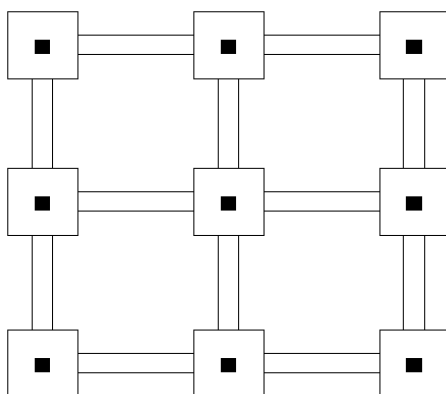


انواع پی :

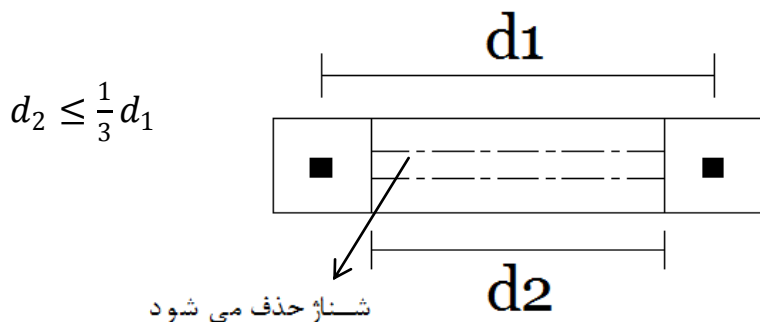
## ۱ پی منفرد:

در پی منفرد آرماتورها به صورت یک شبکه حصیری مطابق شکل زیر رسم شده، با توجه به اینکه با وارد آمدن بار ساختمان قسمت تحتانی تحت کشش قرار میگیرد در پایین پی اجرا می گردد.

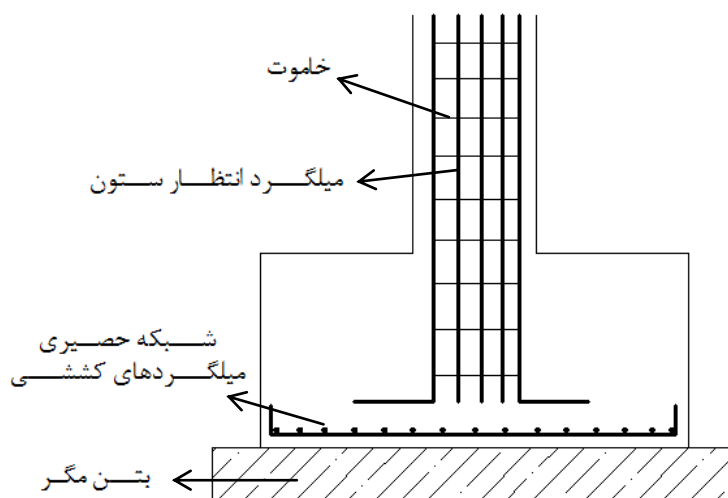


نکته:

در حالتی که فاصله شناژ دو بین دو ستون کمتر از  $\frac{1}{3}$  فاصله آکس تا آکس دو ستون باشد شناژ بین دو ستون حذف شده و به صورت مرکب اجرا می شود.

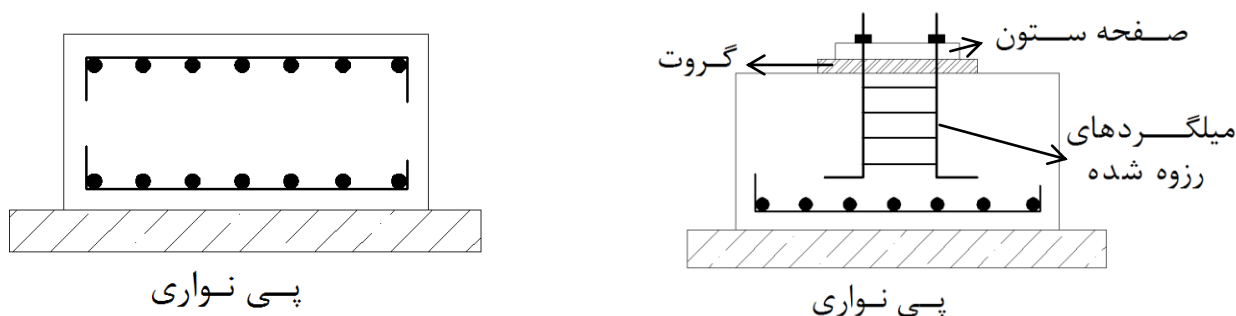


نحوه آرماتور گذاری در پی منفرد:



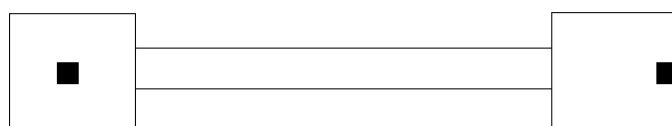
## ۲. پی نواری:

پی نواری از یک نوار پیوسته بتنی تشکیل می‌گردد که برای گسترده کردن بار یکنواخت‌دیوار های آجری یا بتنی و همچنین چند ستون که در یک ردیف قرار دارند طراحی می‌شود، پهنای پی نواری به ظرفیت باربری خاک زیرین پی ها بستگی دارد، ضخامت پی به مقاومت مصالحی وابسته است.



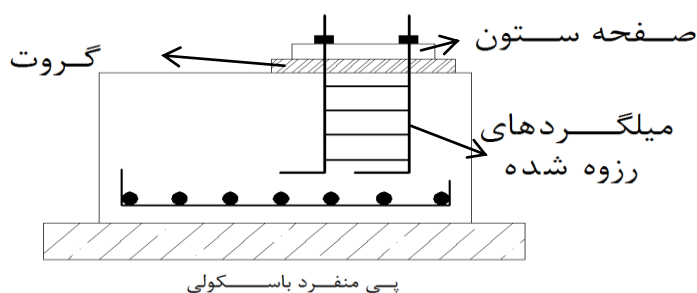
## ۳. پی باسکولی:

هر گاه فنداسیون یک ساختمان از یک یا دو طرف به ساختمان دیگری محدود گردد، پی آن قسمت از ساختمان که در مجاورت همسایه قرار دارد به صورت زیر اجرا می‌گردد که به آن پی باسکولی گفته می‌شود

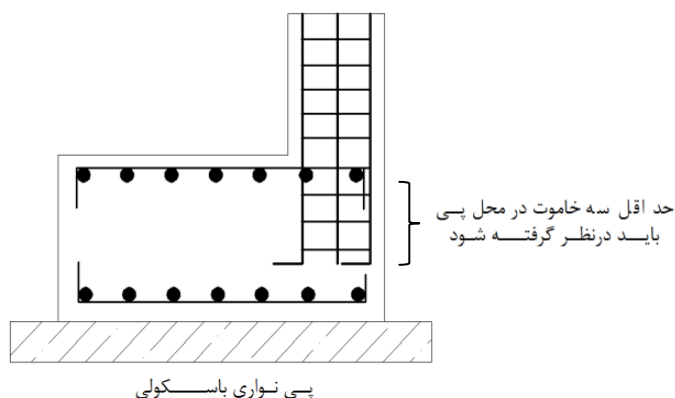


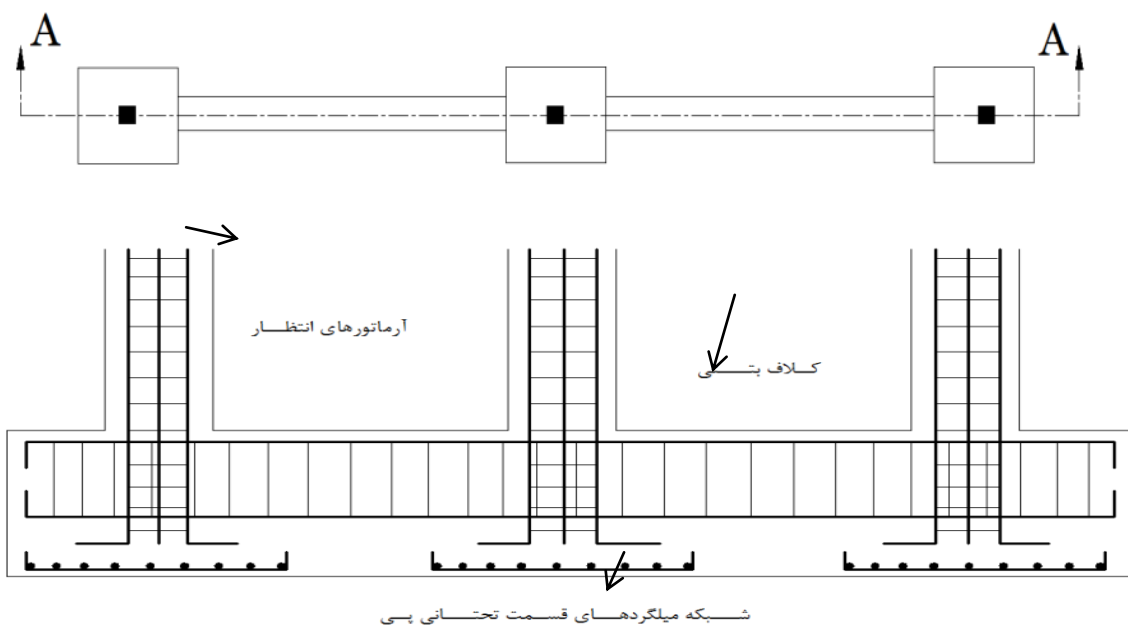
## پی باسکولی

نحوه آرماتور بندی پی منفرد باسکولی در سازه اسکلت فلزی:



نحوه آرماتور بندی پی نواری باسکولی در سازه اسکلت بتنی:





