

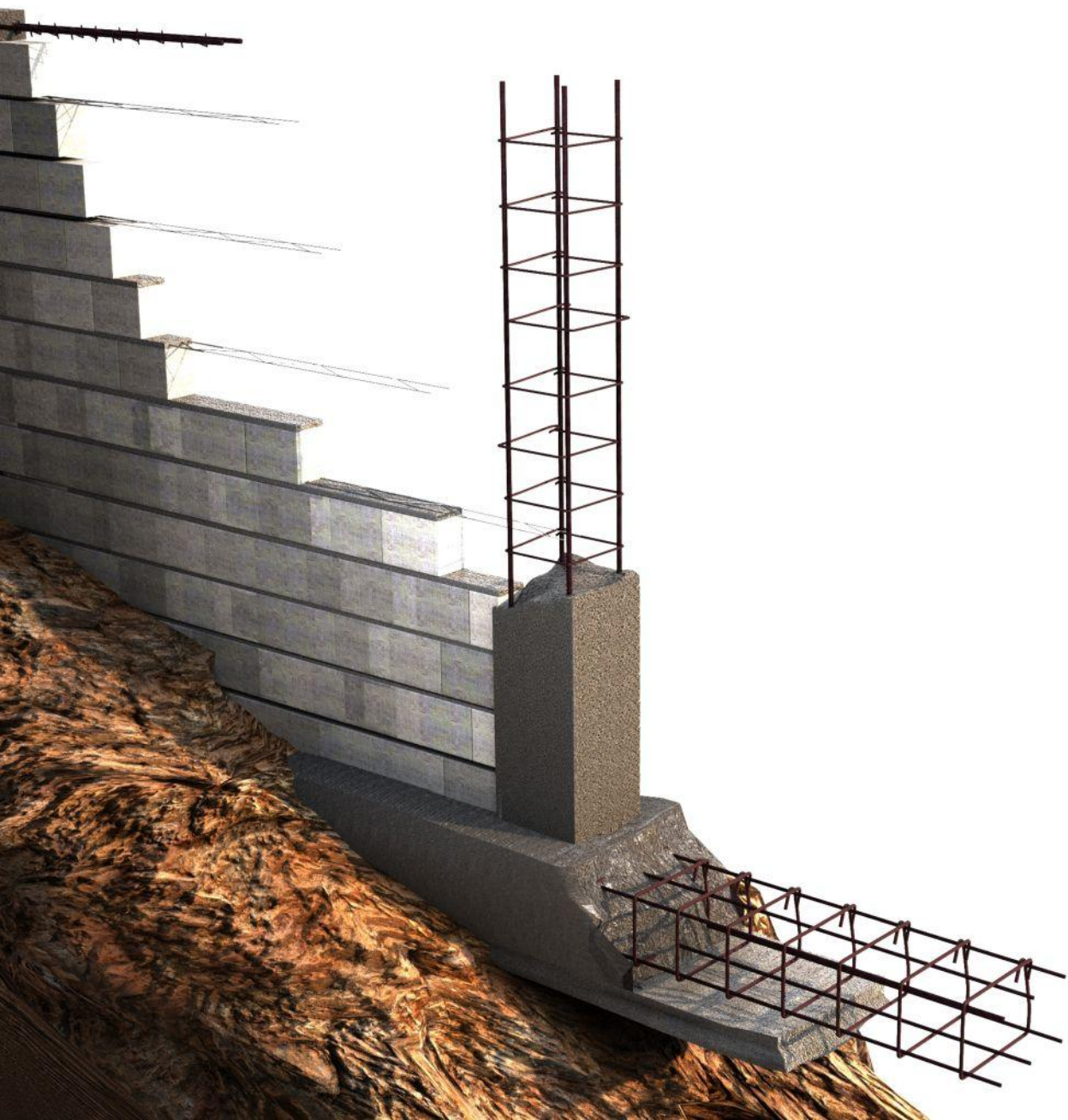



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت راه و شهرسازی  
معاونت مسکن و ساختمان



دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

# راهنمای طراحی دیوارهای بنایی محوطه





**راهنمای طراحی و اجرای دیوارهای  
بنایی محوطه**

**دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان**

سرشناسه  
عنوان و نام پدیدآور  
مشخصات نشر  
مشخصات ظاهری  
شابک  
وضعیت فهرست نویسی  
موضوع  
موضوع  
موضوع  
شناسه افزوده  
شناسه افزوده  
شناسه افزوده  
زده بندی کنگره  
زده بندی دیویی  
شماره کتابشناسی ملی  
اطلاعات رکورد کتابشناسی

راهنمای طراحی و اجرای دیوارهای بنایی محوطه  
۶۳ ص: مصور، جدول، نمودار.  
۹۷۸-۶۲۲۰-۰۰۰-۲۲۰۳-۹  
قیپا  
ساختمان سازی--طراحی لرزه ای - ایران  
Building Construction--Earthquake Resistant Design--Iran  
دیوار بنایی--دیوار محوطه  
Masonry Wall  
ایران. وزارت راه و شهرسازی. معاونت مسکن و ساختمان  
Ministry of Road and Urban Development, Deputy for Housing and Construction  
دفتر مقررات و کنترل ساختمان

## راهنمای طراحی دیوارهای بنایی محوطه

تهیه کننده: دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان

ناشر:

تویب چاپ: اول

قیمت:

تراژ: ۵۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۹۶۶۳۸-۵-۲

مسئولیت صحت دیدگاه های فنی کتاب بر عهده نگارندگان محترم می باشد.  
کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر برای تهیه کننده محفوظ است.

# دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

نامه ابلاغ

مجلس ساجتانا  
مقررات

دقر مقررات ملی و کتترل ساجتانا



دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

مجری طرح

دکتر سید امین موسوی

مهندسین مشاور

اعضای کارگروه تدوین (به ترتیب حروف الفبا)

مهندس مسعود افراز

معاون ترویج و کنترل ساختمان - دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

مهندسی ایزد بنی مصطفی

مهندسین مشاور

مهندس اکبر باقریان

معاون فنی و مهندسی سازمان نوسازی شهر تهران

دکتر علی خان سفید

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دکتر میثم صمدی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد مشهد

دکتر سید امین موسوی

مهندسین مشاور

دکتر احسان نوروزی نژاد

عضو هیات علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

اعضای گروه مدیریت و راهبری

دکتر محمود محمود زاده

معاون وقت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی

مهندس حامد مانی فر

مدیرکل دفتر مقررات ملی و بررسی ساختمان وزارت راه و شهرسازی

اعضای کمیته داوری (به ترتیب حروف الفبا)

مهندس رضا اسفندیاری

مهندسین مشاور

مهندس سارا احمدلو

مهندسین مشاور

دکتر حمیدرضا امیری

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد

دکتر فرزاد حداد شرق

مهندسین مشاور

دکتر مسعود حسین زاده اصل

عضو هیات علمی دانشگاه تبریز و عضو کارگروه تحلیل آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (ویرایش پنجم - استاندارد ۲۸۰۰)

مهندسین مشاور	دکتر علی خیرالدین
مهندسین مشاور	مهندس صمد دهقان اسکویی
مهندسین مشاور	مهندس امید رسولی
مهندسین مشاور	مهندس سید مصطفی رضوی
عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند و نماینده سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور (شورای مرکزی)	دکتر سید رضا سرافرازی
عضو هیات علمی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله و عضو کارگروه تحلیل و اجزاء غیرسازه‌ای آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (ویرایش پنجم - استاندارد ۲۸۰۰)	دکتر عبدالرضا سروقد مقدم
مهندسین مشاور	مهندس محمد صدقی
مهندسین مشاور و استاد دانشگاه آزاد واحد ملایر	دکتر مهدی علیرضائی
مهندسین مشاور	مهندس زهرا غلامی
مهندسین مشاور	مهندس جواد قدرتی
مهندسین مشاور	دکتر کوهی کمالی
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد ساوه	دکتر مهدی کفایی کیوی
عضو هیات علمی گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد	محمد محمدی ده چشمه
مهندسین مشاور	مهندس سید محمود نجفی الموسوی
مهندسین مشاور	دکتر مهدی هادی
مهندسین مشاور	دکتر علی اکبر یحیی آبادی

دکتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

همچنین بدینوسیله از ادارات کل راه و شهرسازی و سازمان نظام مهندسی ساختمان استان‌های آذربایجان شرقی، چهارمحال و بختیاری، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، خوزستان، سمنان، قم، کرمان، لرستان، مرکزی، هرمزگان و یزد که با معرفی اساتید ما را در تهیه این ضابطه یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد. از آقای دکتر هادی عباسی اصل معاون مسکن و ساختمان و قائم مقام وزیر در نهضت ملی مسکن وزارت راه و شهرسازی بابت حمایت از چاپ و انتشار این متن به طور ویژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

حامد مانی‌فر

مدیرکل دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

آبان ماه ۱۴۰۱

مجلس ساختمان  
مقررات

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان





دقتر مقرررات ملی و کتترل ساختمان

## پیشگفتار

باتوجه بروز خسارات گسترده در دیوارهای محوطه در زلزله‌های گذشته و نیز عدم شفافیت کافی در آیین‌نامه‌های موجود در خصوص نحوه طراحی و اجرای دیوارهای محوطه، ضرورت تدوین دستورالعملی به منظور طراحی دیوارهای بنایی محوطه مشخص گردید. با توجه به پیشرفت‌های رخ داده اخیر در کشور در خصوص طراحی محاسباتی دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای، در تدوین دستورالعمل حاضر نیز از رویکرد تجویزی تا حد امکان پرهیز شده و طراحی دیوار بر اساس روش مهندسی و بر مبنای محاسبات فنی و مقایسه ظرفیت و تقاضای وارده بر دیوار انجام گرفته است. عملکرد مناسب دیوارهای محوطه در حین زلزله نه تنها از منظر ایمنی جانی، بلکه از منظر حفظ حریم ساختمان، عدم ایجاد اختلال در مسیرهای امداد رسانی و نظم شهری از اهمیت زیادی برخوردار است. امید است دستورالعمل پیشرو گامی رو به جلو به منظور بهبود تاب آوری در برابر حوادث غیرمترقبه به ویژه زلزله باشد.

حامد مانی فر

مدیرکل دفتر مقررات و کنترل ساختمان

# دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

## فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه و دامنه کاربرد ..... ۱

فصل ۲: دیوارهای بنایی محوطه ..... ۷

فصل ۳: محاسبه نیروی وارد بر دیوار محوطه ..... ۱۵

۱-۳ نیروی ناشی از زلزله ..... ۱۷

۲-۳ نیروی ناشی از باد ..... ۱۹

۳-۳ سایر نیروهای تصادفی ..... ۲۰

فصل ۴: محاسبه ظرفیت دیوار محوطه ..... ۲۱

۱-۴ محاسبه ظرفیت پانل بنایی ..... ۲۴

۲-۴ کنترل لنگر واژگونی ..... ۲۸

۳-۴ کنترل ظرفیت خمشی کلاف قائم ..... ۳۵

۴-۴ نمونه طراحی دیوار محوطه ..... ۳۸

فصل ۵: سایر الزامات ..... ۴۳

۱-۵ اتصال دیوار به کلاف قائم ..... ۴۵

۲-۵ کلاف افقی ..... ۴۸

۳-۵ بازشو در دیوار محوطه ..... ۴۸

۴۸	.....	۴-۵	درز انبساط
۴۹	.....	۵-۵	درز انقطاع
۵۰	.....	۶-۵	اجرای دیوار بر روی شیب
۵۱	.....	۷-۵	تغییر امتداد دیوار
۵۲	.....	۸-۵	زهکشی دیوار



مجلس ساختمان  
مقررات

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



دقتر مقرررات ملی و کتترل ساختمان

فصل ۱

مقدمه و دامنه کاربرد

مقررات

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



دقتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



در سالیان اخیر، به ویژه پس از زلزله ازگله در سال ۱۳۹۶، تلاش‌های فراوانی برای درک رفتار اجزای غیرسازه‌ای در کشور صورت گرفته است. چندین ماه پیش از وقوع زلزله ازگله، ضابطه ۷۲۹ تحت عنوان «راهنمای طراحی لرزه‌ای دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای مسلح به میلگرد بستر» توسط سازمان برنامه و بودجه کشور در سال ۱۳۹۵ منتشر گردید. پیش‌نویس ویرایش دوم این ضابطه در سال ۱۳۹۸ توسط سازمان برنامه و بودجه کشور منتشر شده است که در دستورالعمل حاضر ملاک عمل ویرایش دوم ضابطه ۷۲۹ است. در این ضابطه دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای به شکل محاسباتی و غیرتجویزی طراحی می‌شوند. پس از وقوع زلزله ازگله، ضابطه ۸۱۹ تحت عنوان «راهنمای طراحی سازه‌ای و جزئیات اجرایی دیوارهای غیرسازه‌ای» توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در سال ۱۳۹۷ منتشر گردید و پس از آن در سال ۱۳۹۸ پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ به منظور بهبود شرایط اجزای غیرسازه‌ای در کشور منتشر شد. با این وجود، توجه اندکی به دیوارهای محوطه ساختمان صورت گرفته و هیچ‌یک از دستورالعمل‌های فوق به شکل صریح به دیوارهای محوطه نپرداخته‌اند. یکی از محدود دستورالعمل‌های طراحی موجود در خصوص دیوارهای محوطه، «دستورالعمل طرح و اجرای دیوارهای محوطه» است که توسط سازمان نوسازی مدارس در سال ۱۳۹۱ منتشر شده است که



در آن طراحی دیوار بنایی به صورت تجویزی بوده، لیکن طراحی سایر اجزای دیوار شامل کلاف‌های قائم و شالوده به شکل محاسباتی صورت گرفته است. همچنین در مبحث هشتم مقررات ملی، الزاماتی تجویزی برای دیوارهای محوطه ارائه شده است.

