

نکات طراحی سازه‌های بتنی در ETABS

مشخصات مصالح سازه:

مشخصات بتن رده C21		مشخصات فولاد از نوع ST37	
جرم واحد حجم، M	250 Kg/m ³	جرم واحد حجم، M	800 Kg/m ³
وزن واحد حجم، W	2500 Kg/m ³	وزن واحد حجم، W	7850 Kg/m ³
مدول الاستیسیته، E	2.0xE+9 Kg/m ²	مدول الاستیسیته، E	2.1xE+10 Kg/m ²
ضریب پواسون	0.2	ضریب پواسون	0.3
مقاومت فشاری، f _c	21xE+5 Kg/m ²	تنش تسلیم فولاد، F _y	2400xE+4 Kg/m ²
تنش تسلیم میلگرد طولی و عرضی، f _y , f _{ys}	400xE+5 Kg/m ²	مقاومت نهایی فولاد، F _u	3700xE+4 Kg/m ²

$$E = 15100 \sqrt{f_c} = 15100 \sqrt{21} = 2.0E+5 \text{ kg/cm}^2 = 2.0E+9 \text{ kg/m}^2$$

کنترل ضریب بزرگنمایی پیچشی (A_j):

ابتدا دو نقطه انتهایی ساختمان در جهت X و Y را انتخاب نموده و سپس با مراجعه به قسمت زیر مقدار ضریب A_j بدست می‌آید:

Display > Show Tables... > Analysis Results > Point Displacements

Point Displacements									
Edit View									
Point Displacements									
	Story	Point	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
▶	ROOF	1	EX	1,8062	-0,0839	0,1505	0,00006	0,00144	-0,00002
	ROOF	39	EX	1,8277	-0,0839	0,0000	0,00006	0,00145	-0,00002
	STORY3	1	EX	1,3432	-0,0627	0,1505	0,00009	0,00142	0,00000
	STORY3	39	EX	1,3478	-0,0627	0,0000	0,00008	0,00155	0,00000
	STORY2	1	EX	0,8352	-0,0352	0,1651	0,00003	0,00158	0,00000
	STORY2	39	EX	0,8378	-0,0352	0,0000	0,00008	0,00152	0,00000
	STORY1	2	EX	0,3768	-0,0275	0,0000	0,00005	0,00131	0,00000
	STORY1	39	EX	0,3723	-0,0119	0,0000	0,00006	0,00134	-0,00001

$$A_j = (\Delta_{\max} / 1.2 \Delta_{\text{ave}})^2$$

$$1 < A_j < 3$$

$$\text{درصد برون محوری} = A_j \times 0.05$$

Story	U ₁ (cm)	U ₃₉ (cm)	Δ _{max} (cm)	Δ _{ave} (cm)	A _j
Story 4	1.8	1.82	1.82	1.81	0.7021
Story 3	1.35	1.34	1.35	1.345	0.6996
Story 2	0.83	0.83	0.83	0.83	0.6944
Story 1	0.37	0.37	0.37	0.37	0.6944

با توجه به اینکه UBC97 نیروی شلاقی را مشابه استاندارد 2800 در نظر می گیرد، جهت تعریف نیروی جانبی زلزله از این آیین نامه استفاده می کنیم:

به جای C_v مقدار $C_v = \text{Max}\{ (A \times B \times T) , (0.1 \times A \times R \times T) \}$ را وارد کنیم.

مقدار I (ضریب اهمیت سازه) همان مقدار استاندارد ۲۸۰۰ خواهد بود.

به جای C_a مقدار $C_a = \text{Max}\left\{\frac{A \times B}{2.5}, \frac{0.1 \times A \times R}{2.5}\right\}$ را وارد کنیم.

برای مثال اگر سازه از نوع قاب فولادی خمشی متوسط با $R=7$ و نیز با ضرایب $A=0.35$, $B=2.4$, $T=1.075\text{sec}$, $I=1$ باشد، داریم:

$$C_a = \text{Max}\left\{\frac{0.35 \times 2.4}{2.5} = 0.336, \frac{0.1 \times 0.35 \times 7}{2.5} = 0.098\right\} = 0.336$$

$$C_v = \text{Max}\left\{\frac{0.35 \times 2.4 \times 1.075}{0.1 \times 0.35 \times 7 \times 1.075} = 0.903, \frac{0.1 \times 0.35 \times 7 \times 1.075}{0.1 \times 0.35 \times 7 \times 1.075} = 0.263\right\} = 0.903$$

دوره تناوب

7

منوی Edit/Reference Plan :

به منظور تعریف نیم طبقه یا هر تراز دلخواه در ارتفاع از این گزینه استفاده می شود. (نرم افزار Etabs کلیه المان های متقاطع با تراز طبقات را می شکند که باعث به وجود آمدن خطا در نتایج محاسباتی می گردد)

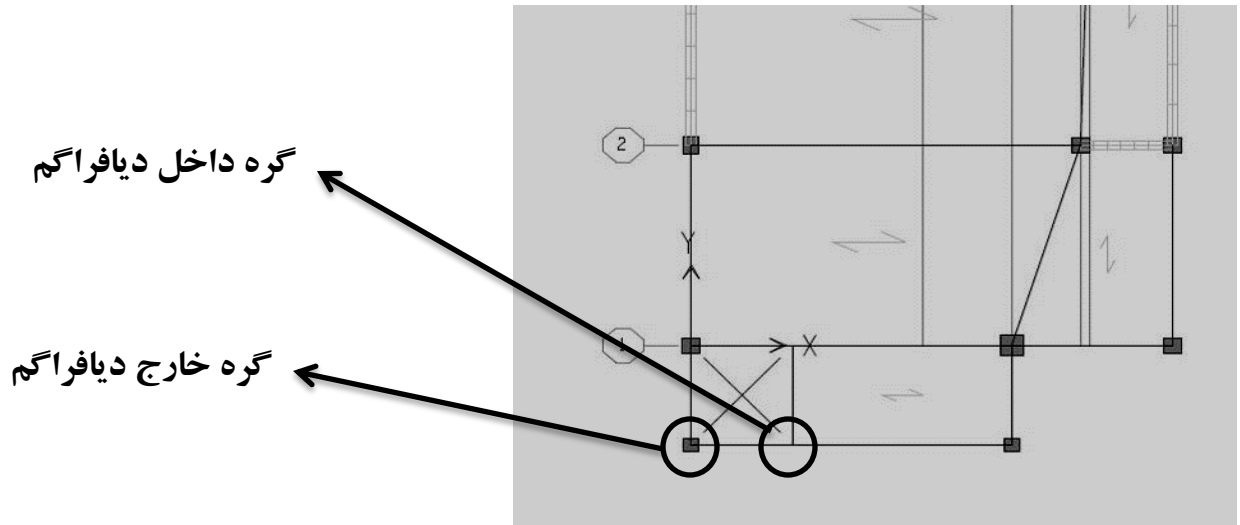
در صورت استفاده از گزینه فوق می بایست در منوی Mass Source تیک گزینه Lump Lateral mass at st برداشته شود.

جداسازی گره‌های خارج از دیافراگم:

هر گره‌ای که در یک نقطه با سقف در تماس باشد باید به سقف متصل و در غیر این صورت می‌بایست از سقف جدا گردد. در مورد باد بندهای خارج از محور گره محل تقاطع تیر با بادبند در صورتیکه پای ستون متصل به آن داخل باشد متصل به دیافراگم است.

برای این منظور نقاط مورد نظر انتخاب و سپس از دیافراگم جدا می‌گردند.

نقاط مربوط به دستکها در وسط ستون‌ها و تیرهای تراز نیم طبقه نیز می‌بایستی از دیافراگم جدا گردد.



کنترل لنگر واژگونی:

1-نمایش جرم و مرکز جرم طبقات: Display/Show Tables/Building Output/ Select Combo Ex or Ey

با انتخاب کشوی Center Mass Rigidity مشخصات جرم مرکز جرم و مرکز سختی نمایش داده می‌شود:

Center Mass Rigidity												
Edit View												
	Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
	PENT	D1	3153.8353	3153.8353	7.559	15.273	3153.8353	3153.8353	7.559	15.273	7.081	11.975
	ROOF	D1	19124.6872	19124.6872	5.068	7.287	22278.5225	22278.5225	5.421	8.417	7.784	6.874
	STORY5	D1	20739.1470	20739.1470	5.104	7.148	43017.6695	43017.6695	5.268	7.806	7.736	6.837
	STORY4	D1	20900.9409	20900.9409	5.088	7.136	63918.6104	63918.6104	5.209	7.587	7.677	6.830
	STORY3	D1	21246.5048	21246.5048	5.090	7.133	85165.1152	85165.1152	5.180	7.473	7.602	6.879
	STORY2	D1	22531.1763	22531.1763	5.254	7.223	107696.2916	107696.2916	5.195	7.421	7.552	7.014
	STORY1	D1	23416.9018	23416.9018	5.393	7.251	131113.1934	131113.1934	5.231	7.391	7.365	7.244
	HAMKAF	D1	21403.2936	21403.2936	5.449	6.538	152516.4870	152516.4870	5.261	7.271	6.985	7.428

$$w = 152516.4870 \times 9.81 = 1496186.74 \text{ kg}$$

$$M_x = 1496186.74 \times \text{Min}[6.538, L - 6.538]$$

$$M_y = 1496186.74 \times \text{Min}[5.449, B - 5.449]$$

L = بعد سازه در جهت Y

B = بعد سازه در جهت X

OK

2-نمایش برش پایه و لنگر واژگونی: Display/Show Tables/Building Output/ Select Combo Ex or Ey

با انتخاب کشوی Story Shears برش پایه و لنگر واژگونی نمایش داده می شود:

Story Shears									
	Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
	STORY5	EY	Bottom	0.00	0.00	-63996.21	-338990.203	334909.270	-29.227
	STORY4	EX	Top	0.00	-75256.99	0.00	579913.420	28.738	-296181.118
	STORY4	EX	Bottom	0.00	-75256.99	0.00	579869.823	3.490	-546699.079
	STORY4	EY	Top	0.00	0.00	-87641.05	-459295.861	334909.270	-29.227
	STORY4	EY	Bottom	0.00	0.00	-87641.05	-459161.149	616808.018	22.806
	STORY3	EX	Top	0.00	-91768.51	0.00	697650.565	3.490	-546699.079
	STORY3	EX	Bottom	0.00	-91768.51	0.00	697619.724	-45.988	-852505.710
	STORY3	EY	Top	0.00	0.00	-106869.66	-557042.766	616808.018	22.806
	STORY3	EY	Bottom	0.00	0.00	-106869.66	-556922.631	960572.033	137.176
	STORY2	EX	Top	0.00	-104900.93	0.00	792478.711	-45.988	-852505.710
	STORY2	EX	Bottom	0.00	-104900.93	0.00	792431.443	-114.537	-1201804.203
	STORY2	EY	Top	0.00	0.00	-122163.11	-637269.962	960572.033	137.176
	STORY2	EY	Bottom	0.00	0.00	-122163.11	-637174.452	1353373.476	310.636
	STORY1	EX	Top	0.00	-114000.05	0.00	858411.259	-114.537	-1201804.203
	STORY1	EX	Bottom	0.00	-114000.05	0.00	858398.651	-191.547	-1579598.750
	STORY1	EY	Top	0.00	0.00	-132759.55	-694325.859	1353373.476	310.636
	STORY1	EY	Bottom	0.00	0.00	-132759.55	-694266.140	1779876.602	433.619
	HAMKAF	EX	Top	0.00	-118158.39	0.00	885586.021	-191.547	-1579598.750
	HAMKAF	EX	Bottom	0.00	-118158.39	0.00	885589.747	-230.868	-1963999.044
	HAMKAF	EY	Top	0.00	0.00	-137602.18	-720653.625	1779876.602	433.619
	HAMKAF	EY	Bottom	0.00	0.00	-137602.18	-720637.336	2221047.634	463.138

$$M_x = 2221047.634 + 137602.18 * H$$

$$M_y = 196399.044 + 118158.39 * H$$

H=ضخامت پی سازه

$$(Safty Factor)_x = \frac{\text{لنگر مقاوم}}{\text{لنگر واژگونی}} > 1.75 \Rightarrow O.K.$$

$$(Safty Factor)_x = \frac{\text{لنگر مقاوم}}{\text{لنگر واژگونی}} > 1.75 \Rightarrow O.K.$$

