واکاوی روش های مهار دیوارهای غیرسازه ای

- نقد سیستم های وادار و میلگرد بستر، شبکه الیاف، پانلی
- مرور ضوابط نشریات ۷۱۴، ۷۲۹، ض-۸۱۹، ۳۲۶
- ارائه نتایج سه طرح پژوهشی

انجمن علمی دانشکده عمران دانشگاه یزد

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان یزد

ارائه دهنده:

دکتر محمدرضا میرجلیلی

عضو هیئت علمی دانشکده عمران دانشگاه یزد

اول خرداد ۱۴۰۲

ساعت ۱۶:۳۰-۱۹

انواع دیوار غیرسازه ای از نظر اتصال به سازه

ناپیوسته
(جداسازی شده از سازه اصلی)

دیوار و اتصالات آن برای نیروهای خارج از صفحه طراحی می شود

در کلیه ساختمانهای بالای ۴ طبقه و تمام ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد باید بر اساس پیوست ۶ جداسازی شوند

میانقابی
(چسبانده شده به سازه)

در سختی سازه دخالت داده می شوند

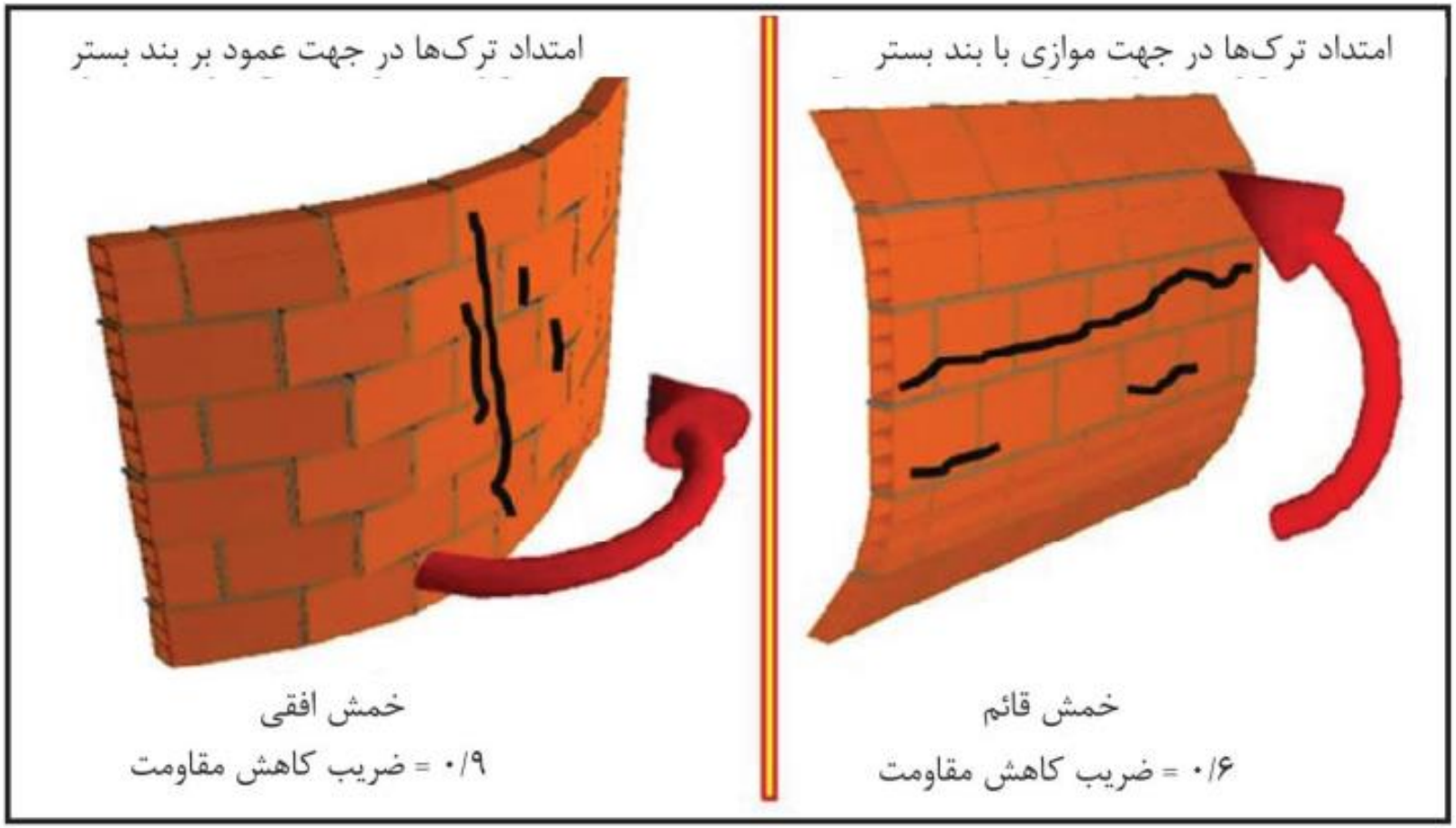
در برآورد نیروهای سازه منظور می شوند

رفتار و عملکرد میانقابی دیوار کنترل شود

نیروهای وارد بر تیر و ستون سازه از طرف دیوار منظور شود

سه هدف اصلی در طراحی دیوارهای غیرسازه ای ناپیوسته

- جداسازی دیوار از سازه
- مهار خارج از صفحه
- تامین یکپارچگی و مقاومت خارج از صفحه



خمش افقی و قائم به همراه ضرایب کاهش مقاومت خمشی در دیوارهای بنایی دارای میلگرد بستر افقی

جمهوری اسلامی ایران

دفتر مقررات ملّی و کنترل ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست۶

استاندارد ۲۸۰۰

ویرایش چهارم

طراحی لرزه‌ای و اجرای

اجزای غیر سازه‌ای معماری

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط

عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها

(بازنگری اول)

ضابطه شماره ۷۱۴

آخرین ویرایش: ۱۴۰۱-۰۵-۰۱

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

www.bhrc.ac.ir

۱۴۰۱

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای طراحی لرزه‌ای دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای مسلح به میلگرد بستر

ضابطه شماره ۷۲۹

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

۱۳۹۵

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای ساخته شده از بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده (AAC)

نشریه شماره ۳۲۶

آخرین ویرایش: ۲۰-۰۵-۱۳۹۹

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

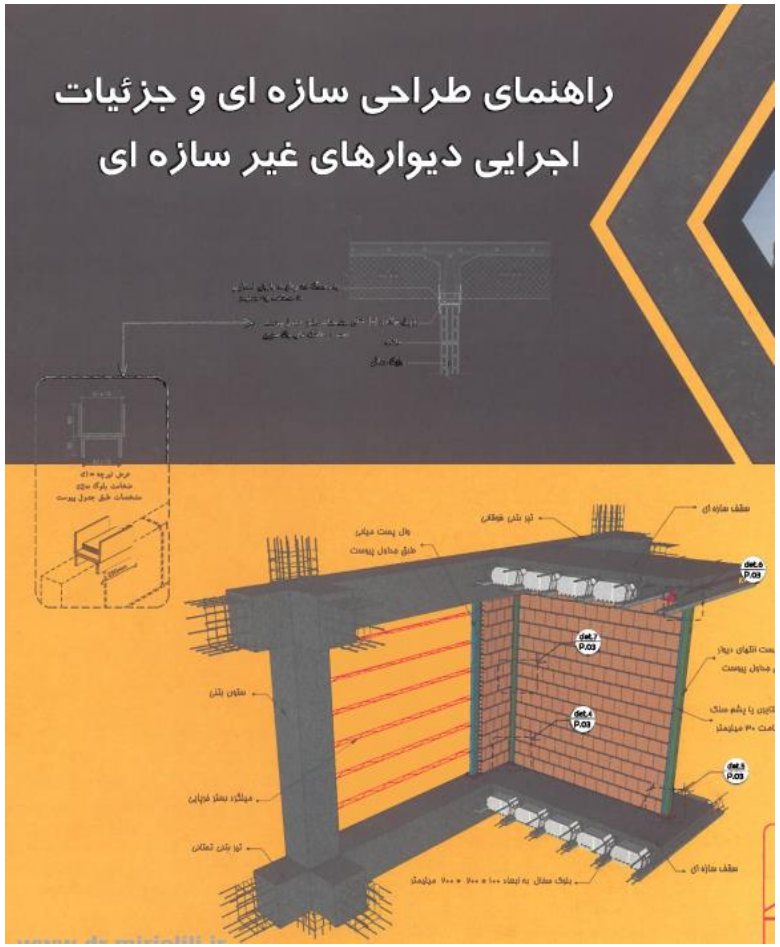
nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

bhrc.ac.ir

۱۳۹۹



آیا جداسازی میانقاب از سازه مفیدتر از چسباندن میانقاب به سازه است؟

- لق شدن دیوارها
- ترک های لبه متقاطع دیوارها به دلیل جداسازی اتصال دیوار به دیوار
- ترک های نازک کاری در محل وادارها و لبه های جداسازی شده
- واژگونی دیوارها در حین اجرا به دلیل عدم مهار به قاب
- مشکلات اجرایی در جداسازی کامل دیوار، نما و نازک کاری های داخل

- عدم مشارکت سختی دیوار غیرسازه ای در سختی جانبی طبقه
- عدم ایجاد نامنظمی پیچشی ناشی از سختی دیوار
- عدم خرابی کنج در دیوار و قاب
- آسیب ندیدن داخل صفحه دیوار در زلزله و پایداری مناسب در صورت داشتن مهار و یکپارچگی مناسب

Duzce Earthquake - Turky,
Nov 12,1999

Kutahya Earthquake, Turkey
May 29,2011

Wenchuan earthquake, China,
May 12, 2008

الزامات جداسازی

۱- فاصله جداسازی دیوار از ستونها به اندازه ۰/۰۱ ارتفاع کف تا کف طبقه

۲- فاصله جداسازی از سقف برابر با بیشترین دو مقدار ۲۵ میلیمتر و حداکثر خیز دراز مدت تیر

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

۴- یونولیت به اندازه کافی نرم نمی باشد و مناسب نیست (نشریه ۷۲۹). (نشریه ض-۸۱۹ پذیرفته است)

۵- برای جلوگیری از ترک خوردگی در نازک کاری از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس استفاده شود

۶- در بیمارستان ها، از اتصالات کشویی در کناره ها و زیر سقف استفاده شود.

انواع روش های ایجاد مهار خارج از صفحه

مهارهای خارج صفحه به شکل های زیر می تواند اجرا شود:

۱- اتصال به ستونهای دو طرف دیوار با نبشی یا ناودانی (منقطع)

۲- اتصال به ستونهای دو طرف دیوار با قلاب و گیره

۳- اتصال به ستونهای دو طرف دیوار با بستهای رادیکالی (آکاردئونی)

۴- اتصال به زیر سقف با نبشی یا ناودانی (منقطع یا پیوسته)

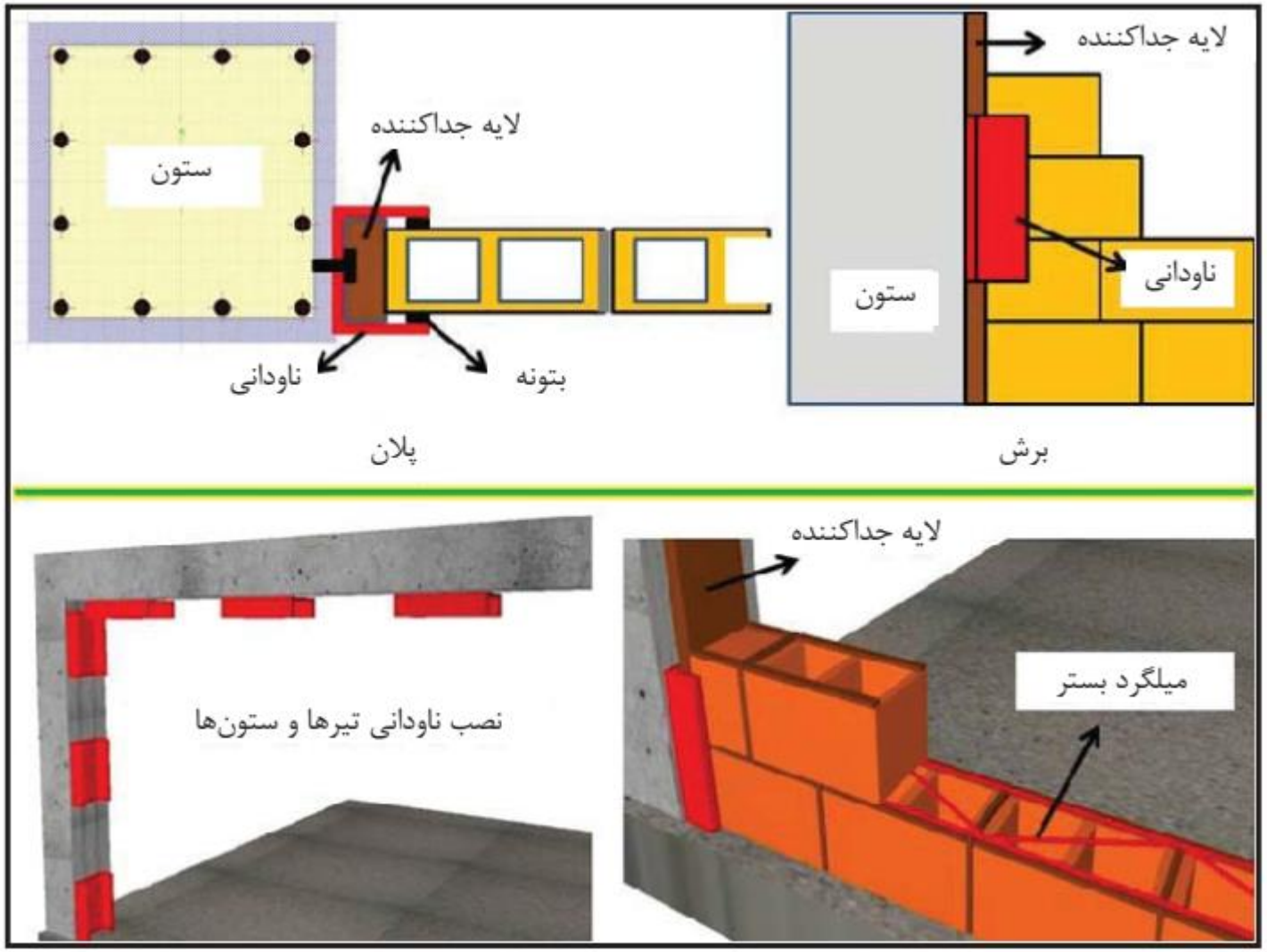
۵- اجرا میلگرد بستر در رج آخر زیر سقف

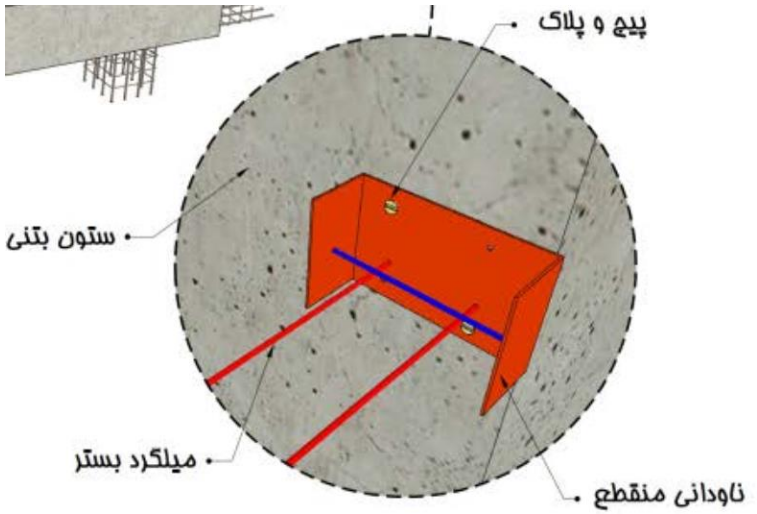
اتصال دیوار به ستون: نبشی یا ناودانی منقطع

حداقل عرض ناودانی یا نبشی: دو برابر ضخامت جداسازی شده به علاوه ۳ سانتیمتر

نشریه ۷۲۹

نشریه ۷۱۴

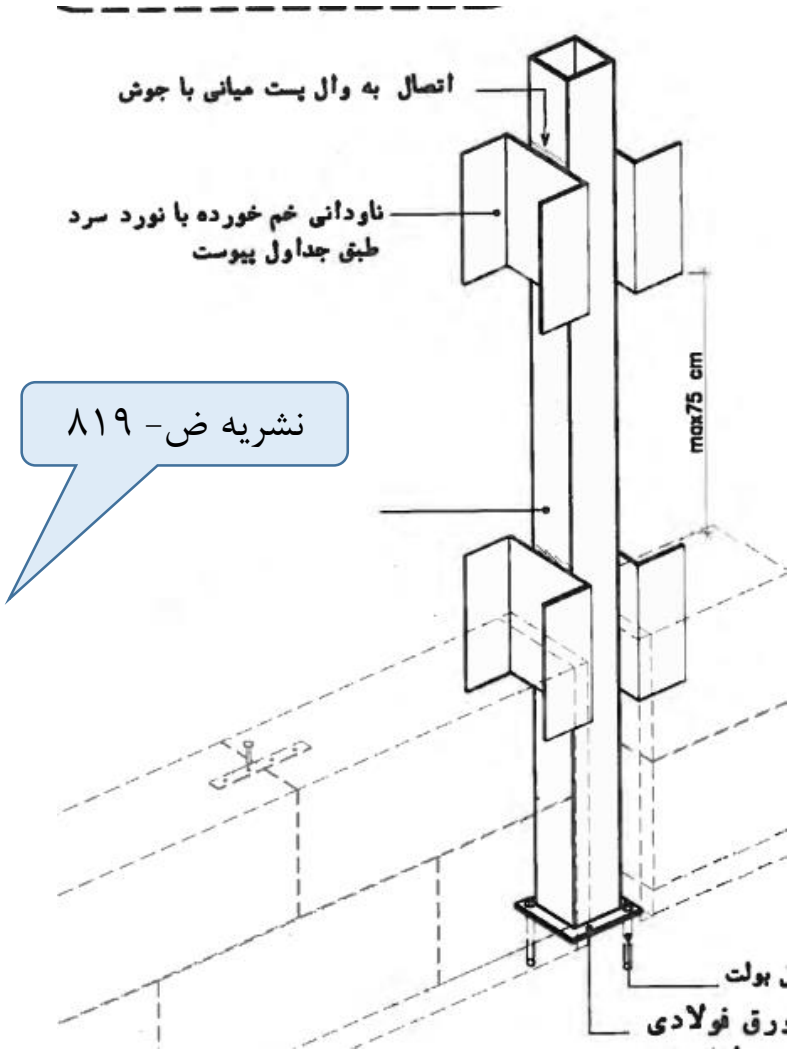




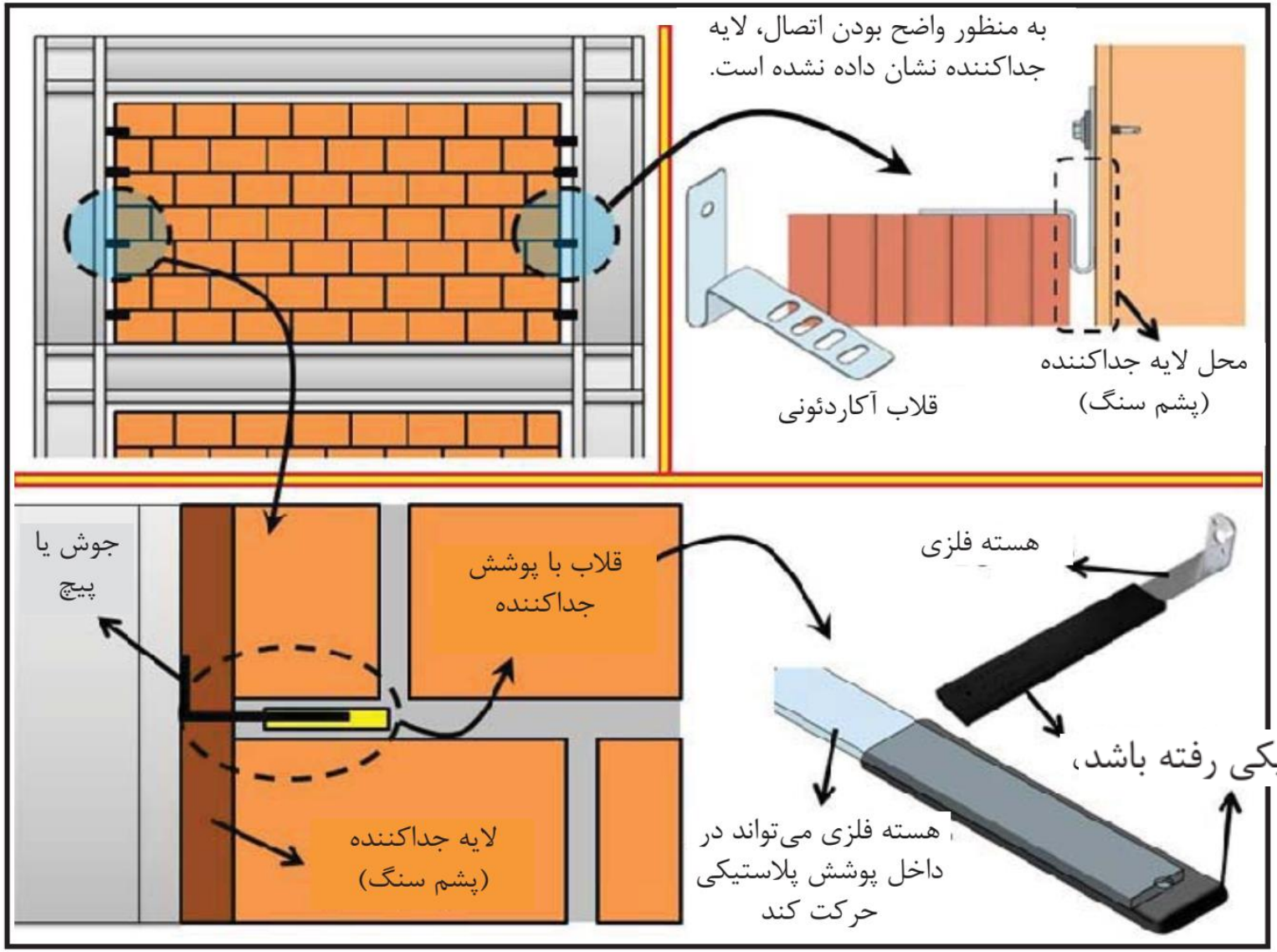
اتصال دیوار به ستون: نبشی یا ناودانی منقطع

حداقل طول هر نبشی برای مهار یک متر از لبه کناری دیوارهای خارجی				
تمامی طبقات، تمامی نواحی لرزه‌خیزی، تمامی سرعت‌های باد	جنس مصالح	فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost–ها)		
		۱/۰–۲/۰ متر	۲/۰–۳/۰ متر	۳/۰–۴/۰ متر
	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	۱۵ cm – L40×40×3	۱۵ cm – L40×40×3	۱۵ cm – L40×40×3
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	۱۵ cm – L40×40×3	۱۵ cm – L40×40×3	۱۵ cm – L40×40×3
	دیوارهای آجری	۲۰ cm – L40×40×3	۲۵ cm – L40×40×3	۲۵ cm – L40×40×3

حداقل طولِ هر نبشی برای مهار یک متر طول از لبه‌های کناری دیوارهای داخلی				
تمامی طبقات، تمامی نواحی لرزه‌خیزی، تمامی سرعت‌های باد	جنس مصالح	فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost–ها)		
		۱/۰–۲/۰ متر	۲/۰–۳/۰ متر	۳/۰–۴/۰ متر
	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	۱۰ cm – L40×40×2	۱۰ cm – L40×40×2	۱۰ cm – L40×40×2
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	۱۰ cm – L40×40×2	۱۰ cm – L40×40×2	۱۰ cm – L40×40×2
	دیوارهای آجری	۱۵ cm – L40×40×2	۱۵ cm – L40×40×2	۱۵ cm – L40×40×2



اتصال دیوار به ستون: بست آکاردئونی (رادیکالی)، قلاب غلاف دار



دارای ضخامت ۲ میلی‌متر

پهنای آن‌ها ۲۵ میلی‌متر

حداقل به میزان ۱۰۰ میلی‌متر در داخل ملات بستر مدفون شوند.