هدف از تهیه این متن، انعکاس آخرین یافته‌های کسب شده در کشور در طراحی محاسباتی و اجرای صحیح دیوارهای بنایی محوطه می‌باشد. انتظار می‌رود در مقایسه با الزامات تجویزی پیشین، رعایت الزامات محاسباتی ارائه شده در این متن منجر به طرحی دقیق‌تر، اقتصادی‌تر و با قابلیت اطمینان بیشتری برای دیوارهای محوطه گردد.

دیوارهای محوطه از جمله اجزایی هستند که تا کنون به طراحی آنها توجه اندکی شده است. این در حالی است که آسیب پذیری آن‌ها در زلزله‌های گذشته مشاهده شده است. شکل (۱-۱) برخی از آسیب‌های وارد بر دیوارهای محوطه در زلزله سی سخت در سال ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد.

مجلس ساختمان  
مقررات

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



شکل (۱-۱). آسیب‌های وارده بر دیوارهای محوطه در زلزله‌های گذشته

دستورالعمل حاضر به طراحی دیوارهای بنایی محوطه با رویکرد محاسباتی و غیرتجویزی اختصاص دارد. دیوار محوطه می‌تواند از بلوک‌های سیمانی توخالی و یا آجر فشاری یا آجر فشاری سوراخ دار ساخته شده باشد. همچنین دیوار می‌تواند به صورت مسلح به میلگرد بستر و یا فاقد میلگرد بستر باشد. اگرچه بارگذاری اصلی دیوارهای بنایی در این دستورالعمل بار باد و زلزله در نظر گرفته شده است، لیکن با توجه به اینکه بر اساس این دستورالعمل طراح قادر خواهد بود مقاومت خارج از صفحه دیوار را محاسبه کند، طراحی دیوار محوطه برای سایر بارهای تصادفی از جمله ضربه ناشی از برخورد، انفجار، سیل و سایر بارهای خارج از صفحه نیز ممکن خواهد بود. همچنین در این دستورالعمل تمرکز بر روی دیوارهای بنایی محوطه واقع بر خاک‌های غیرمسئله دار بوده و طراحی دیوارهای محوطه ساخته شده از بتن مسلح، پانل‌های

سه بعدی و یا قطعات پیش ساخته و نیز دیوارهای محوطه بر روی خاک‌های مسئله دار یا در مجاورت شیروانی‌های با شیب تند و مستعد ناپایداری خارج از اهداف این دستورالعمل می‌باشد. استفاده از سایر راهکارها به منظور طراحی دیوارهای محوطه به شرطی که منجر به تامین ظرفیت خارج از صفحه کافی برای دیوار شود، مجاز می‌باشد.



مأمور سازمان  
مقررات

دقر مقررات ملی و کنترل ساختمان



فصل ۲  
دیوارهای بنایی  
مقررآت  
محوطه

دفتر مقررآت ملی و کنترل ساختمان



دقتر مقررات ملی و کتترل ساختمان



مطابق شکل (۱-۲) دیوارهای محوطه بنایی عمدتاً شامل قسمت بنایی (پانل بنایی)، کلاف قائم، کلاف افقی و شالوده می‌شوند که در ادامه وظیفه هر یک از این اجزا بیان شده است.

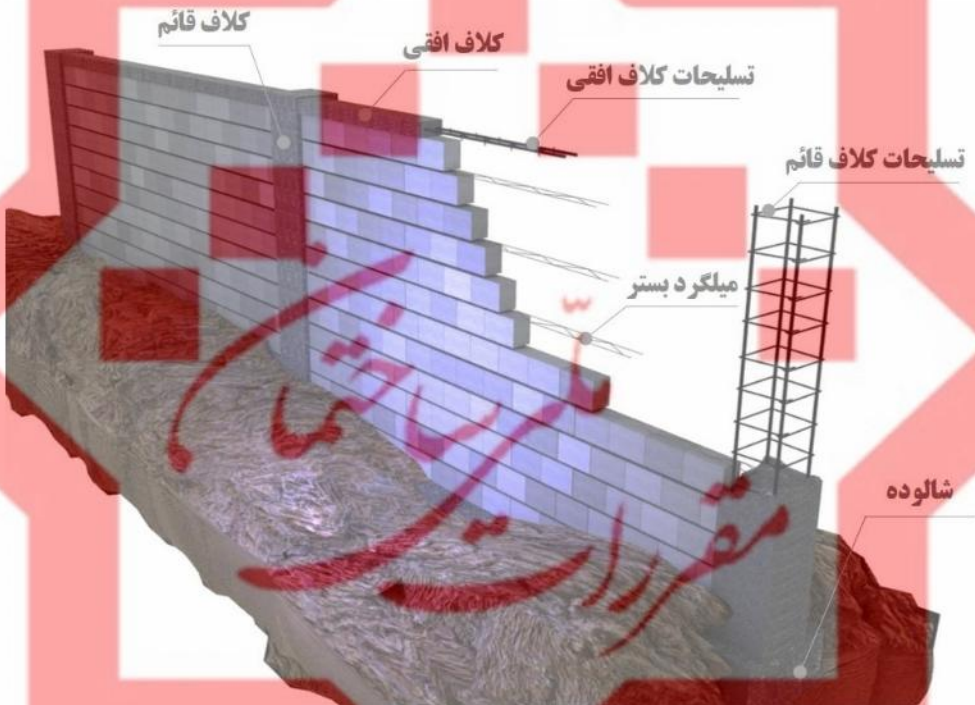
پانل بنایی: پانل بنایی دیوار، قسمت اصلی دیوار بوده که وظیفه اصلی جداسازی محوطه از محیط اطراف را بر عهده دارد. ارتفاع قسمت بنایی به کاربری محوطه جداسازی شده بستگی داشته، لیکن عمدتاً بین ۲ متر تا ۳ متر می‌باشد. در دستورالعمل حاضر، واحدهای بنایی به کار رفته در قسمت بنایی صرفاً از نوع بلوک‌های سیمانی توخالی و یا آجر فشاری (با یا بدون سوراخ) می‌باشند که می‌توانند دارای میلگرد بستر و یا غیرمسلح باشند.

کلاف قائم: کلاف‌های قائم به منظور کاهش طول آزاد قسمت بنایی دیوار به کار برده می‌شوند. به عبارت دیگر، کلاف‌های قائم نقش تکیه گاه برای قسمت بنایی دیوار را ایفا می‌کنند. کلاف‌های قائم برای ایفای این وظیفه باید نه تنها از مقاومت کافی بلکه از صلبیت کافی نیز برخوردار باشد. در دستورالعمل حاضر تاکید بر روی کلاف‌های قائم بتن مسلح بوده لیکن استفاده از کلاف‌های فولادی و یا کلاف‌های بنایی مسلح نیز در صورتی که دارای مقاومت و صلبیت کافی باشند، بلامانع است.

دفتر مهندرات ملی و کنترل ساختمان

کلاف افقی: کلاف افقی صرفاً به منظور بهبود انسجام و یکپارچگی بلوک‌های رج فوقانی دیوار کاربرد داشته و نقش تکیه گاهی برای لبه فوقانی دیوار ندارد.

شالوده: شالوده به منظور توزیع یکنواخت نیروها بر خاک و نیز تامین پاشنه کافی برای ارتقای پایداری دورانی دیوار به کار می‌رود.



شکل (۲-۱). قسمت‌های اصلی دیوارهای محوطه بنایی

در خصوص دیوارهای محوطه، سه مود شکست اصلی که در زلزله‌های پیشین نیز مشاهده شده در شکل (۲-۲) نشان داده شده است. این مودهای شکست عبارتند از:

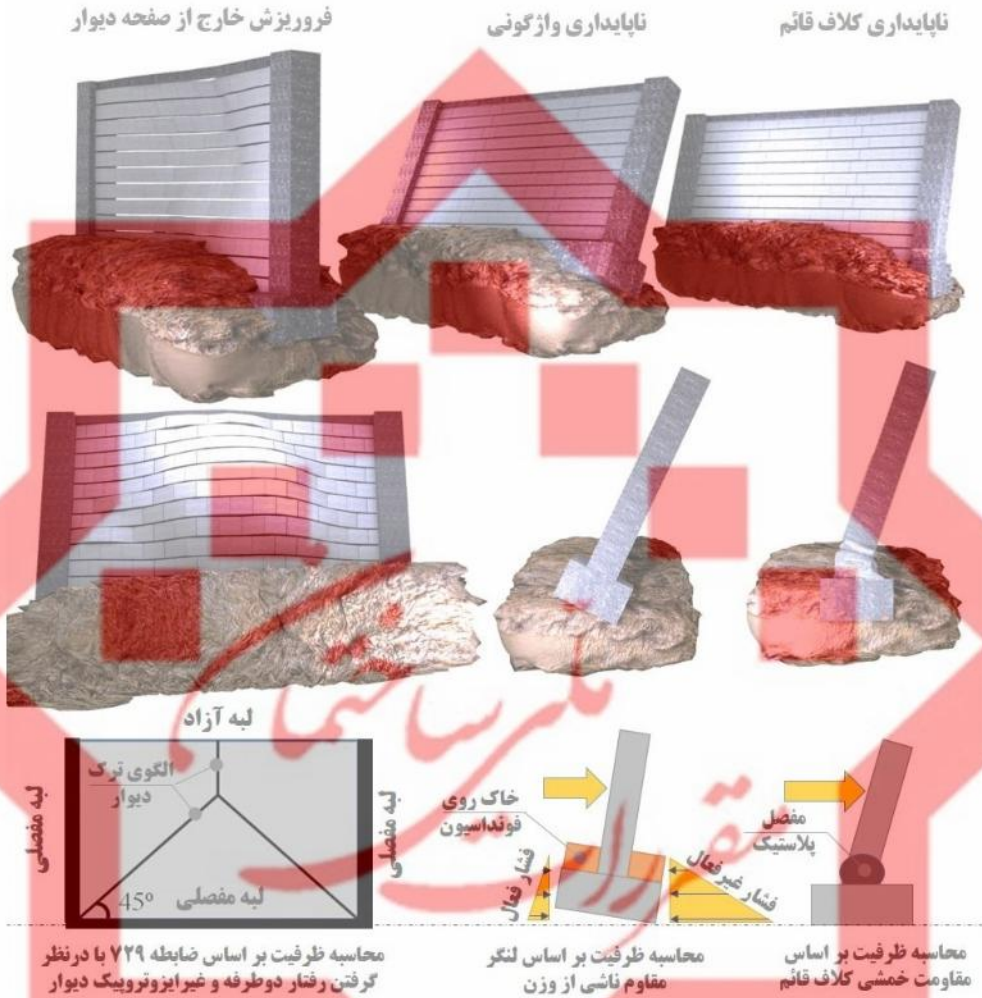
- آستانه فروریزش خارج از صفحه پانل بنایی: در این مود شکست، تقاضای خارج از صفحه وارد بر دیوار فراتر از ظرفیت خارج از صفحه دیوار بوده و منجر به بروز

ناپایداری در قسمت بنایی دیوار می‌شود. از جمله عواملی که میتوان ظرفیت خارج از صفحه پانل بنایی دیوار را ارتقا داد عبارتند از: استفاده از میلگرد بستر، استفاده از ملات با چسبندگی بالا، افزایش ضخامت دیوار و کاهش فواصل کلافهای قائم (کاهش طول آزاد پانل بنایی). علاوه بر موارد فوق، در صورتی که از بلوکهای ته خالی در ساخت دیوار استفاده شده باشد، تزریق دوغاب داخل حفره‌ها نیز می‌تواند به شکل قابل توجهی منجر به ارتقای ظرفیت خارج از صفحه پانل بنایی گردد.

ناپایداری واژگونی: در این مود شکست، دیوار محوطه همانند یک جسم صلب حول پاشنه خود دوران کرده و واژگون می‌شود. عامل مقاوم موثر در برابر این مود شکست لنگر مقاوم ناشی از نیروی ثقلی است. لذا با افزایش وزن دیوار (فقط در برابر باد)، افزایش عمق شالوده و افزایش پهنای شالوده، ظرفیت دیوار در برابر این مود شکست افزایش می‌یابد.

ناپایداری کلاف قائم: در این مود شکست، کلاف قائم از ظرفیت خمشی کافی برخوردار نبوده و در پای دیوار مفصل پلاستیک با دوران بیش از حد ایجاد می‌شود. به منظور ارتقای ظرفیت دیوار در برابر این مود شکست لازم است کلاف قائم حتما مسلح بوده و با استفاده از بتن (نه ملات یا دوغاب) ساخته شده باشد.

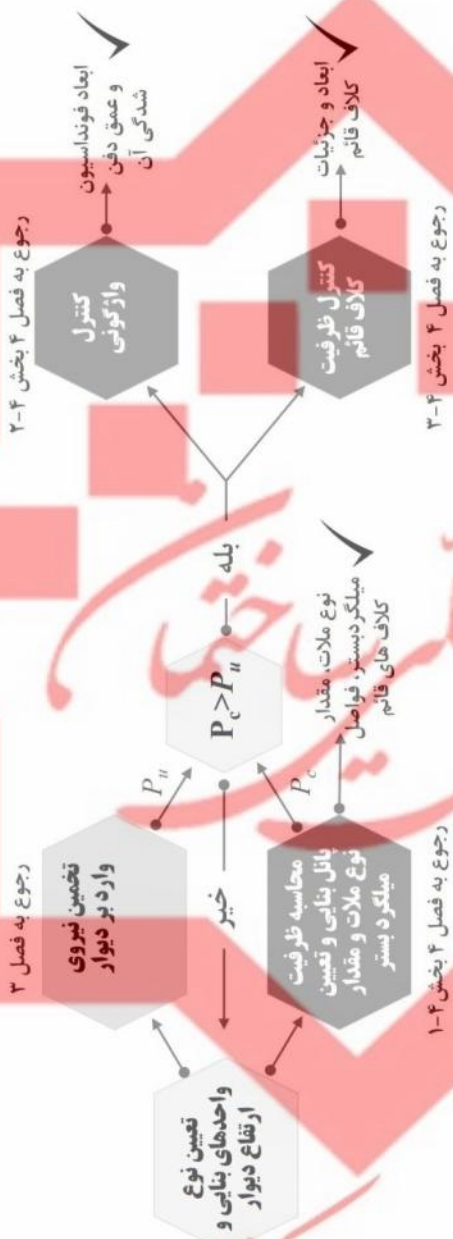




شکل (۲-۲). مودهای شکست دیوارهای محوطه

روند طراحی گام به گام دیوارهای محوطه مطابق دستورالعمل حاضر در شکل (۲-۳) نشان داده شده است که جزئیات هر گام در بندهای پیش رو ارائه شده است.