رده میلگرد	نام	حداقل تنش تسلیم (n/mm <sup>2</sup> ) F <sub>y</sub>	حداقل مقدار مجاز تسلیم F <sub>su</sub>	مقاومت مشخصه	طبقه بندی از نظر شکل رویه
S240	AI	۲۴۰	۳۶۰	۴۲۰۰	فاقد آج
S340	AII	۳۴۰	۵۰۰	۳۰۰	آج دار مارپیچ
S400	AIII	۴۰۰	۶۰۰	۴۰۰	آج دار جناغی
S500	-----	۵۰۰	۶۵۰	۵۰۰	آج دار مرکب

حداقل طول خم و قطر خمدر میلگردهای اصلی:

شماره No	قطر اسمی میلگرد d <sub>b</sub> (mm)	طول خم L(90°)	طول خم L(180°)	قطر خم D(cm)
1	8	10	6	4.8
2	10	15	6	6
3	12	15	6	7.2
4	14	20	10	8.4
5	16	20	10	9.6
6	18	25	10	10.8
7	20	25	10	12
8	22	30	10	13.2
9	25	30	10	15
10	28	35	15	22.4
11	32	40	15	25.6

	L(90°)	L(180°)	D
6	6	6	2.4
8	6	6	3.2
10	6	6	4
12	10	10	4.8
14	10	10	5.6
16	10	10	9.6

**ضابطه ۱:**

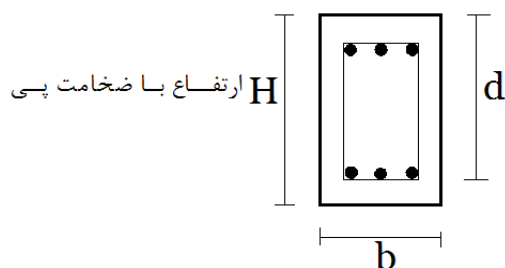
ضخامت یا ارتفاع پی ها نباید کمتر از 25 cm در نظر گرفته شود.

**ضابطه ۲:**

در پیها قطر میلگردها نباید کمتر از 10mm و فاصله محور تا محور آنها نباید کمتر از 100mm محور و بیشتر از ۳۵۰ میلیمتر در نظر گرفته شود

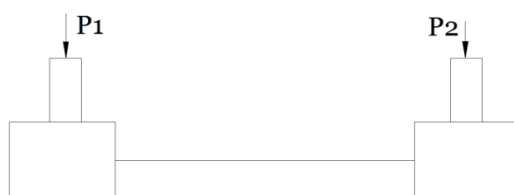
**ضابطه ۳:**

در پی نواری نسبت آرماتورها در پی کششی نباید از ۰.۰۲۵ کمتر اختیار شود.



ضوابط کلاف ها در پی منفرد:

کلاف های رابط بین پی ها باید بتوانند حداقل نیروی کششی معادل ۱۰٪ بزرگترین نیروی محوری وارد به طرفین را تحمل نماید.



طراحی کلاف

-ابعاد مقطع کلاف(قبلی) باید متناسب با ابعاد پی و حداقل 300mm باشد

-تعداد میلگردهای طولی کلاف باید حداقل ۴ عدد آرماتور با قطر 14mm باشد که این میلگردها باید توسط خاموت به قطر حداقل 8mm و با فواصل حداکثر ۲۵۰ میلیمتر از یکدیگر قرار گیرد.

ضوابط آرماتورهای حرارتی:

حالت اول:

اگر ضخامت یا ارتفاع پی کمتر از ۱ متر باشد:

در این حالت نسبت سطح مقطع آرماتور حرارتی لازم به کل سطح مقطع بتن نباید از سه مورد زیر کمتر اختیار شود:

$$۱. \text{ برای میاگردهای با رده (S2400, S340) باید } \left(\frac{A_s}{BH}\right) 0.002$$

$$۲. \text{ S400, } 0.0018$$

$$۳. \text{ S500, } 0.0015 \text{ و بالاتر}$$

حالت دوم:

$$\alpha = 1.3 - 0.003h$$

اگر ضخامت پی بین ۱ تا ۲ متر باشد و آلفا بین 1.3 تا 0.003h باشد

$$\text{حالت سوم: } t > 2m$$

در حالت سوم باید سه مورد زیر لحاظ شود:

الف:

$$\text{s2400, s340} \quad (AS)_{\min} = 2800 \frac{mm^2}{m}$$

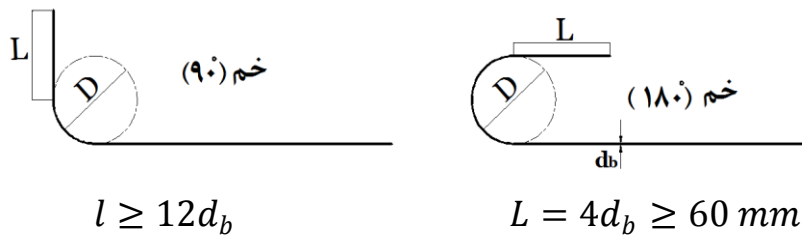
ب:

$$\text{s400} \quad (AS)_{\min} = 2500 \frac{mm^2}{m}$$

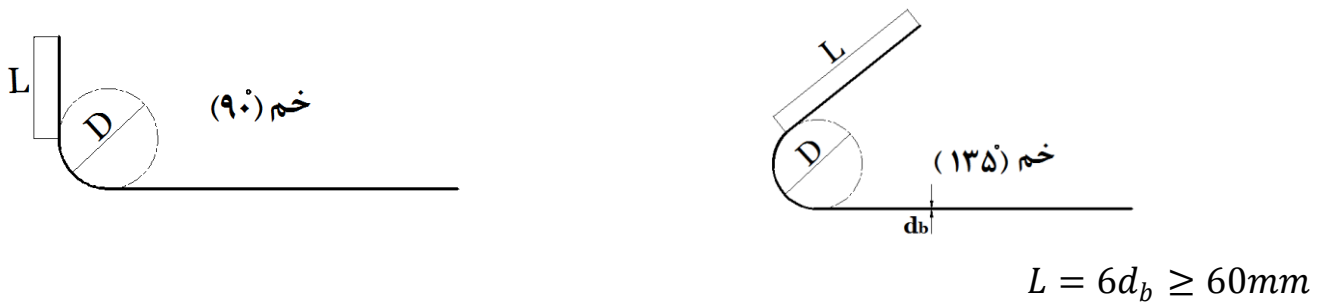
ج:

$$\text{s500} \quad (AS)_{\min} = 2100 \frac{mm^2}{m} \text{ و بالاتر}$$

حداقل طول خم و قطر خم برای آرماتورهای اصلی:



حداقل طول خم و قطر خم برای خاموت‌ها:



$$\begin{cases} 16 \text{ mm} < d_b < 25 \text{ mm} \rightarrow L = 12d_b \\ d_b \leq 16 \text{ mm} \rightarrow L = 6d_b \geq 60 \text{ mm} \end{cases}$$

طول مهارب (قلاب یا طول گیرایی):

الف) طول مهارب در کشش:

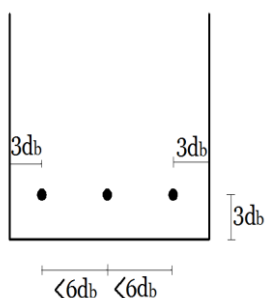
$$l_d = \left| \frac{f_y}{1.1 \sqrt{f_c}} * \frac{\alpha \beta \gamma \lambda}{\frac{c+ktr}{d_b}} \right| d_b > 300$$

ضریب موقعیت میلگردها ( $\alpha$ ):

برای میلگردهای افقی که حداقل ۳۰۰ میلی‌متر بتن در زیر آن‌ها ریخته شود (در ناحیه طول مهاری) برابر ۱.۳ و برای سایر میلگردها برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود:

ضریب اندود میلگرد ( $\beta$ ):

برای میلگردهایی که با ماده اپوکسی اندود شده اند و در آنها ضخامت بتن پوشش روی میلگرد کمتر از ۳db و فاصله آزاد میلگردها کمتر از ۶db است و برای سایر میلگردهای که با ماده اپوکسی اندود شده اند برابر ۱/۲ در نظر گرفته شود و برای میلگردهای فاقد اندود اپوکسی برابر با ۱ است.

ضریب قطر میلگرد ( $\gamma$ ):

برای میگردهای با قطر کمتر یا مساوی ۲۰mm برابر با ۱/۸ و برای میلگردهای با قطر بیش از ۲۰mm برابر با ۱ است.

ضریب  $\lambda$  یا نوع بتن:

برای بتن‌های سبک برابر ۱/۳ و برای بتن معمولی برابر ۱ است.

## ضریب C یا ضریب فاصله میلگردها از یکدیگر:

برابر با min مقادیر (۱) - فاصله مرکز میلگرد از نزدیکترین رویه بتن ۲ - نصف فاصله مرکز تا مرکز میلگرد‌هایی که در محل قطع یا وصل می‌شوند)

## (ب) طول فشاری میلگرد : LDC

$$\left\{ \begin{array}{l} LDC = \max \left( 0.25 \frac{FY}{\sqrt{FC}} \right) d_b \\ (0.04 fy) d_b \end{array} \right.$$

مباحث بالا برای میلگردهای تکی بود.

