

فصل سوم

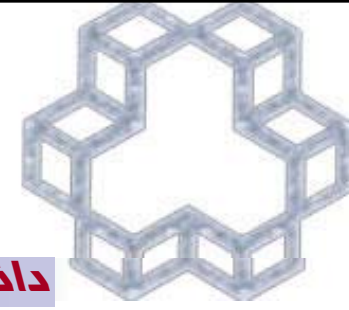
بخش سوم
روش قاب معادل (EFM)

تحلیل و طراحی دالها

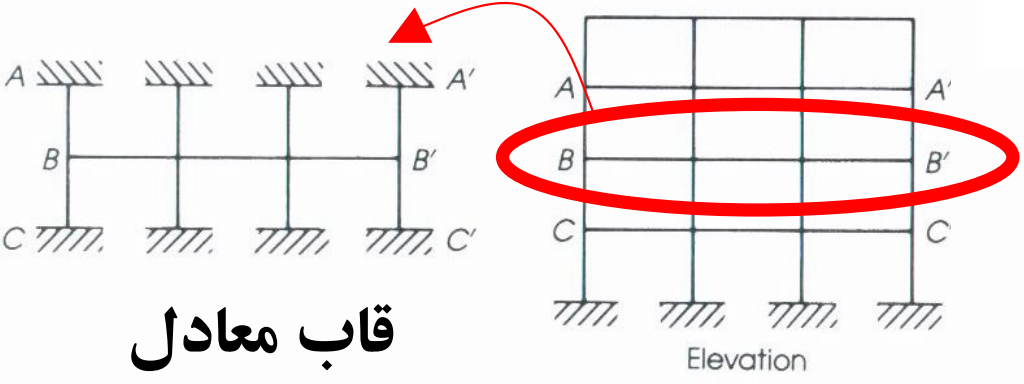
دال دو طرفه

جزوه بتن ۲

تدوین : دکتر سید بهرام بهشتی



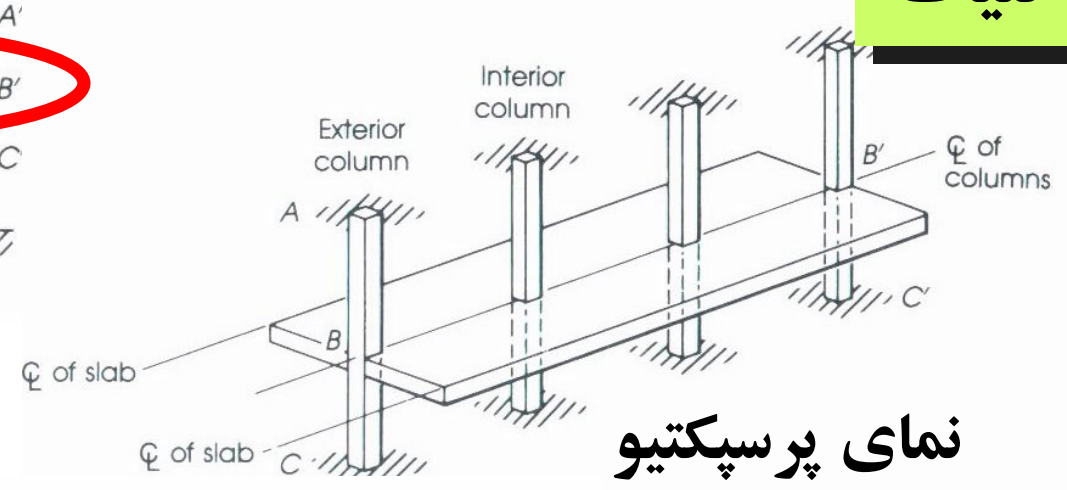
کلیات



قاب معادل

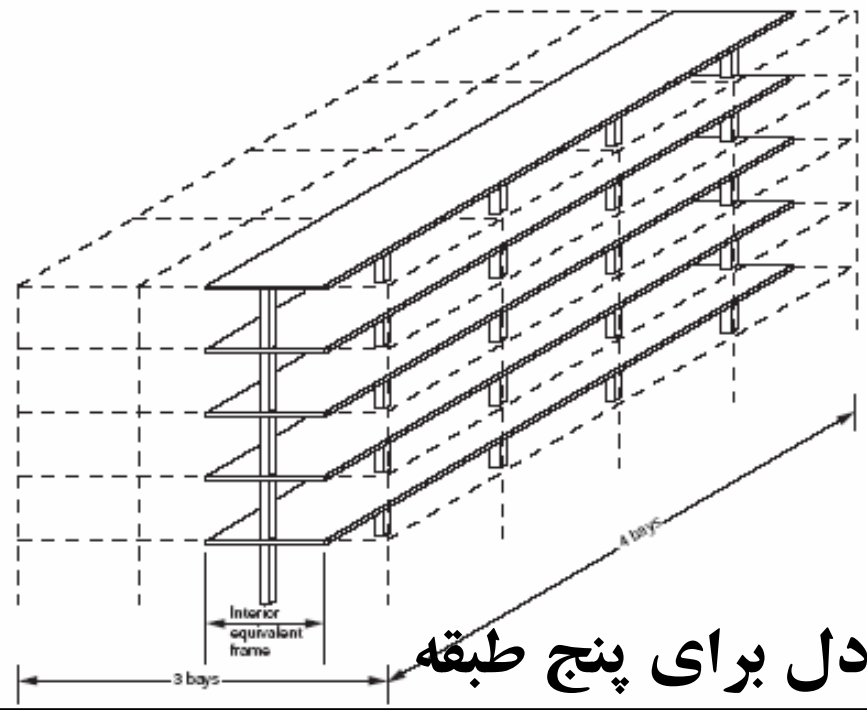
روش قاب معادل تحلیل یک قاب سه بعدی را تبدیل به تحلیل قابهای دو بعدی شامل دال تیرها و ستونها می نماید

از این روش نه تنها برای تحلیل تحت بارهای ثقلی بلکه اگر ترک خوردگی و دیگر عوامل را در سختی اعضا در نظر گرفته شود، می تواند برای تحلیل بارهای جانبی نیز در نظر گرفت.

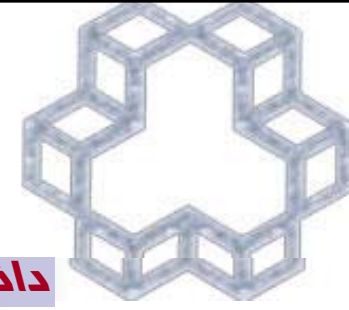


نمای پرسپکتیو

در صورتیکه به دلایل عنوان شده در اول فصل قبل نتوان از روش مستقیم جهت تحلیل قاب استفاده نمود، از روش قاب معادل جهت تحلیل بهره می گیریم.

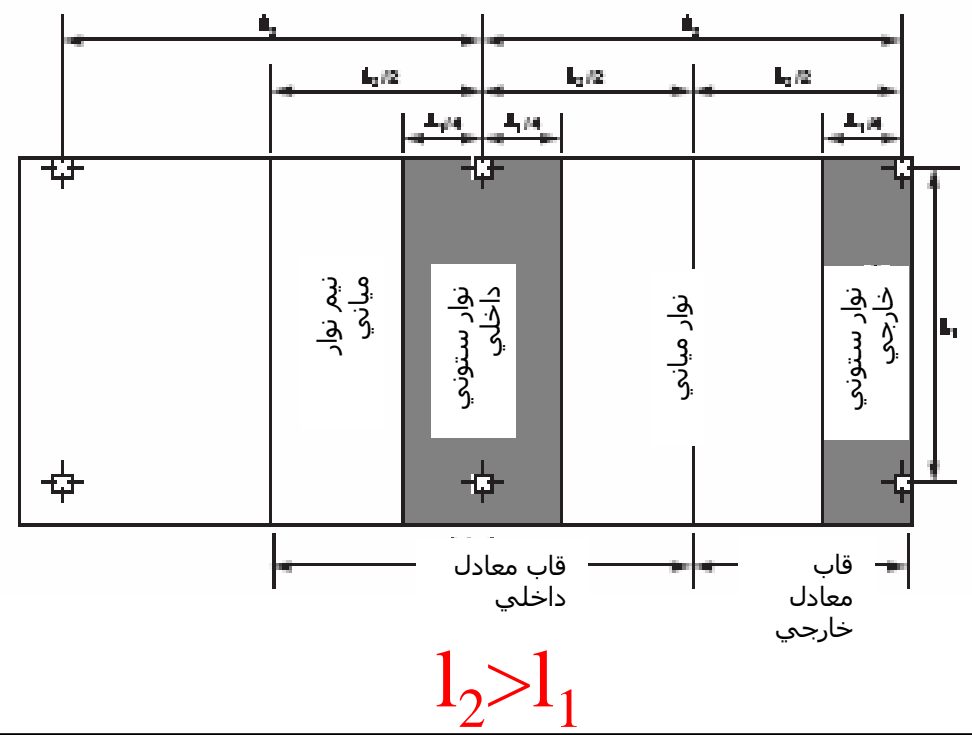
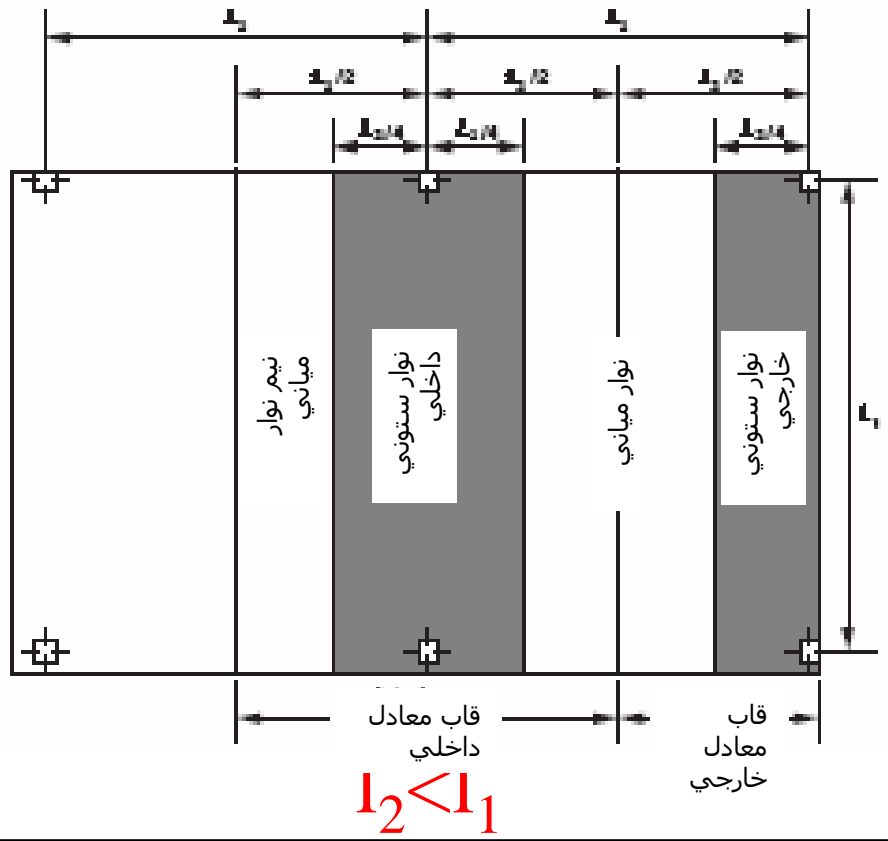


