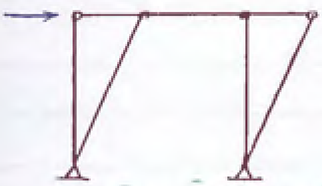
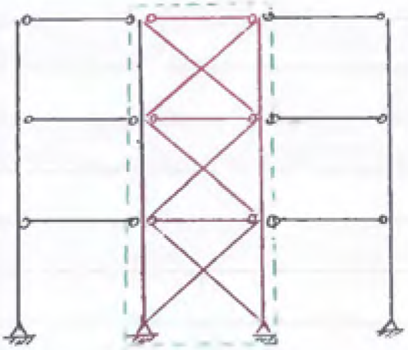


اتصال مفصلی تیر به ستون

در این حالت ستون تیر شرکتی در جذب نیروهای جانبی و تأمین پایداری نخواهد داشت.

در این حالت عملاً تغییرمکانهای جانبی بصورت تسلسلی افزایش یافته نهایتاً سازه از شرایط پایدار خارج و منهدم می‌شود. (collapse)



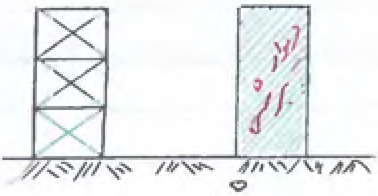
شبکه مهاربندی خرپایی (هسته مهاربندی خرپایی) => عامل پایداری سازه مورد نظر

ملزومات تشکیل خرپا:

1/ عناصر قائم یا ستونها

2/ عناصر مورب یا همان مهاربندها

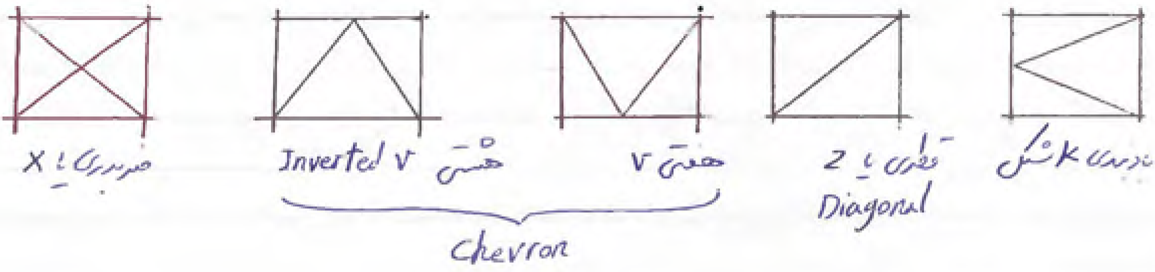
3/ تیرها اگر سیستم مورد نظر دارای مهاربندی‌های متصل به تیر باشد مانند هفتی‌ها و هشتی‌ها



هر دو سیستم مانند کنسول عمل می‌کنند.

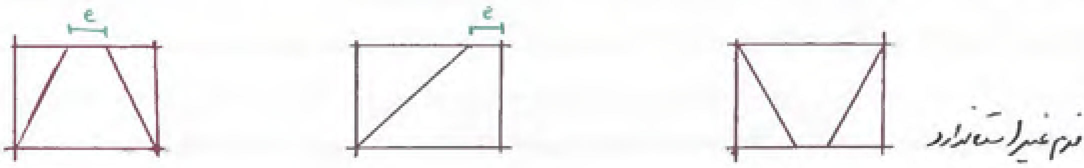
انواع سیستم‌های مهاربندی:

۱) سیستم مهاربندهای هم‌محور یا همگرا Cancentric Braced Frame (CBF)



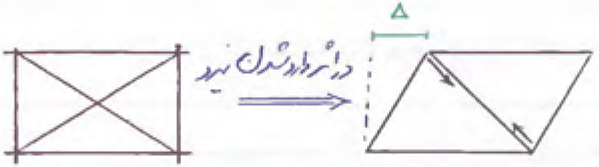
ضربدری یا X
Inverted V هشتی
هفتی V
Chevron
قطری یا Z
Diagonal
بادبندی K شکل

۲) سیستم مهاربندهای برون‌محور یا واگرا Eccentric Braced Frame (EBF)



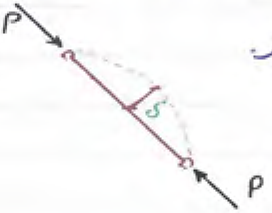
e
e
فرم غیر استاندارد

مهاربندهای همگرا (CBF):



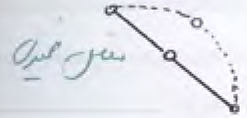
در اثر وارد شدن نیرو
Δ

مهاربندی که در فشار قرار گرفته است تحت نیروی بسیار عظیمی (حدود R برابر نیروی زلزله طرح) واقع شده و در یکی از سیکل‌های رفت و برگشت سازه دچار کمانش محسوس خواهد شد. بعد از وقوع این کمانش اثر $P\delta$ موجب افزایش قابل ملاحظه سطح تنش در آن می‌شود.



در این حالت بعد از یک سیکل تنش در میانه مهاربند یک مفصل خمیری تشکیل می‌گردد.

با عوض شدن جهت نیرو بطور موقت المان از فشار خارج و به کشش می‌افتد در این حالت جهت این المان به همین شرایط مفصل در فشار می‌رسد و مجدد در سیکل بعدی المان تحت فشار قبلی که در آن مفصل خمیری تشکیل شده دوباره به فشار می‌افتد با تشکیل مفصل خمیری، سختی و ظرفیت باربری المان بطور نسبی افت کرده است بنابراین این بار المان آسیب دیده سیکل قبل تحت اثر فشار در وضعیت بحرانی تری قرار گرفته و در آن انتظار توسعه خرابی را افزایش داده است



نتیجه:

مهاربندهای CBF در حوزه عملکرد ارتجاعی سختی بالاتری دارند اما در بارهای شدید و حوزه عملکرد غیرارتجاعی استعداد زیادی به کمانش و ناپایداری دارند

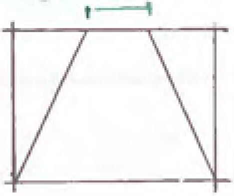
$$\frac{kl}{r} \leqslant \frac{6025}{\sqrt{F_y}} \qquad B = \frac{1}{1+\frac{(kl/r)}{2C_c}} \qquad F_{as} = BF_a$$

دامنهٔ تغییرات B بین 0.7 تا 0.8 و در بعضی مواقع تا 0.85 می‌باشد.

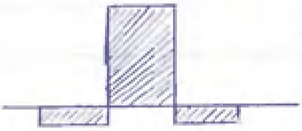
بعد از چند سیکل سنگین بارگذاری مقاومت سازه بین 0.25 تا 0.33 مقاومت اولیه خواهد گشت

مهاربندهای واگرا (popove) (EBF):

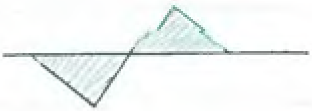
(تیر پیوند یا قطعه رابط link beam)



فاصله e در بادبندهای پیوند کوتاه بین 50 تا 75 سانتی‌متر می‌باشد.



دیاگرام برش ناشی از زلزله



دیاگرام خمش ناشی از زلزله

هرچه طول قطعه رابط کوتاه‌تر باشد سهم برش آن بیشتر خواهد بود.

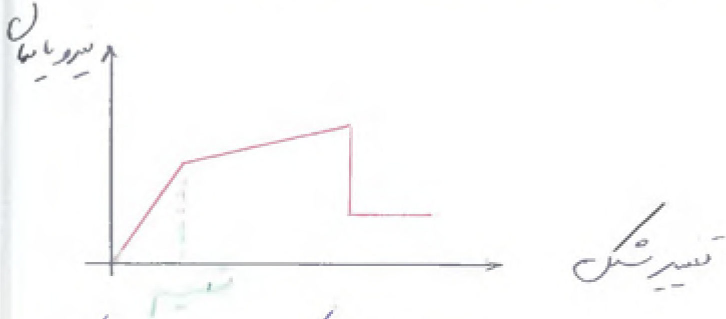
ضوابط طراحی سیستم‌های EBF بگونه‌ای مقرر و تنظیم شده که پیش از کمانش مهاربندها و تشکیل مفصل روی بادبند یا ستون، قطعه رابط تسلیم می‌شود. بدلیل برش بسیار عظیم این ناحیه، این قسمت به حالت خمیری درمی‌آید. (مفصل پلاستیک برشی)

اگر بجای پیوند کوتاه از سایر حالات استفاده شده باشد رفتار قطعه پیوند عوض می‌شود مثلاً در پیوندهای بلند بجای خمیری شدن کل تیر پیوند در برش در محل اتصال مهاربندها به تیر مفاصل پلاستیک خمشی اتفاق می‌افتد.

شکل پذیری:

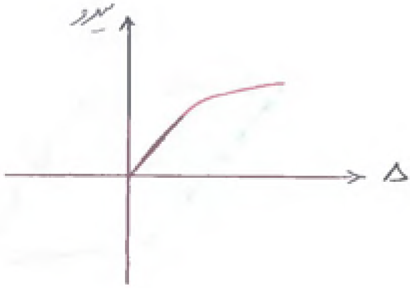
عبارتست از قابلیت جذب و استهلاک انرژی در محدوده عملکرد غیر ارتجاعی سازه تحت اثر بارهای جانبی بدون آنکه در اعضا افت سختی و مقاومت قابل ملاحظه اتفاق افتاده باشد

در تعریفی دیگر شکل پذیری عبارتست از قابلیت تغییر مکان دهی شدید در محدوده عملکرد غیر ارتجاعی سازه تحت اثر بارهای جانبی بدون آنکه در اعضا افت سختی و مقاومت قابل ملاحظه اتفاق افتاده باشد



" منحنی رفتاری یک مفصل پلاستیک "

نمودار هیسترزیس:



نمودار مربوط به سیکل تناوبی زلزله

درجهت بار تشکیل مفصل پلاستیک بسیار خطرناک و باعث خرابی سازه می‌شود.

محاسن ورود سازه به حوزه عملکرد غیرارتجاعی:

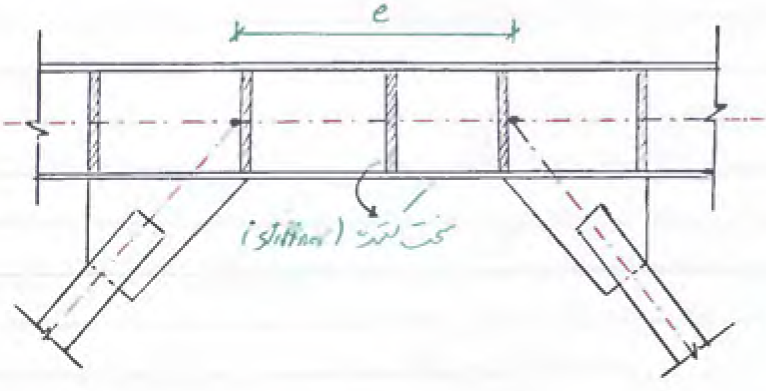
۱/ با بهره‌گیری از ظرفیت پلاستیک اعضا امکان سبک کردن قابل ملاحظه سازه وجود دارد (جنبه‌های اقتصادی طرح)

2/ با ورود به حوزه عملکرد غیرارتجاعی سختی سازه به شدت افت کرده لذا زمان تناوب آن افزایش می‌یابد.

با افزایش زمان تناوب پاسخ‌های سازه تعدیل می‌شود.

$$\downarrow B = (1+S)\left(\frac{T_s}{T\uparrow}\right)^{2/3}$$

۳/ : ورود به حوزه عملکرد غیرارتجاعی میرایی سیستم افزایش یافته و لذا به نوعی توان سازه در اتلاف انرژی افزایش می‌یابد.



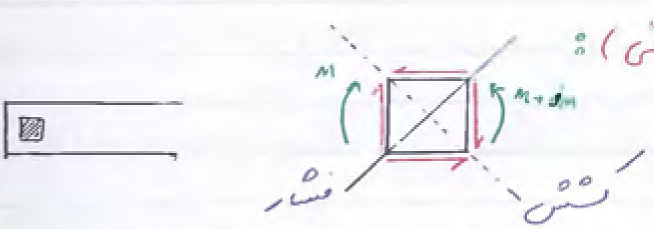
* در EBF ها سخت کننده‌ها همگی تمام ارتفاع هستند.

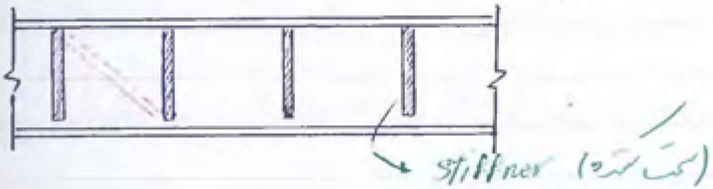
(چون در سیکل‌های رفت و برگشت زلزله جهت نیرو عوض می‌شود)

نگرانی در سیستم EBF:

بدلیل برش عظیم ناحیه تیر پیوند ممکن است جان تیر پیوند پیش از تسلیم دچار کمانش می‌شود. (کمانش برشی جان) بهمین دلیل برای جلوگیری از این اتفاق باید در تیر پیوند از سخت کننده استفاده نمود تا جلوی کمانش تیر گرفته شود.

تئوری باسلر (عمل میدان کششی) :





با بکارگیری سخت کننده عملاً تشکیل خرپا می‌دهیم.

خرپا: یال‌های افقی: بال‌های تیر

یال‌های قائم: stiffner ها

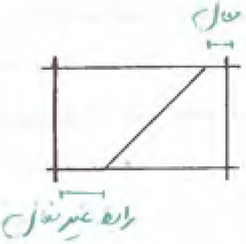
یال‌های مورب: ناحیه میدان کشش در جان مانند یک المان مورب عمل می‌کند

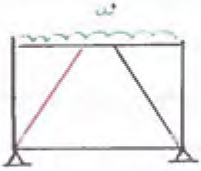
در مهاربندهای EBF چون بصورت سیکل رفت و برگشت نمودار لنگر عوض می‌شود پس ناحیه کشش قطری عوض شده و باید سخت کننده‌ها تمام ارتفاع باشند.

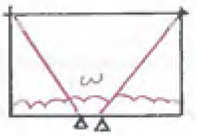
نکته آئین‌نامه‌ای درمورد مهاربندهای EBF :

مقرر می‌گردد جان تیر پیوند بایستی از یک ورق تک بدون ورق‌های مضاعف کننده جان تشکیل شده باشد. درضمن تعبیه سوراخ در جان تیر پیوند مجاز نمی‌باشد.

جلسه دوم 86,2,۱۴



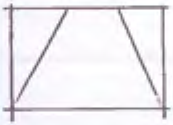


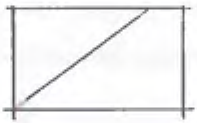


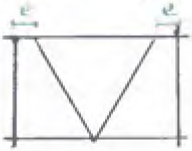
در هشتی‌ها عملاً تیر نقش تکیه‌گاه بادبندها را نیز دارد درنتیجه تمرکز نیرو در تیر بیشتر می‌باشد و علاوه بر بار ثقلی نیروی ناشی از بادبندها را نیز تحمل می‌کند و پروسه collapse سریعتر طی می‌شود.

تذکر: در استاندارد 2800 بدون آنکه توضیح خاصی داده شود ضریب رفتار EBF ها برابر 7 تعریف شده است در بخش طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی در مبحث دهم عملاً قرارگیری رابط در ناحیه تحتانی یا پائین چشمه که در شکل فوق نیز کشیده شده به عنوان رابط غیرفعال معرفی می‌شود "این بدان مفهوم است که در چنین وضعیتی اتلاف انرژی آنطور که باید و شاید اتفاق نمی‌افتد و یا به تعبیری دیگر بعد از ورود سازه به حوزه عملکرد غیرارتجاعی نمی‌توان انتظار شکل پذیری مناسبی را از مجموعه داشت بنابراین در چنین حالتی اجازه نداریم از ضریب رفتار 7 استفاده کنیم و حالت منطقی 6 می‌باشد" (R=6) از سوی دیگر در مراجع و اصول مهندسی زلزله در مورد رابط‌های فعال نیز عنوان می‌شود در پیوندهای بلند (پیوندهای غیرکوتاه) توان اتلاف انرژی و پتانسیل شکل پذیری سیستم به شدت افت می‌کند بنابراین در این مورد نیز

اگر چه دستورالعمل آیین‌نامه‌ای وجود ندارد لیکن منظور آن است که از اعمال ضریب رفتار 6 بطور محافظه‌کارانه استفاده شود. (ضریب رفتار در رابطه‌های [illegible] و ساختمان‌های بلند $R=6$ می‌باشد)



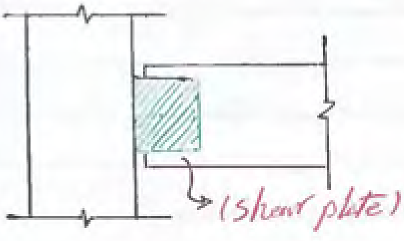


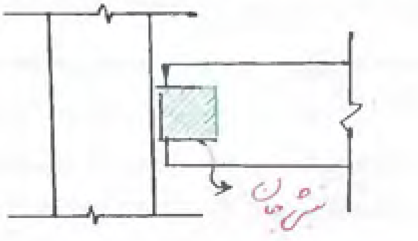


زمانی که بادبندها به تیر می‌خورند در محل تکیه‌گاه‌ها برش دیگر رو به پائین نیست و بصورت تناوبی برش‌ها به جهت بالا و پائین تغییر می‌کند و مجبور هستیم که طراحی برش اتصال تیر ستون از روش‌هایی استفاده نمائیم که در برابر برش بالا مقاومت کند که برای این منظور می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

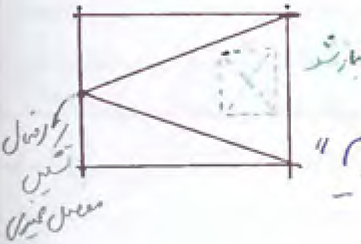
1, استفاده از روش دوبل نبشی جان

2, استفاده از ورق برشی (shear plate)





مهاربندی K:

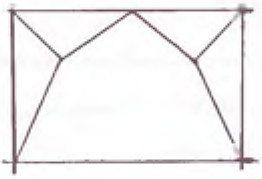


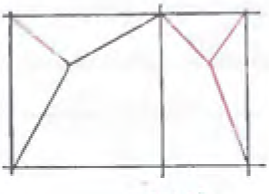
استفاده از این سیستم فقط برای ساختمان‌های حداکثر تا 2 طبقه مجاز است آنهم به شرط و شروطی "این مهاربند در جایی که پنجره مشرف به ستون داشته باشیم" استفاده می‌شود

مشکل مهاربند k :

در این حالت زمان غیرارتجاعی شدن عملکرد سازه احتمال تشکیل مفصل خمیری در کمر ستون وجود دارد.

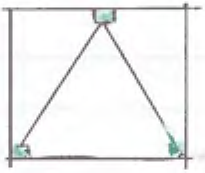
بادبند زانویی (اسم استفاده ندارد) knee Bracing (دروازه‌ای ، خیمه‌ای ، چادری) :





موارد استفاده از این مهاربند زمانی است که طول دهانه زیاد باشد و یا پنجره مشرف به ستون داشته باشیم.

بادبند هشتی (Inverted V) :

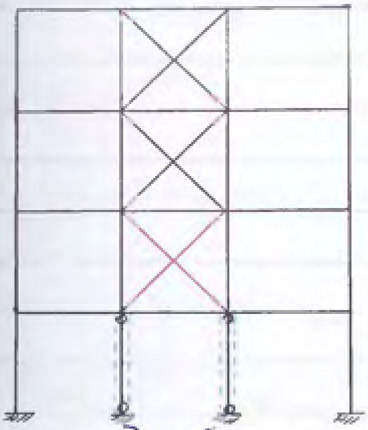


مورد کاربرد زمانی است که طول دهانه و ارتفاع طبقه زیاد است و باعث لاغری بادبند و افزایش خطرپذیری می‌شود.

در جاهایی که بادبند هشتی به تیر متصل است احتمال بوجود آمدن مفصل پلاستیک زیاد است.

نکته : در مواردی که از دو سیستم EBF و CBF استفاده شده باشد اگرچه استفاده آن منطقی نیست ولی در صورت استفاده باید از ضریب رفتار مربوط به CBF ها یعنی $R=6$ استفاده کنیم چون سبب : EBF ها آسیب پذیرتر بوده تسلیم شده می‌باشند.

قطع بادبندها یا دیوار برشی در پایین‌ترین طبقه نرسیده به پی :



ویرایش سوم استاندارد 2800 ⇐ بند 2-10 ص 90

ویرایش دوم استاندارد 2800 ⇐ بند 2-9 ص 53

مطابق با ضوابط بند فوق عنوان می‌شود اگرچه قطع سیستم‌های بادبندی یا دیوارهای برشی نرسیده به شالوده مؤکداً توصیه نمی‌شود لیکن در صورت بروز چنین وضعیتی لازم است ستون‌هایی که بار این مجموعه را تحمل می‌کنند برای ۲ ترکیب ویژه کنترل شوند. این کنترل روی ظرفیت پلاستیک ستون‌ها انجام خواهد شد.

اگر قرار باشد مفصلی بودن این ستون‌ها تأمین شود فقط مفصل خمشی ok است.

ویرایش ۳

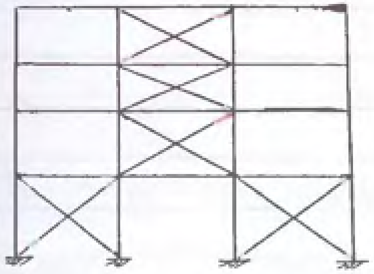
① $P_D + 0.8P_L \pm 2.8P_E$ فشار

② $0.85P_D \pm 2.8P_E$ کشش

ظرفیت پلاستیک { فشار $1.7F_a$ ، کشش F_y

راههای متعادل کردن طبقه اول :

۱) اتصال بادبند به دهانه‌های کناری

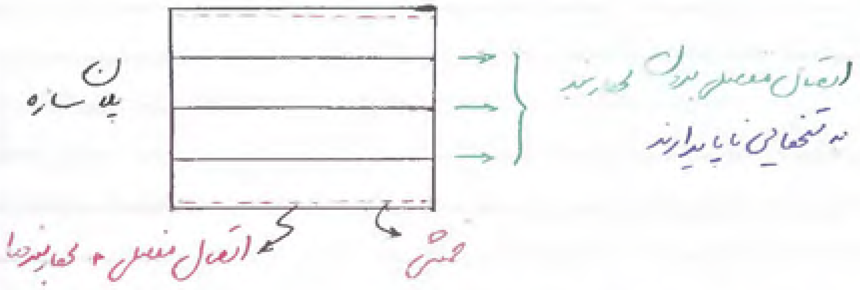


۲/ اتصال بادبند به قاب‌های مجاور که این روش تأثیر بسیار نامطلوبی در رفتار سازه خواهد داشت داشته و از آن توصیه نمی‌شود چون میزان برش در سقف (دیافراگم) بسیار زیاد خواهد بود.

۳/ طبقه اول بصورت قاب خمشی طراحی گردد.

قابهای خمشی:

به سیستمی اطلاق می‌شود که در آن اتصالات بصورت گیردار بوده، بین تیرها و ستونها امکان مبادله خمش وجود دارد در این سیستم بواسطه گیردار بودن اتصالات سختی تیرها در تأمین پایداری مشارکت کرده تیرها و ستونها با کمک یکدیگر در مقابل بارهای جانبی پایداری و مقاومت ایجاد می‌کنند.

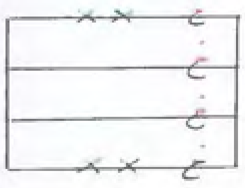

پلان سازه
اتصال مفصلی بدون مهاربند
به تنهایی ناپایدارند
اتصال مفصلی + مهاربندها
خمشی

اگر دو قاب کناری خمشی باشند سیستم خمشی می‌باشد و سه قاب میانی می‌توانند مفصلی باشند.

قابهای مختلط (قاب دوگانه یا ترکیبی) :

به سیستمی اطلاق می‌شود که در یک امتداد معلوم سازه اتصالات بصورت خمشی اجرا شده و عملکرد قابهای خمشی برقرار است به انضمام آنکه در بعضی دهانه‌ها و بعضی قابها در همان امتداد از بادبند یا دیوار برشی نیز استفاده شده است بگونه‌ای که ترکیبی از همکاری قابهای خمشی و مهاربند یا دیوارهای برشی در یک امتداد سازه برقرار است.

بطور معمول و رایج در ساختمانهای بلند بمنظور تأمین پایداری از این سیستم سازه‌ای استفاده می‌شود.



سازه ای ۱۵ طبقه داریم :

حالت اول : خمشی

۱/ بدلیل حجم نیروی برشی در طبقات پایین

۲/ موضوع کنترل تغییر مکانهای نسبی در ۱/۲ میانی ساختمان

در حدود بین ۱/۳ تا نیمه ساختمان ابعاد اعضا بطور قابل ملاحظه‌ای بالا می‌رود.

حالت دوم، قاب ساده (مفصلی)

۱. محدود بودن تعداد اعضای مقاوم که با آسیب دیدن بعضی از آنها بار پخش که در قابهای خمشی وجود دارد این بار به آن شکل وجود ندارد.

۲. قابلیت اعتمادپذیری نسبت به قابهای خمشی تا حدی افت کرده است.

آیین نامه ۲۸۰۰: بیش از ۱۵ طبقه و بلندتر از ۵۰ متر ارتفاع مجاز نمی باشد.

کنترل قاعده ۲۵ درصد در قابهای مختلط:

آیین نامه مقرر می دارد در سیستم های مختلط، طراحی بخش قابی (تیر و ستونها) باید به گونه ای انجام شده باشد که هر طبقه ظرفیت تحمل حداقل ۲۵٪ نیروهای زلزله را داشته باشد.

تذکر مهم: در ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰ صراحتاً عنوان شده در یک سیستم سازه ای به ظاهر مختلط اگر قاعده ۲۵٪ کنترل نشود سیستم قاب ساده تلقی خواهد شد.

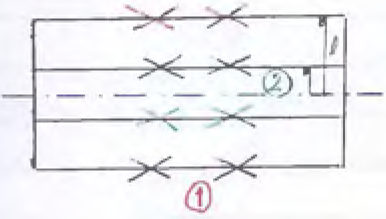
معمولاً بعد از کنترل:

در اکثر ساختمان‌ها
(92% تا 80) سهم دیوار برشی یا بادبندها
(8 تا 20%) سهم اعضای قابی

بعد از زلزله چون R برابر نیروی طراحی به سازه وارد شده، چون دیوارهای برشی و یا بادبندها به علت سختی بیشتر نیرو تحمل کرده اند آسیب بیشتری را می بینند و بعد از کاهش سختی باقی نیرو به تیرها و ستونها انتقال یافته در نتیجه اگر تیرها و ستونها

زیرا مابقی نیروی وارده آمادگی نداشته و طراحی نشده باشند دچار مشکل خواهند شد در نتیجه باید تقویت شده تا در صورت کاهش سختی مهاربندها یا دیوارهای برشی بتوانند حداقل تا 25% نیروهای زلزله را تحمل نمایند

محل بهینه قرارگیری مهاربندها در پلان:



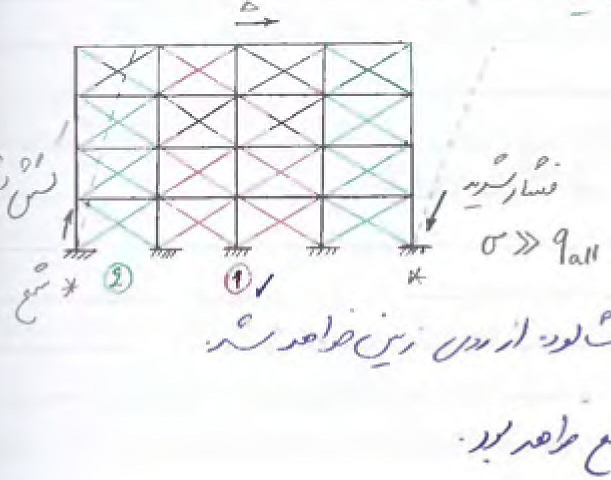
مقاومت در برابر پیچش = $\sum (F_x)_i \cdot L_i$

L_i: فاصله عمود از مرکز سختی تا قاب تشکیل دهنده سختی

هرچه قدر قاب تشکیل دهنده سختی از مرکز سختی فاصله بیشتری داشته باشد مقدار مقاومت پیچشی بیشتر شده و وضعیت بهتری برای سازه می‌توان متصور شد.

حالت ① از لحاظ عملکردی بهتر از حالت ② است.

محل بهینه قرارگیری مهاربندها در یک قاب:



حالت ① بهتر از حالت ② است چون تعدیل نیروها در این حالت بهتر انجام می‌گیرد

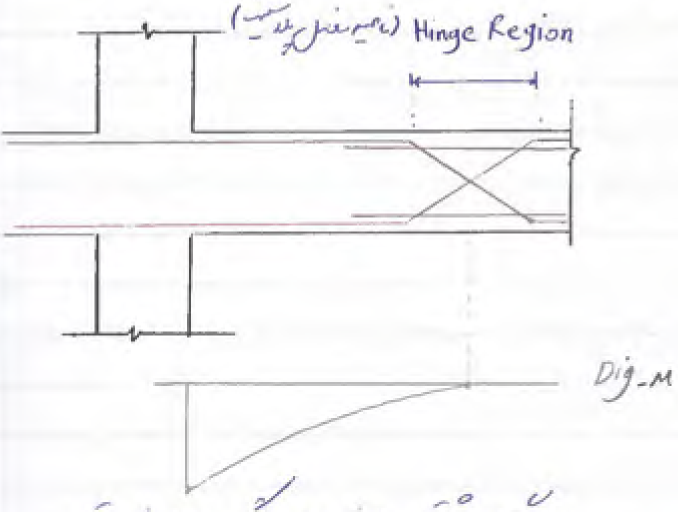
عملاً این کشش عظیم موجب بلند شدن شالوده از روی زمین خواهد شد.

در حالت ② نیاز شدید به استفاده از شمع خواهد بود.

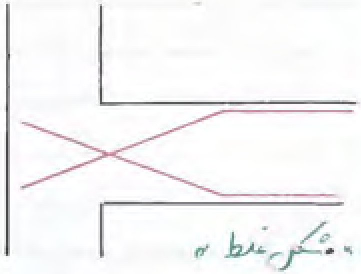
جلسه سوم 86,2,20

قاب‌های ساده و مختلط بتن آرمه :

در سازه‌های بتن آرمه جز در قطعات پیش ساخته عملاً اتصال مفصل وجود ندارد و موضوع متمرکز کردن میلگردها در یک مقطع به قصد عملکرد مفصلی آن مقطع یک تئوری بدون تأیید و پشتوانه آئین نامه‌ای است (البته در بحث طراحی سازه‌های مقاوم بحثی داریم که به منظور بهبود عملکرد سازه در حوزهٔ عملکرد غیرارتجاعی ترجیح دارد مفاصل پلاستیک کمی از ستون فاصله بگیرند در یک تئوری پیشنهادی عنوان می‌شود می‌توان با ارائه دتیلی مطابق شکل زیر یک نقطه آسیب پذیر ایجاد کرد که مفصل پلاستیک در آن محل تشکیل شود همانطور که در شکل دیده می‌شود حتی در این مقطع نیز میلگردهای طولی با اندازه طراحی شده مشخص با بتن مستقر شود و مقطع بطور کامل لخت و بدون آرماتور باقی نماند)

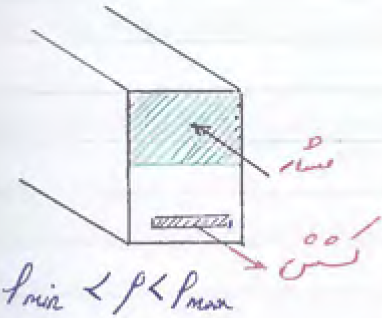


در بارهای ثقلی در این محل لنگر صفر است .
(نقطه عطف خمش در بارهای وجود ندارد) (تئوری [illegible])



: شکل غلط

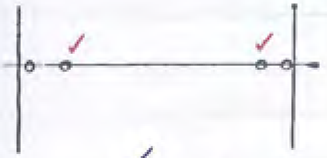
در سازهٔ بتنی اجازه نداریم از چنین دتیلی استفاده نماییم چون بتن در اثر کشش زیر بارها دچار گسیختگی می‌شود.



طرح ارائه شده توسط تیم آیین‌نامه‌ای نمی‌باشد و دارای صحت مفصل پلاستیک در ناحیه Hinge Region زودتر تشکیل شده و سازه رفتار بهتری از خود نشان می‌دهد.

منظور از Hinge مفصل پلاستیک می‌باشد نه مفصل مکانیکی.

تیر ضعیف - ستون قوی:



در طراحی سازه‌ها سعی می‌شود تیرها ضعیف‌تر از ستون‌ها طراحی شوند تا در صورت تشکیل مفاصل پلاستیک حتی‌المقدور این مفاصل در تیرها تشکیل شده و پایداری سازه کمتر تأثیر گیرد.

در تحلیل‌های غیرخطی اگر محل تشکیل مفاصل پلاستیک کمی از بر ستون‌ها به سمت داخل منتقل شود عملکرد سازه بهتر می‌شود زیرا در این شرایط مفصل پلاستیک در تیرها ایجاد شده و ستون‌ها کمتر دچار آسیب جدی می‌شوند.

می‌خواهیم بررسی کنیم در یک سازه بتنی متکی به دیوار برشی چه زمانی سیستم قاب ساده و چه زمانی قاب مختلط محسوب می‌شود:

مطابق با دستورالعمل استاندارد 2800 در یک سازه بتنی متکی به دیوار هرگاه در طراحی قاب و دیوار اصول شکل‌پذیری متوسط یا زیاد رعایت شده باشد سیستم مختلط محسوب خواهد شد

اما اگر در طراحی اعضا با شرایط شکل پذیری کم یا بدون شکل پذیری کار کرده باشیم سیستم قاب ساده تلقی خواهد شد.