- ۱ - برای میلگردهای دوتایی ●● تفاوتی نمیکند.  
 ۲ - برای میلگردهای سه تایی ●●● طول گیرایی:  $1.2 L_D$  برای یک میلگرد  
 ۳ - برای میلگردهای چهارتایی ●●● طول گیرایی:  $1.3 L_D$

$$l_{dh} = \left| 0.25k_1, k_2, \beta \lambda \frac{f_y}{\sqrt{f_c}} \right| d_b \quad \text{طول مهاری قلاب در ناحیه کشش:}$$

**ضریب K1:**

در تمامی موارد برابر ۱ در نظر گرفته می شود مگر در مواردی که در قلابهای باخم  $180^\circ$  درجه پوشش بتنی روی قلاب در امتداد عمود بر صفحه قلاب مساوی یا بیشتر از  $65$  میلیمتر و در قلابهای باخم  $90^\circ$  درجه پوشش بتنی روی قلاب در امتداد عمود بر صفحه قلاب مساوی یا بیشتر از  $65$  میلیمتر از پوشش بتنی در صفحه قلاب مساوی یا بیشتر از  $50$  میلیمتر باشد مقدار  $k_1$  می شود  $0.7$

**ضریب k2:**

در تمامی موارد برابر ۱ منظور می شود، مگر در مواردی که میلگردهایی در طول گیرایی با خاموت هایی با فاصله ای مساوی یا کمتر از  $3db$  محصور شده باشد که در این موارد  $k_2$  میشود  $0.8$

طول همپوشانی (یا طول وصله ها)

الف) در میلگردهای کششی :

باید  $1.3l_d > 300mm$  باشد.

ب) در میلگردهای فشاری:

$$(0.07 f_y) db > 300mm$$

برای میلگردهای  $s400$  و کمتر: باید حداقل برابر

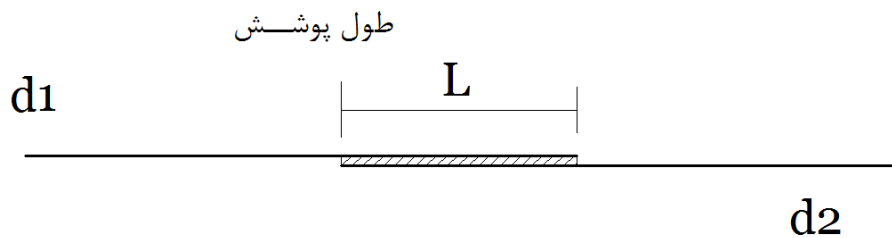
$$(0.13 f_y - 24) db > 300mm$$

برای میلگردهای بزرگتر از  $s400$  : برابر



- چنانچه مقاومت بتن کمتر از 20mpa باشد طول وصله پوششی را باید به اندازه ۳۳۵ افزایش داد.
- در مواردی که قطر میلگردها مختلف باشد طول پوشش برابر مقدار زیر می باشد:

$$L = \max l_d \begin{cases} \max(d1, d2) \\ 1.3 l_d \rightarrow \min(d1, d2) \end{cases}$$

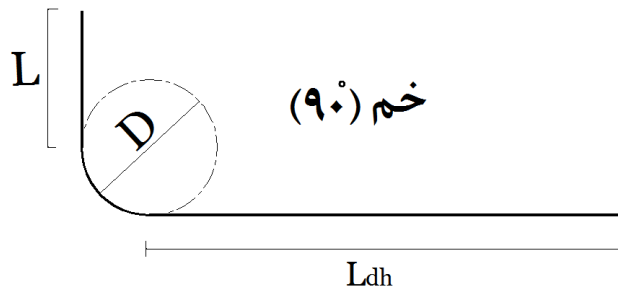


طول مهاری میلگردها ( $l_b$ ):

D	تیرها و فنداسیون		ستون ها و دیوارها
	آرماتور تحتانی	آرماتور فوقانی	
8	30	40	30
10	40	50	40
12	45	60	45
14	50	70	50
16	60	80	60
18	70	90	70
20	80	100	80
22	100	130	130
25	150	150	150
28	130	170	130
32	150	190	150

طول مهاری میلگرد قلابدار ( $l_{dh}$ ):

Ø۸	۲۰
Ø۱۰	۲۵
Ø۱۲	۳۰
Ø۱۴	۳۵
Ø۱۶	۴۰
Ø۱۸	۴۰
Ø۲۰	۴۵
Ø۲۲	۵۰
Ø۲۵	۶۰
Ø۲۸	۶۵
Ø۳۲	۷۵



طول وصله یا پوشش (overlap):

D	تیرها و فنداسیون		ستون ها و دیوارها
	آرماتور تحتانی	آرماتور فوقانی	
۸	۴۰	۵۰	۴۰
۱۰	۵۰	۶۰	۵۰
۱۲	۶۰	۸۰	۶۰
۱۴	۷۰	۹۰	۷۰
۱۶	۸۰	۱۰۰	۸۰
۱۸	۹۰	۱۱۰	۹۰
۲۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۰۰
۲۲	۱۳۰	۱۷۰	۱۳۰
۲۵	۱۵۰	۱۹۰	۱۳۰
۲۸	۱۷۰	۲۱۰	۱۷۰
۳۲	۱۹۰	۲۴۰	۱۹۰

**ضوابط مربوط به ستون ها:**

۱ - حداقل تعداد میلگردهای طولی در ستون ها به صورت زیر است:

الف- میلگردهای داخل خاموت های مدور یا مستطیلی ۴ عدد

ب- میلگردهای داخل تنگ های مثلثی ۳ عدد

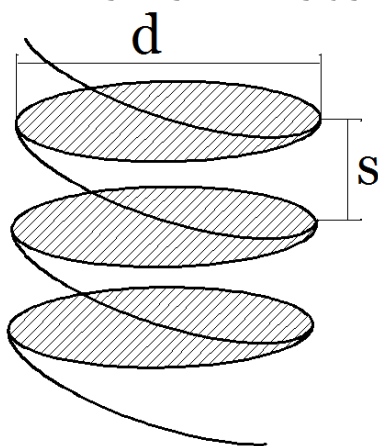
ج- میلگردهای داخل دورپیچ ۶ عدد

**ضوابط دورپیچ ها:**

۱ - قطر میلگردهای مصرفی در دورپیچ نباید از ۶ میلیمتر کمتر باشد

۲ - در هر گام فاصله آزاد بین میلگردها نباید از ۷۵ میلیمتر بیشتر و از ۲۵ میلیمتر کمتر باشد

۳ - گام دورپیچ (s) نباید از ۱/۶ قطر هسته بتنی بیشتر باشد.



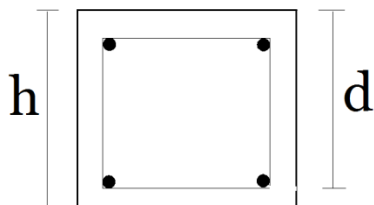
نسبت حجمی آرماتور ( $\rho_s$ ):

$$\rho_s = \frac{v_s}{v_c} > 0.45 \left( \frac{A_y}{A_c} - 1 \right) \frac{F_c}{F_y}$$

$$V_s = \frac{\pi}{4} d_s^2 l \quad , \quad V_c = \frac{\pi}{4} h$$

خاموت های عرضی در ستونها:

در پی فواصل خاموتها کمتر از  $\frac{d}{2}$  در نظر گرفته می شود



**ضوابط مربوط به ستون ها(خاموت):**

۱ - قطر خاموت ها نباید کمتر از مقادیر زیر اختیار شود:

الف - 1/3 قطر بزرگترین میلگرد طولی با قطر حداکثر ۳۰ میلیمتر

ب - ۱۰ میلیمتر برای میلگردهای طولی با قطر بیش از ۳۰ میلیمتر

ج - قطر خاموت ها نباید از ۶ میلیمتر کمتر اختیار شود

## فاصله بین خاموت ها:

فاصله هر دو خاموت متوالی باید کمتر از کمترین گزینه های زیر باشد:

الف- ۱۲ برابر قطر کوچکترین میلگرد طولی

ب- ۳۶ برابر قطر میلگرد خاموت

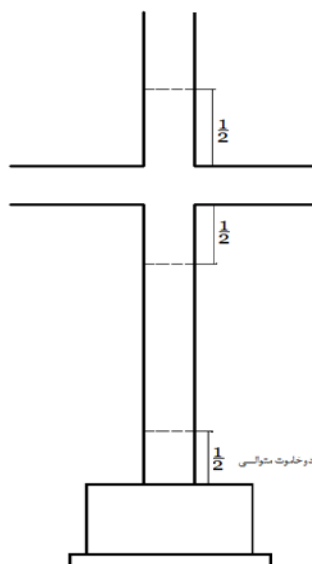
ج- کوچکترین بعد عضو فشاری (مقطع ستون)

د- ۲۵۰ میلیمتر

## نکته:

فاصله اولین خاموت از سطح فوقانی شالوده یا دال طبقه تحتانی نباید از نصف فاصله تعیین شده در قسمت قبل باشد

فاصله آزاد بین هر دو میلگرد نباید از سه مقدار زیر کمتر باشد:



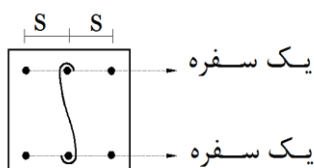
$$s > \max \begin{cases} \text{مورد 1} \\ \text{مورد 2} \\ \text{مورد 3} \end{cases} \quad \text{۱- قطر بزرگترین میلگرد}$$

۲- ۲۵ میلیمتر

۳- ۱.۳۳ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگدانه بتن

۴- در اعضای تحت خمش میلگردهای طولی نباید از ۲۰۰ میلیمتر بیشتر باشد

که اگر از ۲۰۰ میلیمتر بیشتر شود باید قلاب گذاشت.



۵- فاصله آزاد بین هر دو سفره میلگرد (S) نباید از ۲۵ میلیمتر و همچنین

از قطر بزرگترین میلگرد کمتر باشد.

