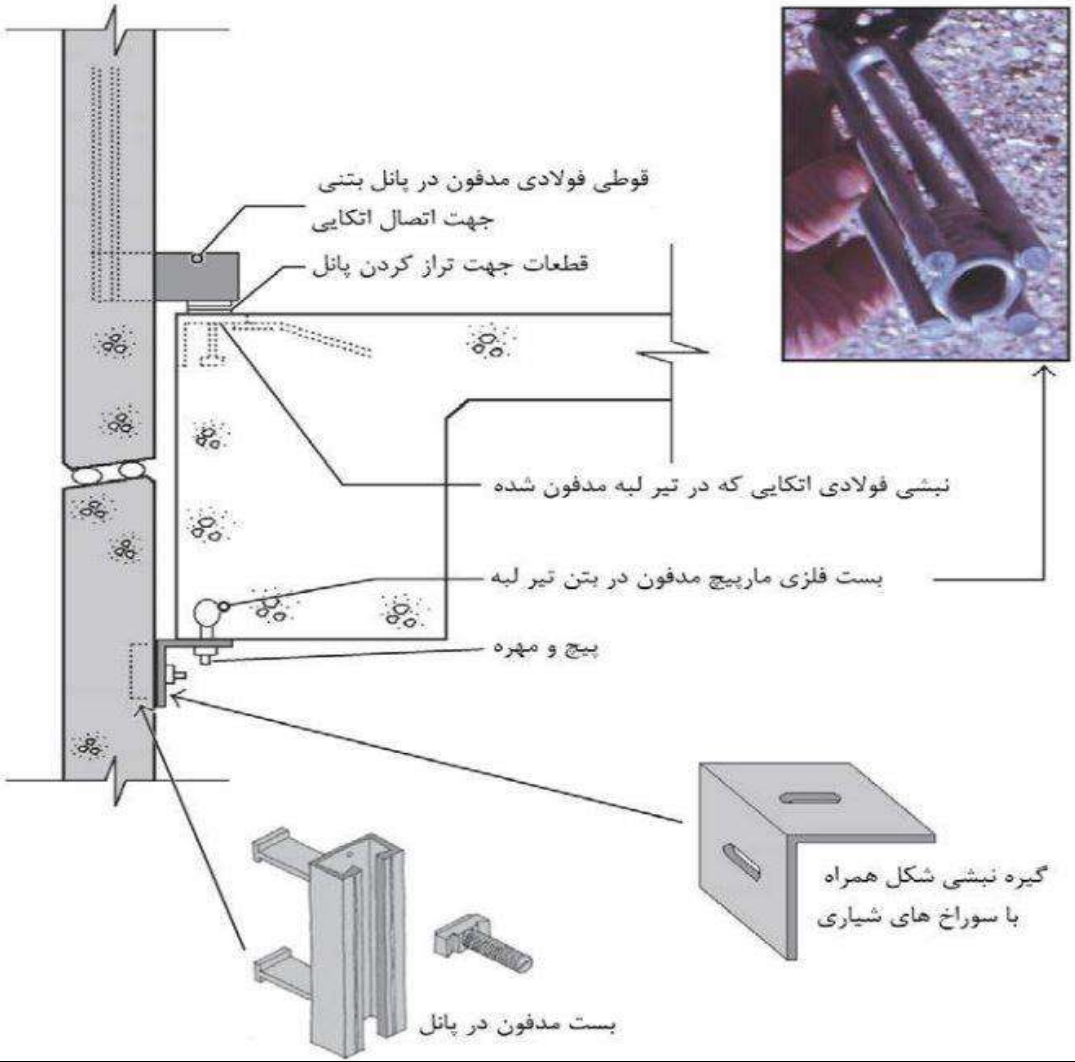
نما



پ۶-۱-۴-۴-۱- نماهای چسبانده شده

نما

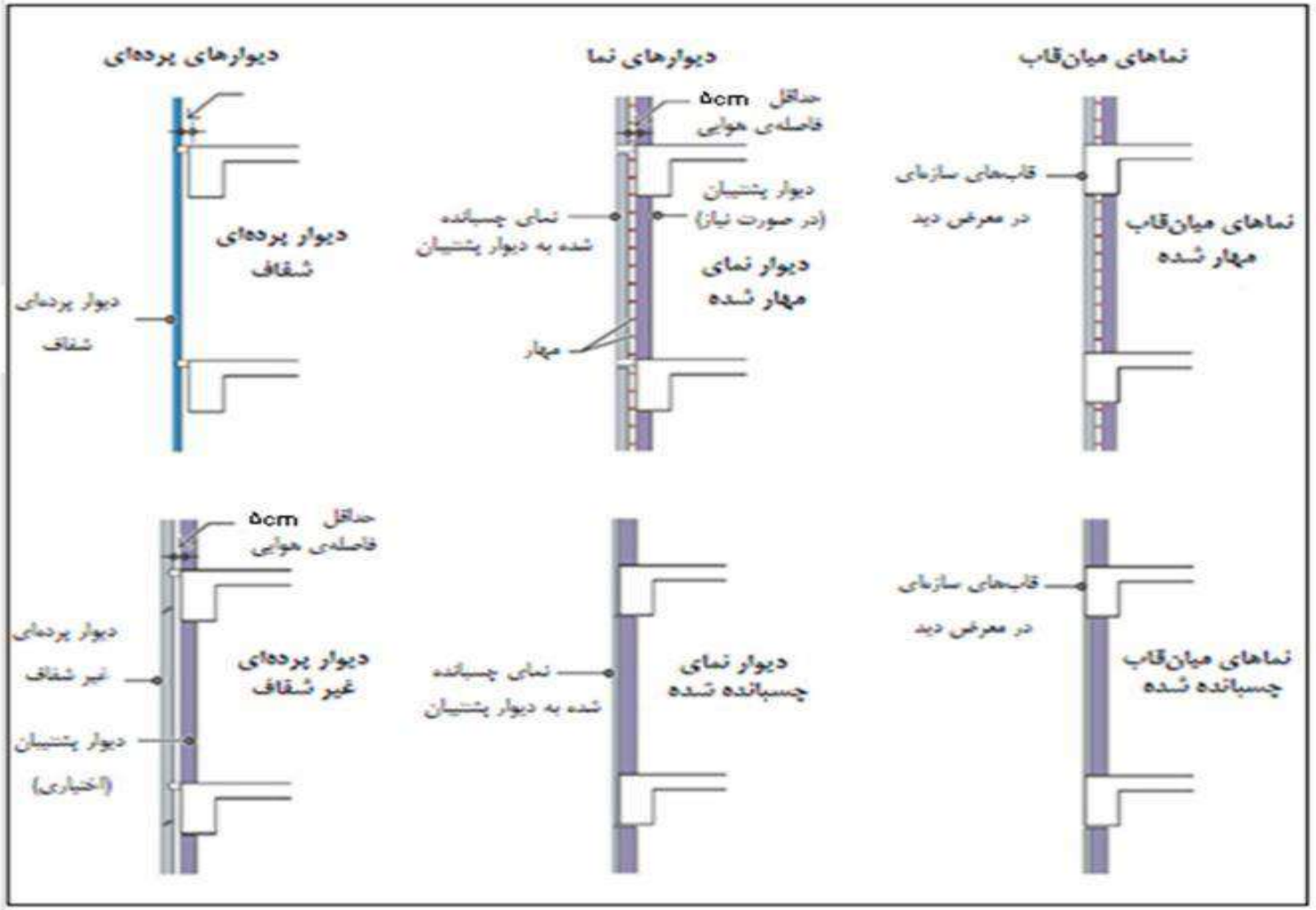
پ۶-۱-۴-۴-۲-نماهای مهار شده



دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها

ضابطه شماره ۷۱۴

نما



شکل ۱-۱- نمای شماتیک دیوار پرده‌ای، دیوار نما و دیوار میان‌قاب

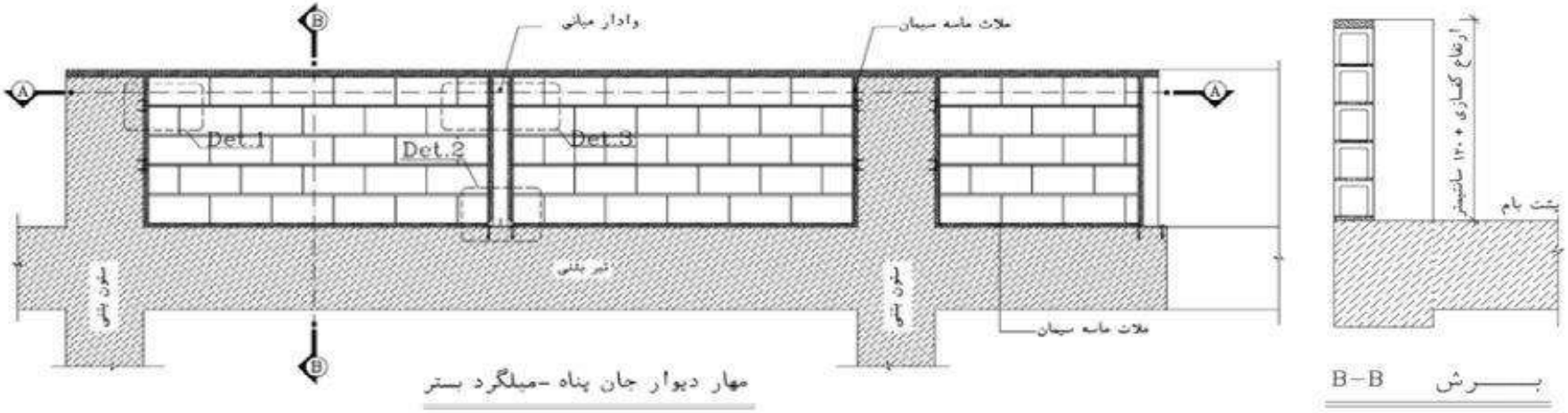
جان پناه

SEYED AMIN MOUSAVI

جان پناه

پ۶-۱-۴-۶- جان‌پناه‌ها

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



جان پناه

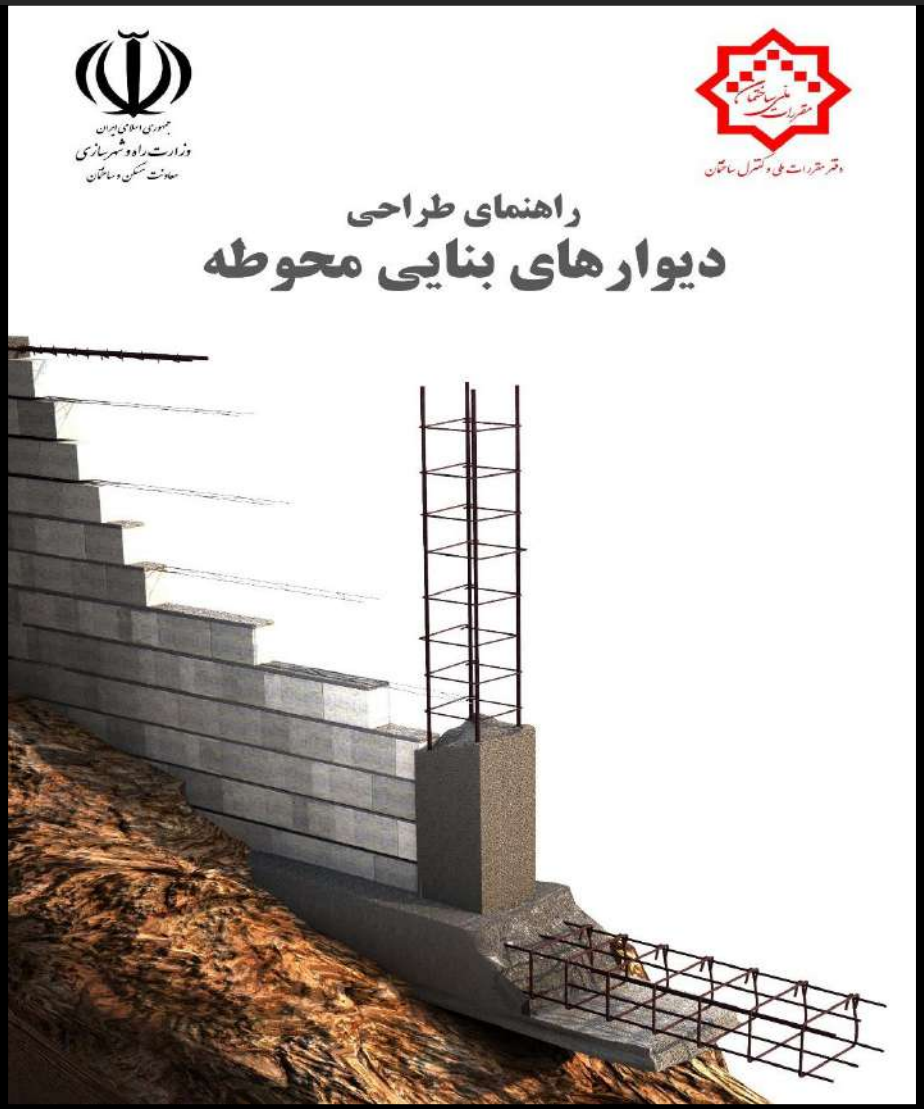
در ضابطه ۷۲۹ جان پناه همانند یک دیوار معمولی اما با ارتفاعی کمتر با لحاظ شرایط مرزی (لبه آزاد فوقانی) طراحی می شود.

جان پناه پشت بام نیازی به جداسازی با ستون یا وال پست ندارد. اما جان پناه بالکن طبقات لازم است حتما از ستون های اطراف جدا شود

دیوار محوطه

SEYED AMIN MOUSAVI

دیوار محوطه

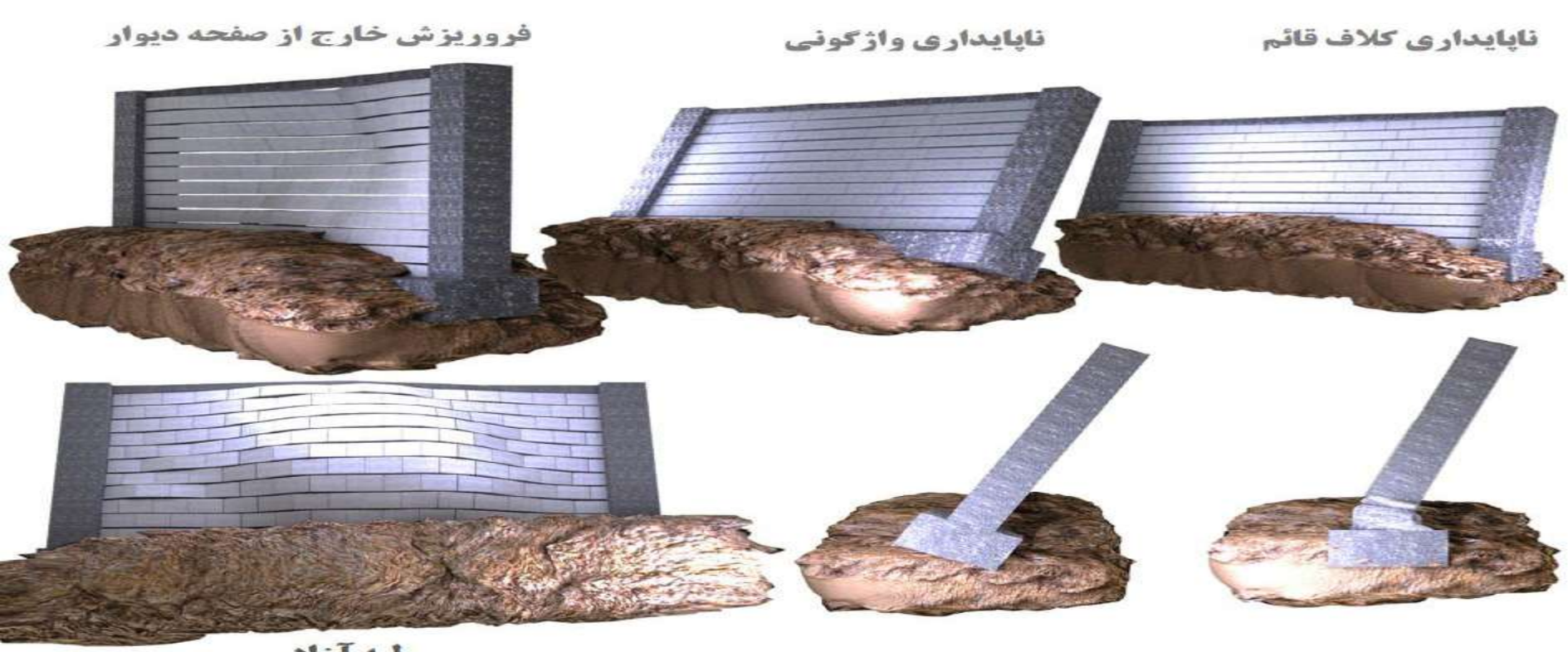

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان
دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان
راهنمای طراحی
دیوارهای بنایی محوطه

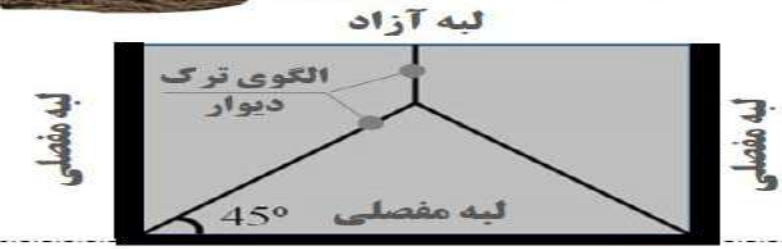
دیوار محوطه

دیوار محوطه

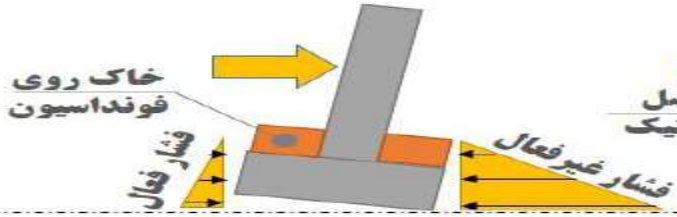
کلاف قائم
کلاف افقی
تسلیحات کلاف افقی
تسلیحات کلاف قائم
میلگرد بستر
فونداسیون

