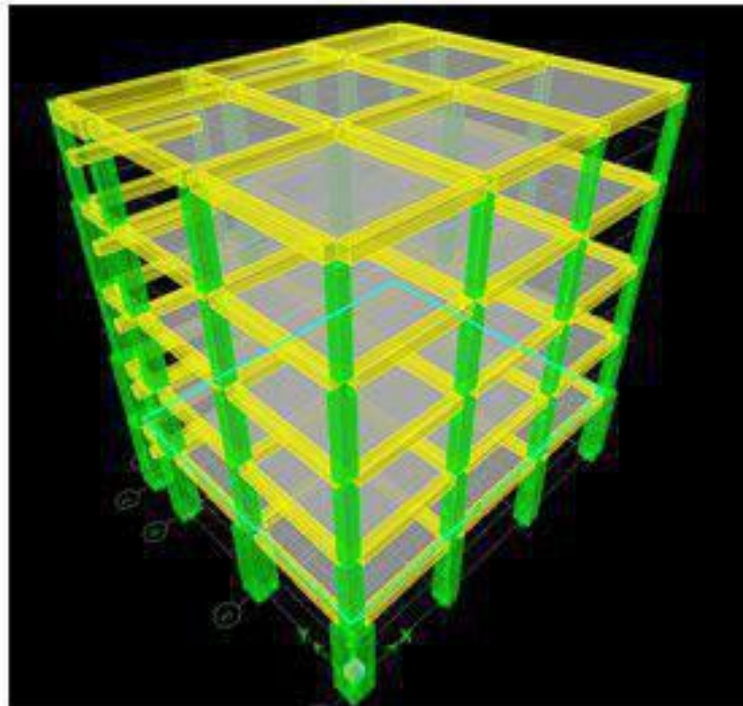


آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه



مؤلف: علیرضا رنج بردار

- سازه
- زلزله
- آب
- خاک
- راه

در دوره کارشناسی مهندسی عمران دانشجویان بعد از گذراندن دروس سازه ای جهت جمع آوری و عمل آوری اطلاعات پروژه هایی را در دوره کارشناسی انجام می دهند که یکی از این پروژه ها ، پروژه طراحی سازه های بتن آرمه می باشد تا طراحی سازه با توجه به صورت پروژه انجام گیرد و بتوان یک سازه ساختمانی را با بهره وری بالا و بصورت بهینه طراحی نمود.

در این جزوه تحلیل و طراحی ساختمان بتن آرمه ۵ طبقه به صورت گام به گام و مطابق با ویرایش سال ۱۳۹۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ و با فرضیاتی که عموماً در صورت پروژه دانشجویان مطرح می گردد آموزش داده شده است . امیدوارم آنچه اینجانب تهیه و تدوین نمودم در باب دانش شما خوانندگان گرامی مفید بوده و گامی مفید جهت اعتلای دانسته های فنی و مهندسی شما خوانندگان گرامی باشد.

لازم بذکر است که این آموزش نیز مانند سایر آموزش ها بی نقص نیست و ممکن است نقص هایی در این آموزش وجود داشته باشد. در صورت وجود هرگونه نقص در این آموزش اینجانب از همه شما عزیزان پوزش می طلبم.

در پایان از همه شما دوستان و خوانندگان گرامی این آموزش خواهشمندم هرگونه اظهار نظر در مورد این آموزش اعم از انتقاد، پیشنهاد و رفع نواقص پروژه موارد فوق را برای اینجانب ارسال نمایید.

با تشکر

پل ارتباطی بنده با شما

alirezaranjbardar@yahoo.com

ایمیل

۰۹۲۲۶۶۳۴۵۰۱

شماره تماس و تلگرام

با توجه به اینکه برای تهیه این جزوه زمان زیادی گذاشته شده است

لذا از همه شما عزیزان خواهشمندم از انتشار رایگان این آموزش خودداری فرمایید

با تشکر

فهرست مطالب

۲.....	فصل اول - معرفی پروژه.....
۴.....	فصل دوم - بارگذاری ساختمان.....
۶.....	بار مرده دیوارها.....
۸.....	بار مرده سقف ها.....
۹.....	بار مرده راه پله.....
۱۲.....	محاسبه و توزیع نیروی زلزله.....
۱۷.....	کنترل واژگونی.....
۲۰.....	بار زنده.....
۲۱.....	فصل سوم - تحلیل دستی ساختمان.....
۲۲.....	تحلیل قاب تحت بار قائم.....
۳۰.....	تحلیل قاب تحت بار جانبی.....
۴۳.....	فصل چهارم - طراحی دستی اعضا.....
۴۴.....	طراحی تیر.....
۴۷.....	طراحی ستون.....
۴۹.....	طراحی سقف.....
۵۱.....	فصل پنجم - مدلسازی ساختمان در نرم افزار های ETABS و SAFE.....

فصل اول

معرفی پروژه

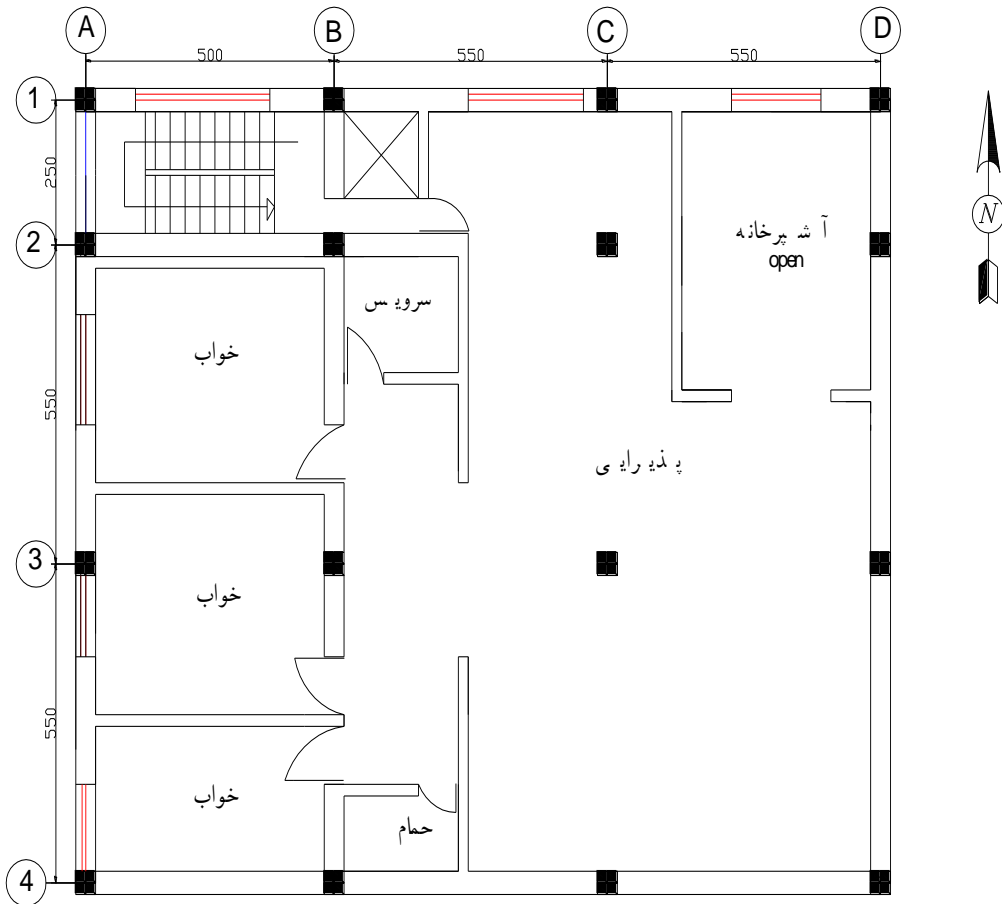
مشخصات کلی پروژه

پروژه مورد بررسی مربوط به یک ساختمان بتنی ۵ طبقه با کاربری مسکونی می باشد.

مشخصات کلی پروژه به صورت زیر می باشد .

- ساختمان در شهر تهران واقع شده است
- نوع خاک مورد استفاده در این پروژه از نوع ۴ و با مقاومت مجاز $1/75 \text{Kg/Cm}^2$ می باشد
- نوع سقف مورد استفاده در این پروژه از نوع تیرچه بلوک می باشد
- جنس دیوارها از نوع آجر فشاری و وزن مخصوص آن 1850 می باشد. (وزن مخصوص آجر فشاری مطابق جدول صفحه ۱۲۸ مبحث ششم ویرایش ۱۳۹۲) بدست می آید.
- مقاومت مشخصه بتن $f_c=21 \text{Mpa}$ می باشد.
- سیستم سازه ای در هر دو جهت قاب خمشی بتنی می باشد
- دیوارهای ساختمان فقط در قسمت جنوبی نمادار می باشد و در قسمت های شمالی و شرقی و غربی بدون نما می باشد

نقشه های معماری پروژه



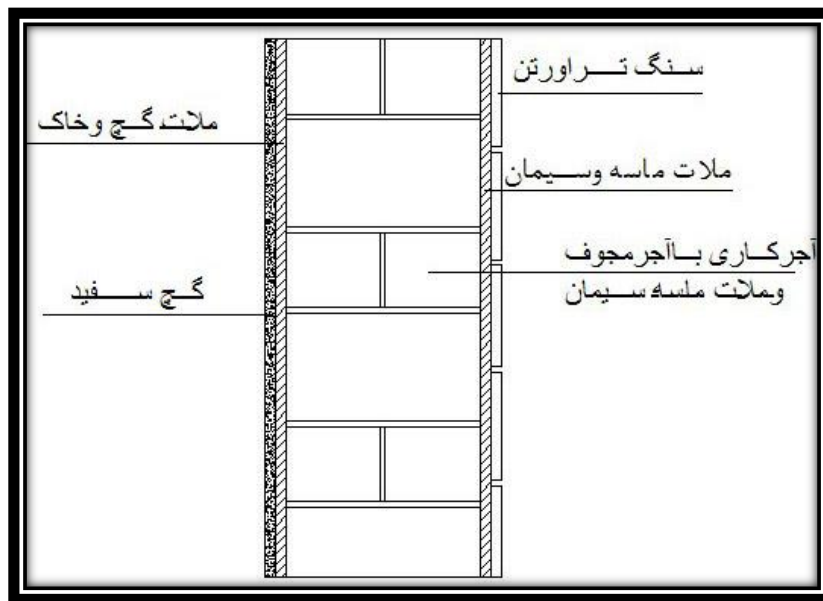
پلان تپت بقات

مقیاس: 1:100

فصل دوم

بارگذاری ساختمان

دیوار خارجی ۲۰cm نما دار



مصالات	وزن واحد حجم Kg/M ³	ضخامت Cm	وزن واحد سطح Kg/M ²
اندود گچ سفید	۱۳۰۰	۰/۰۱	۱۳
مالات گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۲	۳۲
آجرکاری با آجر فشاری	۱۸۵۰	۰/۲	۳۷۰
مالات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۳	۶۳
سنگ تراورتن	۲۴۰۰	۰/۰۳	۷۲
مجموع			$\Sigma = 550 \text{ kg/m}^2$

$$Q = w \times h \rightarrow h = 3/5 - 2 \times 0/15 = 3/2m$$

$$Q = 550 \times 3/2 = 1760 \text{ kg/m}^2 \rightarrow Q = 1760 \times 0/7 = 1232 \text{ kg/m}^2$$

نکته ۱

برای محاسبه مقدار h باید نصف ضخامت سقف از بالا و پایین را از ارتفاع طبقه کم کرد.

ضخامت سقف در این پروژه 30cm یا 0/3m می باشد که باید مقدار 0/15 از بالا و 0/15 از پایین کم شود.

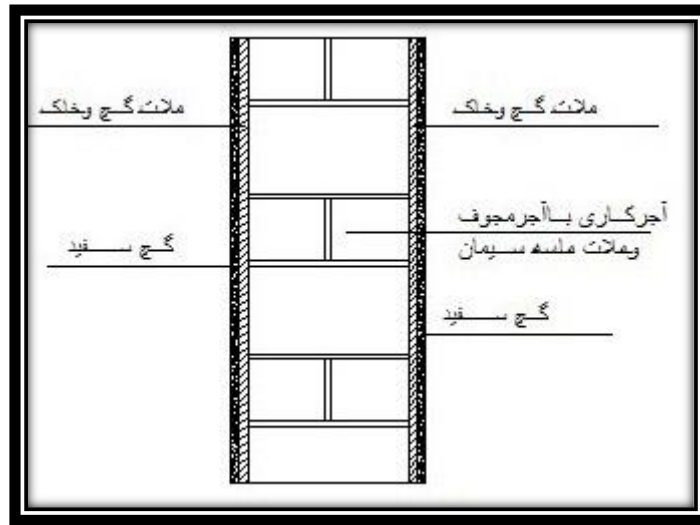
نکته ۲

پس از محاسبه مقدار q برای محاسبه بار واحد طول دیوار به علت وجود ۳۰٪ باز شو باید مقدار Q بدست آمده را در عدد ۰/۷ ضرب شود

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

بافرض کسر مقدار ۳۰٪ باز شو از ۱۰۰٪ فضای ساختمان ۷۰٪ باقی می ماند در نتیجه $1 - 0.3 = 0.7$

دیوار داخلی جداکننده (پارتیشن) با ضخامت ۱۰ سانتی متر



مصلح	وزن واحد حجم Kg/M ³	ضخامت Cm	وزن واحد سطح Kg/M ²
اندودگچ سفید	۱۳۰۰	۰/۰۱	۱۳
مالت گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۲	۳۲
آجرکاری با آجر فشاری	۱۸۵۰	۰/۱	۱۸۵
مالت گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۲	۳۲
اندودگچ سفید	۱۳۰۰	۰/۰۱	۱۳
مجموع			$\Sigma = 275 \text{ kg/m}^2$

$$Q = w \times h \rightarrow h = 3/5 - 2 \times 0/15 = 3/2 \text{ m}$$

$$Q = 275 \times 3/2 = 880 \text{ kg/m}^2$$

بار معادل تیغه بندی

$$\frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}} = \frac{\text{وزن واحد سطح تیغه} \times \text{ارتفاع تیغه ها} \times \text{مجموع طول تیغه ها}}{\text{مساحت محدوده نظر مورد در پلان}} \rightarrow Q = \frac{w \times L \times h}{A}$$

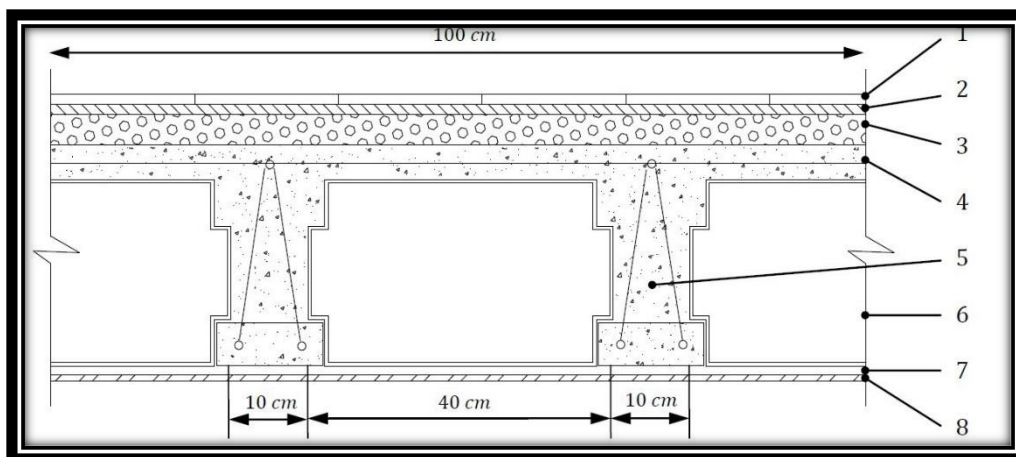
طول تیغه ها :

$$14/6 \text{ m} = \text{مجموع طول تیغه ها} \rightarrow 5 \text{ m} = \text{دیوار اتاق خواب سوم} = 5 \text{ m} = \text{دیوار اتاق خواب دوم} = 4/6 \text{ m} = \text{دیوار اتاق خواب اول}$$

$$16 \times 13/5 - 2/5 \times 5 - 1/5 \times 1/5 = 201/25 = \text{مساحت آسانسور} - \text{مساحت راه پله} - \text{مساحت کل} = \text{مساحت محدوده مورد نظر در پلان}$$

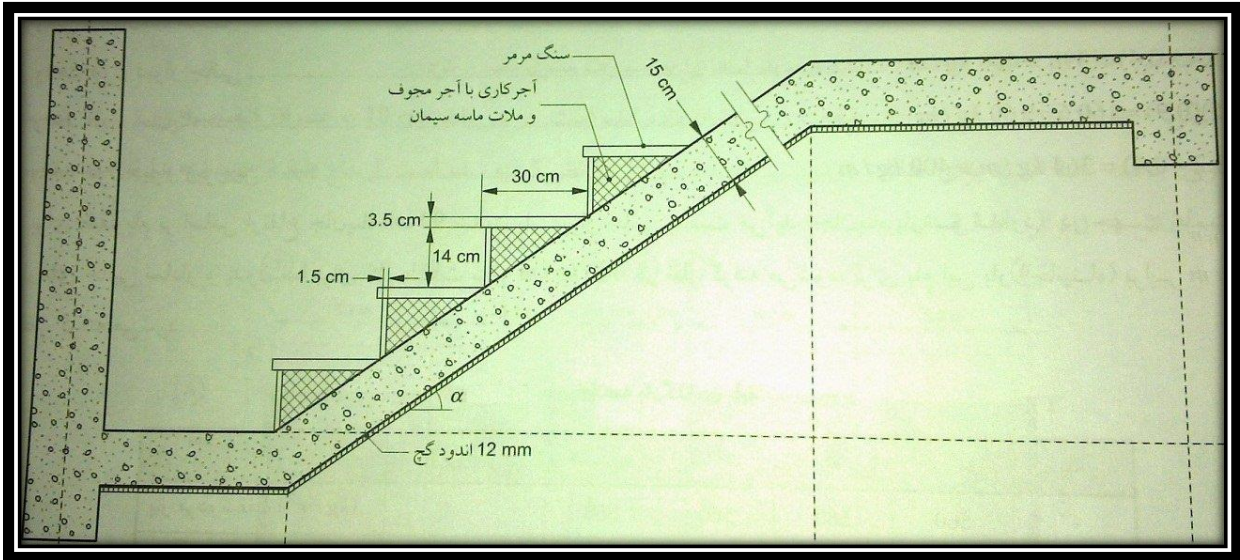
$$Q = \frac{14/6 \times 3/2 \times 275}{201/25} = 64 \text{ kg/m}$$

سقف تیرچه بلوک طبقات



وزن واحد سطح Kg/M^2	ضخامت Cm	وزن واحد حجم Kg/M^3	مصالح
۴۵	۰/۰۲	۲۲۵۰	موزائیک سیمانی
۶۳	۰/۰۳	۲۱۰۰	ملات ماسه و سیمان
۶۵	۰/۰۵	۱۳۰۰	بتن سبک با پوکه معدنی
۱۲۵	۰/۰۵	۲۵۰۰	دال بتنی
۱۲۵	۲*(۰/۱*۰/۲۵)	۲۵۰۰	تیرچه های بتنی
۸*۱۳			بلوک سیمانی
۳۲	۰/۰۲	۱۶۰۰	گچ و خاک
۱۳	۰/۰۱	۱۳۰۰	اندود گچ سفید
$\Sigma = ۵۷۰ kg/m^2$			مجموع

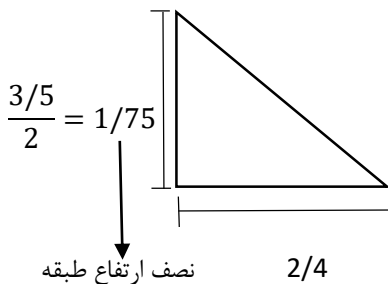
راه پله



وزن kg	وزن مخصوص	بعد افقی cm	بعد قائم cm	مصالح
49/90	1850	$14 \times \tan 54^\circ$	14	آجر کاری
5/67	2700	1/5	14	سنگ قائم
28/35	2700	30	3/5	سنگ افقی
$\Sigma=84$				مجموع

محاسبه وزن ثقلی واحد طول قسمت شیب دار (شمیری پله)

وزن واحد طول kg/m	وزن kg	بعد	مصالح
672	84	$240 \div 30 = 8$	گام پله
304		$2500 \times 0/15 \times \cos 36^\circ$	دال
13		$1300 \times 0/012 \times \cos 36^\circ$	اندود گچ
$\Sigma = 672 + 304 + 13 \times 1/1 = 1088\text{kg}$			مجموع



$$\alpha = \tan^{-1} \frac{1/75}{2/4} = 36/1^\circ = 36^\circ \quad B=90-36=54^\circ \quad \text{طول په} = 2 \times 1/1 = 2/2$$

محاسبه نیروی زلزله

بار زلزله

باتوجه به کاربری ساختمان که ساختمان مسکونی میباشد طبق گروه بندی ساختمان ها براساس اهمیت صفحه ۶ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ ساختمان مسکونی جزء گروه سوم ساختمان با اهمیت متوسط میباشد ضریب اهمیت ساختمان طبق بند ۳-۳-۴ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ برای گروه سوم $I=1$ می باشد.

محل احداث ساختمان شهر تهران میباشد و طبق جدول صفحه ۱۴۰ ردیف ۲۸ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ از نظر لرزه خیزی پهنه با خطر نسبی بسیار زیاد و طبق جدول ۲-۱ صفحه ۱۱۴ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ برای پهنه با خطر نسبی بسیار زیاد مقدار نسبت شتاب مبنای طرح $A=0/35$ می باشد.

با توجه به اینکه ساختمان مورد نظر از نظر سازه ای در هر دو جهت به صورت قاب خمشی بتنی می باشد طبق جدول ۳-۴ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ قسمت پ سیستم قاب خمشی قسمت ۲ قاب خمشی بتن آرمه متوسط مقدار $RU=5$ در نظر گرفته می شود.

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

ضریب بازتاب ساختمان طبق صفحه ۱۱۷ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ باتوجه به نوع زمین واز طریق نمودار تعیین می شود سپس مقدار زمان تناوب اصلی نوسان T طبق فرمول های صفحه ۳۱ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ با توجه به نوع قاب تعیین می شود.

$$T = 0.05(H)^{0/9} = 0.05(21/5)^{0/9} = 0.790$$

$$H = 4 + 3/5 + 3/5 + 3/5 + 3/5 + 3/5 = 21/5$$

$$\text{ارتفاع طبقه همکف} = 3/5 + 0/5 = 4\text{m}$$

در طبقه همکف به دلیل وجود 50cm کف سازی 0/5m به ارتفاع اضافه می شود

$$\text{ارتفاع سایر طبقات} = 3/5\text{m}$$

$$T = 1.25 \times 0/790 = 0/99$$

به دلیل بار خریشته ضریب ۱/۲۵ را در مقدار T ضرب می کنیم

$$C_x = C_y = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 * 2.75 * 1}{5} = 0.193$$

توزیع نیروی زلزله در ارتفاع

مساحت آسانسور - مساحت راه پله - مساحت کل = مساحت خالص کف

$$\text{مساحت خالص کف} = ۱۶ * ۱۳ / ۲ - ۵ / ۵ * ۱ - ۵ / ۵ * ۱ / ۵ = ۲۰۱ / ۲۵ \text{Kg}$$

نکته مهم

مساحتی که بدست می آید مساحت تقریبی است چون هنوز طول ستون ها مشخص نیست.

ستون های وسط + ستون های کناری - عرض پلان + ستون های وسط + ستون های کناری - طول پلان = طول کل دیوارهای ۲۰cm نما دار

$$۱ / ۲ = ۰ / ۲ * ۴ / ۲ + ۴ * ۰ / ۲ = ۰ / ۲ + ۴ / ۲ = ۱ / ۲$$

$$۱ - ۱۶ / ۱۳ + ۲ / ۱ - ۵ / ۲ = ۲۷ / ۱۱ \text{m}$$

$$\text{مساحت آشپزخانه و پذیرایی} = ۵۰۰ * ۱۱ * ۱۳ / ۱ - ۵ / ۵ * ۱ / ۵ = ۷۳۱۲۵ \text{Kg}$$

$$۱۱ * ۵۵ * ۲۰۰ = ۱۱۰۰۰ \text{Kg}$$

نکته مهم: وزن بدست آمده تقریبی است چون وزن ستون ها را نمی دانیم

$$\text{مجموع کل مساحت بارهای زنده} = ۱۱۰۰۰ + ۱۳۲۰ + ۷۳۱۲۵ = ۸۵۴۴۵ \text{Kg}$$

محاسبه وزن بارهای زنده در طبقات

$$\text{وزن بار زنده طبقه اول} = \text{WL1} = ۲۰\% * ۱۱۰۰۰ + ۱۳۲۰ + ۷۳۱۲۵ = ۱۷۰۸۹ \text{ kg} \quad ۱۷۰۸۹ / ۱۰۰۰ = ۱۷ / ۰۸ = ۱۷ \text{ton}$$

نکته مهم

در این پروژه وزن طبقات دوم تا پنجم مساوی با وزن طبقه اول می باشد به همین دلیل آنها را محاسبه نمی کنیم

محاسبه وزن بارهای مرده طبقات

$$\text{وزن مرده طبقه اول} = \text{WD1} = ۵۷۰ * ۲۰ / ۲۷۵ + ۲۵ * ۴ * ۱۴ / ۱ + ۶۱۲ * ۴۲ / ۷ * ۱ + ۱۵۳۰ * ۲۷ / ۱ * ۱ + ۱۲۳۲۱۲ * ۱۵۳۰ * ۱۶ = ۲۲۳۸۸۶ \text{ kg}$$

$$۲۲۳۸۸۶ / ۱۰۰۰ = ۲۲۳ / ۸۸ = ۲۲۴ \text{ton}$$

نکته مهم

در این پروژه وزن طبقات سوم و چهارم مساوی با وزن طبقه دوم می باشد به همین دلیل آنها را محاسبه نمی کنیم

محاسبه وزن کل طبقات

طبقه اول

$$W1 = WL1 + WD1$$

$$w1 = 223886 + 17089 = 240975 \text{ kg} \setminus 1000 = 240.97 = 241 \text{ ton}$$

طبقه دوم

$$W2 = WL2 + WD2$$

$$w2 = 17089 + 314708 = 331797 \text{ kg} \setminus 1000 = 331.797 = 332 \text{ ton}$$

طبقه سوم

محاسبه توزیع نیروی زلزله در طبقات

توزیع نیروی زلزله در طبقات طبق فرمول صفحه ۳۸ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴ از رابطه زیر بدست می آید

$$F_{ui} = V_u * \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^5 w_j h_j^k}$$

F_{ui} : نیروی جانبی در تراز طبقه i

W_i : وزن طبقه i شامل وزن سقف و قسمتی از سربار آن مطابق جدول (۳-۱) و نصف وزن دیوارها و ستون هایی که در بالا و پایین سقف

قرار گرفته اند

$$k = 0.5T + 0.75$$

$$0.5 < T < 2.5 \text{ sec}$$

$$K = 0.5 * 0.99 + 0.75 = 1.245 < 2 \quad \text{ok}$$

$$Fu1 = 246200 \times \frac{240975 \times 4^{1/245}}{240975 \times 4 + 331797 \times 7/5 + 331797 \times 11 + 331797 \times 14/5 + 39282 \times 18^{1/245}}$$

$$= 24968/08418kg \div 1000 = 24/97 = 25ton$$

توزیع نیروی زلزله در طبقه دوم

$$Fu2 = 246200 \times \frac{331797 \times 7/5^{1/245}}{240975 \times 4 + 331797 \times 7/5 + 331797 \times 11 + 331797 \times 14/5 + 39282 \times 18^{1/245}}$$

$$= 75192/10961kg \div 1000 = 75/19 = 75ton$$

محاسبه لنگر واژگونی

$$Mo = 25 \times 4 + 75 \times 7/5 + 121 \times 11 + 171 \times 14/5 + 27 \times 18 = 4959ton$$

$$MR = 240975 + 331797 + 331797 + 331797 + 39282 \times \frac{16}{2} = 1550622kg \div 1000 = 1550/622$$

$$= 1550ton$$

$$FS = \frac{MO}{MR} = \frac{4959}{1550} = 3/20 \geq 1/75$$

ساختمان در برابر زلزله واژگون نخواهد شد

محاسبه بار برف

بر اساس بند (۲-۷-۶) مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۲ بار برف بر اساس فرمول زیر بدست می آید

$$pr = 0/7 Cs Ct Ce Is Pg$$

در مورد این رابطه نکات زیر قابل ذکر می باشد

CS: ضریب شیب Ct: ضریب شرایط دمایی Ce: ضریب برف گیری ساختمان می باشد

IS: ضریب اهمیت ساختمان می باشد که بر اساس گروه خطر پذیری ساختمان ها و بر اساس جدول بند (۶-۵-۱) مبحث ششم مقررات ملی ساختمان بدست می آید

با توجه به اینکه ساختمان در شهر تهران واقع شده است و طبق جدول (۶-۷-۱) شهر تهران در منطقه ۴ و جزء مناطق با برف

زیاد محسوب می شود مقدار $Pg = 150 \frac{kg}{m^3}$ در نظر گرفته می شود

مطابق بند ۶-۷-۱-۴ ساختمان های شهری جزء گروه ناهمواری زیاد می باشد در نتیجه مقادیر

$$C_s = 1 \quad C_t = 1 \quad C_e = 1$$

طبق جدول ۶-۷-۲

طبق جدول ۶-۷-۶ طبق جدول ۶-۳-۶

در نظر گرفته می شود

در نتیجه مقدار بار برف برابر است با

$$pr = 0/7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 150 = 105 \frac{kg}{m^2}$$

محاسبه بار آسانسور

با توجه به مسکونی بودن ساختمان ظرفیت آسانسور را ۶ نفر در نظر میگیریم

بارمرده آسانسور (شامل اتاقک ، موتور ، سازه و افراد) را در جهت اطمینان 2000 kg در نظر می گیریمبا فرض اینکه در این ساختمان ۴ نفر با وزن 80 kg استفاده نمایند در نتیجه $4 \times 80 = 320 \text{ kg} \times 2 = 640 \text{ kg}$ 

ضریب بزرگای دینامیکی (ضریب ضربه)

$$4000 + 640 = 4640$$

$$1160 \text{ kg} = 4640 \div 4 = \text{باری که در نرم افزار وارد می کنیم}$$

$$290 \text{ kg} = 1160 \div 4 = \text{باری که به هریک از ۴ ستون نزدیک آسانسور وارد می کنیم}$$

مقدار 290 kg را به ۴ ستون نزدیک آسانسور در طبقه اول تا چهارم اعمال می کنیم

محاسبه بار زنده

بارهای زنده طبق جدول ۶-۵-۱ صفحه ۳۷ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۲ به صورت زیر است

$$150 \text{ kg/m}^2$$

بام های معمولی-تخت-شیب دار وقوسی

$$130 \text{ kg/m}^2$$

بارمترکزبام های معمولی-تخت-شیب دار وقوسی

$$200 \text{ kg/m}^2$$

اتاق ها وسایر فضاهای خصوصی شامل سرویس-انبار-راهروها

$$500 \text{ kg/m}^2$$

اتاق های محل تجمع-سالن ها وراهروهای مرتبط با آن

فصل سوم

تحلیل دستی ساختمان

در این پروژه قاب ۴ برای تحلیل دستی انتخاب می کنیم

تحلیل بارهای قائم (بارمرده و زنده) قاب ۴ با روش 0/1 دهانه

نکات کلی روش 0/1 دهانه

در روش تحلیل به روش 0/1 دهانه به ترتیب زیر عمل می کنیم

۱- نقاط عطف به فاصله 0/1 L از محورستون های تکیه گاهی فرض می شود و به این ترتیب 0/8 L وسط دهانه تیرها

به شکل یک تیر دو سر مفصل تحلیل می شود

۲- نیروی محوری در تیرها صفر فرض می شود

۳- قاب ساده شده حاصل را به کمک معادلات تعادل تحلیل می کنیم .