بررسی منظمی یا نامنظمی سازه:

در پروژه هایی که از تحلیل طیفی استفاده می شود، دانستن منظم یا نامنظم بودن سازه در همپایه سازی برش دینامیکی و استاتیکی مهم است. منظم و یا نامنظم بودن سازه طبق مبحث 6 انجام می گیرد. یکی از بندها کنترل فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی سازه می باشد که باید کمتر از 20 درصد بعد سازه در آن جهت باشد:

Center Mass Rigidity											
	Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	YCR
	PENT	D1	3153.8353	3153.8353	7.559	15.273	3153.8353	3153.8353	7.559	15.273	11.975
	ROOF	D1	19124.6872	19124.6872	5.068	7.287	22278.5225	22278.5225	5.421	8.417	6.874
	STORY5	D1	20739.1470	20739.1470	5.104	7.148	43017.6695	43017.6695	5.268	7.806	6.837
	STORY4	D1	20900.9409	20900.9409	5.088	7.136	63918.6104	63918.6104	5.209	7.587	6.830
	STORY3	D1	21246.5048	21246.5048	5.090	7.133	85165.1152	85165.1152	5.180	7.473	6.879
	STORY2	D1	22531.1763	22531.1763	5.254	7.223	107696.2916	107696.2916	5.195	7.421	7.014
	STORY1	D1	23416.9018	23416.9018	5.393	7.251	131113.1934	131113.1934	5.231	7.391	7.244
	HAMKAF	D1	21403.2936	21403.2936	5.449	6.538	152516.4870	152516.4870	5.261	7.271	7.428

$$|XCM - XCR| = |5.449 - 6.985| = 1.536 < 0.2 * 10 = 2 \quad OK$$

فرض بعد ساختمان برابر 10 متر است.

محدودیت‌های فاصله میلگردها، پوشش بتن:

فاصله آزاد بین هر دو میلگرد موازی برای اعضای خمشی (تیرها) و اعضای فشاری (ستون‌ها) طبق مبحث 9 کنترل شود و ضخامت پوشش بتن روی میلگردها نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کمتر باشد:

الف) قطر میلگرد ب) چهار سوم قطر اسمی بزرگترین سنگدانه بتن ج) متناسب با شرایط محیطی بر اساس جدول زیر:

جدول ۹-۶-۵- مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها (میلیمتر)*

نوع شرایط محیطی					نوع قطعه
ملايم	متوسط	شدید	بسیار شدید	فوق العاده شدید	
۳۵	۴۵	۵۰	۶۵	۷۵	تیرها و ستونها
۲۰	۳۰	۳۵	۵۰	۶۰	داله، دیوارها و تیرچه‌ها
۲۰	۲۵	۳۰	۴۵	۵۵	پوسته‌ها و صفحات پلیسهای
۴۰	۵۰	۶۰	۷۵	۹۰	شالوده‌ها

*مقادیر داده شده در جدول را می‌توان به استثنای شرایط محیطی بسیار شدید و فوق العاده شدید به اندازه ۵ میلیمتر برای بتن‌ها رده C35 و C40 یا ۱۰ میلیمتر برای بتن‌های رده بالاتر کاهش داد، بالاتر کاهش داد، مشروط بر آن که ضخامت پوشش به هر حال از ۲۰ میلیمتر کمتر نشود. این مقادیر را باید برای میلگردهای با قطر بیشتر از ۳۶ میلیمتر به اندازه ۱۰ میلیمتر افزایش داد.

مطابق بند ۹-۱۰-۸-۱ از مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان طول دهانه موثر برای عضوهای که با تکیه‌گاه‌های خود یکپارچه هستند، باید معادل فاصله محور تا محور تکیه‌گاه‌ها در نظر گرفته شود. طول دهانه موثر برای اعضای طره با گیرداری کامل برابر طول آزاد آن می‌باشد.

بنابر این بر اساس این بند مبحث ۹، نباید طول صلب (End Offset) را در سازه‌های بتنی در نظر گرفت.

اعمال ضرایب ترک خوردگی:

۱- برای تحلیل، طراحی سازه و کنترل " تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح " ضرایب ترک‌خوردگی سختی خمشی ستونها در هر دو جهت برابر ۰.۷ و برای تیرها ۰.۳۵ در نظر گرفته شود. همچنین برای تیرها ضریب ترک‌خوردگی سختی پیچشی طبق ضوابط تفسیر آیین نامه بتن ایران برابر ۰.۱۵ در نظر گرفته شود.

۲- برای محاسبه زمان تناوب تحلیلی سازه (در صورت نیاز به استفاده از آن) ضرایب ترک‌خوردگی سختی خمشی ستونها در هر دو جهت برابر ۱ و برای تیرها ۰.۵ در نظر گرفته شود. توجه شود که در صورت استفاده از زمان تناوب تحلیلی در کنترل تغییر شکل،

اگر مقدار زمان تناوب تحلیلی سازه بیش از 0.7 ثانیه باشد، مقدار مجاز تغییر شکل جانبی نسبی طرح به 0.02 محدود گردد. (حتی اگر زمان تناوب تجربی سازه کمتر از 0.7 ثانیه باشد)

3- برای محاسبه " تغییر مکان جانبی نسبی بهره‌برداری " تحت اثر زلزله سطح بهره‌برداری، ضرائب ترک‌خوردگی سختی خمشی ستونها در هر دو جهت برابر 1 و برای تیرها 0.5 در نظر گرفته شود.

نحوه اعمال نیروی شلاقی در نرم افزار: آیین نامه UBC94

در آیین‌نامه UBC94 کافی است ضریب بازتاب با ضریب بازتاب آیین‌نامه 2800 یکسان شود:

$$\frac{ZIC}{R_W} = \frac{ABI}{R} \quad (R=R_W, \quad I=I, \quad Z=A, \quad C=B)$$

$$C=1.25 \frac{S}{T^{\frac{2}{3}}} = 2.5 \left(\frac{T_S}{T}\right)^{\frac{2}{3}} \longrightarrow S=2(T_S)^{\frac{2}{3}}$$

با توجه با اینکه در نرم افزار ETABS در جعبه ویرایش Site Coefficient امکان معرفی مقدار اعشاری وجود ندارد، مقدار آن را با ضریب اهمیت عوض می‌کنیم که با توجه به خطی بودن رابطه مشکلی ایجاد نمی‌شود. این معادل سازی به شرطی صحیح است که ضریب B کمتر از 2.5 شود. اگر نشد باید از آیین‌نامه UBC97 استفاده نمائیم.

اصلاح وزن تیرها:

از آنجایی که نباید وزن سقف تا مرکز تیرها در نظر گرفته شود، وزن قسمتی از سقف که به مرکز تیرها می‌رسد باید کاهش داده شود. ضریب کاهش وزن تیرها از رابطه زیر بدست می‌آید:

معمولاً q (وزن واحد تیرچه و دال) برابر 250 kg/m^3 و γ وزن واحد حجم بتن برابر 2500 kg/m^3 می‌باشد

$$R=1-\frac{q}{H*\gamma} \longrightarrow R=1-\frac{1}{10*H}$$

بار MASS: اختلاف بین بار و جرم پارتیشن و اختلاف بین بار و جرم دیوار جانبی به حالت بار MASS تعریف می‌شود:

	بار دیوار جانبی (A)	جرم دیوار جانبی (B)	اختلاف بار و جرم دیوار جانبی (B-A)	بار پارتیشن (C)	جرم پارتیشن (D)	اختلاف بار و جرم پارتیشن (D-C)
	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
ROOF	A1	(A1+A2)/2	B-A	C1	(C1+C2)/2	D-C
ST2	A2	(A2+A3)/2	B-A	C2	(C2+C3)/2	D-C
STI	A3	(A3+A4)/2	B-A	C3	(C3+C4)/2	D-C
PARKIN	A4	(A4+A5)/2	B-A	C4	(C4+C5)/2	D-C
BASE	A5	————	————	C5	————	————

1	1.4DL	16	0.9DL+1.43(± EXP±0.3EY)
2	1.4DL+1.7LL	17	0.9DL+1.43(± EYP±0.3EX)
3	0.75(1.4DL+1.7LL±1.875 EXN)	18	0.9DL+1.43(± EYN±0.3EX)
4	0.75(1.4DL+1.7LL±1.875 EXP)	19	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(± EXP±0.3EY±0.3EZ))
5	0.75(1.4DL+1.7LL±1.875 EYP)	20	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(± EXN±0.3EY±0.3EZ))
6	0.75(1.4DL+1.7LL±1.875 EYN)	21	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(± EYP±0.3EX±0.3EZ))
7	0.9DL±1.43 EXN	22	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(± EYN±0.3EX±0.3EZ))
8	0.9DL±1.43 EXP	23	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(+ EZ±0.3EX±0.3EY))
9	0.9DL± 1.43EYP	24	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(- EZ±0.3EX±0.3EY))
10	0.9DL±1.43 EYN	25	0.9DL+1.43(± EXP±0.3EY±0.3EZ)
11	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(±EXN±0.3EY))	26	0.9DL+1.43(± EXN±0.3EY±0.3EZ)
12	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(±EXP±0.3EY))	27	0.9DL+1.43(± EYP±0.3EX±0.3EZ)
13	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(±EYP±0.3EX))	28	0.9DL+1.43(± EYN±0.3EX±0.3EZ)
14	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(±EYN±0.3EX))	29	0.9DL+1.43(+ EZ±0.3EX±0.3EY)
15	0.9DL+1.43(± EXN±0.3EY)	30	0.9DL+1.43(- EZ±0.3EX±0.3EY)

ACI-318-05

1.4(D)	
1.2(D)	1.6(L+LR)

بارگذاری بر اساس آیین نامه 318-05 ACI

1.2(D)	(L+LR)	1.4EXP	
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXP	
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXN	
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXN	
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYP	
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYP	
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYN	
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYN	
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXP	1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXP	-1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXN	1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXN	-1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXP	1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXP	-1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXN	1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXN	-1.4EY30

0.9(D)	1.4EXP	
0.9(D)	-1.4EXP	
0.9(D)	1.4EXN	
0.9(D)	-1.4EXN	
0.9(D)	1.4EXP	1.4EY30
0.9(D)	1.4EXP	-1.4EY30
0.9(D)	1.4EXN	1.4EY30
0.9(D)	1.4EXN	-1.4EY30
0.9(D)	1.4EYP	1.4EX30
0.9(D)	1.4EYP	-1.4EX30
0.9(D)	1.4EYN	1.4EX30
0.9(D)	1.4EYN	-1.4EX30
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXP
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXP
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXP
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXP

0.9(D)	1.4EYP	
0.9(D)	-1.4EYP	
0.9(D)	1.4EYN	
0.9(D)	-1.4EYN	
0.9(D)	-1.4EXP	1.4EY30
0.9(D)	-1.4EXP	-1.4EY30
0.9(D)	-1.4EXN	1.4EY30
0.9(D)	-1.4EXN	-1.4EY30
0.9(D)	-1.4EYP	1.4EX30
0.9(D)	-1.4EYP	-1.4EX30
0.9(D)	-1.4EYN	1.4EX30
0.9(D)	-1.4EYN	-1.4EX30
		0.42EV
		-0.42EV
		0.42EV
		-0.42EV