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



شکل (۳-۲). فلوجارت طراحی دیوارهای محوطه



دقتر مقرررات ملی و کتترل ساختمان

فصل ۳

محاسبه نیروی وارد بر  
دیوار محوطه

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



مجلس مقررات  
مقررات

دقتر مقررات ملی و کتترل سا حتمان

در دستورالعمل حاضر نیروهای (تقاضای) وارد بر دیوارهای محوطه به سه دسته نیروهای ناشی از زلزله، نیروهای ناشی از باد و نیروهای تصادفی تقسیم شده است. حداکثر نیروی بدست آمده از سه عامل فوق تحت عنوان نیروی طراحی  $P_{II}$  در نظر گرفته شده و ملاک طراحی دیوار قرار خواهد گرفت. تذکر: تحت هیچ شرایطی نیروی خارج از صفحه وارده بر دیوار محوطه نباید کوچکتر از ۱ کیلوپاسکال (۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع) در نظر گرفته شود.

### ۱-۳ نیروی ناشی از زلزله

در صورتی که ارتعاش دیوار محوطه در جهت خارج از صفحه مشابه یک سیستم تک درجه آزادی در نظر گرفته شده و در جهت اطمینان تمام جرم دیوار برابر جرم موثر مود اصلی ارتعاش در نظر گرفته شود، نیروی لرزه‌ای خارج از صفحه وارده بر دیوار مطابق رابطه (۱-۳) قابل تخمین است.

$$P_{eq} = \frac{W_w S_{ale}}{R}$$

(۱-۳)

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

که در آن  $W_w$  وزن واحد مترمربع دیوار،  $S_a$  مقدار شتاب طیفی در مود ارتعاش خارج از صفحه دیوار،  $I_e$  ضریب اهمیت لرزه‌ای دیوار و  $R$  ضریب رفتار دیوار می‌باشد که در بر گیرنده اضافه مقاومت و شکل پذیری خارج از صفحه دیوار است.

در اغلب دیوارهای محوطه مدنظر این دستورالعمل، پیوند ارتعاش خارج از صفحه دیوار در محدوده شتاب ثابت طیف طرح قرار داشته لذا مقدار شتاب طیفی برابر با  $A(1+S)$  می‌باشد. همچنین ضریب رفتار خارج از صفحه دیوارهای بنایی محوطه را میتوان مشابه دیوارهای پیرامونی ساختمان برابر  $2/5$  در نظر گرفت. این عدد با نتایج شبیه سازی‌های انجام شده نیز مطابقت دارد. لذا نیروی لرزه‌ای وارده بر دیوار را می‌توان معادل فشاری با توزیع یکنواخت در امتداد خارج از صفحه دیوار مطابق رابطه (۲-۳) در نظر گرفت.

$$P_{eq} = 0.4A(1+S)I_eW_w \quad (2-3)$$

در رابطه فوق  $A$  نسبت شتاب مبنای زلزله طرح، پارامتر  $S$  مربوط به نوع خاک و خطرپذیری لرزه‌ای منطقه مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشند.

تذکره ۱: لازم است ضریب اهمیت دیوار محوطه معادل ضریب اهمیت مهمترین ساختمان اصلی محوطه در نظر گرفته شود. در صورتی که محوطه فاقد ساختمان باشد، می‌توان ضریب اهمیت را برابر  $0/8$  در نظر گرفت.

تذکره ۲: در محاسبه وزن واحد مترمربع دیوار ( $W_w$ ) لازم است وزن ناشی از نما، سیمان کاری، حفاظ و نرده‌های نصب شده بر روی دیوار لحاظ گردد.

تذکره ۳: در صورتی که برای ساختمان داخل محوطه، تحلیل خطر ویژه ساختگاه انجام شده باشد، لازم است به جای عبارت  $A(1+S)$  در رابطه (۲-۳) از مقدار حداکثر شتاب طیف در سطح زمین استفاده شود.

دقر مقررات ملی و کنترل ساختمان

تذکره ۴: طراح می‌تواند به جای رابطه (۳-۲) از روابط دقیق تری که در بر گیرنده مشخصات دینامیکی خارج از صفحه دیوار باشد استفاده نماید. در این صورت نیروی زلزله نباید از ۸۰٪ مقدار بدست آمده از رابطه (۳-۲) کوچکتر در نظر گرفته شود.

### ۳-۲ نیروی ناشی از باد

نیروی ناشی از باد وارده بر یک متر از طول دیوارهای پیرامونی را می‌توان مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۸) از رابطه (۳-۳) بدست آورد.

$$F_n = C_f C_n q C_g C_e H I_w \quad (3-3)$$

در رابطه فوق برای دیوار روی سطح زمین  $C_f = 1/3$  بوده (برای دیوار با نسبت طول به ارتفاع بیش از ۱۰) و ضریب نیروی عمودی برای دیوار روی سطح زمین  $C_n = 0/16$  است. فشار مبنای باد  $q$  بر حسب کیلونیوتن برابر است با  $473V^3/10000$  که در آن  $V$  سرعت مبنای باد بر حسب کیلومتر بر ساعت است. برای دیوارهای محوطه ضریب اثر تند باد  $C_g = 2$  و ضریب اثر تغییر سرعت برای نواحی باز  $C_e = 0/19$  می‌باشد. ارتفاع دیوار از سطح زمین برابر  $H$  و  $I_w$  ضریب اهمیت دیوار در برابر بار باد است. با استفاده از مقادیر فوق و رابطه (۳-۳) و تبدیل نیروی متر طول دیوار به فشار خارج از صفحه و با ضرب ضریب  $1/6$  به منظور تبدیل نیروی باد از سطح سرویس به سطح نهایی، نیروی سطح نهایی باد وارده بر یک مترمربع از سطح دیوار را می‌توان بر اساس رابطه (۳-۴) تخمین زد.

$$P_{wind} = \frac{0.11 I_w V^2}{1000} \quad (4-3)$$

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

تذکره: در صورتی که دیوار محوطه در مناطق پرتراکم شهری باشد، می‌توان نیروی باد بدست آمده از رابطه (۳-۴) را به میزان ۲۰٪ کاهش داد.



### ۳-۳ سایر نیروهای تصادفی

سایر نیروهای تصادفی عبارتند از نیروی ناشی از ضربه، انفجار، سیل و یا هر نوع بار تصادفی محتمل که در جهت خارج از صفحه به دیوار وارد می‌شود. در این دستورالعمل لازم است نیروهای تصادفی به صورت یک فشار استاتیکی خارج از صفحه با توزیع یکنواخت بر روی دیوار معادل سازی شوند. به منظور محاسبه نیروهای تصادفی، استفاده از روش‌های شناخته شده در آیین نامه‌ها و دستورالعمل‌های داخلی و بین المللی بلامانع است.

تذکره ۱: نمونه‌هایی از روش‌های محاسبه بار انفجار به صورت دینامیکی و استاتیکی معادل، در مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۵) ارائه شده است.

تذکره ۲: به جز در دیوارهای محوطه مراکز حساس نظامی و امنیتی، در سایر موارد لزومی به در نظر گرفتن نیروهای تصادفی نمی‌باشد.

تذکره ۳: در صورتی که دیوار محوطه در یک منطقه سیل خیز مطابق تعریف مبحث ششم مقررات ملی قرار داشته و دیوار محوطه از نوع دیوار فروریزنی در نظر گرفته نشود، لازم است در طراحی و ساخت دیوار محوطه اثرات ناشی از سیل در نظر گرفته شود. طراحی این نوع از دیوارهای محوطه خارج از دامنه کاربرد این دستورالعمل بوده و در این موارد نه تنها دیوار محوطه، بلکه شالوده آن نیز لازم است برای بارهای ناشی از سیل و اثرات آب شستگی آن کنترل شود.

# دقت مقررات ملی و کنترل ساختمان

فصل ۴


محاسبه ظرفیت

دیوار محوطه

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



دقتر مقررات ملی و کتترل ساختمان



در دستورالعمل حاضر ظرفیت دیوار بر اساس مقاومت خارج از صفحه پانل‌های بنایی دیوار تعیین شده است. سایر اجزای دیوار به صورت ظرفیتی طراحی می‌شوند. به بیان دیگر ابتدا بر اساس مشخصات پانل بنایی، ظرفیت دیوار محاسبه شده، سپس کلاف‌های قائم و شالوده دیوار بر اساس این ظرفیت طراحی و کنترل می‌شوند. به عبارت دیگر دیوار محوطه به نحوی طراحی میشود که مود شکست آستانه فروریزش خارج از صفحه پانل بنایی قبل از مودهای شکست ناپایداری واژگونی و ناپایداری کلاف قائم رخ دهد.

تذکر: دیوار محوطه صرفاً تحت بارهای خارج از صفحه طراحی شده و در امتداد داخل صفحه نیازی به کنترل محاسباتی نبوده و صرفاً کفایت مابین دیوار محوطه و ساختمان تماس مستقیم وجود نداشته و فاصله‌ای حداقل به اندازه تغییر مکان نسبی غیرالاستیک طبقه همکف وجود داشته باشد. این فاصله با مواد منعطفی از قبیل فوم، پشم سنگ، یونولیت و ... پر می‌شود. جزئیات بیشتر در خصوص درز انقطاع مابین دیوار محوطه و ساختمان در بند ۵-۵ ارائه شده است.

# دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

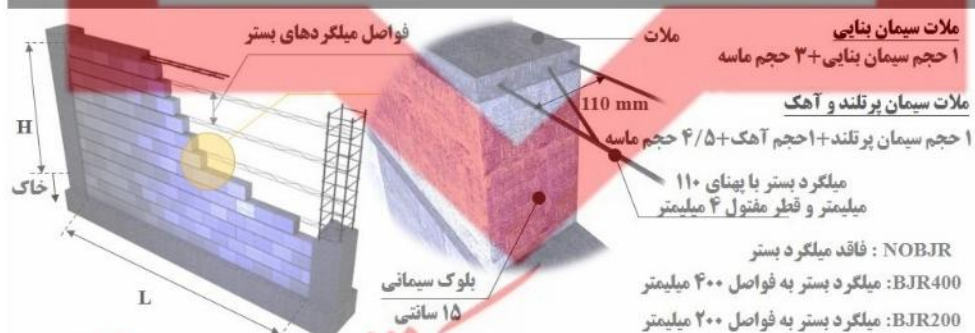
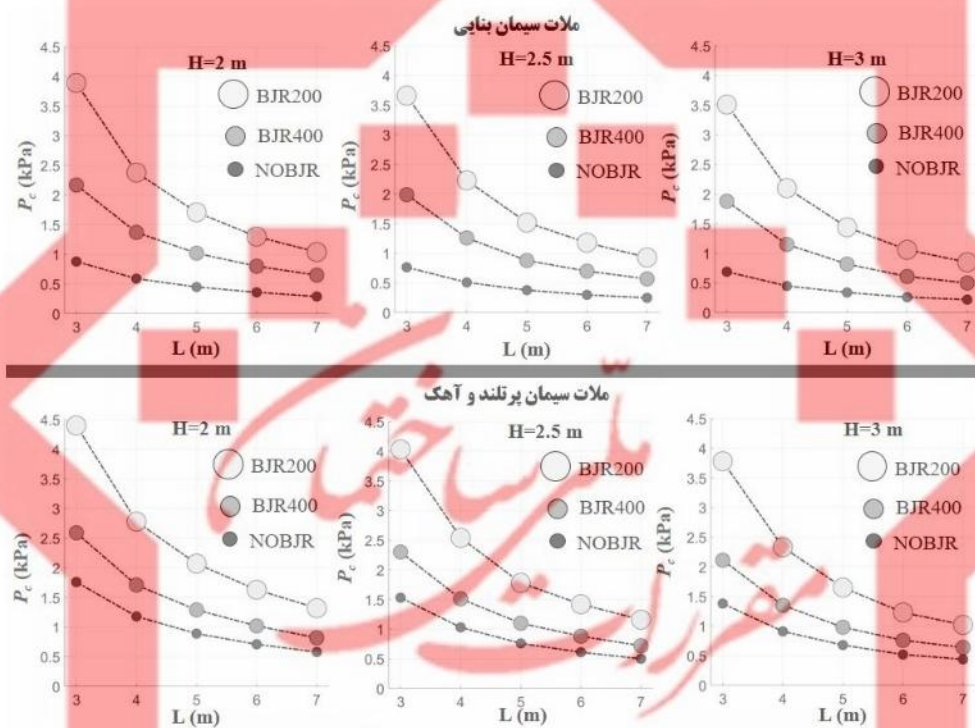
## ۴-۱ محاسبه ظرفیت پانل بنایی

پانل بنایی تحت نیروهای خارج از صفحه همانند یک صفحه غیرایزوتروپیک با رفتار دو طرفه رفتار می‌کند. منظور از غیرایزوتروپیک بودن رفتار آن است که مقاومت دیوار بنایی تحت خمش افقی با مقاومت آن تحت خمشی قائم متفاوت می‌باشد. تخمین ظرفیت پانل بنایی بر اساس ضابطه ۷۲۹ قابل انجام می‌باشد. به منظور سهولت برای برخی از ابعاد متداول دیوار محوطه، ظرفیت دیوار بر اساس ضابطه ۷۲۹ محاسبه شده و در قالب نمودار در شکل‌های (۴-۱) تا (۴-۳) به ترتیب برای دیوار بلوک سیمانی ۱۵ سانتی، دیوار بلوک سیمانی ۲۰ سانتی و دیوار آجر فشاری ۲۲ سانتی (با یا بدون سوراخ) نشان داده شده است. در خصوص دیوارهای محوطه با مشخصاتی متفاوت با مشخصات نمودارهای ارائه شده، لازم است طراح بر اساس ضابطه ۷۲۹، اقدام به محاسبه ظرفیت خارج از صفحه دیوار مابین دو کلاف قائم نماید. در محاسبات رفتار دوطرفه و غیرایزوتروپیک دیوار مطابق ضابطه ۷۲۹ لازم است لحاظ گردد.

