

دارد

۱۴۰۴/۰۶/۲۳

۱۴۰۴/۳/۱۹۶۸۸

به نام خدا



جناب آقای قیصری

رئیس محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس

با سلام و احترام

پیرو نامه شماره ۱۴۰۴/۱۹۸۱۸۲ مورخ ۱۴۰۴/۰۴/۲۱ در خصوص پیش نویس نشریه ۱۱۱ تحت عنوان "طراحی و جزئیات اجرایی ساختمان های بنایی کلاف دار" به استحضار می رساند: با توجه به بررسی های صورت گرفته در خصوص نظرات دریافتی صاحب نظران و برگزاری جلسات متعدد با ایشان، بازنگری و اصلاحات لازم در پیش نویس اعمال و به پیوست نسخه نهایی نشریه ۱۱۱-۰۴ جهت بهره برداری ارسال می گردد. لازم به ذکر است به منظور ایجاد وحدت رویه، از تاریخ ۱۴۰۴/۰۸/۰۱ این ویرایش از نشریه بعنوان راهنما، جهت کنترل و بررسی نقشه های اجرایی ساختمان های مزبور مورد عمل قرار خواهد گرفت.

۷۹۶۵۴۴۶

مرتضی امینی فر
مدیرکل کنترل و نظارت ساختمان

رونوشت:

جناب آقای مهدی قلندری معاون محترم شهرسازی و معماری جهت استحضار
جناب آقای سیدجواد سید بکائی مدیرکل محترم حوزه شهردار و امور شورای اسلامی شهر جهت استحضار ریاست محترم شورای اسلامی شهر
شهرداران محترم مناطق جهت استحضار



شهرداری شیراز

معاونت شهرسازی و معماری

اداره کل کنترل و نظارت

طراحی و جزئیات اجرایی ساختمان های بنایی کلاف دار

(نشریه: ۰۴-۱۱۱)

کارگروه سازه اداره کل کنترل و نظارت

به نام خدا

پیش‌گفتار

راهنمای شماره ۱۱۱-۰۴ اداره کل کنترل و نظارت شهرداری شیراز با عنوان « طراحی و جزئیات اجرایی ساختمان های بنایی کلاف‌دار » می باشد. در این راهنما ضوابط مربوط به ساختمان های بنایی کلاف دار، که بصورت تجویزی توسط مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ایران ارائه شده، بطور مبسوط و با بیش از یکصد تصویر و جزئیات ترسیمی و ذکر چند مثال، بررسی گردیده است.

از تمامی اساتید، مهندسان و نیز کلیه دست‌اندرکاران صنعت ساختمان صمیمانه تقاضا می‌شود که در راستای پیشبرد اهداف عالیه قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، نظرات نگارشی و تخصصی خود را در ارتباط با این راهنما به نشانی الکترونیکی SHIRAZMN.STR@GMAIL.COM ارسال نموده تا از آن‌ها جهت انجام اصلاحات بعدی استفاده شود.

اعضای کارگروه سازه (به ترتیب حروف الفبا):

مهندس جعفر آزادی (نماینده شهرداری شیراز)

مهندس امیرمحمد ادیسی

دکتر محمدرضا جوانمردی

مهندس سیدعلی‌رضا حکمت‌آرا

دکتر علی رحیمی

دکتر داود صفری (مدیر طرح)

اداره کل کنترل و نظارت شهرداری شیراز

کارگروه سازه

ویرایش اول: تابستان ۱۴۰۴

اهم مراجع داخلی مورد استفاده در تدوین این راهنما به شرح زیر می‌باشد:

الف) مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان های با مصالح بنایی" ویرایش سوم
سال ۱۳۹۸

ب) راهنمای مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ایران بر اساس ویرایش ۹۸ ، دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان،
شماره نشر ک-۹۱۰، سال ۱۳۹۹

ج راهنمای تصویری- کاربردی ساختمان های آجری با کلاف- تألیف گروه مؤلفان، دبیرخانه دائمی مباحث مقررات
ملی ساختمان، ۱۳۹۴

همچنین مرجع خارجی مورد استفاده در تدوین این راهنما به شرح زیر می‌باشد:

Seismic Design Guide for Low-Rise Confined Masonry Buildings; EERI; ۲۰۱۵

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	کلیات
۲	فصل اول) مشخصات و کیفیت مصالح
۲	۱) دسته بندی واحدهای مصالح بنایی از نظر هندسی
۴	۲) ضوابط فیزیکی و هندسی مربوط به آجرها
۵	۳) ضوابط فیزیکی و هندسی مربوط به بلوک های سیمانی توخالی دیواری
۶	۴) میلگرد فولادی مصرفی
۶	۵) ملات مصرفی
۶	۶) بتن مصرفی
۷	۷) اسلامپ مصالح سیمانی
۷	۸) بقیه مصالح مصرفی
۸	فصل دوم) محدودیت های ساختمان های بنایی کلاف دار
۸	۱) محدودیت تعداد طبقات و ارتفاع مجاز
۱۱	۲) محدودیت پلان
۱۴	۳) محدودیت طول بالکن ها (پیش آمدگی های سقف)
۱۵	۴) محدودیت اختلاف تراز طبقات
۱۷	۵) درز انقطاع
۱۷	۶) ملاحظات معماری
۱۷	الف) ارتفاع پیش آمدگی از کف معبر
۱۸	ب) راه پله

۱۹	ج) نورگیر
۱۹	۷) ملاحظات تاسیساتی
۲۲	فصل سوم) ضوابط اجزای سازه ای ساختمان های بنایی کلاف دار
۲۲	۱) مقدمه
۲۴	۲) فونداسیون (پی سازی) ساختمان های بنایی کلاف دار
۲۷	۳) پلان فونداسیون (پی سازی) ساختمان های بنایی کلاف دار
۳۱	۴) محدودیت اختلاف تراز زیر فونداسیون
۳۳	۵) جزئیات شالوده
۳۴	۶) جزئیات کرسی چینی
۳۷	۷) جزئیات پی بتن آرمه
۳۸	۸) جزئیات عایق رطوبتی پای دیوارها
۳۹	۹) دیوارهای سازه ای
۴۰	۱۰) آرایش دیوارهای سازه ای
۴۵	۱۱) دیوار نسبی
۴۸	۱۲) جزئیات اجرایی دیوارها
۵۱	۱۳) بازشو در دیوار
۵۴	۱۴) نعل درگاه
۵۹	۱۵) کلاف بندی
۶۱	۱۶) کلاف های افقی
۶۱	۱۶-۱) موقعیت و ابعاد حداقل کلاف های افقی
۶۳	۱۶-۲) جزئیات میلگردگذاری کلاف های افقی
۶۷	۱۷) کلاف های قائم
۶۷	۱۷-۱) موقعیت و ابعاد حداقل کلاف های قائم
۶۸	۱۷-۲) جزئیات میلگردگذاری کلاف های قائم

۷۳	کلاف بازشو (۱۸)
۷۶	سقف (۱۹)
۷۷	فصل چهارم) ضوابط اجزای غیرسازه ای ساختمان های بنایی کلاف دار
۷۷	مقدمه (۱)
۷۷	جانپناه (۲)
۷۸	دیوارهای غیرسازه ای (جداگرها) (۳)
۸۳	پله (۴)
۸۵	دیوار محوطه (۶)
۸۹	پیوست ۱) مثال محاسبه درصد دیوار نسبی، مرکز جرم و مرکز سختی
۹۰	محاسبه مرکز جرم طبقه (۱)
۹۰	محاسبه مرکز سختی طبقه (۲)
۸۴	سختی درون صفحه دیوارها و جررها (۳)
۹۱	مثال محاسبه دیوار نسبی و مراکز جرم و سختی یک ساختمان (۴)
۹۶	پیوست ۲) مثال کنترل ابعاد بازشو دیوار
۱۰۰	پیوست ۳) چک لیست کنترل نقشه های ساختمان بنایی کلاف دار



کلیات

مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ایران ویرایش سوم (سال ۱۳۹۸)، شامل ضوابط مربوط به دو گروه از ساختمان‌های بنایی شامل ساختمان‌های بنایی کلاف دار و ساختمان‌های بنایی مسلح بوده که در این راهنما به بررسی ضوابط طراحی و جزئیات اجرایی ساختمان‌های بنایی کلاف دار پرداخته شده است. ساختمان‌های بنایی کلاف دار از نظر سازه ای در رده سیستم‌های دیوار باربر محسوب شده و با استفاده از آجر، سنگ یا بلوک سیمانی در ترکیب با ملات ساخته می‌شوند. در این ساختمان‌ها بارهای جانبی و عمده نیروهای قائم توسط دیوارهای سازه ای تحمل می‌گردد. نوع آجرهای مورد استفاده در این ساختمان‌ها، رسی، ماسه آهکی یا بتنی (سیمانی) و نوع بلوک‌های بکار رفته نیز معمولاً بتنی (سیمانی) می‌باشد. نوع ملات‌های مصرفی نیز بطور معمول ملات ماسه سیمان است. در این نشریه در خصوص ضوابط ساختمان‌های بنایی با دیوارهای سنگی صحبتی به میان نیامده است.

در ساختمان‌های بنایی کلاف دار، دیوارهای سازه ای، سقف و فونداسیون (پی سازی) اعضای اصلی این سیستم را تشکیل می‌دهند. از طرفی کلاف‌ها از اجزاء مهم این مجموعه بوده که با محصور نمودن اعضای اصلی ساختمان، باعث افزایش انسجام، یکپارچگی، پیوستگی در برابر مجموعه بارهای وارده و همچنین افزایش شکل پذیری ساختمان در برابر بار زلزله می‌شوند. این اعضا عمدتاً تحت بارهای فشاری و کششی قرار می‌گیرند.

در سه فصل اول این راهنما، با ارائه تصاویر و ترسیمات متعدد، ملزومات مربوط به ساختمان‌های بنایی کلاف دار بصورت مصور ارائه گردیده است. همچنین در قسمت پیوست مثال‌هایی در زمینه کنترل‌های لازم در این ساختمان‌ها حل شده است. همچنین در این پیوست یک چک لیست از نکاتی که در نقشه‌های ساختمان بنایی کلاف دار لازم است مدنظر قرار گیرد، آورده شده است.

فصل اول) مشخصات و کیفیت مصالح

۱) دسته بندی واحدهای مصالح بنایی از نظر هندسی

به اجزای آجر، بلوک یا سنگ "واحدهای مصالح بنایی" و به ترکیب واحدهای مصالح بنایی و ملات که تشکیل دیوار را می دهد، "واحد بنایی" گفته می شود. در صورت استفاده از بلوک سیمانی برای ساخت دیوارهای سازه ای، لازم است که حفره ها در حین اجراء با بتن یا ملات فشرده کاملاً پر شود.

واحدهای مصالح بنایی از نظر شکل ظاهری به سه دسته توپر، سوراخ دار و توخالی به شرح زیر تقسیم بندی می شود:

الف) توپر که فاقد هرگونه سوراخی می باشد.

ب) سوراخ دار (شامل یک یا چند سوراخ) که حجم فضای خالی نسبت به حجم کل باید کمتر از ۳۵٪ باشد.

ج) توخالی که حجم فضای خالی نسبت به حجم کل بین ۳۵٪ تا ۷۰٪ می باشد. اجزای توخالی، بسته به سطح حفره های موجود به سطح کل، خود به سه نوع ۱ و ۲ و ۳ تقسیم بندی شده که نوع ۱ کمترین سطح سوراخ و نوع ۳ بیشترین سطح سوراخ را داراست.

		
$35\% \leq \frac{V_{void}}{V_{total}} \leq 70\%$ واحد بنایی توخالی نوع ۱ یا ۲ یا ۳	$\frac{V_{void}}{V_{total}} \leq 35\%$ واحد بنایی سوراخ دار	$\frac{V_{void}}{V_{total}} = 0\%$ واحد بنایی توپر

شکل ۱) انواع واحدهای مصالح بنایی از نظر حجم سوراخ ها

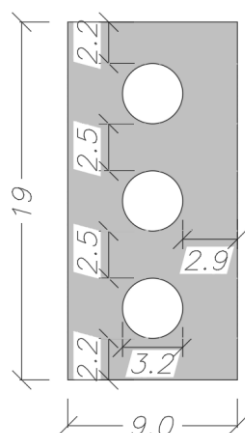
ضوابط هندسی مربوط به آجرهای رسی و بلوک های سیمانی توپر، سوراخ دار و توخالی نوع ۱ در جدول زیر آورده شده است. دقت شود در ساخت دیوارهای سازه ای در مناطق با لرزه خیزی زیاد و خیلی زیاد، استفاده از واحدهای مصالح بنایی (آجر رسی

یا بلوک سیمانی) توخالی نوع ۲ و ۳ مجاز نیست. هر چند مطابق تفسیر مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ایران، چنانچه از پر شدن کامل سوراخ‌ها و حفره‌ها از مواد سیمانی (ملات و دوغاب یا بتن)، که مقاومت فشاری آنها از مقاومت فشاری واحد بنایی بیشتر باشد، اطمینان حاصل گردد، می‌توان این بند را نادیده گرفت. با توجه به اینکه اطمینان از این مقاومت نیازمند نظارت و انجام آزمایشات دقیق می‌باشد، توصیه می‌گردد همواره این ضابطه (عدم استفاده از واحدهای بنایی توخالی نوع ۲ و ۳ برای ساخت دیوارهای سازه‌ای در مناطق با لرزه خیزی زیاد و خیلی زیاد) رعایت گردد.

جدول (۱) ضوابط هندسی برخی گروه‌های مختلف آجر رسی و بلوک سیمانی

نوع مصالح	حجم فضاهای خالی نسبت به حجم کل	حجم هر فضای خالی به حجم کل	مجموع ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در هر امتداد نسبت به کل طول یا عرض در همان امتداد
آجر توپر	۰٪	۰٪	-
آجر سوراخ‌دار	$\leq 35\%$	$\leq 10\%$	$\geq 30\%$
توخالی نوع ۱	$> 35\%$ و $\leq 45\%$	$\leq 12.5\%$	$\geq 30\%$
	$> 35\%$ و $\leq 50\%$	$\leq 12.5\%$	$\geq 30\%$

مثال: گروه آجر رسی شکل زیر را بر اساس جدول فوق مشخص کنید. ضخامت آجر ۷.۵ سانتیمتر است.



شکل (۲) ابعاد آجر رسی نمونه

حجم فضاهای خالی نسبت به کل

$$V_{\text{all_voids}} / V_{\text{total}} = 3 \times (7.5 \times 8 \text{ cm}^2) / (19 \times 9 \times 7.5) = 14\% \leq 35\% \text{ OK}$$

حجم هر فضای خالی نسبت به حجم کل

$$V_{\text{one_void}} / V_{\text{total}} = 1 \times (7.5 \times 8 \text{ cm}^2) / (19 \times 9 \times 7.5) = 4.6\% \leq 10\% \text{ OK}$$

مجموع ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در هر راستا

$$\text{Ratio}_x = (2.5 + 2.5) / 9 = 55\% \geq 30\% \text{ OK}$$

$$\text{Ratio}_y = (2.2 \times 2 + 2.5 \times 2) / 19 = 50\% \geq 30\% \text{ OK}$$

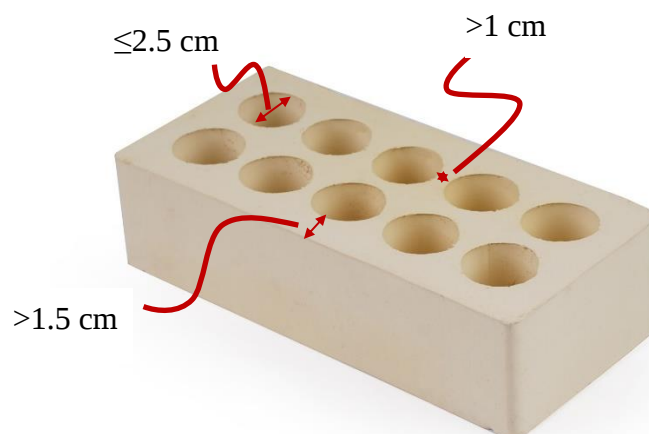
با توجه به کنترل‌های فوق، این آجر رسی، سوراخ دار محسوب شده و توخالی در نظر گرفته نمی‌شود.

۲) ضوابط فیزیکی و هندسی مربوط به آجرها

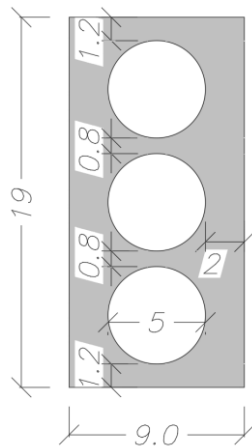
الف) مقاومت فشاری آجری که در اعضای سازه ای استفاده می‌شود، حداقل ۵ مگاپاسکال است.

ب) چگالی حقیقی هر دو نوع آجر توپر و سوراخ دار، نباید از ۱۷۰۰ و چگالی ظاهری آنها از ۱۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب کمتر باشد.

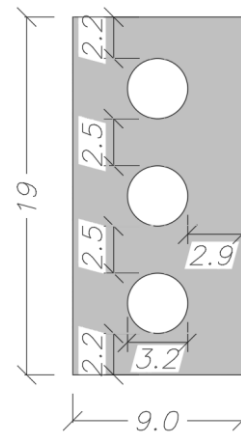
ج) در مناطق لرزه خیزی زیاد و خیلی زیاد، در صورت استفاده از آجرهای رسی در دیوارهای سازه ای، اندازه سوراخ‌های مربعی و یا قطر سوراخ‌های دایره ای، حداکثر به ۲.۵ سانتیمتر محدود شده و ضخامت پوسته باید بیش از ۱.۵ سانتیمتر و جداره داخلی بین دو سوراخ بیش از ۱ سانتیمتر باشد.



شکل ۳) محدودیت هندسی آجرهای رسی دیوارهای سازه ای واقع در مناطق با لرزه خیزی زیاد و خیلی زیاد



آجر رسی نامناسب



آجر رسی مناسب

شکل ۴) مثال از آجرهای سوراخ دار رسی نوع سه گل مناسب و نامناسب جهت ساخت دیوارهای سازه ای در مناطق با لرزه خیزی زیاد و خیلی زیاد

استفاده از آجر گری: در خصوص آجرهای توپر، استفاده از آجرهای گری (فشاری) که بصورت سنتی در کوره های آجرپزی پخته می شوند، با توجه به تغییرات مقاومت بواسطه یک دست نبودن پخت، وزن زیاد و به‌ویژه قابلیت های جذب آب بالا، استانداردهای لازم را برای یک واحد مصالح بنایی دارا نبوده و لذا استفاده از آن برای ساخت دیوارهای سازه ای بجز دیوارهای زیرزمین و یا جهت کرسی چینی (در صورتی که زمین مرطوب نباشد) و در دیوارهای غیرسازه ای مجاز نیست. بجای آن، استفاده از آجرهای رسی تولید شده در کارخانه با نام آجر ماشینی یا آجر سوراخ دار، برای ساخت انواع اعضای بنایی مناسب می باشد. این آجرها با توجه به درگیری مطلوب تر با ملات بستر، نسبت به آجرهای توپر عملکرد بهتری دارند.

۳) ضوابط فیزیکی و هندسی مربوط به بلوک های سیمانی توخالی دیواری

الف) برای بلوک های سیمانی توخالی باربر در اعضای سازه ای، لازم است سوراخ های بلوک با بتن، ملات یا دوغاب کاملاً پر شود. در این صورت حداقل ضخامت جان و پوسته بلوک سیمانی ۱.۶ سانتیمتر می باشد.

ب) استفاده از بلوک های سیمانی توخالی، برای ساخت اعضای قائم بنایی مسلح مناسب بوده و برای دیوارهای باربر و غیرباربر ساختمان های بنایی کلاف دار در مناطق با لرزه خیزی زیاد و خیلی زیاد، با توجه به نسبت پایین مقاومت به وزن، چه سوراخ های آنها پر شود و چه نشود، توصیه نمی گردد (تفسیر مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ایران).

جمع بندی: با توجه به موارد مطرح شده، بهترین نوع واحدهای مصالح بنایی مصرفی در ساخت دیوارهای سازه ای ساختمان های بنایی کلاف دار، آجرهای رسی ماشینی سوراخ دار می باشد. سوراخ های این آجرها، با توجه به منطقه لرزه خیزی، باید ضوابط مربوطه را رعایت نمایند.

(۴) میلگرد فولادی مصرفی

الف) میلگردهای فولادی مصرفی باید مطابق با استانداردهای ملی ایران و مبحث پنجم و نهم مقررات ملی ساختمان ایران باشند.
ب) میلگردهای مورد استفاده باید گرم نورد شده و آجدار بوده اما استفاده از میلگردهای ساده برای تنگ ها بلامانع است.

(۵) ملات مصرفی

الف) ملات مورد استفاده در ساختمان های بنایی می تواند یکی از دو نوع زیر باشد:

- ملات ماسه-سیمان با عیار حداقل ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب ملات
- ملات ماسه-سیمان-آهک با عیار حداقل ۱۰۰ کیلوگرم سیمان و ۱۲۵ کیلوگرم آهک در مترمکعب ملات (برای ساخت دیوار با بلوک های سیمانی و یا اجرای جانپناه ها مجاز نیست).
- ب) برای ساخت ملات ماسه-سیمان از ماسه بادی (۰-۲ میلیمتر) استفاده شود. در صورت عدم دسترسی به این سنگدانه، از ماسه بتنی با حداکثر اندازه دانه سنگی ۵ میلیمتر (۰-۵ میلیمتر) استفاده گردد.
- ج) استفاده از ملات آهک در ساخت دیوار مجاز نمی باشد.
- د) به لحاظ مقاومت فشاری ۲۸ روزه، ملات ها به چهار گروه زیر دسنة بندی می شوند که عدد پس از اندیس M نشان دهند مقاومت فشاری ۲۸ روزه بر حسب مگاپاسکال است:

- ملات خیلی قوی (M20)
- ملات قوی (M15)
- ملات متوسط (M10)
- ملات ضعیف (M1-M5)

ه) استفاده از ملات با مقاومت فشاری ۲۸ روزه ۵ مگاپاسکال و کمتر (ملات ضعیف) در عناصر سازه ای مجاز نمی باشد.

و) برای ساخت جانپناه ها از ملات قوی (M15) یا بالاتر استفاده شود.

ز) مقاومت ملات سازه ای (خیلی قوی، قوی و متوسط)، نباید از مقاومت فشاری واحدهای بنایی مورد استفاده (آجر یا بلوک) کمتر باشد.

(۶) بتن مصرفی

کیفیت بتن مورد استفاده در ساخت پی، کلاف بتنی و سقف، باید از نظر مقاومت، پایداری و سایر نیازهای ویژه محیطی، مطابق مبحث پنجم و نهم مقررات ملی ساختمان ایران بوده و حداقل مشخصات زیر را داشته باشند:
الف) حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه استوانه ای برابر ۲۰ مگاپاسکال باشد.

ب) حداقل عیار سیمان ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب بتن باشد.
ج) برای پی سازی استفاده از بتن خرده سنگی با مصرف حداقل ۷۰٪ بتن با مقاومت فشاری ۲۸ روزه ۲۰ مگاپاسکال و ۳۰٪ سنگ لاشه یا خرد شده مجاز است.

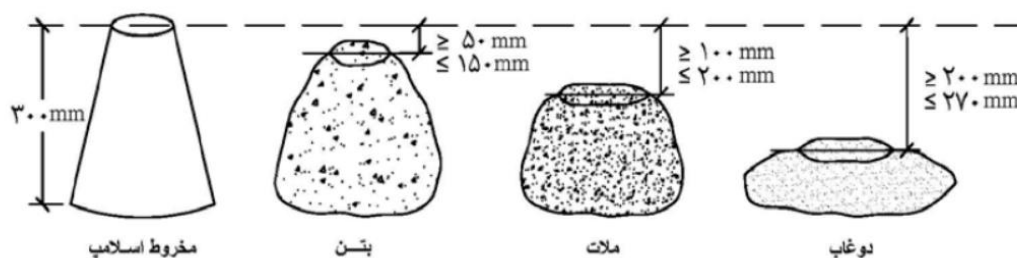
۷) اسلامپ مصالح سیمانی

کارایی مصالح سیمانی شامل بتن، ملات ماسه-سیمان و دوغاب سیمان (گروت)، بر مبنای نشست آزمایش اسلامپ، باید در حد محدود زیر باشد:

بتن: ۵ تا ۱۵ سانتیمتر

ملات: ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر

دوغاب: ۲۰ تا ۲۷ سانتیمتر



شکل ۵) کارایی مناسب مصالح سیمانی

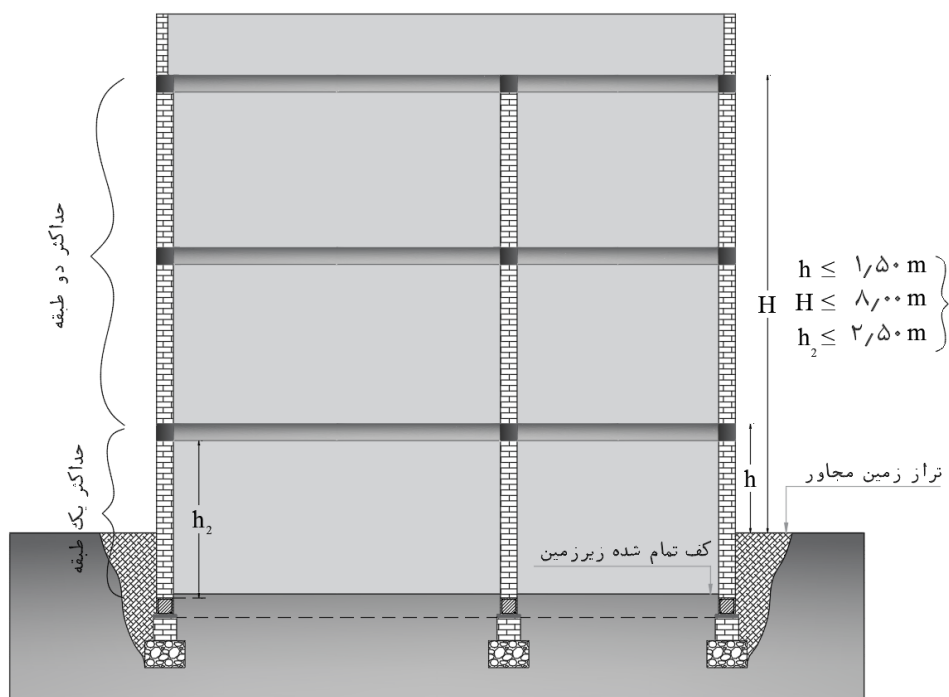
۸) بقیه مصالح مصرفی

بقیه مصالح مصرفی مانند مصالح مورد استفاده در دیوارهای غیرسازه ای، بلوک های مورد استفاده در سقف و ... باید ضوابط مندرج در مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان ایران و استانداردهای مربوطه را دارا باشند. برای سقف تیرچه بلوک، مصالح مورد استفاده از جمله تیرچه، بلوک های سقفی سیمانی، سفالی یا پلی استایرن و بقیه اجزای غیرسازه ای سقف، باید ضوابط نشریه ۵۴۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور با نام "دستورالعمل طراحی و اجرای سقف های تیرچه و بلوک" رعایت گردد.

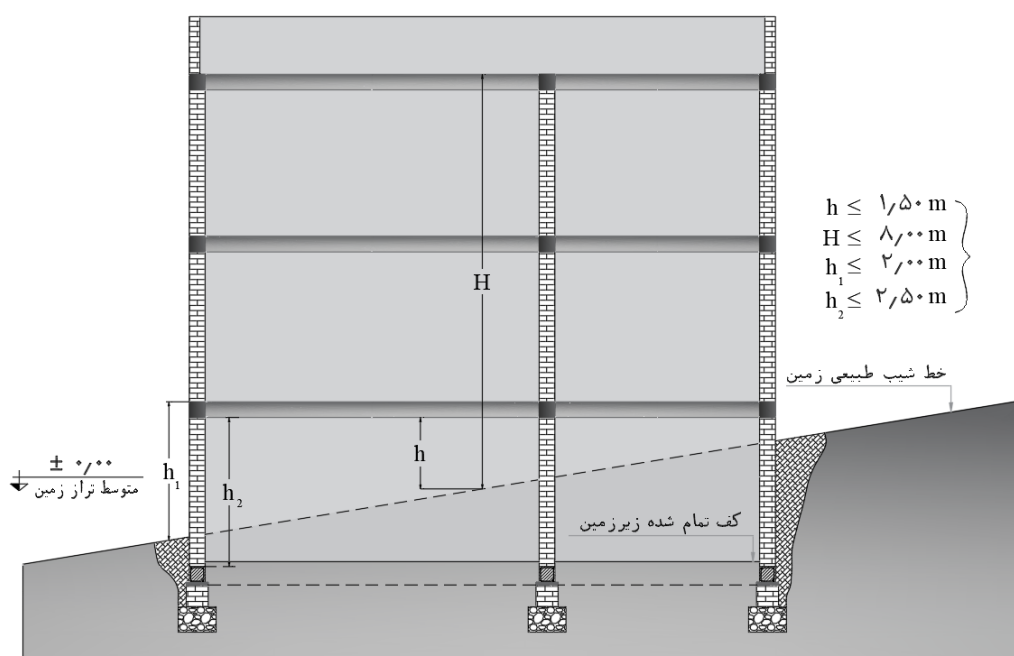
فصل دوم) محدودیت‌های ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار

۱) محدودیت تعداد طبقات و ارتفاع مجاز

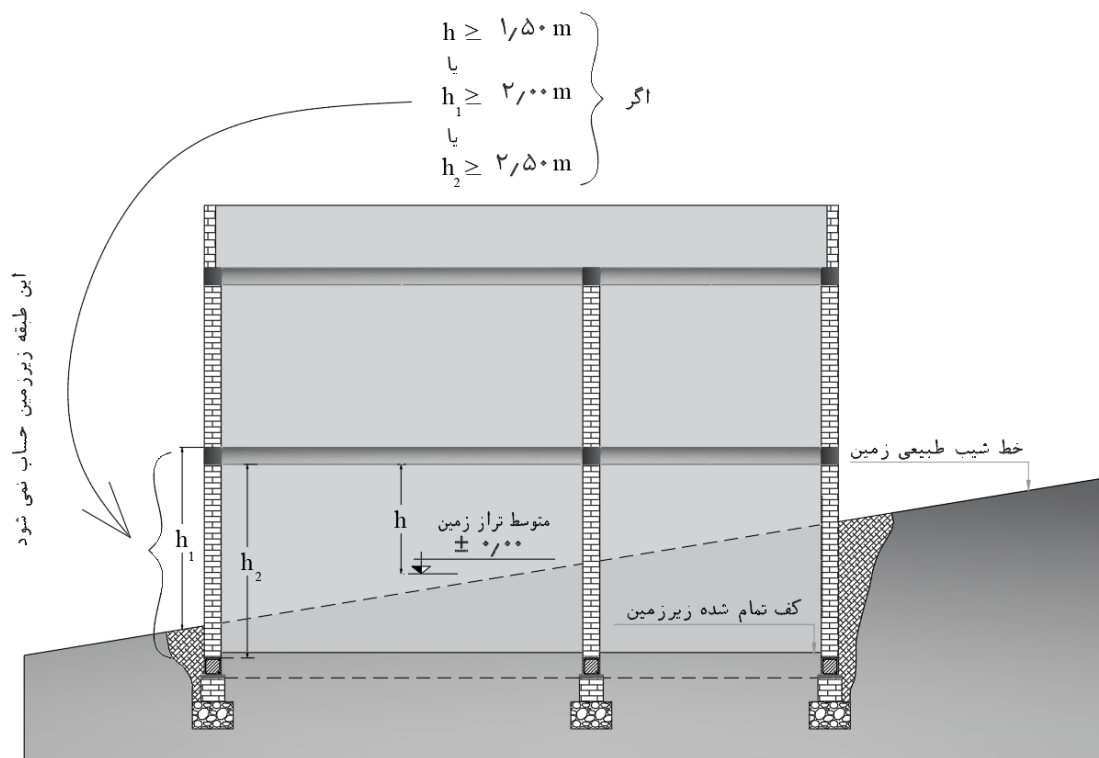
- حداکثر تعداد طبقات ساختمان بدون احتساب زیرزمین دو طبقه می باشد.
- حداکثر تعداد طبقات زیرزمین یک طبقه است.
- زیرزمین طبقه ای است که در تمام پیرامون خود و در بیشتر عمق آن زمین طبیعی متراکم یا خاکریز کوبیده شده قرار داشته در تماس با دیوارهای زیرزمین در تمام مدت بهره برداری وجود داشته باشد. در پلاک های شهری با توجه به عدم امکان تأمین این ضابطه، این طبقه نیز به عنوان یک طبقه منظور شده و حداکثر تعداد طبقات ساختمان با احتساب این طبقه، دو طبقه خواهد بود.
- تراز روی سقف تمام شده زیرزمین نسبت به تراز متوسط زمین مجاور (مقدار بیرون زدگی سقف زیرزمین از خاک) از ۱.۵ متر بیشتر نباشد. همچنین حداکثر اختلاف تراز سقف تمام شده زیرزمین از زمین پایین دست (در حالتی که زمین شیب دار است) از ۲ متر بیشتر نباشد. در غیر این صورت این طبقه نیز به عنوان یک طبقه منظور می شود و حداکثر تعداد طبقات ساختمان با احتساب این طبقه، دو طبقه خواهد بود.
- حداکثر ارتفاع زیرزمین، از روی پی بتنی یا کلاف زیر دیوار تا زیر سقف زیرزمین، ۲/۵ متر می باشد. با توجه به این ضابطه و نیاز به اجرای کف سازی حداقل به ضخامت ۳۰ سانتیمتر روی پی بتنی یا کلاف زیر دیوار، عملاً استفاده از زیرزمین به عنوان یک طبقه با کاربری مسکونی را از بین می برد.
- تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور از ۸ متر بیشتر نباشد.
- ارتفاع طبقه از روی کلاف افقی زیرین تا زیر سقف از ۴ متر بیشتر نباشد. اگر این ارتفاع تا حداکثر ۶ متر افزایش یافت، از کلاف بندی افقی اضافی با ارتفاع حداکثر ۴ متر از روی کلاف زیرین دیوارها استفاده شود.
- در صورتی که سطح زیربنای خرپشته از ۲۵٪ سطح زیربنای طبقه زیرین خود بیشتر باشد، خرپشته خود یک طبقه محسوب می شود. حداکثر ارتفاع خرپشته ۳ متر می باشد و الزامات کنترل دیوار نسبی طبقه در هر دو امتداد و اجرای کلاف بندی افقی و قائم آن مانند بقیه طبقات می باشد.



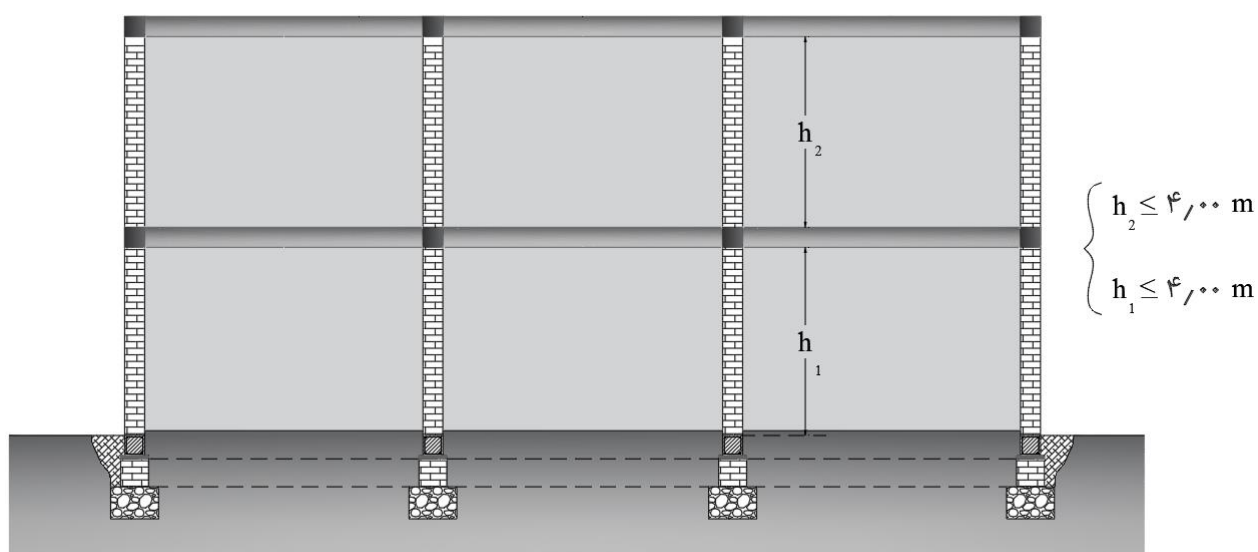
شکل ۶) محدودیت‌های ارتفاعی ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار - زمین بدون شیب



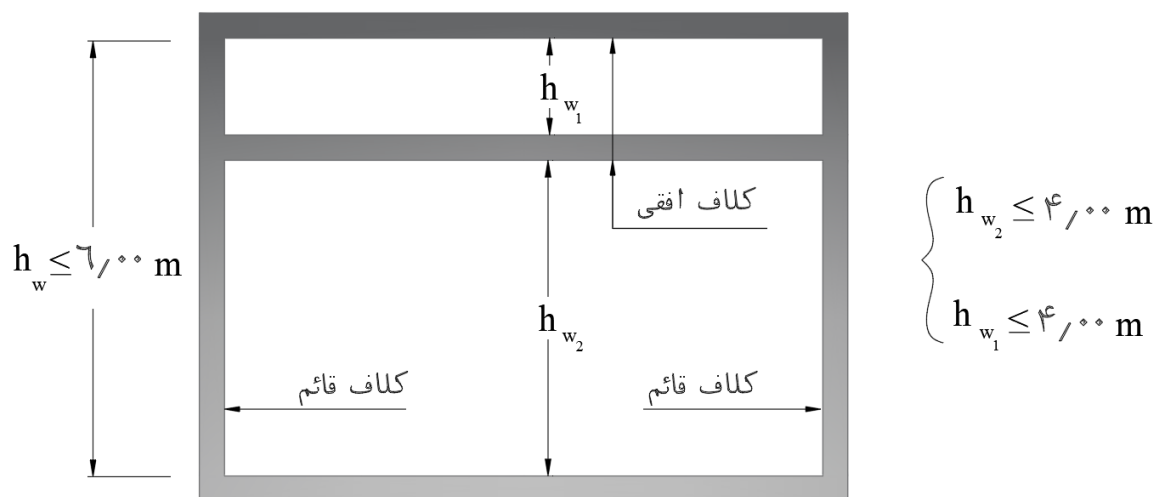
شکل ۷) محدودیت‌های ارتفاعی ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار - زمین شیب دار



شکل ۸) محسوب نشدن یک طبقه به عنوان زیرزمین با توجه به تراز ارتفاع و ترازهای ارتفاعی آن - محدود بودن تعداد کل طبقات به دو طبقه با احتساب زیرزمین



شکل ۹) حداکثر ارتفاع هر طبقه (از روی کلاف زیرین هر طبقه تا زیر سقف)



شکل ۱۰) استفاده از کلاف افقی اضافی برای طبقه با ارتفاع بین ۴ تا ۶ متر

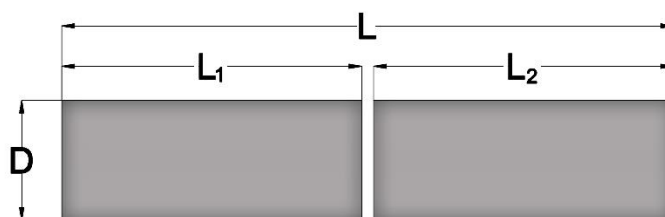
۲) محدودیت پلان

- پلان ساختمان باید نسبت به دو محور اصلی تقریباً قرینه (متقارن) باشد (نامنظمی هندسی پلان وجود نداشته باشد).



شکل ۱۱) پلان متقارن و پلان نامتقارن نسبت به دو محور اصلی ساختمان

- طول ساختمان از سه برابر عرض آن و از ۲۵ متر بیشتر نشود. در غیر این صورت با در نظر گرفتن درز انقطاع، ساختمان به اجزای منظم تر تبدیل گردد.



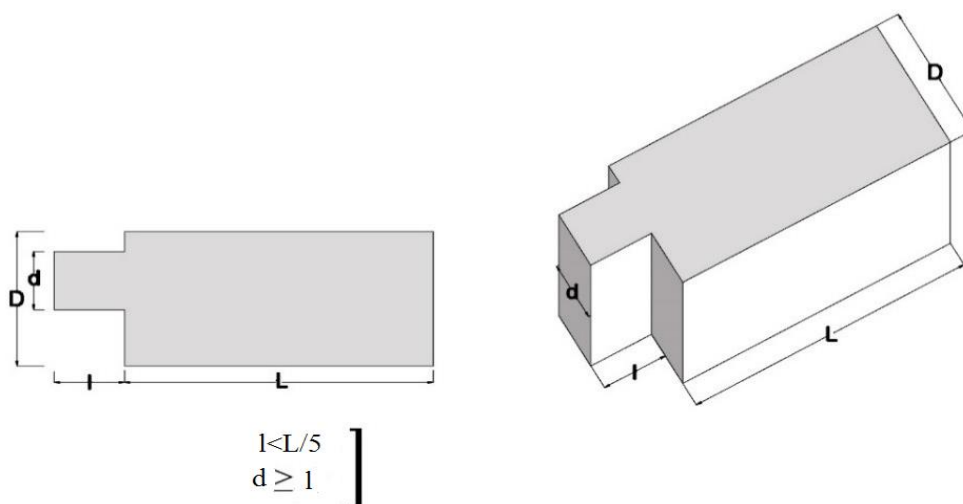
$$L \geq 25m, L > 3D$$

$$L_1 \leq 3D, L_2 \leq 3D$$

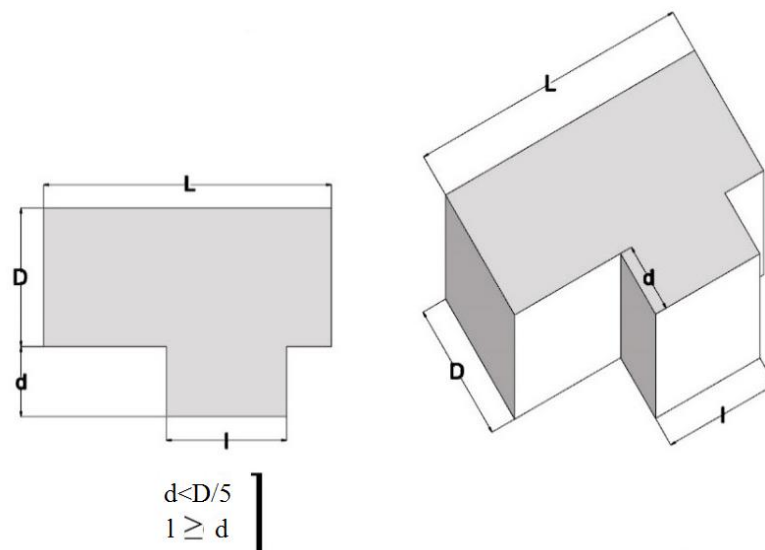
$$L_1 \leq 25m, L_2 \leq 25m$$

شکل ۱۲) حداکثر ابعاد و نسبت ابعادی پلان و شرط ایجاد درز انقطاع در ساختمان

- اندازه پیشامدگی در هر امتداد نباید از یک پنجم بعد ساختمان در همان امتداد بیشتر باشد. علاوه بر آن، بعد دیگر پیشامدگی نباید از مقدار پیشامده کمتر باشد.