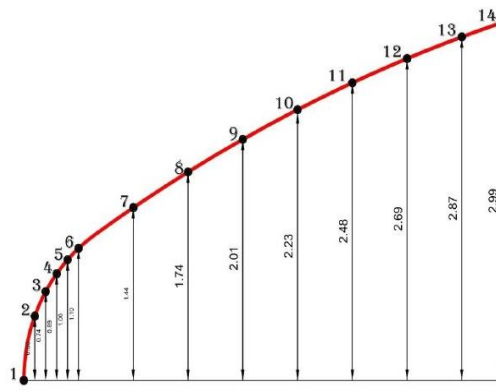
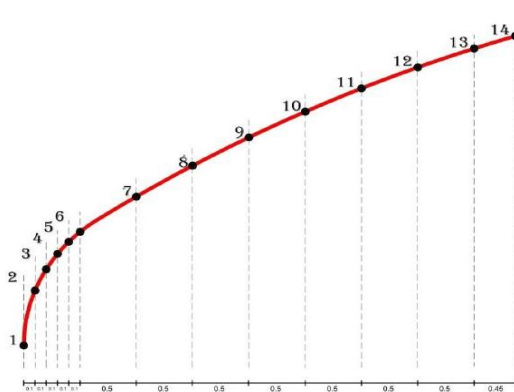
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYP	1.4EX30	
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYP	-1.4EX30	
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYN	1.4EX30	
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYN	-1.4EX30	
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYP	1.4EX30	
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYP	-1.4EX30	
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYN	1.4EX30	
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYN	-1.4EX30	
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXN	1.4EY30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXN	1.4EY30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXN	-1.4EY30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EXN	-1.4EY30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXN	1.4EY30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXN	1.4EY30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXN	-1.4EY30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXN	-1.4EY30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYP	1.4EX30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYP	1.4EX30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYP	-1.4EX30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYP	-1.4EX30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYP	1.4EX30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYP	1.4EX30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYP	-1.4EX30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYP	-1.4EX30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYN	1.4EX30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYN	1.4EX30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYN	-1.4EX30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EYN	-1.4EX30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYN	1.4EX30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYN	1.4EX30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYN	-1.4EX30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EYN	-1.4EX30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	1.4EV	1.4EX30	1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	1.4EV	1.4EX30	-1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	1.4EV	-1.4EX30	1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	1.4EV	-1.4EX30	-1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EV	1.4EX30	1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EV	1.4EX30	-1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EV	-1.4EX30	1.4EY30
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EV	-1.4EX30	-1.4EY30

1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXP	1.4EY30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXP	1.4EY30	-0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXP	-1.4EY30	0.42EV
1.2(D)	(L+LR)	-1.4EXP	-1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EXP	1.4EY30	0.42EV
	0.9(D)	1.4EXP	1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EXP	-1.4EY30	0.42EV
	0.9(D)	1.4EXP	-1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	-1.4EXP	1.4EY30	0.42EV
	0.9(D)	-1.4EXP	1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	-1.4EXP	-1.4EY30	0.42EV
	0.9(D)	-1.4EXP	-1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EXN	1.4EY30	0.42EV
	0.9(D)	1.4EXN	1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EXN	-1.4EY30	0.42EV
	0.9(D)	1.4EXN	-1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	-1.4EXN	1.4EY30	0.42EV
	0.9(D)	-1.4EXN	1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	-1.4EXN	-1.4EY30	0.42EV
	0.9(D)	-1.4EXN	-1.4EY30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EYP	1.4EX30	0.42EV
	0.9(D)	1.4EYP	1.4EX30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EYP	-1.4EX30	0.42EV
	0.9(D)	1.4EYP	-1.4EX30	-0.42EV
	0.9(D)	-1.4EYP	1.4EX30	0.42EV
	0.9(D)	-1.4EYP	1.4EX30	-0.42EV
	0.9(D)	-1.4EYP	-1.4EX30	0.42EV
	0.9(D)	-1.4EYP	-1.4EX30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EYN	1.4EX30	0.42EV
	0.9(D)	1.4EYN	1.4EX30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EYN	-1.4EX30	0.42EV
	0.9(D)	1.4EYN	-1.4EX30	-0.42EV
	0.9(D)	-1.4EYN	1.4EX30	0.42EV
	0.9(D)	-1.4EYN	1.4EX30	-0.42EV
	0.9(D)	-1.4EYN	-1.4EX30	0.42EV
	0.9(D)	-1.4EYN	-1.4EX30	-0.42EV
	0.9(D)	1.4EV	1.4EX30	1.4EY30
	0.9(D)	1.4EV	1.4EX30	-1.4EY30
	0.9(D)	1.4EV	-1.4EX30	1.4EY30
	0.9(D)	1.4EV	-1.4EX30	-1.4EY30
	0.9(D)	-1.4EV	1.4EX30	1.4EY30
	0.9(D)	-1.4EV	1.4EX30	-1.4EY30
	0.9(D)	-1.4EV	-1.4EX30	1.4EY30
	0.9(D)	-1.4EV	-1.4EX30	-1.4EY30

ترسیم منحنی در ETABS:

1- نقاط (مختصات) روی منحنی مورد نظر را از نرم افزار Auto cad بدست آورده و سپس مختصات نقاط بدست آمده به نرم افزار Excel انتقال یافته و جدولی مطابق شکل زیر آماده می گردد و این نقاط Copy گرفته می شود.

2- در برنامه Etabs طبقه مورد نظر را فعال کرده و با اجرای فرمان Paste مختصات مبدا را وارد می نمائیم. اگر نقاط قابل مشاهده نباشند باید گزینه Invisible از مسیر Set Building View Options غیر فعال شود. این نقاط را می توان توسط المانهای خطی به یکدیگر متصل نمود و منحنی را ایجاد نمود.



مختصات نقاط روی منحنی در
Auto Cad

Excel Curve (www.uconn.com) - Microsoft Ex...

	Type	X	Y	Z
1	POINT	0.0000	0.0000	0
2	POINT	0.0816	0.9051	0
3	POINT	0.2829	1.8031	0
4	POINT	0.5921	2.6490	0
5	POINT	1.0003	3.4367	0
6	POINT	1.5001	4.1608	0
7	POINT	2.0862	4.8161	0
8	POINT	2.7541	5.3963	0
9	POINT	3.5003	5.8937	0
10	POINT	4.3206	6.2989	0
11	POINT	5.2100	6.6000	0
12	POINT			

Average: 1.917615152 Count: 44 Sum: 63.2679

Paste Coordinates

Change Plan Coordinates By

Delta X: 0.00

Delta Y: 4.45

OK Cancel

Set Building View Options

View by Colors of:

- ☒ Objects
- ☐ Sections
- ☐ Materials
- ☐ Groups
- ☐ Design Type
- ☐ Typical Members
- ☐ B & W Printer
- ☐ Color Printer

Object Present in View:

- ☒ Floor (Area)
- ☒ Wall (Area)
- ☒ Ramp (Area)
- ☒ Openings (Area)
- ☒ All Null Areas
- ☒ Column (Line)
- ☒ Beam (Line)
- ☒ Brace (Line)
- ☒ Links (Line)
- ☒ All Null Lines
- ☒ Point Objects
- ☒ Invisible
- ☐ Links (Point)

Object View Options:

- ☐ Area Labels
- ☐ Line Labels
- ☐ Area Sections
- ☐ Line Sections
- ☐ Link Sections
- ☐ Area Local Axes
- ☐ Line Local Axes

Piers and Spandrels:

- ☐ Pier Labels
- ☐ Spandrel Labels
- ☐ Pier Axes
- ☐ Spandrel Axes

Visible in View:

- ☒ Story Labels
- ☐ Dimension Lines
- ☒ Reference Lines
- ☒ Reference Planes
- ☒ Grid Lines
- ☒ Secondary Grids
- ☒ Global Axes
- ☒ Supports
- ☐ Springs

Special Frame Items:

- ☐ End Releases
- ☐ Partial Fixity
- ☐ Mom. Connections
- ☐ Property Modifiers
- ☐ Nonlinear Hinges
- ☐ Panel Zones
- ☐ End Offsets
- ☐ Joint Offsets
- ☐ Output Stations

Other Special Items:

- ☐ Diaphragm Extent
- ☐ Auto Area Mesh
- ☐ Additional Masses

Special Effects:

- ☐ Object Shrink
- ☒ Object Fill
- ☒ Object Edge
- ☐ E[3.jpg]

Apply to All Windows

Defaults OK Cancel

مختصات نقاط در نرم افزار Excel

بار آسانسور:

بار آسانسور به صورت چهار بار متمرکز به ستون‌های اطراف آن در طبقه بام وارد می‌شود. طبق توصیه مبحث ششم، در محاسبه بار مرده و زنده آسانسور، ضریب افزایش 2 اعمال می‌شود. یعنی کلیه بارهای وارده به آسانسور اعم از مرده و زنده دو برابر در نظر گرفته می‌شود. بار مرده آسانسور بستگی به ظرفیت آن دارد و معمولاً بین 1000 تا 1500 کیلوگرم در نظر گرفته می‌شود. بار زنده و ابعاد چاه آسانسور بر اساس مبحث پانزدهم مقررات ملی ساختمان به شرح زیر می‌باشد:

ظرفیت به کیلوگرم نیرو (بار زنده)	ظرفیت به نفر	ابعاد چاه آسانسور	
		عرض	عمق
۳۰۰	۴	۱۴۰	۱۶۰
۳۷۵	۵	۱۶۰	۱۶۰
۴۵۰	۶	۱۶۰ یا ۱۸۰	۱۷۰
۶۰۰	۸	۱۶۰ یا ۱۸۰	۱۹۰
۱۰۰۰	۱۳	۱۶۰ یا ۱۸۰	۲۶۰

تعیین ابعاد ستون:

برای تخمین ابعاد اولیه ستون مربعی شکل می‌توان از رابطه تقریبی زیر استفاده نمود. اندازه بدست آمده لازم است به نزدیکترین و بزرگترین ضریب 50 گرد شود:

$$\text{ابعاد ستون مربع} = 200 + 50 \cdot N \left(\frac{A}{25} \right)^{\frac{1}{3}} \geq 350 \text{ mm}$$

$$N = \text{تعداد کف های بالای ستون مورد نظر}$$

$$A = \text{سطح بارگیر ستون در یک طبقه بر حسب متر مربع}$$

تشخیص اعضای موثر در کنترل دررفت سازه‌ها:

اگر هنگام کنترل دررفت، مقادیر دررفت از حد مجاز تجاوز کرده باشد باید مقاطع بزرگتری برای برخی از اعضای سازه در نظر گرفته شود تا تغییر مکان سازه کاهش یابد. برای تشخیص اینکه کدام اعضاء تاثیر بیشتری در کنترل دررفت دارند (تشخیص اعضای موثر در کنترل تغییر مکان سازه) می‌توان از نمودارهای انرژی/کار در برنامه استفاده کرد. برای این منظور در برنامه از منوی Display و از گزینه Show Energy > Virtual Diagram.... استفاده کرد و المان‌هایی که دارای انرژی بیشتری هستند، اعضای موثر بر تغییر مکان سازه بوده به نحوی که با تقویت آن اعضاء، اقتصاد سازه نیز به نحو مطلوب‌تری حفظ می‌شود.