دیوار محوطه

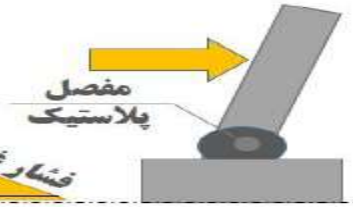




محاسبه ظرفیت بر اساس ضابطه ۷۲۹ با درنظر گرفتن رفتار دوطرفه و غیرایزوتروپیک دیوار



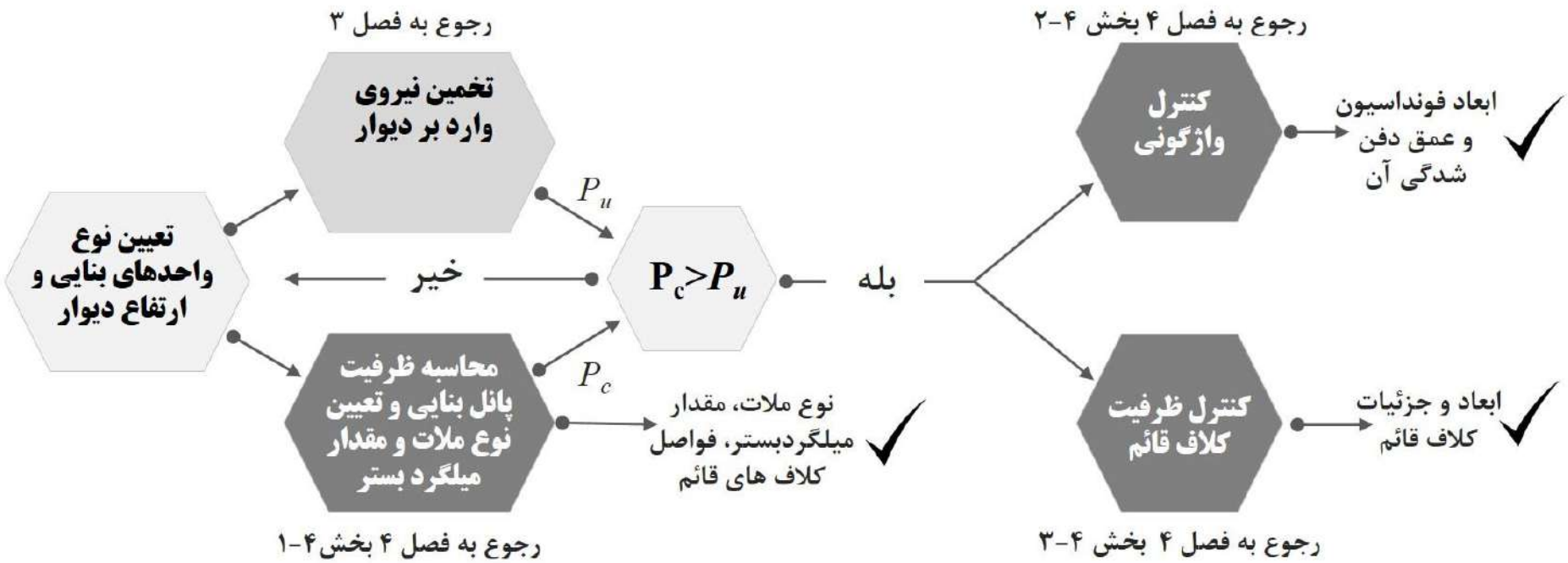
محاسبه ظرفیت بر اساس لنگر مقاوم ناشی از وزن



محاسبه ظرفیت بر اساس مقاومت خمشی کلاف قائم

دیوار محوطه

روند طراحی دیوارهای محوطه بر اساس کتاب راهنمای طراحی دفتر مقررات ملی ساختمان



دیوار محوطه

نیروی ناشی از زلزله در دیوارهای محوطه

$$P_{eq} = 0.4A(1+S)I_e W_w \qquad (۲-۳)$$

در رابطه فوق A نسبت شتاب مبنای زلزله طرح ، پارامتر S مربوط به نوع خاک و خطرپذیری لرزه ای منطقه مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می باشند.

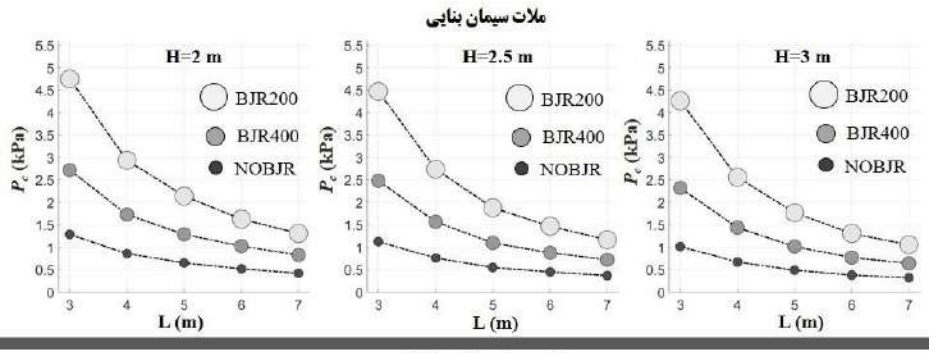
نیروی ناشی از باد در دیوارهای محوطه

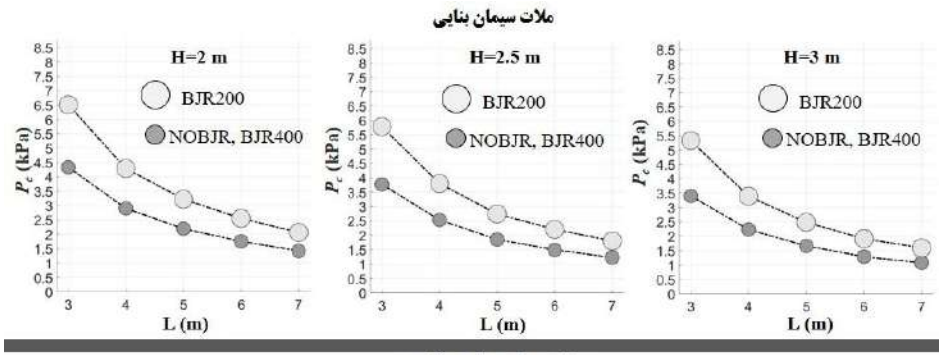
$$P_{wind} = \frac{0.11 I_w V^2}{1000} \qquad (۴-۳)$$

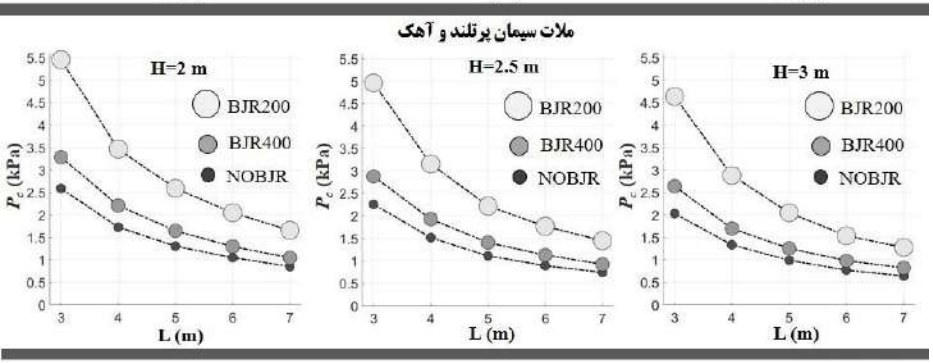
رابطه (۳-۴) مقدار نیروی ناشی از باد در سطح نهایی را بر حسب کیلوپاسکال (کیلونیوتن بر مترمربع) ارائه می دهد.

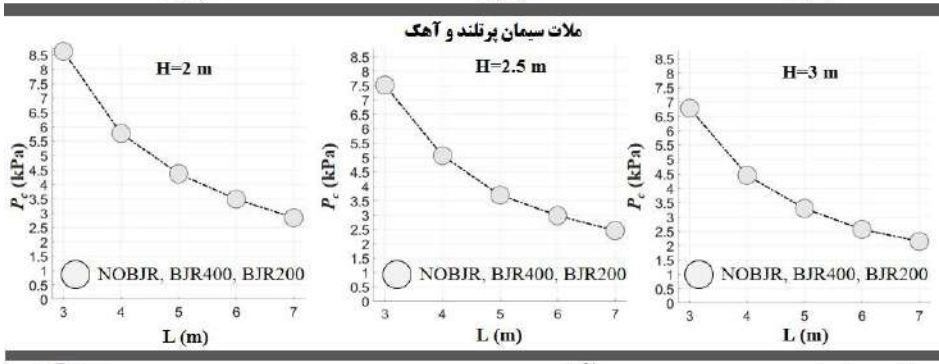
دیوار محوطه

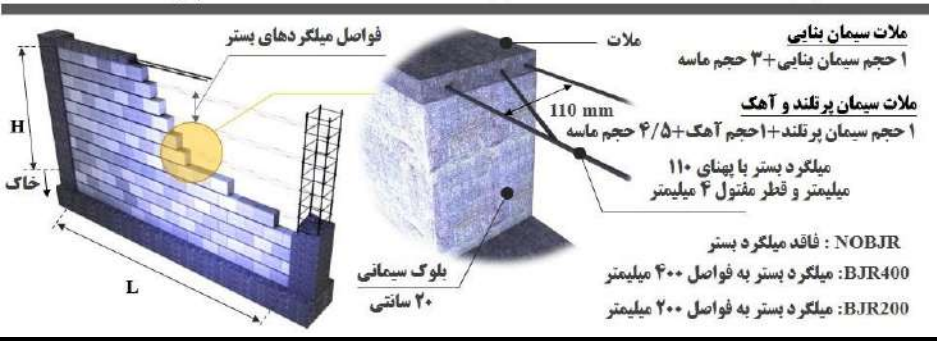
تعیین مقاومت خارج از صفحه دیوا محوطه (گراف ها منطبق بر ضابطه ۷۲۹ هستند)





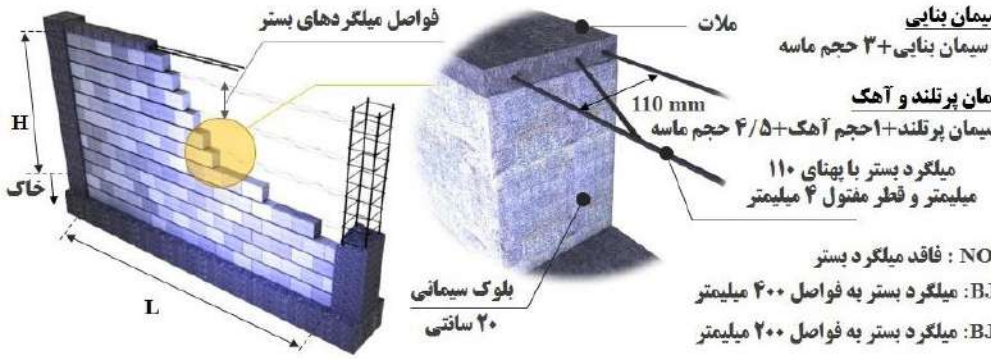


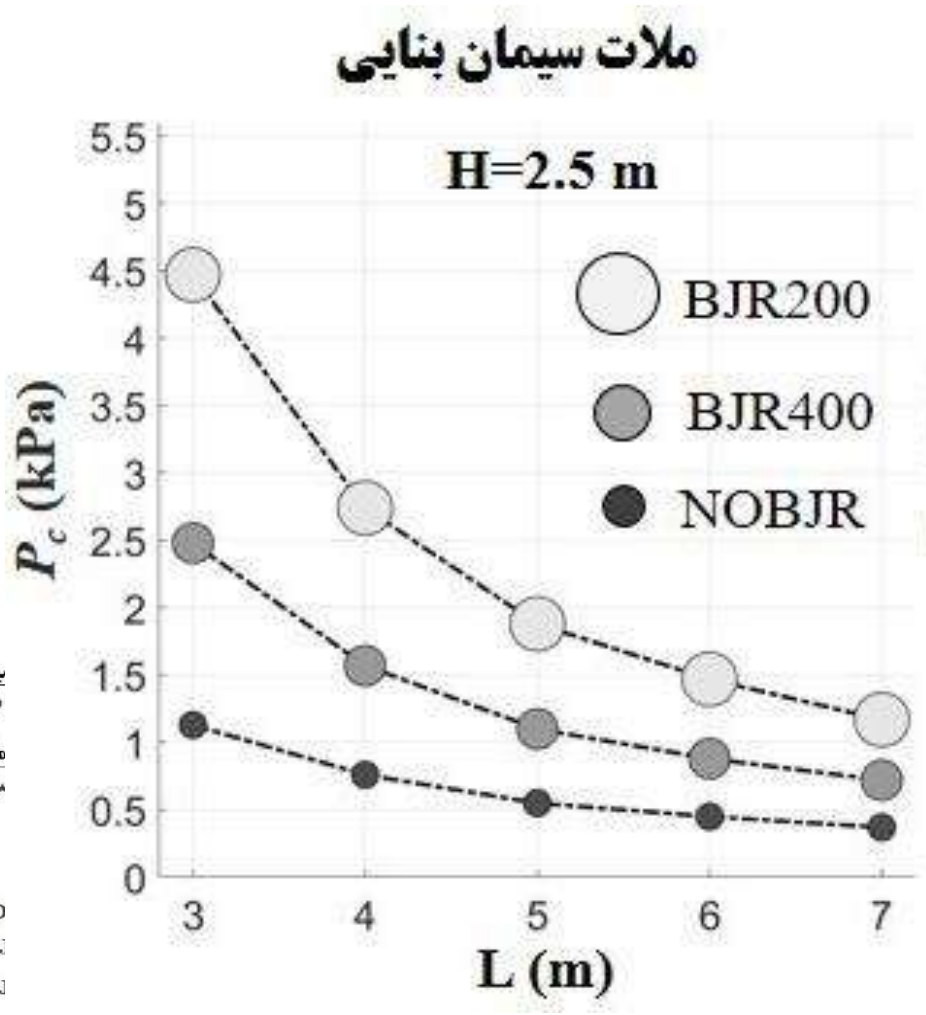




دیوار محوطه

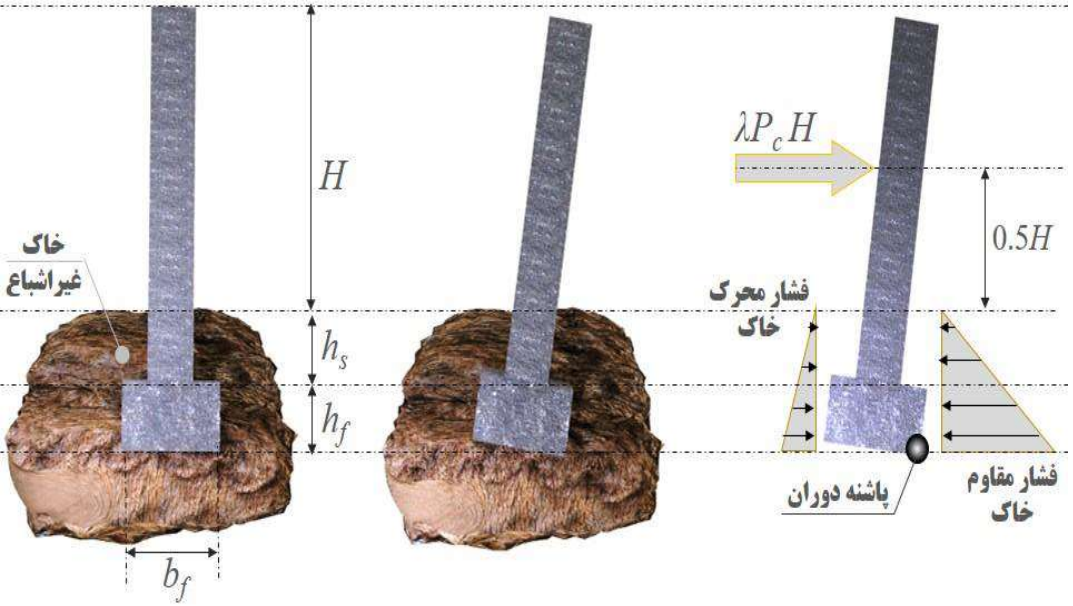
تعیین مقاومت خارج از صفحه دیوا محوطه (گراف ها منطبق بر ضابطه ۷۲۹ هستند)

