

بررسی ضوابط جدید مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان در نظارت و اجرای ساختمان‌های بتنی

ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



Seismic Design of Reinforced Concrete Special Moment Frames

A Guide for Practicing Engineers

SECOND EDITION

Jack P. Moehle
John D. Hooper



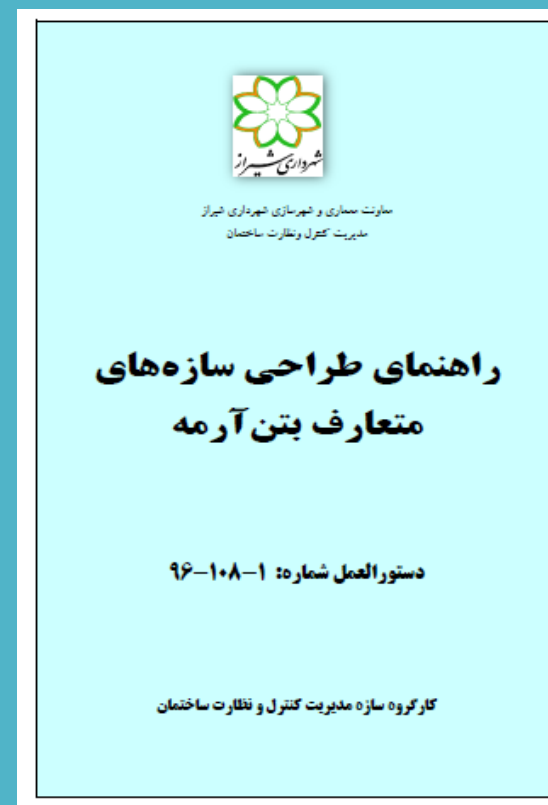
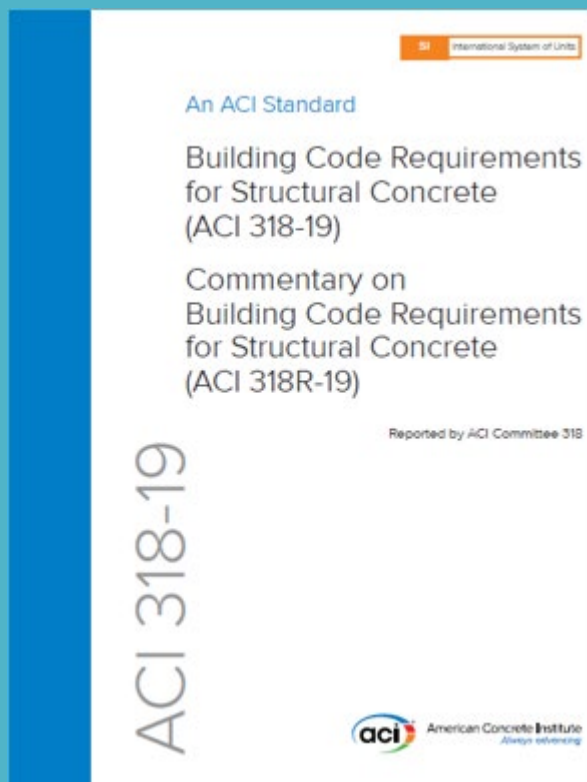
Seismic Design of Cast-in-Place Concrete Special Structural Walls and Coupling Beams

A Guide for Practicing Engineers

Jack P. Moehle
Tony Ghodsi
John D. Hooper
David C. Fields
Rajnikanth Gedhada

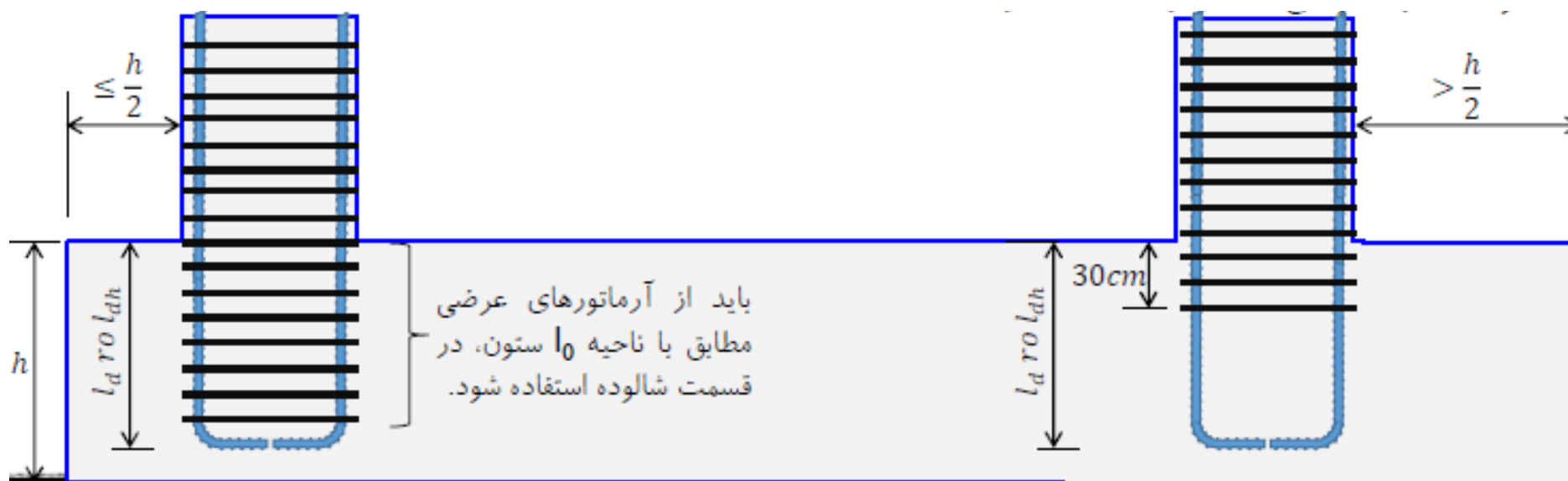
مراجع:

- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۹
- آیین نامه ACI ویرایش ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹
- دستورالعمل ۱۰۸ معاونت فنی شهرداری شیراز
- جزوات آموزشی دکتر حسین زاده اصل
- وبینارهای قبلی ارائه شده در نظام مهندسی استان فارس



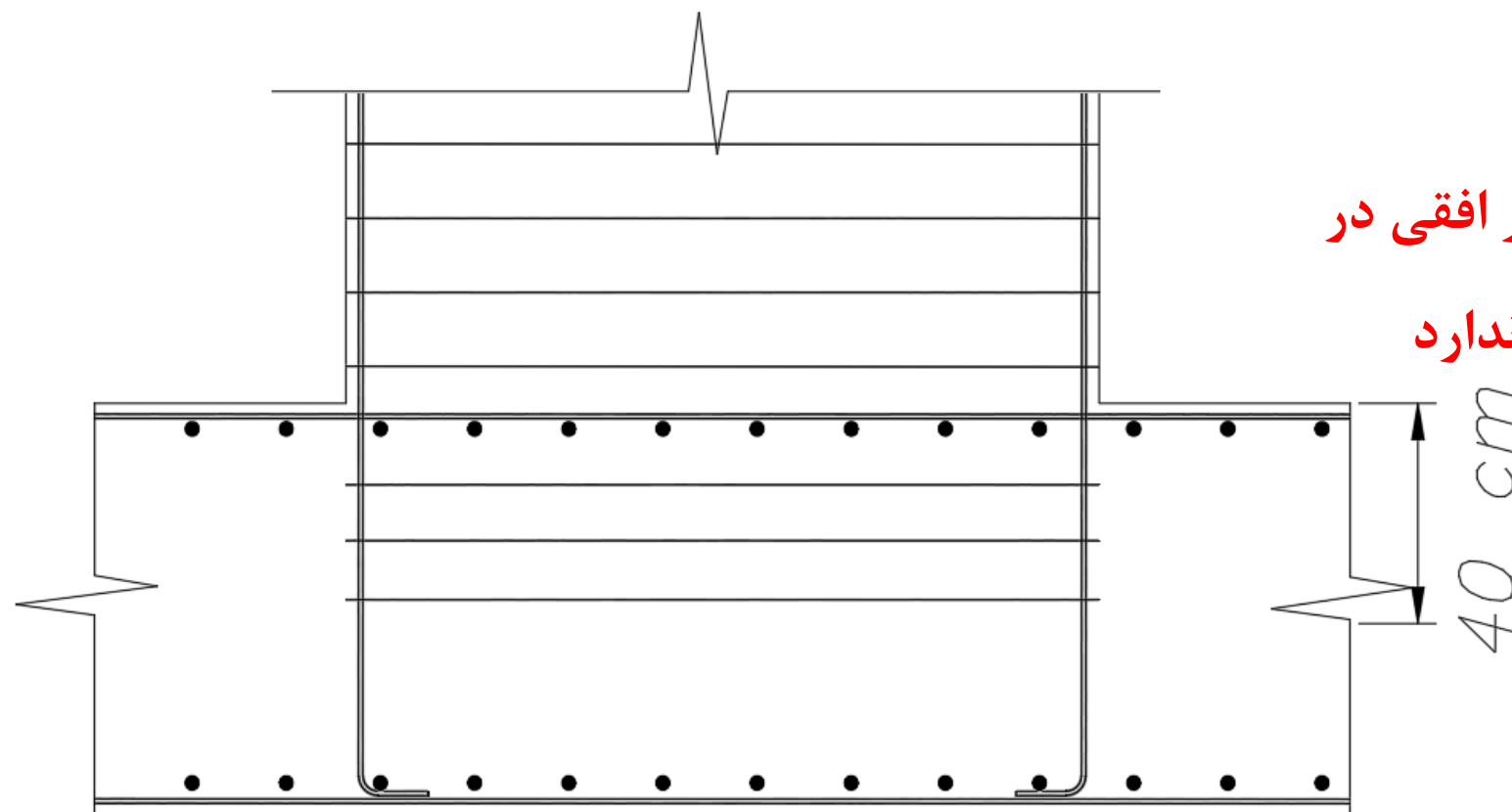
جزئیات خم انتهایی میلگردهای دیوار برشی ویژه

۴-۲-۹-۲۰-۹ در ستون‌ها و یا اجزای لبه‌ی دیوارهای سازه‌ای ویژه که فاصله‌ی لبه‌ی آن‌ها از لبه‌ی شالوده از نصف ضخامت شالوده کم‌تر است، باید از آرماتورهای عرضی مطابق ضوابط بندهای ۴-۳-۳-۶-۲۰-۹ تا ۴-۳-۳-۶-۲۰-۹ در قسمت فوقانی شالوده استفاده شود. این آرماتورها باید از روی شالوده به اندازه‌ی طول مهاری آرماتورهای طولی ستون و یا جزء لبه‌ی دیوار برشی ویژه، که برای تنش f_y محاسبه شده است، در درون شالوده ادامه یابند.



امتداد آرماتور افقی دیوار در فونداسیون

در آیین نامه اشاره ای به امتداد آرماتور افقی دیوار در فونداسیون نکرده است

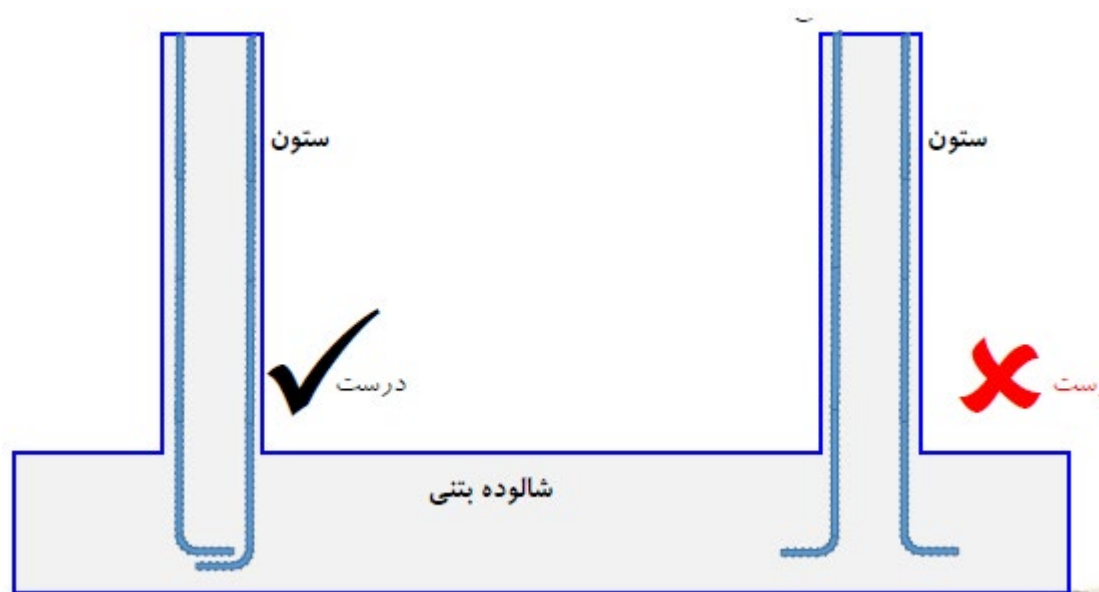


نیازی به امتداد آرماتور افقی در

فونداسیون وجود ندارد

جزئیات خم انتهایی میلگردهای ستون قاب خمشی متوسط و ویژه

۳-۲-۹-۲۰-۹ در ستون‌هایی که برای اتصال گیردار (صلب) به شالوده طراحی شده‌اند، باید ضوابط بند ۲-۲-۹-۲۰-۹ رعایت شوند؛ و در صورت نیاز به مهاري قلاب‌دار، انتهای آرماتورهای طولی تعبیه شده برای تحمل خمش باید دارای قلاب‌های با خم ۹۰ درجه به طرف مرکز ستون در نزدیک قسمت تحتانی شالوده باشند.



جزئیات خم انتهایی میلگردهای ستون قاب خمشی متوسط و ویژه



در مورد خم قلاب ستونها به سمت مرکز، روش اجرایی این است که محل قلاب ستونها با توجه به تامین طول مهاری قلاب در پی ها، برای جلوگیری از تراکم میلگرد در یک محل نباشد .

حداقل آرماتور فونداسیون

۹-۱۰-۷-۱-۲ حداقل آرماتور خمشی در دال‌های دوطرفه

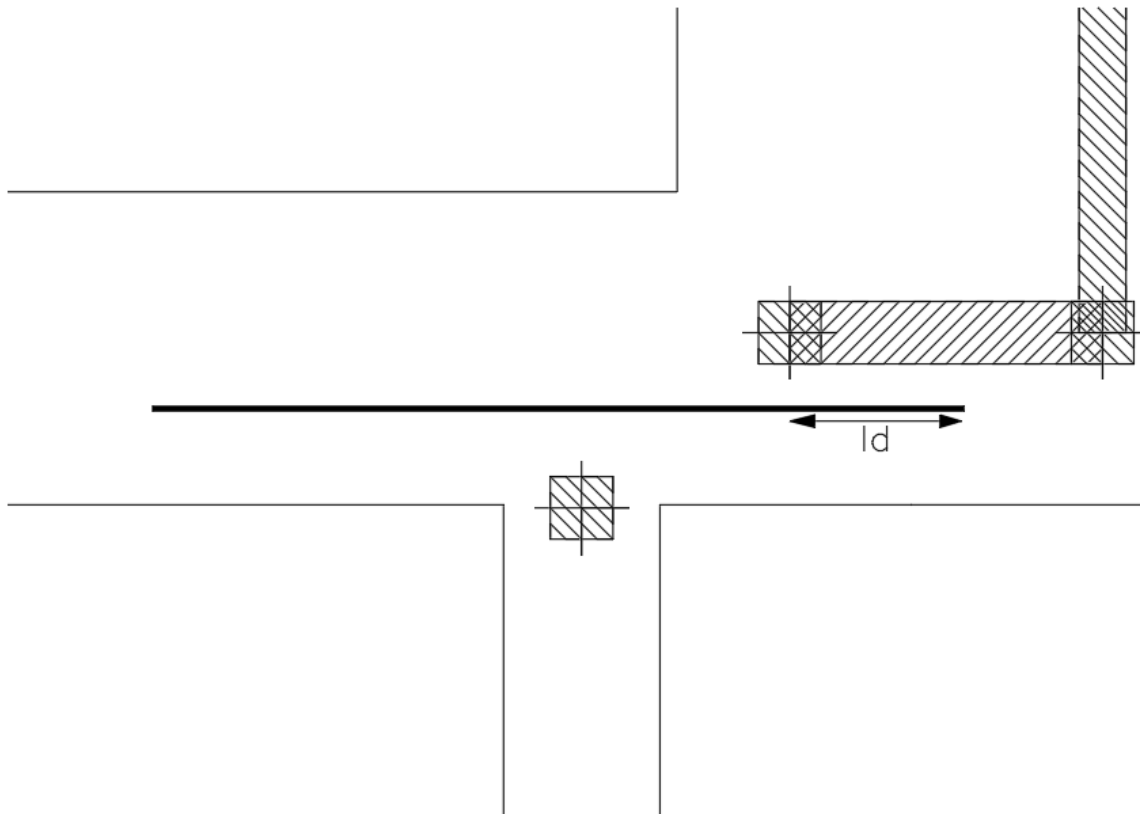
الف- حداقل مساحت آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ برابر با $0.0018A_g$ بوده و یا مطابق آنچه در بند

(ب) زیر تعریف شده است، محاسبه می‌شود. این آرماتور باید در نزدیکی سطح کششی در جهت دهانه، و در عرض دال (b_{slab}) تعبیه شود.

ضخامت فونداسیون (cm)	حداقل آرماتور شبکه اصلی	حداقل آرماتور شبکه عرضی
70	Ø18@20cm	Ø14@20cm
75	Ø20@20cm	Ø14@20cm
80	Ø20@20cm	Ø14@20cm
85	Ø20@20cm	Ø16@20cm
90	Ø22@20cm	Ø16@20cm
100	Ø22@20cm	Ø16@20cm
110	Ø25@20cm	Ø18@20cm
120	Ø25@20cm	Ø18@20cm

محل قطع آرماتور تقویتی فونداسیون

۹-۱۱-۶-۲-۴ میلگردهای کششی ادامه داده شده باید حداقل طول گیرایی l_d را پس از نقطه‌ای که دیگر به میلگردهای قطع یا خم شده برای تحمل خمش نیازی نیست، تامین کنند.



قطر آرماتور	Ld شبکه پایین	Ld شبکه بالا
mm	cm	cm
φ8	35	40
φ10	40	50
φ12	50	60
φ14	55	70
φ16	65	80
φ18	70	90
φ20	95	125
φ22	105	135
φ25	120	155
φ28	135	175
φ32	155	200

جدول طول وصله آرماتورها

قطر میلگرد ($f_y=4000\text{kg/cm}^2$)		Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	Φ28	Φ32
$f_c=210\text{kg/m}^2$	میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار	55	65	80	90	100	135	150	170	190	215
	میلگرد بالا	70	85	100	115	130	175	195	220	245	280
$f_c=250\text{kg/m}^2$	میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار	50	60	70	80	90	125	135	155	175	200
	میلگرد بالا	65	80	95	105	120	160	175	200	225	255
$f_c=300\text{kg/m}^2$	میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار	45	55	65	75	85	115	125	140	155	180
	میلگرد بالا	60	75	85	95	110	150	160	185	205	235

توضیح: طولهای مشخص شده برای میلگردهای باندل شده دوتایی بدون تغییر، سه تایی ۲۰ درصد و چهارتایی ۳۳ درصد افزایش می یابند.

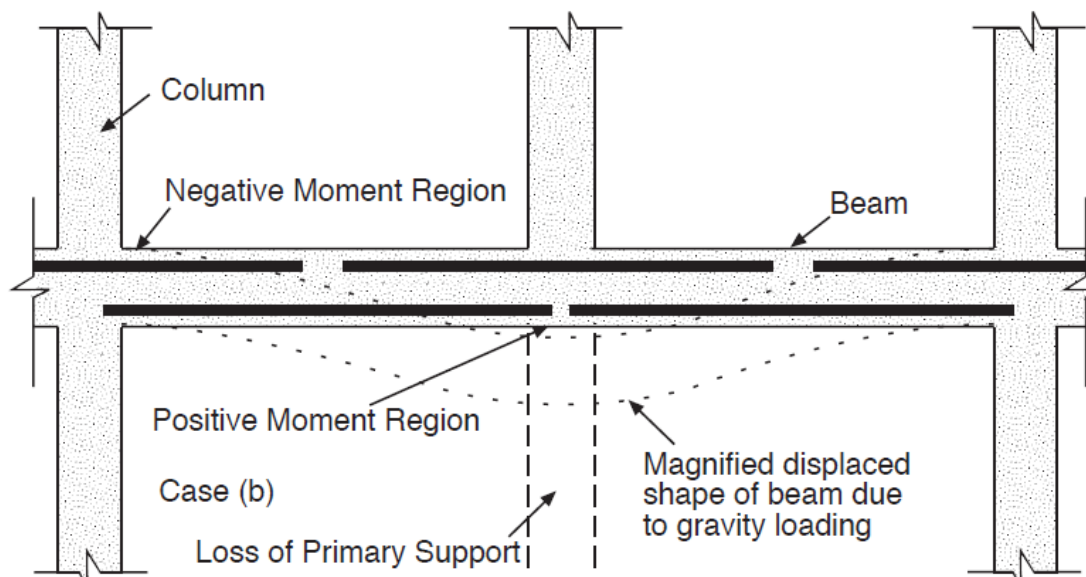
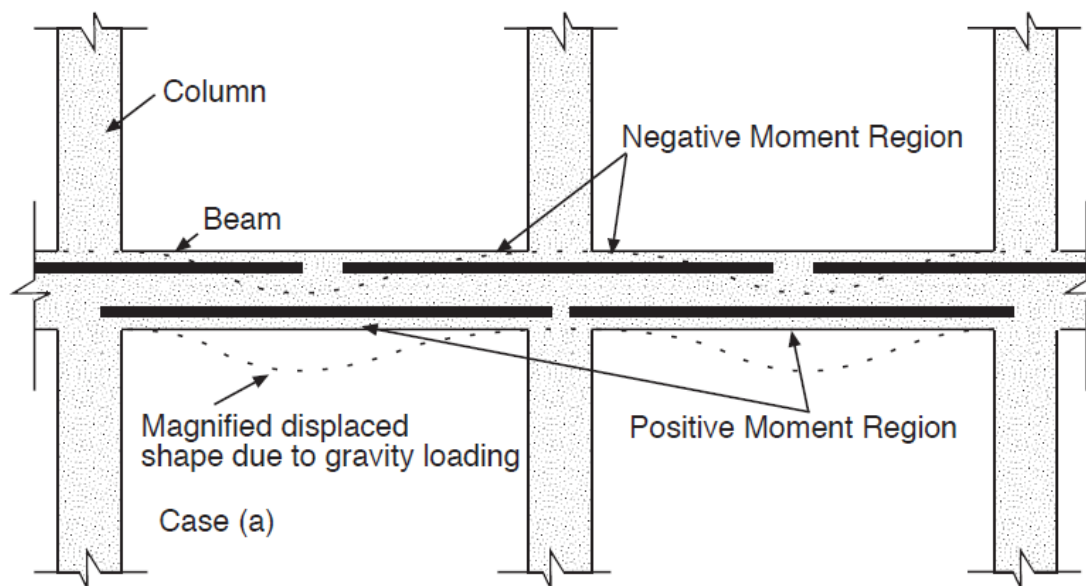
آرماتور شبکه حرارتی سقف

۹-۴-۸-۱ کلیه ی آرماتورهای طولی و عرضی مصرفی در سازه های بتن آرمه باید آجدار باشند.
استفاده از آرماتورهای ساده فقط در دورپیچ ها مجاز است.

آرماتور شبکه حرارتی سقف نیز باید آجدار باشد، بنابراین حداقل آرماتور
قابل قبول برای سقف $\varnothing 8$ می باشد.



آرماتور پیوستگی در تیر، دال و تیرچه



آرماتور پیوستگی در تیرها

۹-۱۱-۶-۶ آرماتورهای یکپارچگی سازه‌ای در تیرهای درجا

۹-۱۱-۶-۶-۱ برای تیرهای واقع در پیرامون سازه، آرماتورهای یکپارچگی سازه‌ای بر اساس ضوابط (الف) تا (پ) اختیار می‌شوند:

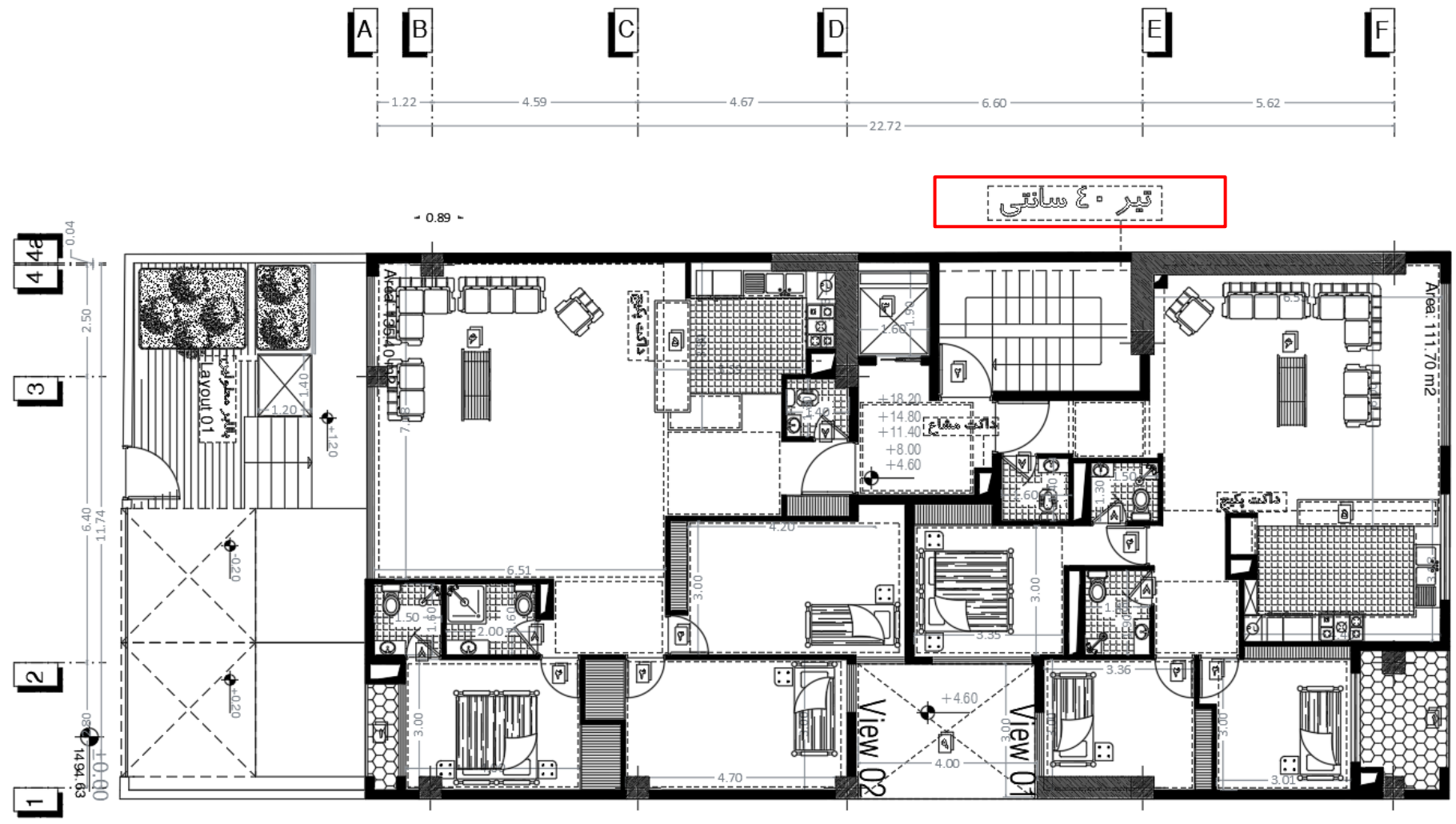
الف- حداقل یک چهارم آرماتورهای لنگر مثبت حداکثر، ولی نه کمتر از حداقل دو میلگرد، باید سراسری اجرا شوند.

ب- حداقل یک ششم آرماتورهای لنگر منفی در تکیه‌گاه، ولی نه کمتر از حداقل دو میلگرد، باید سراسری اجرا شوند.

پ- آرماتورهای طولی یکپارچگی سازه باید با خاموت‌های بسته یا دورگیر در طول دهانه‌ی آزاد تیر محصور شوند.