برای تعریف بارهای دینامیکی در قسمت Define/Response Spectrum Cases چهار مرحله چهار طیف دینامیکی را به نامهای SPECX، SPECY، SPECX2 و SPECY2 با در نظر گرفتن 5 درصد برون از مرکزیت اتفاقی (برای دو تای اول) و بدون در نظر گرفتن برون از مرکزیت اتفاقی (برای دوتای دوم) و میرایی 5 درصد معرفی می کنیم:

1	1.4DL	10	0.9DL+1.43(SPECY +0.3SPECX2)
2	1.4DL+1.7LL	11	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875 SPECX +0.3SPECY2±0.3EZ))
3	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875 SPECX)	12	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875 SPECY +0.3SPECX2±0.3EZ))
4	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875 SPECY)	13	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(+ EZ+0.3 SPECX2 +0.3SPECY2))
5	0.9DL+1.43 SPECX	14	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(- EZ+0.3 SPECX2 +0.3SPECY2))
6	0.9DL+1.43 SPECY	15	0.9DL+1.43(SPECX +0.3SPECY2±0.3EZ))
7	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(SPECX +0.3SPECY2))	16	0.9DL+1.43(SPECY +0.3SPECX2±0.3EZ)
8	0.75(1.4DL+1.7LL+1.875(SPECY +0.3SPECX2))	17	0.9DL+1.43(+ EZ+0.3 SPECX2 +0.3SPECY2)
9	0.9DL+1.43(SPECX +0.3SPECY2)	18	0.9DL+1.43(- EZ+0.3 SPECX2 +0.3SPECY2)

روش تحلیل طیفی دینامیکی:

1- بارگذاری طیفی: مطابق آیین نامه 2800 یا مبحث 6، شتاب طیفی به صورت $S_a = \frac{1}{R} ABI$ بدست می آید. با توجه به اینکه تنها قسمت متغیر S_a ضریب B است، عبارت $g * \frac{AI}{R}$ به صورت ضریب مقیاس به طیف بازتاب B اعمال می شود. ضریب بازتاب B به صورت زیر معرفی می شود:

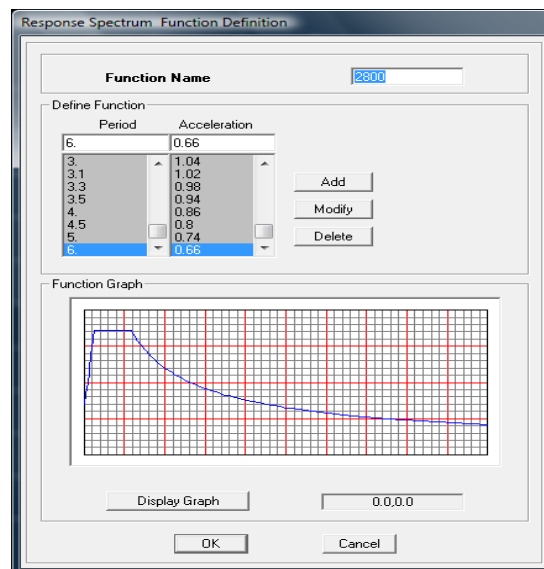
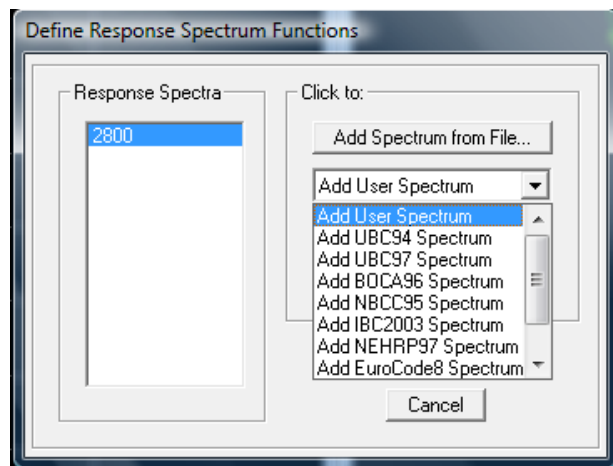
$$B = \begin{cases} 1+S\left(\frac{T}{T_0}\right) & 0 \leq T \leq T_0 \\ 1+S & T_0 \leq T \leq T_s \\ 1+S\left(\frac{T_s}{T}\right)^{\frac{2}{3}} & T \geq T_s \end{cases}$$

برای ترسیم منحنی B نسبت به T جدول زیر را تشکیل داده و با توجه به مقادیر T و روابط بالا مقادیر B را بدست می آید:

T	0	0.025	0.05	0.1	0.5	0.6	0.75	1	1.25	1.5	2	2.5	3
B													

*مطابق با آیین نامه باید حداقل سه مد فعال شوند. همچنین ضریب جذب باید به 90٪ برسد. در یک پروژه n طبقه و معرفی کردن دیافراگم صلب، تعداد 3n درجه آزادی جرمی وجود دارد. در این حالت هر 3n مد فعال شده و مسلماً شرایط مورد نیاز آیین نامه برآورده خواهد شد. برای جمع آثار مدها از روش CQC استفاده شود و میرایی طبق آیین نامه برابر 0.05 در نظر گرفته شود.

2- معرفی طیف ضریب بازتاب: دستور Define > Response Spectrum Functions را اجرا کرده و در جعبه ظاهر شده روی گزینه Add User Spectrum کلیک کنید و نقاط جدول را وارد کنید:



3- حالت‌های بار طیفی: دستور Define>Response Spectrum Cases را اجرا کرده و روی دکمه Add New Spectrum کلیک کنید. در جعبه ظاهر شده در قسمت Spectrum Case Name نام بار مورد نظر، در ناحیه Damping درصد میرایی، در ناحیه Input response spectrum تابع معرفی شده در قسمت قبل و در جعبه scale factor مقدار $\frac{AI}{R} * g$ را وارد کنید. همچنین برای تعریف بارها با خروج از مرکزیت در جعبه ویرایش Eccentricity ضریب 0.05 را به عنوان خروج از مرکزیت تصادفی وارد نمایید:

بار دینامیکی در جهت محور Y با در نظر گرفتن برون از مرکزیت اتفاقی

درصد میرایی

مقدار $\frac{AI}{R} * g$

خروج از مرکزیت تصادفی

4-تنظیمات تحلیل سازه: دستور Analyze > Set Analysis Options را اجرا کرده و گزینه Dynamic Analysis را فعال کنید و سپس روی دکمه Set Dynamic Parameters کلیک کنید. در جعبه ویرایش Number of Modes تعداد 3n مد را وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

5-یکسان سازی برش پایه دینامیکی و استاتیکی:

بعد از انجام عملیات تحلیل سازه:

1-در مواردی که برش پایه بدست آمده از روش تحلیل طیفی کمتر از برش پایه تحلیل استاتیکی معادل باشد، مقدار برش پایه تحلیل طیفی باید به مقادیر زیر افزایش داده شده و بازتاب‌های سازه متناسب با آنها اصلاح گردد:

✓ در سازه‌های نامنظم، مقادیر بازتاب‌ها باید در نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شوند.

✓ در سازه‌های منظم، مقادیر بازتاب‌ها باید در 80 درصد نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شوند. (مقادیر برش پایه تعدیل شده نباید از برش پایه بدست آمده از روش تحلیل طیفی کمتر باشد).

2-در مواردی که برش پایه بدست آمده از روش تحلیل طیفی بیشتر از برش پایه تحلیل استاتیکی معادل باشد، مقدار برش پایه تحلیل طیفی و کلیه بازتاب‌های سازه را می‌توان به نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه تحلیل طیفی کاهش داد.

*دستور Display > Show Tables را اجرا کرده و در جعبه ظاهر شده گزینه Building Output را فعال کنید و در جعبه انتخاب بار، بارهای EPX، EPY، SPECXI و SPECY1 را انتخاب کنید و با کلیک روی دکمه OK اطلاعات مورد نیاز نمایش داده می‌شود و می‌توان مقدار برش پایه دینامیکی و استاتیکی را مشاهده نمود:

Story Shears									
Edit View									
Story Shears									
	Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
	STORY3	SPY	Bottom	0.00	5714.55	115144.19	1027394.796	1087339.462	24485.620
	STORY2	EPX	Top	0.00	-104900.93	0.00	907946.202	408.438	-852633.008
	STORY2	EPX	Bottom	0.00	-104900.93	0.00	907932.938	520.158	-1201977.903
	STORY2	EPY	Top	0.00	0.00	-122163.11	-693643.636	960349.646	199.116
	STORY2	EPY	Bottom	0.00	0.00	-122163.11	-693564.759	1353062.889	395.087
	STORY2	SPX	Top	0.00	102726.30	13545.51	1002159.953	115088.975	873030.773
	STORY2	SPX	Bottom	0.00	102726.30	13545.51	1002178.903	157027.265	1177924.564
	STORY2	SPY	Top	0.00	8027.63	128056.37	1127484.666	1087339.462	24485.620
	STORY2	SPY	Bottom	0.00	8027.63	128056.37	1127563.064	1487386.890	24332.115
	STORY1	EPX	Top	0.00	-114000.05	0.00	984190.203	520.158	-1201977.903
	STORY1	EPX	Bottom	0.00	-114000.05	0.00	984199.693	591.475	-1579802.470
	STORY1	EPY	Top	0.00	0.00	-132759.55	-755707.089	1353062.889	395.087
	STORY1	EPY	Bottom	0.00	0.00	-132759.55	-755658.178	1779493.465	532.601
	STORY1	SPX	Top	0.00	113600.79	14508.07	1119406.975	157027.265	1177924.564
	STORY1	SPX	Bottom	0.00	113600.79	14508.07	1119436.686	201827.673	1513403.710
	STORY1	SPY	Top	0.00	10637.26	136802.44	1197489.492	1487386.890	24332.115
	STORY1	SPY	Bottom	0.00	10637.26	136802.44	1197541.160	1912407.907	48488.375
	HAMKAF	EPX	Top	0.00	-118158.39	0.00	1015655.601	591.475	-1579802.470
	HAMKAF	EPX	Bottom	0.00	-118158.39	0.00	1015665.802	621.007	-1964200.049
	HAMKAF	EPY	Top	0.00	0.00	-137602.18	-784326.541	1779493.465	532.601
	HAMKAF	EPY	Bottom	0.00	0.00	-137602.18	-784313.420	2220630.813	560.725
	HAMKAF	SPX	Top	0.00	118230.05	14856.66	1165468.129	201827.673	1513403.710
	HAMKAF	SPX	Bottom	0.00	118230.05	14856.66	1165483.625	247911.017	1864299.808
	HAMKAF	SPY	Top	0.00	11986.75	140227.04	1224315.127	1912407.907	48488.375
	HAMKAF	SPY	Bottom	0.00	11986.75	140227.04	1224330.855	2348913.798	83844.559

6-اصلاح طیف بازتاب:

دستور Define>Response Spectrum Cases را اجرا کرده و روی هر یک از بارها، گزینه Modify/Show Spectrum را کلیک کرده و در جعبه ظاهر شده در ناحیه Input response spectrum و در قسمت scale factor مقدار ضریب را در نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی (که در گام 5 بدست آمده است) ضرب می‌کنیم.

چون در این مثال برش پایه بدست آمده از روش تحلیل طیفی بیشتر از برش پایه تحلیل استاتیکی معادل بدست آمد، مقدار بازتاب سازه به نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه تحلیل طیفی کاهش داده شد.

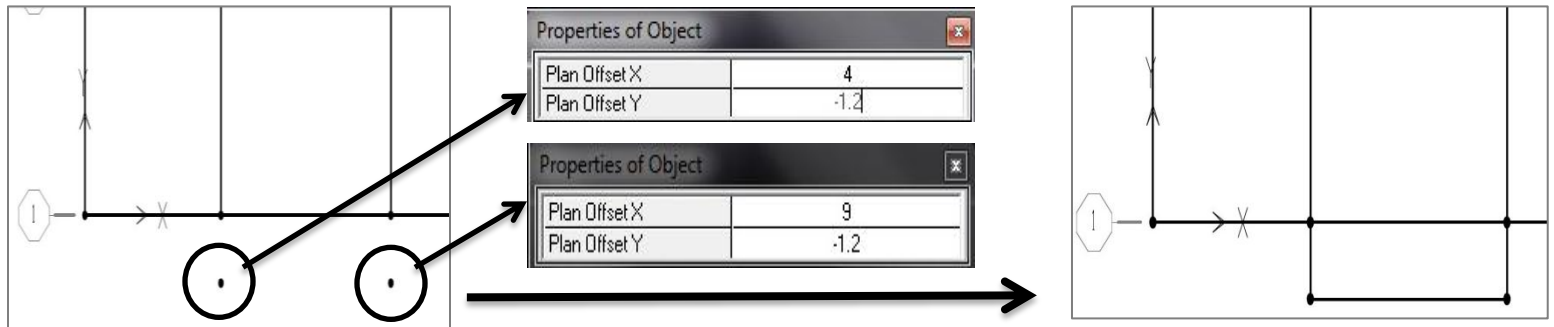
$$0.42 * \frac{137602.18}{140227.04} = 0.412$$

کنترل قاعده 25 درصد در قابهای مختلط در حالت دینامیکی:

مثال: فرض برش پایه دینامیکی در فایل اصلی 100 تن شده و ضریب scale factor پس از هم پایه سازی تو این فایل برابر 0.5 بدست آمده است. حالا از روی این فایل، فایل 25٪ رو درست می‌کنیم و سختی دیوار برشی را به عدد کوچکی تبدیل می‌کنیم و عدد $1/4 * 0.5 = 0.125$ به عنوان ضریب scale factor وارد می‌کنیم. انتظار داریم که برش پایه دینامیکی 25 تن شود ولی چون در تحلیل دینامیکی با استفاده از طیف طرح استاندارد مقدار برش پایه ارتباط مستقیم با سختی سازه دارد، یعنی هرچه سختی سازه کمتر باشد برش پایه کمتر می‌شود، برش پایه برابر 15 تن می‌شود. باید scale factor رو اصلاح کنیم تا برش پایه 25 تن شود و برای این منظور باید scale factor رو در ضریب اصلاح $25/15 = 1.666$ ضرب کنیم (scale factor = $1.666 * 0.125$)

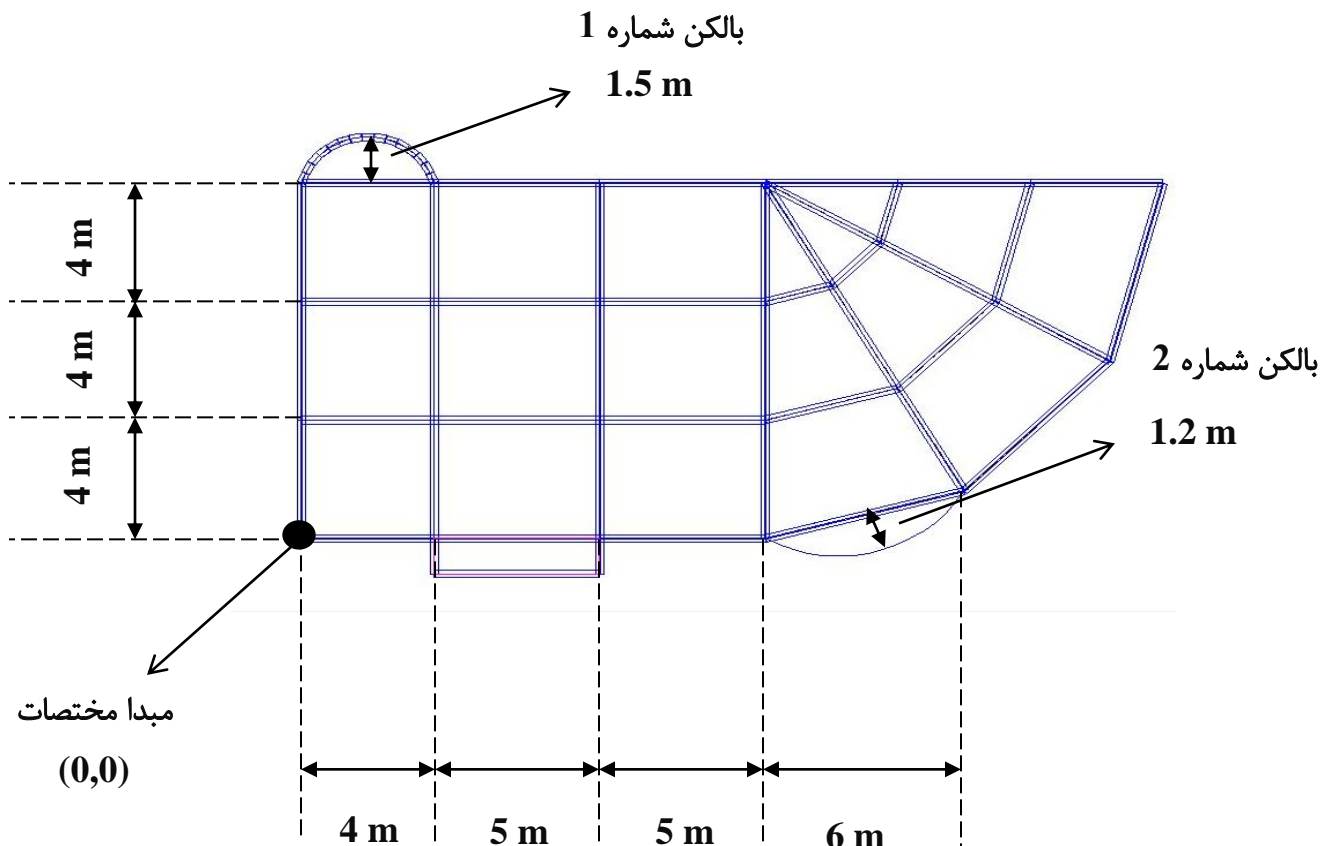
ترسیم تراس (بالکن) مربع یا مستطیلی شکل:

ابتدا به پلان آخرین طبقه رفته و Similar Stories را فعال کنید سپس از منوی Draw گزینه Draw Point Objects را انتخاب کرده و مختصات نقاط را دقیق وارد کنید پس از آن دقیقاً در نقطه 0.00 مبدا مختصات کلیک کنید تا نقطه دقیقاً در محل مشخص شده درج گردد. در انتها با ترسیم المان‌هایی بین نقاط، بالکن طره‌ای ترسیم می‌شود. **مثال:**



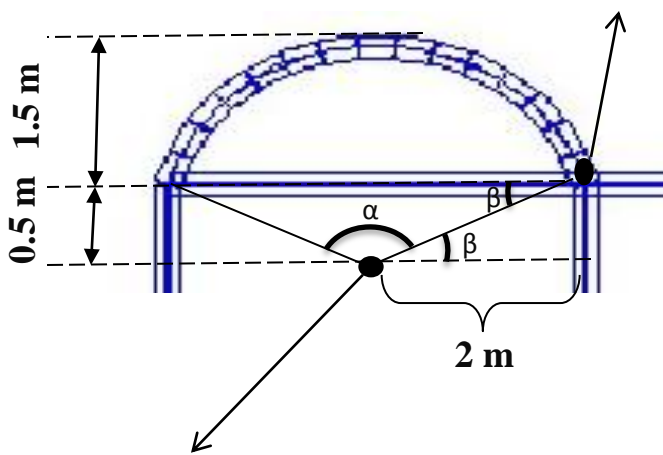
ترسیم تراس (بالکن) دایره‌ای یا قطاع دایره:

برای ترسیم تراس ابتدا می‌بایست نقطه شروع را انتخاب کنید. از سمت راست نقطه شروع را انتخاب کنید و پس از انتخاب از منوی Edit > Extrude Points Line... در قسمت Rotate About Point مختصات مرکز دایره که کمان را ترسیم می‌کند را وارد نمایید. در کادر Angle زاویه هر قطاع و در کادر Number تعداد قطاع مورد نظر تا نقطه انتها و در کادر Total Drop عدد 0 را وارد نمایید. **مثال:**



ترسیم بالکن شماره 1: برای ترسیم دو روش وجود دارد:

نقطه شروع یا انتخاب



مختصات مرکز دایره
نسبت به مبدا

$$\tan \beta = \frac{0.5}{2} = 0.25 \Rightarrow \beta = 14.036$$

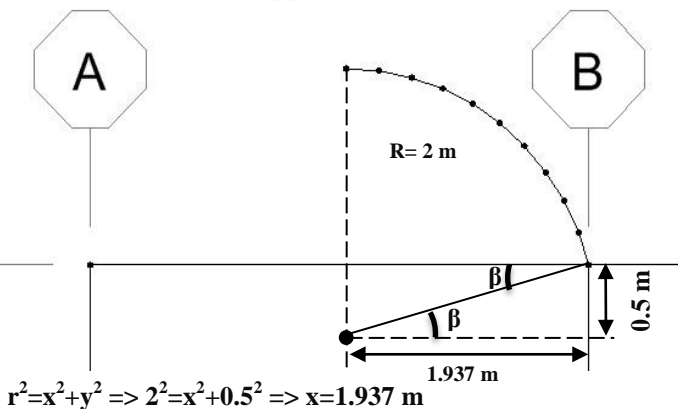
$$\alpha = 180 - (2 * \beta) = 180 - (2 * 14.036) = 151.928$$

$$\text{Angle} = \frac{\alpha}{\text{Number}} = \frac{151.928}{15} = 10.128$$

$$\text{Number} = 15$$

1- کل بالکن را به صورت یک قطعی از دایره ترسیم نمائیم. ابتدا نقطه شروع (سمت راست) را انتخاب کرده و از منو **Edit>Extrude Points Line** در قسمت **Rotate About Point** مختصات مرکز دایره را با توجه به اندازه‌های داده شده در پلان نسبت به مبدا مختصات برابر (2,11.5) وارد می‌نمائیم. در کادر **Angle** زاویه هر قطاع را برابر 10.1285 و در کادر **Number** تعداد قطاع مورد نظر تا نقطه انتها را برابر 15 و در کادر **Total Drop** عدد 0 را وارد می‌کنیم. (این روش دارای مقداری خطا می‌باشد مثلاً در این مثال طول بالکن ترسیم شده به جای 1.5 متر برابر 1.55 متر می‌باشد)

قسمت اول



$$\tan \beta = \frac{0.5}{1.937} = 0.2581 \Rightarrow \beta = 14.4738$$

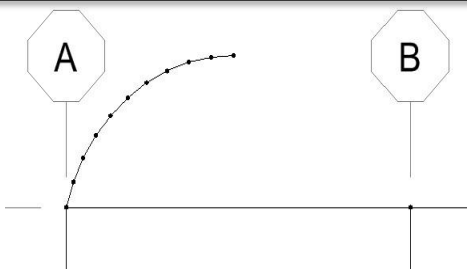
$$\alpha = 90 - \beta = 90 - 14.4738 = 75.52$$

$$\text{Angle} = \frac{\alpha}{\text{Number}} = \frac{75.52}{10} = 7.552$$

$$\text{Number} = 10$$

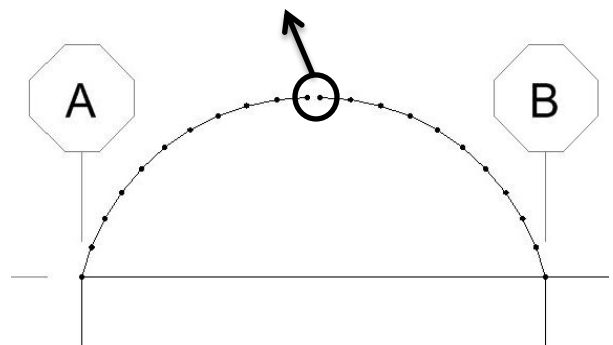
2- کل بالکن را به سه قسمت تقسیم کرده و در قسمت اول نقطه شروع (سمت راست) را انتخاب کرده و از منو **Edit>Extrude Points Line** در قسمت **Rotate About Point** مختصات مرکز دایره را با توجه به اندازه‌های داده شده در پلان نسبت به مبدا مختصات برابر (2.063,11.5) وارد می‌نمائیم. در کادر **Angle** زاویه هر قطاع را برابر 7.552 و در کادر **Number** تعداد قطاع مورد نظر تا نقطه انتها را برابر 10 و در کادر **Total Drop** عدد 0 را وارد می‌کنیم. برای ترسیم قسمت دوم نقطه شروع (سمت راست) را انتخاب کرده و از منو **Edit>Extrude Points Line** در قسمت **Rotate About Point** مختصات مرکز دایره را با توجه به اندازه‌های داده شده در پلان نسبت به مبدا مختصات برابر (1.937,11.5) وارد می‌نمائیم. در کادر **Angle** زاویه هر قطاع را برابر 7.552- و در کادر **Number** تعداد قطاع مورد نظر تا نقطه انتها را برابر 10 و در کادر **Total Drop** عدد 0 را وارد می‌کنیم. در قسمت سوم با انتخاب دستور **Draw Line Objects>Draw Lines (plan, elev, 3D)** مطابق شکل بین دو نقطه تیر ترسیم می‌کنیم.