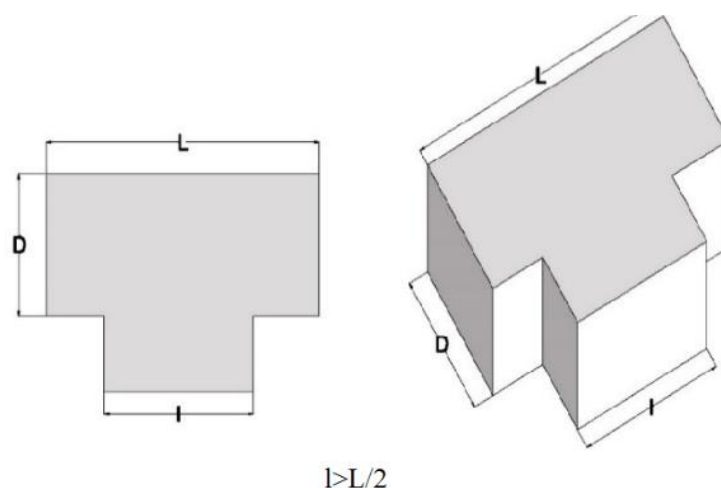


شکل ۱۳) محدودیت‌های پیشامدگی در امتداد طول ساختمان



شکل ۱۴) محدودیت‌های پیشامدگی در امتداد عرضی ساختمان

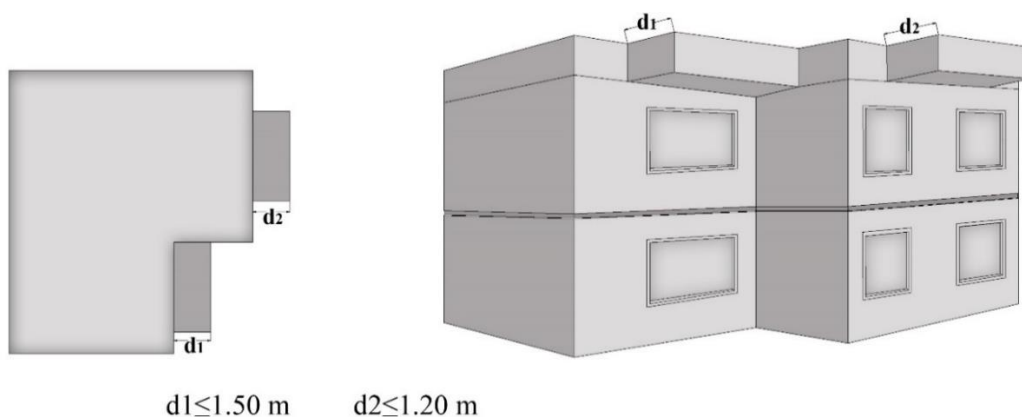
- چنانچه اتصال قسمت پیشامده با ساختمان، بیش از نصف بعد ساختمان در آن امتداد باشد، این قسمت پیشامدگی تلقی نمی‌شود و در این صورت محدودیتی برای بعد دیگر وجود ندارد، مشروط بر آن که پلان ساختمان نامتقارن نشود.



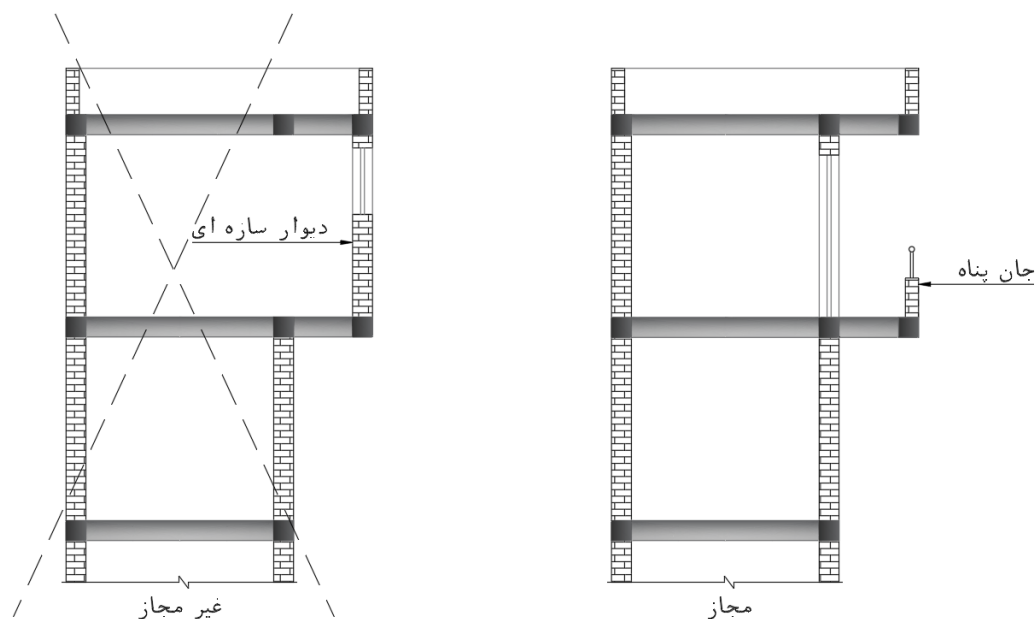
شکل ۱۵) شرایط لحاظ نشدن پیشامدگی

(۳) محدودیت طول بالکن‌ها (پیش آمدگی‌های سقف)

- ترجیحاً از ایجاد پیش آمدگی سقف در ساختمان‌های بنایی کلاف دار صرف نظر شود. در صورت وجود، این قسمت‌ها نمی‌توانند بصورت بالکن روبسته اجراء شوند و روی این پیش آمدگی‌ها نباید دیواری به جز جانپناه ساخته شود.
- از قرار دادن اجسام سنگین مانند تأسیسات سنگین، بر روی این پیش آمدگی‌ها باید خودداری شود.
- طول بالکن سه طرف باز از ۱.۲۰ متر و بالکن دو طرف باز از ۱.۵۰ متر بیشتر نباشد. در هر صورت تیرهای باربر اطراف این سقف (در صورت وجود) برای بار ثقیلی مرده و زنده و بار زلزله قائم مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران باید طراحی شود.

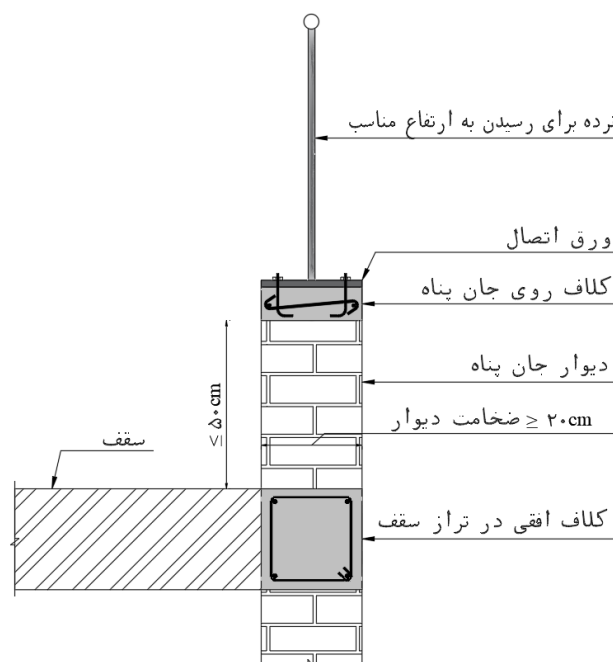


شکل ۱۶) محدودیت طول بالکن‌های رو باز



شکل ۱۷) ممنوعیت استفاده از بالکن روبسته (ممنوعیت اجرای دیوار باربر بر روی قسمت‌های پیش آمده)

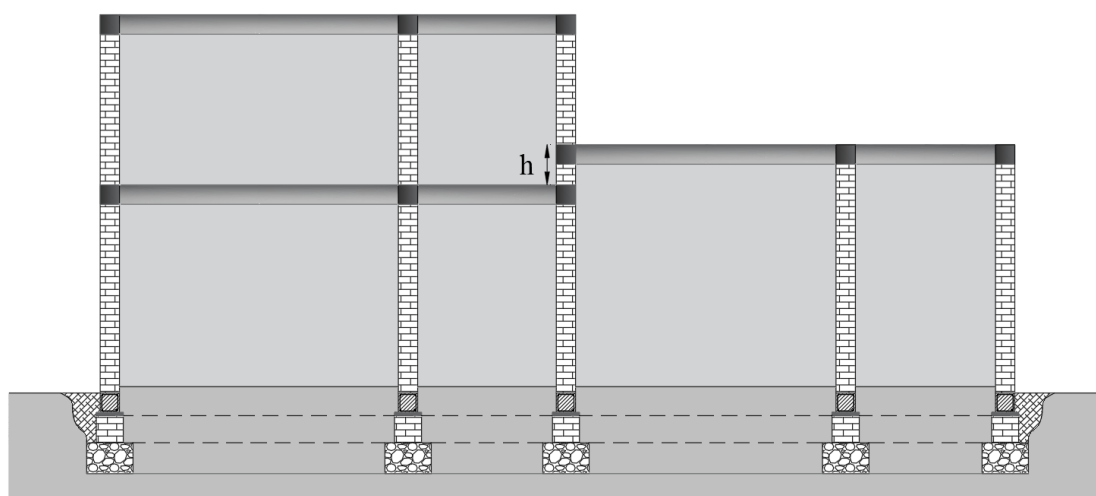
- حداکثر ارتفاع دیوار جانپناه (لبه یا حفاظ) بنایی ۵۰ سانتیمتر می باشد. با توجه به محدودیت های معماری و ضوابط آتش نشانی، بقیه ارتفاع دیوار جانپناه و یا تمام ارتفاع آن باید از نرده های غیربنایی ایمن ساخته شود. لازم به ذکر است مطابق مبحث چهارم مقررات ملی، برای بالکن ها حداقل ارتفاع نرده یا حفاظ معمولاً ۹۰ سانتیمتر و برای سقف ها و تراس ها برابر ۱۱۰ سانتیمتر است. در صورت استفاده از جانپناه بنایی، اضافه ارتفاع باید توسط نرده مناسب غیربنایی احداث گردد.



شکل ۱۸) ضوابط مربوط به احداث جانپناه بنایی

۴) محدودیت اختلاف تراز طبقات

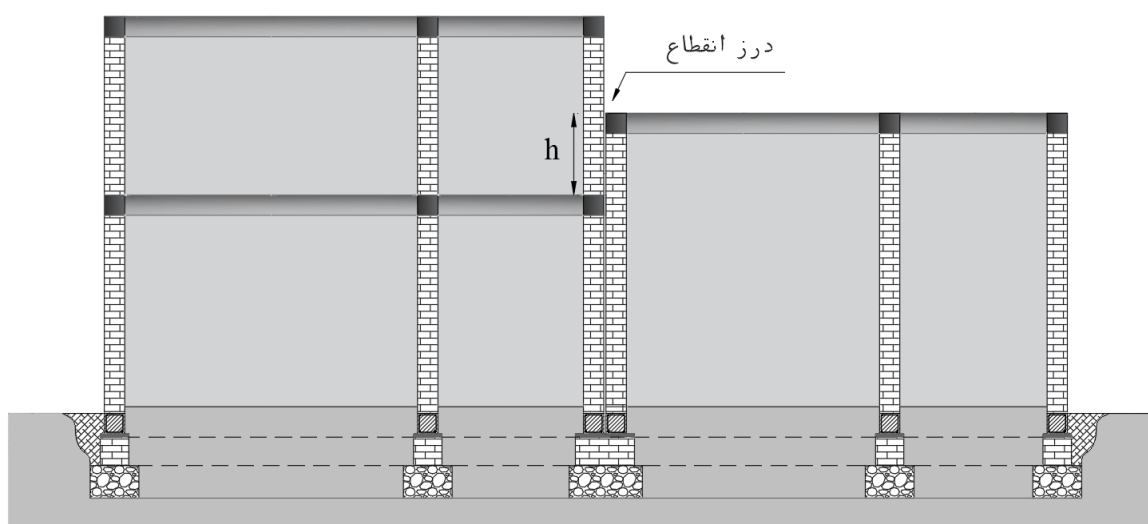
- ترجیحاً در ساختمان های مصالح بنایی از ایجاد اختلاف تراز و ساخت طبقات بصورت دوبلکسی یا اجرای نیم طبقه اجتناب گردد. وجود این موارد باعث ایجاد نامنظمی در ارتفاع و اعمال لنگر برون صفحه قابل توجه به دیوار مشترک دو تراز می شود.
- در صورت وجود اختلاف تراز کمتر از ۶۰ سانتیمتر، باید در انتهای هر قسمت از سقف در هر تراز یک کلاف افقی مجزا تعبیه شود.



$$h \leq 60 \text{ cm}$$

شکل ۱۹) اختلاف تراز کم بین طبقات - استفاده از کلاف افقی مجزا برای هر کف

- چنانچه اختلاف سطح دو تراز سقف بیشتر از ۶۰ سانتیمتر باشد، لازم است دو قسمت ساختمان به وسیله درز انقطاع از یکدیگر جدا شوند. با توجه به این مطلب، وجود اختلاف تراز بیشتر از ۶۰ سانتیمتر در یک ساختمان‌های بنایی مجاز نیست.

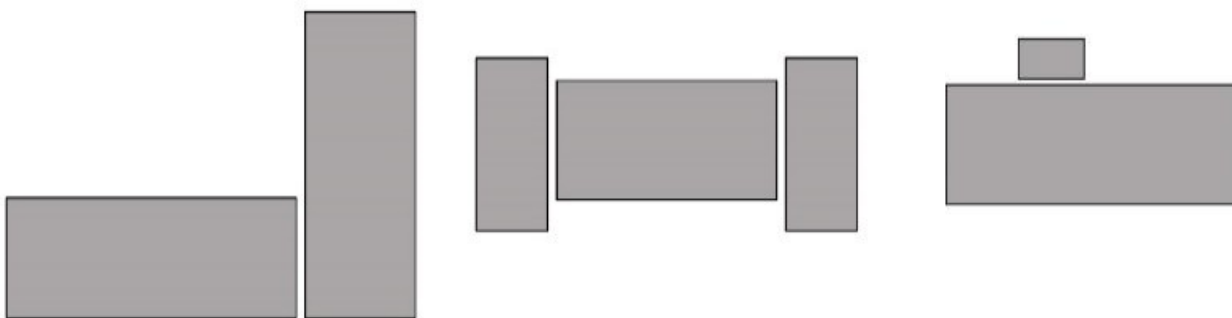


$$h > 60 \text{ cm}$$

شکل ۲۰) اختلاف تراز زیاد بین طبقات - نیاز به اجرای درز انقطاع بین دو قسمت

۵) درز انقطاع

- هر دو ساختمان مجاور هم، لازم است با ایجاد درز انقطاع لرزه ای به میزان حداکثر دو مقدار $1/100$ ارتفاع ساختمان کوتاهتر و ۵ سانتیمتر از یکدیگر جدا شوند. برای هر یک از دو ساختمان مقدار درز انقطاع از مرز زمین خود برابر $1/200$ ارتفاع آن ساختمان می باشد.
- در صورتی که ساختمان دارای هر یک از محدودیت ها یا نامنظمی های در پلان و ارتفاع به شرح ذکر شده در قسمت های قبل باشد، بطور مثال طول ساختمان بیشتر از ۲۵ متر و یا نسبت طول به عرض آن بیشتر از ۳ باشد یا ساختمان دارای پیش آمدگی هایی در پلان بیش از حد مجاز باشد و یا اختلاف ارتفاع طبقات بیشتر از ۶۰ سانتیمتر وجود داشته باشد، باید با استفاده از درزهای انقطاع به میزان مذکور در بند قبل، ساختمان را به قسمت های مختلف با هندسه های مجاز (منظم) تقسیم بندی نمود.
- درز انقطاع لازم نیست در پی ادامه یابد.
- درز انقطاع باید با مصالح نرم پر شود.

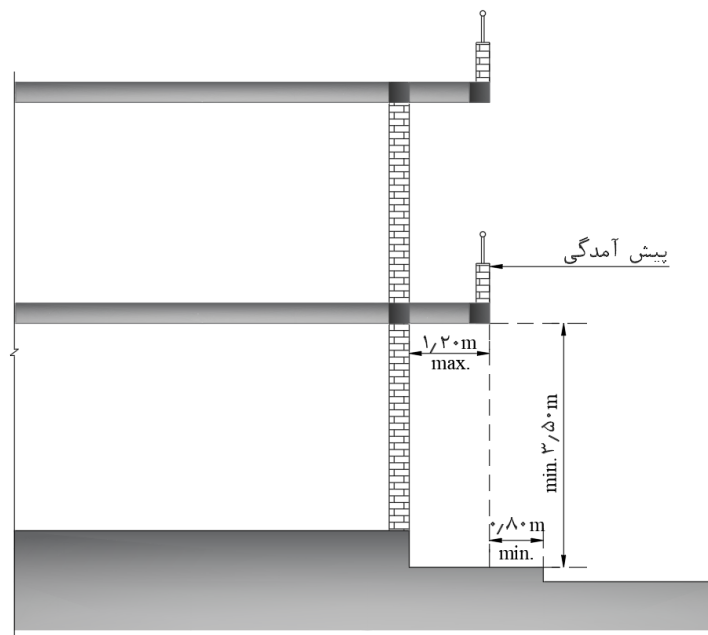


شکل ۲۱) تقسیم ساختمان به قسمت های منظم در پلان

۶) ملاحظات معماری

الف) ارتفاع پیش آمدگی از کف معبر

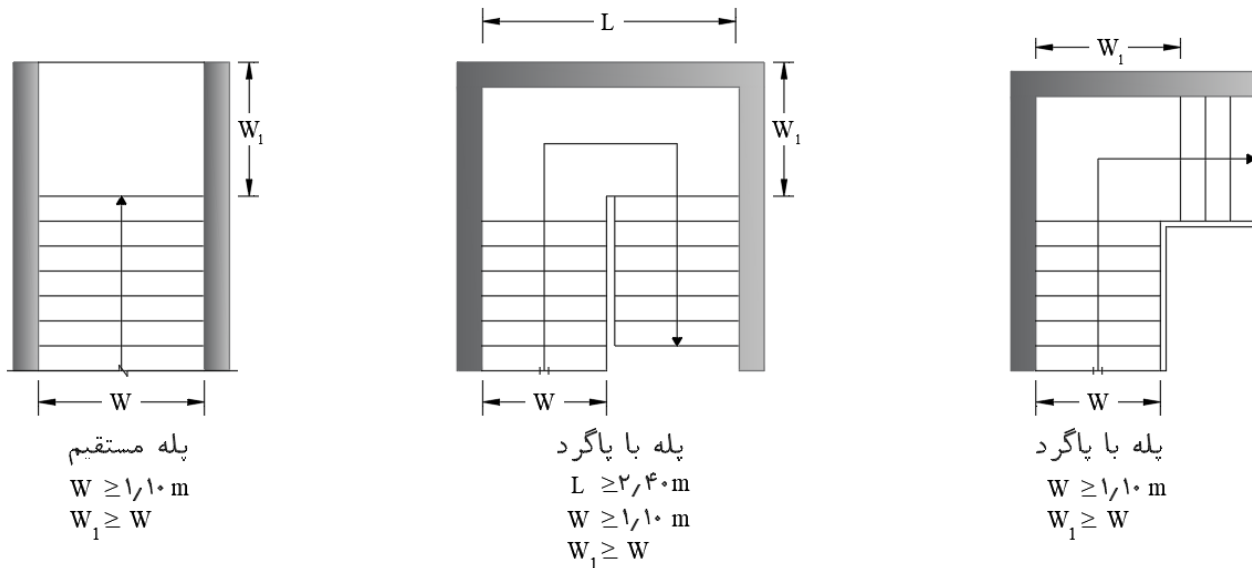
مطابق ضوابط مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان ایران، حداقل ارتفاع از کف معبر تا زیر پیش آمدگی ساختمان $3/5$ متر می باشد. در صورتی که این ضابطه قابل اعمال نباشد، باید از ایجاد پیش آمدگی سقف صرف نظر گردد.



شکل ۲۲) ضوابط معماری حداقل ارتفاع از کف معبر تا زیر پیش آمدگی مطابق مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان ایران

ب) راه پله

- حداقل طول هر پله: ۱۱۰ سانتیمتر
- حداقل عرض قفسه پله دارای پاگرد: ۱۲۰ سانتیمتر
- حداقل عرض یا شعاع پاگرد: به اندازه طول پله
- ارتفاع آزاد پلکان در تمام طول مسیر: ۲۰۵ سانتیمتر
- حداکثر تعداد پله های بین دو پاگرد: ۱۲ پله
- حداقل پهنای کف هر پله: ۲۸ سانتیمتر
- حداقل ارتفاع هر پله: با توجه به فرمول (اندازه کف پله + دو برابر ارتفاع > ۶۴ سانتیمتر)



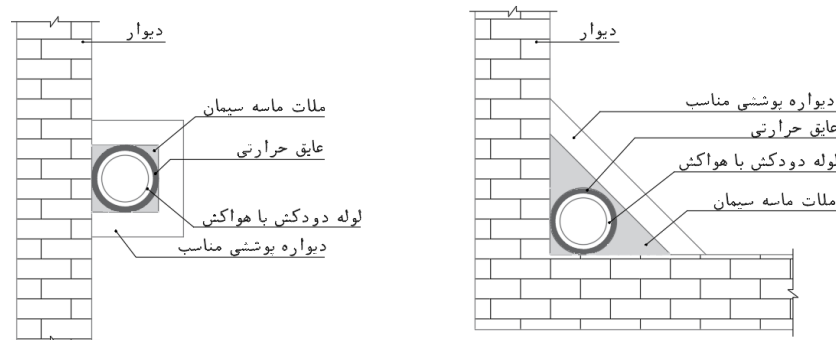
شکل ۲۳) الزامات معماری پله

ج) نورگیر

- در ساختمان‌های با مصالح بنایی کلاف دار (حداکثر دو طبقه) با مساحت زیربنای هر طبقه کمتر از ۲۰۰ مترمربع، در نورگیرهای مشرف به حیاط همسایه (در صورت وجود)، رعایت مساحت حداقل ۴/۵ مترمربع با عرض حداقل ۱/۵ متر الزامی است.

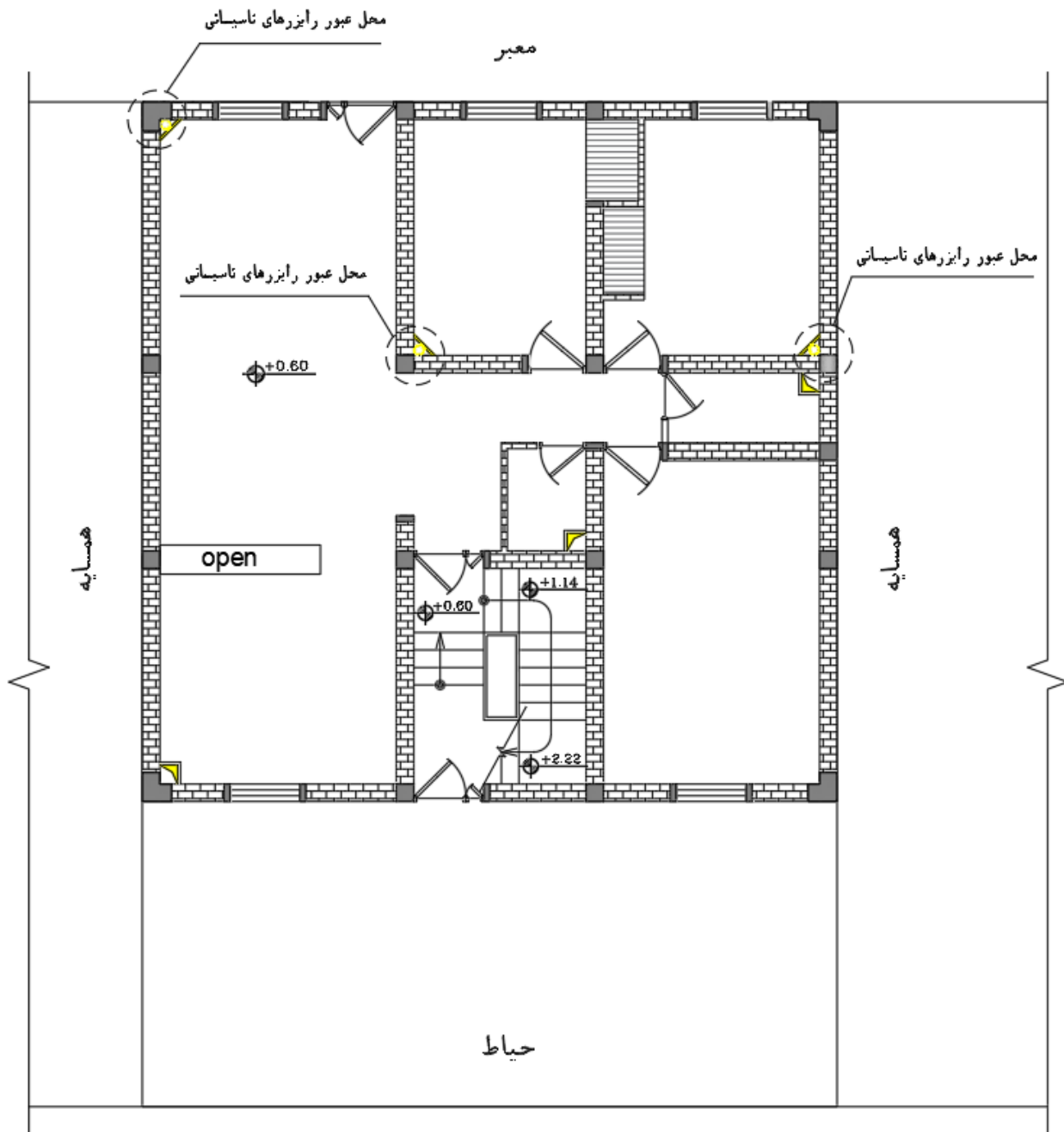
۷) ملاحظات تاسیساتی

- مجاری تأسیساتی مثل دودکش (لوله‌های بخاری)، هواکش، لوله‌های آب و فاضلاب یا بقیه رایزرهای تأسیساتی، نباید از درون عناصر سازه‌ای مانند دیوار، جرز، کلاف، تیر یا ستون عبور داده شود. این المان‌ها باید بصورت روکار اجراء شده و عناصر بنایی محافظ آنها باید به نحو مناسبی به اعضای سازه‌ای پشت کار مانند دیوار متصل شود.



شکل ۲۴) اجرای روکار دودکش و هواکش و بقیه رایزرها

- لازم است محل‌های عبور رایزرهای تأسیساتی در نقشه‌ها نمایش داده شده تا حتی المقدور در هنگام اجراء از عبور لوله‌های تأسیساتی از دیوارها و کلاف‌ها جلوگیری شود.



شکل ۲۵) نمایش محل عبور رایزرهای تأسیساتی در پلان معماری نمونه



- چنانچه به هر دلیل مجاری تأسیساتی از درون عناصر سازه ای عبور کنند، محل عبور باید به عنوان یک انفصال (بازشو) در نظر گرفته شده و ضوابط مربوط به بازشو اعمال گردد. بطور مثال در صورت عبور مجاری تأسیساتی از داخل دیوار سازه ای، دو طرف انفصال باید از کلاف بازشو (با عرض ۱۰ سانتیمتر) استفاده نمود.
- چاه فاضلاب جذبی نباید در زیر دیوارهای ساختمان بنایی حفر شود. این چاه باید حتی المقدور در محوطه‌های باز ساختمان مثلاً در حیاط ساختمان و به دور از دیوارها احداث گردد. در هنگام حفر چاه باید با نصب دوس بتنی، از ریزش جداره میله چاه جلوگیری کرد. میله حفر شده باید قائم و شاقولی باشد. انباره چاه بصورت مخروطی حفر شده و حفر انباره با مقطع مربع یا مستطیل صحیح نیست.

فصل سوم) ضوابط اجزای سازه ای ساختمان های بنایی کلاف دار

(۱) مقدمه

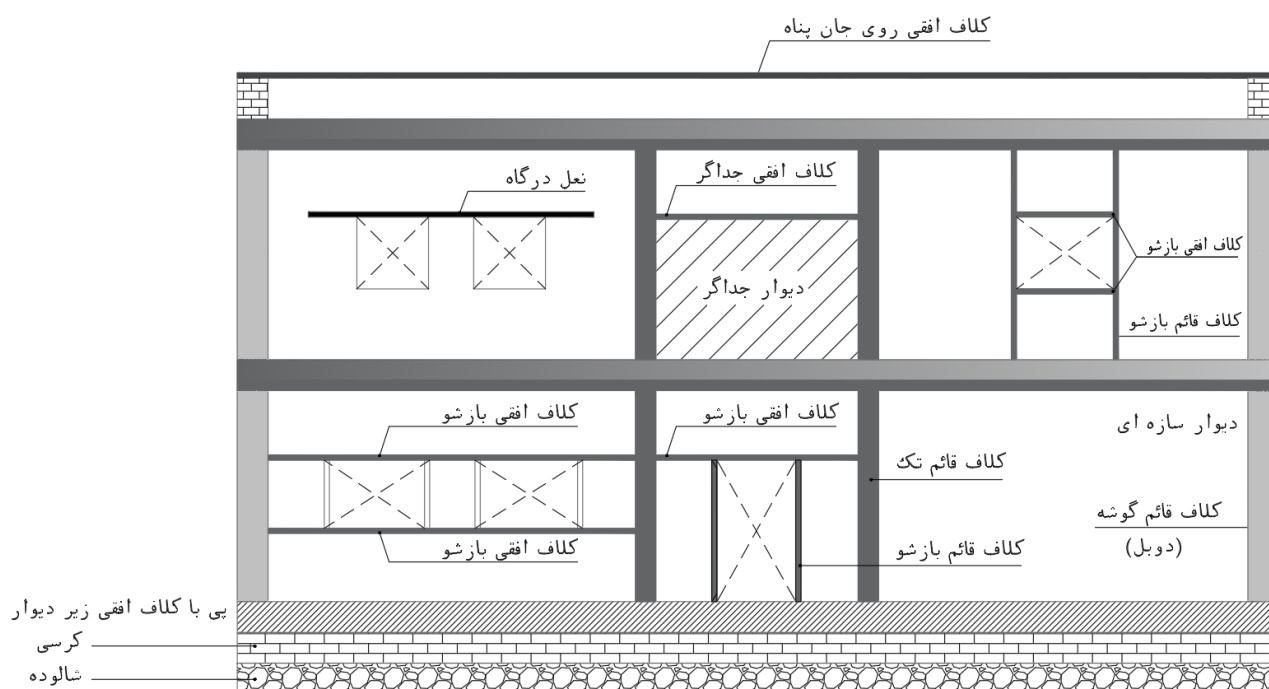
در این فصل ضوابط مربوط به اجزای سازه‌ای ساختمان های بنایی کلاف دار شامل شالوده و پی (فونداسیون)، دیوارهای سازه‌ای و بازشوهای آنها، کلاف های افقی و قائم، سقف و نعل درگاه ارائه گردیده است. اجزاء سازه ای شامل اجزای افقی و اجزای قائم به شرح زیر هستند:

الف) اجزای افقی سازه ای

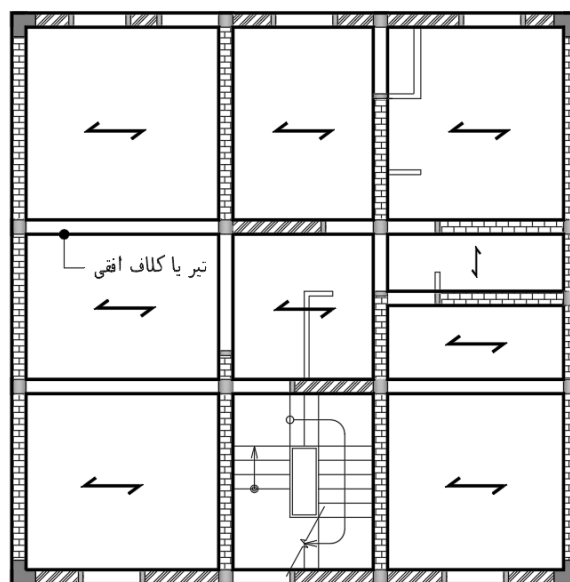
- شالوده : برای انتقال مطلوب تر نیروی دیوار و پی به خاک (امکان حذف آن وجود دارد).
- کرسی : برای رسیدن به تراز مطلوب جهت اجرای پی و دیوار (امکان عدم نیاز به آن وجود دارد).
- پی بتنی : برای انتقال نیروی دیوار به شالوده و یا خاک (امکان عدم نیاز به آن وجود دارد).
- کلاف افقی زیر دیوار: بجای پی بتنی، برای انتقال نیروی دیوار به شالوده و جزئی از سیستم کلاف بندی ساختمان
- کلاف افقی بازشو: برای مهار و تقویت لبه های افقی بازشو و بجای نعل درگاه
- کلاف افقی دیوار جداگر (دیوار غیرسازه ای) : برای مهار و تقویت لبه افقی آزاد بالای دیوار جداگر
- کلاف افقی روی جانپناه : برای مهار و تقویت لبه آزاد بالای جان پناه
- تیر: برای تحمل لنگر خمشی و نیروی برشی مربوط به انتقال بارهای ثقلی از کف ها که روی دیوار سازه ای واقع نیست.
- نعل درگاه : معادل یک تیر و برای انتقال بار دیوار و سقف بالای بازشو

ب) اجزای قائم سازه ای

- دیوار سازه ای : دیوار باربر ثقلی و یا دیوار باربر جانبی لرزه ای یا هر دو
- دیوار سازه ای باربر : برای انتقال بارهای ثقلی
- دیوار سازه ای برشی : برای انتقال بارهای جانبی لرزه ای- قابل استفاده در محاسبه دیوار نسبی ساختمان
- کلاف قائم گوشه یا کلاف دوبر : جزئی از سیستم کلاف بندی واقع در گوشه های ساختمان
- کلاف قائم تک : جزئی از سیستم کلاف بندی ساختمان
- کلاف قائم دیوار جداگر (کلاف کنار بازشو) : برای مهار و تقویت لبه آزاد دیوار جداگر
- ستون: برای تحمل نیروی محوری و لنگر خمشی مربوط به بارهای ثقلی و غیرمتصل به دیوار سازه ای



شکل ۲۶) برش قائم از یک ساختمان بنایی کلاف دار و نمایش برخی اجزای سازه ای



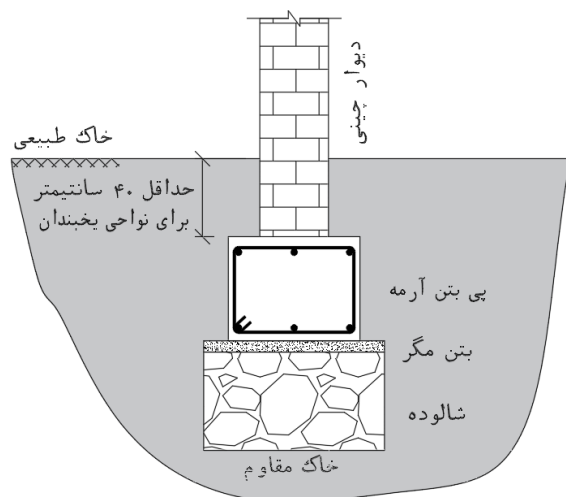
- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| کلاف قائم گوشه (دوبل) | دیوار سازه ای برشی (نسبی) |
| کلاف قائم تک | دیوار سازه ای باربر و برشی (نسبی) |
| کلاف قائم بازشو و جداگر | دیوار غیرسازه ای |

شکل ۲۷) پلان یک ساختمان بنایی کلاف دار و نمایش اجزای مختلف

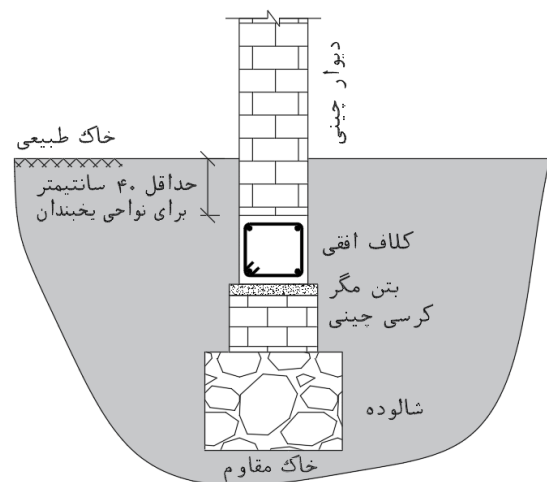
لازم به ذکر است در ساختمان‌های بنایی، جهت تیرچه ریزی طوری انتخاب می‌شود که تیرچه‌ها تا حد امکان بر روی دیوارهای سازه‌ای قرار گرفته و بار بر روی تیرها اعمال نگردد. همچنین حتی‌المقدور جهت تیرچه‌ها در راستای دهانه کوتاه‌تر تعبیه شود.

۲) فونداسیون (پی‌سازی) ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار

- در مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ایران دو نوع فونداسیون (پی‌سازی) برای دیوارهای ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار معرفی شده است:
 - نوع اول فونداسیون شامل مجموعه شالوده (ممکن است بتوان حذف کرد)، کرسی (در صورت نیاز) و کلاف افقی زیر دیوار است.
 - نوع دوم فونداسیون شامل مجموعه شالوده (ممکن است بتوان حذف کرد) و پی بتن آرمه و بدون کرسی چینی، زیر دیوار می‌باشد.
- در نوع دوم فونداسیون، با افزایش عرض و ضخامت پی بتن آرمه، تنش وارد از طرف دیوار یا کرسی فوقانی بر بستر زیر آن کاهش یافته و دیگر نیازی به افزایش عرض کرسی یا دیوار نیست و دیوار می‌تواند مستقیماً روی پی بتن آرمه قرار گیرد.

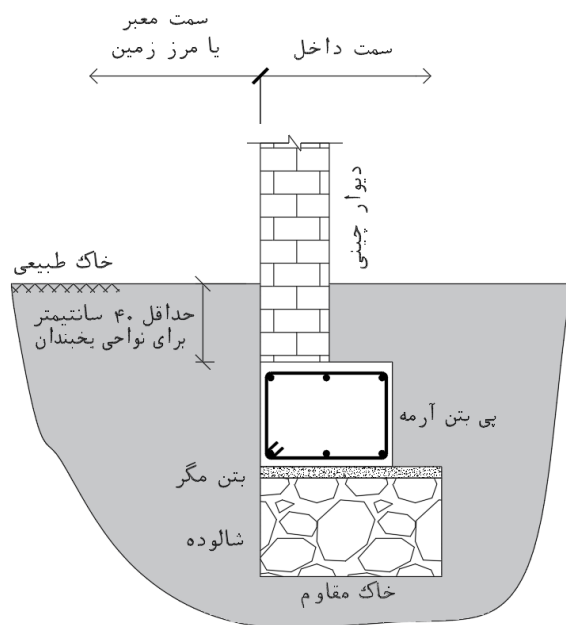


(ب)

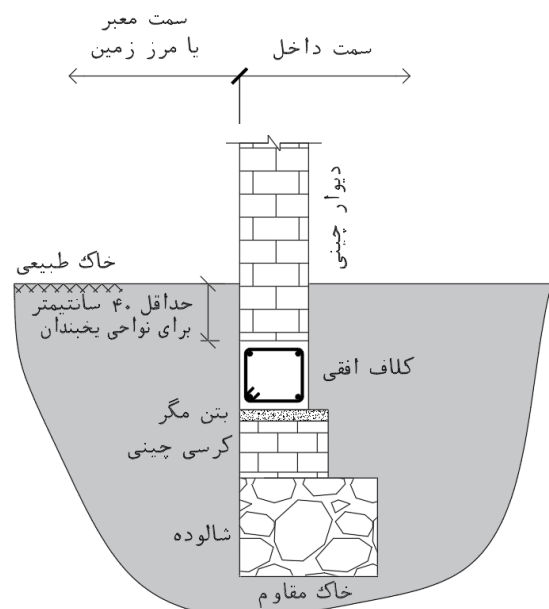


(الف)

شکل ۲۸) پی‌سازی زیر دیوار سازه‌ای داخلی (الف) شامل شالوده، کرسی چینی و کلاف افقی (ب) شامل شالوده و پی بتن آرمه



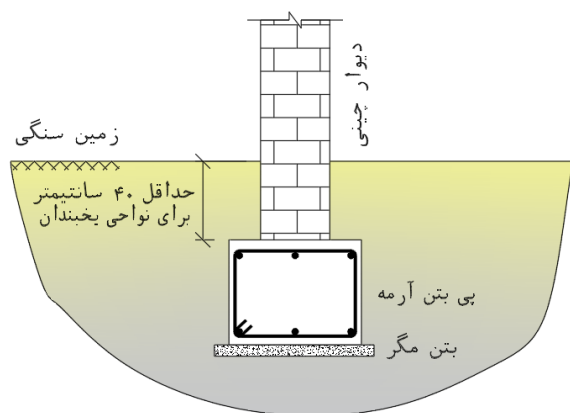
(ب)



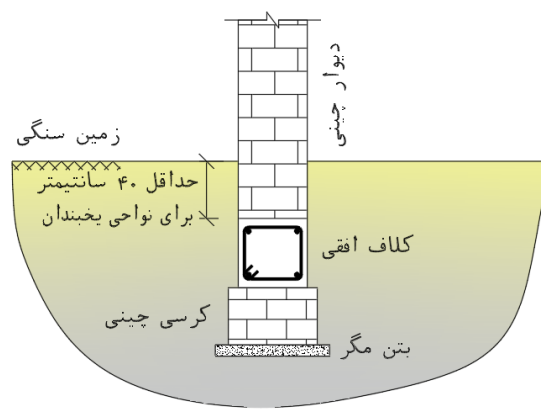
(الف)

شکل ۲۹) پی سازی زیر دیوار سازه ای بیرونی-سمت معبر یا مرز زمین (الف) شامل شالوده، کرسی چینی و کلاف افقی (ب) شامل شالوده و پی بتن آرمه

- در مناطق سردسیر و دارای یخبندان، لازم است تراز روی کلاف افقی یا تراز روی پی بتن آرمه زیر دیوار، حداقل ۴۰ سانتیمتر زیر سطح زمین قرار گیرد. با توجه به نیاز به اجرای لوله فاضلاب در کف ساختمان و شیب مورد نیاز آن، توصیه می شود این عمق مدفون همیشه در نظر گرفته شود.
- زیر کلاف افقی و یا پی بتن آرمه باید یک لایه بتن مگر حداقل به ضخامت ۵ سانتیمتر اجراء شود.
- در زمین های سنگی یا در زمین های با مقاومت خاک بالا، که پی کنی بدون استفاده از دستگاه های ضربه ای دشوار است، اجرای شالوده الزامی نیست.

