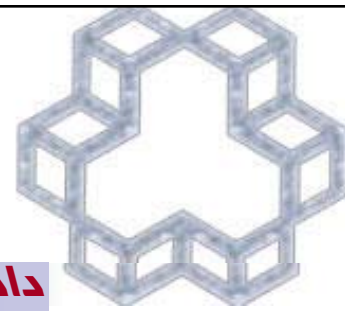




فصل سوم

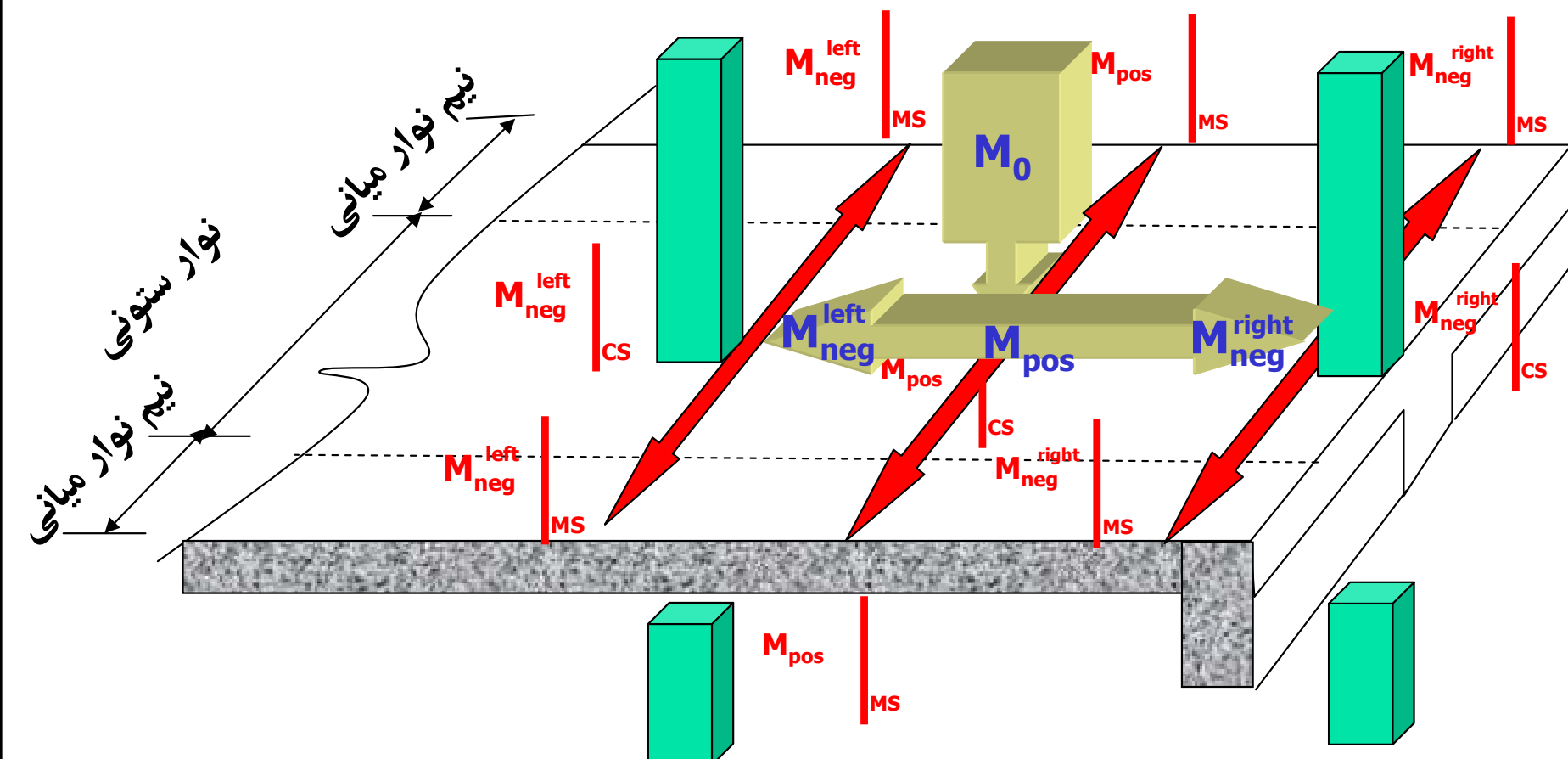
بخش دوم
• روش مستقیم (DDM)

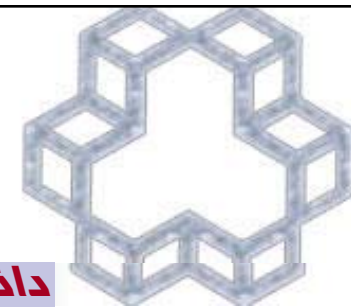
تحلیل و طراحی دالها

- ۱- روش مستقیم
- ۲- کنترل برش

جزوه جتن ۲

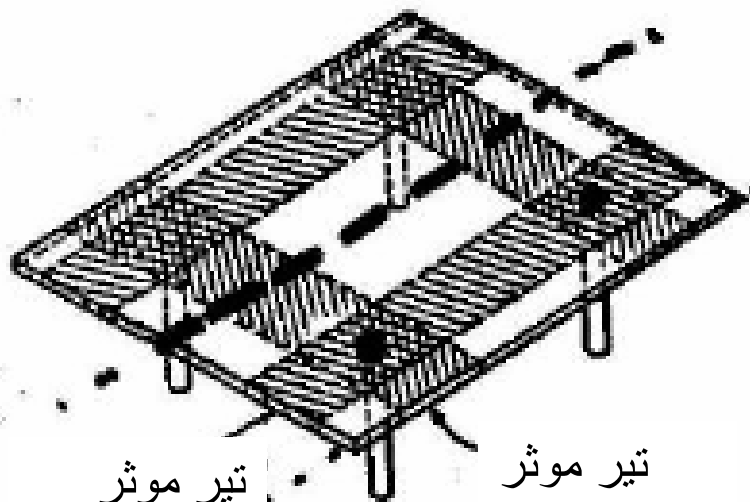
تدوین : دکتر سید بهرام بهشتی





دالهای دو طرفه متکی بر ستونها (نوار ستونی و نوار میانی)

در دلهای تخت،
نوارهایی از دال که
در میان ستونها قرار
دارند نقش تیرها را
بعده دارند.



دیدیم روش ضرایب برای محاسبه دالهایی که در چهار طرف تیر با سختی قابل ملاحظه ای قرار داشته باشد، قابل کاربرد است. اگر تیرهای فوق موجود نبوده و یا در صورت وجود سختی چشمگیری نداشته باشند، می باید به یکی از دو روش زیر دال تحلیل کردند.

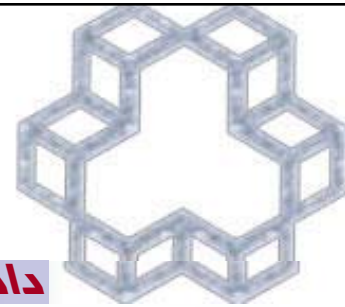
روش تحلیل مستقیم (Direct Design Method-DDM) :

بر اساس نتایج تجربی ضرایبی برای تقسیم لنگر استاتیکی کل بین دو انتها و وسط دهانه معرفی می کند.

روش قاب معادل (Equivalent Frame Method-EFM) :

با استفاده از تحلیل الاستیک مثل پخش لنگر مقادیر لنگرهای طراحی را محاسبه می شود.

روشهای فوق دارای محدودیتهای کاربردی هستند که در جای خود توضیح داده می شوند.



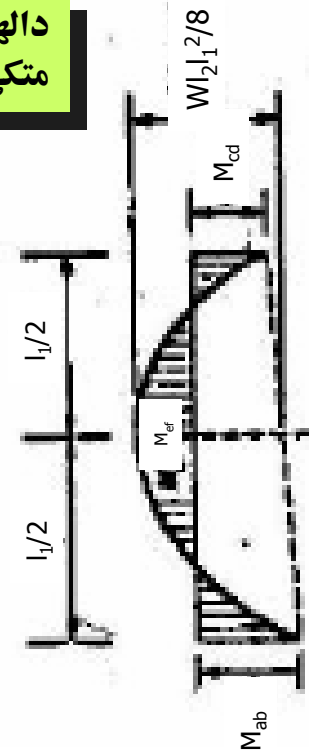
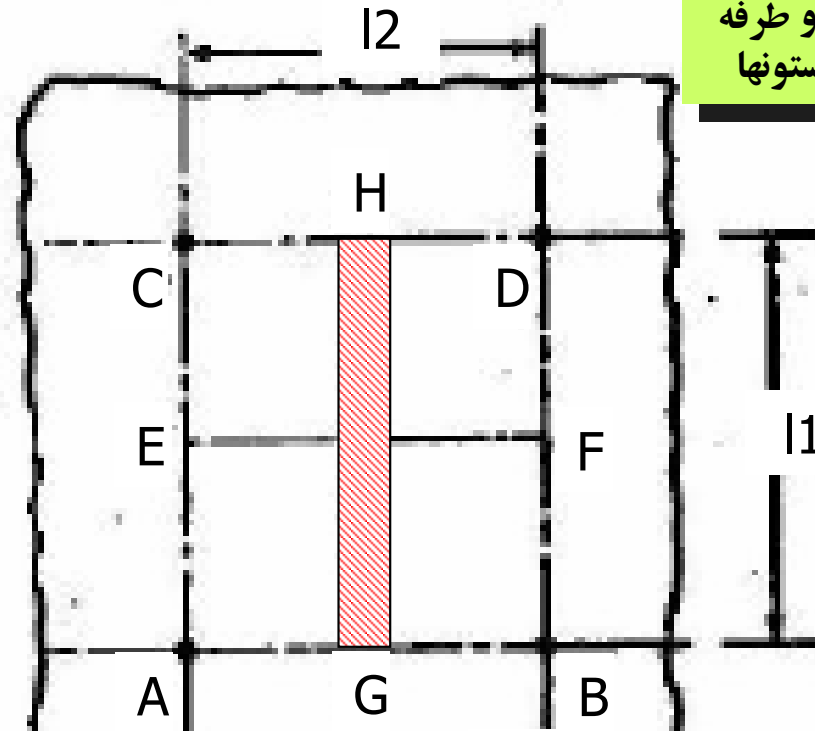
$$\frac{M_{ab} + M_{cd}}{2} + M_{ef} = \frac{1}{8} w L_2 L_1^2$$

$$\frac{M_{ac} + M_{bd}}{2} + M_{gh} = \frac{1}{8} w L_1 L_2^2$$



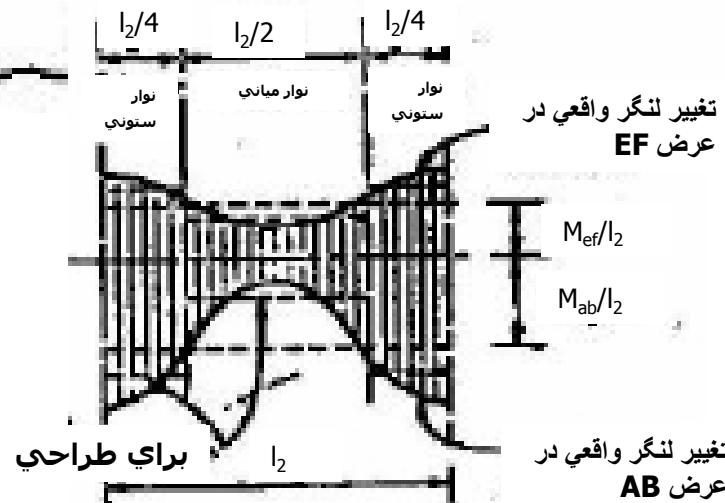
روابط فوق هیچ اطلاعی از مقادیر لنگرها نمی دهند
مقدار لنگرها بستگی به سختی نسبی دهانه ها و
ستونهای تکیه گاهی و حالات قرارگیری بارها دارد

دالهای دو طرفه
متکی بر ستونها

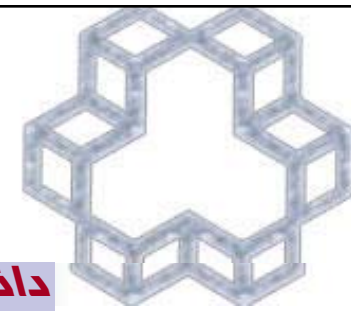


لنگرها در عرض نوار تغییر می کنند. مطابق شکل
مقدار لنگرها را در نوارهای ستونی و میانی فرضی
به صورت خط چین میانگین گرفت.

لنگرهای طراحی در عرض نوارهای ستونی و
میانی متوسط گرفته می شوند مگر آنکه در حد
واصل بین ستونها تیر وجود داشته باشد که در این
صورت قسمت اعظم لنگر خمش در نوار ستونی
سهم تیر خواهد شد.



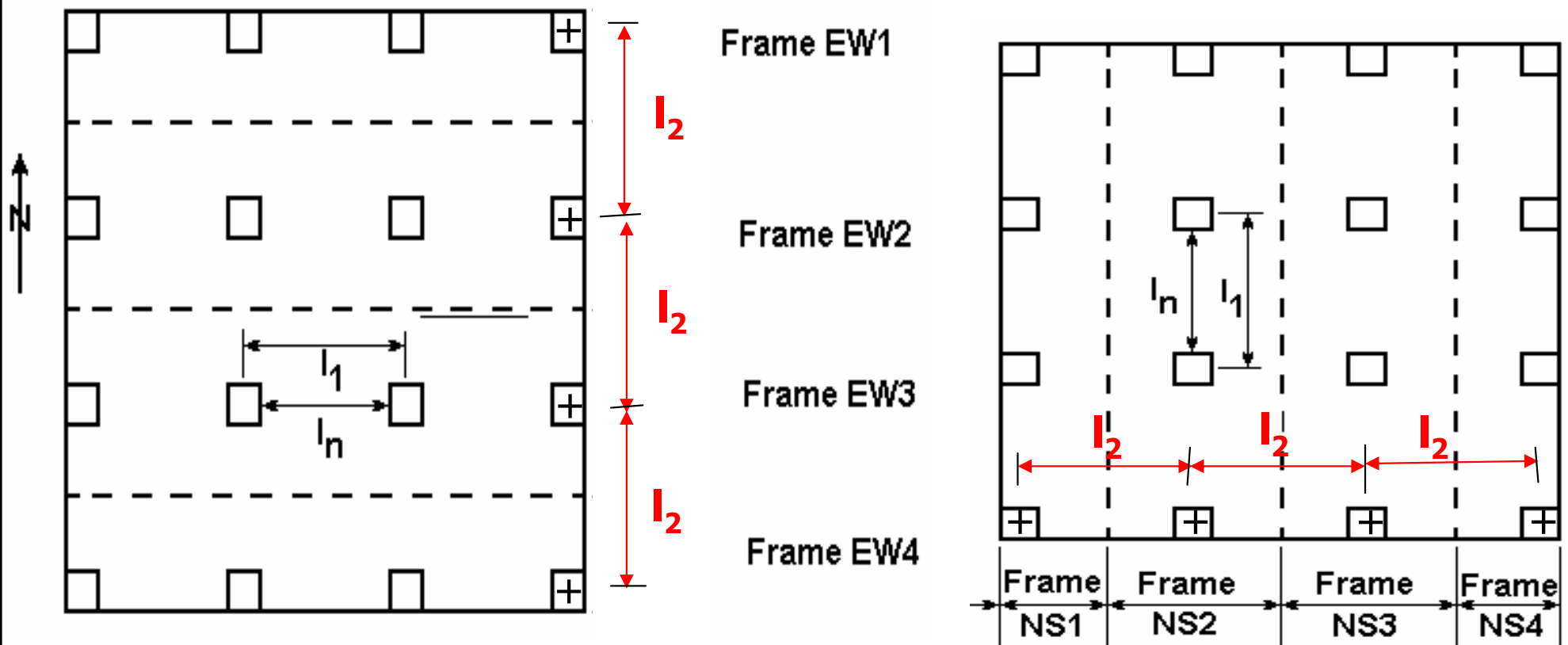
شکل این تغییرات
بستگی به وجود یا
عدم وجود تیر در
محور واصل ستونها-
کتیبه، سرستونها و
شدت بار وارده دارد.

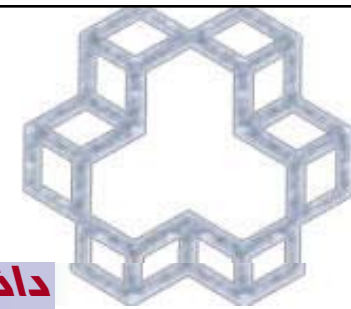


قابهای مورد تحلیل - نوار پوششی

فرض می گردد که دال از قابهایی در دو جهت عمود بر هم تشکیل شده است.

به قسمتی از سیستم دال که در دو سمت محور ستونهای واقع در یک ردیف در پلان قرار می گیرد و به محورهای طولی گذرانده از وسط چشمه های مجاور محدود می شود، **نوار پوششی** گویند.

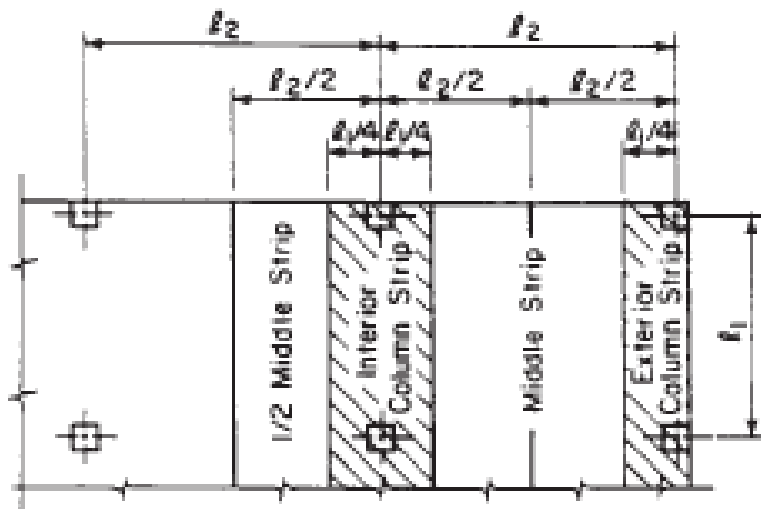




نوار ستونی: نوارهای ستونی طراحی در هر طرف آکس ستونها به پهنای کوچکترین $0.25l_2$ و $0.25l_1$ قرار می گیرند

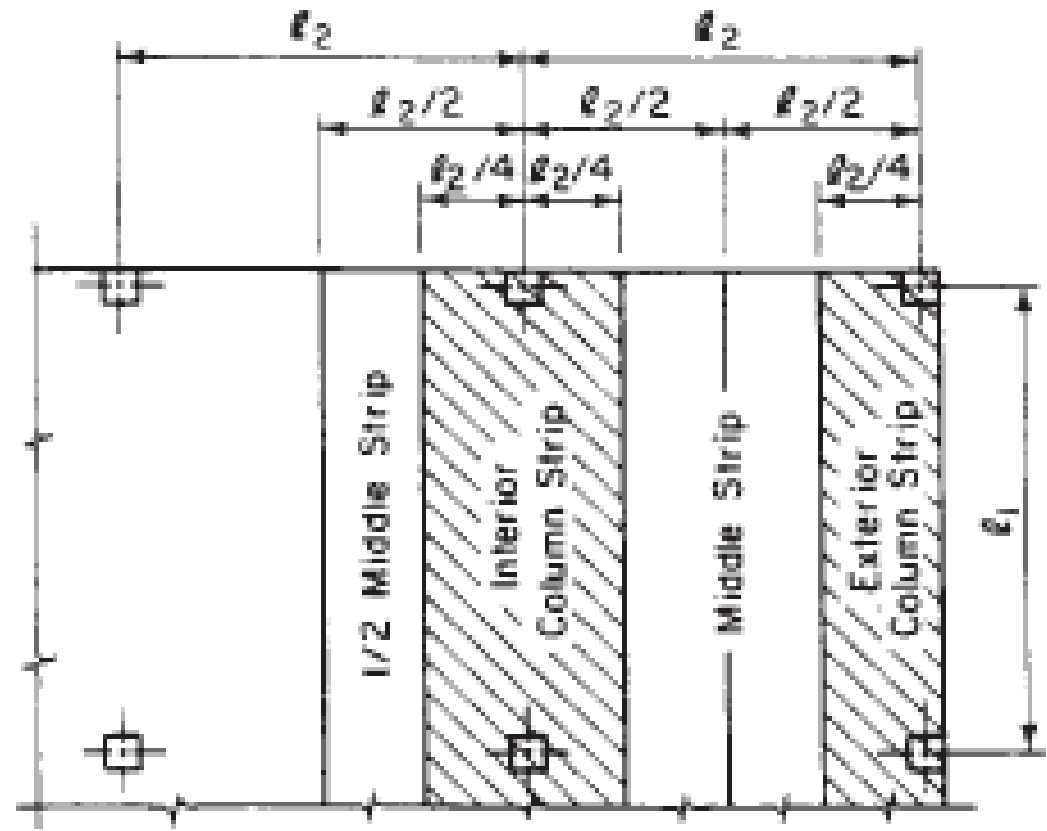
l_1 = طول دهانه در جهتی که لنگرها محاسبه می شوند

l_2 = طول دهانه عمود بر l_1

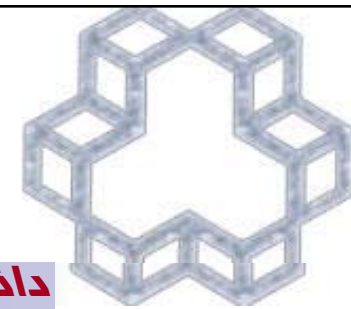


(b) Column Strip for $l_2 > l_1$

نوار میانی: نوار میانی در میان دو نوار ستونی قرار دارد

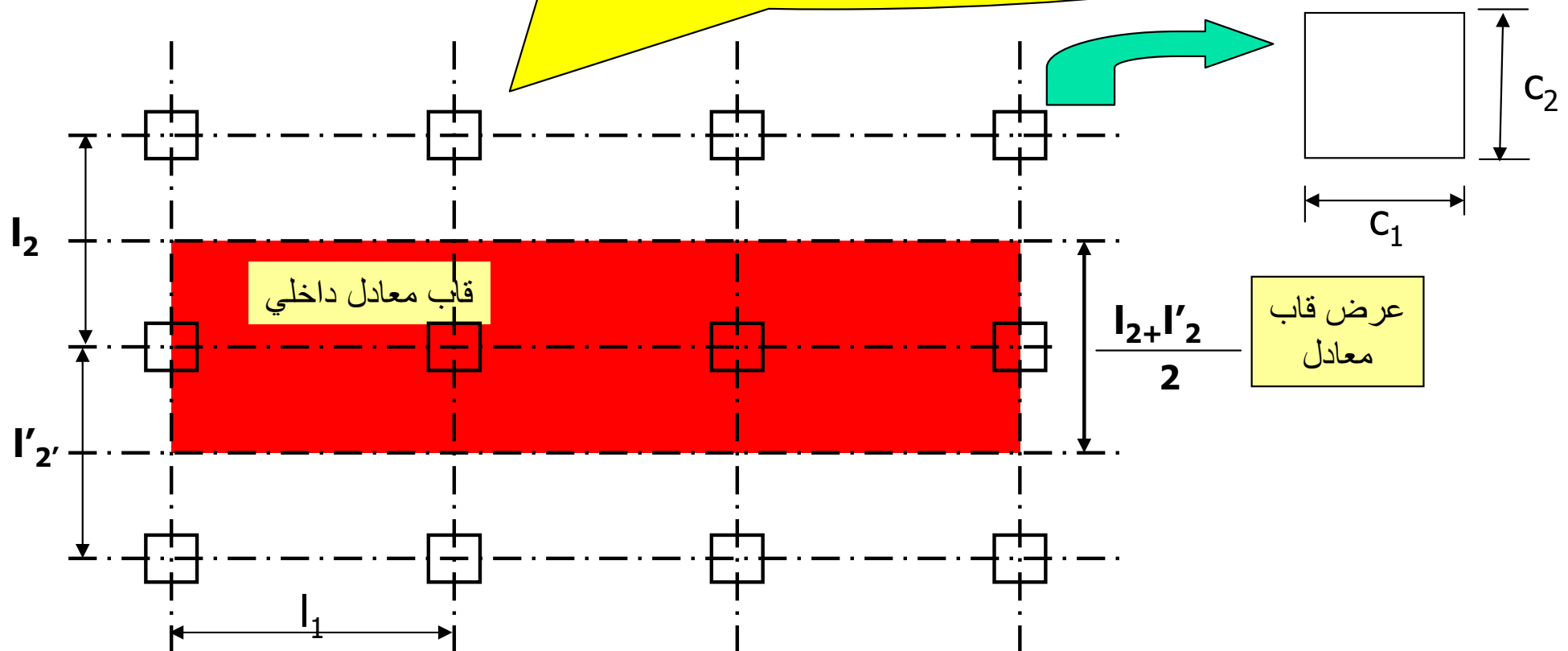


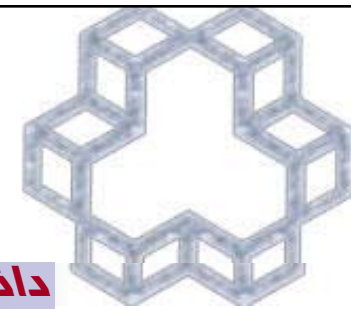
(a) Column Strip for $l_2 \leq l_1$



تحلیل دالهای دو طرفه تحت بارهای قائم

به عنوان قرارداد کلیه طولها را در جهت مورد بررسی با اندیس ۱ (مثل بعد ستون C_1 و یا طول دهانه l_1) و در جهت عمود بر قاب با اندیس ۲ (مثل بعد ستون C_2 و یا عرض نوار پوششی l_2) معرفی می کنیم

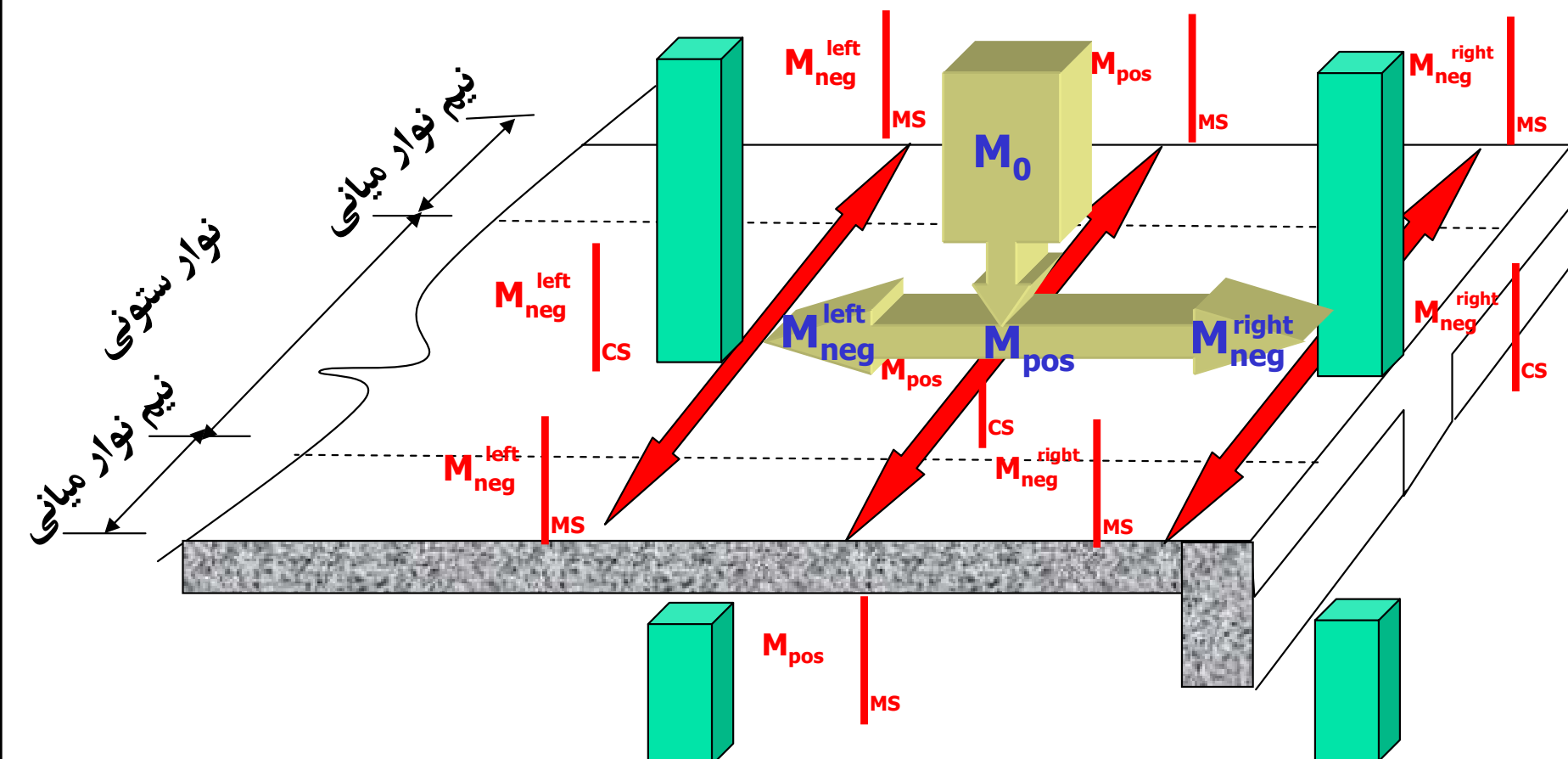


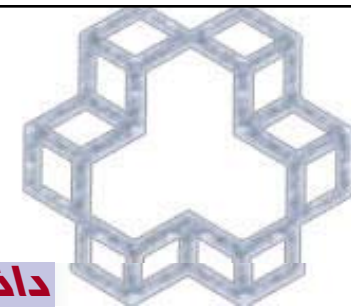


روش تقسیم لنگر استاتیك كل M_0 به لنگرهای مثبت و منفی

روش تحلیل مستقیم (DDM)

در این روش لنگر استاتیك كل M_0 ابتدا در طول دهانه Ln بر اساس آنکه دهانه داخلی یا خارجی است به لنگرهای مثبت در وسط دهانه و منفی در لبه تکیه گاه تقسیم می شود سپس لنگرهای فوق به صورت عرضی پخش می شود. ابتدا سهم نوار ستونی معلوم شده و باقی مانده به نوار میانی می رسد. سهم نوار ستونی در صورت وجود تیر بر اساس نسبت سختی تیر به دال بین آنها تقسیم می گردد. بر اساس لنگرهای محاسبه شده مقدار فولادها تعیین می گردد.

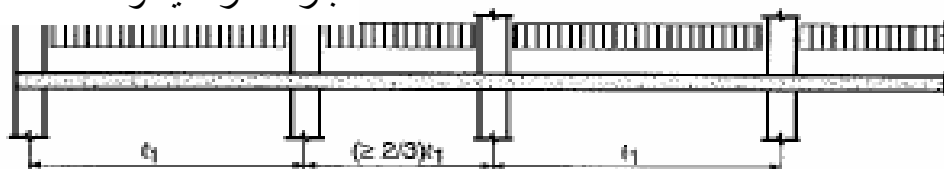




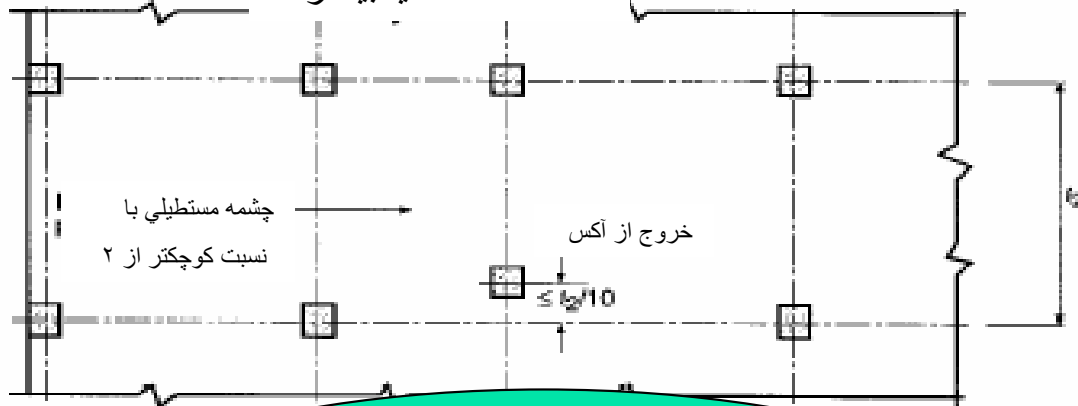
روش تحلیل مستقیم (DDM)

محدودیت ها

بار گسترده یکنواخت $L/D \leq 2$



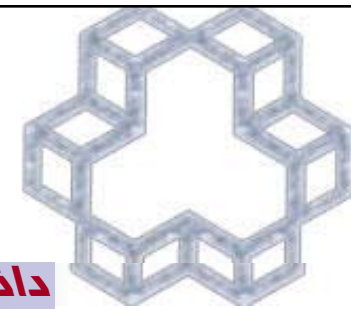
تعداد دهانه سه یا بیشتر



تعریف l_2 در دهانه های کناری برای محاسبه سختی دال تا حدودی متفاوت از تعریف شناخته شده آن می باشد. آن قسمت از دال که با تیر کار می کند باید در محاسبه l_2 منظور گردد. لذا در نوار کناری نصف فاصله ستونهای مجاور بعلاوه نصف عرض ستون باید در محاسبه l_2 منظور گردد.

$$0.2 < \frac{\alpha_1 l_2^2}{\alpha_2 l_1^2} \leq 5$$

- ۱- حداقل سه دهانه ممتد (۳×۳) در هر جهت - (در غیر اینصورت لنگرهای منفی دهانه داخلی کوچک حساب می شوند)
- ۲- پانلهای مستطیلی با نسبت دهانه بلند به کوتاه نباید بیشتر از ۲ باشد - (دال دو طرفه است)
- ۳- بارهای قائم یکنواخت باشد و بارزنده از دو برابر بار مرده بیشتر نباشد.
- ۴- برون محوری هیچ یک از ستونها نسبت به صفحه قاب در هر امتداد از ۱۰ درصد طول دهانه عمود بر صفحه قاب تجاوز نکند.
- ۵- در هر امتداد طول دهانه های متوالی (محور تا محور) نباید بیشتر از یک سوم طول دهانه بلندتر اختلاف داشته باشند.
- ۶- سختی نسبی تیرها در دو امتداد عمود بر هم برای هر پانل که هر چهار لبه دارای تیر است باید در رابطه مقابل صدق کند: (دال دو طرفه است)



ضریب سختی تیر به دال α

این ضریب، تاثیر سختی تیر را در کاهش تغییر شکل پانل های مجاور نشان می دهد

$$\alpha = \frac{\text{سختی خمشی دال/سختی خمشی تیر}}{\text{سختی خمشی دال/سختی خمشی تیر}} = \frac{4E_{cb}I_b / l}{4E_{cs}I_s / l} = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s}$$

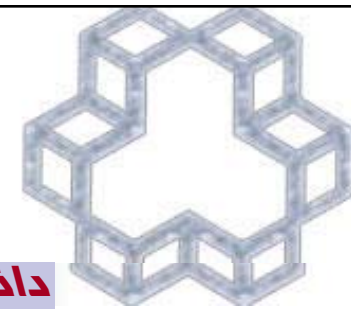
$E_{cb} =$ مدول ارتجاعی بتن تیر

$E_{sb} =$ مدول ارتجاعی بتن دال

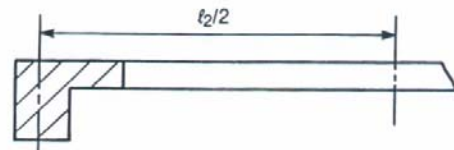
$I_b =$ ممان اینرسی تیر ترك نخورده

$I_s =$ ممان اینرسی دال ترك نخورده

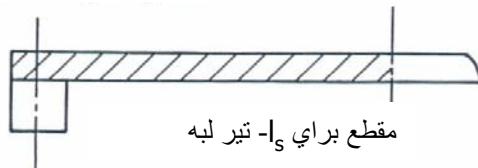
پهنای دال بر اساس فاصله مرکز تا مرکز پانلهای مجاور تیر اندازه گیری می شود.