هر دو سیستم به لحاظ مدلسازی عیناً نظیر یکدیگر می باشند و تنها تفاوت بین آنها در موارد زیر است:

۱/ زمان تعیین برش پایه اگر سیستم ساده محسوب شده باشد از ضریب رفتار مندرج در ردیف قابهای ساده استفاده می کنیم و اگر سیستم مختلط منظور شده باشد از ضریب رفتار مندرج در ردیف قابهای مختلط استفاده می کنیم

۲/ اگر سیستم مختلط محسوب شده باشد لازم است تا عدد 25 ٪ برای آن کنترل شود اما اگر سیستم ساده محسوب شده باشد نیازی به کنترل تا عدد 25 ٪ نخواهد بود.

روش های تحلیل ساختمان تحت اثر نیروهای حاصل از زمین لرزه :

۱/ تحلیل استاتیکی معادل (تحلیل تک مودی)

۲/ تحلیل دینامیکی
- طیفی
- تاریخچه زمانی

تحلیل استاتیکی:

$$V = C \cdot W$$

W → (وزن کل ساختمان شامل بارهای مرده و درصدی از بارهای زنده)

V → برش پایه (Base shear)

C → (Base shear coefficient)

$$C = \frac{ABI}{R}$$

A (شتاب مبنای طرح):

عبارت است از نسبت شتاب زلزله احتمالی طرح به شتاب ثقل، به عبارتی وقتی می‌گوییم شتاب مبنا برای طراحی سازه‌ای در یک منطقه خاص 0.35 است مفهوم آن است که می‌خواهیم سازه مورد نظر را با فرض شتابی برابر 0.35g طراحی کنیم.

منظور تعیین شتاب مبنای طرح یک راه استفاده از مقادیر معرفی شده در استاندارد 2800 است که اصطلاحاً به آن زلزله سطح طرح یا DBE (Design Base Earthquake) اطلاق می‌شود این زلزله معرف زلزله‌ای با دوره بازگشت 475 سال یا به عبارتی 10 درصد احتمال وقوع در 50 سال است).

در بعضی طرح‌ها متناسب با اهمیت و حساسیتشان با استفاده از یک علم آماری به نام تحلیل خطر یا آنالیز ریسک متناسب با وضعیت لرزه‌خیزی ساختگاه، مشخصه‌های گسل‌ها و پهنه مورد نظر و ... حداکثر شتاب احتمالی زلزله برای یک دوره بازگشت معلوم تعیین می‌گردد.

ملاک طراحی سازه قرار خواهد گرفت. به چنین زلزله‌ای اصطلاحاً MPE (Maximum Probable Earthquake) اطلاق می‌شود.

بطور مثال اگر در موردی شتاب را به فرض برابر A=0.42 دیدیم این بدان دلیل است که بدلیل بالا بودن اهمیت شتاب را بالا برده - روش دیگر گفته شده در بالا بیشتر از مقدار آیین‌نامه‌ای منظور می‌کند.

مقادیر A برای نواحی مختلف

خطر نسبی بسیار زیاد	0.35
خطر زیاد	0.3
خطر متوسط	0.25
خطر کم	0.2

I (ضریب اهمیت ساختمان) :

▨ اهمیت بسیار زیاد (بناهای ضروری) I=1.4

آن دسته از ساختمانها که ضرورت دارد پس از وقوع زلزله سرویس دهی بی وقفه داشته باشند مانند بیمارستانها، درمانگاهها، مراکز پلیس و ...

▨ اهمیت زیاد I=1.2

* ساختمانهایی که محل ازدحام و اجتماع هستند.
* ساختمانهایی که در زیر یک سقف محل تجمع بیش از 300 نفر باشند مانند مدرسه، مسجد و ...
* ساختمانهایی که تخریب آنها موجب آلودگی های محیط زیست یا گسترش حریق می‌شود مانند کارخانه‌ها یا پمپ بنزین

☒ اهمیت متوسط I= 1.0

مانند منازل مسکونی، هتلها و ...

☒ اهمیت پائین I=0.8

ساختمانهایی که بصورت موقت ساخته شده و حداکثر تا 2 سال قابل بهره برداری باشند.

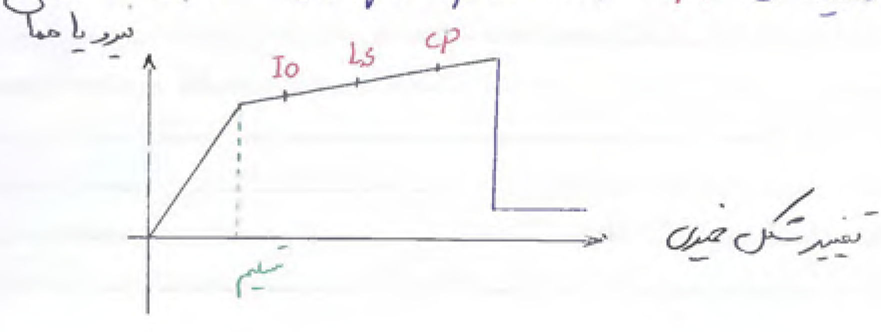
اهمیت ساختمان	I	سطح عملکرد	آئین نامه امریکا IBC
بسیار زیاد	1.4	IO	1.5
زیاد	1.2	IO	1.25
متوسط	1.0	LS	1.0
کم (پائین)	0.8	CP	1.0

سطوح اصلی عملکرد سازه ها:

1- قابلیت بهره برداری بی وقفه (IO) (Immediate occupancy) (سکونت فوری)

2- ایمنی جانی (LS) (Life Safety)

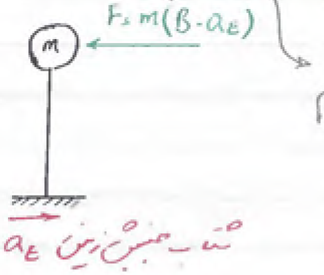
3- آستانه فروریزش (CP) (collapse prevention) (جلوگیری از فروریزش)



ضریب اهمیت یک ضریب ایمنی است و با این ضریب در واقع نیروهای وارده را بیشتر می‌کنیم تا بعد از وقوع زلزله سازه رفتار بهتری نشان دهد.

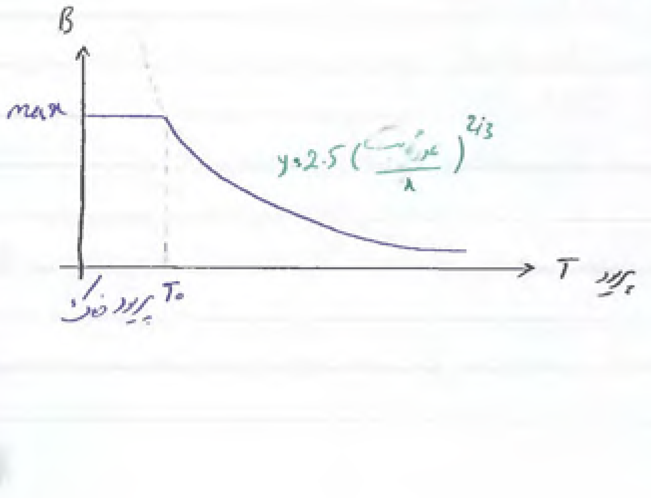
B (ضریب بازتاب) :

بیانگر پاسخ ارتعاشی یک سیستم به تحریک ایجاد شده است. در تعریفی ساده‌تر ضریب بازتاب ضریبی است که شتاب پای سازه را به شتاب در خود سازه تبدیل می‌کند. این ضریب تابعی از خصوصیت‌های ارتعاشی خود سازه و زمین زیر آن است.



می‌توان نوشت : $F= m(B\cdot a_E) \rightarrow F= W\cdot(BA)$

مربوط به ضریب بازتاب در ویرایش قدیم 2800 :

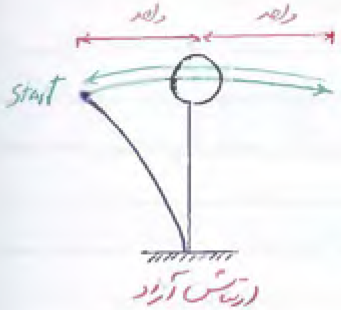


$$B= 2.5\left(\frac{T_0}{T}\right)^{2/3} \leq 2.5$$

$$0.09R \leq B \leq 2.5$$

T (زمان تناوب یا پریود) :

مدت زمان یک نوسان ، ارتعاش یا رفت و برگشت کامل در یک ارتعاش آزاد نامیرا



روابط تجربی تعیین زمان تناوب :

خمشی فولادی $0.08(H)^{3/4}$

خمشی بتن آرمه $0.07(H)^{3/4}$

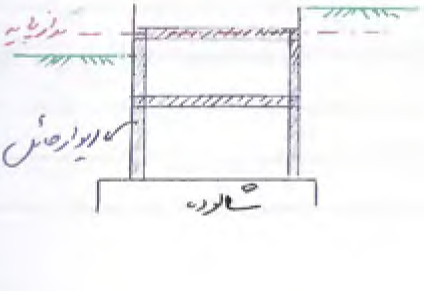
غیر از حالات فوق $0.05(H)^{3/4}$

H (ارتفاع کل ساختمان) :

عبارت است از ارتفاع کل ساختمان از تراز پایه تا Axe بالاترین تراز سقف که ممکن است خرپشته یا بام باشد
(منظور از Axe ، Axe دیافراگم بالاترین طبقه است)

تراز پایه :

طبق تعریف استاندارد 2800 تراز پایه بطور معمول سطح روی شالوده است اما در شرایطی که دیوار حائل بتن آرمه در اغلب محیط ساختمان و بطور پیوسته با تیر و ستونها اجرا شده باشد می‌توان تراز پایه را نزدیکترین تراز مجاور به زمین که بوسیله اطراف درگیر است که این دیوار با زمین اطراف ایجاد کرده است

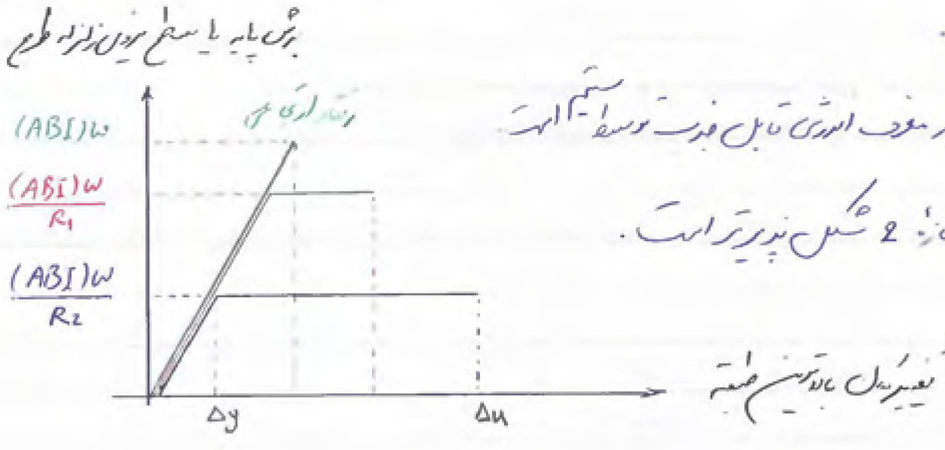


فلسفه استفاده از دیوار حائل نگهداری از خاک ریزی ساختمانهای مجاور است.

جلسه چهارم 86,2,21

R (ضریب رفتار) 3

این ضریب یک ضریب کاهش نیرو است. قصد داریم با بهره‌گیری از پتانسیل‌های غیرخطی سازه، ظرفیت پلاستیک اعضا و اضافه مقاومت موجود در آنها، سطح نیروی زلزله را به اندازه معلومی کاهش دهیم تا بدین طریق برای سازه شرایط اقتصادی ایجاد شود. بدون استفاده از ضریب رفتار یا بدون این ضریب کاهش نیرو می‌توان انتظار داشت ابعاد در اعضا به شکل غیر منطقی بزرگ شود.



سطح زیر هر نمودار معرف انرژی قابل جذب توسط سیستم است.

$R_2 > R_1$ ⇐ سازه 2 شکل‌پذیرتر است.

$$R = R_{\mu} \cdot R_{\Omega} \cdot R_{serr}$$

R_{μ}: ضریب رفتار به لحاظ شکل‌پذیری

R_{Ω}: ضریب رفتار به لحاظ اضافه مقاومت موجود در اعضا

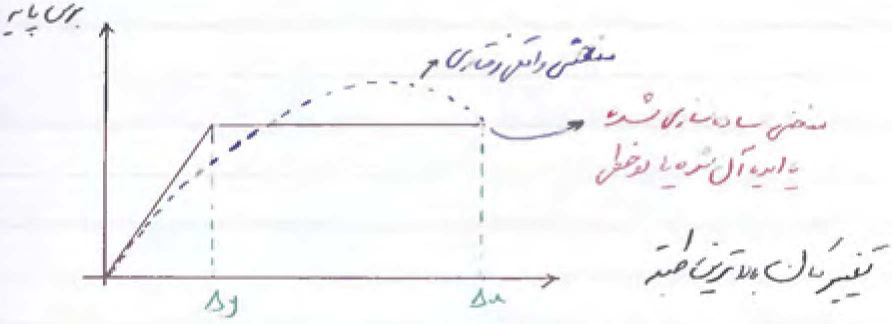
R_{serr}: ضریب رفتار برای تبدیل سطح نیرو به سطح طراحی در تنش‌های مجاز

$$\mu = \frac{\Delta u}{\Delta y}$$

همانطور که مشاهده می‌شود در نمودار بالا مساحت زیر هر نمودار با هم برابر است اما هر چه تراز الاستیک از بالا به پایین، شکل‌پذیری سازه در حال افزایش می‌باشد.

برای تعیین R_u از تحلیل غیرخطی استاتیکی استفاده می‌شود.

pushover Analysis
Static Nonlinear Analysis



منحنی رفتار غیرخطی سازه یا منحنی پوش آور
pushover curve

بعد از معلوم شدن برش پایه نوبت به توزیع آن بین طبقات می‌رسد:

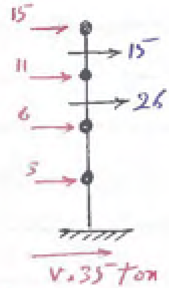
$$T \leq 0.7\,(s) \Rightarrow F_i = \frac{w_i h_i}{\sum w_i h_i} \cdot V$$

w_i : وزن هر طبقه
h_i : ارتفاع آن طبقه از تراز پایه

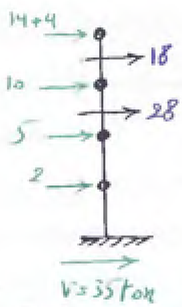
$T > 0.7\,(s)$

در حالتی که $T > 0.7(s)$ باشد لازم است در توزیع برش پایه از روش خاصی استفاده شود که به آن توزیع اثر شلاقی می‌گوییم.

$$\begin{cases} \text{نیروی بالاترین طبقه} & F_i = \left[\frac{w_i h_i}{\sum w_i h_i}\,(V - F_t)\right] + F_t \\ \text{در سایر طبقات} & F_i = \left[\frac{w_i h_i}{\sum w_i h_i}\,(V - F_t)\right] \end{cases}$$



بدون اثر شلاقی

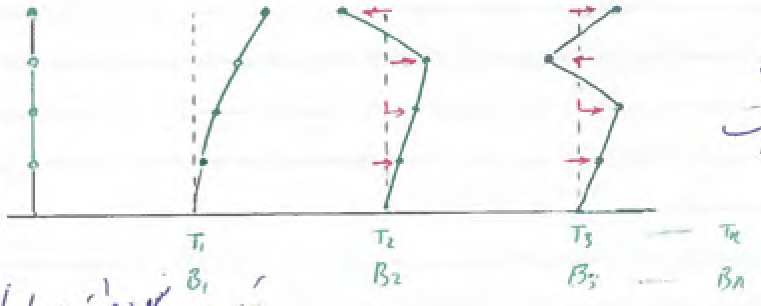


با اثر شلاقی

زمانی که اثر نیروی شلاقی را لحاظ می‌کنیم همه اعضا بیشتر می‌شود چون برش هر طبقه بیشتر از حالت قبل خواهد شد

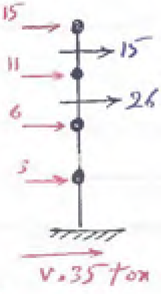
هدف از لحاظ کردن نیروی شلاقی در محاسبات چیست؟

بعلت جبران اثرات مودهای بالاتر که از اثرات آنها در تحلیل استاتیکی صرف نظر شده است در مواردی که اثر مودهای بالاتر قابل صرف نظر کردن نباشد و مقدار قابل ملاحظه‌ای به خود اختصاص دهد با وارد کردن نیروی شلاقی تا حدی اثرات مودهای بالاتر را در محاسبات لحاظ می‌کنیم.

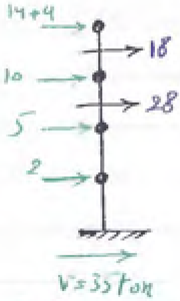


توزیع و نحوه نیرو در طبقات برای این اشکال در هر حالت حالت خاصی دارد

هر کدام از این اشکال معرف یکی از انواع حالتها و مودهای ارتعاشی سازه است که به هر کدام اصطلاحاً یک مود ارتعاشی (vibration mode) می‌گوییم



بدون اثر نیروی شلاقی

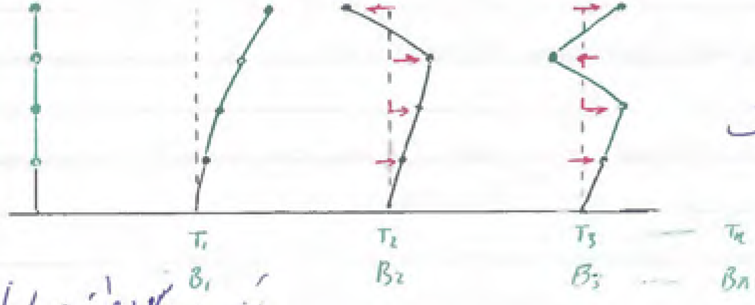


با اثر نیروی شلاقی

زمانی که اثر نیروی شلاقی را لحاظ می‌کنیم نیروی اعضا بیشتر می‌شود چون برش هر طبقه بیشتر از حالت قبل خواهد شد

هدف از لحاظ کردن نیروی شلاقی در محاسبات چیست؟

بعلت جبران اثرات مودهای بالاتر که از اثرات آنها در تحلیل استاتیکی صرف نظر شده است در مواردی که اثر مودهای بالاتر قابل صرف نظر کردن نباشد و مقدار قابل ملاحظه‌ای به خود اختصاص دهند با وارد کردن نیروی شلاقی تا حدی اثرات مودهای بالاتر را در محاسبات لحاظ می‌کنیم.



هر کدام از این اشکال معرف یکی از انواع مشخصه دوره‌ای ارتعاشی سازه است که هر کدام اصطلاحاً یک مود ارتعاشی (vibration mode) می‌گوییم.

بیشتر در طبقات بالا
[illegible] این اشکال [illegible]
حالت [illegible] دارد

$$\text{نیروی نهایی} = \sqrt{F_{mod_1}^2 + F_{mod_2}^2 + \dots}$$

20 1.2 0.3

20 10 4

دستورالعمل افزایش زمان تناوب:

در آیین نامه عنوان شده است بجای استفاده از روابط تجربی در تعیین زمان تناوب می‌توان مقدار آن را براساس یک تحلیل دقیق و متناسب با شرایط ارتعاشی سیستم سازه‌ای تعیین کرد. (منظور همان زمان تناوب مد اصلی [illegible] است) اما به هر حال نباید این زمان تناوب از 1.25 برابر زمان تناوب حاصل از روابط تجربی بیشتر اختیار شده باشد.

$$T_{\text{نهایی}} = \min(1.25\, T_{\text{تجربی}} ,\ T_{mod_1})$$

در تعیین ضریب بازتاب (B) و برش پایه طرح همواره از T اصلاحی استفاده می‌کنیم تا بطور نسبی بتوان تا حدی سطح نیرو را تقلیل داده و شرایط مناسبتری ایجاد کرد.

اگر شرایطی باشد که بطور مثال $T=0.6$ باشد وضعیت زیر رخ دهد

$T_{\text{پایه}} < 0.7$

$T_{\text{پایه}} = 0.6$ $T_{\text{اصلاحی}} = 1.25(0.6) = 0.75$

$T_{\text{اصلاحی}} > 0.7$

در چنین حالتی نیروی شدیدی لحاظ نمی‌شود چون پریود پایه ملاک عمل می‌باشد.

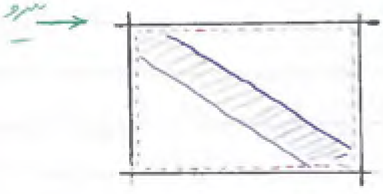
نکته : از T اصلاحی فقط در محاسبه ضریب بازتاب (B) استفاده می‌کنیم ولی در سایر موارد از T آیین‌نامه استفاده می‌کنیم

پیوست ۲ (۲۸۰۰) : چنانچه جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قابها ایجاد نمایند،

مقدار T برابر با ۸۰ درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته می‌شود (قابهای خمشی)

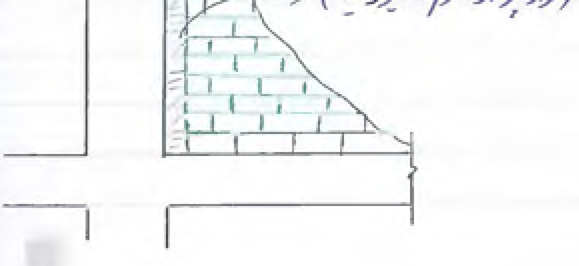
مورد استفاده این بند در شرایطی است که سختی و مقاومت میانقابها حساب نشود لذا باید در دخیل کردن میزان قیمت و ظرفیت با بررسی آنها محاسبه گردد

بنابر مشکلاتی که در محاسبه سختی و مقاومت میانقابها وجود دارد از این بند استفاده می‌کنیم



میانقابها در هنگام وقوع زلزله مانند عضو مهاربندی عمل می‌کنند

نکته : در مبحث طراحی متداول اصرار می‌شود که از چسب کردن دیوار روی ستون خودداری کرد و یک فاصله حدود ۴ تا ۵ سانتیمتری بین دیوار و ستون ایجاد کرد تا سازه در هنگام زلزله رفتار بهتری داشته باشد.



خرپشته‌ها:

در صورتی که وزن خرپشته از 25٪ وزن بام کوچکتر باشد سعی می‌گردد از اثر ارتفاع خرپشته در تعیین زمان تناوب صرفنظر شود در ضمن هیچ نیروی زلزله جداگانه‌ای به خرپشته تعلق نخواهد گرفت اما اگر وزن خرپشته از 25٪ وزن بام بیشتر باشد لازم است عیناً مثل یک طبقه با آن برخورد شود یعنی در تعیین زمان تناوب سازه ارتفاع خرپشته نیز در نظر گرفته شود و در ادامه زمان توزیع برش پایه بین طبقات، خرپشته نیز مشارکت می‌کند در چنین حالتی اگر سازه مشمول توزیع بار شلاقی شده باشد F_t به خرپشته اعمال خواهد شد.

جلسه پنجم 86,2,27

بارهای ثقلی (مبحث ۶ مقررات ملی) :

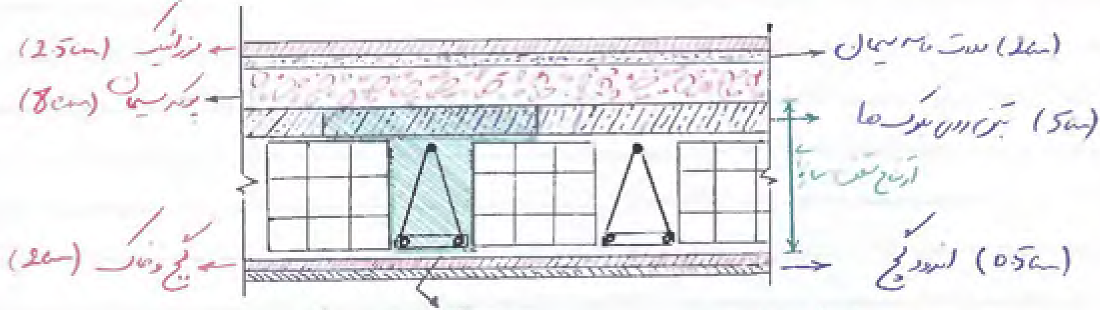
■ بارهای مرده Dead Load

براساس دیتیلها و وزن مخصوص مصالح مصرفی در آنها تعیین می شود.

■ بارهای زنده Live Load

براساس کاربری و جدول مقادیر بارهای زنده در مبحث ۶ قابل دسترسی است.

سقف تیرچه بلوک - دیتیل طبقات :


(2.5cm) موزائیک
(8cm) پوکه سیمان
(2cm) گچ و خاک
ملات ماسه سیمان (2cm)
(5cm) بتن روی بلوک ها
ارتفاع سقف سازه
(0.5cm) اندود گچ

[illegible] سقف یا (Ribbed slab) عنصر باربر این سقف یک تیر T شکل است.

موزائیک	$0.025 * 2250 = 56.25$ kg
ملات ماسه سیمان	$0.02 * 2100 = 42$ kg
پوکه سیمان	$0.08 * 1300 = 104$ kg
بتن سطح روی بلوکها	$0.05 * 2500 = 125$ kg
تیرچه ها	$2(0.1 * 0.25) * 2500 = 125$ kg
بلوکها	$8 * 8$ kg $= 64$ kg
گچ و خاک	$0.02 * 1600 = 32$ kg
اندود گچ	$0.005 * 1300 = 6.5$ kg

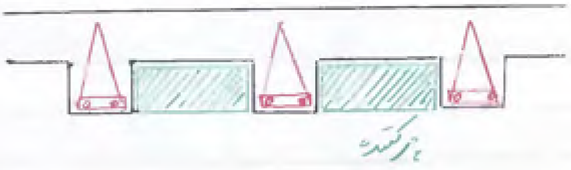
$\simeq 550$ kg/m²

وزن یک متر مربع از سقف تیرچه بلوک با دیتیل بالا

مشکل دال‌ها بالاخص با ضخامت‌های زیاد:

* وزن دال و بعبارتی بار مرده طرح مقادیر زیادی می‌شد

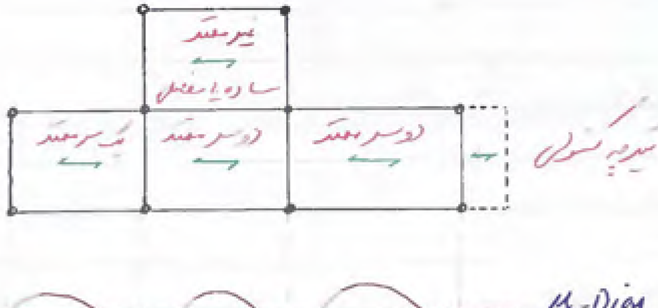
با شکل جدید مشکل وزن زیاد حل شد اما:



1) صعوبت قالب بندی

2) ظاهر نامناسب زیر سقف

در ابتدا از پلاستوفوم برای پرکننده استفاده می‌شد اما بعداً بدلیل تهیه سخت و هزینه بالای این نوع پرکننده ترجیح دادند از بلوک‌های سفالی یا سیمانی استفاده شود.


غیر ممتد
ساده یا منفصل
یک سر ممتد
دو سر ممتد
دو سر ممتد
تیرچه کنسول
M-Diag

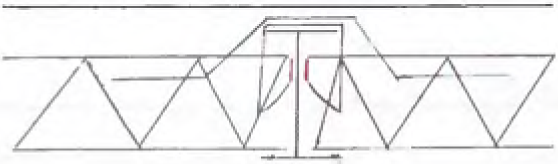
نمایش یکی از همین تیرچه‌ها ممتد روی چند تکیه‌گاه. که حمال پوترهای بتنی هستند مقطع تیر T شکل است.

شرایط ممتد محسوب شدن:

1) ممتد بودن در چشمه‌ی بعد به لحاظ تیرریزی

2) لازم است در محل تکیه‌گاه‌ها آرماتور منفی حداقل با اندازه ممان منفی محتمل در وجه فوقانی مستقر شده باشد.

در محل تکیه‌گاه‌ها لنگر منفی داریم در این لنگر وجه فوقانی در کشش است و لذا آرماتورهای اصلی این تیرها بایستی در وجه فوقانی مستقر شوند.



در سازه‌های فولادی لازم است تیرچه به پل تکیه‌گاهی‌اش دوخته شود.

هدف از این کار ایجاد یکپارچگی سقف و انسجام تیر با سقف است و در این حالت تیرچه‌ها ممتد محسوب می‌شوند.

منظور از ممتد بودن این است که تیرچه‌ها را بتوان با هم یکپارچه کرد در نتیجه جهت تیرریزی احتیاج دارد

روابط تعیین ضخامت در سقف‌های تیرچه بلوک (فصل ۱۴ آبا) :

رفتار تیرچه	ساده	یک سر ممتد	دو سر ممتد	کنسولی	...
t_{min}	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$	...

مثال : حداقل ضخامت سقف تیرچه بلوکی که دهانه آن ۶ متر است را بدست آورید.

$l_{max} = 6m$ $\qquad$ $t_{min} = \frac{600^{cm}}{20} = 30cm \quad (25+5)$

چند نکته در مورد سقف‌های تیرچه بلوک:

۱/ مطابق با دستورالعمل نشریه ۸۲ و همچنین ضوابط فصل ۱۰ آبا حداقل ضخامت بتن رویه برابر 5cm مقرر می‌گردد در ضمن نشریه ۸۲ مضافاً مقرر می‌دارد نبایستی ضخامت بتن رویه از 1/12 فاصله محور تا محور ۲ تیرچه مجاور کمتر باشد.

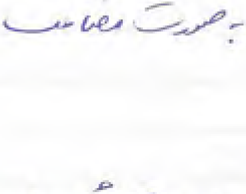
2/ طبق ضوابط نشریه ۸۲ حداکثر طول مجاز برای تیرچه‌های معمولی برابر 8m می‌باشد که البته خود این نشریه توصیه می‌کند طول حداکثر به 7m محدود گردد در صورت تجاوز طول تیرچه‌ها از این حدود لازم است از تیرچه پیش تنیده یا همان تیرچه‌های معمولی به صورت مضاعف (تیرچه دوبل) استفاده شود.

3/ حداکثر فاصله محور تا محور ۲ تیرچه مجاور طبق ضوابط نشریه ۸۲ نبایستی بیش از 75cm باشد.

4/ در عرف طراحی بعضاً عنوان می‌شود زمانی که بار زنده سقف‌ها مقادیر بزرگی داشته باشد (حدود 500 kg/m² و بیشتر نظیر پارکینگ‌ها، انبارها و ...) ترجیح دارد از تیرچه دوبل کمک گرفته شود.

انواع بلوک‌ها:

۱. بلوک‌های سفالی



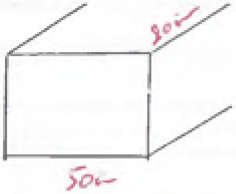
ارتفاع عرف 20 و 25cm

وزن عرف در طراحی 7 تا 8kg

عرض جان تیرچه‌ها (بطور معمول) 10cm

بنابراین ۸ عدد بلوک در یک متر مربع سطح خواهیم داشت: 8×8 = 64 kg/m² بلوک

2. بلوک های سیمانی



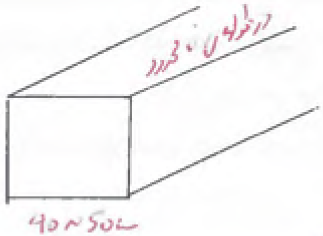
ارتفاع عرف 20,25 cm

وزن عرف در طول 12 kg

عرض جان تیرچه ها 12.5 cm

وزن بلوکها در هر متر مربع سطح $7.5 \times 12 = 90\ kg/m^2$ (تعداد بلوک ها)

3. بلوک های پلاستوفوم (یونولیتی)



ارتفاع 20,25,30 cm

وزن بلوکهای یونولیتی $4\ kg/m^2$ (تقریبا در متر مربع) می باشد.

محاسن بلوکهای یونولیتی:

1/ وزن ساختمان بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته می‌توان انتظار سبک شدن سایر اعضا را داشت.

2/ جلوگیری از پرت و کم شدن بتن در فضای مجوف سایر بلوکها.

3/ جلوگیری از جذب شیره بتن که در بلوکهای دیگر اتفاق می افتد.

4/ سرعت بالاتر اجرا و نیز اجرای راحت‌تر.

انواع پرکننده‌ها:

۱/ پوکه معدنی 600 kg/m³

۲/ پوکه سیمان 1300 kg/m³

۳/ خرده آجر و سفال 1500 kg/m³

۴/ خاک و نخاله ساختمانی 1800 kg/m³

پوکه سیمان درواقع همان پوکه معدنی است که با ماسه و سیمان مخلوط شده تا تثبیت شد و اجرای کار

بار معادل تیغه‌بندی (بار تیغه یا پارتیشن بندی) + وزن یک متر مربع سقف = بار مرده هر متر مربع سقف

نحوه تعیین بار معادل تیغه بندی:

ارتفاع مفید طبقه * وزن متر مربع تیغه = بار هر متر طول تیغه

طول کل تیغه‌ها در پلان * بار هر متر طول تیغه = وزن کل حاصل از تیغه‌ها

$\frac{\text{وزن کل تیغه‌ها}}{\text{مساحت مفید کف}}$ = بار معادل تیغه‌بندی

لازم است حداقل‌ها تیغه‌ها کنترل شود.

حداقل تیغه بندی	وزن متر مربع تیغه
50	<40
100 ✓	>40

مساحت مفید کف = مساحت کل پلان − (راه پله، نورگیر و ...) مساحت فضاهای خالی

نکته آیین نامه ای:

بار تیغه بندی $< 275\ (DN/m^2) = kg/m^2$

لازم است اثر بار تیغه‌ها در همان محل واقعی خودشان در نظر گرفته شود.