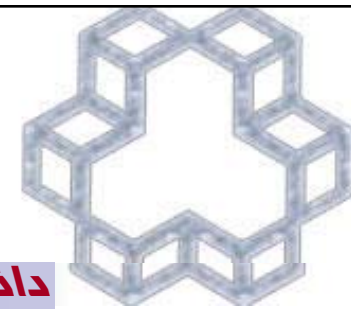
قاب معادل برای پنج طبقه



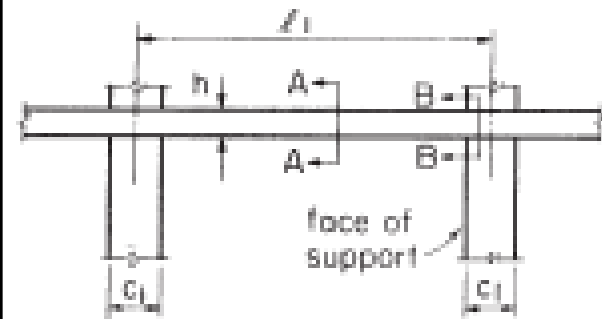
تقسیم دال تیر به نوارهای میانی و ستونی در روش قاب معادل

از همان روش استفاده شده جهت تقسیم نوار پوششی به نیم نوارهای میانی و ستونی استفاده می‌کنیم. ضرایب مربوطه جهت تقسیم نیز یکسان است. فرق آن با روش مستقیم آنستکه در اینجا با قرار دادن سختی معادل اعضا در قاب بدست آمده (شامل: ۱- ستونهای بالا و پایین ۲- دال-تیر ۳- اعضا پیچشی) و سپس تحت بارهای ثقلی تحلیل انجام یافته و با بدست آمدن لنگرها در مراکز اتصال ستون به دال-تیر بر اساس سختی مربوطه آنها را بین ستونها و دال تیر تقسیم نموده و در نهایت با انتقال آنها بر اساس روابط تعادل به بر ستونها، مقادیر فوق را به نوارهای مربوطه تقسیم می‌نماییم.





مقاطع دال تیر برای محاسبه k_{sb}



Slab system without beams



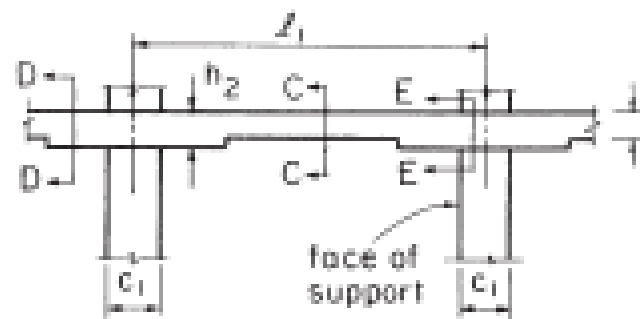
Section A-A



Section B-B



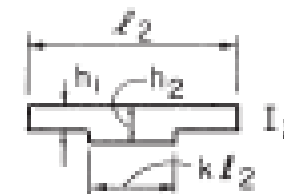
Equivalent slab-beam stiffness diagram



Slab system with drop panels



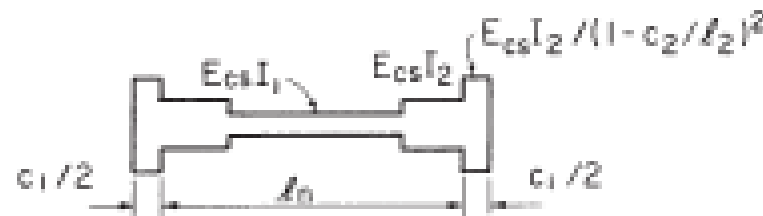
Section C-C



Section D-D



Section E-E

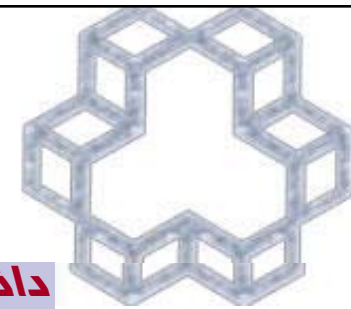


Equivalent slab-beam stiffness diagram

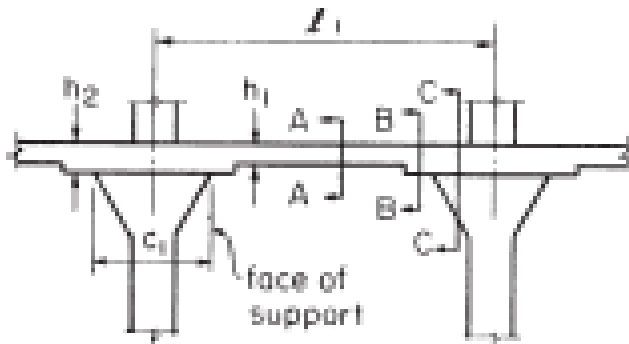
۱- منظور از تکیه گاه شامل ستون-سر ستون و برکت یا دیوار می باشد.

۲- تغییر ممان اینرسی در امتداد دهانه و در حد فاصل دو تکیه گاه منظور شده و بر اساس مقطع ترک نخورده محاسبه می شود.

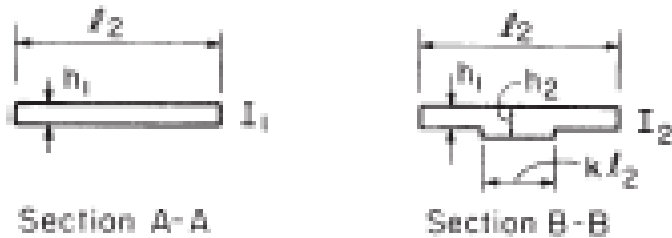
۳- ممان اینرسی دال تیر از بر تکیه گاه تا مرکز ستون از تقسیم ممان اینرسی دال تیر در بر تکیه گاه به عدد $(1 - c_2/l_2)^2$ بدست می آید.



