

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خبرنگاه تفصلي مهندسي عمران



@icivilir



icivil.ir



طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله



فهرست عناوین

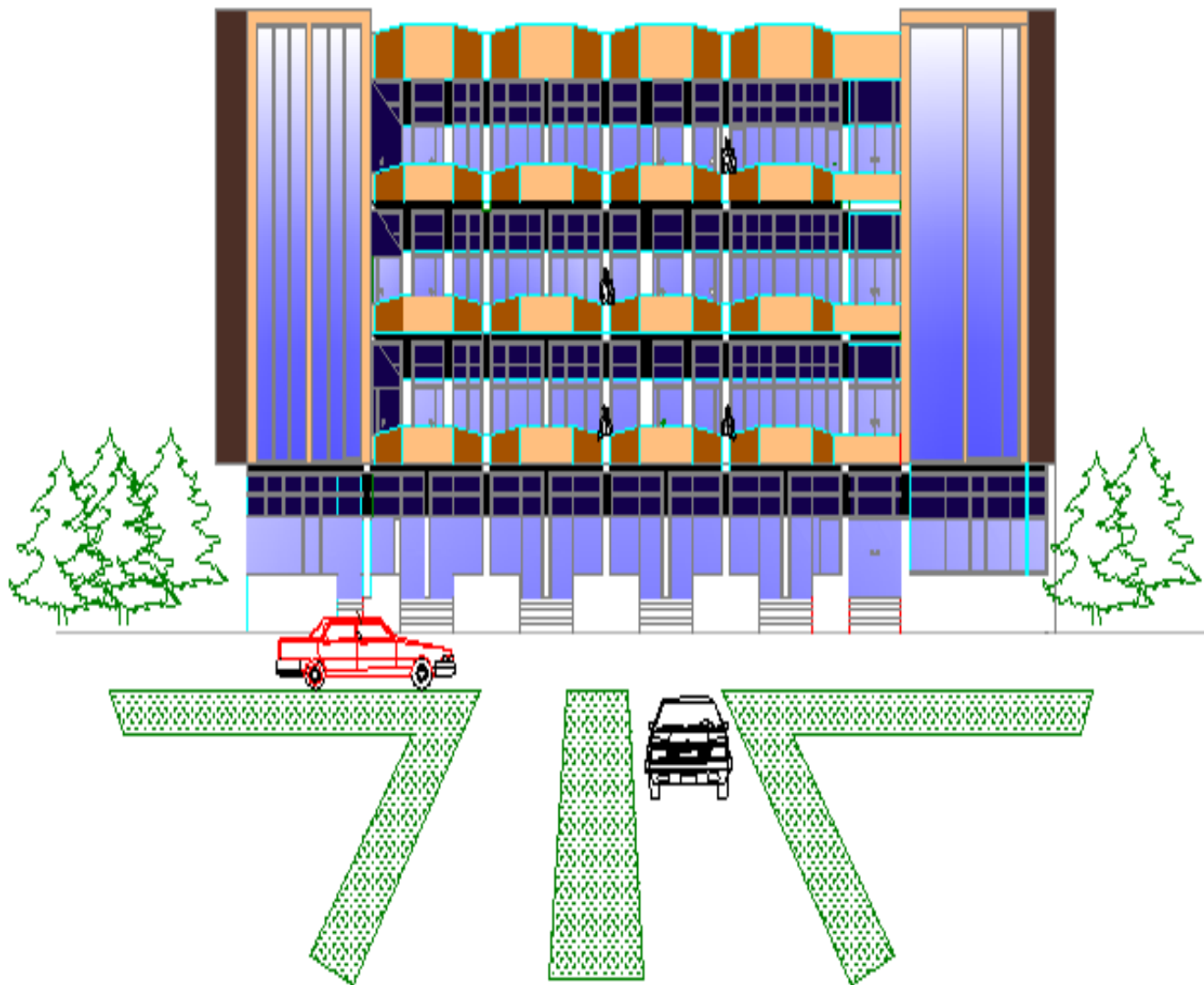
اطلاعات در مورد ساختمان	4
اطلاعات مهندسی ساختمان	4
اطلاعات ساختمان	10
اطلاعات خاک منطقه	10
اطلاعات در مورد مصالح مورد استفاده	10
کود های مورد استفاده برای طراحی	12
نرم افزار های مورد استفاده	13
مدل کردن پروژه مورد نظر در ETABS	14
شروع مدل سازی	14
ترسیم و یا ویراش (edit) کردن اعضای ساختمانی پروژه	16
معرفی کردن مصالح و مقاطع ساختمان در ETABS	21
بار گذاری قائم مرده	29
<p>■ ضخامت اصغری سلب دو طرفه (Minimum Thickness of Tow way Slab) 29</p> <p>■ ضخامت اصغری سلب یک طرفه (Minimum Thickness of one way Slab) 29</p>	
ضخامت تیر	30
1. بار گذاری کف طبقات	30
2. بار گذاری دیوار ها	31
3. بار گذاری زینه ها	33
بار گذاری قائم زنده	34
بار زلزله	34
تحلیل استاتیکی معادل و محاسبه برش پایه (Base Shear)	34
طریقه کار (Procedure)	36
W بار قائم مؤثر ساختمان میباشد که از بار های زیر تشکیل گردیده است :	36
معرفی کردن بار های وارد بر ساختمان در (ETABS)	39
معرفی کردن وزن مؤثر ساختمان (Mass Source) برای محاسبه قوه برشی در ETABS	41
اختصاص مشخصات	42
اختصاص دادن تکیه گاه	42
اختصاص دادن مقطع تیر	42

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

42	اختصاص دادن مقطع ستون
42	اصلاح کردن جهت ستونها
42	اختصاص دادن مقطع سلب
43	اختصاص دادن نواحی صلب انتهایی
43	اختصاص دادن شبکه بندی سلبها
44	اختصاص دادن دیپراگم صلب به سقفها
44	اختصاص دادن بارها
45	بارگذاری سقفها
49	بارگذاری دیوارها
49	بارگذاری زینه ها
54	اصلاح ضرایب ترک خوردگی
55	لحاظ کردن اثرات $P-\Delta$
56	بررسی ساختمان پس از تحلیل
57	a. بررسی نامنظمی پیچشی
58	b. تغییر مکان جانبی نسبی طبقات Story Drift
60	c. قوه های برشی و قوهای افقی هر طبقه
62	d. محاسبه ساختمان در برابر سرنگونی Overturning
63	طراحی پروژه با استفاده از برنامه ETABS
63	معرفی پارامترهای طراحی و انتخاب آیین نامه برای طراحی
64	ترکیبات بارها برای طراحی
65	طراحی قاب ها با استفاده از برنامه ETABS
66	بررسی نتایج طراحی در تیر
68	بررسی نتایج طراحی در ستون
69	طراحی سلب ها با استفاده از برنامه SAFE Version 12.3.0
69	کنترل انحنا یا خیز سلبها Deflection
69	انحنا یا خیز حد اکثر سلبها (بند 9.5.3.4 آیین نامه AC I 318)
70	فرستادن سلب طبقه نمونه SAFE به Typical Story
71	تعیین مشخصات سلب
75	مشخصات طراحی
79	تحلیل و طراحی
81	مشاهده و کنترل خروجی ها
82	ضوابط سیخ بندی سلبها
83	تحلیل و طراحی تهداب با استفاده از برنامه SAFE Version 12.3.0
83	فرستادن عکس العمل های تکیه گاهی به SAFE
84	تعریف مشخصات تهداب
85	ترسیم هندسه
86	اختصاص مشخصات تهداب
87	تنظیم مشخصات طراحی
89	تحلیل و طراحی
90	مشاهده و کنترل خروجی ها
94	تحلیل و طراحی زینه ها

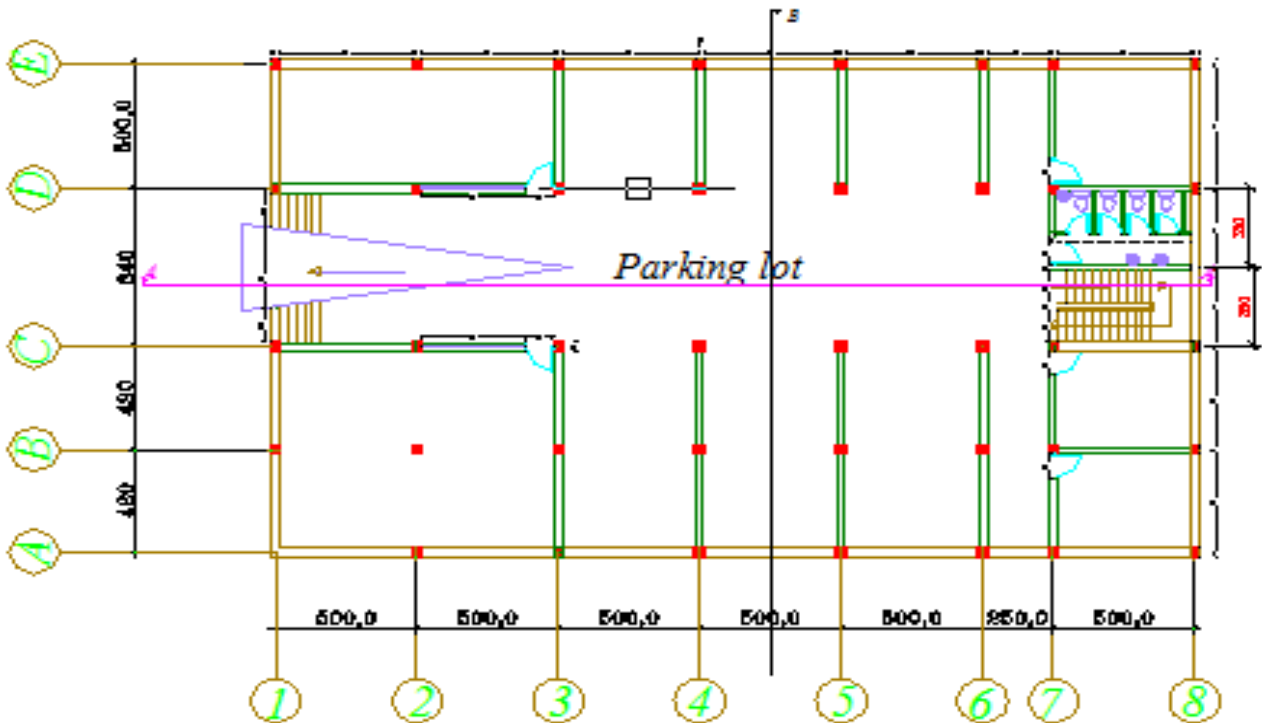
1. اطلاعات مهندسی ساختمان

ساختمان مورد نظر در شهر کابل با ابعاد (19.8*32.5) متر و دارای 5 طبقه می باشد که یک طبقه زیر زمین برای پارکینگ، طبقه همکف تجاری و باقی همه دفاتر میباشد. پلان ها و نمای آن در زیر موجود است.