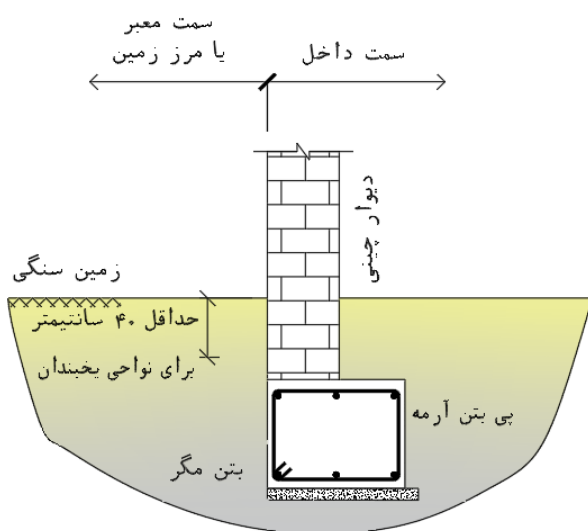


(ب)

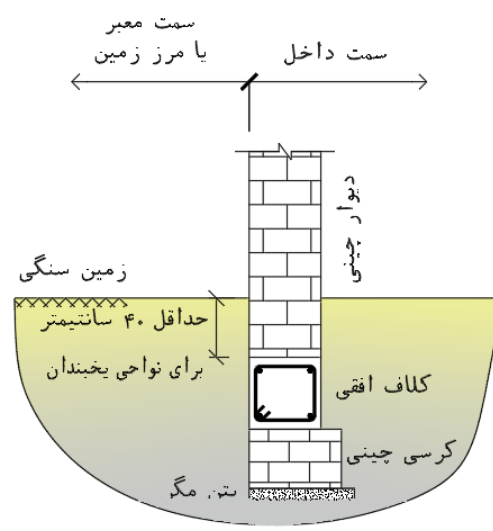


(الف)

شکل ۳۰) پی سازی زیر دیوار سازه ای داخلی در زمین های سنگی یا در زمین های با مقاومت خاک بالا (الف) شامل شالوده، کرسی چینی و کلاف افقی (ب) شامل شالوده و پی بتن آرمه



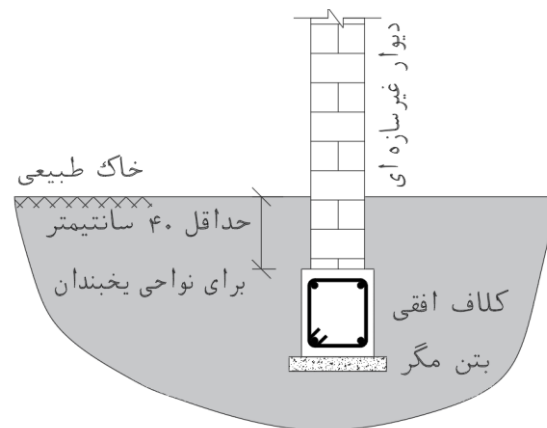
(ب)



(الف)

شکل ۳۱) پی سازی زیر دیوار سازه ای بیرونی-سمت معبر یا مرز زمین در زمین های سنگی یا در زمین های با مقاومت خاک بالا (الف) شامل شالوده، کرسی چینی و کلاف افقی (ب) شامل شالوده و پی بتن آرمه

- این جزئیات برای پی سازی دیوارهای سازه ای می باشد. برای دیوارهای غیرسازه ای توصیه می شود حداقل از بتن مگر و کلاف افقی جهت پی سازی استفاده گردد.

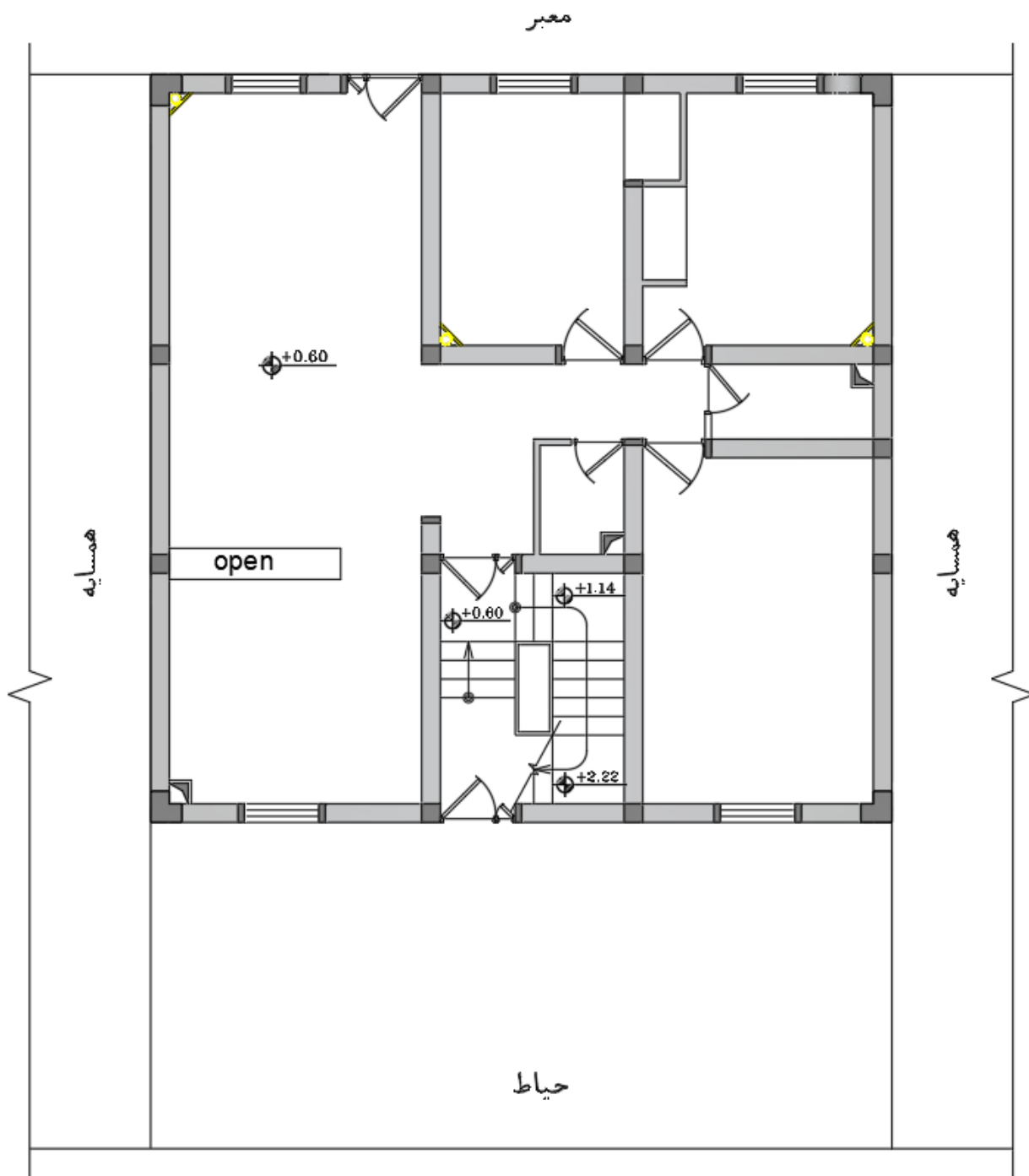


شکل (۳۲) پی سازی زیر دیوار غیرسازه ای

۳) پلان فونداسیون (پی سازی) ساختمان‌های بنایی کلاف دار

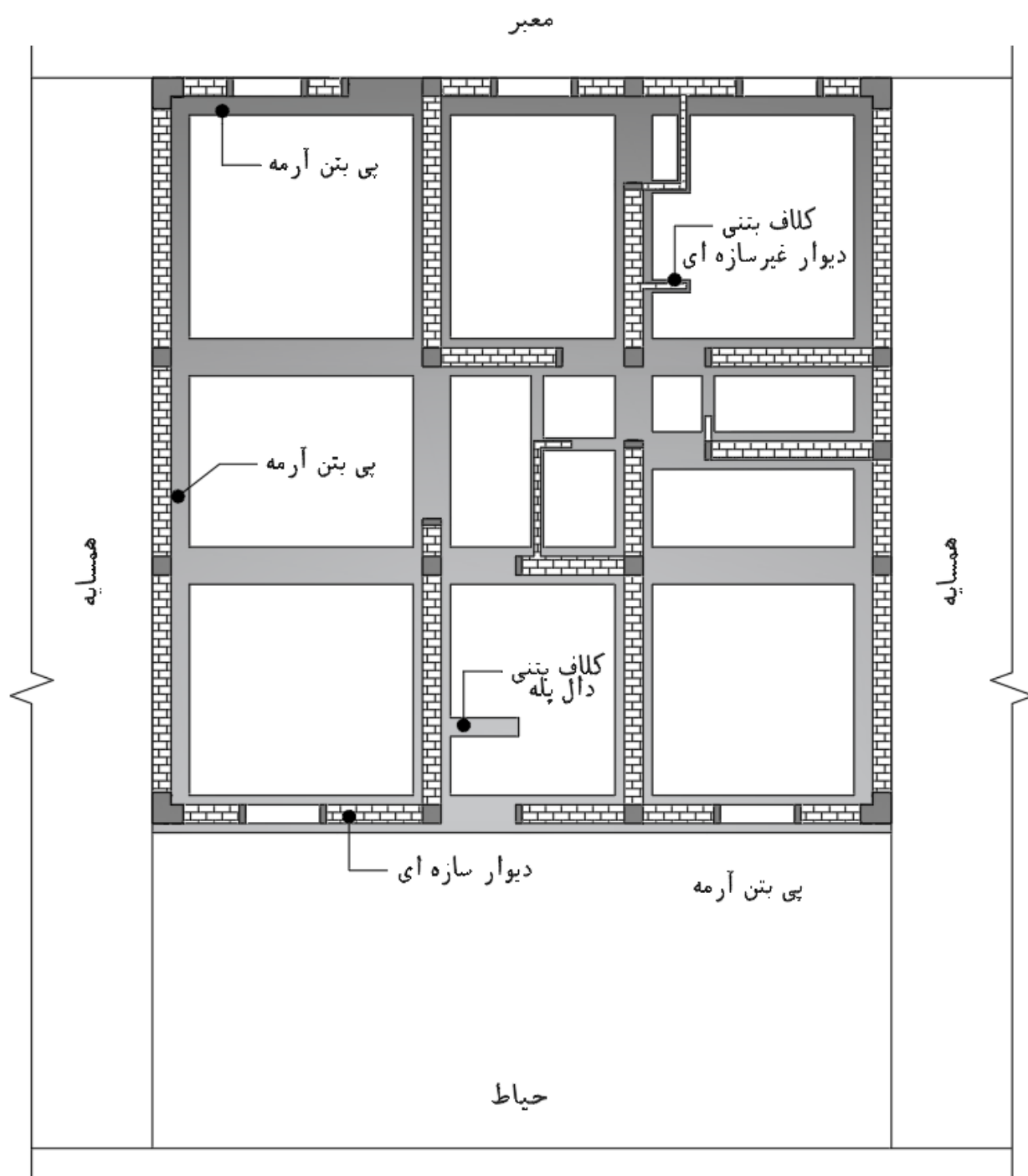
- در ساختمان‌های مصالح بنایی کلاف دار، فونداسیون‌ها عمدتاً بصورت نواری و پیوسته و در زیر دیوارهای سازه ای و غیرسازه ای اجراء می شوند. همچنین برای مهار جانبی و اتصال کلاف‌های قائم و یا ستون‌ها به کلاف‌های قائم و ستون‌های دیگر نیز از این نوارها استفاده می شود. در صورتی که دیوار و کلاف یا پی بتن آرمه ای ادامه نداشته باشد، آن کلاف یا پی بتن آرمه به اندازه ۱۰ سانتیمتر پس از آن نیز ادامه یابد.

برای نمونه پلان معماری ساختمان زیر را در نظر بگیرید:

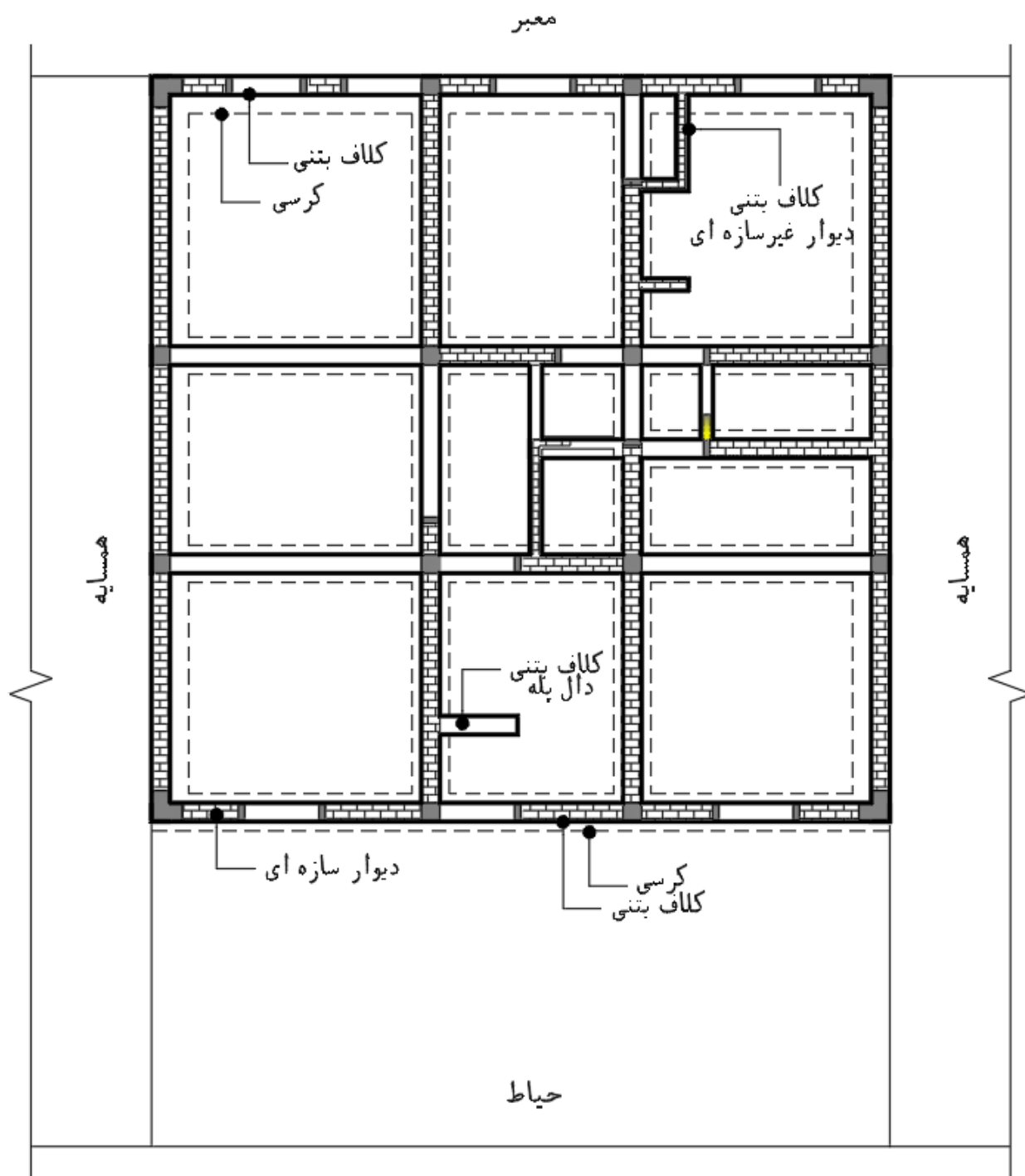


شکل ۳۳) پلان معماری ساختمان نمونه

پلان فونداسیون این ساختمان به یکی از دو شکل زیر پیشنهاد می شود:



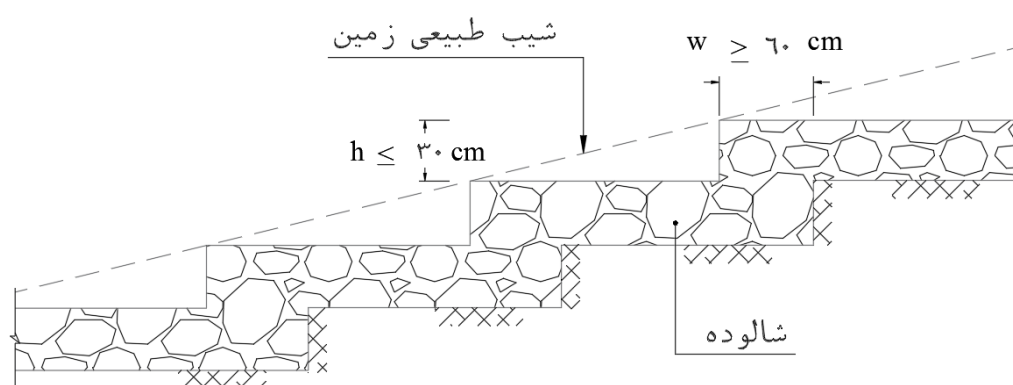
شکل ۳۴) گزینه اول پلان فونداسیون: استفاده از پی بتن آرمه برای دیوارهای سازه ای و کلاف بتنی برای دیوارهای غیرسازه ای



شکل ۳۵) گزینه دوم پلان فونداسیون: استفاده از کرسی و کلاف بتنی برای دیوارهای سازه ای و کلاف بتنی برای دیوارهای غیرسازه ای

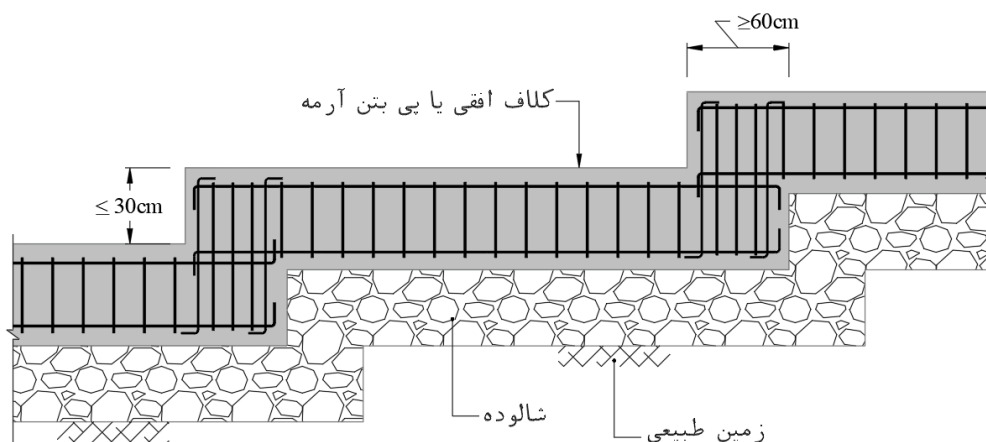
۴) محدودیت اختلاف تراز زیر فونداسیون

- اجرای فونداسیون ساختمان بنایی کلاف دار بصورت شیب دار مجاز نیست. هرگاه به هر دلیل ساخت فونداسیون در یک تراز ممکن نباشد (در زمین های شیب دار یا به دلیل اختلاف تراز در نقشه معماری)، می توان آنرا در چند بخش افقی ساخت.
- در صورت اجرای فونداسیون ساختمان بصورت پله ای، هر قسمت از آن باید در یک تراز افقی با گام قائم حداکثر ۳۰ سانتیمتر (اختلاف تراز در هر پله حداکثر ۳۰ سانتیمتر) و مقدار همپوشانی افقی حداقل ۶۰ سانتیمتر باشد.



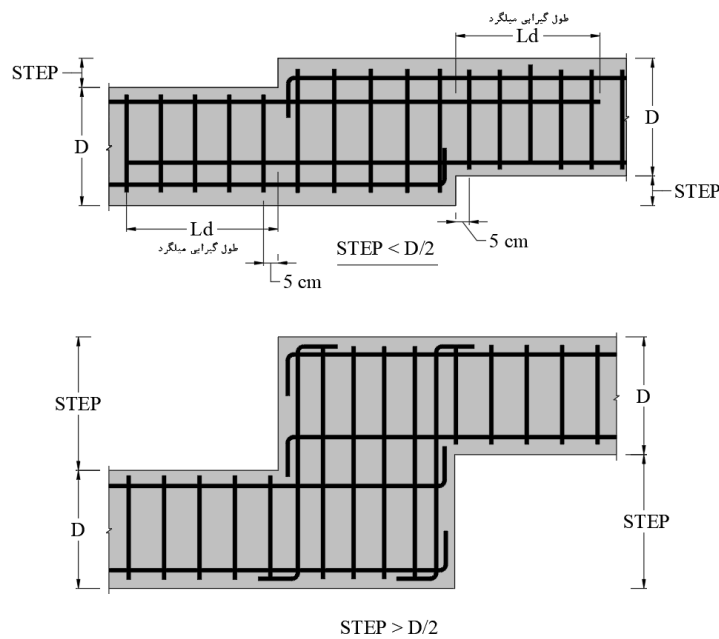
شکل ۳۶) اجرای فونداسیون در چند تراز بصورت پله ای

- در صورت نیاز به اجرای فونداسیون ساختمان بصورت پله ای، کلاف افقی یا پی بتن آرمه نیز می تواند بصورت پله ای اجراء گردد.



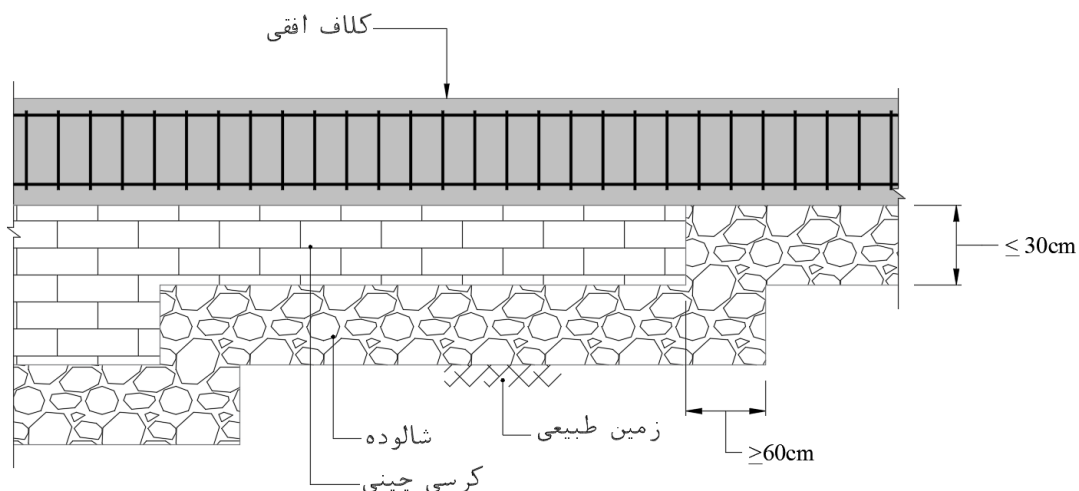
شکل ۳۷) اجرای کلاف افقی یا پی بتن آرمه در چند تراز بصورت پله ای

- در صورت اجرای کلاف افقی یا پی بتن آرمه زیر دیوار بصورت پله ای، لازم است جزئیات مناسب برای میلگردهای طولی و عرضی در محل اتصال ترازهای مختلف اجراء شود. بطور مثال جزئیات زیر مطابق ACI Detailing Manual-2020 پیشنهاد می شود:



شکل ۳۸ جزئیات میلگردهای کلاف افقی یا پی بتن آرمه زیر دیوار در محل اختلاف تراز

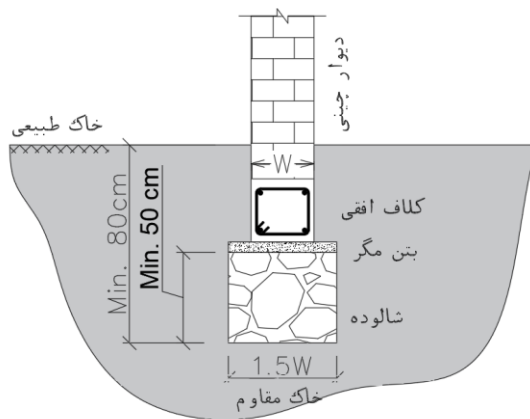
- به عنوان یک راهکار دیگر می توان پس از اجرای شالوده در چند تراز، کرسی چینی را طوری اجراء نمود که سطح فوقانی آن بصورت افقی باشد. در این حالت کلاف بتنی روی کرسی در یک تراز اجراء خواهد شد.



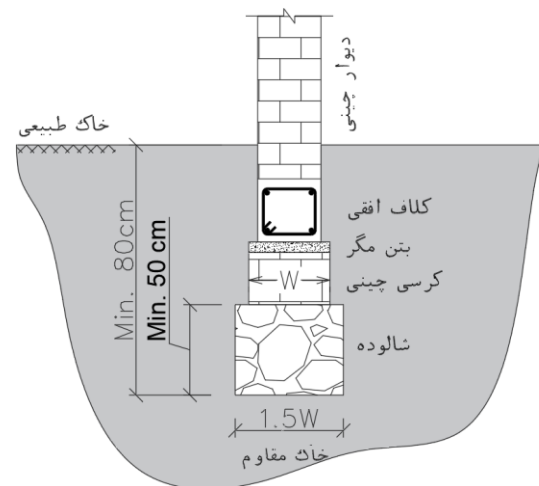
شکل ۳۹ اجرای شالوده بصورت پله ای و کلاف افقی بصورت افقی

(۵) جزئیات شالوده

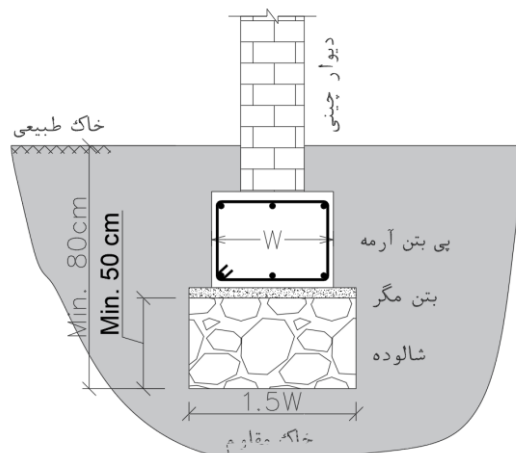
- شالوده قسمتی از پی سازی است که در پایین ترین ناحیه فونداسیون قرار گرفته و زیر کلاف بتنی یا زیر پی بتن آرمه و یا زیر کرسی چینی واقع می شود. نقش شالوده پخش بار دیوار بر روی سطح وسیع تر از زمین می باشد.
- برای اجرای شالوده باید گودبرداری تا رسیدن به خاک مقاوم صورت گرفته ولی در هر صورت نباید عمق گود کمتر از ۸۰ سانتیمتر باشد.
- عمق شالوده حداقل ۵۰ سانتیمتر و عرض آن حداقل ۱/۵ برابر عرض کرسی چینی و در صورت عدم وجود کرسی، ۱/۵ برابر عرض دیوار می باشد.
- در هنگام اجرای شالوده، بدنه پی کنی باید بصورت قائم (با زاویه ۹۰ درجه) اجراء گردد.



(ب)



(الف)



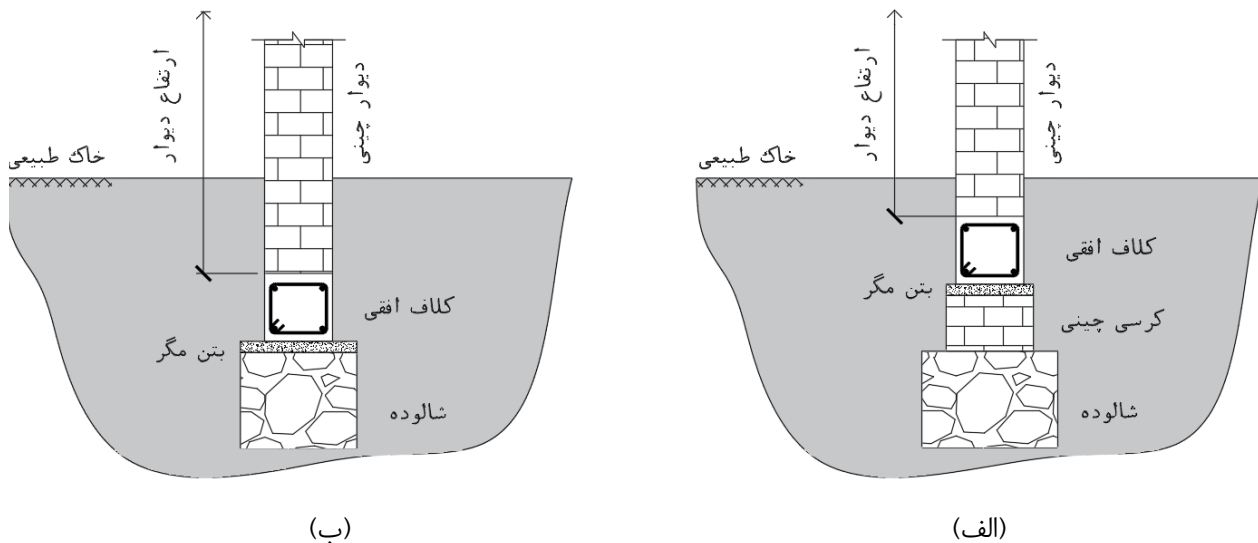
(ج)

شکل ۴۰ جزئیات شالوده: (الف) شالوده زیر کرسی چینی (ب) شالوده زیر کلاف افقی (ج) شالوده زیر پی بتن آرمه

- شالوده نمی تواند بصورت خشکه چینی با سنگ و یا آجر و یا بلوک صورت گیرد.
- شالوده به یکی از روش های زیر اجراء می شود:
 - بتن غوطه ای با عیار ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب و سنگ لاشه
 - بتن با عیار ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب
 - سنگ چینی با ملات ماسه سیمان یا ملات باتارد
 - شفته آهک با عیار ۳۵۰ کیلوگرم آهک در هر مترمکعب
- همانطور که قبلاً ذکر شد، در زمین های سنگی یا در زمین های با مقاومت خاک بالا، که پی کنی بدون استفاده از دستگاه های ضربه ای دشوار است، اجرای شالوده الزامی نیست.

۶) جزئیات کرسی چینی

- کرسی قسمتی از فونداسیون است که برای رسیدن به تراز مورد نظر جهت اجرای کلاف افقی استفاده می شود. از موارد استفاده از کرسی می تواند موارد زیر باشد:
 - وجود شیب طبیعی زمین و نیاز به اجرای ساختمان در یک تراز
 - وجود خاک ضعیف مانند خاک دستی و نیاز به برداشت آن تا رسیدن به خاک مناسب و سپس بالا آوردن تراز روی خاکبرداری تا تراز مورد نظر
 - نیاز به بالاتر بودن تراز کف ساختمان از تراز معبر یا تراز کف حیاط برای جلوگیری از نفوذ آب باران و سیل به داخل ساختمان
 - بالاتر آوردن دیوارهای سازه ای تا در تماس با خاک اطراف و رطوبت قرار نگیرند.
 - در مناطق با سطح آب زیرزمینی بالا، اطمینان از عدم نفوذ آب به کف طبقه همکف
- بطور معمول در ابتدا باید کرسی و سپس روی آن کلاف افقی اجراء شود. هر چند در برخی از مواقع، کرسی بر روی کلاف افقی یا پی بتن آرمه اجراء می گردد.
- در صورتی که کرسی بر روی کلاف افقی یا پی بتن آرمه اجراء شود، کرسی قسمتی از دیوار محسوب شده و جزئیات کرسی چینی، که در ادامه خواهد آمد، در مورد آن لحاظ نمی گردد. همچنین در این صورت ارتفاع مؤثر دیوار از زیر کرسی (دیوار) به عبارتی از روی کلاف افقی یا پی بتن آرمه تا زیر کلاف افقی سقف محسوب می شود. در این حالت اگر ارتفاع مؤثر دیوار بیشتر از ۴ متر باشد، نیاز به اجرای یک کلاف افقی دیگر، طوری که ارتفاع هر قسمت دیوار کمتر از ۴ متر شود، می باشد.



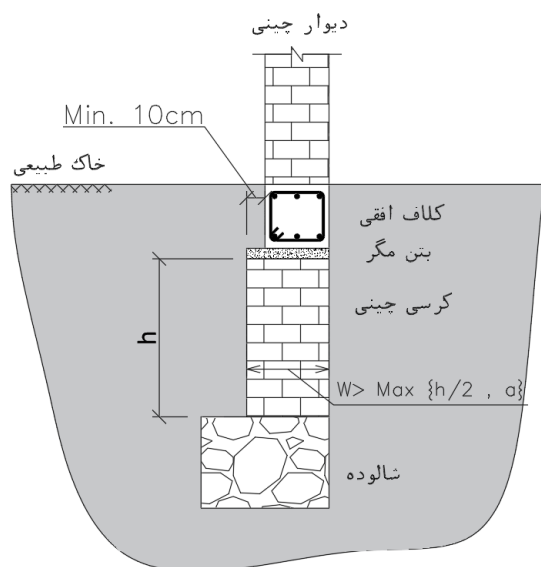
شکل ۴۱) اجرای کرسی (الف) زیر کلاف افقی - نیاز به لحاظ کردن جزئیات کرسی چینی (ب) روی کلاف افقی - قسمتی از دیوارچینی بوده و عدم نیاز به لحاظ کردن جزئیات کرسی چینی

- عرض کرسی در قسمت بالایی (تراز زیر دیوار یا زیر کلاف افقی) باید ۱۰ سانتیمتر بزرگتر از عرض دیوار یا کلاف افقی فوقانی خود باشد. این اضافه عرض در دیوارهای میانی بصورت قرینه و در دو سمت منظور شده و برای دیوارهای بیرونی سمت معبر و یا همسایه، تماماً در سمت داخل اجراء شود.
- عرض کرسی در قسمت تحتانی (تراز روی شالوده یا روی کرسی چینی زیرین) باید از نصف ارتفاع کرسی و مقادیر مندرج در جدول زیر، که بر حسب مقاومت مجاز خاک (q_a) و تعداد طبقات است، بیشتر باشد.

جدول (۲) حداقل عرض قسمت تحتانی کرسی چینی

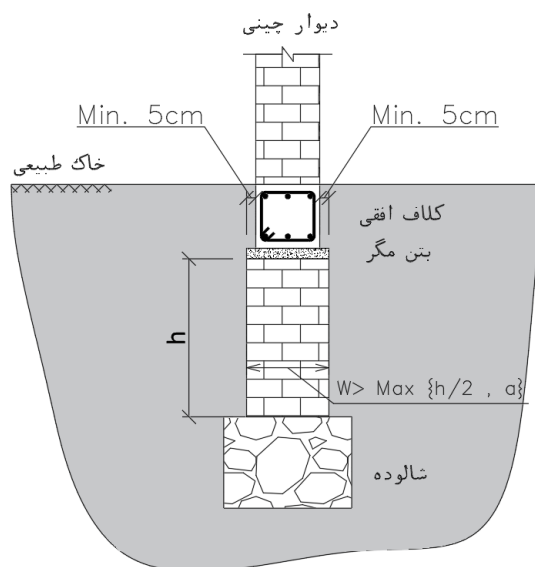
مقاومت مجاز خاک			تعداد طبقات (با احتساب زیرزمین)		
			۱	۲	۳
			عرض حداقل به سانتیمتر (a)		
$q_a > 2 \text{ kgf/cm}^2$			۳۰	۴۰	۶۰
$1.5 < q_a < 2 \text{ kgf/cm}^2$			۳۵	۵۰	۷۰
$1.0 < q_a < 1.5 \text{ kgf/cm}^2$			۴۰	۷۰	۱۰۰

- با رعایت حداقل عرض کرسی در قسمت فوقانی و تحتانی، می توان آنرا بصورت پله ای نیز اجراء کرد.



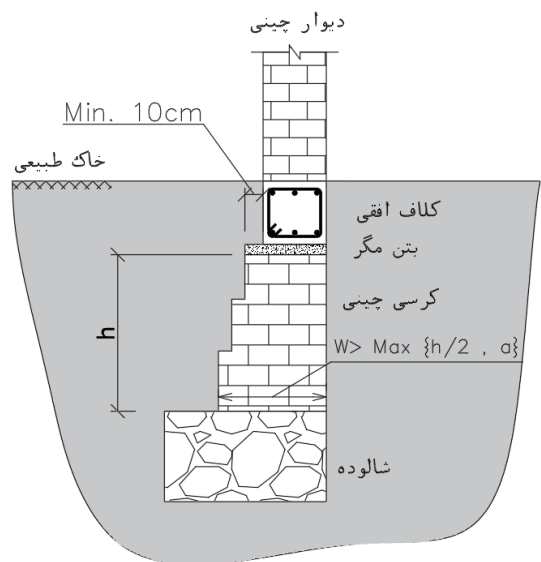
مقدار a بر اساس جدول

(ب) دیوار پیرامونی



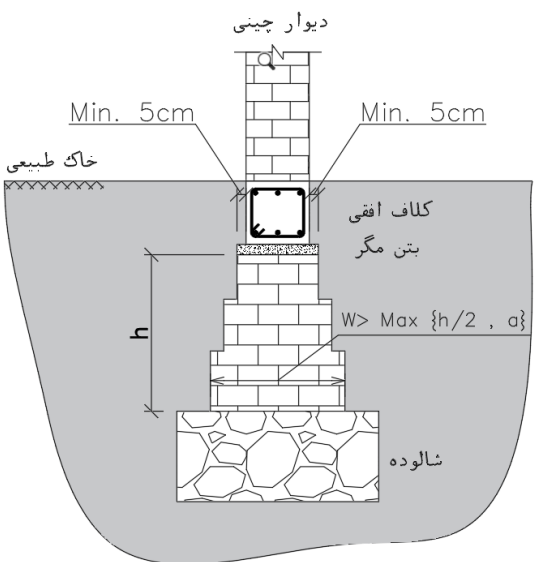
(الف) دیوار داخلی

شکل (۴۲) حداقل عرض قسمت فوقانی و تحتانی کرسی چینی - عرض کرسی ثابت



مقدار a بر اساس جدول

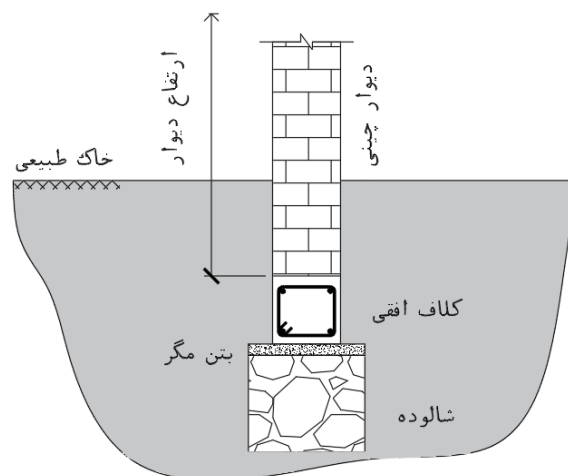
(ب) دیوار پیرامونی



(الف) دیوار داخلی

شکل (۴۳) حداقل عرض قسمت فوقانی و تحتانی کرسی چینی - عرض کرسی ثابت

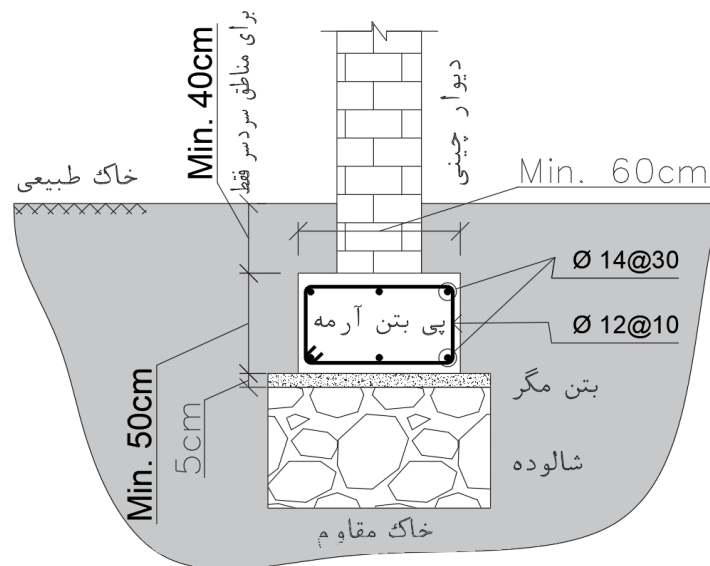
- جنس کرسی چینی از آجر رسی یا سیمانی، بلوک سیمانی یا سنگ لاشه، همراه با ملات ماسه سیمان یا ماسه سیمان آهک است. در صورت استفاده از بلوک سیمانی حفره دار، حفره‌ها باید بطور کامل از بتن، ملات یا دوغاب پر شود.
- در زمین‌های مرطوب، در صورت استفاده از آجر، جنس آن باید ماسه آهکی یا رسی مرغوب (مهندسی) باشد.
- می‌توان شالوده و کرسی چینی را در هم ادغام کرد. در این صورت ضوابط ابعادی مربوط به کرسی چینی باید رعایت گردد.



شکل ۴۴) ادغام شالوده و کرسی چینی زیر دیوار

۷) جزئیات پی بتن آرمه

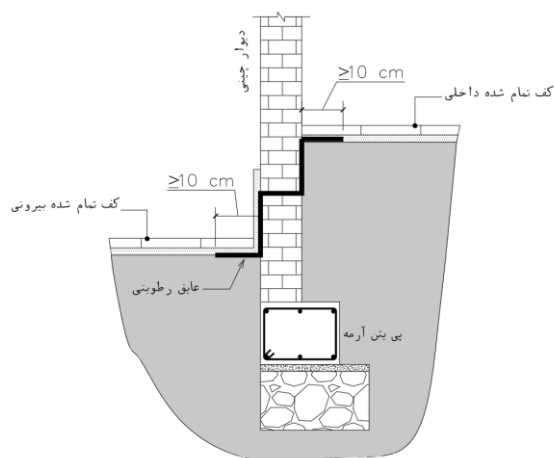
- در طراحی پی‌های بتن آرمه، باید ضوابط مباحث مقررات ملی ساختمان ایران شامل مبحث هفتم (پی و پی‌سازی) و مبحث نهم (طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه) رعایت شود.
- مقاومت بتن پی بتن آرمه حداقل ۲۰ مگاپاسکال و میلگرد مصرفی با مقاومت حداقل ۲۴۰ مگاپاسکال است.
- عرض پی بتن آرمه حداقل ۱/۵ برابر عرض دیوار و همچنین ۶۰ سانتیمتر می‌باشد. عمق این پی حداقل ۵۰ سانتیمتر است.
- میلگرد مورد استفاده در این پی بتن آرمه از شماره حداقل ۱۴ و با فاصله حداکثر ۳۰ سانتیمتر است. در هر صورت میلگرد حداقل طولی و عرضی مورد استفاده در هر راستا برابر میلگرد حرارتی به میزان ۰/۰۰۱۸ ضربدر سطح مقطع عضو بتنی در راستای عمود بر جهت مورد نظر باشد.
- جهت مقاومت بهتر در برابر نشست‌های نامتقارن، بهتر است میلگرد طولی هم در پایین و هم در بالا حداقل $\phi 14@30$ و میلگرد عرضی بصورت خاموت بسته حداقل $\phi 12@10$ اجراء شود.
- در مناطق سردسیر و دارای یخبندان، تراز روی پی بتن آرمه حداقل ۴۰ سانتیمتر زیر سطح زمین قرار گیرد. از طرفی مقدار کف‌سازی مناسب جهت اجرای لوله‌کشی فاضلاب در کف
- در صورت استفاده از این سیستم، پی بتن آرمه نقش کلاف افقی زیر دیوار را ایفاء خواهد کرد.