مقاطع دال تیر
برای محاسبه k_{sb}



Slab system with column capitals



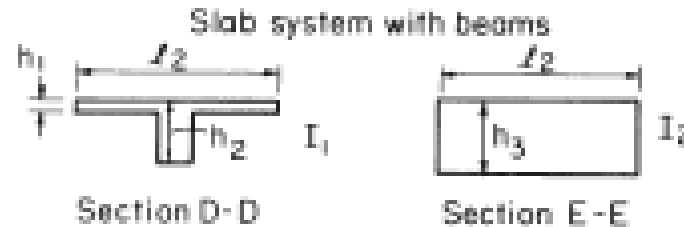
Section A-A

Section B-B



Section C-C

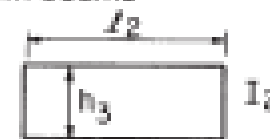
$$I_2 / (1 - c_{2a} / l_2)^2$$



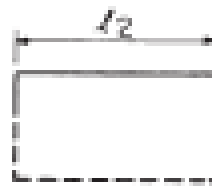
Slab system with beams



Section D-D



Section E-E



Section F-F



Section G-G

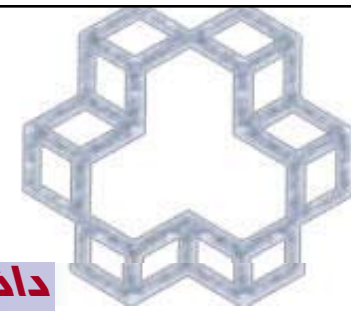
$$E_{cs} I_2 / (1 - c_{2a} / l_2)^2$$



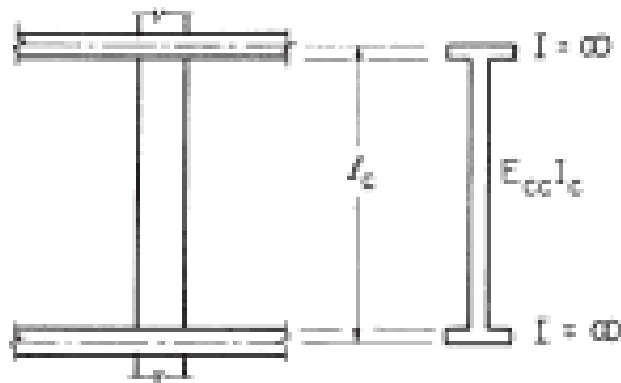
Equivalent slab-beam stiffness diagram



Equivalent slab-beam stiffness diagram

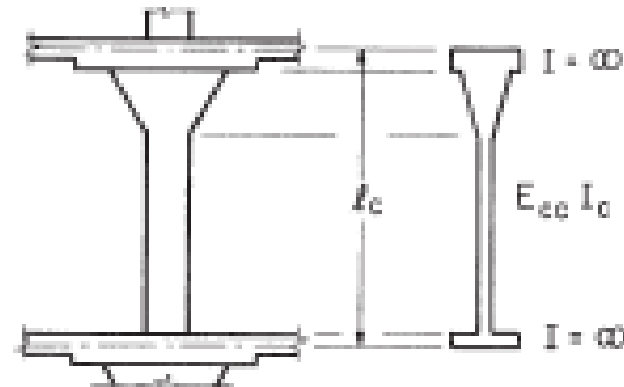


مقاطع برای محاسبه سختی ستون kc



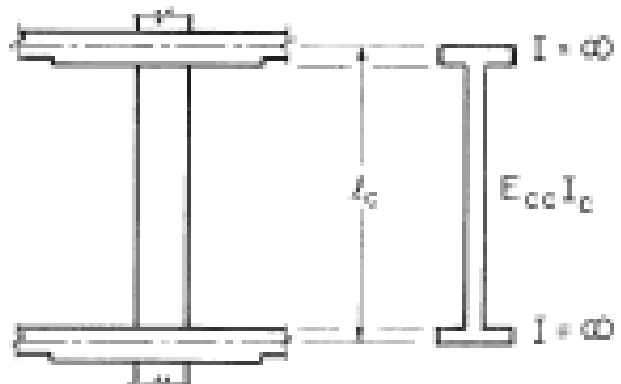
Slab system without beams

Column stiffness diagram



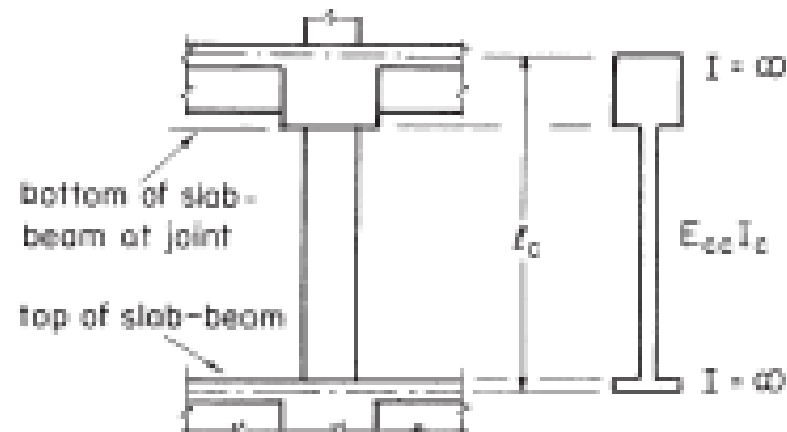
Slab system with column capitals

Column stiffness diagram



Slab system with drop panels

Column stiffness diagram



Slab system with beams

Column stiffness diagram

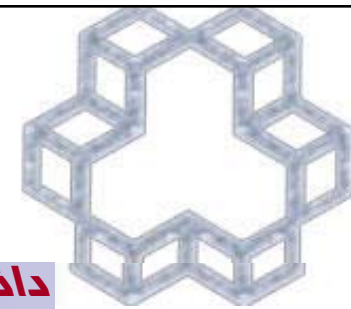
نکات:

۱- طول ستون در بالا و پایین دال بر اساس مرکز به مرکز دال محاسبه می شود.

۲- ممان اینرسی در خارج ناحیه اتصال به دال بر مبنای سطح مقطع کلی بتن ترک نخورده است.

۳- تغییرات ممان اینرسی در حد فاصل بین دو اتصال باید مد نظر قرار گیرد (مثل سر ستونها که تغییر ممان اینرسی بصورت خطی است)

۳- از بالای دال-تیر تا زیر آن ممان اینرسی بی نهایت است.



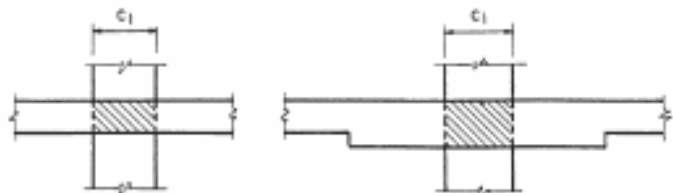
عضو پیشی

این اعضا مطابق شکل‌های ذیل وظیفه انتقال لنگر را بین دال تیر و ستون را به عهده دارد. در شناسایی اعضا پیشی به موارد ذیل باید توجه شود

۱- قسمتی از دال که پهنای آن مساوی پهنای ستون، برکت یا سر ستون در امتداد دهانه

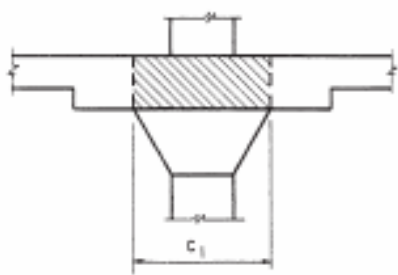
۲- قسمتی از دال قسمت ۱ به همراه عمود در بالا و پایین

۳- تیر عمود بر صفحه قاب به همراه عرضی از دال که نباید از ۴ برابر ضخامت دال یا ارتفاع برجسته تیر در بالا و پایین دال تجاوز کند.

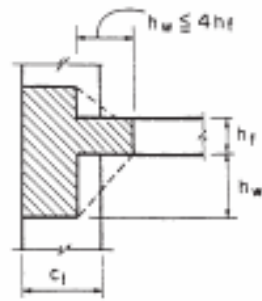


Condition (a)

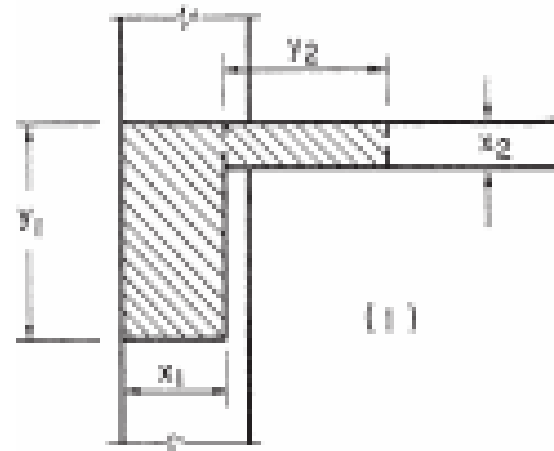
Condition (a)



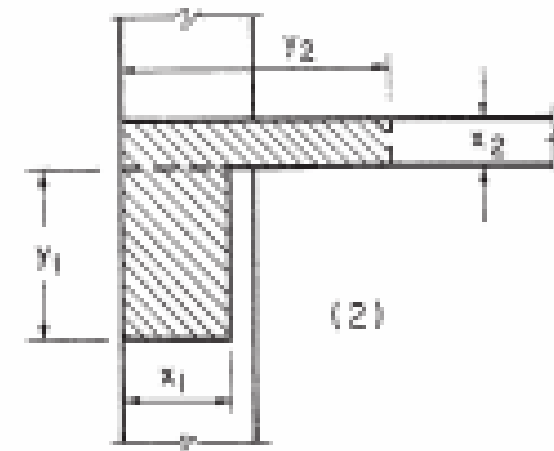
Condition (a)



Condition (c)

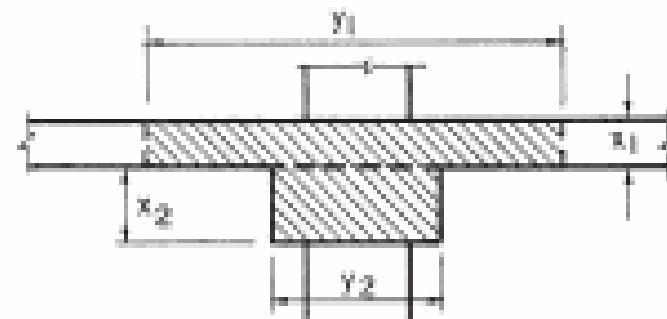
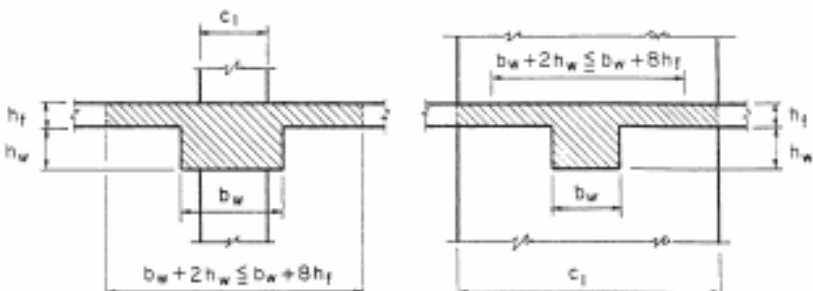


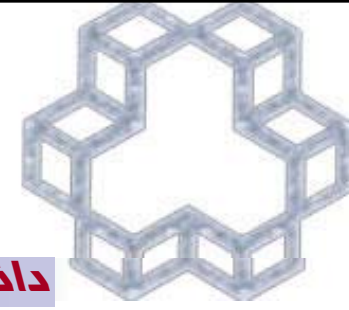
(1)



(2)

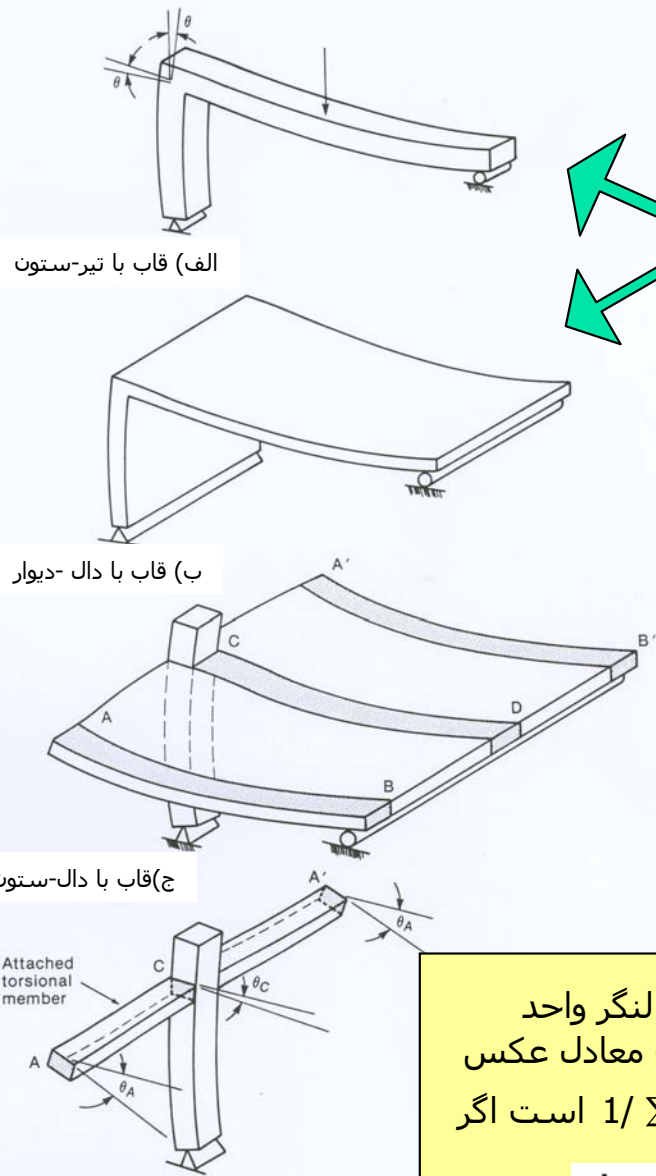
Use larger value of C computed from (1) or (2)





سختی ستون معادل (ستون + عضو پیچشی)

هر دو تیر و ستون به يك اندازه مي چرخند و لذا لنگر به نسبت سختي تقسيم مي شود.