روابط مورد استفاده در روش 0/1 دهانه

لنگر خمشی حداکثر مثبت در وسط دهانه

$$M_m = \frac{ql^2}{8} = \frac{w \times (0/8l)^2}{8} = 0/08wl^2$$

لنگر خمشی منفی در محل اتصال تیر به ستون

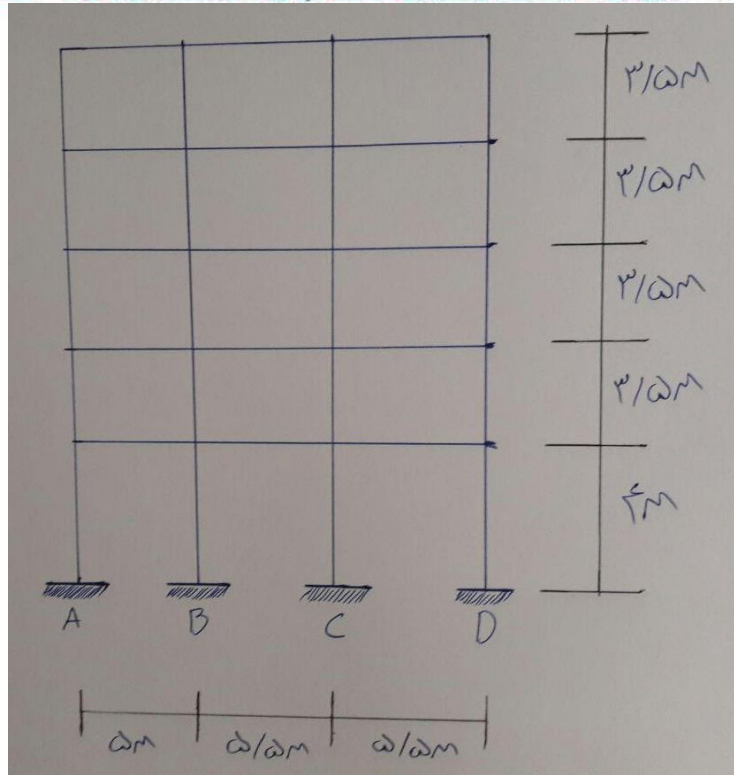
$$M_s = -0/045wl^2$$

نیروی برشی تیر

$$V = 0/5wl$$

نیروی محوری ستون

$$P = 0/5wl$$



عکس بالا نمایی از قاب ۴ را نشان می دهد

بارهای مرده طبقات که در مرحله محاسبات بار زلزله محاسبه نمودیم

$$WD1 = 224 \text{ ton} \div 16 = 14 \text{ ton/m}$$

$$WD3 = 315 \text{ ton} \div 16 = 19/69 \text{ ton/m} = 19/70 \text{ ton/m}$$

$$WD5 = 22 \text{ ton} \div 16 = 1/375 \text{ ton/m} = 1/38 \text{ ton/m}$$

بارهای زنده طبقات که در مرحله محاسبات بار زلزله محاسبه نمودیم

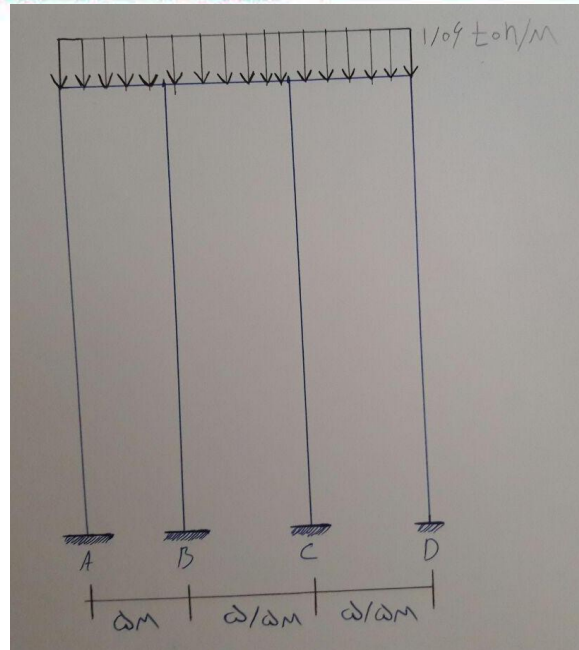
$$WL2 = 17 \text{ ton} \div 16 = 1/06 \text{ ton/m}$$

$$WL4 = 17 \text{ ton} \div 16 = 1/06 \text{ ton/m}$$

تحلیل بارهای زنده طبقات

نکته

با توجه به اینکه در این پروژه بارهای زنده طبقات یکسان می باشد برای بارهای زنده فقط یکبار محاسبات را انجام می دهیم



همان طور که در عکس بالا ملاحظه می کنید بار زنده در قسمت بالای قاب ۴ قرار میگیرد

تیر A-B

$$M_m = 0.08wl^2 = 0.08 \times 1.06 \times 5^2 = 2.12 \text{ ton/m}$$

$$V = 0.5wl = 0.5 \times 1.06 \times 5 = 2.65 \text{ ton}$$

$$M_s = -0.045wl^2 = -0.045 \times 1.06 \times 5^2 = -1.19 \text{ ton/m}$$

ستون A

$$P_A = 0.5wl = 0.5 \times 1.06 \times 5 = 2.65 \text{ ton}$$

تیر B-C

$$M_m = 0.08wl^2 = 0.08 \times 1.06 \times 5^2 = 2.12 \text{ ton/m}$$

$$V = 0.5wl = 0.5 \times 1.06 \times 5 = 2.65 \text{ ton}$$

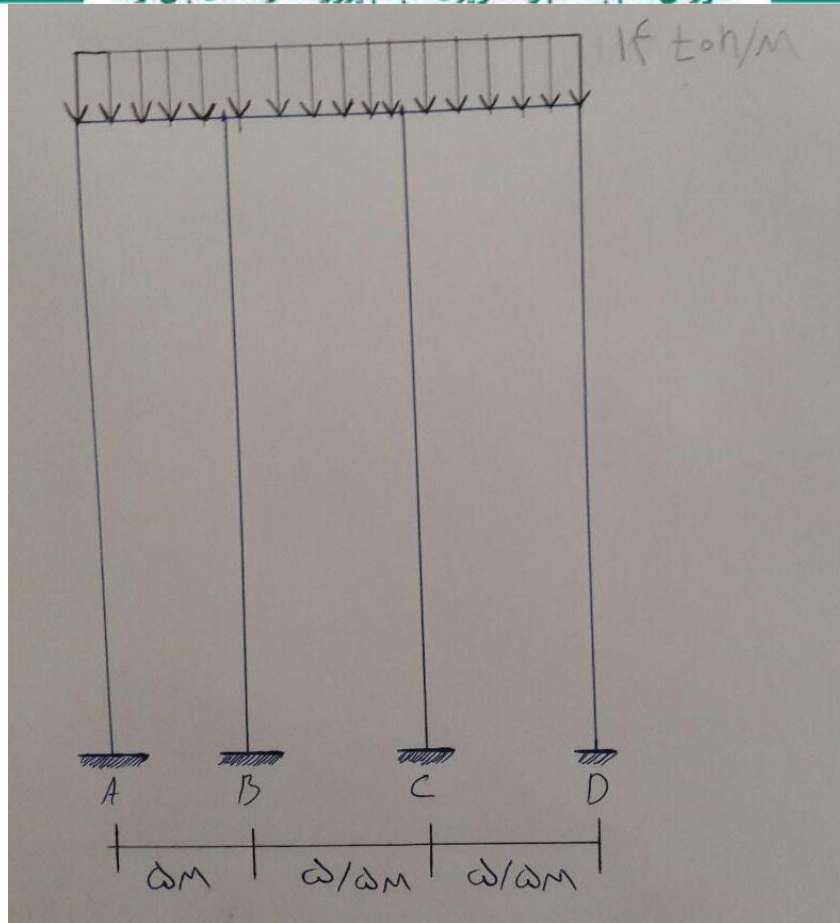
$$M_s = -0.045wl^2 = -0.045 \times 1.06 \times 5^2 = -1.19 \text{ ton/m}$$

ستون B

تحلیل بارهای مرده طبقات

تحلیل بارهای مرده طبقه اول

نکته در تیر AB فرض می شود که لنگر تکیه گاهی تیر AB با لنگر ستون برابر است



تیر A-B

$$M_m = 0.08wl^2 = 0.08 \times 14 \times 5^2 = 28 \text{ ton/m}$$

$$V = 0.5wl = 0.5 \times 14 \times 5 = 35 \text{ ton}$$

$$M_s = -0.045wl^2 = -0.045 \times 14 \times 5^2 = -15/75 \text{ ton/m}$$

ستون A

$$P_A = 0.5wl = 0.5 \times 14 \times 5 = 35 \text{ ton}$$

تیر C-D

$$M_m = 0.08wl^2 = 0.08 \times 14 \times 5/5^2 = 34 \text{ ton/m}$$

$$V = 0.5wl = 0.5 \times 14 \times 5/5 = 38/5 \text{ ton}$$

ستون C

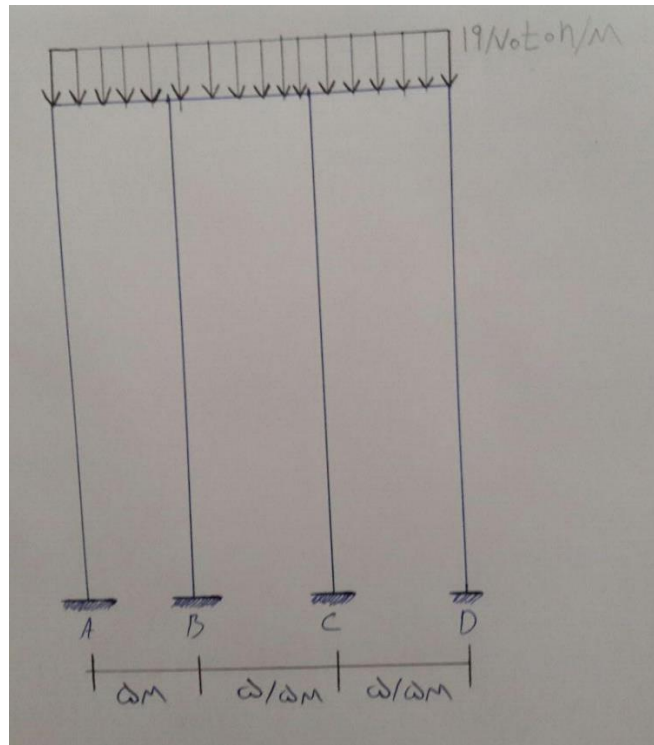
ستون D

$$P_D = 0.5wl = 0.5 \times 14 \times 5/5 = 38/5 \text{ ton}$$

تحلیل بارهای مرده طبقات دوم و سوم و چهارم

نکته

با توجه به اینکه در این پروژه بارهای مرده طبقات دوم ، سوم و چهارم یکسان می باشد برای بارهای مرده این طبقات فقط یکبار محاسبات را انجام می دهیم



تیر B-C

$$M_m = 0/08wl^2 = 0/08 \times 19/70 \times 5/5^2 = 47/68 \text{ ton/m}$$

$$V = 0/5wl = 0/5 \times 19/70 \times 5/5 = 54/17 \text{ ton}$$

$$M_s = -0/045wl^2 = -0/045 \times 19/70 \times 5/5^2 = -26/81 \text{ ton/m}$$

ستون B

$$P = 0/5wl = 0/5 \times 19/70 \times 5/5 = 54/17 \text{ ton}$$

$$PB = p + pA = 54/17 + 49/25 = 103/42 \text{ ton}$$

تیر C-D

$$M_m = 0/08wl^2 = 0/08 \times 19/70 \times 5/5^2 = 47/68 \text{ ton/m}$$

$$V = 0/5wl = 0/5 \times 19/70 \times 5/5 = 54/17 \text{ ton}$$

$$M_s = -0/045wl^2 = -0/045 \times 19/70 \times 5/5^2 = -26/81 \text{ ton/m}$$

ستون C

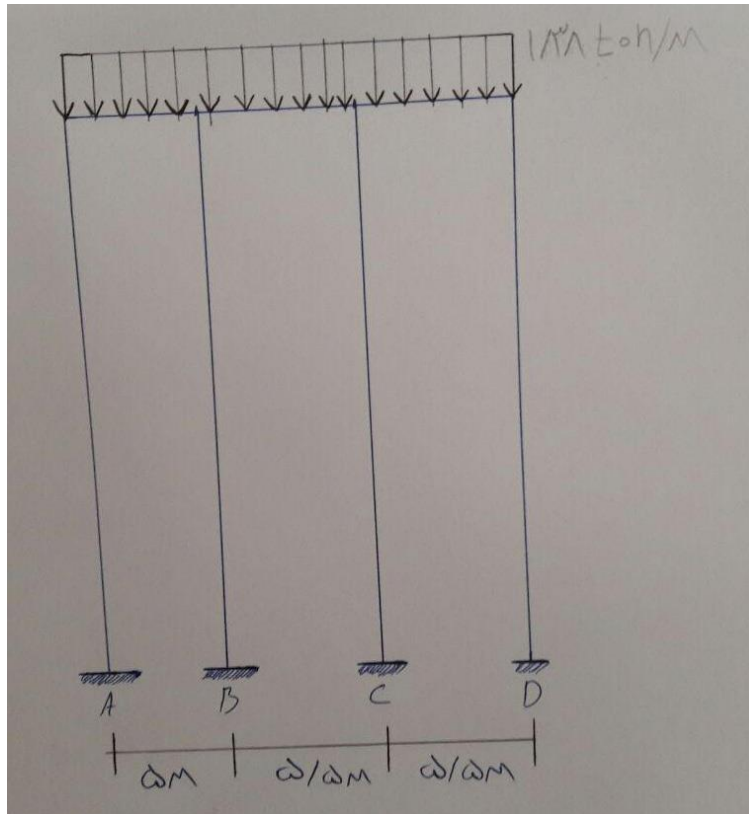
آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

$$P = 0.5wl = 0.5 \times 19/70 \times 5/5 = 54/17 \text{ ton}$$

ستون D

$$PD = 0.5wl = 0.5 \times 19/70 \times 5/5 = 54/17 \text{ ton}$$

تحلیل بارهای مرده طبقه پنجم



تیر A-B

$$Mm = 0.08wl^2 = 0.08 \times 1/38 \times 5^2 = 2/76 \text{ ton/m}$$

$$V = 0.5wl = 0.5 \times 1/38 \times 5 = 3/45 \text{ ton}$$

$$Ms = -0.045wl^2 = -0.045 \times 1/38 \times 5^2 = -1/55 \text{ ton/m}$$

ستون A

$$PA = 0.5wl = 0.5 \times 1/38 \times 5 = 3/45 \text{ ton}$$

تیر B-C

$$Mm = 0.08wl^2 = 0.08 \times 1/38 \times 5/5^2 = 3/34 \text{ ton/m}$$

$$Ms = -0.045wl^2 = -0.045 \times 1/38 \times 5/5^2 = -1/87 \text{ ton/m}$$

ستون B

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

$$PB = p + pA = 3/80 + 3/45 = 7/25 \text{ ton}$$

تیر C-D

$$Mm = 0/08wl^2 = 0/08 \times 1/38 \times 5/5^2 = 3/34 \text{ ton/m}$$

$$V = 0/5wl = 0/5 \times 1/38 \times 5/5 = 3/80 \text{ ton}$$

$$Ms = -0/045wl^2 = -0/045 \times 1/38 \times 5/5^2 = -1/87 \text{ ton/m}$$

ستون C

$$P = 0/5wl = 0/5 \times 1/38 \times 5/5 = 3/80 \text{ ton}$$

$$Pc = p + pB = 3/80 + 3/80 = 7/6 \text{ ton}$$

ستون D

$$PD = 0/5wl = 0/5 \times 3/80 \times 5/5 = 10/45 \text{ ton}$$

تحلیل بارهای جانبی قاب ۴ با روش پرتال

مرحل تحلیل قاب به روش قاب پرتال

مرحله اول

نیروی برشی ستون های هر طبقه را به نسبت دهانه بارگیر آن ستون بدست آورده و در وسط ارتفاع ستون می نویسیم

مرحله دوم

لنگر ستون ها را از حاصلضرب برش ستون در نصف ارتفاع همان ستون بدست آورده و در وسط ارتفاع ستون می نویسیم

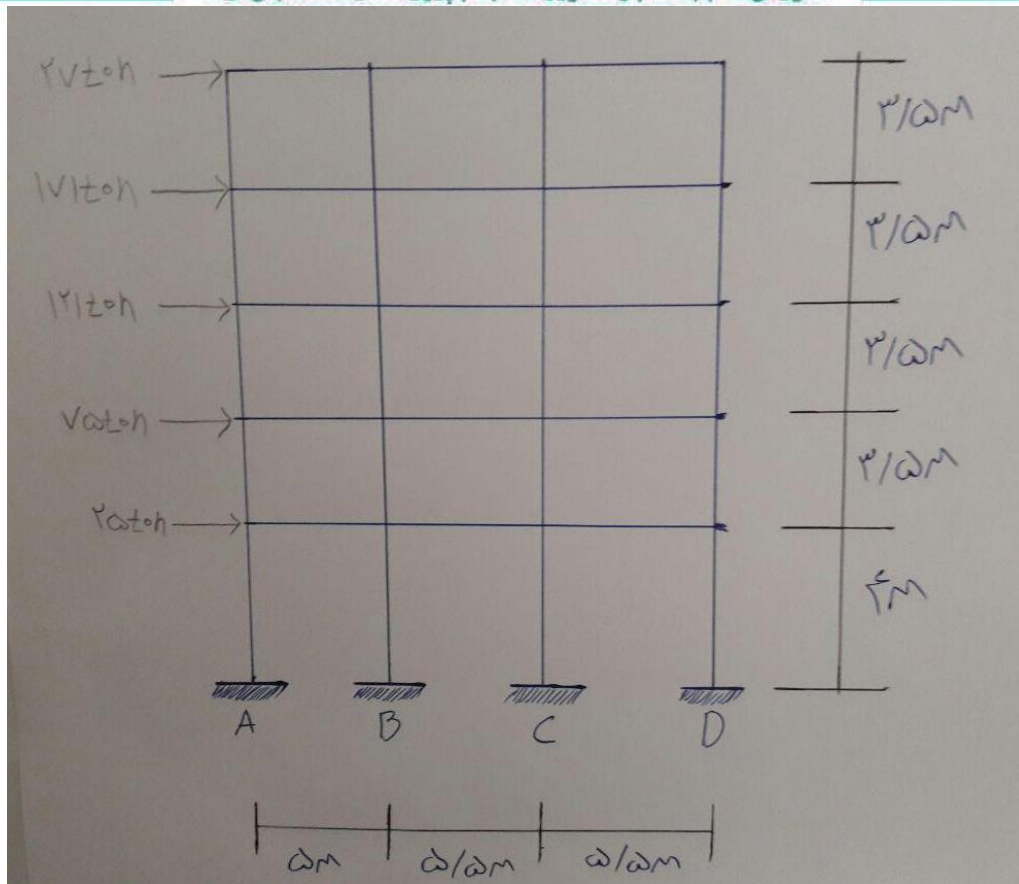
مرحله سوم

مرحله چهارم

برش در تیرها را از تقسیم لنگر بدست آمده در تیرها بر نصف دهانه ها تیر بدست می آوریم و با حرف V در وسط دهانه هر

تیر می نویسیم

مرحله پنجم



مرحله اول

محاسبه برش ستون های طبقات

نکته

معمولا در روش قاب پرتال برای محاسبه برش و لنگر ستون ها از طبقه آخر قاب شروع به حل می نمایم

برش ستون های طبقه پنجم

برش طبقه پنجم 27ton

$$V_A = \frac{2/5}{16} \times 27 = 4/21$$

$$V_B = \frac{2/5 + 2/75}{16} \times 27 = 8/85$$

$$V_C = \frac{2/75 + 2/75}{16} \times 27 = 9/28$$

$$V_D = \frac{2/75}{16} \times 27 = 4/64$$

برش ستون های طبقه دوم

برش طبقه دوم $27+171+121+75=394\text{ton}$

$$VA = \frac{2/5}{16} \times 394 = 61/56$$

$$VB = \frac{2/5 + 2/75}{16} \times 394 = 129/28$$

$$VC = \frac{2/75 + 2/75}{16} \times 394 = 135/43$$

$$VD = \frac{2/75}{16} \times 394 = 67/71$$

مرحله دوم

محاسبه لنگر ستون های طبقات

لنگر ستون های طبقه چهارم

$$MA = 30/93 \times \frac{3/5}{2} = 54/12$$

$$MB = 64/96 \times \frac{3/5}{2} = 113/68$$

$$MC = 68/06 \times \frac{3/5}{2} = 119/10$$

$$MD = 34/03 \times \frac{3/5}{2} = 59/55$$

لنگر ستون های طبقه اول

$$MA = 65/46 \times \frac{4}{2} = 130/92$$

$$MB = 137/48 \times \frac{4}{2} = 274/96$$

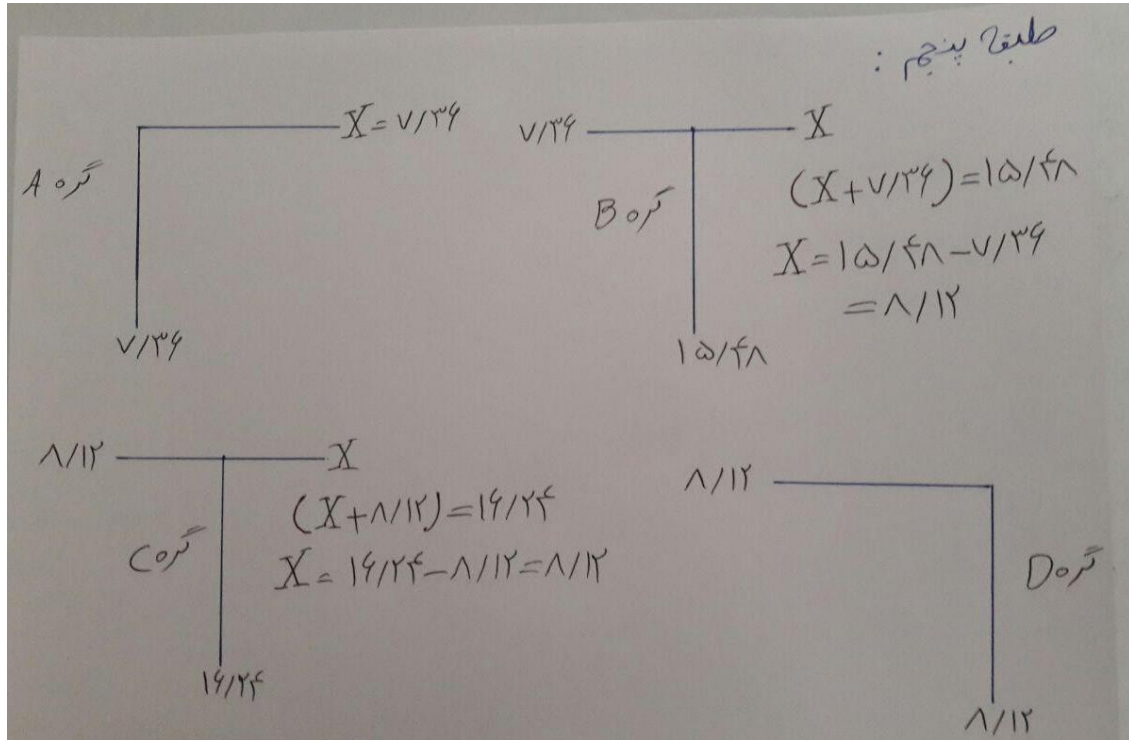
$$MC = 144/03 \times \frac{4}{2} = 288/06$$

$$MD = 72/01 \times \frac{4}{2} = 144/02$$

مرحله سوم

محاسبه لنجر تیرها

محاسبه لنجر تیر های طبقه پنجم



طبقه سوم :

گره A

$$X = 187/22 + 54/12 = 141/36$$

گره B

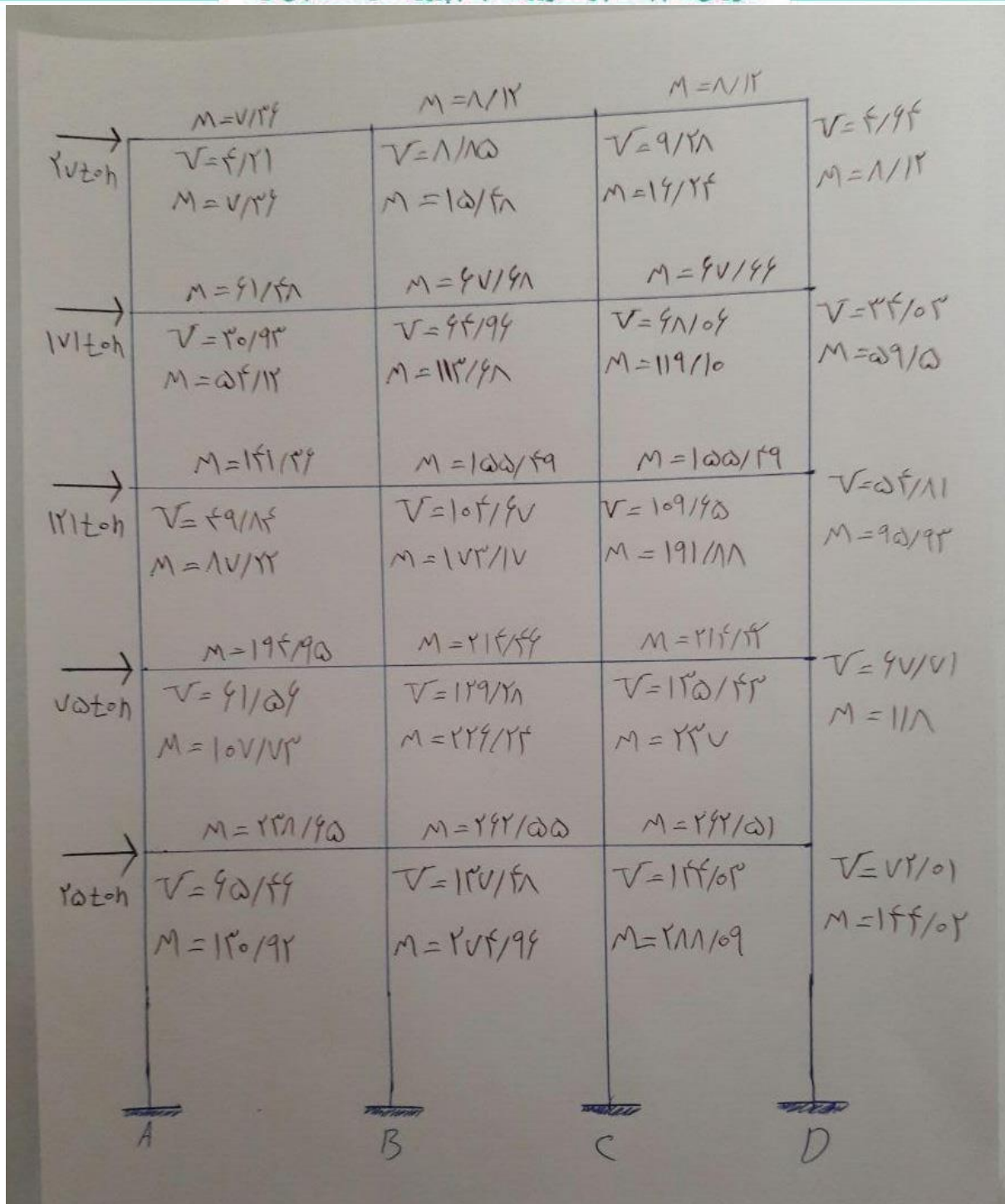
$$X \rightarrow X = (113/48 + 182/17) - (141/36) = 155/49$$

گره C

$$X \rightarrow X = (119/10 + 191/18) - (155/49) = 155/49$$

گره D

$$X = 95/93 + 59/55 = 155/48$$



داده هایی که در مراحل قبل محاسبه نمودیم را در قاب می نویسیم

مرحله چهارم

محاسبه برش در تیرها

برای محاسبه برش در تیرها لنگرهای بدست آمده روی هر تیر را بر نصف دهانه تیر تقسیم می کنیم

محاسبه برش در تیرهای طبقه چهارم

$$V_A = \frac{MA}{\frac{LAB}{2}} = \frac{61/48}{\frac{5}{2}} = 24/59$$

$$V_B = \frac{MB}{\frac{LBC}{2}} = \frac{67/68}{\frac{5/5}{2}} = 24/59$$

$$V_A = \frac{MC}{\frac{LCD}{2}} = \frac{67/66}{\frac{5/5}{2}} = 24/59$$

محاسبه برش در تیرهای طبقه سوم

$$V_A = \frac{MA}{\frac{LAB}{2}} = \frac{141/36}{\frac{5}{2}} = 56/54$$

$$V_B = \frac{MB}{\frac{LBC}{2}} = \frac{155/49}{\frac{5/5}{2}} = 56/54$$

$$V_A = \frac{MC}{\frac{LCD}{2}} = \frac{155/49}{\frac{5/5}{2}} = 56/54$$

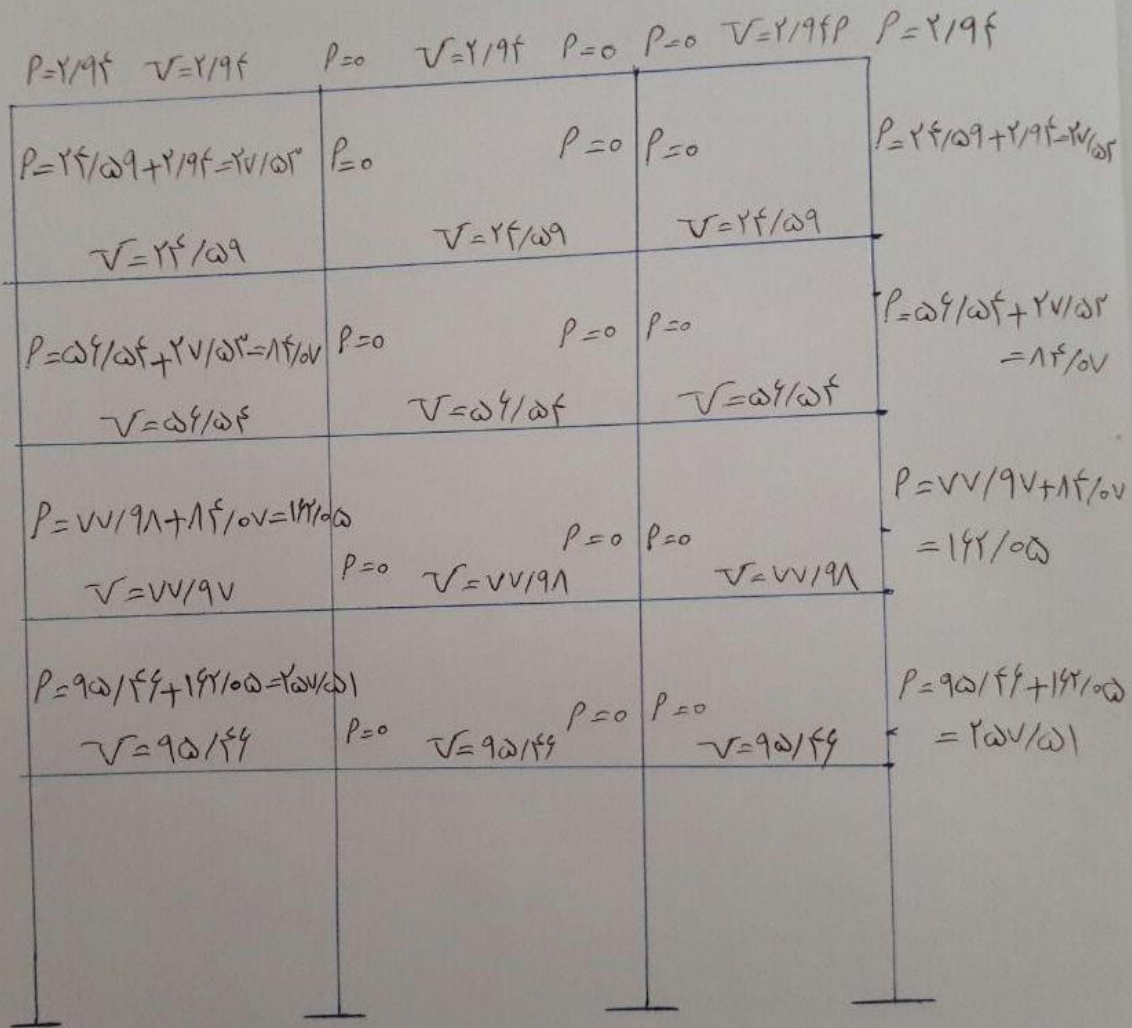
محاسبه برش در تیرهای طبقه اول

$$V_A = \frac{MA}{\frac{LAB}{2}} = \frac{238/65}{\frac{5}{2}} = 95/46$$

$$V_B = \frac{MB}{\frac{LBC}{2}} = \frac{262/55}{\frac{5/5}{2}} = 95/46$$

$$V_A = \frac{MC}{\frac{LCD}{2}} = \frac{262/51}{\frac{5/5}{2}} = 95/46$$

مرحله پنجم محاسبه نیروی محوری ستون ها



بریل متقارن بودن قاب $P=0$ می باشد در قاب های میانی

فصل چهارم

طراحی دستی اعضا

طراحی تیر

تیر محور A-B در طبقه اول

ابعاد اولیه مقطع 450x400mm

طول دهانه طبق نقشه 5m

ضریب ایمنی جزئی بتن $\varphi_c = 0/65$ ضریب ایمنی جزئی فولاد $\varphi_s = 0/85$

$$\alpha_1 = 0/85 - 0/0015f_c = 0/82$$

$$\beta_1 = 0/97 - 0/0025f_c = 0/45$$

$$d = 450 - 45 = 355mm$$

$$f_{cd} = \varphi_c f_c = 0/65 \times 21 = 13/66$$

$$D.l = 570 \times \frac{5/5}{2} = 1568kg/m$$

$$\text{نیروی زلزله طبقه اول} = 25ton = 25000kg$$

$$\text{ترکیب بار انتخابی} = D + 1/2L + 1/2(0/7)E$$

$$M^+ = \frac{ql^2}{24} = \frac{1568 + 1/2 \times 550 + 1/2 \times (0/7 \times 25000) \times 5^2}{24} \times 10^{-6} = 21967/83$$

$$M^- = \frac{ql^2}{12}$$

$$V = \frac{ql}{2} = \frac{1568 + 1/2 \times 550 + 1/2 \times (0/7 \times 25000) \times 5}{2} \times 10^{-6} = 53614$$

$$Mu = \text{Max}(M^+, M^-) = \text{Max}(21967/83, 43935/66)$$

$$Mu = 43935/66 Kn \div 10 = 4393ton$$

$$Mr_{max} = \rho b d f_y d \left(d - \frac{ab}{2} \right)$$

$$a = \beta_1 X_b \rightarrow ab = \beta_1 \times \frac{700}{700 + f_y} d$$

$$\rho b = \alpha_1 \beta_1 \frac{\varphi_c}{\varphi_s} \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{700}{700 + f_y}$$

$$\rho b = 0/82 \times 0/45 \times \frac{0/65}{0/85} \times \frac{21}{400} \times \frac{700}{700 + 400} = 0/0094 < 0/025 \quad Ok$$

$$Mr_{max} = 0/0094 \times 450 \times 355 \times 340 \times \left(355 - \frac{101/66}{2} \right) = 15311$$

$$Mu < Mr \rightarrow 4393 < 15311$$

$$A_s = \frac{\alpha_1 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{\alpha_1 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$$

$$A_s = \frac{0/82 \times 13/66 \times 450 \times 355}{340} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 4393}{0/82 \times 13/66 \times 450 \times 355^2}}\right) = 3640$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{3640}{450 \times 355} = 0/022 < 0/025 \quad Ok$$

$$\frac{\pi \times 20^2}{4} = 314 \rightarrow \frac{3640}{314} = 12 \rightarrow 12\emptyset 20$$

$$\frac{12 \times \pi \times 20^2}{4} = 3770 \rightarrow \rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{3770}{450 \times 355} = 0/023 < 0/025 \quad Ok$$

