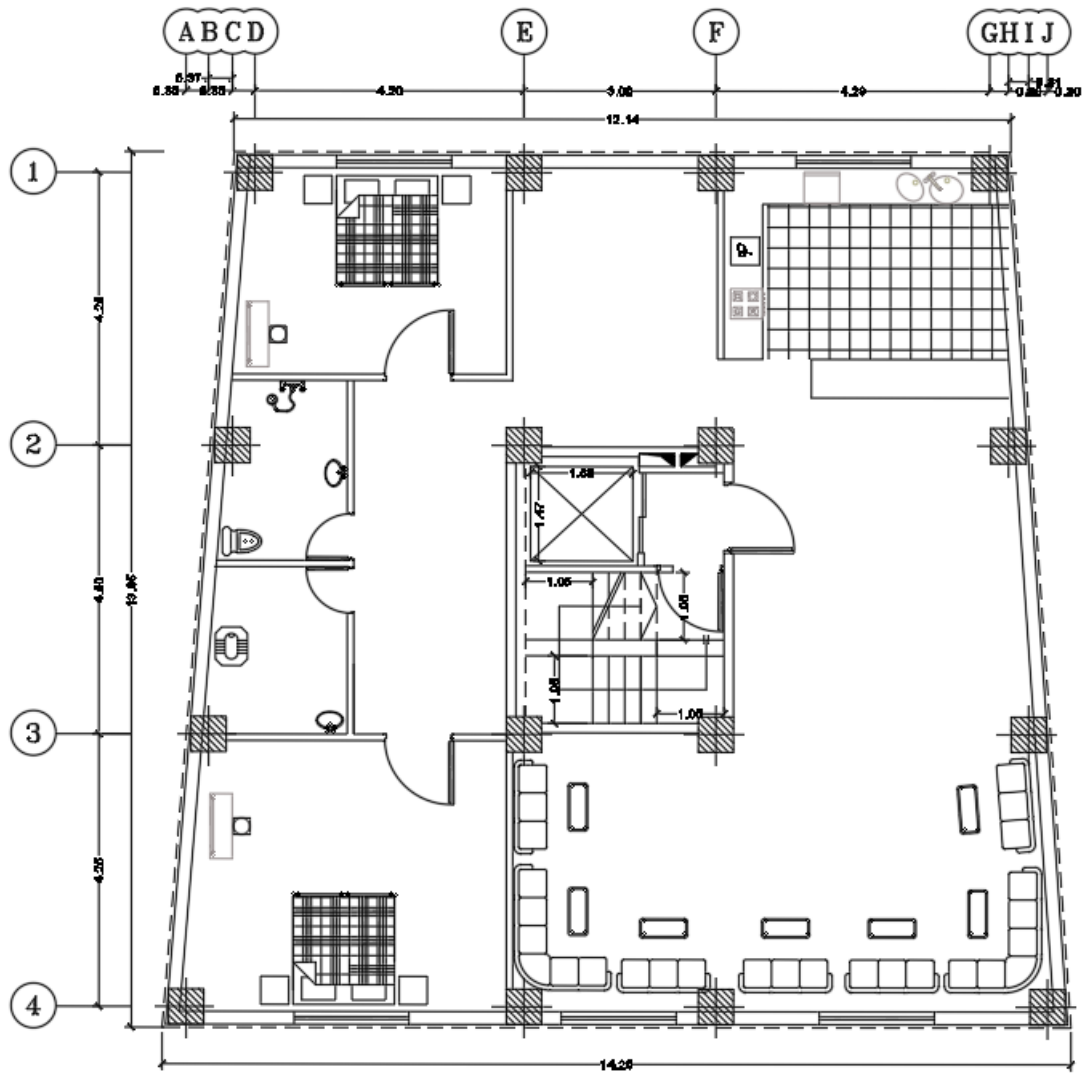


پروژه سازه های بتن آرمه

دفترچه محاسبات



- (۱) معرفی پروژه
- (۲) معرفی آئین نامه‌ها
- (۳) نرم افزارهای مورد استفاده
- (۴) معرفی هندسه سازه
- (۵) معرفی مصالح مورد استفاده
- (۶) معرفی مقاطع
- (۷) معرفی الگوهای بارگذاری
- (۸) معرفی ترکیبات بارگذاری
- (۹) مدلسازی سازه
- (۱۰) معرفی بارهای وارده بر سازه
- (۱۱) معرفی وزن لرزه ای سازه
- (۱۲) معرفی اثر P-Delta
- (۱۳) اختصاص اصلاحات مدلسازی
- (۱۴) تحلیل سازه
- (۱۵) طراحی سازه
- (۱۶) کنترل های سازه
- (۱۷) طراحی فونداسیون



صورت پروژه

(۱) معرفی پروژه

مشخصات سازه	
شهر	تبریز
کاربری	مسکونی
تعداد طبقات	۵
سیستم باربر ثقلی	تیرچه و بلوک
سیستم باربر جانبی جهت X	قاب خمشی متوسط
سیستم باربر جانبی جهت Y	قاب خمشی متوسط
نوع فونداسیون	نواری

(۲) آئین نامه های مورد استفاده

آئین نامه ها	
طراحی سازه	ACI 318-14
طراحی فونداسیون	مبحث هفتم
بارگذاری و طراحی لرزه ای	استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
سقف تیرچه و بلوک	نشریه ۵۴۳
بارگذاری آسانسور	مبحث ۱۵ ویرایش ۱۳۹۲
بارگذاری ثقلی	مبحث ۶ ویرایش ۱۳۹۸

۳) نرم افزارهای مورد استفاده

نرم افزارها	
ETABS 2016.2.1	طراحی سازه
SAFE 2016	طراحی فونداسیون
Excel 2016	کنترل های سازه
Word 2016	دفترچه محاسبات

۴) معرفی هندسه سازه

☐ Display Grid Data as Ordinates
 ☒ Display Grid Data as Spacing
 Quick Start New Rectangular Grids...

X Grid Data

Grid ID	X Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
A	0.35	Yes	End
B	0.37	Yes	End
C	0.35	Yes	End
D	4.2	Yes	End
E	3	Yes	End
F	4.28	Yes	End

Add Delete

Y Grid Data

Grid ID	Y Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
4	4.25	Yes	Start
3	4.5	Yes	Start
2	4.25	Yes	Start
1	0	Yes	Start

Add Delete

فاصله آکس ها

Story Data



	Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
►	Pent	3.2	19.2	No	None	No	0	Yellow
	Roof	3.2	16	No	None	No	0	Grey
	Story4	3.2	12.8	No	None	No	0	Blue
	Story3	3.2	9.6	No	None	No	0	Green
	Story2	3.2	6.4	No	None	No	0	Cyan
	Story1	3.2	3.2	No	None	No	0	Red
	Base		0					

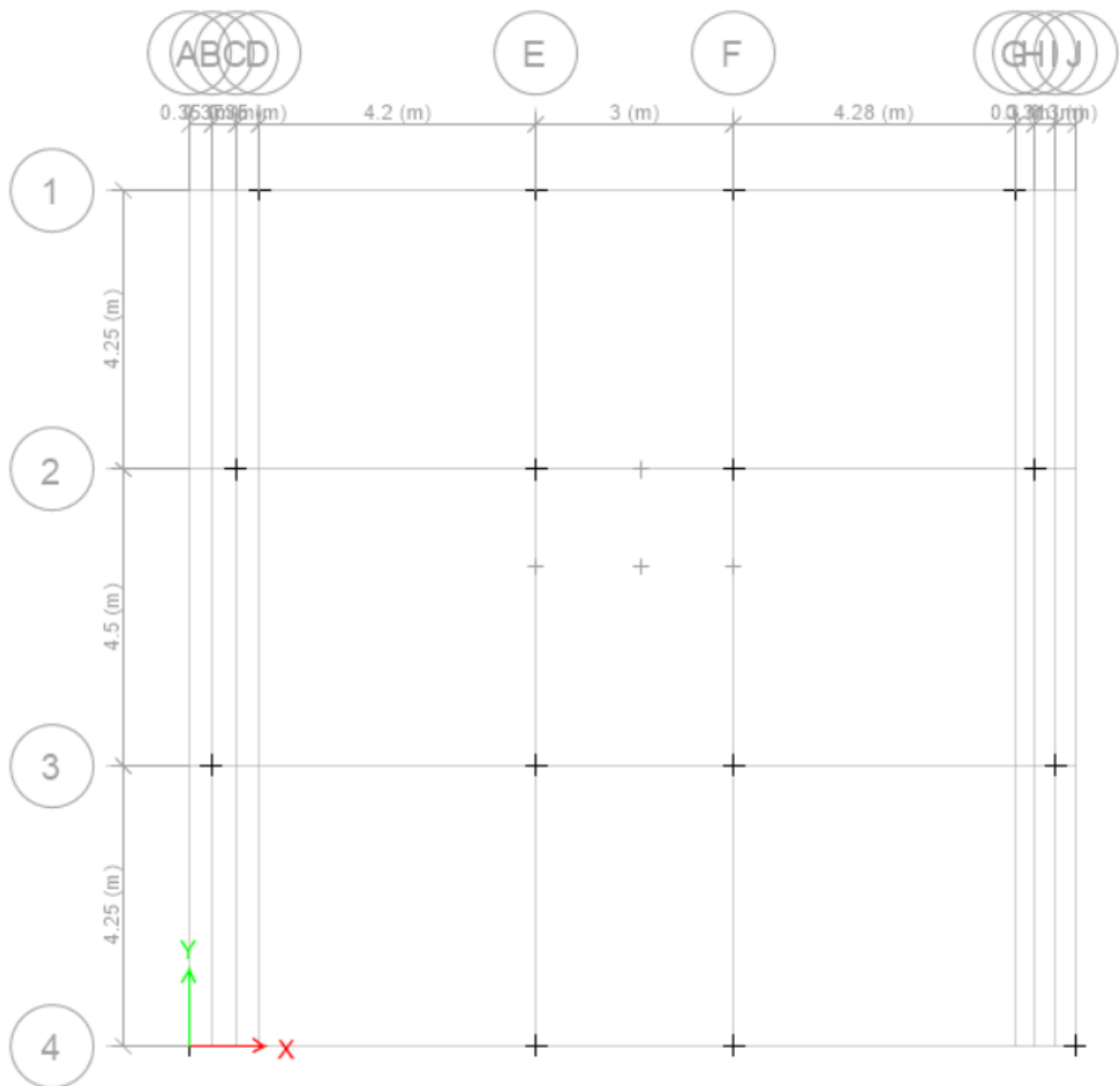
Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

OK

Cancel

تراز طبقات



آکس بندی پلان

(۵) معرفی مصالح مورد استفاده

مصالح - بتن	
$W = 2500 \text{ Kg}/m^3$	وزن مخصوص
$E_c = 23500 \text{ Mpa}$	مدول الاستیسیته
$U = 0.2$	ضریب پوآسون
$A = 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$	ضریب انبساط حرارتی
25 Mpa	مقاومت ۲۸ روزه


Material Property Data

General Data

Material Name: C25

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2500 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 254.929 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2350000000 kgf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.00001 1/C

Shear Modulus, G: 979166666.67 kgf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: C25

Material Type: Concrete, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 2500000 kgf/m²

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

OK Cancel

تعریف بتن در نرم افزار

مصالح - میلگرد S300

$W = 7850 \text{ Kg}/m^3$	وزن مخصوص
$E_c = 2 \times 10^5 \text{ Mpa}$	مدول الاستیسیته
$U = 0.3$	ضریب پواسون
$A = 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$	ضریب انبساط حرارتی
300 Mpa	مقاومت تسلیم (F_y)
500 Mpa	مقاومت گسیختگی (F_u)
$1.25 \times 300 = 375 \text{ Mpa}$	مقاومت تسلیم مورد انتظار (F_{ye})
$1.25 \times 500 = 625 \text{ Mpa}$	مقاومت گسیختگی مورد انتظار (F_{ue})

مصالح - میلگرد S400

$W = 7850 \text{ Kg}/m^3$	وزن مخصوص
$E_c = 2 \times 10^5 \text{ Mpa}$	مدول الاستیسیته
$U = 0.3$	ضریب پواسون
$A = 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$	ضریب انبساط حرارتی
400 Mpa	مقاومت تسلیم (F_y)
600 Mpa	مقاومت گسیختگی (F_u)
$1.25 \times 400 = 500 \text{ Mpa}$	مقاومت تسلیم مورد انتظار (F_{ye})
$1.25 \times 600 = 750 \text{ Mpa}$	مقاومت گسیختگی مورد انتظار (F_{ue})

رده	علامت مشخصه در استانداردهای ملی ایران	f_{su} (N/mm ²)	f_{yk} (N/mm ²)	طبقه بندی از نظر شکل رویه	رده از نظر سختی
S240	س ۲۴۰	۳۶۰	۲۴۰	ساده	نرم
S340	آج ۳۴۰	۵۰۰	۳۴۰	آجدار ماریج	نیم سخت
S400	آج ۴۰۰	۶۰۰	۴۰۰	آجدار جناقی	نیم سخت
S500	آج ۵۰۰	۶۵۰	۵۰۰	آجدار مرکب	سخت

ضوابط مبحث نهم در خصوص مشخصات میلگردها

۱۰-۳-۲-۳ ضریب R_y تولیدات فولاد

طبق تعریف، ضریب R_y عبارت است از نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده، که به منظور در نظر گرفتن افزایش مقاومت مورد نیاز باید در محاسبات مدنظر قرار گیرد. کاربرد ضریب R_y در محاسبات لرزه‌ای سازه‌های با شکل پذیری مختلف در بخش‌های مربوطه ارائه شده است. مقدار ضریب R_y از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$R_y = \frac{F_{ye}}{F_y} \quad (۱۰-۳-۱)$$

که در آن:

F_y - تنش تسلیم تعیین شده فولاد

F_{ye} - تنش تسلیم مورد انتظار فولاد

ضریب R_y اساساً برای انواع تولیدات فولاد متفاوت بوده و به عوامل متعددی نظیر شکل مقاطع، افزودنی‌های به کار رفته در طی روند تولید فولاد در کارخانجات بستگی دارد. مطابق مقررات این مبحث ضریب R_y باید به شرح جدول ۱۰-۳-۱ در نظر گرفته شود.

جدول ۱۰-۳-۱ مقادیر R_y برای انواع تولیدات فولاد

R_y	نوع محصول
۱/۲۵	مقاطع لوله‌ای و قوطی شکل نورد شده
۱/۲۰	سایر مقاطع نورد شده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری
۱/۱۵	مقاطع ساخته شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها

ضوابط مبحث دهم در خصوص ضریب R_y


Material Property Data [X]

General Data

Material Name: S300

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7850 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 800.477 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2.0E+10 kgf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.00001 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Material Property Design Data [X]

Material Name and Type

Material Name: S300

Material Type: Rebar, Uniaxial

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy: 30000000 kgf/m²

Minimum Tensile Strength, Fu: 50000000 kgf/m²

Expected Yield Strength, Fye: 37500000 kgf/m²

Expected Tensile Strength, Fue: 62500000 kgf/m²

OK Cancel

تعریف میلگرد S300 در نرم افزار


Material Property Data

General Data

Material Name: S400

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0000785 N/mm³

Mass per Unit Volume: 8.005E-09 N-s²/mm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2E+5 MPa

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.00001 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: S400

Material Type: Rebar, Uniaxial

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy: 400 MPa

Minimum Tensile Strength, Fu: 600 MPa

Expected Yield Strength, Fye: 500 MPa

Expected Tensile Strength, Fue: 750 MPa

OK Cancel

تعریف میلگرد S400 در نرم افزار

٦ معرفی مقاطع

ستون ها

Frame Section Property Data [X]

General Data

Property Name: CL60X60-24F25

Material: C25

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.6 m

Width: 0.6 m

Show Section Properties...

Property Modifiers

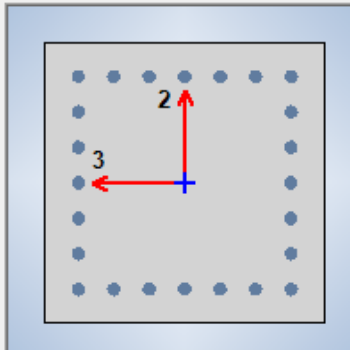
Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement


Modify/Show Rebar...