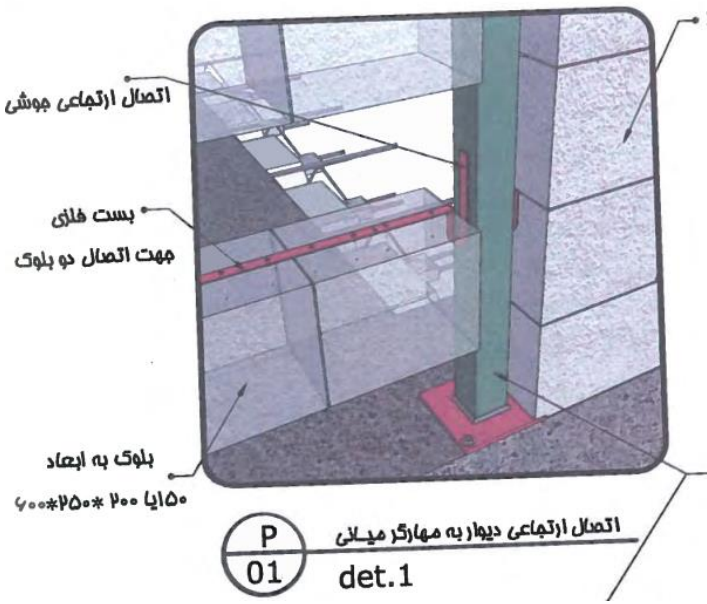
طول مدفون شده آن حداقل ۲۰۰ میلی‌متر

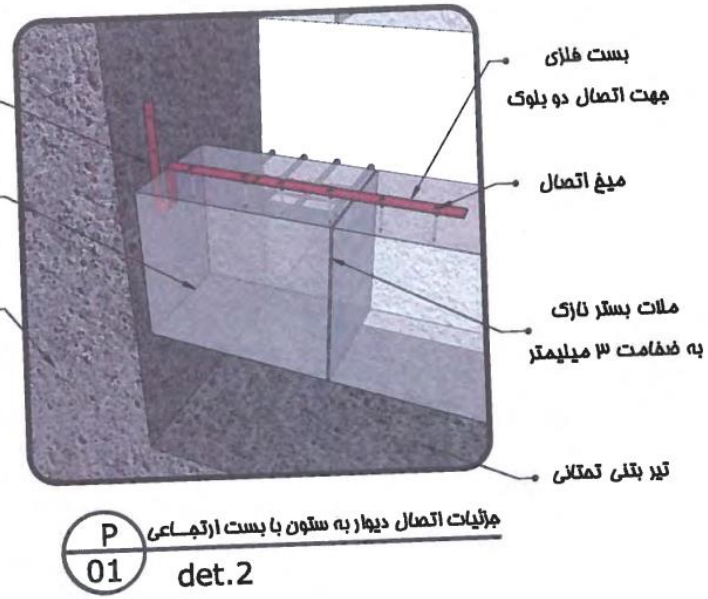
قلاب‌های با ضخامت ۲ میلی‌متر و پهنای ۲۵ میلی‌متر

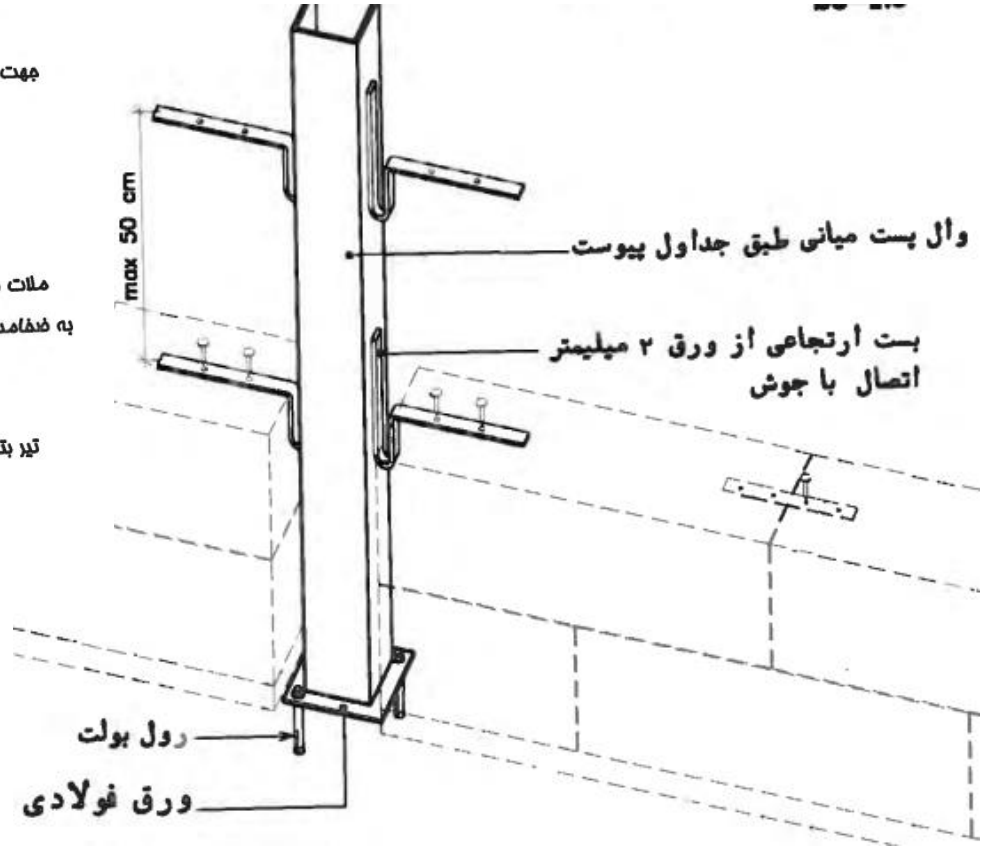
هسته فلزی نباید تا انتها داخل پوشش پلاستیکی رفته باشد،

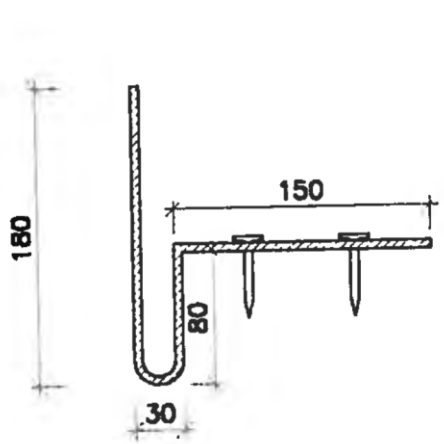
نشریه ۷۲۹

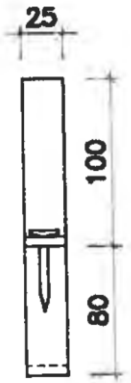
اتصال دیوار به ستون (بست رادیکالی یا ارتجاعی)

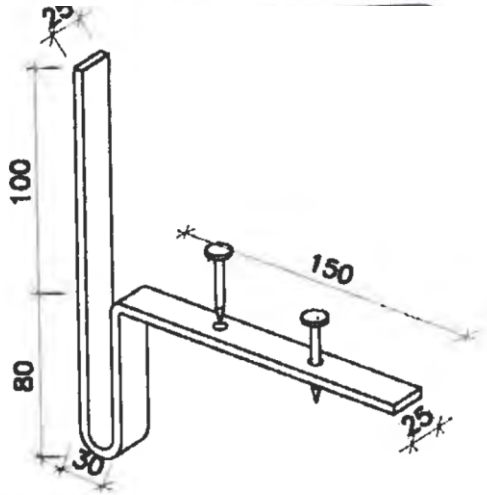










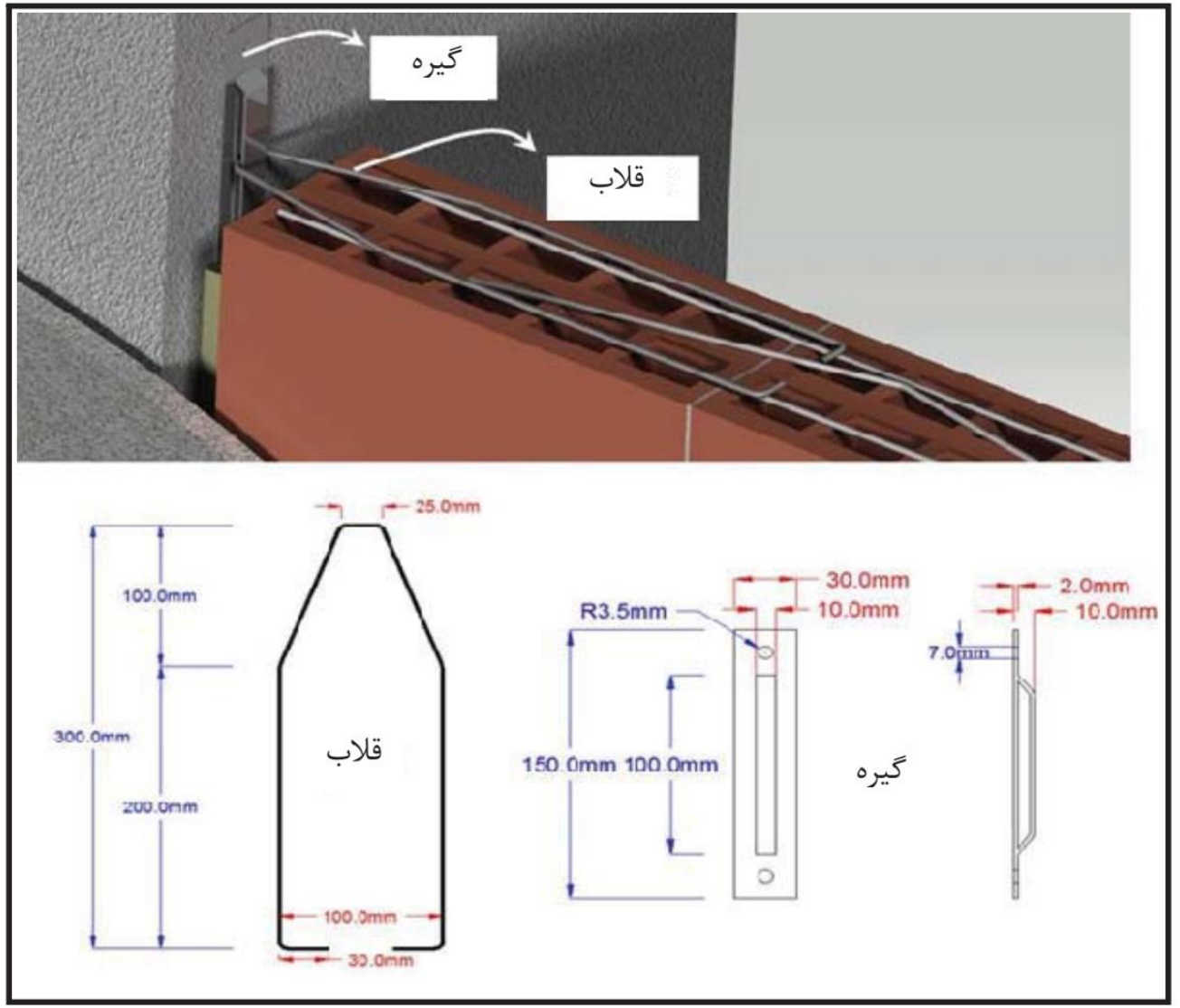


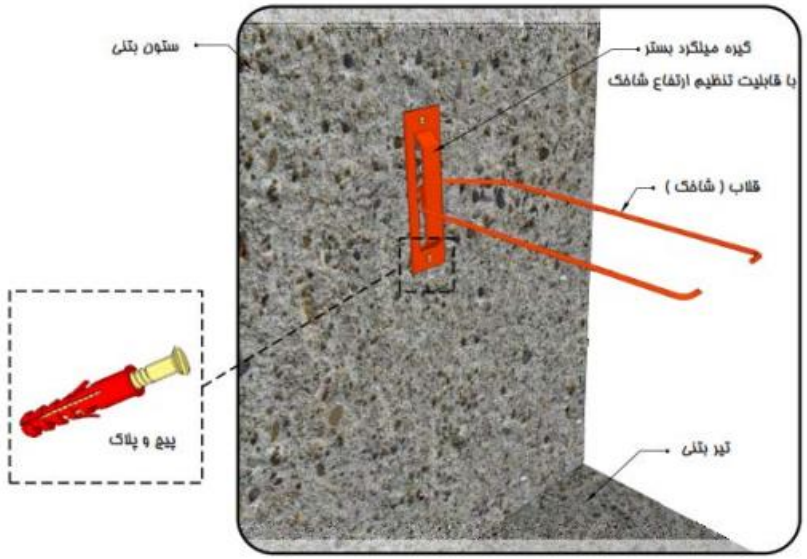
نشریه ض- ۸۱۹

اتصال دیوار به ستون (جوش قلاب میلگرد بستر به صفحه متصل به ستون)

نشریه ض- ۸۱۹

اتصال دیوار به ستون: قلاب و گیره (Tie and anchor)





در صورتی که دریفت غیرالاستیک طبقه از ۰/۰۰۵ کم‌تر باشد

ضخامت ورق مصرفی در گیره حداقل ۲ میلی‌متر

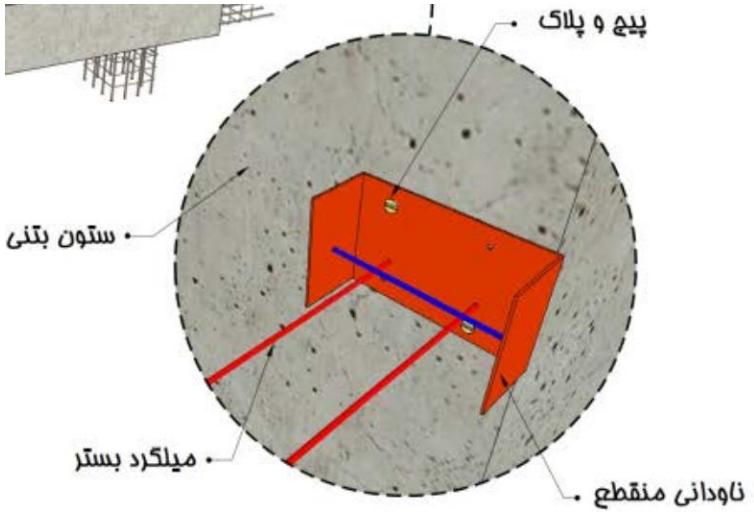
قطر مفتول مصرفی در قلاب حداقل ۳/۵ میلی‌متر

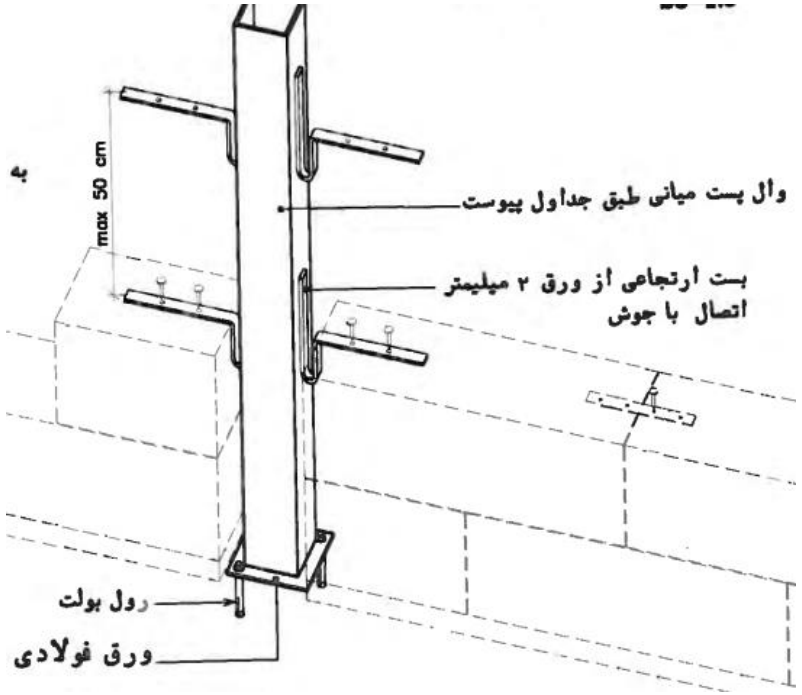
نشریه ۷۲۹

بحث : کدام روش های فوق مناسب تر است؟

به نظر می رسد از میان روش های فوق، روش قلاب و گیره و روش اتصال جوشی قلاب به صفحه متصل به ستون به دلیل انتقال تغییرشکل افقی ستون به دیوار مناسب نیست.

از این رو در نشریه ۷۱۴ فقط دو روش زیر پیشنهاد شده است:



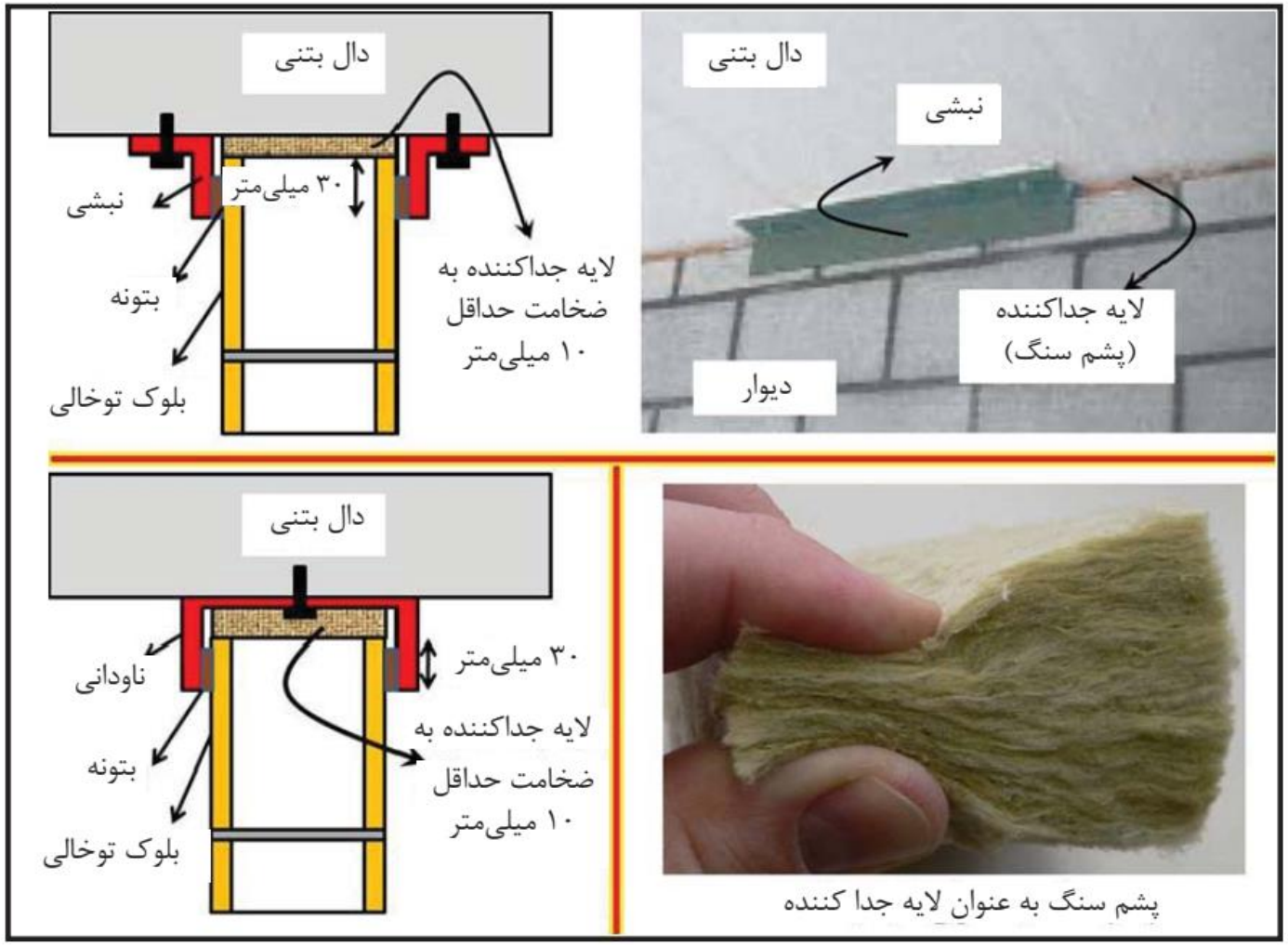


اتصال دیوار به سقف: نبشی یا ناودانی منقطع

فواصل نبشی ها یا ناودانی ها کمتر از ۱,۵ متر باشد

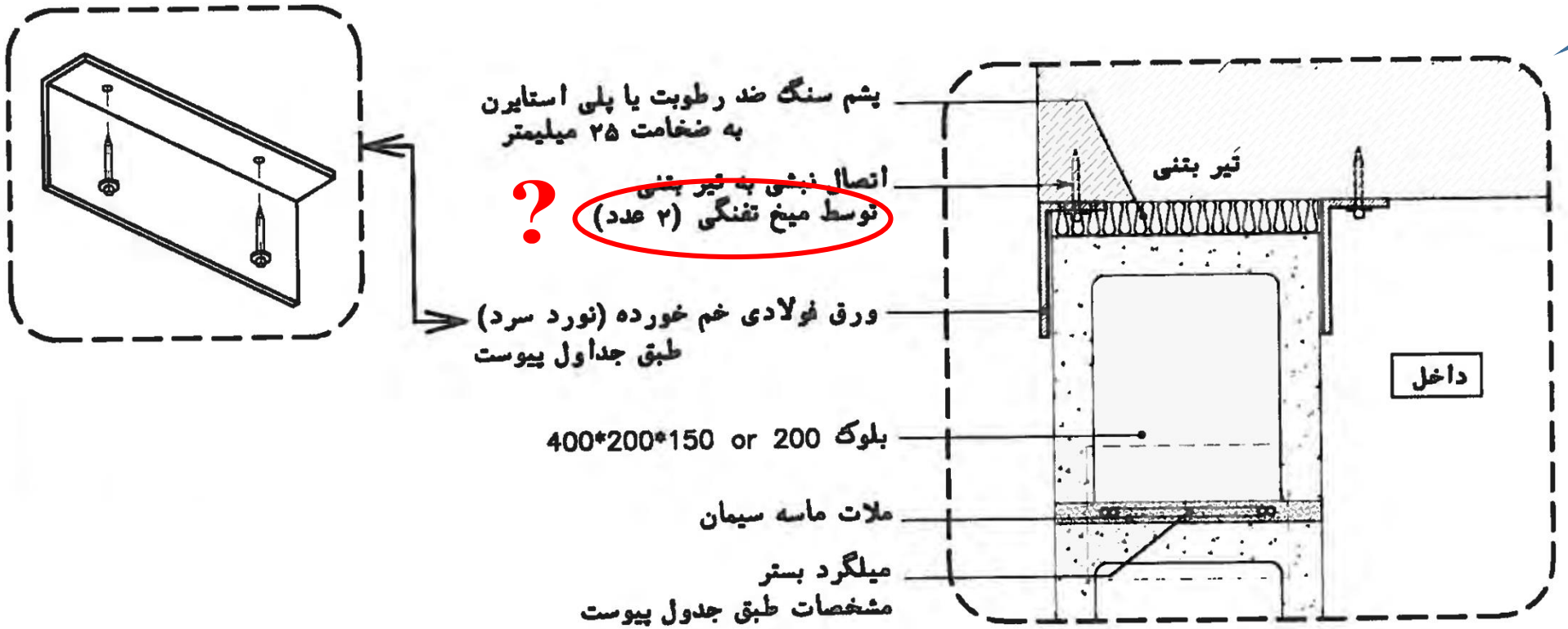
طول همپوشانی بال نبشی یا ناودانی با دیوار حداقل ۳ سانتیمتر

نشریه ۷۲۹



اتصال دیوار به سقف: نبشی یا ناودانی منقطع

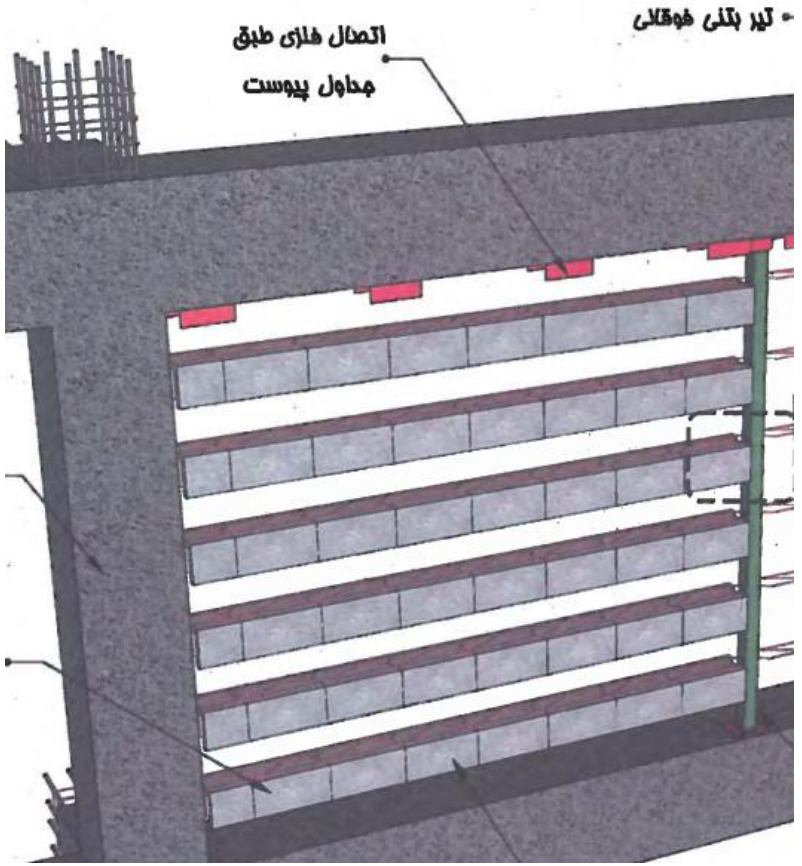
نشریه ض- ۸۱۹



اتصال دیوار به سقف: نبشی یا ناودانی منقطع

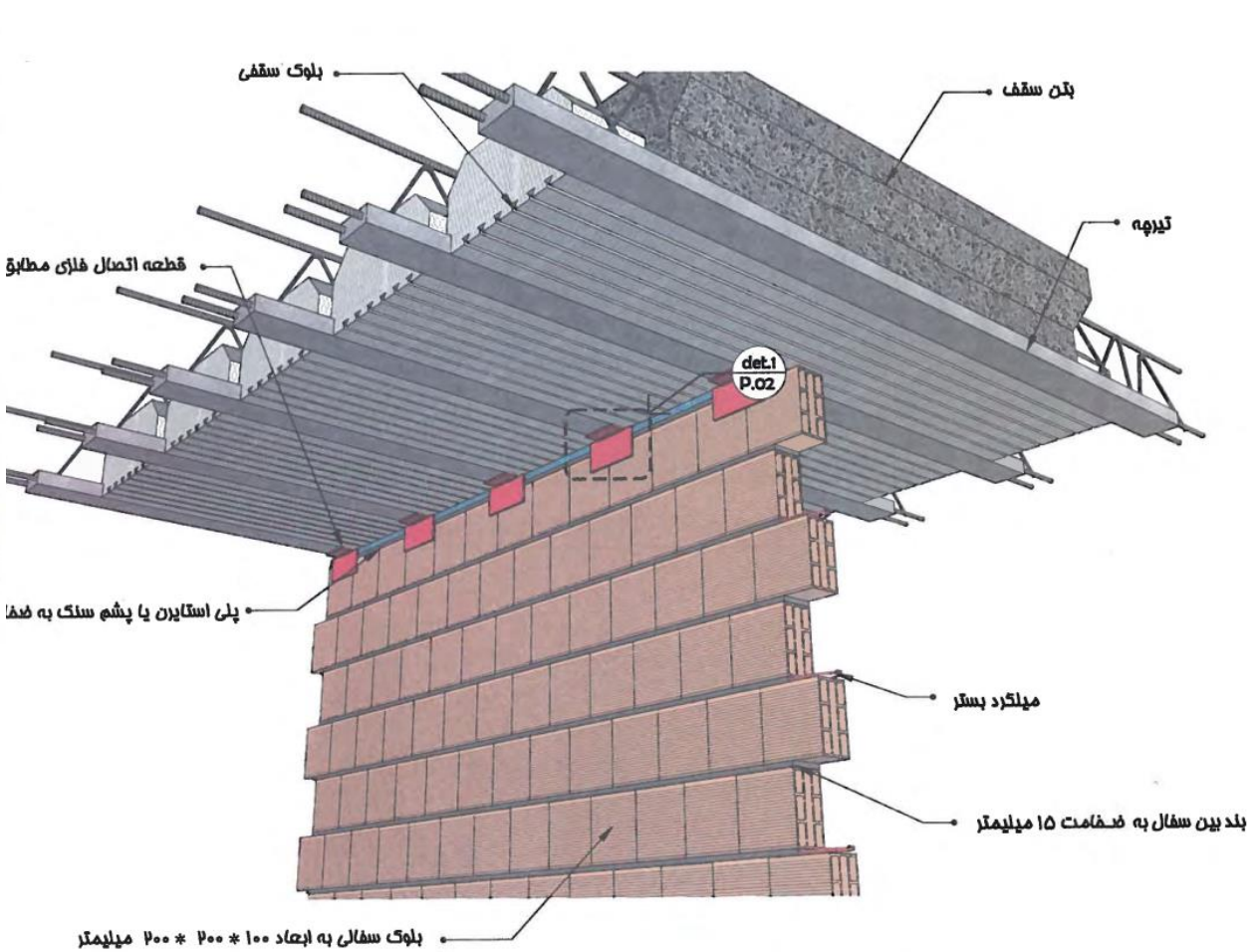
حداقل طول هر نبشی برای مهار یک متر طول از لبه فوقانی دیوارهای خارجی				
تمامی طبقات، تمامی نواحی لرزه‌خیزی، تمامی سرعت‌های باد	جنس مصالح	فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost-ها)		
		۱/۰–۲/۰ متر	۲/۰–۳/۰ متر	۳/۰–۴/۰ متر
	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	۱۰ cm – L40×40×3	۱۵ cm – L40×40×3	۲۰ cm – L40×40×3
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	۱۰ cm – L40×40×3	۱۵ cm – L40×40×3	۲۰ cm – L40×40×3
	دیوارهای آجری	۱۵ cm – L40×40×3	۲۰ cm – L40×40×3	۲۵ cm – L40×40×3