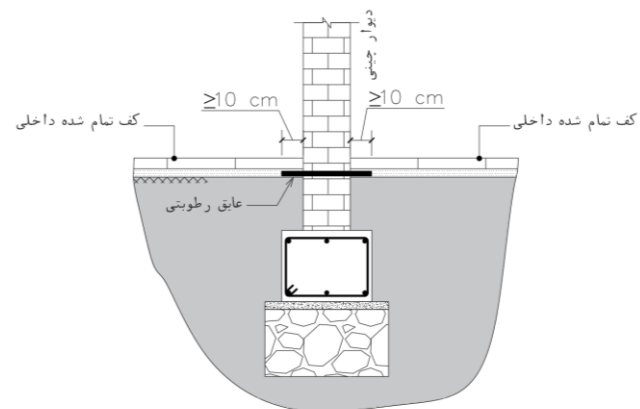
شکل ۴۵ جزئیات پی بتن آرمه

۸) جزئیات عایق رطوبتی پای دیوارها

- عایق رطوبتی برای جلوگیری از انتقال رطوبت محیط به داخل ساختمان و یا اعضای سازه ای و غیرسازه ای استفاده می شود.
- عایق رطوبتی معمولاً در کف ها، جداره بیرونی دیوارهای زیرزمین و در قسمت پای دیوارها، اجرا می گردد.
- در پای دیوارها، لایه رطوبتی باید تا کف های تمام شده بیرونی و داخلی ساختمان ادامه یافته و حداقل به اندازه ۱۰ سانتیمتر در کف مهار شود.
- در دیوارهای بیرونی لازم است تراز اجرای لایه رطوبتی حداقل ۲۰ سانتیمتر بالاتر از کف تمام شده ساختمان باشد.
- در دیوارهای داخلی مناسب است عایق رطوبتی در تراز کف تمام شده اجرا گردد. در صورت اجرای عایق رطوبتی در هر تراز دیگری پایین تر از کف تمام شده، لازم است عایق رطوبتی تا تراز کف تمام شده ادامه یافته و حداقل ۱۰ سانتیمتر در کف مهار گردد.
- اطراف ساختمان تا فاصله یک متر با شیب ۳٪ برای عدم نفوذ آب به دیوار، با بتن سیمانی، بتن آسفالتی یا مصالح مناسب دیگر پر شود.
- عایقکاری دیوار زیرزمین باید همانند عایقکاری شالوده ساختمان، به صورت یکپارچه و همراه با آن انجام شود.
- در عایق کاری زیرزمین با عمق کم با خطر کم ریزش خاک، ابتدا تیغه محافظ عایق اجرا شده و روی آن ملات ماسه سیمان و عایق قائم انجام و سپس دیوارهای اصلی زیرزمین ساخته شود.
- در عایق کاری دیوار زیرزمین با خاک ریزشی، ابتدا عایق افقی زیر دیوار زیرزمین اجرا شده و پس از دیوارسازی، پشت آن را با ملات ماسه سیمان اندود نموده و بعد از عایقکاری اقدام به ساختن تیغه محافظ عایق می کنند.



(ب)

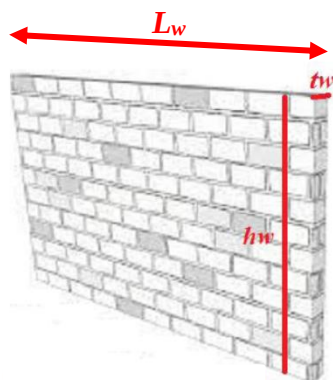


(الف)

شکل ۴۶ عایق رطوبتی پای دیوار (الف) دیوار داخلی (ب) دیوار بیرونی

۹ دیوارهای سازه‌ای

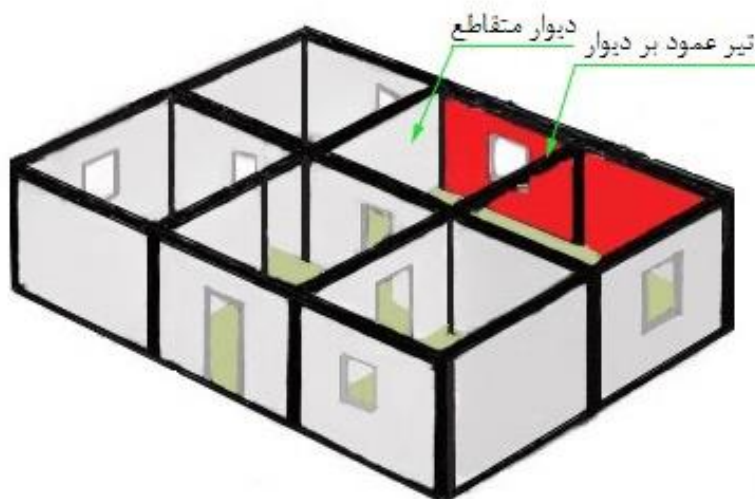
- به دیوارهایی که تحمل بارهای ثقیلی یا جانبی را در ساختمان برعهده دارند، "دیوارهای سازه‌ای" گفته می‌شود. دیوارهایی که علاوه بر بارهای جانبی، بارهای ثقیلی را نیز تحمل می‌کنند، "دیوارهای سازه‌ای باربر" یا "دیوارهای باربر" گویند.
- حداکثر طول مجاز دیوار محصور بین دو کلاف قائم ۵ متر و ۳۰ برابر ضخامت دیوار می‌باشد.
- حداکثر ارتفاع دیوار سازه‌ای بین دو کلاف افقی ۴ متر و ۱۵ برابر ضخامت آن می‌باشد.
- حداقل ضخامت دیوارهای سازه‌ای در طبقات ۲۰ سانتیمتر و در زیرزمین ۳۲ سانتیمتر می‌باشد. توصیه می‌شود در تمامی دیوارهای باربر، دیوارهای پیرامونی و دیوارهای اطراف باکس پله ساختمان، حداقل ضخامت ۳۲ سانتیمتر دیوار رعایت گردد.
- علاوه بر موارد فوق، حداکثر ارتفاع دیوار طبقه زیرزمین و دیوار طبقات دیگر می‌باید مطابق ضوابط ذکر شده در قسمت‌های قبل باشد.



$$t_w \geq \text{Max} \{ h_w/15, L_w/30, 20 \text{ or } 32 \text{ cm} \}$$

شکل ۴۷ الزامات ابعادی دیوار سازه‌ای

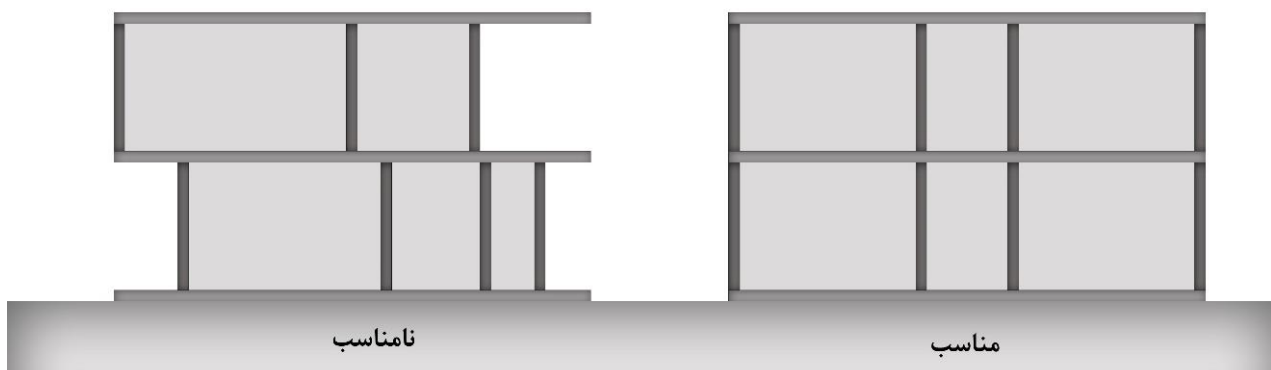
- هر چند الزامی مطابق مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان وجود ندارد، اما مطابق مراجع معتبر توصیه می‌شود همواره از اجرای دیوارهای با طول بلند (بلندتر از ۵ متر)، بدون وجود دیوار متقاطع اجتناب شود. در صورت نیاز به ساخت اتاق‌های با ابعاد بزرگ، حداکثر در یک اتاق می‌توان دیوار متقاطع را حذف نمود. در این صورت در محل حذف دیوار، یک تیر متقاطع برای مهار جانبی کلاف قائم باید تعبیه گردد. در شکل زیر دیوارهای قرمز رنگ، دیوار بزرگی بدون دیوار متعامد بوده که کلاف قائم داخل آن توسط تیر متعامد مهار شده است.



شکل ۴۸ نحوه اجرای دیوارهای با طول بلند بدون دیوار متقاطع

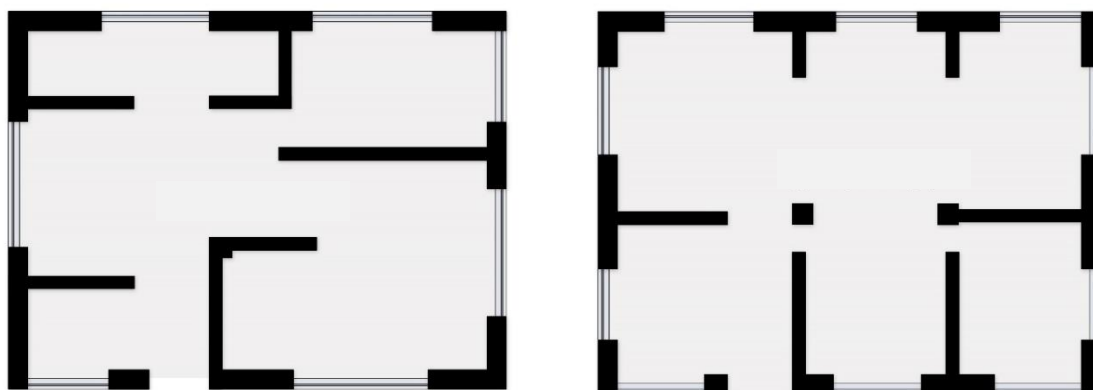
۱۰) آرایش دیوارهای سازه‌ای

- در راستای قائم، دیوارهای سازه‌ای باید در یک راستا بوده و بدون انفصال تا پی ادامه داشته باشند.



شکل ۴۹ موقعیت دیوارهای سازه‌ای نسبت به هم در طبقات

- در پلان، توزیع دیوارهای سازه ای در دو جهت اصلی باید بصورت گسترده، غیر متمرکز و در دو سمت مرکز جرم ساختمان در نظر گرفته شده طوری که فاصله مرکز سختی و مرکز جرم طبقه کاهش یافته و پیچش ایجاد شده ناشی از بار زلزله به حداقل برسد.

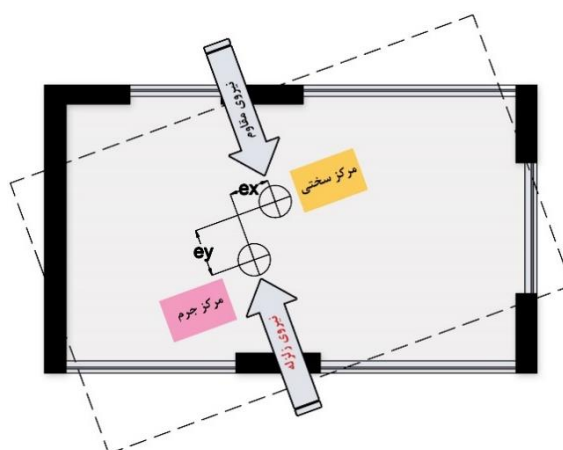


ب) نامناسب

الف) مناسب

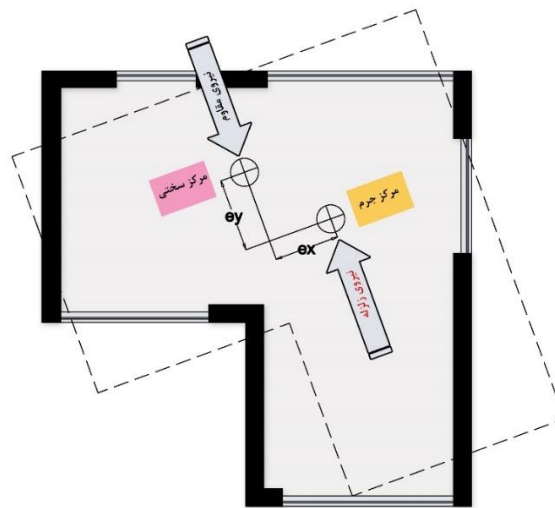
شکل ۵۰) توزیع مناسب و نامناسب دیوارهای سازه ای در پلان در دو راستای اصلی ساختمان

- شکل زیر مفهوم مرکز سختی و مرکز جرم و ایجاد پیچش ناشی از آن را در طبقه نشان می دهد.



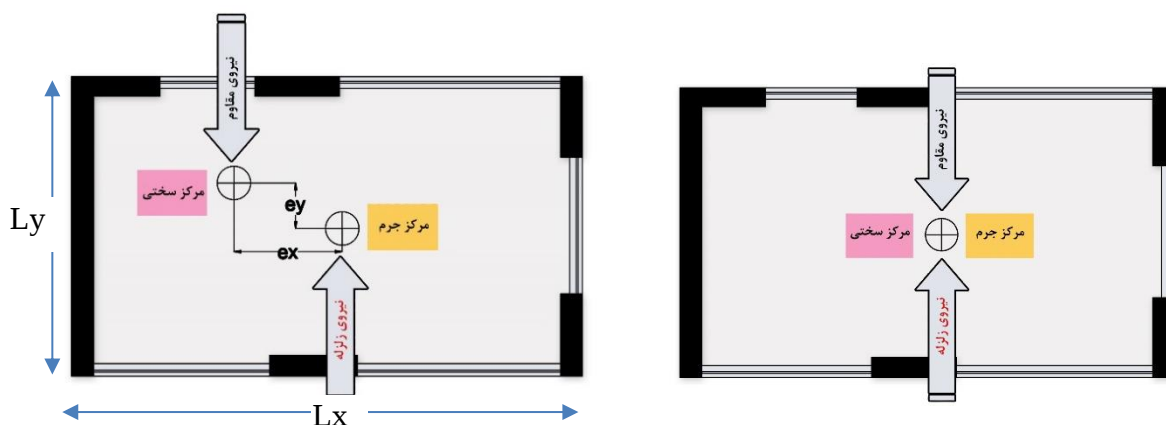
شکل ۵۱) مفهوم مرکز سختی و مرکز جرم و ایجاد پیچش در طبقه

- شکل زیر نشان می‌دهد که آرایش نامناسب دیوارها یا نامنظمی هندسی پلان ساختمان می‌تواند باعث فاصله مرکز جرم و مرکز سختی و ایجاد پیچش در سازه می‌شود.



شکل ۵۲) پلان نامناسب و ایجاد پیچش در طبقه

- حداکثر فاصله مرکز سختی با مرکز جرم در هر طبقه و هر راستا باید کمتر از ۲۰٪ بعد ساختمان در آن راستا باشد. بطور مثال در شکل زیر $ey/Ly \leq 20\%$ و $ex/Lx \leq 20\%$ باشند.

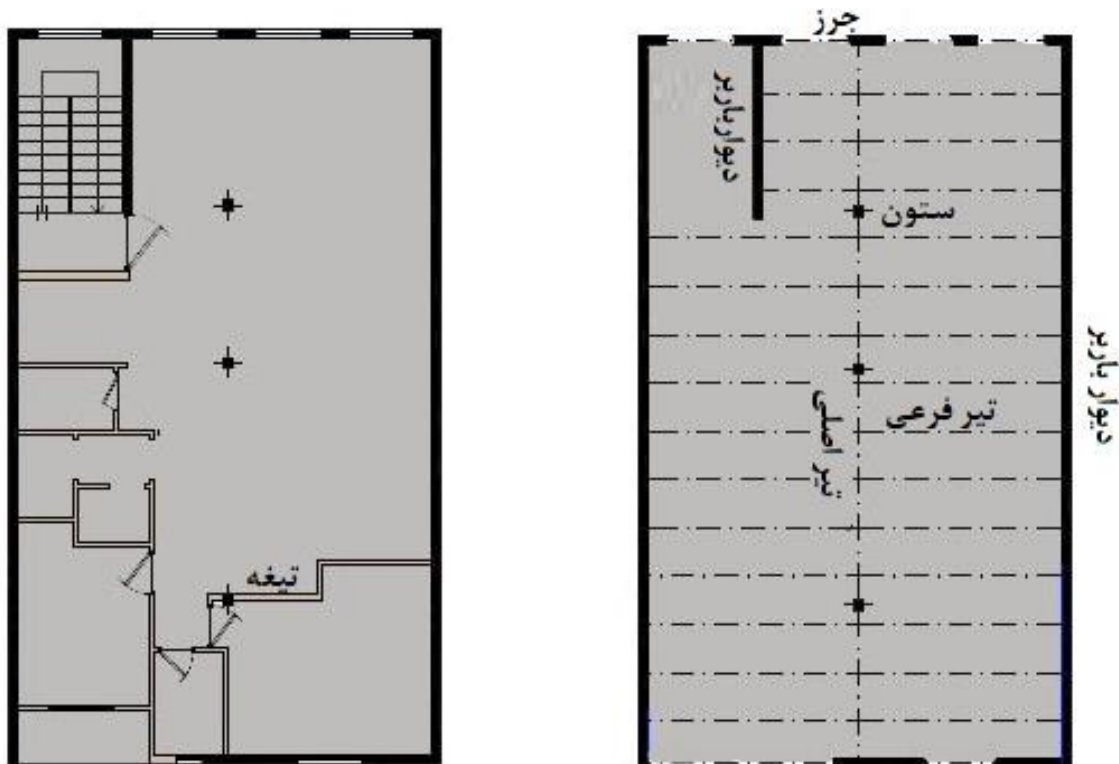


ب) فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی در طبقه

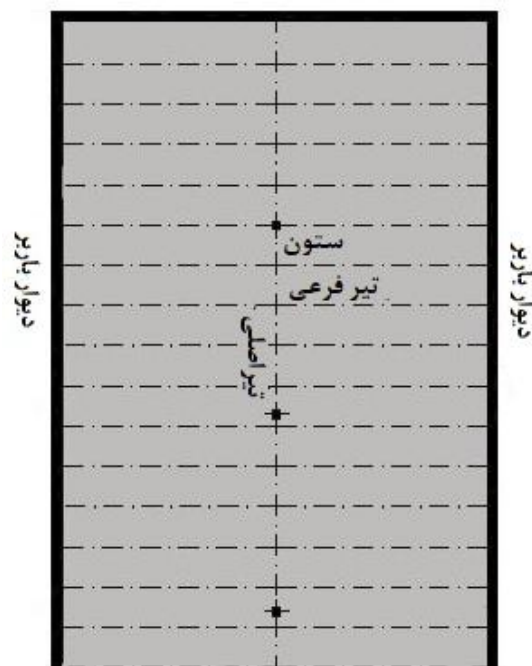
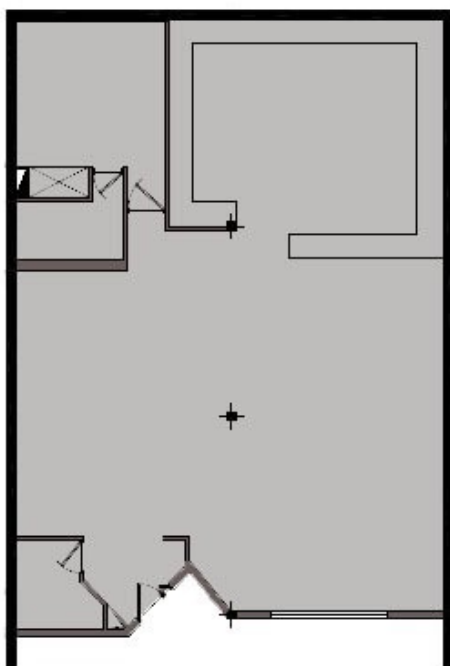
الف) سازه بدون پیچش

شکل ۵۳) فاصله مرکز جرم و مرکز سختی در هر طبقه ساختمان

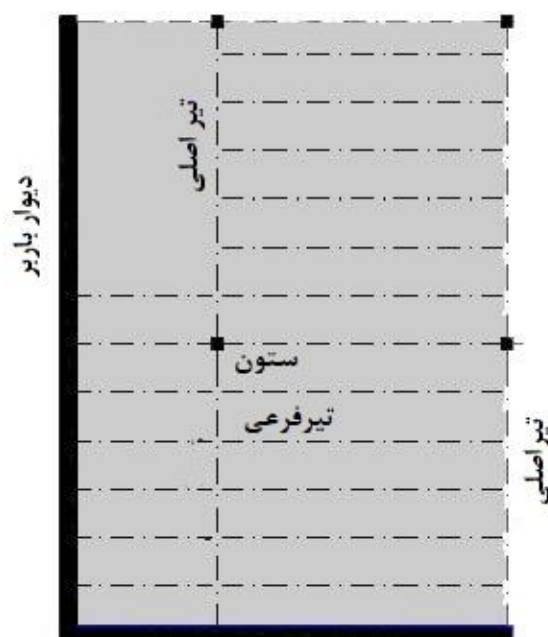
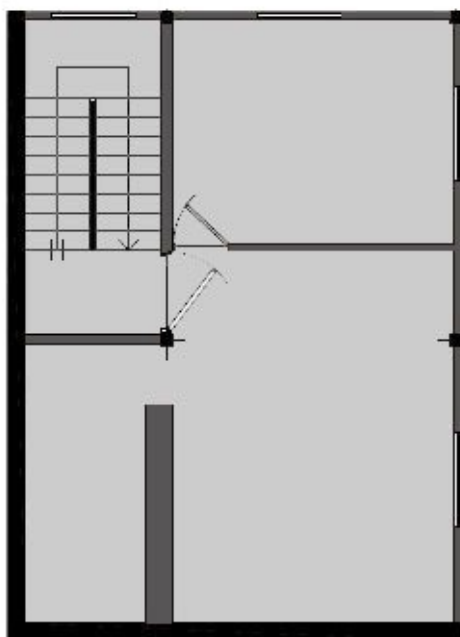
- در اکثر ساختمان‌ها، مرکز جرم هر طبقه را می‌توان بر مرکز سطح پلان آن طبقه منطبق فرض کرد. همچنین مرکز سختی هر طبقه تقریباً بر مرکز سطح دیوارهای آن طبقه انطباق دارد. در صورتی که در ساختمان مصالح بنایی، بجز دیوارهای آجری از دیوارهای بتن مسلح نیز استفاده شده باشد (عمدتاً در کارهای مقاوم سازی استفاده شده و در این حالت می‌توان ضریب رفتار را برای طراحی دیوارهای برشی و فونداسیون برابر ۲.۵ در نظر گرفت)، با استفاده از فرمول‌های محاسبه سختی، می‌توان مرکز سختی طبقه را بدست آورد. در پیوست ۱ مثالی برای نحوه محاسبه مراکز جرم و سختی در یک ساختمان نمونه بنایی آورده شده است.
- با توجه به این مطلب، پلان‌هایی که دیوارها تنها در دو یا سه سمت پلان ساختمان قرار گرفته و اصطلاحاً بصورت نیمه اسکلتی هستند، مانند شکل‌های زیر، قابل قبول نمی‌باشند. با توجه به این مورد، استفاده از ساختمان بنایی برای ساختمان‌های با کاربری تجاری، اکثراً مجاز نمی‌باشد.



شکل ۵۴) آرایش دیوارها در یک امتداد (غیرمجاز)



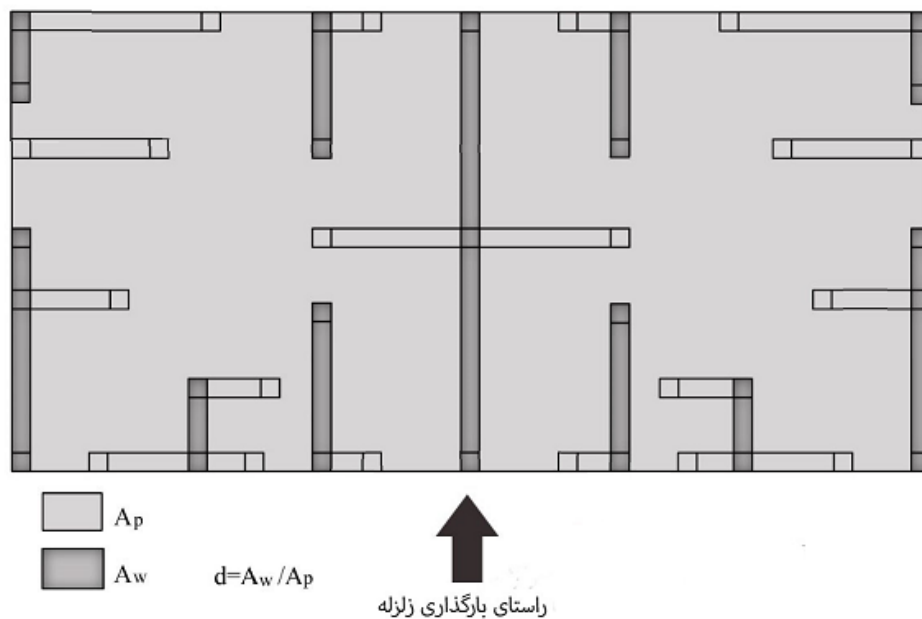
شکل ۵۵) آرایش دیوارها به صورت U شکل (غیرمجاز)



شکل ۵۶) آرایش دیوارها به صورت L شکل (غیرمجاز)

(۱۱) دیوار نسبی

- درصد دیوار نسبی ساختمان در هر طبقه و در هر راستای طولی یا عرضی برابر است با مساحت دیوار سازه‌ای برشی در آن طبقه و در آن راستا تقسیم بر مساحت کل پلان در همان طبقه.

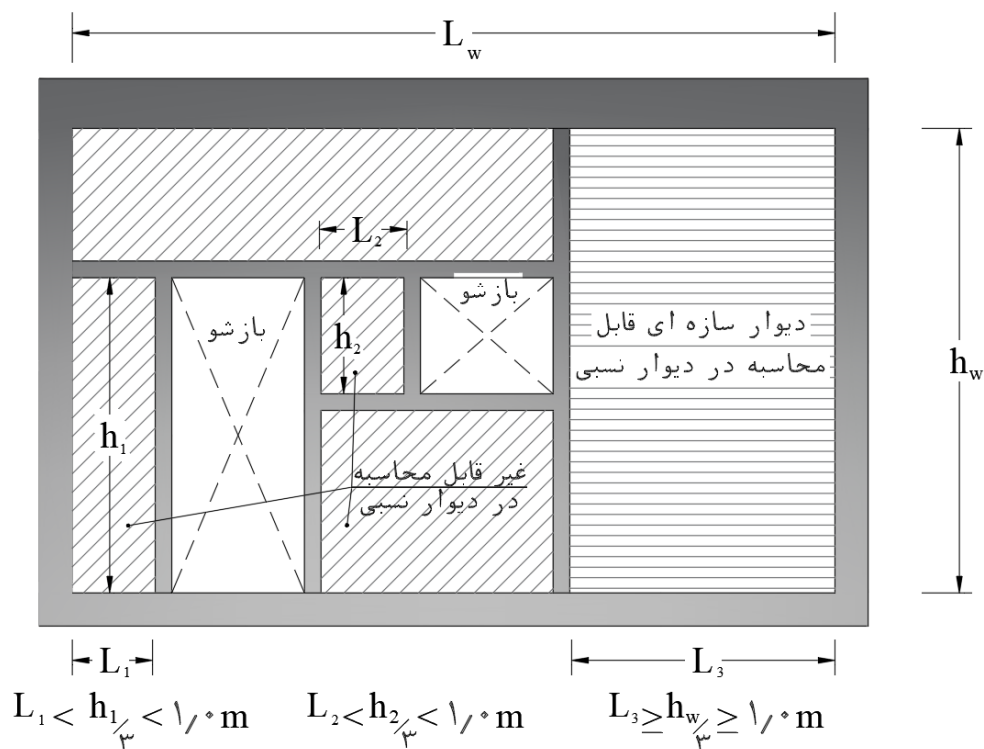


شکل ۵۷) نحوه محاسبه دیوار نسبی در یک راستای ساختمان در هر طبقه

- در محاسبه مساحت پلان، مساحت باکس پله نیز لحاظ می‌شود.
- در محاسبه طول هر دیوار و در نتیجه محاسبه درصد دیوار نسبی در هر جهت، طول کلاف‌های قائم را نیز می‌توان لحاظ نمود.
- در صورتی که دیواری موازی یکی از محوره‌های اصلی ساختمان نباشد، باید از تصویر مساحت دیوار در هر یک از دو راستای اصلی ساختمان در محاسبه دیوار نسبی آن راستا استفاده کرد. به طور مثال اگر مساحت دیواری A و زاویه آن با محور اصلی طولی ساختمان α باشد، به اندازه $A \cos \alpha$ در جهت طولی و $A \sin \alpha$ در جهت عرضی لحاظ شود.
- دیوارهایی در محاسبه درصد دیوار نسبی سازه در هر راستا لحاظ می‌شوند که دارای شرایط زیر باشند:

- ۱) ضخامت آنها ضوابط دیوارهای سازه‌ای را داشته باشند. یعنی در طبقه زیرزمین حداقل ۳۲ سانتیمتر و در طبقه اول و دوم حداقل ۲۰ سانتیمتر ضخامت داشته باشند.
- ۲) طول دیوار حداقل یک متر باشد.
- ۳) طول دیوار از یک سوم ارتفاع آن بیشتر باشد.
- ۴) در خصوص جرز کنار و بین بازشوها، ارتفاع مؤثر دیوار برابر با ارتفاع بلندترین بازشوی دو طرف جرز یا دیوار می‌باشد.

- (۵) در دیوارهای دارای بازشو، مساحت دیوار دو طرف بازشو در نظر گرفته می شود (مساحت دیوار دقیقاً بالا و پایین بازشو جزء دیوار نسبی در نظر گرفته نمی شود).
- (۶) دیوارها قبل اجرای سقف اجراء شده و اتصال مناسب به آن داشته باشند. بدین صورت که بر روی آن کلاف افقی تعبیه شده باشد.
- شکل زیر دیوارهایی که در محاسبه دیوار نسبی لحاظ شده یا نمی شوند را برای یک دیوار نمونه نشان می دهد:



شکل ۵۸) قسمت هایی از دیوار که در محاسبه دیوار نسبی لحاظ شده یا نمی شوند

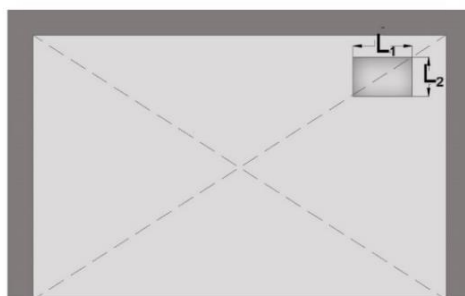
- میزان آسیب پذیری یک ساختمان بنایی در زلزله در هر راستا، به مقدار زیادی به درصد دیوار نسبی آن ساختمان در آن راستا وابسته است. مطابق آئین نامه حداقل درصد دیوار نسبی در هر راستا و در هر طبقه از ساختمان، نباید از مقادیر مندرج در جدول زیر کمتر باشد:

جدول (۳) حداقل درصد دیوار نسبی در هر امتداد ساختمان بنایی

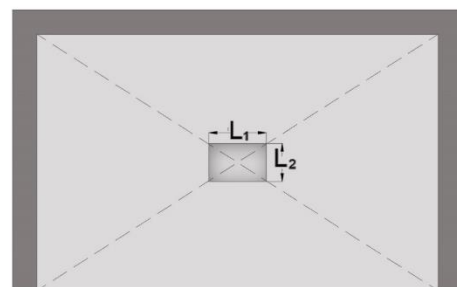
خطر نسبی مناطق						نوع دیوار و تعداد طبقات	
خطر نسبی کم و متوسط			خطر نسبی زیاد و بسیار زیاد				
طبقه دوم	طبقه اول	زیرزمین	طبقه دوم	طبقه اول	زیرزمین		
-	۳٪	۵٪	-	۴٪	۶٪	یک طبقه	دیوار آجری
۳٪	۵٪	۶٪	۴٪	۶٪	۸٪	دو طبقه	

یک طبقه	٪۱۰	٪۶	-	٪۸	٪۵	-
دو طبقه	٪۱۲	٪۱۰	٪۶	٪۹	٪۸	٪۵

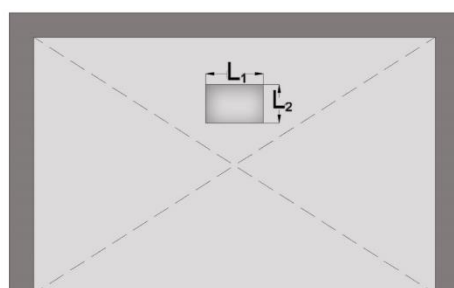
- در صورتیکه فاصله مرکز جرم و مرکز سختی در هر یک از دو امتداد از ۵٪ بعد ساختمان بیش تر شود، لازم است به ازای هر یک درصد خروج از مرکزیت مازاد، مقدار حداقل دیوار نسبی به اندازه یک درصد افزایش یابد. مثلاً برای برون محوری ۶٪ مقدار حداقل دیوار نسبی در ضریب ۱/۰۱ ضرب گردد.
- کنترل مقدار دیوار نسبی برای طبقه خرپشته نیز الزامی است.
- هرچند در مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان مطلبی در این خصوص ذکر نشده، بر اساس مراجع معتبر، می توان از وجود برخی بازشوهای کوچک در دیوارهای سازه ای برشی صرف نظر کرد. بدین منظور ابعاد بازشو باید حداکثر ۵۰ در ۵۰ سانتیمتر بوده و خارج از قطره‌های اصلی دیوار واقع شده باشد، در این حالت می توان از کاهش مساحت آن در محاسبه دیوار نسبی صرف نظر نمود.



نمی توان از مساحت بازشو صرف نظر کرد



نمی توان از مساحت بازشو صرف نظر کرد



می توان از مساحت بازشو صرف نظر کرد

$$L_1, L_2 < 50 \text{ cm}$$

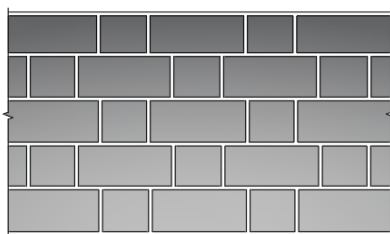
شکل ۵۹) موقعیت بازشوهای کوچک در دیوار سازه ای برشی برای لحاظ یا عدم لحاظ آن در کاهش مساحت دیوار نسبی

- در پیوست ۱ نحوه محاسبه دیوارهای نسبی یک ساختمان نمونه آورده شده است.

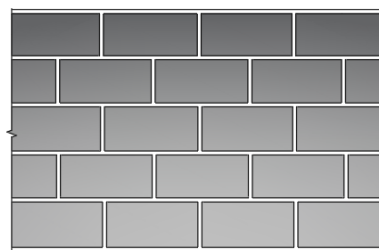
(۱۲) جزئیات اجرایی دیوارها

- مصالح بنایی باید در زمان اجراء کاملاً تمیز و زنجاب شود. بدین مفهوم که قبل از استفاده از آنها، برای جلوگیری از مکیده شدن آب ملات و یا اضافه کردن آب به ملات، به حالت اشباع با سطح خشک درآیند. بدین منظور باید به مدت چند ساعت در محفظه مناسب مانند بشکه آب قرار گرفته و قبل اجرا از آن خارج گردد. پس از گذشت چند دقیقه که آب اضافی روی سطح آجر خشک شد، می‌توان آن را جهت دیوارچینی به کار گرفت.
- در ساخت دیوار از یک نوع واحد مصالح بنایی (یک نوع آجر یا یک نوع بلوک) استفاده شود.
- چه در دیوارهای سازه‌ای و چه در دیوارهای غیرسازه‌ای، استفاده از آجرهای توپر سنتی (آجر فشاری یا گری) بجز برای کرسی چینی و ساخت دیوار سازه‌ای زیرزمین، مجاز نمی‌باشد (به علت وزن زیاد، جذب آب بالا و عدم یکدستی مقاومت).
- در چینش دیوار، هر واحد مصالح بنایی (هر آجر یا هر بلوک)، حداقل یک چهارم طول خود با رگ قبلی هم پوشانی داشته باشد.
- بندهای قائم در دو رگ متوالی، در یک امتداد نبوده و شاقولی باشند.

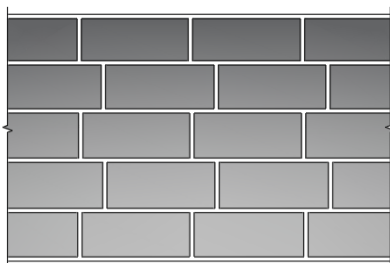
با توجه به دو الزام اخیر، چینش‌های زیر برای اجرای دیوارهای بنایی پیشنهاد می‌شوند:



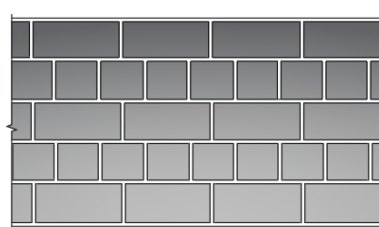
لاپند هر تب (فلاندور)



فیهانیم (استرچر)



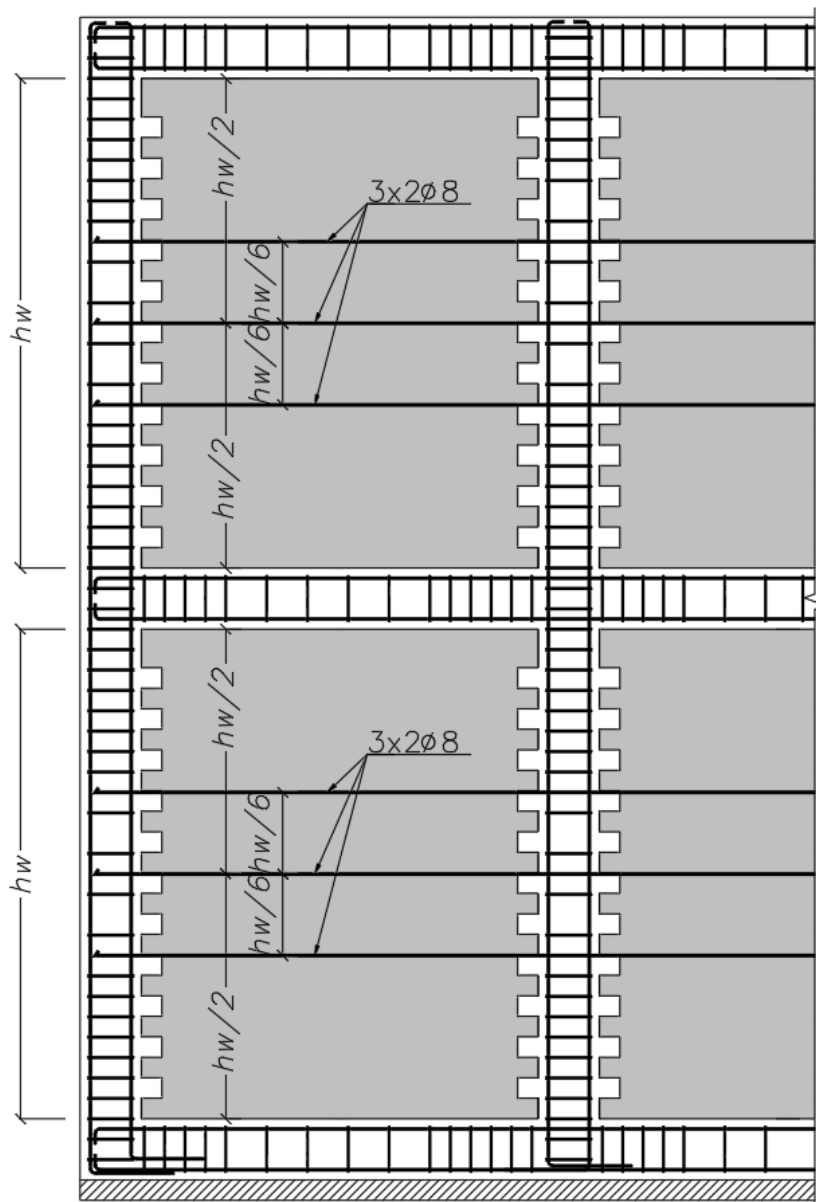
انگلیسی



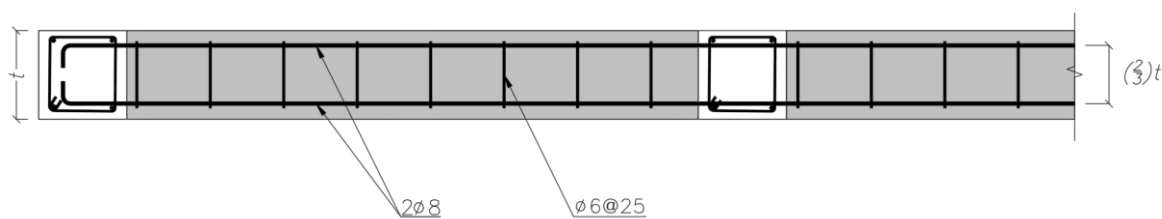
کله و راسته (هلندی)

شکل ۶۰) انواع چینش مناسب واحدهای مصالح بنایی در دیوارها

- ضخامت بندهای افقی و قائم ملات نباید از ۱ سانتیمتر کمتر و ۱.۵ سانتیمتر بیشتر شود. در صورت اجرای میلگرد بستر در رگ مربوطه، این ضخامت به حداکثر ۲ سانتیمتر افزایش می‌یابد.
- بندهای قائم باید از ملات پر شوند. خالی گذاشتن بند قائم در زمان چینش دیوار و سعی در پر کردن این بندها با ملات بند افقی بستر پس از چینش یک رگ، به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.
- در هر دیوار سازه ای بدون بازشو، که طول آن از ۲/۵ متر بیشتر باشد، لازم است در سه تراز مختلف در ناحیه یک سوم میانی ارتفاع دیوار از میلگرد بستر استفاده شود. میلگردهای بستر باید بدون انفصال در سرتاسر دیوار تا محل کلاف های قائم ادامه یافته و در داخل آنها مهار شوند.
- میلگرد بستر باید شامل حداقل دو میلگرد طولی، هر کدام به قطر حداقل ۸ میلیمتر، که در فاصله ای برابر دوسوم ضخامت دیوار از یکدیگر به صورت قرینه در بند بستر قرار می‌گیرند، باشد. این میلگردها باید توسط میلگردهای عرضی به قطر حداقل ۶ میلیمتر و در فواصل حداکثر ۲۵ سانتیمتر به یکدیگر متصل شوند.
- در دیوارهای سازه ای بدون بازشو، با طول کمتر از ۲/۵ متر، الزامی به اجرای میلگرد بستر وجود ندارد.
- در دیوارهای سازه ای دارای بازشو، با طول بیشتر از ۲/۵ متر، چنانچه کلاف های افقی پایین و بالای بازشو در سرتاسر دیوار ادامه داشته و در کلاف های قائم مهار شده باشند، نیازی به اجرای میلگرد بستر نمی‌باشد. در غیر این صورت باید در قسمت پیوسته دیوار، میلگرد بستر تعبیه شده و در کلاف های قائم دیوار یا بازشو مهار شوند.
- در دیوارهای سازه ای دارای بازشو، با طول کمتر از ۲/۵ متر، الزامی به اجرای میلگرد بستر وجود ندارد.