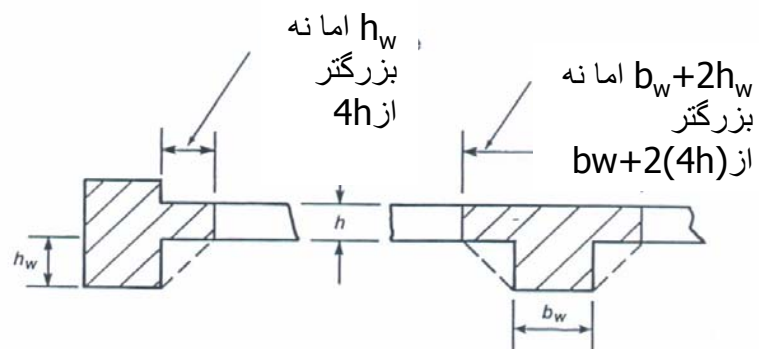
مقاطع تیر و دال برای محاسبه سختی خمشی تیرهای طولی به دال α



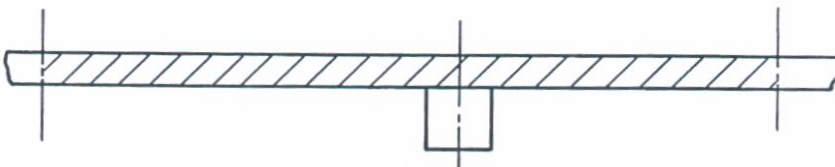
مقطع برای I_b - تیر لبه



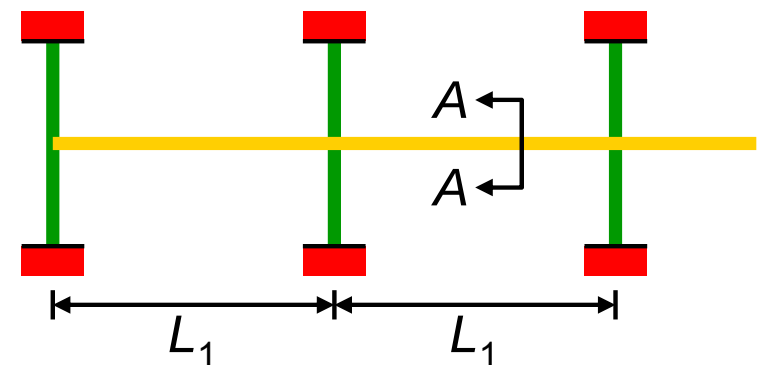
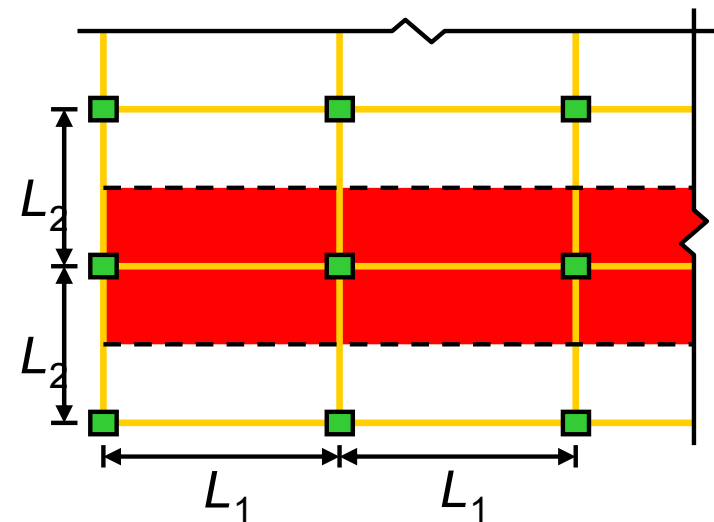
مقطع برای I_s - تیر لبه

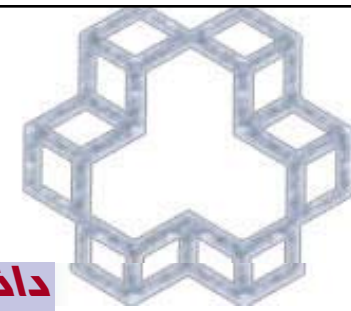


مقطع برای I_b - تیر داخلی

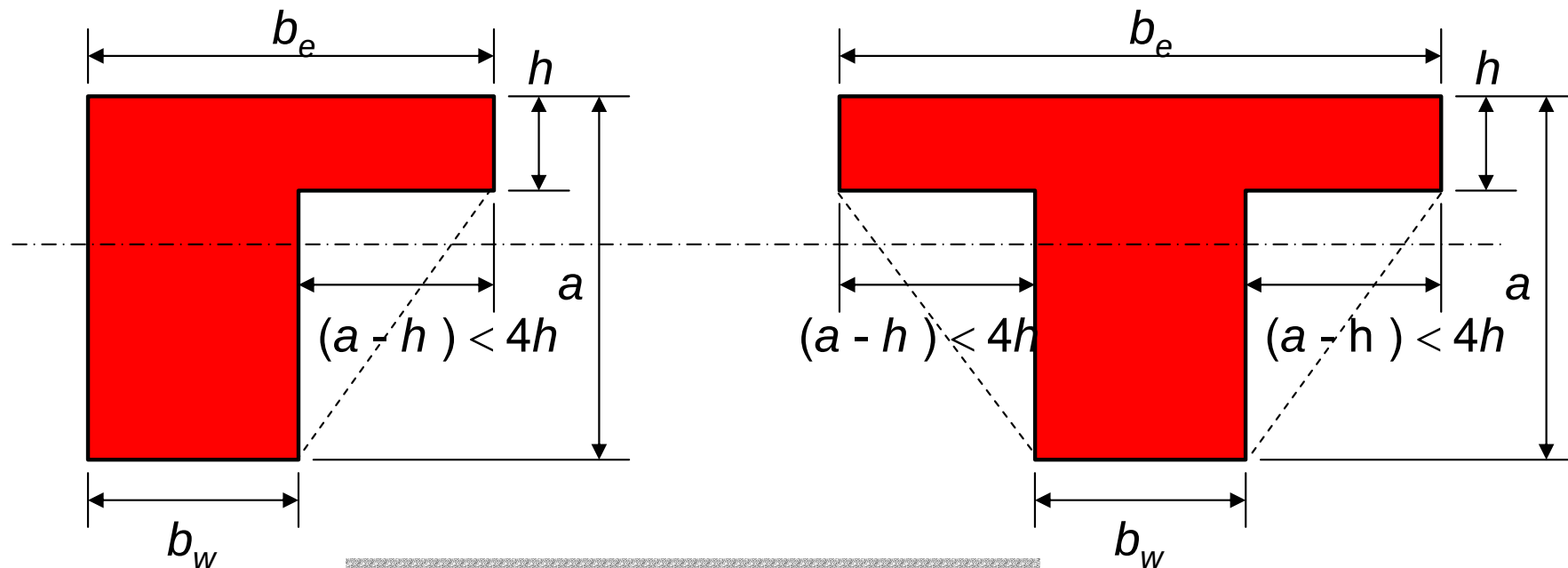


مقطع برای I_s - تیر داخلی



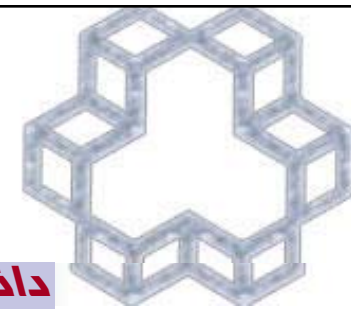


لنگر لختی مقطع عرضی

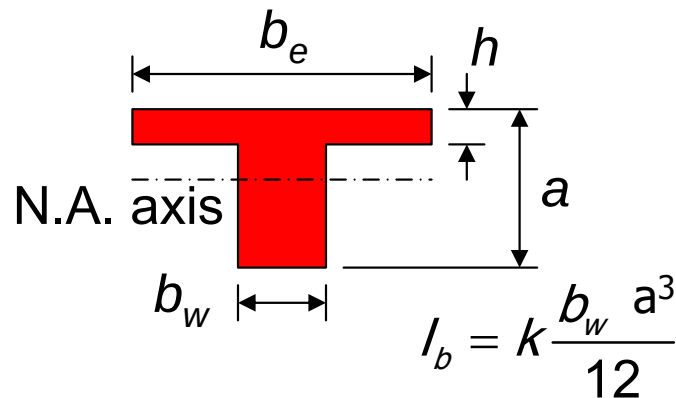


$$I_b = k \frac{b_w a^3}{12}; \eta = \frac{h}{a}$$

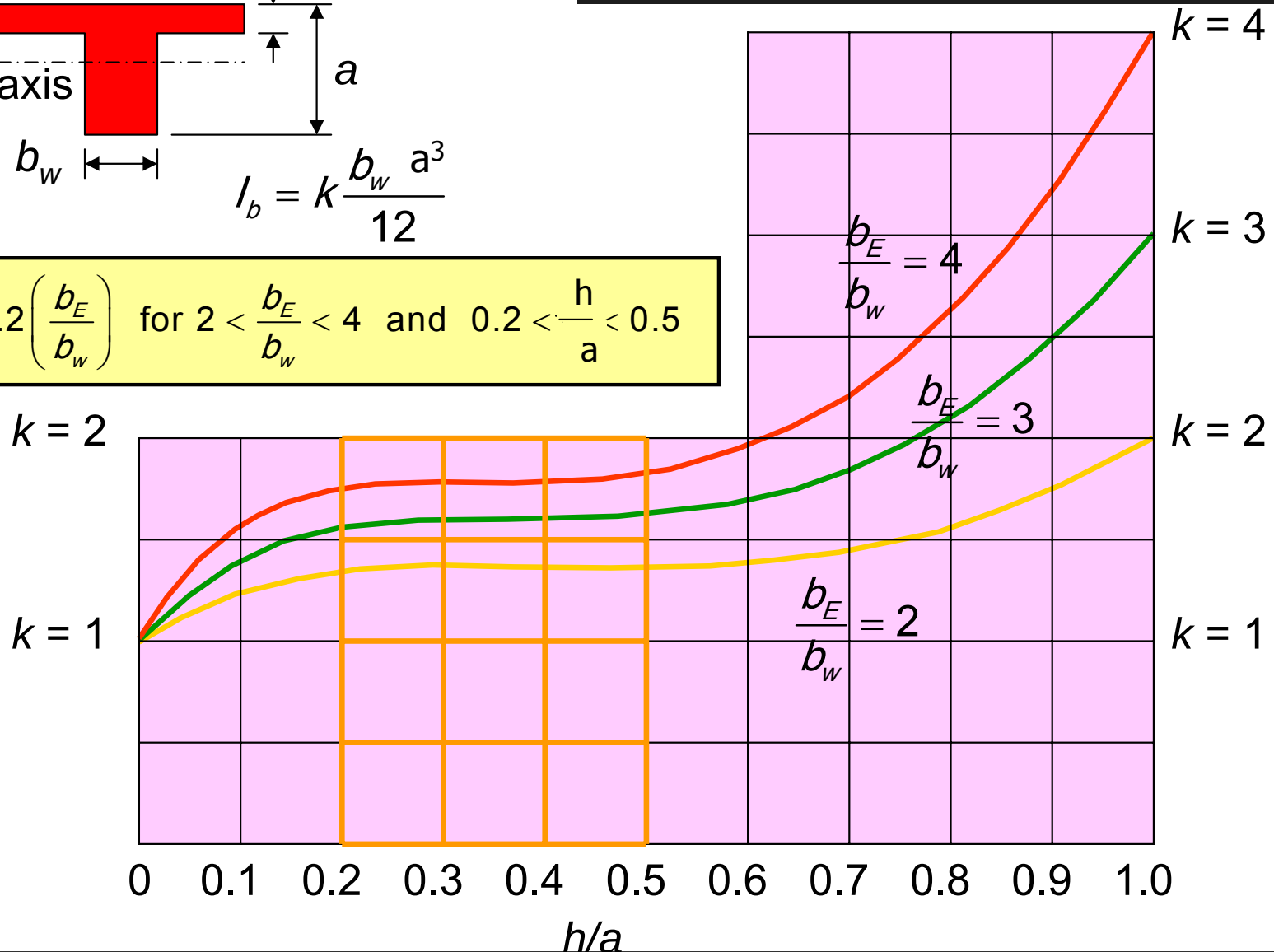
$$k = \frac{1 + \eta \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right) \left[4 - 6\eta + 4\eta^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right) \eta^3 \right]}{1 + \eta \left(\frac{b_e}{b_w} - 1 \right)}$$

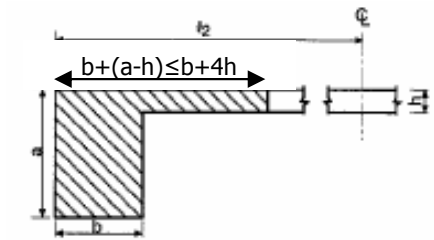
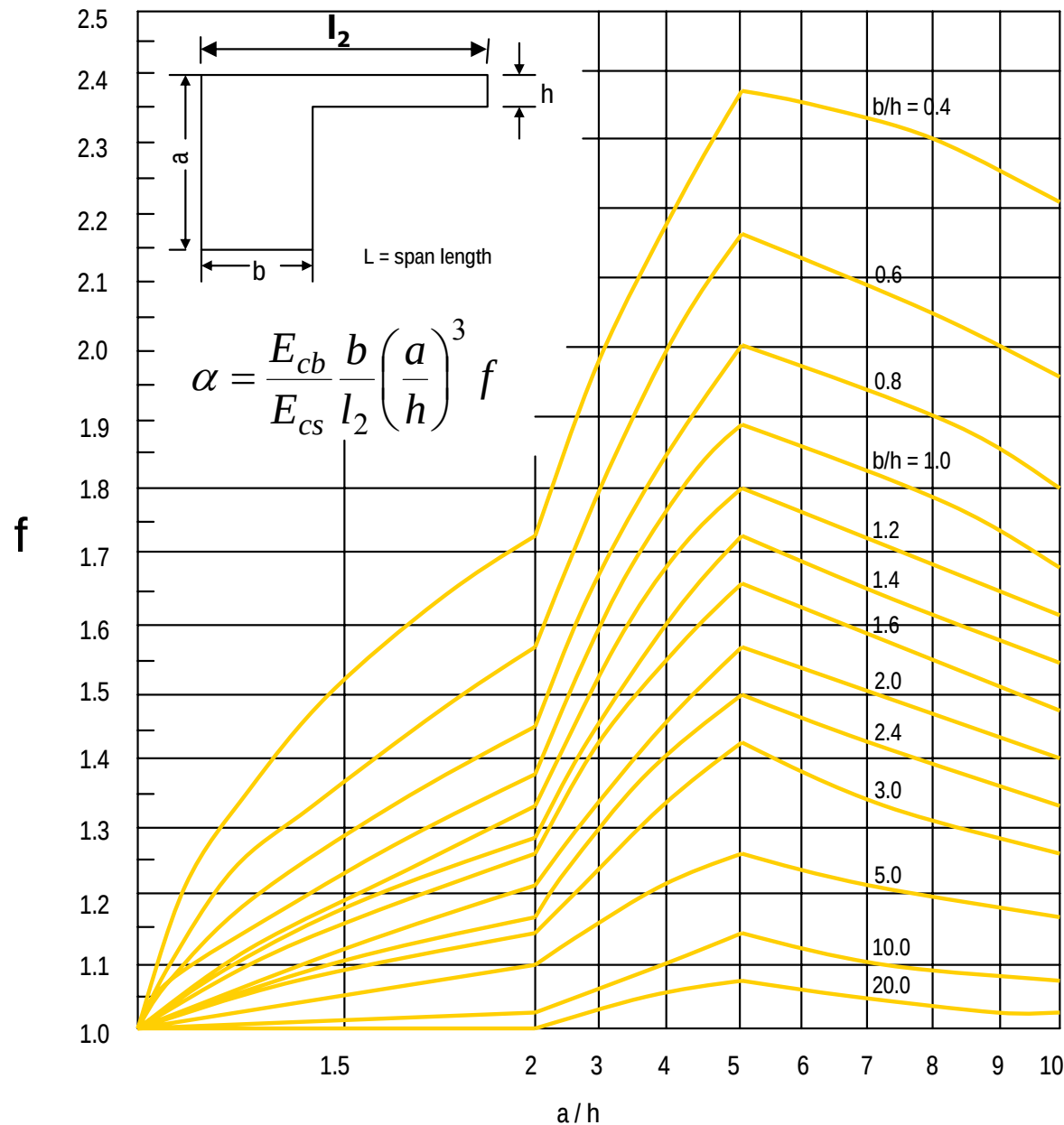
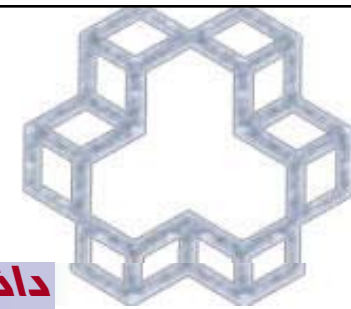


مقادیر k بر اساس نسبت b_e/b_w و h/a

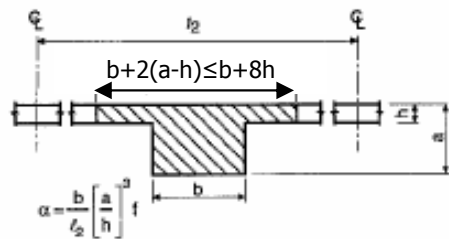
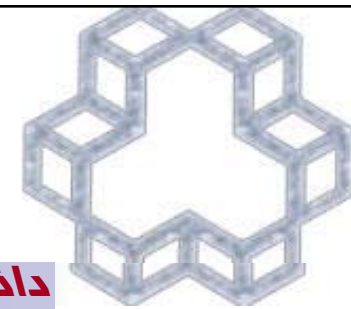


$$k \approx 1.0 + 0.2 \left(\frac{b_E}{b_w} \right) \text{ for } 2 < \frac{b_E}{b_w} < 4 \text{ and } 0.2 < \frac{h}{a} < 0.5$$

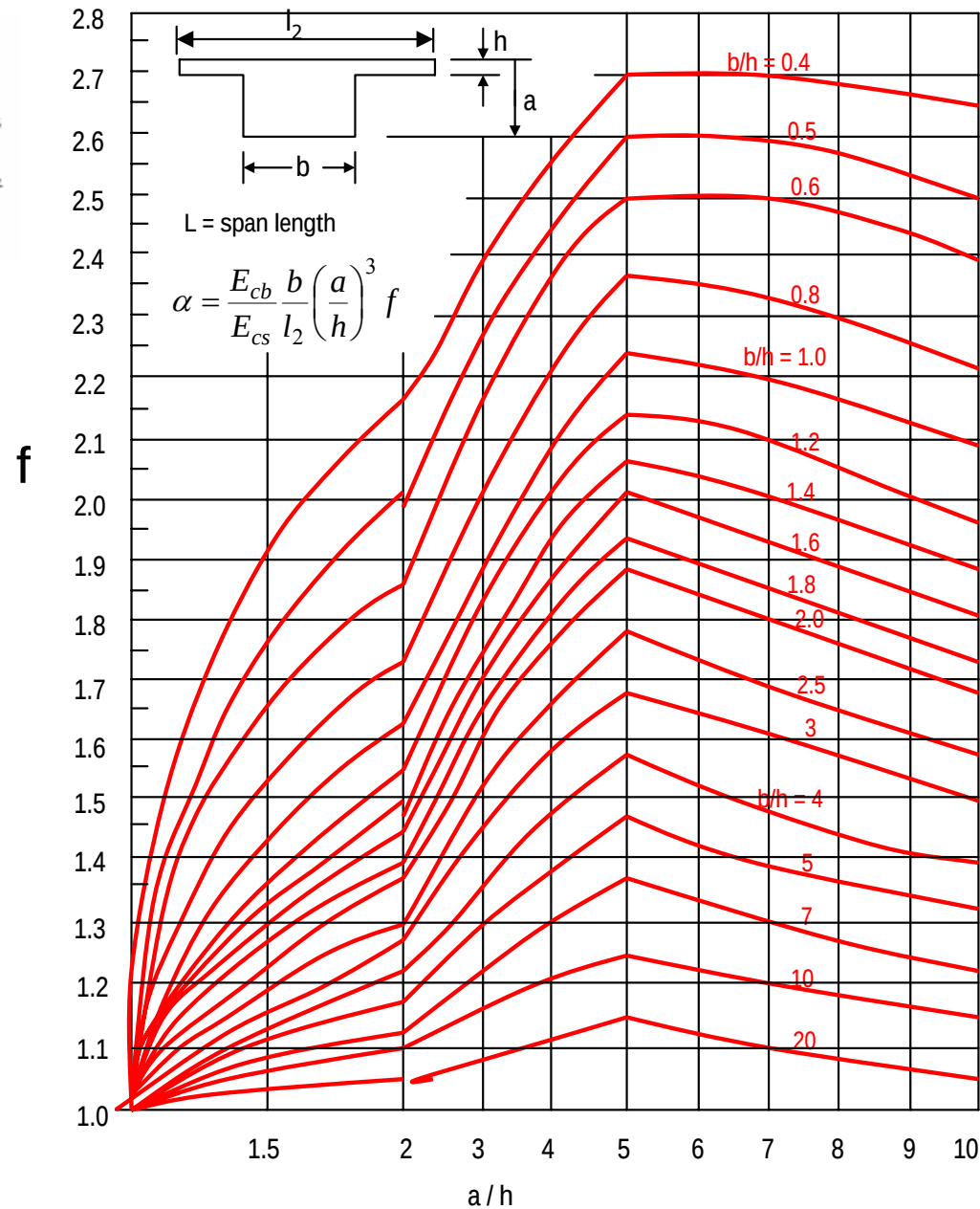


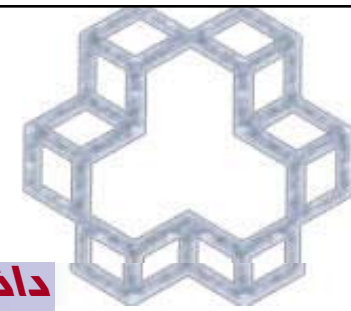


$$I_b = \frac{ba^3}{12} f$$



$$I_b = \frac{ba^3}{12} f$$





پخش لنگر استاتیکی کل

$$M_0 = \frac{w_u l_2 l_n^2}{8}$$

لنگر استاتیکی کل M_0

که:

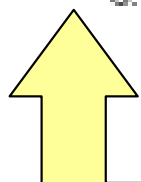
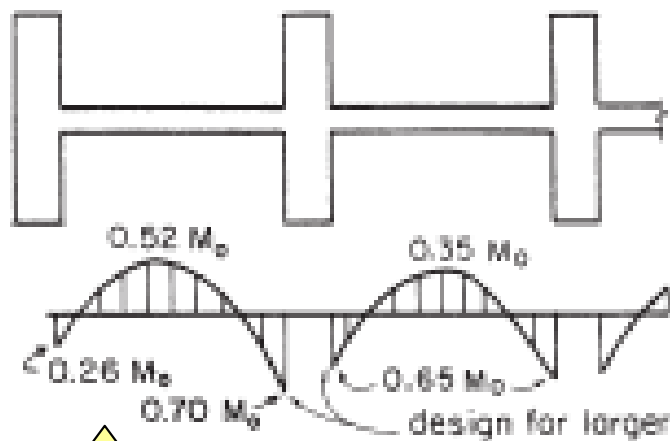
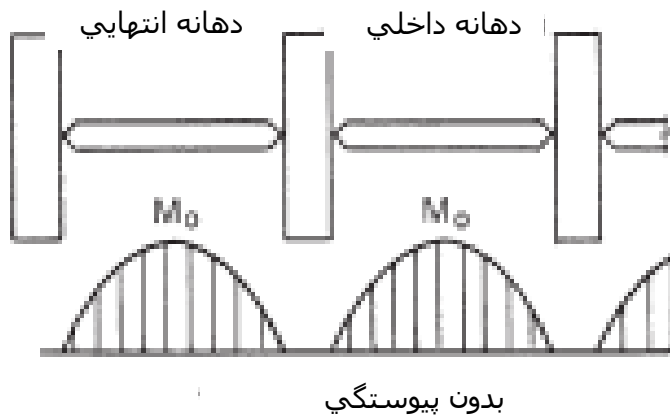
w_u = بار ضریب دار در واحد سطح

L_2 = پهنای نوار در جهت عمود

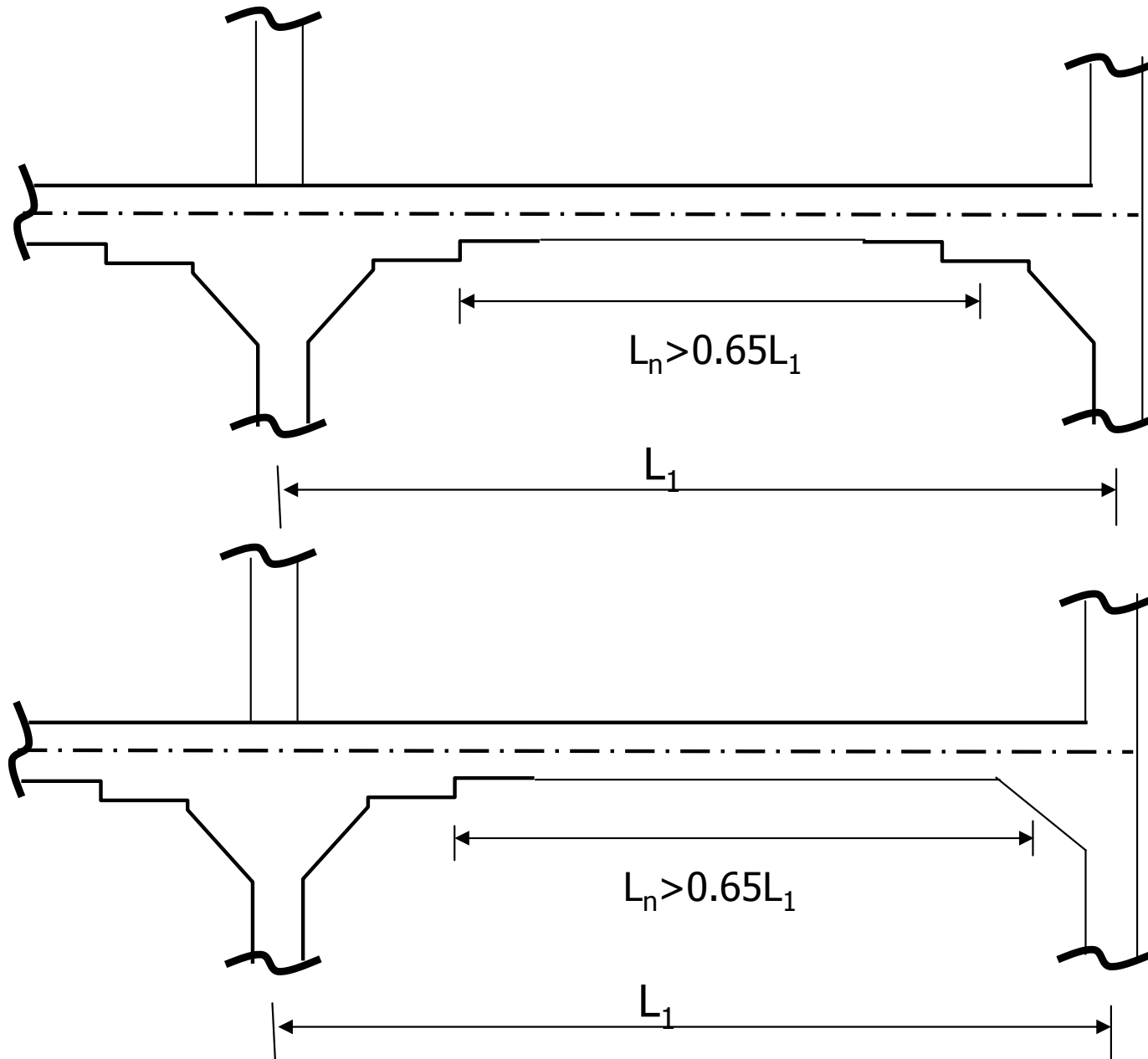
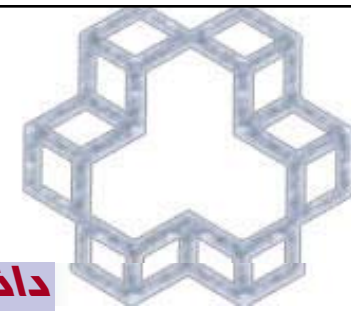
L_n = طول آزاد دهانه فاصله بر تابر بین ستونها، سرستونها، کتیبه ها یا دیوارهای تکیه گاهی است.

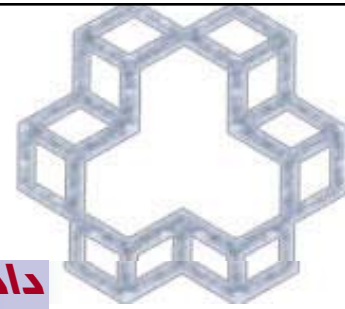
طول دهانه آزاد نباید از 0.65 آکس دهانه کمتر گرفته شود (وقتی پیش می آید که مقدار C_1 زیاد باشد)، (در آیین نامه آبا مقدار فوق به اشتباه 0.85 ذکر شده است).

لنگر M_0 بر این اساس به لنگر مثبت $+M$ و منفی $-M$ تقسیم می گردد.



دال تخت
بدون تیر

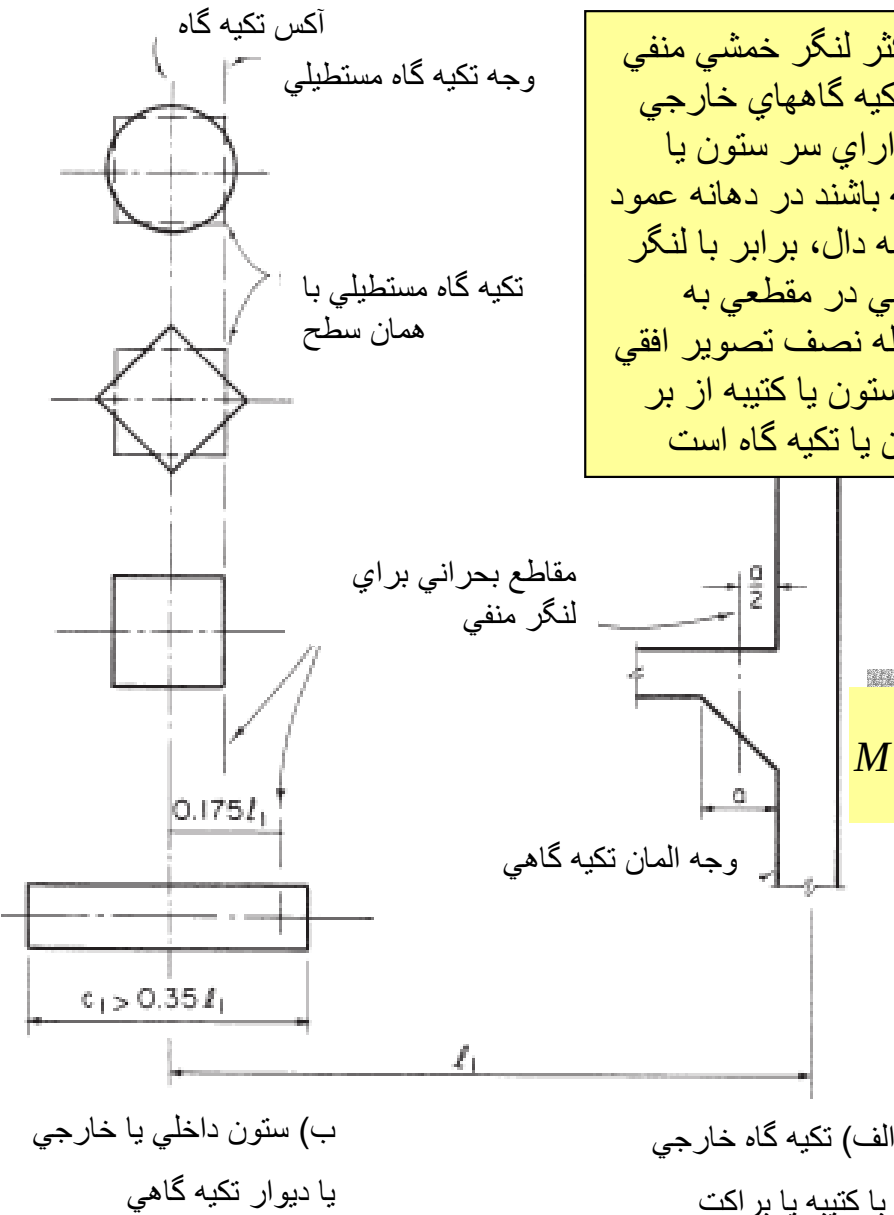




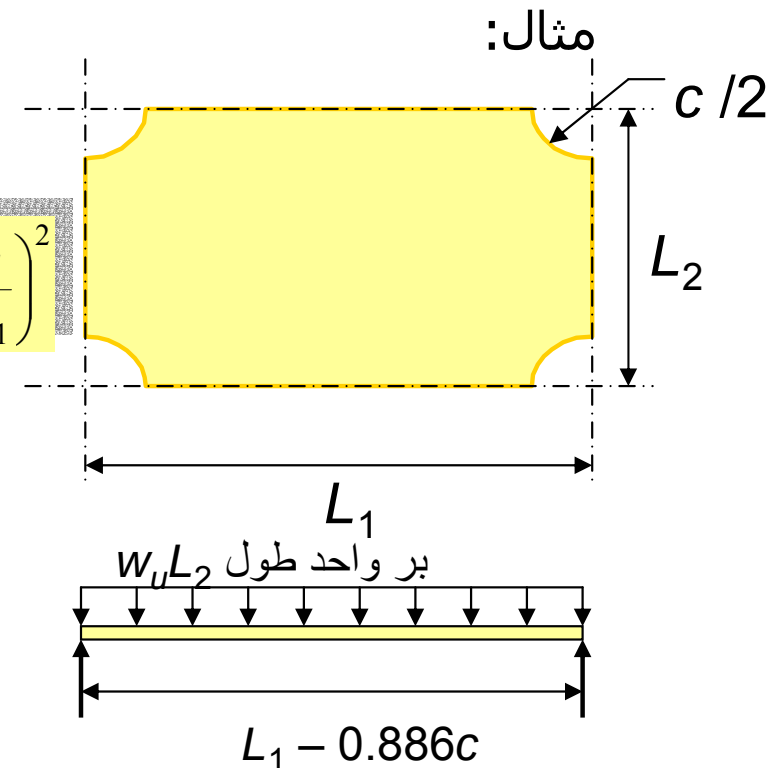
مقاطع بحرانی برای محاسبه لنگر منفی

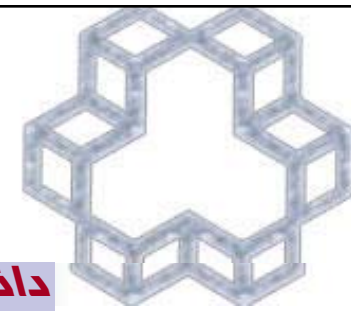
لنگرهای منفی در بر تکیه گاهها (ستون، سرستون یا دیوار) و لنگر مثبت در وسط دهانه معرفی می گردند. در صورت غیر مستطیلی بودن شکل مقطع ستون می باید نسبت به جایگزینی آن با ستون مربعی هم سطح اقدام نمود.
(برای ستونهای دایره ای از ستون معادل مربع $h=0.886d_c$)

حداکثر لنگر خمشی منفی در تکیه گاههای خارجی که دارای سر ستون یا کتیبه باشند در دهانه عمود بر لبه دال، برابر با لنگر خمشی در مقطعی به فاصله نصف تصویر افقی سر ستون یا کتیبه از بر ستون یا تکیه گاه است



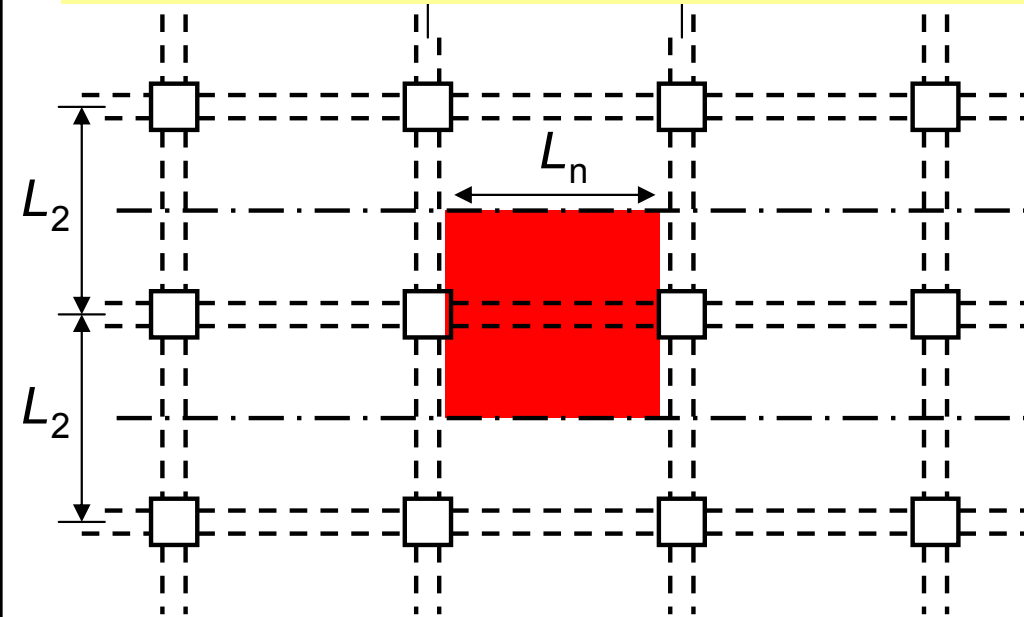
$$M_0 = \frac{w_u L_2 L_1^2}{8} \left(1 - 0.886 \frac{c}{L_1} \right)^2$$





تقسیم لنگر استاتیک کل ضریب دار دهانه داخلی به لنگرهای مثبت و منفی در پانل

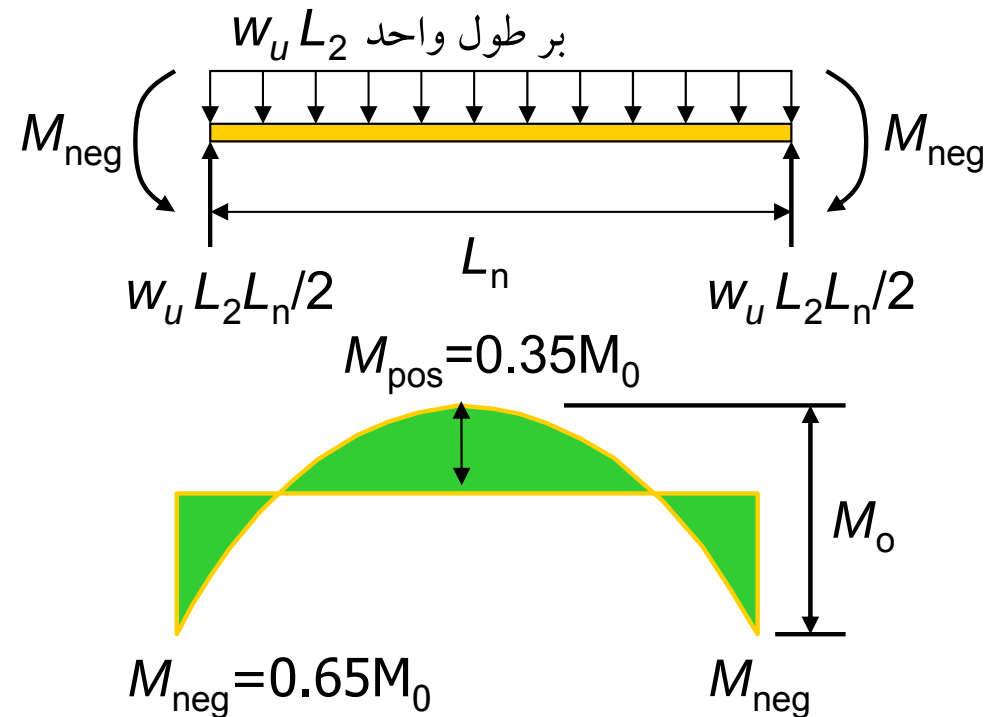
برای یک پانل داخلی، کل لنگر استاتیک بدون لحاظ نمودن نوع دال به لحاظ با تیر یا بدون تیر، به لنگر مثبت $0.35M_0$ و لنگر منفی $0.65M_0$ تقسیم می گردد



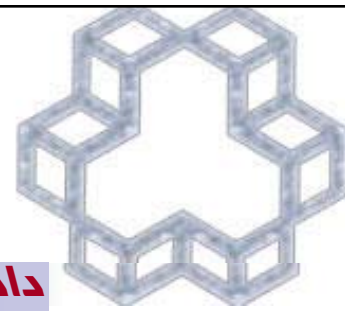
$$Wl^2/12 = \underbrace{2/3}_{0.65} \times wl^2/8$$

$$Wl^2/24 = \underbrace{1/3}_{0.35} \times wl^2/8$$

تقسیم لنگر به نسبت همان
لنگرهای مثبت و منفی در تیر
دو سرگیردار است.