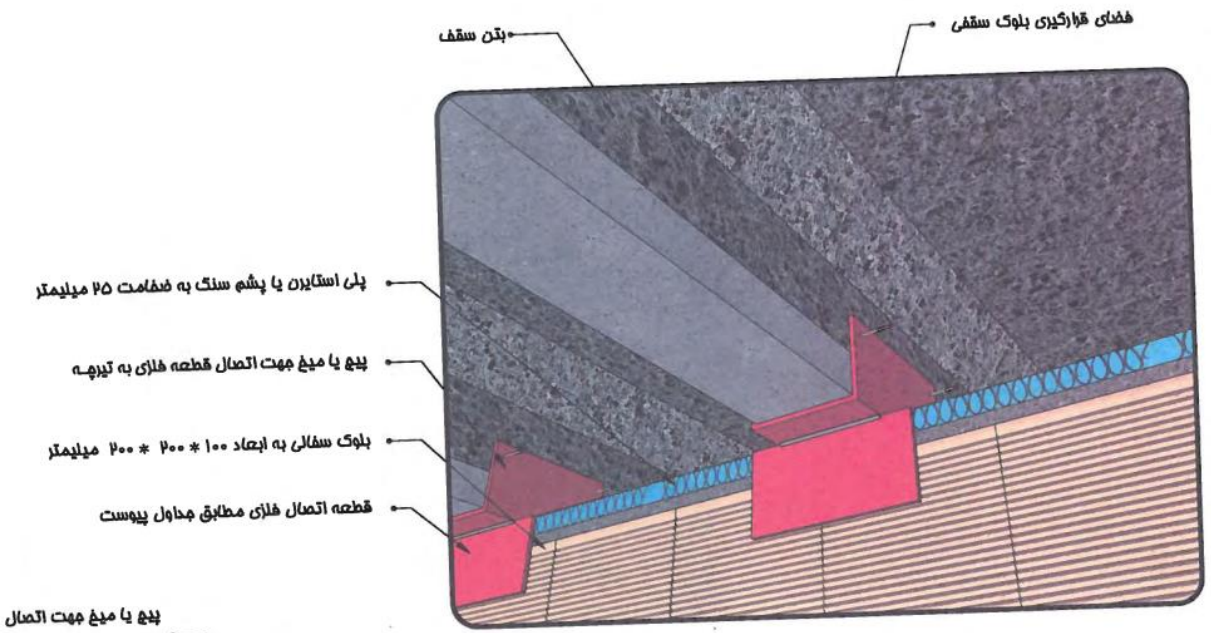
حداقل طول هر نبشی برای مهار یک متر طول از لبه فوقانی دیوارهای داخلی				
تمامی طبقات، تمامی نواحی لرزه‌خیزی، تمامی سرعت‌های باد	جنس مصالح	فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost-ها)		
		۱/۰–۲/۰ متر	۲/۰–۳/۰ متر	۳/۰–۴/۰ متر
	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	۱۰ cm – L40×40×2	۱۰ cm – L40×40×2	۱۰ cm – L40×40×2
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	۱۰ cm – L40×40×2	۱۰ cm – L40×40×2	۱۰ cm – L40×40×2
	دیوارهای آجری	۱۰ cm – L40×40×2	۱۵ cm – L40×40×2	۲۰ cm – L40×40×2



نشریه ض- ۸۱۹

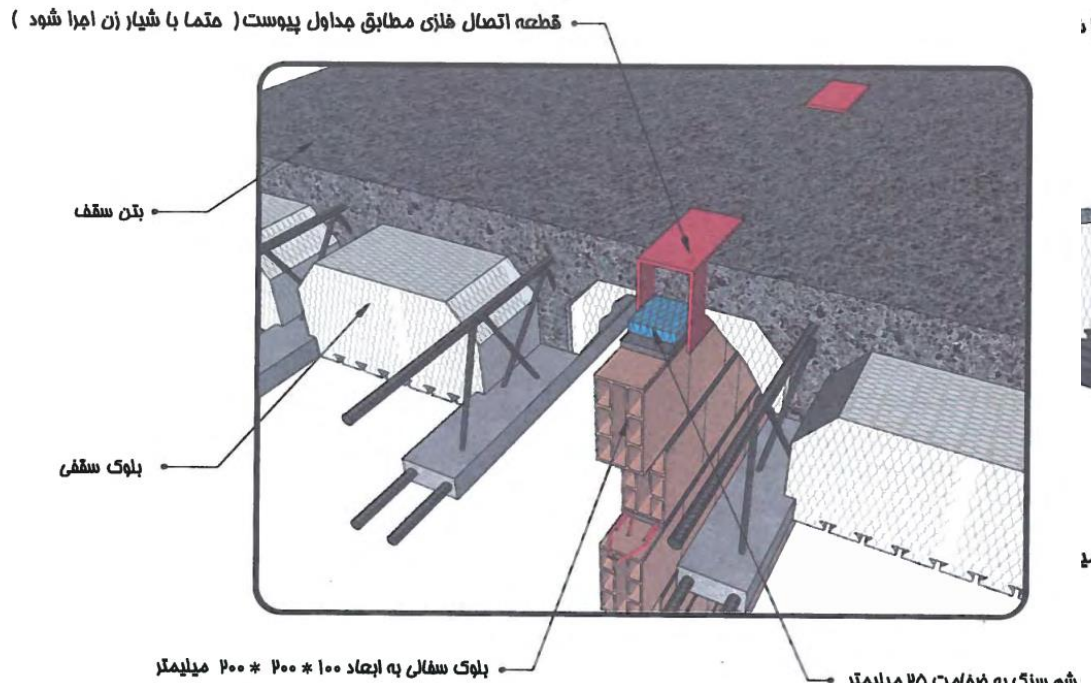
اتصال دیوار به سقف تیرچه بلوک

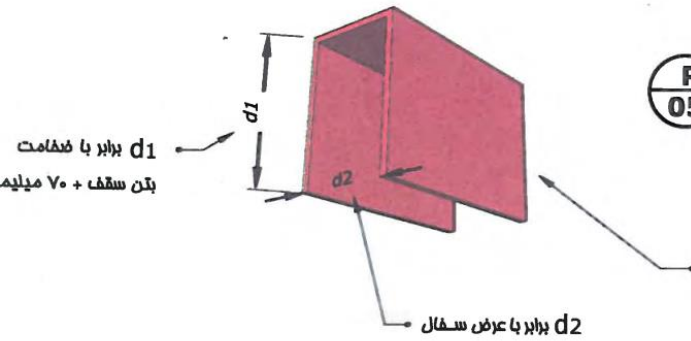




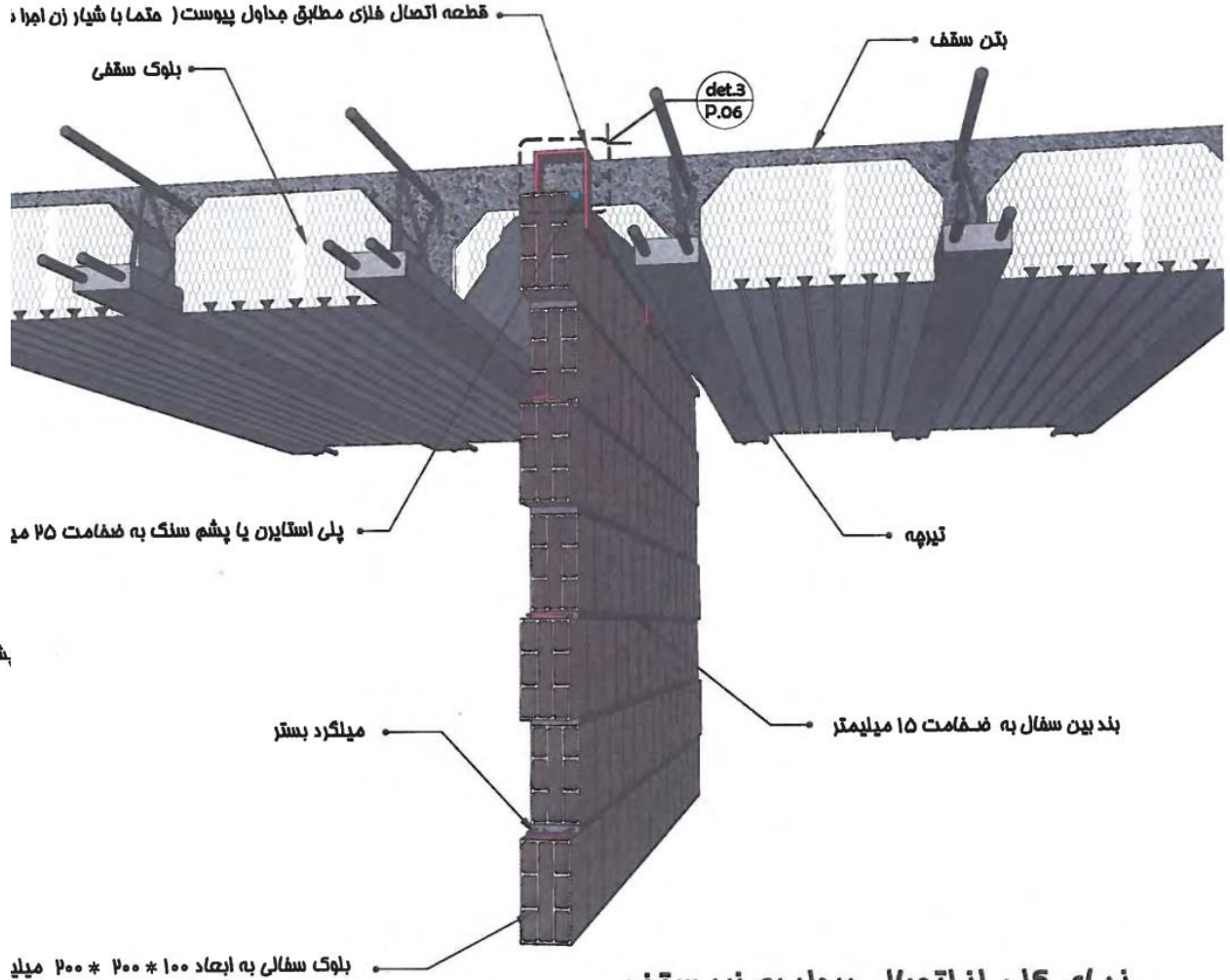
P / 01 det.1 جزئیات اتصال دیوار رو آخر به زیر تیرچه با قطعه فلزی حالتی که دیوار در راستای عمود بر تیرچه باشد

اتصال دیوار به سقف تیرچه بلوک





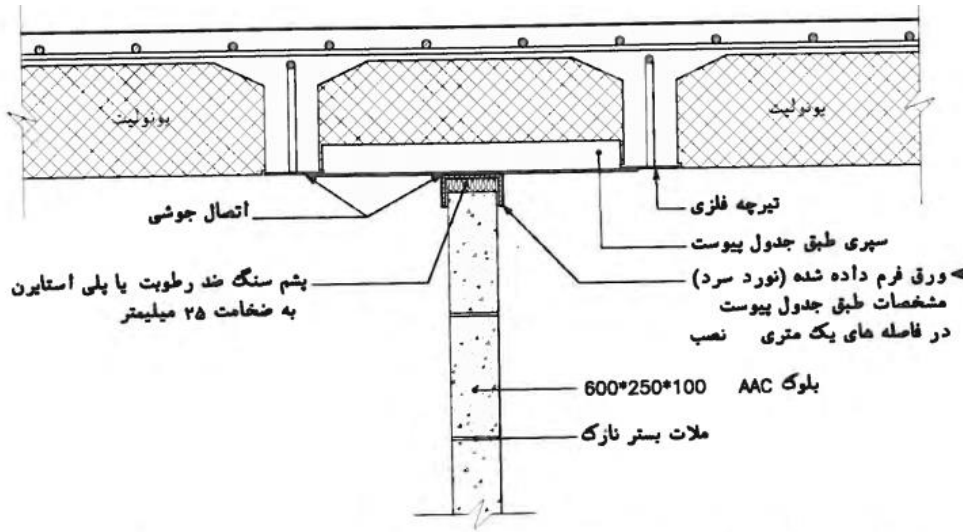
P
05
det.3
جزئیات اتصال دیوار رج آخر به زیر تیرچه با قطعه فلزی
حالتی که دیوار موازی تیرچه و زیر فوم باشد



نمای کلی از اتصال دیوار به زیر سقف

حالتی که دیوار موازی تیرچه و زیر فوم باشد

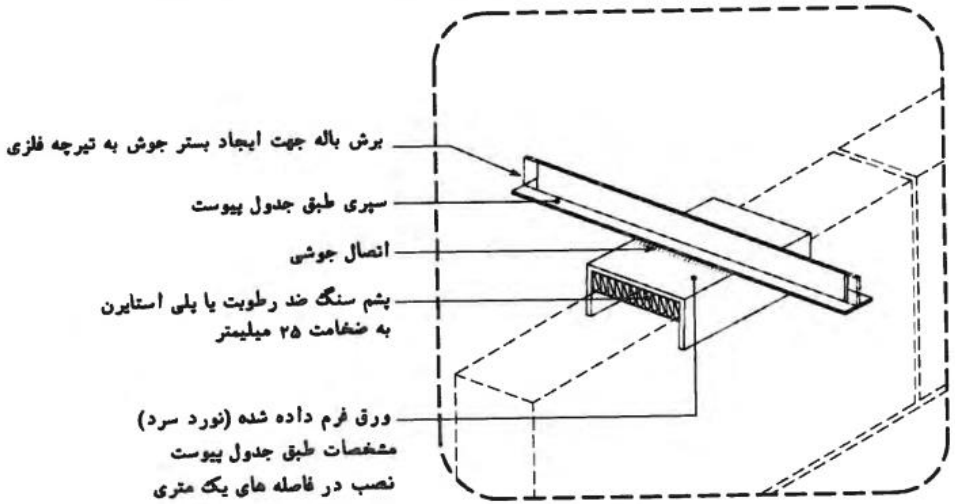
اتصال دیوار به سقف تیرچه بلوک

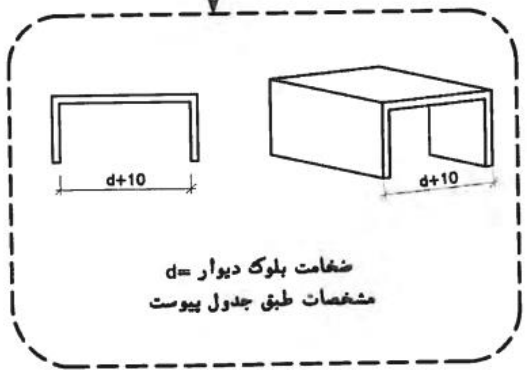


دیوار داخلی جدا کننده در امتداد تیرچه فلزی (دیوار بین دو تیرچه)

برش B-B

SC=1:10

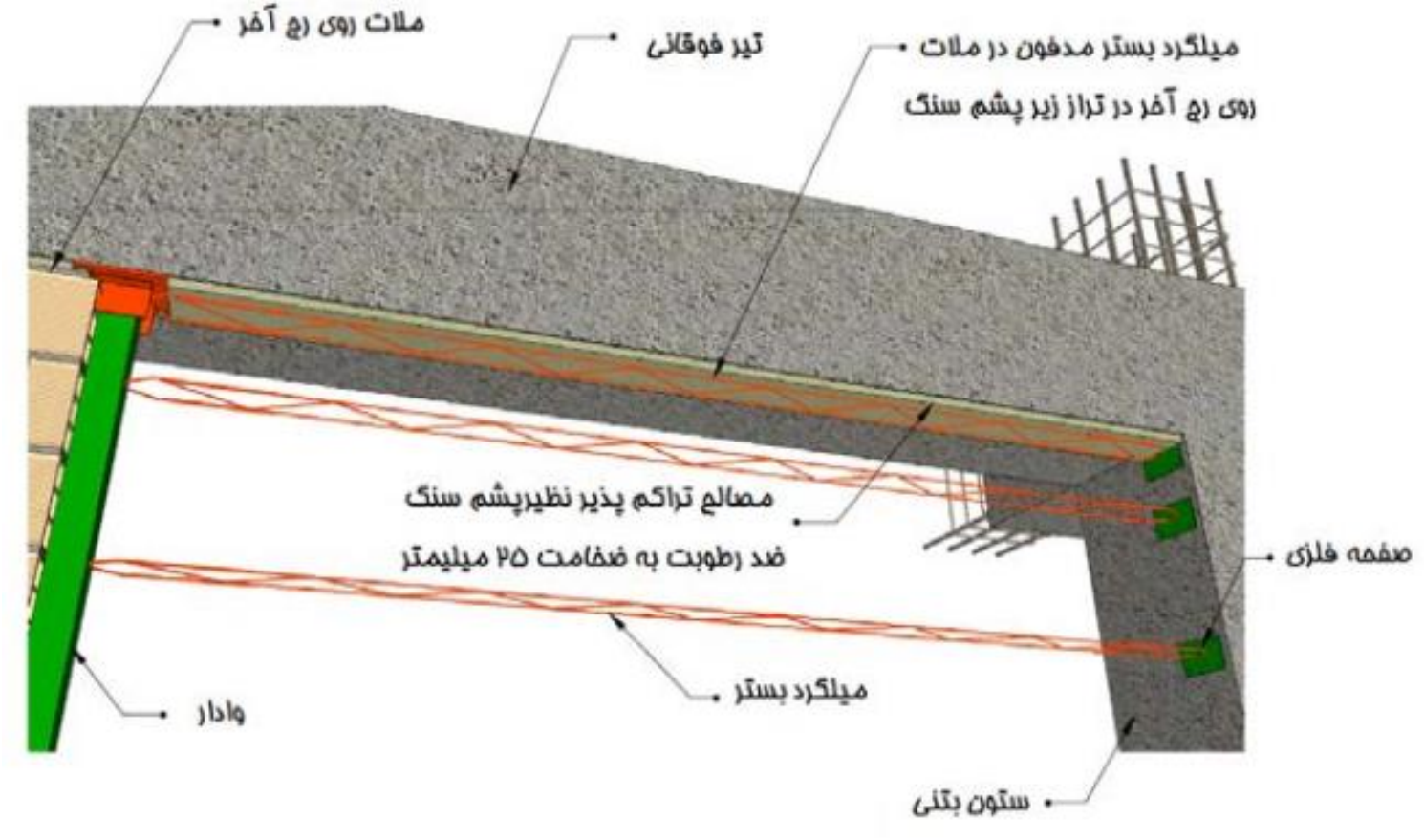




مقدمه	جداسازی	مهار خارج صفحه	یکپارچگی	سیستم وادار و میلگرد بستر	سیستم الیاف	سیستم پانلی	اتصال دیوار به دیوار	مطالعه آزمایشگاهی	نتیجه گیری

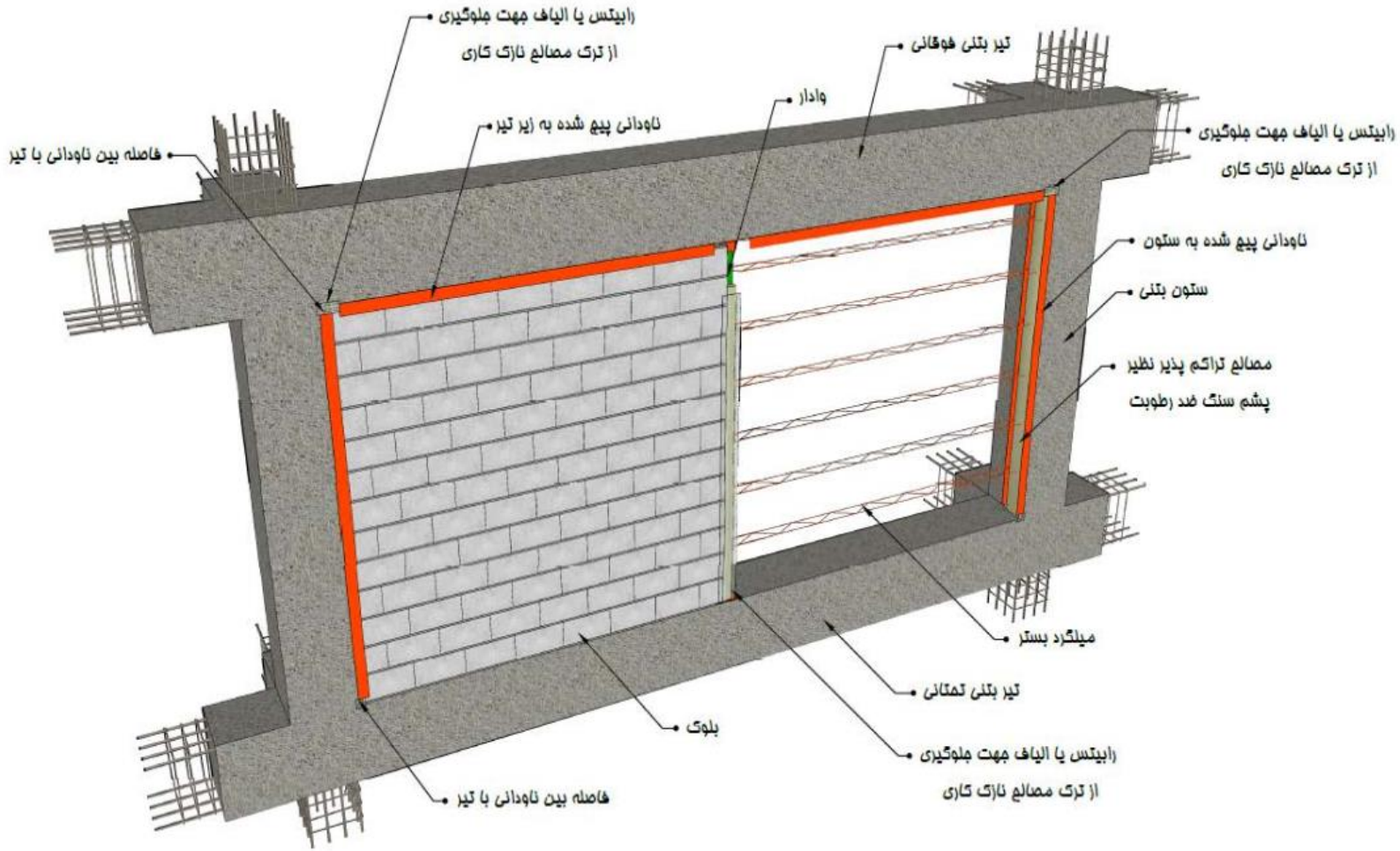
اتصال دیوار به سقف وافل

اتصال دیوار به سقف: میلگرد بستر در رج آخر



ب-عدم اتصال به سقف و اجرای المان مسلح کننده در رج آخر دیوار

اتصال دیوار به سقف و ستون: نبشی یا ناودانی پیوسته در ساختمانهای بیمارستانی



شکل پ۶-۱۷- اجرای ناودانی سرتاسری در مجاورت تیر و ستون در دیوارهای بیمارستانی

ضوابط اتصال قطعات مهار به سازه

۲۸۰۰

۱. استفاده از میخ های کاشت به صورت ضربه ای ممنوع می باشد
۲. از روش کاشت چرخشی استفاده شود
۳. زوایه نصب پیچ یا میخ باید عمود بر سطح باشد.

در جزئیات اجرایی ارائه شده در نشریه ض-۸۱۹ به طور صریح از عنوان **میخ تفنگی** استفاده شده است که در تناقض با ضوابط پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ است.

در بعضی از جزئیات ارائه شده در پیوست ۶ که از نشریه ض-۸۱۹ گرفته شده است، به اشتباه این عنوان اصلاح نشده است!