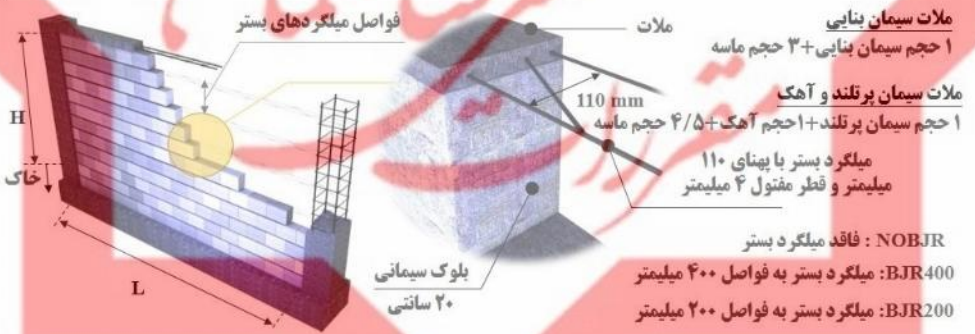
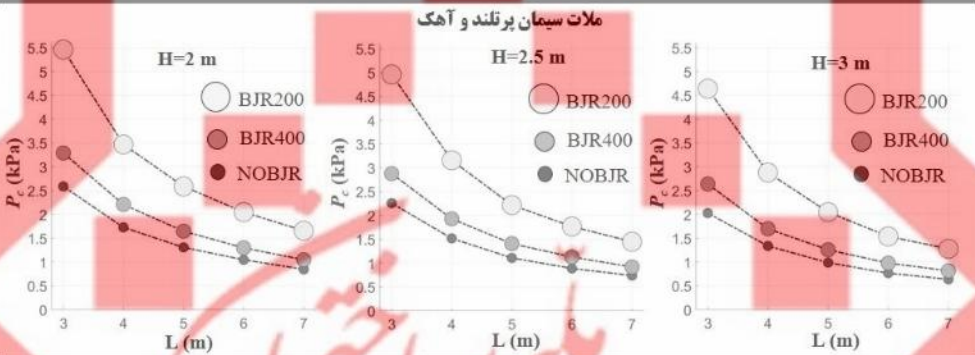
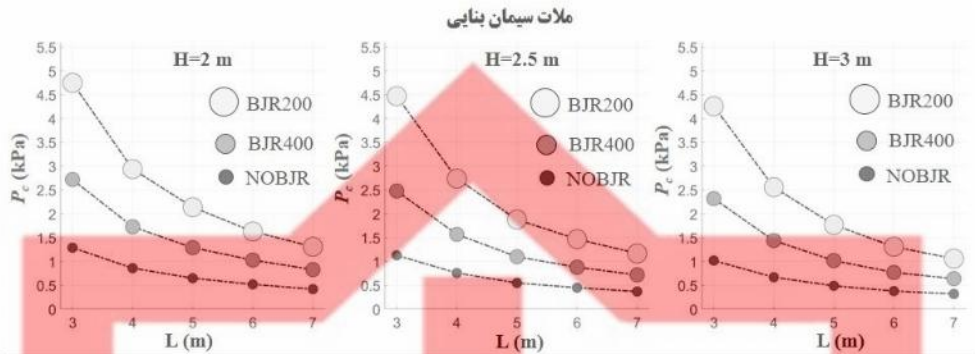
تذکر: در خصوص دیوارهای پر شده با دوغاب لازم است از بلوک‌های توخالی ته خالی استفاده شود به طوری که دوغاب ریخته شده در رج‌های مختلف دیوار با یکدیگر پیوسته باشند. مطابق ضابطه ۷۲۹، منظور از دوغاب بتنی ریزدانه و روان با مقاومت فشاری ۲۸ روزه حداقل برابر ۱۴ مگاپاسکال است. ملات به کار رفته در بندهای دیوار نمی‌توانند به عنوان دوغاب در نظر گرفته شوند.

در نمودارهای نشان داده شده،  $H$  ارتفاع پانل بنایی از خاک روی شالوده تا زیر کلاف افقی بوده و  $L$  طول آزاد پانل بنایی است که برابر فاصله بر به بر کلاف‌های قائم در دو لبه پانل بنایی است. ظرفیت خارج از صفحه پانل بنایی با  $P_c$  نشان داده شده است که مقدار آن برابر فشار عمود بر صفحه دیوار است که منجر به قرار گرفتن پانل بنایی در آستانه فروریزش خارج از صفحه خواهد شد (ضرایب کاهش مقاومت مطابق ضابطه ۷۲۹ در نمودارها لحاظ شده است). نمودارها برای سه ارتفاع پانل ۲ متر، ۲/۵ متر و ۳ متر و طول‌های آزاد ۳ متر تا ۷ متر تهیه شده‌اند. برای سایر طول‌ها و ارتفاع‌ها، تخمین ظرفیت با استفاده از درون یابی بین نمودارها مجاز است. همچنین نمودارها برای دو نوع ملات مختلف تهیه شده‌اند. طرح اختلاط هریک از ملات‌ها در پایین نمودارها مشخص شده است. به علاوه، نمودارها برای دیوارهای مسلح به میلگرد بستر و دیوارهای غیرمسلح تهیه شده‌اند. در کلیه نمودارها میلگردهای بستر دارای پهنای ۱۱۰

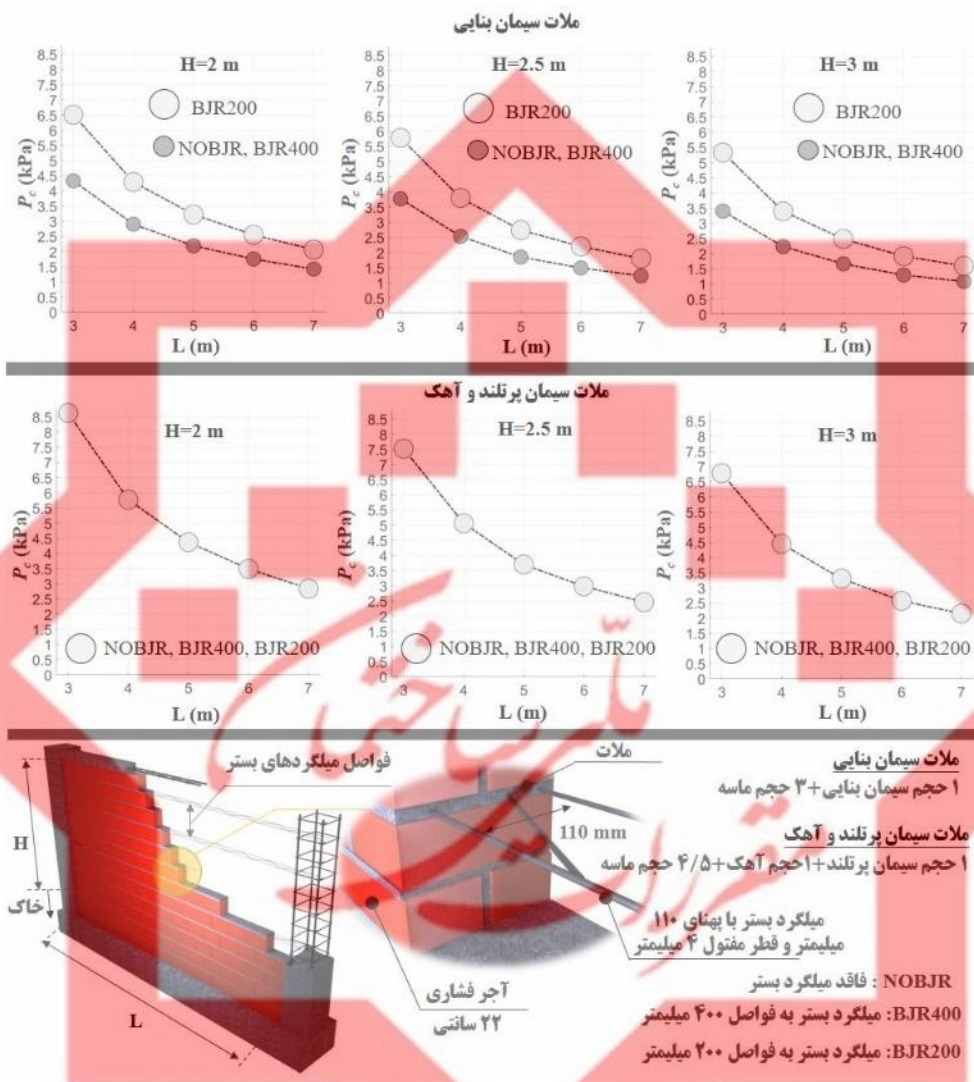
میلیمتر بوده و دارای مفتول‌هایی به قطر ۴ میلیمتر و مقاومت تسلیم حداقل برابر ۴۵۰ مگاپاسکال هستند. منظور از پهنای میلگرد بستر، فاصله مابین دو مفتول طولی میلگرد بستر است. در تخمین ظرفیت خارج از صفحه دیوار محوطه، فرض می‌شود که لبه فوقانی دیوار آزاد بوده و کلاف افقی نقش تکیه گاهی برای لبه فوقانی دیوار ندارد.



شکل (۴-۱). ظرفیت خارج از صفحه پانل بنایی ۱۵ سانتی ساخته شده از بلوک‌های سیمانی توخالی



شکل (۴-۲). ظرفیت خارج از صفحه پانل بنایی ۲۰ سانتی ساخته شده از بلوک‌های سیمانی توخالی



شکل (۳-۴). ظرفیت خارج از صفحه پانل بنایی ۲۲ سانتی ساخته شده از آجر فشاری

تذکره ۱: در شکل (۳-۴) در برخی موارد ظرفیت پانل مسلح و غیرمسلح برابر بدست آمده است. دلیل این امر آن است که برای این دیوار به خصوص در برخی موارد، تسلیحات معرفی شده از تسلیحات حداقل کمتر بوده و مقاومت دیوار مسلح از مقاومت ترک خوردگی دیوار کوچکتر شده است. در این مواقع لازم است دیوار به صورت غیرمسلح در نظر گرفته شود.

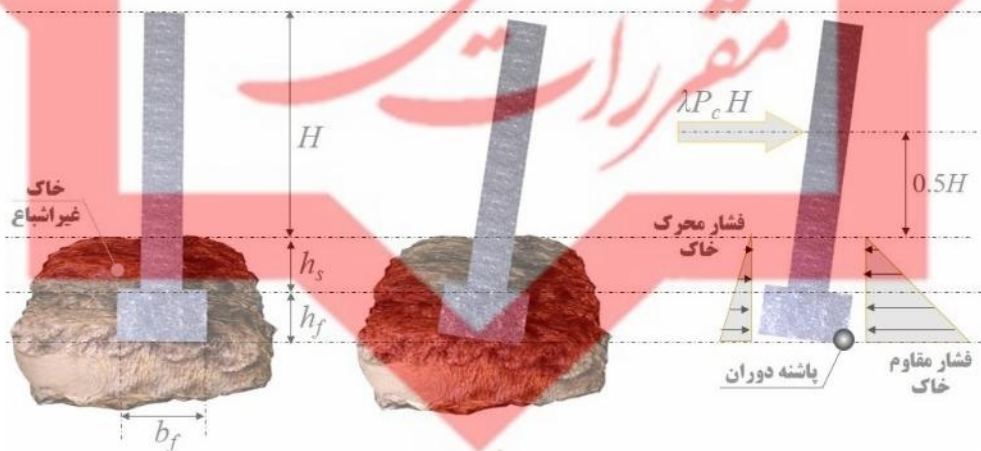


تذکر ۲: استفاده از آرماتور ساده یا آج دار در بندهای بستر دیوار مجاز نبوده و پیوستگی کافی مابین ملات بند بستر و آرماتور تامین نخواهد شد. لذا به منظور مسلح کردن پانل بنایی لازم است از میلگردهای بستر خرابایی و یا نردبانی استفاده شود.

تذکر ۳: لازم است چیدمان واحدهای بنایی دارای پیوند ممتد بوده و فاصله افقی بندهای قائم در ردیفهای متوالی حداقل یک چهارم طول واحد بنایی باشد.

## ۴-۲ کنترل لنگر واژگونی

لنگر مقاوم در برابر واژگونی عمدتاً از طریق ایجاد فشار غیرفعال در پشت جداره شالوده و قسمت مدفون پانل بنایی و نیز از طریق وزن دیوار، وزن شالوده و وزن خاک روی شالوده تامین می‌گردد. لذا برای تامین ظرفیت کافی در برابر لنگر واژگونی، لازم است شالوده در داخل خاک حداقل به میزان ۴۰ سانتیمتر مدفون باشد. لنگرهای مقاوم و محرک به ترتیب زیر تخمین زده می‌شوند. دیاگرام آزاد دیوار تحت لنگر واژگونی در شکل (۴-۴) نشان داده شده است.