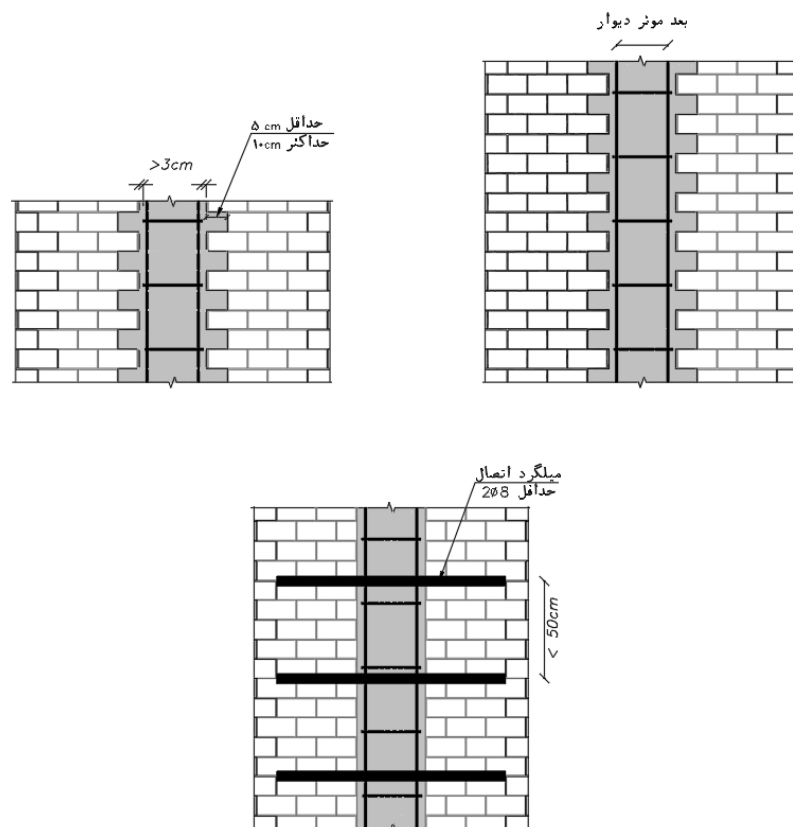
الف) نمای ارتفاعی



ب) مقطع عرضی

شکل ۶۱ جزئیات اجرای میلگرد بستر در دیوار بنایی

- دیوار در محل اجرای کلاف‌های قائم باید بصورت دندان‌دار (هشت گیر) اجراء شود. در این حالت حداقل فاصله بین آجرهای هشت گیر در دو سمت کلاف قائم، نباید از بعد کلاف کمتر باشد.
- بجای اجرای هشت گیر می‌توان در هنگام اجرای دیوار با تعبیه دو میلگرد افقی به قطر حداقل ۸ میلیمتر در هر ۵۰ سانتیمتر ارتفاع دیوار، که ۳۰ سانتیمتر درون بند بستر ادامه یابند، اتصال بین کلاف و دیوار را تأمین کنند.



اتصال دیوار به کلاف قائم

شکل ۶۲) اتصال دیوار به کلاف قائم

- پیشنهاد می‌گردد دیوارچینی در یک روز حداکثر تا ارتفاع ۱/۲ متر صورت گیرد. اگر دیوارچینی تا ارتفاع بلندتری در یک روز ادامه یابد، امکان ریزش دیوار به دلیل تازه بودن ملات و وزش باد وجود دارد.

۱۳) بازشو در دیوار

- بازشوها باعث ضعیف شدن دیوار شده و ترجیحاً با ابعاد کوچک و خارج قطرهای اصلی و با فاصله از انتهای دیوار استفاده شوند.

- در صورت وجود بازشو در دیوار، همه محدودیت‌های زیر باید رعایت شوند:

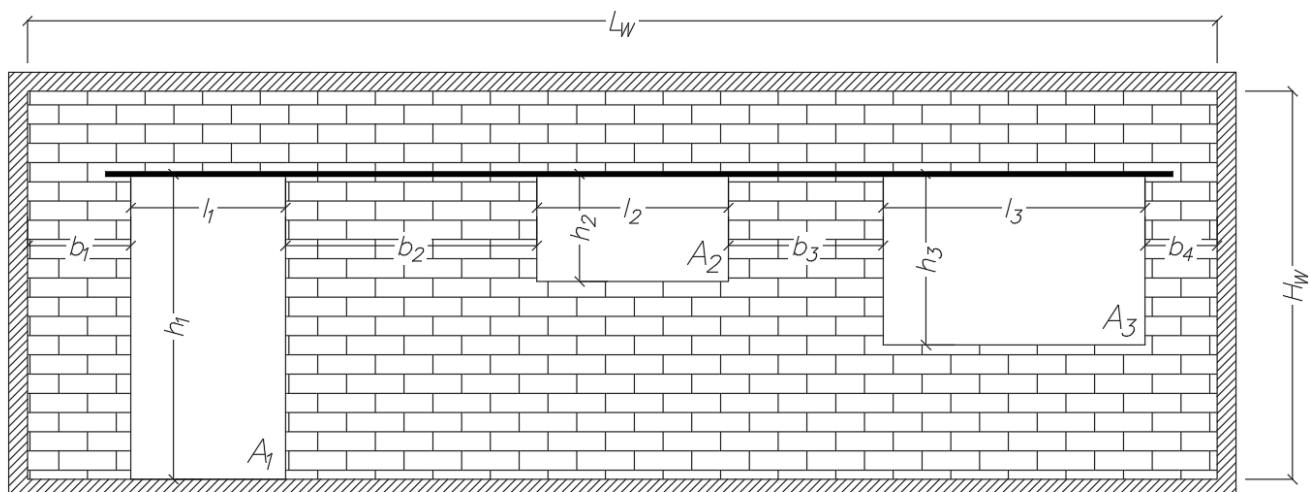
الف) مجموع سطوح بازشوها نباید از یک سوم سطح آن دیوار بیشتر باشد. برای بررسی این ضابطه، سطح دیوار کامل بین دو کلاف قائم بدون در نظر گرفتن بازشو‌ها را باید حساب کرد.

ب) مجموع طول بازشوها نباید از نصف طول دیوار بیشتر شود. برای بررسی این ضابطه، طول دیوار کامل بین دو کلاف قائم بدون در نظر گرفتن بازشو‌ها را باید حساب کرد.

ج) فاصله اولین بازشو از ابتدای دیوار نباید از دوسوم ارتفاع بازشو یا ۷۵ سانتیمتر کمتر باشد.

د) هیچ یک از ابعاد بازشو نباید بیشتر از ۲ متر باشد.

ه) فاصله افقی دو بازشو از دوسوم ارتفاع کوچک‌ترین بازشو مجاور کمتر نبوده و از یک ششم مجموع طول آن دو بازشو نیز کمتر نباشد. در غیر این صورت جرز بین دو بازشو جزئی از بازشو بوده و نباید آنرا به عنوان دیوار سازه‌ای به حساب آورد و نعل درگاه روی بازشو باید بصورت سراسری از روی جرز عبور کرده و بین دو بازشو بصورت مشترک اجراء شود.



شکل ۶۳ رعایت ضوابط ابعاد بازشو‌ها و عدم نیاز به کلاف قائم اضافی

$$A_1 + A_2 + A_3 \leq \frac{1}{3}(L_w \times H_w)$$

$$l_1 + l_2 + l_3 \leq \frac{1}{2}L_w$$

$$b_1 \geq \frac{2}{3}h_1 \quad b_1 \geq 75\text{cm}$$

$$b_3 \geq \frac{2}{3}h_2 \quad b_3 \geq \frac{1}{6}(l_2 + l_3)$$

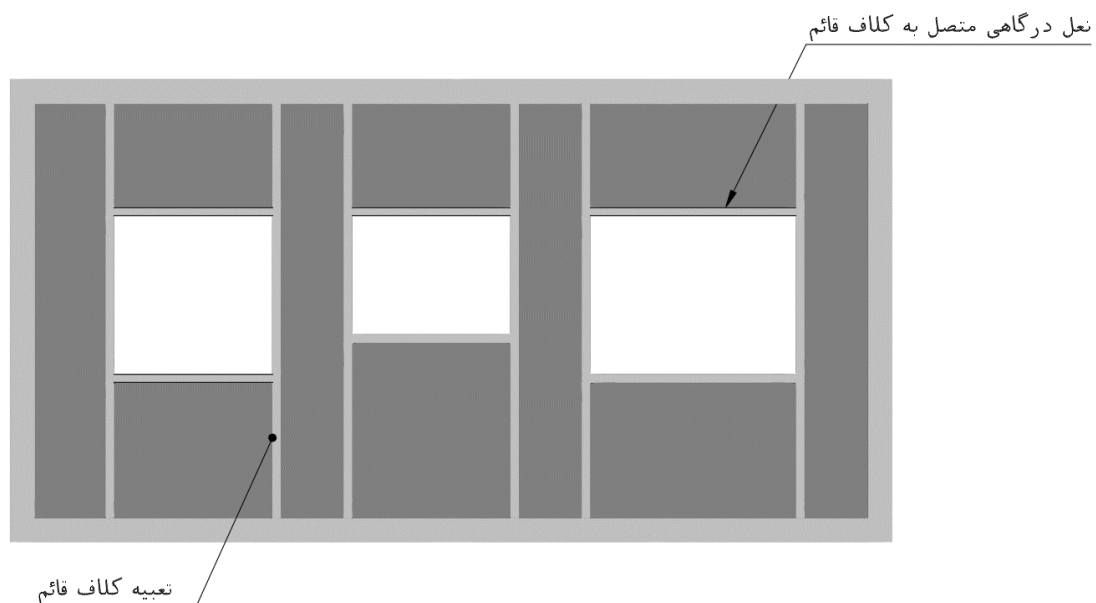
$$b_2 \geq \frac{2}{3}h_2 \quad b_2 \geq \frac{1}{6}(l_1 + l_2)$$

$$b_4 \geq \frac{2}{3} h_3 \quad b_4 \geq 75cm$$

$$h_i \leq 2.0m \quad l_i \leq 2.0m$$

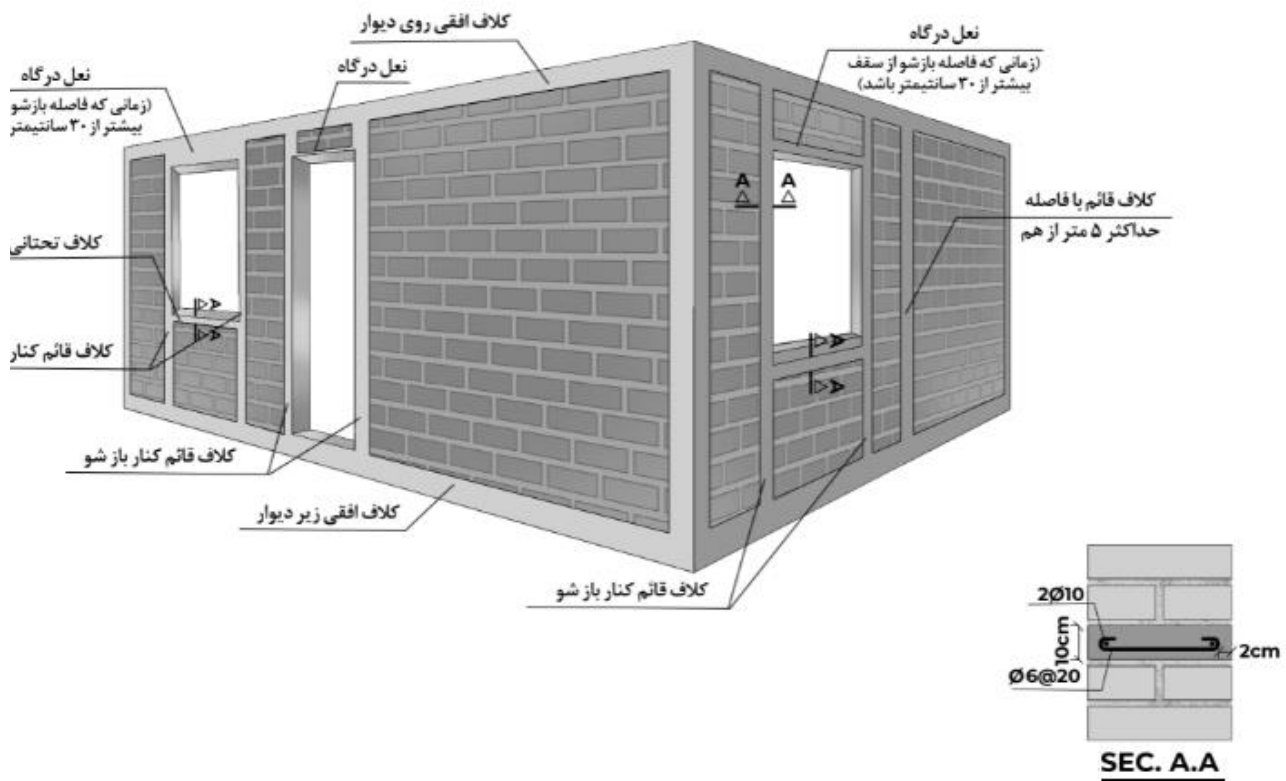
شکل ۶۴) ضوابط مربوط به بازشوها در دیوارهای سازه ای

- در صورتی که بازشوها هر یک از محدودیت های فوق را برآورده نکنند، در اطراف بازشو باید کلاف قائم (مربوط به بازشو) اجراء نمود. از جمله متداول ترین آنها بزرگتر بودن هر کدام از ابعاد بازشو از ۲ متر (اکثراً در محل درب ها این ضابطه برقرار است) و یا کمتر بودن فاصله جرز بین دو بازشو از ۷۵ سانتیمتر می باشد.
- کلاف قائم بازشو می تواند ابعاد کمتری نسبت به کلاف های قائم اصلی ساختمان داشته باشد. حداقل عرض این کلاف ۱۰ سانتیمتر و ضخامت آن ترجیحاً هم ضخامت دیوار می باشد. میلگردهای این کلاف ۲Ø10 و خاموت های آن ۶@20 می باشد. چنانچه عرض دیوار از ۳۵ سانتیمتر بیشتر باشد لازم است حداقل سه عدد میلگرد استفاده گردد. در پیوست ۲، مثال حل شده در رعایت محدودیت های بازشو آورده شده است.



شکل ۶۵) عدم رعایت ضوابط ابعاد بازشوها و نیاز به کلاف قائم اضافی

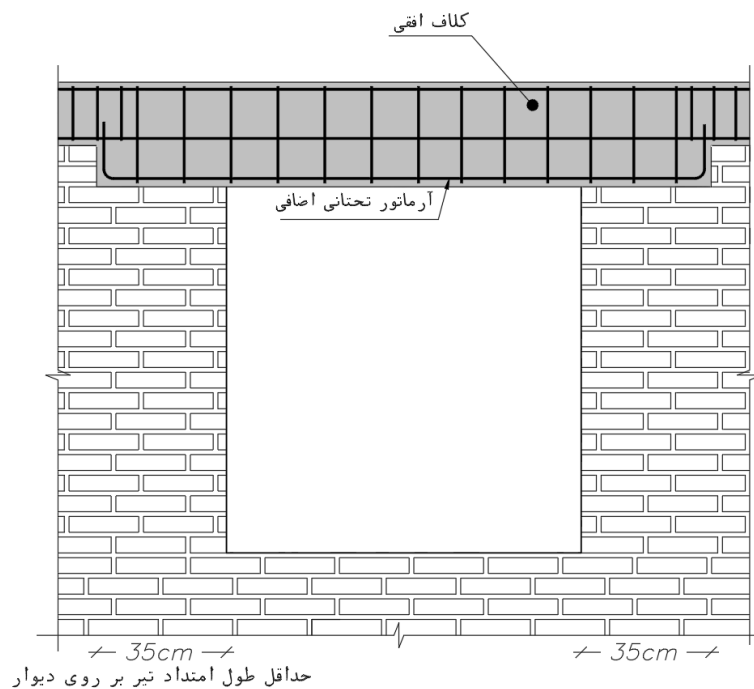
- با توجه به آنکه در اکثر بازشوهای دیوار ساختمان ها، محدودیت های فوق برقرار نمی باشد، همچنین جهت رفتار بهتر لرزه‌ای دیوار، توصیه می شود همواره در اطراف تمامی بازشوها، مطابق شکل زیر، کلاف های قائم قرار داده شود. بطور مثال در بسیاری از موارد درب های ورودی به کلاف قائم انتهایی ساختمان از یک طرف متصل بوده و ضابطه حداقل فاصله از دیوار انتهایی را ندارند.



شکل ۶۶) نمای سه بعدی از موقعیت کلاف های قائم

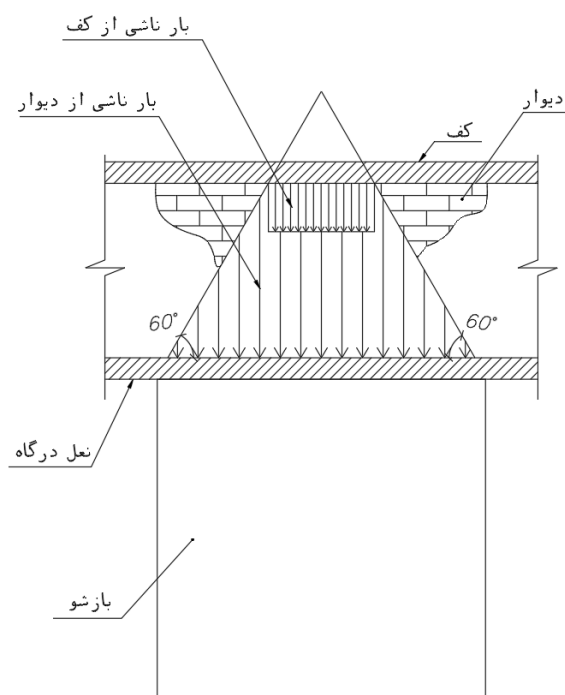
۱۴) نعل درگاه

- نعل درگاه می تواند از جنس فولادی یا بتن مسلح درجا ساخته شود.
- استفاده از نعل درگاه فولادی در تراز زیرزمین به دلیل درصد بیشتر رطوبت مجاز نمی باشد و باید از نعل درگاهی بتنی استفاده شود.
- ترجیحاً قسمت فوقانی درب یا پنجره ها به زیر سقف متصل شده که نیاز به اجرای نعل درگاه نباشد.
- در صورتی که فاصله بین قسمت فوقانی باز شو و زیر سقف، کم باشد (حداکثر حدود ۳۰ سانتیمتر)، مناسب تر است که ارتفاع کلاف افقی یا تیر بتنی روی باز شو در این قسمت افزایش یافته و نعل درگاه اضافی اجراء نشود. نشمین این تیر حداقل ۳۵ سانتیمتر بر روی دو دیوار اطراف می باشد.



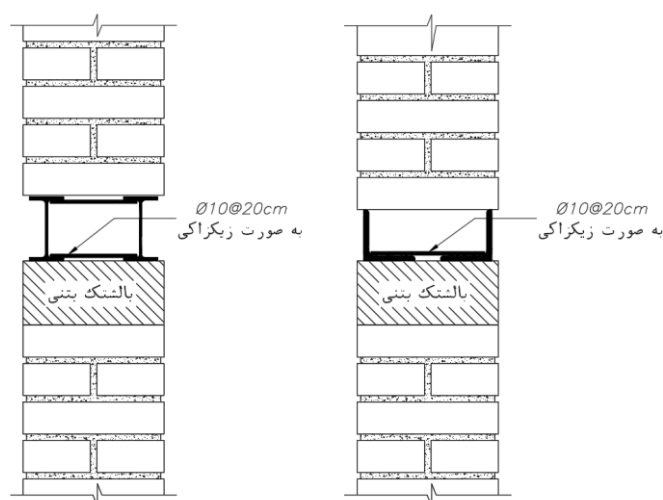
شکل ۶۷) اتصال نعل درگاه و تیر یا کلاف بتنی فوقانی در صورتی که ارتفاع دیوار روی بازشو کم باشد

- در صورتی که ارتفاع دیوار روی بازشو زیاد باشد، نیاز به اجرای تیر نعل درگاه است. این تیر باید طراحی گردد. بار نعل درگاه عبارت است از بخشی از دیوار مثلثی شکل که اضلاع جانبی آن با افق زاویه ۶۰ درجه می‌سازد. تمام بار مثلث به اضافه بار کف‌ها و تیرهای مربوطه و دیوار طبقه فوقانی، باید در طراحی نعل درگاه در نظر گرفته شود.



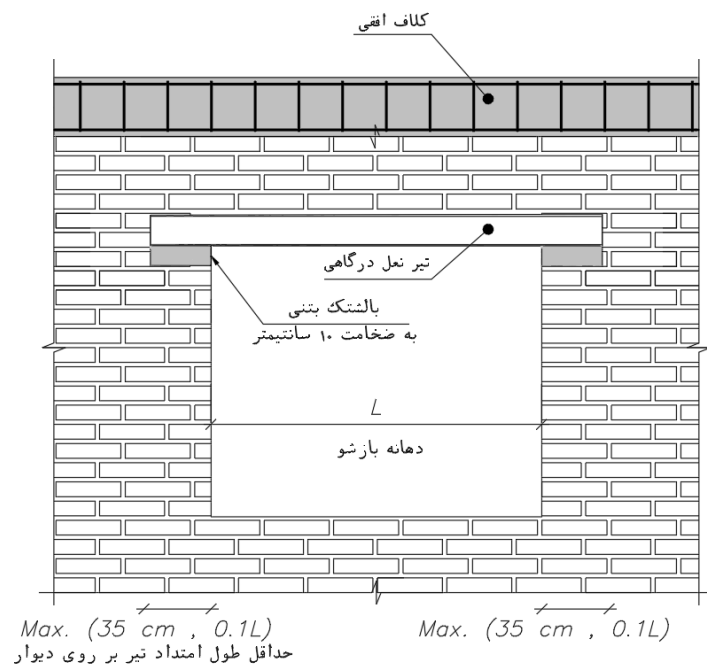
شکل ۶۸) بارهای وارده از کف و دیوار به نعل درگاه

- در صورت استفاده از نعل درگاه فولادی، ترجیحاً از دوپل IPE یا دوپل نبشی، که توسط میلگرد زیگراک به یکدیگر متصل شده‌اند، استفاده گردد.



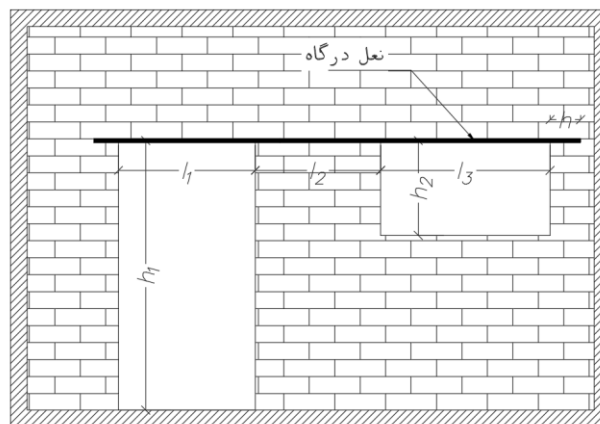
شکل ۶۹) استفاده از پروفیل فولادی دوپل نبشی یا دوپل IPE با بست به عنوان نعل درگاه

- دقت شود در صورت وجود بازشو، کلاف‌های افقی فوقانی نقش تیر بتنی را داشته و باید برای بار وارده از کف و دیوار فوقانی طراحی شوند. حداقل درصد میلگرد مورد نیاز کششی در سطح مقطع مؤثر بطور مثال برای میلگرد نوع AIII با مقاومت تسلیم $f_y = 4000 \text{ kgf/cm}^2$ برابر 0.35% می‌باشد ($\rho_{min} = A_s/bd = 0.35\%$). معمولاً با در نظر گرفتن چند میلگرد تقویتی تحتانی اضافه بر میلگردهای اصلی کلاف افقی، لنگر وارده تحمل می‌شود. همچنین فاصله تنگ‌ها و خاموت‌ها در این قسمت از $d/2$ بیشتر نشده (d ارتفاع خالص مقطع تیر است) و برای برش اعمالی، تیر مزبور طرح شود.
- در دیوارهایی که بازشوهای آن محدودیت‌های مذکور در قسمت‌های قبل را برآورده نموده و مطابق آئین نامه الزام به اجرای کلاف قائم اضافی اطراف آن نباشد، لازم است موارد زیر رعایت گردد:
الف) طول تکیه گاه تیر نعل درگاه در هر طرف بازشو (محاسبه شده از بر دیوار) باید حداقل ۳۵ سانتیمتر و یک دهم طول دهانه بازشو، هر کدام بیشتر است، در نظر گرفته شود. در صورت عدم وجود کلاف قائم در اطراف بازشو، بالشتک بتنی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر در زیر تیر اجرا شود.

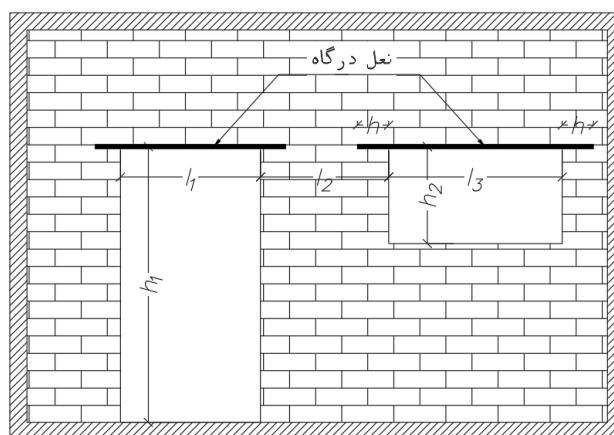


شکل ۷۰) جزئیات اجرایی نعل درگاه

ب) در بازشوهای مجاور هم و هم تراز، در صورتی که محدودیت ابعاد جرز بین دو بازشو، مطابق ضوابط ذکر شده در قسمت بازشوها برقرار باشد، می‌توان از نعل درگاه پیوسته یا مجزا بر روی بازشوهای مجاور استفاده کرد.



الف) نعل درگاه پیوسته



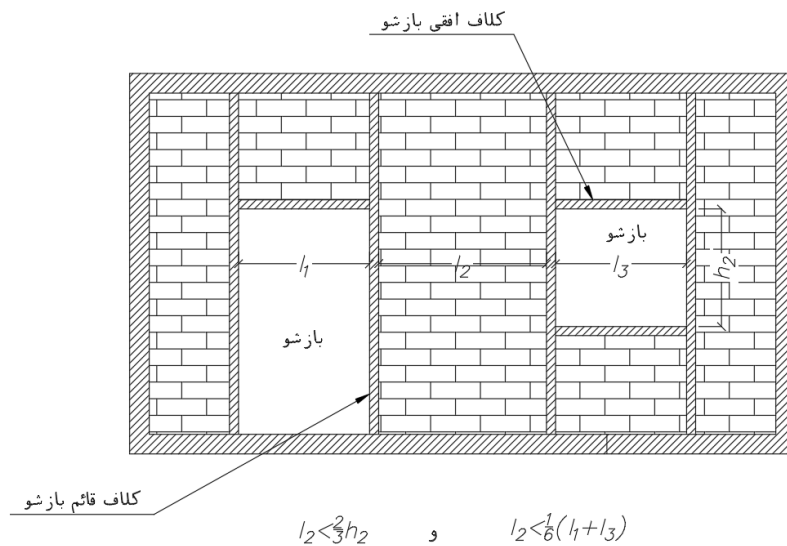
ب) نعل درگاه مجزا

$$l_2 \geq \frac{2}{3} h_2 \quad \text{و} \quad l_2 \geq \frac{1}{6} (l_1 + l_3)$$

$$h \geq 35 \text{ cm} \quad \text{و} \quad h \geq \frac{1}{10} l_3$$

شکل ۷۱) رعایت ضوابط ابعاد بازشو و جرز و استفاده از نعل درگاه پیوسته یا مجزا بر روی بازشوه‌های مجاور

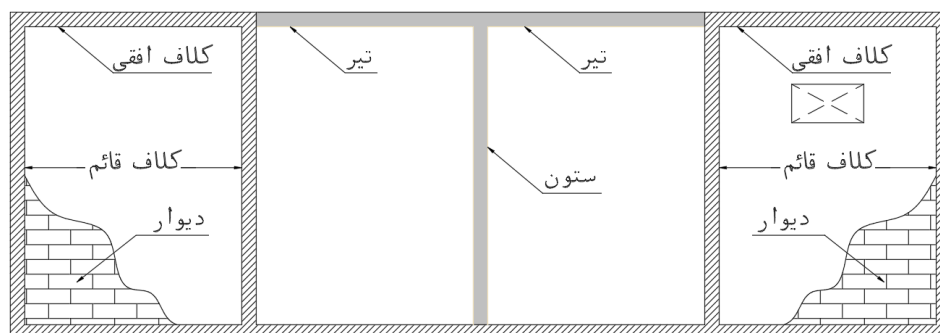
- در دیوارهایی که بازشوه‌های آنها محدودیت‌های ذکر شده در قسمت بازشوها را رعایت نمی‌کنند، لازم است اطراف بازشو از کلاف‌های افقی و قائم استفاده نمود. در این حالت کلاف افقی روی بازشو جایگزین نعل درگاه شده و لازم است مانند نعل درگاه برای بارهای وارده تحلیل و طراحی شود.



شکل ۷۲) عدم رعایت ضوابط ابعاد بازشو و جرز و اجرای کلاف افقی و قائم اطراف بازشو

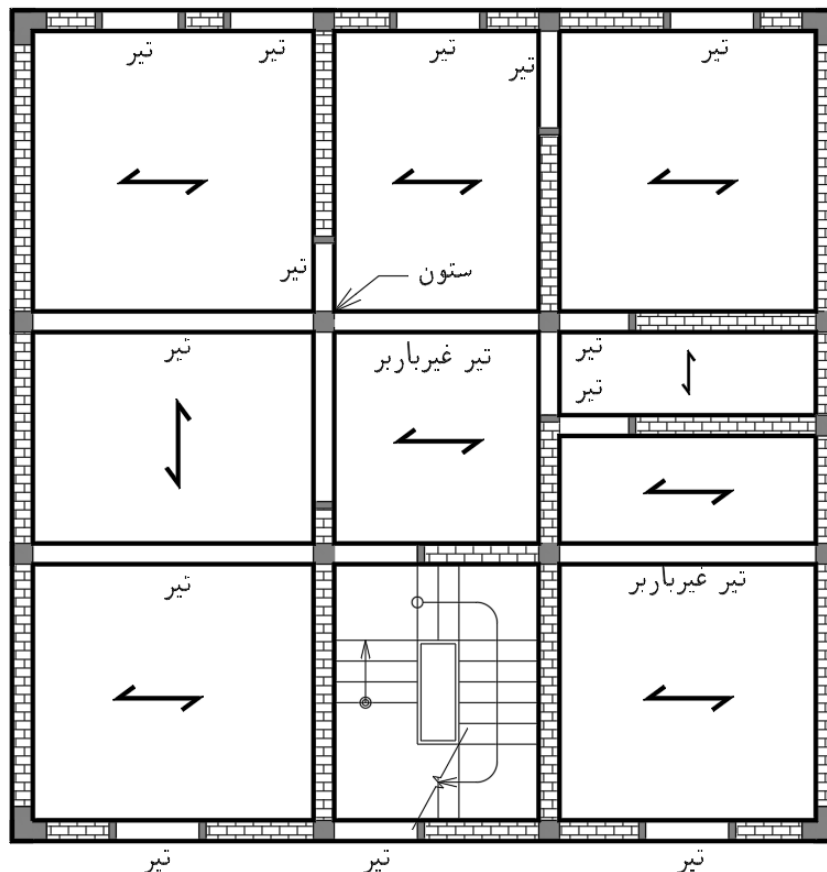
۱۵) کلاف بندی

- برای انسجام اجزای اصلی ساختمان شامل دیوار، کف و پی و همچنین افزایش مقاومت و سختی و شکل پذیری آن در برابر زلزله، نیاز به اجرای کلاف بندی می باشد. علاوه بر آن سیستم کلاف بندی به عنوان سیستم ثانویه عمل کرده و در صورت خرابی دیوار، بصورت قابی در تحمل بارها نقش دارد.
- کلیه کلاف های افقی و قائم باید از جنس بتن مسلح و مقاومت فشاری مشخصه حداقل ۲۰ مگاپاسکال باشند.
- هر کلاف قائم به یک دیوار سازه ای و حداقل از یک طرف متصل است. در غیر اینصورت کلاف قائم نبوده و لازم است مطابق مبحث ۹ یا ۱۰ مقررات ملی ساختمان مشابه یک ستون تحلیل و طراحی شود.
- هر کلاف افقی باید بر روی یک دیوار سازه ای و یا روی زمین قرار داشته باشد (بجز کلاف افقی بازشو). در غیر اینصورت کلاف افقی محسوب نشده و لازم است مشابه یک تیر و بر اساس مبحث ۹ و ۱۰ مقررات ملی ساختمان تحلیل و طراحی شود.



شکل ۷۳) تفاوت کلاف افقی و قائم با تیر و ستون

- بطور مثال در شکل زیر، ستون و تیرهای (المان‌های افقی که فاقد هاشور هستند) در یک پلان ساختمان نمونه نمایش داده شده‌اند.

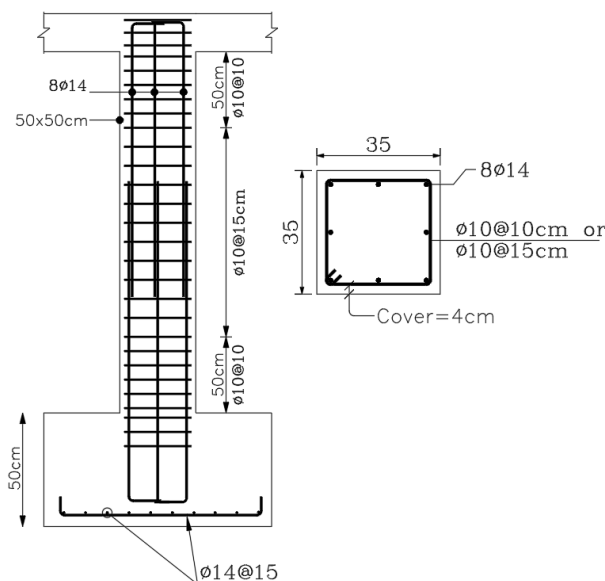


شکل ۷۴) نمایش تیر و ستون در پلان معماری ساختمان نمونه

- برای یکنواختی و درگیری مناسب، ترجیحاً ستونها از نوع بتنی و با حداقل ابعاد ۳۵ در ۳۵ در نظر گرفته شود.
- مقدار میلگردهای طولی ستون بتنی بر اساس محاسبات بارهای مرده و زنده و زلزله قائم محاسبه گردد. نیازی به در نظر گرفتن بار زلزله افقی در طرح ستون نمی باشد. در هر صورت حداقل مقدار ۱٪ میلگرد و حداکثر ۴٪ در ستون قرار داده شود.
- مقدار میلگرد در محل وصله باید حداکثر برابر ۶٪ در نظر گرفته شود. برای ستون با ابعاد ۳۵ در ۳۵، 8Ø14 جوابگوی مقدار حداقل می باشد.
- با توجه به آنکه ستون در ساختمان‌های مصالح بنایی کلاف دار، جزء سیستم باربر لرزه ای در نظر گرفته نمی شود، تنگ ستونها باید ضوابط قاب خمشی بتنی با شکل پذیری زیاد را برآورده کند. در این صورت به فاصله ای به اندازه بعد بزرگتر ستون، یک ششم ارتفاع خالص ستون و ۴۵ سانتیمتر، هر یک که مقدار بزرگتری را حاصل کند، در ابتدا و انتهای ستون از بر

کلاف افقی و بالا و پائین، باید دورگیرهای ویژه قرار داده شود. حداقل قطر میلگرد این دورگیرها ۱۰ میلیمتر می باشد. همچنین فاصله آنها نباید از یک چهارم بعد کوچکتر ستون، ۶ برابر قطر کوچکترین میلگردهای طولی ستون و ۱۰ سانتیمتر، هر یک که مقدار کوچکتري را حاصل کند، کمتر باشد. علاوه بر این ضابطه بند 4-5-7-18 مربوط به ACI318-14 نیز باید لحاظ گردد. برای ستون بتنی با ابعاد ۳۵ در ۳۵ سانتیمتر و برای ارتفاع خالص ۳ متر، در ناحیه ۵۰ سانتیمتری از ابتدا و انتهای ستون، حداقل دورگیر $\phi 10@10$ و برای بقیه نواحی حداقل دورگیر $\phi 10@15$ قرار داده شود. در قاب خمشی بتنی با شکل پذیری زیاد، وصله میلگردها در وسط ارتفاع ستون قرار می گیرد.

- ابعاد و ضخامت فونداسیون ستون‌های ساختمان‌های مصالح بنایی باید بر اساس مقاومت خاک، بار ستون، ظرفیت برش یک طرفه و برش پانچ فونداسیون، محاسبه گردد. در هر صورت، برای خاک با مقاومت متوسط، استفاده از حداقل ابعاد ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ سانتیمتر برای ستونهای ساختمان‌های به ترتیب ۱، ۲ و ۳ طبقه و ضخامت ۵۰ سانتیمتر توصیه می شود. حداقل میلگردهای این فونداسیون نیز، مانند فونداسیون زیر دیوار، $\phi 14@15$ توصیه می گردد.

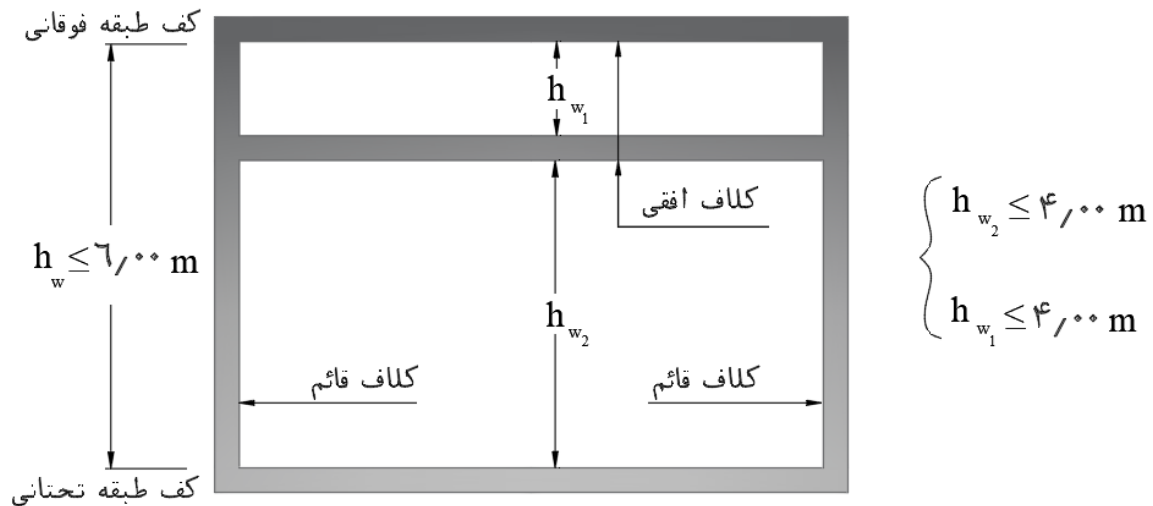


شکل (۷۵) حداقل ابعاد و میلگردهای پیشنهادی ستون و فونداسیون بتنی در ساختمانهای بنایی

۱۶) کلاف های افقی

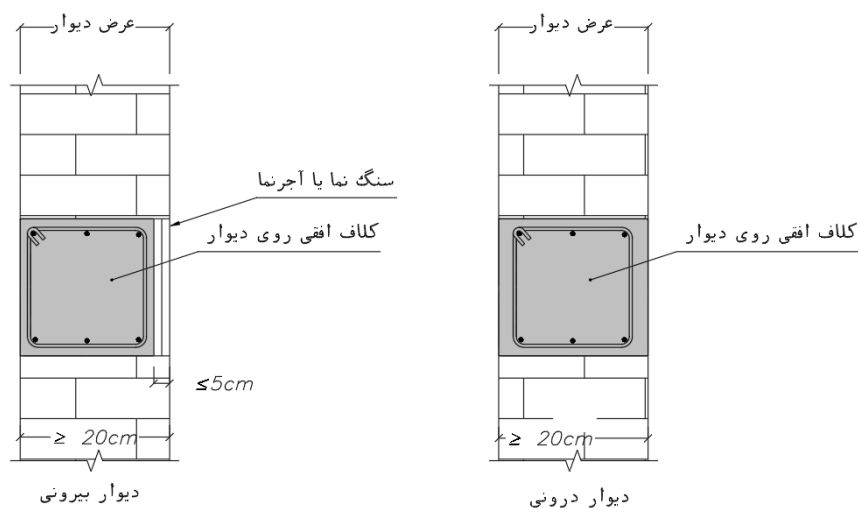
۱۶-۱) موقعیت و ابعاد حداقل کلاف های افقی

- در تراز زیر و روی تمامی دیوارهای باربر باید کلاف افقی با فاصله حداکثر ۴ متر در نظر گرفته شود.



شکل ۷۶) حداکثر فاصله کلاف های افقی از هم

- عرض کلاف افقی نباید از عرض دیوار کمتر باشد. هر چند برای اجرای نماسازی می توان عرض کلاف روی دیوار را تا ۵ سانتیمتر کمتر از عرض دیوار گرفت.



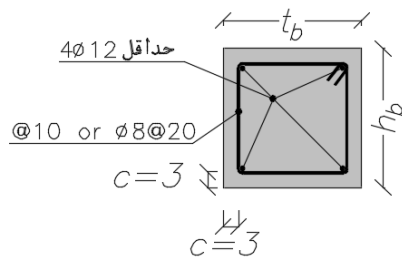
شکل ۷۷) عرض حداقل کلاف افقی روی دیوار



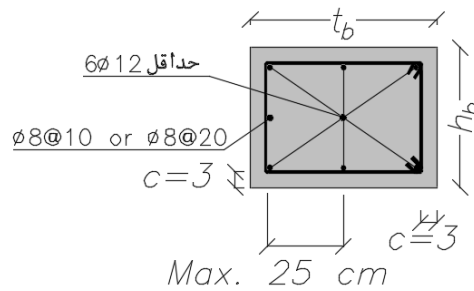
- عرض کلاف افقی برای کلاف زیر دیوار (در تراز شالوده)، حداقل ۲۵ سانتیمتر و عرض کلاف روی دیوار حداقل ۲۰ سانتیمتر می باشد.
- ارتفاع کلاف زیر دیوار (در تراز شالوده) نباید از دوسوم عرض دیوار یا ۲۵ سانتیمتر کمتر باشد. ارتفاع کلاف روی دیوار نباید از ۲۰ سانتیمتر کمتر شود.
- در صورتی که از پی نواری بتن مسلح زیر دیوار در تراز شالوده استفاده شود، نیازی به اجرای کلاف افقی زیر دیوار نیست.
- در صورتی که سقف از نوع دال بتن مسلح باشد، مطابق آئین نامه نیاز به کلاف افقی روی دیوار بصورت مجزا نیست. هر چند در این حالت هم اجرای کلاف افقی توصیه می شود.
- ترجیحاً لوله ها و رابرها از داخل کلاف افقی عبور نکنند. در صورت عبور لوله از آن حداکثر بعد لوله یک ششم عرض کلاف افقی است. در هر صورت لوله نباید باعث قطع و جابجایی میلگرد شود.