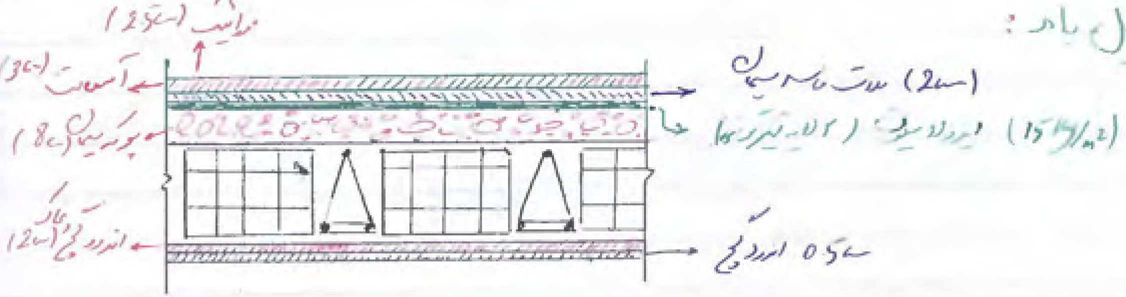
بار تیغه بندی $< 275\ kg/m^2$

در این حالت اثر بار تیغه‌ها بصورت یک بار گسترده شده یکنواخت روی کل کف توزیع شده (همان بار معادل تیغه‌بندی)

تبصره: اگر وزن بار تیغه‌بندی تیغه‌ها $275 >$ بار تیغه بندی > 150 باشد باید یک بار نیز در محاسبه وزن تیغه‌ها، تیغه‌ها در محل خودشان اثر داده شده و در محاسبه شوند.

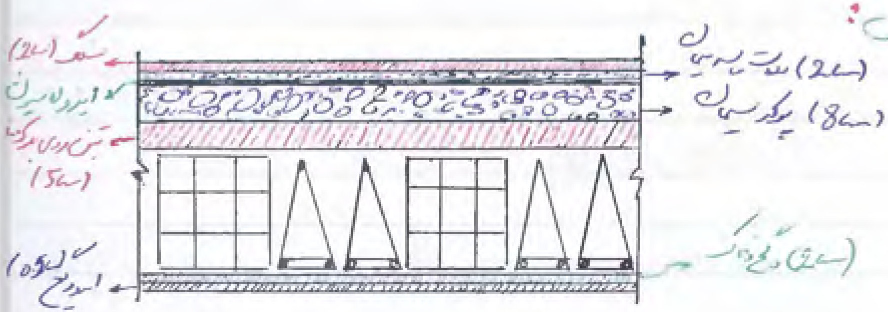
بنابراین، وزن مرده تیرچه بلوک سقف $= 550 + 100$ (بار معادل تیغه‌بندی) $= 650\ kg/m^2$

دیتیل بام:


موزائیک (2.5cm)
آسفالت (3cm)
پوکه سیمانی (8cm)
اندود گچ و خاک (2cm)
ملات ماسه سیمان (2cm)
اندود قیر (2 لایه قیر و گونی) (15 kg/m²)
0.5 cm اندود گچ

وزن یک مترمربع سقف بام $= 550 + 15 = 575\ kg/m^2$

پارکینگ با تیرچه دبل:



سنگ (2cm)
عایق ایزولاسیون
بتن روی بلوکها (5cm)
اندود گچ (0.5cm)
ملات ماسه سیمان (2cm)
پوکه سیمان (8cm)
گچ و خاک (2cm)

سنگ $0.02 \times 2500 = 50\ kg/m^2$

ملات ماسه سیمان $0.02 \times 2100 = 42\ kg/m^2$

ایزولاسیون (دو لایه قیرگونی) $= 15\ kg/m^2$

پوکه سیمان $0.08 \times 1300 = 104\ kg/m^2$

بتن سطح روی بلوکها $0.05 \times 2500 = 125\ kg/m^2$

تیرچه دبل $2 \times 2(0.1 \times 0.25) \times 2500 = 250\ kg/m^2$

بلوک سفالی 6 $6 \times 8\ kg = 48\ kg/m^2$

گچ و خاک $0.02 \times 1600 = 32\ kg/m^2$

اندود گچ $0.005 \times 1300 = 6.5\ kg/m^2$

متر مربع پارکینگ $675\ kg/m^2$

سقف کرمیت: (تیرچه‌های فلزی)

تنها جنس این سقف‌ها بتن‌های بالای آن‌ها می‌باشد.

موزاییک $0.025 \times 2250 = 56.25\ kg/m^2$

ملات ماسه سیمان $0.02 \times 2100 = 42\ kg/m^2$

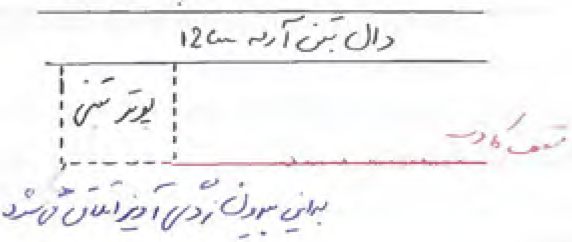
پوکه سیمان $0.08 \times 1300 = 104\ kg/m^2$

بتن سطح $0.12 \times 2500 = 300\ kg/m^2$

سقف کاذب $50\ kg/m^2$

$\simeq 550\ kg/m^2$

دالهای بتن آرمه:

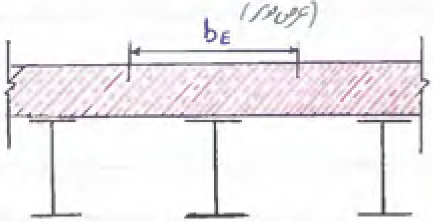


ماسه بتن
دال بتن آرمه 12cm
تیر بتنی
سقف کاذب
برای سوزن زدن آتش‌نشانی می‌شود

جلسه ششم 86,2,28

سقف مرکب فولاد و بتن (کامپوزیت):

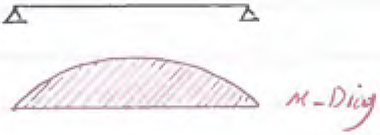
Metal Deck & Steel Deck (composite)



علت اصلی بهره‌گیری از ایده تلفیق فولاد و بتن:

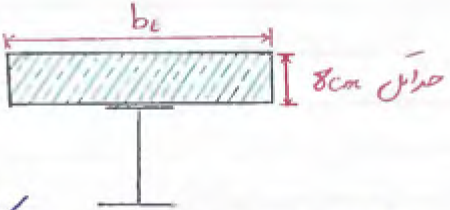
علت آن افزایش باربری به دلیل لانه زنبوری شدن مقطع که منجر به کاهش قابل ملاحظه وزن آهن مصرفی در حفره‌ها می‌شود.

تیر دو سر مفصل:



همواره تحت لنگر مثبت است.

وجه فوقانی در فشار، و وجه تحتانی در کشش است.

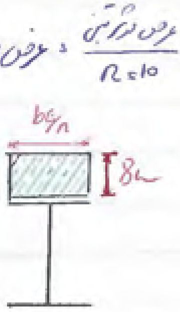


مقطع باربر مورد نظر (پروفیل فولادی و بتن در عرضی که با فولاد رفتار هماهنگ دارد.)

می‌خواهیم اساس مقطع و ظرفیت مقطع بالا را بدست آوریم.

لازم است از قانون مقطع معادل کمک گرفته شود $n = \frac{E_s}{E_c} \simeq 10$

$\frac{\text{عرض موثر بتن}}{n=10}$ = عرض موثر از جنس فولاد



بتن در عرض موثر عملاً مشابه یک ورق تقویتی فلنجی به ضخامت

حداقل 8cm می‌ماند.

وجود این شبکه ورق موجب افزایش قابل ملاحظه ظرفیت باربری مقطع می‌شود.

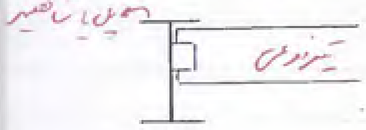
نتیجه: با بهره‌گیری از این ایده امکان تحمل بارهای سنگین به کمک پروفیل‌های سبک (قیاس نسبی) فراهم می‌شود.

ملاحظات دیگر:

* به لحاظ عملکرد دینامیکی وضعیت بهتری نسبت به سایر سقف‌های مصطلح در سازه‌های فولادی دارد.

* وزن آنها کم است. یکی از دلایل امکان حذف پوکه‌ها است البته به جز بام و پارکینگ برای شیب‌بندی

* در ساختمان‌هایی که ارتفاع پل‌ها زیاد می‌باشد ترجیح داده از این سقف استفاده می‌شود.



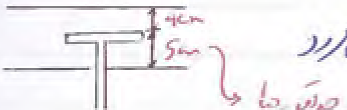
به شدت اصرار داریم تیرهای فرعی سقف کامپوزیت را لانه زنبوری بگیریم.

IPE 14
IPE 16
CPE 14
IPE 18
CPE 16

ترتیب استفاده از پروفیل جهت تیرها لانه زنبوری ⇐

* در کنار این حسن امکان اجرای راحت‌تر تأسیسات در فضای زیرین سقف نیز فراهم می‌شود.

در تیرهای فرعی لانه زنبوری شده هیچ‌یک از سوراخ‌ها را پر نمی‌کنیم چون بتن روی بال تیر باعث جلوگیری از کمانش جان می‌شود و بتن باعث افزایش ظرفیت مقطع می‌شود.



زمانی می‌توان از برشگیرها استفاده نکرد که خود بال بالایی در بتن مدفون گردد

محاسبه وزن سقف کامپوزیت با فرض ضخامت بتن ۱۵ سانتی‌متر ؟

موزائیک $0.025 * 2250 = 56.25\ kg/m^2$

ملات ماسه سیمان $0.02 * 2100 = 42\ kg/m^2$

بتن $0.10 * 2500 = 250\ kg/m^2$

دو عدد پروفیل 16 در هر متر مربع $2 \times 15.8 = 31.6\ kg/m^2$

سقف کاذب $50\ kg/m^2$

$430\ kg/m^2$ وزن هر متر مربع سقف

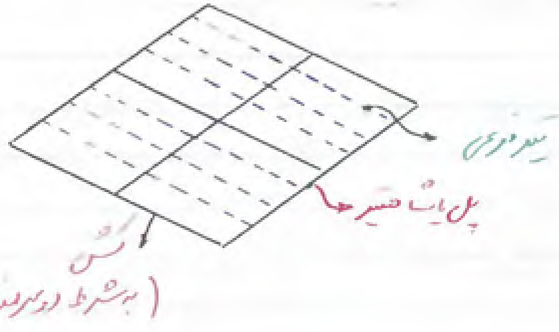
وزن سقف کاذب با ملات ماسه سیمان $75\ kg/m^2$

وزن سقف کاذب با تور و گچی $50\ kg/m^2$

بار مرده متر مربع سقف $= 430 + 100 = 530\ kg/m^2$

بار مرده سقف آخر (بام) کامپوزیت $= 430 + 15 + 105 = 550\ kg/m^2$

پوکه سیمان   قیر و ایزو



پخش بارها را فقط در تیرهای فرعی انجام می‌دهیم و از اثر آن روی پل ها صرف نظر می‌کنیم.

دیوارها :

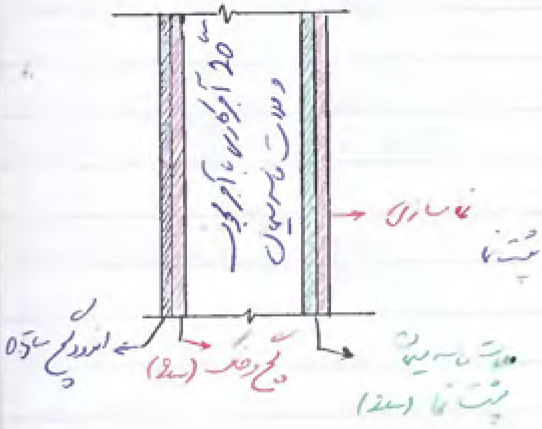
۱/ دیوارهای محیطی | نما / غیرنما

۲/ تیغه‌ها (جداکننده‌ها)

۳/ دیوار زیرزمین

اجرا	آیین‌نامه
✓ سفال تیغه	آجر مجوف
آجر ماشینی (۱۵ سوراخ)	آجر سفال

دیوار محیطی نما:


20 سانت آجر یا آجر فوم
نما سازی
اندود گچ 0.5 سانت
گچ و خاک (2 سانت)
ملات ماسه سیمان پشت نما (2 سانت)

آجرهای ... $0.2 \times 850 = 170\ kg/m^2$

گچ و خاک $0.02 \times 1600 = 32\ kg/m^2$

اندود گچ $0.005 \times 1300 = 6.5\ kg/m^2$

ملات ماسه و سیمان پشت نما $0.02 \times 2100 = 42\ kg/m^2$

نما $50\ kg/m^2$

وزن یک متر مربع دیوار $\simeq 300\ kg/m^2$

(با فرض کف تا کف 3 متر) بار گسترده طول دیوارهای محیطی نما $= 300 * \underbrace{(3 - 0.3)}_{\text{ارتفاع مفید}} * (1 - \underbrace{30\%}_{\text{بازشو}})$

بار گسترده طول دیوارهای نما (طبقات) $\simeq 600\ kg/m$

جان پناه بام $300 * 0.8 = 240\ kg/m \simeq 250\ kg/m$

دیوار محیطی غیر نما:

وزن دیوار محیطی غیر نما = وزن نما − وزن دیوار محیطی نما

$300 - 50 = 250\ kg/m$ بار گسترده طول دیوارهای محیطی غیر نما $250 * (3 - 0.3) = 675\ kg/m$

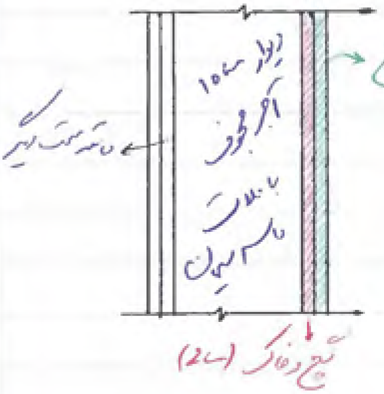
بار گسترده طول دیوارهای غیر نما	
طبقات	$700\ kg/m$
جان پناه	$200\ kg/m$

در ساختمانهای بتنی ارتفاع مفید دیوار را با فرض اینکه ارتفاع تیرها به طور میانگین 40cm باشد محاسبه می‌کنیم به طور مثال

$3.30 - 0.4 = 2.90\,m$

ارتفاع کف تا کف — ارتفاع تیر

تیغه‌ها:

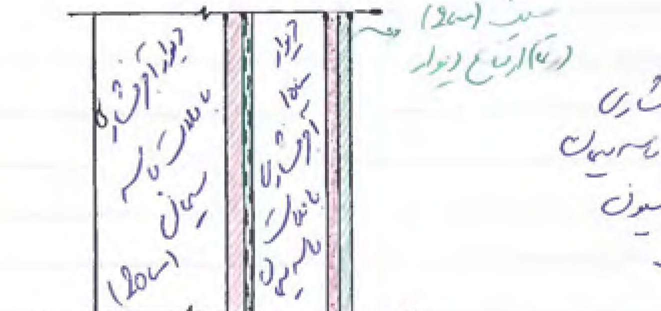

دیوار 10cm آجر مجوف با ملات ماسه سیمان
نازک کاری گچ
(0.5cm) اندود کاشی
گچ و خاک (2cm)

دیوار آجری $0.1 * 850 = 85\ kg/m^2$

$$2\begin{bmatrix}0.02 * 1600\\ 0.005 * 1300\end{bmatrix} = 77\ kg/m^2$$

$165\ kg/m^2 < 275\ kg/m^2$

دیوار زیر زمین:


دیوار آجر فشاری با ملات ماسه سیمان (20cm)
دیوار 10cm آجر فشاری با ملات ماسه سیمان
سنگ (2cm) (تا ارتفاع دیوار)
دوغاب سیمان (2cm)
ایزولاسیون
ملات ماسه سیمان (3cm)

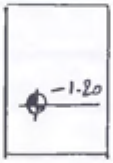
آجرکاری فشاری $(0.2 + 0.1) * 1850 = 555\ kg/m^2$

ملات ماسه سیمان $(0.02 + 0.03) * 2100 = 105\ kg/m^2$

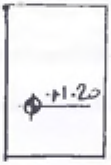
ایزولاسیون $15\ kg/m^2$

سنگ $0.02 * 2500 = 50\ kg/m^2$

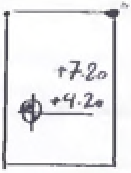
$725\ kg/m^2$



پلان زیرزمین



پلان سقف اول

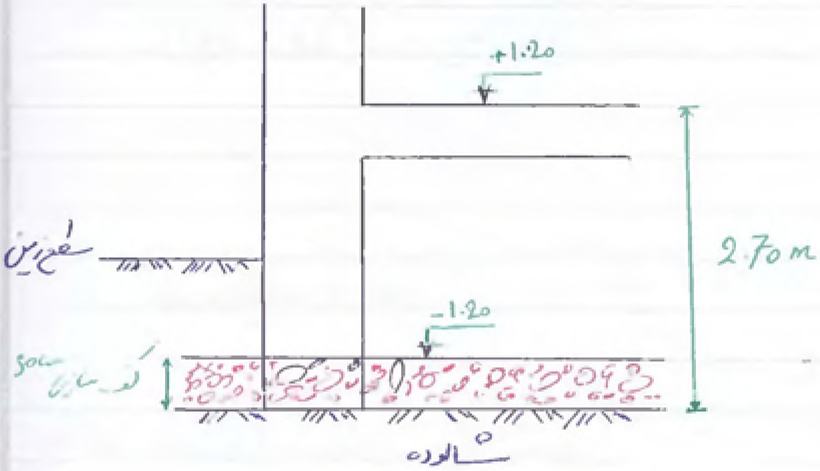


پلان تیپ طبقات

تمام شده معماری

روی سقف سازه‌ای (مثلاً روی تیر سقف) .

حداقل ارتفاع برای نورگیری زیرزمین برابر ۹۰ سانتی‌متر می‌باشد .


+1.20
2.70 m
سطح زمین
-1.20
50cm
کف سازی
شالوده

جلسه هشتم 86,3,3

بارهای زنده Live Load :

براساس کاربری ساختمان از جدول بارهای زنده مندرج در مبحث 6 قابل تعیین است.

کاربری	بار زنده
مسکونی	200 kg/m^2
پارکینگ خودروهای سبک (وزن کمتر از 2500)	500 kg/m^2
کنسول ها که بصورت بالکن استفاده می شوند	حداقل به اندازه بار زنده کف مجاور ولی از 300 کمتر اختیار نشود
بام { بار زنده جدولی	150 kg/m^2
بار برف	P_r

هر کدام بزرگتر بود ملاک محاسبات قرار می گیرد.

محاسبه بار برف :

$$P_r = C_s \cdot P_s$$

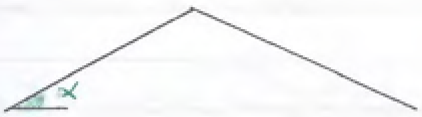
P_r : شدت بار برف در سطح افقی

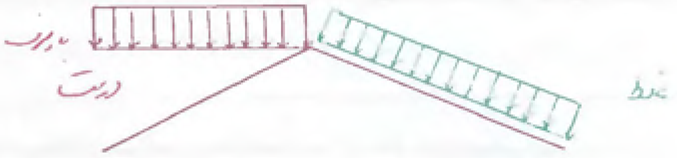
C_s : ضریب اثر شیب

P_s ← شدت بار برف مبنا

براساس شرایط آب و هوایی ساختگاه از مبحث 6 بدست می آید.

منطقه آب و هوایی	شدت بار مبنا (DN/m²)
مناطق با برف بسیار زیاد (کوهستانی)	200
زیاد (سردسیر)	150
متوسط (معتدل)	100
کم (گرمسیر)	25



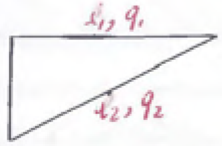


$\alpha \leqslant 15^\circ \qquad C_s = 1$

$15 < \alpha \leqslant 60 \qquad C_s = 1 - \frac{\alpha - 15}{60}$

$\alpha > 60 \qquad C_s = 0.25$

بار برفی که بدست می‌آید به صورت افقی می‌باشد ودر شرایطی که سقف شیب دار است باید این بار به صورت مایل تبدیل گردد برای این کار به صورت زیر عمل می‌کنیم.



$$q_1 l_1 = \downarrow q_2 \, l_2 \uparrow = \text{Const} \qquad \boxed{q_2 = q_1 \cos\alpha}$$

اگر سازه غیر مسکونی باشد مانند سوله، تحمل ذخیره بار برف تعیین شده است و محاسبات را براساس بار برف انجام می‌دهیم نه بار زنده.

ETABS

Grid line : ابتدا هندسه سازه را معرفی می‌کنیم و تعداد محورها و فاصله طبقات و ... را تعریف می‌کنیم. با استفاده از Grid line سازه را شبیه‌سازی می‌کنیم.

Reset Toolbars : کل آیکن‌ها را می‌توان به صورت استاندارد نرم‌افزار برگرداند.

options → Reset toolbars

تعداد پنجره‌ها را می‌توان به دلخواه تغییر داد

options → windows | پنج حالت دارد

به فلش که روی صفحه می‌بینید pointer می‌گویند.

🗋 New Model : با استفاده از این آیکن امکان مدلسازی یک پروژه جدید فراهم می‌شود، زمانی که روی این آیکن کلیک می‌کنیم صفحه‌ای باز می‌شود که به موجب آن اطلاعات Gridها به برنامه معرفی می‌شود.

📂 open : با کلیک روی این آیکن امکان بازخوانی اطلاعات فایلی که قبلاً مدلسازی شده وارد صفحه خواهد شد

💾 Save : با کلیک روی این آیکن اطلاعاتی که تا زمان مورد نظر به برنامه معرفی شده ذخیره‌سازی می‌شود. (Save می‌شود.)

Print Graphic : با کلیک روی این آیکن می‌توان از وضعیت ظاهری یا گرافیکی سازه در پنجره فعال پرینت گرفت.

print : با کلیک روی این آیکن می‌توان از اطلاعات مدل شامل اطلاعات اولیه مدل‌سازی، نتایج تحلیل و اطلاعات طراحی پرینت متنی تهیه کرد.

Undo : پس گرفتن انجام

Redo : دوباره انجام دادن دستور undo شده (تا سه مرحله)

Refresh window : برطرف کردن Bag های برنامه و updat کردن فایل و آخرین تغییرات تاثیر فایل را برطرف می‌کنند.

Lock / unlock : Lock : قفل بسته   unlock : قفل باز

انواع قفل در برنامه :

1/ قفل اختیاری : این قفل توسط کاربر اعمال می‌شود و شماتیک است (عملاً کاربردی ندارد)

2/ قفل غیر اختیاری : توسط برنامه به طور خودکار بعد از هر دستور تحلیل .

برنامه این آیکن را به خاطر حالت دوم تعبیه کرده است.

اگر قفل بسته باشد هیچگونه edit و یا تغییری نمی‌توان روی سازه انجام داد.

درصورت شکستن قفل پس از تحلیل نرم‌افزار نتایج تحلیل را پاک می‌کند.

Run Analysis : (F5) این دستور سازه مورد نظر را تحلیل می‌کند.

Run Static Analysis (pushover) : تحلیل غیرخطی استاتیکی

: تحلیل غیرخطی مرحله به مرحله سازه (در حال اجرا)

Rubber Band Zoom : بزرگ نمایی موضعی

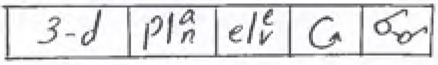
Restore Full View : کل سازه را نمایش می‌دهد.

Restore Preview Zoom : Zoom حالت قبلی، آخرین شکلی را که در حافظه دارد نمایش می‌دهد.

Zoom In : کل سازه را step به step بزرگ می‌کند.

Zoom Out : کل سازه را step به step کوچک می‌کند.

Pan : قابلیت جابجایی تصویر



3d : نمایش مدل سه بعدی سازه در پنجره فعال

plan : نمایش پلان طبقه درخواستی در پنجره فعال

: نمایش قابهای قرارگرفته در Axe های مختلف

Rotation : زمانی روشن است که پنجره مدل در فرم 3-D باشد جهت چرخش سازه در جهتهای مختلف

Perspective : فرم دیگری از نمایش سه بعدی سازه (نمایش سه بعدی مخصوص از طبقه در حالت پلان)

طبقه مورد نظر را در حالت perspective قرار داده سپس Rotate می‌کنیم و طبقه مورد نظر

را می‌توان به صورت خصوصی و جداگانه رؤیت نمود. (برای کنترل بارگذاری کاربرد دارد.)

↑↓ : وقتی پلان طبقه ای را بالا می‌آورید می‌توان با این فلش ها به سمت بالا و پائین رفت.

Object shrink : آیکنی برای چک کردن مدلسازی است. با اعمال این دستور

اعضای سازه بصورت مجزا به نمایش در می‌آید.

☑ Set Building view options : (دستور چک مارک) تنظیمات دید سازه

Summary Report : اطلاعات چیده شده (خلاصه گزارش)

Analysis output : خروجی های آنالیز

جلسه هشتم 86,3,9

انواع المان ها و اعضا در مدل سازی :

1, عناصر گره ای یا موضوعات گره ای   Point object / joint / point

یک مجموعه تک عضوی که تنها عضو آن گره ها می باشند.

2, عناصر خطی   Line object / Frame / Line

عناصر میله ای | تیر، ستون، مهاربند   اعضایی که نسبت طول آن به مقطعشان بسیار زیاد است.

3, عناصر سطحی   Area object / shell / Area

عناصر سطحی | دیوارهای برشی، سقف ها   نسبت طول و عرض آن به ضخامتشان بسیار زیاد است.

مجموعه آیکنهای مدل سازی عناصر خطی :

مدل کردن یک عنصر خطی با کلیک در محل ابتدا و انتهای آن.

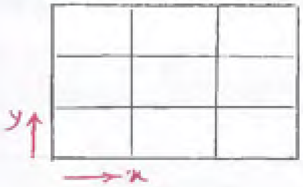
مدل کردن یک عنصر خطی با یک کلیک روی خط Grid آن.

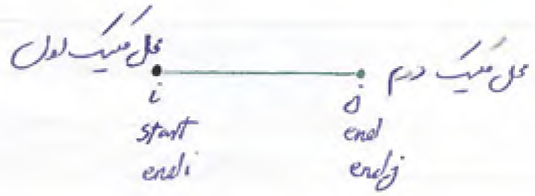
فقط مدل کردن ستونها در مد پلان.

فقط مدل کردن تیرریزی فرعی داخل چشمه های سقف در مد پلان

فقط مدل کردن بادبندها در مد elevation

⧅ : Draw Line





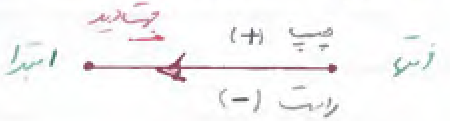
نکته : قرارداد می‌کنیم المان‌ها را در جهت x از سمت چپ به راست بکشیم.

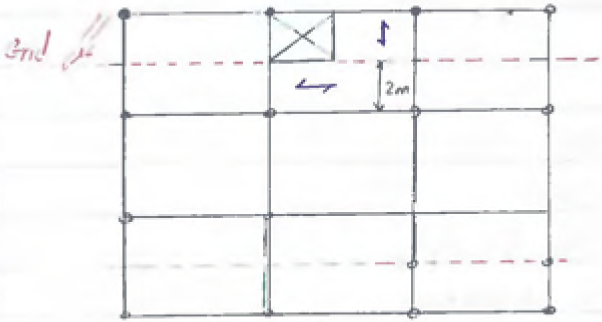
برای قطع و شروع مجدد می‌توان : ۱/ تک کلیک راست ۲/ دبل کلیک چپ ۳/ Enter ۴/ ESC

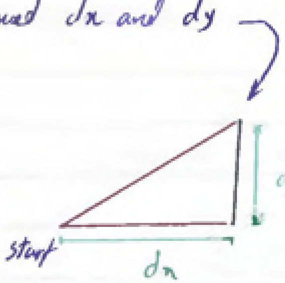
Floating property window

Type of Line نوع عنصر خطی	Frame قاب (عنصر خطی)
property مشخصات	▼ تعریف نوع مقطع عضو
Moment Releases درجه آزادی لنگر	Continuos اتصال گیردار Pinned اتصال مفصلی
Plan offset normal offset کردن	به اندازه‌ای که می‌خواهیم عضو offset شود عدد وارد می‌کنیم
Drawing contorol type نوع کنترل ترسیم	None (space bar) بدون حالت Parallel to X (X) موازی محور x Parallel to y (Y) موازی محور Y Parallel to Angle (A) موازی زاویه درخواستی Fixed Length (L) عضوی با طول مشخص Fixed Length and Angle (S) عضوی با طول و زاویه مشخص Fixed dx and dy (D) عضوی با طول و عرض مشخص

هنگامی که از حالت plan offset normal استفاده می‌کنیم وقتی از ابتدا به انتهای عضو نگاه کنیم سمت چپ مثبت می‌باشد.






Enter dx and dy
dy
dx
start

محدودیت های دستور :

۱/ وجود Grid مزاحم

۲/ مدل کردن المان های مورب

حالت های کار در مدپلان :

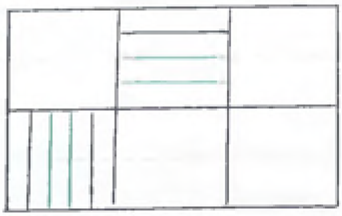
۱/ one story یک طبقه

۲/ All story همهٔ طبقات

۳/ similar story طبقات مشابه

: Creat secondry Beams in Region or at clicks

این دستور جهت تیرریزی فرعی استفاده می گردد



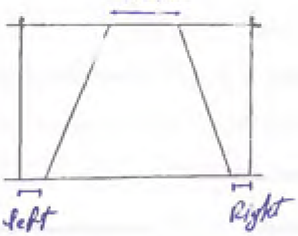
Floating property window for Creat secondry beams

Property مشخصات	نوع مقطع تیرهای فرعی مشخص می‌شود
Moment Releases شرایط تیرداری	Continuous اتصال گیردار
	Pinned اتصال مفصلی
Spacing فاصله تیرها	Max spacing بر مبنای فاصله No. Of Beams بر مبنای تعداد
No. Of Beams / max spacing	جواب سؤال بالا
Approx orientation جهت تیرریزی	Parallel to X or T موازی محور X Parallel to Y or R موازی محور Y Normal To near Edge عمود بر تیری که در نزدیکی آن کلیک می‌شود تیرریزی می‌کند

در سقف های کامپوزیت از گزینه Max spacing استفاده می‌کنیم و اندازه آن را برابر عرض مؤثر تیرها وارد می‌کنیم.

: Creat Braces in Region or at clicks

Property	
Moment Releases	Pinned / Continuous.
Bracing نوع بادبند	X, V, Λ و Z
Center	فاصله مرکزی
Left	فاصله از سمت چپ
Right	فاصله از سمت راست

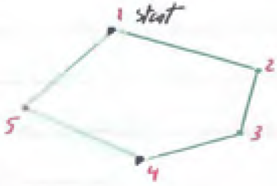


برای اینکه هنگام دادن مقادیر در این پنجره اندازه ها درست داده شود باید موقع باز کردن فایل واحدها را اصلاح کرد.

مجموعه آیکن‌های مدل سازی عناصر سطحی :

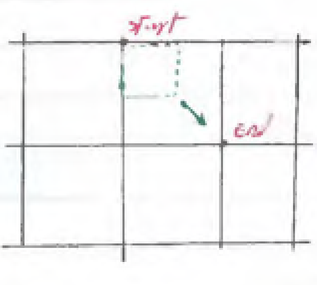
▽	مدل کردن یک عنصر سطحی با کلیک در محل گوشه‌های آن.
□	مدل کردن یک عنصر سطحی با کلیک در محل دو گوشه قطری آن.
⊡	مدل کردن یک عنصر سطحی با یک کلیک داخل چشمه مورد نظر.
▭	فقط مدل کردن دیوارهای برشی در دید پلان با کلیک در محل ابتدا و انتهای آن.
▭	فقط مدل کردن دیوارهای برشی در دید پلان با کلیک بین Grid مورد نظر.

▽ Draw Areas :



در این دستور باید نقاط را به ترتیب بهم وصل کنیم اما جهت گردش مهم نیست. (1,2,3,4,5)

□ Draw Rectangular Areas :



در این دستور 2 نقطه ابتدایی و انتهایی را به صورت قطری بهم وصل می‌کنیم.

⊡ Creat Areas at click : محدودیت Grid لازم برای این دستور وجود دارد.

روش های انتخاب کردن (select):

۱) کلیک مستقیم روی عضو یا اعضای مورد نظر، آنها را انتخاب می‌کند. (اگر روی عضوی که select شده است کلیک کنیم Deselect خواهد شد.)

۲) باز کردن کادر در اطراف اعضای مورد نظر

(اگر کادر چپ به راست باز کنید فقط اعضایی که به طور کامل در کادر قرار گرفته اند انتخاب می‌شوند اما اگر کادر راست به چپ باز کنید علاوه بر اعضایی که کامل درون کادر هستند آن دسته از اعضا که بخشی از آنها داخل کادر قرار گرفته نیز انتخاب خواهند شد.)

۳) استفاده از آیکن های حاشیهٔ تمام صفحه برای چند select خاص.

all	همهٔ اعضا را انتخاب می‌کند	select All (Ctrl + A)
Ps	همهٔ اعضایی که آخرین بار انتخاب شده باشند دوباره select می‌کند	Get previous selection
clr	تمام اعضای select شده را Deselect می‌کند	clear selection = Deselect
	انتخاب بر اساس خط تلاقی	select using Intersecting Line

۴) استفاده از منوی select بالای صفحه

جلسه نهم 86,3,11

by Line object Type (انتخاب براساس نوع عنصر خطی)

Beam	انتخاب تیرها
Brace	〃 بادبندها
Column	〃 ستون‌ها
Null	المان‌هایی که هیچگونه سختی ندارند
Dimension Line	انتخاب خط اندازه

by frame section (انتخاب براساس تیپ مقطع عناصر خطی)

لیست کلیه مقاطعی که تا کنون
برای برنامه تعریف شده‌اند

by Area object Type (انتخاب براساس نوع عناصر سطحی)

Floor	عناصر سطحی کاملاً افقی
wall	عناصر سطحی کاملاً قائم
Ramp	عناصر سطحی زاویه دار

by Wall/ Slab/ Deck section (انتخاب براساس تیپ مقطع عناصر سطحی)

Wall	دیوار برشی
slab	(دال یکطرفه هم جزء slabهای می‌باشد) سقف‌هایی که از جنس دال بتن آرمه هستند.
Deck	سقف‌هایی که در آنها انتقال بار بصورت یکطرفه انجام شود مانند سقف‌های کامپوزیت، تیرچه بلوک و طاق ضربی

انتخاب بر اساس طبقات by story level

Story n
Story n-1
.
Base

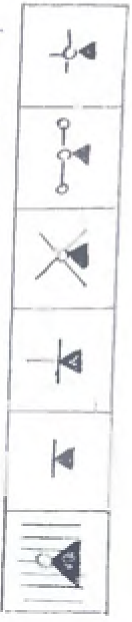
اعضای هر طبقه، اعضایی هستند که بر طبقه مورد نظر قرار گرفته‌اند.