شکل (۴-۴). دیاگرام آزاد دیوار محوطه تحت لنگر واژگونی

- لنگر محرک واژگونی: در این دستورالعمل محاسبه این لنگر بر اساس ظرفیت خارج از صفحه مورد انتظار پانل بنایی ( $\lambda P_c$ ) تخمین زده می‌شود لذا مقدار لنگر محرک واژگونی مورد انتظار ( $M_{oe}$ ) در واحد طول دیوار برابر خواهد بود با:

$$M_{oe} = \lambda P_c H (0.5H + h_s + h_f) \quad (۱-۴)$$

ضریب  $\lambda$  برای تبدیل ظرفیت خارج از صفحه طراحی به ظرفیت مورد انتظار پانل بنایی بوده و مقدار آن برای دیوارهای فاقد میلگرد بستر  $1/7$  و برای دیوارهای دارای میلگردبستر  $1/3$  در نظر گرفته می‌شود. به علاوه در رابطه فوق  $H$  ارتفاع پانل بنایی،  $h_s$  عمق دفن شدگی شالوده و  $h_f$  عمق مقطع شالوده است. همچنین مقدار  $P_c$  براساس نمودارهای ارائه شده در شکل‌های (۱-۴) تا (۳-۴) تعیین می‌شود.

تذکره ۱: در صورتی که ظرفیت خارج از صفحه مورد انتظار دیوار ( $\lambda P_c$ ) بیش از ۲ برابر تقاضای خارج از صفحه وارده بر دیوار ( $P_{II}$ ) باشد، می‌توان در رابطه (۱-۴) مقدار  $\lambda P_c$  را برابر با  $2P_{II}$  در نظر گرفت.

تذکره ۲: در صورتی که دیوار محوطه در هیچکدام از دسته دیوارهای شکل‌های (۱-۴) تا (۳-۴) قرار نگیرد، لازم است طراح مطابق ضابطه ۷۲۹ ظرفیت خارج از صفحه پانل بنایی ( $P_c$ ) را محاسبه نماید. در این صورت مقدار  $\lambda P_c$  نیز مطابق  $P_c$  بدست می‌آید با این تفاوت که ضرایب کاهش مقاومت خمش افقی و قائم دیوار برابر واحد در نظر گرفته می‌شوند.

- لنگر مقاوم واژگونی: محاسبه لنگر مقاوم در واحد طول دیوار بر اساس رابطه (۲-۴) قابل انجام است:

$$M_r = (W_w + W_f + W_s) \frac{B_f}{2} + \frac{1}{6} \gamma (k_p - k_a) (h_s + h_f)^3 \quad (۲-۴)$$

وزن واحد طول دیوار محوطه (شامل نما) برابر  $W_w$  بوده و  $W_s$  و  $W_f$  به ترتیب وزن خاک روی شالوده و وزن شالوده در یک متر از طول دیوار است. وزن مخصوص خاک

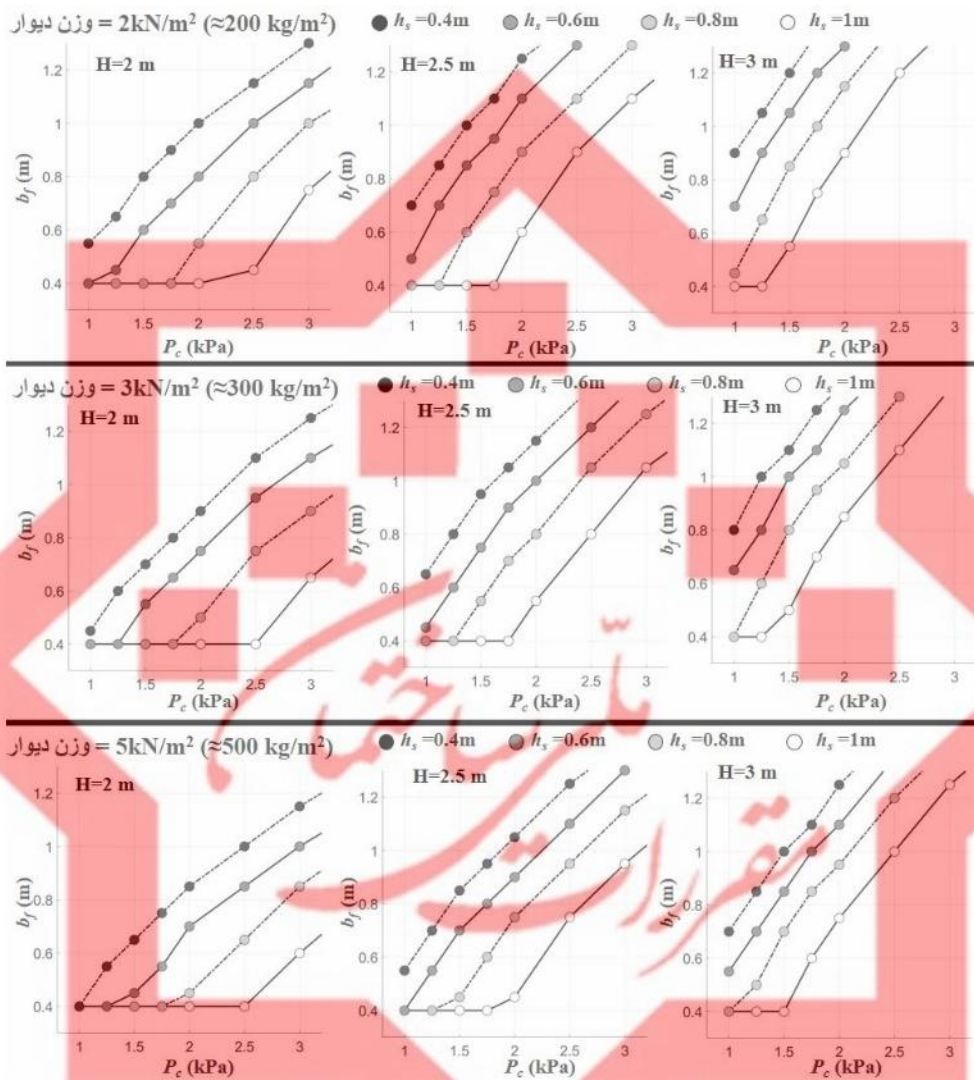
$\gamma$  بوده و ضریب فشار مقاوم و محرک خاک به ترتیب با  $k_p$  و  $k_a$  نشان داده شده است که بر اساس روابط معتبر مکانیک خاک قابل تخمین هستند. در غیاب داده‌های دقیق، می‌توان از مقادیر محافظه کارانه  $k_p=2.75$  و  $k_a=0.35$  استفاده نمود. تذکر ۳: رابطه (۲-۴) برای حالتی است که دیوار در وسط شالوده ساخته شده باشد. در صورتی که دیوار در لبه شالوده ساخته شود می‌توان در غیاب محاسبات دقیق‌تر، در رابطه (۲-۴) مقدار وزن دیوار ( $W_w$ ) را برابر با صفر در نظر گرفت. تذکر ۴: رابطه (۲-۴) با این فرض معتبر است که فشار مقاوم خاک به طور کامل بتواند ایجاد شود. برای این منظور لازم است خاک اطراف شالوده کاملاً با شالوده در تماس کامل بوده و نیز خاک روی شالوده نیز با قسمت تحتانی دیوار در تماس کامل باشد.

به منظور حفظ پایداری دیوار لازم است رابطه (۳-۴) برقرار باشد.

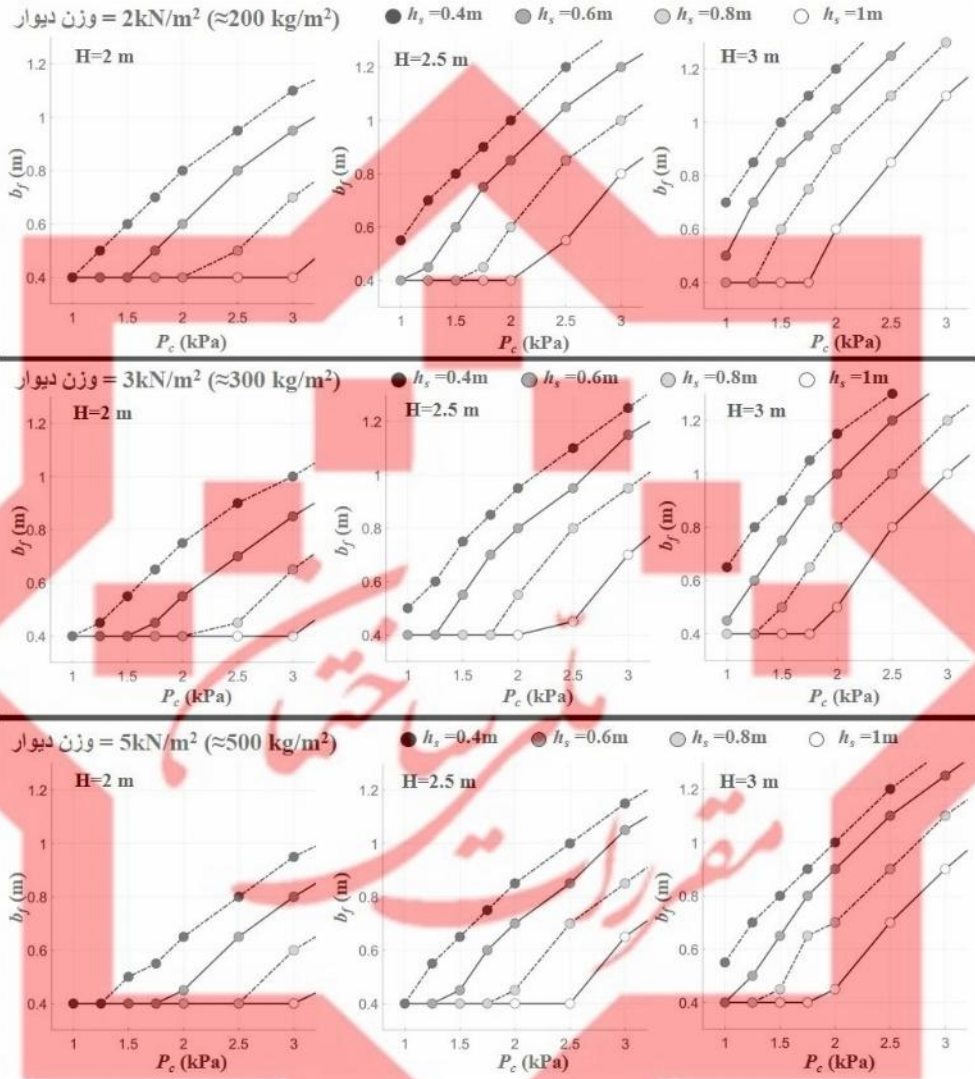
$$M_r > M_{oe} \quad (3-4)$$

به جای استفاده از روابط (۱-۴) تا (۳-۴) می‌توان از شکل‌های (۴-۵) و (۴-۶) که به ترتیب برای دیوارهای غیرمسلح و مسلح تهیه شده‌اند، به منظور تعیین عرض و عمق دفن شدگی شالوده استفاده نمود. این نمودارها بر اساس روابط فوق و با این فرض که اولاً دیوار در وسط عرض شالوده قرار گرفته و ثانیاً فشار مقاوم خاک به طور کامل ایجاد شود، تهیه شده‌اند. مطابق شکل‌های (۴-۵) و (۴-۶) مشخص است با افزایش عمق دفن شدگی شالوده ( $h_s$ )، عرض مورد نیاز شالوده ( $h_f$ ) کاهش می‌یابد. همچنین عرض مورد نیاز شالوده برای دیوارهای سنگین‌تر و با ارتفاع کمتر دارای مقادیر کوچک تری است. برای پارامترهای بینابینی در شکل‌های (۴-۵) و (۴-۶) می‌توان از درون یابی استفاده نمود.

### راهنمای طراحی دیوارهای بنایی محوطه — ۳۱



شکل (۴-۵). عرض مورد نیاز شالوده در دیوارهای فاقد میلگرد بستر -  
در تمام موارد ارتفاع مقطع شالوده  $h_r = 0.4 \text{ m}$  است.

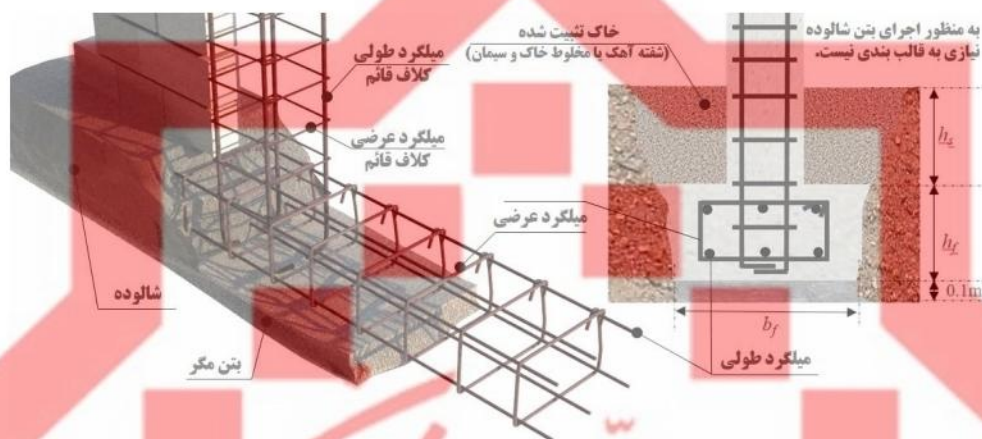


شکل (۴-۶). عرض مورد نیاز شالوده در دیوارهای دارای میلگرد بستر -  
در تمام موارد ارتفاع مقطع شالوده  $h_f = 0.4 \text{ m}$  است.