قسمت دوم



بین دو نقطه تیر ترسیم می‌کنیم

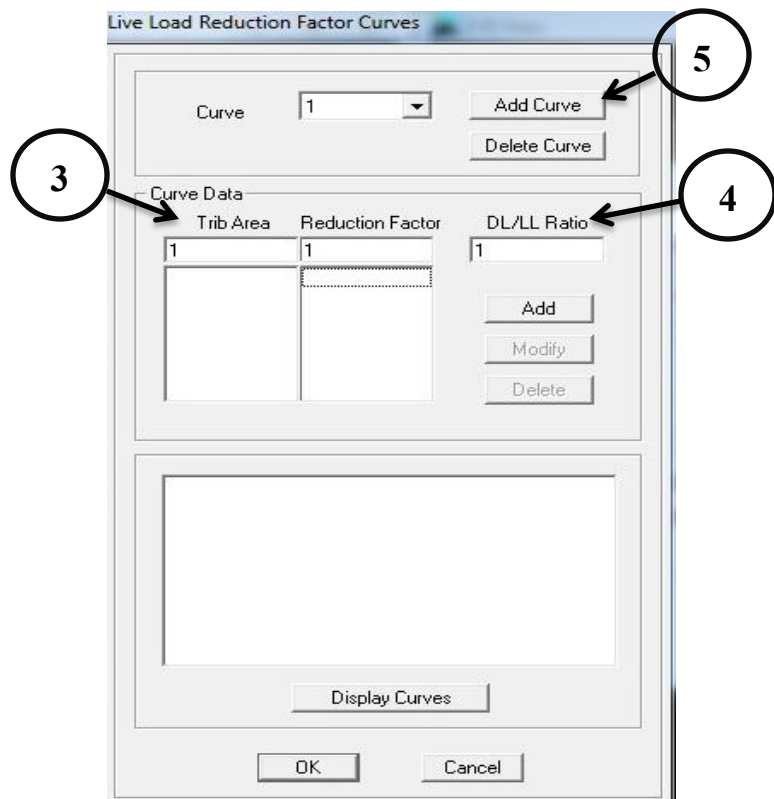
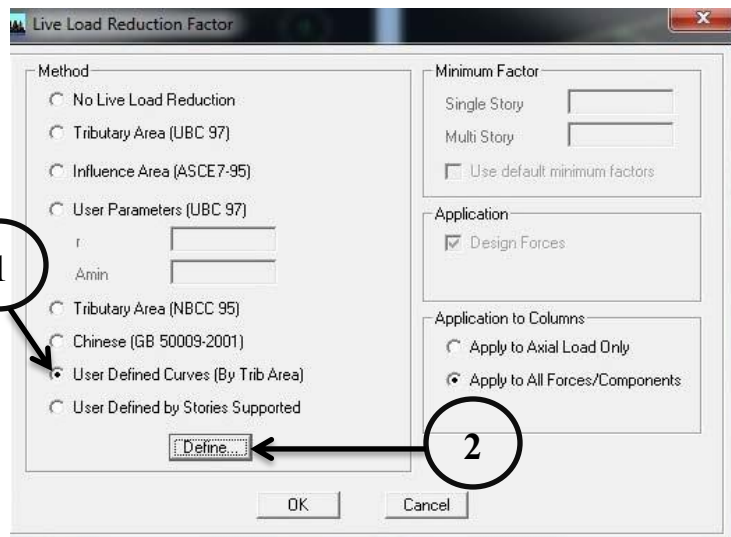
قسمت سوم



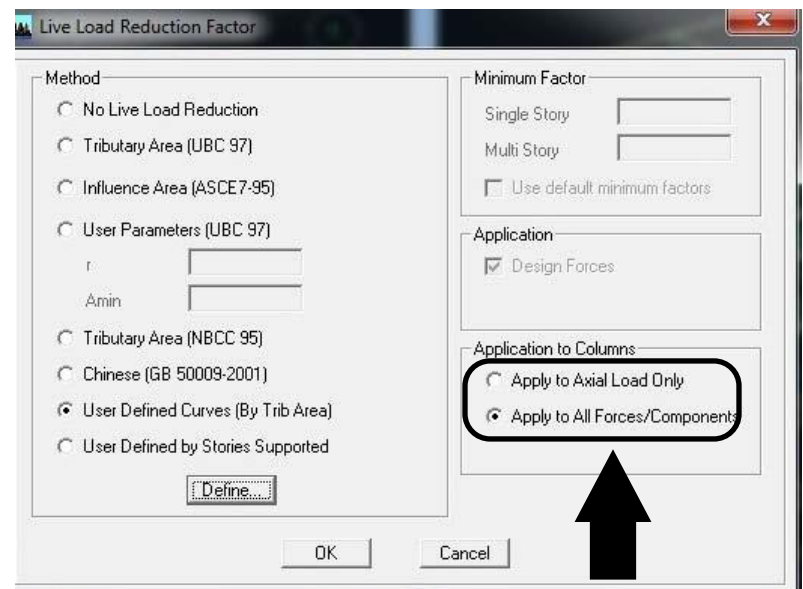
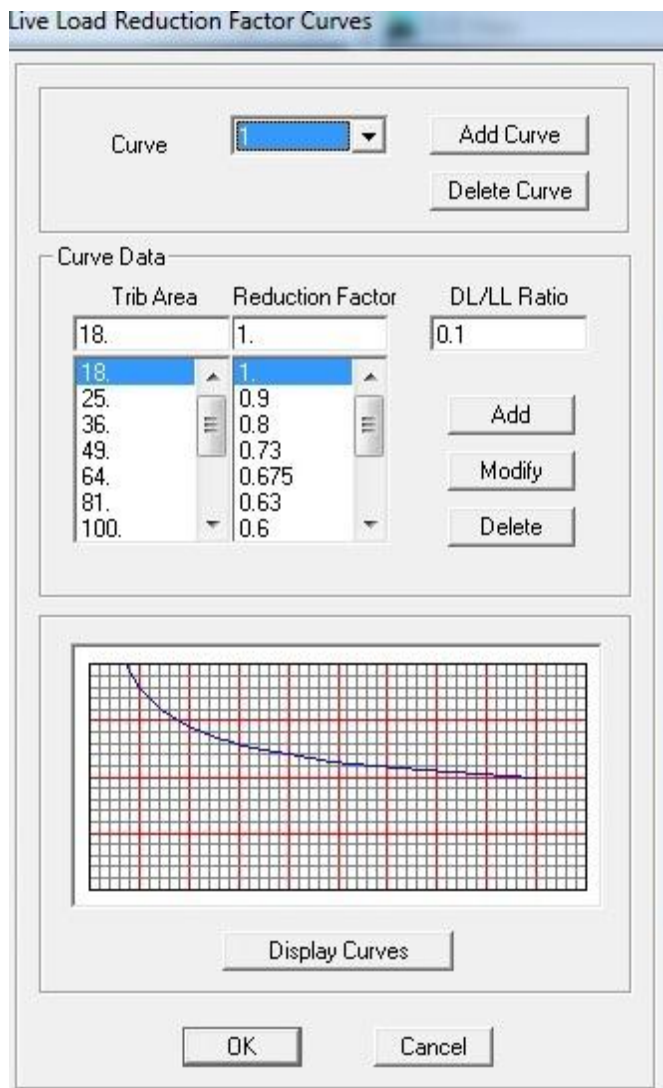
تنظیمات مربوط به کاهش سربار زنده در قسمت Options > Preferences > Live Load Reduction انجام می‌شود. با توجه به آیین نامه کاهش سربار برای تیرها با انتخاب گزینه User Defined Curves (By Trib Area) و برای ستون‌ها ماکزیمم بدست آمده از ضابطه User Defined Curves (By Trib Area) و User Defined by Stories Supported می‌باشد. اما نکته‌ای که اینجا وجود دارد این است که هر دو ضابطه برای ستون‌ها به طور همزمان قابل تامین نیستند. بنابراین از این دو ضابطه بهتر است حالت اول هم شامل تیرها و هم شامل ستون‌ها می‌شود را انتخاب کنیم و گزینه User Defined Curves (By Trib Area) را انتخاب کرده و سپس در قسمت پایین صفحه بر روی دکمه Define کلیک نمائید.

در پنجره جدیدی که ظاهر می‌شود باید ضرایب مربوط به کاهش سربار را به نرم‌افزار معرفی کنیم. در مبحث ششم این ضرایب بستگی به سطح بارگیر دارد و مستقل از نسبت بار مرده به زنده محاسبه می‌شود. اما در نرم‌افزار این ضرایب علاوه بر سطح بارگیر به نسبت بار مرده و زنده هم بستگی دارد. به نرم افزار حداقل دو منحنی به ازای دو نسبت مختلف بار مرده به زنده باید معرفی شود. برای آنکه کاهش سربار مستقل از نسبت بار مرده به زنده باشد باید دو منحنی که به نرم افزار معرفی می‌شود با هم یکسان باشد. برای اینکار یک بار منحنی را برای یک نسبت کوچک بار مرده به زنده (DL/LL Ratio) و بار دوم این منحنی را برای یک عدد بزرگ معرفی می‌کنیم. به طور مثال بار اول برای نسبت 0.1 و بار دوم برای نسبت 10 منحنی را معرفی می‌کنیم. باید توجه کنیم که اعدادی که به نرم افزار معرفی می‌شود اعدادی است که در بار زنده ضرب می‌شود و عدد ناشی از رابطه مبحث ششم مقدار کاهش سربار به صورت درصد است که باید عدد به دست آمده از این رابطه از 100 کاسته شده و سپس بر 100 تقسیم شود و به نرم‌افزار معرفی شود. حداکثر مقدار کاهش سربار 50 درصد است یا به بیان دیگر ضرایبی که به نرم‌افزار معرفی می‌شوند حداقل باید برابر 0.5 باشند. اعدادی که به طور نمونه باید به نرم‌افزار معرفی نمایید به شرح جدول زیر می‌باشد:

Trib Area	18	25	36	49	64	81	100	121	144	169	196	225
Reduction Factor	1	0.9	0.8	0.73	0.675	0.63	0.6	0.57	0.55	0.53	0.51	0.5



بعد از وارد کردن اعداد، مقدار (DL/LL Ratio) را عددی کوچکی به طور مثال 0.1 انتخاب می‌کنیم و بر روی دکمه Add Curve در بالای صفحه کلیک کرده همین اعداد را دوباره معرفی می‌کنیم تا منحنی دوم هم مشابه منحنی اول به نرم افزار معرفی شود و مقدار (DL/LL Ratio) را عددی بزرگی به طور مثال 10 انتخاب می‌کنیم. و بعد از آن بر دکمه OK کلیک کرده و به صفحه قبل بازمی‌گردیم. در این صفحه تنها تغییر دیگری که باید ایجاد کنیم این است که در قسمت Application to Columns گزینه Apply to All Forces/Component را انتخاب کنیم تا کاهش سربار در ستون‌ها علاوه بر نیروی محوری شامل لنگرهای خمشی و پیچشی و نیروهای برشی نیز بشود و بعد از آن OK می‌نمائیم:



در ستون‌ها با معرفی آرایش و ابعاد میلگردها ظرفیت مقطع ستون کنترل می‌شود و نیازی به طراحی مجدد آرماتورهای طولی نیست.

آرماتور طولی:

۹-۱۱-۹- محدودیت‌های آرماتورها در قطعات فشاری (ستون‌ها)

۹-۱۱-۹-۱- در قطعات فشاری سطح مقطع آرماتور طولی نباید کمتر از 0.1% و بیشتر از 0.6% سطح مقطع کل باشد. محدودیت مقدار حداکثر باید در محل وصله‌های پوششی میلگردها نیز رعایت شود. در صورت استفاده از فولاد S400 در آرماتورهای طولی مقدار حداکثر در خارج از محل وصله‌ها به 0.45% سطح مقطع کل محدود گردد.

۹-۱۱-۱۱-۲- در اعضای تحت فشار و خمش فاصله محور تا محور میلگردهای طولی از یکدیگر، نباید بیشتر از 200 میلیمتر باشد.

$\{ 40 \text{ mm}, 1.5 \}$ برابر قطر میلگرد بزرگتر = حداقل فاصله آزاد 2 میله‌گرد در عضو فشاری

آرماتور عرضی:

* در طول L_0 بالا و پایین ستون بزرگترین مقدار (یک ششم ارتفاع آزاد ستون، ضلع بزرگتر مقطع ستون و 450 میلی متر):

فاصله‌های آرماتور عرضی کوچکترین مقدار (8 برابر قطر کوچکترین میله گرد طولی، 24 برابر قطر خاموت، نصف ضلع کوچکتر مقطع ستون، 250 میلیمتر) می‌باشد. فاصله اولین خاموت از بر اتصال ستون به تیر نصف مقدار بالاست. در ستون کنار دیوار برشی کل ستون مانند L_0 آرماتور می‌خواهد. حداقل قطر میلگرد عرضی در ناحیه ویژه برابر 8 میلی متر در نظر گرفته شود.