یکپارچگی و مقاومت خمشی خارج صفحه در دیوارهای بلوکی

Emilia Earthquake – Northern Italy,
May 20-2012

Lloolle Earthquake – Chile
March 3, 1985

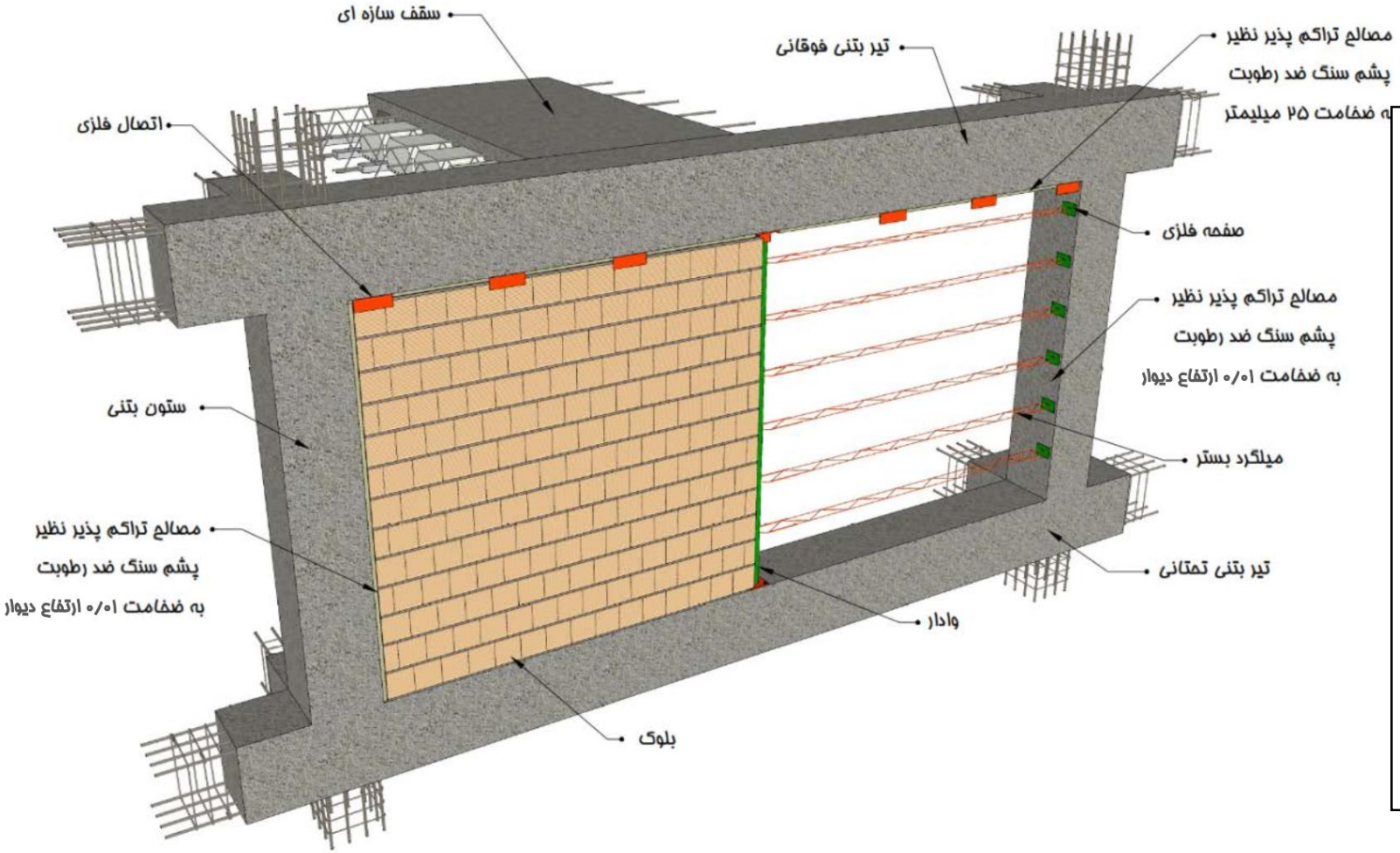
یکپارچگی و مقاومت خمشی خارج صفحه در دیوارهای بلوکی

Manjil Earthquake – Northern Iran,
June 21,1990

سه روش پیشنهادی پیوست ششم برای تامین یکپارچگی و مقاومت خارج صفحه دیوارهای غیرسازه ای

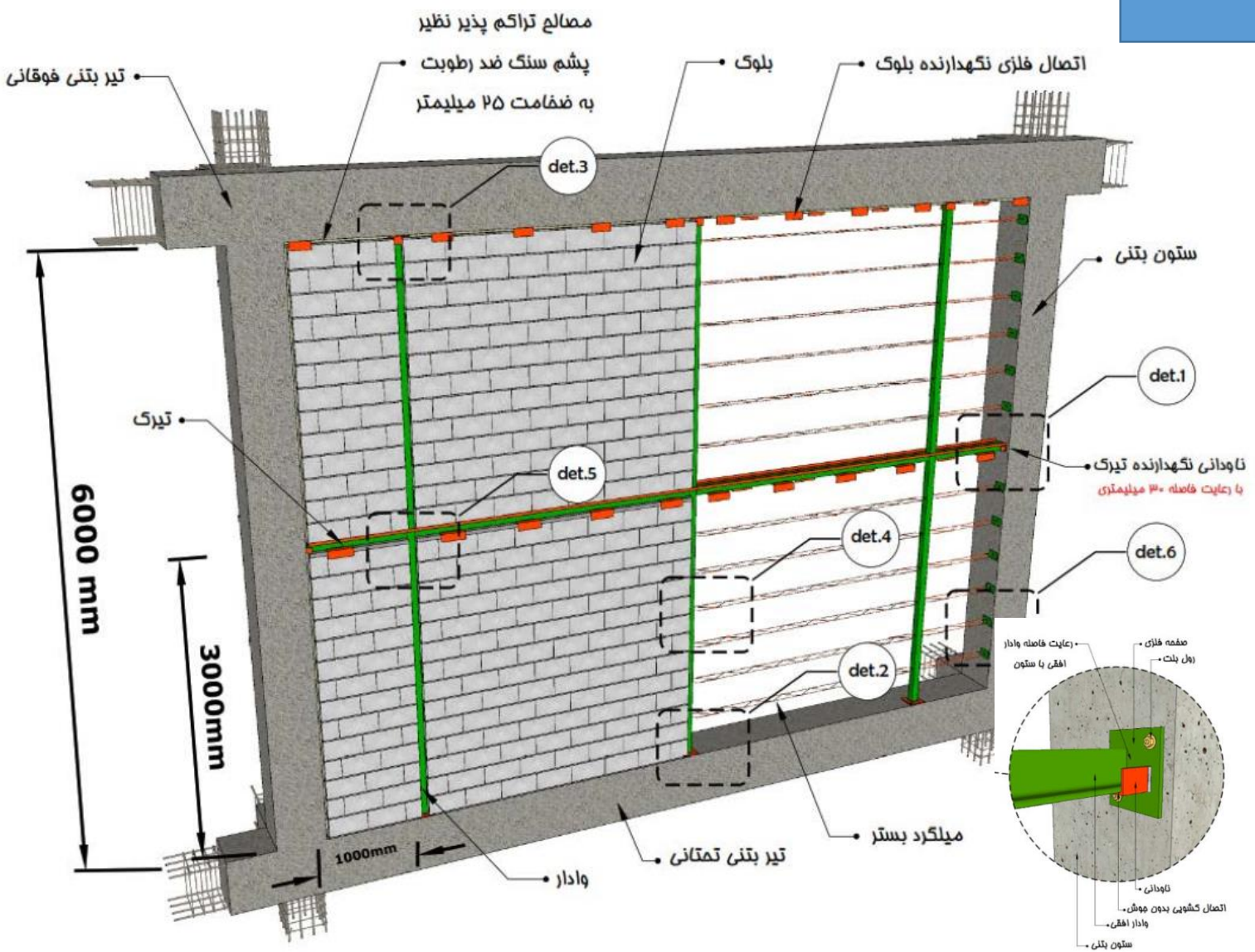
- سیستم وادار و میلگرد بستر
- سیستم شبکه الیاف
- سیستم پانلی

ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)



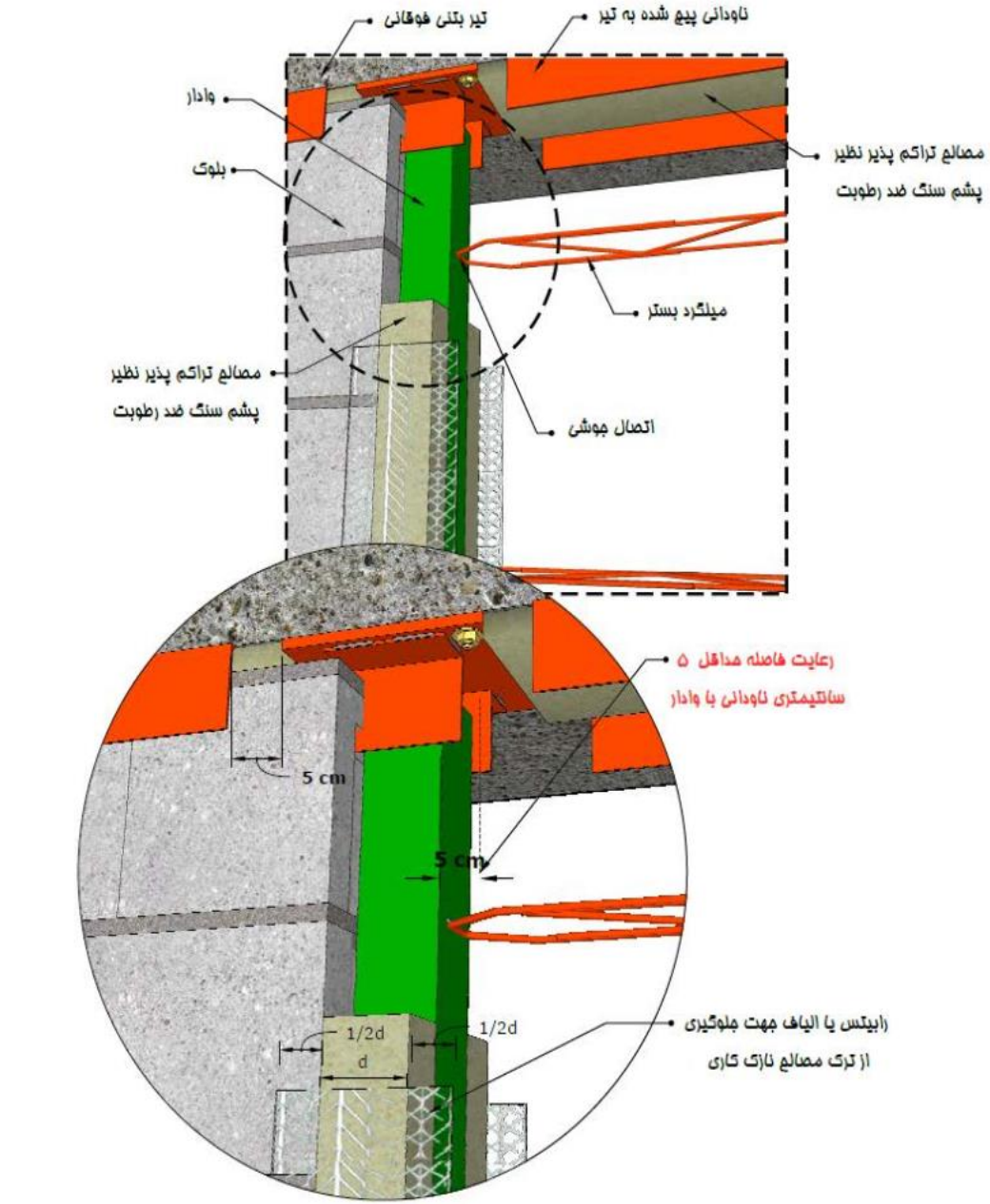
- دیوار مشابه با یک پوسته و دال دو طرفه طراحی می شود
- حداکثر طول آزاد دیوار برابر ۴ متر می باشد. باید از وادار میانی استفاده شود.
- حداقل فاصله وادار از ستون یک متر و حداکثر ۴ متر میباشد
- میلگرد بستر مورب یا نردبانی (برای دیوارهای بلوکی دارای ملات ماسه سیمان)
- بست های فولادی منقطع یا پیوسته (برای دیوارهای دارای ملات نازک)

ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)



- حداکثر ارتفاع آزاد دیوار برابر ۳,۵ متر می باشد. باید از تیرک میانی استفاده شود.
- در دیوارهای دارای تیرک میانی(ارتفاع بیش از ۳,۵ متر)، وادارهای انتهایی برای نگه داشتن تیرک، در فاصله حداقل ۱ متر از ستون الزامی است.
- میلگرد بستر مورب یا نردبانی (برای دیوارهای بلوکی دارای ملات ماسه سیمان)
- بست های فولادی منقطع یا پیوسته (برای دیوارهای دارای ملات نازک)

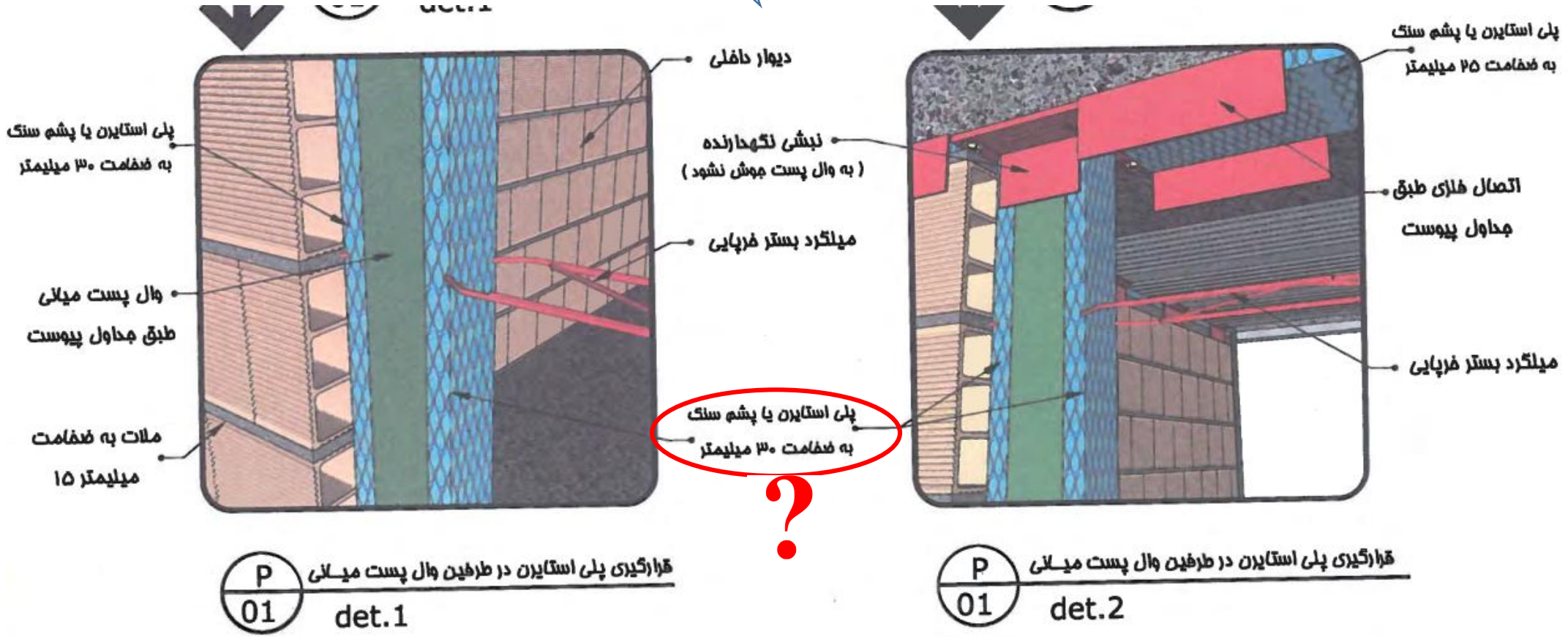
ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)



- اتصال وادار به زیر سقف باید در راستای داخل صفحه به صورت کشویی باشد. یعنی در راستای خارج صفحه مهار جانبی داشته باشد و در راستای داخل صفحه آزاد باشد.
- انتهای فوقانی وادار تا زیر سقف باید فاصله داشته باشد.
- نیازی به جداسازی دیوار از وادار نیست.
- روی وادار با پشم سنگ ضد رطوبت پوشیده شده و روی آن رابیتس یا الیاف اجرا شود.

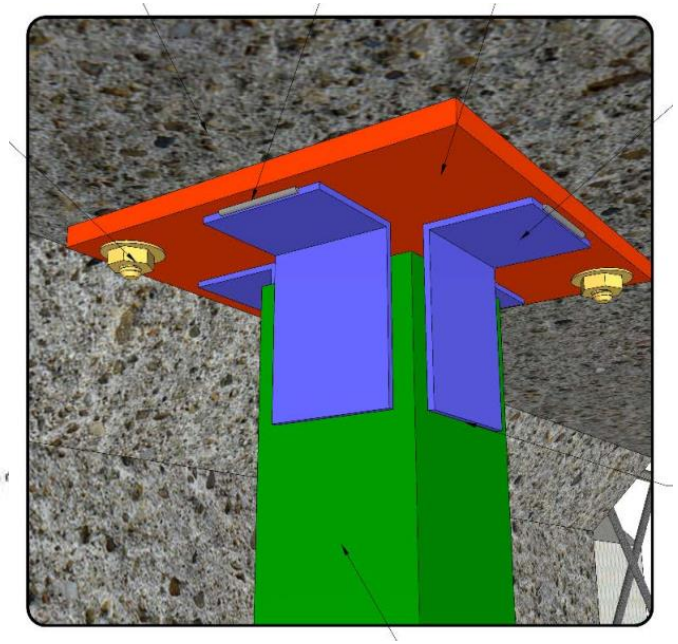
ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)

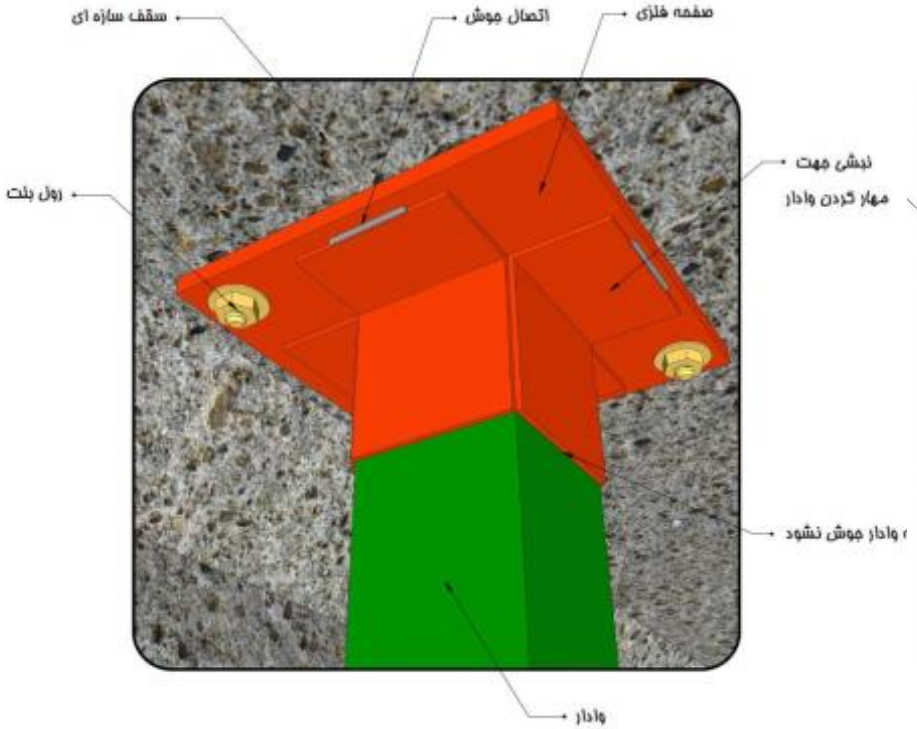
نشریه ض- ۸۱۹



ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)

- در دیوارهای خارج از قاب، اتصال وادارهای انتهایی به زیر سقف در هر دو راستا مقید شده است (تلسکوپی)
- در این وادارها، دیوار باید از وادار جداسازی شود.





ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)

در مناطق با سرعت باد بیشتر از ۱۰۰km/h				
ساختمان ده طبقه میزان خطرپذیری نسبی منطقه ۰/۲۵g و A=۰/۲ ۰/۳۵g و A=۰/۳		مقطع پیشنهادی: ضخامت دیوار ۱۵ سانتی‌متر		
نوع دیوار		فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost-ها) به متر		
		۰/۱-۰/۲	۲/۰-۳/۰	۳/۰-۴/۰
طبقات اول تا سوم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	BOX 80X4	BOX 100×4	BOX 100×4
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	BOX 80X4	BOX 100×4	BOX 100×4
	دیوارهای آجری	BOX 80X4	BOX 100×4	BOX 120×5
طبقات چهارم تا ششم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	BOX 80X4	BOX 100×4	BOX 120×5
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	BOX 80X4	BOX 100×4	BOX 120×5
	دیوارهای آجری	BOX 80X4	BOX 100×4	BOX 120×5
طبقات هفتم تا دهم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	BOX 100×4	BOX 120×5	BOX 120×5
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	BOX 100×4	BOX 120×5	BOX 120×5
	دیوارهای آجری	BOX 100×4	BOX 120×5	BOX 140×5

ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)

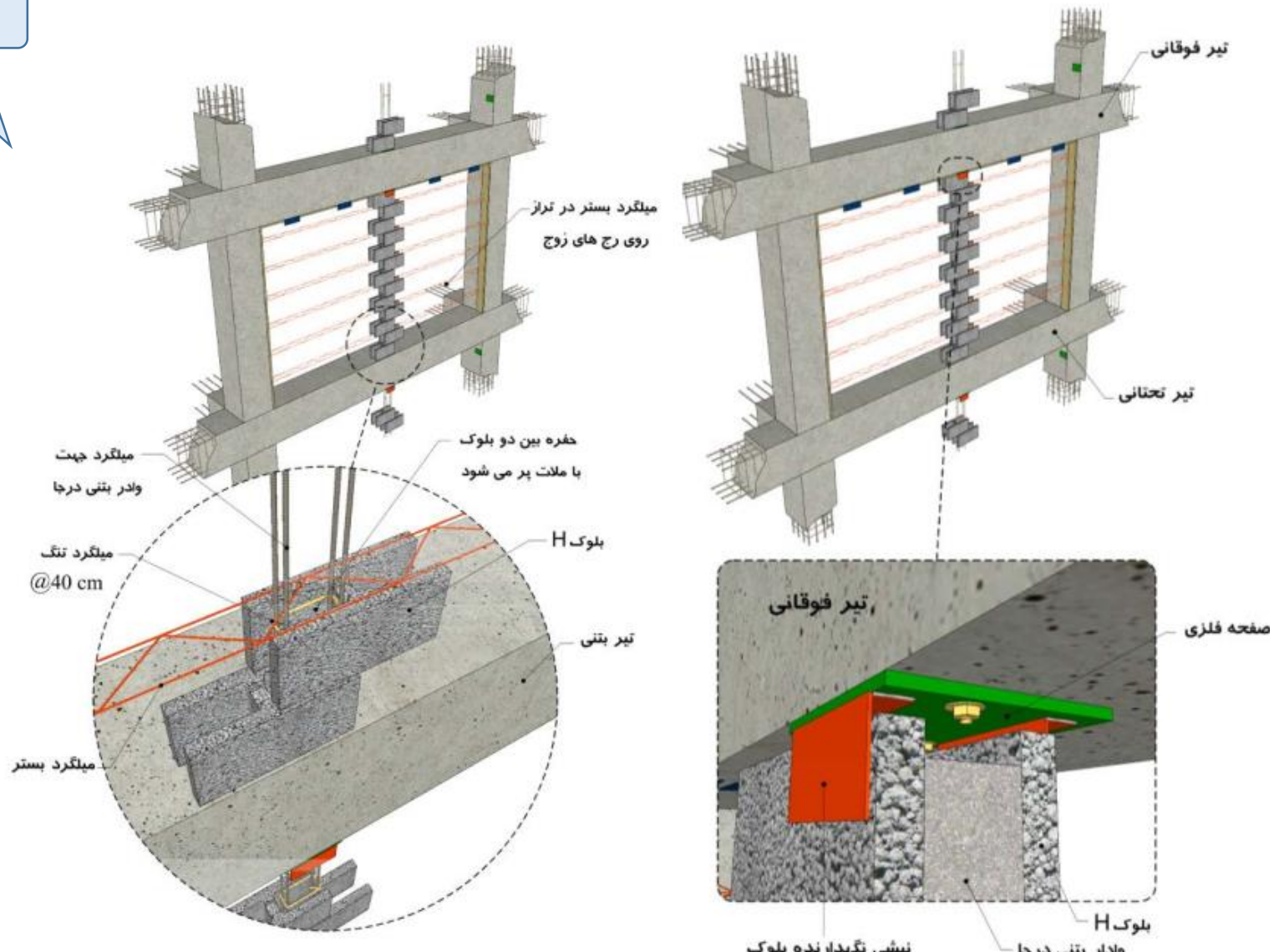
در مناطق با سرعت باد بیشتر از ۱۰۰km/h				
ساختمان ده طبقه میزان خطرپذیری نسبی منطقه ۰/۲۵g و A=۰/۲ ۰/۳۵g و A=۰/۳		مقطع پیشنهادی: ضخامت دیوار ۱۵ سانتی‌متر		
نوع دیوار		فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost-ها) به متر		
		۰/۱-۰/۲	۲/۰-۳/۰	۳/۰-۴/۰
طبقات اول تا سوم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	4L30H150	4L40H150	4L40H150
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	4L30H150	4L40H150	4L40H150
	دیوارهای آجری	4L40H150	4L40H150	4L50H150
طبقات چهارم تا ششم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	4L30H150	4L40H150	4L50H150
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	4L30H150	4L40H150	4L40H150
	دیوارهای آجری	4L40H150	4L40H150	4L50H150
طبقات هفتم تا دهم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	4L40H150	4L50H150	4L50H150
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	4L40H150	4L50H150	4L50H150
	دیوارهای آجری	4L40H150	4L50H150	4L60H150

ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)

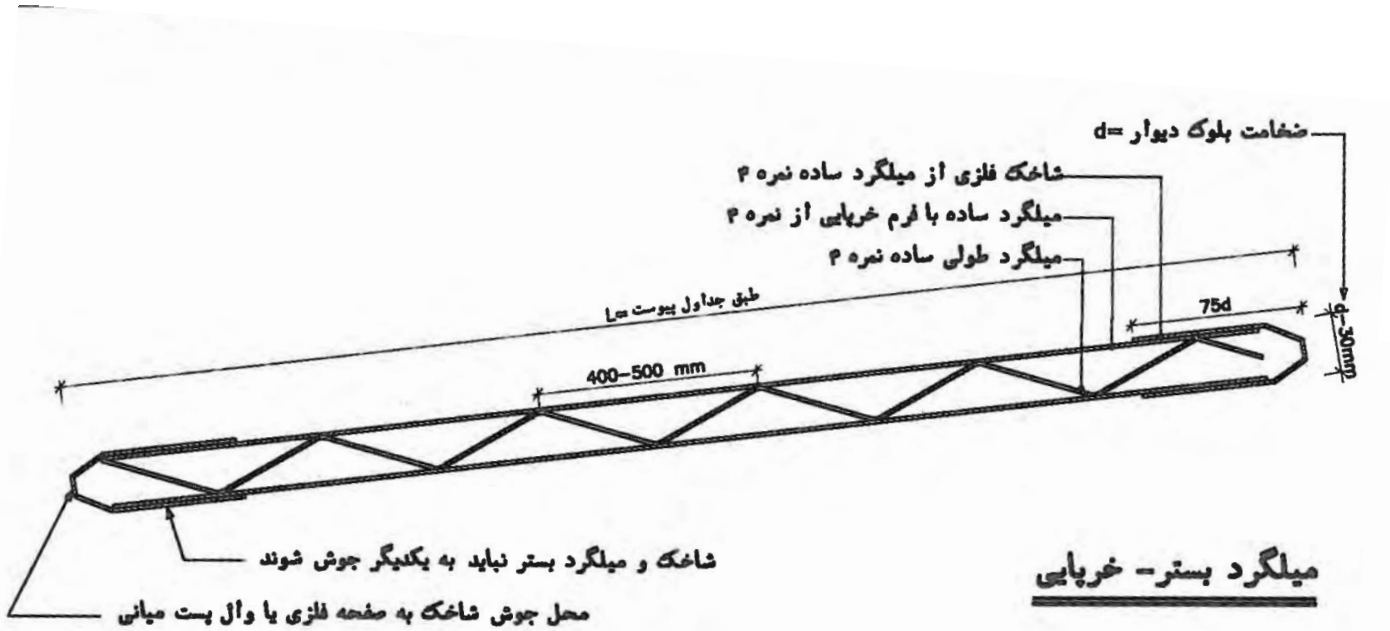
در مناطق با سرعت باد بیشتر از ۱۰۰km/h				
ساختمان ده طبقه میزان خطرپذیری نسبی منطقه ۰/۲۵g و A=۰/۲ ۰/۳۵g و A=۰/۳		مقطع پیشنهادی: ضخامت دیوار ۱۵ سانتی‌متر		
نوع دیوار		فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost–ها) به متر		
		۰/۱–۰/۲	۲/۰–۳/۰	۳/۰–۴/۰
طبقات اول تا سوم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	2U150B30T2	2U150B50T2	Not Ok
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	2U150B30T2	2U150B60T2	Not Ok
	دیوارهای آجری	2U150B30T2	2U150B60T2	Not Ok
طبقات چهارم تا ششم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	2U150B40T2	2U150B60T2	Not Ok
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	2U150B40T2	Not Ok	Not Ok
	دیوارهای آجری	2U150B40T2	Not Ok	Not Ok
طبقات هفتم تا دهم	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	Not Ok	Not Ok	Not Ok
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	Not Ok	Not Ok	Not Ok
	دیوارهای آجری	Not Ok	Not Ok	Not Ok