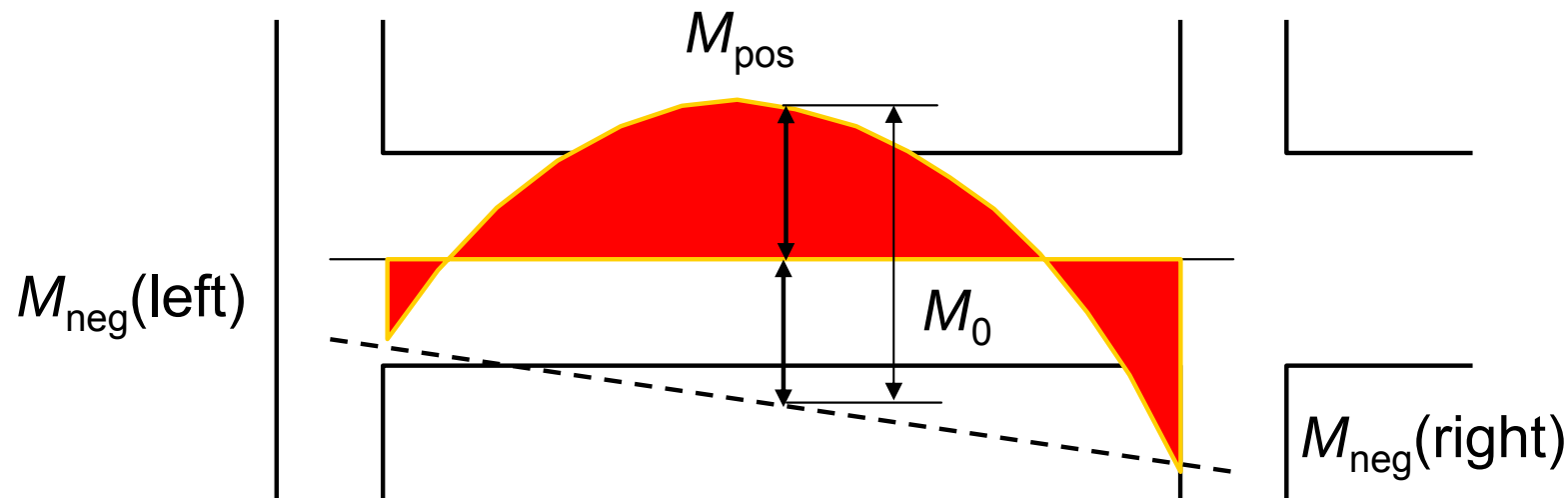


$$M_0 = M_{neg} + M_{pos} = \frac{w_u L_2 L_n^2}{8}$$

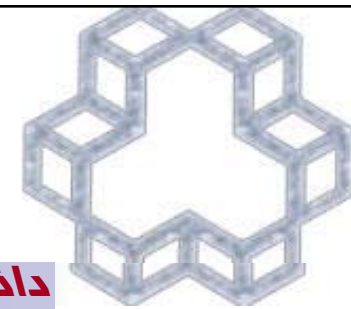


تقسیم لنگر استاتیک کل ضریب داردهانه خارجی به لنگرهای مثبت و منفی در پانل

در پانل خارجی پخش لنگر در جهت طولی بستگی به نوع دال و وجود یا عدم وجود تیر لبه انتهایی دارد (به شرایط مرزی و نوع دال) بستگی دارد.



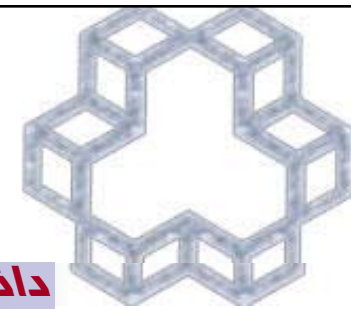
$$\frac{M_{\text{neg}}(\text{left}) + M_{\text{neg}}(\text{right})}{2} + M_{\text{pos}} = \frac{w_u L_2 L_n^2}{8}$$



جدول تقسیم لنگر استاتیکی کل ضریب دار دهانه خارجی به لنگرهای مثبت و منفی در پانل

$$\frac{C_{int}^{-} + C_{ext}^{-}}{2} + C_{mid}^{+} = 1$$

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		تکیه گاه خارجی ساده	دال با تیر در چهار طرف	دال تخت		تکیه گاه خارجی گیردار
				بدون تیر لبه	با تیر لبه	
C_{int}^{-}	لنگر منفی ضریب دار داخلی	0.75	0.70	0.70	0.70	0.65
C_{mid}^{+}	لنگر مثبت ضریب دار	0.63	0.57	0.52	0.50	0.35
C_{ext}^{-}	لنگر منفی ضریب دار خارجی	0	0.16	0.26	0.30	0.65



پخش طولی لنگر در دال به شکل تصویری

مقادیر لنگر طولی ذکر شده
برای کل قاب معادل می
باشد. این لنگرها می باید در
عرض دو نوار ستونی و
میانی تقسیم شود.

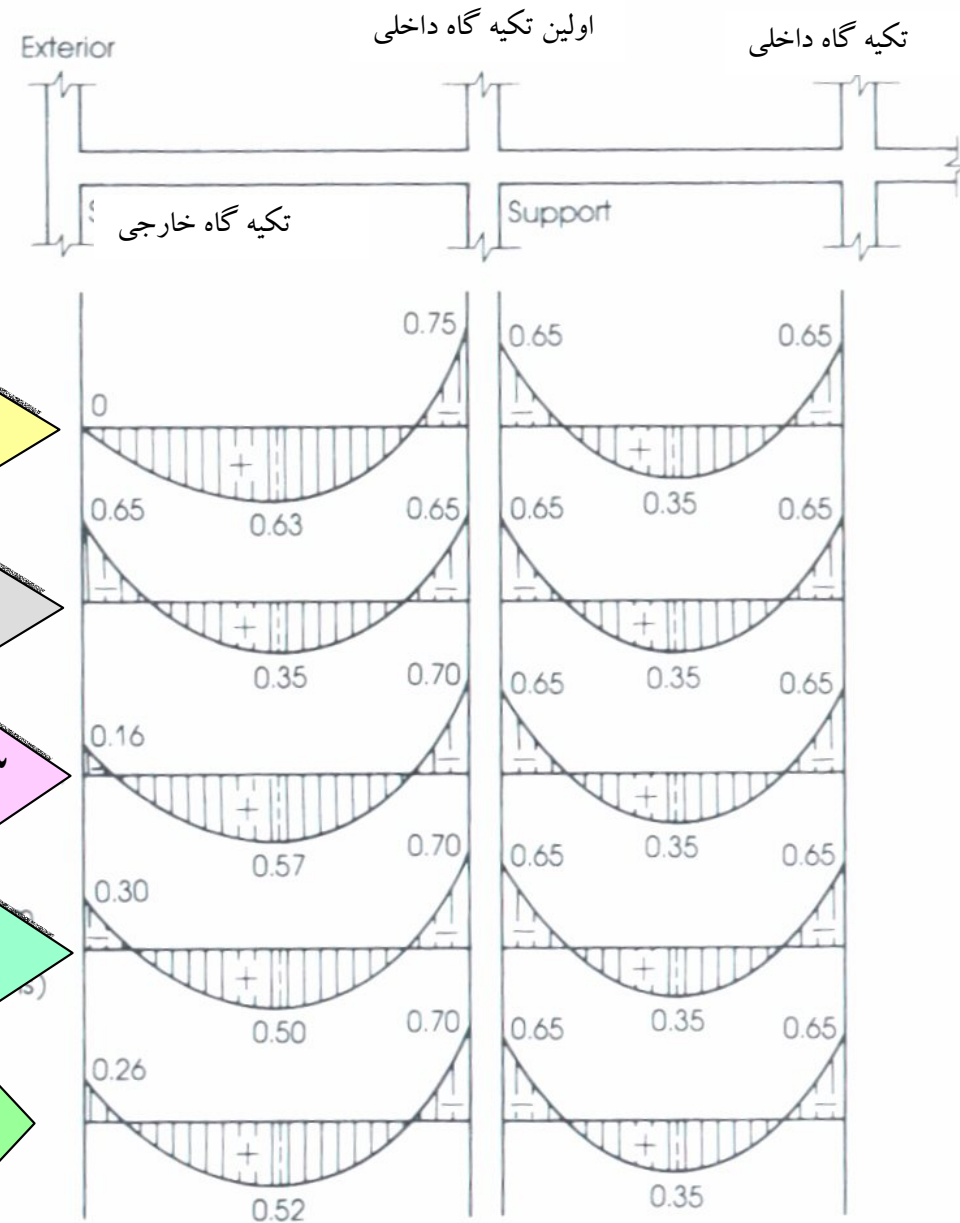
۱- تکیه گاه خارجی ساده

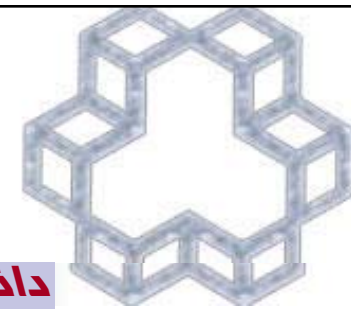
۲- تکیه گاه خارجی گیردار

۳- دال با تیر در چهار طرف

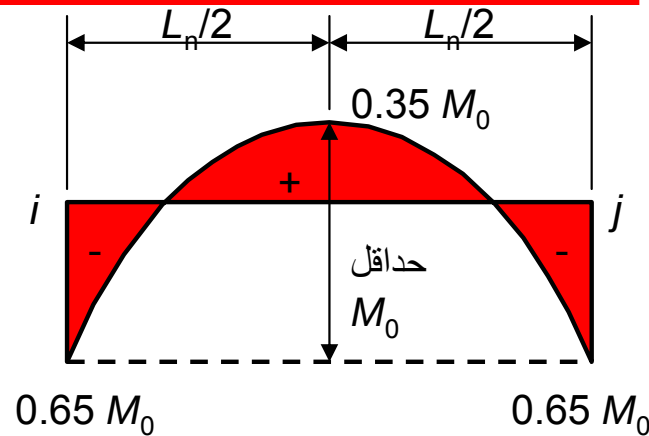
۴- فقط تیر لبه (نه تیر دیگری)

۵- بدون تیر

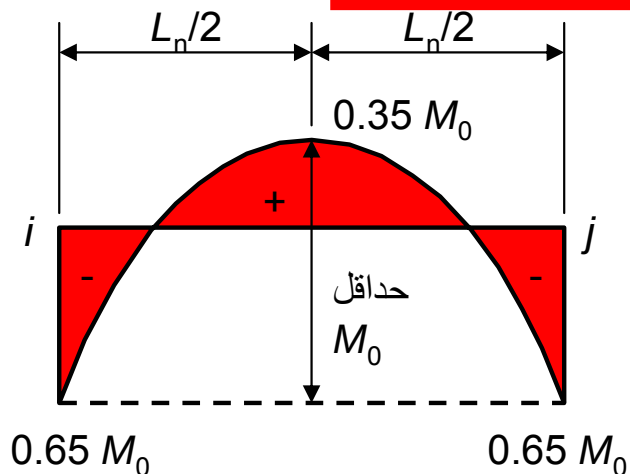




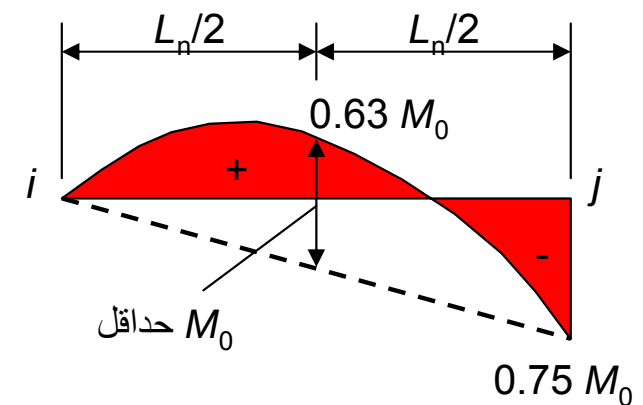
دیاگرام لنگر طولی برای دهانه داخلی



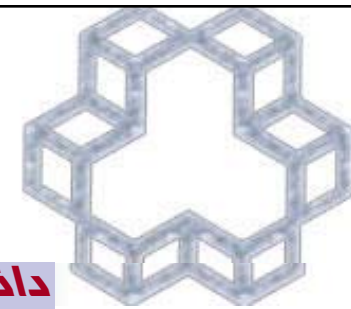
دیاگرام لنگر طولی برای دهانه خارجی



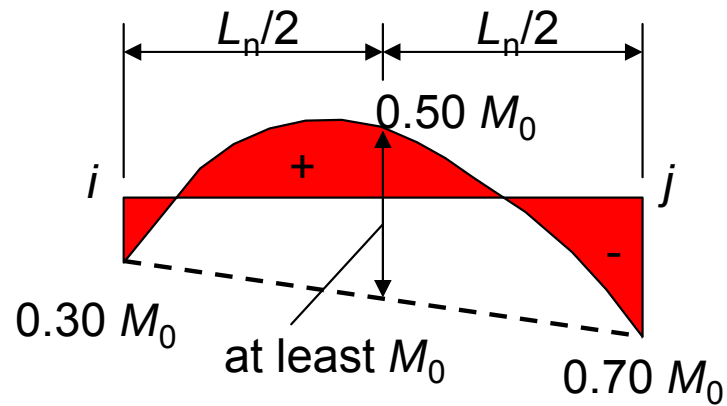
۲- تکیه گاهها انتهایی گیردار



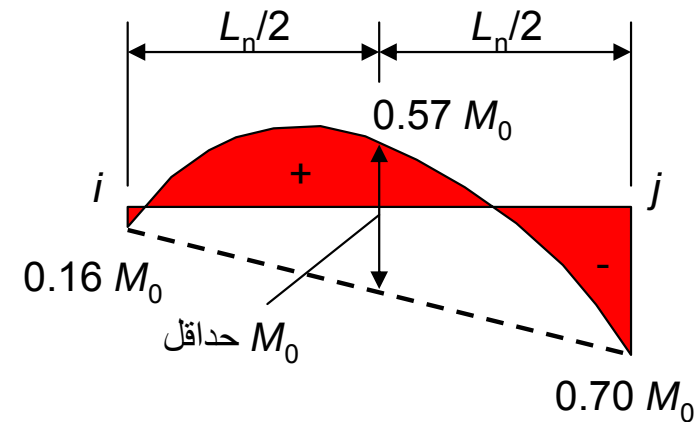
۱- تکیه گاه خارجی مفصلی



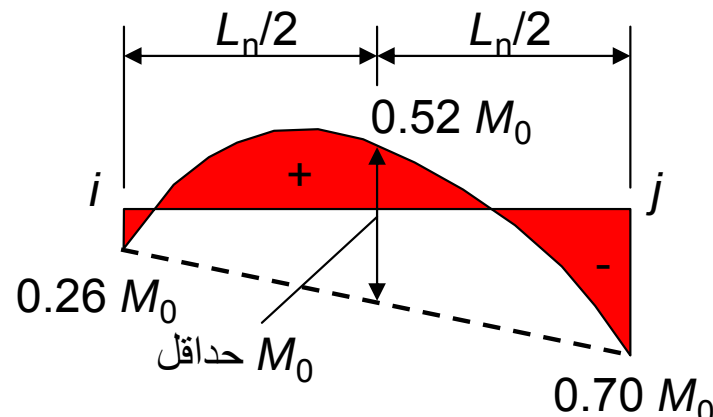
دیاگرام لنگر طولی برای دهانه خارجی (ادامه...)



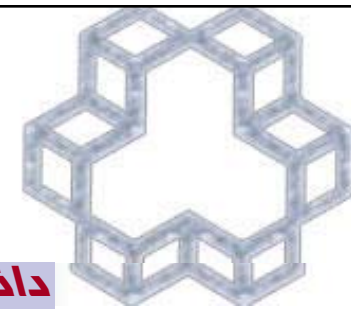
۴- فقط تیر لبه



۳- تیر بین تکیه گاهها



۵- تیر بین تکیه گاهها موجود نیست

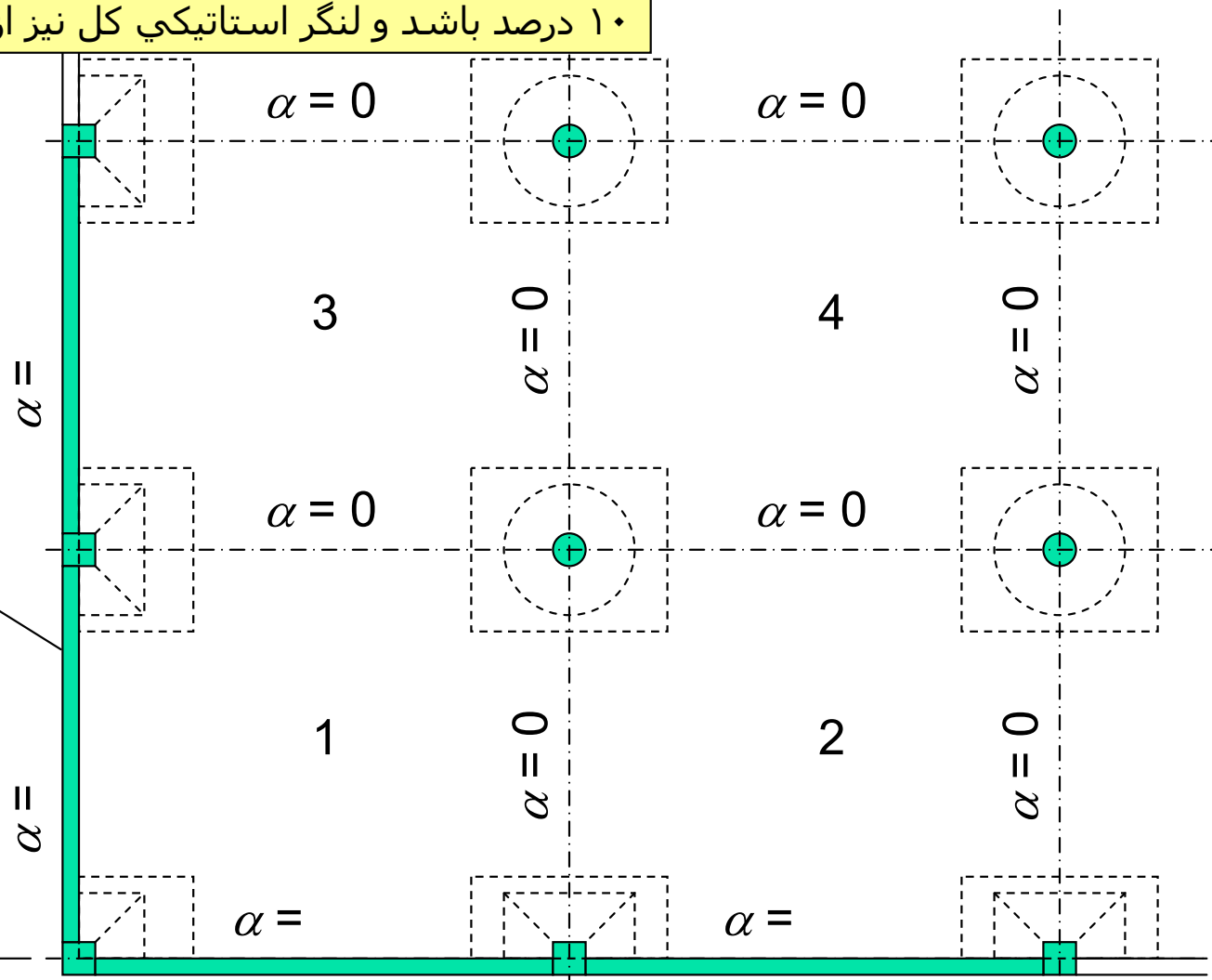


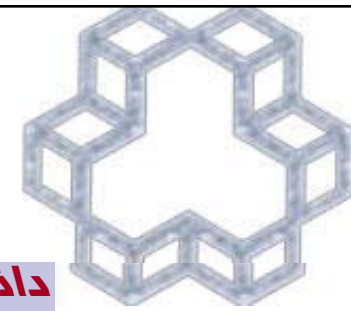
دال تحت قارچی با تیر لبه

چنانچه لنگر منفي دال در لبه خارجي سبب گردد که لنگر پیچشی در تیر لبه بیشتر از $0.67Tcr$ محاسبه نمود و لذا لنگرهای دال را بر این اساس اصلاح نمود. البته بر اساس این تغییرات نباید بیشتر از ۱۰ درصد باشد و لنگر استاتیکی کل نیز از مقدار M_0 کمتر نشود.

تیر لبه

تیر لبه می باید برای پیچش سازگاری حاصل از خمش دال محاسبه شود.





پخش عرضی لنگرها بین نوار ستونی و میانی

پخش لنگرهای طولی به نوارهای میانی و ستونی بستگی به α , I_2/I_1 و β_t دارد

$$\frac{\alpha_1 l_2}{l_1} > 1 \rightarrow \frac{\alpha_1 l_2}{l_1} = 1$$

$$\beta_t > 2.5 \rightarrow \beta_t = 2.5$$

پس از توزیع لنگر در امتداد طولی برای نوار پوششی، نوبت به تقسیم لنگر بین نوار ستونی و نوار میانی می رسد. بسته به این که تکیه گاه داخلی/خارجی یا وسط دهانه باشد سهم نوار ستونی متفاوت می باشد. در تکیه گاه خارجی، سختی پیچشی تیر لبه در توزیع لنگر موثر می باشد. در هر نوار ستونی یا میانی لنگر خمشی در عرض نوار ثابت فرض می شود. البته اگر تیر در نوار ستونی موجود باشد، اکثر لنگر خمش نوار ستونی نصیب تیر می شود.

سهم نوار ستونی از لنگر منفی تکیه گاه داخلی

$$= 75 + 30 \left(\frac{\alpha_1 l_2}{l_1} \right) \left(1 - \frac{l_2}{l_1} \right)$$

سهم نوار ستونی از لنگر منفی تکیه گاه خارجی

$$= 100 - 10\beta_t + 12\beta_t \left(\frac{\alpha_1 l_2}{l_1} \right) \left(1 - \frac{l_2}{l_1} \right)$$

سهم نوار ستونی از لنگر مثبت

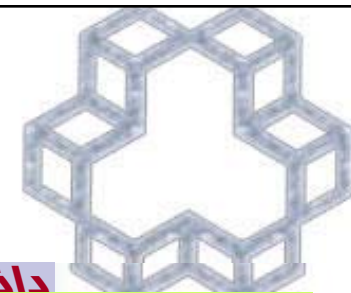
$$= 60 + 30 \left(\frac{\alpha_1 l_2}{l_1} \right) \left(1.5 - \frac{l_2}{l_1} \right)$$

α_1 = نسبت سختی تیر به دال در جهت I_1

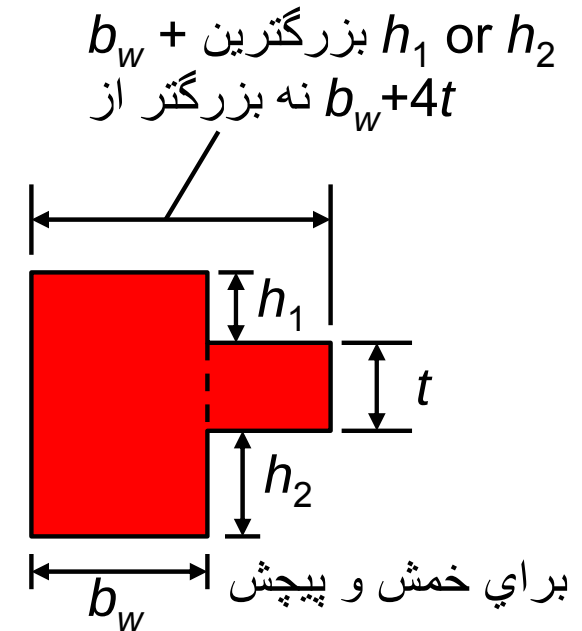
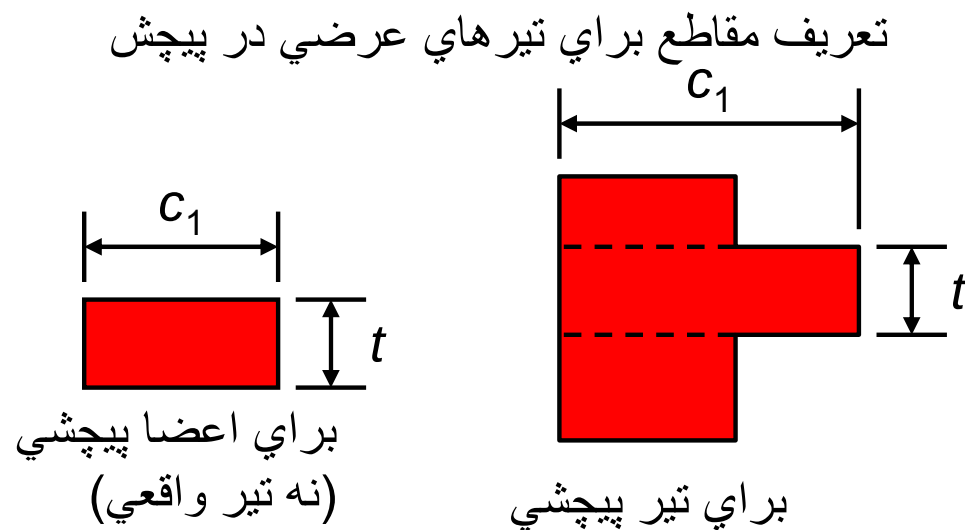
β_t = نسبت سختی پیچشی تیر لبه به سختی خمشی دال (گیرداری نسبی تیر لبه)

$$\alpha_1 = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s}$$

$$\beta_t = \frac{E_{cb} C}{2E_{cs} I_s}$$

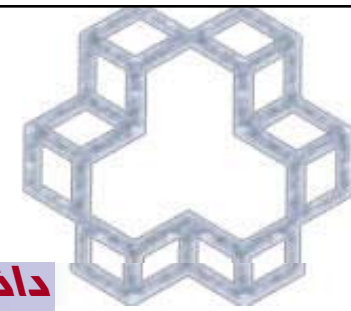


ثابت پیچشی C تیر عرضی

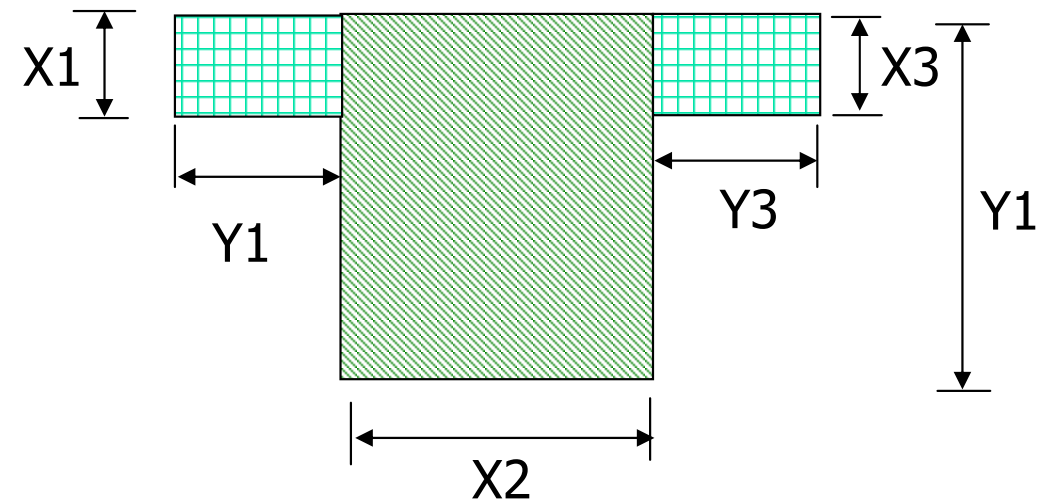
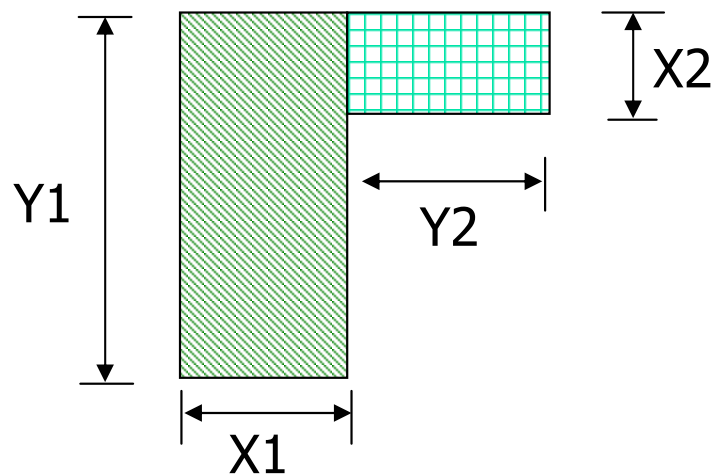
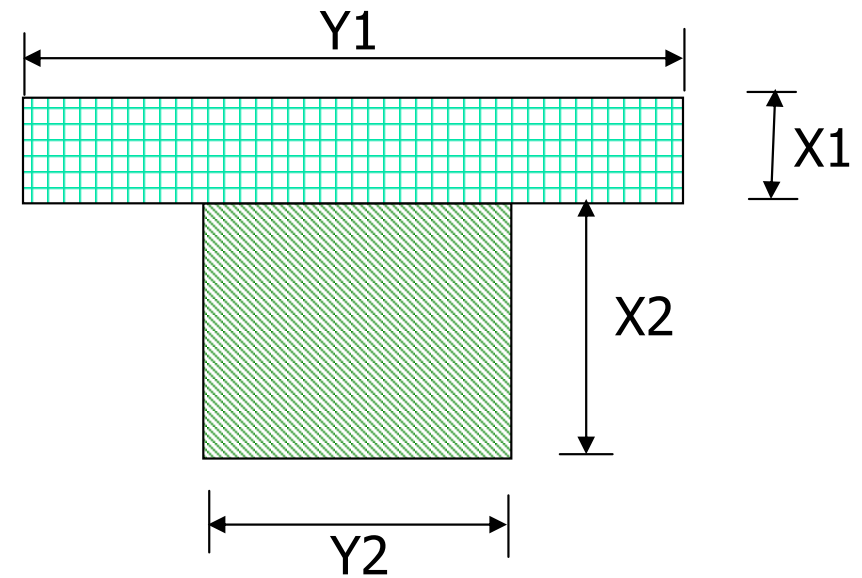
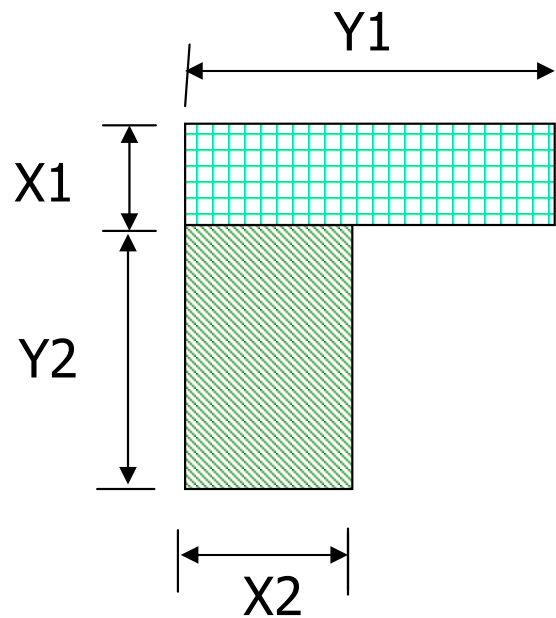


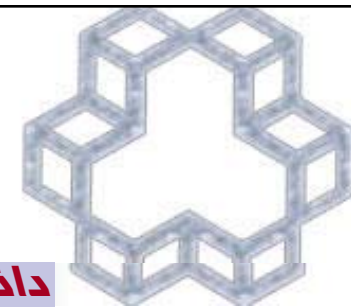
$$C = \sum \left(1 - 0.63 \frac{x}{y} \right) \left(\frac{x^3 y}{3} \right)$$

تقسیم بندی مستطیلی که منجر به بزرگترین مقدار C شود مورد نظر است



تقسیم اعضای لبه برای محاسبه C

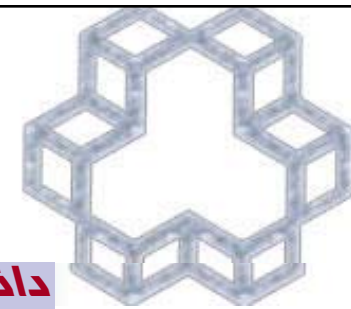




لنگرهای ضریب دار در پانل خارجی

درصد لنگر نوار ستونی در پانل خارجی

	$\alpha_1 l_2 / l_1$	β_t	Aspect Ratio l_2 / l_1		
			0.5	1.0	2.0
لنگر منفی در تکیه گاه خارجی	0	0	100	100	100
		≥ 2.5	75	75	75
	≥ 1.0	0	100	100	100
		≥ 2.5	90	75	45
لنگر مثبت در وسط دهانه	0		60	60	60
	≥ 1.0		90	75	45
لنگر منفی در تکیه گاه داخلی	0		75	75	75
	≥ 1.0		90	75	45



سهم نوار میانی و تیر از کل لنگر استاتیکی

■ سهم نوار میانی:

آن قسمت از لنگرهای منفی و مثبت که به وسیله نوارهای ستونی تحمل نمی شود، می باید به تناسب به دو نیم نوار میانی مجاور نوار ستونی داده شود.

نوار میانی و موازی با یک لبه که بوسیله یک دیوار نگهداری می شود، می باید برای تحمل دو برابر لنگر تخصیص یافته به نیم نوار میانی مربوط به اولین ردیف تکیه گاههای داخلی طراحی شود.

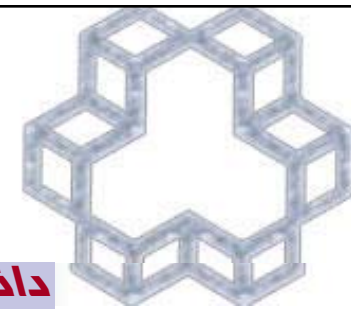
هر نوار میانی متعلق به یک چشمه باید برای مجموع لنگرهای خمشی منظور شده برای دو نیم نوار میانی آن طراحی شوند. در مواردی که تکیه گاهها از دیوارهایی تشکیل شوند که در طولی حداقل مساوی سه چهارم عرض l_2 گسترده اند، لنگر خمشی منفی نوار پوششی در این تکیه گاهها به صورت یکنواخت در طول l_2 تقسیم شوند.

■ سهم تیرها از سهم مربوط به نوار ستونی:

در صورتی که $\frac{\alpha_1 l_2}{l_1} \geq 1$ باشد، ۸۵ درصد از لنگر خمشی در نوار ستونی متعلق به تیر است. برای مقادیر $\frac{\alpha_1 l_2}{l_1}$ بین ۰ و

۱، نسبتی از نوار ستونی که بوسیله تیرها تحمل می شود، باید بوسیله درون یابی خطی بین ۰ و ۸۵٪ بدست آیند.

بعلاوه تیرها باید برای تحمل کلیه لنگرهای ناشی از بارهای خط که مستقیماً به آنها وارد می شود منجمله وزن قسمت برآمده جان تیر در بالا و یا زیر دال طراحی شوند.