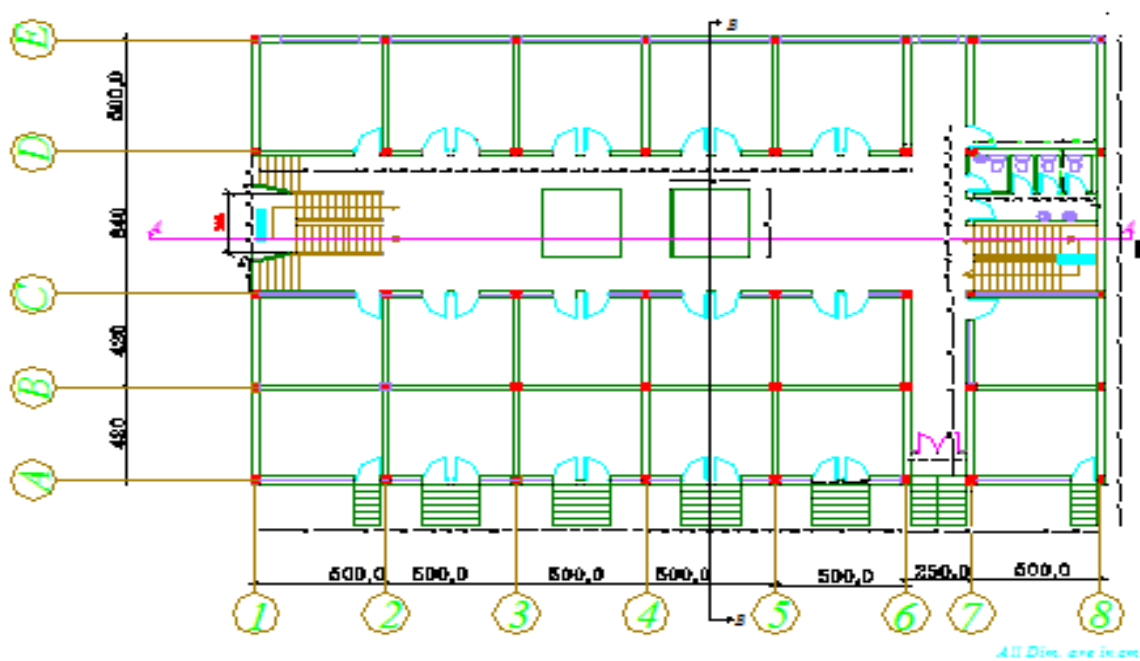


WEST ELEVATION

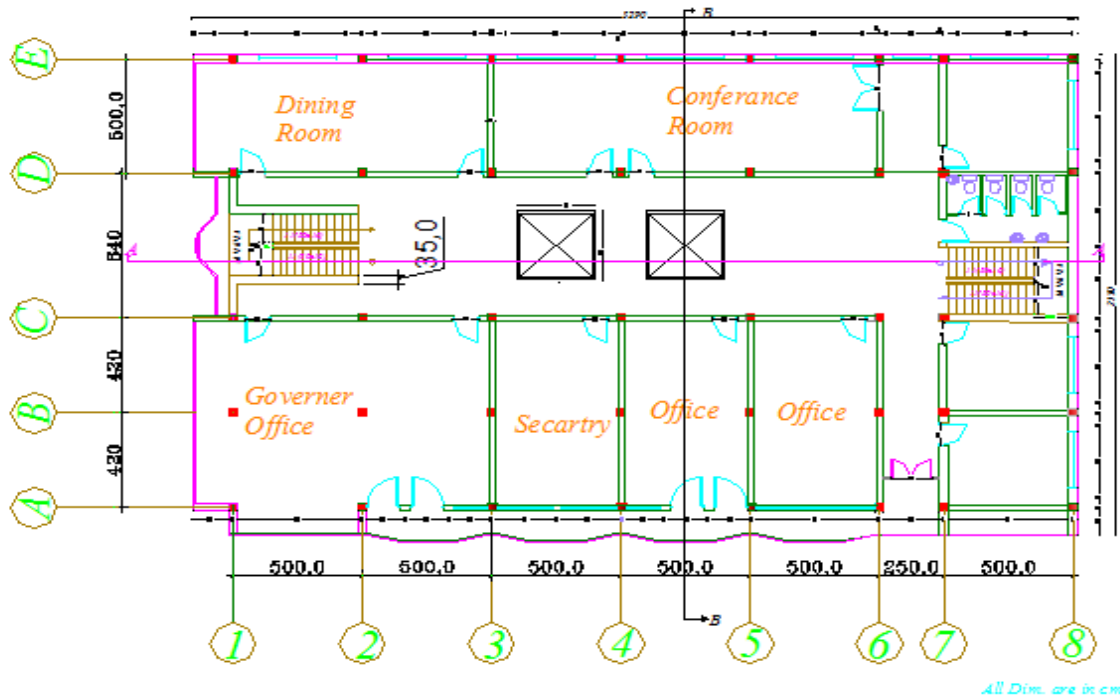
UNDER GROUND PLAN



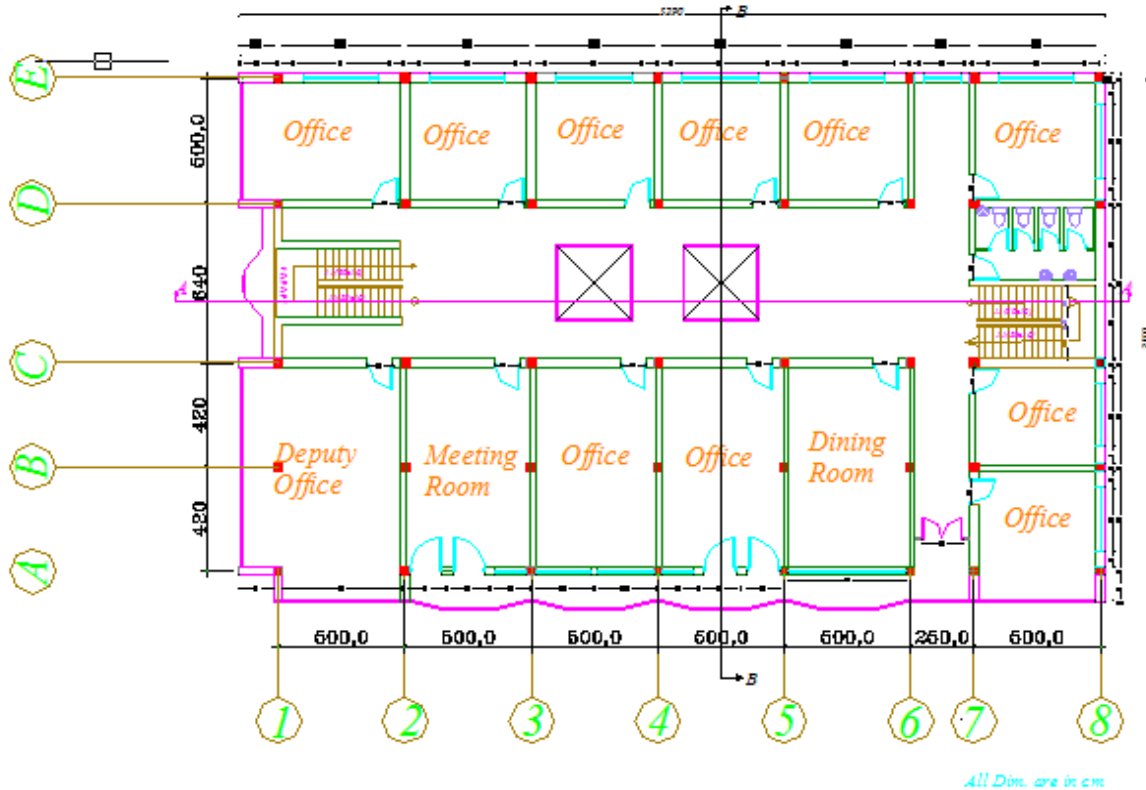
FIRST FLOOR PLAN



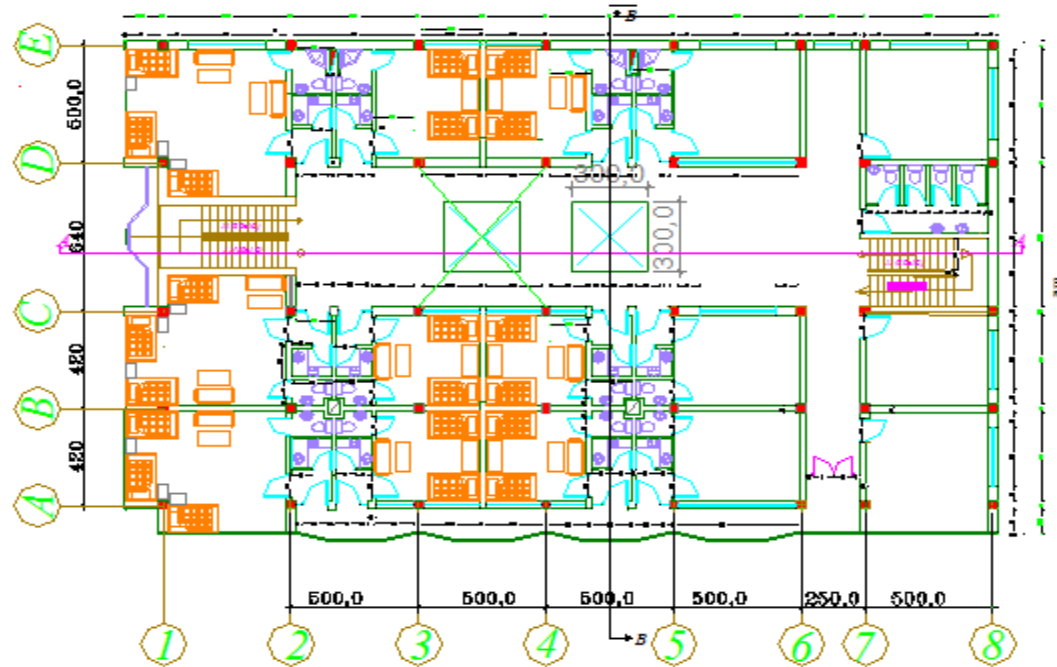
SECOND FLOOR PLAN



THIRD FLOOR PLAN

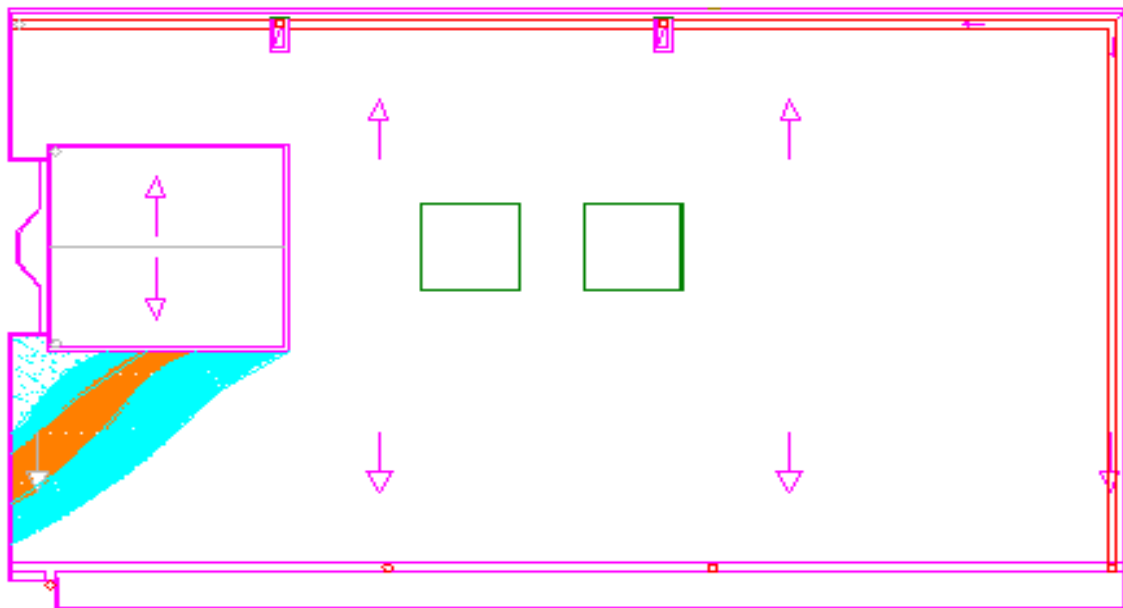


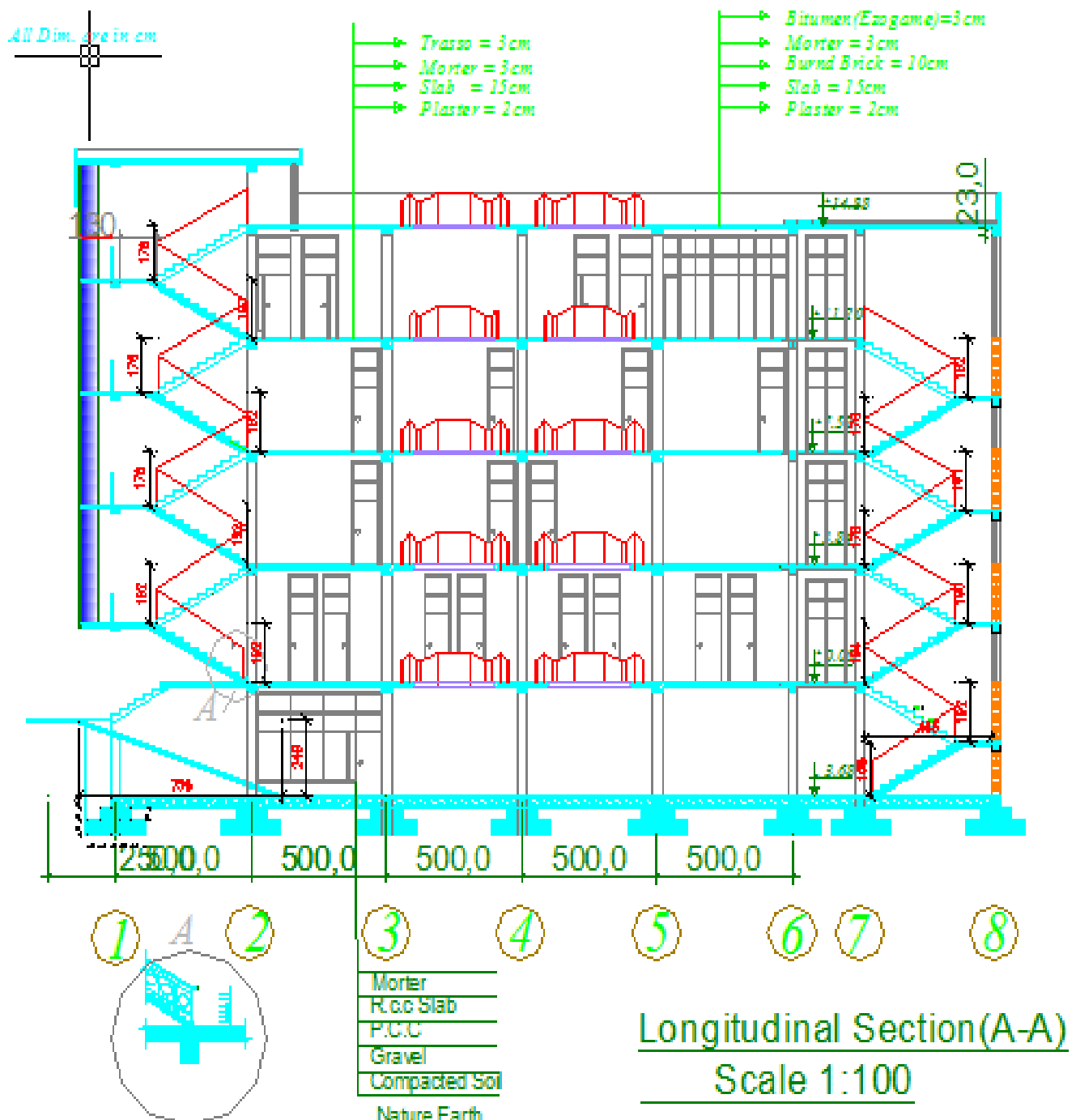
FOURTH FLOOR PLAN

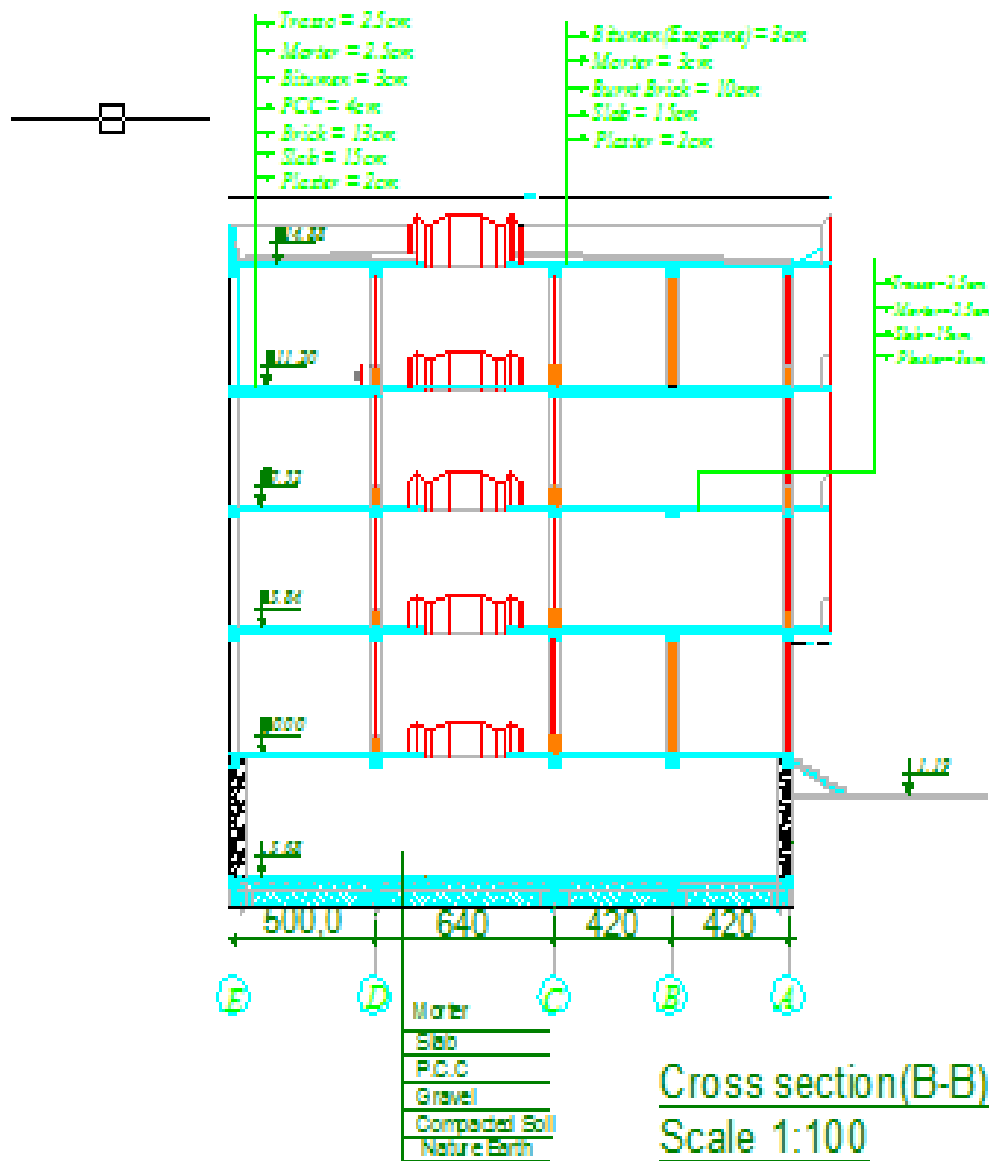


All Dim. are in cm

ROOF DETAIL







طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

2. اطلاعات ساختمان

ساختمان مورد نظر یک ساختمان آهن کانکریتی میباشد که به صورت قاب خمشی مورد بر رسی و طراحی میشود.

3. اطلاعات خاک منطقه


ظرفیت باربری خاک به مقدار $(q_a = 1.5 \text{ kg/m}^2)$ میباشد. ارتفاع لایه یخی در کابل 85cm میباشد. خاک مورد نظر دارای مشکل روانگرایی (liquefaction) نمی باشد و نوعیت آن بر اساس راپور تست خاک، طبق آیین نامه IBC 2012 از کلاس D میباشد. باید یاد آور شویم که جمله مشخصات خاک در یک راپور آزمایش خاک داده شده است.

4. اطلاعات درمورد مصالح مورد استفاده

مصالح کانکریت دارای مشخصات زیر میباشد:

Material Property Data

General Data

Material Name	4000Psi
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	150	lb/ft ³
Mass per Unit Volume	4.662	lb-s ² /ft ⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	3604996.5	lb/in ²
Poisson's Ratio, U	0.2	
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000055	1/F
Shear Modulus, G	1502081.88	lb/in ²

Design Property Data

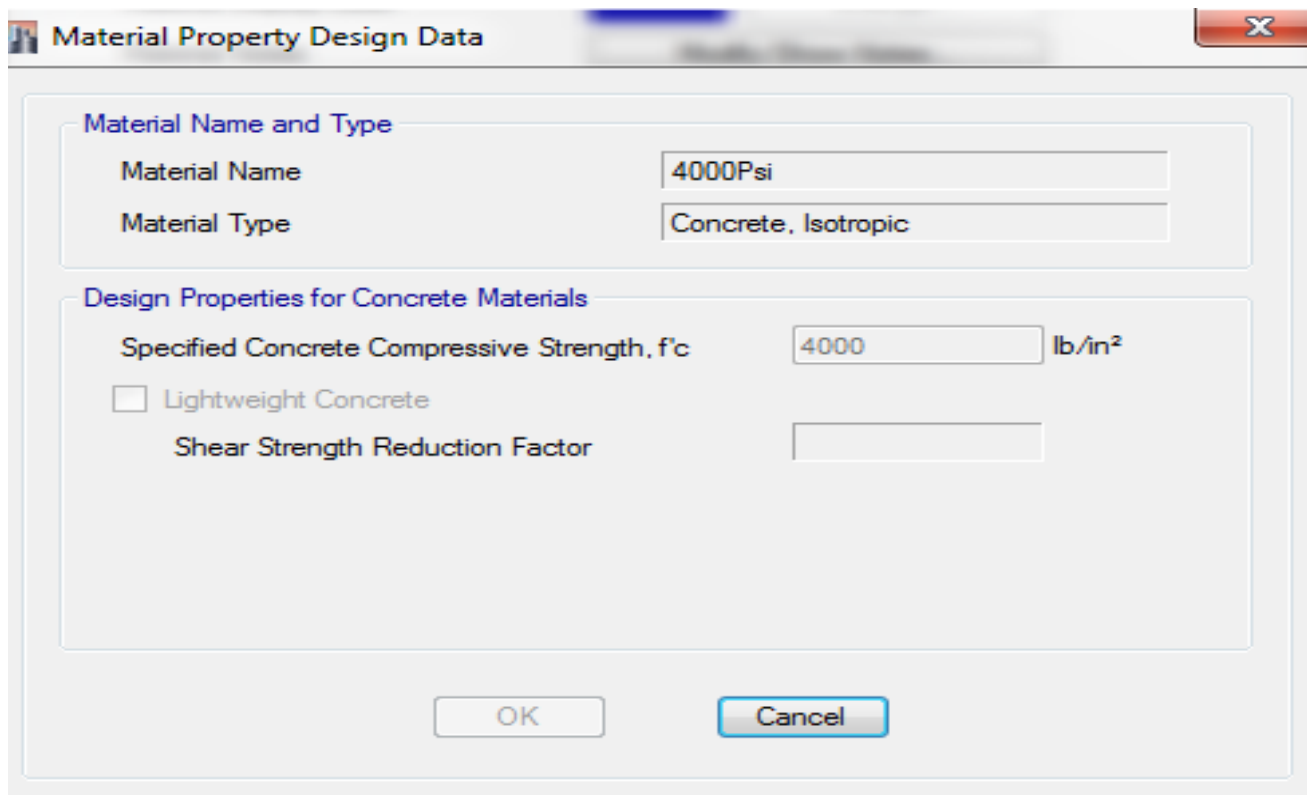
Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

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

OK Cancel

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله



Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: 4000Psi

Material Type: Concrete, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

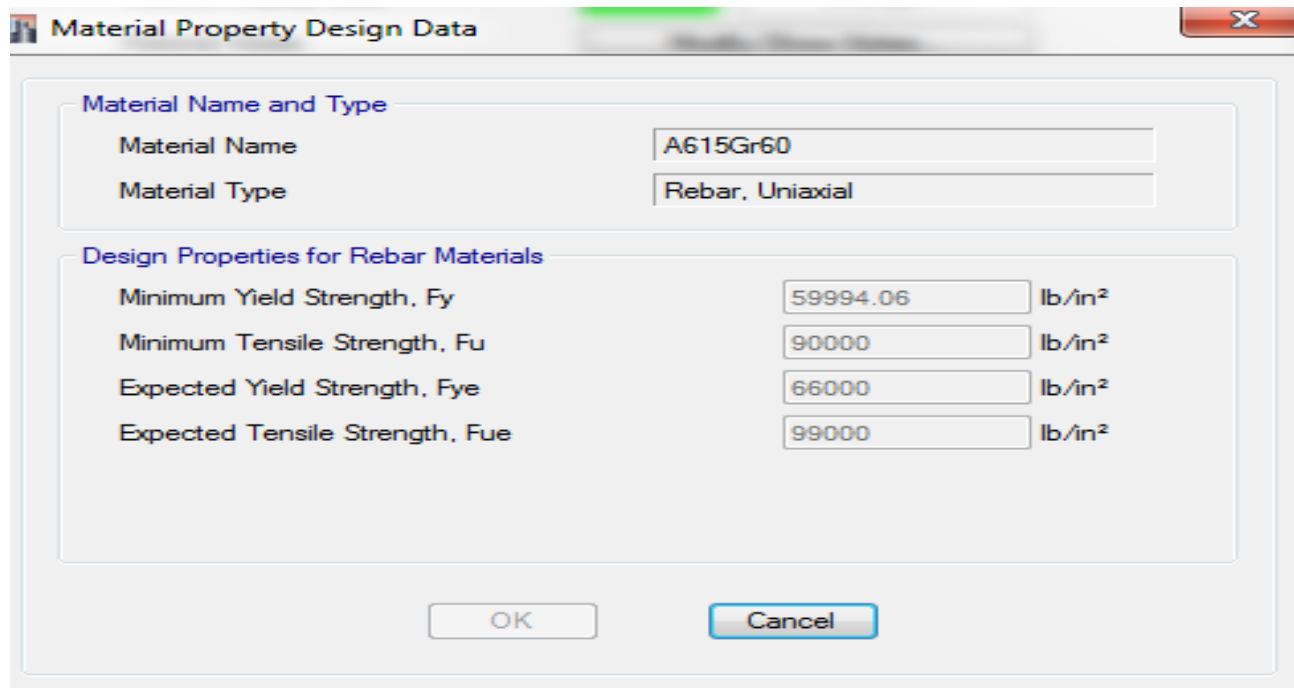
Specified Concrete Compressive Strength, f'_c : 4000 lb/in²

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

OK Cancel

سیخ گول استفاده شده در پروژه، دارای مشخصات زیر می باشد



Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: A615Gr60

Material Type: Rebar, Uniaxial

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, F_y : 59994.06 lb/in²

Minimum Tensile Strength, F_u : 90000 lb/in²

Expected Yield Strength, F_{ye} : 66000 lb/in²

Expected Tensile Strength, F_{ue} : 99000 lb/in²

OK Cancel

Material Property Data

General Data

Material Name: A615Gr60

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: 490 lb/ft³

Mass per Unit Volume: 15.23 lb-s²/ft⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 29000000 lb/in²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000065 1/F

Design Property Data

[Modify/Show Material Property Design Data...](#)

Advanced Material Property Data

[Nonlinear Material Data...](#) [Material Damping Properties...](#)

[Time Dependent Properties...](#)

[OK](#) [Cancel](#)

5. کود های مورد استفاده برای طراحی

- ❖ ACI-315_99
- ❖ IBC-2012
- ❖ ASCE 7-10
- ❖ آیین نامه 2800 ویرایش چهارم
- ❖ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان بارهای وارد بر ساختمان

6. نرم افزارهای مورد استفاده

برای تحلیل ساختمان ETABS 2015 Ultimate Version 15.0.0
 برای تحلیل و طراحی تهادب و سلب کف طبقات SAFE Version 12.30

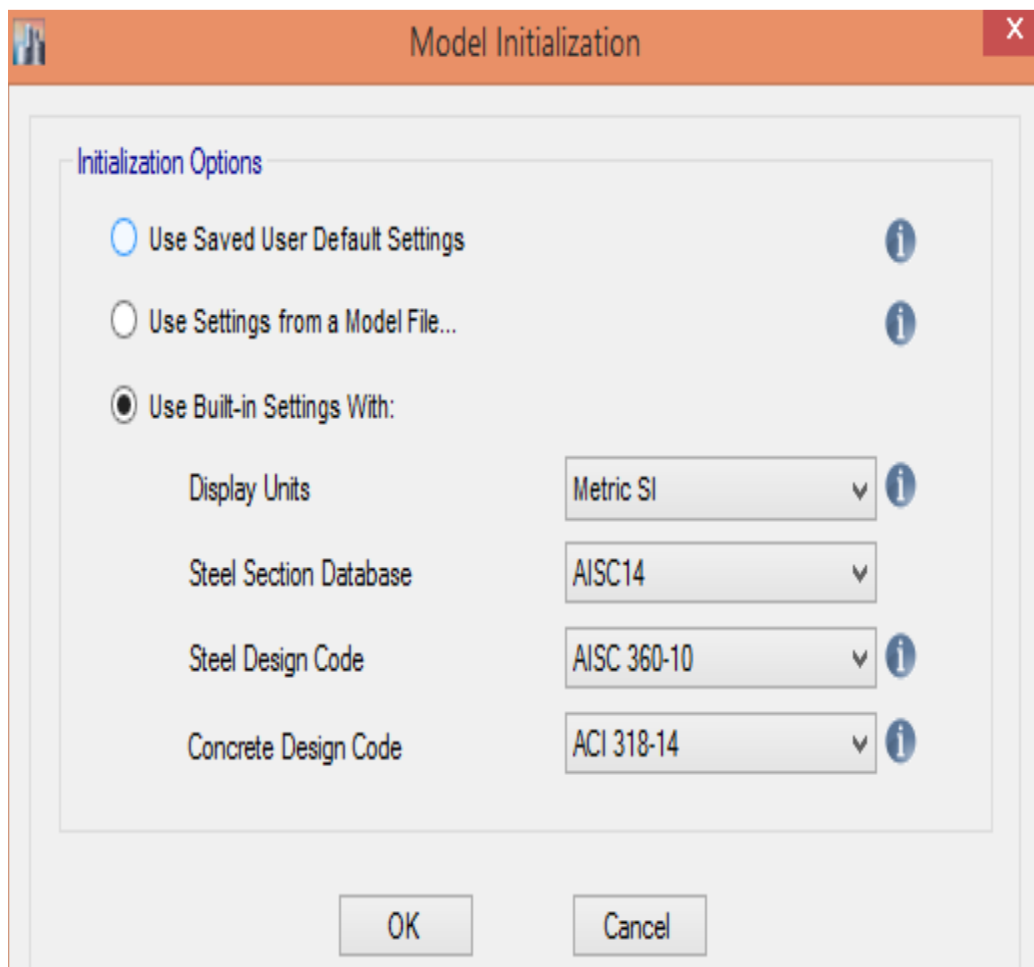
طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله مدل کردن پروژ موردنظر در ETABS

در این بخش نحوه مدل سازی پروژه در برنامه ETABS به طور مختصر به صورت زیر تشریح گردیده است.

شروع مدل سازی

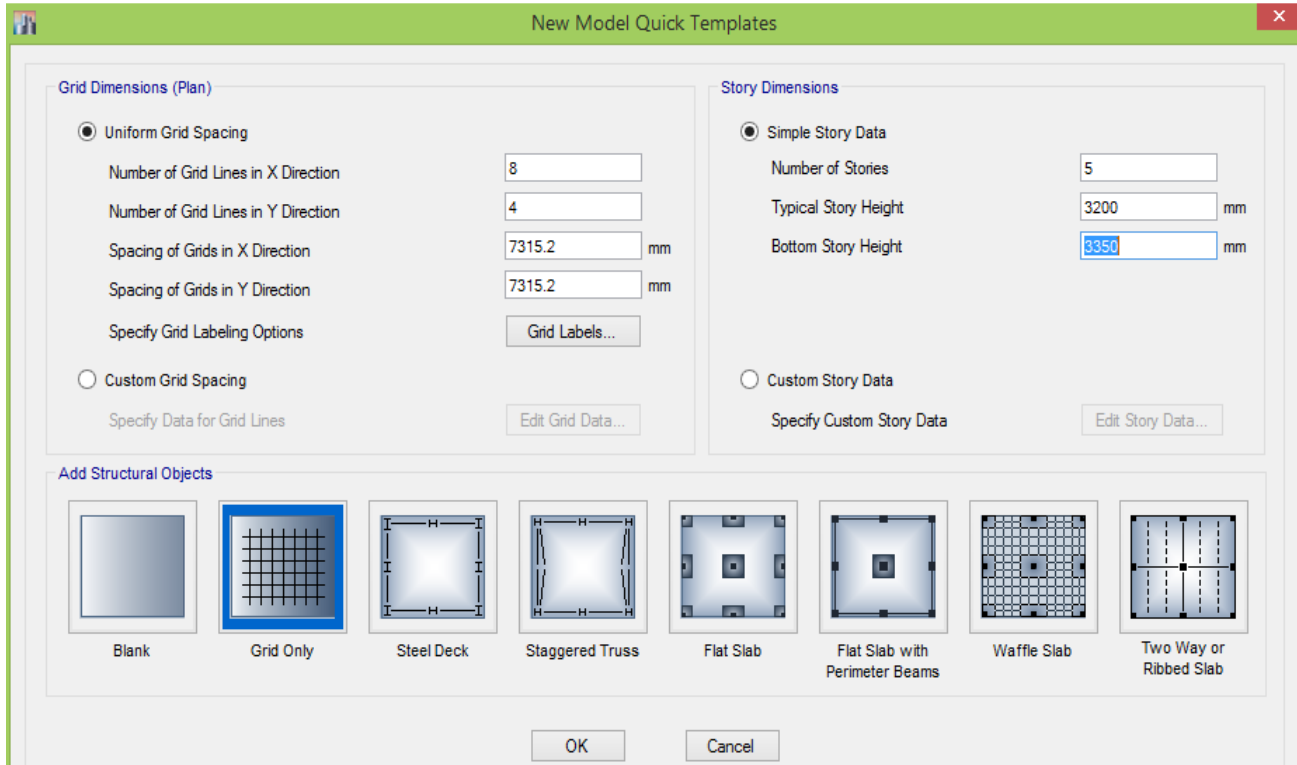
برنامه ETABS را راه اندازی می نمایم.

دستور File > New Model را اجرا کرده جعبه زیر ظاهر میگردد.