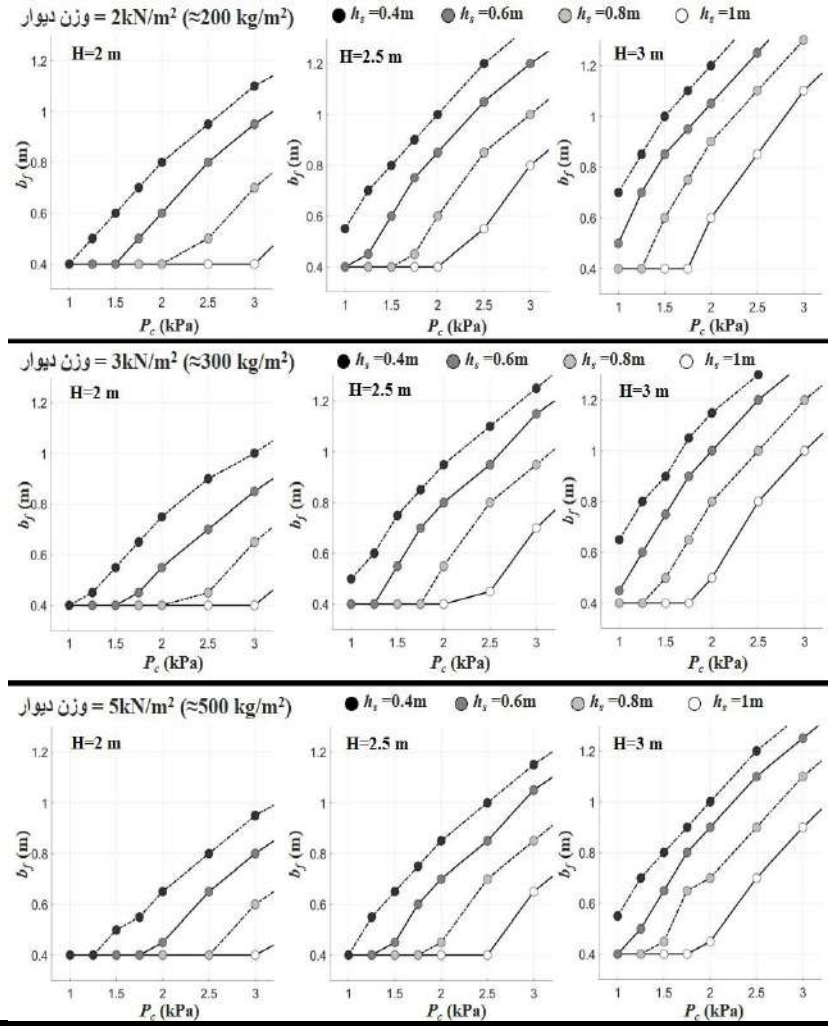




دیوار محوطه

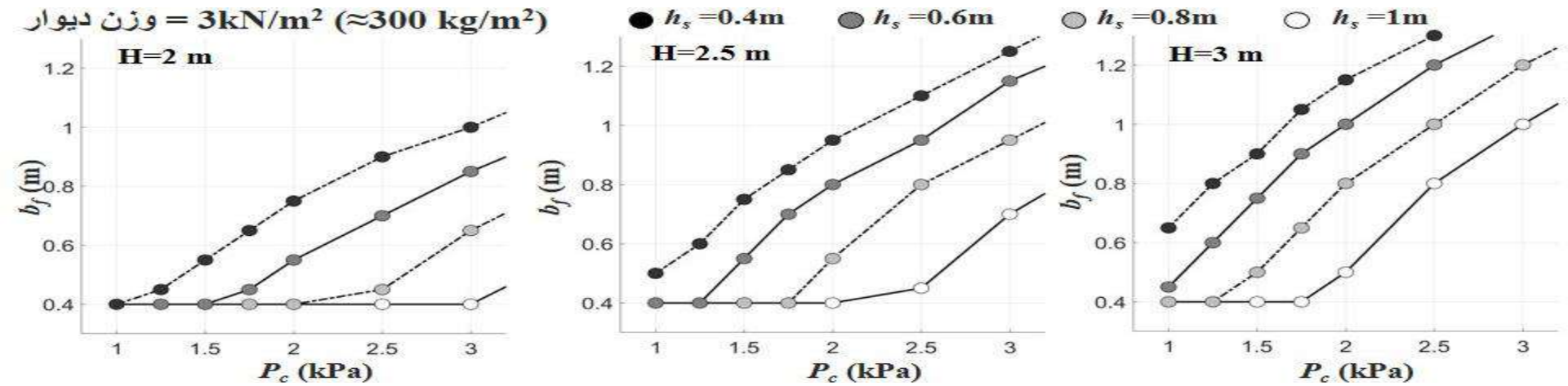
تعیین پهنای شالوده برای جلوگیری از واژگونی دیوار

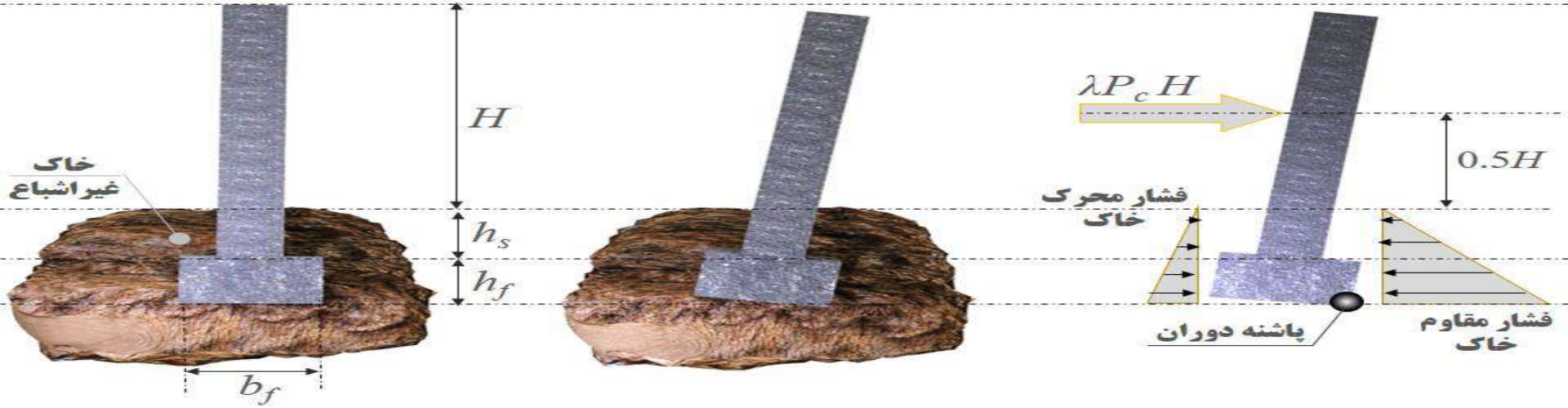




دیوار محوطه

تعیین پهنای شالوده برای جلوگیری از واژگونی دیوار





دیوار محوطه

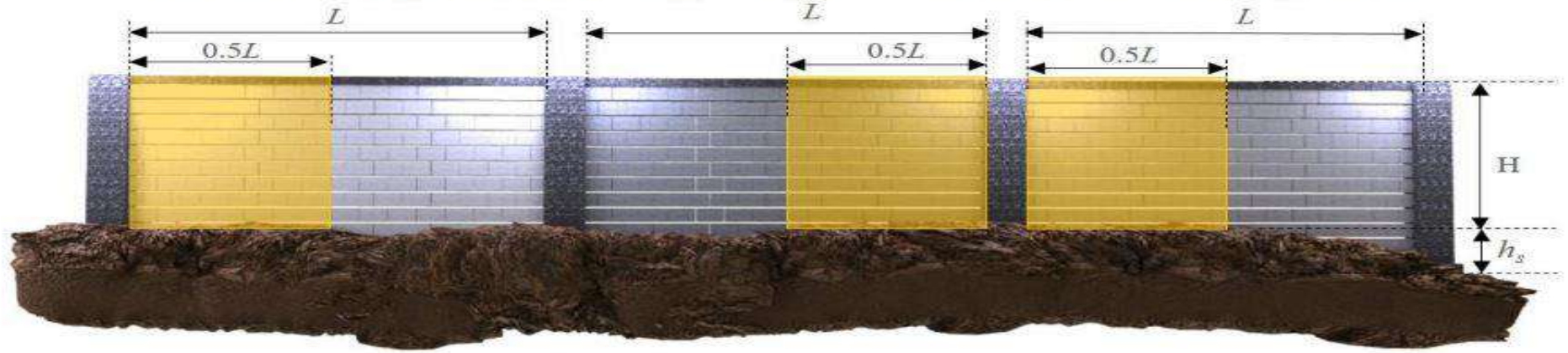
جزئیات آرماتورهای شالوده

مقطع شالوده ($b_f \times h_f$)	آرماتور طولی فوقانی	آرماتور طولی تحتانی	آرماتور عرضی (خاموت)
0.4 m×0.4 m	2Φ10	2Φ10	Φ10@200 mm
0.5 m×0.4 m	2Φ12	2Φ12	Φ12@300 mm
0.6 m×0.4 m	3Φ10	3Φ10	Φ10@200 mm
0.7 m×0.4 m	3Φ12	3Φ12	Φ12@300 mm

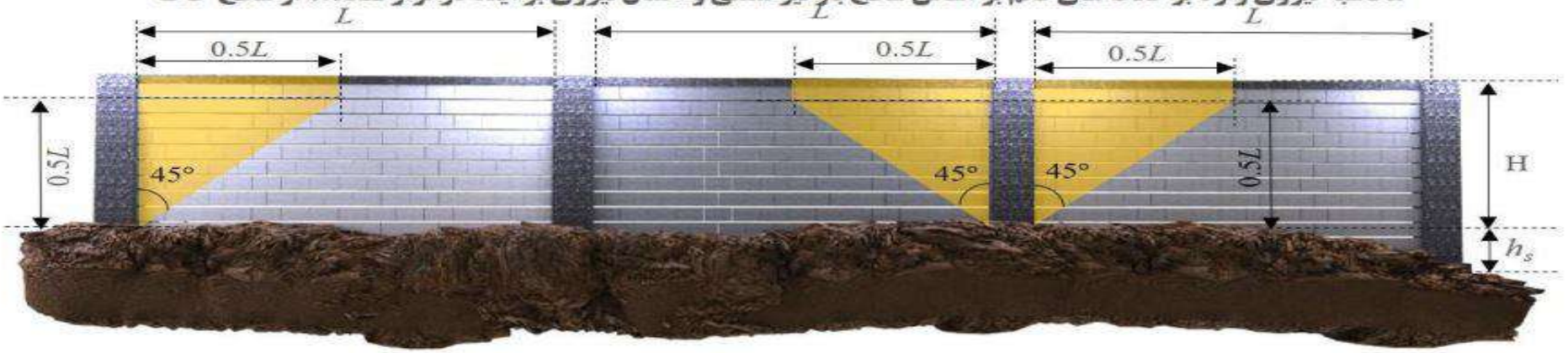
دیوار محوطه

طراحی کلاف قائم

روش ۱ (روش ساده سازی شده و محافظه کارانه)
محاسبه نیروی وارد بر کلاف های قائم بر اساس سطح بارگیر مستطیلی و اعمال نیروی برآیند در تراز 0.5H از سطح خاک



روش ۲ (روش دقیق تر مبتنی بر الگوی ترک)
محاسبه نیروی وارد بر کلاف های قائم بر اساس سطح بارگیر مثلثی و اعمال نیروی برآیند در تراز 0.65H از سطح خاک

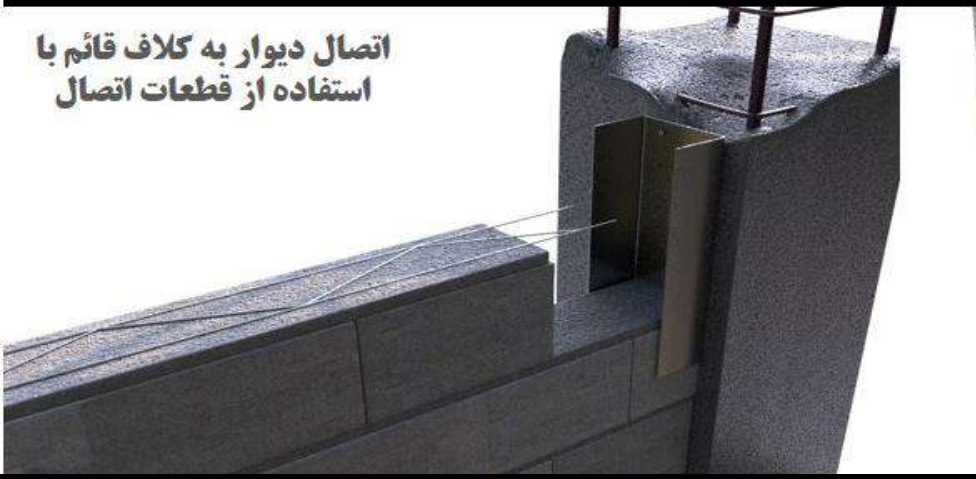


دیوار محوطه

اتصال دیوار به کلاف

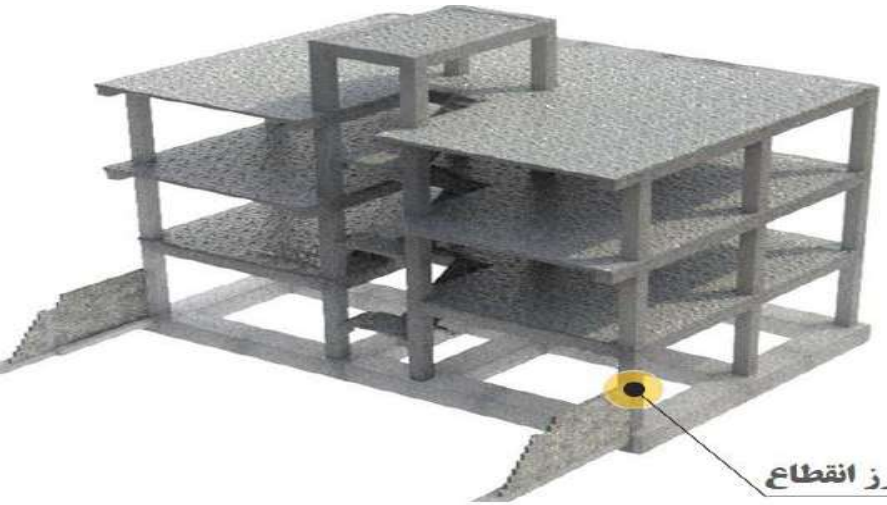
دیوار محوطه

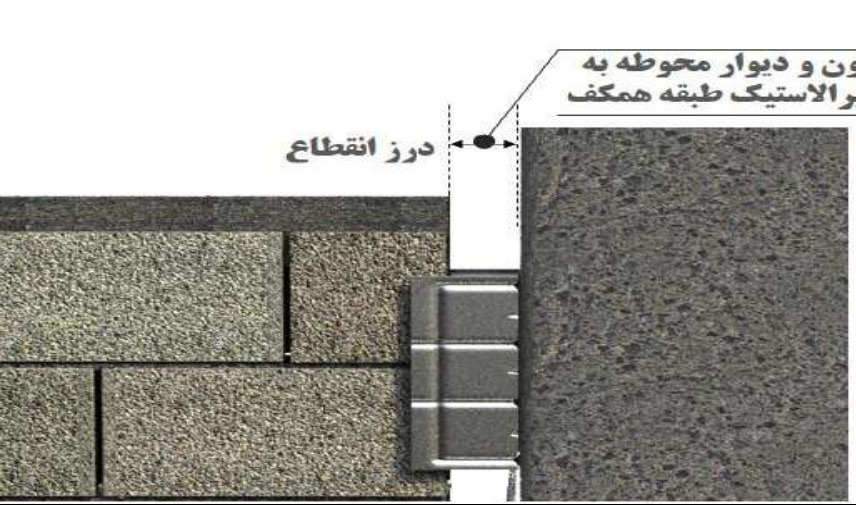
اتصال دیوار به کلاف

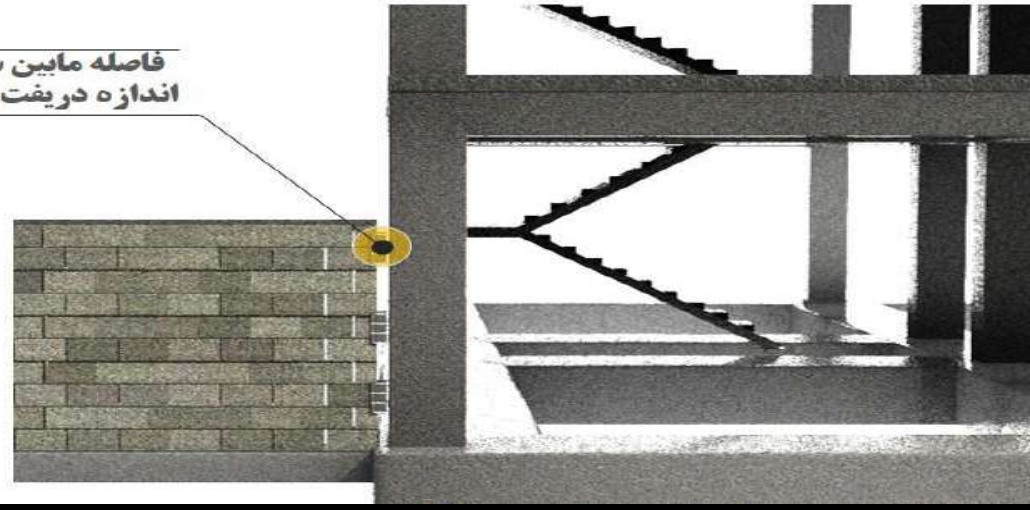


دیوار محوطه

جزئیات درز انقطاع دیوار محوطه با سازه ساختمان

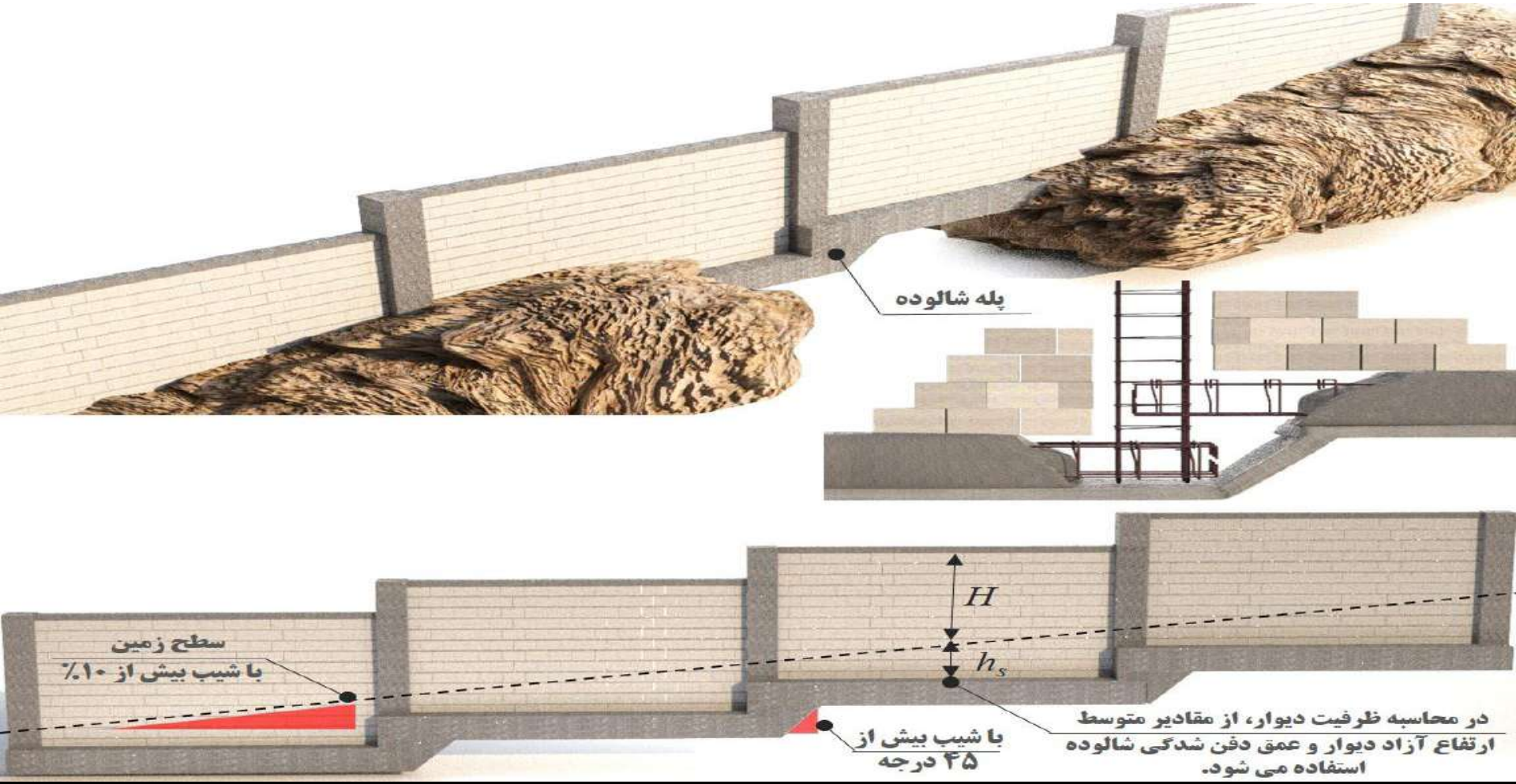






دیوار محوطه

اجرای دیوار محوطه بر روی زمین های شیب دار

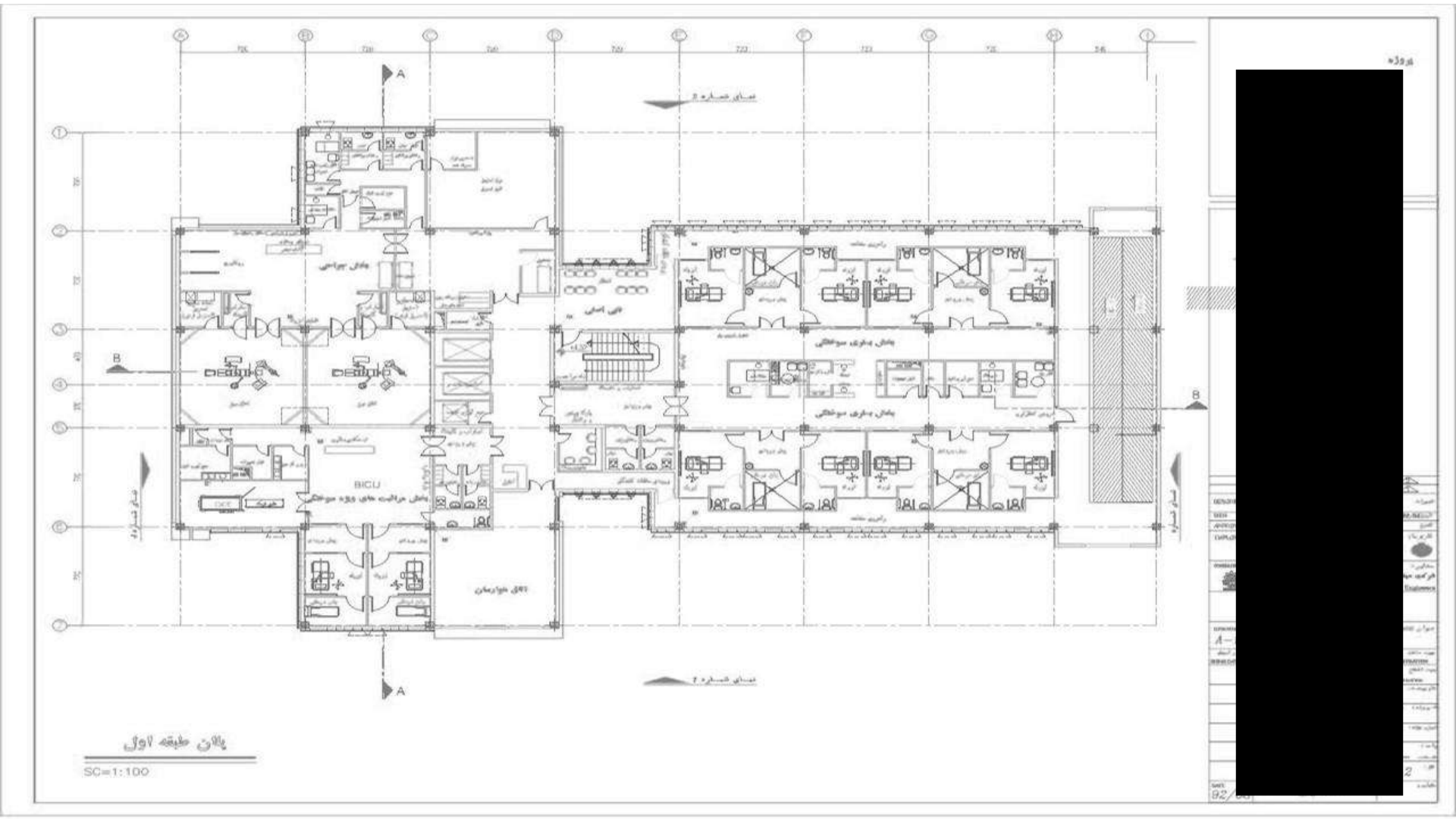


معرفی روشی کاربردی

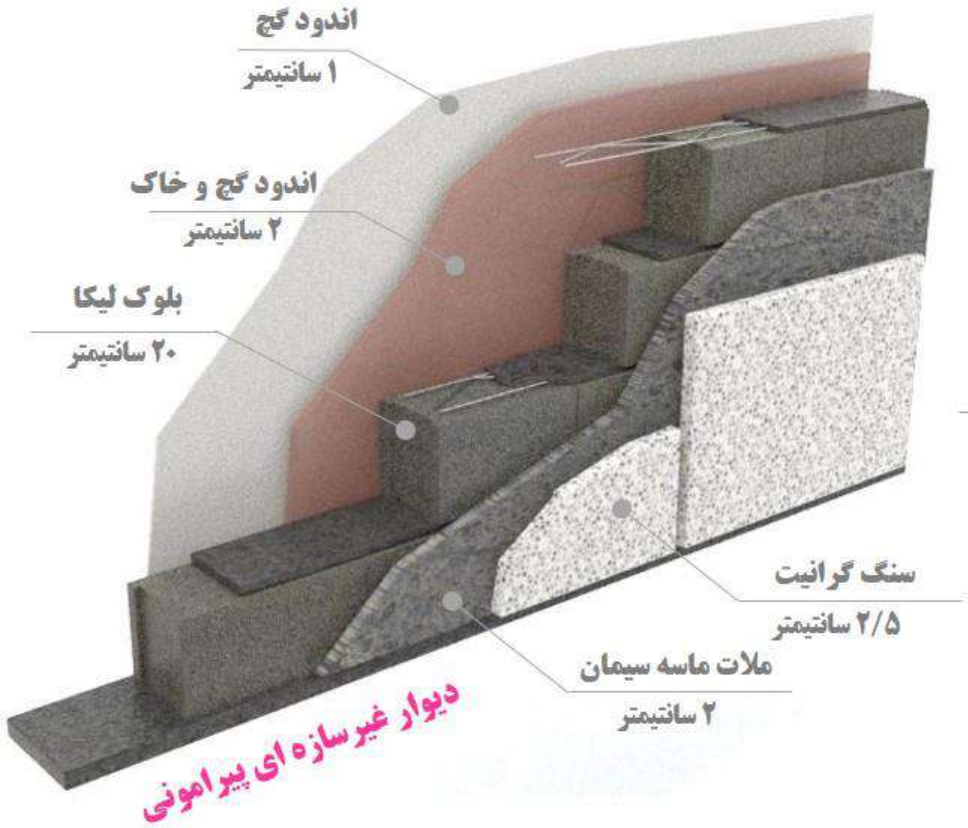
در قالب یک پروژه

SEYED AMIN MOUSAVI

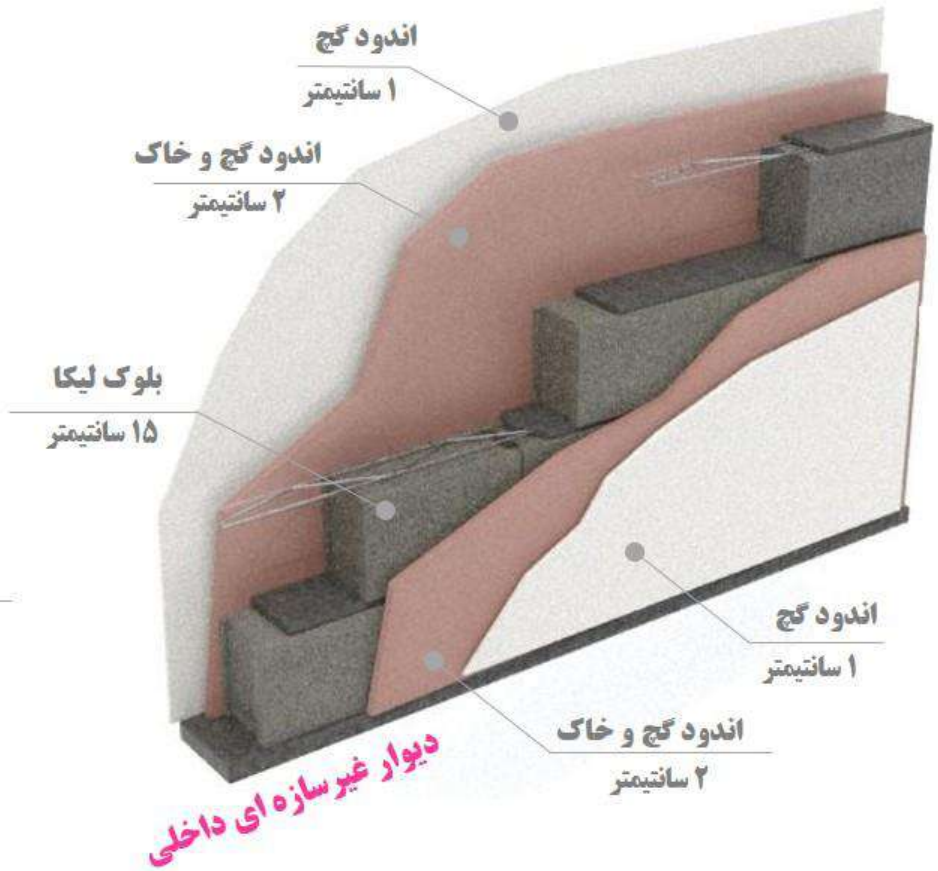
گام ۱– محاسبه نیروی وارده بر دیوارها



گام ۱– محاسبه نیروی وارده بر دیوارها



وزن دیوار پیرامونی = ۳۲۷≈۳۳۰ Kg/m²



وزن دیوار داخلی = ۲۱۸≈۲۲۰ Kg/m²

گام ۱– محاسبه نیروی وارده بر دیوارها

قابل محاسبه هم از طریق اپلیکیشن اکسل و هم از طریق روابط موجود در ضابطه ۷۲۹ برای زلزله و باد

جدول ۱- نیروی خارج از صفحه وارد بر دیوارها

	وزن دیوار (N/m^2)	نیروی زلزله (kPa)	نیروی باد (kPa)	نیروی حاکم بر طرح (kPa)
دیوار ۱۵ سانتی داخلی	2200	1.22	0	**1.22**
دیوار ۲۰ سانتی پیرامونی	3300	1.83	1.67	**1.83**

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها

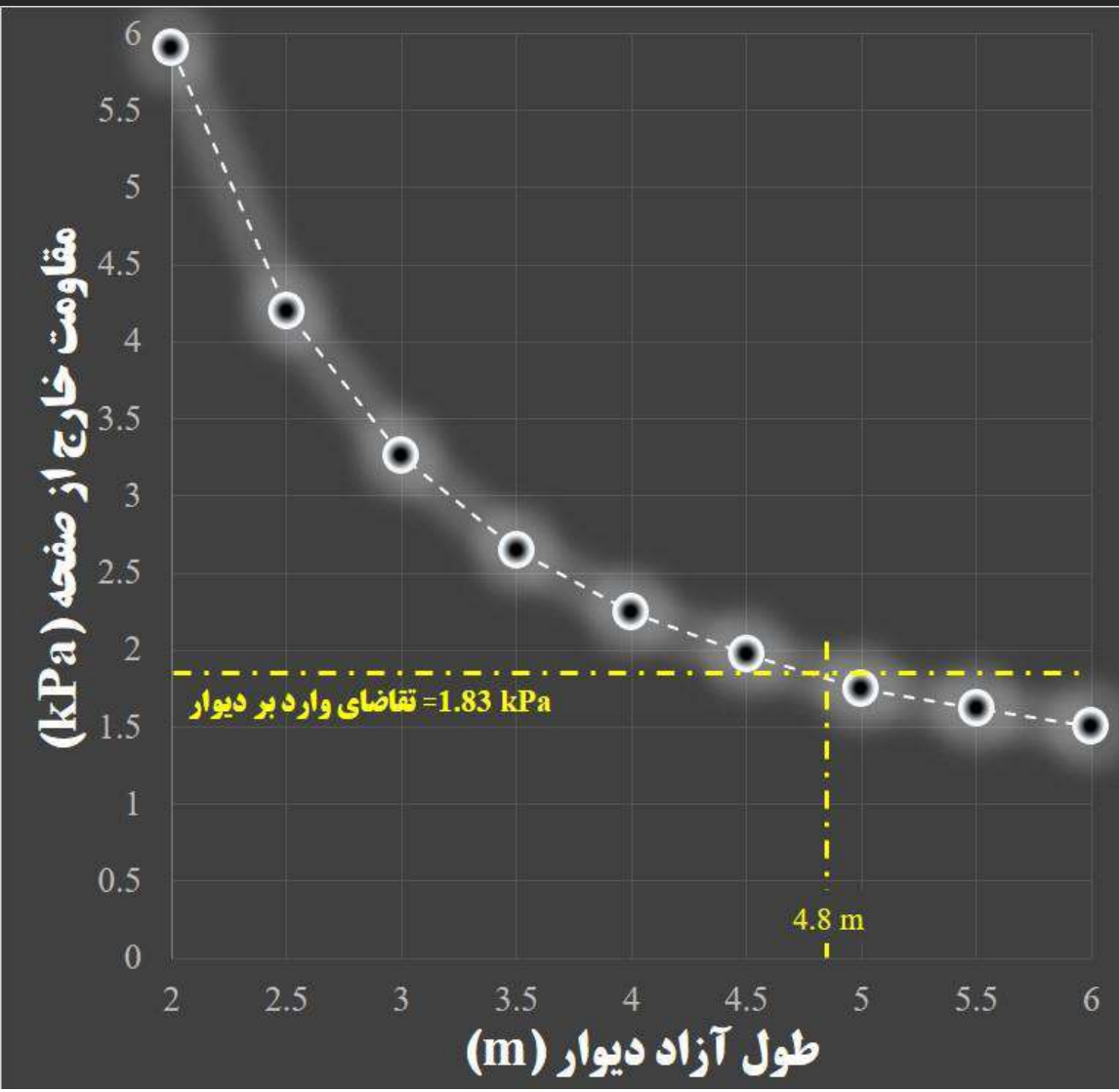
طول بحرانی عبارت است از طولی از دیوار که در آن مقاومت خارج از صفحه دیوار(با درنظر گرفتن ضرایب کاهش مقاومت) با نیروی خارج از صفحه دیوار (ناشی از باد یا زلزله) برابر می شود.