پس از تعیین پهنای شالوده لازم است آرماتورگذاری آن مشخص شود که در این خصوص آرماتور حداقل معادل  $0.18\%$  مساحت مقطع کفایت می‌کند. نیمی از درصد آرماتور حداقل را

### راهنمای طراحی دیوارهای بنایی محوطه — ۳۳

می‌توان در بالای مقطع و نیم دیگر را در پایین مقطع شالوده قرار داد. آرماتورهای طولی و عرضی شالوده را می‌توان مطابق جدول (۴-۱) تعیین نمود که لازم است در وجوه تحتانی و فوقانی شالوده مطابق شکل (۴-۷) جانمایی شوند.



شکل (۴-۷). جزئیات اجرا و آرماتوربندی شالوده

جدول (۴-۱). مقدار آرماتورهای حداقل در شالوده

آرماتور عرضی (خاموت)	آرماتور طولی تحتانی	آرماتور طولی فوقانی	مقطع شالوده ( $b_f \times h_f$ )
$\Phi 10 @ 200 \text{ mm}$	2 $\Phi 10$	2 $\Phi 10$	0.4 m $\times$ 0.4 m
$\Phi 12 @ 300 \text{ mm}$	2 $\Phi 12$	2 $\Phi 12$	0.5 m $\times$ 0.4 m
$\Phi 10 @ 200 \text{ mm}$	3 $\Phi 10$	3 $\Phi 10$	0.6 m $\times$ 0.4 m
$\Phi 12 @ 300 \text{ mm}$	3 $\Phi 12$	3 $\Phi 12$	0.7 m $\times$ 0.4 m
$\Phi 12 @ 300 \text{ mm}$	3 $\Phi 12$	3 $\Phi 12$	0.8 m $\times$ 0.4 m
$\Phi 12 @ 300 \text{ mm}$	3 $\Phi 12$	3 $\Phi 12$	0.9 m $\times$ 0.4 m
$\Phi 12 @ 300 \text{ mm}$	4 $\Phi 12$	4 $\Phi 12$	1.0 m $\times$ 0.4 m
$\Phi 12 @ 300 \text{ mm}$	4 $\Phi 12$	4 $\Phi 12$	1.1 m $\times$ 0.4 m
$\Phi 12 @ 300 \text{ mm}$	4 $\Phi 12$	4 $\Phi 12$	1.2 m $\times$ 0.4 m

تذکره ۱: ضخامت بتن مگر ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.

تذکر ۲: توصیه میشود ارتفاع مقطع شالوده حداقل برابر با ۴۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شود.

تذکر ۳: مقاومت فشاری مشخصه بتن شالوده نباید از ۲۰ مگاپاسکال کوچکتر باشد.

تذکر ۴: برای اجرای شالوده نیازی به قالب بندی نبوده و به منظور ایجاد فشار خاک مقاوم، نباید مابین شالوده و خاک اطراف فضای خالی وجود داشته باشد.

تذکر ۵: لازم است بر روی شالوده و اطراف دیوار به میزان عمق دفن شدگی، خاک تثبیت شده بر روی شالوده قرار گیرد. به منظور تثبیت خاک از روش‌هایی همچون استفاده از شفته آهک، ترکیب سیمان و خاک، تزریق بتن و یا سایر روش‌های شناخته شده می‌توان استفاده نمود.

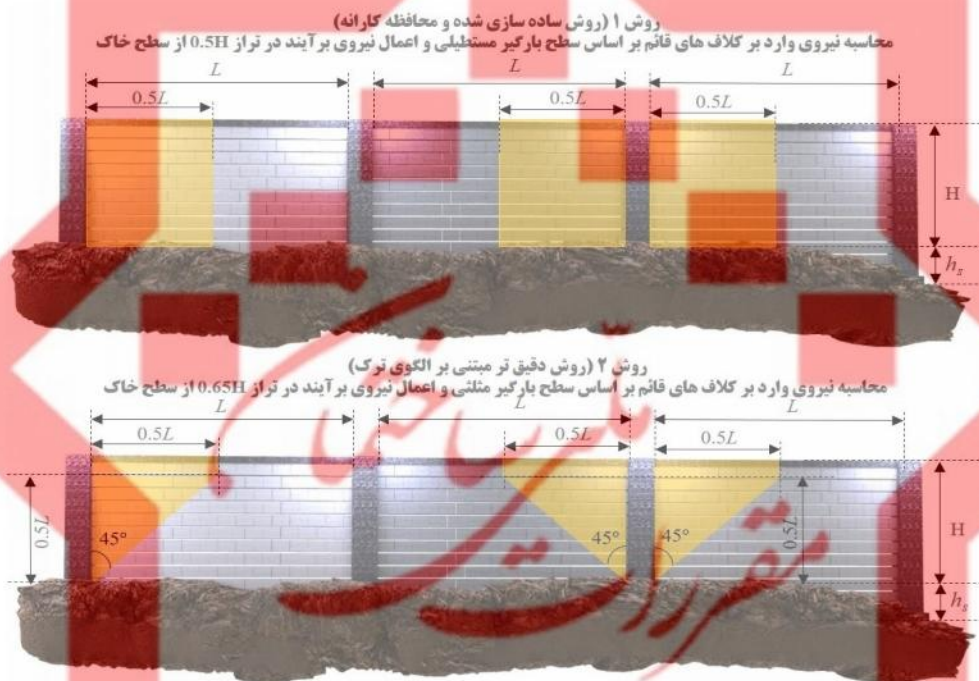
تذکر ۶: ضخامت پوشش بتنی آرماتورهای شالوده در هیچ شرایطی نباید کمتر از ۷۵ میلیمتر باشد.

تذکر ۷: در آرماتورهای عرضی فونداسیون استفاده از خم ۹۰ درجه بلامانع است.

تذکر ۸: لازم است کلیه آرماتورهای به کار رفته در شالوده آج دار باشند.

### ۳-۴ کنترل ظرفیت خمشی کلاف قائم

نیروی وارد بر کلاف‌های قائم از طریق محاسبه سطح بارگیر کلاف مطابق یکی از روش‌های شکل (۸-۴) و ضرب سطح بارگیر در ظرفیت خارج از صفحه مورد انتظار دیوار ( $\lambda P_c$ ) محاسبه می‌شود.



شکل (۸-۴). محاسبه سطح بارگیر کلاف‌های قائم

با فرض طول پانل بنایی یکسان برای پانل‌های بنایی دو طرف کلاف و استفاده از سطح بارگیر مستطیلی (روش ۱ در شکل (۸-۴))، لنگر وارد بر پای کلاف قائم (محل اتصال کلاف قائم با شالوده) از طریق رابطه (۴-۴) قابل تخمین است.

$$M_u = \lambda P_c L H (0.5H + h_s) \quad (۴-۴)$$



تذکره ۱: در صورتی که ظرفیت خارج از صفحه مورد انتظار دیوار ( $\lambda P_c$ ) بیش از ۲ برابر تقاضای (نیروی) خارج از صفحه وارده بر دیوار ( $P_u$ ) باشد، می‌توان در رابطه (۴-۴) مقدار  $\lambda P_c$  را برابر با  $2P_u$  در نظر گرفت.

لازم است مقطع کلاف قائم به نحوی طراحی شود که ظرفیت خمشی اسمی آن (بدون در نظر گرفتن ضریب کاهش مقاومت) در امتداد خارج از صفحه دیوار از لنگر خمشی وارده بر کلاف کوچکتر نباشد. برای این منظور میتوان از مقاطع پیشنهادی جدول (۴-۲) استفاده نمود.

جدول (۴-۲). جزئیات مقاطع پیشنهادی کلاف قائم-آرماتورهای طولی با مقاومت تسلیم حداقل ۴۰۰ مگاپاسکال هستند

ظرفیت خمشی کلاف	آرماتور عرضی (خاموت)	آرماتور طولی	ابعاد کلاف $b \times h$	کلاف قائم	
40 kN.m	$\Phi 8@150\text{mm}$	4 $\Phi 16$	300 mm×300 mm	تیپ ۱	
55 kN.m	$\Phi 8@150\text{mm}$	6 $\Phi 16$	300 mm×300 mm	تیپ ۲	
70 kN.m	$\Phi 8@150\text{mm}$	8 $\Phi 16$	300 mm×300 mm	تیپ ۳	
60 kN.m	$\Phi 8@200\text{mm}$	4 $\Phi 16$	300 mm×400 mm	تیپ ۴	
80 kN.m	$\Phi 8@200\text{mm}$	6 $\Phi 16$	300 mm×400 mm	تیپ ۵	
105 kN.m	$\Phi 8@200\text{mm}$	8 $\Phi 16$	300 mm×400 mm	تیپ ۶	

تذکره ۲: به منظور صرفه جویی در مصالح، می‌توان میزان آرماتورهای طولی کلاف قائم را متناسب با لنگر خمشی وارده کاهش داد. برای این منظور در غیاب محاسبات دقیق، می‌توان میزان آرماتورهای طولی ارائه شده در جدول (۴-۲) را در نیمه فوقانی از ارتفاع کلاف قائم به میزان

۵۰٪ کاهش داد. تحت هیچ شرایطی تعداد آرماتورهای طولی موجود در مقطع کلاف قائم نباید کمتر از ۴ عدد بوده و نسبت آرماتورهای کششی واقع در هر دو وجه مقطع که تحت تاثیر خمش خارج از صفحه دیوار قرار دارد، نباید کمتر از آرماتور حداقل ارائه شده برای تیرها مطابق با مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (معادل  $1.4/f_y$  که  $f_y$  بر حسب مگاپاسکال است) باشد.

تذکر ۳: نسبت آرماتورهای کششی کلاف قائم (واقع در هر یک از دو وجه مقطع کلاف که تحت تاثیر خمش خارج از صفحه دیوار است) نباید از ۰/۰۰۳ کمتر باشد.

تذکر ۴: فواصل خاموت‌های کلاف قائم (آرماتورهای برشی) نباید از نصف عمق موثر مقطع کلاف بیشتر باشد.

تذکر ۵: بتن مصرفی در کلاف قائم لازم است دارای حداقل مقاومت فشاری مشخصه ۲۰ مگاپاسکال باشد.

تذکر ۶: استفاده از کلاف فولادی به جای کلاف بتنی مجاز بوده و در این صورت لازم است مقطع کلاف قائم فولادی به نحوی طراحی شود که ظرفیت خمشی اسمی آن (بدون در نظر گرفتن ضریب کاهش مقاومت) در امتداد خارج از صفحه دیوار از لنگر خمشی وارده بر کلاف کوچکتر نباشد. استفاده از پروفیل‌های استاندارد و یا مقاطع ساخته شده به منظور استفاده به عنوان کلاف قائم مجاز بوده و مقطع کلاف قائم لازم نیست فشرده باشد. در خصوص کلاف‌های فولادی که تنها در یک سمت آنها دیوار اجرا می‌شود، لازم است احتمال بروز پیچش در طراحی کلاف قائم مدنظر قرار گرفته شود.

تذکر ۷: کلیه آرماتورهای به کار رفته در کلاف قائم لازم است آج دار بوده و مطابق شکل (۴-۷) در داخل شالوده مهار شده باشند.

## ۴-۴ نمونه طراحی دیوار محوطه

به منظور شفافیت نمونه‌ای از روند طراحی دیوار محوطه بنایی مطابق دستورالعمل در این بخش ارائه شده است. مطابق شکل (۴-۹)، دیوار مدنظر دیواری به طول ۱۷ متر و ارتفاع ۲/۵ متر مربوط به یک ساختمان مسکونی واقع در شهر تهران می‌باشد. خاک منطقه براساس دسته بندی استاندارد ۲۸۰۰ نوع ۲ بوده و در هر دو وجه دیوار محوطه نمای سنگی نصب خواهد شد.

- گام ۱: به عنوان اولین قدم لازم است وزن واحد سطح دیوار با احتساب نما و کلیه اندودها تخمین زده شود. با فرض استفاده از بلوک سیمانی توخالی ۲۰ سانتی وزن دیوار به ترتیب زیر تخمین زده می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{وزن دیوار} &= 0.2 \times 1260 + 2 \times (2100 \times 0.03 + 2500 \times 0.016) \\ &= 458 \text{ kg/m}^2 = 4.6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- گام ۲: پس از تخمین وزن دیوار محوطه، می‌توان نیروی خارج از صفحه وارد بر دیوار را محاسبه نمود. نیروی زلزله مطابق رابطه (۳-۲) به ترتیب زیر تخمین زده می‌شود.

$$\begin{aligned} P_{eq} &= 0.4A(1+S)I_eW_w = 0.4 \times 0.35 \times (1+1.5) \times 1 \times 4.6 \\ &= 1.61 \text{ kPa} \end{aligned}$$

نیروی باد مطابق رابطه (۳-۴) به ترتیب زیر تخمین زده می‌شود (با فرض ناحیه باز).