در این جعبه ظاهر شده سه آپشن وجود دارد:

- Use sved User Default Settings: که این تنظیمات قبلی از خود برنامه میباشد.
- Use Settings from a Model File: اگر ما از قبل کدام فایل (.edb) را ثبت کرده باشیم میتوانیم از این آپشن، همه مشخصات و تنظیمات آن فایل را در فایل جدید بیاوریم و از آن استفاده نماییم. که برای صرفه جویی وخت بسیار مفید میباشد.
- Use Built-in Settings With: اگر ما از قبل کدام فایل (.edb) ثبت شده را نداشته باشیم میتوانیم از این آپشن همه آیین نامه های مناسب را و همچنان سیستم واحداث مناسب را انتخاب نماییم. البته که در آینده به میل خود تغییر داده مئوانیم. چنانچه ما از قبل فایل های ثبت شده داریم بناءً آپشن دوم را کلیک و یک فایل مناسب ثبت شده قبلی را انتخاب مئماییم. با کلیک کردن بالای OK جعبه زیر ظاهر میشود



New Model Quick Templates

Grid Dimensions (Plan)

- ☒ Uniform Grid Spacing
 - Number of Grid Lines in X Direction: 8
 - Number of Grid Lines in Y Direction: 4
 - Spacing of Grids in X Direction: 7315.2 mm
 - Spacing of Grids in Y Direction: 7315.2 mm
 - Specify Grid Labeling Options: [Grid Labels...](#)
- ☐ Custom Grid Spacing
 - Specify Data for Grid Lines: [Edit Grid Data...](#)

Story Dimensions

- ☒ Simple Story Data
 - Number of Stories: 5
 - Typical Story Height: 3200 mm
 - Bottom Story Height: 3350 mm
- ☐ Custom Story Data
 - Specify Custom Story Data: [Edit Story Data...](#)

Add Structural Objects

Blank, Grid Only, Steel Deck, Staggered Truss, Flat Slab, Flat Slab with Perimeter Beams, Waffle Slab, Two Way or Ribbed Slab

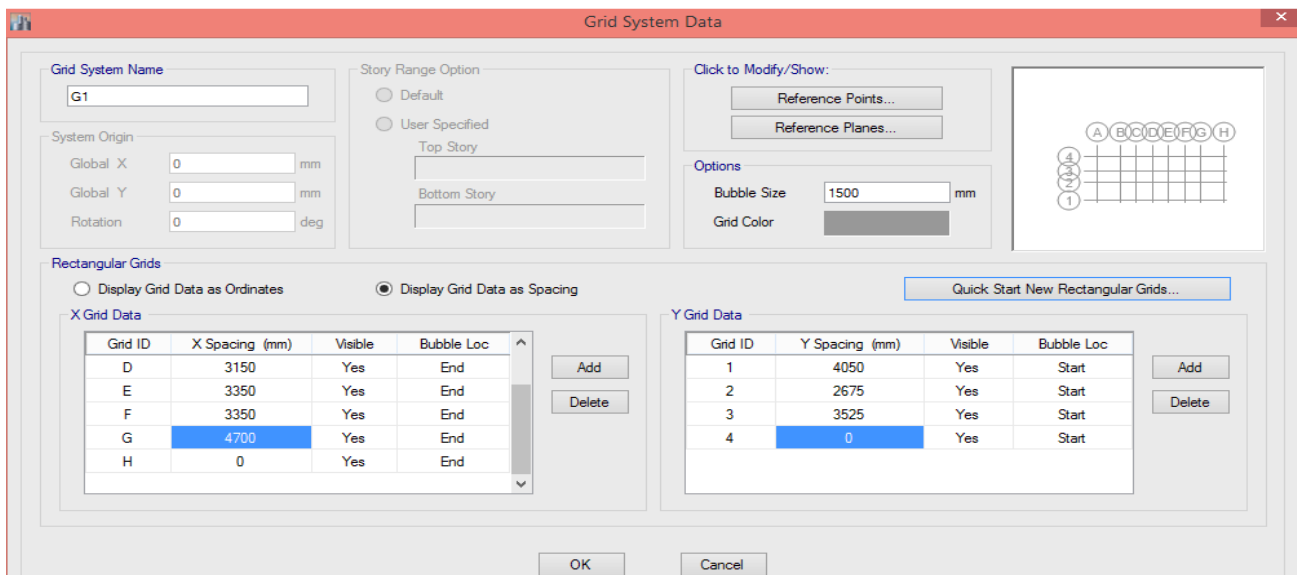
OK, Cancel

در این جعبه:

I. (GRID DIMENTION (PLAN) : ما میتوانیم که تعداد خطوط شبکه را در جهت X,Y تعین و فاصله اولیه را در این جهات از پلان مهندسی اخذ نمایم و در جعبه های

SPACING OF GRID IN X DIRICTION, SPACING OF GRID IN Y DIRICTION را تحریر داریم

و همچنان ما می توانیم از گزینه CUSTOM GRID SPACING فاصله بین هر GRID LINE را در برنامه وارد نمایم



Grid System Data

Grid System Name: G1

System Origin: Global X: 0 mm, Global Y: 0 mm, Rotation: 0 deg

Story Range Option: ☐ Default, ☐ User Specified (Top Story, Bottom Story)

Click to Modify/Show: [Reference Points...](#), [Reference Planes...](#)

Options: Bubble Size: 1500 mm, Grid Color: [Color Box]

Rectangular Grids: ☐ Display Grid Data as Ordinates, ☒ Display Grid Data as Spacing

X Grid Data:

Grid ID	X Spacing (mm)	Visible	Bubble Loc
D	3150	Yes	End
E	3350	Yes	End
F	3350	Yes	End
G	4700	Yes	End
H	0	Yes	End

Y Grid Data:

Grid ID	Y Spacing (mm)	Visible	Bubble Loc
1	4050	Yes	Start
2	2675	Yes	Start
3	3525	Yes	Start
4	0	Yes	Start

OK, Cancel

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

در بخش STORY DIMENTION: تعداد طبقات و ارتفاع آنها انتخاب نماییم. و از طریق CUSTOM STORY DIMENTION طبق سیکشن عمودی ساختمان ارتفاع هر طبقه به صورت زیر تنظیم کرده می‌توانیم.

Story	Height mm	Elevation mm	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height mm
Story5	3200	16150	Yes	None	No	0
Story4	3200	12950	No	Story5	No	0
Story3	3200	9750	No	Story5	No	0
Story2	3200	6550	No	Story5	No	0
Story1	3350	3350	No	Story5	No	0
Base		0				

Note: Right Click on Grid for Options

OK Cancel

در بخش Add Structure objects آپشن Grid Only را انتخاب و جعبه را با کلیک کردن بالای ok بسته می‌کنیم و با بند شدن جعبه مذکور، خطوط شبکه مدل ساختمان در پلان و سه بعدی در دو پنجره (Window) جداگانه ظاهر می‌گردد. و برای واضح شدن محل کار، پنجره چپ را به پلان و راست را از مسیر "Elevation View" View>Set به نما تبدیل می‌کنیم.

ترسیم و یا ویراش (edit) کردن اعضای ساختمانی پروژه

برای ترسیم همه اعضای ساختمان از مینو DRAW و یا دکمه‌های ترسیم که در طرف چپ واقع می‌باشد استفاده می‌گردد.

ترسیم ستون‌ها:

در پایین گزینه را انتخاب می‌نماییم و در پنجره پلان، طبقه دلخواه را فعال می‌نماییم.



روی دکمه کلیک گردد. (این دستور مخصوص ترسیم ستون‌ها در نمای پلان می‌باشد.) در جعبه شناور باز شده مشخصات، از جعبه Property مقطع مناسب ستون را انتخاب می‌نماییم. کلیه ستونها را طبق پلان مهندسی در نکات تقاطع خطوط شبکه در همه طبقات مشابه، ترسیم می‌کنیم. بعد از ختم ترسیم ستونها در همه طبقات، با کلیک روی دکمه SLECT OBJECT از حالت ترسیم خارج می‌شویم.

ترسیم تیرها:

باید که در پایین گزینه و در پنجره پلان، طبقه دلخواه فعال باشد.

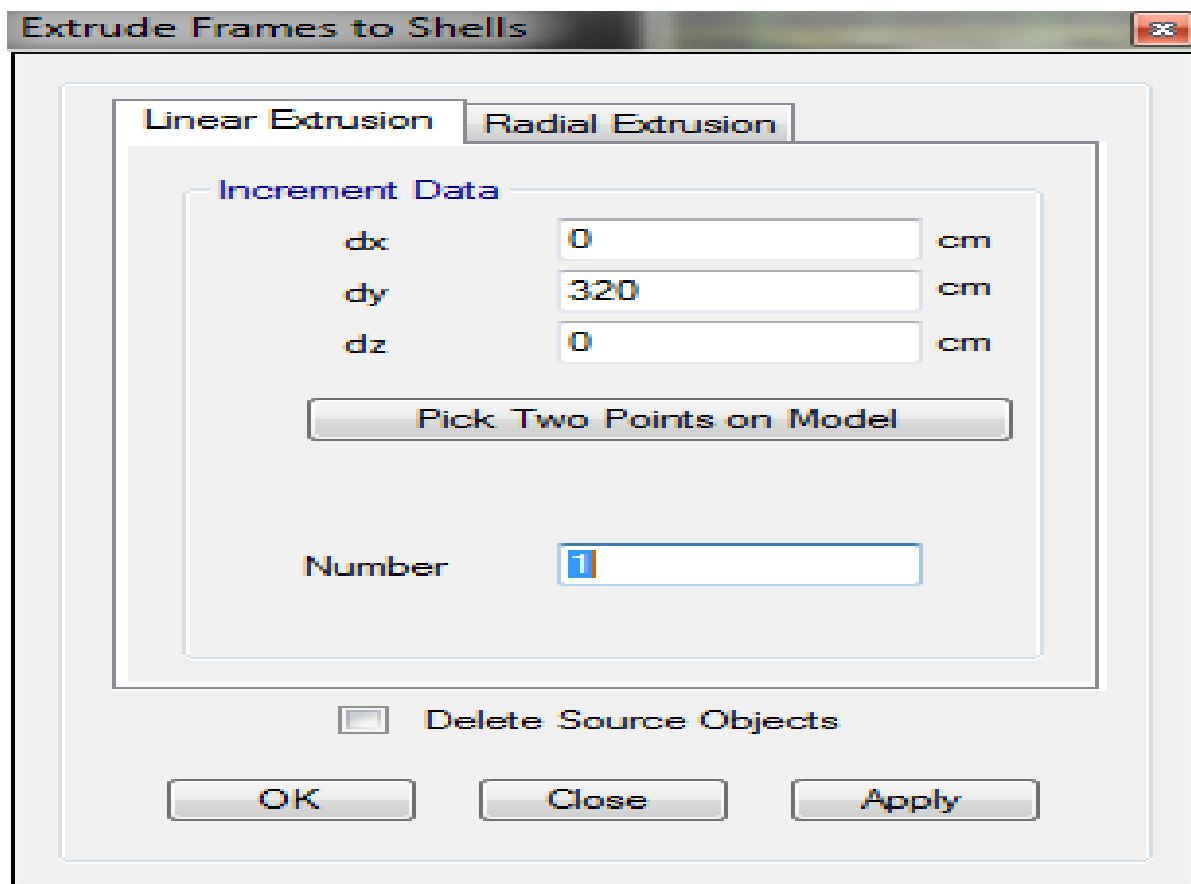
روی دکمه (برای ترسیم سریع تیرها بین دو خط شبکه) کلیک گردد. در جعبه شناور باز شده مشخصات، از جعبه Property مقطع مناسب تیرها را انتخاب می‌نماییم (البته که در آینده می‌توانیم آن را تغییر نماییم). کلیه تیرها را طبق پلان مهندسی ترسیم می‌کنیم که همزمان در همه طبقات مشابه، ترسیم می‌گردد. برای اینکه در آینده به آسانی شروع و انجام تیرها برای ما معلوم باشد، خوب است که همه تیرها را در پلان از راست به چپ و از بالا به پایین ترسیم نماییم. بعد از ختم ترسیم تیرها در همه طبقات، با کلیک روی دکمه SLECT OBJECT از حالت ترسیم خارج می‌شویم. برای انتقال تیرهای که چوک زینه بالای آن می‌باشد، به نصف طبقات، ابتدا در پنجره نمای ارتفاع، نمای ارتفاعی که تیر مورد نظر در آن می‌باشد فعال می‌کنیم. و بعد از انتخاب همه تیرهای که باید منتقل گردد، دستور EDIT> Move Points/Lines/Areas را اجرا می‌نماییم. و در جعبه ظاهر شده در جعبه ویرایش Delta Z مقدار 1.84m- و برای طبقه دوم Delta Z 1.92m- را وارد کرده و روی دکمه OK کلیک می‌نماییم تا تیرهای مذکور به نصف طبقات منتقل گردد.

ترسیم سقف ها:

- (a) باید که در پایین گزینه  و در پنجره پلان ، طبقه دلخواه را فعال باشد
- (b) روی دکمه  (برای ترسیم سریع سقفهای مستطیلی محصور شده بین خطوط شبکه) این دستور مخصوص ترسیم سقف در نمای پلان میباشد
- (c) در جعبه شناور باز شده مشخصات، از جعبه Property مقطع مناسب سقف ها را انتخاب مینماییم.(البته که در آینده میتوانیم آن را تغییر نماییم.)
- (d) کلیه سقفها را طبق پلان مهندسی ترسیم میکنیم که همزمان در همه طبقات مشابه، ترسیم میگردد.
- (e) بعد از ختم ترسیم سقفها در همه طبقات، با کلیک روی دکمه SLECT OBJECT از حالت ترسیم خارج میشویم.

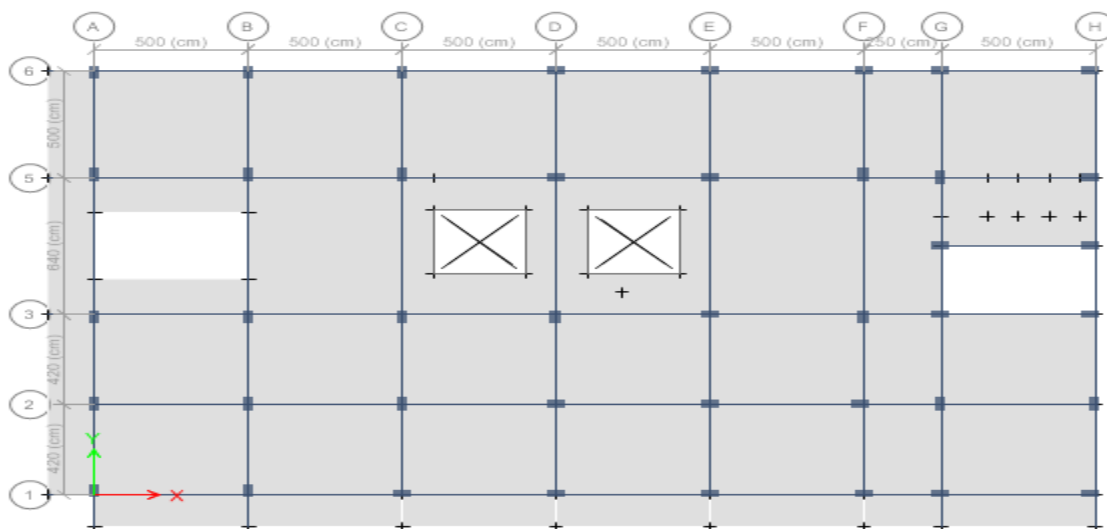
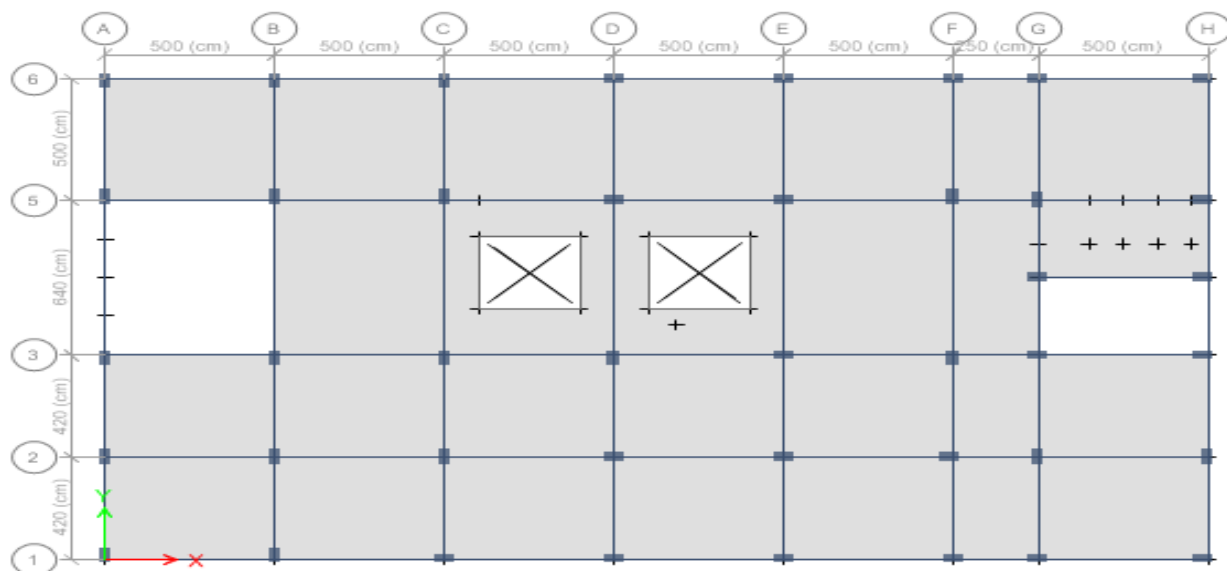
ترسیم رمپ : (Ramp) برای ترسیم رمپ مراحل زیر اجرا میگردد:

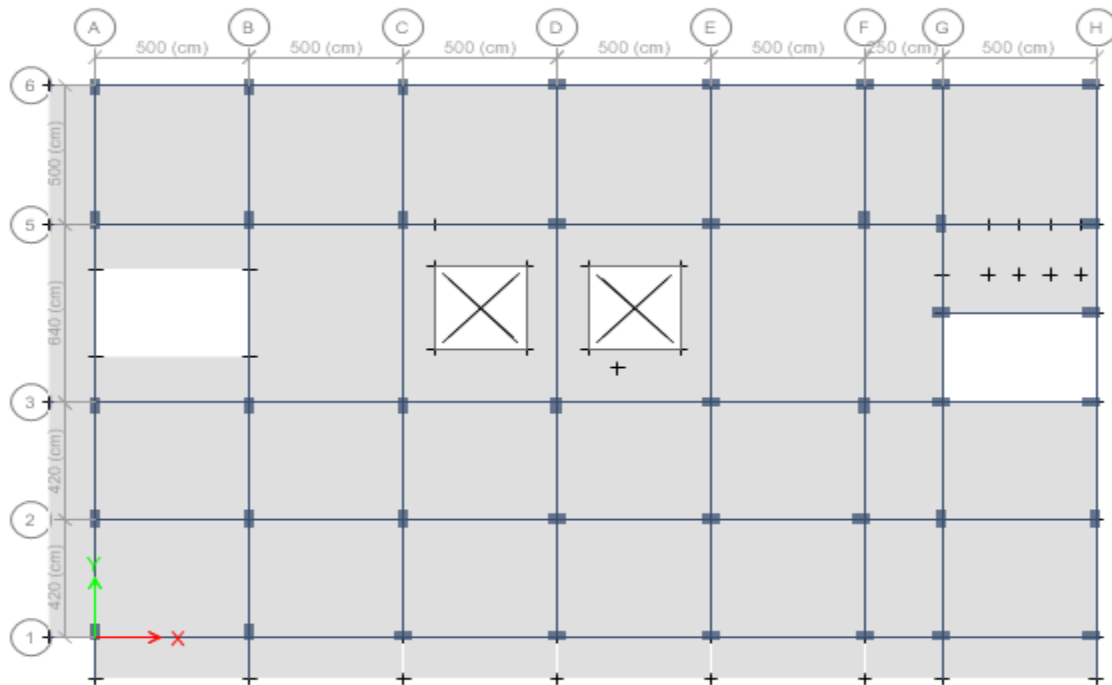
- (a) ابتدا یک سطح مرجع را به ارتفاع سطح زمین 1.5m با استفاده از مسیر Draw > Draw Reference Planes میسازیم.
- (b) بعداً در پنجره نمای ارتفاع، نمای ارتفاعی گزید 3 را انتخاب میکنیم.
- (c) روی دکمه DRAW BEAM کلیک مینماییم. و در جعبه شناور باز شده مشخصات، از جعبه Property مقطع خط خنثی (noun) را انتخاب مینماییم. و یک خط مایل را به امتداد رمپ طبق شکل زیر ترسیم مینماییم.
- (d) خط خنثی (Null Line) را انتخاب مینماییم
- (e) با استفاده از مسیر Edit>Extrude>Extrude Frames to Shells خط خنثی را به سطح خنثی به صورت زیر تبدیل مینماییم.
- (f) در جعبه باز شده بالا در قسمت dy مقدار 320cm به خاطر داده شده تا سطح خنثی به اندازه عرض رمپ باشد و به گزید 5 برسد.
- (g) با استفاده از مسیر Select > Select by Object Type > Null Areas رمپ را انتخاب مینماییم.
- (h) با استفاده از مسیر Assign > Shell > Slab Sections به رمپ یک مقطع مناسب از سلب تخصیص میکنیم.



حذف کردن سقفهای که در جاهای زینه ترسیم شده:

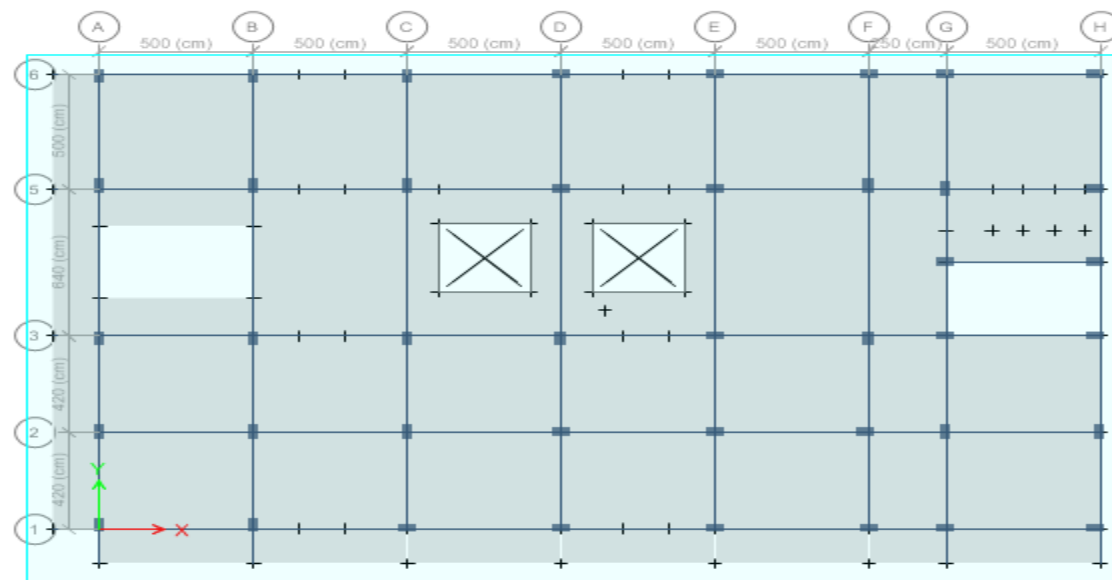
- (a) سلب های که برای زینه قطع میشود و یا هر سلب دیگر یکبار در پلان مهندسی نیست اما در مرحله ترسیم سقف ها رسم شده، انتخاب گردیده.
 (b) با کلید Delete آنرا حذف میکنیم.
 (c) سپس از همه مراحل اجرا شده در قبل پلان های طبقات مودل تهیه شده، در زیر مشاهده میگردد





PLAN VIEW- STORY3- Z=11.2m

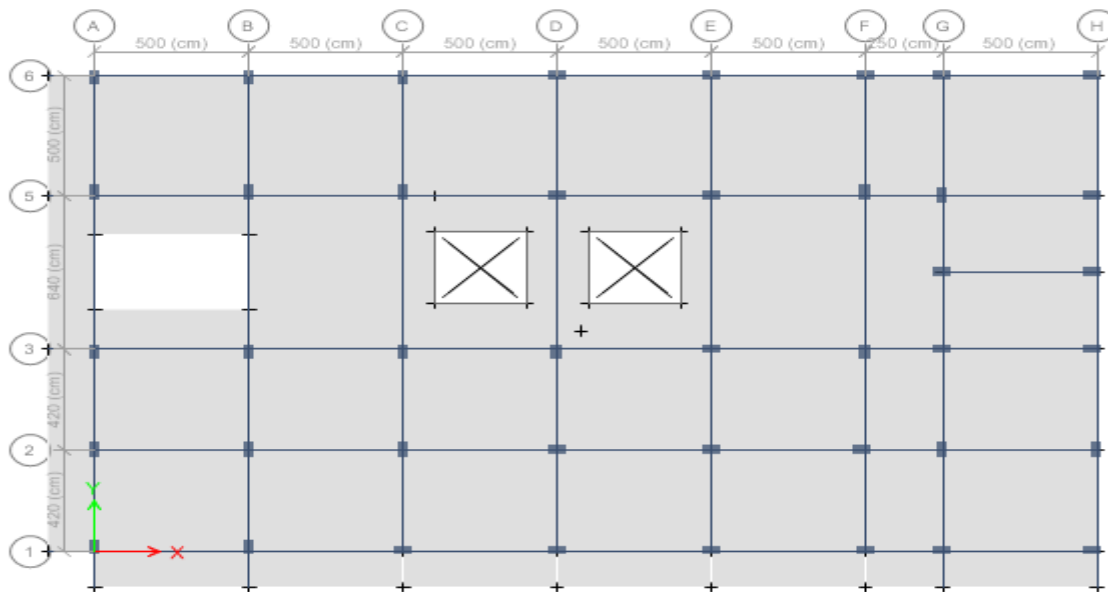
پلان منزل دوم (STORY 3)