اعضای آن هم از زیرش شامل می‌شوند.

با این دستور تمام اعضایی که در آن طبقه وجود دارند مانند تیرها، ستون‌ها، بادبندها و ... select می‌شوند.

Invert (برعکس): با اجرای این دستور تمام اعضایی که select شده‌اند از حالت خارج و اعضایی که select نشده باشند select می‌شوند.

Deselect: خارج کردن اعضای select شده به حالت عادی به صورت انتخابی



چسبیدن گره‌ها و نیز چسبیدن تقاطع Gridها

چسبیدن نقاط انتهایی اعضا و نیز وسط اعضا

چسبیدن محل تلاقی اعضا و نیز چسبیدن تلاقی عضو با Grid

پای عضو در حال ترسیم را عمود بر عضو دلخواه دیگر رسم می‌کند

چسبیدن لبه اعضا و لبه Gridها (مانند دستور Nearest در AutoCad)

مانند یک شبکه شطرنجی عمل می‌کند.

مدل سازی (Modeling):

گام اول: انتخاب واحد پایه در مدلسازی (Main Units)

سیستم واحدها در برنامه	نیرو	طول
سیستم متریک (MKS)	kgf & Ton	m & cm/mm
سیستم واحد (SI)	N & kN	〃
سیستم واحد انگلیسی (British)	lb & klb	inch & ft

برای استفاده در نرم افزار از واحد kgf-m استفاده می‌کنیم.

* رعایت تقدم این گام اهمیت فراوانی دارد.

گام دوم: ارائه دستور New model

بمنظور فراهم شدن امکان معرفی چند سری Gridها در پلان و ارتفاع

choose.edb: تمام اطلاعات مربوط به مقاطع تعریف شده در پروژه‌های قبلی را عینا در فایل جدید کپی می‌کند.

Default.edb: پیش فرض نرم افزار (سیستم آمریکایی)

No: فایل پاک بدون پیش فرض خاص

در این قسمت لازم است وضعیت طبقات ساختمان به برنامه معرفی شود	در این قسمت لازم است هندسه Gridها در پلان به برنامه معرفی شود (وضعیت پلان)
در اینجا تغییر واحد ارزشی ندارد.	
مجموعه‌ای از آیکن‌های مربوط به ایجاد سقف‌های از قبل آماده	

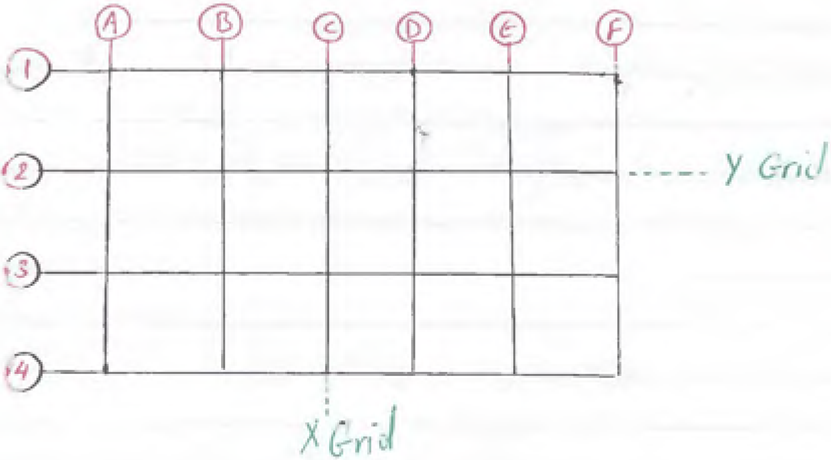
uniform Grid spacing (فواصل یکنواخت Gridها)

Number Lines in X Direction (تعداد آکس‌های عمود بر محور xها)

Number Lines in Y Direction (تعداد آکس‌های عمود بر محور yها)

Spacing in X Direction (فواصل در جهت x)

spacing in Y Direction (فواصل در جهت y)



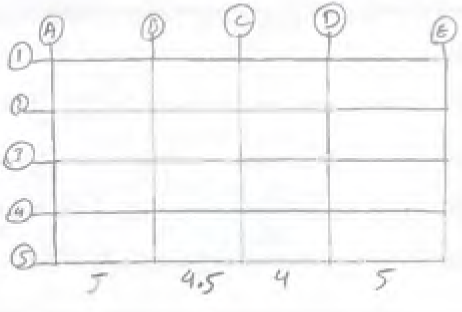
" جدول Edit Grid "

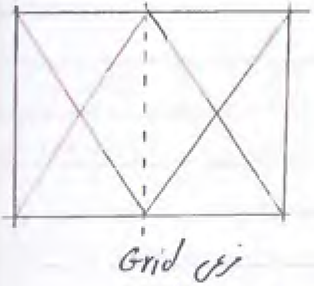
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
شماره ردیف	Grid	ordinate	Line Type	visibility	Bobble Loc.	Grid color
1 2 3 4	نام اختیاری برای آکس یا Grid مورد نظر	محل قرارگیری آکس یا Grid مورد نظر ordinates spacing	اصلی یا فرعی بودن آکس مورد نظر primary Seconelry	پیدا یا ناپیدا بودن آکس مورد نظر show Hide	محل قرارگیری حباب یا نشانه‌ی Top Bottom	رنگ اختیاری برای آکس مورد نظر

ordinates: در این حالت لازم است فاصله آکس مورد نظر از مبداء به برنامه معرفی شود
بطور قراردادی مبدا را گوشه تحتانی پلان در سمت چپ در نظر می‌گیریم.

spacing: در این حالت فرض بر آن است که آکس اول در مبداء قرار گرفته است
جلوی هر آکس فاصله آکس بعد از این آکس به برنامه معرفی می‌شود.

Axe	ordinates	spacing
A	0	5
B	5	4.5
C	9.5	4
D	13.5	5
E	18.5	0



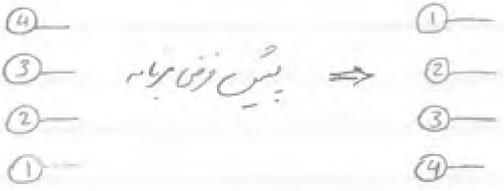


نکته: اگر موقع بادبند زدن Grid فرعی هم وجود داشته باشد و بادبند به صورت شکل مقابل زده شود در این حالت اگر Grid فرعی را Hide کنیم شکل برطرف می‌گردد.

در برخی مواقع با Hide کردن مشکل حل نمی‌شود در برنامه Bug ایجاد می‌شود برای برطرف کردن این مسئله لازم است تا وضعیت نمایش صفحه را تغییر دهیم مثلاً از حالت elev به 3d و دوباره به حالت elev برگردیم.

تفاوت Hide کردن یک Grid با Delete کردن آن این است که با Hide کردن Grid مشخصات و محل قرارگیری آن موجود است و در اصطلاح به صورت stand by موجود می‌باشد اما با Delete کردن تمام اطلاعات مربوط به Grid مورد نظر پاک می‌شود.

در راستای y (y Grid Data) شماره گذاری Grid ها را برعکس می‌کنیم تا شماره‌گذاری با نقشه معماری هماهنگی داشته باشد.



Hide All Grid Lines: تمام Grid ها را مخفی می‌کند (کاربردی نیست)

Glue to Grid Lines: چسباندن گریدها به مصالح و المان

کاربرد این گزینه این است که اگر Grid خاصی را بخواهیم جابجا کنیم (به علت تغییر نقشه معماری یا اشتباه در مدلسازی) اگر این گزینه فعال باشد اسکلت و تمام اعضای سازه‌ای نیز همراه با Grid مورد نظر جابجا خواهند شد.

Bug مربوط به این گزینه این است که باید چندین بار روی آن کلیک کنیم

Bubble size : اندازه حباب‌های نشانگر را تغییر می‌دهد.

Reset to Default color : تمام رنگ‌های Grid ها را به حالت Default (اولیه) در می‌آورد.

Reorder ordinates : اگر تغییراتی در آکس‌ها بدهیم با این گزینه آکس‌ها sort شده و در جای خود قرار می‌گیرند.

Simple story Data

تعداد طبقات	Number of stories
ارتفاع طبقات تیپ	Typical story Height
ارتفاع سقف طبقه اول از روی فونداسیون	Bottom story Height

" جدول Custom story Data "

① شماره ردیف	② Label	③ Height	④ Elevetion	⑤ Master story	⑥ Similar to	⑦ Splice point	⑧ Splice Height
7	story 6	ارتفاع آکس طبقه مورد نظر از آکس طبقه تحتانیش	ارتفاع آکس سقف مورد نظر از روی فونداسیون	yes	—	محل وصله	ارتفاع وصله
6	story 5			NO	story 6		
5	⋮			yes	—		
4	⋮			NO	story 4		
3	⋮			yes	—		
2	⋮			NO	story 2		
1	Base			NO	—		

پیش فرض Similar story = All story - Base

دو ستون ⑧ و ⑦ فقط در مورد سازه‌های فولادی کاربرد دارند.

انواع وصله در ستونهای فلزی:

1/ وصله بخاطر تمام شدن طول شاخه (مقطع یکی است)

2/ وصله به دلیل تغییر مقطع که منظور نرم افزار این وصله می‌باشد.

نکته آیین‌نامه‌ای: محل وصله ستون‌های فلزی باید حداقل 90cm بالاتر از بال فوقانی تیر قرار گیرد.

جلسه دهم ۱۴ر۳ر 86

Height | عدد | Reset

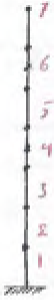
هرگاه بخواهیم ارتفاع طبقات را بصورت کلی تغییر دهیم با وارد کردن ارتفاع طبقه و Reset کردن، ارتفاع تمام طبقات تغییر می‌کند.

splice point

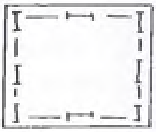
story6

story4

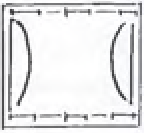
ترتیب طبقات 2,2,3



مجموعه آیکنهای سقف‌های آماده:

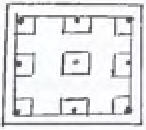


سقف کامپوزیت Steel Deck

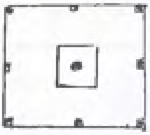


خرپای متناوب (اصطلاحاً کمربند خرپایی) staggered Truss

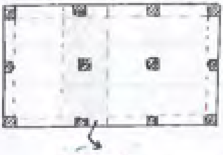
برای ساختمانهایی که برای بار جانبی طراحی می‌شوند که سیستم قاب اصلی به صورت خرپا اجرا می‌شود. دورتادور ساختمان در چند طبقه بتناوب اجرا می‌شود.



دال تخت Flat slab

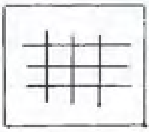


دال تخت همراه با تیرهای پیرامونی Flat slab with premeter Beams

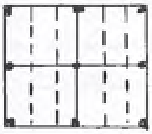


این سیستم نوعی سیستم دال تخت پیشرفته است و محدودیت های دال های تخت را دارد.

در این سیستم به هنگام زلزله تیرها جوابگوی درصد بیشتری از نیروهای زلزله را جذب نموده و سیستم کمتری از نیرو به تخت ها می رسد و این به دلیل سختی زیاد این تیرها می باشد

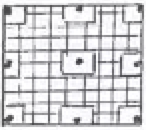


Grid only



Two way or Ribbed slab

سیستم تیر دال



waffle slab

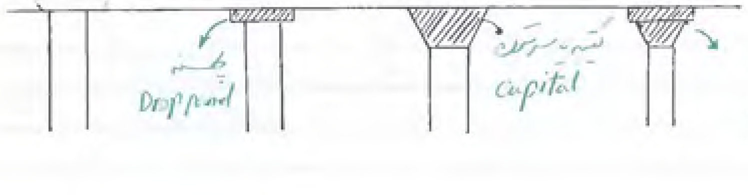
دال مجوف

انواع سیستم دال های بتن آرمه :

1/ سیستم دال تخت (Flat slab)

2/ سیستم تیر دال (slab Beam) < یکطرفه / دوطرفه

3/ سیستم دال مجوف (waffle slab)


کتیبه
Drop panel
کتیبه یا سرستون
Capital
دال تخت همراه با
کتیبه و کتیبه

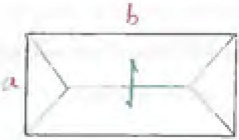
مشکلات دال تخت:

1/ برش زیاد در مجاورت اتصال دال به ستون و احتمال پانچ

2/ خمش بسیار زیاد در ناحیه اتصال دال به ستون

نکته: طبق دستورالعمل استاندارد 2800 استفاده از سیستم دال تخت در بناهای با حداکثر 3 طبقه و 10 متر ارتفاع مجاز است. فراتر از این حدود لازم است که برای بارهای جانبی از مهاربندها یا دیوارهای برشی استفاده شود.

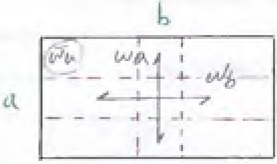
دو ستون در دال تخت همانند یک شبه تیر عمل می‌کند و این تیر ضخامت کمی دارد



در دال‌های یکطرفه انتقال بار به موازات ضلع کوچکتر انجام می‌شود.

$\frac{b}{a} \leq 2$ دال دوطرفه

$b/a > 2$ دال یکطرفه



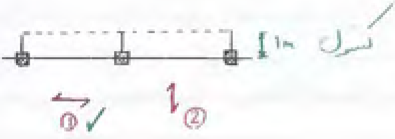
$$\Delta a = \Delta b \Rightarrow \frac{w_a \cdot l_a^4}{384EI} = \frac{w_b \cdot l_b^4}{384EI} \Rightarrow w_a \cdot l_a^4 = w_b \cdot l_b^4$$

$$\frac{w_a}{w_b} = \left(\frac{l_b}{l_a}\right)^4 = (b/a)^4$$ در شرایط مرزی $\frac{b}{a} = 2$

$$\frac{w_a}{w_b} = 2^4 = 16$$

$$\Rightarrow w_a = 16 w_b \begin{cases} w_a = \frac{16}{17}(\overline{w_u}) \\ w_b = \frac{1}{17}(\overline{w_u}) \simeq 5.5\% \end{cases}$$

در واقع دال‌های یکطرفه به مجموعه دال‌ها در طره هستند که در یک جهت آن مقدار باربری بسیار ناچیز و قابل اغماض باشد.



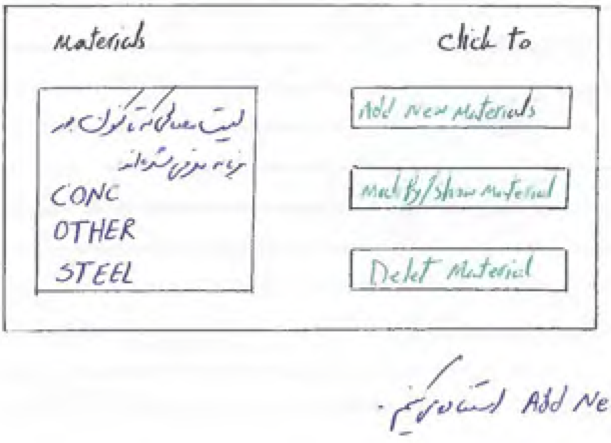
فرض شود در محل خط‌چین هم تیر اجرا شود.

در این حالت چه تیر اجرا شود و چه اجرا نشود جهت باربری بر خلاف حالت قبل می‌باشد. به علت تیرها بلند می‌باشند و یک سره استفاده می‌باشد بنابراین جهت انتقال بار و تیرریزی‌ها در جهت ① می‌باشد.

منوی Define:

☑ Material properties: با استفاده از این دستور مشخصات و اطلاعات مصالح سازه‌ای مورد نظرمان را به برنامه معرفی خواهیم کرد.

Define Materials


Materials
Click to
لیست مصالحی که تاکنون به برنامه معرفی شده‌اند
CONC
OTHER
STEEL
Add New Materials
Modify/Show Material
Delet Material

از گزینه OTHER و Add New استفاده می‌کنیم.

Material Name نام ماده را می‌برد.

Type of Material

● Isotropic
مواد همسانگرد که رفتار آنها در تمام جهات یکسان است
مانند فولاد و بتن

○ orthotropic
مواد غیرهمسان
مانند خاک و چوب

Analysis property Data

Mass per unit Volume جرم واحد حجم $= \dfrac{\text{وزن مخصوص}}{g = 9.81\ m/s^2}$

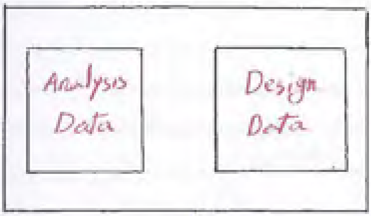
Weight per unit Volume وزن مخصوص
- فولاد $7850\ kg/m^3$
- بتن مسلح $2500\ kg/m^3$

Moddulus of Elasticity مدول ارتجاعی یا ضریب الاستیسیته
- فولاد $E_{st} = (2 \sim 2.1) \times 10^6\ kg/cm^2$
- بتن E_c
  - ایران
    - $15800\sqrt{f_c}\ kg/cm^2$
    - $5000\sqrt{f_c}\ N/mm^2$
  - $ACI = 15100\sqrt{f_c}\ kg/cm^2$

poisson's Ratio ضریب پواسون
- فولاد در محدوده ارتجاعی $0.2 \sim 0.25$
- بتن 0.15

shear Modulus مدول برشی (G)

Coeff of Thermal Expansion ضریب انبساط حرارتی
(در مورد ساختمان کاربرد ندارد)



Analysis Data : اطلاعاتی که برنامه در فاز تحلیل و زمان تشکیل سختی اعضا از آنها استفاده خواهد کرد.

Design Data : اطلاعاتی که برنامه زمان طراحی سازه به آنها نیاز دارد یا اطلاعاتی که برنامه پس از تحلیل از آنها استفاده می‌کند.

باید توجه داشت عدد آخر باید تبدیل واحد شود که عدد داخل فرمول $kg/cm^2 \xrightarrow{\times 10^4} kg/m^2$

سختی‌های چهارگانه یک المان :

۱/ خمشی $\frac{EI}{l}$ ۲/ محوری $\frac{EA}{l}$ ۳/ برشی $\frac{GA_s}{l}$ ۴/ پیچشی $\frac{GJ}{l}$

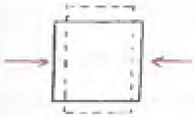
* سطح برش (سطحی) بخشی از کل سطح است که در برش مشارکت می‌کند.

مدول برشی $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ ضریب پواسون

که عدد ضریب پواسون در تعیین مدول برشی است.

بتن $\nu_c = 0.1 - 0.2$ [illegible] با ترک خوردن

فولاد $\nu_{st} = 0.15 - 0.3$



ε کرنش = $\dfrac{\text{تغییر طول اتفاق افتاده در یک بعد}}{\text{طول اولیه آن بعد}}$

strain

$\left| \dfrac{\text{کرنش عمود بر امتداد نیرو}}{\text{کرنش در امتداد نیرو}} \right|$ = ضریب پواسون

Design Data

Type of Design | steel
concrete
none

Concrete

Specified conc comp strenght, f'_c — مقاومت فشاری بتن مورد نظر

Bending Reinf. Yeild stress, f_y — تنش تسلیم میلگردهای طولی

Shear Reinf, Yeild stress, f_{ys} — تنش تسلیم آرماتورهای برشی

☑ Light weight concrete — گزینه بتن سبک

shear strength Reduc. factor — ضریب کاهش مقاومت برشی

بتن معمولی 0.85 تا 0.75 = ضریب برشی بتن سبک

انواع میلگردهای ساختمانی :

استفاده در ساختمان

A_1: میلگرد صاف یا ساده (plane Bar) $f_y \begin{cases} 2200 \\ 2400 \checkmark \end{cases}$

A_2: میلگرد آجدار (Deformed Bar) $f_y = 3000$

A_3: میلگرد آجدار (Deformed Bar) $f_y = 4000$

STEEL

Minimum Yeild stress F_y — تنش تسلیم فولاد مورد نظر

Minimum Tensile strength F_u — تنش حد نهایی فولاد مورد نظر

Cost per unit weight — قیمت واحد وزن آهن

طبق قرارداد {
- برای فولاد از حروف و اندیس بزرگ استفاده می‌کنیم F_y ، F_u
- برای بتن از حروف و اندیس کوچک استفاده می‌کنیم f_c ، f_y

	F_y	F_u
St_{37}	2400	3700
St_{52}	3000	5200

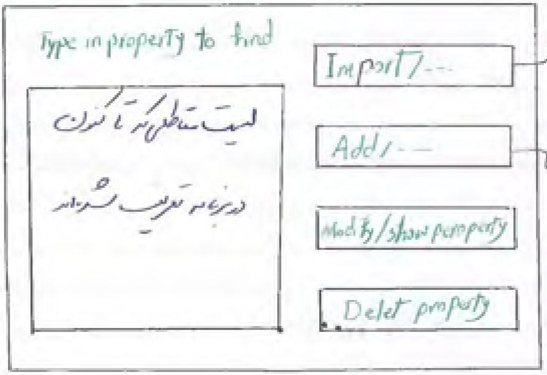
نکته مهم: در مدل کردن سازه هیچگاه وزن فولادی و بتنی به سیستم اضافه نمی‌کنیم و روی تنش فولاد پیش فرض برنامه تغییر اعمال نمی‌کنیم.

جلسه یازدهم 86,3,18

منوی Define :

Frame section : با استفاده از این دستور مقاطع مختلفی که قرار است بعنوان عنصر خطی از آنها استفاده شود را به برنامه معرفی می‌کنیم به عبارتی این قسمت یک بانک اطلاعاتی حاوی مقاطع مختلفی که بعنوان تیر، ستون یا بادبند استفاده می‌شوند تعریف خواهند شد

Define frame properties


Type in property to find
لیست مقاطعی که تا کنون در برنامه تعریف شده‌اند
Import/---
Add/---
Modify/show property
Delet property

Import: می‌خواهیم مقطع مورد نظرمان را از یک منبع خارجی به فایل وارد کنیم

Add: می‌خواهیم مقطع مورد نظرمان را خودمان در محیط این فایل بسازیم

مقاطع به هفت دسته تقسیم می‌شوند :

1. Add Nonprismatic
2. Add Steel joist
3. Add Auto select List
4. Add General
5. Add SD Section
6. Add Rectangular & circular
7. Add تقسیم بر مقاطع →
   - I/wide Flange
   - Angle نبشی
   - Double Angle نبشی جفت

برای تعریف مقاطع ابتدا واحد برنامه را از kg-m به kg-cm تبدیل می‌کنیم

flange (بال) web (جان) horizontal (افقی) vertical (عمودی)

top (فوقانی) Bottom (تحتانی) width (عرض) thickness (ضخامت)

leg (ساق) height, Depth (ارتفاع) Outside تمام شده مقطع

I/wide Flange section

Section Name اسم اختیاری مقطع

section properties set Modifiers Material

CONC
STEEL
OTHER

Dimensions (ابعاد)

Outside height (t_3)	ارتفاع تمام شده مقطع
Top flange width (t_2)	عرض بال فوقانی
Top flange thickness (t_f)	ضخامت بال فوقانی
Web thickness (t_w)	ضخامت جان
Bottom flange width (t_{2b})	عرض بال تحتانی
Bottom flange thickness (t_{fb})	ضخامت بال تحتانی

section properties : اطلاعات مربوط به مقطع را در اختیار کاربر قرار می‌دهد.

Set Modifiers : در این قسمت می‌توان ضرایبی جهت اصلاح سختی مقطع مورد نظر به برنامه معرفی کرد. به عنوان مثال اگر در مقابل عبارت سطح مقطع عدد ضریب 0.6 تعریف شود برنامه زمان محاسبه سختی محوری عضو مورد نظر 60 درصد سطح مقطع را در نظر خواهد گرفت.

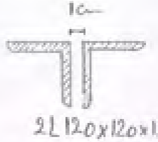
بطور مثال $\frac{EA}{l} \Rightarrow \frac{E(0.6)A}{l} = 0.6\left(\frac{EA}{l}\right)$

در رابطه با مواقع لزوم معرفی ضریب اصلاح سختی در ادامه و در محل خود بیشتر بحث خواهیم کرد

Assign → Frame / Line → Frame property modifiers

Add Double Angle

Dimension

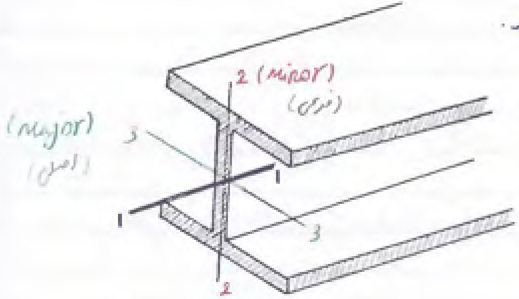


Outside Depth (t_3)	12cm	ارتفاع تمام شده
outside width (t_2)	25cm	عرض تمام شده
Horizontal leg thickness (t_f)	1.2cm	ضخامت ساق افقی
Vertical leg thickness (t_w)	1.2cm	ضخامت ساق عمودی
Back to Back distance (d_s)	1cm	فاصله پشت به پشت

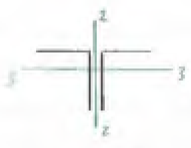
انواع محورها در مدل سازی:

1) محورهای اصلی یا Global: منظور از محورهای Global همان محورهای X و Y در پلان ساختمان و محور Z در ارتفاع است بنابراین، این محورها ارتباطی به وضعیت اجزا نداشته و امتدادهای ساختمان را معرفی می‌نمایند.

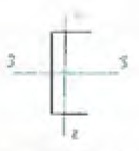
2) محورهای محلی یا Local: شامل محور محلی 1 در امتداد طول عضو و محورهای محلی 2 و 3 در مقطع عضو است. این محورهای محلی 2 و 3 عملاً همان محورهای x-x و y-y در اشکال هستند که در برنامه به دلیل پرهیز از اشتباه شدن با محورهای X و Y ساختمان با عبارات 2 و 3 معرفی می‌شوند.



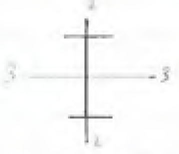
مقطع نبشی بال مساوی



محور 2 قوی‌تر است



محور 3 قوی‌تر است



محور 3 قوی‌تر است

$I_{xx} = I_3 = 2I_x = 2I_0$

$I_{yy} = I_2 = 2(I_y + Ad^2) = 2I_0 + 2Ad^2$

$I_2 > I_3 \Leftarrow$

$I_y = I_x = I_0$

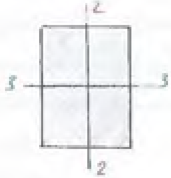
نکته: همانطور که گفتیم در مقطع هر عضو 2 محور محلی با نامهای 2-2 یا Minor و 3-3 یا Major وجود دارد. هیچیک از محورهای 2 یا 3 الزاماً محور قوی مقطع نمی باشند ممکن است در مقطعی محور 2 و در مقطعی دیگر محور 3 محور قوی‌تر مقطع باشد از این پس قرار داد خواهیم کرد محور افقی مقطع که شبیه x-x اشتال است محور 3-3 باشد و محور قائم مقطع که شبیه y-y اشتال است محور 2-2 باشد.

Add Rectangular — (مقاطع تیر)

Section name نام اختیاری مقطع

CONC

Dimentions ابعاد مقطع



Depth (t3) ارتفاع مقطع

width (t2) عرض مقطع

Concrete مقطع بتن

Reinforcement

Reinforcement Data

Design Type

● Column ستون ○ Beam تیر

Configuration of Reinforcement آرایش میلگردهای طولی

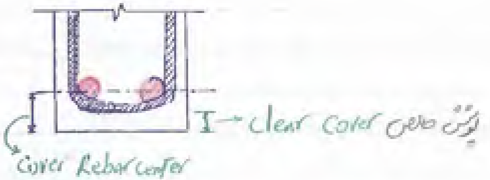
● Rectangular آرایش مربعی   ○ circular (آرایش مدور)

Latral Reinforcement آرایش خاموت‌ها

● Ties حلقه‌های جدا از هم   ○ spiral خاموت‌های حلزونی یا پیچ

Rectangular Reinforcement

Cover to Rebar center
پوشش تا مرکز میلگردهای طولی

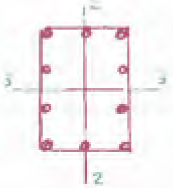


مقادیر متعارف در طراحی

شالوده‌ها	تیرچه‌ها	دال‌ها	تیر و ستون
8cm	3cm	4cm	6cm

Number of Bars in 3.dir 3 تعداد میلگردها در جهت محور 3   3 عدد

Number of Bars in 2.dir 2 " " " " " "   4 عدد



Bar Size نمره میلگردها
| براساس استانداردهای آمریکا
M |

$\boxed{\text{d D } \Phi \text{ ط}}$ ✓ (از این در صورتی استفاده کنیم) براساس استانداردهای اروپا

حالت خاموت‌گذاری به صورت spiral نسبت به حالت Ties بهتر است زیرا امکان کمانش میلگردهای طولی بسیار کمتر از حالت Ties است.
عملکرد Ties < عملکرد spiral

check / Design

◉ Reinforcement to be checked

○ Reinforcement to be Designed

Reinforcement to be checked : درصورتی که ستون در وضعیت checked تنظیم شده باشد
برنامه کلیه مشخصات مقطع را از کاربر دریافت می‌کند و بعد از تحلیل با معلوم شدن نیروهای
داخلی ستون چک می‌کند که آیا ستونی با این مشخصات پاسخگوی نیروهای وارده هست یا خیر
نتیجه کنترل خود را بصورت DCR گزارش می‌کند ما برای طراحی خواهیم دید چگونه می‌توان
از روی عدد DCR مناسب یا نامناسب بودن ستون را تشخیص داد

معمولا همیشه از گزینه checked استفاده می‌کنیم

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Demand}}{\text{capacity}}$$

تلاش / ظرفیت

Reinforcement to be Design : درصورتی که ستون در وضعیت Design تنظیم شده باشد
برنامه همه میلگردهای تعریف شده کاربر و یا به عبارت جامع‌تر اطلاعات تعریف شده برای میلگردها
را نمی‌خواند بعد از تحلیل با معلوم شدن نیروهای داخلی ستون اقدام به طراحی میلگردهای
ستون کرده و نتیجه طراحی خود را بصورت As کل نمایش می‌دهد از روی این As کل تعداد و
میلگردهای مورد نظر تعیین خواهد شد

قطع class A 50% = تا ۴٪
class B 75%
class C 100% =

$0.8\% \leq \rho \leq 8\%$ [illegible]

$1\% \leq \rho \leq 6\%$ [illegible]

[illegible] = علت وجود وصله

Reinforcement Data

○ Column [✓ Beam]

Concrete Cover to Rebar Center

Top — کاور بالا

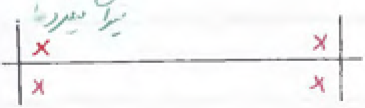
Bottom — کاور تحتانی

Reinforcement Overides for Ductile Beams

	left	Right
Top		
Bottom		

مقدار As تکیه‌گاه‌ها را وارد می‌کنیم.

این قسمت متعلق به تحلیل‌های غیرخطی است و جهت کارهای مقاوم‌سازی و تشخیص مفاصل پلاستیک کاربرد دارد.



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

جلسه دوازدهم 24/آذر/86

options → Preferences → Reinforcement Bar size

Bar ID (نام اختیاری میلگرد)	Bar Area (مساحت میلگرد)	Bar Diameter (قطر میلگرد)
d_{22}	3.80	2.2
d_{18}	2.55	1.8

اگر ADD را بزنیم میلگرد در لیست مورد نظر اضافه می‌شود و این ترتیب می‌توانیم میلگردهای مورد نظرمان را به لیست نرم افزار اضافه نماییم.

: ADD General & SD sections

هرگاه فرم مقطع مورد نظر ما در لیست موجودات شناخته شده برنامه نباشد مجبوریم برای تعریف مقطع متوسل به روشهای خاص شویم. بعنوان مثال در لیست موجودات برنامه مقاطع I wide flange داریم که با استفاده از آن می‌توان یک مقطع I شکل تعریف کرد اما اگر مقطع مورد نظر مقطع خاصی نظیر دوبل I یا I تقویت شده با ورق یا مثلاً یک مقطع لانه زنبوری و ... باشد دیگر از آن با مقاطع I wide flange نمی‌توان کار کرد در این حالت برای تعریف مقطع از روش SD یا General استفاده می‌شود. استفاده از روش SD نسبت به General به مراتب ساده‌تر و مطلوب‌تر است. یکسری محدودیتها وجود دارد که در صورت پیشامد آنها مجبوریم از روش General استفاده نماییم. این محدودیتها یکی مقاطع لانه زنبوری و دیگر مقاطع دوبل ناودانی است که برنامه قادر به تصحیح اطلاعات آنها نمی‌باشد.

روش SD (Section Designer) :

در مقاطع فولادی ابتدا باید اشتال پروفیل ها Download کنیم در این روش هم:

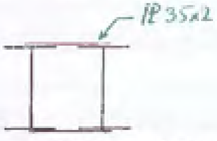
Define ⟶ Frame section ⟶ I/wide flange

⟶ آدرس فایل مورد نظر

Euro.pro (مقاطع اشتال اروپا)

CISC (کانادا)
BSS (انگلستان)
AUS NZV8 (نیوزیلند)
AcIS (آمریکا)

با باز کردن Euro.pro لیست اشتال باز می‌شود که می‌توان از اینجا مقطع مورد نظر را Import کنیم.



SD Section Data

Section Name C27E25P35x2 نام اختیاری مقطع

Base Material STEEL

Design Type

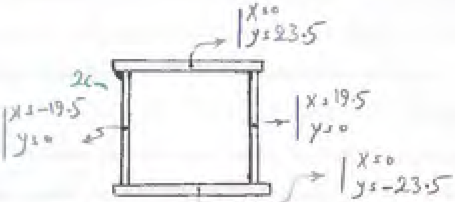
○ No check / Design (این گزینه کاربرد ندارد)
● General steel section مقطع عمومی طراحی

هنگامی که گزینه General steel section فعال باشد این مقطع هم مانند سایر مقاطع برنامه طراحی می‌شود و همیشه از این گزینه استفاده می‌کنیم

در انتها با کلیک روی گزینه section Designer وارد محیط طراحی مقطع می‌شویم

بعد از مدل کردن مقطع در انتها گزینه Done را می‌زنیم که ممکن است برنامه پیغام overlaping warning دهد. - این پیغام توجهی نمی‌کنیم.