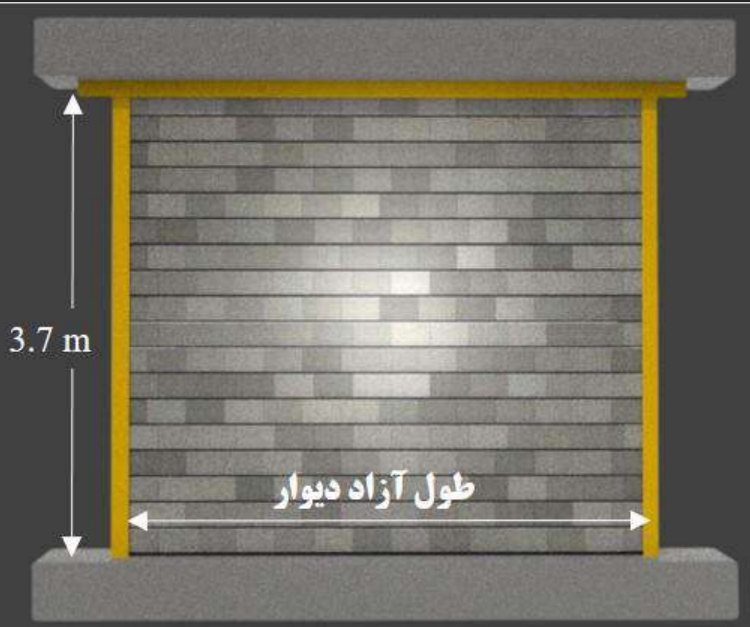
در پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ به طور غیرصریح این طول برابر ۴ متر درنظر گرفته شده است. در واقعیت این طول عدد ثابتی نبوده و ممکن است بیشتر یا کمتر از ۴ متر باشد. جزئیات دیوار و مقدار نیروی وارده بر آن بسیار تاثیرگذار است.

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها

با مشخص بودن ارتفاع دیوارهای داخلی و پیرامونی در پلان
با فرض یک ملات مشخص و یک مقدار میلگردبستر مشخص (مثلا یک رج درمیان)، طول بحرانی دیوارهای داخلی و پیرامونی بر اساس شرایط مرزی مختلف محاسبه می شود.

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: E
(هر چهار لبه مقید)

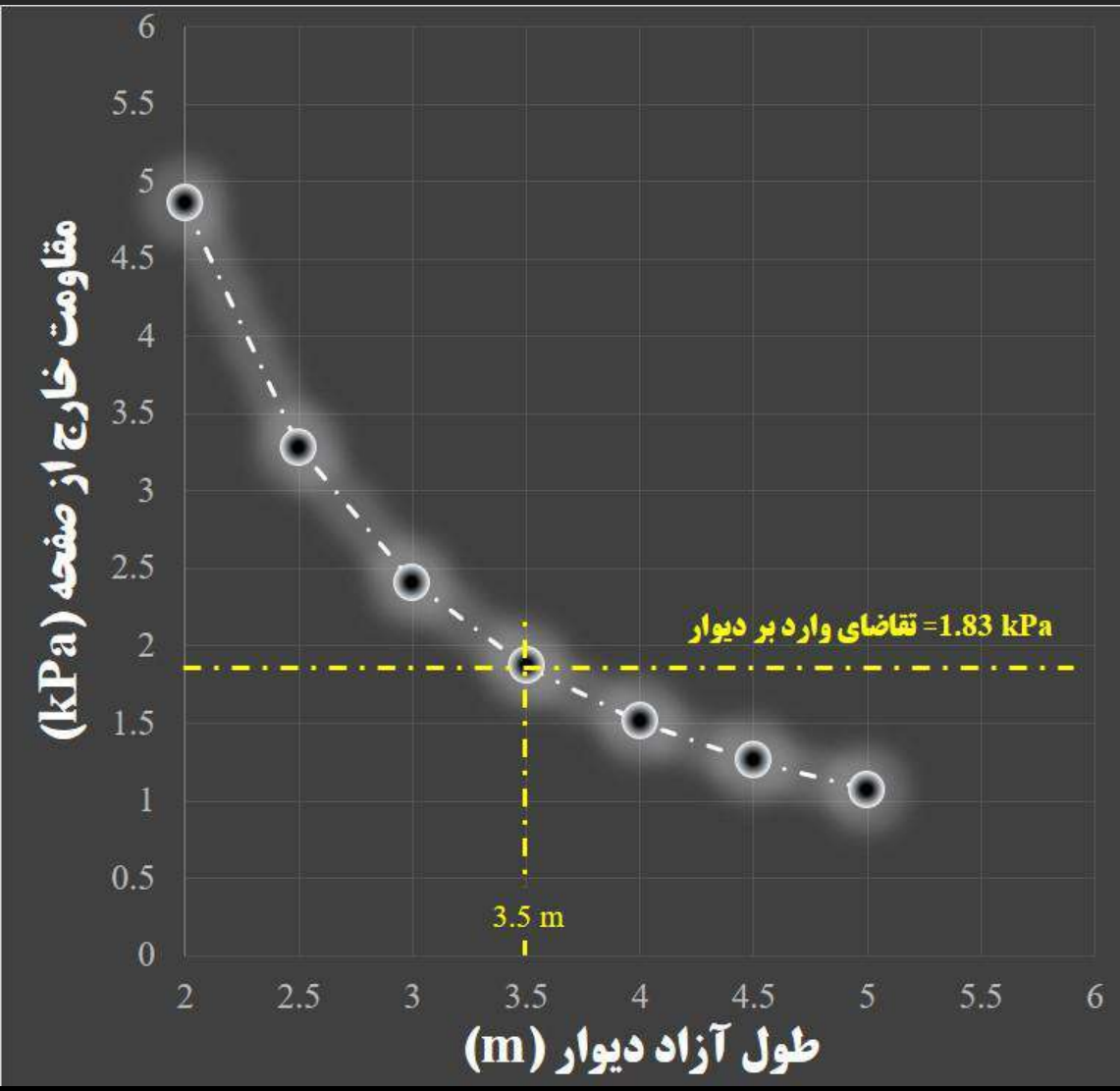
ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

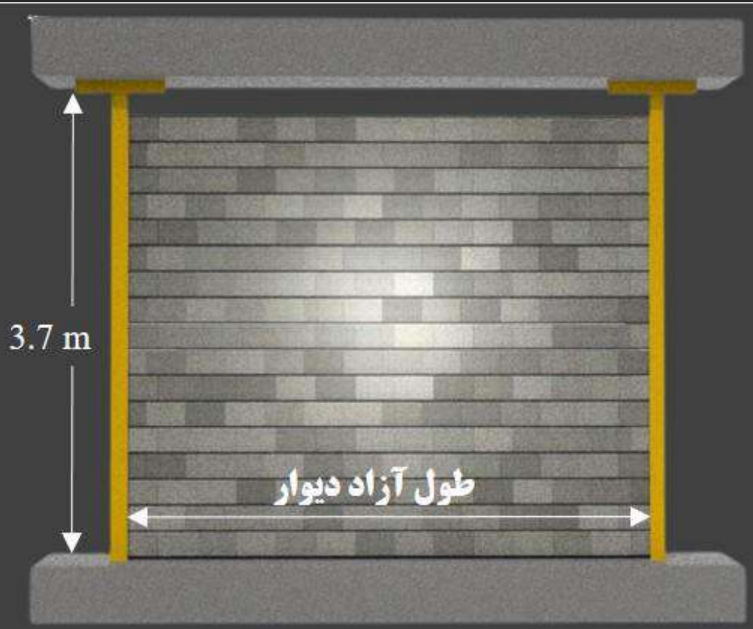
دیوار پیرامونی با بلوک لیکا به ضخامت ۲۰۰ میلیمتر

میلگرد بستر با پهنای ۱۱۰ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر
(یک رج درمیان)

طول بحرانی = ۴/۸ متر

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: A
(لبه فوقانی آزاد–سه لبه دیگر مقید)

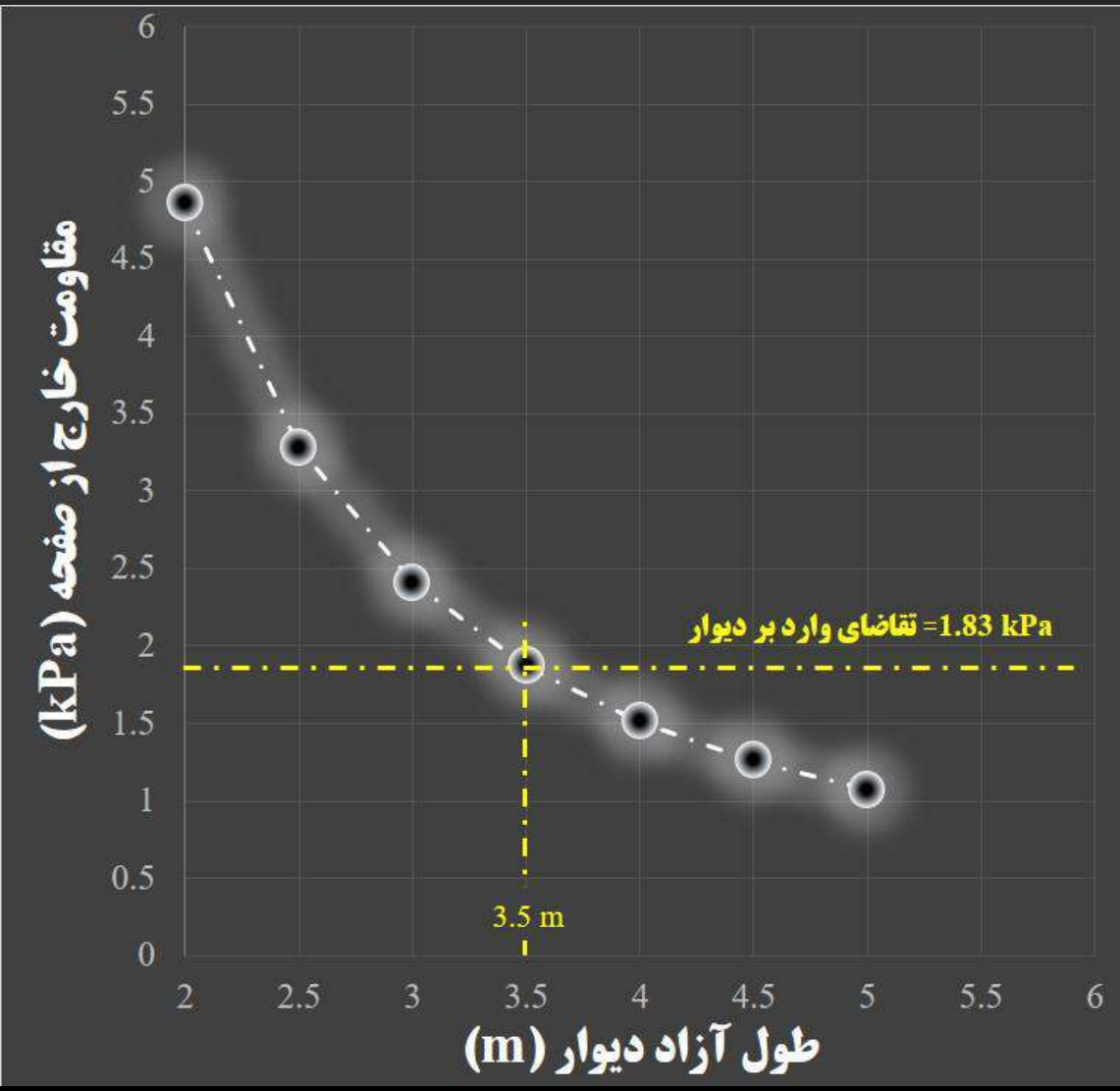
ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

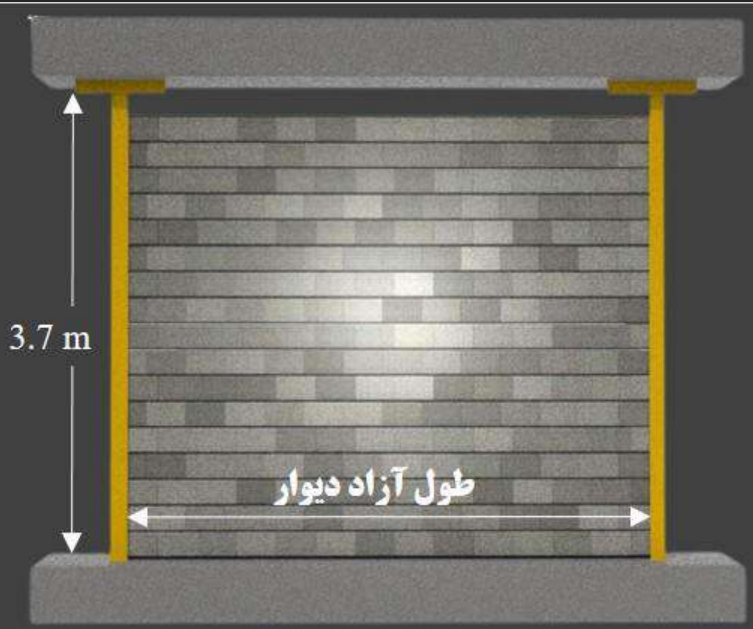
دیوار پیرامونی با بلوک لیکا به ضخامت ۲۰۰ میلیمتر

میلگرد بستر با پهنای ۱۱۰ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر
(یک رج درمیان)

طول بحرانی = ۳/۵ متر

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: A
(لبه فوقانی آزاد–سه لبه دیگر مقید)

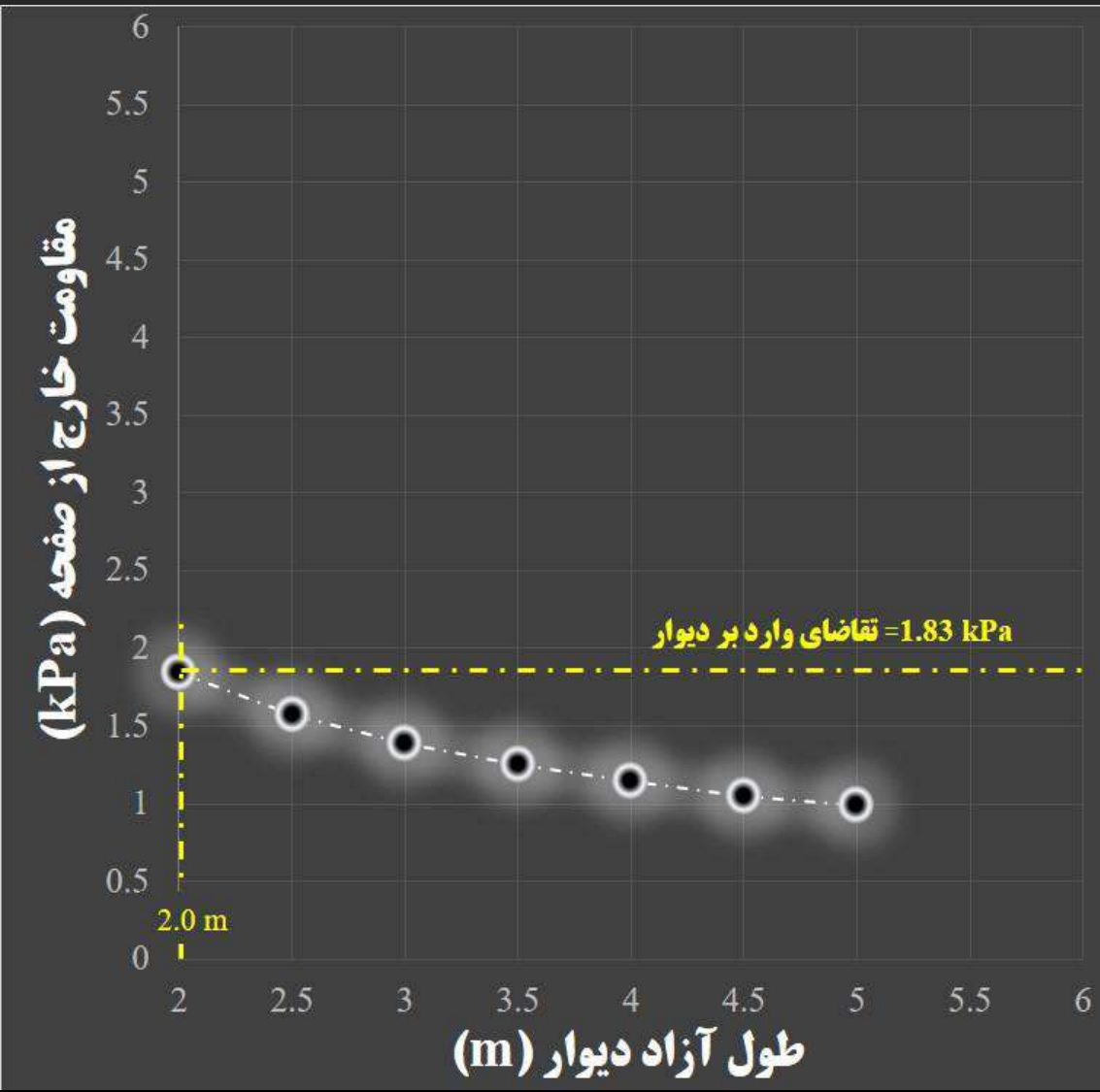
ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

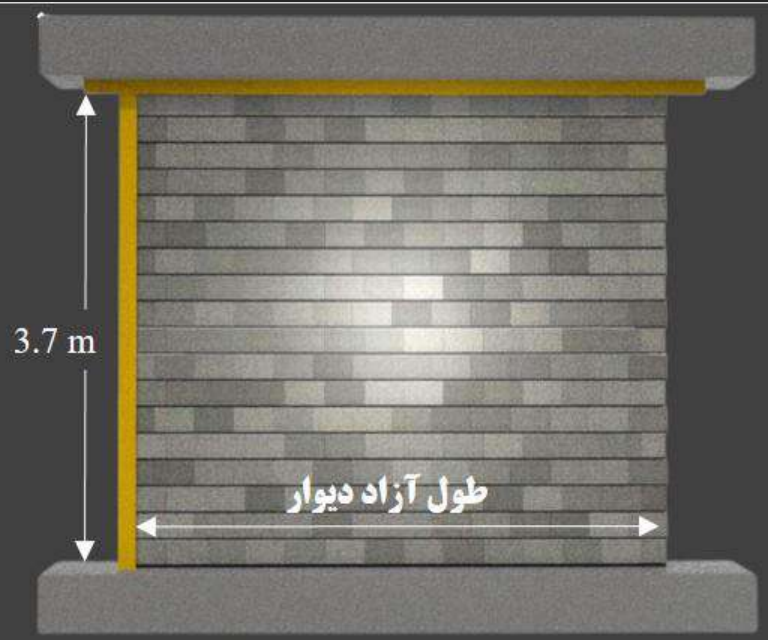
دیوار پیرامونی با بلوک لیکا به ضخامت ۲۰۰ میلیمتر