* در محل اتصال ستون به شالوده، باید آرماتور عرضی حداقل در طول 300 میلیمتر در شالوده ادامه یابد.

* در مورد ستون‌هایی که هم در تراز طبقه و هم در تراز میان طبقه به آنها تیر متصل می‌شود (مانند ستون‌های پاگرد پله‌ها و ستونهای واقع در مرز اختلاف تراز ساختمان‌های دوبلکس) در اغلب موارد ابعاد ستون به نحوی است که باید خاموت گذاری ویژه در کل ارتفاع ستون به صورت پیوسته انجام گیرد.

آرماتور طولی:

ابتدا در وسط تیر به اندازه حداقل مقدار آرماتور و یا محاسباتی میله‌گرد می‌گزاریم سپس در 2 سر تیر و یا هر جا که مقدار میله‌گرد محاسباتی در Etabs بیشتر از مقداری که ما گذاشتیم بود، به اندازه‌ای که کم داریم میله‌گرد تقویتی می‌گزاریم. حداقل دو میلگرد

با قطر مساوی یا بزرگتر از 12 میلیمتر باید هم در پایین و هم در بالای مقطع در سراسر طول ادامه یابد. دقت شود آرماتورهای تقویتی باید به طولی معادل ارتفاع موثر مقطع و 12 برابر قطر آرماتوری که قطع می‌شود ادامه پیدا کنند.

$$\rho_{\min} \geq \max \left\{ \frac{1.4}{f_y}, \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} \right\} \quad \text{حداقل مقدار آرماتور کششی مطابق مبحث 9:}$$

$$\rho_{\max} \leq 0.025 \quad \text{حداکثر مقدار آرماتور کششی مطابق مبحث 9:}$$

* در تیرهای قاب‌های خمشی بتنی با شکل‌پذیری متوسط و زیاد، طبق بندهای مبحث 9، برای ضوابط ویژه برای زلزله، باید در بر ستون مقاومت لنگر خمشی مثبت حداقل به میزان نصف مقاومت لنگر خمشی منفی تامین شود. به این منظور لازم است در بر ستون‌ها مقدار آرماتور تحتانی (آرماتور فشاری) کمتر از نصف آرماتور فوقانی (آرماتور کششی) نباشد.

* حداقل فاصله آزاد 2 میله‌گرد موازی (فاصله محور به محور منهای قطر آرماتور) برابر ماکزیمم { قطر میله‌گرد بزرگتر، 25 میلی متر } می‌باشد.

* فاصله محور تا محور میلگردهای طولی از یکدیگر، نباید بیشتر از 200 میلیمتر باشد.

آرماتور عرضی:

مقدار آرماتور برشی نباید کمتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود:

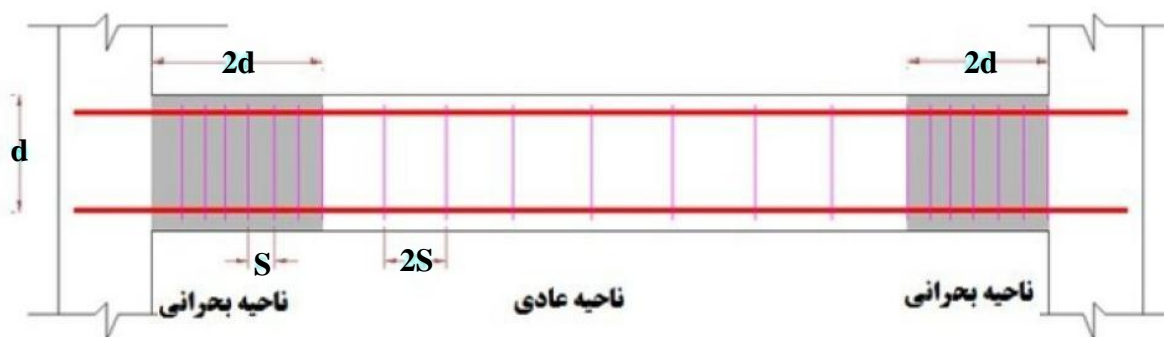
(۹-۱۲-۱۳)

$$A_{sv \min} = 0.35 \frac{b_w s}{f_{yv}}$$

عرض تیر بر حسب میلیمتر

فاصله بین خاموت‌ها بر حسب میلیمتر

مقاومت مشخصه فولادهای عرضی بر حسب مگا پاسکال



ابتدا قطر خاموت‌ها را انتخاب می‌کنیم (قطر خاموت‌ها کمتر از 6 میلی‌متر نباشد) معمولاً 8 یا 10 میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود. سپس با استفاده از خروجی ایتبس مقدار فاصله میلگردهای عرضی از هم بدست می‌آوریم و با مقدار آیین نامه چک می‌نمائیم.

*در ناحیه ویژه فاصله خاموت‌ها از یکدیگر بیشتر از مقادیر: یک چهارم ارتفاع مؤثر مقطع، 8 برابر قطر کوچکترین آرماتور طولی، 24 برابر قطر خاموت‌ها و 300 میلی‌متر اختیار نشود. در قسمت‌هایی از طول عضو خمشی که در خارج ناحیه ویژه قرار دارد، فاصله خاموت‌ها از یکدیگر نباید بیشتر از نصف ارتفاع مؤثر مقطع اختیار شود.

*ناحیه ویژه برای آرماتور گزاری ویژه در تیرها 2 برابر ارتفاع تیر می‌باشد.

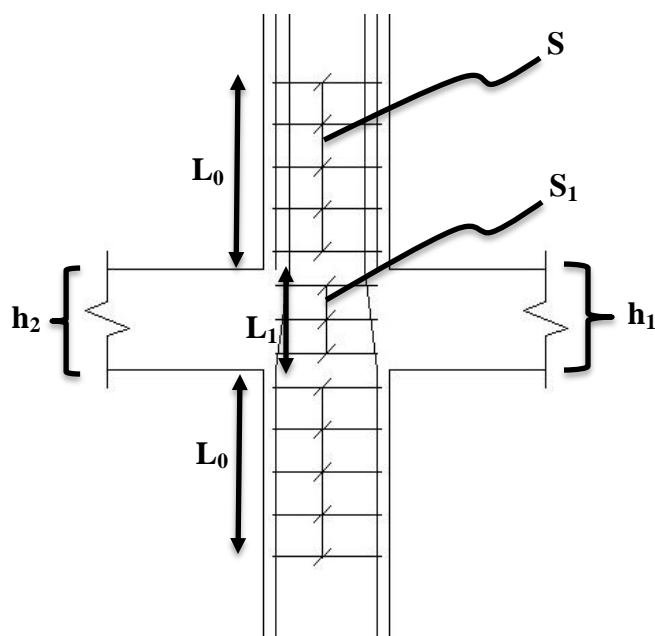
*فاصله اولین خاموت از بر ستون بیشتر از 5 سانتی متر نباشد.

ضوابط ویژه برای اتصالات قاب‌ها (اتصال تیر به ستون):

۹-۲۰-۳-۴-۱- در اتصالات تیرها به ستون‌ها، در طول ارتفاع تیر یا دالی که بیشترین ارتفاع را دارد و به محل اتصال منتهی می‌شود، باید در امتداد عمود بر میلگرد طولی ستون، میلگرد عرضی به مقدار حداقل برابر با مقادیر زیر پیش‌بینی نمود:

الف - سطح مقطع میلگرد عرضی نباید کمتر از مقدار محاسبه شده از رابطه ۹-۱۲-۱۳ باشد.

ب - مقدار آرماتور عرضی نباید کمتر از دو سوم مقدار آرماتور عرضی در ناحیه l_0 ستون، مطابق بند ۹-۲۰-۳-۲-۴ باشد. فاصله سفره‌های این آرماتور از یکدیگر نباید بیشتر از یک و نیم برابر فاصله سفره‌های نظیر در ناحیه l_0 اختیار شود.



$$L_1 = \max \{ h_1, h_2 \}$$

$$S_1 < 1.5S$$

مثال: طراحی میلگردهای طولی و خاموت ستون و تیر شکل زیر که از خروجی ETABS بدست آمده است؟

(مقطع ستون 50*50 سانتی متر مربع، مقدار آرماتور طولی برابر 31.08 سانتی متر مربع، مقدار آرماتور عرضی ($\frac{A_v}{s} = 0.059$) و درصد آرماتور طولی برابر 1.24 درصد)

(مقطع تیر 40*50 سانتی متر مربع، مقدار آرماتور عرضی ($\frac{A_v}{s} = 0.059$) و مقادیر آرماتور طولی طبق شکل زیر)

	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	STORY2	مقدار آرماتور عرضی تیر
0.059				0.059	0.059			
				0.059	0.059			مقدار آرماتور عرضی ستون
0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	STORY1	

	13.090	6.152	13.133	12.916	6.152	13.439	STORY2	مقدار آرماتور طولی تیر در سه ناحیه اول و وسط و انتهای تیر
	9.012	6.152	8.983	11.007	6.152	11.365		
24.0.00			31.080	34.749				مقدار آرماتور طولی ستون برابر 31.08 سانتی متر مربع
	10.407	4.945	10.419		10.443	5.270	10.716	
	8.437	6.035	8.437	8.717	6.089	9.166		

	0.65%	0.31%	0.66%	0.65%	0.31%	0.67%	STORY2	درصد آرماتور طولی تیر در ابتدا، وسط و
	0.45%	0.31%	0.45%	0.55%	0.31%	0.57%		انتهای تیر (0.6 درصد وسط، 1.2 درصد
								ابتدا و 1.24 درصد در انتها)
1.24%				1.39%				
	0.39%	0.18%	0.39%	0.39%	0.20%	0.40%	STORY1	درصد آرماتور طولی ستون برابر 1.24
	0.31%	0.22%	0.31%	0.32%	0.23%	0.34%		درصد

(حل)

الف) طراحی ستون: ($f_{yv} = 300 \text{ Mpa or N/mm}^2$ و $f_y = 400 \text{ Mpa or N/mm}^2$)



$$1 \leq 1.24 \leq 3$$

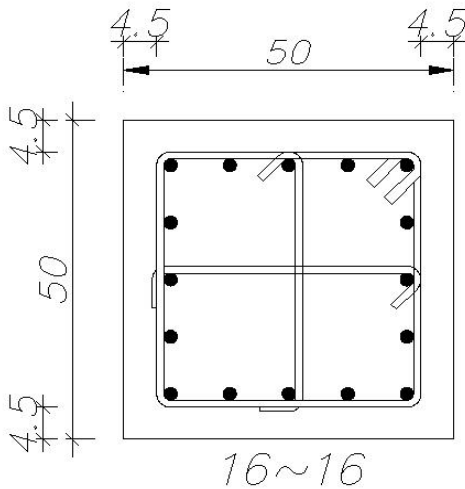
گام اول: بررسی درصد فولاد ستون:

$$A_s = 31.08 \text{ cm}^2 \Rightarrow A_s = n\pi d^2/4 \Rightarrow \text{if } \Rightarrow d = 16 \text{ mm} \Rightarrow n = 16$$

گام دوم: طراحی میلگردهای ستون:

$$\Rightarrow \text{use } 16\text{Ø}16$$

گام سوم: کنترل فاصله آزاد و محور به محور میلگرد طولی:



با فرض استفاده از خاموت‌های $\text{Ø}10$ و مقدار پوشش بتن با توجه به شرایط محیطی متوسط برابر 45 میلی‌متر، فاصله مرکز به مرکز و فاصله آزاد میلگردها برابر است با:

$$\text{فاصله مرکز به مرکز} = [500 - 2 \cdot (45 + 10 + 8)] / 4 = 93.5 \text{ mm} < 200 \text{ mm} \Rightarrow \text{ok}$$

$$\text{فاصله آزاد میلگردها} = [93.5 - 16] = 77.5 \text{ mm} > \max \{40 \text{ mm}, 24 \text{ mm}\} \Rightarrow \text{ok}$$