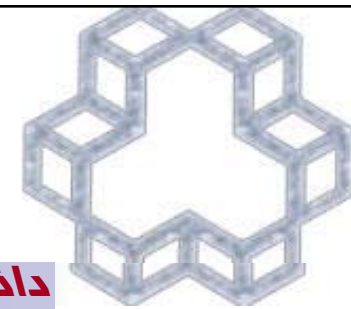
مثال: لنگرهای ضریب دار در پانل داخلی دال بدون تیر

با استفاده از جدول صفحه قبل و یا از روابط ارائه شده می توان سهم نوارهای ستونی و میانی دهانه داخلی بدون تیر را از کل لنگر استاتیکی چنین محاسبه نمود

درصد لنگر در دالهای بدون تیر در دهانه داخلی ($\alpha_1 = 0$)

$$\text{Total design moment} = M_o = (w_u l_2) \left(\frac{l_{nl}^2}{8} \right)$$

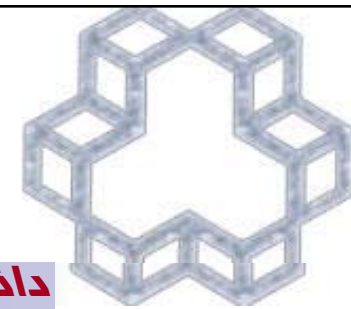
	Negative Moment	Positive Moment
Longitudinal moments in one panel	$-0.65M_o$	$+0.35M_o$
Column strip	$0.75(-0.65M_o) = -0.49M_o$	$0.60(0.35M_o) = 0.21M_o$
Middle strip	$0.25(-0.65M_o) = 0.16M_o$	$0.40(0.35M_o) = 0.14M_o$



مثال: لنگر ضریب دار در پانل خارجی دال تخت بدون تیر لبه

به همین ترتیب می توان سهم نوارهای ستونی و میانی پانل خارجی بدون تیر میانی و تیر لبه (با هر نسبت l_2/l_1) را از کل لنگر استاتیکی چنین محاسبه نمود

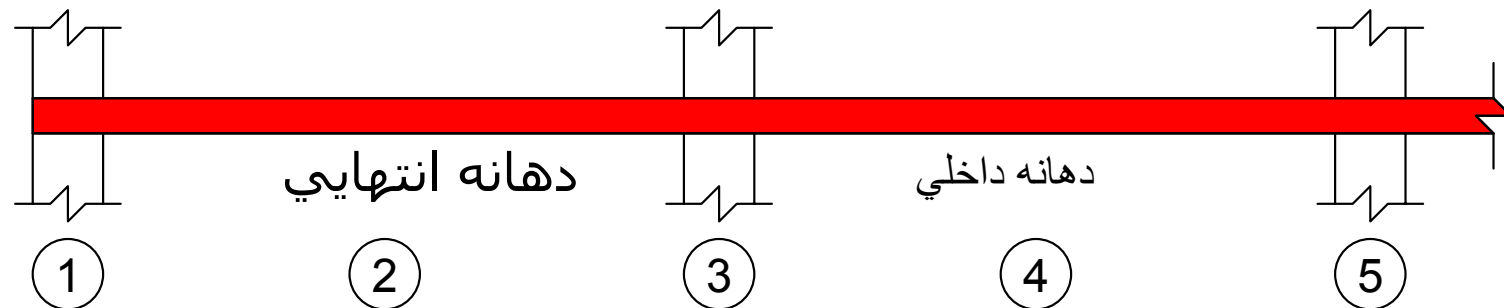
	%	Column Strip	Middle Strip
Negative moment at exterior support	100	$0.26M_o$	0
Positive moment ($0.6 \times 0.52M_o$)	60	$0.312M_o$	$0.208M_o$
Negative moment at interior support ($0.75 \times 0.70M_o$)	75	$0.525M_o$	$0.175M_o$



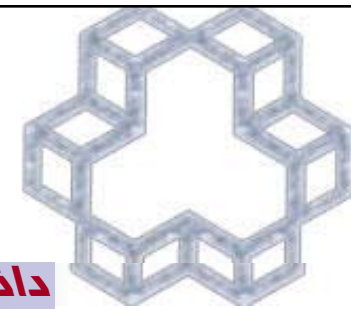
جداول کمک طراحی دالها به روش مستقیم

برای سادگی محاسبات ضرایب لنگر بر اساس کل لنگر استاتیکی محاسبه می شود

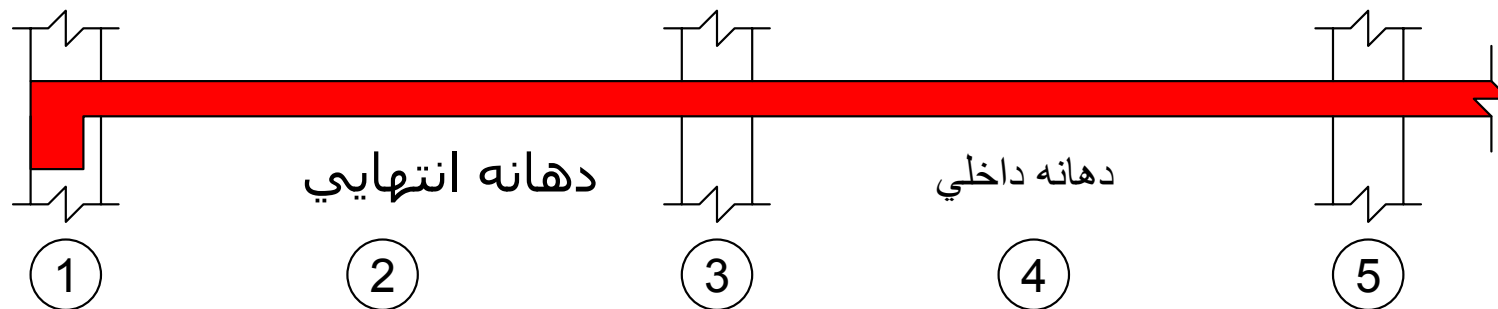
جدول ۱: دال تخت مستقیماً بر روی ستونها تکیه دارد



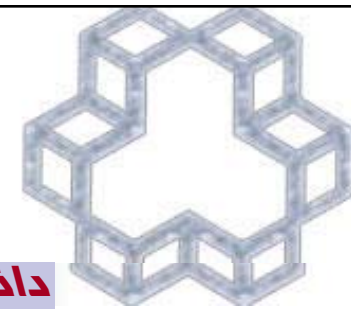
لنگرهای دال	دهانه انتهایی			دهانه داخلی	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	منفی خارجی	مثبت	منفی در اولین تکیه گاه	مثبت	منفی داخلی
کل لنگر	$0.26M_0$	$0.52M_0$	$0.70M_0$	$0.35M_0$	$0.65M_0$
نوار ستونی	$0.26M_0$	$0.31M_0$	$0.53M_0$	$0.21M_0$	$0.49M_0$
نوار میانی	0	$0.21M_0$	$0.17M_0$	$0.14M_0$	$0.16M_0$



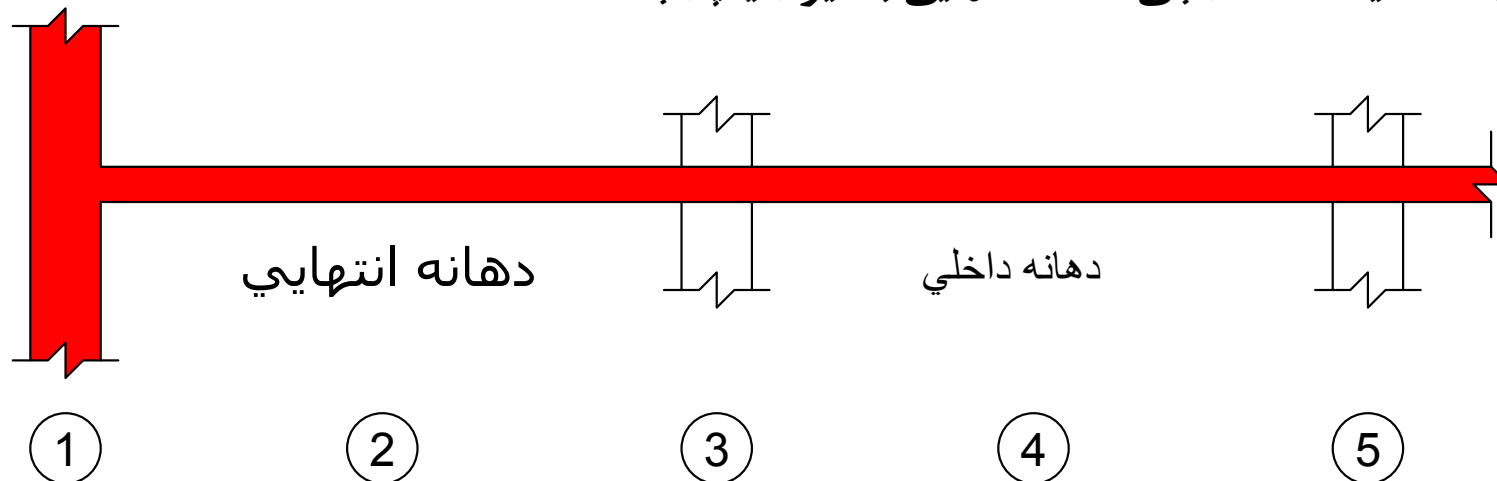
جدول ۲: دال تخت با تیر لبه



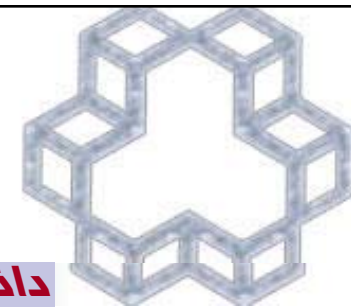
لنگرهای دال	دهانه انتهایی			دهانه داخلی	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	منفی خارجی	مثبت	منفی در اولین تکیه گاه	مثبت	منفی داخلی
کل لنگر	$0.30M_0$	$0.50M_0$	$0.70M_0$	$0.35M_0$	$0.65M_0$
نوار ستونی	$0.23M_0$	$0.30M_0$	$0.53M_0$	$0.21M_0$	$0.49M_0$
نوار میانی	$0.07M_0$	$0.20M_0$	$0.17M_0$	$0.14M_0$	$0.16M_0$



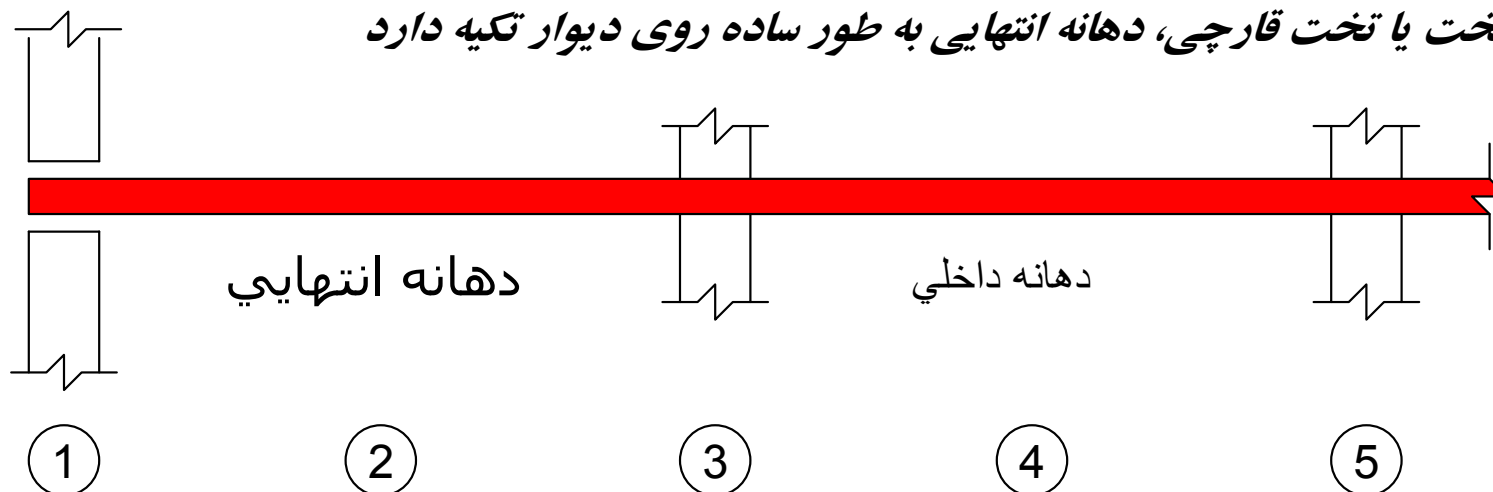
جدول ۴: دال تخت یا تخت قارچی، دهانه انتهایی با دیوار یکپارچه است



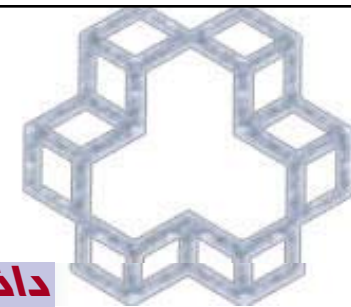
لنگرهای دال	دهانه انتهایی			دهانه داخلی	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	منفی خارجی	مثبت	منفی در اولین تکیه گاه	مثبت	منفی داخلی
کل لنگر	$0.65M_0$	$0.35M_0$	$0.65M_0$	$0.35M_0$	$0.65M_0$
نوار ستونی	$0.49M_0$	$0.21M_0$	$0.49M_0$	$0.21M_0$	$0.49M_0$
نوار میانی	$0.16M_0$	$0.14M_0$	$0.16M_0$	$0.14M_0$	$0.16M_0$



جدول ۴: دال تخت یا تخت قارچی، دهانه انتهایی به طور ساده روی دیوار تکیه دارد

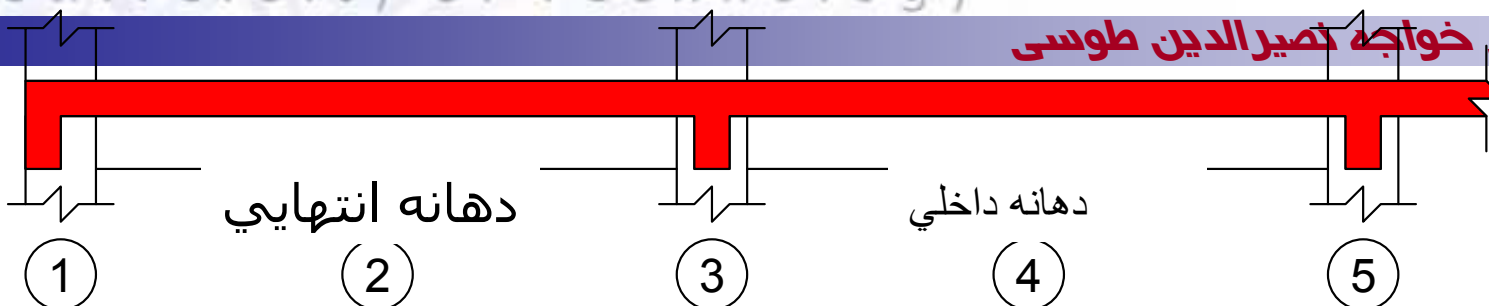


لنگرهای دال	دهانه انتهایی			دهانه داخلی	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	منفی خارجی	مثبت	منفی در اولین تکیه گاه	مثبت	منفی داخلی
کل لنگر	0	$0.63M_0$	$0.75M_0$	$0.35M_0$	$0.65M_0$
نوار ستونی	0	$0.38M_0$	$0.56M_0$	$0.21M_0$	$0.49M_0$
نوار میانی	0	$0.25M_0$	$0.19M_0$	$0.14M_0$	$0.16M_0$

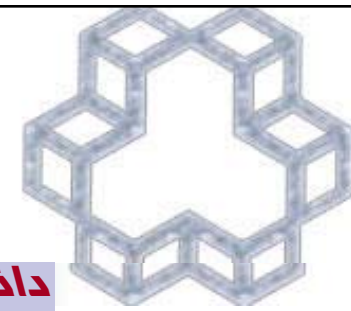


جدول ۵: تیر با دال

Note: $\beta_t > 2.5$ and $\alpha_1 L_2/L_1 > 1.0$



نسبت دهانه L_2/L_1	لنگرهای دال و تیر	دهانه انتهایی			دهانه داخلی	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		منفی خارجی	مثبت	منفی در اولین تکیه گاه	مثبت	منفی داخلی
		لنگر کل				
0.5	تیر نوارستونی	$0.12M_0$	$0.43M_0$	$0.54M_0$	$0.27M_0$	$0.50M_0$
	دال	$0.02M_0$	$0.08M_0$	$0.09M_0$	$0.05M_0$	$0.09M_0$
	نوار میانی	$0.02M_0$	$0.06M_0$	$0.07M_0$	$0.03M_0$	$0.06M_0$
1.0	تیر نوارستونی	$0.10M_0$	$0.37M_0$	$0.45M_0$	$0.22M_0$	$0.42M_0$
	دال	$0.02M_0$	$0.06M_0$	$0.08M_0$	$0.04M_0$	$0.07M_0$
	نوار میانی	$0.04M_0$	$0.14M_0$	$0.17M_0$	$0.09M_0$	$0.16M_0$
2.0	تیر نوارستونی	$0.06M_0$	$0.22M_0$	$0.27M_0$	$0.14M_0$	$0.25M_0$
	دال	$0.01M_0$	$0.04M_0$	$0.05M_0$	$0.02M_0$	$0.04M_0$
	نوار میانی	$0.09M_0$	$0.31M_0$	$0.38M_0$	$0.19M_0$	$0.36M_0$



چیدمان بارگذاری و ضوابط ACI برای چیدمان

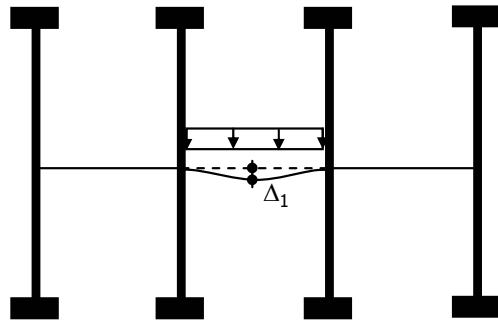
چند نکته در این باره:

(الف) نسبت بالای سختی ستون به دال-تیر باعث کاهش اثر چیدمان می گردد. چراکه اتصال گیردار شده و لنگرهای دهانه کمتر تحت تاثیر دهانه مجاور می باشد.

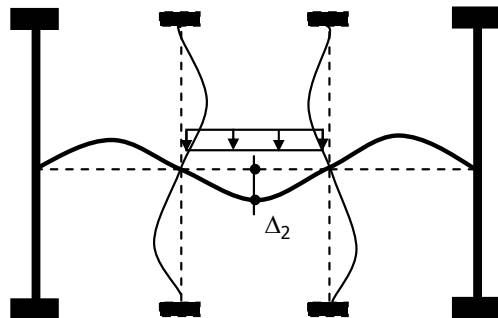
(ب) نسبت بالای بار زنده به مرده سبب افزایش اثر چیدمان می گردد.

(ج) لنگرهای خمشی ماکزیمم و مینیمم در مقاطع بحرانی با قرار دادن بارهای زنده در چیدمانی خاص قابل محاسبه می باشند. قرار دادن بار زنده در تمام دهانه ها متضمن ایجاد لنگرهای خمشی ماکزیمم مثبت و منفی نیست.

(د) ماکزیمم لنگرهای مثبت در وسط دهانه بیشتر تحت تاثیر چیدمان بارگذاری است.

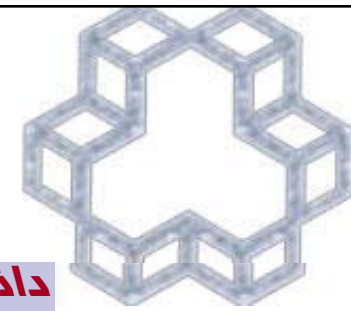


(الف) خیز کم با سختی بیشتر ستونها

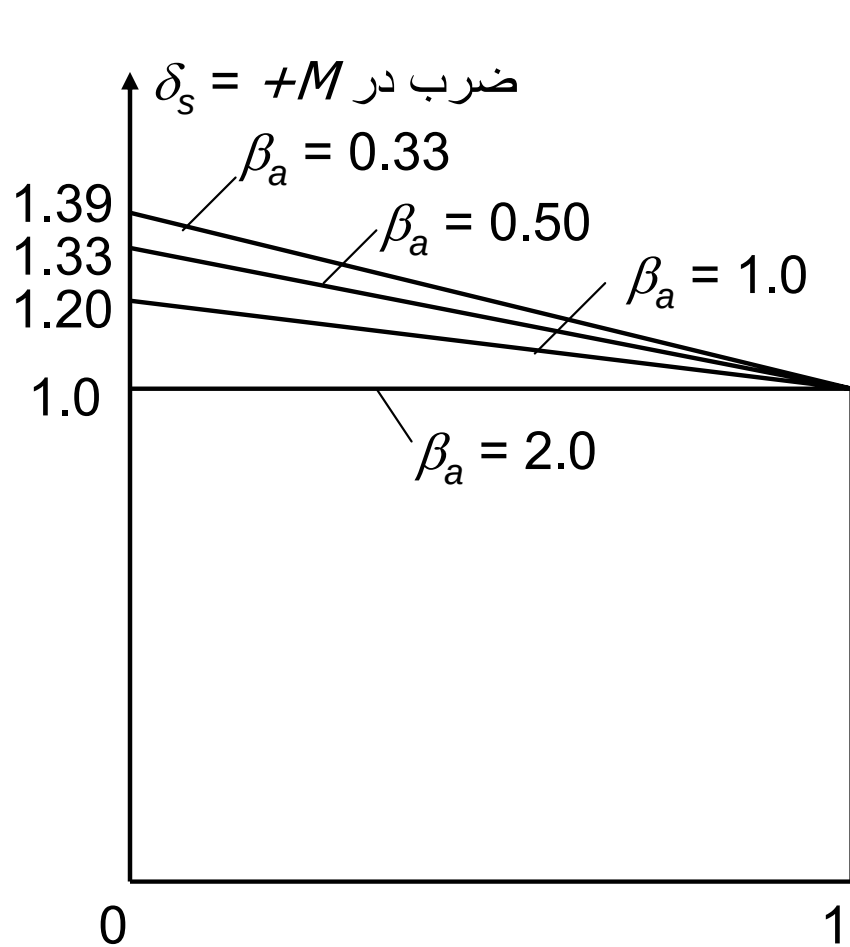


(ب) خیز بزرگ با نرمی بیشتر ستونها

از آنجا که چیدمان بارگذاری در این روش مطرح نمی باشد (لنگرها همواره بر اساس بارگذاری همان دهانه محاسبه شده و ربطی به بار دهانه مجاور ندارد). چنانچه سختی ستونهای بالا و پایین نسبت به سختی دال-تیر کمتر از مقدار مشخصی باشد و بار زنده نیز نسبت به بار مرده زیاد باشد (البته کمتر از دو برابر بار مرده) می توان ادعا نمود که لنگر دهانه متأثر از بارگذاری دهانه مجاور بوده و بدین منظور لنگر وسط دهانه را در ضریبی ضرب می کنیم.



وقتي که نسبت بار مرده به زنده يعني β_a کمتر از ۲ و سختي ستون به دال تیر از حد مشخصي $\alpha_c < \alpha_{min}$ کوچکتر باشد لنگر وسط دهانه را با ضریب δ_s افزایش می دهیم



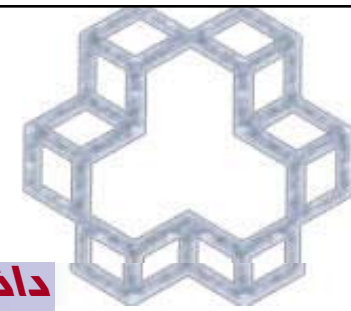
$$\alpha_c = \frac{\sum k_c}{k_s + k_b} \quad ; \quad k_s = \frac{4EI_s}{l_1} \quad ; \quad k_b = \frac{4EI_b}{l_1}$$

$$\sum k_c = k_{cT} + k_{cB} = \frac{4EI_{cT}}{L_{cT}} + \frac{4EI_{cB}}{L_{cB}}$$

$$\delta_s = 1 + \frac{2 - \beta_a}{4 + \beta_a} \left(1 - \frac{\alpha_c}{\alpha_{min}} \right)$$

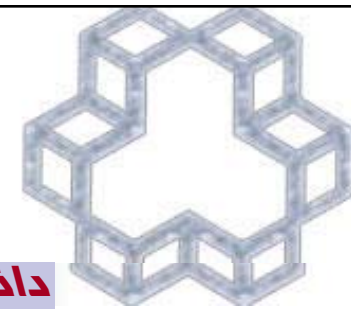
$$\beta_a = \frac{DL}{LL} = \frac{\text{بار مرده بدون ضریب}}{\text{بار زنده بدون ضریب}}$$

$$\alpha_c = \text{نسبت سختي ستون به (تیر+دال)}$$



جدول مقادیر $\alpha_{\min}$

		سختی نسبی تیر = α				
$\beta_s = \frac{DL}{LL}$	$\frac{L_2}{L_1}$	0	0.5	1.0	2.0	4.0
2.00	.5-2.	0	0	0	0	0
	1.0	0.6	0	0	0	0
	0.8	0.7	0	0	0	0
	1.0	0.7	0.1	0	0	0
	1.25	0.8	0.4	0	0	0
	2.0	1.2	0.5	0.2	0	0
0.5	0.5	1.3	0.3	0	0	0
	0.8	1.5	0.5	0.2	0	0
	1.0	1.6	0.6	0.2	0	0
	1.25	1.9	1.0	0.5	0	0
	2.0	4.9	1.6	0.8	0.3	0
0.33	0.5	1.8	0.5	0.1	0	0
	0.8	2.0	0.9	0.3	0	0
	1.0	2.3	0.9	0.4	0	0
	1.25	2.8	1.5	0.8	0.2	0
	2.0	13.0	2.6	1.2	0.5	0.3



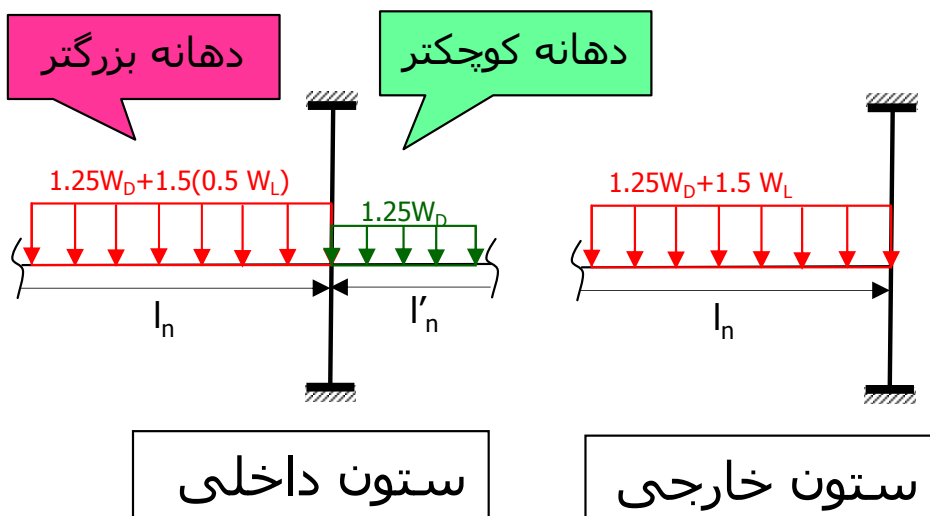
لنگر های ناشی از بارهای قائم در ستونها و دیوارهای تکیه گاهی

در تکیه گاه داخلی ستونهای موجود در بالا و پایین تکیه گاه باید لنگر را به نسبت مستقیم سختی تقسیم می شوند، تحمل نمایند. در این حال فرض می گردد که دهانه بزرگتر نصف بارزنده به همراه بار مرده با ضریب و دهانه کوچکتر فقط بار مرده ضریب دار را تحمل می کند.

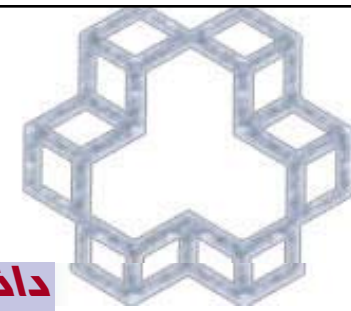
$$M = 0.65 \left[\frac{(w_D^u + 0.5w_L^u)l_n^2}{8} - \frac{w_D^u l_n'^2 (l_n')^2}{8} \right]$$

$$M = 0.07 \left[(w_D^u + 0.5w_L^u)l_n^2 - w_D^u l_n'^2 (l_n')^2 \right]$$

که ضریب 0.65 همان ضریب لنگر منفی تکیه گاه داخلی از کل لنگر استاتیکی است. با ساده کردن رابطه داریم:
(مقادیر با پریم برای دهانه کوچک است)



بر اساس آبا در تکیه گاه خارجی ستونها و دیوارها باید برای لنگر خمشی نوار پوششی در این تکیه گاه طراحی شوند. که بر اساس همان لنگرهای با ضریب تکیه گاه خارجی محاسبه می گردند. در این آیین نامه به طور مشخص معلوم نشده است که لنگر استاتیکی دهانه خارجی می باید بر اساس تمام بار زنده محاسبه شود یا خیر! مدرس عقیده دارد که منظور آبا تمام بار زنده می باشد. در کتاب سالمون این لنگر بر اساس سهم لنگر تکیه گاه خارجی و با در نظر گرفتن نیمی از لنگر بار زنده مدنظر قرار گرفته است!



محاسبه فولاد

۴-۴-۷-۱۵ مقاطع مجاور تکیه گاههای میانی باید برای بزرگترین لنگر خمشی موجود در دو سمت تکیه گاه طراحی شوند.

۵-۴-۷-۱۵ تیرهای لبه یا لبه های دال باید برای لنگر پیچشی برابر با لنگر خمشی منفی سهم دال در تکیه گاه کناری طراحی شوند.

بعد از آنکه سهم نوارهای ستونی و میانی از کل لنگر استاتیکی

مشخص گردید، از روابط معمول مقدار آرماتورها قابل محاسبه است.

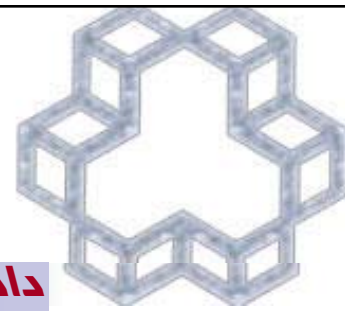
$$f_{cd} = \phi_c f'_c = 0.6 f'_c$$

$$f_{yd} = \phi_s f_y = 0.85 f_y$$

$$R = \frac{M_u}{bd^2} \quad ; \quad m = \frac{f_{yd}}{0.85 f_{cd}}$$

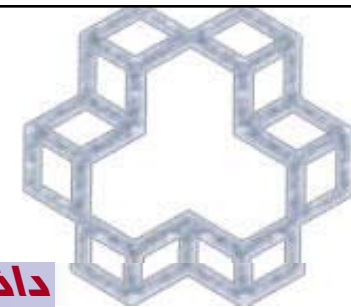
$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR}{f_{yd}}} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} f'_c \leq 30 \text{ Mpa} & : \beta_1 = 0.85 \\ 30 \leq f'_c \leq 55 \text{ Mpa} & : \beta_1 = 0.85 - 0.008(f'_c - 30) \\ f'_c \geq 55 \text{ Mpa} & : \beta_1 = 0.65 \end{array} \right\}$$



حداقل طول میلگرد گذاری در دال بدون تیر

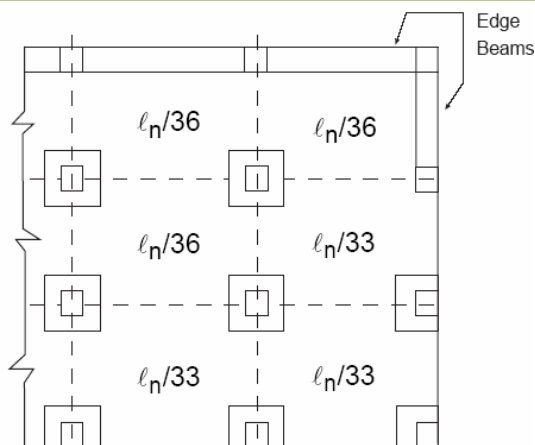
STRIP	LOCATION	MINIMUM PERCENT-A _s AT SECTION	WITHOUT DROP PANELS	WITH DROP PANELS
COLUMN STRIP	TOP	50 Remainder		
	BOTTOM	100		
MIDDLE STRIP	TOP	100		
	BOTTOM	50 Remainder		
			 Clear span - l_n Face of support Center to center span - l	 Clear span - l_n Face of support Center to center span - l
			Exterior support (No slab continuity)	Interior support (Continuity provided)
				Exterior support (No slab continuity)



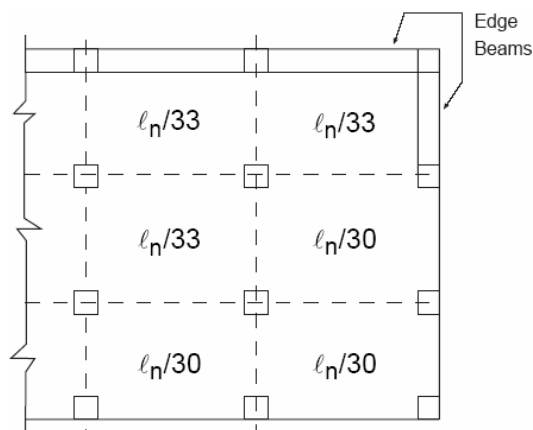
- حداقل ضخامت بر اساس
ACI و ABA چنین است:
برای دال بدون کتیبه: 12.5 cm
برای دال با کتیبه: 10 cm

حداقل ضخامت دالهای دو طرفه تخت بر اساس آبا

حداقل ضخامت دال تخت بدون تیر میانی (h_{min}) یا با تیر میانی ولی α_m مساوی یا کوچکتر از ۰/۲ است



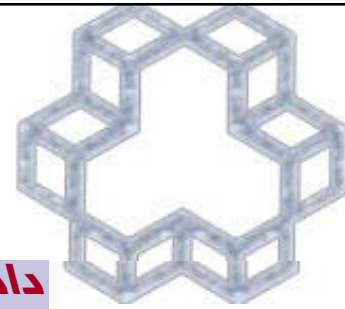
(b) Flat Slabs (with drop panels)



(a) Flat Plates (without drop panels)

بدون کتیبه			با کتیبه			نوع فولاد
پانل های بیرونی		پانلهای درونی	پانل های بیرونی		پانلهای درونی	
بدون تیر لبه	با تیر لبه	---	بدون تیر لبه	با تیر لبه	---	
$L_n/33$	$L_n/36$	$L_n/40$	$L_n/33$	$L_n/36$	$L_n/40$	
$L_n/30$	$L_n/33$	$L_n/36$	$L_n/33$	$L_n/36$	$L_n/40$	S400
$L_n/33$	$L_n/36$	$L_n/40$	$L_n/33$	$L_n/36$	$L_n/40$	S300

L_n طول دهانه بلند است



دالهای دو طرفه با تیر با شرط $\alpha_m > 0.2$: بر اساس آبا

حداقل ضخامت دال با تیر میانی (h_{min})

$$h_{min} = \frac{l_n(800 + 0.6 f_y)}{36000 + 5000\beta(\alpha_m - 0.2)} > 125 \text{ mm} \quad : \quad 0.2 < \alpha_m < 2$$

$$h_{min} = \frac{l_n(800 + 0.6 f_y)}{36000 + 9000\beta} > 90 \text{ mm} \quad : \quad 2 < \alpha_m$$

$$\alpha = \frac{E_{cb}}{E_{cs}} \frac{b}{l} \left(\frac{a}{h} \right)^3 f$$

که:

α = سختی نسبی تیر به دال

$\alpha_m = \alpha$ متوسط

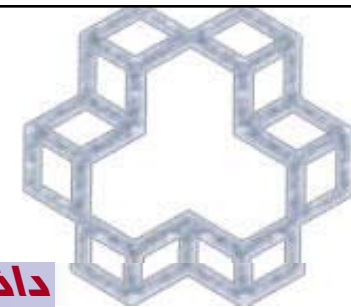
f = ثوابت بر اساس اشکال چند صفحه قبل

β = نسبت طول دهانه آزاد بزرگتر به طول دهانه آزاد کوچکتر

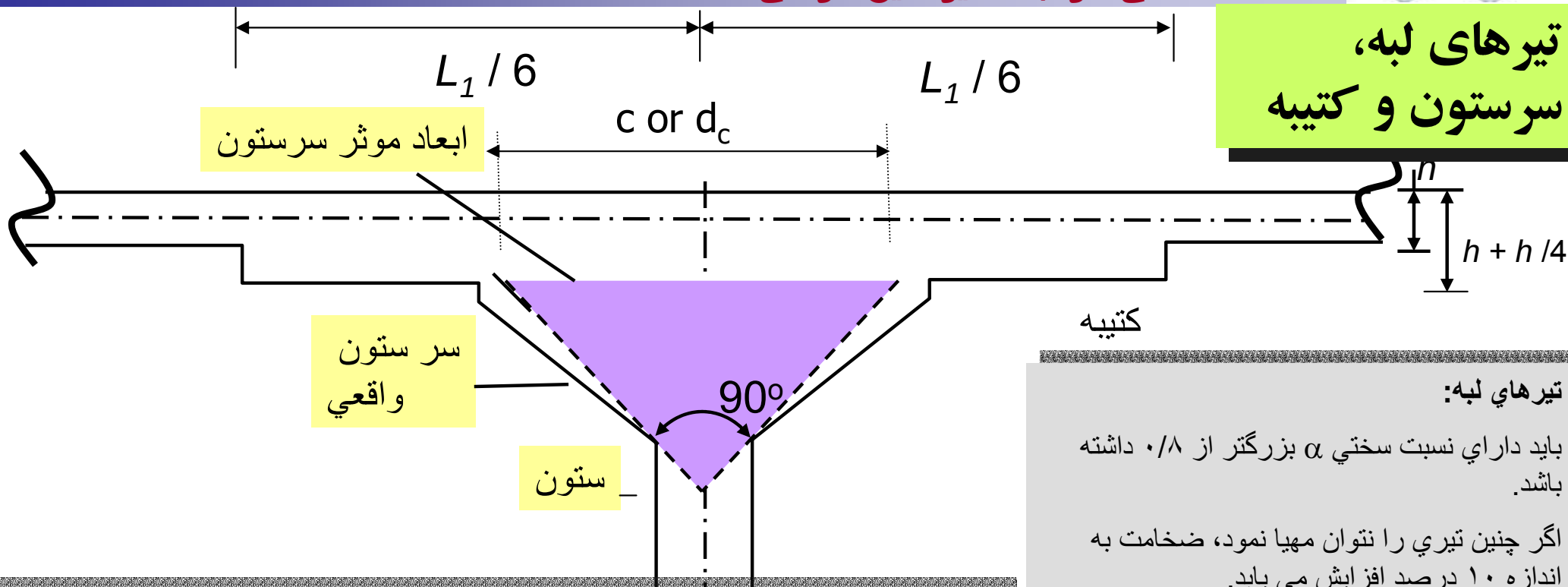
l_n = طول دهانه آزاد بزرگتر

f_y = مقاومت تسلیم فولاد بر حسب مگا پاسکال

l = عرض نوار طراحی (در دهانه کناری برابر نصف دهانه عمود بعلاوه نصف عرض ستون)



تیرهای لبه، سرستون و کتیبه



تیرهای لبه:

باید دارای نسبت سختی α بزرگتر از $0/8$ داشته باشد.

اگر چنین تیری را نتوان مهیا نمود، ضخامت به اندازه ۱۰ درصد افزایش می یابد.

سرستون: برای افزایش مقاومت دال در برابر برش سوراخ کننده استفاده می شود.