▦ Show section properties : اطلاعات مربوط به مقطع مرکب مورد نظر را به ما نشان می‌دهد



Box section Include 4(PL 45×2)

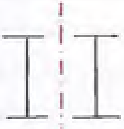
فلسفه پابار کردن ستونها:

مقاطع IPE در حالت پابسته حول محورهای اصلی مثل اینرسی، اساس مقطع و شعاع ژیراسیون که دارند. از طرفی تعیین تنش مجاز فشاری ستون تابع محور لاغرتر است.

برای حل این مشکل ستون‌ها را پابار اجرا می‌کنند $\lambda = \frac{kl}{r}$ لاغری

معمولاً فاصله آکس به آکس را متفاوت در نظر می‌گیریم (20، 25، 30 سانتی‌متر)

در محل اتصال تیرها، به جای بست‌ها از قیدها که ورق‌هایی با ضخامت و طول بیشتری نسبت به بست‌ها هستند استفاده می‌شود.

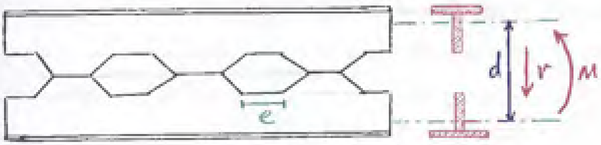


در خمش حول این محور
بست‌ها به شدت متأثر می‌شوند.

فلسفه لانه زنبوری کردن مقطع:

با افزایش ارتفاع مقطع ممان اینرسی و اساس مقطع تیر افزایش می‌یابد؛ به عبارتی ظرفیت باربری ارتقاء خواهد یافت.

$h_{CPE} \simeq 1.5\, h_{IPE}$



تنش نرمال حاصل از خمش = $\frac{(M/d)}{A_T}$

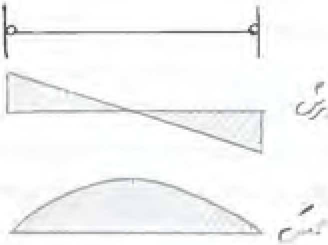
تنش نرمال حاصل از خمش ثانویه (اثر برش) = $\frac{(V/2)(e/2)}{S_T}$

تنش نرمال کل در مقطع سپری = $\frac{M}{dA_T} + \frac{V \cdot e}{4S_T}$

درصورتی که تنش نرمال کل بیش از $0.6F_y$ باشد ممکن است سپری بالای سوراخ عمود بر صفحه دچار کمانش شود. بنابراین لازم است سوراخ‌ها توسط ورقی حداقل به ضخامت جان پر شود. (فاصله e محل کمانش)

بررسی رفتار تیرهای لانه‌زنبوری در سیستم‌های مختلف سازه‌ای :

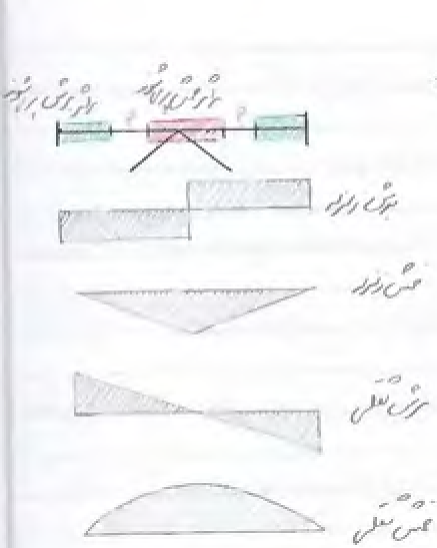
الف) تیر با اتصالات مفصلی بدون اتصال مستقیم مهاربندها به آن :



در دو انتهای تیر با برش زیاد مواجه هستیم که ترم دوم رابطه فوق را تحت تأثیر قرار می‌دهد ($\frac{V \cdot e}{4ST}$) ورق قسمتهای میانی تیر بالاخص زمانی که طول تیر زیاد باشد به دلیل لنگرهای بزرگ وسط دهانه ترم اول رابطه فوق بحرانی می‌شود منطق آن است که در کلیه سوراخها رابطه فوق کنترل شود و نیاز یا عدم نیاز به ورق مضاعف شدن جان روشن گردد (بصورت تقریبی و با صرف نظر کردن از رابطه فوق می‌توان اینگونه عمل کرد که 2 تا 3 سوراخ اول و آخر با ورق پر شوند در ضمن اگر طول تیر از حدود 9 یا 9.5 متر تجاوز کرد 2 تا 3 سوراخ میانی را نیز پر کنیم.

تذکر : تیرهای فرعی سقف کامپوزیت نیاز به تقویت جان نداشته بنابراین لازم نیست سوراخها پر شوند علت آن است که به واسطه عملکرد بتن روی پروفیل احتمال کمانش جان بال فشاری (مسیر تحت تنش) وجود ندارد از سوی دیگر در کنترل برش مستقیم به ظرفیت برشی تیر تنهای ساده به کنترل برش وارد مواجه بود به همین دلیل نیازی به پر کردن سوراخها نیست.

ب) تیر با اتصال هشتی مهاربندهای آن:



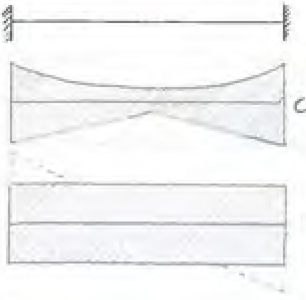
طبق ضوابط طرح لرزه‌ای آئین‌نامه فولاد (مبحث دهم) تیری که در جان تیر پیوند بایستی از یک ورق تک بدون ورق‌های مضاعف کننده جان تشکیل شده باشد در ضمن تعبیه سوراخ در ناحیه جان پیوند مجاز نمی‌باشد استناد به این بند و بالاخص با توجه به اهمیت تیر پیوند در سیستم‌های واگرا استفاده از تیر لانه زنبوری به عنوان تیر شبکه جوشی EBF ممنوع است. اگرچه در سیستم CBF با مهاربندهای هفتی و هشتی در آئین‌نامه بند صریحی وجود ندارد لیکن با یک توجیه علمی استفاده از آن قابل قبول نمی‌باشد.

(تقریباً همه سوراخ‌ها باید پر شوند و به لحاظ اجرایی و اقتصادی منطقی نمی‌باشد)

در این مورد می‌توان متذکر شد که ورق مضاعف جان با اتصالات زیاد همراه جان تیر با آن عمل نمی‌کند زیرا جوش این ورق لبه به لبه و تنها جهت اتصال ورق به جان می‌باشد و پیوستگی نیست.

جلسه سوم دهم آذر ۹۶

ج) تیر مقصورات خمشی با اتصالات گیردار :



مطابق با دستورالعمل طرح لرزه‌ای سازه‌های فولادی اینطور عنوان می‌شود که گرچه استفاده از تیر لانه زنبوری در قاب‌های خمشی توصیه نمی‌شود لکن در صورت تمایل به استفاده از آن فقط در قاب‌های خمشی معمولی مجاز به استفاده است آن‌هم به شرط رعایت ضوابط. (در سری دیگر مطابق با ضوابط ویرایش سوم مقرر شده است استفاده از قاب‌های معمولی با شکل‌پذیری کم در مناطق با خطر نسبی زیاد و بسیار زیاد به کل ممنوع است در مناطق با خطر نسبی متوسط و پایین استفاده از آن در ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد و زیاد ممنوع و در ساختمان‌های با اهمیت متوسط حداکثر تا ۱۵ متر ارتفاع مجاز است.)

(ساختمان‌های با شکل‌پذیری کم در مناطق با خطر نسبی متوسط پایین و با اهمیت متوسط تا ۱۵ متر ارتفاع مجاز هستند)

تعریف مقاطع به روش General :

در این روش لازم است کلیه مشخصات مقطع دستی توسط کاربر محاسبه و به برنامه معرفی شود به عبارتی برنامه هیچ محاسبه خودکاری انجام نخواهد داد.

Cross section (axial) area سطح مقطع

Torsional constant ثابت پیچشی

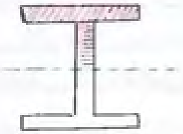
Moment of Inertia about 3 axis   ممان اینرسی حول محور 3

Shear area in 2 direction   سطح برش امتداد 2

Section modulus about 3 axis   مدول الاستیک مقطع حول محور 3

Plastic modulus about 3 axis   مدول پلاستیک مقطع حول محور 3

Radius of Gyration about 3 axis   شعاع ژیراسیون حول محور 3



$Z = 2 \times (\sum A_i \times y_i)$

مدول پلاستیک مقطع

مرکز هر تکه نسبت به مرکز سطح یا تار خنثی

تیرلانه زنبوری :

فرض می‌کنیم می‌خواهیم اطلاعات یک تیرلانه زنبوری با اتصال دو سر مفصل مدل

اتصال تسلیم مهاربندها به آن.   (A / I_3 / S_3)   اطلاعات را به برنامه می‌دهیم.

بقیه تیرها را از روی برابرهای پیش فرض رها کرد.

در مورد برش می‌توان عدد صحیح و دقیق را وارد کرد یا آنکه حدود 50 درصد سطح مقطع کل را تعریف کنیم.

دوبل با ورق (اتصال ورق‌ها):

(A , r_3 , r_2) $\left\{ \begin{array}{l} I_2 , I_3 \\ S_2 , S_3 \end{array} \right.$

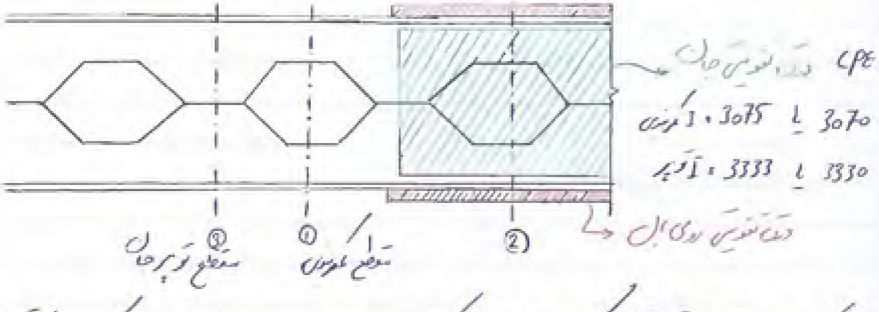
سطح برش تیر باید صحیح با عدد 50 از پروفیل تعریف شود.

$Z_{2,3}$ و J اهمیت ندارد

علت وارد کردن مدول الاستیک (S) به خاطر مشکلی است که در نرم افزار بوجود می‌آید.

در واحد متر مشکل ندارد اما در واحد سانتی‌متر مشکل ساز می‌شود.

در هنگام کار با گزینه General باید به واحد پائین صفحه دقت داشته و تبدیل واحد درست بدهیم


③
①
②
ورق تقویتی جان
CPE18
3070 یا 3075 ، I متری
3330 یا 3333 ، I آمریکا
ورق تقویتی روی بال
③
①
②
مقطع توپر جان
مقطع سوراخ

در وارد کردن مشخصات مقطع کمترین را وارد می‌کنیم چون ناحیه بحرانی بوده و سختی ثابت می‌باشد

اگر از ورق تقویتی استفاده کنیم باید مشخصات مقطع ② را به نرم افزار وارد کنیم تا اثر ورق را نیز در محاسبات اثر دهد اگرچه نرم افزار ورق را به صورت طولی و سرتاسری در نظر می‌گیرد اما چون بر اساس تنش ماکزیمم و اساس مقطع، تیر را طراحی می‌کند به همین دلیل از مقطع ② استفاده می‌کنیم

اگر از ورق تقویتی جان استفاده کنیم در وارد کردن اطلاعات مشخصات مقطع ① را وارد می‌کنیم

و این ورق را در نظر نمی‌گیریم چون وظیفه آن تنها جلوگیری از کمانش جانبی جان است زیرا با وارد کردن این ورق در محاسبات ظرفیت مقطع به شدت بالا رفته و تنش بسیار زیادی به آن وارد می‌شود.

پس از وارد کردن اطلاعات و ok کردن صفحه‌ای باز می‌شود که نام مقطع و عرض و ارتفاع تمام شده مقطع را از ما می‌پرسد (General section)

نامگذاری مقاطع:

سعی می‌کنیم حتی‌المقدور نام مقطع از 13 کاراکتر بیشتر نشود چون بیشتر از آن نمایش داده نمی‌شود.

فرم معمول ستونهای مورد نظر
2IPE

ستون
C27E25P35x2
[illegible]

اگر مثلاً 3 تا IPE داشتیم از یک حرف بعد از C استفاده می‌کنیم مثلاً T.

ستون بتن آرمه مستطیل
C45x45-12T20

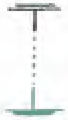
تیر
B2CPE16 P20x2

ستون مدور بتنی
CC50-10T22

تیر ورق
BW30x8F20x2
جان ضخامت بال

تیر بتنی
B-عرض×ارتفاع

بادبند
BR-2UNP12



$$I = 3075 + 2(10\times1\times14^2)$$

ارتفاع تیر لانه زنبوری که ۱.۵ برابر 18 = 27cm

حالا تیر لانه زنبوری CPE18

CPE18 با ورق‌های 10x1

$$S = \frac{I_{\text{جدید}}}{14.5}$$

با لانه زنبوری کردن مقطع مساحت آن تغییری نکرده و مثل حالت IPE18 می‌باشد.

Define
→ Static Load Cases DL :

با استفاده از این دستور انواع حالت‌های بار استاتیکی که قرار است در طول مدلسازی از آن‌ها استفاده شود را تعریف می‌کنیم

load	Type	self weight multiplier	Auto lateral Load	
نام اختیاری برای بار مورد نظر D L EX	ماهیت بار مورد نظر DEAD (بار مرده) LIVE (بار زنده) QUAKE (بار زلزله) WIND (بار باد) SNOW (بار برف) REDUCE LIVE کاهش سربار OTHER بارهای دیگر SUPER DEAD بار مرده اضافه مربوط به سربارها و پوشش‌ها	ضریب وزن سازه وزن اسکلت این گزینه تعیین می‌کند که آیا می‌خواهید اثر وزن اسکلت در این حالت بار دیده شود یا خیر و ضریب آن چقدر است.	بارهای خودکار جانبی	Add New Load Modify Load Modify Lateral Load Delete Load

SUPER DEAD : این گزینه مربوط به سقف‌های کامپوزیت است دارای گزینه تنها زمانی استفاده می‌کنیم که بخواهیم سقف کامپوزیت‌ها را با نرم افزار طراحی کنیم

همانطور که میدانیم در سقف‌های کامپوزیتی ۲ نوع بار مرده داریم حالت اول که مربوط به زمانی است که بتن خیس بوده و بار مرده وارد می‌کنیم که زمانی است که بتن گرفته و همراه با تیرچه‌ها بار را تحمل میکند گزینه SUPER DEAD مربوط به بار مرده‌ای است که بعد از آن وارد می‌شود و شامل بار مرده کف سازی و نازک کاری و ... می‌باشد.

REDUCE LIVE : این گزینه مربوط به کاهش سربارهای زنده می‌باشد و در واقع تمام بارهای زنده‌ای که بخواهیم کاهش دهیم در قسمت Reduce live باشد

کاهش بار در ستون پارکینگ = $15(1\times 300 + 1\times 500 + 5\times 200(1-0.5))$

دقت شود تنها شامل کاهش سربار هستند و باید از نوع Reduce live تعریف شوند.

باید به این نکته توجه داشت که بارهایی که در قسمت گزینه Live تعریف می‌شوند شامل کاهش نمی‌شوند

Self weight multiplier : این گزینه تعیین می‌کند که آیا می‌خواهید اثر وزن کل اسکلت در محاسبات وارد شود یا خیر و ضریب آن چقدر است. اگر برای DEAD در این گزینه عدد 1 را انتخاب کنیم یعنی اینکه کل بار اسکلت در محاسبات منظور شود و اگر مثلاً 0.8 بدهیم یعنی 80 درصد وزن اسکلت را منظور کند که همیشه از ضریب 1 استفاده می‌کنیم وزن اسکلت ← بتنی 10 تا 17% و فولادی 6 تا 12%

جلسه چهاردهم 31ر3ر86

Auto Lateral Load :

در این قسمت وضعیت بارهای جانبی وارد بر سازه به برنامه معرفی می‌شود این ستون فقط زمانی فعال می‌شود که بار مورد نظر زلزله یا باد باشد. در صورتی که حالت بار مورد نظر زلزله باشد در این ستون نام برخی آیین‌نامه‌هایی که برنامه آنها را می‌شناسد جهت استفاده در اختیار کاربر قرار می‌گیرد که عملاً هیچکدام منطبق بر استاندارد 2800 نبوده لذا قابل استفاده نمی‌باشد. در کنار این استانداردها دو عبارت user coefficient و user Loads نیز وجود دارد که مربوط به آیین‌نامه خاصی نبوده، استفاده از آنها جنبه عمومی دارد. ما همواره جهت بارگذاری زلزله با یکی از این دو روش کار می‌کنیم.

روش user coefficient (U.C.): روشی است که ضریب C امتداد مورد نظرمان را به برنامه معرفی می‌کنیم برنامه خودکار بر اساس این ضریب C برش پایه و نیروی زلزله طبقات را محاسبه می‌کند. طبیعی است که این روش ساده‌ترین شیوه توزیع برش پایه است رابطه‌ای که برنامه در روش U.C. از آن استفاده می‌کند به صورت زیر است:

نیروی زلزله هر طبقه $= \frac{w_i h_i^k}{\sum w_i h_i^k} \cdot V$

[illegible] همانطور که از ظاهر رابطه فوق پیداست اگر زمان تناوب بیش از 0.7 باشد و به عبارتی در امتداد مورد نظر موضوع اثر شلاقی مطرح شده باشد رابطه فوق جوابگو بوده

توزیع برش پایه دچار خطا خواهد شد. بنابراین این روش محدودیت اصلی روش U.C بالا است

$\frac{w_i h_i}{\sum w_i h_i}(V - F_t)$ در جهت شلاقی باید

$$\longrightarrow (\underbrace{CW}_{V} - 0.07T\underbrace{CW}_{V}) = C(1-0.07T)W$$

W × (بجای ضریب C مقدار اصلاح شده C(1−0.07T) را قرار میدهیم) × $\frac{w_i h_i}{\sum w_i h_i}$ ⇐ در نتیجه خواهیم داشت

Run اول

برای اعضایی که مشمول بار شلاقی شده است حال روش U.C را بکار میگیریم اما:

C اصلاحی

$C_{\text{اصلاحی}} = C_{\text{واقعی}}(1-0.07T)$

یکبار که سازه تحلیل شد برنامه نیروی طبقات و W ساختمان را گزارش میدهد.

$$F_t = 0.07 \times T \times \underset{\text{واقعی}}{C}W$$

در این روش چون طبقه بام به اندازه نیروی شلاقی کم است باید نیروی F_t را به روش بالا محاسبه کنیم و به اندازه F_t به طبقه بام اضافه کنیم تا مشکل برطرف گردد که این کار را در Exel انجام میدهیم.

روش User Loads: در این روش برنامه هیچ گونه خودکاری جهت تعیین برش پایه و توزیع نیرو بین طبقات انجام نمیدهد لازم است خود طراح نیروی طبقات را مستقیماً به برنامه معرفی کند.

قاعده 30-100 ساختمانهای نامنظم در پلان :

در استاندارد 2800 عنوان شده است در تحلیل ساختمانها تحت اثر نیروهای حاصل از زلزله لازم نیست نیروی زلزله دو امتداد مختلف بطور توأم و همزمان به سازه اعمال شود اما اگر ساختمان در پلان نامنظم محسوب شده باشد عنوان می‌شود لازم است امتداد تحریک سازه بگونه‌ای انتخاب شده باشد که بیشترین اثر در اعضا ایجاد شود و یا آنکه به جای این کار اثر زلزله یک راستا و 30٪ زلزله راستای دیگر بطور توأم به سازه اثر کند به این وضع اصطلاحاً قاعده 30-100 ساختمانهای نامنظم در پلان می‌گویند. در صورتیکه در تحلیل‌های استاتیکی ساختمان مشمول قاعده 30-100 شده باشد 2 راهکار پیش رو داریم که می‌توان از هر یک از آنها استفاده کرد یک راه آنست که زلزله هر طرف با همان روش قبلا تعریف شود و یا بصورت ترکیب بارها بارگذاری خودمان ترکیب‌هایی تعریف کنیم که اثر زلزله یک راستا و 30٪ راستای دیگر بطور توأم لحاظ شده باشد.

راه دیگر آن است که با کمک روش بالا خودمان زلزله یک راستا و 30٪ امتداد دیگر را همزمان تعریف کنیم به عبارتی ماهیت خود زلزله را 30-100 کنیم در این حالت نیازی به معرفی ترکیب بارها نخواهد بود.

نکته : در تحلیل استاتیکی در ساختمان‌های با منظم حداکثر تا 18 متر ارتفاع یا 5 طبقه مجاز به طراحی هستیم و از طرفی یک سازه برای اینکه بار شلاقی به آن تعلق نگیرد باید ارتفاع آن حداقل بالای 18 متر باشد بنابراین در تحلیل های استاتیکی سازه‌ها نامنظم نخواهیم داشت که مشمول بار شلاقی نیز شود.

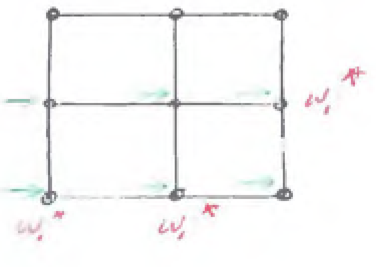
انواع پیچش در ساختمان :

1/ پیچش اصلی یا ذاتی (Inherent Torsion)

در تراز هر طبقه بواسطه فاصله بین مرکز جرم و سختی خروج از مرکزیتی ایجاد می‌شود که حاصل آن پیچش در طبقه است. به این پیچش اصطلاحاً پیچش اصلی یا ذاتی اطلاق می‌گردد.

مرکز جرم Cm - Center of Mass

در حالت ساده‌سازی شده تحلیل ساختمان تحت نیروهای حاصل از زلزله مولفه نیروی طبقه در این نقطه به طبقه اثر می‌کند.

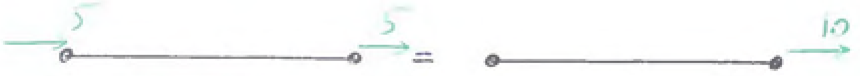


وزن طبقه = $\sum W_i^*$

نیروی حاصل از زلزله = M_i^* * شتاب حرکت طبقه

نکته : مرکز برش محل اثر نیروهای برش تجمعی سازه است.

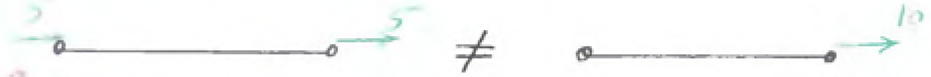
گریزی به مقاومت مصالح :



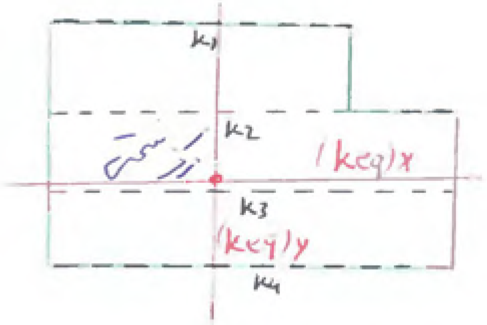
$EA = \infty$ المان صلب است

چون در طول المان تغییر طول محوری اتفاق نمی‌افتد.

$$\lim_{EA\to\infty} \Delta = \int \frac{P\,dx}{EA} = \text{صفر}$$

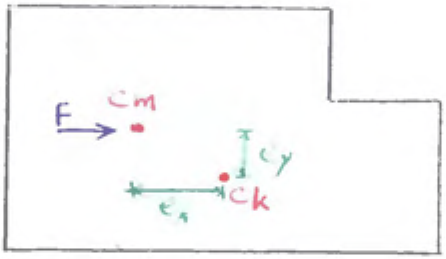


المان صلب نباشد



$$(k_{eq})_x = \sum_{i=1}^{4} k_i$$

$$y_{ck} = \frac{\sum k_i y_i}{\sum k_i}$$



پیچش اصلی توأم با زلزله X = $(F_x)_i * (e_y)_i$

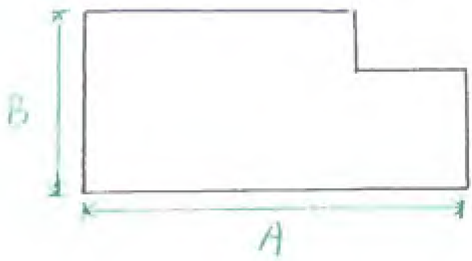
پیچش اصلی توأم با زلزله Y = $(F_y)_i * (e_x)_i$

۲/ پیچش تصادفی یا اتفاقی (Accidental Torsion)

علت در نظر گرفتن پیچش تصادفی جبران نوعی عدم قطعیت‌هاست بسیاری از فرض‌های طراحی که سازه بر اساس آنها مدلسازی، تحلیل و طراحی می‌شود با رفتار واقعی سازه در عمل همخوانی ندارد به عنوان مثال خطا در تعیین محل واقعی مرکز جرم و سختی، تعیین مقادیر واقعی نیروهای زلزله

و چگونگی تأثیر آنها بر سازه در عمل و ... عوامل هستند که می‌توانند بین رفتار واقعی سازه در عمل و فرضیات طراحی اختلاف ایجاد کنند. به دلیل جبران خطای ناشی از این موضوع ضرایب اطمینان مختلفی در قسمت‌های مختلف آیین‌نامه در نظر گرفته شده است که یکی از این حاشیه‌های ایمنی پیچش تصادفی است. با استفاده از رابطه‌ی پیچش تصادفی محاسبه شده و به پیچش اصلی اضافه می‌شود بدین طریق پیچش کل وارد بر سازه افزایش می‌یابد تا بتواند در حد امکان بخشی از خطاهای احتمالی را جبران کند.

در ویرایش سوم عملاً کلیه ساختمانها صرفنظر از تعداد طبقات، ارتفاع ساختمان و اهمیت شان بایستی برای اثر پیچش تصادفی بررسی شده باشند. البته در هر دو ویرایش دوم و سوم بندی وجود دارد که عنوان می‌کند برای ساختمانهای حداکثر تا ۵ طبقه و زیر 18 متر اگر فاصله بین مرکز جرم و سختی در همه طبقات از ۵٪ بعد ساختمان در امتداد مورد نظر تجاوز نکرده باشد یا کوچکتر باشد می‌توان از اثر پیچش در آن سازه صرفنظر کرد. مقدار پیچش تصادفی در تراز هر طبقه از حاصلضرب نیروی زلزله آن طبقه در ٪5 بعد خارجی ساختمان عمود بر امتداد نیرو حاصل می‌شود.

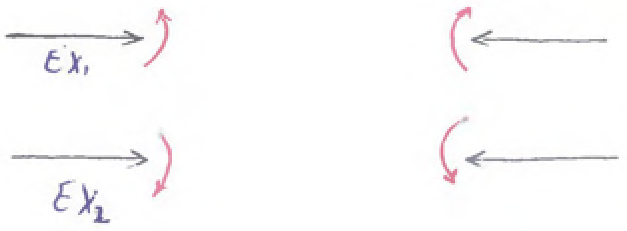


پیچش تصادفی تراز i با نیروی x = $(F_x)_i * (\%5) * B$

y 〃 〃 〃 〃 〃 = $(F_y)_i * (\%5) * A$

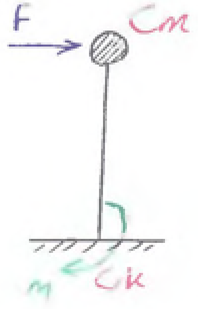
آیین نامه مقرر می دارد اثر پیچش تصادفی با بیش مختلف العلامه مورد نظر قرار گیرد تا بحرانی ترین وضعیت احتمالی ملاک طراحی اعضا باشد این موضوع با رفت و برگشت بودن زلزله فرق دارد.

Load combination



موظف هستیم در هر راستا 2 بار زلزله یکی مثبت و یکی منفی تعریف کنیم و در ضمن فقط زلزله رفت را تعریف می کنیم.

بدیهی است که حالت بحرانی حالتی است که در آن پیچش تصادفی با پیچش اصلی هم جهت باشد که محاسبه آن بر عهده نرم افزار می باشد.

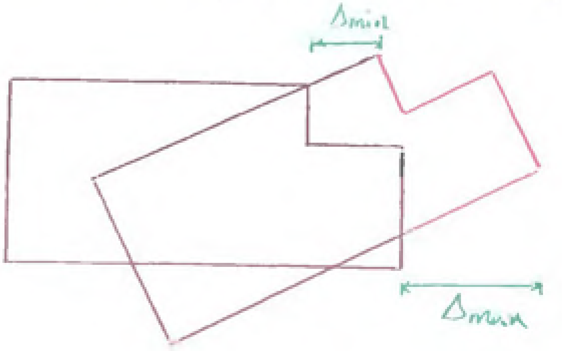


سازه همیشه حول مرکز سختی خود پیچش می کند.

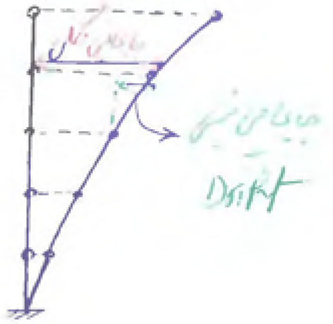
جلسه پانزدهم 86/9/11

* نامنظمی نوع (ث) در پلان :

طبق ضوابط ویرایش سوم لازم است برای سازه کنترلی انجام شود که به موجب آن ممکن است سازه در ردیف ساختمان‌های نامنظم در پلان قرار گیرد. موضوع این کنترل بررسی سختی پیچشی در سازه است.



* این Δ ها نسبی هستند نه کل



اگر $\Delta_{max} > 1.2\Delta_{ave}$ شده باشد ساختمان نامنظم نوع (ث) محسوب خواهد شد.

$$\Delta_{ave} = \frac{\Delta_{max} + \Delta_{min}}{2}$$

اگر سازه مشمول نامنظمی نوع (ث) شده باشد:

1/ مشمول قاعده 30-100 خواهد شد. (عملی)

2/ لازم است پیچش تصادفی طبقه مورد نظر تحت زلزله مورد نظر با ضریب A_j تشدید شود. ([illegible])

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{ave}}\right)^2 \qquad 1 \leq A_j \leq 3$$

3/ اگر ساختمان بیش از ۵ طبقه یا بلندتر از 18 متر است لازم است تحلیل دینامیکی شود.

مثال: یک ساختمان 7 طبقه؛ تعداد طبقات 4 و 5 تحت زلزله EX_2 مشکل $D_{max} > 1.2D_{ave}$ اتفاق افتاده است (مربوط به بند 2) در این مورد به طور خصوصی برای بار زلزله EX_2 و تنها برای طبقات 4 و 5 ضریب A_j تأثیر داده می‌شود که در مورد بند 1 و تبصره 30-100 مشمول تمام طبقات و تمامی نیروهای زلزله می‌شود.

نکته 2: طبق دستورالعمل آیین‌نامه از همان ابتدای کار لازم است اثر پیچش اصلی و 5٪ پیچش تصادفی پایه به طور همزمان روی سازه در نظر گرفته شود. در حالت بین D_{max} ها و D_{ave} های اتفاق افتاده را مقایسه می‌کنیم و اگر لازم شد برای هر طبقه‌ای که لازم باشد آن را تشدید می‌کنیم

نکته 3: طبق دستورالعمل ویرایش 3 برای ساختمان‌هایی که مشمول تبصره 30-100 می‌شوند لازم نیست پیچش تصادفی توأم با مولفه 30٪ در نظر گرفته شود. (پیچش تصادفی مربوط به بند 100 درصدی است)

Define Static Load Case Names

Load	Type	self weight Multiplier	Auto lateral Load
D	Dead	1	–
L	Live	0	–
EX_1	Quake	0	User Coefficient
EX_2	Quake	0	User Coefficient
EY_1	Quake	0	User Loads
EY_2	Quake	0	User Loads

با استفاده از گزینه modify lateral load به پنجره خصوصی بار زلزله یاد شده مورد نظر دسترسی پیدا می‌کنیم.

شرح معرفی بارها در روش user coefficient :

user Define Seismic Loading

○ X Dir زلزله در امتداد X بدون اثر پیچش تصادفی

○ X Dir + Eccen y زلزله در امتداد X با پیچش تصادفی مثبت

○ X Dir - Eccen y زلزله در امتداد X با پیچش تصادفی منفی

Eccentricity Ratio [0.05] درصد پیچش تصادفی

override Eccentricities جایگزین کردن (دستی کردن)

[override...]

Story	Diaphragm	X-Dir (Ecc Length)
طبقه مورد نظر	دیافراگم	5% بعد عمود بر امتداد نیرو * Aj
		مثال 2 * 0.05 * 8
		Aj درصد تصادفی طول بعد

Story Rang

Top story تراز بالای ساختمان Bottom story تراز پایه

Factors

Base shear coefficient, C [عدد] مقدار ضریب C در امتداد مورد نظر

Building Height Exp, k [1] مقدار k در فرمول (آنان)

شرح جدول بار در روش user Loads :

Y	X	Mz	Fy	Fx	Diaph	Story
مولفه‌ها X و Y محل اثر نیروی مورد نظر در حالت بارگذاری دستی کاربر است		پیچش تصادفی توأم با بار مورد نظر در طبقه مورد نظر	نیروی بارگذاری امتداد y طبقه مورد نظر	نیروی بارگذاری امتداد x طبقه مورد نظر	نام دیافراگم طبقه مورد نظر	نام طبقه مورد نظر

* باید دقت داشت که در این پنجره باید به امتداد اثر نیرو توجه داشت مثلاً اگر پنجره ذکر مربوط به EX می‌باشد مقادیر مربوطه را در Fx منظور شده و Fy ها صفر معرفی می‌شوند و برعکس.

○ user specified Application point

در این حالت لازم است خود کاربر محل اثر نیروی مورد نظر را به برنامه معرفی کند در ضمن در این حالت الزاماً بایستی پیچش تصادفی نیز توسط خود کاربر به برنامه معرفی شود.