ضوابط سازه های با شکل پذیری زیاد:

در ستون ها محدودیت های هندسی الف و ب باید رعایت شود:

$$\begin{cases} b_1 > \max(0.3b_2, 250mm) \\ \frac{b}{l} > \frac{1}{25} \end{cases}$$

۱- اعضای تحت فشار و خمش (ستون ها):

الف: شکل پذیری متوسط

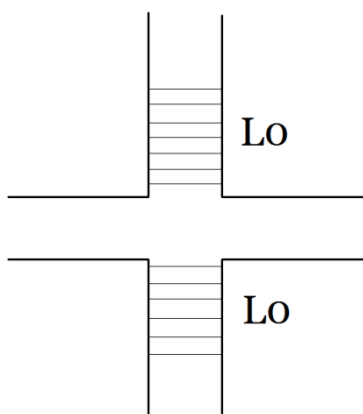
۲- ۰/۲ نسبت آرماتورهای طولی:

- نسبت آرماتورهای طولی در شکل پذیری کم، متوسط و زیاد یکسان است

- فاصله محور تا محور میلگرد از ۲۰۰ میلیمتر بیشتر شود

- اگر رده میلگرد از نوع S400 باشد

تعیین طول ناحیه بحرانی در دو طرف انتهای ستون:



$$l_0 < \begin{cases} 1 \\ 2 \\ 3 \end{cases}$$

$\frac{1}{4}$  ستون آزاد ارتفاع

۲. ضلع بزرگتر مقطع بزرگتر ستون یا قطر مقطع دایره ای شکل ستون

۳. 450mm

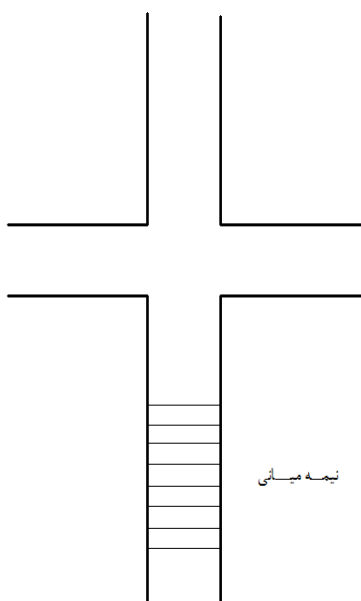
ویژگی های آرماتورهای عرضی (خاموت ها) در ناحیه L0 :

- قه باید حداقل ۸ میلیمتر باشد

- فواصل بین خاموت ها باید کوچکتر از کمترین مقادیر زیر باشد:

۱- شکل پذیری متوسط:

کمترین مقادیر زیر:



الف- ۸ برابر قطر کوچکترین میلگرد ستون

ب- ۲ برابر قطر خاموت

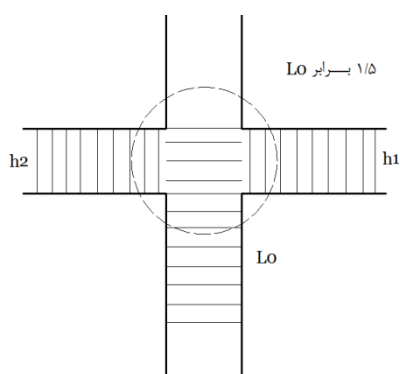
ج- نصف کوچکترین ضلع مقطع ستون

د- ۲۵ میلیمتر

- فاصله اولین خاموت از بر اتصال ستون به تیر نباید بیشتر از نصف فاصله خاموت که در ناحیه بحرانی است در نظر گرفته شود.
- استفاده از وصله پوششی در میلگرد های طولی فقط در نیمه میانی طولی ستون مجاز است که طول پوششی این وصله ها برابر طول پوششی وصله های کششی در نظر گرفته می شود

## ۲- شکل پذیری زیاد:

کمترین مقادیر زیر:



الف.  $1/4$  کوچکترین ضلع مقطع ستون

ب. ۶ برابر کوچکترین قطر میلگرد طولی

ج. ۱۲۵ میلیمتر

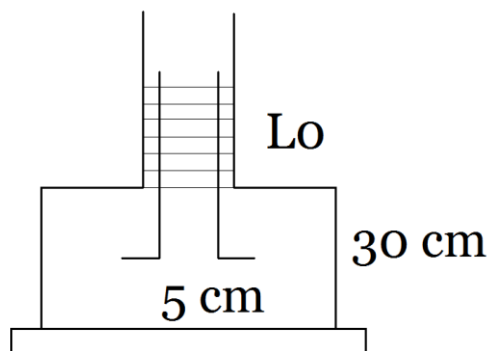
اتصال تیر به ستون در قالب ها:

در اتصالات تیرها به ستون ها باید در طول ارتفاع تیر خاموت ها به مقدار حداقل زیر در نظر گرفته شود

- فاصله بین خاموت ها باید  $1/5$  برابر فاصله خاموت ها در ناحیه  $L_0$  باشد و قطر آنرا فی  $\emptyset 8$  در نظر گرفت.

در محل اتصال ستون به شالوده:

آرماتور طولی ستون که به داخل پی برده می شود باید در طولی حداقل برابر  $30\text{cm}$  با آرماتور عرضی مطابق ضوابط گفته شده تقویت گردد.

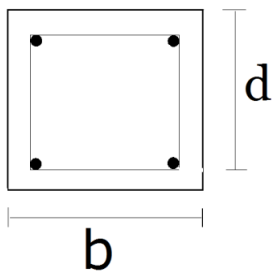


ضوابط طراحی ویژه:

۱- محدودیت های هندسی:

۲- مقدار آرماتور طولی:

در قسمت قبل نسبت آرماتورها هم در پایین وهم در بالای مقطع نباید کمتر از سه مقدار زیر باشد  
 نکته: حداقل دو میلگرد با قطر ۱۲ میلیمتر هم در پایین وهم در بالای مقطع به کار رود.



ظوابط استفاده از وصله پوششی:

استفاده از وصله ی پوششی در محل های زیر مجاز نمیباشد:

الف - در اتصالات تیرها به ستون ها

ب- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع از بر تکیه گاه

ج- در محل های که امکان تشکیل مفصل پلاستیک در آنها وجود دارد

نکته: فواصل بین آرماتور عرضی (خاموت) در بر گیرنده وصله نباید بیشتر از  $\frac{1}{4}$  ارتفاع موثر مقطع ۱۰۰ میلیمتر اختیار شود

### طول ناحیه بحرانی در تیرها (L<sub>0</sub>):

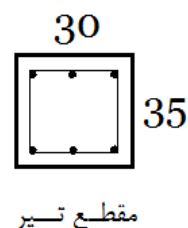
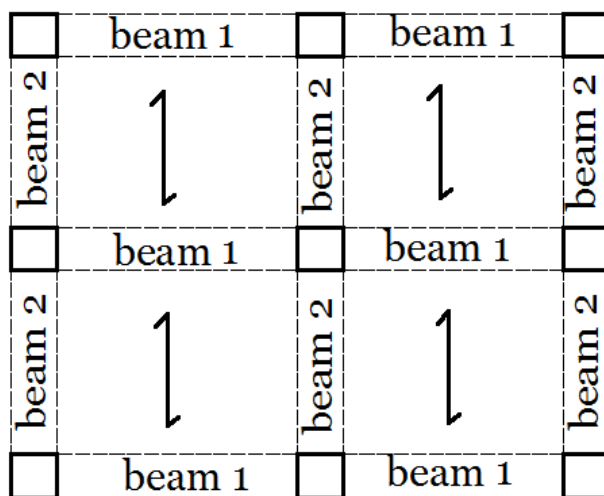
این طول برابر است با دو برابر ارتفاع مقطع تیر از بر تکیه گاه به سمت وسط دهانه

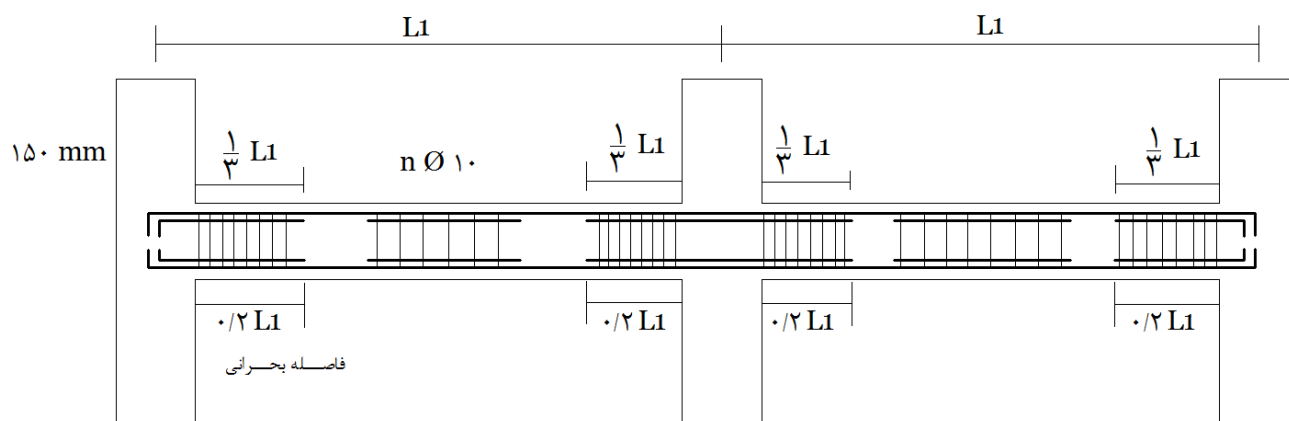
### چند ضابطه مربوط به قسمت ۲

۱- در هر عضو خمشی حداقل  $\frac{1}{4}$  آرماتور موجود در مقطع تکیه گاه ها در انتها که آرماتور بیشتری دارد باید از سراسر طول تیر در بالا و پایین ادامه داده شود

۲- حداقل  $\frac{1}{3}$  آرماتور خمشی مثبت در قطعات با تکیه گاه ساده و  $\frac{1}{4}$  آرماتور خمشی مثبت در قطعات یکسره باید در طول تیر تا روی تکیه گاه ادامه یابند و به اندازه حداقل ۱۵۰ میلیمتر در داخل تکیه گاه قرار گیرد

۳- حداقل  $\frac{1}{3}$  آرماتور خمشی منفی موجود در تکیه گاه یک عضو خمشی باید از بر تکیه گاه به سمت وسط دهانه ادامه یابد.





نکته :

به اندازه هر کدام از آنها کم می کنیم به آرماتور تقویتی اضافه میکنیم یعنی اگر 2cm راکم کنیم باید 6cm به آرماتور تقویتی اضافه کنیم .

فاصله خاموت ها در ناحیه بحرانی :

الف: فاصله خاموت ها در ناحیه بحرانی (S) باید کمتر از min مقادیر زیر باشد:

$$1 - d \frac{1}{4}$$

۲ - کوچکترین قطر میلگرد طولی

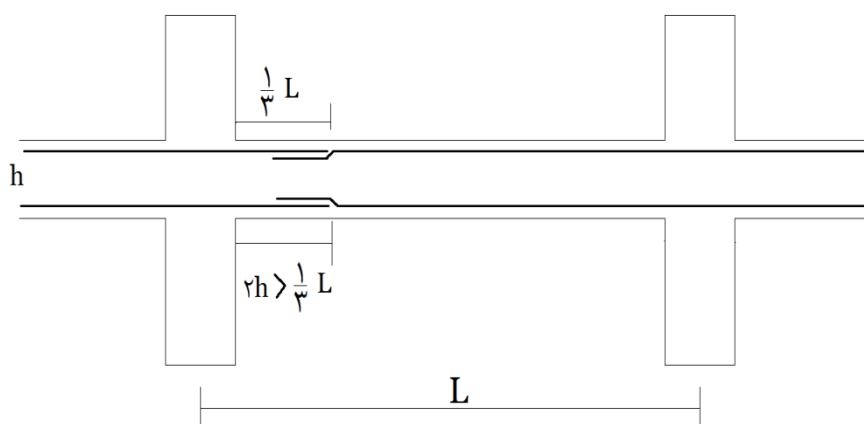
۳ - 24 برابر قطر خاموت ها

۴ - 340

۵ - 5cm: فاصله آخرین میلگرد تا تیر کمتر از 5cm باشد.

۶ - حداقل قطر خاموت

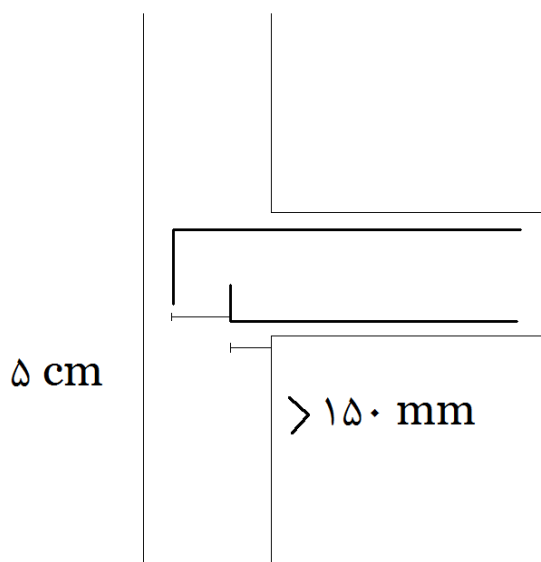
محل قطع آرماتورهای اصلی :



نکته : وصله باید  $\frac{1}{3}$  تیر در پایین دهانه یا در  $\frac{1}{2}$  بالای دهانه



جزئیات اتصالات تیر به ستون کناری و خم میلگرد:

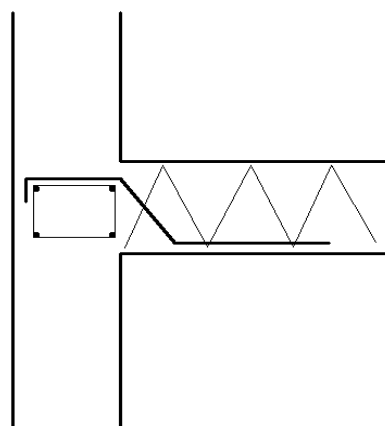
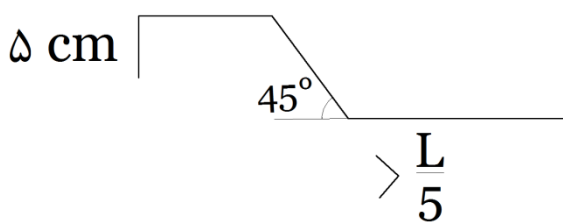
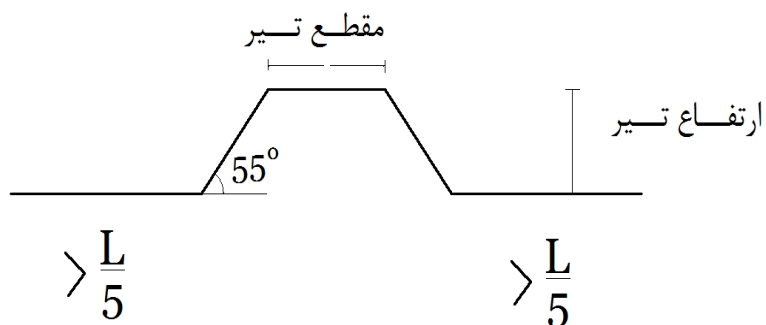
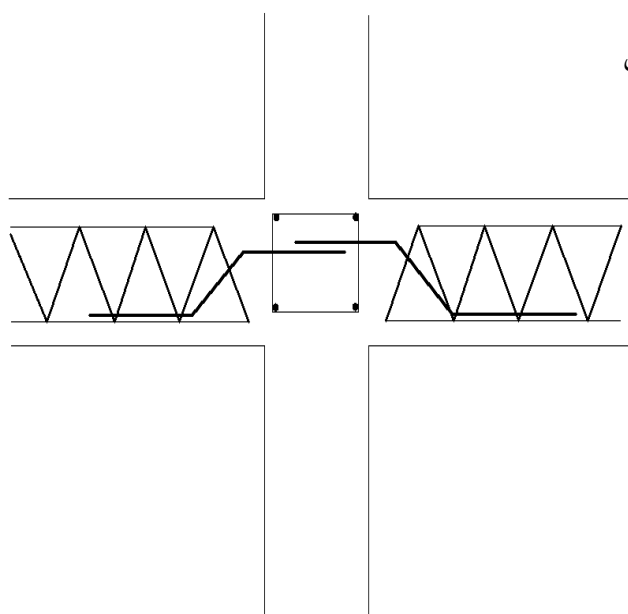


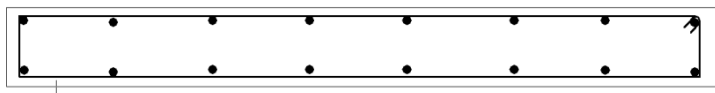
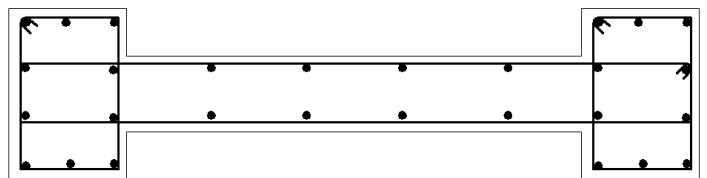
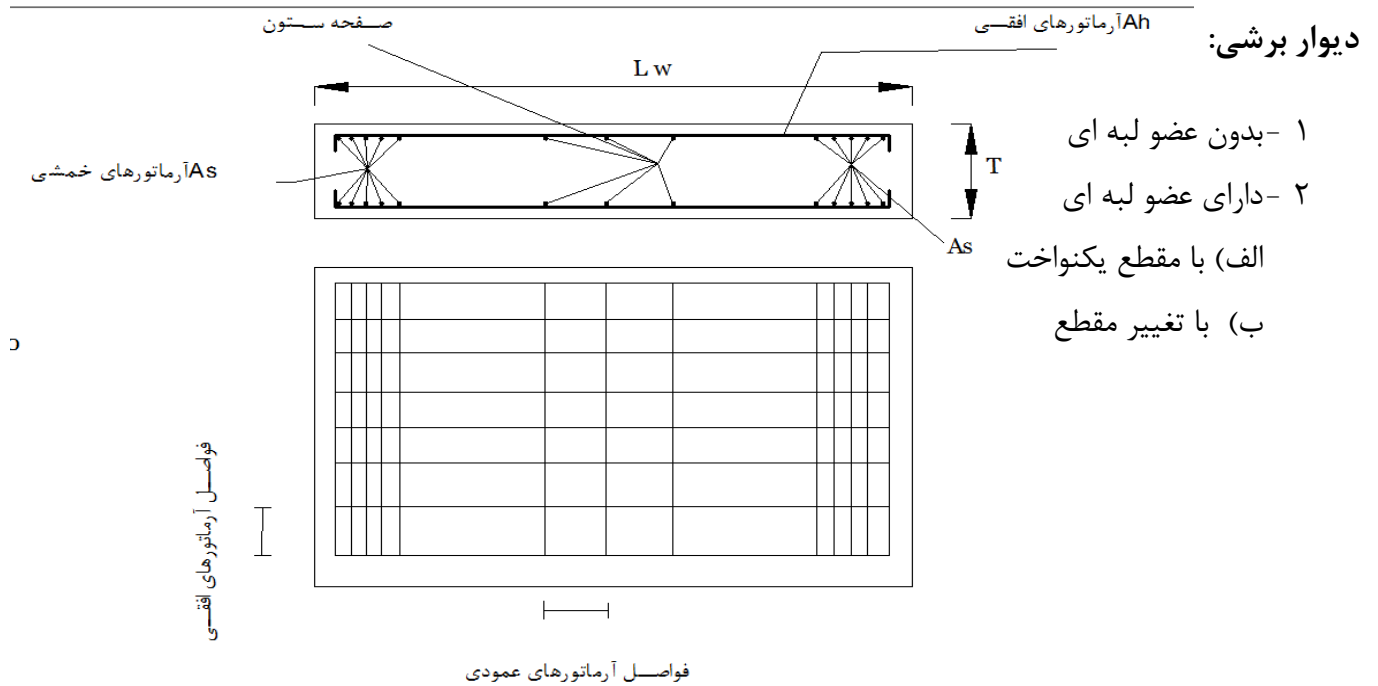
### سقف تیرچه بلوک:

- ۱- عرض تیرچه بلوک نباید کمتر از 10cm و ارتفاع آن نباید از 3/5 برابر عرض آن باشد.
- ۲- فاصله آزاد تیرچه ها نباید بیشتر از 75cm باشد.
- ۳- میلگرد افت حرارت حداقل 6mm و به صورت عمود بر هم و فاصله بین آنها بیشتر از 25cm نباشد.