PLAN VIEW-STORY4-Z=14.88m

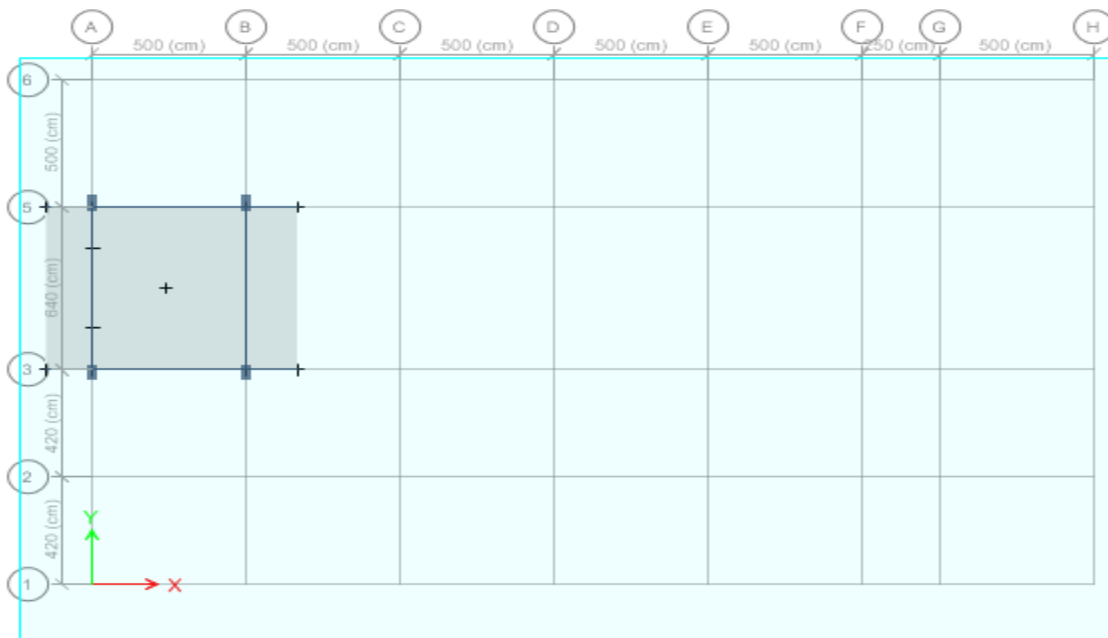
پلان منزل سوم (STORY 4)

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

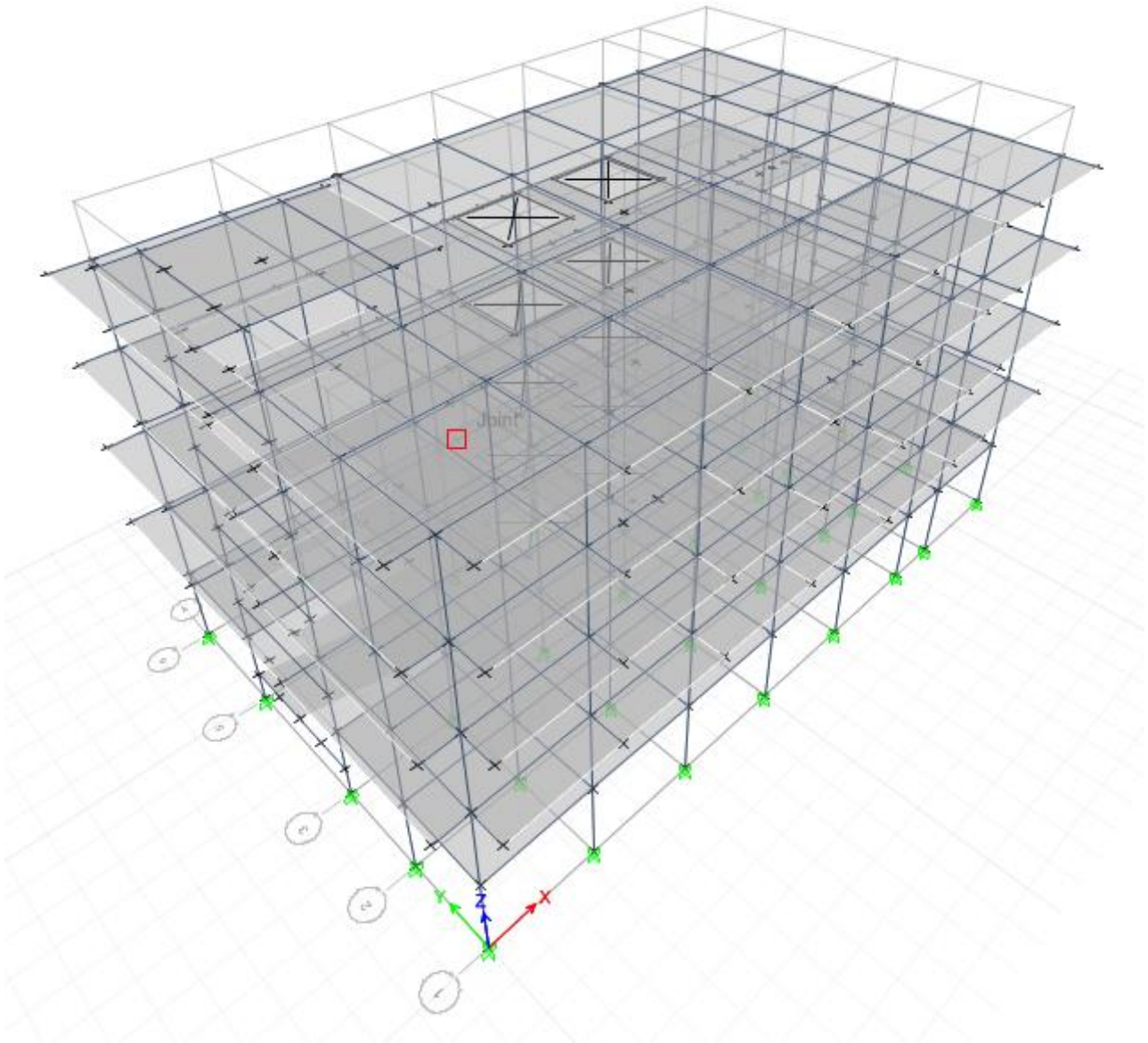


PLAN VIEW-STORY 5-Z=18.56m

پلان منزل چهارم STORY 5



پلان سقف بامبوتی (STORY6)



نمای سه بعدی ساختمان

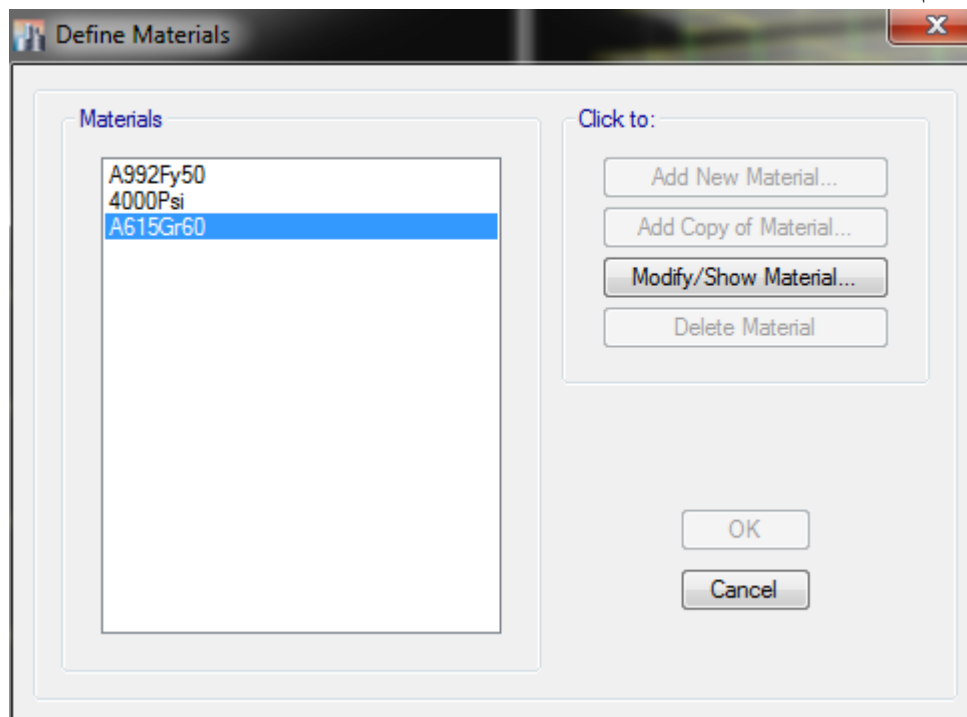
معرفی کردن مصالح و مقاطع ساختمان در ETABS

در این بخش نحوه معرفی مصالح و مقاطع اعضای ساختمانی پروژه در برنامه ETABS به طور مختصر به صورت زیر تشریح گردیده.

معرفی مصالح کانکریتی و سیخ گول :

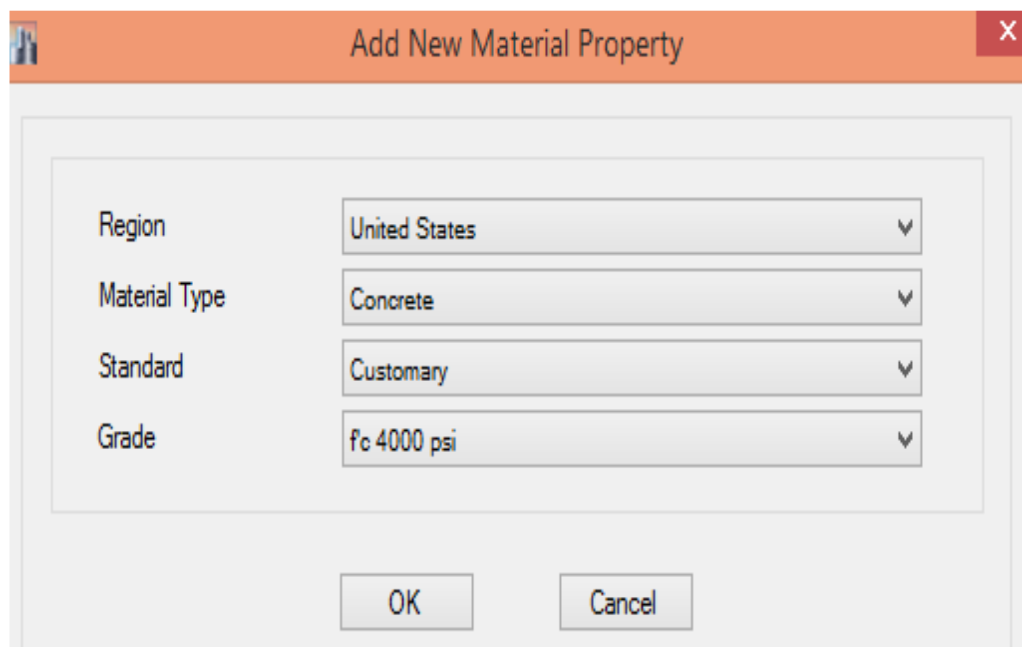
برای آسانی کار مصالح کانکریتی همه اعضای ساختمانی، یک نوع و با مارک 4ksi در نظر گرفته شده. و برای معرفی کردن مراحل زیر اجرا میگردد.

قبل از معرفی مصالح برای آسانی کار سیستم واحداث را به US. Defaults تبدیل میکنیم. با استفاده از مسیر Define > Material Properties جعبه زیر نمایان میگردد.



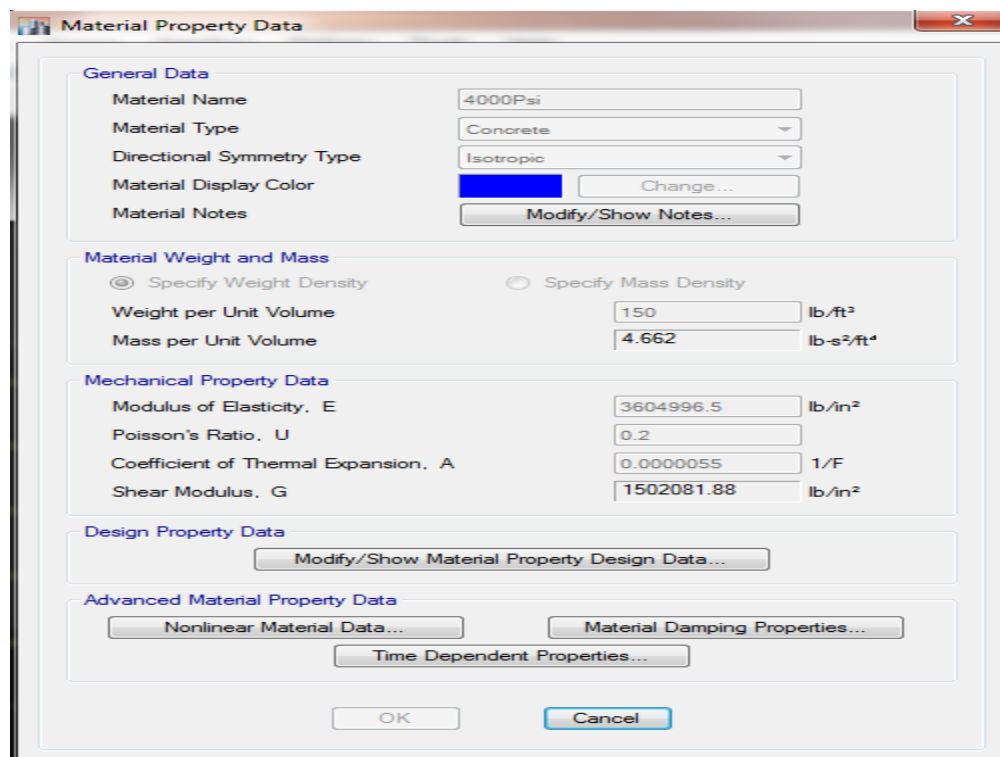
تعیین مشخصات مصالح در ETABS

در این جعبه انواع مختلف مصالح (فولاد، کانکریت، سیخ گول و غیره) معرفی شده میتواند. و علاوه بر انواع مصالح از قبل تعریف شده توسط برنامه، برای اضافه کردن مصالح جدید می توان از مصالح موجود و یا تغییر دادن آن به ترتیب از دستورات **Add New Material**، **Add Copy of Material** و **Modify/Show Material** استفاده میشود. در اینجا با استفاده از دکمه **Add New Material** کانکریت با مارک 4Ksi و وزن معمولی به صورت زیر معرفی میگردد.



اضافه کردن کانکریت با مشخصات مورد نظر

و با فشار دادن دکمه **ok** مشخصات کانکریت با مارک 4Ksi به صورت زیر ظاهر میشود. که میتوانیم هر مشخصه آنرا تغییر بدهیم اما مشخصات که در اینجا دیده میشود، برنامه ETABS آنرا درست معرفی کرده که ضرورت به تغییر آن نمیباشد.



Material Property Data

General Data

Material Name: 4000Psi
 Material Type: Concrete
 Directional Symmetry Type: Isotropic
 Material Display Color: [Blue Box] Change...
 Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 150 lb./ft³
 Mass per Unit Volume: 4.662 lb-s²/ft⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 3604996.5 lb/in²
 Poisson's Ratio, U: 0.2
 Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000055 1/F
 Shear Modulus, G: 1502081.88 lb/in²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

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

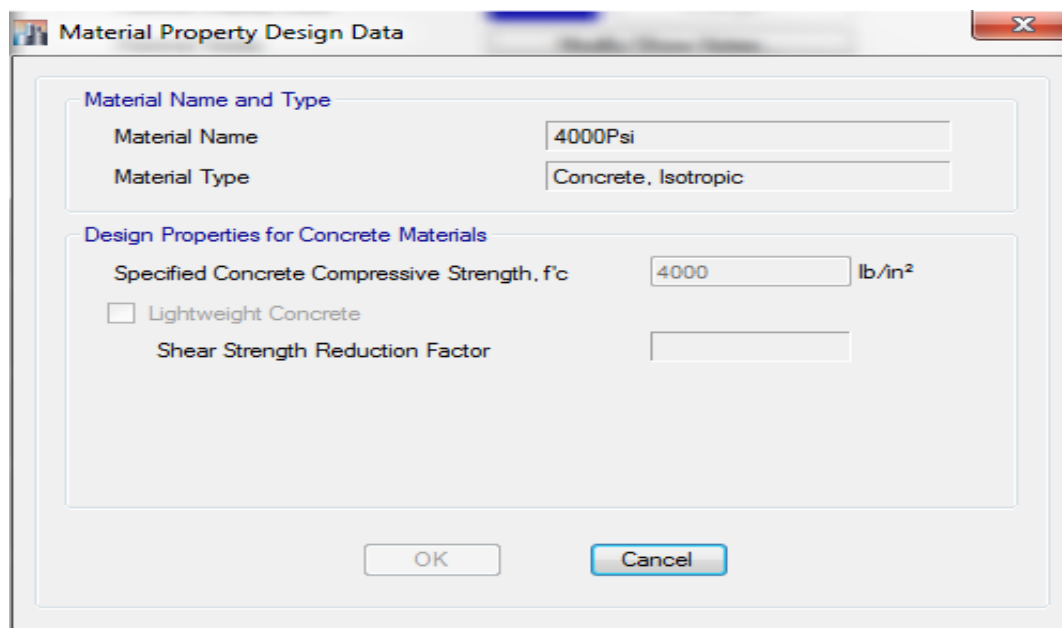
OK Cancel

مشخصات فولاد تعریف شده

مقاومت فشاری آن مشاهده میشود.

Modify/Show Material Property Design Data...

و با دكمه



Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: 4000Psi
 Material Type: Concrete, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

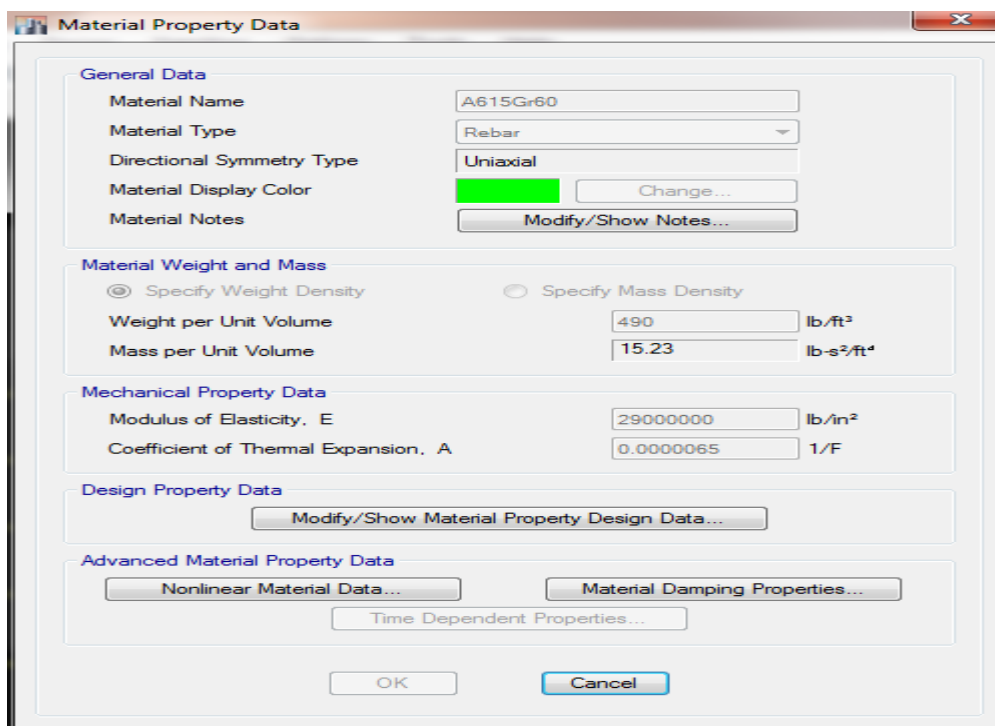
Specified Concrete Compressive Strength, f'_c: 4000 lb/in²
☐ Lightweight Concrete
 Shear Strength Reduction Factor: [Empty Box]

OK Cancel

مقاومت فشاری كانكریت

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

و سیخ گول را که در پروژه مذکور در نظر گرفته شده از قبل در بر نامه معرفی شده که عبارت است از A615Gr60 و مشخصات آن به صورت زیر میباشد:



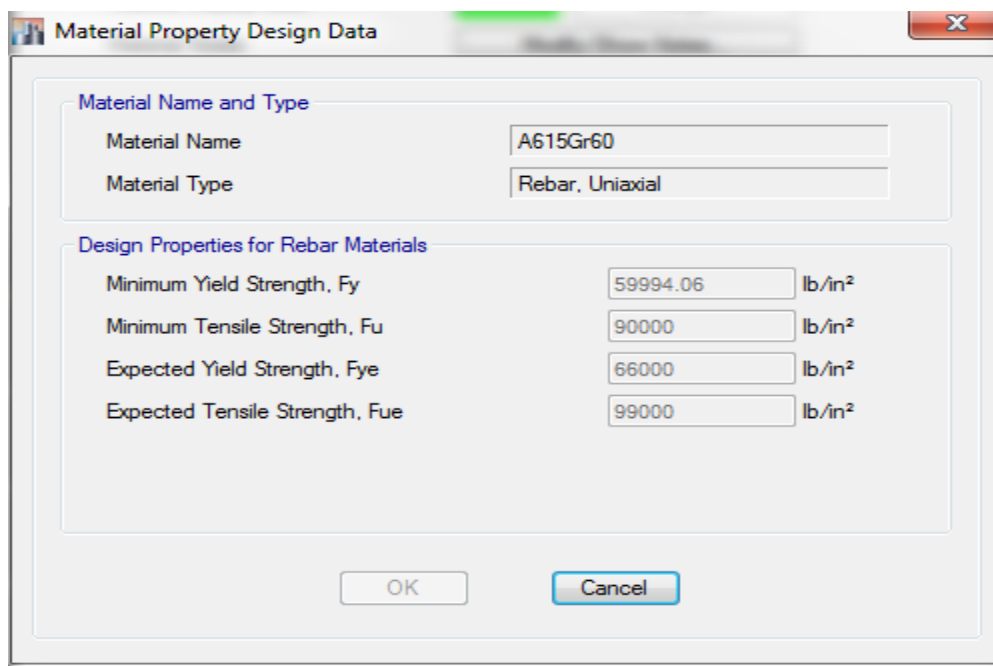
The 'Material Property Data' dialog box is shown with the following settings:

- General Data:**
 - Material Name: A615Gr60
 - Material Type: Rebar
 - Directional Symmetry Type: Uniaxial
 - Material Display Color: (Green swatch)
 - Material Notes: (Empty text area)
- Material Weight and Mass:**
 - ☒ Specify Weight Density
 - Weight per Unit Volume: 490 lb/ft³
 - Mass per Unit Volume: 15.23 lb-s²/ft⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 29000000 lb/in²
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000065 1/F
- Design Property Data:**
 - (Empty text area)
- Advanced Material Property Data:**
 - Nonlinear Material Data... (Button)
 - Material Damping Properties... (Button)
 - Time Dependent Properties... (Button)

Buttons: OK, Cancel

تعریف مشخصات فولاد مورد نظر

و مقاومت کششی آن این طور تعریف شده است.