بزرگترین مخروط یا هرم با زاویه مرکزی 90° درجه را بر محل تماس آن با ستون محاط می کنیم قطر ۲۰-۲۵ درصد طول دهانه می باشد.

ابعاد آن در محل اتصال آن با کف دال یا کتیبه اندازه گیری می شود

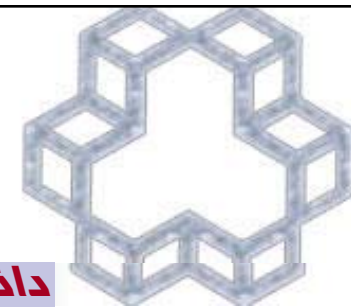
کتیبه: برای افزایش مقاومت برشی در اطراف ستون و همچنین کم کردن میلگردهای منفی روی تکیه گاه، قسمتی از دال را در اطراف ستون از زیر بصورت برجسته در می آورند که به آن کتیبه سرستون می گویند.

سعی می شود ابعاد آن در طبقه ثابت نگه داشته شود.

باید $1/6$ طول دهانه (محور به محور) از هر طرف ادامه داشته باشد.

• حداقل به اندازه $1/4$ ضخامت دال کلفت تر باشد

• برای محاسبه فولاد لازم برای دال، ضخامت برجسته کتیبه در زیر دال نباید بزرگتر از یک چهارم فاصله لبه کتیبه تا لبه ستون یا سرستون فرض گردد.



فرآیند روش مستقیم در محاسبه لنگرهای طولی

(۱) کنترل محدودیتها ۱ تا ۵ برای روش مستقیم

(۲) محاسبه ممان اینرسی دال

(۳) محاسبه ممان اینرسی تیر

$$\alpha = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s}$$

(۴) محاسبه نسبت α - سختی خمشی تیر به دال

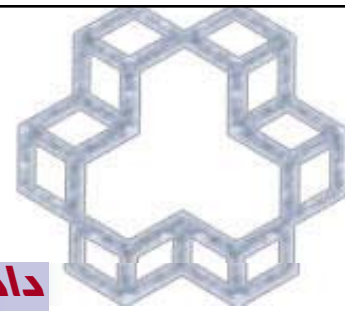
(۵) کنترل نسبت $0.2 < \frac{\alpha_1 l_2^2}{\alpha_2 l_1^2} \leq 5$

(۶) محاسبه لنگر استاتیکی کل $M_0 = w_u L_2 L_n^2 / 8$

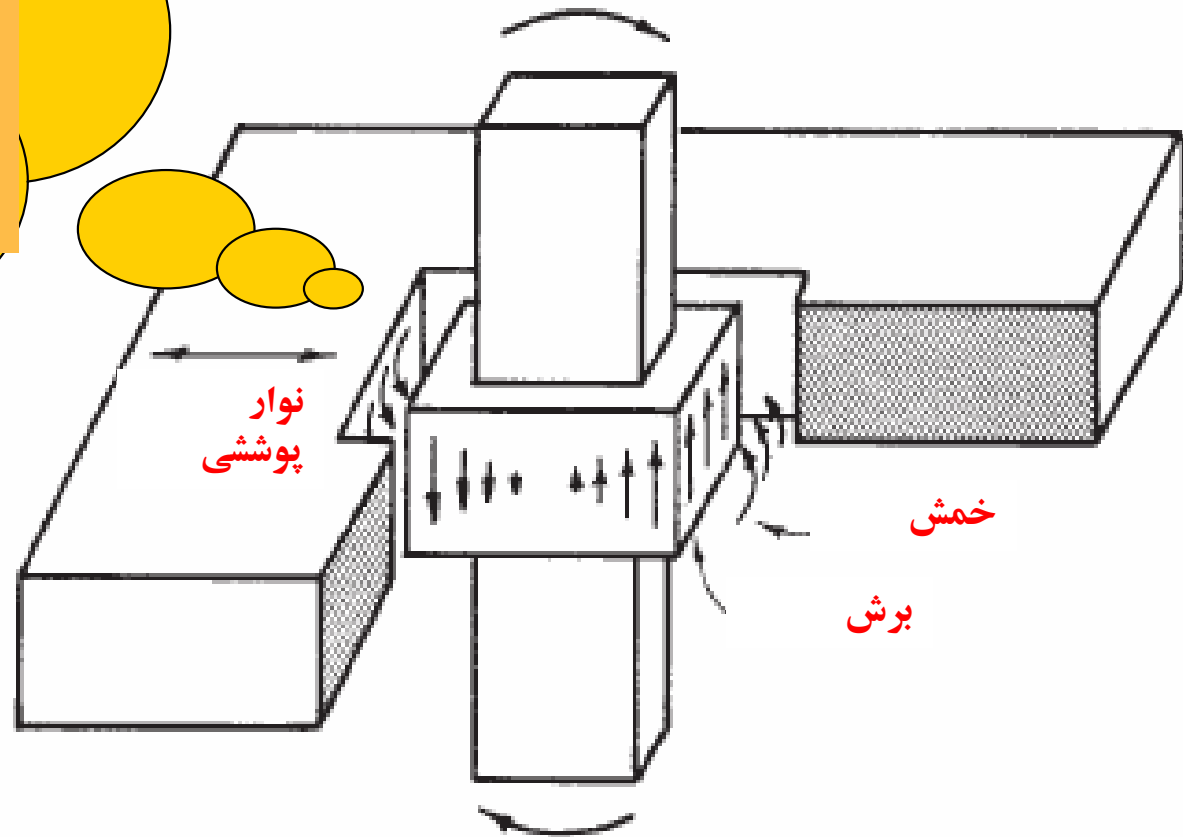
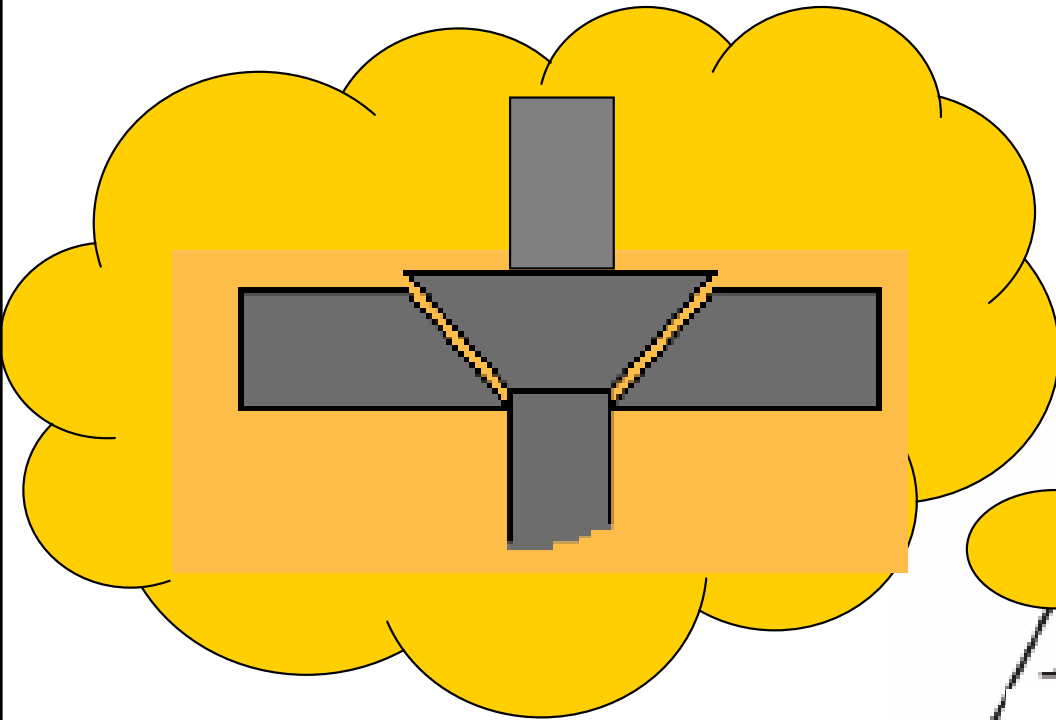
(۷) پخش لنگر در جهت طولی در دهانه داخلی و خارجی

(۸) تقسیم لنگر به نوار ستونی و باقی مانده به نوار میانی

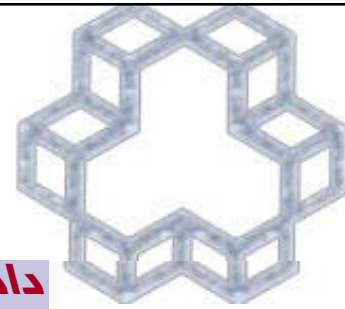
(۹) تخصیص لنگر تیر از لنگر نوار ستونی بر اساس سختی نسبی



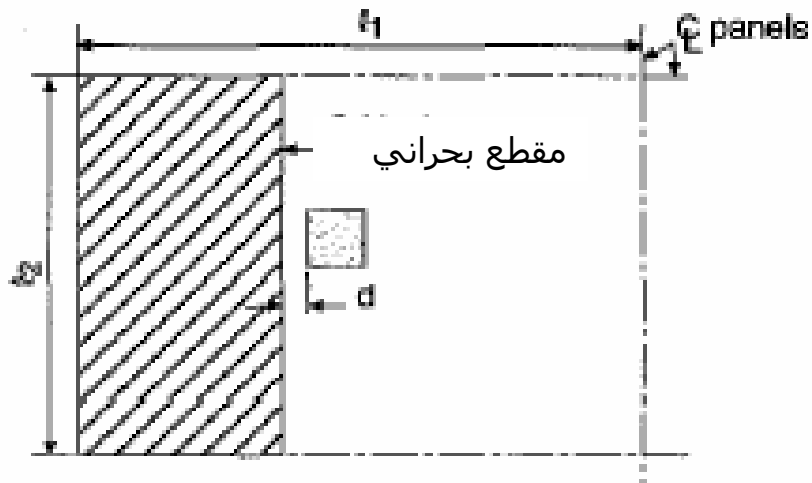
۲- کنترل برش در دالها



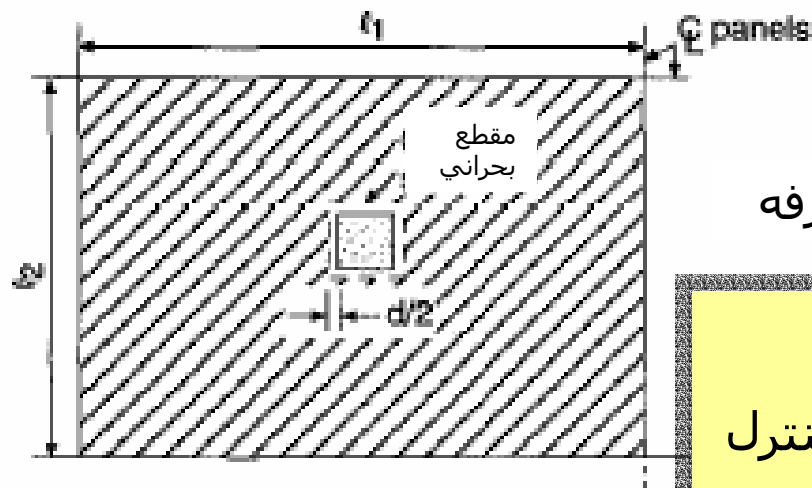
شکلهای مقابل
سطوح متناظر به
محاسبه بارهایی
که سبب نیروهای
برشی تیری و
دو طرفه می شوند
را نشان می دهند



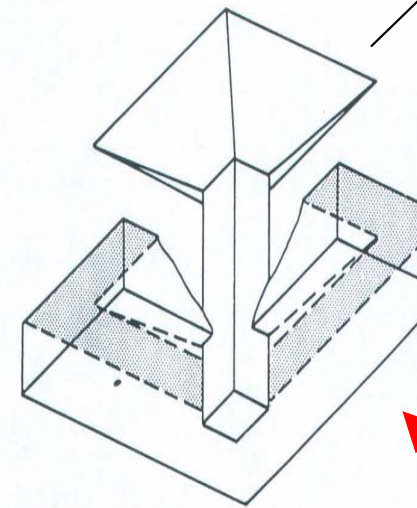
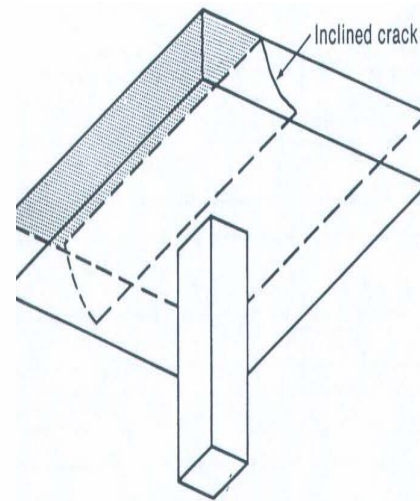
عمل پهنای تیر Wide-Beam Action



برش یکطرفه



برش دو طرفه



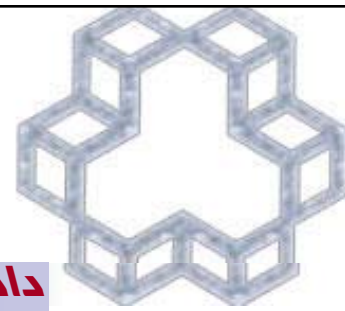
قسمتی از دال
حول ستون که از
سطح تماس
ستون با پایین
دال شروع می
شود به شکل
کله قندی و یا
هرمی شکل با
زاویه شیبي
حدود ۴۵ درجه
است با ستون
به جا می ماند

شکست برش یکطرفه

شکست برش دو طرفه

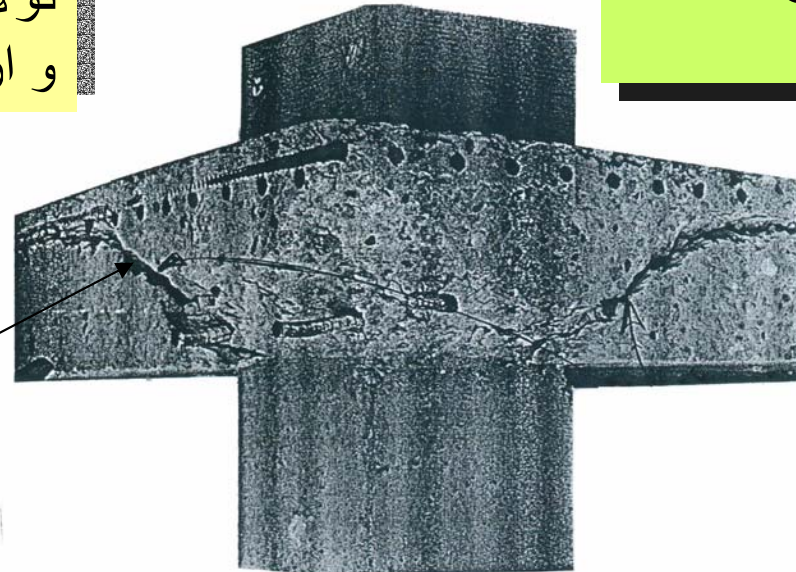
عمل دو طرفه Two-Way Action

ترك سوراخ كننده در محیط b_0 در فاصله $d/2$ خارج ستون كنترل می گردد.



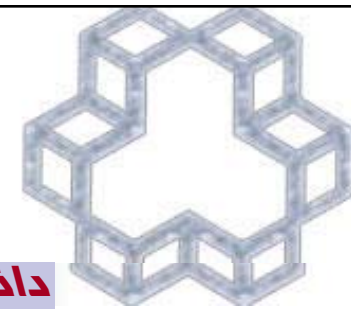
مکانیزم ترک سوراخ کننده
(پانچینگ)

فولادهای منفي (بالا) به بیرون کشیده شده
و ارتباطشان از ستون قطع می شود



ترک شیبدار

شکست برش سوراخ کننده به صورت ناگهانی و بدون خبر اتفاق می افتد. و چنانچه به وقوع به پیوندد ، ظرفیت برشی اتصال فوق بطور کامل از دست می رود. لذا اگرچه دال دوطرفه دارای شکست خمشی شکل پذیری است (به شکل خطوط گسیختگی) ولی در برابر مود شکست برشی فوق بسیار ترد است.



مقاومت برشی سیستم دالهای دو طرفه با انتقال

بارهای نامتعادل در کف یا بارهای جانبی در دالهای تخت توسط هر دو کنش برشی و خمشی به ستونها منتقل می شوند. در ستونهای داخلی در ساختمانهای مهار شده، لنگرهای منتقله کوچک بوده و می توان فرض نمود که بارها توسط برش به ستونها منتقل می شوند.

$$V_u \leq V_r$$

به جهت انتقال مطمئن بار فوق باید داشته باشیم:

که V_u برش حاصل از بارهای وارده با ضریب در مقطع بحرانی و V_r مقاومت مقطع بحرانی می باشد،

V_u بر اساس محاسبه بار وارده در سطح متناظر که مرزهای خارجی سطح فوق برشی را تحمل نمی کنند محاسبه می شود. معمولاً فرض می گردد که مرزهای فوق همان میانه آکس ستونها هستند. این فرض برای ستونهای خارجی محافظه کارانه و برای اولین ستون داخلی در جهت خلاف اطمینان است. (چرا؟)

$$V_r = V_c + V_s$$

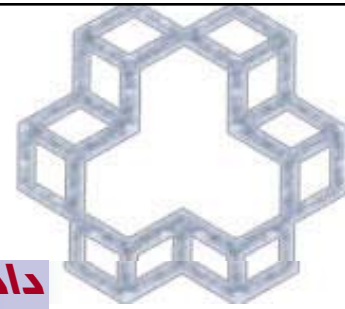
مقاومت مقطع بر اساس رابطه مقابل بدست می آید

که معمولاً ضخامت مقطع بتنی به گونه ای در نظر می گیرند که نیاز به فولاد برشی نداشته باشیم. لذا:

$$V_s = 0$$

مقاومت برش دال در برش سوراخ کننده تابع عوامل ذیل است:

- ۱- مقاومت بتن
- ۲- نسبت بین ابعاد ستون به ضخامت دال
- ۳- شکل سطح تکیه گاهی
- ۴- نسبت لنگر - برش در مقطع بحرانی



مقاومت برشی سیستم دالهای دو طرفه

$$v_c = 0.2\phi_c \sqrt{f'_c}$$

$$V_c = v_c b_0 d$$

عمل پهنای تیر یا برش یکطرفه (**Wide-Beam Action**)

نیروی برشی مقاوم نهایی بتن چنین است:

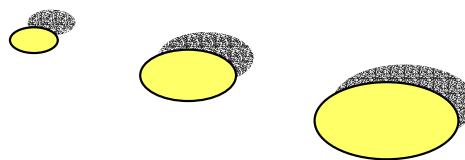
$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) v_c b_0 d$$

$$V_c = \left(1 + \frac{\alpha_s d}{b_0}\right) v_c b_0 d$$

$$V_c = 2v_c b_0 d$$

عمل دو طرفه (**Two-Way Action**)

مقاومت نهایی بتن V_c برابر کمترین مقادیر بدست آمده از سه رابطه مقابل است:

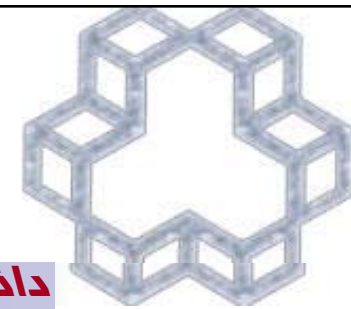


محیط مقطع بحرانی به فاصله $d/2$ از لبه ستون b_0

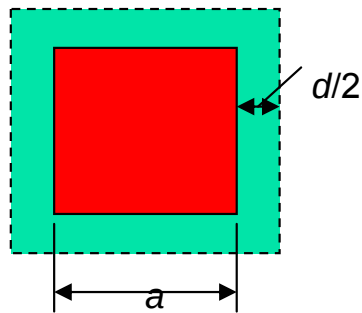
نسبت ضلع بلند به ضلع کوتاه ستون β_c

α_s ۲۰ برای ستون میانی و ۱۵ برای ستون کناری و ۱۰ برای ستون گوشه

ضریب β نشان دهنده انتقال از برش خمشی به برش سوراخ کننده است. برای سطوح باریک $\beta = \infty$ و لذا مقاومت برشی معادل v_c برش خمشی و وقتی $\beta = 1$ باشد (برش سوراخ کننده)، مقاومت برشی معادل $2v_c$ یعنی دو برابر مقاومت برش خمشی است

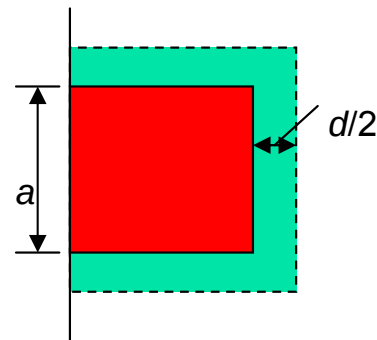


محیط بحرانی برای ستون مربع



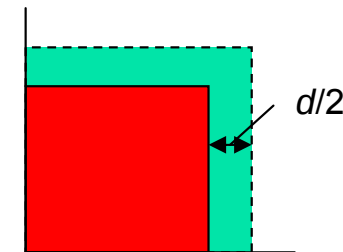
$$b_0 = 4(a + d)$$

ستون داخلی



$$b_0 = 3a + 2d$$

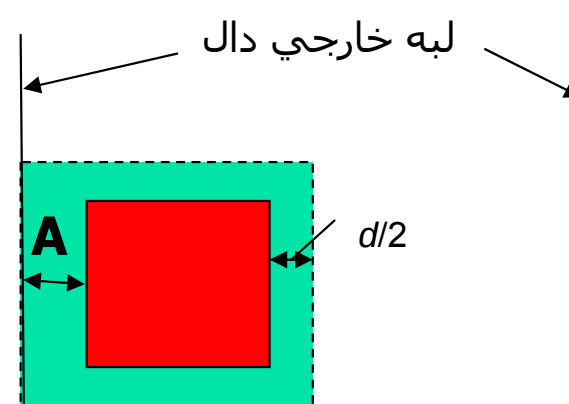
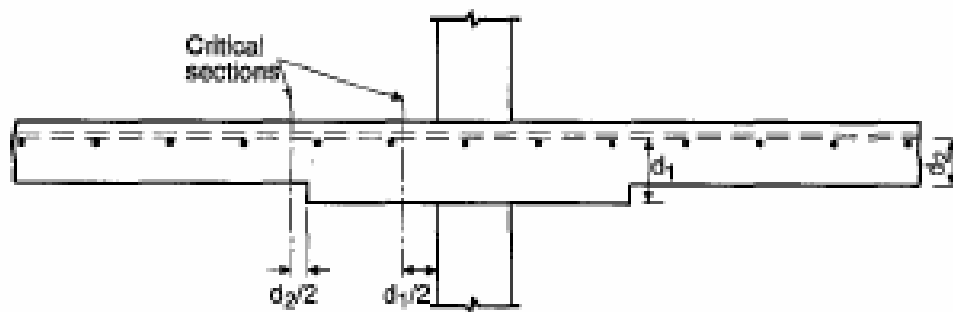
ستون کناری



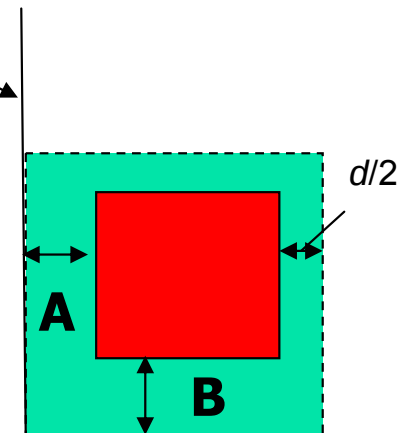
$$b_0 = 2a + d$$

ستون گوشه

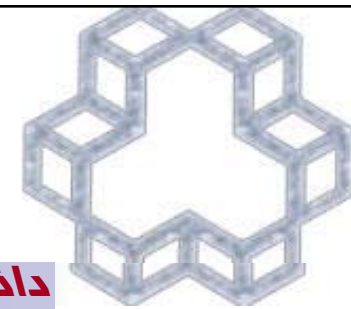
مقاطع بحرانی در دال با کتیبه



$$A < 4h$$

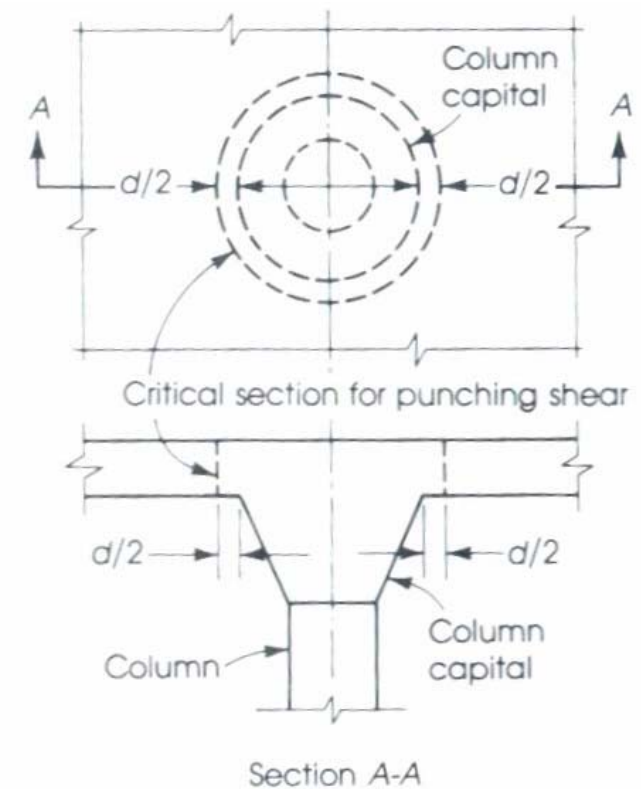
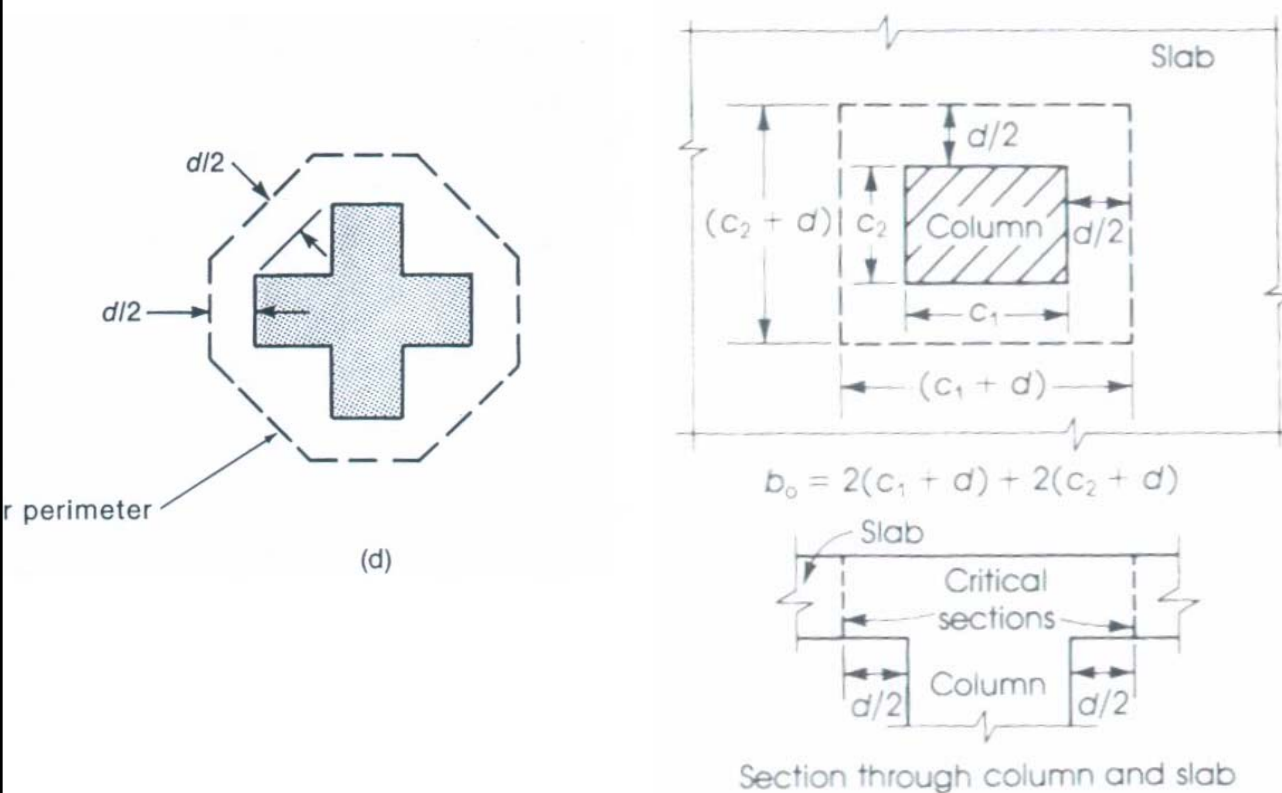


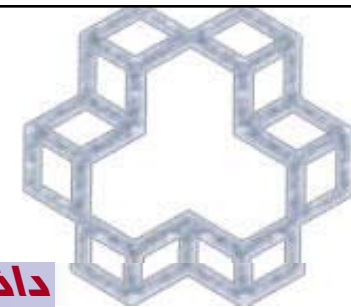
$$A < 4h, B < 4h$$



مقاومت برشی دال

برش دو طرفه در حول مخروط ناقص و یا هرم حول ستون سبب خرابی می گردد. برش در مقطع بحرانی در فاصله $d/2$ از بر ستون، سرستون و یا کتیبه کنترل می گردد



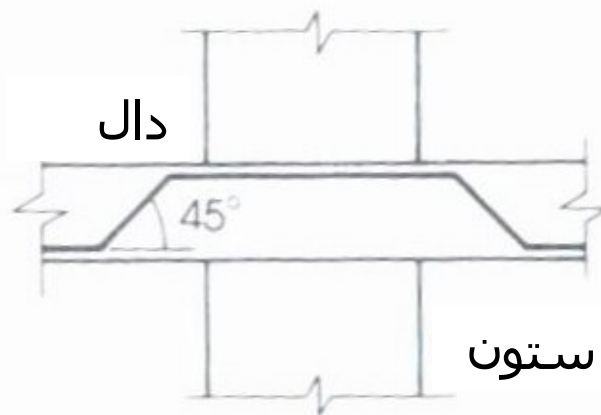
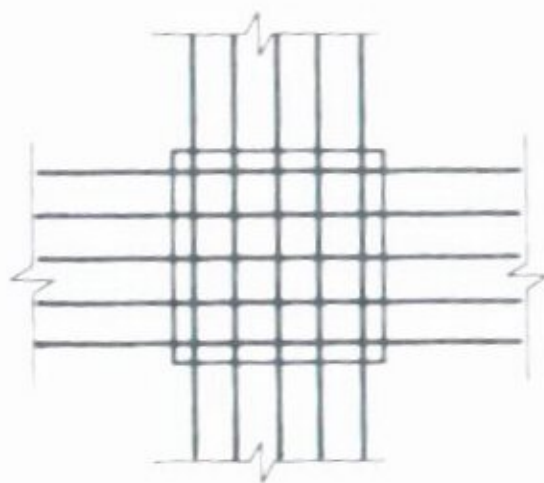


تقویت برشی برای برش سوراخ کننده:

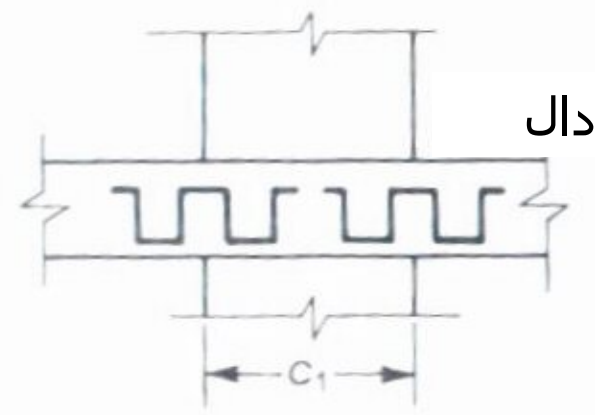
چنانچه مقاومت برشی مقطع بحرانی کمتر از مقدار نیاز باشد، به روشهای ذیل مقاومت را افزایش می دهیم: ۱- افزایش ضخامت دال ۲- افزایش ضخامت دال در اطراف ستون (کتیبه) ۳- اضافه نموده سر ستون ۴- افزایش ابعاد ستون ۵- اضافه کردن فولاد برشی

میلگردهای مهاري:

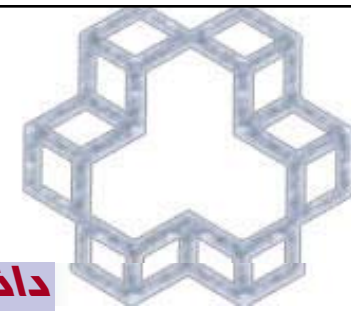
شامل میلگردهای فولادی یا مستقیم یا خمیده است



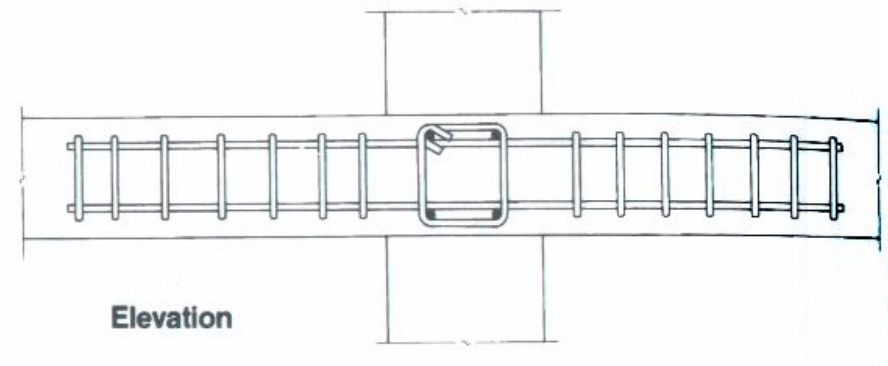
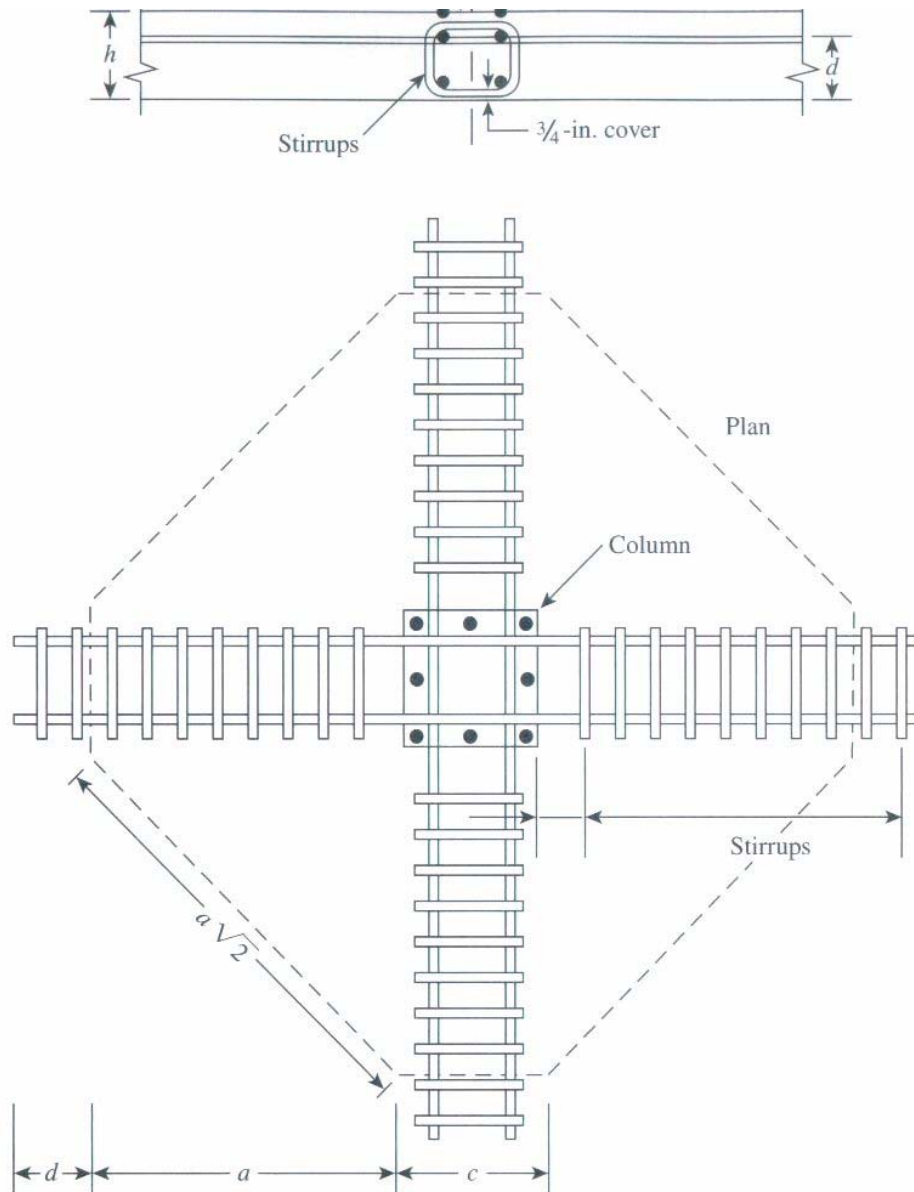
میلگرد خمیده