۱۶-۲) جزئیات میلگردگذاری کلاف های افقی

- برای کلاف افقی با عرض مساوی و کمتر از ۳۵ سانتیمتر، میلگرد طولی آجدار حداقل به اندازه 4Ø12 و برای کلاف افقی به عرض بیشتر از ۳۵ سانتیمتر، حداقل 6Ø12 در کلاف قرار داده شود، به گونه ای که فاصله هر دو میلگرد مجاور از ۲۵ سانتیمتر بیشتر نباشد.
- در فاصله ۴۵ سانتیمتر از هر کلاف قائم، از حداقل خاموت Ø8@10 و برای بقیه نواحی از حداقل خاموت Ø8@20 استفاده شود.
- وصله میلگردهای کلاف افقی، باید در ناحیه یک سوم میانی آن صورت گیرد.
- پوشش بتنی میلگردها برای کلاف افقی زیر دیوار، در تراز شالوده، حداقل ۵ سانتیمتر و برای بقیه کلاف های افقی حداقل ۳ سانتیمتر می باشد.



$$t_b \leq 35 \text{ cm}$$

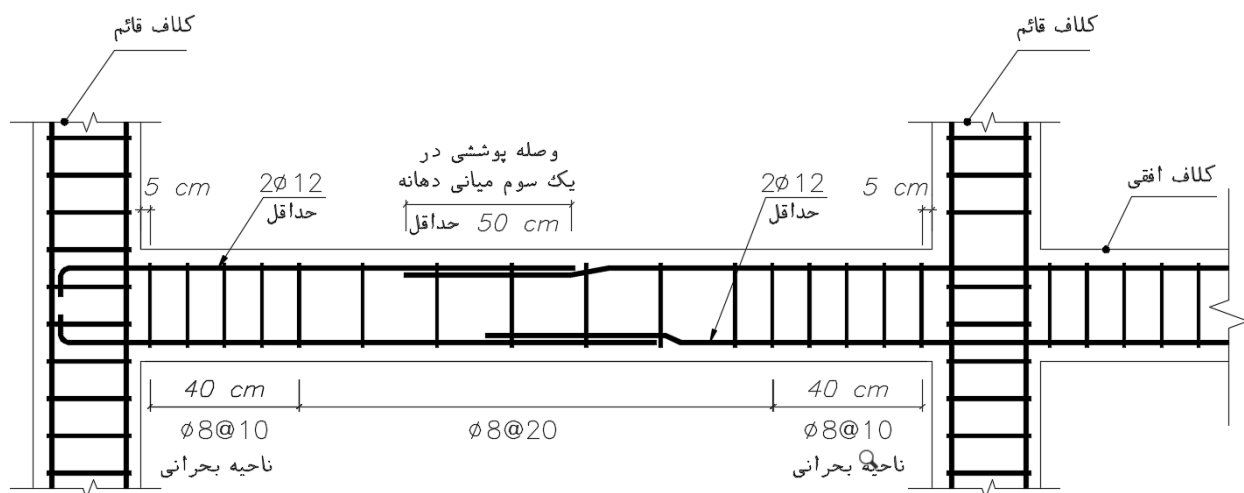


$$t_b > 35 \text{ cm}$$

$$\left. \begin{array}{l} h_b \geq 20 \text{ cm} \\ c \geq 3 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{کلاف افقی بالای دیوار} \\ \text{(سقف)} \end{array}$$

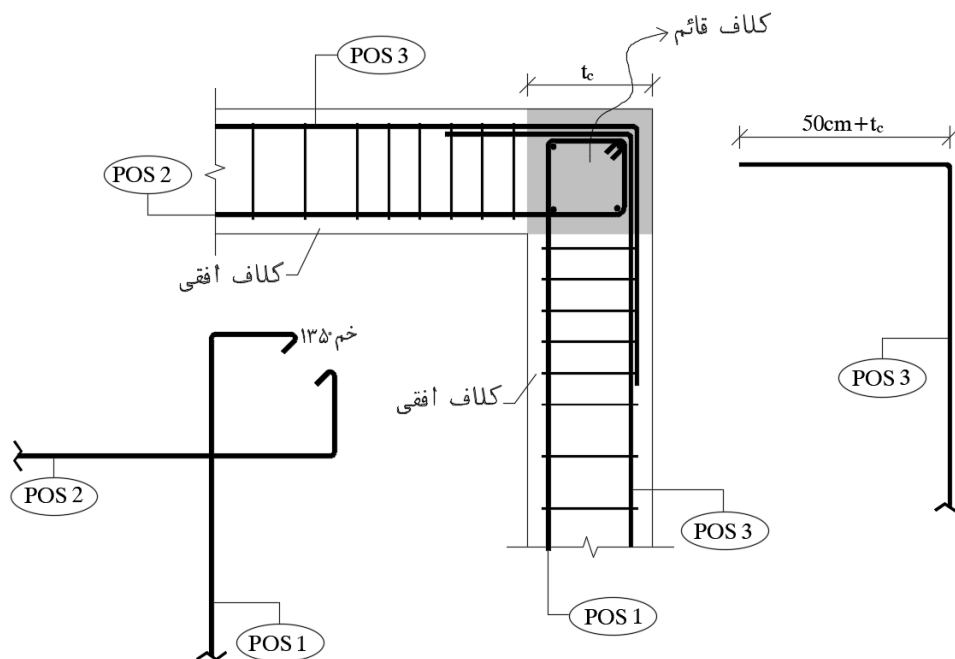
$$\left. \begin{array}{l} h_b \geq 25 \text{ cm} \\ c \geq 5 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{کلاف افقی زیر دیوار} \\ \text{(پی)} \end{array}$$

شکل ۷۸) جزئیات مقطع کلاف های افقی

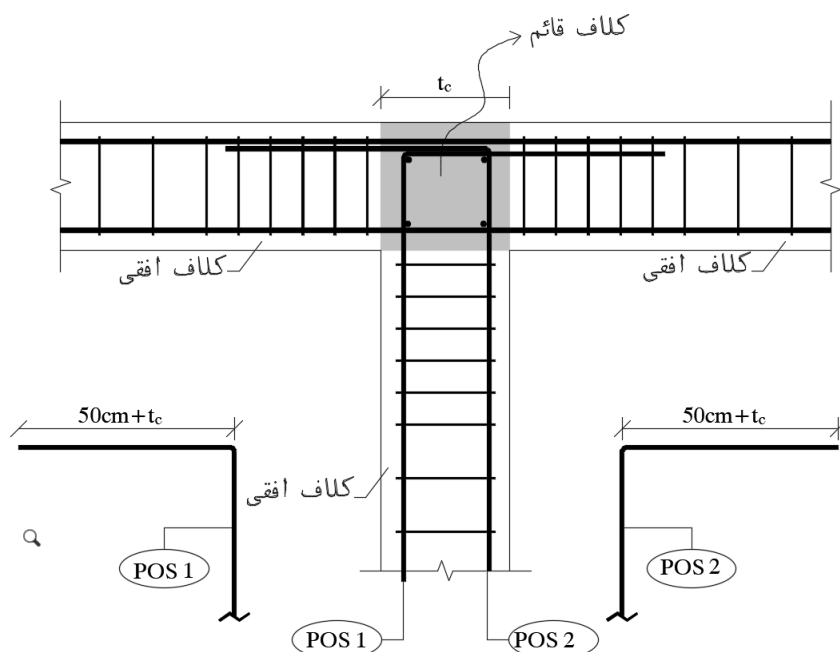


شکل ۷۹) جزئیات میلگرد گذاری کلاف های افقی

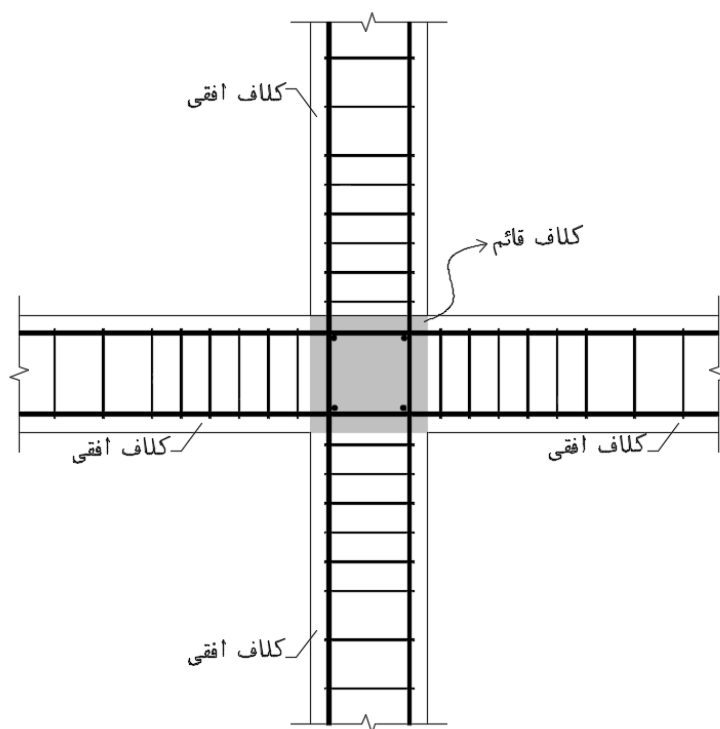
- کلاف‌های افقی در هر تراز به یکدیگر متصل بوده تا یک شبکه به هم پیوسته را تشکیل دهند.
- میلگردها در محل تلاقی کلاف‌های افقی حداقل ۵۰ سانتیمتر هم پوشانی داشته باشند.
- توصیه می‌شود دودکش و هواکش به صورت روکار اجرا شده و از داخل عناصر سازه‌ای پیوسته، مانند دیوار، جرز، ستون، تیر، نعل درگاه و یا کلاف‌های افقی و قائم عبور داده نشوند.



شکل ۸۰) جزئیات اتصال گوشه کلاف‌های افقی در پلان



شکل ۸۱) جزئیات اتصال کناری کلاف‌های افقی در پلان



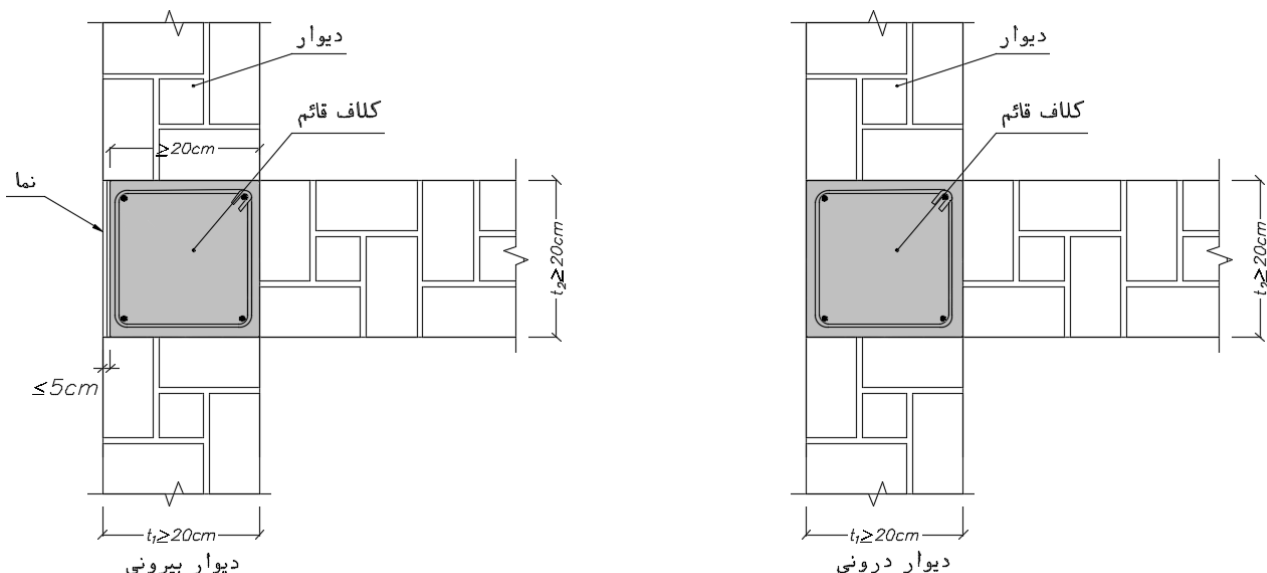
شکل ۸۲) جزئیات اتصال میانی کلاف‌های افقی در پلان

۱۷) کلاف‌های قائم

۱۷-۱) موقعیت و ابعاد حداقل کلاف‌های قائم

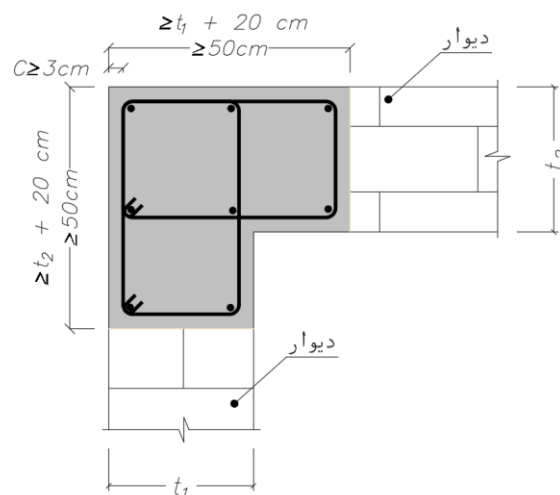
کلاف‌های قائم باید در محل‌های زیر تعبیه شوند:

- در محل تقاطع دیوارهای سازه‌ای
- در حداکثر طول دیوار ۵ متر (فاصله بین کلاف‌های قائم حداکثر ۵ متر)
- در اطراف باکس پله
- ترجیحاً در انتهای لبه آزاد دیوار سازه‌ای
- در کنج‌ها و گوشه‌ها و شکستگی‌های اصلی ساختمان - در این صورت باید از کلاف‌های دوپل (کلاف گوشه) استفاده کرد.
- ترجیحاً در انتهای بازشوها - در این حالت می‌توان از کلاف‌های قائم با عرض کمتر استفاده کرد.
- عرض کلاف قائم نباید از عرض دیوار کمتر باشد. هر چند برای اجرای ناماسازی می‌توان عرض کلاف را تا ۵ سانتیمتر کمتر از عرض دیوار گرفت.



شکل ۸۳) عرض حداقل کلاف قائم

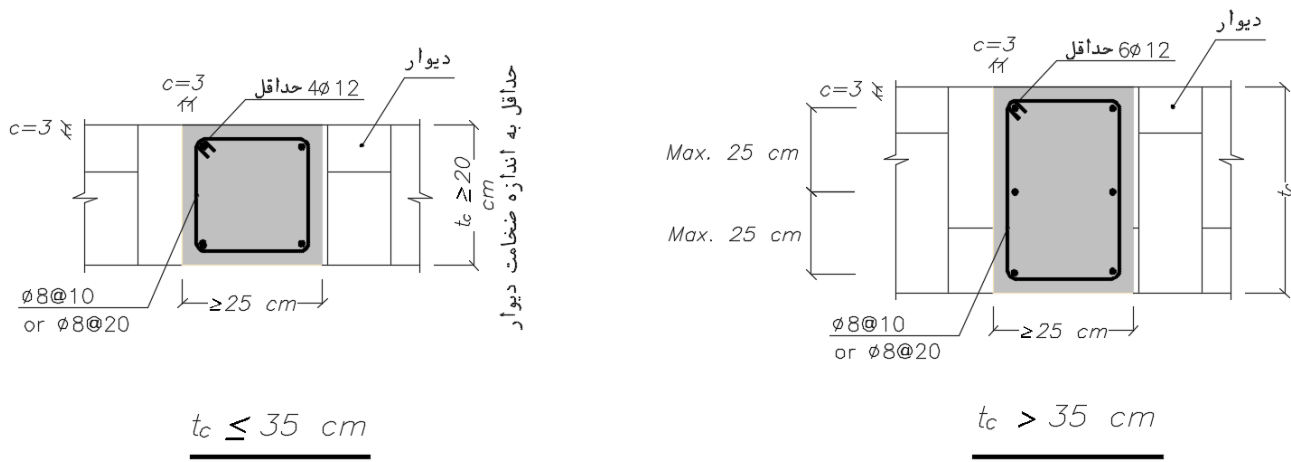
- در ساختمان‌های دو طبقه یا دارای زیرزمین از کلاف قائم دوبل (کلاف گوشه) باید استفاده کرد.
- حداقل طول کلاف قائم گوشه در هر امتداد گوشه ۵۰ سانتیمتر و یا عرض دیوار متعامد بعلاوه ۲۰ سانتیمتر، هر کدام بیشتر باشد است.
- عرض کلاف قائم گوشه حداقل عرض دیوار در آن امتداد است.



شکل ۸۴) حداقل ابعاد کلاف دوبل

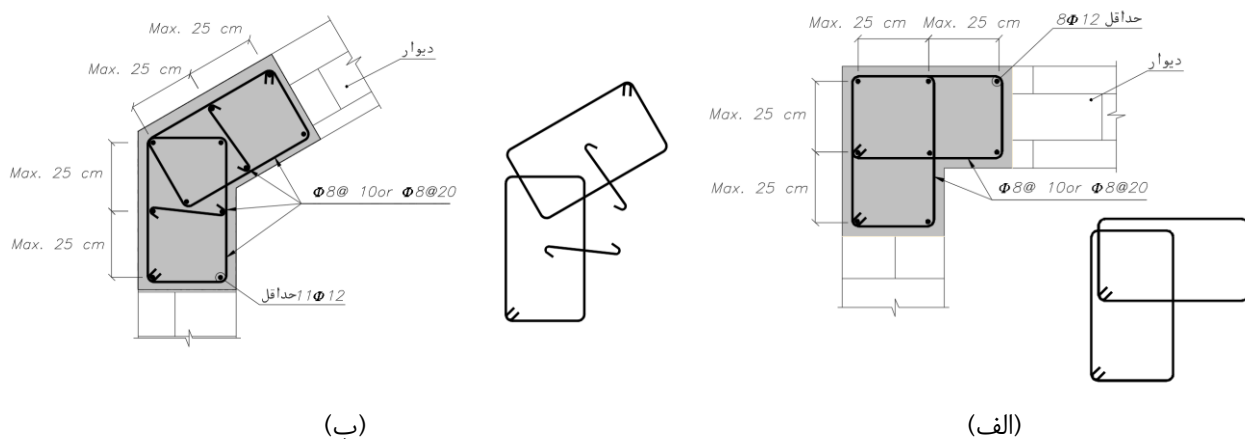
۱۷-۲) جزئیات میلگردگذاری کلاف‌های قائم

- برای کلاف قائم با عرض کمتر از ۳۵ سانتیمتر، میلگرد طولی آجدار حداقل به اندازه 4Ø12 و برای کلاف قائم به عرض ۳۵ سانتیمتر و بیشتر، حداقل 6Ø12 در کلاف قرار داده شود.
- در فاصله ۲ برابر ضخامت کلاف قائم در راستای عمود بر دیوار و یک پنجم فاصله محور تا محور کلاف افقی تحتانی و فوقانی دیوار از هر کلاف افقی (معمولاً فاصله ۷۰ سانتیمتر ابتدا و انتهای کلاف قائم)، از حداقل خاموت Ø8@10 و برای بقیه نواحی از حداقل خاموت Ø8@20 (اگر عرض کلاف قائم کمتر از ۲۵ سانتیمتر باشد، فاصله خاموت‌ها خارج از هر کلاف افقی به اندازه عرض کلاف قائم باشد) استفاده شود.



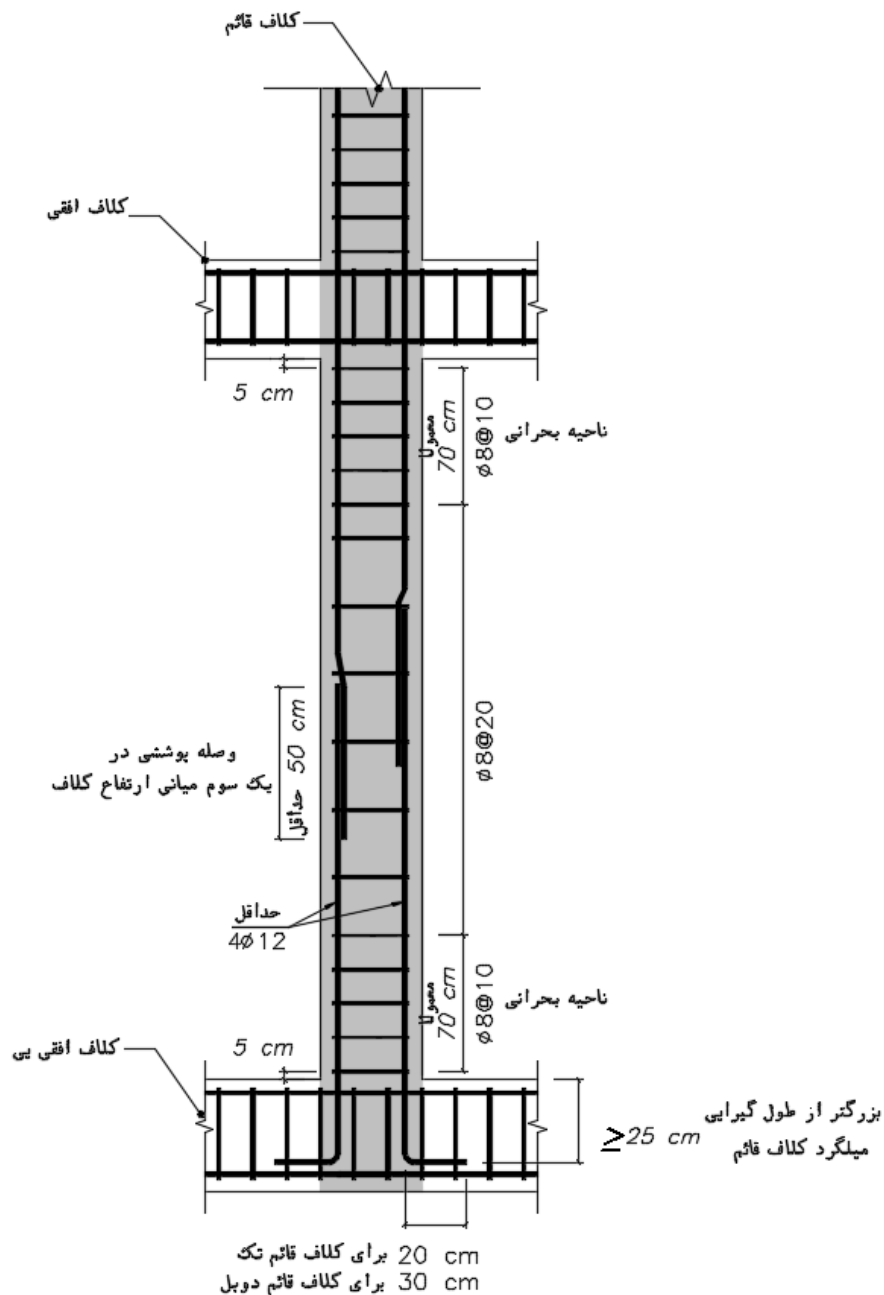
شکل ۸۵) جزئیات مقطع کلاف قائم

- در ساختمان‌های دو طبقه و یا ساختمان‌های دارای زیرزمین، لازم است در کلیه گوشه‌های بیرونی ساختمان از کلاف قائم گوشه (دوبل) استفاده شود. طول کلاف قائم گوشه در هر امتداد گوشه، نباید از ۵۰ سانتیمتر و یا عرض دیوار متعامد به علاوه ۲۰ سانتیمتر، هر کدام بیش تر است کمتر باشد.
- حداقل هشت میلگرد طولی در کلاف‌های قائم گوشه در نظر گرفته شود و به نحو مناسبی به میلگردهای طولی کلاف افقی مهار شوند. در صورتی که عرض کلاف در هر امتداد از ۳۵ سانتیمتر تجاوز نماید، تعداد میلگردهای طولی در آن امتداد و در هر ردیف باید به ۳ عدد و یا بیشتر افزایش داده شود، به گونه‌ای که فاصله هر دو میلگرد مجاور از ۲۵ سانتیمتر بیشتر نباشد.

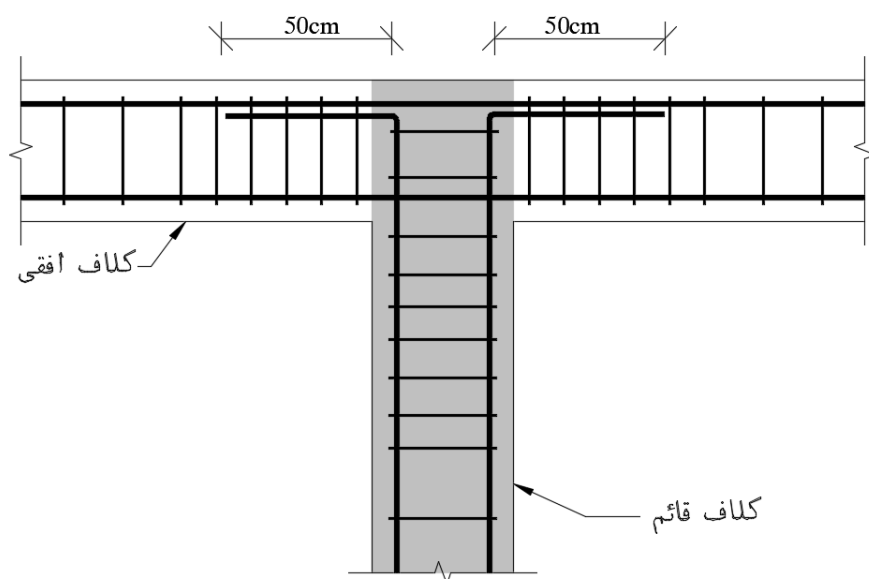


شکل ۸۶) جزئیات میلگردگذاری کلاف قائم دوبل: (الف) کنج قائم (ب) کنج غیرقائم

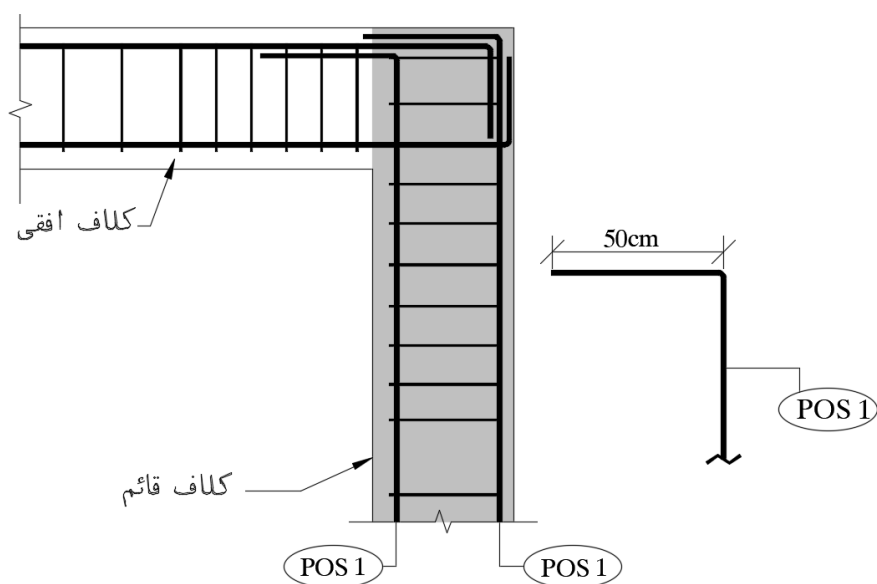
- وصله میلگردهای کلاف قائم، باید در ناحیه یک سوم میانی آن صورت گیرد.
- پوشش بتنی میلگردهای کلاف‌های قائم حداقل ۳ سانتیمتر می باشد.
- کلاف‌های قائم باید به‌طور مناسبی به کلاف‌های افقی متصل شوند. میلگردهای کلاف قائم به طول ۲۵ سانتیمتر در داخل شالوده بتن مسلح فرو رفته و با خم ۲۰ سانتیمتری مهار شوند. همچنین کلاف قائم در آخرین طبقه، باید در داخل کلاف افقی سقف آخر رفته و با خمی به طول ۵۰ سانتیمتر در داخل آن مهار شود.



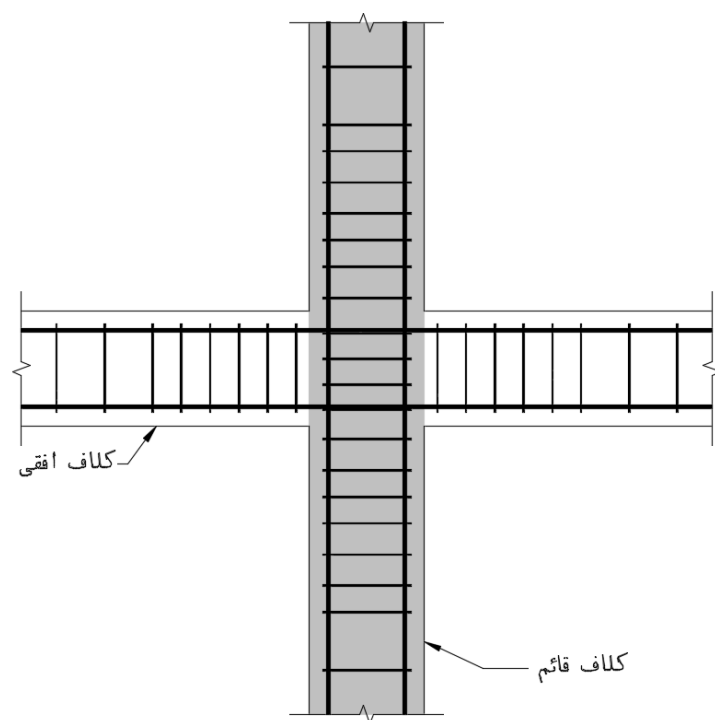
شکل ۸۷) نمای ارتفاعی جزئیات میلگردگذاری کلاف قائم



شکل ۸۸) نمای ارتفاعی جزئیات اتصال کلاف قائم غیرممتد به کلاف افقی ممتد

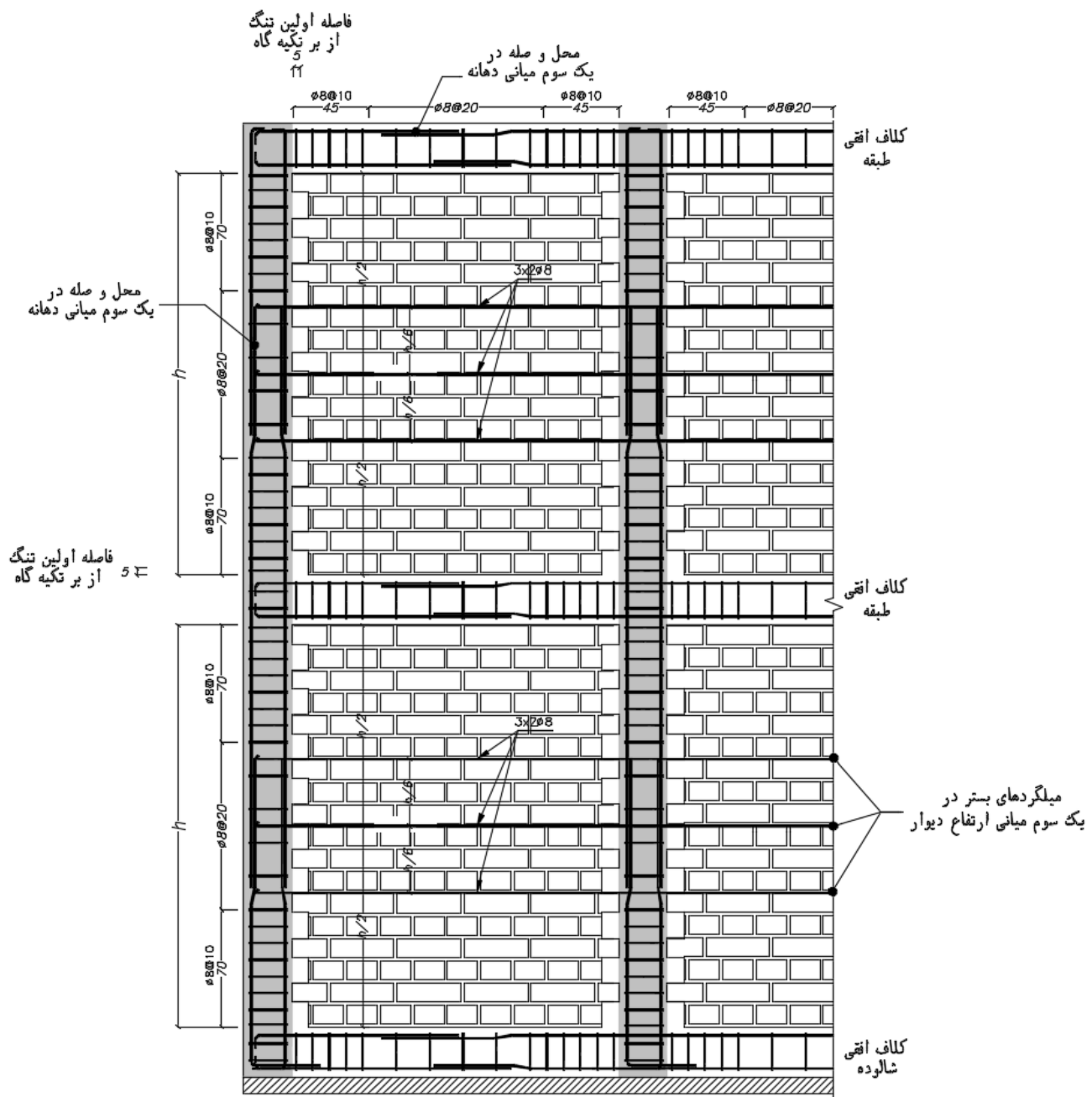


شکل ۸۹) نمای ارتفاعی جزئیات اتصال کلاف قائم غیرممتد به کلاف افقی غیرممتد



شکل ۹۰) نمای ارتفاعی جزئیات اتصال کلاف قائم ممتد به کلاف افقی ممتد

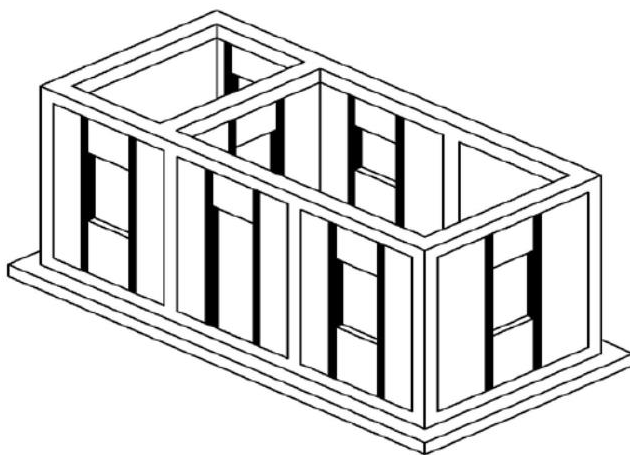
شکل زیر نمای ارتفاعی جزئیات اجرایی یک دیوار ساختمان بنایی دو طبقه با ارتفاع هر طبقه حداکثر ۳۵۰ سانتیمتر و ضخامت دیوار حداکثر ۳۵ سانتیمتر (طول ناحیه بحرانی ۷۰ سانتیمتر) را نشان می‌دهد.



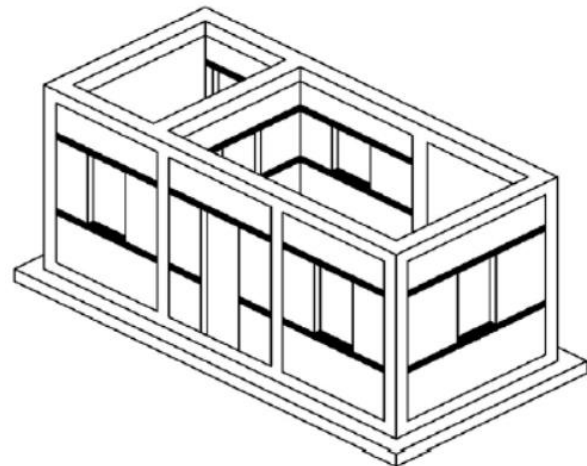
شکل ۹۱) نمای ارتفاعی جزئیات اجرایی یک دیوار ساختمان بنایی دو طبقه

۱۸) کلاف بازشو

- چنانچه بازشوها، ضوابط هندسی ارائه شده در قسمت های قبل را برآورده ننمایند، نیاز به تعبیه کلاف افقی یا قائم بازشو در اطراف آنها می باشد.
- کلاف های بازشو به دو شکل پیوسته افقی یا پیوسته قائم مطابق شکل های زیر می باشند.



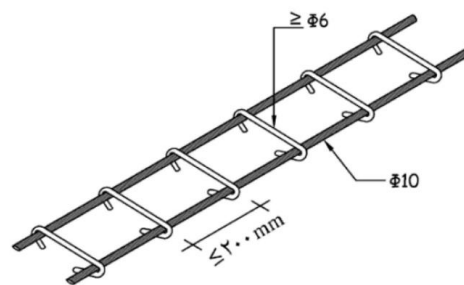
ب) پیوسته قائم



الف) پیوسته افقی

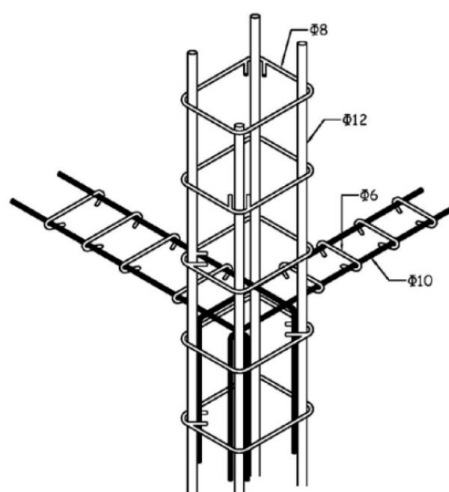
شکل ۹۲) انواع کلاف‌های بازشو در ساختمان

- عرض کلاف افقی و قائم بازشو برابر عرض دیوار و بعد آن حداقل ۱۰ سانتیمتر است.
- اگر عرض دیوار مساوی یا کمتر از ۳۵ سانتیمتر باشد، کلاف بازشو شامل حداقل دو میلگرد شماره ۱۰ که توسط میلگرد عرضی به قطر ۶ میلیمتر به فواصل حداکثر ۲۰ سانتیمتر به هم متصل می‌شوند خواهد بود. اگر عرض دیوار از ۳۵ سانتیمتر بیشتر باشد، لازم است حداقل از سه میلگرد به گونه‌ای که فاصله آنها از ۲۵ سانتیمتر بیشتر نشد، استفاده کرد.

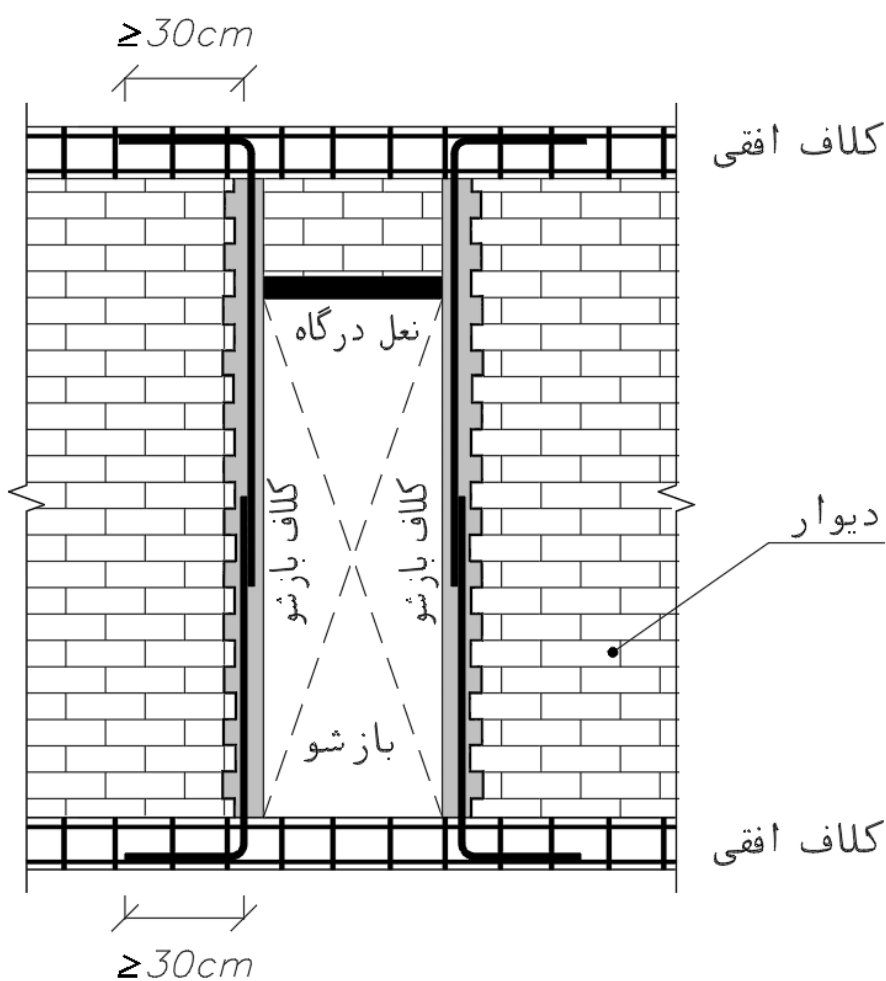


شکل ۹۳) جزئیات شبکه میلگرد کلاف بازشوی بتنی

- کلاف قائم بازشو به یکی از دو روش دندانه‌ای و یا اتصال میلگرد بستر به دیوار متصل شود.
- کلاف‌های افقی و قائم بازشو باید به یکدیگر و یا به کلاف‌های افقی و قائم ساختمان متصل شوند.



شکل ۹۴) جزئیات اتصال کلاف بازشوی افقی به کلاف قائم ساختمان



شکل ۹۵) جزئیات اتصال کلاف بازشوی قائم به کلاف افقی ساختمان

(۱۹) سقف

- کلیه کف‌ها و سقف‌ها باید به سیستم کلاف بندی ساختمان متصل گردند.
- کف‌ها و سقف‌ها باید پیوسته باشند. در صورت وجود بازشو در سقف، مانند محل پلکان و نورگیر، لازم است اطراف بازشو کلاف بندی یا تیرریزی شده تا دیافراگم سقف تقویت گردد.
- سقف مورد استفاده در ساختمان‌های مصالح بنایی کلاف دار، ترجیحاً سقف تیرچه و بلوک سیمانی یا بلوک پلی استایرن و یا سقف دال بتنی باشد.
- در سقف‌های تیرچه و بلوکی، در دهانه‌های متداول ساختمان‌های مصالح بنایی، معمولاً تیرچه با ارتفاع ۲۰ و دال بتنی رویه ۵ سانتیمتری جوابگو خواهد بود.
- در سقف‌های تیرچه و بلوک، حداقل طول نشمین تیرچه روی دیوار برابر ۱۵ سانتیمتر می باشد.
- در سقف‌های تیرچه و بلوک لازم است میلگردهای منفی و اتکای و حرارتی، بطور مناسبی با کلاف افقی سقف درگیر گردند.
- در صورت استفاده از سقف دال بتنی، حداقل ضخامت ۲۰ سانتیمتر با شبکه مش ۱۲@۳۰ توصیه می گردد. در هر صورت محاسبات این نوع سقف باید توسط مهندس محاسبات انجام گردد.
- سقف خرپشته باید به نحوی باشد که فقط باکس پله و آسانسور را پوشش دهد و فضای اضافی دیگری در نظر گرفته نشود.