### ضوابط مربوط به تیرچه :

- ۱- قراردادن میلگرد (ادکا) در ناحیه اتصال تیر به ستون های میانی

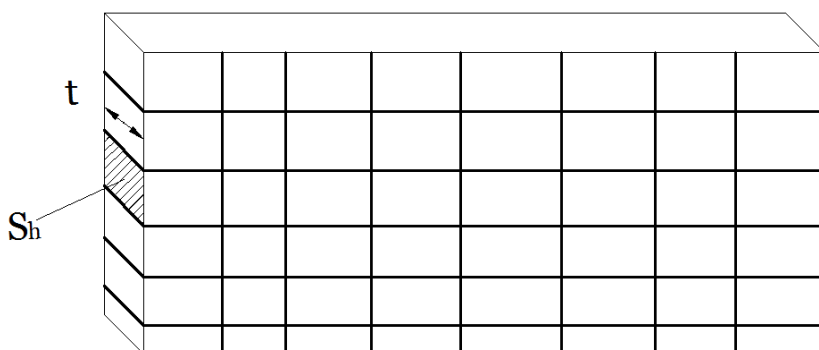




نمونه هایی از پلان دیوار برشی:

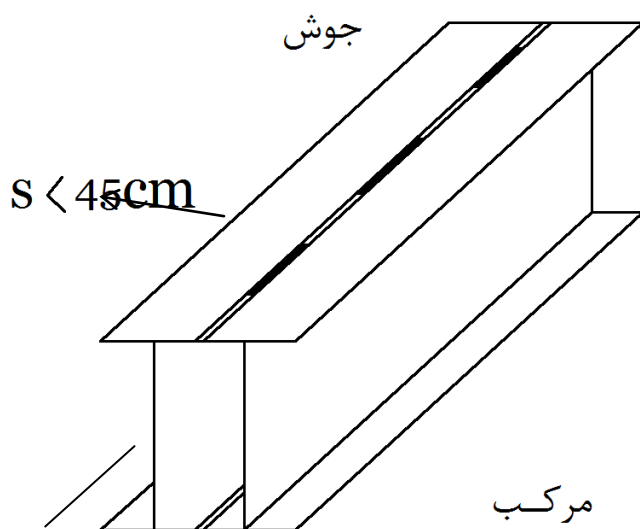
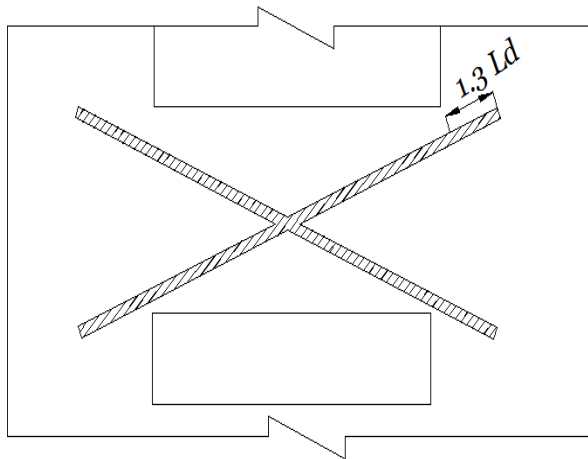


ظوابط مربوط به محدودیت آرماتورهای دیوار برشی:



حداقل آرماتور قائم و افقی  
 حداکثر مقدار آرماتور افقی و قائم

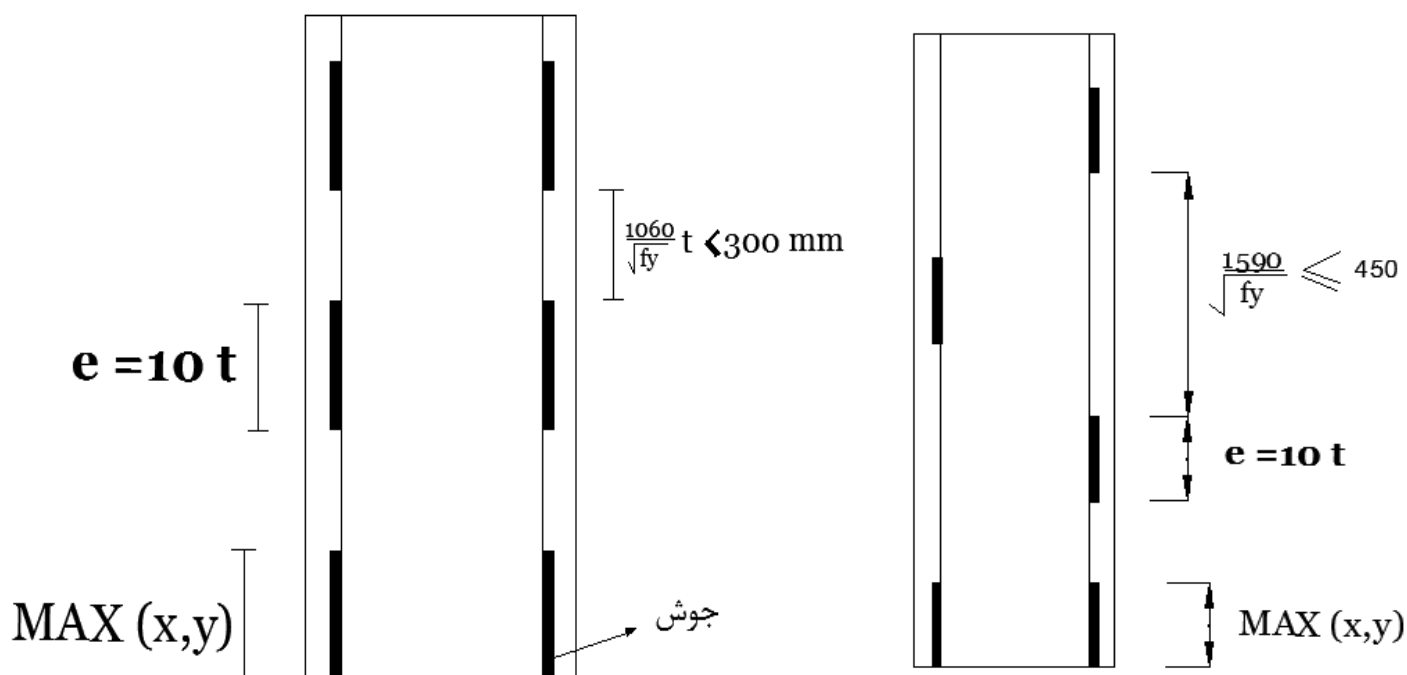
استفاده از آرماتورهای همبند در دیوار برشی با بازشو:



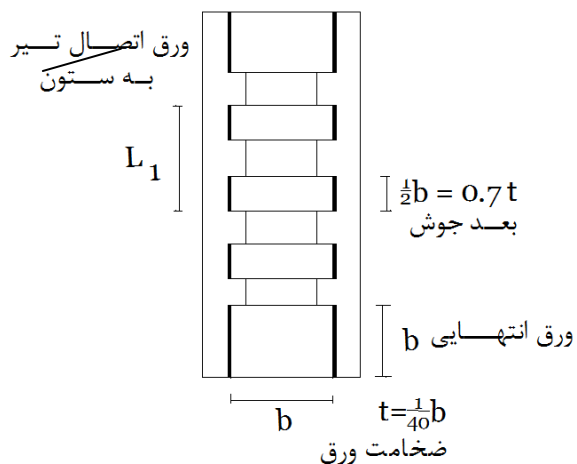
سازه های فولادی:

ستون ها:

- ۱- اعضای فشاری ساده
- ۲- اعضای فشاری مرکب
- ۳- اعضای فشاری مرکب با ورقهای سرتاسری

