فصل اول: معرفی پروژه

معرفی مشخصات عمومی پروژه:

این پروژه مربوط به یک ساختمان بتنی واقع در شهر اصفهان میباشد که مشخصات کلی ان به شرح زیر است:

- تعداد طبقات :4
- تعداد واحد در طبقات :۱ واحد
- ابعاد پلان طراحی: 20X12 m
- کاربری :مسکونی
- نوع سقف: تیرچه بلوک با بلوک لیکا
- مهاربندی جانبی:در جهت x قاب خمشی با دیوار برشی (ترکیبی) و در جهت y قاب خمشی با دیوار برشی ویژه
- نوع زمین پروژه:خاک تیپ ۲
- حد شکل پذیری ساختمان:متوسط
- نوع قاب ساختمان:خمشی
- ظرفیت باربری زمین پروژه:۱/۵کیلوگرم بر سانتی متر مربع
- نوع فولاد و آرماتور مصرفی 4000 , 3000 kg/cm2
- مقاومت ۲۸ روزه ی بتن: 25 mpa
- ارتفاع طبقات: در طبقه ۳/۲ متر
- ارتفاع خرپشته : ارتفاع خرپشته نیز مانند سایر طبقات ۳/۲۰ در نظر گرفته می شود.
- درز انقطاع(۰,۰۰۵ برابر ارتفاع سازه) برابر ۵ سانتیمتر (با فرض رعایت درز انقطاع در ترسیم نقشه های معماری)

آیین نامه های مورد استفاده:

- ✓ آیین نامه بارمرده وزنده:مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان)
- ✓ آیین نامه بار برف:مبحث ششم مقررات ملی ساختمان(بارهای وارد بر ساختمان)
- ✓ آیین نامه بار زلزله:آیین نامه ۲۸۰۰زلزله ایران ویرایش ۴
- ✓ آیین نامه طراحی داخلی:مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش جدید ۱۳۹۹
- ✓ آیین نامه طراحی خارجی:آیین نامه بتن آمریکا ACI318-99.....

نرم افزارهای مورد استفاده:

- ➢ Etabs2017: برای تحلیل و طراحی سازه

روش تحلیل مدل: P-Δ

مشخصات مصالح مصرفی:

بتن: CONC

در این پروژه از بتن رده ی 25 با مقاومت فشاری مشخصه 25 مگاپاسکال که معادل (2396333052) کیلوگرم بر متر مربع است استفاده شده است که مشخصات آن مطابق بازیر میباشد:

ویژگی های بتن بر اساس آیین نامه جدید بتن ۱۳۹۹

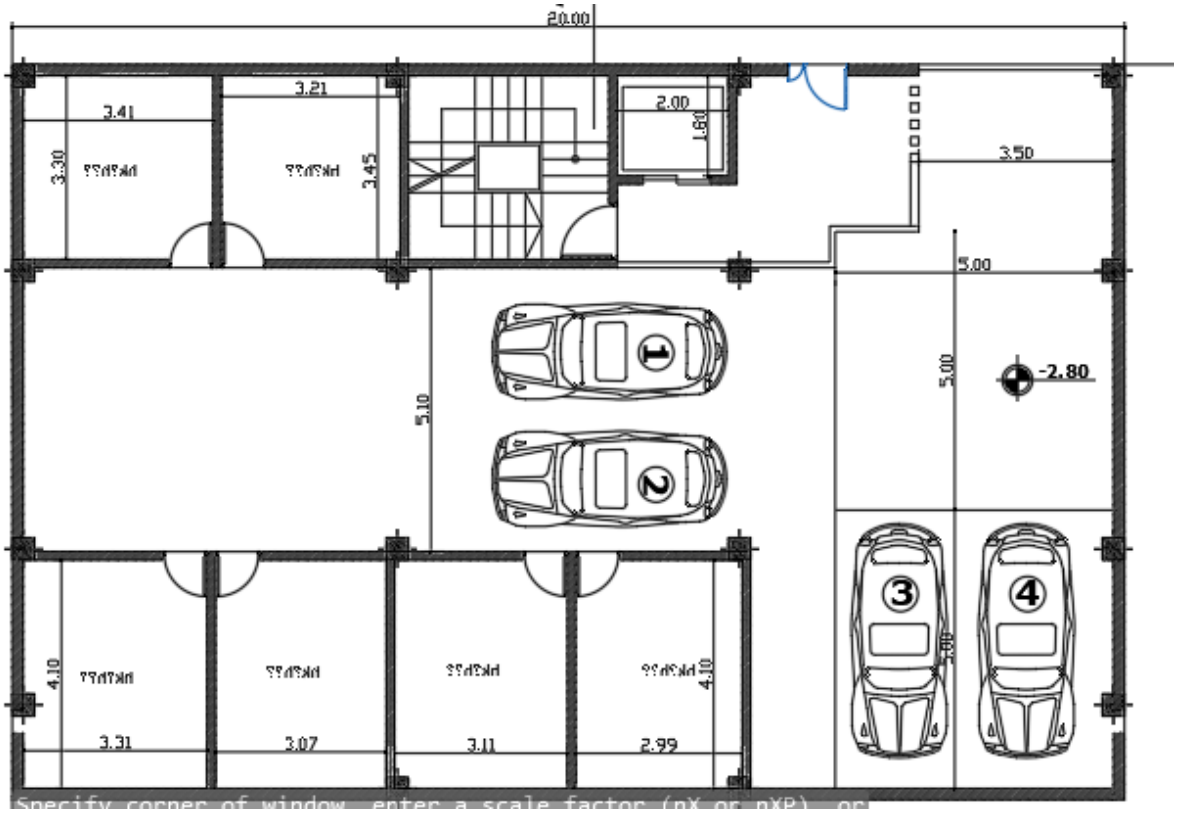
- ➢ وزن واحد حجم بتن (Weight per unit volume) : 2500Kgf/m^3
- ➢ جرم واحد حجم بتن(Mass per unit volume) : 250Kg/m^3
- ➢ مدول الاستیسیته بتن (Modulus of Elasticity) : که از رابطه 5000√Fc بدست می آید:=5000×√35 2396333052kg/m2
- ➢ ضریب پوآسون (Poisson's Ratio): 0.2
- ➢ مقاومت مشخصه فشاری (نمونه استوانه ای: Specified Conc.Comp.Stength) : Fc=25Mpa

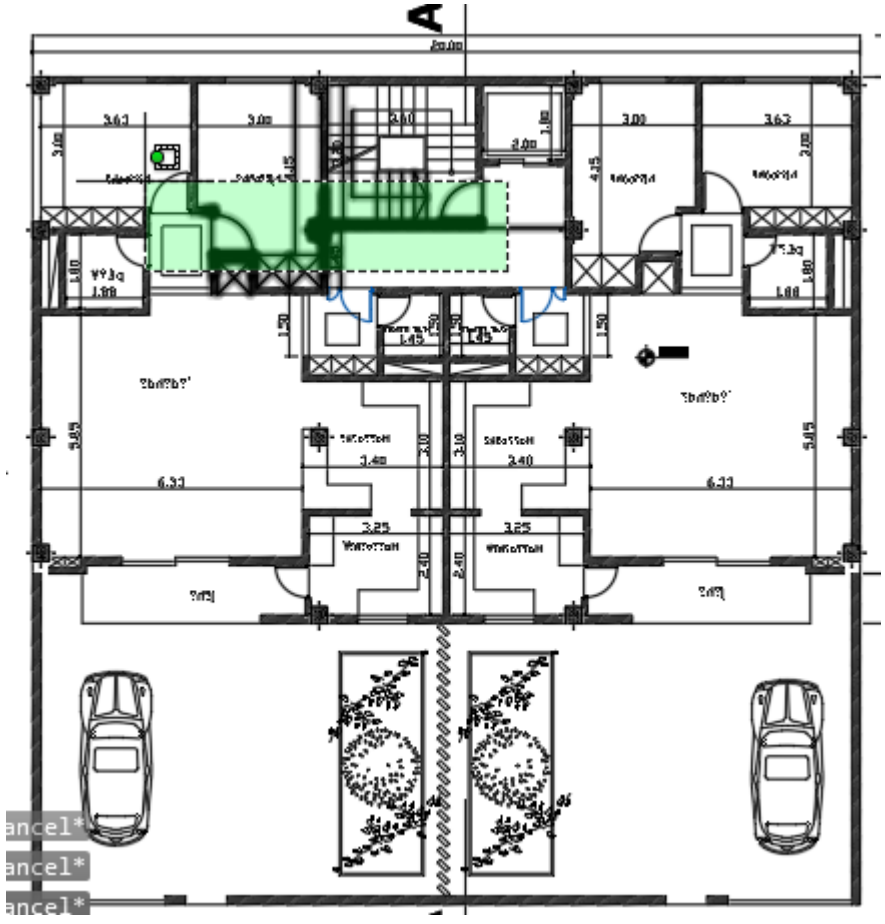
ویژگی های آرماتورهای خمشی و برشی:

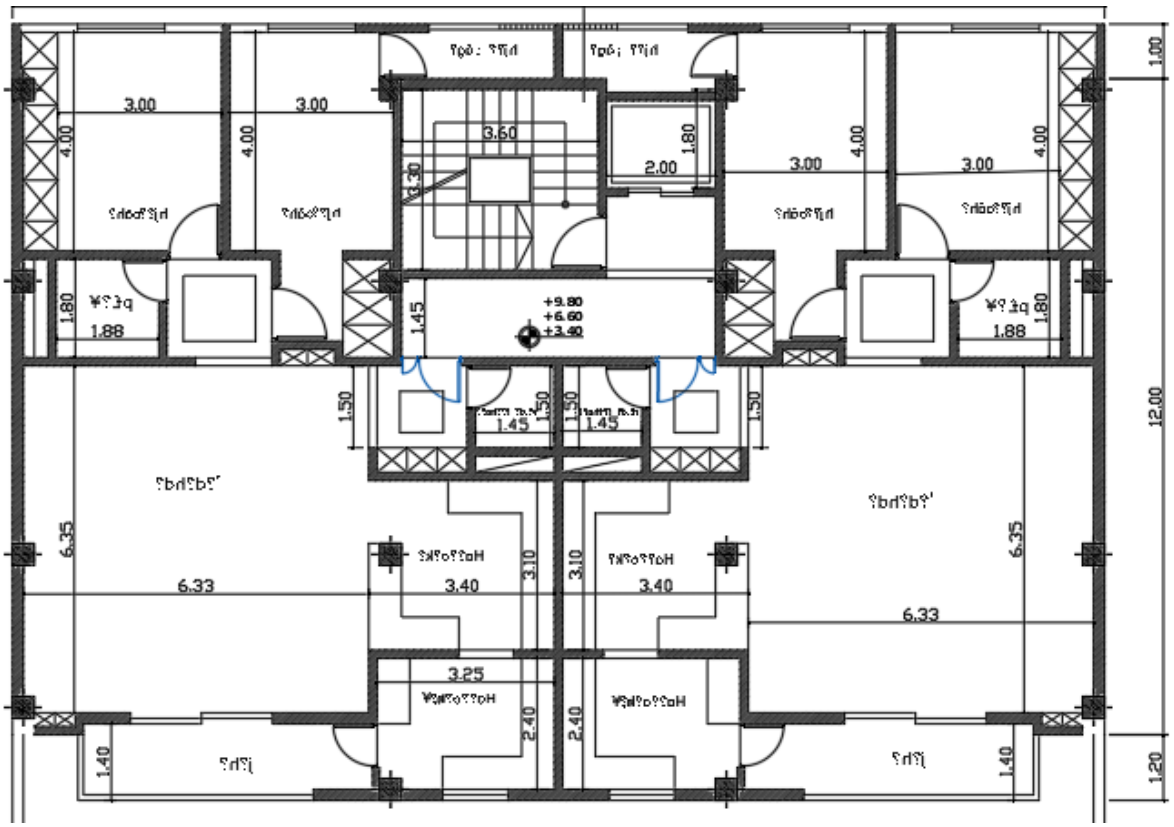
از آرماتور آجدارمرکب A3 (S400) با تنش تسلیم مشخصه 400Mpa برای آرماتورهای خمشی (اصلی)

ازآرماتورجناقی A2 (S340) با تنش تسلیم مشخصه 300Mpa برای آرماتورهای برشی(خاموت) و آرماتورهای دیوار برشی

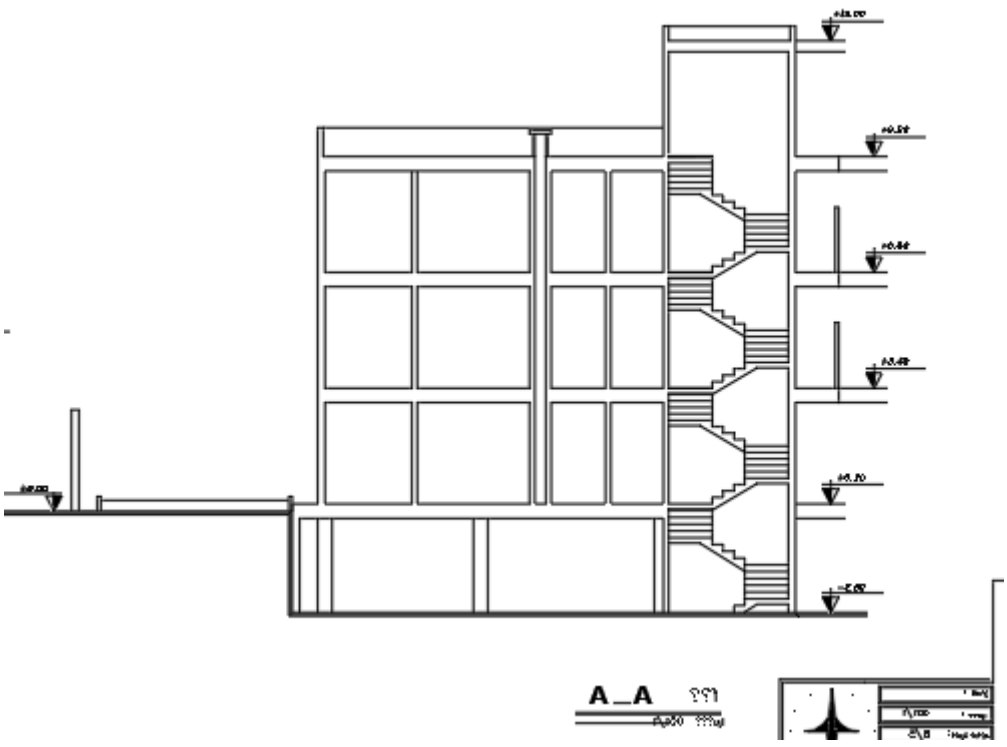
نقشه های معماری

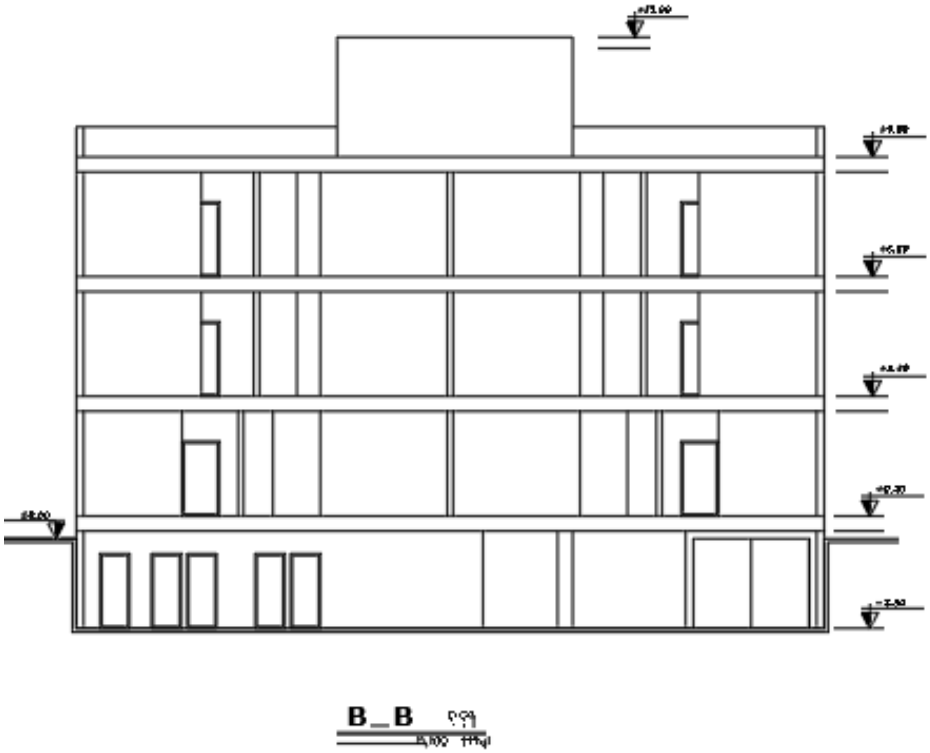






نقشه های معماری





برش A-A

فصل دوم: بارگذاری

بارهای وارد بر سازه به دو بخش تقسیم میشود:

۱-بارهای ثقلی ۲-بارهای جانبی

بار های ثقلی:

بار های ثقلی وارد بر ساختمان شامل بارهای مرده وزنده می باشند.مقدار بارهای مرده بر اساس جزئیات اجرایی سقف ها ودیوارها ومقدار بار زنده بر اساس کاربری قسمت های مختلف ساختمان تعیین میگردد پس از محاسبه ی مقادیر بار واعمال آنها به سازه توزیع بار کف ها به تیر ها به صورت خودکار توسط برنامه صورت میگیرد.

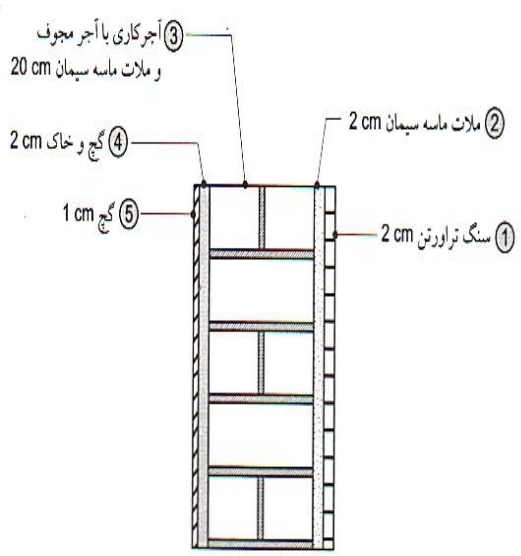
لازم به ذکر است که که جزئیات اجرایی سقف ودیوارها باید به واقعیت اجرا نزدیک باشد وضوابط ومحدودیت های ایین نامه ها ونشریه ۵۵سازمان مدیریت در مورد حداقل ضخامت ها رعایت شده باشد.که در این پروژه کلیه ضوابط رعایت شده است.

بارهای مرده:

- دیوار ۲۰سانتی جانبی دارای نما
- دیوار ۲۰سانتی بدون نما
- تیغه های ۱۰سانتی داخلی
- سقف طبقات
- سقف بام
- دیوار خرپشته
- دیوار جان پناه
- پله

بارگذاری به گونه ایست که بار دیوارها به صورت بارخطی به تیر های زیر آنها وارد شده وبار کف ها به صورت بارگسترده در محل خود وارد میشوند بار تیغه ها نیز اگر از مقدار مشخصی کمتر بود میتوان به صورت بارگسترده به صورت سطحی بر کف ها وارد شود که در ادامه کامل توضیح میدهم.

دیتایل بارگذاری دیوار ۲۰سانتی نمادار وبدون نما:



1	(0.02)(2500) = 50.0
2	(0.02)(2100) = 42.0
3	(0.20)(850) = 170.0
4	(0.02)(1600) = 32.0
5	(0.01)(1300) = 13.0
$\sum = 307\ kg/m^2$	

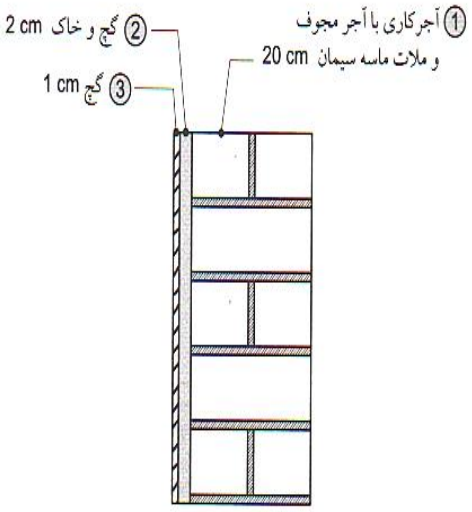
دیوار نمادار

محاسبه ی وزن واحد طول دیوار:برای محاسبه کافیست وزن واحد سطح دیوار را در ارتفاع آن ضرب کنیم.ارتفاع دیوار در پلان معماری معادل ۲,۹۰متر میباشدو با توجه به پلان، دیوارهای نمادار دارای بازشو هستند پس با در نظر گرفتن ۳۰٪بازشو

وزن واحد طول دیوار:..... 307×2.90×0.7=625 kg/m

محاسبه ی وزن واحد طول دیوار خرپشته با ارتفاع تقریبی ۲متر: ..... 307×2×0.7=430 kg/m

محاسبه ی وزن واحد طول دیوار پارکینگ با ۲,۶۰متر:..... 307×2.60×0.6=480 kg/m



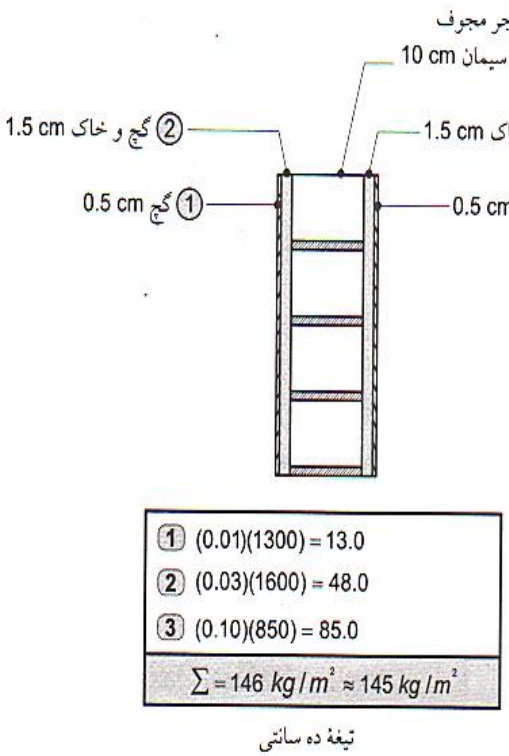
1	(0.20)(850) = 170.0
2	(0.02)(1600) = 32.0
3	(0.01)(1300) = 13.0
$\sum = 215\ kg/m^2$	

دیوار بدون نما

وزن واحد طول دیوار: ارتفاع دیوار برابر ۲,۹۰متر وبدون بازشو: ..... **215×2.90=625 kg/m**

واحد طول دیوار خرپشته:ارتفاع دیوار ۲متر بدون بازشو: ..... **215×2=430 kg/m**

دیتایل بارگذاری تیغه ی ۱۰سانتی متری:



تیغهٔ ده سانتی

✓ وزن واحد طول دیوار: **145×2.90=421 kg/m**

۱-مطابق با بند ۶-۲-۲-۲مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ،قسمت بارهای مرده، در ساختمان هایی که برای جداسازی فضاها از تیغه هایی استفاده میشود که وزن یک مترمربع آنهاکمتر از ۲۷۵دکا نیوتن است.(۲۷۵کیلوگرم بر مترمربع)،وزن تیغه ها را میتوان به صورت بارمعادل که به طور یکنواخت بر کف ها گسترده میشود در نظر گرفت.

۲-این بارمعادل باید به صورت مناسبی با تقسیم وزن تیغه های هر قسمت از کف به مساحت آن قسمت تعیین گردد.

بند۶-۲-۲-۳:در کف هایی که بار زنده آنها موضوع بند فصل ۶-۳ از ۵۰۰دکا نیوتن بر متر مربع کمتر است بار معادل گسترده نظیر تیغه ها موضوع بند ۶-۲-۲-۲نباید کمتر از ۱۰۰دکا نیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود.

مطابق با جدول ۶-۳-۱مبحث ششم مقررات ملی تحت عنوان حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت ،بارگسترده ی یکنواخت اتاق ها، راهروهای خصوصی و سرویسهای ساختمان مسکونی برابر ۲۰۰دکانیوتن بر متر مربع معادل ۲۰۰کیلوگرم بر مترمربع میباشد که کمتر از ۵۰۰دکانیوتن است.

با توجه به بند ۶-۲-۲-۳ وجدول ۶-۳-۱ مبحث ششم،در این پروژه بارمعادل گسترده نظیرتیغه ها نباید کمتر از ۱۰۰کیلوگرم برمترمربع باشد.

۲ـ ساختمان‌های مسکونی	
اتاق‌ها و راهروهای خصوصی و سرویس‌ها	۲۰۰
انبارها	۵۰۰

محاسبه ی بارمعادل تیغه بندی :

لازم به ذکر است که بعضی از تیغه های داخلی مانند دیوار آشپزخانه و دیوارهای سرویس بهداشتی وحمام از یک و یا دو طرف کاشی شده اند که در محاسبه ی بار معادل تیغه بندی وزن واحد سطح آنهارا مد نظر قرار دادم.....

لایه ها	ضخامت	واحد	جرم واحد	وزن واحد سطح
کاشی دیواری	0.02	Kg/m3	1700	34
ملات ماسه سیمان	0.02	Kg/m3	2100	42
آجرکاری با آجرمجوف	0.1	Kg/m3	850	85
ملات گچ وخاک	0.015	Kg/m3	1600	24
آسترگچی	0.005	Kg/m3	1300	6.5
جمع		Kg/m2		192

✓

لایه ها	ضخامت	واحد	جرم واحد	وزن واحد سطح
کاشی دیواری	0.04	Kg/m3	1700	68
ملات ماسه سیمان	0.04	Kg/m3	2100	84
آجرکاری با آجرمجوف	0.01	Kg/m3	850	85
جمع		Kg/m2		237

وزن واحد طول دیوارها **192×2.90=557**

237×2.90=688 kg/m & **kg/m** =

بار معادل تیغه بندی:

وزن دیوارهای دو طرف گچ:

1+3.8+2.5+2.5+1.5+2.45+3+4+2.5+1.5+2+1.5+2+1.5+1.5+2.5)×421 =13577.25 kg

وزن دیوارهای یک طرف گچ و یک طرف کاشی (1.5+3+3+2+2)×557=6684.5 kg

وزن دیوارهای دوطرف کاشی: (2+2+2.5+1+2.3)×688=6880 kg

وزن کل تیغه ها: 6684+13577+6880=27141 kg

مساحت پلان (منهای مساحت راه پله وبازشو آسانسور) : توسط نرم افزار اتوکد ودستور AREAمساحت پلان بدون درنظر گرفتن بازشوهای پله و آسانسور برابر: ۱۷۹مترمربع میباشد

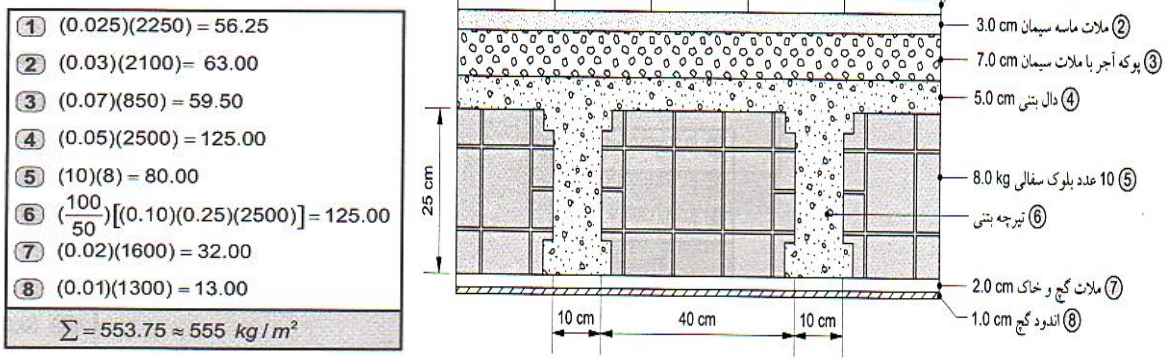
از تقسیم وزن کل تیغه ها بر مساحت پلان بارگسترده معادل تیغه ها بدست می آید:

27141/179=152 kg/m^2

برای اطمینان بیشتر ۱۶۰ درنظرگرفته شد: 160kg/m^2 & 160>100

ok

دیتایل بارگذاری سقف تیرچه بلوک با تیرچه ی ۲۵:



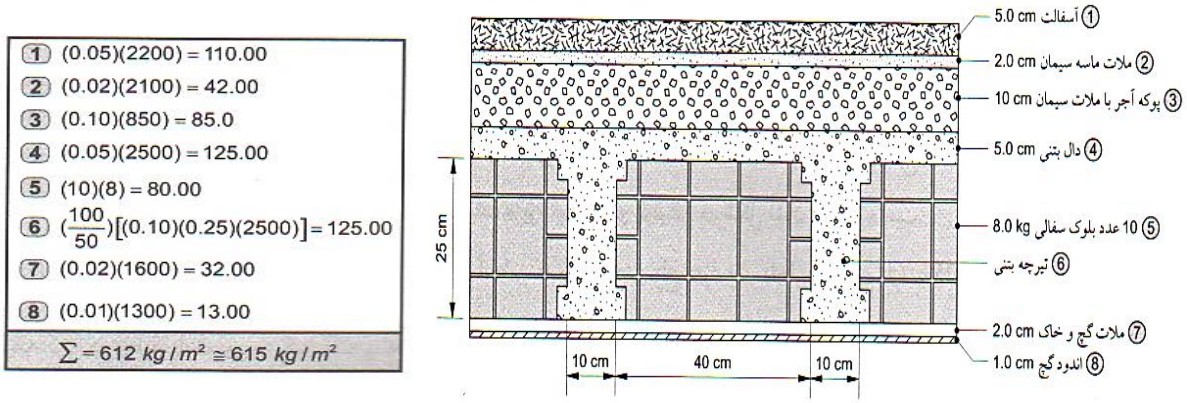
وزن یک مترمربع سقف تیرچه بلوک بابلوک سفالی برابر است با ۵۵۵کیلوگرم برمترمربع که برای سبک شدن سقف به جای بلوک سفالی از بلوک پلی استایرن استفاده میشود که وزن هریک مترمربع آن حدودا ۵کیلوگرم میباشد.با این تفاسیر وزن سقف تیرچه بلوک با بلوک پلی استایرن حدودا۵۰کیلوگرم کمتر از سقف با بلوک سفالی میباشد..

وزن سقف تیرچه بلوک با بلوک پلی استایرن:۵۰۵کیلوگرم برمترمربع

واز انجاییکه باید وزن معادل تیغه بندی نیز به وزن سقف اضافه شود:.....

✓ بار سطحی سقف طبقات با درنظرگرفتن بارگسترده تیغه ها : **505+160=665 kg/m^2**

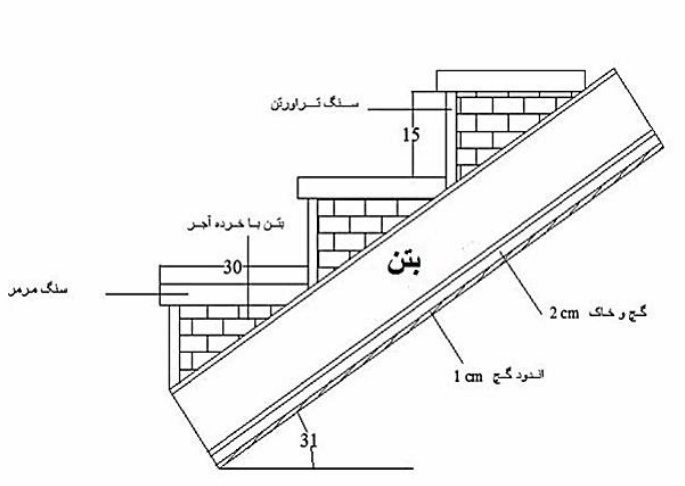
دیتایل بارگذاری سقف بام :

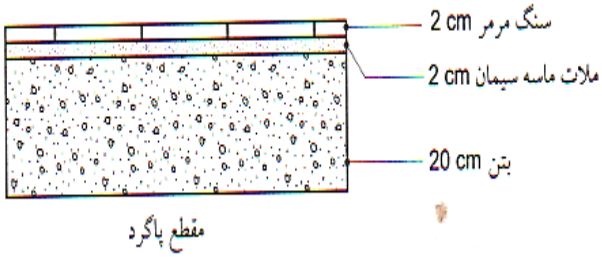


وزن یک مترمربع سقف با درنظر گرفتن بلوک پلی استایرن به جای بلوک های سفالی حدودا ۵۰ کیلوگرم کمتر از ۶۱۵کیلوگرم میباشد:

✓ بار سطحی سقف بام: **615-50=565 kg/m^2**

دیتایل بارگذاری پله:





مقطع پاگرد

محاسبه ی وزن واحد طول پله: برای محاسبه ی بار اتاق پله پله رو به دو قسمت شمشیری پله و پاگرد پله تقسیم کرده وسپس وزن واحد طول افقی قسمت شمشیری پله و وزن واحد سطح پاگرد پله محاسبه میشود:

محاسبه ی وزن واحد طول افقی شمشیری پله:(وزن یک متر طول پله در پلان)

وزن مخصوص سنگ تراورتن ۲۵۰۰ Kg/m^3 & وزن مخصوص بتن با خرده آجر : ۱۷۰۰ Kg/m^3

وزن مخصوص سنگ مرمر: ۲۷۰۰Kg/m^3 & وزن مخصوص ملات ماسه سیمان: ۲۱۰۰ kg/m^3

وزن مخصوص بتن: ..... ۲۵۰۰Kg/m^3 & وزن مخصوص ملات گچ وخاک: ۱۶۰۰ Kg/m^3

وزن مخصوص اندو گچ: ۱۳۰۰Kg/m^3

$$323\left(\frac{100}{28}\right)\{(0.5\times0.26\times0.26\times\tan31\times1700)+(0.30\times0.04\times2700)+(0.17\times0.02\times2500)\}\times(1.2)=$$

$\{(0.2 \times 2500) + (0.02 \times 1600) + (0.01 \times 1300)\} \times 1.2 \div COS31 = 763Kg/m$

323+763=**1086** Kg/m

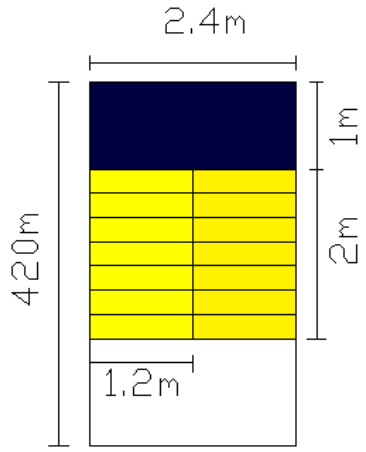
محاسبه ی وزن واحد سطح پاگرد پله:

Kg/m^2$(0.02 \times 2700) + (0.02 \times 2100) + (0.2 \times 2500) =$ **596**

با توجه به ابعاد اتاق پله در شکل روبه رو وزن کل اتاق پله برابر است با:

(مساحت پاگرد ×وزن واحد سطح پاگرد)+(طول تمام گامهای پله ×۲×وزن واحد طول افقی پله)

محاسبه ی وزن کل اتاق پله:



(1086×2×2)+(2.4×1×596)=5775 Kg

مساحت کل اتاق پله:

(2.4×3)=7.5 m^2

وزن واحد سطح پله:

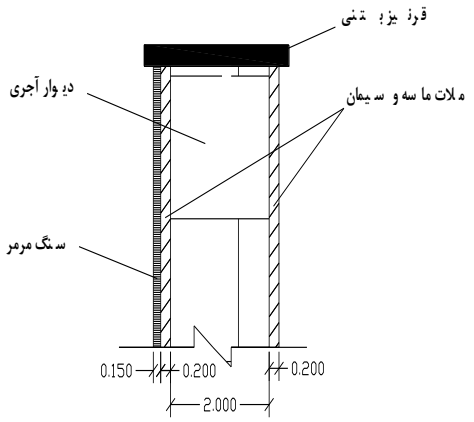
5775/7.5=770 Kg/m^2

از آنجاییکه پله دو طرفه میباشد بار پله به صورت خطی بر روی تیرهای نیم طبقه و تیر طبقه وارد میشود ،که با توجه به شکل هر یک از این تیرها متناسب با سطح بارگیر خود بخشی از بار اتاق پله را تحمل میکنند:

بارخطی وارد بر تیر نیم طبقه: {(2.4×1×596)+(1086×2×0.5)}/2.4 =1050 Kg/m

بارخطی وارد بر تیرتراز طبقه: (1086×2×1.5)/2.4=1360 Kg/m

محاسبه ی بار دیوارجان پناه:



بافرض اینکه ارتفاع دیوارجان پناه حدود ۱مترمیباشد پس بارخطی دیواربرابر میشود با۳۵۰ کیلوگرم برمتر .....

لایه ها	ضخامت	واحد	جرم واحد	وزن واحد سطح
ملات ماسه سیمان	۰,۰۴	Kg/m3	۲۱۰۰	۸۴
آجرکاری با آجرمجوف	۰,۲	Kg/m3	۸۵۰	۱۷۰
سنگ تراورتن	۰,۰۱۵	Kg/m3	۲۴۰۰	۳۶
قرنیز بتنی	۰,۰۳	Kg/m3	۲۱۰۰	۶۳
جمع		Kg/m2		۳۵۰

بارهای زنده:

بند ۶-۳-۱مبحث ششم مقررات ملی ساختمان:

بارهای زنده عبارتند از بارهای غیر دائمیکه در حین بهره برداری واستفاده از ساختمان به آن وارد میشود .این بارها شامل بار ناشی از برف ،باد یا زلزله نمیشوند، بارهای زنده با توجه به نوع کاربری ساختمان ویا هر بخش از آن ،ومقداری که احتمال دارد در طول مدت عمر ساختمان به آن وارد گردد،تعریف می شوند.بارهای زنده نباید کمتر از مقادیر ذکر شده در بند ۶-۳مبحث ششم در نظرگرفته شوند.....

حداقل بارهای زنده گسترده ی یکنواخت:

جدول شماره ۶ ـ ۳ ـ ۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت

نوع کاربری کفها	بار گسترده (دکانیوتن بر متر مربع)
۱- کاربریهای مشترک در انواع ساختمانها	
بامهای شیب دار با پوشش سبک با شیب بیشتر از ۱۰ درجه	-
بامهای شیب دار با پوشش سبک با شیب کمتر از ۱۰ درجه	۵۰
بامهای تخت و یا با شیب کم که به عنوان محل تجمع مورد استفاده قرار نمی گیرد	۱۵۰
سالنهای عمومی و محلهای تجمع دارای صندلیهای ثابت	۴۰۰
سالنهای عمومی و محلهای تجمع بدون صندلی ثابت	۵۰۰
راهروهای فرعی بین اتاقها که امکان تجمع در آنها کم باشد	مطابق بار زنده اتاقهای مجاور
راهروهای اصلی و پلکانها که در معرض رفت و آمد و تجمع کم باشد، نظیر راهروهای اصلی ساختمانهای مسکونی و اداری	۳۵۰
راهروهای اصلی و پلکانها که در معرض رفت و آمد و تجمع زیاد باشد، نظیر راهروهای اصلی مدارس و مراکز تجمع	۵۰۰
بالکنها	به بند ۶-۳-۲-۵ مراجعه شود
موتورخانه ها	۷۵۰
اتاقهای هواساز، پمپ و نظایر آن	۵۰۰
محل عبور و پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۱۵۰۰ دکانیوتن(۱)	۳۵۰
محل عبور و پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۲۵۰۰ دکانیوتن	۵۰۰
محل عبور و پارک خودروهای سواری و کامیونت های با وزن حداکثر ۴۰۰۰ دکانیوتن	۶۰۰
محل عبور و پارک خودروها با وزن حداکثر ۶۰۰۰ دکانیوتن	۷۰۰
محل عبور و پارک خودروها با وزن حداکثر ۹۰۰۰ دکانیوتن	۸۰۰
۲- ساختمانهای مسکونی	
انبارها	۵۰۰

با توجه به جدول ۶-۳-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت طبق صفحه ۱۳ مبحث ششم تعیین می گردد .

- ✓ بار زنده بام = ۱۵۰ $\frac{kg}{m^2}$
- ✓ بار زنده طبقات = ۲۰۰ $\frac{kg}{m^2}$
- ✓ بار زنده راه پله = ۳۵۰ $\frac{kg}{m^2}$
- ✓ بار بالکن های طره : ۳۰۰ $\frac{kg}{m^2}$

برای بار زنده ی بام میبایست بار برف نیز محاسبه شده و هریک از این دوبار که بیشتر باشد مبنای طراحی قرار میگیرد...

محاسبه ی باربرف:

باربرف بنا به تعریف،وزن لایه برفی است که بر اساس آمارموجوددر منطقه احتمال تجاوز از آن در سال کمتر از ۲درصد(دوره بازگشت ۵۰سال)باشد.

شهرگرگان با توجه به جدول۶-۴-۱مبحث ششم جزء مناطق با برف متوسط به حساب می آید که مطابق با بند ۶-۴-۲مبحث ششم بار برف مبنا برای مناطق با برف متوسط برابر است با ۱۰۰دکا نیوتن.....

بار برف بامها:بار برف بر روی بامها .Pr را باید با توجه به شیب بام برای هرمترمربع تصویر افقی سطح آن ،از رابطه زیر تعیین نمود:

$$Pr=Cs\times Ps$$

Cs:ضریبی است به نام ضریب اثر شیب که در بامهای مسطح با زاویه ی شیب کمتر از ۱۵درجه" برابر است با ۱پس:

Pr=1×100=100 kg/m^2 100>25 ok

طبق بند ۴-۶-۳-۱مقدار Prدرهرحالت نباید کمتر از ۲۵کیلوگرم برمترمربع در نظرگرفته شود

MAX(150,100)=150 Kg/m^2

با توجه به بار برف و حداقل بار زنده ی گسترده بام ها بار زنده ی بام برابر است با ۱۵۰دکانیوتن بر مترمربع.....

محاسبه ی بار WALL یا MASS :

بار mass به عنوان باراز نوع otherدر ایتبس معرفی میشود .هدف از معرفی این بار معادل سازی جرم وباردیوارها میباشد.از آنجاییکه در ایتبس وزن سازه از طریق بارهای وارد بر آن محاسبه میشود نرم افزارتنها بار دیوارهای روی تیرهارا در برآورد وزن طبقه منظور میکند که با توجه به بند آیین نامه ۲۸۰۰ در محاسبه ی وزن طبقات میبایست نصف باردیواروی تیر با نصف بار دیوار زیرین ملاک قرار داده شود.برای همین میبایست باری به ایتبس معرفی شود که این اختلاف را جبران کند واز طرفی در ترکیبات بار وطراحی نقشی نداشته باشد. اکثرا این بار در طبقاتی که دارای اختلاف ارتفاع هستند منظور میگردد.در این پروژه هم ارتفاع پارگینگ وبام و خرپشته با سایر طبقات متفارت میباشد که باید بار mass برای آنها حساب شود:

محاسبه ی بار massدیوارهای جانبی طبقه پارگینگ:

دیوار نمادار **:**(480-625)/2=-72.5 kg/m

دیوار بدون نما : (560-625)/2=-32.5 kg/m

دیوار تراز نیم طبقه:(240-552.5)/2=-156.25 kg/m

محاسبه ی بار massدیوارهای جانبی طبقه بام:

تمامی دیوارها :625/2=312.5 kg/m

دیوارتراز نیم طبقه:(625-830)/2=-102.5 ...

دیوارهای بدون نما خرپشته:(0-430)/2=-215...

محاسبه ی بارmassدیوارهای جانبی خرچشته(به تیرهای سقف خرپشته وارد میشود):

430/2=215kg/m

دیوارنمادار خرپشته:830/2=415 kg/m

پارتیشن های طبقات پارگینگ وبام نیز باسایر طبقات متفاوت میباشد .

سقف بام وزن نیمی از پارتیشن های طبقه زیرین را به خود جذب میکند که باید لحاظ شود:

160/2=80 kg/m^2

سقف طبقه ی پارکینگ نیمی از پارتیشن های طبقه پارگینگ ونیمی از طبقه اول را به خود جذب میکند.

محاسبه ی ضریب زلزله(C)

محاسبه بارهای جانبی نظیر زلزله :

بند ۶-۷-۲-۲- ۱مبحث ششم :نیروی جانبی زلزله موثر بر سازه باربر جانبی ساختمان را میتوان با استفاده از روش تحلیل استاتیکی معادل ویا تحلیل دینامیکی محاسبه نمود .موارد کاربرد هر یک از انها در بند های ۶-۷-۲-۵و۶-۷-۲-۶توضیح داده شده اند.

بند۶-۷-۲-۳:موارد کاربرد روش های تحلیل استاتیکی معادل وتحلیل دینامیکی

۱-۳-۲-۷-۶: روش تحلیل استاتیکی معادل تنها در موارد زیر میتوان به کار برد:

الف:ساختمان های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه

ب:ساختمان های نامنظم تا ۵ طبقه ویا با ارتفاع کمتر از ۱۸متر از تراز پایه

پ:ساختمان هایی که در انها سختی جانبی قسمت فوقانی به طور قابل ملاحظه ای کمتر از سختی جانبی قسمت تحتانی است به شرط آن که:

-هر یک از دو قسمت سازه به تنهایی منظم باشد

-سختی متوسط طبقات تحتانی حداقل ۱۰برابر سختی متوسط طبقات فوقانی باشد.

زمان تناوب اصلی نوسان کل سازه بیشتر از ۱،۱برابر زمان تناوب اصلی قسمت فوقانی ،با فرض اینکه این قسمت جدا در نظر گرفته شده وپای آن گیردار فرض شود،نباشد

بند۶-۷-۲-۳-۲:روش های تحلیل دینامیکی را در مورد کلیه ی ساختمان ها می توان به کار برد ولی به کارگیری آنها برای ساختمان هایی که مشمول بند ۶-۷-۲-۳-۱نمیشوندالزامی است.

با توجه به موارد ذکر شده در بالا لزومی برای کنترل منظمی و نامنظمی سازه ندیدم چراکه ارتفاع ساختمان کمتر از ۱۸متر از تراز پایه میباشدکه در صورت نامنظم بودن نیز میتوان از تحلیل استاتیکی استفاده نمود ..از طرف دیگر فاصله ی مرکز جرم وسختی نیز کمتر از ۲۰درصد بعد ساختمان درهرطرف میباشد.

بند ۶-۷-۲-۵-۱:نیروی جانبی زلزله –نیروی برش پایه،V

حداقل نیروی برشی پایه یا مجموع نیروهای زلزله در هر یک از امتدادهای ساختمان با استفاده از رابطه زیر محاسبه میگردد:$V = CW$

که در این رابطه:V نیروی برش پایه

C : ضریب زلزله وW وزن کل ساختمان شامل تمام بار مرده و وزن تاسیسات ثابت به اضافه درصدی از بار برف

ضریب زلزله از رابطه ی زیر بدست می اید:

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

مشخصات مورد نیاز برای بدست آوردن ضریب زلزله:

۱-نسبت شتاب مبنای طرح که درواقع نسبت شتاب زلزله به شتاب ثقل میباشد باتوجه به لرزه خیزی منطقه وبر اساس جدول (۲)آیین نامه ی ۲۸۰۰بدست می آید:

اصفهان :منطقه با خطر نسبی زیاد است

A=0.3

نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه خیزی مختلف

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	٪۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	٪۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	٪۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	٪۲۰

۲-ضریب اهمیت ساختمان که با توجه به گروه بندی ساختمان از جدول(۵) آیین نامه ۲۸۰۰ بدست می آید.

کاربری:مسکونی گروه ساختمان از نظر اهمیت:گروه ۳ با اهمیت متوسط I=1

طبقه بندی ساختمان	ضریب اهمیت
گروه ۱	۱/۴
گروه ۲	۱/۲
گروه ۳	۱/۰
گروه ۴	۰/۸

۳-ضریب رفتار ساختمان بر اساس سیستم های باربرجانبی مورد استفاده در سازه مطابق با جدول ۶ بدست می آید.

سیستم قاب خمشی متوسط + دیوار برشی بتنی در جهت x: R=6.5

سیستم قاب خمشی متوسط + دیوار برشی بتنی در جهتY : R=6.5

توضیح:در این پروژه از دو سیستم باربر جانبی در جهت xوyاستفاده شده است ...با توجه به اینکه در سازه های بتنی اتصالات صلب هستند وتمامی قاب ها خمشی میباشند .میبایست سیستم باربر جانبی در جهت yرا سیستم دوگانه معرفی میکردم اما با توجه به اینکه سیستم دوگانه برای سازه های با ارتفاع بلند و زمانیکه یه سیستم به تنهایی قادر به تحمل نیروی زلزله نیست استفاده میشود و در ضوابط مطابق بابند ۱-۹-۴-پ آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ بایستی قاب های خمشی به تنهایی ۲۵درصد نیروی زلزله رو تحمل کنند برای این پروژه که سه طبقه رو پیلوت میباشد و مساحت زیادی هم ندارد اکثر نیروی زلزله توسط دیوارهای برشی تحمل میشودو سهم قاب های خمشی کمتر از ۲۵درصد است وبرای اینکه مجبور به افزایش مقاطع بر اساس بند پ نشوم با استناد به تبصره ۳ (در صورتی که سیستمی الزام ردیف پ را برآورده نکند سیستم دوگانه محسوب نشده وجزو سیستم قاب ساختمانی ساده منظور میگردد) سیستم را با فرض اینکه قاب ساختمانی ساده میباشد در نظر گرفتم و به جای ضریب رفتار ۸ ضریب رفتار۷ را درمحاسبه ی ضریب زلزله لحاظ کردم که این باعث افزایش نیروی زلزله و اطمینان بیشتر شدو تمامی مقاطع نیز با این روش جواب دادند....

> ***تبصره ۳:*** در صورتی که سیستمی ضابطه ردیف پ را برآورده نکند، سیستم دوگانه محسوب نشده و جزو سیستم قاب ساختمانی ساده ، بند ۶-۷-۱-۹-۲، منظور می گردد.

ضریب بازتاب ساختمان: برای محاسبه ی ضریب بازتاب ساختمان ابتدا بایدزمان تناوب سازه را در هردوجهت با توجه به سیستم های باربر جانبی بدست آورد:

مطابق با بند ۲-۳-۶ آیین نامه۲۸۰۰ زمان تناوب اصلی نوسان بستگی به مشخصات ساختمان وارتفاع ان از تراز پایه با استفاده از روابط تجربی زیر تعیین میگردد:

چنانچه میانگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قابها ایجاد نکند:

در قابهای بتن مسلح با سیستم قاب خمشی + دیوار برشی :(جهت x , Y)

T=0.07×H^(3/4)= 0.05×12.9^(0.9)=0.49

نوع زمین	T.	Ts	خطر نسبی کم و متوسط	خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد
			S	S
I	۰/۱	۰/۴	۱/۵	۱/۵
II	۰/۱	۰/۵	۱/۵	۱/۵
III	۰/۱۵	۰/۷	۱/۷۵	۱/۷۵
IV	۰/۱۵	۱/۰	۲/۲۵	۱/۷۵

با توجه به تیپ خاک که از نوع تیپ ۲ میباشد بر اساس جدول ۳ پارامترهای مربوط به محسابه ی ضریب بازتاب ساختمان مشخص میشوند:T.=0.1 Ts=0.5 S=1.5

$$B = ۱ + S\left(\frac{T}{T_o}\right) \qquad ۰ \le T \le T_o$$

$$B = S + ۱ \qquad T_o \le T \le Ts$$

$$B = (S+۱)(Ts/T)^{\frac{۲}{۳}} \qquad T \ge Ts$$

همانطور که مشخص است درهردو جهت زمان تناوب سازه بین دو عدد ۰,۱و ۰۵ میباشد که از فرمول دوم استفاده میشود

B=1.5+1=2.75

محاسبه ی ضریب زلزله:

بعد از بدست اوردن کلیه پارامترهای مورد نیاز آنهارا درفرمول جایگذاری کرده و ضریب زلزله را بدست میآوریم با توجه به موارد بالا ضریب زلزله در جهت XوYباهم برابر هستند:

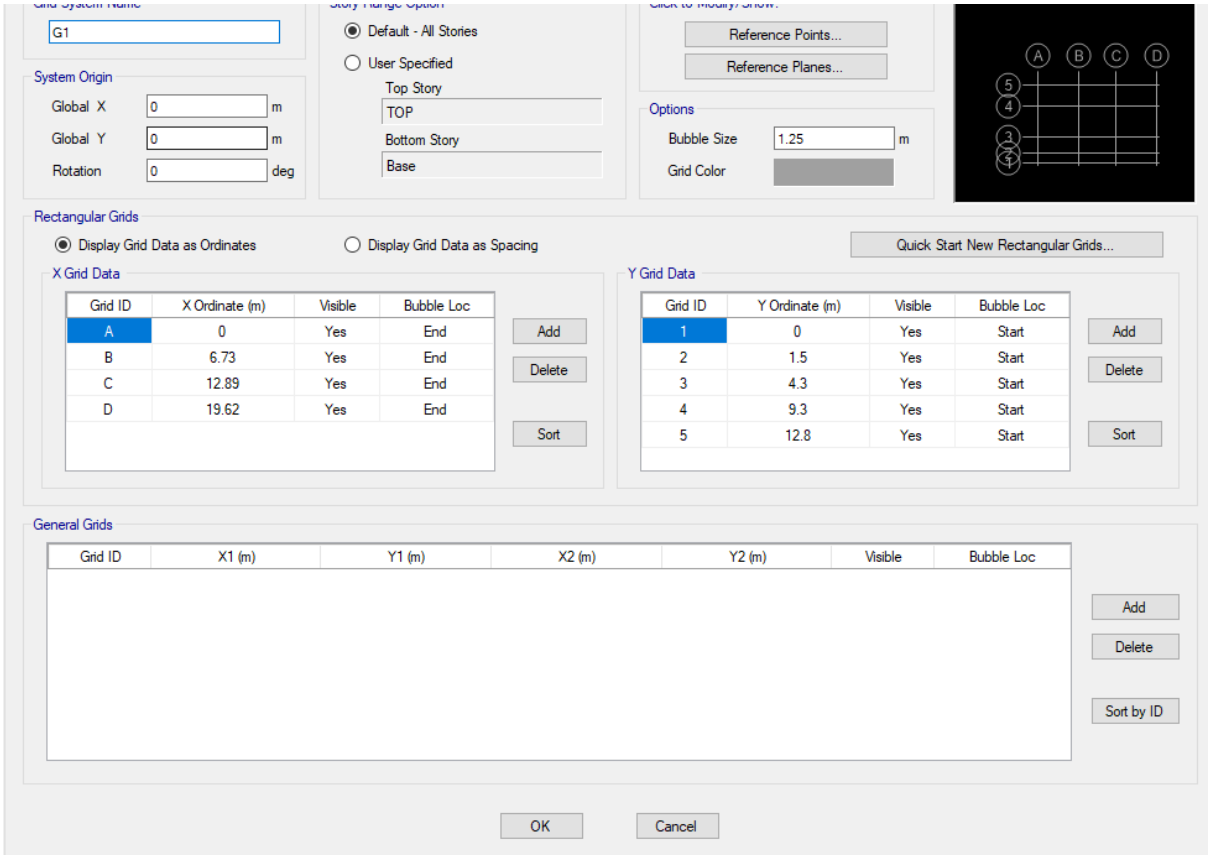
CX=CY=0.3×1×2.75/6.5=0.12

فصل سوم:کار با نرم افزار

مدل سازی:

- **Define Grid Data**:

قبل از شروع مدل سازی سازه تنظیم واحد میباشد که کیلوگرم برمترمربع وارد شده است.در این قسمت گریدها و یا آکس های سازه در جت xو yمشخص شده وفواصل آنها تعیین میشود..(مشخصات درپلان)



➢ **Define story Data:**

دراین قسمت مشخصات تعداد طبقات و ارتفاع هریک از آنها مشخص میشود و برای راحتیه کار مدل سازی و جلوگیری از تکرار ،طبقه ی پیلوت به عنوان طبقه نمونه انتخاب وسایر طبقات به جز خرپشته مشابه با طبقه ی پیلوت میباشند.سازه سه طبقه روی پیلوت بوده که ترجیح داده شد خرپشته نیز مدل گردد وبه این ترتیب تعداد طبقات ۵ وارد گردیده است.

ارتفاع طبقه پارکینگ:۳,۰۵متر

ارتفاع طبقات:۳,۳۵

ارتفاع خرپشته:۲,۵متر

ارتفاع کل ساختمان(بدون فونداسیون) با احتساب خرپشته: ۱۸,۶ متر

	Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
▶	TOP	3.2	12.9	No	None	No	0	
	ROOF	3.2	9.7	No	None	No	0	
	Story3	3.2	6.5	No	None	No	0	
	Story2	3.2	3.3	No	None	No	0	
	Story1	3.2	0.1	No	None	No	0	
	Base		-3.1					

بعد از مشخص کردن تعداد خطوط شبکه در راستای xوyو همچنین فواصل آنها وارتفاع تمامی طبقات با توجه به پلان های معماری تیرها و ستونها در جای خود رسم گردید .

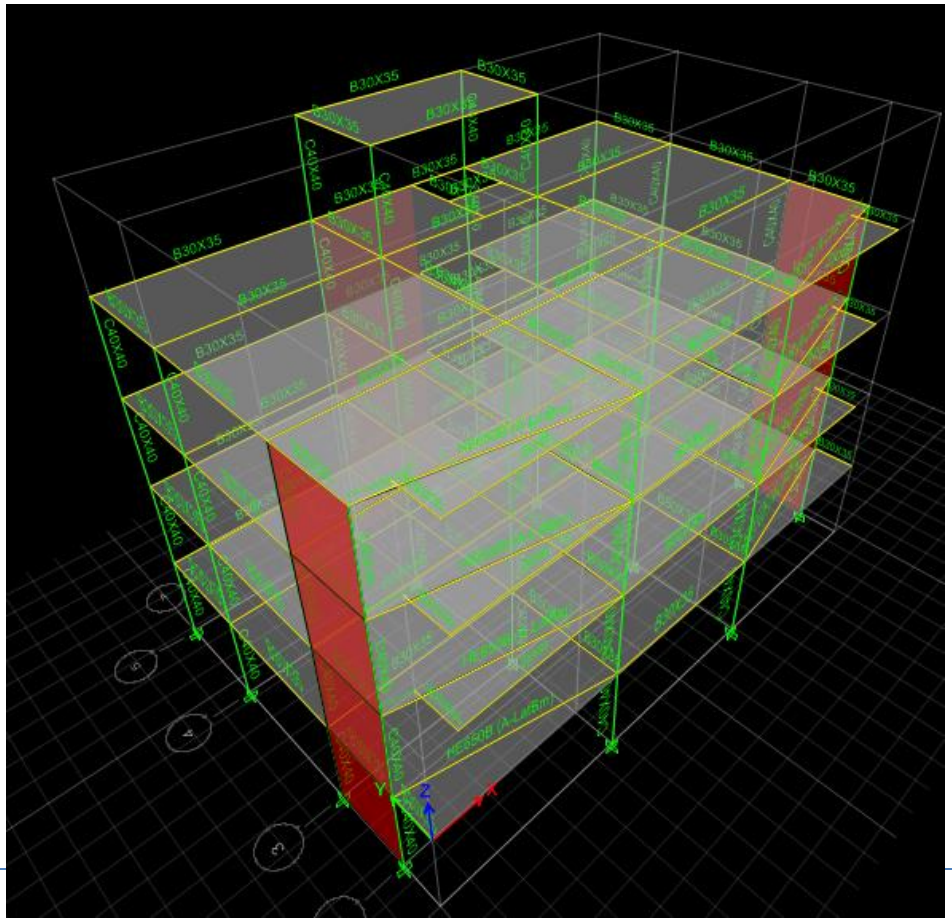
برای ترسیم سقف ها از نوع تیرچه بلوک سعی بر این بود برای اینکه سنگینی تیرچه ها بر روی تمامی ویا اکثر تیرهای سازه پخش گردد تیرریزی به صورت شطرنجی انجام شود

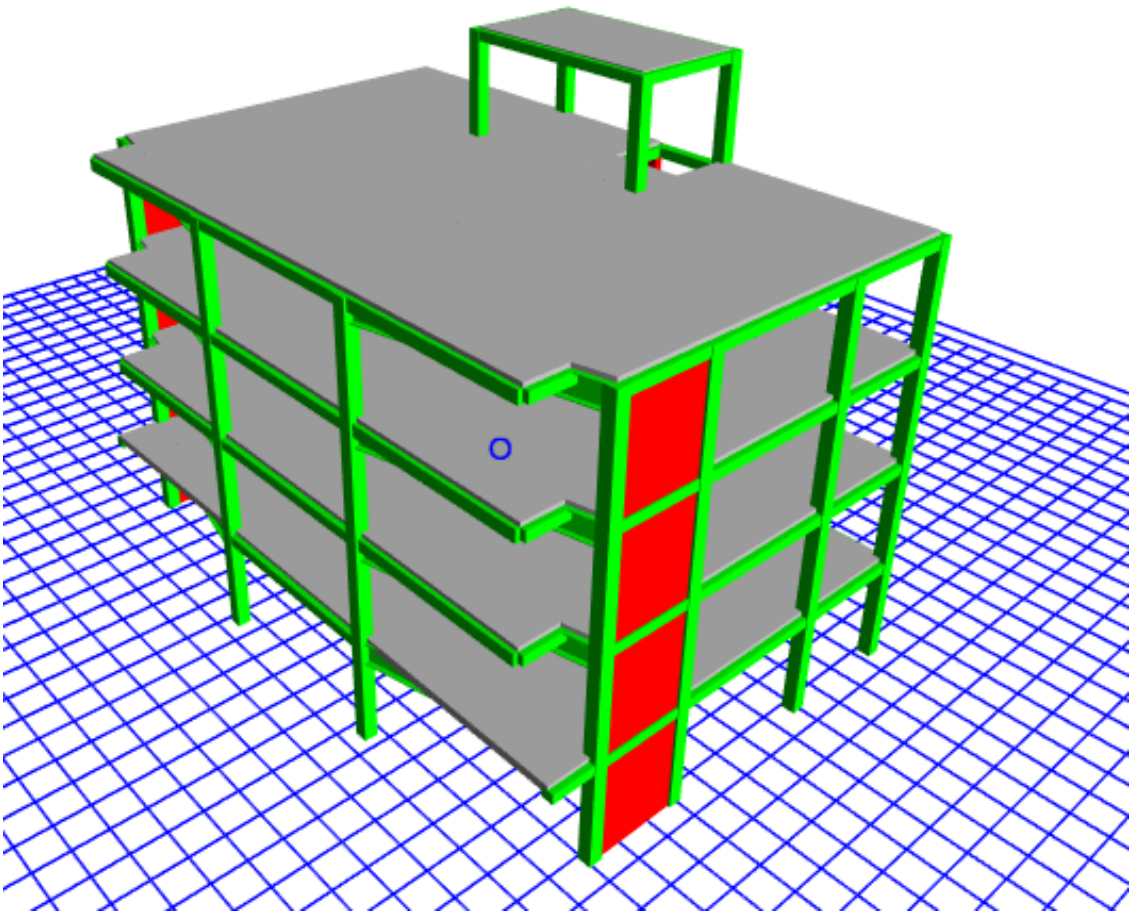
محل قرار گیری راه پله و آسانسور به صورت بازشو در نظر گرفته شد.

علاوه بر آن از آنجاییکه سیستم باربر جانبی در جهت y سیستم با دیوار برشی میباشد بایستی محل مناسبی برای جاگذاری دیوارهای برشی که تقریبا نسبت به محور yمتقارن بوده وباعث افزایش فاصله ی بین مرکز جرم ومرکز سختی نگردد انتخاب میکردم که بعد از بررسی ترچیح داده شد دیوارها در دو دهانه ی پایین پلان قرار بگیرند دلیل انتخابم هم کم تر بودن تعداد قاب های خمشی در قسمت تحتانی پلان بود وبا این کار درواقع میتوانستم سختی سازه رو در قسمت تحتانی بالا برده و تا حدی مرکز سختی را به مرکز جرم پلان نزدیکتر کنم ..

نمایی از مدل سازی و جانمایی دیوارهای برشی در پلان:

نمای سه بعدی از ساختمان:





منوی Define:

بعد از اتمام کار مدل سازی تکمیل کردن منوی دیفاین برای تعریف مشخصات مصالح ،مقاطع تیر وستون ،مقاطع سقف ودیواربرشی ، نام حالت های بار استاتیکی، تنظیم ظوابط لرزه ای سازه، تعریف ترکیب بارها با توجه به آیین نامه ACI318-99 مشخص کردن ضرایب بارمرده وزنده و بارمعادل سازی جرم جهت تعیین وزن سازه مطابق باآیین نامه ۲۸۰۰ زلزله و....میباشد.

- Material properties:

۱-Conc

۲-Conc0

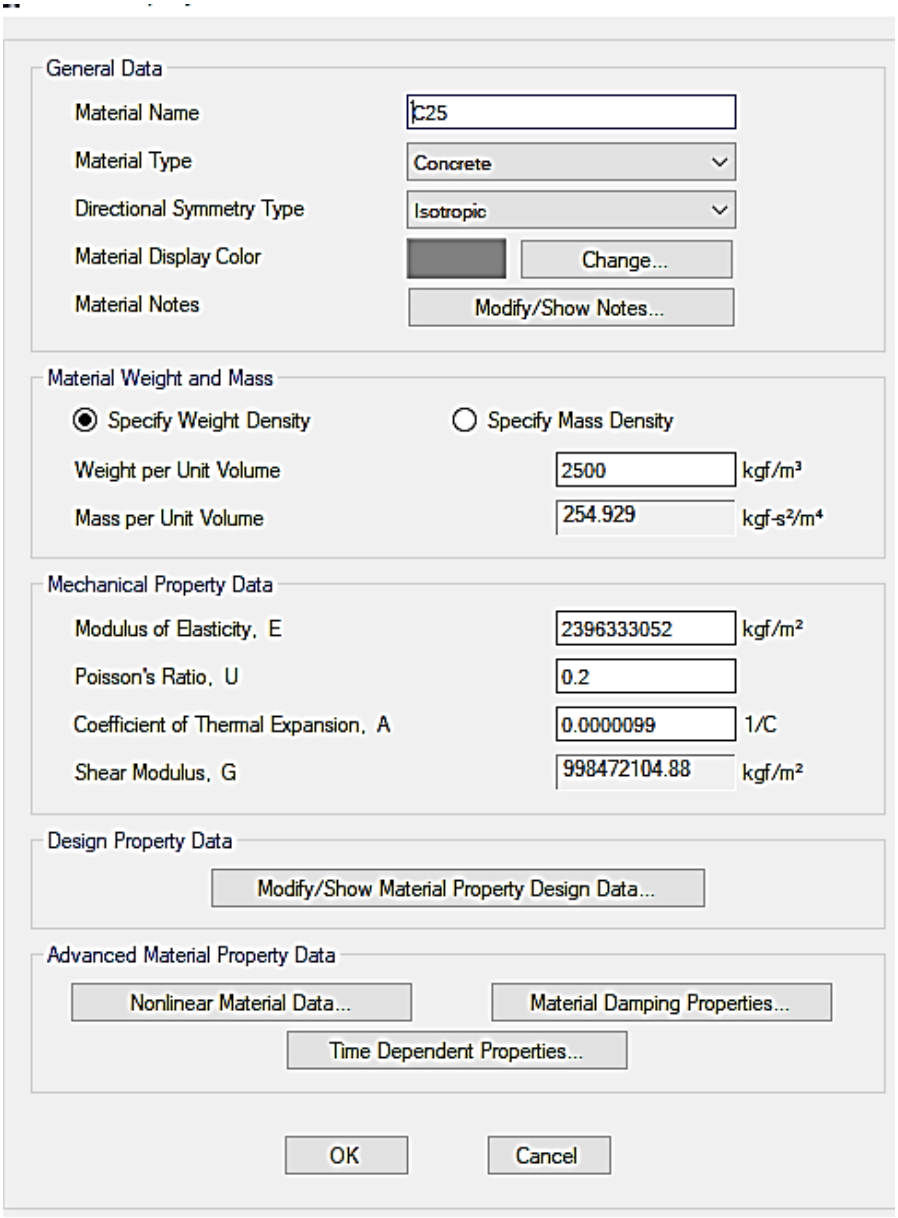
۳-Wall

سه نوع مصالح بتن ،بتن با وزن واحد حجم صفر و وال تعریف شده است.

۱-بتن برای مقاطع تیر وستون

۲-بتن صفر:از آنجاییکه در بارگذاری کل وزن سقف با بتن روی تیرچه ها و دال بتنی محاسبه شده در تعریف مقطع سقف تیرچه بلوک نباید در قسمت Material slabبتن وارد شود چون با این کار نرم افزار مجددا وزن دال بتنی سقف را محاسبه میکند .برای جلوگیری از این، بتنی با وزن و جرم صفر تعریف میکنیم .

۳-دلیل معرفی بتن با نام دیوار به دلیل استفاده از آرماتورهای A2 در دیوارهای برشی هستش بر خلاف تیر وستون ها که آرماتورهای خمشی واصلی از نوع A3میباشد در دیوارها ازآرماتورهای A2 استفاده شده .به این ترتیب در قسمت تنش تسلیم Fyو Fys برای هر دو ۳۰۰مگا پاسکال وارد میشود.(۳۰۰×۱۰^۵کیلوگرم بر متر مربع).

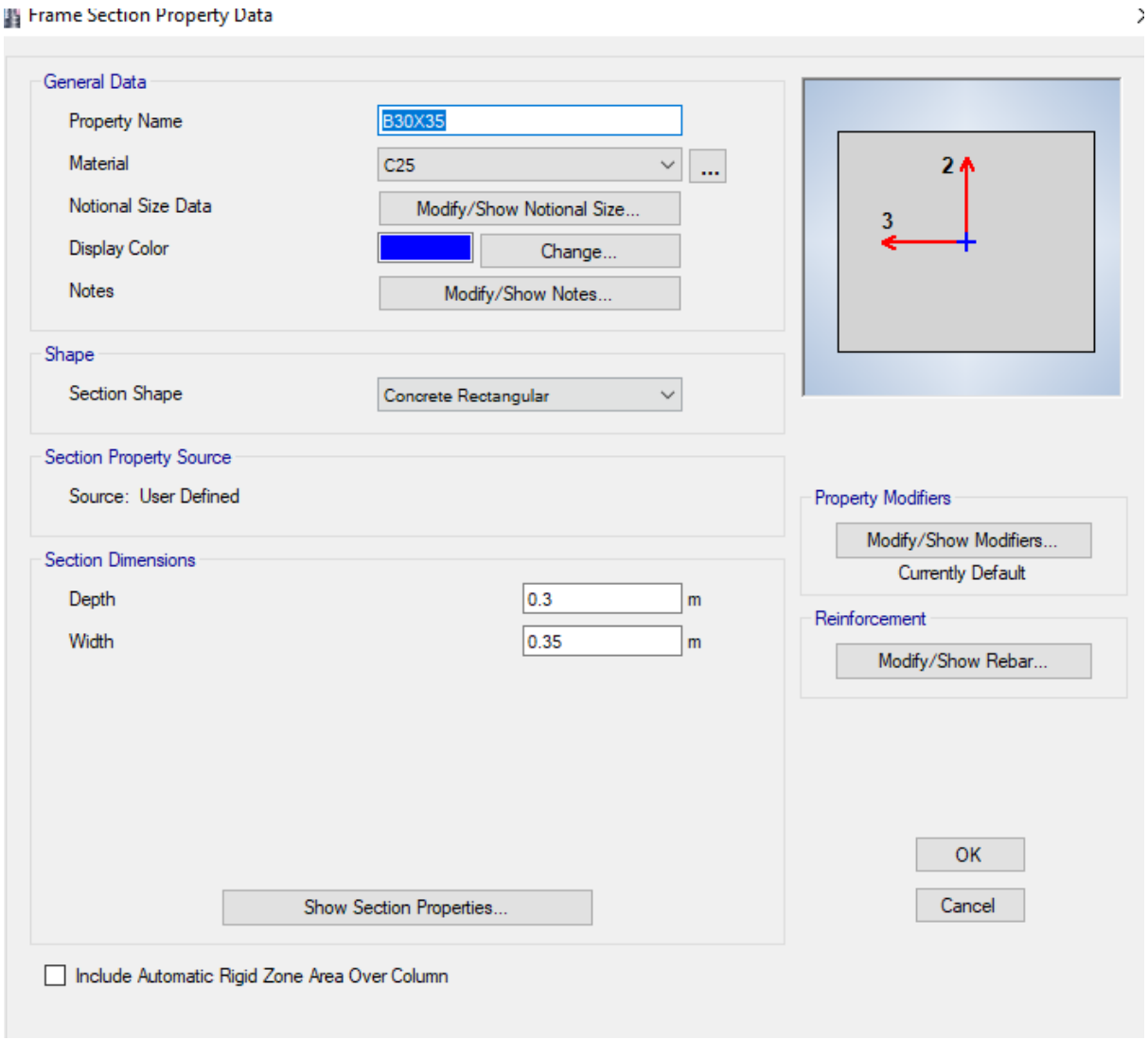


- Frame Section:

تعریف مقاطع تیر وستون

مطابق با جدول ۹-۶-۵ مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها (میلی متر) برای تیر وستون در شرایط محیطی متوسط ۴۵ سانتیمتر است که برای کلیه مقاطع ۵ سانتیمتر پوشش بتن در نظرگرفتم البته میبایست قطر خاموت و نصف قطر میلگردهای طولی نیز به آن اضافه میشد که با توجه به نظر استاد راهنما همون ۵سانتیمتر از نظر ایشان مناسب بود.
در تعریف مقطع تیر فقط کافیه مقطع تیر مشخص شود و نرم افزار مقدار آرماتور مورد نیاز برای تیرهارا محاسبه میکند.

- Beam:

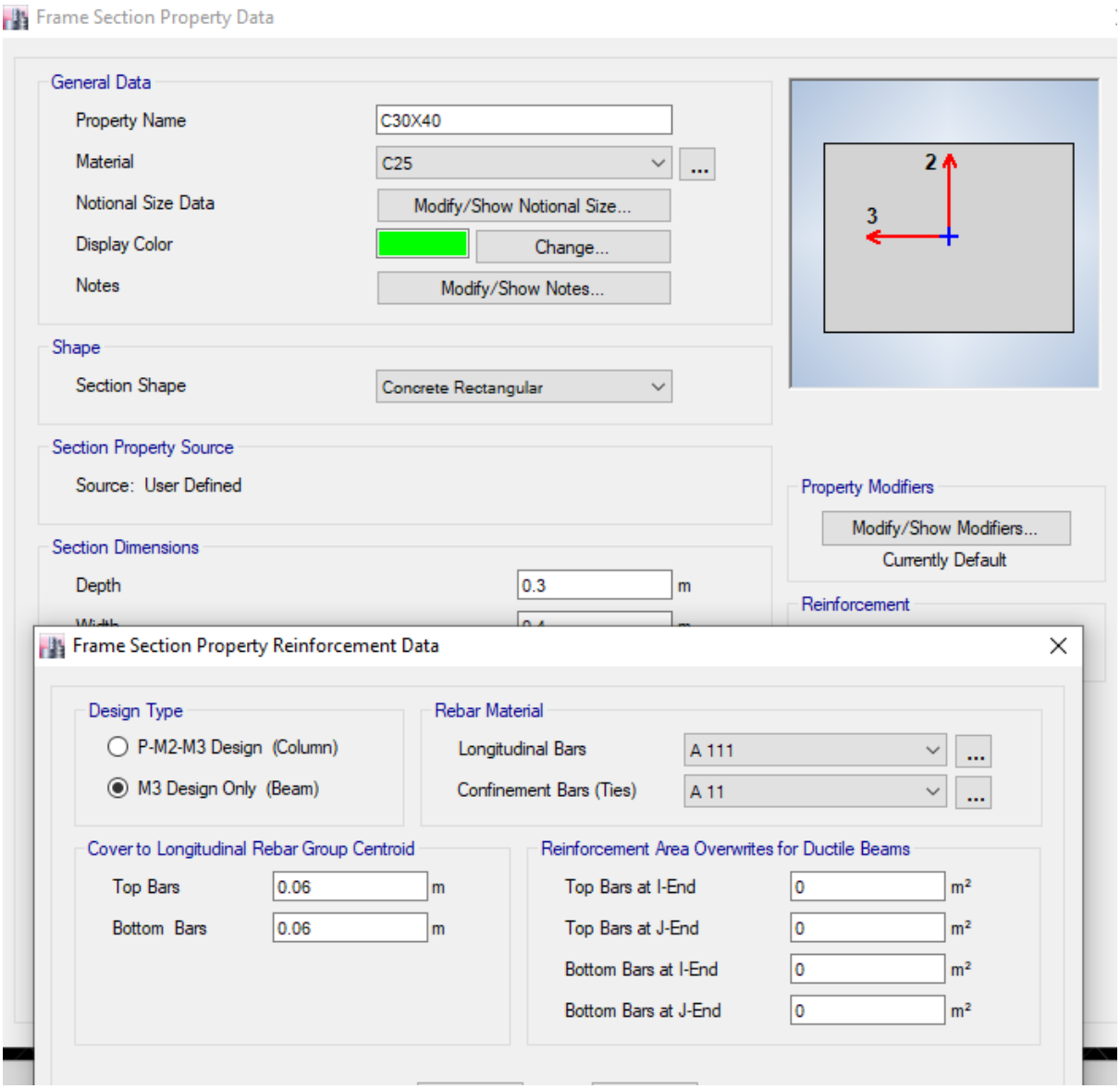


- **Column:**

در این پروژه از مقطع ۴۰ ×۴۰ برای طبقه اول، ۳۵×۳۵ برای طبقه دوم وسوم و از مقطع ۳۰×۳۰ برای بام وخرپشته استفاده شده است..

- **CheckK/Design**: همانطور که در شکل مشخص هست گزینه ی چک کردن آرماتورها انتخاب شده است.

در این روش برای طراحی ستون ابتدا مقطع و تعداد آرماتورهای طولی را به صورت حدس اولیه معرفی میکنیم و بعد از اختصاص، نرم افزار عملیات تحلیل وطراحی را انجام داده و در آخر نسبت تنش موجود به تنش مجاز رو محاسبه میکند واگر این نسبت از یک بیشتر شد به این معناست که مقطع با تعداد آرماتور معرفی شده جوابگو نمیباشد وبایستی مقطع را تغییر داد

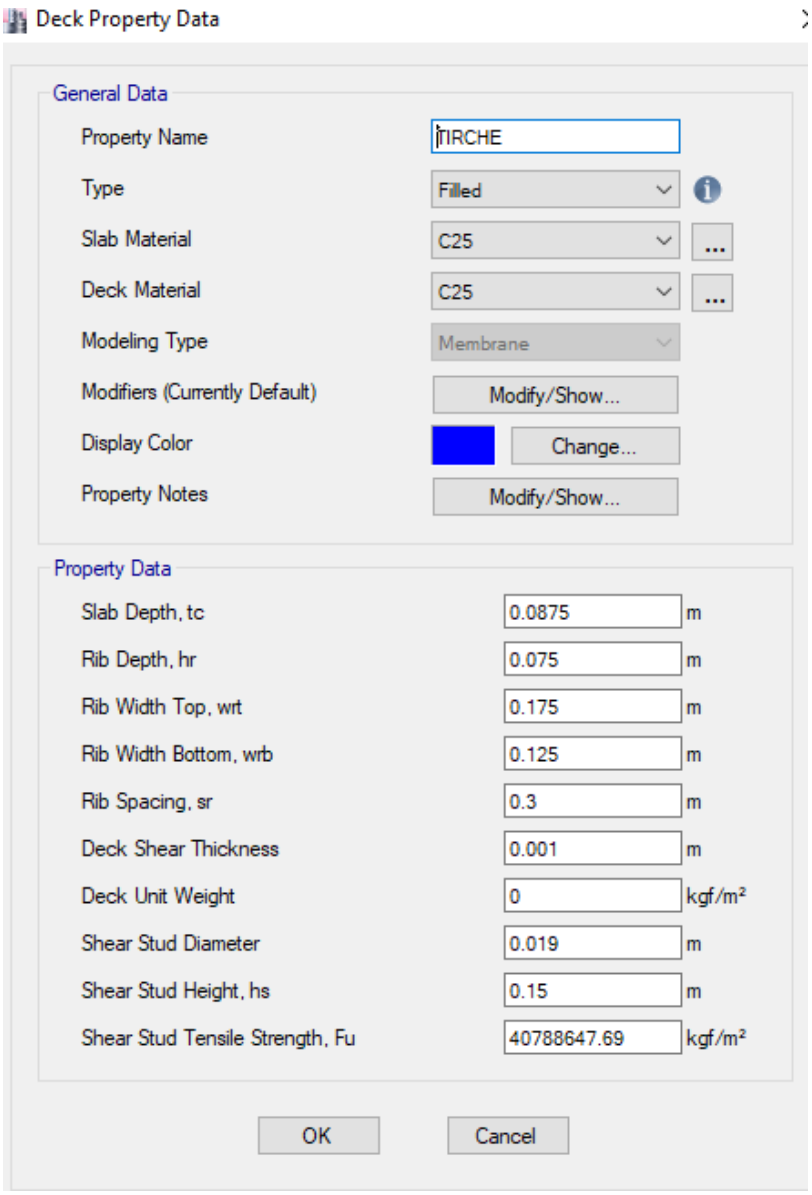


- Wall/Slab/deck Section:

تعریف مشخصات سقف تیرچه بلوک با بلوک پلی استایرن و تیرچه با عرض ۱۰ و ارتفاع ۲۵

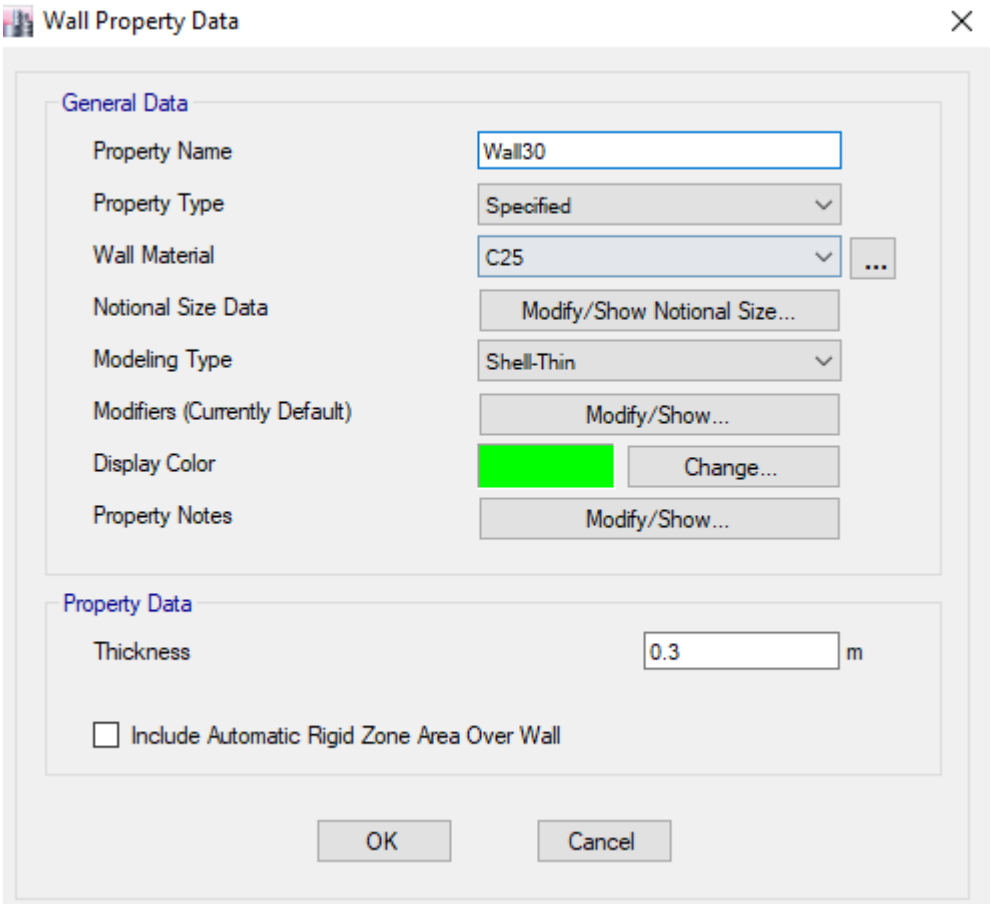
ضخامت دال بتنی :۵ سانتیمتر

فاصله ی مرکز به مرکز تیرچه ها:۵۰ سانتیمتر



تعریف مقطع دیوار برشی:

با فرض اینکه دیوار رفتار درون صفحه ای و یا غشایی دارد و درواقع تنها دراستای طول خود عملکرد دارد دیواررا از نوع Membraneانتخاب کرده (مطابق با کتاب باجی) و در این پروژه در تمامی طبقات از دیوار با ضخامت ۲۰ سانتیمتر استفاده شده است.



➢ Static Load cases:

تعریف حالت های بار استاتیکی:شامل معرفی بارهای مرده ،زنده زلزله های جهت X، Y ، Zوحالت بار معادل سازی جرم وبار میباشد.

در برنامه ETABSهمواره به طور خودکار حالت های بار مرده و زنده تعریف شده اند.

در تعریف بارهای جهت Xو Yزلزله میبایست اثر پیچش تصادفی نیز در نظر گرفته شود که البته مطابق با بند۲-۳-۱۰-۴ آیین نامه ۲۸۰۰ زلزله در ساختمان های تا ۵ طبقه ویا کوتاهتر از ۱۸متر در مواردی که برون مرکزی جانبی طبقه در طبقات بالاتر از هر طبقه کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد .محاسبه ی ساختمان در برابر لنگر پیچشی الزامی نیست.

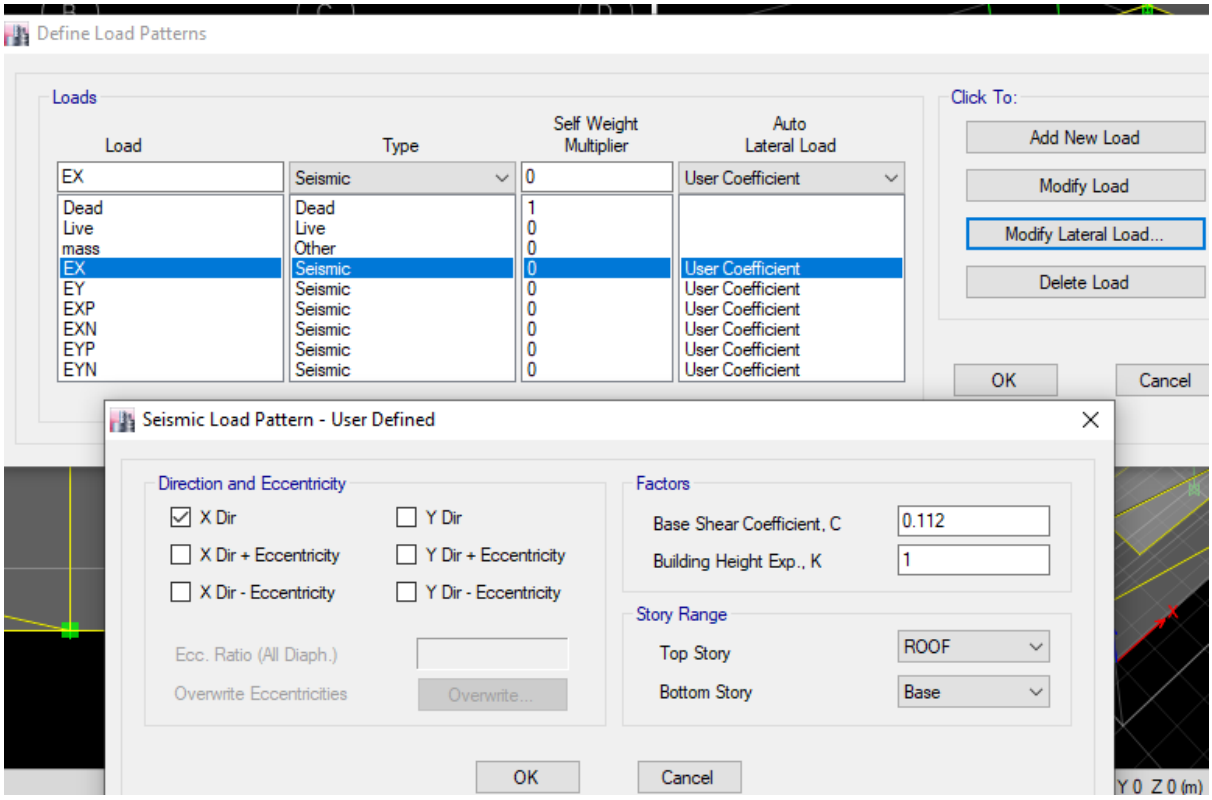
همانطور که در جدول مشخص میباشد فاصله ی مرکز جرم وسختی کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در جهت عمود بر آن میباشد ومیتوان اثر پیچش تصادفی را در معرفی حالت های بار زلزله در نظر گرفت اما باز برای اطمینان بیشتر اثر پیچش تصادفی لحاظ شده وحالت های بار مربوط به آن تعریف شده است.بدون ضرب در اثر بزرگ نمایی و بررسی منظمی سازه چون نیازی به اثر دادن نبود از این مورد صرفه نظر کردم.

Story	XCM	YCM	XCR	YCR	XCR-XCM	YCR-YCM	درصد نسبت به بعد ساختمان در جهت عمود		<5%(X)	<5%(y)
PENT	7.237	7.365	7.697	7.529	0.46	0.164	3.18	1.2	TRUE	TRUE
ROOF	7.629	6.971	7.938	7.3	0.309	0.329	2.14	2.35	TRUE	TRUE
STORY2	7.532	6.711	7.922	7.304	0.39	0.593	2.68	4.23	TRUE	TRUE
STORY1	7.541	6.718	7.879	7.286	0.338	0.568	2.33	4.1	TRUE	TRUE
PILOT	7.596	6.721	7.818	7.224	0.222	0.503	1.53	3.59	TRUE	TRUE

اثر نیروی جانبی اضافی در تراز سقف آخر(نیروی شلاقی): در توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان بایستی نیروی شلاقی که از رابطه ی Ft=0.07×T×V بدست می آید را از برش پایه کم کرد و سپس مطابق با فرمول، ضربدر(نسبت حاصلضرب وزن در ارتفاع طبقه به مجموع حاصلضرب وزن و ارتفاع تمامی طبقات) شود...

حال مطابق با آیین نامه زلزله اگر زمان تناوب سازه کمتر از ۰,۷ باشد میتوان آن را برابر صفر اختیار نمود.

زمان تناوب سازه ۰,۴۸ و۰,۳۵ هستش که در هردو جهت کمتر از ۰,۷ میباشد ...در این صورت برای تعریف نیروی زلزله میتوان در قسمت Auto Lateral Load گزینه ی User Coefficient را انتخاب کرد.با انتخاب این گزینه میتوان ضریب زلزله و بالاترین طبقه از نظر نیروی زلزله و همچنین برون مرکزی اتفاقی را تعریف کرد.(برای محاسبه ی برش پایه زلزله)



Load Combination:

بر اساس آیین نامه بتن آمریکا ACI318-99ترکیب بارها به صورت زیر است:

۱-(1.4D)

۲-(1.4D+1.7L)

۳-0.75(1.4D+1.7L+1.87E)

۴-0.9D+1.43E

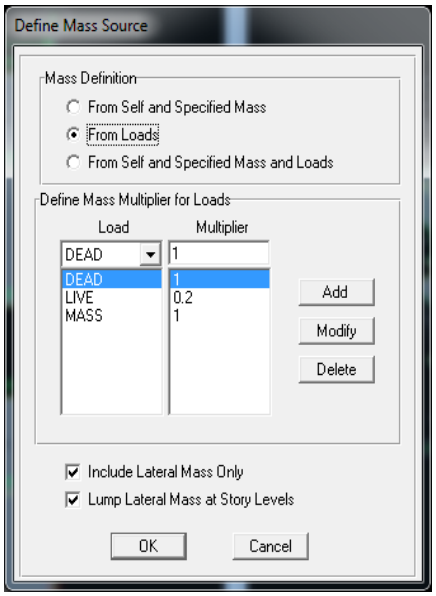
در این چند ترکیب بار تمام جهات نیروی زلزله xوyو به صورت رفت و برگشتی یعنی با علامت مثبت و منفی برای نیروهای زلزله لحاظ شده است.

علاوه بر موارد بالا مطابق بابند آیین نامه ۲۸۰۰ برای ساختمان های نامنظم در پلان و یا ستون هایی که در محل تقاطع دو یا چند سیستم باربر جانبی قرار دارند بایستی صد در صد نیروی زلزله هرامتداد را با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود برآن ترکیب کرد.

برای نیروی زلزله هم ۱۰۰ درصد نیروی زلزله در هر امتداد با ۳۰درصد نیروی زلزله در جهت عمود برآن و۳۰ درصد نیروی زلزله در جهت Xترکیب شده است.

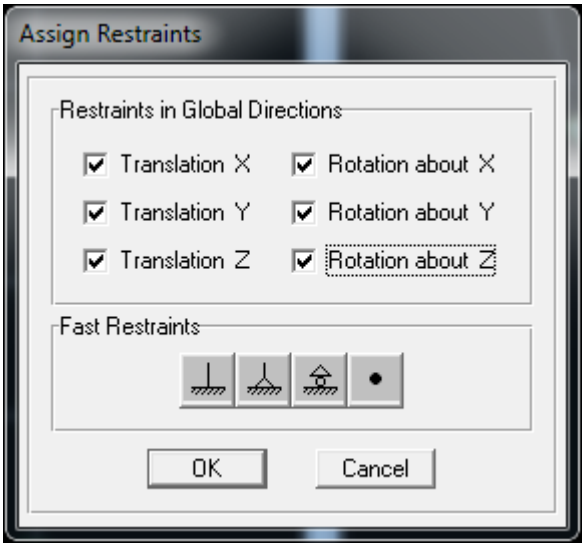
Mass Source:

در این قسمت که مربوط به محاسبه ی وزن سازه برای تعیین برش پایه زلزله میباشد مطابق با آیین نامه ۲۸۰۰زلزله میبایست برای تعیین وزن سازه کل بارمرده با درصد مشخصی از بار زنده که مطابق با جدول ۱ برای ساختمان های مسکونی ۲۰درصد میباشدرا در نظر گرفت .علاوه بر این دو ،بار معادل سازی جرم و وزن نیز با ضریب یک وارد شده است.

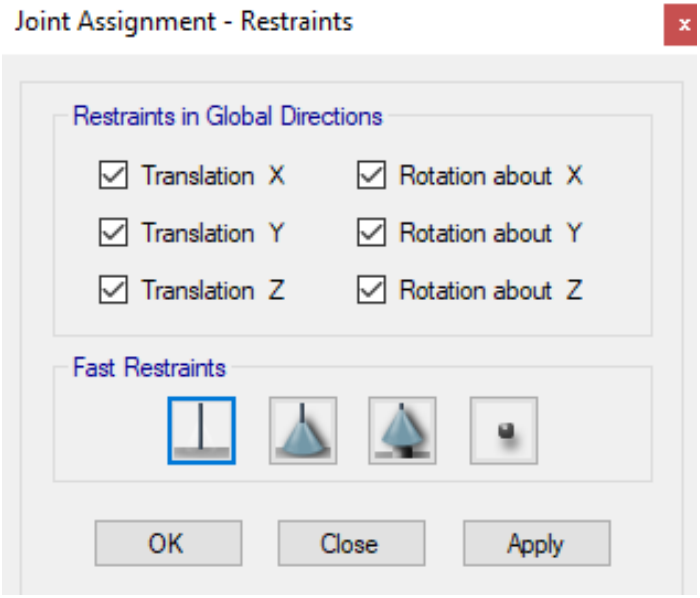


بعد از اتمام منوی دیفاین قبل از شروع به تحلیل سازه اقدامات زیر انجام ده است :

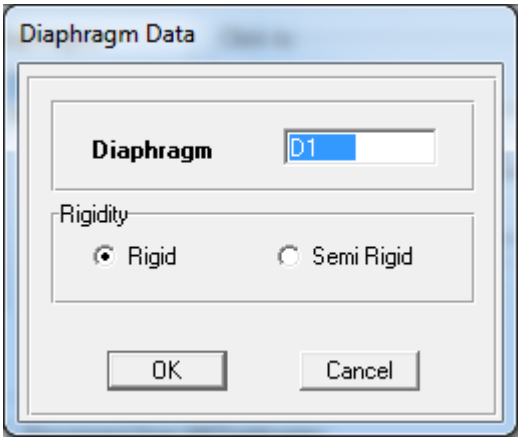
- **اختصاص تکیه گاه گیردار به ستون های طبقه Base :**. با توجه به بتنی بودن ساختمان اتصال ستون ها به تکیه گاه گیردار میباشد برای این منظور طبقه ی بیس را انتخاب کرده و از گزینه ی Restraints تکیه گاه گیردار را اختصاص دادم.

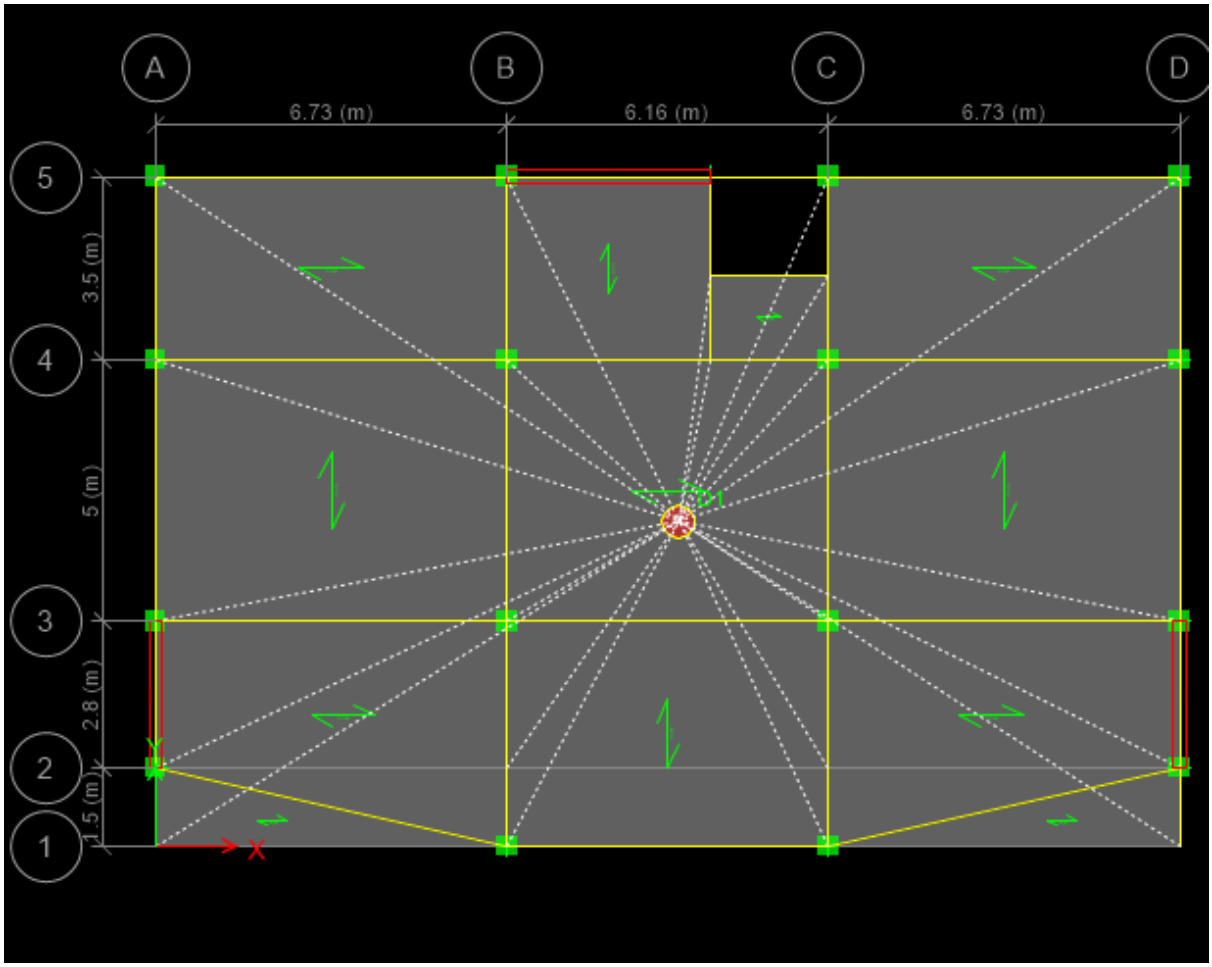


- **مفصلی کردن اتصال تیر به تیر** :در مورد اتصال تیرهای فرعی به تیرهای اصلی ...تیر فرعی اتاق پله ...تیرهای رسم شده در دیوار برشی



- **اختصاص دیافراگم دیافراگم صلب به تمامی سقف ها**:برای یکنواخت کردن تغییر شکل و تغییر طول کلیه سقف ها در تمامی نقاط آن دیافراگم صلب با انتخاب تمامی سقف ها به آن اختصاص داده شد.



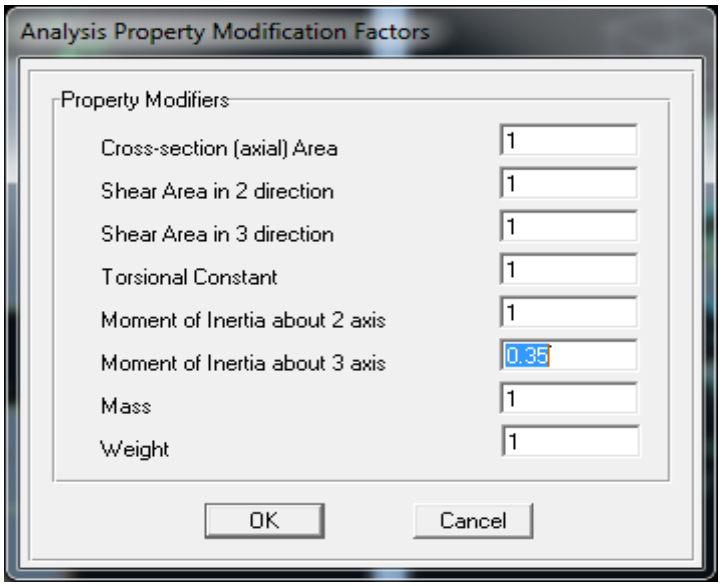


اعمال ضریب ترک خوردگی به ستون ها،تیرها، و دیوار برشی:

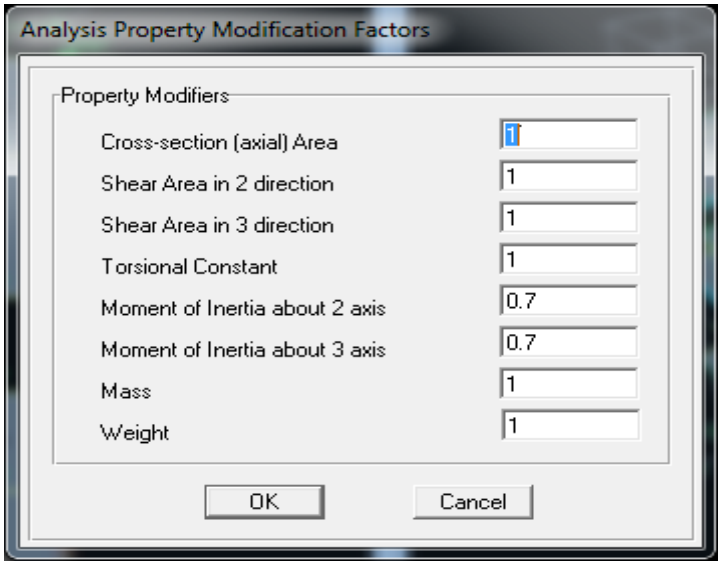
از آنجاییکه مقاطع بتنی تحت تنش کششی ترک میخورند و ایجاد ترک باعث کاهش ممان اینرسی مقطع و کاهش سختی خمشی مقطع میشود به این ترتیب ضرایب ترک خوردگی طبق مبث نهم مقررات ملی ساختمان در اعضای مهاربندی نشده (قاب خمشی)برای تیرها M33=0.35وبرای ستون ها M33=0.7 وM22وارد میشود.

در قاب های مهاربندی شده (دیوارهای برشی)تیرها 0.5و ستون ها ۱در جهت قاب مهاربندی شده.

تیرها

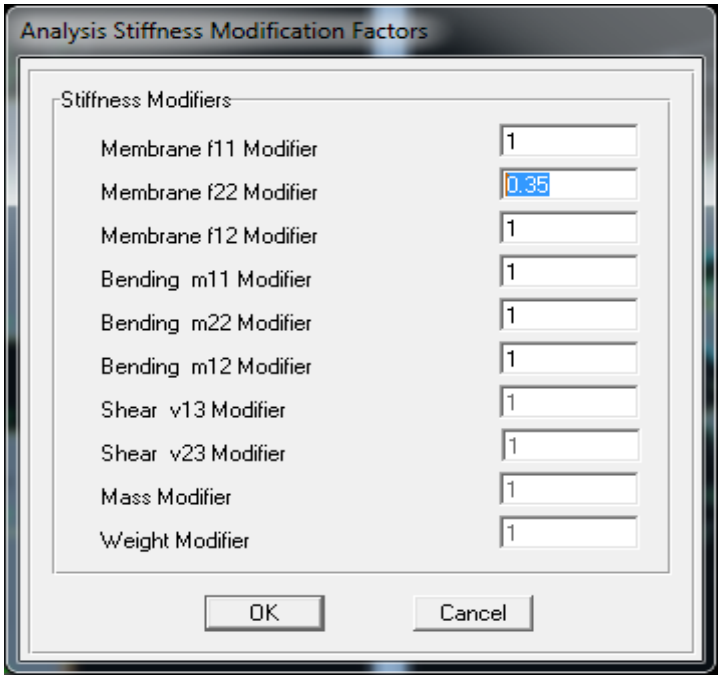


ستون ها

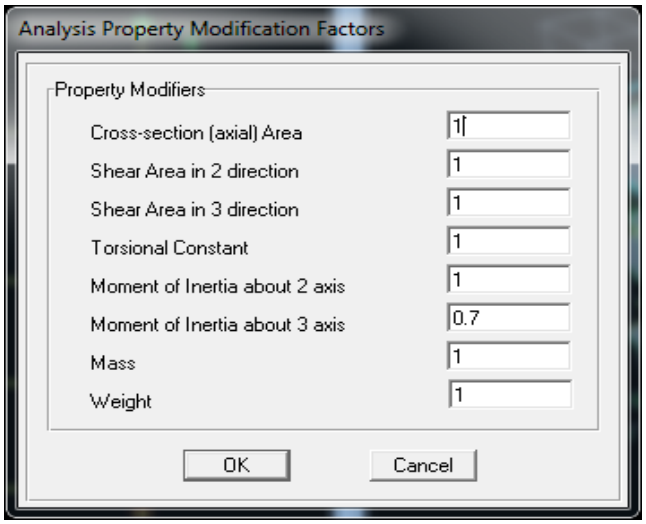


دیوارها با فرض اینکه تا بالا ترک خورده اند.

عامل اصلی ترک در دیوارهای برشی از نوع درون صفحه ای سختی غشایی f22 ناشی از نیروی محوری ولنگر خمشی میباشد .بدین ترتیب مطابق مبحث نهم برای دیوارهای برشی ترک خورده ضریب ترک خوردگی برابر 0.35 است.در صورت چک کردن ترک خوردگی دیوار بعد از تحلیل میتوان ضریب ترک خوردگی را برای دیوارهایی که ترک نخورده اند تغییر داد وبرابر 0.7 واردکرد.اما در این پروژه برای اطمینان بیشتر فرض شده است که تمامی دیوارها تا بالا ترک میخورند.

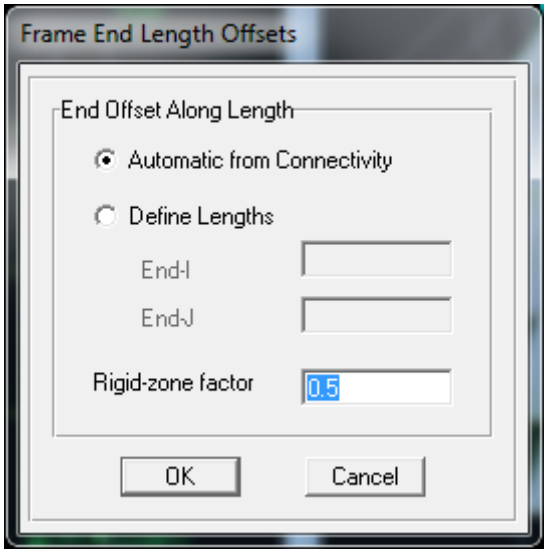


ستون های اطراف دیواربرشی



اعمال ضریب برای نواحی صلب انتهایی:

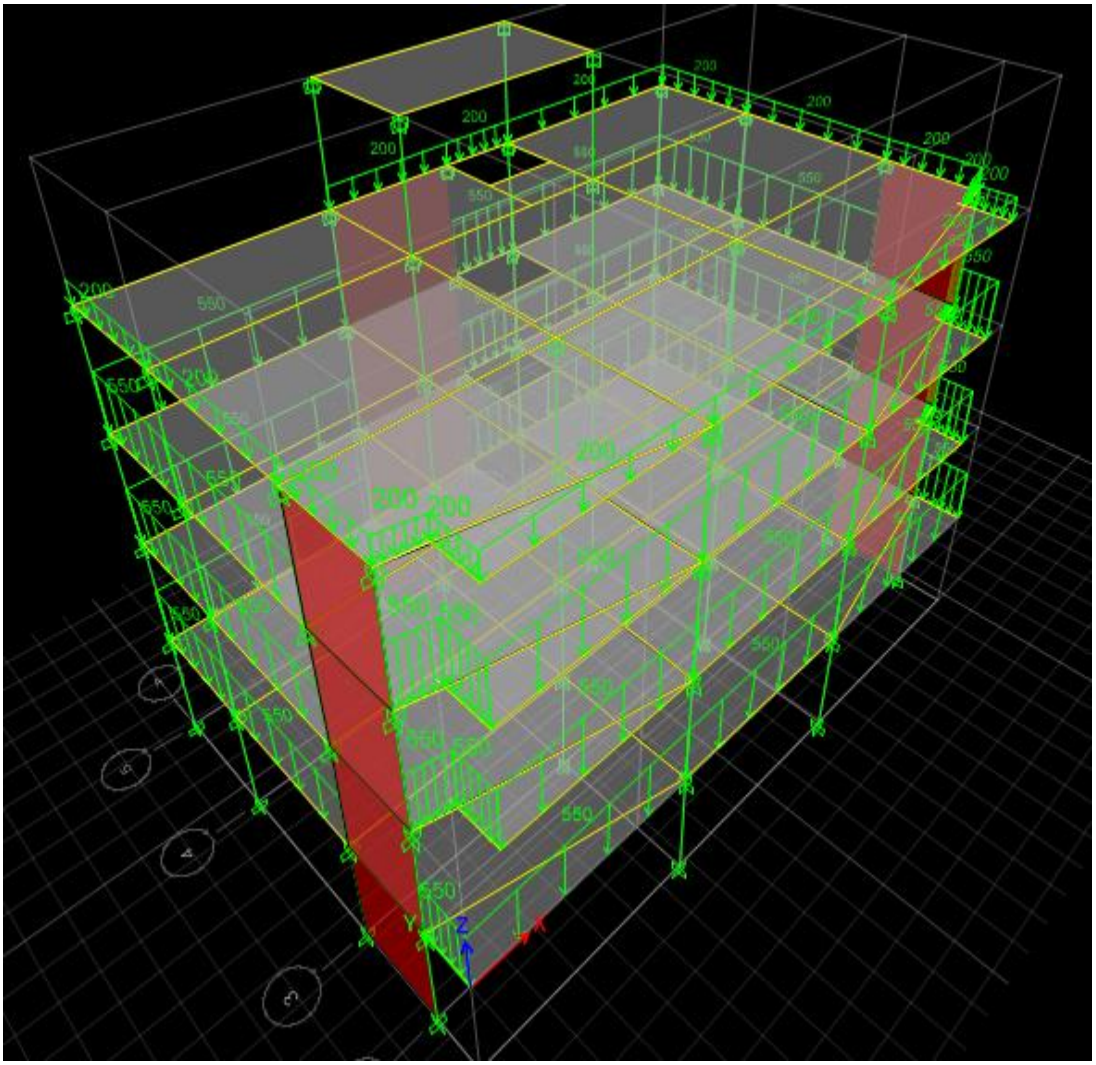
با اعمال ضریب 0.5 تنها نصف نواحی صلب انتهایی در محاسبات در نظر گرفته میشود.برای اعمال آن ابتدا تمامی اعضا انتخاب وسپس در قسمت End offsets در جعبه ی Rigid.zone factorضریب 0.5 وارد شده است.



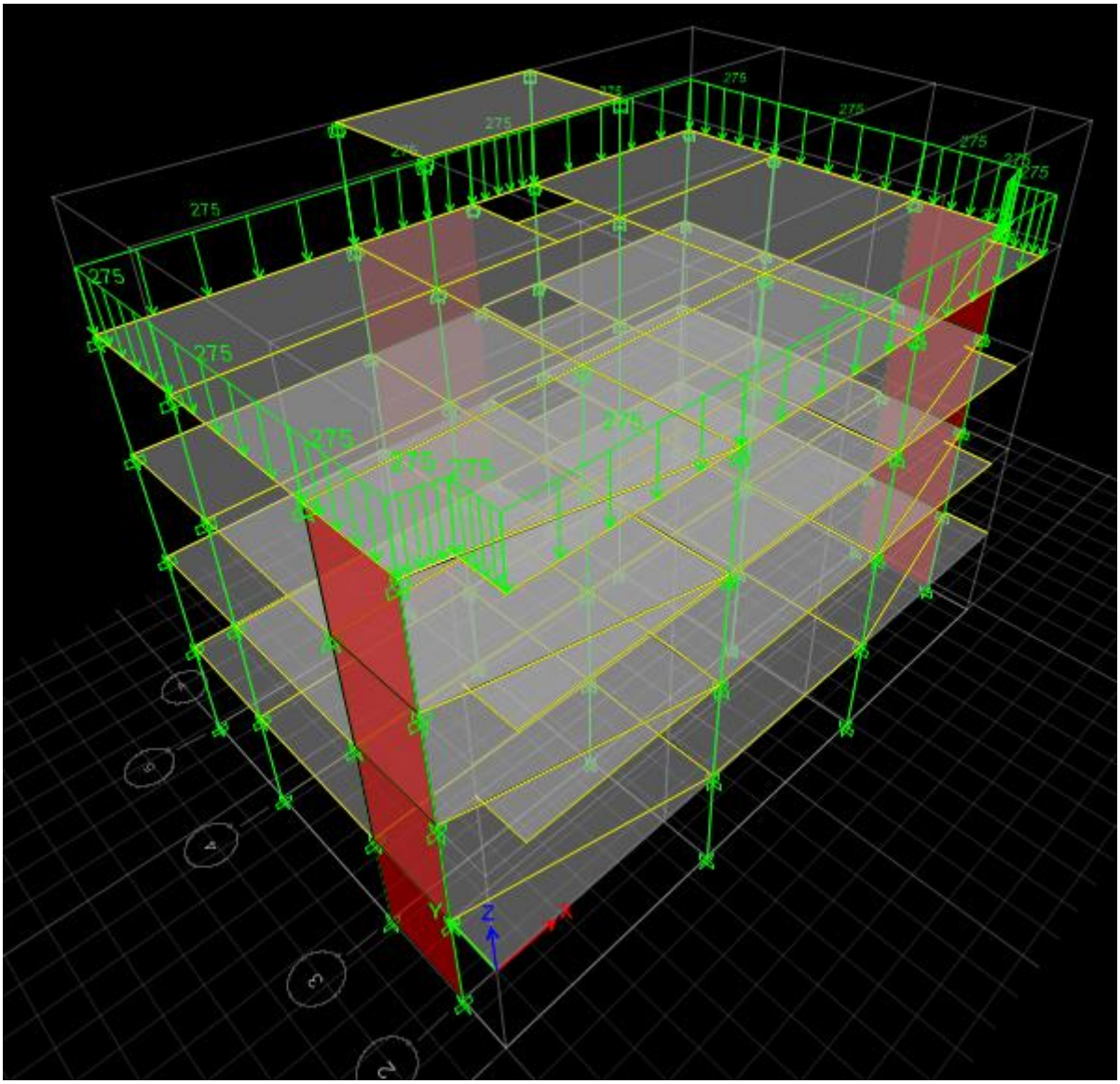
بارگذاری:

با توجه به فصل بارگذاری که به طور مفصل توضیح دادم دراین قسمت تنها بارهای وارده در ایتبس را به صورت گرافیکی نمایش میدهم...

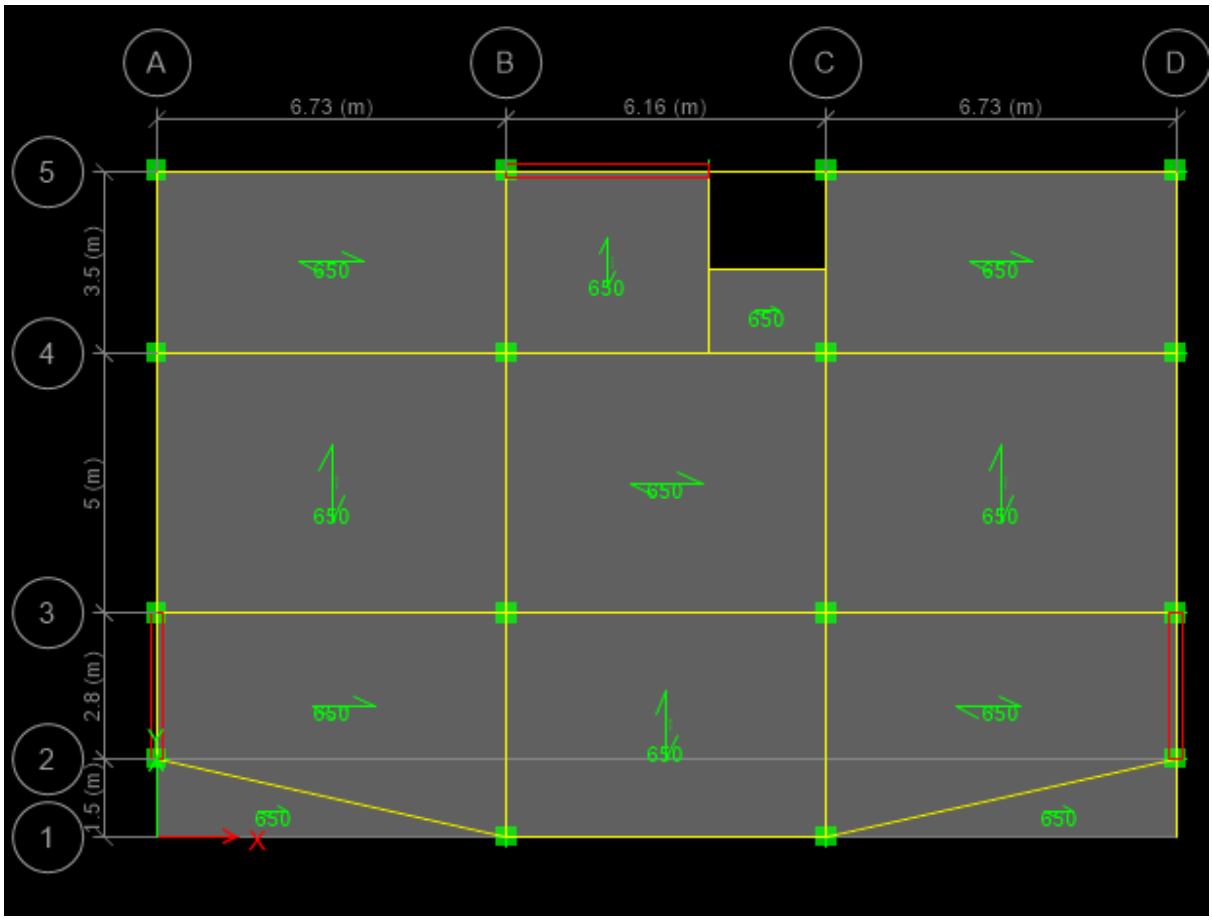
اعمال بارمرده دیوارها:



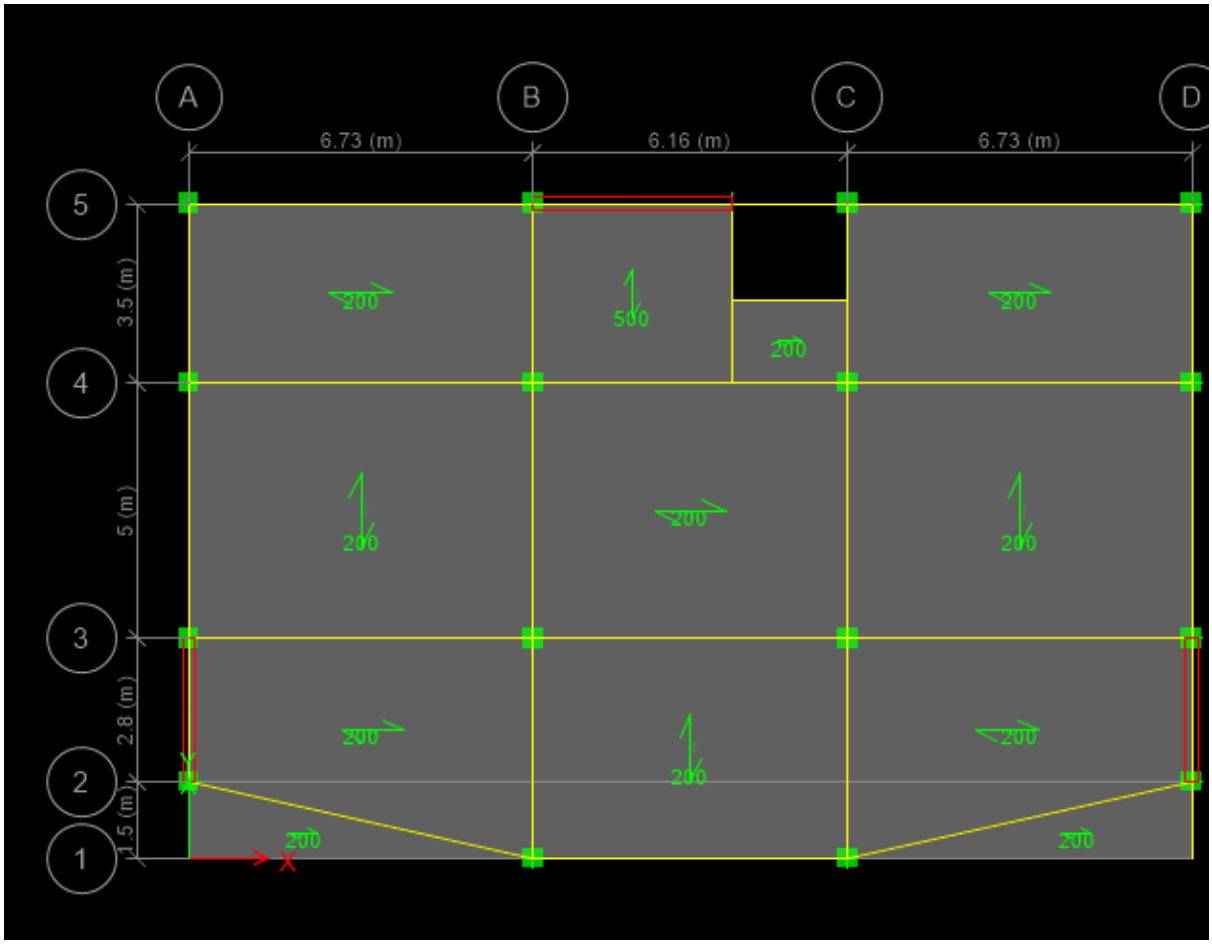
اعمال بار massدیوارها:


275
275
275
275
275
275
275
275
275
275
275
275
Y
Z
X

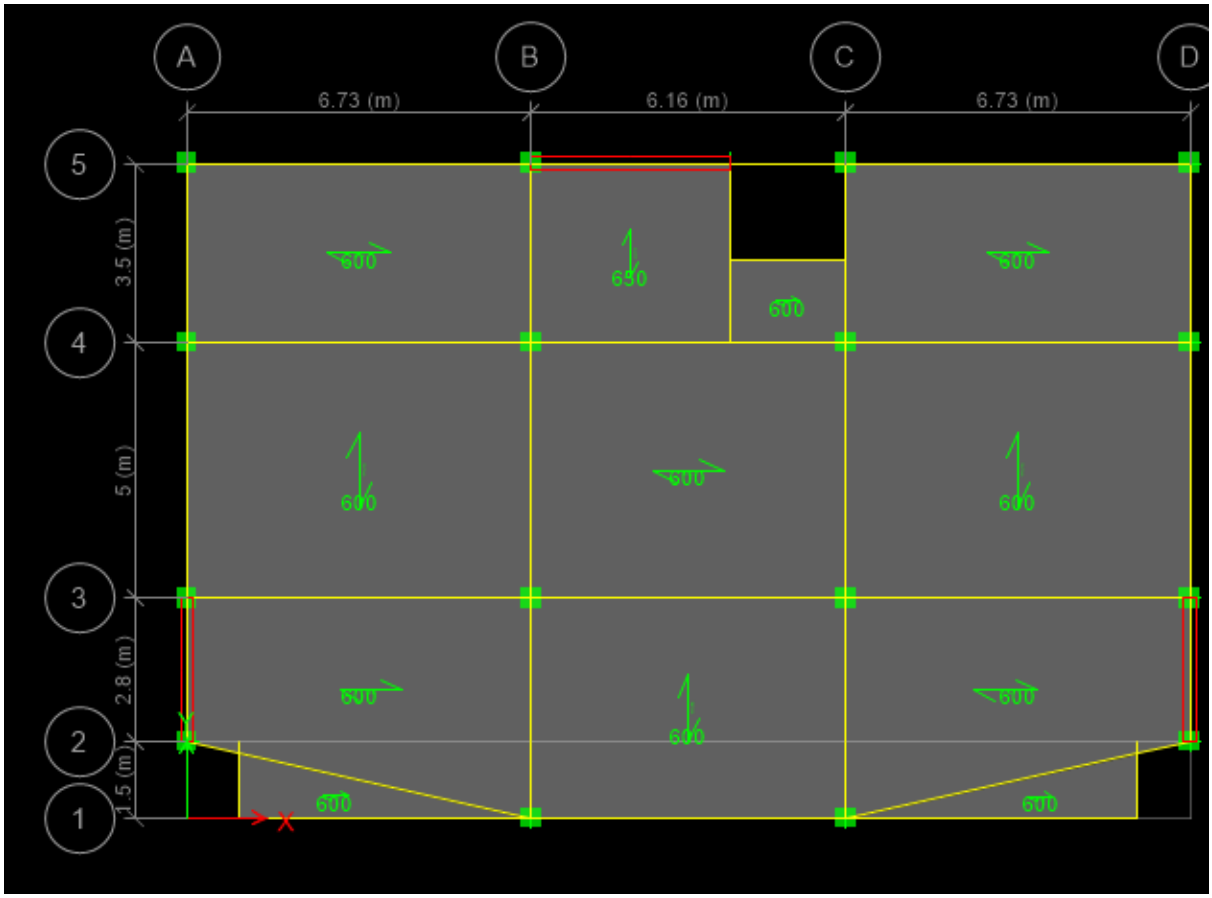
بارمرده سقف طبقات:



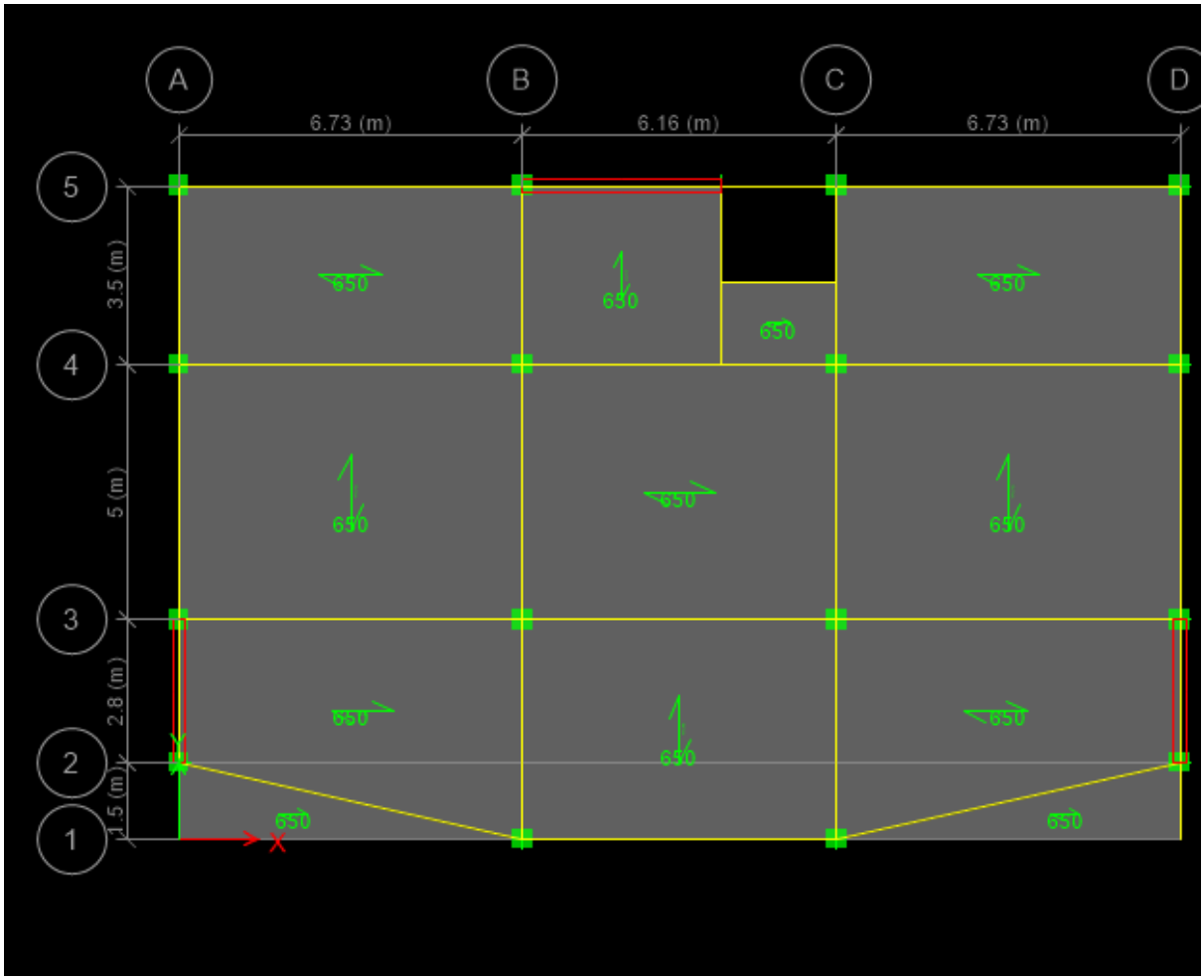
بار زنده سقف طبقات:



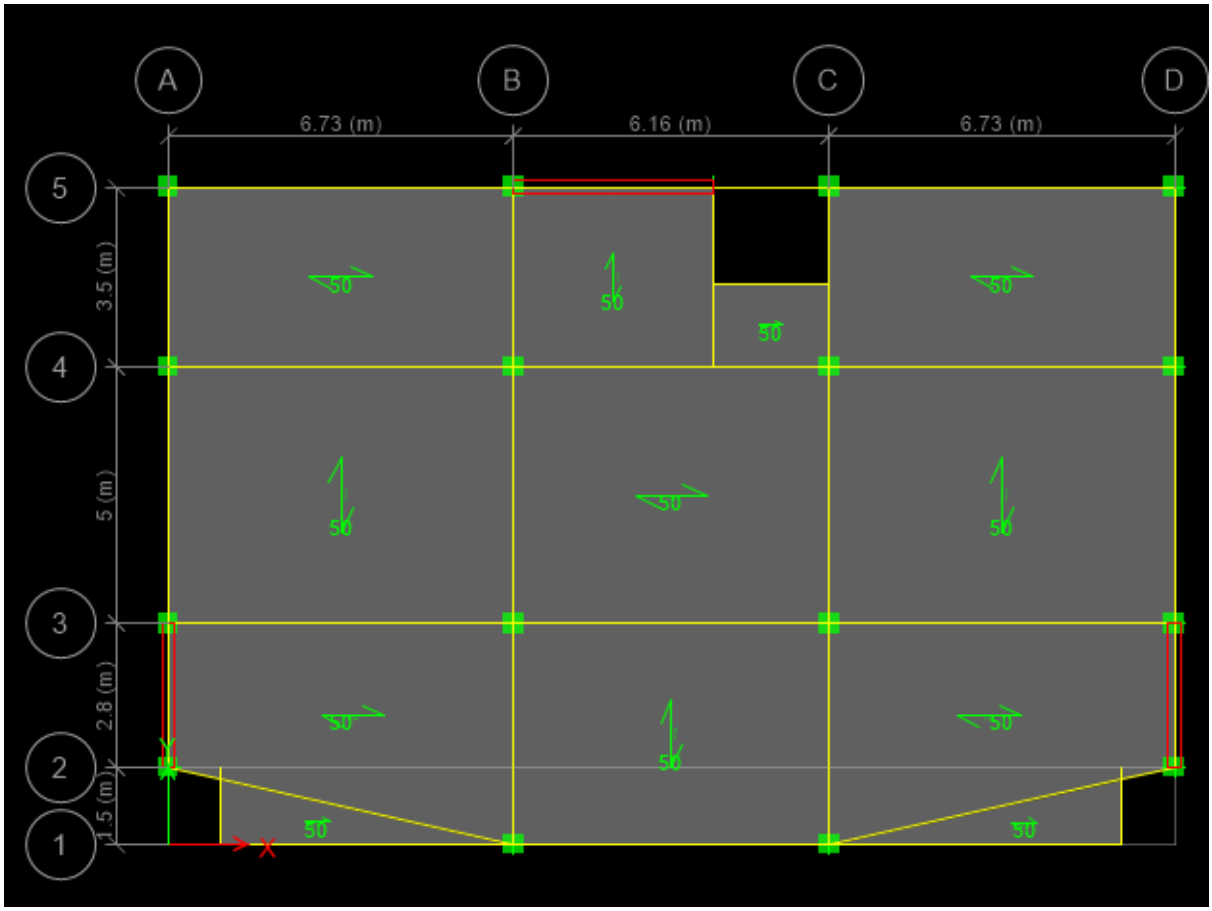
بار مرده سقف بام:



بار زنده سقف بام:



بارmass طبقه بام:



تنظیمات تحلیل سازه:

با توجه به ارتفاع ۱۵,۶۰متری ساختمان که کمتر از ۱۸ متر میباشد میتوان در هردو صورت منظمی ویا نامنظمی از تحلیل استاتیکی معادل استفاده نمود ...پس نیازی به کنترل منظمی سازه نمیباشد.اما برای اطمینان بیشتر شرطای منظمی سازه رابررسی کرده ام.

طبق بند ایین نامه ۲۸۰۰ یکی از شرطای منظمی سازه این است که فاصله ی مرکز جرم ومرکز سختی در هریک از دو امتداد متعامد ساختمان از ۲۰درصد بعد ساختمان در آن امتداد بیشتر نباشد.که مطابق جدول زیر این شرط برقرار است.

Story	XCM	YCM	XCR	YCR	XCR-XCM	YCR-YCM	درصد نسبت به بعد ساختمان در جهت محور		<20%(X)	<20%(y)
PENT	7.237	7.365	7.697	7.529	0.46	0.164	3.285714286	1.1388889	TRUE	TRUE
ROOF	7.629	6.971	7.938	7.3	0.309	0.329	2.207142857	2.2847222	TRUE	TRUE
STORY2	7.532	6.711	7.922	7.304	0.39	0.593	2.785714286	4.1180556	TRUE	TRUE
STORY1	7.541	6.718	7.879	7.286	0.338	0.568	2.414285714	3.9444444	TRUE	TRUE
PILOT	7.596	6.721	7.818	7.224	0.222	0.503	1.585714286	3.4930556	TRUE	TRUE

یکی دیگر از شرط ها این است که در صورت وجود فرورفتگی و یا پیش آمدگی درپلان اندازه آن از ۲۵درصد بعد خارجی ساختمان در همان امتداد تجاوز نکند.همانطور که مشخص هست این شرط نیز برقرار است و باتوجه به کمی نامنظمی در شکل پلان اما میتوان از آن صرفه نظرکرد وجز ساختمان های منظم درنظرگرفت.

2.4*100/14=18%

1.5*100/14.40=10%

3.3*100/14=23%

2.3*100/14.40=16%