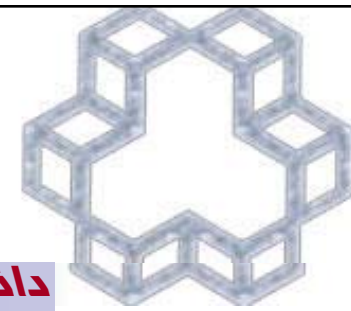
در دال تخت چرخش ستون در محل اتصال به دال برابر چرخش انتهای نوار CD است که به ستون اتصال دارد. چرخش در انتهای A از نوار AB بزرگتر از چرخش در نقطه C است چراکه گیرداری در این نقطه نسبت به C کمتر است. می توان نتیجه گرفت که متوسط چرخش در لبه دال بیشتر از چرخش انتهای ستون است. برای تقویت این انتقال لنگر از اعضای پیچشی مطابق شکل (د) استفاده می شود. سختی این تیر اگر بی نهایت باشد می تواند کل لنگر دال را به ستون منتقل کند. در عمل تهیه چنین تیری ممکن نیست لذا انتظار داریم لنگر کمتری در طول دال به ستون منتقل گردد. این عملکرد می تواند توسط تعریف ستون معادل که جایگزین تیر پیچشی و ستون می گردد به نحوه مناسب مدل گردد. چرخش این ستون معادل برابر چرخش ستون واقعی و متوسط چرخش در طول تیر پیچشی است. این چرخشها در واقع همان نرمی به جهت انتقال لنگر واحد می باشند. به زبان دیگر چنانچه به خواهیم لنگر واحدی را از دال فوق به ستون انتقال دهیم این کار توسط چرخش متوسط در تیر پیچشی بعلاوه چرخش در نوار CD انجام می گردد. در واقع به جای عضو پیچشی و ستون که می خواهد چرخش دال را بگیرد از یک ستون معادل استفاده می کنیم که در بردارنده ترکیب سختی ستون و عضو پیچشی است. سختی معادل چنین تعریف می شود.

$$K_{ec} = \frac{M}{\text{متوسط چرخش تیر لبه} + \text{چرخش ستون}}$$

لذا چرخش ستون معادل برابر چرخش متوسط تیر لبه $\theta_{t,avg}$ بعلاوه چرخش ستون θ_c جهت انتقال لنگر واحد است. از طرفی می دانیم که چرخشهای فوق جهت انتقال لنگر واحد فوق همان نرمی است که معادل عکس سختی است. نرمی ستون معادل یعنی $1/K_{ec}$ برابر نرمی ستونها $1/\sum K_c$ بعلاوه نرمی تیرها $1/\sum K_t$ است اگر سختی عضو پیچشی کوچک باشد K_{ec} بسیار کمتر از $\sum K_c$ می شود.

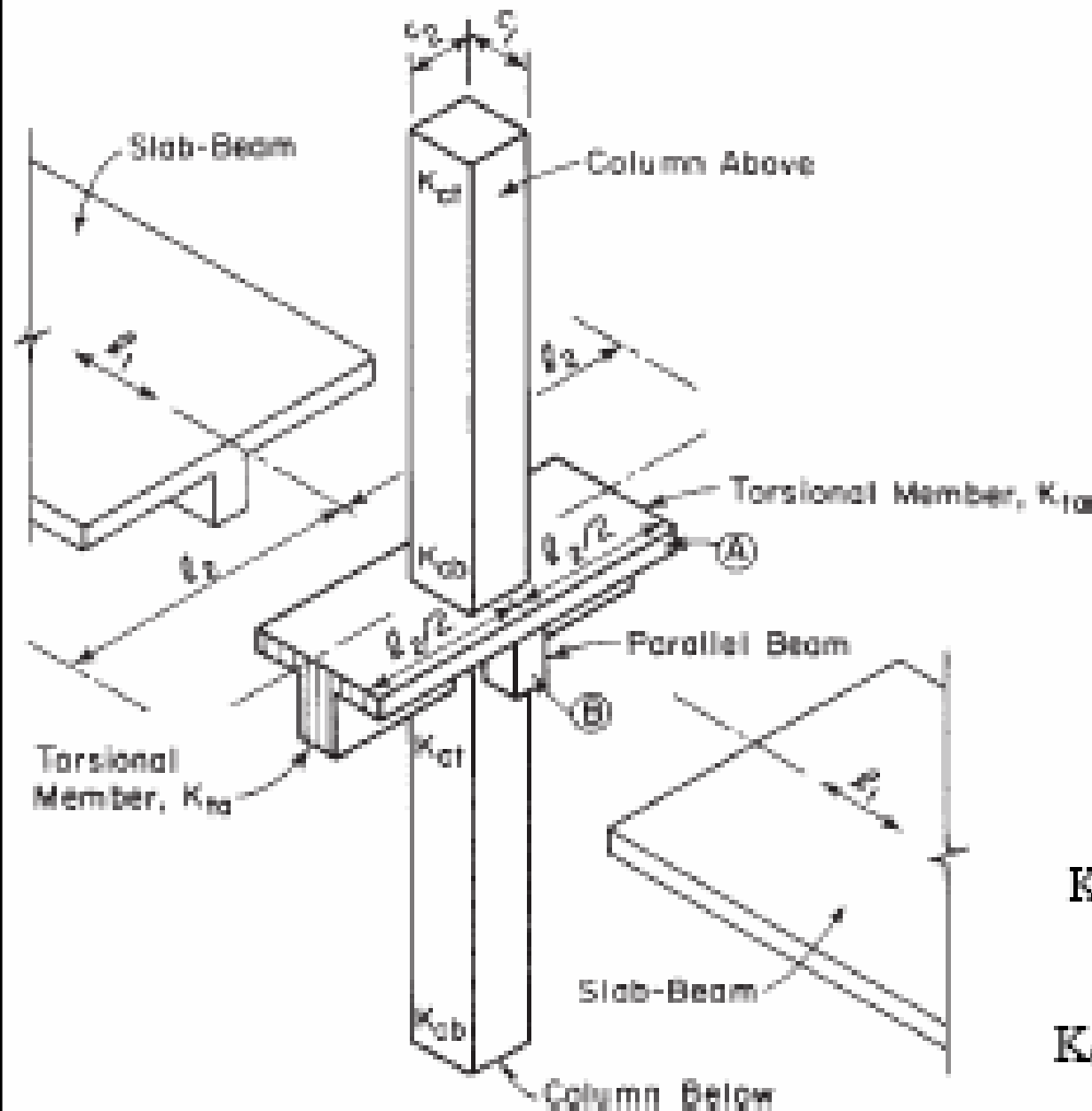
$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\sum K_c} + \frac{1}{\sum K_t}$$

(ج) ستون و عضو پیچشی



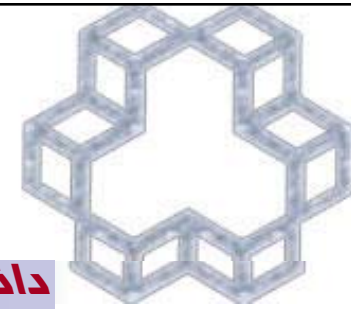
سختی دال-تیر و ستون معادل (ستون + عضو پیچشی)

$k_{ta} =$ سختی پیچشی افزایش یافته
 به علت تیر موازی
 $I_s =$ ممان اینرسی دال به عرض l_2 و
 ضخامت دال $(I_2 h_f^3 / 12)$
 $I_{sb} =$ ممان اینرسی دال همراه تیر به
 عرض l_2



$$K_{ec} = \frac{\sum K_c \times \sum K_t}{\sum K_c + \sum K_t}$$

$$K_{ec} = \frac{(K_{ct} + K_{cb})(K_{ta} + K_{ta})}{K_{ct} + K_{cb} + K_{ta} + K_{ta}}$$



سختی عضو پیچشی

$$K_t = \sum \left[\frac{9E_{cs}C}{\ell_2 [1 - (c_2/\ell_2)]^3} \right]$$

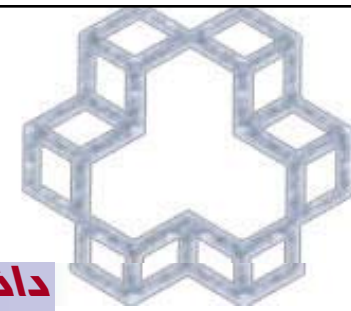
$$C = \sum \left[1 - 0.63 \left(\frac{x}{y} \right) \right] \frac{x^3 y}{3}$$

اگر تیری در امتداد طولی l_1 به تیر متصل باشد (در دالهای با تیر بین ستونها)، قسمت اعظم لنگرهای منفی بطور مستقیم و بدون دخالت تیر پیچشی به ستون منتقل می شود. در این حالت K_{ec} کمتر از مقدار واقعی حساب شده و لذا با نسبت I_{sb}/I_s تصحیح می شود. که I_{sb} لنگر لختی دال با تیر است و I_s لنگر لختی دال خالی به عرض l_2 است.

$$K_{ca} = \frac{K_t I_{sb}}{I_s}$$

در واقع ما تیر پیچشی را بکار بردیم تا لنگر را به راحتی به ستون منتقل کنیم لذا چنانچه تیر در امتداد دال باشد به انتقال لنگر فوق کمک کرده و مثل این است که ما تیر پیچشی فوق را تقویت کرده ایم. بدین ترتیب به جهت وارد کردن اثر فوق سختی پیچشی تیر عمود در راستا را بر اساس سختی دال تیر به دال افزایش می دهیم.