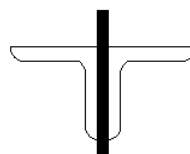
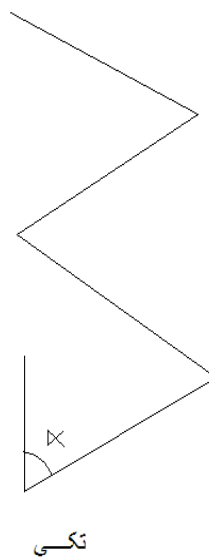
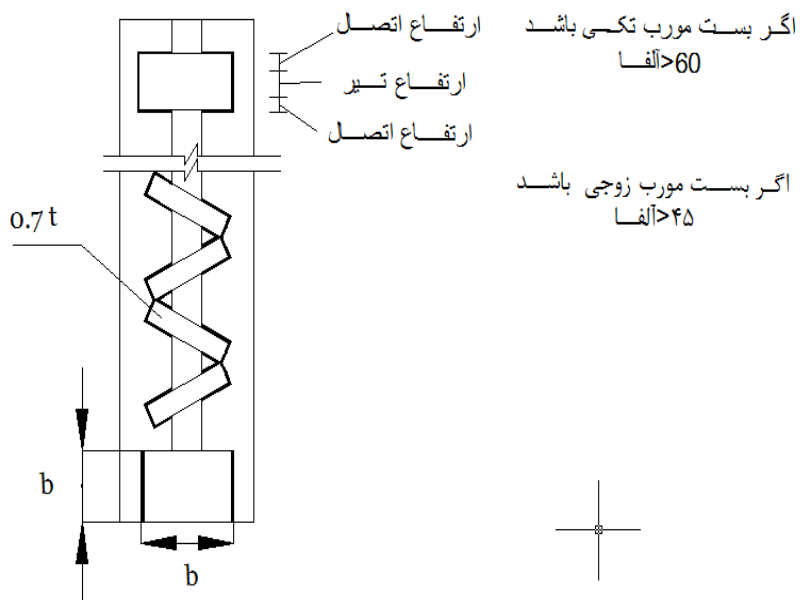


ارتفاع اتصال = ارتفاع تیر + ارتفاع اتصال مثل نبشی



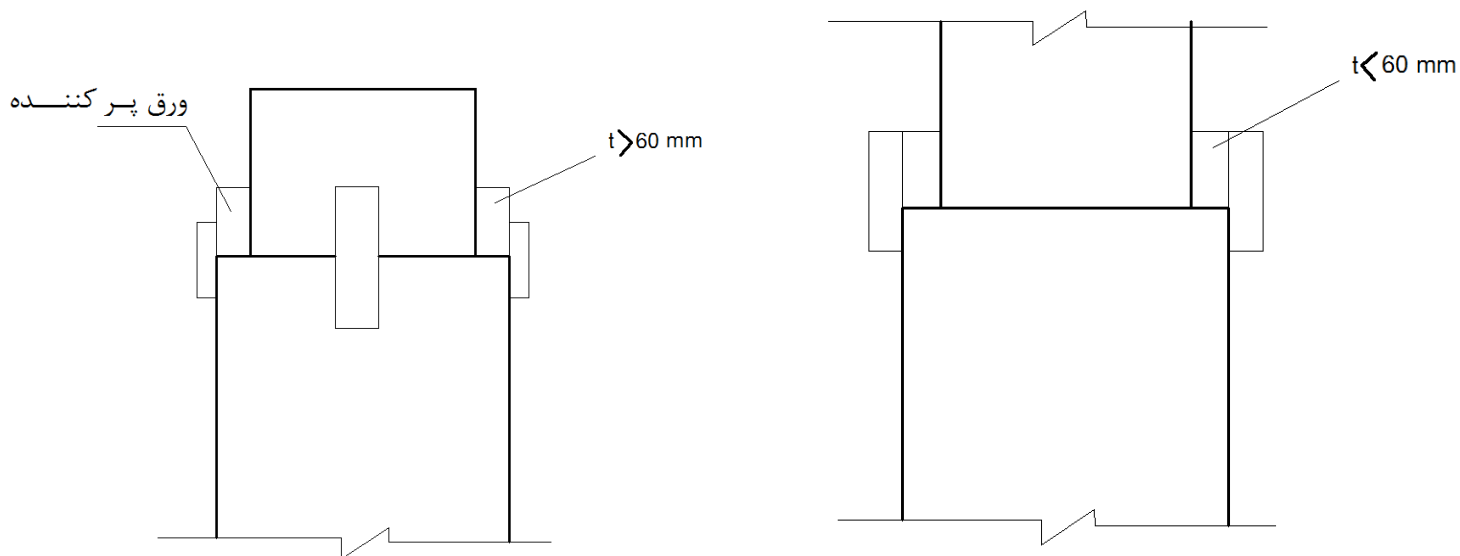
۴- اعضای فشاری مرکب با بست های موازی:

۵- اعضای فشاری مرکب با بست های مورب:

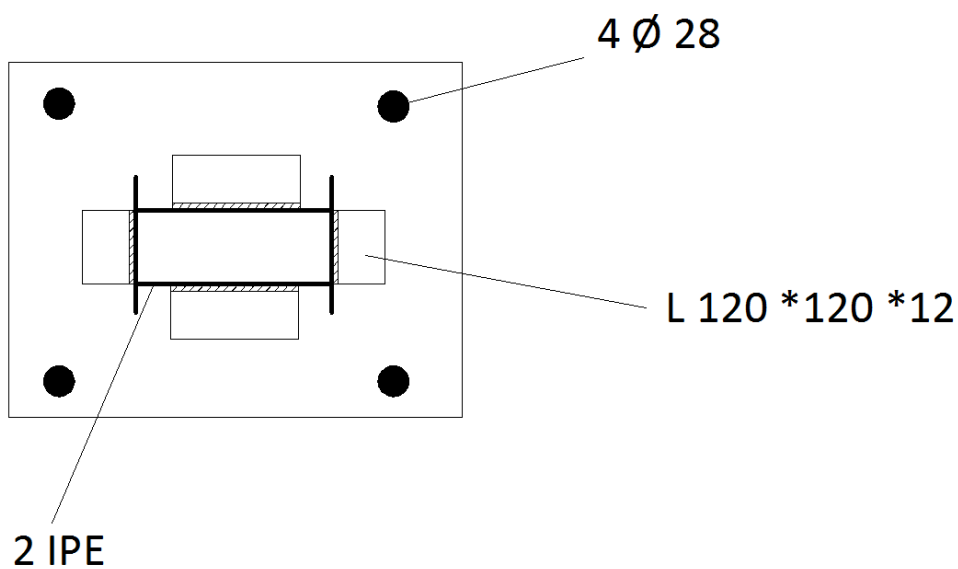


فواصل بین لقمه ها  $\frac{L_1}{R_1} < \frac{3}{4} \left( \frac{KL}{R} \right) \min$   
 حداقل شعاع ژیراسیون  
 مقطع تک مربوط به کل عضو

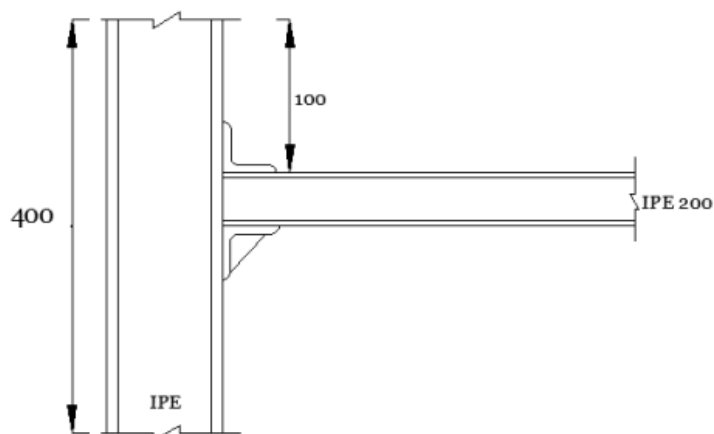
ستون ها دو IPE با بست های موازی می باشد.



صفحه ستون:



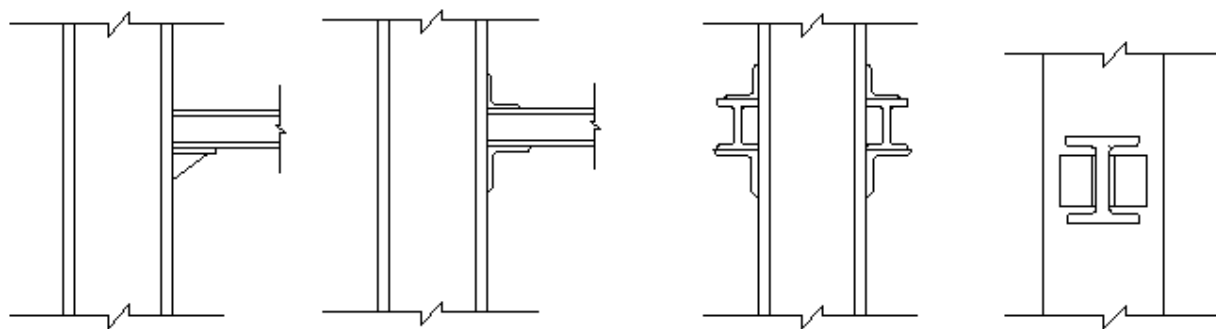
انواع اتصالات تیر و ستون:



- ۱- اتصال ساده
- ۲- اتصال صلب
- ۳- اتصال نیمه صلب

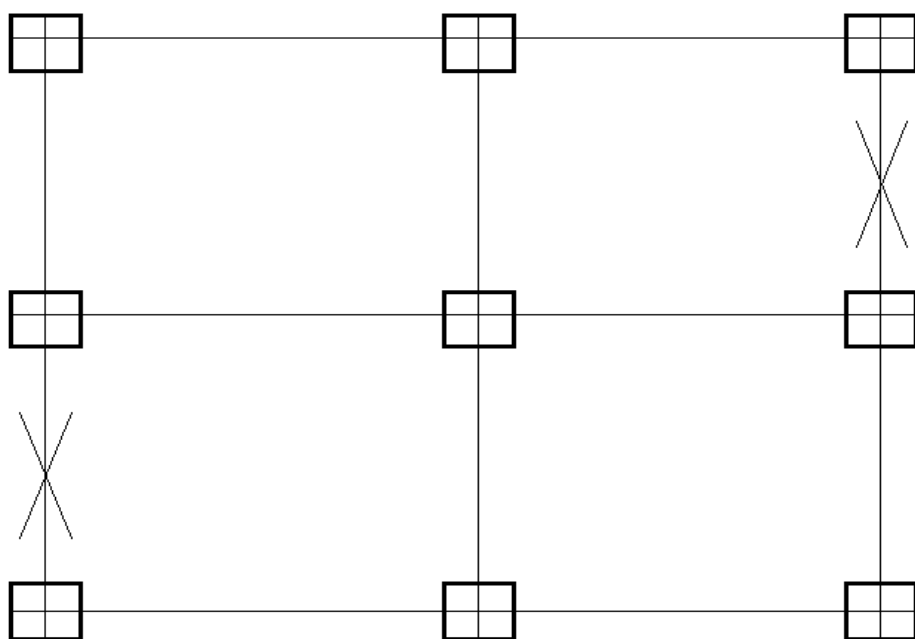
## اتصال صلب:

الف) اتصال با نبشی جان      ب) اتصال خورجینی      ج) اتصال با نبشی نشیمن      د) اتصال با نشیمن سخت شده

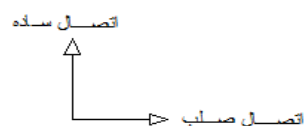


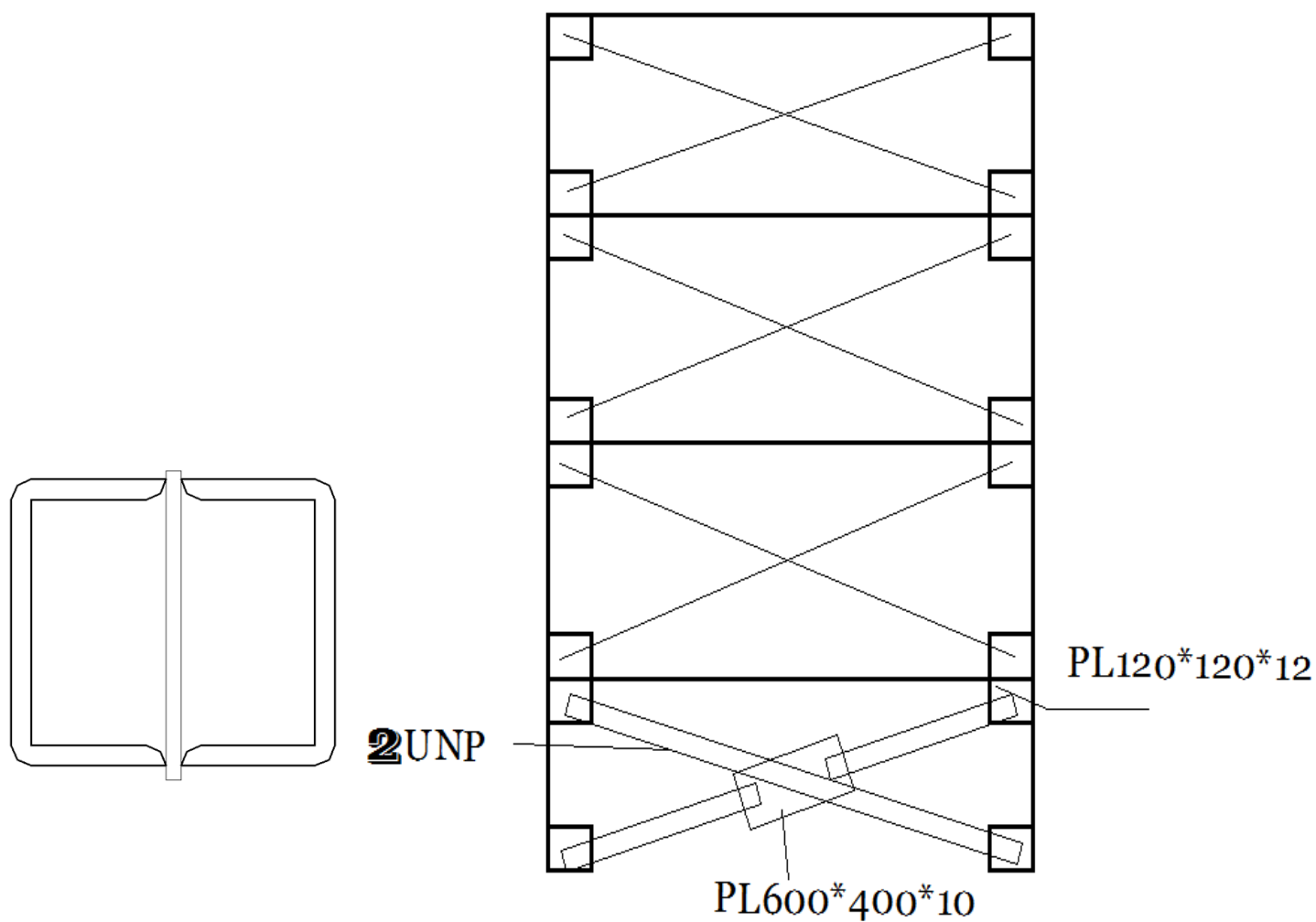
## اتصال صلب:

شکل های صفحات ۳۸۲ الی ۳۸۷ از مبحث دهم



جزئیات اتصال بادبندها:



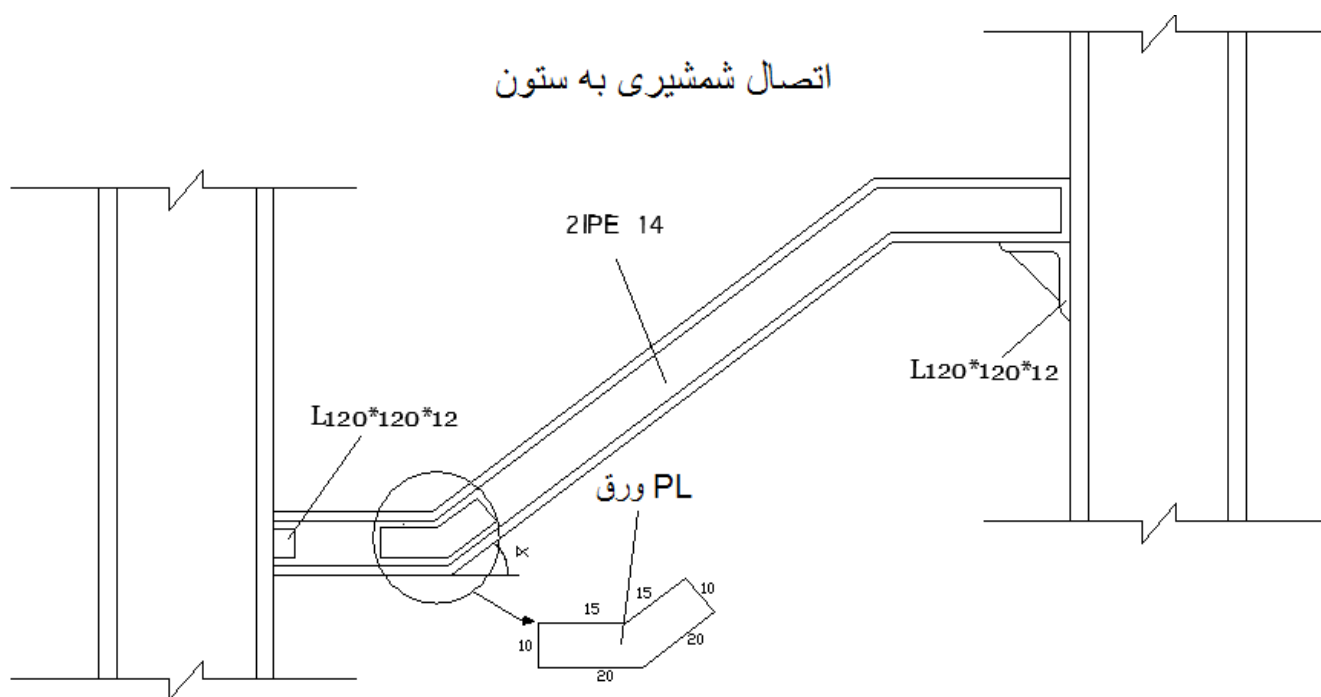


پلکان در ساختمان فلزی:

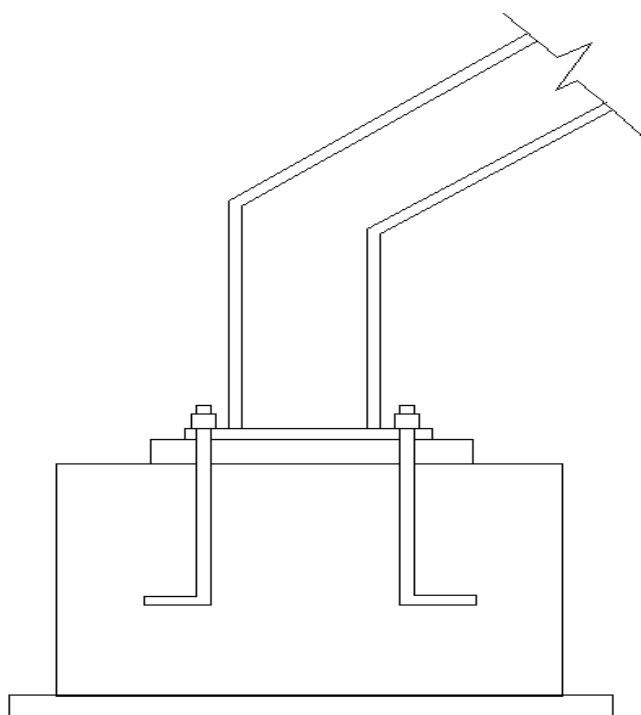
نحوه مونتاژ نمودن تیرهای شمشیری:



نحوه اتصال تیر شمشیری به ستون:



نحوه اتصال شمشیری به فونداسیون:



جزئیات اتصال شمشیری به فونداسیون