○ Apply at Center of Mass

در این حالت دو ستون آخر مربوط به مختصات محل اعمال نیرو است حذف شده و برنامه بطور خودکار نیروی تعریف شده کاربر را در مرکز جرم قرار می‌دهد (این بار مرکز جرم را خودش خودکار محاسبه می‌کند) در ضمن در مورد پیچش تصادفی نیز می‌توان درصد بعد ساختمان عمود بر بعد امتداد نیرو را به برنامه معرفی کرد تا پیچش تصادفی را نیز خودش محاسبه کند.

Additional ecc. Ratio (all Diaph) [عدد]

مثال اول: ساختمان در امتداد y مشمول توزیع بار شلاقی شده است.

فولاد کلاسی

$C_y = 0.111$ اصلی

$T = 0.77$ ثانیه

$C_{اصلاحی} = 0.111(1-0.07 \times 0.77) = 0.105$

یک زلزله U.C برای امتداد y با C برابر با 0.105 تعریف می‌کنیم.

یکبار که سازه Run شد نیروها را از Summery Report می‌خوانیم.

به بالاترین طبقه یک F_t اضافه می‌کنیم که مقدار این F_t برابر است با

$F_t = 0.07 \times 0.77 \times \underbrace{0.111}_{C \text{ اصلی}} \times W$

برنامه وزن را خودش محاسبه می‌کند و به ما می‌دهد

تفاوت E_{y1} و E_{y2} فقط در پیچش تصادفی است لذا همه نیروها را با علامت مثبت در هر دو وارد می‌کنیم و هر دو با هم یکی است فقط در قسمت EccRatio در یکی مقدار را (+) و در دیگری مقدار را (−) می‌دهیم

Fx	Fy	Mz
صفر	نیروی زلزله در امتداد y طبقه مورد نظر	صفر

$E_{y1} \Rightarrow$ Add Eccen $\boxed{+0.05}$

$E_{y2} \Rightarrow$ Add Eccen $\boxed{-0.05}$

مثال دوم: ساختمانی محدود به 5 طبقه و 18 متر داریم در پلان نامنظم است اما نه به دلیل بند (ث) که قصد داریم آنها از طریق UL . 100-90 کنیم (نه از طریق ترکیب بارها)

جلسه شانزدهم 86/9/7

	Fx	Fy	Mz
برای EX1	کل نیروی راستای x طبقه مورد نظر	30% زلزله راستای y طبقه مورد نظر	$(5\%$ بعد ساختمان عمود بر راستای $x) * (F_x)_i$

Add Eccen = صفر

نکته: در مثال فوق برای پیچش تصادفی عدد صفر را تایپ می‌کنیم زیرا در غیر اینصورت پیچش تصادفی توسط برنامه ایتبس برای 2 جهت y و x محاسبه می‌شود درصورتی که پیچش تصادفی فقط مربوط به بعدی است که 100% نیرو به آن وارد می‌شود در نتیجه حل این مسئله باید خودمان پیچش تصادفی را محاسبه و در جدول مربوطه وارد نماییم.

برای نیروهای EX2 ، Fx و Fy را با علامت مثبت اما Mz را با علامت منفی وارد می‌کنیم

مثال سوم: فرض کنید ساختمان مثال دوم مشمول بند (ث) نیز شده باشد در نتیجه داریم:

	Fx	Fy	Mz
طبق مثال EX1	کل نیروی راستای x طبقه مورد نظر	30% زلزله راستای y طبقه مورد نظر	$(5\%$ بعد ساختمان عمود بر راستای $x) * (F_x)_i * A_j$

ضریب مربوط به طبقات و نیروهای زلزله‌ای است که شامل این بند می‌شود.

نکته: اگر بخواهیم از طریق بارگذاری سازه را 30-100 کنترل کنیم می‌بایستی در هر جهت 3 تا بار زلزله (EX, EX1, EX2) تعریف کنیم که EX بدون پیچش تصادفی است و فقط در ترکیب بارهای 30-100 شده اثر می‌کند. این امر به این دلیل است که اگر از EX1 و EX2 برای ترکیب بارگذاری استفاده کنیم 2 بار پیچش تصادفی در محاسبات لحاظ خواهد شد

Define ←

Load combinations :

در این قسمت لازم است ترکیب‌های بارگذاری که قرار است طراحی سازه بر مبنای آنها انجام شود را به برنامه معرفی کنیم.

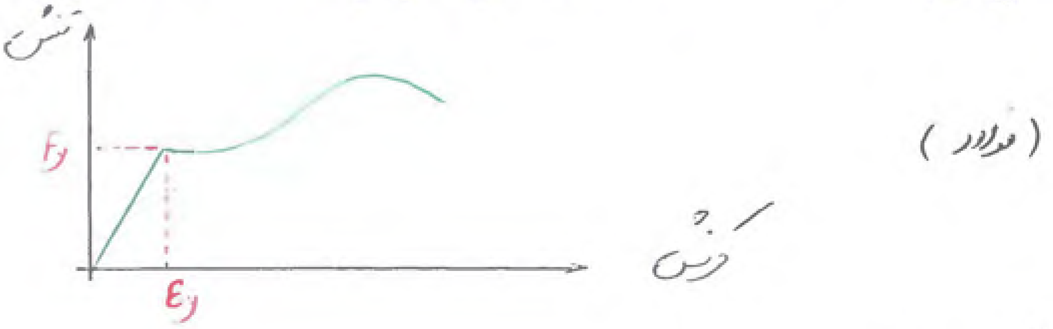
تذکر: برنامه براساس آیین‌نامه طراحی و حالت‌های بار تعریف شده همواره ترکیب بارها را بطور خودکار ایجاد خواهد کرد. هر حالتی که قرار است ترکیبی تعریف کنیم که برنامه قادر به تشخیص خودکار آن نمی‌باشد مثلاً می‌خواهیم قاعده 30-100 را از طریق ترکیب بارها تعریف کنیم و یا در طراحی براساس آبا که در طراحی تنش راجع به آن صحبت خواهیم کرد لازم است خودمان ترکیب بار را معرفی کنیم.

انواع روشهای ترکیب بار:

۱/ ترکیب‌های بدون ضریب (سرویس یا بهره برداری)

هرگاه در طراحی یک سازه رفتار ارتجاعی مصالح اعضا در دیاگرام تنش - کرنش ملاک انتخاب معیارهای پذیرش باشد طراحی مورد نظر اصطلاحاً طراحی الاستیک - ارتجاعی یا طراحی به روش تنش مجاز نامیده می‌شود. در این نوع طراحی از ترکیب‌های بدون ضریب استفاده می‌شود بدین صورت که حالتهای مختلف بار با همان ضریب واحد در کنار یکدیگر قرار گرفته

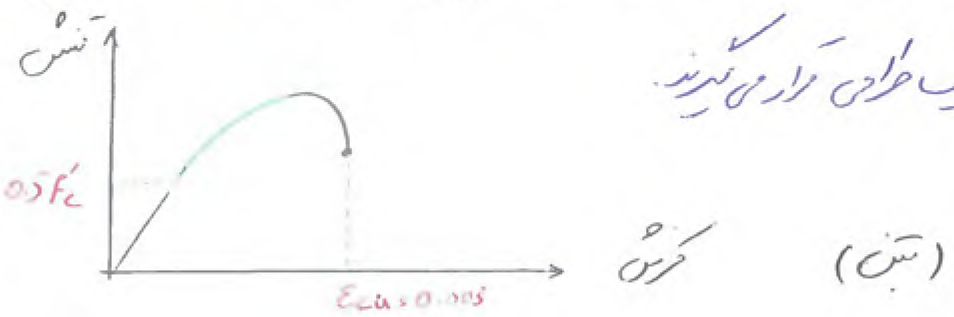
با هم جمع جبری می شوند بعنوان مثال طراحی سازه های فولادی به روش تنش مجاز مطابق با آیین نامه فولاد ایران و همچنین استاندارد AISC (آمریکا از ویرایش 2000) بر همین اساس است



6/ ترکیب های ضریب دار

هرگاه در طراحی یک سازه رفتار غیرارتجاعی مصالح اعضا در دیاگرام تنش - کرنش ملاک انتخاب معیارهای پذیرش باشد طراحی مورد نظر اصطلاحاً طراحی غیرارتجاعی یا غیرالاستیک نامیده می شود در این نوع طراحی ابتدا هر یک از حالتهای بار در ضریبی که به نوعی معرف عدم قطعیت آن حالت بار است ضرب شده تا شرایط بحرانی تری ایجاد شود و سپس با یکدیگر ترکیب خواهند شد به این روش ترکیب بار اصطلاحاً ترکیب بار ضریبدار اطلاق می شود.

بعنوان مثال طراحی سازه های فولادی به روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) و یا طراحی سازه های بتنی به روش حالت حدی (آبا و CSA کانادا) و همچنین به روش مقاومت نهایی (بتن آمریکا ACI) در همین ردیف طراحی قرار می گیرند.



در روش ترکیب بار ضریب دار چون حاشیه ایمنی کمی داریم در نتیجه برای ایجاد حاشیه ایمنی در بالا بردن ضریب اطمینان بارها را ضریب دار می‌کنیم تا حالت بحرانی‌تری بررسی گردد.

تحلیل
- خطی (استاتیکی، دینامیکی)
- غیرخطی (" ، ")

طراحی
- ارتجاعی (تنش مجاز)
- غیرارتجاعی

بارگذاری فوق العاده: هرگاه اثر بار باد یا زلزله به تنهایی یا در ترکیب با بارهای دیگر به سازه اثر کند:

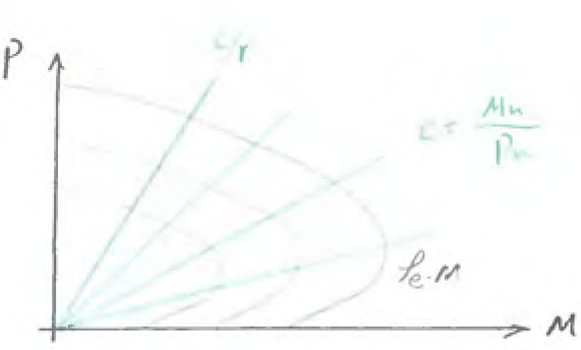
- در طراحی به روش ارتجاعی یا تنش مجاز عنوان می‌شود می‌توان تنش‌های مجاز را 33% افزایش داد (به عبارتی تنش مجاز در 4/3 ضرب شود).

- در طراحی غیرارتجاعی آیین‌نامه‌ها بند فوق را حذف کرده در عوض ضریب کاهنده‌ای نظیر 0.75، 0.8 و نظایر آنها روی ترکیب بار اعمال می‌کنند.

$$\frac{\frac{(P_D + P_L \pm P_E)}{A}}{F_a \times 4/3} = \frac{\text{تنش موجود فشاری}}{\text{تنش مجاز فشاری}} = \text{Ratio}$$

Ratio تحت نیروی محوری فشاری ⇒ در طراحی به روش ASD

در عمل مقدار 4/3 معکوس شده (3/4) و پشت ترکیب بار قرار می‌گیرد و حاصل 075 معمول می‌باشد.



در طراحی غیراری می‌توانیم تنش مجاز را 4/3 کنیم مانند شکل بالا و به همین دلیل در این روش ضریب مربوطه جزو ترکیب بارها هستند نه تنش مجاز.

تذکر: برنامه بطور خودکار قوانین آیین‌نامه درخواستی را می‌شناسد. به عنوان مثال وقتی ACI جهت طراحی انتخاب شده است برنامه کاملاً واقف است که طبق استاندارد مورد نظر ضریب کاهنده را روی ترکیب بار داریم و یا وقتی استاندارد AISC - ASD 89 را انتخاب می‌کنیم می‌داند که ترکیب بارها بدون ضریب هستند و روی تنش مجاز ضریب 4/3 اعمال می‌کند.

دقت: مقدار ضریب 0.75 یا 3/4 به دلیل وجود اضافه مقاومت اعضا تحت اثر بارهای دینامیکی است

ترکیب‌های ضریب‌دار آبا

$1.25D + 1.5L$

$0.8(1.25D + 1.5L \pm 1.5E)$

$D + 1.2L \pm 1.2E$

$0.85D \pm 1.2E$

ترکیب‌های بدون ضریب آیین‌نامه فولاد

$D + L$

$D + L \pm E$

$D \pm E$

ترکیب بار آیین‌نامه 2005 و 2002 ACI

$1.4D$

$1.2D + 1.6L$

$1.2D + L \pm E$

$0.9D \pm E$

ترکیب‌های ضریب‌دار بتن آمریکا تا 1999

$1.4D + 1.7L$

$0.75(1.4D + 1.7L \pm 1.87E)$

$1.05D + 1.275L \pm 1.4025E$

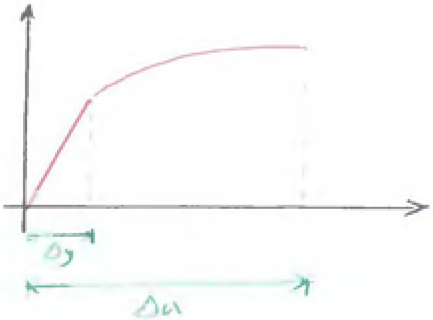
$0.9D \pm 1.43E$

$$R = R_\mu \cdot R_\Omega \cdot R_{serv}$$

R_μ: ضریب رفتار مربوط به شکل پذیری سازه

R_Ω: ضریب رفتار بدلیل اضافه مقاومت موجود در اعضا (عدد متعارف آن 2 است)

R_{serv}: ضریب رفتار مربوط به طراحی در سطح تنش های مجاز (1.4)



$$\frac{\text{نیروی زلزله محتمل}}{R_\mu \cdot R_\Omega \cdot (1.06)} = \text{نیروی زلزله طرح}$$

$$\mu = R_\mu = \frac{\Delta u}{\Delta y}$$

در طراحی از روش ACI 2002 نمی‌توانیم استفاده کنیم چون باید ضریب نیروی زلزله بزرگتر از 1.4 باشد بنابراین در بین آئین نامه‌ها ACI 1999 از همه ضریب زلزله بزرگتری دارد و طراحی با آن در جهت اطمینان می‌باشد. (نسبت به آبا)

نکته : $Z = 1.1 \sim 1.2S \Rightarrow$ در مقاطع معمولی که از Z استفاده $M = (0.6F_y)*S$

$Z = 1.1S \Rightarrow M = (0.6F_y)*Z$ یا $M = (0.66F_y)*S$

Define Load Combinations

Combinations

لیست ترکیب بارها

Add New Combo..

Modify/Show Combo

Delet Combo

جلسه هفدهم 86,4,8

Add New Combo

Load Combination Name نام اختیاری برای ترکیب بار مورد نظر

Define Combination

Case Name | نام بار | Scale factor | ضریب بار |

Load combination Type

| ADD |
| ENVE |
| ABS |
| SRSS |

ADD : جمع جبری حالت های بار با در نظر گرفتن علامت خود بار و علامت مربوط به ترکیبش (همیشه از این گزینه استفاده می‌کنیم چون آیین نامه ای است)

ENVE : پوشش بارهای تعریف شده را محاسبه می‌کند این گزینه در بحث تحلیل های دینامیکی کاربرد دارد.

ABS : بصورت قدر مطلق بارها را محاسبه می‌کند.

$|D| + 1.2|L| - 1.2|EX_2|$

SRSS : Square Root of Sum of Square (جذر مجموع مربعات)

$\sqrt{(\ )^2 + (\ )^2 + \cdots}$

Define

↲ Special seismic load effects :

این گزینه مربوط به آئین نامه امریکاست و در طراحی ها ما کاربردی ندارد و برای این منظور گزینه Do Not Include Special Seismic Design Data را فعال می کنیم.

اگر در سازه های بتنی این گزینه فعال باشد به اعداد غیر واقعی می رسیم.

مدل کردن اعضا و المان های سازه :

1/ مدل کردن ستونها ⌶ — Plan / similar stories (پیش فرض)

2/ مدل کردن تیرها ⧄ — Plan / similar stories (پیش فرض)

3/ مدل کردن مهاربندها ☒ — Elevation

Assign (اختصاص دادن ویژگیها)

joint / point — اختصاص دادن ویژگیها به عناصر گره ای

Frame / Line — اختصاص دادن ویژگیها به عناصر خطی

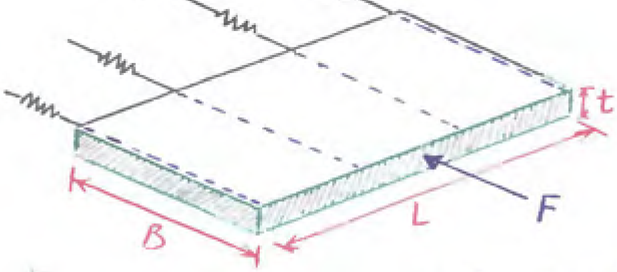
Shell / Area — اختصاص دادن ویژگیها به عناصر سطحی

Assign
$\rightarrow$ joint / point

Rigid Diagram
Restraints (supports)

دیافراگم‌ها:

صفحات افقی یا نسبتاً افقی که وظیفه انتقال بار جانبی کف به عناصر قائم باربر جانبی را برعهده دارند به عبارتی دیافراگم‌ها همان سقف‌ها هستند که بار جانبی را بین اعضای باربر توزیع می‌کنند. دیافراگمها در امتداد صفحه خود سختی نسبتاً زیادی دارند بموجب این سختی زیاد گره‌هایی که در تراز یک کف شکل می‌گیرند عملاً به یکدیگر قفل شده رفتاری هماهنگ و یکپارچه خواهند داشت بنابراین در حین ارتعاش سیستم هیچ 2 گره‌ای از یکدیگر فاصله نگرفته به یکدیگر نزدیک نخواهند شد بنابراین تغییرمکان نسبی بین گره‌ها صفر می‌باشد (به همین دلیل است که در تیرها عملاً نیروی محوری نداریم و یا اگر سهواً در محاسبات یا نیروی کم وجود داشته باشد قابل اغماض است).



سقف یا دیافراگم معادل را می‌توان مانند یک تیر در نظر گرفت که روی چند تکیه‌گاه فنری قرار گرفته است مقطع این تیر تحت نیروی F نمایش داده شده بصورت Bxt قطر آن L است.

$$\lim_{B \to \infty} \left(I = \frac{t \cdot B^3}{12} \right) \longrightarrow \infty$$

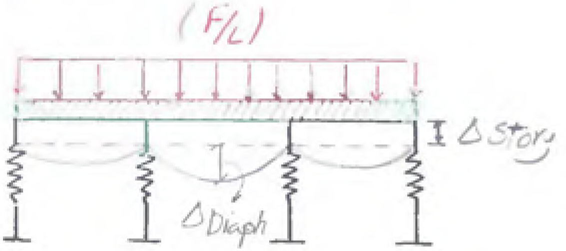
بنابراین عملاً v نیز ∞ است.

سختی‌های چهارگانه تابع t و v هستند که این دو پارامتر ∞ باشند لذا سختی‌های درون صفحه دیافراگم به ∞ متمایل است.

دیافراگم‌ها در عمل به 2 دسته دیافراگم‌های صلب و انعطاف‌پذیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

(البته در برخی استانداردهای آمریکایی یک دسته دیگر به نام دیافراگم نیمه صلب نیز وجود دارد.)

بر اساس اینکه دیافراگم در کدام دسته قرار گیرد رفتار سازه یا پاسخ‌های سازه و چگونگی توزیع نیرو بین اعضا متفاوت است.



حداکثر تغییر مکانی که در یکی از دهانه‌ها رخ داده را Δ_{Diaph} می‌گویند.

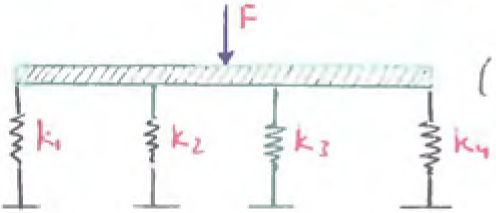
Δ_{story} که در شکل فوق نمایش داده شده به نوعی همان تغییر مکان نسبی طبقه مورد نظر است.

$$\frac{\Delta_{Diaph}}{\Delta_{story}} < 0.5$$ (Rigid Diaphragm) این دیافراگم صلب محسوب می‌گردد

$$\frac{\Delta_{Diaph}}{\Delta_{Story}} > 0.5$$ (Flexible Diaphragm) دیافراگم انعطاف‌پذیر است

در دیافراگم های صلب نیروی کف به نسبت سختی بین قابها توزیع می‌شود درحالی که در دیافراگم های انعطاف پذیر نیرو به نسبت جرم سهم هرقاب بین آنها توزیع خواهد شد.

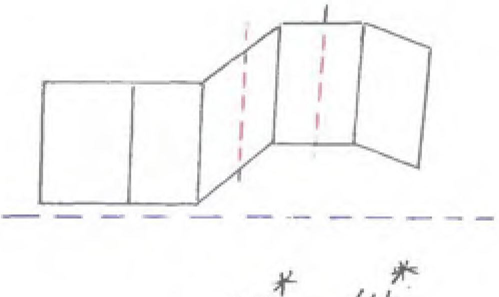
(در مبحث ششم استاندارد 2800 که مقوله دیافراگمهاست جایی اینطور عنوان شده است که در دیافراگم های انعطاف پذیر نیرو به نسبت سطح بارگیر بین قابها توزیع می‌شود این جمله استناد به بحث ارتعاشات سازه در بار زلزله مردود است و اشکال دارد. از مبحث زلزله به خاطر داریم نیروهای زلزله از جنس اینرسی هستند شتاب ناشی از جنبش زمین در هر طبقه شتاب جدیدی ایجاد می‌کند که این شتاب در جرم تولید نیرو خواهد کرد طبیعی است در این شرایط هرقاب به اندازه جرم خود نیرو خواهد برد نه به اندازه سطح بارگیرش.)



صلب $(EI = \infty)$

$$F_i = \left(\frac{k_i}{\sum k_i}\right) F$$

توزیع به نسبت سختی (نظیر دیافراگم صلب)



(نمونه دیافراگم انعطاف پذیر)

W_i^* : بخشی از وزن طبقه که سهم قاب مورد نظر است.

$$m_i^* = \frac{W_i^*}{g}$$

$$m_i^* * \text{شتاب حرکت طبقه} = F_i^*$$

در دیافراگم های صلب بین قابها تغییرمکان نسبی اتفاق نمی افتد و قابها حرکت هماهنگ و یکپارچه خواهند داشت اما اگر دیافراگم انعطاف پذیر باشد احتمال وقوع تغییرمکان نسبی بین قابها وجود دارد (مانند شکل بالا) از دیگر تفاوت های بین دیافراگم های انعطاف پذیر اثر پیچش به شدت کاهش می یابد بگونه ای که در برخی آئین نامه ها و از جمله پیوست ششم آئین نامه 2800 حتی اجازه داده می شود اثر پیچش تصادفی نادیده گرفته شود.

عوامل موثر در صلبیت یا انعطاف پذیری دیافراگم ها :

1/ فاصله قابهای مجاور که هرچه بیشتر باشد طبیعتاً ΔDiaph بیشتری بین آنها محتمل است.

2/ تناسب سختی قابهای مجاور مثلاً یک قاب نرم بین 2 قاب سخت قرار گرفته باشد.

3/ وجود بازشو در برخی چشمه ها که موجب کاهش سختی آن چشمه و افزایش ΔDiaph آن خواهد شد (به همین دلیل در توصیه های 2800 عنوان شده است حتی الامکان از ایجاد بازشوهای با ابعاد بزرگ احتراز گردد.)

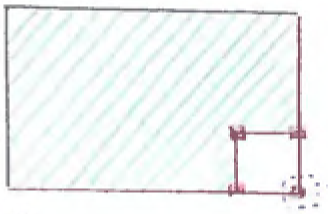
4/ مشخصه های خصوصی سقف شامل نوع سقف و ضخامت آن.

در عمل سقف هایی نظیر طاق ضربی، سقف های سنتی، سقف های خشتی و گلی، چوبی، سقفهای با ورق های نازک فلزی بدون بتن رویه طبق دستورالعمل استاندارد 2800 در ردیف دیافراگم های صلب قرار نمی گیرند و به عبارتی کنترل های فوق برای آنها موهوم است.

بطور متداول و در عرصه کارهای طراحی عمدتاً صلبیت و انعطاف پذیری سقفها کنترل می‌شود و چنین است که قطعاً این مورد اشکال دارد. در مورد ساختمانهای کوتاه و نه چندان بلند خطای ناشی از این موضوع چندان نگران کننده نبوده و عمده مواقع در جهت اطمینان است. (البته این ادعا علمی نیست) اما در مورد ساختمانهای بلند، شکل فرق می‌کند. در ساختمانهای بلند اصرار زیادی وجود دارد که سقف‌ها حتماً شرایط صلبیت را احراز کنند. علت این موضوع جلوگیری از ارتعاش غیرهمسان قابهای مجاور و آسیب‌های ناشی از آن است. در ساختمانهای بلند به دلیل خصوصیات ارتعاشیشان اگر دیافراگم انعطاف پذیر باشد تغییر مکانهای سیستم بین قابها و ارتعاشات غیرهمسان ناشی از آن موجب آسیب دیدن جدی سقف شده و حتی احتمال گسیختگی یا پارگی سقف وجود دارد که خود کانون آسیب پذیری است. بنابراین اصرار شدیدی داریم دیافراگمها حتماً شرایط صلبیت را احراز کنند.

برای این منظور کنترل سقف، به استاندارد 2800 ویرایش 3 صفحه 131 مراجعه شود.

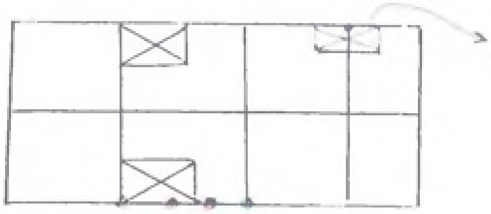
جلسه هجدهم ۸۶/۶/۱۶



این گره از دیافراگم جداست

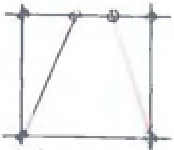
این ستون در بارگیری مشارکت ندارد و باید در دستور Joint/point آن را Disconect کنیم

« تبصره خاص »



در اینجا بادبند کار کنیم

در مورد مقابل گره خود دیافراگم محسوب می‌گردد زیرا
هم چهار گوشه قاب بودکه در دیافراگم درگیر می‌باشد.



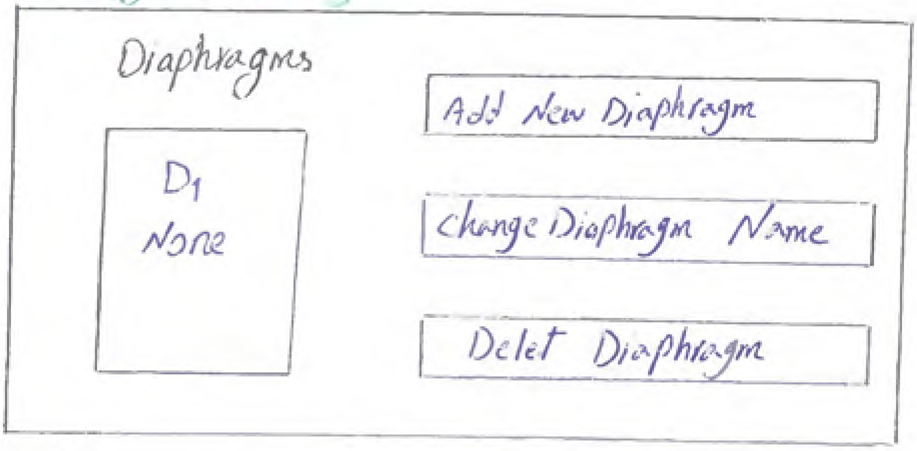
در این حالت شبکه خرپایی کامل است

نکته : باید توجه داشت در دهانه‌ای که ستون‌های پیرامون آن در دیافراگم درگیر نباشد نباید بادبند بزنیم
زیرا اگر ستون از دیافراگم جدا باشد با سیستم کار نمی‌کند

Select بالای صفحه
→ by story Level
→ کلیه طبقات بجز Base را انتخاب می‌کنیم

Assign
→ joint / point
→ Rigid Diaphragm

Assign Diaphragm


Diaphragms
D1
None
Add New Diaphragm
change Diaphragm Name
Delet Diaphragm

گزینه None درواقع نوعی undo کردن است یعنی اینکه با استفاده از آن مثل اینکه دیافراگمی تعریف نشده است.

* برای جدا کردن یک گره از دیافراگم ابتدا گره مورد نظر را select کرده سپس در جدول Assign Diaphragm گزینه Disconect from All Diaphragmes را فعال می‌کنیم سپس ok می‌کنیم

⊓ Show undeform shape : با کلیک روی این آیکن نمایش گرافیکی سازه پاک می‌شود. چنانچه پس از محو کردن نمایش دیافراگم دوباره جهت کنترل کار قصد نمایش دیافراگم مورد نظر را داشته باشیم در دستور چک باکس گزینه Diaphragm Extent را فعال می‌نماییم.

: Restraints (supports) ← Joint/Point ← Assign

با استفاده از این دستور وضعیت اتصال پای ستونها به برنامه معرفی می‌شود در واقع با این دستور

به عبارتی می خواهیم گفت اتصال ستون ها به شالوده یا صفحه ستون مفصلی است یا گیردار.

(توجه : باید دقت داشت نباید به اشتباه از این دستور جهت معرفی وضعیت اتصال عناصر خطی به یکدیگر مثلاً مفصلی یا گیردار بودن تیر و ستون ها استفاده شود.

چه زمان پای ستونها مفصل و چه زمان گیردارند؟

☒ در بتن همواره پای ستونها گیردارند.

☒ در فولاد :

- اگر ساختمان حتی در یک امتداد خمشی باشد پای ستونها گیردارند.

- اگر ساختمان در هر دو امتداد قاب ساده باشد در حد بارهای نه چندان زیاد و تعداد طبقات کم می توان مفصلی کار کرد اما در حد بارهای سنگین و بیش از حدود فوق پای ستونها گیردارند.

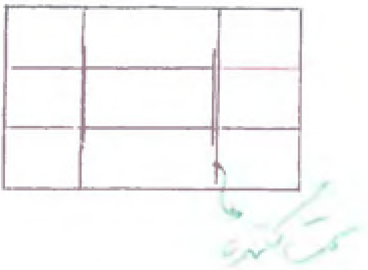
علت استفاده از سخت کننده ها روی صفحه ستون :

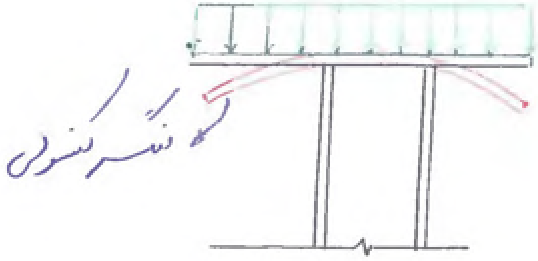
مهمترین و اصلی ترین دلیل :

1/ کاهش ضخامت صفحه ستون

2/ ممانعت از ایجاد لنگر کنسولی زیادی که منجر به زیاد شدن ضخامت صفحه ستون می شود

* وجود سخت کننده ها در صفحه ستون ها باعث گیردار شدن پای ستون ها می شود.

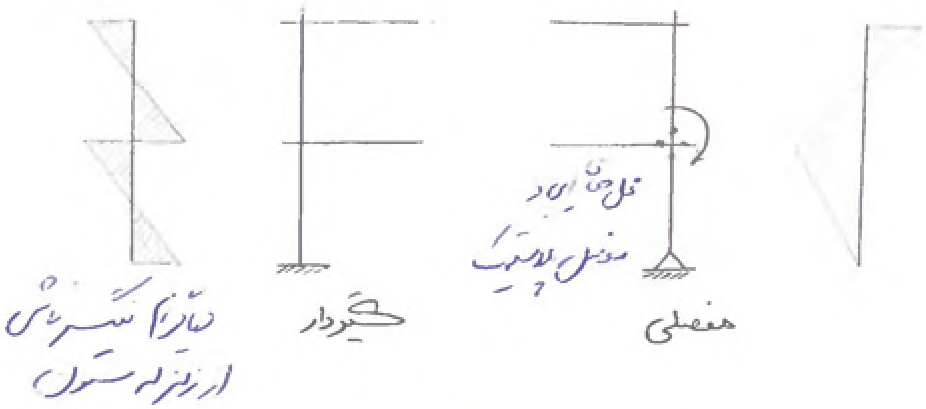

جهت گیرداری


لنگر کنسولی

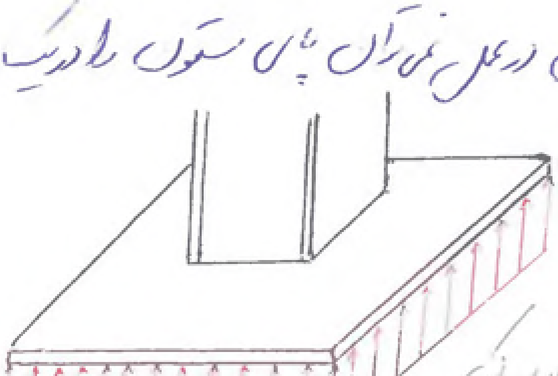
$t = \sqrt{\frac{6M}{0.75F_y}}$ ضخامت صفحه ستون

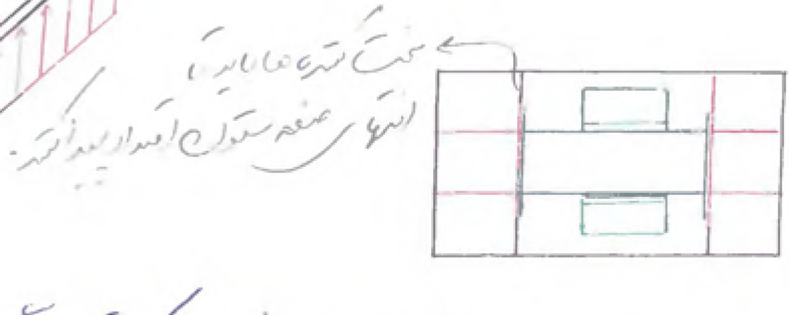
ستون را دارای خمش فرض می‌کنیم.

دارای یا ندارای خمش؟


محل های ایجاد
مفصل پلاستیک
مفصلی
گیردار
نمودار لنگر خمشی
در ارتفاع ستون

به دلیل وجود تنش های شدید و غیر حتمی بودن تنش در عمل نمی‌توان پای ستون را در یک جهت گیردار و در جهت دیگر مفصل اجرا کرد.