تقسیمات مقطع بر اساس بزرگترین مقدار C انجام می شود (به فصل گذشته مراجعه شود)



ستون معادل

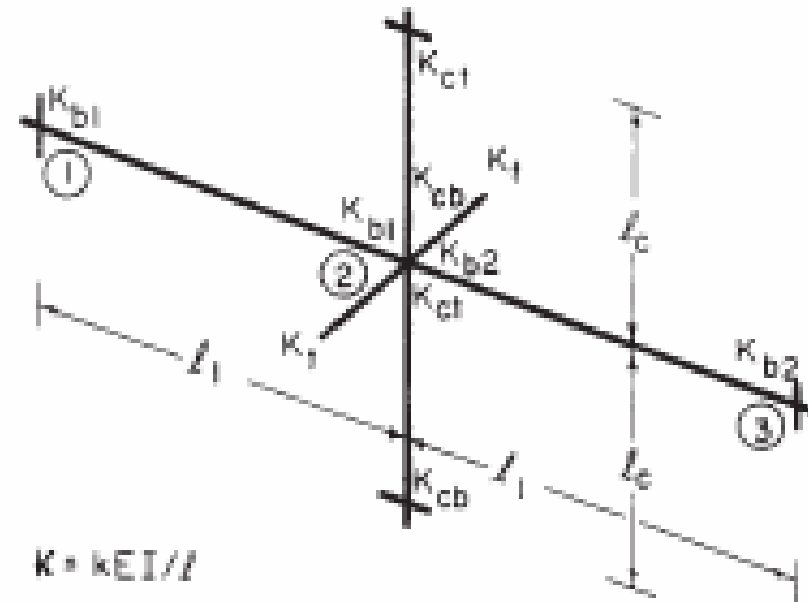
$$DF \text{ (span 2-1)} = \frac{K_{b1}}{K_{b1} + K_{b2} + K_{ec}}$$

$$DF \text{ (span 2-3)} = \frac{K_{b2}}{K_{b1} + K_{b2} + K_{ec}}$$

$$DF = \frac{K_{ec}}{K_{b1} + K_{b2} + K_{ec}}$$

$$\frac{K_{cb}}{(K_{cb} + K_{ct})} = \text{سهم ستون بالایی از لنگر نامتعادل}$$

$$\frac{K_{ct}}{(K_{cb} + K_{ct})} = \text{سهم ستون پایینی از لنگر نامتعادل}$$

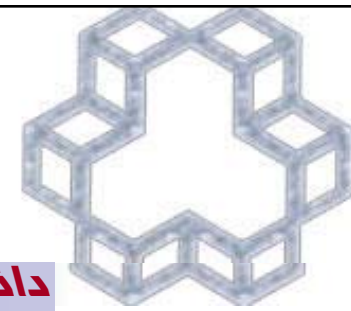


K_{ec} = سختی ستون معادل (ستون + عضو پیچشی)

K_c = سختی خمشی ستون واقعی

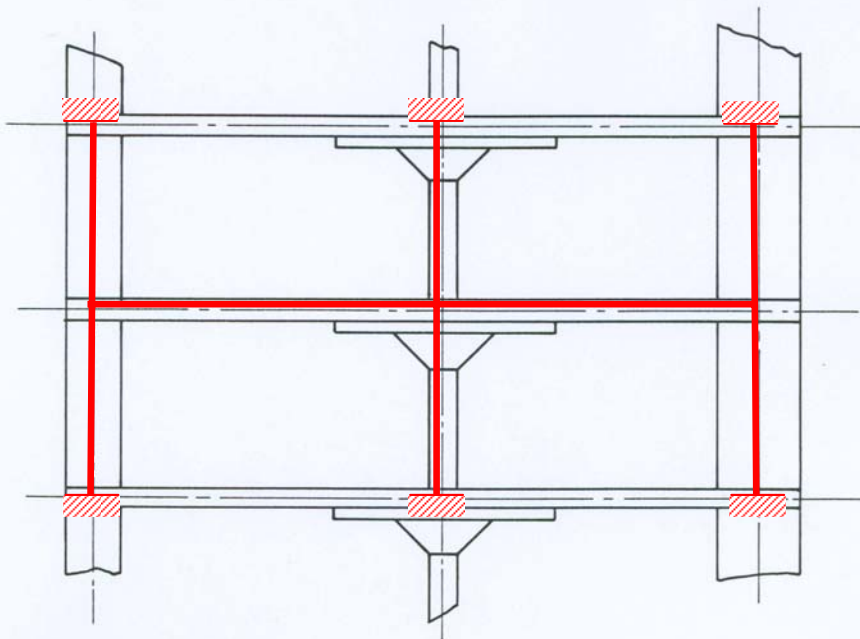
K_{ct} = سختی پیچشی تیرهای پیچشی امتداد عرضی

K_b = سختی خمشی دال تیر

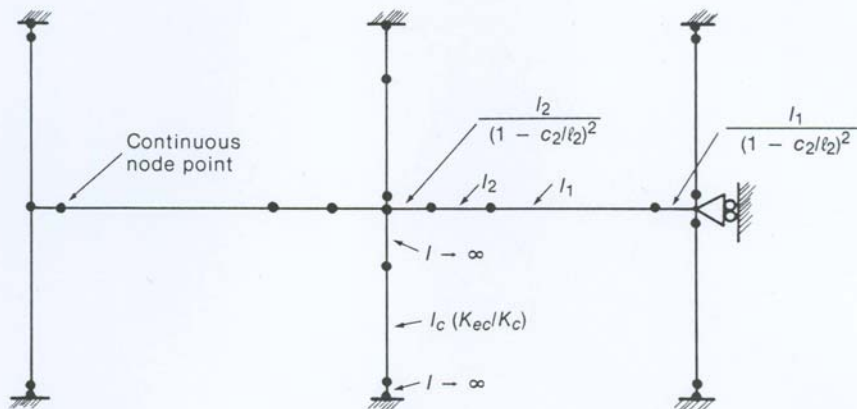


روشهای کامپوتری

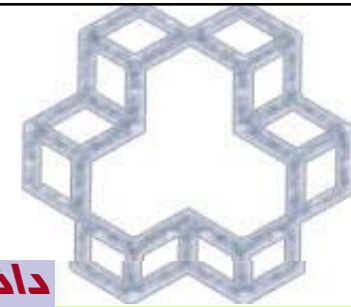
مطابق شکل مقابل مدل ریاضی از قاب فوق ساخته شده و سپس توسط نرم افزار مناسب بر اساس سختی های معادل تحلیل انجام می شود. بقیه مراحل شامل تقسیم لنگرها به لبه ستون و نوارهای ستونی و میانی مطابق روش گذشته است



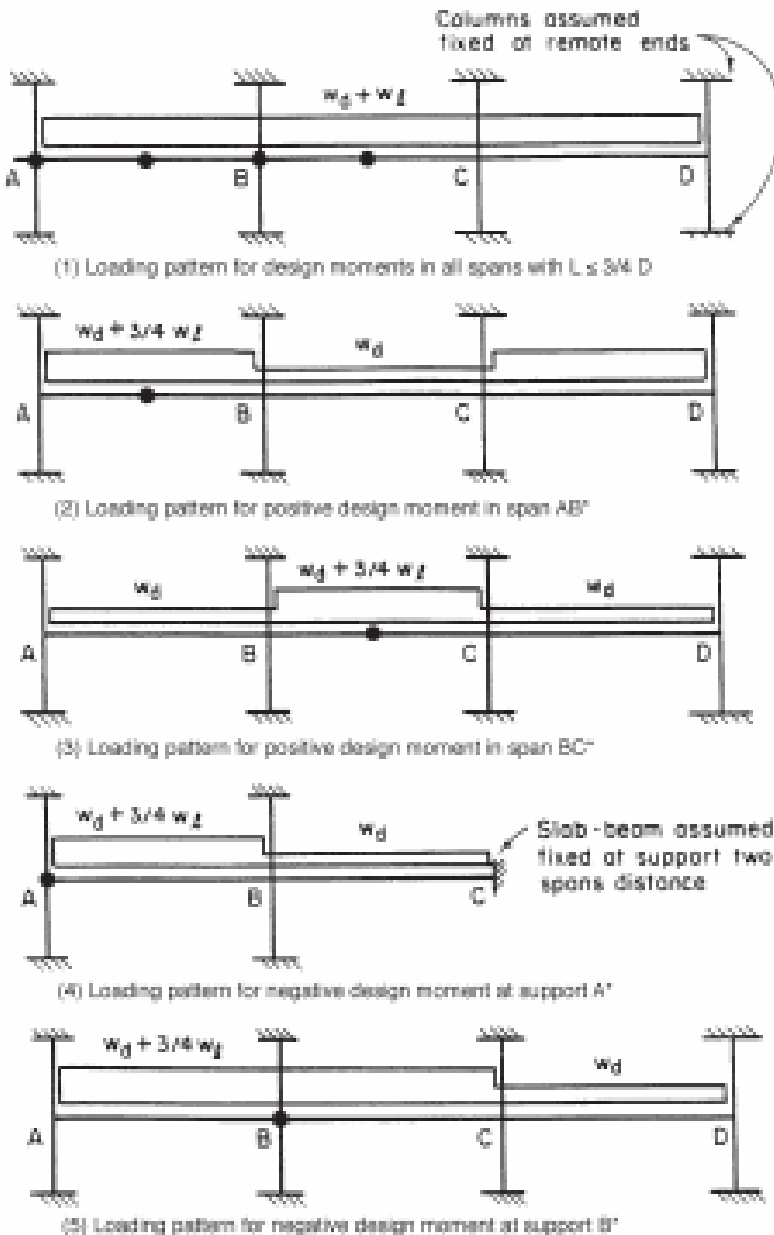
(a) Frame.