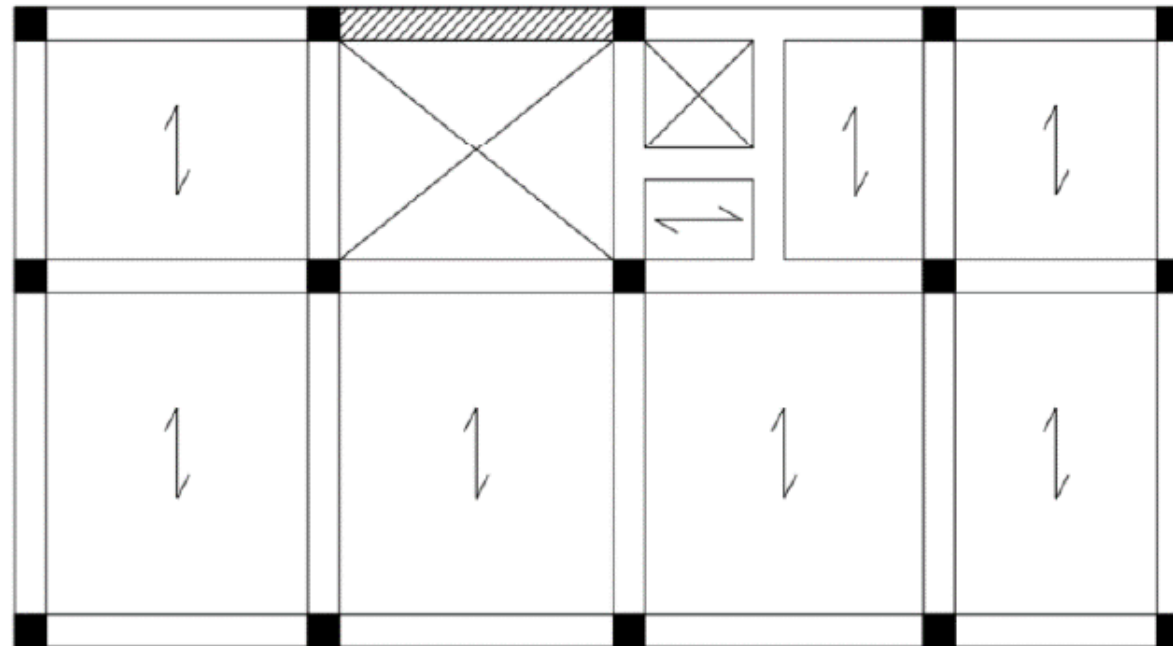
آرماتور پیوستگی در تیرها

الزام به قرار دادن تیرکنار راه پله در تراز سقف و دیدن شانه گیری آن در طرح معماری (عدم اجرای تیر هندی)



آرماتور پیوستگی در تیرها

الزام به قرار دادن تیرکنار در کنار بازشوها و راه پله

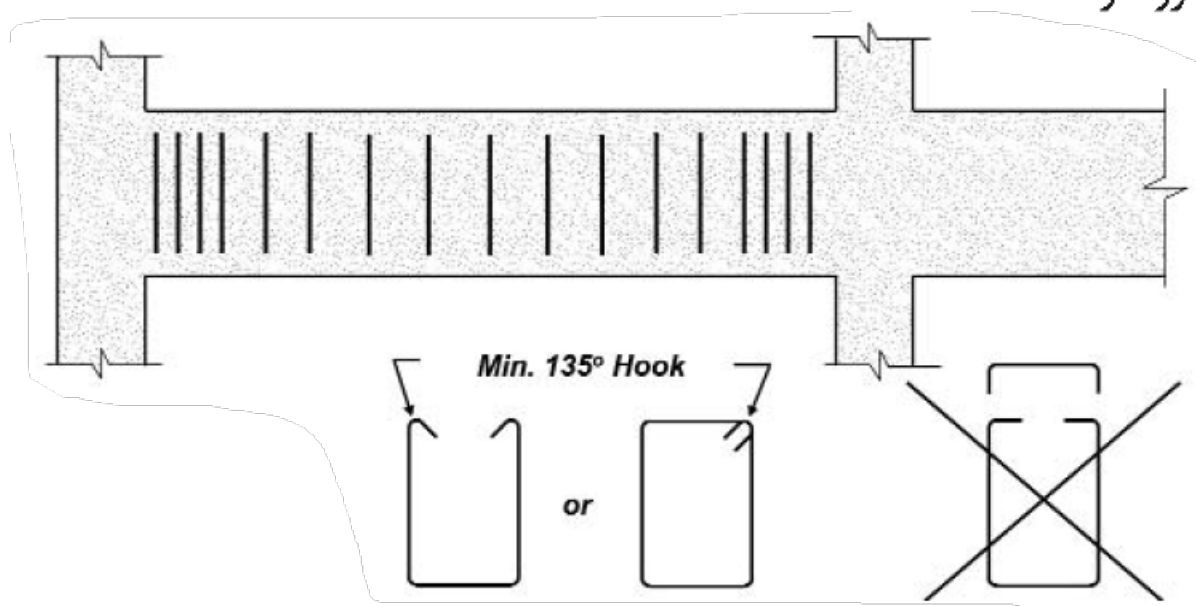


آرماتور پیوستگی در تیرها

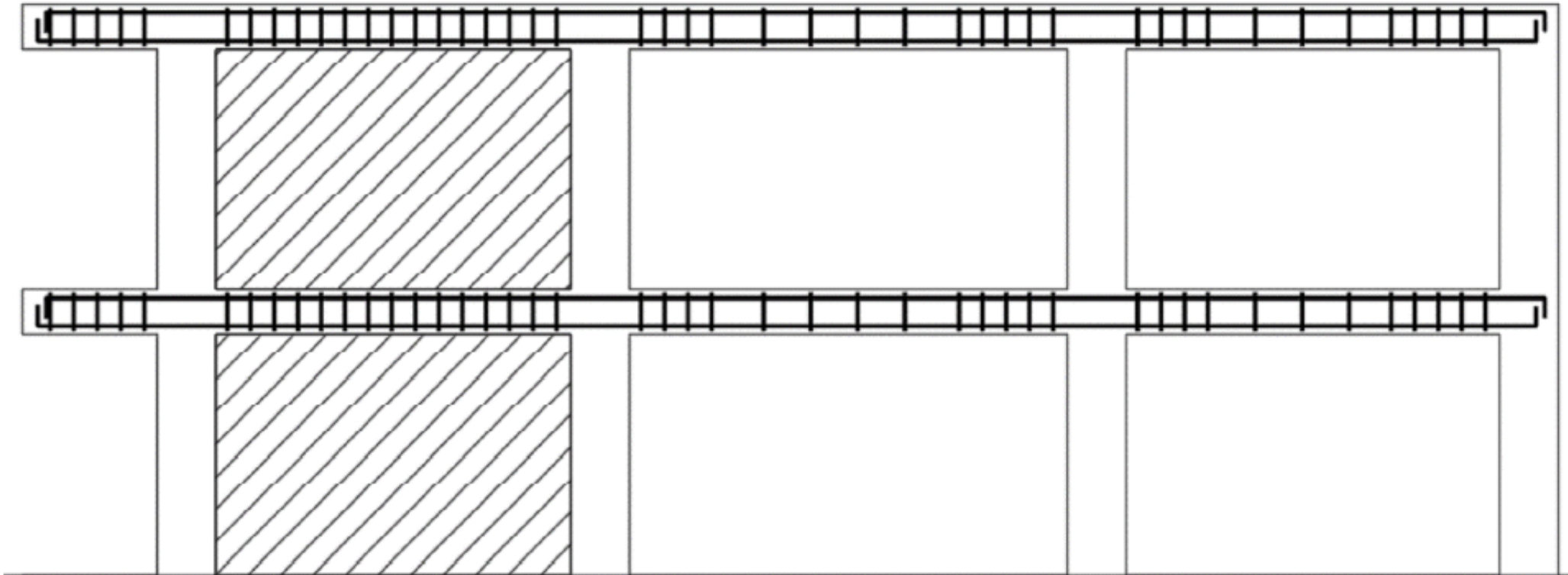
۹-۱۱-۶-۶-۲ برای تیرهای غیر واقع در پیرامون سازه، آرماتورهای یک پارچگی سازه بر اساس بندهای (الف) و (ب) اختیار می شوند:

الف- حداقل یک چهارم آرماتورهای لنگر مثبت حداکثر، ولی نه کمتر از حداقل دو میلگرد، باید سراسری اجرا شوند.

ب- آرماتورهای طولی یک پارچگی سازه با خاموت های بسته مطابق بند ۹-۲۱-۶-۱-۷ و یا دورگیر در طول دهانه ی آزاد تیر محصور شوند.



قرار دادن تیر در روی دیوار برشی





عدم اجرای تیر در تراز سقف

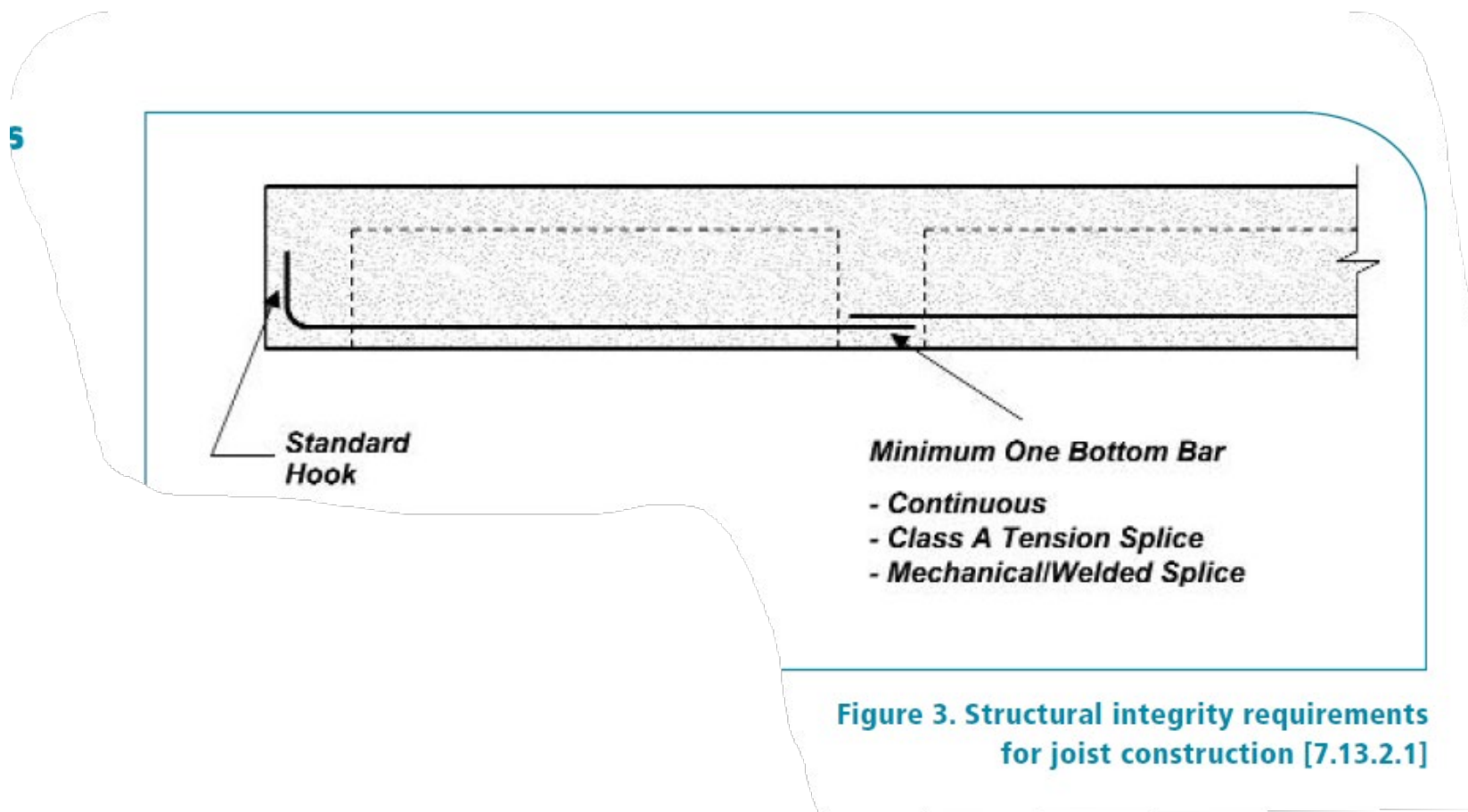
زلزله کرمانشاه ۱۳۹۶



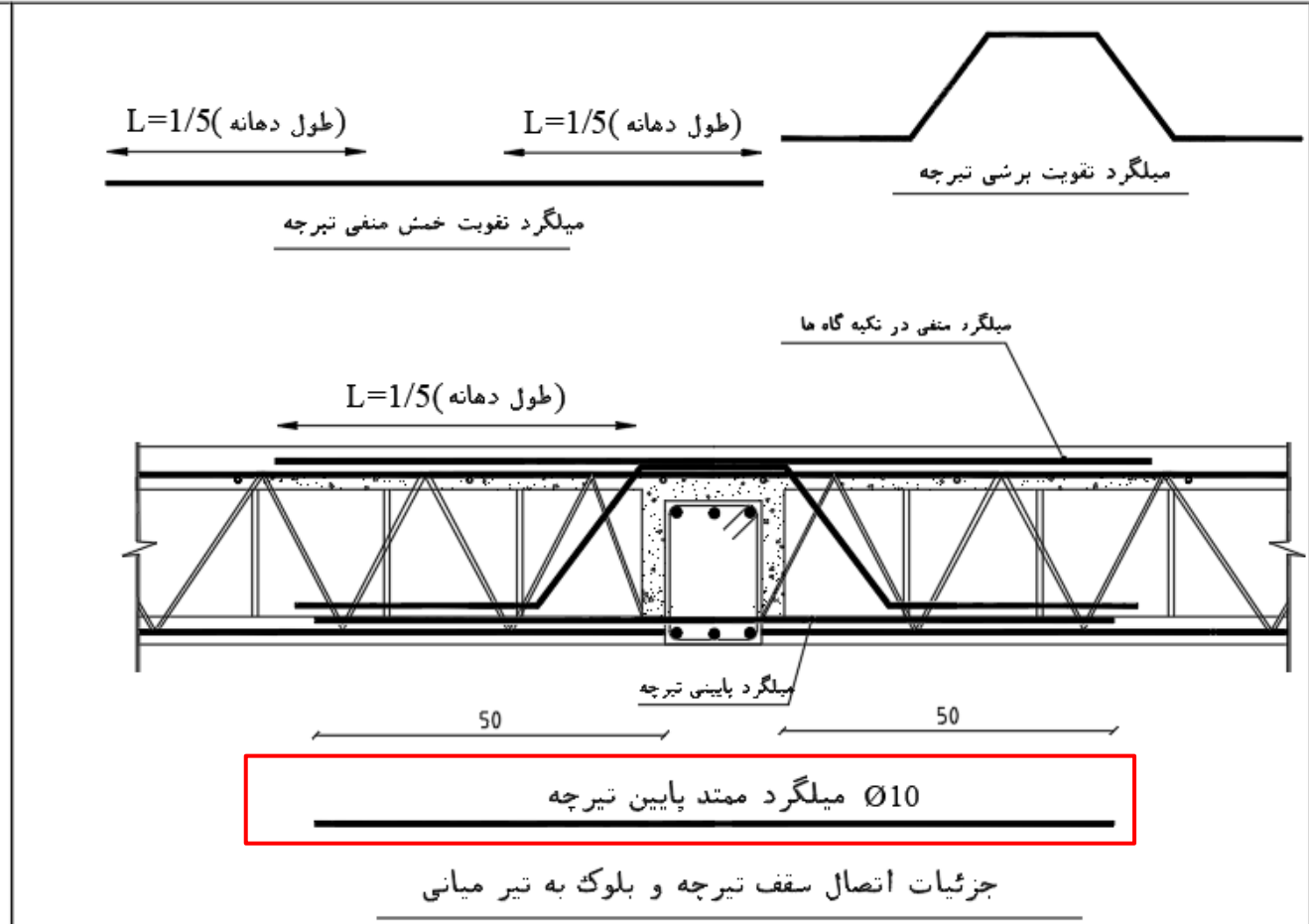
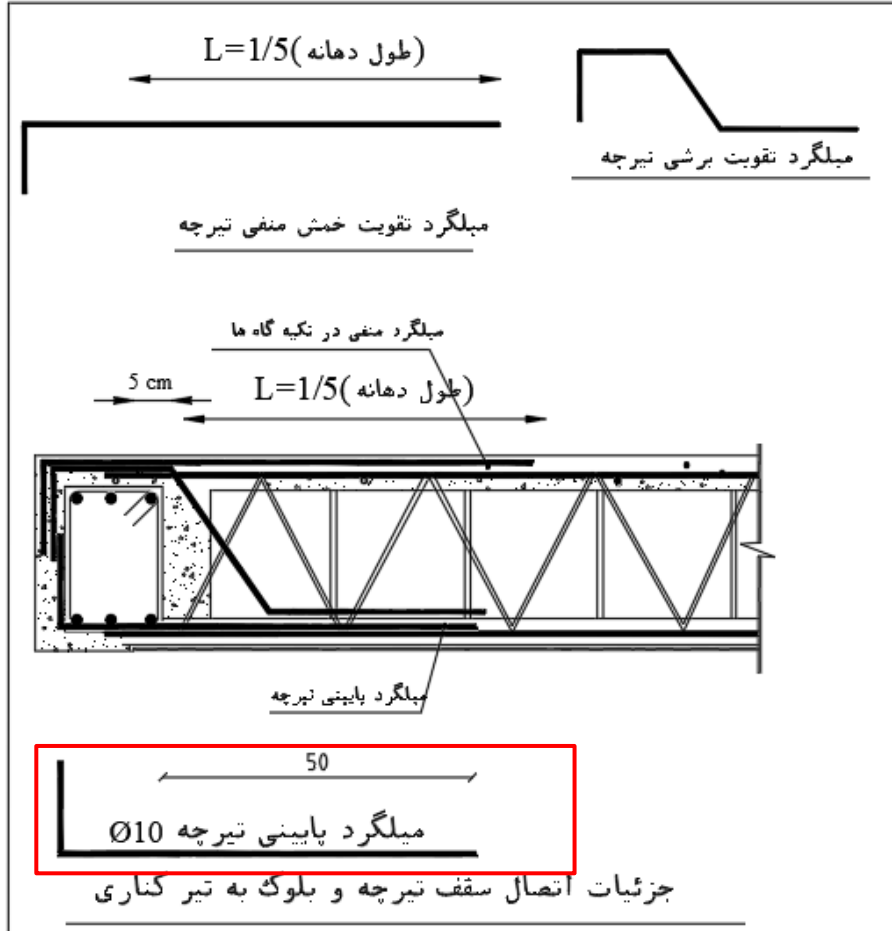
اجرای تیر به صورت شمشیری در تراز پله
ساختمانی در شیراز

آرماتور پیوستگی در تیرچه

۹-۱۱-۷-۲-۳ به منظور تأمین یک پارچگی سازه‌ای، حداقل یک آرماتور در پایین هر تیرچه باید پیوسته بوده و مهار کافی داشته باشد تا در تکیه‌گاه به تنش جاری شدن خود برسد.

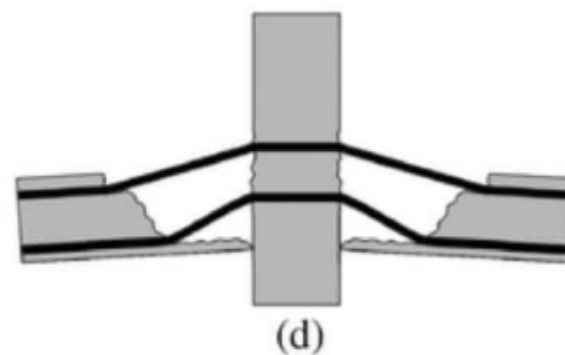
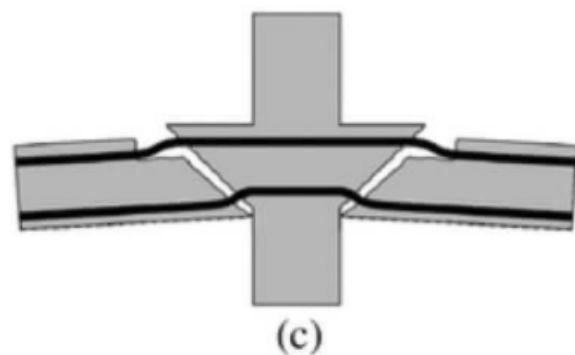
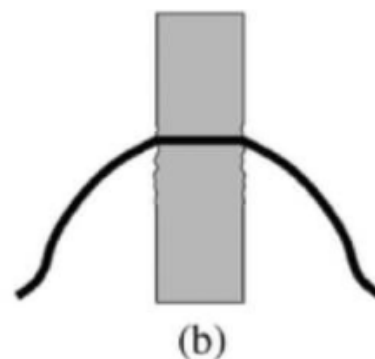
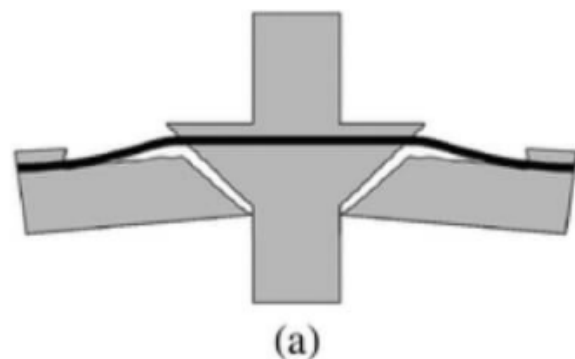


آرماتور پیوستگی در تیرچه



آرماتور پیوستگی در دال و تیرچه

۹-۱۱-۷-۳ به منظور تأمین یک پارچگی سازه‌ای، حداقل یک آرماتور در پایین هر تیرچه باید پیوسته بوده و مهار کافی داشته باشد تا در تکیه‌گاه به تنش جاری شدن خود برسد.



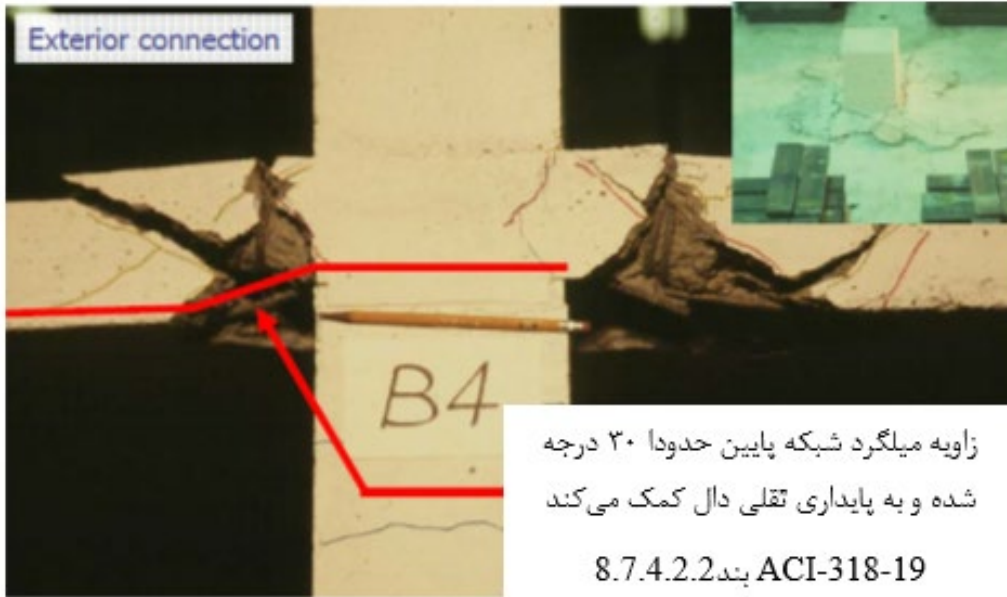
آرماتور پیوستگی در دال

۹-۱۰-۷-۳-۶ آرماتورهای انسجام

الف- کلیه آرماتورهای زیرین در نوار ستونی در هر جهت باید پیوسته باشند، و یا با وصله‌ی مکانیکی کامل، وصله‌ی جوش شده‌ی کامل یا وصله‌ی پوششی نوع B وصله شوند. وصله‌ها باید مطابق شکل ۹-۱۰-۱ قرار داده شوند.

$1.3l_d$

ب- حداقل دو آرماتور زیرین در نوار ستونی در هر جهت باید از ناحیه‌ی محدود شده به وسیله‌ی میلگردهای طولی ستون عبور نمایند، و در تکیه‌گاه‌های خارجی مهار شوند.



عبور حداقل ۲ میلگرد شبکه پایین از هسته ستون

آرماتور حداقل خمشی در دال

۹-۹-۶ آرماتور گذاری

۹-۹-۶-۱ حداقل آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ در وجه کششی، باید برابر با $0.0018A_g$ در نظر گرفته شود.

۹-۱۰-۷-۱-۲ حداقل آرماتور خمشی در دال‌های دوطرفه

الف- حداقل مساحت آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ برابر با $0.0018A_g$ بوده و یا مطابق آنچه در بند

(ب) زیر تعریف شده است، محاسبه می‌شود. این آرماتور باید در نزدیکی سطح کششی در جهت دهانه، و در عرض دال (b_{slab}) تعبیه شود.

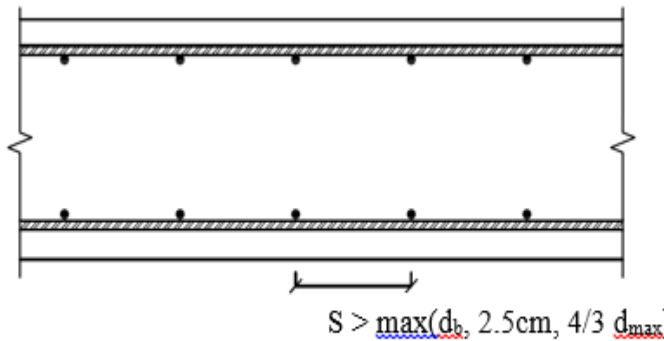
نوع دال	حداقل شبکه آرماتور بالا و پایین دال
15 cm توپر	$\Phi 10@25cm$
20 cm توپر	$\Phi 12@25cm$
25 cm توپر	$\Phi 12@25cm$
30 cm حفره‌دار	$\Phi 14@32cm$
32 cm حفره‌دار	$\Phi 14@32cm$
34 cm حفره‌دار	$\Phi 14@32cm$
36 cm حفره‌دار	$\Phi 16@33cm$
38 cm حفره‌دار	$\Phi 16@33cm$
40 cm حفره‌دار	$\Phi 16@33cm$

فاصله حداقل و حداکثر آرماتور شبکه دال

۹-۱۰-۷-۳-۲ فاصله آرماتورهای خمشی

الف- حداقل فاصله آرماتورهای خمشی S باید طبق بند ۹-۲۱-۲ باشد؛

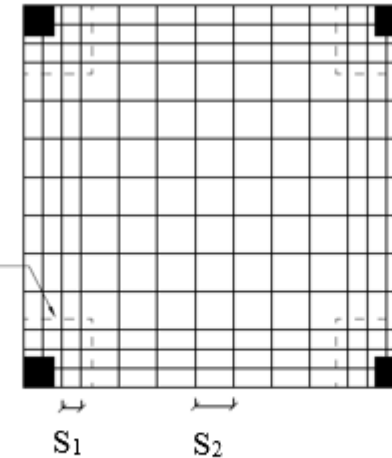
ب- برای دال‌های توپر، حداکثر فاصله آرماتورهای طولی در مقاطع بحرانی کمترین مقدار از $2h$ و 350 میلی‌متر، و در بقیه‌ی مقاطع کمترین مقدار از $3h$ و 350 میلی‌متر باشد.



حداقل فاصله بین میلگردهای طولی در دال

d_b : قطر میلگرد بزرگتر
 $d_{\max}$: قطر اسمی بزرگترین سنگدانه بتن

محیط بحرانی کنترل پانچ



حداکثر فاصله بین میلگردهای طولی در دال

محدودیت های ابعادی در دال مجوف

۹-۱۰-۸ سیستم های تیرچه ی دوطرفه

۹-۱۰-۸-۱ کلیات

۹-۱۰-۸-۱-۱ سیستم تیرچه ی دوطرفه شامل ترکیب یکپارچه ی تیرچه های با فواصل منظم و یک دال فوقانی می باشد، که برای عملکرد دوطرفه طراحی می شود.

۹-۱۰-۸-۱-۲ حداقل عرض تیرچه در کل ارتفاع مقطع، نباید کمتر از ۱۰۰ میلی متر باشد.

۹-۱۰-۸-۱-۳ ارتفاع کل تیرچه نباید از $\frac{2}{5}$ برابر عرض حداقل آن بیشتر شود.

۹-۱۰-۸-۱-۴ فاصله ی آزاد بین تیرچه ها نباید از ۷۵۰ میلی متر بیشتر باشد.

۹-۱۰-۸-۱-۵ مقدار V_c را می توان $\frac{1}{1}$ برابر مقدار محاسبه شده در بند ۹-۸-۵ اختیار کرد.

۹-۱۰-۸-۱-۶ برای انسجام سازه ای، حداقل یک میلگرد در پایین هر تیرچه باید پیوسته بوده و در بر تکیه گاه برای تأمین تنش f_r مهار شود.

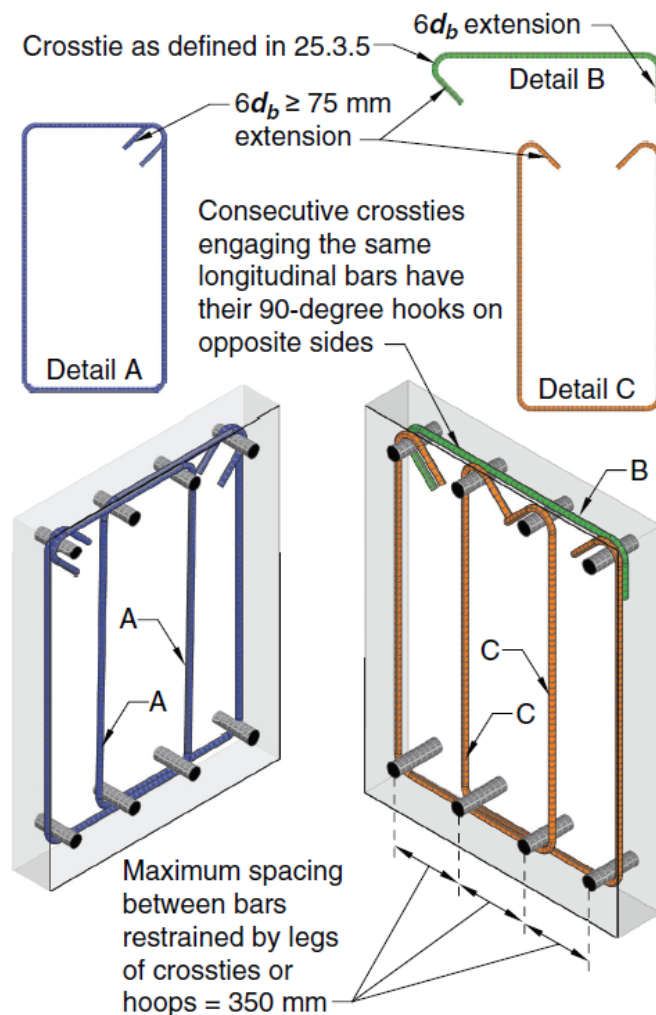
۹-۱۰-۸-۱-۸ سازه ی تیرچه ی دوطرفه ای که محدودیت های بندهای ۹-۱۰-۸-۱ تا

۹-۱۰-۸-۱-۴ را تأمین نمی کند، باید به عنوان دال یا تیر طراحی شود.

تعریف دورگیر (HOOP)

دورگیر: تنگهای بسته یا پیچیده شده پیوسته متشکل از یک یا چند میلگرد که هر یک از آنها در دو انتها به قلاب لرزه ای ختم شده باشند

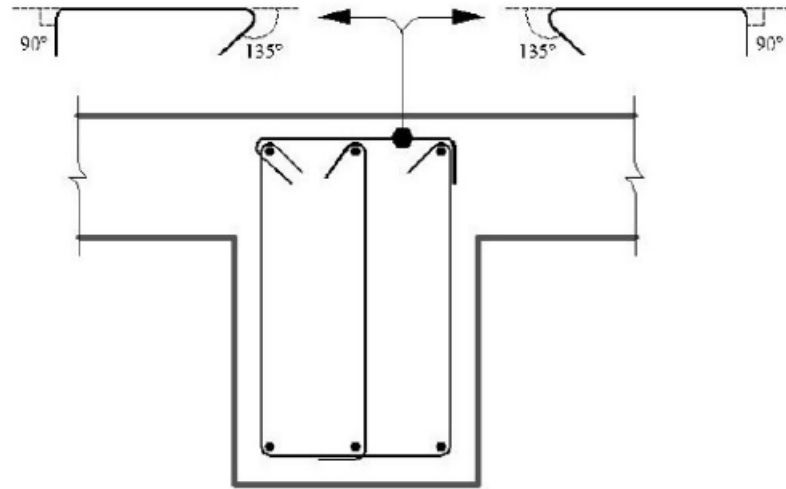
قلاب لرزه ای: قلابی است با خم حداقل ۱۳۵ درجه با انتهای مستقیمی به طول حداقل ۶ برابر قطر میلگرد و یا ۷۵ میلیمتر.



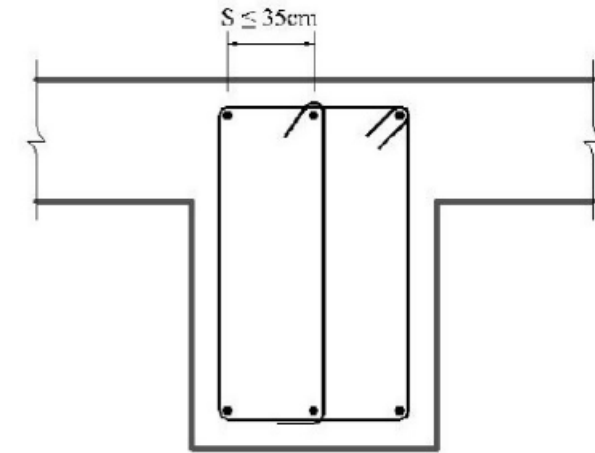
محل های استفاده از دورگیر (HOOP) در سازه

- ۱- $2h$ ابتدایی تیرهای قاب خمشی متوسط و ویژه
- ۲- کل طول ستون در قاب خمشی متوسط
- ۳- کل طول ستون در قاب خمشی ویژه
- ۴- المان مرزی دیوارهای برشی ویژه (قلاب دو سر لرزه ای)
- ۵- کل طول تیرهایی که نیروی محوری بیشتر از ۱۰ درصد ظرفیت فشاری بتن باشد (قاب متوسط و ویژه)
- ۶- محل اتصال تیر به تیر به طول $2h$ از هر سمت در قاب خمشی ویژه
- ۷- کل طول ستون هایی که نیروی محوری زیادی تحمل می کنند

دورگیر (HOOP) در تیر

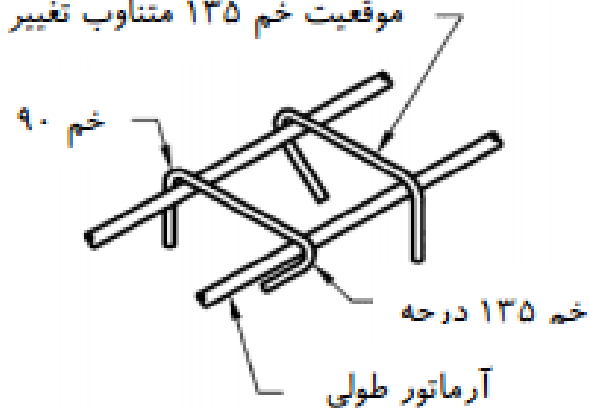


حالت (ب): وجود سقف در هر دو طرف تیر
در صورت استفاده از سنجاقی، موقعیت قلاب ۹۰ درجه و
۱۳۵ درجه باید به طور متناوب عوض شود.

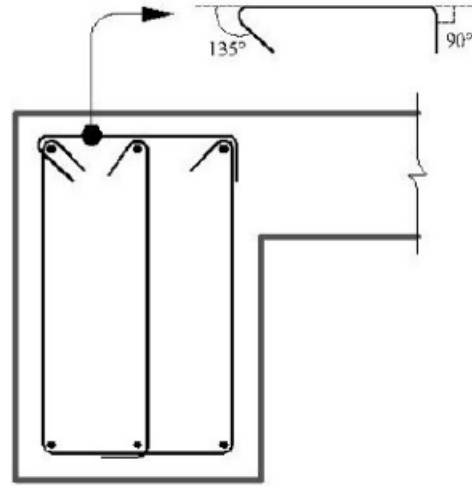


حالت (الف): وجود یا عدم وجود سقف در
طرفین تیر

موقعیت خم ۱۳۵ متناوب تغییر یابد



دورگیر (HOOP) در تیر



حالت (پ): وجود سقف فقط در یک طرف تیر
در صورت استفاده از سنجاقی، فلاپ ۹۰ درجه باید در
سمتی قرار داده شود که توسط سقف محصور شود.

تنگ بسته و خاموت

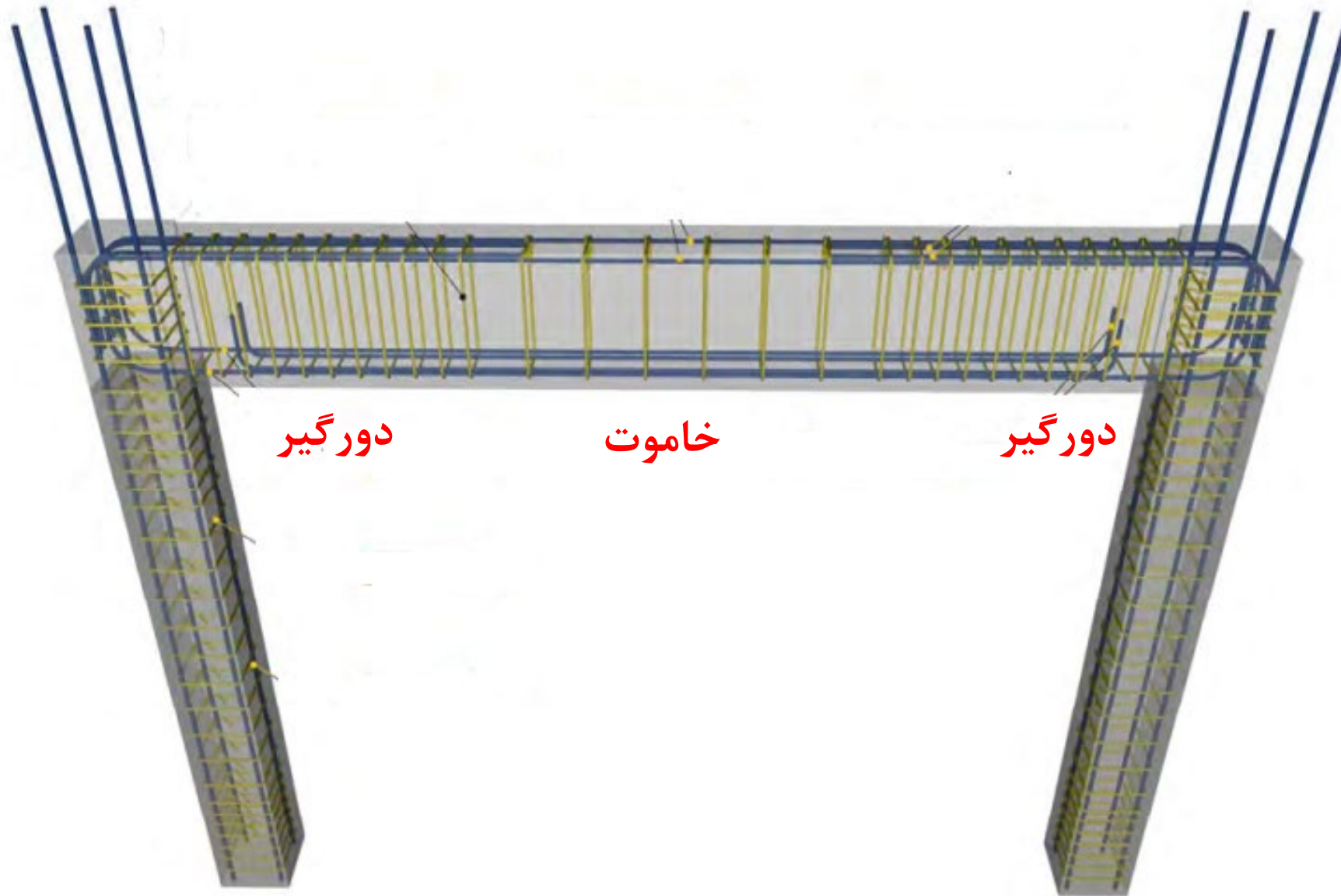
حلقه ای از میلگرد یا سیم به شکل دایره، مستطیل و یا چندوجهی بدون کنج های متمایل به سمت داخل، که آرماتورهای طولی را در بر می گیرد. این تعریف شامل یک میلگرد یا سیم که به طور پیوسته به شکل دایره، مستطیل یا چند ضلعی به دور آرماتورهای طولی می پیچد، نیز می شود. عبارت تنگ tie معمولاً برای اعضای فشاری به کار می رود. به تعاریف خاموت و دورگیر نیز مراجعه شود.

تنگ

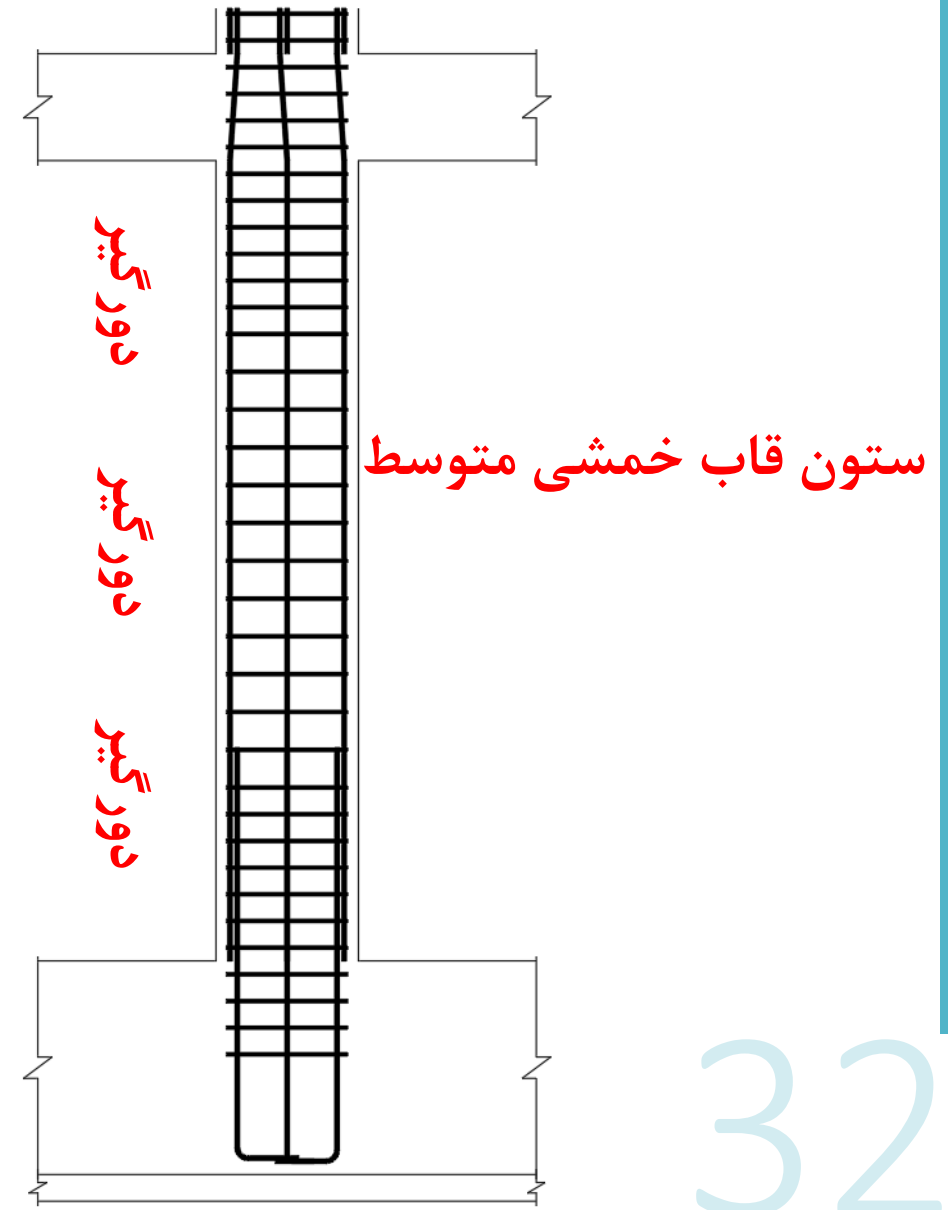
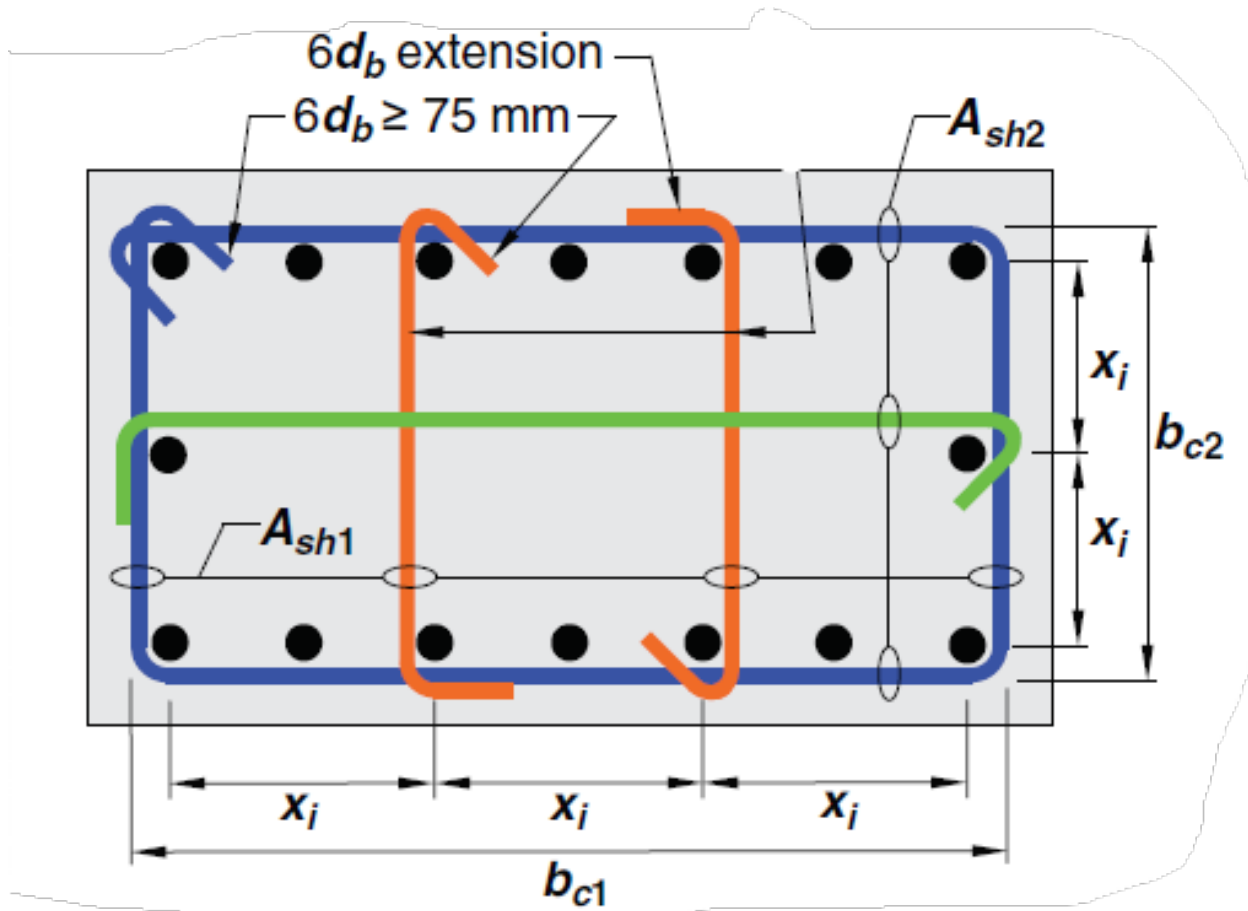
آرماتورهای عرضی که برای مقاومت در برابر نیروهای برشی و پیچشی در عضو به کار می روند. خاموت ها معمولاً از میلگردهای آجدار، سیم های آجدار و یا جوش شده با شکل مستطیل یا رکابی به صورت U یا L ساخته می شوند. جای گذاری آنها ممکن است در جهت عمود یا با زاویه نسبت به آرماتور طولی باشد. اصطلاح خاموت معمولاً برای آرماتور عرضی در تیرها و دال ها به کار stirrup

خاموت

دورگیر (HOOP) در تیر



دورگیر (HOOP) در ستون ها



دورگیر (HOOP) در المان مرزی دیوارهای برشی



Rezajavannardi@yahoo.com

Horizontal web reinforcement, A_v

Confined core

ℓ_{be}

b_{c1}

b

b_{c2}

$\geq \ell_{dh}$ or ℓ_{dt}

as appropriate

$\leq 150 \text{ mm}$

The diagram illustrates the reinforcement layout for a beam. It shows a cross-section with width b and effective depth b_c . The reinforcement includes a perimeter hoop, supplemental crossties, longitudinal web reinforcement, through web crossties, and horizontal web reinforcement, A_v . The length of the beam is indicated as $\ell_1 \leq 2b_c$ and ℓ_{be} .

درصد حداقل آرماتور در دیوارهای برشی

۱-۳-۷-۲۰-۹ در دیوارهای سازه‌ای نسبت سطح مقطع آرماتور به کل مقطع دیوار در هیچ یک از دو امتداد قائم و افقی نباید کمتر از ۰/۰۰۲۵ باشد؛

۲-۳-۷-۲۰-۹ فاصله‌ی مرکز تا مرکز میلگردها از یک دیگر در هر دو امتداد قائم و افقی نباید بیش‌تر از ۳۵۰ میلی متر اختیار شود. میلگردهایی که از آن‌ها برای تامین V_n استفاده می‌شود، باید به صورت ممتد بوده و در سطح صفحه‌ی برش توزیع شوند.

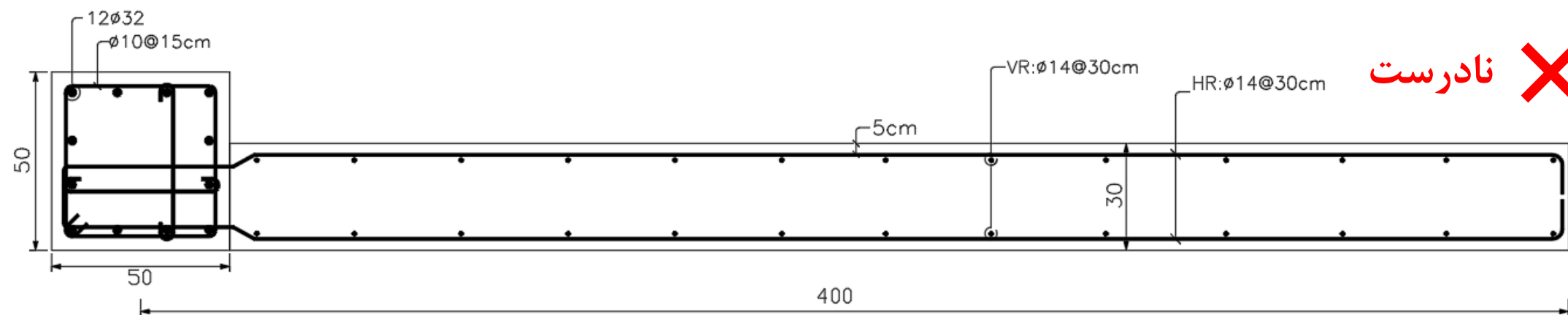
ضخامت دیوار (cm)	حداقل آرماتور افقی و قائم دیوار
30	Ø12@30cm
35	Ø14@30cm
40	Ø14@30cm
45	Ø16@30cm
50	Ø16@30cm
60	Ø16@25cm

حداقل درصد آرماتور در انتهای دیوارهای بلند

۵-۳-۷-۲۰-۹ دیوارها یا دیوار پایه‌هایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w} \geq 2.0$ بوده و از پایین سازه تا بالای دیوار به طور موثر ادامه دارند، و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها یک مقطع بحرانی برای خمش و بارهای محوری موجود باشد، باید دارای آرماتورهای طولی در دو انتهای قطعه‌ی قائم دیوار بوده و شرایط (الف) تا (ت) در آن‌ها رعایت شوند:

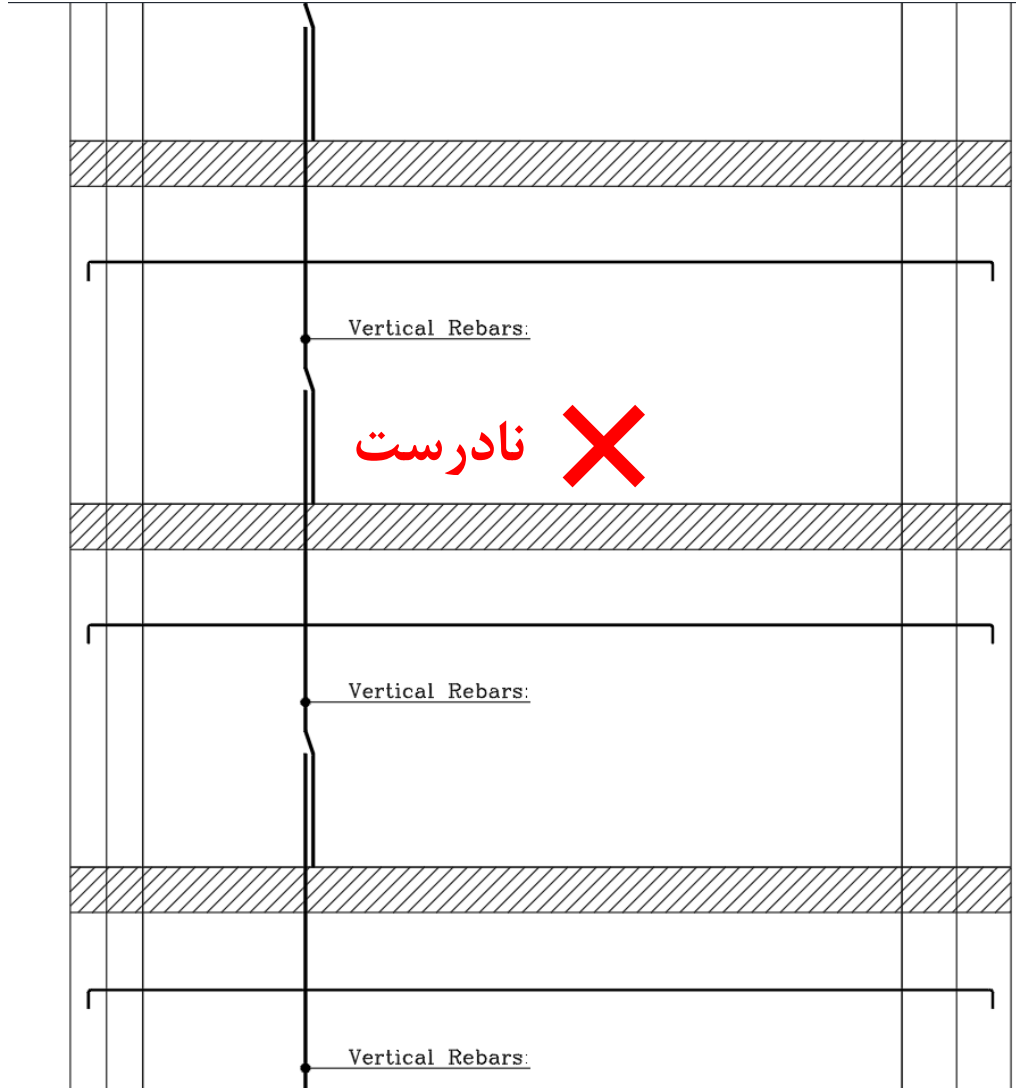
الف- درصد حداقل آرماتورهای طولی در ناحیه‌ای در هر انتهای دیوار به طول $0.15l_w$ و عرضی

برابر با ضخامت دیوار، برابر $\frac{0.50\sqrt{f'_c}}{f_y}$ باشد. ← **حدود 0.625% برای فولاد AIII و بتن C25**



حداقل درصد آرماتور در انتهای دیوارهای بلند

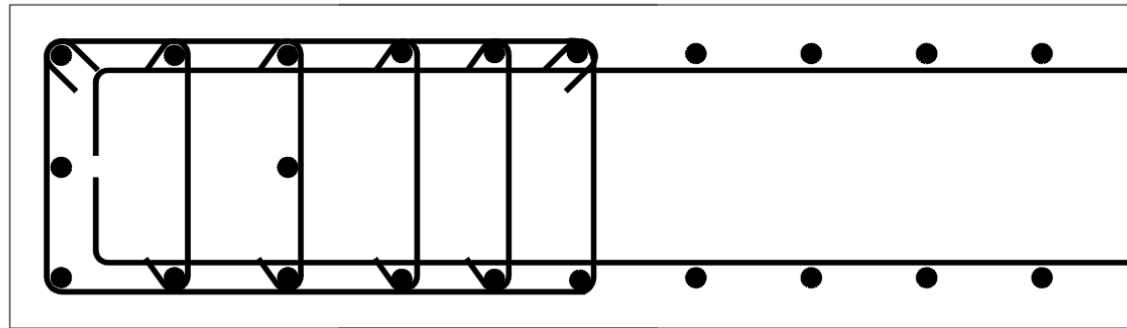
پ- نباید بیش تر از ۵۰٪ آرماتورهای مورد نیاز در بند (الف) در یک مقطع قطع شوند.



آرماتور افقی دیوارهای برشی

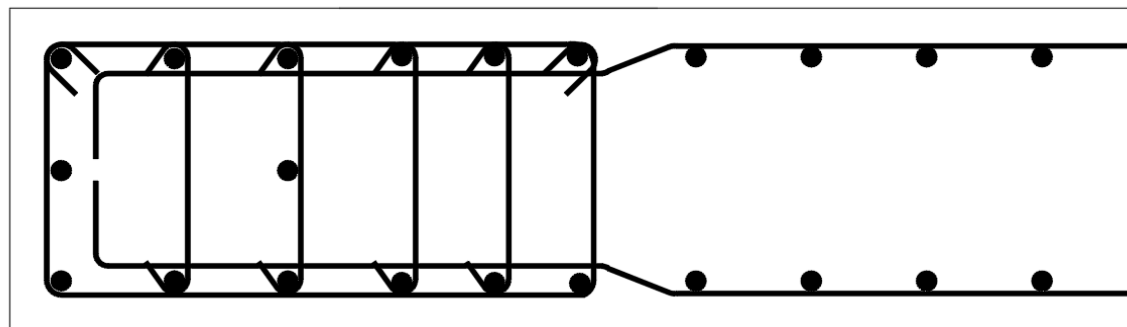
ذ- آرماتورهای افقی در جان دیوار باید تا ۱۵۰ میلی متری انتهای دیوار ادامه یابند. این آرماتورها باید در هسته‌ی محصور شده‌ی اجزای مرزی با استفاده از قلاب‌های استاندارد و یا آرماتورهای سر دار، به گونه‌ای مهار شوند که بتوانند تنش حد تسلیم، f_y را تحمل نمایند.

اجرایی



کمتر از ۱۵ سانتیمتر

غیر اجرایی



آرماتور افقی دیوارهای برشی

۹-۲۳-۴-۳-۲-۳ فاصله محور تا محور میلگردها از یکدیگر در هر دو امتداد قائم و افقی نباید بیشتر از ۳۵۰ میلیمتر اختیار شود و میلگردهای افقی باید داخل آرماتورهای قائم قرار گیرند.

مبحث نهم ۹۲

not to be less than the provided ρ_r . ACI 318 has no requirements about which distributed reinforcement (vertical or horizontal) should be in the outer layer, although lap splices of vertical reinforcement will perform better if horizontal bars are placed outside the vertical bars as shown in Figure 13.12.

Jack Moehle

آرماتور افقی دیوارهای برشی



اجرای
✓

40

آرماتور افقی دیوارهای برشی



غیر اجرایی



آرماتور افقی دیوارهای برشی

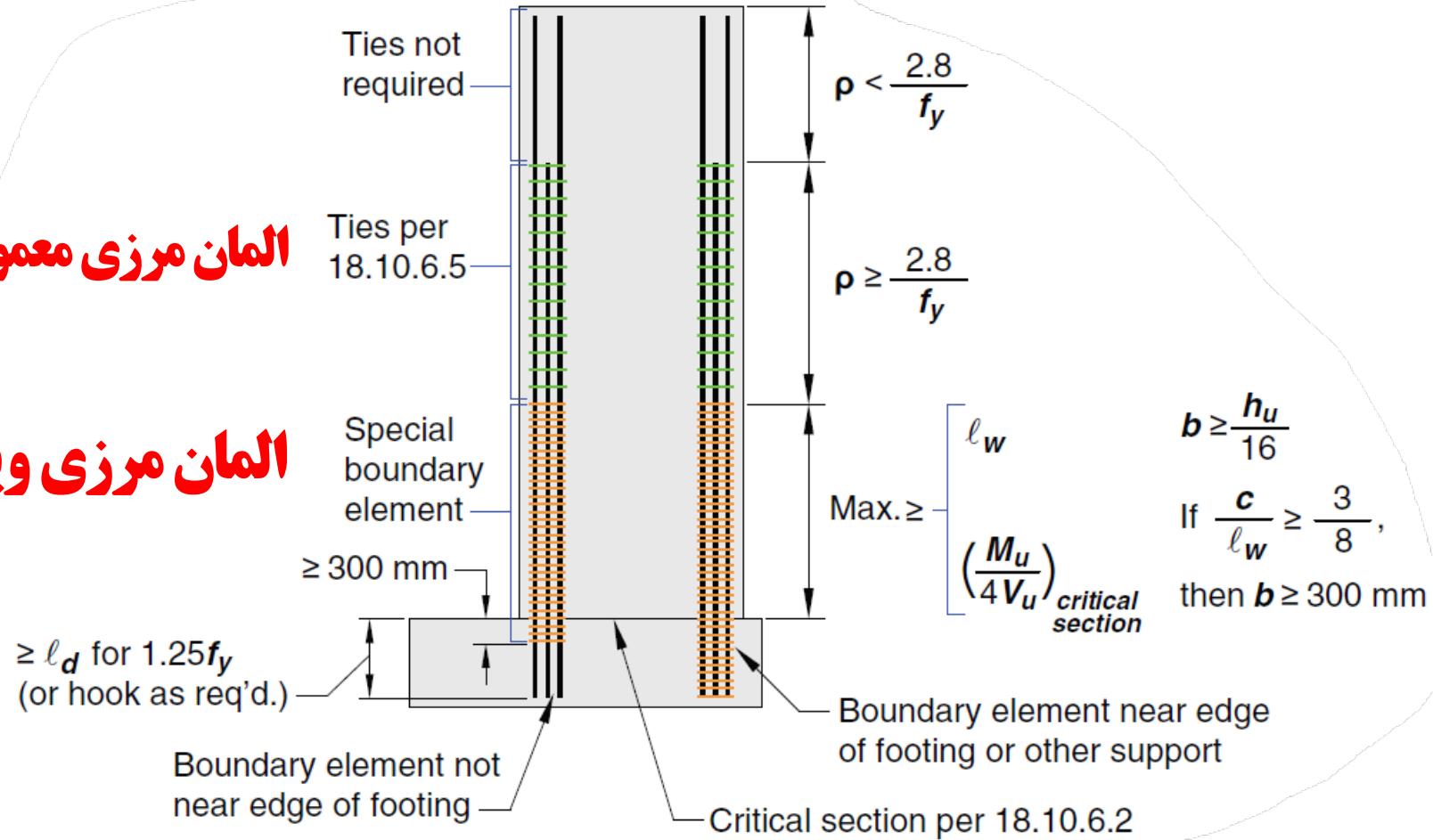
۹-۲۰-۷-۳-۲ فاصله‌ی مرکز تا مرکز میلگردها از یک دیگر در هر دو امتداد قائم و افقی نباید بیش‌تر از ۳۵۰ میلی متر اختیار شود. میلگردهایی که از آنها برای تامین V_n استفاده می‌شود، باید به صورت ممتد بوده و در سطح صفحه‌ی برش توزیع شوند.

← وصله آرماتور افقی دیوار مجاز نمی باشد

المان مرزی دیوارهای برشی

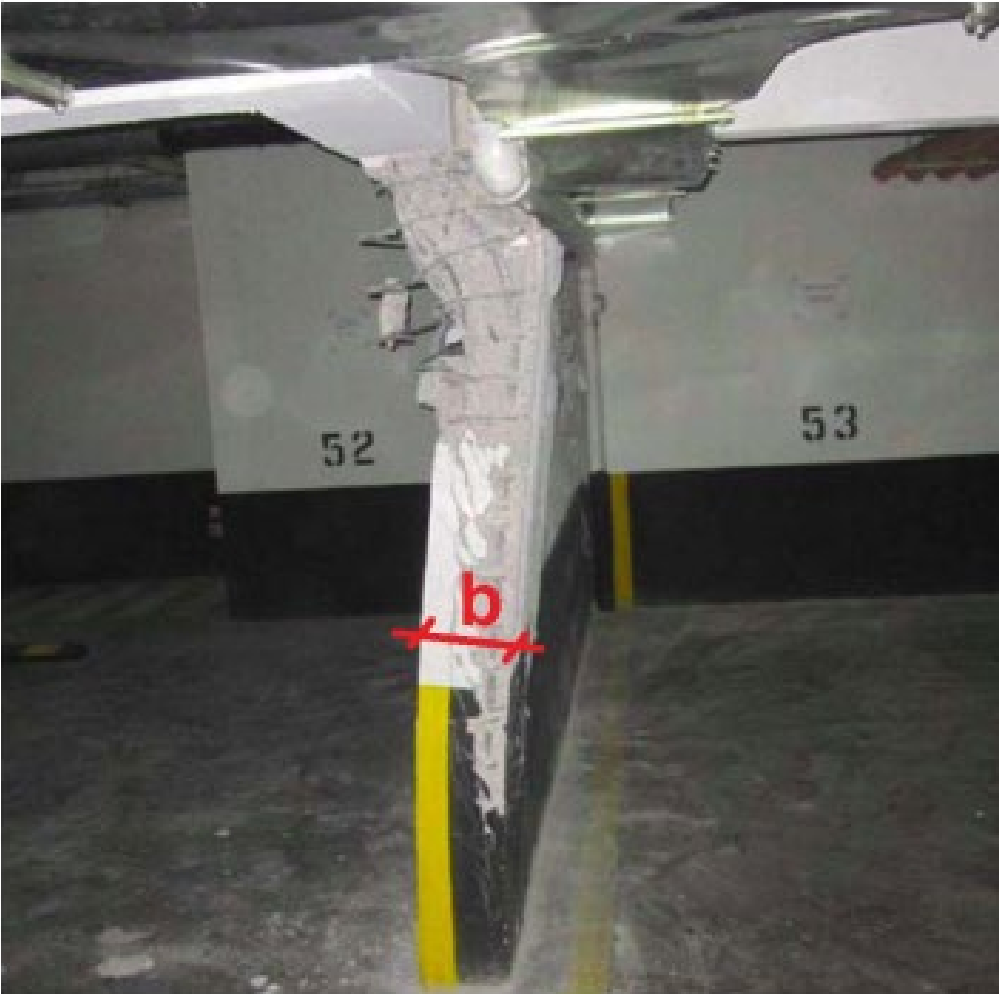
المان مرزی معمولی

المان مرزی ویژه



ضوابط المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

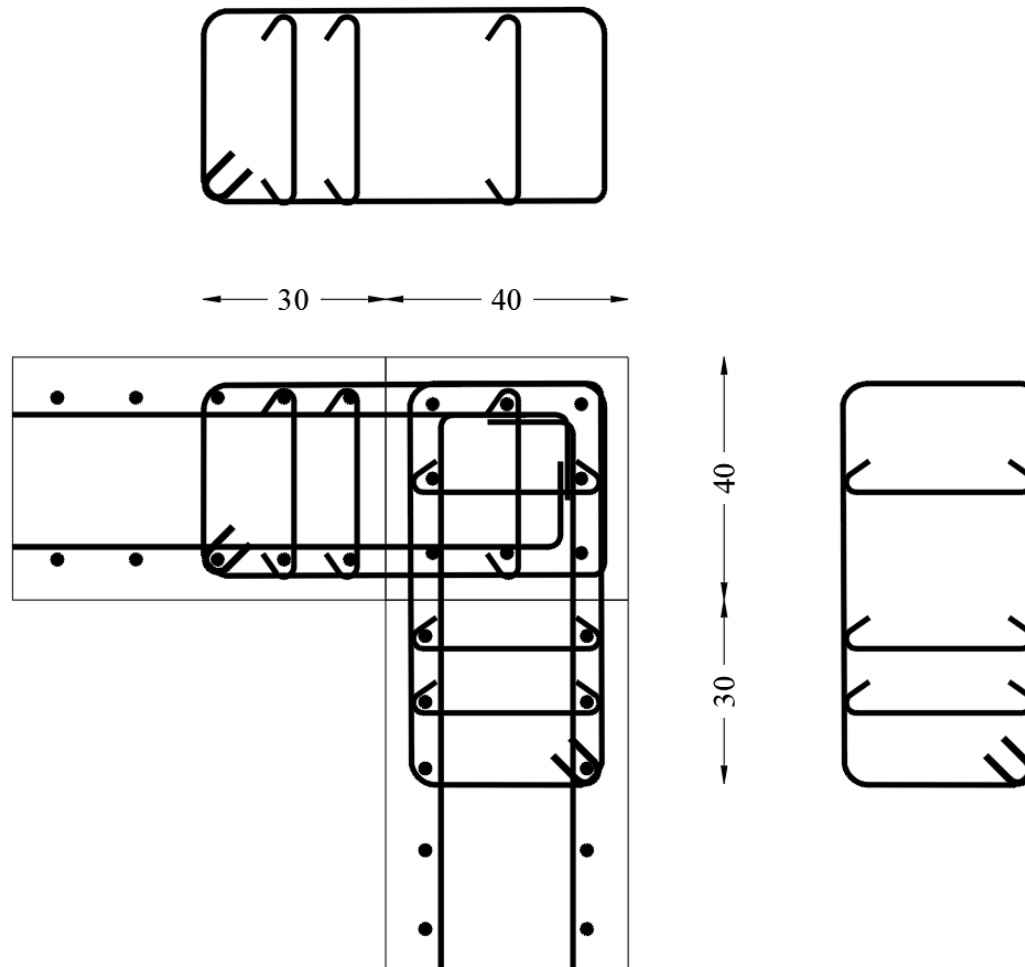
حداقل ضخامت دیوار در المان مرزی ۳۰ سانتیمتر است



Wall lateral buckling (Source: "Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings" by Jack Moehle)

ضوابط المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

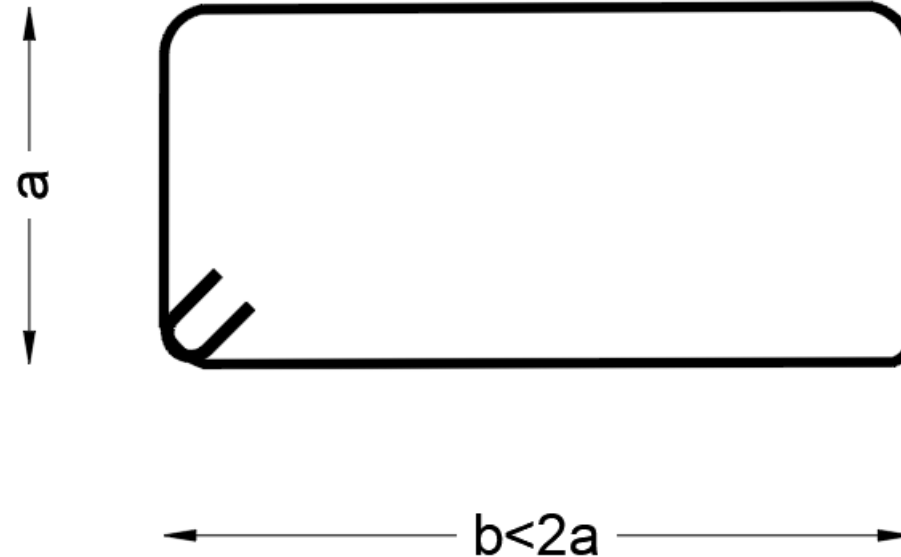
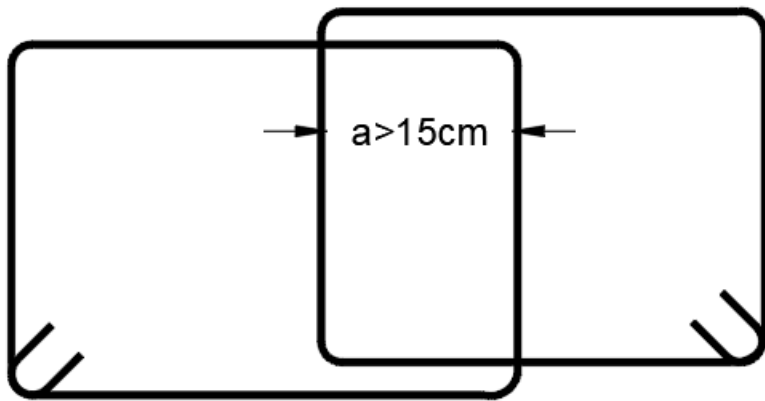
در دیوارها L و U شکل، المان مرزی شکل باید حداقل ۳۰ سانتیمتر در وجه دیگر نفوذ کند



ضوابط المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

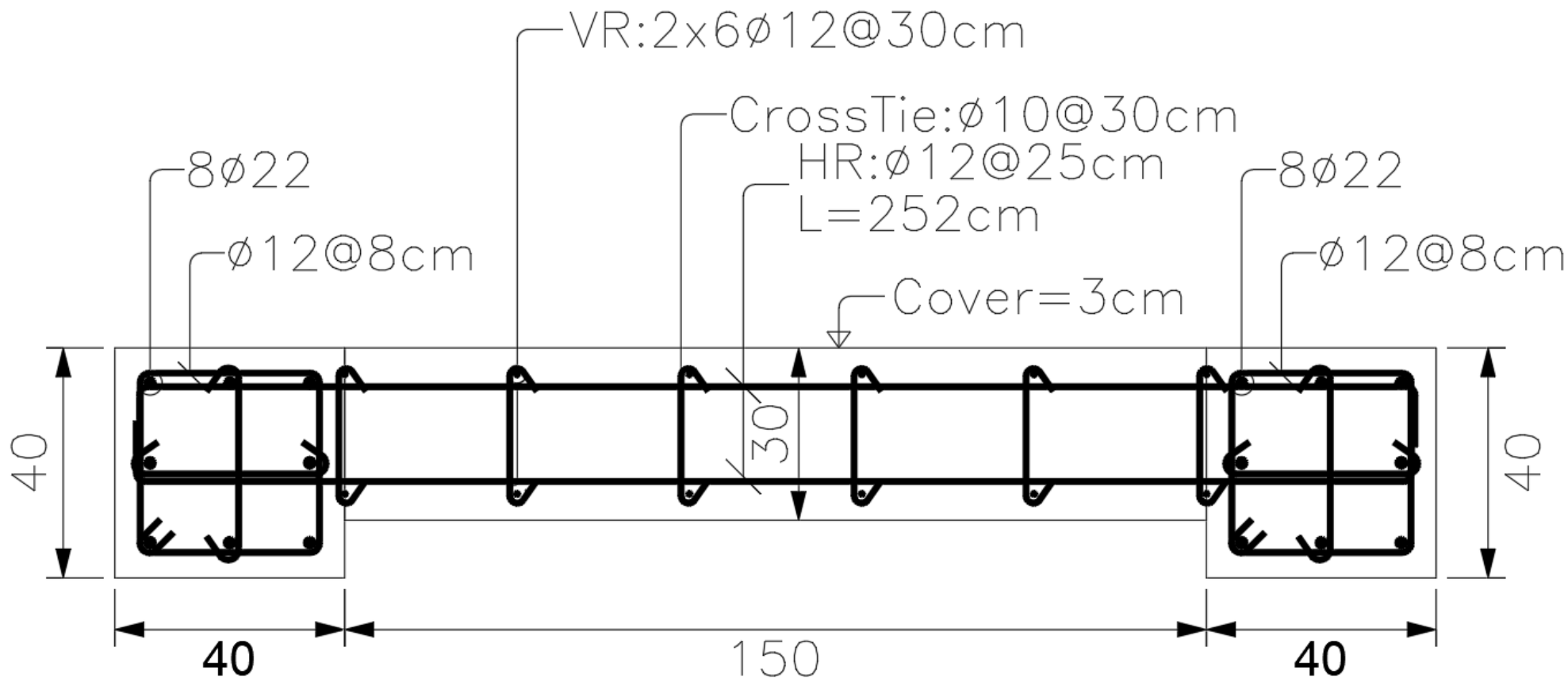
نسبت بعد بزرگتر به بعد کوچکتر خاموت نباید از ۲ بیشتر شود

در صورت استفاده از دو خاموت با همپوشانی، حداقل طول همپوشانی آن ها ۱۵ سانتیمتر باشد



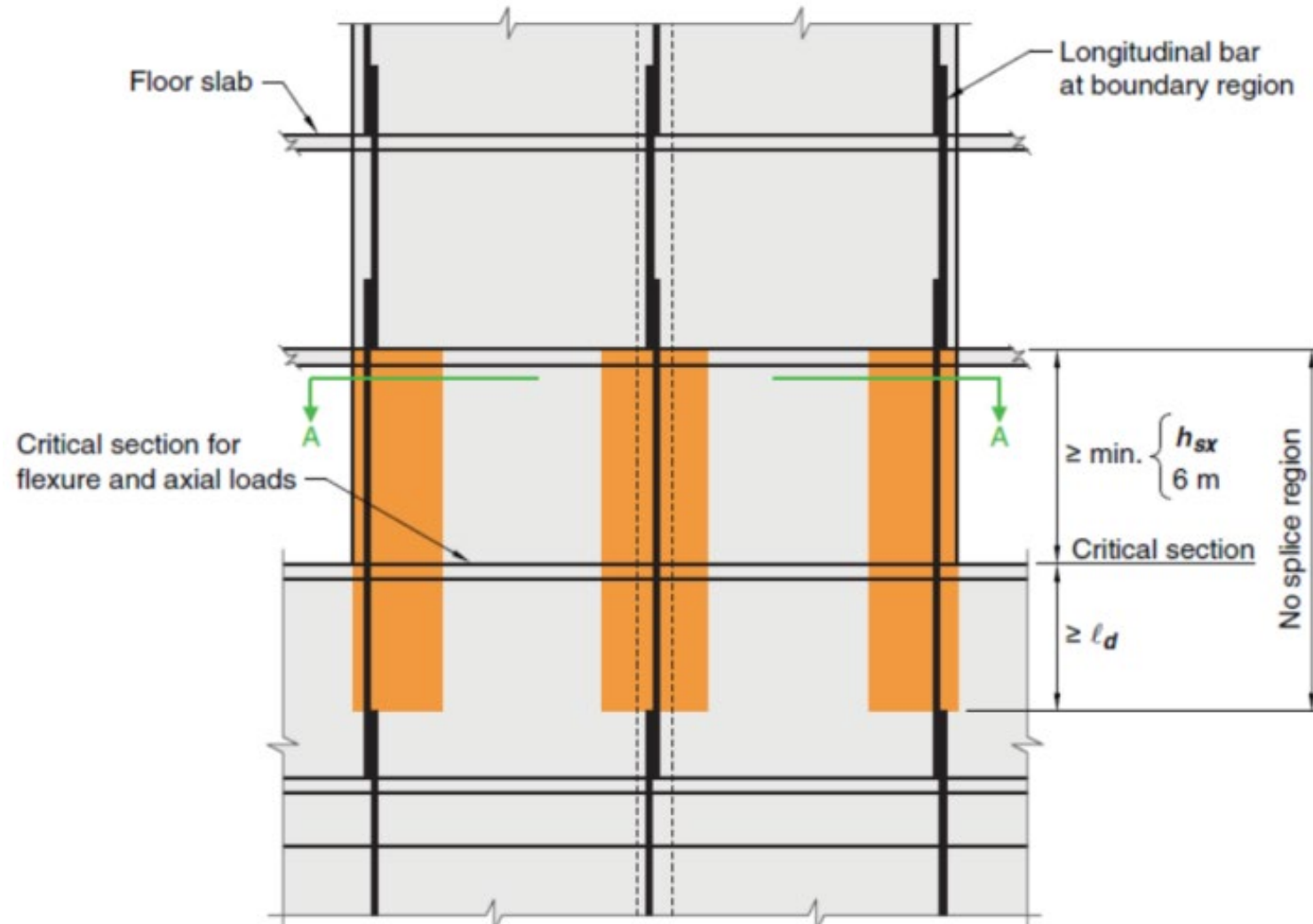
ضوابط المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

در صورت نیاز به المان مرزی در دیوار، در طبقه بحرانی (روی فونداسیون یا دیوارهای حائل) کل آرماتورهای جان دیوار باید با سنجاق لرزه ای مهار گردد



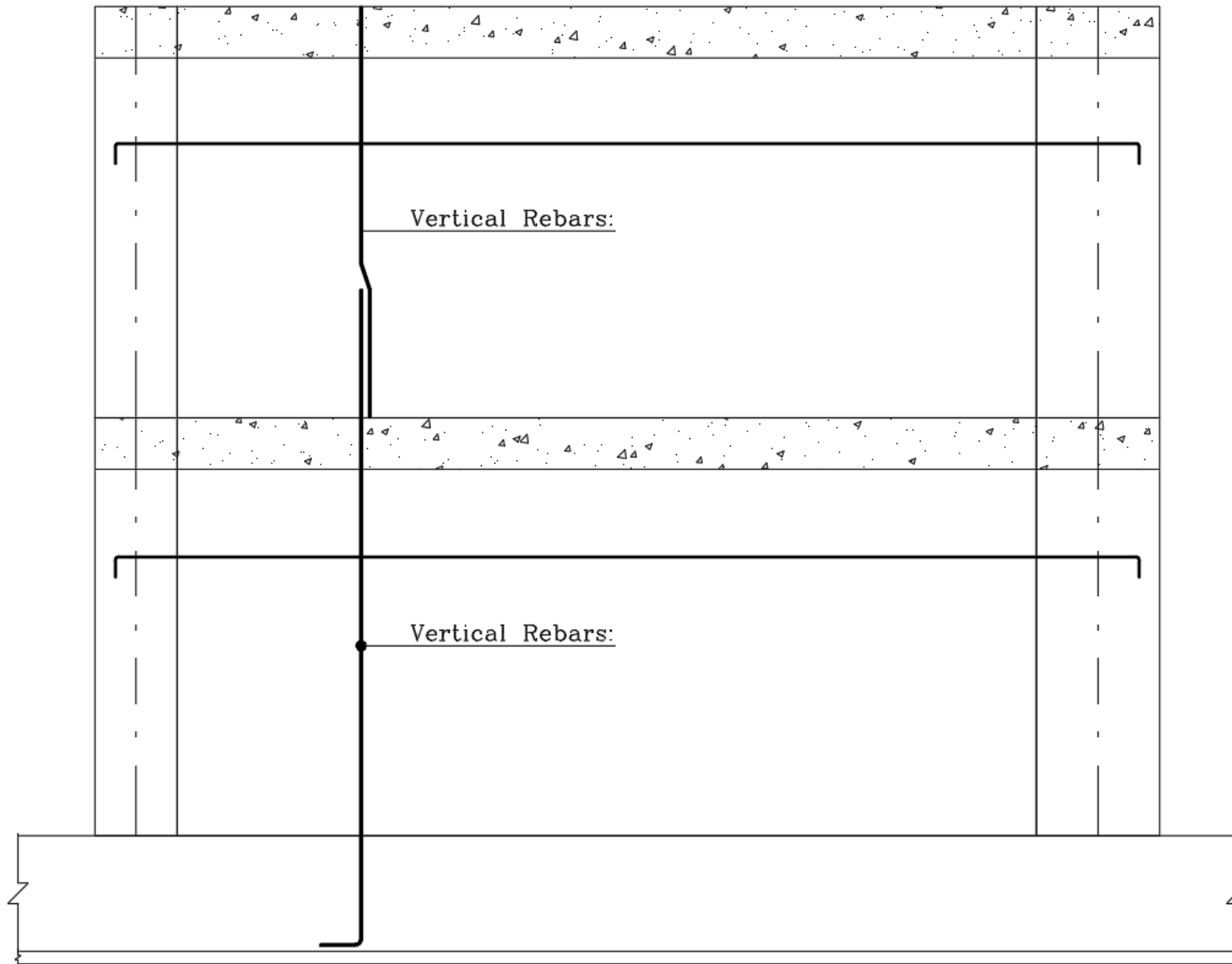
ضوابط المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

وصله پوششی در المان مرزی دیوار در طبقه بحرانی (روی فونداسیون یا دیوارهای حائل) مجاز نمی باشد



ضوابط المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

وصله پوششی در المان مرزی دیوار در طبقه بحرانی (روی فونداسیون یا دیوارهای حائل) مجاز نمی باشد



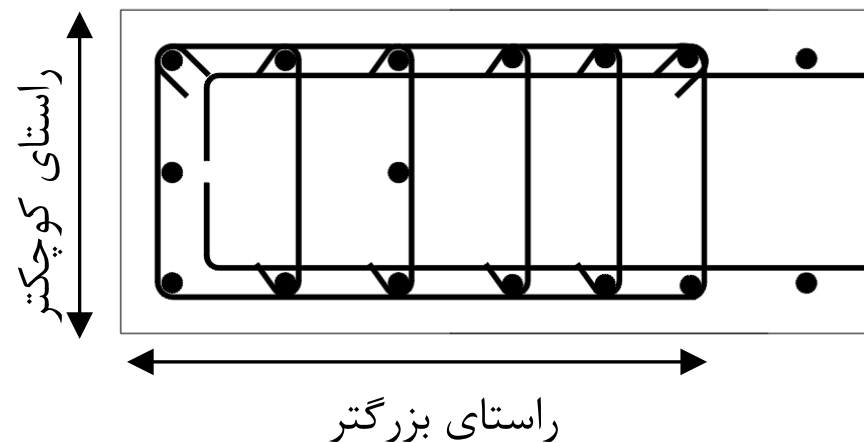
ضوابط المان مرزی ویژه دیوارهای برشی



المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

حداقل خاموت لازم در المان مرزی دیوار برشی بر اساس ابعاد المان مرزی

ابعاد المان مرزی	حداقل خاموت لازم در راستای بزرگتر	حداقل خاموت لازم در راستای کوچکتر
30x50	4Ø12@8cm	2Ø12@8cm
30x60	5Ø12@8cm	2Ø12@8cm
40x40	3Ø12@8cm	3Ø12@8cm
40x50	4Ø12@10cm	3Ø12@10cm
40x60	4Ø12@10cm	3Ø12@10cm
40x70	5Ø12@10cm	3Ø12@10cm
40x80	5Ø12@10cm	3Ø12@10cm
50x50	4Ø12@10cm	4Ø12@10cm
50x60	4Ø12@10cm	3Ø12@10cm
50x70	4Ø12@10cm	3Ø12@10cm
50x80	5Ø12@10cm	3Ø12@10cm



$$f'_c = 250 \frac{kg}{cm^2}$$

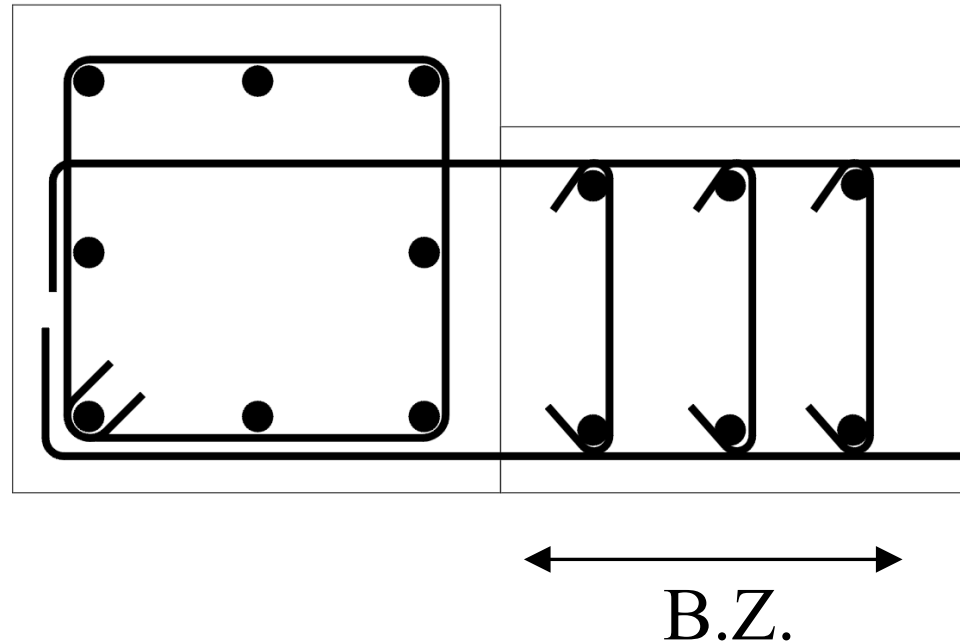
$$f_y = 3400 \frac{kg}{cm^2}$$

ایرادات متداول المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

✗ نادرست

ایرادات

عدم محصوریت بتن در جان دیوار
عدم قلاب انتهای میلگرد افقی در هسته
محصور شده المان مرزی

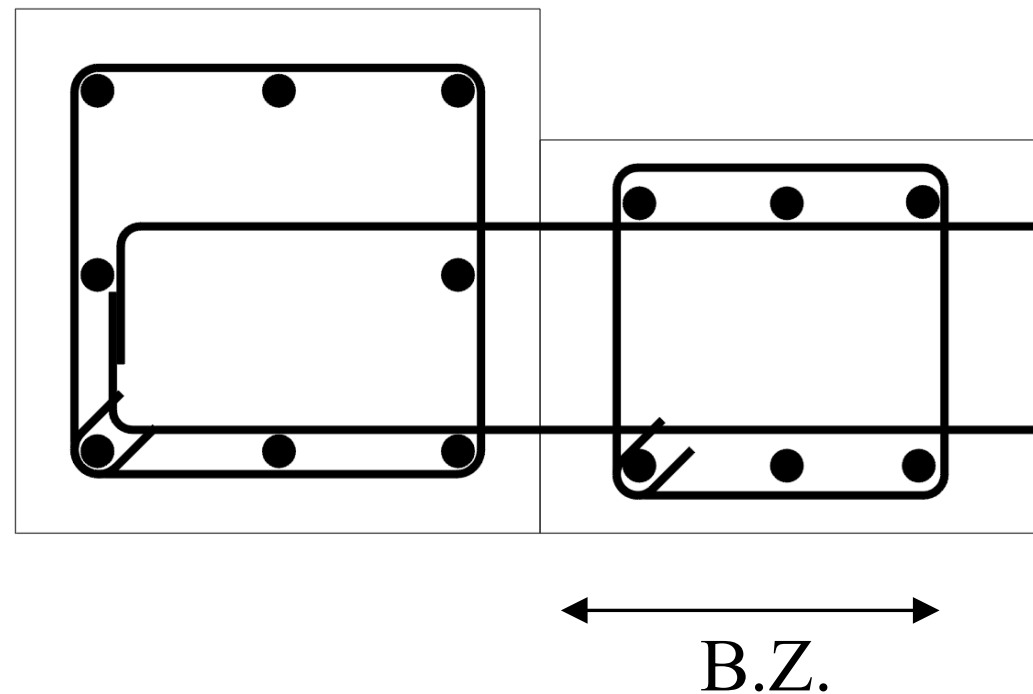


ایرادات متداول المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

✗ نادرست

ایرادات

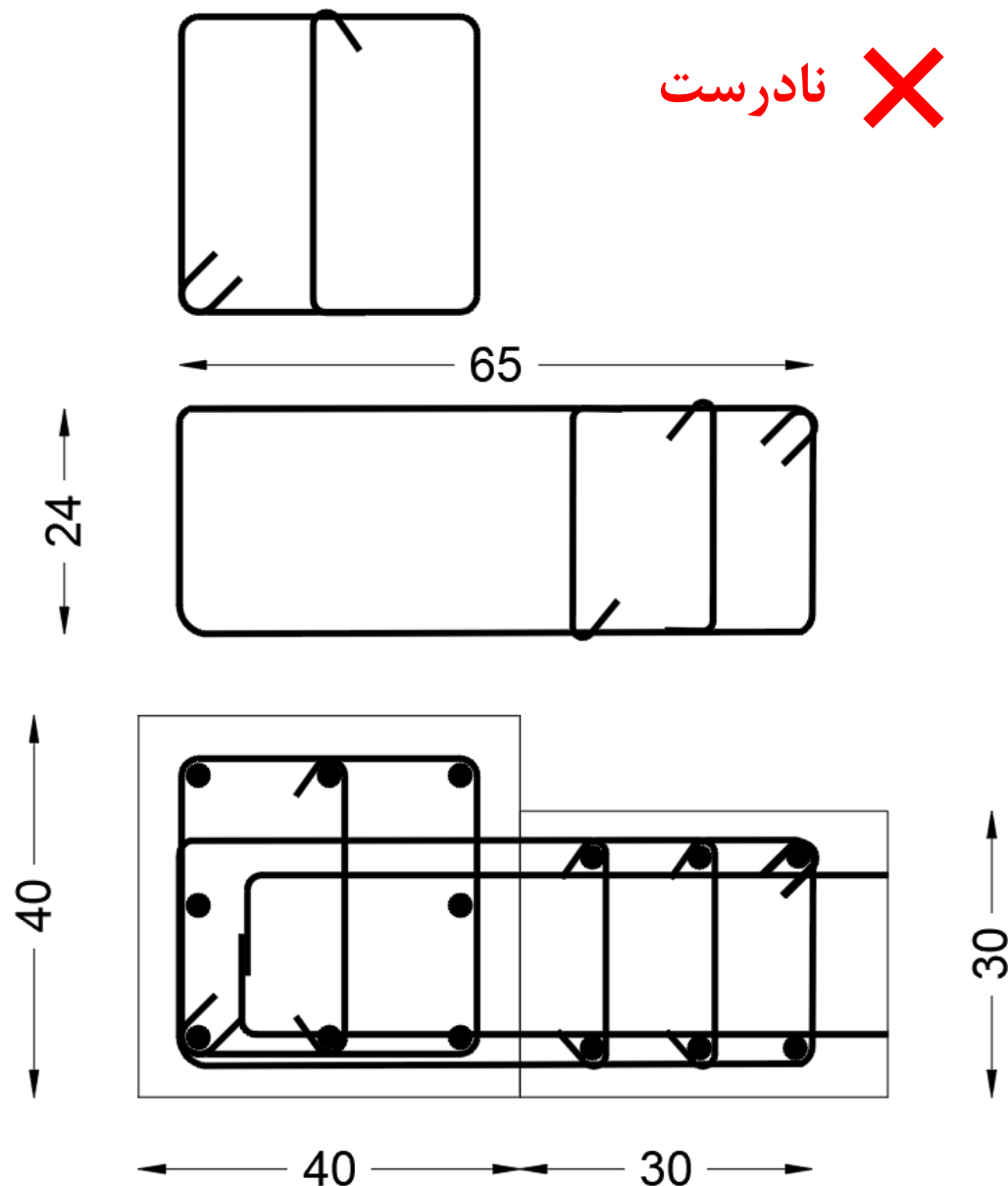
عدم محصوریت بتن در بتن ما بین خاموت‌ها
عدم همپوشانی خاموت‌ها با یکدیگر



ایرادات متداول المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

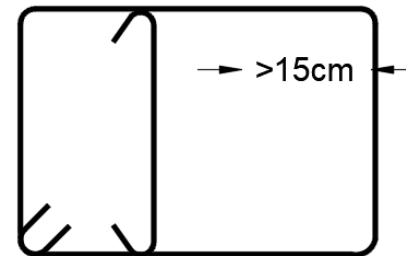
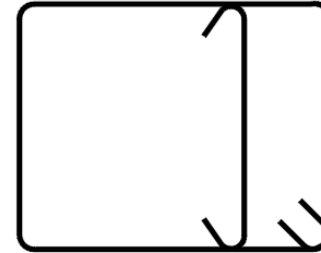
ایرادات

عدم رعایت نسبت حداکثر ۲ به ۱ در خاموت
عدم امکان محاسبه دقیق مقدار خاموت لازم
در المان مرزی دیوار

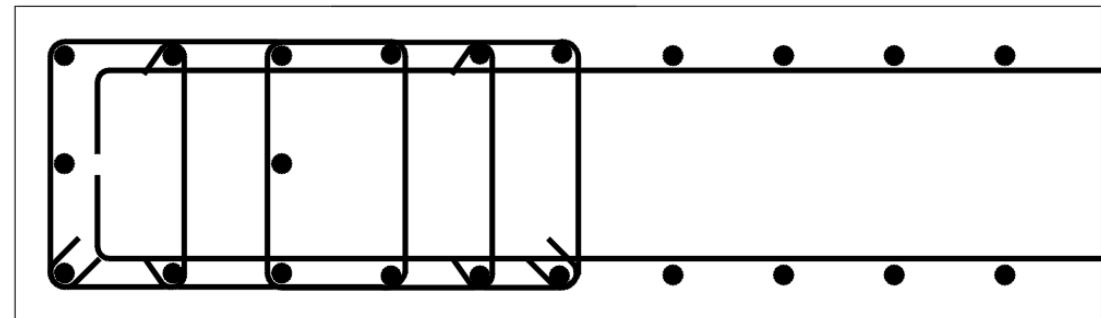


جزئیات صحیح اجرای المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

صحیح



استفاده از دو خاموت بسته با همپوشانی مناسب
اجرای سنجاقی دو سر ۱۳۵ در بین خاموت ها



ایرادات متداول المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

ایرادات

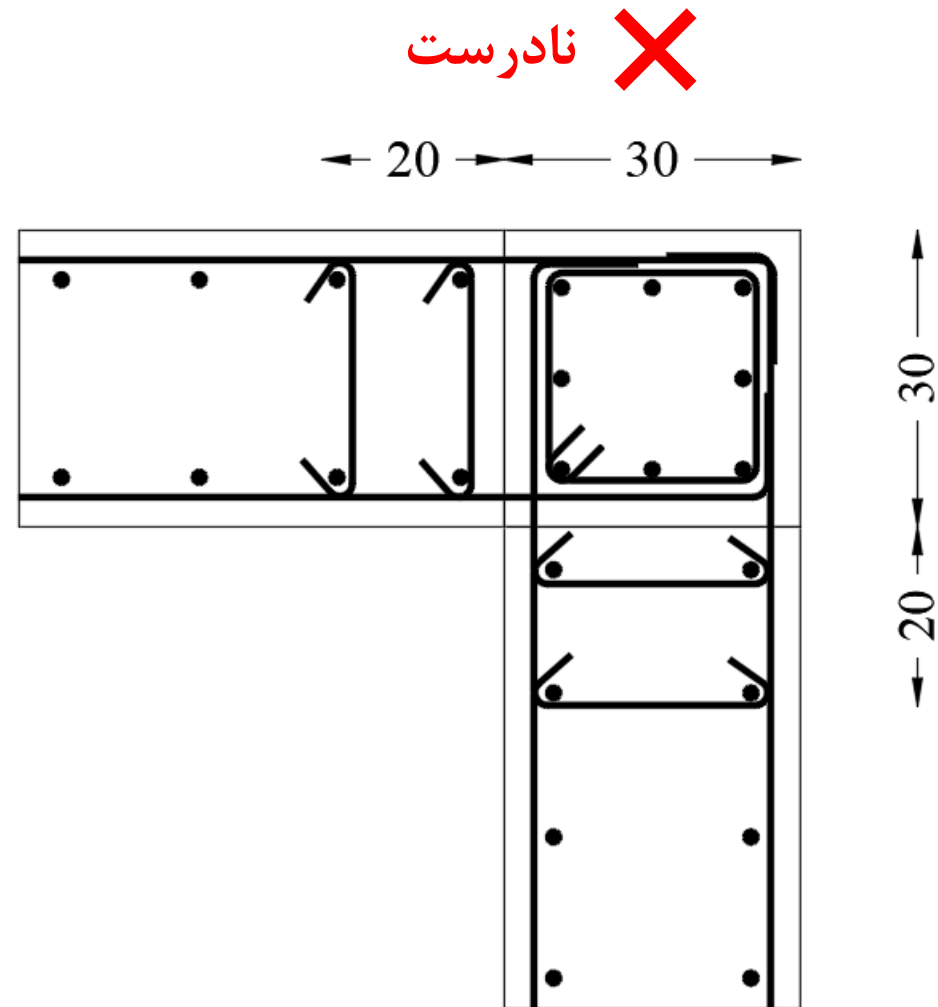
عدم محصوریت بتن در جان دیوار

عدم قلاب انتهای میلگرد افقی در هسته

محصور شده المان مرزی

عدم امتداد حداقل ۳۰ سانتیمتر المان مرزی

در هر وجه از دیوار



ایرادات متداول المان مرزی ویژه دیوارهای برشی

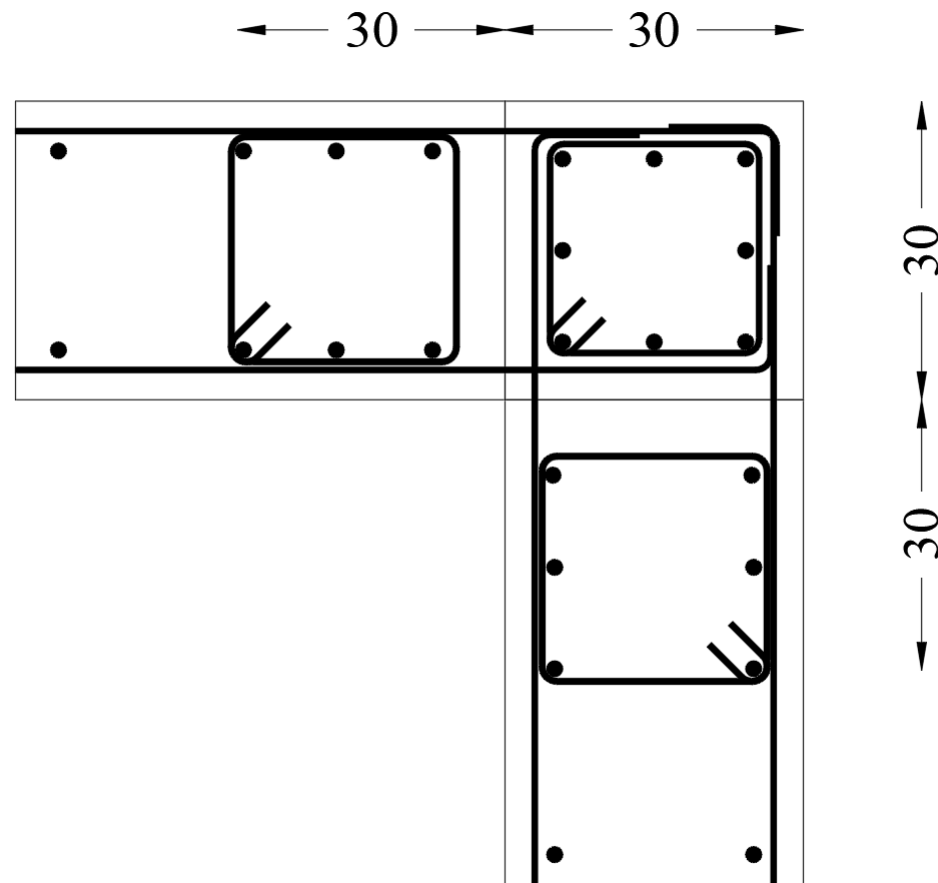
✗ نادرست

ایرادات

عدم محصوریت بتن ما بین خاموت‌ها

عدم همپوشانی خاموت‌ها با یکدیگر

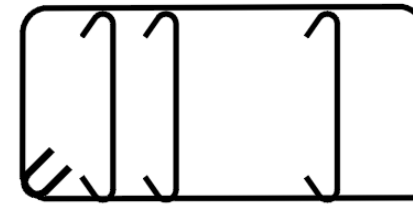
عدم قلاب انتهای میلگرد افقی در هسته محصور شده
المان مرزی



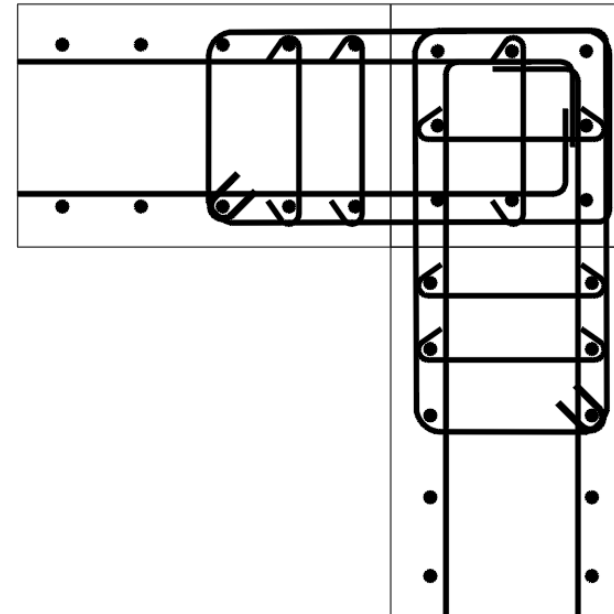
جزئیات صحیح اجرای المان مرزی ویژه دیوارهای برشی



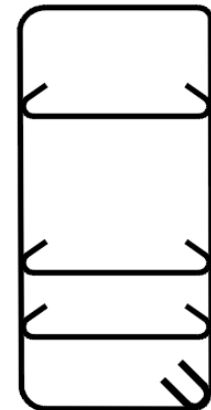
صحیح



30 40



40 30



استفاده از دو خاموت بسته با همپوشانی مناسب

اجرای سنجاقی دو سر ۱۳۵ در بین خاموت ها

نفوذ المان مرزی در وجه دیگر دیوار به میزان حداقل
۳۰ سانتیمتر

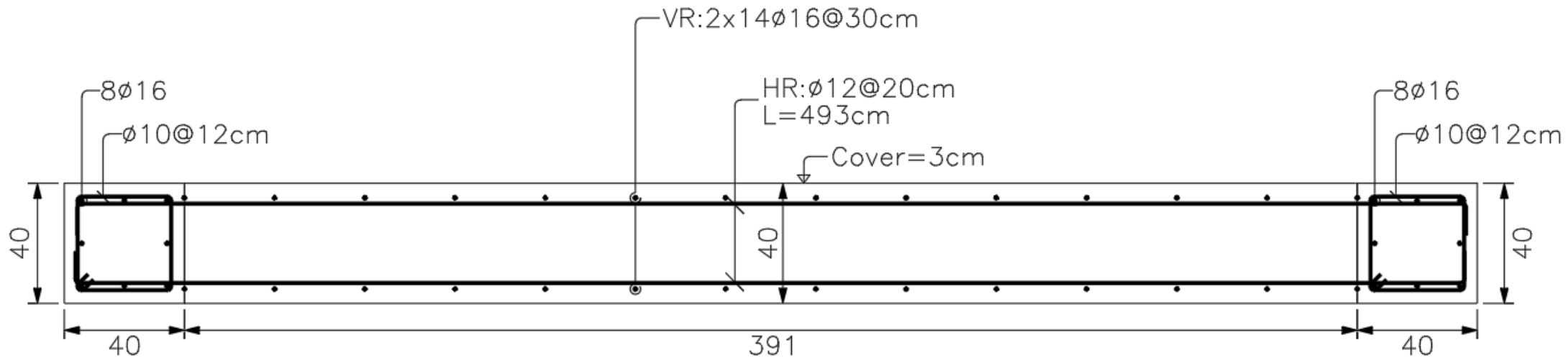
المان مرزی دیوارهای برشی



المان مرزی معمولی دیوارهای برشی

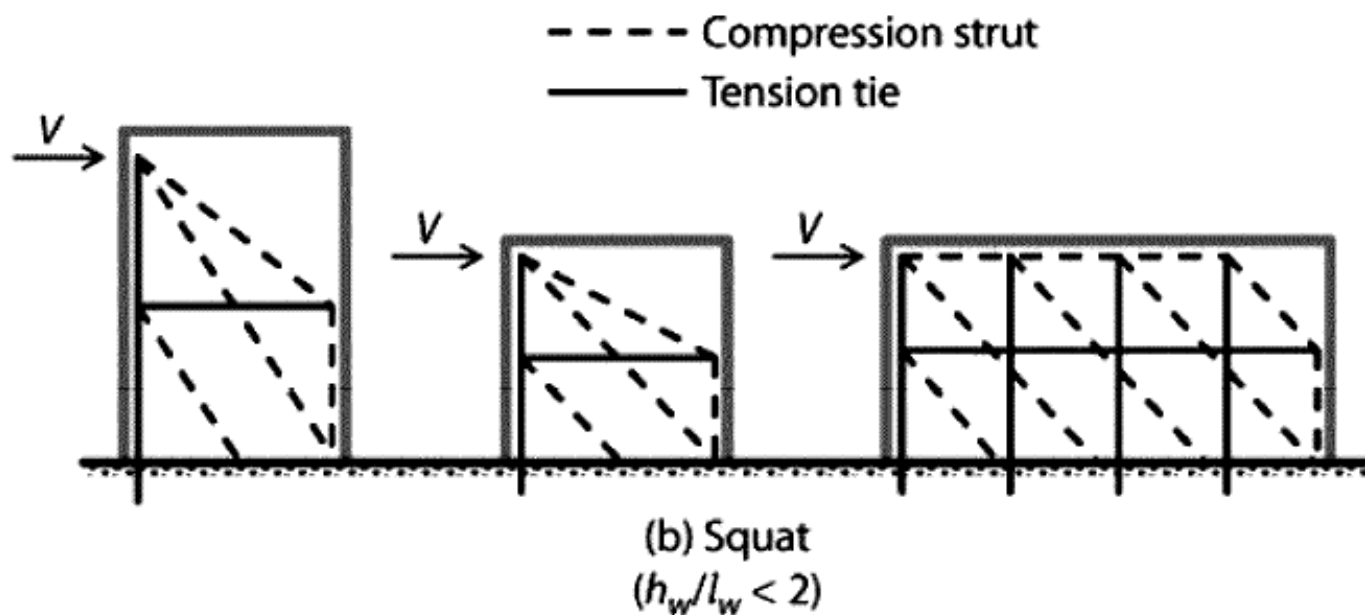
در قسمت هایی از دیوار که درصد آرماتور بیشتر از $\frac{2.8}{f_y}$ (حدود 0.7% برای فولاد AIII) در دیوار شود نیاز به المان مرزی معمولی در آن قسمت از دیوار داریم

فاصله خاموت ها در المان مرزی معمولی حداکثر نباید از حداقل مقادیر **20 سانتیمتر و 8 برابر کوچکترین قطر آرماتور** طولی داخل المان مرزی دیوار تجاوز کند

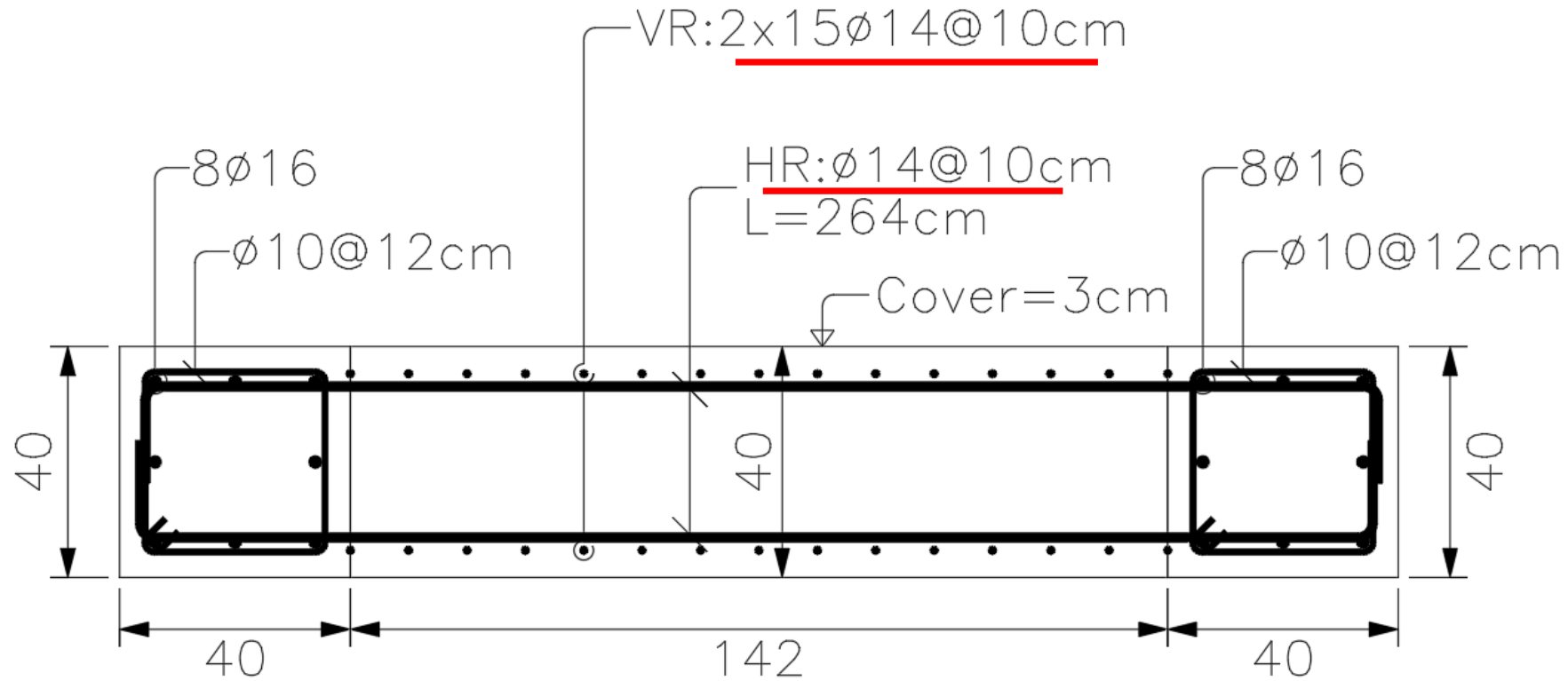


درصد آرماتور قائم در دیوارهای کوتاه

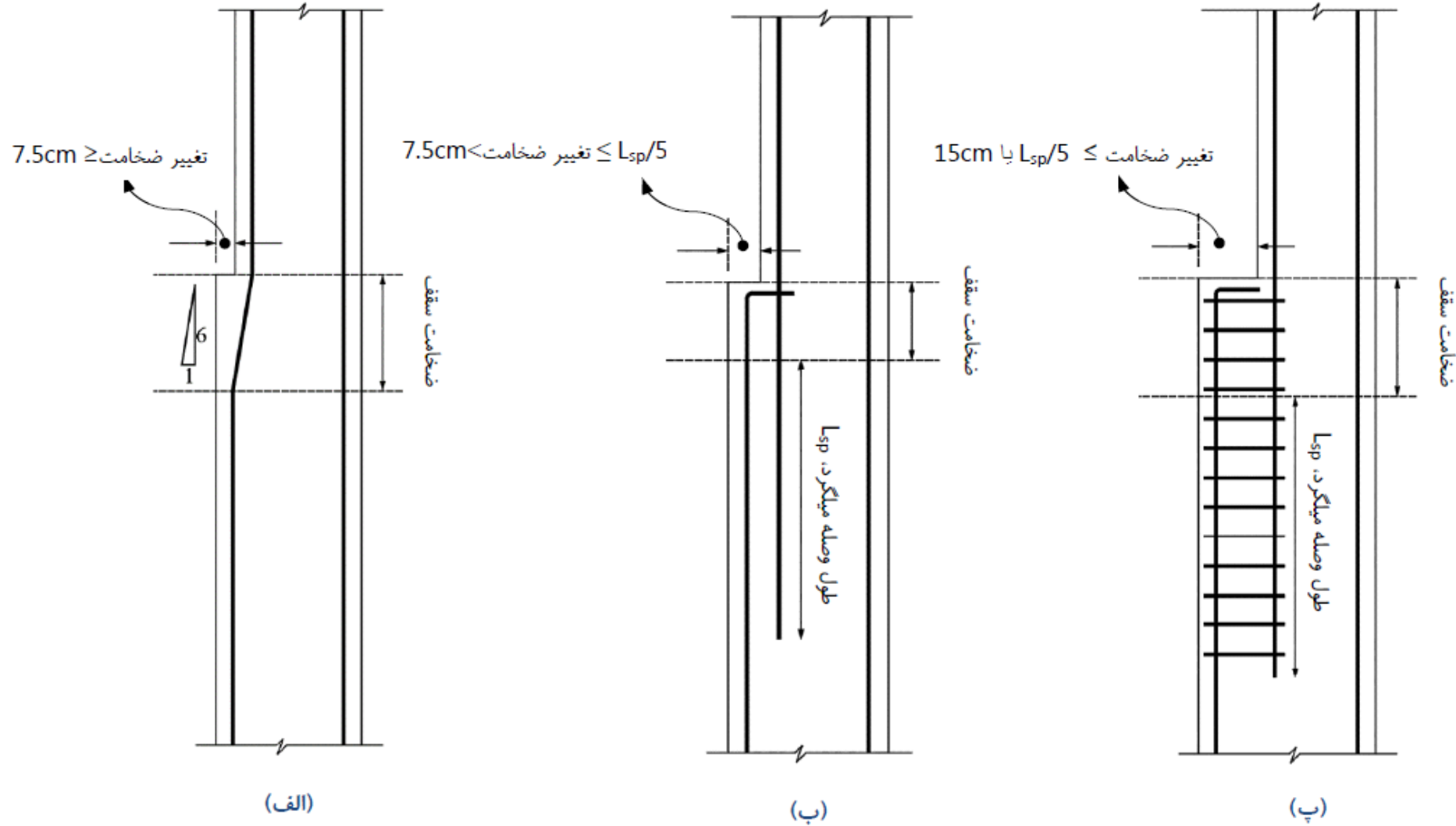
۴-۹-۷-۲۰-۹ میلگردهای برشی در دیوارها باید در صفحه‌ی دیوار در دو جهت عمود بر هم توزیع شوند. در صورتی که مقدار $\frac{h_w}{l_w}$ کمتر از ۲ باشد، نسبت سطح مقطع میلگرد قائم به مقطع بتنی، ρ_l نباید کمتر از مقدار نظیر برای میلگرد افقی برشی، ρ_t ، در نظر گرفته شود.



درصد آرماتور قائم در دیوارهای کوتاه

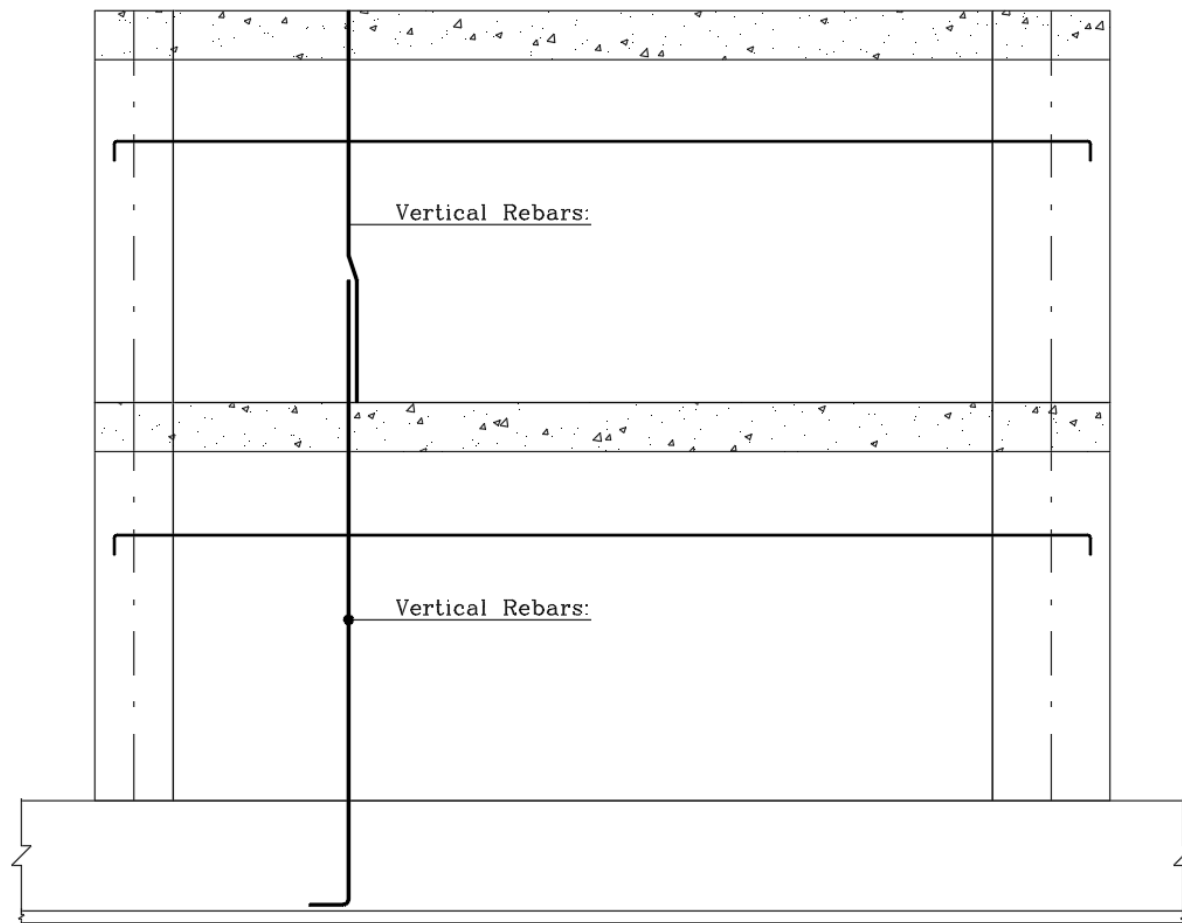


جزئیات وصله میلگرد دیوارها در زمان تغییر مقطع



جزئیات وصله آرماتورهای قائم دیوار

ب- در محل‌هایی که در اثر تغییر مکان‌های جانبی، احتمال تسلیم آرماتورهای طولی وجود دارد، طول مهاری آرماتورها باید $1/25$ برابر طول مهاری محاسبه شده برای تسلیم در کشش در نظر گرفته شود.



محدودیت هندسی تیر در قاب خمشی متوسط

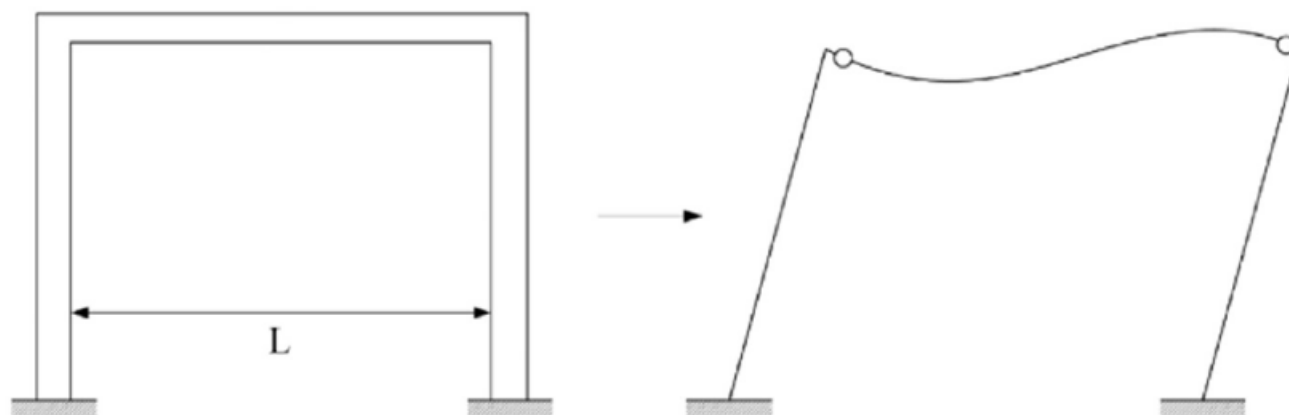
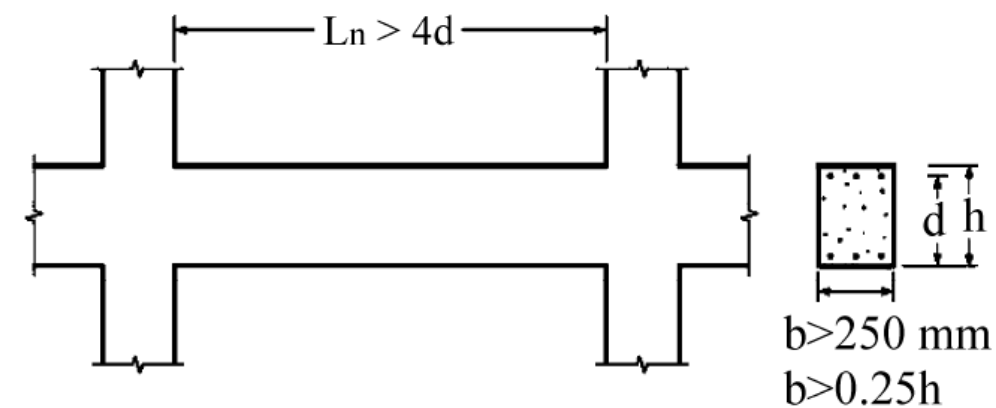
۹-۲۰-۵-۲ تیرها در قاب‌های با شکل پذیری متوسط

۹-۲۰-۵-۲-۱ محدودیت‌های هندسی

۹-۲۰-۵-۲-۱-۱ در این تیرها محدودیت‌های هندسی (الف) تا (پ) این بند باید رعایت شوند:

الف- ارتفاع مؤثر مقطع نباید بیش‌تر از یک چهارم طول دهانه آزاد باشد.

ب- عرض مقطع نباید کم‌تر از یک چهارم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلی متر باشد.



محدودیت هندسی تیر در قاب خمشی ویژه

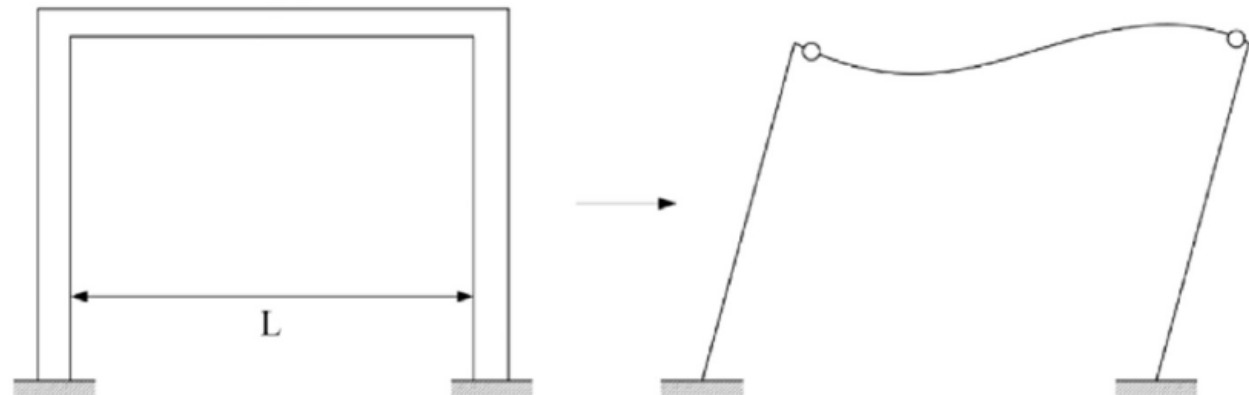
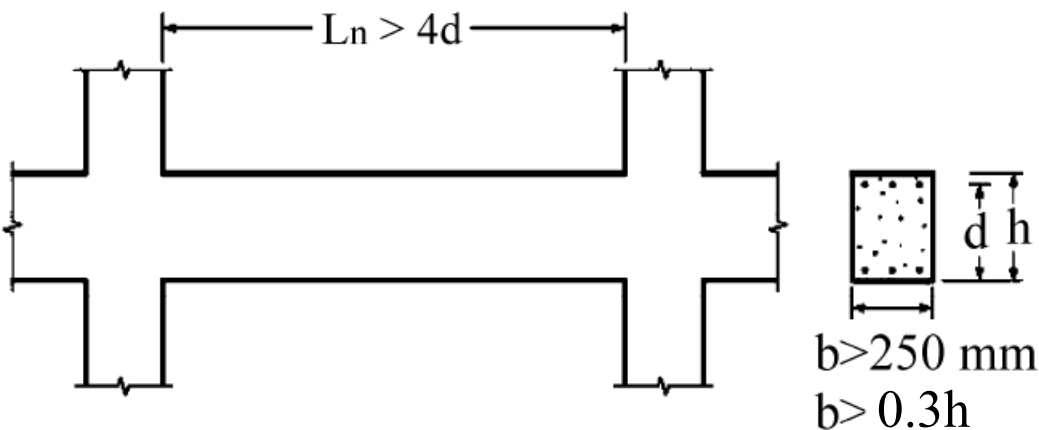
۲۰-۶-۲ تیرها در قاب‌های با شکل پذیری زیاد

۲۰-۶-۲-۱ محدودیت‌های هندسی

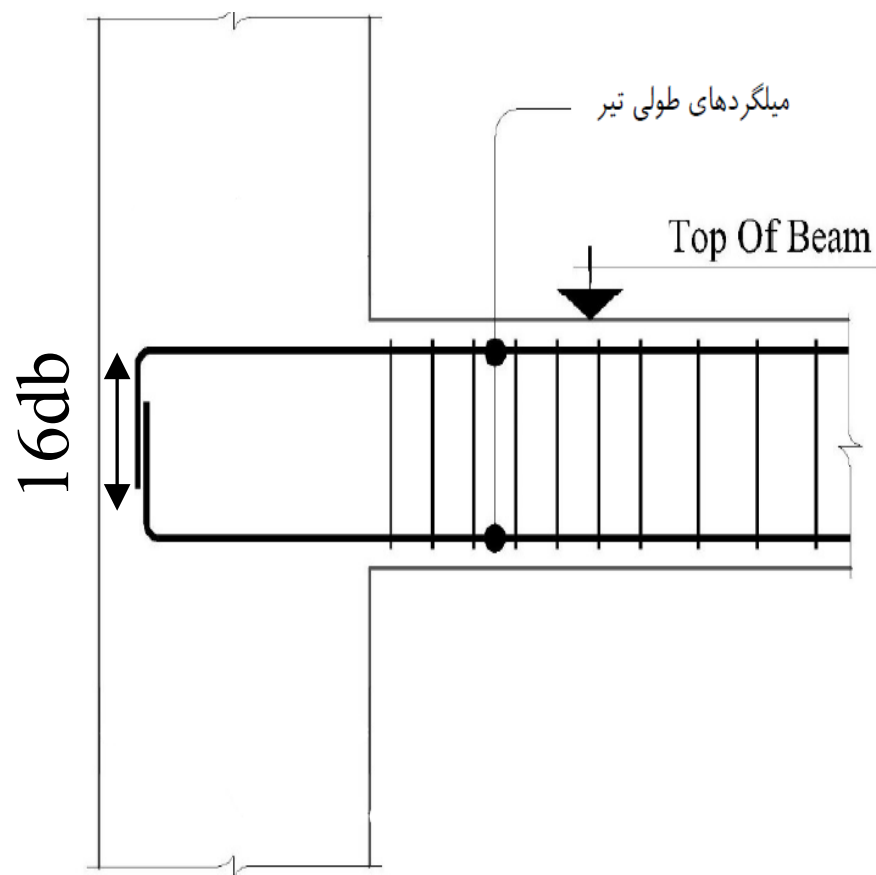
۲۰-۶-۲-۱-۱ در این تیرها محدودیت‌های هندسی (الف) تا (پ) این بند باید رعایت شوند:

الف- ارتفاع مؤثر مقطع نباید بیش‌تر از یک چهارم طول دهانه‌ی آزاد باشد.

ب- عرض مقطع نباید کم‌تر از سه دهم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلی متر باشد.

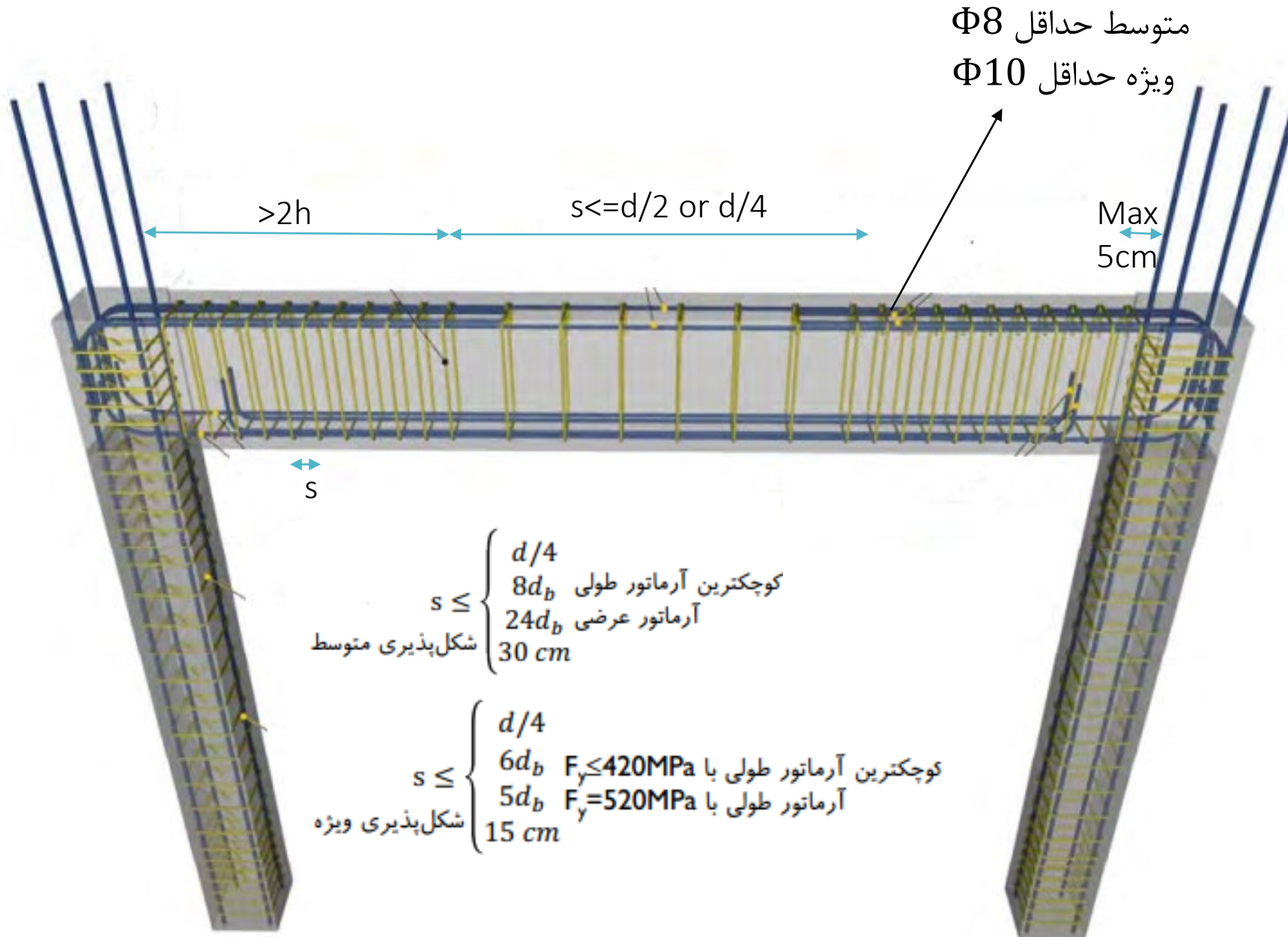


حداقل عمق تیر بر اساس سایز آرماتور قلاب شده در انتهای تیر



حداکثر قطر میلگرد طولی تیر	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	Φ28	Φ32
حداقل عمق تیر در طبقات (سانتیمتر)	30	30	35	35	40	40	45	50	60

حداکثر فاصله خاموت ها در تیرهای بتنی



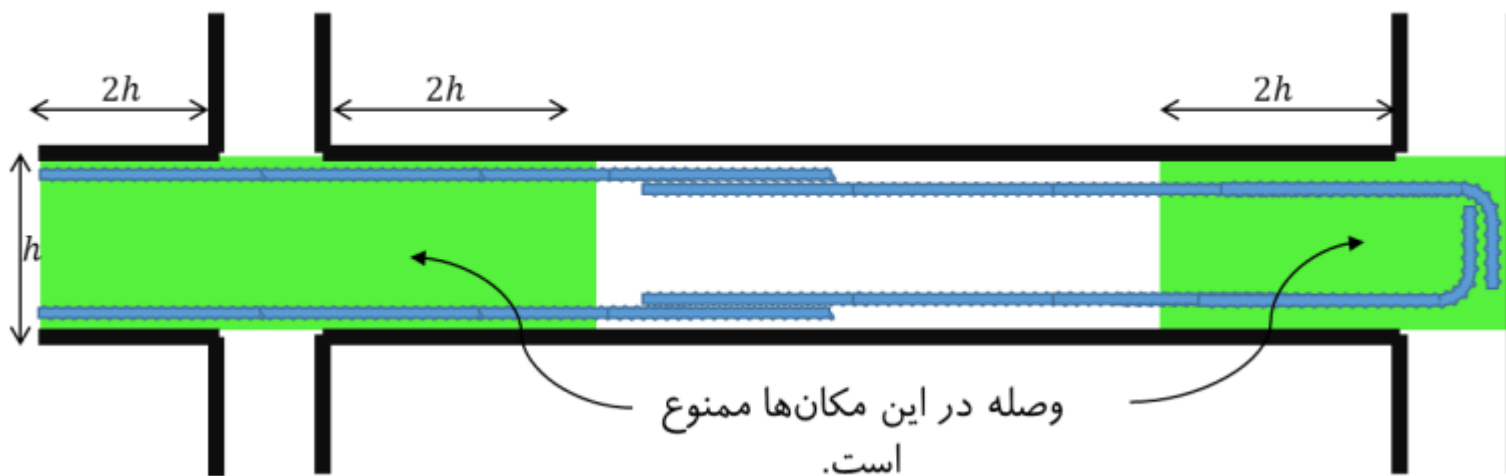
محدودیت محل وصله پوششی در تیرهای قاب خمشی ویژه

۹-۲۰-۶-۲-۵ استفاده از وصله‌ی پوششی در محل‌های زیر مجاز نیست:

الف- در اتصالات تیرها به ستون‌ها؛

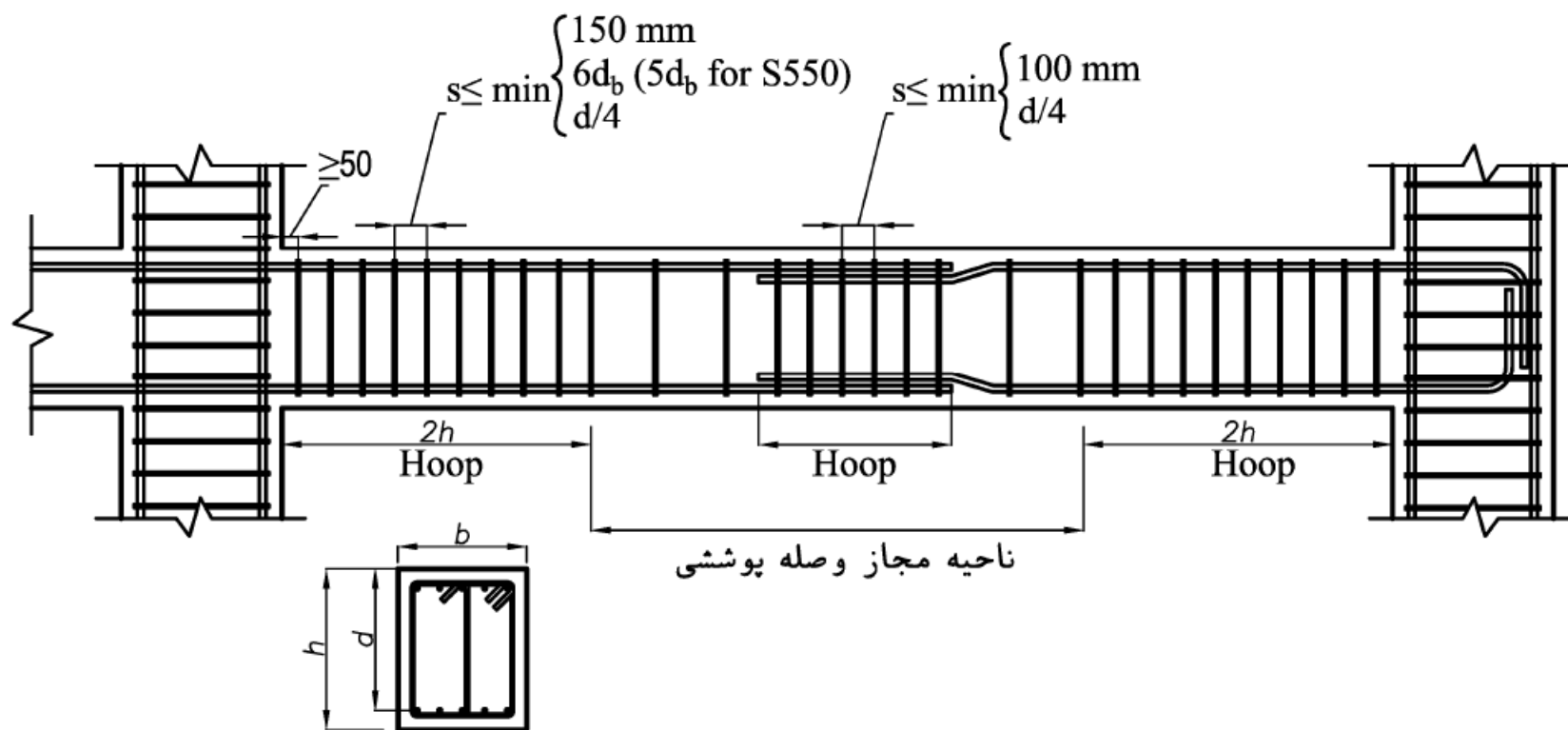
ب- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع تیر از بر تکیه‌گاه؛

پ- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع تیر از مقاطع بحرانی که در آن‌ها، در اثر تغییر مکان جانبی غیر الاستیک، امکان وقوع تسلیم آرماتور وجود دارد.



محدودیت محل وصله پوششی در تیرهای قاب خمشی ویژه

۴-۲-۲-۶-۲۰-۹ استفاده از وصله‌ی پوششی در میلگردهای طولی خمشی فقط در شرایطی مجاز است که در تمام طول وصله، آرماتور عرضی از نوع دورگیر یا دورپیچ موجود باشد. فاصله‌ی سفره‌های آرماتور عرضی در بر گیرنده‌ی وصله از یک دیگر، نباید از کوچک‌ترین مقادیر یک چهارم ارتفاع مؤثر مقطع و ۱۰۰ میلی متر بیش‌تر باشد.



آرماتور طولی ستون های قاب خمشی متوسط و محل وصله آن

۹-۲۰-۵-۳-۲ آرماتورهای طولی

۹-۲۰-۵-۳-۱ در ستون ها نسبت سطح مقطع میلگردهای طولی به کل سطح مقطع ستون نباید کمتر از یک درصد و بیش تر از هشت درصد در نظر گرفته شود. این محدودیت باید در محل وصله ها نیز رعایت شود.

۹-۲۰-۵-۳-۲ محل وصله ی آرماتورهای طولی ستون باید در خارج از ناحیه ی اتصال تیر به ستون باشد.

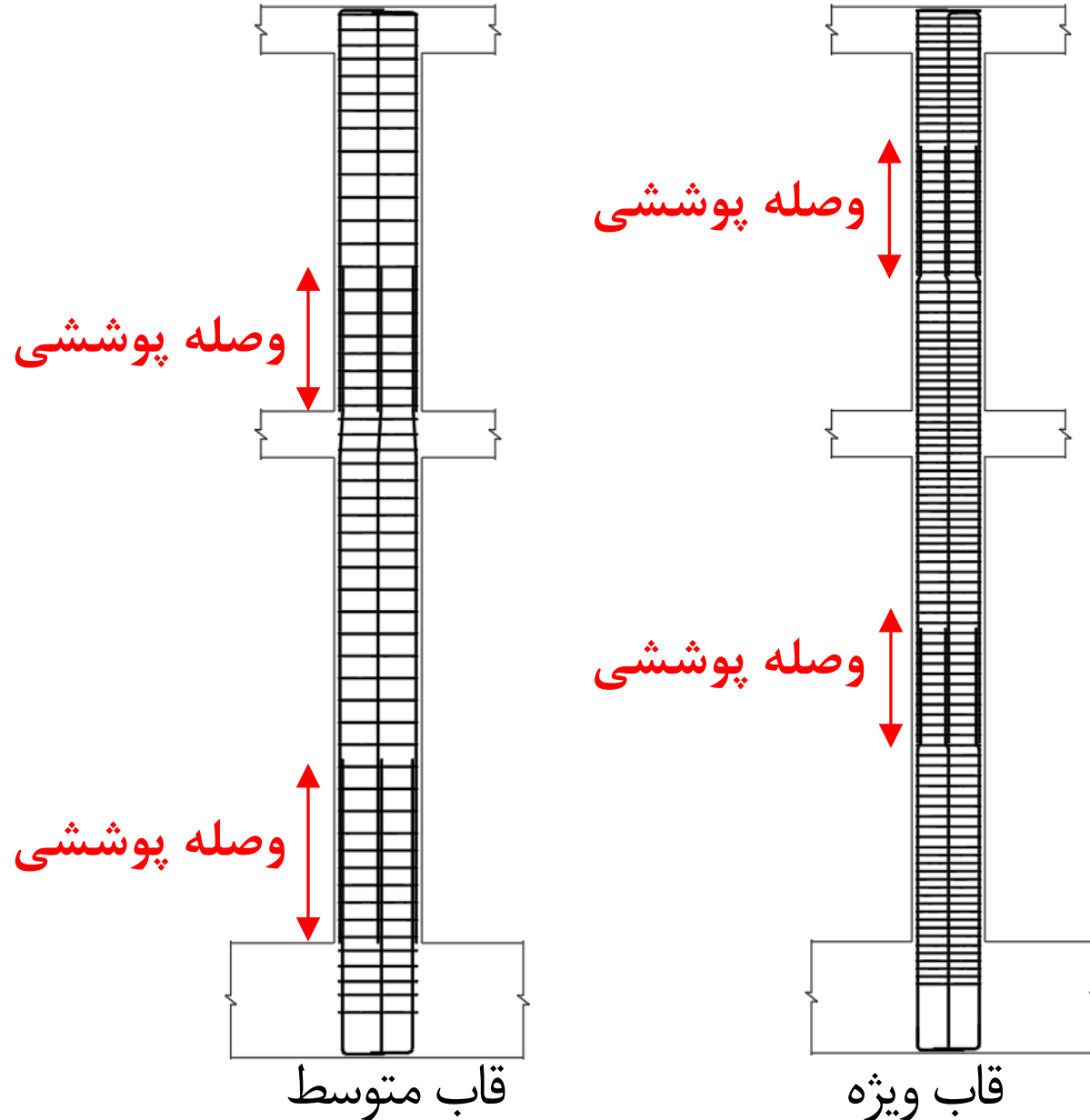
آرماتور طولی ستون های قاب خمشی ویژه و محل وصله آن

۹-۲۰-۶-۳-۲ آرماتورهای طولی

۹-۲۰-۶-۳-۱ در ستون ها نسبت سطح مقطع آرماتور طولی به سطح مقطع کل ستون نباید کمتر از یک درصد و بیش تر از شش درصد در نظر گرفته شود. محدودیت حداکثر مقدار آرماتور باید در محل وصله ها نیز رعایت شود.

۹-۲۰-۶-۳-۴ استفاده از وصله ی پوششی در میلگردهای طولی فقط در نیمه ی میانی طول ستون مجاز است. طول پوشش این وصله ها باید برای کشش در نظر گرفته شود. در طول این وصله ها باید آرماتورهای عرضی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۲ تا ۹-۲۰-۶-۳-۵ به کار برده شوند.

محل وصله آرماتور طولی ستون های قاب خمشی متوسط و ویژه



طول همپوشانی وصله پوششی در ستون ها

۹-۲۱-۴-۲ در مواردی که وصله ی پوششی برای میلگردهای با قطرهای متفاوت انجام می شود، l_{st} نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کم تر باشد.

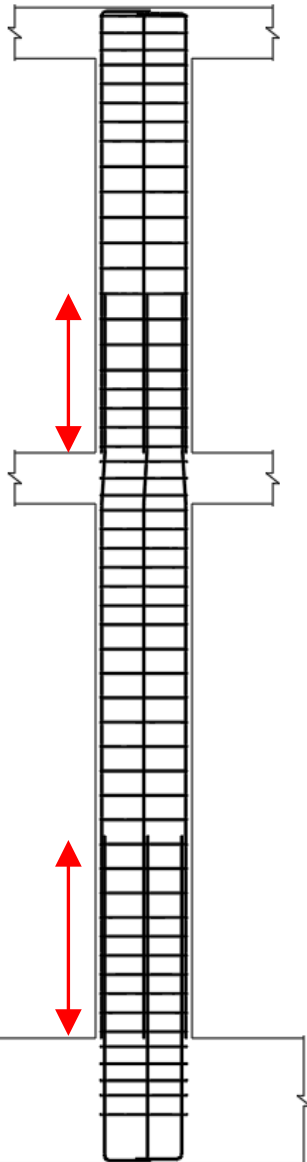
الف - طول گیرایی l_d برای میلگرد با قطر بزرگ تر؛

ب - طول وصله ی کششی l_{st} برای میلگرد با قطر کوچک تر.

$L_d, f_c=250\text{kg/m}^2$

L_{st}

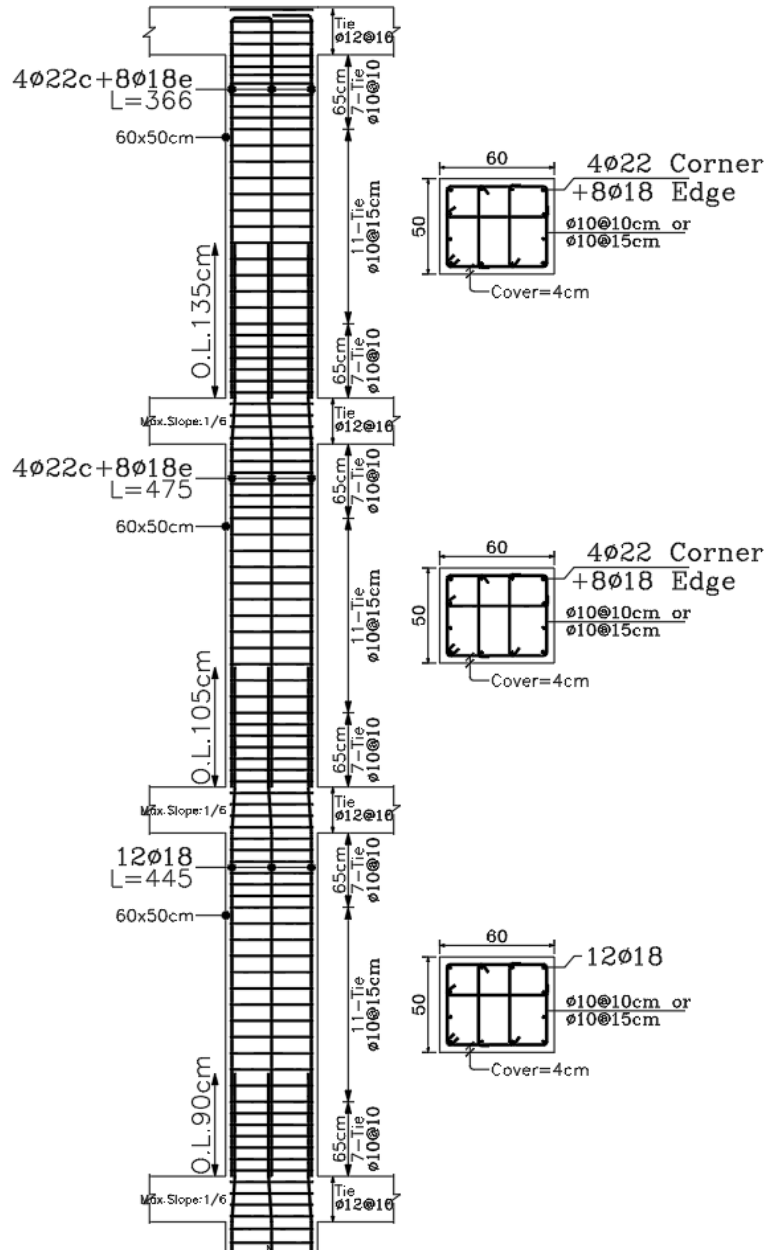
قطر آرماتور		قطر میلگرد ($f_y=4000\text{kg/cm}^2$)		Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	Φ28	Φ32
Ld ستون ها		$f_c=210\text{kg/m}^2$	میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار	55	65	80	90	100	135	150	170	190	215
mm	cm			70	85	100	115	130	175	195	220	245	280
φ8	35	$f_c=250\text{kg/m}^2$	میلگرد بالا	50	60	70	80	90	125	135	155	175	200
φ10	40			65	80	95	105	120	160	175	200	225	255
φ12	50		میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار	45	55	65	75	85	115	125	140	155	180
φ14	55			60	75	85	95	110	150	160	185	205	235
φ16	65	$f_c=300\text{kg/m}^2$	میلگرد بالا										
φ18	70												
φ20	95		میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار										
φ22	105												
φ25	120	$f_c=300\text{kg/m}^2$	میلگرد بالا										
φ28	135												
φ32	155		میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار										



وصله پوششی

وصله پوششی

بزرگتر بودن آرماتور فوقانی ستون نسبت به آرماتور طبقه زیرین

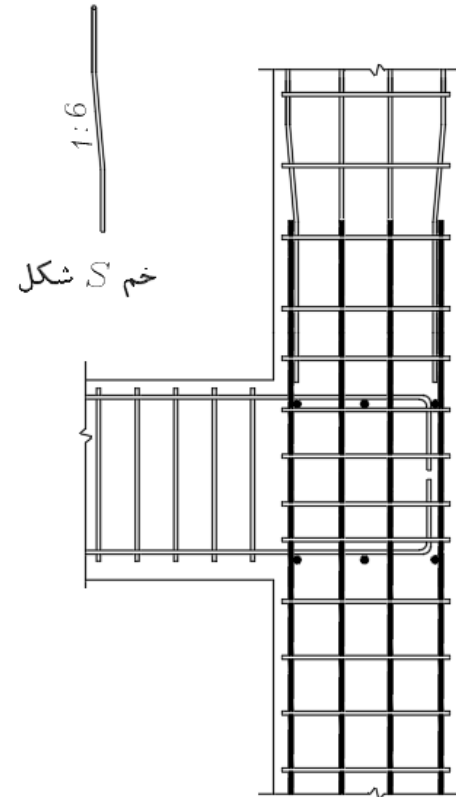
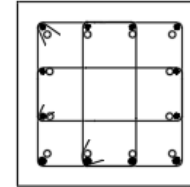


آرماتور با سایز بزرگتر طبقه بالا حداقل ۲ طبقه در زیر
امتداد پیدا کند

جزئیات خم ۱ به ۶ در آرماتور طولی ستون های قاب خمشی

○ آرماتور جدید مربوط به ستون فوقانی

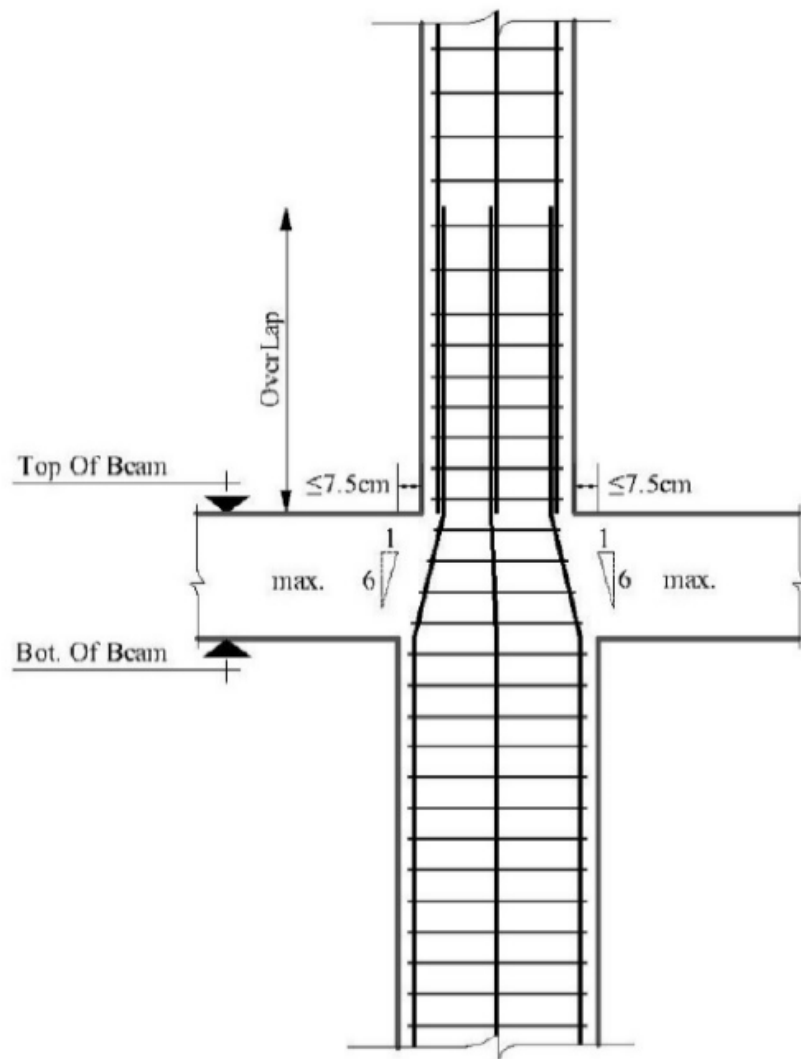
● آرماتور ریشه مربوط به ستون تحتانی



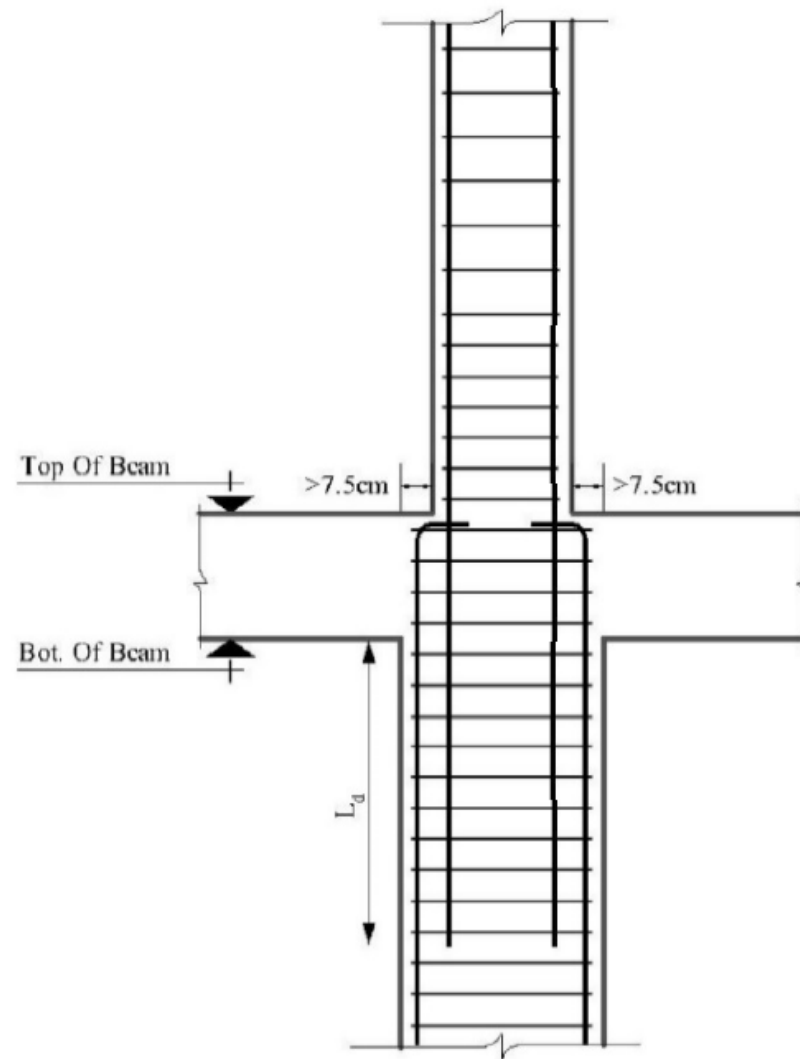
دقیق اجرای وصله در ستونها



جزئیات وصله آرماتور طولی ستون های قاب خمشی در هنگام تغییر مقطع ستون

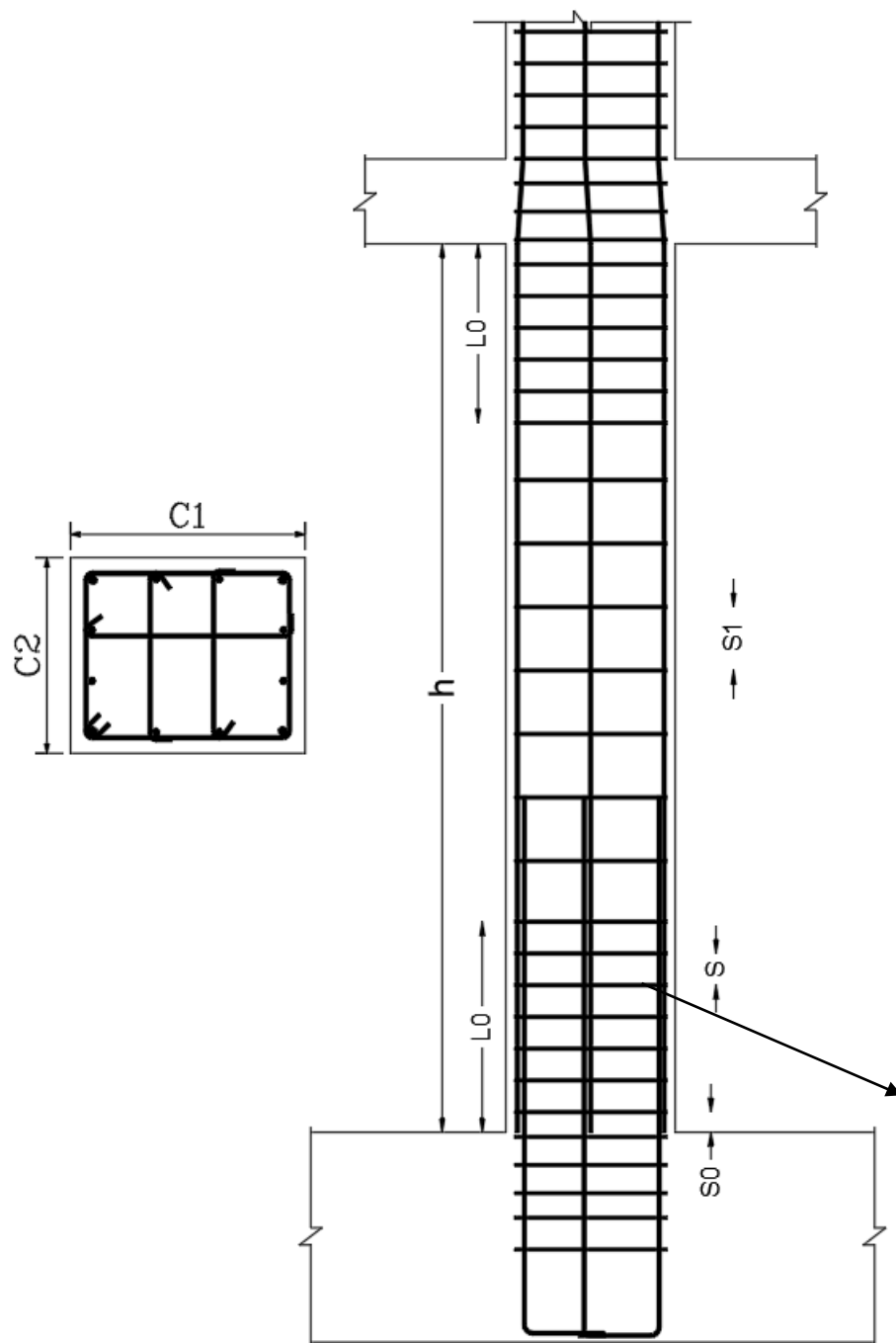


حالت ب: میزان عقب نشستی کمتر از ۷/۵ سانتیمتر



حالت الف: میزان عقب نشستی بیشتر از ۷/۵ سانتیمتر

جزئیات حداکثر فاصله آرماتور عرضی در ستون



$$L_0 = \max(C1, C2, \frac{h}{6}, 450mm)$$

$$S \leq \min(\frac{C1}{2}, \frac{C2}{2}, 8d_b, 48d_{\text{خاموت}}, 20cm) \quad AIII$$