The 'Material Property Design Data' dialog box is shown with the following settings:

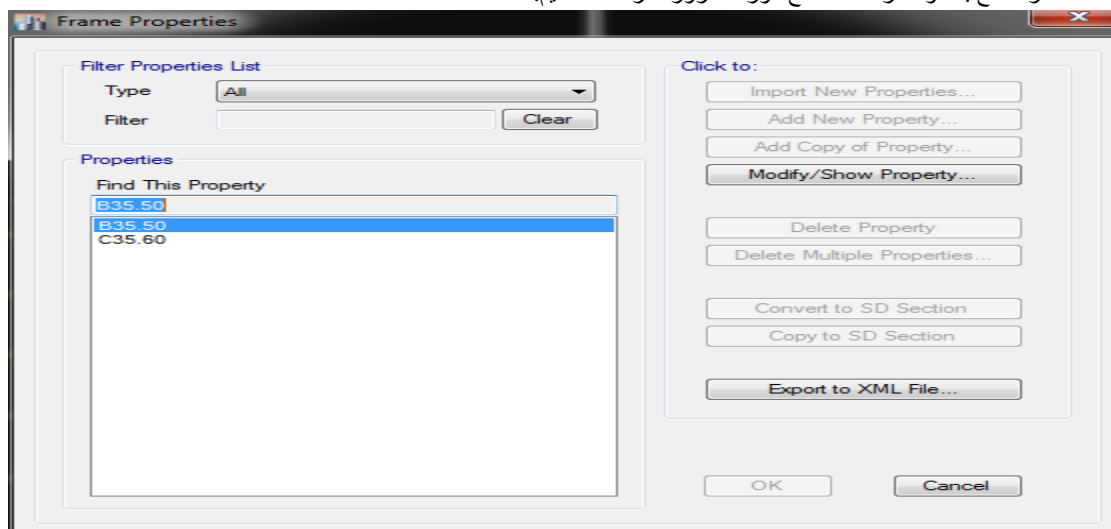
- Material Name and Type:**
 - Material Name: A615Gr60
 - Material Type: Rebar, Uniaxial
- Design Properties for Rebar Materials:**
 - Minimum Yield Strength, Fy: 59994.06 lb/in²
 - Minimum Tensile Strength, Fu: 90000 lb/in²
 - Expected Yield Strength, Fye: 66000 lb/in²
 - Expected Tensile Strength, Fue: 99000 lb/in²

Buttons: OK, Cancel

مقاومت کششی فولاد مورد نظر

معرفی مقاطع اعضای کانکریتی ساختمان : مقاطع اعضای کانکریتی ساختمان از قبیل تیر، پایه، سلب و دیوار برشی به صورت زیر معرفی میشود.

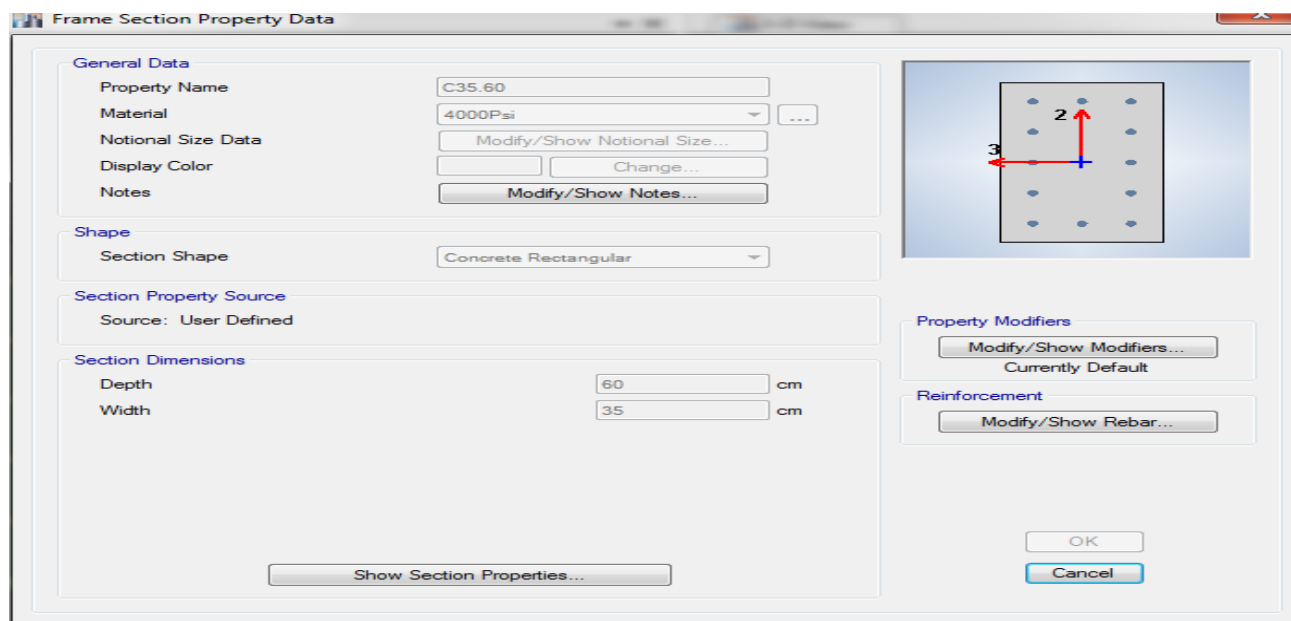
قبل از معرفی مقاطع اعضا، برای آسانی کار سیستم واحداث را به Metric SI.Defaults تبدیل میکنیم..
با استفاده از مسیر Define >Section Properties>Frames Sections مقاطع تیر و ستون معرفی میشود. و برنامه ETABS از قبل انواع مختلف از مقاطع با خود دارد که مقاطع مورد ضرورت را ما ساختیم.



تعریف مشخصات تیر ها

در این جعبه انواع مختلف مقاطع معرفی شده میتواند. و علاوه براین مقاطع از قبل تعریف شده توسط برنامه، برای اضافه کردن مقاطع جدید، کافی گرفتن از مقاطع موجود و یا تغییر دادن آن به ترتیب از دستورات Add New, Import New Properties, Add, و یا Modify/Show Properties, و یا Copy of Properties استفاده میشود.

در اینجا با استفاده از دکمه Modify/Show Properties مشخصات مقطع ستون C35.60 و B35.50 به صورت زیر مشاهده میشود.



تعریف مشخصات ستون

و با دکمه **Modify/Show Rebar...** مشخصات دیگر مقطع مشاهده میشود و میتواند تغییر داده شود.

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type
☒ P-M2-M3 Design (Column)
☐ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material
 Longitudinal Bars: A615Gr60
 Confinement Bars (Ties): A615Gr60

Reinforcement Configuration
☒ Rectangular
☐ Circular

Confinement Bars
☒ Ties
☐ Spirals

Check/Design
☐ Reinforcement to be Checked
☒ Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars
 Clear Cover for Confinement Bars: 5 cm
 Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3
 Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 5
 Longitudinal Bar Size and Area: 20 ... 3.14 cm²
 Corner Bar Size and Area: 20 ... 3.14 cm²

Confinement Bars
 Confinement Bar Size and Area: 10 ... 0.79 cm²
 Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 15 cm
 Number of Confinement Bars in 3-dir: 3
 Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

OK Cancel

تعریف مشخصات ستون

Frame Section Property Data

General Data
 Property Name: B35.50
 Material: 4000Psi
 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

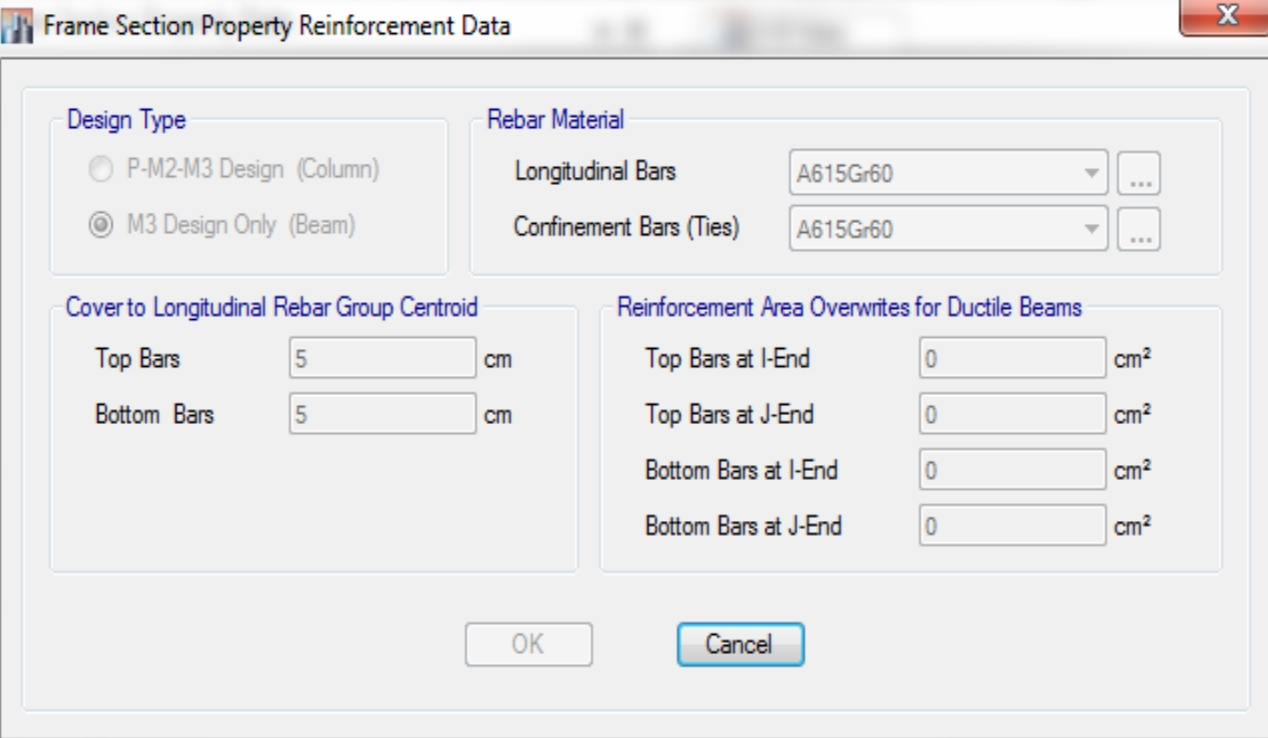
Section Dimensions
 Depth: 50 cm
 Width: 35 cm

Property Modifiers
 Modify/Show Modifiers...
 Currently Default

Reinforcement
 Modify/Show Rebar...

Show Section Properties... OK Cancel

تعریف مشخصات تیر



Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☐ P-M2-M3 Design (Column)

☒ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: A615Gr60

Confinement Bars (Ties): A615Gr60

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 5 cm

Bottom Bars: 5 cm

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 0 cm²

Top Bars at J-End: 0 cm²

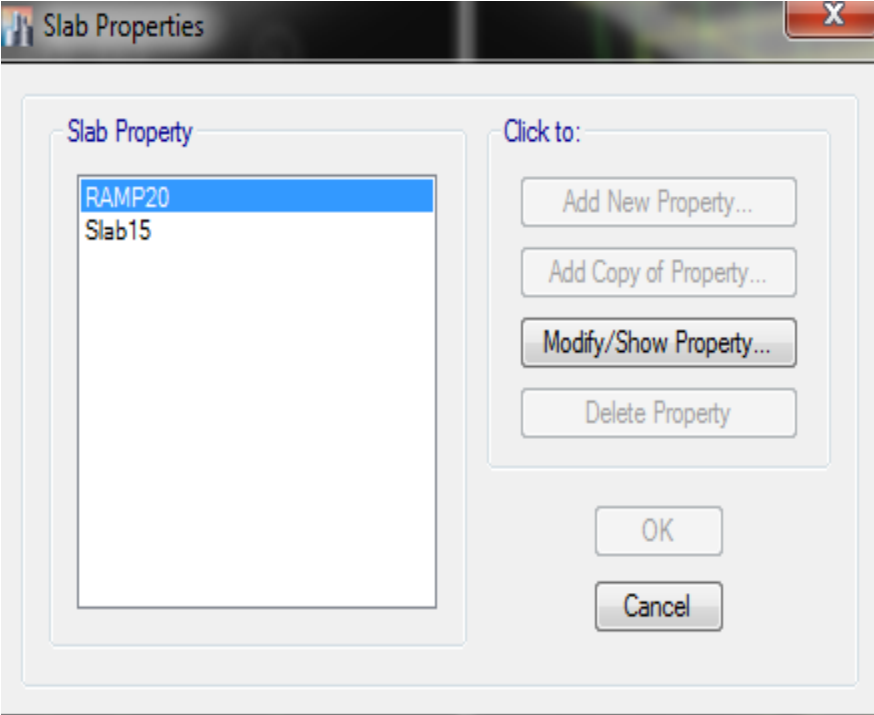
Bottom Bars at I-End: 0 cm²

Bottom Bars at J-End: 0 cm²

OK Cancel

تعریف مشخصات تیر

و با استفاده از مسیر Define > Section Properties > Slab Sections ضخامت مقطع سلب و دیگر مشخصات آن معرفی به صورت زیر میشود.



Slab Properties

Slab Property

RAMP20

Slab15

Click to:

Add New Property...

Add Copy of Property...

Modify/Show Property...

Delete Property

OK

Cancel

تعریف مشخصات سلب و رمپ

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. The 'General Data' section contains the following fields: 'Property Name' (RAMP20), 'Slab Material' (4000Psi), 'Notional Size Data' (Modify/Show Notional Size...), 'Modeling Type' (Shell-Thin), 'Modifiers (Currently Default)' (Modify/Show...), 'Display Color' (white), and 'Property Notes' (Modify/Show...). The 'Property Data' section contains 'Type' (Slab) and 'Thickness' (20 cm). At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

تعریف مشخصات رمپ

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. The 'General Data' section contains the following fields: 'Property Name' (Slab15), 'Slab Material' (4000Psi), 'Notional Size Data' (Modify/Show Notional Size...), 'Modeling Type' (Shell-Thin), 'Modifiers (Currently Default)' (Modify/Show...), 'Display Color' (blue), and 'Property Notes' (Modify/Show...). The 'Property Data' section contains 'Type' (Slab) and 'Thickness' (15 cm). At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

تعریف مشخصات سلب

جهت بار گذاری قائم و همچنان برای دیزاین سلب ها در قدم اول برای کنترل انحنای سلب ، (deflection control) دریافت ضخامت اصغری سلب (h_{min}) ضروری میباشد.

و برای تعیین ضخامت سلب یک طبقه، از سلب دارنده بزرگترین ابعاد استفاده میشود. بعد از دریافت ضخامت سلب، ضخامت دریافت شده برای تمام طبقه انتخاب میگردد زیرا که سیخ بندی چتها با هم ارتباط داشته و با هم (overlap) می شوند. نظر به ضعیف بودن کیفیت کار ساختمانی در کشور عزیز ما (افغانستان) باید ضخامت سلب از 12cm کمتر گرفته نشود.

ضخامت اصغری سلب دو طرفه (Minimum Thickness of Tow way Slab)

بر اساس بند 9.5.3 استاندارد ACI318 ضخامت اصغری اولیه سلب دو طرفه به صورت زیر تخمین میگردد:

For $0.2 \leq \alpha_{fm} \leq 2$ the thickness may not be less than 5in (12.7cm)

$$h = \frac{\ln(0.8 + \frac{fy}{200000})}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0.2)} \quad \text{ACI EQUATION 9-12}$$

For $\alpha_{fm} > 2.0$, the thickness may not be less than 3.5in (10 cm).

$$\text{or } h_{min} = \frac{\ln(0.8 + \frac{fy}{200000})}{36 + 9\beta} \quad \text{ACI EQUATION 9-13}$$

L_n = the clear span in the long direction.

S_n = the clear span in the short direction

$$\beta = \frac{L_n}{S_n}$$

α_{fm} = The average value of the ratios of beam to slab stiffness on all side of a panel.

α_f = ratio of flexural stiffness of beam section to flexural stiffness of a width of slab bounded laterally by centerlines of adjacent panels (if any) on each side of the beam

$$\alpha_f = (E_c I_b) / (E_s I_s) = I_b / I_s$$

I_s = Moment of inertia of gross section of slab about centroidal axis defined

$$I_s = \frac{1}{12} b s h_f^3$$

bs = Length of panel from center, to center of the adjacent panel.

I_b = Moment of inertia of gross section of beam about centroid axis, in⁴

ضخامت اصغری سلب یکطرفه (Minimum Thickness of one way Slab)

ضخامت اصغری سلب یک طرفه، پیک، و یا تیر (beam) مطابق استاندارد ACI (9.5.2) از جدول ذیل دریافت میگردد.

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

	Minimum thickness, h			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	$\ell/20$	$\ell/24$	$\ell/28$	$\ell/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$\ell/16$	$\ell/18.5$	$\ell/21$	$\ell/8$

Notes:

Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density $w_c = 2320 \text{ kg/m}^3$) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:

a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c , in the range $1440\text{--}1920 \text{ kg/m}^3$, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.

b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

در پروژه مورد نظر با نظر داشت تجربه این جانب ضخامت 15cm کفایت میکند و چون مشکل را می توانیم بعد از تحلیل سلب در پروگرام safe و با استفاده از انحنای مجاز کود کنترل می گردد.

بار گذاری کف طبقات: نظر براینکه کف طبقات از نوع سلب با ضخامت 15cm میباشد، مقدار وزن سلب در متر مربع به صورت زیر تخمین میگردد:

بار مرده سلب طبقات تیپیک			
Material	Thick /cm	kg/m ³	kg/m ²
Trasso	3	2250	67.5
Mortar	3	2100	63
Plaster	2	1300	26
Mechanic	-	-	19
TOTAL	-	-	175.5

بار مرده بام			
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²
Ezzogame	3	15	0.45
Mortar	3	2100	63
Burned brick	10	1850	185
Plaster	2	1300	26
Total	-	-	274.45

وزن مرده بالای سلب تشناب			
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²
TRASSO	2.5	2250	56.25
Mortar	2.5	2100	52.5
Bitumen	3	15	0.45
PCC	4	2100	84
Brick	13	1800	234
Plaster	2	1300	26
Total	-	-	453.2

با توجه به اینکه پروگرام ETABS وزن سلب را خود محاسبه می نماید نویسنده وزن سلب را در محاسبه قرار نداده است.

بار گذاری دیوارها: بار دیوارهای بیرونی ساختمان و دیوار های بالای تیرها، به طور جداگانه محاسبه نموده و مستقیماً بر تیر ها اعمال کرد. در زیر وزن تمامی نمونه های از دیوار در یک متر سطح بر اساس جزئیات اجرایی دیوار محاسبه شده و در جدول آورده شده:

وزن دیوار خارجی با ارتفاع 1.92m با ضخامت 35cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	80.64
Brick	33	1800	594	1140.48
plaster	2	1300	26	49.92
View	-	-	50	50
Total	-	-		1321.04

وزن دیوار خارجی با ارتفاع 1m با ضخامت 15cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	42
Brick	11	1800	198	380.16
plaster	2	1300	26	49.92
View	-	-	50	50
Total	-	-		522.08

وزن دیوار خارجی توپر با ارتفاع 3.84m و ضخامت 35cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	161.28
Brick	33	1800	594	1782
plaster	2	1300	26	78
View	-	-	50	50
Total	-	-		2071.28

وزن دیوار خارجی با 30% بازشو ارتفاع 3.84m و ضخامت 35cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	161.28
Brick	33	1800	594	1782
plaster	2	1300	26	78
View	-	-	50	50
Total 70%	-	-		1449.896

وزن دیوار داخلی توپر با ارتفاع 3.84m و ضخامت 25cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	161.28
Brick	22	1800	396	1188
plaster	2	1300	26	78
View	-	-	50	50
Total	-	-		1477.28

وزن دیوار داخلی با 30% بازشو ارتفاع 3.84m و ضخامت 25cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	161.28
Brick	22	1800	396	1188
plaster	2	1300	26	78
View	-		50	50

Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	154.56
Brick	33	1800	594	1782
plaster	2	1300	26	78
View	-		50	50
Total	-			2064.56

وزن دیوار های داخلی با ارتفاع 0.6m با ضخامت 35cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	25.2
Brick	33	1800	594	356.4
plaster	2	1300	26	15.6
Total	-	-	-	397.2

وزن دیوار خارجی با 30% بازشو ارتفاع 3.68m و ضخامت 35cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	154.56
Brick	33	1800	594	1782
plaster	2	1300	26	78
View	-		50	50
Total 70%				1445.192

وزن دیوار داخلی تو پر با ارتفاع 3.68m و ضخامت 25cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	154.56
Brick	22	1800	396	1188
plaster	2	1300	26	78
Total	-	-		1420.56

وزن دیوار داخلی با 30% بازشو ارتفاع 3.84m و ضخامت 25cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	161.28
Brick	22	1800	396	1188
palster	2	1300	26	78
View	-	-	50	50
Total 70%				1034.096

وزن دیوار خارجی با 30% بازشو ارتفاع 3.68m و ضخامت 25cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	154.56
Brick	22	1800	396	1188
plaster	2	1300	26	78
View	-		50	50
Total 70%				1029.392

وزن دیوار خارجی توپر با ارتفاع 3.68m و ضخامت 25cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	154.56
Brick	22	1800	396	1188
plaster	2	1300	26	78
View	-		50	50
Total	-			1470.56

وزن دیوار داخلی توپر با ارتفاع 3.68m و ضخامت 35cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	154.56
Brick	33	1800	594	1782
plaster	2	1300	26	78
Total	-	-		2014.56

وزن دیوار داخلی توپر با 30% باز شو ارتفاع 3.68m و ضخامت 35cm				
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²	kg/m
Mortar	2	2100	42	154.56
Brick	33	1800	594	1782
plaster	2	1300	26	78
Total	-	-		2014.56
Total70%	-	-		1410.192

بار گزاری زینه ها

با در نظر گرفتن زینه های کانکریتی با ضخامت سلب 20cm و ارتفاع و قدم آن به ترتیب 16cm,30cm وزن آن در یک متر مربع سطح، قرار زیر میباشد

وزن زینه در فی متر مربع با ضخامت 20cm زاویه 25° و H=2.18m			
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²
Marble	2.5	2700	67.5
Mortar	2	2100	42
Slab	20*1/COS(25)	2400	529.6
plaster	1*1/COS(25)	1300	14.34
W/permit	1/2(h of per)	2400	192
Total	-	-	845.44

وزن زینه در فی متر مربع با ضخامت 20cm زاویه 22° و H=1.92m			
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²
Marble	2.5	2700	67.5
Mortar	2	2100	42
Slab	20*1/COS(22)	2400	518
plaster	1*1/COS(22)	1300	14
W/permit	1/2(h of per)	2400	192
Total	-	-	833.5

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

وزن زینه در فی متر مربع با ضخامت 20cm زاویه 21° H=1.76m			
Materials	Thick/cm	kg/m ³	kg/m ²
Marble	2.5	2700	67.5
Mortar	2	2100	42
Slab	20*1/COS(21)	2400	514.2
plaster	1*1/COS(21)	1300	14
W/permit	1/2(h of per)	2400	192
Total	-	-	829.7

بارگذاری قائم زنده

بار زنده پارکینگ، طبقه تجاری، طبقات دفاتر، بام (بدر نظر گرفتن وزن برف در زمهره بار زنده بام) و زینه طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان قرار زیر میباشد:

بار زنده پارکینگ	500Kg/m ²
بار زنده طبقه تجاری	500 kg/m
بار زنده طبقات دفاتر	250 kg/m
بار زنده بام	200 kg/m
بار زنده زینه	350 kg/m

بار زلزله

نیروهای ناشی از زلزله به عوامل زیادی از جمله بزرگی و سایر مشخصات زلزله، فاصله از مرکز زلزله، شرایط زمین ساختگاه، نوع سیستم مقاوم در برابر زلزله و ... بستگی دارد. در آیین نامه 2800 دو روش برای تعیین بار زلزله وجود دارد: روش تحلیل استاتیکی معادل و روش تحلیل دینامیکی (طیفی و تاریخچه زمانی). که در آیین نامه IBC هم از همین روش ها با تفاوت های جزئی استفاده میگردد. چنانچه این پروژه منظم و دارای پنج طبقه میباشد بناءً در این پروژه از روش تحلیلی استاتیکی استفاده میشود. ساختمان مورد نظر در شهر کابل واقع شده. نوع ساختمان قاب خمشی با شکل پذیری ویژه در دو جهت میباشد. چنانچه قبلاً ذکر گردید نوع خاک مورد نظر بر اساس طبقه بندی آیین نامه IBC2012 از نوع D میباشد.