ضوابط سیستم وادار و میلگرد بستر (ادامه)

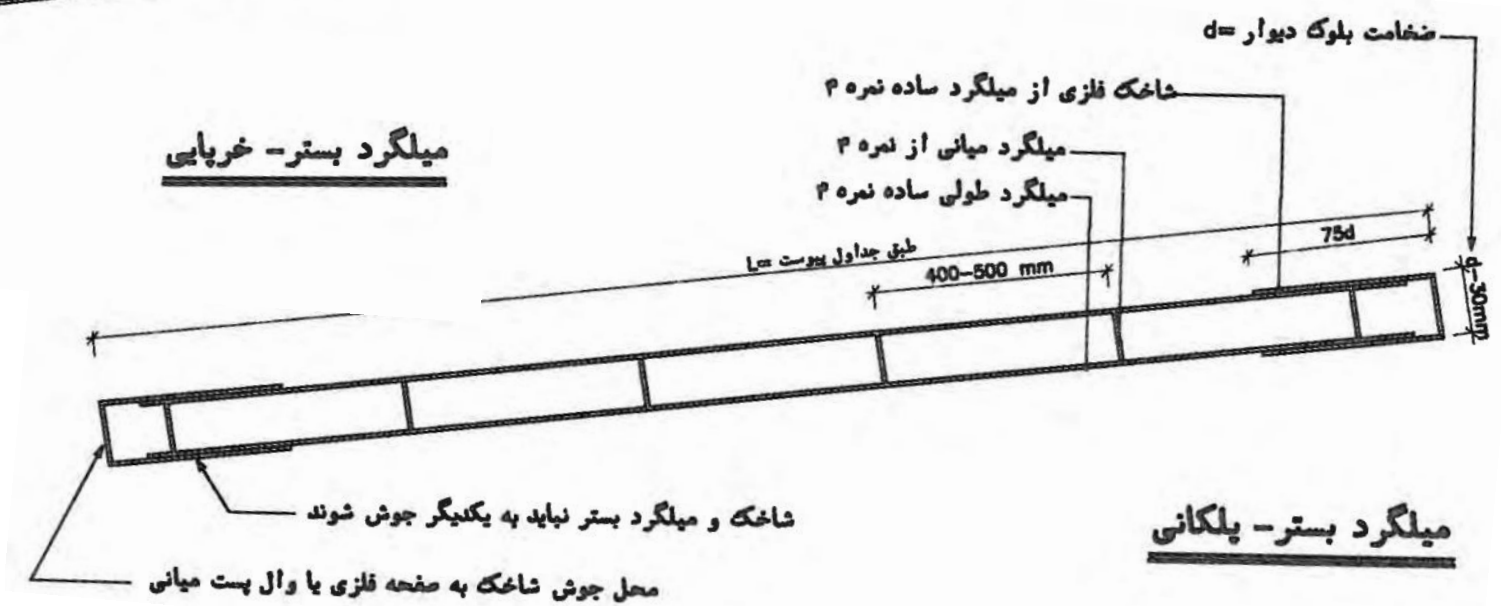
نشریه ۷۱۴



میلگرد بستر در دیوارهای بلوکی با ملات



میلگرد بستر- خرپایی



میلگرد بستر- پلکانی

میلگرد بستر در دیوارهای بلوکی با ملات

میزان تسلیح موردنیاز برای دیوارهای خارجی باضخامت ۱۵ سانتی‌متر

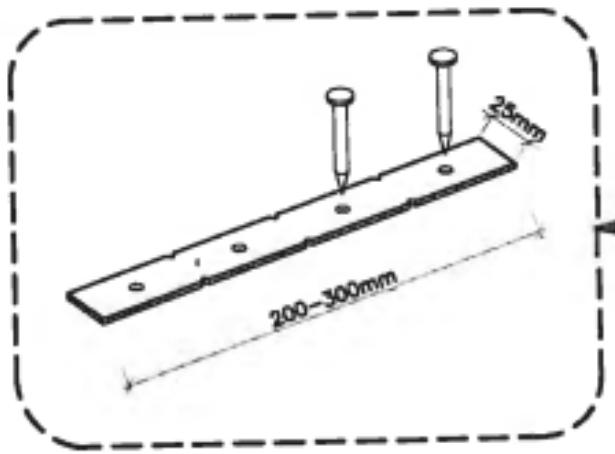
تمامی طبقات، تمامی نواحی لرزه‌خیزی، تمامی سرعت‌های باد	جنس مصالح دیوار	فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost-ها)		
		۱/۰–۲/۰ متر	۲/۰–۳/۰ متر	۳/۰–۴/۰ متر
	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	بست‌های فلزی با عرض ۵۰ mm و ضخامت ۲ mm		
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	شبکه خرپایی با میلگرد (مفتول)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

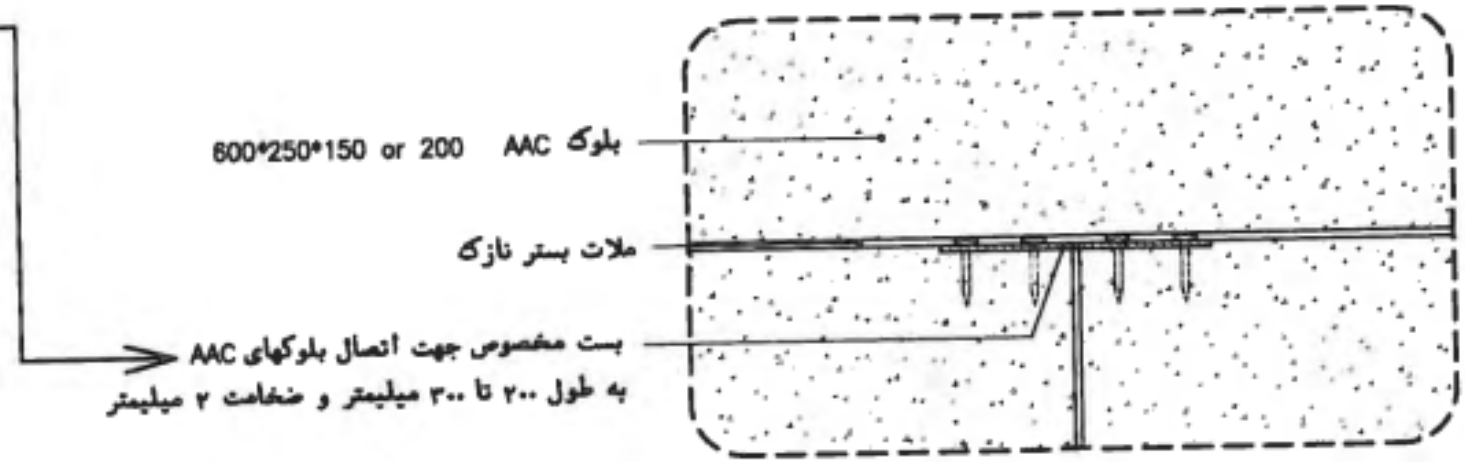
میزان تسلیح موردنیاز برای دیوارهای داخلی باضخامت ۱۰ سانتی‌متر

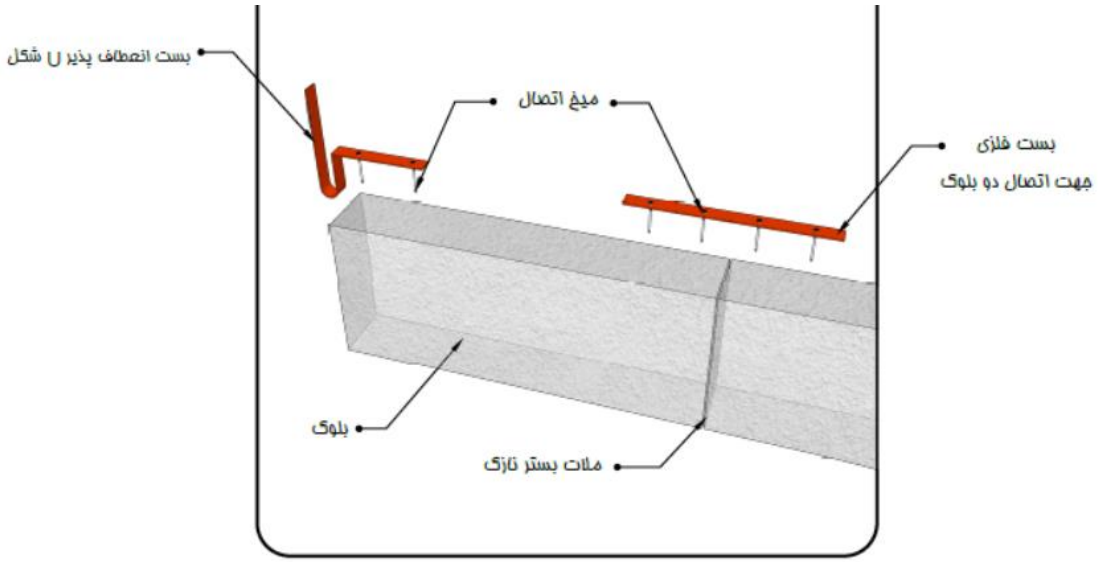
تمامی طبقات، تمامی نواحی لرزه‌خیزی، تمامی سرعت‌های باد	جنس مصالح دیوار	فاصله بین المان‌های نگه‌دارنده قائم (Wallpost-ها)		
		۱/۰–۲/۰ متر	۲/۰–۳/۰ متر	۳/۰–۴/۰ متر
	دیوار ساخته‌شده از بلوک AAC	بست‌های فلزی با عرض ۵۰ mm و ضخامت ۲ mm		
	دیوار ساخته‌شده از بلوک‌های لیکا و سفال	شبکه خرپایی با میلگرد (مفتول)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

- فاصله تسلیح‌ها در ارتفاع به میزان ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته‌شده است.
- در محاسبات عددی، استفاده از ملات‌های مصرفی از نوع ملات S بنائی بر اساس استاندارد ASTM C270 (ملات با مقاومت فشاری ۱۲ مگاپاسکال) در اجرای دیوارهای بلوک سفالی، بلوک سیمانی و آجری موردتوجه قرارگرفته است.

بست بستر در دیوارهای ACC با چسب بستر







چالش های اجرایی سیستم وادار و میلگرد بستر

- ❑ عدم رعایت قطر و ابعاد میلگرد بستر
- ❑ استفاده از مقاطع نامناسب برای وادار
- ❑ اجرای وادار در نزدیکی ستون
- ❑ بریده شدن میلگردهای بستر در شیارهای تاسیسات برقی و مکانیکی
- ❑ عدم اطمینان از عملکرد میخ ها و پیچ ها
- ❑ ترک خوردگی نازک کاری در محل وادارها

- ❑ امکان مسلح سازی دیوارهای پیرامونی مجاور همسایه

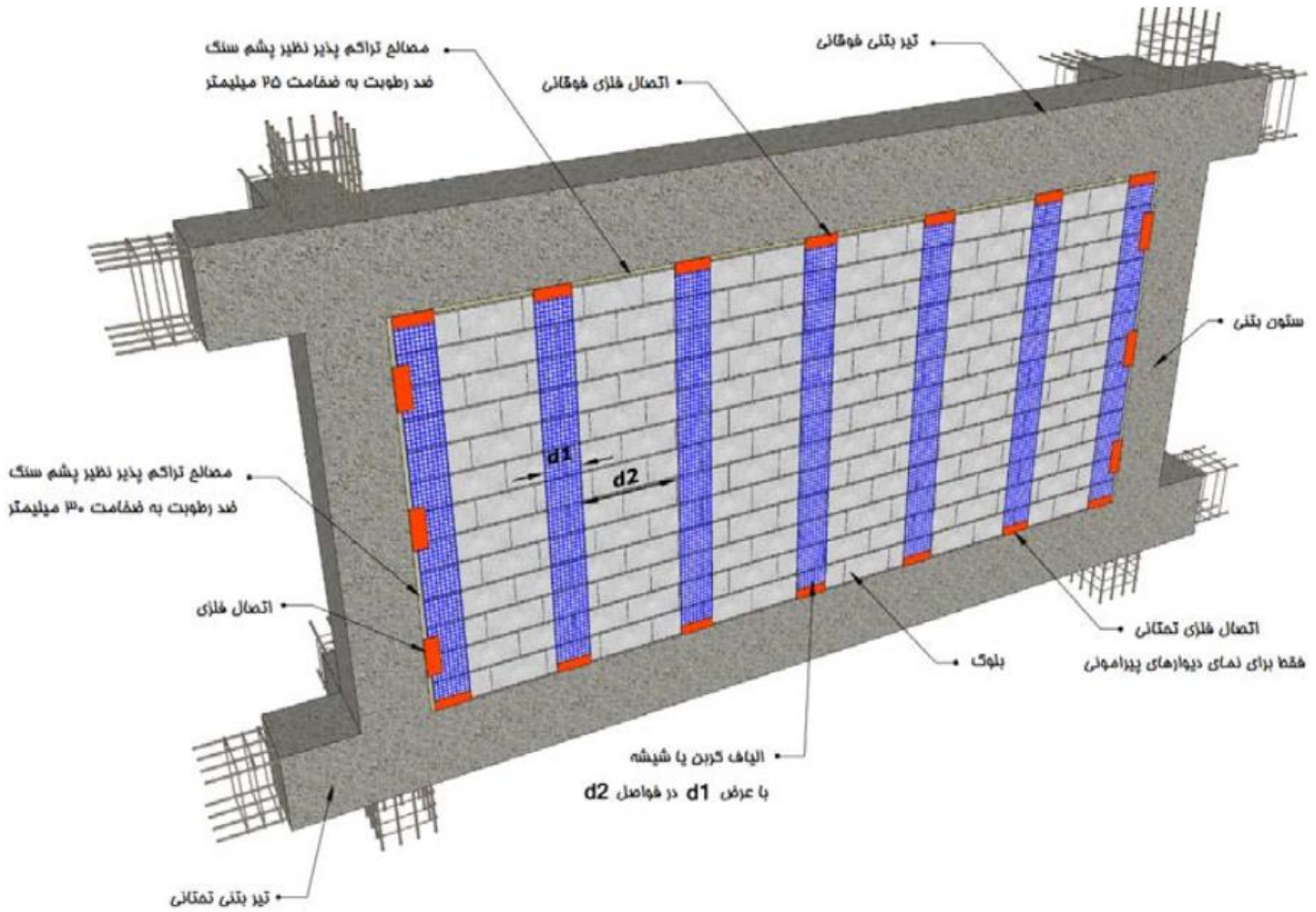
چالش های سیستم وادار و میلگرد بستر

چالش های سیستم وادار و میلگرد بستر

ضوابط سیستم پانلی

ضوابط سیستم شبکه الیاف

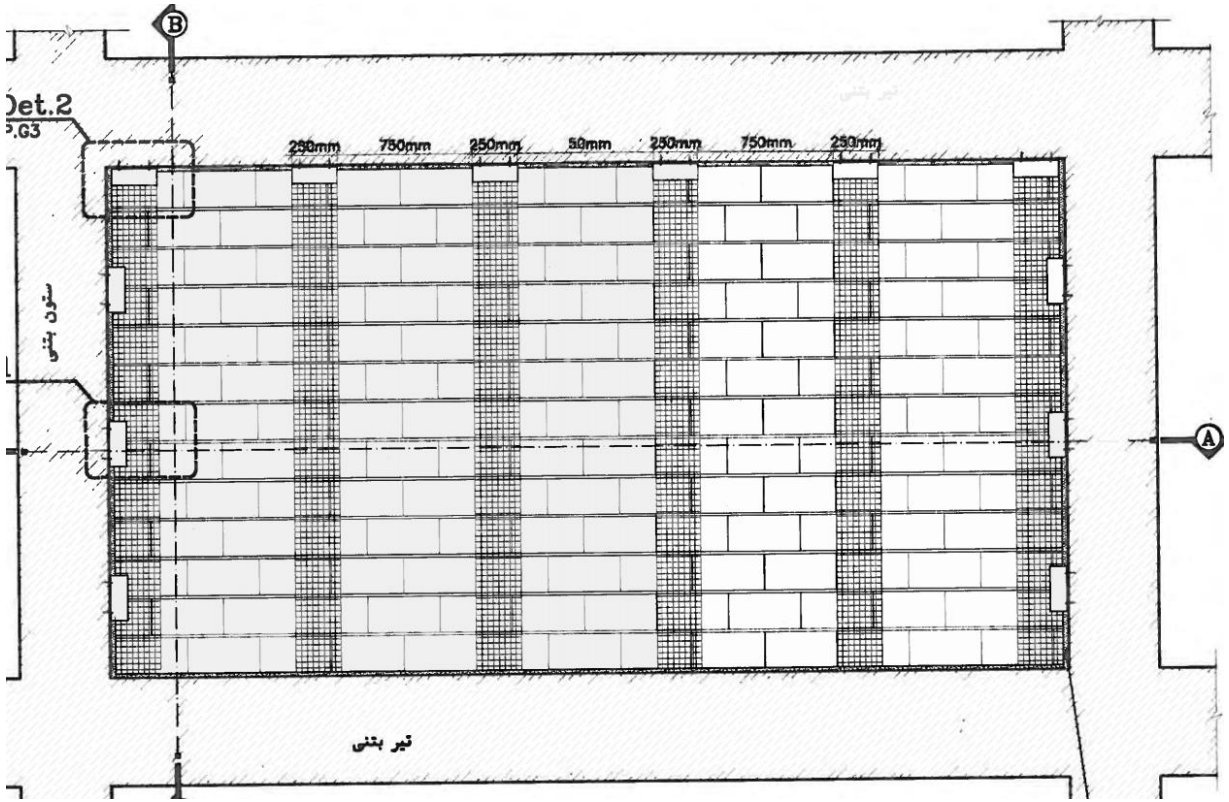
- خمش دیوار به صورت یک طرفه در راستای قائم است
- دیوار نیازی به وادار ندارد
- محدودیتی در طول دیوار نیست
- در لبه های دیوار و کنار بازشوها باید بر روی دیوار از نوار شبکه الیاف استفاده نمود
- نبشی های مهار خارج صفحه بعد از اجرای الیاف باید نصب شود
- پوشش الیاف و آستر دیوار نباید روی نبشی مهار اجرا شود
- در صورت وجود حداقل ۵۰ میلیمتر کفسازی که پایین دیوار در داخل آن قرار گیرد نیازی به اجرای نبشی پایینی نمی باشد
- مقاومت تسلیم الیاف بیش از ۱۰۰۰ مگاپاسکال باشد.



شکل پ۶-۱۹- مسلح کردن دیوارها با استفاده از نوارهای شبکه الیاف شیشه یا کربن

ضوابط سیستم شبکه الیاف

- در صورت آستر سیمانی باید از الیاف شیشه مقاوم به قلیا (AR-Glass) استفاده شود.
- در صورت آستر گچ می توان از الیاف شیشه (E-Glass) استفاده کرد.
- در صورت چیدمان سرتاسری حداقل مقدار الیاف 50 gr/m2 در هر طرف دیوار می باشد. در حالت نواری حداقل 100 gr/m2
- فاصله بین تارها و پودها نباید از ۵ میلیمتر بیشتر و از ۱۰ میلیمتر کمتر باشد.
- حداکثر اندازه سنگدانه ملات آستر نباید از نصف بعد چشمه بزرگتر باشد.
- کاهش مقدار قلیای سیمان و ایجاد یک لایه سد محافظتی روی الیاف در برابر اثرات شیمیایی محیط، کافی نیست. حتما باید االیاف مقاوم به قلیا (حداقل ۱۶ درصد زیرکونیا) استفاده شود.
- آزمایش های لازم: تعیین سطح مقطع نخ، دانسیته، مقاومت کششی و مدول الاستیسیته، تعیین درصد زیرکونیا در الیاف و آزمون مقاومت به قلیا

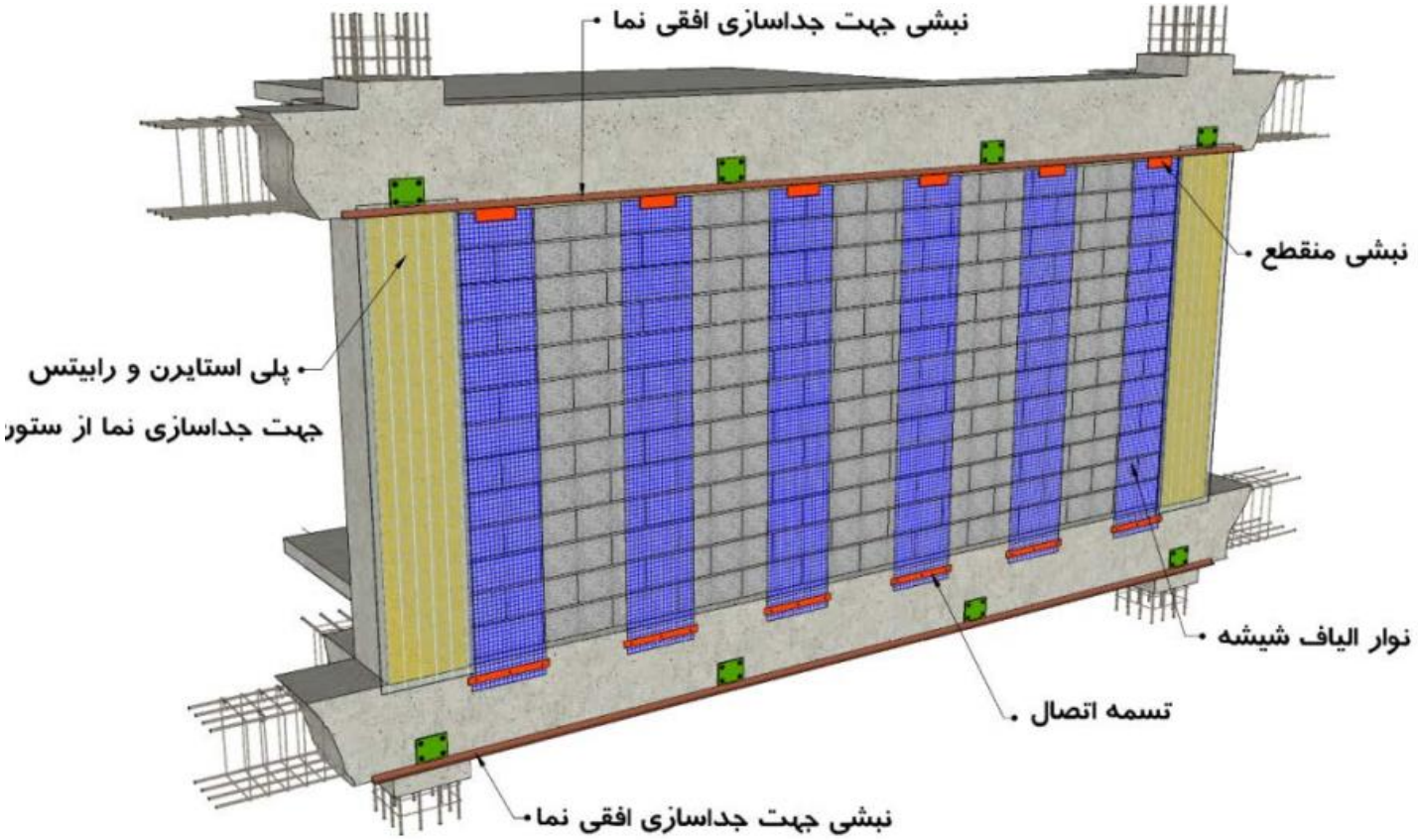


الیاف کربن - ۴۰ گرم بر متر مربع با مقاومت تسلیم حداقل ۳۰۰۰ مگاپاسکال

الیاف شیشه AR-glass - ۱۰۰ گرم بر مترمربع با مقاومت تسلیم حداقل ۱۰۰۰ مگا پاسکال نوارهای به عرض ۲۵ سانتیمتر با فواصل یک متر

توجه : مش الیاف در داخل آستر سیمانی یا گچی باید اجرا گردد.