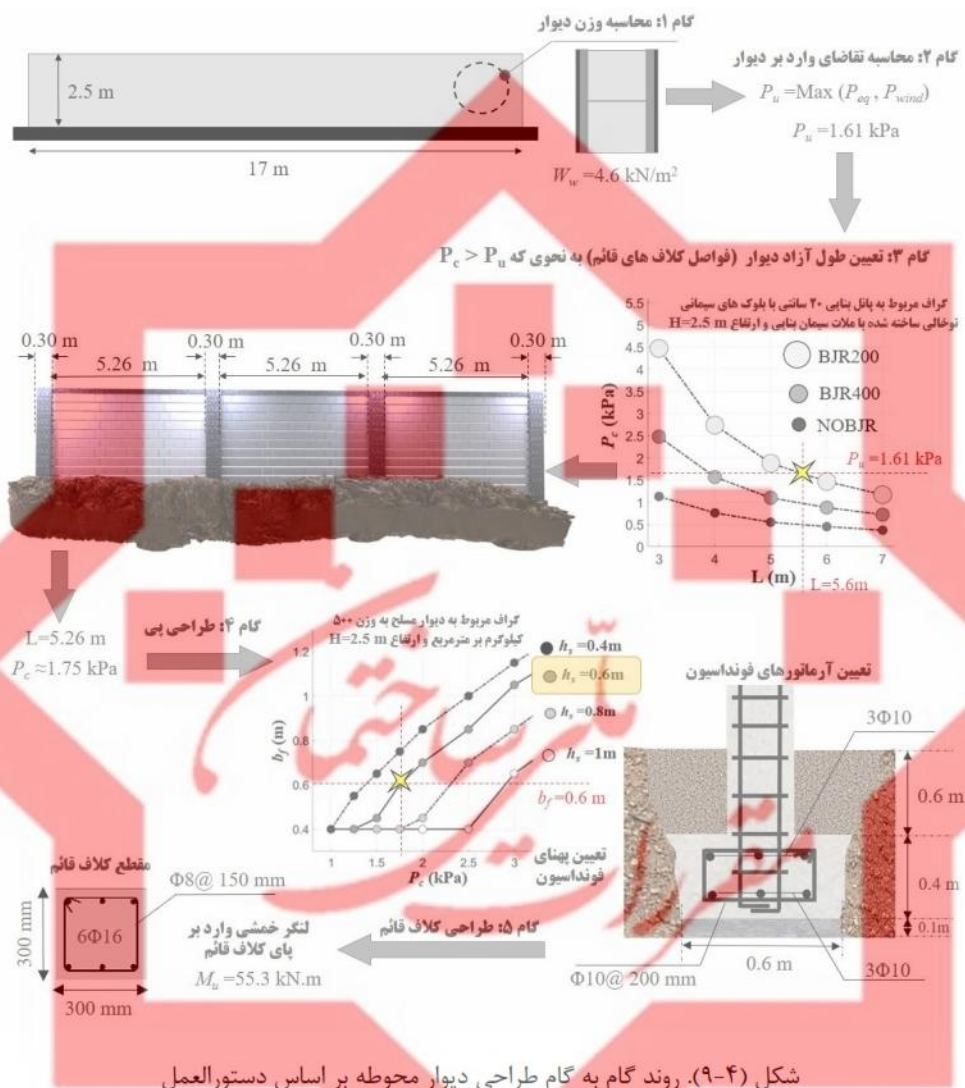
$$P_{wind} = \frac{0.11I_wV^2}{1000} = \frac{0.11 \times 1 \times 100^2}{1000} = 1.1 \text{ kPa}$$

با فرض عدم نیاز به درنظر گیری سایر بارهای تصادفی، نیروی نهایی خارج از صفحه وارده بر دیوار برابر خواهد بود با:

$$P_u = \text{Max}(P_{eq}, P_{wind}) = 1.61 \text{ kPa} > 1 \text{ kPa}$$

دقت مقررات ملی و کنترل ساختمان

## راهنمای طراحی دیوارهای بنایی محوطه — ۳۹



- گام ۳: با داشتن تقاضای وارده بر دیوار ( $P_u$ )، میتوان با استفاده از شکل (۴-۲) جزئیات دیوار را به نحوی انتخاب نمود که ظرفیت خارج از صفحه دیوار ( $P_c$ ) از مقدار تقاضا ( $P_u$ ) کمتر نباشد. مطابق شکل (۴-۲) برای دیواری به ارتفاع  $2/5$  متر در صورتی که از ملات سیمان بنایی استفاده شده (نسبت ۱ حجم سیمان بنایی و ۳ حجم ماسه) و میلگردهای بستر با مشخصات ارائه شده در شکل (۴-۲) (قطر

دقت مقرر است ملی و نشر سیمان

مفتول ۴ میلیمتر و پهنای ۱۱۰ میلیمتر) در تمام رج‌های دیوار استفاده شود، چنین دیواری با طول آزاد ۵/۶ متر دارای ظرفیت خارج از صفحه‌ای حدوداً برابر با تقاضای وارده بر دیوار خواهد بود. لذا طول آزاد پانل بنایی نباید بزرگتر از ۵/۶ متر انتخاب گردد. با توجه به اینکه کل طول دیوار ۱۷ متر می‌باشد، لذا لازم است دیوار مطابق شکل ۱۳ به سه پانل ۵/۶۷ متری (آکس به آکس کلاف قائم) تقسیم شود. با توجه به اینکه از کلاف قائم به ابعاد ۳۰۰ در ۳۰۰ میلیمتر استفاده می‌شود، لذا طول آزاد پانل بنایی مابین دو کلاف برابر ۵/۲۶ متر خواهد بود که می‌توان ظرفیت آن را مطابق شکل (۲-۴) تقریباً معادل ۱/۷۵ کیلوپاسکال در نظر گرفت. نمودار مربوطه در شکل (۹-۴) نیز نشان داده شده است.

گام ۴: پس از طراحی پانل بنایی در گام ۳، حال لازم است شالوده دیوار طراحی شود. ارتفاع مقطع شالوده ۴۰۰ میلیمتر بوده و پهنای آن بر اساس کنترل واژگونی مطابق بند ۲-۴ بدست می‌آید. در صورتی که دیوار در وسط شالوده اجرا شود، میتوان از شکل (۶-۴) به منظور تعیین پهنای مورد نیاز برای شالوده استفاده نمود (در صورتی که دیوار هم باد با لبه شالوده اجرا شود لازم است پهنای مورد نیاز شالوده به صورت دستی بر اساس روابط بند ۲-۴ انجام شود که در این صورت وزن دیوار در محاسبه لنگر مقاوم واژگونی صفر در نظر گرفته می‌شود). اگر وزن دیوار برابر ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمربع فرض شود و ارتفاع خاک روی شالوده ۶۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود، مطابق شکل (۶-۴)، پهنای مورد نیاز برای شالوده برابر ۶۰ سانتیمتر بدست می‌آید (با توجه به مسلح بودن دیوار لازم است از شکل (۶-۴) استفاده شود). نمودار مربوطه در شکل (۹-۴) نیز نشان داده شده است. با داشتن ابعاد شالوده، جزئیات آرماتورگذاری آن نیز بر اساس جدول (۱-۴) انجام می‌شود. با توجه به پهنای شالوده، لازم است ۳ میلگرد با قطر ۱۰ میلیمتر در امتداد طولی در بخش فوقانی مقطع شالوده و ۳ میلگرد با قطر ۱۰ میلیمتر در امتداد طولی در بخش تحتانی مقطع شالوده و نیز خاموت‌هایی با قطر ۱۰ میلیمتر به فواصل ۲۰۰ میلیمتر در امتداد عمود بر محور طولی شالوده قرار داده شوند.

## راهنمای طراحی دیوارهای بنایی محوطه — ۴۱

▪ گام ۵: به عنوان آخرین گام، کلاف قائم دیوار مطابق بند ۴-۳ طراحی می‌گردد. بر این اساس کلاف قائم لازم است قادر به تحمل لنگر خمشی زیر (بدون لحاظ ضریب کاهش مقاومت) باشد.

$$\begin{aligned}M_u &= \lambda P_c LH(0.5H + h_s) \\ &= 1.3 \times 1.75 \times 5.26 \times 2.5 \times (0.5 \times 2.5 + 0.6) \\ &= 55.3 \text{ kN.m}\end{aligned}$$

مطابق جدول (۴-۲) استفاده از کلاف قائم بتنی تیپ ۲ برای دیوار مدنظر قابل استفاده است. در صورتی که از کلاف قائم فولادی استفاده شود، لازم است مقطع آن قادر به تحمل لنگر خمشی بدست آمده باشد.

مأموریت  
مقررات

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



دقتر مقرررات ملی و کتترل ساختمان

فصل ۵

سایر الزامات

مقررات

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان





مجلس مقررات  
مقررات

دقتر مقررات ملی و کتترل سا حتمان

## ۵-۱ اتصال دیوار به کلاف قائم

در مورد کلاف‌های قائم بتنی، اتصال دیوار به کلاف قائم به یکی از روش‌های زیر انجام می‌شود. جزئیات روش‌های ارائه شده در شکل (۵-۱) نشان داده شده است.

▪ عبور میلگردهای بستر از داخل کلاف: این روش برای دیوارهای مسلح به میلگرد بستر مناسب می‌باشد. لازم به ذکر است در صورت نیاز، طول همپوشانی میلگردهای بستر ۷۵ برابر قطر مفتول طولی آنها در نظر گرفته شود. لازم است حتی المقدور محل همپوشانی در رجهای مختلف دیوار در یک راستا نباشند. در این روش قالب بندی کلاف‌های قائم بتنی باید به نحوی باشد که بلوکهای دیوار در تماس مستقیم با بتن تازه قرار گرفته شود.

▪ استفاده از تکه‌های میلگرد بستر به منظور اتصال: در صورتی که دیوار فاقد میلگرد بستر باشد، همچنان می‌توان اتصال دیوار و کلاف را از طریق قرار دادن تکه‌های میلگرد بستر حداقل به طول ۶۰ سانتیمتر از هر طرف کلاف تامین نمود (مطابق شکل (۵-۱)). در این روش قالب بندی کلاف‌های قائم بتنی باید به نحوی باشد که

بلوکهای دیوار در تماس مستقیم با بتن تازه قرار گرفته شود. استفاده از این اتصال برای دیوارهای با اهمیت زیاد و بسیار زیاد مجاز نمی باشد.

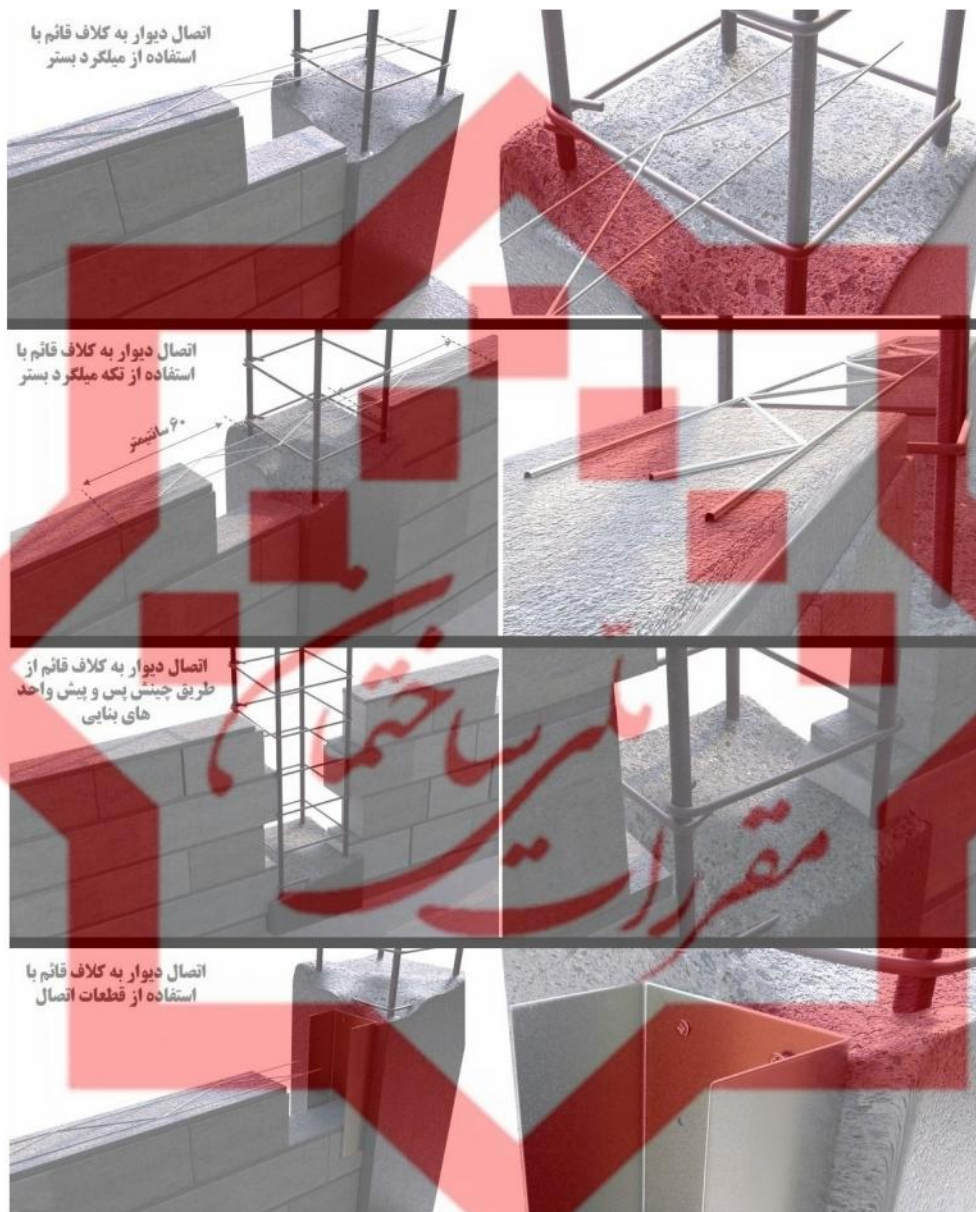
- اجرای پس و پیش واحدهای بنایی: در این روش، در محل اتصال دیوار به کلاف قائم واحدهای بنایی به صورت پس و پیش (حداقل به میزان ۵۰ میلیمتر) اجرا می شوند. در این روش قالب بندی کلافهای قائم بتنی باید به نحوی باشد که بلوکهای دیوار در تماس مستقیم با بتن تازه قرار گرفته شود. استفاده از این اتصال برای دیوارهای با اهمیت زیاد و بسیار زیاد مجاز نمی باشد.

- برقراری اتصال با استفاده از قطعات اتصال: این روش هم برای دیوارهای مسلح و هم برای دیوارهای غیرمسلح قابل استفاده بوده و در این روش لزومی ندارد دیوار و کلاف قائم به شکل همزمان اجرا شوند. در این روش از قطعات به شکل ناودانی یا دوبل نبشی یا قلاب و گیره پیش ساخته به منظور برقراری اتصال استفاده می شود. با توجه به این که در این نوع اتصال با ایجاد فاصله مابین دیوار و کلاف، میتوان دیوار را تنها در جهت خارج از صفحه مقید نمود، این نوع اتصال مناسب برای استفاده در محل درز انبساط و درز انقطاع می باشد.

