

**دفترچه محاسبات**

**سازه پروژه بانک**

**۱۴۰۵**

## فهرست

- ۱- معرفی کلی پروژه..... ۵
- ۱-۱- معرفی ساختمان از نظر هندسی ..... ۵
- ۱-۱-۱- تعداد طبقات..... ۵
- ۱-۱-۲- طول و عرض ساختمان..... ۵
- ۱-۱-۳- ارتفاع ساختمان..... ۵
- ۱-۱-۴- کاربری ساختمان..... ۵
- ۱-۱-۵- موقعیت ساختمانی ساختمان..... ۵
- ۱-۱-۶- معرفی سیستم سازه ای ثقلی و جانبی ساختمان..... ۵
- ۲- اطلاعات عمومی در مورد آنالیز و طراحی..... ۶
- ۲-۱- آئین نامه های مورد استفاده در طراحی..... ۶
- ۲-۲- نرم افزارهای مورد استفاده..... ۶
- ۲-۳- مشخصات مصالح مورد استفاده..... ۷
- ۲-۳-۱- مشخصات مصالح بتنی..... ۷
- ۲-۳-۲- مشخصات مصالح فولادی..... ۸
- ۲-۴- مشخصات خاک..... ۹
- ۴- بارگذاری..... ۱۰
- ۴-۱- عرشه فولادی در طبقات..... ۱۰
- ۴-۲- عرشه فولادی در بام..... ۱۱
- ۴-۳- دیوارهای پیرامونی دارای نما..... ۱۲
- ۴-۴- دیوارهای پیرامونی بدون نما..... ۱۳
- ۴-۷- دیوارهای جان پناه بام دارای نما و بدون نما..... ۱۴

۱۶	۴-۸- دیوارهای داخلی ( تیغه ها )
۱۷	۴-۹- پله
۱۸	۴-۱۰- بار زنده کفها
۱۹	۴-۱۱- مولفه قائم زلزله
۱۹	۴-۱۲- محاسبه بار برف وارد بر سازه
۲۱	۵- بارگذاری سازه بر اساس روش تحلیل استاتیکی معادل
۲۴	۶- مدلسازی سازه
۲۷	۸- کنترل نظم پیچشی سازه
۲۸	۸-۱- محاسبه و اعمال ضریب $A_z$
۳۲	۹- کنترل زمان تناوب سازه
۳۴	۸- کنترل دررفت سازه
۳۶	۹- کنترل ضریب نامعینی
۳۸	۱۰- مقاطع سازه
۵۱	۱۱- نسبت نیرو به ظرفیت مقاطع
۵۹	۱۲- طراحی عرشه فولادی
۶۸	۱۳- طراحی دیوار حائل
۷۶	۱۴- پی
۷۶	۱۴-۱- ابعاد پی
۷۶	۱۴-۲- مصالح مورد استفاده در پی
۷۶	۱۴-۲-۱- بتن
۷۶	۱۴-۲-۲- خاک
۷۷	۱۴-۳- محاسبه ضریب ارتجاعی
۷۷	۱۴-۴- الگوهای بار

۷۷	۱۴-۵- ترکیب بارگذاری.....
۷۷	۱۴-۵-۱- ترکیب بارهای کنترل تنش زیر پی .....
۷۷	۱۴-۵-۲- ترکیب بارهای طراحی .....
۷۸	۱۴-۵-۳- معرفی ترکیب بارهای غیر خطی.....
۷۸	۱۵-۶- بارهای وارده به پی.....
۷۸	۱۵-۶-۱- بار کف .....
۷۹	۱۴-۸- مدلسازی پی.....
۸۴	۱۴-۸- کنترل ها .....

## ۱- معرفی کلی پروژه

### ۱-۱- معرفی ساختمان از نظر هندسی

#### ۱-۱-۱- تعداد طبقات

ساختمان مسکونی فوق دارای ۲ طبقه روی هم کف می باشد که دارای نیم طبقه می باشد.

#### ۱-۱-۲- طول و عرض ساختمان

طول زمین فوق ۲۵/۹۸ متر و عرض آن ۱۳/۲۹ می باشد که سطح اشغال آن ۷۰ درصد در جهت غرب و ۷۰ درصد در جهت شرق می باشد.

#### ۱-۱-۳- ارتفاع ساختمان

ساختمان فوق الذکر دارای زیر زمین با تراز منفی ۲/۴۶ متر می باشد و تراز اول آن مثبت ۰/۹۳ سانتیمتر می باشد. ارتفاع طبقه اول ۳/۳۹ متر، طبقه دوم (نیم طبقه) ۳/۸۳ متر، طبقه سوم ۲/۸۸ متر و خرپشته به ارتفاع ۲/۸۰ متر می باشد.

#### ۱-۱-۴- کاربری ساختمان

کاربری ساختمان فوق الذکر پارکینگ در زیرزمین و در مابقی طبقات بانک می باشد.

مطابق بند ۷-۱ آئین نامه ۲۸۰۰ این ساختمان در گروه ساختمان های با اهمیت متوسط قرار می گیرد.

مطابق جدول شماره یک آئین نامه ۲۸۰۰ با توجه به کاربری سازه باید ۲۰٪ بار زنده را در محاسبه نیروی جانبی در نظر گرفت.

#### ۱-۱-۵- موقعیت ساختمانی ساختمان

محل احداث ساختمان در نرده می باشد. با توجه به نقشه پهنه بندی کشور این سازه در منطقه با خطر نسبی زیاد قرار دارد.

با توجه اطلاعات محلی موجود و گزارش ژئوتکنیک زمین محل احداث سازه از نوع ۳ می باشد که در محاسبه نیروی جانبی منظور شده است.

#### ۱-۱-۶- معرفی سیستم سازه ای ثقلی و جانبی ساختمان

سقف سازه از نوع سقف عرشه فولادی می باشد.

ساختمان مورد نظر دارای اسکلت فولادی با سیستم دو طرف قاب خمشی با شکل پذیری متوسط می باشد.

مطابق جدول شماره ۶ آیین نامه ۲۸۰۰ و با توجه به سیستم سازه ای معرفی شده ضریب رفتار سازه موجود برابر ۵ در نظر گرفته شده.

## ۲- اطلاعات عمومی در مورد آنالیز و طراحی

### ۲-۱- آیین نامه های مورد استفاده در طراحی

- آیین نامه مورد استفاده برای بارگذاری قائم: مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸ می باشد.
- آیین نامه مورد استفاده برای بارگذاری جانبی استاندارد طراحی ساختمان در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ ایران ویرایش ۴ می باشد.
- آیین نامه مورد استفاده برای طراحی اسکلت فولادی: مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۴۰۱ و آیین نامه AISC 360-22 می باشد.
- آیین نامه مورد استفاده برای طراحی دیوار حائل و فونداسیون: مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۹ و آیین نامه ACI 318-19 می باشد.

### ۲-۲- نرم افزارهای مورد استفاده

- برای اجرای پلان معماری و رسم دیتیل های اجرایی از AotuCAD استفاده شده است.
- برای طراحی و مدل سازی سازه از نرم افزار ETABS (23.2.0) استفاده شده است.
- برای طراحی و مدل سازی فونداسیون از نرم افزار SAFE (2016) استفاده شده است.

## ۲-۳- مشخصات مصالح مورد استفاده

### ۲-۳-۱- مشخصات مصالح بتنی

مشخصات مصالح بتنی (C25)	
وزن واحد حجم	2500 kg/m <sup>3</sup>
مدول ارتجاعی	23500 MPa
ضریب پواسون	0.2
مقاومت فشاری بتن	25 MPa
تنش تسلیم میلگرد طولی (AIII)	400 MPa
تنش گسیختگی میلگرد طولی (AIII)	600 MPa
تنش تسلیم میلگرد عرضی (AII)	300 MPa
تنش گسیختگی میلگرد عرضی (AII)	500 MPa

## ۲-۳-۲- مشخصات مصالح فولادی

مشخصات مصالح فولادی نورد شده (ST37-Other)	
7850 kg/m <sup>3</sup>	وزن واحد حجم
200000 MPa	مدول ارتجاعی
0.3	ضریب پواسون
25 MPa	مقاومت فشاری بتن
240 MPa	مقاومت تسلیم
370 MPa	مقاومت گسیختگی
1.2*240 MPa	مقاومت تسلیم مورد انتظار
1.2*240 MPa	مقاومت گسیختگی مورد انتظار

مشخصات مصالح فولادی تیر ورقها (ST37-Plate)	
7850 kg/m <sup>3</sup>	وزن واحد حجم
200000 MPa	مدول ارتجاعی
0.3	ضریب پواسون
25 MPa	مقاومت فشاری بتن
240 MPa	مقاومت تسلیم
370 MPa	مقاومت گسیختگی
1.15*240 MPa	مقاومت تسلیم مورد انتظار
1.15*240 MPa	مقاومت گسیختگی مورد انتظار

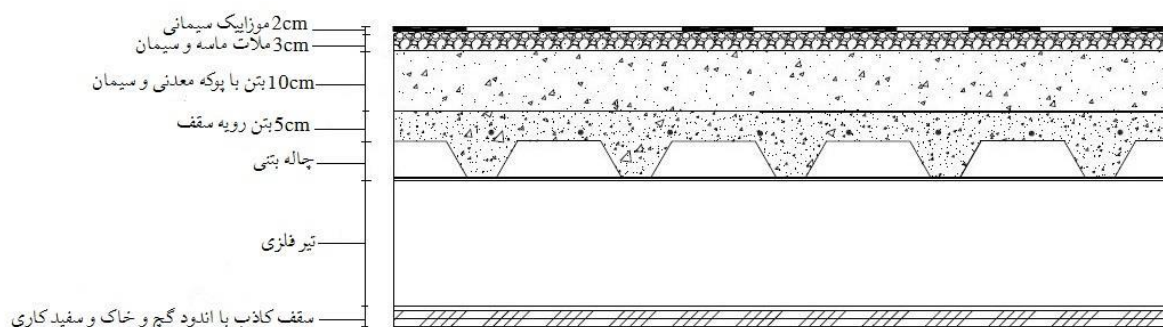
## ۴-۲- مشخصات خاک

تیپ خاک مطابق آیین نامه	تنش مجاز تحت گسیختگی	تنش مجاز تحت نشست
III	2.24 kg/cm <sup>2</sup>	1.78 kg/cm <sup>2</sup>

آدرس محل پروژه : بانک ملت شعبه نئده (خیابان امام خمینی)			
شماره پلاک ثبتی :	اختلاف تراز زیر پی تا زمین : ۳/۸ متر		
زمان حفاری :	مساحت زمین : ۳۴۵.۲۷ متر مربع		
تعداد طبقات : ۲ طبقه	مختصات UTM گمانه : x=۵۳۴۴۹۹ y=۴۰۹۰۴۵ x=۵۳۴۴۹۰ y=۴۰۹۰۳۵		
تعداد گمانه ها :	۲		
عمق گمانه ها (متر) :	۵,۱۵ متر		
نوع زمین مورد مطالعه	بایر	تخریب شده	در حال سکونت
		■	
نوع پی ارائه شده در دفترچه محاسبات	مربعی	نواری	گسترده
		■	■
عرض پی m	مربعی 1/b=1	نواری	گسترده
		2	12
تنش مجاز خاک بر اساس معیار نشست $\frac{l}{b} = 1 \text{ for "نواری"}$ $\frac{l}{b} = 10 \text{ for "گسترده"}$ kg/cm <sup>2</sup>	مربعی	نواری	گسترده
		1.78	1.48
ضریب فتریت خاک kg/cm <sup>3</sup>	مربعی	نواری	گسترده
		0.7	0.3
تنش مجاز خاک بر اساس معیار گسیختگی برشی kg/cm <sup>2</sup>	مربعی	نواری	گسترده
		2.24	4.64
مناسبت ترین نوع پی پیشنهادی یا ارائه تنش مجاز	نوع پی		
	تنش مجاز		
آزمایش درون گمانه ای دانه بول	دارد	ندارد	توضیحات
		■	
نوع زمین بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران	سه III		
تراز آب زیرزمینی (متر)	۳.۵		
عمق خاک دستی یا مساله دار (متر)	۰.۵		
تعمیدات مورد نیاز و توصیه های فنی در خصوص سازه نگهدار	با توجه به محدودیاری تا عمق ۳ متر نسبت به تراز صفر گمانه نیاز به سازه نگهدار ضروری میباشد.		

## ۴- بارگذاری

### ۴-۱- عرشه فولادی در طبقات



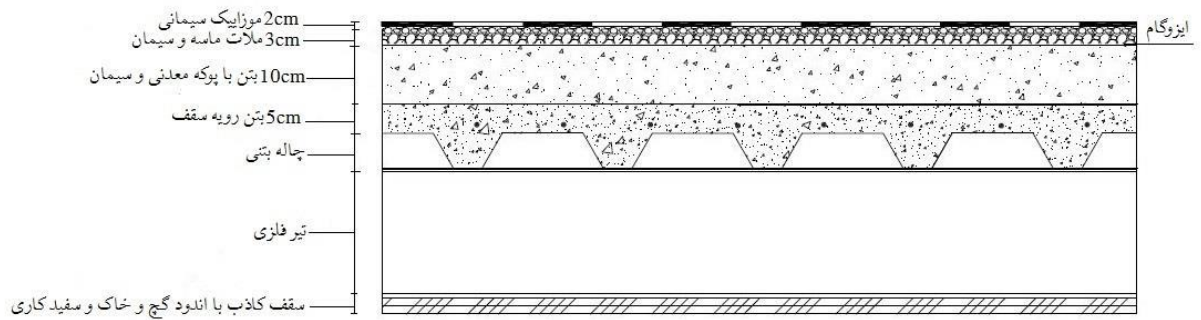
وزن واحد سطح (Kg/m <sup>2</sup> )	وزن واحد حجم (Kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	جزئیات سقف عرشه فولادی
۴۵	۲۲۵۰	۰,۰۲	موزاییک سیمانی
۶۳	۲۱۰۰	۰,۰۳	ملات ماسه و سیمان
۱۳۰	۱۳۰۰	۰,۱۰	بتن با پوکه معدنی و سیمان
۱۲۵	۲۵۰۰	۰,۰۵	دال بتنی
۱۰۴	۲۵۰۰	۰,۰۴۱۶	چاله فلزی
۱۱	۱۱۰۰۰	۰,۰۰۱	ورق فولادی
جداگانه اضافه می شود	—	—	وزن تیر فلزی
۵۰	—	—	سقف کاذب با اندود گچ و خاک و سفید کاری
۵۲۸(Kg/m <sup>2</sup> )	مجموع عدد نهایی = ۵۳۰+وزن تیر فلزی		

وزن بدون دال بتنی و قسمت های چاله فلزی و ورق = ۲۹۹ کیلوگرم بر متر مربع

☑ وزن اعمالی در نرم افزار ۳۹۹ اعمال شده است؛ مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸ بار معادل

تیغه بندی به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم تحت بار مرده به وزن ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع به وزن سقف اضافه شده است.

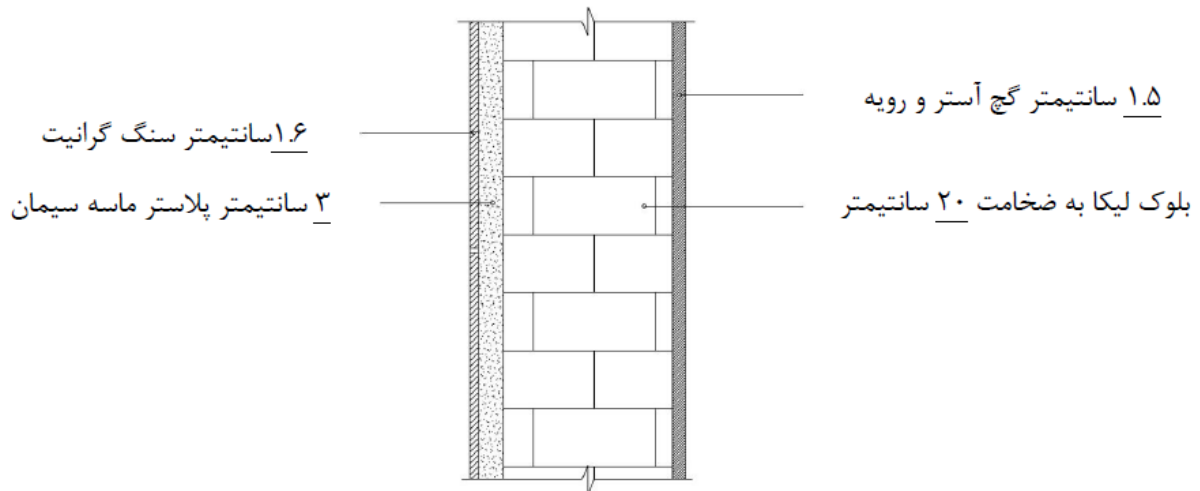
## ۴-۲- عرشه فولادی در بام



وزن واحد سطح (Kg/m <sup>2</sup> )	وزن واحد حجم (Kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	جزئیات سقف عرشه فولادی
۴۵	۲۲۵۰	۰,۰۲	موزاییک سیمانی
۶۳	۲۱۰۰	۰,۰۳	ملات ماسه و سیمان
۱۳۰	۱۳۰۰	۰,۱۰	بتن با پوکه معدنی و سیمان
۱۲۵	۲۵۰۰	۰,۰۵	دال بتنی
۱۰۴	۲۵۰۰	۰,۰۴۱۶	چاله بتنی
۵	—	—	ایزوگام
۱۱	۱۱۰۰۰	۰,۰۰۱	ورق فولادی
جداگانه اضافه می شود	—	—	وزن تیر فلزی
۵۰	—	—	سقف کاذب با اندود گچ و خاک و سفید کاری
۵۳۳ (Kg/m <sup>2</sup> )	مجموع عدد نهایی = ۵۳۵ + وزن تیر فلزی		

وزن بدون دال بتنی و قسمت های چاله فلزی و ورق = ۳۰۴ کیلوگرم بر متر مربع

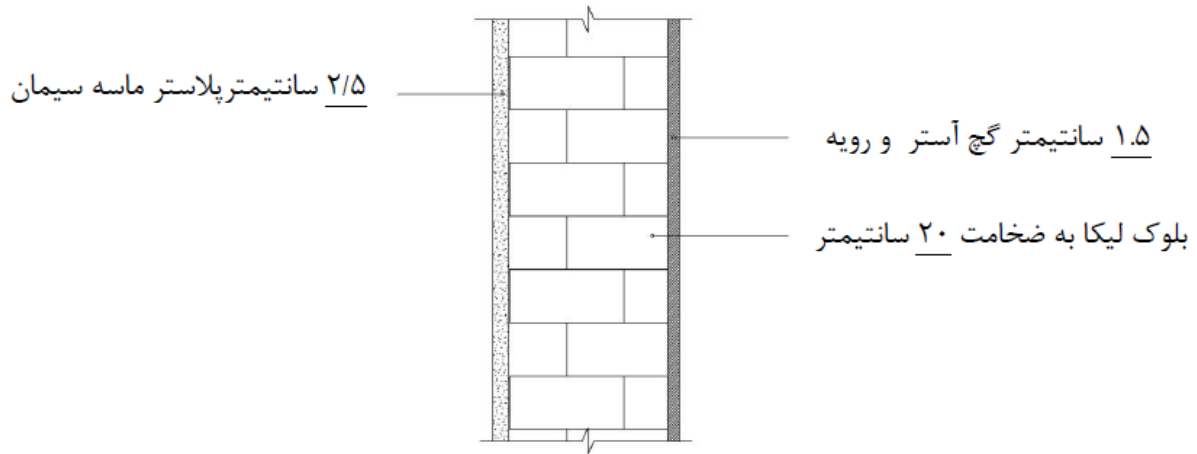
#### ۴-۳- دیوارهای پیرامونی دارای نما



وزن واحد سطح با نمایش اجزاء و مصالح دیوار با بلوک لیکا به ضخامت ۲۰ سانتیمتر				
وزن یک مترمربع	سطح دیوار	ضخامت (m)	وزن مخصوص ( $kg/m^3$ )	مصالح مصرفی
۱۳۰	۱	۰.۲	۶۵۰	بلوک لیکا
۲۰	۱	۰.۰۱۵	۱۳۰۰	گچ آستر و رویه
۶۳	۱	۰.۰۳	۲۱۰۰	دوغاب ماسه سیمان
۴۵	۱	۰.۰۱۶	۲۸۰۰	سنگ گرانیات
۲۵۷			جمع کل	

$$q = 540 \frac{Kgf}{m} \quad \text{دیوار طبقات}$$

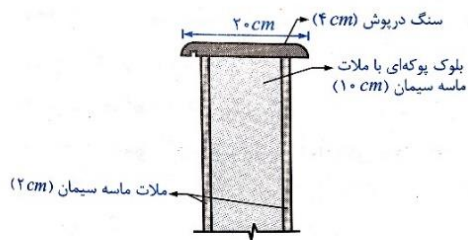
#### ۴-۴- دیوارهای پیرامونی بدون نما



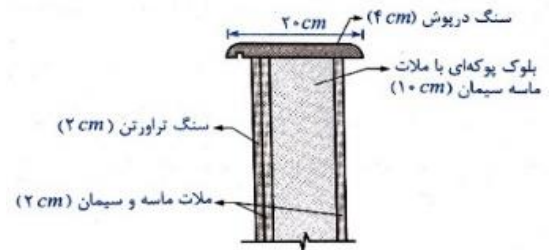
وزن واحد سطح با نمایش اجزاء و مصالح دیوار آجر کاری شده با بلوک لیکا به ضخامت ۲۰ سانتیمتر				
وزن یک مترمربع	سطح دیوار	ضخامت (m)	وزن مخصوص ( $kg/m^3$ )	مصالح مصرفی
۱۳۰	۱	۰.۲	۶۵۰	بلوک لیکا
۲۰	۱	۰.۰۱۵	۱۳۰۰	گچ آستر و رویه
۵۳	۱	۰.۰۲۵	۲۱۰۰	پلاستر ماسه سیمان
۲۰۲		جمع کل		

$$q = 540 \frac{Kgf}{m} \quad \text{دیوار طبقات}$$

#### ۴-۷- دیوارهای جان پناه بام دارای نما و بدون نما



شکل ۸: جزئیات اجرایی دیوارهای جان پناه بدون نما



شکل ۷: جزئیات اجرایی دیوارهای جان پناه دارای نما

وزن واحد سطح برای دیوارهای جان پناه بام ( دارای نما )			
وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	نوع مصالح
۵۰	۰/۰۲	۲۵۰۰	سنگ تراورتن
۴۲	۰/۰۲	۲۱۰۰	مالات ماسه سیمان
۱۲۰	۰/۲	۶۰۰	بلوک سفالی
۴۲	۰/۰۲	۲۱۰۰	مالات ماسه سیمان
مجموع = ۲۵۵			

وزن واحد سطح برای دیوارهای جان پناه بام ( بدون نما )			
وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	نوع مصالح
۴۲	۰/۰۲	۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
۱۲۰	۰/۲	۶۰۰	بلوک سفالی
۴۲	۰/۰۲	۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
مجموع = ۲۰۵			

همانطور که در جزییات دیوارهای جان پناه مشخص است ، سنگ درپوش به عرض 20 cm و ضخامت 4 cm در نظر گرفته شده است که وزن آن برای یک متر طول برابر با  $2500 \times (1.0 \times 0.2 \times 0.04) = 20 \text{ kg/m}$  می باشد ( با فرض جنس تراورتن) با توجه به این موضوع ، در صورتی که ارتفاع دیوار جان پناه را یک و بیست متر در نظر بگیریم وزن یک متر طول جان پناه برابر است با :

وزن یک متر طول سنگ درپوش + ارتفاع جان پناه  $\times$  وزن واحد سطح جان پناه = وزن یک متر طول جان پناه

$$q = 255 \times 1.1 + 20 = 300 \text{ kg/m}$$

دیوار جان پناه دارای نما

$$q = 205 \times 1.1 + 20 = 246 \text{ kg/m}$$

دیوار جان پناه بدون نما

#### ۴-۸- دیوارهای داخلی ( تیغه ها )

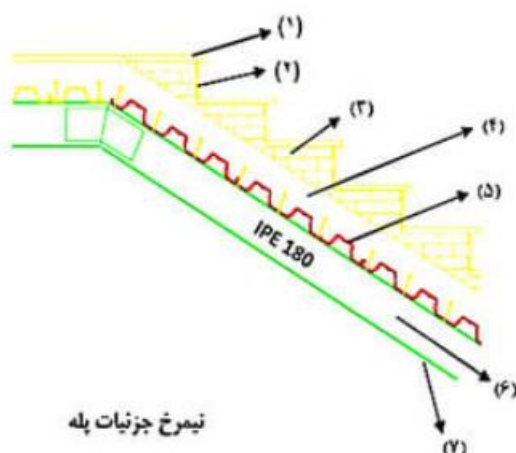
وزن واحد سطح برای دیوارهای داخلی ( تیغه ها )			
وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	نوع مصالح
۲۱	۰/۰۱۵	۱۶۰۰	ملات گچ و خاک
۹۷/۵	۰/۱۵	۶۵۰	بلوک لیکا
۲۱	۰/۰۱۵	۱۶۰۰	ملات گچ و خاک
۱۳	۰/۰۱	۱۳۰۰	سفید کاری
۱۳	۰/۰۱	۱۳۰۰	سفید کاری
مجموع = ۱۶۵/۵			

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ( ویرایش ۱۳۹۸ ) ، در صورتی که وزن واحد سطح دیوارهای جدا کننده کمتر از 200 kg/m<sup>2</sup> باشد ، میتوان آن را به صورت یک بار گسترده مرده در نظر گرفت . همچنین با توجه به این بند ، اگر وزن واحد سطح دیوار بین ۴۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع قرار داشته باشد بار گسترده معادل تیغه بندی را نباید کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر بگیریم . با توجه به این موارد بار گسترده معادل تیغه بندی در این پروژه به صورت زیر به دست می آید :

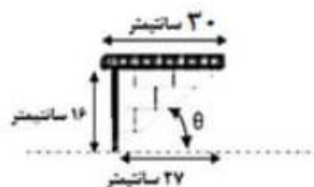
$$q = \frac{w \times l \times h}{A} > 100 \text{ kg/m}^2 = 100 \text{ kg/m}^2$$

✓ مقدار ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع بر روی بار کف طبقات بعنوان بار مرده اضافه می شود.

## ۴-۹-پله



تیمرخ جزئیات پله



مشخصات ابعادی سنگ کف و پیشانی پله

جدول مشخصات موقعیت‌های نشان داده شده در تیمرخ جزئیات پله

موقعیت	مشخصات
(۱)	سنگ گرانیت کف پله (ضخامت ۳ سانتیمتر)
(۲)	سنگ گرانیت پیشانی پله (ضخامت ۱.۵ سانتیمتر)
(۳)	اجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان
(۴)	پشن (ضخامت ۱۰ سانتیمتر)
(۵)	ورق گالوانیزه (ضخامت ۱ میلی‌متر)
(۶)	پروفیل فولادی (IPE180)
(۷)	سقف کاذب با اندود گچی

جدول محاسبه بار مرده رهمپ

نام بار	ضخامت (معادل) (متر)	جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب)	ضریب اصلاحی	جرم واحد سطح (کیلوگرم بر متر مربع)
سنگ گرانیت کف پله	۰.۰۳	۲۸۰۰	$\frac{۰.۰۳}{۰.۲۷}$	۹۳.۳۳
سنگ گرانیت پیشانی پله	۰.۱۶	۲۸۰۰	$\frac{۰.۰۱۵}{۰.۲۷}$	۲۴.۸۹
اجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان	$\frac{۰.۱۶}{۳}$	۱۸۵۰	۱	۱۲۸
پشن	۰.۱	۲۵۰۰	۱.۲۲	۳۰.۵
چاله بتی	$\frac{۰.۰۷۵ [۱]}{۲}$	۲۵۰۰	۱.۲۲	۱۱۴.۳۷
ورق گالوانیزه			۱.۲۲	$۱۱ \times ۱.۲۲ = ۱۳.۴۲ [۲]$
سقف کاذب با اندود گچی			۱.۲۲	$۵۰ \times ۱.۲۲ = ۶۱$

$$\Sigma = ۷۶۰$$

$$q = 760 \text{ kg/m}^2$$

- محاسبه بار وارده به طول تیر برای بار مرده و زنده

$$q'_{Dead} = 760 \times 2.68 \times \frac{1}{2} \cong 1040 \text{ Kgf} \quad AB \text{ Beam St1}$$

$$q'_{Live} = 500 \times 2.68 \times \frac{1}{2} \cong 670 \text{ Kgf} \quad AB \text{ Beam St1}$$

$$q'_{Dead} = 760 \times 4.2 \times \frac{1}{2} \cong 1630 \text{ Kgf} \quad 45 \text{ Beam St1}$$

$$q'_{Live} = 500 \times 4.2 \times \frac{1}{2} \cong 1050 \text{ Kgf} \quad 45 \text{ Beam St1}$$

$$q'_{Dead} = 760 \times 5.2 \times \frac{1}{2} \cong 2015 \text{ Kgf} \quad 45 \text{ Beam St2}$$

$$q'_{Live} = 500 \times 5.2 \times \frac{1}{2} \cong 1300 \text{ Kgf} \quad 45 \text{ Beam St2}$$

#### ۴-۱۰- بار زنده کفها

در جدول (۱-۵-۶) مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۸)، حداقل بار زنده گسترده و متمرکز بر حسب کاربری بخش های مختلف ساختمان ارائه شده است.

ردیف	ردیف در جدول (۱-۵-۶) مبحث ششم	نوع کاربری	بار گسترده (kg/m <sup>2</sup> )
۱	(۱-۱)	بام های معمولی تخت	۱۵۰
۲	(۳-۳)	راه پله و راه های منتهی به درب های خروجی	۵۰۰
۳	(۶-۳)	بالکن ها	۱/۵ برابر بار زنده کف اتاق های متصل به آنها اما بیش از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع نیاز نیست. ۵۰۰
۴	(۲-۲)	محل ازدحام	۵۰۰

#### ۴-۱۱- مولفه قائم زلزله

براساس ویرایش چهارم آیین نامه ۲۸۰۰، برای سازه هایی که در منطقه لرزه خیزی خیلی زیاد قرار گرفته باشند باید اثر زلزله قائم روی کل سازه منظور شود که در این سازه با توجه به عدم حضور سازه در این شرایط بار قائم به کل سازه اعمال نشده، همچنین به دلیل وجود بالکن در این سازه، بار قائم برای بالکن ها محاسبه شده و باید به طور جداگانه به آنها اعمال شود.

در این پروژه چون سازه در منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده است بار قائم زلزله به کل سازه اعمال خواهد شد و بار قائم به قسمت بالکن اعمال خواهد گردید که محاسبه آنها در ذیل آورده شده است.

- بار قائم بالکن

$$F_{vu} = 0.6AIw_p = 0.6 \times 0.3 \times 1 \times (528 + 500) = 186 \text{ kgf/m}^2$$

#### ۴-۱۲- محاسبه بار برف وارد بر سازه

بر اساس ویرایش ۱۳۹۸ از مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، بار برف باید در دو حالت بار گسترده و بار انباشتگی تعیین شود.

##### ۵-۱۲-۱- محاسبه بار برف گسترده

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

۱- بار برف در سطح زمین ( $P_s$ )

شهر نقده در جدول (۶-۷-۱) مبحث ششم در منطقه ۴ قرار گرفته است. بنابراین با توجه به بند (۶-۷-۱) این آیین نامه، مقدار بار برف برابر  $1.5 \text{ kN/m}^2$  ( $150 \text{ kg/m}^2$ ) خواهد بود.

۲- ضریب اهمیت ( $I_s$ )

این پروژه با کاربری بانک میباشد که بر اساس جدول (۶-۱-۱) مبحث ششم در گروه خطرپذیری ۳ قرار می گیرد بنابراین با توجه به جدول (۶-۱-۲) آیین نامه، ضریب اهمیت بار برف برای این ساختمان برابر واحد است

۳- ضریب برف گیری ( $C_n$ )

ساختمان مورد نظر در محیط شهری واقع شده است و با توجه به بند (۶-۷-۴-۱) مبحث ششم، در گروه ناهمواری پرتراکم قرار میگیرد. از سوی دیگر وضعیت ساختمان‌های مجاور این پروژه از نظر ارتفاعی مشخص نبوده و در آینده نیز تضمینی برای حفظ وضعیت آن‌ها نیست، بنابراین ساختمان را نیمه برف گیر در نظر می‌گیریم. ضریب برف گیری بر اساس جدول (۶-۷-۲) آیین نامه برابر ۱/۰ می‌باشد.

#### ۴- ضریب شرایط دمایی ( $C_h$ )

ساختمان‌های از نظر شرایط دمایی، به صورت عادی محسوب میشوند. بنابراین با توجه به جدول (۶-۷-۳) مبحث ششم، ضریب شرایط دمایی در این ساختمان برابر یک می‌باشد

#### ۵- ضریب شیب ( $C_s$ )

با توجه به بند (۶-۷-۶) مبحث ششم، ضریب شیب برای بام‌های مسطح برابر واحد است.

$$P_r = 1 \times 1 \times 1 \times 150 = 150 \text{ kg/m}^2$$

## ۵- بارگذاری سازه بر اساس روش تحلیل استاتیکی معادل

بر اساس بند (۲-۲-۳) از ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰، در ساختمان‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه، میتوان از روش تحلیل استاتیکی معادل استفاده نمود.

محاسبه برش پایه

$$V_u = CW \left( \text{رابطه 3 - 1 آیین نامه} \right)$$

محاسبه ضریب لرزه‌ای

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

ضریب اهمیت ساختمان ( I )

طبق بند (۶-۱) آیین نامه ساختمان مورد نظر جزو ساختمان‌های با اهمیت متوسط میباشد.

طبق جدول (۳-۳) آیین نامه ۲۸۰۰ ضریب اهمیت ساختمان برابر با ۱ میباشد.

ضریب شتاب مبنای طرح ( A )

طبق جدول (۱-۲) آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم ضریب مبنای طرح برای سازه ما که در شهر نقره قرار دارد و با توجه به پیوست ۱ آیین نامه ۲۸۰۰ در پهنه لرزه خیزی با خطر نسبی زیاد قرار دارد برابر با ۰/۳ میباشد.

ضریب بازتاب ساختمان ( B )

$$B = B_1 N \quad \text{رابطه 2 - 1 آیین نامه}$$

برای به دست آوردن  $B_1$  ابتدا باید مقادیر  $S$  و  $S_0$  و  $T_0$  و  $T_s$  و  $T$  را به دست آوریم:

مقادیر  $S$  و  $S_0$  و  $T_0$  و  $T_s$  از روی جدول (۲-۲) آیین نامه ۲۸۰۰ به دست می‌آید :

خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد		خطر نسبی کم و متوسط		$T_s$	$T_0$	نوع زمین
$S_0$	$S$	$S_0$	$S$			
۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۴	۰/۱	I
۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۵	۰/۱	II
۱/۱	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵	۰/۷	۰/۱۵	III
۱/۱	۱/۷۵	۱/۳	۲/۲۵	۱/۰	۰/۱۵	IV

بر اساس گزارش ژئوتکنیک نوع زمین III می‌باشد:

$$T_0 = 0.15$$

$$T_s = 0.7$$

$$S = 1.75$$

$$S_0 = 1.1$$

برای محاسبه مقدار  $T$  از بند (۳-۳-۳) آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده می‌شود:

$$T = 0.08H^{0.75} = 0.08 \times 10.1^{0.75} = 0.453 \text{ sec} \rightarrow 1.25 * T = 0.567 \text{ sec}$$

به دلیل این که وزن خرپشته کمتر از وزن ۲۵ درصد بام است در ارتفاع  $H$  حساب نمی‌شود.

مقدار  $B_1$  طبق رابطه (۲-۲) آیین نامه ۲۸۰۰ به دست می‌آید:

$$B_1 = S_0 + (S - S_0 + 1)(T/T_0) \quad 0 < T < T_0$$

$$B_1 = S + 1 \quad T_0 < T < T_s$$

$$B_1 = (S + 1)(T_s/T) \quad T > T_s$$

$$T_0 < T < T_s \rightarrow B_1 = (1.75 + 1) = 2.75$$

مقدار  $N$  نیز برای سازه‌های با خطر لرزه‌ای خیلی زیاد از رابطه (۲-۳) آیین نامه ۲۸۰۰ به دست می‌آید:

$$N = 1 \quad T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s}(T - T_s) + 1 \quad T_s < T < 4 \text{ sec}$$

$$N = 1.7 \quad T > 4 \text{ sec}$$

$$T < T_s \rightarrow N = 1.0$$

$$B = 2.75 \times 1.0 = 2.75$$

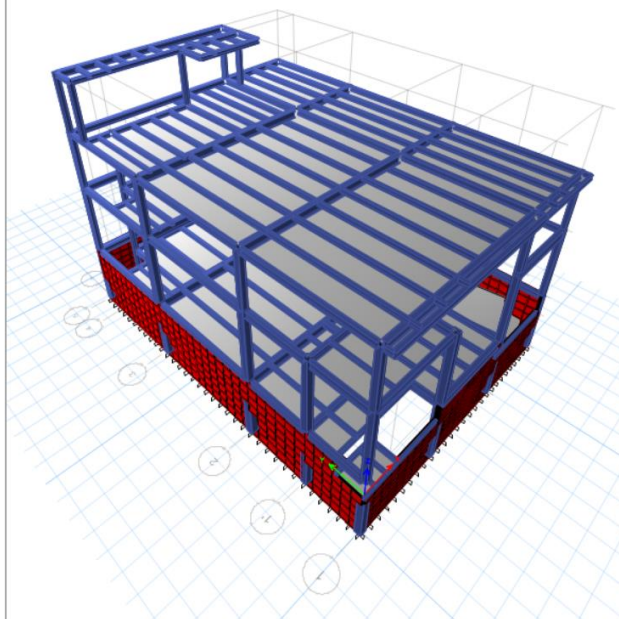
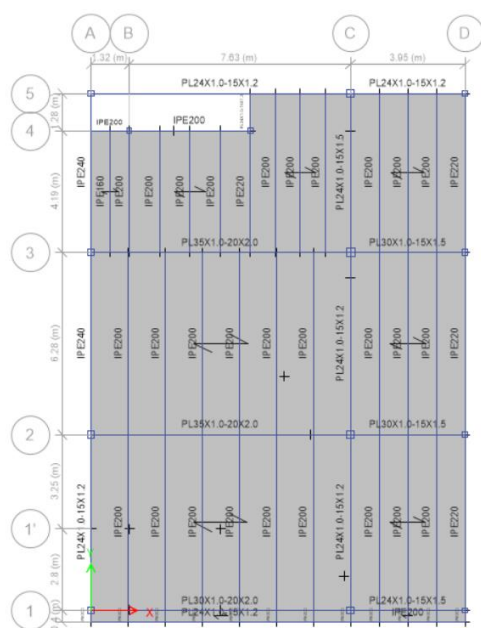
### ضریب رفتار ساختمان

با توجه به جدول (۳-۴) آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم و با توجه به این که سیستم سازه‌ای ساختمان از نوع قاب خمشی فولادی متوسط می‌باشد در نتیجه مقدار  $R_u$  برابر با ۵ می‌باشد .

$$C = \frac{ABI}{R_u} = \frac{0.3 \times 2.75 \times 1}{5} = 0.65$$

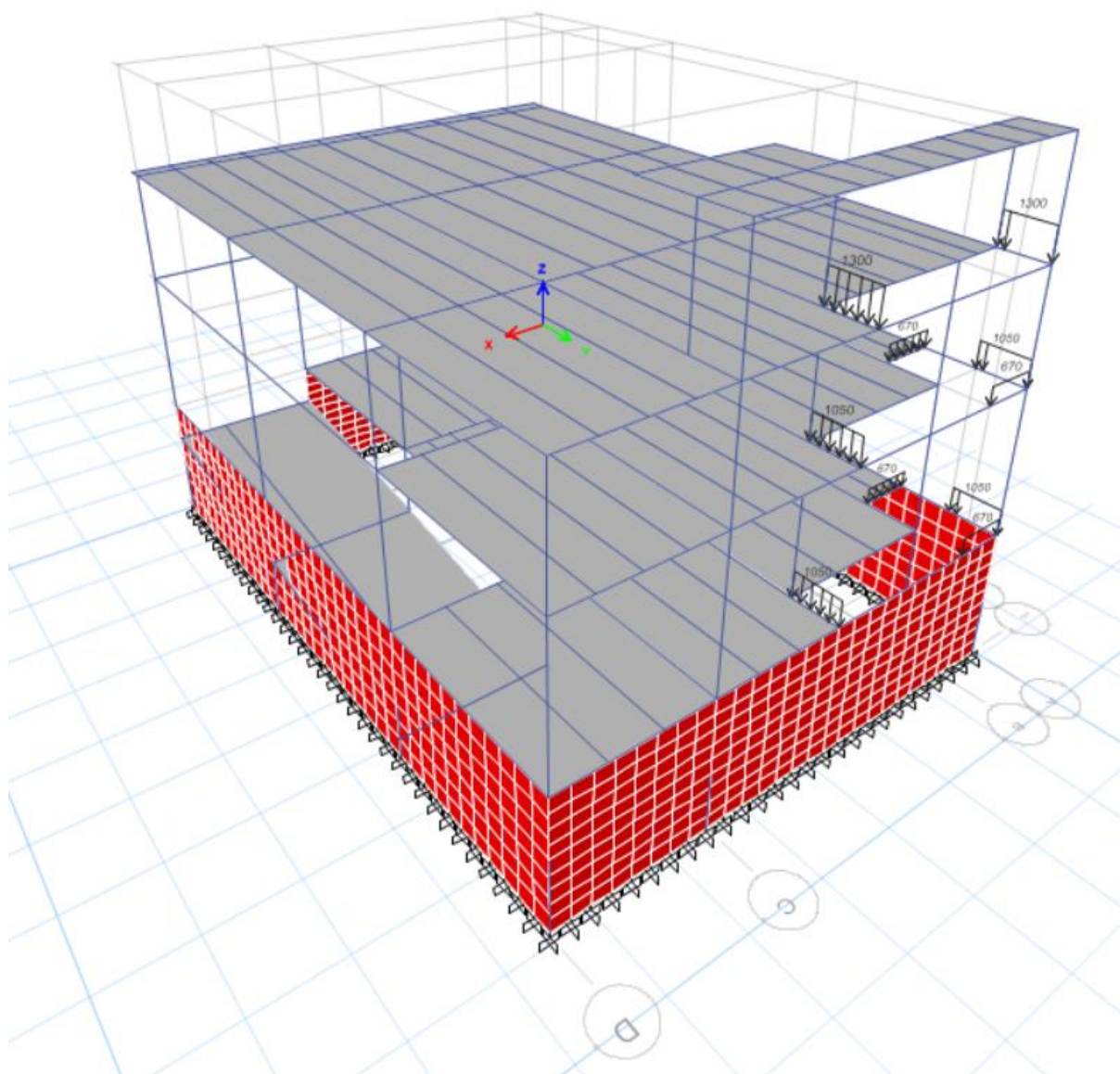
$$K = 0.5 \times 0.567 + 0.75 = 1.033$$

## ۶- مدلسازی سازه



مدل ساخته شده نهایی در ETABS





بارهای زنده اعمالی بر سازه

## ۸- کنترل نظم پیچشی سازه

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts						
Story	Output Case	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
ROOF	EXAll	1	Diaph D1 X	0.006426	0.004495	1.43
ROOF	EXAll	2	Diaph D1 X	0.005664	0.004044	1.401
ROOF	EXAll	3	Diaph D1 X	0.007187	0.004945	1.453
St+2	EXAll	1	Diaph D1 X	0.005049	0.004417	1.143
St+2	EXAll	2	Diaph D1 X	0.005589	0.004483	1.247
St+2	EXAll	3	Diaph D1 X	0.00451	0.004351	1.037
St+1	EXAll	1	Diaph D1 X	0.000056	0.000048	1.169
St+1	EXAll	2	Diaph D1 X	0.000053	0.000047	1.123
St+1	EXAll	3	Diaph D1 X	0.000059	0.000049	1.213

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts						
Story	Output Case	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
PENT	EYAll	1	Diaph D1 Y	0.002623	0.002357	1.113
PENT	EYAll	2	Diaph D1 Y	0.002691	0.002326	1.157
PENT	EYAll	3	Diaph D1 Y	0.002554	0.002388	1.069
ROOF	EYAll	1	Diaph D1 Y	0.007734	0.00736	1.051
ROOF	EYAll	2	Diaph D1 Y	0.008143	0.00742	1.097
ROOF	EYAll	3	Diaph D1 Y	0.007324	0.007134	1.027
St+2	EYAll	1	Diaph D1 Y	0.006389	0.005314	1.202
St+2	EYAll	2	Diaph D1 Y	0.006731	0.005406	1.245
St+2	EYAll	3	Diaph D1 Y	0.006046	0.005222	1.158
St+1	EYAll	1	Diaph D1 Y	0.000039	0.000034	1.145
St+1	EYAll	2	Diaph D1 Y	0.000041	0.000035	1.178
St+1	EYAll	3	Diaph D1 Y	0.000037	0.000034	1.111

✓ نسبت تغییر مکان حداکثر به تغییر مکان متوسط (Ratio) مشاهده می‌شود که در هر دو جهت دارای نسبت بیش از ۱/۲ بوده که نشانگر این می‌باشد که سازه از نظر پیچشی نامنظم محسوب می‌شود. و با توجه به نامنظمی پیچشی سازه نیاز به محاسبه و اعمال ضریب بزرگنمایی پیچش ( $A_j$ ) خواهد بود که مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم طبق تغییر مکان‌های مطلق محاسبه گردد که از نرم‌افزار از طریق زیر برداشت و محاسبه گردیده است.

## ۸-۱- محاسبه و اعمال ضریب $A_j$

۳-۷-۳-۳ برون مرکزی اتفاقی در تراز هر طبقه،  $e_{aj}$ ، به منظور به حساب آوردن احتمال تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک سو و نیروی ناشی از مؤلفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته می‌شود. این برون مرکزی باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی اختیار شود. در مواردی که ساختمان مشمول نامنظمی پیچشی موضوع بند (۱-۷-۱-ب) می‌شود، برون مرکزی اتفاقی حداقل باید در ضریب بزرگنمایی  $A_j$ ، طبق رابطه زیر، ضرب شود.

$$A_j = \left( \frac{\Delta_{\max}}{1/2 \Delta_{\text{ave}}} \right)^2 \quad 1 \leq A_j \leq 3 \quad (9-3)$$

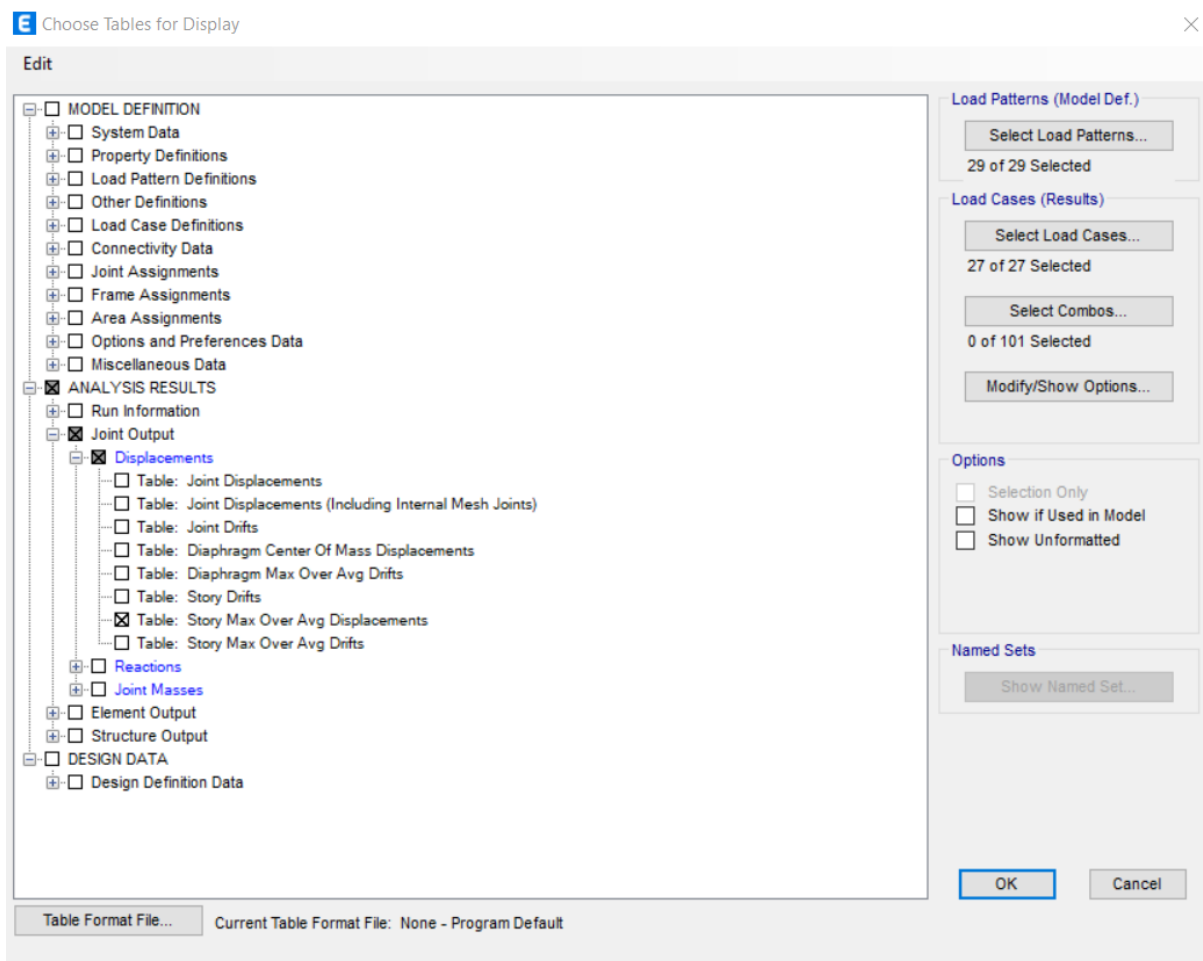
در این رابطه:

$\Delta_{\max}$  = حداکثر تغییر مکان طبقه  $j$  که با فرض  $A_j = 1/0$  محاسبه شده است.

$\Delta_{\text{ave}}$  = میانگین تغییر مکان دو انتهای ساختمان در طبقه  $j$  که با فرض  $A_j = 1/0$  محاسبه شده است.

۳-۷-۴-۳ در ساختمان‌های تا ۵ طبقه و یا کوتاه‌تر از هجده متر در مواردی که برون مرکزی نیروی جانبی طبقه در طبقات بالاتر از هر طبقه کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد، برای محاسبات لنگر پیچشی نیازی به در نظر گرفتن برون مرکزی اتفاقی در طبقات نیست.

توضیحات استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴ در رابطه با ضریب بزرگنمایی پیچش



مسیر برداشت تغییر مکان مطلق برای محاسبه ضریب بزرگنمایی پیچش

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							Caculation				
Story	Output Case	Step Number	Direction	Maximum	Average	Ratio	Aj	0.05*Aj	Y Length	X Ecc	Status
				cm	cm				cm	cm	
PENT	EXAll	1	X	3.4986	3.4978	1	0.694762	0.034738	1780	0	N.N
ROOF	EXAll	1	X	3.4118	3.2828	1.039	0.750094	0.037505	1780	0	N.N
St+2	EXAll	1	X	1.9474	1.7543	1.11	0.855737	0.042787	1780	0	N.N
St+1	EXAll	1	X	0.019	0.0163	1.169	0.94356	0.047178	1780	0	N.N
PENT	EXAll	2	X	3.9297	3.8974	1.008	0.706003	0.0353	1780	0	N.N
ROOF	EXAll	2	X	3.5302	3.2781	1.077	0.805363	0.040268	1780	0	N.N
St+2	EXAll	2	X	2.1545	1.7746	1.214	1.023598	0.05118	1780	91.10025	N
St+1	EXAll	2	X	0.018	0.016	1.123	0.878906	0.043945	1780	0	N.N
PENT	EXAll	3	X	3.132	3.0982	1.011	0.709679	0.035484	1780	0	N.N
ROOF	EXAll	3	X	3.7978	3.2875	1.155	0.926766	0.046338	1780	0	N.N
St+2	EXAll	3	X	1.7403	1.7341	1.004	0.699419	0.034971	1780	0	N.N
St+1	EXAll	3	X	0.0201	0.0165	1.199	1.030533	0.051527	1780	0	N.N

☑ مطابق محاسبات انجام گرفته در جهت X در طبقه دوم نیاز به اعمال ضریب پیچش بوده که مقدار خروج از مرکزیت ۹۱/۱ سانتیمتر محاسبه و در نرم افزار اعمال شده است.

E

Overwrite Eccentricities

×

Eccentricity Overwrites (Eccentricity is Input as an Absolute Length)

Story	Diaphragm	Ecc. Length
St+2	D1	91.1
St+2	D1	91.1

cm

Add

Modify

Delete

OK

Cancel

اعمال خروج از مرکزیت جهت X

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							Caculation				
Story	Output Case	Step Number	Direction	Maximum	Average	Ratio	Aj	0.05*Aj	X Length	X Ecc	Status
				cm	cm				cm	cm	
PENT	EYAll	1	Y	5.1018	4.6708	1.092	0.828518	0.041426	1290	0	N.N
ROOF	EYAll	1	Y	4.6824	4.1682	1.123	0.87635	0.043817	1290	0	N.N
St+2	EYAll	1	Y	2.4601	2.0506	1.2	0.999496	0.049975	1290	0	N.N
St+1	EYAll	1	Y	0.0132	0.0116	1.145	0.899227	0.044961	1290	0	N.N
PENT	EYAll	2	Y	5.2492	4.6541	1.128	0.88339	0.044169	1290	0	N.N
ROOF	EYAll	2	Y	4.9309	4.2203	1.168	0.947989	0.047399	1290	0	N.N
St+2	EYAll	2	Y	2.5918	2.0858	1.243	1.072248	0.053612	1290	69.15998	N
St+1	EYAll	2	Y	0.0138	0.0117	1.178	0.966104	0.048305	1290	0	N.N
PENT	EYAll	3	Y	4.9545	4.6876	1.057	0.775776	0.038789	1290	0	N.N
ROOF	EYAll	3	Y	4.434	4.1161	1.077	0.805855	0.040293	1290	0	N.N
St+2	EYAll	3	Y	2.3283	2.0153	1.155	0.926907	0.046345	1290	0	N.N
St+1	EYAll	3	Y	0.0127	0.0114	1.111	0.861857	0.043093	1290	0	N.N

☑ مطابق محاسبات انجام گرفته در جهت Y در طبقه دوم نیاز به اعمال ضریب پیچش بوده که مقدار خروج از مرکزیت ۶۹/۱۶ سانتیمتر محاسبه و در نرم افزار اعمال شده است.

E

Overwrite Eccentricities

×

Eccentricity Overwrites (Eccentricity is Input as an Absolute Length)

Story	Diaphragm	Ecc. Length
St+2	D1	69.16
St+2	D1	69.16

cm

Add

Modify

Delete

OK

Cancel

اعمال خروج از مرکزیت جهت Y

## ۹- کنترل زمان تناوب سازه

برای آنکه زمان تناوب تحلیلی سازه را محاسبه نمائیم از فایل اصلی یک کپی گرفته که بنام Time Period & Drift موجود می‌باشد و در این فایل روش کاهش سختی در تنظیمات آئین‌نامه به No Modification تغییر یافته و طبق استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم زمان تناوب تحلیلی را استخراج نموده و نسبت به کنترل زمان تناوب اقدام می‌نمائیم.

**E Steel Frame Design Preferences for AISC 360-22** ×

	Item	Value
01	Design Code	AISC 360-22
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Framing Type	IMF
04	Seismic Design Category	D
05	Importance Factor	1
06	Design System Rho	1
07	Design System Sds	0
08	Design System R	5
09	Design System Omega0	3
10	Design System Cd	4
11	Design Provision	LRFD
12	Analysis Method	Direct Analysis
13	Second Order Method	General 2nd Order
14	Stiffness Reduction Method	No Modification
15	Add Notional load cases into seismic combos?	No
16	BRB Beta Factor	1.3

**Item Description**

The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

**Explanation of Color Coding for Values**

**Blue:** Default Value

**Black:** Not a Default Value

**Red:** Value that has changed during the current session

**Set To Default Values**

**Reset To Previous Values**

روش کاهش سختی در تنظیمات آئین‌نامه به No Modification

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
		sec				
Modal	1	0.762	0.0006	0.4351	0.0006	0.4351
Modal	2	0.659	0.5227	0.0063	0.5233	0.4414
Modal	3	0.604	0.0216	0.0763	0.5449	0.5177
Modal	4	0.27	0.0003	0.0138	0.5452	0.5315
Modal	5	0.264	0.0105	0.00001118	0.5558	0.5316
Modal	6	0.24	0.0069	0.00000346	0.5626	0.5316
Modal	7	0.197	0.0056	0.0053	0.5682	0.5369
Modal	8	0.184	0.0069	0.0052	0.575	0.542
Modal	9	0.17	0.0142	0.0286	0.5892	0.5707
Modal	10	0.158	0.0062	0.0087	0.5954	0.5794
Modal	11	0.144	0.0107	0.000005374	0.6061	0.5794
Modal	12	0.128	0.0058	0.00002667	0.6119	0.5794
Modal	13	0.114	0.0001	7.356E-07	0.612	0.5794
Modal	14	0.106	0.00001677	0.0015	0.612	0.5809
Modal	15	0.093	0.0000334	0.0063	0.6121	0.5873
Modal	16	0.09	0.0041	5.427E-07	0.6162	0.5873
Modal	17	0.087	0.0015	0	0.6177	0.5873
Modal	18	0.066	0.0052	0.000001135	0.6229	0.5873
Modal	19	0.054	0.0018	0	0.6247	0.5873
Modal	20	0.046	0.00001752	0.000002697	0.6248	0.5873
Modal	21	0.046	0.0001	0	0.6249	0.5873
Modal	22	0.039	0.0032	0.0001	0.6281	0.5873
Modal	23	0.036	0.0006	0.0024	0.6286	0.5897
Modal	24	0.034	0.085	0.001	0.7137	0.5907
Modal	25	0.033	0.0868	0.0005	0.8005	0.5912
Modal	26	0.032	0.0027	0.00001171	0.8032	0.5912
Modal	27	0.032	0.0619	0.0002	0.8651	0.5914
Modal	28	0.031	0.0028	0.000001953	0.868	0.5914
Modal	29	0.031	0.1068	0.004	0.9748	0.5954
Modal	30	0.03	0.0016	0.00004211	0.9764	0.5955
Modal	31	0.028	0.0008	0.0002	0.9772	0.5956
Modal	32	0.026	0.00002349	0.001	0.9772	0.5967
Modal	33	0.025	0.0085	0.3593	0.9857	0.9559
Modal	34	0.02	0.000004765	0.0000472	0.9857	0.956
Modal	35	0.02	0.0008	0.0008	0.9865	0.9567
Modal	36	0.02	0.000009626	0.0000106	0.9866	0.9567

زمان تناوب تحلیلی جهت  $X = 0.659$  ثانیه

زمان تناوب تحلیلی جهت  $Y = 0.762$  ثانیه

- ✓ در هر دو جهت زمان تناوب تحلیلی بزرگتر از زمان تناوب تجربی بدست آمده می‌باشد بنابراین برای طراحی سازه از زمان تناوب تجربی استفاده نموده و از زمان تناوب تحلیلی برای کنترل دررفت استفاده می‌نمائیم.
- ✓ لازم به توضیح است به جهت نرسیدن درصد مشارکت جرمی سازه به ۹۰٪ تعداد مودهای نوسان بیشتر در نظر گرفته شده است.

## ۸- کنترل دررفت سازه

کنترل دررفت با مقادیر مجاز:

❖ برای ساختمان‌های تا ۵ طبقه

$$\Delta_M \leq \Delta_a \Rightarrow C_d \Delta_{eu} \leq 0.025h \rightarrow \frac{\Delta_{eu}}{h} \leq \frac{0.025}{C_d}$$

❖ برای سایر ساختمان‌ها

$$\Delta_M \leq \Delta_a \Rightarrow C_d \Delta_{eu} \leq 0.020h \rightarrow \frac{\Delta_{eu}}{h} \leq \frac{0.020}{C_d}$$

- ✓ بر اساس بند ۳-۵-۱ آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم در سازه‌های منظم کنترل دررفت مرکز جرم انجام خواهد شد و بر اساس بند ۳-۵-۴ آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم در سازه‌های نامنظم پیچشی باید کنترل دررفت برای لبه‌های کناری انجام شود.

$$\frac{\Delta_{eu}}{h} \leq \frac{0.025}{C_d} = \frac{0.025}{4} = 0.00625$$

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts						
Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Status
ROOF	EXDrift	LinStatic	Diaph D1 X	0.005259	0.003644	Ok
St+2	EXDrift	LinStatic	Diaph D1 X	0.004107	0.003604	Ok
St+1	EXDrift	LinStatic	Diaph D1 X	0.000055	0.000047	Ok

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts						
Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Status
ROOF	EYDrift	LinStatic	Diaph D1 Y	0.006013	0.00572	Ok
St+2	EYDrift	LinStatic	Diaph D1 Y	0.004932	0.004107	Ok
St+1	EYDrift	LinStatic	Diaph D1 Y	0.000036	0.000031	Ok

☒ سازه از نظر دررفت مشکلی نداشته و پاسخگوی این کنترل می باشد.

☒ با توجه به نامنظم بودن سازه از نظر پیچشی دررفت در امتداد کناری ساختمان مد نظر بوده و Max Drift معیار

ارزیابی این کنترل قرار گرفته است.

## ۹- کنترل ضریب نامعینی

مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم سازه هایی که دارای نامعینی کافی نیستند بایستی نیروی جانبی زلزله به میزان ۲۰ درصد افزایش داده شود.

۳-۲-۲ ساختمان هایی که سیستم مقاوم جانبی آنها دارای خصوصیات زیر هستند، دارای نامعینی کافی بوده و در آنها ضریب  $\rho$  برابر با ۱/۰ منظور می شود.

الف- در ساختمان های منظم در پلان، در طبقاتی که برش در آنها از ۳۵ درصد برش پایه تجاوز می کند، حداقل دو دهانه سیستم مقاوم جانبی در هر سمت مرکز جرم، در هر دو امتداد عمود برهم، موجود باشد. در سیستم های دارای دیوار برشی تعداد دهانه ها از تقسیم طول دیوار بر ارتفاع آن در طبقه به دست می آید.

ب- در سایر ساختمان ها، در طبقاتی که میزان برش در آنها از ۳۵ درصد برش پایه تجاوز می کند، چنانچه حذف جزئی از سیستم مقاوم جانبی، مطابق جدول (۲-۳)، موجب کاهش مقاومت جانبی طبقه به میزان بیشتر از ۳۳ درصد نشود و در طبقه نامنظمی شدید پیچشی، مطابق تعریف بند (۱-۷-۱) ایجاد نگردد.

جدول ۲-۳ محدودیت های مربوط به  $\rho = 1.0$

نوع سیستم مقاوم جانبی	الزامات
سیستم مهاربندی شده	حذف یک مهاربند یا اتصال آن
سیستم با دیوار برشی عادی یا دیوارهای برشی همبسته با نسبت ارتفاع هر پایه به طول بزرگ تر از ۱/۰	حذف یک دیوار و یا یک پایه و یا اتصالات جمع کننده آنها
سیستم قاب خمشی	حذف مقاومت خمشی اتصالات دو انتهای یک تیر
سیستم کنسولی	حذف مقاومت خمشی در اتصال پایه یکی از ستون ها

۳-۲-۳-۳ ساختمان‌ها و یا اجزای زیر مشمول محدودیت‌های مربوط به ضریب نامعینی نمی‌شوند و  $P$  در آنها باید برابر با  $1/0$  منظور شود:  
 الف- ساختمان‌های با تعداد طبقات کمتر از ۳ طبقه و یا کوتاه‌تر از ۱۰ متر از تراز پایه  
 ب- محاسبه تغییر مکان جانبی ساختمان

پ- محاسبه اثر  $P - \Delta$   
 ت- تعیین نیروی جانبی در اجزای غیرسازه‌ای  
 ث- تعیین نیروی جانبی در سازه‌های غیرساختمانی غیر مشابه ساختمان  
 ج- تعیین نیروها در دیافراگم‌ها، رابطه (۳-۱۵)  
 چ- در کلیه اعضای که مشمول طراحی برای زلزله شدید یافته می‌شوند و نیروی زلزله در آنها در ضریب اضافه مقاومت  $\Omega_0$  ضرب می‌شود.

✓ با توجه به بند فوق بایستی چون سازه کمتر از ۳ طبقه بوده ضریب نامعینی برابر ۱ وارد شده است.

# ۱۰- مقاطع سازه



قالب A



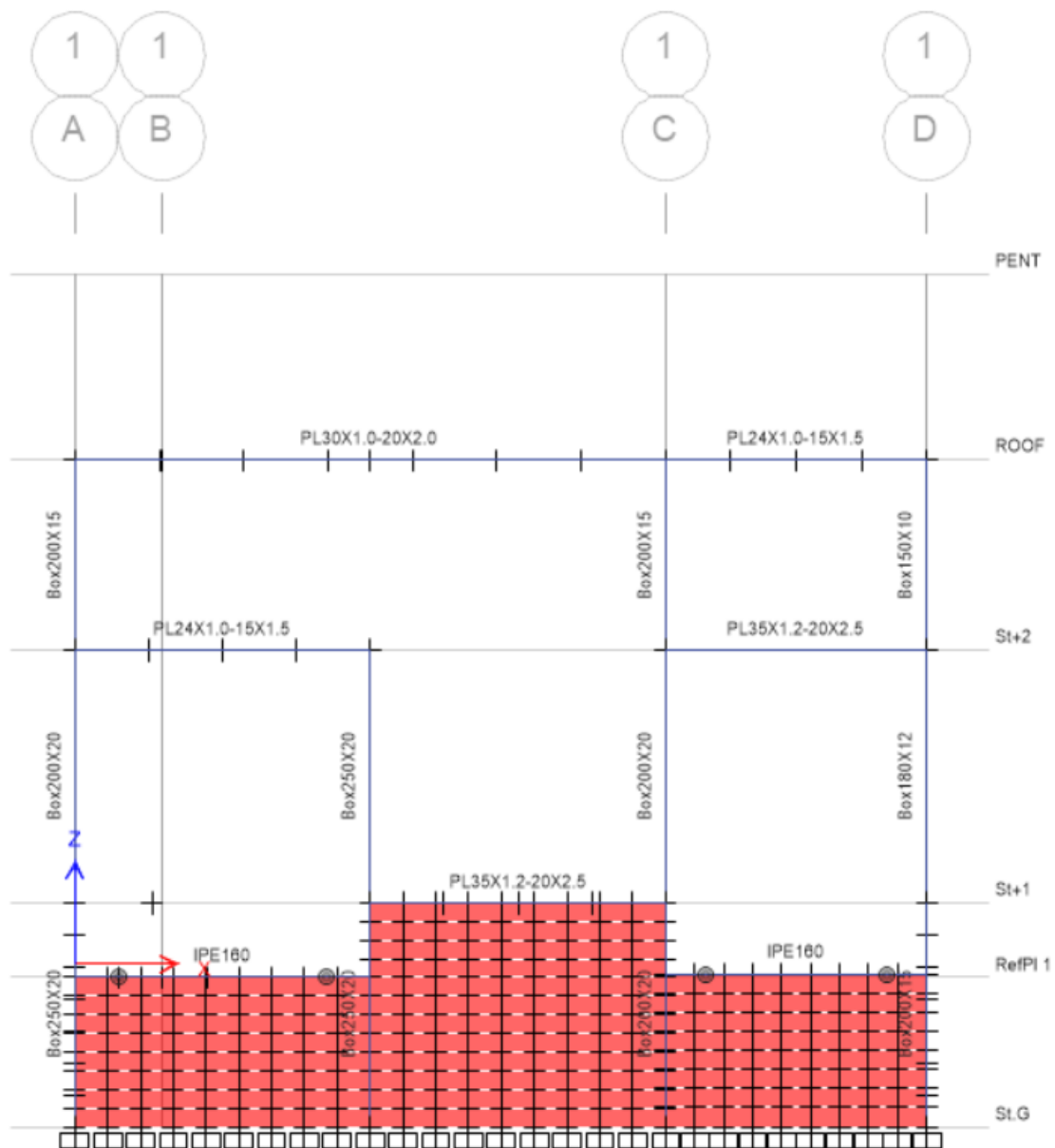
قاب B



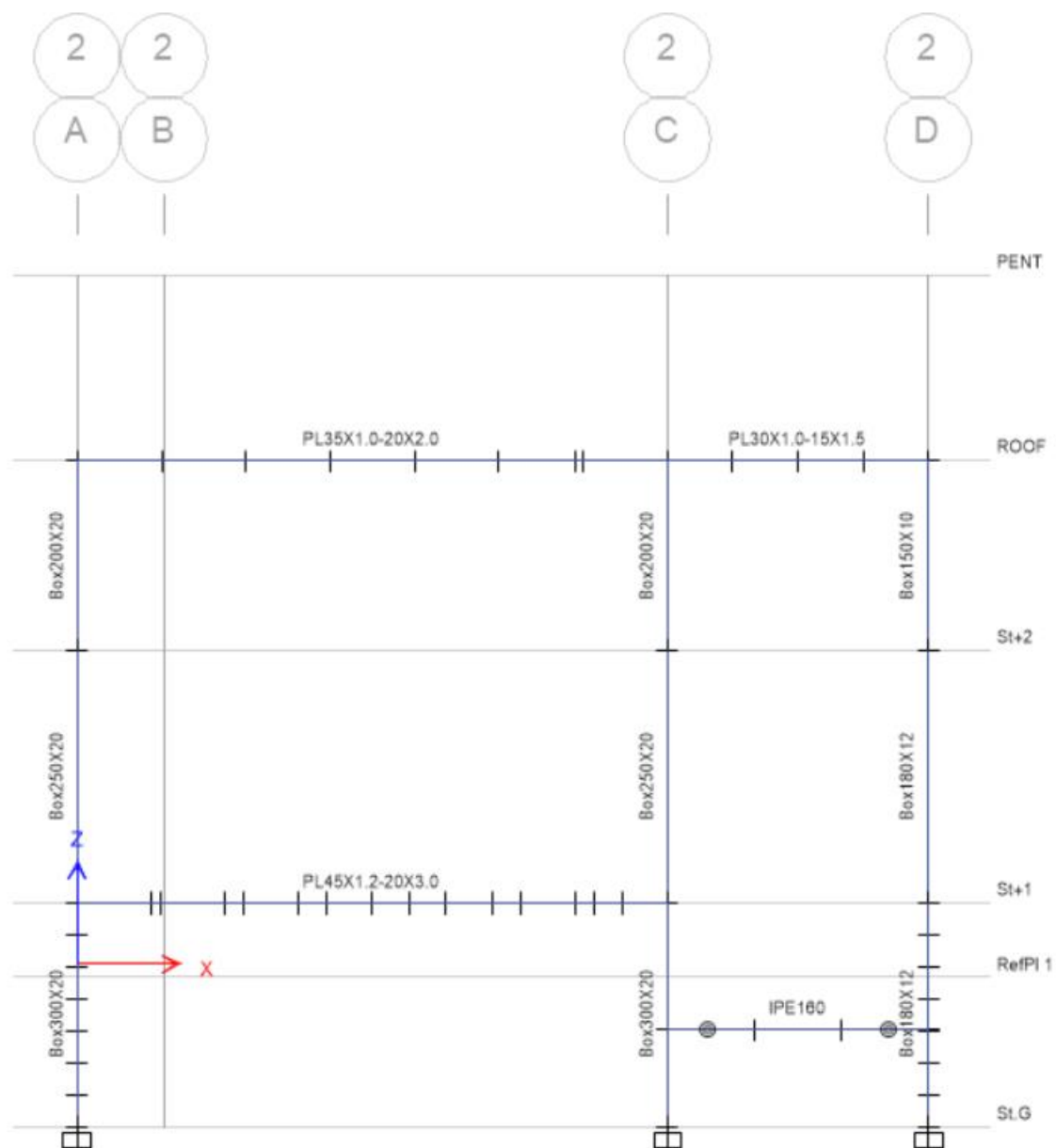
قاب C



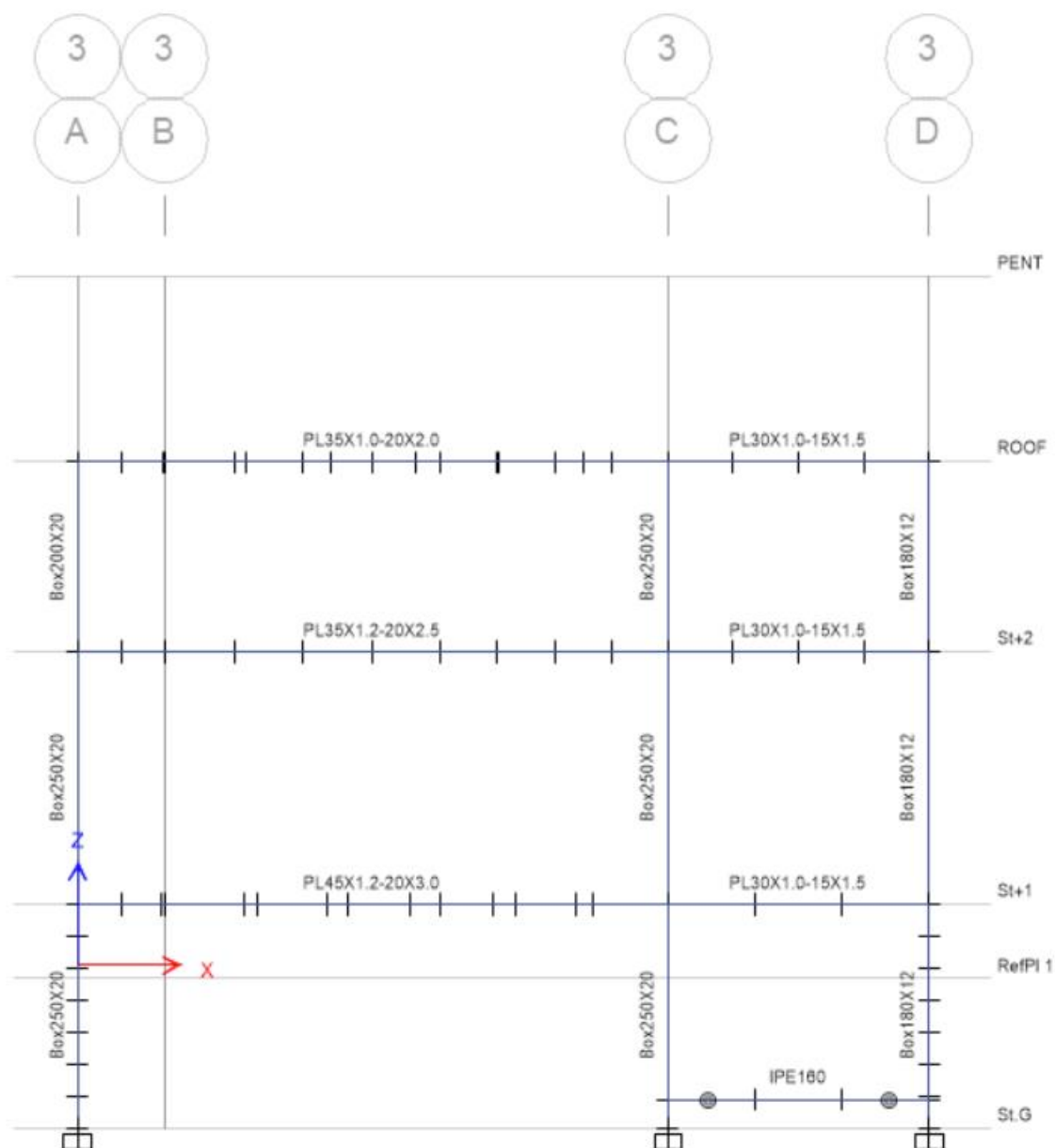
قاب D



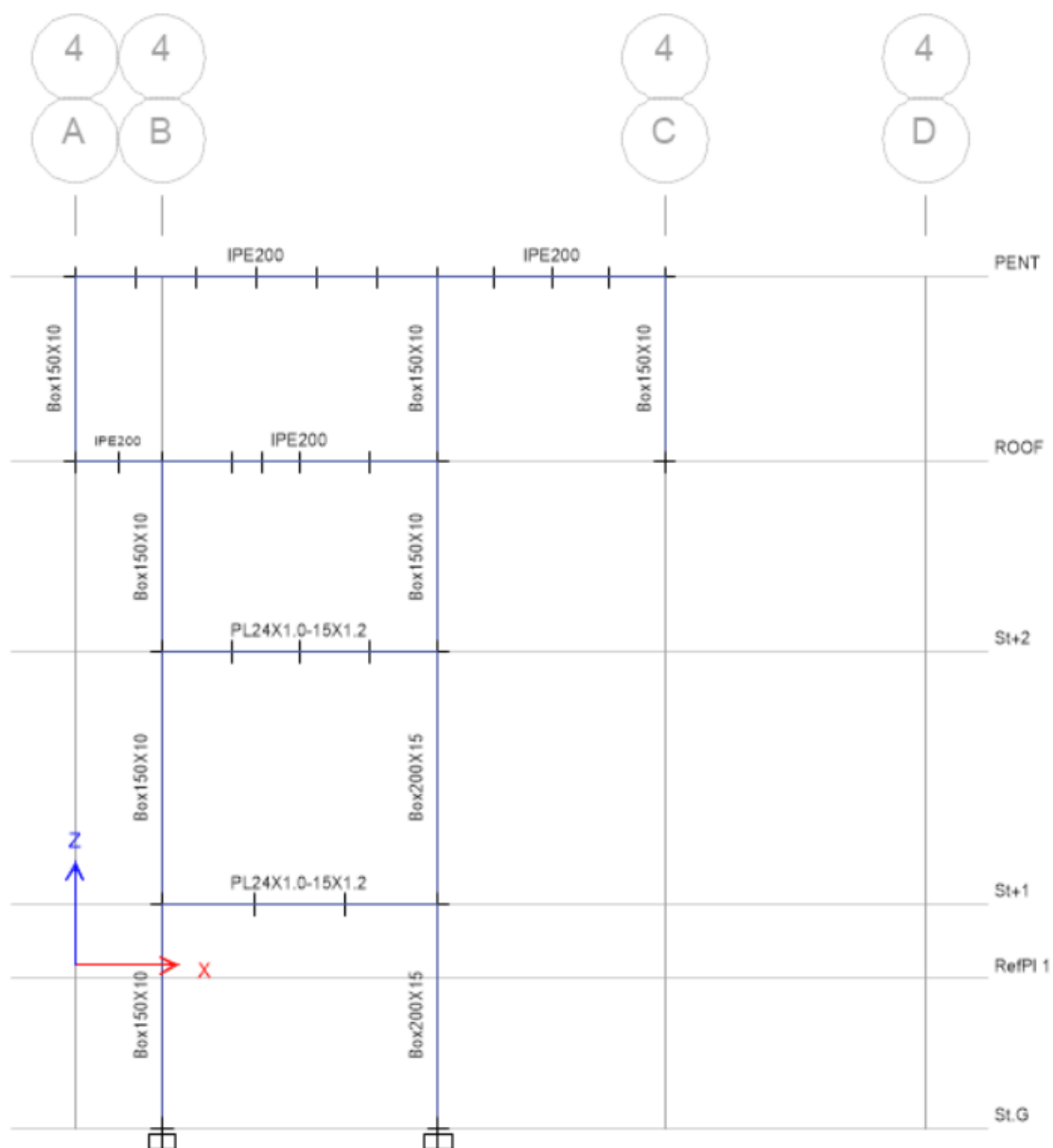
قالب 1



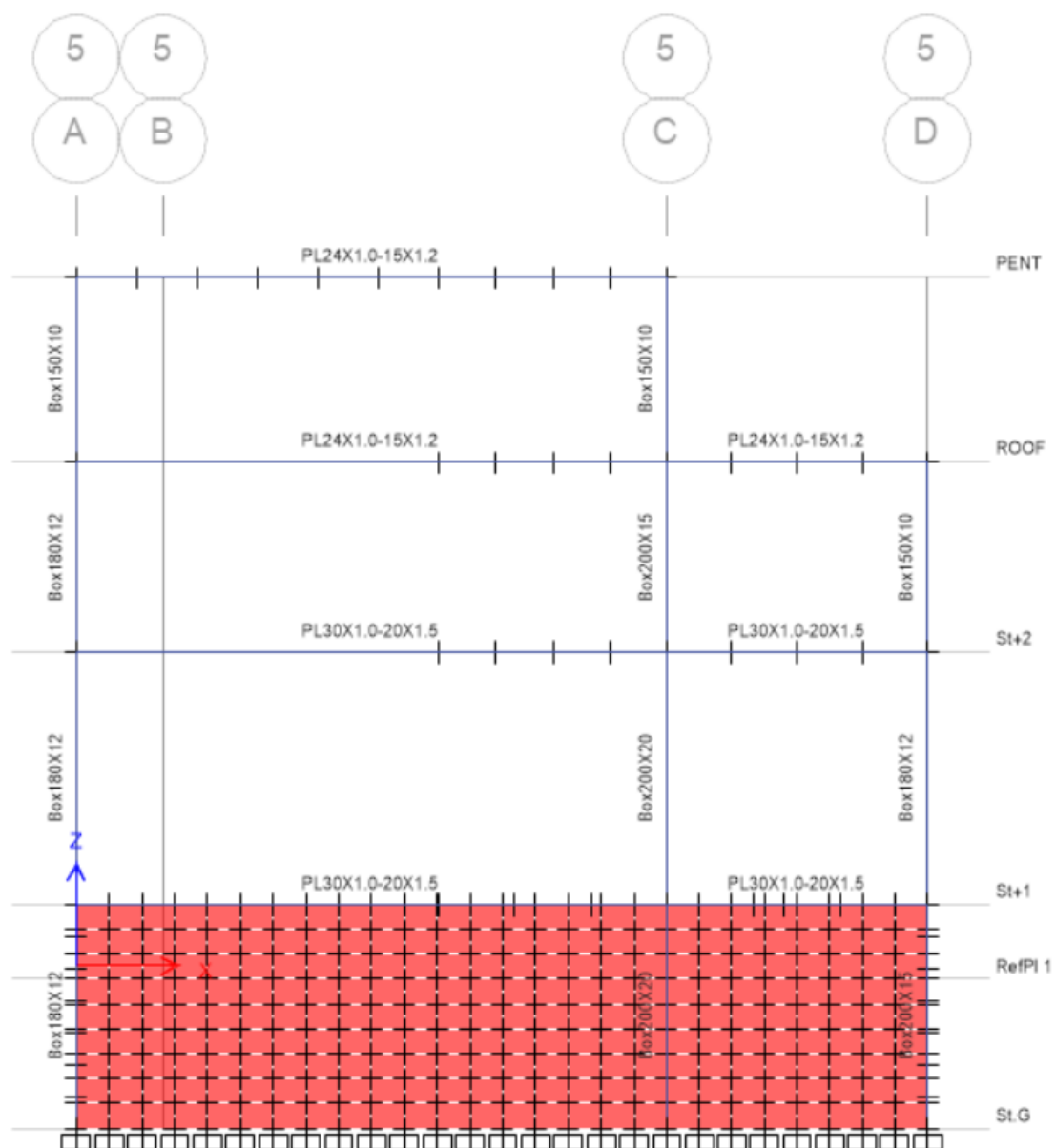
قالب 2



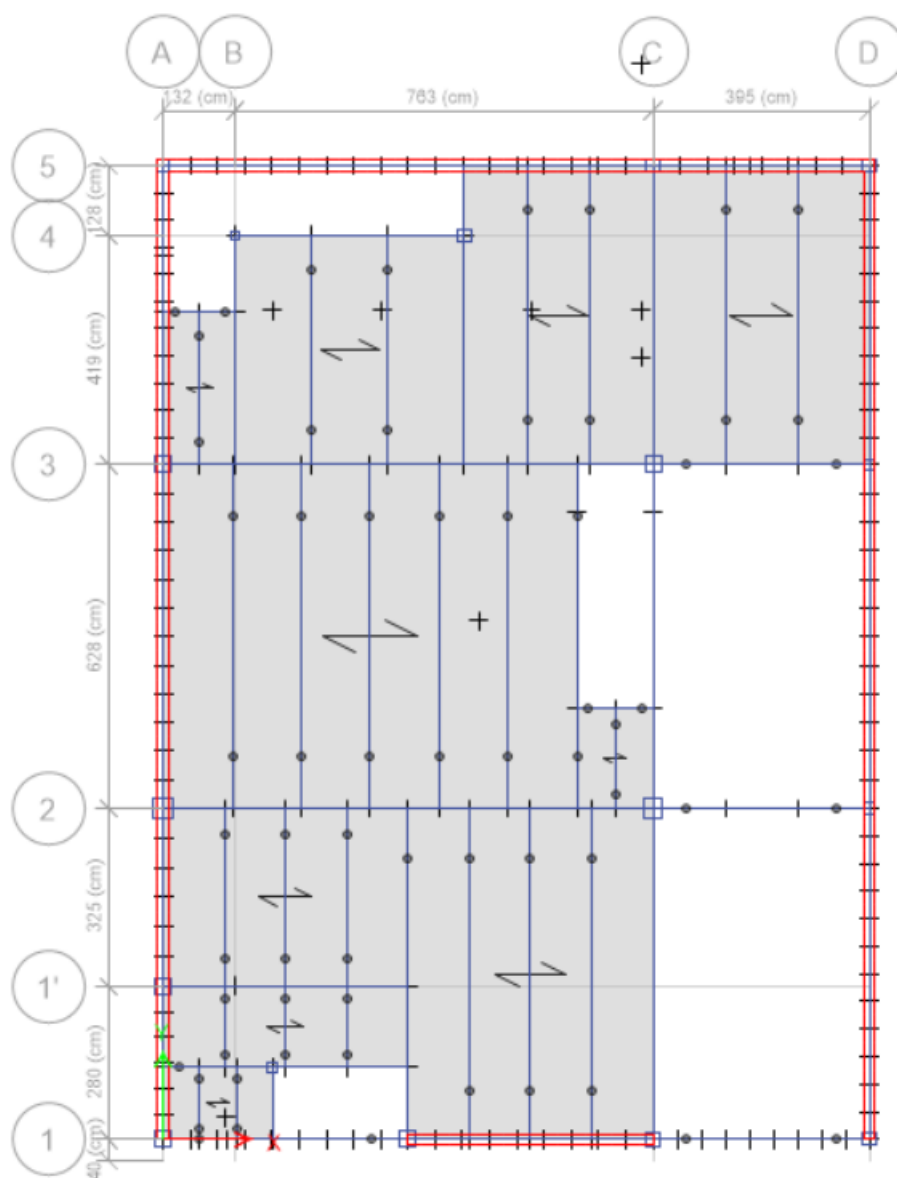
قاب 3



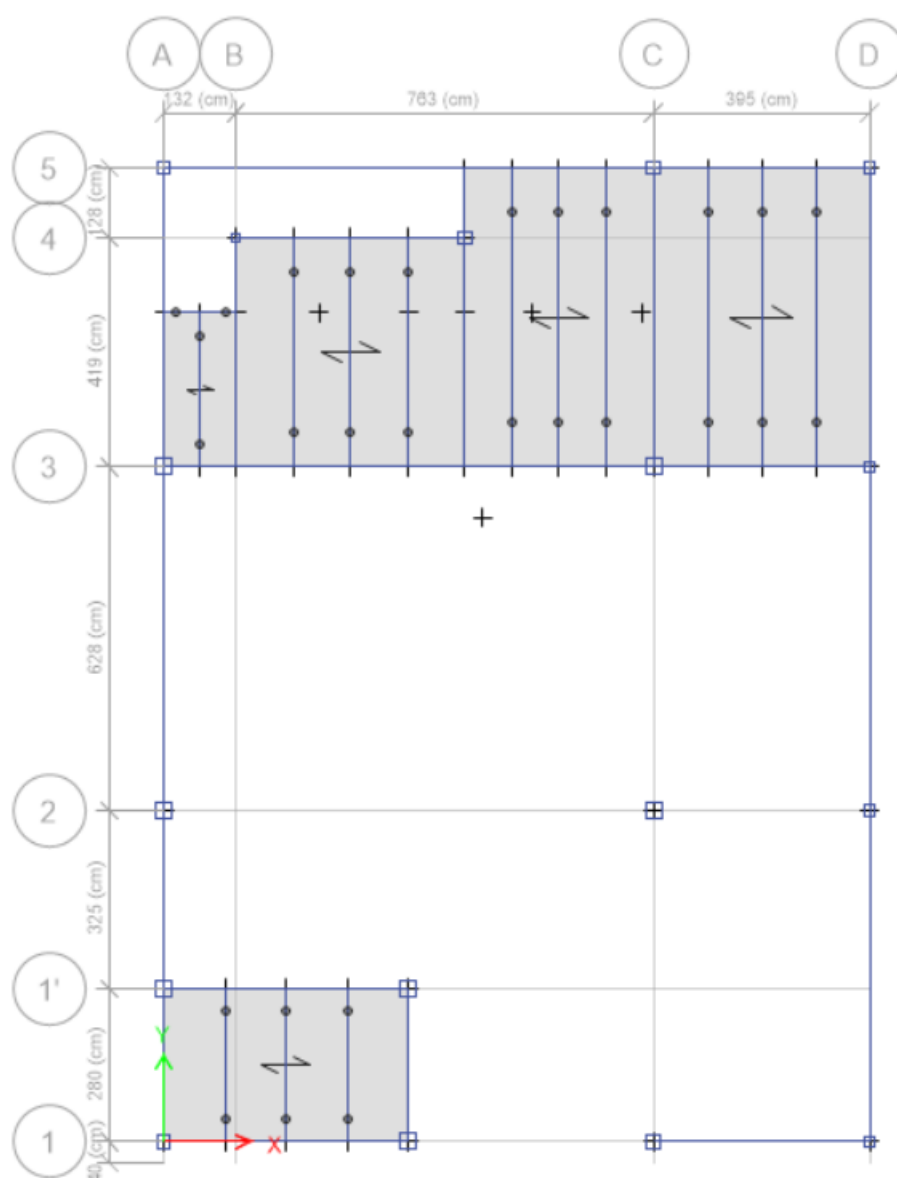
قاب 4



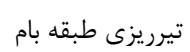
قالب 5

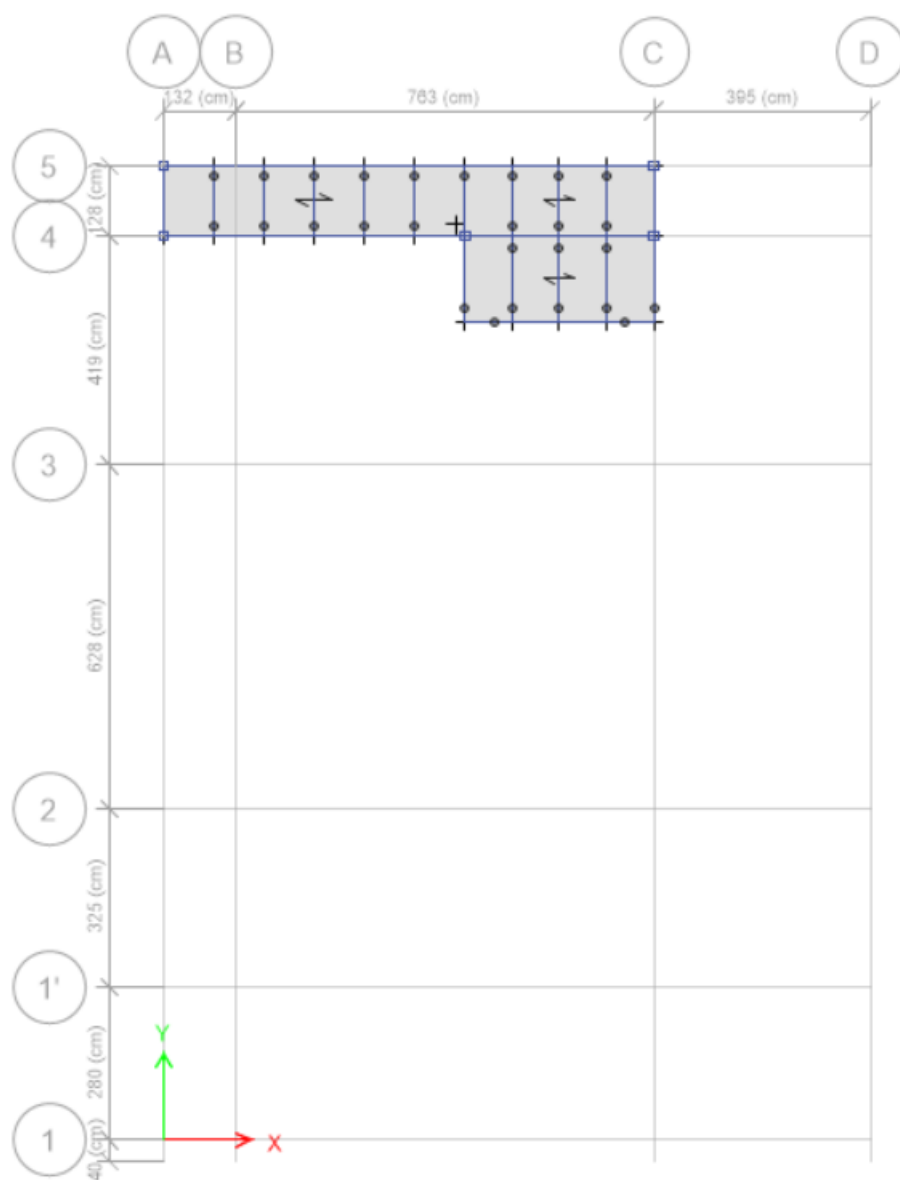


تیرریزی طبقه 1



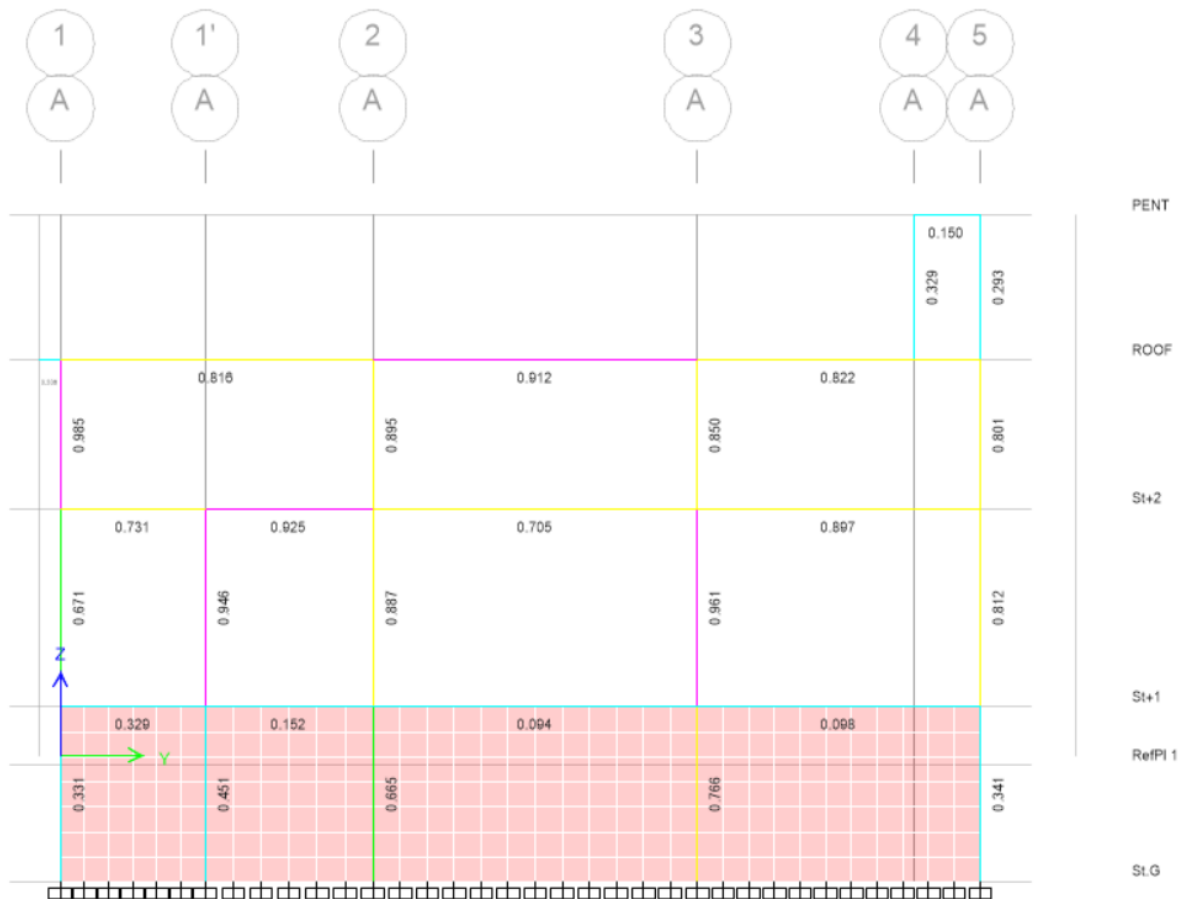
تیرریزی طبقه 2





تیرریزی طبقه خرپشته

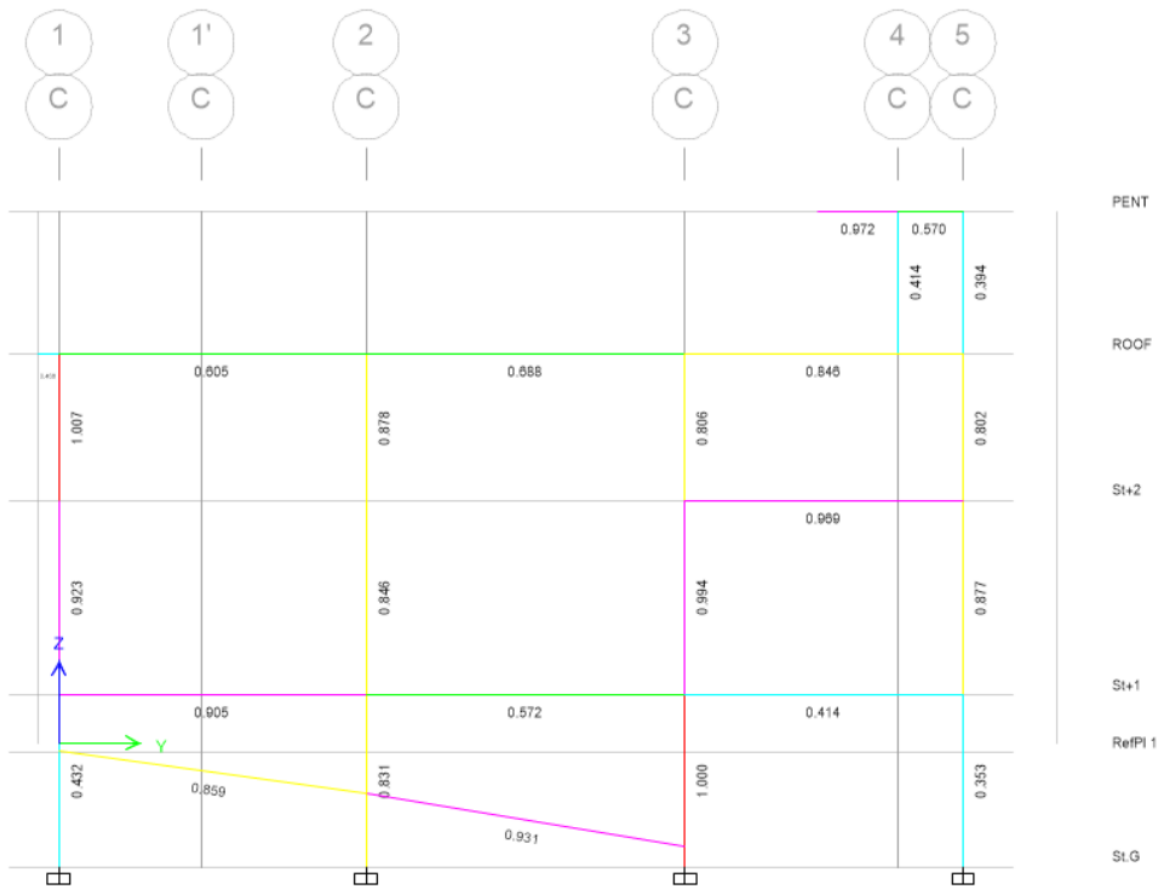
## ۱۱- نسبت نیرو به ظرفیت مقاطع



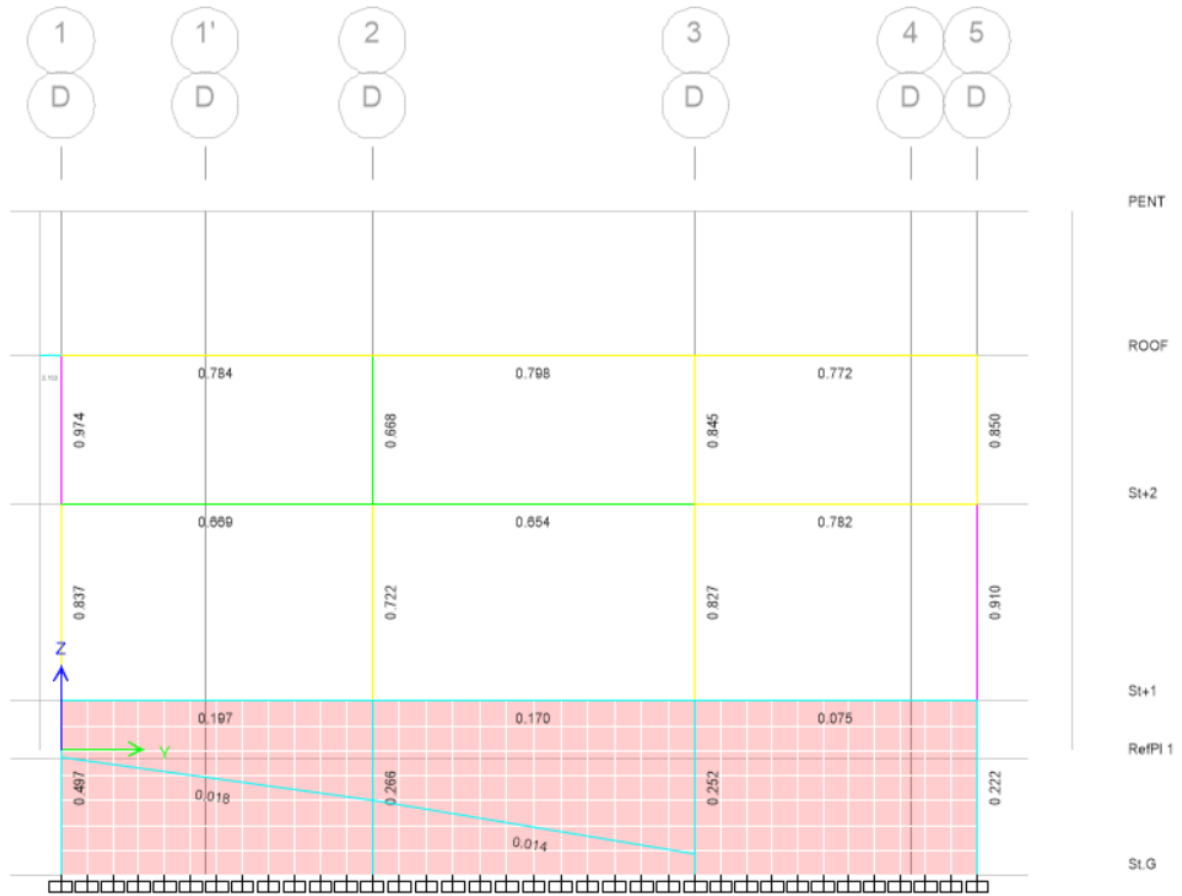
Ratio – Elev A



Ratio – Elev B

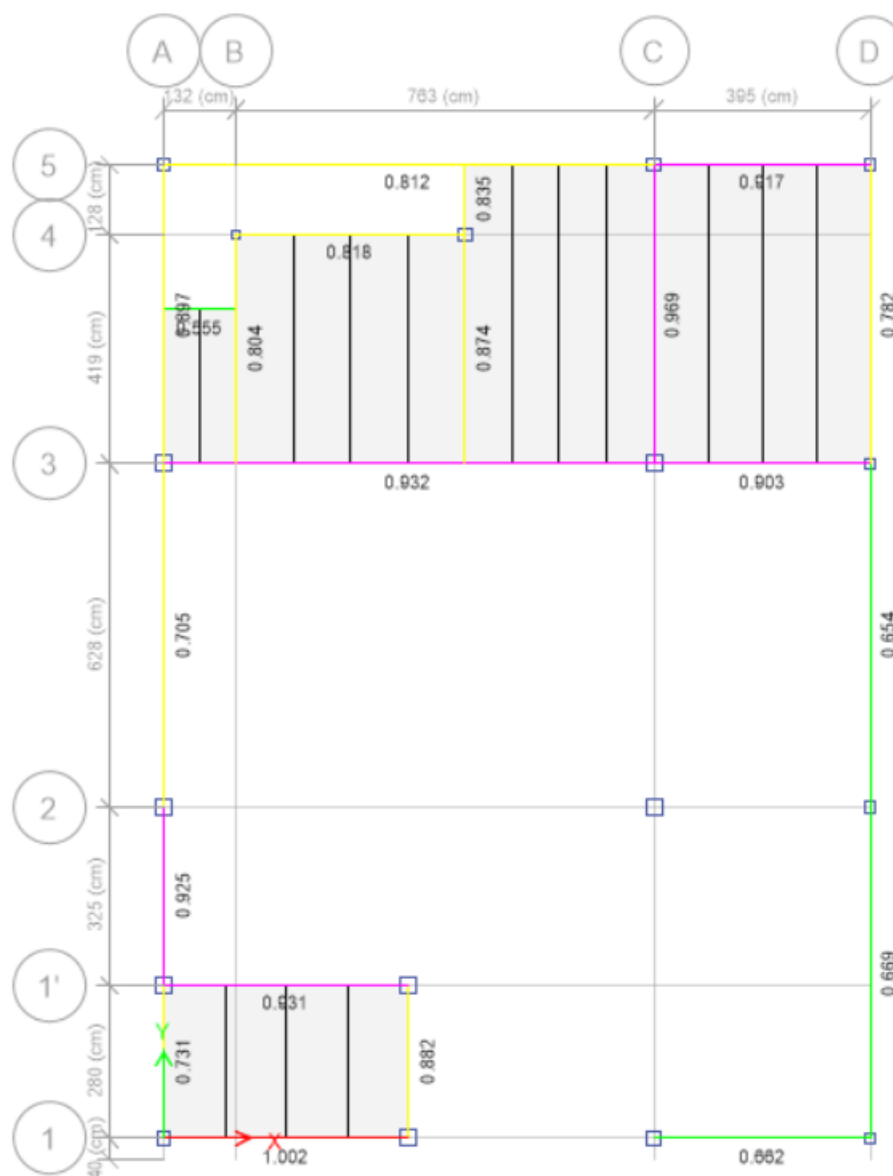


Ratio – Elev C

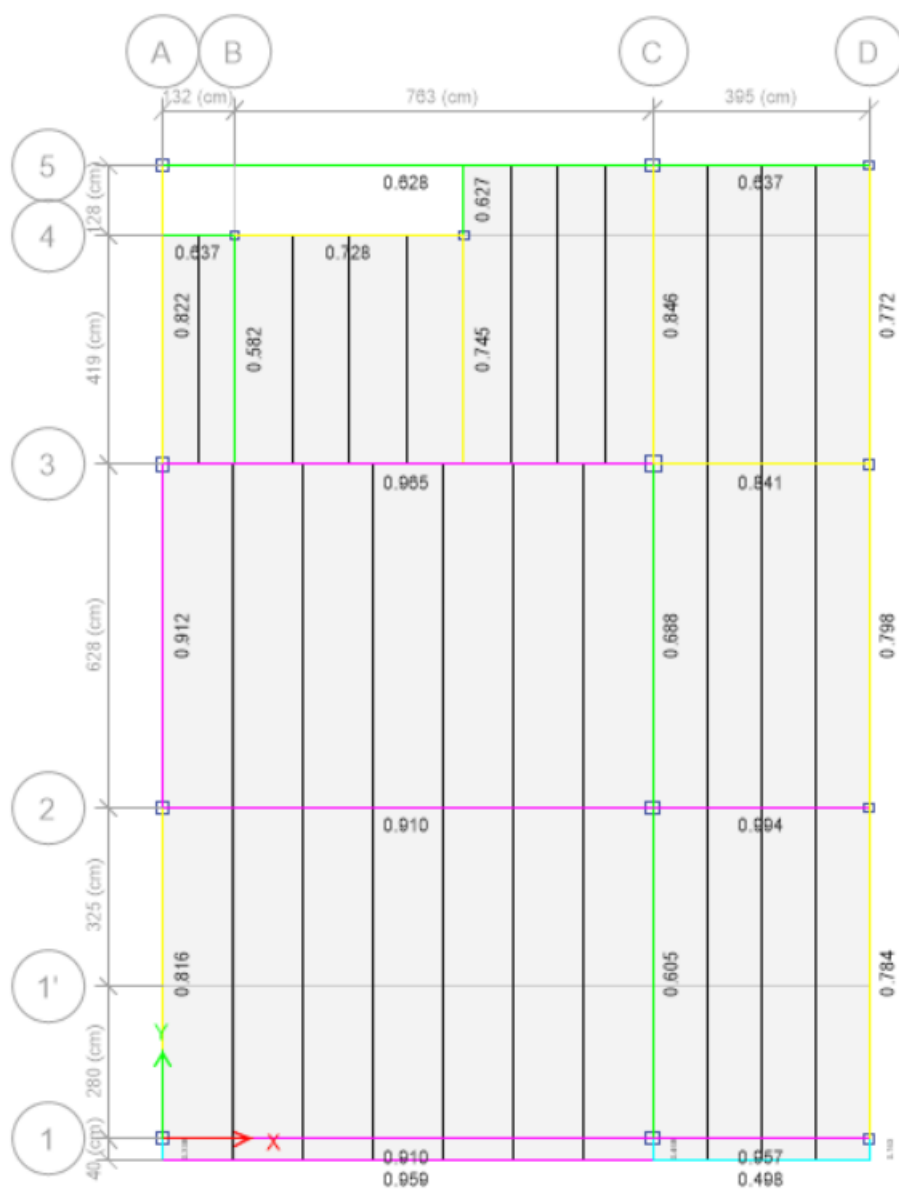


Ratio – Elev D

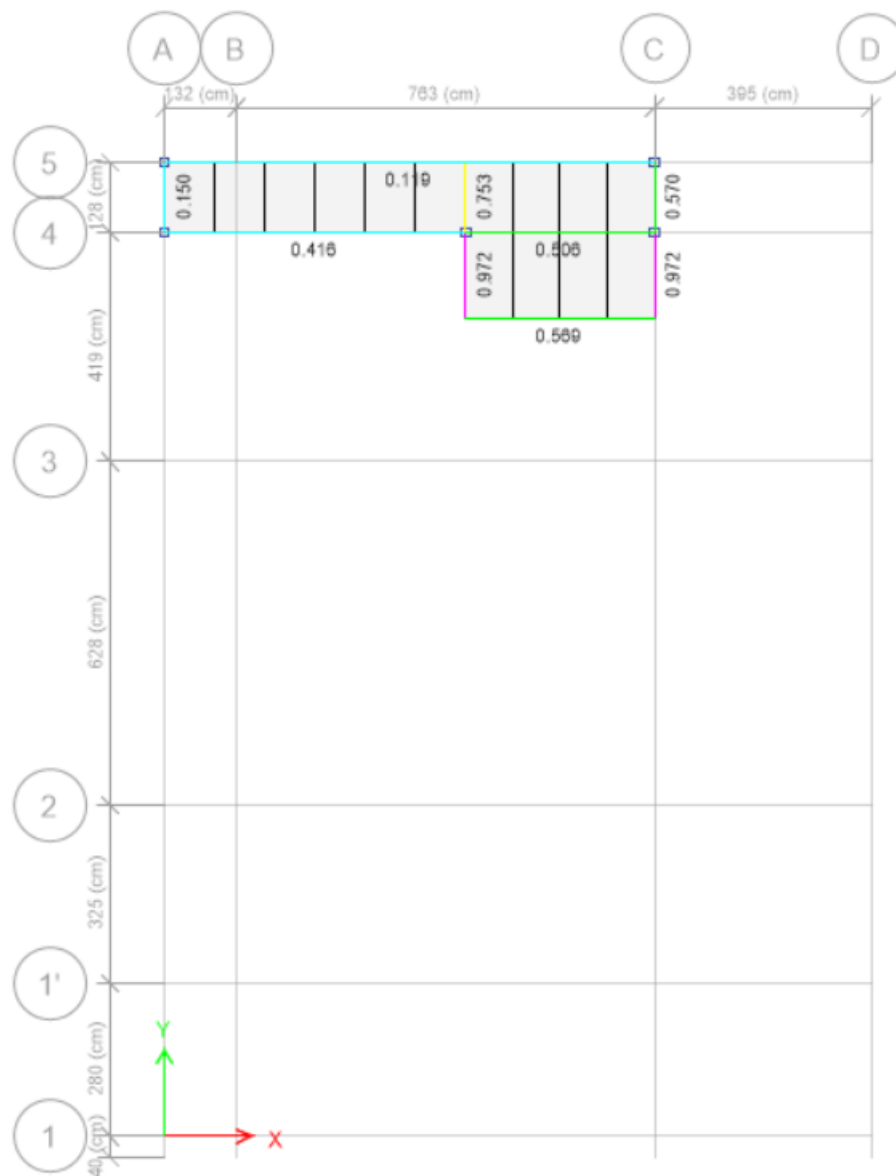




Story 2



Roof



Pent

## ۱۲- طراحی عرشه فولادی

تنظیمات طراحی سقف عرشه فولادی و تیرهای کامپوزیت بصورت زیر انجام گرفته و نتایج طراحی در ادامه نشان داده شده است.

**E** Composite Beam Design Preferences for AISC 360-22

Beam

Shear Studs

Camber

Deflection

Vibration

Prices

Factors

	Item	Value
▶ 1	Consider Axial Force?	No
2	Magnify Moments?	Yes
3	Shored Construction?	No
4	Middle Range, %	70
5	Pattern Live Load Factor	0.75
6	Stress Ratio Limit	1

...

Item Description

Toggle for considering axial forces when checking the strength of the beams.

Explanation of Color Coding for Values

Blue:

Default Value

Black:

Not a Default Value

Red:

Value that has changed during the current session

Design Code

AISC 360-22

Set To Default Values

All Items

Current Tab

Reset To Previous Values

All Items

Current Tab

OK

Cancel

Beam	Shear Studs	Camber	Deflection	Vibration	Prices	Factors
	Item	Value				
▶ 1	Minimum PCC, %	25				
2	Maximum PCC, %	100				
3	Single Segment?	No				
4	Min. Long. Spacing, cm	12				
5	Max. Long. Spacing, cm	80				
6	Min. Trans. Spacing, cm	8				
7	Max. Studs Per Row	1				
8	Position of Shear Studs in Deck Ribs	Middle of the Ribs				

...

**Item Description**  
Minimum value of percent composite connection applied to beams which require composite action to meet strength or deflection design criteria. This percentage also applies to beams for which "Force Composite" is specified in the overwrites.

**Explanation of Color Coding for Values**  
**Blue:** Default Value  
**Black:** Not a Default Value  
**Red:** Value that has changed during the current session

Design Code: AISC 360-22

**Set To Default Values**  
 All Items    Current Tab

**Reset To Previous Values**  
 All Items    Current Tab

OK    Cancel

Beam

Shear Studs

Camber

Deflection

Vibration

Prices

Factors

	Item	Value
▶ 01	Calculate Camber?	No
02	Camber DL, %	100
03	Minimum Beam Depth for Camber, cm	34.29
04	Minimum Web Thick. for Camber, cm	0.635
05	Minimum Beam Span for Camber, cm	731.52
06	Minimum Camber, abs, cm	1.905
07	Minimum Camber, L/	900
08	Camber Abs Max Limit, cm	15.24
09	Camber Max Limit, L/	180
10	Camber Increment, cm	0.635
11	Camber Rounding Down	Yes

...

Item Description

Toggle for whether or not beams have a camber.

Design Code

AISC 360-22

Set To Default Values

All Items

Current Tab

Reset To Previous Values

All Items

Current Tab

Explanation of Color Coding for Values

Blue:

Default Value

Black:

Not a Default Value

Red:

Value that has changed during the current session

OK

Cancel



Beam

Shear Studs

Camber

Deflection

Vibration

Prices

Factors

	Item	Value
▶ 1	Vibration Criterion	Walking
2	Occupancy Category	Paper Office
3	Damping Ratio	0.05
4	Driving Force, P0	65
5	Acceleration Limit, a0/g	0.005

...

Item Description

Vibration criterion to be considered in the design.

Design Code

AISC 360-22

Set To Default Values

All Items

Current Tab

Reset To Previous Values

All Items

Current Tab

Explanation of Color Coding for Values

Blue:

Default Value

Black:

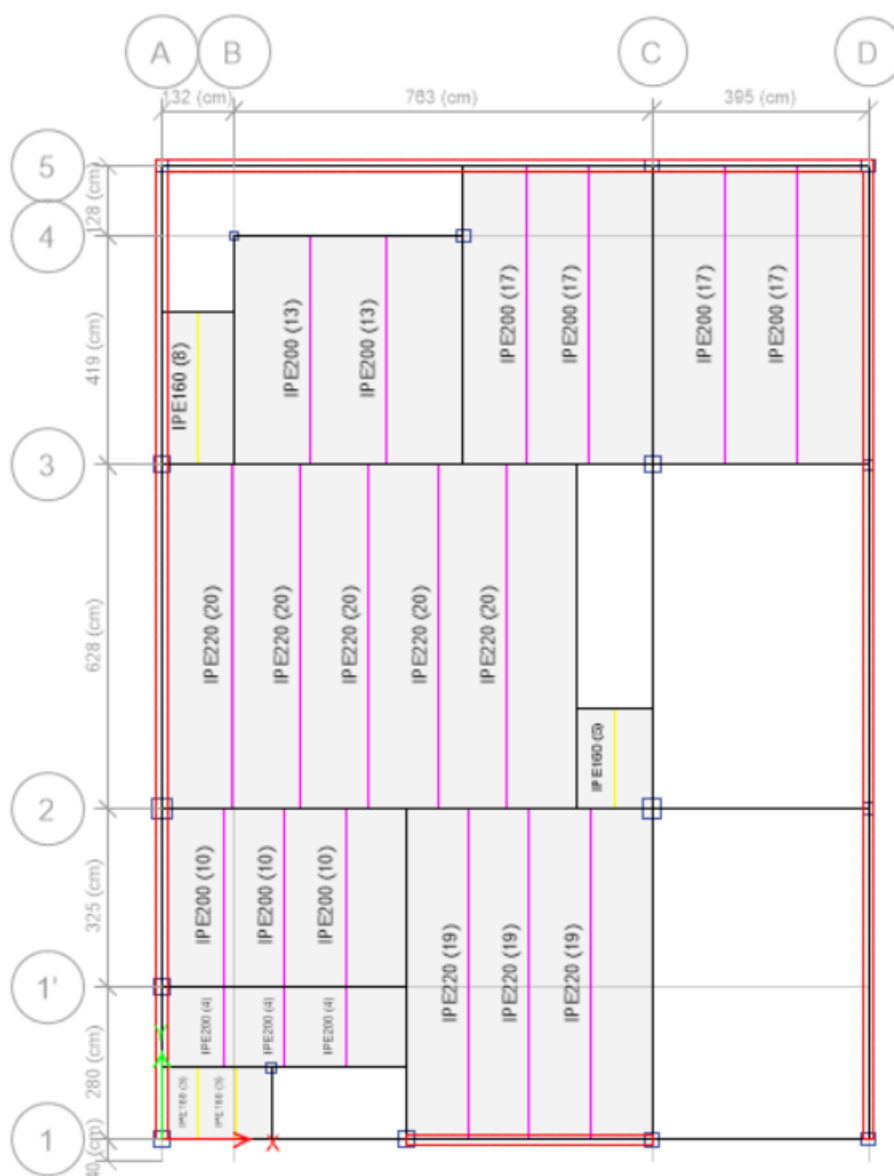
Not a Default Value

Red:

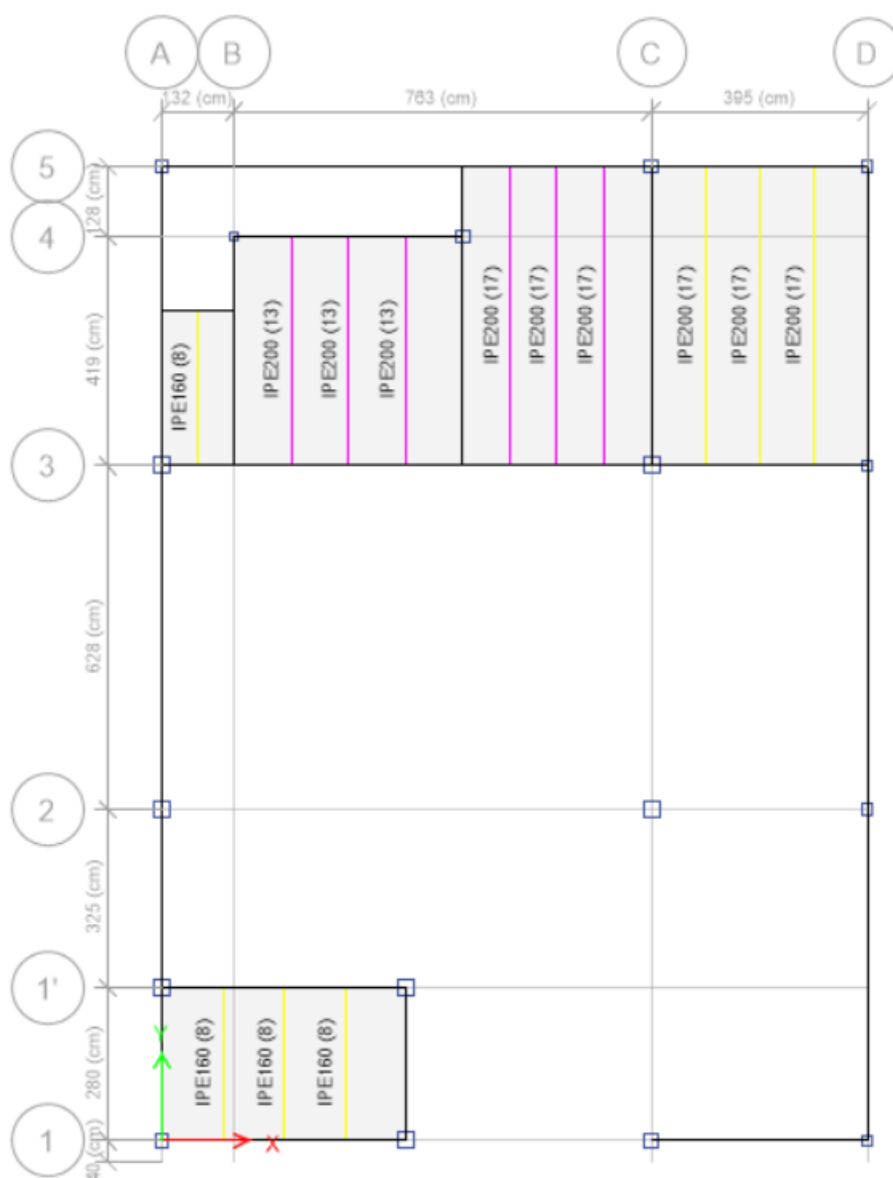
Value that has changed during the current session

OK

Cancel



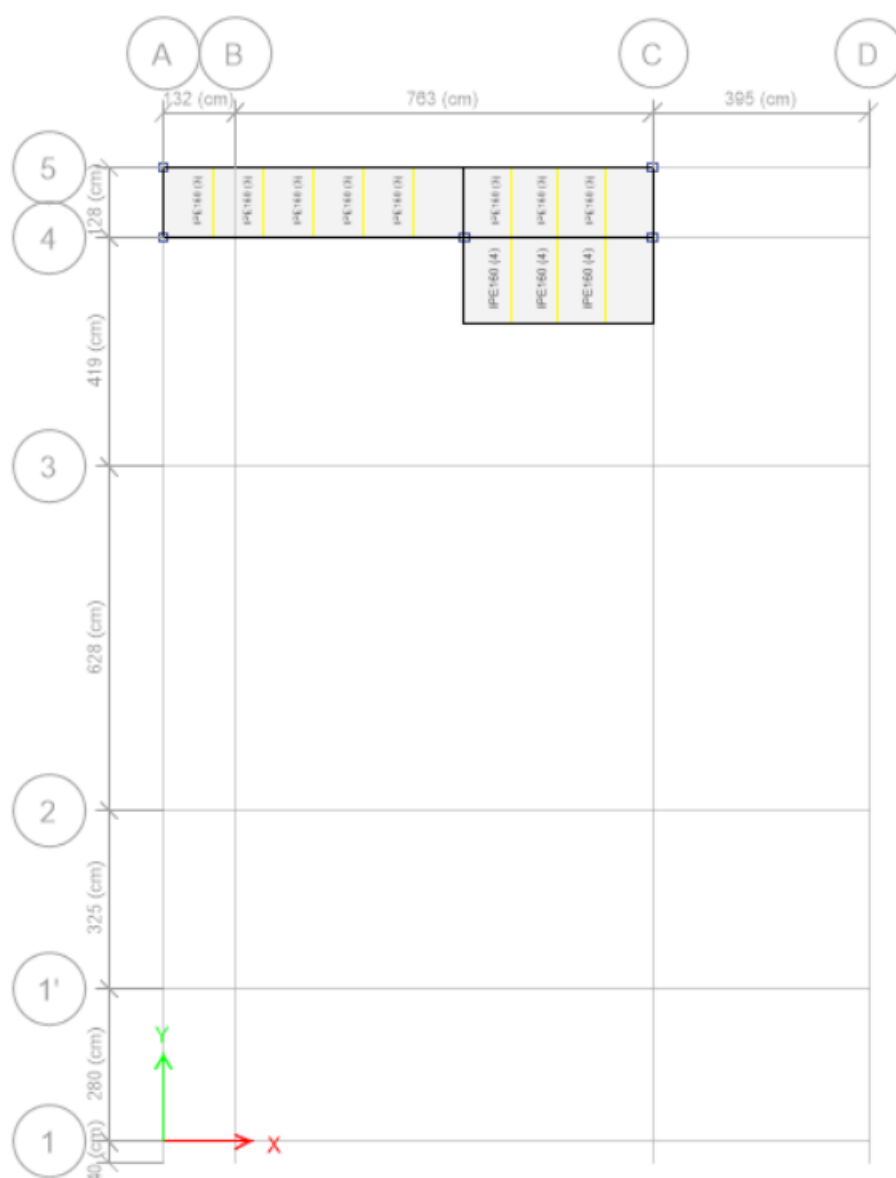
طراحی تیرهای کامپوزیت سقف در طبقه 1



طراحی تیرهای کامپوزیت سقف در طبقه 2



طراحی تیرهای کامپوزیت سقف در طبقه Roof



طراحی تیرهای کامپوزیت سقف در طبقه Pent

## ۱۳- طراحی دیوار حائل

دیوارهای حائل با ضخامت ۲۰۰ میلیمتر در حالت Uniform طراحی شده و آرماتورگذاری آنها نیز میلگرد نمره ۱۴ از فواصل ۲۵۰ میلیمتر در نظر گرفته شده و تنظیمات و نتایج در ادامه بیان گردیده است.

**E Shear Wall Design Preferences for ACI 318-19** ×

Concrete Composite Masonry

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-19
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Rebar Material	S400
04	Rebar Shear Material	S400
05	Design System Rho	1
06	Design System Sds	0
07	Seismic Design Category	D
08	System Overstrength Factor	2.5
09	Importance Factor	1
10	System R	7.5
11	System Cd	5
12	Wall Ductility Type	Special Structural Wall
13	Pier Critical Section (CS)	NONE
14	Ignore Beneficial Pu for Spandrel Design?	Yes
15	Phi (Tension Controlled)	0.9

**Item Description**

The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

**Explanation of Color Coding for Values**

**Blue:** Default Value

**Black:** Not a Default Value

**Red:** Value that has changed during the current session

**Set To Default Values**

All Items Selected Items

**Reset To Previous Values**

All Items Selected Items

OK Cancel

تنظیمات ائین‌نامه طراحی دیوار حائل بتنی (بخش ۱)

Concrete Composite Masonry

	Item	Value
12	Wall Ductility Type	Special Structural Wall
13	Pier Critical Section (CS)	NONE
14	Ignore Beneficial Pu for Spandrel Design?	Yes
15	Phi (Tension Controlled)	0.9
16	Phi (Compression Controlled)	0.65
17	Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
18	Phi (Shear Seismic)	0.6
19	Pmax Factor	0.8
20	Number of Curves	24
21	Number of Points	11
22	Edge Design PT-Max	0.06
23	Edge Design PC-Max	0.04
24	Section Design IP-Max	0.04
25	Section Design IP-Min	0.0025
26	Utilization Factor Limit	1

Set To Default Values

Reset To Previous Values

All Items

Selected Items

All Items

Selected Items

OK

Cancel

Item Description

The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

Explanation of Color Coding for Values

Blue:

Default Value

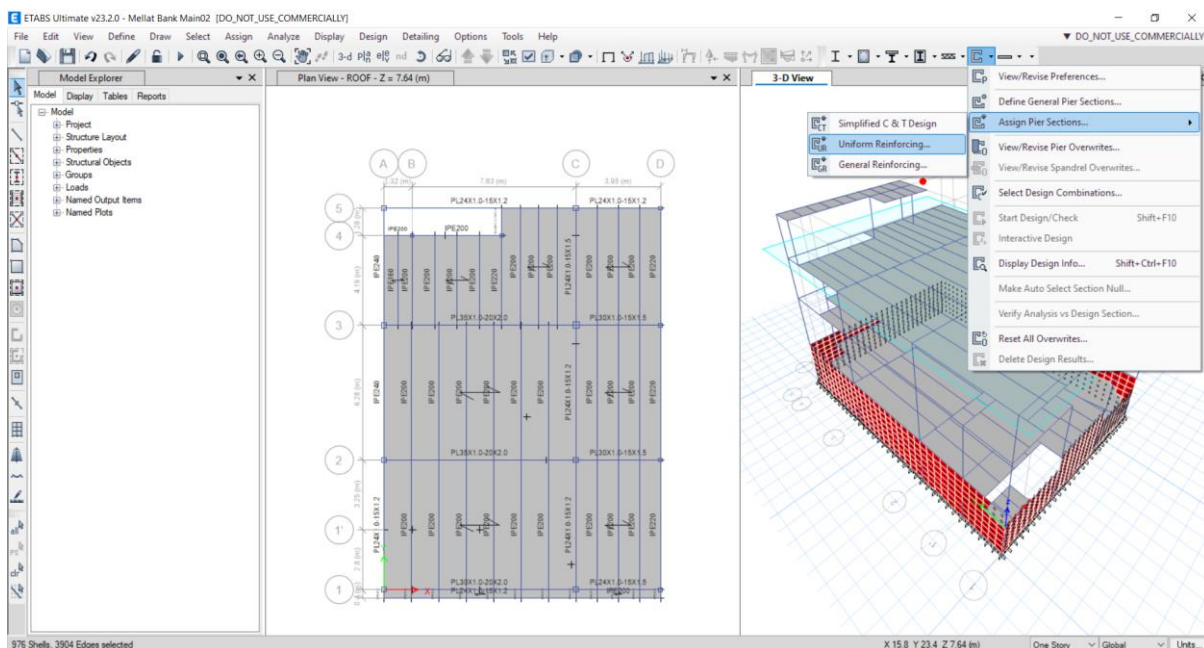
Black:

Not a Default Value

Red:

Value that has changed during the current session

تنظیمات ائین نامه طراحی دیوار حائل بتنی (بخش ۲)



اختصاص روش طراحی دیوار حائل بتنی

**E** Uniform Reinforcing Assignment to Pier

**Pier Material**

Material: C25

**Distributed Bars**

Bar Size: 14d

Spacing: 0.25 m

Clear Cover for Rebar: 0.03 m

**End/Corner Bars**

Bar Size: 14d

**Check/Design**

☒ Reinforcement to be Checked

☐ Reinforcement to be Designed

OK Cancel

اختصاص آرماتورهای دیوار حائل بتنی

Concrete

	Item	Value
01	Design this Pier?	Program Determined
02	LL Reduction Factor	Varies
03	Design is Seismic?	Program Determined
04	Seismic Design Grade	Special Structural Wall
05	Pier Section Type	Uniform Reinforcing
06	End/Corner Bar Name	14d
07	Edge Bar Name	14d
08	Edge Bar Spacing	0.25
09	Clear Cover	0.03
10	Material	C25
11	Check/Design Reinforcing	Check
12	Check Compression Block Depth for BZ?	Program Determined

Set To Default Values

All Items

Selected Items

Reset To Previous Values

All Items

Selected Items

OK

Cancel

Item Description

Design this Pier

Explanation of Color Coding for Values

Blue:

All selected items are program determined

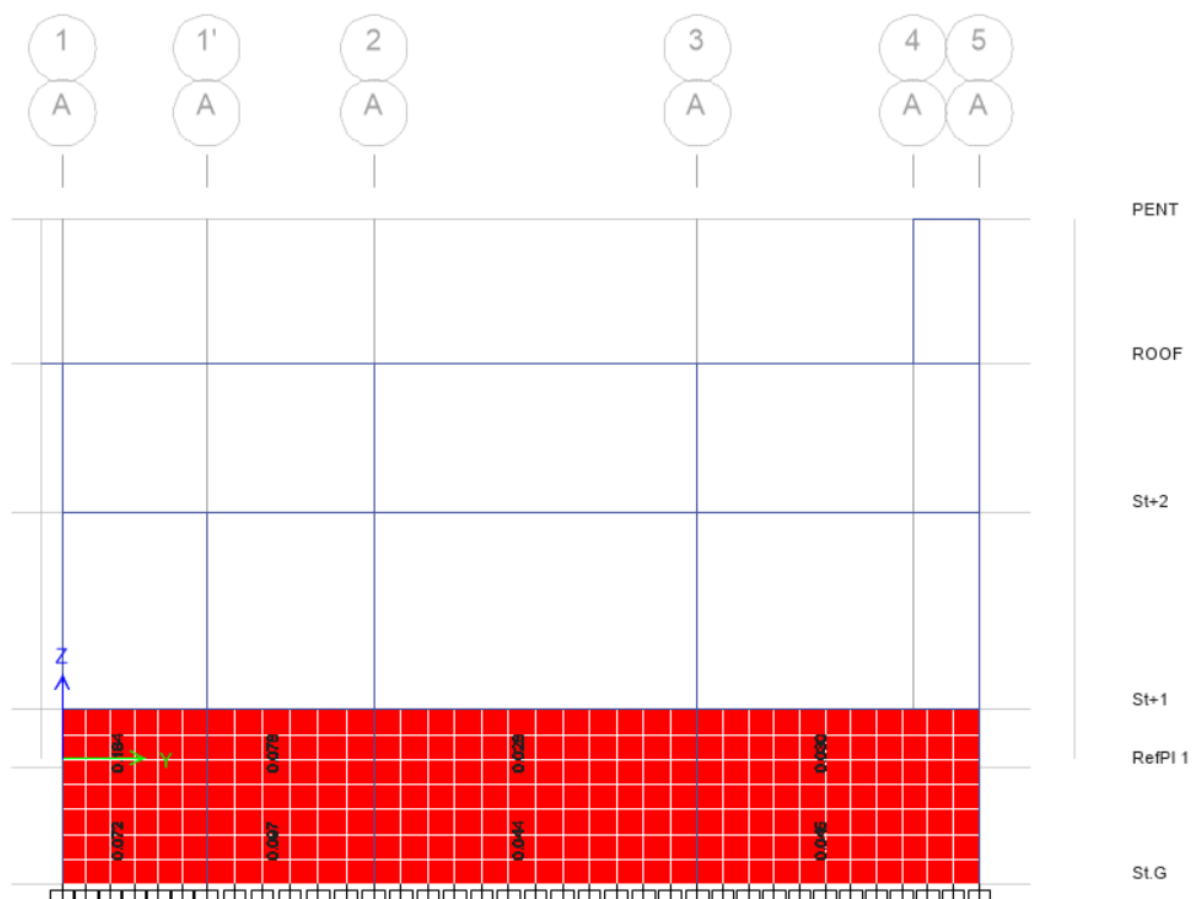
Black:

Some selected items are user defined

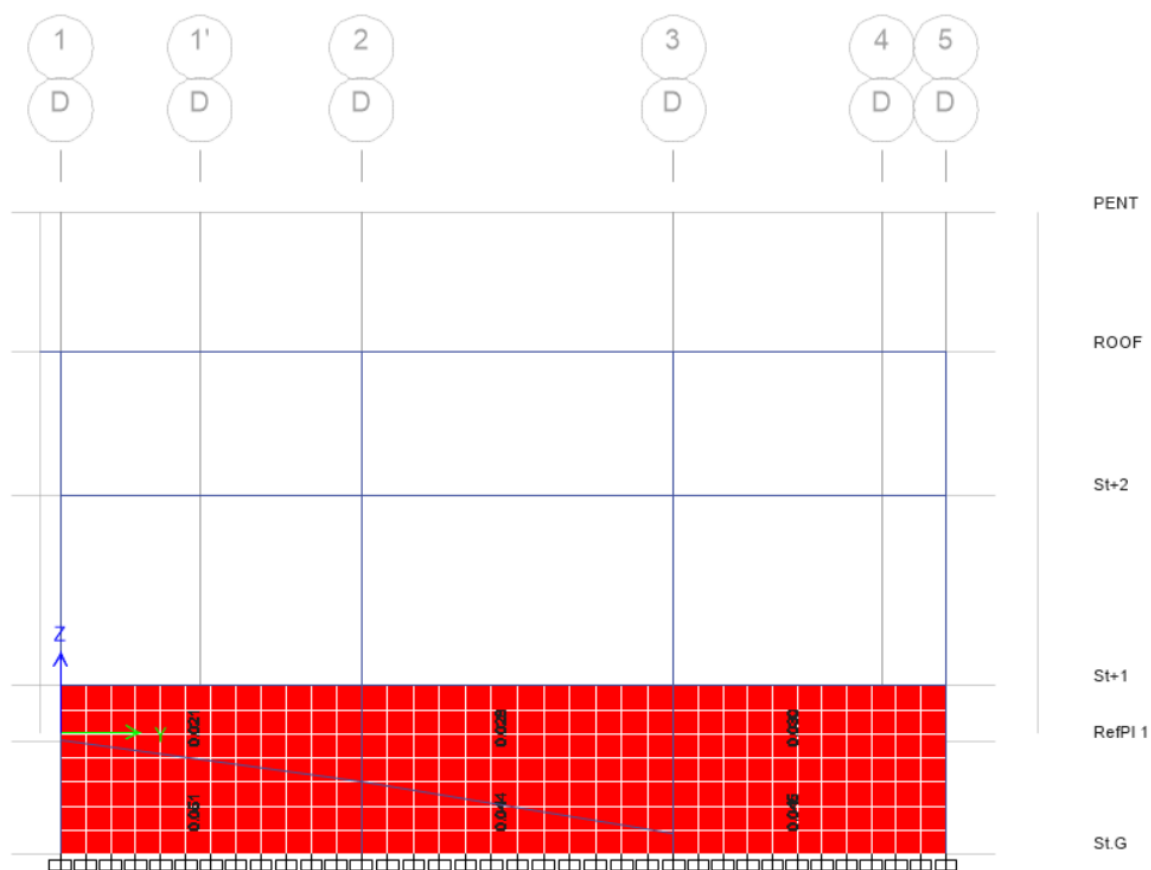
Red:

Value that has changed during the current session

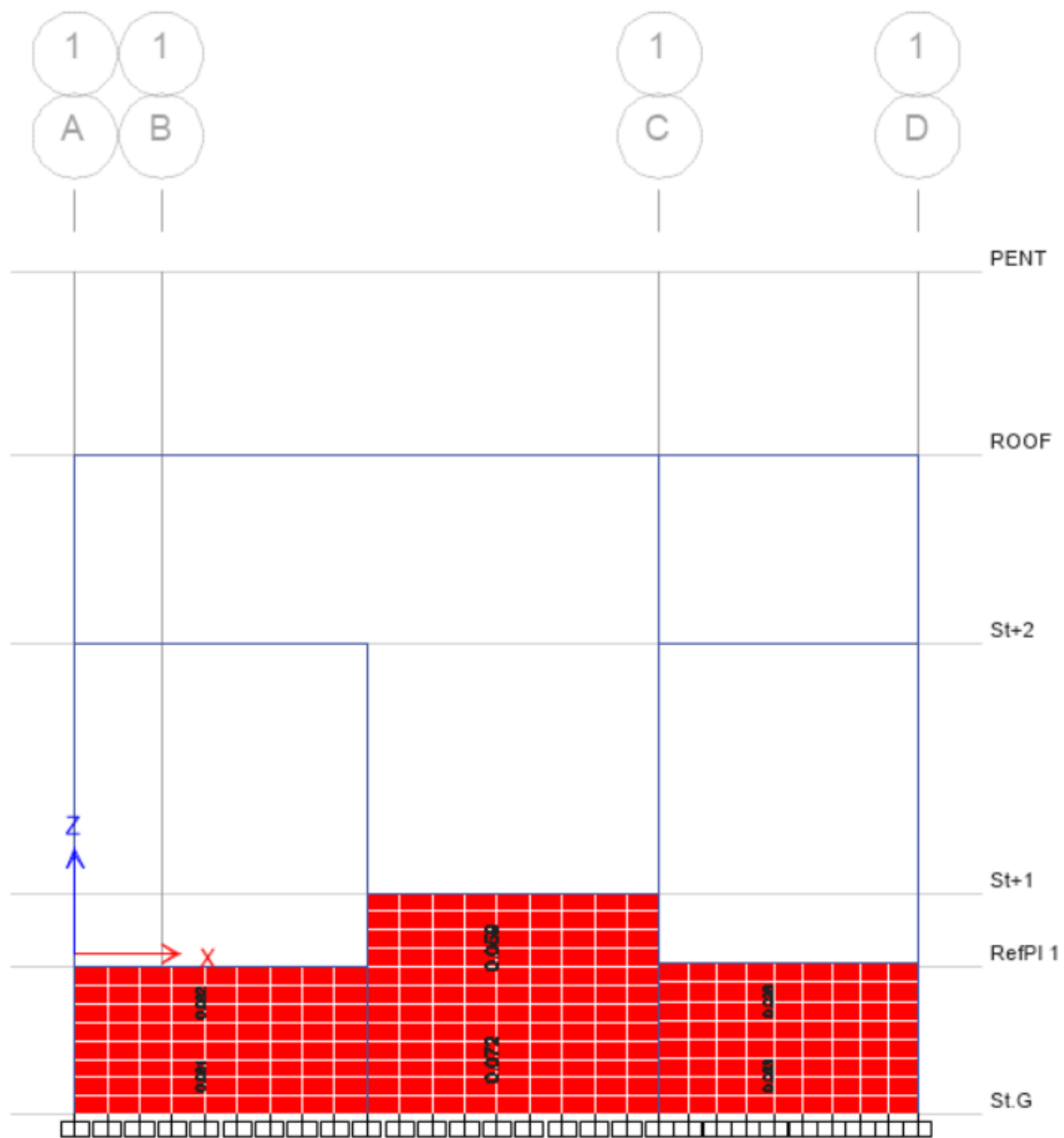
خلاصه روش طراحی و آرماتورگذاری اعمال شده به دیوارهای حائل بتنی



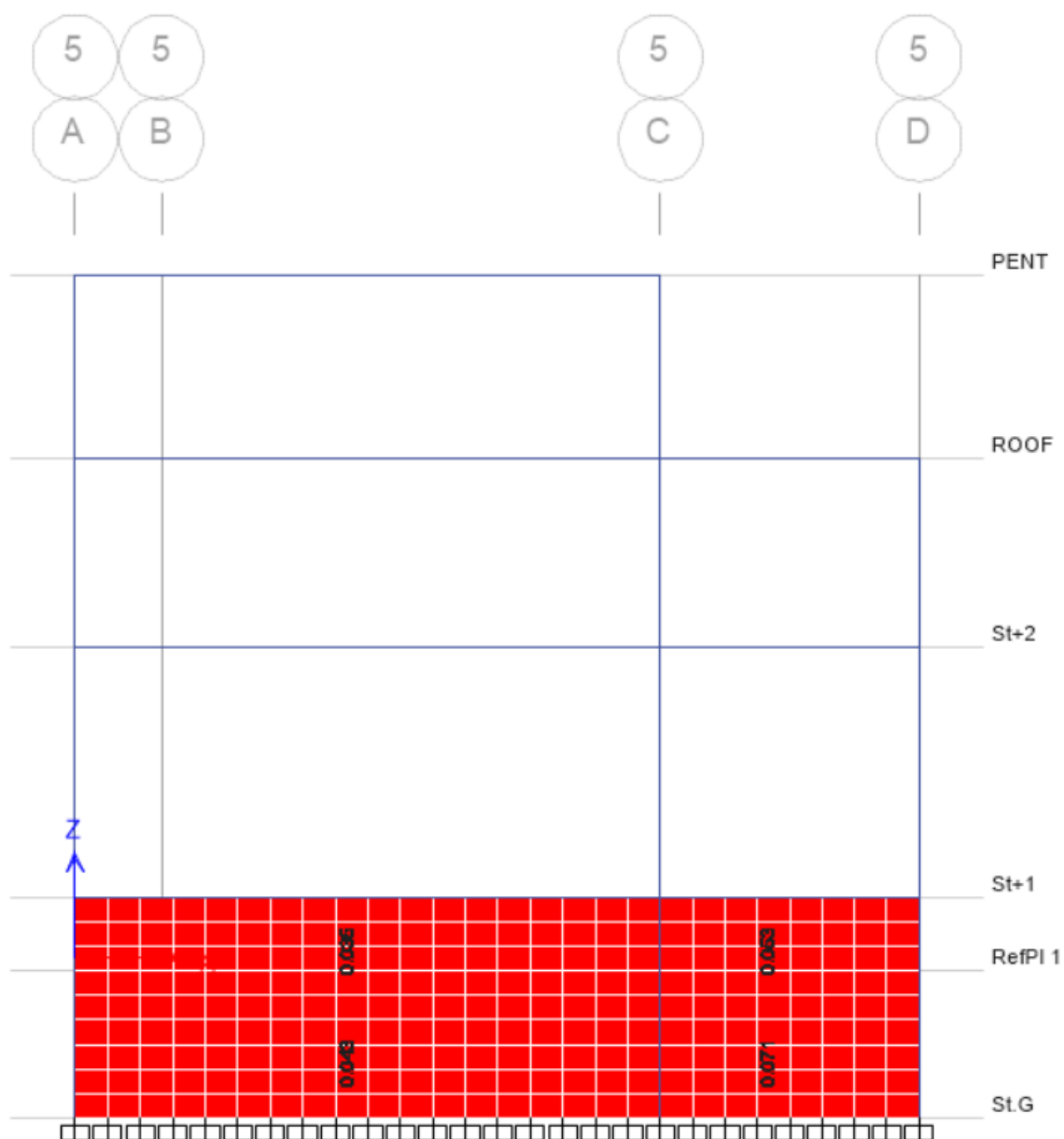
نسبت نیرو به ظرفیت دیوارهای حائل (قاب A)



نسبت نیرو به ظرفیت دیوارهای حائل (قاب D)



نسبت نیرو به ظرفیت دیوارهای حائل (قاب 1)



نسبت نیرو به ظرفیت دیوارهای حائل (قاب 5)

## ۱۴- پی

### ۱۴-۱- ابعاد پی

ضخامت پی مورد نظر برابر با ۸۰ سانتی متر می باشد و پی از نوع نواری می باشد. مطابق گزارش ژئوتکنیک نیز حداقل عرض پی برابر ۲ متر بیان گردیده است از این رو عرض نوارها برابر ۲ متر در نظر گرفته شده و طراحی انجام گرفته است.

عرض پی	m	مربعی $l/b=1$	نواری	گسترده
			2	12

### ۱۴-۲- مصالح مورد استفاده در پی

#### ۱۴-۲-۱- بتن

مشخصات مصالح بتنی	
وزن واحد حجم	2500 kg/m <sup>3</sup>
مدول ارتجاعی	23500 MPa
ضریب پواسون	0.2
مقاومت فشاری بتن	25 MPa
تنش تسلیم میلگرد طولی (AIII)	400 MPa
تنش گسیختگی میلگرد طولی (AIII)	600 MPa

#### ۱۴-۲-۲- خاک

تیپ خاک مطابق آیین نامه	تنش مجاز تحت گسیختگی	تنش مجاز تحت نشست
III	2.24 kg/cm <sup>2</sup>	1.78 kg/cm <sup>2</sup>

### ۱۴-۳- محاسبه ضریب ارتجاعی

$$K_s = \frac{(S.F) * q_a}{\Delta H}$$

$$K_s = 0.7 \text{ kg/cm}^2$$

### ۱۴-۴- الگوهای بار

الگوهای بار در نرم افزار Safe دقیقاً مانند ETABS می باشد و اطلاعات از آنجا Export شده است.

### ۱۴-۵- ترکیب بارگذاری

#### ۱۴-۵-۱- ترکیب بارهای کنترل تنش زیر پی

مطابق آیین نامه های طراحی ساختمان های بتنی ، ابعاد کف پی ها و یا شالوده ها بر اساس کنترل تنش مجاز خاک تعیین میشود

نام ترکیب بار	ترکیب بار
T01	<i>Dead</i>
T02	<i>(Dead) + (live + LREAD + LREAD0.5)</i>
T03	<i>(Dead) + (LRoof)</i>
T04	<i>(Dead) + 0.75(Live + LREAD + LREAD0.5) + 0.75(LRoof)</i>
T05-T08	<i>1.21(Dead) + 0.75(Live + LREAD + LREAD0.5) + 0.75(Snow) + 0.525(±EXP ± EY + EZ)</i>
T09-T12	<i>1.21(Dead) + 0.75(Live + LREAD + LREAD0.5) + 0.75(Snow) + 0.525(±EXN ± EY + EZ)</i>
T13-T16	<i>1.21(Dead) + 0.75(Live + LREAD + LREAD0.5) + 0.75(Snow) + 0.525(±EX ± EYP + EZ)</i>
T17-T20	<i>1.21(Dead) + 0.75(Live + LREAD + LREAD0.5) + 0.75(Snow) + 0.525(±EX ± EYN + EZ)</i>
T21-T24	<i>0.6(Dead) + 0.7(±EXP ± EY)</i>
T25-T28	<i>0.6(Dead) + 0.7(±EXN ± EY)</i>
T29-T32	<i>0.6(Dead) + 0.7(±EX ± EYP)</i>
T33-T36	<i>0.6(Dead) + 0.7(±EX ± EYN)</i>

#### ۱۴-۵-۲- ترکیب بارهای طراحی

این ترکیب بارها به منظور مشخص شدن میزان آرماتورهای خمشی و همچنین کنترل ضخامت پی به سیستم وارد میشوند که به شرح زیر میباشند.

ترکیب بار	نام ترکیب بار
Comb 01	$1.4(Dead)$
Comb 02	$1.2(Dead) + 1.6(Live + LREAD + LREAD0.5) + 0.5(LRoof)$
Comb 03	$1.2(Dead) + 1(Live + LREAD + 0.5LREAD0.5) + 1.6(LRoof)$
Comb 04-07	$1.41(Dead) + (Live + LREAD + 0.5LREAD0.5) + 0.2(Snow) + (\pm EXP \pm EY + EZ)$
Comb 08-11	$1.41(Dead) + (Live + LREAD + 0.5LREAD0.5) + 0.2(Snow) + (\pm EXN \pm EY + EZ)$
Comb 12-15	$1.41(Dead) + (Live + LREAD + 0.5LREAD0.5) + 0.2(Snow) + (\pm EX \pm EYP + EZ)$
Comb 16-19	$1.41(Dead) + (Live + LREAD + 0.5LREAD0.5) + 0.2(Snow) + (\pm EX \pm EYN + EZ)$
Comb 20-23	$0.9(Dead) + (\pm EXP \pm EY)$
Comb 24-27	$0.9(Dead) + (\pm EXN \pm EY)$
Comb 28-31	$0.9(Dead) + (\pm EX \pm EYP)$
Comb 32-35	$0.9(Dead) + (\pm EX \pm EYN)$

#### ۱۴-۵-۳- معرفی ترکیب بارهای غیر خطی

به طور خاک مصالحی است که تنشهای کششی ندارد و در صورت بلندشدگی در بخشی از فونداسیون از ظرف خاک هیچگونه مقاومتی مشاهده نخواهد شد. برای شبیه سازی اثرات خاک زیر فونداسیون از فنرهای صرفاً فشاری استفاده شده است لیکن در صورت وجود تنش کششی در بخشی از فونداسیون، به طور عادی نرم افزار از آنها برای تعیین تلاش های داخلی استفاده میکند. لذا به جهت اینکه تنش کششی در زیر پی ها وجود نداشته باشد و نرم افزار آنها را در آنالیز حذف کند و سپس توزیع تنش فشاری صورت گیرد، باید یک سری ترکیب بار غیر خطی برای انجام این فرایند به نرم افزار معرفی شود

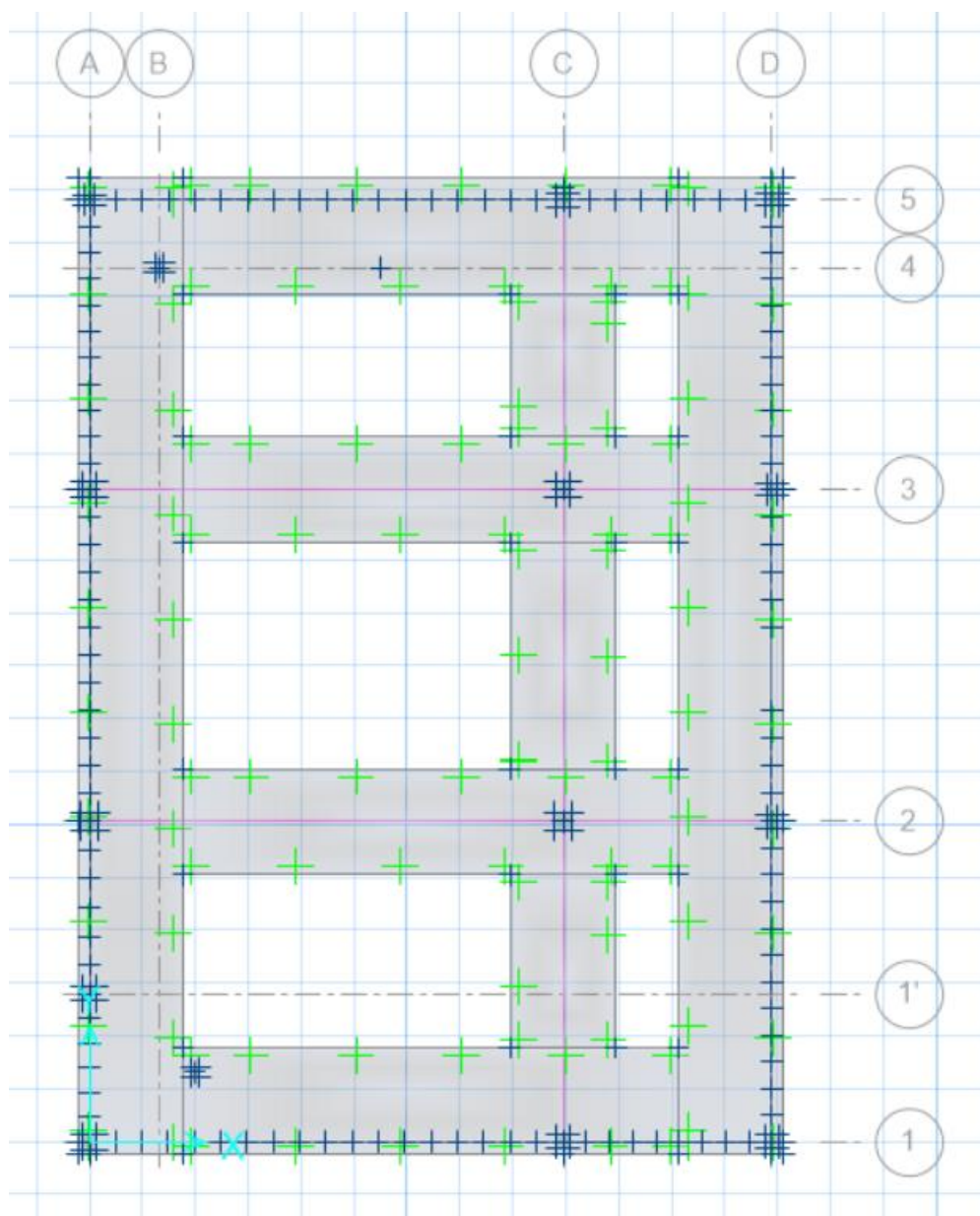
#### ۱۵-۶- بارهای وارده به پی

##### ۱۵-۶-۱- بار کف

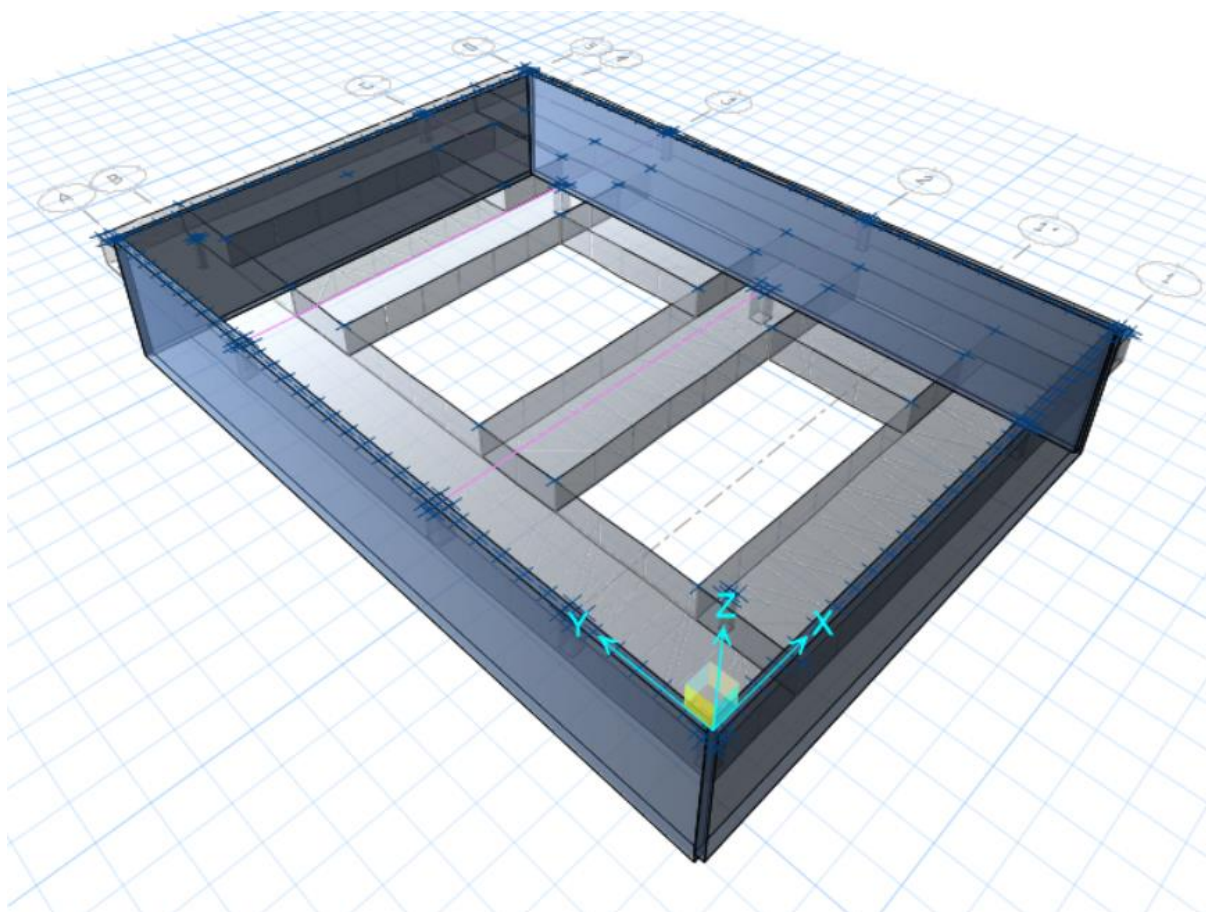
نوع مصالح	ضخامت (m)	وزن مخصوص ( $\text{kg/m}^3$ )	شدت بار ( $\text{kg/m}^2$ )
موزاییک	0.03	2250	67.5
ملات ماسه سیمان	0.02	2100	42
بتن کف	0.05	2400	120
بلوکاژ	0.2	1400	280

در نتیجه مقدار بار مرده وارد بر کف برابر با ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و بار زنده ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته شده است.

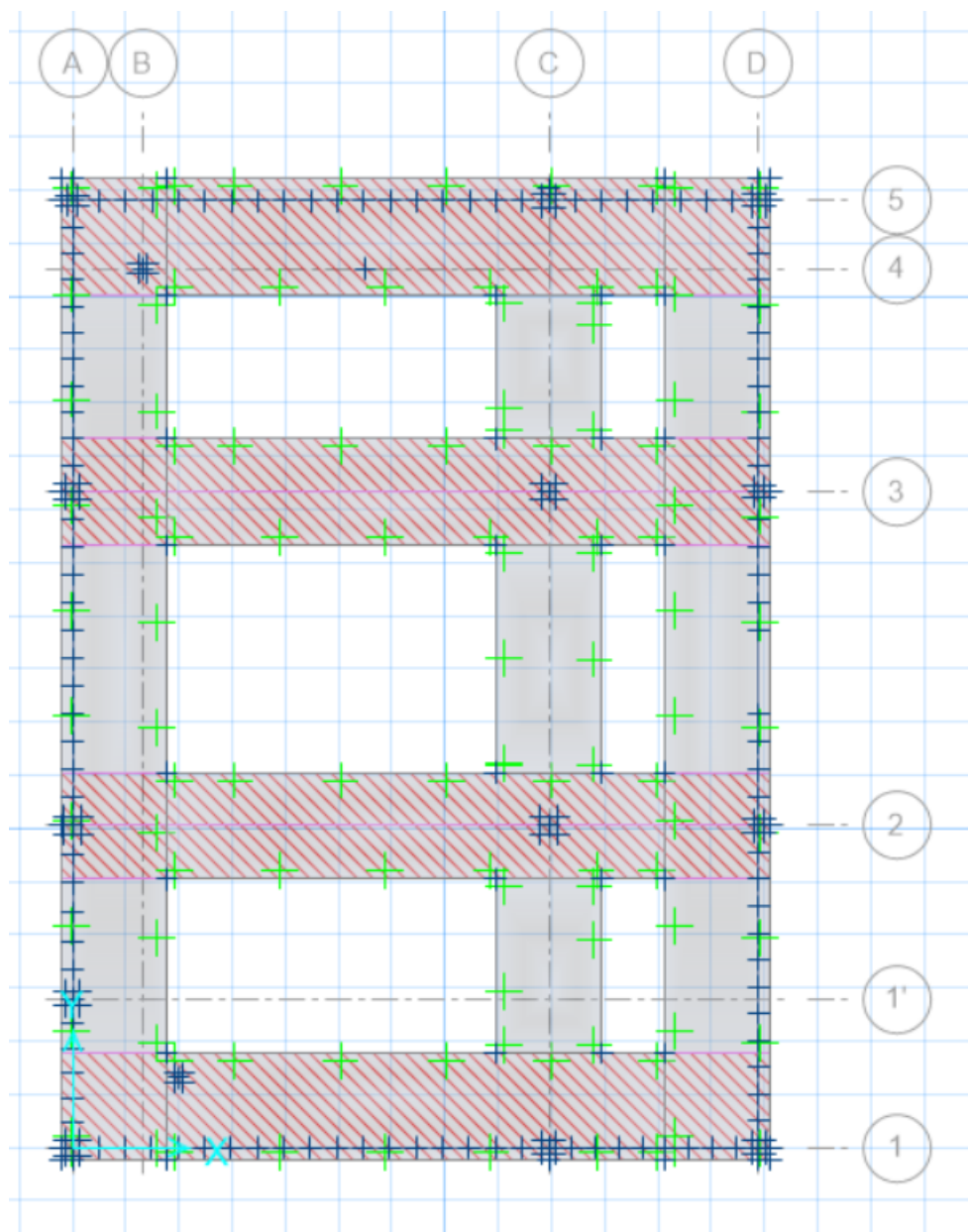
### ۱۴-۸- مدل سازی پی



مدل سازی پی



مدل ۳ بعدی پی



نوارهای طراحی جهت X



Design Preferences

Code Min. Cover Slabs Min. Cover Beams P/T Stress Check

Non-Prestressed Reinforcement	
Clear Cover Top (cm)	5
Clear Cover Bottom (cm)	5
Preferred Bar Size	20
Inner Slab Rebar Layer	Layer B
Post-Tensioning	
CGS of Tendon Top (cm)	2.5
CGS of Tendon for Bottom of Exterior Bay (cm)	4
CGS of Tendon for Bottom of Interior Bay (cm)	2.5
Minimum Reinforcing	
Slab Type for Minimum Reinforcing	Two Way

Reset Tab Defaults

OK Cancel

تنظیمات کاور پی

Advanced Modeling Options

Active Degrees of Freedom

☒ 2D Plate - UZ, RX, RY Only

Add Special Constraint

☐ Add Rigid Diaphragm Constraint at Top of Columns and Walls Above

Vertical Offset Modeling

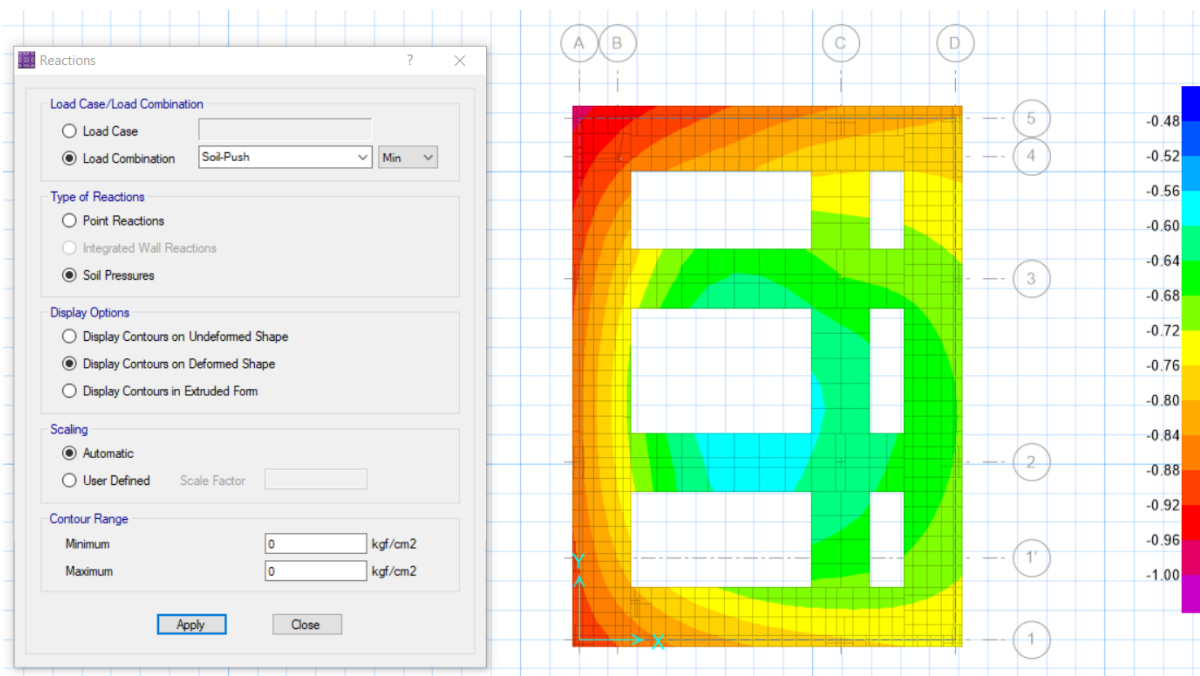
☒ Ignore Vertical Offsets in Non P/T Models

OK Cancel

تنظیمات تحلیل پی

## ۱۴-۸- کنترل‌ها

### ۱۴-۸-۱- کنترل تنش زیر پی



تنش زیر پی

✓ مطابق نتیجه حاصل شده مشاهده می‌شد تنش پی در تمامی قسمت‌ها کمتر از ۲/۲۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع که تنش

گسیختگی مجاز بوده و پی پاسخگوی تنش وارده بوده است.

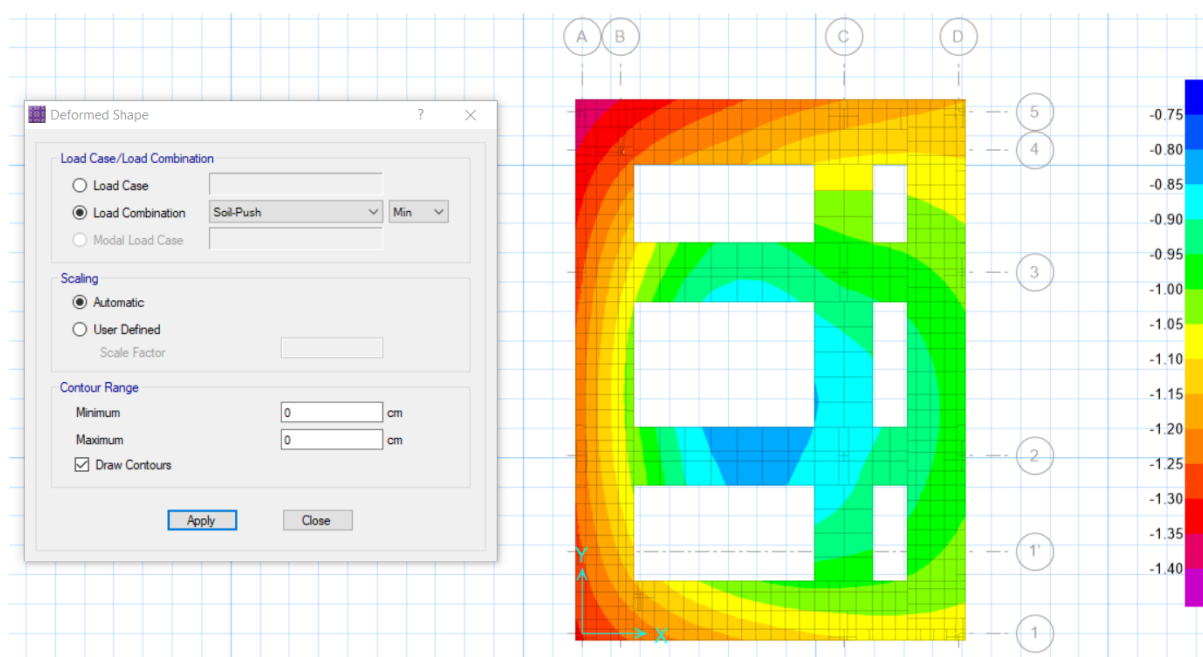
✓ همچنین پی فاقد تنش مثبت بوده که نشان از عدم ایجاد آپلیفت در پی خواهد بود.

## ۱۴-۸-۲- کنترل نشست پی

نشست مجاز فونداسیون برای پی‌های نواری مطابق جدول (۷-۴-۲) مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان برای خاک‌های ماسه‌ای برای حالت یکنواخت برابر ۲۵ میلیمتر در نظر گرفته شده است.

جدول ۷-۴-۲ مقادیر اولیه نشست مجاز تحت بارگذاری استاتیکی

خاک	نوع پی	نشست مجاز (میلی‌متر)	
		غیر یکنواخت	یکنواخت
ماسه	منفرد و نواری	۲۰	۲۵
	شبکه‌ای و گسترده	۲۰	۵۰
رس	منفرد و نواری	۲۵	۶۵
	شبکه‌ای و گسترده	۲۵	۶۵-۱۰۰



نشست پی

☑ با توجه به اینکه مقدار حداکثر نشست پی برابر ۱/۴ سانتیمتر بوده از حداکثر در نظر گرفته شده کمتر بوده و نشست پی

نیز مجاز خواهد بود.