میلگرد بستر با پهنای ۱۱۰ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر
(یک رج درمیان)

طول بحرانی = ۳/۵ متر

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: J
(یک لبه قائم آزاد–سه لبه دیگر مقید)

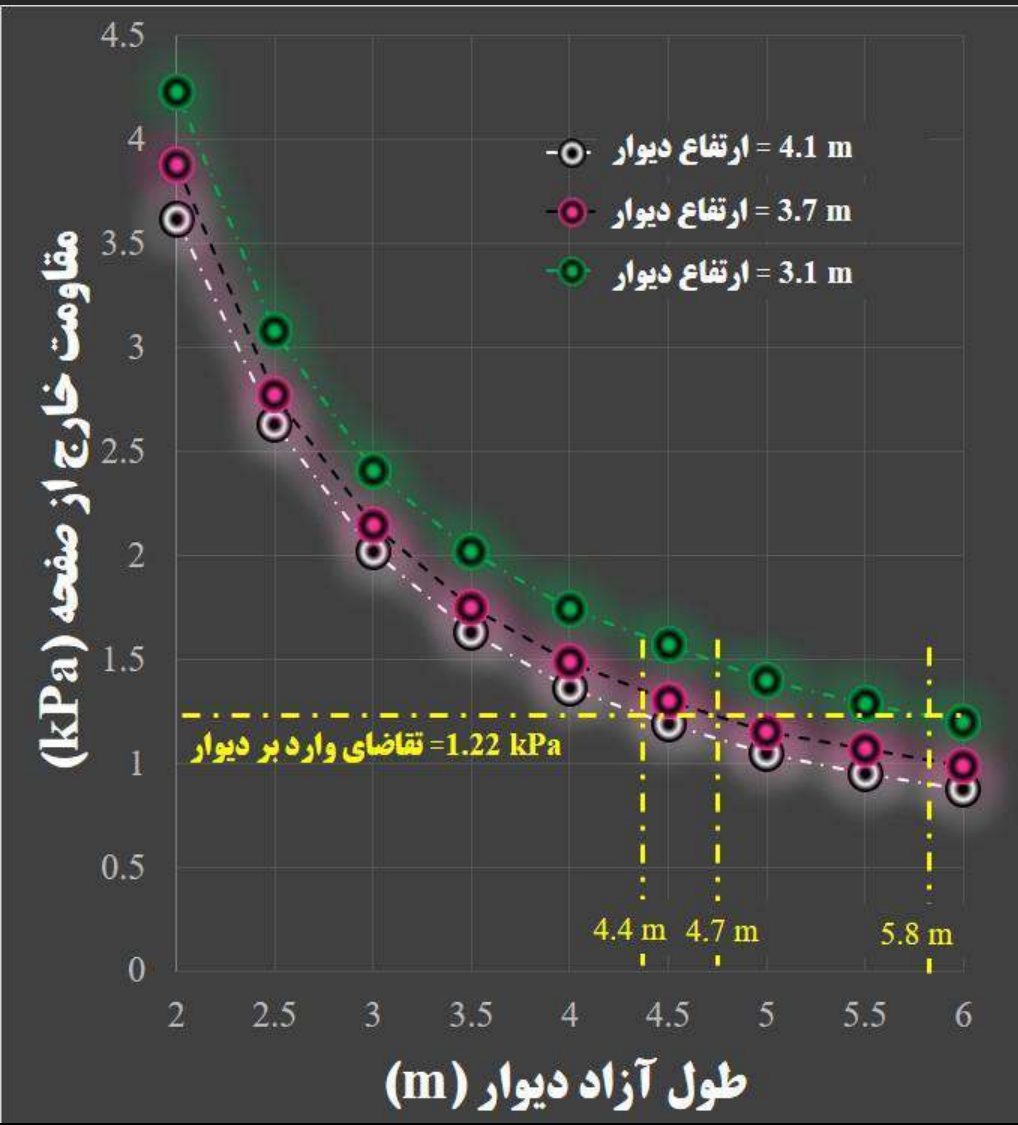
ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

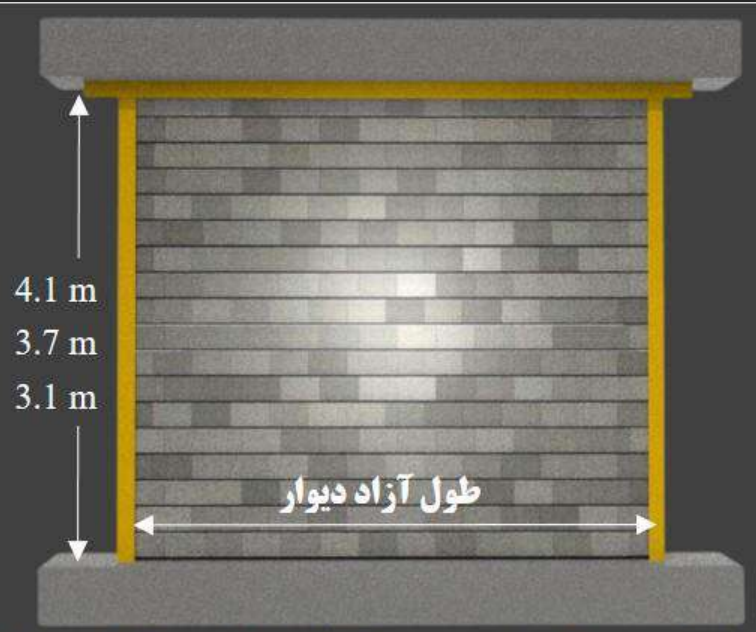
دیوار پیرامونی با بلوک لیکا به ضخامت ۲۰۰ میلیمتر

میلگرد بستر با پهنای ۱۱۰ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر
(یک رج درمیان)

طول بحرانی = ۲ متر

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: E (هر چهار لبه مقید)

ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

دیوار داخلی با بلوک لیکا به ضخامت ۱۵۰ میلیمتر

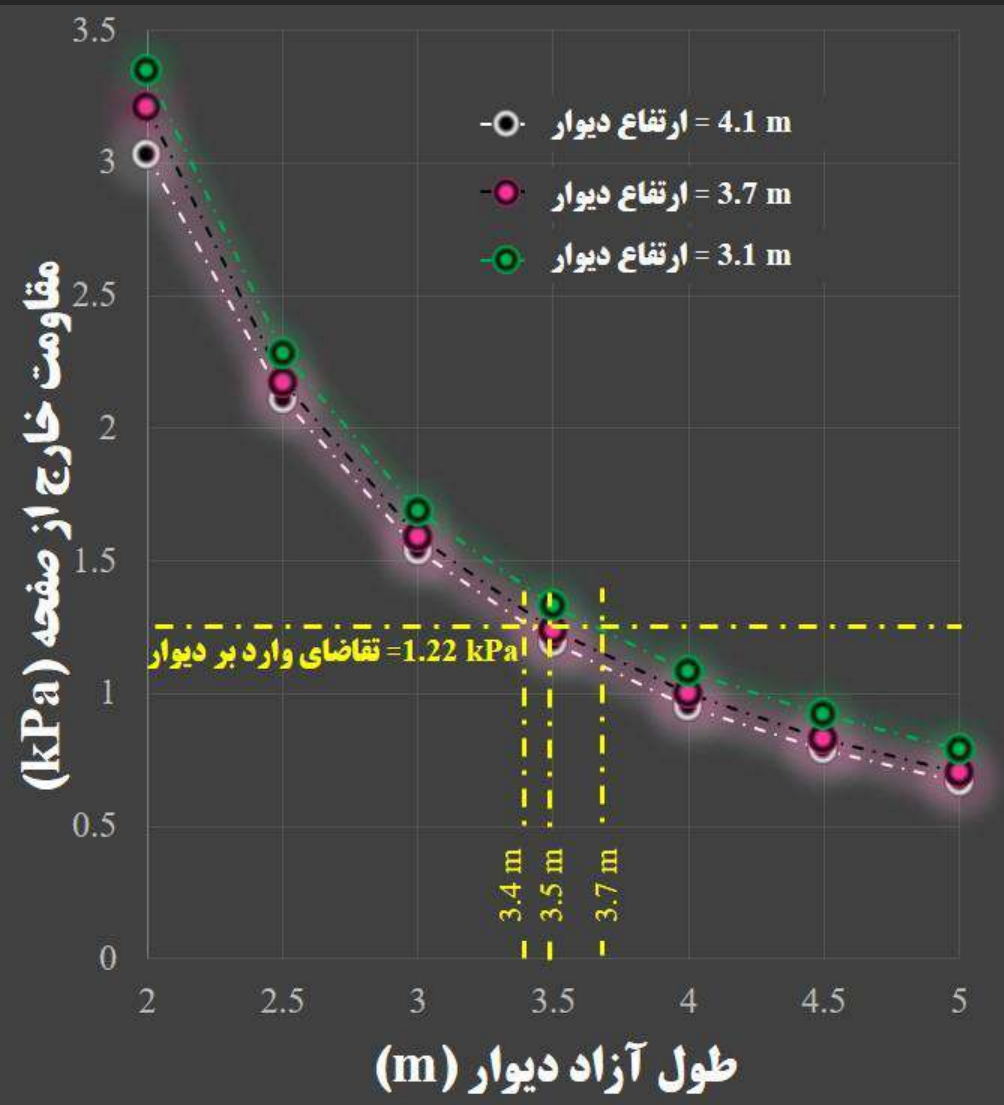
میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر (یک رج درمیان)

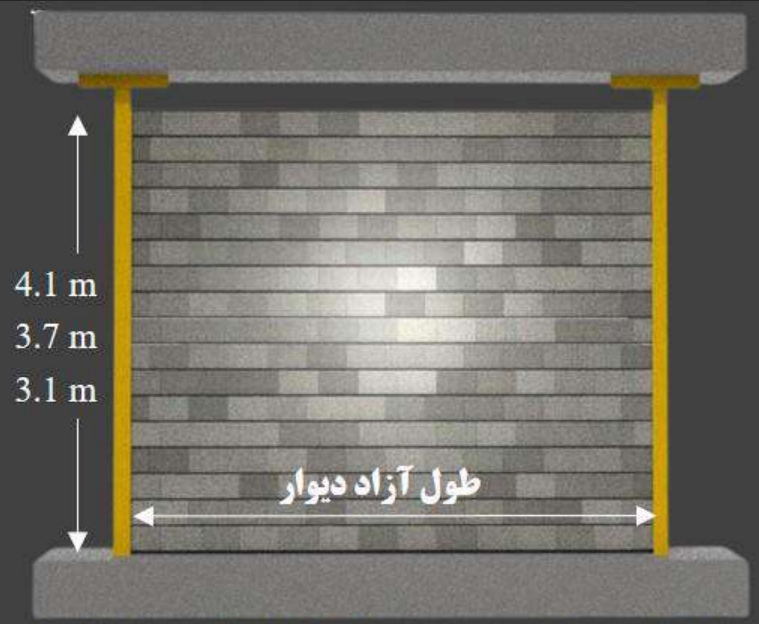
طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۱ متر = ۵/۸ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۷ متر = ۴/۷ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۴/۱ متر = ۴/۴ متر

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: A (لبه فوقانی آزاد)

ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

دیوار داخلی با بلوک لیکا به ضخامت ۱۵۰ میلیمتر

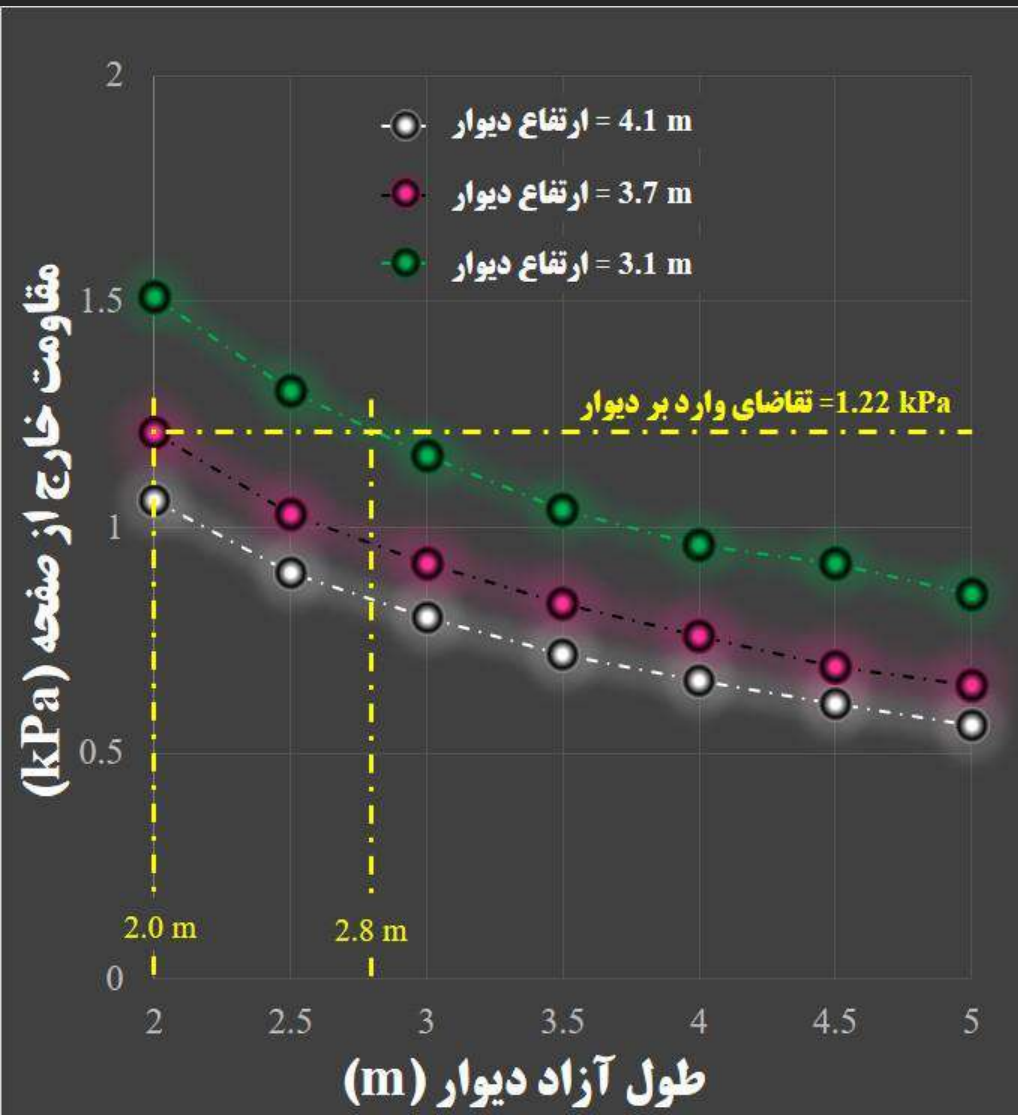
میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر (یک رج درمیان)

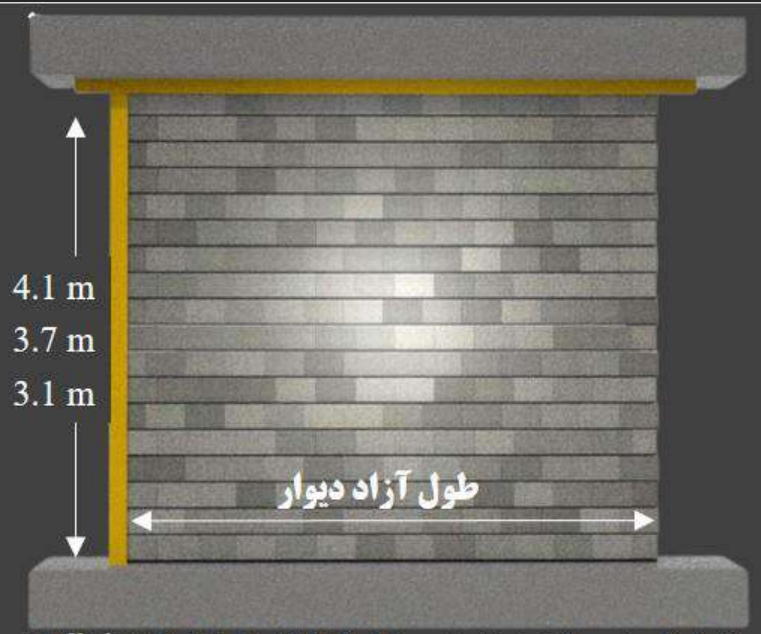
طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۱ متر = ۳/۷ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۷ متر = ۳/۵ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۴/۱ متر = ۳/۴ متر

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها





شرایط مرزی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: J (یک لبه قائم آزاد)

ملات مصرفی طبق دسته بندی ضابطه ۷۲۹: نوع S با سیمان بنایی
(۱ حجم سیمان ۳ حجم ماسه ریزدانه)

دیوار داخلی با بلوک لیکا به ضخامت ۱۵۰ میلیمتر

میلگرد بستر با پهنای ۵۵ میلیمتر به فواصل ۴۰۰ میلیمتر (یک رج درمیان)

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۱ متر = ۲/۸ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۳/۷ متر = ۲/۰ متر

طول بحرانی دیوار با ارتفاع ۴/۱ متر = ۱/۴ متر (رفتار یک طرفه)

گام ۲– محاسبه طول بحرانی دیوارها

جدول۲- طول بحرانی دیوارهای داخلی و پیرامونی با شرایط مرزی مختلف

	ارتفاع آزاد دیوار	شرایط مرزی	طول بحرانی
دیوار پیرامونی	3.7 m	E- چهار لبه مقید شده	4.8 m
	3.7 m	A-سه لبه مقید شده، لبه فوقانی آزاد	3.5 m
	3.7 m	J- سه لبه مقیده شده، یکی از لبه های قائم آزاد	2.0 m
دیوار داخلی	4.1 m	E- چهار لبه مقید شده	4.4 m
	4.1 m	A-سه لبه مقید شده، لبه فوقانی آزاد	3.4 m
	4.1 m	J- سه لبه مقیده شده، یکی از لبه های قائم آزاد	1.4 m
	3.7 m	E- چهار لبه مقید شده	4.7 m
	3.7 m	A-سه لبه مقید شده، لبه فوقانی آزاد	3.5 m
	3.7 m	J- سه لبه مقیده شده، یکی از لبه های قائم آزاد	2.0 m
	3.1 m	E- چهار لبه مقید شده	5.8 m
	3.1 m	A-سه لبه مقید شده، لبه فوقانی آزاد	3.7 m
	3.1 m	J- سه لبه مقیده شده، یکی از لبه های قائم آزاد	2.8 m

گام ۳– تیپ بندی دیوارها

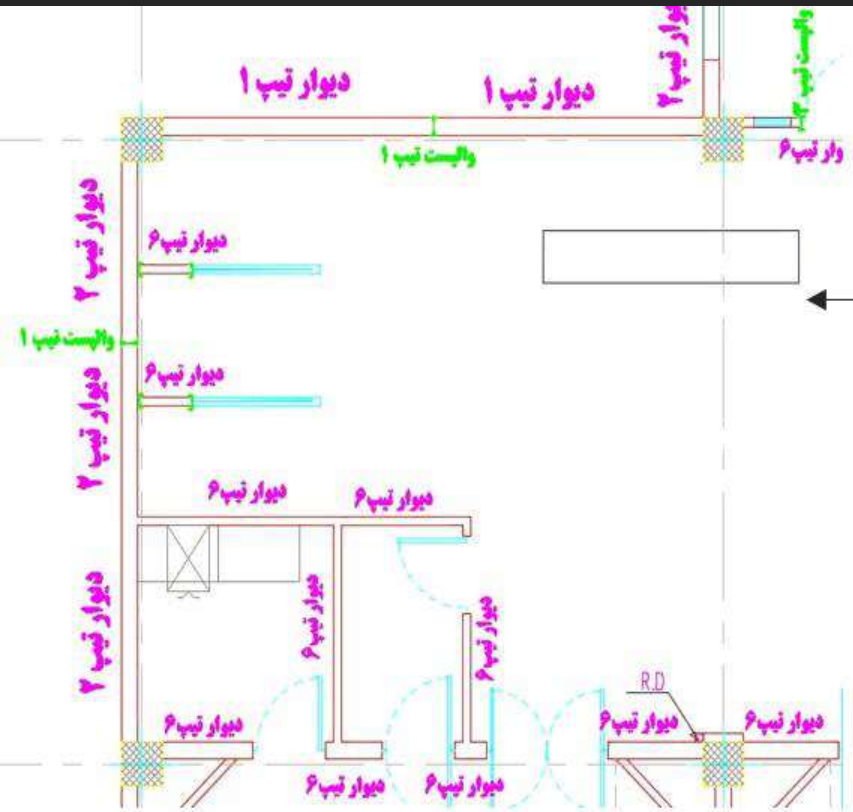
جدول۳- معرفی تیپ های مختلف دیوار

نوع دیوار	تیپ	ارتفاع دیوار	اتصال به سقف	میلگرد بستر	نوع ملات
پیرامونی	تیپ ۱	۳/۷ متر	اتصال کشویی	BJR-4-110@ 400 mm	۱ به ۳
	تیپ ۲	۳/۷ متر	فاقد اتصال	BJR-4-110@ 400 mm	۱ به ۳
داخی	تیپ ۳	۴/۱ متر	اتصال کشویی	BJR-4-55@ 400 mm	۱ به ۳
	تیپ ۴	۴/۱ متر	فاقد اتصال	BJR-4-55@ 400 mm	۱ به ۳
	تیپ ۵	۳/۷ متر	اتصال کشویی	BJR-4-55@ 400 mm	۱ به ۳
	تیپ ۶	۳/۷ متر	فاقد اتصال	BJR-4-55@ 400 mm	۱ به ۳
	تیپ ۷	۳/۱ متر	اتصال کشویی	BJR-4-55@ 400 mm	۱ به ۳
	تیپ ۸	۳/۱ متر	فاقد اتصال	BJR-4-55@ 400 mm	۱ به ۳

BRJ-4-110@400mm: میلگرد بستر با قطر مفتول ۴ میلیمتر و پهنای ۱۱۰ میلیمتر که با فواصل ۴۰۰ میلیمتر (یک رج درمیان) قرار گرفته است.

BRJ-4-55@400mm: میلگرد بستر با قطر مفتول ۴ میلیمتر و پهنای ۵۵ میلیمتر که با فواصل ۴۰۰ میلیمتر (یک رج درمیان) قرار گرفته است.

گام ۴– تیپ بندی دیوارها و جانمایی والپستها روی پلان



تیپ بندی دیوارها

دیوار تیپ ۱: دیوار ۲۰ سانتی پیرامونی به ارتفاع ۳/۷ متر با میلگردبستر یک رج درمیان و اتصال کشویی به تیر یا دال فوقانی

دیوار تیپ۲: دیوار ۲۰ سانتی پیرامونی به ارتفاع ۳/۷ متر با میلگردبستر یک رج درمیان و بدون اتصال به تیر یا دال فوقانی

دیوار تیپ۳: دیوار ۱۵ سانتی داخلی به ارتفاع ۴/۱ متر با میلگردبستر یک رج درمیان و اتصال کشویی به تیر یا دال فوقانی

دیوار تیپ۴: دیوار ۱۵ سانتی داخلی به ارتفاع ۴/۱ متر با میلگردبستر یک رج درمیان و بدون اتصال به تیر یا دال فوقانی

دیوار تیپ۵: دیوار ۱۵ سانتی داخلی به ارتفاع ۳/۷ متر با میلگردبستر یک رج درمیان و اتصال کشویی به تیر یا دال فوقانی

دیوار تیپ۶: دیوار ۱۵ سانتی داخلی به ارتفاع ۳/۷متر با میلگردبستر یک رج درمیان و بدون اتصال به تیر یا دال فوقانی

دیوار تیپ۷: دیوار ۱۵ سانتی داخلی به ارتفاع ۳/۱ متر با میلگردبستر یک رج درمیان و اتصال کشویی به تیر یا دال فوقانی

دیوار تیپ۸: دیوار ۱۵ سانتی داخلی به ارتفاع ۳/۱ متر با میلگردبستر یک رج درمیان و بدون اتصال به تیر یا دال فوقانی

گام ۴– تیپ بندی دیوارها و جانمایی والپستها روی پلان

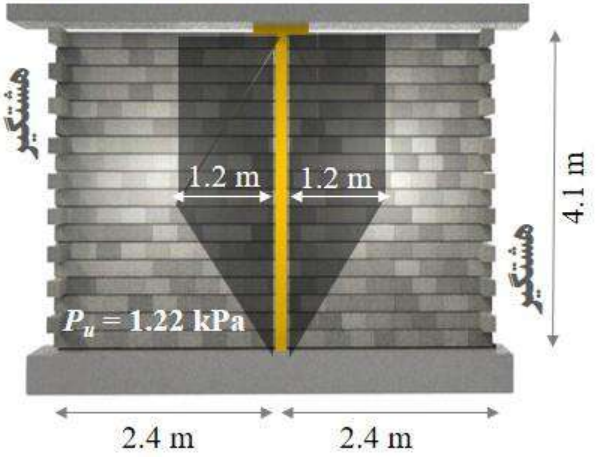
والپست ها به نحوی جانمایی می شوند که برای هر تیپ دیوار، طول آزاد دیوار از طول بحرانی آن تیپ بیشتر نشود.

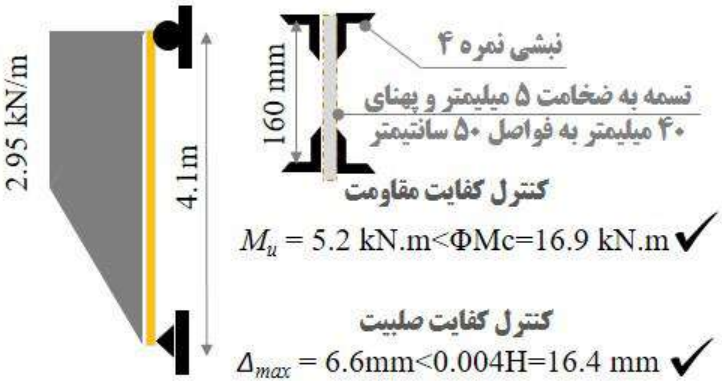
توجه شود:
والپست باید از محل هشتگیر دیوارها نیز حداقل بین ۱ تا ۱/۵ متر فاصله داشته باشد.
در صورتی که دیوار دارای اتصال کشویی به سقف باشد، این اتصال باید بتواند در محلی دورتر از ۱ تا ۱/۵ متری محل هشتگیر اجرا شود.
در صورتی که از اتصال هشتگیر استفاده شده است، حتی المقدور از تیپ هایی از دیوار استفاده شود که فاقد اتصال به سقف هستند.

فاصله اتصال یا والپست از محل هشتگیر در دیوارهای ۱۰ سانتی دارای میلگردبستر حداقل ۱ متر، در دیوارهای ۱۵ سانتی دارای میلگرد بستر حداقل ۱/۲ متر، و در دیوارهای هبلکس غیرمسلح حداقل ۱/۵ متر است. در صورت عدم رعایت این فواصل، دیوار در محل هشتگیر آسیب خواهد دید.

گام ۵– طراحی مقطع والپست ها

بحرانی ترین والپست داخلی (والپست تیپ ۳)





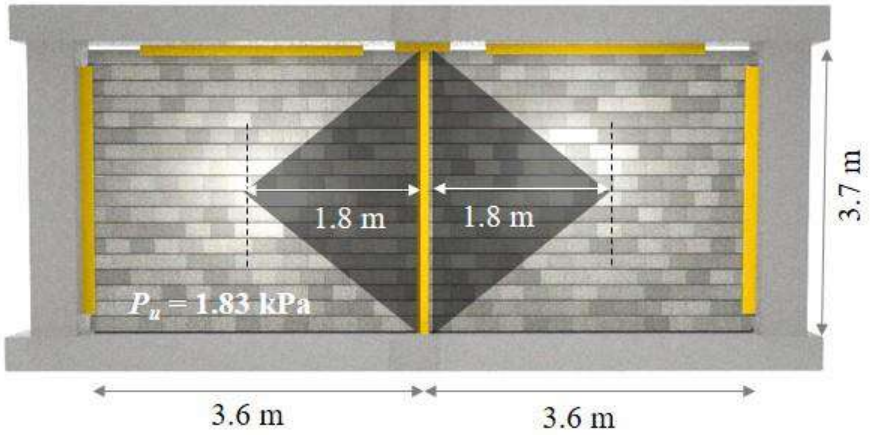
کنترل کفایت مقاومت

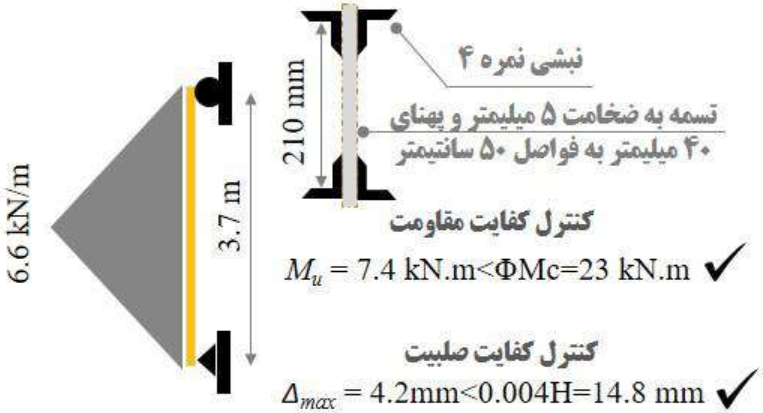
M_u = 5.2 kN.m<ΦMc=16.9 kN.m ✓

کنترل کفایت صلبیت

Δ_{max} = 6.6mm<0.004H=16.4 mm ✓

بحرانی ترین والپست پیرامونی (والپست تیپ ۱)





کنترل کفایت مقاومت

M_u = 7.4 kN.m<ΦMc=23 kN.m ✓

کنترل کفایت صلبیت

Δ_{max} = 4.2mm<0.004H=14.8 mm ✓

گام ۵– طراحی مقطع والپست ها و تیپ بندی آنها

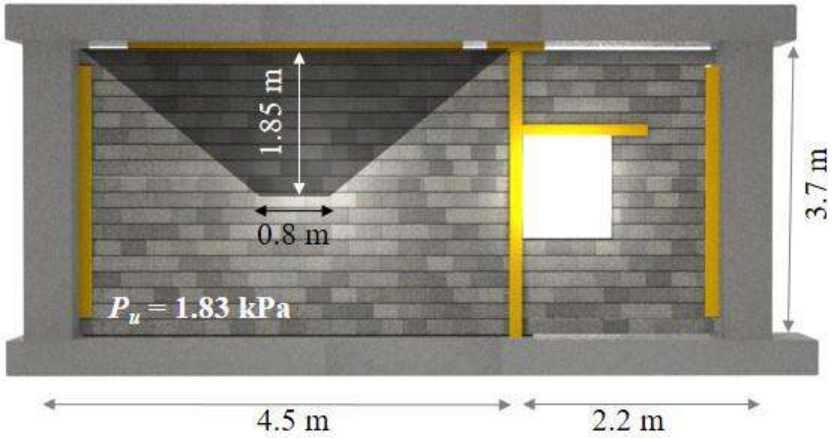
جدول۴- معرفی تیپ های مختلف والپست های مورد نیاز

تیپ والپست	مربوط به دیوارهای	مقطع	شکل کلی مقطع
والپست تیپ ۱	پیرامونی	4L40x4-210mm	I شکل
والپست تیپ ۲	پیرامونی	2L40x4-210mm	U شکل
والپست تیپ ۳	داخلی	4L40x4-160mm	I شکل
والپست تیپ ۴	داخلی	2L40x4-160mm	U شکل

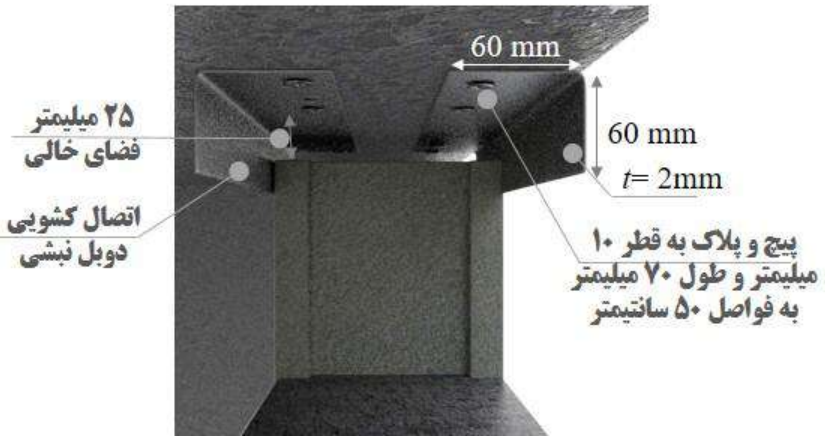
گام ۶– طراحی اتصالات

بحرانی ترین اتصال های دیوار به سقف

نیروی وارد بر نبشی کشویی در واحد طول = 1.7 kN/m



نیروی وارد بر نبشی کشویی در واحد طول = 2 kN/m



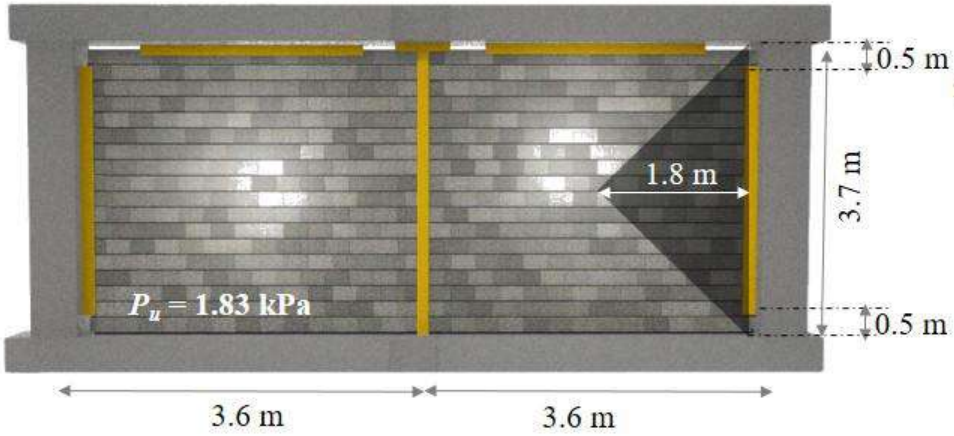
مقاومت نبشی کشویی (ورق ۲ میلیمتر–پهنای بال ۶۰ میلیمتر) طبق ضابطه ۷۲۹ = 2.5 kN/m

استفاده از نبشی ممتد با ورق ۲ میلیمتر با عرض بال ۶۰ میلیمتر – نبشی در فاصله ۵۰ سانتیمتری از اتصال تیر به ستون قطع شود

نبشی اتصال دیوار به سقف با نبشی اتصال والپست به سقف متفاوت است لذا نبشی اتصال دیوار به سقف نباید والپست را نیز دربر بگیرد