(b) Computer model.



بارگذاری متناوب



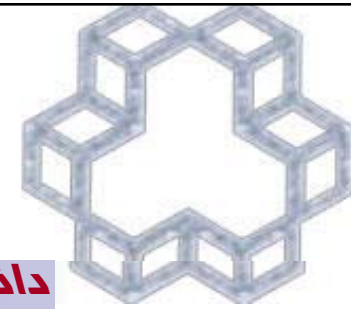
همانطور که در تیرهای چند دهانه دیدیم، برای محاسبه بیشترین مقادیر لنگرهای مثبت و منفی، چندین شکل پخش بار زنده در دهانه مورد ارزیابی قرار می گرفت. در ارتباط با دالهای دو طرفه آبا چنین تصریح می نماید که:

۱-۷-۶-۱۵ چنانچه نحوه قرار گرفتن بارهای زنده کاملاً روشن باشد، قاب باید برای این وضعیت بارگذاری تحلیل و طراحی شود.

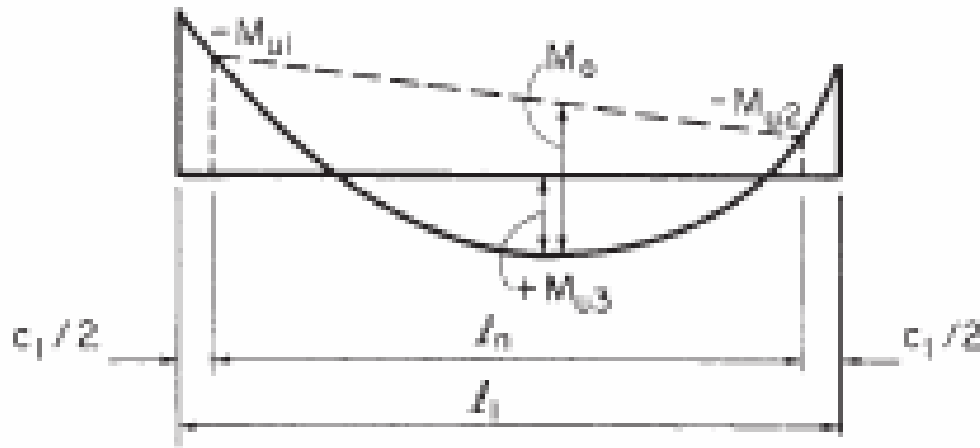
۲-۷-۶-۱۵ چنانچه نحوه قرار گرفتن بارهای زنده کاملاً روشن نباشد ولی مقدار بار زنده از سه چهارم بار مرده و هم از 500 kg/m^2 کمتر باشد، یا در صورتی که ماهیت بارهای زنده چنان باشد که تمام دهانه ها هم زمان بارگذاری شوند، قاب باید برای بار زنده نهایی همزمان روی تمام دهانه ها تحلیل و طراحی شوند.

۳-۷-۶-۱۵ در صورتی که هیچیک از شرایط بندهای ۱-۷-۶-۱۵ و ۲-۷-۶-۱۵ برقرار نباشد، بارگذاری متناوب روی دهانه ها الزامی است. در این صورت برای تعیین حداکثر لنگر خمشی مثبت در یک دهانه باید آن دهانه و دهانه های مجاور بعدی را به طور یک در میان با سه چهارم بار زنده نهایی بارگذاری کرد. همچنین برای تعیین حداکثر لنگر خمشی منفی روی یک تکیه گاه باید دهانه های مجاور آن تکیه گاه را با سه چهارم بار زنده نهایی بارگذاری کرد.

۴-۷-۶-۱۵ لنگرهای خمشی مورد استفاده در طراحی قطعات در هیچ حالت نباید کمتر از لنگرهای خمشی ایجاد شده در قاب، تحت اثر بارهای زنده نهایی روی تمام دهانه باشند.



کاهش بارهای حاصل از تحلیل



• اگر در تحلیل انجام شده قاب شرایط لازم برای تحلیل بروش مستقیم را دارا است و مجموع لنگرهای منفی و مثبت دهانه از لنگر استاتیک کل بزرگتر در آید، در این صورت می توان لنگر منفی و لنگر مثبت را به یک نسبت طوری کاهش داد که مجموع آنها مساوی لنگر استاتیک کل گردد،

$$M_0 = [(M_{u1} + M_{u2})/2] + M_{u3} \text{ need not be greater than } w_u l^2 n^2 / 8$$

Permissible reduction for moments M_{u1} , M_{u2} , and M_{u3} =

$$[(w_u l^2 n^2 / 8)] / [(M_{u1} + M_{u2} / 2 + M_{u3})]$$

تحلیل دالهای دو طرفه برای بارهای جانبی

۱- چنانچه قاب دارای نظم مناسبی باشد که به توان از روشهای تقریبی چون پرتال و .. استفاده نمود، می توان قاب سه بعدی را به قابهای دو بعدی تبدیل نمود.

۲- چنانچه به خواهیم از روش دقیق استفاده نماییم. باید از سختی کاهش یافته برای دال تیر جهت در نظر گرفتن ترک خوردگی در اثر بارهای ثقلی استفاده نمود. در این حالت سختی دال تیر ها در ۲۵٪ ضرب می گردد و سختی ستون را بر اساس مقطع ناخالص بتنی محاسبه می کنیم.

۳- بهتر است لنگرهای حاصل از تحلیل های بالا فقط به نوار ستونی و یا چنانچه تیر موجود باشد به آنها داد.

۴- استفاده از دال تخت برای سیستم مقاوم در برابر بار جانبی مجاز نیست ،

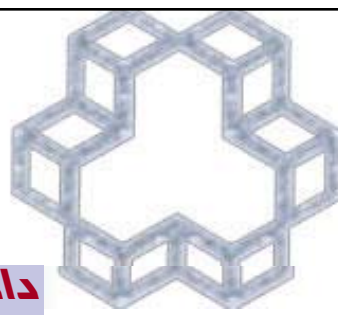
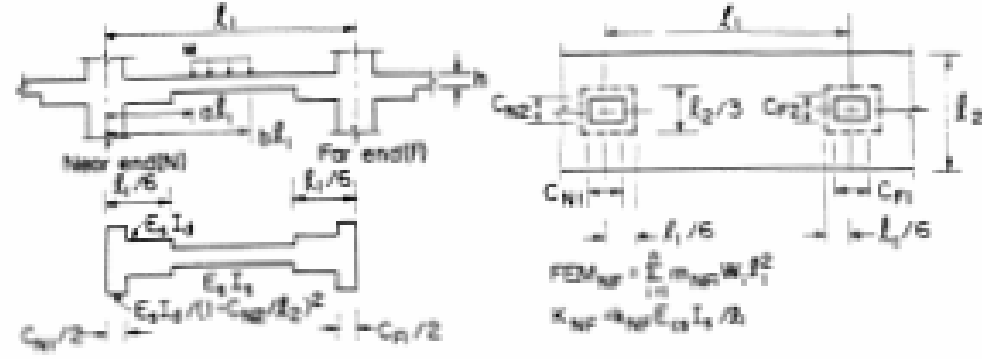
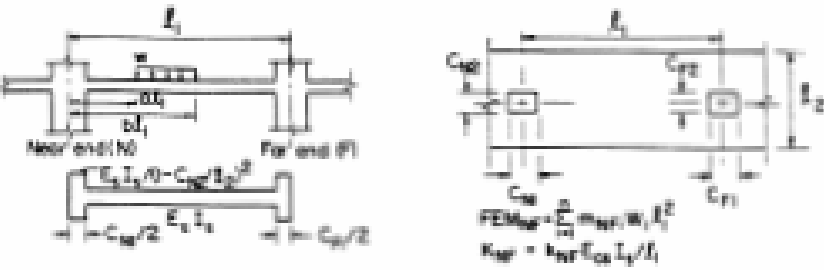


Table A1 Moment Distribution Constants for Slab-Beam Members

Table A.2 Moment Distribution Constants for Slab-Beam Members (Drop thickness = 0.25h)



C _{N1} /C _{F1}	C _{N2} /C _{F2}	Effective Slab Width (b ₁)	Clear Span (l ₁)	Unit Load (w)	Fixed end moments (M ₁) (kN-m)				
					a=0.0	a=0.1	a=0.2	a=0.3	a=0.4
C _{N1} = C _{N2} , C _{F1} = C _{F2}									
0.00	—	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.10	0.00	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.20	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.20	0.00	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.20	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.30	0.00	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.20	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.40	0.00	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.10	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.20	4.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

C _{N1} /C _{F1}	C _{N2} /C _{F2}	Effective Slab Width (b ₁)	Clear Span (l ₁)	Unit Load (w)	Fixed end moments (M ₁) (kN-m)				
					a=0.0	a=0.1	a=0.2	a=0.3	a=0.4
C _{N1} = C _{N2} , C _{F1} = C _{F2}									
0.00	—	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
0.10	0.00	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
	0.10	4.99	0.55	0.0080	0.0160	0.0316	0.0568	0.0138	0.0023
	0.20	5.18	0.56	0.0081	0.0163	0.0323	0.0575	0.0137	0.0019
0.20	0.00	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
	0.10	5.17	0.56	0.0080	0.0161	0.0320	0.0569	0.0129	0.0020
	0.20	5.56	0.56	0.0084	0.0164	0.0332	0.0576	0.0126	0.0018
0.30	0.00	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
	0.10	5.32	0.57	0.0085	0.0165	0.0333	0.0572	0.0128	0.0021
	0.20	5.90	0.59	0.0090	0.0168	0.0344	0.0580	0.0127	0.0019
0.40	0.00	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
	0.10	5.55	0.62	0.0095	0.0171	0.0354	0.0595	0.0124	0.0017
	0.20	6.35	0.64	0.0105	0.0171	0.0364	0.0605	0.0124	0.0017
C _{N1} = 0.5C _{N2} , C _{F1} = 0.5C _{F2}									
0.00	—	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
0.10	0.00	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
	0.10	4.98	0.55	0.0080	0.0160	0.0317	0.0569	0.0131	0.0023
	0.20	5.13	0.56	0.0082	0.0164	0.0325	0.0576	0.0134	0.0023
0.20	0.00	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
	0.10	5.11	0.56	0.0084	0.0162	0.0323	0.0575	0.0128	0.0022
	0.20	5.43	0.56	0.0088	0.0167	0.0337	0.0588	0.0128	0.0022
C _{N1} = 0.2C _{N2} , C _{F1} = 0.2C _{F2}									
0.00	—	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
0.10	0.00	4.75	0.54	0.0075	0.0157	0.0309	0.0563	0.0129	0.0022
	0.10	5.10	0.56	0.0080	0.0164	0.0311	0.0576	0.0117	0.0019
	0.20	5.43	0.56	0.0085	0.0167	0.0323	0.0588	0.0117	0.0019