گام چهارم: طراحی میلگرد عرضی:

$$L_0 = \max \left\{ \frac{1}{6} \cdot 2900 = 490, 500, 450 \right\} = 500 \text{ mm} \Rightarrow \text{use } 550 \text{ mm}$$

$$S_0 = \min \{ 8 \cdot 16 = 128, 24 \cdot 10 = 240, \frac{500}{2} = 250, 250 \} = 128 \text{ mm}$$

$$\frac{A_v}{s} = 0.059 > \left(\frac{A_v}{s} \right)_{\min} = 0.35 \cdot \frac{50}{300} = 0.058 \Rightarrow \text{OK} \xrightarrow[\text{قطر 10 میلی‌متر}]{\text{عدد خاموت 3}} S \leq \frac{3 \cdot 3.14 \cdot 16^2}{4 \cdot 0.058} = 406 \text{ mm}$$

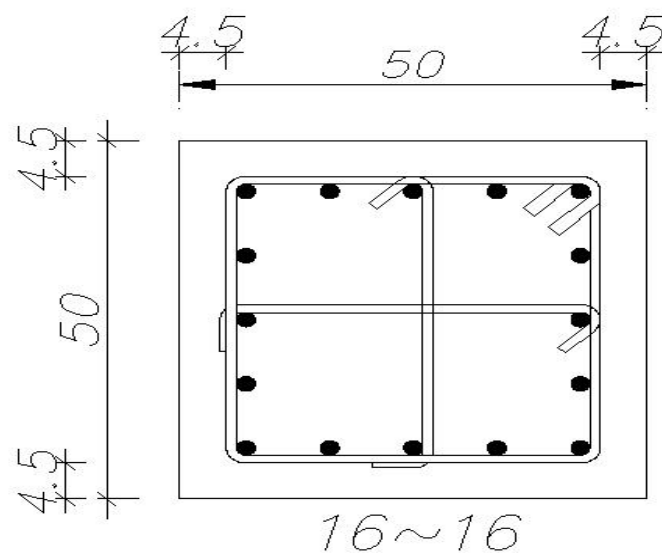
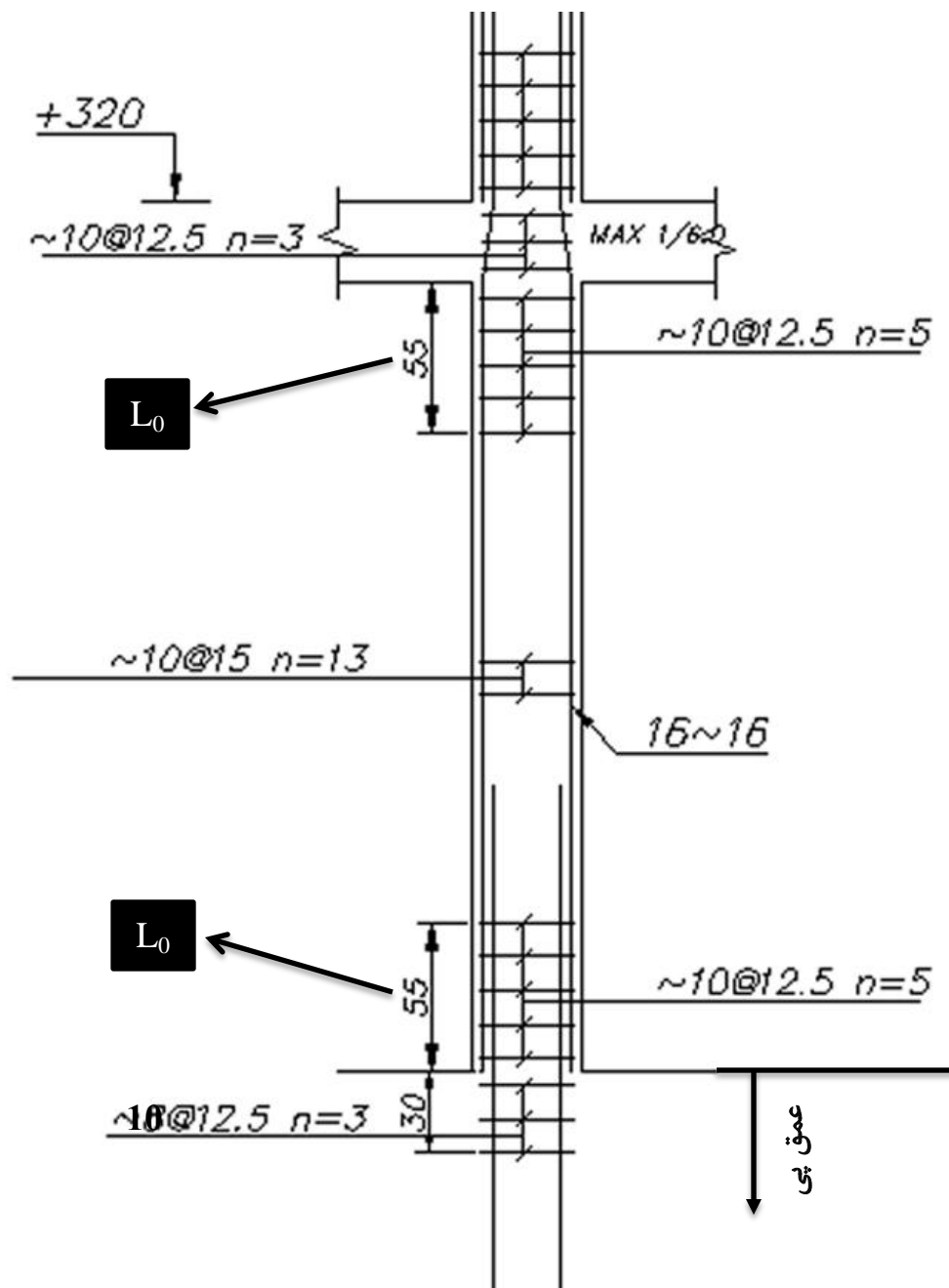
$$\Rightarrow \text{use } \text{Ø}10 @ 12.5 \text{ } n=5$$

در نواحی که خارج ناحیه ویژه خاموت‌گذاری ویژه می‌شود، فاصله خاموت‌ها را به 15 سانتی متر افزایش می‌دهیم و در محل اتصال ستون به شالوده، باید آرماتور عرضی حداقل در طول 300 میلیمتر در شالوده ادامه یابد و همچنین فاصله اولین خاموت از بر ستون را برابر 5 سانتی متر در نظر می‌گیریم:

$$\Rightarrow \text{use } \text{Ø}10 @ 15 \text{ } n=13$$

$$\Rightarrow \text{use } \text{Ø}10 @ 12.5 \text{ } n=3$$

در محل اتصال ستون به شالوده، باید آرماتور عرضی حداقل در طول 300 میلیمتر در شالوده ادامه یابد.



(ب) طراحی تیر: ($f_c = 25 \text{ Mpa}$ و $f_{yv} = 300 \text{ Mpa or N/mm}^2$ و $f_y = 400 \text{ Mpa or N/mm}^2$)

گام اول: بررسی درصد فولاد طولی تیر:

$$\text{ابتدا: } \max \left\{ \frac{1.4}{400} = 0.3\%, \frac{0.25\sqrt{25}}{400} = 0.3\% \right\} = 0.3 \leq 0.65 \leq 2.5 \Rightarrow \text{ok}$$

$$\text{وسط: } \max \left\{ \frac{1.4}{400} = 0.3\%, \frac{0.25\sqrt{25}}{400} = 0.3\% \right\} = 0.3 \leq 0.31 \leq 2.5 \Rightarrow \text{ok}$$

$$\text{انتهای: } \max \left\{ \frac{1.4}{400} = 0.3\%, \frac{0.25\sqrt{25}}{400} = 0.3\% \right\} = 0.3 \leq 0.67 \leq 2.5 \Rightarrow \text{ok}$$

گام دوم: طراحی میلگردهای سراسری طولی تیر:

ابتدا در وسط تیر به اندازه حداقل مقدار آرماتور و یا محاسباتی میله گرد می گزاریم. حداقل دو میلگرد با قطر مساوی یا بزرگتر از 12 میلی متر باید هم در پایین و هم در بالای مقطع در سراسر طول ادامه یابد.

$$A_s = 6.152 \text{ cm}^2 \Rightarrow A_s = n\pi d^2/4 \Rightarrow \text{if } \Rightarrow d = 16 \text{ mm} \Rightarrow n = 3$$

گام سوم: طراحی میلگردهای تقویتی طولی تیر:

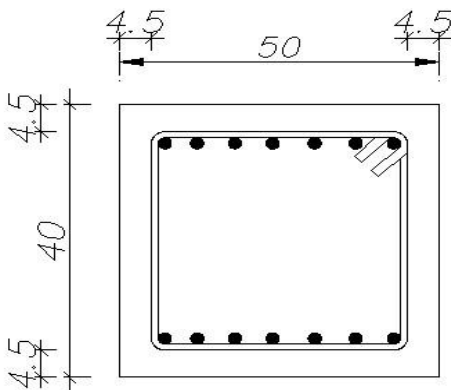
در 2 سر تیر و یا هر جا که مقدار میله گرد محاسباتی در Etabs بیشتر از مقداری که ما گذاشتیم بود، به اندازه ای که کم داریم میله گرد تقویتی می گزاریم. آرماتورهای تقویتی باید به طولی معادل ارتفاع موثر مقطع و 12 برابر قطر آرماتوری که قطع می شود ادامه پیدا کنند:

$$\text{طول آرماتور تقویتی} = \frac{1}{3} * (360 - 50) = 103.3 + \max \{40, 12 * 1.6 = 19.2\} = 140$$

$$\text{در تکیه گاه ابتدای تیر } A_s = 12.916 - 6.152 = 6.764 \text{ cm}^2 \Rightarrow A_s = n\pi d^2/4 \Rightarrow \text{if } \Rightarrow d = 16 \text{ mm} \Rightarrow n = 4$$

$$\text{در تکیه گاه انتهایی تیر } A_s = 13.439 - 6.152 = 7.287 \text{ cm}^2 \Rightarrow A_s = n\pi d^2/4 \Rightarrow \text{if } \Rightarrow d = 16 \text{ mm} \Rightarrow n = 4$$

گام چهارم: کنترل فاصله آزاد و محور به محور میلگرد طولی:



با فرض استفاده از خاموت های $\emptyset 10$ و مقدار پوشش بتن با توجه به شرایط محیطی متوسط برابر 45 میلی متر، فاصله مرکز به مرکز و فاصله آزاد میلگردها برابر است با:

$$\text{فاصله مرکز به مرکز} = [500 - 2 * (45 + 10 + 8)] / 6 = 62.3 \text{ mm} < 200 \text{ mm} \Rightarrow \text{ok}$$

$$\text{فاصله آزاد میلگردها} = [62.3 - 16] = 46.3 \text{ mm} > \max \{25 \text{ mm}, 16 \text{ mm}\} \Rightarrow \text{ok}$$

$$L_0 = 2*d = 2*400 = 800 \text{ mm}$$

$$S_0 = \min \{ 8*16=128, 24*10=240, \frac{400}{4}=100, 300 \} = 100 \text{ mm}$$

$$S_1 = d/2 = 400/2 = 200 \text{ mm}$$

$$\frac{A_v}{s} = 0.059 > \frac{A_v}{s}_{\min} = 0.35 * \frac{50}{300} = 0.058 \Rightarrow \text{OK} \xrightarrow[\text{قطر 10 میلی متر}]{\text{عدد خاموت 2}} S \leq \frac{2*3.14*16*1^2}{4*0.058} = 271 \text{ mm}$$

⇒ use Ø10 @ 100 n=9

در نواحی که خارج ناحیه ویژه خاموت گذاری ویژه می شود، فاصله خاموت ها را به 20 سانتی متر افزایش می دهیم و همچنین فاصله اولین خاموت از بر ستون را برابر 5 سانتی متر در نظر می گیریم:

⇒ use Ø10 @ 200 n=6