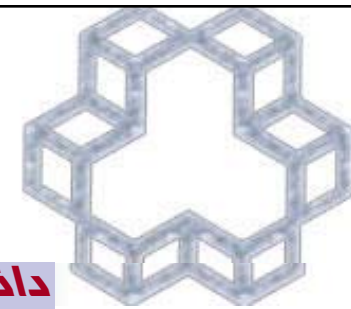


میلگرد های مسلح کننده



قفسهای ساخته شده با خاموت



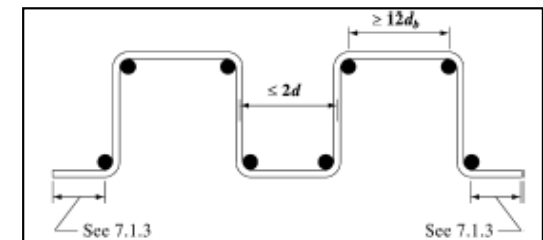
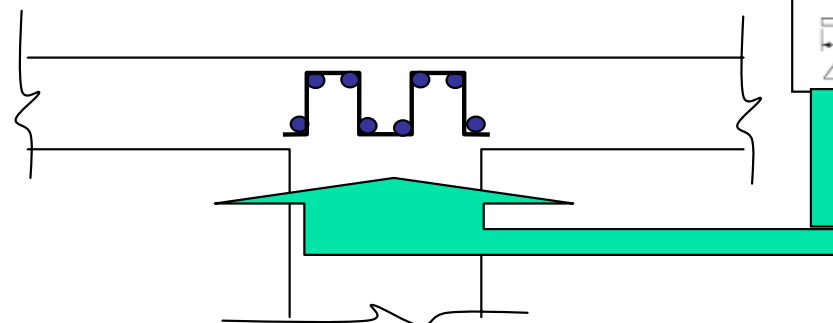
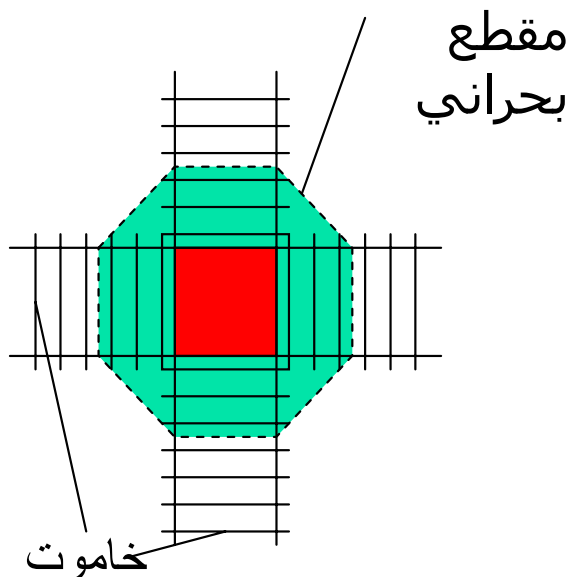


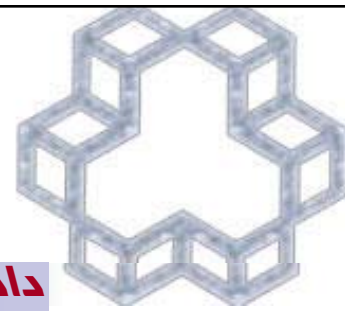
فولاد برشی در دالهای تخت

اگر از سر ستون و کتیبه نتوان استفاده کرد، از فولادهای برشی باید استفاده نمود. در این دالها چنانچه از آرماتور برشی بصورت میلگرد یا شبکه جوشي برای تامین مقاومت برشی استفاده شود، نیروهای برشی مقاوم نهایی V_r چنین محاسبه می شود.

$$V_r = V_c + V_s = 0.2\phi_c \sqrt{f'_c} b_0 d + \frac{A_v f_{yd} d}{s} \leq 3v_c b_0 d$$

خاموت U شکل مضاعف V_c





کلاهک برشی:

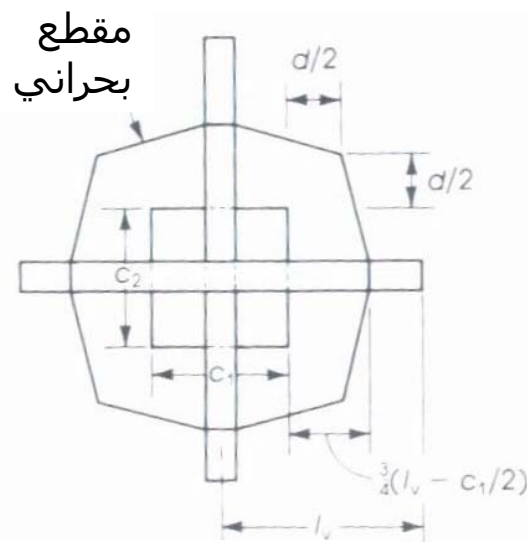
شامل تیرهای I شکل فولادی یا ناودانی جوش داده شده در چهار بازو که در دال در بالای ستون قرار داده می شوند. نمی تواند در ستونهای خارجی به علت بارهای جانبی و پیچش استفاده شود. در این دالها مقاومت برشی نهایی مقطع V_r بر اساس کمترین مقادیر روابط زیر محاسبه می گردد:

$$V_r = 3.5v_c b_0 d$$

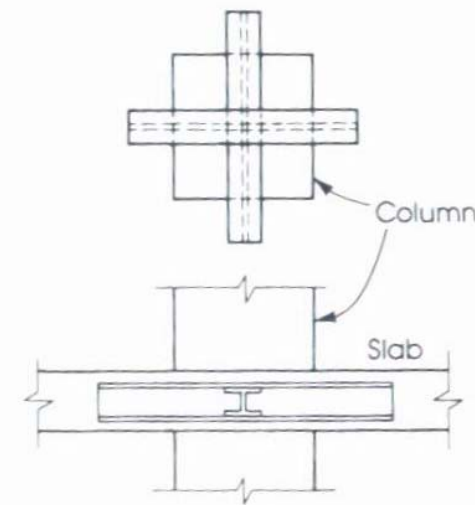
$$V_r = 2v_c b_{0m} d$$

b_0 = محیط مقطع بحرانی که در فاصله $d/2$ از بر ستون

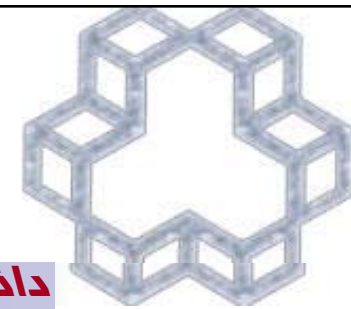
b_{0m} = محیط مقطع بحرانی خاص که در دالهای با کلاهک برشی
برای کنترل مقاومت برشی نهایی مقطع مورد استفاده قرار میگیرد



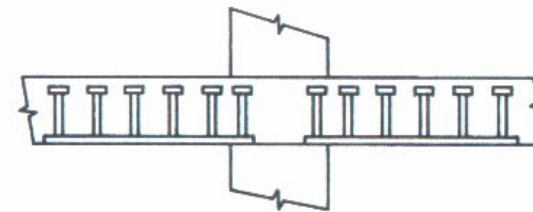
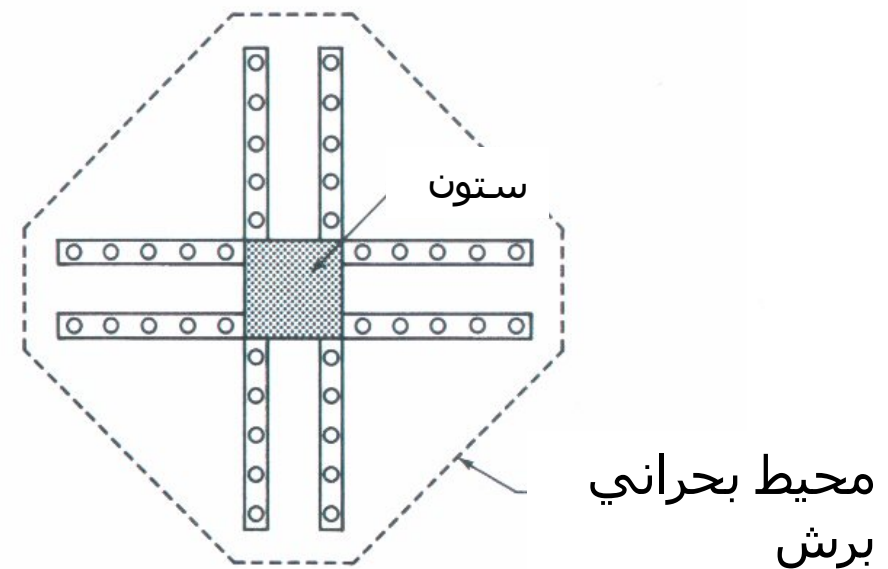
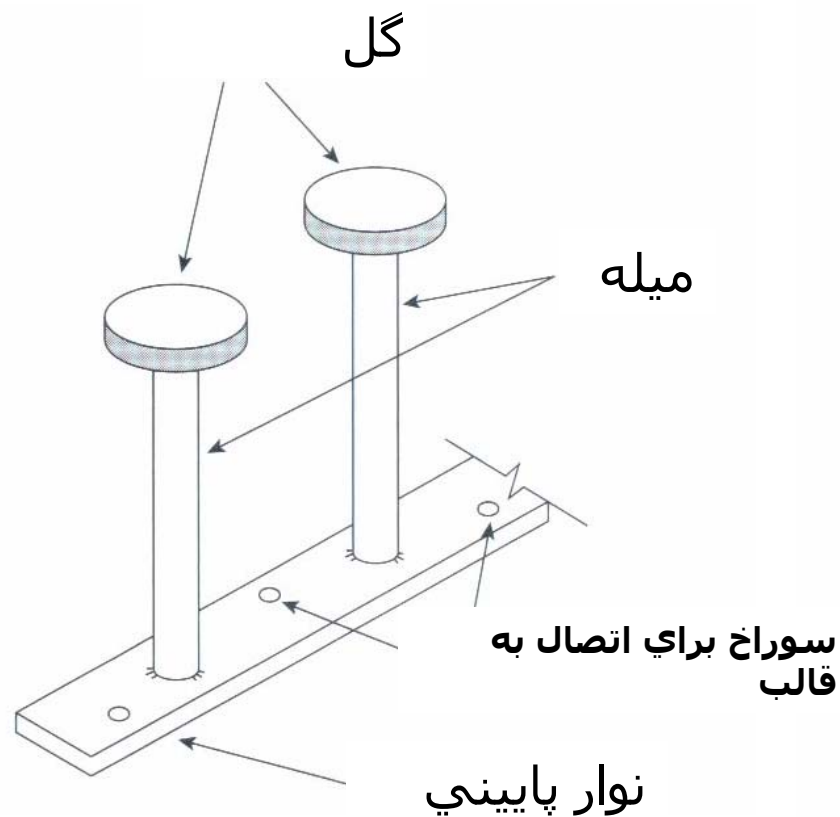
کلاهک برشی

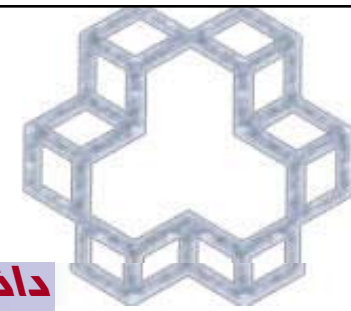


کلاهک برشی

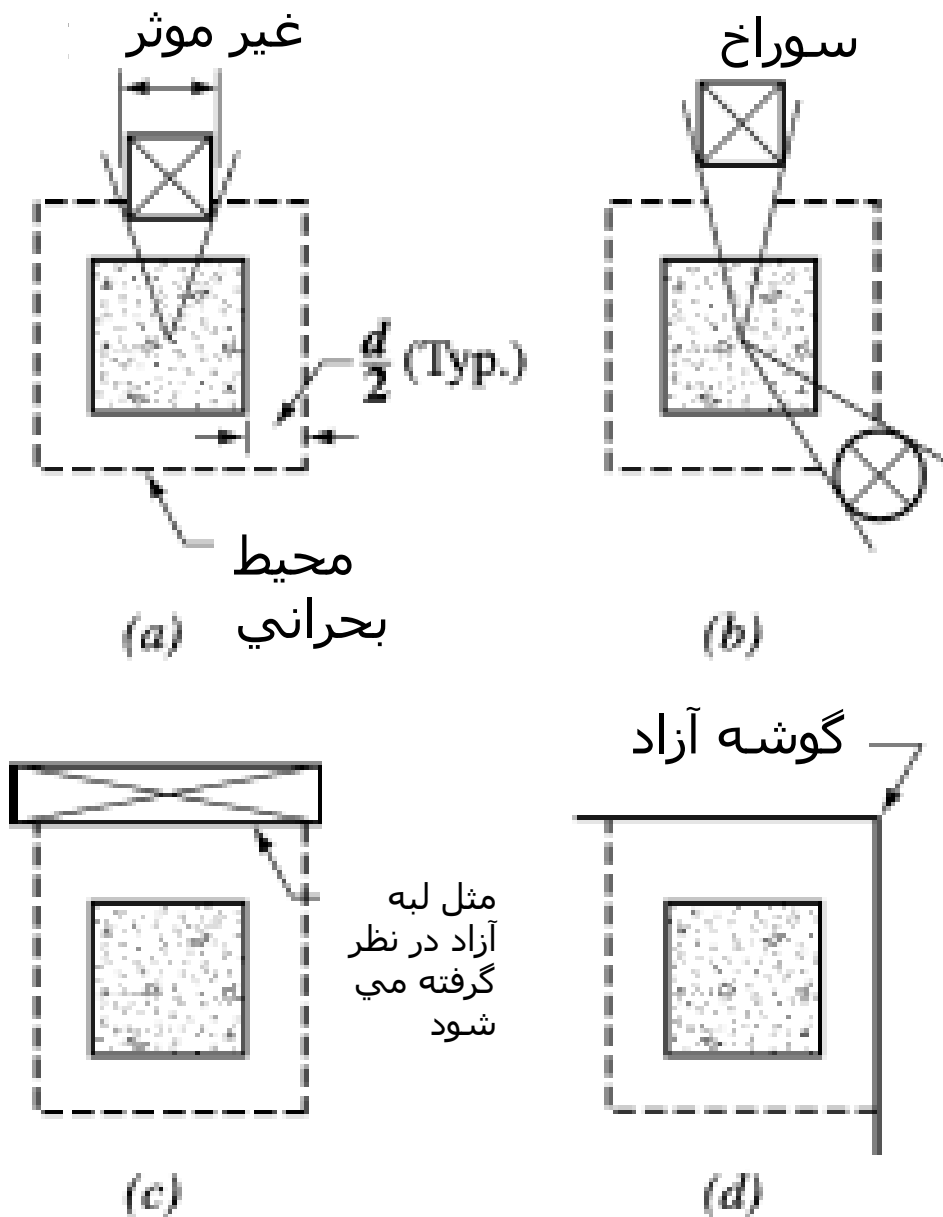


نوارهای فلزی برش گیر

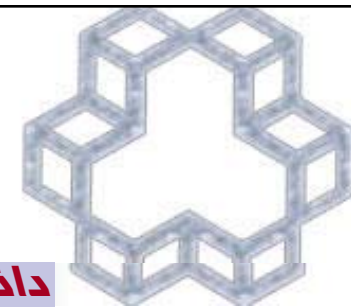




اثر برش در دالهای با سوراخ



چنانچه سوراخ به فاصله کمتر از ۱۰ برابر ضخامت دال به محل بار متمرکز (مانند ستونها)، در محاسبه محیط بحرانی b_0 نباید مطابق شکل قسمتی از آن به حساب آید. چنانچه از کلاهی برشی استفاده کرده باشیم مقدار فوق را نصف در نظر می گیریم



برش ناشی از انتقال لنگر به ستون

عوامل:

- لنگر ناشی از بارهای ثقلی نامتعادل
- لنگر ناشی از بارهای جانبی باد یا زلزله

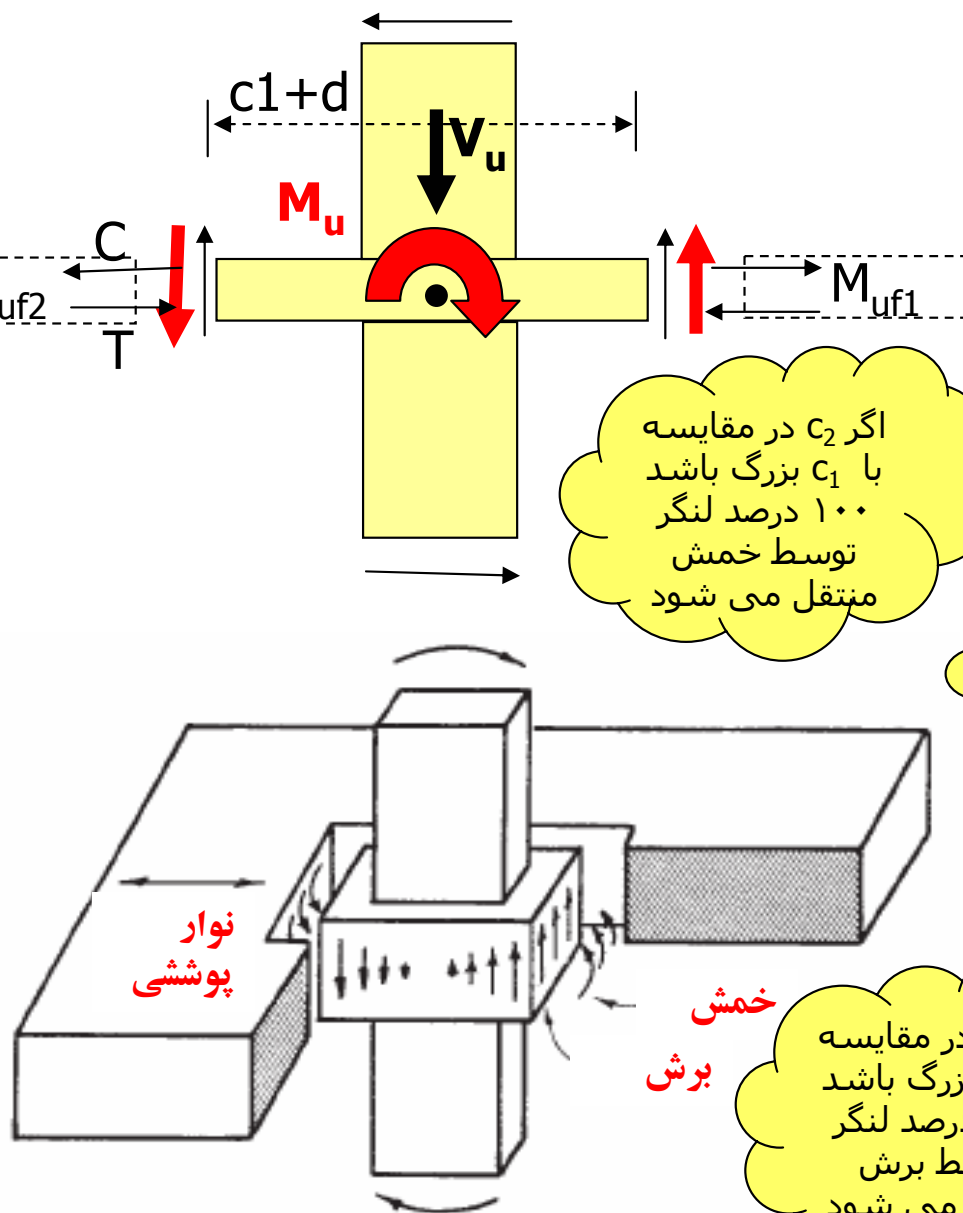
لنگر نامتعادل انتقالی از دال به ستون M_u توسط تنشهای خمشی M_{uf} (حدود ۶۰٪) و ما بقی توسط تنش برشی M_{uv} در مقطع بحرانی منتقل می گردد

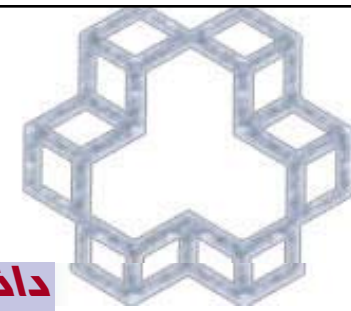
اگر c_2 در مقایسه با c_1 بزرگ باشد ۱۰۰ درصد لنگر توسط خمش منتقل می شود

اگر c_1 در مقایسه با c_2 بزرگ باشد ۱۰۰ درصد لنگر توسط برش منتقل می شود

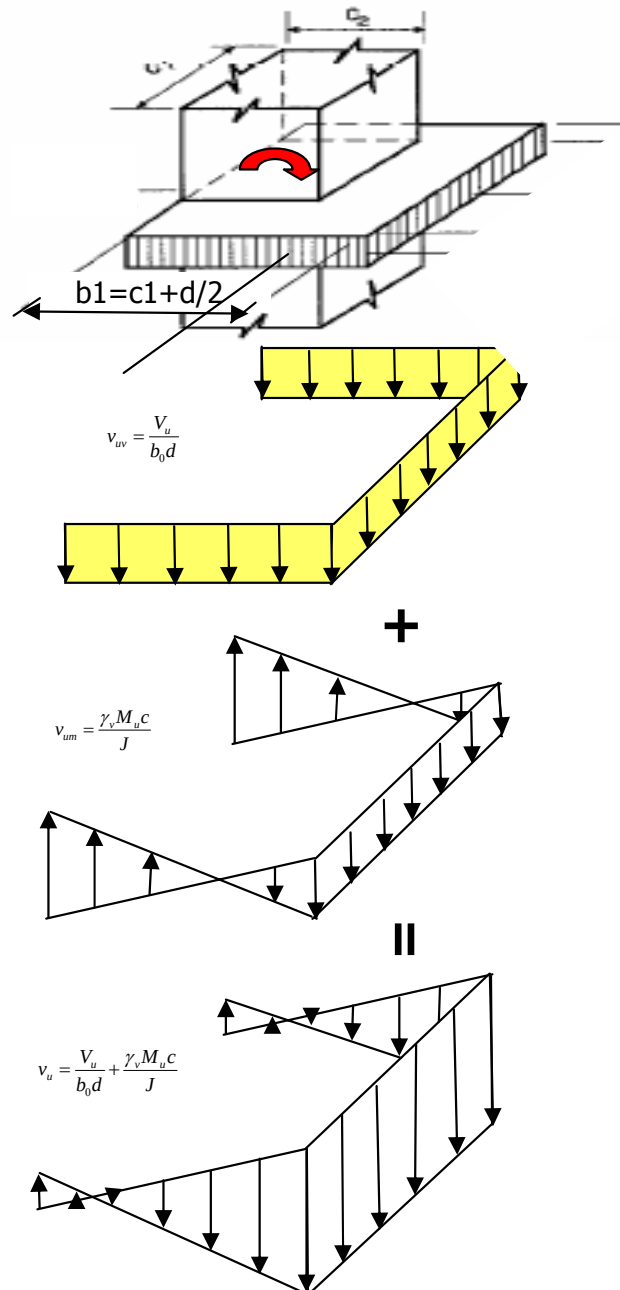
$$M_{uf} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{c_1 + d}{c_2 + d}}} M_u = \gamma_f M_u$$

$$M_{uv} = (1 - \gamma_f) M_u = \gamma_v M_u$$





برش ناشی از انتقال لنگر به ستون خارجی

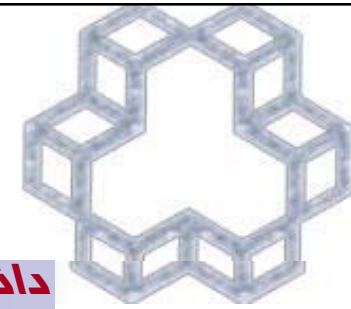


تنش برشی
حاصل برش V_u

تنش برشی
حاصل از M_u

تنش برشی
کل

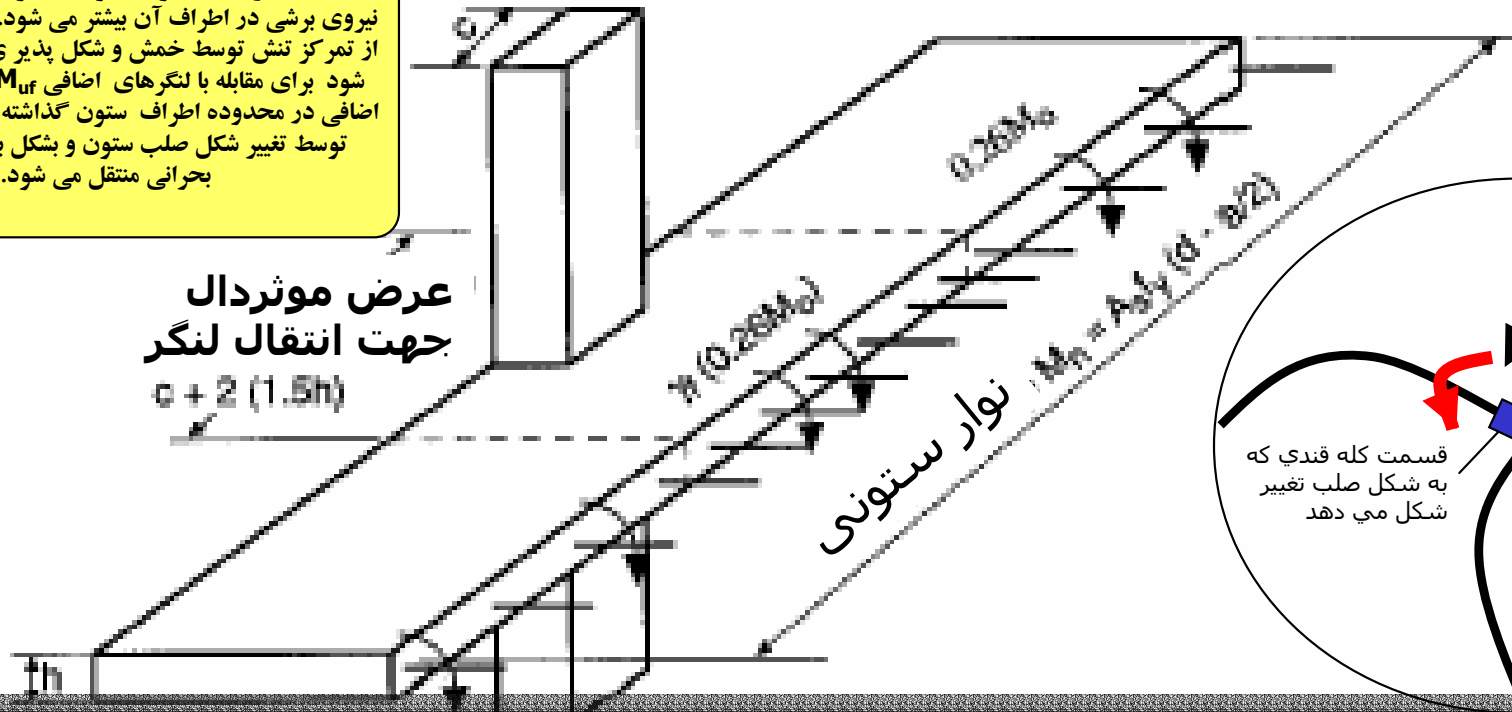
در ستونهای کناری مرکز محیط بحرانی نزدیک تر به وجه داخل ستون نسبت به وجه خارجی است. ممکن است تنشهای برشی ناشی از خمش در گوشه های خارجی ستون بزرگتر باشند. لذا اگر M_u نسبت به V_u بزرگتر باشد، تنشهای برشی منفی در نقاط فوق ایجاد میشود. بعلاوه اگر لنگر ناشی از ترکیب بار ثقلی و جانبی مثبت شود در نقاط فوق تنشهای برشی بسیار بزرگی در گوشه خارجی ستون ایجاد شود.



انتقال M_{uf} از نوار ستونی به ستون خارجی

لنگر محاسبه شده در نوار ستونی بشکل یکنواخت در عرض نوار محاسبه می گردد. اما حقیقت آنستکه توزیع لنگر در محدوده نزدیک ستون یکنواخت نبوده و تمرکز لنگر و نیروی برشی در اطراف آن بیشتر می شود. در حالیکه بخشی از تمرکز تنش توسط خمش و شکل پذیری ستون منتقل می شود برای مقابله با لنگرهای اضافی M_{uf} باید میلگردهای اضافی در محدوده اطراف ستون گذاشته شود. بخشی دیگر توسط تغییر شکل صلب ستون و بشکل برش در محیط بحرانی منتقل می شود.

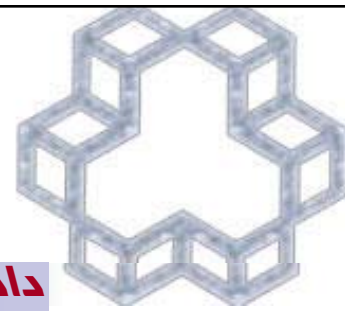
عرض موثر دال
جهت انتقال لنگر
 $c + 2(1.5h)$



قسمت کله قندی که
به شکل صلب تغییر
شکل می دهد

در محل انتقال لنگر به ستون می باید برای حداکثر لنگر قابل انتقال (لنگر پلاستیک) در محدوده ستون $(1.5h)$ میلگرد اضافی گذاشته شود. در ویرایشهای قبل از ۲۰۰۲ این لنگر معادل مقاومت اسمی نوار ستونی بود که در دالهای تخت حداکثر لنگر خارجی را تحمل می کرد یعنی $M_u = M_n$ که چنانچه فولاد حداقل در عرض فوق موجود بود بر اساس مقاومت اسمی فولاد اسمی محاسبه می گردید.

میلگردهای خمشی M_{uf} باید در نواری به عرض یک و نیم برابر ضخامت دال در مجاورت ستون یا سر ستون از هر طرف عرض تکیه گاه (c_2) علاوه بر میلگردهای خمش اولیه قرار داده شود. در صورتی که دال فاقد تیر لبه باشد، تمام لنگر انتهایی دال توسط نوار ستونی به ستون منتقل می شود ($0.26 M_0$). بدین شکل ابتدا کل نوار ستونی برای $0.26 M_0$ فولاد گذاری شده و سپس میلگردهای اضافی به منظور مقابله با $\gamma_f(0.26 M_0)$ تعبیه می شود.



مثال: کنترل برش درستون کناری

لنگر حول محور Z-Z

$$J_{cz} = 2 \left(\frac{b_1 d^3}{12} \right) + 2 \left(\frac{d b_1^3}{12} \right) + 2(b_1 d) \left(\frac{b_1}{2} - c \right)^2 + (b_2 d) c^2$$

1 سطح I_x

1 سطح I_y

1 سطح Ax^2

2 سطح Ax^2

لنگر حول محور W-W

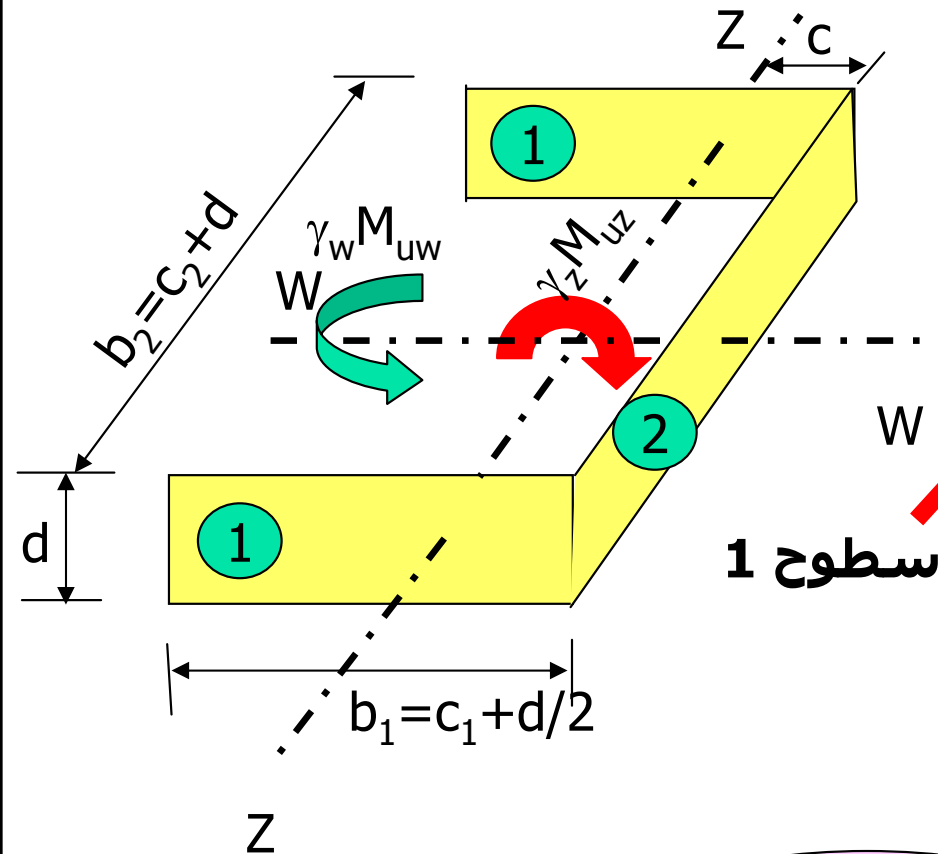
$$J_{cw} = \frac{b_2 d^3}{12} + \frac{d b_2^3}{12} + 2(b_1 d) \left(\frac{b_2}{2} \right)^2$$

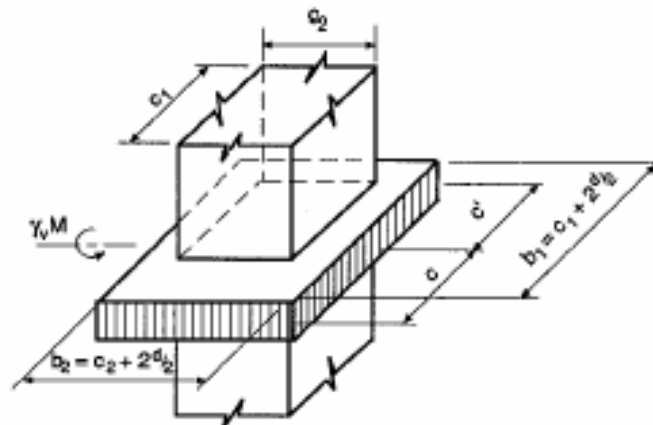
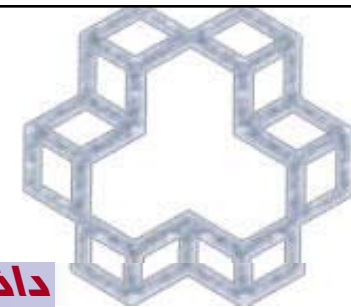
لنگر

حول محور Z-Z

لنگر منتقله به ستون
حول محور W-W

$$v_u = \frac{V_u}{b_0 d} \pm \frac{\gamma_{vz} M_{uz} c_z}{J_{cz}} \pm \frac{\gamma_{vw} M_{uw} c_w}{J_{cw}}$$





Concrete area of critical section:

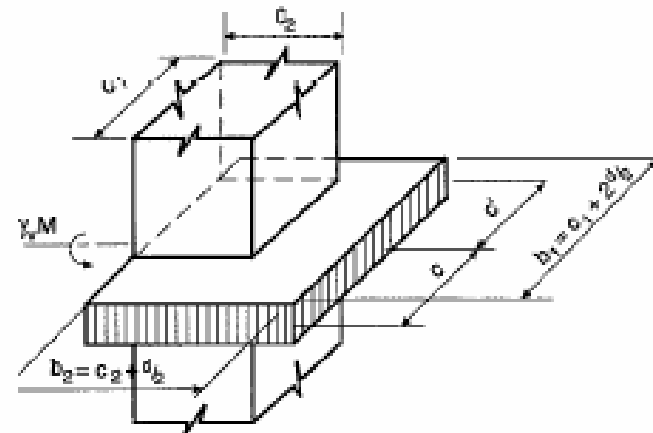
$$A_c = 2(b_1 + b_2)d$$

Modulus of critical section:

$$\frac{J}{c} = \frac{J}{c'} = [b_1d(b_1 + 3b_2) + d^3]/3$$

where:

$$c = c' = b_1/2$$



Concrete area of critical section:

$$A_c = (b_1 + 2b_2)d$$

Modulus of critical section:

$$\frac{J}{c} = \frac{J}{c'} = [b_1d(b_1 + 6b_2) + d^3]/6$$

where:

$$c = c' = b_1/2$$

A_c = مساحت مقطع بحرانی

c و c' = فاصله از مرکز هندسی تکیه گاه از دو طرف مقطع (عمود بر بردار لنگر)

J_c = مدول پیچشی که معادل ممان اینرسی قطبی $(I_x + I_y)$ دو سطح عمود بر بردار لنگر و Ad^2 دو سطح موازی بردار لنگر

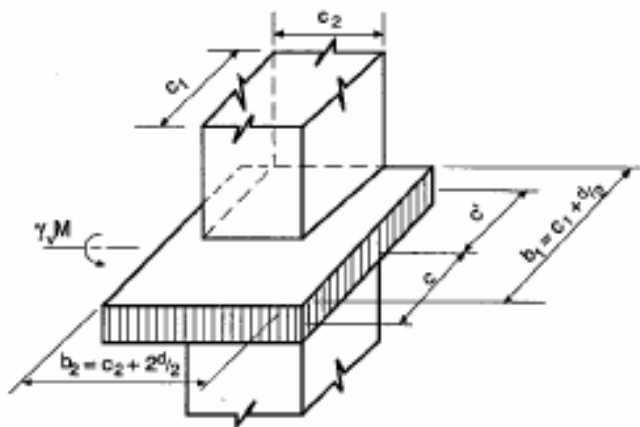
$$v_u = V_u/A_c + \gamma_v M_u c/J$$

$$v_u = V_u/A_c - \gamma_v M_u c'/J$$

$$\leq v_r = V_r/(b_0 d)$$

$$\leq v_r = 2 v_c$$

با کلاhek برشی



Concrete area of critical section:

$$A_c = (2b_1 + b_2)d$$

Modulus of critical section:

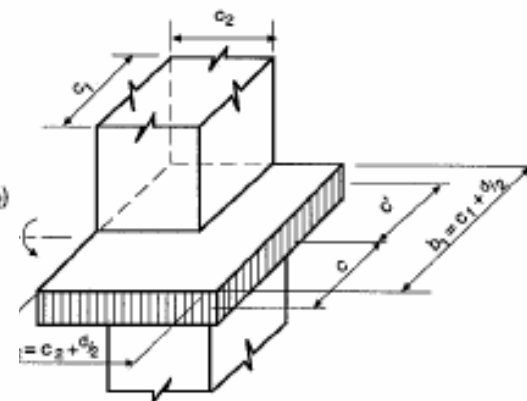
$$\frac{J}{c} = \frac{J}{c'} = [2b_1d(b_1 + 2b_2) + d^3(2b_1 + b_2)/b_1]/6$$

$$\frac{J}{c} = [2b_1^2d(b_1 + 2b_2) + d^3(2b_1 + b_2)]/6(b_1 + b_2)$$

where:

$$c = b_1^2/(2b_1 + b_2)$$

$$c' = b_1(b_1 + b_2)/(2b_1 + b_2)$$



Concrete area of critical section:

$$A_c = (b_1 + b_2)d$$

Modulus of critical section:

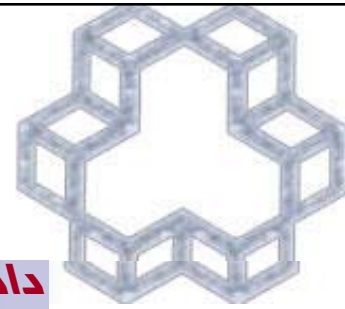
$$\frac{J}{c} = \frac{J}{c'} = [b_1d(b_1 + 4b_2) + d^3(b_1 + b_2)/b_1]/6$$

$$\frac{J}{c} = [b_1^2d(b_1 + 4b_2) + d^3(b_1 + b_2)]/6(b_1 + 2b_2)$$

where:

$$c = b_1^2/2(b_1 + b_2)$$

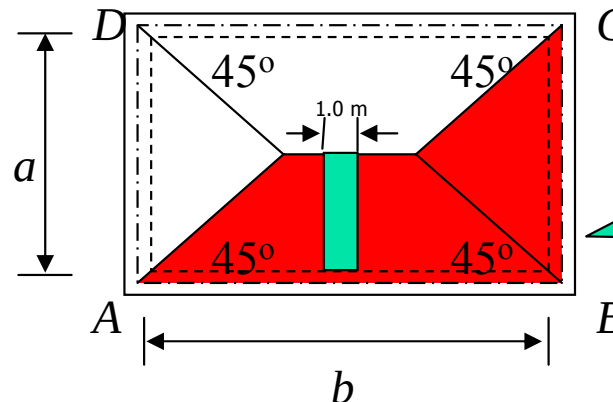
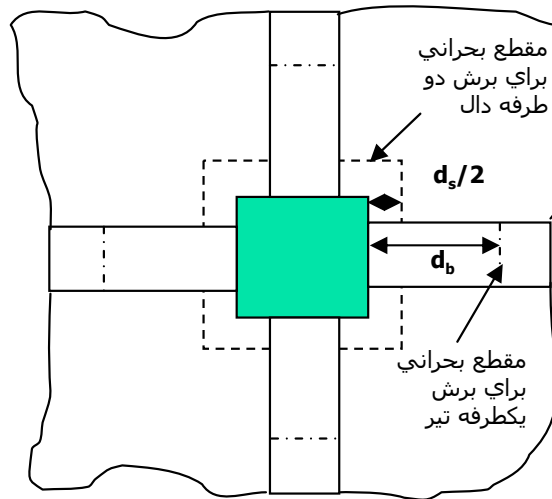
$$c' = b_1(b_1 + 2b_2)/2(b_1 + b_2)$$



کنترل برش در دالهای با تیر

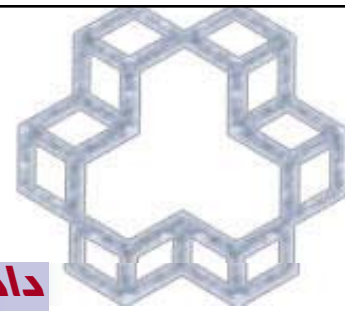
برش در فاصله d_b از لبه ستون در تیر:

تیرهای با $\alpha_1 l_2 / l_1 > 1$ باید برای برش حاصل از بارهای وارد بر ناحیه سهمیه هر تیر که توسط خطوط ۴۵ درجه ار گوشه دالها تعیین می گردند بعلاوه بارهایی که مستقیماً بر آنها وارد می گردد، طراحی شود چنانچه $1 > \alpha_1 l_2 / l_1 > 0$ باشد باید برش فوق در نسبت فوق ضرب گردد. در این حالت بقیه برش مستقیماً توسط برش در دال به ستون منتقل می شود. در باره راهکار انتقال فوق ACI سکوت اختیار نموده است. ولی می توان استنتاج نمود که بقیه برش فوق بصورت دو طرفه به فاصله $d/2$ بین برش یکطرفه به فاصله d و لبه ستون قرار دارد.