تحلیل استاتیکی معادل ومحاسبه برش پایه (BASE SHEAR)

میخواهیم ساختمان مورد نظر را براساس آیین نامه ASCE7-10 تحلیل نماییم زیرا در افغانستان تحقیق که در باره خطرات زلزله صورت گرفته از طرف اداره (USGS) میباشد، که در آن فکتورهای S_1, S_s (که آیین نامه ASCE7-10 از آن استفاده میکند) برای اکثریت مناطق افغانستان تعیین گردیده و به دست رس انجینیران افغان قرار گرفته. در این روش اثرات زلزله بر یک ساختمان با تخمین نیروی برشی پایه (BASE SHEAR) ساختمان در اثر زلزله با استفاده از رابطه ذیل بر آورد میشود:

$$V = C_s * W$$

$$C_s = \frac{SDS}{R} I \quad [ASCE 7-10 (EQ 12.8-2)]$$

The value of C_s need not exceed the following:

$$C_s = \frac{SD1}{T_R} I \quad \text{FOR } T \leq T_L \quad [ASCE 7-10 (EQ 12.8-3)]$$

$$C_s = \frac{TL(SD1)}{T2(R)} I \quad \text{FOR } T > T_L \quad [ASCE 7-10 (EQ 12.8-4)]$$

But C_s shall not be less than

$$C_s = 0.044 S_{DS} I$$

Where: I = Occupancy importance factor from table (1-5-2) of ASCE 7-10

Table 1.5-2 Importance Factors by Risk Category of Buildings and Other Structures for Snow, Ice, and Earthquake Loads^a

Risk Category from Table 1.5-1	Snow Importance Factor, I_s	Ice Importance Factor—Thickness, I_t	Ice Importance Factor—Wind, I_w	Seismic Importance Factor, I_e
I	0.80	0.80	1.00	1.00
II	1.00	1.00	1.00	1.00
III	1.10	1.25	1.00	1.25
IV	1.20	1.25	1.00	1.50

Table 1.5-1 Risk Category of Buildings and Other Structures for Flood, Wind, Snow, Earthquake, and Ice Loads

Use or Occupancy of Buildings and Structures	Risk Category
Buildings and other structures that represent a low risk to human life in the event of failure	I
All buildings and other structures except those listed in Risk Categories I, III, and IV	II
Buildings and other structures, the failure of which could pose a substantial risk to human life.	III
Buildings and other structures, not included in Risk Category IV, with potential to cause a substantial economic impact and/or mass disruption of day-to-day civilian life in the event of failure.	
Buildings and other structures not included in Risk Category IV (including, but not limited to, facilities that manufacture, process, handle, store, use, or dispose of such substances as hazardous fuels, hazardous chemicals, hazardous waste, or explosives) containing toxic or explosive substances where their quantity exceeds a threshold quantity established by the authority having jurisdiction and is sufficient to pose a threat to the public if released.	
Buildings and other structures designated as essential facilities.	IV
Buildings and other structures, the failure of which could pose a substantial hazard to the community.	
Buildings and other structures (including, but not limited to, facilities that manufacture, process, handle, store, use, or dispose of such substances as hazardous fuels, hazardous chemicals, or hazardous waste) containing sufficient quantities of highly toxic substances where the quantity exceeds a threshold quantity established by the authority having jurisdiction to be dangerous to the public if released and is sufficient to pose a threat to the public if released. ^a	
Buildings and other structures required to maintain the functionality of other Risk Category IV structures.	

^aBuildings and other structures containing toxic, highly toxic, or explosive substances shall be eligible for classification to a lower Risk Category if it can be demonstrated to the satisfaction of the authority having jurisdiction by a hazard assessment as described in Section 1.5.2 that a release of the substances is commensurate with the risk associated with that Risk Category.

T = the fundamental period of the structure

$$T = T_a C_u$$

Table 12.8-1 of ASCE-7 values of C_u coefficient

Design Spectral Response Acceleration Parameter at 1 s, S_{D1}	Coefficient C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

T_a = Approximate Periods of Vibration find from following formula:

$$T = C_t h_n^x \quad [\text{ASCE 7-10 (EQ 12.8-7)}]$$

h_n = height of the building from ground surface.

C_t = building period coefficient

That find as following:

Table 12.8-2 Values of Approximate Period Parameters C_t and x

Structure Type	C_t	x
Moment-resisting frame systems in which the frames resist 100% of the required seismic force and are not enclosed or adjoined by components that are more rigid and will prevent the frames from deflecting where subjected to seismic forces:		
Steel moment-resisting frames	0.028 (0.0724) ^a	0.8
Concrete moment-resisting frames	0.016 (0.0466) ^a	0.9
Steel eccentrically braced frames in accordance with Table 12.2-1 lines B1 or D1	0.03 (0.0731) ^a	0.75
Steel buckling-restrained braced frames	0.03 (0.0731) ^a	0.75
All other structural systems	0.02 (0.0488) ^a	0.75

^aMetric equivalents are shown in parentheses.

The value of T_a also can be found approximately from the following formula

$$T_a = 0.1 N$$

N = number of story.

Limitation of this formula:

$N < 12$ (for building with less than 12 story)

Minimum story height 10 feet or 3m

Vertical distribution of the base shear can be determined as follows:

$$F_x = C_{vx} V \quad [\text{ASCE 7-10 (EQ 12.8-11)}]$$

C_{vx} = vertical distribution factor

V = total design lateral force or base shear

$$C_{vx} = \frac{w_x(h_x^k)}{\sum w_i h_i^k} \quad [\text{ASCE 7-10 (EQ 12.8-12)}]$$

w_i , w_x = the portion of the total gravity load of the structure located or assigned to level i or x .

h_i , h_x = the height from the base to Level i or x

k = an exponent related to the structure period as follows:

For structures having a period of 0.5 sec or less, $k = 1$ (linear)

For structures having a period of 2.5 sec or more, $k = 2$ (parabolic)

For structures having a period between 0.5 sec and 2.5 sec., k shall be 2 or shall be Determined by linear interpolation between 1 and 2

W بار قائم مؤثر ساختمان میباشد که از بار های زیر تشکیل گردیده است:

بار دایمی (*Dead load*)

وزن پارتیشن ها (*partition wall weight*): به اساس (ASCE 7 section 12.7 2.)

وزن موقتی یا وزن برف (*snow load*): به اساس (ASCE 7 section 12.7 2.)

برای محاسبه وزن ساختمان از برنامه ETABS استفاده شده است. برنامه بر اساس بار گذاری انجام گرفته روی ساختمان و وزن اعضای ساختمانی این وزن را محاسبه میکند. و بدهی است که وزن اعضای ساختمانی بعد از انجام طراحی تغییر خواهد نمود.

(Determination of factor to calculate the seismic load) محاسبه پارامتر برای تعیین بار زلزله

از نقشه زلزله دیده میشود که شهر کابل در ساحه نسبتاً خطری واقع میباشد. همچنان در نزدیکی درز چمن میباشد که باعث زلزله های جدی میگردد. به اساس سروی (USGS) برای شهر کابل پارامتر های زیر برای 2% احتمال وقوع تعیین گردیده:

$$S_s = 1.13$$

$$S_1 = 0.53$$

S_s = the mapped spectral acceleration for short periods from U.S Army corps of – Engineers technical requirements for Kabul region

S_1 = the mapped spectral acceleration for one second periods from U.S Army corps of Engineers technical requirements for Kabul region

Table 2. Probabilistic ground motions for selected cities.

City	Lat.	Long.	2% Probability of exceedance in 50 years			10%		
			PGA (%g)	0.2 sec	1.0 sec	PGA	0.2 sec	1.0 sec
Kabul	34.53	69.17	48	113	53	25	57	22
Mazar-e Sharif	36.70	67.10	33	78	22	16	37	11
Herat	34.35	62.18	28	62	24	7	15	4
Kandahar	31.61	65.69	13	30	16	7	16	8

Building located in stiff soil so site classification according to table 1 is D.

Site classification = D

Table 20.3-1 Site Classification

Site Class	\bar{v}_s	\bar{N} or \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u
A. Hard rock	>5,000 ft/s	NA	NA
B. Rock	2,500 to 5,000 ft/s	NA	NA
C. Very dense soil and soft rock	1,200 to 2,500 ft/s	>50	>2,000 psf
D. Stiff soil	600 to 1,200 ft/s	15 to 50	1,000 to 2,000 psf
E. Soft clay soil	<600 ft/s	<15	<1,000 psf
Any profile with more than 10 ft of soil having the following characteristics: —Plasticity index $PI > 20$, —Moisture content $w \geq 40\%$, —Undrained shear strength $\bar{s}_u < 500$ psf			
F. Soils requiring site response analysis in accordance with Section 21.1	See Section 20.3.1		

For SI: 1 ft/s = 0.3048 m/s; 1 lb/ft² = 0.0479 kN/m².

F_a and F_v are functions of mapped spectral ground motion and site classification that define from table 11.4-1 & 11.4-2

$$S_s = 1.13 < 1.25 \text{ so } F_a = 1.048$$

$$S_1 = 0.53 > 0.5 \text{ so } F_v = 1.5$$

Adjusted maximum considered earthquake response acceleration:

$$S_{MS} = F_a S_s = 1.048 \times 1.13 = 1.18$$

$$S_{M1} = F_v S_1 = 1.5 \times 0.53 = 0.80$$

S_{DS} = the design spectral response acceleration parameter in the short period range as

determined from Section 11.4.4

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS} = \frac{2}{3} \times 1.18 = 0.79$$

S_{D1} = the design spectral response acceleration parameter in the 1sec range as determined from Section 11.4.4

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0.80 = 0.53$$

Table

Table 11.4-1 Site Coefficient, F_a

Site Class	Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCE_R) Spectral Response Acceleration Parameter at Short Period			Spectral Response Acceleration	
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	See Section 11.4.7				

Note: Use straight-line interpolation for intermediate values of S_s .

Table 11.4-1 Values of F_a as a Function of Site Class and Mapped Short-Period Spectral Response

Acceleration S_s

Table 11.4-2 Site Coefficient, F_v

Site Class	Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCE_R) Spectral Response Acceleration Parameter at 1-s Period				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	See Section 11.4.7				

Note: Use straight-line interpolation for intermediate values of S_1 .

Table 11.4-2. Values of F_v as a Function of a Site Class and Mapped. Period Spectral Response

Acceleration S_1

Fundamental period of building:

$T \leq T_a$ Cu

Cu find from table 12.8-1 and it is function of SD1.

SD1 = 0.53, so Cu = 1.2

T_a = Approximate Periods of Vibration find from following formula:

$$T = C_t h_n^x$$

X = coefficient depend in type of structure, 0.9 from table 12.8-2

C_t = coefficient depend in type of structure, 0.0466 from table 12.8-2

h_n = height of the building from foundation level. 16.15 m

$$T_a = 0.047 \times 16.15^{0.9} = 0.57$$

$$T_a \text{ Cu} = 0.57 \times 1.2 = 0.69 \text{ sec}$$

$$T_a = 0.57 < 0.69 = T_a \text{ Cu} \dots \text{Ok}$$

$$T_L = 8 \text{ sec}$$

(Calculation of Seismic Response Coefficient) محاسبه ضریب عکس العمل زلزله

The seismic response coefficient C_s shall be determined in accordance with

Eq. [ASCE 7-10 (EQ 12.8-2)]

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R} I \quad [\text{ASCE 7-10 (EQ 12.8-2)}]$$

Where:

$$S_{DS} = 0.79$$

$R = 8$ from table 12.2-1 for Special Moment Resisting frame & seismic design category (D)

$I = 1$ from table 11.5-1 for occupancy category II

$$C_s = 0.099$$

The value of C_s computed in accordance with Eq. 12.8-2 need not exceed the following:

$$C_{s,max} = \frac{SD1}{TR} I \quad \text{FOR } T \leq T_L \quad [\text{ASCE 7-10 (EQ 12.8-3)}]$$

$$C_{s,max} = 0.116 > 0.099$$

The above C_s value (0.099) not exceeded than 0.116 so $C_s = 0.099$ is ok

نیروی برشی پایه ساختمان (Base shear):

چنانچه قبلا ذکر گردید نیروی برشی ساختمان با استفاده از رابطه زیر محاسبه میگردد:

$$V = C_s * W \quad [\text{ASCE 7-10 (EQ 12.8-1)}]$$

Where W is the effective seismic load of the building per section 12.7.2. of ASCE 7-10

توزیع نیروی برشی در ارتفاع (Vertical Distribution of Seismic Forces):

The lateral seismic force (F_x), (kip or kN) induced at any level shall be determined from

The following equations:

$$F_x = C_{vx} * V \quad [\text{ASCE 7-10 (EQ 12.8-11)}]$$

$$C_{vx} = \frac{w_x(h_x^k)}{\sum w_i h_i^k} \quad [\text{ASCE 7-10 (EQ 12.8-12)}]$$

باید یاد آور شویم که در آیین نامه ASCE7-10 و آیین نامه 2800 ایران ویرایش چهارم نیروی شلاقی در نظر گرفته نشده است و در عوض پارامتر K در نظر گرفته شده است.

توزیع نیروی برشی برای دیزاین در هر طبقه (Horizontal Distribution of Forces)

The seismic design story shear in any story (V_x) (kips or kN) shall be determined from

The following equation:

$$V_x = \sum_{i=x}^n F_i \quad (12.8-13)$$

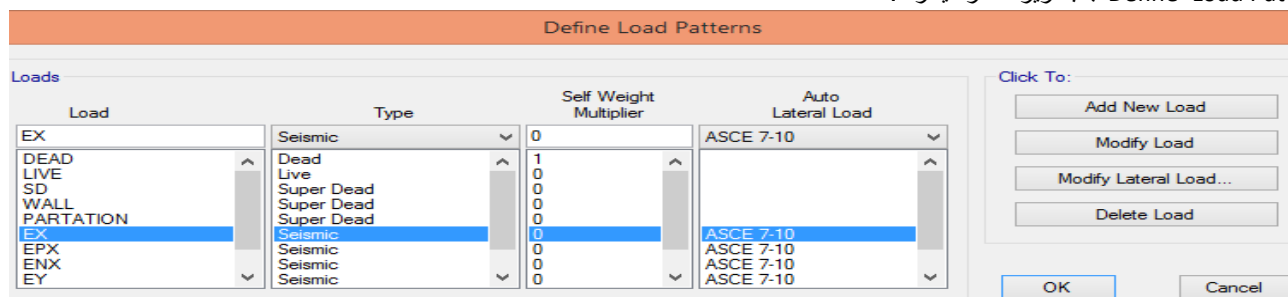
Where F_i = the portion of the seismic base shear (V) (kips or kN) induced at Level i .

The seismic design story shear (V_x) (kips or kN) shall be distributed to the various

Vertical elements of the seismic force resisting system in the story under consideration based on the relative lateral stiffness of the vertical resisting elements and the diaphragm.

معرفی کردن بارهای وارد بر ساختمان در ETABS

در این بخش نحوه بارهای وارد بر ساختمان در برنامه ETABS به طور مختصر به صورت زیر تشریح گردیده با استفاده از مسیر Define>Load Patterns جعبه زیر ظاهر میگردد.



تعریف بار های استاتیکی

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

معرفی بارهای دایمی (DEAD LOAD) اعضای ساختمان: در جعبه بالا نوعیت بار مرده را در بخش TYPE از نوع DEAD انتخاب مینماییم. و برای اینکه برنامه بار مرده اعضای ساختمان خودکار محاسبه نماید در بخش Self Weight Multiplier یک (1) میسازیم تا آنرا مکمل محاسبه نماید.

معرفی بارهای زلزله (SEISMIC) در جعبه بالا سه نوع بار زلزله در جهت X (EX,EPX,ENX) و سه نوع بار زلزله در جهت

Y (EY,EPY,ENY) را معرفی و نوعیت آنرا در بخش Type از نوع Seismic انتخاب مینماییم. و در بخش Auto Lateral Load

برای همه بارهای زلزله استاندارد ASCE7-10 را انتخاب مینماییم. و برای معرفی پارامترهای زلزله طبق استاندارد ASCE7-10 با انتخاب بار مورد نظر زلزله و فشار دادن دکمه Modify Load بارهای زلزله به صورت زیر اصلاح میگردد:

تعریف بار زلزله در جهت X

تعریف بار زلزله در جهت X با خروج از مرکز +5%

تعریف بار زلزله در جهت X با خروج از مرکز -5%

تعریف بار زلزله در جهت Y

تعریف بار زلزله در جهت Y با خروج از مرکز 5%

تعریف بار زلزله در جهت Y با خروج از مرکز 5%-

معرفی کردن وزن مؤثر ساختمان (Mass Source) برای محاسبه قو برشی در ETABS

وزن مؤثر ساختمان

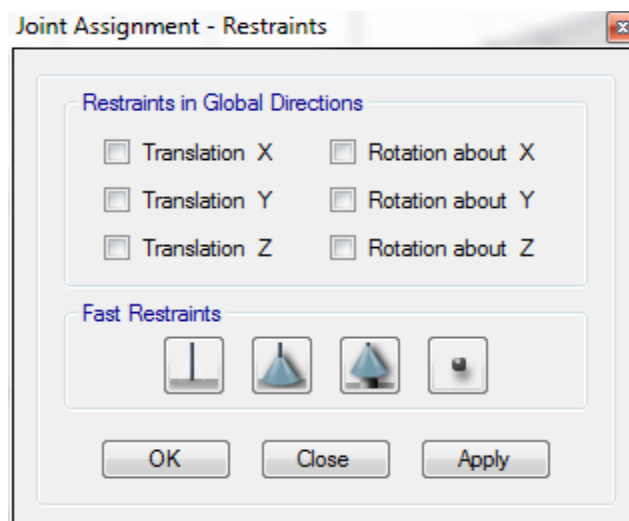
طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

اختصاص دادن مشخصات

در این بخش همه مشخصات از قبیل گره ها، تیر، ستون، سقف، و بارهای زنده و سربار های مرده را به مدل ساختمان اختصاص داده میشود. و تمام دستورات نسبت دادن مشخصات و بارها در منوی ASSIGN قرار دارند.

اختصاص دادن تکیه گاه

تمام گره ها را در طبقه BASE انتخاب گردد.
دستور Assign>Joint>Restraints را اجرا کرده و در جعبه ظاهر شده، تکیه گاه گیردار را انتخاب و OK مینماییم.
تأهمه تکیه گاه ها ستونها گیردار (FIX) گردد.



اختصاص دادن مقطع تیر

نظر به محاسبه انجام شده قبلی مقطع (B35.50) را برای همه تیر ها اختصاص می دهیم.
با استفاده از مسیر Select>Object Type>Beams دستور Assign>Frame>Section Property را اجرا کرده و در جعبه ظاهر شده، مقطع (B35.50) را انتخاب و OK مینماییم. تا به همه تیر ها این مقطع مختص گردد. البته بعد از تحلیل و طراحی بررسی میگرد که آیا این مقطع مناسب بوده و یا خیر. در صورت مناسب نبودن مقطع مذکور به کل تیرها و یا بعضی از آن باید که مقطع دیگر به آن اختصاص داده شود که لازم و یا مناسب تر باشد.

اختصاص دادن مقطع ستون

نظر به فرض اولیه به اساس تجربه طراح مقطع (C35.60) را به ستون های تمامی طبقات اختصاص می دهیم
تمام ستون ها تعمیر را انتخاب می نمایم با استفاده Select>Object Type>column تمام ستون ها را انتخاب می نمایم .
دستور Assign>Frame>Section Property را اجرا کرده و در جعبه ظاهر شده، مقطع (C35.60) را انتخاب و OK مینماییم. تا به همه ستونها این مقطع مختص گردد. البته بعد از تحلیل و طراحی بررسی میگرد که آیا این مقطع مناسب بوده و یا خیر. در صورت مناسب نبودن مقطع مذکور به کل ستون ها و یا بعضی از آن باید که مقطع دیگر به آن اختصاص داده شود که لازم و یا مناسب تر باشد.

اختصاص دادن مقطع سلب

نظر به محاسبه انجام شده قبلی مقطع سلب به ضخامت 15cm را به همه سقف های طبقات به صورت زیر اختصاص مینماییم.
با استفاده از مسیر Select>Object Type>Floors تمام سلبها انتخاب گردد.
به پنجره سه بعدی رفته و با کلیک کردن بالای رمپ، آنرا از انتخاب میکشیم.
دستور Assign>Sell>Slab Section را اجرا کرده و در جعبه ظاهر شده SLAB15 را انتخاب و OK مینماییم. تا به همه سقفها این مقطع مختص گردد. البته بعد از تحلیل و طراحی انحنای سلب با انحنای مجاز مقایسه میگرد. در صورت تجاوز انحنای مجاز از حد مجاز آن(که در آیین نامه ACI318 پیشنهاد شده) باید که مقطع ضخیمتر به آن اختصاص داده شود.

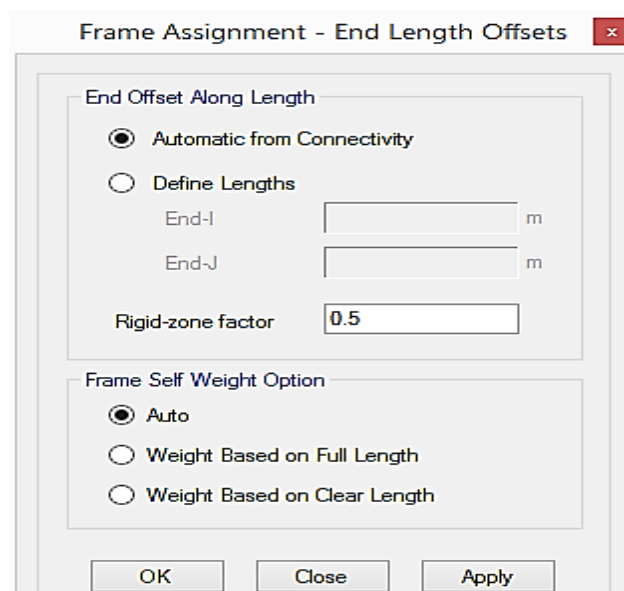
اختصاص دادن نواحی صلب انتهایی

ناحیه های صلب انتهایی محل اشتراک تیر به ستون و دیوارهای برشی هستند. برنامه ETABS به طور خودکار طول نواحی صلب انتهایی در اتصالات تیر به ستون را محاسبه میکند. اما در اتصالات تیر به دیوار برشی، اتصالات تیر به تیر و اتصالات تیر های نیم طبقه این نواحی را محاسبه نمیکند. اعمال نواحی صلب انتهایی باعث کوتاه شدن اعضاء، افزایش سختی و کاهش وزن اسکلت میشود. در این قسمت اعمال نواحی صلب انتهایی به صورت زیر انجام میگردد

با استفاده از دستور **Select>All** تمام اعضای ساختمان انتخاب گردد.

با استفاده از دستور **Assign>Frame>End Length Offsets** جعبه مربوطه باز میگردد.

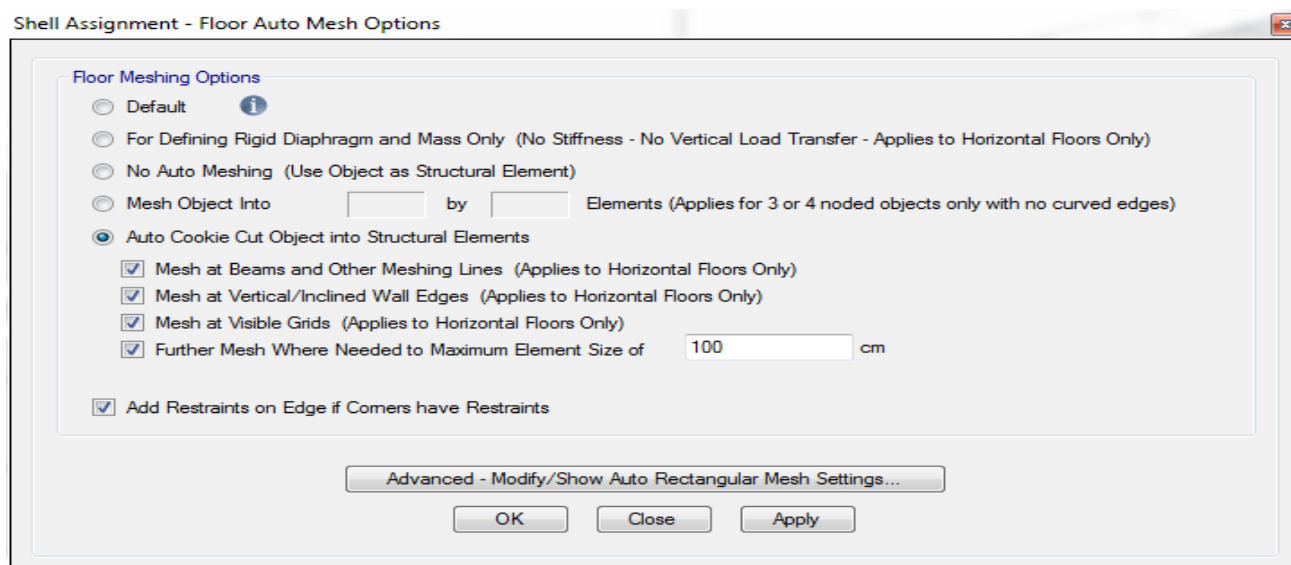
در جعبه باز شده برای اعمال نواحی صلب انتهایی به صورت زیر اجراءات گردد



اختصاص دادن شبکه بندی سلبها

با استفاده از مسیر **Select>Object Type>Floors** تمام سلبها انتخاب گردد.