OK

Cancel



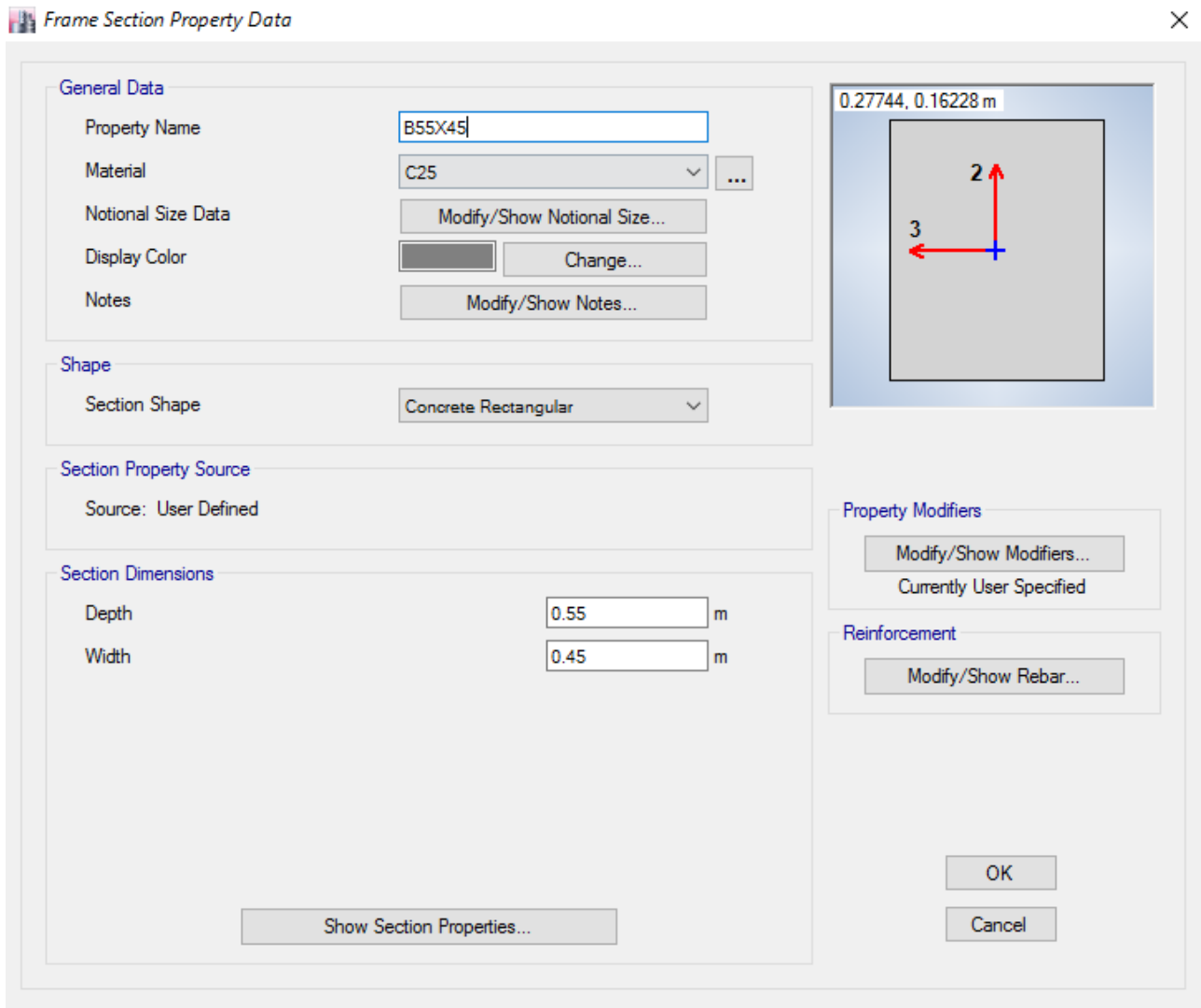
معرفی ابعاد ستون

 **Frame Section Property Reinforcement Data** ×

Design Type <input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		Rebar Material Longitudinal Bars: S400 Confinement Bars (Ties): S300	
Reinforcement Configuration <input checked="" type="radio"/> Rectangular <input type="radio"/> Circular	Confinement Bars <input checked="" type="radio"/> Ties <input type="radio"/> Spirals	Check/Design <input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Checked <input type="radio"/> Reinforcement to be Designed	
Longitudinal Bars			
Clear Cover for Confinement Bars		0.05	m
Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face		7	
Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face		7	
Longitudinal Bar Size and Area	25	...	0.00049 m ²
Corner Bar Size and Area	25	...	0.00049 m ²
Confinement Bars			
Confinement Bar Size and Area	10	...	0.000079 m ²
Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis)		0.15	m
Number of Confinement Bars in 3-dir		3	
Number of Confinement Bars in 2-dir		3	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>			

معرفی آرماتورها و کاور و نحوه آرایش آنها

تیرها

 Frame Section Property Data

General Data

Property Name: B55X45

Material: C25

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.55 m

Width: 0.45 m

Show Section Properties...

0.27744, 0.16228 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified


Reinforcement

Modify/Show Rebar...

OK

Cancel

معرفی ابعاد تیرها

 *Frame Section Property Reinforcement Data* ×

<p>Design Type</p> <p><input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)</p> <p><input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)</p>	<p>Rebar Material</p> <p>Longitudinal Bars S400 ...</p> <p>Confinement Bars (Ties) S300 ...</p>
<p>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</p> <p>Top Bars 0.07 m</p> <p>Bottom Bars 0.07 m</p>	<p>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</p> <p>Top Bars at I-End 0 m²</p> <p>Top Bars at J-End 0 m²</p> <p>Bottom Bars at I-End 0 m²</p> <p>Bottom Bars at J-End 0 m²</p>
OK Cancel	

معرفی نوع آرماتورها و کاور تیرها

سقف تیرچه و بلوک

Deck Property Data

General Data

Property Name: Deck-30


Type: Filled

Slab Material: C0

Deck Material: C0

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color:  Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Slab Depth, tc: 0.05 m

Rib Depth, hr: 0.25 m

Rib Width Top, wrt: 0.15 m

Rib Width Bottom, wrb: 0.1 m

Rib Spacing, sr: 0.5 m

Deck Shear Thickness: 0.001 m

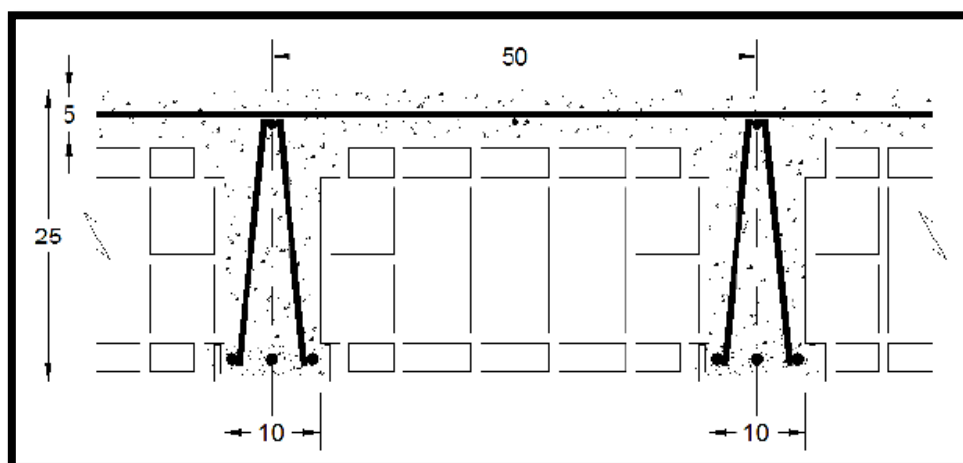
Deck Unit Weight: 0 kgf/m²

Shear Stud Diameter: 0.019 m

Shear Stud Height, hs: 0.15 m

Shear Stud Tensile Strength, Fu: 40788647.69 kgf/m²

OK Cancel



ابعاد تیرچه و بلوک مصرفی

۷) معرفی الگوهای بارگذاری

الگوهای بارگذاری				
Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Load	
Dead	Dead	1		بار مرده
Live	Live	0		بار زنده
Lroof	Roof Live	0		بار زنده بام
Snow	Snow	0		بار برف
Mass	Other	0		بار اصلاح جرم موثر لرزه ای
EX	Seismic	0	User Coefficient	بار زلزله بدون خروج از مرکزیت جهت X
EXAll	Seismic	0	User Coefficient	بار زلزله با خروج از مرکزیت جهت X
EY	Seismic	0	User Coefficient	بار زلزله بدون خروج از مرکزیت جهت Y
EYAll	Seismic	0	User Coefficient	بار زلزله با خروج از مرکزیت جهت Y
EXDrift	Seismic (Drift)	0	User Coefficient	بار زلزله کنترل دررفت جهت X
EYDrift	Seismic (Drift)	0	User Coefficient	بار زلزله کنترل دررفت جهت Y

۸) ترکیبات بارگذاری

ترکیبات بارگذاری سازه های بتن آرمه طبق ترکیبات بار آئین نامه ACI 318-14 به نرم افزار معرفی می گردد که بایستی برای استفاده از حالت پیش فرض نرم افزار و فراخوانی ترکیبات بار بایستی الگوهای بارگذاری را به نرم افزار معرفی نموده و با اصلاحات زیر اقدام به فراخوانی ترکیبات بار از نرم افزار نمائیم:

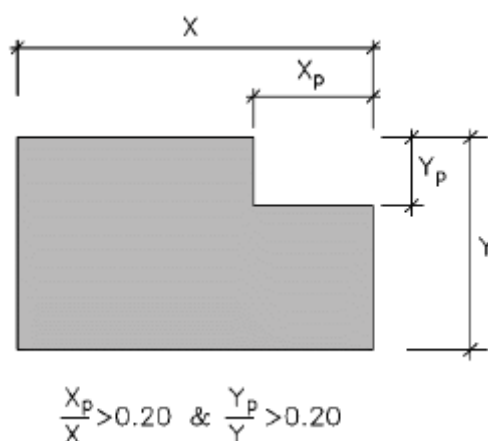
- اصلاح اول: اعمال قاعده ۱۰۰-۳۰

بر اساس آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم در صورتیکه ساختمان یکی از شرایط زیر را داشته باشد باید اثر همزمانی زلزله در دو راستای متعامد ساختمان در نظر گرفته شود.

الف- ساختمان های نامنظم در پلان

۱-۷-۱ نامنظمی در پلان

الف- نامنظمی هندسی: در مواردی که پس رفتگی همزمان در دو جهت در یکی از گوشه های ساختمان بیشتر از ۲۰ درصد طول پلان در آن جهت باشد.

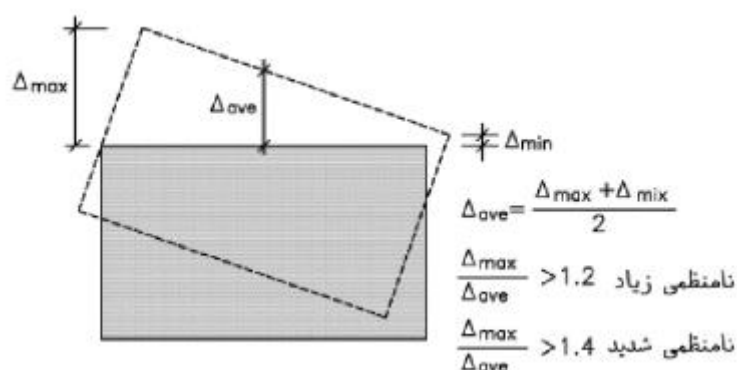


✓ در پلان این پروژه فرورفتگی یا برجستگی نداریم پس این نامنظمی موجود نخواهد بود.

ب-نامنظمی پیچشی: در مواردی که حداکثر تغییرمکان نسبی در یک انتهای ساختمان در هر طبقه، با احتساب پیچش تصادفی و با منظور کردن $A_j = 1/0$

بیشتر از ۲۰ درصد متوسط تغییرمکان نسبی در دو انتهای ساختمان در آن طبقه باشد. در این موارد نامنظمی "زیاد" و در مواردی که این اختلاف بیشتر از ۴۰ درصد باشد، نامنظمی "شدید" پیچشی توصیف می‌شود.

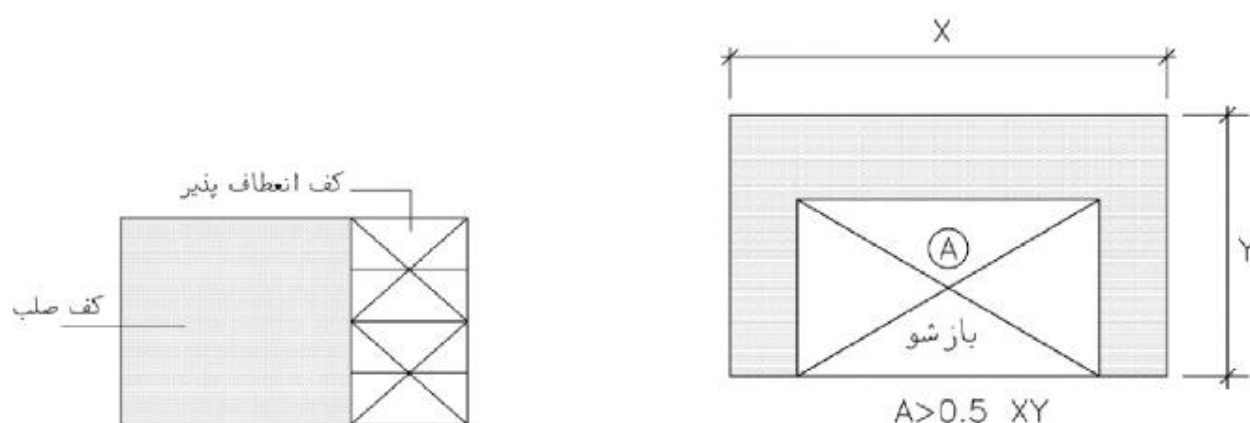
نامنظمی‌های پیچشی تنها در مواردی که دیافراگم‌های کف‌ها صلب و یا نیمه‌صلب هستند کاربرد پیدا می‌کند.



✓ این کنترل را بعد از تحلیل سازه می‌توانیم از نتایج نرم افزار کنترل نمائیم که البته با توجه به

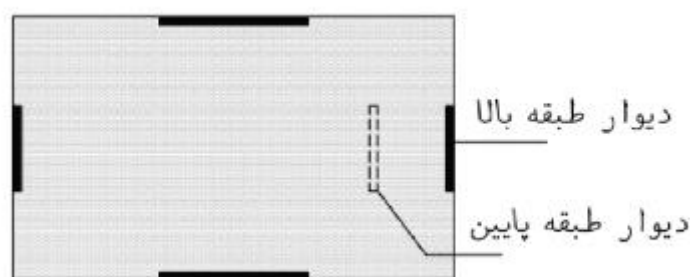
شکل پلان بعید به نظر می‌رسد که پلان پروژه دارای این نامنظمی باشند.

پ-نامنظمی در دیافراگم: در مواردی که تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم، به میزان مجموع سطوح بازشوی بیشتر از ۵۰ درصد سطح طبقه، و یا تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم، به میزان بیشتر از ۵۰ درصد سختی طبقات مجاور، وجود داشته باشد.



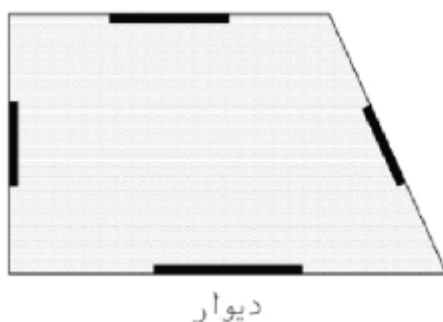
✓ هیچ یک از حالات فوق در پلان ما موجود نمی‌باشد بنابراین این نامنظمی نیز موجود نخواهد بود.

ت-نامنظمی خارج از صفحه: در مواردی که در سیستم باربر جانبی انقطاعی در مسیر انتقال نیروی جانبی، مانند تغییر صفحه، حداقل در یکی از اجزای باربر جانبی در طبقات، وجود داشته باشد.



✓ حالت فوق در پلان ما موجود نمی‌باشد بنابراین این نامنظمی نیز موجود نخواهد بود

ث- نامنظمی سیستم‌های غیر موازی: در مواردی که بعضی اجزای قائم باربر جانبی به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نباشد.

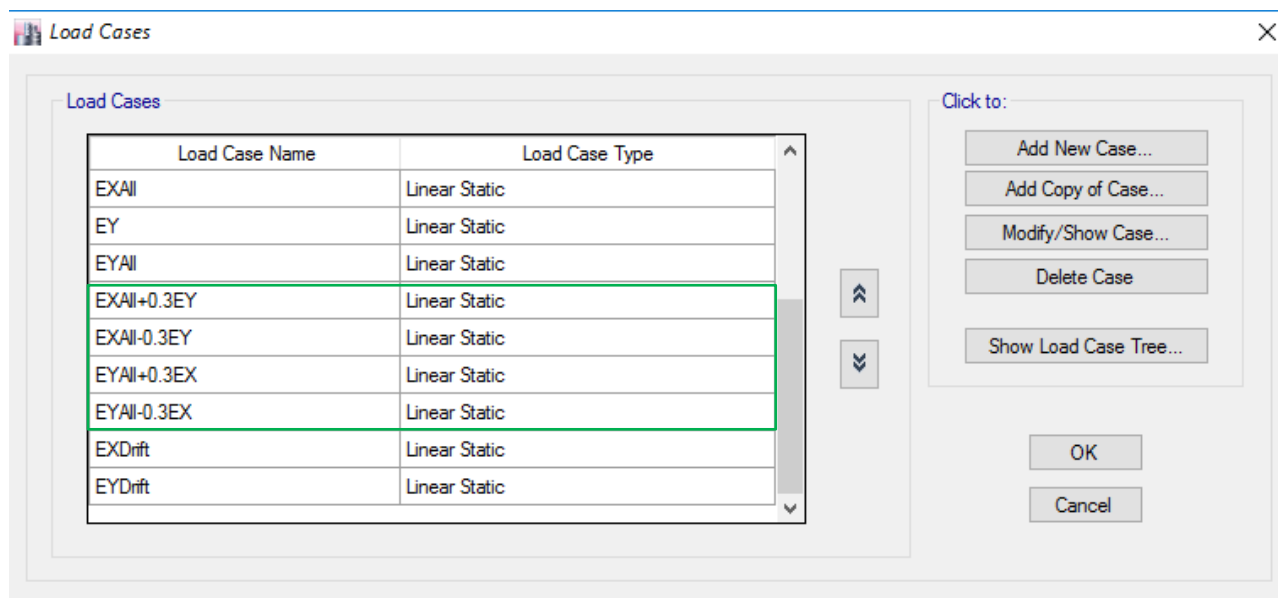


✓ حالت فوق در پلان ما موجود می‌باشد بنابراین این نامنظمی نیز موجود خواهد بود.

➤ بنابراین سازه ما نامنظم در پلان بوده و شرط الف را دارا می‌باشد.

ب- کلیه ستون‌هایی که در محل تقاطع دو یا چند سیستم مقاوم جانبی قرار دارند.

با توجه به سیستم باربر جانبی پروژه که سیستم قاب خمشی می‌باشد تمامی اتصالات تیر به ستون از نوع گیردار می‌باشد که به همه ستون‌ها حداقل ۲ تیر (تیرها سیستم مقاوم جانبی به حساب می‌آیند) متصل شده است پس سازه شرط ب را دارا بوده و بایستی اثر همزمانی زلزله متعامد را در نظر بگیریم.



اعمال قاعده ۳۰-۱۰۰ در نرم افزار

اصلاح دوم: اعمال بار قائم زلزله

۳-۳-۹ نیروی قائم ناشی از زلزله

۳-۳-۹-۱ نیروی قائم ناشی از زلزله که اثر مؤلفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است، در موارد زیر باید در محاسبات منظور شود.

الف- کل سازه ساختمان‌هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده‌اند.
ب- تیرهایی که دهانه آنها بیشتر از پانزده متر می‌باشد، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها.

پ- تیرهایی که بار قائم متمرکز قابل توجهی در مقایسه با سایر بارهای منتقل شده به تیر را تحمل می‌کنند، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها. در صورتی که بار متمرکز حداقل برابر با نصف مجموع بار وارده به تیر باشد، آن بار قابل توجه تلقی می‌شود.

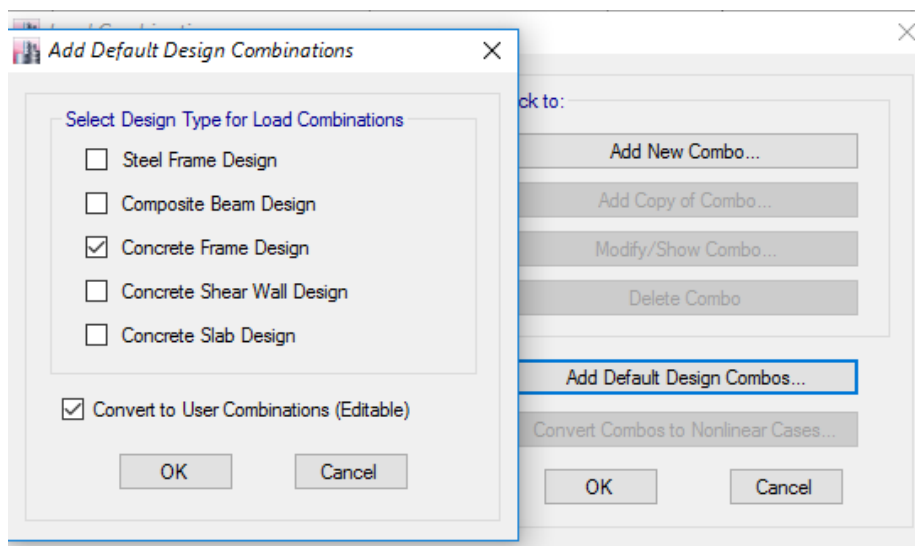
ت- بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌هایی که به صورت طره ساخته می‌شوند.
۳-۳-۹-۲ مقدار نیروی قائم از رابطه (۳-۱۰) محاسبه می‌شود. در مورد بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌ها، این نیرو باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر گرفته شود.

$$F_{Vu} = 0.6 A I W_p \quad (3-10)$$

در این رابطه:

A و I مقادیری هستند که برای محاسبه نیروی برشی پایه منظور شده‌اند.
Wp: در مورد بند الف بالا بار مرده و در مورد سایر بندها بار مرده به اضافه کل سربار است.
نیروی قائم زلزله باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین، جداگانه به سازه اعمال شود.
در نظر گرفتن نیروی قائم در جهت رو به بالا در طراحی پی ساختمان ضروری نیست.

توضیحات آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم در خصوص بار قائم زلزله



فراخوانی ترکیبات بارگذاری در نرم افزار

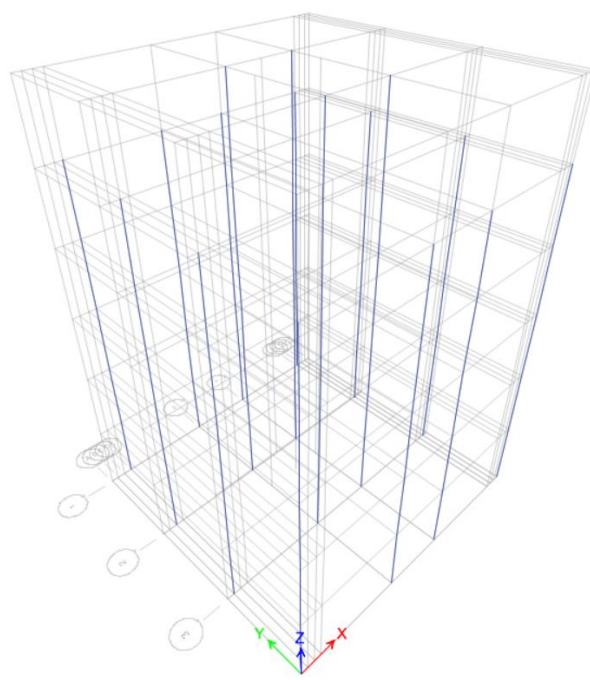
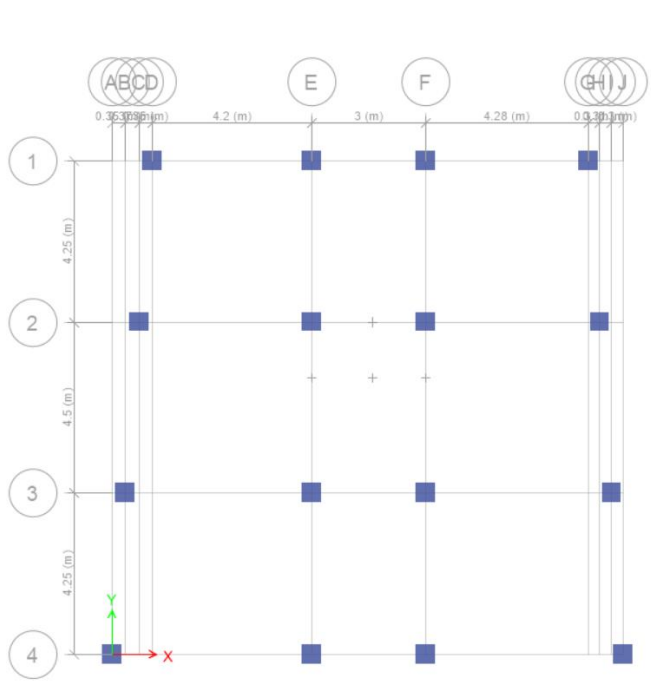
TABLE: Load Combinations

Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Type
UDCon1	Dead	1.4	Linear Add
UDCon2	Dead	1.2	Linear Add
UDCon2	Live	1.6	
UDCon2	Snow	0.5	
UDCon3	Dead	1.2	Linear Add
UDCon3	Live	1.6	
UDCon3	Lroof	0.5	
UDCon4	Dead	1.2	Linear Add
UDCon4	Live	1	
UDCon4	Snow	1.6	
UDCon5	Dead	1.2	Linear Add
UDCon5	Live	1	
UDCon5	Lroof	1.6	
UDCon6	Dead	1.41	Linear Add
UDCon6	Live	1	
UDCon6	Snow	0.2	
UDCon6	EX	1	
UDCon7	Dead	1.41	Linear Add
UDCon7	Live	1	
UDCon7	Snow	0.2	
UDCon7	EX	-1	
UDCon8	Dead	1.41	Linear Add
UDCon8	Live	1	
UDCon8	Snow	0.2	

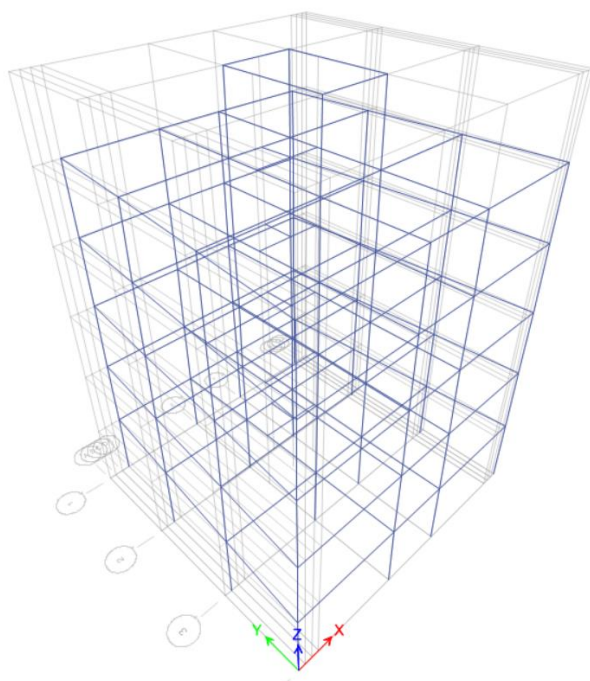
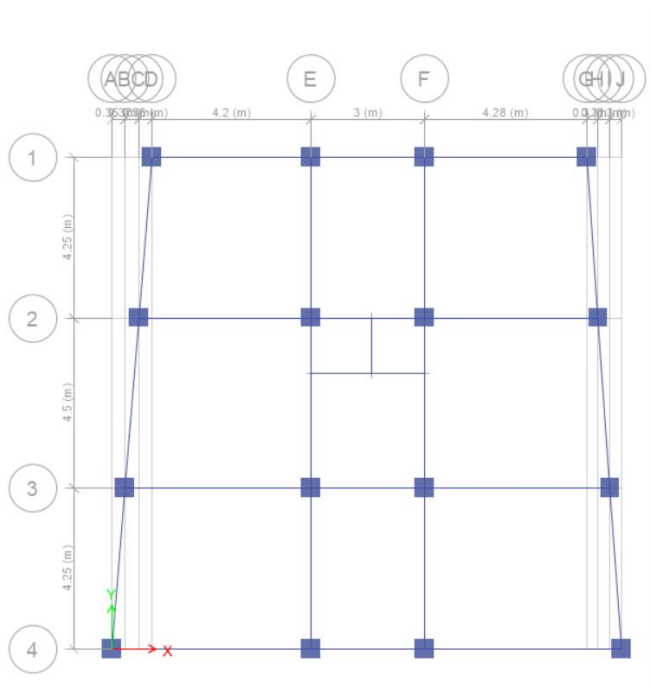
UDCon8	EXAll	1	
UDCon9	Dead	1.41	Linear Add
UDCon9	Live	1	
UDCon9	Snow	0.2	
UDCon9	EXAll	-1	
UDCon10	Dead	1.41	Linear Add
UDCon10	Live	1	
UDCon10	Snow	0.2	
UDCon10	EY	1	
UDCon11	Dead	1.41	Linear Add
UDCon11	Live	1	
UDCon11	Snow	0.2	
UDCon11	EY	-1	
UDCon12	Dead	1.41	Linear Add
UDCon12	Live	1	
UDCon12	Snow	0.2	
UDCon12	EYAll	1	
UDCon13	Dead	1.41	Linear Add
UDCon13	Live	1	
UDCon13	Snow	0.2	
UDCon13	EYAll	-1	
UDCon14	Dead	1.41	Linear Add
UDCon14	Live	1	
UDCon14	Snow	0.2	
UDCon14	EXAll+0.3EY	1	
UDCon15	Dead	1.41	Linear Add
UDCon15	Live	1	
UDCon15	Snow	0.2	
UDCon15	EXAll+0.3EY	-1	
UDCon16	Dead	1.41	Linear Add
UDCon16	Live	1	
UDCon16	Snow	0.2	
UDCon16	EXAll-0.3EY	1	
UDCon17	Dead	1.41	Linear Add
UDCon17	Live	1	
UDCon17	Snow	0.2	
UDCon17	EXAll-0.3EY	-1	
UDCon18	Dead	1.41	Linear Add
UDCon18	Live	1	
UDCon18	Snow	0.2	
UDCon18	EYAll+0.3EX	1	
UDCon19	Dead	1.41	Linear Add
UDCon19	Live	1	

UDCon19	Snow	0.2	
UDCon19	EYAll+0.3EX	-1	
UDCon20	Dead	1.41	Linear Add
UDCon20	Live	1	
UDCon20	Snow	0.2	
UDCon20	EYAll-0.3EX	1	
UDCon21	Dead	1.41	Linear Add
UDCon21	Live	1	
UDCon21	Snow	0.2	
UDCon21	EYAll-0.3EX	-1	
UDCon22	Dead	0.69	Linear Add
UDCon22	EX	1	
UDCon23	Dead	0.69	Linear Add
UDCon23	EX	-1	
UDCon24	Dead	0.69	Linear Add
UDCon24	EXAll	1	
UDCon25	Dead	0.69	Linear Add
UDCon25	EXAll	-1	
UDCon26	Dead	0.69	Linear Add
UDCon26	EY	1	
UDCon27	Dead	0.69	Linear Add
UDCon27	EY	-1	
UDCon28	Dead	0.69	Linear Add
UDCon28	EYAll	1	
UDCon29	Dead	0.69	Linear Add
UDCon29	EYAll	-1	
UDCon30	Dead	0.69	Linear Add
UDCon30	EXAll+0.3EY	1	
UDCon31	Dead	0.69	Linear Add
UDCon31	EXAll+0.3EY	-1	
UDCon32	Dead	0.69	Linear Add
UDCon32	EXAll-0.3EY	1	
UDCon33	Dead	0.69	Linear Add
UDCon33	EXAll-0.3EY	-1	
UDCon34	Dead	0.69	Linear Add
UDCon34	EYAll+0.3EX	1	
UDCon35	Dead	0.69	Linear Add
UDCon35	EYAll+0.3EX	-1	
UDCon36	Dead	0.69	Linear Add
UDCon36	EYAll-0.3EX	1	
UDCon37	Dead	0.69	Linear Add
UDCon37	EYAll-0.3EX	-1	

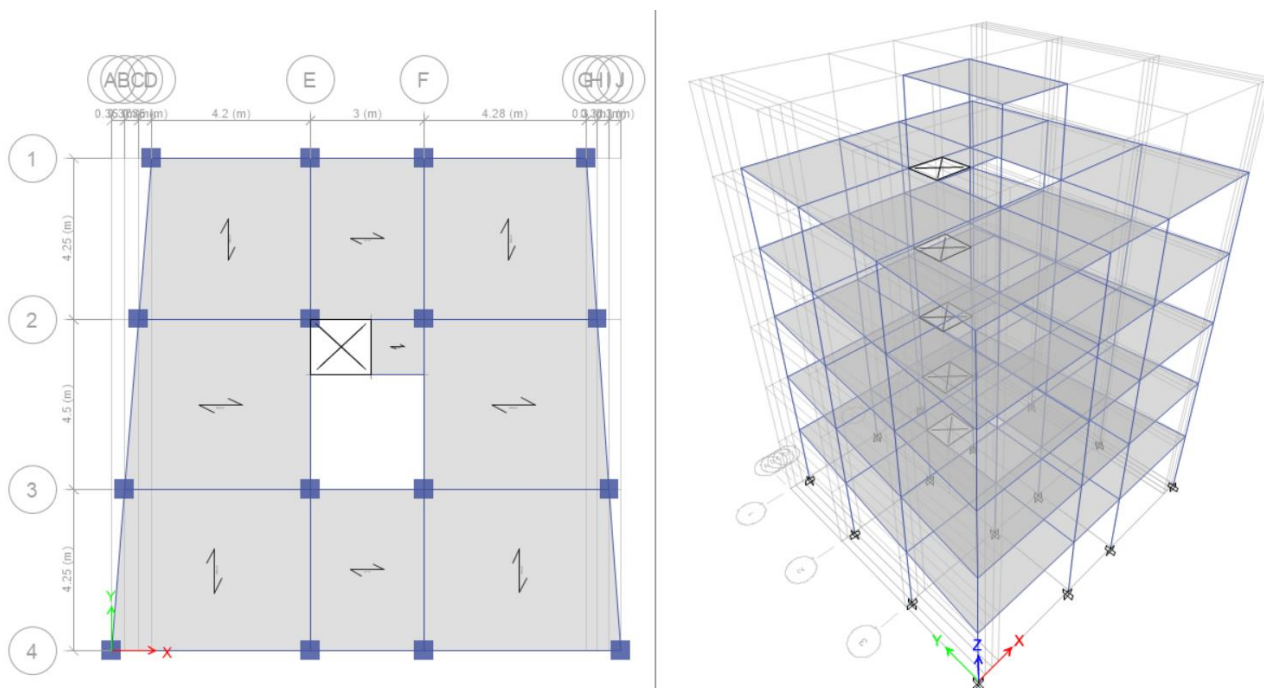
۹) مدل سازی سازه



مدلسازی ستون ها

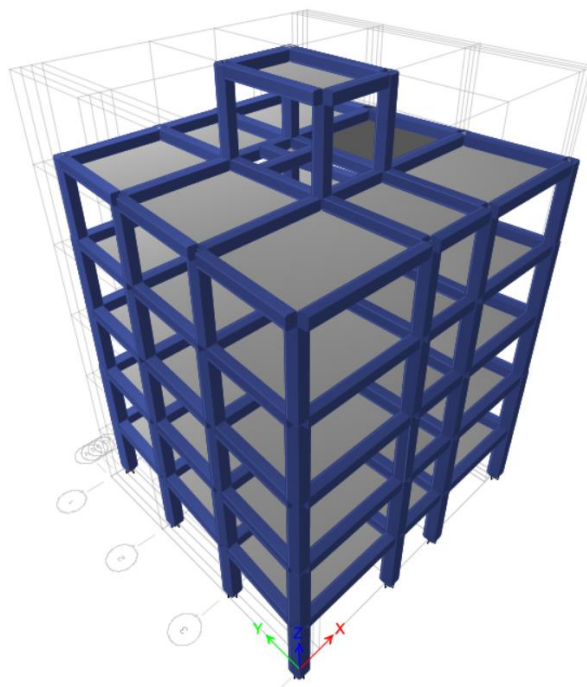
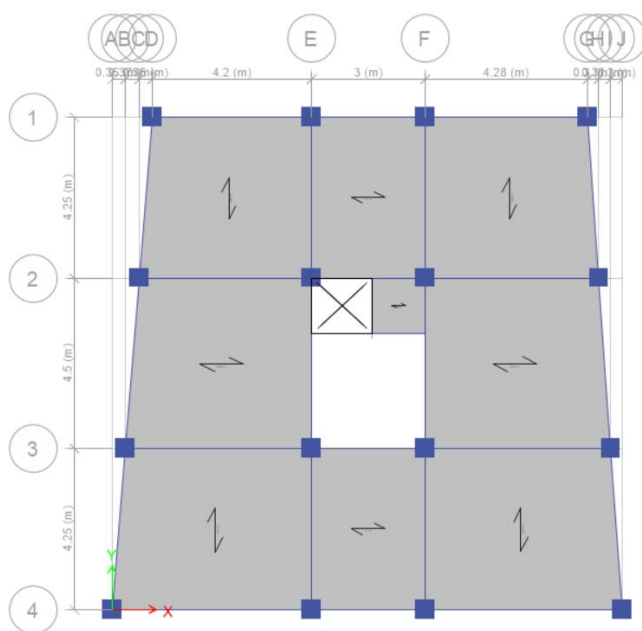


مدلسازی تیرها



ترسیم کف طبقات

✓ با توجه به اینکه سیستم قاب خمشی برای این سازه استفاده شده است بهتر است جهت تیرچه ریزی سقف ها را به گونه ای انتخاب کنیم که از تمام ظرفیت تیرها برای تحمل نیروهای وارده به سازه استفاده نمائیم تا ابعاد تیرها معقول باشند و به همین سبب تیرچه ریزی را بصورت شطرنجی انجام می دهیم. جهت تیرچه ها را در سمتی انجام می دهیم که زیاد در سمت دهانه بلندتر قرار نگیرند زیرا در این صورت خیز تیرچه ها زیاد خواهد بود که البته برای دهانه های ۴ تا ۶ متری جهت تیرچه چندان مهم نبوده و خیز زیادی نخواهند داشت و در این پروژه همه دهانه ها کمتر از ۶ متر بوده و معمولاً ابعاد پانل ها نزدیک به هم بوده و مشکل خاصی از بابت تیرچه ریزی نخواهیم داشت.

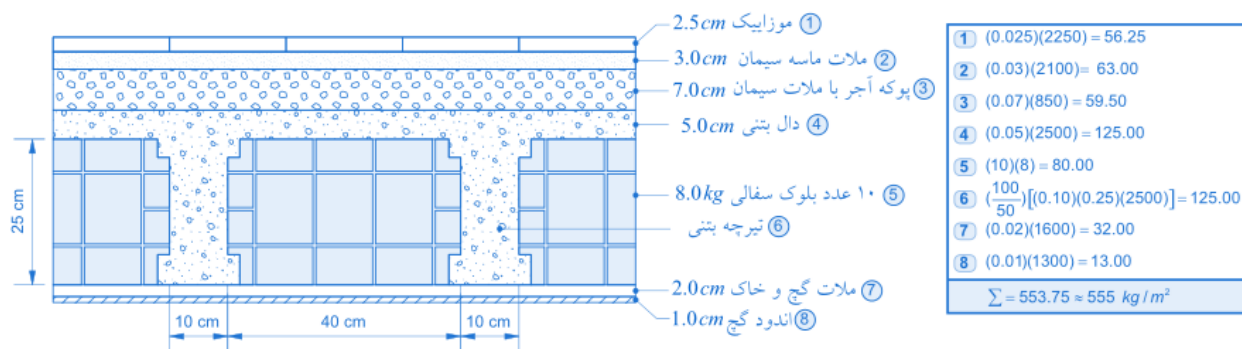


مدلسازی نهایی

۱۰ بارهای وارد بر سازه

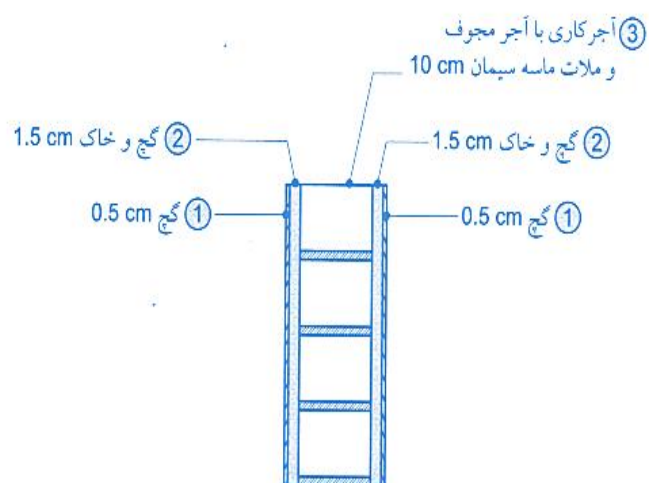
الف - بارهای ثقلی

الف-۱ - بارهای وارد بر کف طبقات



ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۴	ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی		
۱-۴	اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها-انبار-راهروها)	۲	—
۲-۴	اتاق‌های محل تجمع و راهروهای مرتبط با آن	۵	—

بار زنده طبقات = ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع



$$\textcircled{1} (0.01)(1300) = 13.0$$

$$\textcircled{2} (0.03)(1600) = 48.0$$

$$\textcircled{3} (0.10)(850) = 85.0$$

$$\Sigma = 146 \text{ kg/m}^2 \approx 145 \text{ kg/m}^2$$

تیغه ده سانتی

$q = 100 \text{ kgf/m}^2$ بار معادل تیغه بندی

Shell Uniform Load Set Data

Uniform Load Set Name:

Load Set Loads

Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)
Dead	655
Live	200

Add

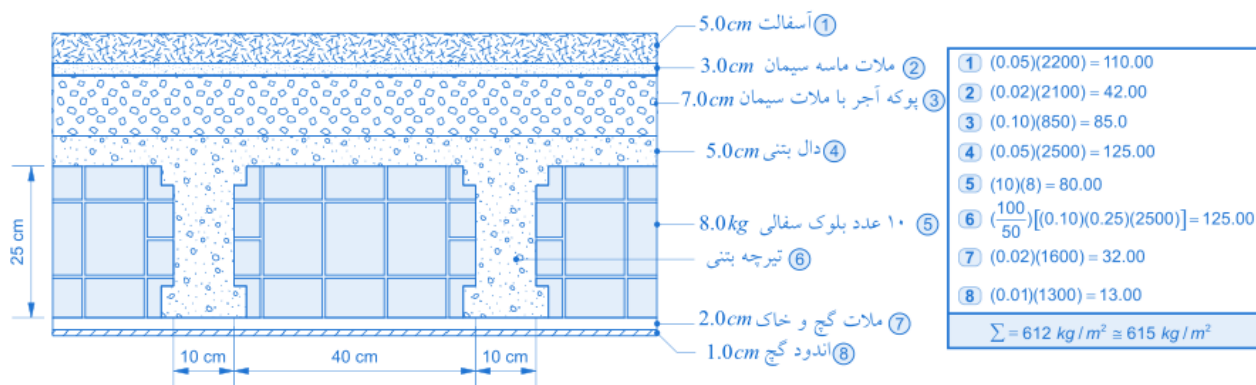
Delete

Note: Loads are in the gravity direction.

OK Cancel

بسته بارهای سطحی کف طبقات

الف-۲- بارهای سطحی وارد بر بام



ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱	بامها		
۱-۱	بامهای معمولی تخت، شیبدار و قوسی	۱٫۵ ^(۱)	۱٫۳
۲-۱	بام با پوشش سبک	۰٫۵	۱٫۳
۳-۱	بامهای دارای باغچه و گلخانه	۵	—
۴-۱	بامهایی با پوشش پارچه‌ای یا سازه اسکلتی	۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش)	۱٫۳
۵-۱	بامهایی با امکان تجمع و ازدحام	بسته به نوع کاربری	—

بار زنده بام = ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مربع

بار برف	
شهر: تبریز (منطقه با برف زیاد)	$P_g = 150 \text{ kgf/m}^2$
کاربری: مسکونی	$I_s = 1$
ساختمان نیمه برف گیر و ناهمواری زیاد	$C_h = 1$
ساختمان معمولی	$C_n = 1$
بام تخت	$C_s = 1$
$P_r = C_s C_h C_n I_s P_g = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 150 = 150 \text{ kgf/m}^2$	

۶-۷ بار برف

۶-۷-۱ کلیات

ساختمانها و سایر سازه های موضوع این مبحث باید برای بار برف طراحی شوند. برای این منظور پس از محاسبه بار برف بام ، لازم است حالت های مختلف بار گذاری شامل بار برف متوازن و نامتوازن، برف بخشی، انباشتگی برف و برف لغزنده طبق ضوابط این فصل در نظر گرفته شود.

۶-۷-۲ بار برف بام

بار برف بر روی بام، P_r ، با توجه به بار برف مینا، شیب و دمای بام، برف گیری و اهمیت سازه برای هر متر مربع تصویر افقی سطح آن، از رابطه ۶-۷-۱ تعیین می شود:

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s \quad (۶-۷-۱)$$

که در آن:

P_s = بار برف مینا طبق بخش ۶-۷-۳

I_s = ضریب اهمیت بار برف طبق جدول ۶-۷-۲

C_n = ضریب برف گیری طبق بخش ۶-۷-۴

C_h = ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۶-۷-۵

C_s = ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

می باشند.

۶-۷-۳ بار برف مینا

بار برف مینا، P_s ، باری است که بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال فراگذشت از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال).

بار برف مینا در مناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم بندی مشخص شده در جدول ۶-۷-۱ و یا شکل ۶-۷-۱، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

منطقه ۱- برف بسیار کم (نادر)	۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۲- برف کم	۰/۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۳- برف متوسط	۱ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۴ - برف زیاد	۱/۵ کیلونیوتن بر متر مربع

۲ کیلونیوتن بر متر مربع

منطقه ۵ - برف سنگین

۳ کیلونیوتن بر متر مربع

منطقه ۶ - برف فوق سنگین

این بار را می‌توان با انجام مطالعات دقیق‌تر آماری برای منطقه مورد نظر نیز تعیین نمود، ولی مقدار آن نباید کمتر از ۰/۸ مقادیر فوق در نظر گرفته شود.

جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱	آستارا	۵	۳۱	بوشهر	۱
۲	اراک	۴	۳۲	بیجار	۴
۳	اردبیل	۵	۳۳	بیرجند	۲
۴	اردستان	۲	۳۴	پیرانشهر	۵
۵	ارومیه	۴	۳۵	تبریز	۴

۴-۷-۶ ضریب برف‌گیری

ضریب برف‌گیری، C_n ، با توجه به اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف‌گیری بام ساختمان بر اساس جدول ۶-۷-۲، در نظر گرفته می‌شود. برای مناطق ۱ الی ۳ بار برف، این ضریب برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۶-۷-۲ ضریب برف‌گیری، C_n

نوع ناحیه	بام برف‌ریز	بام نیمه برف‌گیر	بام برف‌گیر
پرتراکم	۰/۹	۱/۰	۱/۱
باز	۰/۸	۰/۹	۱/۰

۵-۷-۶ ضریب شرایط دمایی

ضریب شرایط دمایی، C_h ، از جدول ۶-۷-۳، با توجه به شرایط مورد انتظار ساختمان در سال‌های عمر مفید تعیین می‌شود.

جدول ۶-۷-۳ ضریب شرایط دمایی، C_h

۱/۰	تمام ساختمان‌ها به جز موارد زیر
۱/۱	ساختمان‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند.
۱/۲	ساختمان‌های بدون گرمایش و ساختمان‌هایی که زیر بام آنها باز است
۱/۳	ساختمان‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگهداشته می‌شود.

۶-۷-۶ ضریب شیب

برای بام‌های مسطح، ضریب شیب، C_s ، برابر واحد می‌باشد. برای بام‌های شیب‌دار ضریب شیب بر حسب زاویه شیب، α ، به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$C_s = 1 \quad \alpha \leq \alpha_0 \quad (۶-۷-۳-الف)$$

$$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} \quad \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \quad (۶-۷-۳-ب)$$

$$C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ \quad (۶-۷-۳-پ)$$

زاویه α_0 ، طبق بند ۶-۷-۱، با توجه به شرایط سطح شیب‌دار مشخص می‌شود.

۶-۷-۱ اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب‌دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای ریزش برف موجود باشد، مقدار α_0 برای $C_h=1$ برابر پنج درجه، برای $C_h=1/1$ برابر ده درجه و برای مقادیر بیشتر C_h برابر پانزده درجه خواهد بود. بام‌های لغزنده شامل پوشش‌های فلزی، سنگ‌برگ، شیشه‌ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می‌باشند. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی‌توان صاف در نظر گرفت. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند.

در صورت عدم وجود شرایط لغزنده یا مانع‌دار بودن بام، مقدار α_0 برای $C_h=1$ برابر 30° و برای C_h های بیشتر برابر 45° می‌باشد.

۶-۷-۲ در بام‌های قوسی ضریب اثر شیب باید با توجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد. برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چند ضلعی در نظر گرفته شود و ضریب اثر شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق و بر طبق بند ۶-۷-۶ تعیین گردد. تعداد قطعات در هر نیمه قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد. برای قسمت‌های با شیب بیشتر از هفتاد درجه بار برف در نظر گرفته نشده و این نواحی جزو تقسیمات قوس در نظر گرفته نمی‌شود.

۶-۷-۳ برای بام‌های کنگره‌ای و شیب‌دار دندان‌ای ضریب شیب برای کلیه سطوح برابر یک خواهد بود.

۶-۷-۴ برای طراحی طره لبه پایین بام، که در آن امکان تجمع برف وجود دارد، مقدار P_r باید دو برابر شود. طول ناحیه تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی این طول مطابق شکل ۶-۷-۱ لازم نیست از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون بیشتر از ۱/۵ متر در نظر گرفته شود. برای محاسبه P_r در این ناحیه، ضریب C_s برابر یک در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که طول طره از ۱/۵ متر بیشتر باشد، در طول اضافی ضریب C_h بر اساس شرایط حرارتی این ناحیه محاسبه می‌شود.

ضوابط مبحث ششم در خصوص محاسبه بار برف

بار اصلاح جرم موثر لرزه ای وارد بر بام ناشی از بار دیوارهای تیغه بندی

طبق آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم وزن یک طبقه برابر است با وزن کف طبقه به همراه سربار وارده و نصف دیوارها از بالا و پایین.

۳-۳-۶ توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان
نیروی برشی پایه V_u ، که طبق بند (۳-۳-۱) محاسبه شده است، مطابق رابطه زیر در ارتفاع ساختمان توزیع می گردد:

$$F_{ui} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n W_j h_j^k} V_u \quad (۳-۶)$$

در این رابطه:

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.

h_i : ارتفاع تراز سقف طبقه i از تراز پایه

n : تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

با توجه به اینکه در طبقه بام بالای طبقه دیواری موجود نمی باشد به همین نصف ارتفاع طبقه بار در آن قسمت ناقص می ماند که ناشی از دیوارها خواهد بود که در این قسمت بایستی نصف بار ناشی از دیوارهای تقسیم کننده را به کف طبقه وارد نمائیم.

$$Mass = \frac{L_{part}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ Kgf/m}^2$$

Shell Uniform Load Set Data

Uniform Load Set Name:

Load Set Loads

Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)
Dead	615
Roof	150
Snow	150
Mass	50

Add
Delete

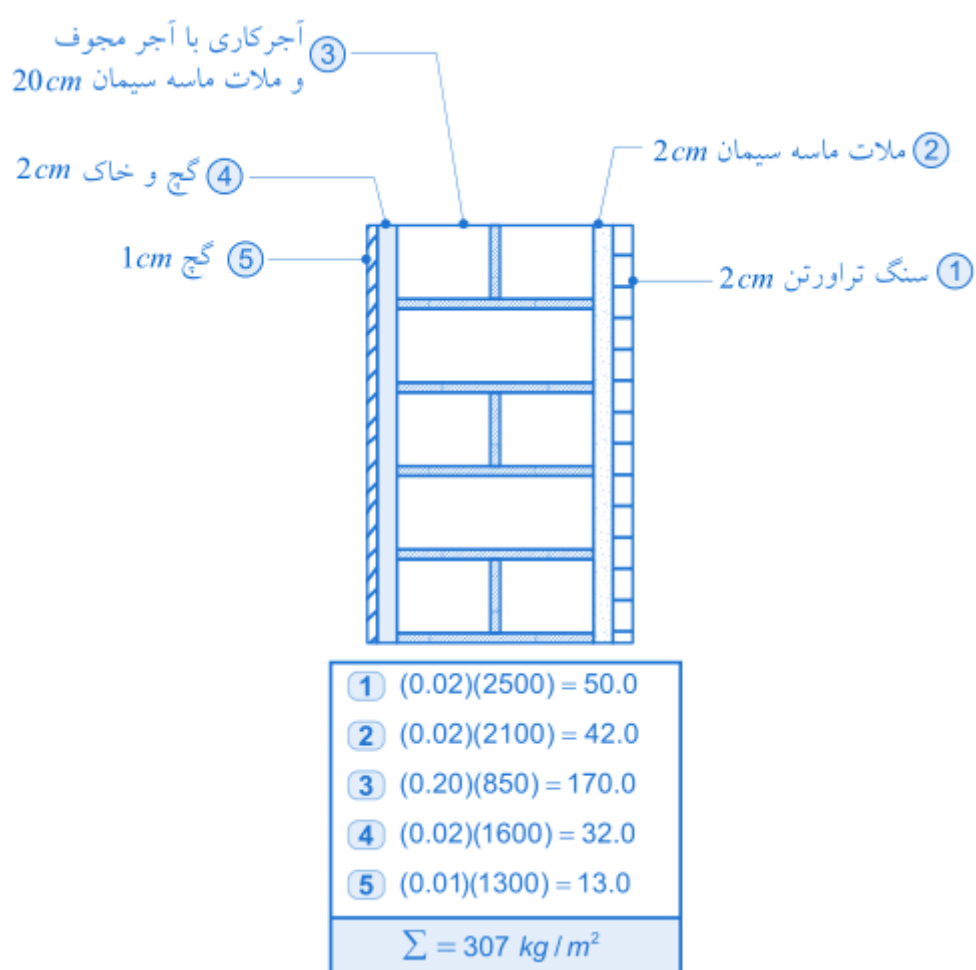
Note: Loads are in the gravity direction.

OK Cancel

بسته بار سطحی وارد بر کف بام

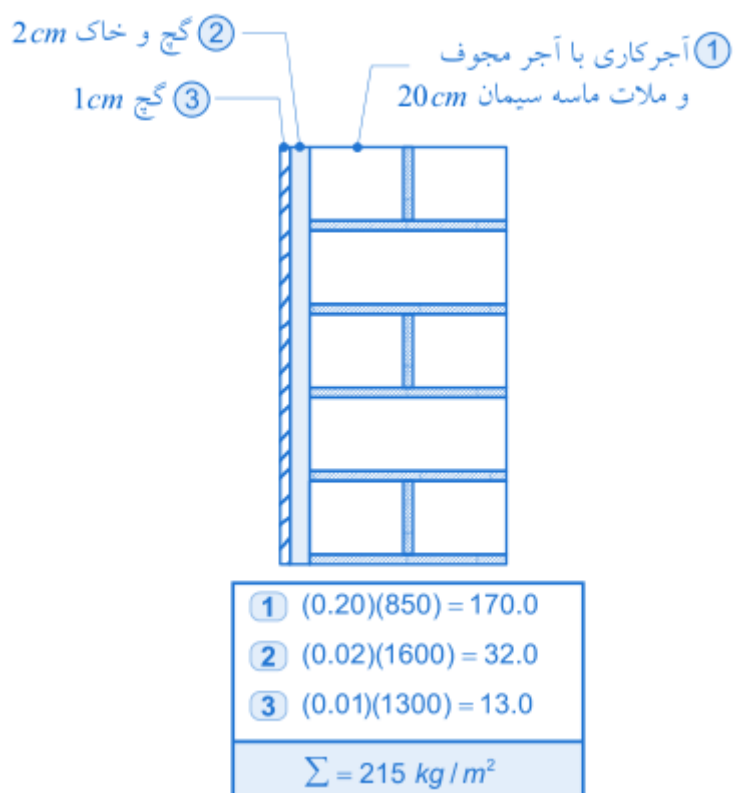
ب- بارهای خطی وارده

ب-۱- بار خطی ناشی از دیوارهای نمادار



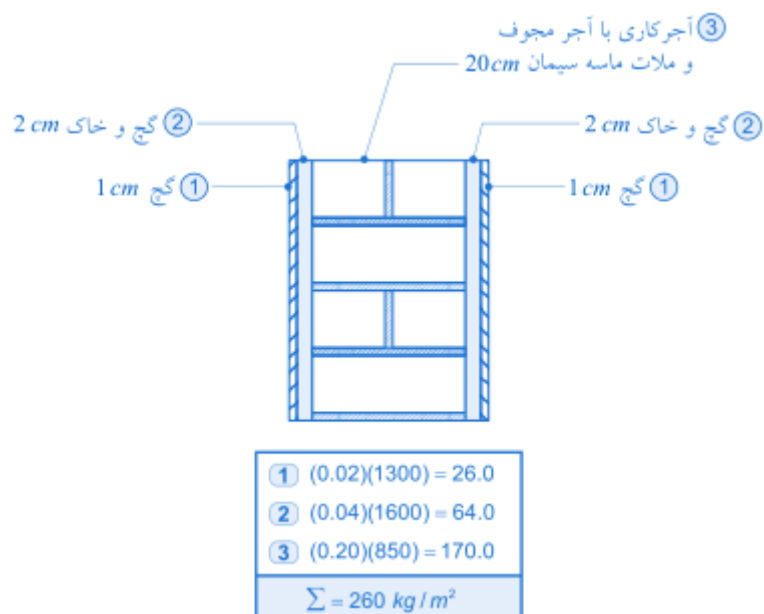
$$q = 307 \times 2.8 \times 0.7 = 602 \text{ Kg/m}$$

ب-۲- بار خطی ناشی از دیوارهای بدون نما



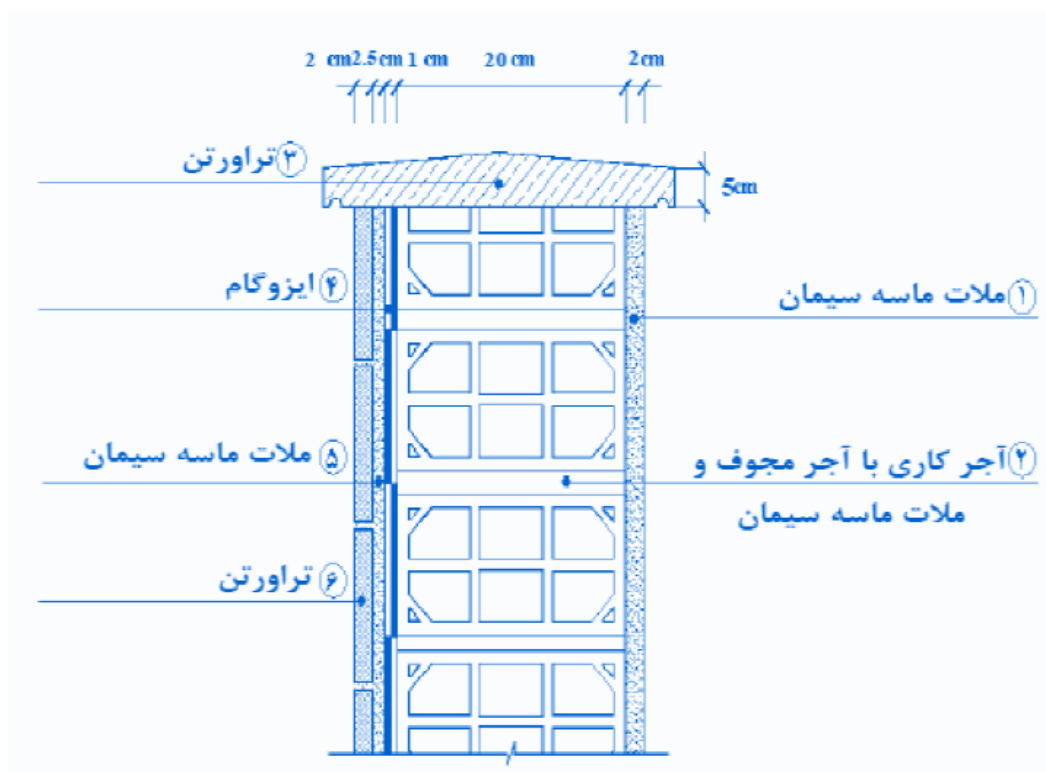
$$q = 215 \times 2.8 = 602 \text{ Kg/m}$$

ب-۳- بار خطی ناشی از دیوارهای راه پله



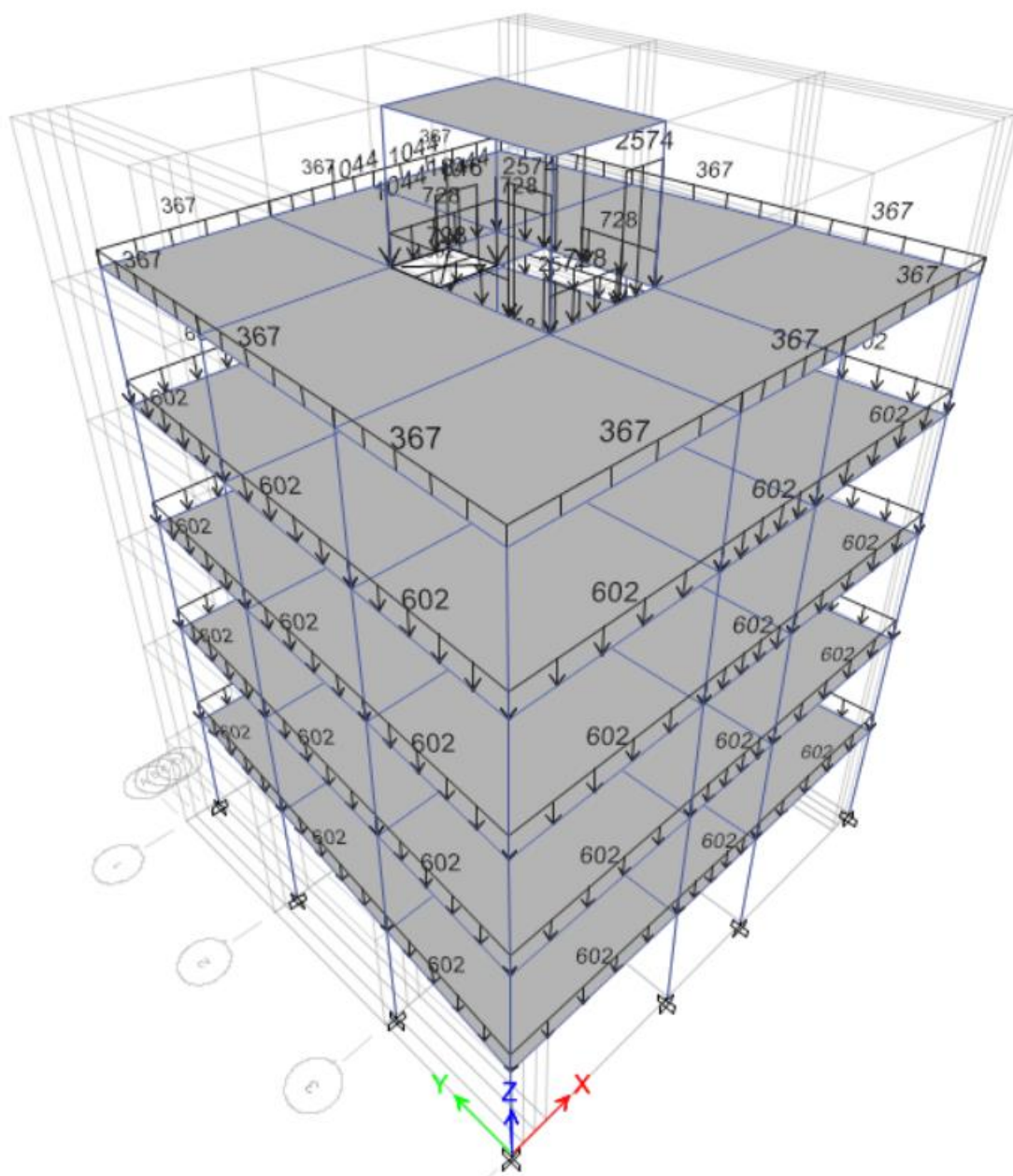
$$q = 260 \times 2.8 = 728 \text{ Kg/m}$$

ب-۴- بار خطی ناشی از دیوارهای جان پناه



ردیف	نام بار	وزن واحد حجم (kg / m ³)	ضخامت (cm)	وزن واحد سطح (kg / m ²)
۱	ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۲	۴۲
۲	آجر کاری یا آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	۸۵۰	۲۰	۱۷۰
۳	تراورتن	۲۵۰۰	۵	۳۷.۵ *
۴	ایزوگام	-----	۱	۱۵
۵	ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۲.۵	۵۲.۵
۶	تراورتن	۲۵۰۰	۲	۵۰
مجموع			۳۲.۵	۳۶۷

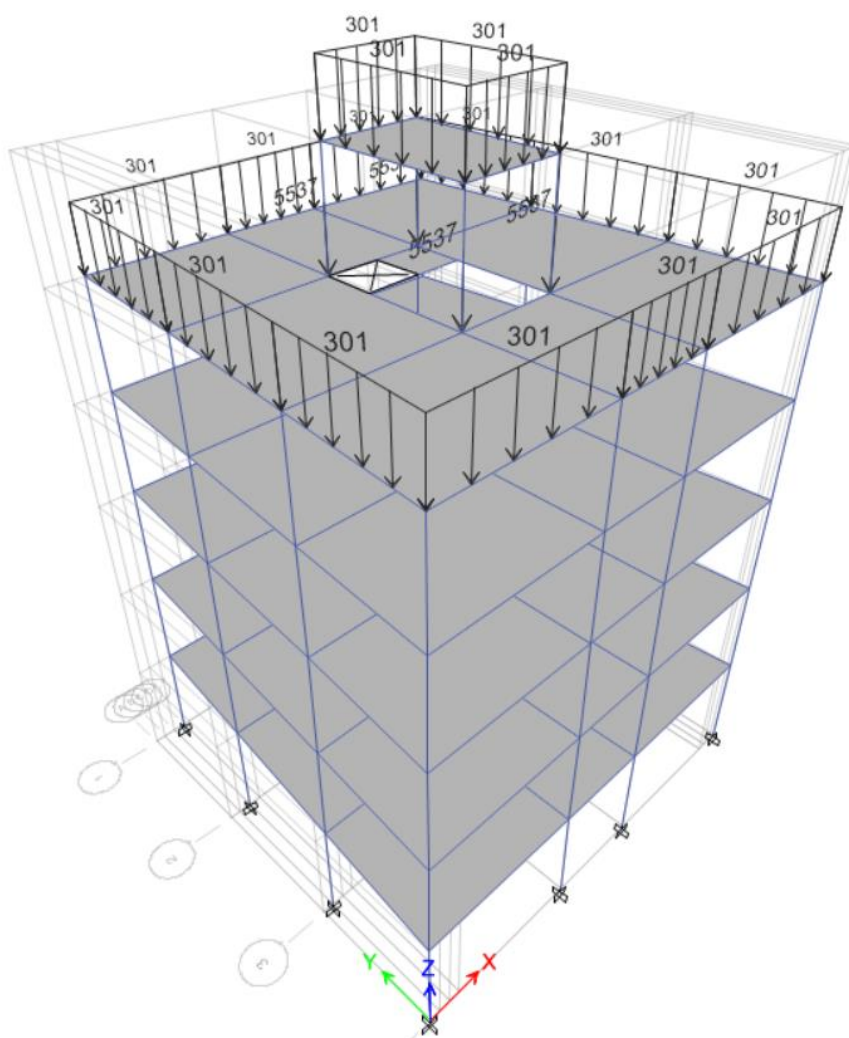
$$q = 367 \times 1 = 367 \text{ Kg/m}$$



بارهای مرده خطی وارده ناشی از بار دیوارها

ج- بار اصلاح جرم موثر لرزه ای ناشی از دیوارهای پیرامونی در طبقه بام

$$Mass = \frac{\text{بار دیوارهای پیرامونی}}{2} = \frac{602}{2} = 301 \text{ Kg/m}^2$$



بار اصلاح جرم موثر لرزه ای ناشی از دیوارهای پیرامونی

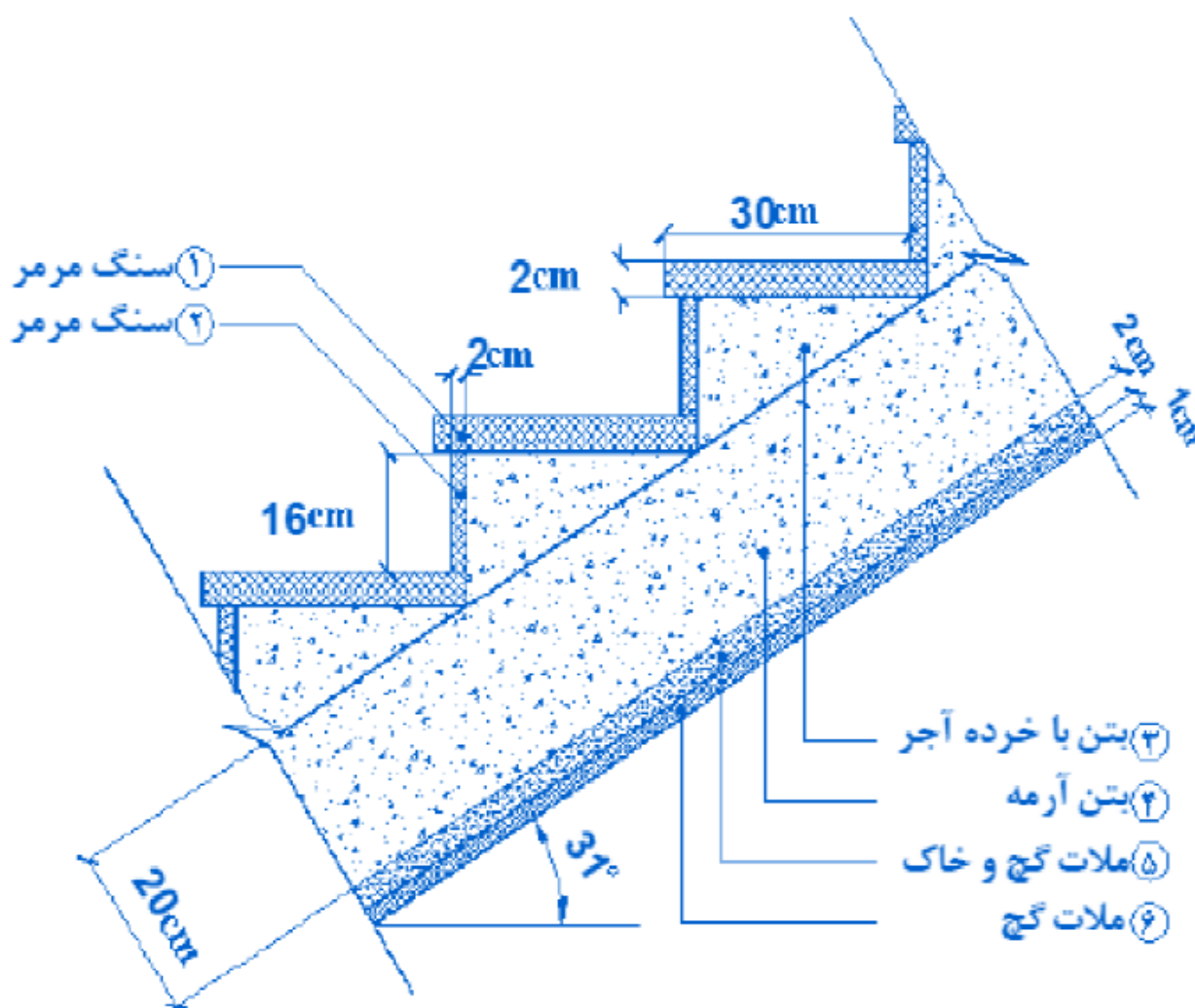
د- بارگذاری پله

با توجه به اینکه برای این پروژه از پله ۴ رمپه استفاده شده است در ساختمان های متداول امروزه بیشتر از سیستم دیوارک بتنی برای راه پله ها استفاده می شود که برای این منظور بارها به این قسمت ها وارد خواهند شد که بهتر است با توجه به سهم بارگیر تیرها بارها را در تیرهای اطراف راه پله به روش زیر پخش نمائیم:

- بار مرده

گام اول) محاسبه بار مرده کل پله

مساحت پله \times وزن یک متر مربع = بار مرده کل پله



ردیف	نام بار	ضخامت (cm)	وزن واحد حجم (kg / m ³)	تعداد	وزن واحد سطح پله (kg / m ²)
۱	سنگ مرمر	۲	۲۷۰۰	۱	۵۴
۲	سنگ مرمر	۳۲	۲۷۰۰	۳.۳	۲۹
۳	بتن با خرده آجر	۲۴۰	۱۷۰۰	۳.۳	۱۳۵
۴	بتن آرمه	۲۰	۲۵۰۰	1/cos(a)	۵۸۳
۵	ملات گچ و خاک	۲	۱۶۰۰	1/cos(a)	۳۷
۶	ملات گچ	۱	۱۳۰۰	1/cos(a)	۱۵
مجموع					۸۵۳

$$\text{مساحت پله} = 9.09 \text{ m}^2$$

$$\text{بار مرده کل پله} = 853 \times 9.09 = 7753 \text{ Kgf}$$

گام دوم) محاسبه سهم هر تکیه گاه

با توجه به ۴ رمپه بودن راه پله تعداد تکیه گاه ها ۴ عدد می باشد پس بار مرده کل پله را تقسیم بر ۴ می کنیم:

$$\text{سهم هر تکیه گاه} = \frac{7020}{4} = 1938 \text{ Kgf}$$

گام سوم) محاسبه بار هر تکیه گاه

برای به دست آوردن بار وارد بر طول تکیه گاه ها کافیست سهم هر تکیه گاه را تقسیم بر طول تکیه گاه کرده و بار وارده را محاسبه نموده و در طول خود در نرم افزار اعمال نمائیم (در جهت اطمینان طول تکیه گاه کوچک را انتخاب می کنیم تا بیشترین بار به دست آید):

$$\text{بار هر تکیه گاه} = \frac{1938}{1.05} = 1846 \text{ Kgf/m}$$

- بار زنده

بار زنده نیز به همان شکل بار مرده محاسبه خواهد شد و فقط بجای وزن یک متر مربع از حداقل بار زنده گفته شده در مبحث ششم استفاده خواهیم کرد:

$$\text{بار زنده کل پله} = 500 \times 9.09 = 4545 \text{ Kgf}$$

$$\text{سهم هر تکیه گاه} = \frac{4545}{4} = 1136 \text{ Kgf}$$

$$\text{بار هر تکیه گاه} = \frac{1136}{1.05} = 1082 \text{ Kgf/m}$$

(و) بارگذاری آسانسور

نحوه اعمال بار آسانسور:

بار آسانسور را به چهار گروه اطراف آن در طبقه بام اختصاص می‌دهیم که مقادیر آنها نیز بصورت زیر محاسبه می‌گردد:

(مساحت) \times ضخامت \times وزن مخصوص بتن : بار مرده سکوی بتنی

$$2500 \times 0.2 \times (1.8 \times 1.47) = 1176 \text{ kgf}$$

بار مرده سکوی بتنی :

۷-۵-۲-۲-۱۵ به منظور جابه‌جایی تجهیزات، باید مونوریل دائمی در سقف موتورخانه پیش‌بینی شود، در غیر این صورت باید قلابی در مرکز چاه آسانسور و یا بالای سیستم محرکه آسانسور و در زیر سقف موتورخانه نصب گردد. به‌طوری‌که بارهای وارده مطابق جدول (۷-۵-۲-۲-۱۵) را تحمل نماید.

جدول ۷-۵-۲-۲-۱۵ بار وارده به قلاب سقف موتورخانه

ظرفیت آسانسور (کیلوگرم)	حداکثر بار استاتیکی وارده به قلاب (کیلوگرم)
تا ۱۰۰۰	۱۵۰۰
۲۵۰۰	۲۰۰۰
بیش از ۲۵۰۰	با مشورت شرکت سازنده و طراح آسانسور

$$1500 \times 2 = 3000 \text{ kgf} \quad \text{بار مرده تجهیزات آسانسور}$$

۴-۵-۵-۶ سازه‌های نگهدارنده آسانسورها: وزن اتاقک، ماشین‌آلات، وزنه تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسایل باید در ضریب ۲ ضرب شوند، مگر آنکه بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضریبی حداقل برابر این مقدار ضرب شده باشد.

$$\frac{1176 + 3000}{4} = 1044 \text{ kgf} \quad \text{بار مرده هر تکیه گاه}$$

$$525 \times 2 = 1050 \text{ kgf} \quad \text{بار زنده ناشی از ظرفیت آسانسور}$$

$$200 \times (1.6 \times 1.47) = 470 \text{ kgf} \quad \text{بار زنده ناشی از تردد افراد در موتورخانه}$$

$$1050 + 470 = 1397 \text{ kgf} > 847 \text{ Kgf} \quad \text{بار زنده وارد بر کف}$$

بار زنده هر تکیه گاه در طرفین سکوی آسانسور : $\frac{1397}{4} = 380 \text{ kgf}$

بار زنده حداقل : $360 \times (1.6 \times 1.47) = 847 \text{ kgf}$

ی) بارگذاری زلزله

بارگذاری زلزله سازه ها بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم انجام میگیرد که در قسمت زیر بصورت گام به گام به محاسبه آن خواهیم پرداخت:

۱- محاسبه زمان تناوب تجربی، T

۱-۱- برای ساختمان های با قاب خمشی واقعی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب ها ایجاد نکنند:

$$T = 0.08H^{0.75}$$

قاب های فولادی

$$T = 0.05H^{0.9}$$

قاب های بتن آرمه

✓ در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب ها ایجاد کنند، مقدار T برابر با ۸۰ درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته می شود.

۲-۱- برای ساختمان های با سیستم مهاربندی واگرا، مشابه قاب های فولادی خواهد بود.

۳-۱- برای ساختمان های با سایر سیستم های مندرج در جدول (۳-۵) آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم، بغیر از سیستم کنسولی، با یا بدون وجود جداگرهای میانقابی:

$$T = 0.05H^{0.75}$$

✓ در روابط بالا H ارتفاع ساختمان از تراز پایه استو در محاسبه آن در صورتیکه وزن خرپشته بیشتر از ۲۵ درصد وزن بام باشد ارتفاع خرپشته لحاظ خواهد شد در غیر اینصورت لحاظ نمی گردد. در بام های شیب دار، H متوسط ارتفاع بام از تراز پایه است.

✓ در ساختمان های متعارف، در کلیه موارد می توان زمان تناوب اصلی نوسان را با استفاده از تحلی دینامیکی تعیین و در محاسبات نیروها منظور نمود. ولی مقدار آن در هر حالت نباید از ۱/۲۵ برابر مقادیر به دست آورده شده از روابط تجربی مذکور بیشتر در نظر گرفته شود.

۲- محاسبه نسبت شتاب مبنا، A

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبناي طرح به شتاب ثقل
۱	پهنه با خطر نسبي خیلی زياد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبي زياد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبي متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبي کم	۰/۲۰

۳- محاسبه ضريب بازتاب ساختمان، B

ضريب بازتاب ساختمان بيانگر نحوه پاسخ ساختمان به حرکت زمين با توجه به نوع آن است:

$$B = B_1 N$$

۳-۱- ضريب شکل طيف، B_1

$$B_1 = S_0 + (S - S_0 + 1) \left(\frac{T}{T_0} \right)$$

$$0 < T < T_0$$

$$B_1 = S + 1$$

$$T_0 < T < T_s$$

$$B_1 = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right)$$

$$T > T_s$$

۲-۳- ضریب اصلاح طیف، N

۲-۲-الف- برای پهنه‌ای با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$$\begin{array}{ll}
 N = 1 & T < T_s \\
 N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 & T_s < T < 4 \text{ sec} \\
 N = 1.7 & T > 4 \text{ sec}
 \end{array}$$

۲-۲-ب- برای پهنه‌ای با خطر نسبی متوسط و کم

$$\begin{array}{ll}
 N = 1 & T < T_s \\
 N = \frac{0.4}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 & T_s < T < 4 \text{ sec} \\
 N = 1.4 & T > 4 \text{ sec}
 \end{array}$$

جدول مربوط به پارامترهای روابط بالا

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

۴- ضریب اهمیت ساختمان، I

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

۵- ضریب رفتار ساختمان، R_u

۲۰۰	۵/۵	۳	۷/۵	۱- قاب خمشی بتن آرمه ویژه [۴]	پ- سیستم قاب خمشی
۳۵	۴/۵	۳	۵	۲- قاب خمشی بتن آرمه متوسط [۴]	
-	۲/۵	۳	۳	۳- قاب خمشی بتن آرمه معمولی [۴] و [۱]	
۲۰۰	۵/۵	۳	۷/۵	۴- قاب خمشی فولادی ویژه	
۵۰	۴	۳	۵	۵- قاب خمشی فولادی متوسط	
-	۳	۳	۳/۵	۶- قاب خمشی فولادی معمولی [۱]	

مقادیر ضریب رفتار ساختمان از جدول ۳-۴ آئین نامه ۲۸۰۰ قابل برداشت است که برای قاب خمشی بتنی متوسط برابر ۵ می باشد.

۶- محاسبه ضریب زلزله، C

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

۱۱) معرفی وزن لرزه ای سازه

W : وزن مؤثر لرزه‌ای، شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به اضافه درصدی از بار زنده و بار برف، مطابق جدول (۳-۱). بار زنده باید به صورت تخفیف‌نیافته، مطابق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

Mass Source Data

Mass Source Name: MsSrc1

Mass Source

- ☐ Element Self Mass
- ☐ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☐ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Dead	1
Live	0.2
Roof	0.2
Snow	0.2
Mass	1

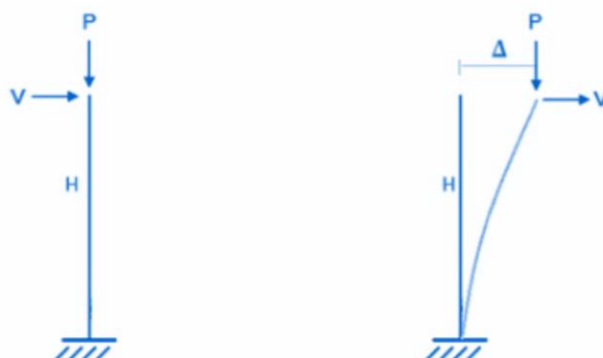
Mass Options

- ☒ Include Lateral Mass
- ☐ Include Vertical Mass
- ☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel Add Modify Delete

معرفی وزن مؤثر لرزه ای به نرم افزار

۱۲) معرفی اثر P-Delta



برای اعمال این اثر بایستی ترکیب بار آنرا به نرم افزار معرفی نمائیم که برای این منظور از ترکیب بار اول طراحی استفاده می‌نمائیم:

Preset P-Delta Options

Automation Method

- ☐ None
- ☐ Non-iterative - Based on Mass
- ☒ Iterative - Based on Loads

Iterative P-Delta Load Case

Load Pattern	Scale Factor
Dead	1.2
Dead	1.2
Live	1
Snow	0.2

Add
Modify
Delete

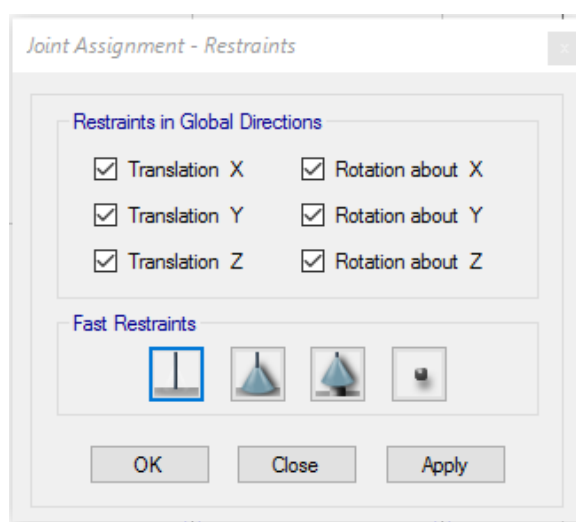
Relative Convergence Tolerance: 0.0001

OK Cancel

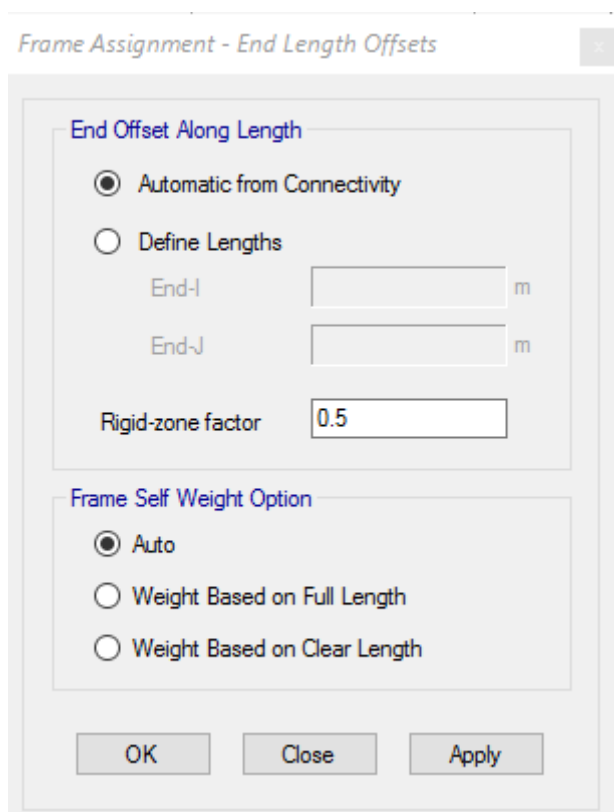
معرفی اثر P-Delta به نرم افزار

۱۳) اختصاص اصلاحات مدلسازی

۱۳-۱) اختصاص تکیه گاه گیردار پای ستون ها



۱۳-۲) اختصاص نواحی انتهایی صلب



۱۳-۳- اختصاص ضرایب ترک خوردگی

۹-۱۳-۸-۴ اثر ترک خوردگی

در تحلیل سازه باید سختی خمشی و پیچشی اعضای ترک خورده به نحو مناسب محاسبه و منظور گردد. اثر ترک خوردگی باید با توجه به تغییر شکل‌های محوری و خمشی و آثار دراز مدت محاسبه شود. در غیاب محاسبات دقیق برای منظور کردن اثر ترک خوردگی می‌توان:

- در قاب‌های مهار نشده سختی خمشی تیرها و ستون‌ها را به ترتیب معادل $0/35$ و $0/7$ برابر سختی خمشی مقطع ترک نخورده آنها منظور نمود.

- در قاب‌های مهار شده سختی خمشی تیرها و ستون‌ها را به ترتیب معادل $0/5$ و 1 برابر سختی خمشی مقطع ترک نخورده آنها منظور نمود.

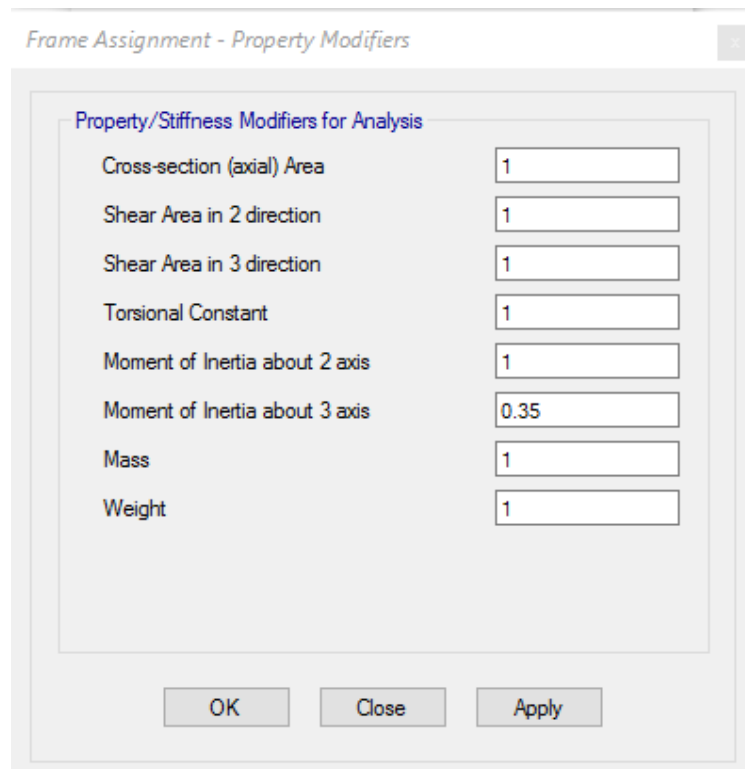
سختی خمشی دیوارها در هر دو جهت را در صورتی که ترک خورده باشند $0/35$ و در غیر این صورت $0/7$ برابر سختی خمشی مقطع کل منظور نمود.

ضوابط مبحث نهم در خصوص ضرایب ترک خوردگی

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	0.7
Moment of Inertia about 3 axis	0.7
Mass	1
Weight	1

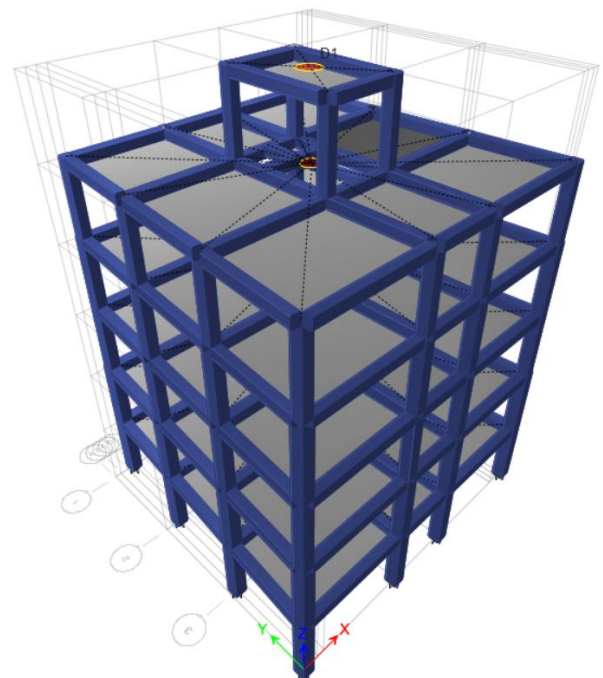
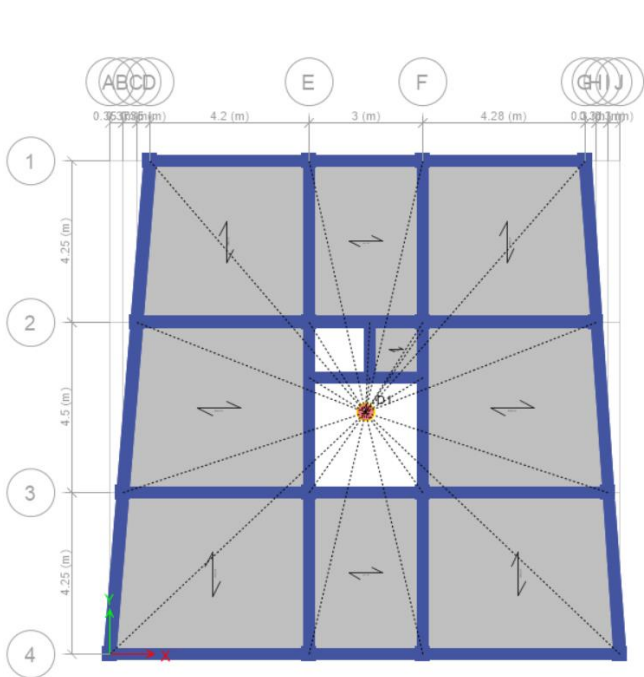
OK Close Apply

معرفی ضریب ترک خوردگی ستون‌ها در نرم افزار



معرفی ضریب ترک خوردگی تیرها در نرم افزار

اختصاص دیافراگم



۱۴) تحلیل سازه

Set Load Cases to Run

Case	Type	Status	Action
Modal	Modal - Eigen	Not Run	Run
Dead	Linear Static	Not Run	Run
Live	Linear Static	Not Run	Run
Lroof	Linear Static	Not Run	Run
Snow	Linear Static	Not Run	Run
EX	Linear Static	Not Run	Run
EXAll	Linear Static	Not Run	Run

Click to:

Run/Do Not Run Case

Delete Results for Case

Run/Do Not Run All

Delete All Results

Show Load Case Tree...

Analysis Monitor Options

☐ Always Show

☒ Never Show

☐ Show After seconds

Diaphragm Centers of Rigidity

☒ Calculate Diaphragm Centers of Rigidity

Tabular Output

☐ Automatically save tables to Microsoft Access or XML after run completes

Filename: C:\Users\Alireza\Desktop\Project\Concrete SIM2\ETABS\Main File.mdb

Table Set: None

Add New...

Run Now

OK

Cancel

۱۵) طراحی سازه

برای طراحی سازه بایستی ابتدا شکل پذیری سازه را که برای سازه ما از نوع متوسط می باشد اختصاص می دهیم و سپس طراحی را انجام می دهیم:

Concrete Frame Design Overwrites for ACI 318-14



	Item	Value
01	Current Design Section	Varies
02	Framing Type	Sway Intermediate
03	Live Load Reduction Factor	Varies
04	Unbraced Length Ratio (Major)	Varies
05	Unbraced Length Ratio (Minor)	Varies
06	Effective Length Factor (K Major)	1
07	Effective Length Factor (K Minor)	1
08	Moment Coefficient (Cm Major)	1
09	Moment Coefficient (Cm Minor)	1
10	NonSway Moment Factor (Dns Major)	1
11	NonSway Moment Factor (Dns Minor)	1
12	Sway Moment Factor (Ds Major)	1
13	Sway Moment Factor (Ds Minor)	1
14	Consider Minimum Eccentricity?	Yes

Item Description

The design section for the selected frame objects. When this overwrite is applied, any previous auto select section assigned to the frame object is removed.

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

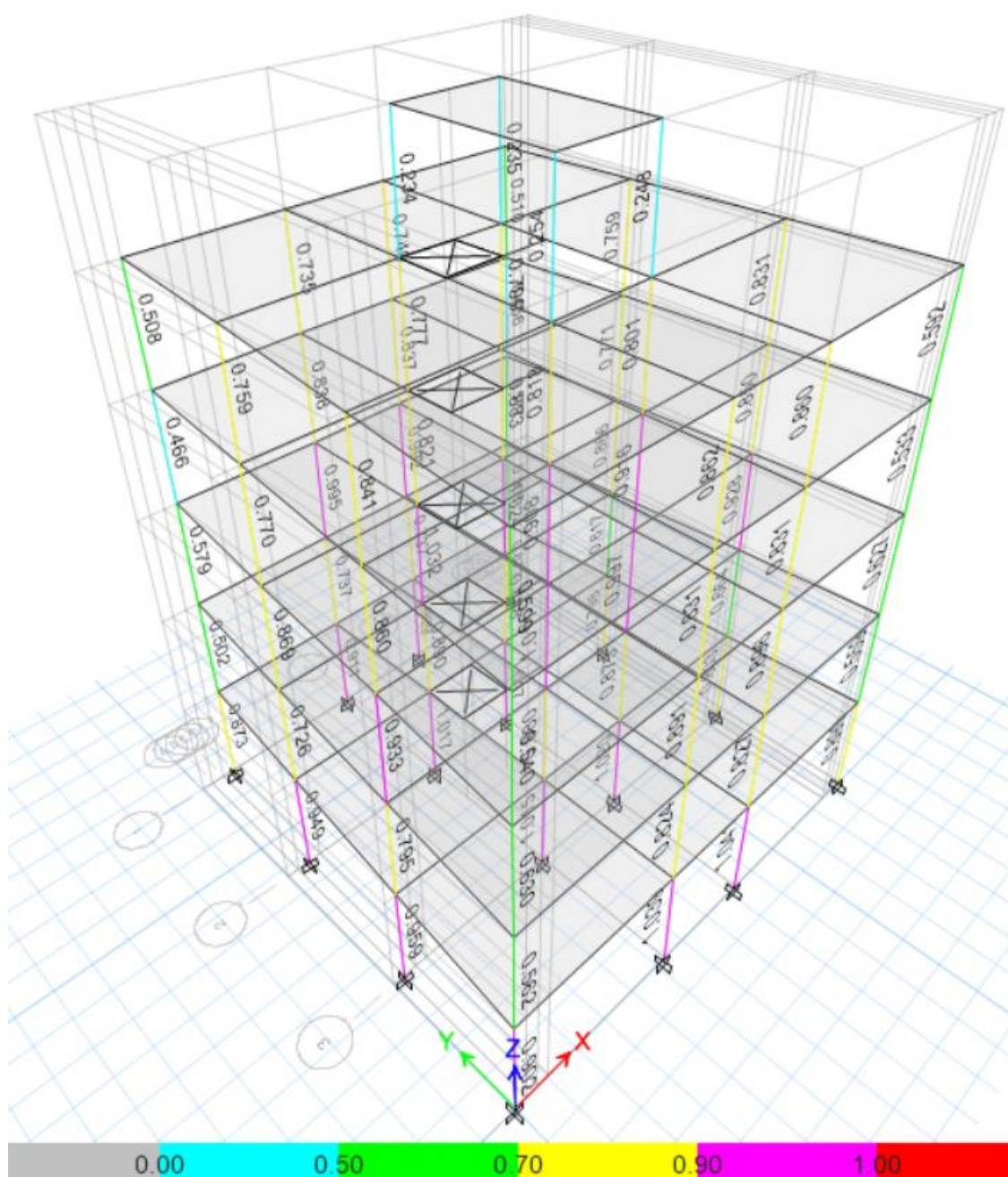
Set To Default Values

All Items Selected Items

Reset To Previous Values

All Items Selected Items

OK Cancel



نسبت نیرو به ظرفیت مقاطع (Ratio)

۱۶) کنترل های سازه

۱۶-۱) کنترل نظم پیچشی

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts					
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
Roof	EXAII 1	Diaph D1 X	0.004028	0.003788	1.063
Roof	EXAII 2	Diaph D1 X	0.003848	0.00377	1.021
Roof	EXAII 3	Diaph D1 X	0.004363	0.003805	1.147
Roof	EYAII 1	Diaph D1 Y	0.003987	0.003964	1.006
Roof	EYAII 2	Diaph D1 Y	0.004279	0.003961	1.08
Roof	EYAII 3	Diaph D1 Y	0.004331	0.003968	1.091
Story4	EXAII 1	Diaph D1 X	0.005047	0.004749	1.063
Story4	EXAII 2	Diaph D1 X	0.00483	0.004728	1.022
Story4	EXAII 3	Diaph D1 X	0.005469	0.004771	1.146
Story4	EYAII 1	Diaph D1 Y	0.005061	0.005039	1.004
Story4	EYAII 2	Diaph D1 Y	0.005442	0.005034	1.081
Story4	EYAII 3	Diaph D1 Y	0.005494	0.005043	1.089
Story3	EXAII 1	Diaph D1 X	0.00535	0.005101	1.049
Story3	EXAII 2	Diaph D1 X	0.005275	0.005086	1.037
Story3	EXAII 3	Diaph D1 X	0.005804	0.005116	1.134
Story3	EYAII 1	Diaph D1 Y	0.005502	0.005495	1.001
Story3	EYAII 2	Diaph D1 Y	0.005954	0.005491	1.084
Story3	EYAII 3	Diaph D1 Y	0.005975	0.005498	1.087
Story2	EXAII 1	Diaph D1 X	0.005178	0.004855	1.067
Story2	EXAII 2	Diaph D1 X	0.00493	0.004832	1.02
Story2	EXAII 3	Diaph D1 X	0.005621	0.004877	1.153
Story2	EYAII 1	Diaph D1 Y	0.005191	0.005187	1.001
Story2	EYAII 2	Diaph D1 Y	0.005631	0.005184	1.086
Story2	EYAII 3	Diaph D1 Y	0.005645	0.00519	1.088
Story1	EXAII 1	Diaph D1 X	0.0032	0.003028	1.057
Story1	EXAII 2	Diaph D1 X	0.003113	0.003017	1.032
Story1	EXAII 3	Diaph D1 X	0.003479	0.003039	1.145
Story1	EYAII 1	Diaph D1 Y	0.003184	0.003182	1.001
Story1	EYAII 2	Diaph D1 Y	0.003466	0.003181	1.09
Story1	EYAII 3	Diaph D1 Y	0.003473	0.003184	1.091

به دلیل اختلاف کم مرکز جرم و مرکز سختی سازه فاقد نامنظمی پیچشی است

۱۶-۲) کنترل زمان تناوب

برای آنکه زمان تناوب تحلیلی سازه را محاسبه نمائیم از فایل اصلی یک کپی گرفته که در سی دی بنام Period Time موجود می‌باشد و در این فایل با اصلاح ضرایب ترک خوردگی ستون‌ها و دیوارها از ۰/۷ به ۱ و تیرها از ۰/۳۵ به ۰/۵ طبق استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم زمان تناوب تحلیلی را استخراج می‌نمائیم:

۳-۳-۳-۳ سختی قطعات بتن‌آرمه

در محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان‌های بتن‌آرمه اثر ترک‌خوردگی اعضاء در سختی خمشی آنها باید در نظر گرفته شود. بدین منظور می‌توان سختی مؤثر اعضا را برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

$$I_e = 0.5I_g$$

- در تیرها

$$I_e = I_g$$

- در ستون‌ها و دیوارها

ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ در مورد ضرایب ترک خوردگی تیرها و ستون‌ها

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY
		sec				
Modal	1	0.842	0.0021	0.777	0.0021	0.777
Modal	2	0.824	0.7507	0.0022	0.7528	0.7791
Modal	3	0.689	0.0267	0.000001	0.7795	0.7791
Modal	4	0.289	0.0004	0.125	0.7799	0.9042
Modal	5	0.284	0.1227	0.0004	0.9026	0.9045
Modal	6	0.241	0.0041	0	0.9067	0.9045
Modal	7	0.164	0.000001695	0.0293	0.9067	0.9339
Modal	8	0.156	0.0352	5.616E-07	0.9419	0.9339
Modal	9	0.137	0.00003099	0	0.9419	0.9339
Modal	10	0.135	0.00000101	0.0285	0.9419	0.9624
Modal	11	0.13	0.019	0.000002943	0.9609	0.9624
Modal	12	0.124	0.0019	0	0.9629	0.9624
Modal	13	0.091	0.0004	0.0219	0.9632	0.9843
Modal	14	0.091	0.0212	0.0004	0.9845	0.9847
Modal	15	0.082	0.0005	0	0.985	0.9847

زمان تناوب تحلیلی جهت $X = 0.824$ ثانیه

زمان تناوب تحلیلی جهت $Y = 0.842$ ثانیه

۱۶-۳) کنترل تغییر مکان نسبی طبقات (دریافت)

۳-۵ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

۳-۵-۱ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه، که اختلاف بین تغییر مکان‌های جانبی واقعی مراکز جرم کف‌های بالا و پایین آن طبقه است، نباید از مقدار مشخصی که

در این بند تعیین شده، تجاوز نماید. این تغییر مکان تنها با استفاده از تحلیل غیرخطی سازه قابل محاسبه است، ولی می‌توان آن را با تقریب خوبی از رابطه زیر به‌دست آورد:

$$\Delta_M = C_d \cdot \Delta_{eu} \quad (۱۱-۳)$$

در این رابطه:

Δ_M = تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی و یا تغییر مکان نسبی واقعی طبقه

C_d = ضریب بزرگنمایی مطابق جدول (۳-۴)

Δ_{eu} = تغییر مکان جانبی نسبی طبقه زیر اثر زلزله طرح، مطابق رابطه (۳-۱)

در مواردی که روش طراحی تنش مجاز است، تغییر مکان جانبی نسبی به‌دست آمده از آن روش باید در ضریب $1/4$ ضرب شود و سپس با مقدار مجاز Δ_a در بند (۳-۵-۲) مقایسه شود.

۳-۵-۲ مقدار Δ_M که با منظور کردن اثر $P - \Delta$ در محاسبه Δ_M به‌دست می‌آید نباید از مقدار مجاز Δ_a زیر تجاوز نماید.

- در ساختمان‌های ۵ تا طبقه $\Delta_a = 0.025h$

- در سایر ساختمان‌ها $\Delta_a = 0.020h$

در این روابط h ارتفاع طبقه است.

کنترل دریفت جهت:

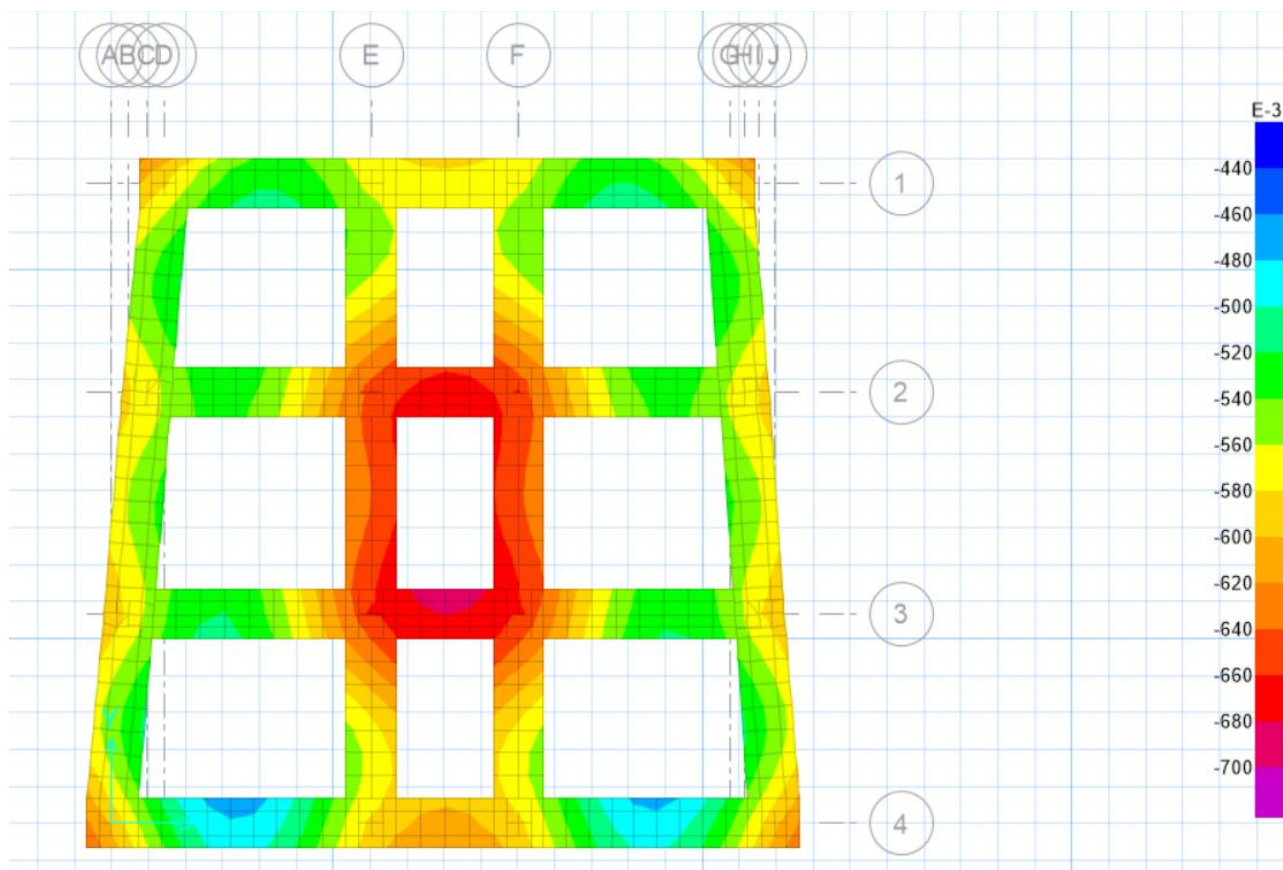
TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift
Roof	EXDrift	Diaph D1 X	0.003794	0.003568
Roof	EYDrift	Diaph D1 Y	0.0037	0.00368
Story4	EXDrift	Diaph D1 X	0.004744	0.004464
Story4	EYDrift	Diaph D1 Y	0.004685	0.004664
Story3	EXDrift	Diaph D1 X	0.005015	0.004781
Story3	EYDrift	Diaph D1 Y	0.005075	0.005068
Story2	EXDrift	Diaph D1 X	0.004841	0.004539
Story2	EYDrift	Diaph D1 Y	0.004773	0.004769
Story1	EXDrift	Diaph D1 X	0.002987	0.002826
Story1	EYDrift	Diaph D1 Y	0.002921	0.00292

$$\frac{\Delta_{eu}}{h} = Avg\ Drift < \frac{0.025}{C_d} = \frac{0.025}{4.5} = 0.005555$$

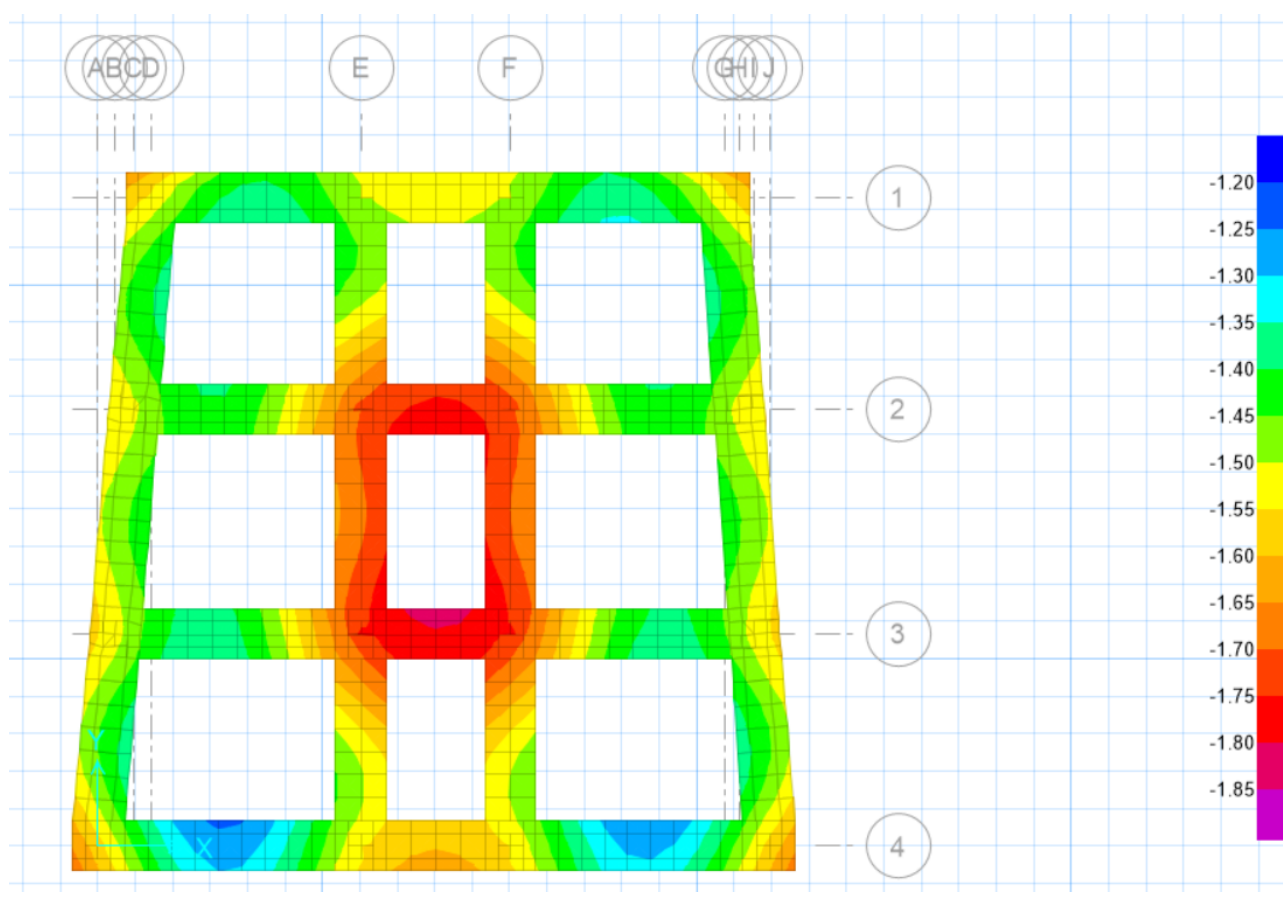
۱۷) طراحی فونداسیون

۱- نشست حداکثر پی



نشست مجاز فونداسیون های نواری برابر $\frac{2}{5}$ سانتیمتر می باشد که برای این پی نشست ماکزیمم $\frac{0.7}{7}$ سانتیمتر بوده و نشست مجاز می باشد.

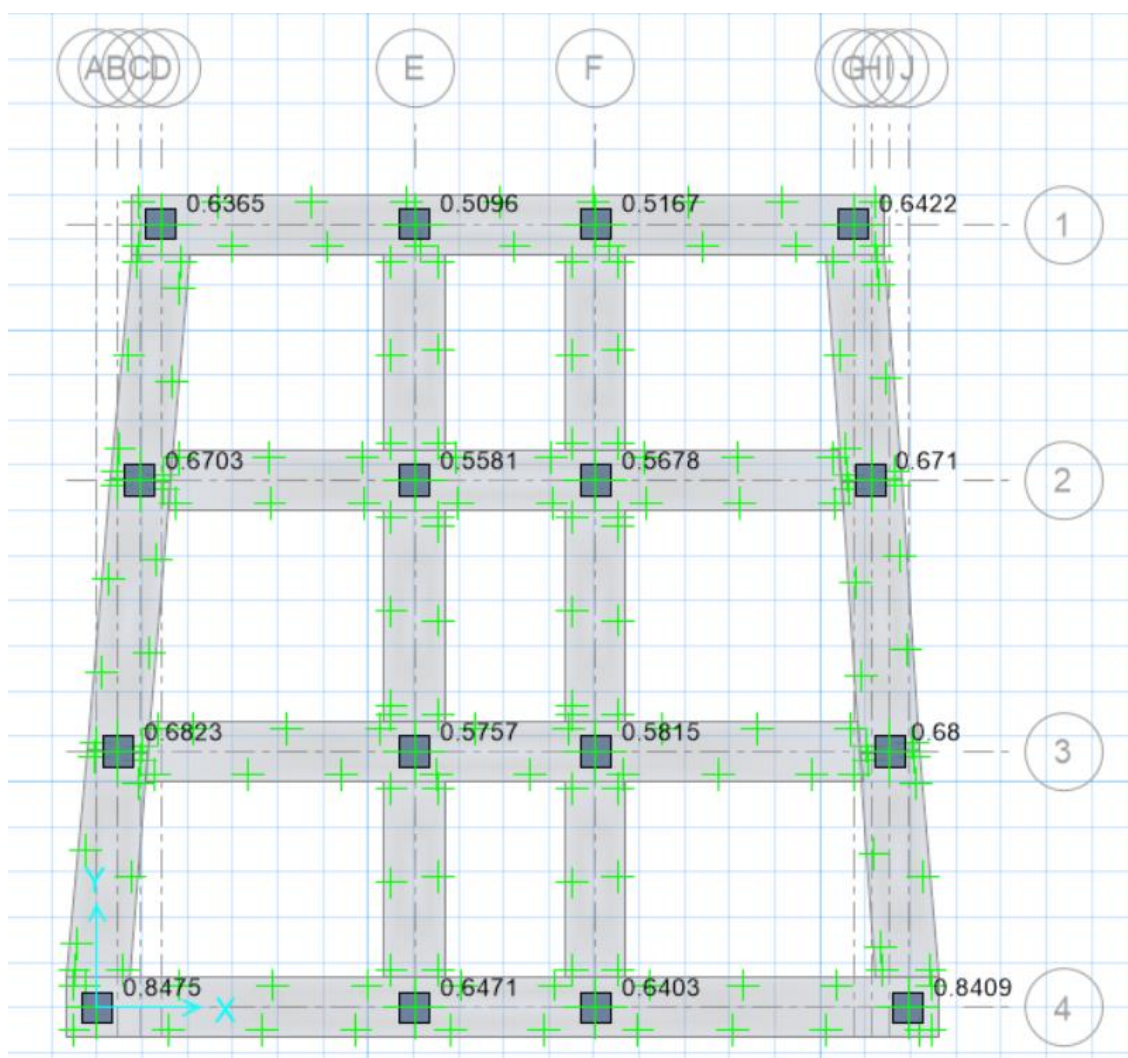
۲- حداکثر فشار خاک زیر فونداسیون



با توجه به صورت به حداکثر تنش مجاز که برابر $2/2$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد که مشاهده می شود تنش وارده حداکثر برابر $1/85$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد پس فونداسیون از نظر فشار خاک زیر فونداسیون نیز مناسب می باشد.

- برش پانچینگ فونداسیون

مهمترین و تعیین کننده ترین کنترل ضخامت فونداسیون برش پانچینگ می باشد که بایستی فونداسیون بگونه ای طراحی گردد که نیروهای وارده از طرف ستون ها به فونداسیون کمتر بوده و باعث آسیب دیدن و پانچینگ فونداسیون نگردد.



مشاهده می شود که فونداسیون در تمامی محل های اتصال ستون به فونداسیون از ظرفیت کافی برخوردار بوده و از نظر برش پانچینگ نیز مناسب می باشد.