در صورت استفاده از کلاف قائم فولادی، اتصال دیوار به کلاف می تواند از طریق قطعات اتصال ناودانی یا دوبل نبشی یا قلاب و گیره صورت گیرد.

تذکر: در صورت استفاده از قطعات اتصال، ظرفیت و تعداد مورد نیاز قطعات اتصال را می توان بر اساس ضابطه ۲۲۹ و یا سایر روشهای منطبق با اصول مهندسی طراحی نمود.

# دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان



شکل (۵-۱). روش های اتصال دیوار به کلاف قائم بتنی (مورد آخر در خصوص کلاف فولادی نیز قابل استفاده است).

### ۵-۲ کلاف افقی

کلاف افقی نیاز به محاسبات سازه‌ای نداشته و کفایت دارای مقطعی به پهنایی حداقل برابر با ضخامت دیوار و عمقی حداقل به اندازه ۱۰۰ میلیمتر باشد. لازم است کلاف افقی از بتنی با حداقل مقاومت فشاری مشخصه ۱۷ مگاپاسکال تهیه شود. به منظور مسلح کردن کلاف افقی می‌توان از دو عدد میلگرد بستر (یا مقدار آرماتور طولی و زیگزاگ معادل آن) استفاده نمود.

### ۵-۳ بازشو در دیوار محوطه

در خصوص بازشوهایی که در تمام ارتفاع دیوار امتداد دارند، همانند درب‌ها، لازم هست در هر دو طرف بازشو کلاف‌های قائم قرار داده شود. لیکن در خصوص بازشوهایی که تنها در بخشی از ارتفاع دیوار قرار دارند، همانند پنجره‌های دارای نرده، نیازی به تعبیه کلاف قائم در دو سمت بازشو نبوده و صرفاً لازم است نرده‌های افقی بازشو به صورت گیردار به دیوار متصل شوند. برای این منظور استفاده از روش‌هایی همچون شاخک گذاری و یا جوش نرده‌ها به صفحاتی که از قبل در دیوار قرار گرفته اند مجاز است. در این شرایط طراحی دیوار مطابق یک دیوار معادل بدون بازشو انجام می‌شود. لازم است وزن دیوار معادل نیز معادلسازی شود تا اثر بازشو در کاهش وزن دیوار لحاظ شود. همچنین اثر بازشو در کاهش نیروی ناشی از باد از طریق کاهش سطح مقطع دیوار (به میزان بازشو) لحاظ می‌گردد.

### ۵-۴ درز انبساط

به منظور کنترل ایجاد ترک و تنش‌های کششی در دیوار، لازم است تغییرشکل‌های حرارتی دیوار محدود شود. برای این منظور لازم است فاصله درزهای انبساط قائم دیوار از ۲۰ متر بیشتر نباشد. استفاده از اتصالات کشویی و یا اتصالات قلاب و گیره مطابق ضابطه ۷۲۹ و پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ در اتصال دیوار به کلاف قائم مشابه درز انبساط عمل کرده و در این صورت

نیازی به تعبیه درز انبساط دیگری نمی‌باشد. در این صورت لازم است فاصله مابین دیوار و کلاف قائم حداقل ۱۰ میلیمتر باشد.

تذکره ۱: عبور میلگرد بستر از درز انبساط بلامانع بوده، لیکن ضرورتی نیز ندارد.

تذکره ۲: به منظور ساخت درز انبساط می‌توان موقعیت درز انبساط را در محل اتصال دیوار با کلاف قائم در نظر گرفت. در این صورت، دیوار ضمن حفظ فاصله ای حداقل ۱۰ میلیمتری از کلاف قائم، از طریق قطعات اتصال (ناودانی منقطع، دوبل نبشی منقطع و یا قلاب و گیره) به کلاف قائم متصل می‌شود.

تذکره ۳: در صورتی که نمای دیوار محوطه از نوع نمای بنایی باشد، لازم است درز انبساط مناسب برای نما نیز تعبیه گردد. درز انبساط نما می‌تواند در فواصلی منطبق بر درز انبساط دیوار اجرا شود.

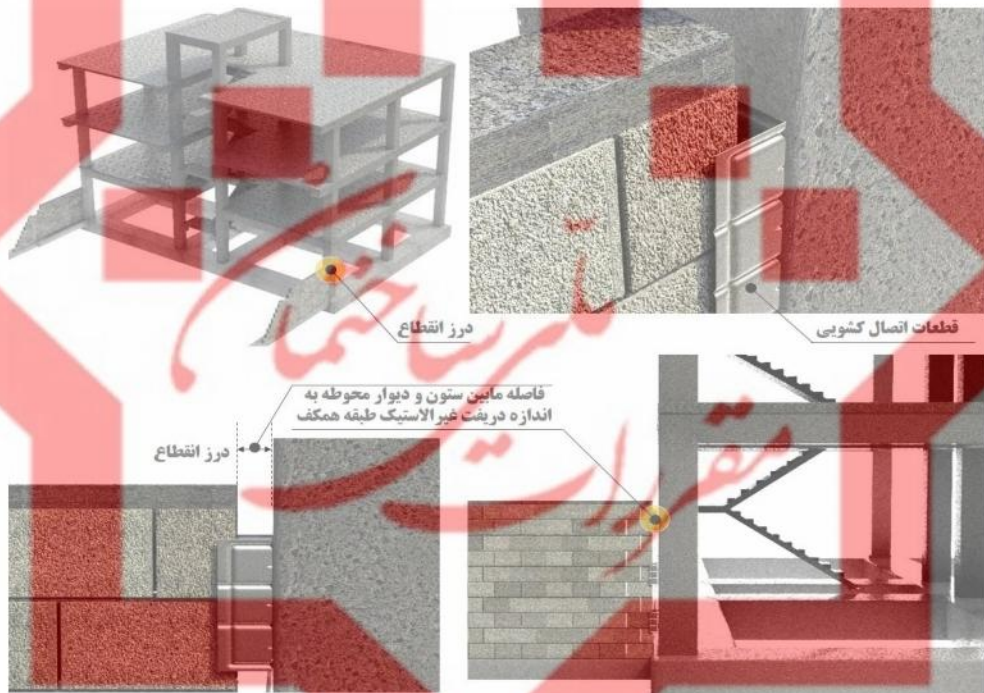
تذکره ۴: به منظور جلوگیری از مسدود شدن درز انبساط، لازم است محل درز انبساط با مصالح انعطاف پذیر پر شود. برای این منظور می‌توان از پشم سنگ، فوم، یونولیت و یا سایر مصالح مشابه استفاده نمود.

## ۵-۵ درز انقطاع

دیوارهای محوطه لازم است در امتداد داخل صفحه خود از ساختمان اصلی جدا شوند به نحوی که دیوار محوطه مانعی برای حرکت جانبی ساختمان ایجاد نکند. برای این منظور، مطابق شکل (۵-۲)، می‌توان با ایجاد فاصله‌ای به اندازه دریافت غیرالاستیک طبقه همکف مابین دیوار محوطه و ستون، با استفاده از اتصالات کشویی مطابق ضابطه ۷۲۹ و پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ دیوار محوطه را به ستون ساختمان تنها در امتداد خارج از صفحه مقید نمود. در این صورت ستون ساختمان نقش کلاف قائم را برای دیوار ایفا خواهد کرد. راهکار دیگر استفاده از یک کلاف قائم در مجاورت ساختمان و اتصال دیوار محوطه به کلاف قائم است. کلاف مذکور باید حداقل به میزان درز انقطاع مورد نیاز از ستون ساختمان فاصله داشته باشد. مقدار درز انقطاع نباید کمتر از

جابجایی نسبی غیرخطی طبقه همکف ساختمان در نظر گرفته شود. در غیاب محاسبات دقیق، مقدار درز انقطاع را می‌توان برابر با ۲٪ ارتفاع دیوار محوطه در نظر گرفت.

تذکر: به منظور جلوگیری از مسدود شدن درز انقطاع، لازم است محل درز با مصالح انعطاف پذیر پر شود. برای این منظور می‌توان از پشم سنگ، فوم، یونولیت و یا سایر مصالح مشابه استفاده نمود.

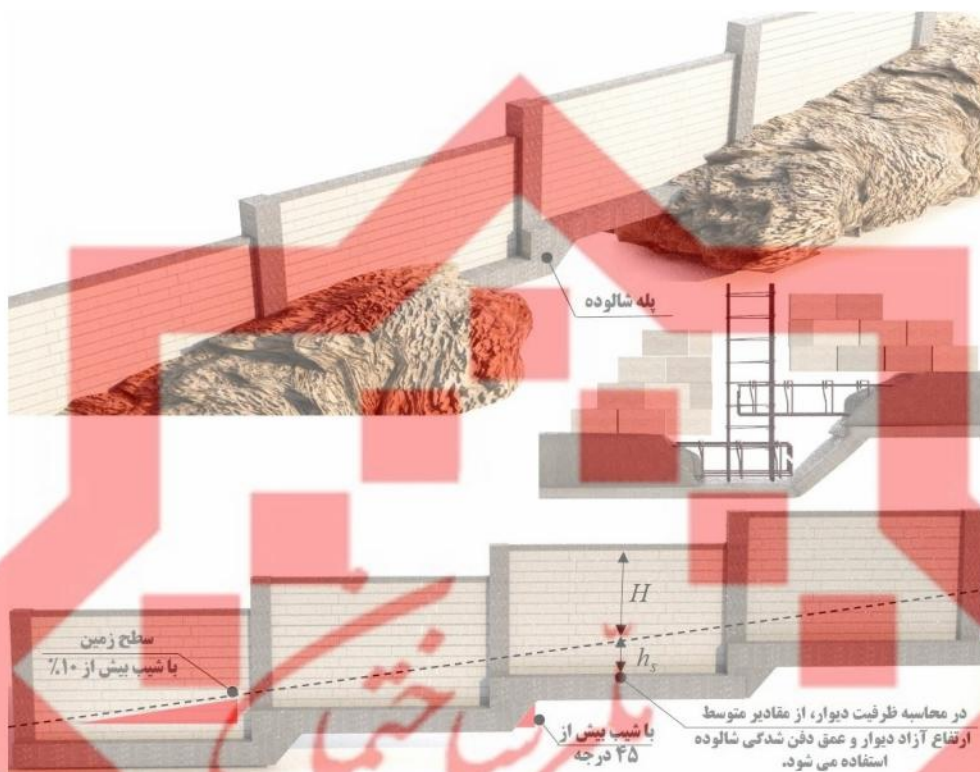


شکل (۵-۲). درز انقطاع به منظور جلوگیری از آسیب ستون سازه در محل اتصال به دیوار محوطه

## ۵-۶ اجرای دیوار بر روی شیب

در صورتی که شیب زمین بیش از ۱۰٪ باشد، لازم است شالوده و دیوار محوطه به شکل پله‌ای اجرا شوند. جزئیات اجرای دیوار به صورت پله‌ای در شکل (۵-۳) نشان داده شده است.

دفتر مقررآت ملی و کنترل ساختمان



شکل (۵-۳). نحوه اجرای پله‌ای دیوار محوطه در زمین با شیب بیش از ۱۰٪

تذکره ۱: در صورت اجرای پله‌ای دیوار محوطه لازم است در محاسبه ظرفیت دیوار، عمق دفن شدگی شالوده ( $h_s$ ) برابر متوسط عمق دفن شدگی شالوده و نیز ارتفاع آزاد پانل بنایی ( $H$ ) برابر متوسط ارتفاع آزاد پانل بنایی مطابق شکل (۵-۳) در نظر گرفته شود.

تذکره ۲: در مورد خاک‌های مسئله دار و شیب‌های تند مستعد گسیختگی لازم است تمهیدات خاصی برای حفظ پایداری دیوار محوطه اتخاذ شود.

## ۵-۷ تغییر امتداد دیوار

در محلی که امتداد دیوار تغییر میکند (شامل کنج‌های دیوار محوطه) لازم است از کلاف قائم استفاده شود.



## ۵-۸ زهکشی دیوار

در مناطقی که امکان جمع شدگی آب در یک سمت دیوار وجود دارد، لازم است در بخش‌های تحتانی دیوار مسیرهای زهکشی به منظور عبور آب تعبیه گردد.



مأمور ساختمان  
مقررات

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

## مراجع

- استاندارد ۲۸۰۰ (۱۳۹۳)، آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران.
- پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ (۱۳۹۸)، طراحی لرزه‌ای و اجرای اجزای غیر سازه‌ای معماری، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران.
- دستورالعمل طرح و اجرای دیوارهای محوطه (۱۳۹۱)، سازمان نوسازی و توسعه و تجهیز مدارس کشور، تهران، ایران.
- ضابطه ۷۲۹ (۱۳۹۸)، راهنمای طراحی لرزه‌ای دیوارهای بنایی غیر سازه‌ای مسلح به میلگرد بستر، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، تهران، ایران.
- ضابطه ۸۱۹ (۱۳۹۷)، راهنمای طراحی سازه‌ای و جزئیات اجرایی دیوارهای غیر سازه‌ای، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران.
- مبحث ششم مقررات ملی (۱۳۹۸)، بارهای وارد بر ساختمان، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان، معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، تهران، ایران.
- مبحث هشتم مقررات ملی (۱۳۹۸)، طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان، معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، تهران، ایران.
- مبحث نهم مقررات ملی (۱۳۹۹)، طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان، معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، تهران، ایران.
- مبحث بیست و یکم مقررات ملی (۱۳۹۵)، پدافند غیرعامل، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان، معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، تهران، ایران.

# دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان