

برخی نکات مبحث نهم 1399

1. مدول الاستیسیته بتن بر اساس بند 6-3-9 رعایت گردد.
2. حداقل مقاومت فشاری بتن 250 3-3-3-9 ص 57
3. کلیه آرماتورهای استفاده شده آجدار باشد (1-8-4-9).
4. جزئیات آرماتورگذاری به نحوی باشد که یکپارچگی سیستم تامین گردد 6-5-5-9
5. ضرایب ترک خوردگی بر اساس (جدول 2-6-9) اعمال گردد.

جدول ۹-۶-۲-الف ممان اینرسی و سطح مقطع مجاز اعضا در تحلیل الاستیک برای بارهای

ضریبدار

عضو و شرایط آن	ممان اینرسی	سطح مقطع برای تغییر شکل محوری	سطح مقطع برای تغییر شکل برشی
ستون‌ها	$0.7I_g$	$1.0A_g$	$b_w h$
دیوارها	$0.7I_g$		
	$0.35I_g$		
تیرها	$0.35I_g$		
دال‌های تخت و دال‌های قارچی	$0.25I_g$		

Wall

Shell Assignment - Stiffness Modifiers

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Membrane f11 Direction	1
Membrane f22 Direction	* 0.7 or 0.35
Membrane f12 Direction	1
Bending m11 Direction	0.25
Bending m22 Direction	0.25
Bending m12 Direction	0.25
Shear v13 Direction	1
Shear v23 Direction	1
Mass	1
Weight	1

OK Close Apply

ستون سرکله دیوار

Analysis Property Modification Factors

Property Modifiers

Cross-section (axial) Area	* 0.7 or 0.35
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	* 0.7 or 0.35
Moment of Inertia about 3 axis	* 0.7 or 0.35
Mass	1
Weight	1

OK Cancel

6. ترکیبات بارگذاری بر اساس جدول 1-7-9 انجام شود.
7. نحوه اعمال بار خاک پشت دیوارحائل به صورت زیر است: 2-4-3-7-9

۹-۷-۳-۴-۲ اگر فشار جانبی خاک، H ، حضور داشته باشد، لازم است در کلیه‌ی رابطه‌های ترکیب‌های بار جدول ۹-۷-۱ بر اساس موارد زیر وارد شود:

الف- اگر H به تنهایی عمل کرده و یا به اثر بار اصلی اضافه شود، لازم است با ضریب بار $1/6$ وارد گردد.

ب- اگر تاثیر بار H دائمی بوده و تاثیر بار اصلی را کم کند، لازم است با ضریب بار $0/9$ وارد گردد.

پ- اگر تاثیر بار H دائمی نبوده ولی در صورت حضور، تاثیر بار اصلی را کم کند، H نباید در ترکیب‌های بار وارد شود.

8. جهت پی به بند 9-8-4-2 (برش یکطرفه ص 120) و 9-15-2-6-2 توجه شود جهت حداقل فولاد عرضی در پی.

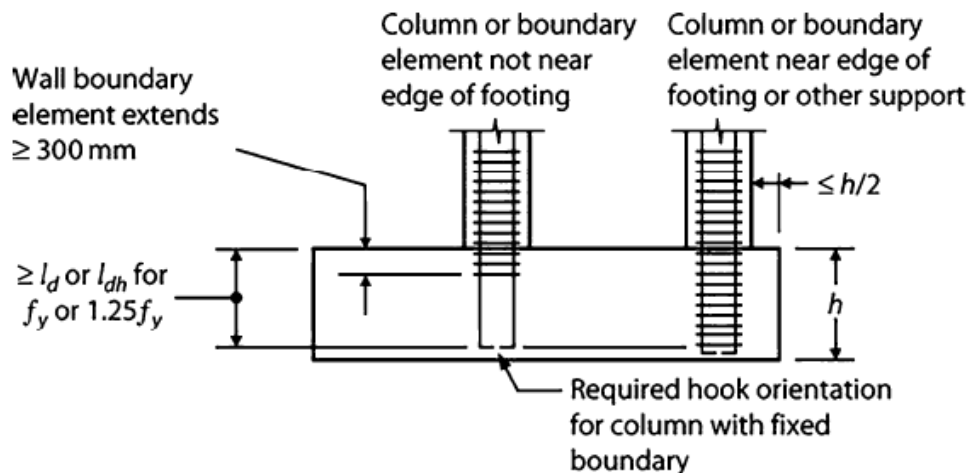
$$V_c = \left(0.17 \lambda \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) b_w d \quad (9-8-12 \text{ الف})$$

$$V_c = \left(0.66 \lambda (\rho_w)^{1/3} \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) b_w d \quad (9-8-12 \text{ ب})$$

۹-۸-۴-۴-۲ برای اعضای بتنی که در آن‌ها از حداقل فولاد عرضی استفاده نشده باشد، $V_c, A_v < A_{v,min}$ از رابطه‌ی (۹-۸-۱۳) تعیین می‌شود.

$$V_c = \left(0.66 \lambda_s \lambda (\rho_w)^{1/3} \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) b_w d \quad (9-8-13)$$

1. ضریب تاثیر عمق در پی یک لحاظ گردد 9-15-2-5-1 ص 253
2. فاصله 60 خاموت برش در پی 9-11-6-5-3 ص 207
3. خم میلگرد ستون در پی به سمت داخل باشد (9-20-9-3).
4. جزئیات آرماتورگذاری تنگ در ستون‌های کناری پی در سیستم‌های ویژه (نظیر دیوار برشی ویژه) رعایت گردد (9-20-9-2-4). خاموت ویژه باید باشد

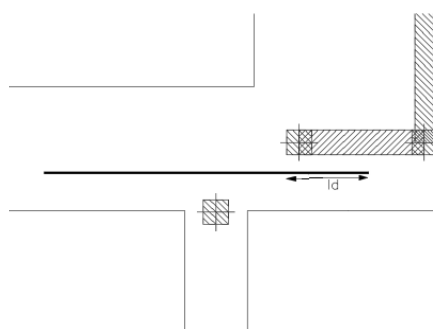


این آرماتور عرضی باید ویژه باشد و تا طول لازم امتداد یابد.

5. حداقل آرماتور طولی و عرضی پی رعایت گردد (9-9-6 و 9-10-7).

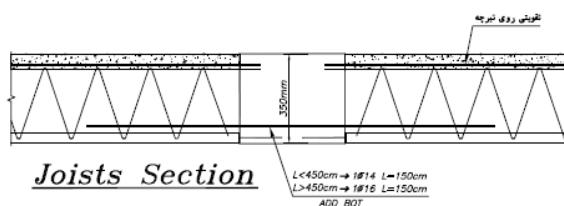
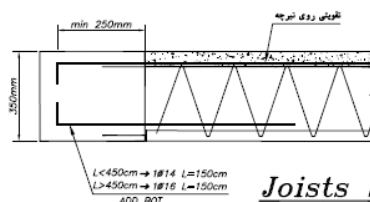
ردیف	نوع شالوده	مقدار حداقل نسبت آرماتور ρ
۱	گسترده	۰.۰۰۱۸ برای وجه کششی افت و حرارت برای وجه فشاری
۲	نواری (آرماتورهای طولی)	۰.۰۰۱۸ در وجه کششی افت و حرارت در وجه فشاری
۳	نواری (آرماتورهای عرضی)	۰.۰۰۱۸ در وجه کششی، افت و حرارت در وجه فشاری؛ برای محلهایی که لنگر عرضی به نوار وارد می شود (مانند جایی که دیوار برشی وجود دارد) افت و حرارت (نصف در بالا و نصف در پایین)؛ برای محلهایی که لنگر عرضی به نوار وارد نمی شود.

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.

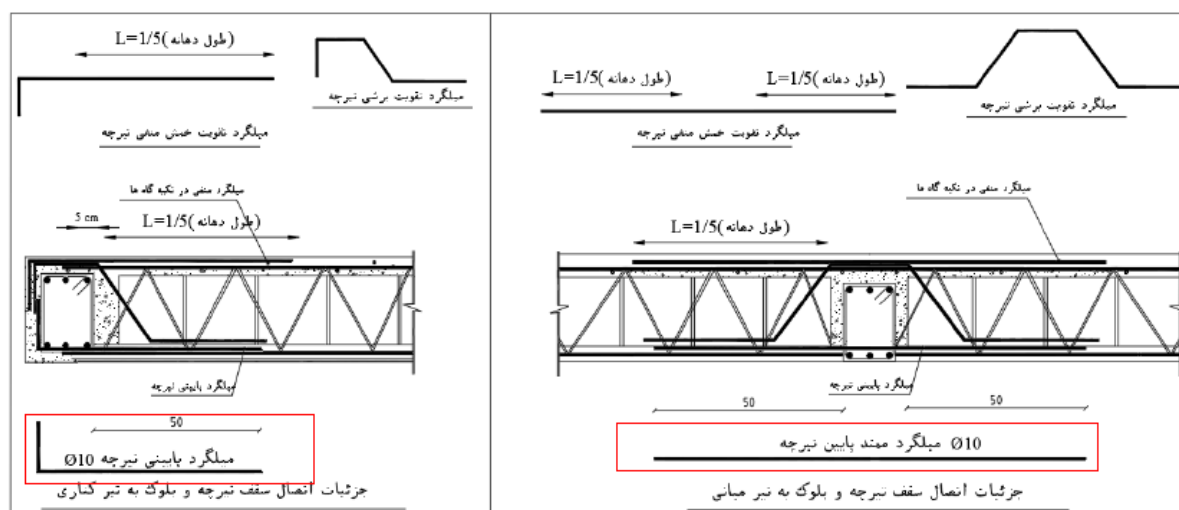


قطر آرماتور mm	Ld شبکه پایین cm	Ld شبکه بالا cm
ϕ8	35	40
ϕ10	40	50
ϕ12	50	60
ϕ14	55	70
ϕ16	65	80
ϕ18	70	90
ϕ20	95	125
ϕ22	105	135
ϕ25	120	155
ϕ28	135	175
ϕ32	155	200

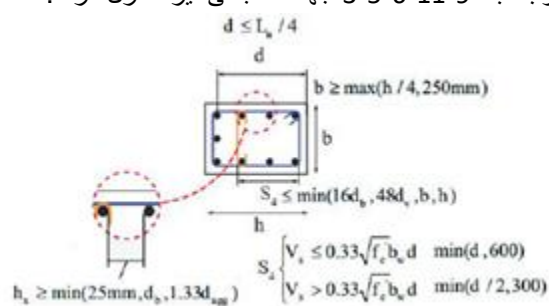
6. برای آرماتور پیچشی محدودیت بند 9-8-6-1-3 جهت حداکثر $f_y=420\text{Mpa}$ رعایت گردد.
7. به بند 9-10-7-1-2- الف در دالها توجه شود.
8. خیز تیر و تیرچه با دهانه بلند کنترل و ارائه گردد و با مقادیر مجاز آیین نامه مقایسه شود و در صورت لزوم حداکثر طول تیرچه بازنگری شود 9-11-2-6.
9. دیتیل مهار میلگرد تیرچه در دال ارائه گردد (9-11-7-3).



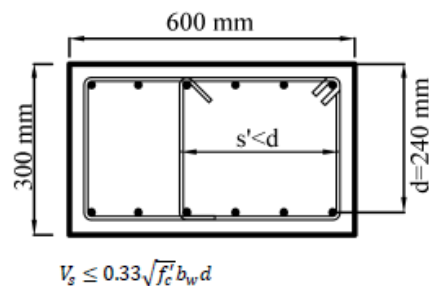
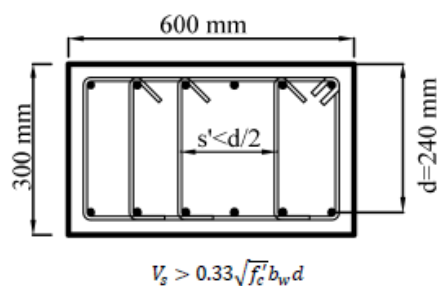
آرماتور پیوستگی در تیرچه



10. ضوابط بند 3-5-6-11-9 جهت سنجاقی تیر کنترل گردد.



- در تیرهای کتابی (ارتفاع کم و عرض زیاد) باید توجه داشت که احتمالاً نیاز به سنجاقی های میانی در مقطع خواهیم داشت. برای مثال در تیر شکل زیر اگر برش تیر بالا باشد ($V_s > 0.33\sqrt{f_c}b_w d$) باید فواصل سنجاقی های عرضی مطابق شکل سمت چپ حداکثر $d/2=120$ mm باشد. اگر برش تیر پایین باشد، مطابق شکل سمت راست تنها به یک سنجاقی نیاز خواهد بود.



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

11. فاصله آزاد میلگردهای طولی غیر واقع در گوشه میلگرد عرضی تا میلگردهای طولی نگه داری شده مجاور نباید از 150 میلیمتر بیشتر باشد 9-11-5-13

12. اگر تیر پیچش خواست و ابعاد بزرگ بود فاصله رعایت شود بند 9-11-6-4 حداکثر فاصله 300 میلی متر باشد.

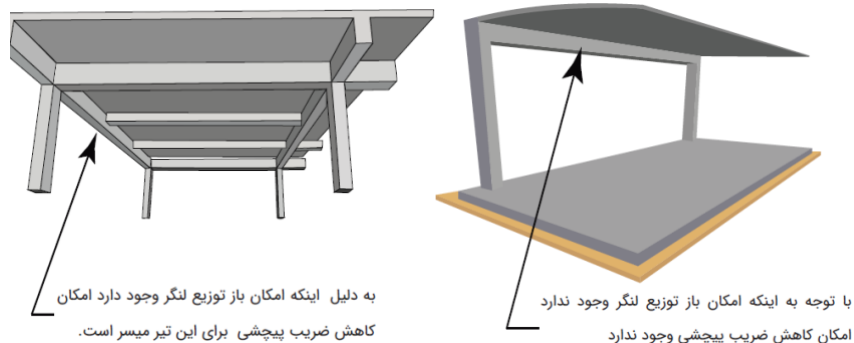
13. ضریب کاهش سختی پیچشی بر اساس بند 9-11-6-3 (9-11-6-4) اعمال گردد.

۴-۱۲ مراحل محاسبه ضریب λ برای تیرهایی که تحت پیچش نامعین قرار دارند

طبق بندهای زیر از مبحث نهم و نیز ACI در مواردی که پیچش وارد بر تیر از نوع نامعین و قابل کاهش باشد، می توان ضریب کاهش سختی پیچشی تیر اصلی را کاهش داد:

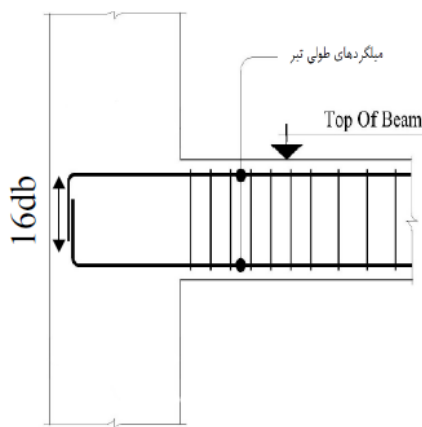
۹-۱۱-۳-۶ در مواردی که امکان کاهش لنگر پیچشی در اثر باز توزیع نیروهای داخلی در عضوی از یک سازه نامعین وجود داشته باشد (پیچش همسازی)، اجازه داده می شود حداکثر لنگر پیچشی نهایی بر اساس بند ۹-۱۱-۶-۴ به ϕT_{cr} کاهش داده شود. در این حالت لازم است اثرات لنگرها و برش های تعدیل یافته ی عضو در سایر اعضای مجاور، با استفاده از رابطه ی تعادل، محاسبه شده و در طراحی به کار گرفته شوند. لنگر پیچشی ترک خوردگی، T_{cr} ، بر اساس بند ۹-۱۱-۶-۲ محاسبه می شود.

۹-۱۱-۶-۴ اگر $T_u \geq \phi T_{cr}$ بوده و مقدار T_u برای تامین تعادل لازم باشد (پیچش تعادلی)، عضو باید برای مقاومت در مقابل پیچش T_u طراحی شود؛ به طوری که T_{cr} پیچش ترک خوردگی است که بر اساس رابطه های (۹-۸-۲۹) تعیین می شود. در مقابل در سازه های نامعین استاتیکی که $T_u \geq \phi T_{cr}$ است و کاهش مقدار T_u می تواند به باز توزیع نیروهای داخلی پس از وقوع ترک خوردگی های پیچشی منجر شود (پیچش همسازی)، اجازه داده می شود مقدار T_u تا حد ϕT_{cr} کاهش یابد.



۱. ابتدا مقدار ضریب اصلاح سختی پیچشی کلیه تیرها برابر یک در نظر گرفته شود.
۲. پس از تحلیل، برای تیرهایی که $T_u < \phi T_{cr}$ است، نیازی به کاهش ضریب پیچشی نیست و این ضریب همان مقدار یک باقی بماند.
۳. در صورتی که برای تیر مورد نظر $T_u > \phi T_{cr}$ باشد، ضریب اصلاح سختی پیچشی تیر مذکور می‌تواند کاهش داده شود و مجدداً مورد تحلیل قرار بگیرد. چنانچه این ضریب موجب شود که $T_u < \phi T_{cr}$ گردد قابل قبول نیست. به عبارت دیگر این ضریب را می‌توان تا حدی کاهش داد که رابطه $T_u > \phi T_{cr}$ همچنان برقرار باشد.
۴. برای مشاهده مقدار ϕT_{cr} بعد از طراحی قاب روی تیر مورد نظر راست کلیک کرده و از گزینه shear مقدار Torsion Capacity برداشت شود.

حداقل عمق تیر بر اساس ساینز 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

با ارفاق فی 20 در 35 $36.5 = 5.5 + 2 * 15.5$

محدودیت هندسی تیر در قاب خمشی متوسط

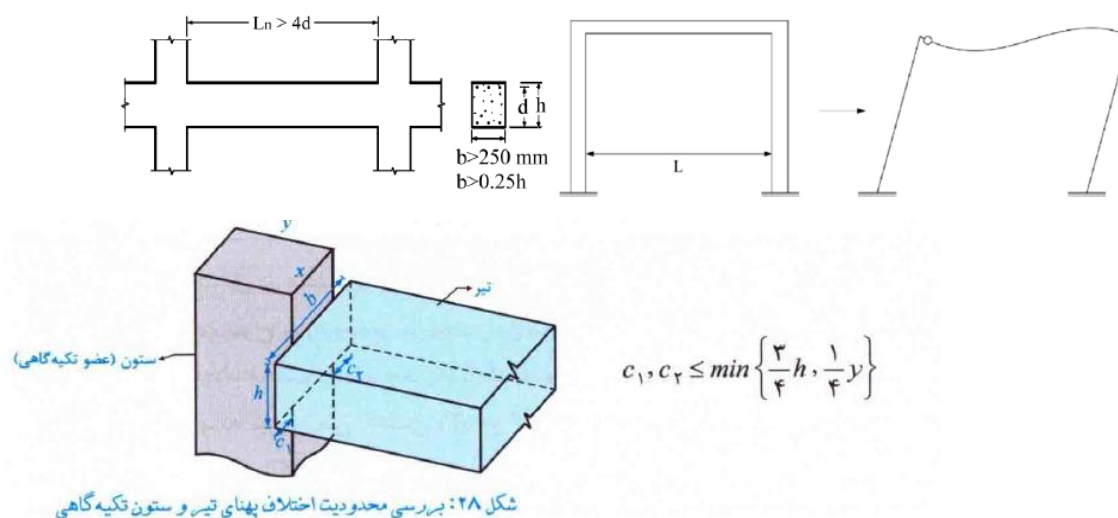
۲-۵-۲۰-۹ تیرها در قاب‌های با شکل پذیری متوسط

۱-۲-۵-۲۰-۹ محدودیت‌های هندسی

۱-۱-۲-۵-۲۰-۹ 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.



$$b \geq \max \left\{ 250 \text{ mm}, \frac{1}{4} h \right\}$$

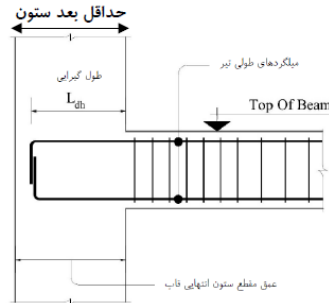
14. طراحی دیافراگم و اجزاء تشکیل دهنده آن ارائه گردد (9-14-4-2-5).
 15. در طراحی اجزاء جمع کننده (کالکتورها) به بند (9-20-8-7-5) توجه شود.
 16. مطابق بند 9-16-5-1 نسبت مقاومت فشاری رعایت گردد.
 17. در سطوح خالی از تیغه بندی ممتد تا سقف ارتعاش کنترل و ارائه گردد (9-19-5).
- با توجه به رابطه فوق در سازه مسکونی و اداری خیزانی ناشی از بارهای دائمی باید کمتر از 13 mm باشد.
 - توجه شود که این تغییر شکل شامل تغییر شکل بلند مدت ناشی از خزش نمی باشد.

$$\frac{18}{\sqrt{\Delta_{is}}} \geq 5 \rightarrow \Delta_{is} \leq 13 \text{ mm} \rightarrow \Delta_D + \Delta_{SD} + 0.25\Delta_L \leq 13 \text{ mm}$$

18. بند 9-19-4-5 جهت حداکثر فاصله آرماتور در تیرچه ها پنج برابر ضخامت دال
19. اگر گروه میلگرد ستون داشتیم خاموت فی 12 باشد 11-5-6-11-9 ص 208
20. حداقل قطر آرماتور تنگ ستون توجه شود (9-21-6-2-2). فی 10 باشد 9-20-5-3-3-3
21. در ستون با توجه به بند 9-20-5-3-4 کنترل شود. اومگا برابر
22. محل وصله ستون خارج از چشمه اتصال باشد (9-20-5-3-2-2).
23. حداقل بعد ستون

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

قطر میلگرد ($f_c=250\text{kg/cm}^2$, $f_y=4000\text{kg/cm}^2$)	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	Φ28	Φ32
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



24. فاصله خاموت ستون با شکل پذیری متوسط در ناحیه غیر 10 (4-3-3-5-20-9)

۱۲-۶-۷-۲ فاصله حداکثر آرماتورهای برشی ستون اگر

$$V_s \leq 0.33 \sqrt{f'_c} b_w d$$

میلی متر و اگر $V_s > 0.33 \sqrt{f'_c} b_w d$ باشد، برابر با کوچکترین از $d/2$ و ۶۰۰ کوچکترین از $d/4$ و ۳۰۰ میلی متر است.

۲۰-۳-۵-۴ در قسمت هایی از طول ستون که شامل طول l_0 نمی شود، ضوابط آرماتور عرضی مشابه ضوابط بند ۱۲-۶-۷-۲ می باشند.

25. برش چشمه اتصال کنترل و ارائه گردد (4-5-20-9) سطح مقطع موثر در نظر گرفته شود (3-2-4-16-9).

به بند 9-16-2-8 جهت شرایط محصور شدگی توجه شود.

ضوابط بند 9-21-6-4 جهت ستون رعایت گردد

۹-۲۱-۶-۴-۲ تنگ های مستطیلی باید شرایط زیر را تامین کنند.

الف- هر میلگرد طولی واقع در گوشه ی مقطع، و سایر میلگردهای طولی به صورت یک در میان، باید توسط خم یا زاویه ی کمتر یا مساوی ۱۳۵ درجه مهار شود.

ب- میلگرد طولی بدون مهار جانبی نباید فاصله ی آزاد بیش از ۱۵۰ میلی متر از میلگرد طولی مهار شده داشته باشد.

پ- مهار تنگ ها در مقاطع مستطیلی، با قلاب استاندارد که میلگرد طولی را در بر گرفته، انجام می شود.

ت- استفاده از مجموعه ی میلگردهای سر دار به عنوان تنگ مجاز نیست.

26. لازم به ذکر است در سیستم دوگانه قاب خمشی متوسط + دیوار برشی ویژه طبق بند 9-20-5-4-7 کنترل برش در ناحیه اتصال تیر به ستون بایستی بر اساس 9-20-5-4-7 (Vn) و جدول 9-20-2 محاسبه گردد.

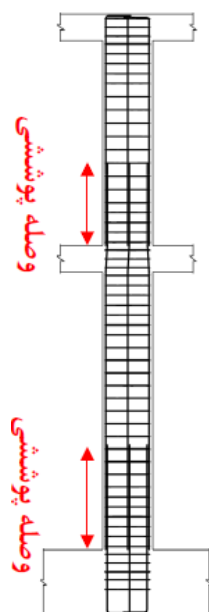
27. فواصل تنگ در ناحیه اتصال کنترل شود (4-4-5-20-9).

طول همپوشانی وصله پوششی در ستون ها

۹-۲۱-۴-۲ در مواردی که وصله پوششی برای میلگردهای با قطرهای متفاوت انجام می شود، l_d نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کمتر باشد.

الف - طول گیرایی l_d برای میلگرد با قطر بزرگتر؛

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



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

l_{st}

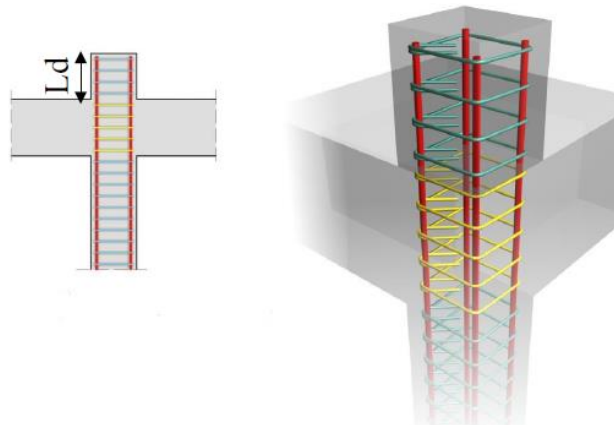
قطر آرماتور		قطر میلگرد ($f_y=4000\text{kg/cm}^2$)		Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	Φ28	Φ32
mm	cm	$f_c=210\text{kg/m}^2$	میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار	55	65	80	90	100	135	150	170	190	215
Φ8	35		میلگرد بالا	70	85	100	115	130	175	195	220	245	280
Φ10	40	$f_c=250\text{kg/m}^2$	میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار	50	60	70	80	90	125	135	155	175	200
Φ12	50		میلگرد بالا	65	80	95	105	120	160	175	200	225	255
Φ14	55	$f_c=300\text{kg/m}^2$	میلگرد پایین و میلگرد ستون و دیوار	45	55	65	75	85	115	125	140	155	180
Φ16	65		میلگرد بالا	60	75	85	95	110	150	160	185	205	235
Φ18	70												
Φ20	95												
Φ22	105												
Φ25	120												
Φ28	135												
Φ32	155												

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: طول های مشخص شده برای میلگردهای پانل شده دوتایی بدون تغییر، سه تایی ۲۰ درصد و چهار تایی ۳۳ درصد افزایش می یابند.

مهار آرماتورهای بام در طبقه آخر



۹ محل وصله ستون در قاب خمشی متوسط

مشابه بند زیر را (برای قاب خمشی با شکل پذیری متوسط) قبلا در مبحث نهم ویرایش سال ۹۲ نداشتیم.

مبحث نهم ویرایش ۹۹

۳-۵-۲۰-۹ ستون‌ها در قاب‌های با شکل پذیری متوسط
۲-۳-۵-۲۰-۹ آرماتورهای طولی
 ۹-۲۰-۵-۳-۲-۲ محل وصله‌ی آرماتورهای طولی ستون باید در خارج از ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون باشد.

9-6-2-2-3-ضریب تشدید لنگر ناشی از اثرات درجه دوم نمی تواند بیش از 1.4 باشد

۹-۶-۲-۲-۳- لنگرهای محاسباتی بر اساس تحلیل با در نظر گرفتن اثرات مرتبه‌ی دوم، نباید از ۱/۴ برابر لنگرهای متناظر ناشی از تحلیل با در نظر گرفتن اثرات مرتبه‌ی اول بیشتر باشند.

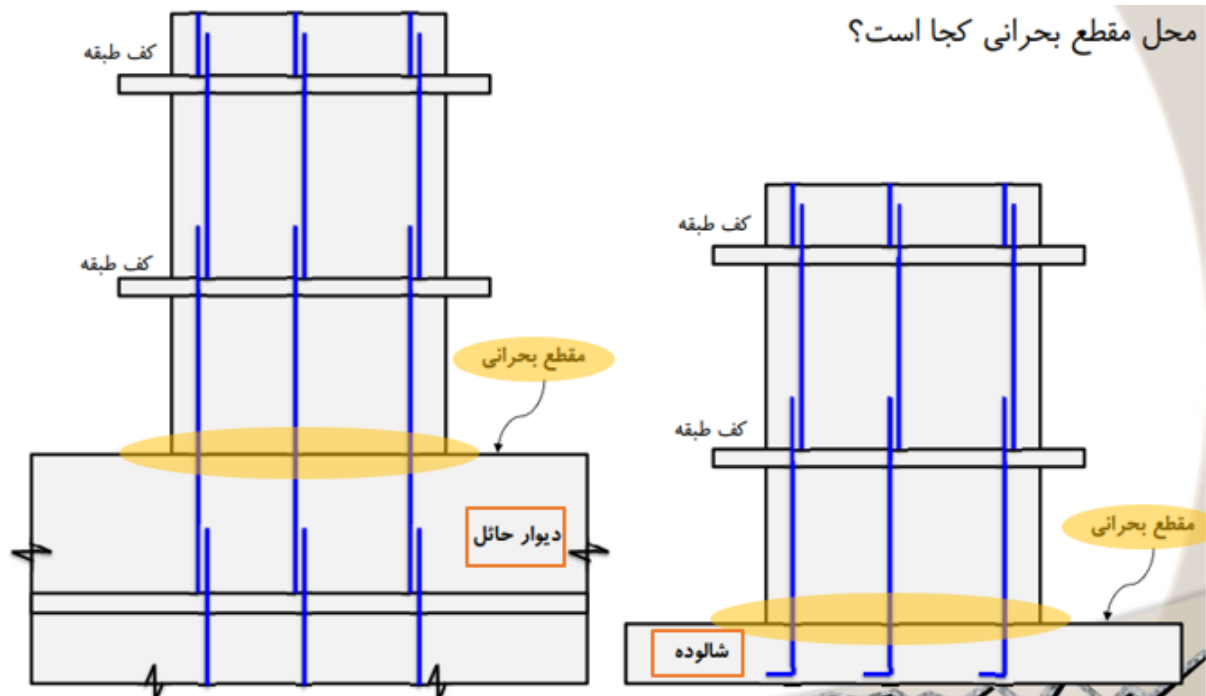
28. سیستم باربر جانبی با توجه به بند 9-20-2-1-2 انتخاب شود. (9-5-6-1)

جدول ۳-۴ مقادیر ضریب رفتار ساختمان، R_u ، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان H_m					
H_m (متر)	C_d	Ω_0	R_u	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	سیستم سازه
۲۰۰	۵/۵	۲/۵	۷/۵	۱- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	ت- سیستم دوگانه یا ترکیبی
۷۰	۵	۲/۵	۶/۵	۲- قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط + دیوار برشی بتن‌آرمه ویژه	
۵۰	۴/۵	۲/۵	۶	۳- قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط + دیوار برشی بتن‌آرمه متوسط	
۵۰	۴/۵	۲/۵	۶	۴- قاب خمشی فولادی متوسط + دیوار برشی بتن‌آرمه متوسط	

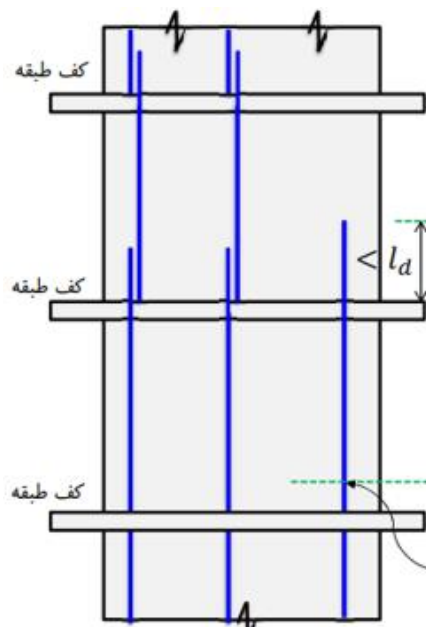
29. قلاب میلگرد تیرها باید در هسته محصور شده ستون ها و یا در اجزای لبه‌ی دیوارها مهار شده، و خم آن‌ها به طرف داخل ناحیه اتصال باشد. 9-20-6-5-2 قاب ویژه

30. عرض موثر بال دیوار برشی t و U شکل بر اساس بند 9-20-7-3 کنترل و اعمال گردد. (۴)
31. میلگردهای گذاری المان مرزی دیوار برشی بر اساس بندهای 9-20-7-3 و 9-20-7-4 اعمال شود.
32. طول مهار و وصله آرماتور دیوار برشی کنترل شود (9-20-7-4).

محل مقطع بحرانی کجا است؟



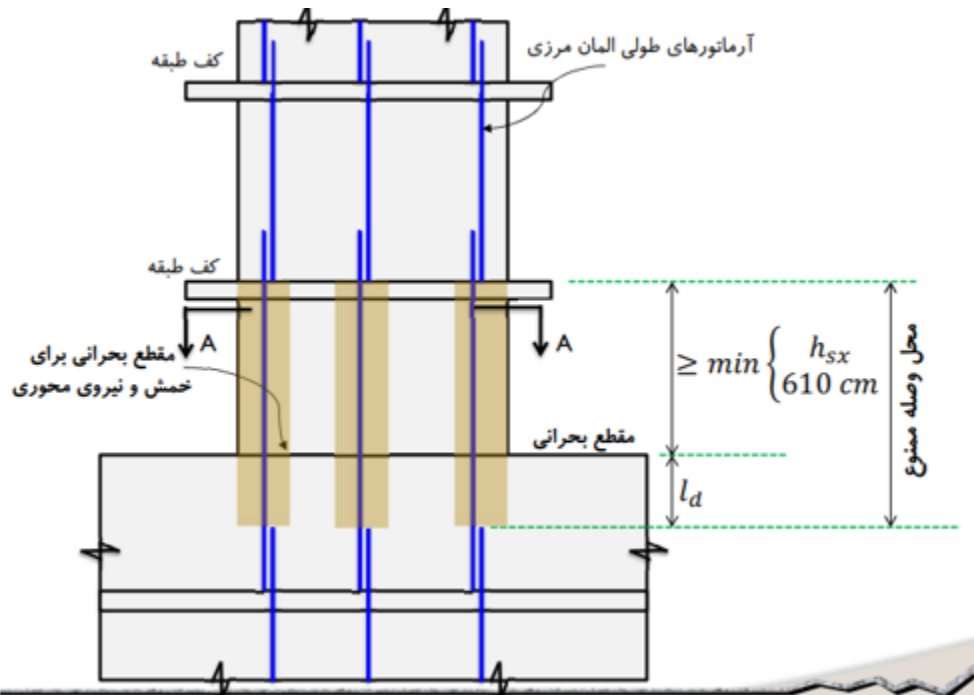
ویرایش ۹۹ مبحث نهم:



طبق بند ۹-۲۰-۷-۴، آرماتورهای طولی، به جز در قسمت فوقانی دیوار، باید تا طولی برابر با حداقل ۳۷۰۰ میلی متر بعد از محلی که دیگر از نظر خمشی مورد نیاز نیستند، ادامه داده شوند؛ ولی در هر حال نیازی نیست که بیشتر از ۱ از بالای طبقه ی فوقانی ادامه داشته باشند.

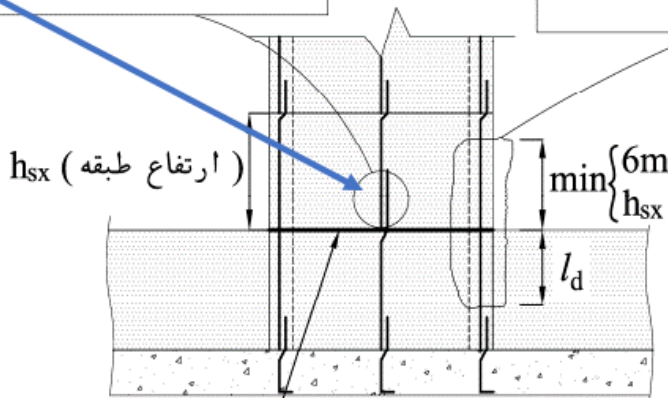
عدد ۳۷۰۰ میلیمتر، برای حالتی که ارتفاع طبقه زیاد باشد، گذاشته شده است.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: توصیه ای در این زمینه ندارد.

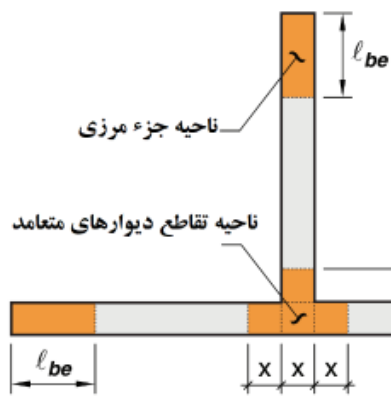


طول مهار (ووصله) در مقطع بحرانی با فرض $1.25f_y$ محاسبه می شود (افزایش ۲۵ درصدی در طول وصله و مهار)

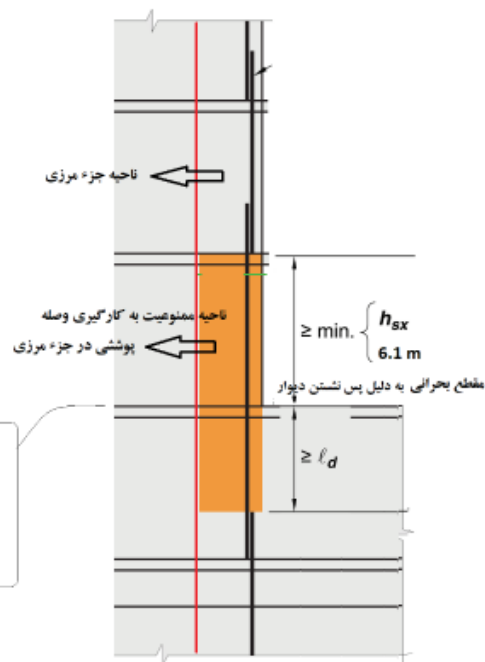
وصله پوششی میلگردهای المان مرزی در ناحیه مشخص شده (نزدیک مقطع بحرانی) ممنوع می باشد.



Critical section
مقطع بحرانی



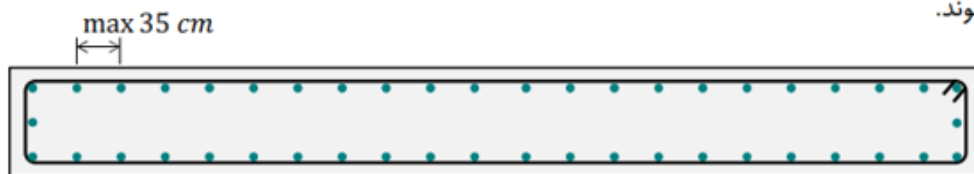
تصویر مقطع



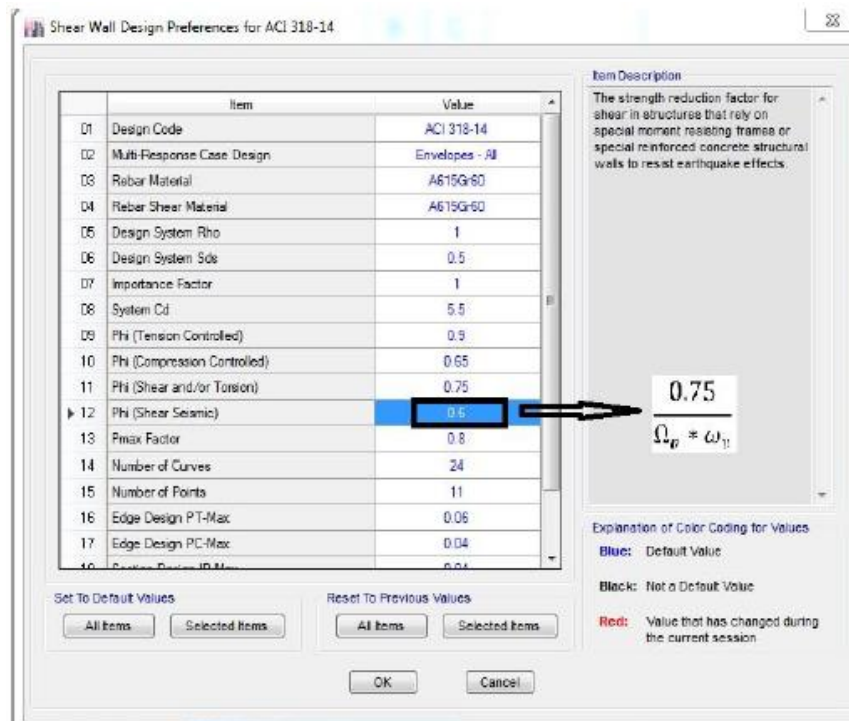
تصویر نما

شکل ۱۰-۱۲: ناحیه ممنوعیت به کارگیری وصله پوششی آرماتورهای طولی جزء مرزی

طبق بند 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.



۳۳. طراحی برشی دیوار برشی بازنگری شود (۹-۲۰-۷-۳-۲).



9-20-5-3-3-5

۹-۲۰-۵-۳-۳-۵ در ستون‌هایی که عکس العمل اعضای سخت ناپیوسته را تحمل می‌کنند، مانند ستون‌های واقع در زیر دیوارهای منقطع، باید آرماتورهای عرضی ویژه مطابق ضوابط (الف) و (ب) به کار برده شوند:

الف- در مواردی که بار محوری فشاری ضریب‌دار ستون در اثر زلزله از $0.10A_g f'_c$ تجاوز نماید، باید از آرماتورهای عرضی با فواصل S_0 از یک دیگر مطابق ضوابط بند ۹-۲۰-۵-۳-۳-۵، در تمام ارتفاع ستون واقع در زیر طبقه‌ای که در آن ناپیوستگی قرار دارد، استفاده شود. در مواردی که نیروهای طراحی برای منظور نمودن اثرات اضافه مقاومت اجزای قائم سیستم برابر مقاوم در برابر زلزله تشدید شده‌اند، محدودیت $0.10A_g f'_c$ باید به $0.25A_g f'_c$ افزایش داده شود.

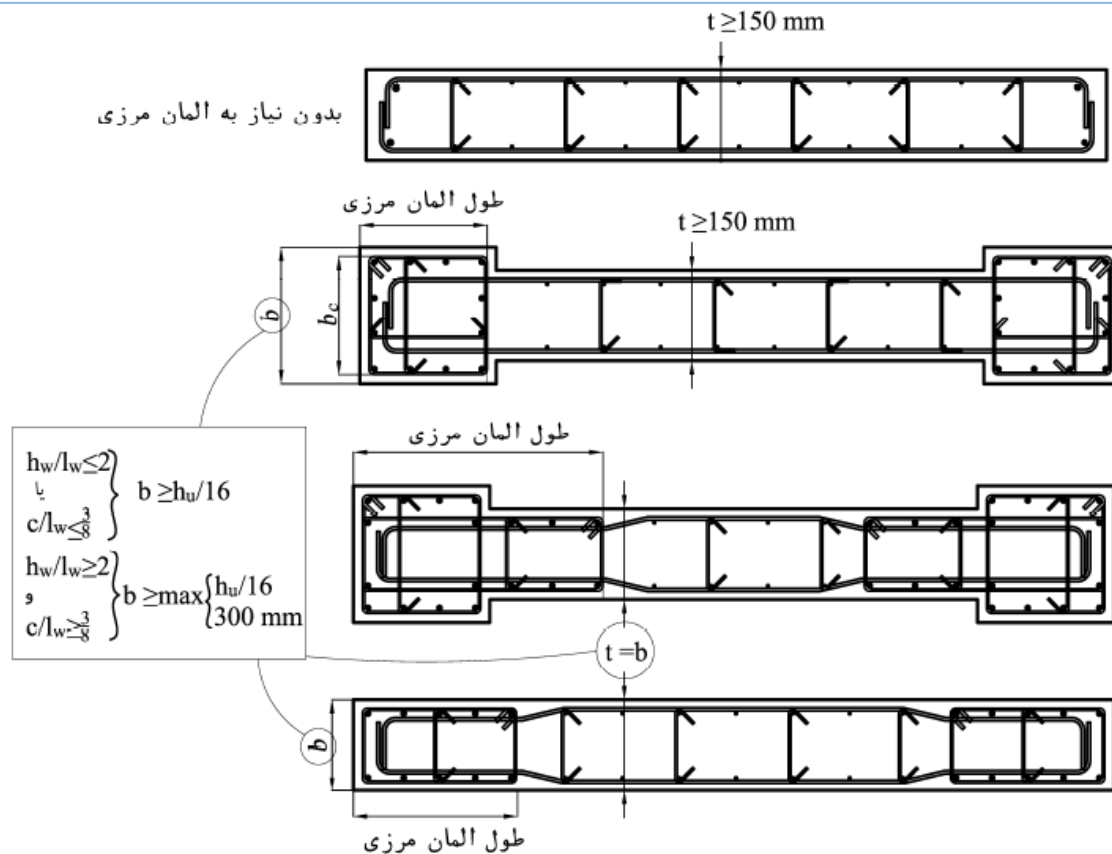
ب- آرماتورهای عرضی ستون باید به اندازه‌ای برابر با حداقل طول گیرایی آرماتور طولی ستون،

l_d ، با بیش‌ترین قطر، که بر اساس بند ۹-۲۰-۶-۵-۵ تعیین می‌شود، در داخل عضو منقطع ادامه یابند. در مواردی که انتهای تحتانی ستون بر روی یک دیوار متکی است، آرماتورهای عرضی مورد نیاز باید به اندازه‌ی طول l_d ، مربوط به آرماتور طولی ستون با بیش‌ترین قطر در داخل دیوار ادامه داده شوند.

34. جدول 3-20-9 فاصله آرماتورهای عرضی در جزء مرزی
35. به بند 9.20.7.9.4 جهت هماهنگی آرماتور افقی و قائم توجه شود. ارتفاع کل ملاک است

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_t نباید کمتر از مقدار نظیر برای میلگرد افقی برشی، ρ_t در نظر گرفته شود.

36. جزئیات اجرایی ناحیه المان مرزی دیوار برشی بر اساس بند 4-4-7-20-9 اعمال شود.



18.10.6.4 If special boundary elements are required by 18.10.6.2 or 18.10.6.3, (a) through (k) shall be satisfied:

(k) Horizontal reinforcement in the wall web shall extend to within 150 mm of the end of the wall. Reinforcement shall be anchored to develop f_y within the confined core of the boundary element using standard hooks or heads. Where the confined boundary element has sufficient length to develop the horizontal web reinforcement, and $A_s f_y / s$ of the horizontal web reinforcement does not exceed $A_s f_y / s$ of the boundary element transverse reinforcement parallel to the horizontal web reinforcement, it shall be permitted to terminate the horizontal web reinforcement without a standard hook or head.

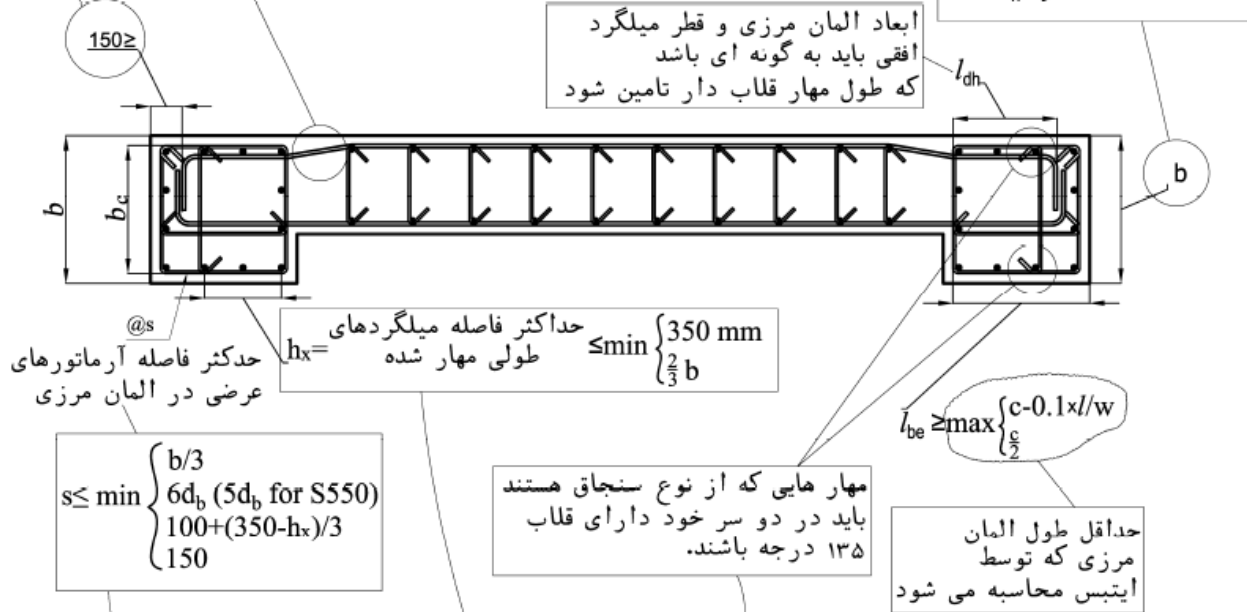
میلگردهای افقی دیوار باید حداقل تا ۱۵۰ میلیتری انتهای المان مرزی ادامه یابند

آرماتورهای افقی دیوار باید داخل هسته بتنی مهار شوند و در صورت لزوم از خم استفاده کرد

$$\left. \begin{array}{l} h_w/l_w \leq 2 \\ \text{یا} \\ c/l_w \leq \frac{3}{8} \end{array} \right\} b \geq h_w/16$$

$$\left. \begin{array}{l} h_w/l_w \geq 2 \\ \text{و} \\ c/l_w \geq \frac{3}{8} \end{array} \right\} b \geq \max \left\{ \frac{h_w}{16}, 300 \text{ mm} \right\}$$

ابعاد المان مرزی و قطر میلگرد افقی باید به گونه ای باشد که طول مهار قلاب دار تامین شود



علاوه بر رعایت فواصل حجم تنگها نیز باید رعایت شود

$$A_{sh}/sb_c \geq \max \left\{ \begin{array}{l} 0.3(A_g/A_{ch} - 1)f_c/f_{yt} \\ 0.09f_c/f_{yt} \end{array} \right.$$

18.10.6.4 If special boundary elements are required by 18.10.6.2 or 18.10.6.3, (a) through (k) shall be satisfied:

(f) Transverse reinforcement shall be arranged such that the spacing h_x between laterally supported longitudinal bars around the perimeter of the boundary element shall not exceed the lesser of 350 mm and two-thirds of the boundary element thickness. Lateral support shall be provided by a seismic hook of a crosstie or corner of a hoop. The length of a hoop leg shall not exceed two times the boundary element thickness, and adjacent hoops shall overlap at least the lesser of 150 mm and two-thirds the boundary element thickness.

seismic hook—hook on a stirrup, hoop, or crosstie having a bend not less than 135 degrees, except that circular hoops shall have a bend not less than 90 degrees; hooks shall have an extension of at least $6d_b$, but not less than 75 mm. The hooks shall engage the longitudinal reinforcement and the extension shall project into the interior of the stirrup or hoop.

چ- مقدار آرماتور عرضی مطابق زیر تعیین می شود:

- در صورت استفاده از دورگیرهای با خطوط مستقیم، نسبت $A_{sh}/s b_c$ باید برابر یا بیش

ترین از دو مقدار $0.3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ و یا $0.09 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ باشد.

- در صورت استفاده از دورپیچ‌ها و یا دورگیرهای دایروی، نسبت ρ_s باید برابر یا بیش‌ترین از

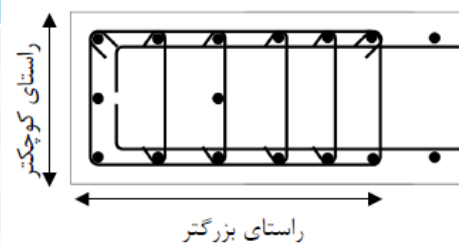
دو مقدار $0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ و یا $0.12 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ باشد.

18.10.6.4(g) are defined as $A_g = l_{be} b$ and $A_{ch} = b_{c1} b_{c2}$, where

برای اجزا مرزی دیوار با مقطع مستطیلی عبارات A_g و A_{ch} در روابط بند ۲۰-۷-۴-۴ به صورت $A_g = l_{be} b$ و $A_{ch} = b_{c1} b_{c2}$ تعریف می‌شود، این ابعاد در شکل ۲۰-۱۷ نشان داده شده‌اند. این ضابطه، با این استدلال که احتمال خرد شدن وجه داخلی جز مرزی وجود ندارد امکان خرد شدن بتن تنها در وجه بیرونی اجزای مرزی محصور شده را در نظر می‌گیرد. پوشش بتن روی آرماتور محصور کننده باید حداقل مقدار ممکن باشد تا در صورت خرد شدن پوشش، کاهش قابل توجهی در سطح مقطع رخ ندهد.

مثلاً:

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



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

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

51

بر اساس بند 9-20-7-4-4-خ

آرماتور طولی دیوار در محدوده جان باید بر اساس بند 9-20-7-4-2-ب در محدوده ای در حدود یک ششم ارتفاع در محل مقطع بحرانی محصور شود.

ب- در مواردی که بر اساس ضابطه‌ی (الف) به اجزای مرزی ویژه نیاز باشد، آرماتورهای عرضی ویژه در اجزای مرزی باید، به جز در مواردی که در بند ۹-۲۰-۷-۴ (خ) اجازه داده شده اند، در امتداد قائم در بالا و پایین مقطع بحرانی، حداقل به اندازه‌ی بزرگ‌ترین دو مقدار l_w و $\frac{M_u}{4V_u}$ ، ادامه یابند. علاوه بر آن یا باید $b \geq 4\sqrt{cl_w}$ بوده و یا $\delta_c/h_{wcs} \geq 1.5 \delta_u/h_{wcs}$ صادق باشد. مقدار δ_c/h_{wcs} از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\delta_c/h_{wcs} = \frac{1}{100} \left(4 - \frac{1}{50} \left(\frac{l_w}{b} \right) \left(\frac{c}{b} \right) - \frac{V_e}{0.66 \sqrt{f'_c A_{cv}}} \right) \geq 0.015 \quad (9-20-12-ب)$$

انتها موثر نیستند. این آزمایش‌ها همچنین نشان می‌دهد که در صورت مهار نشدن آرماتورهای طولی (قائم) جان در محدوده مفصل پلاستیک، بلافاصله پس از خرابی اجزای مرزی ظرفیت باربری محوری دیوار کاهش می‌یابد. استفاده از سنجاقی‌های جان در خارج از اجزای مرزی همچنین منجر به تغییر ناگهانی کمتری در آرماتور عرضی می‌شود که برای محصور کردن بتن و مهار کمانش آرماتورهای طولی استفاده می‌شود و همچنین به افزایش بالقوه عمق تار خنثی ناشی از برش (قطر فشاری) و عدم قطعیت در بار محوری اشاره دارد. در خارج از محدوده معرفی شده در بند ۲۰-۷-۴-۲-ب، آرماتورگذاری عرضی جان دیوار برای مهار آرماتور طولی آن، چنانچه مطابق بند ۱۳-۷-۴-۱ نیاز به تنگ‌های عرضی داشته باشند، باید ضوابط بند ۲۱-۶-۲ را ا قناع کند.

۹-۱۳-۷-۴ تکیه‌گاه جانبی آرماتورهای طولی

۹-۱۳-۷-۴-۱ در مواردی که به آرماتورهای طولی برای تامین مقاومت محوری فشاری نیاز است، و سطح مقطع کل آرماتور طولی A_{sr} از یک درصد مساحت کل مقطع، $0.01A_g$ ، بیش‌تر است، باید از تنگ‌های عرضی برای مهار آرماتورهای طولی استفاده شود.

قطر حداقل جهت بند 13-7-4-1 فی 10 است.

۹-۲۱-۶-۲ تنگ‌ها

۹-۲۱-۶-۱ تنگ‌ها باید از حلقه‌های بسته‌ی میلگردهای آجدار تشکیل شده، و فواصل آن‌ها از یک دیگر شرایط زیر را تامین کنند.

الف- فاصله‌ی آزاد حداقل $1/33$ برابر حداکثر قطر اسمی سنگ دانه.

ب- فاصله‌ی مرکز به مرکز تنگ‌ها نباید از هیچ یک از مقادیر زیر بیش‌تر باشد:

۱۶ برابر قطر میلگرد طولی؛

۴۸ برابر قطر میلگرد عرضی؛

کوچک‌ترین بعد عضو.

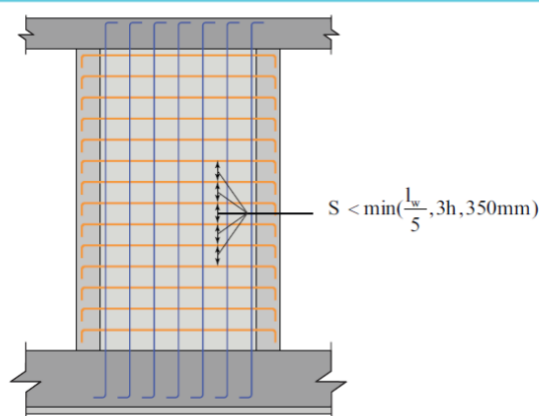
۹-۲۱-۶-۲ قطر تنگ‌ها باید حداقل برابر مقادیر زیر باشد:

الف- قطر ۱۰ میلی متر برای میلگرد طولی تا قطر ۳۲ میلی متر.

ب- قطر ۱۲ میلی متر برای میلگرد طولی به قطر ۳۴ میلی متر و بزرگ‌تر و یا گروه میلگردهای طولی.

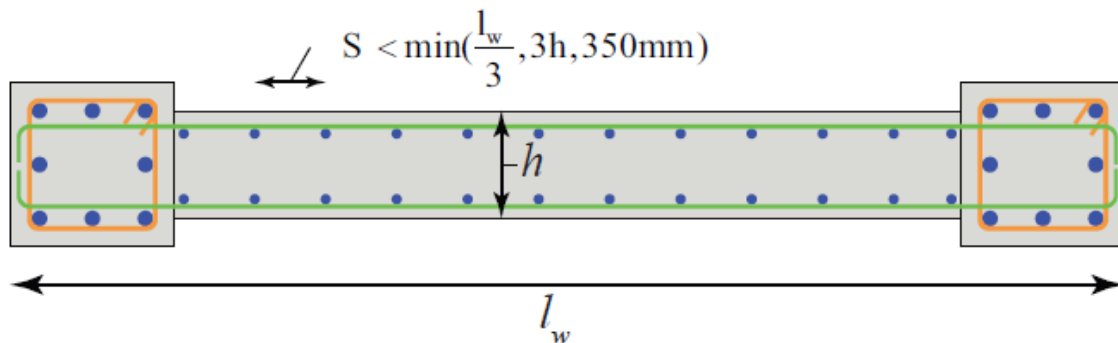
37. بند 9-13-7-3-1 فاصله آرماتور عرضی دیوار

تفسیر ← فاصله آرماتورهای عرضی دیوار

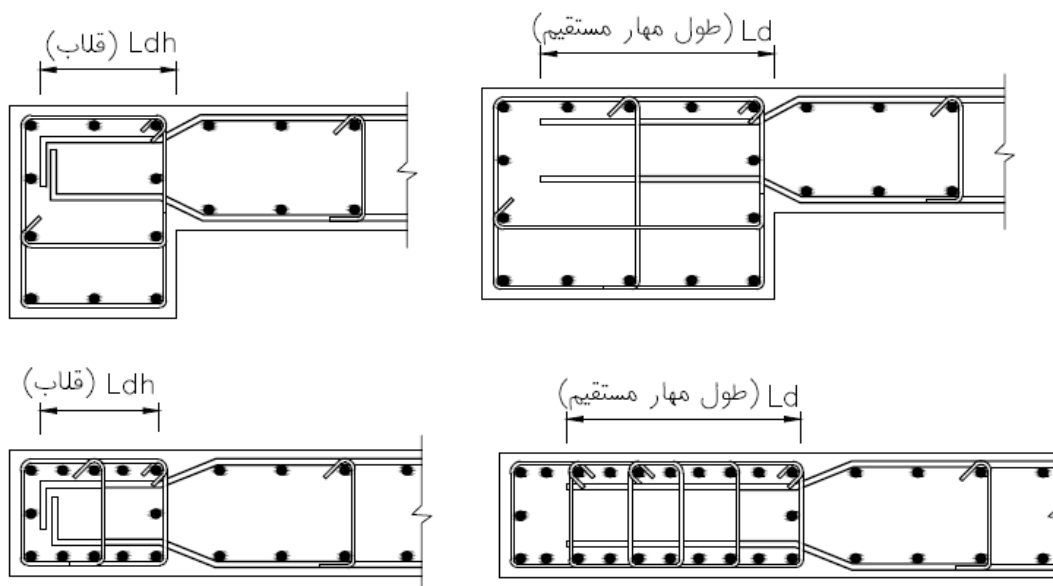


بند 9-13-7-2-1

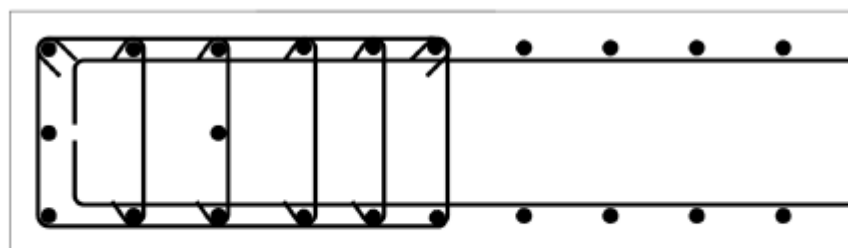
تفسیر ← فاصله آرماتورهای طولی دیوار



38. طبق بند 9-20-7-4-4-ذ آرماتور افقی باید در هسته محصور شده اجزای مرزی مهار گردند.



اجزایی

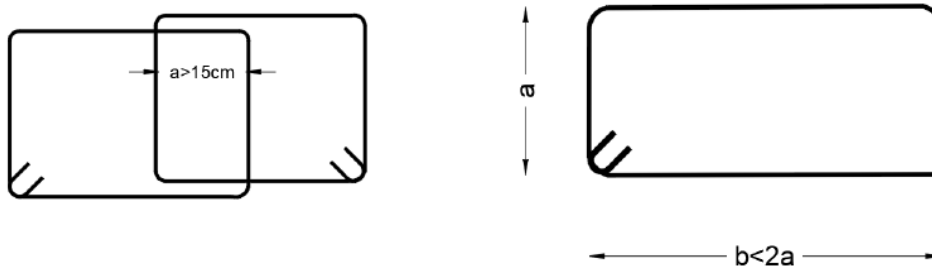
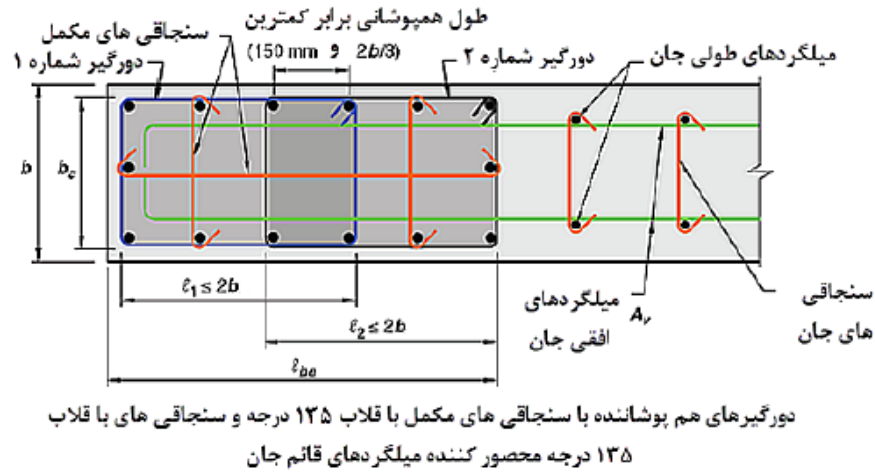


کمتر از ۱۵ سانتیمتر

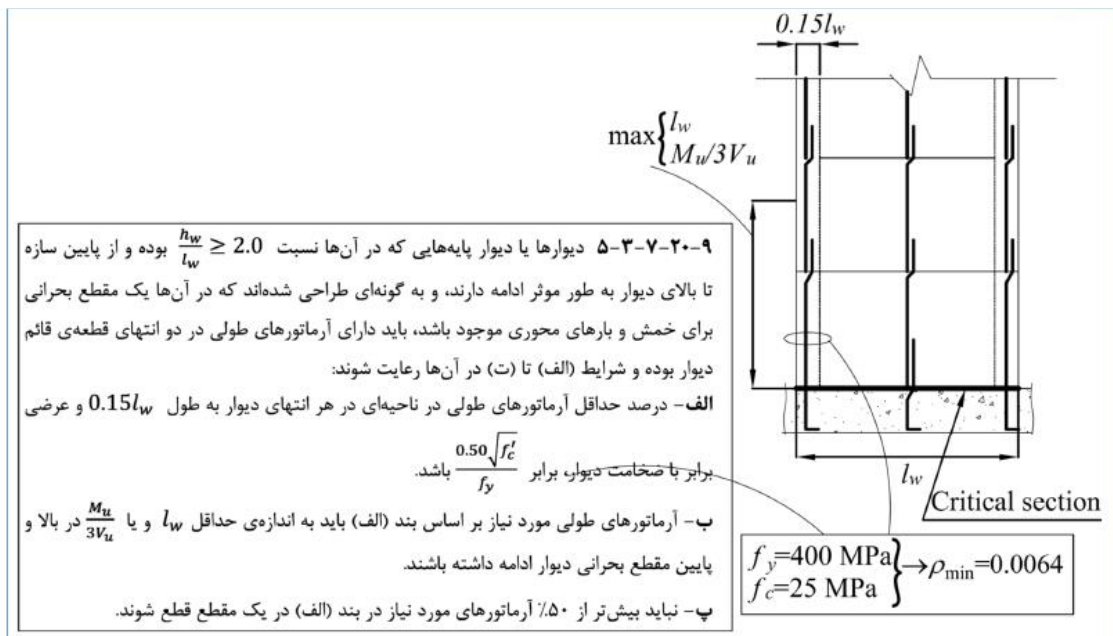
40. بر اساس بند 9-20-7-4-4-د و ذ باید مطابق شکل باشد طول مهار باید رعایت گردد



دور غیر محیطی با سنجاقی های مکمل دارای قلاب ۱۳۵ درجه و سنجاقی های با قلاب ۱۳۵ درجه محصور کننده میلگردهای طولی (قائم) جان



42. آرماتورهای افقی در جان دیوار باید تا 15 سانتیمتر نسبت به انتهای دیوار ادامه یابند و به قلاب استاندارد ختم شوند.
43. حداقل آرماتور طولی مطابق بند 5-3-7-20-9 در ناحیه ای در طول $0.15l_w$ و عرضی برابر با ضخامت دیوار برابر $\frac{0.5\sqrt{f_c}}{f_y}$ باشد.

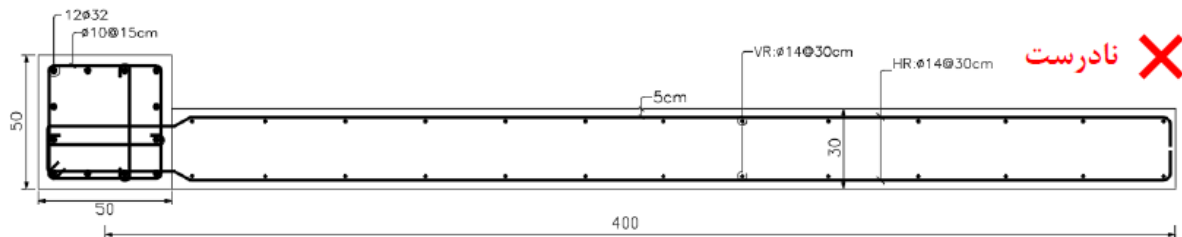


حداقل درصد آرماتور در انتهای دیوارهای بلند

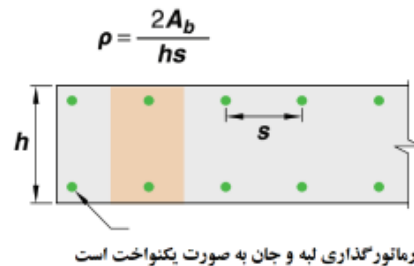
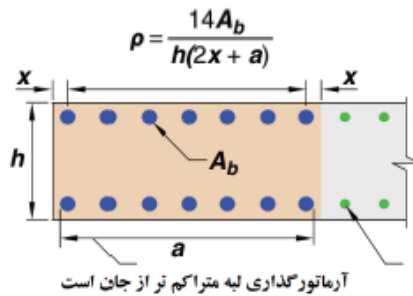
۹-۲۰-۷-۳-۵ دیوارها یا دیوار پایه‌هایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w} \geq 2.0$ بوده و از پایین سازه تا بالای دیوار به طور موثر ادامه دارند، و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها یک مقطع بحرانی برای خمش و بارهای محوری موجود باشد، باید دارای آرماتورهای طولی در دو انتهای قطعه‌ی قائم دیوار بوده و شرایط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



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



شکل ۱۰-۱۰: روش‌های آرماتورگذاری طولی در لبه دیوار برشی و نحوه محاسبه مقدار ρ

- شکل زیر نقاطی از دیوار را که حداقل باید رعایت شود نشان میدهد.

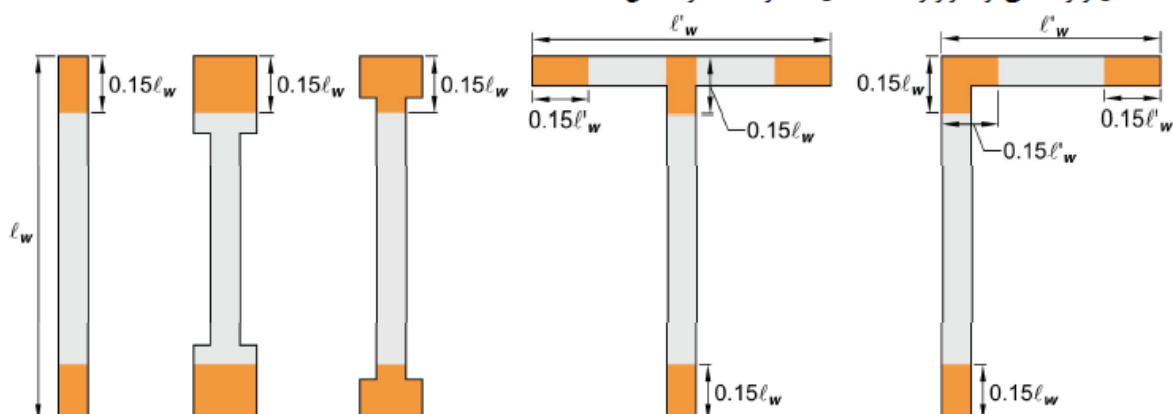
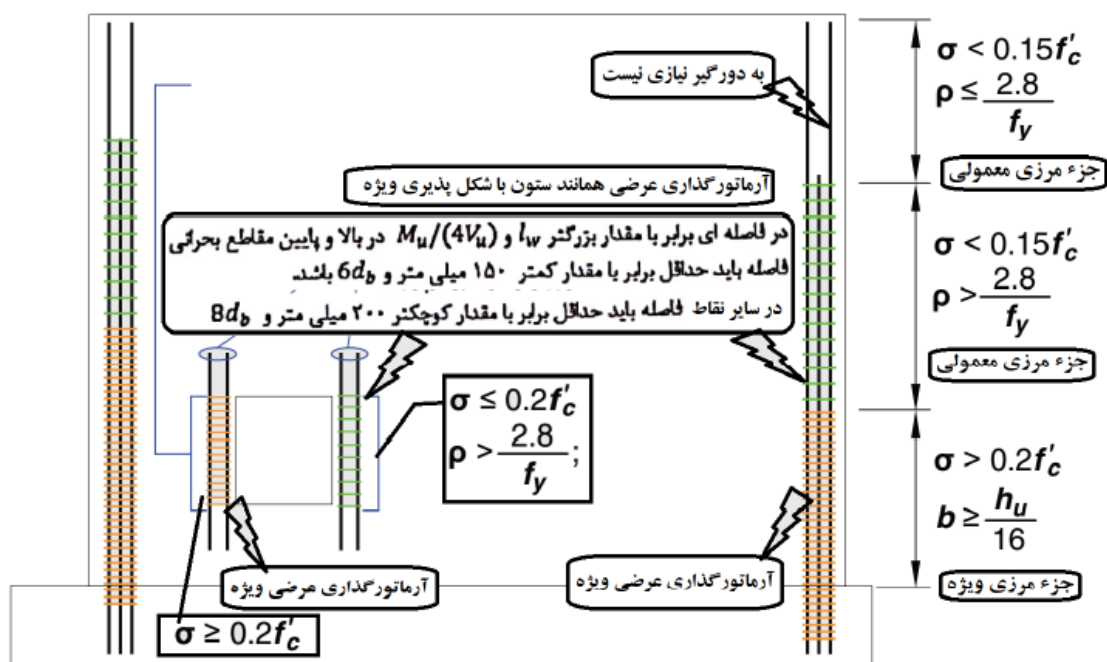


Fig. R18.10.2.4—Locations of longitudinal reinforcement required by 18.10.2.4(a) in different configurations of wall sections.



شکل ۱۰-۱۱: جزئیات آرماتورگذاری عرضی در لبه های انتهایی دیوار و اطراف بازشوها

1. حداقل آرماتور طولی دیوار

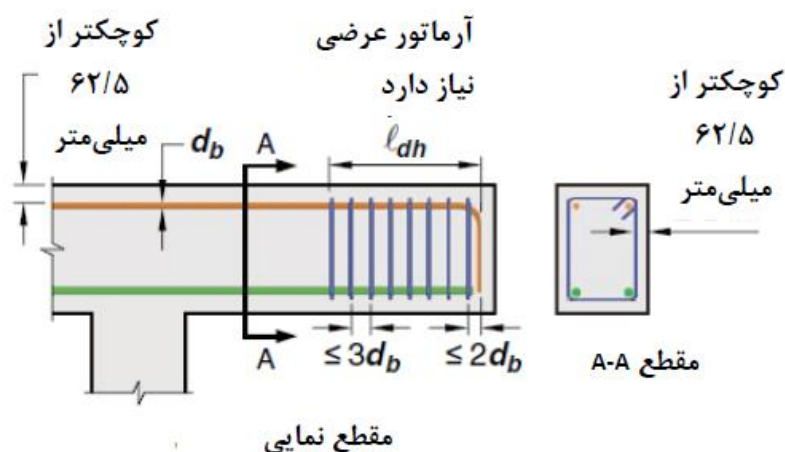
۹-۲۰-۳-۱ در دیوارهای سازه‌ای نسبت سطح مقطع آرماتوره کل مقطع دیوار در هیچ یک از دو امتداد قائم و افقی نباید کمتر از ۰/۰۲۵ باشد، مگر آنکه نیروی برشی طرح موجود در مقطع دیوار، V_u ، از $0.083 A_{cv} \lambda \sqrt{f'_c}$ تجاوز نکند. در این حالت برای حداقل میلگرد مورد نیاز افقی، ρ_f ، و یا قائم، ρ_l در دیوار باید ضوابط بند ۹-۱۳-۶ رعایت شود.

$$\rho_{\text{افقی}} \geq 0.0025$$

مثلاً

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

2. بر اساس بند 9-21-5-4 محل قطع گروه میلگرد رعایت گردد.
3. بر اساس بند 9-21-5-2 آرماتور عرضی گروه میلگرد بازنگری شود.
4. مهار و وصله با توجه به بند 9-21-3 کنترل شود.
5. به طول گیرایی میلگرد آجدار با قلاب استاندارد در کشش توجه شود 9-21-3-3.
6. طول مهار و وصله فی 20 تغییر کرده است (جدول 9-21-3).
7. قلاب دوخت سنجاقی باید بند 9-21-2-6 را رعایت کند.
8. شرایط تنگ مستطیلی رعایت گردد بند 9-21-6-4.
9. کاهش طول گیرایی در 9-21-3-9-2 محدود شده است.
10. قلاب استاندارد برای میلگرد عرضی تیرچه ها مطابق بند 9-21-6-1-3-پ اعمال گردد.
11. بند 9-21-3-4.

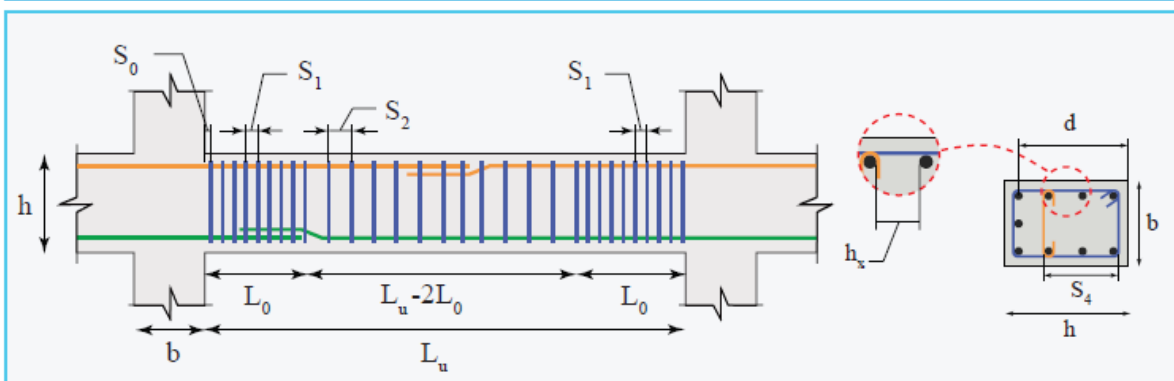


12. فاصله اولین خاموت برشی تیرها از بر ستون حداکثر 5 سانتی متر است.

ستون ها با شکل پذیری متوسط (ویرایش ۱۳۹۹)

	<table border="1"> <tr> <td> $h_x \geq \max \{ 40\text{mm}, 1.5d_b, 1.33d_{agg} \}$ </td><td>فاصله آزاد میلگردهای طولی ۳-۱-۲-۲۱-۹</td></tr> <tr> <td> $\begin{cases} V_s \leq 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 2, 600) \\ V_s > 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 4, 300) \end{cases}$ </td><td>فاصله تنگ ها در ناحیه غیر بحرانی ۵-۳-۳-۵-۲۵-۹</td></tr> <tr> <td> $\frac{\min(b_{c1}, b_{c2})}{L_u} \geq \frac{1}{25} \quad \frac{\min(b_{c1}, b_{c2})}{\max(b_{c1}, b_{c2})} \geq 0.3$ $\min(b_{c1}, b_{c2}) \geq 250\text{mm}$ </td><td>محدودیت های هندسی ستون ۱-۳-۵-۲۵-۹</td></tr> <tr> <td> $d_v = 10\text{mm}$ </td><td>قطر حداقل خاموت ها ۳-۳-۳-۵-۲۵-۹</td></tr> <tr> <td> $L_0 = \max \left\{ \frac{L_u}{6}, b_{c1}, b_{c2}, 450\text{mm} \right\}$ </td><td>طول ناحیه بحرانی ۲-۳-۳-۵-۲۵-۹</td></tr> <tr> <td> $S_2 \leq \begin{cases} \min(8d_b, 200\text{mm}, 0.5b_{c1}, 0.5b_{c2}) & f_y \leq 420\text{Mpa} \\ \min(6d_b, 200\text{mm}, 0.5b_{c1}, 0.5b_{c2}) & f_y \geq 520\text{Mpa} \end{cases}$ توجه: فاصله اولین دورگیر از بر اتصال نباید از نصف این مقدار بیشتر در نظر گرفته شود. </td><td>فاصله خاموت ها در ناحیه بحرانی و محل وصله ها و محل اتصال ستون به پی ۳-۳-۳-۵-۲۵-۹ ۶-۳-۳-۵-۲۵-۹</td></tr> <tr> <td> $L_{Overlap} = \max(1.3l_d, 300\text{mm})$ </td><td>طول وصله پوششی ۱-۲-۴-۲۱-۹</td></tr> <tr> <td> $x=300\text{mm}$ </td><td>محل اتصال ستون به پی ۶-۳-۳-۵-۲۵-۹</td></tr> </table>	$h_x \geq \max \{ 40\text{mm}, 1.5d_b, 1.33d_{agg} \}$	فاصله آزاد میلگردهای طولی ۳-۱-۲-۲۱-۹	$\begin{cases} V_s \leq 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 2, 600) \\ V_s > 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 4, 300) \end{cases}$	فاصله تنگ ها در ناحیه غیر بحرانی ۵-۳-۳-۵-۲۵-۹	$\frac{\min(b_{c1}, b_{c2})}{L_u} \geq \frac{1}{25} \quad \frac{\min(b_{c1}, b_{c2})}{\max(b_{c1}, b_{c2})} \geq 0.3$ $\min(b_{c1}, b_{c2}) \geq 250\text{mm}$	محدودیت های هندسی ستون ۱-۳-۵-۲۵-۹	$d_v = 10\text{mm}$	قطر حداقل خاموت ها ۳-۳-۳-۵-۲۵-۹	$L_0 = \max \left\{ \frac{L_u}{6}, b_{c1}, b_{c2}, 450\text{mm} \right\}$	طول ناحیه بحرانی ۲-۳-۳-۵-۲۵-۹	$S_2 \leq \begin{cases} \min(8d_b, 200\text{mm}, 0.5b_{c1}, 0.5b_{c2}) & f_y \leq 420\text{Mpa} \\ \min(6d_b, 200\text{mm}, 0.5b_{c1}, 0.5b_{c2}) & f_y \geq 520\text{Mpa} \end{cases}$ توجه: فاصله اولین دورگیر از بر اتصال نباید از نصف این مقدار بیشتر در نظر گرفته شود.	فاصله خاموت ها در ناحیه بحرانی و محل وصله ها و محل اتصال ستون به پی ۳-۳-۳-۵-۲۵-۹ ۶-۳-۳-۵-۲۵-۹	$L_{Overlap} = \max(1.3l_d, 300\text{mm})$	طول وصله پوششی ۱-۲-۴-۲۱-۹	$x=300\text{mm}$	محل اتصال ستون به پی ۶-۳-۳-۵-۲۵-۹
$h_x \geq \max \{ 40\text{mm}, 1.5d_b, 1.33d_{agg} \}$	فاصله آزاد میلگردهای طولی ۳-۱-۲-۲۱-۹																
$\begin{cases} V_s \leq 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 2, 600) \\ V_s > 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 4, 300) \end{cases}$	فاصله تنگ ها در ناحیه غیر بحرانی ۵-۳-۳-۵-۲۵-۹																
$\frac{\min(b_{c1}, b_{c2})}{L_u} \geq \frac{1}{25} \quad \frac{\min(b_{c1}, b_{c2})}{\max(b_{c1}, b_{c2})} \geq 0.3$ $\min(b_{c1}, b_{c2}) \geq 250\text{mm}$	محدودیت های هندسی ستون ۱-۳-۵-۲۵-۹																
$d_v = 10\text{mm}$	قطر حداقل خاموت ها ۳-۳-۳-۵-۲۵-۹																
$L_0 = \max \left\{ \frac{L_u}{6}, b_{c1}, b_{c2}, 450\text{mm} \right\}$	طول ناحیه بحرانی ۲-۳-۳-۵-۲۵-۹																
$S_2 \leq \begin{cases} \min(8d_b, 200\text{mm}, 0.5b_{c1}, 0.5b_{c2}) & f_y \leq 420\text{Mpa} \\ \min(6d_b, 200\text{mm}, 0.5b_{c1}, 0.5b_{c2}) & f_y \geq 520\text{Mpa} \end{cases}$ توجه: فاصله اولین دورگیر از بر اتصال نباید از نصف این مقدار بیشتر در نظر گرفته شود.	فاصله خاموت ها در ناحیه بحرانی و محل وصله ها و محل اتصال ستون به پی ۳-۳-۳-۵-۲۵-۹ ۶-۳-۳-۵-۲۵-۹																
$L_{Overlap} = \max(1.3l_d, 300\text{mm})$	طول وصله پوششی ۱-۲-۴-۲۱-۹																
$x=300\text{mm}$	محل اتصال ستون به پی ۶-۳-۳-۵-۲۵-۹																

تیر ها با شکل پذیری متوسط (ویرایش ۱۳۹۹)



حداکثر فاصله آرماتور عرضی در مقطع عضو S_4 ۳-۵-۶-۱۱-۹		حداکثر فاصله آرماتور عرضی در محور طولی تیر S_2 ۳-۵-۶-۱۱-۹	
$\begin{cases} V_s \leq 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d, 600) \\ V_s > 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 2, 300) \end{cases}$		$\begin{cases} V_s \leq 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 2, 600) \\ V_s > 0.33\sqrt{f'_c}b_w d & \min(d / 4, 300) \end{cases}$	
محدودیت های هندسی ۲-۵-۲۰-۹	قطر حداقل خاموت ها ۲-۳-۲-۵-۲۰-۹	حداقل فاصله آرماتور عرضی در مقطع عضو ۱۲-۵-۶-۱۱-۹	
$d \leq L_u / 4$ $b \geq \max(h / 4, 250\text{mm})$	$d_v = 8\text{mm}$	$S_4 \leq \min(16d_b, 48d_v, b, h)$	
فاصله آرماتورهای عرضی در ناحیه بحرانی ۲-۳-۲-۵-۲۰-۹	طول ناحیه بحرانی ۱-۳-۲-۵-۲۰-۹	فاصله آزاد میلگرد موازی تیرها ۱-۱-۲-۲۱-۹	
$S_1 \leq \min(d / 4, 8d_b, 24d_v, 300\text{mm})$	$L_u = 2h$	$h_x \geq \min(25\text{mm}, d_b, 1.33d_{agg})$	
فاصله آرماتورهای عرضی ناحیه غیر بحرانی ۳-۳-۲-۵-۲۰-۹		فاصله اولین دورگیر از اتصال ۲-۳-۲-۵-۲۰-۹	
$S_2 \leq d / 2$		$S_0 \leq 50\text{mm}$	

1- درصد آرماتور حداکثر به مقادیر ذیل محدود گردد:

تیر: 2.5 درصد ستون 6 درصد

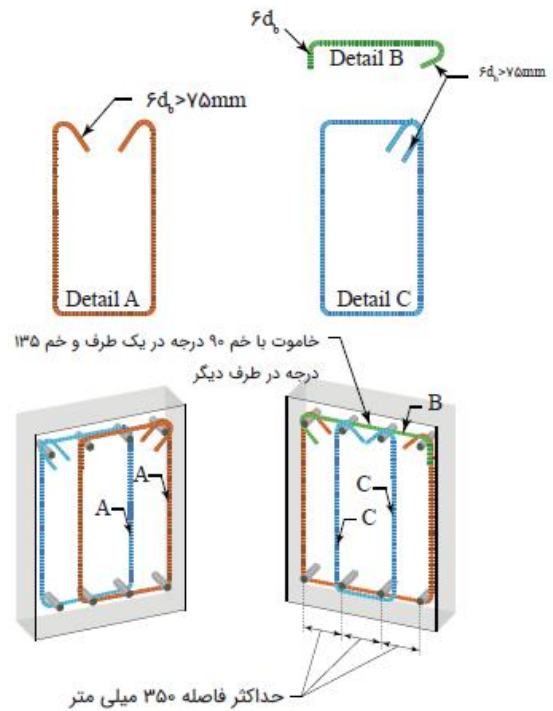
برای آرماتوی a5 به دو درصد محدود گردد. (1-2-2-6-20-9)

2- در محل وصله پوششی تیر خاموت ویژه باشد 4-2-2-6-20-9

3- وصله پوششی نباید در محل اتصال و بر تکیه گاه باشد 5-2-2-6-20-9

4- خاموت ویژه برای ناحیه ویژه تیرها رعایت شود. به ضابطه 6db و 5db دقت شود (2-3-2-20-9)

5- تکیه گاه عرضی برای میلگرد طولی به نحوی باشد که فاصله مرکز تا مرکز میلگردهای خمشی دارای تکیه گاه جانبی از 350 میلیمتر بیشتر نشود 3-3-2-6-20-9

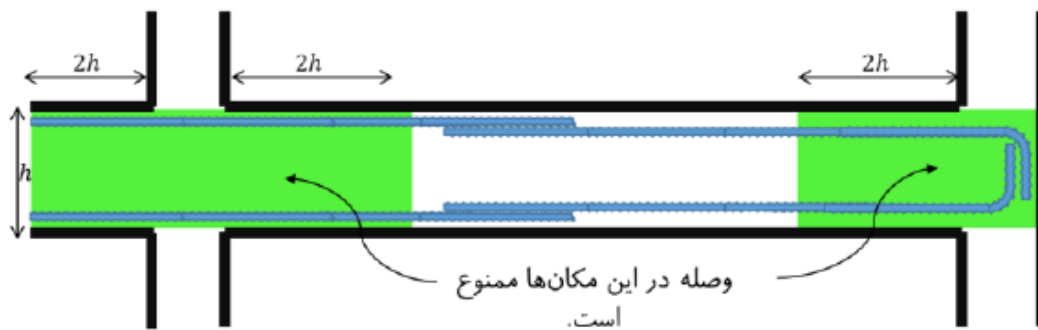


6- نسبت کوچکترین بعد به بعد عمود در ستون ها از 0.4 کمتر نشود (متوسط 0.3 بود)

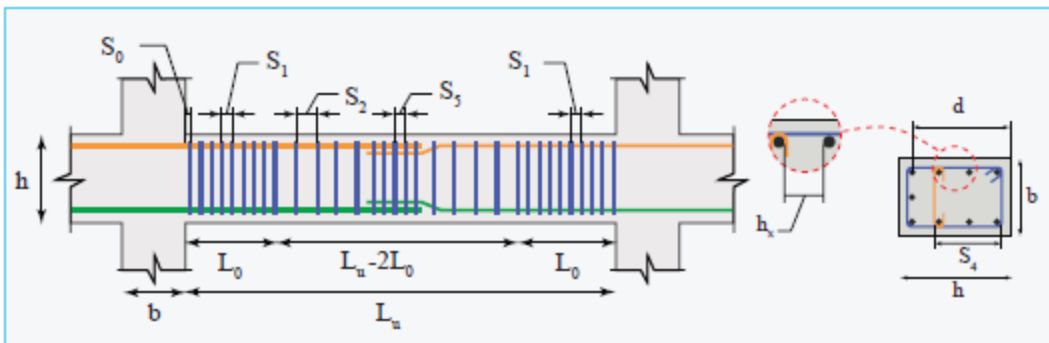
7- وصله ستون ها در نیمه میانی 4-2-3-6-20-9

8- آرماتور عرضی ستون بر اساس رابطه های 2-20-9 و 3-20-9 محاسبه شود

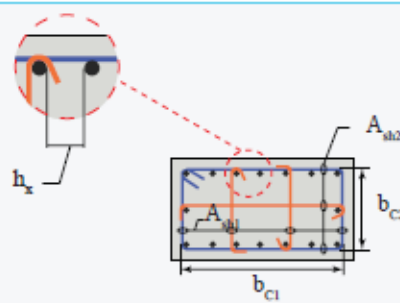
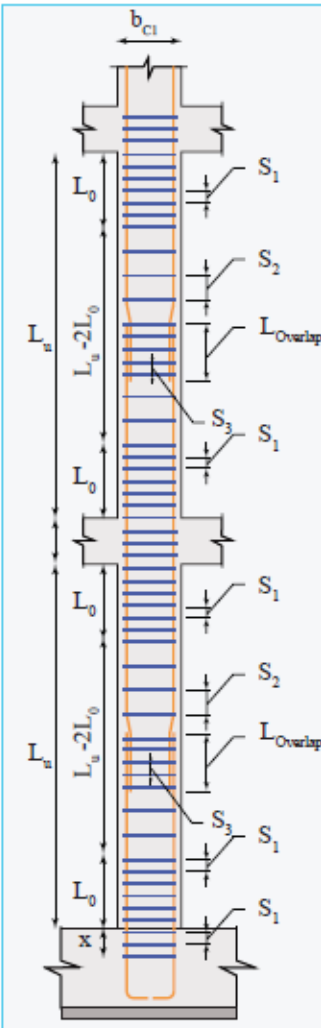
9- ضابطه تیر ضعیف و ستون قوی کنترل شود 2-4-6-20-9



تیرها با شکل پذیری ویژه (ویرایش ۱۳۹۹)



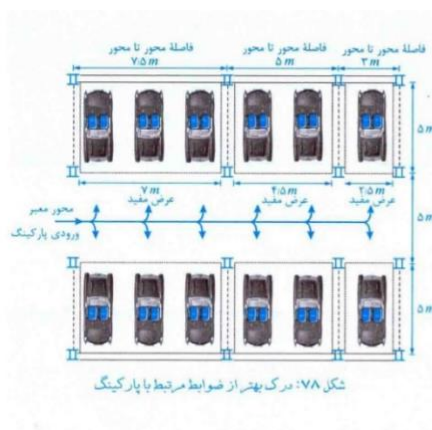
S_4 حداکثر فاصله آرماتور عرضی در مقطع عضو ۳-۵-۶-۱۱-۹	S_2 حداکثر فاصله آرماتور عرضی در محور طولی تیر ۳-۵-۶-۱۱-۹	
$\begin{cases} V_s \leq 0.33\sqrt{f_c}b_w d & \min(d, 600) \\ V_s > 0.33\sqrt{f_c}b_w d & \min(d / 2, 300) \end{cases}$	$\begin{cases} V_s \leq 0.33\sqrt{f_c}b_w d & \min(d / 2, 600) \\ V_s > 0.33\sqrt{f_c}b_w d & \min(d / 4, 300) \end{cases}$	
محدودیت های هندسی ۱-۲-۶-۲۰-۹	قطر حداقل خاموت ها ۲-۳-۲-۶-۲۰-۹	حداقل فاصله آرماتور عرضی در مقطع عضو ۱۲-۵-۶-۱۱-۹
$d \leq L_u / 4 \quad b \geq \max(0.3h, 250\text{mm})$	$\begin{cases} d_v = 10\text{mm} & d_b \leq 32\text{mm} \\ d_v = 12\text{mm} & d_b > 34\text{mm} \end{cases}$	$S_4 \leq \min(16d_b, 48d_v, b, h)$
فاصله آرماتورهای عرضی در ناحیه بحرانی ۲-۳-۲-۶-۲۰-۹	طول ناحیه بحرانی ۱-۳-۲-۶-۲۰-۹	فاصله آزاد میلگرد موازی تیرها ۱-۱-۲-۲۱-۹
$S_1 \leq \min(d / 4, \begin{cases} 6d_b \text{ for } : f_y \leq 420 \\ 5d_b \text{ for } : f_y \geq 520 \end{cases}, 150\text{mm})$	$L_u = 2h$	$h_x \geq \min(25\text{mm}, d_b, 1.33d_{agg})$
فاصله آرماتورهای عرضی در محل وصله ۴-۲-۲-۶-۲۰-۹	فاصله اولین دورگیر از اتصال ۲-۳-۲-۶-۲۰-۹	فاصله آرماتورهای عرضی ناحیه غیر بحرانی ۷-۳-۲-۶-۲۰-۹
$S_5 \leq \min(d / 4, 100\text{mm})$	$S_0 \leq 50\text{mm}$	$S_2 \leq \min(\begin{cases} 6d_b \text{ for } : f_y \leq 420 \\ 5d_b \text{ for } : f_y \geq 520 \end{cases}, 150\text{mm})$



محاسبه مقدار میلگردهای
عرضی طبق روابط A_s

$h_x \geq \max \{40\text{mm}, 1.5d_b, 1.33d_{agg}\}$	فاصله آزاد میگردهای طولی ۳-۱-۲-۲-۲-۱-۹
$S_2 \leq \min(16d_b, 48d_v, b_{c1}, b_{c2})$	اصله تنگ ها در ناحیه غیر بحرانی ۶-۳-۳-۶-۲-۶-۹
$\min(b_{c1}, b_{c2}) \geq 300\text{mm} \quad \frac{\min(b_{c1}, b_{c2})}{\max(b_{c1}, b_{c2})} \geq 0.4$	محدودیت های هندسی ستون ۳-۶-۲-۶-۹
$\begin{cases} d_v = 10\text{mm} & d_b \leq 32\text{mm} \\ d_v = 12\text{mm} & d_b > 34\text{mm} \end{cases}$	قطر حداقل خاموت ها ۳-۳-۳-۶-۲-۶-۹
$L_o = \max \left\{ \frac{L_b}{6}, b_{c1}, b_{c2}, 450\text{mm} \right\}$	طول ناحیه بحرانی ۱-۳-۳-۶-۲-۶-۹
$S_1 = \min \left\{ \frac{H}{4}, \frac{B}{4}, \begin{cases} 6d_b \text{ for } : f_y \leq 420\text{Mpa} \\ 5d_b \text{ for } : f_y = 520\text{Mpa} \end{cases}, S_o \right\}$	اصله خاموت ها در ناحیه بحرانی محل وصله ها و محل اتصال ستون به پی
$S_o = \max \left\{ 100\text{mm}, \min(150, 100 + (\frac{350 - h_x}{3})) \right\}$	۳-۳-۳-۶-۲-۶-۹ ۹-۳-۳-۶-۲-۶-۹
$I_{Develop} = \max(13l_e, 300\text{mm})$	طول وصله پوششی ۱-۲-۶-۲-۱-۹
در صورتی که لایه فونداسیون تا لایه پی پیش از نصف ضخامت فونداسیون فاصله داشته باشد: $x=300\text{mm}$ و در غیر این صورت $x=l_e$	محل اتصال ستون به پی ۹-۳-۳-۶-۲-۶-۹ ۶-۲-۶-۲-۶-۹

دهانه مفید پارک خودرو



شکل ۷۸: درک بهتر از ضوابط مرتبط با پارکینگ

جدول ۲: ضوابط کاملتر مرتبط با پارکینگ

محور تا محور ستون‌ها	۳×۵ متر	حداقل فضای پارک برای یک خودرو
برتا بر و روی نازک‌کاری ستون‌ها (عرض خالص)	۲/۵ متر	
محور تا محور ستون‌ها	۵×۵ متر	حداقل فضای پارک برای دو خودروی مجاور
بر تا بر و روی نازک‌کاری ستون‌ها (عرض خالص)	۴/۵ متر	
محور تا محور ستون‌ها	۷/۵×۵ متر	حداقل فضای پارک برای سه خودروی مجاور
بر تا بر و روی نازک‌کاری ستون‌ها (عرض خالص)	۷/۰ متر	
محور تا محور ستون‌ها	۵×۵ متر	حداقل فضای مورد نیاز برای مانور خودرو
عرض	۳/۰ متر	حداقل ابعاد درب ورودی
ارتفاع	۲/۲ متر	

۲-۳-۲-۶ الف) ضرایب بار مربوط به L_0 در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که بار L_0 (طبق جدول ۶-۵-۱) آن‌ها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی می‌توان برابر با ۰٫۵ منظور نمود، مشروط بر آنکه طبق ضوابط بند ۶-۵-۵ کاهش بارهای زنده در محاسبه بار L_0 منظور نشده باشد.

بار پارتیشن مبحث ششم

۶-۵-۲-۲ ضوابط مربوط به جداکننده‌ها

در ساختمان‌های اداری یا سایر ساختمان‌هایی که در آن‌ها احتمال استفاده از جداکننده‌های داخلی با وزن هر مترمربع ۱ کیلونیوتن بر مترمربع، با یا بدون جابجایی موقعیت آن‌ها وجود دارد، باید وزن آن‌ها بدون توجه به اینکه در نقشه‌ها نشان داده شده یا نشده باشند، منظور گردند. در ساختمان‌هایی که جداکننده‌های سبک، نظیر دیوارهای ساندویچی و ورق گچی با وزن هر مترمربع سطح کمتر از ۰٫۴ کیلونیوتن بر مترمربع دیوار به کار برده می‌شوند، بار گسترده معادل وارد بر کف را باید حداقل ۰٫۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفت. در سایر موارد، بار گسترده معادل وزن جداکننده‌ها و تیغه‌ها بر کف را نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع منظور نمود. بار گسترده معادل جداکننده‌ها در محاسبات جزو بار زنده محسوب می‌گردند اما در تعیین نیروی زلزله این بارها باید در محاسبه وزن مؤثر لرزه‌ای به بارمرده اضافه شوند.

استثناء: اگر حداقل بار زنده، L_0 ، از ۴ کیلونیوتن بر مترمربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده جدا کننده‌ها نیست.

۶-۳-۳ وزن تیغه‌ها و دیوارها

کلیه تیغه‌ها و دیوارها با وزن هر مترمربع سطح بیش از یک کیلونیوتن بر مترمربع به عنوان بار مرده در محاسبات منظور می‌شوند. در صورتی که هر مترمربع تیغه یا دیوار بین ۱ تا ۲ کیلونیوتن بر مترمربع باشد، بار معادل تیغه را می‌توان به صورت بار گسترده یکنواخت بر مساحت کف اعمال نمود. وزن معادل بار مرده تیغه‌ها که بر مساحت هر فضا اعمال می‌شود از تقسیم وزن کل تیغه‌ها بر مساحت فضای موردنظر به دست می‌آید. اما در هر صورت نباید کمتر از یک کیلونیوتن بر مترمربع منظور شود. چنانچه وزن تیغه با دیوار بیشتر از ۲ کیلونیوتن بر مترمربع باشد لازم است بار مرده تیغه یا دیوار در محل واقعی خود اعمال شود. وزن سایر جداکننده‌های سبک مطابق ضوابط بند ۶-۵-۲-۲ در محاسبات منظور می‌شود.

جدول ۹-۵: نوع و نحوه اعمال بار تیغه‌های جداکننده

نوع بار	نحوه اعمال	وزن مترمربع تیغه $\frac{Kg}{m^2}$
زنده	گسترده سطحی حداقل برابر $50 \cdot \frac{Kg}{m^2}$	< 40
زنده	گسترده سطحی حداقل برابر $100 \cdot \frac{Kg}{m^2}$	$40 \leq < 100$
مرده	گسترده سطحی حداقل برابر $100 \cdot \frac{Kg}{m^2}$	$100 \leq < 200$
مرده	بار خطی در محل واقعی	≥ 200

ارتفاع تیر فرعی از اصلی بیشتر نباشد.

در سیستم قاب ساختمانی و دیوار ویژه باید ستون ها آرماتور عرضی ویژه باشند و محل قطع بر اساس سیستم ویژه باشد(نباید جزئی از سیستم باربر جانبی باشد).

ابعاد ستون (cm × cm)	حداقل مساحت میلگرد مجاز	حداکثر مساحت میلگرد مجاز	تیب آرماتورگذاری مجاز
35×35	12.25 cm ²	36.75 cm ²	8Φ16, 8Φ18, 8Φ20, 8Φ22, 12Φ16, 12Φ18, 16Φ16
40×40	16 cm ²	48 cm ²	8Φ16, 8Φ18, 8Φ20, 8Φ22, 8Φ25, 12Φ16, 12Φ18, 12Φ20, 12Φ22, 16Φ16, 16Φ18
45×45	20.25 cm ²	60.75 cm ²	8Φ18, 8Φ20, 8Φ22, 8Φ25, 8Φ28, 12Φ16, 12Φ18, 12Φ20, 12Φ22, 12Φ25, 16Φ16, 16Φ18, 16Φ20, 16Φ22
50×50	25 cm ²	75 cm ²	8Φ20, 8Φ22, 8Φ25, 8Φ28, 12Φ16, 12Φ18, 12Φ20, 12Φ22, 12Φ25, 12Φ28, 16Φ16, 16Φ18, 16Φ20, 16Φ22, 16Φ25
55×55	30.25 cm ²	90.75 cm ²	8Φ22, 8Φ25, 8Φ28, 12Φ16, 12Φ18, 12Φ20, 12Φ22, 12Φ25, 12Φ28, 16Φ16, 16Φ18, 16Φ20, 16Φ22, 16Φ25

مساحت آرماتورها (آرماتورگذاری ستون ها)

8Φ16=16.08 cm ²	12Φ16=24.12 cm ²	16Φ16=32.16 cm ²	20Φ16=40.2 cm ²
8Φ18=20.40 cm ²	12Φ18=30.6 cm ²	16Φ18=40.8 cm ²	20Φ18=51 cm ²
8Φ20=25.12 cm ²	12Φ20=37.68 cm ²	16Φ20=50.24 cm ²	20Φ20=62.8 cm ²
8Φ22=30.40 cm ²	12Φ22=45.6 cm ²	16Φ22=60.8 cm ²	20Φ22=76 cm ²
8Φ25=39.28 cm ²	12Φ25=58.92 cm ²	16Φ25=78.54 cm ²	20Φ25=98.2 cm ²

۲-۳-۶- ضوابط و محدودیت‌های کلاف میانی

- (۱) عملکرد کلاف میانی، جلوگیری از پیشش تیرچه‌ها (تیرهای T شکل) و همچنین توزیع یکنواخت بار روی سقف تیرچه و بلوک است. همچنین در محلهایی که بار منفرد وجود داشته باشد، کلاف میانی اجرا می‌شود.
- (۲) جهت کلاف میانی عمود بر تیرچه‌ها می‌باشد. حداقل عرض کلاف میانی برابر عرض بتن پاشنه‌ی یک تیرچه و ارتفاع آن برابر ارتفاع سقف خواهد بود.
- (۳) میلگردهای کلاف میانی حداقل یک عدد در بالا و حداقل یک عدد در پایین آن تعبیه می‌شوند. این میلگردها آجدار و حداقل قطر آنها ۶ میلی‌متر خواهد بود.
- (۴) در صورتی که بار زنده‌ی سقف کمتر از ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و طول دهانه‌ی مؤثر کمتر از ۴ متر باشد، نیازی به تعبیه کلاف میانی نیست. ولی اگر در این حالت، طول دهانه بیشتر از ۴ متر باشد، یک کلاف میانی در سقف تعبیه می‌شود. حداقل سطح مقطع آرماتورهای طولی این کلاف، برابر نصف سطح مقطع آرماتورهای کششی وسط دهانه‌ی تیرچه‌ها می‌باشد.
- (۵) در صورتی که بار زنده‌ی سقف بیشتر از ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و طول دهانه مؤثر کمتر از ۴ متر باشد، یک کلاف میانی مورد نیاز است. در این حالت برای طول دهانه‌ی ۴ متر تا ۷ متر، دو کلاف میانی و برای دهانه‌ی بیش از ۷ متر، ۳ کلاف میانی اجرا می‌شوند. حداقل سطح مقطع آرماتورهای طولی هر کلاف، برابر سطح مقطع آرماتورهای کششی وسط دهانه تیرچه‌ها می‌باشد.
- (۵) ضخامت دال بتنی فوقانی نباید از $\frac{1}{11}$ فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و نه از ۵ سانتی‌متر کمتر اختیار شود.^۱
- (۶) حداکثر دهانه مورد پوشش سقف (در جهت طول تیرچه پیش ساخته خرابایی) با تیرچه‌های منفرد نباید از ۸ متر بیشتر شود. در جهت اطمینان توصیه می‌گردد تا دهانه مورد پوشش بیشتر از ۷ متر نباشد. در صورت وجود سربارهای زیاد و یا دهانه‌های بیش از ۷ متر، مطابق بند ۳-۶-۶- از تیرچه‌های مضاعف استفاده شود.
- (۷) سقف‌های اجرا شده با تیرچه و بلوک، در مواردی که بار یکنواخت روی سقف عمل نماید، عملکرد بسیار مناسبی دارند. در صورت وجود بار منفرد سنگین یا متحرک و یا مرتش، بکاربردن سقف تیرچه و بلوک توصیه نمی‌شود.
- (۸) در سقف‌های تیرچه و بلوک، بار متمرکزی که ممکن است روی کف وجود داشته باشد، بار ناشی از چرخ اتومبیل‌ها در پارکینگ‌ها و یا بار خطی ناشی از وجود تیغه‌های آجری روی تیرچه‌ها است. در مورد پارکینگ‌ها، بکارگیری سیستم تیرچه و بلوک معمول، اساساً توصیه نمی‌شود. در صورتی که الزامی در کار باشد، توصیه می‌شود تا ضخامت دال بتنی (روی بلوک‌ها) حداقل ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شود و مقاومت دال در برش سوراخ‌کننده (برش پانچ) برای بار چرخ کنترل گردد. در محاسبه تیرچه‌ها برای بار متمرکز، یا می‌توان کف را با استفاده از یکی از روش‌های کلاسیک، تحلیل کامل نمود و یا بار را با تقریب خوبی بین سه تیرچه مجاور یکدیگر به طور مساوی توزیع کرد.
- (۹) در صورتی که طول تیرچه‌ها بیش از ۴ متر باشد، مطابق توضیحات بند ۳-۲-۶-، یک یا چند کلاف میانی (تیر عرضی) در جهت عمود بر تیرچه‌ها تعبیه می‌شود.
- (۱۰) لوله‌ها و مجراهایی که در داخل دال قرار داده می‌شوند، نباید به مقدار قابل توجهی مقاومت سیستم را کاهش دهند. ضخامت دال باید به اندازه حداقل ۲/۵ سانتی‌متر بیشتر از ارتفاع کل لوله‌ها و مجراها باشد.
- (۱۱) در سقف‌های تیرچه و بلوک با تیرچه‌ی خرابایی، می‌توان مقاومت برشی تامین شده توسط بتن در تیرچه‌ها را ۱۰ درصد بیشتر از مقاومت برشی اسمی تیرهای بتنی در نظر گرفت.