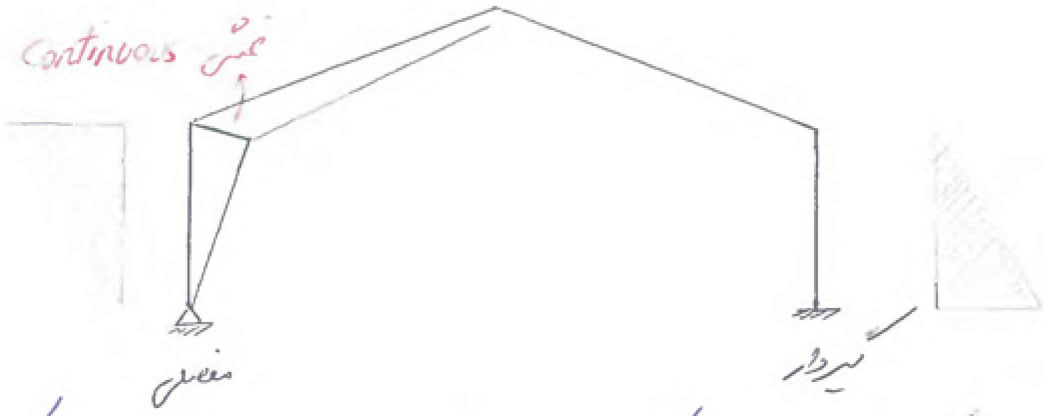



جهت گیره ها باید
انتهای صفحه ستون امتداد پیدا کنند.

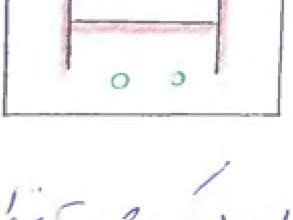
در شکل فوق وجود خمش به علت مفصلی بودن تیپ نه اتصال گیردار بودن. ولی ها جهت تأمین ایمنی است

صفحه ستون که زیر ستون‌ها اند باید جوش سرتاسری داده شوند.

نکته: در برخی موارد از نبشی‌ها جهت قوی‌تر کردن ستون‌ها استفاده می‌گردد که در این صورت اندازه نبشی و جوش آن اسمی می‌باشند.



در مورد سوله‌ها همیشه سعی می‌کنیم جهت کاهش تنش در پای ستون‌ها اتصال پای ستون‌ها را مفصلی کنیم که برای این منظور تنها در یک جهت بولت گذاری می‌کنیم تا صفحه به همراه ستون روی شالوده به صورت مفصلی عمل نمایند.



ستون روی صفحه جوش شده است

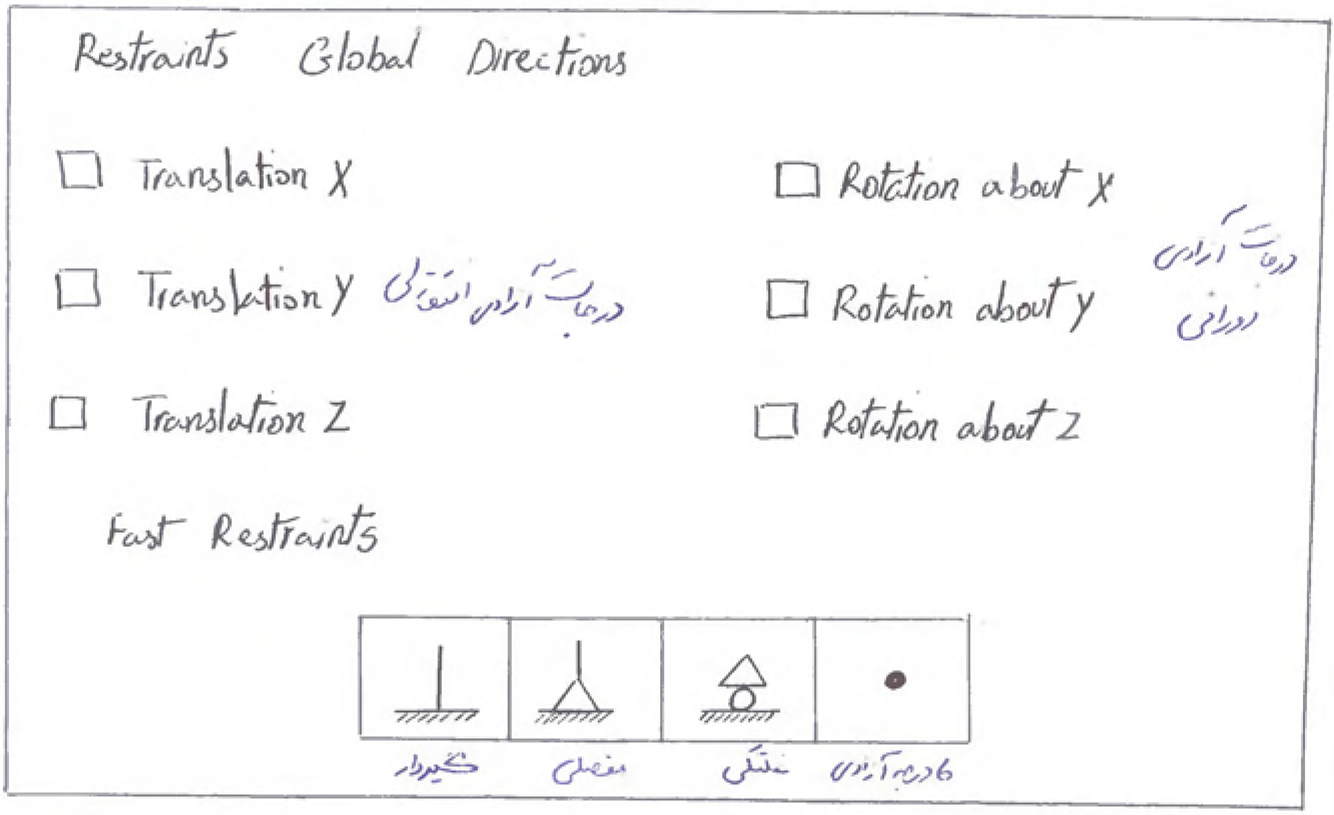
بولت گذاری در یک جهت به منظور مفصلی کردن پای ستون

جلسه نوزدهم 36,4,15

پایین صفحه Select → by story Level → تراز Base را انتخاب می‌کنیم

Assign → joint/point → Restraints (supports)

Assign Restraints



Restraints Global Directions

☐ Translation X ☐ Rotation about X

☐ Translation Y درجات آزادی انتقالی ☐ Rotation about Y درجات آزادی دورانی

☐ Translation Z ☐ Rotation about Z

Fast Restraints

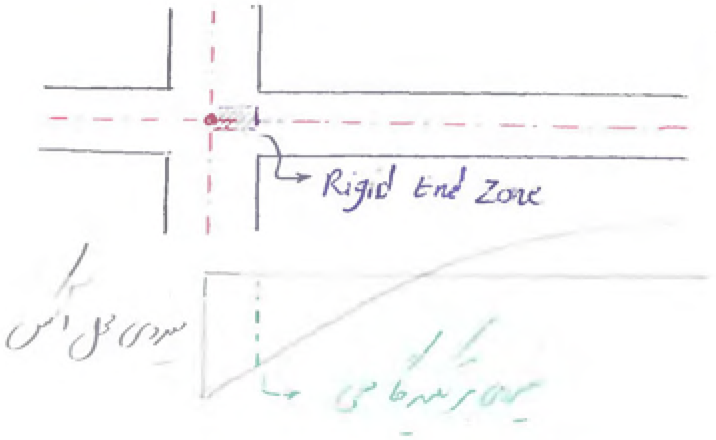
به جز گره‌های تراز Base سایر گره‌ها همواره ۶ درجه آزادند و این ۶ درجه آزادی در پیش فرض برای آنها داده شده است اما اگر احیاناً کاربر به اشتباه گره‌ای را مقید سازد با استفاده از آیکن ۶ درجه آزادی می‌تواند درجات آزادی مقید شده را مجدداً به گره باز گرداند.

Assign → Frame/Line

Frame Section
Frame Releases / Partial Fixity
End (length) offsets
Local Axes
Frame property Modifiers

Frame Section : با استفاده از این دستور می‌توان تیپ مقطع عناصر خطی را در صورت لزوم تغییر داد تیر، ستون یا بادبند مورد نظرمان را انتخاب می‌کنیم و با استفاده از این دستور مقطع جدید مورد نظرمان را به آن تخصیص می‌دهیم.

End (Length) Offset : به کمک این گزینه به برنامه معرفی می‌کنیم که نیرو را در برهای مقطع محاسبه کند و محل Rigid zone را مشخص کنیم



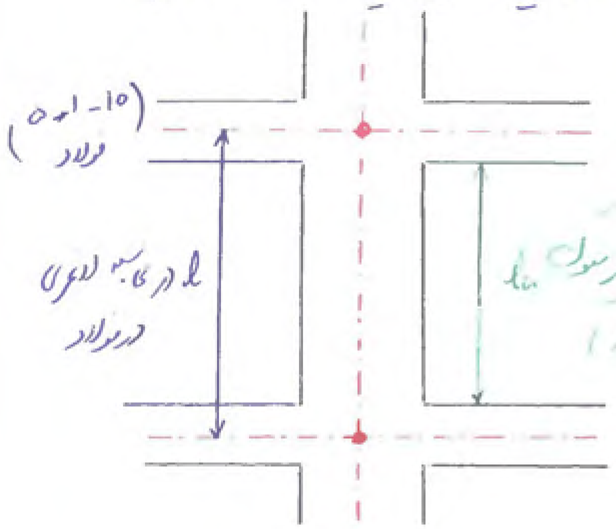
End Offset Along Length

● Automatic from Connectivity
○ Define Lengths

Rigid Zone Factor

نیروی محل آکس	⇒	0%	صفر
نیروی بر تکیه‌گاه	⇒	100%	1
وسط فاصله آکس تا بر تکیه‌گاه	⇒	50%	0.5

روش: در فصل دهم آبا بند ۱۵-۷ صفحه ۲۰ عنوان شده است در طراحی قطعات واقعی که با تکیه‌گاه‌های خود یکپارچه بتن‌ریزی و اجرا می‌شوند می‌توان از نیروهای بر تکیه‌گاه استفاده کرد.



$\lambda = \frac{k l_u}{r}$ فصل 13 آبا

تیرهای بتنی ⇒ 1

ستون‌های بتنی ⇒ 0.5

نکته: از آنجا که طبق فصل 13 آبا برای نسبت لاغری بر بار ستون ملاک عمل می‌باشد پس Factor = 1 جوابگو می‌باشد ولی چون طبق بند ۱۰-۷ آبا شرایط تکیه‌گاه گیردار برقرار نیست لذا باید در جهت اطمینان قطعه کاری عددی کمتر از یک وارد کنیم (۰ تا ۱) که به طور عرف ضریب را برابر 0.5 می‌گیریم.

در فولاد: 1 = آنالیز ناحیه‌ای   0.5 = نقطه کارایی   0.5 یا 1 ⇒ تیرهای فولادی

ستون‌های فولادی با استفاده در رابطه لاغری ⇒ صفر

Frame property Modifier : با استفاده از این دستور می‌توان ضرایبی جهت اصلاح ممان مقطع عناصر خطی به برنامه معرفی کرد.

کاربرد آیین‌نامه‌ای این دستور موضوع ترک خوردگی در مقاطع بتن آرمه است در استاندارد 2800 مطرح می‌گردد در تحلیل و طراحی سازه‌های بتن آرمه لازم است اثر ترک خوردگی مقاطع ملحوظ شده باشد بدین منظور ضرایب زیر جهت اصلاح ممان اعضا توسط آیین‌نامه معرفی می‌شود.

ستونها $I_{cr} = 0.7 I_g$ (ترک خورده cracked

تیرها $I_{cr} = 0.35 I_g$ (مقطع کل عرض I_g

بمنظور اعمال ضرایب فوق یکبار کلیه تیرها را انتخاب می‌کنیم و در I_3 آنها ضریب 0.35 اعمال می‌کنیم و بار دیگر جداگانه کلیه ستونها را انتخاب می‌کنیم و در I_2 و I_3 آنها ضریب 0.7 معرفی می‌کنیم.

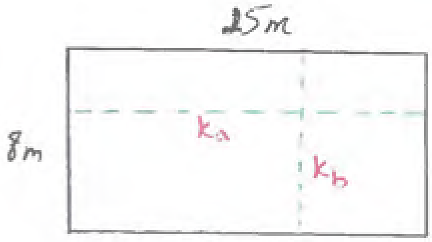
برای چک کردن اطلاعات در دید Elev روی یک ستون، تیر یا بادبند کلیک راست کرده و صفحه Line Information باز می‌شود.

Loads	Assignments	Location
بارهای اختصاص داده شده به عضو مورد نظر	اطلاعات اختصاص داده شده به عضو مورد نظر	مشخصات محل قرارگیری عضو

* باید دقت داشت که ضرایب اصلاح ترک خوردگی فقط در سازه‌های بتنی اعمال شده در سازه‌های فولادی از این گزینه استفاده نخواهد شد

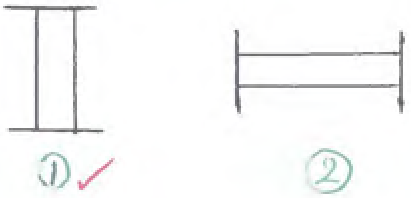
برای دیدن مشخصات تمامی اعضا می‌توان از دستور چک با گزینه Line section را اعمال نمود

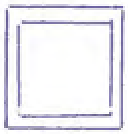
نحوه تعیین قرارگیری ستونها - نحوه تعیین تیرریزی سقفها:

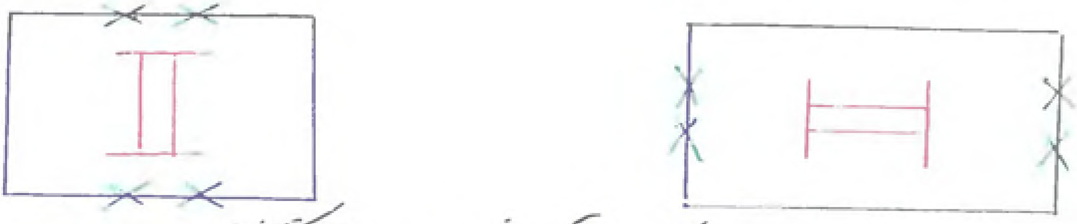


سازه در هر دو راستا خمشی

$k_a \gg k_b$, $3k_a > 5k_b$

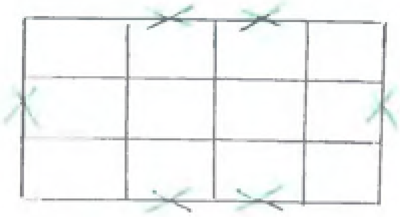


اگر سازه شکل متقارن نداشته باشد و نتوان با دید اولیه محور ضعیف و قوی آن را مشخص کرد ابتدا سازه را مدل کرده و سپس برای همهٔ ستون‌ها یک مقطع باکس با ضخامت‌های مساوی  به شکل مربع تعریف می‌کنیم و تیرها را نیز از یک مقطع مشخص مثلاً IPE18 تعریف می‌کنیم سپس یک بار زلزله تعریف نموده و البته آخر به سازه اعمال می‌کنیم و در انتها سازه را تحلیل نموده و پس از تحلیل از روی پاسخ‌های سازه محور ضعیف را تشخیص می‌دهیم. بدین ترتیب که محوری که دارای Δهای بزرگتری باشد محور ضعیف سازه بوده و باید محور قوی ستون‌ها در آن امتداد قرار گیرد.



سازه در یک راستا بادبندی و در جهت دیگر خمشی

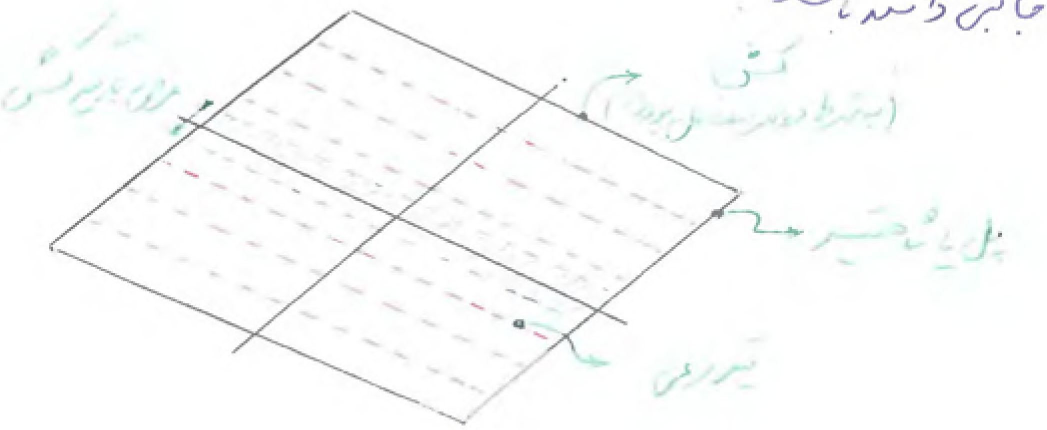
در این حالت سازه در جهت بادبندی دارای سختی بالا باشد تا برابر بعد ضعیف در این راستا قرار گیرد.



سازه در هر دو امتداد قاب ساده

در این حالت نحوه قرارگیری ستونها مستقل از بحث بادبند است ستونها را بگونه‌ای قرار می‌دهیم که پلها به ستون متصل شوند.

پل (شاهتیر) : تیری است اصلی که در هر دو انتهای خود به ستون متصل است. ممکن است فقط باربری ثقلی داشته باشد یا آنکه فقط باربری جانبی داشته باشد یا آنکه بطور توأم کاربری ثقلی و جانبی داشته باشد



جلسه بیستم 86/4/21

کش: تیری است اصلی که حداقل در یک انتهای خود به ستون متصل است. اتصال دو سر آن مفصلی است و لذا باربری جانبی نخواهد داشت از طرفی بار دیوارهای پیرامونی و یا بار کف نیز روی آن هدایت می‌شود بنابراین عملاً باربری ثقلی نیز ندارد. وظیفه این تیرها کلاف کردن قابها و حفظ انسجام و یکپارچگی سازه است (در صورت اینکه باربری مستقیم ندارند نمی‌توان آنها را حذف کرد.)

(بار وارده شده در بین کف + بار وارده شده در بین کف) * (عرض بارگیر کش) = w

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8} \Rightarrow S = \frac{M_{max}}{0.66F_y}$$

یا $0.6F_y$

نصف فاصله کش با اولین تیر فرعی از دو طرف = عرض بارگیر کش

تیر فرعی: تیری است که در هر دو انتهای خود به جان پل متقابل متصل می‌شود اتصالات دو سر آن اگر سازه فلزی باشد مفصلی است، نقشی در باربری جانبی و یا عملکرد پایداری جانبی ندارد تنها وظیفه آن جمع آوری بار کف و انتقال آن روی پل‌ها است

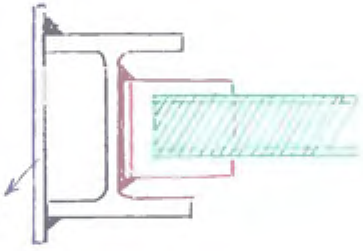
روشهای تیرریزی:

1/ تیرریزی یکطرفه یا یکنواخت

2/ تیرریزی شطرنجی یا غیر یکنواخت

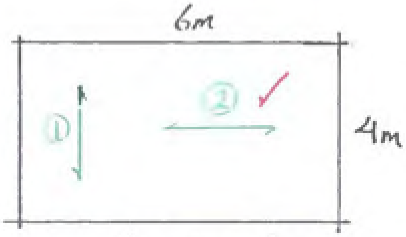
اگر سازه در هر دو امتداد قاب ساده باشد تیرریزی ایده‌آل تیرریزی یکطرفه است.

- h کل جهت طراحی تیرها
- ضخامت بال 2cm ≃
- اعضای اتصال بال به جان 1cm ≃
- جوش نبشی به جان ستون 2cm ≃
- جوش تیر به نبشی 2cm ≃



ورق جهت اتصال تیر به ستون

هنگامی که سازه در دو جهت قاب ساده می‌باشد اگر سازه را شطرنجی تیرریزی کنیم مشکل اتصال تیر به جان ستون را خواهیم داشت زیرا که در این حالت باید برای اتصال مورد نظر در ورق‌هایی جهت تأمین جوش تیر به ستون مانند شکل بالا استفاده گردد که عملاً باعث غیراقتصادی شدن طرح می‌شود. در بسیاری از حالات ارتفاع جان ستون جوابگوی اتصال نبوده و عرض تیر از ارتفاع جان ستون بیشتر می‌شود.



« سقف تیرچه بلوک »

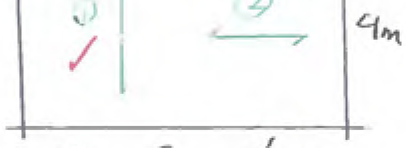
حالت 2 ایده‌آل‌تر است

$$M_1 = \frac{(2*w)\times 6^2}{8} = \frac{72w}{8}$$

$$M_2 = \frac{(3*w)*4^2}{8} = \frac{48w}{8}$$

$$M_1 \gg M_2$$

اگر دهانه بزرگ و بیشتر از 6 متر بود این بار باید بررسی کنیم که کدام حالت بهتر است و بستگی به قضاوت مهندسی خودمان دارد.



سقف کامپوزیت یا طاق ضربی

در مورد سقف‌های کامپوزیت و طاق ضربی اقتصاد تیرهای فرعی حاکم است لذا تیرریزی نوع 1 ایده‌آل‌تر است.

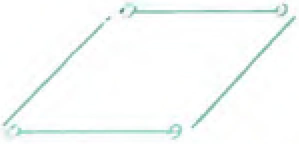
در پیرامون سازه کشش وجود ندارد و همیشه اعضا پل هستند زیرا شکل دیوار پیرامونی وجود دارد.

سازه در یک راستا خمشی - یک راستا قاب ساده ؟

در مرحله اول تمایل اکید داریم تیرریزی به صورت یکطرفه آنهم روی تیرهای خمشی انجام شود

دلایل تیرریزی روی تیرهای خمشی:

* اگر بار روی تیرهای مفصلی هدایت شود طبیعی است که نمره آنها بطور قابل ملاحظه ای بالا رفته و قطعاً مشکل اجرای اتصال آنها در جان ستونها وجود دارد (مگر آنکه ستونها BOX باشند) در واقع در این حالت تیرهای مفصلی حکم پل‌های حالت قبل را پیدا کرده اند و طبیعی است که اجرای اتصال آنها در جان عملاً ممکن نخواهد بود.



در حالت تیر مفصل $\Rightarrow M = \frac{qL^2}{8}$

در حالت تیر گیردار $\Rightarrow M = \frac{qL^2}{12} \le M \le \frac{qL^2}{8}$

با فرض آنکه طول تیرها برابر است پس بار خطی تیرها یکسان و به اندازه q است.

* در این حالت زمانی که بار روی تیرهای گیردار می باشد لنگر تقریباً (با فرض $\frac{qL^2}{10}$) 80 ٪ زمانی است که بار روی تیرهای مفصلی است و همچنین در ترکیب‌هایی که بار زلزله نیز وجود دارد این مقدار در ضریب 0.75 ضرب شده و لنگر با رقم کاهش یافته و حدوداً به 0.6 حالت مفصلی می رسد.

* در بحث کنترل Drift ها بحث وجود Drift های زیاد در جهت خمش، بهتر است بار ثقلی در جهت خمش اعمال شود چون این عمل باعث افزایش نمره اعضا گشته و در مورد Drift های سازه در جهت خمش به جوابهای مطلوبتری خواهیم رسید.

(این امکان وجود دارد که اگر بار ثقلی را به تیرهای مفصلی بدهیم در جهت خمش این امکان وجود دارد که علیرغم نبود بار ثقلی در جهت خمش برای کنترل Drift ها مجبور به بالا بردن نمره اعضا شویم)

معیارهای چهارگانه طراحی:

1/ معیار مقاومت (همان کنترل DCR ها)   3/ معیار پایداری (کنترل های P∆)

2/ معیار سختی (کنترل Drift ها)   4/ شکل پذیری

سازه دو طرف خمشی:

در این حالت از تیرریزی شطرنجی استفاده می کنیم (بهتر است در این مورد به مسئله Drift ها هم توجه داشته باشیم مثلاً در بعضی سازه ها به علت کم بودن عرض سازه و وجود Drift های زیاد می توان خلاف این دستورالعمل (شطرنجی) عمل کرد.

Local Axes ← Frame/Line ← Assign

با استفاده از این دستور نحوه قرارگیری عنصر خطی در مختصات به برنامه معرفی می‌شود. کاربرد عمده استفاده از این دستور معرفی نحوه قرارگیری ستون‌ها است.

Axis Orientation

● Angle

○ Rotate by angle

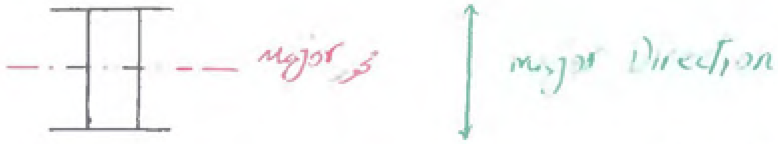
کاربرد برای تمامی اعضا شامل تیر و ستون با هم

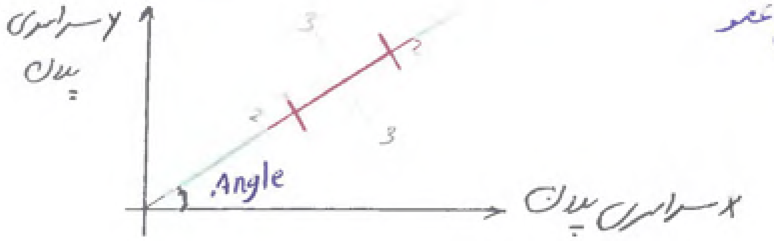
○ column major direction is X (or Radial)

○ column major direction is Y (or Radial)

کاربرد فقط برای ستون

منظور از Major، راستای Major است - محور Major


محور Major
Major Direction


Y سراسری میدان
X سراسری میدان
Angle
2
2
3
3

Angle = 0 پیش فرض

زاویه بر حسب درجه بین محور سراسری X و محور 2 محلی عضو

$\xrightarrow[\text{می‌خواهیم بدهیم: } 90^\circ]{\text{زاویه ستون } 60^\circ \text{ است}}$

Angle = 90°

Rotate = 30°

قرارداد علامتی مثلثاتی است.

جلسه بیست و دوم 86,4,22

Frame Releases / Partial Fixity : با استفاده از این دستور وضعیت اتصال مفصل یا گیردار عناصر خطی به یکدیگر به برنامه معرفی می‌شود.

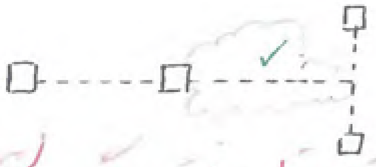
چه زمان اتصال دو انتهای تیر مفصل و چه زمان گیردار است؟

- در سازه‌های بتنی همواره اتصالات گیردارند.
- در سازه‌های فولادی در موارد زیر اتصال دو انتهای تیر مفصلی است:

* تیر عضو قاب ساده باشد.

* تیرهای فرعی که از جان یک پل به جان پل مقابل متصل می‌شوند.

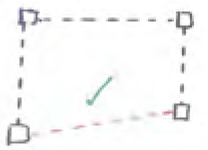
* تیرهایی که فقط در یک انتهای خود به ستون متصل هستند و در انتهای دیگر به جان پل مقابل متصل می‌شوند.



در یک انتها به ستون و انتهای دیگر به جان پل مقابل متصل می‌شود.

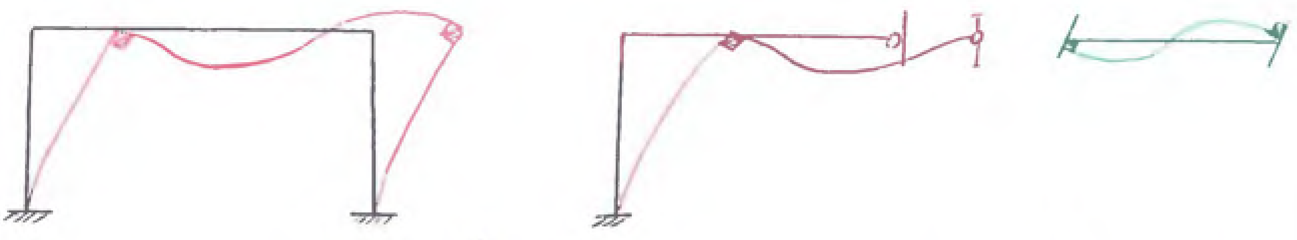
* تیرهایی که خارج از تراز طبقات قرار گرفته‌اند مانند تیر نیم طبقه پله (در صورت گیردار بودن این تیر نه تنها در بهبود رفتار سازه کمک نمی‌کند می‌تواند موجب تحمیل تنش در کمر ستون و در نتیجه تشدید بحران شود. به انضمام آنکه پدیده ستون کوتاه نیز (short clumn) اتفاق بیفتد.

* تیرهایی که به صورت مورب از ستونی در یک آکس به ستونی در آکس دیگر متصل می‌شوند این اعضا اگر چه ممکن است در محل به صورت گیردار نیز اجرا شود لیکن این گیردار بودن تأثیر مطلوب و رضایت‌بخش در بهبود رفتار سیستم نداشته و در ضمن اجرای اتصال گیردار برای آنها نیز به نوعی سخت بوده و شاید به طور صحیح قابل اجرا نشد.



علت گیردار کردن اتصال:

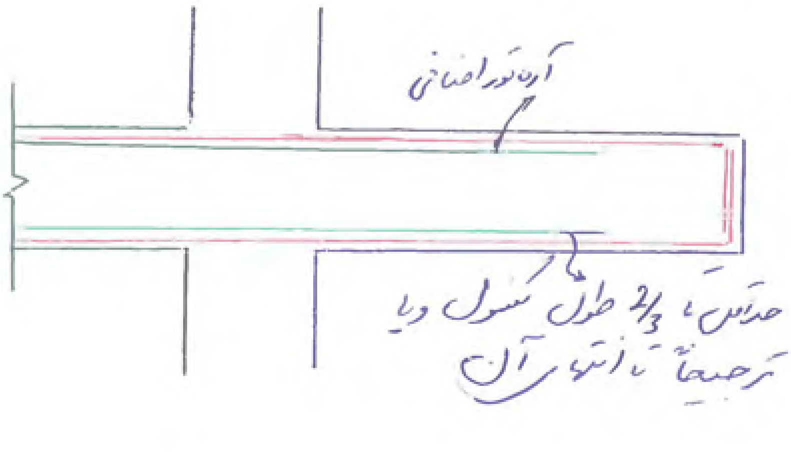
مداخله تیر در پایداری جانبی و جذب نیرو به انضمام اینکه به واسطه قائم ماندن اتصال تیر به ستون سختی تیر در کنترل حرکت جانبی سازه مشارکت عمده خواهد داشت.



عملاً مفصلی بودن یک انتهای تیر سختی تیر را Release می‌کند بنابراین در عمل این تیر را دو سر مفصل اجرا می‌کنیم.

پایداری کنسول‌های بتن آرمه:

ترجیحاً خاموت‌گذاری در طول تیر کنسول به فواصل حداکثر $d/4$ انجام شود.



مؤلفه قائم زلزله در طراحی کنسول ها و طره های آزاد :

مقدار نیرو = $2\left[0.7 A I W_p\right]$

کل بار مرده و زنده کنسول مورد نظر ←

برای اعمال این نیرو باید در یک فایل جداگانه نیروی مورد نظر به کنسول ها و طره های آزاد وارد شود برای این منظور از فایل اصلی یک save as تهیه می کنیم. (علت این امر آنست که چون این نیرو فقط باید به کنسول اثر کند و کنترل گردد اگر در فایل اصلی آن را وارد کنیم بر روی واکنش ستونها تاثیر میگذارد)

* چون نیروی زلزله از جنس اینرسی است نیرو در جرم کنسول وارد می‌شود.

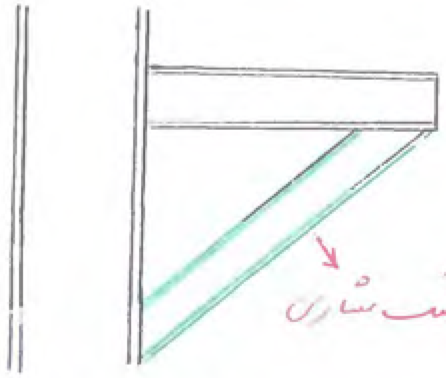
* برای چک کردن کنسول ها توسط نرم افزار در فایل save as شده نیروی مورد نظر را به آن وارد کرده و سازه را آنالیز می کنیم و مقدار میلگردهای محاسباتی از طریق نرم افزار را کنترل کرد. و در تیرها امتداد می‌دهیم و به ستون کاری نداریم

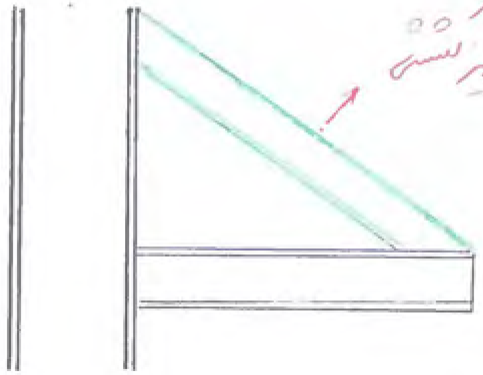
* بارها را باید از بالا به پائین و از پائین به بالا ببریم اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر بگیریم.

پایداری کنسول های فولادی :

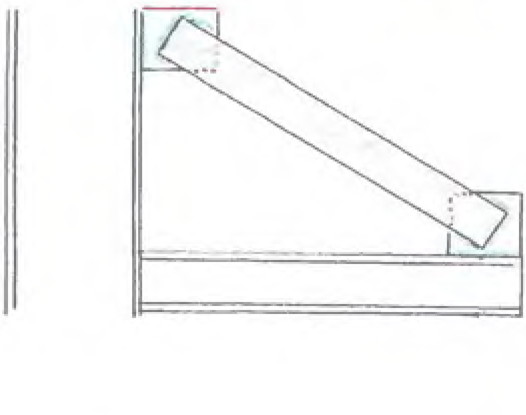
منظور پایدار نمودن کنسول ها در سازه های فولادی دو راهکار پیش رو داریم یک راه آنست که با استفاده از المان مهاری نظیر دستک فشاری یا آویز کششی پایداری کنسول را تأمین کنیم گرچه این راه به نوعی مطلوب ترین روش پایداری کنسول هاست لیکن ...