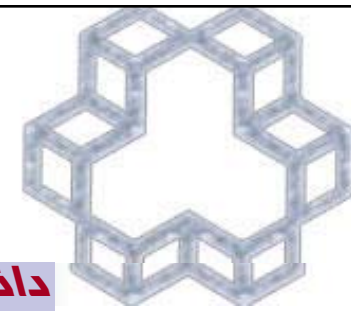
در جهت اطمینان اتصال دال به تیر بصورت برش یکطرفه برای نواری به عرض واحد محاسبه می گردد. که به جهت اثر افزایش برش در اولین تکیه گاه داخلی ۱۵٪ برش فوق افزایش داده می شود.

$$V = 1.15 w_u a / 2$$



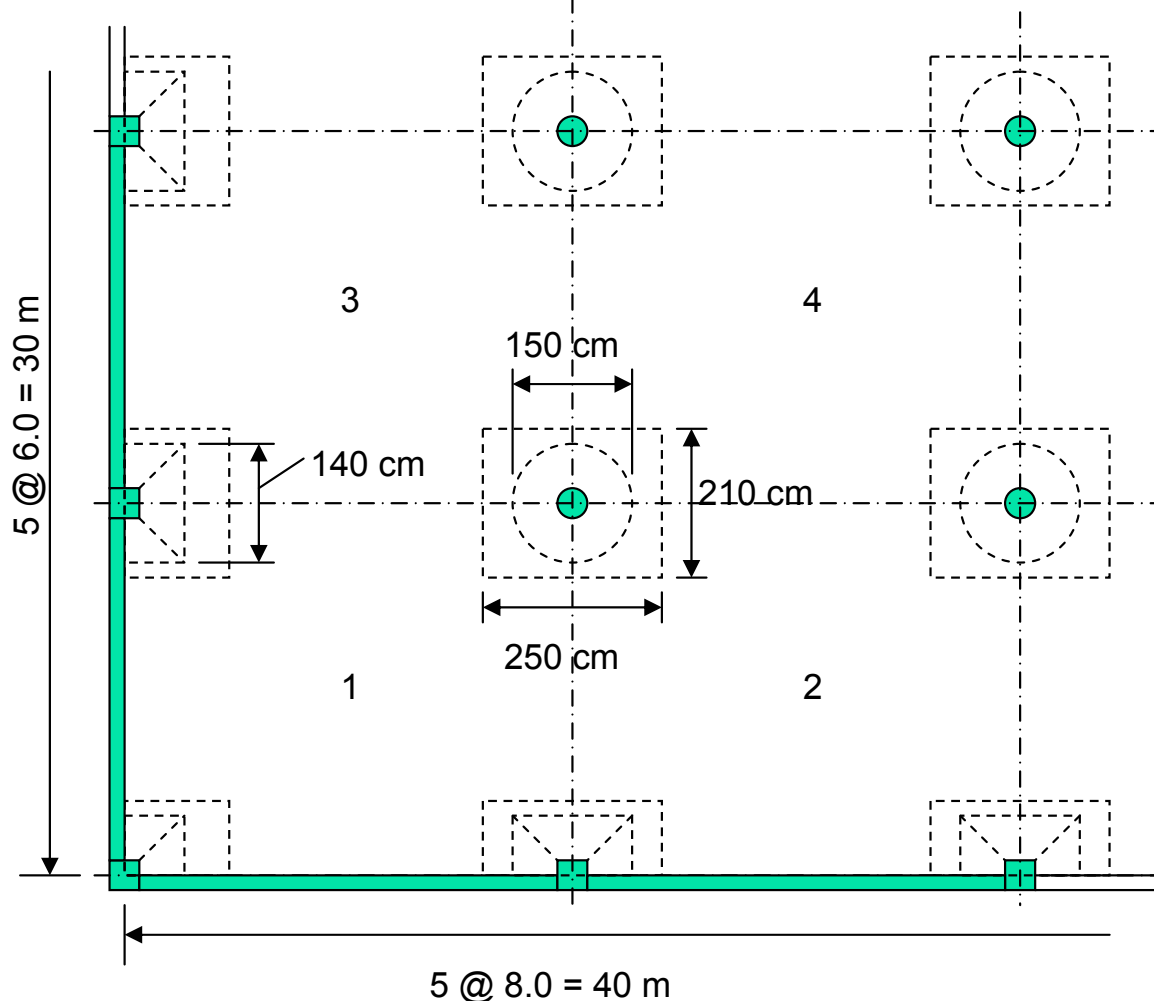
مدیریت تحلیل سیستم‌ها

مستقیم



مثال ۱: لنگرهای استاتیک دال تخت قارچی زیر را در جهت بلند و کوتاه را محاسبه نمایید

سطح ۱۲۰۰ متر مربعی به ۲۵ چشمه با ابعاد ۶×۸ تقسیم شده است.



فرضیات:

ضخامت دال = 19 cm

ضخامت کتیبه = 27 cm

تیر لبه $40 \times 60 \text{ cm}$

ستون خارجی $40 \times 40 \text{ cm}$

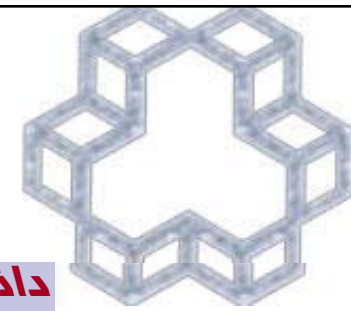
قطر ستون داخلی 50 cm

$f'_c = 21 \text{ MPa}$

$f_y = 300 \text{ MPa}$

سرویس $LL = 6 \text{ kN/m}^2$

ارتفاع طبقه = 3.5 m



با صرف نظر کردن از وزن کتیبه، بار نهایی واحد سطح چنین است:

$$\begin{aligned} w_u &= 1.25w_D + 1.5w_L \\ &= 1.25(0.19 \times 25) + 1.5(6) \\ &= 5.94 + 9.00 = 14.94 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

محاسبه لنگر استاتیکی کل بر اساس فاصله لب به لب ستون (دهانه آزاد)

امتداد بلند:

$$M_0 = \frac{1}{8} w_u L_2 L_1^2 \left(1 - \frac{2c}{3L_1} \right)^2 = \frac{1}{8} (14.94)(6.0)(8.0)^2 \left(1 - \frac{2(1.5)}{3(8)} \right)^2 = 549.05 \text{ kN.m}$$

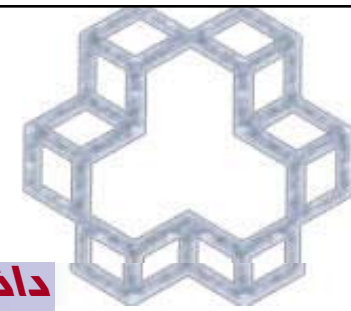
امتداد کوتاه:

$$M_0 = \frac{1}{8} w_u L_2 L_1^2 \left(1 - \frac{2c}{3L_1} \right)^2 = \frac{1}{8} (14.94)(8.0)(6.0)^2 \left(1 - \frac{2(1.5)}{3(6.0)} \right)^2 = 373.50 \text{ kN.m}$$

$$M_0 = \frac{w_u L_2 L_1^2}{8} \left(1 - 0.886 \frac{c}{L_1} \right)^2$$

$$M_0 = \frac{1}{8} w_u L_2 L_n^2 = \frac{1}{8} (14.94)(6.0)(6.671)^2 = 498.64 \text{ kN.m}$$

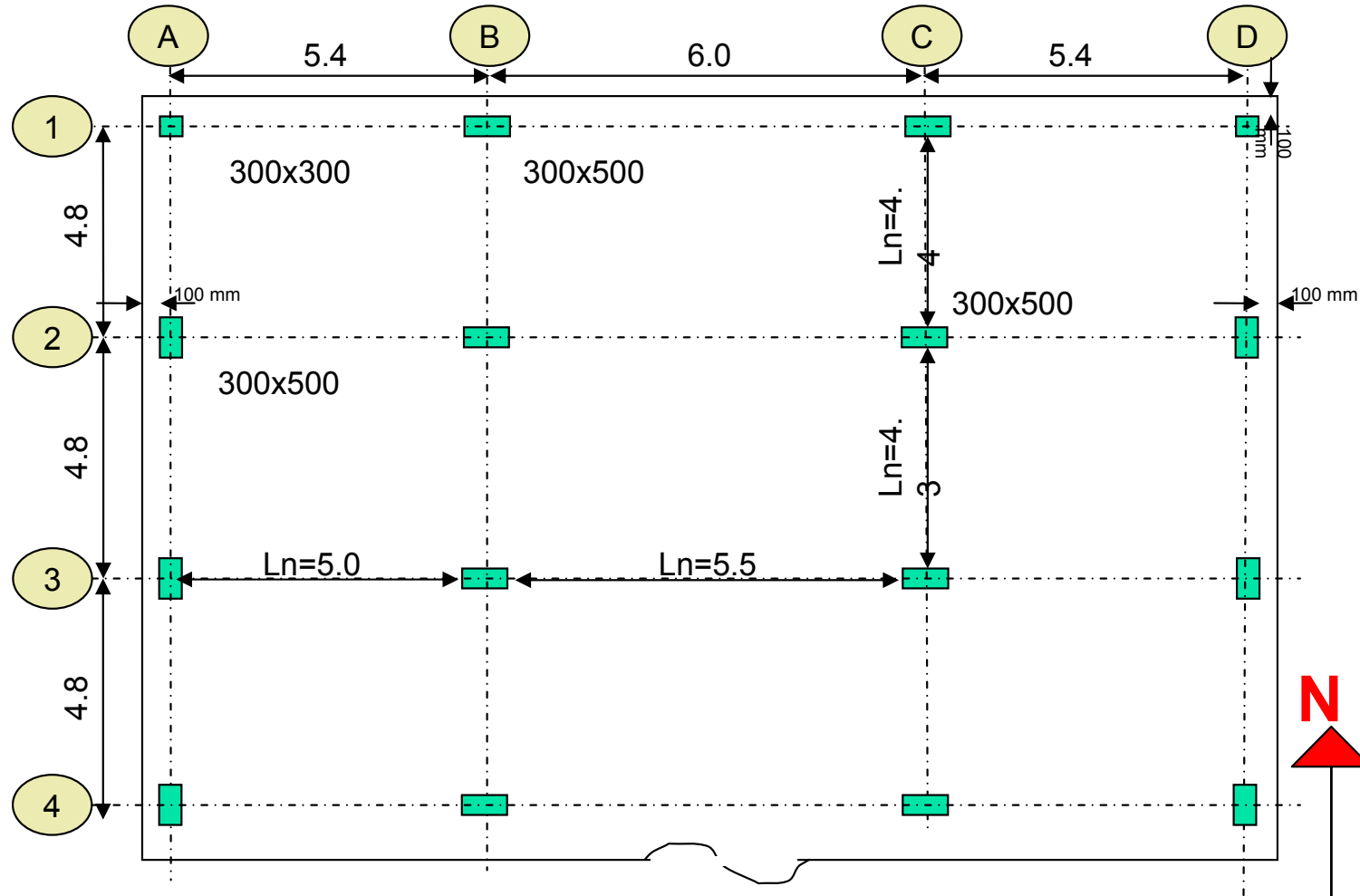
$$M_0 = \frac{1}{8} w_u L_2 L_n^2 = \frac{1}{8} (14.94)(8.0)(4.671)^2 = 325.96 \text{ kN.m}$$

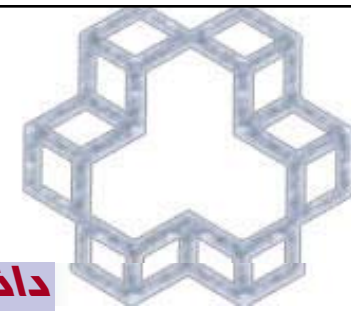


شکل زیر پلان دال تحت تیر کناری را نشان میدهد. دال فوق وزن مرده خود بعلاوه وزن کف سازی و پارتیشن بندی 1.2 KN/m^2 و بار زنده 2.0 KN/m^2 را تحمل می نماید. دال به اندازه 100 mm جهت تحمل دیوار خارجی با بار 4.5 KN/m از پشت ستونهای خارجی امتداد داده شده است. ارتفاع طبقه 2.70 m است.

$$f_y = 300 \text{ MPa} \quad f'_c = 28 \text{ MPa}$$

با انتخاب ضخامت دال مقدار میلگردهای لازم آن را محاسبه نمایید .





-کنترل شرایط استفاده از روش DDM

✓ _ از هر دو طرف حداقل سه دهانه وجود دارد

✓ _ نسبت دهانه بلند به کوتاه $\frac{6}{4.8} < 2$

✓ _ کنترل اختلاف دهانه $6 - 5.4 < \frac{1}{3} \times 6 = 2$

✓ _ ستونها همه در یک ردیف اند

✓ _ بارها همه به صورت ثقلی و گسترده اند (البته بجز بار دیوار)

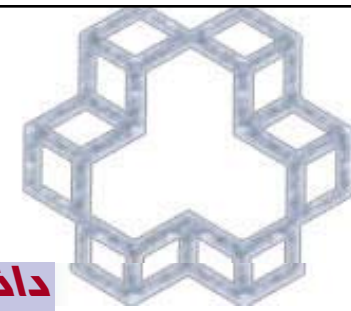
$$\frac{\ell}{36} = \frac{6000}{36} = 166 \approx 170$$

$$\text{وزن} = 0.17 \times 25 + 1.2 = 5.45 \quad \text{مرده}$$

✓ _ نسبت بار زنده به مرده

$$\frac{LL}{DL} = \frac{2.0}{5.45} < 2.0 \quad ok$$

✓ _ چون تیری وجود ندارد لازم به کنترل نسبت $\frac{\alpha_1 l_2^2}{\alpha_2 l_1^2}$ نیست



۲- تعیین ضخامت دال

$$L_n = 5.4 - (.15 + .25) = 5.0m$$

$$h = \frac{5000}{33} = 151mm \text{ حداقل}$$

$$L_n = 6.0 - 0.5 = 5.5m$$

$$h = \frac{5500}{33} = 166mm$$

• چشمه 1-2-A-B (گوشه)

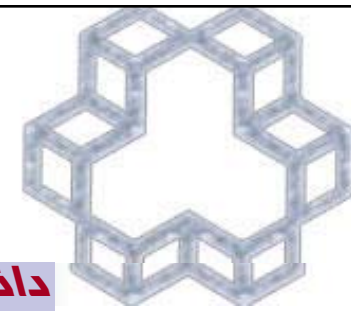
• چشمه 1-2-B-C (کناری)

ضخامت اولیه $h = 170mm > 125$ فعلاً مورد قبول است

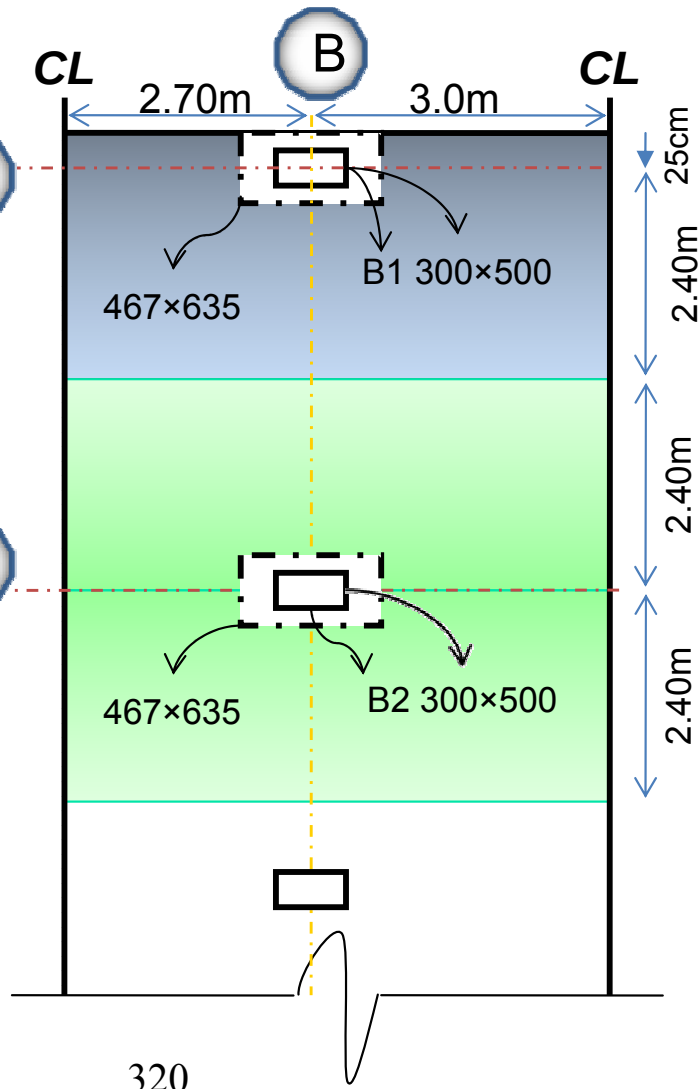
• کنترل ضخامت برای برش: ستون B_1 و B_2 را مطابق شکل زیر برای بارهای متناظر کنترل میشود

$$W_v = 1.25(0.17 \times 25 + 1.2) + 1.5(2.0) = 9.81 \text{ KN/m}^2$$

$$d \approx 170 - 35 = 135mm$$



ستون B2 :



$$b_o = 2(300 + 500 + 2 \times 135) = 2140^{mm}$$

$$V_u = 9.81(4.80 \times 5.70 - 0.635 \times 0.435) = 266^{KN}$$

$$b_c = \frac{\text{ستون بزرگ}}{\text{ستون کوچک}} = \frac{50}{30} = 1.67$$

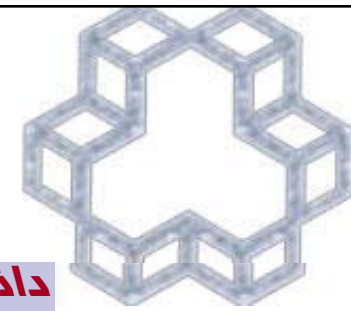
$$V_c = (1 + \frac{2}{1.69}) \times \frac{.2 \times .6 \times \sqrt{28} \times 2140 \times 135}{183.45} = 403^{KN}$$

$$V_c = (1 + \frac{20 \times 135}{2140}) \times 183.45 = 415^{KN}$$

$$\min V_c = 2 \times 183.45 = 367^{KN}$$

$$\frac{320}{1.2 \times V_u} < V_c = 367 \quad ok$$

چون برش حاصل از لنگر را در نظر نگرفتیم مقدار برش را 20% افزایش می دهیم



ستون B1:

$$b_o = 2 \times 467 + 635 = 1569$$

$$V_u = 9.81[2.67 \times 5.7 - 0.635 \times 0.467] = 145.27 \text{ KN}$$

$$0.2\Phi_c \sqrt{f'_c} b.d = .2 \times .6r \sqrt{28} \times 1569 \times 135 = 135 \text{ KN}$$

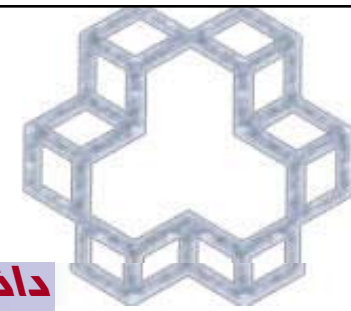
$$\begin{aligned} V_c &= (1 + \frac{2}{1.67}) \times 135 = 297 \text{ KN} \\ V_c &= (1 + \frac{15 \times 135}{1569}) \times 135 = 309 \text{ KN} \\ \min V_c &= 2 \times 135 = 270 \text{ KN} \end{aligned} \quad \frac{V_c}{V_u} = \frac{270}{146} = 1.8 \quad ok$$

حقیقت آن که ما برش حاصل از خمش را که بخصوص در ستونهای کناری بحرانی است در نظر نگرفتیم نسبت فوق می باید حدود 2 باشد لذا ضخامت را افزایش می دهیم :

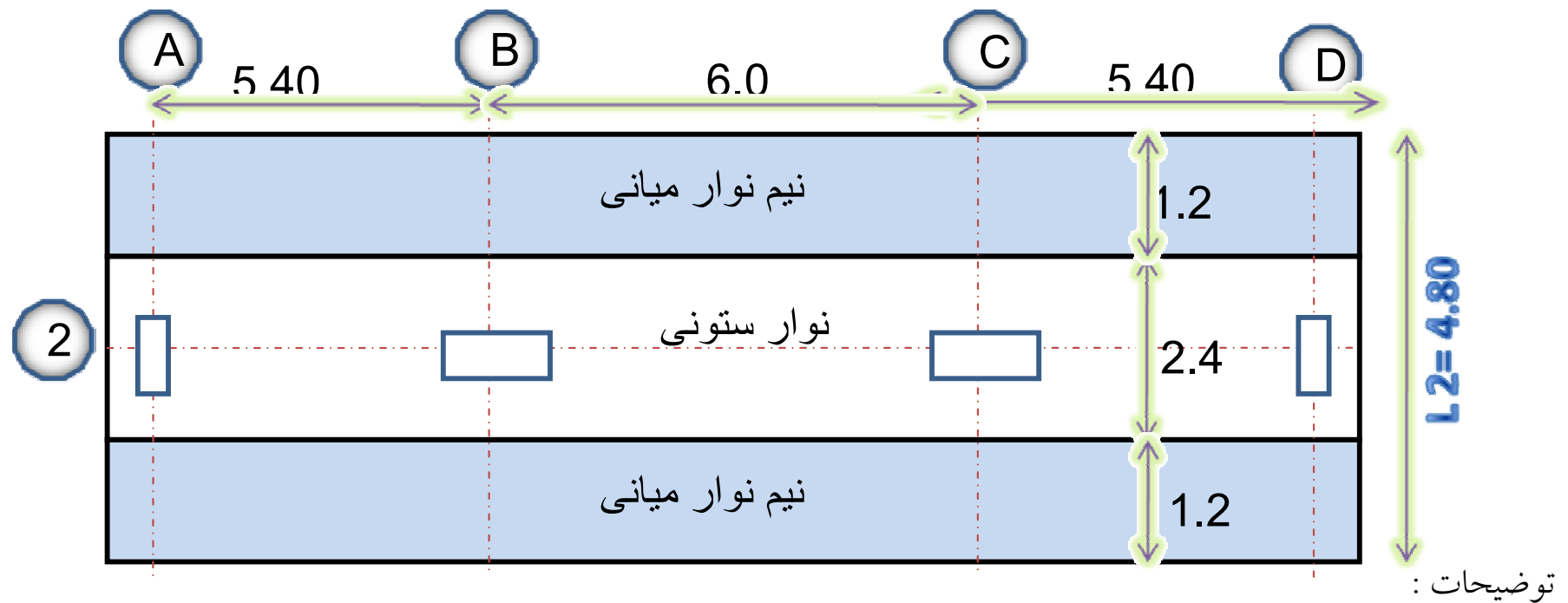
$$h = 200 \text{ mm}$$

تصحیح W_u :

$$W_u = 1.25 \left(\frac{6.2}{0.2 \times 25 + 1.2} \right) + 1.5 \times 2 = 10.75 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$



3- محاسبه لنگرها در امتداد محور (۲) [در شکل صفحه بعد دال به نوارهای ستونی و میانی در دو جهت تقسیم شده است]

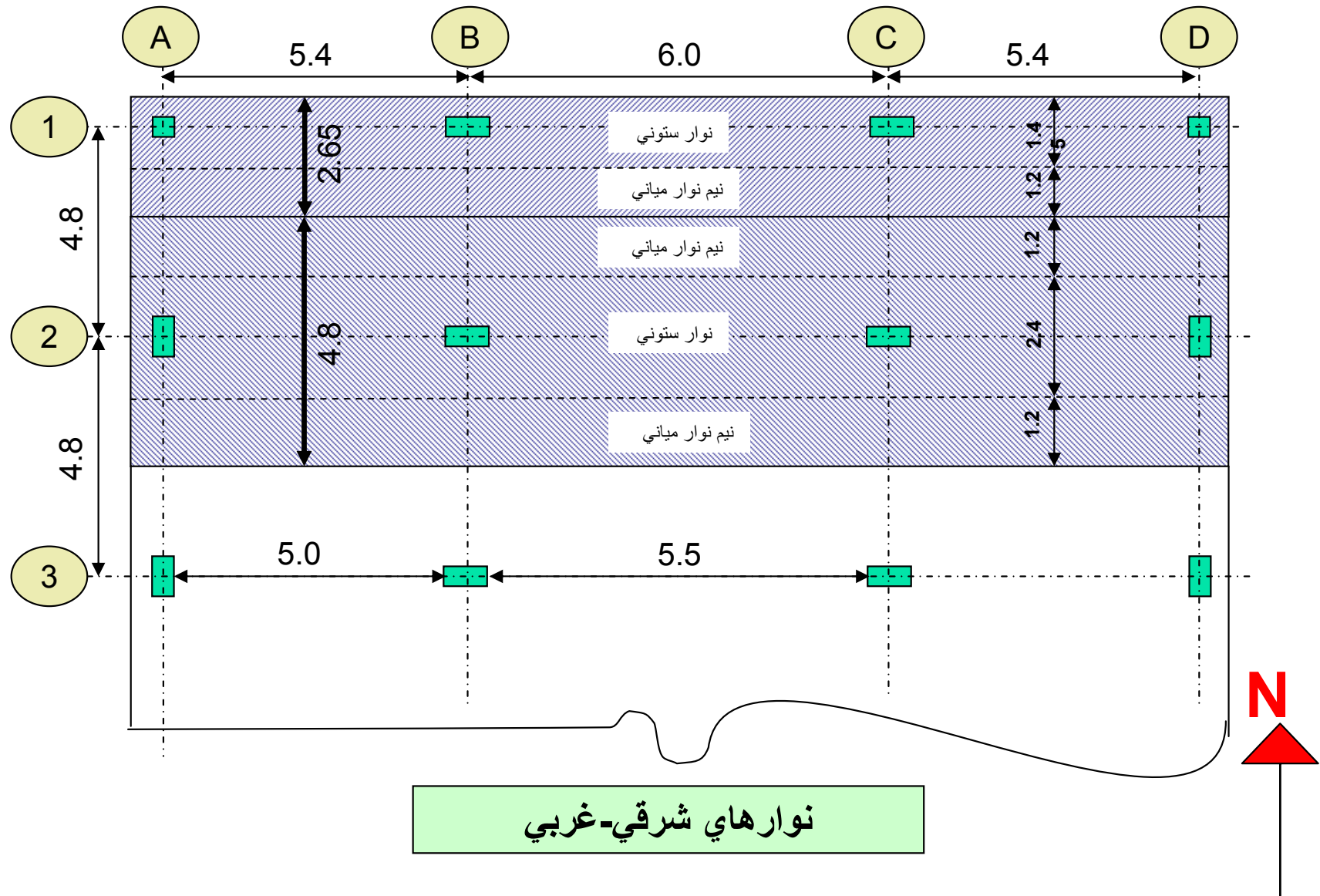
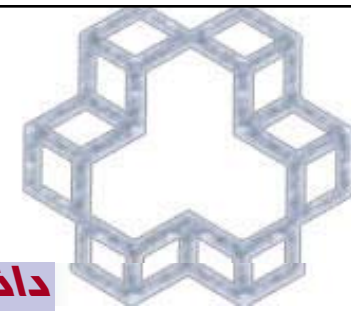


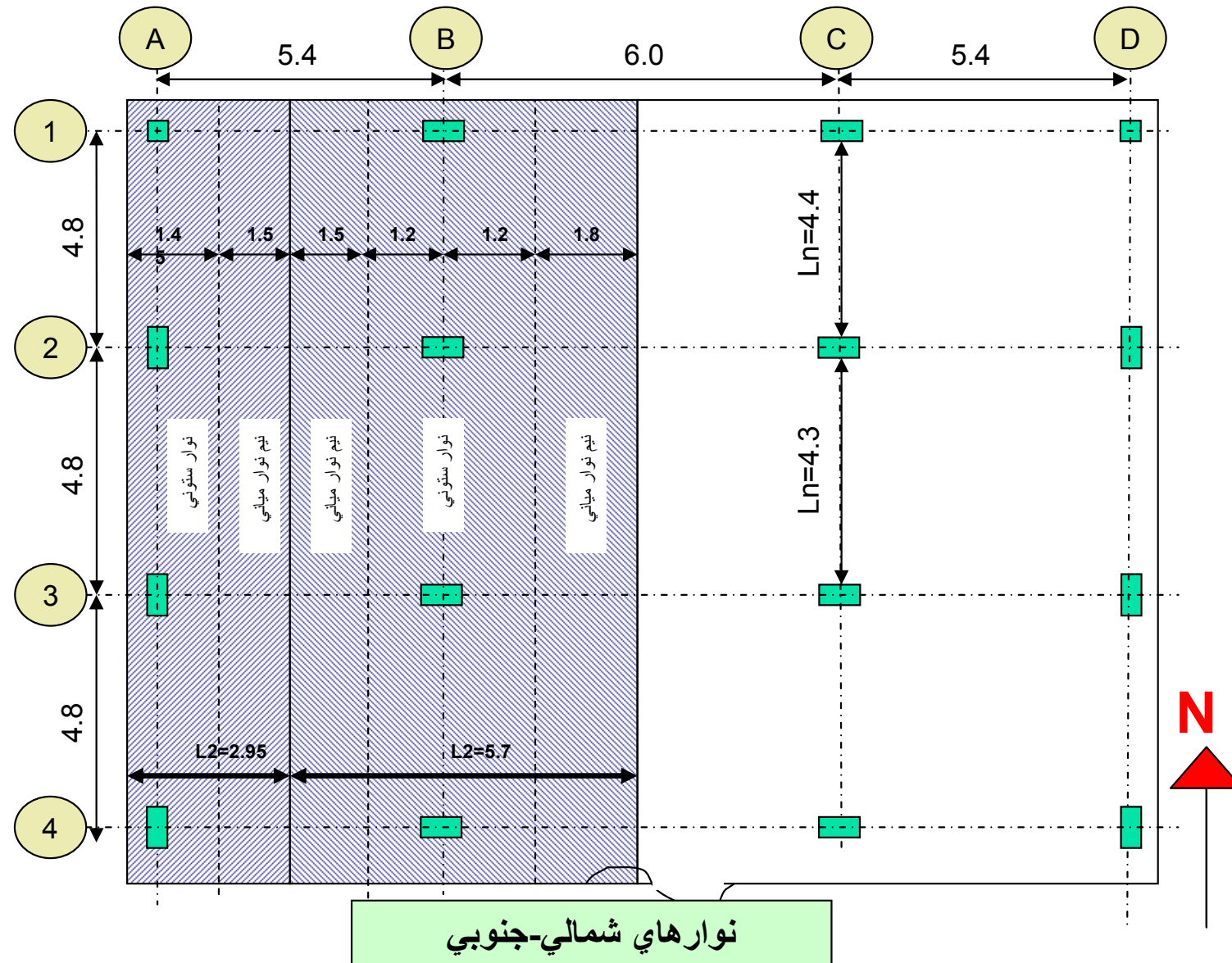
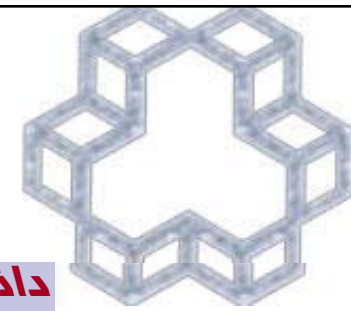
7. اگر اختلاف لنگرهای منفی کمتر از 15 تا 20 درصد باشد، دال برای لنگر بزرگی طراحی می شود ولی اگر اختلاف بیشتر بود

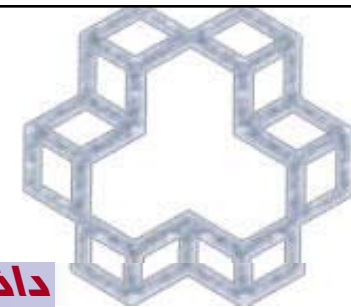
(مثلاً W_L در پانل بعلت کاهش سربار متفاوت باشد) اختلاف لنگرها با پخش لنگر متعادل می گردد

$$\beta_a = \frac{Dl}{LL} = \frac{6.2}{2} = 3.1 > 2$$

8. نیازی به در نظر گرفتن چیدمان نیست



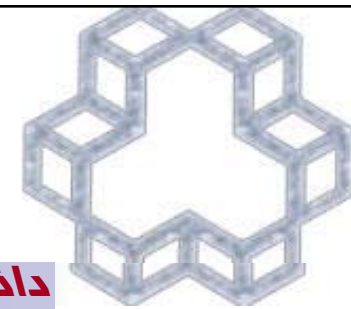




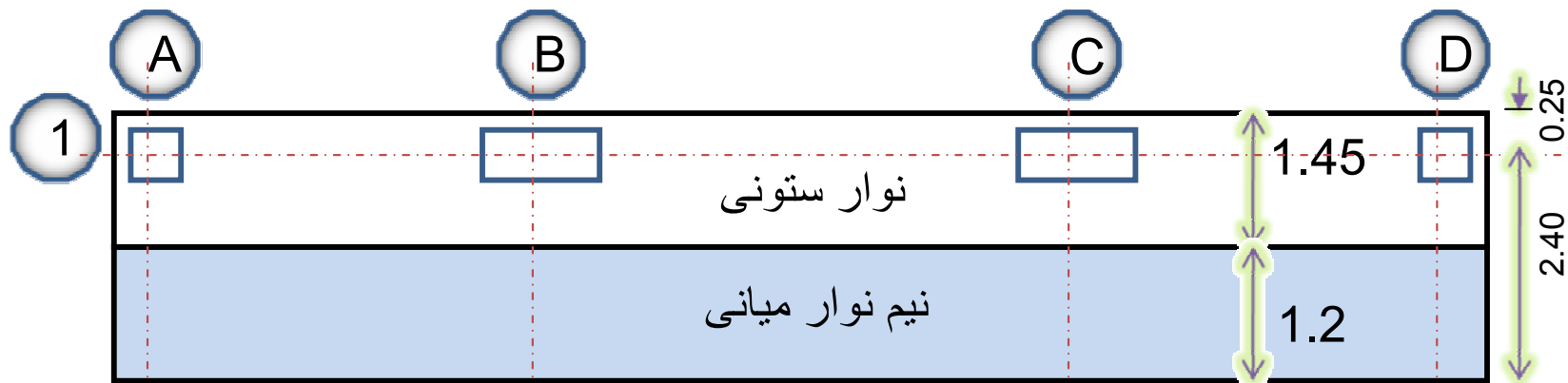
	A^r				B^r				C^r				D^r
1) $L1(m)$			5.40				6.0				5.4		
2) $Ln(m)$			5.0				5.5				5.0		
3) $L2$			4.8				4.8				4.8		
4) Wu			10.75				10.75				10.75		
5) $Mo=Wu \cdot L2 \cdot Ln^{2/8}$			161.25				195.11				161.25		
6) ضرایب لنگر		-.026	.52	-.7		-.65	.35	-.65		-.7	.52	-.26	
7) لنگرهای مثبت و منفی		-41.9	83.9	-112.9		-126.8	68.3	-126.8		-112.9	83.9	-41.9	
8) اثر چیدمان شطرنجی													
9) جمع لنگرهای ستون	41.9				28.9				28.9				41.9

$$M_{col} = 0.07 \left\{ [1.25(6.2) + 1.5 \times .5 \times 2] \times 4.8 \times 5.5^2 - 1.25 \times 6.2 \times 4.8 \times 5^2 \right\} = 28.9^{KN.m} \quad .9$$

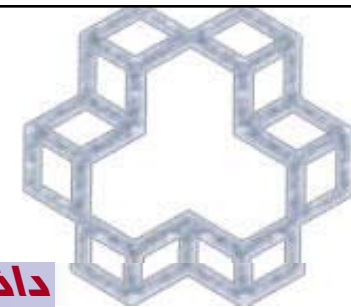
لنگر فوق به نسبت سختی ستونهای بالا و پایین تقسیم می شود.