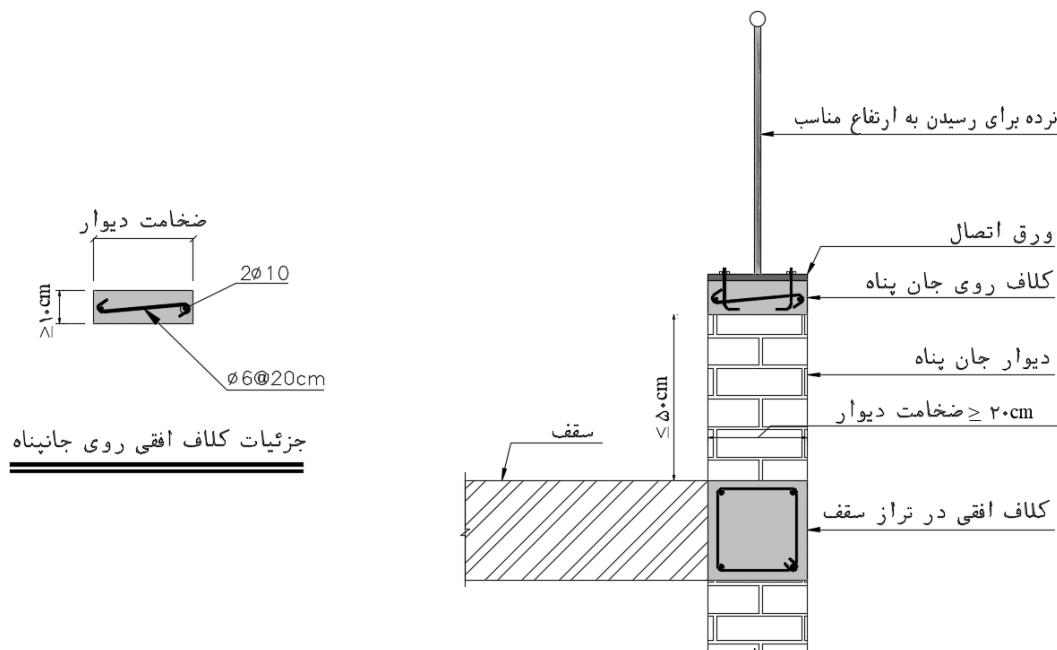
فصل چهارم) ضوابط اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار

۱) مقدمه

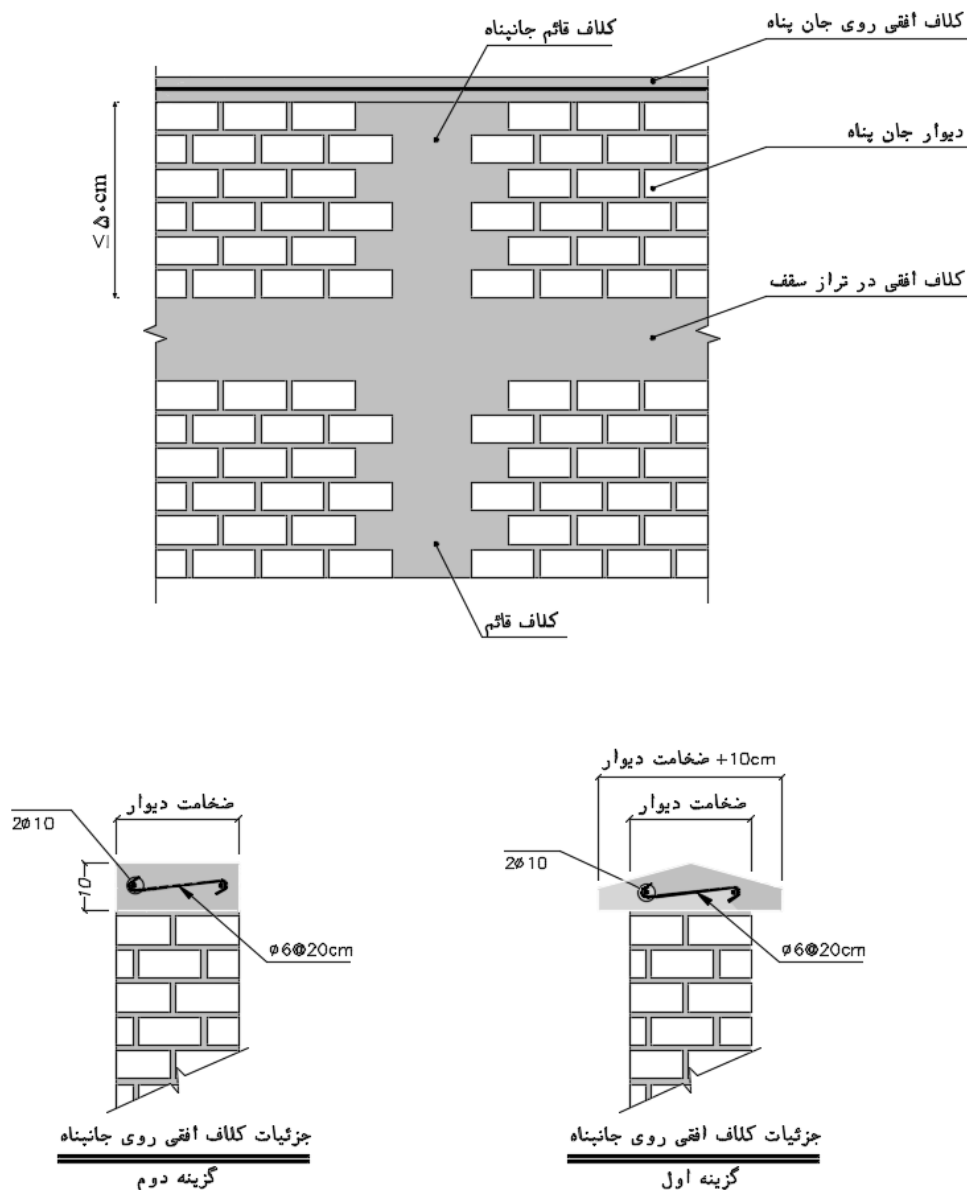
در این فصل ضوابط مربوط به اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار شامل جانپناه، دیوارهای غیرسازه‌ای، پله، نورگیر، دیوار محوطه و تأسیسات ارائه شده است.

۲) جانپناه

- با توجه به ساختار آزاد جانپناه‌ها و آسیب‌پذیری زیاد آنها در زلزله، ارتفاع جانپناه‌های بنایی غیرمسلح محدود شده است. ارتفاع جانپناه با مصالح بنایی غیرمسلح در اطراف بام و بالکن از کف تمام شده نباید از ۵۰ سانتی متر بیشتر و ضخامت آن نباید از ۲۰ سانتیمتر کمتر باشد.
- در صورتیکه ارتفاع جانپناه از ۵۰ سانتیمتر بیشتر باشد، می‌توان ارتفاع افزون بر ۵۰ سانتیمتر را با نرده اجرا نمود. در این صورت، پایه نرده باید مستقیماً و یا با دستک به کلاف افقی جانپناه مهار شود.
- لازم است بر روی جانپناه یک کلاف افقی بتن آرمه، به عمق حداقل ۱۰ سانتیمتر و عرضی برابر با عرض جانپناه، که با حداقل ۲ میلگرد افقی به قطر ۱۰ میلیمتر مسلح می‌شود، اجرا گردد. از میلگرد عرضی $\phi 6@20$ برای مهار این دو میلگرد استفاده می‌شود. ارتفاع کلی جانپناه با لحاظ کردن ضخامت کلاف عرضی برابر ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.
- لازم است دیوار جانپناه در فواصل حداکثر ۵ متر توسط کلاف‌های قائم، که از طبقه زیر جانپناه ادامه می‌یابند، مهار شود. میلگردهای این کلاف باید در کلاف‌های افقی تحتانی و فوقانی مهار گردند.



شکل ۹۶) نمای ارتفاعی مقطع دیوار جانپناه دارای نرده و مقطع کلاف افقی آن

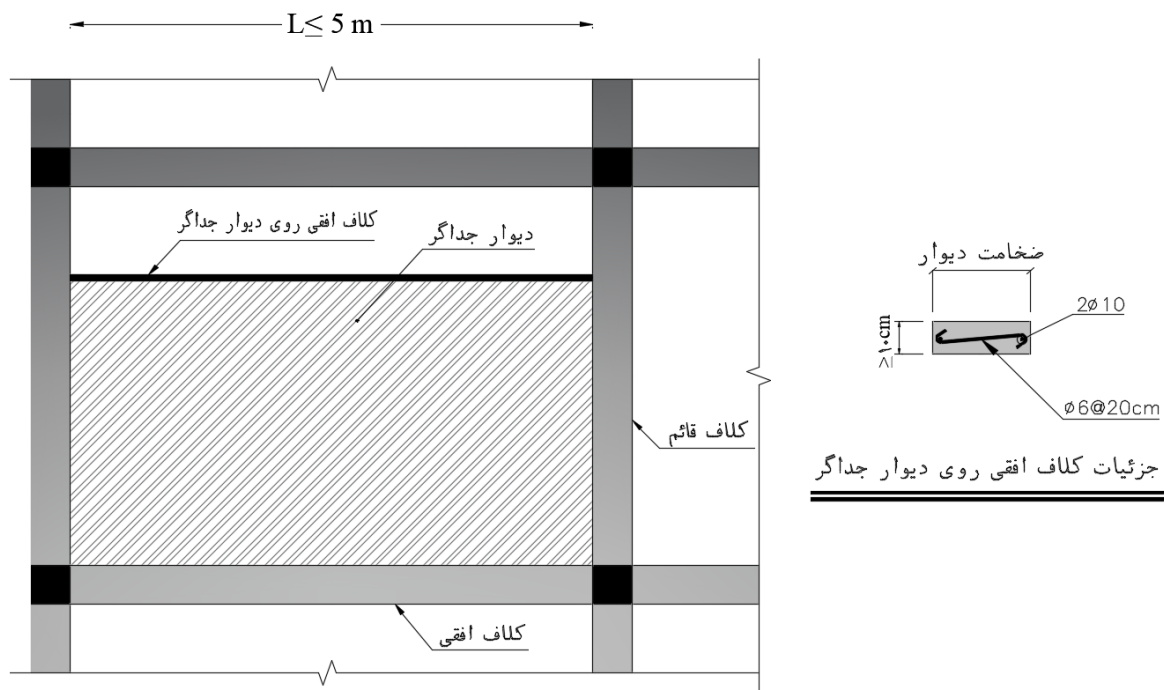


شکل ۹۷) نمای ارتفاعی طولی دیوار جانپناه بدون نرده و مقطع کلاف افقی آن

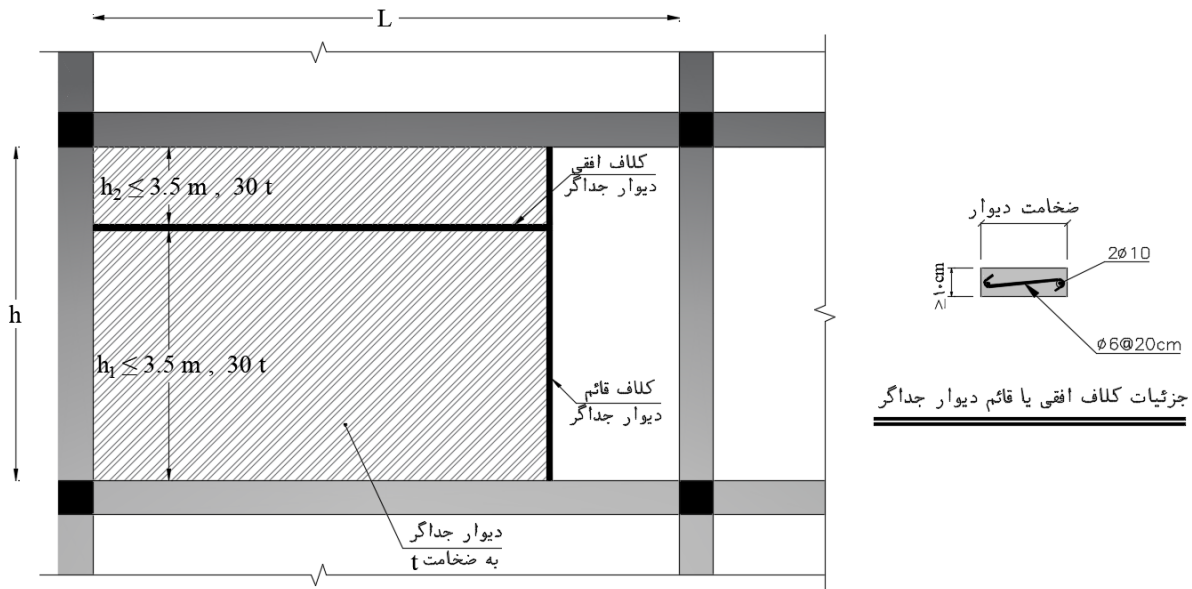
۳) دیوارهای غیرسازه‌ای (جداگرها)

- دیوار غیرسازه‌ای جداگر می‌تواند از جنس آجر، بلوک سفالی یا بتنی و یا قطعات پیش ساخته گچی و نظایر آن ساخته شود. دیوار جداگر آجری باید صرفاً با آجر سوراخ دار و ملات ماسه-سیمان ساخته شده و استفاده از آجرهای توپر، بخصوص آجرهای توپر سستی مانند آجر گری یا فشاری در ساخت دیوار جداگر مجاز نمی باشد.

- عرض دیوار جداگر آجری نباید از ۱۰ سانتیمتر و عرض دیوار جداگر بلوک سفالی و قطعات پیش ساخته نباید از ۸ سانتیمتر کمتر باشد.
- حداکثر ارتفاع مجاز دیوار غیرسازه ای از تراز کف مجاور ۳/۵ متر یا ۳۰ برابر عرض دیوار می‌باشد. در غیر این صورت لازم است با تعبیه کلاف افقی در ارتفاع دیوار این الزامات محقق شوند. کلاف افقی باید در طول دیوار به طور پیوسته ادامه یافته و به نزدیکترین عناصر قائم سازه‌ای مهار شود.
- حداکثر طول آزاد دیوار غیرسازه‌ای بین دو پشت بند یا کلاف ۵ متر و ۴۰ برابر عرض دیوار می‌باشد. در غیر این صورت لازم است با تعبیه مهار قائم نظیر کلاف قائم یا پشت بند در طول دیوار، این الزام محقق شود. مهار قائم باید در تمام ارتفاع دیوار به طور پیوسته ادامه یافته و به نزدیکترین عناصر افقی سازه‌ای مهار شود.
- کلیه لبه های افقی و قائم دیوارهای غیرسازه ای نباید آزاد باشند. این لبه های افقی باید توسط عناصر افقی مانند پی، دال سقف و یا کلاف افقی و لبه های قائم دیوار باید توسط دیوار متعامد، پشت بند یا کلاف قائم محصور و مهار شوند.

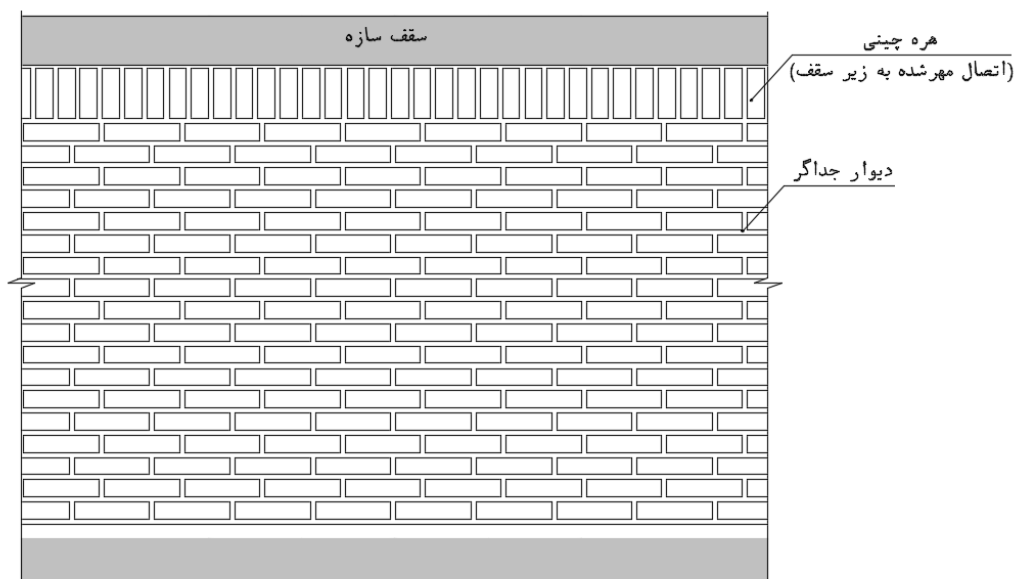


شکل ۹۸) ضوابط کلاف افقی روی لبه آزاد دیوار جداگر



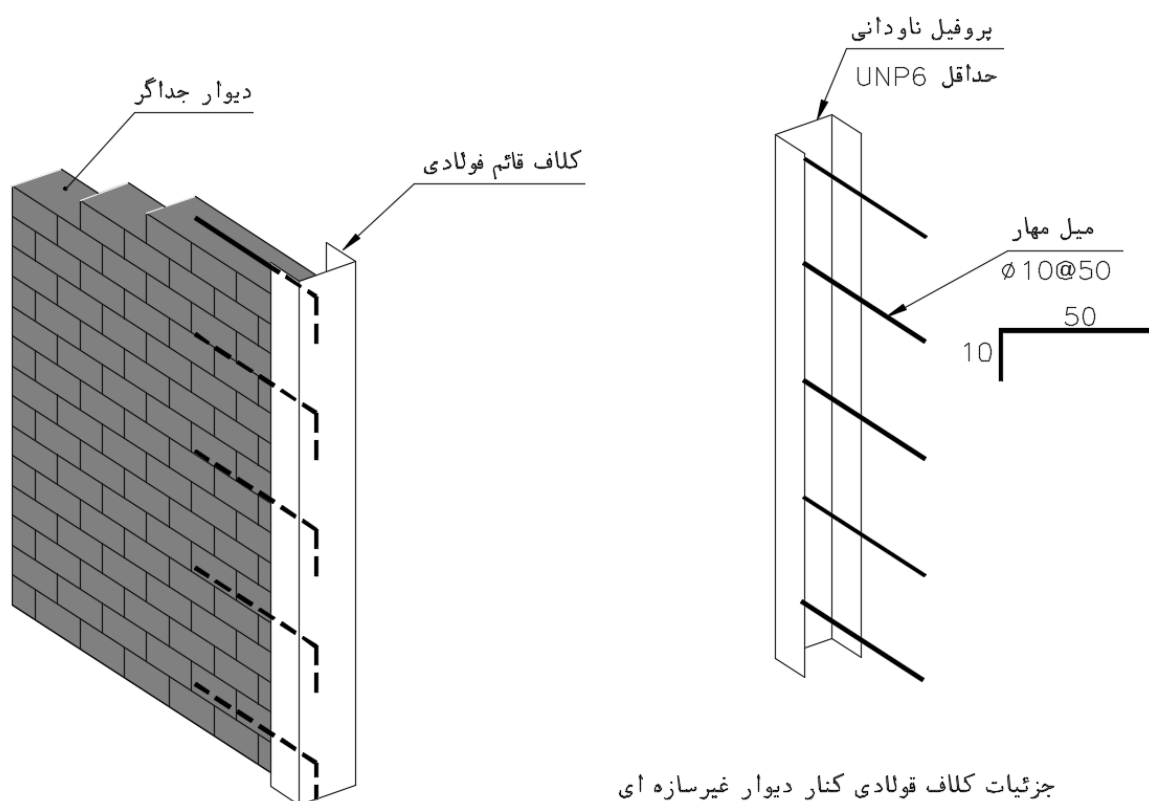
شکل ۹۹) استفاده از کلاف افقی در ارتفاع دیوار بلند یا با ضخامت کم ($h > 3.5 \text{ m}$ or $30t$) و کلاف قائم در لبه آزاد دیوار جداگر

- دیوارهای جداگری که در تمام ارتفاع طبقه ادامه دارند باید کاملاً به زیر پوشش سقف مهار شوند، یعنی رگ آخر دیوار با فشار و ملات کافی در زیر سقف مهار شود. بدین منظور می‌توان از هره چینی ردیف آخر آجر (چینش آجر بصورت قائم) استفاده کرد.



شکل ۱۰۰) هره چینی ردیف آخر آجر دیوار جداگر

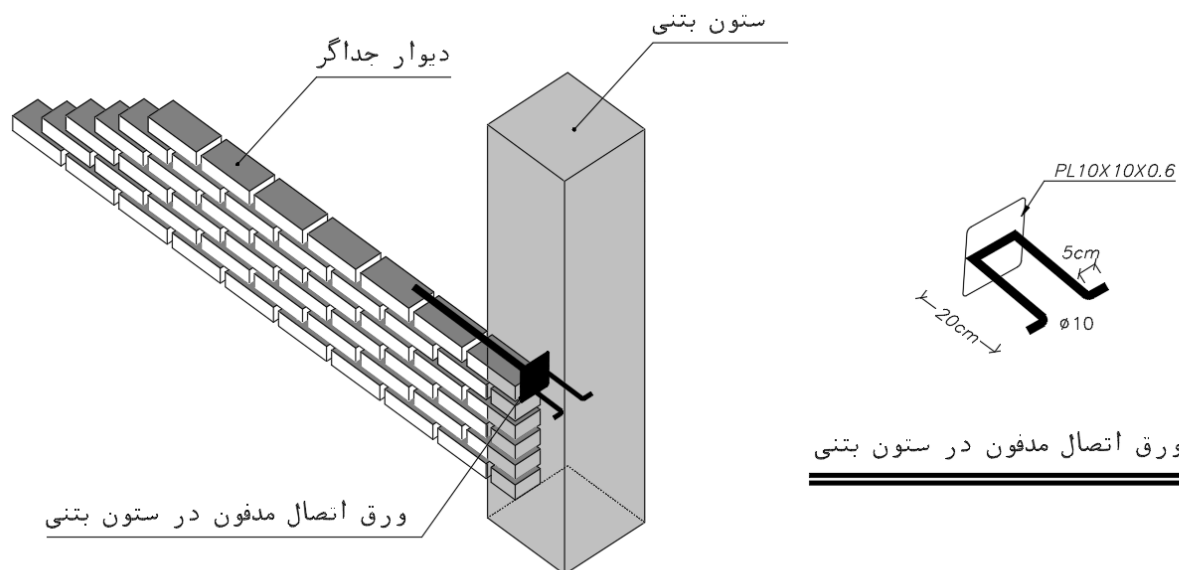
- در لبه آزاد قائم و افقی دیوارهای جداگر می‌توان از کلاف فولادی بجای کلاف بتنی استفاده کرد. کلاف فولادی می‌تواند از یک ناودانی نمره ۶ (و یا نیمرخ فولادی معادل آن) تشکیل شود. این پروفیل بایستی توسط میلگردهای مهاری که از یک طرف به ستون جوش شده و از طرف دیگر در رگ ملات قرار می‌گیرد، به دیوار اتصال یابد. این جزئیات برای مواردی که دیوار غیرسازه‌ای در مجاورت ستون فولادی قرار می‌گیرد نیز باید رعایت شود.



جزئیات کلاف فولادی کنار دیوار غیرسازه‌ای

شکل ۱۰۱) استفاده از کلاف قائم فولادی کنار دیوار غیرسازه‌ای

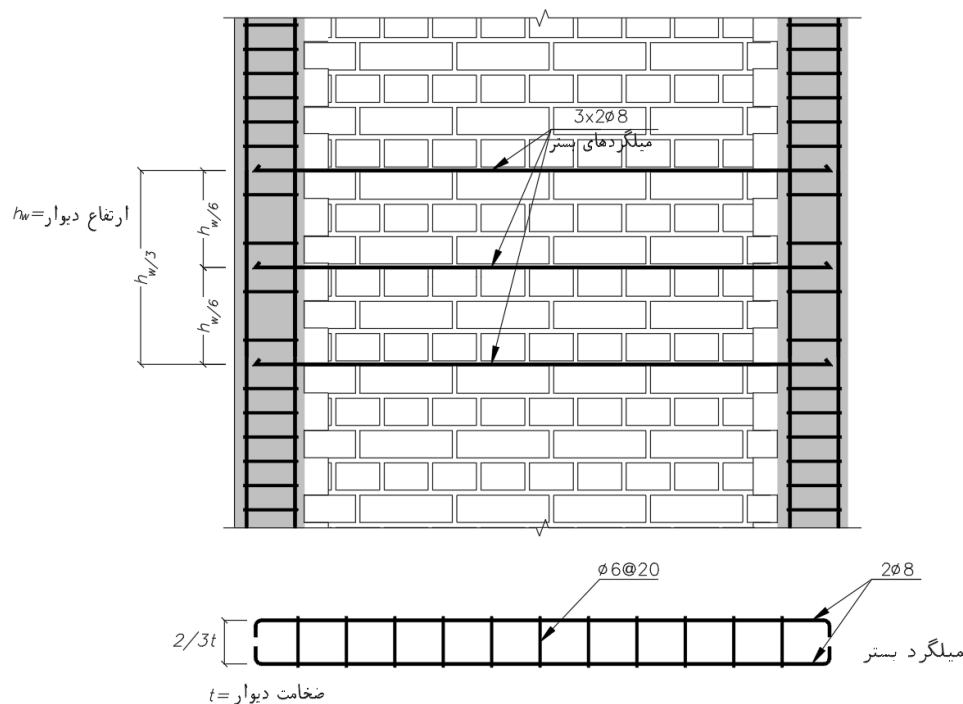
- در مواردی که دیوار جداگر در مجاورت ستون بتنی قرار دارد، می‌توان با تعبیه صفحات مناسب در ستون توسط شاخک و جوش میلگرد به آن، اتصال دیوار به ستون بتنی را ایجاد نمود.



جزئیات ورق اتصال مدفون در ستون بتنی

شکل ۱۰۲) اتصال دیوار جداگر به ستون بتنی

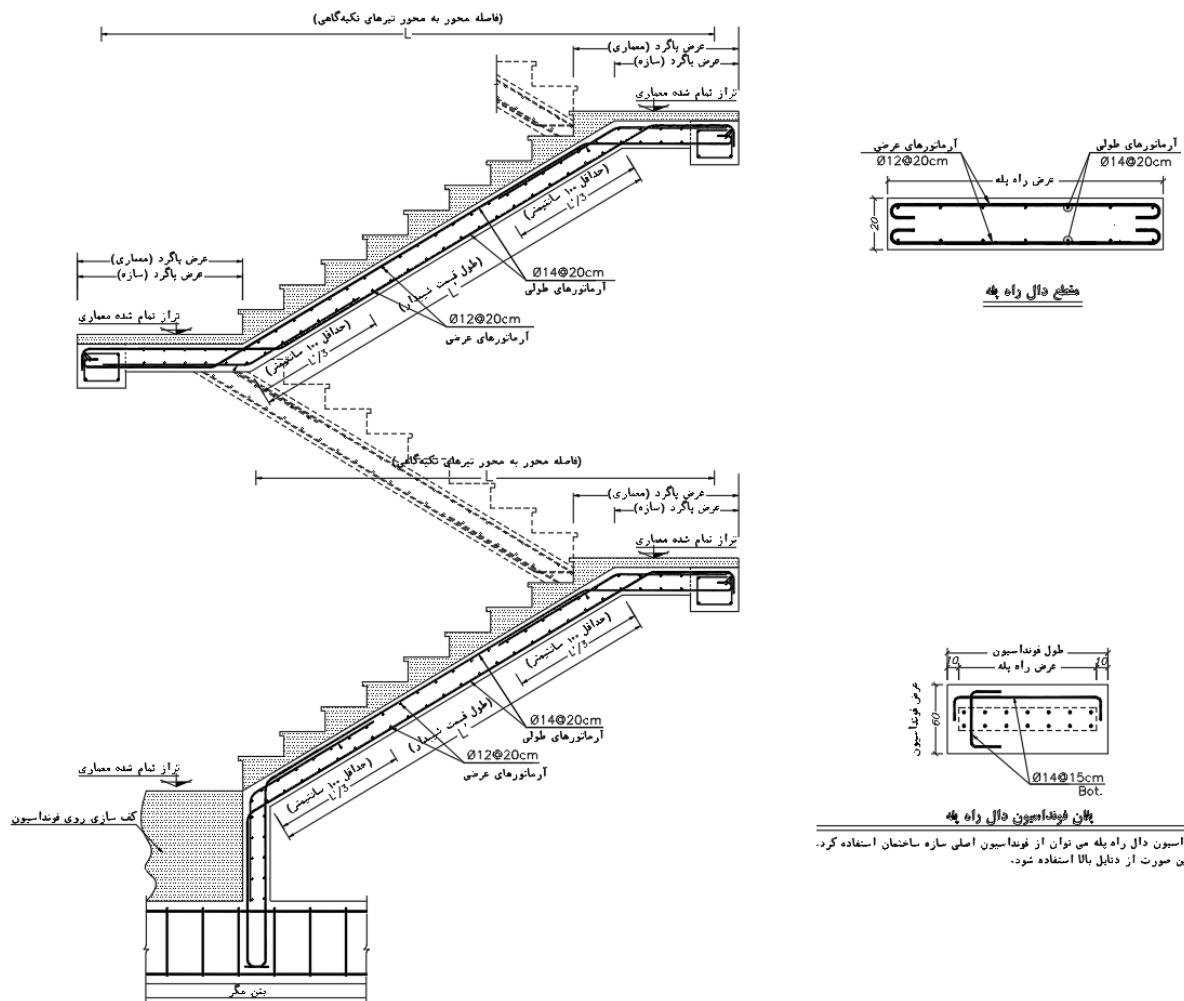
- در دیوار غیرسازه‌ای غیرمسلح که با واحدهای مصالح بنایی (آجر و بلوک سفالی یا سیمانی) ساخته شده و طول آن از ۲/۵ متر بیش‌تر باشد، لازم است در سه تراز مختلف در ناحیه یک سوم میانی ارتفاع دیوار از میلگرد بستر استفاده شود. میلگرد بستر باید شامل حداقل دو میلگرد طولی، هر کدام به قطر حداقل ۶ میلیمتر، که در فاصله‌ای برابر دوسوم ضخامت دیوار از یکدیگر به صورت قرینه در بند بستر قرار گیرند. این میلگردها باید توسط میلگردهای عرضی به قطر حداقل ۶ میلیمتر و در فواصل حداکثر ۲۵ سانتیمتر به یکدیگر متصل شوند. میلگردهای بستر باید بدون انفصال در سرتاسر دیوار تا محل کلاف‌های قائم ادامه یافته و در داخل آنها مهار شوند.



شکل ۱۰۳ جزئیات اجرای میلگرد بستر در دیوارهای جداگر

۴) پله

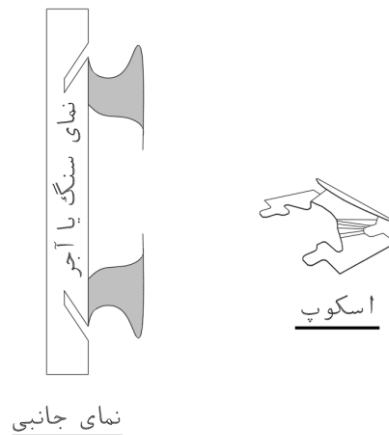
- لازم است دال پلکان، در تراز کف به پی بتن آرمه یا کلاف افقی، در تراز پاگرد به تیر یا کلاف افقی نیم طبقه و در تراز طبقه به تیر و یا کلاف افقی طبقه به نحو مناسب متصل گردد. پی، تیر و یا کلاف های افقی حامل بار پلکان باید بدون انفصال تا عناصر قائم سازه ای دو طرف پلکان ادامه یافته و به آن ها متصل گردند. برای ارتفاع طبقه حداکثر به اندازه ۴ متر و طول دهانه پله حداکثر به اندازه ۵ متر، جزئیات سازه ای به شکل زیر پیشنهاد می شود:



شکل ۱۰۴ جزئیات سازه ای پله بتنی

۵) نما

- حداکثر ضخامت نما ۵ سانتیمتر می باشد. مگر آنکه هم زمان با عضو اجرا شده و واحدهای مصالح بنایی نما و عضو به نحو مناسبی هم پوشانی شوند. در این حالت آجرهای نما به صورت کله و راستا چیده شود تا ضمن مشارکت در تحمل بارهای وارده بر دیوار، پیوستگی لازم بین آجرهای نما و اجرهای پشت کار تامین شود.
- چنانچه سنگ یا آجر نما پس از چیدن دیوارهای سازه‌ای اجرا شود، جهت پیوستگی نما و دیوارهای سازه‌ای از اتصالات فلزی نظیر اسکوپ استفاده شود.
- تمام خطوط قائم نما باید شاقولی باشد و لبه آجر یا سنگ‌ها تماماً گونیا باشد.

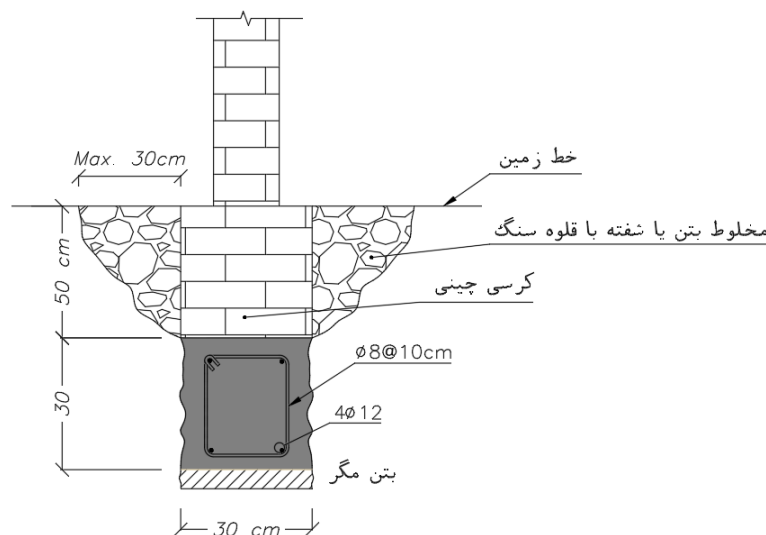


شکل ۱۰۵) جزئیات اسکوپ کردن پشت سنگ یا آجر نما

۶) دیوار محوطه

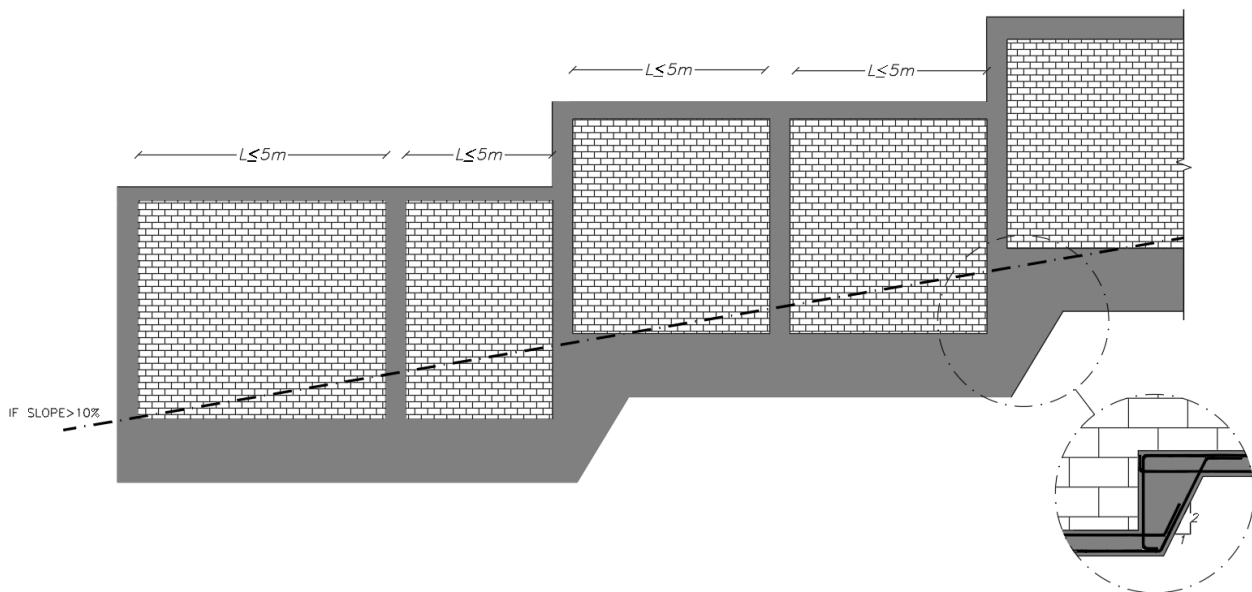
- دیوار محوطه می‌تواند از انواع بنایی مسلح، بنایی کلاف دار یا بنایی غیرمسلح باشد. ساخت دیوار محوطه بنایی غیرمسلح بدون کلاف برای ساختمان‌های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد و در معابر پرتردد مجاز نمی‌باشد. هرچند همواره توصیه می‌شود از دیوارهای بنایی حداقل کلاف دار برای دیوارهای محوطه استفاده شود.
- دیوار محوطه در محل برخورد با ساختمان باید دارای درز انقطاع بوده و هیچ گونه اتصالی بین ساختمان با دیوار محوطه برقرار نباشد. بدین منظور باید دیوار محوطه با یک کلاف قائم مجزا از دیوار ساختمان اصلی شروع گردد.
- طول پیوسته دیوار محوطه نباید از ۲۰ متر بیشتر باشد. در غیر این صورت لازم است دیوار توسط درز انقطاع به دو یا چند قسمت با طول کمتر از ۲۰ متر تقسیم شود. محل درز نمی‌تواند در کنج‌های دیوار محوطه تعبیه شود. حداقل فاصله درز انقطاع از کنج‌های دیوار محوطه، ۵ متر توصیه می‌گردد.
- نسبت ارتفاع به عرض دیوار محوطه نباید از ۱۰ بیشتر باشد. بطور مثال برای دیوار به ارتفاع ۲ متر، حداقل ضخامت دیوار چینی ۲۰ سانتیمتر می‌باشد.
- حداکثر ارتفاع دیوارهای بنایی کلاف دار ۳ متر بوده و برای ارتفاع بیشتر نیاز به محاسبه در برابر بارهای خارج صفحه می‌باشد. ارتفاع نرده فولادی، سیم خاردار و نظایر آن که در بالای دیوار نصب می‌شود، در محاسبه ارتفاع دیوار لحاظ نمی‌شود.
- لازم است در زیر دیوار محوطه (چه کلاف دار و چه بنایی غیرمسلح) پی یا کلاف بتنی مطابق آنچه برای ساختمان‌های بنایی کلاف دار ذکر شد، تعبیه گردد. این پی و کلاف باید در برابر واژگونی تحت بارهای خارج صفحه ناشی از باد و زلزله کنترل شود. برای جلوگیری از واژگونی دیوار، با توجه به در نظر گرفتن فشار مقاوم خاک در محاسبات و هم چنین ملاحظات اجرایی مانند رعایت عمق یخ زدگی فونداسیون، دیوارهای محوطه باید در زمین مدفون گردند. این عمق با توجه به ارتفاع و وزن دیوار مشخص می‌شود. در هر صورت حداقل عمق دفن شدگی (فاصله سطح خاک تا روی کلاف افقی) ۵۰ سانتیمتر توصیه می‌شود. همچنین به منظور فعال کردن فشار مقاوم خاک ابعاد خاکبرداری برای اجرای فونداسیون ۵ تا ۱۰ سانتیمتر بیش از ابعاد پی باشد. از استفاده از پلاستیک یا قالب بندی در اجرای فونداسیون پرهیز گردد.

- فاصله بین روی فونداسیون تا سطح زمین باید با مخلوطی از ملات ماسه سیمان و قلوه سنگ پرگردد به طوریکه هیچ فضایی وجود نداشته باشد.
- طول آزاد دیوار بنایی کلاف دار بین دو پشت بند یا کلاف قائم حداکثر ۵ متر است.
- ضوابط اجرای کلاف قائم دیوار، مشابه کلاف قائم ساختمان بنایی کلاف دار می باشد.
- در دیوارهای محوطه کلاف دار، چنانچه ارتفاع دیوار حداکثر ۲ متر باشد، بر روی آن کلاف افقی جانپناه یا بازشو (عرض دیوار و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر با حداقل ۲ میلگرد طولی) اجرا می شود. در صورتی که ارتفاع دیوار بیشتر از ۲ متر باشد، کلاف افقی روی آن مطابق کلاف افقی ساختمان (عرض دیوار و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر با حداقل ۴ میلگرد طولی) اجراء می گردد.



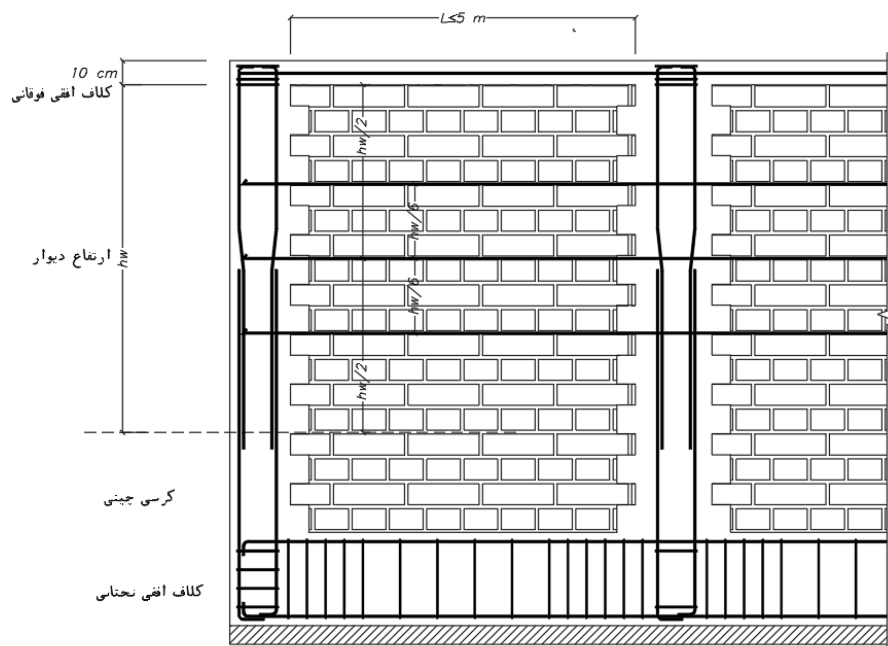
شکل ۱۰۶) جزئیات فونداسیون دیوار محوطه در صورت وجود بستر مقاوم و عدم نیاز به اجرای شالوده بنایی

- حداکثر شیب مجاز برای پی کتی ٪ ۱۰ می باشد. در صورتی که شیب زمین بیش از مقدار ذکر شده باشد اجرای کلاف افقی باید بصورت پله ای صورت گیرد.



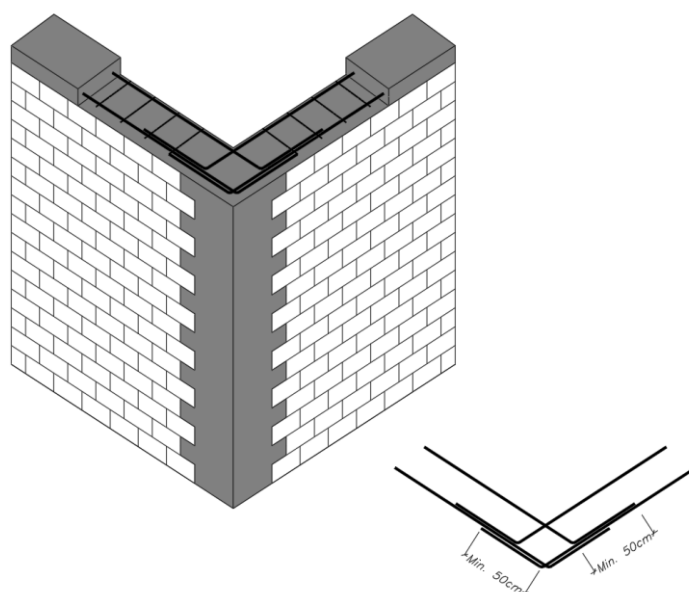
شکل ۱۰۷) جزئیات اجرای دیوار محوطه با شیب زمین بیشتر از ۱۰٪

- اجرای میلگرد بستر در سه ردیف در یک سوم میانی ارتفاعی دیوار محوطه، مانند آنچه قبلاً برای بقیه دیوارهای سازه ای و غیرسازه ای ذکر شد، الزامی است.



