

Wall post & Bed joint reinforcement

تهیه و تنظیم:
کلینیک دکتر سازه
سید محمود ذبیحی



طراحی لرزه ای و اجرای عناصر غیر سازه ای معماری

مفاهیم اولیه (عناصر غیر سازه ای)	1	مهار دیوار در دهانه های دارای بازشو	7
راهکار های آیین نامه ها و دستورالعمل ها	2	نما و الزامات لرزه ای آن	8
مد های خرابی و مشخصات مکانیکی انواع دیوار	3	جزئیات اجرایی	9
نیروهای وارد بر انواع دیوار	4	نتیجه گیری کلی	10
طراحی میلگرد بستر و والپست	5		
مقایسه قیمتی انواع شیوه های مهار	6		

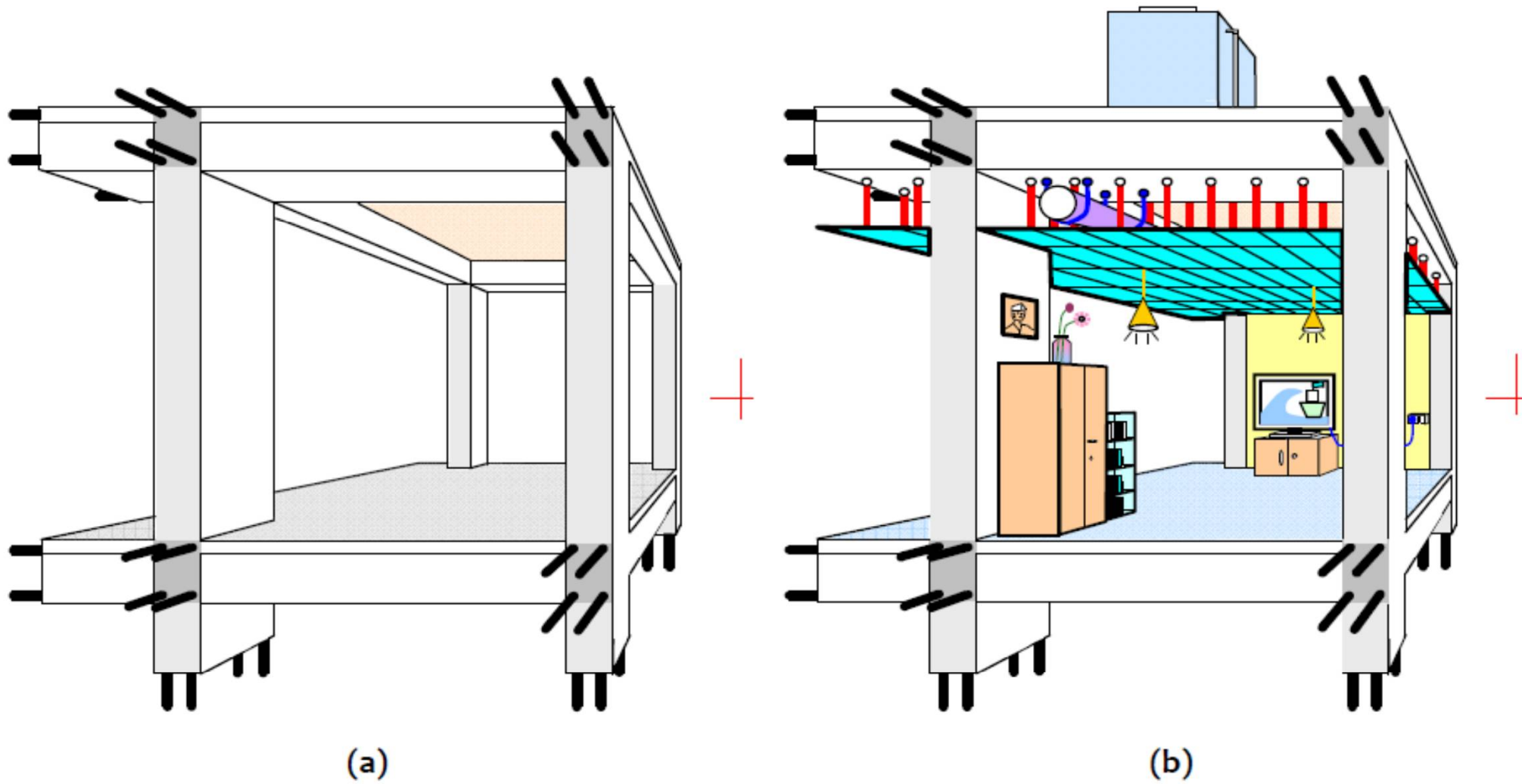
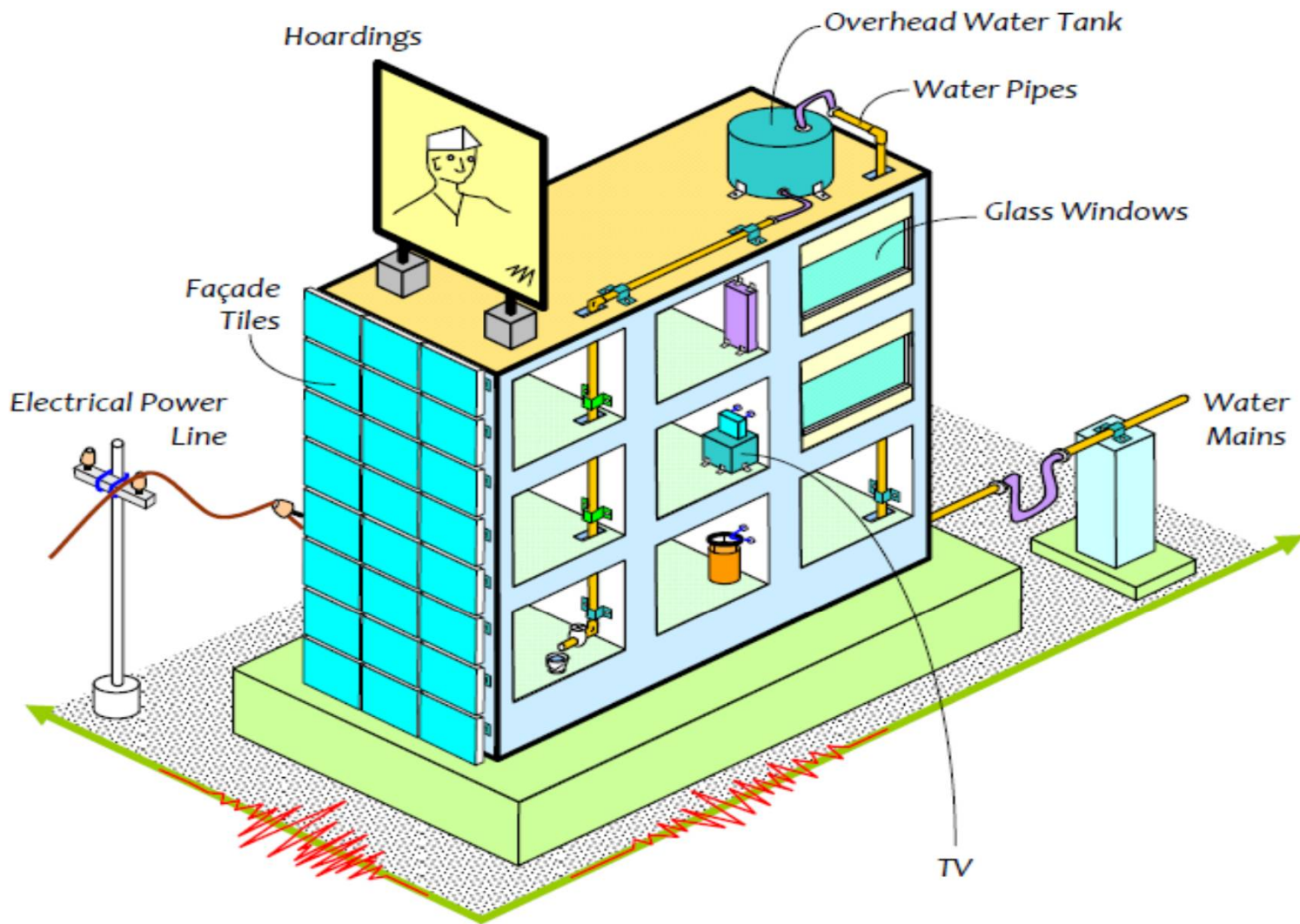
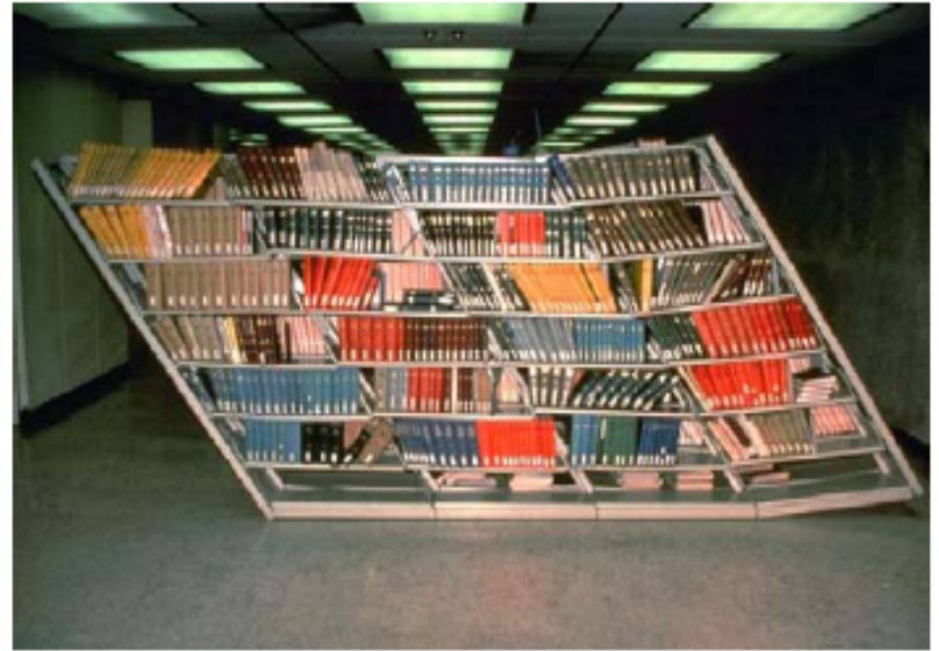


Figure 1.1: *Item employed in a Building: (a) Bare Structure only, and (b) Finished Structure*





(a)



(b)

Figure 1.13: *Poor earthquake performance of NSEs 1987 during 1987 Whittier Narrows Earthquake: (a) Books placed on shelves toppled, and the unanchored shelves also toppled as they were not anchored to the vertical SEs; and (b) bookshelf distorted owing to poor design of the shelf for resisting earthquake effects (Photos: The EERI Annotated Slide Collection, 1997)*



(a)



(b)

Figure 1.16: *Poor earthquake performance of NSEs during (a) 1983 Coalinga Earthquake and (b) 1994 Northridge Earthquake: (a) hanging light fixtures, and (b) collapse of false ceiling (Photos: The EERI Annotated Slide Collection, 1997)*



Figure 1. Widespread damage to a glass ceiling system From [18], H. Ferner, M. Wemyss, A. Baird & A. Beer, Seismic performance of non-structural elements within buildings



Figure 2. If only the sign on this large hospital had been damaged in the January 17, 1994 M 6.7 Northridge Earthquake, this essential facility could have continued to function. However, the cosmetic damage is an indicator of the fact that mechanical equipment at the top level lurched loose during the earthquake. Without air conditioning, a modern hospital cannot operate, and this one had to close until repairs were made. *source: Robert Reitherman (From [14])*



Figure 6.
(above) Partition tipped over, 1994 Northridge Earthquake.
(bottom) Fallen stud/gypsum board partition, source: *Wiss, Janney, Elstner Associates, FEMA 74*
From [14]

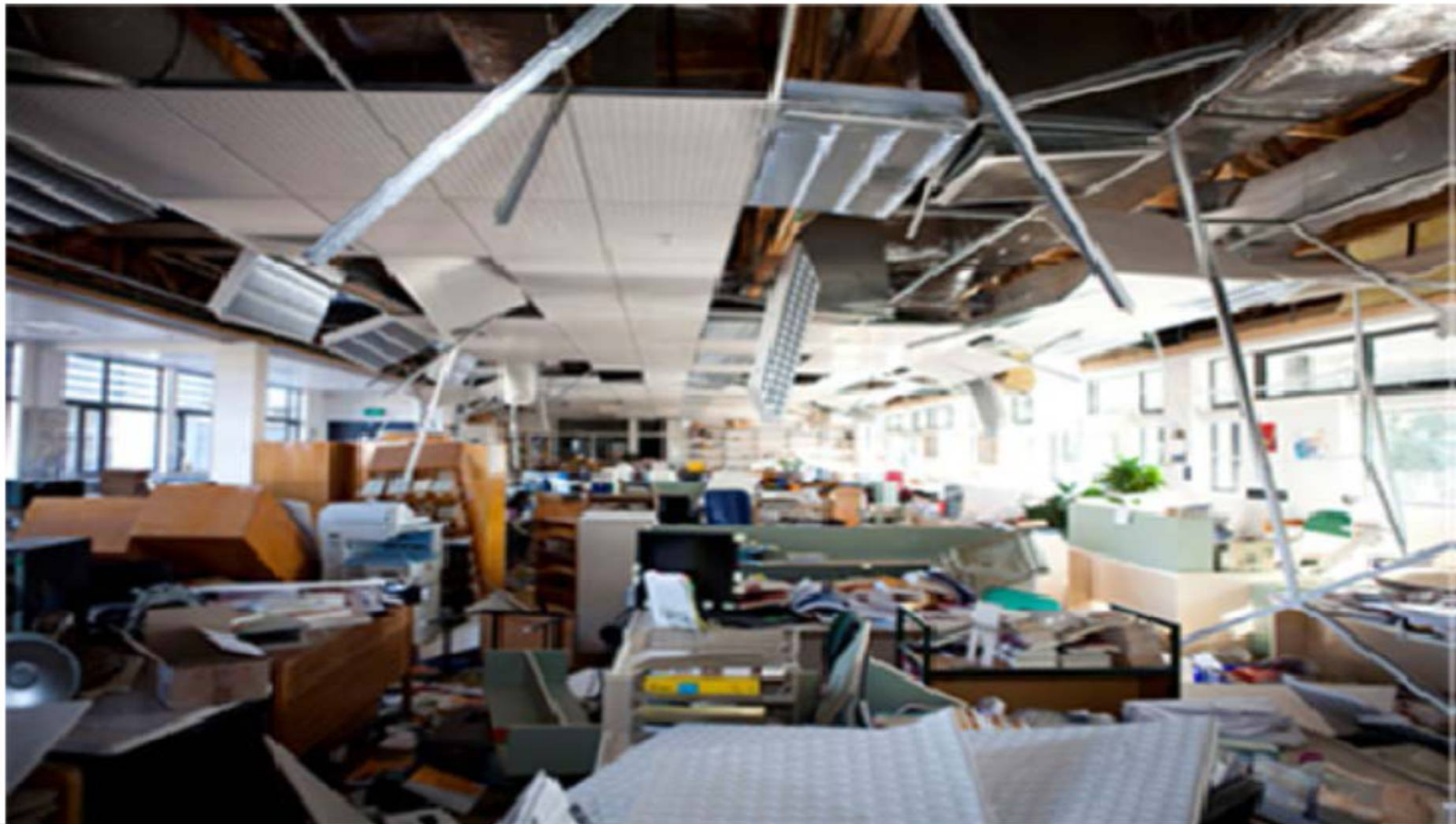
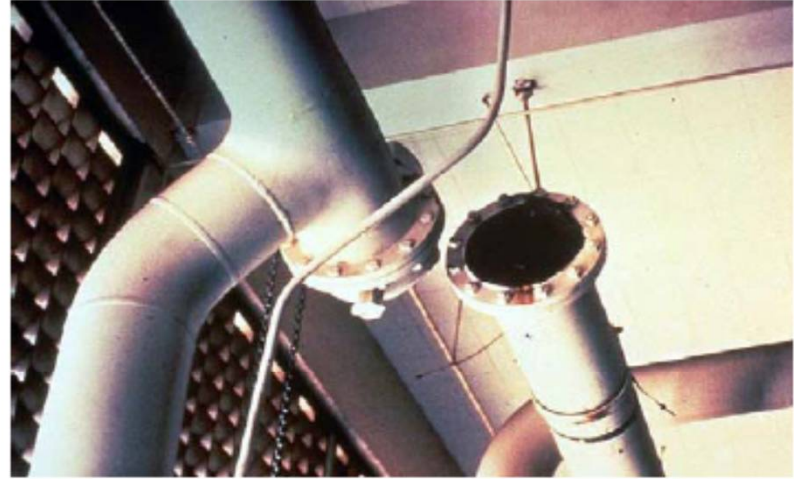
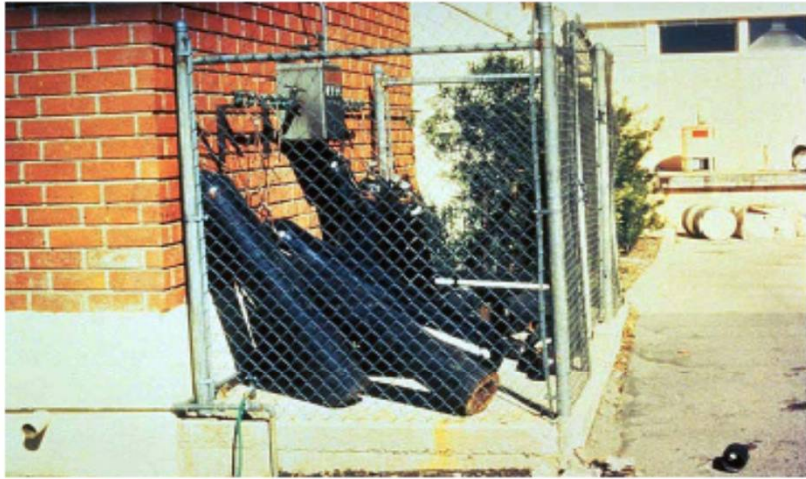


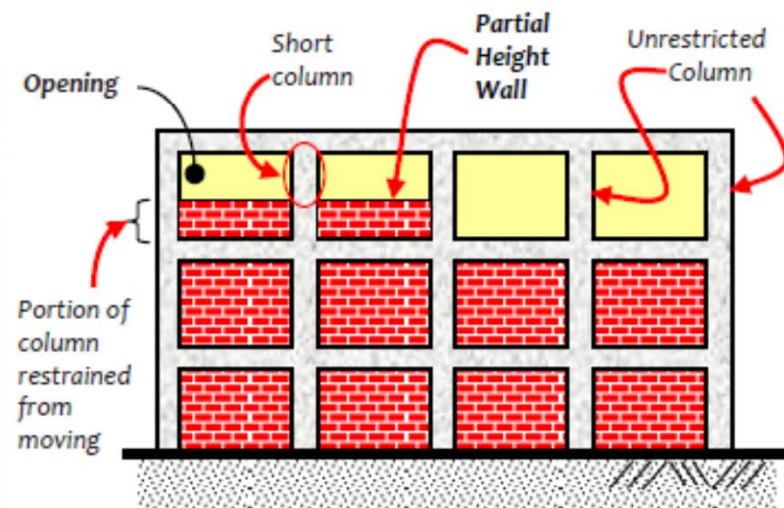
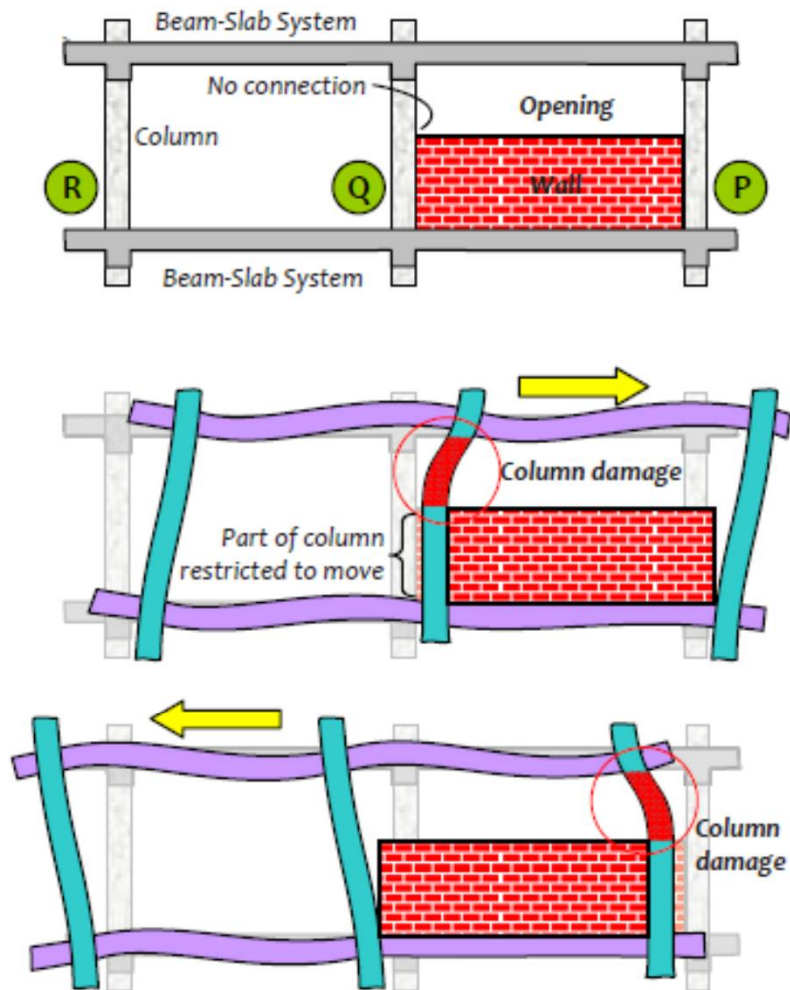
Figure 10. Widespread damage to a ceiling system From [18], H. Ferner, M. Wemyss, A. Baird & A. Beer, Seismic performance of non-structural elements within buildings



(a)



(b)





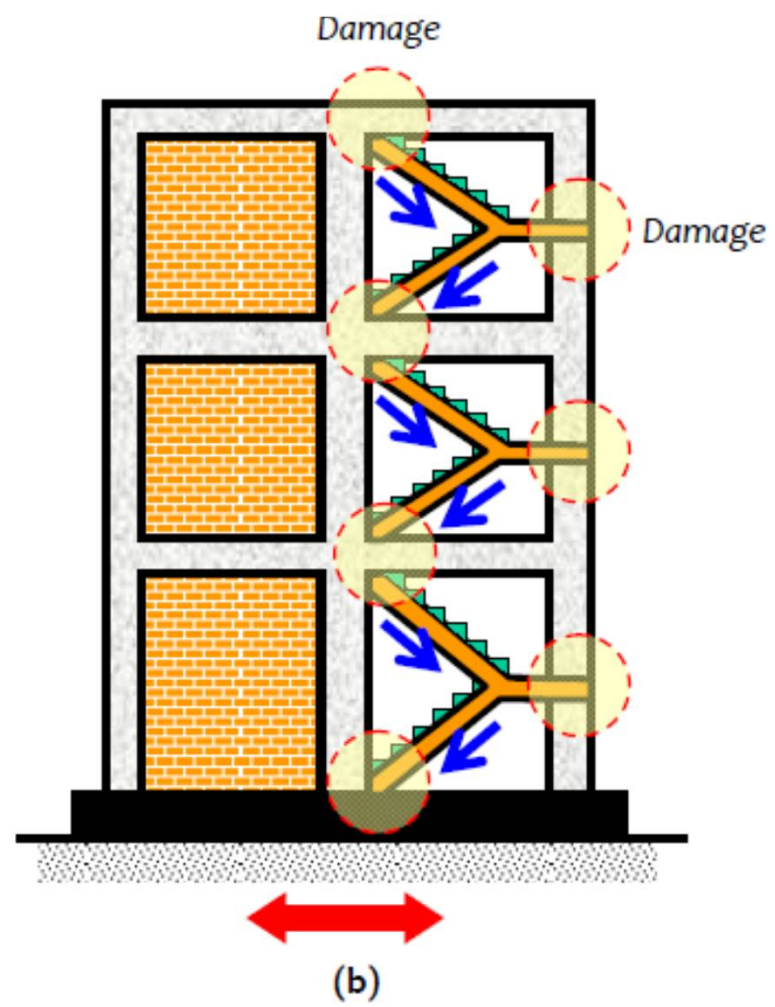
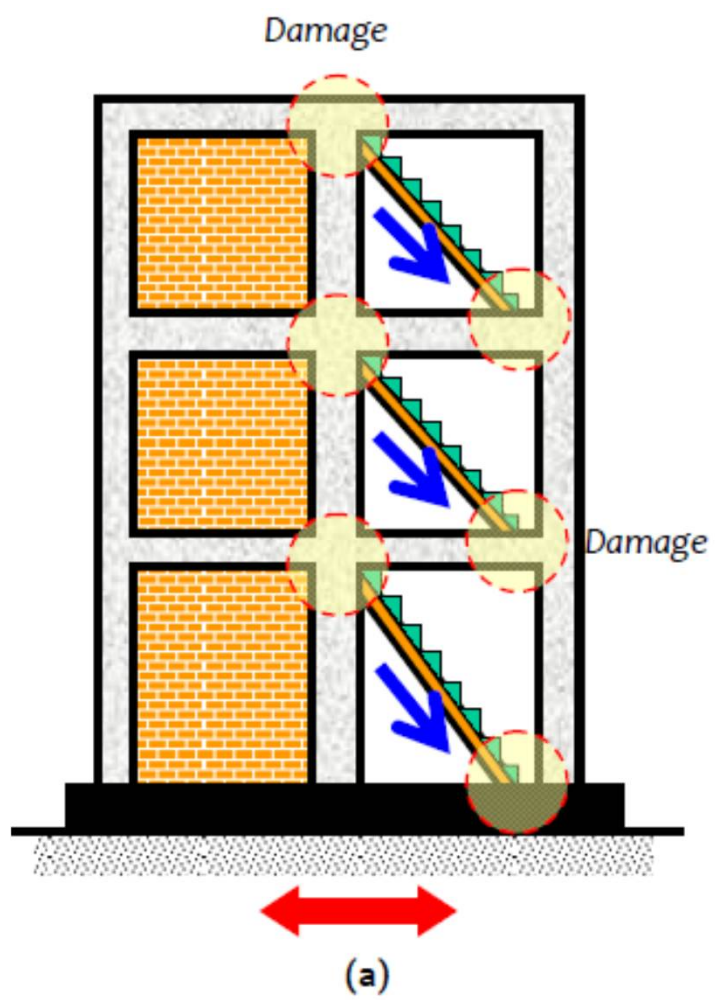




Figure 1.11: *Undesirable earthquake performance of elements assumed to be non-structural elements during 1972 Nicaragua Earthquake: Damage to unreinforced masonry infill and floor tiles around stairwell (Photo: The EERI Annotated Slide Collection, 1997)*



1367
1378
1384
1393
1398

3 زلزله شدید و مخرب در ایران

زلزله رودبار
1369

1

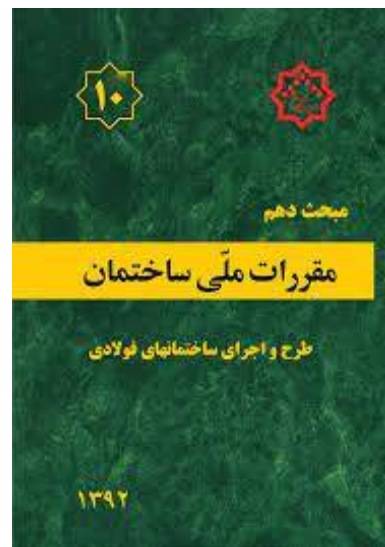
زلزله بم
1382

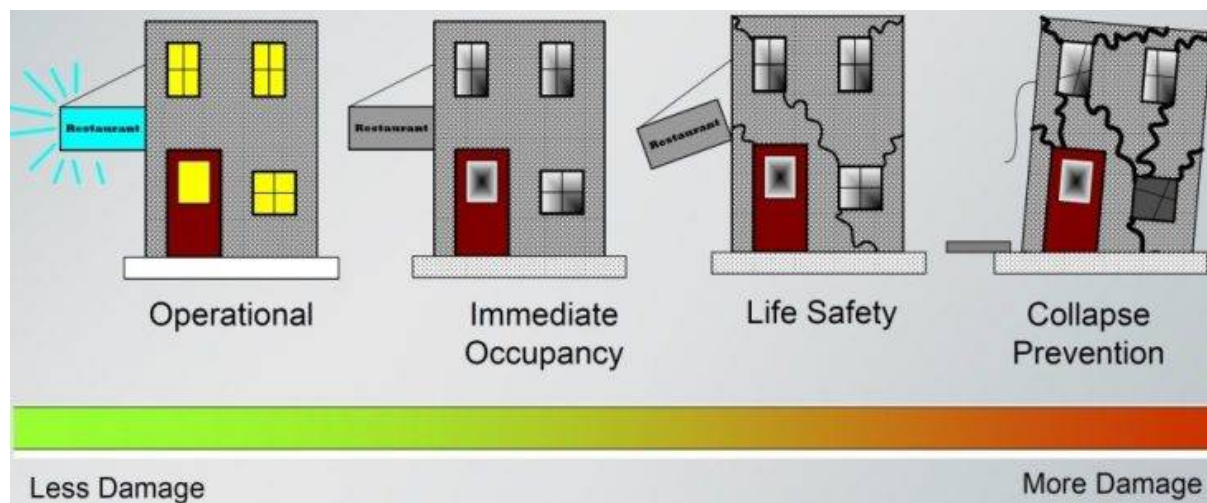
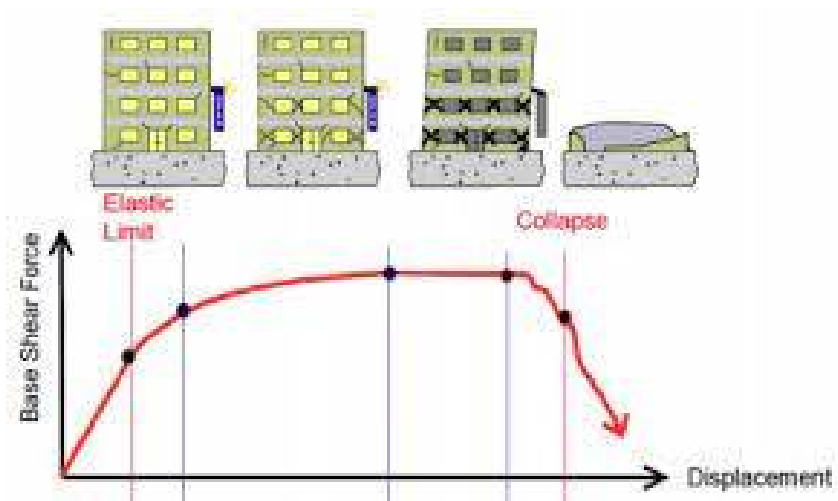
2

زلزله کرمانشاه
1396 و 1397

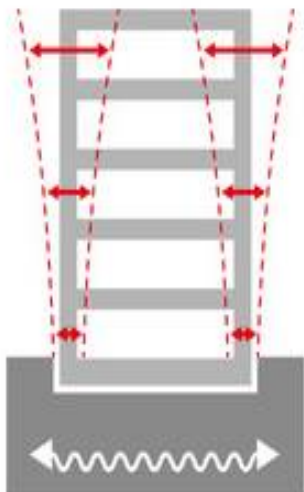
3

به منظور ایمنی جانی در زمان زلزله با سطح خطر 1 (آیین نامه 2800) و با کمک مباحث 9 و 10 سازه ها طراحی و اجرا می گردند.

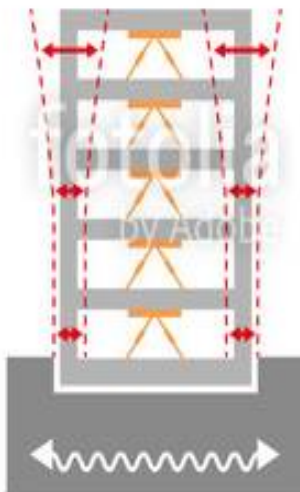




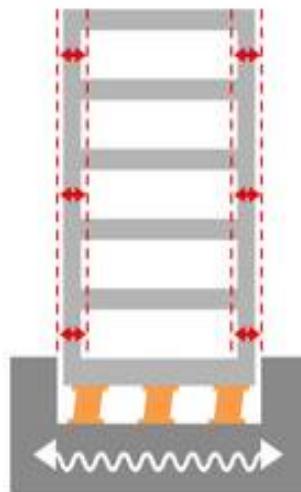
Earthquake-Resistant Building



Seismic Resistance



Vibration Control



Base Isolation

#115681226

Seismic resistance

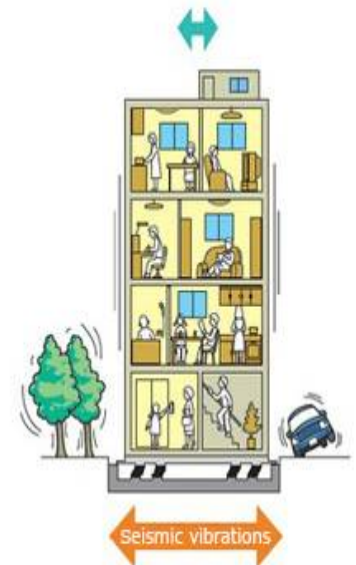
This is to improve the strength of buildings into become resistant against seismic energies.



Buildings oscillate severely during an earthquake. In addition, the higher the floors of the building, the greater the amplitude of the oscillation becomes. Although the buildings are not damaged, the equipment, installations and piping in the buildings become severely damaged as well as people are injured.

Seismic isolation

This is a procedure to isolate buildings from the ground and to insulate seismic energies through the use of seismic isolation layers.



Buildings only oscillate horizontally in a slow cycle during earthquakes, therefore, damage to people, buildings, internal contents, equipment and installations, and piping can be prevented comprehensively.



مشارکت تخصصی مهندسی عمران و معماری icivil.ir



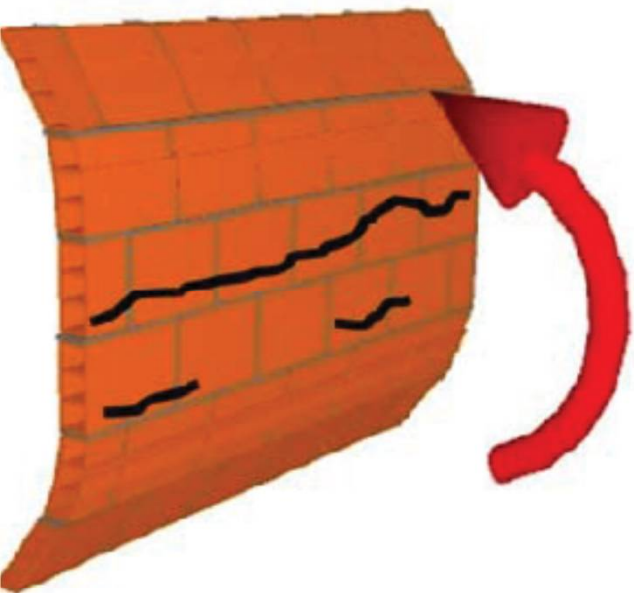
AFZIR

مشارکت تخصصی مهندسی عمران و معماری

www.afzir.com

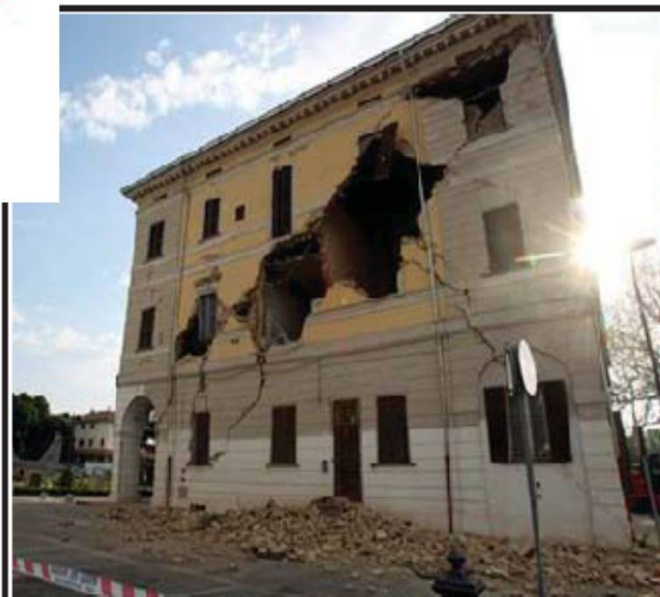
رفتار دیوار و مد خرابی



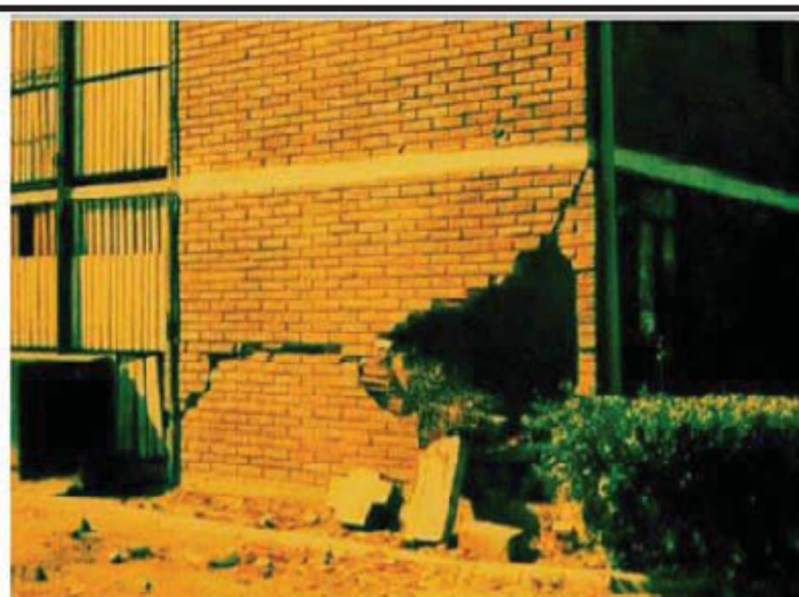


رفتار برون صفحه:

نیروها و تغییر شکل ها بیرون و خارج از صفحه دیوار است



Emilia Earthquake – Northern Italy,
May 20-2012



Llolle Earthquake – Chile
March 3, 1985

رفتار درون صفحه:

نیرو ها و تغییر شکل ها در داخل صفحه دیوار است



Manjil Earthquake – Northern Iran,
June 21, 1990



Emilia Earthquake – Northern Italy,
May 20, 2012

مد های خرابی

درون صفحه

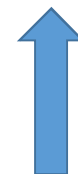
برون صفحه

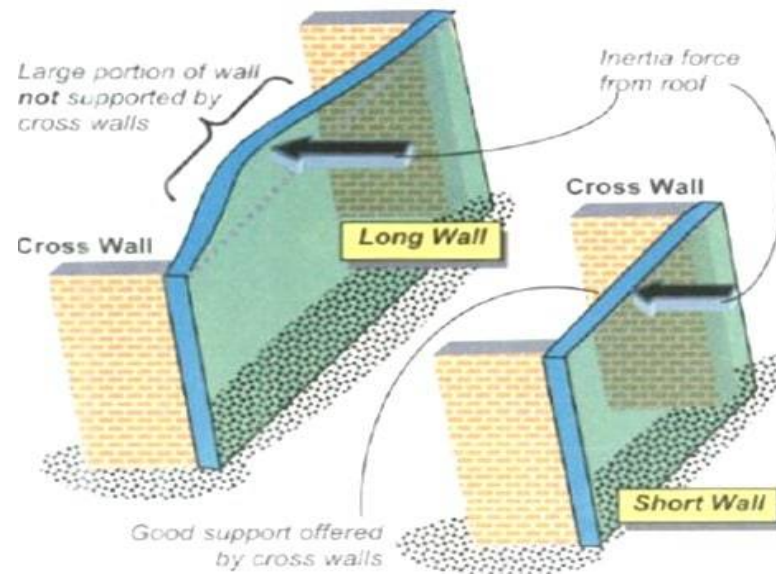
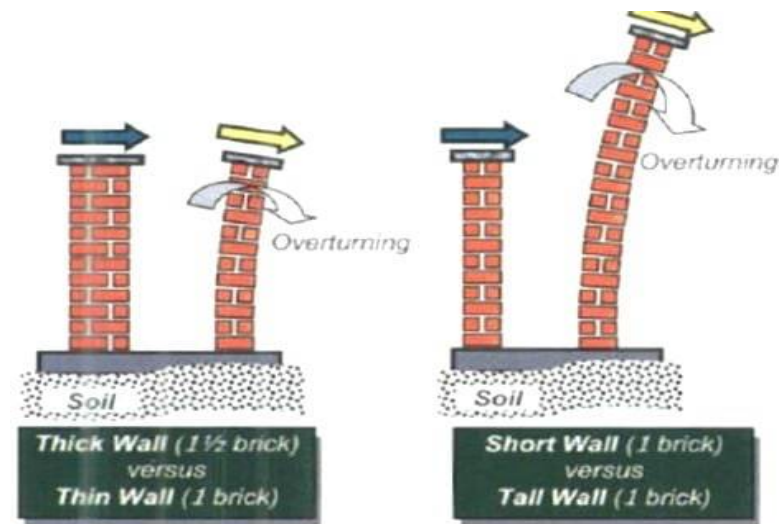
خمش
درون
صفحه

برش درون
صفحه

برش برون
صفحه

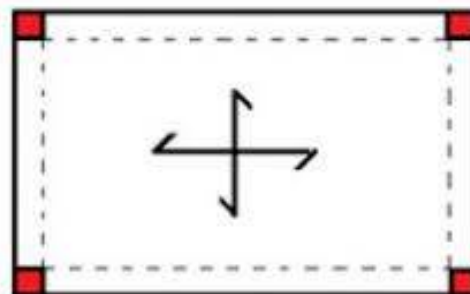
خمش
برون
صفحه



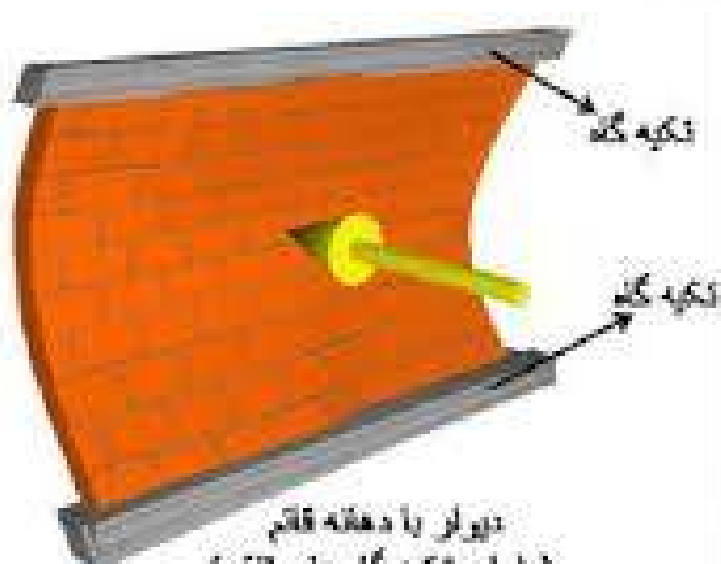


ملات قائم

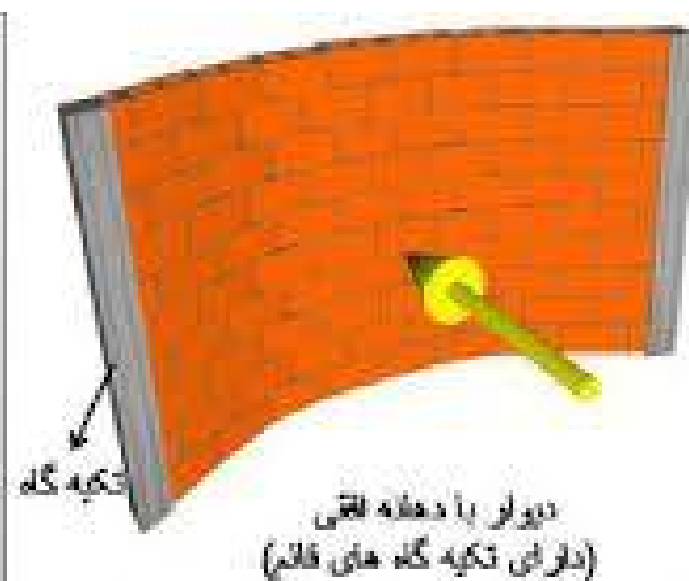
$$\frac{Lb}{La} \leq 2 \rightarrow \text{دال دو طرفه}$$



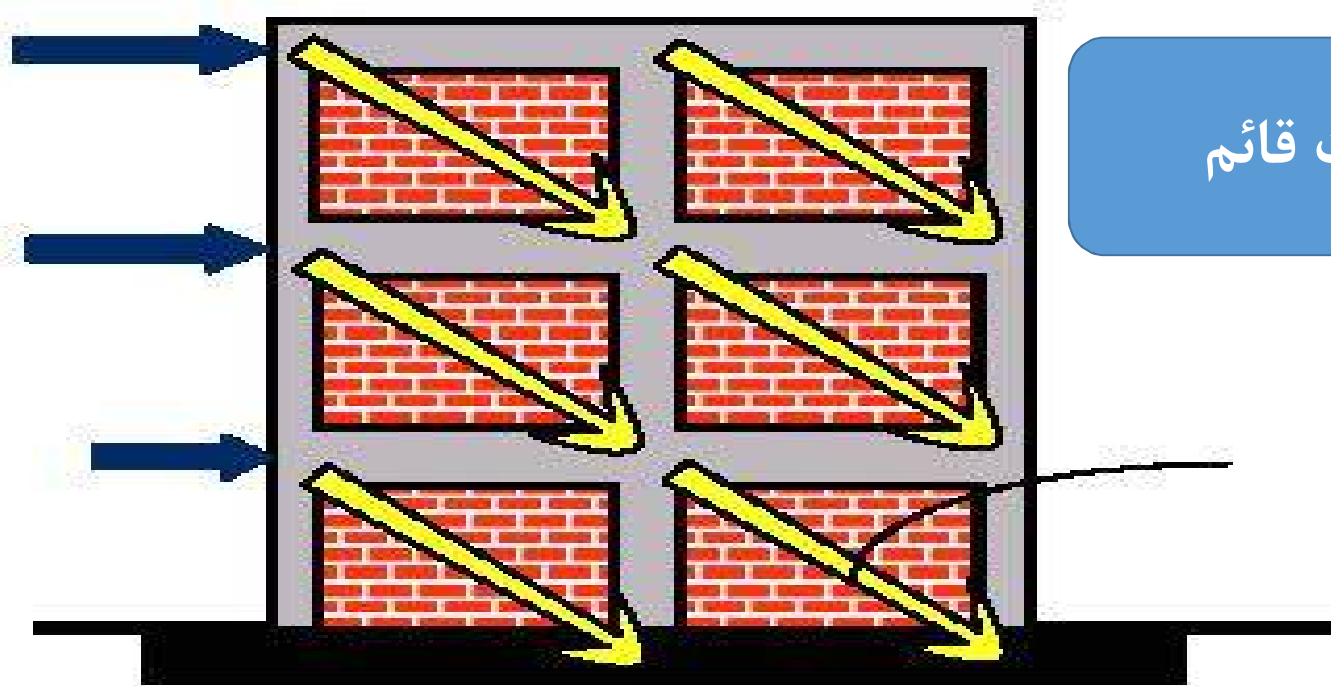
دال دو طرفه



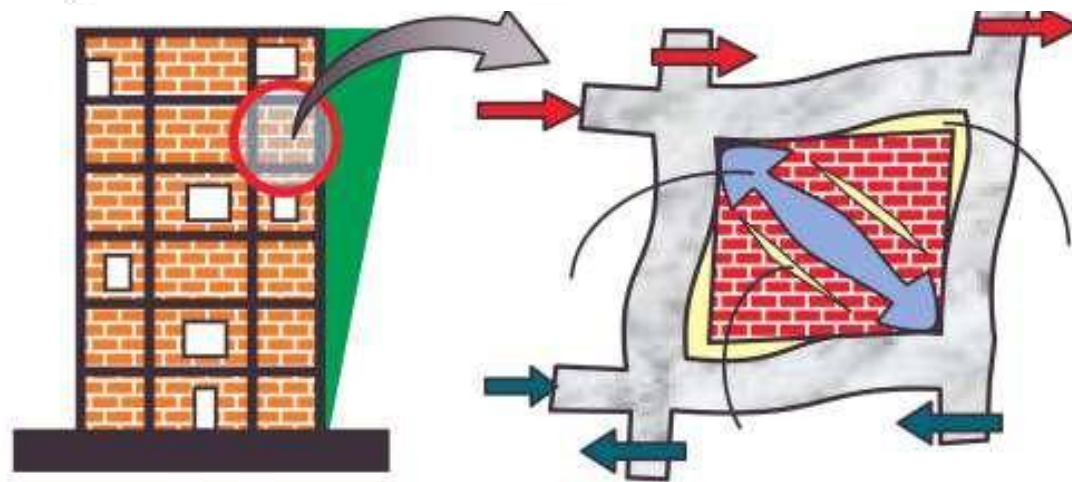
ایجاد تنش کششی خمشی در امتداد محور بر باد بهار



ایجاد تنش کششی خمشی در امتداد مولزی باد بهار



ملات قائم



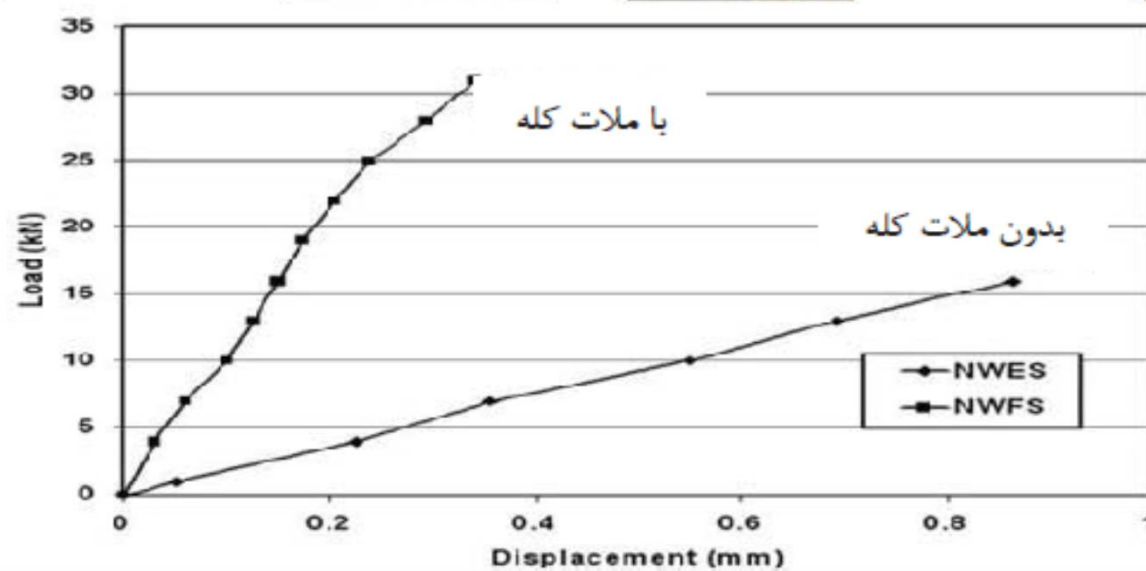




با ملات کله



بدون ملات کله



مزایای ملات قائم

1 بالا بردن ظرفیت خمشی برون محور دیوار با تبدیل دیوار به یک پوسته دوطرفه همانند دال دوطرفه

2 بالا بردن ظرفیت برشی درون محور دیوار با اضافه کردن سطح برش دیوار

3 جلوگیری از نفوذ رطوبت از طریق درز های قائم



تعریف وال پست

وسیله ای عمودی برای حفظ و نگه داری دیوار در
مقابل بارهای وارده شامل باد، طوفان و زلزله

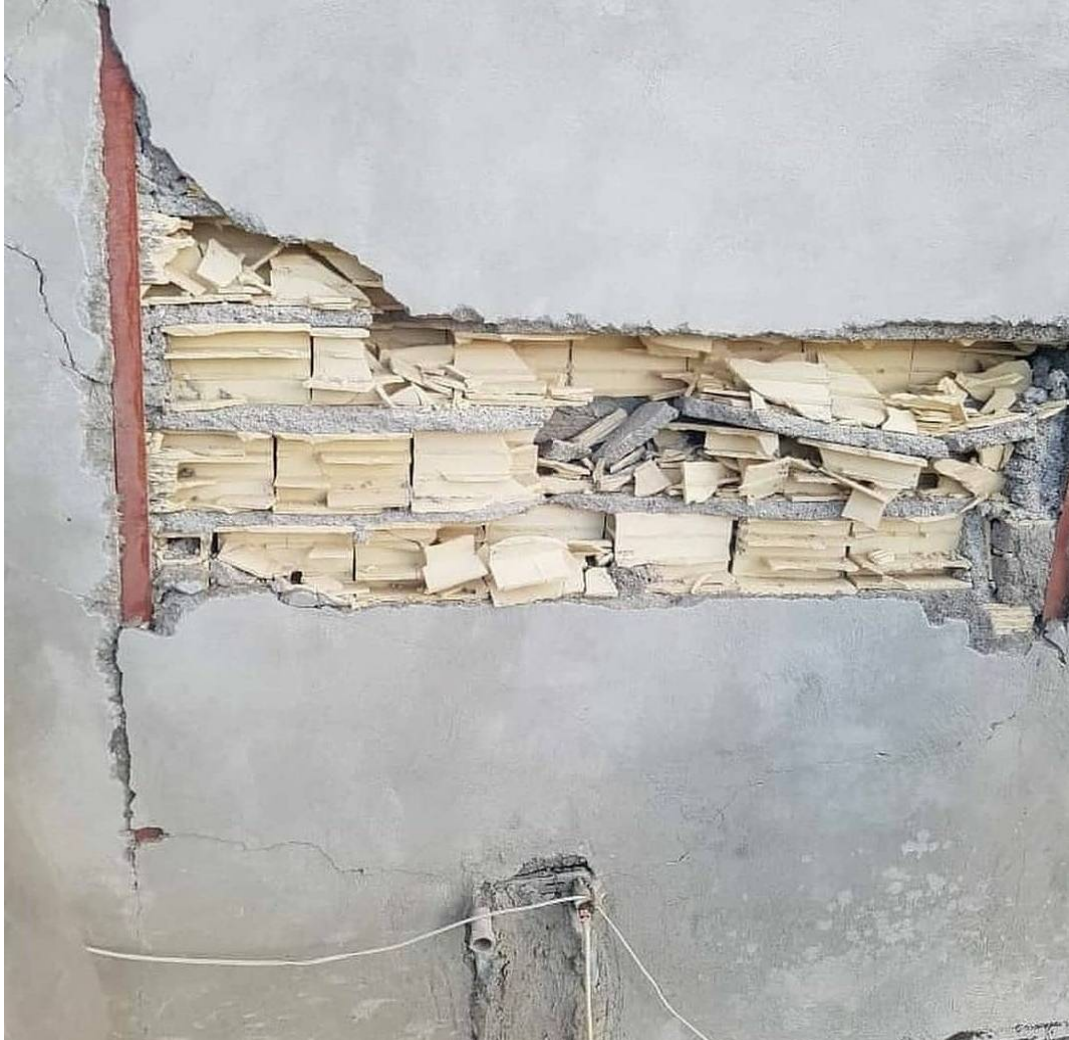
نیروی زلزله بزرگتر و
جابجایی بزرگتر

ساختمان
بلندتر



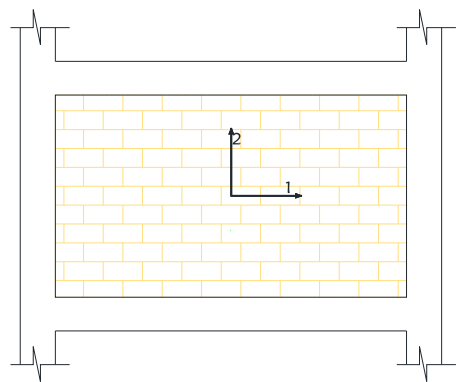
پ ۶-۱-۴-۱-۱-۱- محدودیت ابعاد هندسی

طول آزاد دیوار خارجی در پلان نباید از ۴ متر و ارتفاع آزاد آن نباید از ۳/۵ متر بیشتر در نظر گرفته شود. در دیوارهای با طول بیشتر از ۴ متر باید از عضو قائم با مقطع فولادی یا بتنی به عنوان تکیه‌گاه جهت مهار خارج از صفحه دیوار (وادار) و در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر باید با استفاده از عضو افقی با مقطع فولادی یا بتنی (تیرک) ارتفاع آزاد را کاهش داد. جزییات وادارها و تیرک‌ها در بندهای پ ۶-۱-۴-۱-۲ و پ ۶-۱-۴-۱-۳ ارائه شده است. در دیوارهای پانلی کارخانه‌ای ارتفاع دیوار می‌تواند تا حدی که برای برش و خمش عمود بر صفحه طراحی شده، در نظر گرفته شود.









دیوار یک المان بنایی

المان بنایی یا دیوار

ملات

آجر یا بلوک

چسب و
غیره

ماسه
سیمان و
آهک

ماسه
سیمان

سایر

بلوک سبک
گازی

آجر سفال

آجر فشاری

مشخصات مکانیکی انواع دیوار

مقاومت فشاری MPa	2-5
	10-15
مقاومت خمشی MPa	0.2-2
مقاومت برشی MPa	0.2-0.6

مقاومت برشی دیوار و یا المان بنایی بسته به چسبندگی ملات به دیوار، نیروی اصطحاک بین ملات و دیوار و همچنین مقاومت برشی آجر در صورت بالا بودن چسبندگی و اصطحاک در اثر وجود نیروی محوری است. می توان مقاومت برشی دیوار بنایی را در حدود $0/2$ الی $0/6$ مگاپاسگال در نظر گرفت.

مقاومت فشاری

مقاومت خمشی

مقاومت برشی

ASTM C270

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

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

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

How to Choose the Right Mortar Mix Type N, O, S, or M

Updated December 17, 2018

Mortar is the element that bonds bricks or other masonry units together and provides structural capacity to the wall or other structure. There are four main types of mortar mix: N, O, S, and M. Each type is mixed with a different ratio of cement, lime, and sand to produce specific performance characteristics such as flexibility, bonding properties, and compressive strength. The best mortar mix type for any project depends on the application and the various design specifications for the masonry construction.

Mortar mix is made with [Portland cement](#), hydrated lime, and sand combined in specific proportions to meet required specifications.

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

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

*در صورتی که تنها بخشی از حفره‌ها با دوغاب پر شده باشد، می‌توان بر اساس درصد حفره‌های پر شده با دوغاب مدول گسیختگی را از درون‌یابی بین حالت فاقد دوغاب و پر شده با دوغاب به دست آورد.

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

چیدمان واحدهای بنایی - بهترین ظرفیت خمشی هنگامی به دست می‌آید که دیوار به صورت پیوند ممتد (Running bond) اجرا شده باشد. اگرچه مقاومت خمشی قائم (ترک‌ها موازی بند بستر) در پیوند ممتد و غیرممتد تفاوت چندانی ندارند، لیکن در مقاومت خمشی افقی (ترک‌ها عمود بر بند بستر) استفاده از پیوند ممتد موجب افزایش چشمگیر مقاومت خمشی خواهد شد.



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

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

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

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

که

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

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

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

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

نشریه 740 بهسازی لرزه ای ساختمان های آجری

ب- مقاومت کششی واحد آجرکاری

مقاومت کششی واحد آجرکاری وابسته به مقاومت کششی و مقاومت چسبندگی ملات و آجر است. برای تعیین کرانه پایین مقاومت کششی واحد آجرکاری می توان از مقادیر جدول (۲-۵) استفاده کرد.

جدول ۲-۵- کرانه پایین مقاومت کششی واحد آجرکاری (MPa)

شرایط ملات			نوع منشور آجری
نامناسب (ضعیف)	مناسب (متوسط)	خیلی خوب و خوب	
–	۰/۰۷	۰/۱۴	منشور خمشی (f_{tm})
–	۰/۴	۰/۸	نمونه قطری (f_{dm})

پ-مقاومت برشی واحد آجرکاری

اگر مقاومت فشاری واحد آجرکاری بیش از مقاومت فشاری ملات باشد، مقاومت برشی واحد آجرکاری به مقاومت فشاری آن وابسته نیست و فقط به مقاومت ملات، تنش عمودی وارده بر سطح برش و زبری و تمیزی سطح تماس آجر با ملات بستگی دارد.

اگر نتایج آزمایش در اختیار نباشد، کرانه پایین مقاومت برشی واحد آجرکاری بر مبنای تنش نرمال، تنش چسبندگی و ضریب اصطکاک از رابطه (۵-۲) تعیین می‌شود. در این حالت مقدار تنش چسبندگی (c) از جدول (۶-۲) و ضریب اصطکاک داخلی واحد آجرکاری (μ) برابر با ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود.

$$f'_{mv} = \mu \frac{P_D}{A_n} + c \quad (5-2)$$

که در آن:

f_{tb} ، مقاومت کششی آجر (MPa)

P_D ، بارثقلی در محل آزمایش ناشی از بارهای موجود مرده و زنده بر روی دیوار مورد نظر (kN)

A_n ، سطح مقطع خالص دیوار دارای ملات (mm^2)

c، مقاومت چسبندگی برشی بر حسب مگاپاسکال

جدول ۶-۲ - مقادیر پیش فرض کرانه پایین مقاومت چسبندگی ملات (MPa)

شرایط ملات			تنش چسبندگی
نامناسب (ضعیف)	مناسب (متوسط)	خوب	
-	۰/۱	۰/۲	c

۴-۳-۱-۱-۲- تعیین برش پایه

ساختمان باید ظرفیت لازم را در برابر نیروی برشی که از رابطه (۴-۴) محاسبه می‌شود، داشته باشد.

$$V = \omega' CW \quad (4-4)$$

که در این رابطه :

ω' : ضریب عمر مفید باقیمانده ساختمان، برابر با ۰/۸

W : وزن کل ساختمان مطابق بند ۲-۳ استاندارد ۲۸۰۰ ایران

C : ضریب زلزله که از رابطه (۴-۵) بدست می‌آید:

$$C = \frac{ABI}{R} \quad (5-4)$$

در این رابطه:

A : نسبت شتاب مبنای طرح (نسبت شتاب زلزله به شتاب ثقل g) مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران

B : ضریب بازتاب ساختمان مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران.

R : ضریب رفتار، در ساختمان‌های بنایی غیر مسلح بدون کلاف برابر ۱/۲۵ و در ساختمان‌های بنایی با کلاف برابر ۲/۵

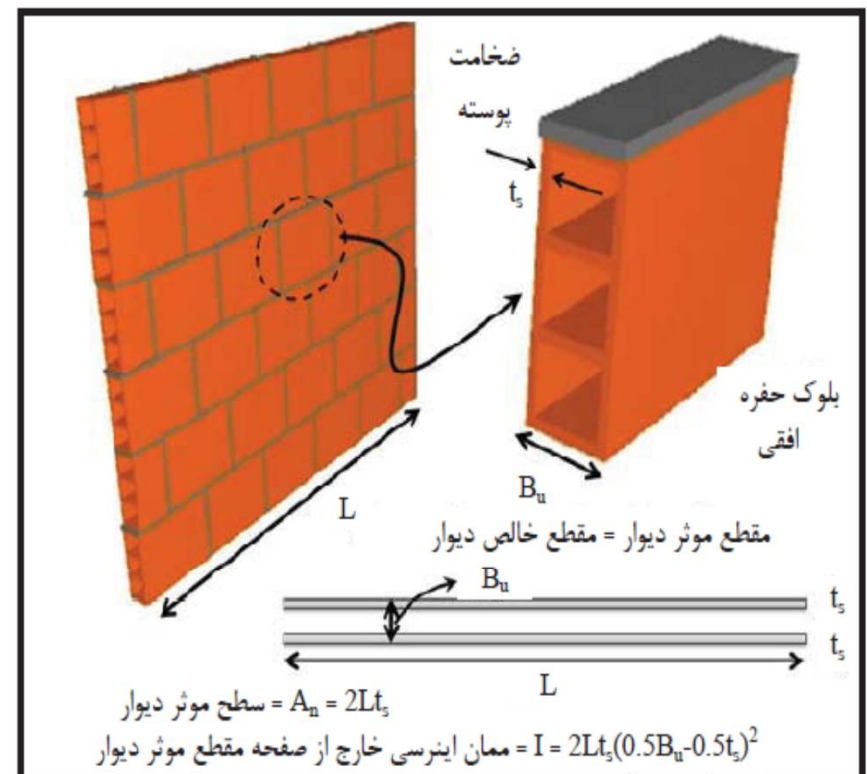
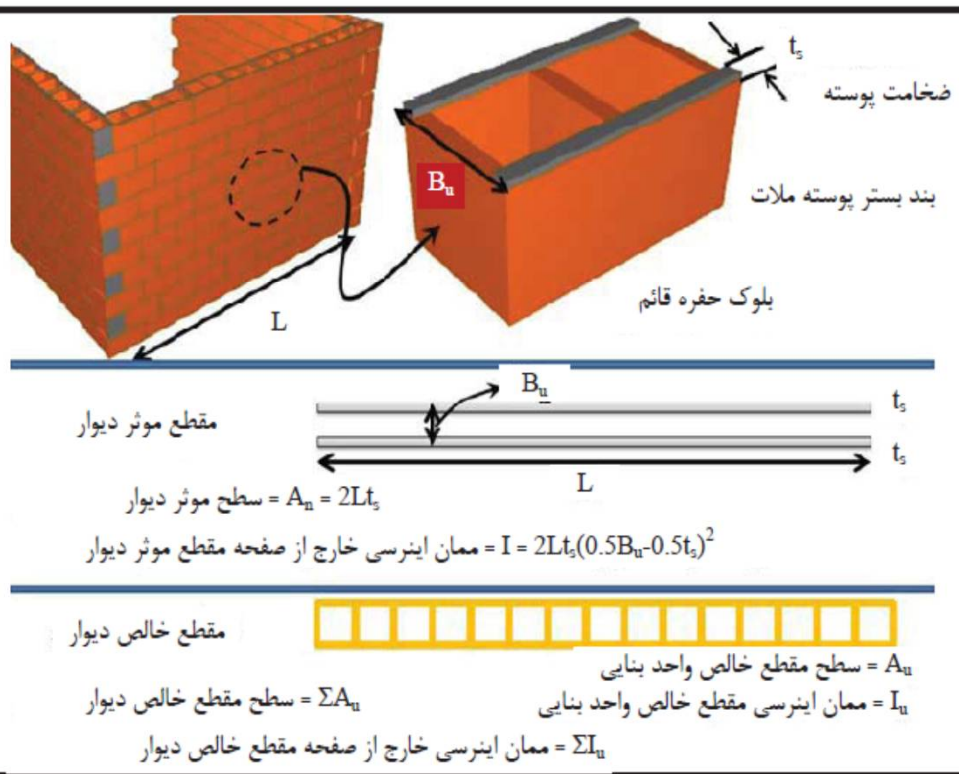
I : ضریب اهمیت ساختمان که به شرح بند ۱-۲، برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود.

تذکر مهم نشریه 740 بهسازی لرزه ای ساختمان های آجری

تذکر مهم: در صورت پر نبودن درزهای قائم بین واحدهای بنایی از ملات، باید مقاومت برشی درون صفحه و مقاومت خمشی خارج صفحه دیوار، ۵۰ درصد مقادیر محاسبه شده برای دیوار کامل منظور شود.

سطح موثر دیوار

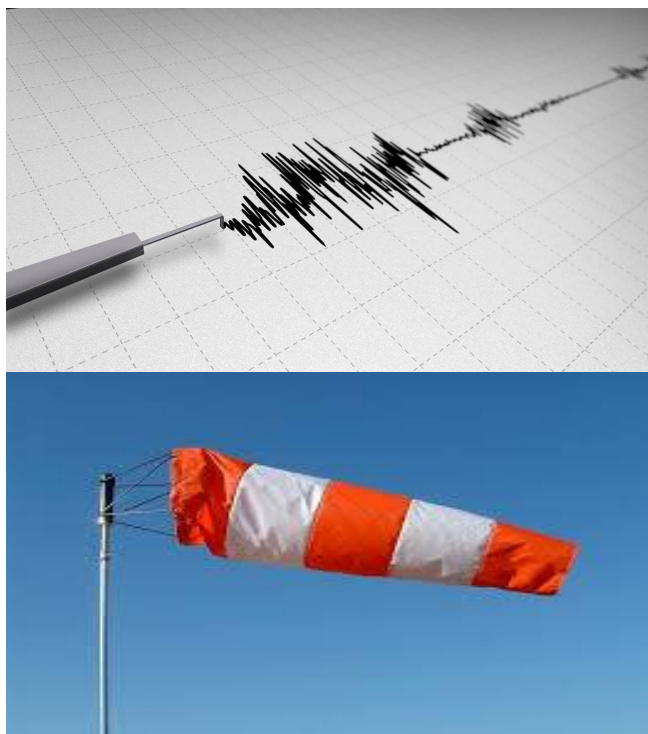
$$I = Ad^2$$



شکل ۱-۲- مقطع موثر و خالص دیوار ساخته شده با بلوک‌های توخالی حفره قائم و بند بستر پوسته ملات

شکل ۲-۲- مقطع موثر و خالص دیوار ساخته شده با بلوک‌های توخالی حفره افقی و بند بستر تمام ملات

نیروهای وارد بر دیوار



نیروی زلزله

1

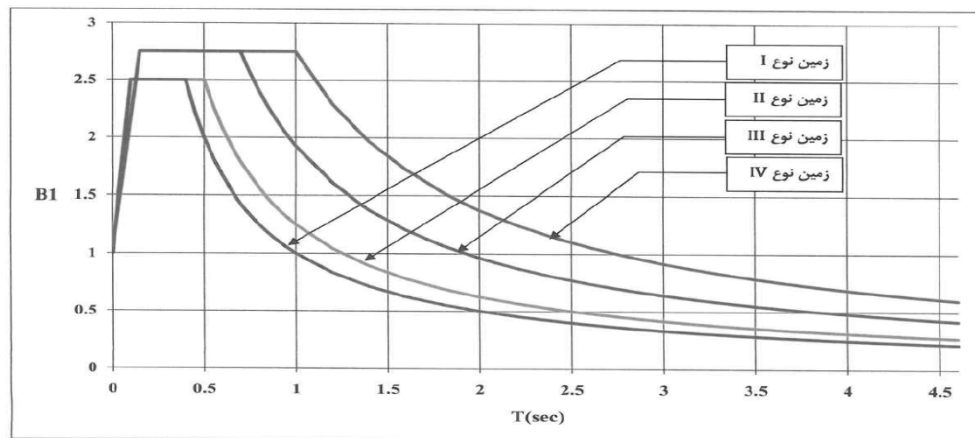
نیروی باد و طوفان

2

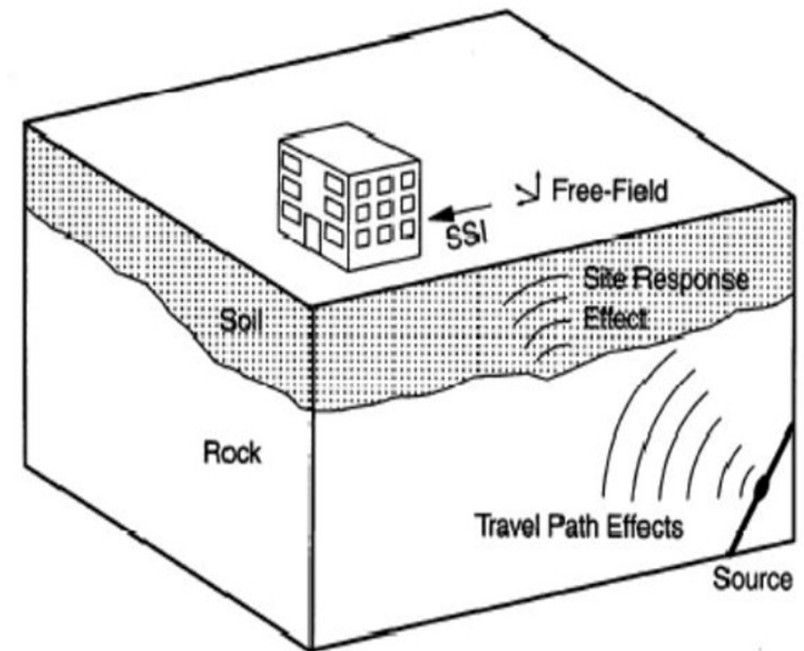
نیرو و شتاب زلزله

جدول ۱-۲ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه‌خیزی مختلف

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰



شکل ۱-۲-ب- ضریب شکل طیف طرح برای انواع زمین‌های مندرج در بند (۲-۴) با خطر زیاد و خیلی زیاد



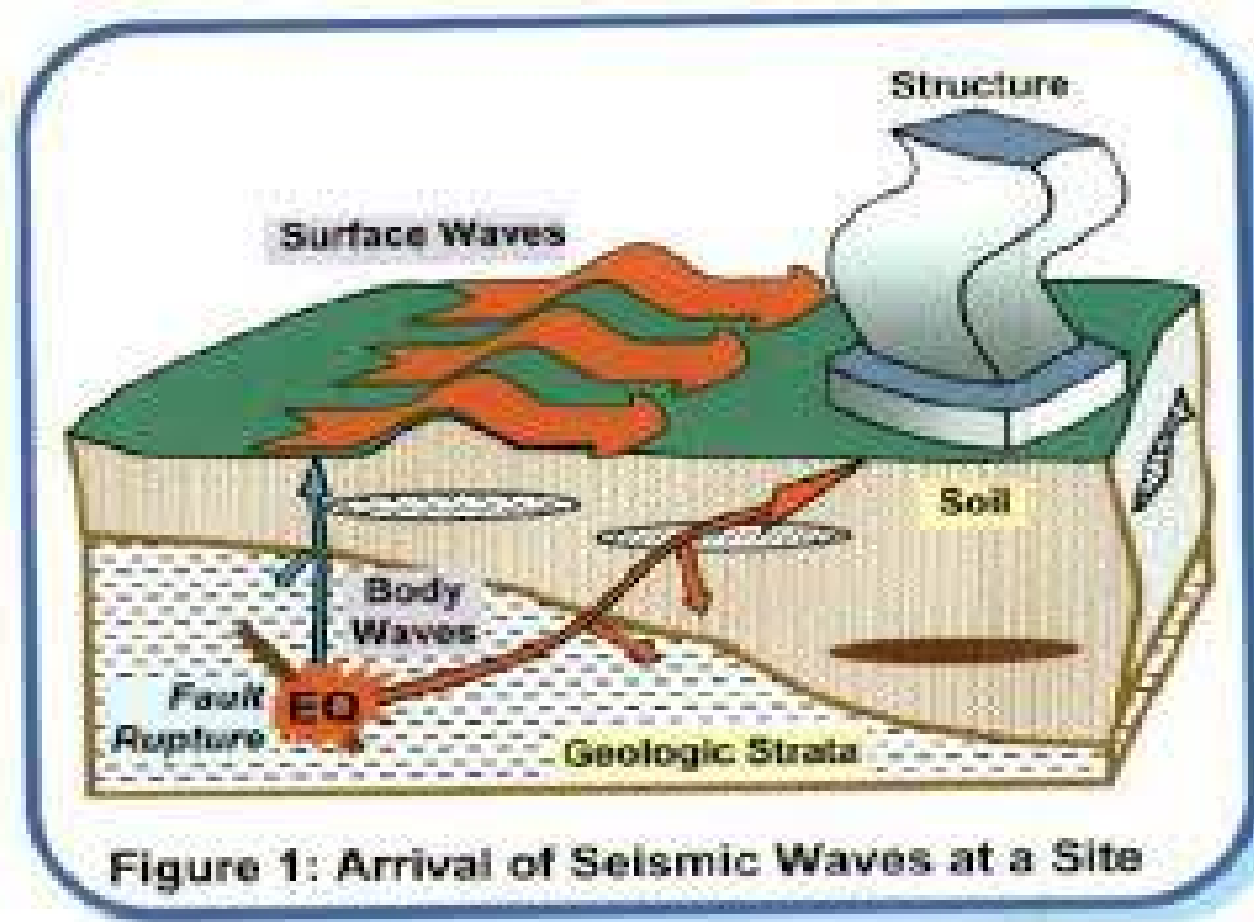
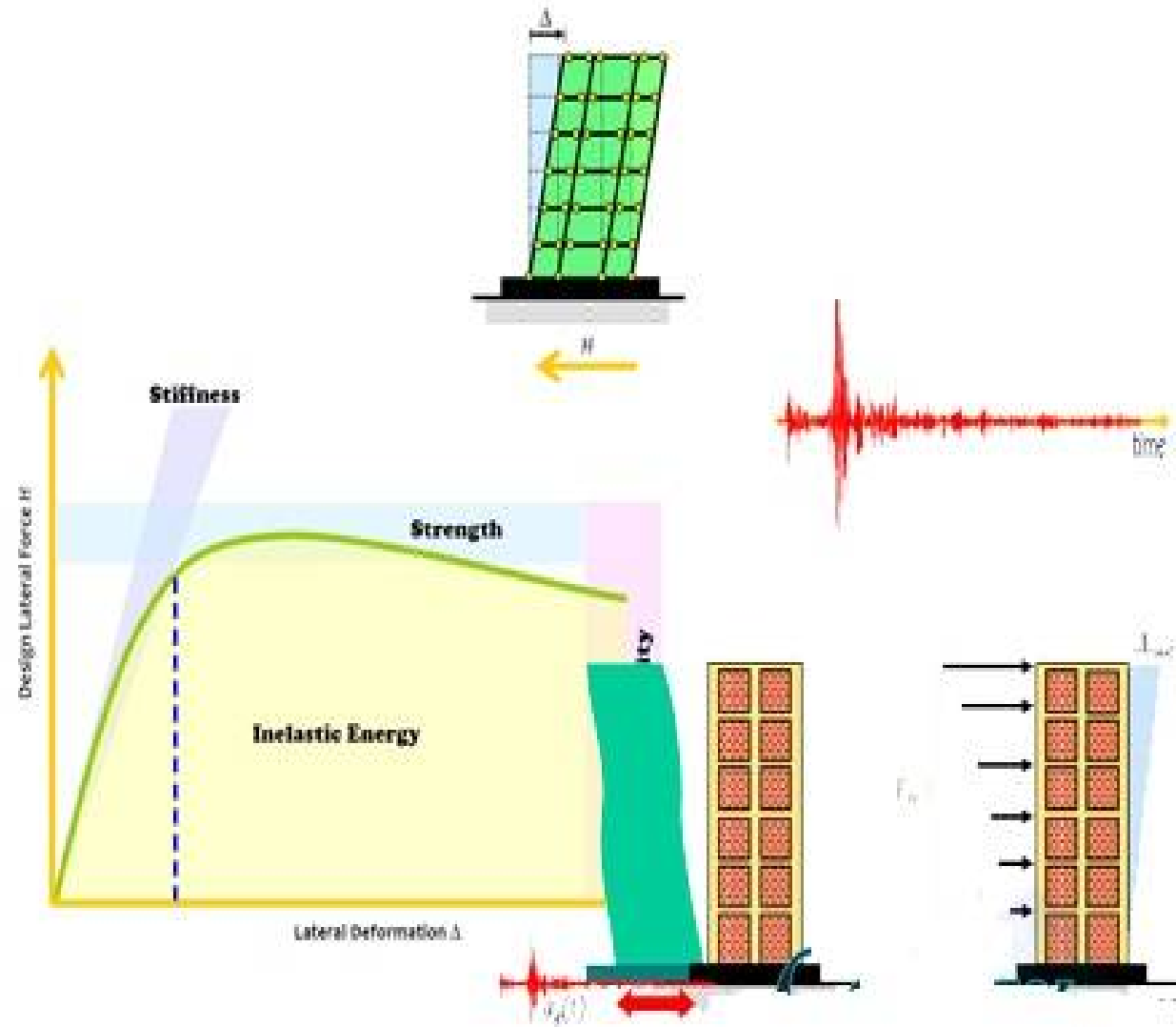
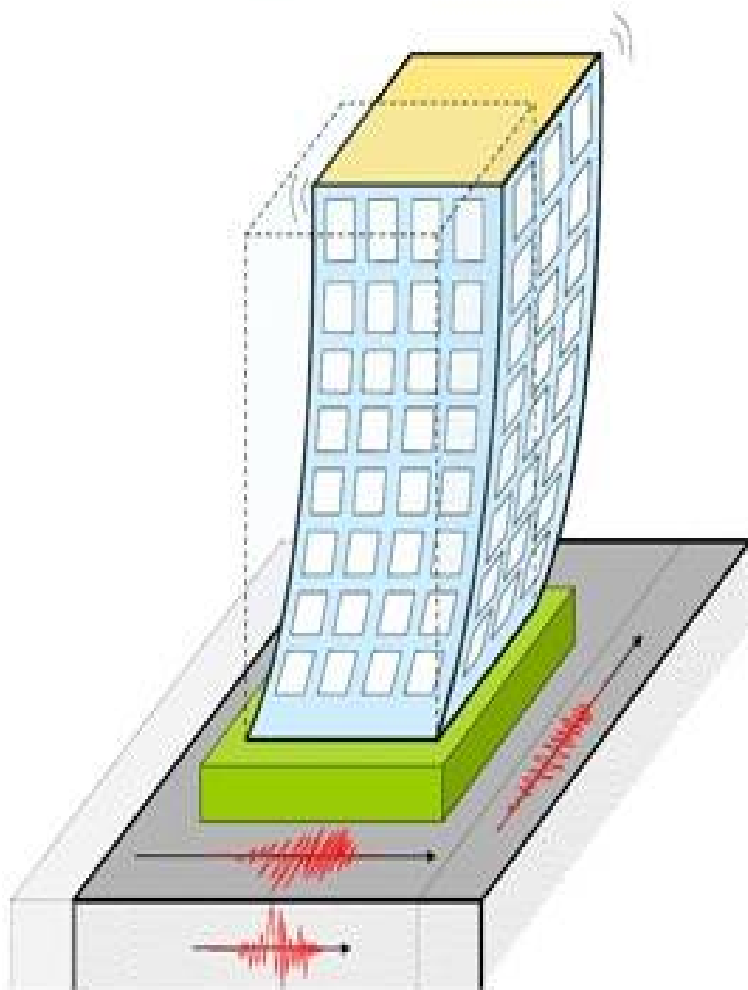
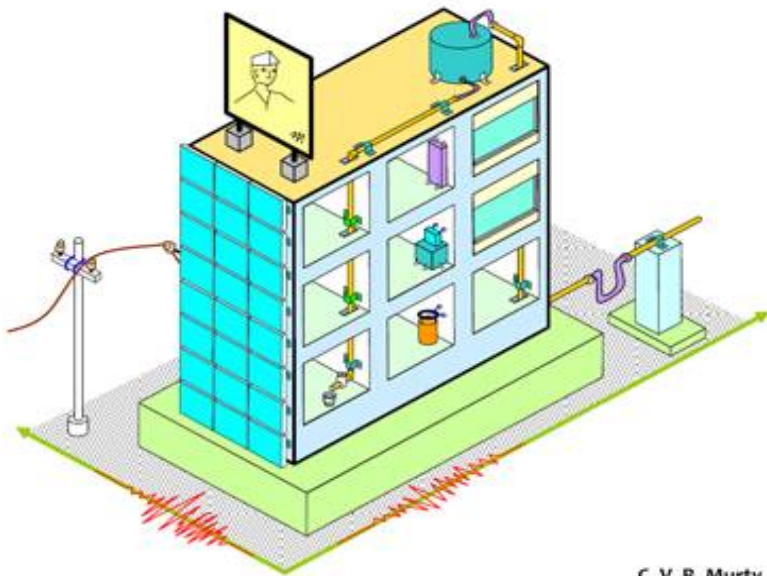


Figure 1: Arrival of Seismic Waves at a Site

Some Concepts in Earthquake Behaviour of Buildings



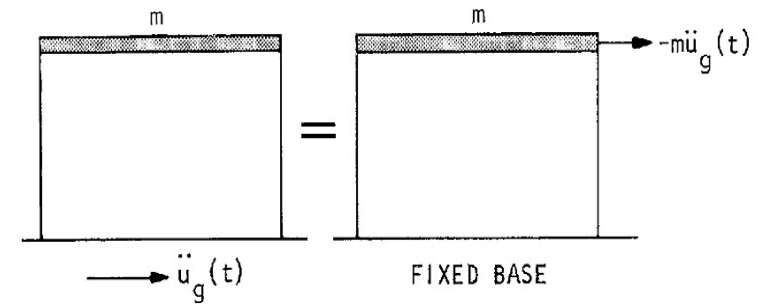
Introduction to
**Earthquake Protection of
Non-Structural Elements in Buildings**



C. V. R. Murty
Rupen Goswami
A. R. Vijayanarayanan
R. Pradeep Kumar
Vipul V. Mehta

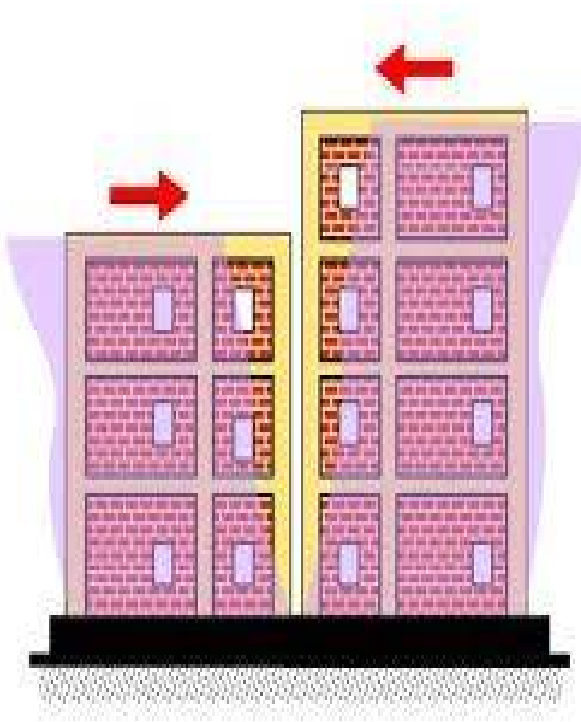


Gujarat State Disaster Management Authority
Government of Gujarat



$$m\ddot{u} + ku = p(t)$$

اهمیت جابجایی و دریافت سازه



یکی از مهمترین دلایل طراحی و کنترل ساختمان در مقابل تغییر شکل و دریافت مباحث عناصر غیر سازه ای است چرا که این اعضا نظیر دیوار شکل پذیری بسیار کمی دارند و حتی با تغییر شکل های کوچک خرد شده و کارایی خود را از دست می دهند. لذا با توجه به معادله دیفرانسیل یا باید سختی بالا برده شده تا تغییر شکل ها کوچک گردند و یا این عناصر غیر سازه ای به نحو مناسبی و تا حد امکان شکل پذیر تر شوند. همانند استفاده از وال پست و میلگرد بستر

Type	Item	Drift-Sensitive*	Acceleration-Sensitive*
Architectural	Nonbearing Walls/Partitions	•	◦
	Cantilever Elements and Parapets		•
	Exterior Wall Panels	•	◦
	Veneer and Finishes	•	◦
	Penthouses	•	
	Racks and Cabinets		•
	Access Floors		•
	Appendages and Ornaments		•
Mechanical and Electrical	General Mechanical (boilers, etc.)		•
	Manufacturing and Process Machinery		•
	Piping Systems	◦	•
	Storage Tanks and Spheres		•
	HVAC Systems (chillers, ductwork, etc.)	◦	•
	Elevators	◦	•
	Trussed Towers		•
	General Electrical (switchgear, ducts, etc.)	◦	•
	Lighting Fixtures		•
Contents	File Cabinets, Bookcases, etc.		•
	Office Equipment and Furnishings		•
	Computer/Communication Equipment		•
	Nonpermanent Manufacturing Equipment		•
	Manufacturing/Storage Inventory		•
	Art and other Valuable Objects		•

* Solid dots indicate primary cause of damage, open dots indicate secondary cause of damage

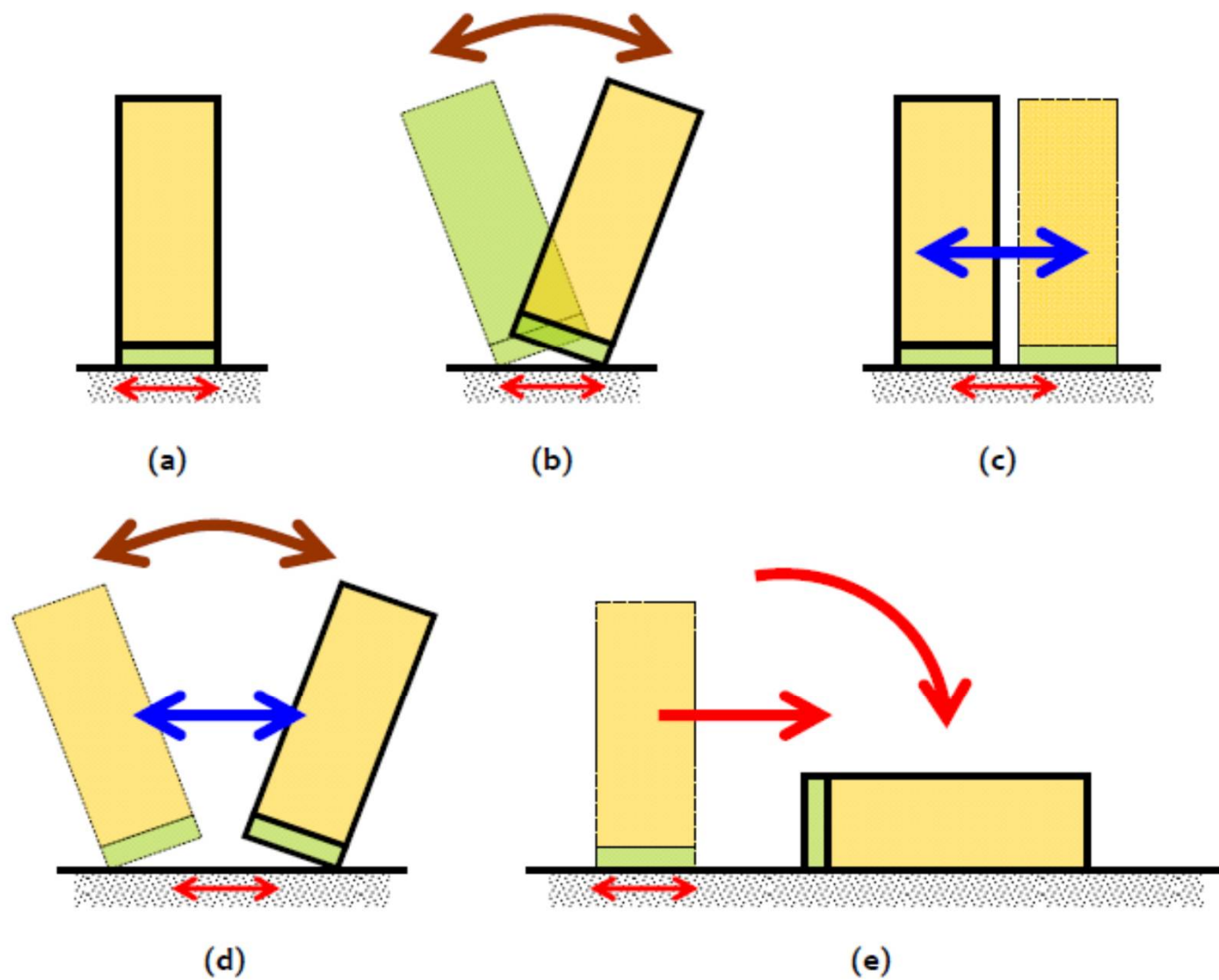


Figure 2.1: *NSEs with large mass shaken at its base: (a) tall NSE. (b) rocking of NSE. (c) sliding of NSE.*

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

در این رابطه:

V_{pu} = نیروی جانبی زلزله در حد مقاومت. برای تعیین این نیرو در حد تنش‌های مجاز باید این مقدار به $1/4$ تقسیم شود.

A = شتاب پایه، طبق بند ۲-۲

$1+S$ = ضریب شتاب طیفی طبق بند (۲-۳-۱)

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

I_p = ضریب اهمیت جزء طبق بند (۳-۱-۴)

W_p = وزن جزء سازه‌ای همراه با محتویات آن در زمان بهره‌برداری

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

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

H = ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

$$V_{pu} = \frac{a_i a_p W_p I_p}{R_{pu}} A_j \quad (4-4)$$

در این رابطه:

a_i = شتاب در تراز "i" حاصل از تحلیل طیفی سازه با فرض ضریب رفتار و ضریب اهمیت برابر با ۱/۰ برای سازه اصلی است. تراز i تراز است که جزء غیرسازه‌ای در آن واقع است.

مقدار V_{pu} در هیچ حالت نباید کمتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{pu}(\min) = 0.3A(1 + S)I_p W_p \quad (2-4)$$

همچنین مقدار V_{pu} لزومی ندارد بیشتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{pu}(\max) = 1.6A(1 + S)I_p W_p \quad (3-4)$$

۴-۱-۳ ضریب اهمیت جزء

اجزای غیرسازه‌ای برحسب میزان آسیب‌رسانی ناشی از خرابی آنها به دو گروه تقسیم و در تعیین نیروی جانبی زلزله برای هر یک "ضریب اهمیت جزء I_p " خاص در نظر گرفته می‌شود. این ضریب برای اجزاء زیر برابر با $1/4$ و برای سایر اجزا برابر $1/0$ می‌باشد:

الف- جزء در داخل و یا متکی به سازه با اهمیت خیلی زیاد بوده و حفظ آن برای خدمت‌رسانی بی‌وقفه سازه لازم باشد.

ب- محتوای جزء مواد خطرزا با امکان ایجاد مسمومیت زیاد و یا انفجار باشد.

پ- خدمت‌رسانی جزء برای تأمین عملکرد ایمنی جانی پس از زلزله لازم باشد، مانند سیستم اطفای حریق و پلکان فرار

جدول ۴-۱ ضرایب اجزای معماری

R_{pu}	a_p	جزء معماری
۱/۵ ۲/۵	۱ ۱	۱- دیوار غیرسازه‌ای داخلی و تیغه - دیوار غیرمسلح مصالح بنایی - <u>انواع دیگر دیوار و تیغه</u>
۲/۵	۲/۵	۲- اجزای طره‌ای نظیر جان‌پناه، دیوار غیرسازه‌ای و دودکش که مهار نشده یا در محلی پایین‌تر از مرکز ثقل جزء مهار شده باشد.
۲/۵	۱	۳- اجزای طره‌ای نظیر جان‌پناه، دودکش و دیوار غیرسازه‌ای که در محلی بالاتر از مرکز ثقل جزء مهار شده باشند.
۲/۵ ۱	۱ ۱/۲۵	۴- دیوار خارجی غیرسازه‌ای و اتصالات آن - <u>دیوار و اتصال آن</u> - بست‌های سیستم اتصال
۲/۵ ۱/۵	۱ ۱	۵- پوشش نما - اجزای با شکل‌پذیری متوسط و اتصالات آنها - اجزای با شکل‌پذیری کم و اتصالات آنها
۲/۵	۲/۵	۶- خرپشته (به استثنای حالتی که این بخش به‌صورت یکپارچه با سازه ساختمان ساخته شده باشد که در آن‌صورت باید همراه با سازه تحلیل و طراحی شود)
۲/۵	۱	۷- پله فراری که جزئی از سازه اصلی ساختمان نباشد
۲/۵	۱	۸- سقف کاذب
۲/۵	۱	۹- قفسه و کابینت

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

$$a_p = 1$$

$$R_{pu} = 2.5$$

$$Z = H$$

$$V_{pu} = 0.4 * 1 * A * \frac{(1 + S) W_p I_p}{2.5} * \left(1 + \frac{2H}{H}\right)$$



$$V_{pu(max)} = 1.6 AI (1 + S) W$$

$$V_{pu} = 0.48 AI (1 + S) W$$

$$V_{pu(min)} = 0.30 AI (1 + S) W$$

خاک نوع 3 و 4

$$A = 0.3$$

$$I = 1$$

$$S = 1.75$$

$$1 + S = 2.75$$



$$V_{pu} = 0.40W$$

خاک نوع 2

$$A = 0.3$$

$$I = 1$$

$$S = 1.50$$

$$1 + S = 2.50$$



$$V_{pu} = 0.36W$$

نیروی باد

۳-۱۰-۶ فشار مبنای باد

فشار مبنای باد، فشاری است که باد با سرعتی برابر با سرعت مبنای باد بر سطحی عمود بر جهت وزش باد وارد می‌کند. مقدار این فشار با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$q = 0.000613 V^2 \quad (۲-۱۰-۶)$$

در این رابطه V سرعت مبنای باد، به متر بر ثانیه و q فشار مبنای باد، به کیلونیوتن بر مترمربع است.

در جدول ۱-۱۰-۶ فشار مبنای باد برای سرعت‌های متناظر داده شده است.

۶-۱۰-۴ فشار باد بر ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

۶-۱۰-۴-۱ فشار یا مکش خارجی

فشار یا مکش خارجی تحت اثر باد روی سیستم اصلی باربر یا روی جزئی از سطح خارجی ساختمان از رابطه (۶-۱۰-۳-الف) به دست می‌آید.

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d \quad (۶-۱۰-۳-الف)$$

<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">شهر قائمشهر</div>	{	$q = 0.000613V^2$	\longrightarrow	$q = 0.38 \text{ KN/m}^2$	$\xrightarrow{*100}$	$q = 38 \text{ Kg/m}^2$
		$V = 90 \text{ Km/h}$				
		$V = 90 * \frac{1000}{3600} = 25 \text{ m/s}$				

۶-۱۰-۴ فشار یا مکش داخلی

فشار یا مکش داخلی ساختمان تحت اثر باد از رابطه (۶-۱۰-۳-ب) به دست می‌آید.

$$P_i \equiv I_w q C_e C_t C_{gi} C_{pi} C_d \quad (۶-۱۰-۳-ب)$$

۶-۱۰-۵ نیروی باد

بار خالص باد، F_t ، برای کل ساختمان یا اجزاء پوششی ساختمان (اجزاء نما - پوشش بام) از جمع جبری حاصل ضرب فشارها یا مکش‌های داخلی و خارجی وارد بر سطوح ساختمان (یا اجزاء) در مساحت سطوح ساختمان (یا اجزاء) به دست می‌آید.

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_j \quad (۶-۱۰-۴)$$

P : فشار یا مکش خارجی استاتیکی در جهت عمود بر سطح است که در حالت فشار به سمت رو به سطح و در حالت مکش به سمت خارج از سطح عمل می‌کند.

I_w : ضریب اهمیت بار باد، طبق جدول (۲-۱-۶)

q : فشار مبنای باد بر اساس بند ۶-۱۰-۳ و رابطه ۶-۱۰-۲

C_e : ضریب اثر تغییر سرعت طبق بند ۶-۱۰-۶

C_t : ضریب پستی و بلندی زمین طبق بند ۶-۱۰-۷

C_g : ضریب اثر تند باد طبق بند ۶-۱۰-۸ یا ۶-۱۰-۹

C_p : ضریب فشار طبق بند ۶-۱۰-۸ یا ۶-۱۰-۹

C_d : ضریب همراستایی باد طبق بند ۶-۱۰-۱۲

I_w ضریب اهمیت بار باد

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

گروه خطرپذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت I_e بار زلزله	ضریب اهمیت I_w بار باد	ضریب اهمیت I_i بار یخ	ضریب اهمیت I_s بار برف
۱	۱٫۴	۱٫۲	۱٫۲	۱٫۲
۲	۱٫۲	۱٫۱	۱٫۱	۱٫۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸

C_e ضریب اثر تغییر سرعت باد

$$C_e = \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.2} \geq 0.9$$

در نواحی باز

$$C_e = 0.7 \left(\frac{Z}{12}\right)^{0.3} \geq 0.7$$

در نواحی پرتراکم

C_t ضریب پستی و بلندی زمین

$$C_t = 1$$

در شرایط معمولی

$$C_t = (1 + (\Delta s / Cg))(1 + \Delta s)$$

در شرایط بالای تپه

C_g ضریب اثر تند باد

۶-۱۰-۸-۱ ضریب اثر تند باد C_g و C_{gi}

ضریب اثر تند باد به منظور در نظر گرفتن نسبت حداکثر بارگذاری باد به اثر متوسط آن، ناشی از اثر نسبت سرعت لحظه‌ای باد به سرعت متوسط آن، در محاسبه فشار باد در نظر گرفته می‌شود. مقدار ضریب C_g به شرح ذیل است:

$$C_g = 2/0$$

الف) برای محاسبه نیروهای کلی خارجی ساختمان

$$C_g = 2/5$$

ب) برای محاسبه نیروهای وارد بر اجزاء پوشش نما یا بام (به طور موضعی)

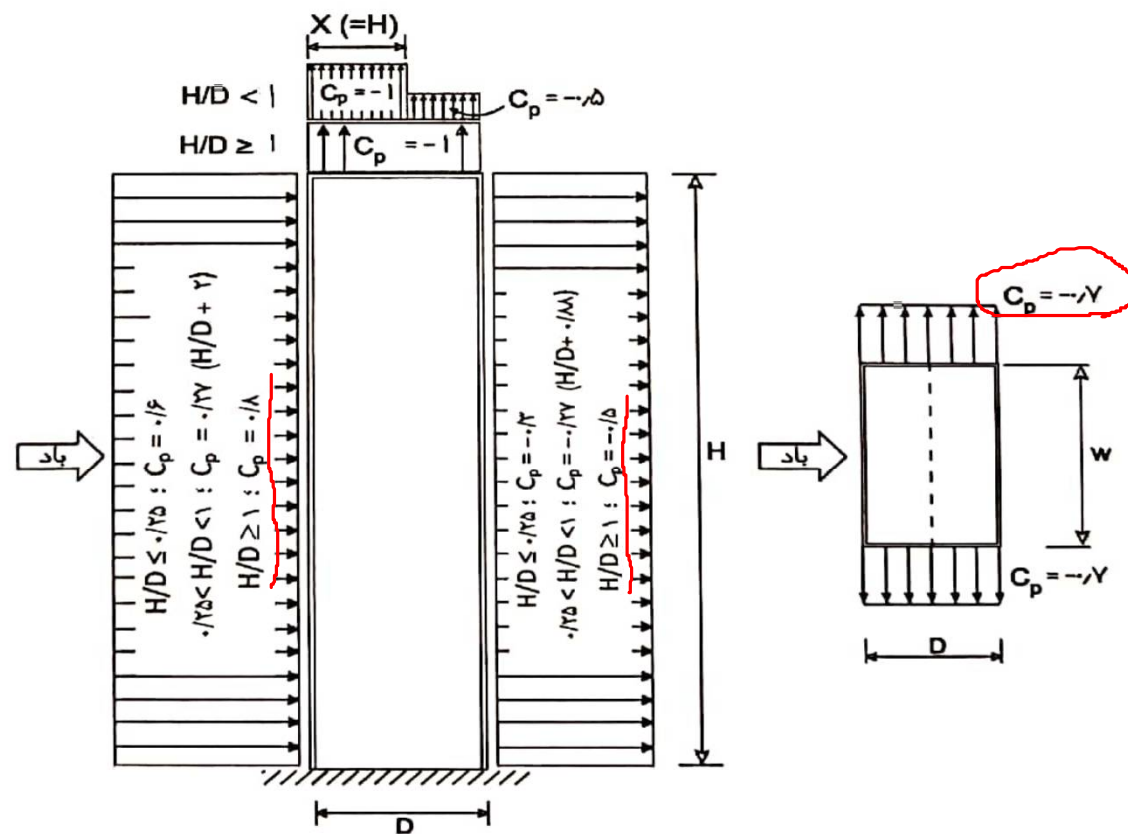
برای محاسبه فشار یا مکش داخلی، مقدار ضریب C_{gi} را می‌توان به صورت محافظه کارانه برابر $2/0$ اختیار نمود.

C_p ضریب فشار باد

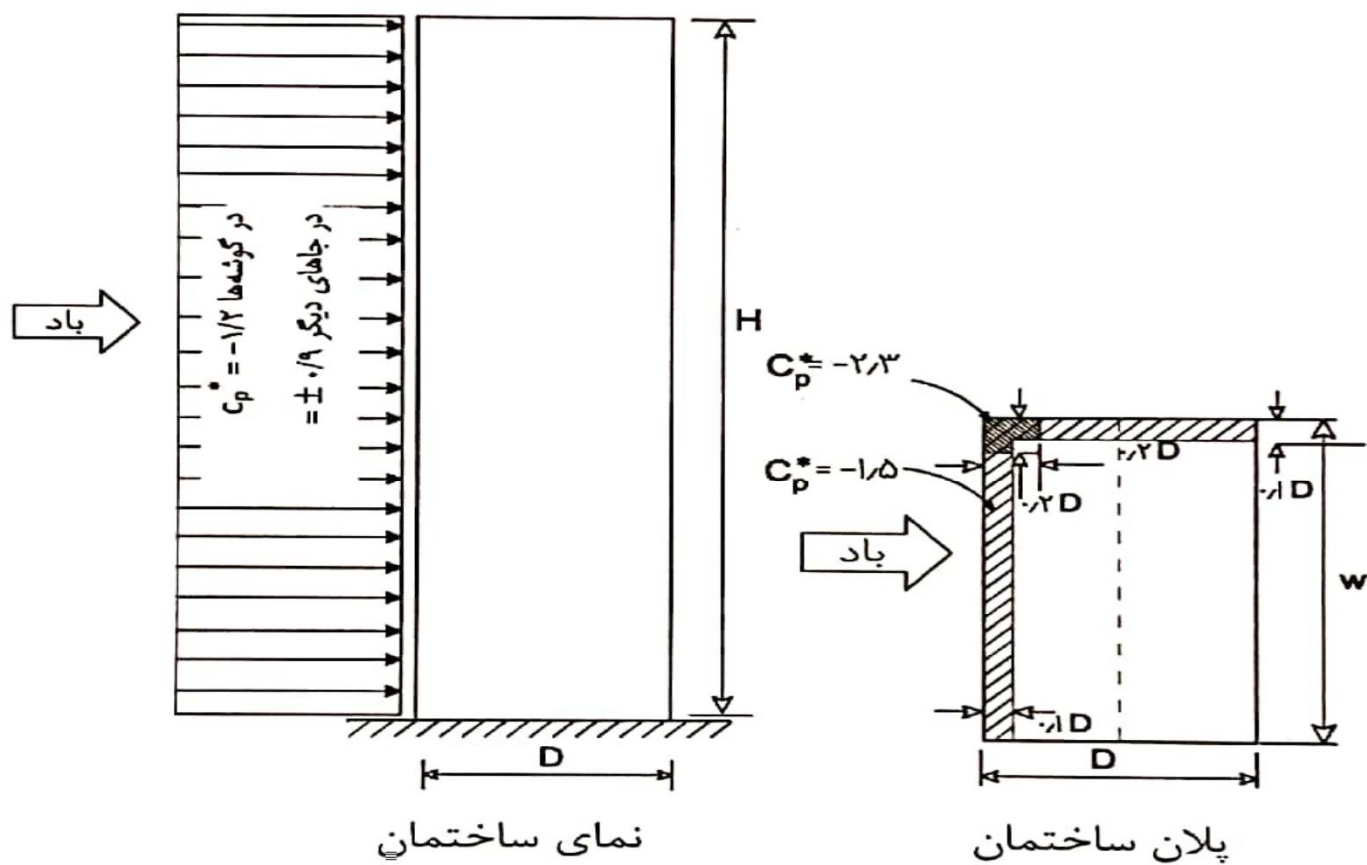
۲-۸-۱۰-۶ ضریب فشار خارجی C_p و C_p^*

ضریب فشار C_p برای تعیین نیروهای کلی وارد بر سازه باربر اصلی در شکل ۲-۱۰-۶ داده شده است. این ضریب متناسب با نسبت ارتفاع ساختمان به عرض آن در جهت باد (H/D) تغییر می‌کند.

ضریب فشار C_p^* برای محاسبه فشار یا مکش جزئی وارد بر پوشش‌ها، نماها و اجزاء پوششی بام و اتصالات آن در شکل ۳-۱۰-۶ تعریف شده است. این ضریب صرفاً برای طراحی اعضاء و اتصالات یادشده به کار می‌رود.



شکل ۶-۱۰-۲ ضریب فشار C_p برای بارگذاری سازه باربر اصلی



شکل ۶-۱۰-۳ ضریب فشار C_p^* برای طراحی اعضاء پوششی نما و بام

۹-۱۰-۶ ضرایب اثر تندباد و فشار برای ساختمان‌های با نسبت ابعادی کمتر از ۱ و ارتفاع کمتر از ۲۰ متر

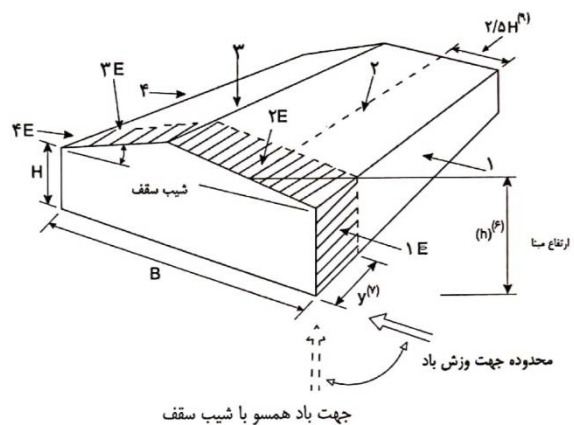
برای ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از ۲۰ متر و نسبت ارتفاع به عرض کوچکتر ساختمان کمتر از ۱، بیشینه حاصل ضرب ضرایب فشار و تندباد ($C_g C_p$) در شکل‌های شماره ۹-۱۰-۶ تا ۱۰-۱۰-۶ داده شده است. در صورت استفاده از این بند، ضریب C_g نباید جداگانه منظور شود.

۶-۱۰-۹ ضرایب ترکیبی $C_g C_p$ روی سازه باربر اصلی

ضرایب ترکیبی بیشینه $C_g C_p$ برای محاسبه فشار و مکش کلی روی سازه باربر اصلی جانبی در شکل ۶-۱۰-۴ داده شده است.

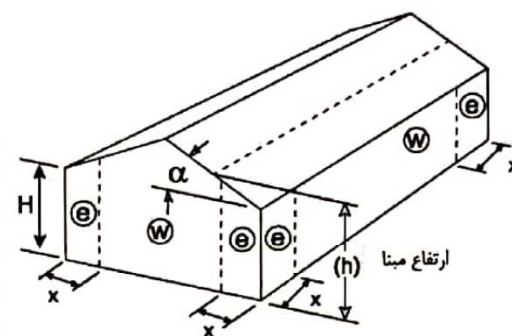
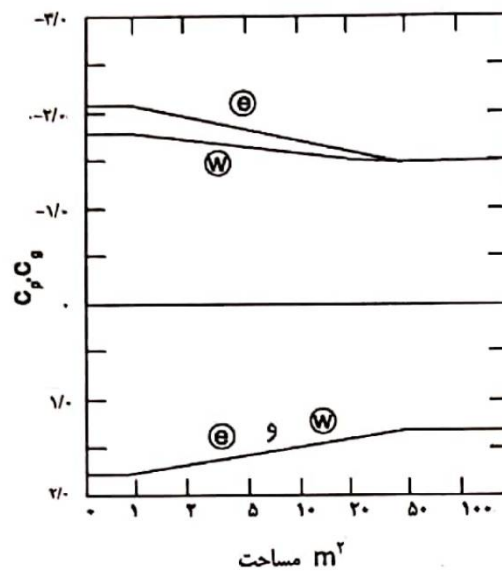
۶-۱۰-۲ ضرایب ترکیبی $C_g C_p$ روی اجزاء پوششی نما و دیوارها

ضرایب ترکیبی بیشینه $C_g C_p$ برای محاسبه فشار یا مکش جزئی روی اجزاء پوششی نما و دیوارها (بدون توجه به زاویه شیب بام) در شکل ۶-۱۰-۵ داده شده است.



بدنه ساختمان								شیب سقف
4E	4	3E	3	2E	2	1E	1	0° تا 5°
-0/8	-0/55	-1/0	-0/7	-2/0	-1/3	1/15	0/75	20°
-1/2	-0/8	-1/3	-0/9	-2/0	-1/3	1/5	1/0	30° تا 45°
-0/9	-0/7	-1/0	-0/8	0/5	0/4	1/3	1/05	90°
-0/9	-0/7	-0/9	-0/7	1/3	1/05	1/3	1/05	

شکل ۶-۱۰-۴ - الف ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ روی سازه باربر اصلی



شکل ۶-۱۰-۵ - ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی دیوار و پوشش نما

۱۱-۱۰-۶ ضریب اثر بازشو C_{pi}

مقادیر فشار (مکش) داخلی روی اجزاء پوششی داخلی و بام‌ها و همین‌طور فشار و مکش داخلی کلی وارد بر سازه برابر اصلی با استفاده از رابطه ۱۰-۶-۳ ب و با انتخاب C_{pi} تعریف شده در این بند محاسبه می‌شوند.

ضریب اثر بازشو، C_{pi} ، متناسب با هوابندی ساختمان و مقدار بازشوهای بدنه آن، در سه گروه ذیل دسته‌بندی می‌شود.

گروه ۱: ساختمان‌های بدون بازشوهای بزرگ و قابل توجه، ساختمان‌های با نسبت ابعادی بزرگتر از واحد که اسماً هوابندی شده‌اند و تهویه هوا از طرق مکانیکی صورت می‌گیرد یا مجموعه بازشوهای کوچک بدنه و بام ساختمان کمتر از $0/1$ درصد مساحت کل بدنه ساختمان باشد. مقدار C_{pi} در این حالت بین $-0/15$ تا 0 می‌باشد. C_{pi} تنها زمانی صفر خواهد بود که بازشوها در کاهش بارهای خارجی باد مؤثر باشند.

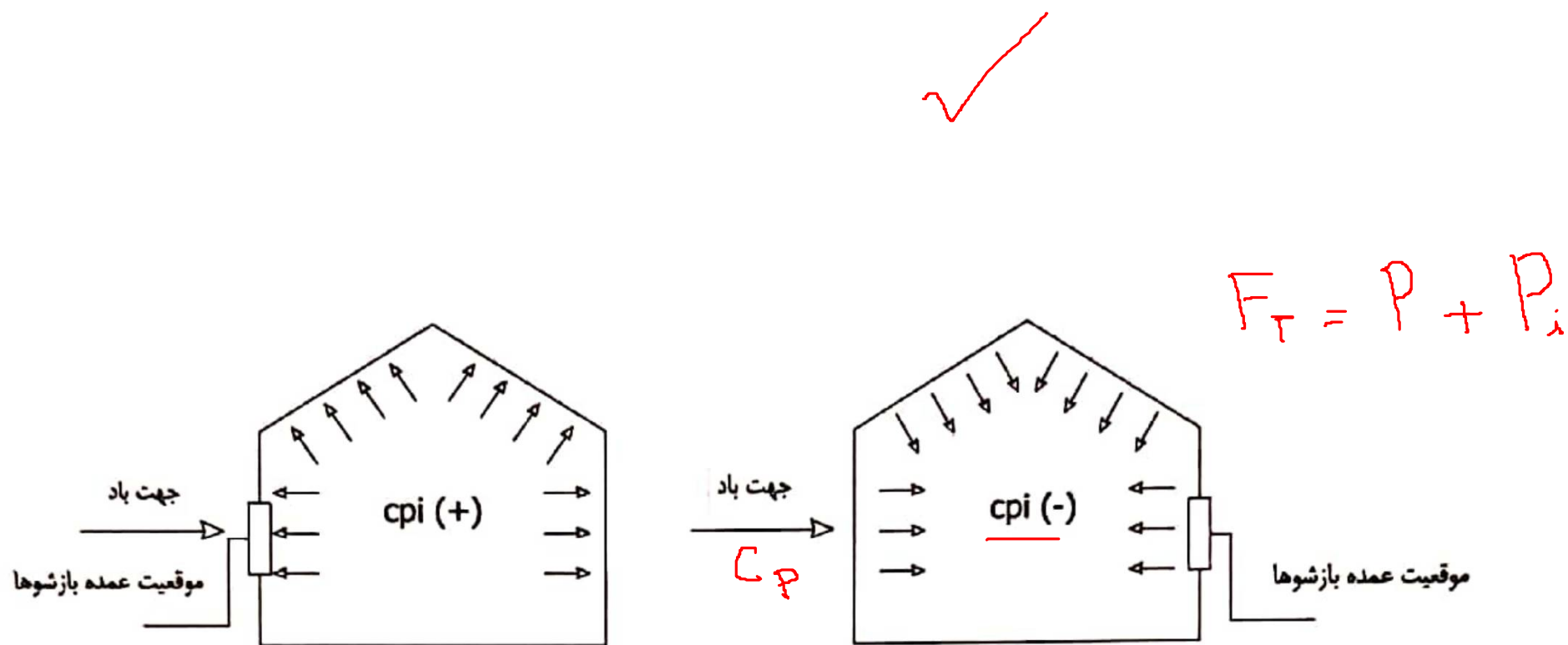
گروه ۲: ساختمان‌هایی که بازشوهای آنها هنگام طوفان شکسته یا باز نخواهند شد، ساختمان‌های

با پنجره‌های معمولی قابل بازشو

در این حالت $C_{pi} = -0/45$ تا $C_{pi} = 0/3$ می‌باشد.

گروه ۳: ساختمان‌های با بازشوهای بزرگ که احتمال ورود باد به داخل ساختمان بالا است، ساختمان‌های صنعتی با درهای بزرگ یا هواکش، یا درهایی که ممکن است در زمان طوفان شکسته یا باز شوند، سرپوشیده‌های سه طرف بسته و همچنین ساختمان‌هایی که باید بعد از طوفان عملکرد آنها حفظ شود.

در این حالت $C_{pi} = -0/7$ تا $C_{pi} = 0/7$ اختیار خواهد شد.



شکل ۶-۱۰-۱۲ ضریب اثر بازشو C_{pi}

C_d ضریب فشار باد

۶-۱۰-۱۲ ضریب هم راستایی باد C_d

ضریب هم راستایی باد به منظور در نظر گرفتن احتمال هم راستایی جهت باد، ساختمان و ضریب فشار مربوط در همان جهت باد پیش بینی شده است. بجز در ساختمان ها و حالات زیر، ضریب هم راستایی C_d برابر با ۰/۸۵ اختیار می شود.

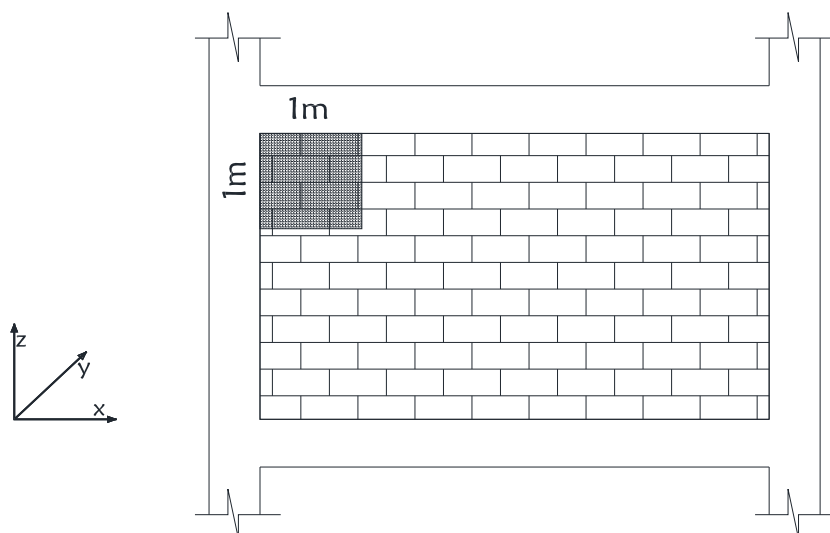
۱- دودکش ها، منابع و ساختمان های مشابه با مقطع مربع $C_d=0/9$ ، با مقطع دایره یا هشت ضلعی $C_d=0/95$

۲- پایه های انتقال نیرو (برج های خرابایی) با مقطع مثلث، مربع و مستطیل $C_d=0/85$ ، با سایر مقاطع $C_d=0/95$

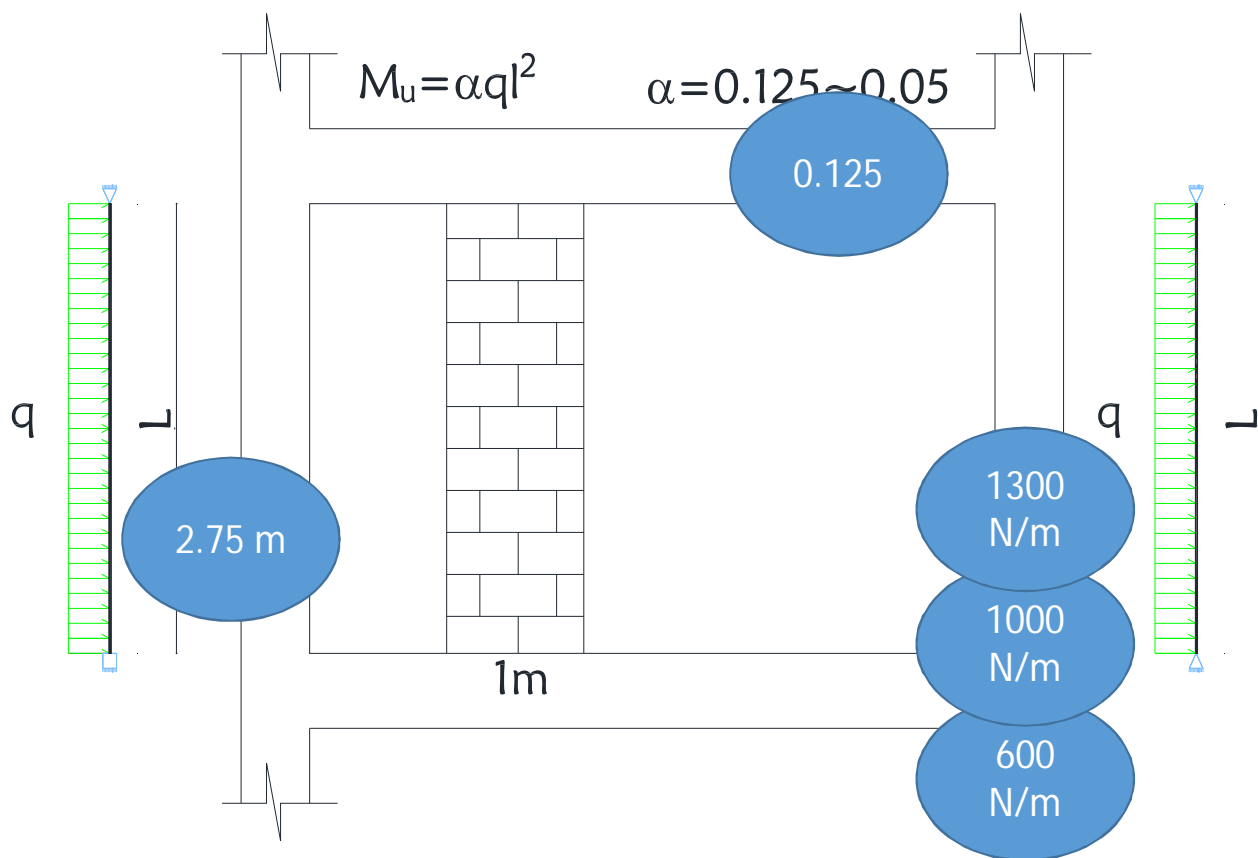
$$\begin{cases} P = IwqC_eC_tC_gC_pC_d \\ P_i = IwqC_eC_tC_gC_{pi}C_d \end{cases} \quad \longrightarrow \quad F_t = P + P_i$$

$$\begin{cases} P = 1 * 0.38 * \begin{cases} C_e=0.7(h/12)^{0.3} \\ C_e=(h/10)^{0.2} \end{cases} * 1 * 2 * \begin{cases} C_p=0.9 \\ C_p=1.2 \end{cases} * 0.85 = \begin{cases} =0.41(h/12)^{0.3} \\ =0.77(h/10)^{0.2} \end{cases} \\ \\ P_i = 1 * 0.38 * \begin{cases} C_e=0.7(h/12)^{0.3} \\ C_e=(h/10)^{0.2} \end{cases} * 1 * 2 * \begin{cases} C_{pi}=0.45 * 0.85 \end{cases} = \begin{cases} =0.29(h/12)^{0.3} \\ =0.29(h/10)^{0.2} \end{cases} \\ \\ F_t = P + P_i = 0.70(h/12)^{0.3} = 0.33h^{0.3} \\ F_t = P + P_i = 1.06(h/10)^{0.2} = 0.67h^{0.2} \end{cases} \quad \text{KN/m}^2$$

$q_u = \text{MAX}$		$F_{ue} = 1 * V_{pu} = 0.40W$		
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: right;"> <p>دیوار سفال دو جداره</p> <p>دیوار سفال تک جداره 15</p> <p>دیوار هبلکس 15</p> </div> <div style="text-align: left;"> <p>250 kg/m²</p> <p>200 kg/m²</p> <p>150 kg/m²</p> </div> </div>		<p>1 KN/m² OR 100 Kg/m²</p> <p>0.8 KN/m² OR 80 Kg/m²</p> <p>0.6 KN/m² OR 60 Kg/m²</p>
		$F_{tw} = 1.6 F_t = 1.6 * 0.33h^{0.3} = 0.53h^{0.3}$		1.3 KN/m ² OR 130 Kg/m ²
		$H = 20m$		



نوع دیوار	وزن واحد سطح	نیروی باد	نیروی زلزله
	W_p	$P = I_w q C_e C_g C_p$	$V_{pu} = a_i a_p W_p I_p A_j / R_{pu}$
دیوار (آجر سفال 20 سانتی)	250 الی 220 Kg/m ²	150 الی 80 Kg/m ²	225 Kg/m ² بدون ضریب رفتار و در حدود 90 الی 180 با اعمال ضریب رفتار
دیوار (آجر سفال 15 سانتی)	200 الی 170 Kg/m ²	150 الی 80 Kg/m ²	180 Kg/m ² بدون ضریب رفتار و در حدود 70 الی 145 با اعمال ضریب رفتار
دیوار (بلوک سبک)	150 الی 120 Kg/m ²	150 الی 80 Kg/m ²	135 Kg/m ² بدون ضریب رفتار و در حدود 55 الی 110 با اعمال ضریب رفتار



نوع بار	$M = 0.125qL^2$ N.m/m
حداکثر نیروی باد	1230
حداکثر نیروی زلزله (سفال 20)	950
حداکثر نیروی زلزله (بلوک سبک 15)	570

ظرفیت خمشی انواع دیوار



$$I = 1000 * (150^3) / 12$$

$$S = I / C = 3750000 \text{ mm}^3$$



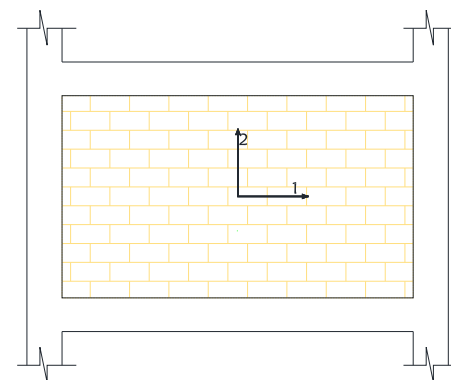
$$I = 2 * 10 * 1000 * ((95^2) + (55^2) + (15^2))$$

$$S = I / C = 2455000 \text{ mm}^3$$

ضخامت هر جداره سفال = 1 cm

$$M_{n11}, M_{n22} = f_r S, \quad S = I_g / C$$

$$M_d = 0.6 M_n$$



انواع آجر	مدول گسیختگی خمشی f_r (Mpa)
آجر سفال با ملات ماسه سیمان	0.16, 0.33
بلوک سبک گازی	0.34 الی 0.55

مقایسه ظرفیت خمشی دیوار با لنگر وارده در اثر بار باد و زلزله

انواع دیوار	M_{22} N.mm/m	$0.6M_{22}$ N.mm/m	M_u N.mm/m
آجر سفال 20 تحت بار باد	0.4×10^6 / 0.81×10^6	0.24×10^6 / 0.48×10^6	1.23×10^6
آجر سفال 20 تحت بار زلزله	0.4×10^6 / 0.81×10^6	0.24×10^6 / 0.48×10^6	0.95×10^6
بلوک سبک گازی 15 تحت بار باد	1.275×10^6	0.765×10^6	1.23×10^6
بلوک سبک گازی 15 تحت بار زلزله	1.275×10^6	0.765×10^6	0.57×10^6

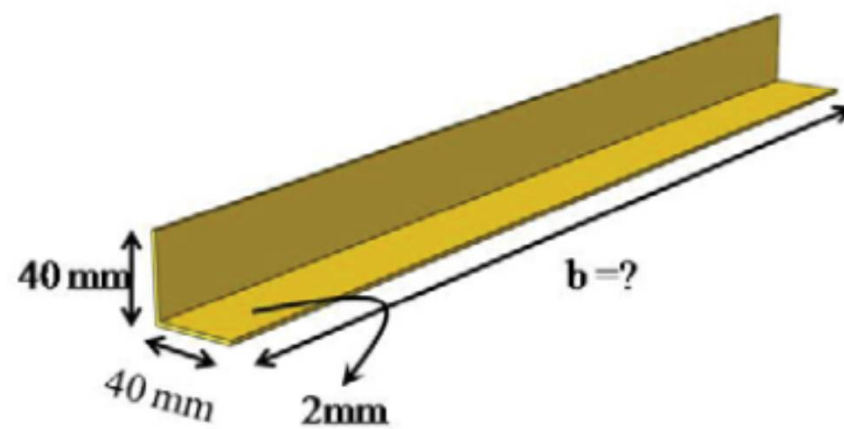
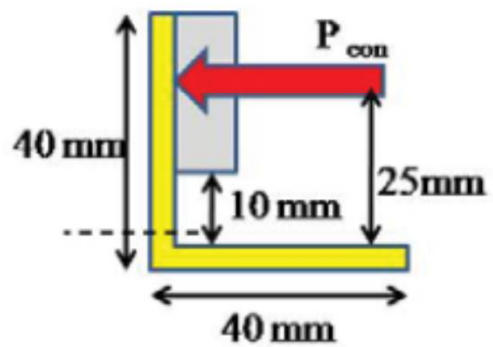
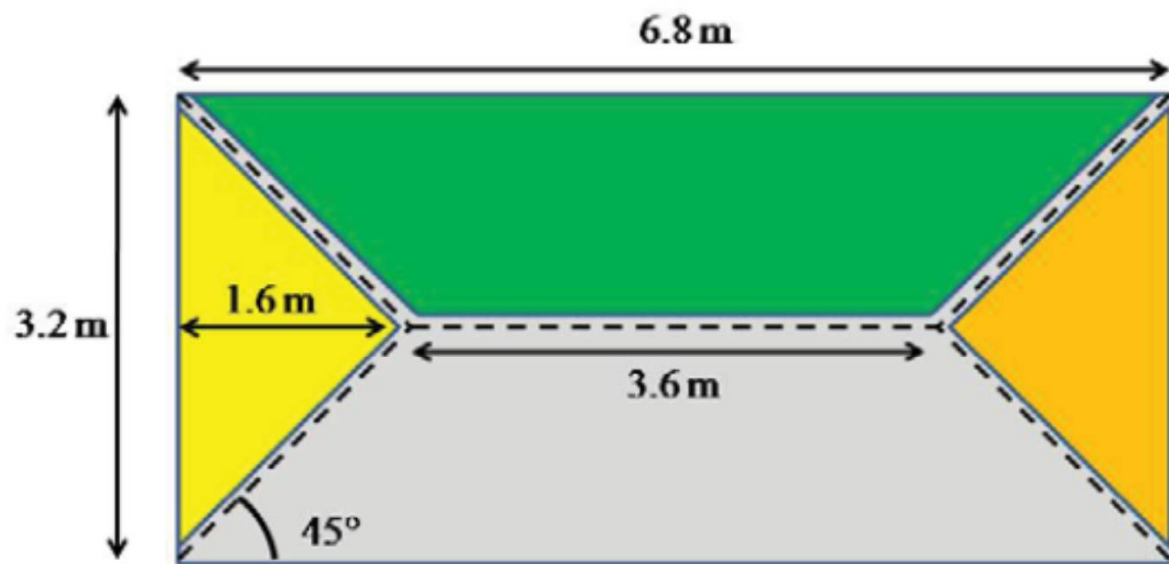
طراحی میلگرد بستر و وال پست

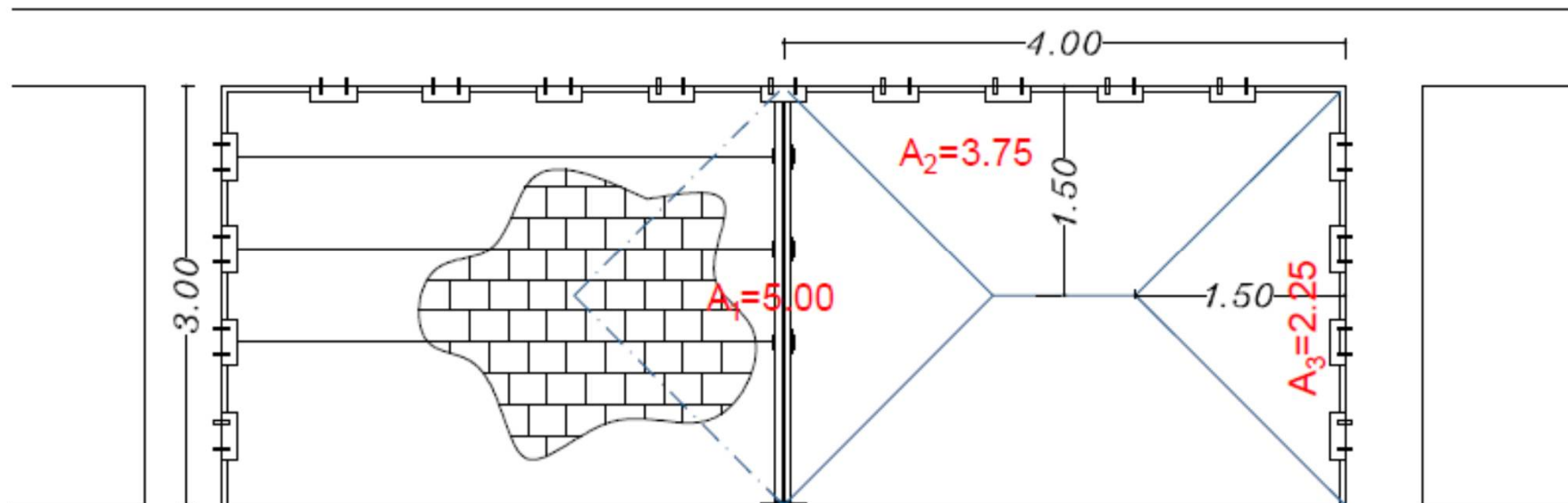
- با توجه به نتایج اسلاید قبل در مورد آجر سفال به علت عدم امکان پر کردن درز های قائم تنها استفاده از وال پست و به شکل مربع در آوردن دیوار پاسخگوی نیرو های وارده بر دیوار نیست و برای اینکه دیوار عملکرد دوطرفه داشته باشد به میلگرد بستر نیز نیاز می باشد.

- با توجه به نتایج اسلاید قبل در مورد بلوک سبک با پرکردن درز قائم و همچنین استفاده از وال پست به نحوی که دهانه های دیوار تا حدی شکل مربع را داشته باشد دیوار عملکرد دوطرفه به خود خواهد گرفت و پاسخگوی نیروهای وارده خواهد بود.

طراحی وال پست

- طراحی وال پست معمولاً با فرض تیر دو سر مفصل و بر مبنای سطح بار گیر آن صورت می گیرد. در صورت استفاده از میلگرد بستر می توان سطح بارگیر آن را بیشتر در نظر گرفته و استفاده بهینه از وال پست نمود. ولی در غیر استفاده از میلگرد بستر، وال پست عمودی کارایی چندانی مگر به جهت جدا سازی دیوار از قاب ندارد و عملاً از ظرفیت خمشی آن استفاده نمی گردد. همچنین وال پست برای مهار دیوار در دهانه های دارای بازشو بسیار مفید است.





جزئیات وال پست

دیوار با طول دهانه بین ۴ تا ۸ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر

طراحی وال پست

$$Q_u = 1.3 \text{ KN/m}^2 \text{ OR } 130 \text{ Kg/m}^2$$

$$q = 3\text{m} * 130 \text{ Kg/m}^2 = 390 \text{ Kg/m}$$

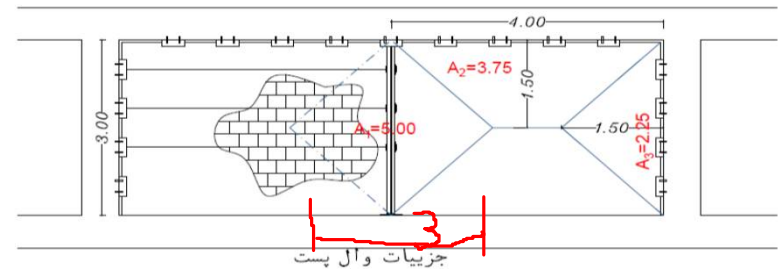
$$M_u = qL^2/8 = 390 * 3^2/8 = 440 \text{ Kg-m} = 44000 \text{ Kg-cm}$$

$$M_u < \phi M_n = 0.9 * F_y * Z \quad \longrightarrow \quad Z > 20.4 \text{ cm}^3$$

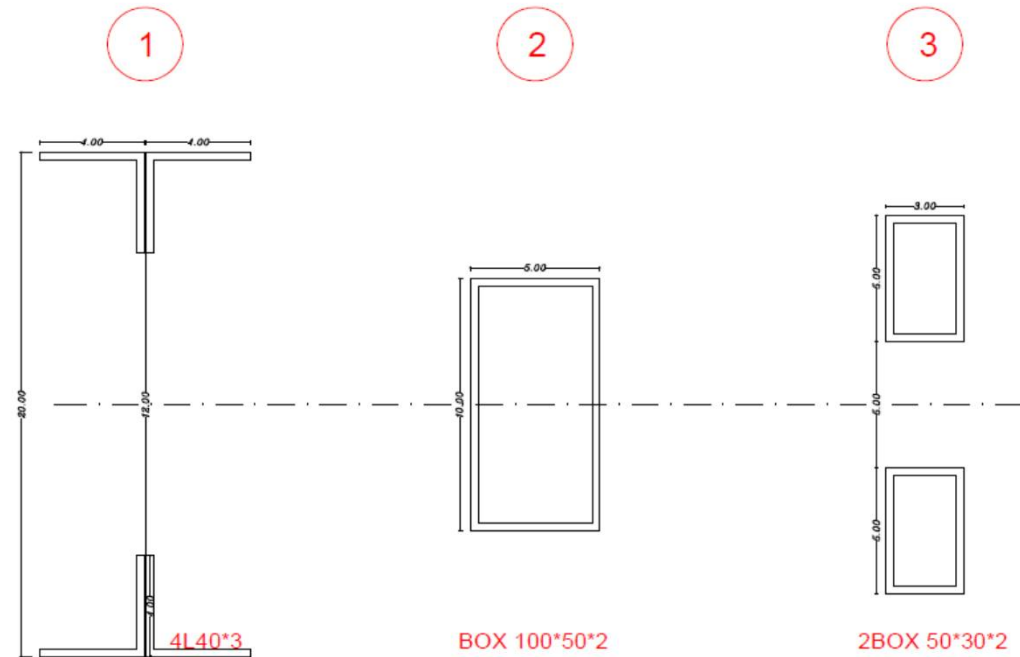
$$Z_1 = 80 \text{ cm}^3 \quad \xrightarrow{\text{If } h=15\text{cm}} \quad Z_1 = 59 \text{ cm}^3$$

$$Z_2 = 18.8 \text{ cm}^3$$

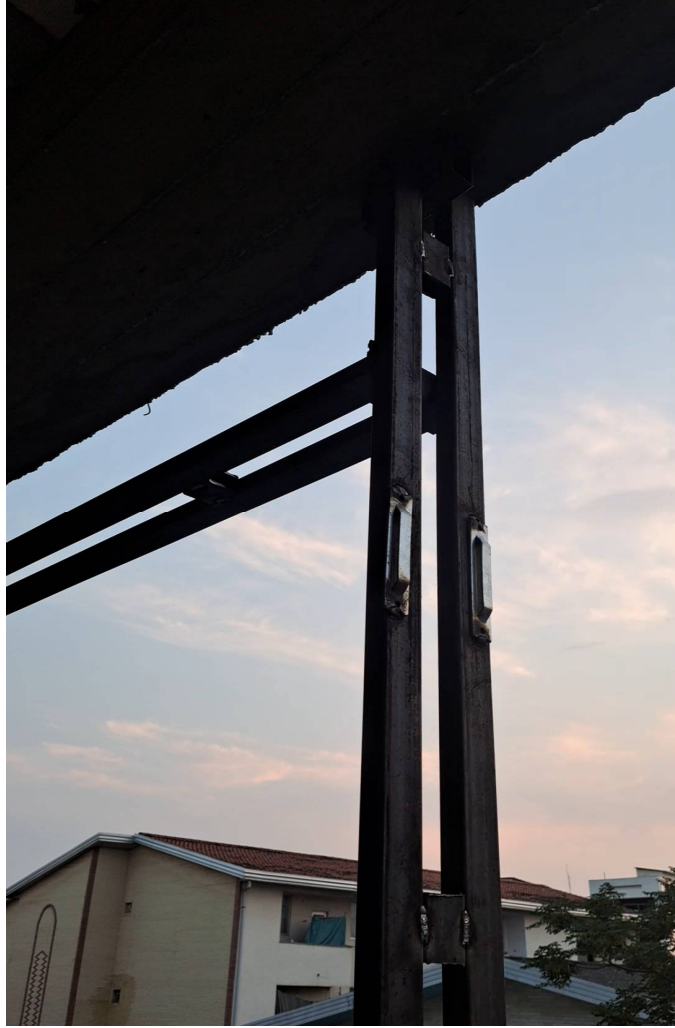
$$Z_3 = 30.4 \text{ cm}^3$$



دیوار با طول دهانه بین ۴ تا ۸ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر

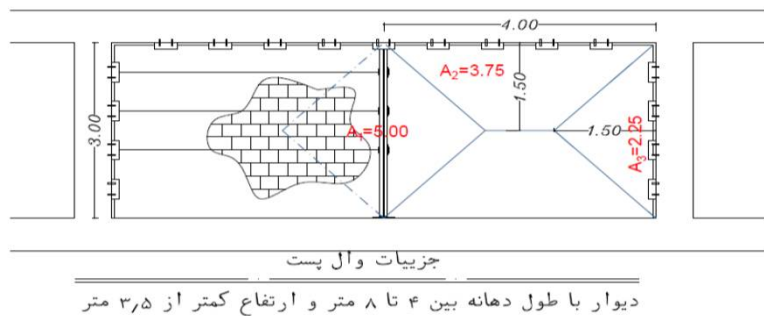






اتصالات وال پست برای دیوار غیر سازه ای





طراحی اتصالات والپست

$$F_1 = (A_1 \cdot 130 \text{ Kg/m}^2) / 2 = 5 \cdot 130 / 2 = 325 \text{ Kg}$$

$$F_1 = (A_1 \cdot 130 \text{ Kg/m}^2) / 2 = 9 \cdot 130 / 2 = 585 \text{ Kg}$$

$$M_u = F_1 \cdot l = 585 \cdot 4 = 2340 \text{ Kg-cm}$$

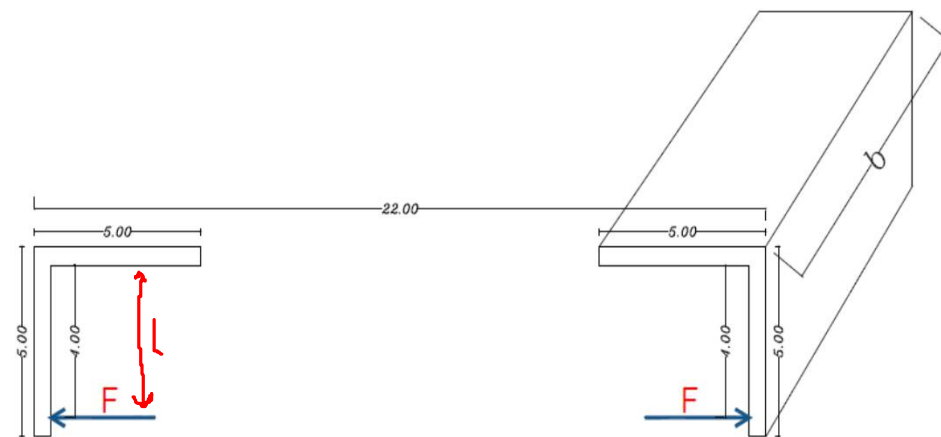
$$M_u < \phi M_n = 0.9 \cdot F_y \cdot Z \quad \longrightarrow \quad Z > 1.08 \text{ cm}^3$$

$$Z = bt^2 / 4 \text{ cm}^3 > 1.08 \text{ cm}^3$$

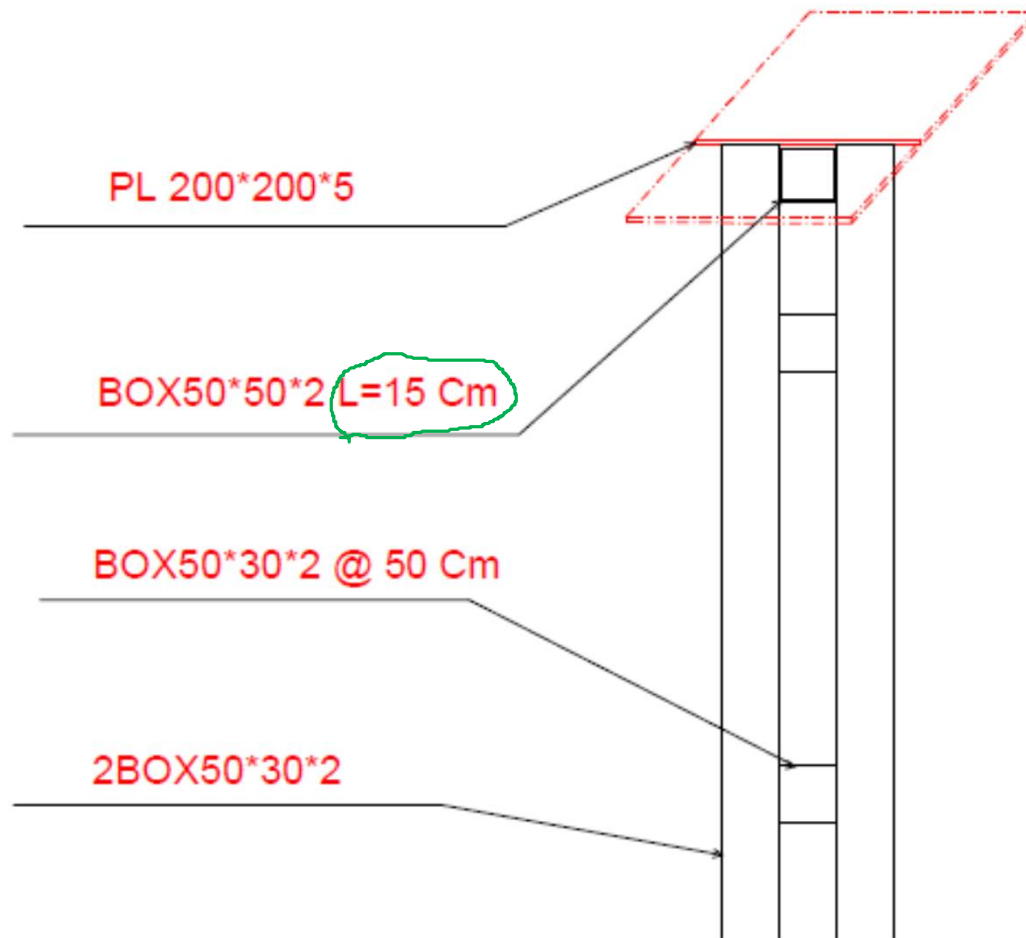
$$Z = b \cdot (0.5)^2 / 4 > 1.08$$

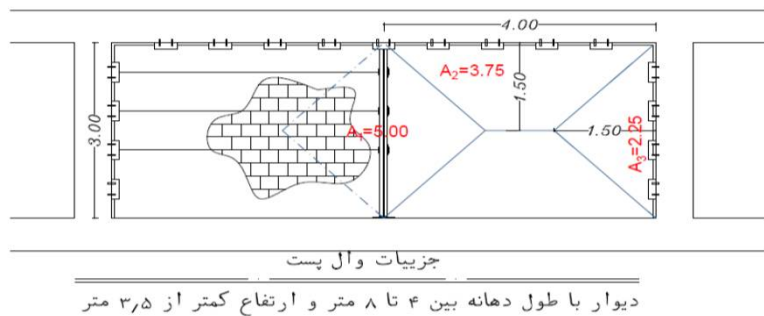
$$b > 17.3 \text{ cm}$$

$$\longrightarrow \quad b = 20 \text{ cm}$$



2L50*5





طراحی نبشی منقطع و اتصالات آن

$$F_2 = A_2 \cdot 130 \text{ Kg/m}^2 = 3.75 \cdot 130 = 487.5 \text{ Kg}$$

$$F_3 = A_3 \cdot 130 \text{ Kg/m}^2 = 2.25 \cdot 130 = 292.5 \text{ Kg}$$

$$M_u = F_2 \cdot l = 487.5 \cdot 5 = 2437 \text{ Kg-cm}$$

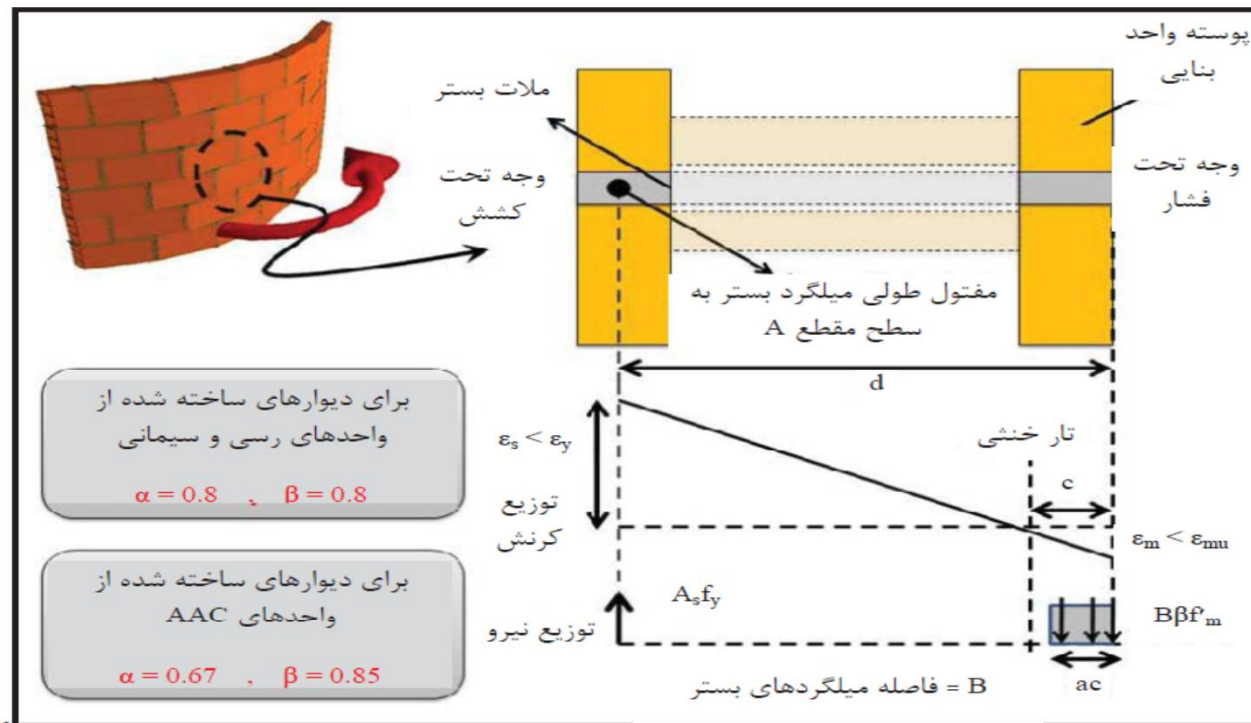
$$M_u < \phi M_n = 0.9 \cdot F_y \cdot Z \quad \rightarrow \quad Z > 1.13 \text{ cm}^3$$

$$Z = bt^2/4 \text{ cm}^3 > 1.13 \text{ cm}^3$$

$$Z = b \cdot (0.2)^2 / 4 > 1.13$$

$$b > 113 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad b = 120 \text{ cm} = 4 \cdot 30 \text{ cm}$$

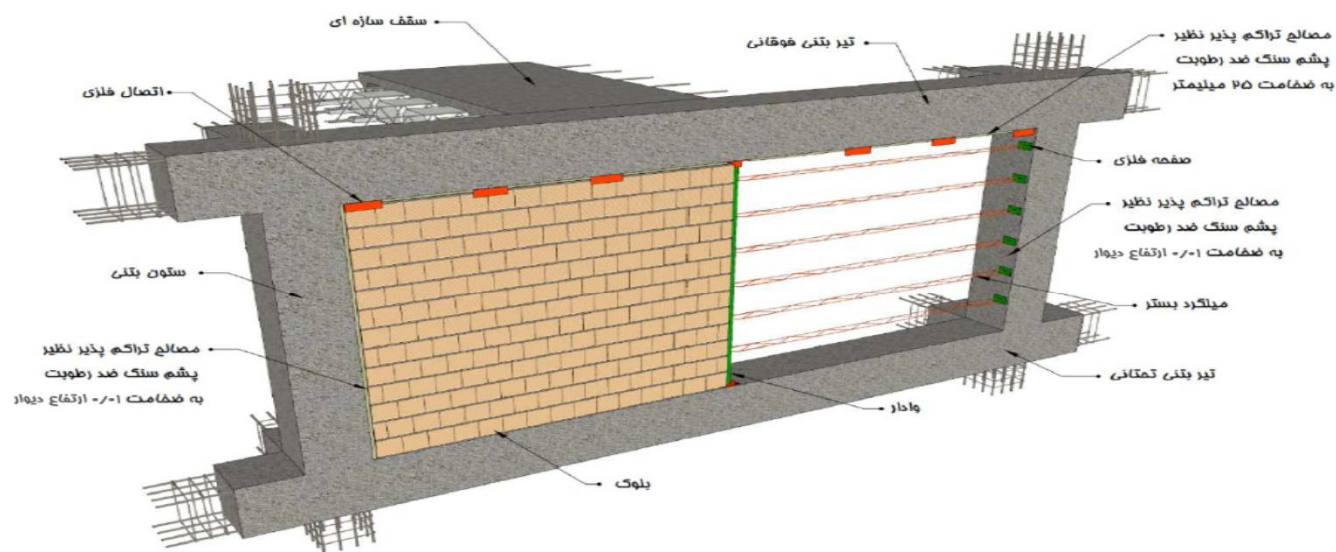
طراحی میلگرد بستر



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

(۵-۶)

دیوارهای بلوکی اجرا شده با ملات می‌تواند با استفاده از میلگرد بستر خرابایی یا نرده‌بانی (شکل پ ۶-۲) و دیوارهای اجرا شده با ملات بستر نازک (ضخامت ملات کمتر از ۳ میلی‌متر) یا چسب‌های پلی‌یورتان با استفاده از بست‌های نازک فولادی منقطع یا پیوسته انجام شود (شکل پ ۶-۳). میلگردها و بست‌های مورد استفاده باید طبق ضوابط مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان در مواردی که مورد نیاز است از جنس فولاد ضد زنگ یا فولاد گالوانیزه و یا میلگرد آج‌دار سرد نورد باشند. حداقل سطح مقطع قطعه مسلح کننده 0.003 سطح مقطع موثر دیوار در برش خارج از صفحه می‌باشد. حداکثر فاصله قائم قطعات مسلح کننده در ارتفاع دیوار یک متر می‌باشد که باید قطعه براساس آن طراحی و محاسبه شود.



شکل پ ۶-۱- دیوار خارجی بلوکی (سفال، آجر بلوک سیمانی سبک و...) دارای ملات سیمانی مسلح شده به میلگرد بستر

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

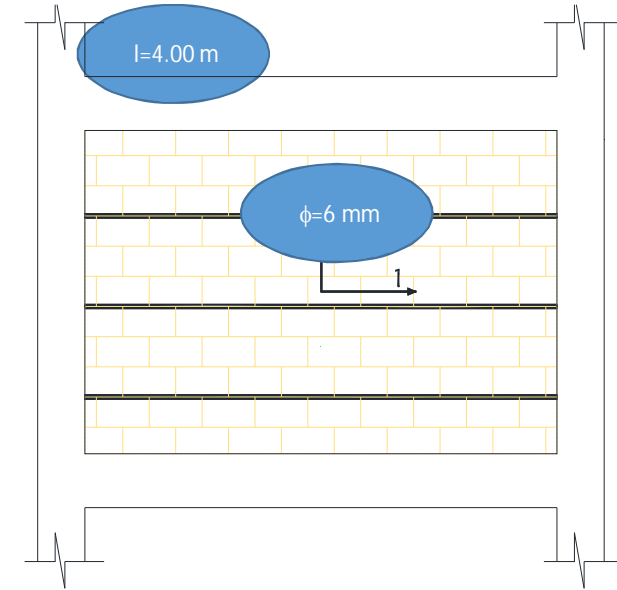
$$M_n = \rho_s \phi_s f_y \left(1 - \left(\frac{\rho_s \phi_s f_y}{2 \alpha \phi_c f_c} \right) \right) b d^2$$

$$M_u = 0.1 q l^2$$



α	0.8
β	0.8
f_y	300 Mpa
f_c	10 Mpa
B	600 mm

$h=3.00\text{m}$



انواع دیوار	M_{11} N.mm/m	$0.9M_{11}$ N.mm/m	M_u N.mm/m
آجر سفال 15 تحت بار باد	$1.83 \cdot 10^6$	$1.65 \cdot 10^6$	$2.08 \cdot 10^6$
آجر سفال 15 تحت بار زلزله	$1.83 \cdot 10^6$	$1.65 \cdot 10^6$	$1.28 \cdot 10^6$

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

$$M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

$$M_u = 0.1 q l^2$$

$$M_{n1} = \frac{1000 \cdot 12.56 \cdot 300}{600} \left(182 - \frac{12.56 \cdot 300}{2 \cdot 0.8 \cdot 10 \cdot 600} \right) = 1140448$$

$$M_{n1} = \frac{1000 \cdot 12.56 \cdot 300}{600} \left(127.5 - \frac{12.56 \cdot 300}{2 \cdot 0.8 \cdot 10 \cdot 600} \right) = 798251$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} = 1938699 = 1.93 \cdot 10^6$$

$$0.9 M_n = 1.74 \cdot 10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

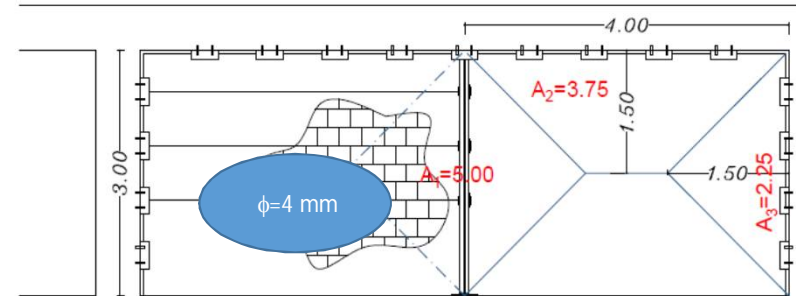
$$< M_{uw} = 0.1 \cdot 1.3 \cdot 4 \cdot 4 = 2.08 \text{ (KN.m/m)}$$

$$2.08 \cdot 10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

$$> M_{ue} = 0.1 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 4 = 1.6 \text{ (KN.m/m) ok}$$

$$1.6 \cdot 10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

α	0.8
β	0.8
f_y	300 Mpa
f_c	10 Mpa
B	600 mm



جزئیات وال پست

دیوار با طول دهانه بین ۴ تا ۸ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر

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

$$M_n = M_n$$

$$M_u = 0.1 q l^2$$

$$M_{n1} = \frac{1000 \cdot 12.56 \cdot 300}{600} \left(155 - \frac{12.56 \cdot 300}{2 \cdot 0.8 \cdot 10 \cdot 600} \right) = 970935$$

$$M_{n2} = \frac{1000 \cdot 12.56 \cdot 300}{400} \left(155 - \frac{12.56 \cdot 300}{2 \cdot 0.8 \cdot 10 \cdot 400} \right) = 1454553$$

$$M_n = M_{n1} = 970935 = 1 \cdot 10^6$$

$$M_n = M_{n2} = 1454553 = 1.45 \cdot 10^6$$

$$0.9 M_n = 1.3 \cdot 10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

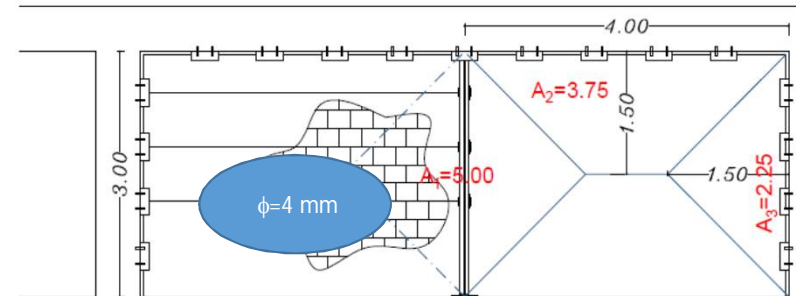
$$< M_{uw} = 0.1 \cdot 1.3 \cdot 4 \cdot 4 = 2.08 \text{ (KN.m/m)}$$

$$2.08 \cdot 10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

$$< M_{ue} = 0.1 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 4 = 1.6 \text{ (KN.m/m)}$$

$$1.6 \cdot 10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

α	0.8
β	0.8
f_y	300 Mpa
f_c	10 Mpa
B	400 mm



جزئیات وال پست

دیوار با طول دهانه بین ۴ تا ۸ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر

$$\rho = \frac{A_s}{A} \geq 0.0003$$

$$\rho = \frac{n\pi d^2}{4ht} \geq 0.0003 \quad \rightarrow \quad \frac{n\pi 4^2}{4 \cdot 2900 \cdot 100} \geq 0.0003$$

$$n \geq 6.9 \quad \rightarrow \quad n = 7$$

$$\rho = \frac{n\pi d^2}{4ht} \geq 0.0003 \quad \rightarrow \quad \frac{n\pi 4^2}{4 \cdot 2900 \cdot 150} \geq 0.0003$$

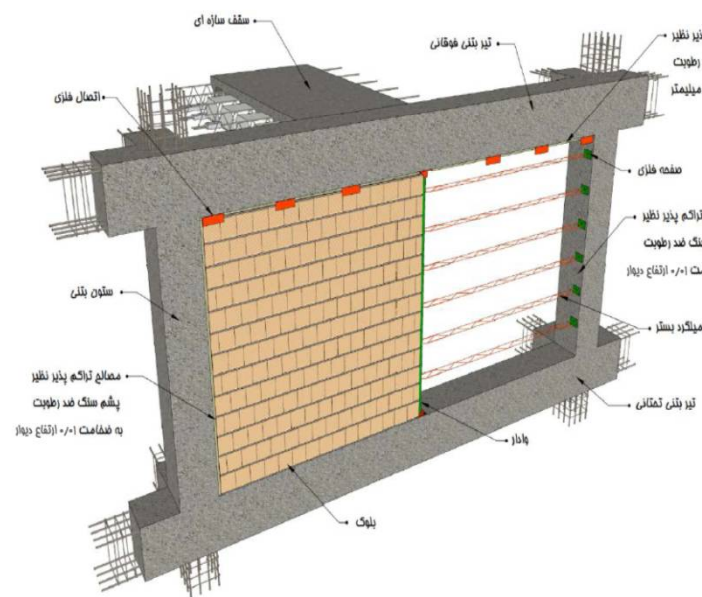
$$n \geq 10.4 \quad \rightarrow \quad n = 11$$

نشریه 729 (میلگرد بستر)

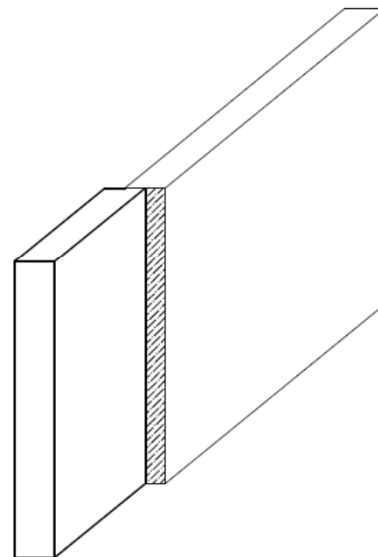
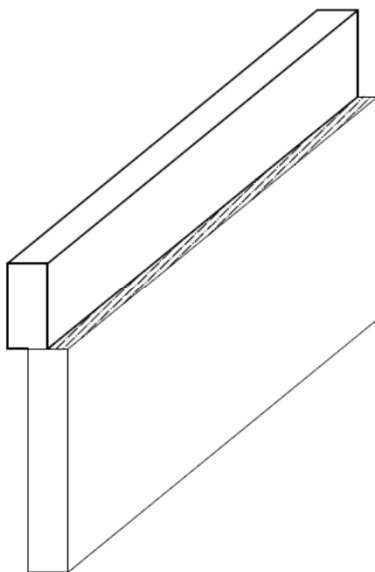
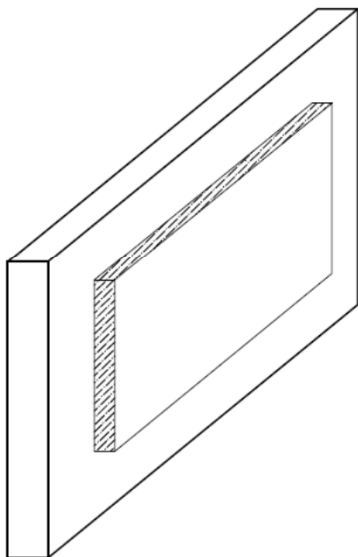
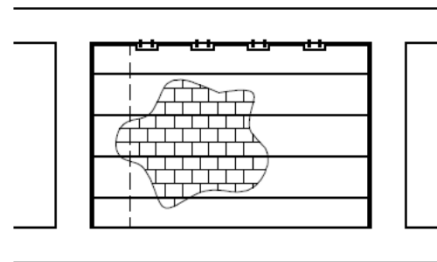
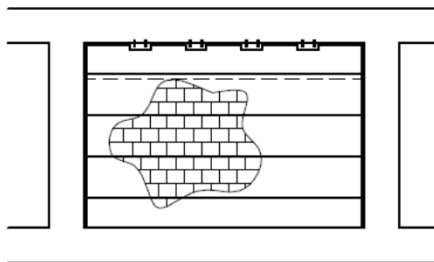
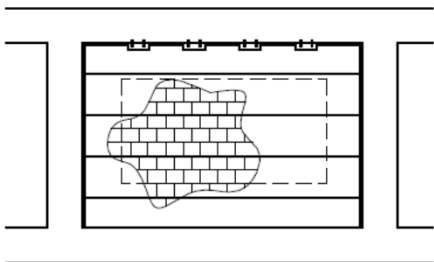
۱۱-۲- چیدمان واحدهای بنایی

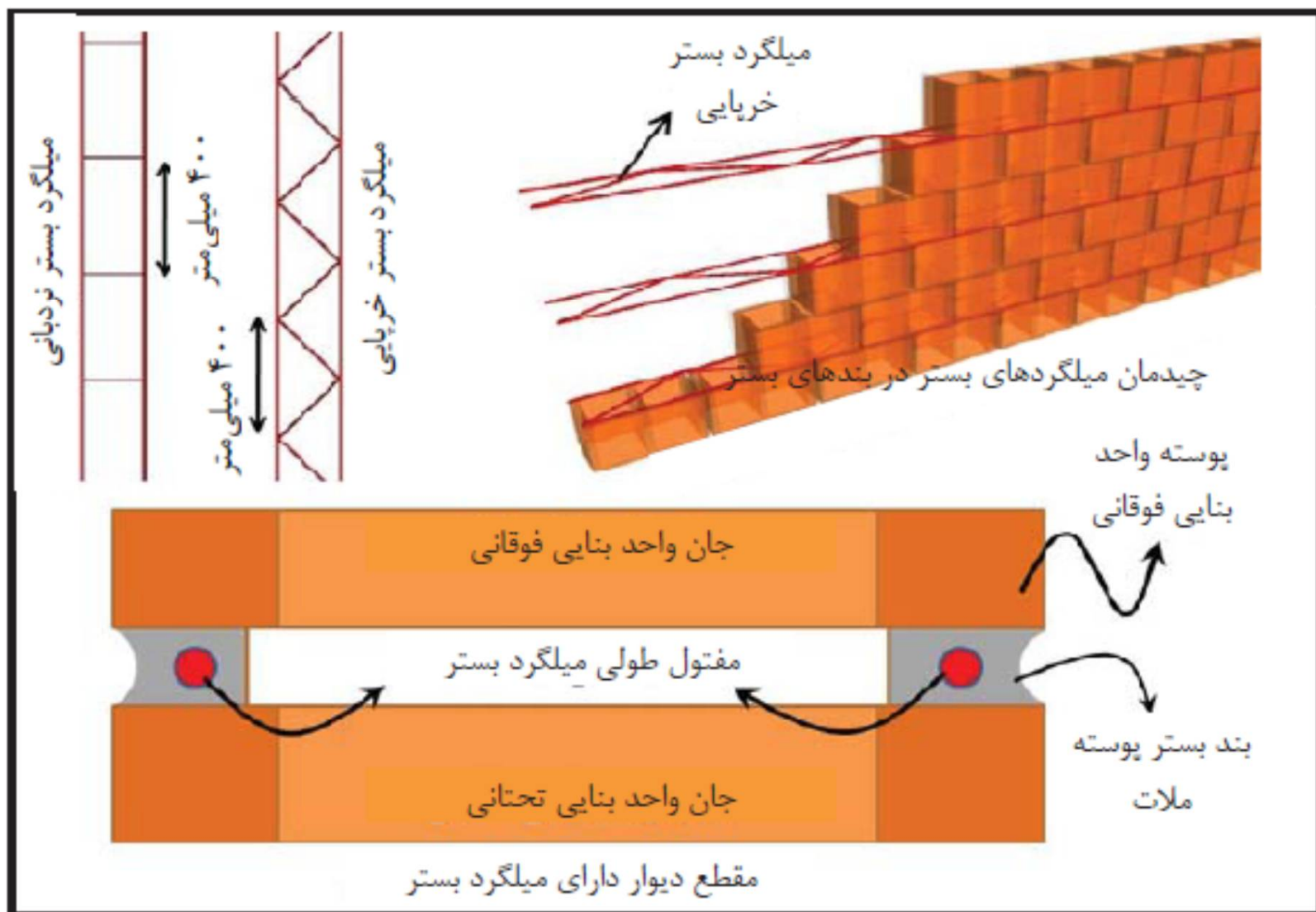
لازم است چیدمان بلوک‌های بنایی به صورت پیوند ممتد انجام شود به نحوی که فاصله افقی بندهای کله (قائم) در دو ردیف متوالی حداقل برابر یک چهارم طول واحد بنایی باشد. در بسیاری از موارد این فاصله برابر نصف طول واحد بنایی در نظر گرفته می‌شود به طوری که بندهای کله در ردیف‌های یک درمیان با یکدیگر هم امتداد می‌شوند. اگرچه استفاده از پیوند قائم ارجحیت دارد، اما در صورتی که به هر دلیل چیدمان بلوک‌ها به صورت پیوند ممتد نباشد، لازم است در فواصل حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متری از میلگرد بستر استفاده شود. نسبت سطح مقطع میلگرد بستر به سطح مقطع کلی دیوار در جهت قائم نباید از ۰/۰۰۰۲۸ کمتر باشد. برای دیواری با ضخامت ۱۰۰ میلی‌متر، قرار دادن میلگرد بستر با قطر مفتول ۴ میلی‌متر و به فواصل ۴۵۰ میلی‌متر در ارتفاع دیوار، نسبت آرماتور فوق را تامین خواهد کرد. شایان ذکر است که نسبت آرماتور میلگرد بستر برابر حاصل تقسیم سطح مقطع یکی از مفتول‌های طولی میلگرد بستر بر سطح مقطع کلی دیوار می‌باشد.

دیوارهای بلوکی اجرا شده با ملات می‌تواند با استفاده از میلگرد بستر خرابایی یا نرده‌بانی (شکل پ-۲) و دیوارهای اجرا شده با ملات بستر نازک (ضخامت ملات کمتر از ۳ میلی‌متر) یا چسب‌های پلی‌یورتان با استفاده از بست‌های نازک فولادی منقطع یا پیوسته انجام شود (شکل پ-۳). میلگردها و بست‌های مورد استفاده باید طبق ضوابط مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان در مواردی که مورد نیاز است از جنس فولاد ضد زنگ یا فولاد گالوانیزه و یا میلگرد آج‌دار سرد نورد باشند. حداقل سطح مقطع مسطح کننده ۰/۰۰۰۳ سطح مقطع موثر دیوار در برش خارج از صفحه می‌باشد. حداکثر فاصله قائم قطعات مسطح کننده در ارتفاع دیوار یک متر می‌باشد که باید قطعه براساس آن طراحی و محاسبه شود.



شکل پ-۱-۶- دیوار خارجی بلوکی (سفال، آجر، بلوک سیمانی سبک و...) دارای ملات سیمانی مسلح شده به میلگرد بستر





۸-۸-۹ مقاومت برش اصطکاکی

۱-۸-۸-۹ کلیات

۱-۱-۸-۸-۹ ضوابط این قسمت باید در مواردی به کار برده شوند که در نظر گرفتن انتقال برش در سطح یک صفحه‌ی مشخص، مانند یک ترک موجود یا بالقوه، فصل مشترک میان مصالح غیر مشابه و یا فصل مشترک میان دو بتن اجرا شده در زمان‌های مختلف مناسب باشد.

۲-۸-۸-۹ مقاومت طراحی

۱-۲-۸-۸-۹ مقاومت برش اصطکاکی طراحی در عرض صفحه‌ی برشی مورد نظر برای هر ترکیب بار، بر مبنای تأمین رابطه‌ی زیر کنترل می‌گردد:

$$\phi V_n \geq V_u \quad (۳۴-۸-۹)$$

در این رابطه:

V_u نیروهای برشی ضریب‌دار در عرض صفحه‌ی برش مورد نظر است که باید بر اساس ضریب‌های بار و ترکیب‌های بارگذاری معرفی شده در فصل ۷-۹ این آیین نامه، و روش‌های آنالیز متعارف معرفی شده در فصل ۶-۹ آیین نامه‌ی حاضر تعیین گردد.

V_n مقاومت برش اصطکاکی اسمی صفحه‌ی برش است که بر اساس الزامات بند ۲-۲-۸-۸-۹ تا بند ۶-۲-۸-۸-۹ تعیین می‌شود.

ϕ ضریب کاهش مقاومت برش اصطکاکی است که مطابق ضوابط فصل ۷-۹، برابر با ۰/۷۵ منظور می‌شود.

۲-۲-۸-۸-۹ مقاومت برش اصطکاکی اسمی، V_n ، در مواردی که آرماتورهای برش-اصطکاک عمود یا مورب نسبت به صفحه برش باشند، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

الف- اگر آرماتورهای برش-اصطکاک، عمود بر صفحه‌ی برش باشد:

$$V_n = \mu A_{vf} f_y \quad (۳۵-۸-۹)$$

جدول ۱-۸-۹ ضریب‌های اصطکاک

ردیف	شرایط سطح تماس	ضریب اصطکاک: μ
الف	بتن ریخته شده به صورت یک پارچه	1.4λ
ب	بتن قرار گرفته در مجاور بتن سخت شده که تمیز و عاری از لایه‌ی ضعیف بوده، و عمداً به عمق تقریبی ۶ میلی متر مضرس شده باشد.	1.0λ
پ	بتن قرار گرفته در مجاور بتن سخت شده که تمیز و عاری از لایه‌ی ضعیف بوده، و به صورت عمده‌ی زیر نشده باشد.	0.6λ
ت	بتن قرار گرفته در مجاور فولاد ساختمانی تورد شده، که تمیز و عاری از رنگ بوده، و انتقال برش در عرض سطح تماس توسط گل میخ یا میلگرد آجدار جوش شده یا سیم‌های جوش شده انجام می‌شود.	0.7λ

$\lambda = 1.0$ برای بتن معمولی؛ برای بتن سبک وزن، λ بر اساس بخش ۳-۹-۲ تعیین می‌شود؛ ولی نباید از ۰/۸۵ بیش‌تر باشد.

مقاوت برشی اصطحاکاکی مبحث 9

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$\Phi \mu A_{vf} f_y \geq 1.3 \text{ (kN/m}^2\text{)} 4 \text{ (m)} * 2.9 \text{ (m)} / 2$$

$$0.75 * 0.7 * n \pi d^2 / 4 * 300 \geq 1.3 * 1000 \text{ (N/m}^2\text{)} * 4 \text{ (m)} * 2.9 \text{ (m)} / 2$$

$$0.75 * 0.7 * n * 3.14 * 4^2 / 4 * 300 \geq 1.3 * 1000 \text{ (N/m}^2\text{)} * 4 \text{ (m)} * 2.9 \text{ (m)} / 2$$

$$n \geq 3.81$$

$$n = 4 \text{ or } 5 \text{ or } 6$$

مقاوت برشی میلگرد یا فولاد مبحث 10

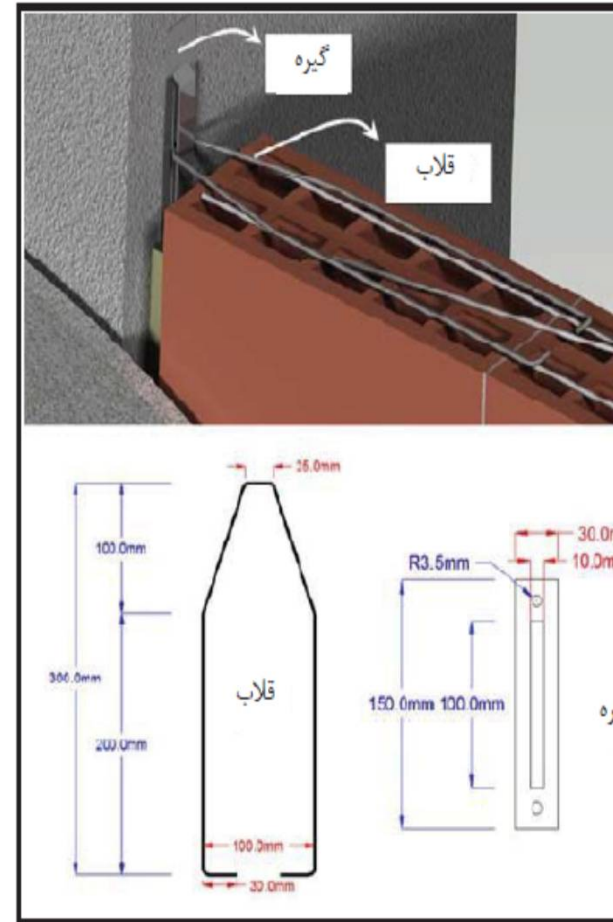
$$\Phi R_n \geq R_u$$

$$\Phi A_{vf} f_y \geq 1.3 \text{ (kN/m}^2\text{)} 4 \text{ (m)} * 2.9 \text{ (m)} / 2$$

$$0.6 n \pi d^2 / 4 * 300 \geq 1.3 \text{ (kN/m}^2\text{)} 4 \text{ (m)} * 2.9 \text{ (m)} / 2$$

$$n \geq 3.33$$

$$n = 4 \text{ or } 5 \text{ or } 6$$



wall mesh





هرنوع دیوار تحت بار
باد

$$M_{uw}=0.125*1.3*2.8*2.8=1.27 \text{ (KN.m/m)} = 1.27*10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

$$M_{uw}/d=1.27*10^6 \text{ (N.mm/m)}/150=8467 \text{ N}$$

$$8467 \text{ N}/1300(\text{per } 5\text{cm})= 6.5$$

هبلکس 15 سانتی
تحت بار زلزله

$$M_{ue}=0.125*0.8*2.8*2.8=0.78 \text{ (KN.m/m)} = 0.78*10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

$$M_{ue}/d=0.78*10^6 \text{ (N.mm/m)}/150=5200 \text{ N}$$

$$5200 \text{ N}/1300= 4$$

سفال 10 سانتی
تحت بار زلزله

$$M_{ue}=0.125*0.5*3.2*3.2=0.64 \text{ (KN.m/m)} = 0.64*10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

$$M_{ue}/d=0.64*10^6 \text{ (N.mm/m)}/100=6400 \text{ N}$$

$$6400 \text{ N}/1300= 4.92$$

هبلکس 10 سانتی
تحت بار زلزله

$$M_{ue}=0.125*0.4*3.2*3.2=0.51 \text{ (KN.m/m)} = 0.51*10^6 \text{ (N.mm/m)}$$

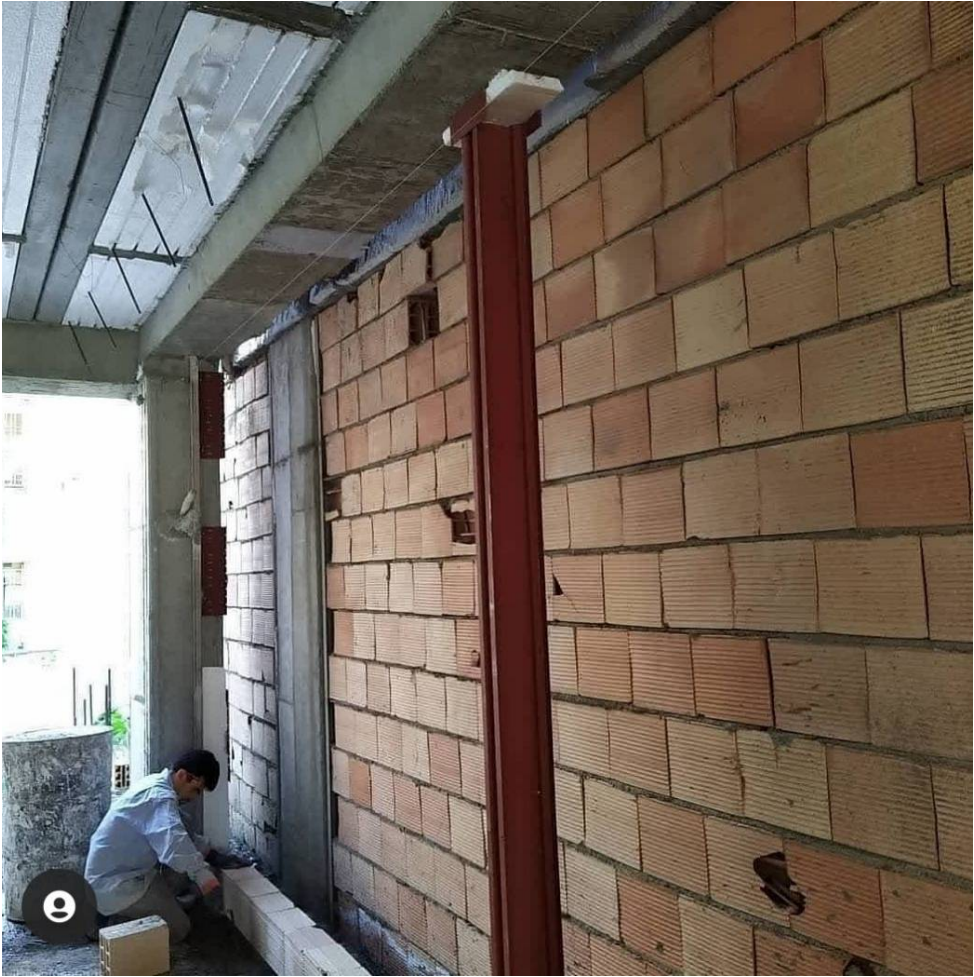
$$M_{ue}/d=0.51*10^6 \text{ (N.mm/m)}/100=5100 \text{ N}$$

$$5100 \text{ N}/1300= 3.92$$

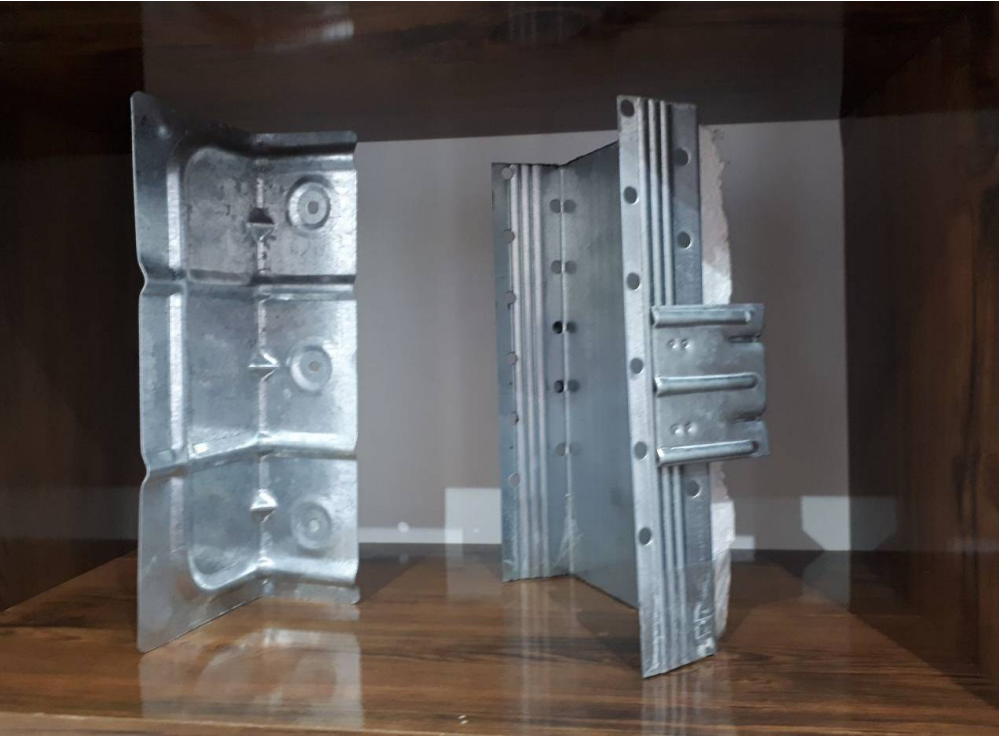
L, U پیوسته



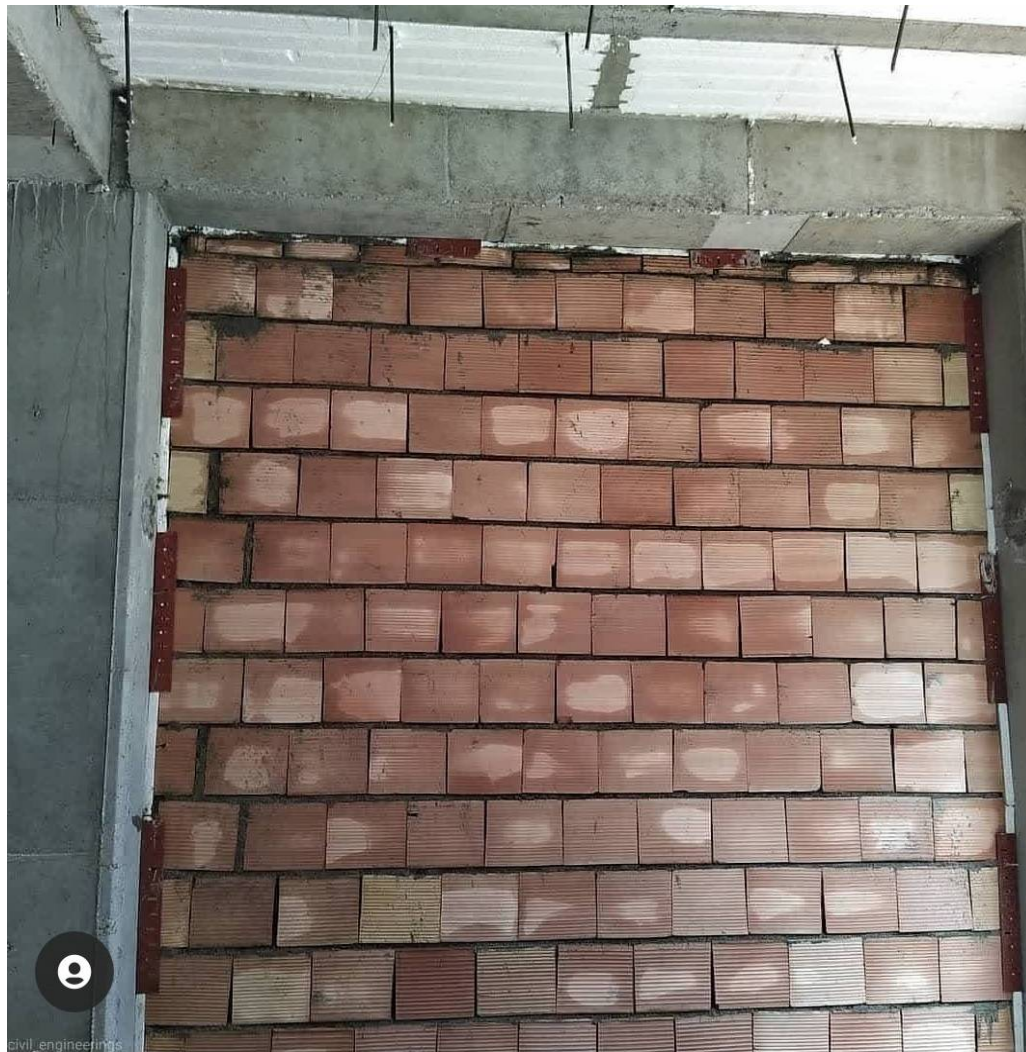


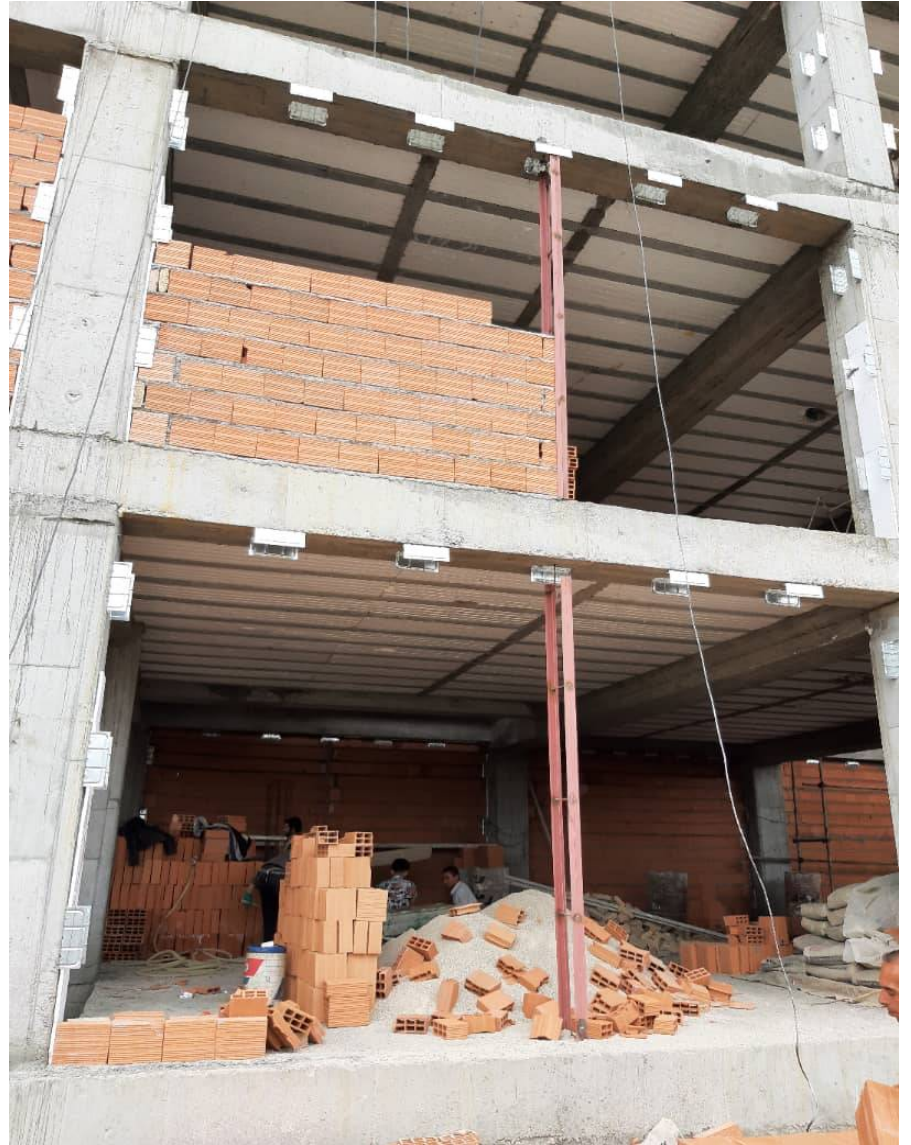


U, L منقطع







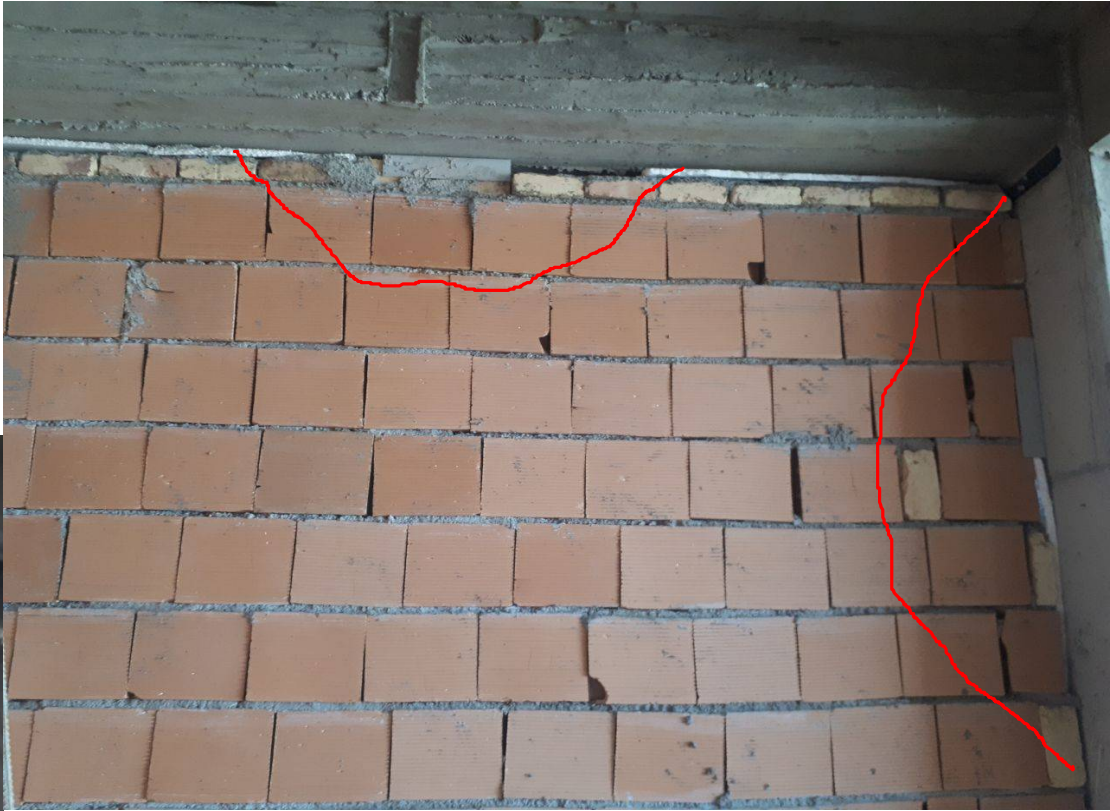




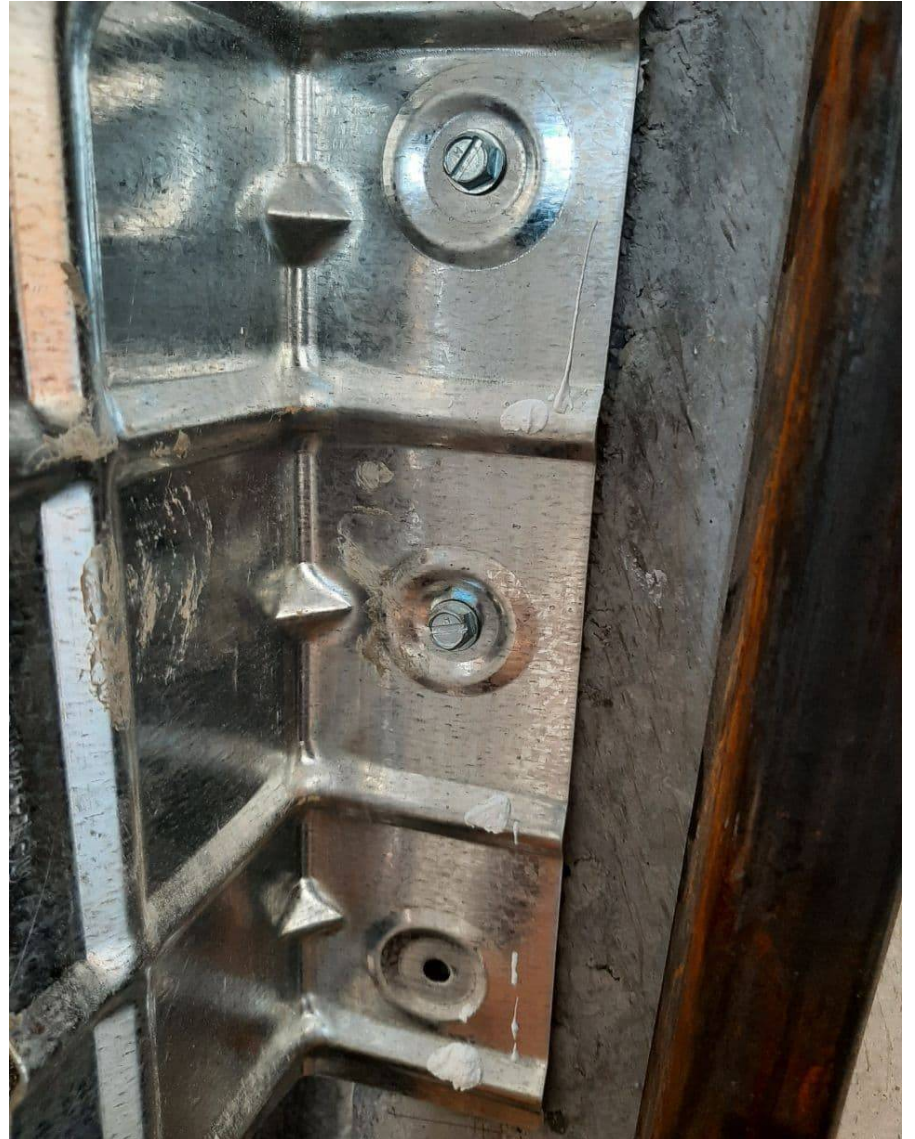


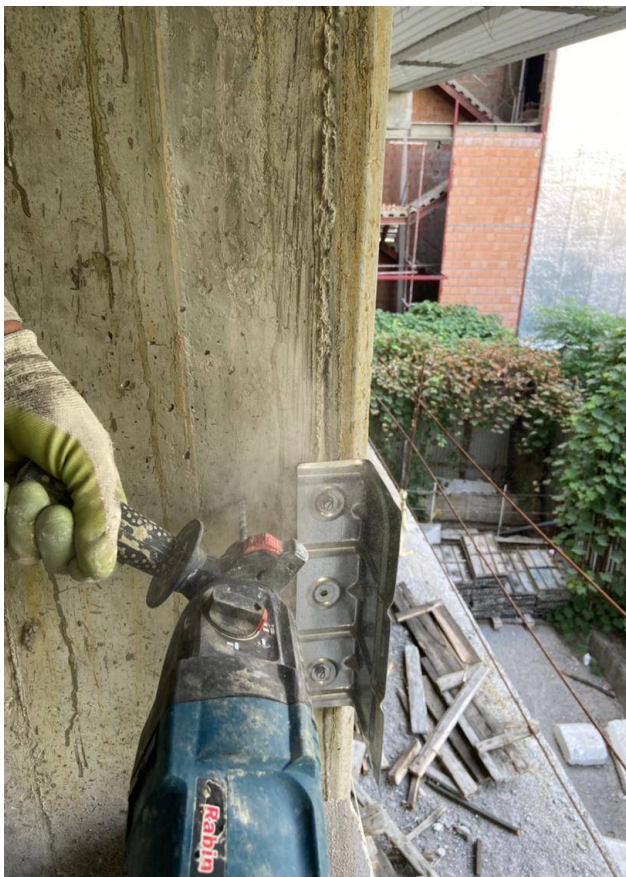


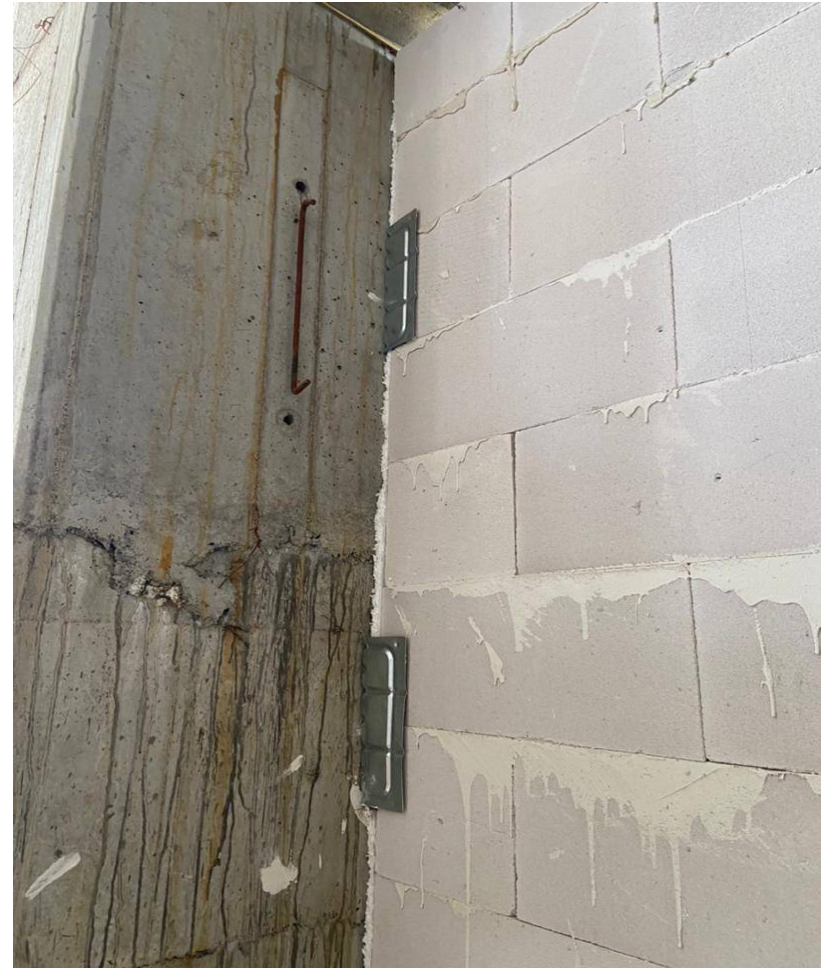


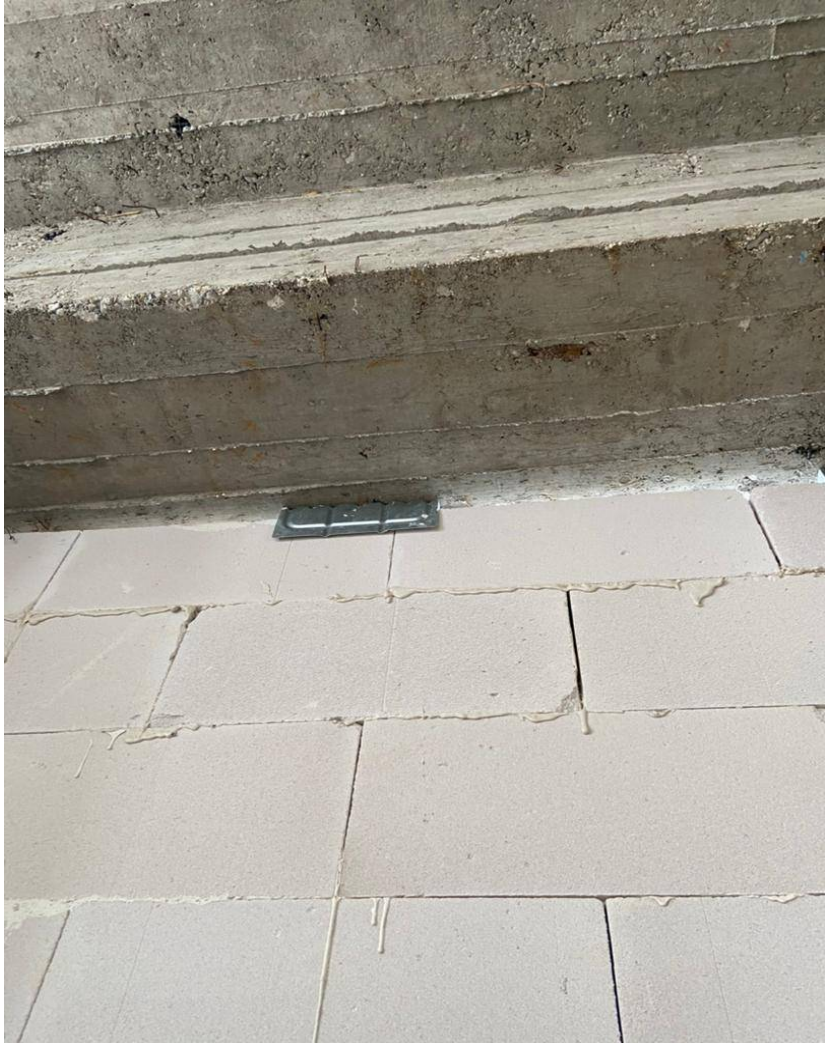


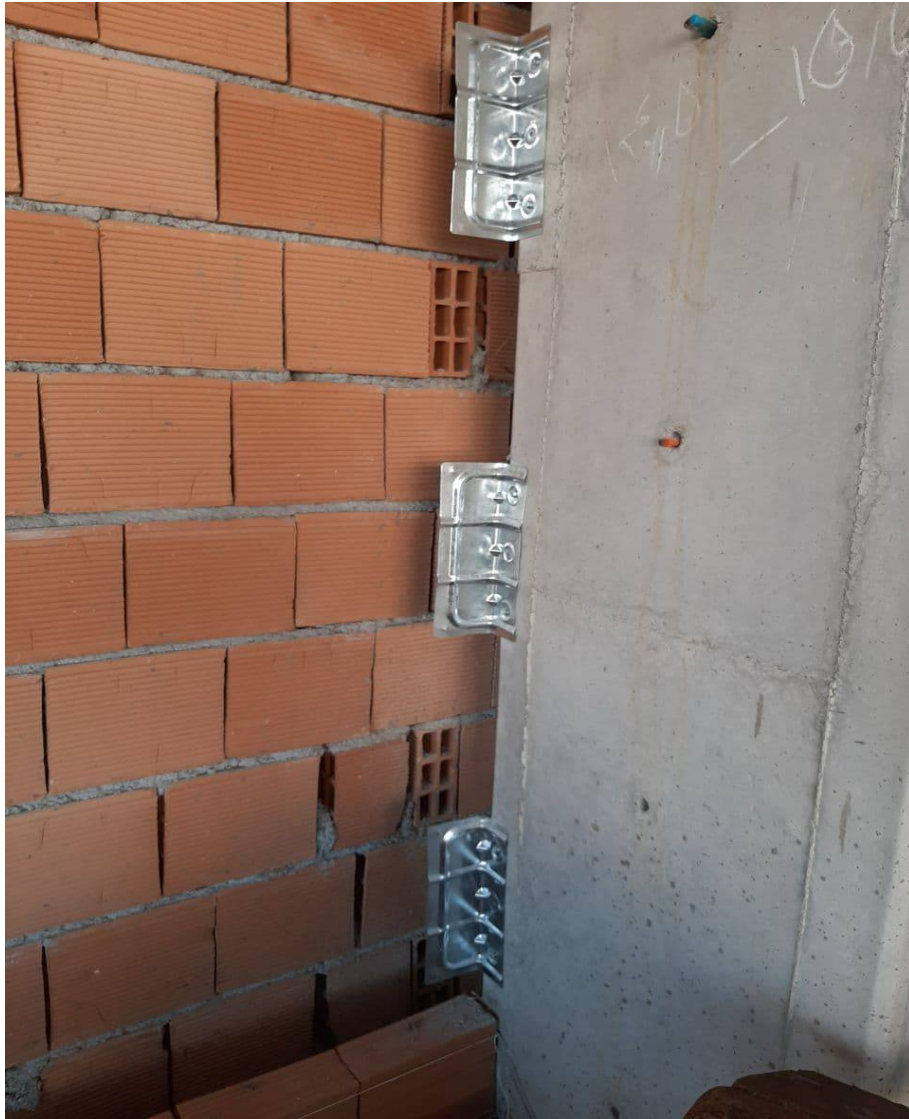




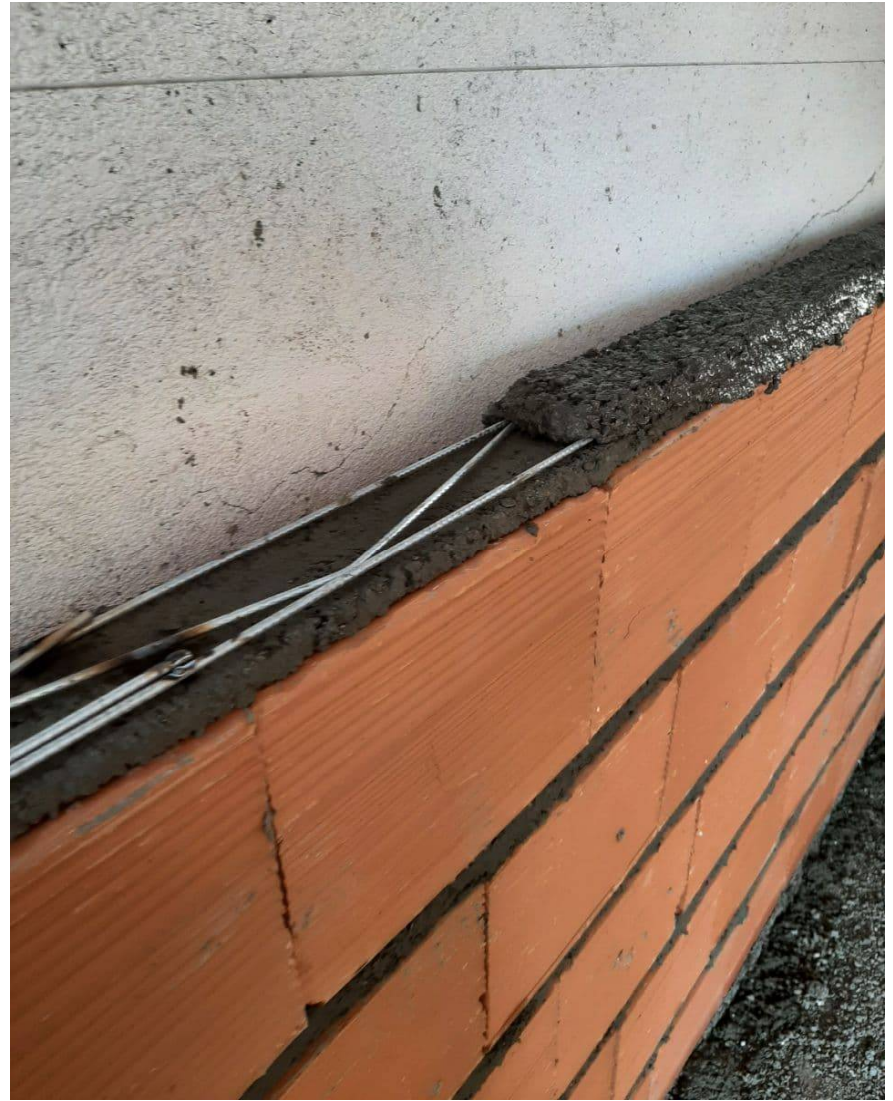


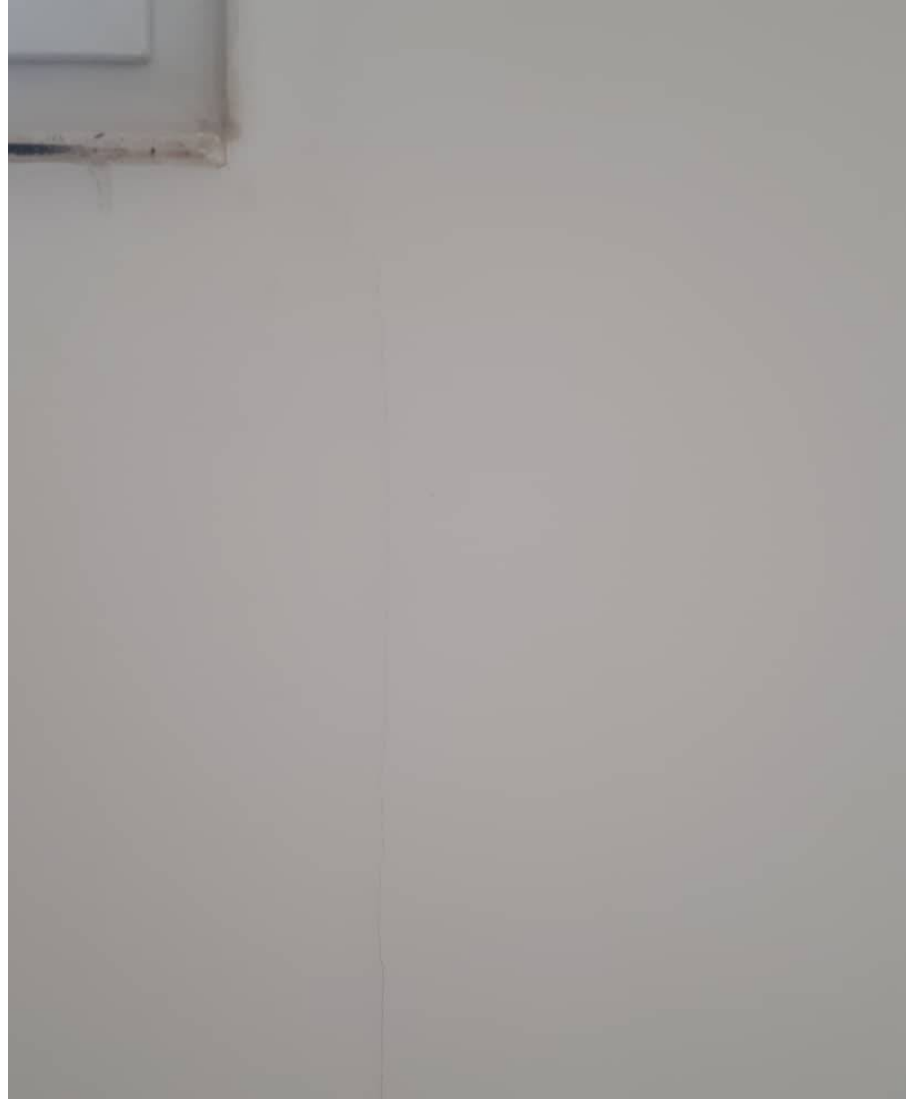






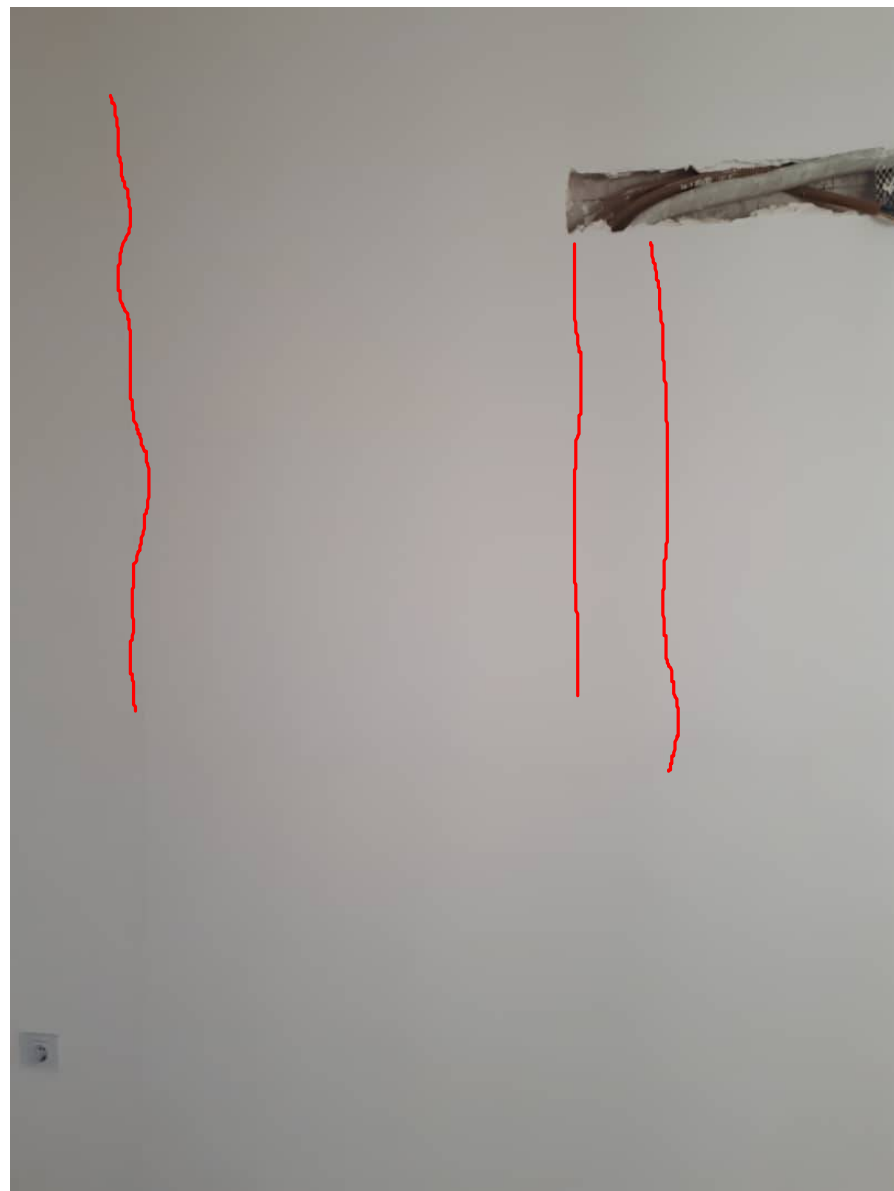








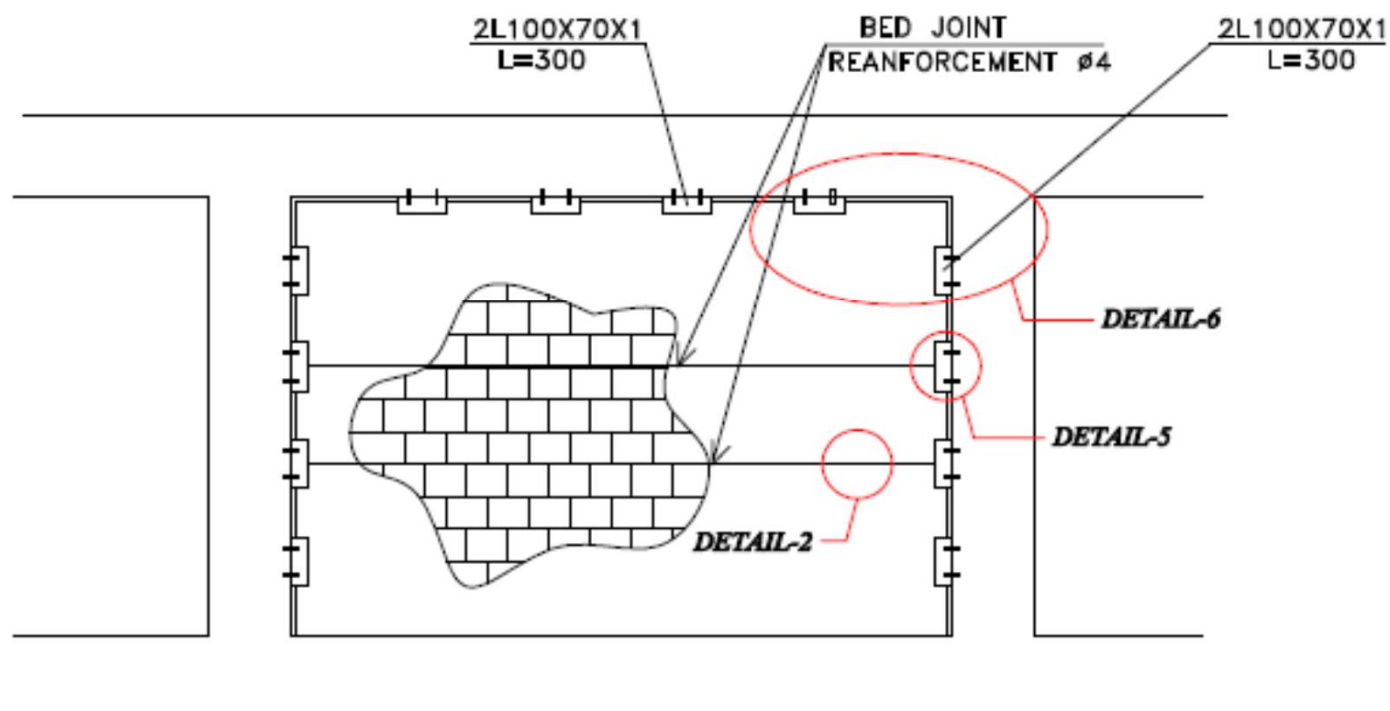






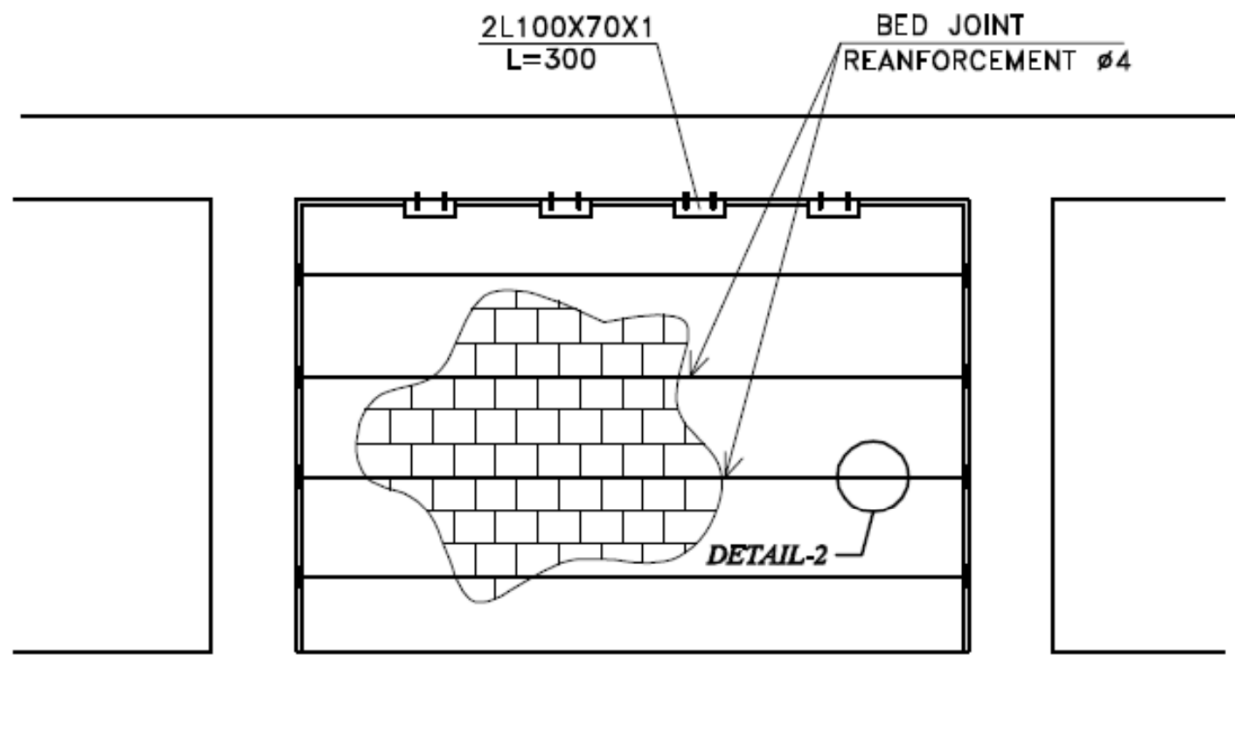






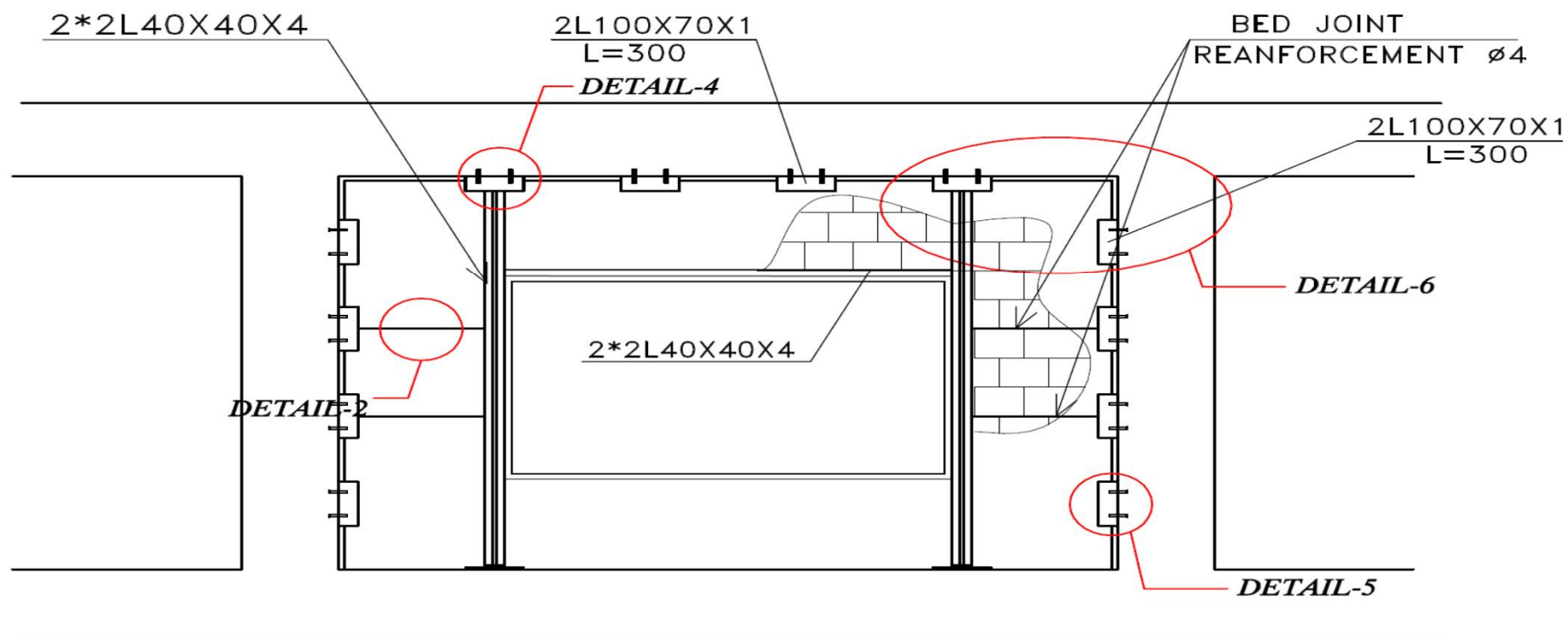
جزئیات وال پست

دیوار با طول کمتر از ۴ متر و ارتفاع کمتر از ۳ متر



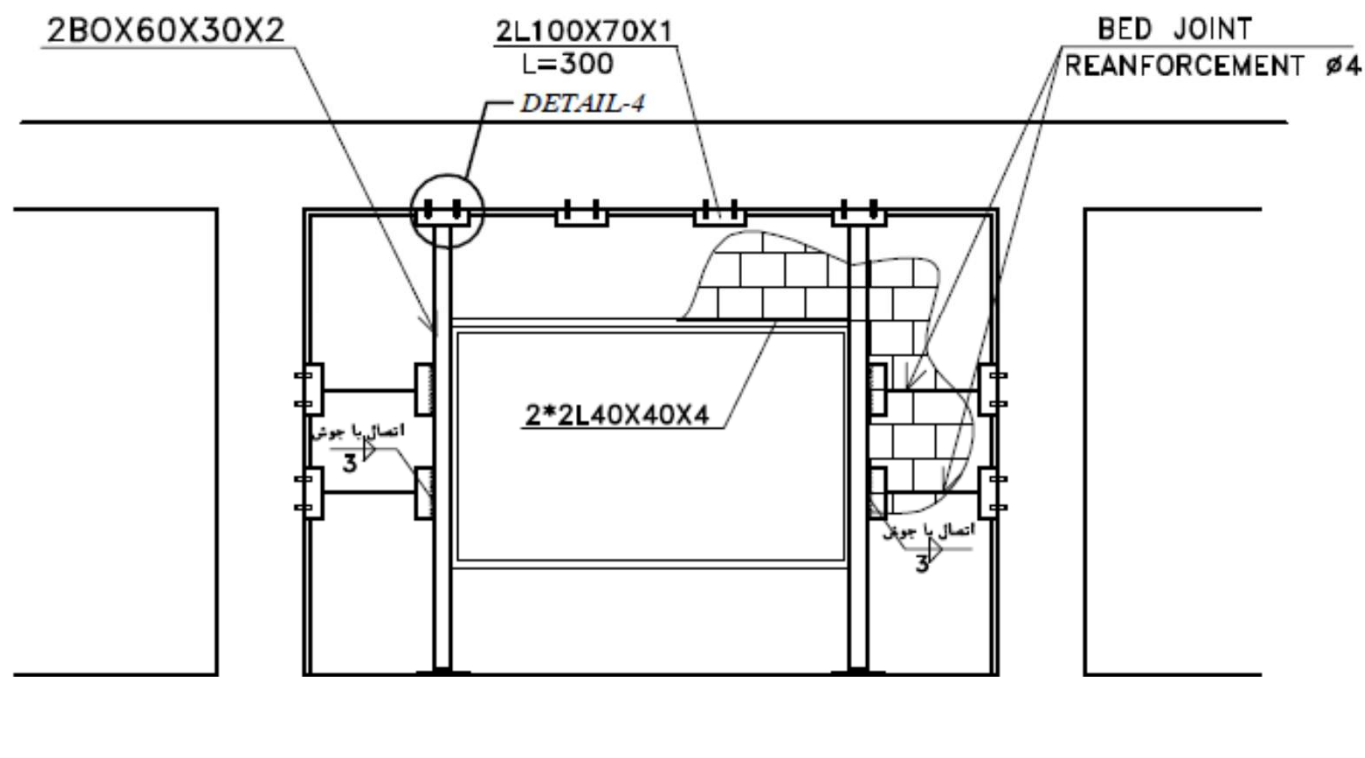
جزئیات وال پست

دیوار با طول کمتر از ۴ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر



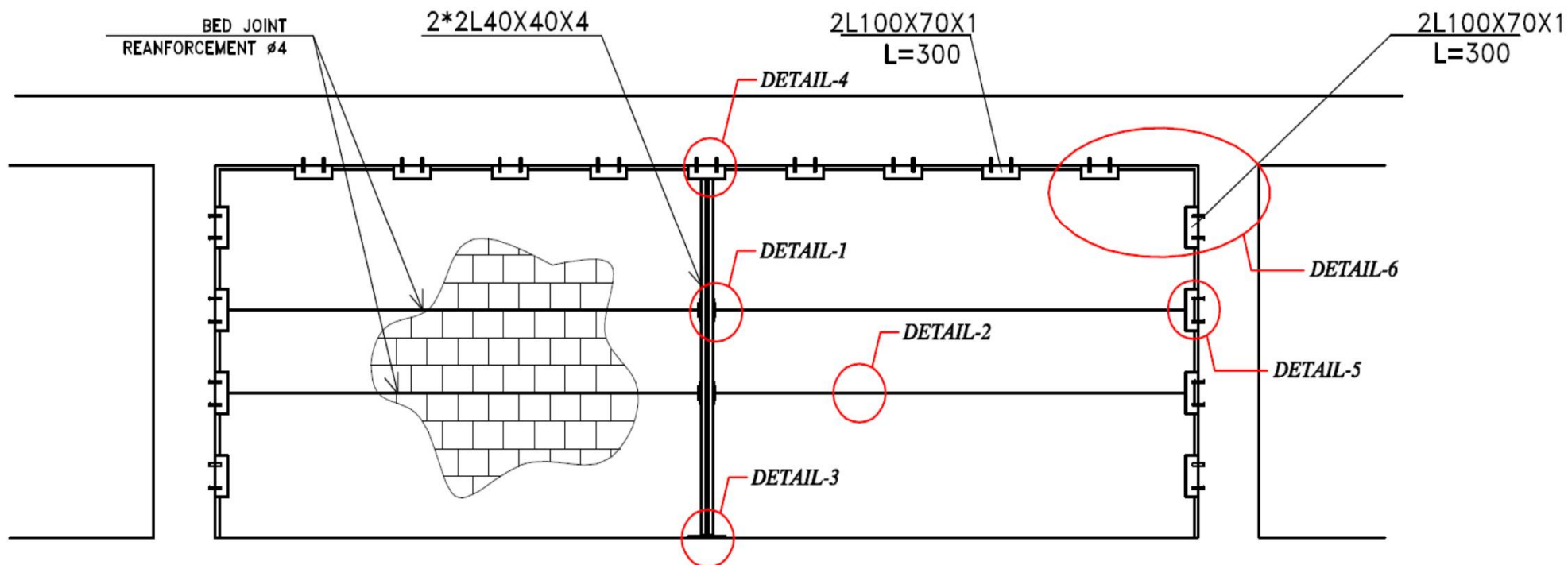
جزئیات وال پست

دیوار با طول کمتر از ۴ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر



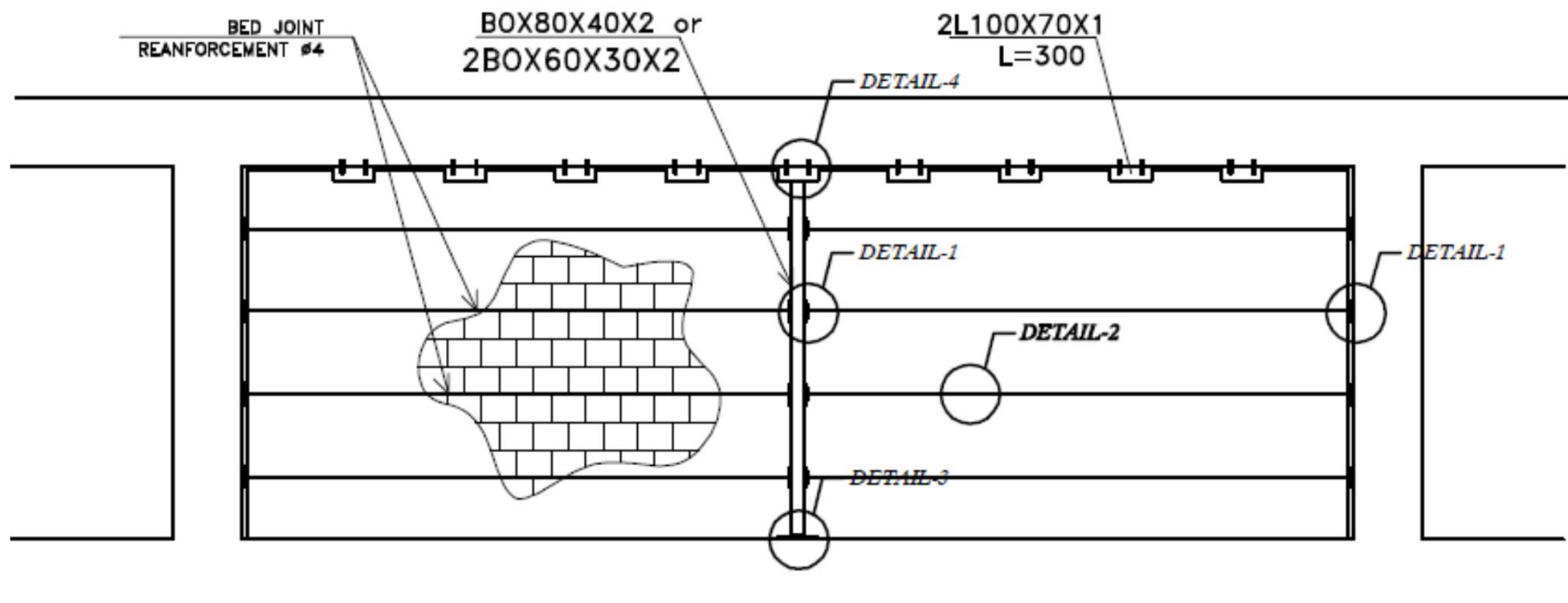
جزئیات وال پست

دیوار با طول کمتر از ۴ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر



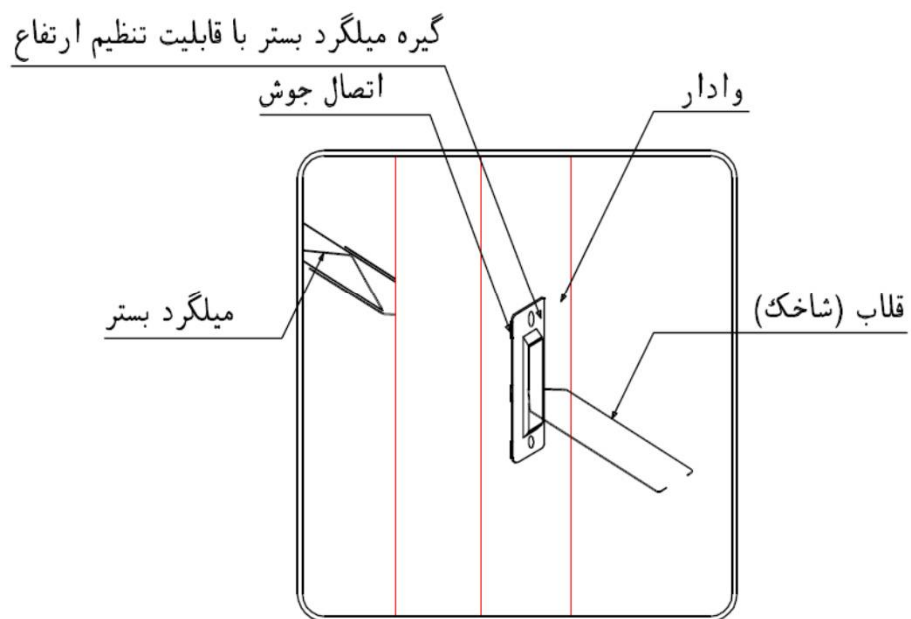
جزئیات وال پست

دیوار با طول دهانه بین ۲ تا ۸ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر



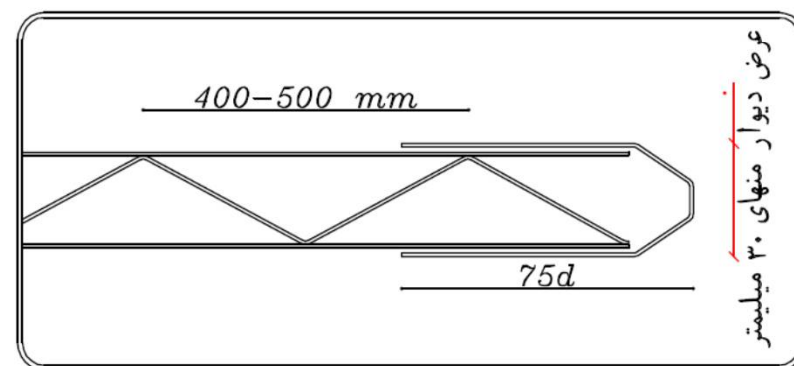
جزئیات وال پست

دیوار با طول دهانه بین ۴ تا ۸ متر و ارتفاع کمتر از ۳٫۵ متر



میلگرد بستر در فاصله بین وادارها
و اتصال آن به وادار

DETAIL-1



DETAIL-2

نبشی نگهدارنده (نباید به وادار جوش شود)

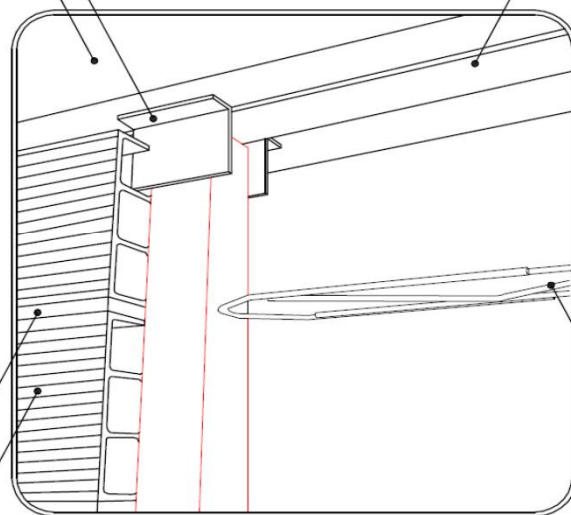
تیر بتنی فوقانی

مصله تراکم پذیر نظیر یونولیت (پشم سنگ)
ضد رطوبت به ضخامت ۲٫۵ سانتیمتر

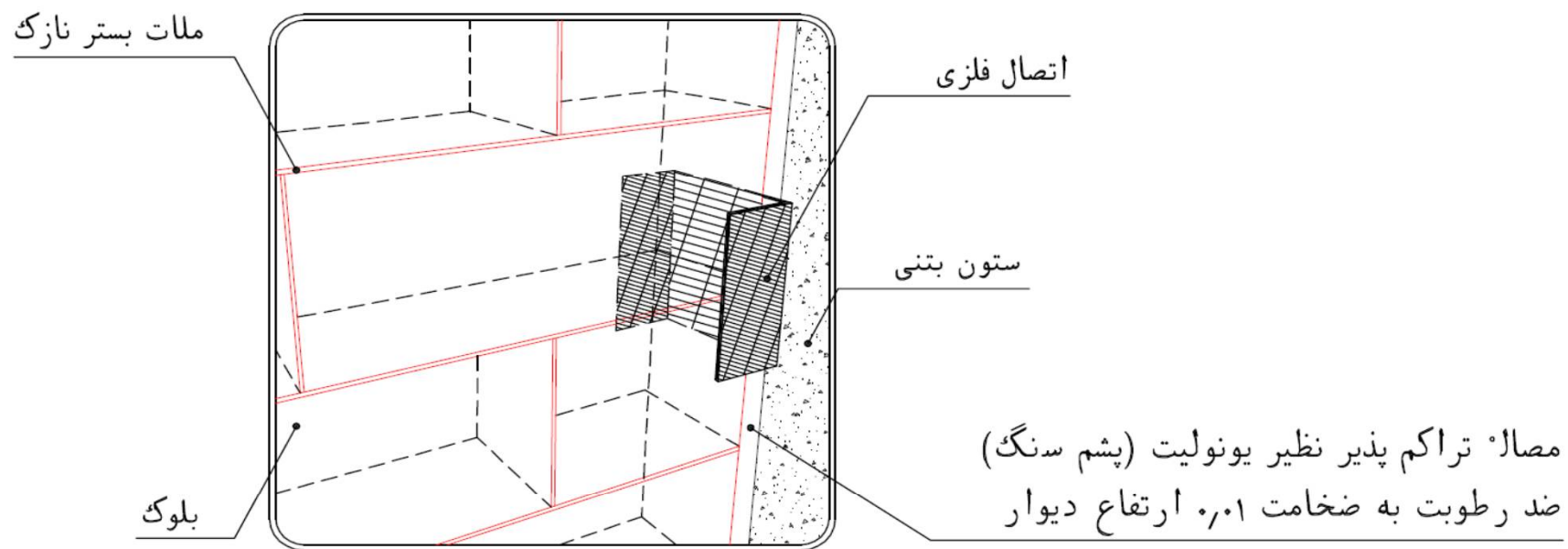
ملات ماسه و سیمان

بلوک

میلگرد بستر

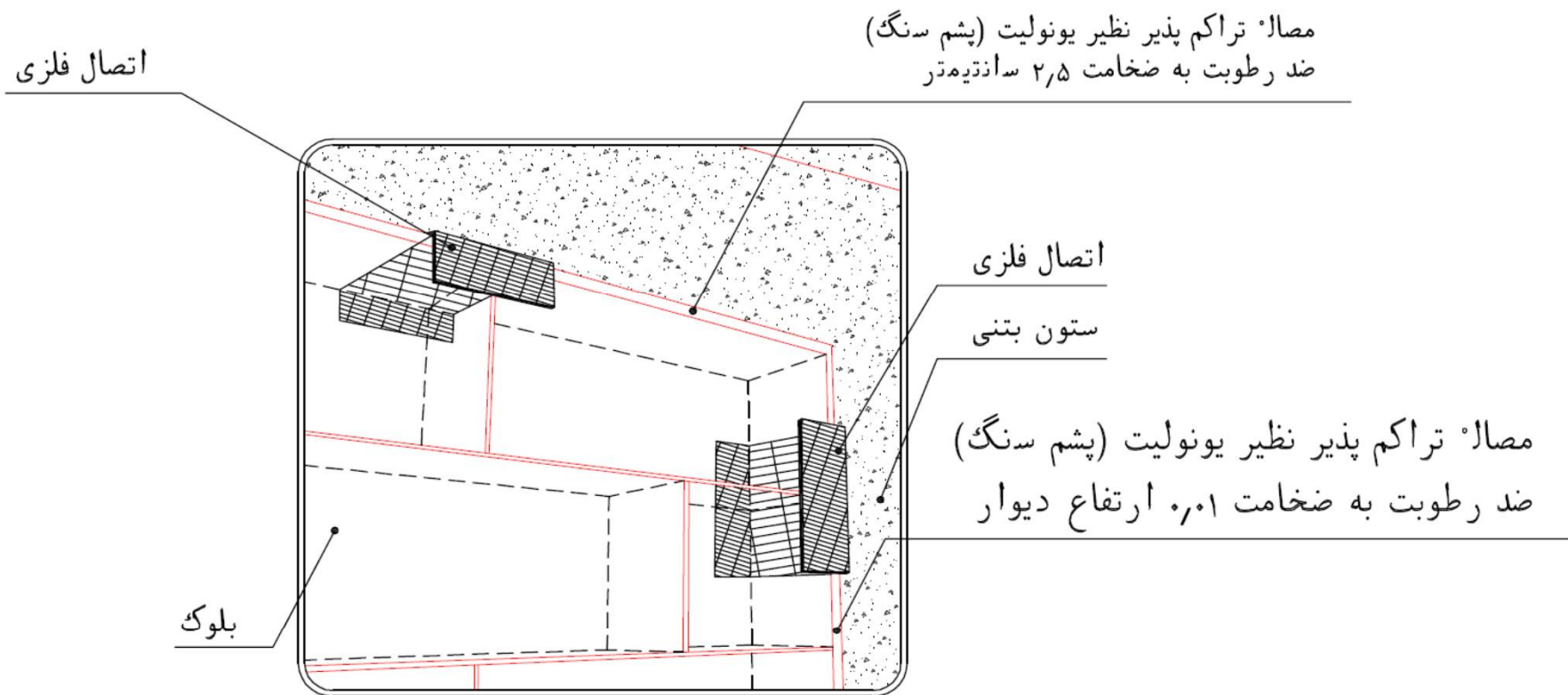


DETAIL-4



مهار دیوار خارجی به ستون با استفاده از نبشی منقطع

DETAIL-5



DETAIL-6

خلاصه نتایج

1 تغییر مکان و دریافت ساختمان کاهش یابد به عبارت دیگر سعی شود هماهنگی بیشتری در ضریب رفتار عناصر سازه ای و غیر سازه ای ایجاد گردد.

2 استفاده از بند قائم در دیوارچینی می تواند ظرفیت دیوار را تا 2 برابر بالا برد.

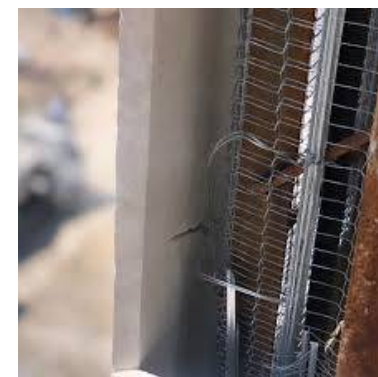
3 آجر سفال ظرفیت چندانی ندارد و علاوه بر وال پست به میلگرد بستر هم نیاز دارد.

4 برای اثر بخشی وال پست لازم است فاصله میان آنها کاهش یابد به نحوی که دیوار ها فرمت مربعی پیدا کنند.

5 با محاسبات سرانگشی در هر دهانه با حداقل های ابعاد هندسی آیین نامه 3.5 در 4 متری در ازای هر متر طول ستون یا تیر نیازمند به تکیه گاه هایی با تحمل 100 کیلوگرم نیرو می باشیم.

6 استفاده از نبشی های 4 و اتصال آنها به تیر ها در ناحیه در حدود 1 متر اول (ناحیه تشکیل مفصل پلاستیک) کاملاً اشتباه است.

طرحی و اجرای دیوار در دهانه های دارای بازشو و نما



مشکلات دیوار نما نسبت به دیوار های پیرامونی

- 1 عدم طراحی دقیق و درست نما در زمان طراحی سازه ای
- 2 وزن بالاتر نما نسبت به دیوار های پیرامونی به علت ملات خور در حدود 5 الی 6 سانتی متر جهت همباد کردن نما در طبقات
- 3 عدم عملکرد دوطرفه دیوار به علت وجود لبه آزاد در محل باز شو ها
- 4 وجود باز شو ها سبب تمرکز تنش در لبه ها خواهد شد.













انواع نما از لحاظ اجرا

دیوار پرده ای
(curtain wall)

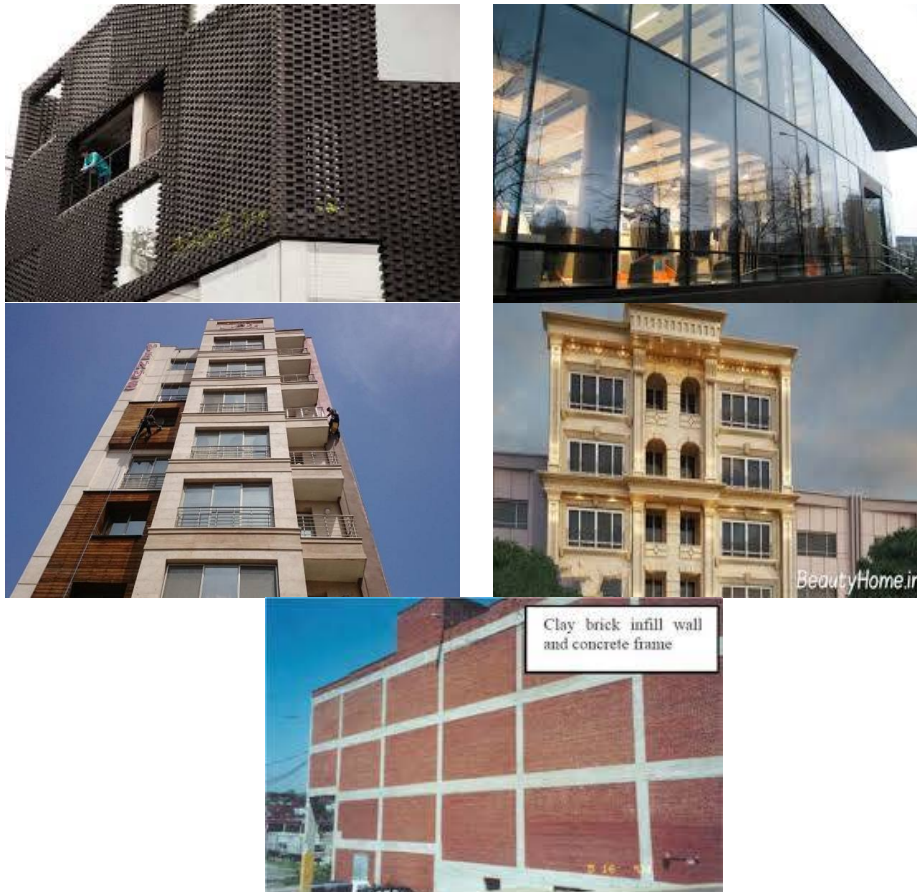
1

دیوار نما
(veneer wall)

2

دیوار نما میانقابی
(infill wall)

3



۱-۴-۱-۱- نمای پرده‌ای

در نمای پرده‌ای، بارهای وارده به نما توسط قاب سازه‌ای جداگانه‌ای که مستقیماً به اعضای اصلی سازه متصل شده است تحمل می‌شود و مجموعه به مانند یک پرده روی سطح خارجی ساختمان را می‌پوشاند. در یک نمای پرده‌ای، بارهای ناشی از وزن نما، باد و زلزله مستقیماً از نما به اعضای سازه‌ای منتقل می‌شود.

باید حداقل ۵۰ میلی‌متر فاصله بین نمای پرده‌ای و اعضای سازه‌ای در نظر گرفته شود. این فاصله برای تطابق بی‌نظمی‌های ابعادی غیرقابل پیش‌بینی در سازه است. نمای پرده‌ای می‌تواند به دو صورت شفاف و غیر شفاف باشد. نمای پرده‌ای شفاف شامل انواع نماهای پانل شیشه‌ای می‌باشد و نمای پرده‌ای غیرشفاف شامل پانل‌های بتنی پیش‌ساخته، پانل‌های مسلح شده با الیاف شیشه، نمای کامپوزیت و نظایر آن است. در نمای پرده‌ای غیرشفاف به منظور فراهم کردن امکان نازک‌کاری داخلی، افزودن عایق حرارتی، برق‌کاری و عبور لوله‌های تاسیساتی در پشت نما، یک دیوار داخلی اجرا می‌شود.

۱-۴-۱-۲- دیوار نما

این نوع نما مشابه نمای پرده‌ای غیرشفاف است. دیوار نما می‌تواند در سازه‌های قابی و سازه‌های دیوار باربر استفاده شود. در این نوع نما وجود یک دیوار در پشت نما اجباری است. بارهای وارد بر این نوع نما به دیوار پشتیبان منتقل می‌شود. دیوار پشتیبان بارها را به قاب سازه‌ای ساختمان منتقل می‌کند. دیوار نما به دو نوع مهارشده و چسبانده شده تقسیم می‌شود.

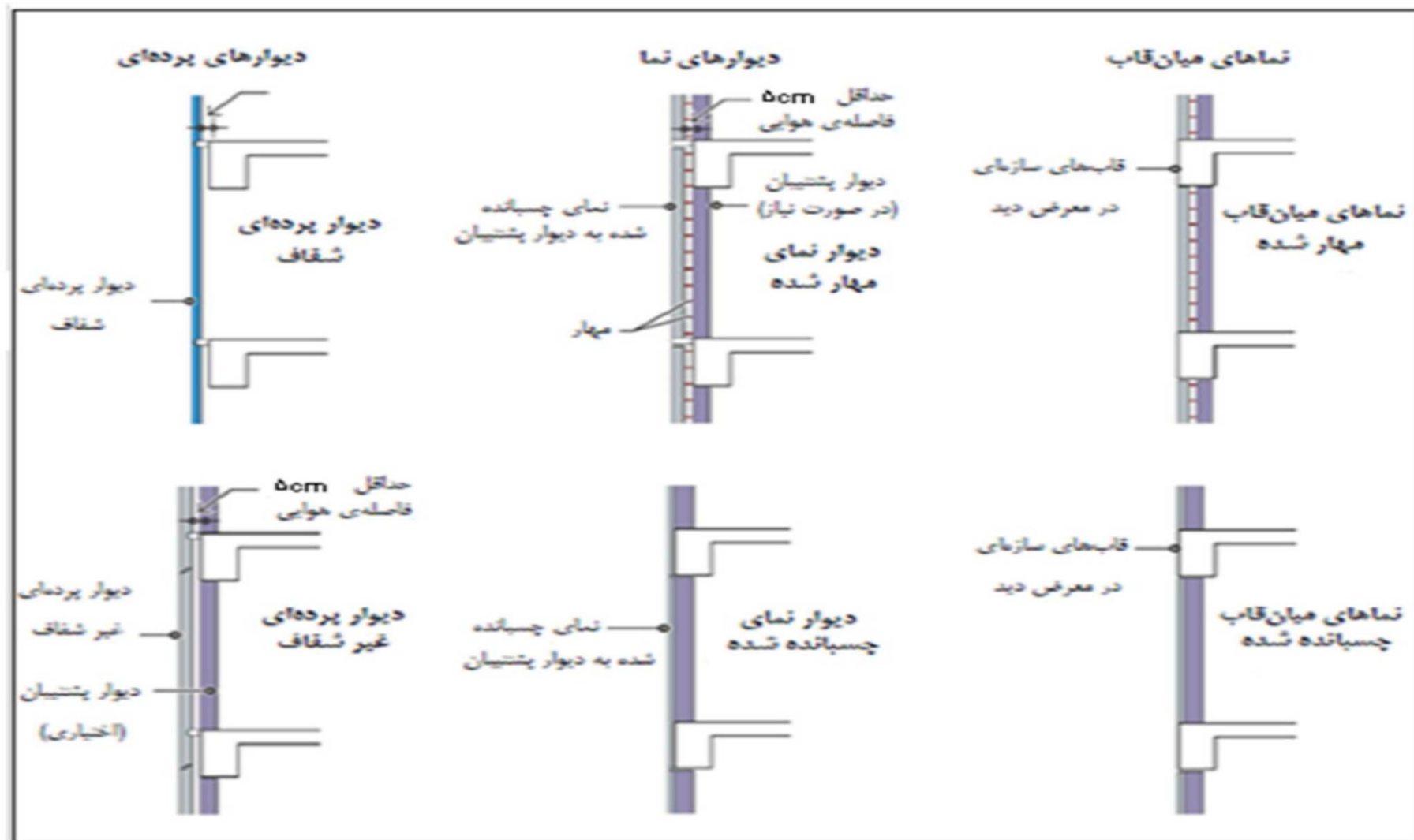
در نمای مهارشده، مهار، نما را به دیوار پشتیبان متصل می‌کند. بنابراین علاوه بر انتقال و تحمل بار ثقلی نما، این مهار باید بارهای باد و زلزله را از نما به دیوار پشتیبان انتقال دهد. عموماً در این نوع نما، یک فضای خالی بین نما و دیوار پشتیبان، به صورت یک زه‌کش طراحی می‌شود.

در نمای چسبانده شده، نما به دیوار پشتیبان چسبانده می‌شود. در این حالت حتماً باید نما با قطعه مناسب برای تحمل بارهای لرزه‌ای به دیوار پشتیبان مهار شود و ماده چسباننده تنها وظیفه انتقال بارهای ثقلی را دارد.

۱-۴-۱-۳- نماهای مهارشده به میان‌قاب

نمای خارجی مهار شده به میان قاب (دیوار قرار گرفته در فضای بین تیر و ستون) در فضای خالی بین تیرها و ستون‌ها قرار می‌گیرد و در این حالت قاب سازه‌ای در معرض دید قرار دارد. نمای مهار شده به میان قاب، تنها در سازه‌های قابی استفاده می‌شود و به دو صورت مهار شده و چسبانده شده طراحی می‌شود.

در سازه‌هایی که چنین سیستم‌نمایی دارند، به دلیل پائین بودن مقادیر مقاومت حرارتی قاب سازه‌ای بتنی یا فولادی، مشکل عایق‌بندی حرارتی وجود داشته و انتقال حرارت از طریق تیر و ستون انجام می‌شود. با توجه به اینکه در دیوار پرده‌ای و دیوار نما، قاب سازه‌ای ساختمان پوشانده می‌شود، می‌توان کارایی حرارتی بالاتری بدست آورد. از لحاظ لرزه‌ای جزییات این نوع نما ساده‌تر از سایر انواع نما می‌باشد.



شکل ۱-۱- نمای شماتیک دیوار پرده‌ای، دیوار نما و دیوار میان قاب

انواع نما از لحاظ مصالح



چوب

EIFS

سرامیک

شیشه

کامپوزیت

سیمانی

آجر

سنگ



نشریه 714

۱-۴-۲-۴- نمای سرامیک

با توجه به قیمت بالای سنگ و وزن زیادی که انواع سنگ‌ها به صورت یک لایه متمرکز در قشر خارجی ساختمان‌ها، به صورت بار خطی بر سازه اعمال می‌کنند و به جهت حفاظت از منابع طبیعی و جلوگیری از تخریب محیط زیست، از سرامیک که به صورت مصالح مصنوعی و فرآوری شده تهیه می‌گردد به عنوان نمای ساختمان می‌توان استفاده نمود. نمای سرامیک در مقایسه با سنگ، وزن کمتر و تنوع بیشتری دارد. نمای سرامیکی مجاز برای استفاده در نمای خارجی سازه‌ها نمای سرامیکی خشک می‌باشد.

الزامات لرزه ای نما 714-1395

- ۱- استفاده از نمای صلب سنگین مانند نمای چسبانده شده سنگی یا آجری، فقط در سازه‌هایی با سیستم باربر جانبی صلب نظیر دیوار برشی یا مهاربند مجاز است و استفاده از آن‌ها در نمای سازه‌های با سیستم انعطاف‌پذیر مانند قاب خمشی توصیه نمی‌شود و در صورت استفاده باید کفایت آن با محاسبات دقیق اثبات شود.
- ۲- چنانچه تغییر شکل جانبی نما معیارهای پذیرش را برآورده نسازد، باید تغییر مکان جانبی نسبی طبقات سازه را محدود کرد یا با ارائه جزئیات ویژه، اتصال سیستم نما به سازه را جدا نمود.
- ۳- به طور کلی در هر نوع نما، اجزای پوششی که وزن واحد سطح آنها بیش از 50 kg/m^2 می‌باشد، باید در فواصل کمتر یا مساوی $1/2$ متر دارای مهار مکانیکی به قاب دیوار خارجی باشند. کفایت مهار در مقابل بارهای لرزه‌ای باید بر اساس معیارهای پذیرش ارائه شده در این دستورالعمل ارزیابی گردد. همچنین کفایت اجزای پوشش در مقابل مقادیر مورد انتظار تغییر مکان تعیین شده در این دستورالعمل باید بر اساس معیارهای پذیرش ارائه شده ارزیابی گردد.

الزامات لرزه ای نما 714-1395

- ۴- برای ساختمان‌های با قاب خمشی فولادی یا بتنی، اتصالات پانل‌های مهار شده باید قابلیت تحمل تغییر مکان نسبی $\frac{1}{100}$ را داشته باشند. همچنین در پانل‌های چندطبقه متصل در تراز طبقات، باید پانل‌ها و اتصالات قابلیت تحمل تغییر مکان نسبی $\frac{1}{100}$ را داشته باشند.
- ۵- در نماهای مهار شده، قطعات نما توسط اتصالات مکانیکی به سازه متصل شده‌اند. قطعات و اتصالات مزبور باید طوری طراحی شوند که قادر به تحمل تغییر شکل‌های ناشی از زلزله باشند. در غیر این صورت خطر سقوط قطعات نما وجود خواهد داشت.

الزامات کلی نما 714-1401

۱- در صورت استفاده از نمای صلب سنگین مانند نمای چسبانده شده سنگی یا آجری، در نمای سازه‌های با سیستم انعطاف‌پذیر مانند قاب خمشی باید توجه کرد که خطر آسیب اینگونه نماها در این نوع سازه‌ها زیاد است و در صورت استفاده باید از جزییات ویژه ارائه شده در این دستورالعمل استفاده شود.

۲- باید با استفاده از جزییات ویژه ارائه شده در این دستورالعمل از قرار گیری نما تحت اثر جابجایی نسبی طبقات جلوگیری نمود.

۳- به طور کلی در هر نوع نما، اجزای پوششی که وزن واحد سطح آنها بیش از 50 kg/m^2 می‌باشد، باید در فواصل کمتر یا مساوی ۱٫۲ متر دارای مهار مکانیکی به قاب دیوار خارجی باشند. کفایت مهار در مقابل بارهای لرزه‌ای باید براساس معیارهای پذیرش ارائه شده در این دستورالعمل ارزیابی شود. همچنین کفایت اجزای پوشش در مقابل مقادیر مورد انتظار تغییر مکان تعیین شده در این دستورالعمل باید با استفاده از جزییات ارائه شده در این دستورالعمل تامین گردد.

۴- در نماهای مهار شده، قطعات نما توسط اتصالات مکانیکی به سازه متصل شده‌اند. قطعات و اتصالات مزبور باید طوری طراحی شوند که قادر به تحمل تغییر شکل‌های ناشی از زلزله بدون انتقال آن به نما باشند.

۵- پنجره‌های بزرگ به خصوص پنجره‌های نمای مشرف به پیاده‌رو، باید دارای شیشه‌های ایمن باشند. شیشه ایمن شامل شیشه‌های آبدیده، شیشه‌های دارای سیم یا الیاف، شیشه‌های دارای لایه پوشش مقاوم در برابر ضربه یا پانل‌های پلاستیکی می‌باشد. شیشه‌های ایمن، در برابر خرد شدن ایمنی بالایی دارند یا پس از خرد شدن در قاب خود باقی می‌مانند.

۶- در جاهایی که از مهار نگهدارنده در بتن استفاده شده است، این مهار باید به میلگردهای اصلی سازه بتن مسلح متصل و مهار شود و کفایت مهار نگهدارنده مورد استفاده در اتصالات بتنی باید برای بارهای وارده ارزیابی گردد.

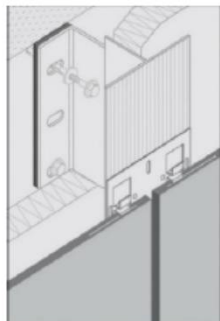
۷- در نمای بالای خروجی‌ها یا مسیرهای پیاده‌رو، نصب قطعات بزرگ در ارتفاع بیش از ۳ متر از سطح زمین ممنوع است. در صورت اجرای قطعات بزرگ در نما باید از دسترسی عابران به مکان‌هایی که احتمال افتادن این قطعات وجود دارد با ایجاد موانع یا باغچه‌های عریض جلوگیری شود.

۸- مهارهای نما باید به صورت دوره‌ای کنترل شده و در هیچ‌کدام از اعضای اتصالات نباید نشانه‌هایی از خرابی یا زنگ‌زدگی و پوسیدگی دیده شود و مهارهای زنگ زده باید تعویض شوند. شایان ذکر است افزایش تعداد مهارهای هر قطعه نما خطر سقوط آن را کمتر می‌کند.

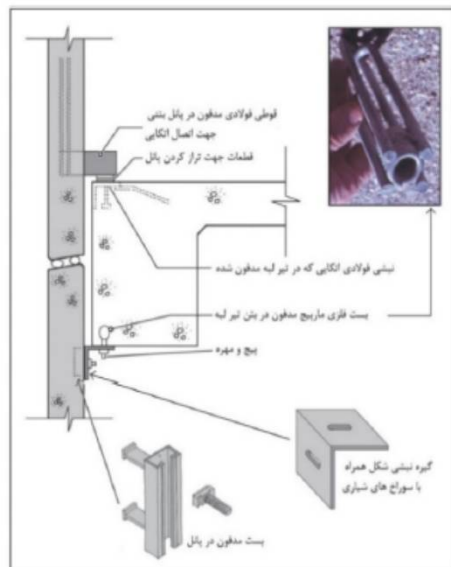
۹- پوشش‌های محافظ در برابر شرایط جوی باید توسط اتصال‌دهنده‌های مناسب از جنس آلومینیوم، مس، یا فولاد با پوشش روی یا سایر مصالح مقاوم در برابر خوردگی به پشت‌بندها متصل شوند.

۱۰- در نماهای پرده‌ای باید با اجرای آتش‌بند در فاصله بین نما و سقف طبقه در ترازهای طبقه از خطر انتقال آتش بین طبقات جلوگیری نمود.

الزامات سازه ای نما 714-1401



الف- نمونه اجرای اتصال لوبیایی به تیر در اجرای خشک نمای سرامیکی



ب- نمونه اجرای اتصال لوبیایی به تیر در پانل بتنی پیش ساخته

۲-۳-۲- سازه‌ای

سازه باید به گونه‌ای طراحی شود که حداکثر تغییر مکان نسبی داخل و خارج از صفحه طبقات در ساختمان‌ها به مقادیر مشخص شده در آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله - استاندارد ۲۸۰۰ محدود شود. بعلاوه در نماهای برده‌ای یا نماهای خشک، قاب نگهدارنده نما باید در هر طبقه قطع شود و مانند شکل ۱-۲ در تراز سقف طبقات با اتصالات لوبیایی از سازه جداسازی شود. در سایر انواع نما، دیواری که نما به آن متصل می‌شود باید براساس ضوابط فصل دوازدهم این دستورالعمل طراحی و اجرا شود.

شرایط لزوم طراحی لرزه ای نما 714-1401

جدول ۳-۲- ملزومات طراحی لرزه ای نمای ساختمانی

خطر لرزه خیزی سایت		نوع جزء
لرزه خیزی کم	لرزه خیزی خیلی زیاد ، زیاد و متوسط	
۱- نمای آجری یا سنگی		
+	+	- نمای چسبانده شده
-	+	- نمای مهار شده
+	+	۲- پانل بتنی پیش ساخته
+	+	۳- نماهای شیشه ای
-	+	۴- نمای سرامیک
-	+	۵- انواع نماهای سیمانی
-	-	۶- نمای کامپوزیت و سایر نماهای سبک

+ : کنترل لرزه ای لازم است.

- : کنترل لرزه ای لازم نیست.

الزامات دیوار پشتیبان نما 714-1395

نوع دیوار	نسبت مجاز h_w/t_w
دیوارهای ساختمان‌های یک طبقه	۱۳
دیوارهای طبقه اول ساختمان چندطبقه	۱۵
دیوار در بالاترین طبقه ساختمان چند طبقه	۹
سایر دیوارها	۱۳

در ویرایش 1401 وجود ندارد و می‌بایست مطابق فصل 12 نشریه 714 و آیین نامه 2800 به همراه پیوست 6 آن طراحی گردد.

۲- در دیوارهای مصالح بنایی غیر مسلح یا سفال توخالی غیر مسلح، در صورت تجاوز نسبت ارتفاع به ضخامت از مقادیر جدول ۲-۵ باید در فواصل کمتر یا مساوی ۱/۸ متر، از مهار قائم^۱ استفاده شود. این مهارها باید برای نیروی محاسبه شده در فصل سوم طراحی شوند.

۳-۳-۴-۱- نماهای چسبانده شده

در نماهای چسبانده شده، ملات مورد استفاده جهت تحمل بارهای ثقیلی می‌باشد و نما باید با اتصالات مکانیکی یا مهارهای پشت بندی که قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای افقی محاسبه شده در بند ۳-۳-۱ می‌باشند، به دیوار مهار شود. همچنین کنترل پایداری دیواری که نما به آن چسبیده نیز براساس ضوابط این فصل ضروری است.

در صورت اجرای نمای چسبانده به طور مستقیم روی دیوارهای برشی یا ستون‌ها که تحت جابجایی بزرگ قرار می‌گیرند، این نماها در زلزله آسیب‌پذیر خواهند بود و باید برای آنها تمهیدات ویژه‌ای در نظر گرفت.

در نماهای چسبانده شده خرابی داخلی صفحه نما معمولاً بر اثر تغییر شکل سازه دربرگیرنده دیوار میانقابی که نما بر روی آن چسبانده شده است رخ می‌دهد که باعث به وجود آمدن ترک و گسترش آن می‌شود. در صورتیکه دیوار براساس ضوابط فصل دوازدهم این دستورالعمل از سازه جداسازی شود نمای قرار گرفته بر روی آن نیز مشکلی بر اثر جابجایی‌های داخلی صفحه نما نخواهد داشت. خرابی خارج از صفحه که به صورت بیرون افتادن نما رخ می‌دهد، مستقیماً به دلیل شتاب می‌باشد و باید به کمک مهارها و اتصالات مکانیکی از آن جلوگیری نمود.

معیارهای پذیرش و
الزامات لرزه‌ای اجزای
نما 714-1401

۲-۳-۴-۲-نماهای مهار شده

الف-نماهای پرده‌ای

نماهای پرده‌ای باید به نحوه مناسبی به سازه مهار شوند. در این نماها اتصالات باید بارهای ثقلی ناشی از وزن نما به همراه بارهای لرزه‌ای ناشی از شتاب افقی داخل صفحه، خارج صفحه و قائم زلزله را تحمل نمایند. در این نماها قاب نگهدارنده نما در تراز سقف طبقات باید براساس جزییات ارائه شده در فصول ۴ تا ۱۱ این دستورالعمل با اتصالات مناسب از جابجایی‌های نسبی سازه جداسازی شود.

در نماهای پرده‌ای شیشه‌ای، نما و سازه نگهدارنده آنها باید قادر به تحمل جابجایی‌های نسبی مطابق رابطه زیر باشند یا اتصالات آنها به گونه‌ای طراحی شوند که تا این میزان جابجایی نسبی، نیرویی به نمای شیشه‌ای وارد نشود.

$$\Delta_{fallout} \geq \max(1.25 D_{pl}, 13mm) \quad (۳-۱۴)$$

در این رابطه:

D_{pl} : تغییر مکان نسبی لرزه‌ای مطابق بند ۳-۳-۲

$\Delta_{fallout}$: تغییر مکان نسبی لرزه‌ای که موجب بیرون افتادن شیشه از قاب نگهدارنده خود می‌شود و باید توسط روش تحلیلی

یا آزمایش به دست آمده باشد.

در نماهای شیشه‌ای که یکی از شرایط زیر وجود داشته باشد نیازی به کنترل رابطه فوق نمی‌باشد:

۱- هر نمای شیشه‌ای که دارای فاصله کافی از قاب نگهدارنده خود باشد به طوری که در تغییر مکان نسبی لرزه‌ای که نما

باید براساس آن طراحی شود تماس فیزیکی بین شیشه و قاب رخ ندهد. این فاصله از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D_{clear} \geq 1.25 D_{pl} \quad (۳-۱۵)$$

در این رابطه:

$$D_{clear} = 2c_1 \left(1 + \frac{h_p c_2}{b_p c_1} \right) \quad (۳-۱۶)$$

که در آن:

h_p : ارتفاع شیشه

b_p : عرض شیشه

c_1 : فاصله بین لبه‌های قائم شیشه و قاب

c_2 : فاصله بین لبه‌های افقی شیشه و قاب

D_{pl} : تغییر مکان نسبی لرزه‌ای که نما باید برای تحمل آن طراحی شود و از بند ۳-۳-۲ به دست می‌آید.

۲- نمای شیشه ای کاملاً بازپخت شده (آبدیده) که در ساختمان های با اهمیت کم، متوسط و زیاد در ارتفاع کمتر یا مساوی

۳ متر از سطح پیاده‌رو قرار گیرد.

۳- هر نمای شیشه‌ای متشکل از شیشه آنیل، آبدیده یا لمینیت شده با ضخامت حداقل ۰/۷۶ میلی‌متر که به صورت مکانیکی در نمای شیشه‌ای پرده‌ای مهار شده است و اتصالات آن به صورتی است که در راستای درون صفحه نما این میزان جابجایی را بدون اعمال نیرو به نمای شیشه‌ای منتقل کند.

ب- نماهای مهار شده به دیوار پشتیبان

نماهای آجری و سنگی مهار شده و انواع مختلف نمای خشک در صورتی که از دیوار پشتیبان برای مهار استفاده شود، از نوع نماهای مهار شده متصل به دیوار پشتیبان می‌باشند. در نمای مهار شده اتصالات باید بارهای ثقلی ناشی از وزن نما به همراه بارهای لرزه‌ای ناشی از شتاب افقی داخل صفحه، خارج صفحه و قائم زلزله را تحمل نمایند. در این نماها در صورتی که دیوار پشتیبان طبق ضوابط فصل دوازدهم این دستورالعمل اجرا شود نیازی به کنترل جابجایی‌های نسبی برای نما نمی‌باشد.

ترکیبات بار برای طراحی و کنترل اجزای نما 1401-714

۳-۷- ترکیب بار برای کنترل اجزاء نما

$$\begin{aligned} 1) & 1.2W_p + F_{pv} \pm F_p \\ 2) & 0.9W_p - F_{pv} \pm F_p \\ 3) & 0.9W_p \pm 1.6W \\ 4) & 1.2W_p \pm 1.6W \\ 5) & 0.9W_p + A_k \end{aligned} \quad (۱۸-۳)$$

که در این روابط، W_p : وزن نما؛ F_p و F_{pv} : مولفه‌های بار افقی و قائم لرزه‌ای وارد بر نما براساس بخش ۳-۳ این دستورالعمل می‌باشد. W : بار باد و A_k : بار ناشی از انفجار می‌باشد.

برای کنترل اتصالات نما به سازه اصلی یا دیوار نگهدارنده در برابر بار زلزله باید ترکیبات بار زیر در نظر گرفته شود:

$$\begin{aligned} 6) & 1.2D + F_{pv} \pm \Omega_{op}F_p \\ 7) & 0.9W_p - F_{pv} \pm \Omega_{op}F_p \end{aligned} \quad (۱۹-۳)$$

که در آن Ω_{op} ضریب اضافه مقاومت نما است که در جدول ۳-۳ ارائه شده است. همچنین برای کنترل اتصالات نماهای پرده‌ای به سازه اصلی باید بار باد در ضریب ۱/۵ ضرب شود و برای نمای پرده‌ای شیشه‌ای به طور خاص بار باد باید در ضریب ۲ ضرب شود.

نمای سنگی

۴-۳-۲- ویژگی‌ها و مشخصات فنی کلی و حدود قابل پذیرش سنگ نما

- برای نماسازی ساختمان‌ها باید از سنگ‌هایی استفاده کرد که مشخصات زیر را داشته باشند:
- از نظر بافت و ظاهر سالم بوده و پوسیدگی نداشته باشد. همچنین بادوام و عاری از هوازدگی و رگه‌های سست مارنی، میکایی، الیوین، پیریت، ترکیبات سولفاتی و سولفیدی و سایر موادی که در اثر عوامل جوی و هوازدگی تخریب می‌شوند باشد.
 - سنگ نما باید فاقد شیار، ترک، درزهای باز، حفره یا دیگر نقص‌هایی که احتمال دارد به انسجام ساختاری آن در زمینه استفاده موردنظر آسیب وارد کند، باشد. همچنین سطوح و خطوط مرئی سنگ نباید لب‌پریدگی داشته باشد.
 - در مقابل عوامل جوی نظیر باران، تابش خورشید، گازهای موجود در هوا، بخار آب و وزش باد مقاوم باشد.
 - سنگ لوح مورد استفاده برای بخش‌های بیرونی در محیط با جو اسیدی یا در نواحی صنعتی که در آن آلودگی شدید هوا وجود دارد باید عاری از نوارهای کربن‌دار^۲ باشد. سنگ لوح باید به گونه‌ای انتخاب شود که دارای ظاهری طبیعی باشد.
 - سطوح نمای سنگ باید یکنواخت بوده و به بهترین وجه کلنگی، تیشه‌ای، چکشی یا صیقلی شود به نحوی که رگه‌ها و نقش طبیعی آن به خوبی مشخص باشد.
 - سنگ باید متراکم و دارای ساخت و بافت یکنواخت بوده و از بلورهای ریز تشکیل شده باشد و درجه خلوص آن

حتی المقدور زیاد باشد.

- حداکثر قدرت مکش آب برابر ۸٪ وزن سنگ باشد.

- در برابر یخزدگی و هوازگی مقاومت کافی داشته باشد.

- آب درون آن نشت نکند به عبارت دیگر در آب از هم پاشیده نشده و با آن ترکیب نشود.

- در مورد سنگ‌های نما ضریب انبساط حرارتی کانی‌های مختلف سنگ و همچنین ملات پشت آن باید نزدیک باشد تا از خرد

شدن سنگ و جدا شدن آن از ملات جلوگیری به عمل آید.

- حداقل ضخامت سنگ پلاک نمای چسبانده شده ۲۰ میلی‌متر است.

- جذب آب، میزان حل شدن در آب، تخلخل، پایداری در برابر هوازگی و مواد شیمیایی باید با استانداردهای جدول ۴-

۱ تطابق داشته باشد.

- بافت و رنگ مطلوب، در دامنه تغییرات مجاز از طریق کنترل و مقایسه نمونه‌هایی که معرف کل مصالح تولیدی برای پروژه

می‌باشد باید تایید شود. نمونه‌های معرف با بررسی تعدادی کافی از نمونه‌ها، قبل از تولید، که نشانگر گستره کاملی از تغییرات

در رنگ و بافت سنگ مشخصی می‌باشد، انتخاب می‌شود.

-سنگ‌های ساختمانی نما باید با الزامات فیزیکی جدول ۴-۱ مطابقت داشته باشند.

الف- مقاومت فشاری حداقل، مقاومت خمشی و مدول گسیختگی باید بر پایه حداقل متوسط مقاومت نمونه‌های آزمایش

شده در چهار شرایط تر یا خشک و موازی یا عمود بر برش^۱، باشد.

ب- مشخصات فیزیکی مفروض در جدول ۴-۱ معرف مشخصات سنگ مناسب برای استفاده در نمای خارجی ساختمان

است. استفاده از سنگ با مقاومت فشاری، مقاومت خمشی و مقاومت در برابر ساییدگی کمتر از حداقل مقادیر تجویزی در

جدول ۴-۱ مجاز نیست.

جدول ۴-۱- حدود پذیرش و الزامات سنگ‌های مختلف

نوع سنگ	استاندارد	حداکثر جذب آب درصد ISIRI ۵۶۹۹	حداقل چگالی Kg/m ³ ISIRI ۵۶۹۹	حداقل مقاومت فشاری MPa ISIRI ۵۶۹۸	حداقل ضریب گسیختگی MPa ISIRI ۵۶۹۷	حداقل مقاومت خمشی MPa ISIRI ۸۲۲۹	حداکثر مقاومت در برابر اسید mm ISIRI ۱۴۲۱۵
گرانیت	ISIRI ۵۶۹۴ ASTM C615	۰٫۴	۲۵۶۰	۱۳۱	۱۰	۸	
سنگ آهک	ISIRI ۵۶۹۵ ASTM C568	چگالی کم I	۱۲	۱۷۶۰	۱۲	۳	—
		چگالی متوسط II	۷٫۵	۲۱۶۰	۲۸	۳٫۵	—
		چگالی زیاد III	۳	۲۵۶۰	۵۵	۷	—
ماربل	ISIRI ۵۶۹۶ ASTM C503	کلسیت	۰٫۲	۲۶۰۰	۵۲	۷	۷
		دولومیت	۰٫۲	۲۸۰۰	۵۲	۷	۷
سنگ لوح	ISIRI ۱۴۲۱۶ ASTM C629	کاربرد بیرونی	۰٫۲۵	—	—	در عرض لایه ۶۲ در طول لایه ۵۰	۰٫۴
تراورتن	ISIRI ۱۳۲۴۷ ASTM C1527	کاربرد بیرونی	۲٫۵	۲۳۰۵	۵۲	۷	۷
پایه کوارتز	ISIRI ۱۴۲۱۳ ASTM C616	ماسه سنگ	۸	۲۰۰۰	۲۸	۲٫۵	
		ماسه سنگ کوارتزی	۳	۲۴۰۰	۶۹	۷	
		کوارتزی	۱	۲۵۶۰	۱۳۸	۱۴	

۴-۳-۳- حداقل ضخامت سنگ مهبار شده

ضخامت مورد نیاز سنگ برای پروژه‌های مختلف نمای سنگی از طریق محاسبات سازه‌ای یا آزمایشات عملکردی به خصوص مقاومت خمشی و بار گسیختگی در مهبار تعیین می‌شود. حداقل ضخامت قطعات سنگی براساس نوع سنگ و مشخصات آن، ابعاد قطعه سنگی، بارهای وارد شده، محل قرارگیری و جهت آن روی ساختمان، رویارویی با شرایط جوی و عمر مفید مورد انتظار، نوع مهبار و سیستم مهباربندی و ترتیب قرارگیری، ملاحظات مربوط به حمل و نقل و سهولت کار با آن و مشخصات معماری نظیر نوع پرداخت تغییر می‌کند. حداقل ضخامت‌های اسمی برای قطعات سنگی مهبار شده (اجرای خشک)، جهت اجرا در سطوح خارجی قائم با سطح صاف عبارتند از: ۳۰ میلی‌متر برای گرانیت، سنگ لوح، سنگ آهک با چگالی بالا، مرمر و تراورتن؛ ۵۰ میلی‌متر برای سنگ‌های با پایه کوارتزی درشت دانه و سنگ آهک با چگالی کم. در صورتی که قطعات سنگی کوچک‌تر از ۰٫۷۵ متر مربع باشند، ضخامت‌های فوق می‌تواند کاهش یابد و در صورتی که ابعاد آن از ۱٫۵ مترمربع بیشتر باشد یا در معرض فشار باد بسیار شدید قرار گیرد، ضخامت‌ها باید افزایش یابد. در صورتی که قطعات سنگی به صورت سنگ درپوش، زیر سقف، کتیبه، کف پنجره، پیش‌آمدگی یا بلوک لقمه پشتیبان استفاده شوند، به علت آنکه بر اثر وزن خود تحت بار خمشی دائمی قرار دارند، ضخامت آن‌ها باید افزایش یابد.

۴-۴- انواع مهارهای نمای سنگی

شیوه مهار نمای سنگی به یکی از دو طریق زیر است:

الف-نمای سنگی چسبانده شده: نماهایی هستند که در آن از چسب یا ملات به همراه وسایل اتصال برای اتصال سنگ نما به دیوار پشتیبان استفاده می‌شود. در این حالت نقش ماده چسباننده، تنها مهار بار ثقلی بوده و به منظور تحمل بار جانبی باید یکی از وسایل مهار مکانیکی ذکر شده در این فصل به عنوان مهار جانبی سنگ استفاده شود.

ب-نمای سنگی مهارشده: نماهایی هستند که در آن از مهار مکانیکی به همراه قاب الحاقی جداگانه برای اتصال سنگ نما به تیرهای سازه‌ای (نمای پرده‌ای) و یا از مهارهای مکانیکی جهت اتصال سنگ نما به دیوار پشتیبان (دیوار نما) استفاده می‌شود. در هر دو حالت بار ثقلی و جانبی باید توسط مهار تحمل شود.

نوع مهار، شکل قرارگیری و تعداد آن‌ها به عوامل زیر بستگی دارد:

(۱) نوع و جنس سنگ مورد استفاده

(۲) ابعاد، ضخامت و سطح رویه قطعات سنگ

(۳) جنس دیوار پشتیبان مانند بتن درجا، دیوارهای بلوکی (آجری، سیمانی، سفالی و...)، دیوارهای پانلی (تری دی وال و...)

(۴) بارهای وارد شده به هر مهار مانند بار مرده، بار چرخه‌ای یا ترکیبی از هر دو

۵- روش و نحوه مهار و محل اتصال مهار (دیوار پشتیبان، سازه)

۴-۱-۱-۴-۱- مهارهای پیش‌ساخته

میخ‌پرچ‌های صاف، مفتول‌های سیمی (مهاریایی از نوع فنرهای سیمی پیش‌ساخته)، پیچ‌ها یا میله‌های حدیده شده به عنوان مهاریهای اتصال‌دهنده سنگ نما به پانل‌های بتنی پیش‌ساخته استفاده می‌شوند. شکل (۴-۱) مهاری سنگ به صورت درجا را نشان می‌دهد، مهاری در صفحه افقی یا قائم می‌تواند بارهای ثقلی و جانبی را تحمل کند. توجه شود که پس از کارگذاری میل مهاری، ملات پشت سنگ اجرا می‌شود.

می‌توان از چسب‌های سازگار با سنگ همراه با این مهاریها استفاده نمود. هرچند اتکا به چسب، برای نگهداری سنگ به تنهایی مجاز نیست. در این حالت نیز ملات پشت سنگ در آخرین مرحله اجرا می‌شود.



شکل ۴-۱- مهاری سنگ با استفاده از ایجاد شکاف مورب و تعبیه صفحات فولاد گالوانیزه،

هنگامی که قطعه سنگ در موقعیت نهایی خود نصب می‌شود، مهاریها باید در صورت امکان، در راستای افقی قرار بگیرند و در شکافی با زاویه بین ۳۰ تا ۴۵ درجه در پشت سنگ نصب شده باشند. هنگام مهاری سنگ‌های زیرطاق‌ها باید دقت زیادی شود تا اطمینان حاصل شود که همه مهاریها درگیر شده‌اند و بارهای قائم و جانبی را به خوبی تحمل می‌نمایند.

۴-۱-۲- مهارهای سیمی فولادی

مهارهای سیمی فولادی به کار رفته روی قطعات سنگ قائم تنها به منظور تحمل بارهای جانبی در نظر گرفته می‌شوند. وزن قطعات سنگی قائم باید توسط لبه، شکاف یا لقمه پشتیبان به صورت جدا از مه‌ار سیمی فولادی تحمل شود (شکل ۲-۴). مه‌ارهای سیمی فولادی همراه با ملات با پایه سیمان پرتلند می‌توانند جهت اتصال سنگ نما به دیوار پشت‌بند بتنی درجا یا پشت‌بند مصالح بنایی در سطوح خارجی استفاده شوند. برخی سنگ‌ها به علت ملات یا اندود دچار لکه می‌شوند. سازگاری این ملات‌ها و اندودها، مه‌ار سیمی فولادی و مصالح سنگی قبل از نصب باید مورد بررسی قرار گیرد تا مانع از ایجاد لک گردد.



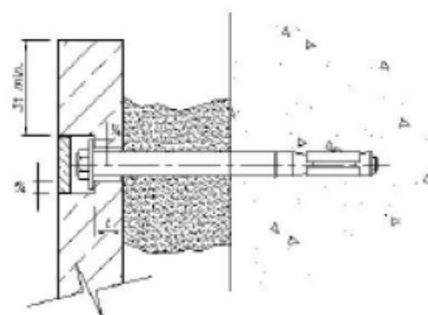
شکل ۲-۴- نمونه‌هایی از مه‌ارهای سیمی فولادی

مهارهای سیمی فولادی می‌توانند به لبه‌های قطعات سنگ نما قلاب شوند یا در درون شیارهای متقاطع ایجادشده در کنار یا پشت سنگ یا هردو، پیچیده شوند. حلقه کردن مهارهای سیمی درون سوراخ‌های متقاطع پشت سنگ این امکان را فراهم می‌کند که مهارها پنهان بمانند. مهارهای سیمی فولادی یا به صورت قلاب در دیوار پشتیبان مهار می‌شوند یا به صورت مکانیکی در درون پشت‌بند بسته می‌شوند تا در نتیجه بتوان به عملکرد آنها بصورت مهار کششی اعتماد نمود. به منظور انتقال نیروی فشاری لازم است مابین سنگ و دیوار پشتیبان با ملات یا اندود پر شود. شکافی که مهار در آن قرار گرفته است باید با اپوکسی یا ملات با پایه سیمان پرتلند پر شود. می‌توان از اندود در کاربری‌های داخلی برای محکم نگه داشتن سیم در داخل سنگ استفاده نمود. سنگ و مهارهای سیمی فولادی قبل از گیرش ملات یا اندود باید تنظیم شوند. عدم ایجاد ترک در سنگ در مراحل سوراخ‌کاری و یا ایجاد شیارها باید مورد کنترل قرار گیرد.

سیم‌ها باید از فولاد مقاوم در برابر خوردگی بوده و تعداد سیم‌ها برای هر قطعه سنگ نما باید حداقل ۲ و حداکثر ۴ عدد باشد. حداقل قطر سیم قطعه مهار شده با دو سیم در سطوح خارجی، ۳ میلی‌متر و در نمای داخلی، ۲ میلی‌متر است.

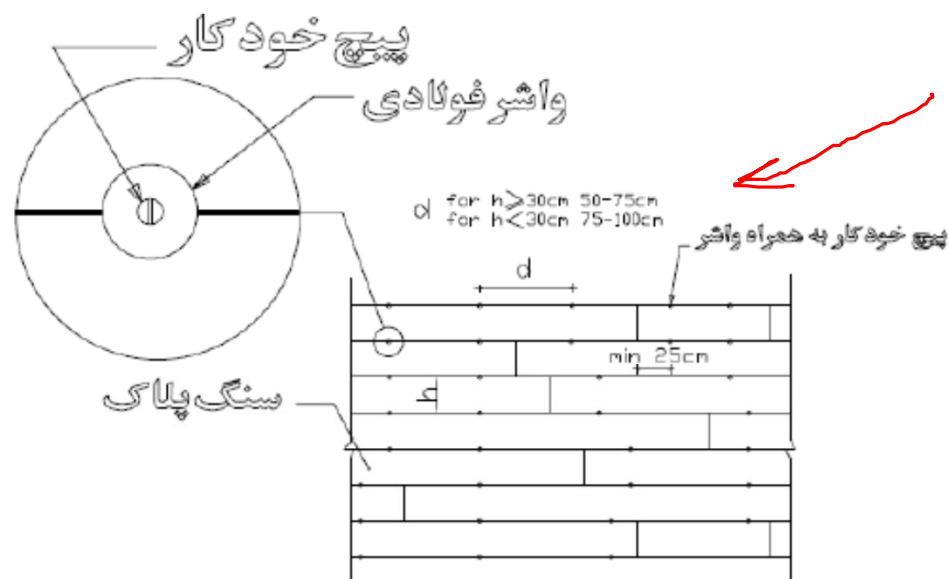
۴-۱-۳- مه‌ارهای سطحی برای نماهای موجود فاقد مه‌ار

مه‌ارهای سطحی اساساً از نوع پیچی بوده و کاربرد اصلی آن‌ها به عنوان تقویت‌کننده برای سنگ‌هایی است که مه‌ار آنها آسیب دیده یا نماهای اجرا شده‌ای که در کل فاقد مه‌ار بوده‌اند. در این حالت یک فرو رفتگی روی سطح سنگ ایجاد می‌شود که روی فرو رفتگی با یک صفحه تزئینی به صورت نمایان در رویه خارجی سنگ، پوشانده می‌شود. داخل فرو رفتگی یک پیچ تعبیه می‌شود که سنگ نما را به دیوار پشت‌بند متصل می‌کند. انتهای پیچ باید به صورت باز شونده باشد که اتصال مناسب با دیوار پشت‌بند برقرار سازد (شکل ۴-۳).



شکل ۴-۳- مه‌ار سطحی

جهت اسکوپ نماهای موجود بهتر است حداقل در چهار گوشه سنگ و در صورت زیاد بودن طول سنگ در فواصل معینی در طول سنگ محل سوراخ کاری در محل بندکشی‌ها ایجاد شود تا از ایجاد ترک در سنگ جلوگیری گردد. (شکل ۴-۴) محل نصب این پیچ و رول پلاک‌ها در درز سنگ‌ها با واشر فولادی با ضخامت حداقل ۲ میلی‌متر و حداقل قطر ۳ سانتی‌متر می‌باشد.

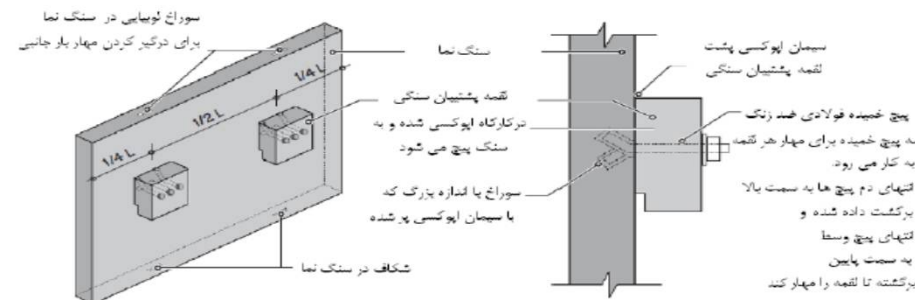


شکل ۴-۴- اجرای سنگ با استفاده از رول پلاک و اشردار در محل درز سنگ‌ها

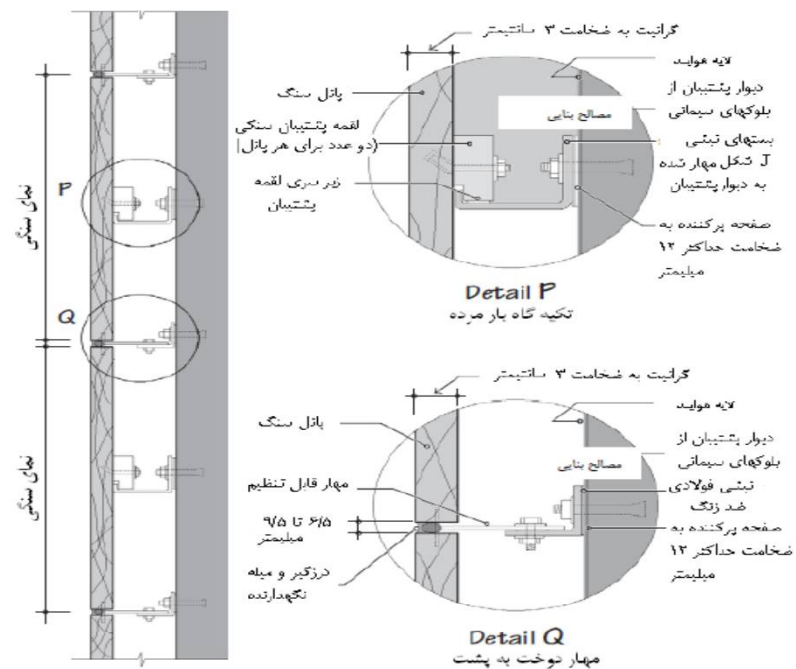
۴-۴-۲- انواع مهار در نماهای مهار شده

۴-۴-۲-۱- لقمه‌های پشتیبان^۱ (روش نصب مستقیم)

در این روش هر یک از سنگ‌های نما جهت تحمل بارهای ثقلی و جانبی به صورت مستقیم به دیوار پشتیبان متصل می‌شود. بار ثقلی هر یک از قطعات سنگ نما به وسیله دو تکیه‌گاه به دیوار پشت‌بند منتقل می‌شود که این تکیه‌گاه‌ها شامل لقمه‌های پشتیبان می‌باشند. لقمه‌های پشتیبان که نقش آن‌ها، انتقال بار از سنگ به مهار می‌باشد شامل قطعاتی از سنگ یا فلز هستند که در هنگام ساخت سنگ‌های نما به وسیله مهار مکانیکی ضد زنگ آغشته به چسب به پشت سنگ متصل می‌شوند (شکل ۴-۵ و ۴-۶). ماده چسبنده، تنها به منظور تسهیل اتصال لقمه‌های پشتیبان به سنگ استفاده می‌شود. مهار مکانیکی باید شامل دو یا تعداد بیشتری مهار فولادی ضدزنگ به ازای هر لقمه باشد که انتهای آن یا تمام طول آن با زاویه ۳۰ یا ۴۵ درجه یکی رو به بالا و یکی رو به پایین از پشت لقمه پشتیبان تا داخل سنگ ادامه می‌یابند. مهره این مهارها پس از گیرش چسب لقمه پشتیبان محکم می‌شود. لقمه‌های پشتیبان می‌توانند دارای یک برش شیاری باشند تا شکافی تشکیل دهند که به مهارهای نبشی J شکل که به دیوار پشتیبان بلوک سیمانی و یا بتنی مهار شده‌اند، متصل شوند یا می‌توان آن‌ها را به صورت مربعی برش داد (شکل ۴-۵). مهارهای مکانیکی تعبیه شده در سنگ باید به اندازه طول‌های محاسبه‌شده، از قبل برش داده شده باشند، به صورتی که هنگامی که به طور کامل داخل سوراخ‌های تعبیه‌شده جای می‌گیرند، انتهای آن‌ها در سطح لقمه پشتیبان قابل رویت باشد.

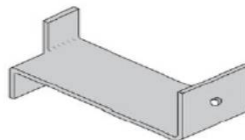


شکل ۴-۵- مهار سنگ نما به کمک لقمه پشتیبان، قطعه سنگ نما همراه با قطعات لقمه سنگی نصب شده در فاصله ۰٫۲۵ طول قطعه



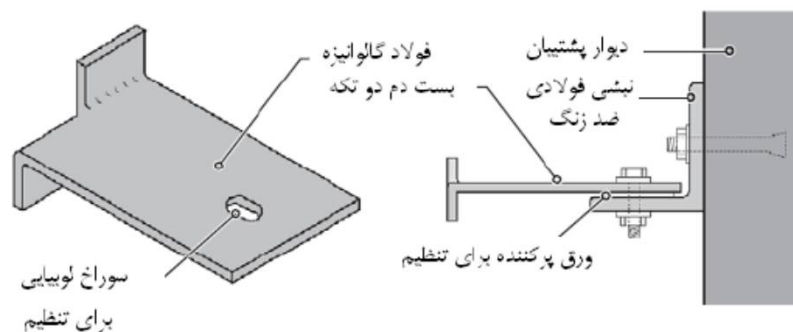
شکل ۴-۶-مقطعی از نمای سنگی متصل به دیوار بنایی کمک لقمه‌های پشتیبان

در ساخت و نصب نماهای سنگی، مهارهای دوخت به پشت، جهت تحمل بارهای جانبی به کار می‌روند و شامل مهارهای دم دو تکه هستند که قسمت انتهایی آنها در داخل شیار ایجاد شده در قطعه سنگ، مهار می‌شود. (شکل ۴-۷)



شکل ۴-۷- نمونه‌ای از مهارهای دم دو تکه

مهارهای دم دو تکه می‌توانند به صورت مستقیم به دیوار پشتیبان متصل شوند و یا می‌توان آنها را به نبشی تکیه‌گاهی که به دیوار پشتیبان متصل است مهار نمود (شکل ۴-۸). متصل کردن مهارها به نبشی تکیه‌گاهی باعث افزایش قابلیت تنظیم آنها در محل می‌شود.



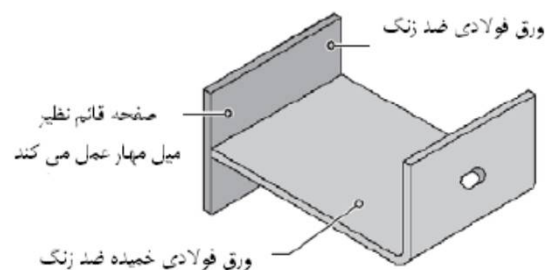
شکل ۴-۸- مهارهای دم دو تکه تنظیم شونده که به وسیله نبشی تکیه‌گاهی که به دیوار پشتیبان متصل شده‌اند

شیار موجود در قطعات سنگی نما باید قبل از نصب مهارها به صورت کامل با درزگیر زود سخت شونده پر شوند. نفوذ ناقص درزگیر ممکن است منجر به نفوذ آب باران به داخل شیار شود و در اثر چرخه‌های یخ‌زدن باعث آسیب به قطعه سنگ نما شود.

تعداد مهارها بر پایه مقاومت مهار و نیز میزان نیروی جانبی وارده تعیین می‌شود. به طور کلی حداقل چهار مهار برای قطعات کوچکتر از 1 m^2 باید پیش‌بینی شود و در صورت افزایش مساحت قطعه به اتصالات بیشتری نیاز است.

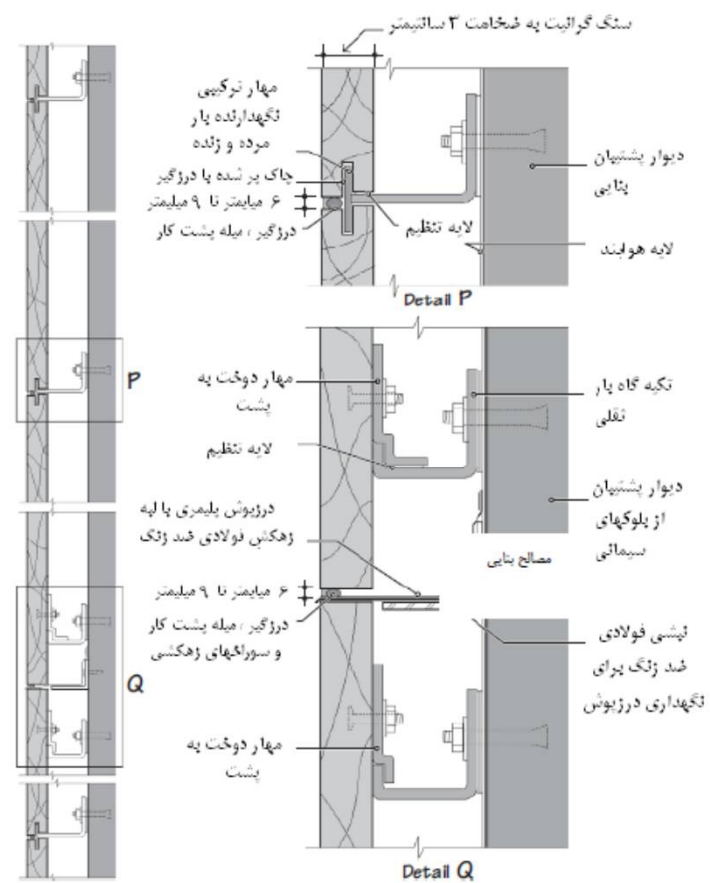
۴-۲-۲- ترکیب مهار بار ثقلی و بار جانبی در یک قطعه

تکیه‌گاه بار ثقلی و مهارهای دوخت به پشت (جهت انتقال بار جانبی) در نماهای سنگی را می‌توان ترکیب کرد و فقط از یک مهار که هر دو وظیفه انتقال بار ثقلی و بار جانبی را بر عهده دارد استفاده نمود. این مهارها از دو قطعه فولاد ضد زنگ ساخته می‌شوند که شامل یک ورق فولادی خمیده و یک ورق فولادی صاف می‌باشد (شکل ۴-۹).



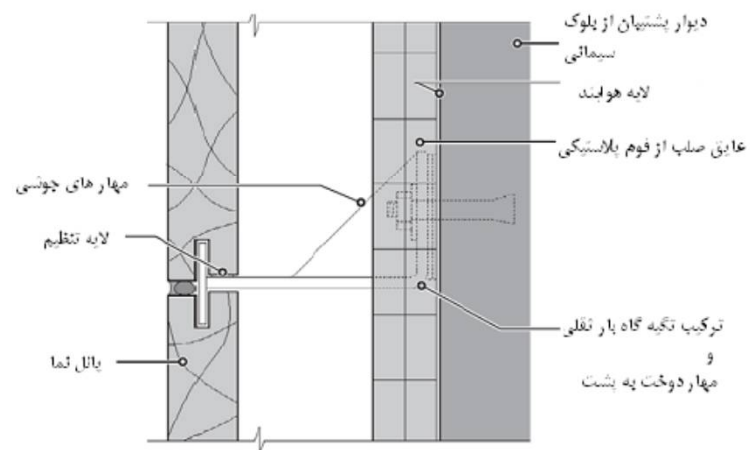
شکل ۴-۹- مهارهای ترکیبی بار ثقلی و جانبی شامل ورقه فولادی ضد زنگ

استفاده از یک نوع مهار، نصب قطعات نما را به طور قابل ملاحظه‌ای ساده خواهد کرد. در مواقعی که استفاده از درزگیر مورد نیاز است تکیه‌گاه‌های بار ثقلی و مهارهای بار جانبی باید به صورت جداگانه به کار روند. (جزئیات Q در شکل ۴-۱۰)



شکل ۴-۱۰- مقطعی از نمای سنگی اجرا شده با مهارهای ترکیبی بار ثقلی و جانبی. شامل ورقه فولادی ضد زنگ.

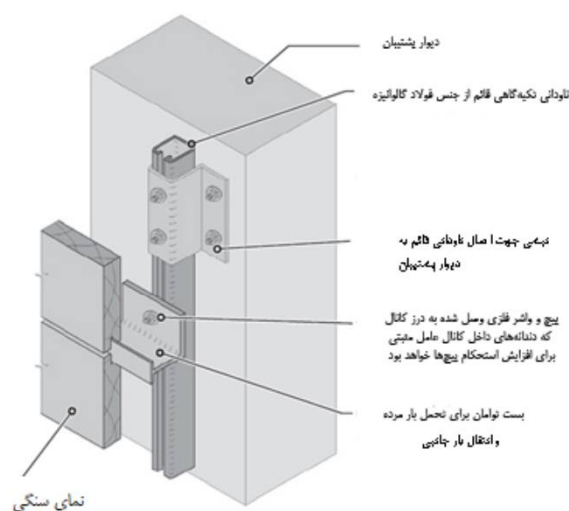
در مواقعی که از فوم‌های سخت بین نما و دیوار پشتیبان به عنوان عایق استفاده می‌شود. مطابق شکل ۱۱-۴ عایق باید در اطراف مهارهای بار ثقلی و بار جانبی بریده شوند و باید در این موارد از مهارهای قوی‌تری استفاده نمود.



شکل ۱۱-۴- جزئیات اتصال P در صورت وجود عایق سخت

۴-۲-۳- روش نصب قطعات سنگ نما به وسیله قطعات ناودانی شکل عمودی

با استفاده از ناودانی‌های تکیه‌گاهی عمودی پیوسته روند نصب قطعات سنگ نما به شکل قابل ملاحظه‌ای ساده می‌شود (شکل ۴-۱۲). سازندگان تکیه‌گاه‌های ناودانی شکل از لوازم متنوعی جهت اتصال ناودانی به دیوار پشتیبان استفاده می‌کنند.

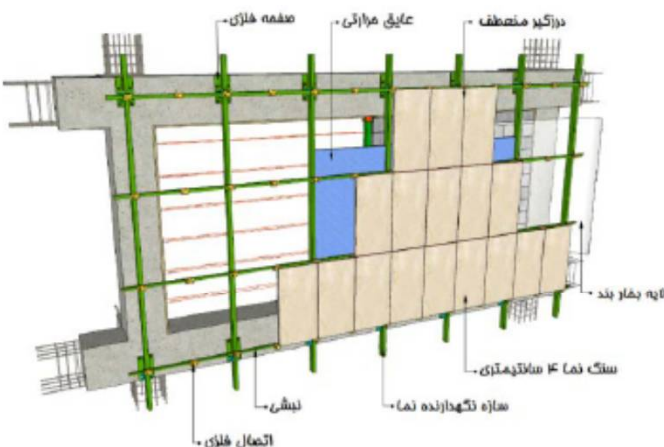


شکل ۴-۱۲- ناودانی‌های تکیه‌گاهی عمودی پیوسته

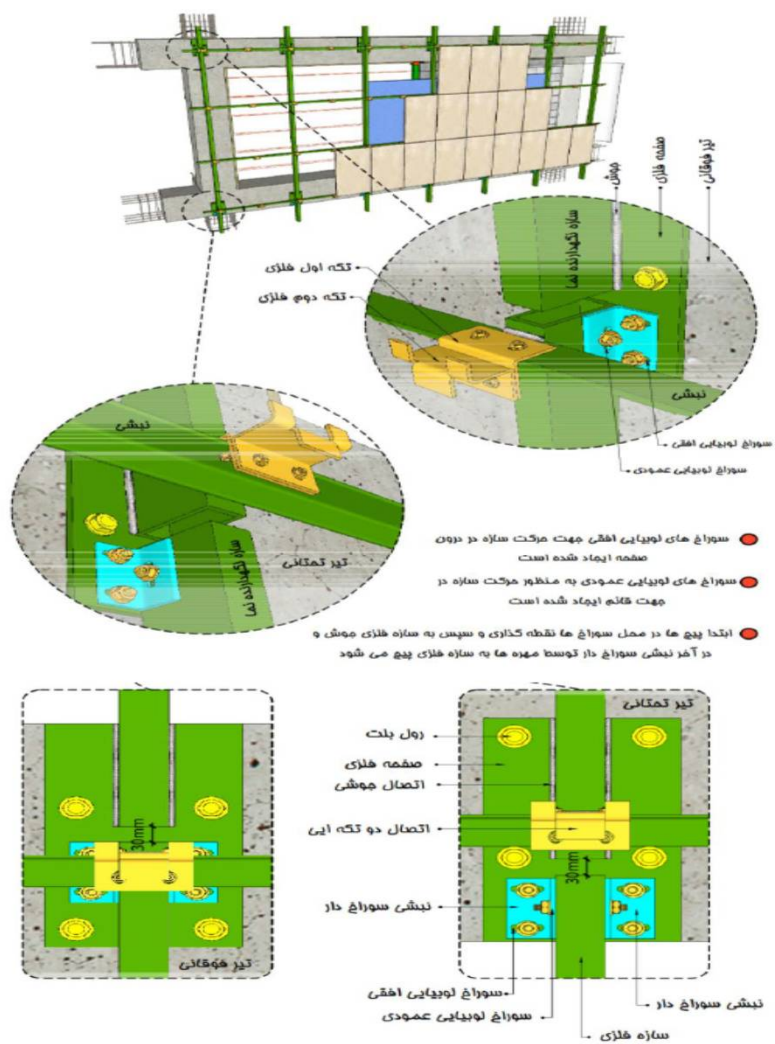
همانطور که در شکل ۴-۱۲ نمایش داده شده است ناودانی‌های تکیه‌گاهی در فواصل یک چهارم قطعات سنگ نما به دیوار پشتیبان متصل می‌شوند. اساسی‌ترین مسأله در این روش اجرای نما این است که ناودانی‌ها در هر طبقه باید به صورت جداگانه اجرا شوند و نباید بین طبقات، پیوسته باشند.

۴-۳-۳- اجرای نمای پرده‌ای سنگی

در نمای سنگی پرده‌ای، نمای سنگی خشک باید با استفاده از شبکه سازه‌ای قرار گرفته در پشت نما، مستقیم به تیرهای طبقات متصل شود و بارهای وارده به نما مستقیماً به تیر سازه‌ای منتقل شود. در این سیستم با توجه به اینکه نمای پرده‌ای سنگی، غیر شفاف است نیاز به اجرای یک دیوار داخلی در پشت نما می‌باشد. این دیوار با توجه به اینکه بارهای خارجی ناشی از باد و طوفان به آن وارد نمی‌شود می‌تواند سبک‌تر و دارای مقاومت کمتری باشد. باید توجه شود که قوطی‌های پشت نمای سنگی با توجه به عدم مهار به دیوار پشتی در این سیستم و طول آزاد معادل ارتفاع طبقه از مقاطع سنگین تری برخوردار می‌باشند. شکل (۴-۱۳) جزئیات اجرای این نما را نشان می‌دهد. باید در ضخامت قطعات سنگ شکاف‌های افقی ایجاد شود که مهار فولادی متصل به قاب پشت بند در داخل این شکاف قرار گیرد (شکل‌های ۴-۱۴ و ۴-۱۵). باید توجه شود که قوطی‌ها و المان‌های قائم باید در این روش در هر طبقه قطع شود و هر قوطی قائم فقط در یک طبقه امتداد دارد. برای جلوگیری از انتقال جابجایی نسبی طبقات به نما اتصال قوطی قائم به تیر با کمک نبشی انجام می‌شود. اتصال پایین قوطی قائم باید مهار شده باشد ولی اتصال در تراز بالای طبقه باید مطابق شکل (۴-۱۶) در محل اتصال نبشی به قاب در راستای صفحه نما به صورت لوبیایی باشد و در محل اتصال نبشی به قوطی قائم در راستای قائم به صورت لوبیایی باشد تا تغییر شکل‌های ثقلی به نما منتقل نشود.



شکل ۴-۱۳- جزئیات اجرای نمای پرده‌ای سنگی



شکل ۴-۱۶- اجرای سوراخ لوبیایی در نبشی اتصال نما خشک برای جلوگیری از انتقال جابجایی نسبی طبقات به نما

۴-۵- درزهای بین قطعات یا پانل‌های سنگی

- درزهای بین سنگ‌ها باید متناسب با موارد زیر باشد:

(۱) رواداری‌های ابعادی سنگ

(۲) رواداری‌های اجرایی

(۳) تغییرات ابعادی در سنگ به دلیل عواملی چون تغییرات دما، کرنش و رطوبت

(۴) جابجایی‌های سازه‌ای نظیر تغییر طول ستون، تغییر مکان‌های جانبی سازه و پیچش و خیز تیر پیشانی

(۵) تأثیرات بلندمدت ناشی از خزش یا جاری شدن پلاستیک

(۶) مهارها

(۷) درزگیرها و میله پشتیبان برای نسبت ابعادی صحیح درزگیر

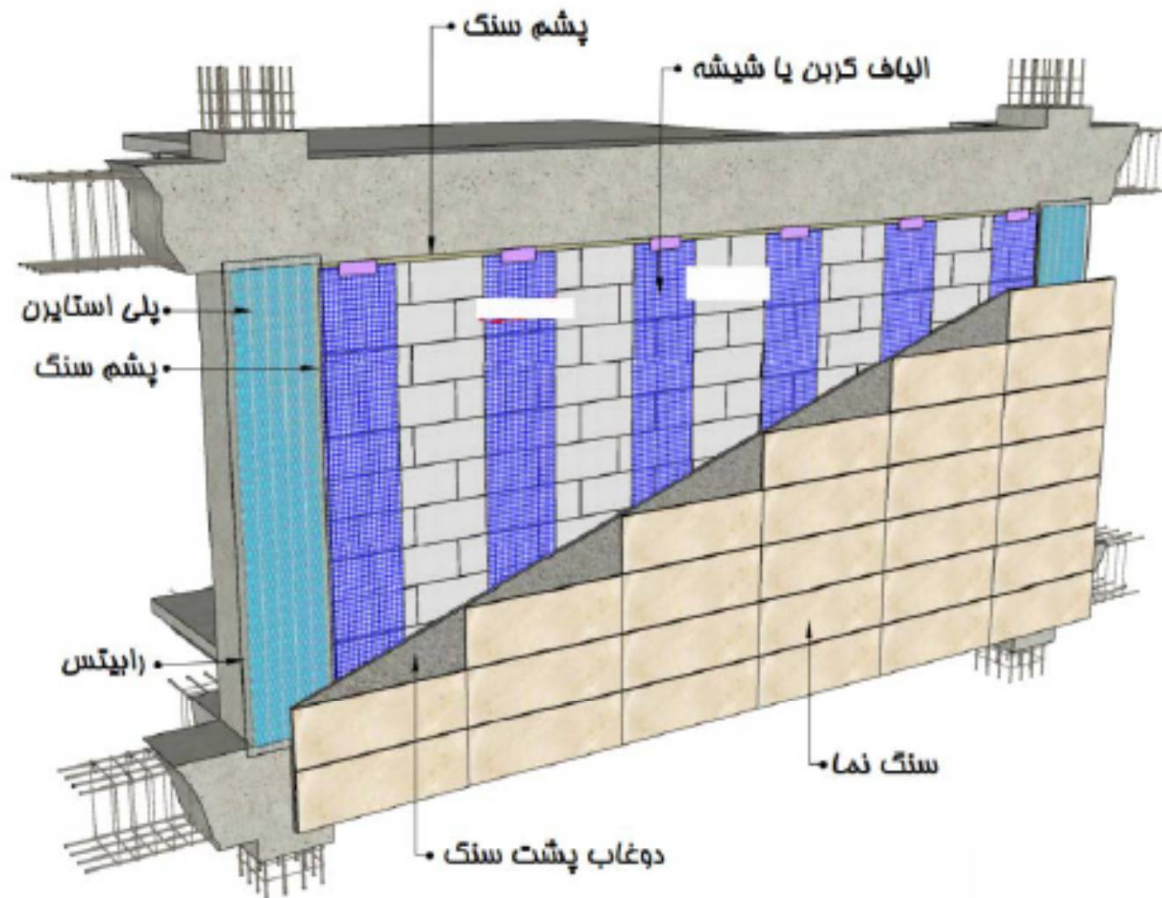
- سازگاری درزهای افقی با تغییرات ابعادی بیشتر از درزهای قائم است.

- جلوگیری از حرکت سنگ نما ممکن است منجر به ایجاد تنش‌های زیاده از حد و در نهایت، شکست سنگ شود. تعبیه درزهای نرم و باز سازه‌ای می‌تواند مانع از چنین شکست‌هایی شود.

- یک درز نرم، درزی است که مانع از انتقال بار از سنگ مجاور در عرض درز می‌گردد، عرض درز در صورتی که هر سنگ به صورت جداگانه مهار شده باشد و بسته به درزگیر مورد استفاده، معمولاً می‌تواند ۲ تا ۴ برابر جابجایی پیش‌بینی شده باشد. به عنوان مثال، برای جابجایی پیش‌بینی شده ۵ میلی‌متر، عرض درز باید ۱۰ میلی‌متر تا ۲۰ میلی‌متر باشد. در برخی از طرح‌ها، سنگ‌ها طوری روی هم قرار می‌گیرند که بارهای ثقلی را منتقل کنند.

- به منظور حفظ عملکرد غیرمقید یک درز نرم، ویژگی‌های درزگیر باید در نظر گرفته شود.

- در مرحله گیرش، باید دقت شود که از ورود احتمالی مصالح سخت به داخل درزهای باز جلوگیری شود. تمرکز تنش حاصله در نقاط گیردار می‌تواند منجر به خرد شدن سنگ یا شکست احتمالی مهار یا هر دو شود.



شکل ۴-۲۰- نحوه اجرای نمای چسبانده شده در دیوارهای جداسازی شده مسلح شده با شبکه الیاف

نمای آجری

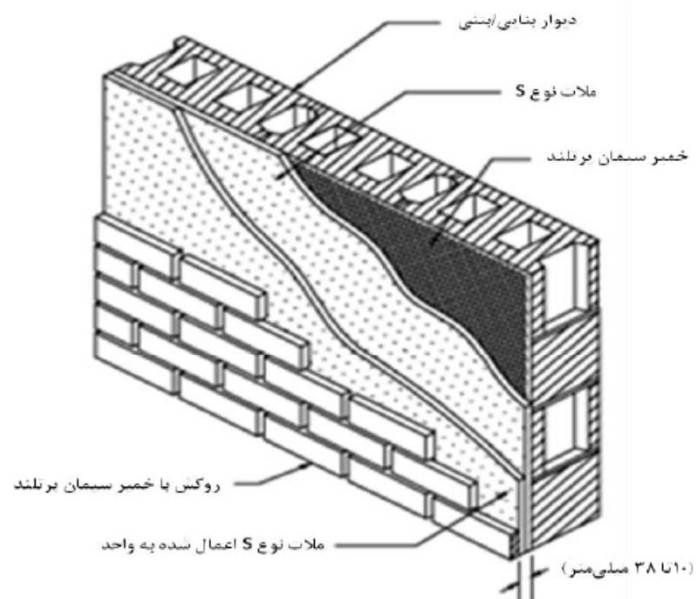
۵-۳-۲- نماهای چسبانده شده

الزامات زیر درخصوص این نما باید در نظر گرفته شود.

الف: بارها از نما به دیوار پشتیبان به وسیله مهارهای مکانیکی مناسب انتقال یابد.

ب: خمش خارج از صفحه برای جلوگیری از جدایی نما از دیوار پشتیبان باید محدود شود.

ج: نما نباید در معرض تنش‌های کششی ناشی از خمش قرار گیرد.



شکل ۵-۵ نمای چسبانده شده به دیوار نگهدارنده بتانی یا بتنی

۵-۳-۱- الزامات نماهای بتانی چسبانده شده

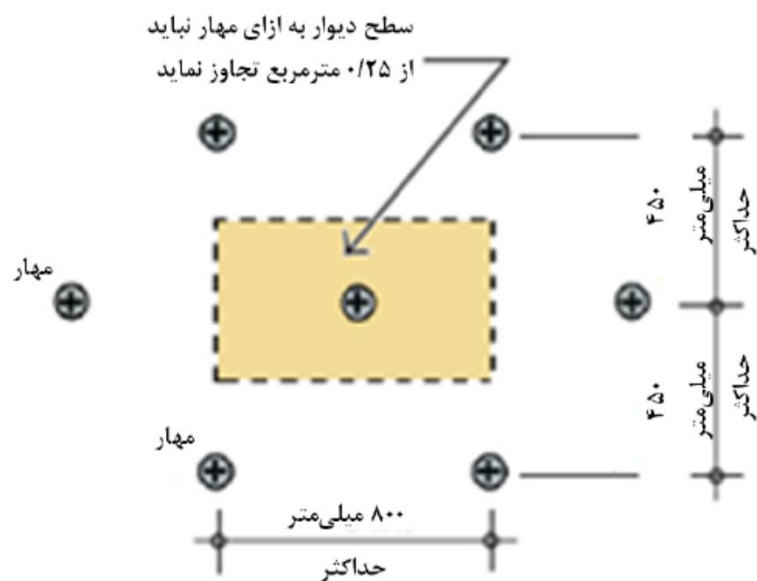
ضخامت هر یک از واحدهای آجر نمای چسبانده شده نباید بیشتر از ۶۰ میلی‌متر باشد. دیوار پشتیبان باید بر اساس ضوابط

فصل دوازدهم این دستورالعمل مسلح شده باشد.

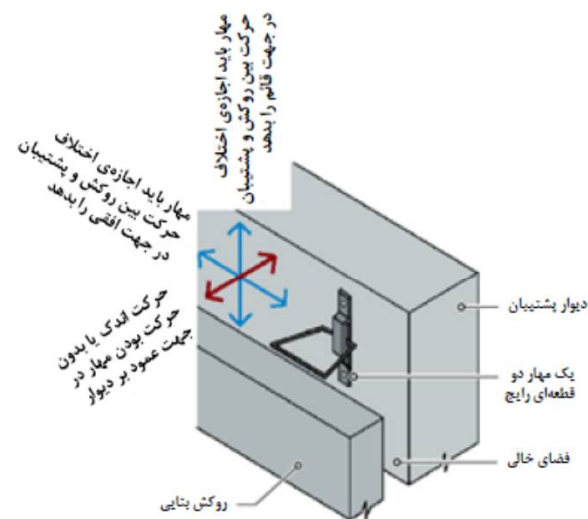
۵-۴-۱- اتصالات برای تحمل بار جانبی

در اتصال نما آجری به دیوار پشتیبان از گیره‌های فولادی استفاده می‌شود که نقش این گیره‌ها انتقال بار جانبی از نما به دیوار پشتیبان می‌باشد. به هنگام انتقال بار، بسته به اینکه دیوار تحت فشار یا مکش باشد، گیره‌های متصل کننده ممکن است تحت نیروی محوری فشاری و یا کششی قرار بگیرند.

اتصالات باید از درجه صلبیت بالایی برخوردار باشند، به گونه‌ای که اجازه حرکت در صفحه عمود بر دیوار را نداشته باشند. به همین دلیل، از آنجایی که نما و دیوار پشتیبان هر دو به طور عادی دچار انقباض و انقباض متفاوتی در صفحه خود می‌باشند، طراحی اتصالات برای جابجایی‌های رو به بالا، پایین و جانبی باید با دقت بالایی انجام شود.



شکل ۵-۷- پیشینه فاصله مجاز مهارهای نما



شکل ۵-۶- تنظیم‌شوندگی مورد نیاز در جهت‌های مختلف مهار دو تکه

اجزایی که در اتصال نما آجری به دیوار استفاده می‌شوند، شامل دو قطعه متصل شده به هم می‌باشند. یکی از این قطعه‌ها به دیوار پشتیبان متصل شده و دیگری در درز افقی نما که از ملات پر شده قرار می‌گیرد. اتصالات دو جزیی تنظیم شونده باید به گونه‌ای باشند که به نما اجازه حرکت در راستا موازی صفحه دیوار پشتیبان داده شود و از حرکت دیوار در راستای عمود بر صفحه دیوار جلوگیری کند.

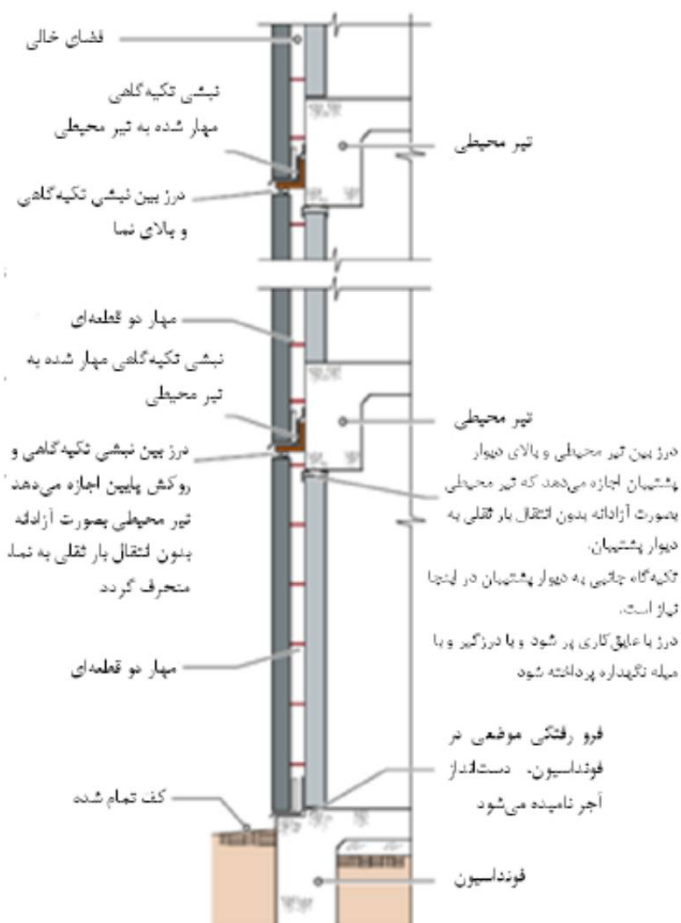
نوع دیگری از اتصالات که در نصب نمای آجری به دیوار به کار می‌روند ورقه‌های فولادی تک لایه کنگره‌دار می‌باشند. کنگره‌های موجود در ورقه‌ها چسبندگی بین ورقه و ملات را افزایش می‌دهند و این امر باعث افزایش مقاومت کششی اتصال می‌شود، این در حالی است که همان شیارها تمایل اتصال را برای کمانش افزایش داده و باعث کاهش مقاومت فشاری اتصال می‌شود. این نوع اتصال، فقط در ساختمان‌های کم ارتفاع تا سه طبقه و در مناطقی با خطر لرزه‌ای و باد کم قابل استفاده است.

۵-۴-۲- تکیه‌گاه برای تحمل بار ثقلی

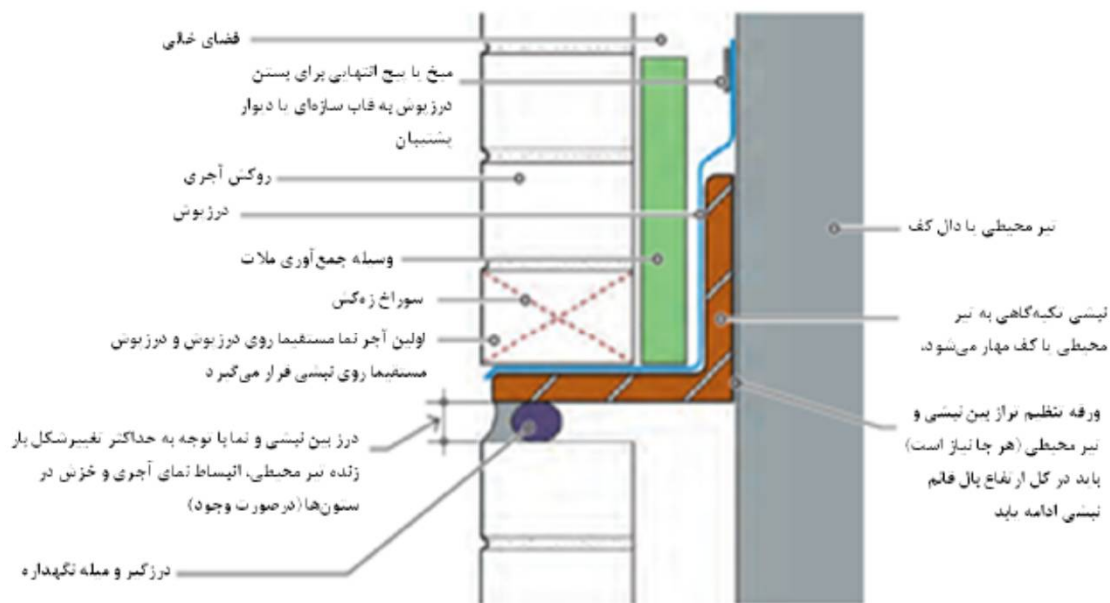
۵-۴-۲-۱- تکیه‌گاه ثقلی نمای آجری در تراز طبقات

در تمام ساختمان‌های دارای نمای آجری باید در هر طبقه از نبشی‌های تکیه‌گاهی فولادی برای تحمل بار نمای همان طبقه استفاده شود. این نبشی‌ها به سازه متصل شده و توسط آن پشتیبانی می‌شوند. در سازه قابی، نبشی‌های تکیه‌گاهی به وسیله جوش و یا پیچ به تیرهای محیطی سازه متصل می‌شوند (شکل ۵-۸). در ساختمان‌هایی با سیستم دیوار باربر، نبشی‌های تکیه‌گاهی به دیوارهای خارجی متصل می‌شوند.

در اجرای نبشی‌های تکیه‌گاهی فوقانی باید فاصله‌ای بین قسمت فوقانی نما و بال تحتانی نبشی وجود داشته باشد. این فاصله جهت انبساط قائم نما و نیز خیز تیر پیرامونی سازه بر اثر اعمال بارهای زنده می‌باشد و باید با محاسبه تغییر مکان کوتاه مدت و خزش دراز مدت تیر بدست آید. این فضای خالی همانطور که در شکل ۵-۹ نیز نمایش داده شده است با استفاده از یک درزگیر پوشانده می‌شود. نبشی‌های تکیه‌گاهی نباید سرتاسری باشند و بیشینه طول آنها به ۶ متر محدود می‌شود.



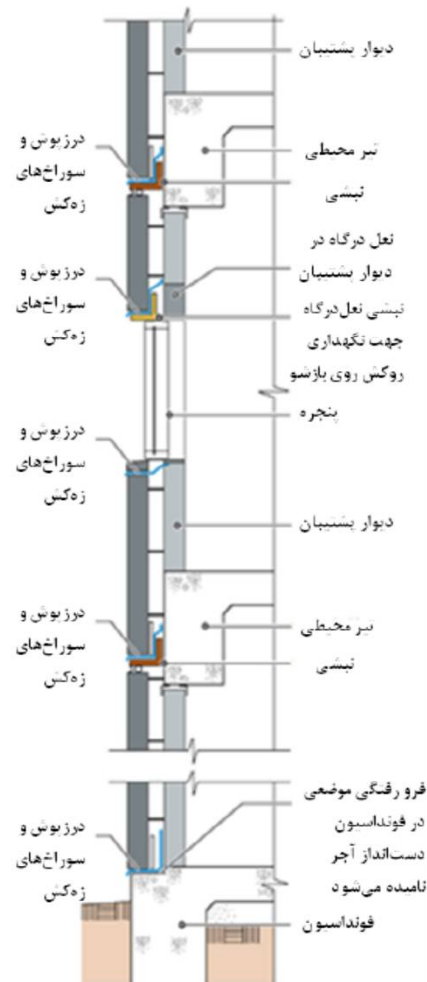
شکل ۵-۸- تکیه گاه ها جهت تحمل بار ثقلی نما



شکل ۵-۹- جزئیات شماتیک نبشی تکیه گاهی

۵-۴-۲- تکیه‌گاه ثقلی در بالای بازشو (نعل درگاه)

در نقاطی که بازشوها (در و پنجره‌ها و ...) در نمای ساختمان وجود دارند، به تکیه‌گاهی علاوه بر موارد ذکر شده احتیاج می‌باشد. همانطور که در شکل ۵-۱۰ نمایش داده شده است، در نماهای آجری از نبشی‌های فولادی به عنوان تیرهای نعل درگاهی استفاده می‌شود. بر خلاف نبشی‌های تکیه‌گاهی، تیرهای نعل درگاهی به منظور تأمین امکان جابجایی نسبی به سازه متصل نمی‌شوند، بلکه به صورت ساده بر روی نما قرار می‌گیرند. جهت آزاد گذاشتن حرکت نسبی نما و تیر نعل درگاهی، در محل اتکای تیر نعل درگاهی به نما نباید از ملات استفاده شود.



شکل ۵-۱۰- نمای شماتیک از قرارگیری نبشی‌های تکیه‌گاهی و نعل درگاهی و درزگیرها

نمای سیمانی

۶-۱- مشخصات نماهای سیمانی

نماهای اندود سیمانی از دسته مصالح ترد محسوب می‌شوند و در تغییر مکان‌های کمی، این اندودها دچار ترک می‌شوند و با افزایش تغییر مکان‌ها، نما دچار خرابی بیشتر شده و ممکن است از زیرسازی جدا شود. اجرای مستقیم این نماها بر روی دیوارهای برشی بتنی به علت آسیب دیدن این نماها بر اثر تغییر شکل‌های دیوار در هنگام زلزله در ساختمان‌هایی که طبق تقسیم بندی استاندارد ۲۸۰۰ جز ساختمان‌های با اهمیت زیاد و بسیار زیاد محسوب می‌شوند نیاز به اخذ مجوز از کارفرما دارد. باید توجه کرد که تعمیر اندودهای سیمانی آسیب‌دیده بر اثر زلزله ارزان بوده و خسارت‌های مالی وارده محدود خواهد بود. اما زلزله می‌تواند باعث خرابی بخش بزرگی از این نماها شده و باعث خسارات احتمالی جانی در اثر افتادن و جداشدگی قطعاتی از نما و یا مسدود شدن راه‌های خروج ساختمان شود. نمای سیمانی در رنگ‌های مختلف موجود می‌باشد و این امر عامل مهمی در بحث زیبایی شناختی ساختمان با پرداخت نمای سیمانی است.

اندود برای قرن‌ها به عنوان یک آستر نهایی دیوار داخلی، خارجی و سقف مورد استفاده قرار گرفته است. این نوع نما، قابل رنگ‌آمیزی بوده و اندودکاری مناسب، سطوح آن را در برابر نفوذ آب و هوا مقاوم می‌نماید.

جهت جلوگیری از رفتار ترد و ترک خوردگی در نمای سیمانی از الیاف استفاده می‌شود.

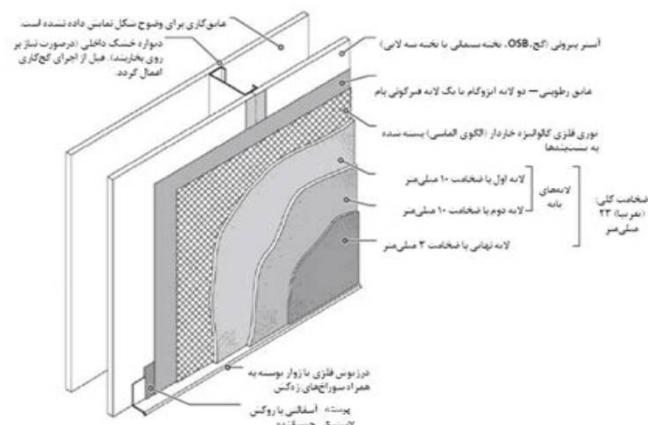
اندود سیمان پرتلند می‌تواند برای سطوح داخلی و سطوح خارجی مورد استفاده قرار گیرد. اغلب کاربرد اندود سیمان پرتلند به عنوان آستر نهایی دیوار خارجی می‌باشد. اندود سیمان پرتلند خارجی به نام استاکو نیز نامیده می‌شود.

نمای سیمانی بر روی دیوارهای مختلف از جمله دیوارهای خشک، دیوارهای بنایی و دیوارهای بتنی به کار می‌رود. با توجه به آنکه مصالح اصلی نمای سیمانی، سیمان پرتلند می‌باشد، اجرای آن نیازمند شرایط دمایی مناسب است. توصیه می‌شود، نمای سیمانی زمانی اجرا شود که دمای محیط حداقل ۵ درجه سانتی‌گراد یا بیشتر باشد.

۳-۶- نمای سیمانی بر روی دیوارهای خشک

ساختار اجرای نما روی دیوارهای خشک در شکل ۱-۶ نمایش داده شده است. این دیوارها دارای یک پوشش تخته گچی یا تخته سیمانی بوده که باید بر روی آن عایق رطوبتی و یک لایه شبکه فولادی اجرا شود.

علاوه بر عایق رطوبتی، خود لایه نهایی نمای سیمانی نیز تا حدی از نفوذ آب جلوگیری می‌کند. حداقل دو لایه ایزوگام یا یک لایه قیرگونی آسفالتی به عنوان عایق رطوبتی برای این سیستم نما لازم می‌باشد.



شکل ۱-۶ ساختار اجرای نمای سیمانی روی دیوار خشک

شبکه فلزی به صورت گالوانیزه، دارای شاخک (رابیتس) می‌باشد. رابیتس باید در حدود ۶ میلی‌متر از دیوار زیرین فاصله داشته باشد. بنابراین هنگامی که لایه نمای سیمانی اجرا می‌شود، رابیتس در آن مدفون شده و یک بخش جدایی‌ناپذیر از نمای سیمانی می‌شود. در یک دیوار خشک، رابیتس باید با استفاده از پیچ‌های خودکار به استادها مهار شود تا نمای سیمانی از نظر سازه‌ای با استادها درگیر شود.



۶-۴- اجرای نمای سیمانی

نمای سیمانی اجرا شده بر روی دیوارهای خشک عموماً متشکل از دو لایه (لایه پایه اول و لایه پایه دوم) است که هر یک از این لایه‌ها دارای ضخامت تقریبی ۱۰ میلی‌متر بوده و به همراه یک لایه نهایی با ضخامت تقریبی ۳ میلی‌متر، ضخامت کلی در حدود ۲۳ میلی‌متر برای یک نمای سیمانی کامل ایجاد می‌نمایند. توصیه می‌شود لایه‌ها به صورت پاششی با دستگاه شات‌کریت تر اجرا شود.

برای لایه پایه اول، مصالح پاشیده شده بر روی رابیتس ماله‌کشی می‌شود تا رابیتس به صورت کامل در لایه مذکور مدفون شود. مخلوط لایه پایه دوم نیز با استفاده از پاشش با روشی مشابه لایه اول اجرا می‌شود. مصالح پاشیده شده باید با استفاده از یک ماله چوبی یا فلزی به صورت یک صفحه هموار درآید که این کار باعث متراکم‌تر شدن مصالح نیز می‌شود. سپس، با استفاده از یک ماله فلزی، سطح برای لایه نهایی آماده‌سازی می‌شود. لایه نهایی مهمترین بخش از نمای سیمانی می‌باشد چرا که بافت و رنگ مورد نظر را به نما می‌دهد. این لایه می‌تواند با استفاده از دست یا بصورت پاششی اجرا گردد. لایه پایانی باید با استفاده از یک ماله اسفنجی یا دیگر ابزارهای مناسب پرداخت شود.

۶-۴-۳- نمای سیمانی یک لایه

در نمای سیمانی یک لایه، دو لایه پایه با یک لایه پایه جایگزین می‌شود. مخلوط لایه پایه، شامل الیاف شیشه مقاوم به قلیا به اضافه سیمان پرتلند و آهک است که باید با آب و ماسه برای تهیه مصالح لایه پایه ترکیب شود. عموماً ضخامت لایه پایه برای نمای سیمانی یک لایه ۱۲/۵ میلی‌متر است. لایه نهایی بر روی نمای سیمانی یک لایه به روش مشابه نمای سیمانی دو لایه مرسوم اجرا می‌گردد.

نمای سیمانی یک لایه باعث کاهش عملیات اجرایی می‌گردد. افزودن الیاف شیشه مقاوم به قلیا در لایه پایه باعث کاهش ترک‌خوردگی و افزایش مقاومت خمشی و مقاومت در برابر ضربه این نما می‌شود. در این حالت نیازی به استفاده از رابیتس فولادی نمی‌باشد.

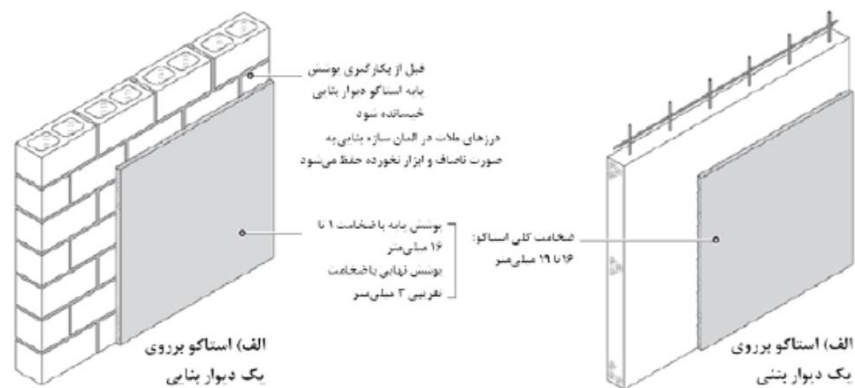
۶-۴-۴- نمای سیمانی بر روی دیوارهای بنایی و بتنی

مصالح بنایی، لایه زیرین مناسبی برای نمای سیمانی است چراکه به مراتب صلب‌تر از دیوار خشک است. از این گذشته، زبری و خلل و فرج مصالح بنایی سبب اتصال خوب نمای سیمانی می‌شود. بنابراین، برای اجرای نمای سیمانی بر روی دیوارهای بنایی به رابیتس فلزی نیازی نیست و در این حالت نیز استفاده از الیاف کوتاه شیشه‌ای مقاوم به قلیا یا فلزی در نمای سیمانی کفایت می‌کند.

نمای سیمانی اجرایی بر روی دیوار بنایی معمولاً متشکل از دو لایه (یک لایه پایه برای صاف نمودن هر گونه حفره بر روی سطح دیوار و یک لایه نهایی) به ضخامت کلی ۱۶ تا ۱۹ میلی‌متر است (شکل ۶-۶).

به منظور حفظ زبری طبیعی مصالح بنایی، درزهای ملات در دیوار بنایی ابزار زده نمی‌شود. به وضوح، سطح بنایی باید تمیز و عاری از نقص‌هایی باشد که اتصال بین نمای سیمانی و مصالح بنایی را با اختلال همراه سازد. با توجه به آنکه مصالح بنایی متخلخل می‌باشند، ممکن است آب را از مخلوط جذب نموده و آب کافی در نمای سیمانی باقی نماند. بنابراین، سطح بنایی باید قبل از اجرای لایه پایه خیس‌انده شود.

دیوار بتنی به اندازه دیوار بنایی زیر و جاذب آب نیست. بنابراین، توصیه می‌شود بر روی دیوار بتنی پیش از اجرای نمای سیمانی ماسه‌پاشی سبک به همراه اجرای یک لایه دوغاب بعد از آن انجام شود. ضخامت کلی نمای سیمانی بر روی دیوار بتنی نزدیک به ضخامت آن بر روی دیوار بنایی می‌باشد.



شکل ۶-۶- ساختار پوشش نمای سیمانی یا استاگو (الف) دیوار بنایی و (ب) دیوار بتنی.

۶-۴-۱-فاصله درزها نمای سیمانی اجرا شده بر روی دیوارهای بنایی و بتنی

با توجه به آنکه دیوارهای بنایی و بتنی نسبت به دیوارهای خشک از سختی بیشتری برخوردار می‌باشند، در اجرای نمای سیمانی روی آنها، درزهای کنترل می‌تواند با فاصله بیشتری در نظر گرفته شود. مساحت پیشنهادی سطح نمای سیمانی بین درزهای کنترل در این حالت ۲۰ مترمربع می‌باشد و سایر الزامات آن مشابه اتصال نمای سیمانی به دیوار خشک است. درزهای کنترل و سایر زوارها با استفاده از میخ‌های فولادی به بتن یا دیوار بنایی متصل می‌شوند.

نمای سرامیکی

۷-۱- مقدمه

دو روش کلی نصب سرامیک در نماهای داخلی و خارجی ساختمان‌ها وجود دارد. روش نصب تر یا روش چسبانده شده و روش نصب خشک یا روش مهار شده. اجرای نمای سرامیکی با روش تر در نمای خارجی ساختمان‌ها ممنوع می‌باشد و تنها روش مجاز نصب سرامیک در نمای خارجی ساختمان‌ها روش نصب خشک می‌باشد. در روش نصب خشک، اتصالات، باید بارهای ثقلی ناشی از سرامیک و اجزای آن را علاوه بر بارهای جانبی وارده شامل بارهای زلزله، بارهای فشار و مکش باد تحمل کنند. همچنین این نوع نما باید در برابر بارهای ضربه ناشی از برخورد قطعات مختلف به آنها به‌خصوص قطعات جابجا شده توسط تندبادها کنترل شوند.

در نماهای سرامیکی مهار شده که وزن نما توسط اتصالات یا استادهای فولادی قائم تحمل می‌شود، فواصل استادهای فولادی یا آلومینیومی که به عنوان نگهدارنده و پشتیبان نما اجرا می‌شوند باید کمتر یا مساوی ۶۰ سانتی‌متر باشند. کفایت اتصال این اعضا به قاب سازه‌ای باید برای بارهای وارده کنترل گردد. همچنین باید توجه خاصی به طراحی نقاطی که قابلیت تغییر شکل‌های زیاد دارند از قبیل بازشوها و گوشه‌ها معمول شود و در کنار بازشوی در و پنجره باید از استادهای فولادی یا آلومینیومی اضافی برای مهار نمای سرامیکی استفاده شود.

مشخصات و الزامات سرامیک‌های پورسلان یا سرامیک‌های تراکوتا قابل استفاده در روش نصب خشک سرامیک در استاندارد ملی ۲۵ ISIRI آورده شده است.



اجزای یک سیستم نصب خشک سرامیک به شرح زیر است:

۱- ریل‌های قائم آلومینیومی یا فولادی با درزبند که به دیوار پشتیبان یا تیرها به وسیله براکت‌ها و مهارهای مورد نیاز متصل شده است.

۲- مهارهای آلومینیومی با واشرهای عایق که مهارها به ریل‌ها به نحو مناسبی متصل می‌شوند و واشرها مانع ایجاد لرزش در هنگام وزش باد می‌شوند. مهارهای آلومینیومی در حفره‌های قطعات قائم آلومینیومی کار گذاشته می‌شود و از درز بند برای جلوگیری از نفوذ هوا به پشت سرامیک‌ها استفاده می‌شود.

۳- پانل‌های سرامیکی با ابعاد استاندارد که توسط مهارهای آلومینیومی مهار می‌شوند.

۷-۲- اجزای سیستم اتصال خشک

۷-۲-۱- دیوار یا قاب پشتیبان

بسته به اینکه نوع سیستم اجرای سرامیک به صورت نمای پرده‌ای یا دیوار نما باشد. بار وارده به نمای سرامیکی به تیرهای طبقات یا دیوار پشتیبان نما وارد می‌شود. قاب سازه‌ای و دیوارهای پشتیبان باید از نظر دارا بودن سطحی صاف و شاغولی و قرار گیری در محدوده رواداری‌های مجاز و شرایط تعیین شده برای نصب سیستم سرامیکی کنترل شوند.

۷-۲-۲- زیرسازی

زیرسازی نصب خشک سرامیک، متشکل از پروفیل‌های قائم و براکت‌های اتصال می‌باشد که این پروفیل‌ها و براکت‌ها از آلیاژ آلومینیوم یا فولاد گالوانیزه با حداقل ضخامت ۲ میلی‌متر تشکیل شده است. این پروفیل‌ها و براکت‌ها باید به نحوی به تیر طبقات یا دیوار پشتیبان بسته به نوع سیستم نما متصل شوند که قادر به تحمل انبساط و انقباض حرارتی و همچنین تغییر شکل‌های جانبی و ثقلی تکیه‌گاه باشند به طوری که باعث ایجاد تنش و آسیب در پوشش نما نشوند. وسایل اتصال پروفیل به تیر یا دیوار پشتیبان به شرح زیر می‌باشند:



۷-۴- نصب خشک سرامیک پرسلانی

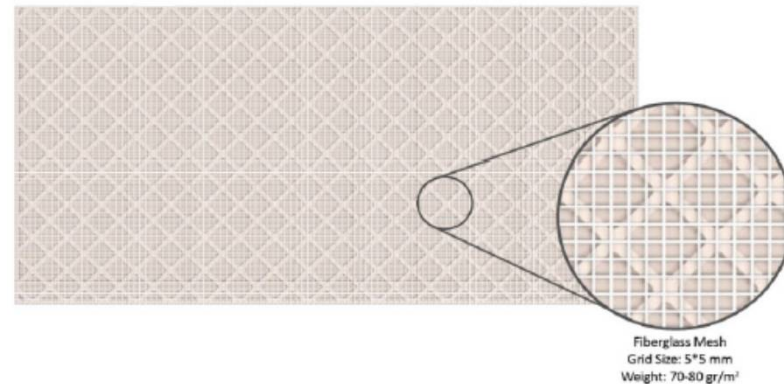
روش‌های مختلفی برای نصب خشک سرامیک پرسلان وجود دارد. در تمام این روش‌ها باید به دو نکته اساسی توجه شود:

۱- باید توجه شود که پروفیل‌های قائم باید در تراز طبقات، قطع شود تا هر طبقه عملکردی جداگانه از سایر طبقات داشته باشد و نما تحت اثر جابجایی‌های نسبی طبقات قرار نگیرد.

۲- به منظور جلوگیری از سقوط سرامیک‌ها از نما، باید سطح پشت تمامی سرامیک‌ها در نمای خارجی ساختمان‌های پنج طبقه و بیشتر با استفاده از شبکه الیاف شیشه و چسب مناسب مسلح شود. (شکل ۷-۷)

۳- فاصله آزاد مجاز بین سرامیک‌ها ۴ تا ۸ میلی‌متر می‌باشد.

۴- باید از لاستیک‌های ضربه گیر در محل شیار پروفیل قائم استفاده نمود.



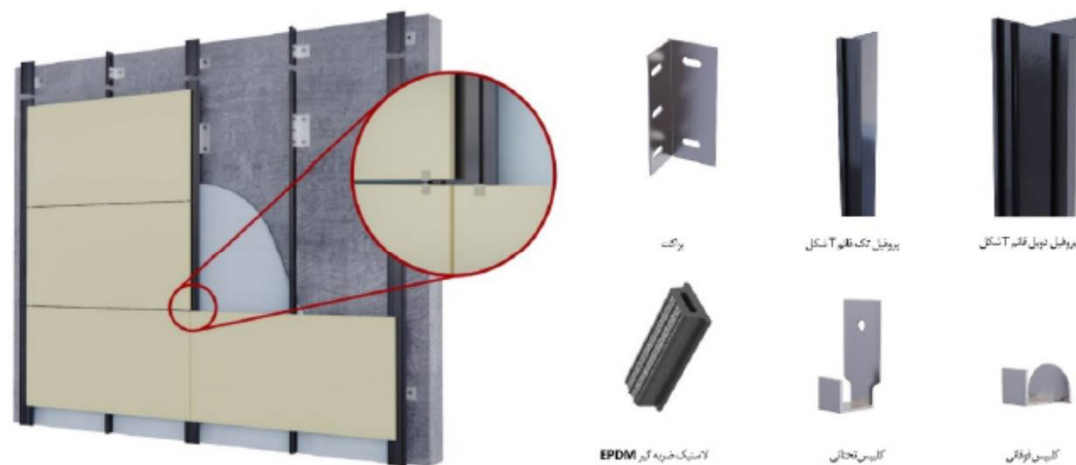
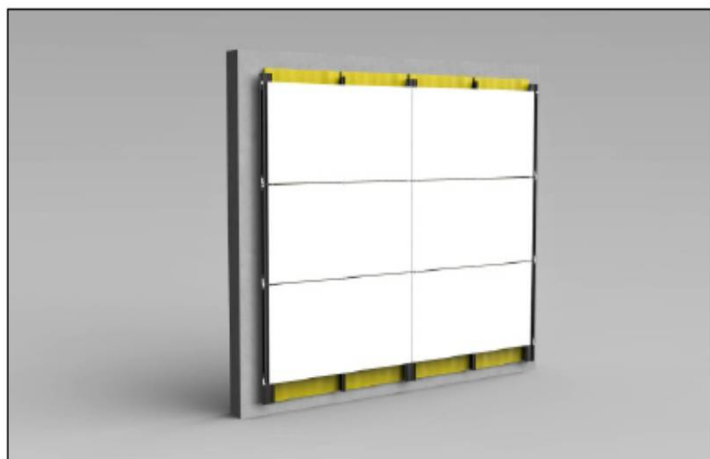
شکل ۷-۷- سرامیک تقویت شده با شبکه الیاف شیشه و چسب مناسب

۷-۴-۱- سیستم نصب نمایان

این روش یکی از مطمئن‌ترین روش‌های نصب سرامیک‌های پرتالان به روش خشک است و مزایای متعددی همچون سرعت بالای اجرا، قابلیت رگلاژ و همچنین سهولت تعویض سرامیک را دارد. در این روش مهار به گونه‌ای نصب می‌شود که سرامیک در داخل آن قرار گرفته و مهار شود. مهار به زیرسازی و شبکه آلومینیومی یا فولادی مطابق شکل (۷-۸) متصل می‌شود. مهارها از جنس فولاد ضد زنگ بوده و می‌توان آنها را با رنگ‌های کوره‌ای متناسب با رنگ سرامیک، رنگ نمود.



شکل ۷-۸- نمونه‌هایی از سیستم نصب نمایان



شکل ۷-۹- اجزای سیستم نصب نمایان



۷-۴-۲- سیستم نصب پنهان

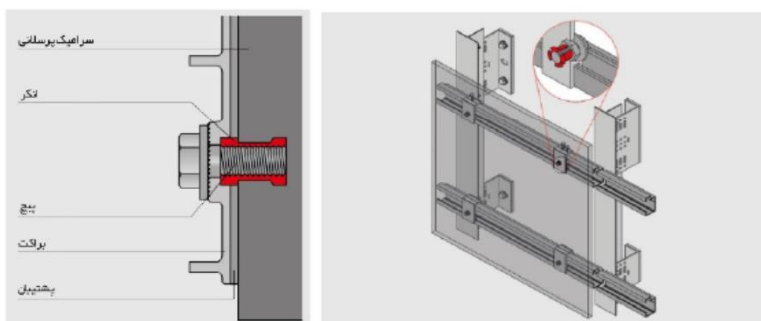
این سیستم برای سرامیک‌های پرتلاطم قابل استفاده است. برای جلوگیری از اتلاف بالای مصالح و خرد شدن آنها توصیه می‌شود که سوراخ‌کاری‌های مورد نیاز در سرامیک با توجه به فواصل قاب آلومینیومی در کارخانه انجام شود و سوراخ‌کاری‌های قاب آلومینیومی در سایت انجام شود.

۷-۴-۱- سیستم نصب با مهار و قلاب

در این سیستم مهار و قلاب در پشت سرامیک‌ها تعبیه می‌شود و پس از ریل‌کشی، بر روی ساختمان نصب و رگلاژ خواهند شد. قلاب‌ها از جنس آلومینیوم یا فولاد گالوانیزه می‌باشند. رگلاژ هر کدام از سرامیک‌ها و یا تعویض هر کدام در هر نقطه‌ای از سطح نما به سهولت امکان‌پذیر است (شکل‌های ۷-۱۲ و ۷-۱۳).

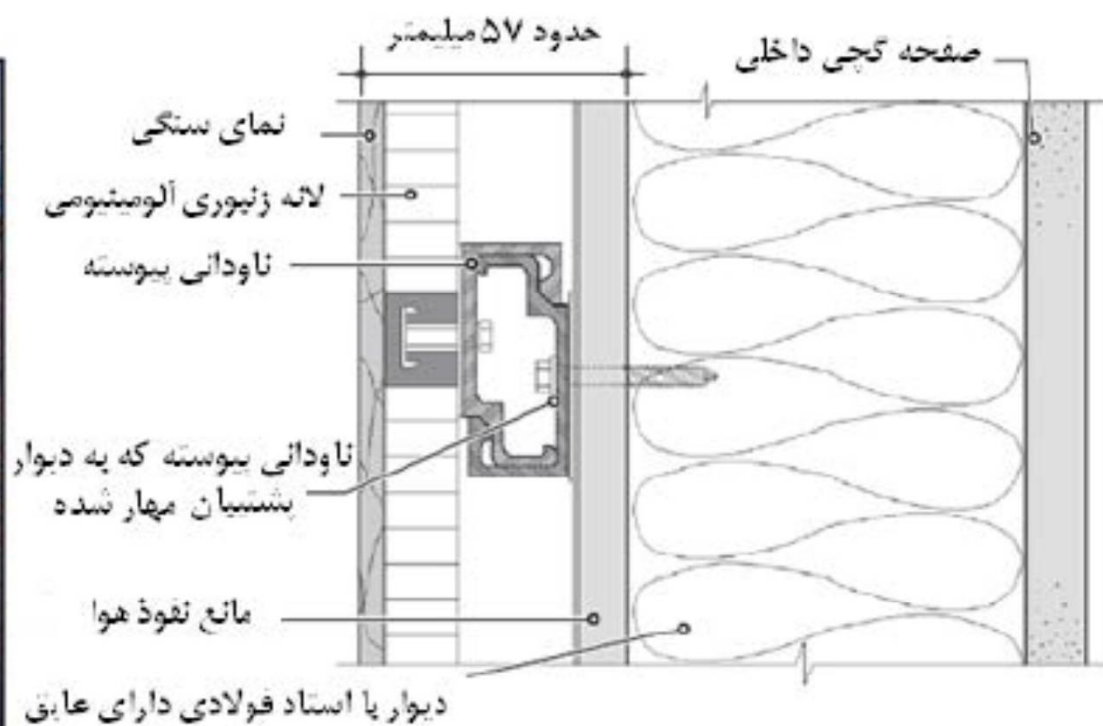


شکل ۷-۱۲- سیستم نصب پنهان با ایجاد مهار در پشت سرامیک

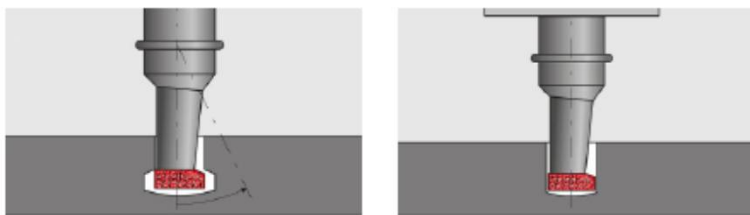


شکل ۷-۱۳- ساختار سیستم نصب پنهان به روش مهار و قلاب





شکل ۱۱-۲- روش معمول مورد استفاده برای مهار پانل های سنگ مصنوعی به دیوار پشتیبان

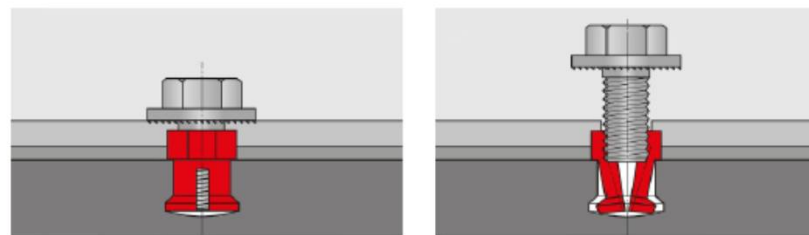


۱. ایجاد سوراخ با مته

۲. سوراخ کاری با قطر بیشتر



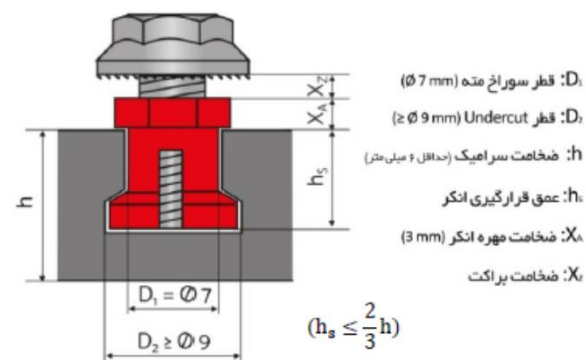
۳. سوراخ نهایی



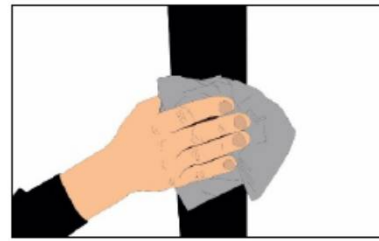
۴. قراردادن انکر

۵. بستن پیچ

شکل ۷-۱۴- آماده سازی پانل سرامیکی



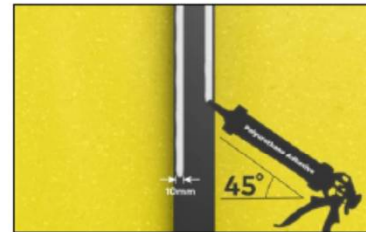
شکل ۷-۱۵- هندسه حفره ایجاد شده در پشت سرامیک



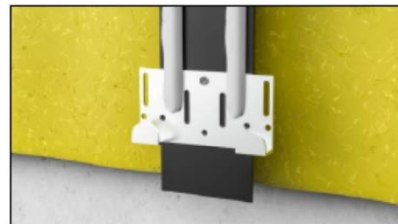
۱- تمیز و خشک کردن پروفیل‌های قائم



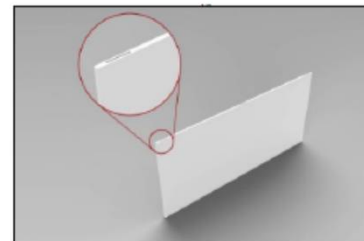
۲- نصب کلیپس‌های تحتانی بر روی پروفیل‌های قائم



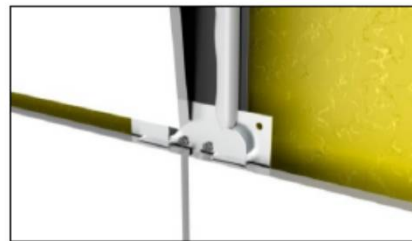
۳- اعمال چسب پلی‌یورتان بر روی پروفیل



۴- هم‌پوشانی چسب با کلیپس



۵- شیار زدن ضخامت سرامیک‌ها



۶- قرار دادن کلیپس فوقانی و نصب سرامیک

نمای شیشه ای

استفاده از شیشه یا پلاستیک و هر نوع ماده شفاف یا نیمه شفاف در مقابل عبور نور در نمای خارجی ساختمان، نمای شیشه‌ای گفته می‌شود. عوامل شکست و فروریزش سیستم‌های نمای شیشه‌ای عبارتند از:

۱- تغییر شکل دورن صفحه قاب به سبب جابجایی نسبی طبقات که موجب ایجاد نیروی فشاری در راستای قطر قاب و ترک خوردن شیشه در گوشه‌های قاب می‌شود.

۲- طراحی و اجرای تکیه‌گاه‌های نامناسب برای نگهداشتن شیشه در قاب

۳- عدم رعایت فاصله کافی بین شیشه و قاب

۴- کوچک بودن بیش از حد شیشه نسبت به قاب و نبود لبه کافی در تکیه‌گاه‌ها که باعث به بیرون پرت شدن شیشه می‌شود.

۵- شل شدن درزگیرها و خارج شدن آنها از قاب شیشه

۱- شیشه‌های موجود بر روی تیغه‌ها و قاب‌های منفردی که دارای مساحت بیش از ۱/۵ متر مربع می‌باشند و در ارتفاع بیش از ۳ متر در بالای محل عبور عابرین پیاده نصب شده‌اند باید از جنس لایه‌ای (لمینیت)، آبدیده یا شیشه‌های با مقاومت بالا که به هنگام شکستن در داخل قاب شیشه باقی می‌مانند باشند. استفاده از شیشه‌های آبدیده به طور قابل ملاحظه‌ای خطرپذیری در برابر زلزله و باد را کاهش می‌دهد زیرا در اثر شکستن، این شیشه‌ها به صورت تکه‌های ریز بدون گوشه تیز خرد می‌شوند. شیشه‌های لایه‌ای (لمینیت) پس از شکستن در محل خود باقی می‌مانند و با شکستن به صورت تکه تکه در نمی‌آیند. استفاده از شیشه‌های لایه‌ای برای پنجره‌های نمای طبقه اول باعث افزایش امنیت در مقابل سرقت نیز می‌شود.

۲- در نماهای شیشه‌ای فاصله آزاد شیشه در قاب حتماً باید به منظور تأمین فضای آزاد کافی برای تغییر مکان‌های ناشی از زلزله رعایت شود.

۳- در نماهای شیشه‌ای اسپایدر، هر کدام از پانل‌های شیشه‌ای نمای ساختمان باید با حداقل ۴ عدد اتصال، مهار شوند.

۴- خرابی در نماهای شیشه‌ای تحت اثر باد و زلزله به هر دو صورت برون‌صفحه‌ای و درون‌صفحه‌ای رخ می‌دهد. به طور خاص نماهای شیشه‌ای در سازه‌های نرم با تغییر مکان نسبی قابل توجه بین طبقات، آسیب‌پذیر می‌باشند. با افزایش اندازه قطعات نمای شیشه‌ای حساسیت آنها به بارهای لرزه‌ای و باد افزایش می‌یابد.

۵- طراحی نماهای شیشه‌ای وابسته به جابه‌جایی نسبی (دریفت) طبقه محاسبه شده ساختمان می‌باشد. به طور کلی نماهای شیشه‌ای در سیستم‌های سازه‌ای سخت‌تر، که دارای دریفت طبقه کمتر بوده یا در پنجره‌هایی که دارای فاصله آزاد شیشه ($\Delta_{fallout}$) بیشتری در قاب هستند، عملکرد بهتری دارند. ضوابط حداقل فاصله آزاد در فصل سوم این دستورالعمل ارائه شده است و در صورت برآورده نشدن این معیار، خطر جداشدن شیشه از قاب نگهدارنده و افتادن آن در اثر تغییر مکان نسبی ناشی از زلزله وجود دارد.

۶- برای جلوگیری از پرتاب شدن قطعات شیشه در اثر باد یا زلزله می‌توان از لایه نازک پلاستیکی (استیکر) استفاده کرد. استفاده از این لایه‌های نازک باعث کاهش خطر باد و زلزله به خصوص برای موقعیت پنجره‌هایی که در ارتفاع بیش از سه متر از سطح زمین قرار دارند می‌شود. استفاده از این لایه‌های نازک برای افزایش مقاومت شیشه‌ها نیز معمولاً از لحاظ اقتصادی به صرفه می‌باشد. این لایه‌ها به دلایل دیگری نظیر افزایش امنیت یا کاهش نفوذ گرمای خورشید، نیز به کار می‌روند. اتصال لایه نازک مزبور به گوشه‌های قاب پیرامونی علاوه بر نگه‌داشتن تکه‌های شکسته شده در محل، باعث عدم فروریزی کل قطعه شیشه می‌شود.

۷- در جایی که نمای سازه‌ای خارجی شیشه‌ای در ارتفاعی کمتر از ۴/۵ متر بالای تراز پیاده‌رو قرار دارد، هیچکدام از قطعات آن نباید بیش از ۰/۹ متر مربع مساحت داشته باشند و در جایی که این فاصله بیشتر از ۴/۵ متر است مساحت آن باید کمتر از ۰/۵ متر مربع باشد.

۸- طول و ارتفاع قطعه نمای سازه‌ای خارجی شیشه‌ای نباید بیش از ۱/۲ متر باشد.

۹- ضخامت نمای شیشه‌ای خارجی نباید کمتر از ۹ میلی‌متر باشد.

۱۰- در جایی که نمای شیشه‌ای تا سطح پیاده‌رو امتداد می‌یابد، هر قطعه شیشه باید در یک قالب فلزی مطمئن قرار گرفته و در ارتفاع حداقل ۵ میلی‌متر بالاتر از مرتفع‌ترین نقطه پیاده‌رو نصب شود. فاصله بین قالب و پیاده‌رو باید کاملاً درزبندی شده و آب‌بندی شود.

۱۱- درزهای افقی بزرگتر از ۱۶ میلی‌متر باید توسط یک ماده یا وسیله غیرصلب پر شوند وقتی نمای شیشه‌ای در کناره‌ها یا بالا در مجاورت مصالح غیر انعطاف پذیر قرار می‌گیرد باید درز انبساطی با حداقل بعد ۶/۵ میلی‌متر بین آنها ایجاد شود.

۱۲- در نمای شیشه‌ای نصب شده در ارتفاع بیش از ۳/۵ متر از سطح تراز پیاده‌رو باید علاوه بر ماستیک و نبشی باید در هر ضلع عمودی و افقی یا در هر ۴ گوشه قطعات شیشه‌ای از مهار استفاده کرد. مهارها باید به وسیله پیچ یا سایر انواع مهار به سازه نگهدارنده متصل شوند. مهارها باید طوری طراحی شوند که بتوانند به تنهایی نمای شیشه‌ای را صرفنظر از درزگیر در صفحه عمودی مهار کنند. نبشی‌های مورد استفاده به عنوان تکیه‌گاه و مهارها باید برای بارهای وارده طراحی شوند.

۱۳- لبه‌های نمای شیشه‌ای که در معرض دید هستند باید به وسیله درزپوش‌های فلزی مقاوم در برابر خوردگی درزبندی شده و به وسیله مصالح آب‌بند طوری آب‌بندی شوند که از ورود رطوبت به داخل فضای بین نمای شیشه‌ای و سازه نگهدارنده جلوگیری شود.

نمای سبز

توسعه شهرنشینی در سال‌های اخیر منجر به توجه بیشتر به ایجاد فضای سبز در فضاهای شهری به عنوان یک رویکرد پایدار برای بهبود اکولوژی و تغییرات آب و هوایی در محیط زیست، شده است. دیوارها و نماهای سبز یکی از راه‌حلهایی است که به همراه بام‌های سبز برای افزایش مساحت فضای سبز شهرها اندیشیده شده است.

دیوار سبز دیواری است که یا به طور خودایستا است یا بخشی از یک ساختمان است که به طور کامل یا بخشی از آن از گیاه پوشیده شده است. از فواید آن می‌توان به استفاده مجدد از آب، بهبود کیفیت هوا و کاربرد به عنوان مانع صوتی اشاره کرد. دیوارهای سبز معمولاً به دو شکل نمای سبز (گیاهان بالارونده) و دیوار زنده اجرا می‌شوند.

در سیستم دیوار زنده، نما باید دارای یک سازه فلزی نگهدارنده مانند شکل (۱۱-۲۶) باشد که به نحوه مناسبی بسته به نوع سیستم نما به قاب سازه‌ای (نمای پرده‌ای) یا دیوار پشتیبان نما مهار شده باشد. بر روی دیوار پشتیبان باید پیش از اجرای نمای سبز یک لایه عایق رطوبتی اجرا شود. پانل‌های دارای گیاه بر روی این شاسی‌کشی نصب می‌شوند (شکل ۱۱-۲۷). ابعاد این پانل‌ها عموماً به صورت مربع یا مستطیل و بین ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر می‌باشند و عمق آنها بین ۵ تا ۲۵ سانتی متر می‌باشد. این پانل‌ها می‌توانند از جنس پلی پروپیلن، فلز یا ژئوتکستایل باشند. در این پانل‌ها باید به نگهداری و تأمین بستر مناسب برای کاشت توجه ویژه‌ای شود. در این راستا بستر کاشت در کیسه‌هایی از جنس منسوجات صنعتی قرار گرفته و حفره‌ای در داخل آن جهت کاشت گیاه ایجاد می‌شود.

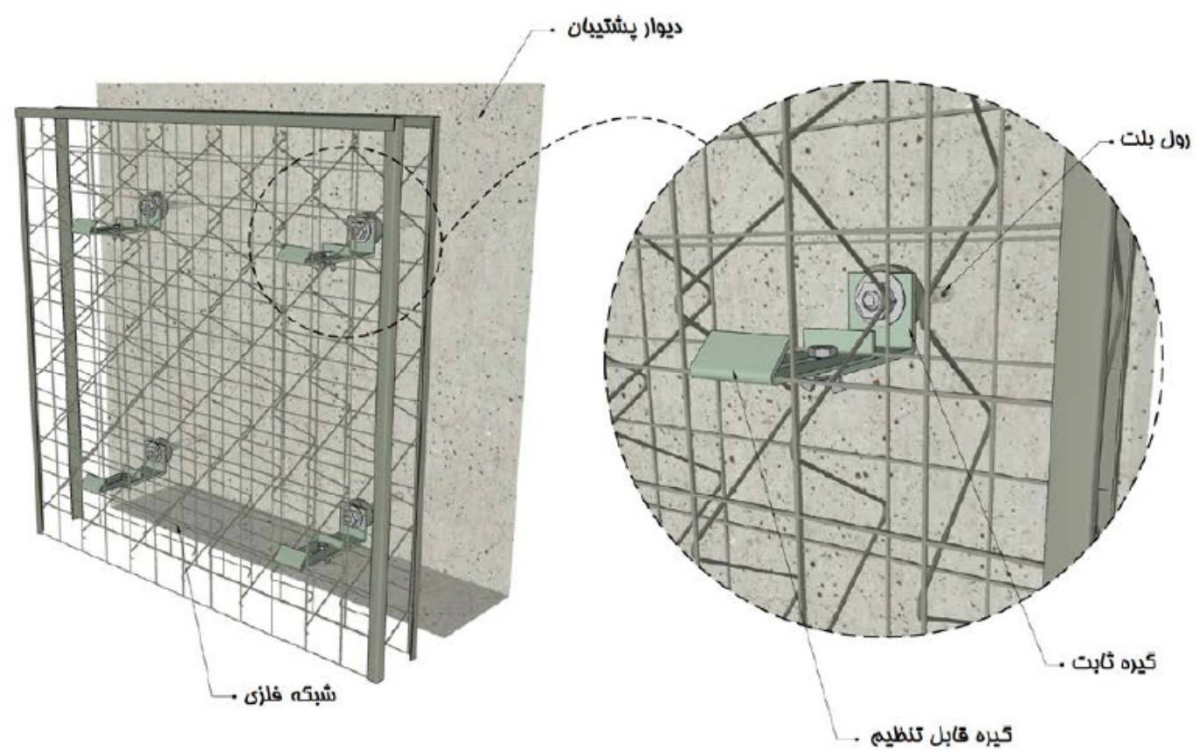
بستر کاشت معمولاً به صورت ترکیبی از مواد معدنی مانند پرلیت، پوکه صنعتی و سنگ‌های آتش‌فشانی سبک و مواد عالی مانند پیت ماس، کوکوپیت یا سبوس برنج به همراه مواد مغذی افزودنی می‌باشد.

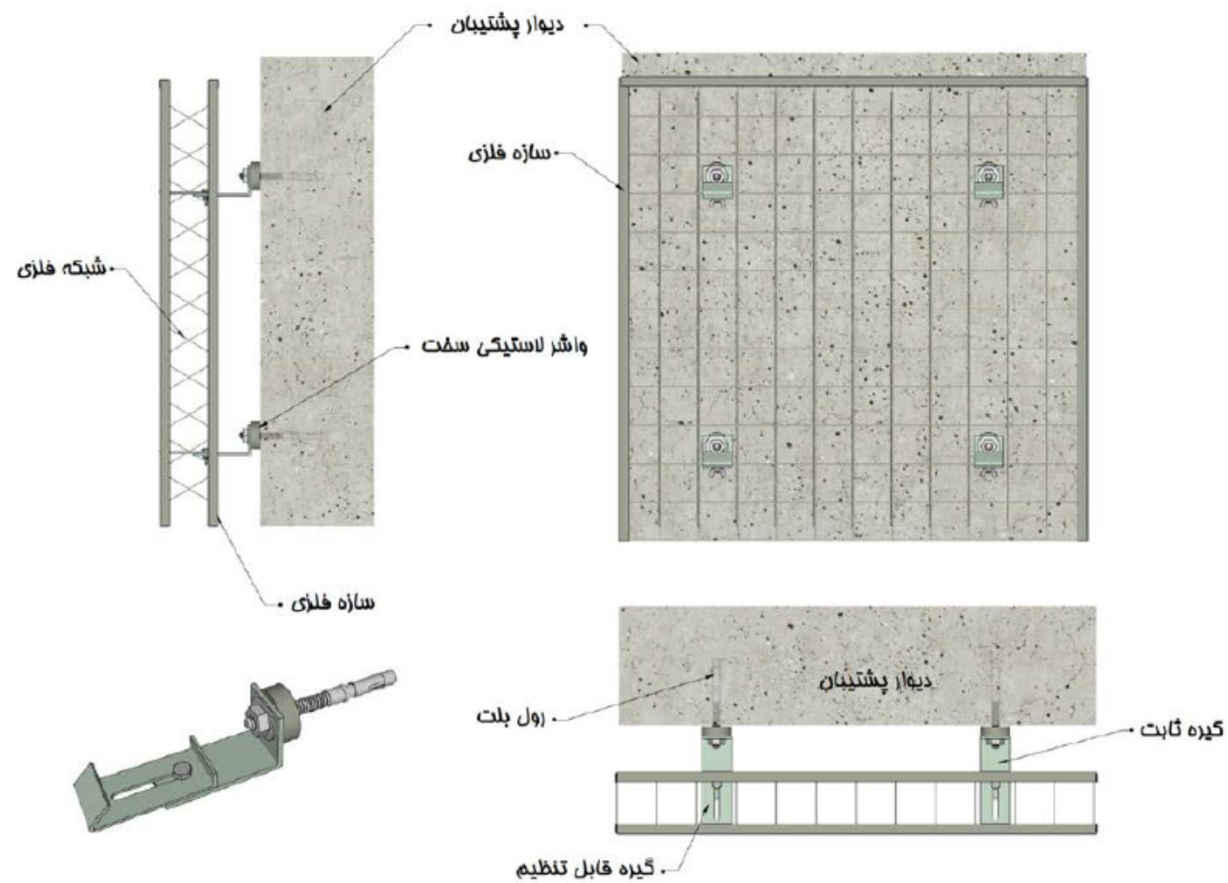
انتخاب نوع گیاه باید با توجه به شرایط اقلیم انجام شود و ترجیحاً از گیاهانی که نیازی آبی کمتری دارند استفاده شود. انتخاب گیاه باید با توجه به فاکتورهای دما، شدت و زاویه تابش نور خورشید، جهت و شدت وزش باد و میزان مقاومت و سازگاری گیاه با محیط و عمق بستر کاشت انجام شود. همچنین باید از گیاهانی استفاده کرد که حداقل نیاز را به هرس و فرم‌دهی داشته باشند. انتخاب گیاهان، ترکیب، نوع و رنگ آنها باید به گونه‌ای باشد که ظاهری زیبا برای نمای ساختمان ایجاد کند.

آبیاری گیاهان باید به صورت آبیاری قطره‌ای همراه با کود محلول باشد که این آبیاری می‌تواند بسته به شرایط به صورت ساده (برای گیاهان با نیاز آبی یکسان)، نیمه هوشمند یا هوشمند (برای گیاهان با نیاز آبی متفاوت) انجام شود.

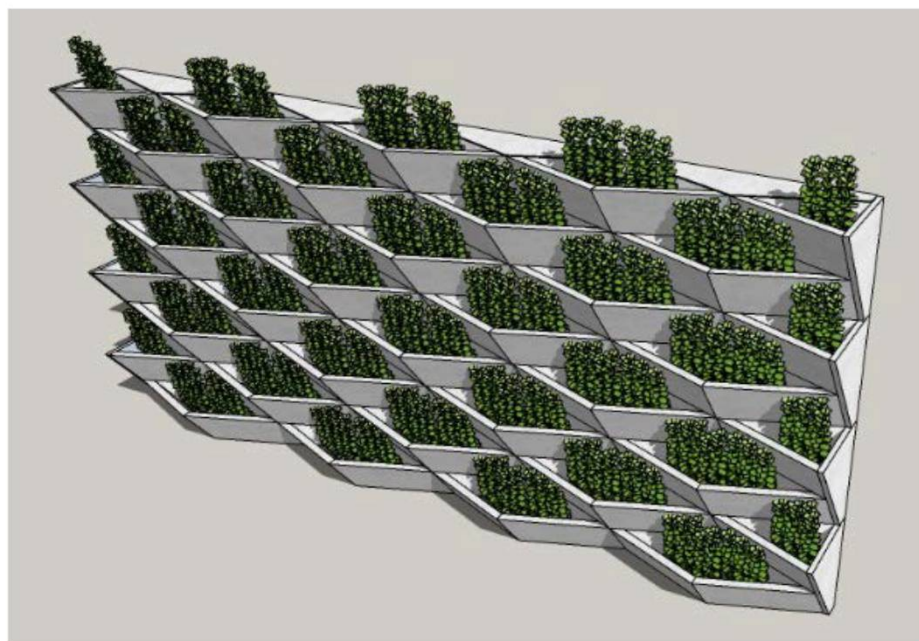
در سیستم آبیاری گیاه باید تا جایی که ممکن است امکان ذخیره سازی و استفاده از آب باران لحاظ گردد. اجرای سیستم زه‌کشی در سیستم آبیاری این نوع نماها اجباری است.





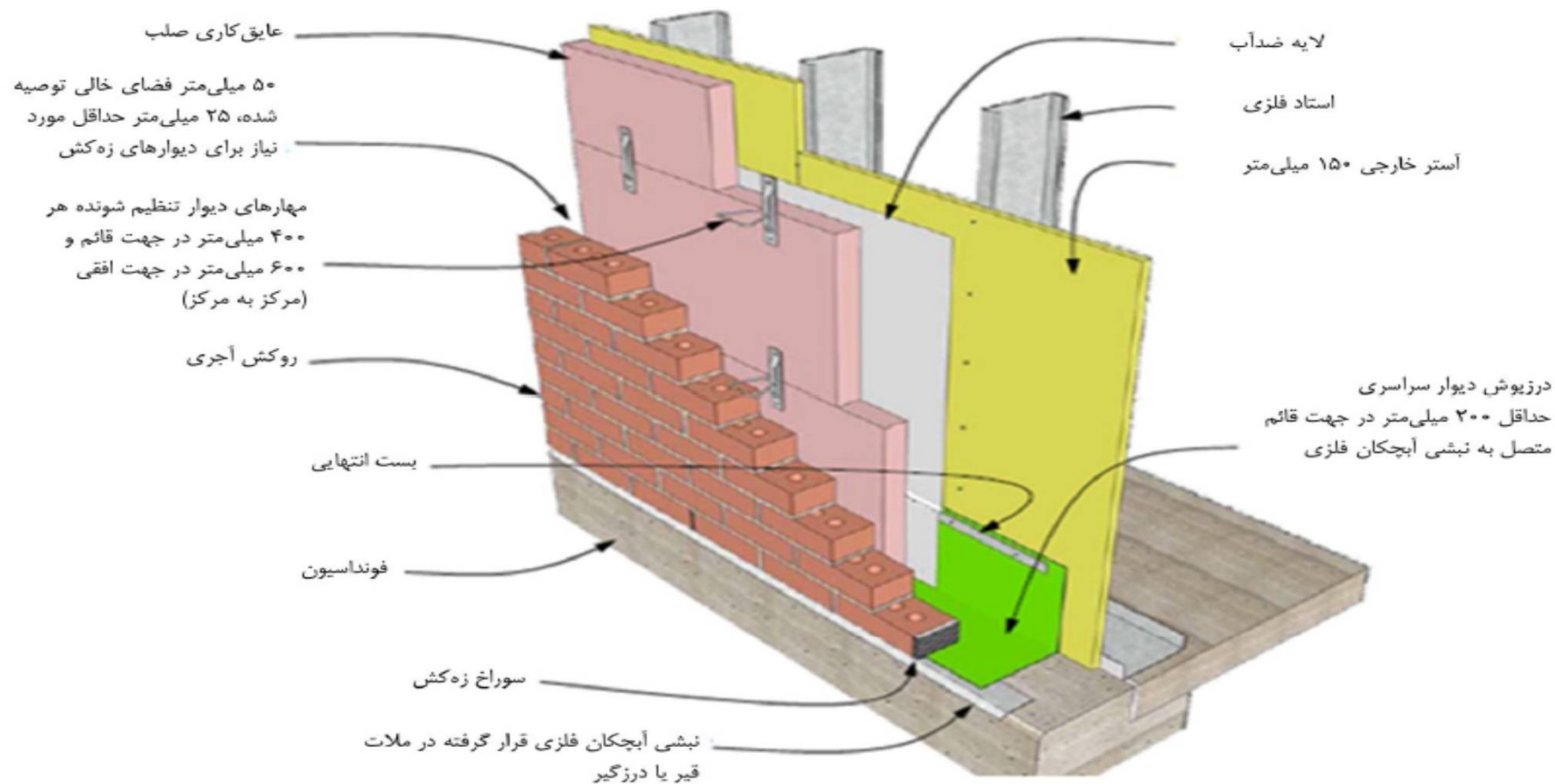


شکل ۱۱-۲۶- نمونه‌ای از نحوه اجرای قاب نگهدارنده دیوار زنده (دیوار سبز پانلی) و اتصال آن به دیوار پشتیبان

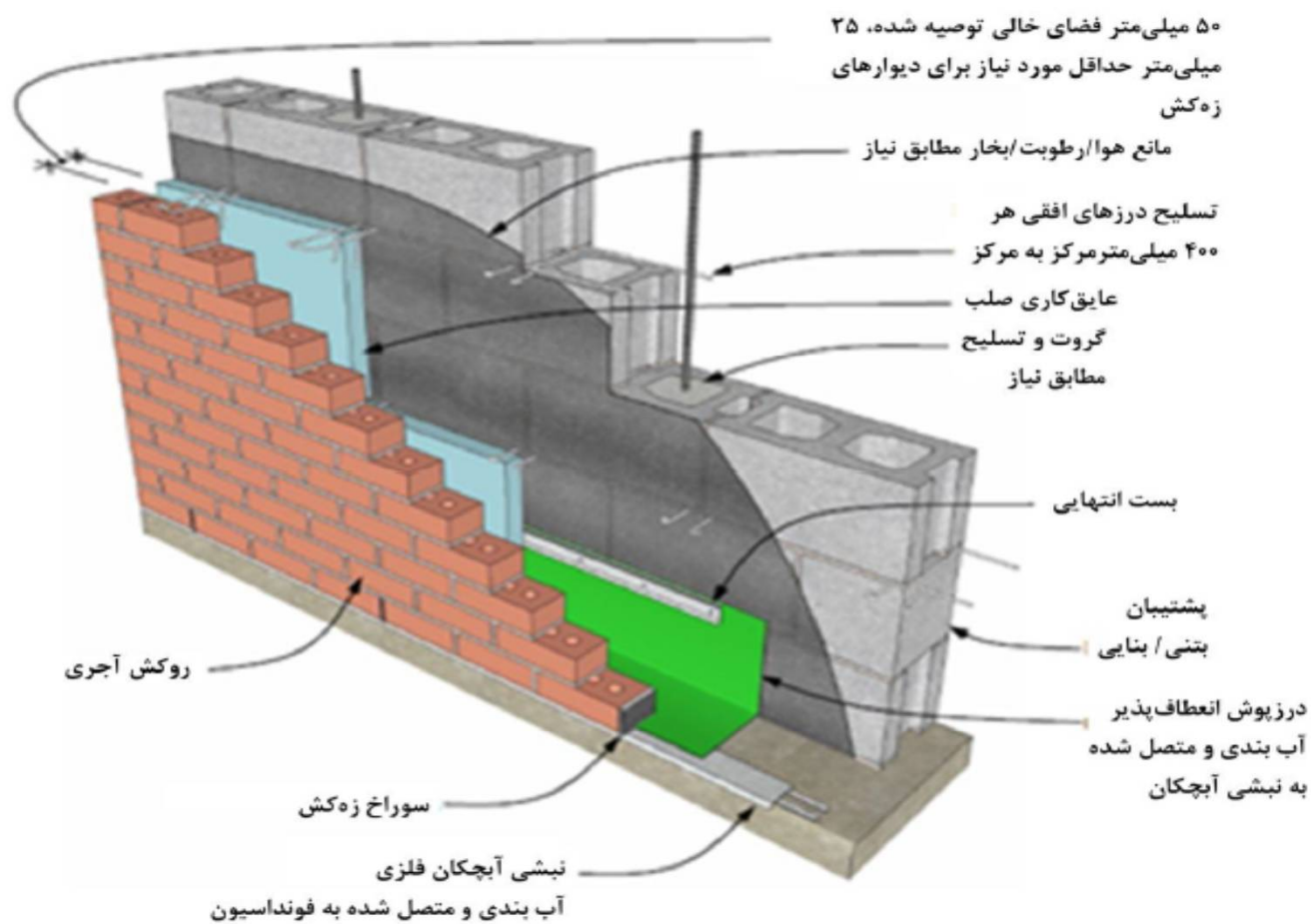


شکل ۱۱-۲۷- نمونه‌ای از نمای سبز پانلی

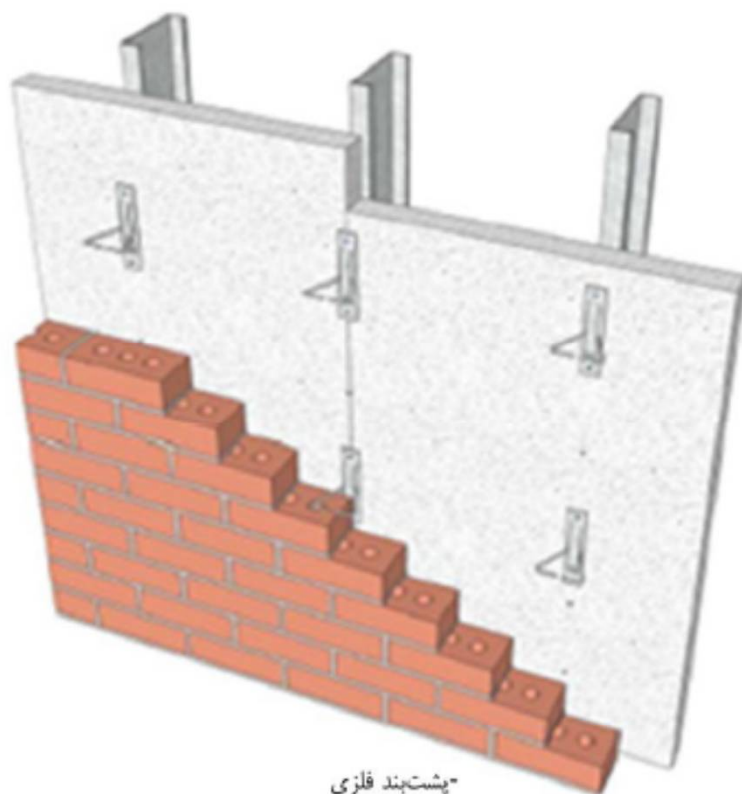




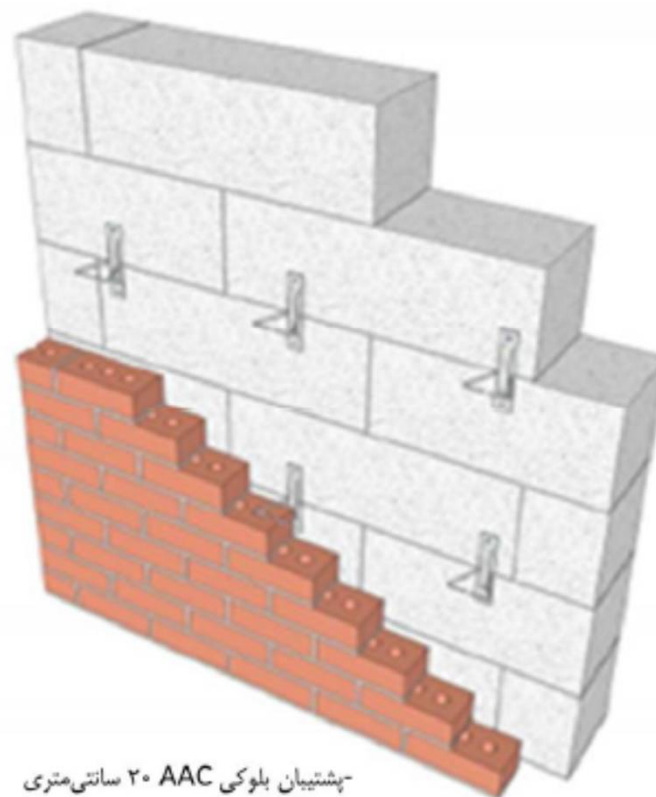
شکل ۵-۱- نمای آجری با دیوار پشتیبان LSF غیرباربر



شکل ۵-۲- نمای آجری با دیوار پشتیبان مصالح بنایی مسلح



- پشت‌بند فلزی
- ۵ سانتی‌متر پانل AAC
- مهارهای اتصال نما
- نمای آجری

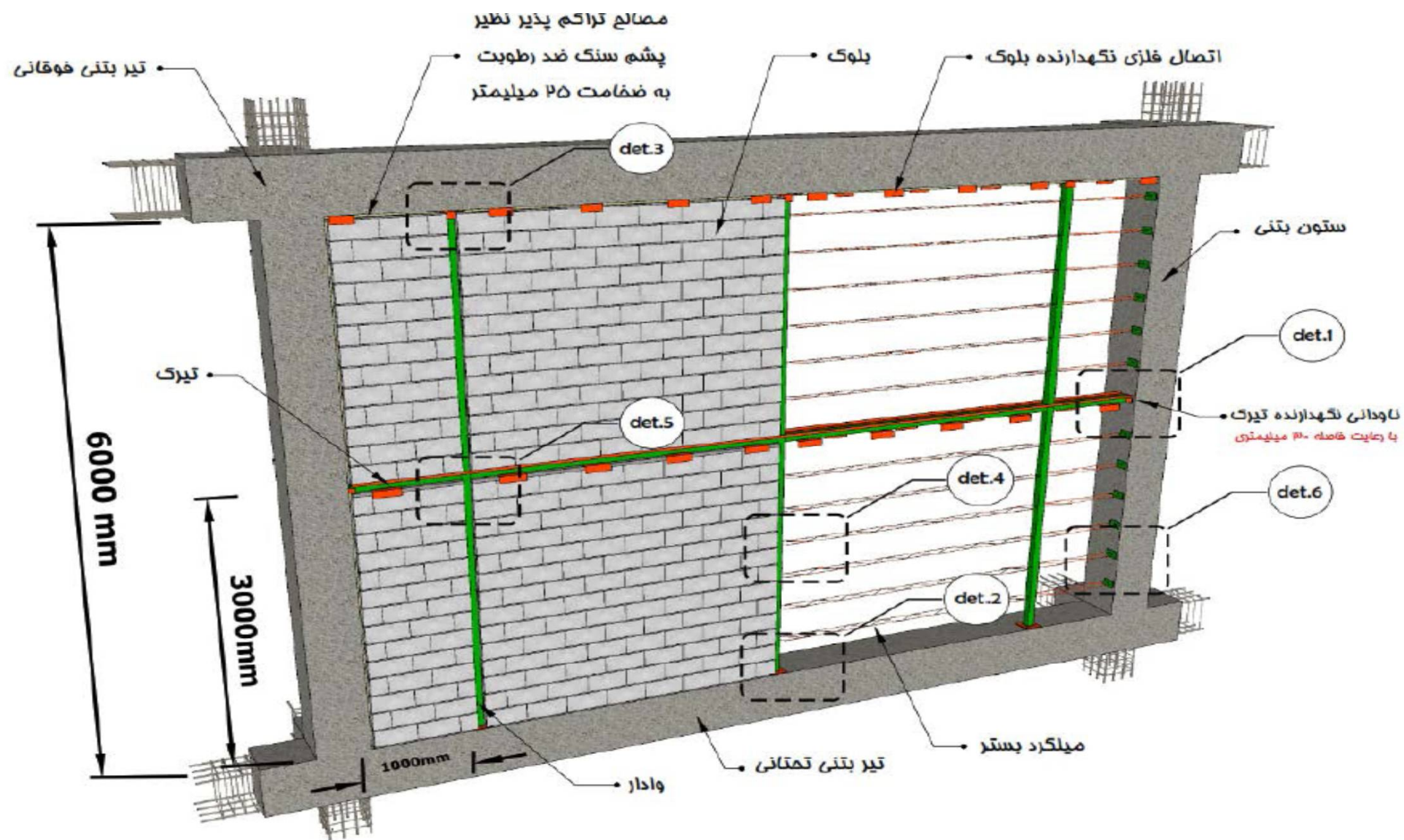


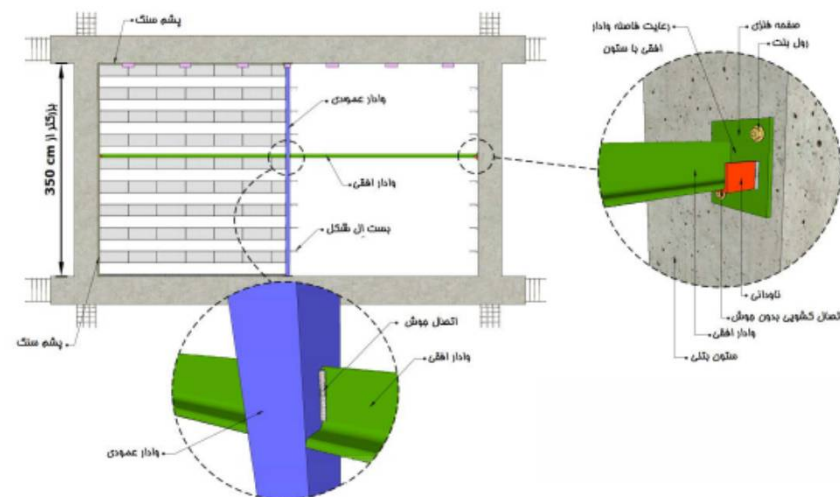
- پشتیبان بلوکی AAC ۲۰ سانتی‌متری
- مهارهای اتصال نما
- نمای آجری

شکل ۵-۳- دیوار نما با نگهدارنده بلوکی یا پانلی AAC

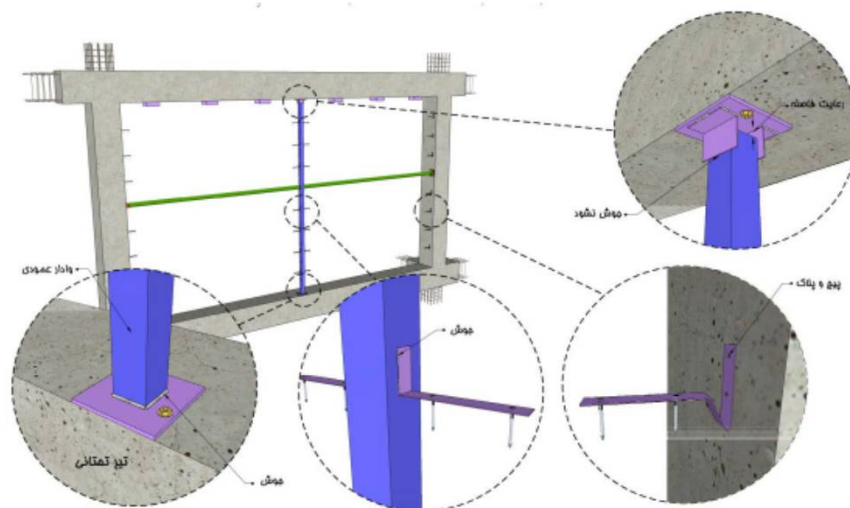




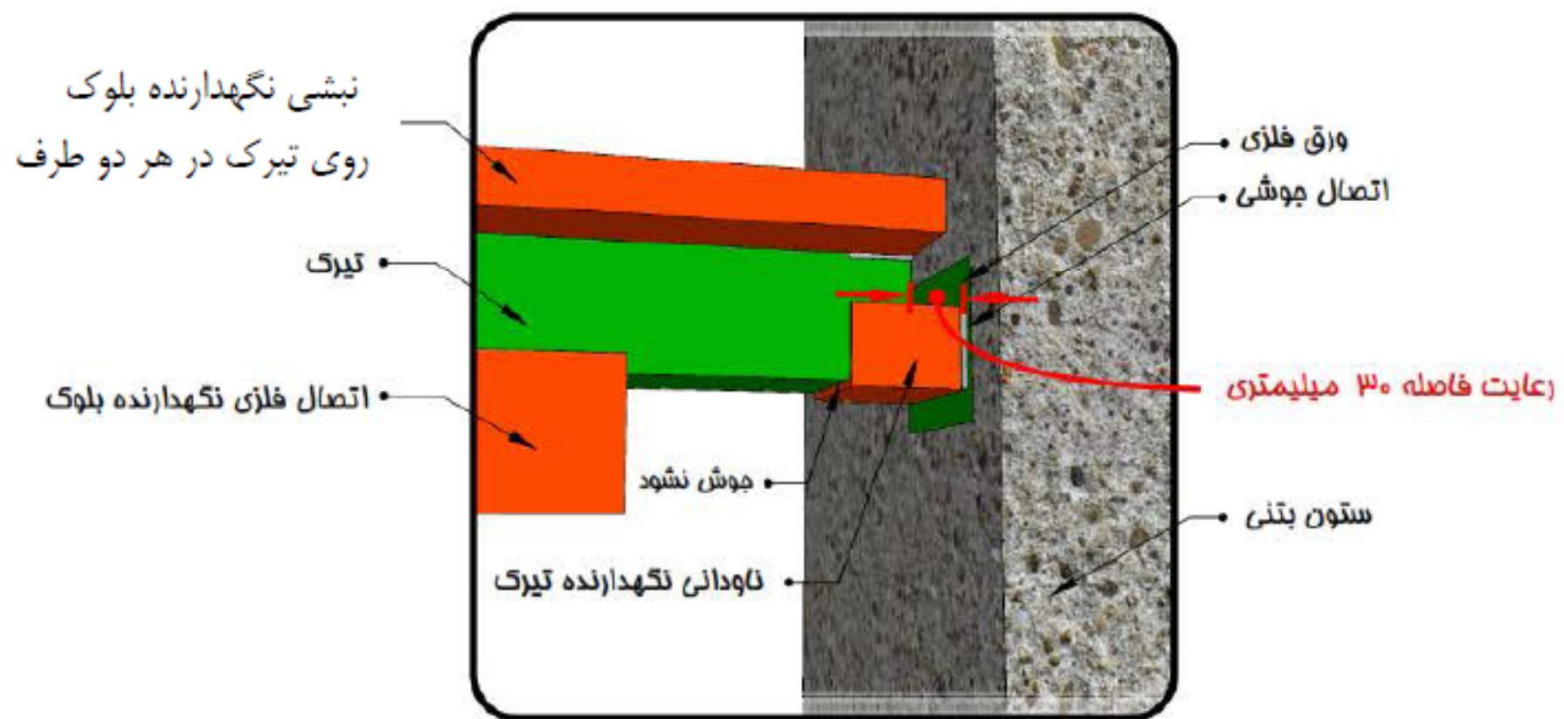




شکل ۱۲-۱۰- دیوارهای بلوکی با ارتفاع بیش از ۳٫۵ متر دارای تیرک و وادر

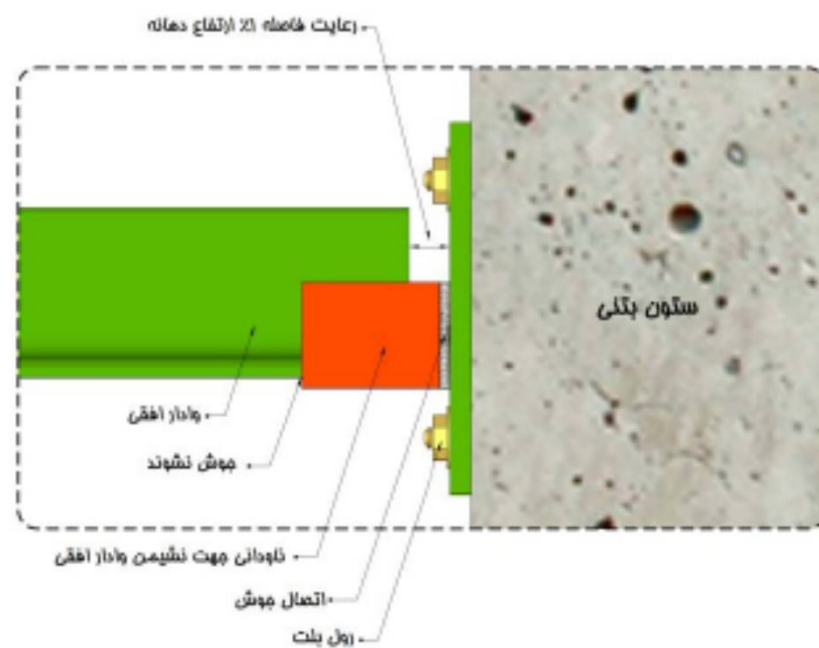


شکل ۱۲-۱۱- جزئیات اجرایی اتصال تیرک و وادر در دیوار با ارتفاع بیش از ۳٫۵ متر

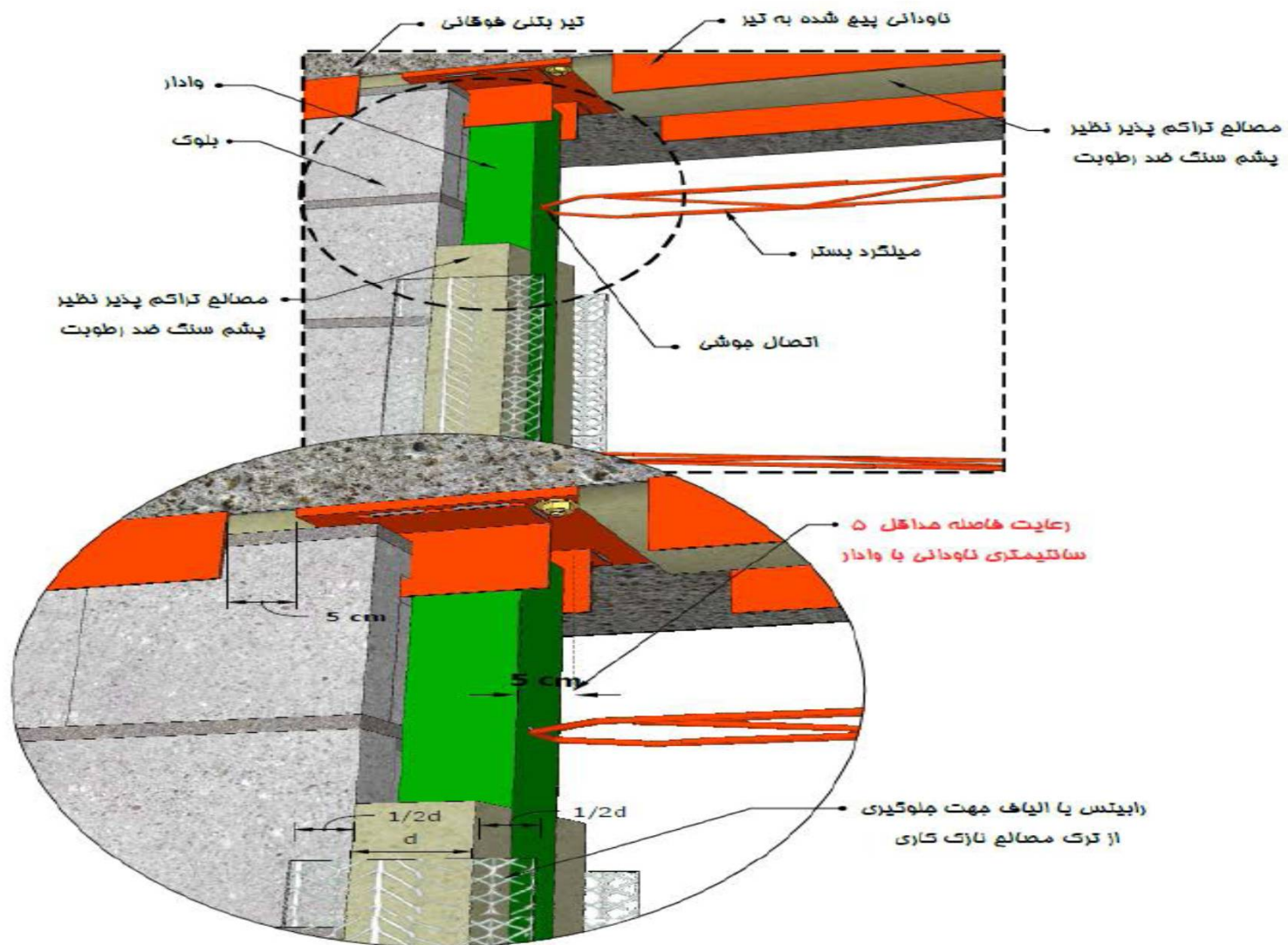


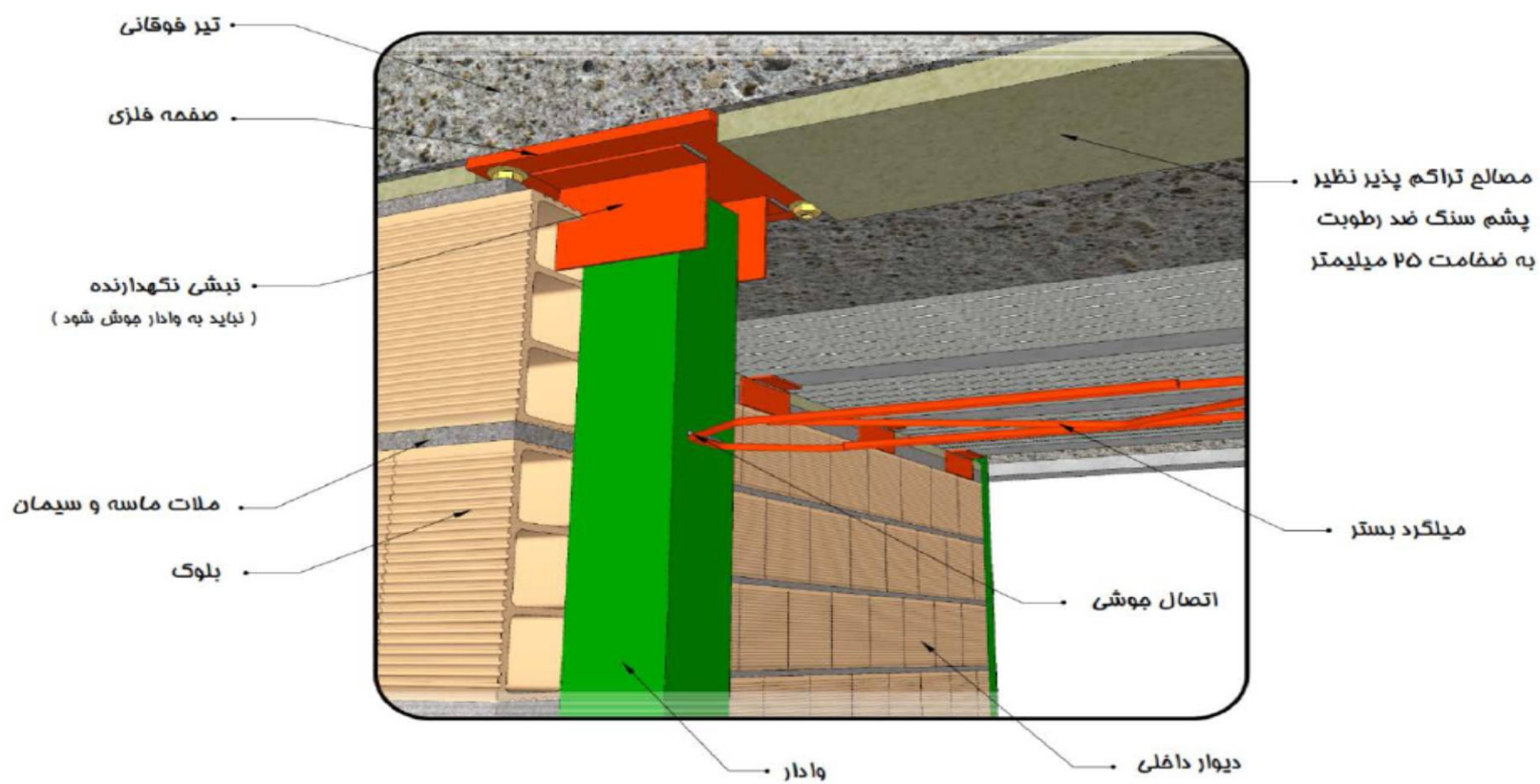
جزئیات اتصال تیرک به ستون بتنی

det.1

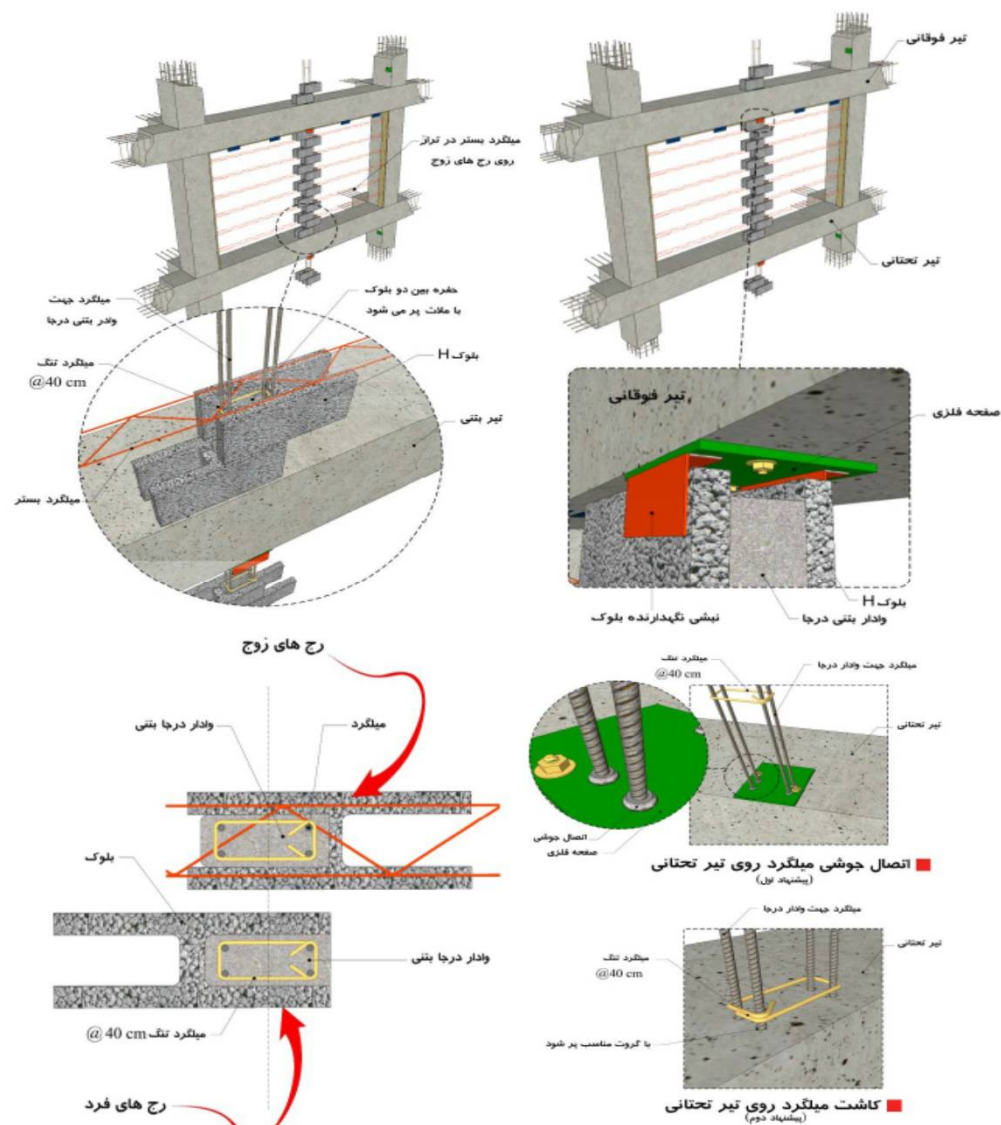


شکل ۱۲-۱۲- جزئیات اجرایی اتصال تیرک و وادیار در دیوار با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر

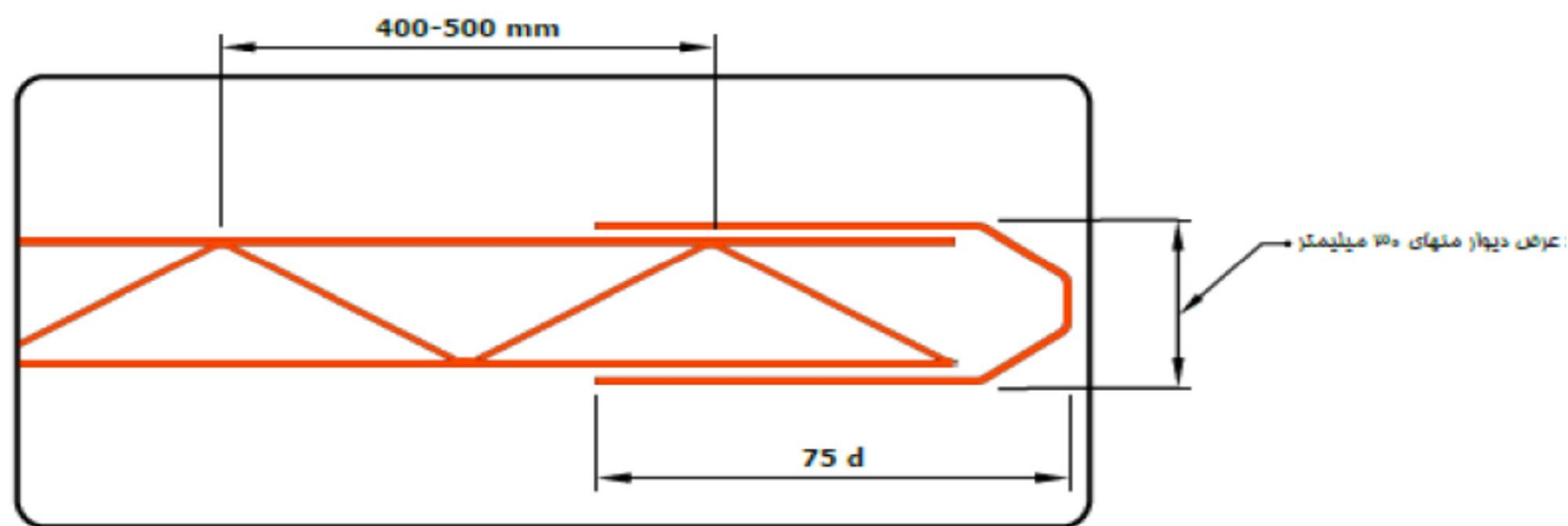
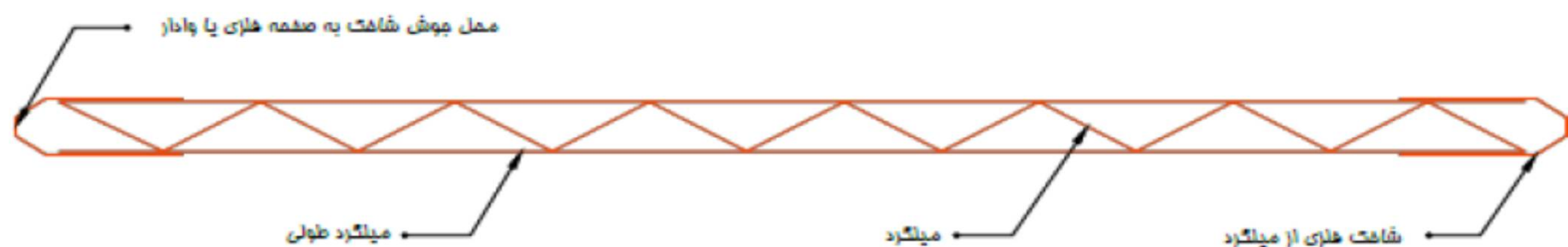


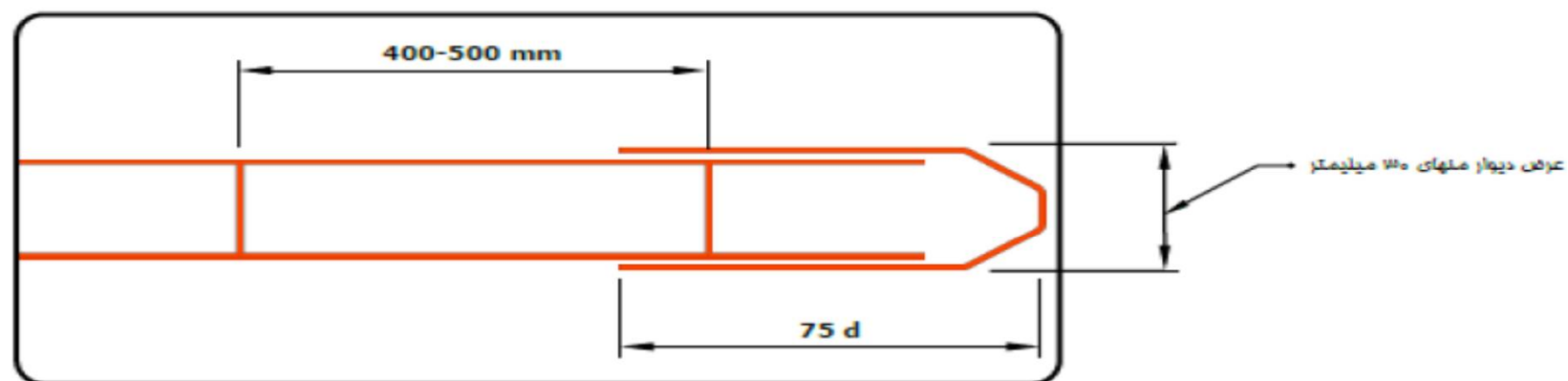


الف- به صورت اتصال کشویی با استفاده از نبشی

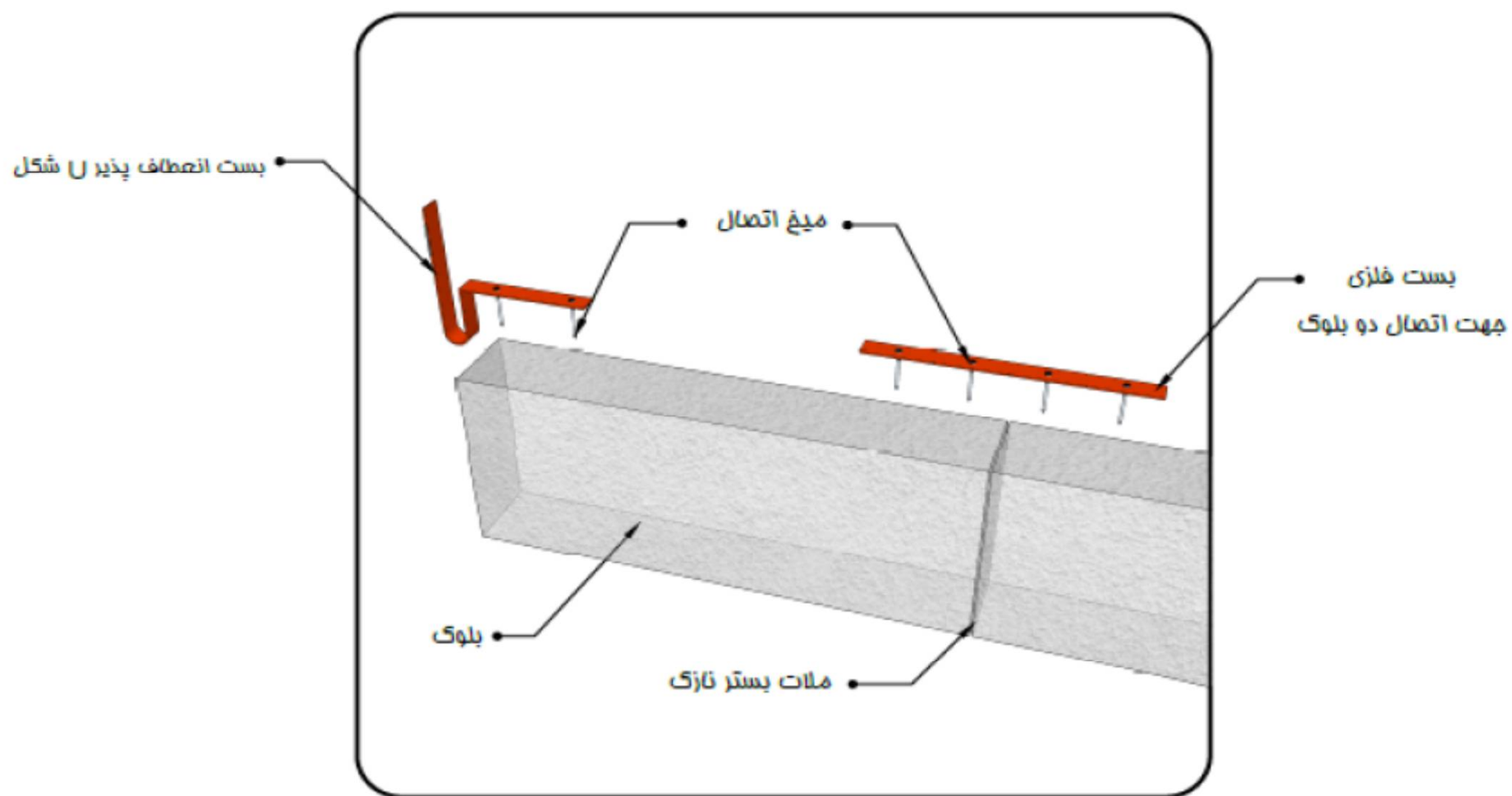


شکل ۱۲-۸- نمونه‌ای از وادار بتنی و جزئیات اجرایی آن در دیوار بلوکی

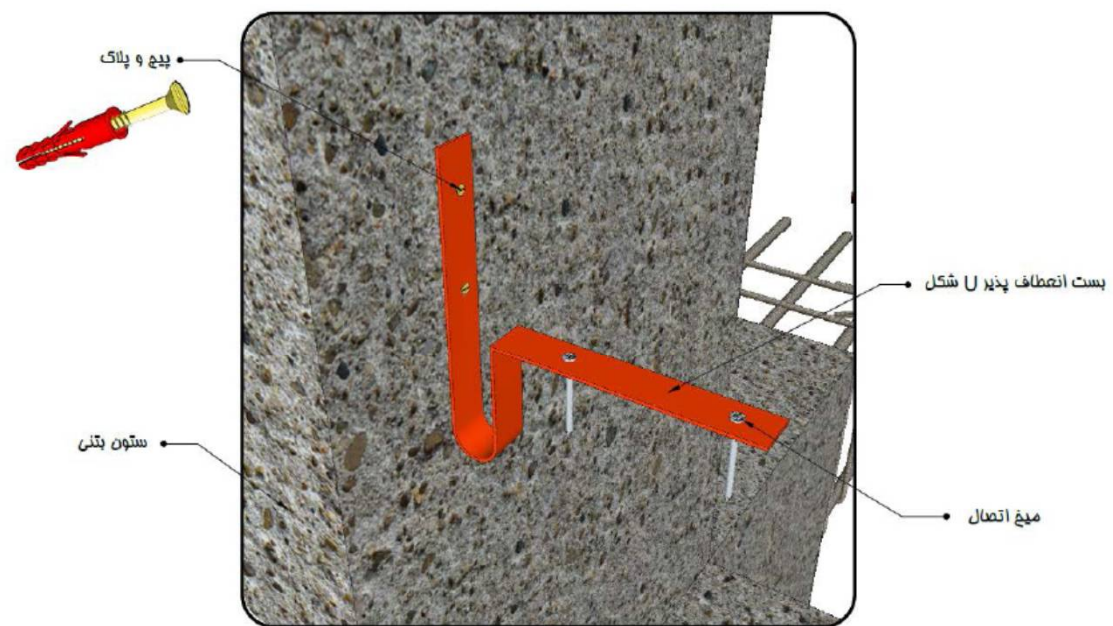




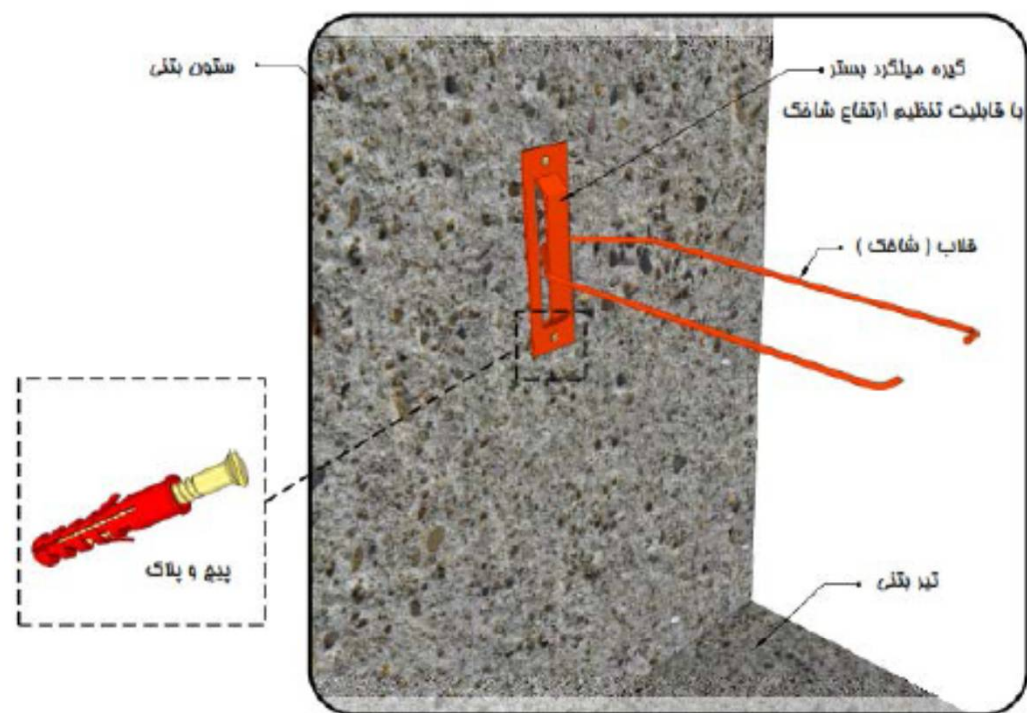
شکل پ ۶-۲- میلگرد بستر خریایی یا نرده‌بانی



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

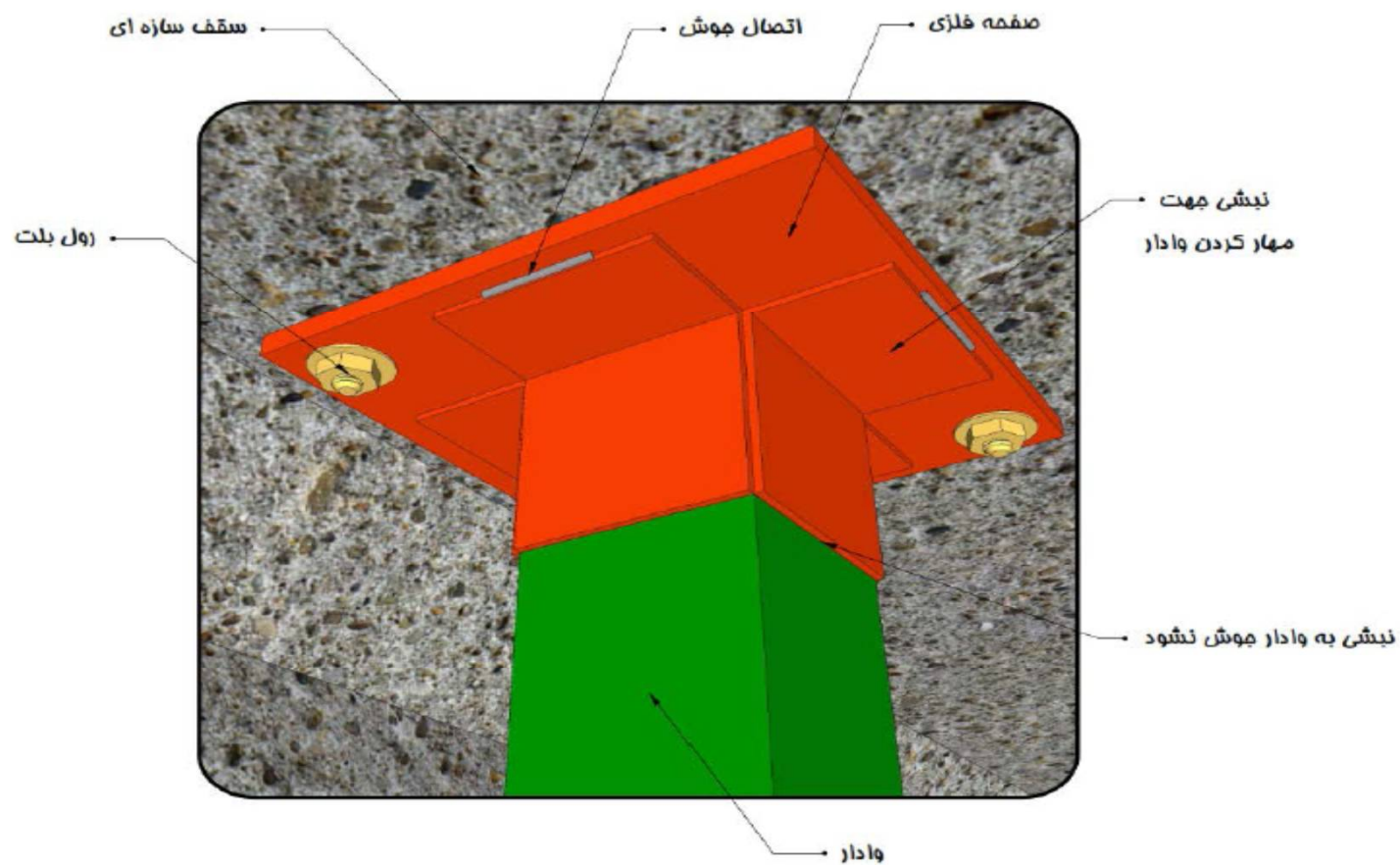


الف- اتصال دیوار خارجی ساخته شده از بلوک به ستون با استفاده از بست ارتجاعی U شکل

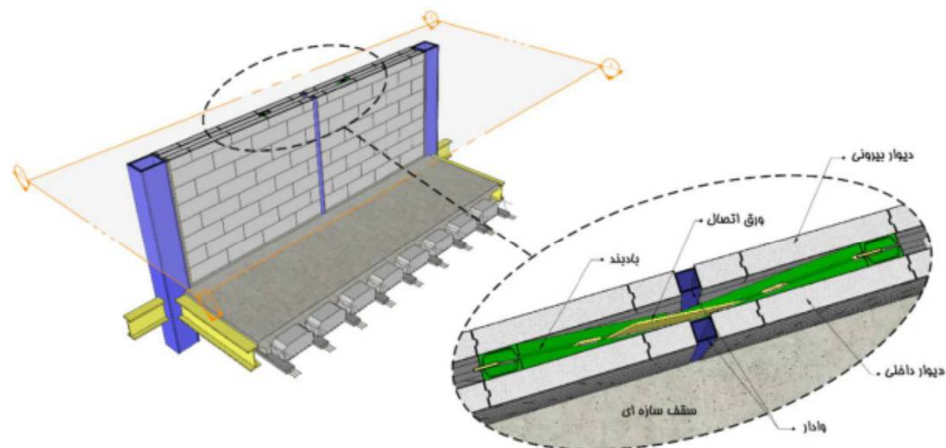
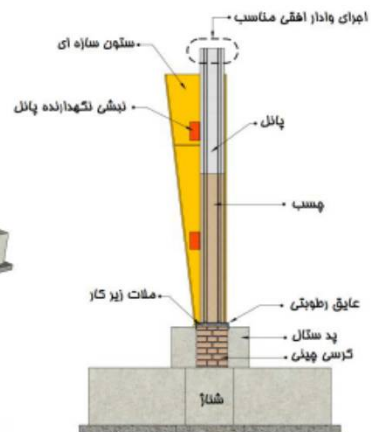
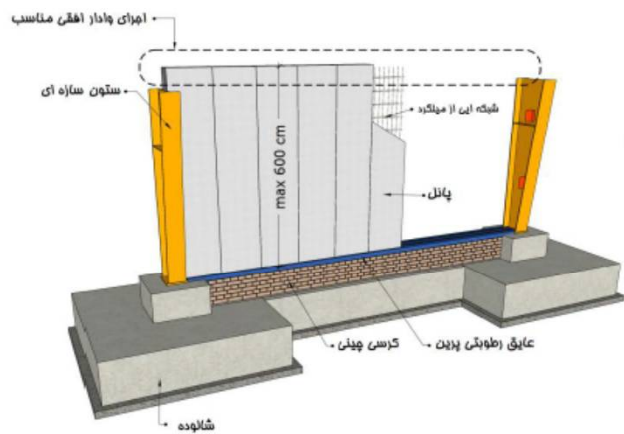


ب- استفاده از شاخک انتهایی به همراه میلگرد بستر

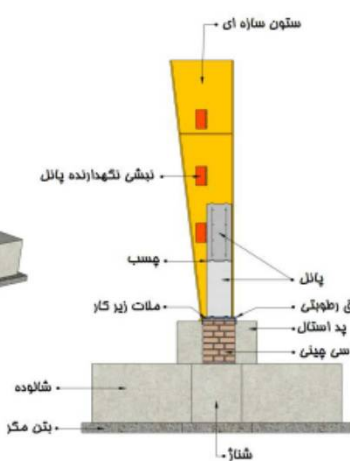
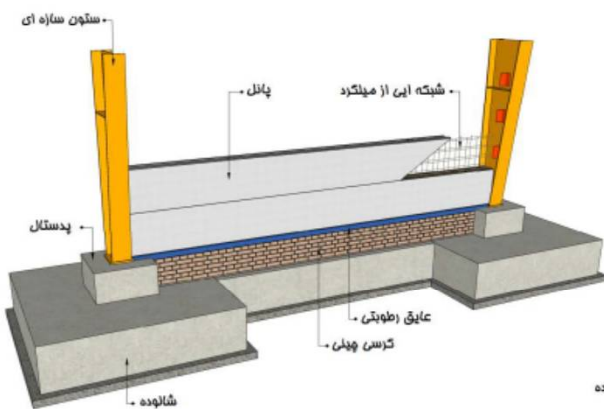
شکل پ ۶-۱۰ - روش‌های مهار دیوار به ستون جهت نیروی خارج از صفحه



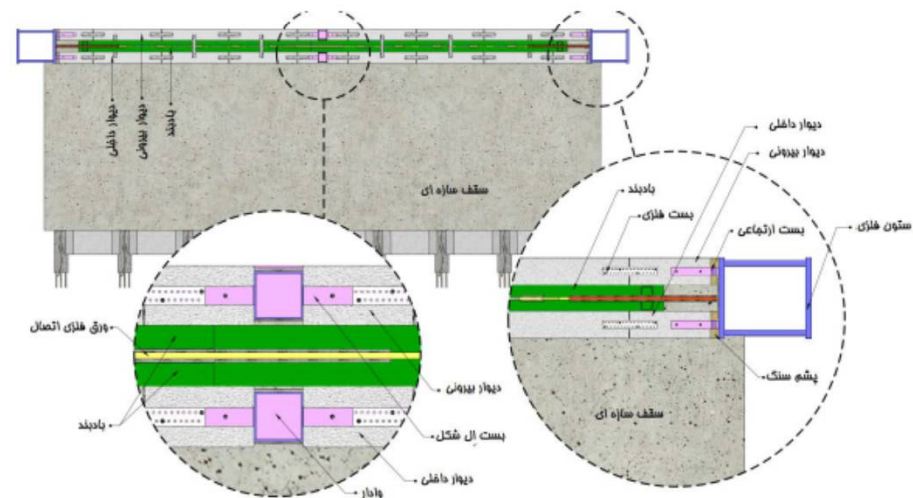
ب- اتصال وادر انتهایی در دیوارهای خارج از قاب به صورت تلسکوپی
 شکل پ ۶-۶- اتصال وادر به سقف



الف- دیوار پانلی قائم



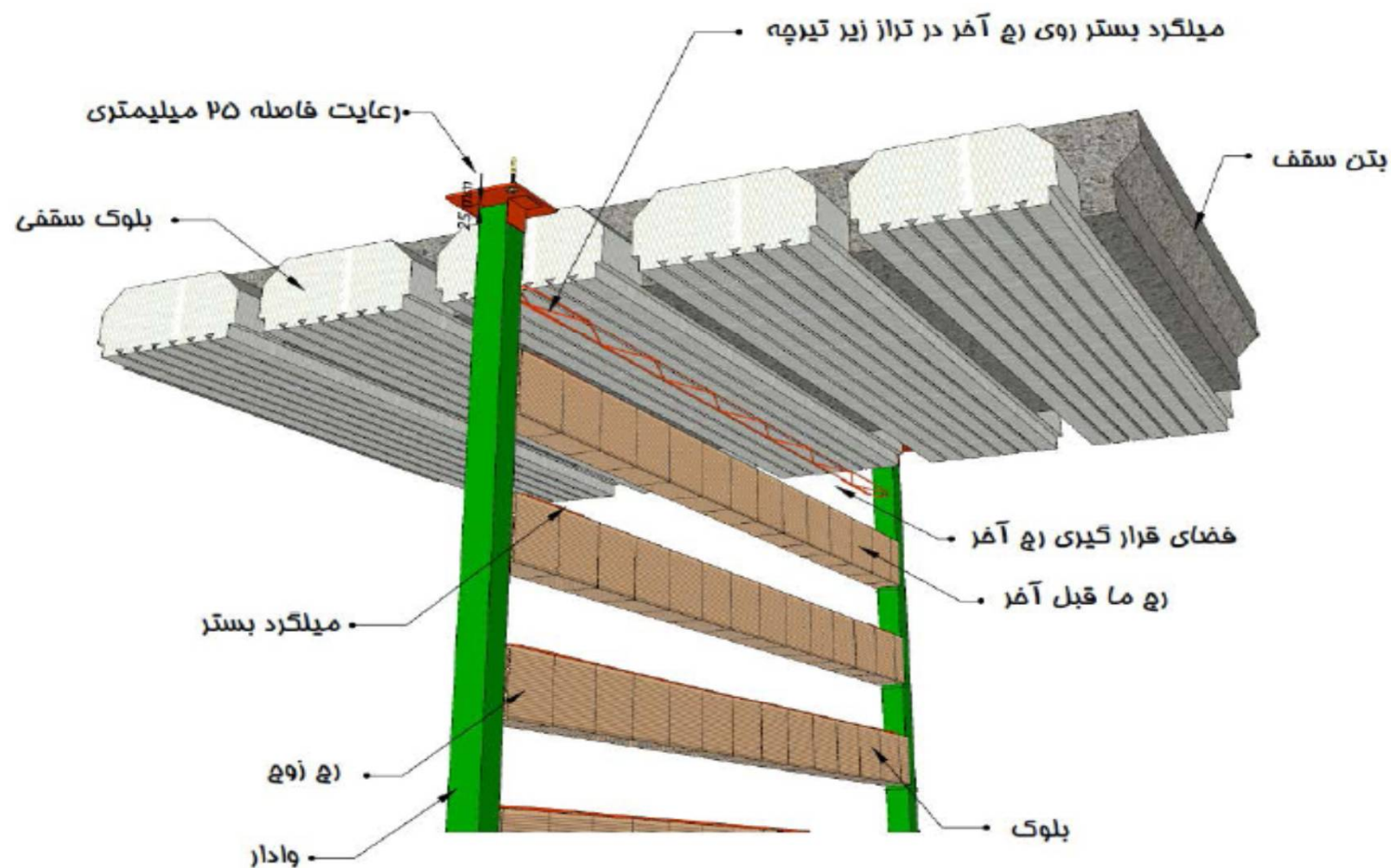
ب- نمونه دیوار پانلی افقی



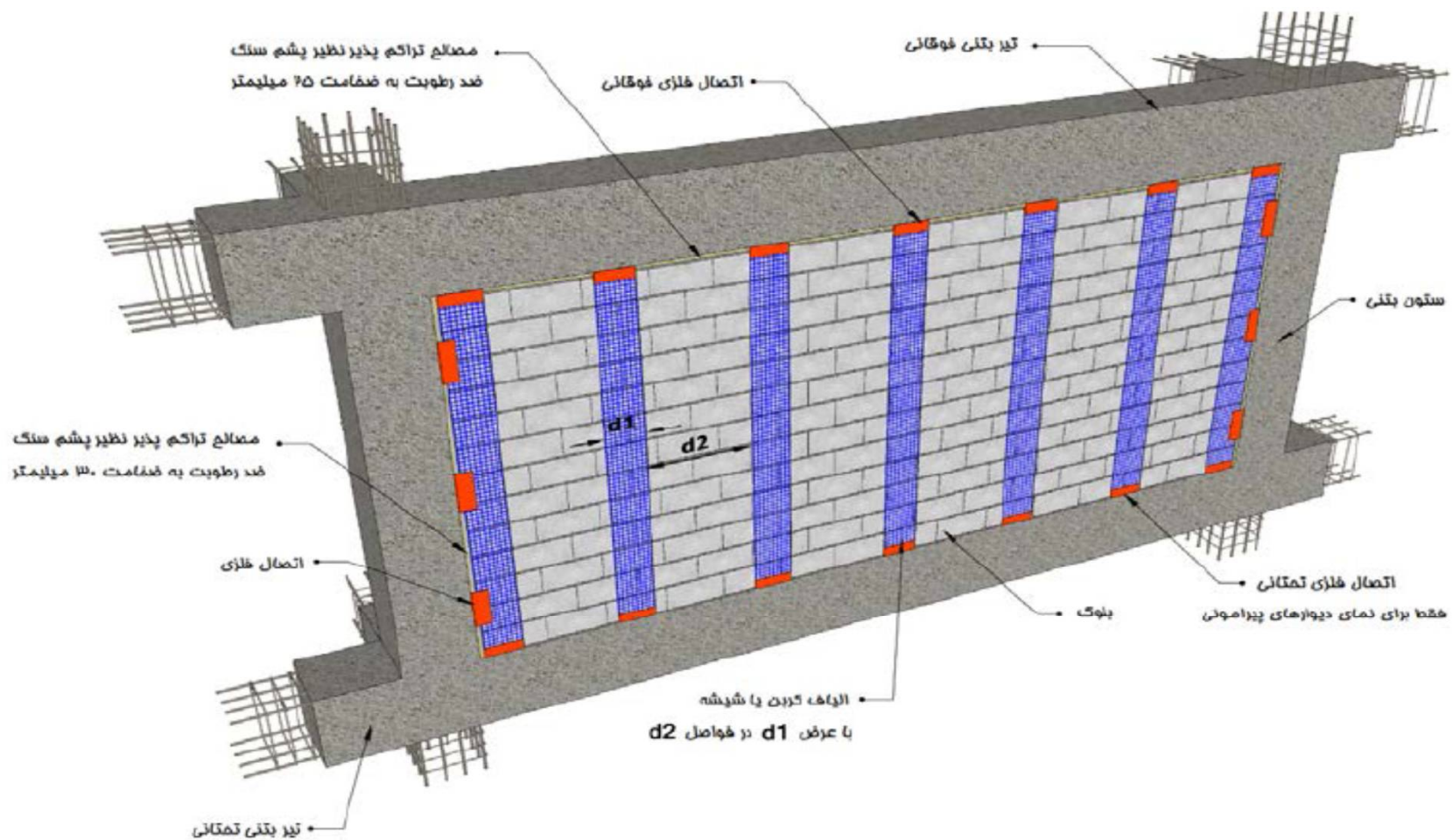
شکل ۱۲- ۱۶- نمونه ای از اجرای دیوار با ملات بستر نازک در دهانه مهاربند

شکل ۱۲- ۲۹- نمونه‌هایی از اجرای دیوار پانلی مسلح کاملاً پیش ساخته به عنوان دیوار خارجی سازه به عنوان نمونه در سوله

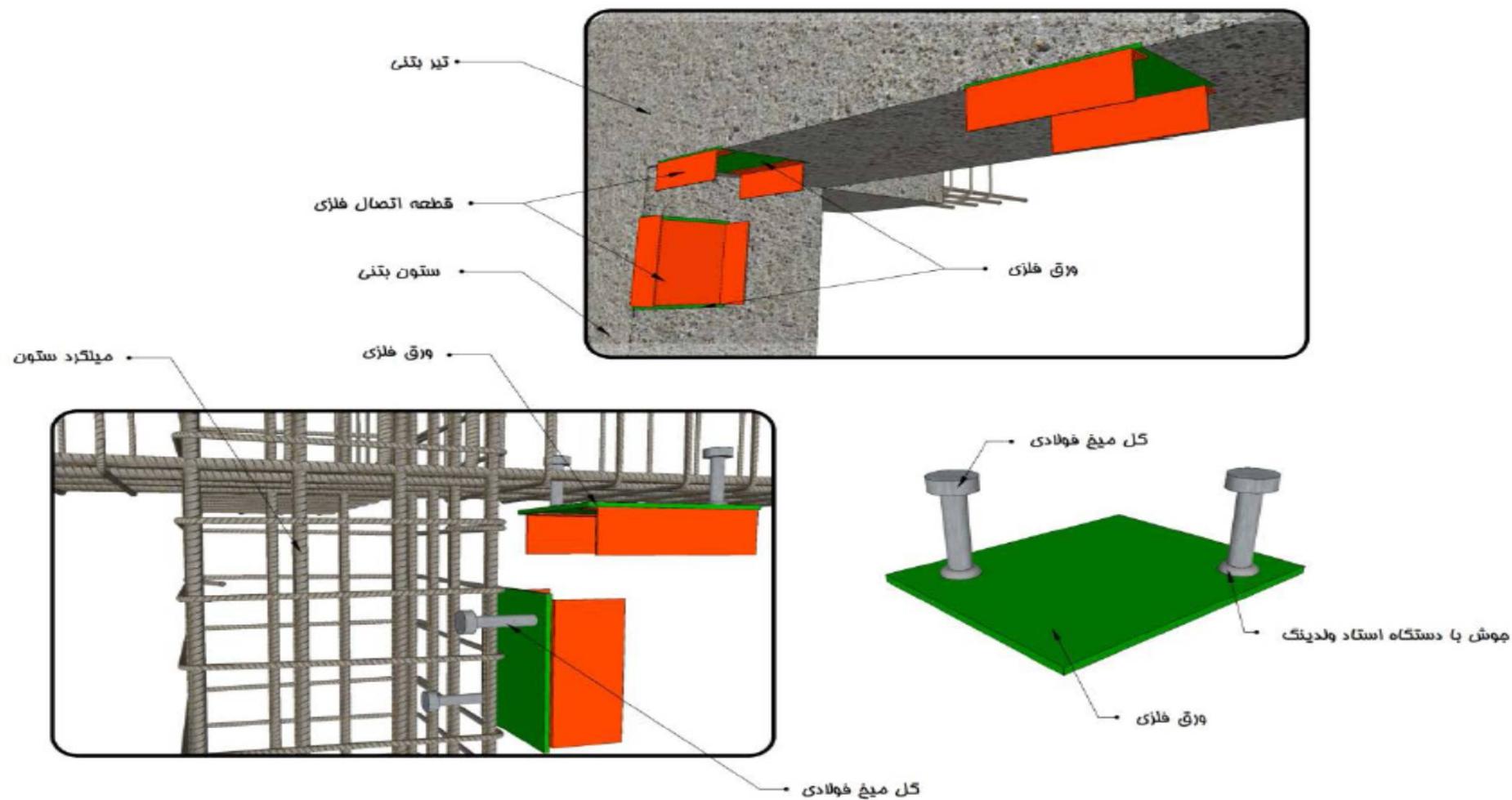




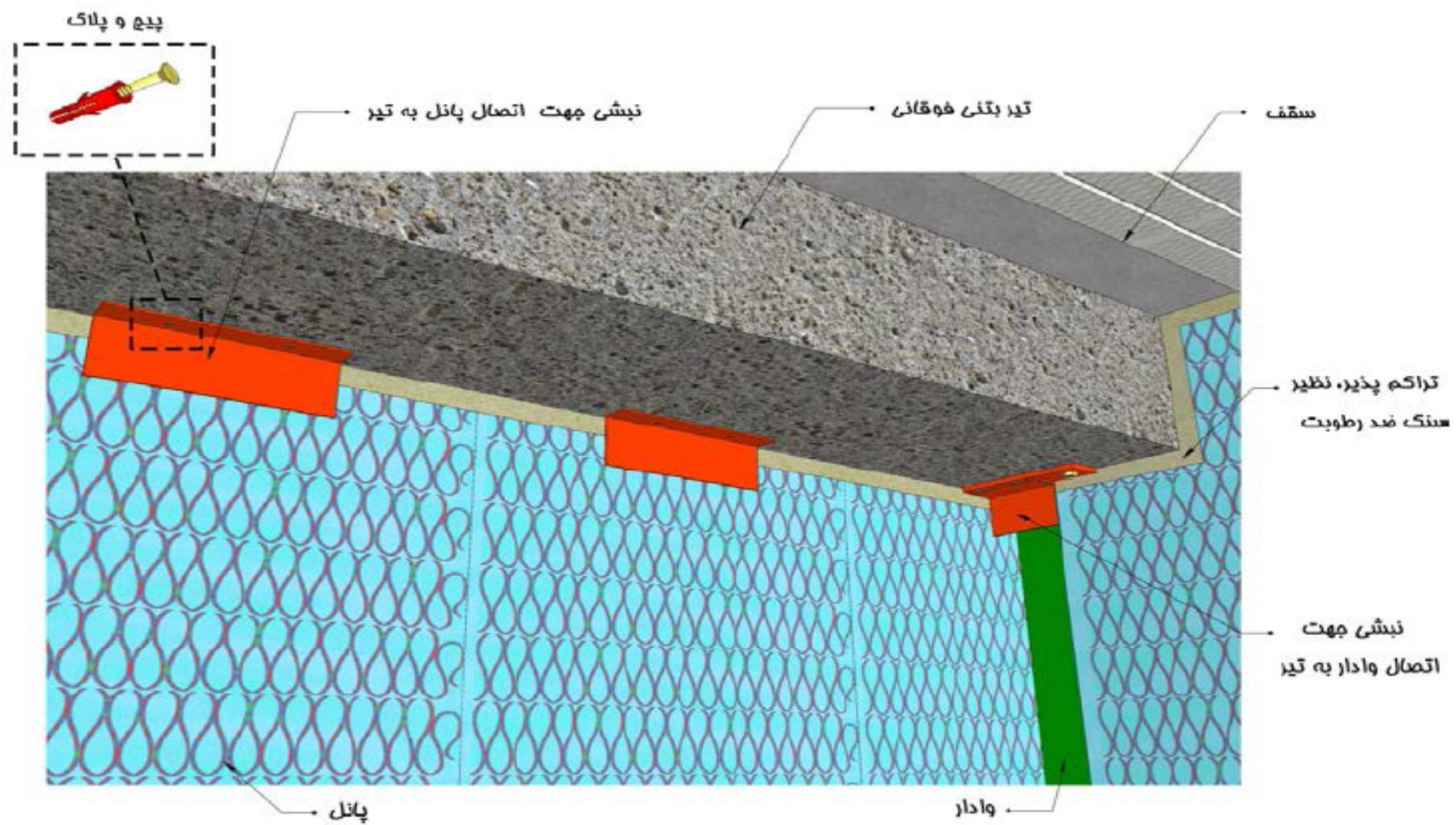
شکل پ ۶-۱۲- مهار دیوار به صورت یک طرفه با استفاده از قطعه مسلح کننده در بالاترین ردیف بلوک مصالح بنایی (اتصال وادر به سقف باید صورت کشویی باشد)



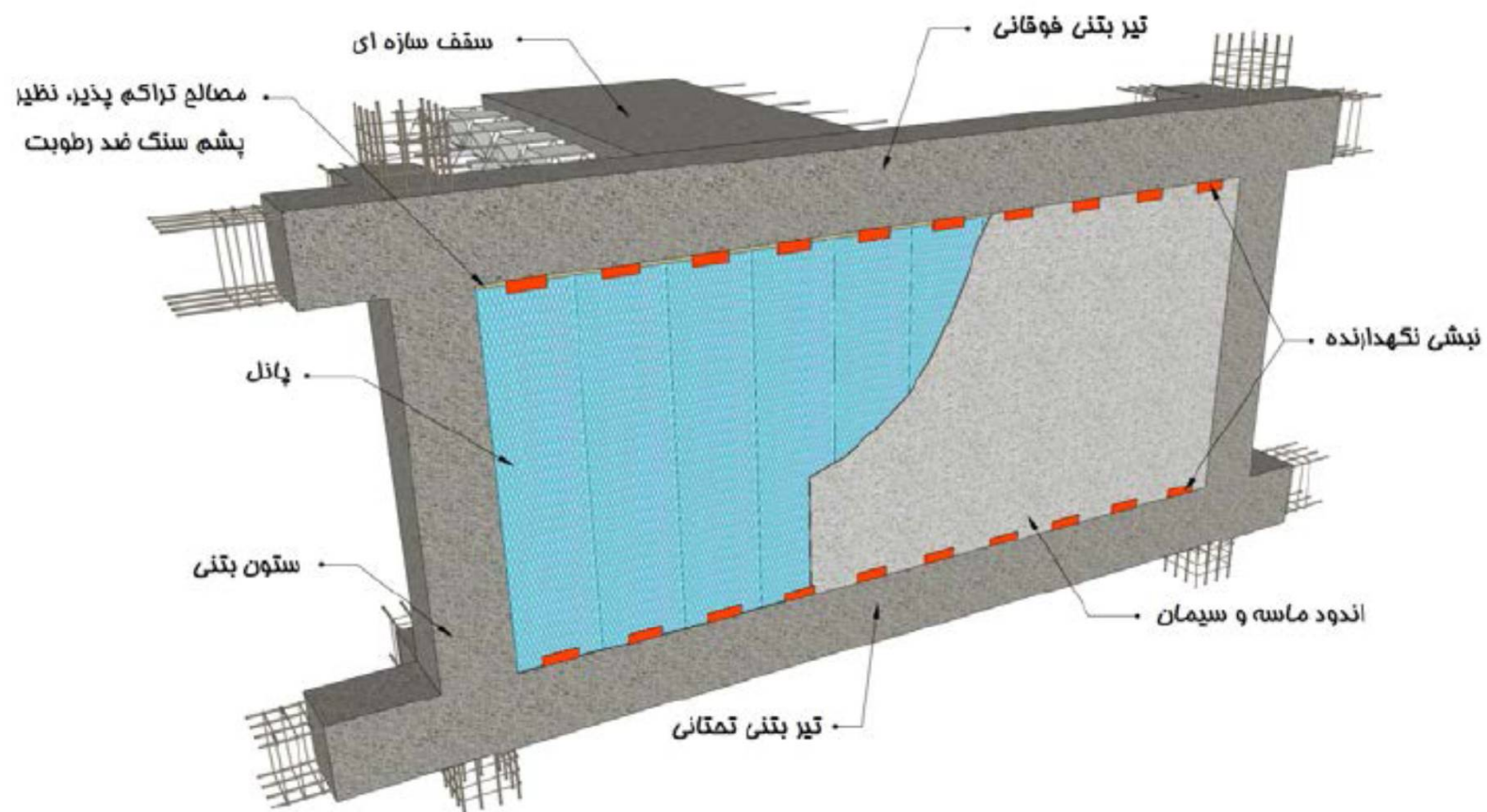
شکل پ ۶-۱۹- مسلح کردن دیوارها با استفاده از نوارهای شبکه الیاف شیشه یا کربن



شکل پ ۶-۲۲- جزئیات نحوه قرارگرفتن صفحات انتظار جهت اتصال مهار دیوار در تیر و ستون بتنی



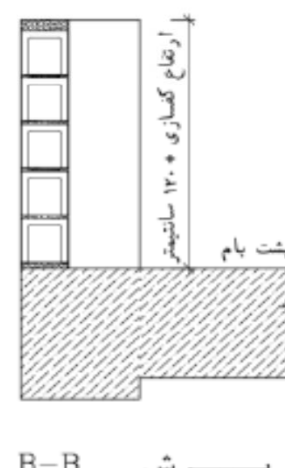
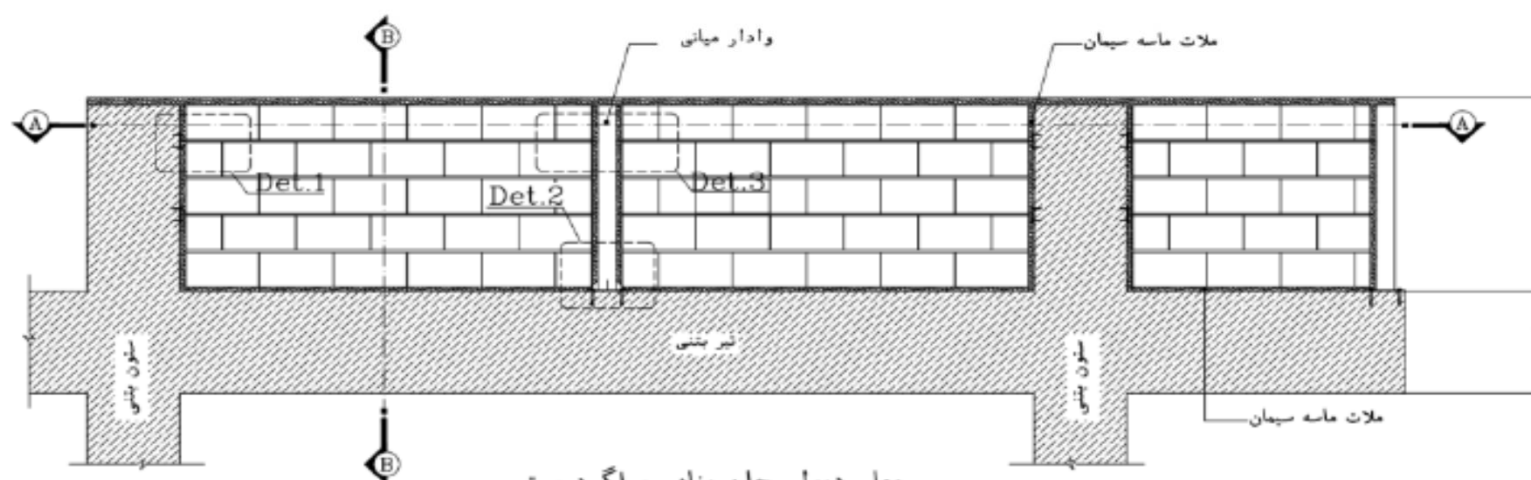
شکل پ ۶-۲۳- جزئیات نحوه مهار دیوار پانلی در قسمت فوقانی

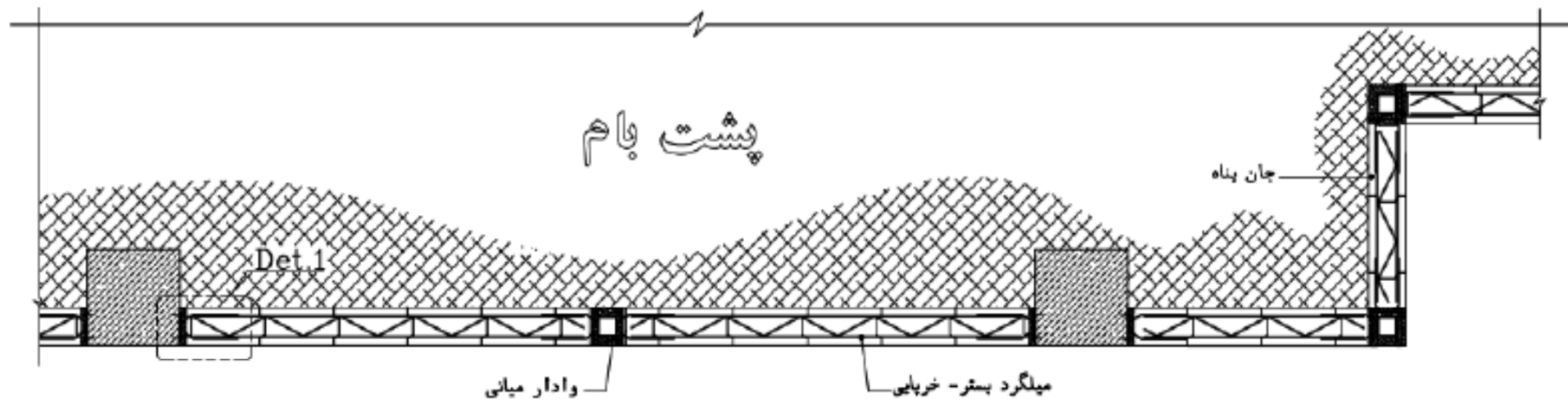


شکل پ ۶-۲۴- مهار خارج از صفحه قسمت فوقانی دیوار دارای ریشه کاشت در پایین دیوار توسط نبشی یا ناودانی

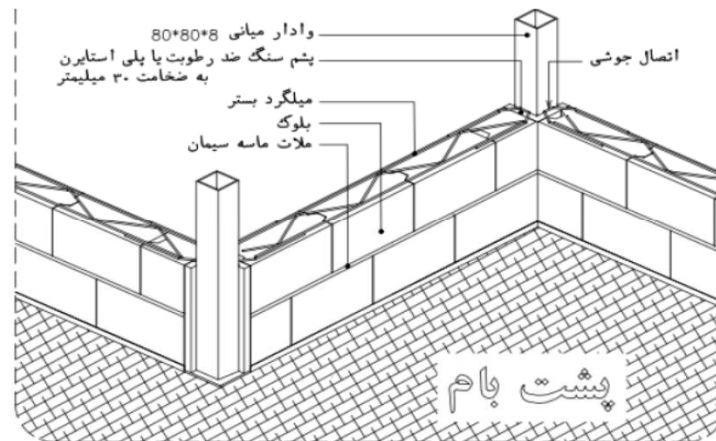
پ ۶-۱-۴-۶- جان پناه‌ها

با توجه به ضوابط سازمان آتش‌نشانی حداقل ارتفاع جان پناه‌ها $۱/۲$ 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 جان پناه می‌باشد (شکل پ ۶-۳۵). در فاصله بین ستون‌ها در صورت نیاز با اجرای وادار طبق جزئیات ارائه شده، طول آزاد دیوار کوتاه شده و دیوار جان پناه بین وادارها باید به نحو مناسبی مشابه جزئیات ارائه شده در شکل پ ۶-۳۶ یا روش‌های مشابه جهت تحمل بارهای خارج صفحه مسلح شود.



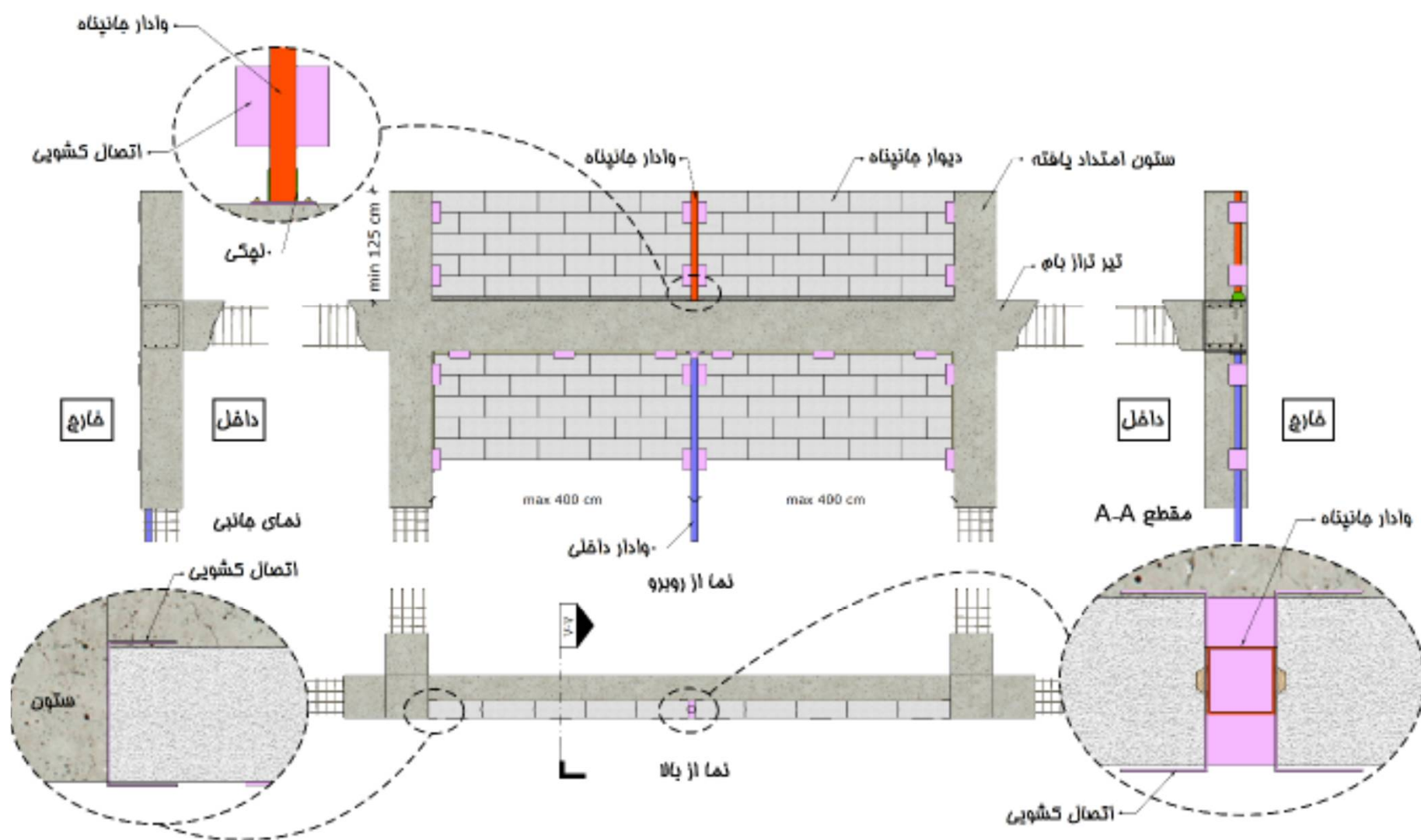


برش A-A



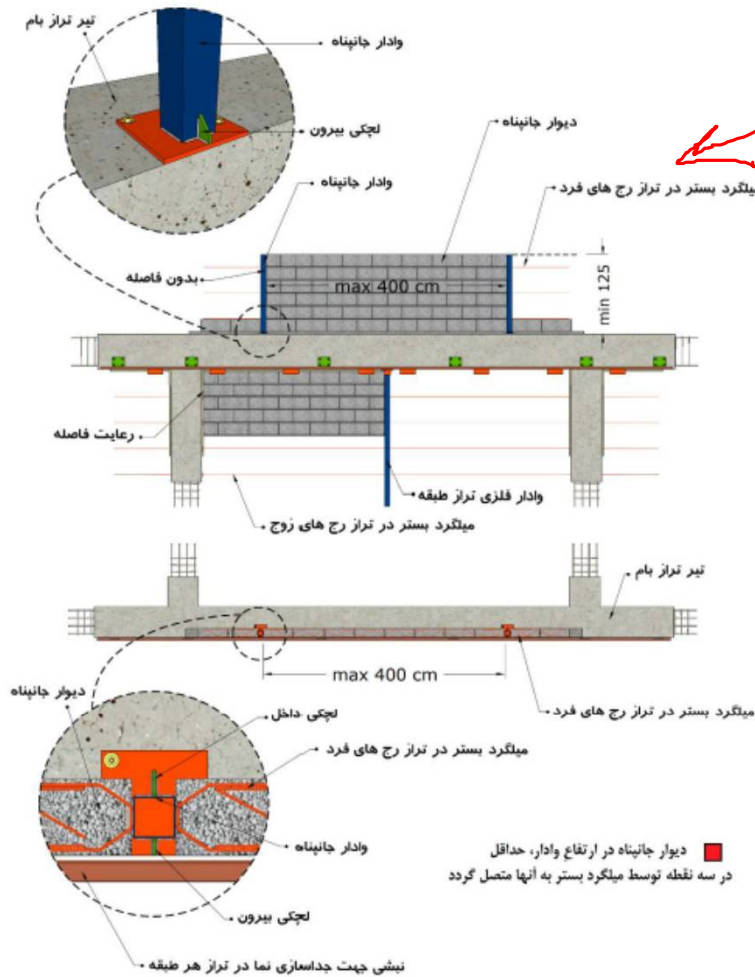
Perspective

شکل پ ۳۶-۶- مهارجان پناه بنائی توسط وادار فلزی

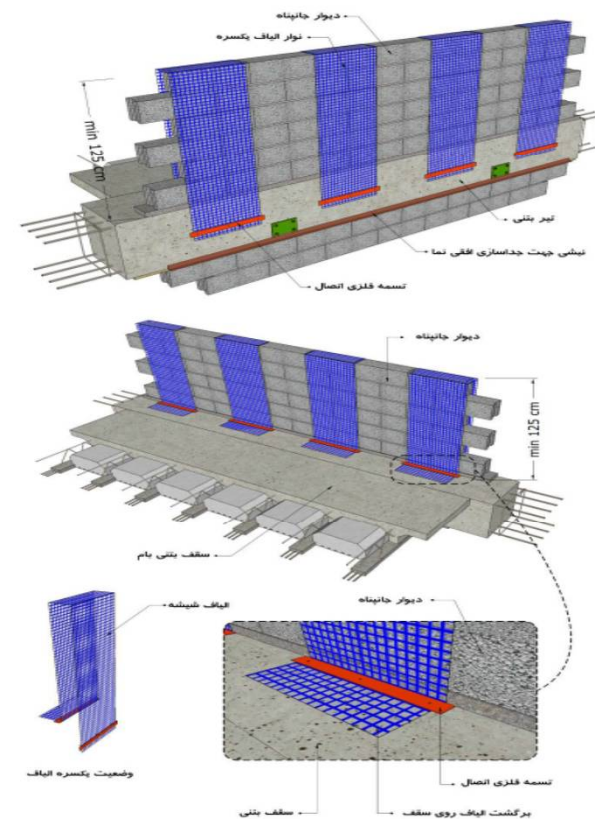


شکل ۱۲-۳۲- نحوه مهار جان پناه غیر مسلح بنائی با استفاده از ادامه دادن ستون ها

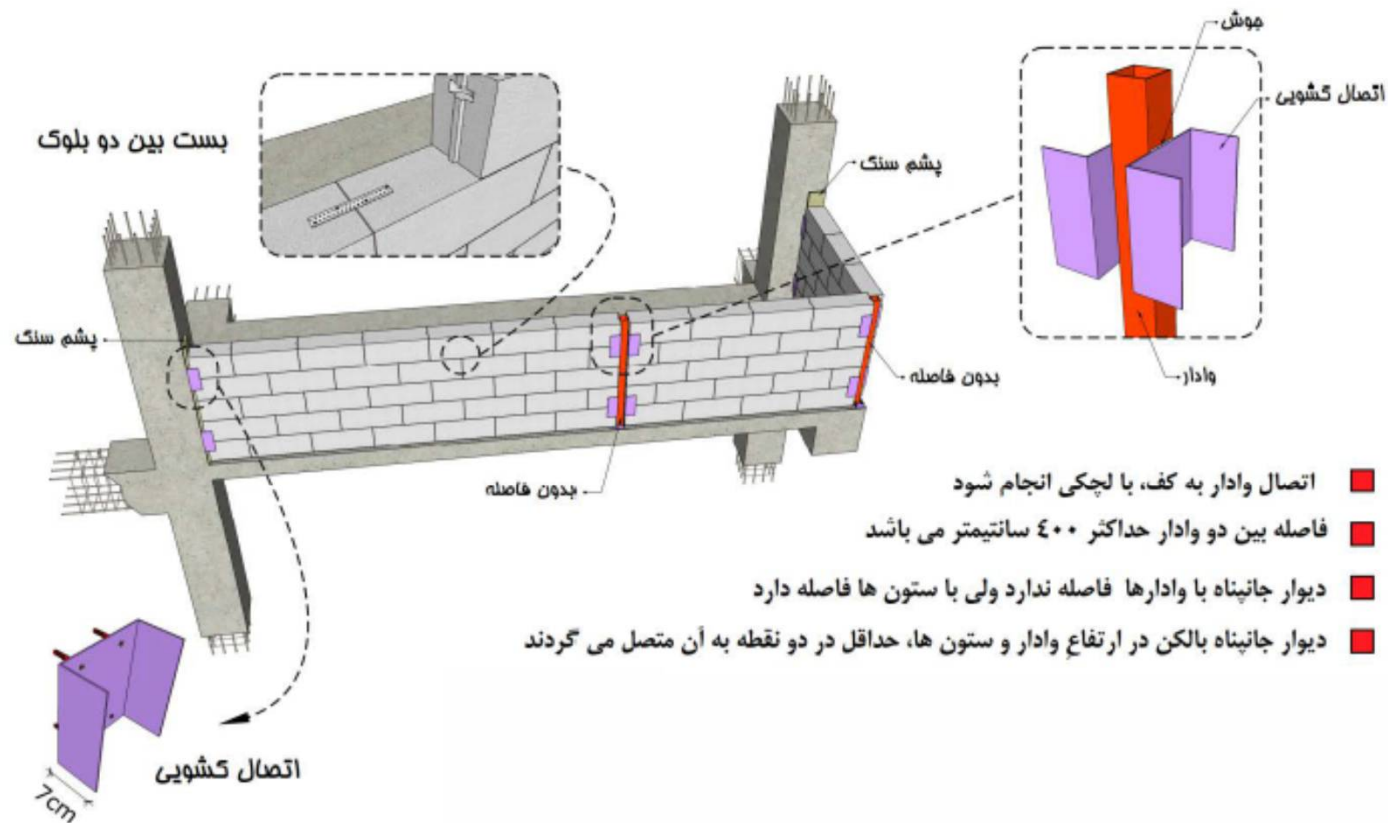
در صورتی که امکان ادامه دادن ستون‌ها وجود نداشته باشد یا در صورت وجود پیش آمدگی در تراز بام، می‌توان طبق جزئیات شکل (۱۲-۳۳) دیوار جان پناه را با اجرای وال پست در فواصل ۴ متر و تسلیح دیوار در فواصل آن پایدار نمود.



شکل ۱۲-۳۳- مهار جان پناه بنائی توسط وادار فلزی

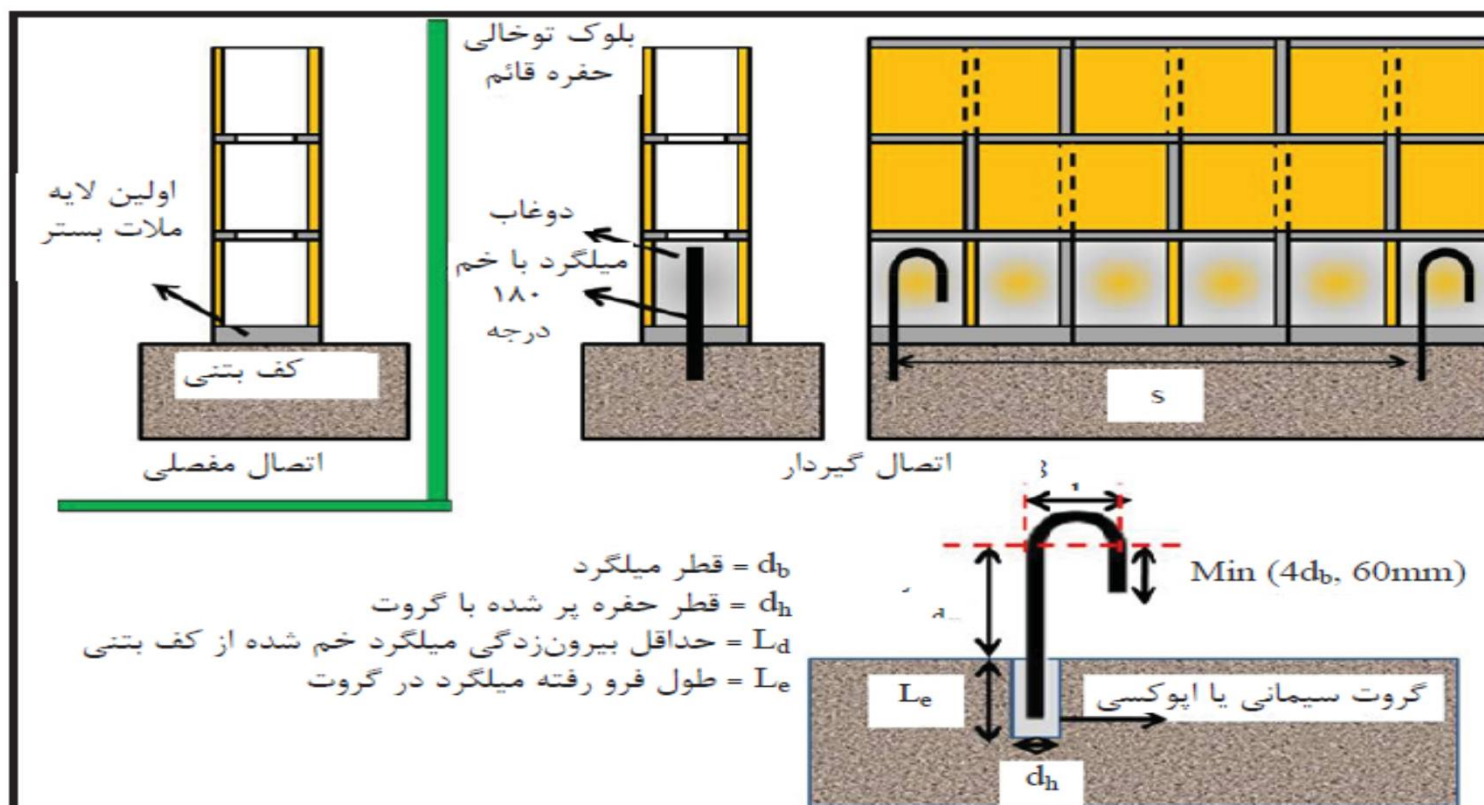


شکل ۱۲-۳۵- نمونه‌ای از تسلیح دیوار جان پناه با استفاده ملات مسلح شده با مش الیاف و جزئیات اجرای آن

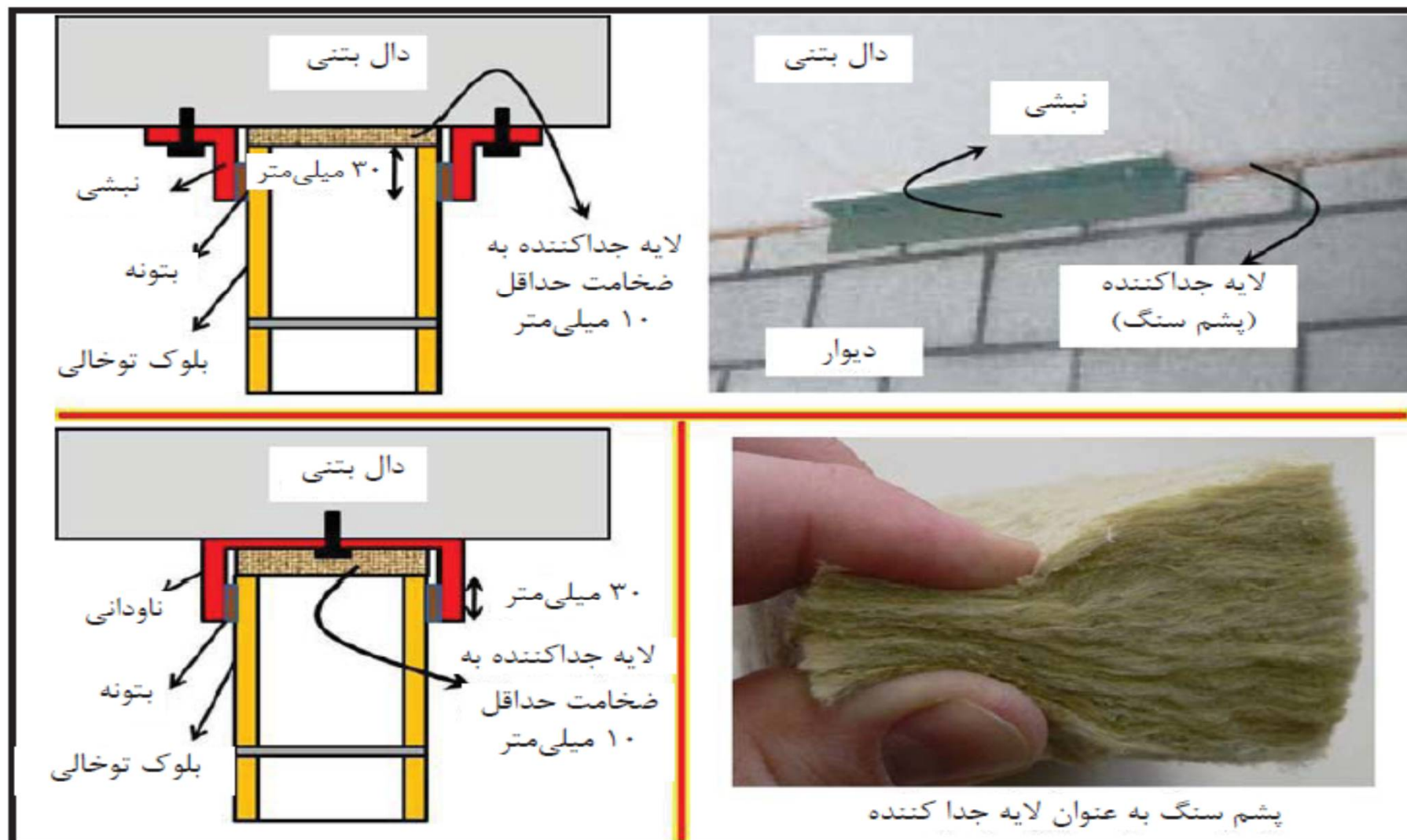


شکل ۱۲-۳۶- نمونه ای از اجرای دیوار بالکن ساختمان

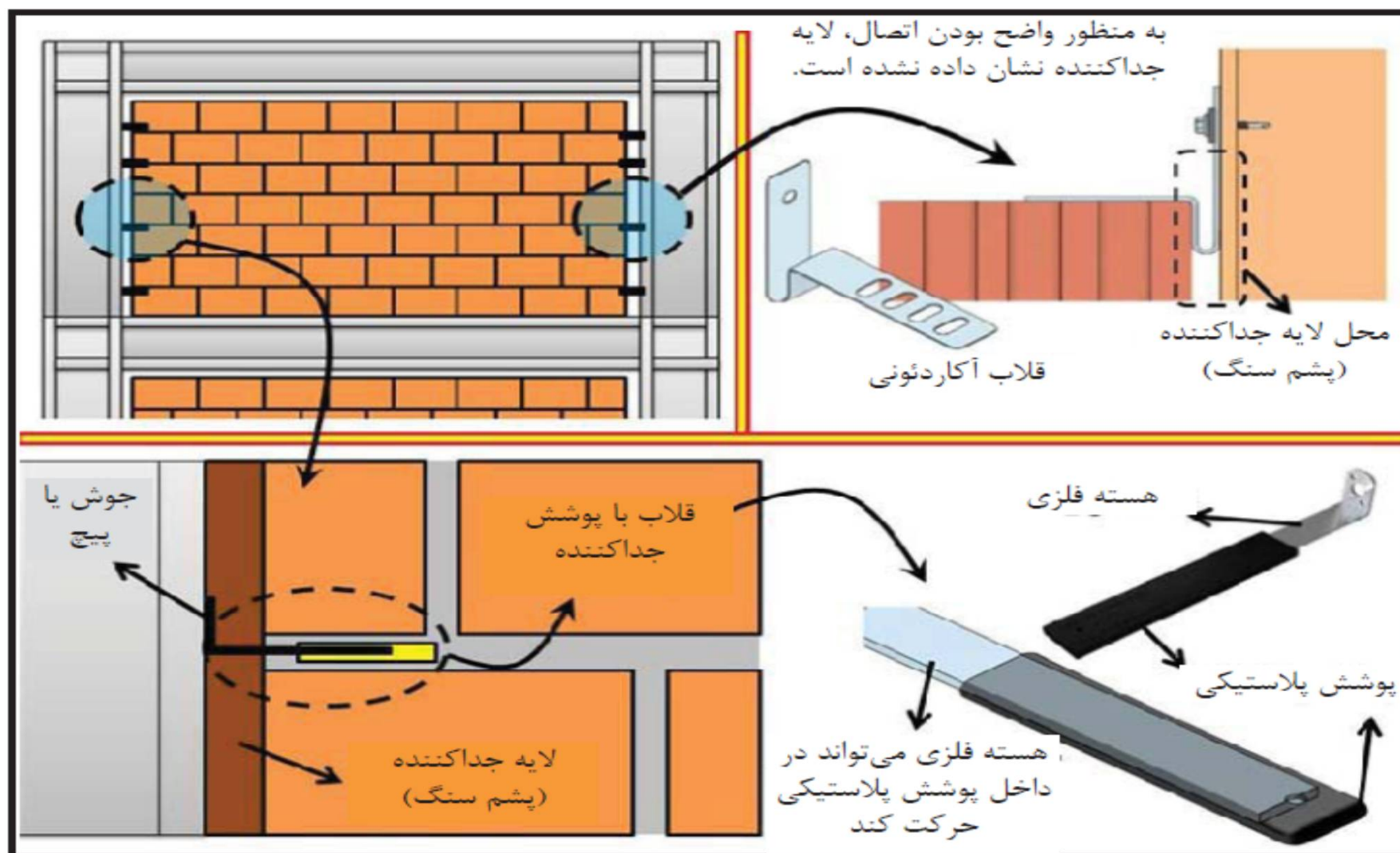
جزئیات اجرایی



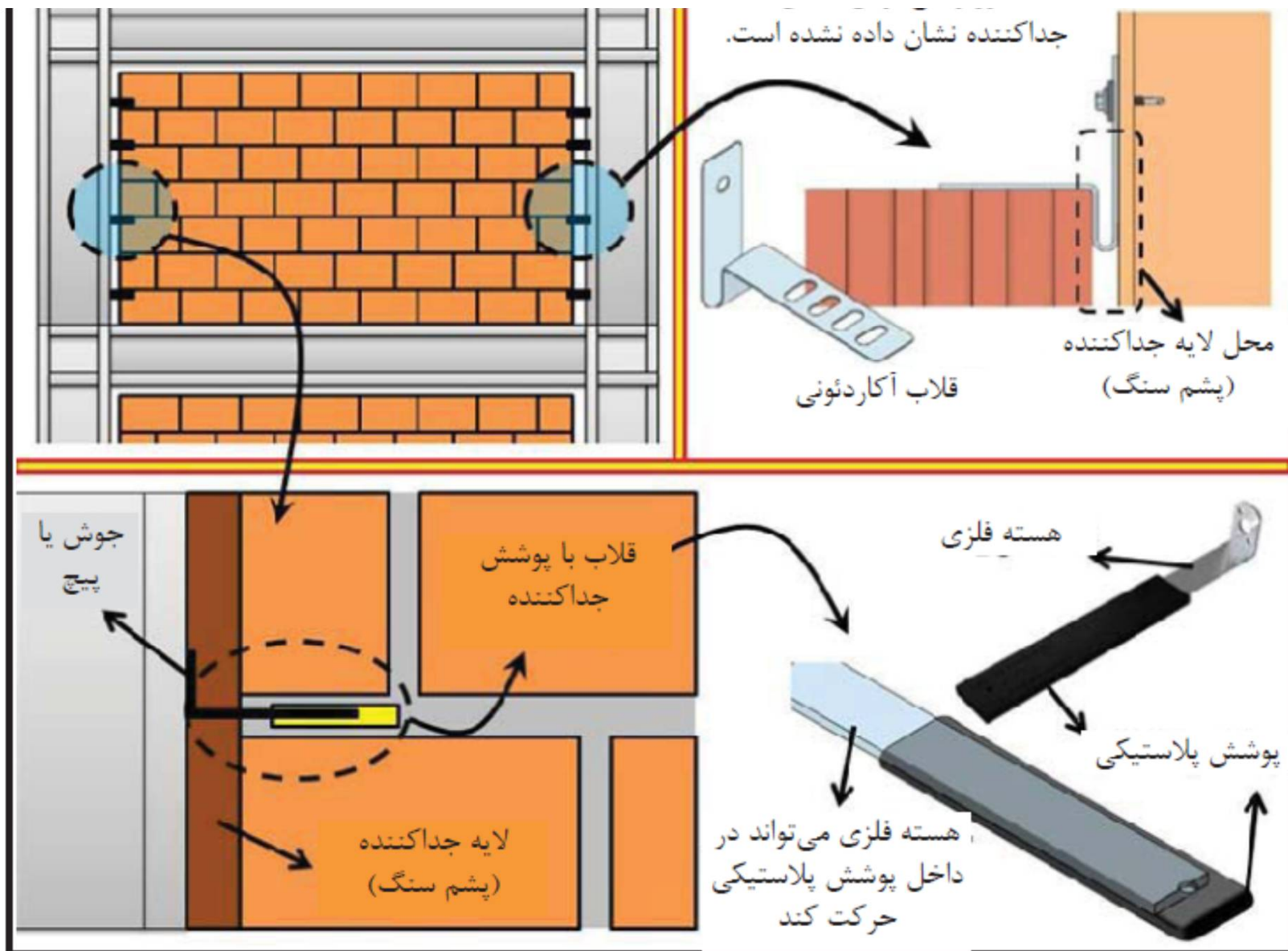
شکل ۶-۲- اتصال مفصلی و گیردار دیوار بنایی غیرسازه‌ای به کف



شکل ۶-۳- اتصال مفصلی دیوار به سقف



شکل ۶-۴- اتصال جداشده دیوار به ستون با استفاده از قلاب با پوشش جدا کننده و قلاب آکاردئونی



۶-۴-۳- اتصال دیوار به ستون و یا به دیوار سازه‌ای

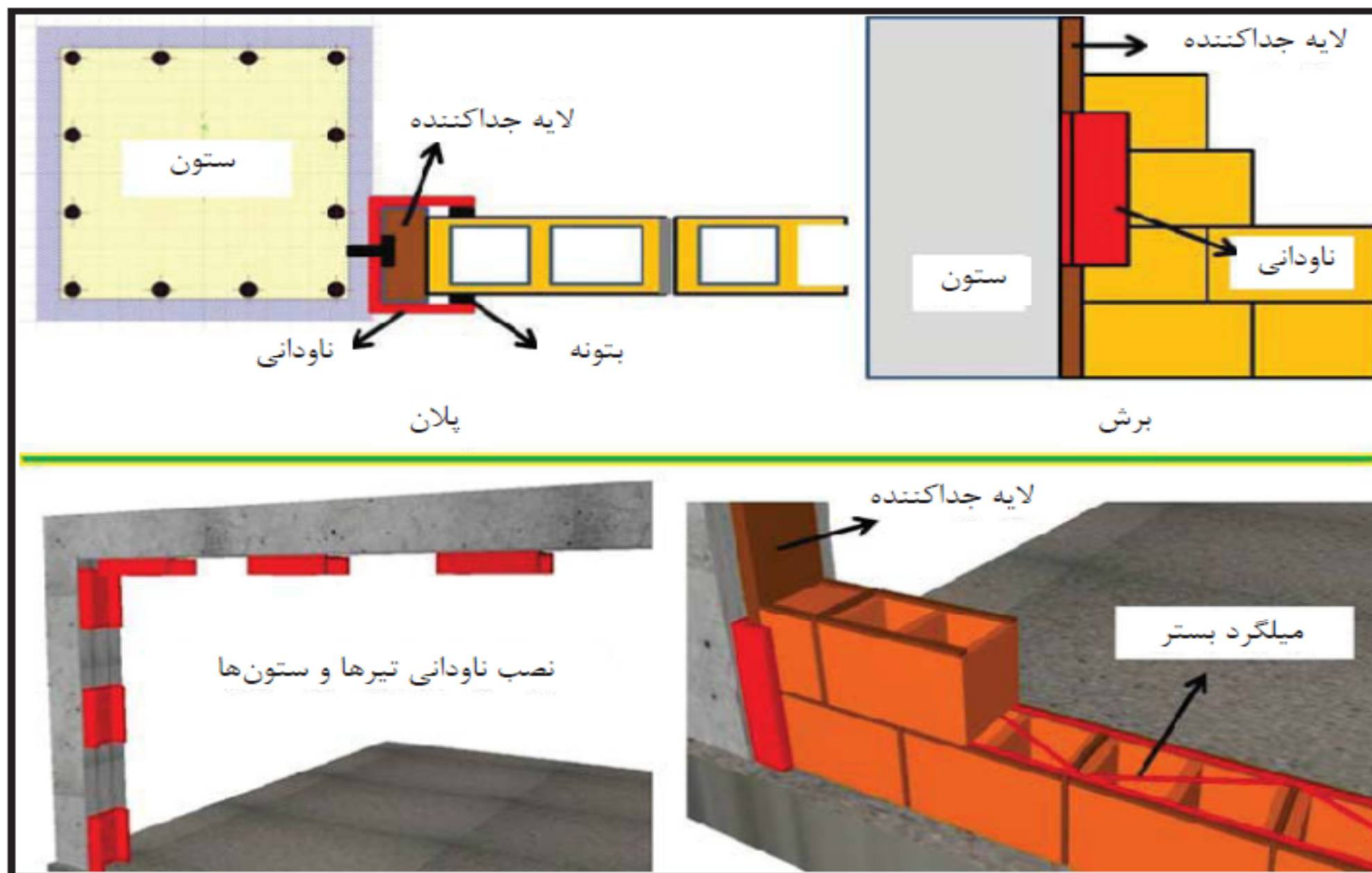
در صورتی که دررفت غیرالاستیک طبقه‌ای از ۰/۰۰۳ بیش‌تر باشد، لازم است کلیه دیوارهای غیرباربر داخلی و پیرامونی از سیستم باربر جانبی سازه جدا شوند. طریقه جداکردن دیوار از تیرهای سقف یا دال بتنی سقف در بند ۶-۴-۲ بیان شد، فلذا در این بند به سه روش جداسازی دیوار از ستون یا دیوارهای سازه‌ای اشاره می‌شود (شکل‌های (۶-۴) و (۶-۵)). کلیه اتصالات نشان داده شده در این بند مفصلی می‌باشند. لازم است فاصله مابین دیوار و ستون به اندازه حداکثر دررفت غیرالاستیک طبقه در زلزله طرح (دوره بازگشت ۴۷۵ سال) اتخاذ گردیده و این فاصله با لایه جداکننده نرمی همانند پشم سنگ پر شود. برای سازه‌های متعارف، معمولاً فاصله لازم مابین دیوار و ستون بین ۲۰ تا ۶۰ میلی‌متر می‌باشد.

اتصال دیوار به ستون باید به نحوی باشد که اتصال هیچ قیدی در برابر نیروهای داخل صفحه دیوار فراهم نکند. بدین ترتیب در هنگام زلزله، جابجایی سیستم باربر جانبی تقاضای اضافه‌ای را بر دیوار اعمال نخواهد کرد. در عین حال لازم است اتصال قادر به تحمل نیروهای خارج از صفحه دیوار نیز باشد. دو نوع اتصال با استفاده از قلاب با پوشش جدا کننده و قلاب آکاردئونی در شکل (۶-۴) نشان داده شده است. در هر دو اتصال دیوار در جهت داخل صفحه از قاب جدا شده و در عین حال قلاب‌ها قادر به تحمل نیروهای خارج از صفحه دیوار می‌باشند.

۵-۵-۳- الزامات عمومی لرزه‌ای

- دیوارهای غیرسازه‌ای داخلی و پیرامونی باید از سیستم باربر جانبی به نحو مناسبی جدا شوند، به طوری که تنها نیروی وارده به آنها در حین زلزله، نیروی ناشی از اینرسی خود دیوار باشد.
- در صورتی که دریافت غیرالاستیک طبقه (در امتداد صفحه دیوار) در زلزله طرح از 0.003 تجاوز نکند، اتصال مستقیم دیوارهای غیرسازه‌ای به سازه اصلی بلامانع است.
- دیوارهای غیرسازه‌ای لازم است در جهت افقی و یا در جهت قائم (نه هر دو) دارای حداقل تسلیحات به صورت زیر باشند:
 - دیوار درجهت افقی دارای حداقل میلگرد بستر خرپایی یا نردبانی با قطر مفتول ۴ میلی‌متر باشد به طوری که میلگردهای بستر در فواصل حداکثر برابر ۵۰۰ میلی‌متر یا دو ردیف (هر کدام کم‌تر بود) در ارتفاع دیوار توزیع شده باشند.

- تعبیه میلگرد قائم به قطر حداقل ۱۳ میلی‌متر و توزیع آن در هر ۱۲۰۰ میلی‌متر از طول دیوار. لازم است در محدوده ۴۰۰ میلی‌متری انتهایی دیوار نیز میلگرد قائم تعبیه گردد. به جای میلگرد می‌توان از میلگرد بستر قائم نیز استفاده شود به شرطی که نسبت آرماتور آن معادل نسبت آرماتور فوق باشد.
- برای دیوارهای ساخته شده از بلوک AAC تعبیه میلگرد حداقل ضرورت ندارد مگر اینکه محاسبات وجود تسلیحات را لازم بدانند.
- در دیوارهایی که دهانه آن‌ها صرفاً به صورت افقی است لازم است از میلگرد بستر حداقل و در دیوارهایی که دهانه آن‌ها صرفاً به صورت قائم است، باید از آرماتور حداقل قائم استفاده شود. در صورتی که دیوار دارای عملکرد دوطرفه باشد (وجود تکیه‌گاه در سه یا چهار لبه دیوار)، استفاده از هریک از آرماتورهای حداقل قائم یا افقی مجاز می‌باشد.

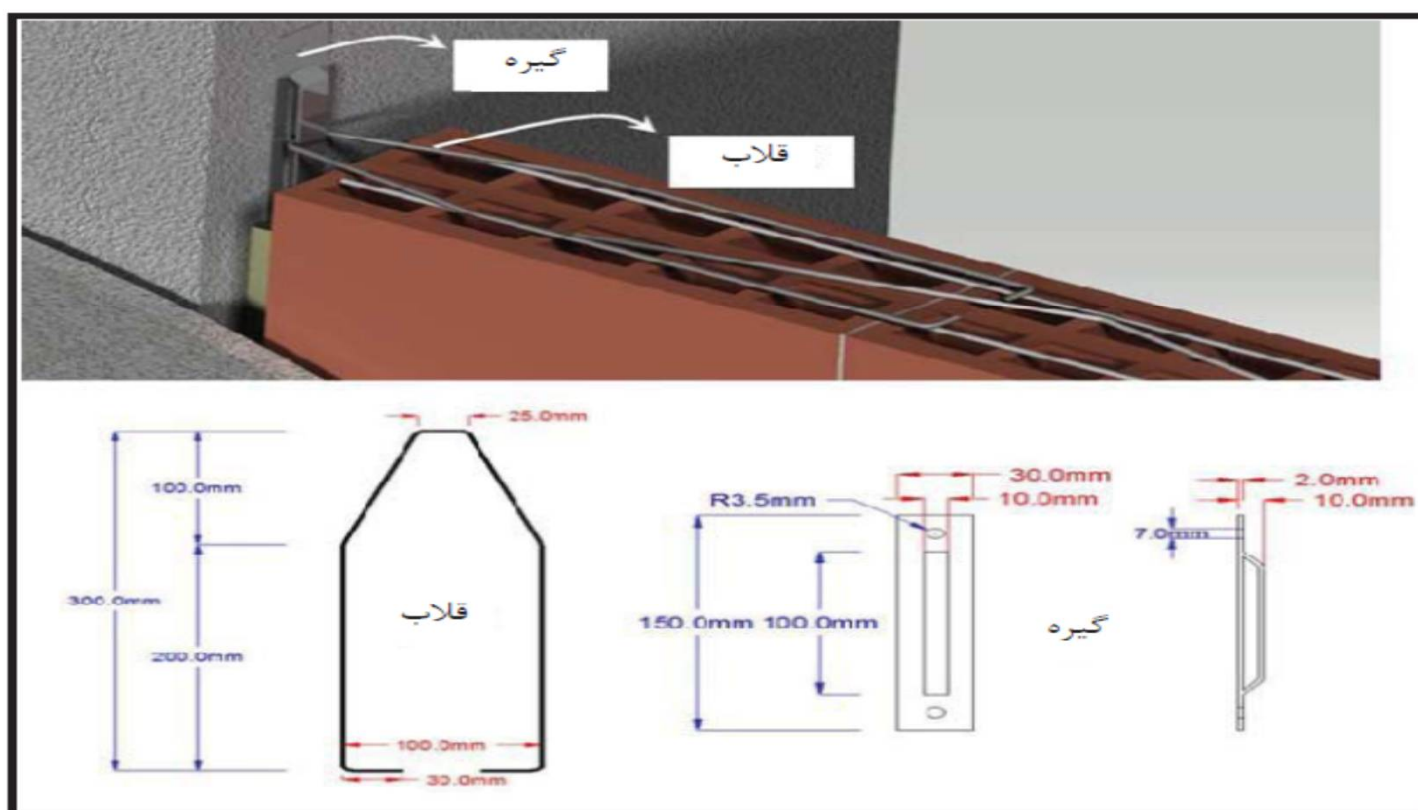


شکل ۶-۵- اتصال جداشده دیوار به قاب سازه‌ای با ناودانی و لایه جداکننده

— **اتصال جداشده با نبشی و یا ناودانی:** همان طور که شکل (۵-۶) نشان می دهد، فراهم نمودن اتصال جداشده دیوار به ستون با استفاده از لایه جداکننده (پشم سنگ) و دو عدد نبشی یا یک عدد ناودانی نیز امکان پذیر است. این اتصال کاملاً مشابه اتصال جداشده دیوار به سقف می باشد با این تفاوت که امتداد لبه مقید شده دیوار در این حالت به صورت قائم می باشد. ناودانی یا نبشی می تواند به صوت ممتد یا منقطع باشد و باید به نحوی طراحی شود که بتواند برش سهم لبه دیوار را به ستون منتقل کند (بر اساس سطح بارگیر لبه دیوار). در مورد ستون ها یا دیوارهای برشی بتنی، ناودانی با پیچ متصل شده و در مورد ستون های فولادی ناودانی باید به ستون جوش شود. لازم است عرض بال نبشی یا ناودانی به قدری باشد که در بدترین شرایط حداقل ۳۰ میلی متر از دیوار در داخل ناودانی یا مابین دو نبشی قرار گیرد. در این صورت حداقل عرض بال نبشی یا ناودانی برابر دو برابر ضخامت لایه جداکننده به علاوه ۳۰ میلی متر می باشد.

در صورتی که دریافت غیرالاستیک طبقه از ۰/۰۰۵ کمتر باشد، می توان از قلاب و گیره به منظور اتصال دیوارهای غیرباربر داخلی و پیرامونی به ستون ها استفاده نمود. لازم است قلاب و گیره هر دو از جنس فولاد

گالوانیزه باشند به نحوی که ضخامت ورق مصرفی در گیره حداقل ۲ میلی متر و قطر مفتول مصرفی در قلاب حداقل ۳/۵ میلی متر باشد. در این صورت ظرفیت قلاب در امتداد خارج از صفحه دیوار لازم است بر اساس ظرفیت برشی یکی از مفتول های خود محاسبه گردد. در صورت تایید عملکرد بر اساس نتایج عددی و یا آزمایشگاهی، استفاده از اتصال قلاب و گیره در دررفت های بالاتر از ۰/۰۰۵ بلامانع می باشد.

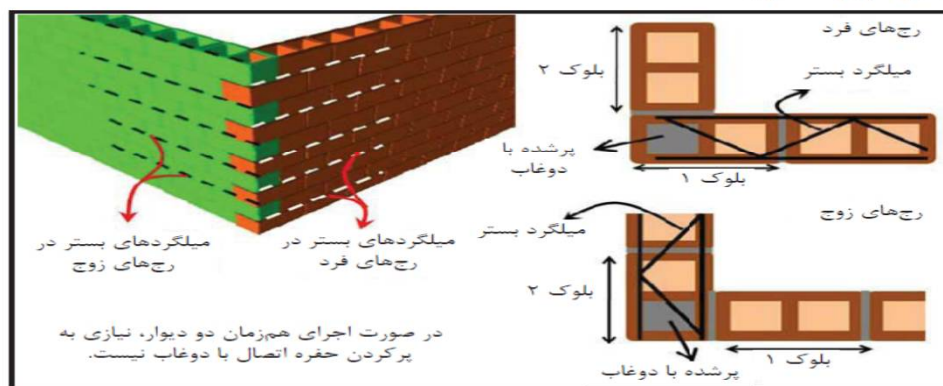


شکل ۶-۶- اتصال جدانشده دیوار به ستون با استفاده از قلاب و گیره (Tie and Anchor)

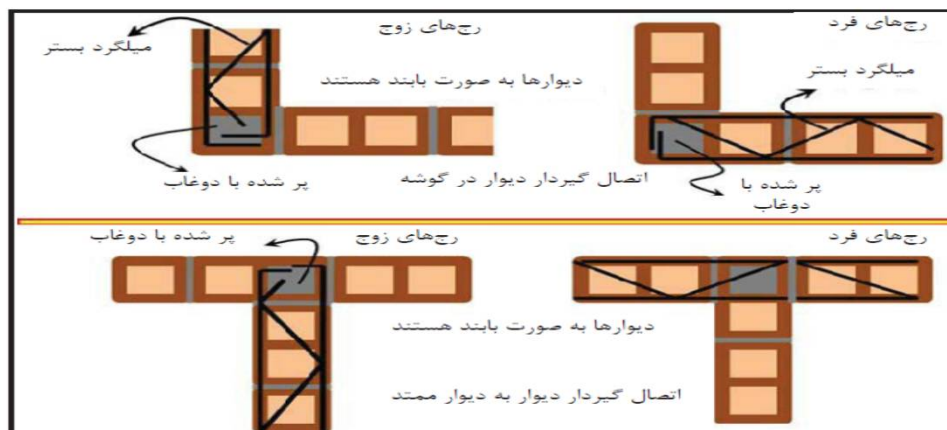
- اتصال با استفاده از پیوند بنایی (لابند واحدهای بنایی)

مطابق شکل (۶-۶) در صورتی که از پیوند بنایی به منظور اتصال دیوار به دیوار استفاده شود، دو دیوار باید به صورت همزمان ساخته شوند. در غیر این صورت لازم است بلوک‌ها به صورت حفره قائم بوده و حفره اتصال با دوغاب پر شود. این اتصال به صورت مفصلی عمل خواهد نمود. شایان ذکر است که اگر در این نوع اتصال دو دیوار به صورت همزمان ساخته نشوند، در محل اتصال، ملات بستر نمی‌تواند به صورت مناسب (تحت فشار) اجرا شود. لذا لازم است برای تامین پیوستگی از دوغاب استفاده نمود. در این اتصال بهتر است میلگردهای بستر دو دیوار تا داخل انتهای دیوار به شکل مستقیم امتداد یابند. همچنین برای سهولت در تعبیه میلگردهای بستر، بهتر است میلگردهای بستر دو دیوار در رجهای متوالی قرار گیرند.

برای اتصال دیوار عمود بر دیوار ممتد نیز می‌توان از روش فوق استفاده نمود که در این صورت اتصال حاصله برای دیوار قطع شده به صورت مفصلی بوده اما برای دیوار ممتد به صورت گیردار می‌باشد (به شرطی که میلگردهای بستر دیوار ممتد به صورت پیوسته در محل اتصال ادامه یافته و قطع نشوند). شایان ذکر است که اگر انتهای مفتول‌های طولی میلگرد بستر به صورت خم ۹۰ درجه تبدیل شده و حفره پیوند نیز با دوغاب پر شود، می‌توان اتصال با استفاده از پیوند بنایی را از حالت مفصلی به گیردار تبدیل نمود. جزییات مربوطه در شکل (۶-۷) نشان داده شده است. در این صورت نیازی به اجرای هم‌زمان دیوارها نمی‌باشد.



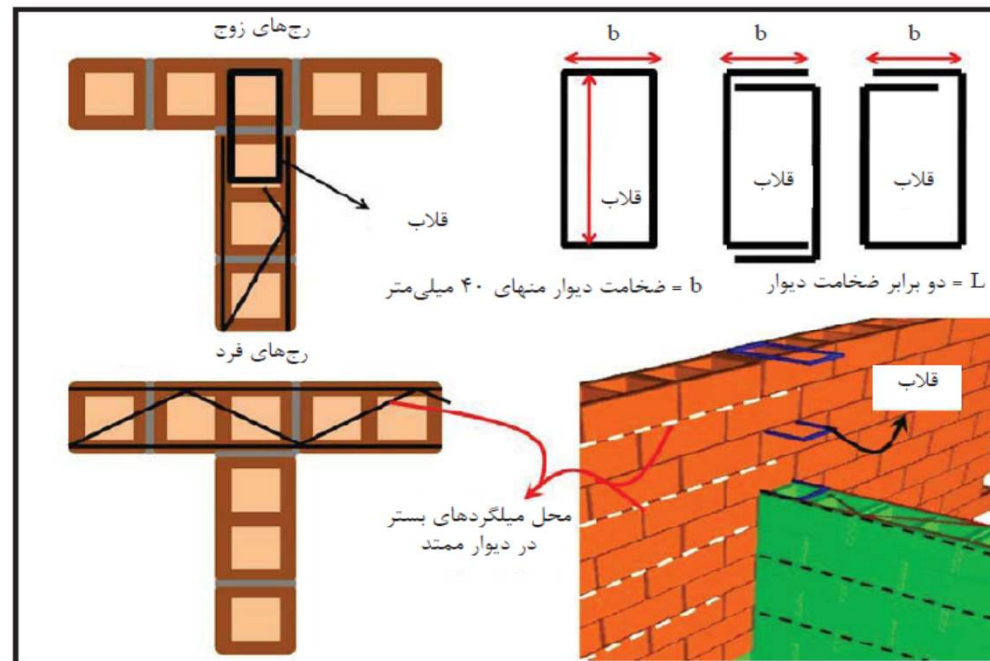
شکل ۶-۷- اتصال دیوار به دیوار با استفاده از پیوند بنایی (لابند) - اتصال مفصلی



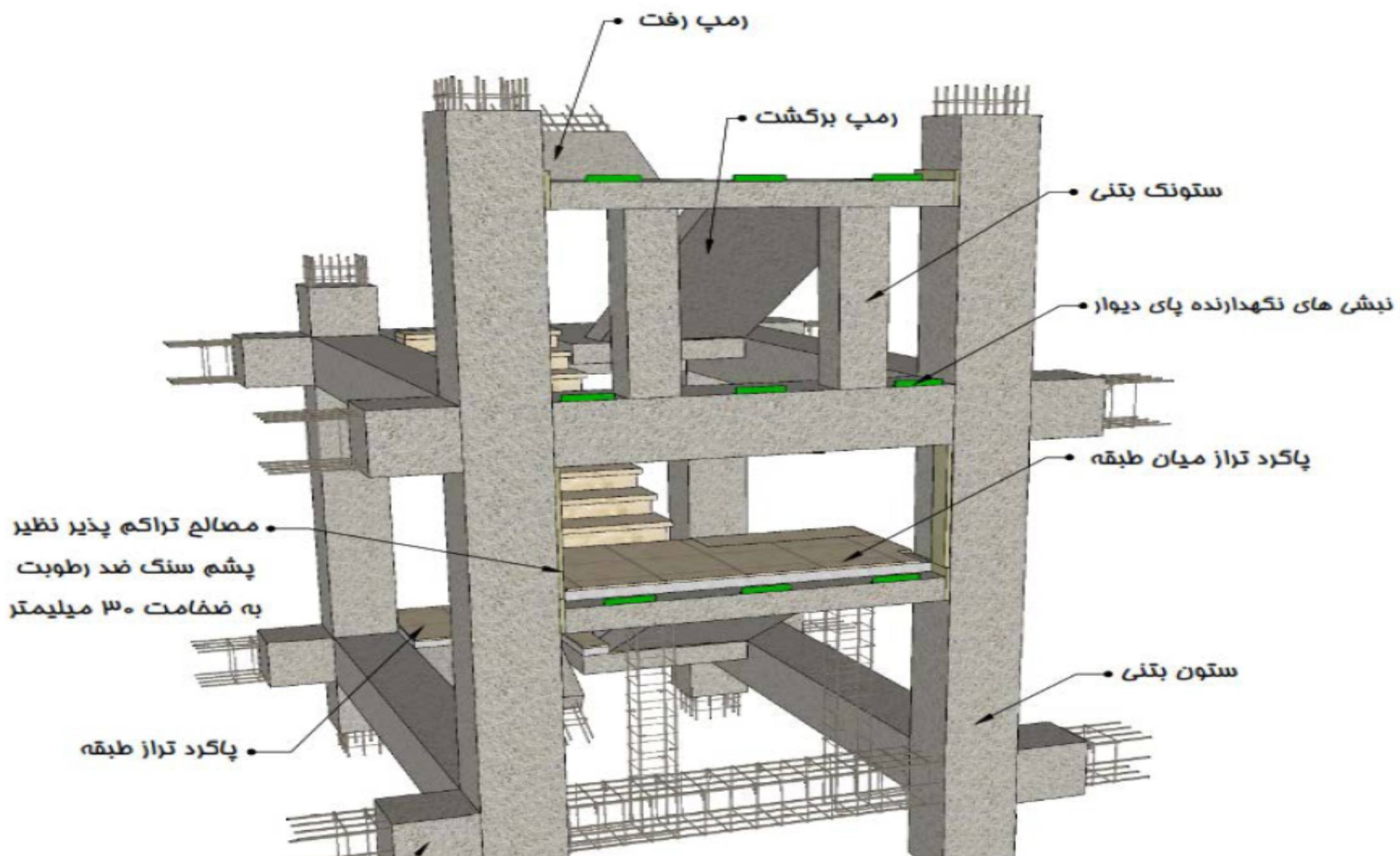
شکل ۶-۸- اتصال دیوار به دیوار با استفاده از پیوند بنایی (لابند) و میلگرد بستر - اتصال گیردار

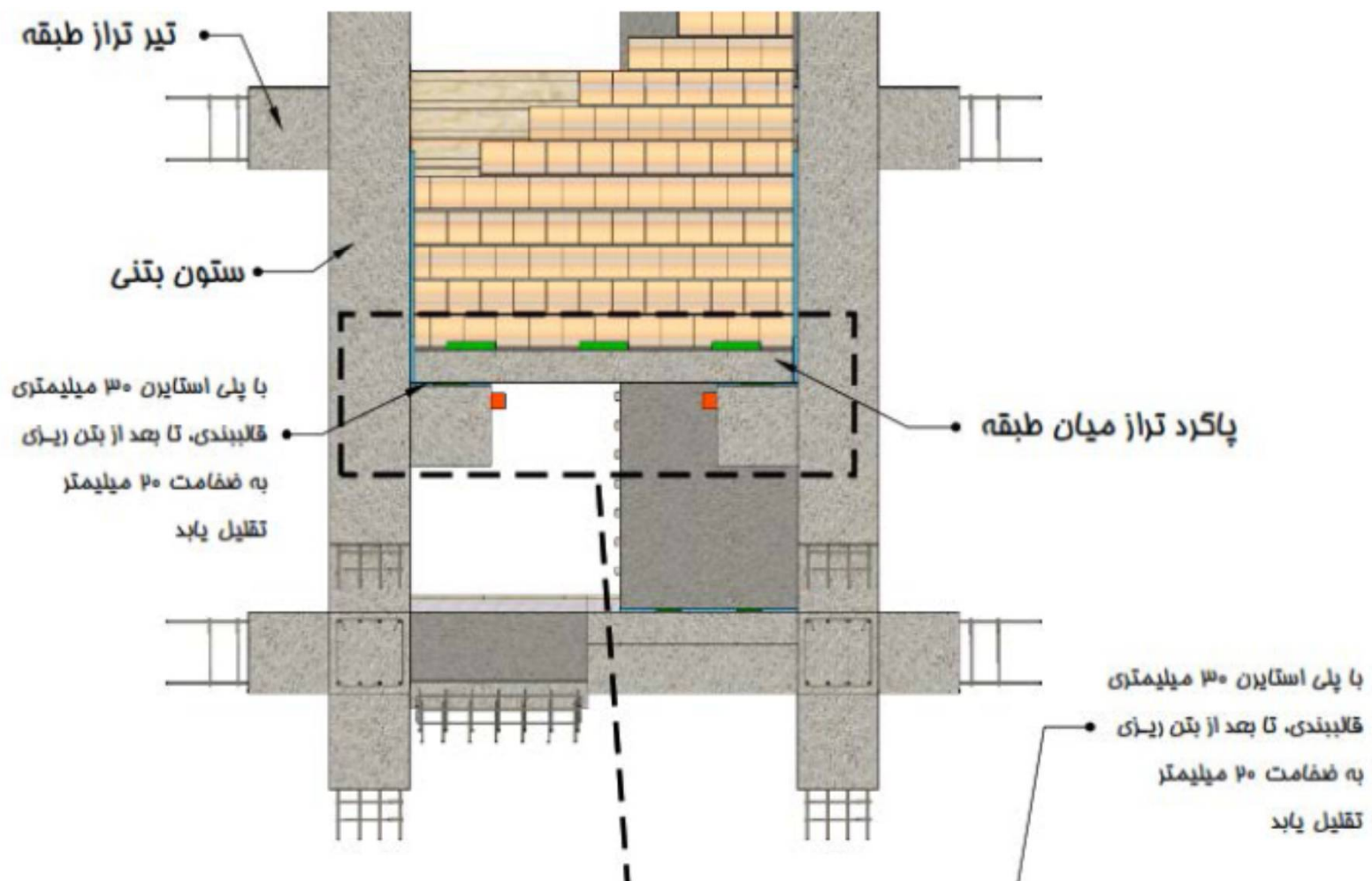
– اتصال با استفاده از قلاب و میلگرد بستر

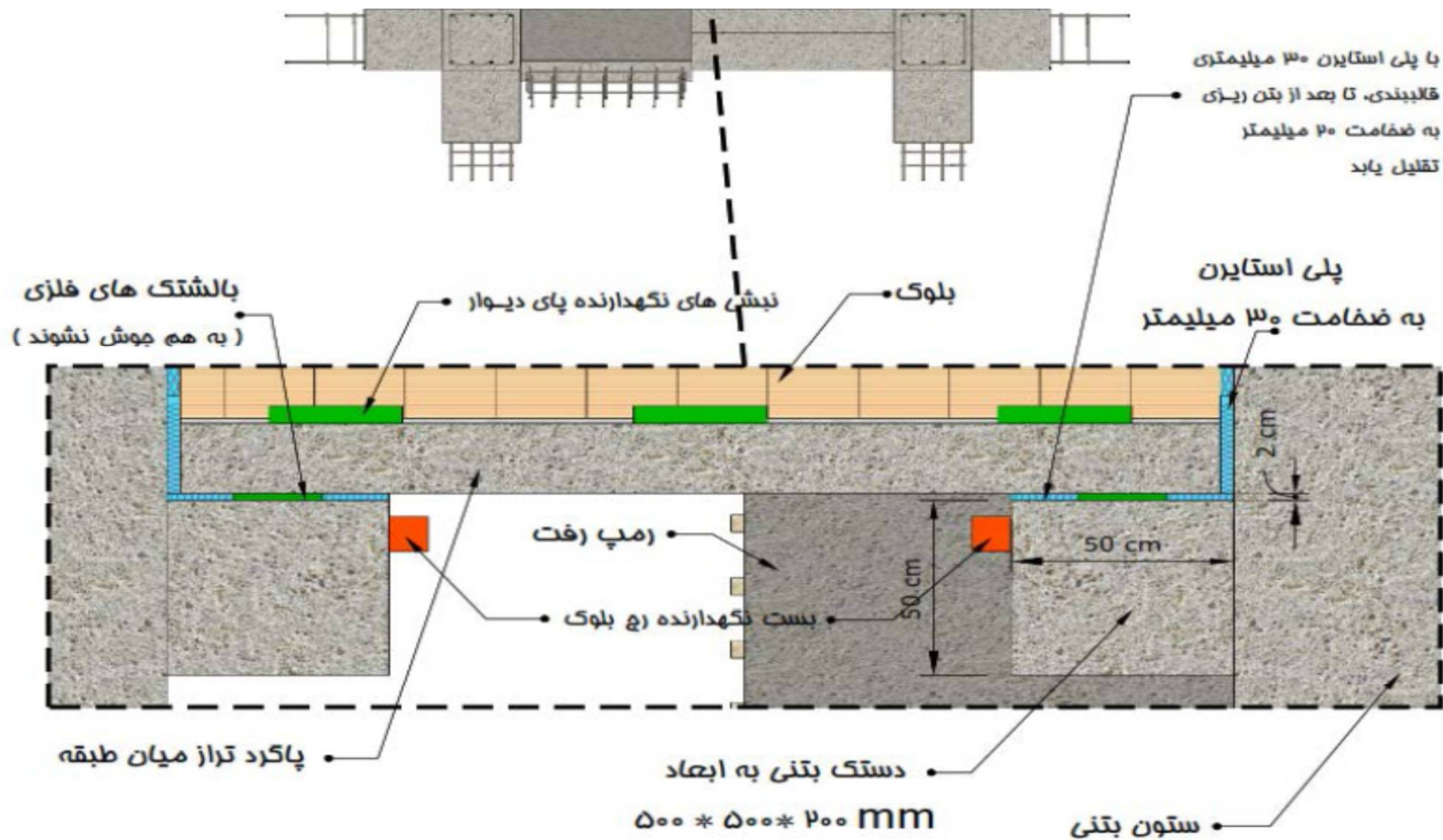
در صورت عدم استفاده از چینش لایند، می‌توان اتصال دو دیوار را با استفاده از قلاب‌های فولادی بر قرار نمود (مطابق شکل ۶-۸)). در این صورت چه دو دیوار به صورت هم‌زمان اجرا شوند و چه به صورت جدا، حفره‌های اتصال که قلاب نیز در محل آن‌ها قرار می‌گیرد لازم نیست با دوغاب پر شوند. اگرچه استفاده از دوغاب در محل اتصال همواره قابل توصیه بوده و به انسجام اتصال کمک خواهد نمود. اتصال حاصله برای دیوار قطع شده به صورت مفصلی می‌باشد. بدیهی است که دیوار ممتد در محل قطع دو دیوار، به شرطی که میلگردهای بستر آن قطع نشوند، دارای اتصالی گیردا خواهد بود. قطر مفتول قلاب‌ها نباید کمتر از قطر مفتول طولی میلگردهای بستر بوده و فاصله قلاب‌ها نیز در ارتفاع دیوار برابر فاصله میلگردهای بستر می‌باشد.



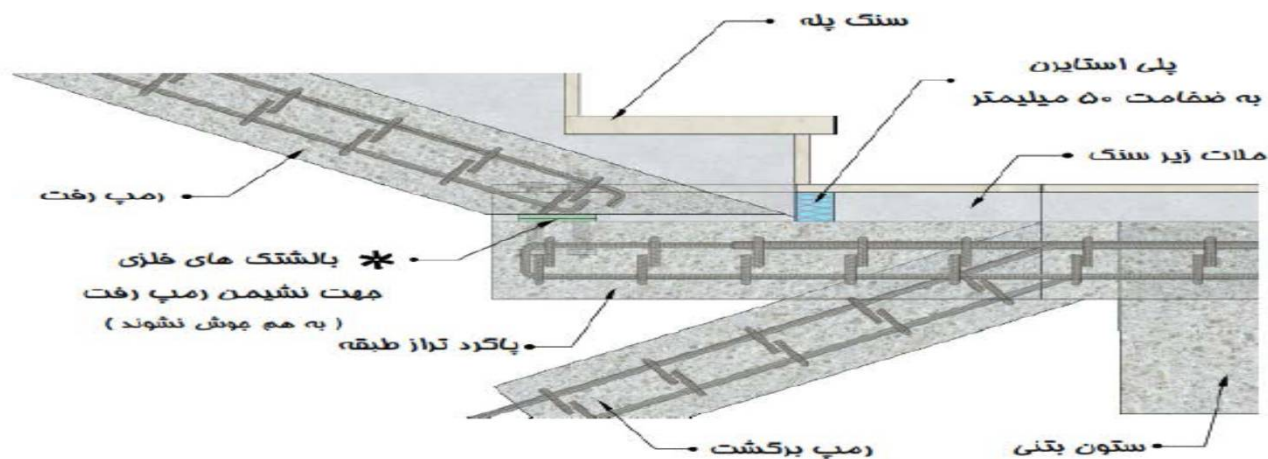
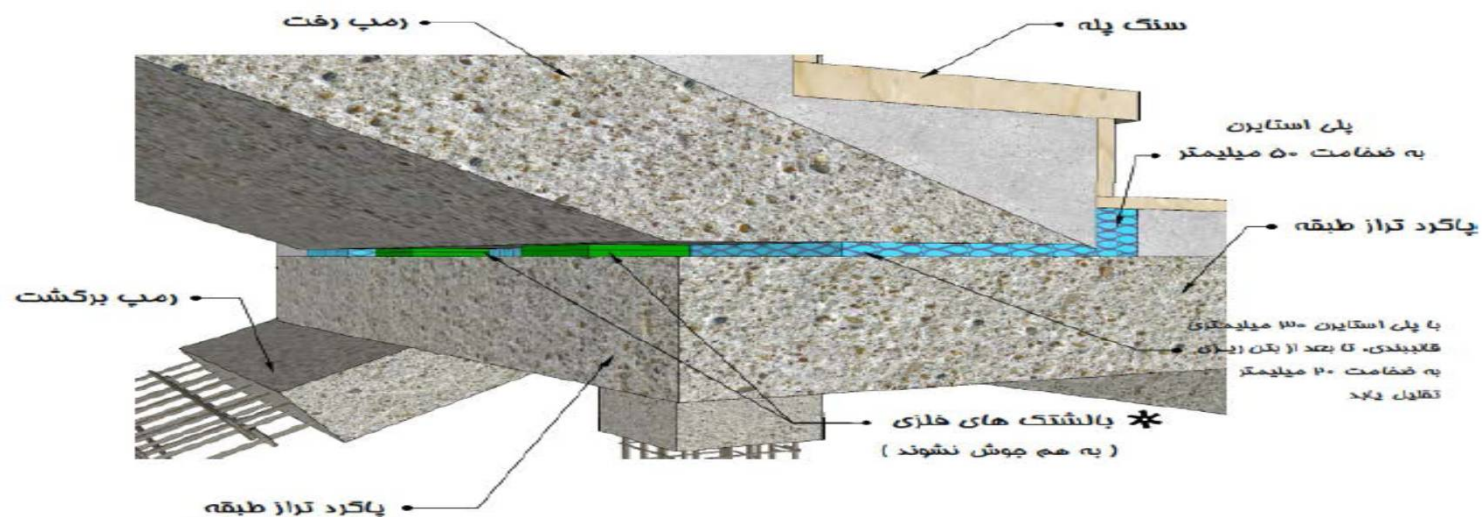
شکل ۶-۹- اتصال دو دیوار متعامد با استفاده از قلاب و میلگرد بستر – اتصال مفصلی







شکل پ ۶-۳۹- جزئیات اجرایی جداسازی نشیمن پاگرد راه پله در تراز نیم طبقه



* در صورتیکه عرض رمل پله بیشتر از ۱۲۰۰ میلیمتر باشد، تعداد

بالشتک های فلزی در سه ردیف اجرا می شوند

شکل پ ۶-۴۰- جزئیات اجرایی جداسازی نشیمن پاکرد راه پله در تراز طبقه

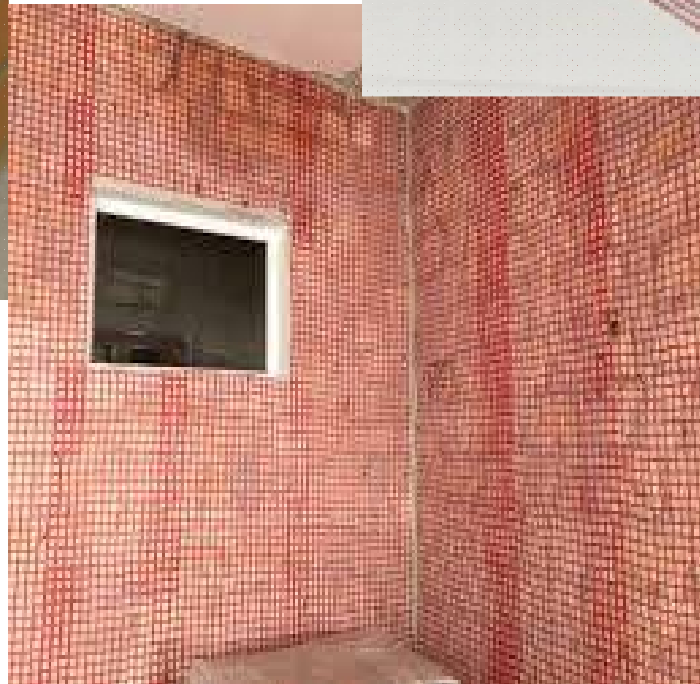
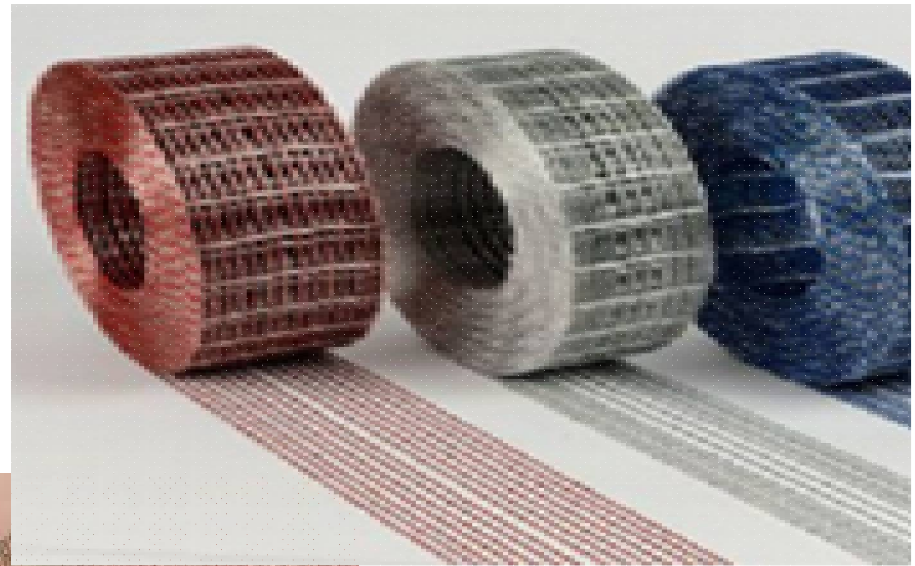
Appendages and ornamentations	2½	2½	2
Signs and Billboards	2½	3	2
Other rigid components			
High-deformability elements and attachments	1	3½	2
Limited-deformability elements and attachments	1	2½	2
Low-deformability materials and attachments	1	1½	1½
Other flexible components			
High-deformability elements and attachments	2½	3½	2½
Limited-deformability elements and attachments	2½	2½	2½
Low-deformability materials and attachments	2½	1½	1½
Egress stairways not part of the building seismic force-resisting system	1	2½	2
Egress stairs and ramp fasteners and attachments	2½	2½	2½

EXCEPTION: If sliding or ductile connections are not provided to accommodate seismic relative displacements, the stiffness and strength of the stair or ramp structure shall be included in the building structural model of Section 12.7.3, and the stair shall be designed with Ω_0 corresponding to the seismic force-resisting system but not less than $2 - 1/2$.

12.7.4 Interaction Effects. Moment-resisting frames that are enclosed or adjoined by elements that are more rigid and not considered to be part of the seismic force-resisting system shall be designed so that the action or failure of those elements will not impair the vertical load and seismic force-resisting capability of the frame. The design shall provide for the effect of these rigid elements on the structural system at structural deformations corresponding to the design story drift (Δ) as determined in Section 12.8.6. In addition, the effects of these elements shall be considered where determining whether a structure has one or more of the irregularities defined in Section 12.3.2.







خلاصه نتایج

تغییر مکان و دریافت ساختمان با انواع عناصر سازه ای نظیر دیوار برشی و یا میراگر ها کاهش یابد

1

استفاده از بند قائم در دیوارچینی می تواند ظرفیت دیوار را تا 2 برابر بالا برد.

2

آجر سفال ظرفیت چندانی ندارد و علاوه بر وال پست به میلگرد بستر هم نیاز دارد.

3

برای اثر بخشی وال پست لازم است فاصله میان آنها کاهش یابد به نحوی که دیوار ها فرمت مربعی پیدا کنند.

4

عناصر غیر سازه ای نظیر پله و رمپ آن با دقت مناسب مدل سازی و اجرا گردد.

5

به منظور عدم فرو ریزش نما و پوشش آنها به طراحی لرزه ای نما و جزئیات اجرای آن توجه ویژه شود.

6