دلایل مختلف از جمله محدودیت‌های معماری ممکن است امکان اجرای دستک یا آویز وجود نداشته باشد در این حالت ناگزیریم با استفاده از اتصال صلب کنسول را به ستون متصل کنیم





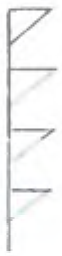
در حالت فشاری تعیین تنش مجاز فشاری متأثر از بحث کمانش و لاغری است و ممکن است به دلیل طول المان دستک تنش مجاز فشاری نسبتاً کمتر از 0.6Fy شود. براساس این موضوع شاید در وهله اول به نظر برسد با توجه به بیشتر بودن تنش مجاز در کشش نمره اعضا در کشش سبک‌تر خواهد شد این در حالی است که مبحث ششم به صراحت عنوان می‌کند در طرح اعضایی که بار کف‌ها و سقف‌ها را به صورت کششی تحمل می‌کنند (نظیر آویزها) لازم است نیروی ریشه طرح 33 درصد افزایش داده شود. با این حساب اینکه در کدام حالت نمره عضو سبک‌تر خواهد شد نیاز به یک بررسی دارد



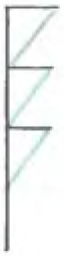
به منظور اتصال مطلوب‌تر آویز به کنسول و ستون بهتر است از صفحه اتصال مطابق شکل استفاده کنیم.

استفاده از حالت فشاری (دستک فشاری) مقاطع کارآمدتر از حالت کششی (آویز کششی) است زیرا که جوش در برابر کشش ضعیف‌تر از فشار عمل می‌کند و در صورت جدا شدن جوش اتصال آویز کنسول رها شده درصورتی که در حالت فشاری باز هم دارای چنین حالتی دستک به عنوان تکیه‌گاه برای کنسول عمل خواهد کرد.

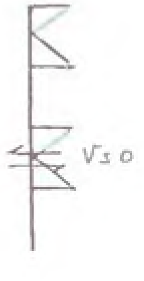
حالت‌های مختلف تأمین پایداری کنسول‌های طولی:



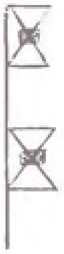
در این حالت در ستون به واسطه
دستک‌های فشاری برش خواهیم داشت.



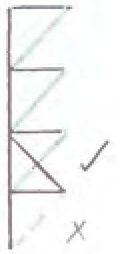
در این حالت در کمر ستون برش نداریم
ولی به علت طول زیاد دستک ممکن است
عضو از نظر لاغری دچار مشکل باشد



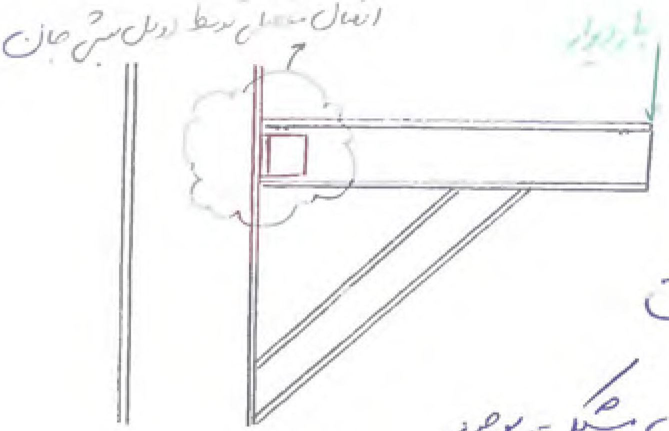
در این حالت در میانه ستون گیر داریم



در این حالت به علت وجود ورق اتصال
میانی مسئله لاغری تا حد زیادی حل شده
و نسبت به سایر حالات گزینه بهتری می‌باشد

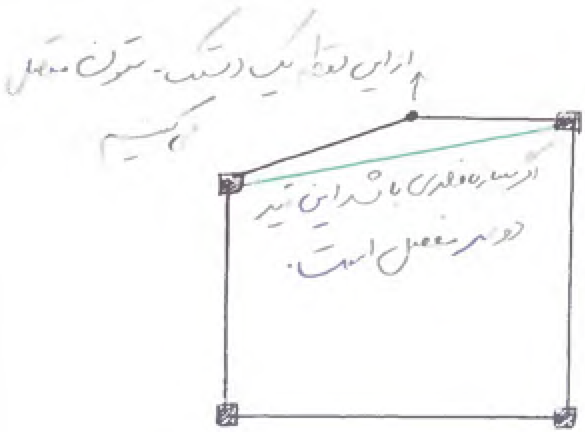


در این حالت اگر طبقه اول نیز کنسول داشته باشد برای طبقه اول به جای استفاده از دستک از آویز کششی استفاده می‌کنیم زیرا وجود دستک به هنگام زلزله مانع از حرکت مطلوب تیر کنسول شده (طبقه اول) اما در حالت کششی این مشکل برطرف خواهد شد


اتصال مفصلی توسط دوبل نبشی جان
بار دیوار

چنانچه دستک فشاری بصورت متصل اجرا گردد به دلیل وجود نیروی الاکلنگی در محل اتصال تیر کنسول به ستون نیرویی در جهت بالا وجود خواهد داشت که در این مورد به دلیل اسمی بودن نبشی بالا در اتصال مشکل بوجود خواهد آمد که برای رفع این مشکل از اتصال مفصلی دوبل نبشی جان استفاده می‌کنیم.

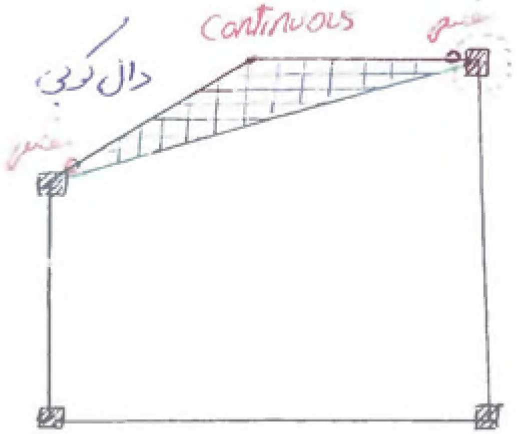
نکات مربوط به تیرهای موجود در دیوار؟


از این نقطه تیر دستک - ستون متصل می‌کنیم
اگر ساده فرض باشد این تیر دو سر مفصل است.

دلایل استفاده از تیر شمشیری در شکل مقابل:

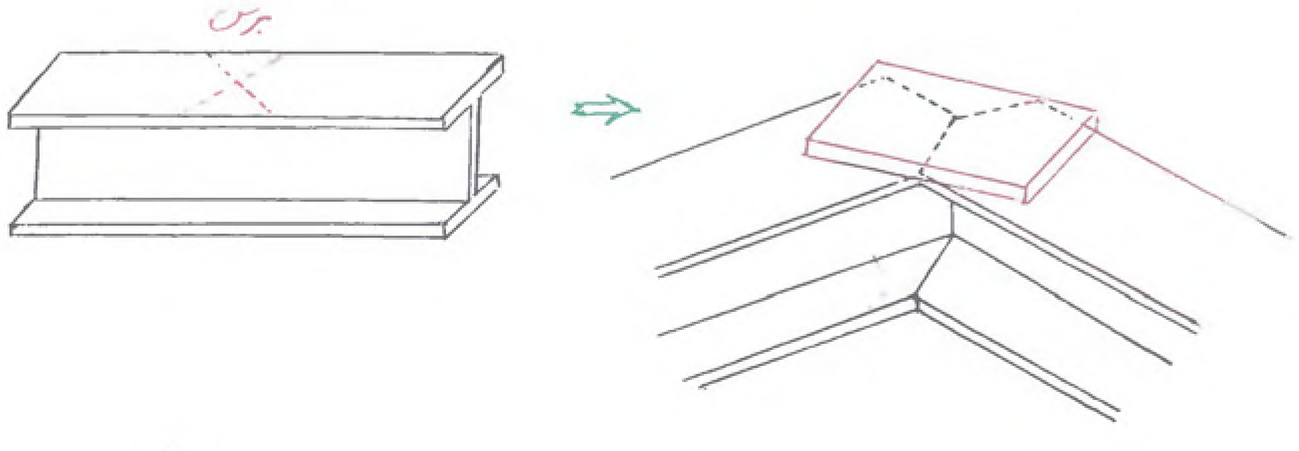
۱/ تشکیل قاب ملاحظه با سقف توسط تیر مورد نظر و عملکرد بهتر کنسول

۲/ وجود این تیر باعث کامل شدن کلاف شده و دو ستون گوشه را به هم متصل می‌کند این عمل سبب انسجام بیشتر ستونها شده و در بحث پیچش شرایط بهتری برای سازه تأمین می‌گردد زیرا که ستونهای گوشه در پیچش به دلیل فاصله زیاد از مرکز سختی آسیب پذیرترند و جابجایی بیشتری دارند.



برای اتصال دستک از نقطه پایانی کنسول به ستون در این حالت دستک را به ستونی متصل می‌کنیم که اتصال گونیا باشد که در شکل بالا دستک به ستون مشخص شده متصل می‌گردد.

در سازه‌های فولادی برای پوشش ناحیه کنسولی مذکور میلگردهایی را در فواصل 25 سا روی بال پایینی تیر حمال جوش نموده و روی آن را دال سـ 15 اجرا می‌شد.



به منظور ایجاد خم مورد نظر بال‌های بالا و پایین تیر را برش داده و به اندازه مورد نظر خم می‌کنیم و به منظور جبران بریدگی در بال از ورق تقویتی روی بال‌ها استفاده می‌کنیم.

در سازه‌های بتنی تیرچه‌ها را از داخل تیر رد کرده و تا انتها می‌بریم.

جلسه بیست و دوم 86/9/28

Assign ← Frame/Line ← Frame/Release

هرکدام از گزینه‌ها را اگر تیک بزنیم سختی را در آن محل برای آن المان Release کرده‌ایم

بطور مثال برای مفصلی کردن تیرها فقط Moment 33 را Release می‌کنیم

Frame Release	start	End	Frame Partial Fixity springs	
			start	End
Axial Load	☐	☐	0	
Shear Force 2	☐	☐		
shear Force 3	☐	☐		
Torsion	☐	☐		
Moment 22 (minor)	☑	☑		
Moment 33 (Major)	☑	☑		

☐ NO Release (تمام کلیک‌ها را پاک می‌کند)

Frame partial fixity springs: پیش فرض برنامه در این قسمت صفر است که به معنی مفصل کامل است که ـ با وارد کردن اعداد بزرگتر از صفر به تدریج اتصال حالت نیمه گیردار پیدا می‌کند دیگر مفصل کامل نیست (در عمل از این قسمت استفاده نمی‌کنیم)

سقف ها (Floors):

Define

wall / slab / Deck section ←

بمنظور معرفی اطلاعات سقف ها دو روش وجود دارد:

* یک راه آنست که بگونه‌ای عمل کنیم که برنامه نتواند وزن سقف سازه‌ای را بطور خودکار محاسبه کند در این حالت لازم است زمان بارگذاری خودمان کل بار مرده را یکجا روی سقف تعریف کنیم

* راه دیگر اینست که دیتیل سقف مورد نظر را برای برنامه شبیه سازی کنیم در اساس آن اجازه دهیم برنامه وزن سقف سازه‌ای را خودش محاسبه کند در این حالت لازم است زمان بارگذاری فقط بار مرده اضافات سقف سازه‌ای را به برنامه معرفی کنیم تا مجموع بار تعریف شده با وزن سقف سازه‌ای که خود برنامه حساب کرده جمعاً برابر بار مرده کل باشد.

① شرح کار در روش اول (روش تیپ صفر):

همانطور که اشاره کردیم در این روش قصد داریم بگونه‌ای عمل کنیم که برنامه قادر به تعیین وزن سقف سازه‌ای بطور خودکار نباشد. برای رسیدن به این هدف زمان تعریف اطلاعات مقطع در Material properties یک ماده بتنی با جرم و وزن مخصوص صفر تعریف می‌کنیم، در

ادامه زمانی که سقف را در منوی Difine تعریف می‌کنیم Material آن را همچنین بتن صفر معرفی می‌کنیم بدین طریق وزن سقف سازه‌ای صفر خواهد شد.

در صورت استفاده از این روش زمان معرفی بار مرده سقف کل بار مرده که شامل وزن سقف سازه‌ای نیز می‌شود را به برنامه معرفی می‌کنیم

Wall / slab Section

Section Name نام دال

slab 01 یک طرفه
slab 02 دو طرفه

Material CONC 0

Thickness

Membrane

Bending

معادل ضخامت سقف برای محاسبه وزن سازه‌ای

Type

○ shell ● Membrane ○ plate

☐ Thick plate

سه عبارت فوق در بحث دیوارها و دال‌ها مفاهیم کاملاً متفاوتی دارند بعنوان مثال عبارت Membrane در بحث دیوارها معرف عناصر سطحی غشائی است این دسته از عناصر سطحی

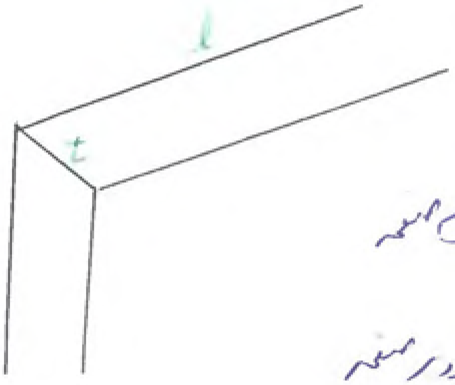
فعلاً در امتداد صفحه خود سختی و مقاومت نشان می‌دهند و عمود بر صفحه فاقد سختی و مقاومت اند

در جاهایی که چنین عبارت Membrane در بحث دال‌ها صرف سیستم تیر - دال است.

(دال‌های یکطرفه و دوطرفه)

وقتی به روش تیر صفحه کار می‌کنیم ضخامت سقف خیلی اهمیتی ندارد

در دیوار برشی



Membrane

برای سختی درون صفحه $I=\frac{tl^3}{12}$

Bending

برای سختی عمود بر صفحه $I=\frac{t^3l}{12}$

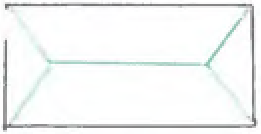
نکته: هدف ما از مدل کردن سقف‌ها طراحی آنها می‌باشد.

مفهوم عبارات فوق در بحث slabها:

Membrane: در صورتی که slab مورد نظر از نوع Membrane اختیار شود، هرگاه بار روی آن را بین تیرهای پیرامونی اطراف چشمه توزیع خواهد کرد. این حالت مصداق سیستم‌های تیر - دال است (دال‌های یکطرفه و دوطرفه)

Shell & plate: این دو حالت در بحث slabها عملکرد مشابهی دارند. در صورتی که slab مورد نظر از این 2 نوع باشد، هرگاه بار روی آن را به گره‌های گوشه دال منتقل

می‌کند و لذا اعضای پیرامونی دال با چشم‌پوشی از تیرها سهمی از بار دال نخواهند برد. مصداق عملی این حالت سیستم دال‌های تخت است.


Membrane

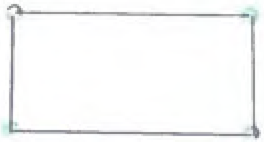


plate & shell

Load Distribution

☐ Use spesial one-way Load Distribution

در صورتی که slabها مورد نظر تیر - دال باشند (Membrane) با استفاده از این گزینه می‌توان یکطرفه یا دوطرفه بودن دال را تعیین کرد. اگر این گزینه را تیک کنیم تیر - دال مورد نظر یکطرفه عمل می‌کند. اگر تیک نشده باشد تیر دال مورد نظر دوطرفه عمل خواهد کرد. اگر در سازه هم دال یکطرفه و هم دال دوطرفه داشته باشیم باید دو نوع slab تعریف کنیم که در یکی گزینه use special one-way تیک داشته و در دیگری نباشد.

Thick plate: به معنای صفحه ضخیم است. در تئوری صفحات فرض می‌شود در صفحاتی که ضخامت آنها زیاد باشد اثر تغییر شکل‌های برشی نیز حائز اهمیت بوده لازم است در تحلیل صفحه در نظر گرفته. اگر این گزینه را تیک کرده باشیم برنامه اثر تغییر شکل‌های برشی را در نظر خواهد گرفت (عمدتا کاربرد ندارد) در Etabs

معرفی سقف ها با اتصال نا گیردار در روش تیر منفرد (Deck) :

Deck Section

Section Name : نام اختیاری Deck0

Material : CONC0

Type : Solid slab

② شرح کار به روش دوم (روش تیر غیرمنفرد) :

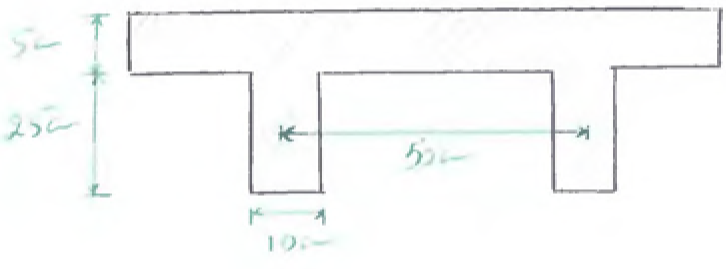
در این حالت قصد داریم با شبیه سازی دتیل سقف به برنامه اجازه دهیم وزن سقف ها را خودش محاسبه کند در این حالت زمان بارگذاری بایستی اضافات سقف ها را وارد کنیم.

معرفی سقف تیرچه بلوک زیر - روش تیر غیرمنفرد :

: نام اختیاری

Material : بتن با وزن مخصوص واقعی

Type : Filled Deck



Geometry

Slab Depth (tc) : 0.05
Deck Depth (hr) : 0.25
Rib width (wr) : 0.1
Rib spacing (Sr) : 0.5

در ضمن باید عبارت Metal Deck unit weight (وزن ورق‌های فولادی) را نیز صفر کنیم

Metal Deck unit weight

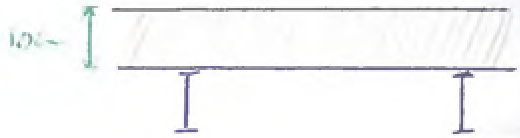
unit weight / Area ☐ 0

علاوه بر این لازم است زمان معرفی بارها روی این سقف اضافات آن را تعریف کنیم این اضافات شامل: وزن بلوک‌ها، نازک‌کاری یا سقف کاذب، کف‌سازی و بار معادل تیغه‌بندی در صورت وجود می‌باشد

نکته: در این روش چنانچه سقف‌های ما چه بلوک و دتایل‌های متفاوت داشته باشیم باید برای هر دتایل سقف جداگانه به برنامه معرفی گردد.

معرفی سقف کامپوزیت زیر - روش بتن غیرهمگن:

نام اختیاری :



Material : بتن با وزن مخصوص واقعی

Type : solid slab

Geometry : slab Depth (tc): 0.1

اضافات سقف که پیوسته شامل : سقف کاذب ، کف سازی با یا بدون پوکه ، تیغه بندی در صورت وجود . وزن حاصل از تیرهای فرعی سقف در یک متر مربع از آن اگر تیرهای فرعی مدل نشده اند .

Composite Deck studs

Diameter قطر گل میخ ها

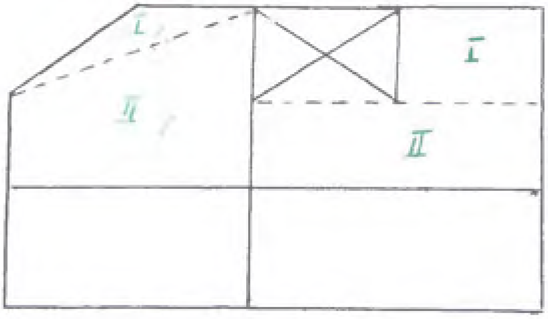
Height (hs) ارتفاع گل میخ ها

Tensile strength , Fu

معرفی سقف دال (slab) به روش تیر غیر مختلط :

در این روش نیز مانند روش تیر مختلط عمل می کنیم با این تفاوت که در قسمت Material تیر با وزن مخصوص واقعی تعریف کرده و در قسمت مربوط به ضخامت دال ضخامت واقعی سقف (دال) را به برنامه معرفی می نمائیم .

جلسه بیست و سوم 86/4/29



در شکل مقابل باید دقت داشت به هنگام مدل سازی سقفهای I و II را جداگانه مدل سازی کنیم.

در قسمت چپ اگر سازه تیر نباشد می‌توانیم یک تک ناحیه I و II تعریف کنیم زیرا تیرچه‌ها امتداد ادامه دارند

Assign → shell / area

Wall / Slab / Deck Section
Opening
Rigid Diaphragm
Local Axes

Wall / Slab / Deck Section : با استفاده از این دستور می‌توان تیپ مقطع عناصر سطحی (دیوارها و سقف‌ها) را در صورت لزوم تغییر داد.

opening : با استفاده از این دستور می‌توان یک عنصر سطحی را به بازشو تبدیل کرد.

در صورتی که قصد مدل سازی بازشوها را در سقف داشته باشیم یک راه آن است که در فضای مورد نظر عنصر سطحی مدل نشود و با این ترتیب این فضا خالی بماند، راه دیگر آن است که در محل مورد نظر یک عنصر سطحی مستقل مدل شود سپس آن را انتخاب و سپس به بازشو تبدیل کنیم

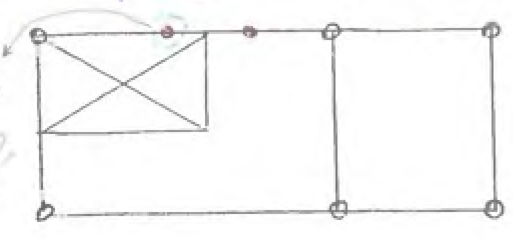
نکته : اگر از opening استفاده نکنیم بهتر است. در عمل از ابتدا در مدل کردن فضای خالی را مدل نمی‌کنیم زیرا که در صورتی که از opening استفاده کنیم چنانچه بارگذاری انجام دهیم

با وجود اینکه بار چاله به تیرهای پیرامونی منتقل می‌شود ولی در محاسبهٔ وزن ساختمان وزن ناحیهٔ opening نیز محاسبه می‌گردد و راه حل آن این است که بار چاله در ورودی تخصیص داده شده برای این ناحیه Delete شود.

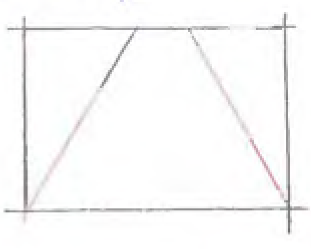
توجه: چنانچه داخل چشمه مورد نظر یک سقف مجزی کرده و در ناحیه موردنظر opening تعریف کنیم opening جنبه نمایشی داشته و زیر آن سقف وجود دارد و انتقال بار به تیرهای پیرامونی وجود دارد.

Rigid Diaphragm: با استفاده از این دستور می‌توان در تراز طبقات دیافراگم ایجاد کرد. به‌طور معمول برای دیافراگم کف دو راهکار پیش رو داریم یک راه آن است که با استفاده از دستور دیافراگم مندرج در منوی Assign گزینه‌ای که پیش‌تر در مورد این گزینه صحبت کردیم. راهکار دوم همین دستور بالا است. استفاده از هر دو گزینه نتایج یکسانی خواهد داشت به شرط آنکه مدلسازی درست انجام شده باشد.

نکته: در سازه‌هایی که شکل پیچیده‌ای دارند استفاده از دیافراگم سطحی بهتر از دیافراگم گرهی است زیرا در این روش گره‌هایی که به دیافراگم متصل نیستند انتخاب می‌شوند و در مورد دیافراگم گرهی که اگر دیافراگم سطحی استفاده کنیم باید گره مورد نظر را به‌طور جداگانه به دیافراگم متصل کنیم.

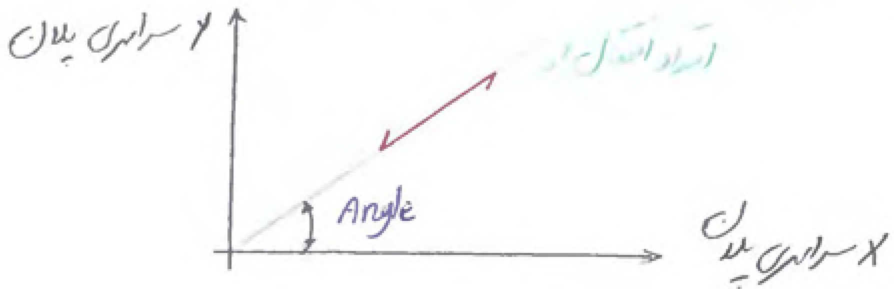


جداگانه به دیافراگم وصل کنیم.

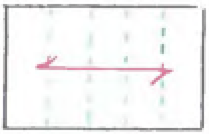


Local Axes: با استفاده از این دستور جهت تیرریزی در Deckها و یا جهت انتقال بار در slabهای یکطرفه به برنامه معرفی می‌شود.

تذکر: در چشمه‌هایی که slab یکطرفه مدل کرده باشیم برنامه نادرست بطور خودکار جهت صحیح انتقال بار را تشخیص دهد، لازم است در این چشمه‌ها عمودی جهت انتقال را معرفی کنیم از بحث دال‌های یکطرفه به خاطر داریم انتقال بار به موازات ضلع کوچکتر صورت می‌گیرد



* چنانچه در نرم افزار تیرچه‌های فرعی مدل شده باشند انتقال بار عمود بر جهت تیرریزی است.



بارگذاری (Loading):

۱. بارگذاری عناصر گره‌ای (joint / point Loads):

* Force نیروی متمرکز گره‌ای kgf

* Ground Displacement اثر نشست تکیه‌گاهی m

۲. بارگذاری عناصر خطی: (Frame /Line Loads)

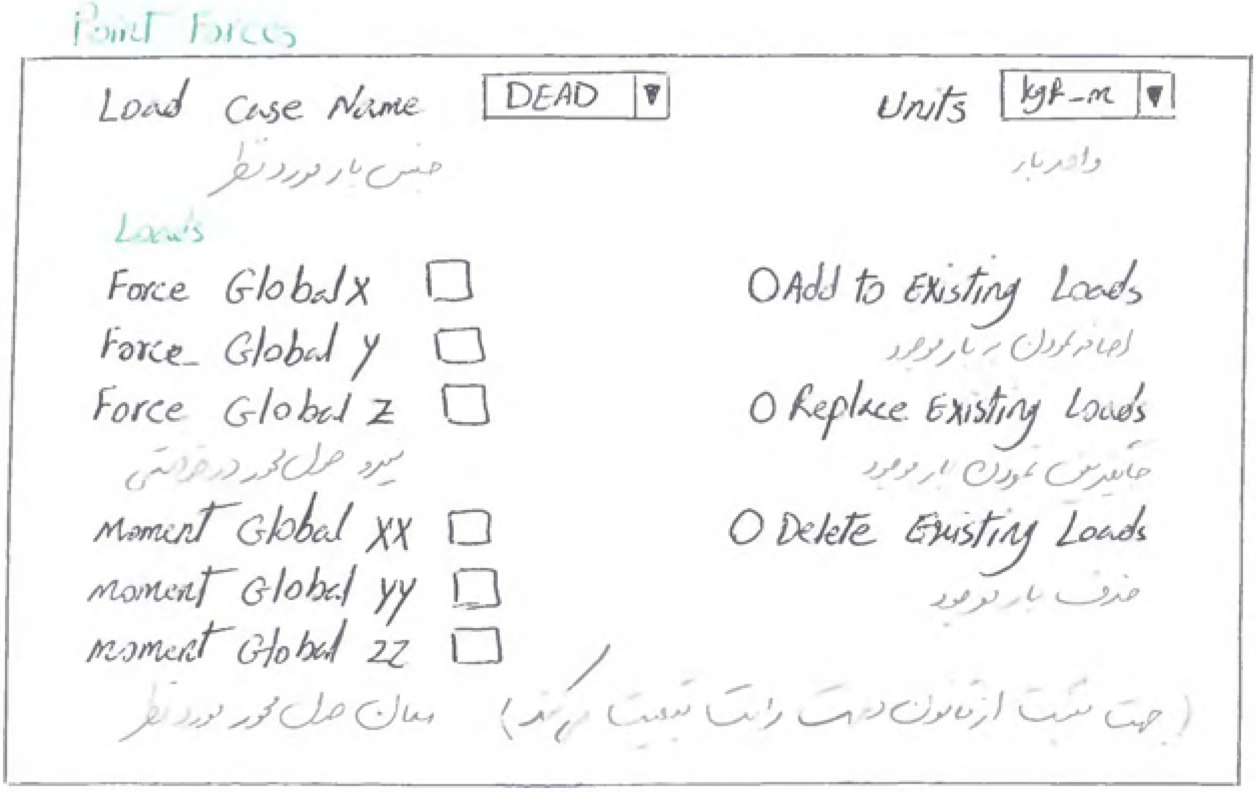
* point نیروی متمرکز در طول دهانه عضو kgf

* Distributed بار گسترده در طول دهانه عنصر خطی kgf/m

3. بارگذاری عناصر سطحی: (shell /Area Loads)

* uniform بار گسترده یکنواخت روی عناصر سطحی kgf/m^2

Assign → joint /point Loads



Point Forces

Load Case Name DEAD ▼ — جنس بار مورد نظر

Units kgf-m ▼ — واحد بار

Loads

Force Global X ☐
Force_ Global y ☐
Force Global Z ☐

نیرو حول محور در جهتی

Moment Global XX ☐
moment Global yy ☐
moment Global ZZ ☐

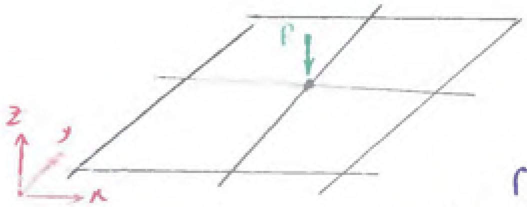
ممان حول محور مورد نظر (جهت مثبت از قانون دست راست تبعیت می‌کند)

○ Add to Existing Loads — اضافه کردن به بار موجود

○ Replace Existing Loads — جایگزین کردن بار موجود

○ Delete Existing Loads — حذف بار موجود

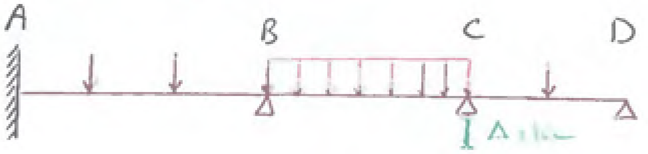
نکته: برنامه فقط بارهایی را با هم جمع و یا جایگزین می‌کند که از یک جنس باشند.



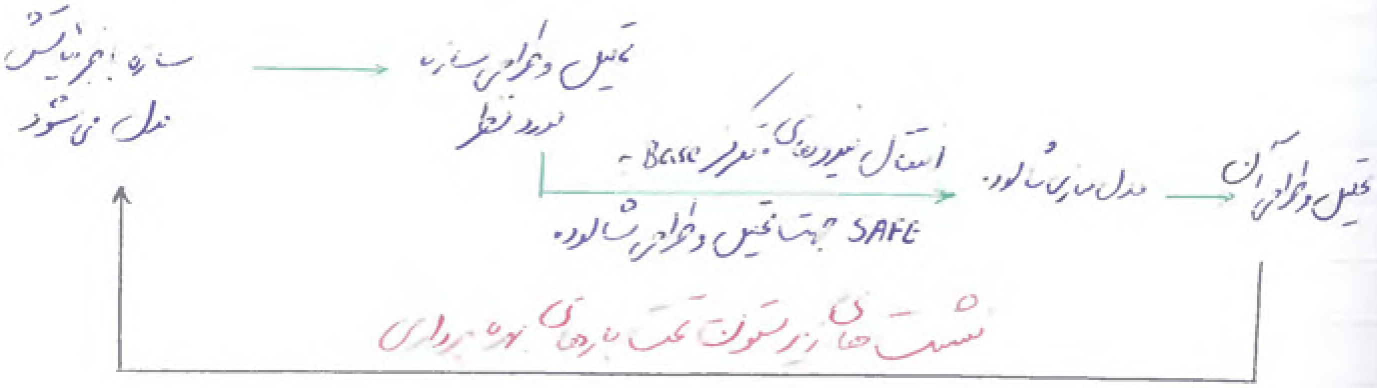
روی گره نشان داده شده در شکل مقابل فقط بار وارده ۳ ton داریم می‌خواهیم به این گره 2 ton بار دیگر نیز اضافه کنیم

در این حالت تفاوتی بین گزینه Add و Replace وجود ندارد زیرا که در این دو بار با هم جمع می‌شوند

Ground Displacements



$$M_{BC} = \frac{2EI}{l}\left(2\theta_B + \theta_C - \frac{3\Delta}{L}\right) \pm M_{FEM}$$


سازه با بارگذاری مدل می‌شود
تحلیل و طراحی سازه مورد نظر
انتقال نیروهای تکیه‌گاهی Base - SAFE جهت تحلیل و طراحی شالوده
مدل‌سازی شالوده
تحلیل و طراحی آن
نشست‌های زیر ستون تحت بارهای بهره‌برداری

Displacements

Translation X ☐
Translation Y ☐
Translation Z ☐

نشست در راستای مورد نظر

Rotation about XX ☐
Rotation about YY ☐
Rotation about ZZ ☐

دوران حول محور مورد نظر

* از این دستور در پروژه‌ها استفاده نمی‌کنیم زیرا که اعداد واقعی نیستند. (اندرکنش خاک و سازه)

Frame / Line Loads
→ Distributed

Frame Distributed Loads

Load Case Name نوع بار

Load Type and Direction

● Forces ○ Moments

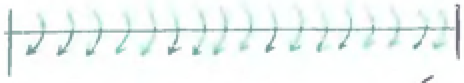
Direction Gravity ▼

نیروی خارجی

✓

Forces بار گسترده نیرویی

نیروی داخلی



Moment بار گسترده ممان

ما همیشه با نیروهای خارجی سروکار داریم (Forces)