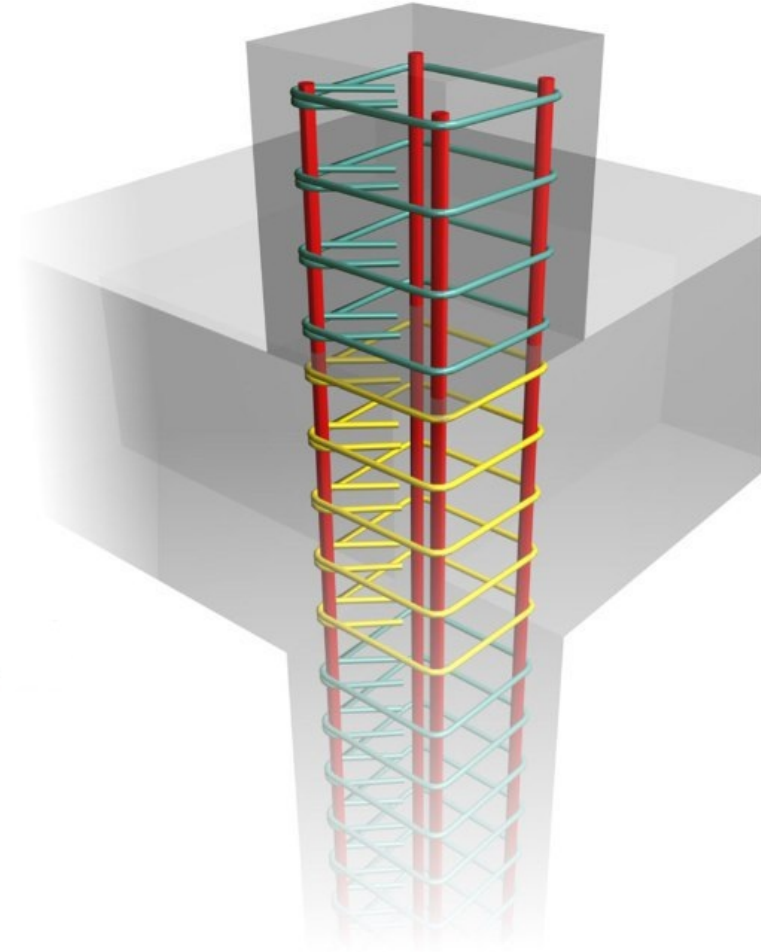
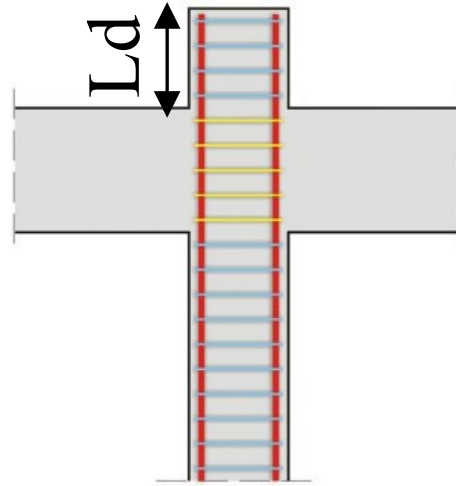
$$S \leq \min(\frac{C1}{2}, \frac{C2}{2}, 6d_b, 48d_{\text{خاموت}}, 15cm) \quad AIV$$

$$S_0 \leq \frac{S}{2}$$

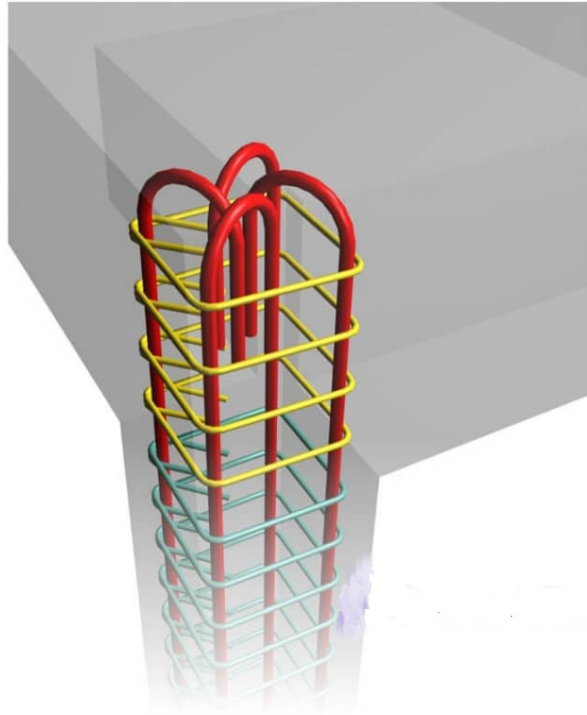
$$S_1 < \min(C1, C2, 16d_b, 48d_{\text{خاموت}})$$

حداقل $\Phi 10$

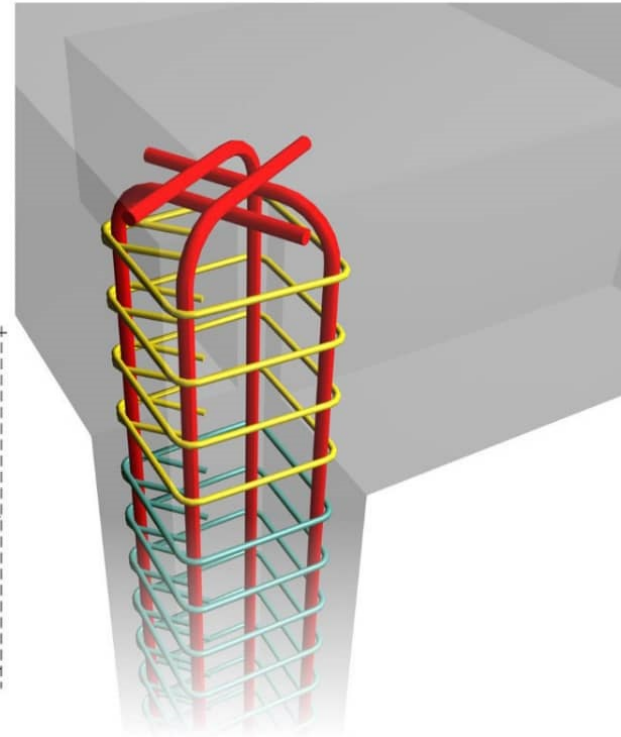
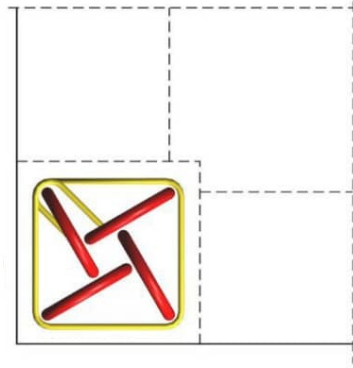
مهار آرماتورهای بام در طبقه آخر



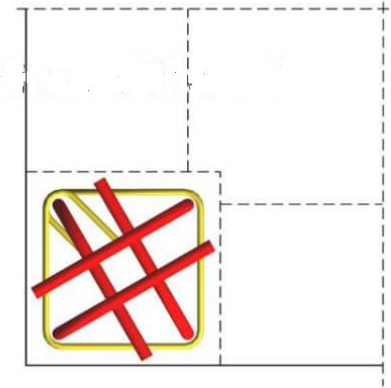
مه‌ار آرماتوره‌ای بام در طبقه آخر



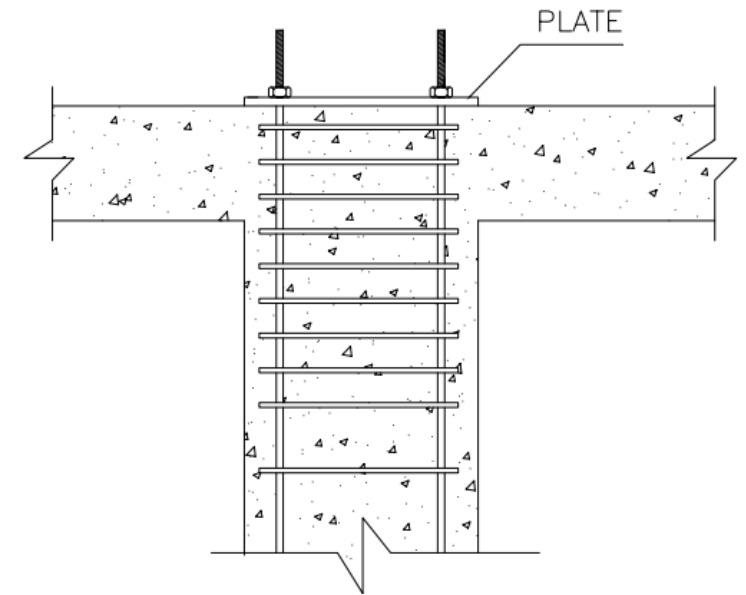
خم ۱۸۰



خم ۹۰



مهار آرماتورهای بام در طبقه آخر



مهار میگردهای طبقه آخر با بولت

نحوه قلاب آرماتور انتهایی تیر در ستون

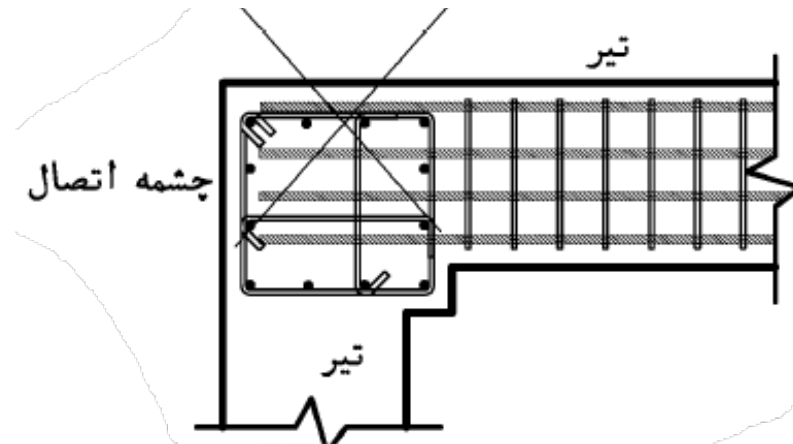
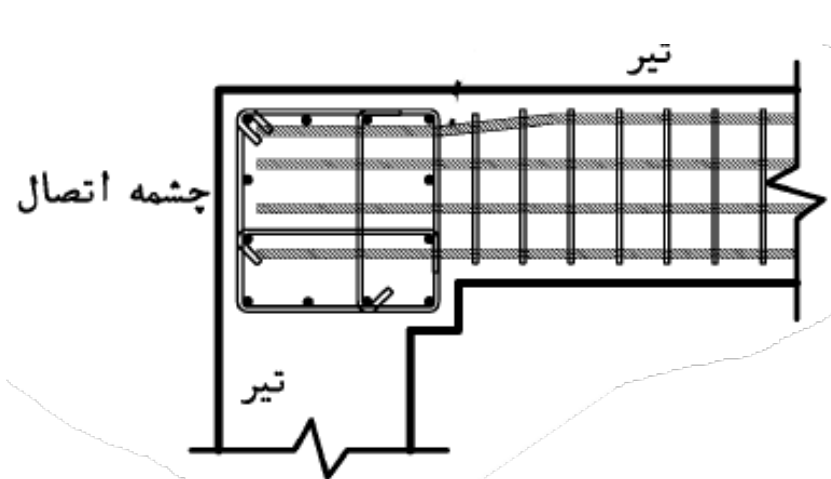
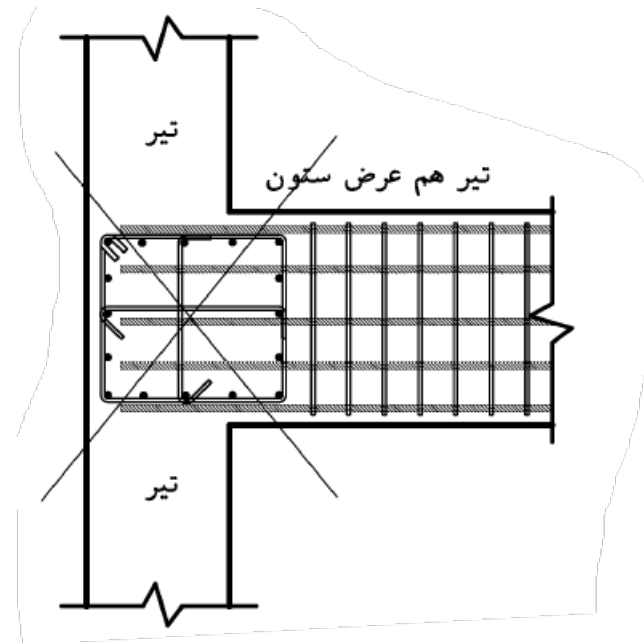
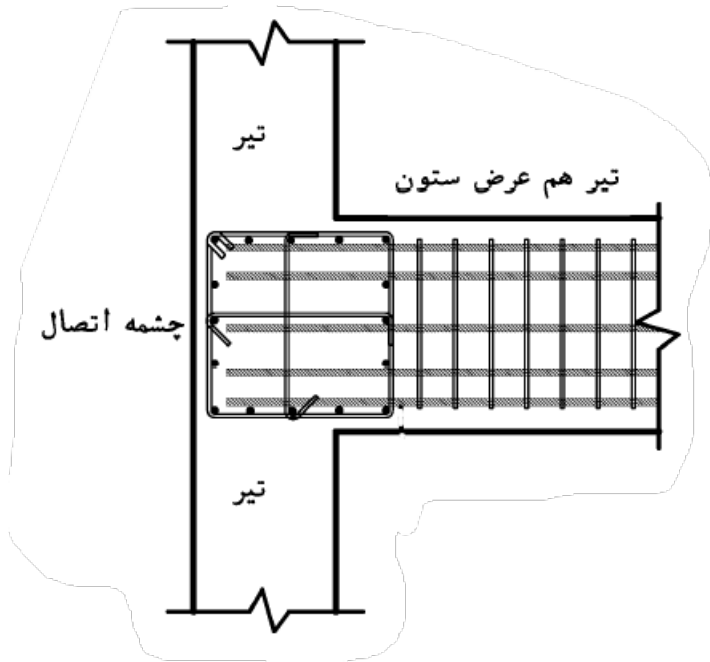
۹-۲۰-۶-۵-۵-۲ قلاب میلگرد تیرها باید در هسته‌ی محصور شده‌ی ستون‌ها و یا در اجزای لبه‌ی دیوارها مهار شده، و خم آن‌ها به طرف داخل ناحیه‌ی اتصال باشد.



قلاب متوسط و ویژه

نباید عرض ستون گوشه کمتر از تیر متصل به آن باشد.

نحوه قلاب آرماتور انتهایی تیر در ستون



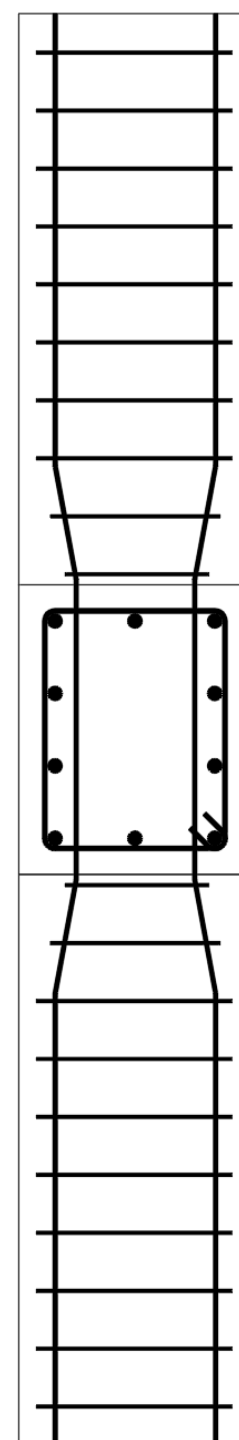
نحوه عبور آرماتور تیر پیوسته که از هسته ستون عبور نمی کنند

۹-۲۰-۶-۵-۳-۳ در تیرهایی که آرماتورهای طولی آنها از داخل هسته محصور شده ستون عبور نمیکند، در صورتی که آرماتورها توسط تیر دیگری محصور نشده باشند، باید در سراسر طول آرماتور طولی که در خارج از هسته قرار دارند، از آرماتورهای عرضی که از ستون عبور میکنند، با فاصله ای به میزان گفته شده برای آرماتورهای عرضی تیر قاب ویژه در ناحیه بحرانی استفاده نمود.

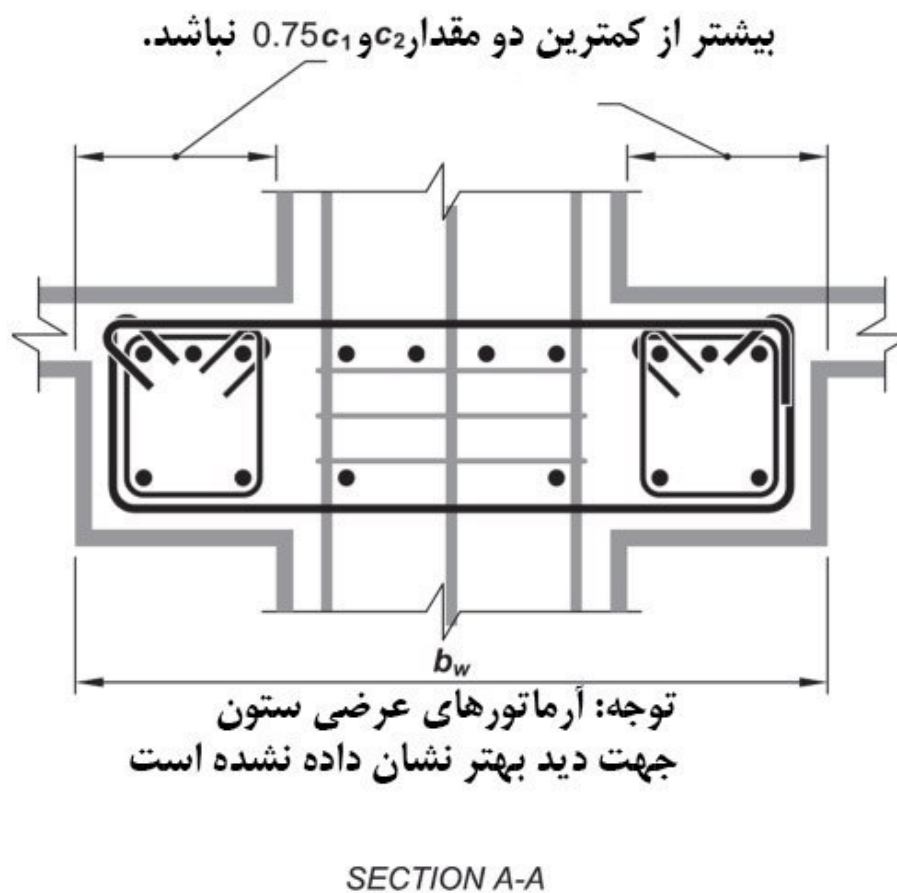
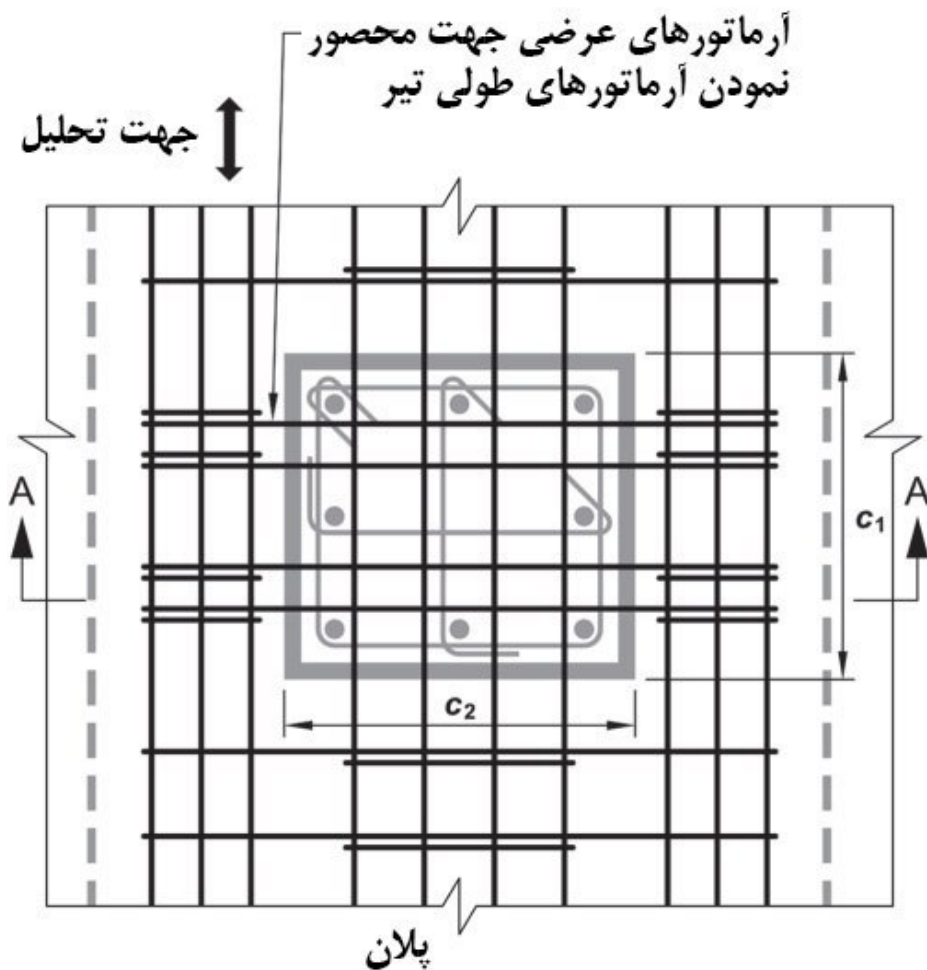


طبق این بند محدودیت اصلی برای تیرهای کناری (و آن هم فقط در قابهای ویژه) می باشد.

نحوه عبور آرماتور تیر با عرض برابر با ستون

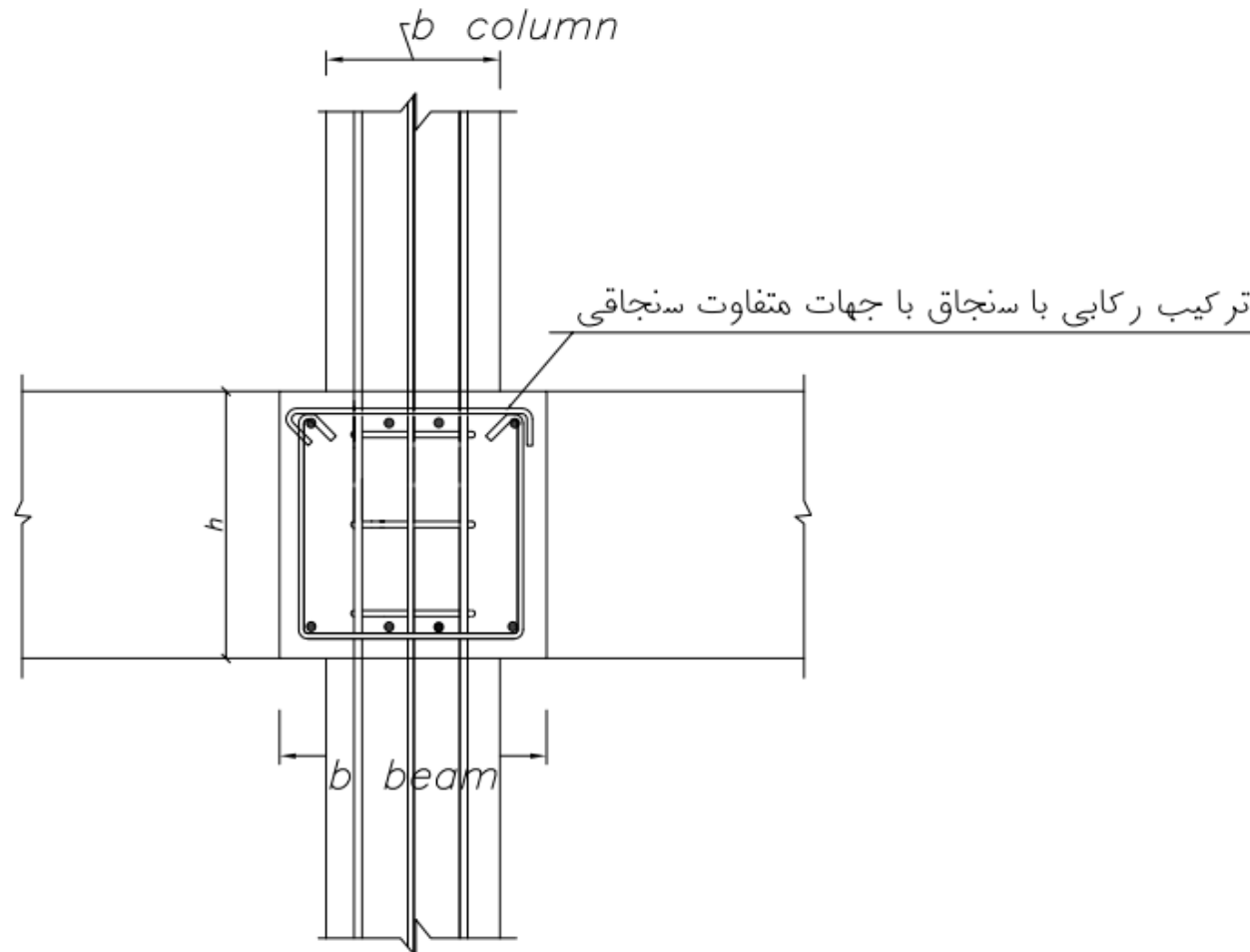


نحوه عبور آرماتور تیر با عرض بزرگتر از ستون



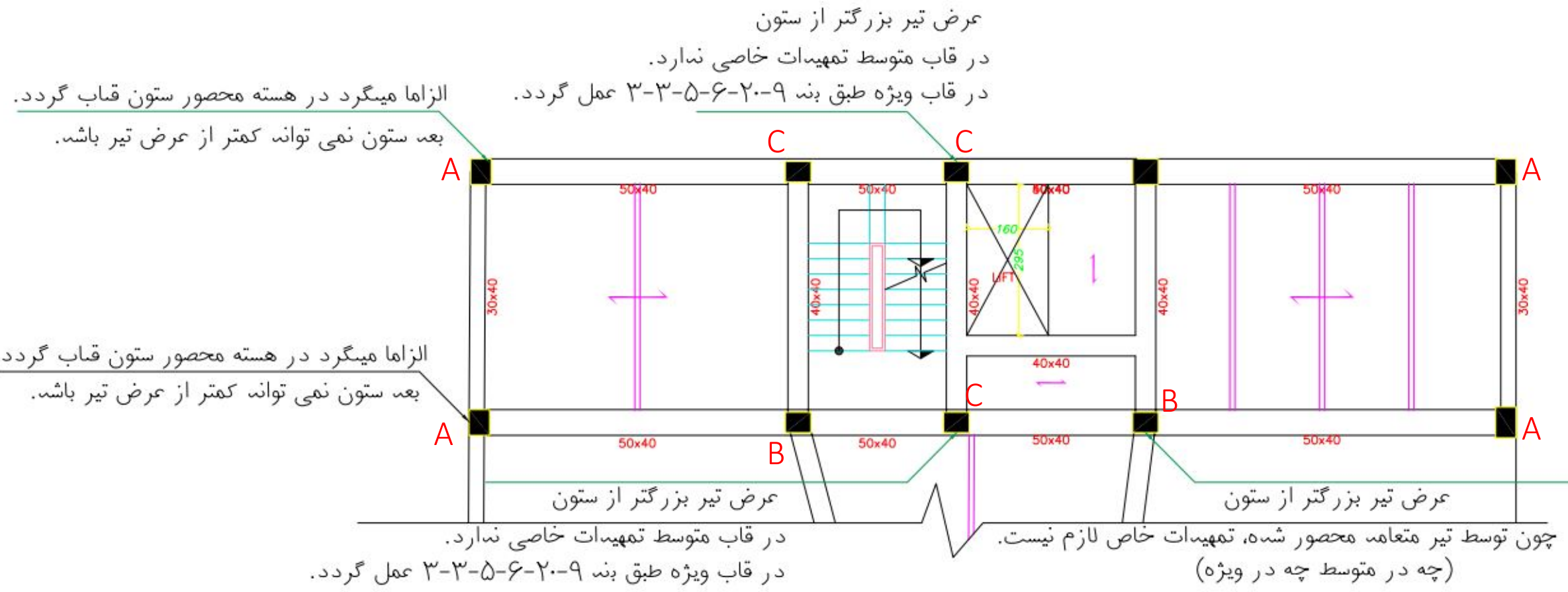
قاب ویژه

نحوه عبور آرماتور تیر با عرض بزرگتر از ستون



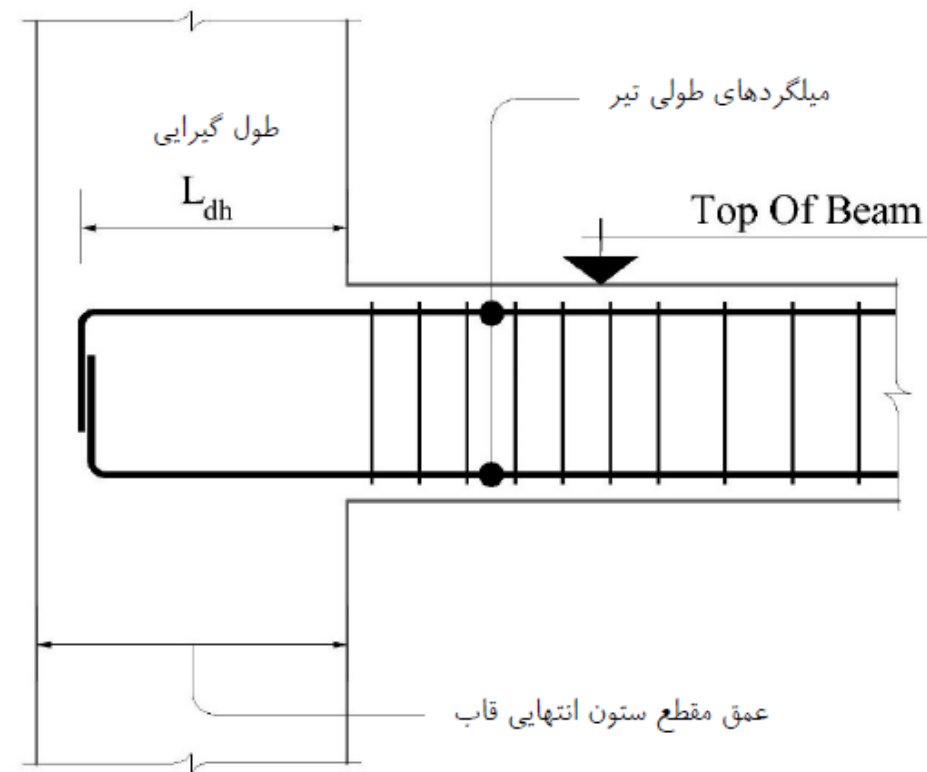
جزئیات خاموت گذاری تیر با عرضی بزرگتر از ستون
در محدوده چشمه اتصال (فقط در ستونهای کناری)
(SEC. C-C)

نحوه عبور آرماتور تیر با عرض بزرگتر از ستون



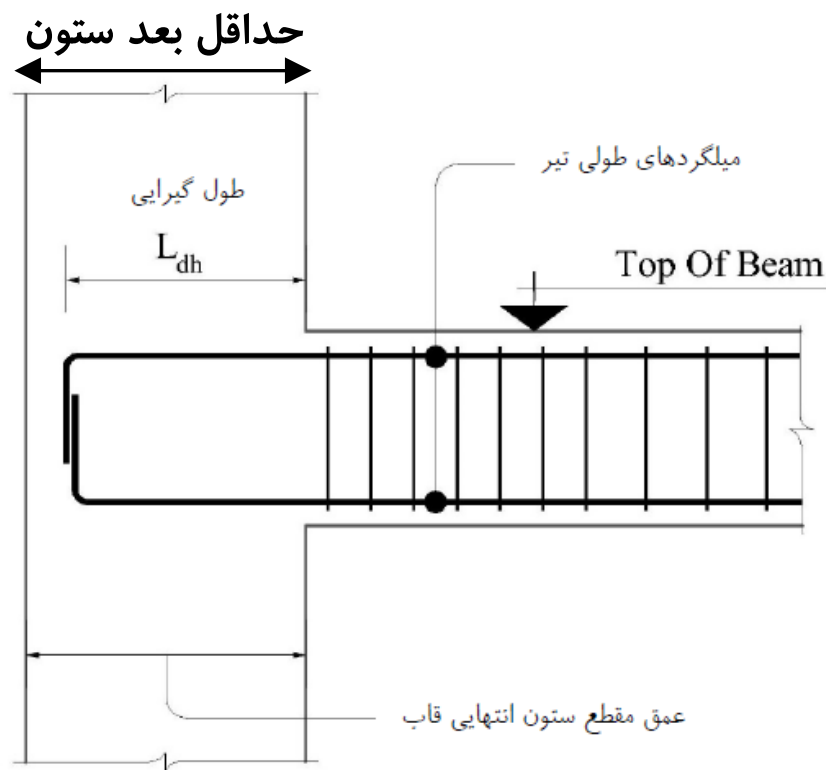
طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش L_{dh}

در مبحث ۹ ویرایش ۹۹، طول گیرایی میلگرد (Ldh) وابستگی زیادی به فاصله آزاد بین آرماتورها و همچنین مقدار محاسباتی خاموت چشمه اتصال دارد

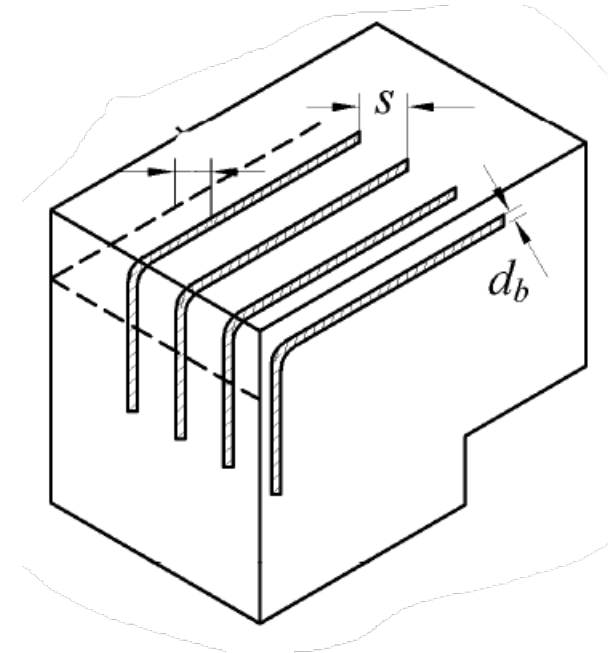
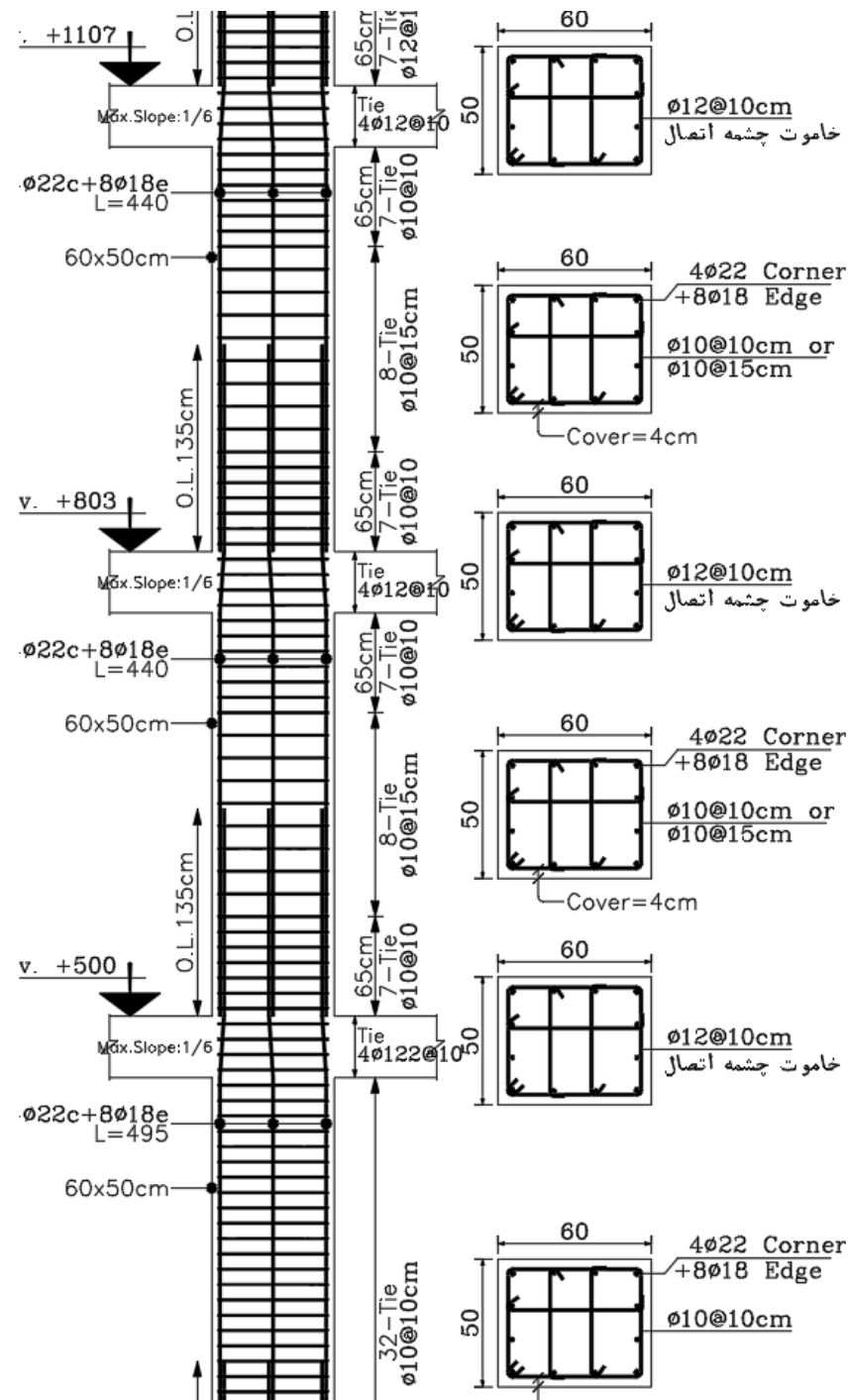


حداقل بعد ستون برای رعایت طول مهاری میلگرد قلابدار در کشش L_{dh}

قطر میلگرد ($f_c=250\text{kg/cm}^2$, $f_y=4000\text{kg/cm}^2$)	$\Phi 14$	$\Phi 16$	$\Phi 18$	$\Phi 20$	$\Phi 22$	$\Phi 25$	$\Phi 28$	$\Phi 32$
حداقل بعد ستون در حالت $\Psi_r=1$	30	30	35	35	40	45	50	60
حداقل بعد ستون در حالت $\Psi_r=1.6$	30	35	45	50	55	65	75	90



خاموت چشمه اتصال



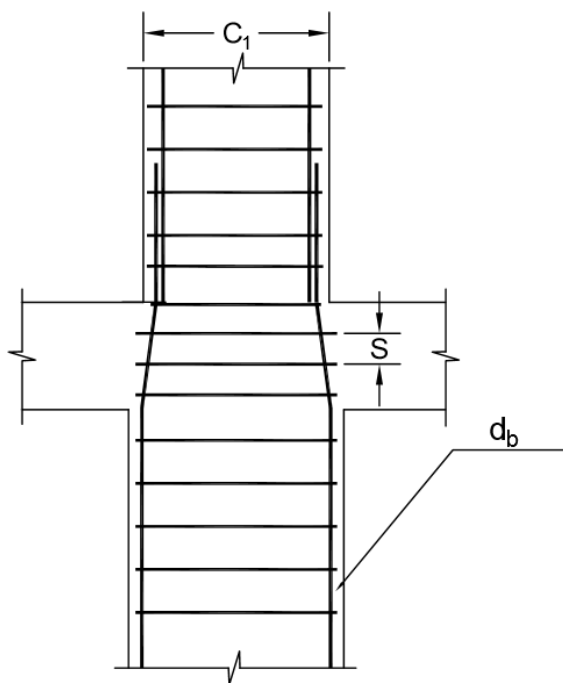
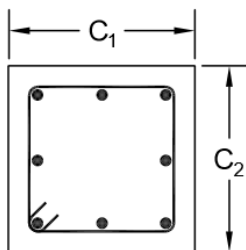
$$A_{th} \geq 0.4A_s$$

$$\text{or } S \geq 6d_b$$

$$\Psi_r = 1.0$$

اتصال تیر به ستون در قاب متوسط

۹-۲۰-۵-۴ فاصله‌ی آرماتورهای عرضی ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون از یک دیگر، s در ارتفاع عمیق‌ترین تیر متصل به گره، نباید از کوچک‌ترین مقدار محاسبه شده مطابق بندهای ۹-۲۰-۵-۳-۳ (الف) تا (پ) بیش‌تر باشد.



۹-۲۰-۵-۳-۳ آرماتورهای عرضی مورد نیاز در طول l_0 باید دارای قطر حداقل ۱۰ میلی متر بوده، و فواصل آن‌ها از یک دیگر در مواردی که به صورت دورپیچ به کار گرفته می‌شوند مطابق ضوابط فصل ۹-۱۲، و در مواردی که به صورت دورگیر به کار برده می‌شوند فاصله‌ی آن‌ها، s_0 باید برابر کم‌ترین از مقادیر (الف) تا (پ) در نظر گرفته شوند:

الف- برای فولادهای با مقاومت تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال و کم‌تر، ۸ برابر قطر کوچک‌ترین میلگرد طولی ستون، ولی نه بیش‌تر از ۲۰۰ میلی متر؛

ب- برای فولادهای با مقاومت تسلیم ۵۲۰ مگاپاسکال و بیش‌تر، ۶ برابر قطر کوچک‌ترین میلگرد طولی، ولی نه بیش‌تر از ۱۵۰ میلی متر؛

پ- نصف کوچک‌ترین بعد مقطع ستون.

$$S \leq \min(8d_b, \min(C_1/2, C_2/2), 200\text{mm}) \quad AIII$$

$$S \leq \min(6d_b, \min(C_1/2, C_2/2), 150\text{mm}) \quad AIV$$

اتصال تیر به ستون در قاب ویژه

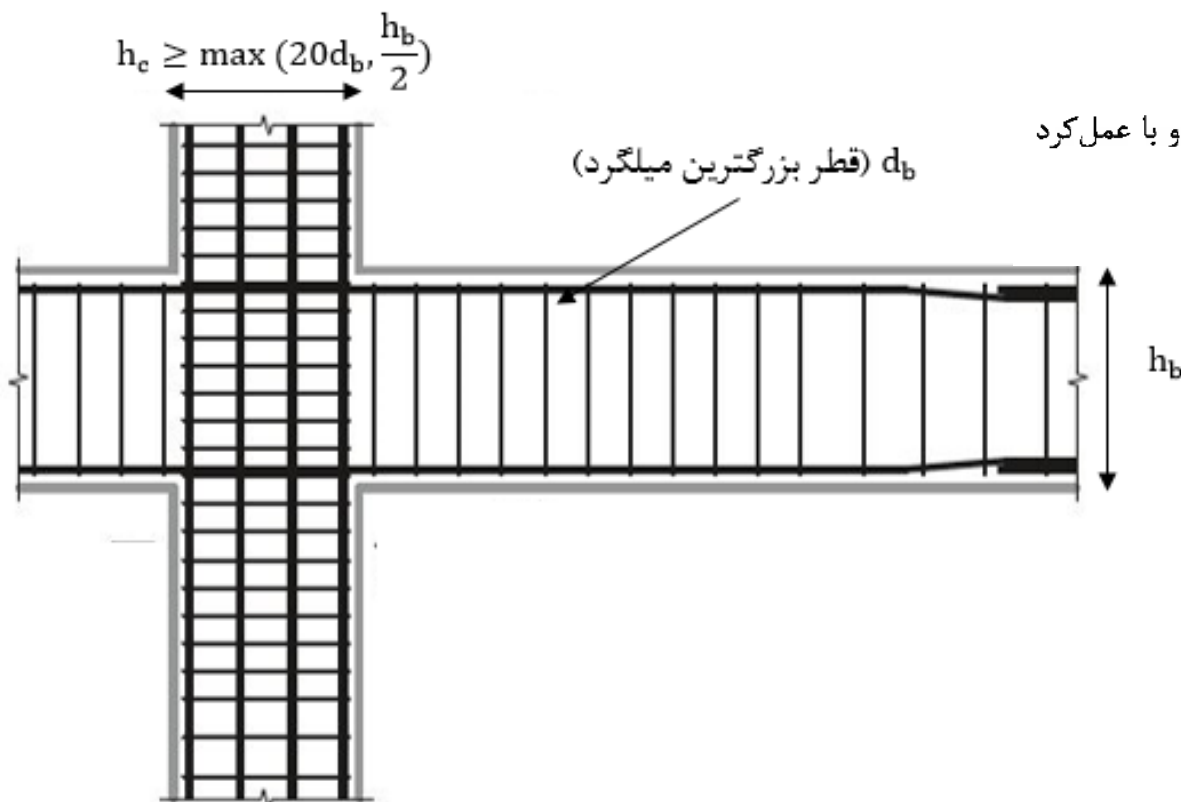
۹-۲۰-۶-۵-۲-۳ در مواردی که آرماتورهای طولی تیر از ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون عبور می‌کنند، بعد گره، h به موازات آرماتورهای طولی تیر باید بیش‌ترین مقدار به دست آمده از (الف) تا (پ) باشد.

الف- برای میلگردهای با مقاومت تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال و کمتر برابر با $\frac{20}{\lambda} d_b$ ، که d_b قطر بزرگ‌ترین میلگرد است.

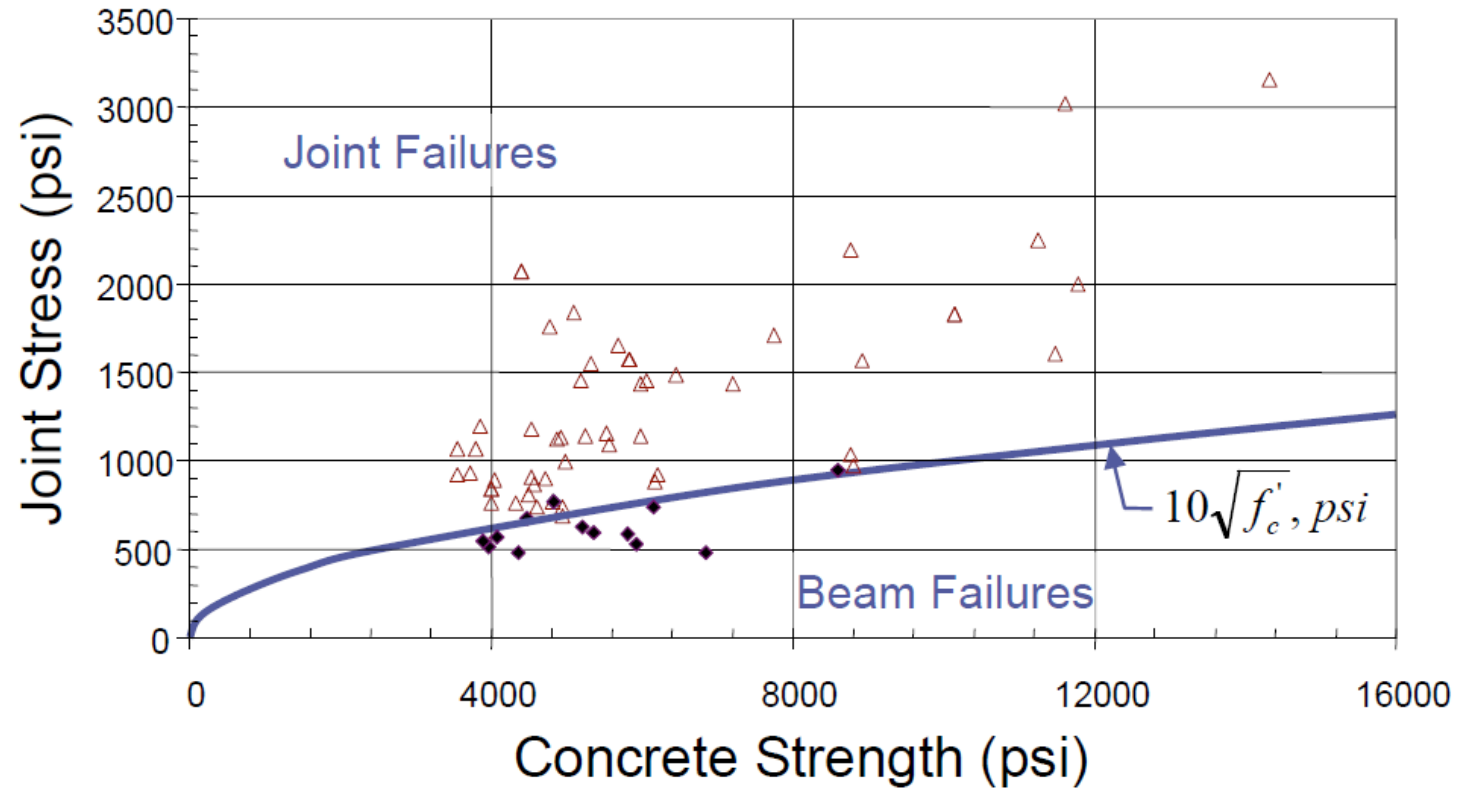
ب- برای میلگردهای با مقاومت تسلیم ۵۲۰ مگاپاسکال برابر با $26d_b$ بر اساس قطر بزرگ‌ترین

میلگرد.

پ- نصف ارتفاع هر تیری که در امتداد مورد نظر به اتصال تیر به ستون وصل بوده و با عمل‌کرد خود به صورت بخشی از سیستم مقاوم در برابر زلزله، در اتصال ایجاد برش می‌کند.



شکست در گره اتصال

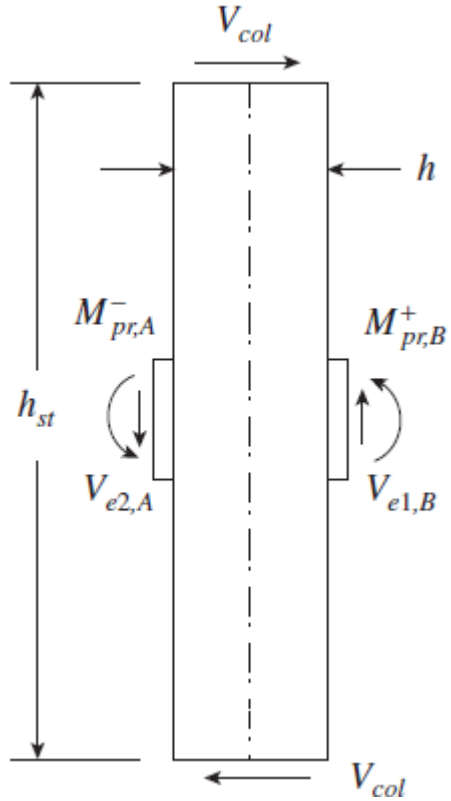


$$V_n = \beta \lambda \sqrt{f'_c} A_j$$

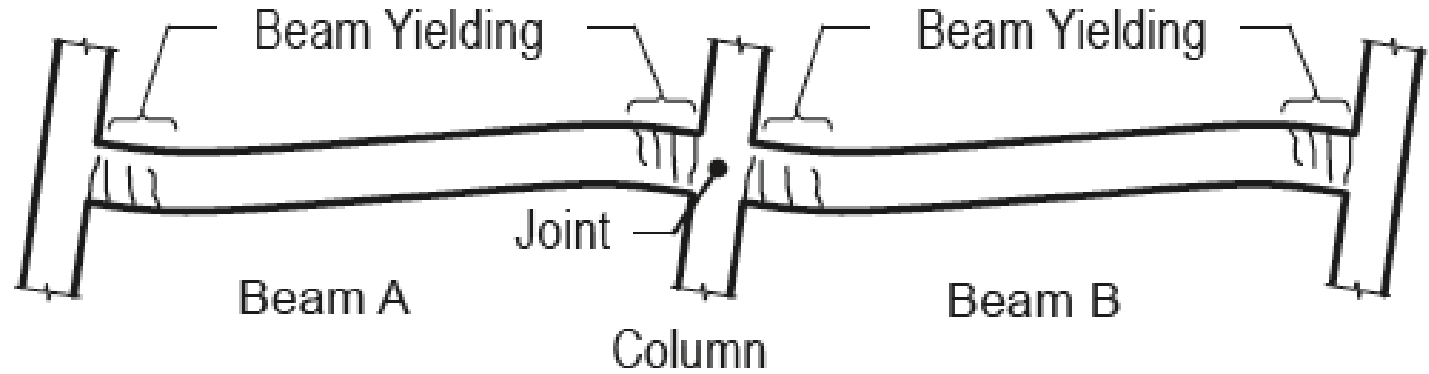
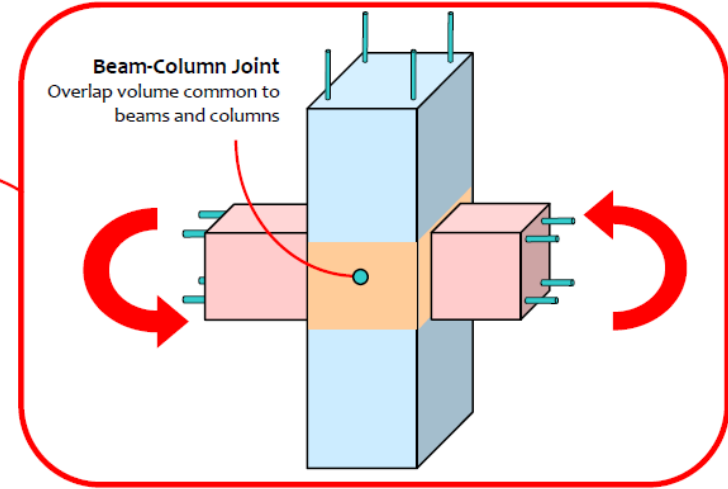
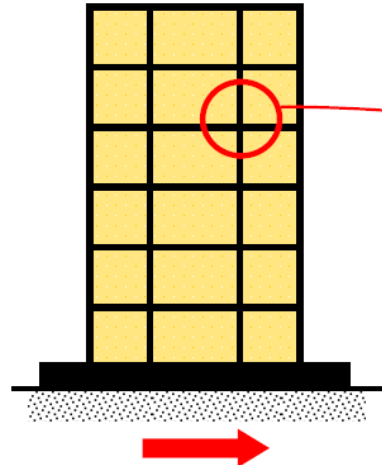
شکست در گره اتصال



شکست در گره اتصال



$$V_{col} = \left(\frac{M_{pr,A}^- + M_{pr,B}^+}{h_{st}} \right)$$



محاسبه ابعاد حداقل ستون برای آرایش میلگردهای متداول

Joint Shear Capacity

$f'_c =$	250	kg/cm ²
$f_y =$	4000	kg/cm ²
ϕ (Joint Shear) =	0.75	
$\alpha =$	1	
$\beta =$	1.7	
$L =$	315	cm

$$V_n = \beta \lambda \sqrt{f'_c} A_j$$

Column Dimention

$b =$	40	cm
$h =$	40	cm
Cover =	6	cm

Beam Dimention

Main

$A's = 3 \Phi$

$As = 3 \Phi$

$M_{bl} = 26.10$ tonf.m

$M_{br} = 17.13$ tonf.m

$V_{col} = 13.72$ tonf

Additional

22

+

3

Φ

22

$A's = 22.8$ cm²

$As = 13.9$ cm²

Beam Top Reinforcement

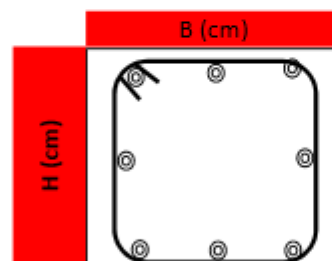
Beam Bottom Reinforcement

$\alpha A's f_y = 91.19$ tonf

$\alpha As f_y = 55.77$ tonf

$V_u = 133.23$ tonf

$A_j(\text{required}) = 2130.37$ cm²



	B (cm)	H (cm)	
TRY	50	50	OK
	40	60	OK
	35	60	NOT OK
	45	45	NOT OK
	40	50	NOT OK

محاسبه ابعاد حداقل ستون برای آرایش میلگردهای متداول (ستون میانی)

Total Beam Reinforcement

6	Φ	16	+	3	Φ	20	21.5
6	Φ	16	+	4	Φ	20	24.6
6	Φ	16	+	5	Φ	20	27.8
6	Φ	16	+	6	Φ	20	30.9
6	Φ	18	+	3	Φ	22	26.7
6	Φ	18	+	4	Φ	22	30.5
6	Φ	18	+	5	Φ	22	34.3
6	Φ	18	+	6	Φ	22	38.1
6	Φ	20	+	3	Φ	25	33.6
6	Φ	20	+	4	Φ	25	38.5
6	Φ	20	+	5	Φ	25	43.4
6	Φ	20	+	6	Φ	25	48.3
6	Φ	22	+	3	Φ	22	34.2
6	Φ	22	+	4	Φ	22	38.0
6	Φ	22	+	5	Φ	22	41.8
6	Φ	22	+	6	Φ	22	45.6
6	Φ	25	+	3	Φ	25	44.2
6	Φ	25	+	4	Φ	25	49.1
6	Φ	25	+	5	Φ	25	54.0
6	Φ	25	+	6	Φ	25	58.9

Total Beam As

Minimum Column Dimentions

40	40
40	40
40	40
45	45
40	40
45	45
45	45
50	50
45	45
50	50
50	50
55	55
50	50
50	50
50	50
55	55
55	55
55	55
60	60
60	60

f'c=	250	kg/cm ²
fy=	4000	kg/cm ²
Column Height=	315	cm
Beam Depth=	40	cm
β=	1.7	$V_n = \beta \lambda \sqrt{f'_c} A_j$

محاسبه ابعاد حداقل ستون برای آرایش میلگردهای متداول (ستون میانی)

Total Beam Reinforcement

Total Beam As

Minimum Column Dimentions

8	Φ	16	+	4	Φ	20	28.6
8	Φ	16	+	5	Φ	20	31.8
8	Φ	16	+	6	Φ	20	34.9
8	Φ	16	+	7	Φ	20	38.1
8	Φ	18	+	4	Φ	22	35.5
8	Φ	18	+	5	Φ	22	39.3
8	Φ	18	+	6	Φ	22	43.1
8	Φ	18	+	7	Φ	22	46.9
8	Φ	20	+	4	Φ	25	44.7
8	Φ	20	+	5	Φ	25	49.7
8	Φ	20	+	6	Φ	25	54.6
8	Φ	20	+	7	Φ	25	59.5
8	Φ	22	+	4	Φ	22	45.6
8	Φ	22	+	5	Φ	22	49.4
8	Φ	22	+	6	Φ	22	53.2
8	Φ	22	+	7	Φ	22	57.0
8	Φ	25	+	4	Φ	25	58.9
8	Φ	25	+	5	Φ	25	63.8
8	Φ	25	+	6	Φ	25	68.7
8	Φ	25	+	7	Φ	25	73.6

40	40
45	45
45	45
50	50
45	45
50	50
50	50
55	55
50	50
55	55
55	55
60	60
55	55
55	55
60	60
60	60
60	60
65	65
65	65

f'c=	250	kg/cm ²
fy=	4000	kg/cm ²
Column Height=	315	cm
Beam Depth=	50	cm
β=	1.7	$V_n = \beta \lambda \sqrt{f'_c} A_j$

محاسبه ابعاد حداقل ستون برای آرایش میلگردهای متداول (ستون کناری)

Total Beam Reinforcement

Total Beam As

Minimum Column Dimentions

3	Φ	16	+	3	Φ	20	15.4
3	Φ	16	+	4	Φ	20	18.6
3	Φ	16	+	3	Φ	25	20.7
3	Φ	16	+	4	Φ	25	25.7
3	Φ	18	+	3	Φ	18	15.3
3	Φ	18	+	4	Φ	18	17.8
3	Φ	18	+	3	Φ	22	19.0
3	Φ	18	+	4	Φ	22	22.8
3	Φ	20	+	3	Φ	20	18.8
3	Φ	20	+	4	Φ	20	22.0
3	Φ	20	+	3	Φ	25	24.1
3	Φ	20	+	4	Φ	25	29.0
3	Φ	22	+	3	Φ	22	22.8
3	Φ	22	+	4	Φ	22	26.6
3	Φ	22	+	3	Φ	28	29.9
3	Φ	22	+	4	Φ	28	36.0
3	Φ	25	+	3	Φ	25	29.4
3	Φ	25	+	4	Φ	25	34.3
4	Φ	25	+	4	Φ	25	39.3
4	Φ	25	+	5	Φ	25	44.2

40	40
40	40
45	45
50	50
40	40
40	40
40	40
45	45
40	40
45	45
45	45
50	50
45	45
50	50
50	50
55	55
50	50
55	55
60	60
65	65

f'c=	250	kg/cm ²
fy=	4000	kg/cm ²
Column Height=	315	cm
Beam Depth=	40	cm
β=	1.2	$V_n = \beta \lambda \sqrt{f'_c} A_j$

رواداری مجاز در اعضای بتنی

جدول ۹-۲۲-۵ رواداری موقعیت جای گذاری آرماتورها d ارتفاع عضو

رواداری ضخامت پوشش مشخص شده بتن، میلی متر		رواداری d، میلی متر	d، میلی متر
تا یک سوم کاهش در ضخامت پوشش مشخص شده	کوچکترین دو مقدار	± 10	کوچکتر یا مساوی ۲۰۰
تا یک سوم کاهش در ضخامت پوشش مشخص شده	کوچکترین دو مقدار	± 13	بزرگتر از ۲۰۰

رواداری مجاز در اعضای بتنی

جدول ۹-۲۲-۶ رواداری‌های موقعیت طولی خم‌ها و انتهای آرماتورها

موقعیت خم و انتهای آرماتور	رواداری، میلی متر
انتهای ناپیوسته‌ی نشیمن‌ها و تیرهای زیر سری	± 12
انتهای ناپیوسته‌ی دیگر اعضا	± 25
دیگر موقعیت‌ها	± 50

رواداری مجاز در اعضای بتنی

پ- رواداری‌های فواصل دورگیرها در اعضای با شکل پذیری متوسط یا زیاد، موضوع فصل ۹-۲۰، باید مطابق بندهای (۱) تا (۳) زیر باشند:

- (۱) ۱۲+ میلی متر،
- (۲) ۸ درصد کوچک‌ترین بعد عضو و حداکثر ۷۵- میلی متر،
- (۳) رعایت رواداری‌ها نباید منجر به این شود که بیش از دو خاموت بسته در تماس با یک دیگر قرار گیرند.

ضوابط خم آرماتورها

الف- آرماتورها باید قبل از قرار گرفتن در محل، در حالت سرد خم شوند؛ مگر آن که خم آرماتورها با مجوز مهندس ناظر به روش دیگری انجام شود.

ب- خم کردن آرماتورهایی که بخشی از آنها در بتن جای گذاری شده اند، مجاز نیست؛ مگر آن که در مدارک ساخت مشخص شده یا مجوز آن توسط مهندس ناظر صادر شده باشد.

پ- میلگردهای غیر هم امتداد، مانند خم S و یا خم با شیب ۱ به ۴ باید قبل از قرار گرفتن در قالب خم زده شوند.

با تشکر از توجه شما

**و با تشکر از کلیه همکاران گرامی که در تهیه این وینار به بنده
کمک کرده اند خصوصا جناب آقای دکتر انصاری**