شکل ۱۰۸) جزئیات میلگردگذاری دیوار محوطه (ارتفاع حداکثر ۲ متر)

- در دیوارهای محوطه کلاف دار، جهت حفظ پیوستگی و انسجام دیوارهای متعامد، در کنج‌ها جزئیات میلگردگذاری زیر اجراء گردد:



شکل ۱۰۹) جزئیات میلگردگذاری در کنج دیوار محوطه

پیوست ۱) مثال محاسبه درصد دیوار نسبی، مرکز جرم و مرکز سختی

(۱) محاسبه مرکز جرم طبقه

- برای محاسبه خروج از مرکزیت طبقه لازم است محل مرکز جرم و مرکز سختی طبقه محاسبه شود.
- برای سهولت محاسبات، مرکز جرم طبقه را می‌توان مرکز هندسی سطح طبقه در نظر گرفت. با توجه به اینکه توزیع جرم کف‌ها عمدتاً یکنواخت بوده و دیوارها نیز باید تقریباً بصورت متقارن توزیع شده باشند، چنین فرضی قابل توجیه است.

(۲) محاسبه مرکز سختی طبقه

- مرکز سختی یک طبقه، محل برآیند نیروهای مقاوم ساختمان در مقابل نیروهای جانبی در آن طبقه است.
- در ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار، مرکز سختی هر طبقه را می‌توان با گرفتن لنگر از سطح دیوارهای برشی استفاده شده در محاسبه دیوار نسبی طبقه در هر امتداد بدست آورد. در این حالت فرض می‌شود سختی هر دیوار با سطح مقطع آن دیوار متناسب است. در رابطه زیر فاصله مرکز سختی طبقه از نقطه مبدأ مختصات (معمولاً کنج سمت چپ ساختمان فرض می‌شود) در راستای محورهای X و Y آورده شده است. K_i سختی دیوار که با مساحت آن یکسان بوده و x_i یا y_i فاصله آن دیوار در راستای محورهای X و Y نسبت به مبدأ مختصات می‌باشد.

$$\bar{x} = \frac{\sum K_i x_i}{\sum K_i} \quad (3-1)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum K_i y_i}{\sum K_i}$$

(۳) سختی درون صفحه دیوارها و جزرها

- در برخی مواقع و البته بیشتر در مورد مقاوم سازی ساختمان‌ها، از دیوار برشی بتنی برای تقویت ساختمان و کاهش پیچش ناشی از زلزله استفاده می‌شود. در این حالت دیگر سختی دیوارها متناسب با سطح مقطع آنها نبوده و بایستی مقدار سختی جانبی ناشی از تغییرشکل‌های خمشی و برشی از رابطه زیر محاسبه می‌شود.
- در این رابطه مقدار η با توجه به شرایط مرزی دیوار در نظر گرفته شود. اگر دیوار در پایین گیردار و در بالا آزاد باشد مقدار آن ۳ و اگر در بالا و پایین گیردار باشد مقدار آن ۱۲ خواهد بود.

$$K_m = \frac{1}{\frac{h_{eff}^3}{\eta E I_g} + \frac{h_{eff}}{A_v G}}$$

(۱-۱)

E = مدول الاستیسیته مصالح
 E_m = مدول الاستیسیته مصالح بنایی
 E_c = مدول الاستیسیته مصالح بتن
 G = مدول الاستیسیته برشی مصالح

h_{eff} = ارتفاع مؤثر (خالص) دیوار
 A_v = سطح مقطع برشی دیوار
 I_g = ممان اینرسی مقطع دیوار

$$E_m = (550) f'_m$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ (Mpa)}$$

$$G = 0.4 E$$

f'_m = مقاومت فشاری آجر
 f'_c = مقاومت فشاری بتن

L = طول دیوار
 t = ضخامت دیوار

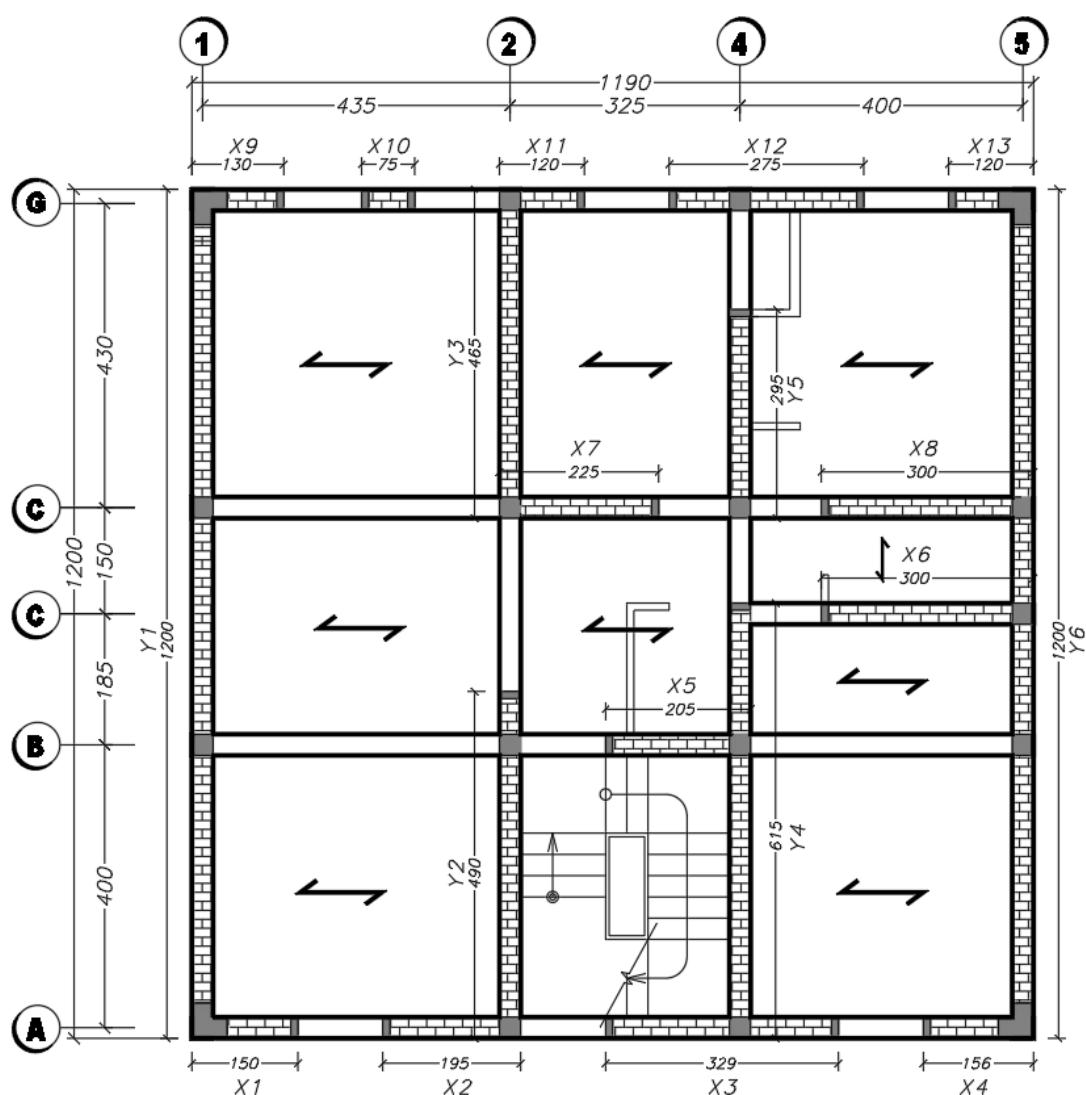
$$I_g = \frac{1}{12} tL^3 \quad (۲-۱)$$

۴) مثال محاسبه دیوار نسبی و مراکز جرم و سختی یک ساختمان

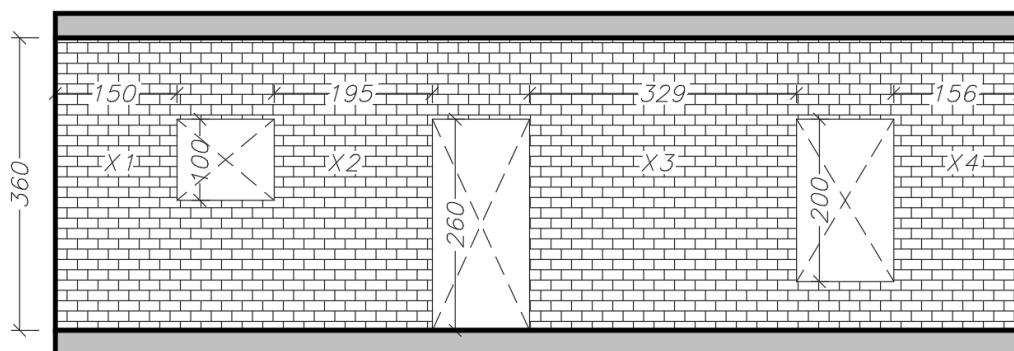
- پلان شکل زیر مربوط به یک ساختمان دو طبقه بنایی کلاف دار است. در این ساختمان ارتفاع خالص دیوار بین دو کلاف افقی در طبقه همکف برابر ۳۶۰ سانتیمتر و در طبقه اول برابر ۲۷۰ سانتیمتر می باشد. وضعیت بازشوهای دیوار محور A نیز ترسیم شده است. جنس دیوارها آجر رسی و ضخامت همگی دیوارهای سازه ای (هاشور خورده) نیز برابر ۳۰ سانتیمتر می باشد. ساختمان در شهر شیراز واقع است. پس از محاسبه میزان دیوار نسبی در هر راستا، فاصله مرکز جرم و سختی را محاسبه و کفایت دیوارهای برشی در هر طبقه، بر اساس مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ارزیابی نمایید.

حل مسئله

- دیوارهای سازه ای جهت X با نام های X1 تا X13 و دیوارهای سازه ای جهت Y با نام های Y1 تا Y6 نامگذاری شده اند.
- در طبقه همکف دیوارهای با طول کمتر از بیشترین مقدار بین ۱۰۰ سانتیمتر و یک سوم ارتفاع مؤثر طبقه برابر $120 = 360/3$ سانتیمتر که عدد ۱۲۰ سانتیمتر را نتیجه می دهد، در محاسبه دیوار نسبی و مرکز جرم و سختی در نظر گرفته نمی شوند.
- در طبقه اول دیوارهای با طول کمتر از ۱۰۰ سانتیمتر (بیشترین مقدار بین ۱۰۰ سانتیمتر و $90 = 270/3$ سانتیمتر) در محاسبه دیوار نسبی و مرکز جرم و سختی در نظر گرفته نمی شوند.
- در خصوص دیوار و جرز کنار بازشو، ارتفاع مؤثر دیوار برابر ارتفاع بلندترین بازشو دو طرف آن می باشد و در صورتی که طول این دیوار از یک سوم این ارتفاع و ۱۰۰ سانتیمتر (بیشترین دو مقدار) بیشتر باشد، می تواند در محاسبه دیوار نسبی لحاظ گردد.
- بطور مثال برای دیوار های محور A که کنار بازشو هستند، طول دیوار X1 برابر ۱۵۰ سانتیمتر بوده که از ۱۰۰ سانتیمتر (بیشترین مقدار بین ۱۰۰ سانتیمتر و $33 = 100/3$ سانتیمتر) بیشتر است. طول دیوار X2 برابر ۲۶۰ سانتیمتر بوده که از ۱۰۰ سانتیمتر (بیشترین مقدار بین ۱۰۰ سانتیمتر و $87 = 260/3$ سانتیمتر) بیشتر است. طول دیوار X3 برابر ۳۲۹ سانتیمتر بوده که از ۱۰۰ سانتیمتر (بیشترین مقدار بین ۱۰۰ سانتیمتر و $67 = 260/3$ سانتیمتر) بیشتر است. طول دیوار X4 برابر ۱۵۶ سانتیمتر بوده که از ۱۰۰ سانتیمتر (بیشترین مقدار بین ۱۰۰ سانتیمتر و $67 = 200/3$ سانتیمتر) بیشتر است.
- به همین ترتیب برای دیوارهای محور G نیز می توان این بررسی را انجام داد و تنها دیوار X10 با طول ۷۵ سانتیمتر جزء دیوارهای نسبی لحاظ نمی گردد.
- دقت شود طول دیوارها با در نظر گرفتن بعد کلاف های قائم منتهی به آنها می باشد.
- در محاسبه مرکز سطح و سختی، مرکز مختصات بر محل تلاقی محورها A و 1 (در کلاف قائم کنج سمت چپ و پایین) در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۱۰) پلان ساختمان نمونه



شکل ۱۱۱) نمای دیوار و بازشوهای محور A در طبقه همکف



الف) بررسی دیوارهای راستای X

محاسبات دیوارهای جهت X

نام دیوار	طول دیوار Li (cm)	ضخامت دیوار ti (cm)	مساحت دیوار Ai=Li ti (cm ²)	فاصله دیوار تا مبدا Yi (cm)	لنگر اول سطح AiYi (cm ³)
X1	150	30	4500	0	0
X2	195	30	5850	0	0
X3	329	30	9870	0	0
X4	156	30	4680	0	0
X5	205	30	6150	400	2460000
X6	300	30	9000	585	5265000
X7	225	30	6750	735	4961250
X8	300	30	9000	735	6615000
X9	130	30	3900	1165	4543500
X10	0	30	0	1165	0
X11	120	30	3600	1165	4194000
X12	275	30	8250	1165	9611250
X13	120	30	3600	1165	4194000
جمع	-	-	75150	-	41844000

$$Y_R = \frac{\sum A_i Y_i}{\sum A_i} = \frac{41844000}{75150} = 556 \text{ cm}$$

ب) بررسی دیوارهای راستای Y

محاسبات دیوارهای جهت Y

نام دیوار	طول دیوار Li (cm)	ضخامت دیوار ti (cm)	مساحت دیوار Ai=Li ti (cm ²)	فاصله دیوار تا مبدا Xi (cm)	لنگر اول سطح AiXi (cm ³)
Y1	1200	30	36000	0	0
Y2	490	30	14700	435	6394500
Y3	465	30	13950	435	6068250
Y4	615	30	18450	760	14022000
Y5	295	30	8850	760	6726000
Y6	1200	30	36000	1160	41760000
جمع	-	-	127950	-	74970750

$$X_R = \frac{\sum A_i X_i}{\sum A_i} = \frac{74970750}{127950} = 586 \text{ cm}$$



ج) محاسبه مرکز جرم

با فرض انطباق مرکز جرم بر مرکز سطح پلان داریم:

$$X_m = \frac{1190}{2} = 595 \text{ cm}$$

$$Y_m = \frac{1200}{2} = 600 \text{ cm}$$

د) فاصله مرکز جرم و مرکز سختی

$$e_x = |X_R - X_m| = |586 - 595| = 9 \text{ cm}$$

$$e_y = |Y_R - Y_m| = |556 - 600| = 44 \text{ cm}$$

ه) کنترل حداکثر فاصله مرکز جرم و مرکز سختی

$$\frac{e_x}{L_x} = \frac{9}{1190} = 0.75\% \leq 20\% \quad \text{OK}$$

$$\frac{e_y}{L_y} = \frac{44}{1200} = 3.7\% \leq 20\% \quad \text{OK}$$

و) نیاز به افزایش مقدار حداقل دیوار نسبی

با توجه به آنکه میزان محاسبه شده در قسمت قبل در هر دو راستا از ۵٪ کمتر است، نیازی به افزایش مقدار حداقل دیوار نسبی در هیچ یک از دو راستا نیست. با توجه به خطر نسبی زیاد شهر شیراز، مقدار حداقل دیوار نسبی در طبقه همکف ۶٪ و در طبقه اول ۴٪ می باشد.

ز) کنترل دیوار نسبی در هر راستا در طبقه همکف

$$Ratio_x = \frac{\sum A_x}{A_{Floor}} = \frac{75150}{1190 \times 1200} = 5.3\% \not\geq 6\% \quad \text{NOT OK}$$

$$Ratio_y = \frac{\sum A_y}{A_{Floor}} = \frac{127950}{1190 \times 1200} = 9\% \geq 6\% \quad \text{OK}$$

با توجه به این موارد، مقدار دیوارهای سازه ای در جهت X در طبقه همکف مناسب نبوده و می بایستی طول یا ضخامت یا هر دو آنها در این راستا افزایش یابد. اما در جهت Y دیوارهای سازه ای جوابگو هستند.

ح) کنترل دیوار نسبی در هر راستا در طبقه اول

$$Ratio_x = \frac{\sum A_x}{A_{Floor}} = \frac{75150}{1190 \times 1200} = 5.3\% \geq 4\% \quad \text{OK}$$

$$Ratio_y = \frac{\sum A_y}{A_{Floor}} = \frac{127950}{1190 \times 1200} = 9\% \geq 4\% \quad \text{OK}$$



با توجه به این موارد، مقدار دیوارهای سازه ای در هر دو جهت X و Y در طبقه اول مناسب می باشد.

ج) کنترل دیوار نسبی در هر راستا در طبقه خرپشته

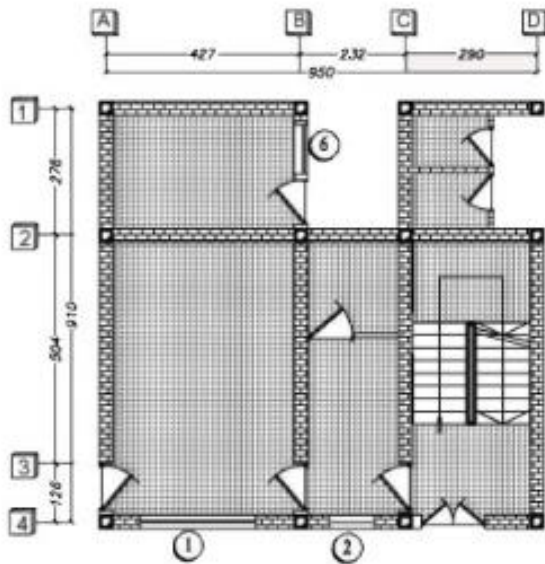
$$Ratio_x = \frac{\sum A_x}{A_{Floor}} = \frac{2 \times (205 \times 30)}{430 \times 355} = 8 \% \quad \geq 4 \% \quad OK$$
$$Ratio_y = \frac{\sum A_y}{A_{Floor}} = \frac{2 \times (430 \times 30)}{430 \times 355} = 16.9 \% \quad \geq 4 \% \quad OK$$

با توجه به این موارد، مقدار دیوارهای سازه ای در هر دو جهت X و Y در طبقه خرپشته مناسب می باشد.

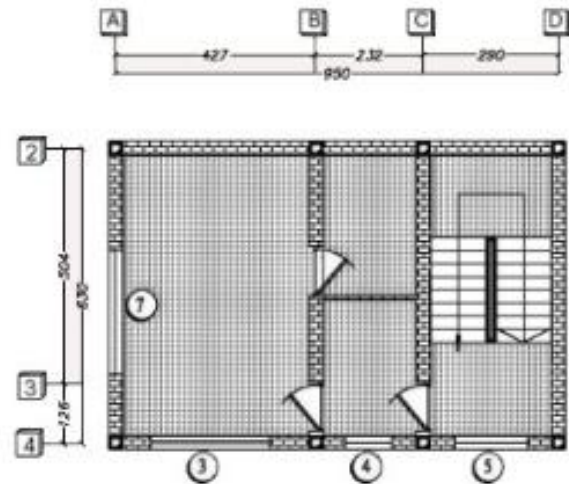


پیوست ۲) مثال کنترل ابعاد بازشو دیوار

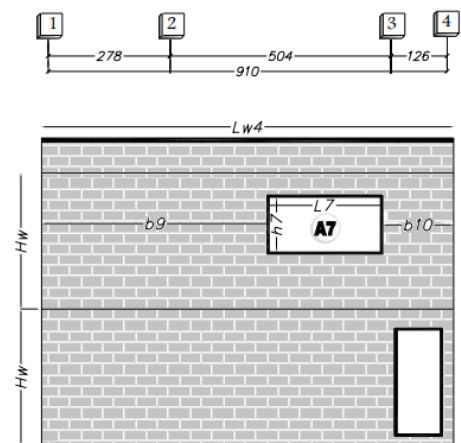
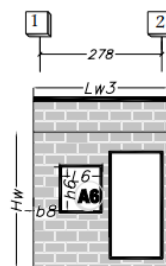
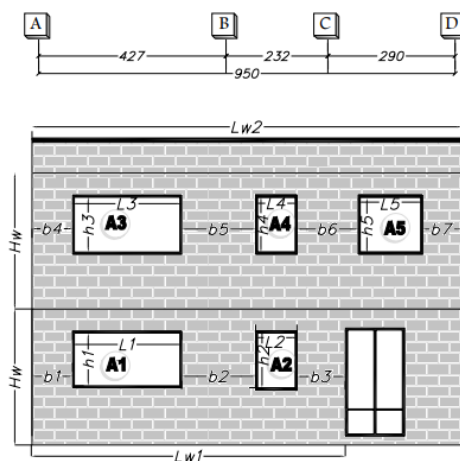
در ساختمان به قرار زیر ابعاد بازشو دیوارها را مطابق مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان کنترل کنید.



شکل ۱۱۲) موقعیت بازشو طبقه همکف



شکل ۱۱۳) موقعیت بازشو طبقه اول



شکل ۱۱۴) موقعیت بازشو در نمای ساختمان

مشخصات هریک از بازشوها به منظور کنترل مناسب بودن ابعاد بازشو، به قرار زیر است:



$L_1=1.9\text{ m}$	$h_1=1.3\text{ m}$	$A_1=2.47\text{ m}^2$	$b_1=0.93\text{ m}$	$L_6=0.97\text{ m}$	$h_6=1.0\text{ m}$	$A_6=0.97\text{ m}^2$	$b_6=1.4\text{ m}$
$L_2=0.94\text{ m}$	$h_2=1.3\text{ m}$	$A_2=1.22\text{ m}^2$	$b_2=1.69\text{ m}$	$L_7=1.64\text{ m}$	$h_7=1.3\text{ m}$	$A_7=2.13\text{ m}^2$	$b_7=0.89\text{ m}$
$L_3=1.9\text{ m}$	$h_3=1.3\text{ m}$	$A_3=2.47\text{ m}^2$	$b_3=1.11\text{ m}$	$b_8=0.59\text{ m}$	$b_9=5.14\text{ m}$	$b_{10}=1.62\text{ m}$	$L_{w1}=7.15\text{ m}$
$L_4=0.94\text{ m}$	$h_4=1.3\text{ m}$	$A_4=1.22\text{ m}^2$	$b_4=0.93\text{ m}$	$L_{w2}=9.8\text{ m}$	$L_{w3}=3.06\text{ m}$	$L_{w4}=9.4\text{ m}$	$H_w=2.7\text{ m}$
$L_5=1.46\text{ m}$	$h_5=1.3\text{ m}$	$A_5=1.9\text{ m}^2$	$b_5=1.69\text{ m}$				

- طول هیچ یک از ابعاد بازشوها نباید از ۲ متر بیش‌تر باشد:

$$L_1 = L_3 = 1.9\text{ m} < 2.0\text{ m}, L_2 = L_4 = 0.94\text{ m} < 2.0\text{ m} \quad OK$$

$$L_5 = 1.46\text{ m} < 2.0\text{ m}, L_6 = 0.97\text{ m} < 2.0\text{ m}, L_7 = 1.64\text{ m} < 2.0\text{ m} \quad OK$$

$$h_1 = h_2 = h_3 = h_4 = h_5 = h_7 = 1.3\text{ m} < 2.0\text{ m} \quad OK$$

$$h_6 = 1.0\text{ m} < 2.0\text{ m} \quad OK$$

- مجموع سطح بازشوها در هر دیوار سازه‌ای نباید از یک سوم سطح آن دیوار بیش‌تر شود:

$$A_1 + A_2 = 3.69\text{ m}^2 \leq \frac{1}{3}(L_{w1} \times H_w) = 6.4\text{ m}^2 \quad OK$$

$$A_3 + A_4 + A_5 = 5.59\text{ m}^2 \leq \frac{1}{3}(L_{w2} \times H_w) = 8.82\text{ m}^2 \quad OK$$

$$A_6 = 0.97\text{ m}^2 \leq \frac{1}{3}(L_{w3} \times H_w) = 2.75\text{ m}^2 \quad OK$$

$$A_7 = 2.13\text{ m}^2 \leq \frac{1}{3}(L_{w4} \times H_w) = 8.46\text{ m}^2 \quad OK$$

- مجموع طول بازشوها در هر دیوار سازه‌ای نباید از یک دوم طول دیوار بیش‌تر باشد:

$$L_1 + L_2 = 2.84\text{ m} \leq \frac{1}{2}L_{w1} = 3.56\text{ m} \quad OK$$

$$L_3 + L_4 + L_5 = 4.3\text{ m} \leq \frac{1}{2}L_{w2} = 4.9\text{ m} \quad OK$$

$$L_6 = 0.97\text{ m} \leq \frac{1}{2}L_{w3} = 1.53\text{ m} \quad OK$$

$$L_7 = 1.64\text{ m} \leq \frac{1}{2}L_{w4} = 4.7\text{ m} \quad OK$$

- فاصله اولین بازشو از ابتدای طول دیوار نباید از دو سوم ارتفاع بازشو و یا ۷۵ سانتیمتر کم‌تر باشد:

$$b_1 = 0.93\text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_1 = 0.87\text{ m}, 0.75\text{ m}\right) \quad OK$$

$$b_3 = 2.15\text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_2 = 0.87\text{ m}, 0.75\text{ m}\right) \quad OK$$

$$b_4 = 0.93\text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_3 = 0.87\text{ m}, 0.75\text{ m}\right) \quad OK$$

$$b_7 = 0.89\text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_5 = 0.87\text{ m}, 0.75\text{ m}\right) \quad OK$$



$$b_9 = 5.14 \text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_7 = 0.87 \text{ m}, 0.75 \text{ m}\right) \quad OK$$

$$b_{10} = 1.62 \text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_7 = 0.87 \text{ m}, 0.75 \text{ m}\right) \quad OK$$

- فاصله دو بازشو نباید از دو سوم ارتفاع کوچکترین بازشوی طرفین خود و همچنین از یک ششم مجموع طول آن بازشو کمتر باشد:

$$b_2 = 1.69 \text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_2 = 0.87 \text{ m}, \frac{1}{6}(L_1 + L_2) = 0.47 \text{ m}\right) \quad OK$$

$$b_5 = 1.69 \text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_4 = 0.87 \text{ m}, \frac{1}{6}(L_3 + L_4) = 0.47 \text{ m}\right) \quad OK$$

$$b_6 = 1.4 \text{ m} \geq \max\left(\frac{2}{3}h_5 = 0.87 \text{ m}, \frac{1}{6}(L_4 + L_5) = 0.4 \text{ m}\right) \quad OK$$

با توجه به بررسی‌های انجام شده ابعاد بازشوها مناسب می‌باشد.



پیوست ۳) چک لیست کنترل نقشه‌های ساختمان بنایی کلاف دار



چک لیست کنترل نقشه های ساختمان مصالح بنایی کلاف دار

الف) توضیحات کلی نقشه			
توضیحات کلی اجرای ساختمان بنایی کلاف دار بر اساس مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان در ابتدای نقشه وجود دارد؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
در خصوص نوع آجر یا بلوک مصرفی، ابعاد آن، مشخصات حفره های آن، مقاومت آن توضیح داده شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
در خصوص نوع و مقاومت میلگرد مصرفی توضیح داده شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
در خصوص نوع و مقاومت بتن مصرفی و اسلامپ آن توضیح داده شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
در خصوص نوع و مقاومت ملات مصرفی و ترکیبات آن توضیح داده شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
در خصوص نوع سقف و مصالح مصرفی آن (مانند نوع بلوک مصرفی) توضیح داده شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
توضیحات اجرای دیوار شامل زنجاب کردن آجر، ساخت دیوار از یک نوع واحد مصالح بنایی، عدم استفاده از آجر گری در برخی از دیوارها، هم پوشانی رگ های آجرچینی با هم، فرم چیش آجر وجود دارد؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
توضیحات ملات شامل حداقل و حداکثر ضخامت ملات، اجرای بند قائم در دیوارچینی وجود دارد؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
توضیحات اجرای میلگرد بستر و مشخصات آن وجود دارد؟	☐	☐	☐
توضیحات اجرای دیوار به صورت هشت گیر وجود دارد؟	☐	☐	☐
ب) محدودیت های هندسی ساختمان			
ساختمان دارای زیرزمین است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
در صورت وجود زیرزمین، اطراف ساختمان در خاک مدفون است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
تعداد طبقات ساختمان روی زیرزمین حداکثر دو طبقه است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
در صورت وجود زیرزمین، تراز روی سقف آن نسبت به متوسط زمین مجاور حداکثر ۱.۵ متر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
حداکثر ارتفاع زیرزمین از روی پی یا کلاف بتنی تا زیر کلاف سقف ۲.۵ متر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین از ۸ متر کمتر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
ارتفاع طبقات، بجز زیرزمین، حداکثر ۴ متر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
در صورت بیشتر بودن ارتفاع طبقه از ۴ متر و کمتر بودن آن از ۶ متر، آیا کلاف بندی اضافی افقی، برای محدود کردن ارتفاع به ۴ متر وجود دارد؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
مساحت خرپشته از ۲۵٪ مساحت بام کمتر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
ارتفاع خرپشته از ۳ متر کمتر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
پلان ساختمان نسبت به دو محور اصلی خود تقریباً قرینه است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
طول ساختمان از ۳ برابر عرض آن و از ۲۵ متر کمتر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
اندازه پیش آمدگی در هر امتداد از ۲۰٪ بعد ساختمان در آن امتداد کمتر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
بعد دیگر پیش آمدگی از مقدار پیش آمده کمتر است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط



غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۲۵) بالکن روبسته در ساختمان وجود ندارد؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۲۶) طول بالکن‌های سه طرف باز از ۱.۲ متر کمتر است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۲۷) طول بالکن‌های دو طرف باز از ۱.۵ متر کمتر است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۲۸) تیرهای باربر سقف بالکن برای بارهای مرده و زنده و زلزله قائم محاسبه شده اند؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۲۹) حداکثر ارتفاع جانپناه مصالح بنایی به ۵۰ سانتیمتر (با کلاف افقی فوقانی به ۶۰ سانتیمتر) محدود شده است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۰) در صورت وجود اختلاف تراز در کف‌ها، حداکثر اختلاف تراز ۶۰ سانتیمتر است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۱) در صورت وجود اختلاف تراز در کف‌ها، برای هر انتها یک کلاف مجزا تعبیه شده است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۲) محل و مقدار درز انقطاع ساختمان در نقشه ارائه گردیده است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۳) مقدار درز انقطاع بین دو ساختمان مجاور یا دو قسمت یک ساختمان از ۱/۱۰۰ ارتفاع ساختمان کوتاهتر و ۵ سانتیمتر بیشتر است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۴) ساختمان از مرز زمین مجاور به اندازه ۱/۲۰۰ ارتفاع و حداقل ۵ سانتیمتر فاصله دارد؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۵) حداقل ارتفاع از کف معبر تا زیر پیش آمدگی ساختمان به اندازه ۳.۵ متر رعایت شده است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۶) محل و جزئیات مناسب برای عبور روکار مجاری تأسیساتی و عدم عبور آنها از داخل دیوار و کلاف ارائه شده است؟
ج) فونداسیون			
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۷) جزئیات فونداسیون دیوارهای سازه ای شامل یکی از دو نوع زیر ارائه شده است؟ الف) شالوده + کرسی چینی + بتن مگر + کلاف افقی ب) شالوده + بتن مگر + پی بتن آرمه
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۸) جزئیات فونداسیون برای دیوارهای میانی و دیوارهای بیرونی (کنار معبر یا ساختمان همسایه) بصورت مجزاء ارائه شده است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۳۹) آیا برای عبور لوله های تأسیساتی، تراز روی کلاف افقی یا پی بتن آرمه حداقل ۳۰ سانتیمتر کمتر از ترازهای معماری دیده شده است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۴۰) در مناطق سردسیر حداقل ۴۰ سانتیمتر عمق مدفون روی کلاف افقی یا پی بتن آرمه تعبیه شده است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۴۱) جزئیات فونداسیون دیوارهای غیرسازه ای ارائه شده است؟ (کلاف افقی زیر دیوار)
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۴۲) پلان فونداسیون ساختمان ارائه شامل موارد زیر ارائه شده است؟ الف) پلان شالوده (در صورت نیاز) ب) پلان کرسی چینی (در صورت نیاز) ج) پلان کلاف افقی یا پی بتن آرمه
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۴۳) در صورت وجود شکست در فونداسیون (اجرای پله ای) آیا حداکثر اختلاف تراز ۳۰ سانتیمتری (حداکثر ارتفاع گام قائم) رعایت شده است؟
غیرمرتبط ☐	خیر ☐	بله ☐	(۴۴) در صورت وجود شکست در فونداسیون (اجرای پله ای) آیا ضخامت دیواره شکست (همپوشانی افقی) به اندازه ۶۰ سانتیمتر رعایت شده است؟



بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۴۵) در صورت وجود شکست در کلاف افقی یا پی بتن آرمه (اجرای پله ای) آیا جزئیات مناسب میلگردهای طولی و عرضی در این ناحیه ارائه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۴۶) فونداسیون ستون های بتنی طراحی و در نقشه ارائه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۴۷) آیا امکان عدم نیاز به اجرای شالوده وجود دارد؟ (در زمین های سنگی یا با مقاومت بالا)
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۴۸) حداقل عمق گود به میزان ۸۰ سانتیمتر برای اجرای شالوده ارائه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۴۹) حداقل عمق شالوده به میزان ۵۰ سانتیمتر برای اجرای شالوده ارائه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۰) حداقل عرض شالوده به میزان ۱.۵ برابر عرض کرسی چینی یا ۱.۵ برابر عرض دیوار، در صورت عدم وجود کرسی چینی، رعایت شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۱) جزئیات مصالح شالوده در نقشه ارائه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۲) آیا امکان عدم نیاز به اجرای کرسی چینی وجود دارد؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۳) حداقل عرض قسمت فوقانی کرسی چینی به اندازه ۱۰ سانتیمتر بزرگتر از عرض دیوار یا کلاف افقی فوقانی رعایت شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۴) حداقل عرض کرسی چینی در قسمت تحتانی به اندازه نصف ارتفاع کرسی و مقادیر مندرج در جدول (وابسته به تعداد طبقات و مقاومت خاک) رعایت شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۵) جزئیات مربوط به جنس مصالح کرسی چینی ارائه گردیده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۶) برای پی بتن آرمه، حداقل عرض به اندازه ۶۰ سانتیمتر و ۱.۵ برابر عرض دیوار ارائه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۷) برای پی بتن آرمه، حداقل عمق پی به اندازه ۵۰ سانتیمتر ارائه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۸) برای پی بتن آرمه، میلگرد حداقل حرارتی در جهت طولی و عرضی تعبیه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۵۹) جزئیات مناسب عایق کاری دیوارهای داخلی و بیرونی در تراز پی ارائه شده است؟
د) دیوارهای سازه ای	
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۰) حداقل ضخامت دیوارهای سازه ای در طبقات به اندازه ۲۰ سانتیمتر رعایت شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۱) حداقل ضخامت دیوارهای سازه ای زیرزمین به اندازه ۳۲ سانتیمتر رعایت شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۲) حداقل ضخامت دیوارهای سازه ای به اندازه یک سی ام طول و یک پانزدهم ارتفاع دیوار رعایت شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۳) دیوارهای سازه ای در یک راستا بوده و بدون انفصال یا جابجایی در راستای قائم، تا پی ادامه دارند؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۴) توزیع دیوارهای سازه ای در پلان متقارن بوده و در دو سمت مرکز جرم قرار گرفته است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۵) محاسبات مربوط به محل مرکز جرم و مرکز سختی، بررسی حداکثر فاصله بین آنها، مقدار درصد دیوار نسبی در هر طبقه و هر راستا ارائه شده است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۶) حداکثر فاصله مرکز جرم و مرکز سختی در هر طبقه کمتر از ۲۰٪ بعد ساختمان در آن رستاست؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۷) حداقل درصد دیوار نسبی مجاز، مطابق مبحث هشتم مقررات ملی در هر طبقه چقدر است؟
بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط ☐	۶۸) درصد دیوار نسبی در طبقه زیرزمین چقدر است؟



۶۹) درصد دیوار نسبی در طبقه همکف چقدر است؟	☐ جهت X ☐ جهت Y ☐ غیرمرتبط
۷۰) درصد دیوار نسبی در طبقه اول چقدر است؟	☐ جهت X ☐ جهت Y ☐ غیرمرتبط
۷۱) درصد دیوار نسبی در خرپشته چقدر است؟	☐ جهت X ☐ جهت Y ☐ غیرمرتبط
ه) بازشو دیوار	
۷۲) در صورت عدم وجود کلاف، مجموع سطوح بازشوها در هر دیوار کمتر از یک سوم سطح آن دیوار است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۷۳) در صورت عدم وجود کلاف، مجموع طول بازشوها در هر دیوار کمتر از یک دوم طول دیوار است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۷۴) در صورت عدم وجود کلاف، فاصله اولین بازشو از ابتدای دیوار کمتر از دو سوم ارتفاع بازشو ۷۵ سانتیمتر است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۷۵) در صورت عدم وجود کلاف، تمام ابعاد بازشو کمتر از ۲ متر است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۷۶) در صورت عدم وجود کلاف، فاصله افقی دو بازشو از دو سوم ارتفاع کوچک ترین بازشو مجاور و از یک ششم مجموع طول آن دو بازشو بیشتر است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
و) نعل درگاه	
۷۷) طراحی نعل درگاه‌ها برای بارهای وارده صورت گرفته است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۷۸) جزئیات نعل درگاه شامل جنس آن (بتنی یا فولادی)، مقطع آن (شماره و تعداد پروفیل‌های فولادی و نحوه اتصال آنها، عرض و ارتفاع مقطع بتنی، میلگردهای طولی و عرضی)، مقدار نشیمن نعل درگاه بر روی دیوار، نحوه اتصال نعل درگاه به کلاف بازشو ارائه شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
ز) کلاف‌های افقی و قائم	
۷۹) پلان کلاف‌های قائم ساختمان شامل کلاف‌های اصلی، کلاف‌های دابل و کلاف‌های بازشو در تمامی طبقات ارائه شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۰) حداکثر فاصله بین کلاف‌های قائم به مقدار ۵ متر در نظر گرفته شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۱) حداقل در یکی از دو انتهای تمامی دیوارهای سازه ای کلاف قائم قرار گرفته است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۲) در کنج‌های ساختمان دو طبقه یا دارای زیرزمین، کلاف قائم دابل تعبیه شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۳) ستون‌های بتنی ساختمان در پلان مشخص و جزئیات آنها شامل ابعاد، میلگردهای طولی و عرضی ارائه شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۴) در اطراف بازشوهای ساختمان، ترجیحاً کلاف بازشو تعبیه شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۵) بر روی تمامی دیوارهای سازه ای کلاف افقی قرار گرفته است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۶) مهار تمامی کلاف‌های قائم توسط کلاف افقی صورت گرفته است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۷) در ارتفاع دیوارها، حداکثر فاصله کلاف‌های افقی از هم ۴ متر می باشد؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۸) جزئیات ابعادی کلاف افقی زیر دیوار در سطح پی و روی دیوار ارائه شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۸۹) جزئیات میلگردهای طولی و عرضی کلاف‌های افقی بخصوص در ناحیه بحرانی ارائه گردیده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۹۰) جزئیات اتصالات کلاف‌های افقی در گوشه، کنار و میانه ارائه شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط
۹۱) جزئیات ابعادی کلاف قائم اصلی دیوار ارائه شده است؟	☐ بله ☐ خیر ☐ غیرمرتبط



☐	☐	☐	۹۲) جزئیات ابعادی کلاف قائم دیوار ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۹۳) جزئیات میلگردهای طولی و عرضی کلاف های قائم اصلی و دیوبل بخصوص در ناحیه بحرانی ارائه گردیده است؟
☐	☐	☐	۹۴) جزئیات اتصالات کلاف های قائم غیر ممتد یا ممتد به کلاف افقی غیرممتد یا ممتد ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۹۵) جزئیات کلاف بازشو شامل ابعاد، میلگرد طولی و عرضی ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۹۶) جزئیات محل وصله میلگردهای طولی کلاف های افقی و قائم ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۹۷) جزئیات عبور لوله های تأسیساتی از کلاف های افقی و قائم ارائه شده است؟
ح) سقف			
☐	☐	☐	۹۸) نوع سقف و جزئیات مربوطه در نقشه ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۹۹) پلان تیرریزی، کلاف بندی افقی و تیرچه ریزی در تمام طبقات و خرپشته ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۰۰) اطراف بازشوهای سقف کلاف افقی یا تیر بتنی تعبیه شده است؟
☐	☐	☐	۱۰۱) در خصوص سقف تیرچه بلوک، ابعاد بلوک و نوع آن، ضخامت دال رویه، میلگردهای خرپا، حرارتی، منفی، اتکا و جزئیات مربوطه ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۰۲) جزئیات کلاف عرضی سقف تیرچه بلوک ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۰۳) در خصوص سقف دال بتنی، ضخامت دال و شبکه میلگرد آن مشخص شده است؟
ط) جانپناه			
☐	☐	☐	۱۰۴) جزئیات جانپناه مصالح بنایی شامل ضخامت، ارتفاع، کلاف افقی فوقانی، کلاف های قائم، میلگردهای طولی و عرضی کلاف ها، ارائه شده است؟
ی) دیوارهای غیرسازه ای			
☐	☐	☐	۱۰۵) جنس دیوارهای غیر سازه ای جداگر و ضخامت آن ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۰۶) حداکثر ارتفاع دیوار غیرسازه ای برابر ۳.۵ متر و ۳۰ برابر ضخامت دیوار ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۰۷) حداکثر طول دیوار غیرسازه ای برابر ۵ متر و ۴۰ برابر ضخامت دیوار ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۰۸) جزئیات کلاف بتنی اطراف دیوار غیرسازه ای ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۰۹) جزئیات پروفیل فولادی اطراف دیوار غیرسازه ای ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۱۰) جزئیات میلگرد بستر دیوارهای غیرسازه ای با طول بیشتر از ۲.۵ متر ارائه شده است؟
ک) پله			
☐	☐	☐	۱۱۱) جزئیات سازه ای پله شامل مقطع طولی و عرضی، ضخامت، میلگردهای طولی و عرضی و نحوه اجرای آن ارائه شده است؟
ل) نما			
☐	☐	☐	۱۱۲) جزئیات اتصال نما به دیوار ارائه شده است؟
م) دیوار محوطه			
☐	☐	☐	۱۱۳) پلان موقعیت دیوار محوطه، محل کلاف های قائم و درزهای انقطاع ارائه شده است؟
☐	☐	☐	۱۱۴) کلاف قائم دیوار محوطه توسط درز از ساختمان اصلی جدا گردیده است؟



۱۱۵	حداکثر طول پیوسته دیوار محوطه به میزان ۲۰ متر رعایت شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
۱۱۶	حداکثر طول آزاد دیوار محوطه بین کلاف‌های قائم به اندازه ۵ متر رعایت شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
۱۱۷	ضخامت دیوار محوطه ارائه و نسبت ارتفاع به ضخامت حداکثر ۱۰ رعایت شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
۱۱۸	جزئیات فونداسیون دیوار محوطه، مقدار عمق مدفون دیوار، ابعاد و میلگردهای طولی و عرضی کلاف افقی زیر دیوار، ارائه شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
۱۱۹	جزئیات کلاف افقی روی دیوار محوطه شامل ابعاد و میلگردهای طولی و عرضی ارائه شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
۱۲۰	جزئیات کلاف‌های قائم دیوار محوطه شامل ابعاد و میلگردهای طولی و عرضی ارائه شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
۱۲۱	جزئیات اجرای دیوار محوطه در زمین‌های شیب‌دار ارائه شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط
۱۲۲	جزئیات میلگردهای بستر دیوار محوطه ارائه شده است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ غیرمرتبط