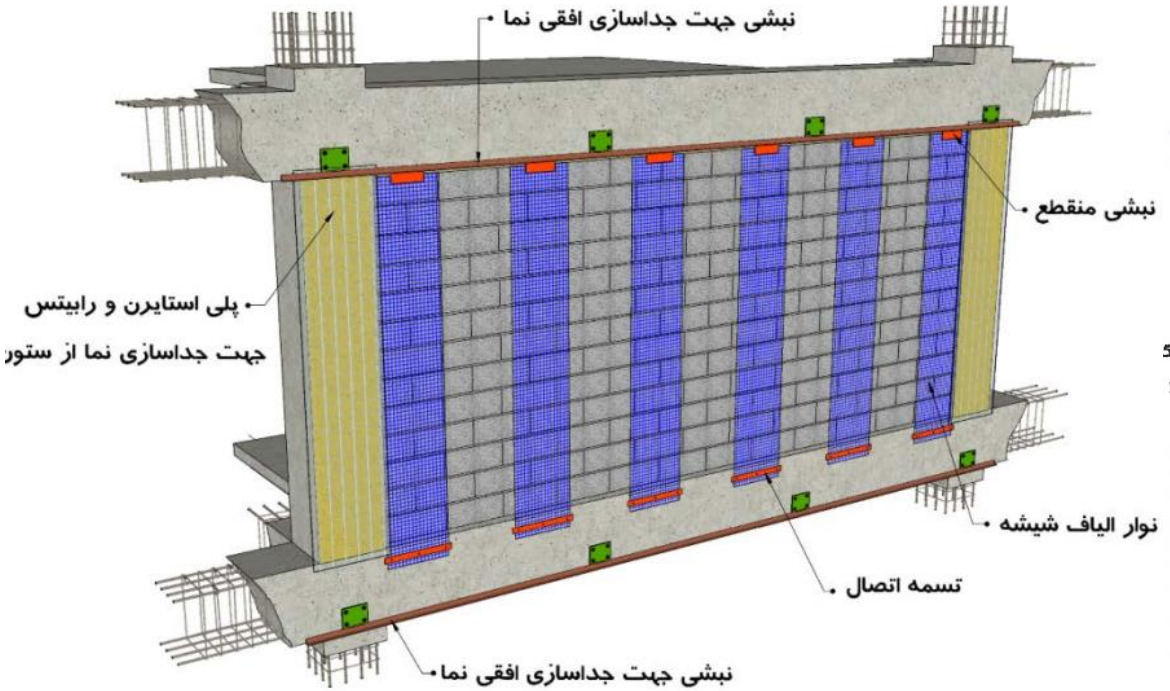
ضوابط سیستم شبکه الیاف در وجه بیرونی



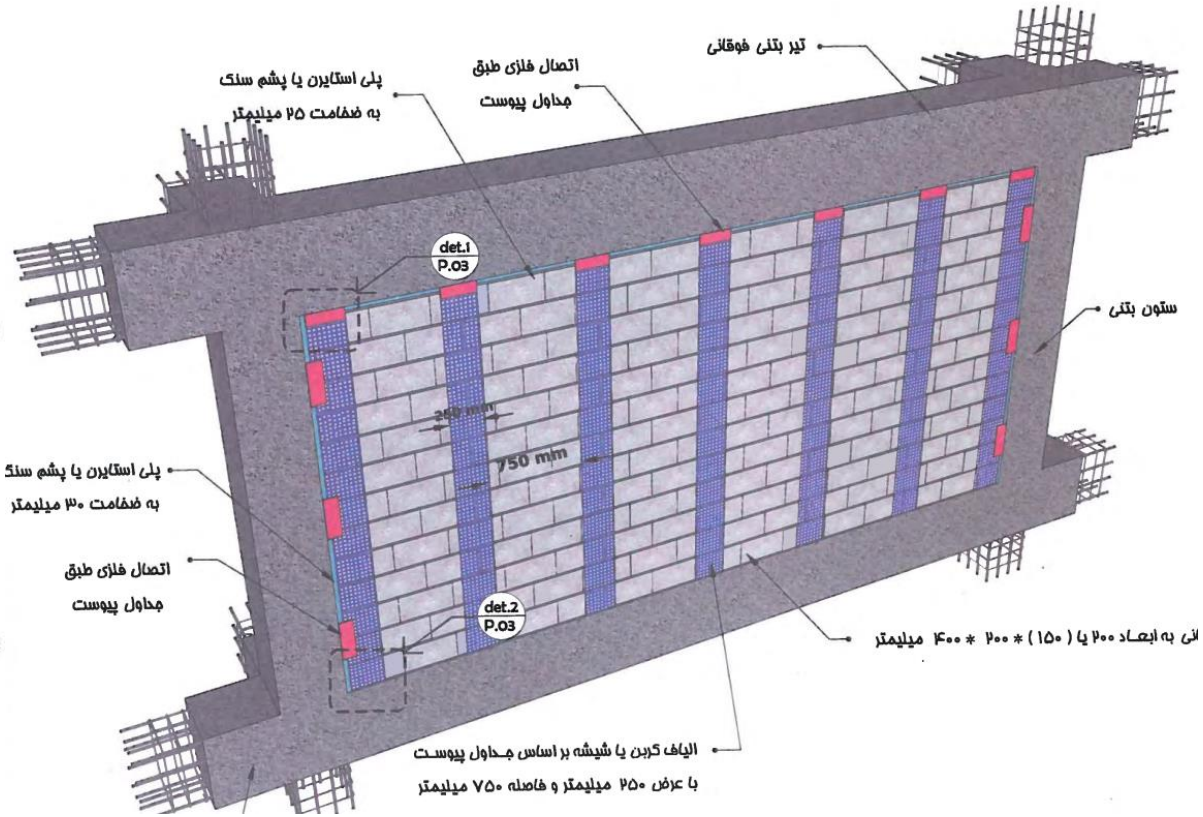
- تراکم و مشخصات الیاف باید با طراحی و محاسبه بر اساس جنس و مقاومت کششی الیاف تعیین شود
- پلی استایرن روی ستون و رابیتس روی آن، جهت جداسازی ستون از دوغاب پشت سنگ می باشد
- روی الیاف با ملات پاششی ریزدانه با مقاومت فشاری بالا اجرا می شود
- نوارالیاف ها باید در هر دو طرف دیوار روبروی هم قرار گیرند
- لبه الیاف در بالای دیوار، باید روی بلوک و در پایین دیوار روی کف با تسمه و پیچ و پلاک تثبیت گردد
- در نمای بیرونی، الیاف وسط پیشانیِ تیر توسط تسمه و پیچ و پلاک تثبیت می گردد
- برای تثبیت الیاف روی بلوک در حین اجرا، میتوان از میخ استفاده کرد، اما تثبیت نهایی توسط ملات پاششی انجام می گیرد

نشریه ۷۱۴

ضوابط سیستم شبکه الیاف در وجه بیرونی

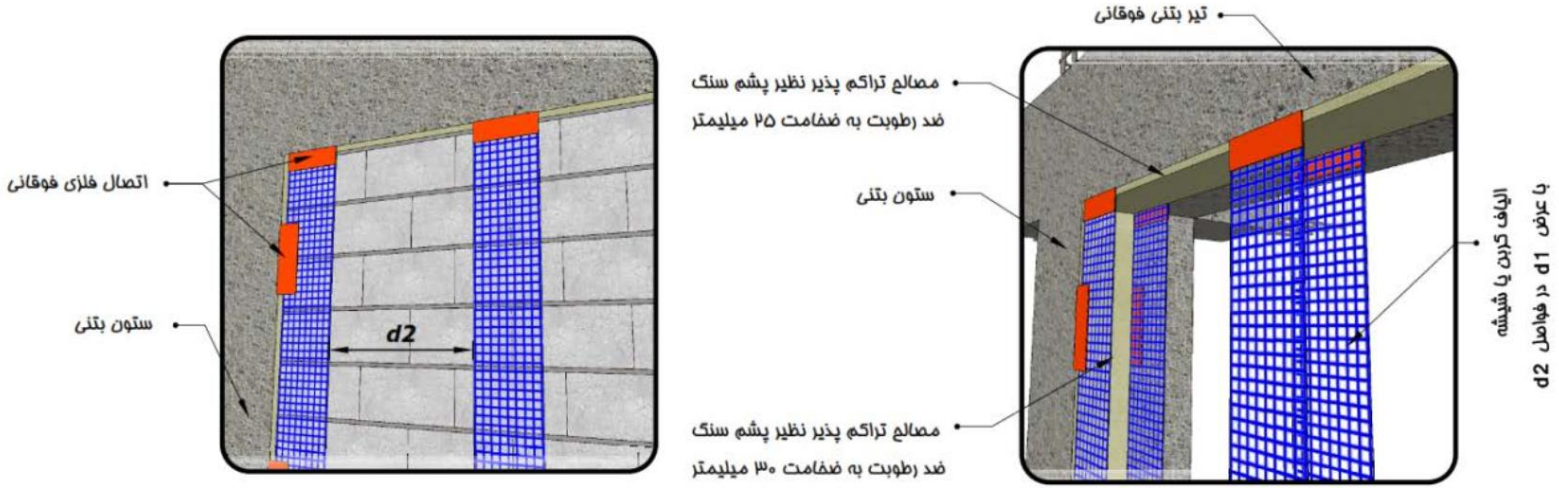


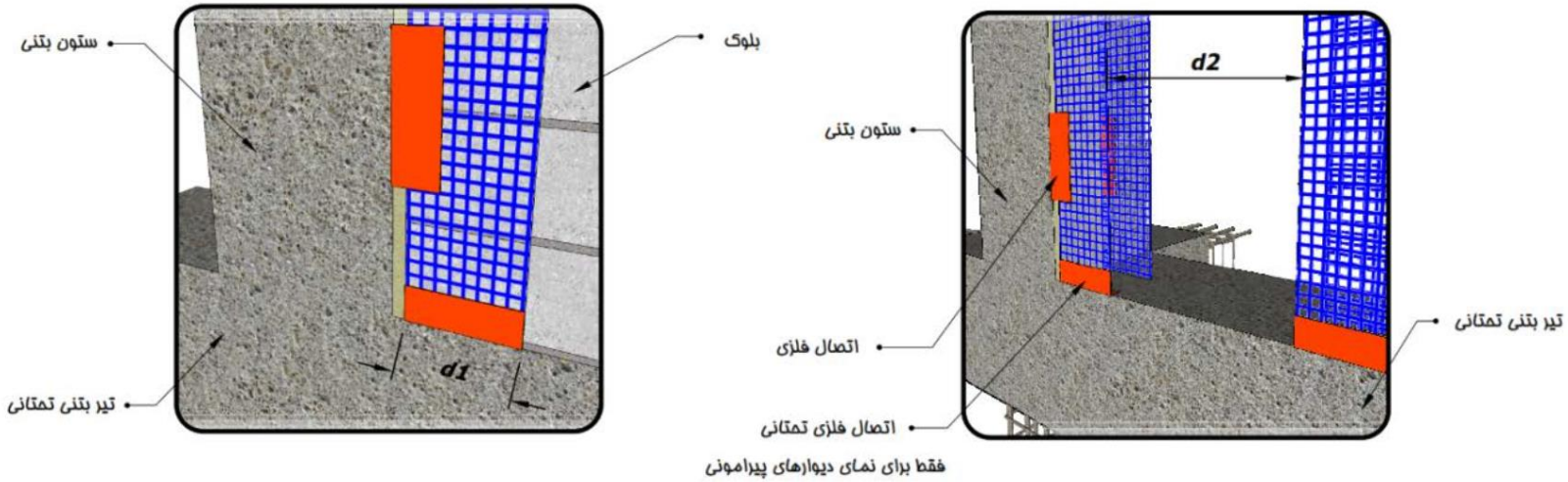
نشریه ۷۱۴



نشریه ض-۸۱۹

ضوابط سیستم شبکه الیاف





ضوابط سیستم شبکه الیاف

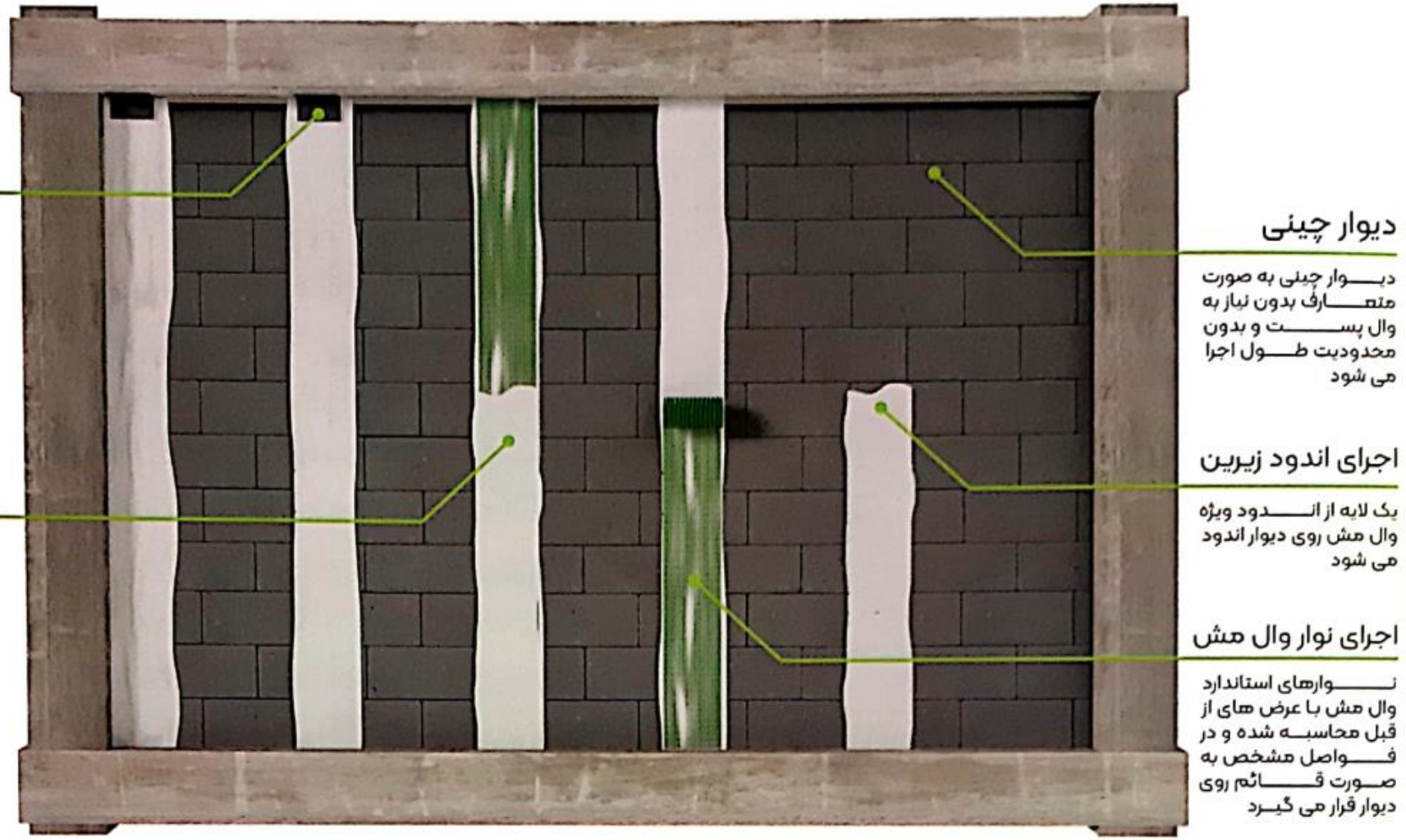
مقاومت کششی مش الیافی قبل از قرارگیری در قلیا نمونه با کد WM-160-z3

	شماره نمونه	مقاومت کششی N/5cm	ازدیاد طول در نقطه پارگی mm
در جهت طولی	۱	۱۵۷۰	۴/۶۰
	۲	۱۵۸۹	۴/۹۹
	۳	۱۵۶۰	۵/۷۹
	میانگین	۱۵۷۳	۵/۱۳

مقاومت کششی مش الیافی پس از قرارگیری در قلیا نمونه با کد WM-160-z3

	شماره نمونه	مقاومت کششی N/5cm	ازدیاد طول در نقطه پارگی mm
در جهت طولی	۱	۱۰۸۹	۳/۲۷
	۲	۱۲۵۶	۳/۶۶
	۳	۱۳۳۴	۳/۷۶
	میانگین	۱۲۲۶	۳/۵۶

ضوابط سیستم شبکه الیاف



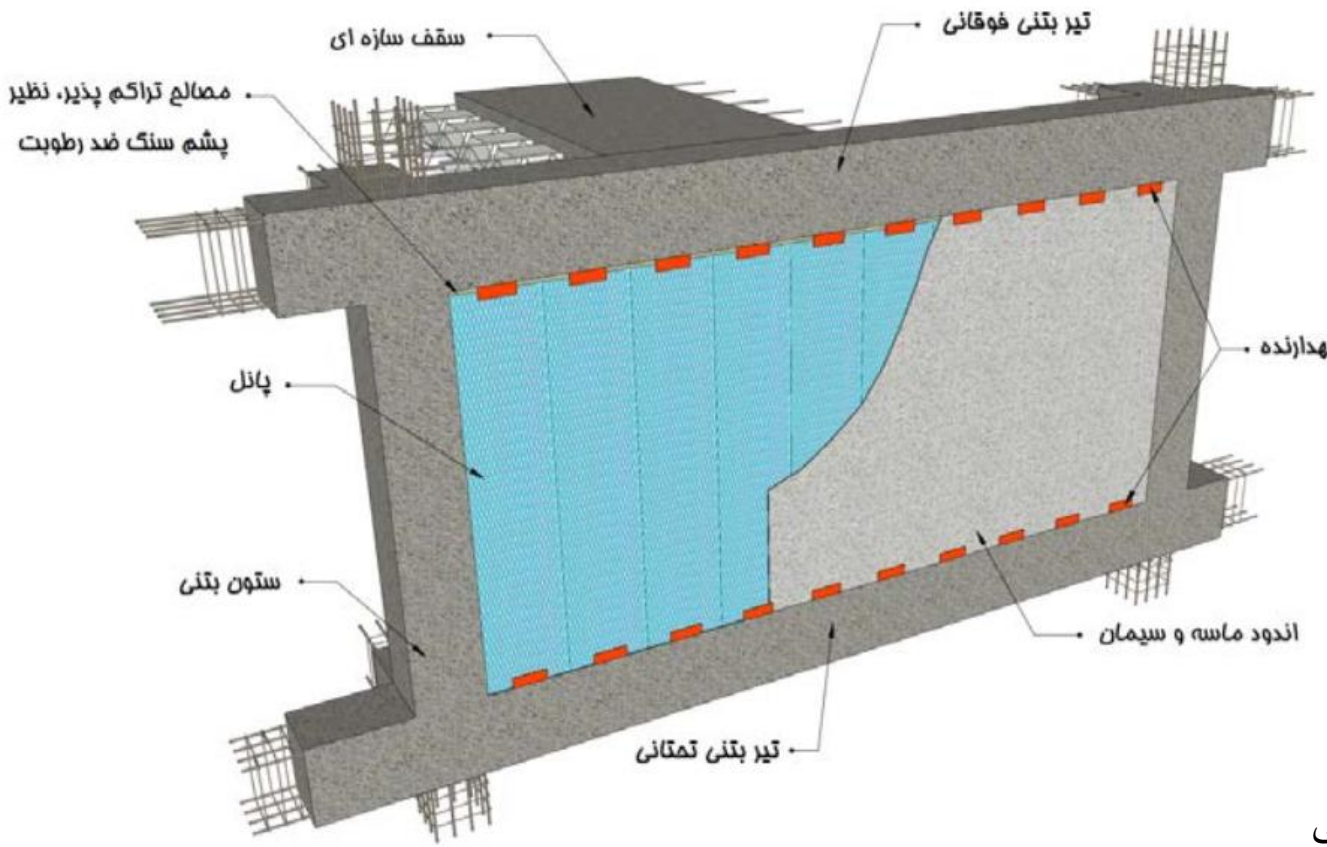
چالشهای اجرایی سیستم شبکه الیاف

- عدم اطمینان از کیفیت و مقاومت الیاف مصرفی
- صعوبت اجرای برگشت الیاف روی بلوکهای رج آخر
- عدم امکان حرکت آزاد دیوار در صورت برگشت نوارهای االیاف به زیر سقف
- امکان واژگونی دیوار در صورت عدم نصب به موقع مهارهای سقفی و جانبی
- بریده شدن الیاف در محل شیارهای تاسیسات برقی و مکانیکی
- عدم امکان اجرای مش در وجه بیرونی دیوارهای همسایه
- ابهام در رفتار دیوار در صورت اجرای مهارهای کناری

چالشهای اجرایی سیستم شبکه الیاف

ضوابط سیستم پانلی

- به صورت نوارهای قائم در طول دیوار نصب می شوند
- دیوار به صورت یک دال یک طرفه عمل می کند
- دیوار باید با استفاده از نبشی یا المان مشابه در جهت خارج از صفحه، در تراز سقف و کف مهار شود.
- نیازی به مهار جانبی به ستونها نمی باشد.
- اتصال پانل دیوار در تراز سقف با نبشی به صورت کشویی بوده و دیوار اجازه جابجایی داخل صفحه را داشته باشد
- نیازی به اجرای وادار انتهایی یا میانی نمی باشد
- استفاده از دیوارهای خارجی پانلی در بیمارستانها موکدا توصیه می شود
- پوشش بتن به نحوی اجرا شود که موجب چسبیدن و اتصال نبشی به تیغه پانلی نشود.
- در صورتی که پایین پانل در حداقل ۵۰ میلیمتر کفسازی قرار گیرد یا پایین پانل در سقف ریشه اجرا شده باشد نیازی به اجرای نبشی در پایین نمی باشد



- نبشی های مهار به سقف که پس از اجرای دیوار نصب می شود باید به سمت خارج دیوار باشد.

ضوابط سیستم پانلی

۱. در صورتی که پایین پانل در حداقل ۵۰ میلیمتر کفسازی قرار گیرد یا برای پایین پانل در سقف ریشه اجرا شده باشد نیازی به اجرایی نبشی در پایین پانل نمی باشد

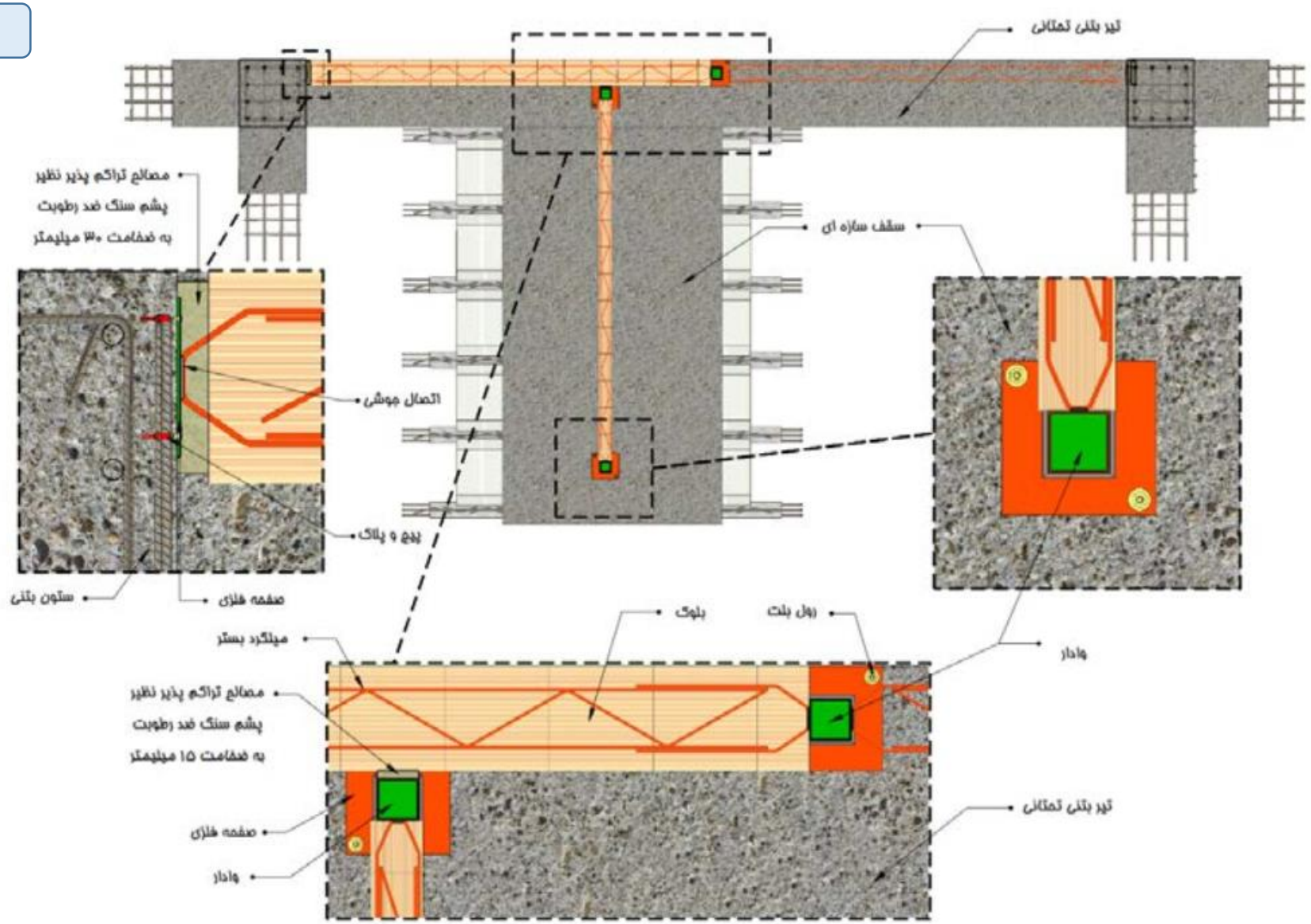
۲. نبشی های مهار به سقف که پس از اجرای دیوار نصب می شود باید به سمت خارج دیوار باشد.

۳.

ضوابط سیستم پانلی

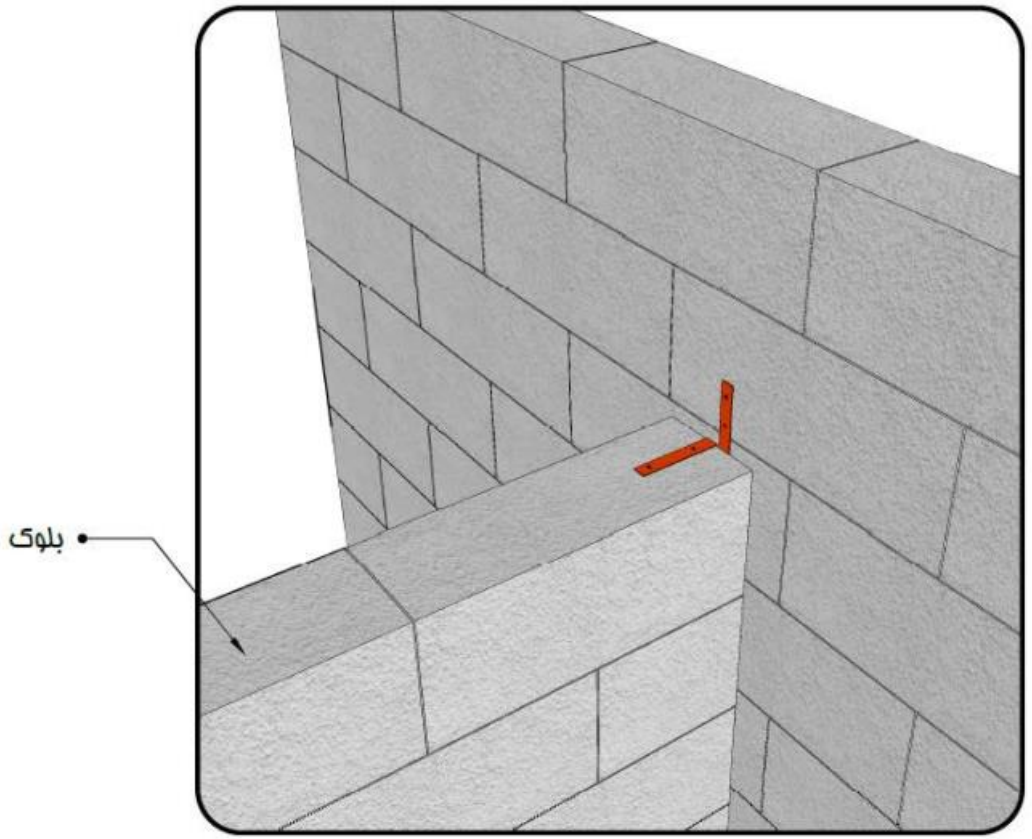
اتصال دیوار به دیوار (جداسازی با وادار)

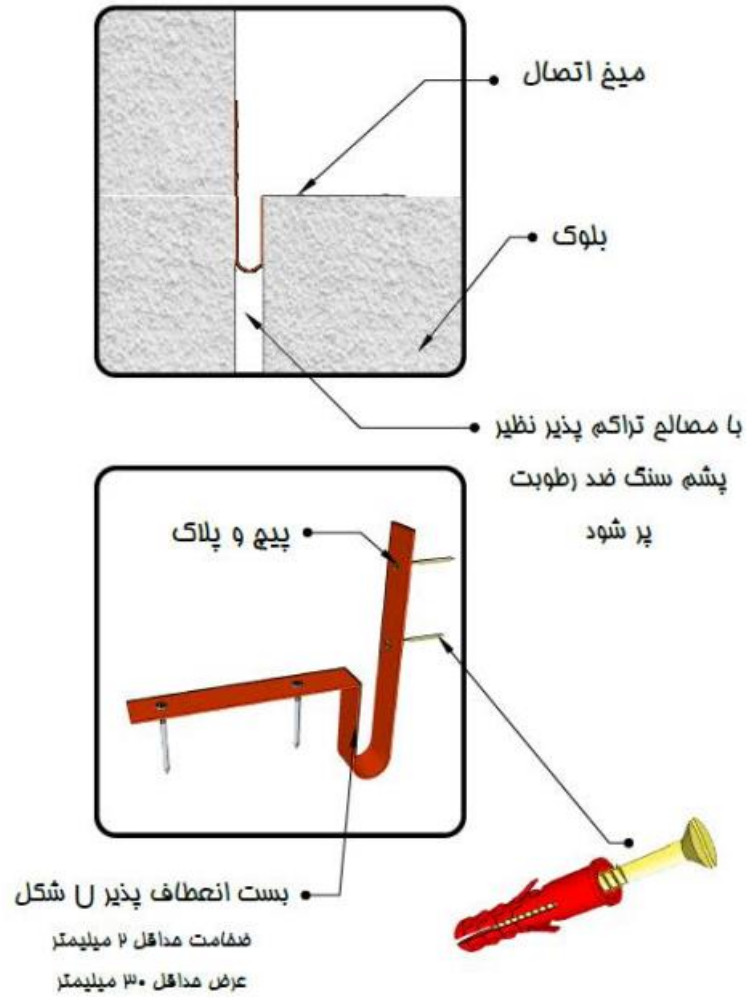
۲۸۰۰



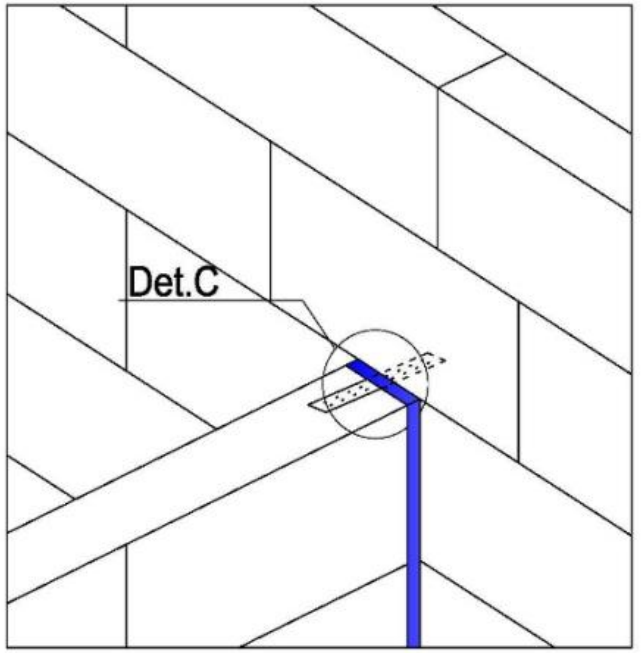
اتصال دیوار به دیوار (جداسازی با بست آکاردئونی)

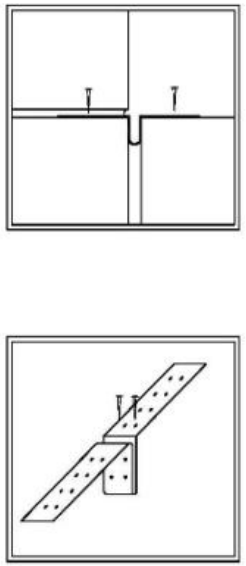
۲۸۰۰



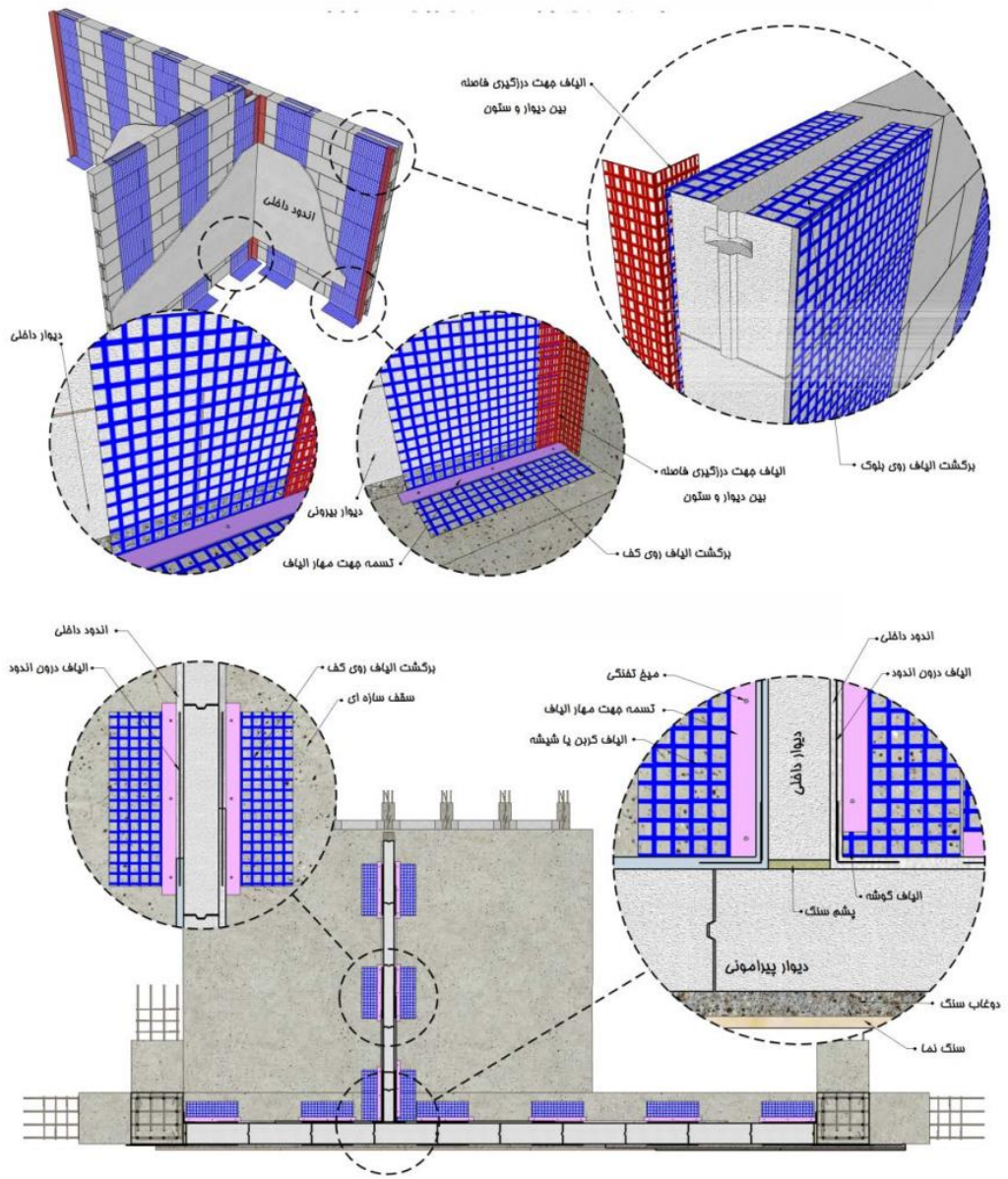


اتصال دیوار به دیوار (جداسازی با بست ارتجاعی دوطرفه)





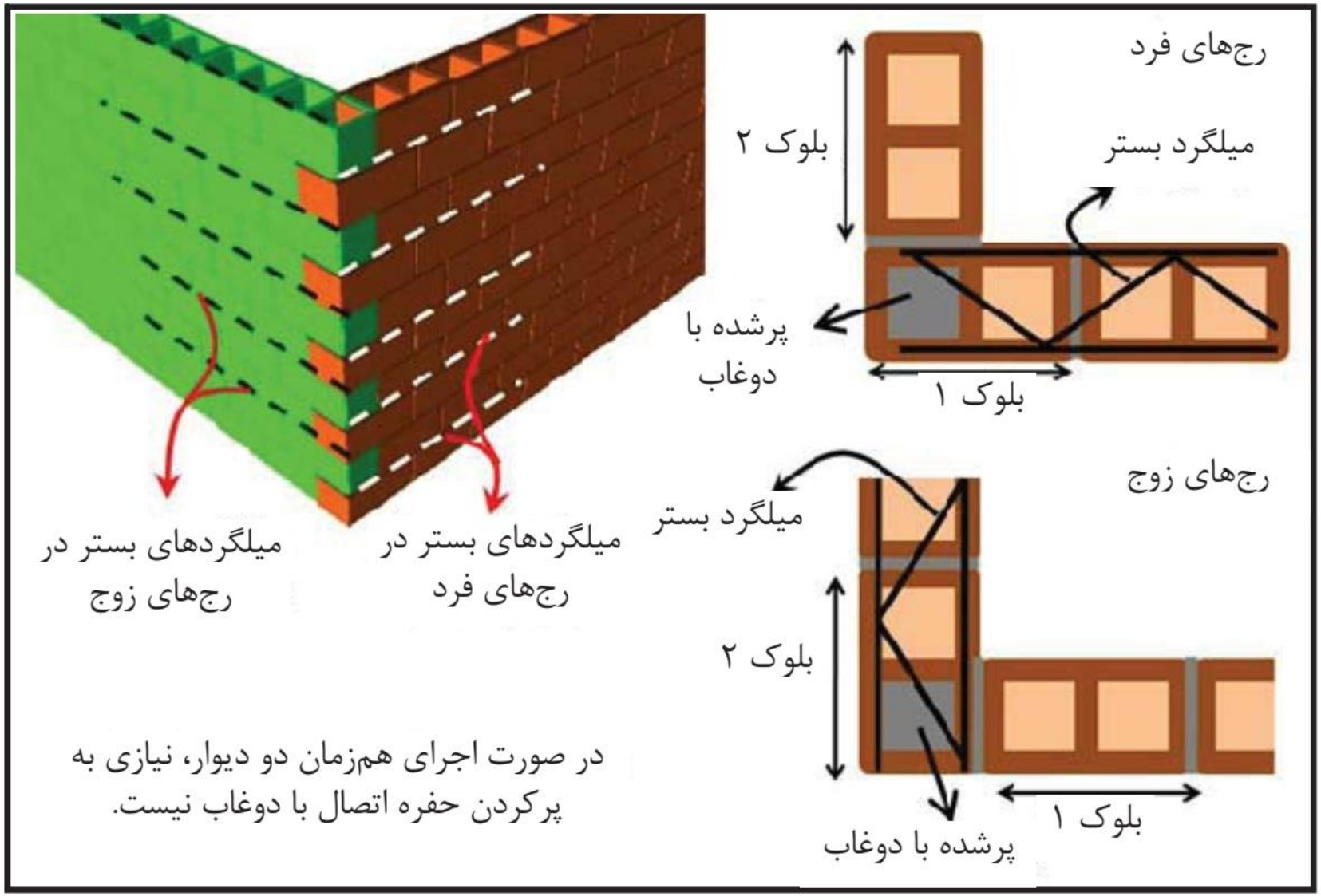
اتصال دیوار به دیوار (دیوار متقاطع مسلح به شبکه الیاف)



نحوه اجرا و تسلیح دیوارهای متقاطع با استفاده از مش الیاف

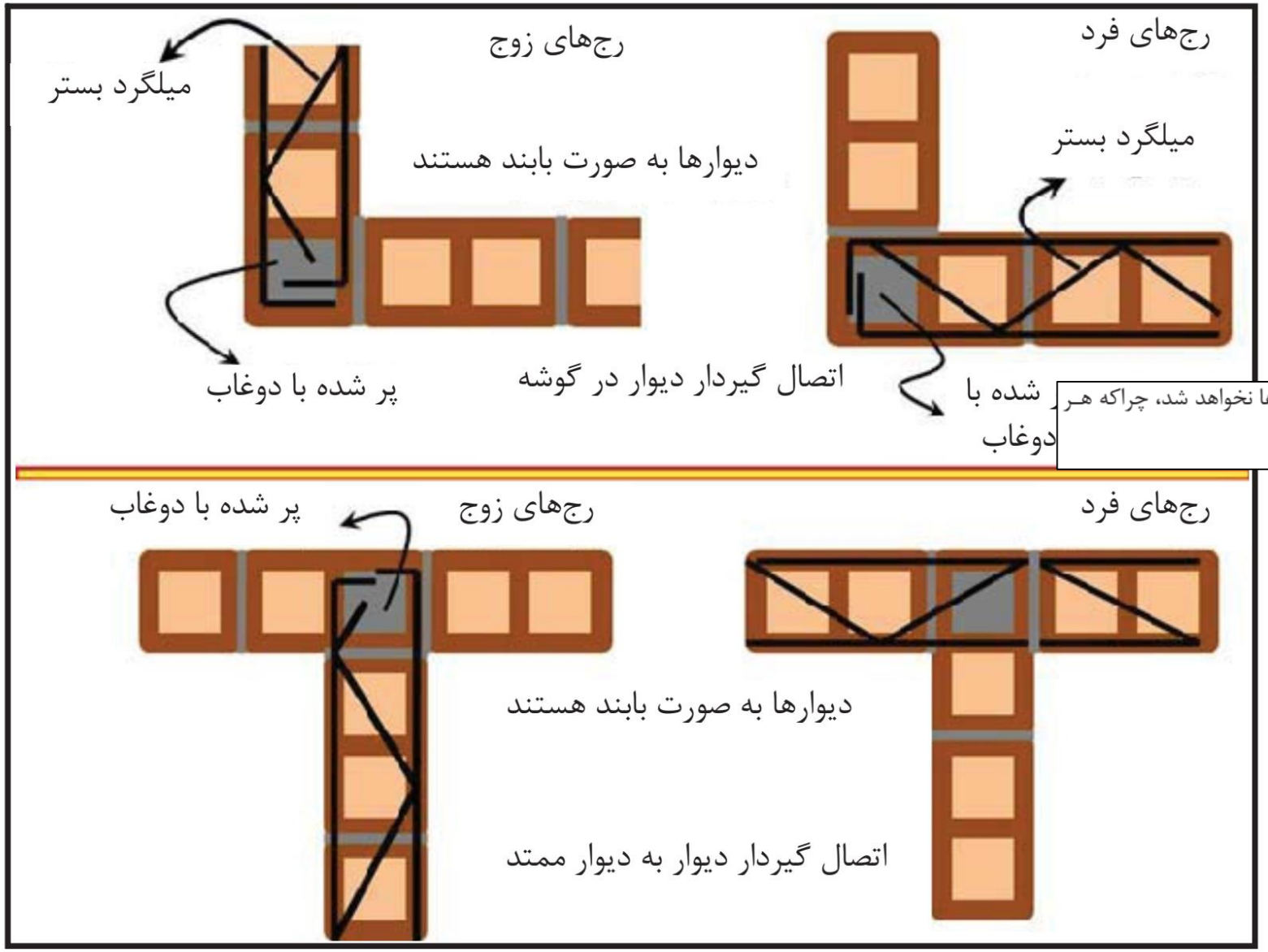
نشریه ۷۱۴

اتصال دیوار به دیوار (لابند مفصلی)



نشریه ۷۲۹

اتصال دیوار به دیوار (لابند گیردار)

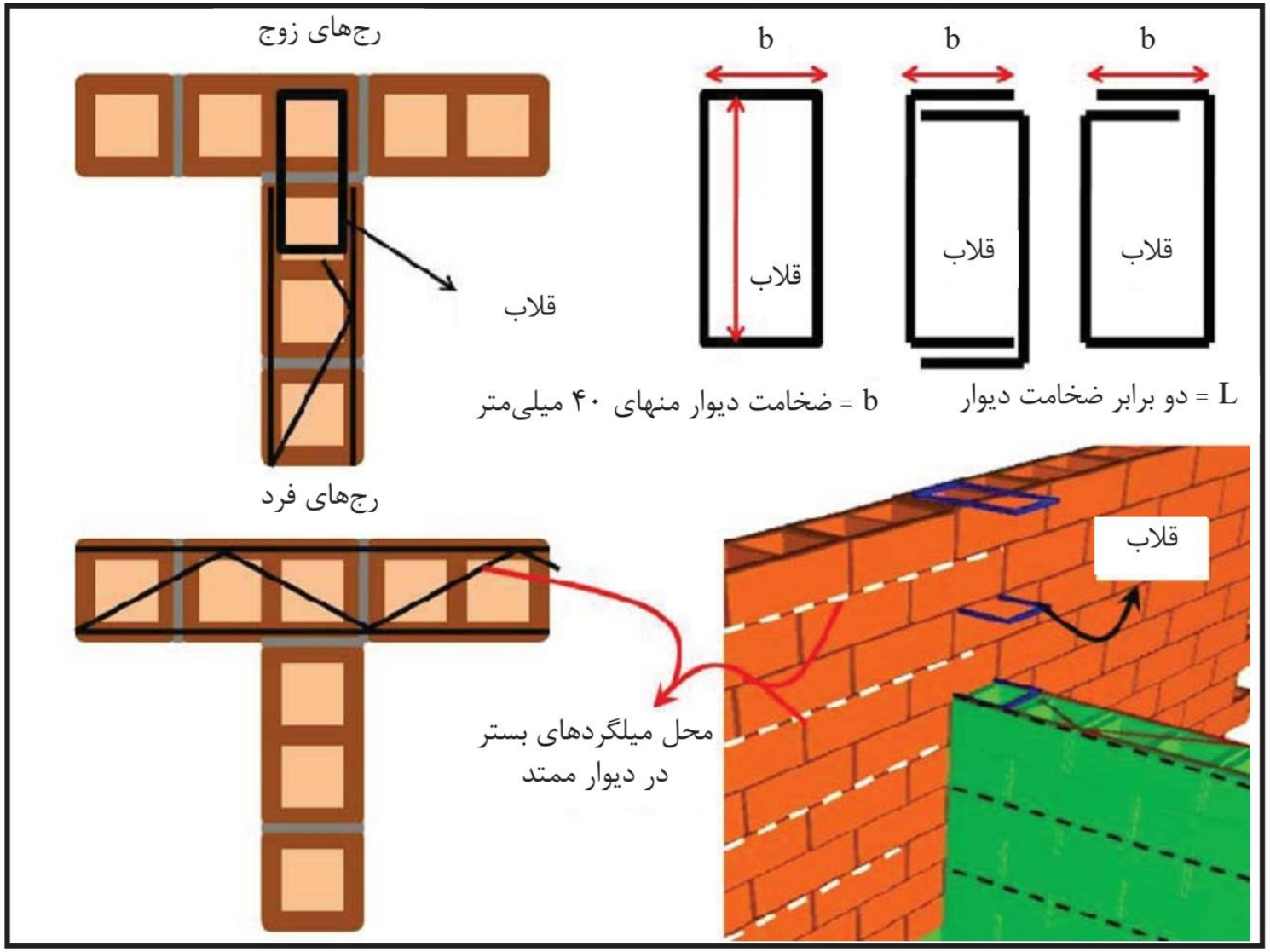


?

گیردار بودن اتصال دیوار به دیوار منجر به انتقال بارهای لرزه‌ای از سسیتم باربر جانبی به دیوارها نخواهد شد، چراکه هر دو دیوار در امتداد داخل صفحه خود از سیستم باربر جانبی جدا شده‌اند.

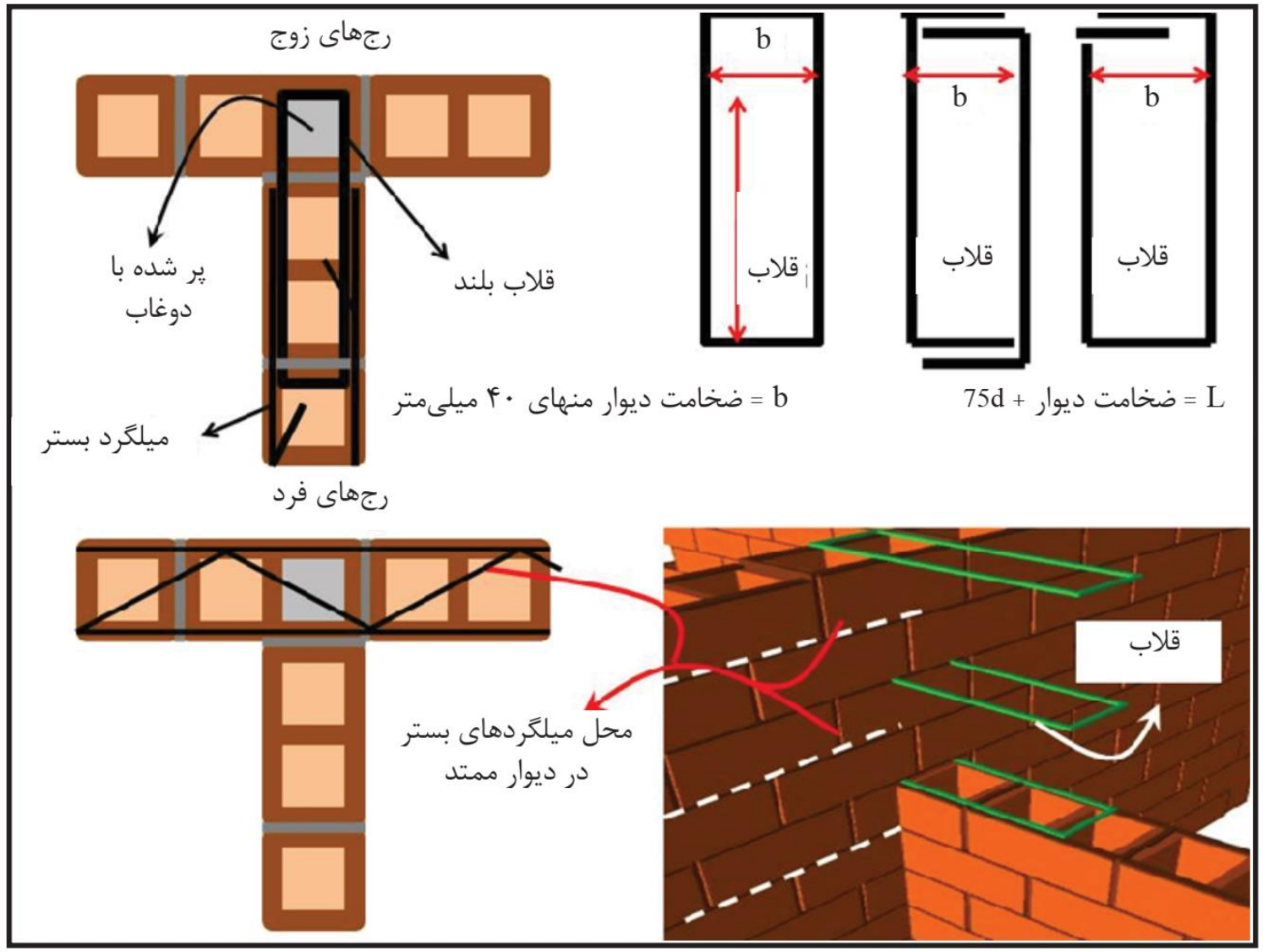
نشریه ۷۲۹

اتصال دیوار به دیوار (قلاب و میلگرد بستر – مفصلی)



اتصال دو دیوار متعامد با استفاده از قلاب و میلگرد بستر- اتصال مفصلی

اتصال دیوار به دیوار (قلاب و میلگرد بستر – گیردار)



اتصال دو دیوار متعامد با استفاده از قلاب بلند و میلگرد بستر- اتصال گیردار

عناوین طرح های پژوهشی انجام شده در این حوزه

بسمه تعالی

بررسی آزمایشگاهی عملکرد سازه‌ای بلوک‌های سفالی پازلی با دوغاب سیمان در دیوارهای غیرباربر

مجری: دانشگاه یزد

کارفرما: شرکت کیمیا آجر یزد

پژوهشگر: دکتر محمدرضا میرجلیلی
عضو هیئت علمی دانشکده عمران دانشگاه یزد

همکار: مهندس سجاد کریمی

بسمه تعالی

بررسی آزمایشگاهی رفتار داخل و خارج صفحه دیوارهای پانلی سه بعدی غیر باربر

مجری: دانشگاه یزد

کارفرما: شرکت یزد ثمین

پژوهشگر: دکتر محمدرضا میرجلیلی
عضو هیئت علمی دانشکده عمران دانشگاه یزد

همکار: مهندس دهقان اشکذری

بسمه تعالی

بررسی نظری و آزمایشگاهی رفتار دیوارهای بلوکی یک‌پارچه شده با شبکه آرماتور پیش‌ساخته در دوطرف سطح دیوار در مقابل نیروهای جانبی داخل و خارج صفحه

مجری: دانشگاه یزد

کارفرما: شرکت کربل

پژوهشگر: دکتر محمدرضا میرجلیلی
عضو هیئت علمی دانشکده عمران دانشگاه یزد

همکار: مهندس سجاد کریمی

سوالات پژوهش– دیوارهای بلوکی

۱. استفاده از الیاف شیشه چه تأثیری در رفتار خارج صفحه دیوار دارد؟

۲. استفاده از شبکه الیاف شیشه سرتاسری نسبت به نواری تا چه اندازه در بهبود علمکرد دیوار مؤثر است؟

۳. استفاده از توری مرغی به جای الیاف شیشه چه تاثیری در رفتار خارج صفحه دیوار دارد؟

۴. مش فولادی در مقایسه با توری و الیاف چه عملکردی دارد؟

۵. پلاستر سیمان تا چه اندازه مقاومت خمشی خارج صفحه دیوار را افزایش می دهد؟

۶. استفاده از پلاستر سیمان الیافی چه تأثیری در مقاومت خمشی خارج صفحه دیوار دارد؟

۷. استفاده از پلاستر پرلیت و گچ در مقایسه با پلاستر سیمان چه تأثیری در رفتار خارج صفحه دیوار دارد؟

سوالات پژوهش– دیوارهای پانلی

۱. مقاومت خارج صفحه دیوارهای پانل سه بعدی غیرسازه‌ای مرسوم چقدر است؟ آیا این مقدار جوابگوی بارهای وارده می باشد؟

۲. مودهای شکست و عوامل تأثیرگذار بر مقاومت خارج صفحه دیوارهای سه بعدی غیرسازه ای چه می باشند؟

۳. آیا فرضیات طراحی و محاسبه مقاومت دیوارها با نتایج به دست آمده از آزمایش مطابقت دارد؟

۴. آیا میلگردهای انتظار که برای تثبیت پانلها در هنگام بتن پاششی نصب می شوند، توانایی تحمل نیروهای خارج صفحه باد و زلزله وارد بر دیوار را دارند یا اینکه برای تثبیت خارج صفحه دیوارهای سه بعدی پانلی در مقابل بارهای باد و زلزله به اعضای اتصالی نظیر نبشی یا ناودانی نیاز است؟

۵. آیا اتصال پانلها به میلگردهای انتظار به روشی که اکنون اجرا می شود، باعث انتقال سختی داخل صفحه دیوار به قاب سازه ای می گردد؟

۶. آیا اجرای ادوات تثبیت کننده ناپایداری خارج صفحه دیوار مانند نبشی یا ناودانی در قسمت فوقانی دیوار، و بریدن میلگردهای انتظار پس از اجرای بتن پاششی ضروری است؟

۷. آیا راهکار دیگری برای تثبیت خارج صفحه دیوار هم زمان با عدم انتقال سختی داخل صفحه دیوار به قاب سازه ای وجود دارد؟

نمونه های دیوار استفاده شده در پژوهش

شکل ۷-۸: نحوه دیوارچینی و اجرای پلاستر روی دیوارهای بلوک سفال بازلی

نمونه های دیوار استفاده شده در پژوهش

نمونه های دیوار استفاده شده در پژوهش

شکل ۷-۹: نحوه مسلح سازی دیوار با شبکه الیاف شیشه

شکل ۷-۱۰: نحوه مسلح سازی دیوار با شبکه فولادی

نمونه های دیوار استفاده شده در پژوهش

شکل ۷-۱۱: نحوه مسلح سازی دیوار با توری مرغی گالوانیزه

نمونه های دیوار استفاده شده در پژوهش

شکل ۷-۱۲: روش بلند کردن و حمل دیوارها تا جایگاه تست

دستگاه اکچویتور آزمایشگاه سازه دانشگاه یزد

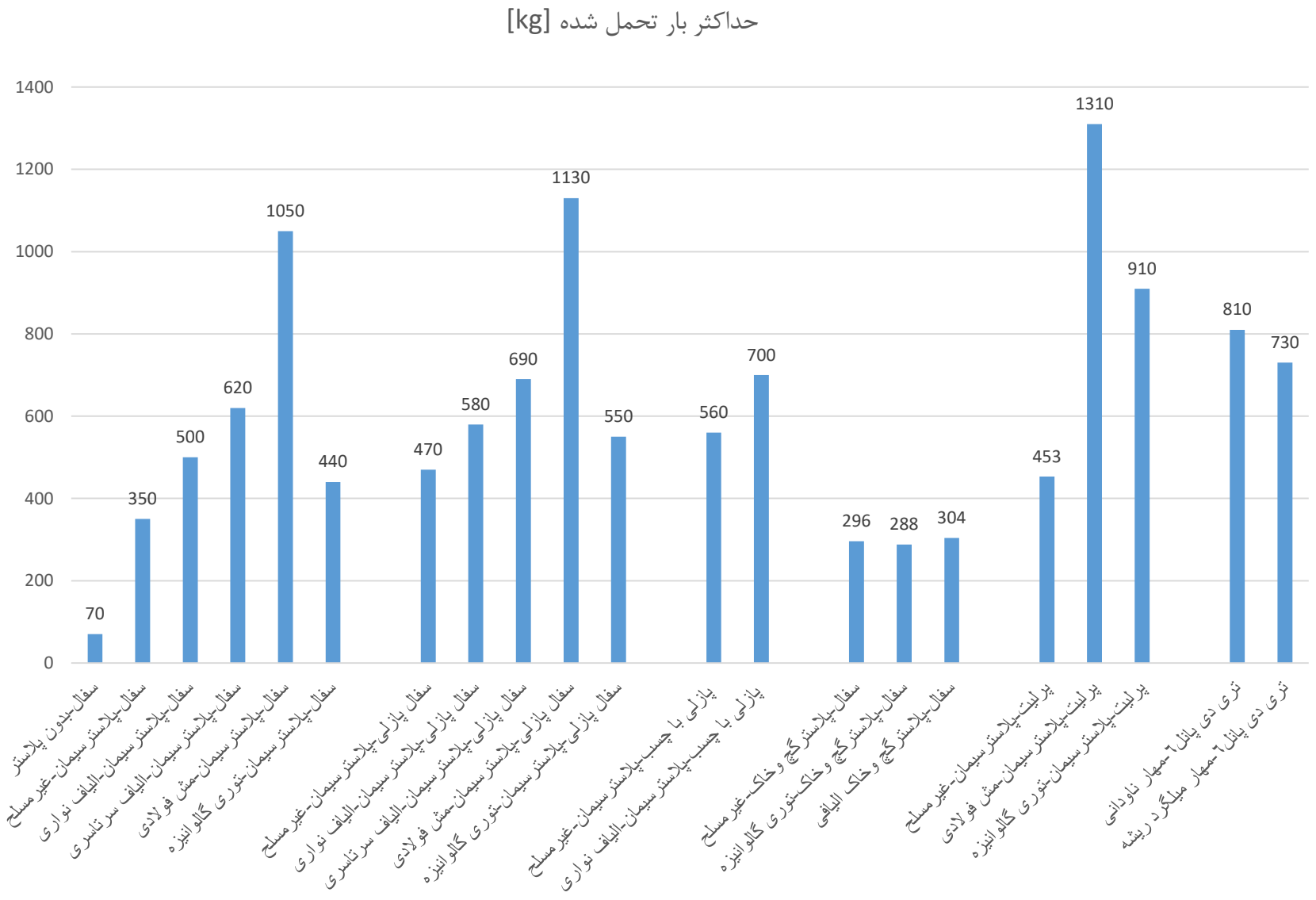
دستگاه اکچویتور آزمایشگاه سازه دانشگاه یزد

شکل ۷-۱۵: محیط برنامه و پردازش داده های آزمایش

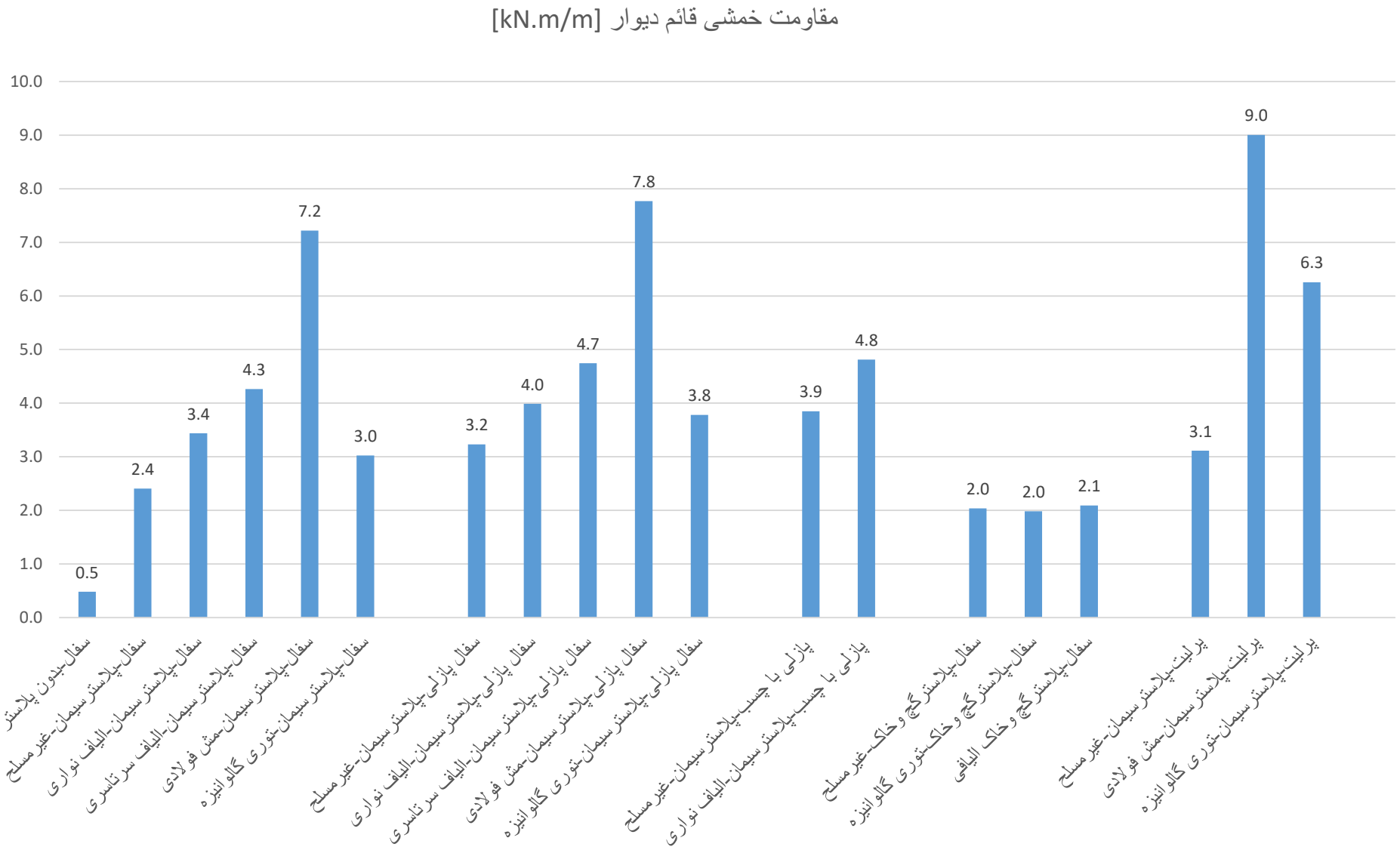
نتایج پژوهش

نتایج پژوهش

نتایج پژوهش


حداکثر بار تحمل شده [kg]
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
70
350
500
620
1050
440
470
580
690
1130
550
560
700
296
288
304
453
1310
910
810
730
سفال-بدون پلاستر
سفال-پلاستر سیمان-غیر مسلح
سفال-پلاستر سیمان-الیاف نوازی
سفال-پلاستر سیمان-الیاف سرتاسری
سفال-پلاستر سیمان-مش فولادی
سفال-پلاستر سیمان-توری گالوانیزه
سفال پازلی-پلاستر سیمان-غیر مسلح
سفال پازلی-پلاستر سیمان-الیاف نوازی
سفال پازلی-پلاستر سیمان-الیاف سرتاسری
سفال پازلی-پلاستر سیمان-مش فولادی
سفال پازلی-پلاستر سیمان-توری گالوانیزه
پازلی با چسب-پلاستر سیمان-غیر مسلح
پازلی با چسب-پلاستر سیمان-الیاف نوازی
سفال-پلاستر گچ و خاک-غیر مسلح
سفال-پلاستر گچ و خاک-توری گالوانیزه
سفال-پلاستر گچ و خاک الیافی
پرلیت-پلاستر سیمان-غیر مسلح
پرلیت-پلاستر سیمان-مش فولادی
پرلیت-پلاستر سیمان-توری گالوانیزه
تری دی پانل ۶ -مهار ناودانی
تری دی پانل ۶ -مهار میلگرد ریشه

نتایج پژوهش


مقاومت خمشی قائم دیوار [kN.m/m]
10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
0.5
2.4
3.4
4.3
7.2
3.0
3.2
4.0
4.7
7.8
3.8
3.9
4.8
2.0
2.0
2.1
3.1
9.0
6.3
سفال-بدون پلاستر
سفال-پلاستر سیمان-غیر مسلح
سفال-پلاستر سیمان-الیاف نوارى
سفال-پلاستر سیمان-الیاف سر تاسرى
سفال-پلاستر سیمان-مش فولادى
سفال-پلاستر سیمان-توری گالوانیزه
سفال پازلی-پلاستر سیمان-غیر مسلح
سفال پازلی-پلاستر سیمان-الیاف نوارى
سفال پازلی-پلاستر سیمان-الیاف سر تاسرى
سفال پازلی-پلاستر سیمان-مش فولادى
سفال پازلی-پلاستر سیمان-توری گالوانیزه
پازلی با چسب-پلاستر سیمان-غیر مسلح
پازلی با چسب-پلاستر سیمان-الیاف نوارى
سفال-پلاستر گچ و خاک-غیر مسلح
سفال-پلاستر گچ و خاک-توری گالوانیزه
سفال-پلاستر گچ و خاک الیافی
پرلیت-پلاستر سیمان-غیر مسلح
پرلیت-پلاستر سیمان-مش فولادى
پرلیت-پلاستر سیمان-توری گالوانیزه

نمونه روش طراحی

انواع بارهای وارد بر دیوارهای جانبی

ردیف	شرح
۱	نوع ساختمان: مسکونی ← ضریب اهمیت I = 1.0
۲	نوع جزء معماری: دیوار خارجی غیرسازه‌ای $\alpha = 1.0$ $R_p = 2.5$
۳	خطر نسبی زیاد A= 0.3 V= 100 Km/h[28]
۴	نوع زمین: نوع سه ← S = 1.75
۵	وزن یک مترمربع دیوار نما ← $W_p = 210\ Kg/m^2$
۶	ارتفاع سازه از تراز پایه تا بام ← 18 m
۷	ارتفاع مرکز جرم دیوار: در جهت اطمینان همان H در نظر می‌گیریم. ← 18 m
۸	نیروی زلزله وارد بر سطح دیوار براساس استاندارد ۲۸۰۰: [1] $V_{pu} = \frac{0.4\alpha_p A(1+S)W_p I_p}{R_{pu}}\left(1+2\frac{Z}{H}\right)$ $V_{pu} = \frac{0.4*1*0.3(1+1.75)210*1}{2.5}\left(1+2\frac{18}{18}\right) = 83.2\ {}^{Kg}/_{m^2}$

ردیف	شرح
۹	نیروی زلزله وارد بر سطح دیوار براساس نشریه ۷۲۹: [2] $W_{eq} = 0.48AI(1+S)W$ $W_{eq} = 0.48*0.3*1(1+1.75)*210 = 83.2\ {}^{Kg}/_{m^2}$
۱۰	نیروی باد وارد بر سطح دیوار براساس نشریه ۷۲۹: [3] $W_{win} = 0.11\left(\frac{H_t}{10}\right)^{0.24} V^2$ $W_{win} = 1266.65\ {}^{N}/_{m^2} = 129.2\ {}^{Kg}/_{m^2}$
۱۱	حداکثر نیروی جانبی وارد بر دیوار $W_{max} = max(V_{pu}\ .W_{eq}\ .W_{win}\ )$ $W_{max} = 129.2\ {}^{Kg}/_{m^2}$
۱۲	ترکیب بار مناسب جهت بار باد [4] $q = 1.6\,w$ $q = 1.6*129.2 = 206.7\ \approx 210\ {}^{Kg}/_{m^2}$

نمونه روش طراحی

مقاومت خمشی دیوار غیرمسلح

ردیف	شرح
۱	جنس دیوار: بلوک سفال (رسی) توخالی
۲	طول دیوار (حداکثر فاصله بین دو وادار): $L = 4\ m$
۳	ارتفاع دیوار (حداکثر ارتفاع مجاز تیرک افقی): $H = 3.5\ m$
۴	ضخامت دیوار: $h = 150\ mm$
۵	ضخامت پوسته: $ts = 15\ mm$
۶	نوع ملات: نوع S
۷	مقاومت خمشی دیوار در جهت افقی: (ترک‌ها در جهت عمود بر بند بستر) مدول گسیختگی دیوار براساس جدول ن ۷۲۹: ۲-۵: ۰.۵۲ =fr_2 $M_d = \emptyset M_n = 0.6 * \frac{1000\ f_r\ t_s\ (h - t_s)^2}{h} \left(n.\frac{mm}{m}\right)$ $M_{d2} = 0.6 * \frac{1000 * 0.52 * 15(150 - 15)^2}{150} = 568620 \frac{N.mm}{m}$
۸	مقاومت خمشی دیوار در جهت قائم: (ترک‌ها در جهت موازی بند بستر) مدول گسیختگی دیوار براساس جدول ن ۷۲۹: ۲-۵: ۰٫۲۶ =fr1 $M_{d1} = 0.6 * \frac{1000 * 0.26 * 15(150 - 15)^2}{150} = 284310 \frac{N.mm}{m}$
۹	نسبت اورتوگنال $\mu = \frac{M_{n1}}{M_{n2}} = \frac{473850}{940700} = 0.50$ با فرض حداکثر مقادیر مجاز طول و ارتفاع آزاد دیوار $L = 4\ m \quad \& \quad H = 3.5\ m \quad \frac{H}{L} = 0.88$ و براساس جدول ن ۷۲۹: ۴-۶ مقدار α_2 برابر است با:

ردیف	شرح
	$\alpha_2 = 0.0790$
۱۰	تقاضای خمشی وارد بر دیوار در جهت افقی $q = 128.3\ ^{Kg}/_{m^2}$:مطابق جدول ۴-۳ توجه! با توجه به اینکه روش طراحی اجزای غیرمسلح، روش تنش مجاز است، نیازی به اعمال ضریب بار در حالت غیرمسلح نیست، لذا آن ضریب حذف می‌گردد. $M_{u2} = \alpha_2 w_u L^2 = 0.0790 * 128.3 * 4^2 = 162.17 \frac{Kg.m}{m}$ $M_{u2} = 1590250 \frac{N.mm}{m} \geq M_{d2} = 568620 \frac{N.mm}{m}$ Not OK
۱۱	تقاضای خمشی وارد بر دیوار در جهت قائم $q = 128.3\ ^{Kg}/_{m^2}$:مطابق جدول ۴-۳ توجه! با توجه به اینکه روش طراحی اجزای غیرمسلح، روش تنش مجاز است، نیازی به اعمال ضریب بار در حالت غیرمسلح نیست، لذا آن ضریب حذف می‌گردد. $M_{u1} = \mu M_{u2} = 0.5 * 162.17 = 81.08 \frac{Kg.m}{m}$ $M_{u1} = 795119 \frac{N.mm}{m} \geq M_{d1} = 284310 \frac{N.mm}{m}$ Not OK
۱۲	نتیجه با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده، دیوار غیرمسلح مقاومت کافی در برابر بارهای وارد شده را ندارد.

نمونه روش طراحی

مقاومت خمشی دیوار مسلح به میلگرد بستر

ردیف	شرح
۱	جنس دیوار: بلوک سفال (رسی) توخالی مقاومت فشاری بلوک براساس جدول ن ۷۲۹: ۲-۲: $f'_m = 7$ MPa
۲	ابعاد دیوار براساس حداکثر فاصله‌های مجاز وادار قائم و تیرک افقی $L = 4$ m & $H = 3.5$ m $\frac{H}{L} = 0.875$
۳	h: ضخامت دیوار $h = 150$ mm عرض میلگرد بستر 120 mm
٤	نوع ملات: نوع S
٥	مشخصات میلگرد بستر: $D = 6.0$ mm $\rightarrow A_s = \pi r^2 = \pi * 3^2 = 28.27\ mm^2$ B: فاصله میلگردهای بستر در ارتفاع دیوار از هم $B = 420$ mm
٦	مقاومت خمشی دیوار در جهت افقی: (ترک‌ها در جهت عمود بر بند بستر) $M_n = \frac{1000A_sf_y}{B}\left(d - \frac{ac}{2}\right) = \frac{1000A_sf_y}{B}\left(d - \frac{A_sf_y}{2\beta f'_m B}\right)$ $M_{d2} = 0.9 * \frac{1000 * 28.3 * 600}{420}\left(135 - \frac{28.3 * 600}{2 * 0.8 * 7 * 420}\right)$ $= 4775801\ \frac{N.mm}{m} = 487.03\frac{Kg.m}{m}$
۷	مقاومت خمشی دیوار در جهت قائم: (ترک‌ها در جهت موازی بند بستر) مدول گسیختگی دیوار براساس جدول ن ۷۲۹: ۲-۵: $f_r = ۰٫۲٦$ میلگرد بستر افقی در مقاومت خمشی قائم دیوار مؤثر نمی‌باشد. $M_d = \emptyset M_n = 0.6 * \frac{1000\ f_r\ t_s\ (h - t_s)^2}{h}\left(n.\frac{mm}{m}\right)$

ردیف	شرح
	$M_{d1} = 0.6 * \frac{1000 * 0.26 * 15(150 - 15)^2}{150} = 284310\frac{N.mm}{m}$ $M_{d1} = 29.0\frac{Kg.m}{m}$
۸	نسبت اورتوگنال $\mu = \frac{M_{n1}}{M_{n2}} = \frac{473850}{5306445.5} = 0.089 \approx 0.1$ $\frac{H}{L} = 0.875 \approx 0.90$ و براساس جدول ن ۷۲۹: ۴-۶ با درون‌یابی خطی مقدار α 2 برابر است با: $\alpha_2 = 0.1016$
۹	تقاضای خمشی وارد بر دیوار در جهت افقی مطابق جدول ۴-۳: $q = 210\ ^{Kg}/_{m^2}$ $M_{u2} = \alpha_2 w_u L^2 = 0.1016 * 210 * 4^2 = 341.376\ \frac{Kg.m}{m}$ $M_{u2} = 341.38 \leq M_{d2} = 487.03 \implies \boldsymbol{Ok}$
۱۰	تقاضای خمشی وارد بر دیوار در جهت قائم $M_{u1} = \mu M_{u2} = 0.10 * \frac{341.376}{1.6} = 21.34\ \frac{Kg.m}{m}$ توجه! با توجه به اینکه روش طراحی اجزای غیرمسلح، روش تنش مجاز است، نیازی به اعمال ضریب بار در حالت غیرمسلح نیست، لذا آن ضریب حذف می‌گردد. $M_{u1} = 21.34 \leq M_{d1} = 29.0 \implies \boldsymbol{Ok}$
۱۱	**نتیجه** **با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده دیوار مسلح به میلگرد بستر با مشخصات تعریف شده، مقاومت کافی در برابر بارهای وارد شده را دارد.**

بررسی موردی

مقایسه مقاومت خمشی افقی و قائم دیوار به طول ۷ متر برای حالات دیوار غیرمسلح، پلاستر سیمان و میلگرد بستر

- ارتفاع دیوار ۳,۲ متر
- منطقه لرزه خیزی : خطر لرزه ای خیلی زیاد
- سرعت باد : ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت
- فشار طراحی: ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع
- ضخامت دیوار: ۱۵ سانتیمتر
- ضخامت جداره بیرونی بلوک سفالی: ۱۵ میلیمتر
- ضخامت ملات بستر: ۱۲ میلیمتر
- نوع ملات: رده S با مدول گسختگی قائم ۰,۲۶ مگاپاسکال و مدول گسختگی افقی ۰.۵۴ مگاپاسکال
- تعداد طبقات: ۵ طبقه با ارتفاع کل ۱۷,۵ متر

بررسی موردی– مقایسه مقاومت خمشی افقی و قائم دیوار به طول ۷ متر

الف- دیوار بلوک سفالی بدون آستر سیمانی

	مقاومت خمشی اسمی	مقاومت خمشی طراحی	تقاضای لنگر خمشی	نسبت لنگر به مقاومت
	Mn [N.m/m]	Md [N.m/m]	Mu [N.m/m]	Ratio
راستای افقی ۲	947	568	1830	3.22
راستای قائم ۱	474	284	914.5	3.22

*پارامترهای طراحی: $\alpha_2=0.025$ $\mu=0.5$

ب- دیوار بلوک سفالی با آستر سیمانی غیرمسلح

	مقاومت خمشی اسمی	مقاومت خمشی طراحی	تقاضای لنگر خمشی	نسبت لنگر به مقاومت
	Mn [N.m/m]	Md [N.m/m]	Mu [N.m/m]	Ratio
راستای افقی ۲	2400	1440	440	0.31
راستای قائم ۱	2400	1440	1450	1.01

*پارامترهای طراحی: $C_1^+=.095$ $C_2^+=.006$ $m=0.45$

ج) دیوار سفالی با میلگرد بستر قطر ۴٫۵ میلیمتر دو رج در میان (بدون آستر سیمانی)

	مقاومت خمشی اسمی	مقاومت خمشی طراحی	تقاضای لنگر خمشی	نسبت لنگر به مقاومت
	Mn [N.m/m]	Md [N.m/m]	Mu [N.m/m]	Ratio
راستای افقی ۲	3505	3155	2272	0.72
راستای قائم ۱	474	284	213	0.75

*پارامترهای طراحی: $\alpha_2=0.0788$ $\mu=0.15$

نتایج پژوهش

- مقاومت خمشی قائم دیوار بلوک سفالی با ضخامت ۱۵ سانتیمتر با آستر ملات ماسه سیمان از آزمایش برابر 2.3 KN.m/m به دست آمده است. در حالی که با توجه به روابط محاسباتی ارائه شده در نشریه ۷۲۹ و مثال پیوست ۲ گزارش حاضر با فرض ملات رده S، مقامت خمشی قائم دیوار سفالی ۱۵ سانتیمتر بدون درنظرگیری آستر سیمانی حدود 0.5 KN.m/m به دست می آید. این نشان می دهد که آستر سیمانی تا چه اندازه ای در افزایش مقاومت خمشی خارج از صفحه دیوار مؤثر است (حدود ۴.۵ برابر).
- مقاومت خمشی خارج صفحه دیوارهای ساخته شده با بلوکهای پازلی نسبت به بلوکهای معمولی، حدود ۳۵ درصد بیشتر است. این موضوع نشان می دهد که دو پارامتر ملات بین بلوکها و قفل و بند مکانیکی بین بلوکها تا چه انداره می تواند در افزایش مقاومت خمشی خارج صفحه دیوار مؤثر باشد.

نتایج پژوهش

- استفاده از مش فولادی با قطر ۲ میلیمتر و شبکه ۵ در ۵ سانتیمتر در دو طرف دیوار، مقاومت خمشی دیوار را ۳ برابر می کند و بهترین روش یکپارچه سازی دیوار (نسبت به الیاف شیشه، توری مرغی و ...) محسوب می گردد.
- استفاده از توری مرغی نسبت به نوارهای الیاف شیشه، به نتایج تقریباً مشابهی منجر می شود. این در حالی است که هزینه توری مرغی نسبت به الیاف شیشه حدود ۲۰ درصد است.
- استفاده از آستر گچ و خاک به جای ماسه سیمان باعث کاهش حدود ۲۰ درصد مقاومت خمشی دیوار می شود.

نتیجه گیری

- جداسازی دیوارهای غیرسازه ای هر چند باعث بهبود رفتار سازه می گردد، ولی مشکلات جدی برای پایداری دیوارها ایجاد کرده است.
- با توجه به جداسازی دیوارها، مهار خارج صفحه آنها بسیار مهم می باشد.
- یکپارچگی و تامین مقاومت خمشی دیوارها، از سه روش میلگرد بستر، شبکه الیاف و سیستم پانلی حاصل می شود.
- از نتایج طرح پژوهشی انجام شده دریافت شد که اجرای پلاستر سیمان جهت تامین مقاومت خمشی خارج صفحه دیوارها برای ساختمان های کمتر از ۴ طبقه که در مناطق بادخیز متوسط قرار دارند، کافی به نظر می رسد.
- از معایب اصلی سیستم وادار و میلگرد بستر، برش میلگرد بستر در اجرای شیارهای تاسیساتی و همچنین ترکهای نازک کاری می باشد.
- از معایب اصلی سیستم شبکه الیاف، بریده شدن الیاف در اجرای تاسیسات، امکان ریزش دیوار در فاصله زمانی اجرای دیوار و نصب الیاف، و عدم امکان نصب الیاف در سطح خارجی دیوارهای پیرامونی می باشد.
- پیشنهاد می شود، دیوارهای پیرامونی با سیستم وادار و میلگرد بستر اجرا شده و دیوارهای داخلی با سیستم شبکه الیاف مهارسازی شوند.

سپاس از توجه شما