طراحی برای M^+

$$21967/83Kn \div 10 = 2196ton$$

$$ab = 0/45 \times \frac{700}{700 + 400} \times 355 = 101/66$$

$$\rho b =$$

طراحی برای برش

$$V_c = 0/2\phi_c\sqrt{21} \rightarrow 0/2 \times 0/65 \times \sqrt{21} = 0/60 \text{ n/mm}^2$$

$$V_c = 0/60 \times 450 \times 355 \times 10^{-3} = 95/85kn$$

$$\frac{V_c}{2} = \frac{95/85}{2} = 47/93kn$$

$$V_s = \frac{A_s v (\phi_s f_y) d}{S}$$

$$AV = 2 \times \frac{\pi \times 10^2}{4} = 157$$

خاموت 10 میلیمتر

$$S = \frac{d}{2} = \frac{355}{2} = 177/5$$

پس S حداکثر مساوی است با $\frac{d}{2} = \frac{355}{2} = 177/5mm$ می باشد

$$\frac{ASV}{S} = \frac{VS}{(\phi_s f_y) d} = \frac{120/7 \times 10^3}{(0/85 \times 400) \times 355} = 1$$

$$S = \frac{157}{1} = 157mm = 150mm$$

$$\text{حداقل} \frac{AV}{S} = 0/35 \frac{bw}{f_{yv}} = \frac{0/35 \times 450}{400} = 0/39$$

$$VS = (\phi_s f_y) d \frac{ASV}{S} = (0.85 \times 400) \times 355 \times \frac{157}{400} \times 10^{-3} = 47/37kn$$

$$VU = VC + VS = 95/85 + 47/37 = 143/22kn$$

قطع میلگرد: قطع میلگرد خمشی منفی

$$Max(d, 12db, \frac{Ln}{16}) \rightarrow Max(45, 12 \times 2/25, \frac{450}{16}) = 45cm \rightarrow 180 + 45 = 225$$

طراحی ستون B-4 طبقه اول L=5m

مقطع 40x40 10Q20

$$\text{بارزنده} = 2/65kn \times 10 = 26/5kn.m$$

$$\text{بارزلزله} = 65/46kn \times 10 = 654/6kn.m$$

$$\text{لنگر بارزنده} = 1/19 \times 10 = 11/9kn.m$$

$$\text{لنگر بارزلزله} = 130/92 \times 10 = 1309/2kn.m$$

$$\text{ترکیب بار انتخابی} = D + 1/2L + 1/2(0/7E)$$

$$Nu = 350 + 1/2 \times 26/5 + 1/2 \times (0/7 \times 654/6) = 931/664kn \div 10 = 93/17ton$$

$$Muy = 157/5 + 1/2 \times 11/9 + 1/2 \times (0/7 \times 654/6) = 721/644kn \div 10 = 72/16ton$$

$$Mux = 0 \quad \text{به دلیل تک محوره بودن خمشی}$$

$$K = 1$$

$$ex = \frac{Muy}{Nu} = \frac{72/16 \times 10^6}{93/17 \times 10^3} = 775mm$$

فرض اولیه b,h=400mm

$$emin = 15 + 0/03h = 15 + 0/03(400) = 27mm$$

$$\text{رابطه برسلر طبق مبحث 9} = \frac{1}{Nr} = \frac{1}{Nry0} - \frac{1}{Nro}$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{(1) \times (5000 - 2 \times \frac{350}{2})}{\frac{0}{3} \times (400)} = 38/75 < 34 - 12 \frac{m1}{m2} \rightarrow \lambda = 39 > 22 \rightarrow \text{ستون لاغر}$$

محاسبه ضریب تشدید لنگر به دلیل مهار شدن قاب

$$\delta b = \frac{Cm}{1 - \frac{Nu}{\phi \cdot Nc}} \geq 1$$

ضریب تشدید لنگر

$$Nro = 0/8 \times (0/82 \times 0/65 \times 21 \times (400^2 - 3200) + 0/85 \times 400 \times 3200 = 2274449/92 \rightarrow$$

$$= 2274/449kn = 227/44ton$$

$$ex = 775mm, m = \frac{\phi s \cdot fy}{\alpha \cdot \phi c \cdot fc} = \frac{0/85 \times 400}{0/82 \times 0/65 \times 21} = 30/38$$

$$\rho = 0/02 \rightarrow m\rho = 30/38 \times 0/02 = 0/607$$

$$\frac{ex}{h} = \frac{775}{400} = 1/94$$

$$\partial = \frac{400 - 80}{400} = 0/8$$

نمودار های اندرکنش آرماتورگذاری در ۴ طرف را بررسی می کنیم

$$\left(\frac{Nryo}{\phi c \cdot fc \cdot bh} = 0/98\right) \rightarrow Nryo = 3567/2kn$$

$$\frac{1}{Nryo} = \frac{1}{Nr0} \rightarrow \frac{1}{Nr} = 2 \times \frac{1}{3567/2} - \frac{1}{2274/449}$$

$$\frac{1}{Nr} - \frac{2 - 1/137}{3567/2} \rightarrow Nr = 4133/49kn = 413/35ton$$

$Nr > Nu$ می باشد پس مقطع مناسب است

مقایسه ای بین نیروهای برشی محاسبه شده در نمودار اندرکنش و مقدار محاسبه دستی نشان می دهد که حدودا ۴ درصد خطا داریم که مناسب است

$$As = 3200mm^2 \rightarrow \frac{\pi \times 20^2}{4} = 314 \rightarrow \frac{3200}{314} = 10 \rightarrow 10\emptyset 20$$

که دقیقا با مقدار مورد نظر یکسان می باشد

طراحی سقف تیرچه بلوک

طول دهانه 5/5m طول آزاد 5m

$$fc = 21, fy = 400$$

$$LL \text{ بارزنده} = 5 \frac{Kn}{m^2} \text{ و } DL \text{ بارمرده} = 2/4 \frac{Kn}{m^2}$$

$$hmin = \frac{L}{28} = \frac{5500}{28} = 196mm$$

$$\text{ارتفاع انتخابی} = 270 + 80 = 350 = 35cm$$

ارتفاع را فرض می کنیم 270 cm و ضخامت بتن ریزی را 80 cm در نظر می گیریم

$$Wu = 1/25 \times 2/4 + 1/5 \times 5 = 10/5 \text{ kn/m}^2$$

$$Mu = \frac{1}{12} \times 10/5 \times 0/50^2 = 0/22 \text{ kn.m}$$

فاصله تیرچه ها 50cm می باشد

طراحی تیرچه

$$\text{وزن مرده سقف تیرچه بلوک} = 5/7 \text{ kn/m}^2$$

$$Wu = 1/25 \times 5/7 + 1/25 \times 2/4 + 1/5 \times 5 = 17/63 \text{ kn/m}^2$$

$$qu = 0/25 + 0/25 \times 17/63 = 8/82 \text{ kn.m}$$

ناحیه لنگر منفی

$$Mu = \frac{1}{11} \times 8/82 \times 5/5^2 = 24/26 \text{ kn.m}$$

در این ناحیه تیرچه به صورت مستطیل عمل می کند

$$As = \frac{24/26 \times 10^6}{0/82 \times 400 \times (0/85 \times 330)} = 264 \text{ mm}$$

$$a = \frac{264 \times 0/82 \times 400}{0/82 \times (0/65 \times 21) \times 100} = 78 \text{ mm}$$

$$As = \frac{24/26 \times 10^6}{0/82 \times 400 \times (350 - 2 \times 20 + 2 \times \frac{10}{2})} = 231 \text{ mm}$$

ناحیه لنگر مثبت دهانه میانی

$$Mu = \frac{1}{16} \times 8/82 \times 5/5^2 = 16/68 \text{ kn.m}$$

کنترل برش

$$\text{لبه از لبه } Vu = 0/575qu.lh - qud = 0/575 \times 8/82 \times 5/5 - 8/82 \times 0/33 = 24/98 \text{ kn}$$

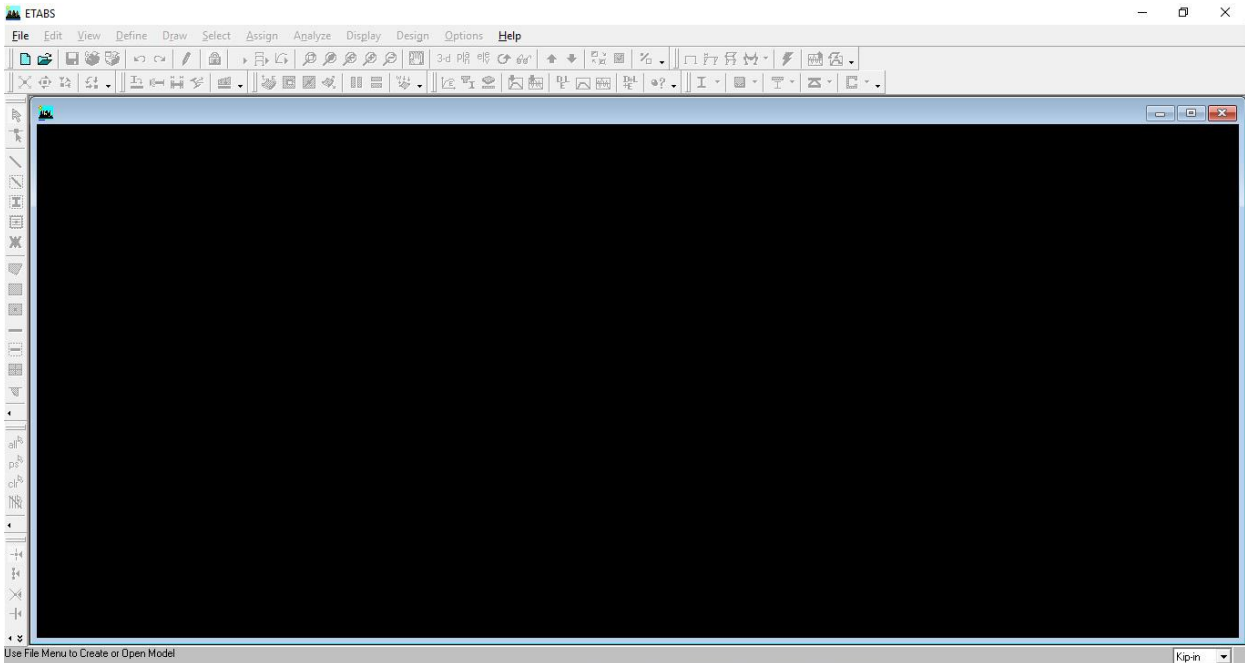
$$Vc = 1/1 \times 0/2\phi_c \sqrt{f_c} . b . d = 1/1 \times 0/02 \times 0/65 \times \sqrt{21} \times 78 \times 330 \times 10^{-3} = 16/87 < Vu$$

فصل پنجم

مدل سازی در نرم افزارها

نرم افزارهای مورد استفاده

در این پروژه از نرم افزار ETABS ورژن 9.7.4 و نرم افزار SAFE ورژن ۱۲ استفاده شده است

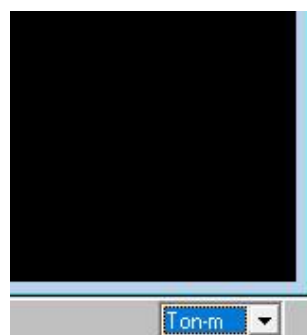


عکس بالا نمایی از محیط کلی ETABS را هنگام باز کردن نشان می دهد

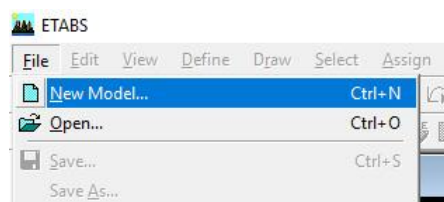
مراحل ترسیم هندسه مدل

۱- در ابتدا واحد ETABS را از Kip-inch به ton-m یا kgf-m تبدیل می کنیم

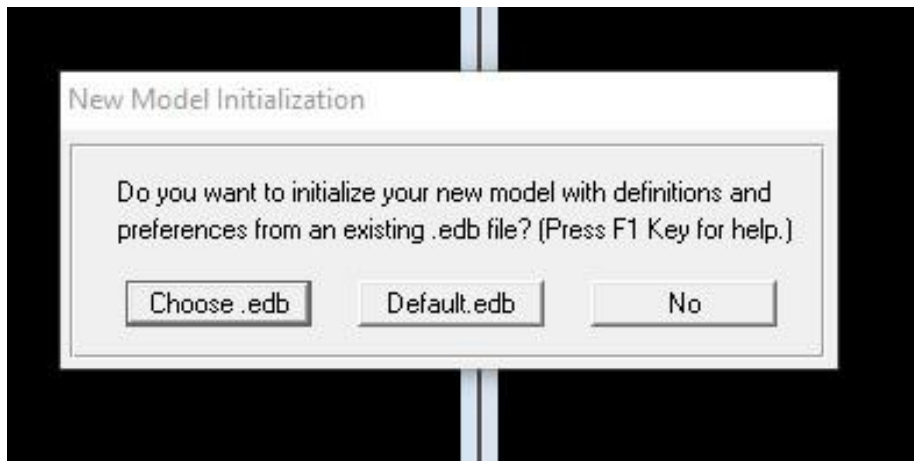
در این پروژه ما واحد Ton-m را انتخاب نمودیم



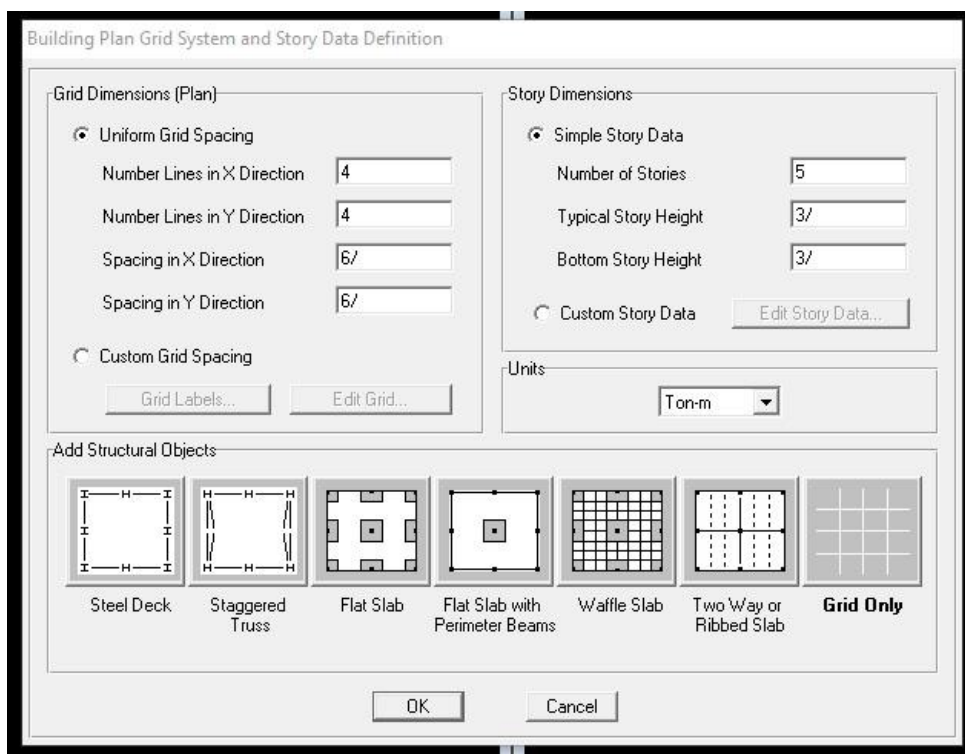
۲- با استفاده از منوی File گزینه New model یا دستور میان بر Control+N مدل سازی را شروع می کنیم



۳- بعد از انتخاب گزینه New Model صفحه زیر به نمایش در می آید



- ۱- اگر قبلا مدل سازی نمودیم و می خواهیم مقاطع و ترکیب بارهای پروژه قبلی به پروژه فعلی منتقل شود از گزینه Choose.edb استفاده می کنیم
- ۲- با انتخاب گزینه Default مقاطع ترکیب بارهای پیش فرض نرم افزار ETABS به پروژه فعلی منتقل می شود که به دلیل یکسان نبودن مقاطع پیش فرض نرم افزار ETABS با مقاطع ایران کاربردی ندارد
- ۳- زمانی که می خواهیم برای اولین بار مدل سازی را انجام دهیم گزینه No را انتخاب می کنیم معمولا بهتر است که از این گزینه استفاده کنیم
- ۴- با انتخاب گزینه No صفحه ای مانند شکل زیر باز می شود



آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

در قسمت Number Lines in X Direction تعداد آکس ها در راستای X که در اینجا عدد 4 می باشد
 و در قسمت Number Lines in Y Direction آکس ها در راستای Y که در اینجا عدد 4 می باشد
 در قسمت Numner of Stories تعداد سقف های طبقات را وارد می کنیم که در اینجا عدد 5 می باشد

سپس گزینه Custom Grid Spacing و گزینه Edit Grid را انتخاب می کنیم

نکته :

برای وارد نمودن ارتفاع طبقه اول به دلیل کف سازی پارکینگ 0/5m به ارتفاعی که در نقشه های معماری داده شده است
 اضافه می کنیم در این پروژه ارتفاع طبقه اول را 4m در نظر گرفته ایم و ارتفاع سایر طبقات همان 3/5m می باشد

نکته:

اگر طبقات پروژه از نظر کاربری ، ابعاد و ارتفاع یکی باشند میتوان برای ساده سازی و سریع تر شدن کار می توان در یکی از
 طبقات را با گزینه Master Story را فعال نماییم و در سایر طبقات مشابه گزینه Similar To طبقه ای که گزینه
 Master Story را در آن فعال نمودیم وارد نماییم

Story Data

	Label	Height	Elevation	Master Story	Similar To	Splice Point	Splice Height
6	STORY5	3/5	18	No	NONE	No	0/
5	STORY4	3/5	14/5	No	STORY2	No	0/
4	STORY3	3/5	11	No	STORY2	No	0/
3	STORY2	3/5	7/5	Yes		No	0/
2	STORY1	4	4	No	NONE	No	0/
1	BASE		0/				

Reset Selected Rows

Height Reset

Master Story Reset

Similar To Reset

Splice Point Reset

Splice Height Reset

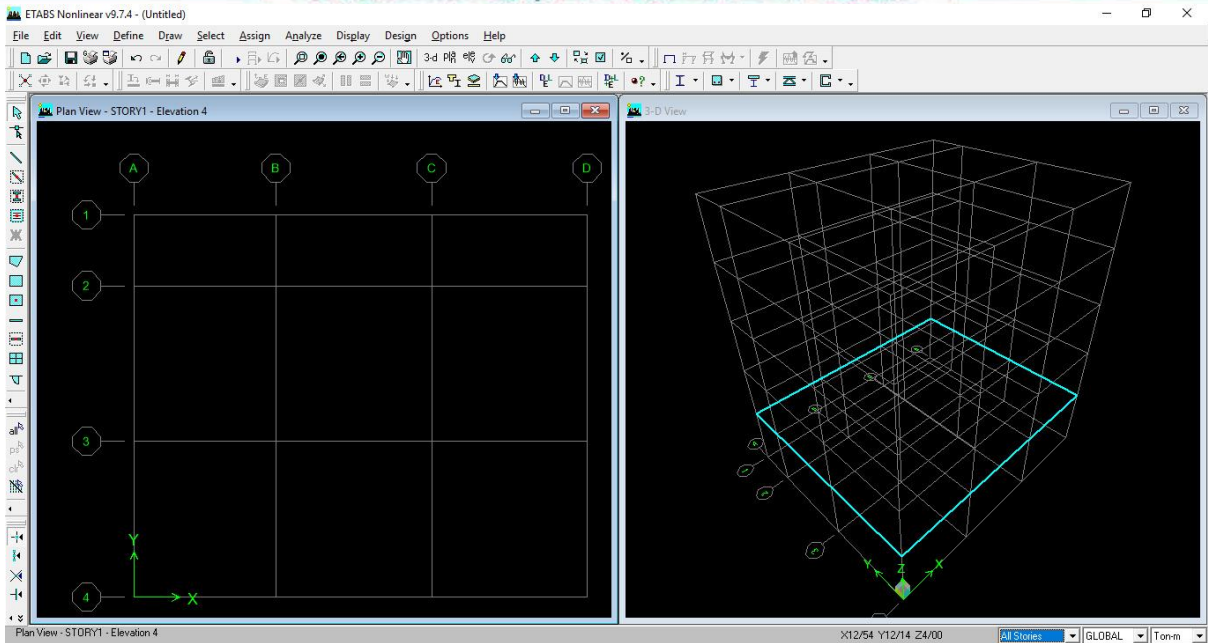
Units

Change Units

OK Cancel

سپس برای اینکه خودمان سقف را طراحی می کنیم گزینه Grid Only را انتخاب و OK می کنیم

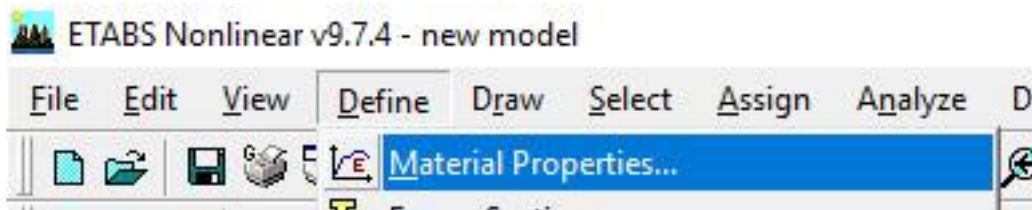
پلان و مدل 3D سازه ساخته می شود



در این مرحله مصالح و سپس مقاطع را وارد نرم افزار می نمایم

وارد کردن مصالح

از منوی Define گزینه Material Propertis را انتخاب می کنیم



سپس گزینه ADD new material را انتخاب می کنیم

Material Property Data

Material Name	CONCRETE	Display Color	Color
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic	Type of Design	Design
Analysis Property Data		Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)	
Mass per unit Volume	0/25	Specified Conc Comp Strength, f'c	2812/2785
Weight per unit Volume	2/5	Bending Reinf. Yield Stress, fy	42184/178
Modulus of Elasticity	2531050/65	Shear Reinf. Yield Stress, fys	42184/178
Poisson's Ratio	0/2	<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Coeff of Thermal Expansion	9/900E-06	Shear Strength Reduc. Factor	
Shear Modulus	1054604/44		
OK		Cancel	

در قسمت Material Name نام مصالحی که می خواهیم تعریف کنیم را وارد می کنیم که در این قسمت بتن را تعریف می کنیم

در قسمت Color رنگی که برای مصالح تعریف شده مورد نظرمان می باشد را انتخاب می کنیم

در قسمت Type of Material گزینه Isotropic را انتخاب می کنیم

در قسمت Modulus of Elasticity طبق فرمول $E = 5000\sqrt{f'c}$ $E = 5000\sqrt{21} = 22912/88$ می آید

معرفی بتن سقف :

مجددا گزینه Add New Material را انتخاب می کنیم

Define Materials

Materials	Click to:
CONC CONCFLOOR CONCRETE STEEL	<input type="button" value="Add New Material..."/> <input type="button" value="Modify/Show Material..."/> <input type="button" value="Delete Material"/>
	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

همانطور که مشاهده می نمایید بتن و بتن سقف در این قسمت قابل مشاهده می باشد

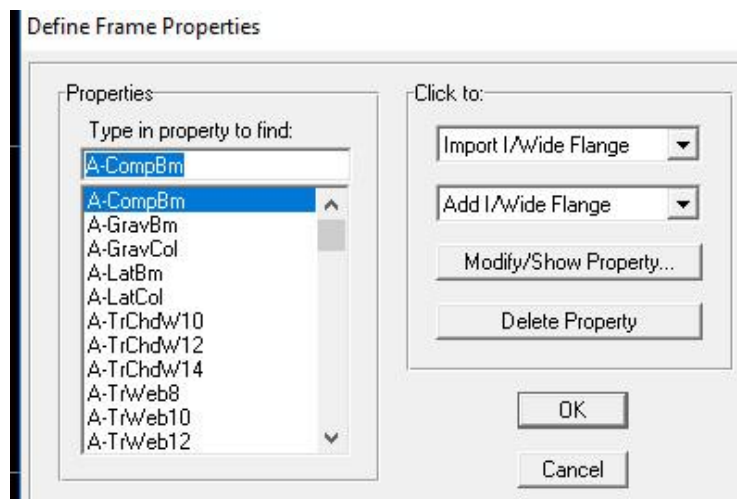
پس از کلیک روی گزینه OK کار معرفی مصالح به اتمام می رسد

معرفی مقاطع:

ابتدا واحد نرم افزار را از N-mm به Ton-m تبدیل می کنیم

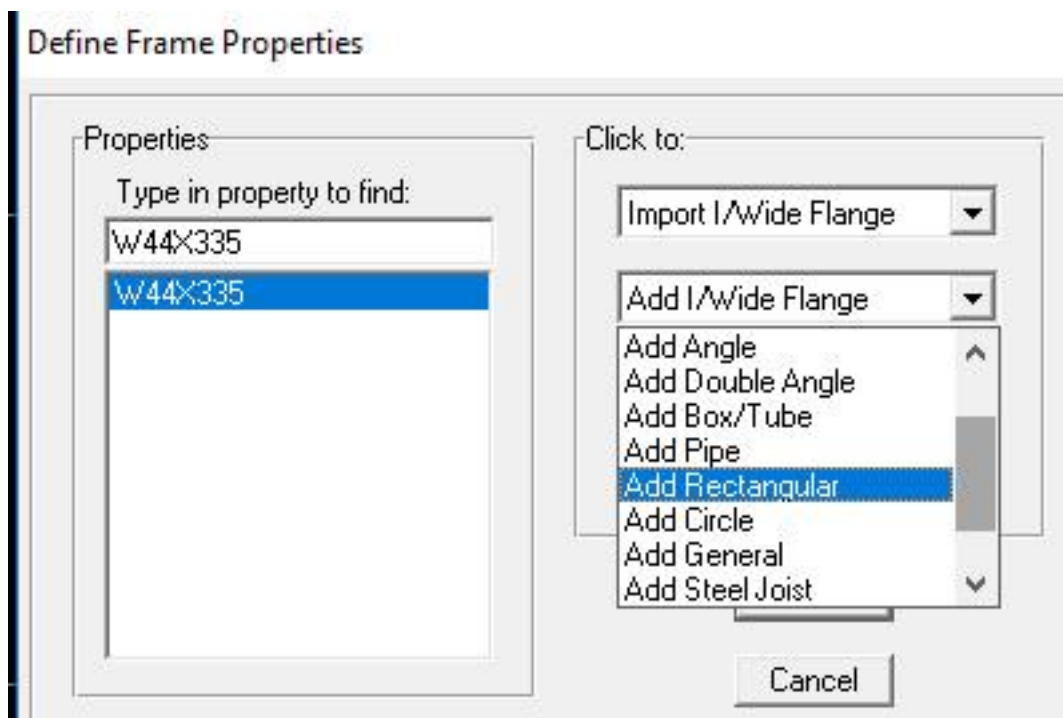
از منوی Define گزینه Frame Sections را انتخاب می کنیم

با انتخاب گزینه Frame Sections صفحه ای مانند صفحه زیر باز می شود



ابتدا با انتخاب گزینه Delete Property مقاطع موجود در این لیست را حذف می کنیم

سپس گزینه Add Rectangular را انتخاب می کنیم



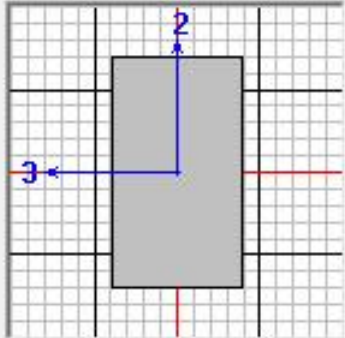
صفحه ای مانند صفحه زیر باز می شود

Rectangular Section

Section Name FSECT

Properties: Section Properties...
Property Modifiers: Set Modifiers...
Material: STEEL

Dimensions:
Depth (t3): 0/4572
Width (t2): 0/254



Display Color

OK Cancel

معرفی تیرها

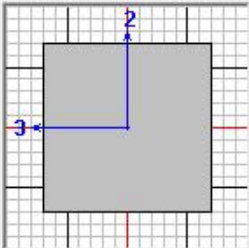
Rectangular Section

Section Name BEAM15X15

Properties: Section Properties...
Property Modifiers: Set Modifiers...
Material: CONCRETE

Dimensions:
Depth (t3): 0/15
Width (t2): 0/15

Concrete: Reinforcement...



Display Color

OK Cancel

در قسمت Section Name ابعاد تیر را وارد می کنیم به عنوان مثال ابعاد این تیر 15x15 می باشد

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

در قسمت Material مصالح ستون را انتخاب می کنیم که در اینجا ستون بتنی می باشد و بتن را انتخاب می کنیم

گزینه Reinforcement را انتخاب می کنیم

Reinforcement Data

Design Type

Column Beam

Concrete Cover to Rebar Center

Top: 0/035

Bottom: 0/035

Reinforcement Overrides for Ductile Beams

	Left	Right
Top	0/	0/
Bottom	0/	0/

OK Cancel

در قسمت design Type گزینه Beam را انتخاب می کنیم

سپس تیر دیگری با ابعاد 20x20 وارد می نماییم

Define Frame Properties

Properties

Type in property to find:

BEAM15x15

BEAM15x15

BEAM20x20

Click to:

Import I/Wide Flange

Add Rectangular

Modify/Show Property...

Delete Property

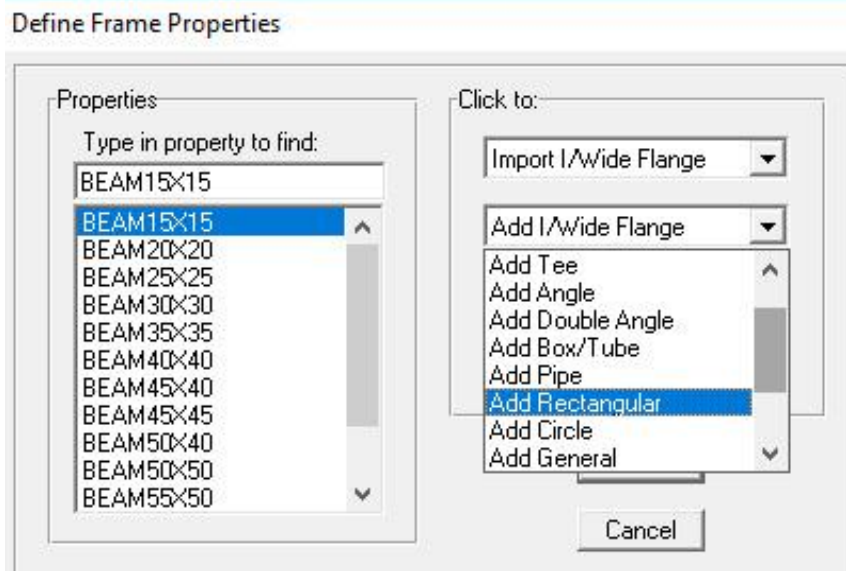
OK

Cancel

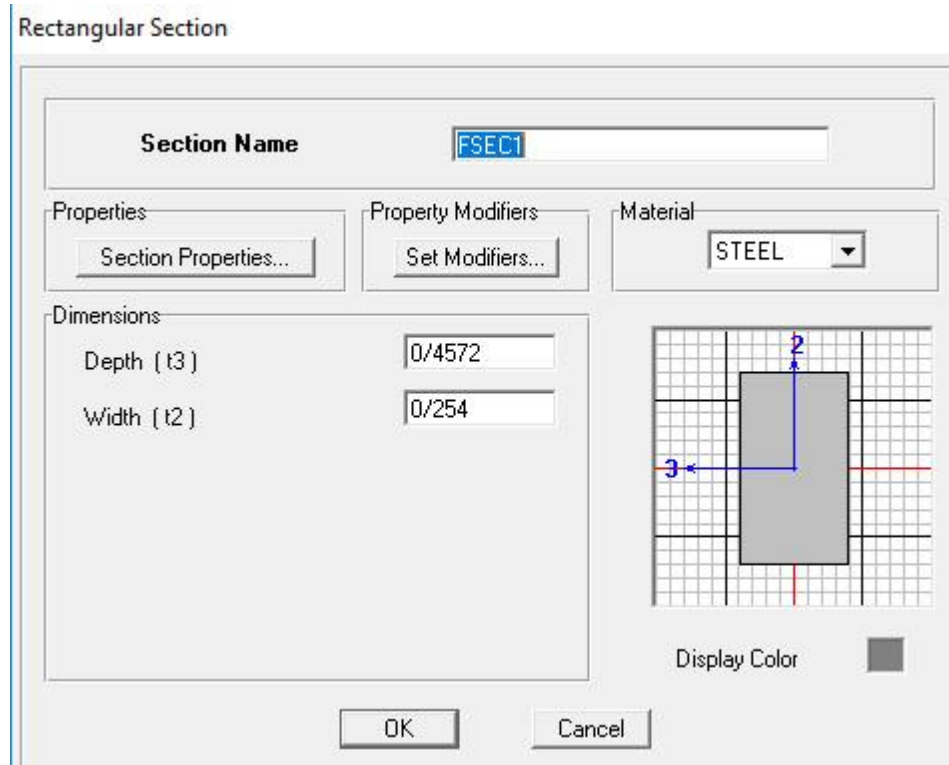
همانطور که مشاهده می کنید تیر 20x20 نیز ساخته شده و در جدول وارد شد

معرفی ستون ها

گزینه Add Rectangular را انتخاب می کنیم



صفحه ای مانند صفحه زیر باز می شود




Rectangular Section

Section Name COLUMN30X30W8F20

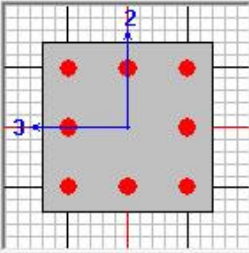
Properties: Section Properties...
Property Modifiers: Set Modifiers...
Material: CONCRETE

Dimensions:
Depth (t3): 0/3
Width (t2): 0/3

Concrete: Reinforcement...

Display Color: 

OK Cancel



در قسمت Section Name ابعاد و مشخصات ستون را وارد می کنیم به عنوان مثال ابعاد این ستون 30x30 می باشد و تعداد آرماتور های این ستون 8 عدد آرماتور 20 می باشد

در قسمت Material مصالح ستون را انتخاب می کنیم که در اینجا ستون بتنی می باشد و بتن را انتخاب می کنیم

Reinforcement Data

Design Type:
 Column Beam

Configuration of Reinforcement:
 Rectangular Circular

Lateral Reinforcement:
 Ties Spiral

Rectangular Reinforcement:
Cover to Rebar Center: 0/035
Number of Bars in 3-dir: 3
Number of Bars in 2-dir: 3
Bar Size: 20d
Corner Bar Size: 20d

Check/Design:
 Reinforcement to be Checked
 Reinforcement to be Designed

OK Cancel

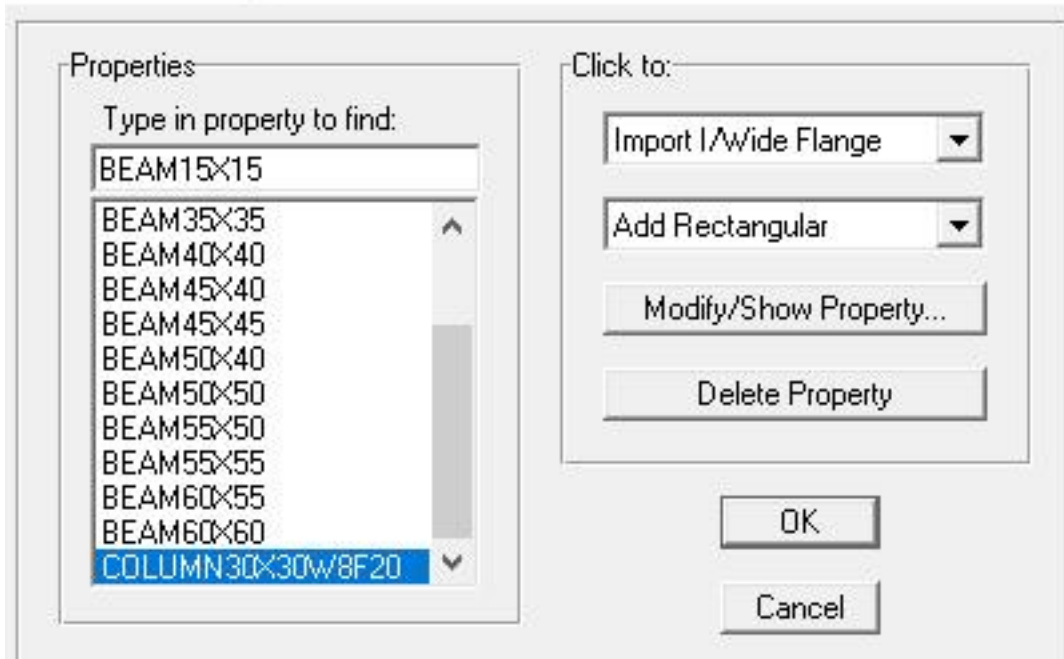
در قسمت Design Type گزینه Column را انتخاب می کنیم

در قسمت Configuration of Reinforcement به دلیل مستطیلی بودن مقطع گزینه Rectangular را انتخاب می کنیم

سپس روی گزینه ok کلیک می نمایم

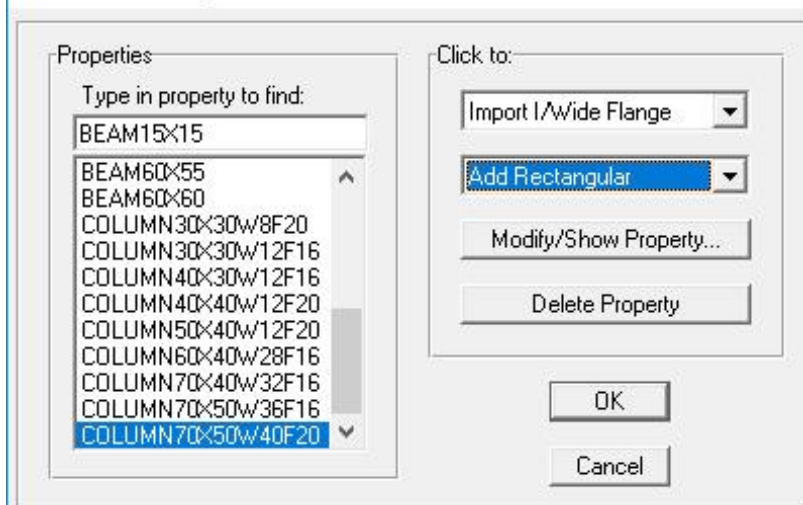
و همانطور که مشاهده می کنید ستون مورد نظر ما ساخته شده و در لیست قابل نمایش می باشد

Define Frame Properties



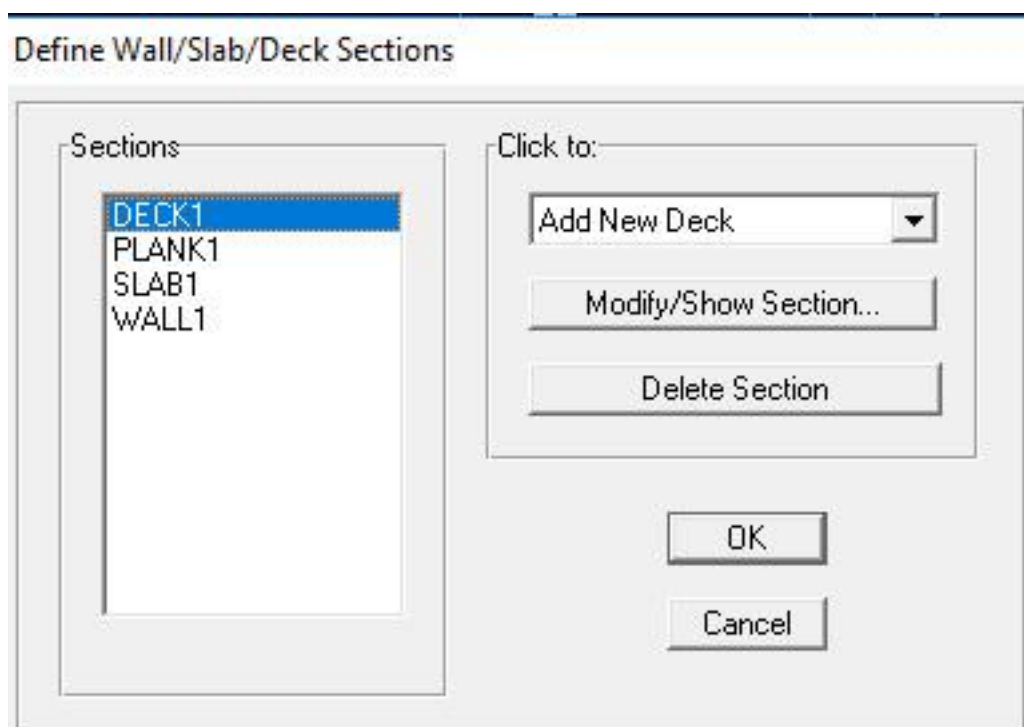
مجدداً گزینه Add Rectangular را انتخاب می کنیم

Define Frame Properties



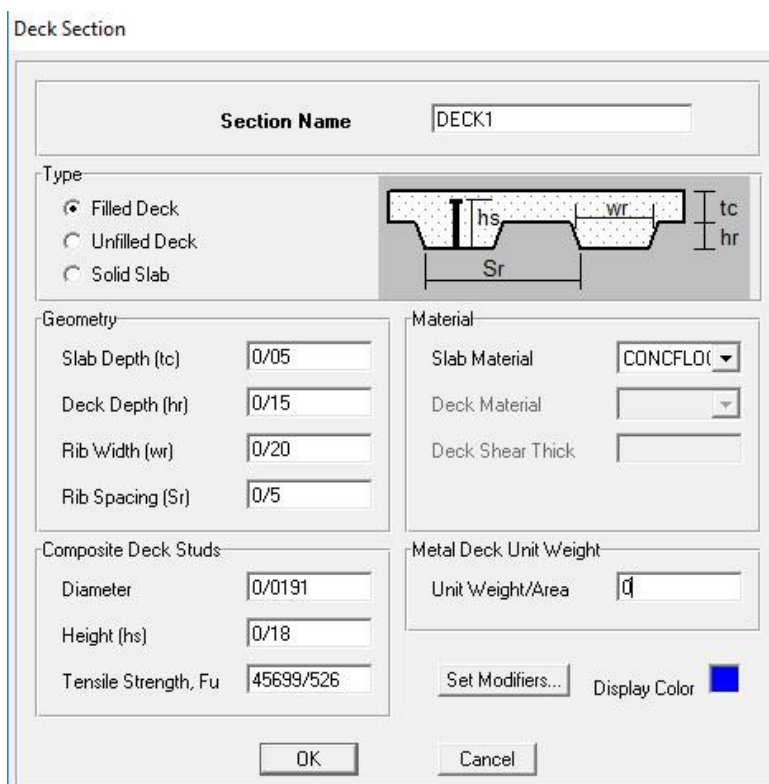
همانطور که مشاهده می نمایید ستون های مورد نظر پروژه نیز ساخته شدند

از منوی Drfine گزینه Wall/Slab/Deck Sections را انتخاب می کنیم



ابتدا با انتخاب گزینه Delete Section گزینه های اضافی را حذف کرده

و سپس گزینه Add New Deck را انتخاب می کنیم



آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

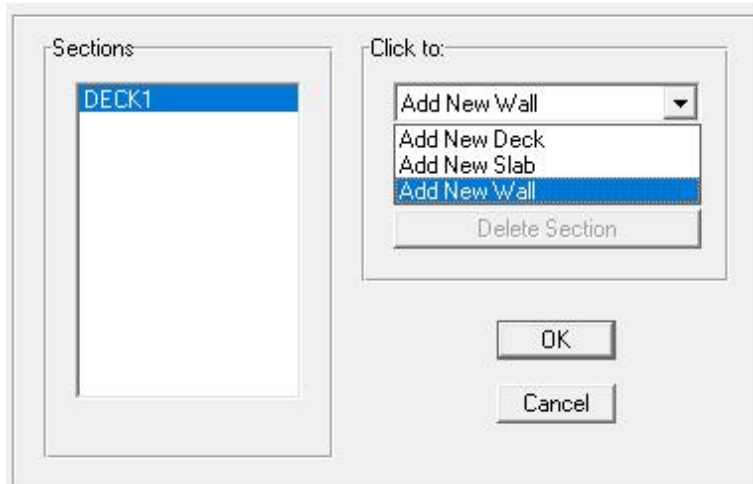
با توجه به اینکه سقف تیرچه بلوک می باشد در قسمت Section Name عبارت Deck1 را می نویسیم

در قسمت Type نیز گزینه Filled Deck را انتخاب می کنیم

در قسمت Geometry مشخصات سقف تیرچه بلوک را وارد می کنیم

تعریف دیوار

Define Wall/Slab/Deck Sections



گزینه Add New Wall را انتخاب می کنیم

مشخصات دیوار را مطابق شکل زیر وارد می نمایم سپس روی گزینه Ok کلیک می کنیم

ترسیم ستون

روی اولین گزینه مطابق شکل زیر کلیک می نمایم

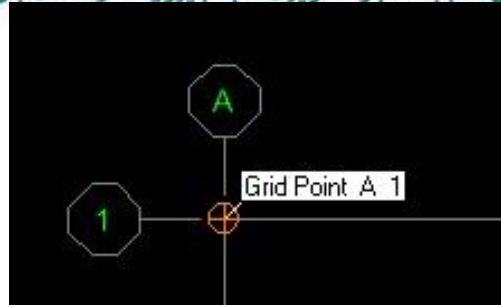


در قسمت Property یکی از ستون هایی که در مرحله قبلی ساخته شد را انتخاب می نمایم

در قسمت Moment Releases گزینه Continuous قاب خمشی را انتخاب می کنیم

معمولا در ساختمان بتنی همیشه قاب خمشی را انتخاب می کنیم

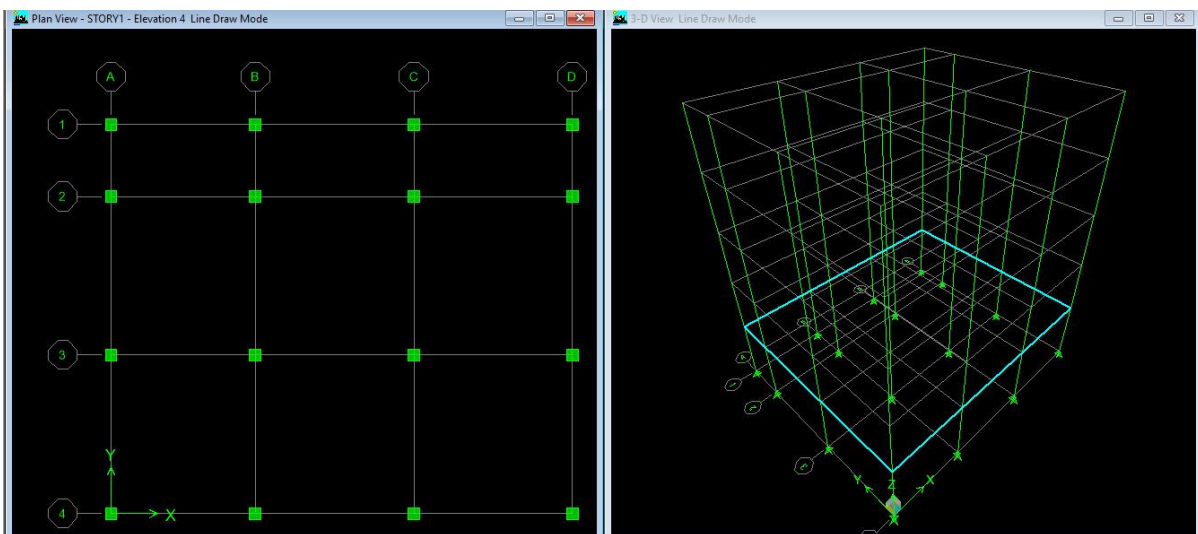
روی محل تقاطع آکس ها رفته و شکلی مانند عکس زیر ایجاد میشود



با یکبار کلیک کردن موس روی این شکل ستون این قسمت ساخته می شود

سایر ستون ها را نیز به همین شکل ترسیم می نمایم

همانطور که مشاهده می کنید کلیه ستون های ما ترسیم شدند



برای ترسیم تیر های زمانی که بخواهیم بین دو نقطه تیر را رسم کنیم از گزینه دوم استفاده می کنیم

و در سایر موارد از گزینه اول استفاده می کنیم



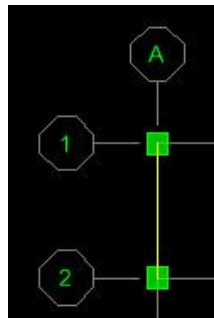
به عنوان مثال در ترسیم تیر بین محور 1 و 2 از گزینه دوم استفاده نمودیم

در قسمت Property یکی از تیرهای ساخته شده را انتخاب می کنیم به عنوان مثال در اینجا با توجه به اینکه راه پله می باشد تیر 15x15 را انتخاب نمودیم

در قسمت Moment Releases نیز گزینه Continuous قاب خمشی را انتخاب می کنیم

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

همانطور که مشاهده نمودید با کلیک روی ستون A تیر این قسمت ترسیم گردید



به عنوان مثال در ترسیم تیر بین محور A و B از گزینه اول استفاده نمودیم

در قسمت Property یکی از تیرهای ساخته شده را انتخاب می کنیم به عنوان مثال در اینجا با توجه به اینکه راه پله می باشد تیر 15x15 را انتخاب نمودیم

در قسمت Moment Releases نیز گزینه Continuous قاب خمشی را انتخاب می کنیم

Type of Line	Frame
Property	BEAM15X15
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0/
Drawing Control Type	None <space bar>

بین محور A و B محل ترسیم تیر را انتخاب نموده و سپس روی ستون B کلیک می نماییم تا تیر رسم شود

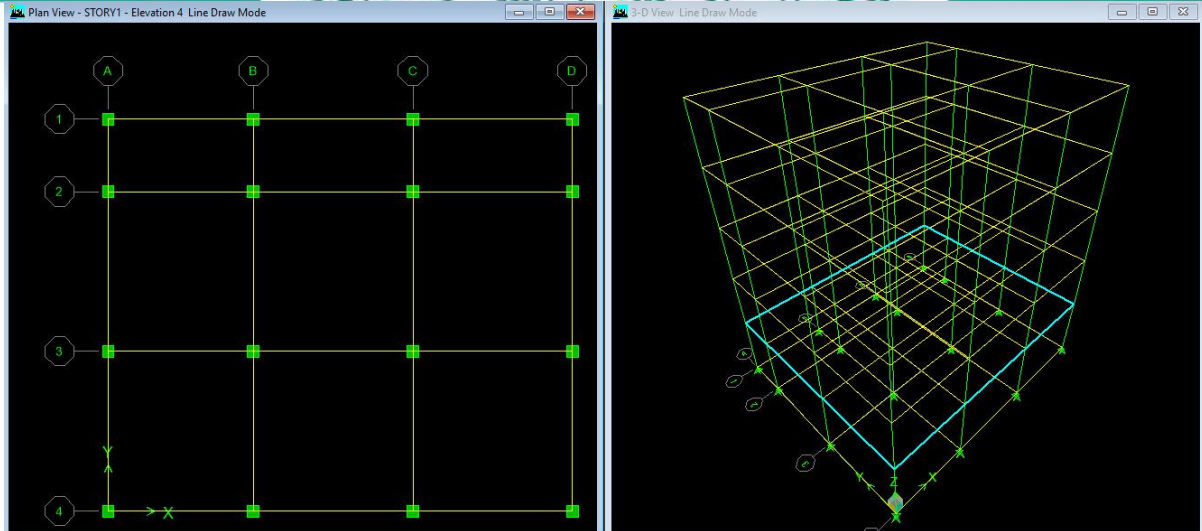


سایر تیر ها را نیز با همین روش ترسیم می نماییم

نکته برای تیرهای سایر قسمت ها فرض می کنیم ابعاد اولیه تیر 35x35 می باشد

همانطور که مشاهده می کنید همه تیر های طبقات ترسیم شده اند

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه



ترسیم تیرهای نیم طبقه

از منوی Edit گزینه Edit Reference planes را انتخاب می کنیم

ابتدا اعداد را محاسبه نموده و سپس وارد نرم افزار می نمایم

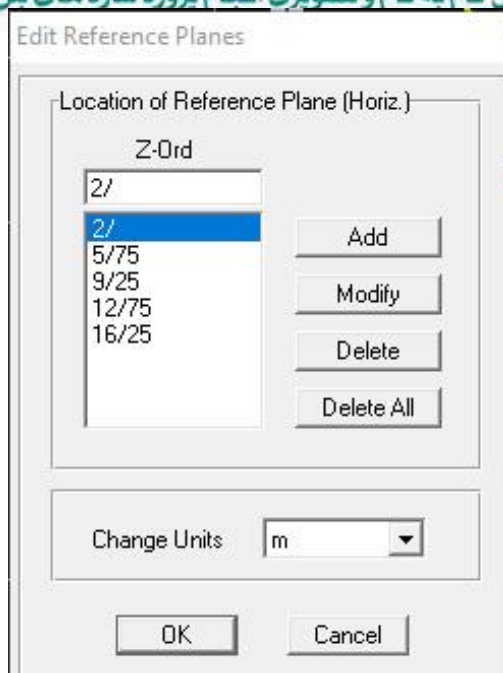
با توجه به اینکه در تیرهای نیم طبقه ارتفاع طبقات نقش موثری دارند اعداد تیرهای نیم طبقه برای هر طبقه به ترتیب از روابط زیر محاسبه می شود

$$4 \div 2 = 2$$

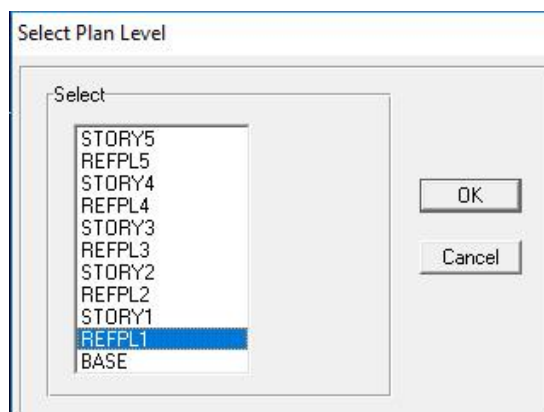
$$4 + \frac{3}{2} = 5.5$$

$$4 + 3 + \frac{3}{2} = 9.5$$

به ترتیب هر عدد را جداگانه در نرم افزار وارد نموده و سپس روی گزینه Add کلیک می نمایم در نهایت گزینه Ok را می زنیم



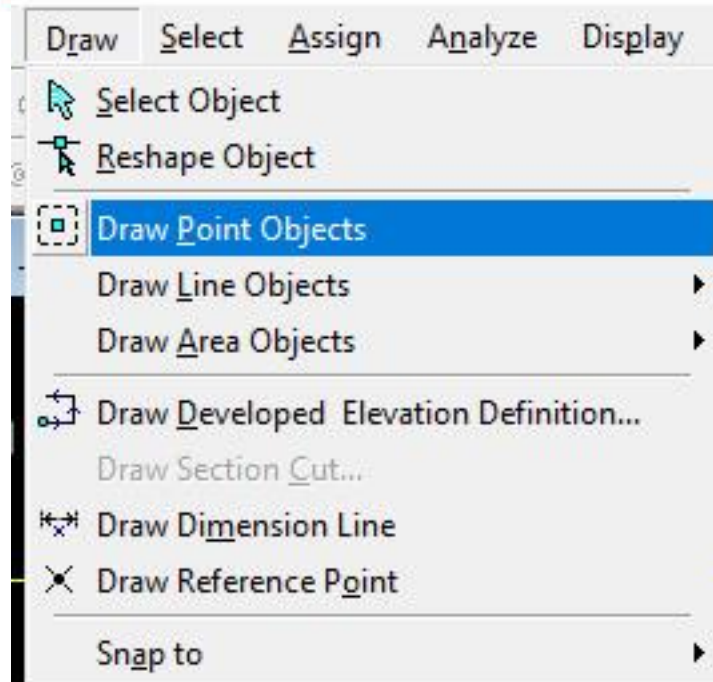
همانطور که مشاهده می کنید تیرهای نیم طبقه میان طبقات ایجاد می شود



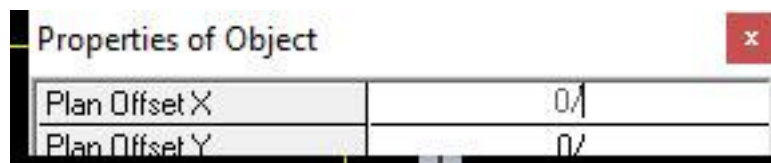
هرکدام از تیرهای میان طبقه را انتخاب نموده و بین قسمت A و B تیر میان طبقه را رسم می کنیم

ترسیم آسانسور در پلان

از منوی *Draw* گزینه *Draw point Objects* را انتخاب می نمایم

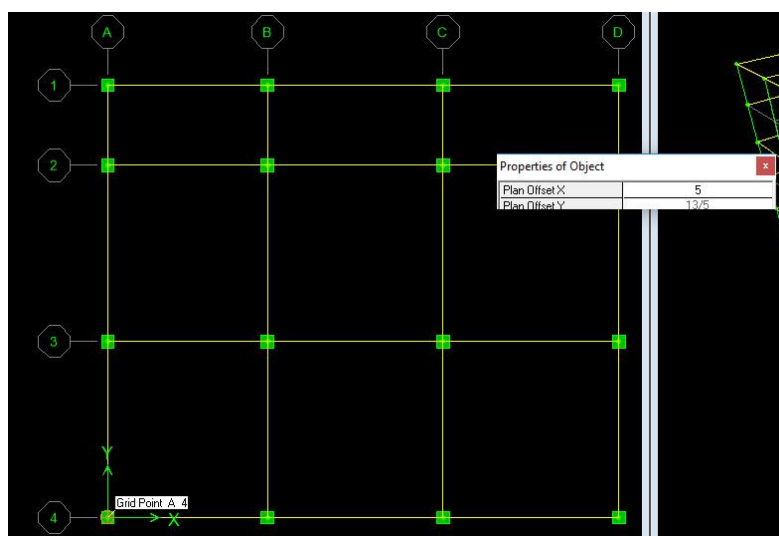


در این قسمت نقاط کمکی با توجه به مختصات و در راستای X و Y تعریف می کنیم



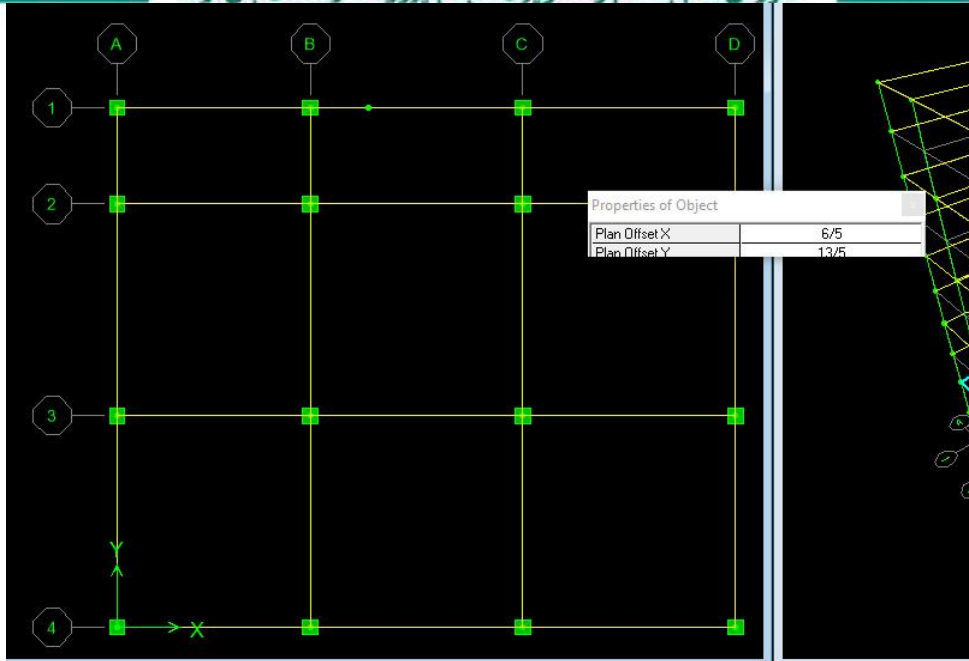
یک نقطه را باید به عنوان نقطه مبدا در نظر بگیریم و مختصات را نسبت به آن نقطه وارد نماییم

در این پروژه ما نقطه A از آکس 4 را به عنوان مبدا در نظر گرفته ایم

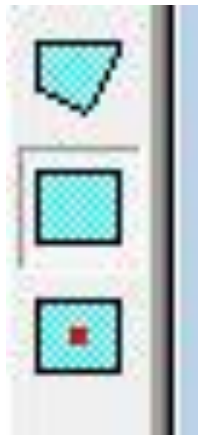


مختصات نقطه مورد نظر را وارد کرده و سپس روی نقطه مبدا کلیک می نماییم

در این قسمت این نقطه دقیقاً روی نقطه B از آکس 1 ایجاد شده است

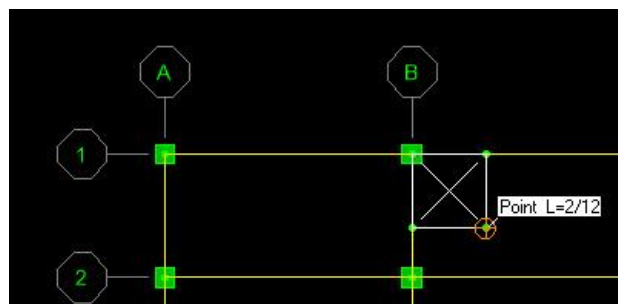


به ترتیب 4 نقطه کمکی برای رسم بازشوی آسانسور ایجاد می شود
ترسیم بازشوی آسانسور

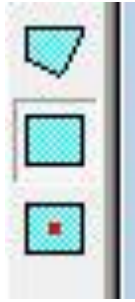


برای ترسیم بازشو از گزینه دوم استفاده می کنیم

گزینه property را روی حالت Opening (بازشو) قرار می دهیم



به ترتیب روی نقاط کمکی بازشو را رسم می نماییم



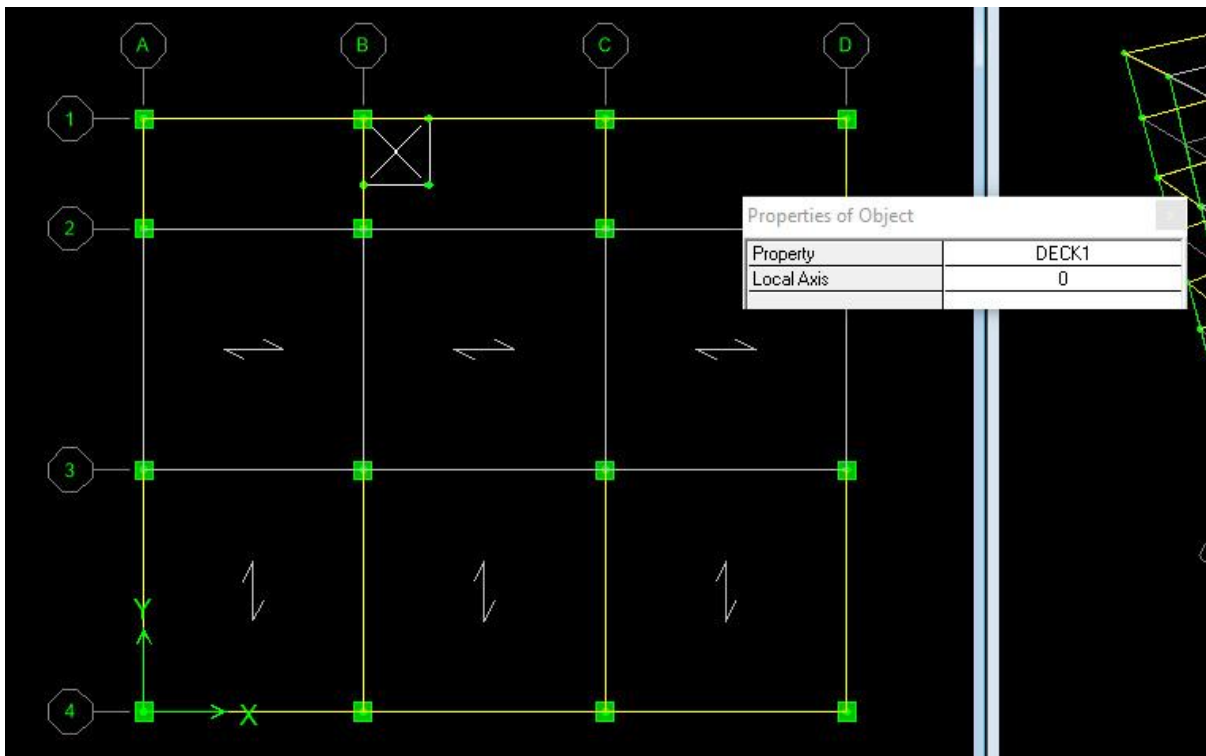
برای ترسیم سقف از هر یک از سه گزینه بالا می توانیم استفاده کنیم

بهتر است از گزینه سوم استفاده کنیم

گزینه property را روی حالت DECK1 (سقف تیرچه بلوک) قرار می دهیم

گزینه Local Axis را روی حالت 90 درجه قرار می دهیم

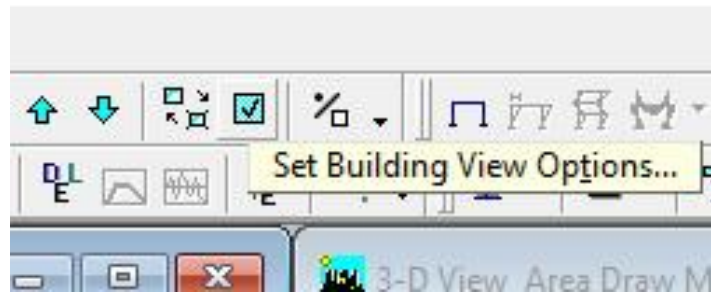
با توجه به شطرنجی بودن جهت تیر ریزی در این قسمت Local Axis را روی 0 درجه قرار می دهیم



برای سقف قسمتی که باز شو دارد از گزینه اول استفاده می کنیم

نکته:

به دلیل مدل نشدن شمشیری راه پله لزومی به تعریف سقف در نواحی پاگرد نمی باشد به دلیل اینکه لنگر پیچشی زیادی در تیرهای متصل به شمشیری به وجود می آید که در واقعیت چنین نیرویی به وجود نمی آید

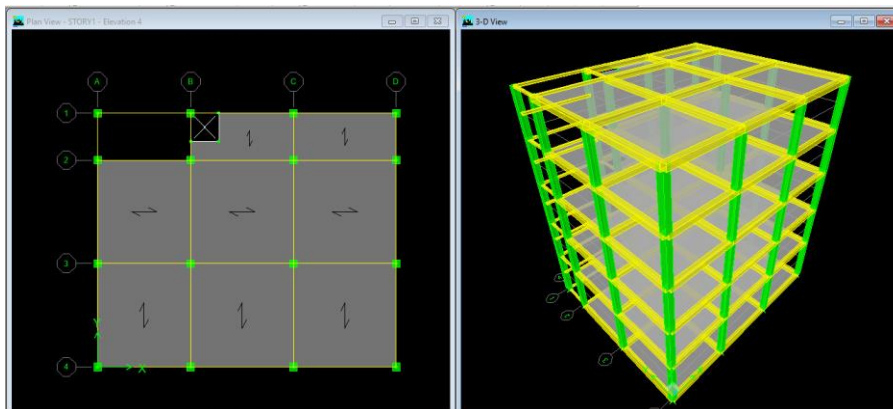


برای بهتر دیده شدن ستون ها ، تیرها و سقف ها روی این گزینه کلیک می نمایم

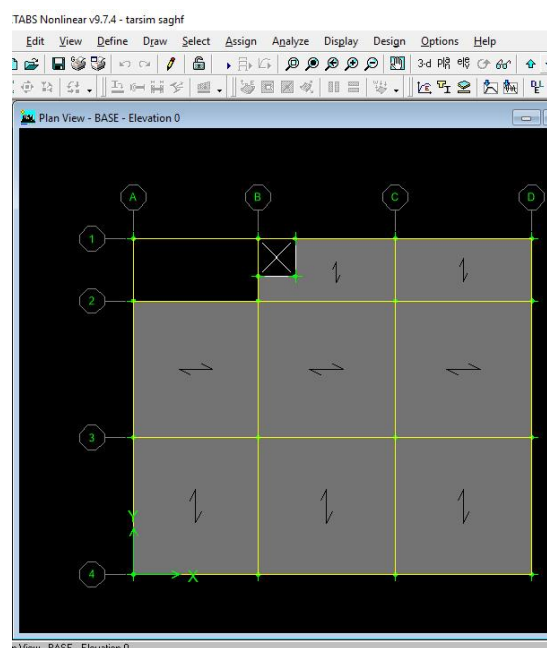
برای بهتر دیده شدن ستون ها و تیرها گزینه Extrusion را فعال می نمایم

و روی گزینه Ok کلیک می نمایم

همانطور که در شکل مشاهده می نمایید ستون ها ، تیرها و سقف ها قابل مشاهده می باشد



پاک کردن تیرها و سقف های اضافی در Base



نحوه تعریف تکیه گاه

ابتدا به پلان Base رفته و گزینه one story را انتخاب کرده

سپس محل ستون ها را انتخاب می کنیم

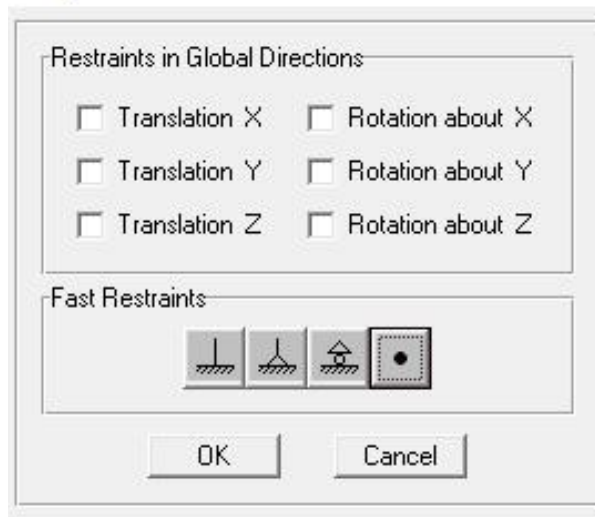
گزینه Assign را انتخاب نموده و سپس گزینه Joint/Point و گزینه Restraints(Supports) را انتخاب می نماییم

با توجه به اینکه در ساختمان های بتنی اتصالات به صورت گیر دار می باشد اتصال گیر دار را انتخاب نموده و سپس OK می نماییم

به دلیل اینکه نقاط کمکی که برای آسانسور تعریف نمودیم هیچ اتصالی ندارد نقاط کمکی آسانسور را انتخاب کرده

و اتصالات این نقاط را روی گزینه مورد نظر که در شکل زیر مشاهده می نمایید قرار می دهیم

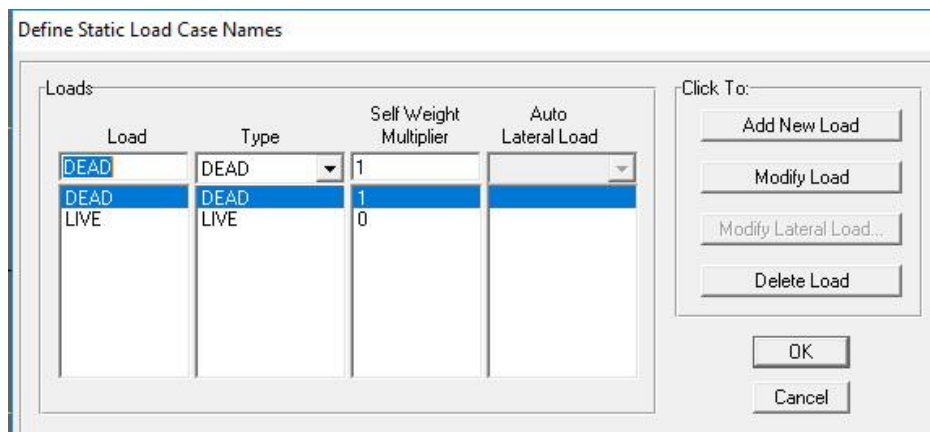
Assign Restraints



معرفی الگوهای بارگذاری به نرم افزار

از منوی Define گزینه Static Load Case را انتخاب می کنیم

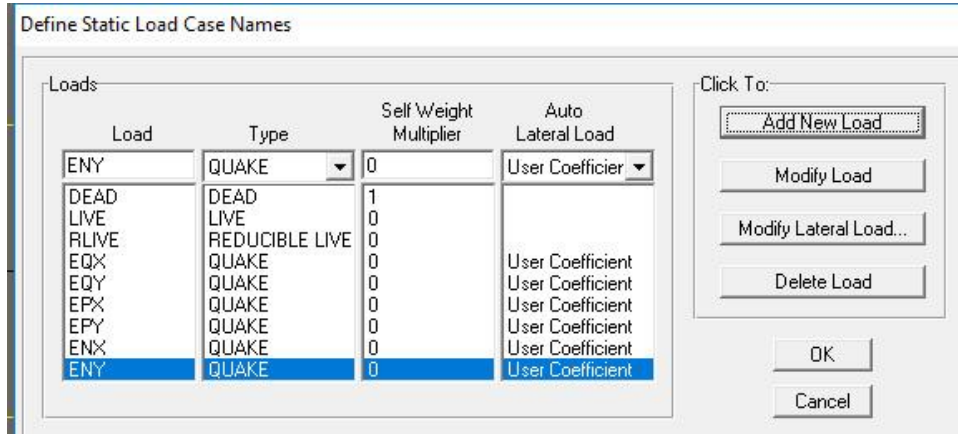
صفحه ای مانند شکل زیر باز می شود



در قسمت Load نام بار مورد نظر را وارد می کنیم

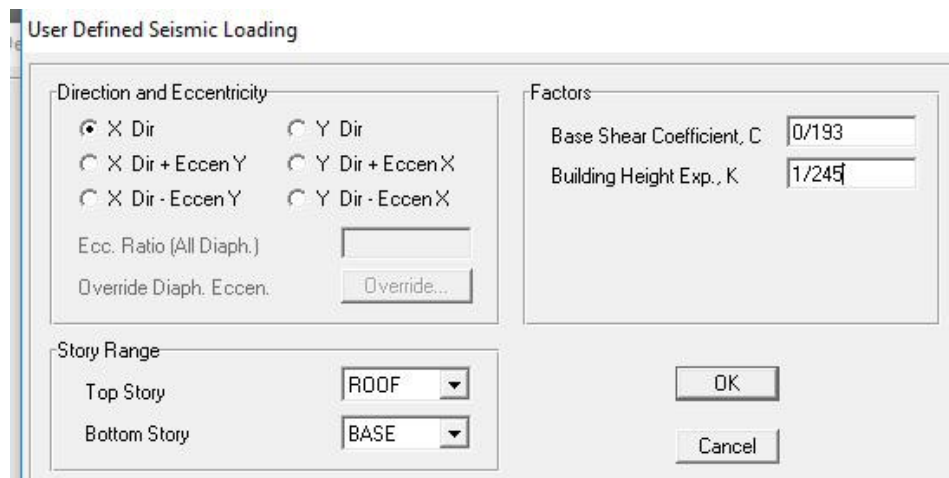
در قسمت Type نوع بار مورد نظر را انتخاب می کنیم

در صورتی که باری دائمی باشد (مانند بار مرده) در قسمت Self Weight Multiplier مقدار آن را روی 1 قرار می دهیم



در بارهای ENY ENX EPY EPX EQY EQX در قسمت Modify Lateral Load تغییراتی را باید اعمال کنیم که در قسمت Modify Lateral Load تغییرات را اعمال می کنیم

شکل زیر تنظیمات الگوی بار EQX را نشان می دهد



بارگذاری سقف ها

ابتدا واحد نرم افزار را روی Kgf-m قرار می دهیم و در طبقاتی که مشابه هم نیستند گزینه One Story را انتخاب می کنیم

در این پروژه طبقه اول و بام مشابه هم نیستند

وارد کردن بارهای مرده و زنده

ابتدا سقفی که می خواهیم بارهای آن را وارد کنیم را انتخاب کرده

سپس با انتخاب منوی Assign گزینه Shell/Area Loads را انتخاب نموده و گزینه Uniform را انتخاب می کنیم

صفحه ای مانند شکل زیر باز می شود

Uniform Surface Loads

در قسمت Load Case Name گزینه Dead بارهای مرده را انتخاب می کنیم

مقدار بار مرده را که در سقف طبقات محاسبه نمودیم عدد 570 را در قسمت Load وارد می کنیم

به دلیل تشابه در طبقات دوم تا چهارم به جای قسمت one Story گزینه Similar Story را در طبقه دوم انتخاب نموده

و بارگذاری بار مرده را طبق مراحل بالا انجام می دهیم

وارد نمودن بارهای زنده

مراحلی که برای وارد نمودن بارهای مرده انجام دادیم را مجدداً انجام می دهیم

صفحه ای مانند شکل زیر باز می شود

در قسمت Load Case Name گزینه Live بارهای زنده را انتخاب می کنیم

مقدار بار زنده در طبقات برای اتاق ها و سایر فضاهای خصوصی شامل سرویس ها ، انبار و راهروها 200 و برای اتاق های

محل تجمع ، سالن ها و راهروهای مرتبط با آن 500 می باشد

Uniform Surface Loads

وارد نمودن بارهای زنده کاهش یافته

مراحلی که برای وارد نمودن بارهای زنده انجام دادیم را مجدداً انجام می دهیم

در قسمت Direction به دلیل ثقلی بودن بار گزینه Gravity را انتخاب می کنیم

در قسمت Option به دلیل اینکه برای اولین بار می خواهیم باری را وارد کنیم روی گزینه Replace قرار می دهیم برای

وارد نمودن بارهای بعدی سقف ها روی گزینه Add کلیک می کنیم و سپس روی گزینه Ok کلیک می کنیم

Uniform Surface Loads

Load Case Name: RLIVE Units: Kgf-m

Uniform Load: Load: 500/ Direction: Gravity

Options: Add to Existing Loads Replace Existing Loads Delete Existing Loads

OK Cancel

مقدار بار زنده کاهش یافته بام مطابق صفحه ۳۵ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان از رابطه زیر بدست می آید

ضرایب کاهش R_1 و R_2 مطابق روابط زیر تعیین می شوند:

$$R_1 = \begin{cases} 1 & \text{برای } A_T \leq 18m^2 \\ 1/2 - 0.0111 A_T & \text{برای } 18m^2 \leq A_T < 54m^2 \\ 0.16 & \text{برای } A_T \geq 54m^2 \end{cases} \quad (3-5-6)$$

که در آن A_T سطح بارگیر عضو (بر حسب مترمربع) می باشد. برای بامهای شیبدار، با شیب S (به درصد)، ضریب R_2 از رابطه ۴-۵-۶ محاسبه می شود.

$$R_2 = \begin{cases} 1 & \text{برای } S \leq 33 \\ 1/2 - 0.006S & \text{برای } 33 < S < 100 \\ 0.16 & \text{برای } S \geq 100 \end{cases} \quad (4-5-6)$$

برای بامهای قوسی یا گنبدی، مقدار S برابر با حاصل ضرب $266/6$ در نسبت ارتفاع به طول دهانه آن ها می باشد.

محاسبه کاهش بار زنده برای قسمت های سمت چپ پلان

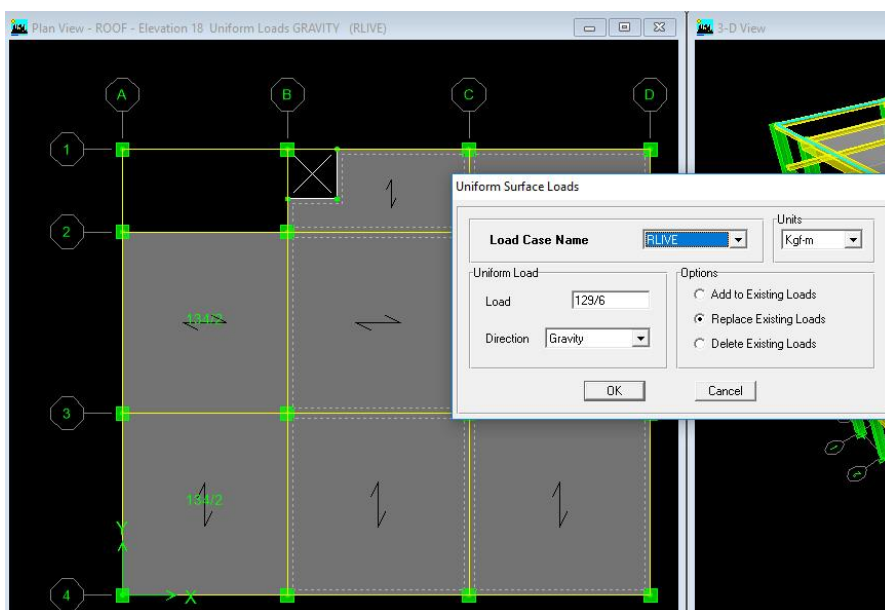
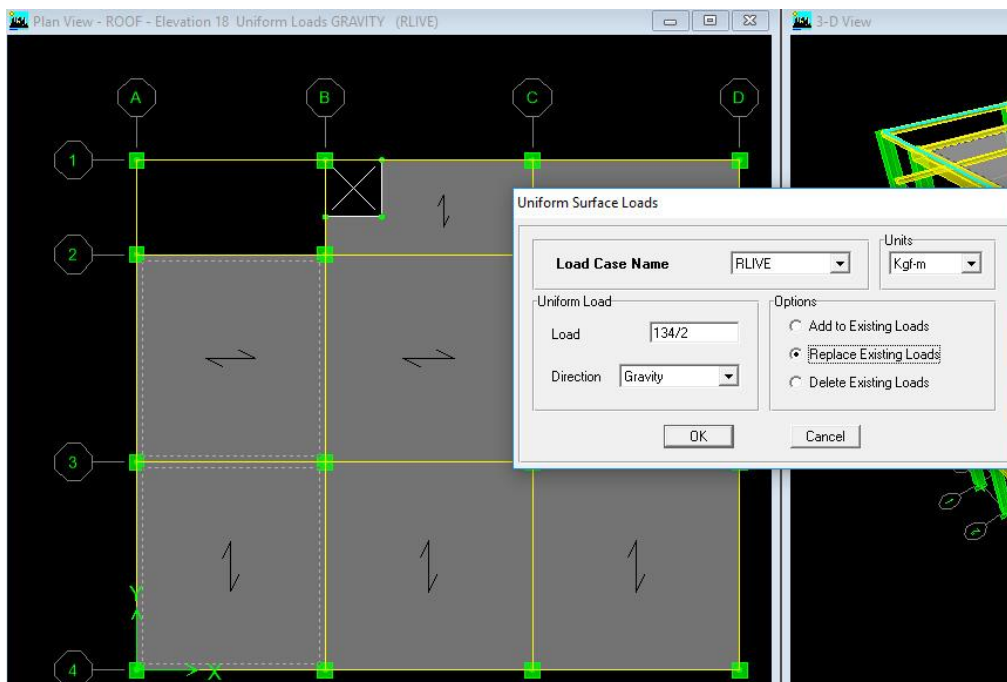
مساحت اتاق خواب ها : $5/5 \times 5 = 27/5$

$$AT = 150 \times (1/2 - 0/0111 \times 27/5) \times 1 = 134/2$$

محاسبه کاهش بار زنده برای سایر قسمت های پلان

مقادیر بارهای فوق به صورت بارهای زنده کاهش یافته در بام اعمال می شود

همانطور که مشاهده می کنید سقف های مورد نظر را انتخاب کرده و مقدار بار مورد نظر را وارد می نمایم



آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

برای مشاهده مقدار بارهای اعمال شده در سقف طبقات روی هر قسمت از سقف راست کلیک کرده و با انتخاب گزینه Load بارهای اعمال شده به این سقف قابل مشاهده می باشند

اعمال بار خرپشته به بام

با توجه به اینکه در این پروژه خرپشته مدل نمی شود باید بار آن را محاسبه و به ستون های اطراف راه پله اعمال نماییم
محاسبه بار خرپشته:

محاسبه مساحت سقف خرپشته:

در نرم افزار Etabs روی آسانسور راست کلیک کرده و در قسمت Area مساحت آن را مشاهده می کنیم

در این پروژه مساحت آسانسور $2/25m^2$ می باشد و مساحت راه پله $2/5 \times 5 = 12/5$ می باشد همچنین وزن سقف بام 640 می باشد

مساحت سقف خرپشته از رابطه زیر بدست می آید

$$2/25 + 2/5 \times 5 = 14/75m^2 \times 640 = 9440kg$$

محاسبه ستون خرپشته

ستون خرپشته از رابطه زیر بدست می آید

$$(3 \times 0/2 \times 0/2 + 4 \times 0/4 \times 0/4) \times 2/5 \times 2500 = 4750kg$$

محاسبه تیر های خرپشته

با فرض اینکه در این قسمت تیر 25x25 قرار بدهیم ابعاد تیر را بدست می آوریم

$$m20/25 \times 0/25 = 0/0625$$

سپس وزن تیر را بدست می آوریم

$$0/625 \times 19/5 \times 2500 = 3047kg$$

سپس وزن اسکلت کل را بدست می آوریم

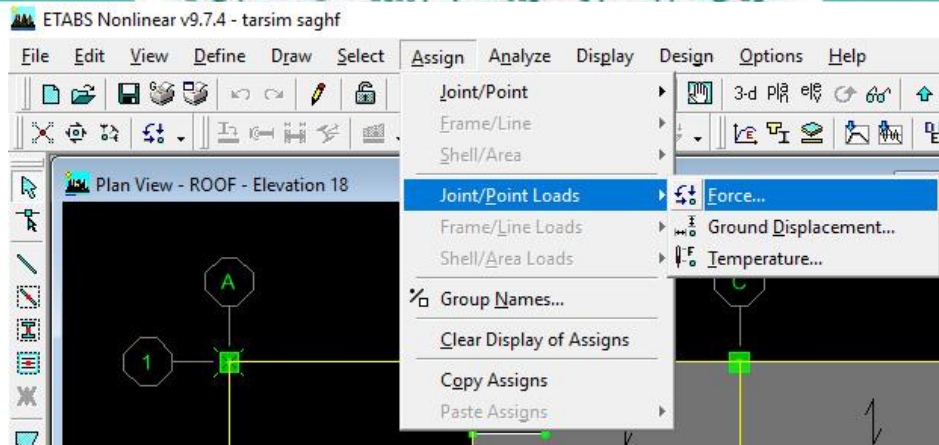
سپس وزن اسکلت کل را با وزن سقف جمع می کنیم

$$9440 + 7797 = 17237kg \div 4 = 4310kg$$

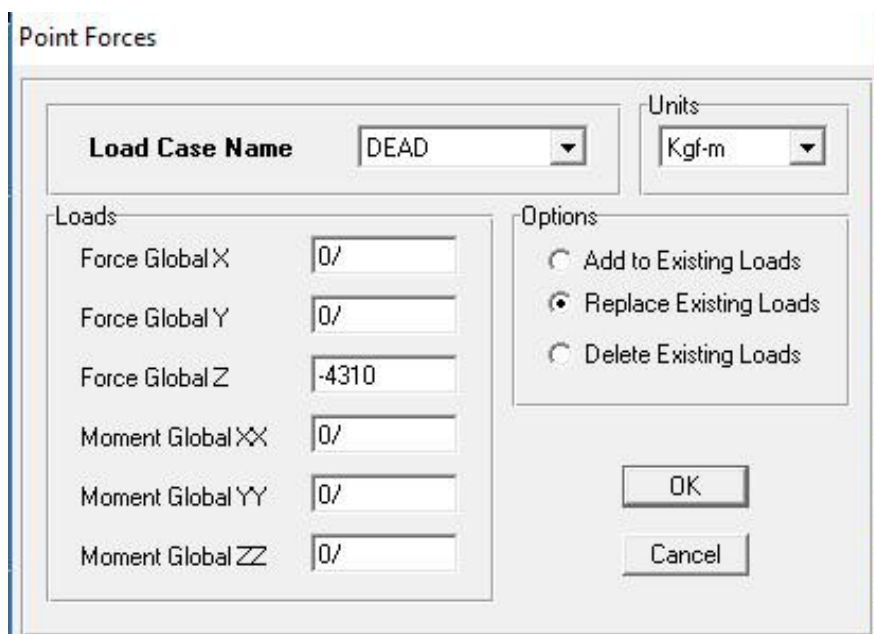
مقدار فوق را به 4 ستون اطراف راه پله اعمال می کنیم

ابتدا به پلان بام رفته و گزینه one story را انتخاب می کنیم

سپس ستون های اطراف راه پله را انتخاب کرده و از منوی Assign گزینه Joint/Point Loads را انتخاب می کنیم



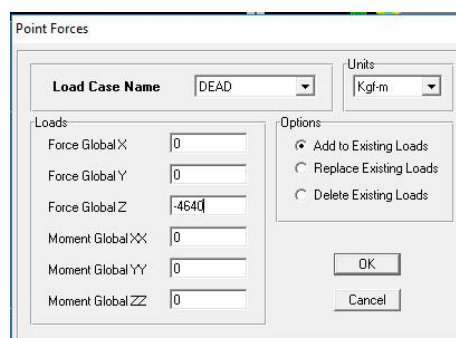
مقدار بار 4310 را به صورت بار مرده و به صورت منفی در جهت Z وارد نموده و سپس روی گزینه OK کلیک می کنیم



اعمال بار آسانسور

ابتدا به پلان بام رفته و گزینه *one story* را انتخاب می کنیم

سپس ستون آسانسور که در راه پله قرار دارد (ستون B-1) را انتخاب کرده و از منوی *Assign* گزینه *Joint/Point Loads* را انتخاب می کنیم



بارگذاری دیوارها

ابتدا بارهایی که می خواهیم وارد نرم افزار کنیم را محاسبه می کنیم

ارتفاع طبقات وارد شده در نرم افزار

ارتفاع طبقه همکف: 4m

ارتفاع سایر طبقات: 3/5m

بار دیوارهای خارجی نمادار محاسبه شده : 550kg/m2

$$4 - 0/5 - 2 \times 0/15 = 3/2 \times 550 = 1760 \times 0/7 = 1232$$

در طبقه همکف به دلیل اینکه ارتفاع طبقه همکف 0/5m جهت کف سازی در نظر گرفته ایم ابتدا این مقدار را از ارتفاع طبقه کم می کنیم سپس مقدار (0/15) نصف ضخامت سقف از بالا و نصف ضخامت سقف از پایین را کم می کنیم به دلیل وجود بازشو در دیوارهای نمادار عدد بدست آمده را در 0/7 ضرب می کنیم

$$3/5 - 2 \times 0/15 = 3/2 \times 550 = 1760 \times 0/7 = 1232$$

نکته: به دلیل اینکه ارتفاع طبقه همکف و سایر طبقات مشابه هم می باشد در این پروژه عدد بدست آمده در طبقه همکف و سایر طبقات یک عدد بدست آمده است

بار دیوارهای خارجی غیر نما محاسبه شده 478kg/m2

$$3/2 \times 478 = 1530$$

$$3/2 \times 478 = 1530$$

بار دیوارهای سنگین داخلی اطراف راه پله محاسبه شده 460kg/m2

بار دیوارهای داخلی جداکننده (پارتیشن) با ضخامت 10cm 275kg/m2

در این پروژه باید بار پارتیشن ها را در محل خودش در نظر بگیریم

بار دیوار جان پناه بام 454/5kg/m2

$$0/8 + 10 \times 454/5 = 373/6$$

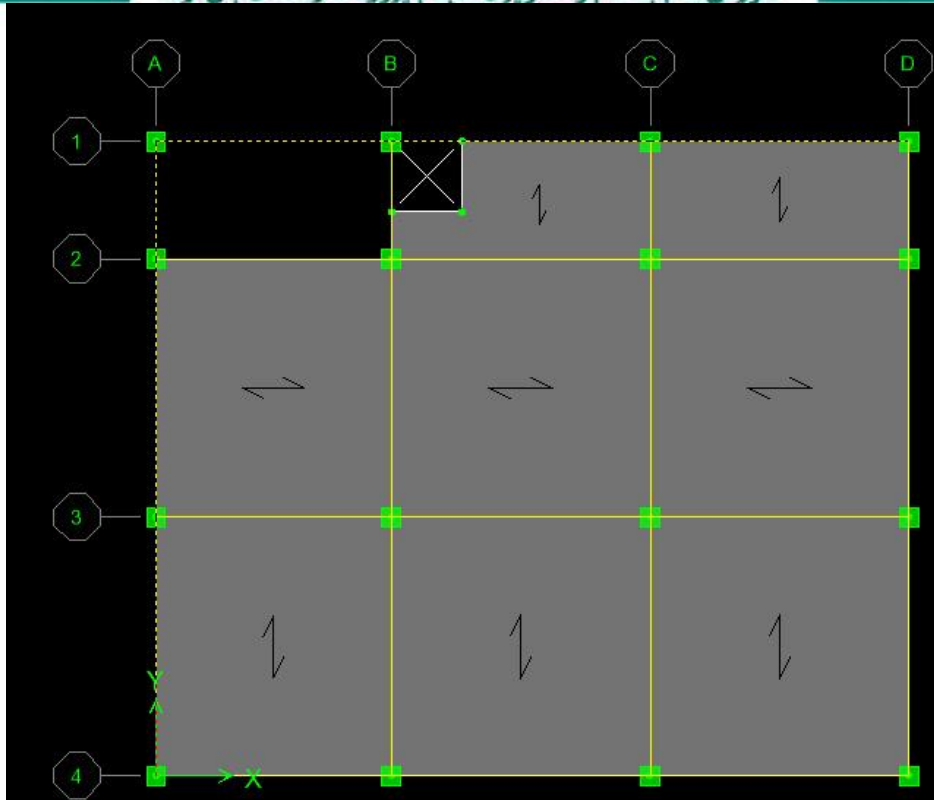
وارد کردن بارها در نرم افزار

ابتدا واحد نرم افزار را روی Kgf-m قرار می دهیم

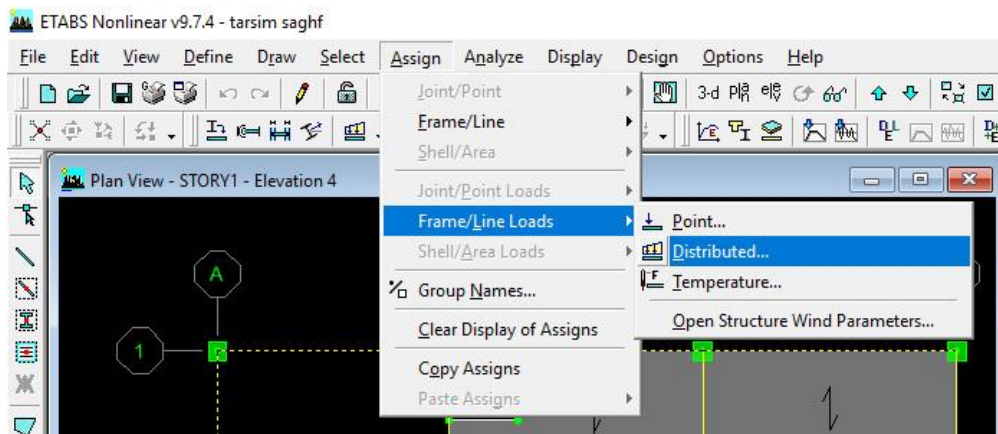
در قسمت هایی که می خواهیم بار آنها را وارد کنیم تیرها را انتخاب می کنیم

به عنوان مثال در شکل زیر با توجه به اینکه دیوارهای قسمت شمالی و غربی نمادار می باشد برای وارد کردن بار دیوار های

نمادار تیر های قسمت شمالی و غربی را انتخاب نمودیم



از منوی Assign گزینه Frame/Line Loads را انتخاب می کنیم و سپس گزینه Distributed (بارگسترده) را انتخاب می کنیم



نوع بار را روی بار مرده قرار میدهیم

Frame Distributed Loads

Load Case Name: DEAD Units: Kgf-m

Load Type and Direction: Forces Moments
Direction: Gravity

Options: Add to Existing Loads Replace Existing Loads Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads:

	1	2	3	4
Distance	.0	.0	.0	.0
Load	0/	0/	0/	0/

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

Uniform Load: Load: 1232

OK Cancel

به همین ترتیب بارهای سایر قسمت ها را نیز وارد می کنیم

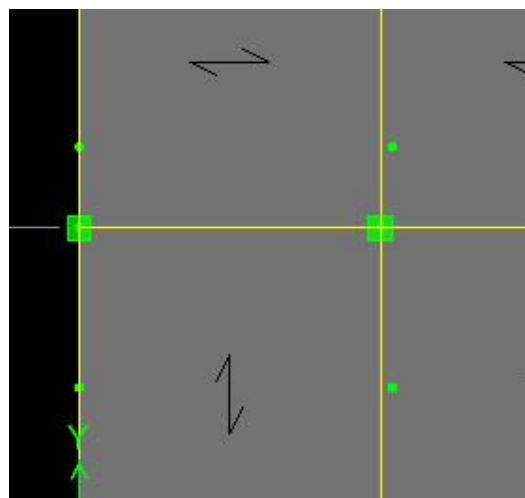
وارد کردن بار تیغه های داخلی

ابتدا قسمت هایی که طبق پلان تیغه داخلی داریم را مشخص می کنیم

سپس از منوی Drow گزینه Drow Point Object را انتخاب کرده

و نقطه A-4 را به عنوان نقطه مبدا در نظر می گیریم

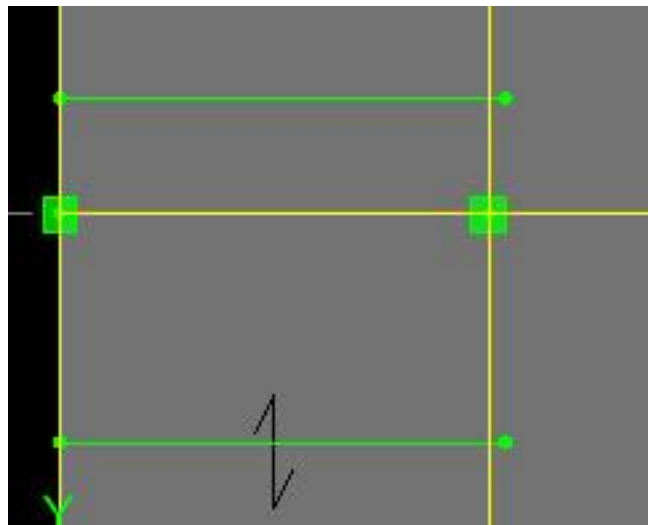
همانطور که مشاهده می کنید نقاط کمکی ترسیم می شوند



سپس گزینه ای که برای ترسیم تیرها انتخاب می کردیم را مجدداً انتخاب کرده و در قسمت Property گزینه None را انتخاب می کنیم

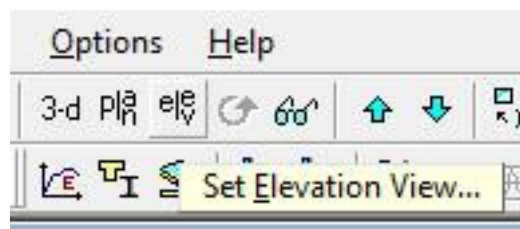
Type of Line	Frame
Property	NONE
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0/
Drawing Control Type	None <space bar>

همانگونه که مشاهده می کنیم تیغه های داخلی پروژه ترسیم گردید



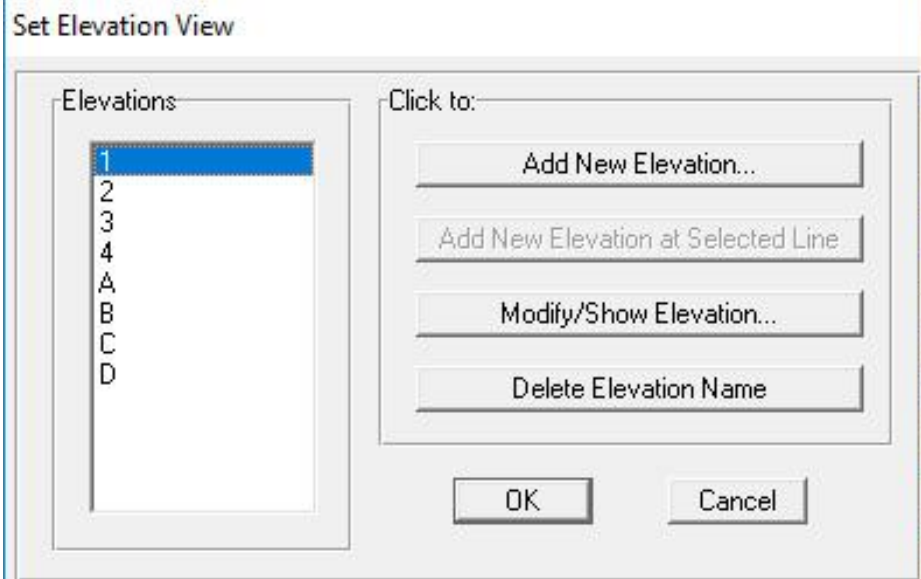
مشابه مراحل قبلی بار تیغه های داخلی (880kg/m2) را در این تیرها وارد می کنیم

وارد کردن بار تیرهای نیم طبقه



وارد قسمت elev می شویم

سپس 1 Elevations را انتخاب نموده و روی گزینه OK کلیک می کنیم



تیرهای نیم طبقه را انتخاب نموده

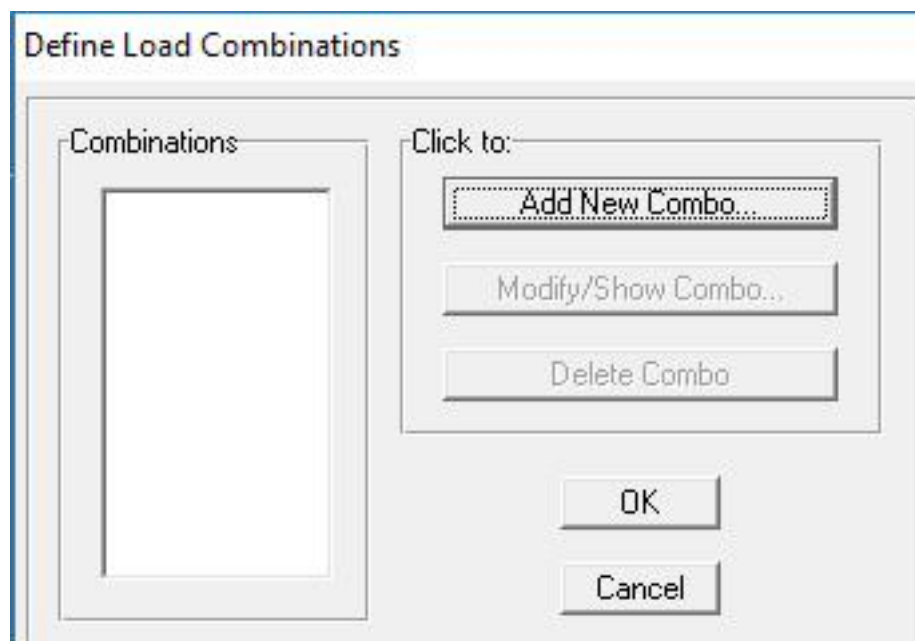
از منوی Assign گزینه Frame/Line Loads را انتخاب می کنیم و سپس گزینه Distributed (بارگسترده) را انتخاب می کنیم

نوع بار را روی بار مرده قرار میدهم

وارد نمودن ترکیبات بار

از منوی Define گزینه Load Combinations را انتخاب می کنیم

گزینه Add New Combo را انتخاب می کنیم



صفحه ای مانند صفحه زیر باز می شود در قسمت Load Combination Name نام ترکیب بار را وارد می کنیم

در صورتی که بخواهیم Case Name یا Scale Factor را تغییر دهیم ابتدا تغییر را انجام داده سپس روی گزینه Modify کلیک می کنیم

سایر ترکیب بارها را به همین روش در نرم افزار وارد می کنیم

COMB1:1/25DEAD

COMB6:1DEAD+1/2LIVE+1/2RLIVE-0/84EQY

COMB7:1DEAD+1/2LIVE+1/2RLIVE+0/84EPX

COMB13:1DEAD+1/2LIVE+1/2RLIVE+0/84ENY

COMB14:1DEAD+1/2LIVE+1/2RLIVE-0/84ENY

COMB20:1DEAD+1/2LIVE+1/2RLIVE+0/84ENX-0/252EQY

COMB21:1DEAD+1/2LIVE+1/2RLIVE+0/84EQY+0/252EQX

COMB26:1DEAD+1/2LIVE+1/2RLIVE+0/84ENX-0/252EQX

COMB27:0/85DEAD+0/84EQX

COMB35:0/85DEAD-0/84EPY

COMB36:0/85DEAD+0/84ENY

COMB43:0/85DEAD+0/84ENX-0/252EQY

COMB44:0/85DEAD+0/84ENX+0/252EQX

COMB49:0/85DEAD+0/84ENY-0/252EQX

تعریف Mass Source (جرم موثر زلزله)

از منوی Define گزینه Mass Source را انتخاب می کنیم

صفحه ای مانند شکل زیر باز می شود

به دلیل اینکه وزن سقف دستی محاسبه و وارد شده است و نیازی به محاسبه نرم افزاری نمی باشد همچنین بار تیر و ستون نیز توسط نرم افزار محاسبه می شود در قسمت Mass Definition گزینه From Loads را انتخاب می کنیم

مشخص کردن آیین نامه

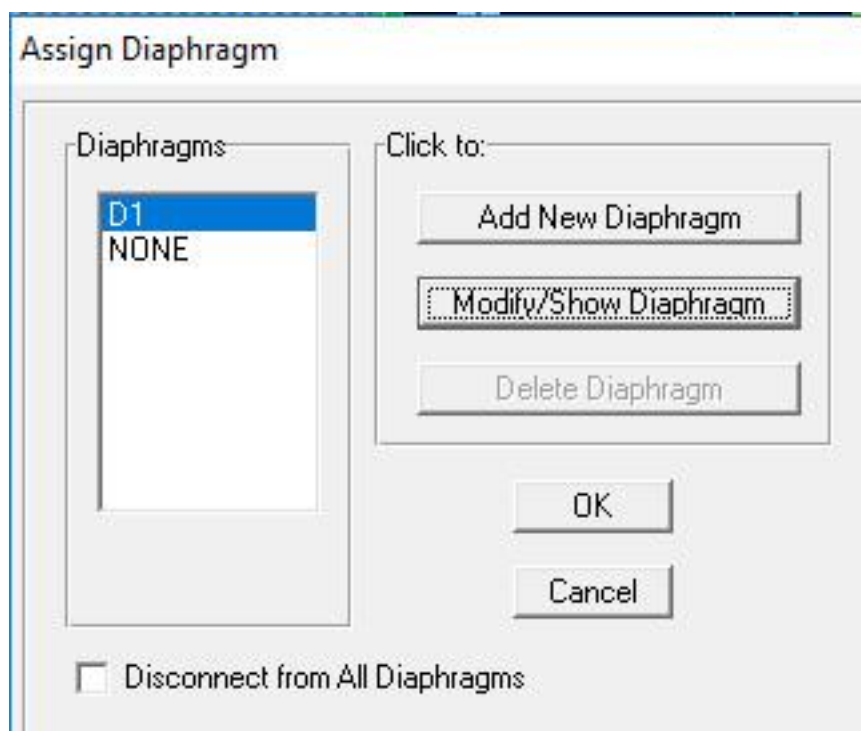
از منوی Option گزینه Prefrances را انتخاب نموده و سپس گزینه Concrete Frame Design را انتخاب می کنیم

اختصاص دیافراگم صلب

از منوی Select گزینه by Area Object Type را انتخاب نموده

از منوی Assign گزینه Shell/Area را انتخاب نموده و سپس روی گزینه Diaphragms کلیک می نماییم

در صفحه باز شده گزینه D1 را انتخاب نموده سپس روی گزینه Modify را انتخاب می نماییم



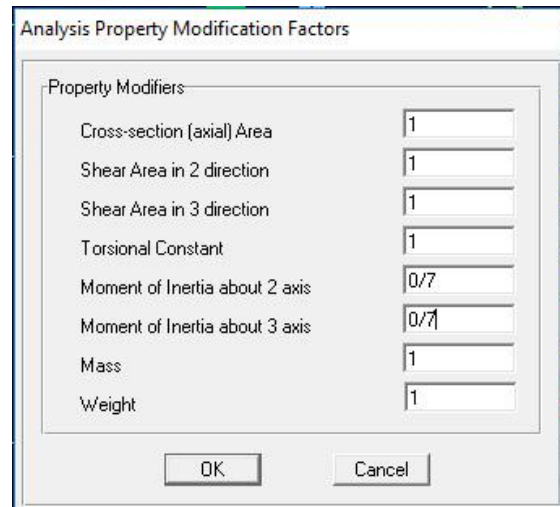
اعمال ضرایب ترک خوردگی به تیرها و ستون ها :

از منوی Select گزینه by Line Object Type را انتخاب می کنیم

سپس در صفحه باز شده Column ستون ها را انتخاب می کنیم و روی گزینه Ok کلیک می کنیم

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

به دلیل اینکه در این پروژه ستون مهار نشده می باشد ضریب $0/7$ را برای ترک خوردگی ستون ها در هر دو محور اعمال می کنیم



برای تیرها نیز مجدداً مراحل بالا را تکرار کرده

و به دلیل اینکه در این پروژه تیرها مهار نشده می باشد ضریب $0/35$ را برای ترک خوردگی ستون ها در محور قوی اعمال می کنیم

تحلیل و طراحی ساختمان

تحلیل ساختمان

از منوی **Analyze** گزینه **Check Model** را انتخاب می کنیم

صفحه ای مانند صفحه زیر باز می شود و به این معنا می باشد که مدل سازه ما بدون نقص بوده و هیچ مشکلی ندارد در صورتی که در مدل سازی مشکلی وجود داشته باشد خطاهای آن در این قسمت نمایش داده می شوند



سپس از منوی **Analyze** گزینه **Set Analysis Options** را انتخاب می کنیم

در گزینه **Building Active Degrees Of Freedom** همه گزینه ها را فعال می کنیم

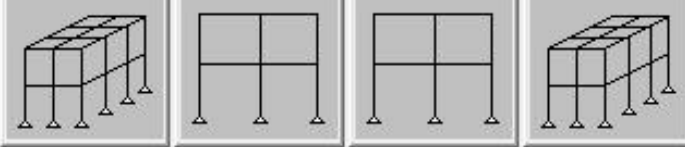
به دلیل اینکه پلان ما در این پروژه منظم می باشد گزینه **(Dynamic Analysis)** تحلیل دینامیکی را خاموش می کنیم

سپس روی گزینه **OK** کلیک می کنیم

Analysis Options

Building Active Degrees of Freedom

Full 3D XZ Plane YZ Plane No Z Rotation



UX UY UZ RX RY RZ

Dynamic Analysis

Include P-Delta

Save Access DB File

P-Delta Parameters

Method

Non-iterative - Based on Mass

Iterative - Based on Load Combination

Iteration Controls

Maximum Iterations

Relative Tolerance - Displacements

P-Delta Load Combination

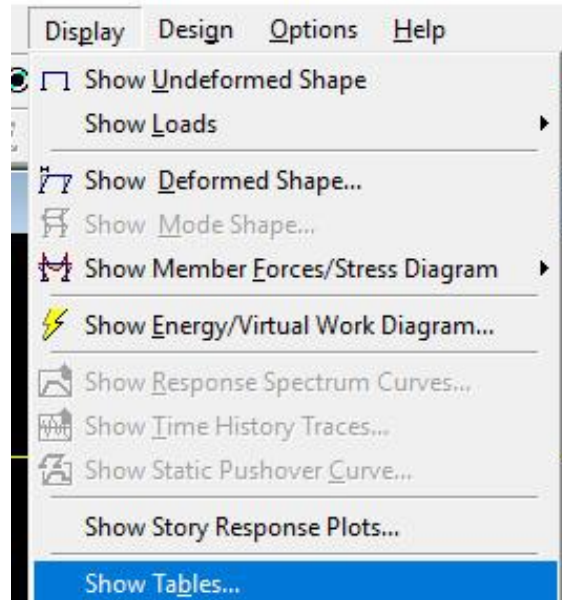
Load Case	Scale Factor
LIVE	1/5
DEAD	1/25
LIVE	1/5

سپس گزینه Run Analysis را انتخاب می کنیم

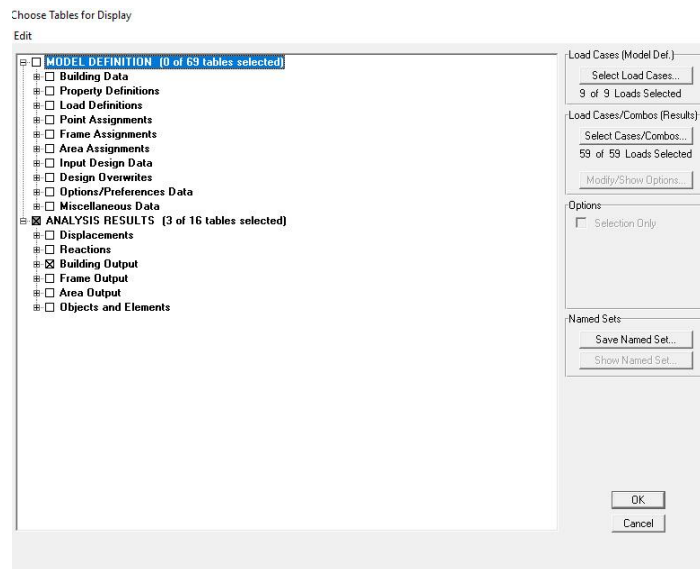
کنترل های سازه ای

کنترل مرکز جرم و مرکز سختی

از منوی Display گزینه Show Tables را انتخاب می کنیم



گزینه Analysis Results را انتخاب نموده و روی گزینه Building output کلیک نموده و سپس روی گزینه Ok کلیک می نمایم



جدولی مانند جدول زیر نمایش داده می شود

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
ROOF	D1	20/9483	20/9483	8/253	6/455	20/9483	20/9483	8/253	6/455	9/029	6/405
STORY4	D1	29/9765	29/9765	8/340	6/129	50/9248	50/9248	8/304	6/263	9/015	6/521
STORY3	D1	29/9765	29/9765	8/340	6/129	80/9013	80/9013	8/317	6/214	8/963	6/636
STORY2	D1	29/9765	29/9765	8/340	6/129	110/8779	110/8779	8/323	6/191	8/846	6/784
STORY1	D1	30/1193	30/1193	8/341	6/132	140/9972	140/9972	8/327	6/176	8/501	7/005

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

Xcm مرکز جرم طبقه نسبت به محور X و Ycm مرکز جرم طبقه نسبت به محور Y را نشان می دهد
XCR مرکز سختی طبقه نسبت به محور X و YCR مرکز سختی طبقه نسبت به محور Y را نشان می دهد

$$X \text{ کنترل مرکز جرم و مرکز سختی در راستای } X = \frac{XCR - XCM}{\text{بعد ساختمان در جهت } X} \leq 8\%$$

$$Y \text{ کنترل مرکز جرم و مرکز سختی در راستای } Y = \frac{YCR - YCM}{\text{بعد ساختمان در جهت } Y} \leq 15\%$$

کنترل مرکز جرم و مرکز سختی در راستای X در طبقات

$$STORY1 = \frac{8/50 - 8/34}{16} = 0/01 \times 100 = 1\% \leq 8\% \quad Ok$$

$$STORY2 = \frac{8/84 - 8/34}{16} = 0/03 \times 100 = 3\% \leq 8\% \quad Ok$$

$$ROOF = \frac{9/02 - 8/25}{16} = 0/05 \times 100 = 5\% \leq 8\% \quad Ok$$

کنترل مرکز جرم و مرکز سختی در راستای Y در طبقات

$$STORY1 = \frac{7 - 6}{13/5} = 0/074 \times 100 = 7/4\% \leq 15\% \quad Ok$$

$$STORY4 = \frac{6/52 - 6/12}{13/5} = 0/029 \times 100 = 2/9\% \leq 15\% \quad Ok$$

کنترل تغییر مکان جانبی (Drift)

از منوی *Display* گزینه *Show table* و سپس گزینه *Analysis Results* گزینه *Displacements* را انتخاب می کنیم
در قسمت *Select Load Case* به ترتیب *EQX* و *EQY* را انتخاب و *Ok* می کنیم در صفحه باز شده گزینه *Story Drifts*
را انتخاب کرده و مقادیر دریفیت طبقات را کنترل می کنیم که از مقدار مجاز بیشتر نشود

با توجه به اینکه در این پروژه سیستم سازه ای در جهت X و Y برابر می باشد دریفیت در راستای X و Y برابر می باشد

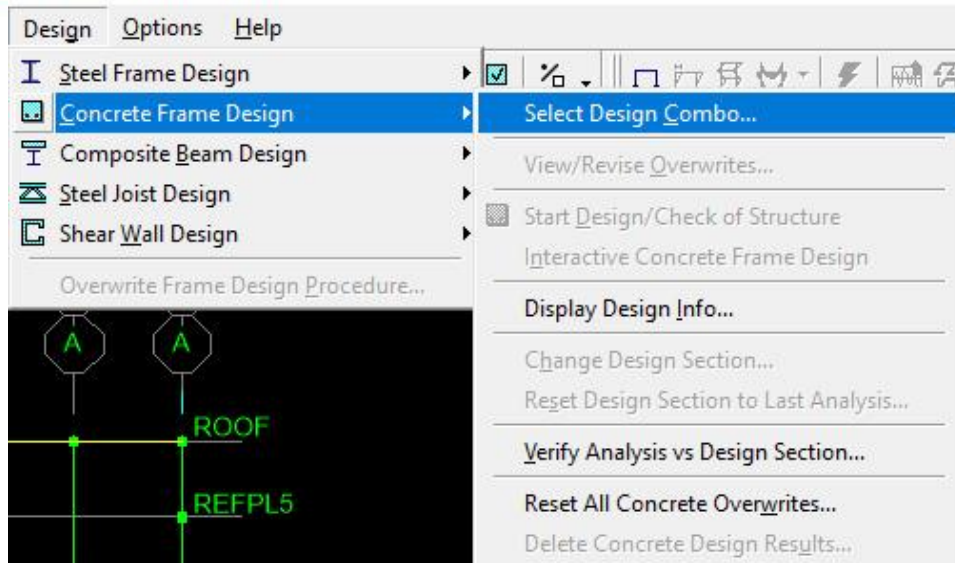
$$Drift_{x,y} = \frac{0.03}{R_{x,Ry}} = \frac{0.03}{5} = 0.006$$

همانطور که مشاهده می کنید مقادیر دریفیت طبقات قابل مشاهده می باشد

طراحی سازه

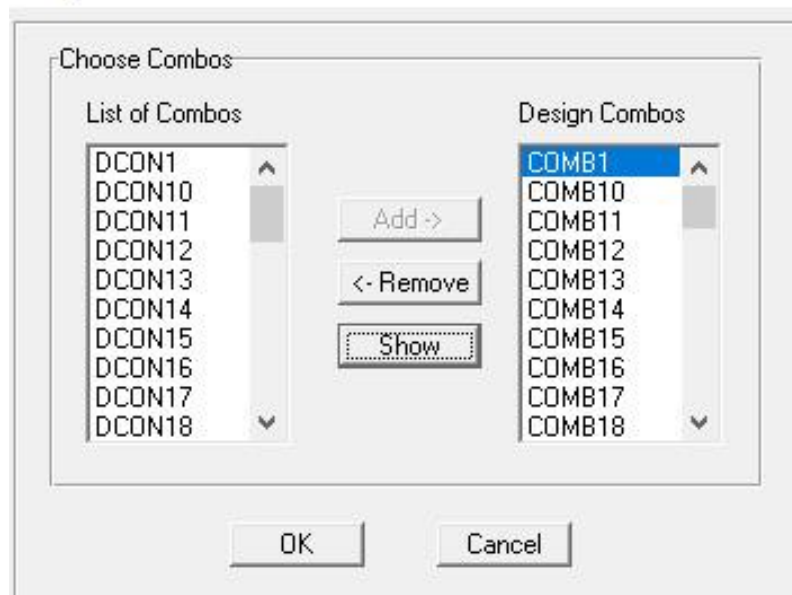
وارد کردن ترکیبات بار طراحی

از منوی *Design* گزینه *Concrete Frame Design* را انتخاب نموده سپس گزینه *Select Design Combo* را انتخاب
می کنیم



ترکیبات بار سمت راست که را انتخاب کرده و گزینه *Remove* را انتخاب می کنیم
 ترکیبات بار سمت چپ که با *Comb* شروع می شود را انتخاب و گزینه *Add* را انتخاب کرده تا ترکیبات بار طراحی شوند
 سپس روی گزینه *Ok* کلیک می کنیم

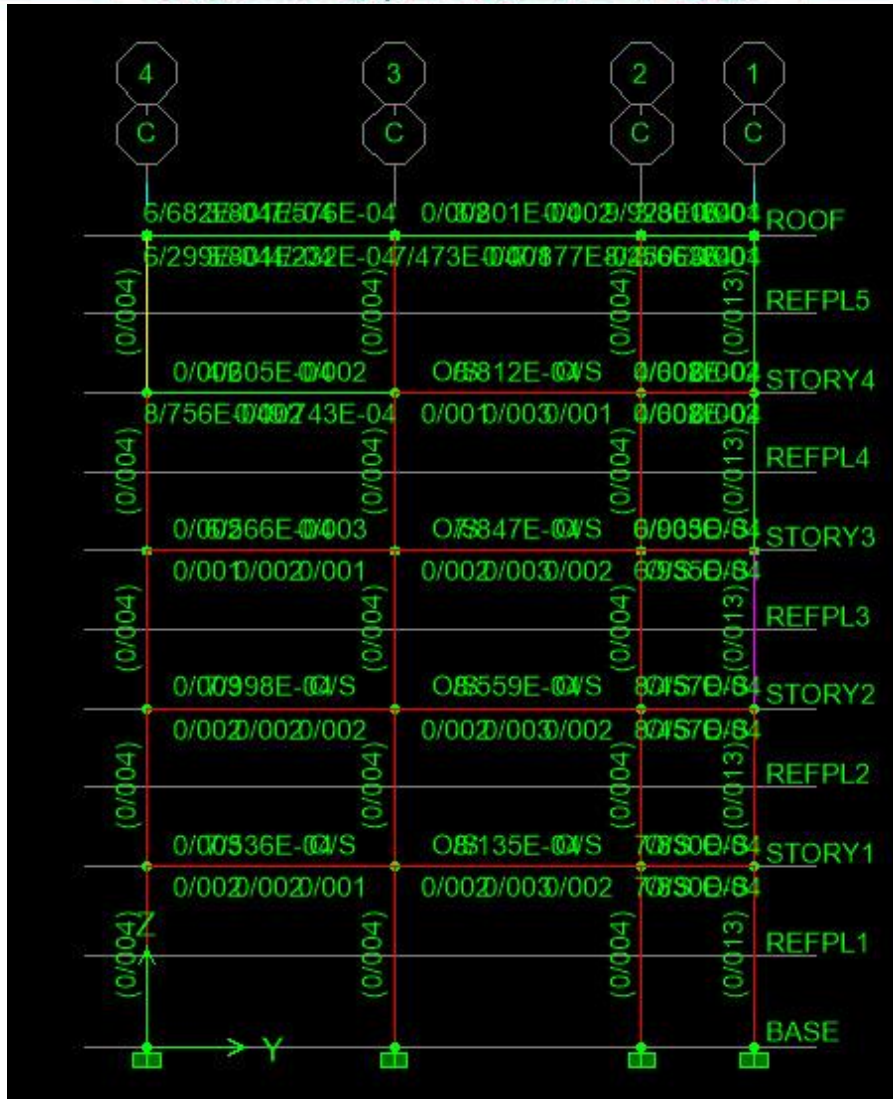
Design Load Combinations Selection



طراحی مقاطع

از منوی *Design* گزینه *Concrete Frame Design* و سپس گزینه *Start Design/Check of Structure* را انتخاب
 می نمایم تا نرم افزار مقاطع را طراحی کند

سپس از قسمت *eiv* وارد برش های طبقات شده و مقاطع تیروستون را چک می کنیم



در این قسمت ما eI/c را انتخاب نمودیم همانطور که مشاهده می کنید به غیر از تیر قسمت های $C1$ تا $C4$ در طبقه بام و ستون های $C1$ در طبقه دوم تا بام و ستون $C4$ از طبقه چهارم تا بام در بقیه قسمت ها مقاطع انتخابی جواب نداده و باید مقاطع ستون ها و تیرها را افزایش بدهیم

برای این کار ابتدا قفل نرم افزار را باز می کنیم

سپس وارد eI/c می شویم و تیرها را انتخاب می کنیم

ابعاد تیرها 35×35 می باشد که باید ابعاد را افزایش دهیم

از منوی Assign گزینه $FrameLine$ گزینه $Frame Section$ را انتخاب نموده و مقاطع تیرها را به $BEAM45 \times 40$ تغییر می دهیم

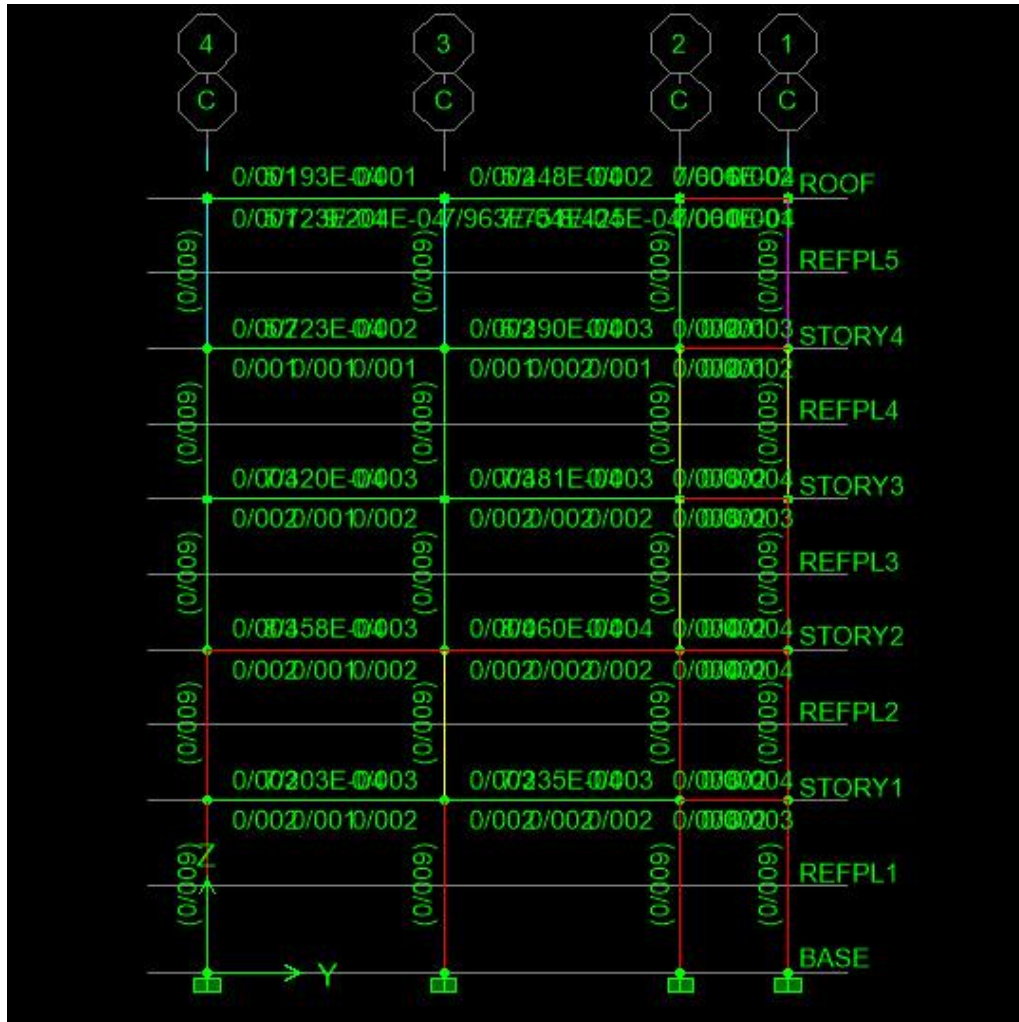
برای ستون ها نیز مشابه همین مراحل را تکرار می نمایم

مقطع ستون ها نیز $Column70 \times 50W40F20$ می باشد که باید مقاطع را افزایش دهیم

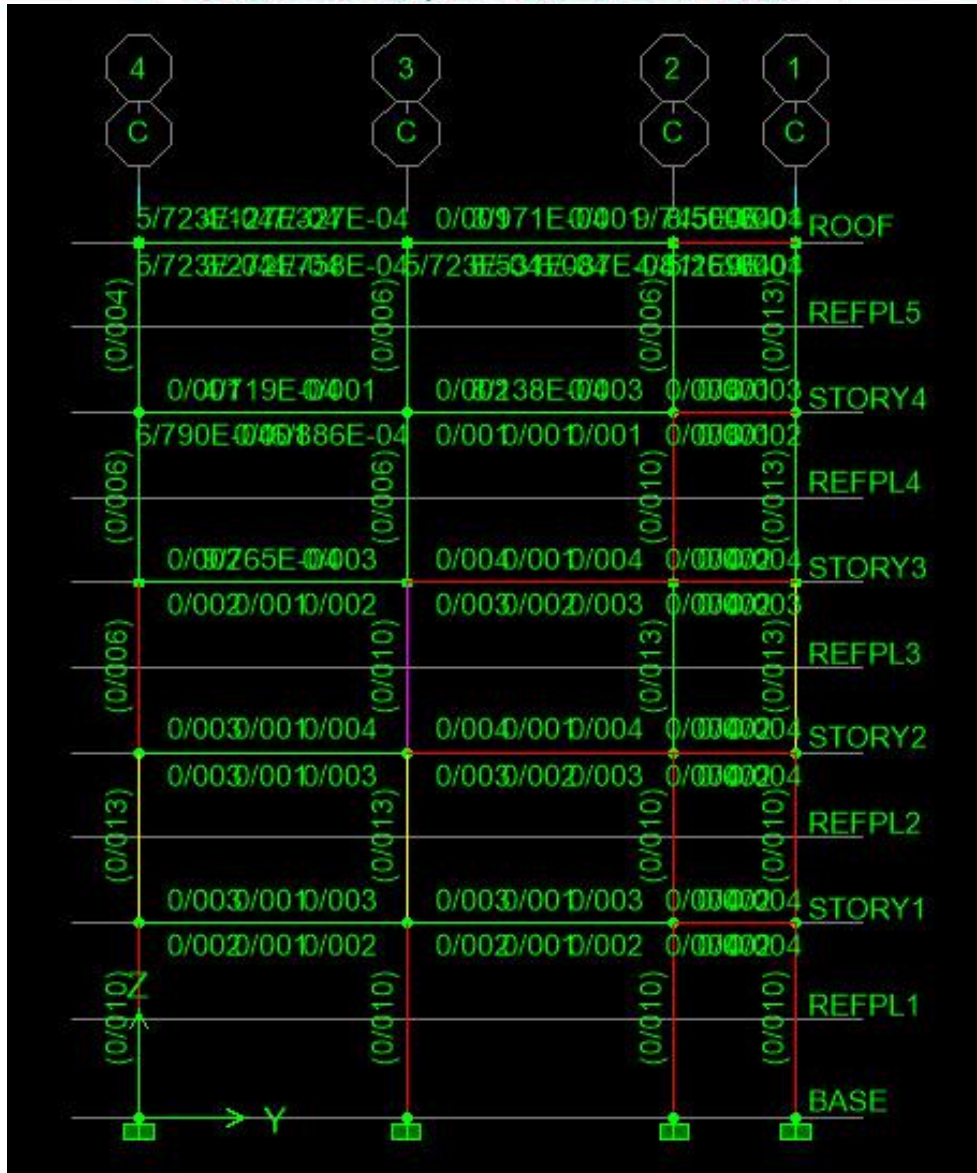
آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

همانطور که مشاهده می کنید مقاطع تیرهای C2 تا C4 در طبقه اول و طبقات سوم تا بام جوابگو می باشد

و مقاطع ستون های C4 طبقه دوم تا سوم و طبقه سوم تا چهارم و ستون C3 طبقه اول تا چهارم و ستون C2 طبقه دوم تا بام و ستون C1 طبقه سوم تا بام جوابگو می باشد

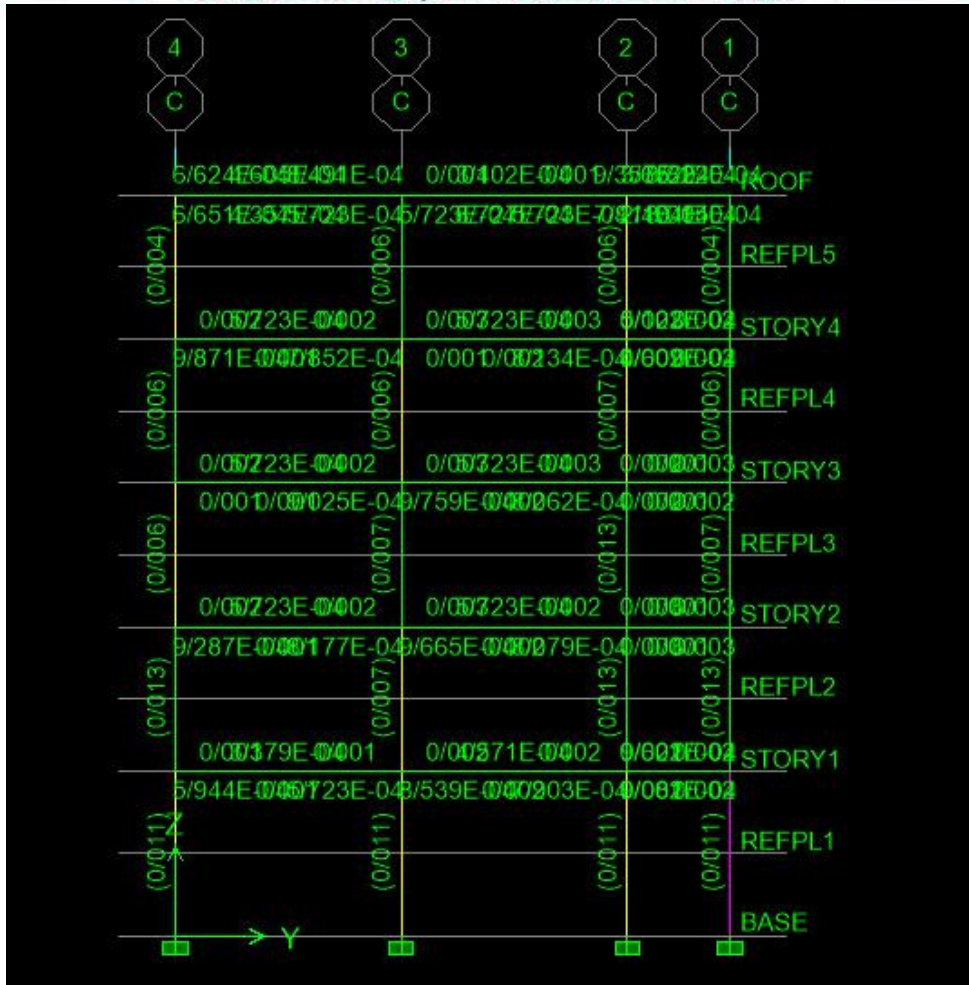


مجددا قفل نرم افزار را باز کرده و مراحل قبلی را تکرار می نمایم



همانطور که مشاهده می نمایید با افزایش دادن مقاطع تیر و ستون هایی که جوابگو نبود تعداد بیشتری از ستون ها و تیرهای پروژه جوابگو می باشد

مجددا قفل نرم افزار را باز می کنیم و تیرها و ستون هایی که جوابگو نبودند را انتخاب و مراحل قبلی را تکرار می نماییم تا همه تیرها و ستون های پروژه در e/vc جوابگو باشد



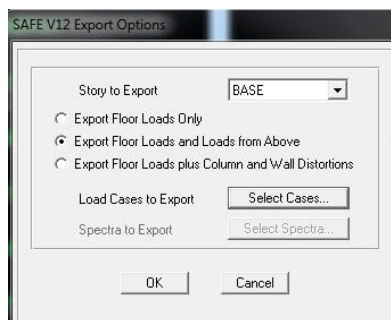
همانطور که در شکل بالا مشاهده می نمایید همه تیر ها و ستون ها در e/v پاسخگو می باشد

مشابه همین مراحل را باید در سایر e/v های دیگر نیز انجام دهیم تا همه تیرها و ستون های پروژه پاسخگو باشد

مدلسازی در نرم افزار *Safe*

ابتدا از منوی *File* گزینه *Export* سپس گزینه *Save Story as SAFE V12* از نرم افزار *Etabs* برای نرم افزار *Safe* خروجی می گیریم

سپس در قسمت *Story to Export* طبقه *Base* را انتخاب کرده و تنظیمات را مطابق شکل زیر انجام داده و گزینه *Select Cases* را انتخاب می کنیم

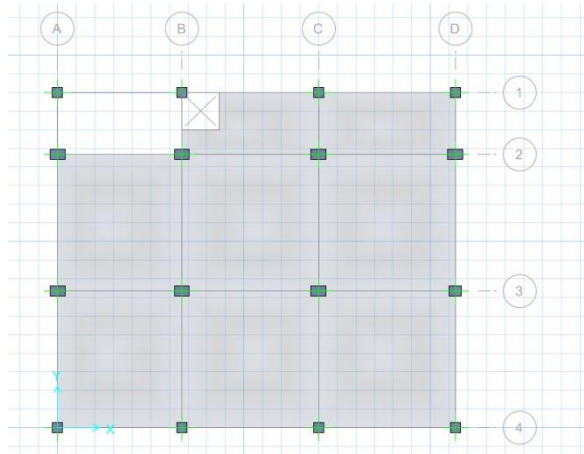


آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

پس از انتخاب بارهای مورد نظر روی گزینه *Ok* کلیک می کنیم

شروع مدلسازی پی

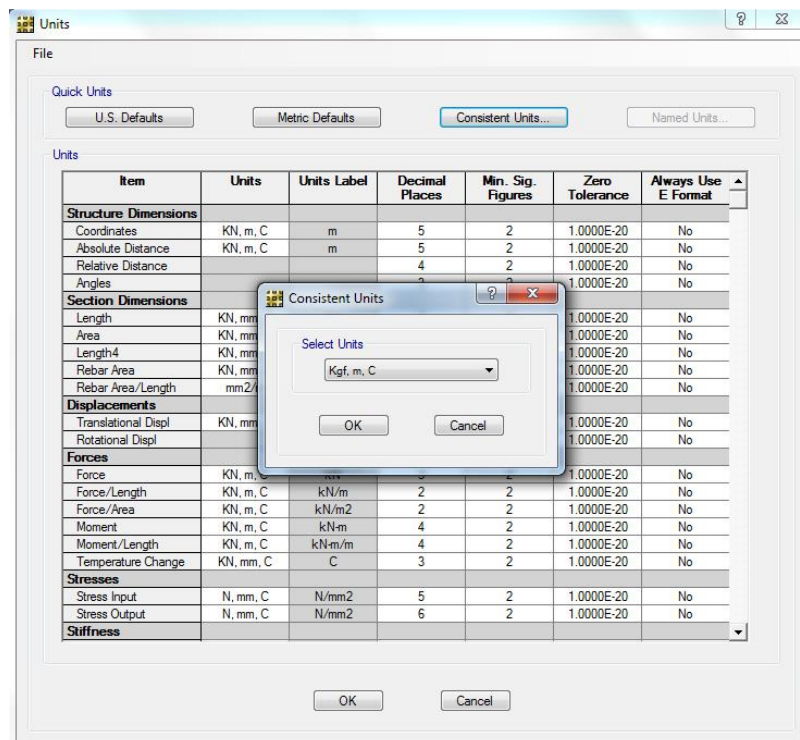
نرم افزار *Safe* را باز کرده و از منوی *file* گزینه *Import* و سپس گزینه *Safe.F2k File* را انتخاب می کنیم و فایلی که از نرم افزار *Etabs* خروجی گرفتیم را باز می کنیم و سپس از منوی *File* گزینه *Save* را انتخاب می کنیم تا فایل مورد نظر ذخیره شود



تنظیمات واحد نرم افزار

از منوی *Option* گزینه *Unit* را انتخاب می کنیم

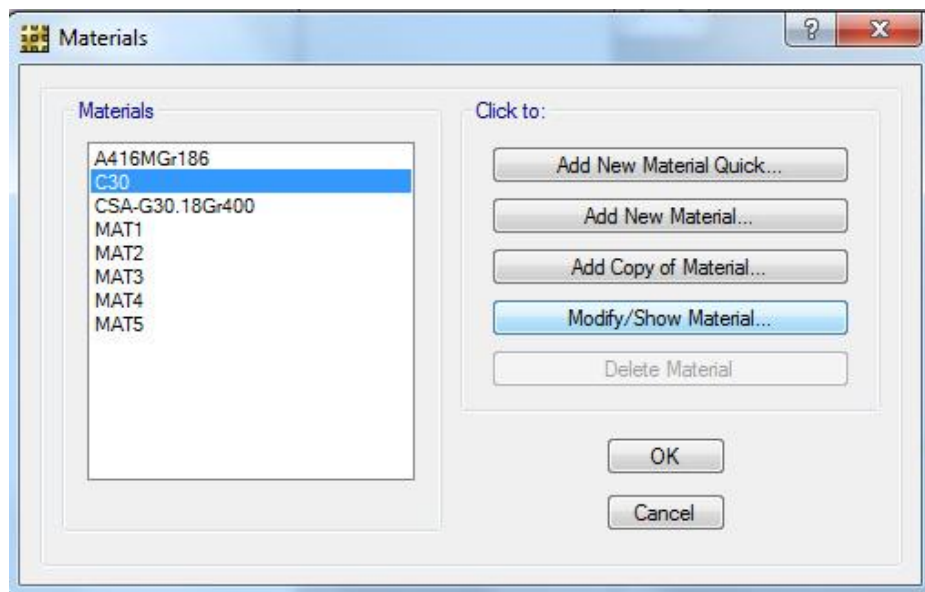
سپس گزینه *Consistent Units* را انتخاب و واحد های نرم افزار را به *Kgf.m.c* تغییر می دهیم و روی گزینه *Ok* کلیک می کنیم



تعریف مشخصات پی

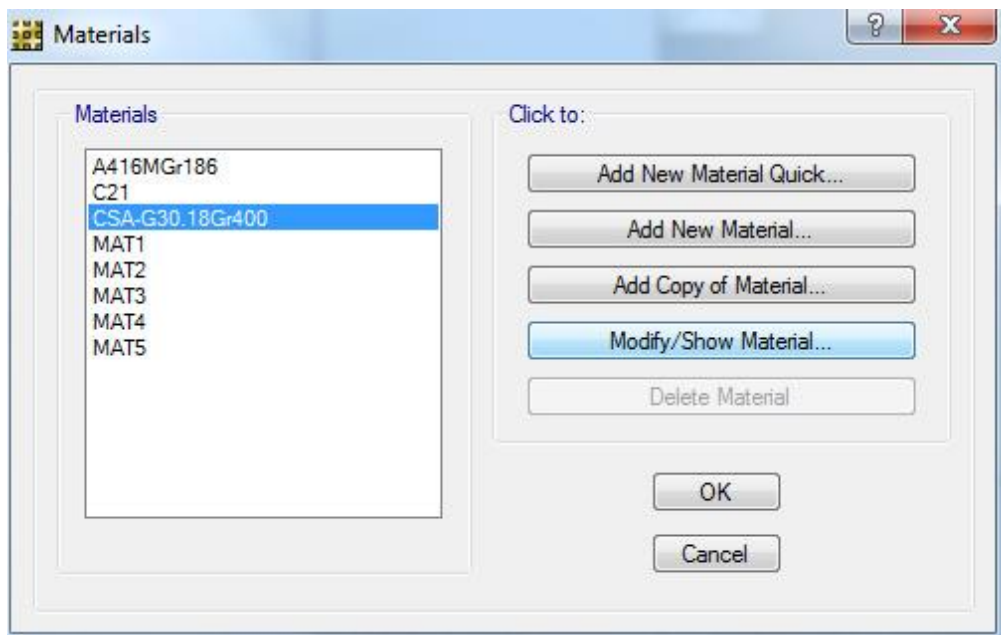
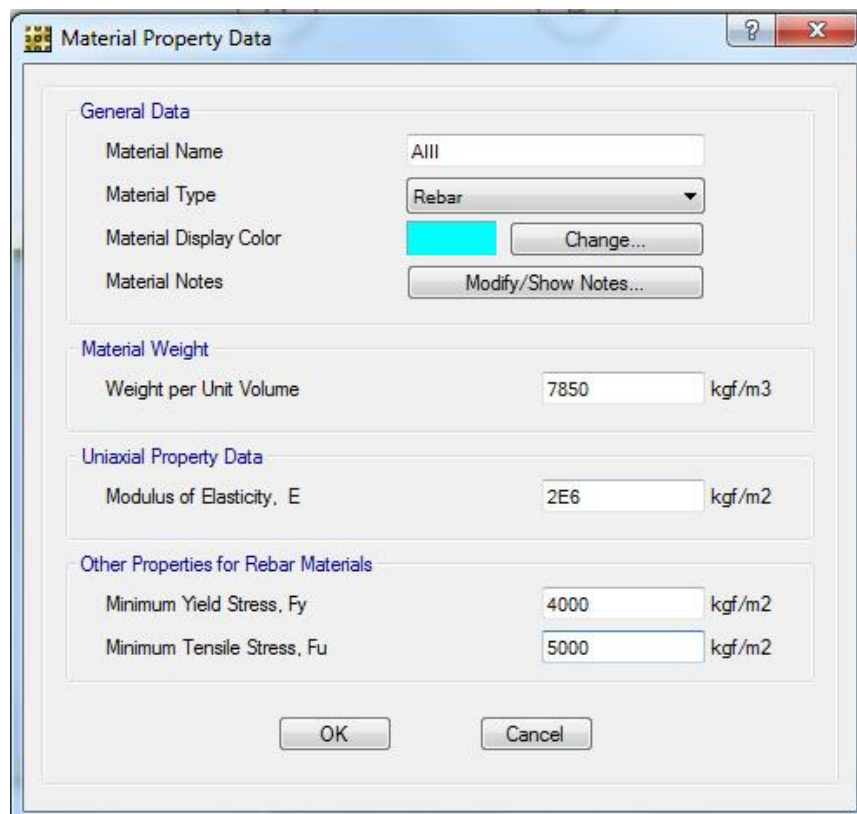
مشخصات بتن رده C21	
جرم واحد حجم M	250kg/m ³
وزن واحد حجم W	2500kg/m ³
مدول الاستیسیته E	2/2xE+9kg/m ²
ضریب پواسون	0.2
مقاومت فشاری FC	21xE+5kg/m ²
تنش تسلیم میلگرد طولی و عرضی FY و FYS	400xE+5kg/m ²

از قسمت Define گزینه Material را انتخاب کرده



مشخصات بتن را وارد کرده و روی گزینه Ok کلیک می کنیم

برای وارد کردن مشخصات میلگرد

مشخصات مصالح فولادی را وارد کرده و گزینه *Ok* را انتخاب می کنیم

تعریف مشخصات مقطع پی

از منوی *Define* گزینه *Slab Properties* را انتخاب نموده و در صفحه باز شده مقطع *SLAB1* را انتخاب نموده و سپس

Slab Property Data

General Data

Property Name: F100

Slab Material: C21

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Mat

Thickness: 1 m

Thick Plate Orthotropic

OK Cancel

در قسمت *Type* نوع پی را روی *Mat* گسترده قرار می دهیم و ضخامت پی را $1m$ وارد می کنیم

Slab Property Data

General Data

Property Name: COL

Slab Material: C21

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Stiff

Thickness: 5*1 m

Thick Plate Orthotropic

OK Cancel

آموزش گام به گام و تصویری انجام پروژه سازه های بتن آرمه

در قسمت *Type* گزینه *Stiff* محل اشتراک ستون به پی را انتخاب می کنیم و ضخامت آن را ۵ برابر ضخامت پی قرار داده و روی گزینه *Ok* کلیک می نمایم

تعریف مشخصات خاک بستر

از منوی *Define* گزینه *Soil Subgrade Properties* را انتخاب نموده و در صفحه باز شده تکیه گاه *SOIL1* را انتخاب نموده

وارد کردن ترکیبات بارگذاری

از منوی *Define* گزینه *Load Combinations* را انتخاب می نمایم و سپس همه ترکیبات بارگذاری که در نرم افزار نشان می دهد را با استفاده از گزینه *delete combo* حذف کرده و ترکیبات بارگذاری جدید برای طراحی شالوده و کنترل تنش خاک وارد می کنیم

در قسمت *Load Combination Name* نام ترکیب بار را انتخاب می کنیم

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: COMB1

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
DEAD	1.4
*	

Design Selection

Strength (Ultimate) Service - Normal

Service - Initial Service - Long Tem

OK Cancel

COMB1: 1/4DEAD

COMB2: 1/2DEAD+1/6LIVE+1/6RLIVE

COMB5: 0/9DEAD+1/4EQX

COMB6: 0/9DEAD-1/4EQX

COMB8: 1/2DEAD+0/5LIVE+0/5RLIVE-1/4EQY

COMB9: 0/9DEAD+1/4EQY

COMB13: 1/2DEAD+0/5LIVE+0/5RLIVE-1/4EQX-0/42EQY

COMB15: 1/2DEAD+0/5LIVE+0/5RLIVE+1/4EQY+0/42EQX

COMB17: 1/2DEAD+0/5LIVE+0/5RLIVE-1/4EQY+0/42EQX

COMB18: 1/2DEAD+0/5LIVE+0/5RLIVE-1/4EQY-0/42EQX

مشابه همین مراحل را برای وارد کردن ترکیبات کنترل تنش خاک وارد می کنیم و ۵ ترکیب بار وارد می کنیم

شکل زیر نمایی از ترکیب بار تنش خاک را نشان می دهد

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: P1

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
DEAD	1
LIVE	1
RLIVE	1
▶*	

Design Selection

Strength (Ultimate) Service - Normal

Service - Initial Service - Long Term

OK Cancel

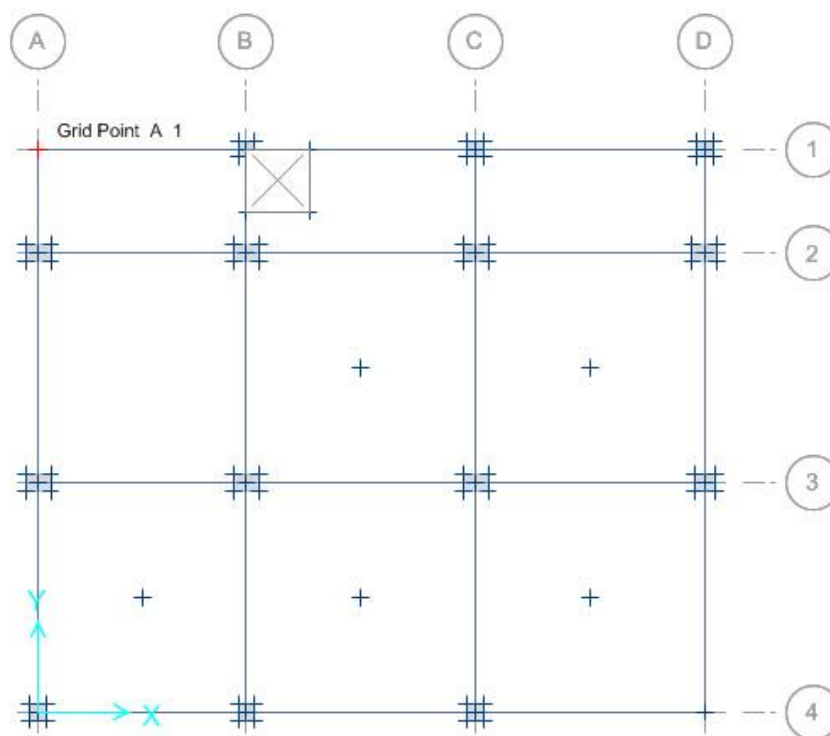
P1: 1DEAD+1LIVE+1RLIVE

P3: 0/75DEAD+0/75LIVE+0/75RLIVE-0/75EQX

P5: 0/75DEAD+0/75LIVE+0/75RLIVE-0/75EQY

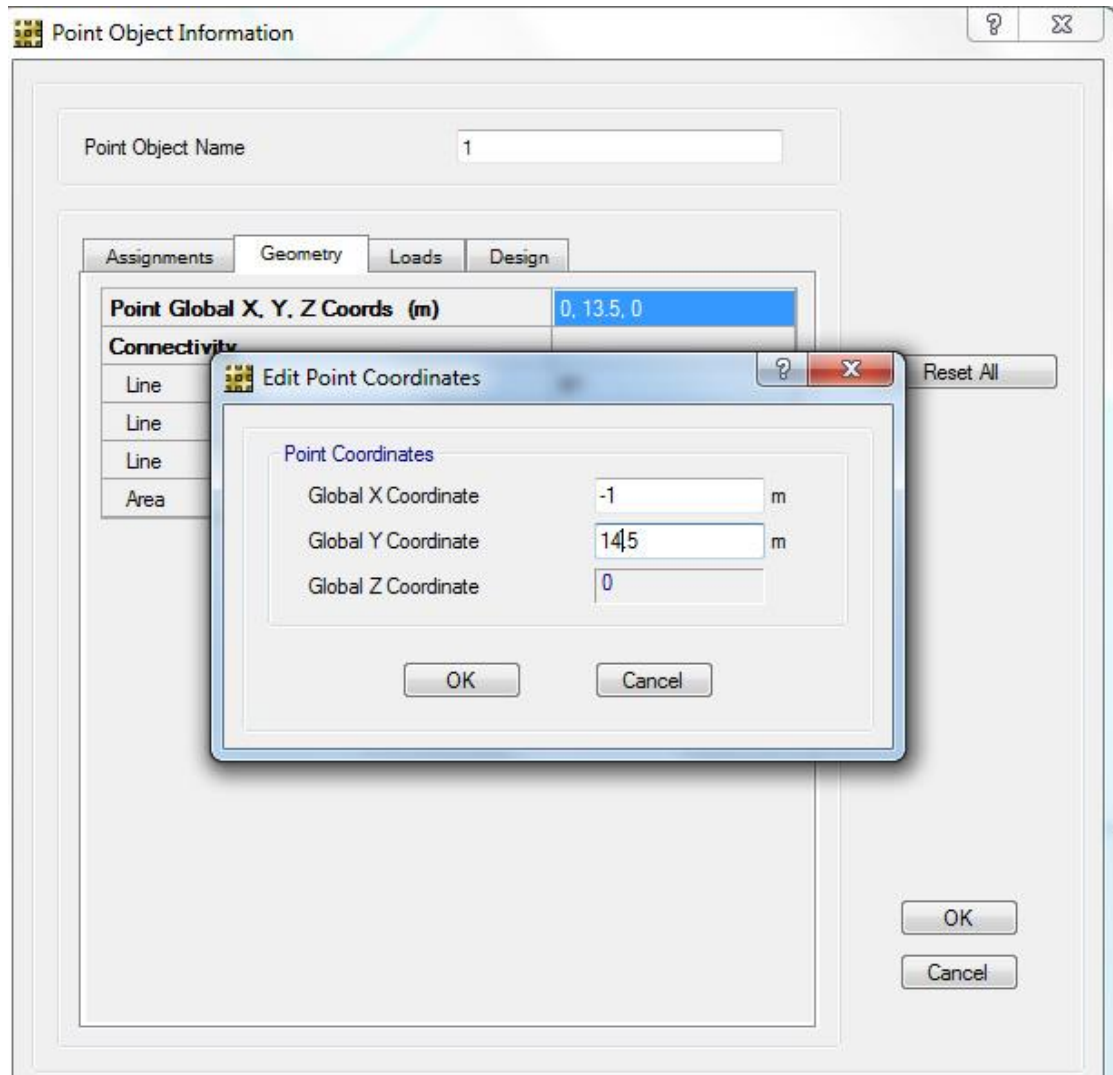
ترسیم هندسه پی

ابتدا یک عنصر سطحی برای کل پی ایجاد نموده سپس به اندازه چاله آسانسور (در صورت وجود) یک عنصر سطحی دیگر ایجاد می کنیم و بعد از آن نیز عناصر سطحی محل ستون ها ایجاد می شود

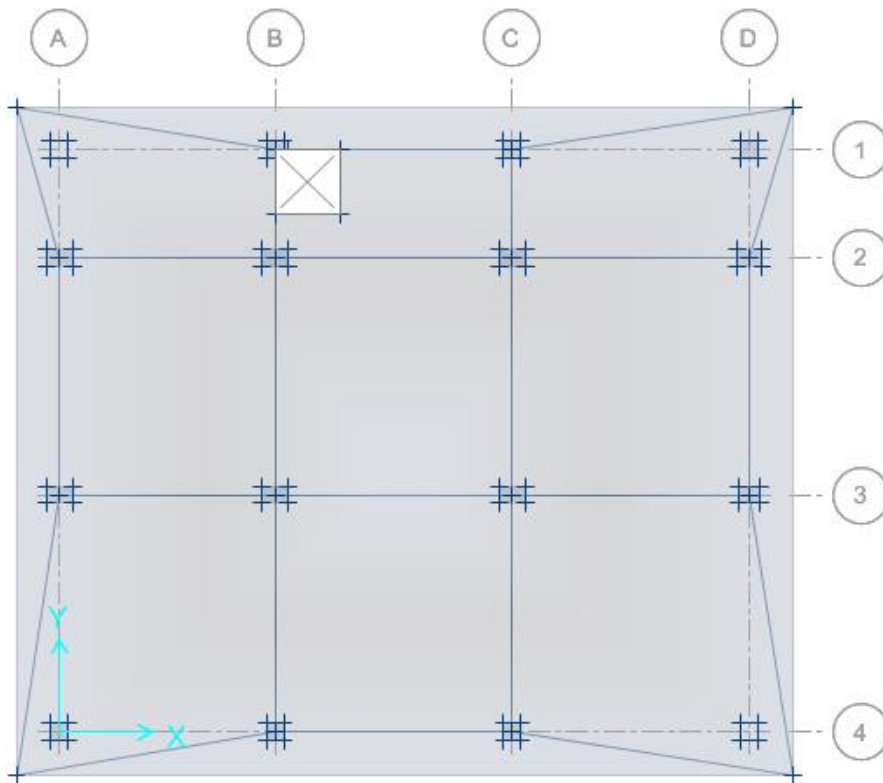


سپس با نگه داشتن دکمه ماوس به نقطه فرضی دیگری (مانند D4) رفته و دکمه ماوس را رها می کنیم

عنصر سطحی محل پی ترسیم شده است و باید موقعیت گره های (راست چپ ، بالا و پایین) آن را اصلاح کنیم تا موقعیت درست پی ایجاد شود



در قسمت X باید $1m$ به سمت بیرون برویم که -1 را وارد می کنیم و در قسمت Y باید $1m$ به سمت بالا برویم که باید $1m$ به مختصات قسمت Y اضافه نماییم



همانطور که مشاهده میکنید در قسمت هایی از پی شکل دارای مشکل می باشد

به ترتیب برای گره های $B1$ و $C1$ و $A2$ و $A3$ و $B4$ و $C4$ و $D2$ و $D3$ نیز مرحله بالا را مجدداً تکرار می کنیم

همانطور که مشاهده می کنید شکل نهایی پی ایجاد گردید

برای ترسیم عنصر چاله آسانسور دستور *Draw Rectangular Slabs/Areas* گزینه را انتخاب نموده و در یک موقعیت دلخواه روی چاله آسانسور کلیک کرده و با نگه داشتن دکمه ماوس به نقطه فرضی دیگری رفته و دکمه ماوس را رها می کنیم و مانند مراحل بالا موقعیت گره های آن را تنظیم میکنیم تا چاله آسانسور در محل خودش قرار بگیرد

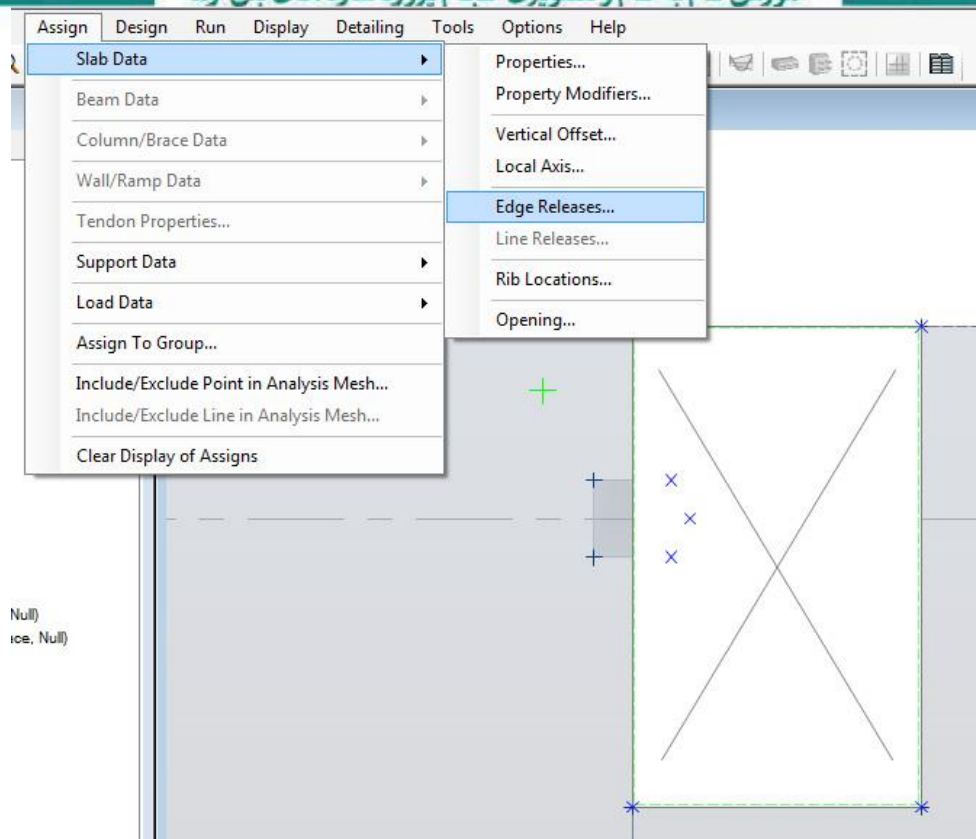
اختصاص مشخصات به عناصر

مشخصات مقطع پی و ستون ها را در هنگام ترسیم به آنها اختصاص دادیم . در این قسمت عنصر سطحی پی را انتخاب نموده و

تکیه گاه خاک را به آن اختصاص می دهیم ابتدا با کلیک بر روی عنصر سطحی پی که در مرحله قبل ایجاد نمودیم آن را انتخاب می کنیم سپس از منوی *Assign* گزینه *Support Data* و گزینه *Soil Properties* را انتخاب کرده و در صفحه باز شده نوع تکیه گاه *Soil1* را انتخاب نموده و روی گزینه *Ok* کلیک می کنیم

آزاد سازی لبه ای

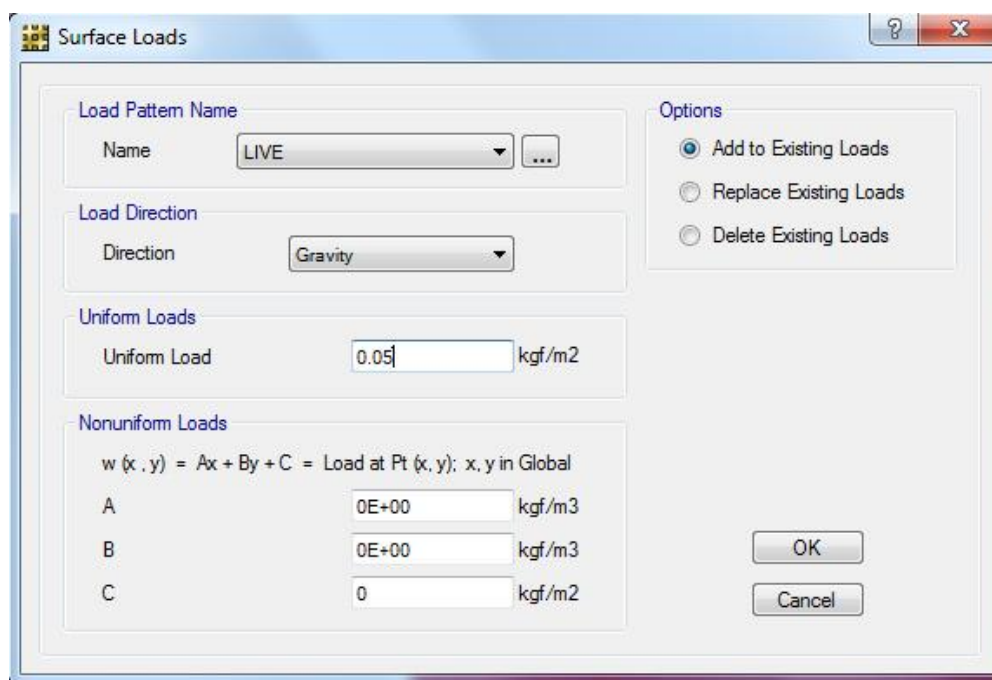
در نرم افزار *Safe* تعریف باز شو روی کنترل برش پانچ تاثیر خواهد داشت بنابراین باید عنصر سطحی محل چاله آسانسور با استفاده از آزادسازی لنگر و برش از کل پی جدا شود یعنی در واقع نوعی درز انقطاع بین چاله آسانسور و کل پی ایجاد شود .



اختصاص بار کف سازی و بار زنده کف پی

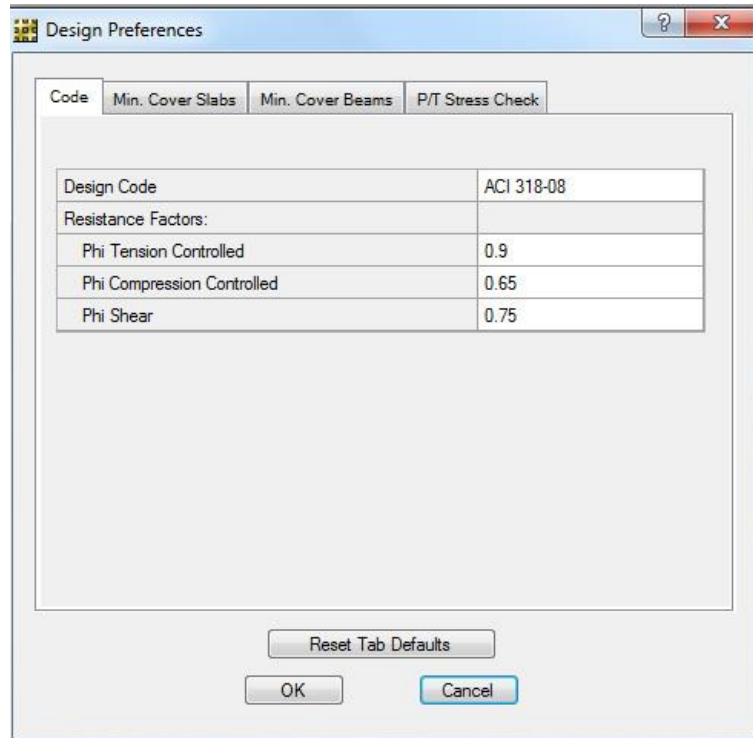
در این قسمت بار ناشی از کف سازی (30 سانتی متر ضخامت کف سازی و 1600 کیلوگرم بر متر مکعب چگالی مصالح کف سازی) که برابر $(0.3)(1600) = 480 \text{ kg/m}^2 = 0.048 \text{ kg/cm}^2$

و بار زنده پارکینگ که برابر $500 \text{ kg/m}^2 = 0.05 \text{ kg/cm}^2$ می باشند را به عنصر سطحی پی وارد می کنیم.



تنظیم پارامترهای طراحی

منوی *Design* گزینه *Design Preferences* را انتخاب نموده و قسمت *Code* را فعال کرده و آیین نامه *ACI318-08* را انتخاب می کنیم و سپس قسمت *Min. Cover Slab* را فعال نموده و پوشش حداقل را برابر *5cm* (بافرض اینکه مثلاً از میلگرد سراسری با قطر *20* میلی متر استفاده شده است) وارد می کنیم

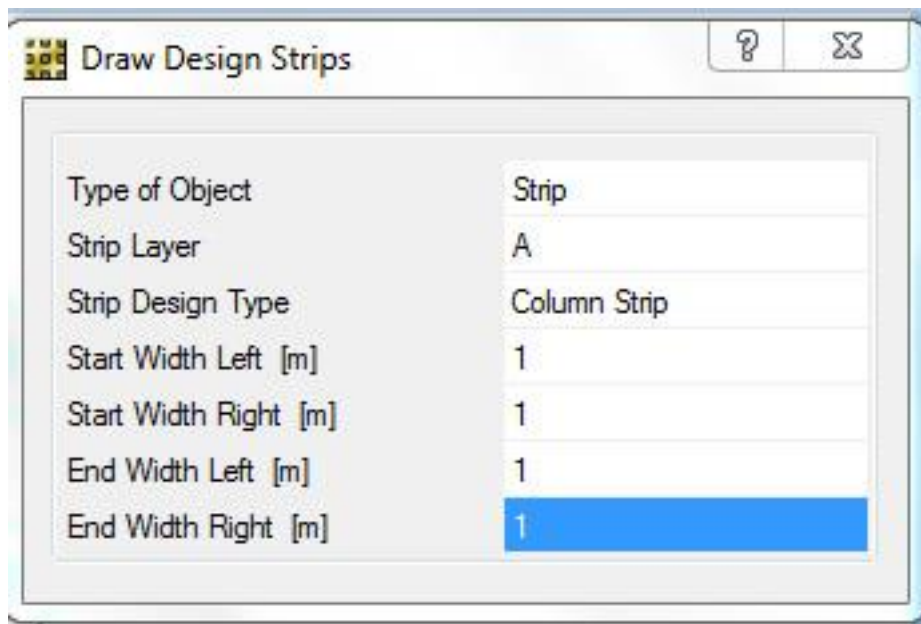


انتخاب ترکیب بار طراحی

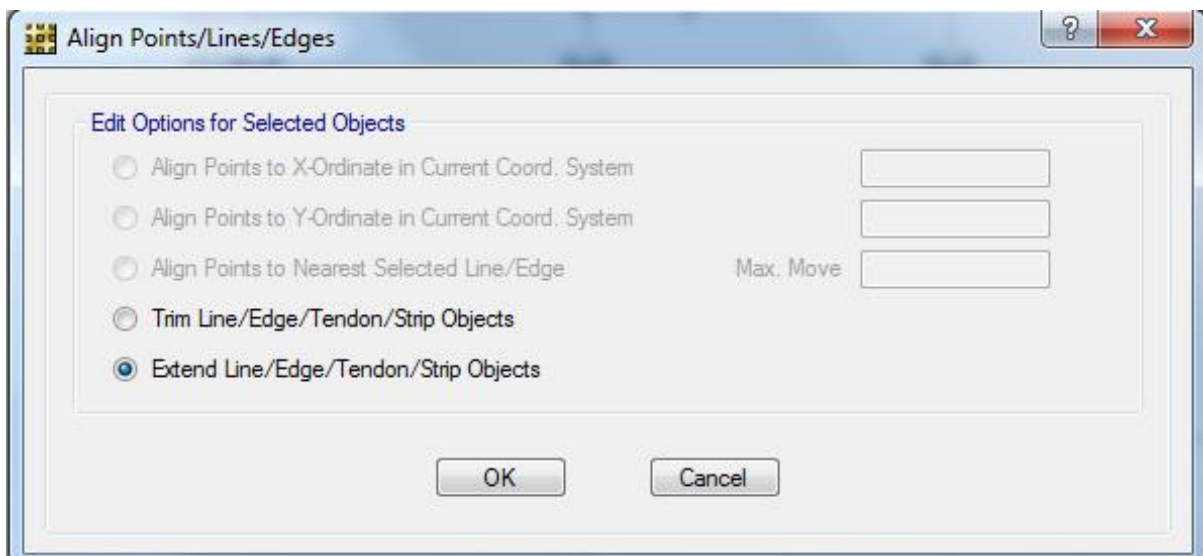
برای انتخاب ترکیب بار از منوی *Design* گزینه *Design Combos* را انتخاب نموده و در صفحه مورد نظر می توان ترکیب بارهای مورد نظر برای طراحی را انتخاب نمود. اگر در قسمت معرفی ترکیب بار برای ترکیب بارهای طراحی گزینه *Strength* را فعال کرده باشیم نرم افزار این ترکیب بارها را در ترکیب بارهای طراحی قرار می دهد و دیگر نیازی به معرفی ترکیب بار نیست.

ترسیم نوارهای طراحی

نوارهای طراحی برای پی های گسترده مانند دالها قابل معرفی هستند. نوارهای ستونی زیر ستون ها معرفی می شوند و فاصله باقیمانده بین نوارهای ستونی نیز به صورت نوار میانی مدلسازی می شود. برای پی های گسترده تنها نوارهای ستونی را مدلسازی می کنیم زیرا در این نوع پی ها معمولاً بیشترین میلگرد مورد نیاز مربوط به نوارهای ستونی می باشد در این قسمت باید عرض های متفاوتی برای نوارهای طراحی در نظر بگیریم ولی معمولاً جهت رعایت مسائل اجرایی عرض ثابتی برای نوارهای طراحی در نظر می گیریم



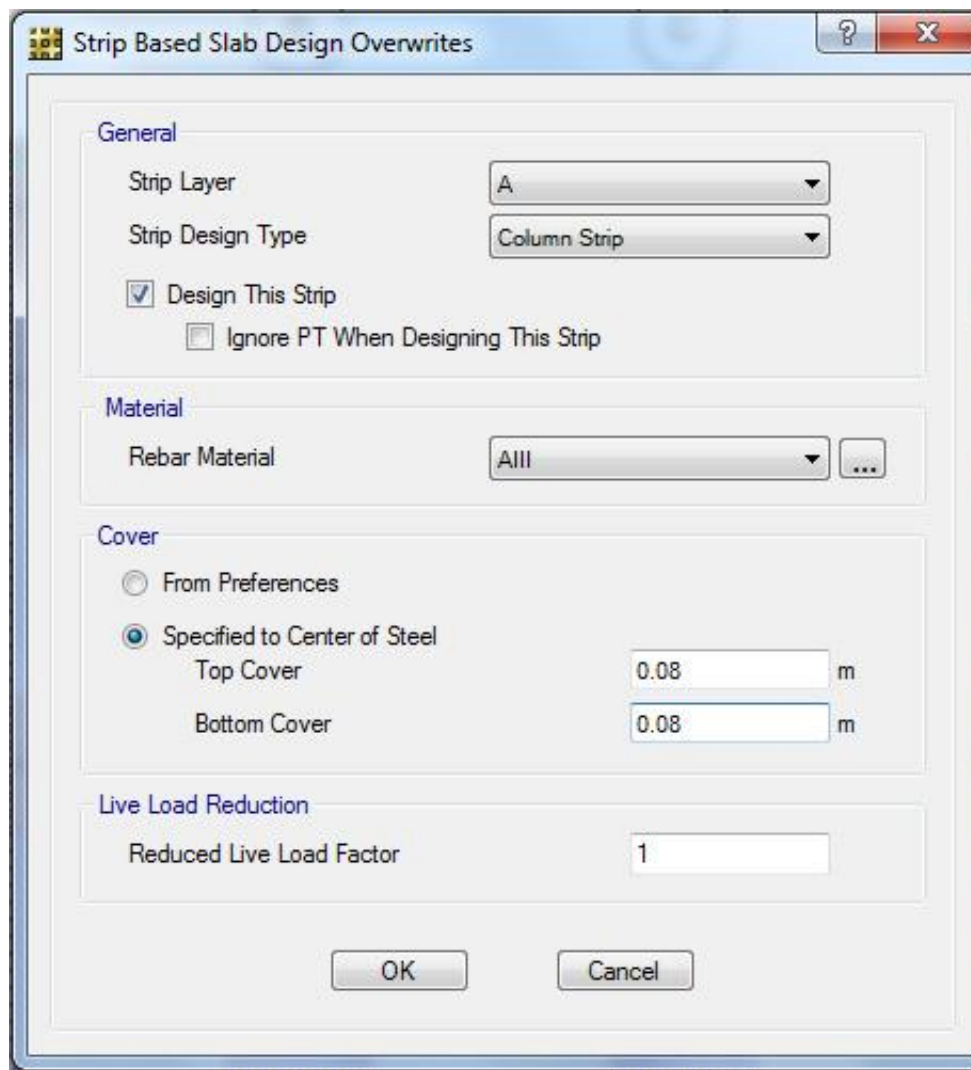
نوار طراحی در محدوده بین تقاطع محور $A4$ و $D4$ ترسیم شده است و باید از دوطرف به لبه ی پی برسند. برای این کار نوار طراحی و نقاط ابتدایی و انتهایی نوار طراحی و عنصر سطحی پی را با کلیک روی آنها انتخاب نموده و سپس از منوی *Edit* گزینه *Align Points/Lines/Edges* را انتخاب نموده



به همین ترتیب بالا کلیه نوارهای طراحی در جهت X ترسیم می شوند.

پارامترهای طراحی نوار طراحی

از منوی *Select* گزینه *Properties* و گزینه *Design Strip Layers* را اجرا نموده و در جعبه ظاهر شده لایه A را انتخاب نموده و تا همه نوارهای لایه A (جهت X) انتخاب شوند و سپس از منوی *Design* گزینه *Slab Design Overwrites* را اجرا کرده و در قسمت ظاهر شده از قسمت *Material* مصالحی که برای میلگرد ها ساخته بودیم را انتخاب می کنیم و در قسمت *Cover* پوشش میلگرد تا مرکز میلگرد را وارد می کنیم. مراحل بالا را برای نوارهای جهت Y نیز تکرار می کنیم



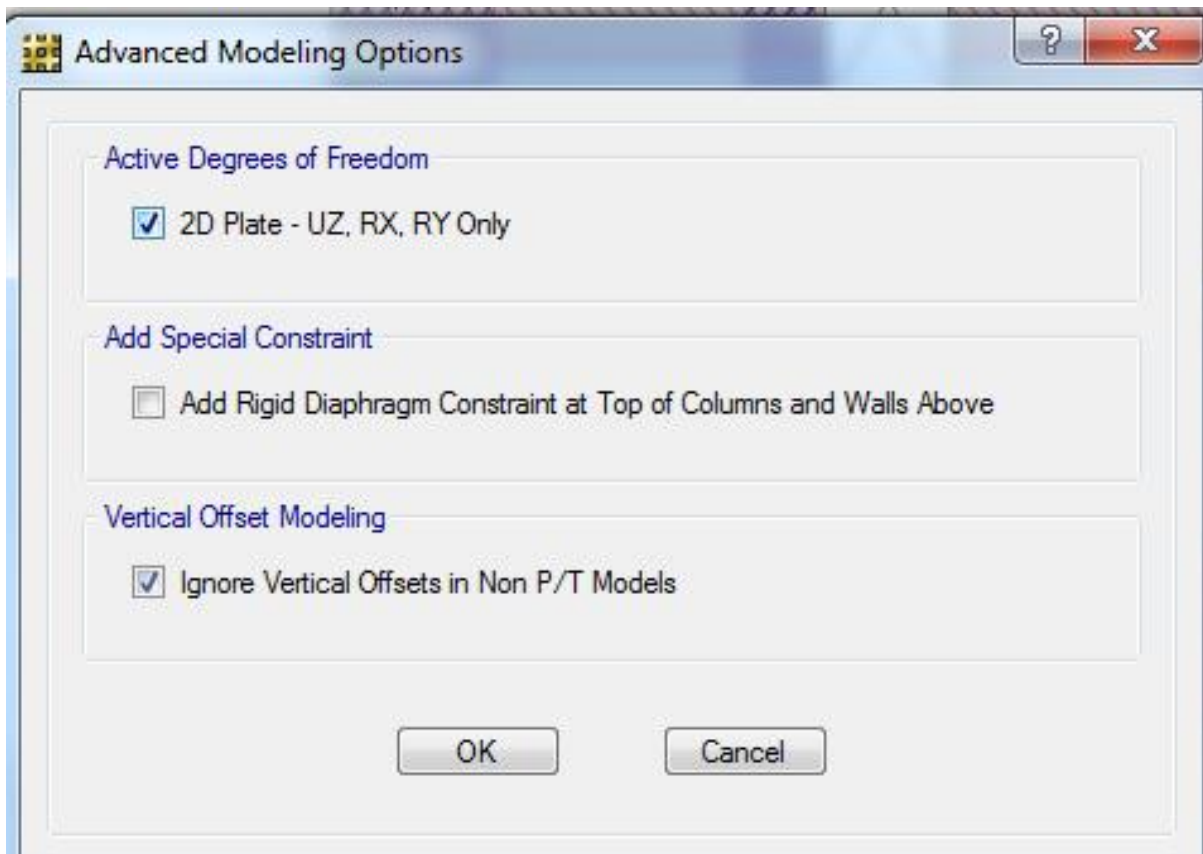
تنظیم پارامترهای تحلیل

برنامه *SAFE* به صورت خودکار عملیات تقسیم بندی اجزای محدود مورد نیاز برای عملیات تحلیل را انجام می دهد. در این قسمت تنها حداکثر اندازه تقسیم بندی المان ها و دیگر تنظیمات مربوط معرفی می شوند. از منوی *Run*

گزینه *Automatic Slab Mesh Options* را اجرا نموده و در صفحه ظاهر شده در قسمت *Mesh Size* اندازه المان های حاصل از تقسیم بندی اجزای محدود (معمولا اندازه ضخامت پی) را وارد کنید.

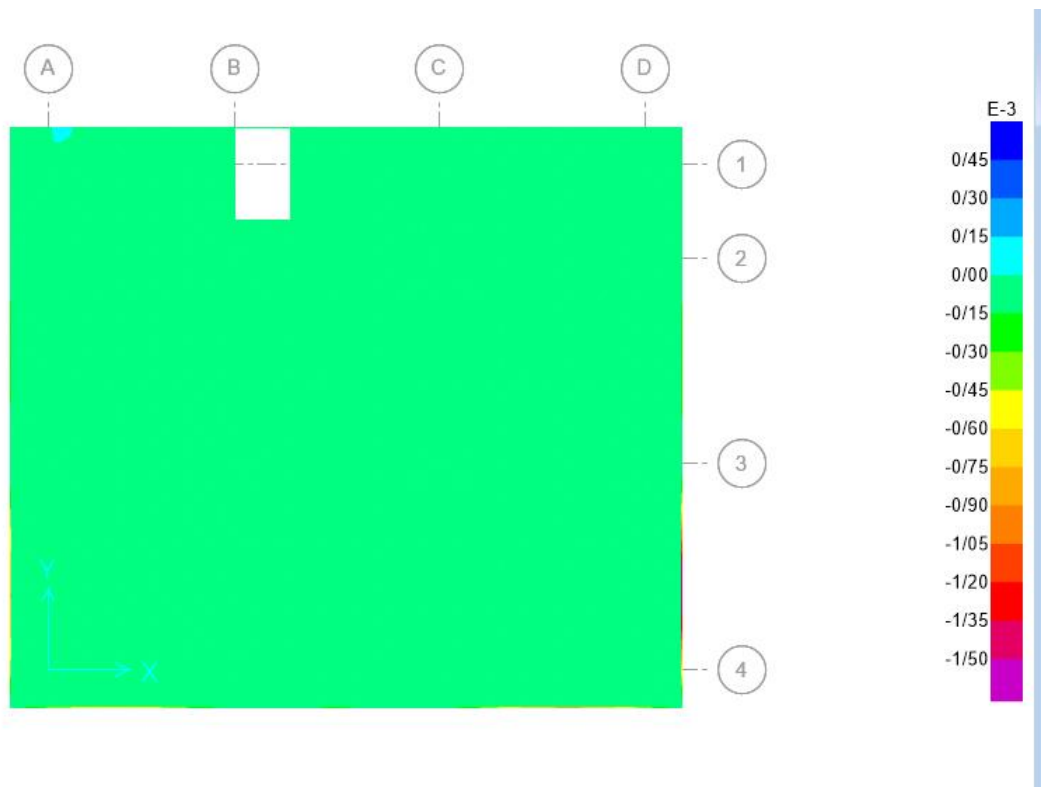
تنظیم درجات آزادی فعال سازه پی

در این بخش درجات آزادی پی را تنظیم می کنیم. از منوی *Run* گزینه *Advanced Modeling Options* را اجرا نموده و در صفحه باز شده گزینه *2D Plate* را فعال نموده و *Ok* می کنیم. در پی های صفحه ای که در آنها از المان های صرفا خمشی استفاده شده است استفاده از مدل دو بعدی صفحه ای با المان های صرفا خمشی کافی است



انجام عملیات تحلیل و طراحی

برای انجام همزمان عملیات تحلیل و طراحی سازه پی از منوی *Run* گزینه *Run Analysis & Design* را اجرا کنید. برای مشاهده جزئیات تحلیل می توان از منوی *Run* گزینه *Show Run Details* استفاده نمود.

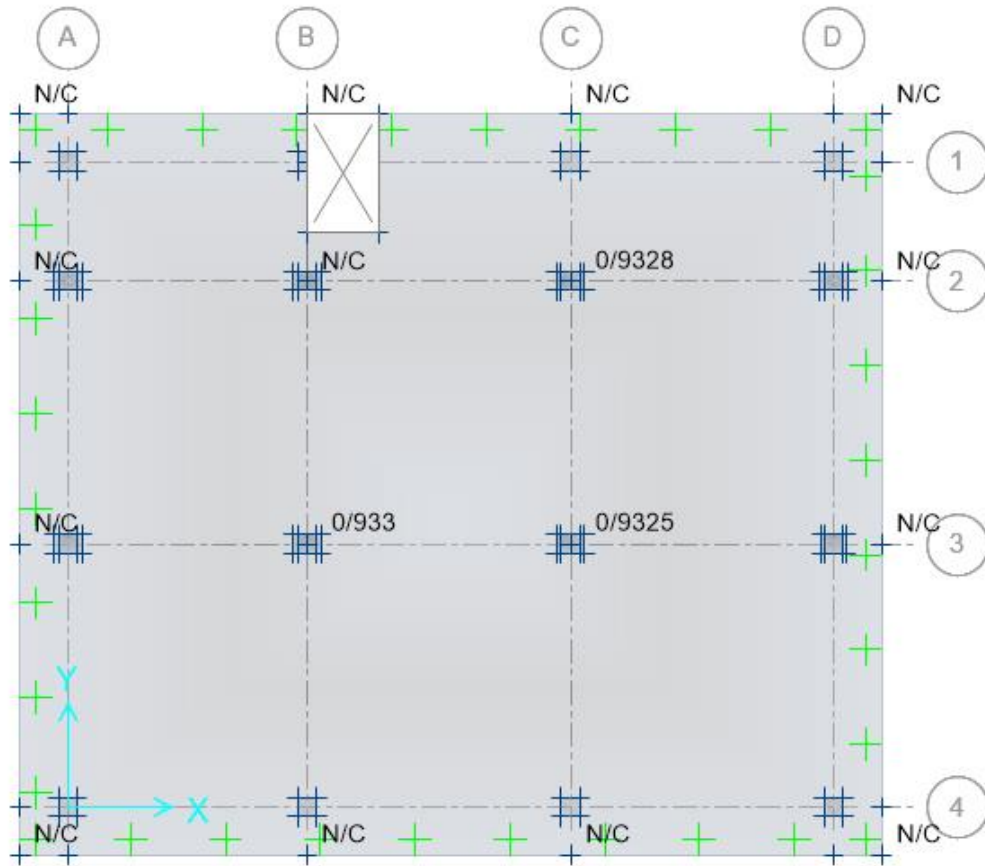


میلگرد مورد نیاز در نوار طراحی

از منوی *Display* گزینه *Show Slab Design* را انتخاب می کنیم و در صفحه باز شده گزینه *Strip Based* را از قسمت *Design Basis* انتخاب می کنیم در ناحیه *Reinforcing Display Type* گزینه *Show Number or Bars of Size* را فعال می کنیم و قطر میلگرد تقویتی برای ناحیه بالا و پایین را وارد می کنیم. در ناحیه *Reinforcing Diagram* گزینه *Show Reinforcing Envelope Diagram* را غیر فعال می کنیم تا دیاگرام پوش لنگر نشان داده نشود.

کنترل برش پانچ

از منوی *Display* گزینه *Show Punching Shear Design* را اجرا می کنیم. سپس نسبت برش پانچ موجود به ظرفیت برش پانچ در زیر تمام ستون ها نشان داده می شود. در صورتی که برش پانچ از ظرفیت بتن بزرگتر شود (نسبت ظرفیت بیش از ۱) باید ضخامت پی را افزایش داد و یا اینکه از میلگردهای برشی استفاده کرد.



منابع

- ۱- مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۲
- ۲- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۲
- ۳- استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم سال ۱۳۹۳
- ۴- کاملترین مرجع کاربردی طراحی سازه های بتنی با نرم افزار *ETABS2013,SAFE12* مولف مهندس رضا سلطان آبادی و مهندس احمد رضا جعفری
- ۵- مجموعه کتاب های زیر ذره بین سری عمران طراحی سازه های بتنی با نرم افزار *ETABS2015* مولف محسن حیدری و رضا کامرانی راد