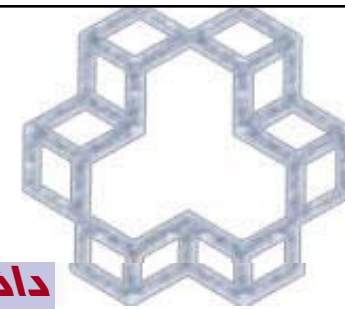


Table A.3 Moment Distribution Constants for Slab-Beam Members (Drop thickness = 0.50h)

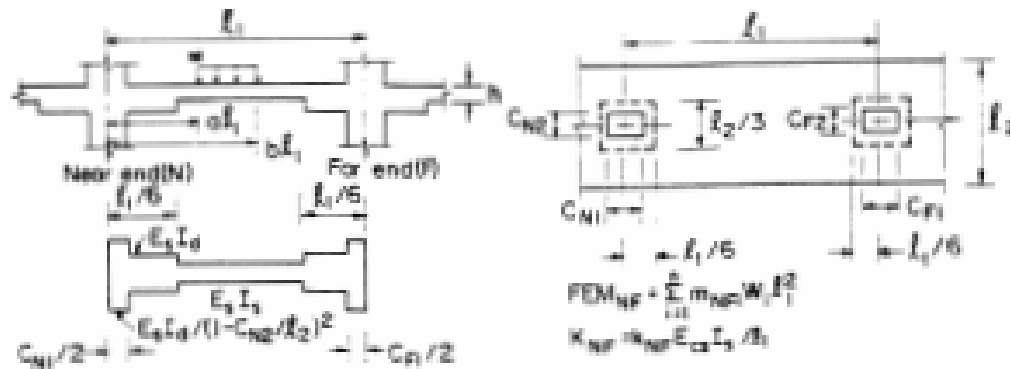
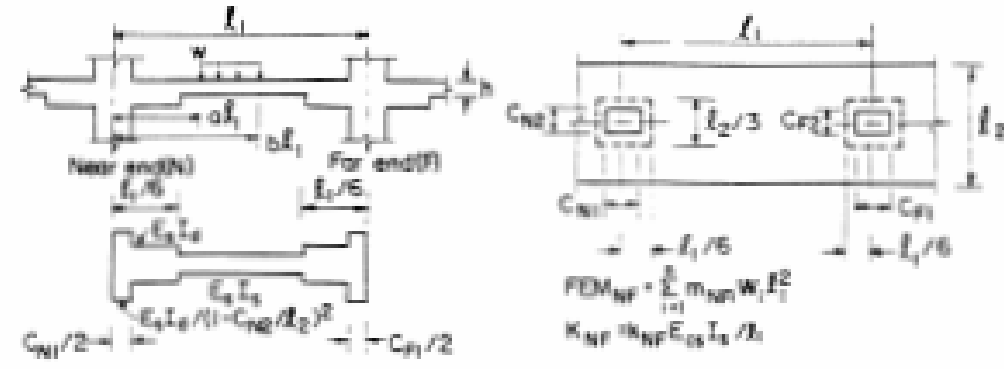


Table A.4 Moment Distribution Constants for Slab-Beam Members (Drop thickness = 0.75h)



C_{FI} / l_1	C_{FI} / l_2	Effective Slab Depth h_{eff}	Carry-Over Factor C_{FI}	Joint Load Fixed End to Cent. (W _{slab})	Fixed End Moment Coeff. (W _{slab}) for $\alpha = 0 - \infty$				
					$\alpha=0$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.6$	$\alpha=0.8$
$C_{FI} = C_{FI} \quad C_{FI} = C_{FI}$									
0.00	—	5.84	0.50	0.0006	0.0184	0.0335	0.0270	0.0128	0.0020
	0.00	5.84	0.50	0.0006	0.0184	0.0335	0.0270	0.0128	0.0020
	0.10	6.04	0.50	0.0006	0.0187	0.0341	0.0285	0.0128	0.0019
	0.20	6.24	0.51	0.0006	0.0170	0.0347	0.0285	0.0125	0.0017
	0.30	6.43	0.51	0.0002	0.0175	0.0363	0.0287	0.0123	0.0019
0.20	0.00	5.84	0.50	0.0006	0.0184	0.0335	0.0270	0.0128	0.0020
	0.10	6.22	0.51	0.0002	0.0188	0.0348	0.0285	0.0128	0.0019
	0.20	6.52	0.52	0.0007	0.0172	0.0358	0.0285	0.0123	0.0019
	0.30	7.01	0.54	0.0011	0.0177	0.0388	0.0284	0.0123	0.0014
0.30	0.00	5.84	0.50	0.0006	0.0184	0.0335	0.0270	0.0128	0.0020
	0.10	6.27	0.51	0.0007	0.0188	0.0348	0.0287	0.0128	0.0019
	0.20	6.55	0.52	0.0007	0.0172	0.0362	0.0284	0.0123	0.0019
	0.30	7.27	0.54	0.0009	0.0177	0.0375	0.0283	0.0119	0.0014
$C_{FI} = 0.5C_{FI} \quad C_{FI} = 0.5C_{FI}$									
0.00	—	5.84	0.50	0.0006	0.0184	0.0335	0.0275	0.0128	0.0020
	0.00	5.84	0.50	0.0006	0.0184	0.0335	0.0275	0.0128	0.0020
	0.10	6.03	0.50	0.0006	0.0187	0.0343	0.0285	0.0130	0.0020
	0.20	6.16	0.50	0.0002	0.0173	0.0350	0.0281	0.0132	0.0020
	0.30	6.44	0.51	0.0002	0.0173	0.0360	0.0280	0.0134	0.0020
0.20	0.00	5.84	0.50	0.0006	0.0184	0.0335	0.0275	0.0128	0.0020
	0.10	6.15	0.50	0.0007	0.0188	0.0348	0.0280	0.0131	0.0020
	0.20	6.47	0.52	0.0007	0.0173	0.0360	0.0280	0.0134	0.0020
	0.30	7.01	0.54	0.0009	0.0177	0.0375	0.0280	0.0134	0.0020
$C_{FI} = 2C_{FI} \quad C_{FI} = 2C_{FI}$									
0.00	—	5.84	0.50	0.0006	0.0184	0.0335	0.0275	0.0128	0.0020
	0.10	6.08	0.50	0.0006	0.0188	0.0337	0.0275	0.0128	0.0015

C_{FI} / l_1	C_{FI} / l_2	Effective Slab Depth h_{eff}	Carry-Over Factor C_{FI}	Joint Load Fixed End to Cent. (W _{slab})	Fixed End Moment Coeff. (W _{slab}) for $\alpha = 0 - \infty$				
					$\alpha=0$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.6$	$\alpha=0.8$
$C_{FI} = C_{FI} \quad C_{FI} = C_{FI}$									
0.00	—	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017
	0.00	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017
	0.10	7.12	0.54	0.0007	0.0176	0.0295	0.0287	0.0124	0.0017
	0.20	7.31	0.54	0.0007	0.0176	0.0295	0.0287	0.0123	0.0014
	0.30	7.68	0.55	0.0004	0.0179	0.0315	0.0284	0.0118	0.0013
0.20	0.00	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017
	0.10	7.12	0.54	0.0007	0.0176	0.0295	0.0287	0.0124	0.0016
	0.20	7.51	0.55	0.0008	0.0179	0.0315	0.0281	0.0118	0.0013
	0.30	7.68	0.57	0.0009	0.0182	0.0338	0.0284	0.0113	0.0011
0.30	0.00	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017
	0.10	7.29	0.54	0.0001	0.0175	0.0291	0.0288	0.0121	0.0015
	0.20	7.68	0.55	0.0006	0.0179	0.0313	0.0284	0.0117	0.0013
	0.30	8.82	0.58	0.0008	0.0182	0.0334	0.0288	0.0113	0.0011
$C_{FI} = 0.5C_{FI} \quad C_{FI} = 0.5C_{FI}$									
0.00	—	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017
	0.00	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017
	0.10	7.08	0.54	0.0003	0.0176	0.0295	0.0288	0.0123	0.0017
	0.20	7.25	0.54	0.0003	0.0177	0.0292	0.0282	0.0123	0.0016
	0.30	7.68	0.55	0.0002	0.0179	0.0315	0.0281	0.0118	0.0014
0.20	0.00	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017
	0.10	7.21	0.54	0.0007	0.0175	0.0291	0.0288	0.0123	0.0017
	0.20	7.51	0.55	0.0007	0.0179	0.0315	0.0281	0.0118	0.0014
	0.30	7.68	0.57	0.0004	0.0179	0.0331	0.0281	0.0113	0.0011
$C_{FI} = 2C_{FI} \quad C_{FI} = 2C_{FI}$									
0.00	—	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017
	0.10	6.82	0.52	0.0006	0.0171	0.0283	0.0283	0.0124	0.0017