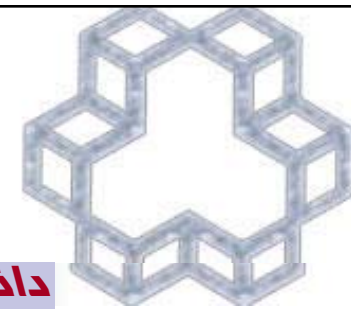
4- محاسبه لنگرها در نوار محور 1



$$M_{col} = 0.07 \left\{ [1.25(6.2) + 1.5 \times 5 \times 2] \times 2.65 \times 5.5^2 - 1.25 \times 6.2 \times 2.65 \times 5^2 \right\} = 16.0 \text{ KNM}$$



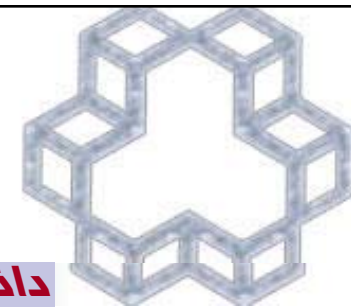
	A1				B1					C1				D1
1) $L1(m)$			5.40				6.0					5.4		
2) $Ln(m)$			5.0				5.5					5.0		
3) $L2(لبه)$			2.65				2.65					2.65		
4) Wu			10.75				10.75					10.75		
5) $Mo=Wu*L2*Ln^{2/8}$			89.02				107.72					89.02		
6) ضرایب لنگر		-.026	.52	-.7		-.65	.35	-.65		-.7	.52	-.26		
7) لنگرهای مثبت و منفی		-23.1	46.3	-62.3		-70	37.7	-70		-62.3	46.3	-23.1		
8) اثر بارگذاری شطرنجی														
9) لنگرهای ستون	23.1				16.0				16.0					23.1
10) بار دیوار $Ww=1.25WD$			5.6				5.6					5.6		
11) دیوار $Mo=Ww*Ln^{2/8}$			17.5				21.2					17.5		
12) لنگر مثبت و منفی دیوار (نوار ستونی فقط تحمل میکند)		-4.5	9.1	-12.25		-13.78	7.42	-13.78		-12.25	9.1	-4.5		
13) لنگر ستون حاصل از دیوار	4.5				1.53				1.53					4.5
14) لنگر کل ستون	27.6				17.53				17.53					27.6



۵- محاسبه لنگر در نوار B

	B1			B2			B3		
1) $L_1(m)$			4.8				4.80		
2) $L_n(m)$			4.5				4.5		
3) L_2			5.7				5.7		
4) W_u			10.75				10.75		
5) $M_o = W_u * L_2 * L_n^2 / 8$			155.10				155.10		
6) ضرایب لنگر		-.026	.52	-.70		-.65	.35	-.65	
7) لنگرهای مثبت و منفی		-40.3	80.7	-108.6		-100.8	54.3	-100.8	
8) اثر بارگذاری شطرنجی									
9) جمع لنگرهای ستون	40.3				12.1				12.1

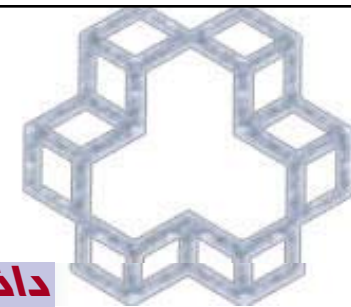
$$M_{col} = 0.07 \left\{ (1.25 \times 6.2 + 1.5 \times .5 \times 2) \times 5.7 \times 4.5^2 - 1.25 \times 6.2 \times 5.7 \times 4.5^2 \right\} = 12.1 \text{ KN.M} \quad .9$$



۶- محاسبه لنگرها
در نوار محور A

	A1			A2			A3		
1) L1(m)			4.8				4.8		
2) Ln(m)			4.4				4.4		
3) L2			2.95				2.95		
4) Wu			10.75				10.75		
5) Mo=Wu*L2* Ln^2/8			76.7				73.3		
6) ضرایب لنگر		-.026	.52	-.7		-.65	.35	-.65	
7) لنگرهای مثبت و منفی		-19.9	40	-53.7		-47.6	25.6	-47.6	
8) اثر بارگذاری شطرنجی									
9) لنگرهای ستون	19.9			7.4				7.4	
10) بار دیوار Ww=1.25WD			5.6				5.6		
11) دیوار Mo=Ww*Ln^2/8			13.55				12.94		
12) لنگر مثبت و منفی دیوار (نوار ستونی فقط تحمل میکند)		-3.5	7.04	-9.5		-8.4	4.5	-8.4	
13) لنگر ستون حاصل از دیوار	3.5			1.1				1.1	
14) لنگر کل ستون	23.4			8.5				8.5	

$$M_{col} = 0.07 \left\{ (1.25 \times 6.2 + 1.5 \times 5 \times 2) \times 2.95 \times 4.4^2 - (1.25 \times 6.2) \times 2.95 \times 4.3^2 \right\} = 7.4 \text{ KN.M} \quad .9$$



7- پخش لنگرهای مثبت و منفی به نوارهای ستونی و میانی در جهت شرقی و غربی

• تقسیم نوار پوششی به نوارهای ستونی و میانی

در هر چشمه نوار ستونی به اندازه 0.25 کوچکترین مقادیر l_1 و l_2 از دو طرف خط ستون ادامه دارد. در صفحه بعد لنگرهای مثبت و منفی نوارهای 1 و 2 به نوارهای میانی و ستونی تقسیم شده و پس از جمع لنگر دیوار در نوار ستونی میلگردها محاسبه شده اند.

$$f_y < 400 \text{ MPa} \rightarrow \rho_{\min} = .002$$

• محاسبه فولاد : به علت بزرگتر بودن دهانه در راستای شرقی و غربی میلگردها در پایین قرار می گیرد
برای عرض نوار 2.4^m و لنگر 41.9 KN.m

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR}{f_{yd}}} \right)$$

$$m = \frac{f_{yd}}{.85 f_{cd}}$$

$$R = \frac{M_u}{bd^2}$$

$$A\phi 14 = 154 \text{ mm}^2$$

$$d = 200 - 20 - \frac{1}{2} \times 14 = 173 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = .002 \times 2400 \times 200 = 960 \text{ mm}^2 \quad n = \frac{960}{154} = 6.2 \rightarrow 7\phi 14 / m \quad \text{که فاصله آن برابر}$$

$$\frac{2400}{7} = 342 \text{ mm} < 350 \text{ mm}$$

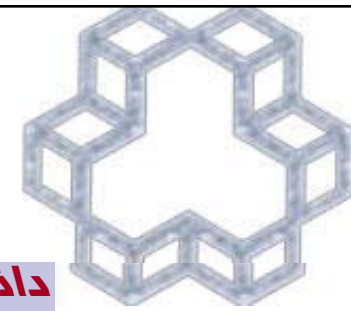
7 ϕ 14 در عرض ۲,۴

$$m = \frac{300}{.6 \times 28} = 17.86$$

$$R = \frac{41.9 \times 10^6}{2400 \times 173^2} = .58$$

$$\rho = 2.32 \times 10^{-3} \rightarrow A_{st} 964 \quad 7\phi 14$$

خلاصه محاسبات در صفحه 12 نشان داده شده است.



8- پخش لنگرهای مثبت و منفی در نوارهای ستونی در جهت شمالی و جنوبی

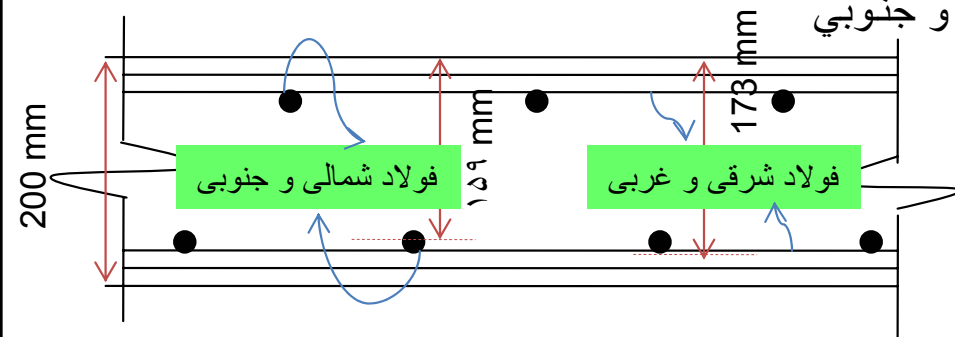
در صفحه 15 به مانند قبل لنگرها پخش شده اند در این حالت

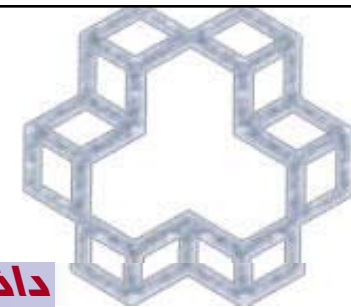
$$d = 200 - 20 - 1.5 \times 14 = 159 \text{ mm}$$

9- کنترل برش در ستونهای خارجی برای اثر مشترک برش و لنگر

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{173 + 159}{2} = 166 \approx 170 \text{ mm}$$

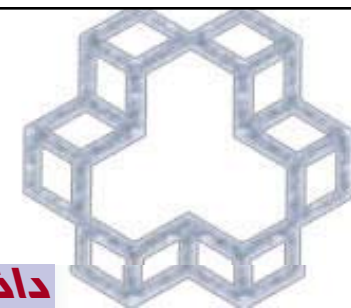
در ستون B1 محیط بحرانی به فاصله $d/2 = 85 \text{ mm}$ از سطح ستون قرار دارد.





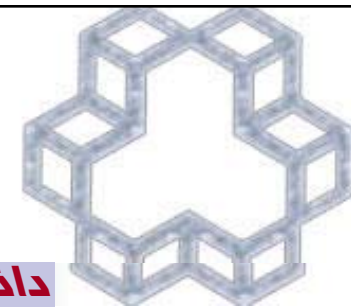
تقسیم لنگر در نوارهای ستونی و میانی نوارهای پوششی غربی-شرقی

			محور ۳		محور ۲		محور ۱
			نوار ستونی	نوار میانی	نوار ستونی	نوار میانی	نوار ستونی لبه
عرض			2.4	2.4	2.4	2.4	1.45
محور A			A3		A2		A1
لنگر منفی تکیه گاه خارجی							
1	لنگر دال		-49.1		-41.9		-23.1
2	ضرایب لنگر	0	1	0+0	1	0+0	1
3	لنگر نوار ستونی و		-41.9	0	-41.9	0	-23.1
4	لنگر دیوار		0	0	0	0	-4.5
5	کل لنگر در نوار		-41.9	0	-41.9	0	-27.6
6	As لارم		946	0	964	0	629
7	حداقل As		960	960	960	960	580
8	فولاد انتخابی		7φ14	7φ14	72φ14	7φ14	5φ14
9	فولاد موجود		1078	1078	1078	1078	770
لنگر مثبت دهانه خارجی							
1	لنگر دال		83.9		83.9		46.3
2	ضرایب لنگر	0.2	0.6	0.2+0.2	0.6	0.2-0.4	0.6
3	لنگر نوار ستونی و		50.3	16.8+16.8	50.3	16.8-18.5	27.8
4	لنگر دیوار		0	0	0	0	9.1
5	کل لنگر در نوار		50.3	33.6	50.3	35.3	36.9
6	As لارم		1169	775	1169	814	847
7	حداقل As		960	960	960	960	580
8	فولاد انتخابی		8φ14	7φ14	8φ14	7φ14	6φ14
9	فولاد موجود		1232	1078	1232	1078	924

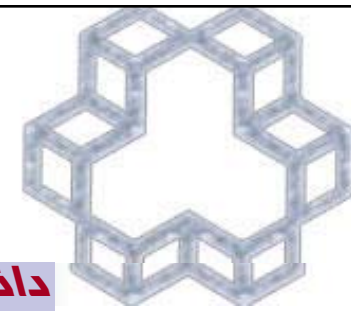


تقسیم لنگر در نوارهای ستونی و میانی نوارهای پوششی غربی-شرقی

			محور ۳		محور ۲		محور ۱
			نوار ستونی	نوار میانی	نوار ستونی	نوار میانی	نوار ستونی لبه
عرض			2.4	2.4	2.4	2.4	1.45
محور B			A3				A1
لنگر منفی اولین تکیه گاه داخلی							
1	لنگر دال		-126.8		-126.8		-70
2	ضرایب لنگر		0.75	0.125-0.125	0.75	0.125-0.25	0.75
3	لنگر نوار ستونی و		-95.1	-31.7	-95.1	-33.35	-52.5
4	لنگر دیوار		0	0	0	0	-13.8
5	کل لنگر در نوار		-95.1	-31.7	-95.1	-33.4	-66.3
6	As لارم		2266		2266		1593
7	حداقل As						
8	فولاد انتخابی		15φ14	7φ14	15φ14	7φ14	11φ14
9	فولاد موجود						
لنگر مثبت دهانه داخلی							
1	لنگر دال		68.3		68.3		37.7
2	ضرایب لنگر		0.6	0.2+0.2	0.6	0.2+0.4	0.6
3	لنگر نوار ستونی و		41	13.7+13.7	41	13.7+15.1	22.6
4	لنگر دیوار		0	0	0	0	7.42
5	کل لنگر در نوار		41	27.4	41	28.8	30
6	As لارم						
7	حداقل As						
8	فولاد انتخابی		8φ14	7φ14	8φ14	7φ14	6φ14
9	فولاد موجود						

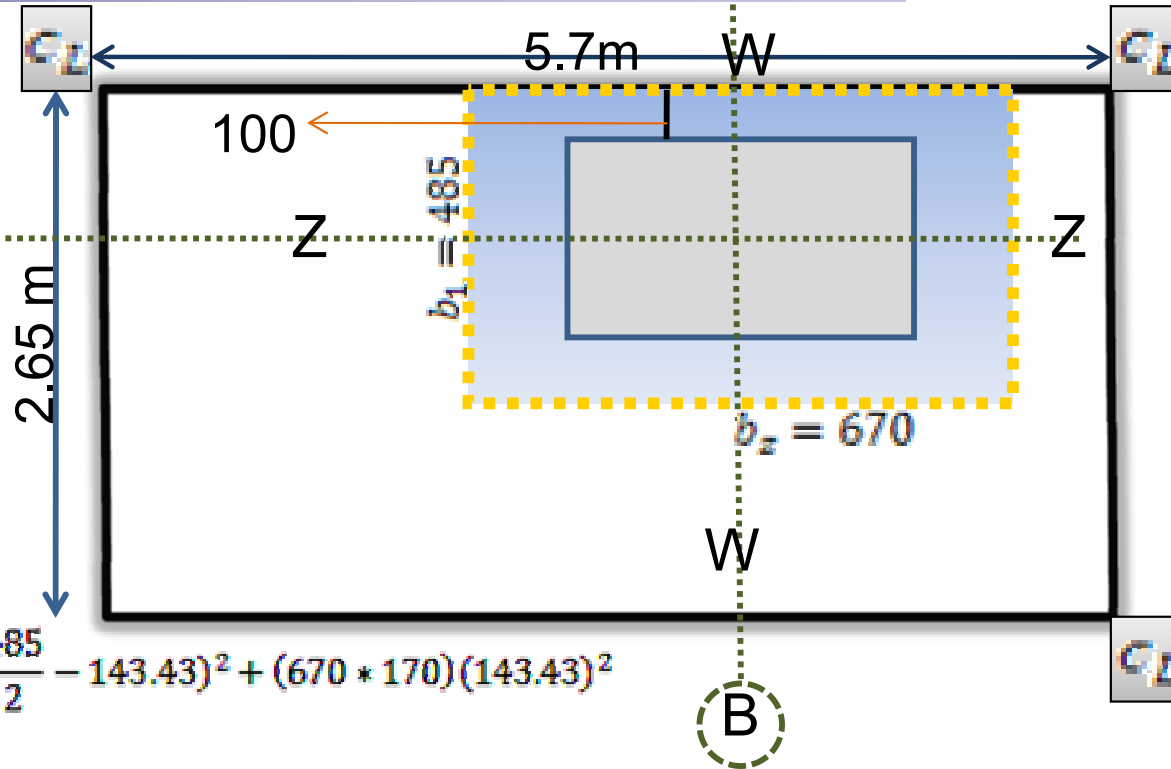


تقسیم لنگر در نوار های ستونی و میانی نوار های پوششی شمالی-جنوبی						
		محور A	محور B	محور C		
		نوار ستونی لبه	نوار میانی	نوار ستونی	نوار میانی	نوار ستونی لبه
عرض		1.45	3	2.4	3.6	2.4
محور ۱		A1		B1		C1
لنگر منفی تکیه گاه خارجی						
1	لنگر دال	-19.9		-40.3		-40.3
2	ضرایب لنگر 0	1	0+0	1	0+0	1
3	لنگر نوار ستونی و	-19.9	0	-40.3	0	
4	لنگر دیوار	-3.5	0	0	0	
5	کل لنگر در نوار	-23.4	0	-40.3	0	
6	As لارم	590	0	960	0	
7	حداقل As	580		1018		
8	فولاد انتخابی	4φ14		7φ14		
9	فولاد موجود	616		1078		
لنگر مثبت دهانه خارجی						
1	لنگر دال	83.9				
2	ضرایب لنگر 0.2	0.6				
3	لنگر نوار ستونی و	50.3				
4	لنگر دیوار	0				
5	کل لنگر در نوار	50.3				
6	As لارم	1149				
7	حداقل As	1056				
8	فولاد انتخابی	8φ14				
9	فولاد موجود	1232				
محور ۲		A2		B2		C2
لنگر منفی اولین تکیه گاه داخلی						
1	لنگر دال	-126.8				
2	ضرایب لنگر	0.75				



$$C = \frac{2 \times 485 \times 485 / 2}{2 \times 485 \times 670} = 143.43 \text{ mm}$$

1



$$I_{zz} = 2 \left(\frac{485 \cdot 170^3}{12} \right) + 2 \left(\frac{170 \cdot 485^3}{12} \right) + 2(485 \cdot 170) \left(\frac{485}{2} - 143.43 \right)^2 + (670 \cdot 170) (143.43)^2$$

$$= 0.759 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$J_{ww} = \frac{670 \times 170^3}{12} + \frac{170 \times 670^3}{12} + 2(485 \times 170) \left(\frac{670}{2} \right)^2 = 2/30.4 \times 10^9 \text{ mm}^6$$

هر دو ستونهای و با توجه به سطح بارگذاری بحرانی می باشد.

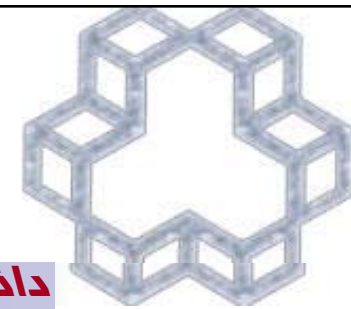
وزن دال

$$V_u = 10/75 [5/7 \times 2/65 - 0/485 \times 0/67] = 158/9 \text{ KN}$$

وزن دیوار

$$V_u = 5/6 (5/0.7 - 0/67) = 28/2 \text{ KN}$$

$$\sum V_u = 187 \text{ KN}$$



فرض بر آن است که نیروی فوق از سطح برش مقطع می‌گذرد.

لنگر حول محور Z-Z همان لنگر $M_v = 0.26M_o$ که کلا در عرض نوار ستونی به ستون منتقل می‌گردد. در آیین نامه قبل از ACI1995 بجای M_v از مقدار لنگر اسمی M_n که توسط مقطع به عرض نوار ستونی بود بجای M_v استفاده می‌شد.

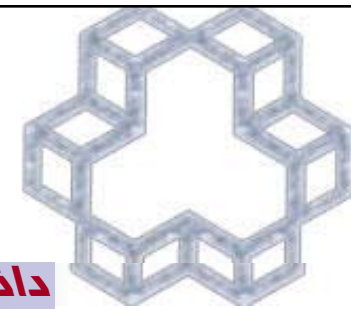
$$M_n = \rho b d^2 f_y \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

$$\rho_{\text{موجود}} = \frac{1078}{140 \times 159} = 0.0028$$

$$M_n = 0.0028 \times 2400 \times 159^2 \times 300 \left(1 - 0.59 \times 0.0028 \times \frac{300}{28}\right) = 52 \text{ kN.m}$$

این لنگر حول محور Z-Z است. لنگر دیگر لنگر قابل انتقال به ستون در B_1 در جهت شرقی غربی است. یعنی:

$$M_{ww} = 17/53 \text{ kN.m}$$



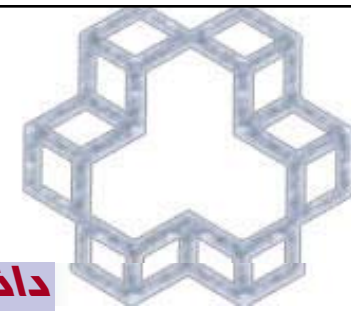
$$V_U = 187 \text{ KN}$$

مثال اتصال فوق باید برای نیروها و لنگرهای ذیل محاسبه گردد

$$M_{zz} = 52 \text{ KN.m} \quad M_{ww} = 17.53 \text{ KN.m}$$

$$V_{fz} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{485}{670}}} = 0.638$$

لذا لنگر معادل $M_{uf} = \gamma_f M_u = 0.638 \times 52$ باید در عرض $500 + 1.5 \times 200 = 800 \text{ mm}$ انتقال یابد که به طور تقریبی $0.638 \times 7 = 4.46$ یعنی حدود ۴ میلگرد ۱۴ در عرض فوق اضافه شود چنانچه جای b_2, b_1 عوض شود.



$$\eta_w = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{670}{785}}} = 0.561$$

$$M_{uf} = 0.561 \times 17.53 = 9.83 \text{ KN.m}$$

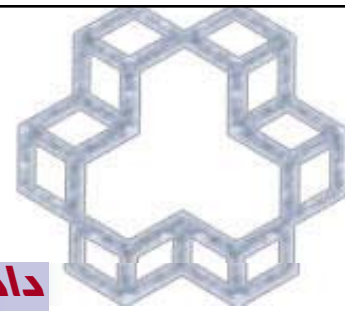
■ باید در عرض معادل $100 + 300 + 1.5 \times 200 = 700^{\text{mm}}$ منتقل شود.

$$m = 17.86$$

$$R = \frac{9.83 \times 10^6}{700 \times 173^2} = 0.45$$

$$\rho = 1.79 \times 10^{-3} \rightarrow A_s = 221$$

$\Phi 14$ = اضافه شود.



$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_v z M_{uz} c_z}{J_{cz}} \pm \frac{\gamma_{bw} M_{uw} C_w}{J_{cw}}$$

$$b_o = 2(485) + 670 = 1640 \text{ mm}$$

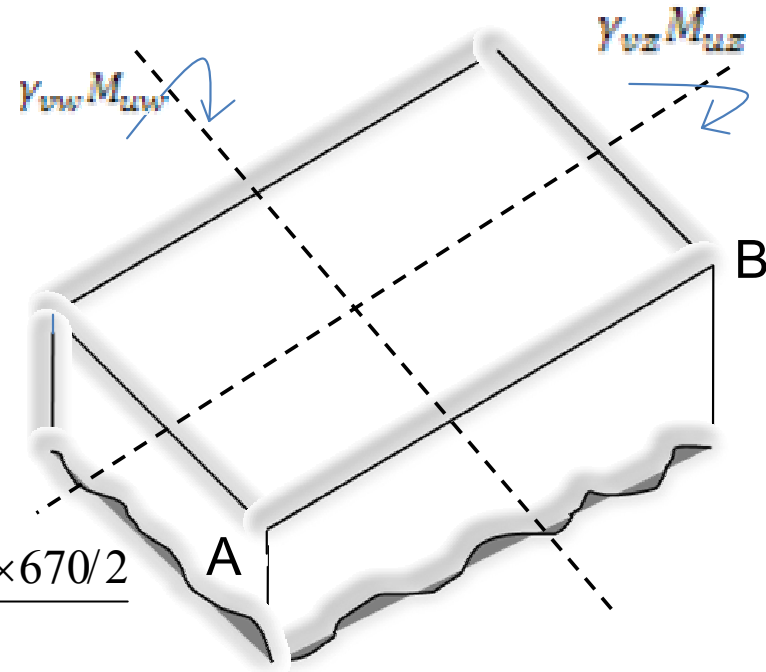
$$\gamma_{vz} = 1 - \gamma_{fz} = 1 - 0.638 = 0.362$$

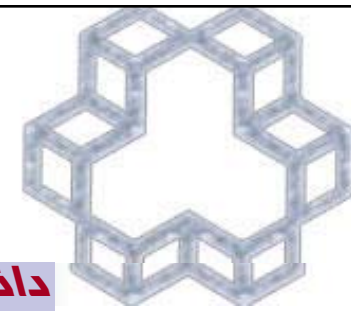
$$Y_{vw} = 1 - v_{fw} = 1 - 0.560 = 0.439$$

$$U_v = \frac{187 \times 10^3}{1640 \times 170} + \frac{0.362 \times 52 \times 10^6 \times 14343}{0.759 \times 10^{10}} + \frac{0.439 \times 17.53 \times 10^6 \times 670/2}{2.304 \times 10^{10}}$$

$$V_u/B = 0.67 + 0.35 + 0.11 = 1.13$$

$$U_c = 11 + \frac{2}{\beta_c} \left(.2 \times \phi_c * \sqrt{f'_c} \right) = 1.4$$





$$U_c = \left(1 + \frac{dsd}{b_0}\right) \times .63 = \left(1 + \frac{15 \times 17^0}{1640}\right) \times .63 = 1.61$$

$$\beta_c = \frac{\text{ضلع بلند}}{\text{ضلع کوتاه}}$$

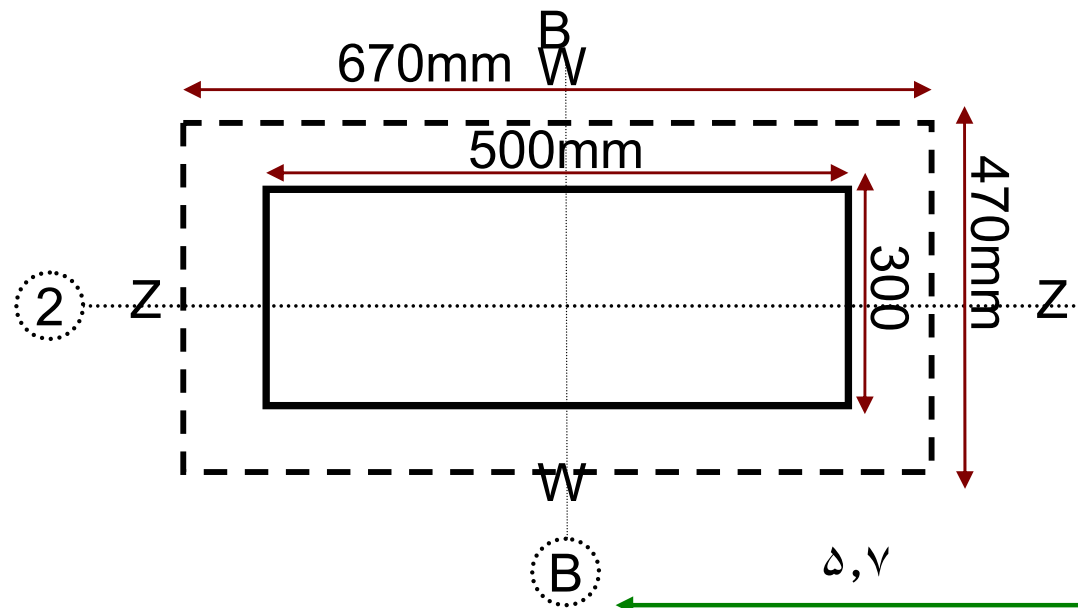
$$U_c = 2 \times .63 = 1.26$$

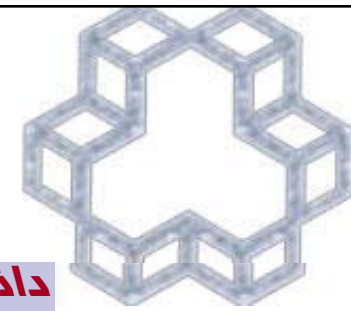
$$U_u \langle V_c = 1.26 \quad \text{ok}$$

کنترل برش در ستون داخلی (برش + لنگر)
با استفاده از جداول لنگر نواری B و محور 2
لنگرهای منتقله به ستون

$$M_z - z = 12.1 \text{ Kn.w}$$

$$M_{ww} = 28.9 \text{ kn.m}$$

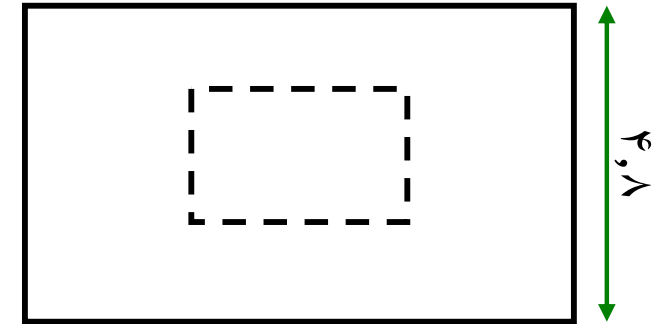




$$J_{27} = \frac{2(40)(170)^3}{12} + \frac{2(170)(470)^3}{12} + 2 \times 670 \times 170 \times \left(\frac{470}{2}\right)^2 = 1.59 \times 10^{10}$$

$$J_{ww} = \frac{2(670)(170)^3}{12} + \frac{2(170)(670)^3}{12} + 2 \times 470 \times 170 \times \left(\frac{670}{2}\right)^2 = 2.7 \times 10^{10}$$

$$V_u = 10.75(5.7 \times 4.8 - .47 \times .67) = 290.73^{KN}$$



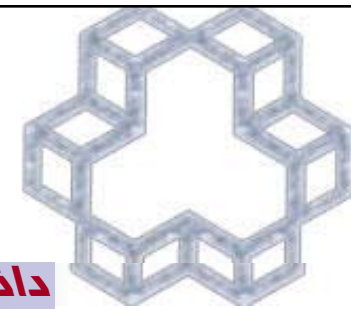
$$\gamma_{fz} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{490}{670}}} = 0.642$$

$$\gamma_{fw} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{670}{470}}} = .557$$

میلگردهای موجود در نوار ستونی کفایت لازم برای انتقال لنگرهای فوق به ستون را دارند.

$$b_0 = 2(470 + 670) = 2280 \quad \gamma_{uz} = .358 \quad \gamma_{ow} = 0.443$$

$$V_u = \frac{290.73 \times 10^3}{2280 \times 170} + \frac{.338 \times 121 \times 10^6 \times 470}{1.59 \times 10^{10}} + \frac{.443 \times 289 \times 10^6 \times 690}{2.7 \times 10^{10}} = .75 + .06 + .15 = .96$$



$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) - 0 = 1.4$$

$$\min V_c = \left(1 + \frac{20 \times 170}{2280}\right) \cdot 63 = 1.57$$

ok

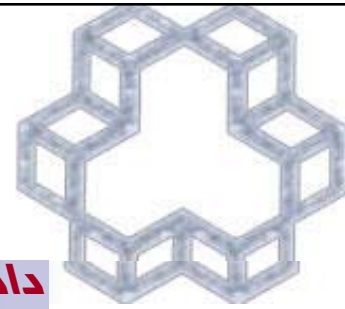
$$2 * 0.63 = 1.26$$

$$V_U \langle U_n = V_c$$

$$C = \frac{485 \times 485 / 2}{485 \times 2} = 121.25^{mw}$$

کنترل برش در ستون گوشه A_1

$$J_c = \frac{485 \times 170^3}{12} + \frac{170 \times 485^3}{12} + 485(170) \left(\frac{485}{2} - 121.25 \right) + 485 \times 170 (121.25)^3 = .304 \times 10^{10}$$



$$V_u = 10.72 (2.65 \times 2.95 - .482^2) = 81.51 \text{ KN}$$

$$V_u = 5.6(2.95 + 2.65 - 2 \times 0.485) = 25.93$$

$$\sum V_u = 107.44 \text{ kN}$$

$$M_n \bigg|_{N_s}^{4\phi 14} = 27.23 \text{ KN.m}$$

$$M_N \bigg|_{Ew}^{5I\phi 14} = 39.14 \text{ KN.m}$$

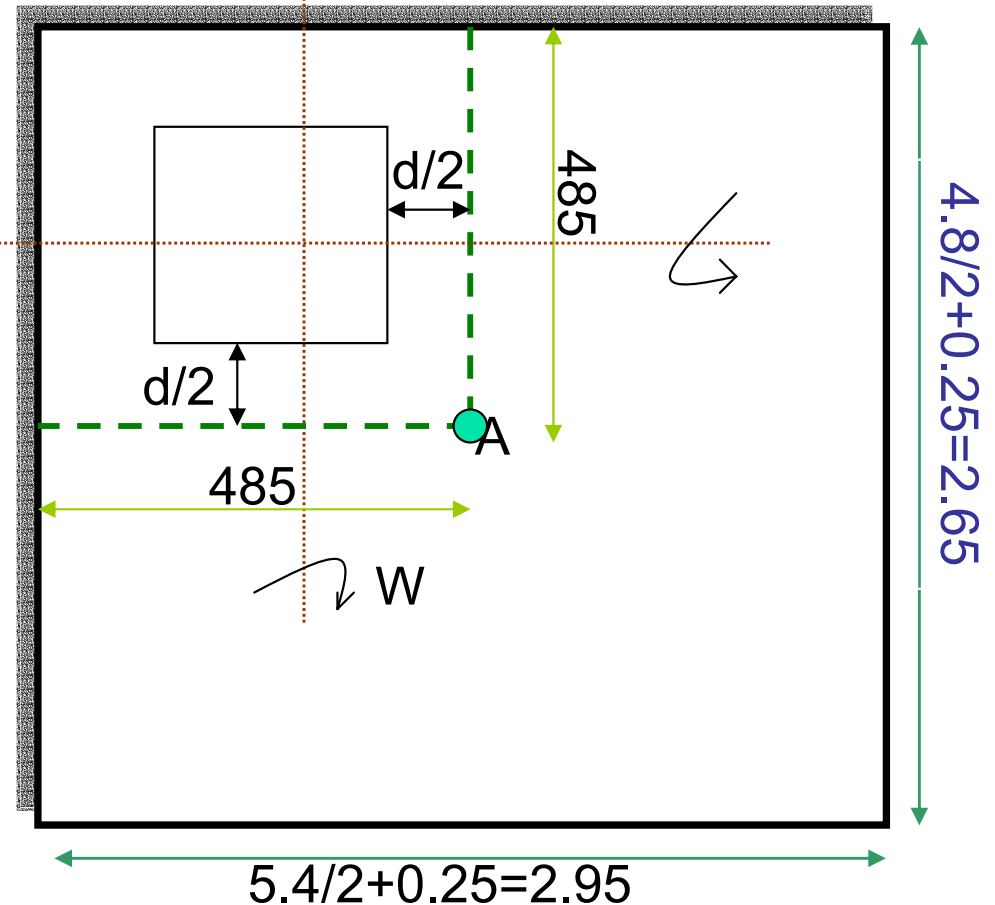
$$b_0 = 2 \times 485 = 970$$

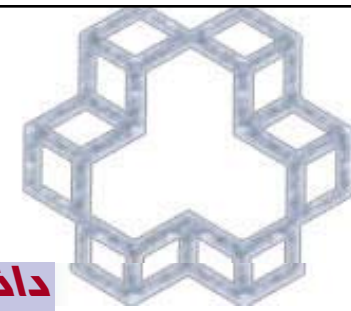
$$Y_f = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{1}} = .6$$

$$y_u = 0.4$$

$$V_u = \frac{107.44 \times 10^3}{470 \times 170} + \frac{0.4 \times 27.23 \times 10^6 \times 121.52}{0.304 \times 10^{10}} + \frac{0.4 \times 39.19 \times 10^6 \times 121.25}{.304 \times 10^{10}} = 0.65 + .43 + .62 = 1.7 \text{ u}_c \text{ N.G}$$

1





■ ستون فوق برای انتقال برش می باید تقویت شود

(استفاده از کتبه ، سرستون - فولاد برش) برش یکطرفه.

$$V_u = 10.75 \left(2.qs \times 2.65 - \frac{.8604^2}{2} \right) = 80 \text{ KN}$$

$$V_c = V_c b d$$

$$= .2 \times .6 \times \sqrt{28} \times 1216.8 \times 170 = 131$$

$$V_u < V_c$$

o.k