گام ۶– طراحی اتصالات

بحرانی ترین اتصال دیوار به ستون

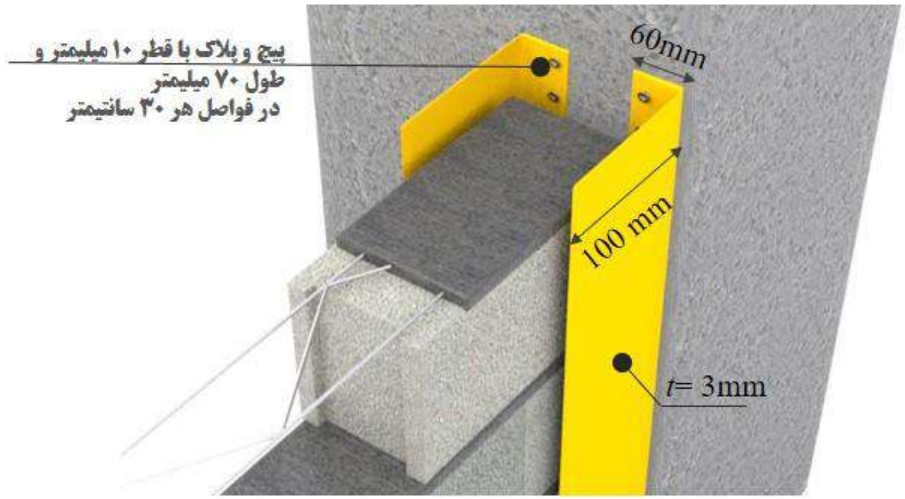


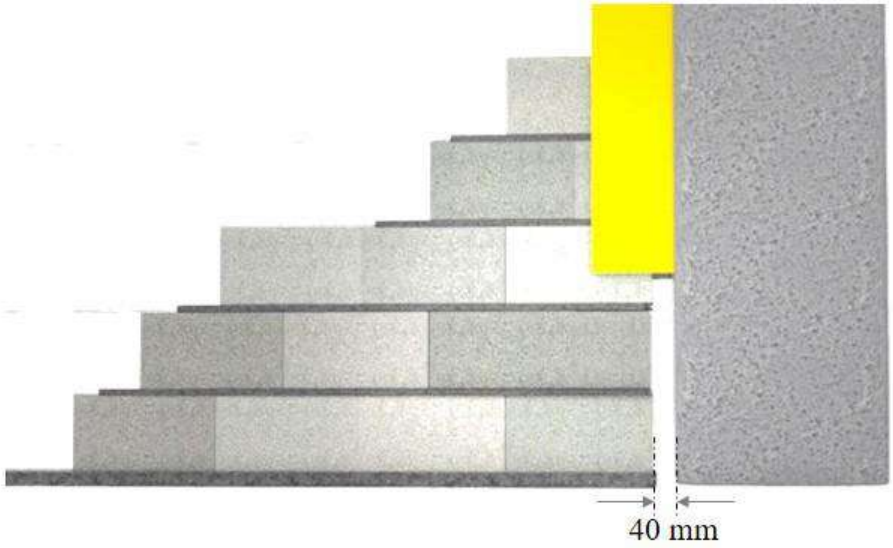
نیروی وارد بر نبشی کشویی در واحد طول = 2.3 kN/m

مقاومت نبشی کشویی (ورق ۳ میلیمتر–پهنای بال ۱۰۰ میلیمتر) طبق ضابطه ۷۲۹ = 3.2 kN/m

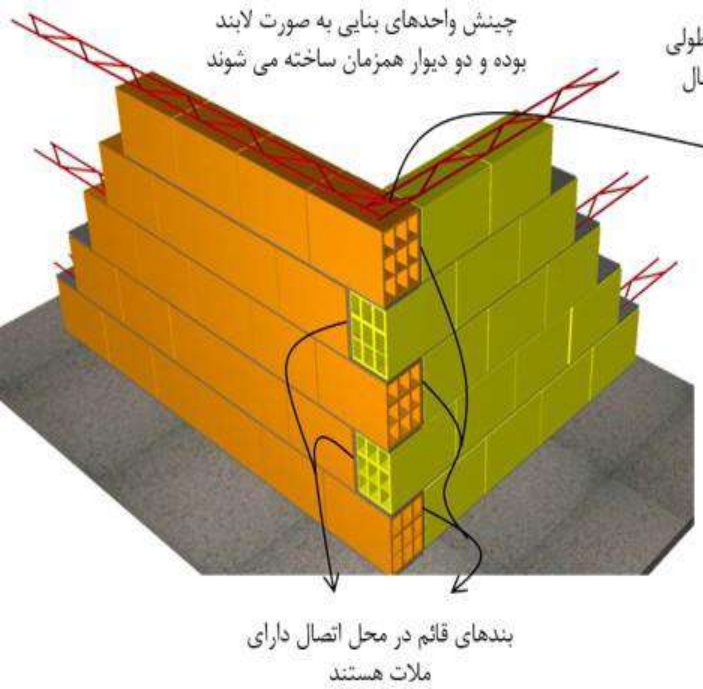
استفاده از نبشی ممتد با ورق ۳ میلیمتر با عرض بال ۱۰۰ میلیمتر– نبشی در فاصله ۵۰ سانتیمتری از اتصال تیر به ستون قطع شود

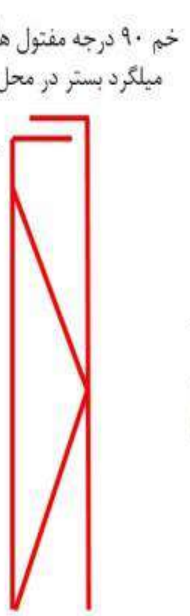
مابین دیوار و ستون فاصله ای به اندازه ۴۰ میلیمتر وجود دارد

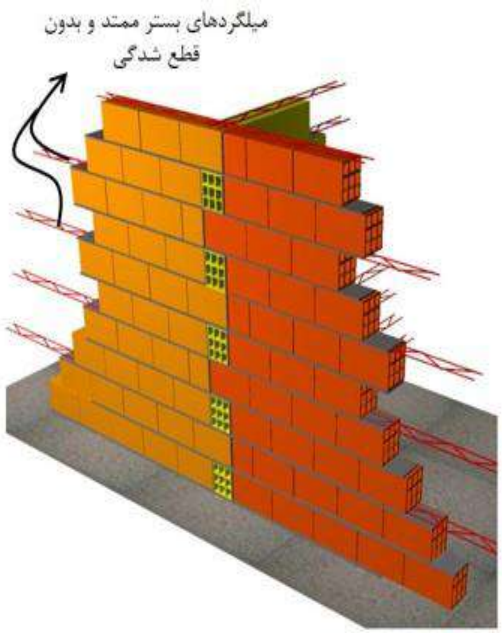


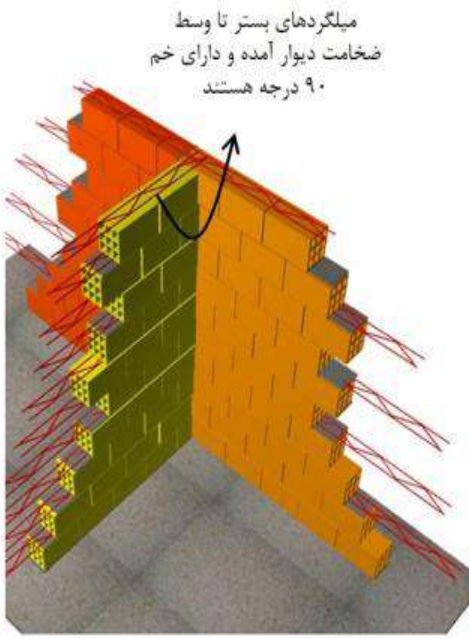


گام ۶– طراحی اتصالات



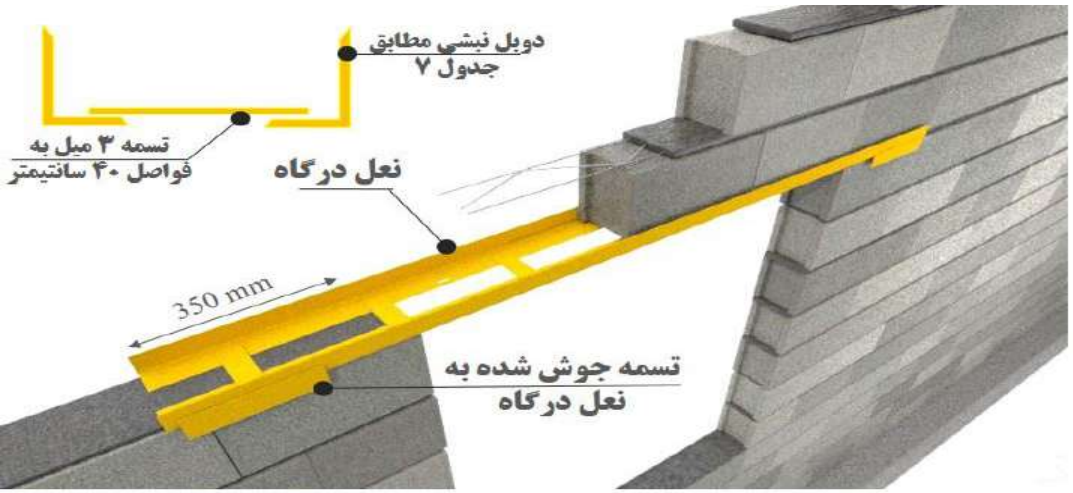


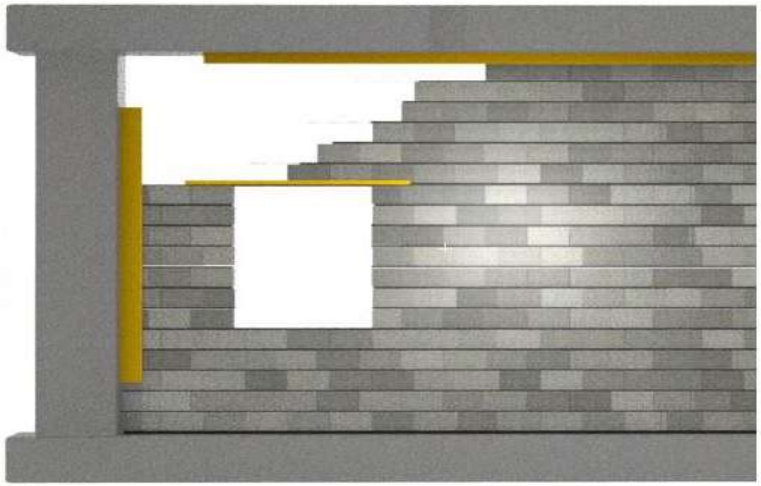


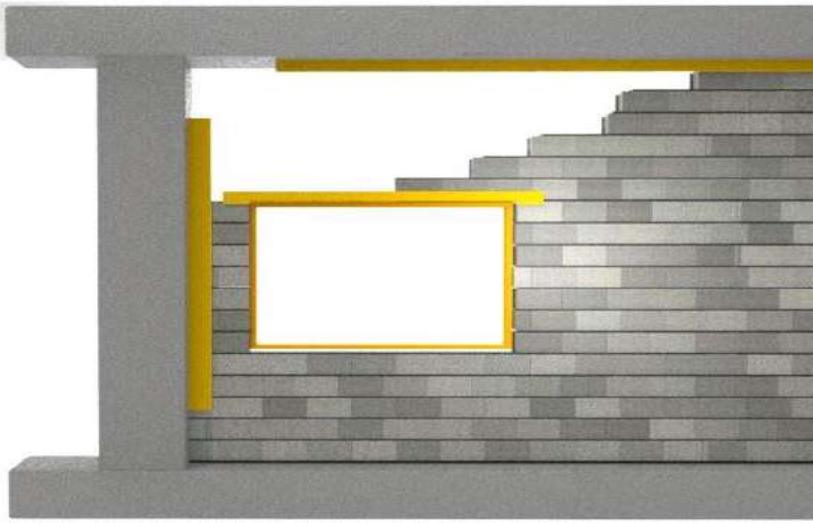


چینش واحدهای بنایی به صورت لابند است

گام ۷– طراحی و تیپ بندی نعل درگاه







در مواقعی که کمتر از ۳۵۰ میلیمتر برای نشیمنگاه نعل درگاه فضا موجود است یا در بازشوهای عریض ستاره دار در جدول ۷

گام ۷– طراحی و تیپ بندی نعل درگاه

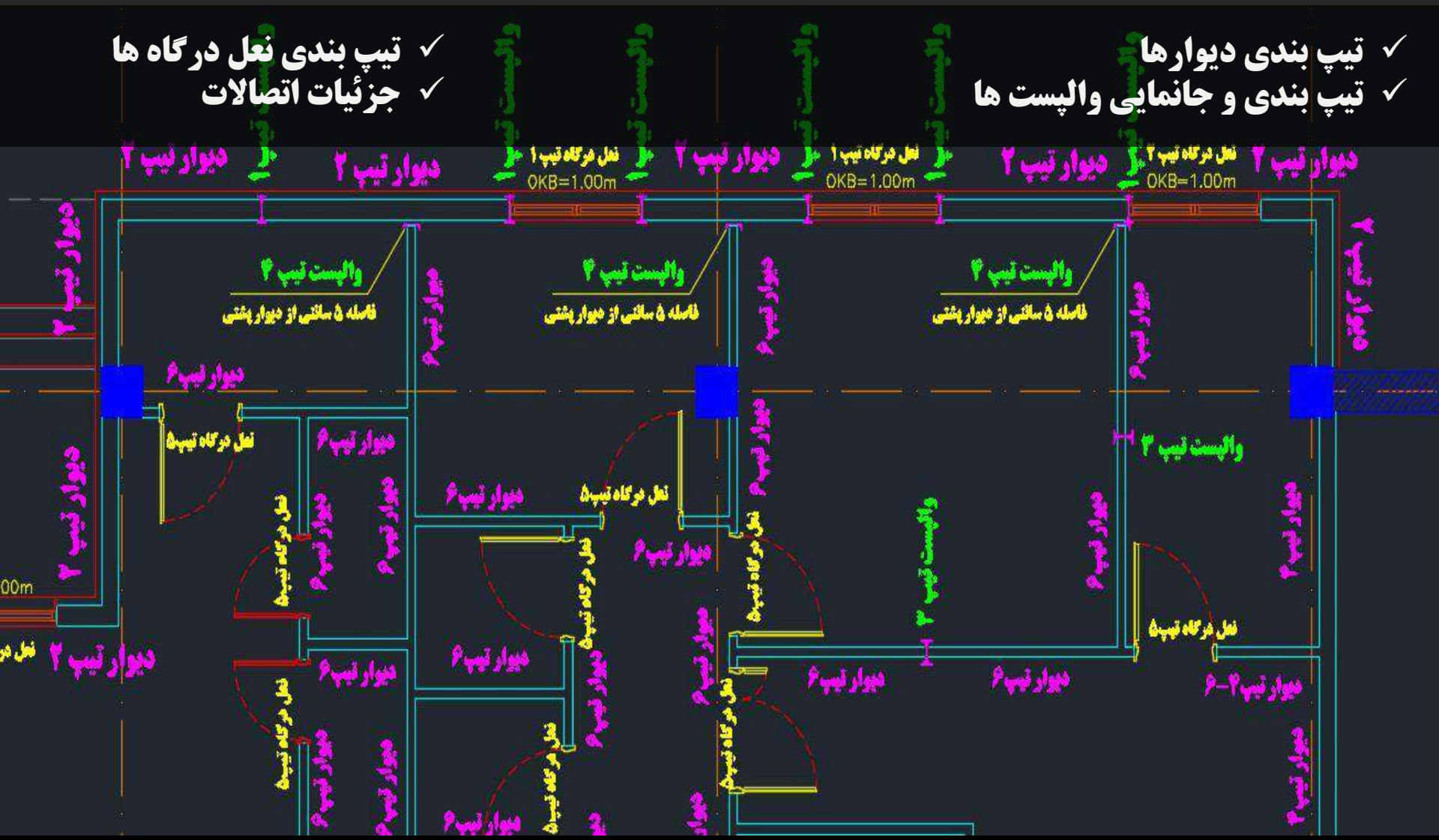
جدول۷- مقطع نعل درگاه بازشوها

	عرض بازشو	مقطع نعل درگاه	توضیحات
نعل درگاه دیوارهای داخلی	تا 1 m	2 L×40×40×4	پروفیل نبشی استاندارد
	از 1 m تا 1.3 m	2 L×50×50×5	پروفیل نبشی استاندارد
	از 1.3 m تا 1.6 m	2 L×80×40×3	پروفیل نبشی ساخته شده از ورق خم شده
	از 1.6 m تا 2 m	2 L×100×40×3	پروفیل نبشی ساخته شده از ورق خم شده
	از 2 m تا 2.6 m*	2 L×100×40×3	پروفیل نبشی ساخته شده از ورق خم شده
نعل درگاه دیوارهای پیرامونی	تا 1.1 m	2 L×50×50×5	پروفیل نبشی استاندارد
	از 1.1 m تا 1.5 m	2 L×80×40×3	پروفیل نبشی ساخته شده از ورق خم شده
	از 1.5 m تا 1.8 m	2 L×100×40×3	پروفیل نبشی ساخته شده از ورق خم شده
	از 1.8 m تا 2.65 m*	2 L×100×40×3	پروفیل نبشی ساخته شده از ورق خم شده

** این بازشوهای عریض در دو طرف خود دارای والپست بوده و در این موارد باید نعل درگاه به صورت گیردار به والپست جوش شود. همچنین در این بازشوهای عریض باید از ساب فریم قوطی ۳×۴۰×۸۰ استفاده شده و نعل درگاه به ساب فریم جوش شود.*

گام ۸– نتیجه نهایی

- ✓ تیپ بندی دیوارها
- ✓ تیپ بندی و جانمایی والپست ها
- ✓ تیپ بندی نعل درگاه ها
- ✓ جزئیات اتصالات



با تشکر

پایان بخش دوم
پرسش و پاسخ

SEYED AMIN MOUSAVI