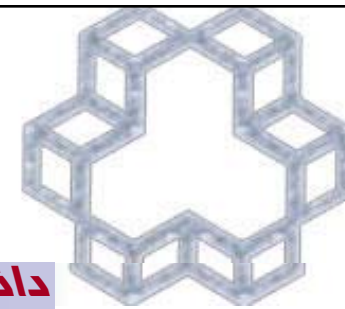
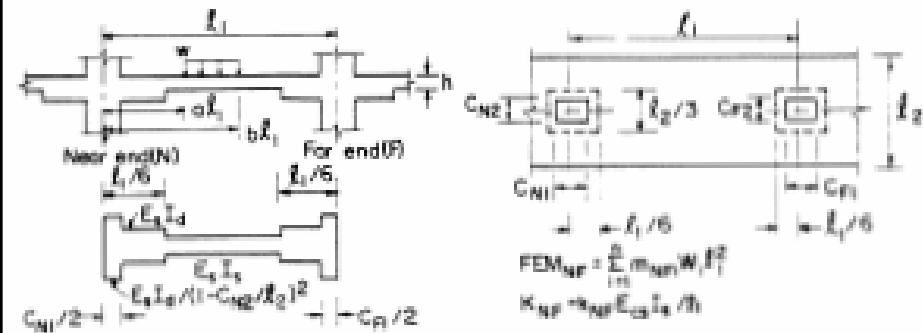
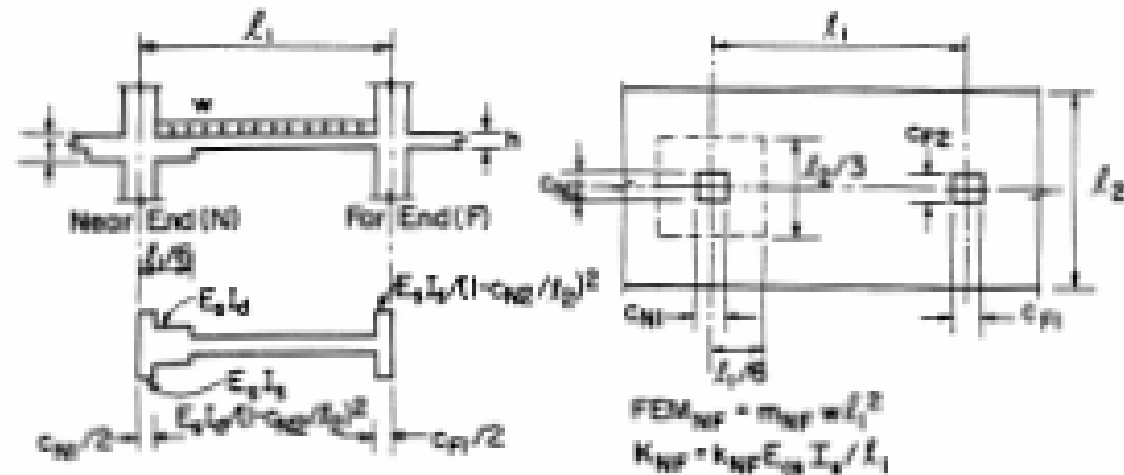


Table A5 Moment Distribution Constants for Slab-Beam Members (Drop thickness = h)

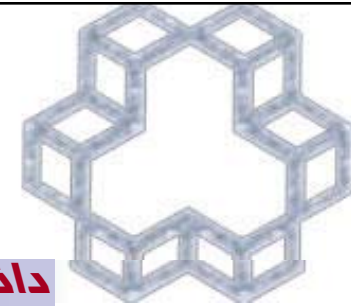


C _{1F1}	C _{1F2}	Slab Edge Factor C _{1E}	Core Size Factor C _{1C}	Joint Load Factor C _{1J}	Fixed end moment Coef. (kN/m ² for 1000 x 1000)				
					4x20	4x22	4x24	4x25	4x28
C _{1E} = C _{1C} , C _{1J} = C _{1E}									
0.00	—	7.88	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.00	7.88	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.10	8.07	0.66	0.9986	0.0180	0.0386	0.0307	0.0119	0.0013
0.10	0.00	8.24	0.67	0.9983	0.0182	0.0389	0.0309	0.0119	0.0012
	0.10	8.43	0.67	0.9977	0.0183	0.0390	0.0310	0.0119	0.0011
	0.20	8.62	0.67	0.9970	0.0184	0.0391	0.0311	0.0119	0.0011
0.20	0.00	7.88	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.10	8.22	0.67	0.9982	0.0180	0.0386	0.0306	0.0118	0.0012
	0.20	8.55	0.68	0.9970	0.0183	0.0390	0.0309	0.0118	0.0011
0.30	0.00	8.67	0.68	0.9976	0.0185	0.0392	0.0311	0.0119	0.0009
	0.00	7.88	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.10	8.26	0.67	0.9985	0.0181	0.0383	0.0307	0.0118	0.0012
0.30	0.20	8.67	0.68	0.9976	0.0185	0.0392	0.0311	0.0119	0.0011
	0.30	8.26	0.70	0.9978	0.0187	0.0393	0.0314	0.0119	0.0009
	C _{1E} = 0.5C _{1C} , C _{1J} = 0.5C _{1E}								
0.00	—	7.89	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.00	7.89	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.10	8.03	0.68	0.9986	0.0180	0.0386	0.0307	0.0119	0.0014
0.10	0.00	8.16	0.67	0.9978	0.0182	0.0390	0.0310	0.0120	0.0014
	0.00	7.89	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.10	8.16	0.67	0.9978	0.0182	0.0390	0.0310	0.0120	0.0014
0.20	0.00	7.89	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.10	8.16	0.67	0.9978	0.0182	0.0390	0.0310	0.0120	0.0014
	0.20	8.41	0.68	0.9970	0.0184	0.0393	0.0311	0.0121	0.0013
C _{1E} = 0.5C _{1C} , C _{1J} = 0.5C _{1E}									
0.00	—	7.89	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.00	7.76	0.68	0.9993	0.0177	0.0380	0.0303	0.0118	0.0014
	0.10	8.20	0.67	0.9981	0.0179	0.0382	0.0307	0.0118	0.0013

Table A5 Moment Distribution Constants for Slab-Beam Members (Column dimensions assumed equal at near end and far end — C_{1F1} = C_{1E}, C_{1F2} = C_{1E2})



C _{1E1}	C _{1E2}	l = 1.0h						l = 2h					
		near	far	m _{NF}	area	C _{1E}	m _{NF}	near	far	m _{NF}	area	C _{1E}	m _{NF}
0.00	—	5.20	0.48	0.1023	4.28	0.80	0.0748	6.62	0.48	0.1198	4.48	0.80	0.0878
	0.00	5.28	0.49	0.1023	4.28	0.80	0.0748	6.62	0.48	0.1198	4.48	0.80	0.0878
	0.10	5.50	0.52	0.1019	4.65	0.80	0.0794	7.03	0.54	0.1145	5.19	0.80	0.0917
0.10	0.00	5.68	0.54	0.1012	4.81	0.81	0.0818	7.32	0.58	0.1100	5.43	0.87	0.0778
	0.10	6.05	0.55	0.1005	5.10	0.82	0.0858	7.50	0.58	0.1102	5.57	0.87	0.0780
	0.20	6.39	0.48	0.1023	4.28	0.80	0.0748	6.62	0.48	0.1198	4.48	0.80	0.0878
0.20	0.00	5.80	0.54	0.1008	5.04	0.81	0.0828	7.41	0.58	0.1111	5.08	0.80	0.0893
	0.10	6.20	0.58	0.1003	5.40	0.82	0.0874	7.88	0.61	0.1094	5.57	0.87	0.0873
	0.20	6.70	0.60	0.1000	5.10	0.84	0.0903	8.18	0.63	0.1090	5.88	0.88	0.0860
0.30	0.00	5.20	0.48	0.1023	4.28	0.80	0.075	6.62	0.48	0.1198	4.48	0.80	0.0878
	0.10	6.08	0.50	0.1005	5.40	0.81	0.085	7.58	0.52	0.1087	5.77	0.87	0.0873
	0.20	6.70	0.61	0.0998	5.30	0.82	0.0882	8.40	0.60	0.1085	7.51	0.88	0.0862
0.30	0.10	7.48	0.64	0.0987	7.20	0.88	0.098	9.06	0.68	0.1047	8.68	0.90	0.0881



پروژه و تمرین

پلان صفحه بعد مربوط به یک ساختمان اداری سه طبقه در شهر تهران می باشد که در محلی با خاک نوع II ساخته شده است. مشخصات طراحی به شرح زیر است.

- ابعاد تیرهای داخلی (سانتیمتر): 40×70
- ابعاد تیرهای کناری (سانتیمتر): 40×60
- ابعاد ستونها (سانتیمتر): 45×45
- ضخامت دیوار برشی (سانتیمتر): 25
- ضخامت فونداسیون (سانتیمتر): 70
- مقاومت 28 روزه بتن (مگا پاسکال): 20
- مقاومت تسلیم فولاد (مگا پاسکال): 300
- بار مرده حاصل از نازک کاری
- و دیوارهای داخلی: $2/5$ (کیلو نیوتن بر متر مربع)
- وزن سطح دیوارهای خارجی
- پیرامون با در نظر گیری بازشوها: $1/5$ (کیلو نیوتن بر متر مربع)
- بار مرده پلکان: $2/5$ (کیلو نیوتن بر متر مربع)
- سر بار زنده پلکان: 5 (کیلو نیوتن بر متر مربع)
- سرریار زنده طبقات: $3/5$ (کیلو نیوتن بر متر مربع)
- سر بار زنده پشت بام: $1/5$ (کیلو نیوتن بر متر مربع)
- خواسته پروژه:

۱- تعیین ضخامت دال

۲- آنالیز و طراحی قابها برای بار ثقلی با استفاده از روش EFM

شامل طراحی دال-تیر برای برش و خمش محاسبه لنگرهای نامتعادل در ستونها

۳- کنترل لنگرهای حداقل یک نوار کناری و میانی با روش DDM و بک چشمه با روش ضرایب

۴- محاسبه نیروهای محوری ستونها بر اساس سطح بارگیر (در صورت نیاز با کاهش سربار)

۵- محاسبه پیچش سازگاری در یک تیر لبه و محاسبه آن

۶- محاسبه بارهای زلزله طراحی بر اساس آیین نامه 2800

۷- آنالیز قاب به روش پرتال برای بار جانبی بند 6

۸- طراحی دال-تیر-ستون بند 2 و 4 با اضافه شدن بارهای جانبی

نکته:

- حداقل انجام بند 1-2-3 برای نوار میانی و کناری آکسهای 1 و 2 برای تمرین سری سوم لازم می باشد.
- در صورت کمبود اطلاعات موارد را محاسبه یا فرض نموده و در پروژه ذکر نمایید.