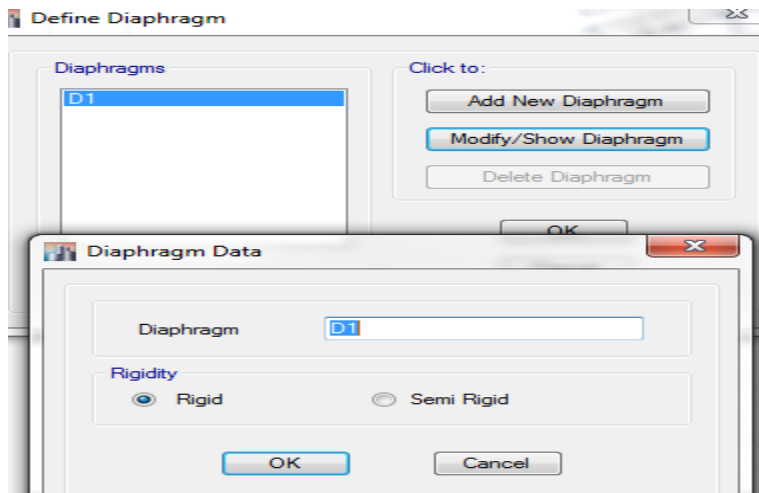
دستور **Assign>Sell>Floor Auto Mesh Options** را اجرا کرده و در جعبه ظاهر شده سلب ها را به بعد (1m) شبکه بندی مینماییم.



شبکه بندی سلب

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله اختصاص دادن دیافراگم صلب به سقفها

باز هم با استفاده از مسیر **Select>Object Type>Floors** تمام سلیها دوباره انتخاب گردد. به پنجره سه بعدی رفته و با کلیک کردن بالای رمپ، آنرا از انتخاب می‌کشیم. دستور **Assign>Sell>Diaphragms** را اجرا کرده و در جعبه ظاهر شده، D1 را (که یک دیافراگم سخت می‌باشد) انتخاب و OK می‌نماییم تا به همه سقفها مختص گردد.



اختصاص دادن بارها

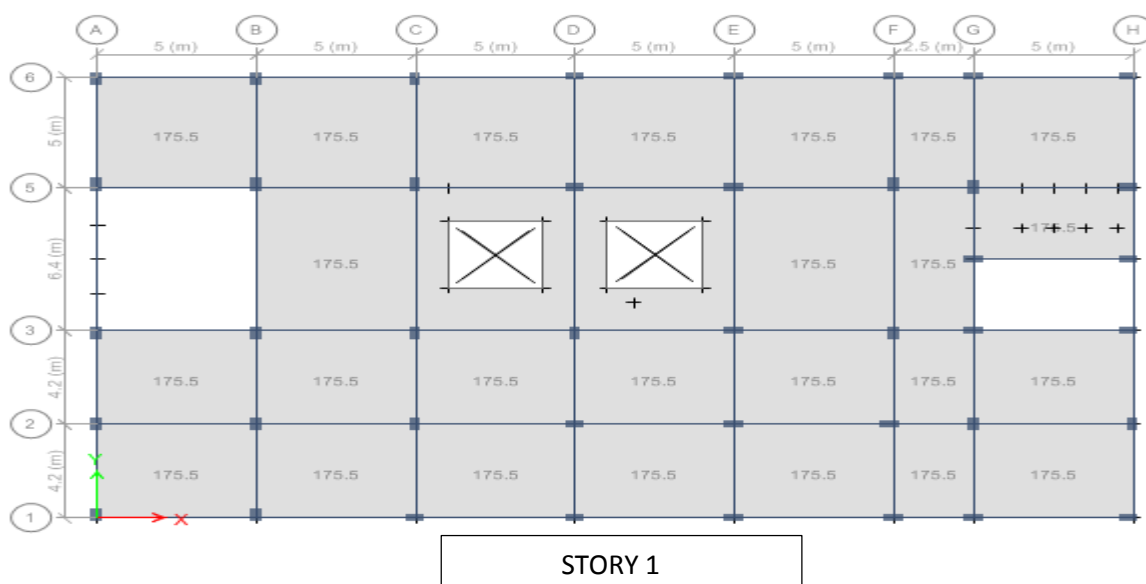
در این بخش بارگذاری ساختمان انجام میشود. در قبل بارهای ثقیلی و بار زلزله با استفاده از منوی **Define** معرفی گردید. و بارگذاری بارهای زلزله در آنجا انجام شد. همچنان ضرورت به اختصاص دادن بار مرده اعضای ساختمانی ساختمان نیست برنامه آنها را به خودی محاسبه میکند. در منوی **Assign** تنها اختصاص دادن بارهای ثقیلی زنده و سربارهای مرده انجام میشود. در این بخش مراحل زیر برای بارگذاری بارهای مذکور انجام میشود.

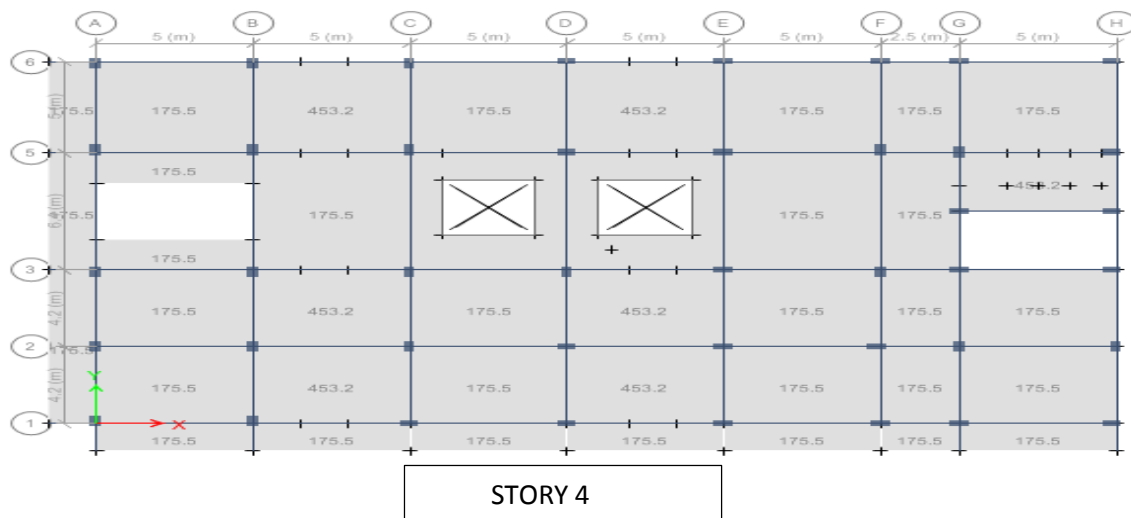
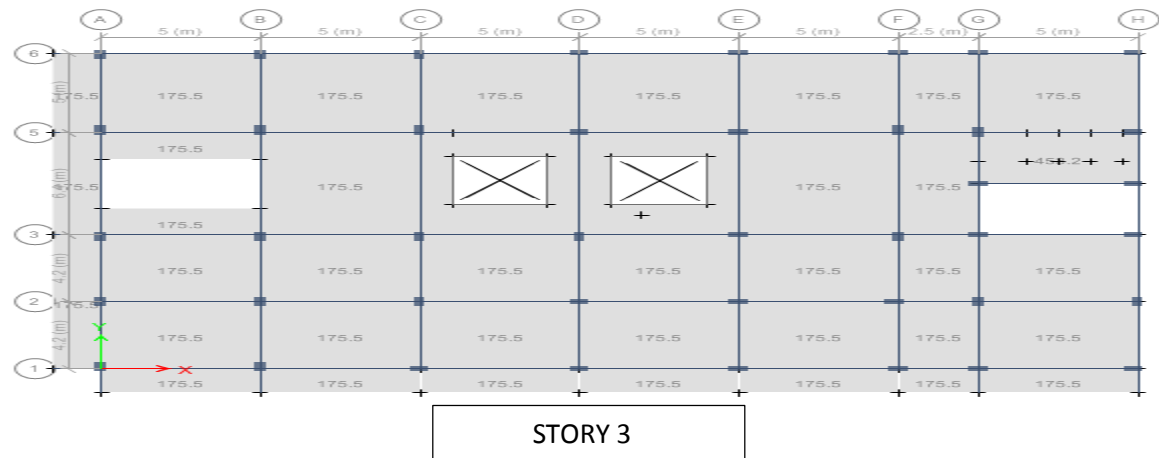
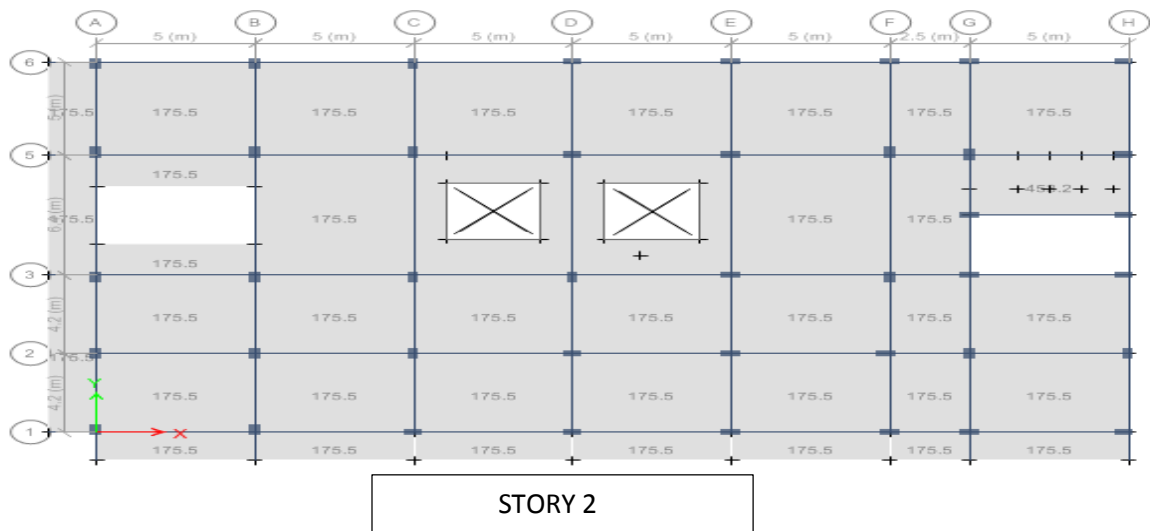
- ❖ بارگذاری سقفها
- ❖ بارگذاری دیوارهای جانبی
- ❖ بارگذاری زینه

بار زنده زینه 813.75Kg بوده که در فرم فوق اوده نشده است.

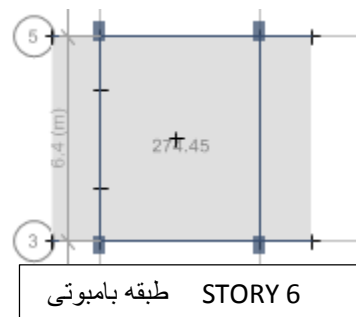
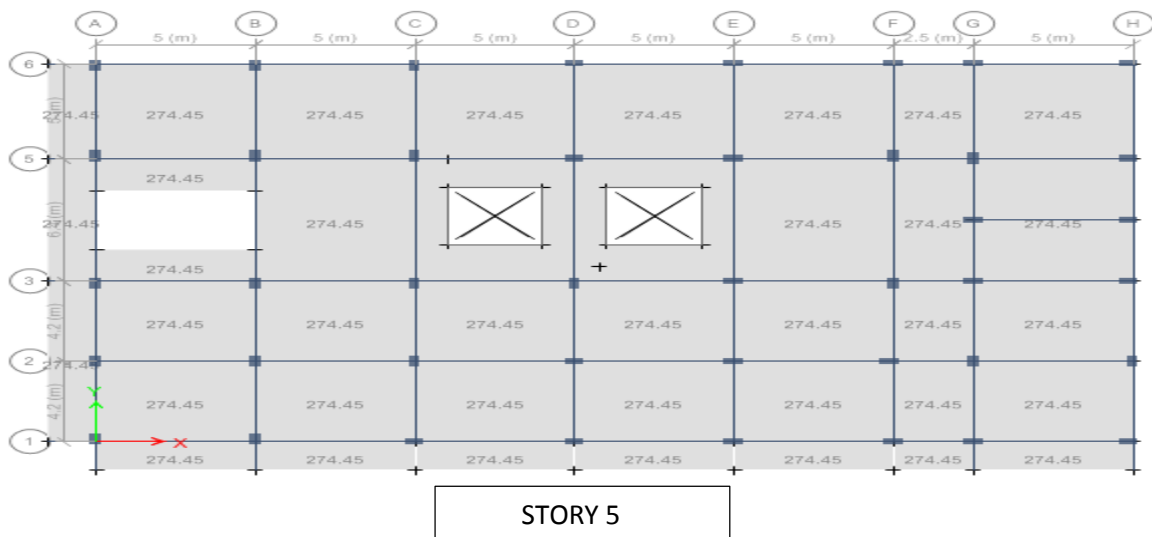
سیستم واحدها خود را به (Kg, m, c) تبدیل می‌نمایم.

بار مرده که بالایی سلب های طبقات تپیک و بام عمل نموده که در بالا محاسبه شده بود قرار ذیل می باشد:

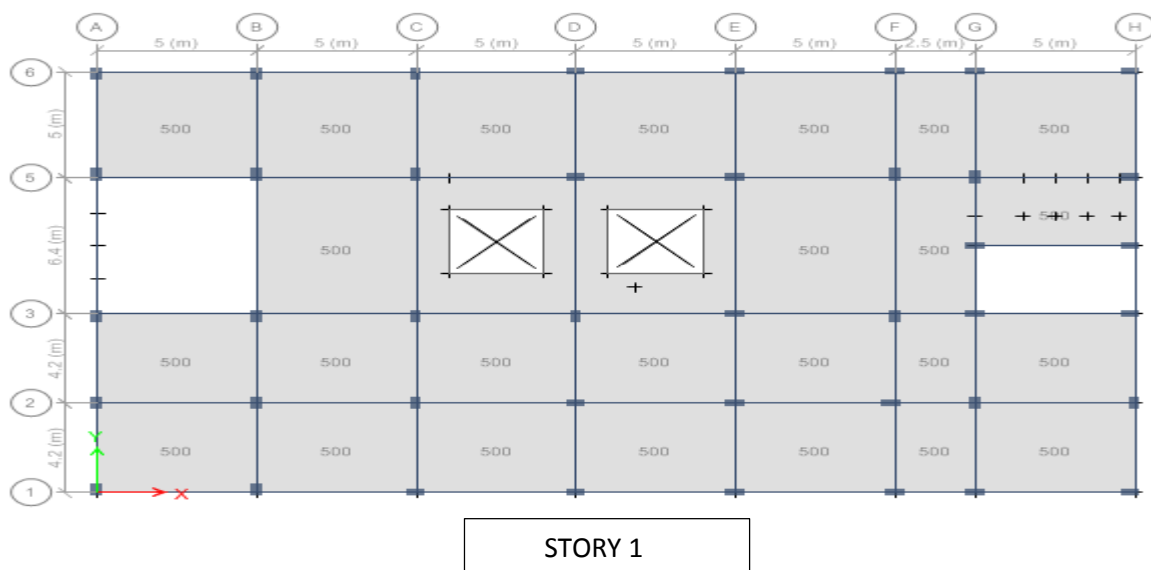


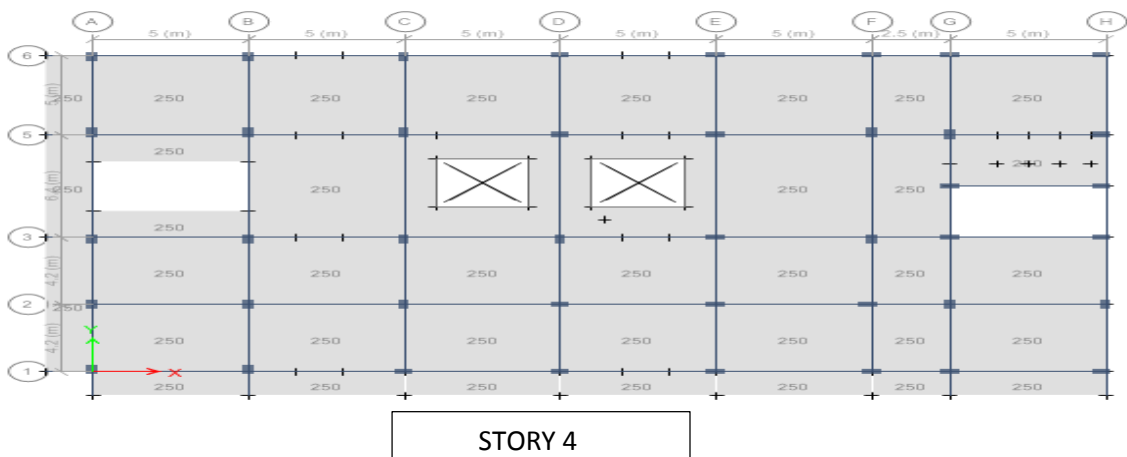
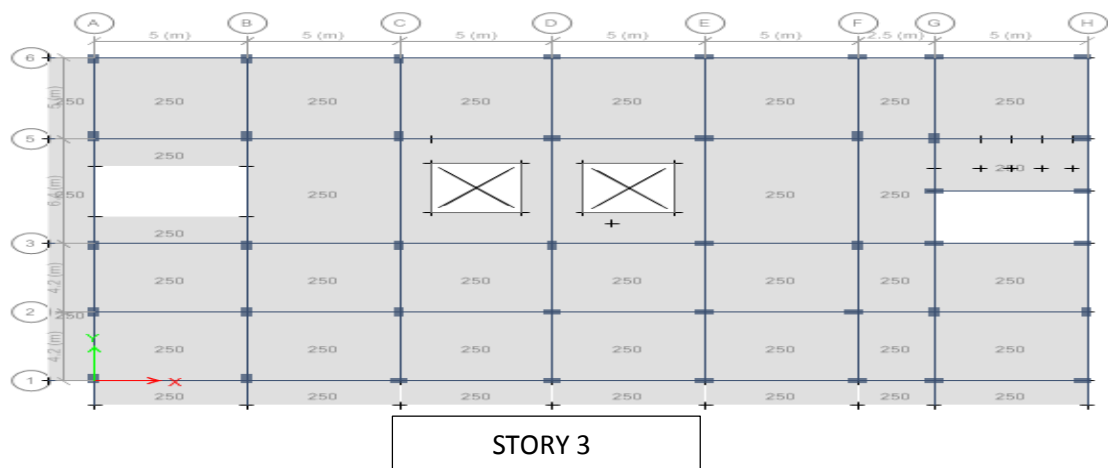
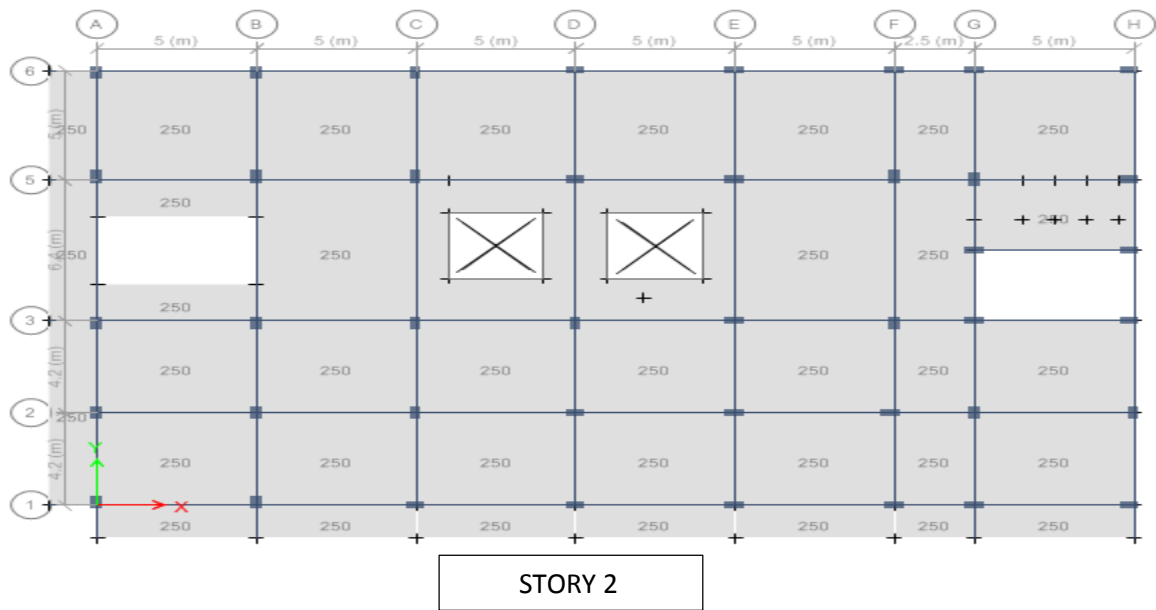


طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

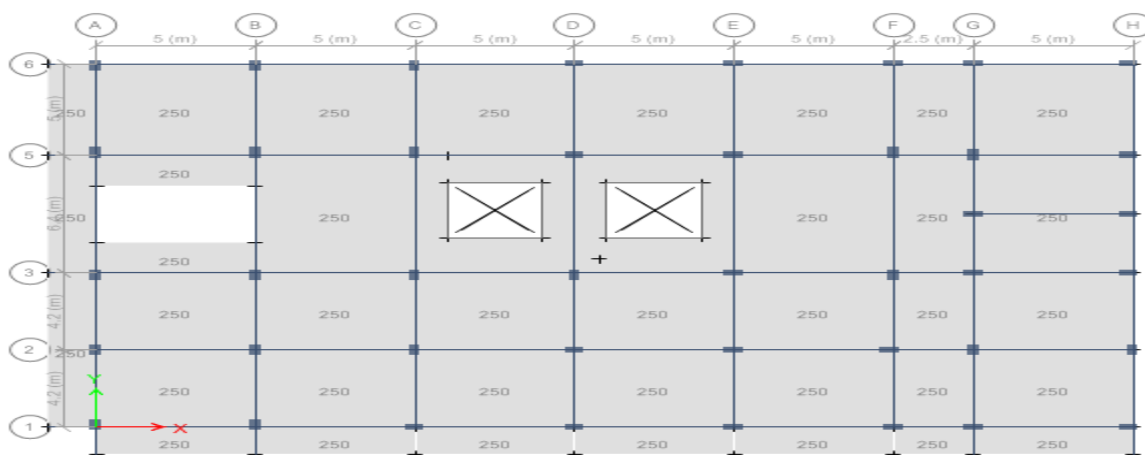


بار زنده که بالا سلب های تپیک و بام عمل نموده نظر به کود ابا ایران که در اوایل بیان شد قرار زیر می باشد:

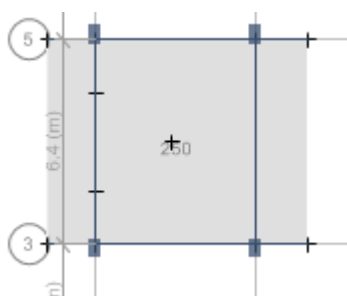




طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

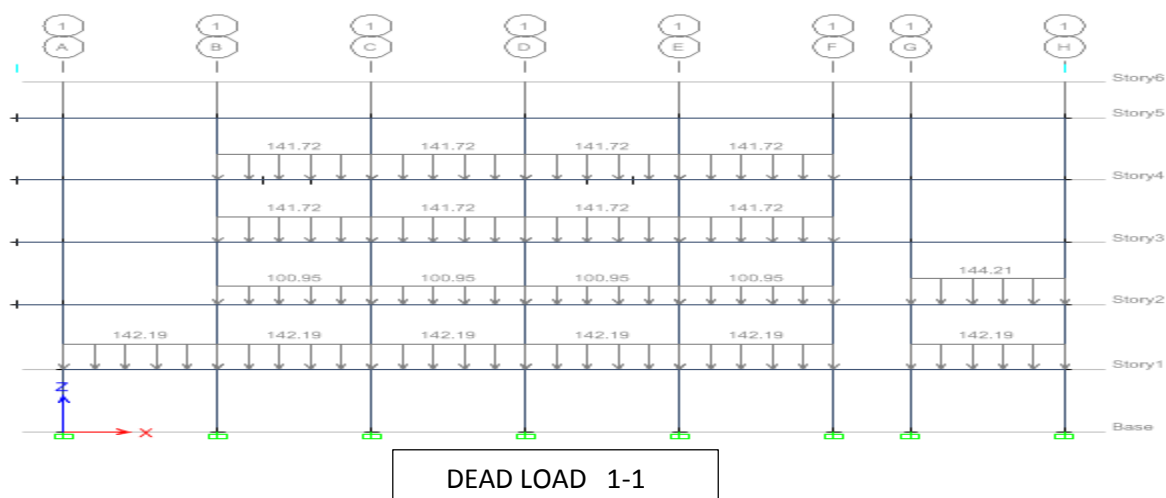


STORY 5

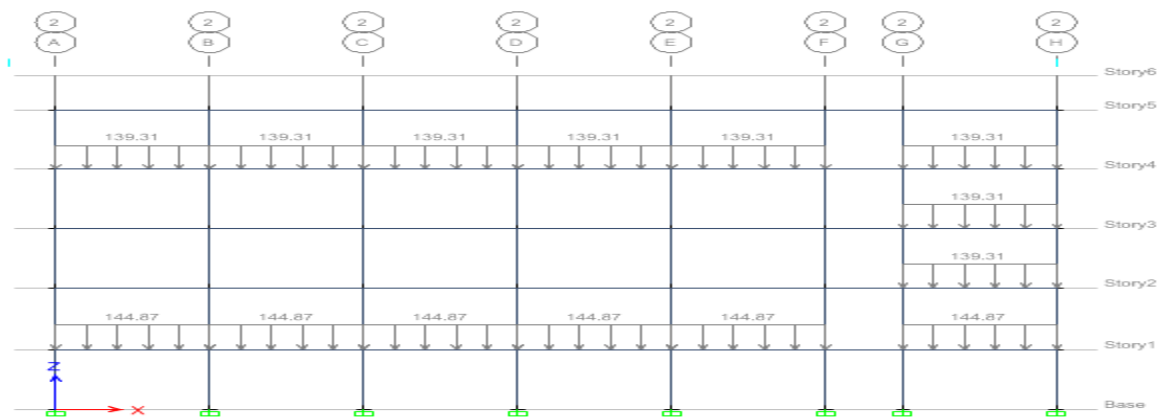


STORY 6 طبقه بامبوتی

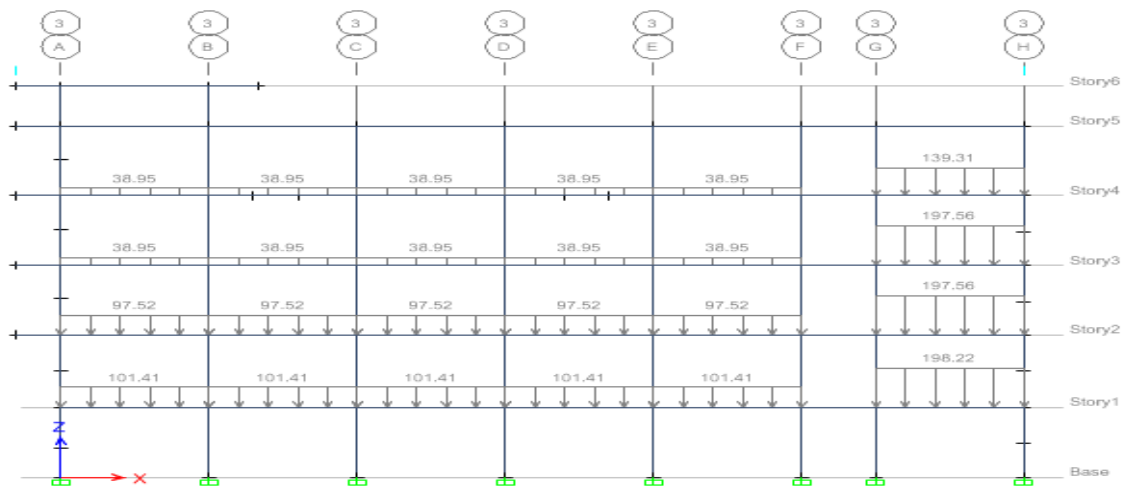
بار گذاری دیوارهای داخلی و خارجی با در نظر داشت ضخامت های آنها و ارتفاع آنها در طبقات متفاوت که در بالا محاسبه شده است و در پروگرام انرا معرفی می نماییم و قرار ذیل می باشد:



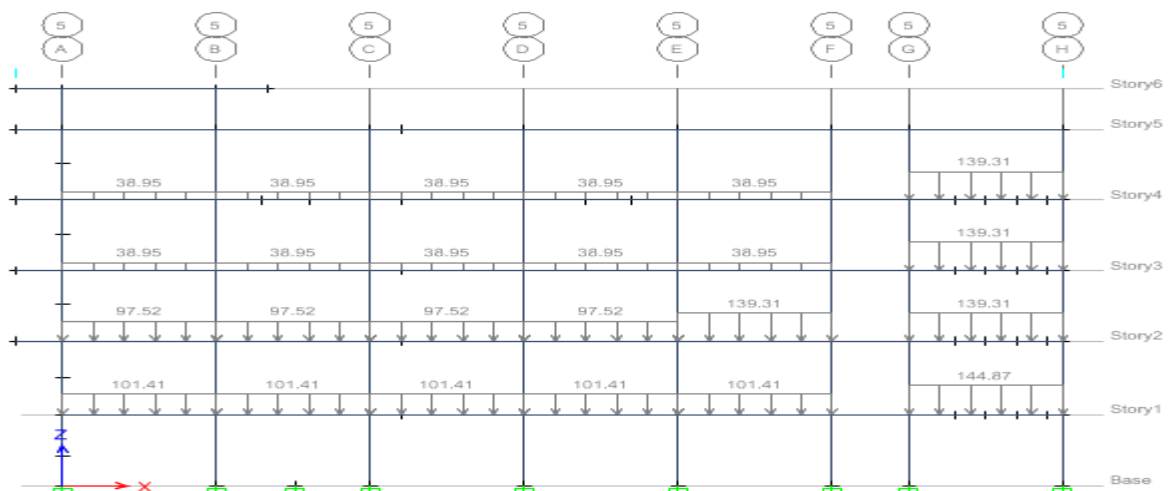
DEAD LOAD 1-1



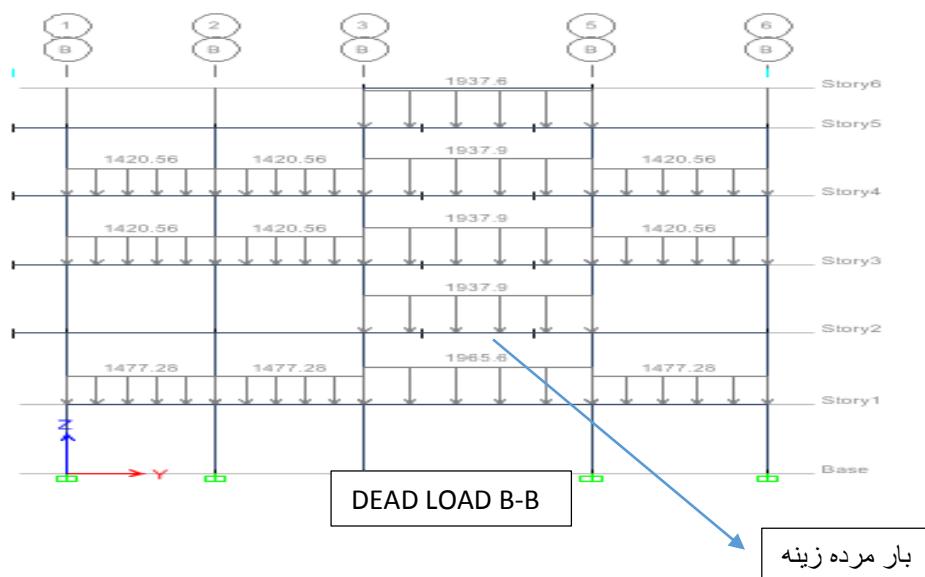
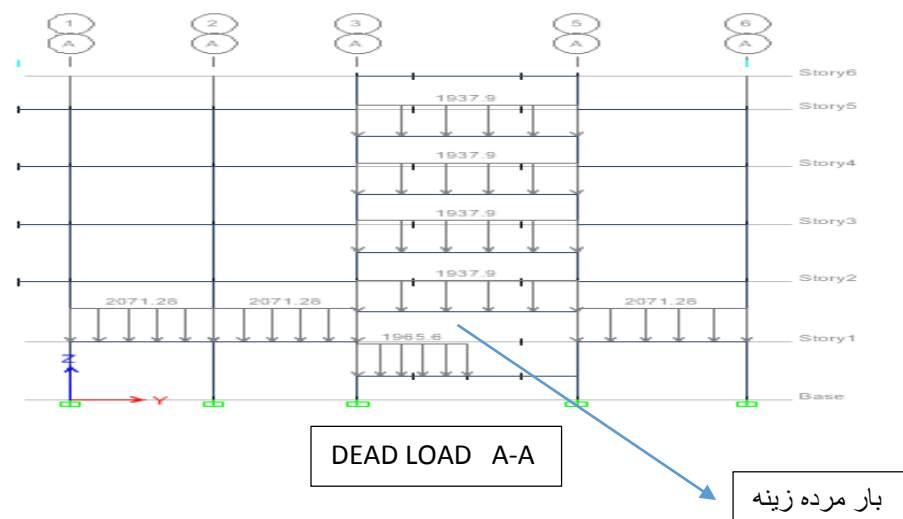
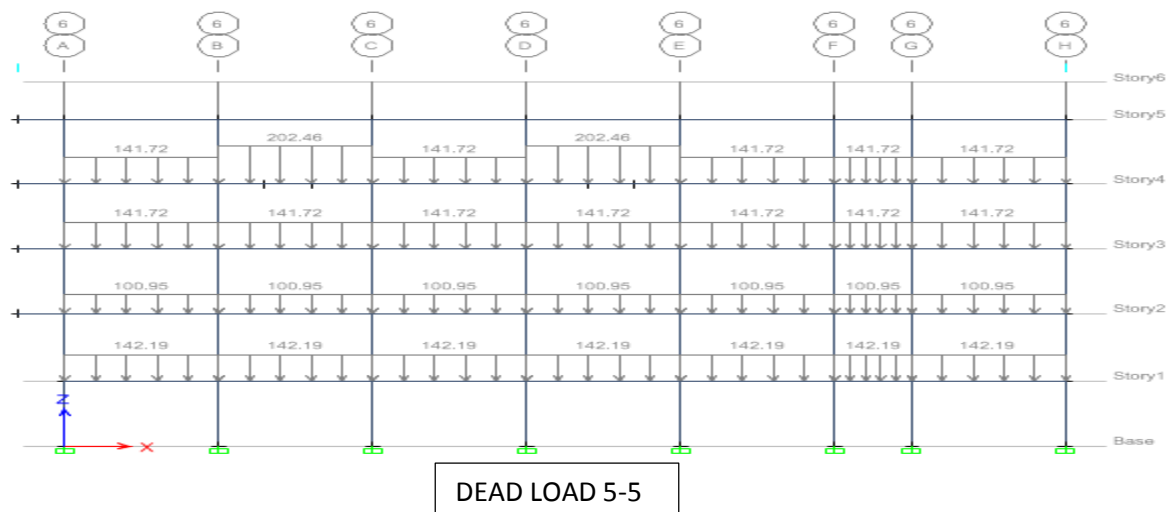
DAED LOAD 2-2

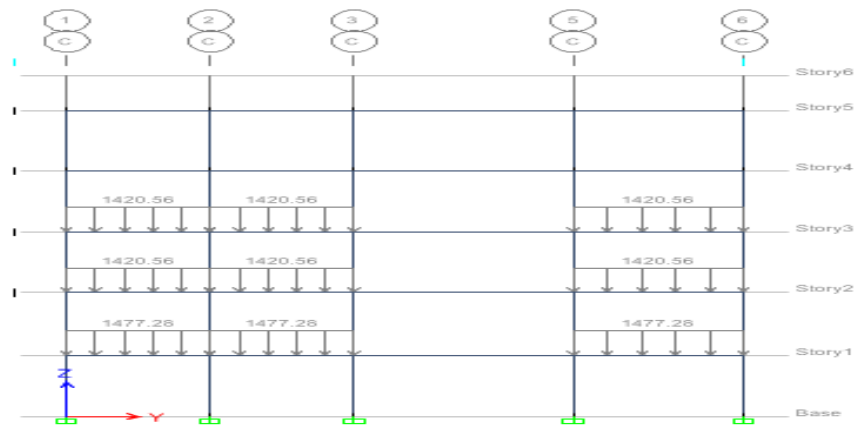


DEAD LOAD 3-3

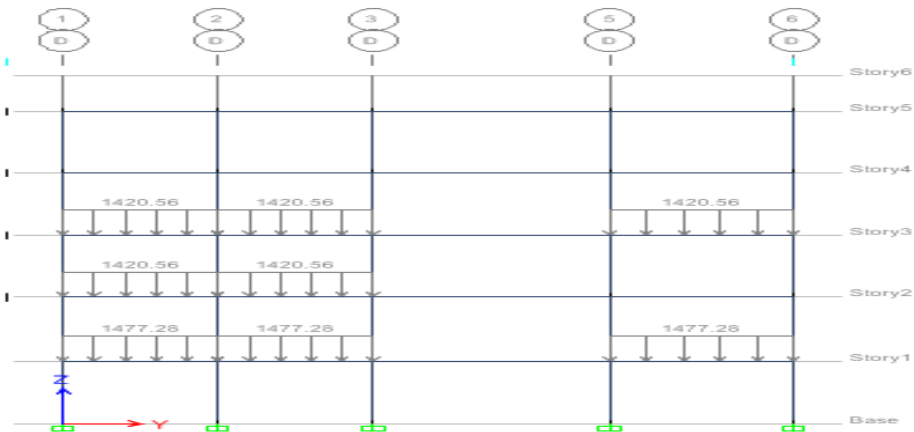


STORY 4-4

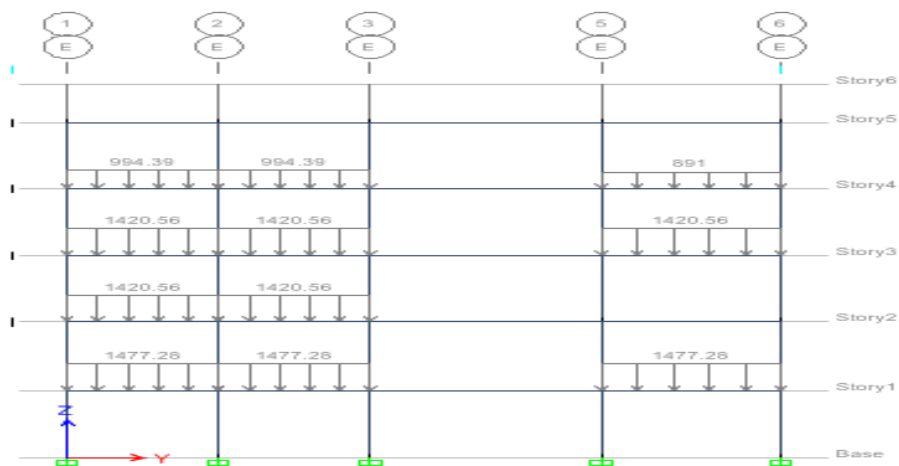




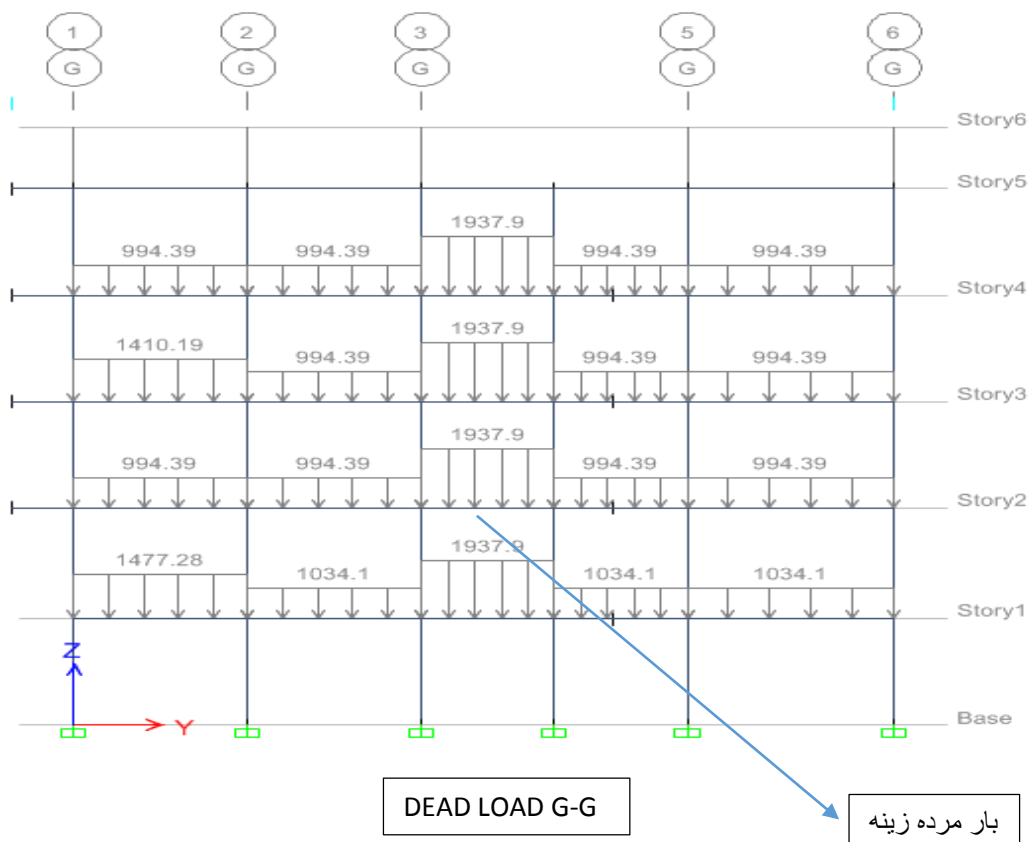
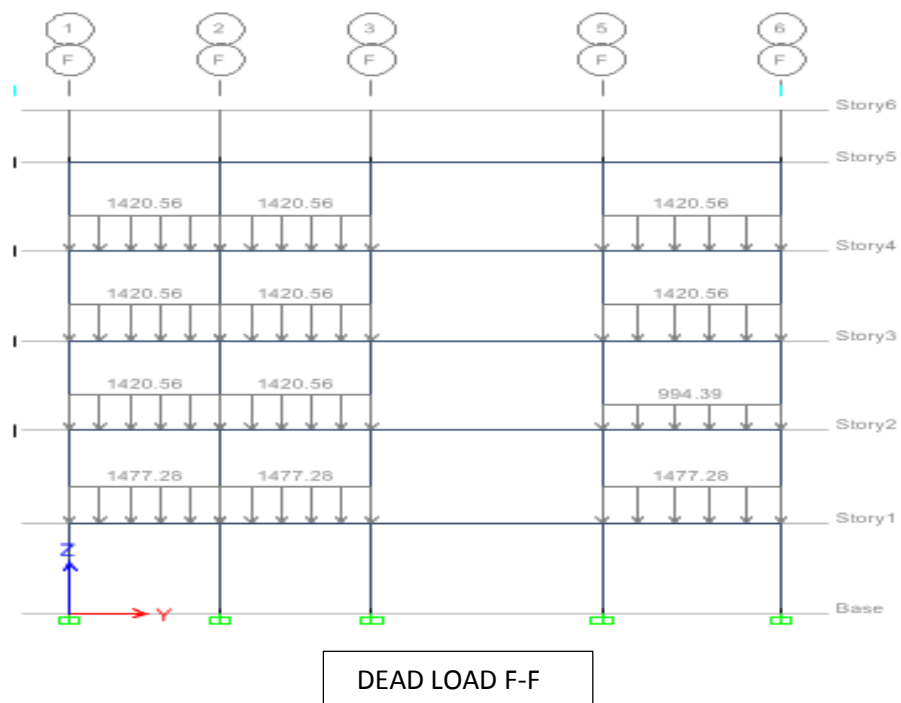
DEAD LOAD C-C

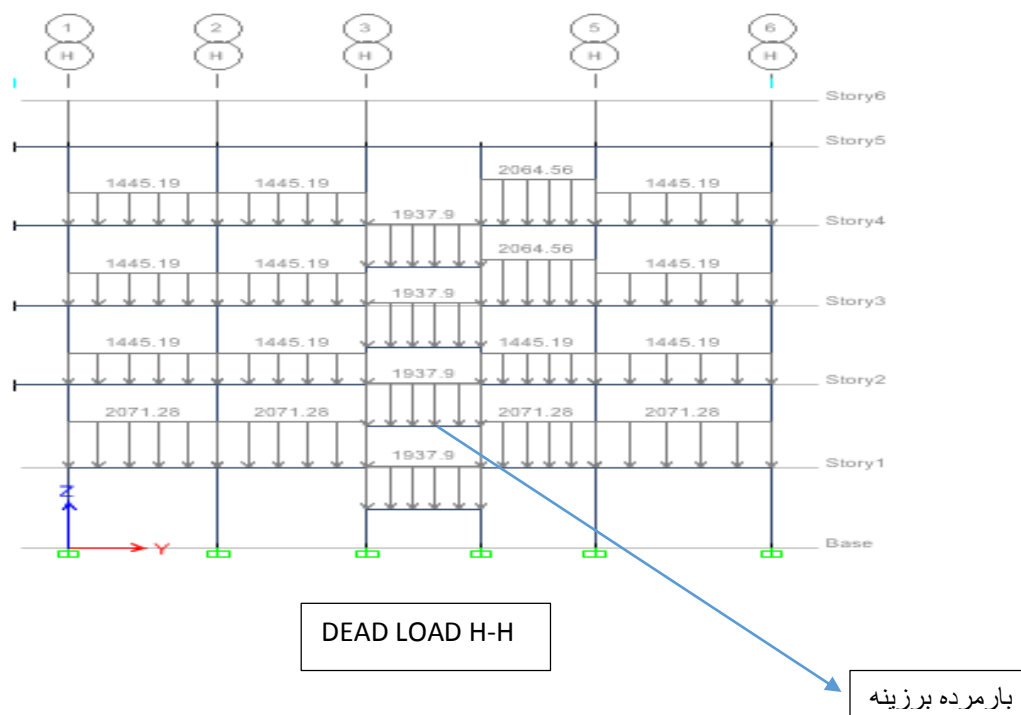


DEAD LAOD D-D



DEAD LOAD E-E





اصلاح ضرایب ترک خوردگی

بر اساس بند 10.11.1 آیین نامه ACI318 باید سختی اعضاء مانند تیر و ستون، بر اساس اثرات و جود نواحی ترک خورده در سراسر طول تیر و تاثیرات و جود بار ها به صورت دراز مدت در آنالیز الاستیک اصلاح شود.

به عنوان یک راه ساده، این آیین نامه ها اعمال ضرایب ترک خوردگی را پیشنهاد می کنند. بر اساس این دو آیین نامه در ساختمان های مهاربندی شده و بدون مهار بندی ضرایب ترک خوردگی متفاوت تعریف میشوند.

در ساختمان های مهاربندی نشده آیین نامه مقادیر زیر را پیشنهاد می کنند:

ضریب ترک خوردگی برای تیرها=0.35

ضریب ترک خوردگی برای ستون ها=0.7

ضریب ترک خوردگی برای دیوارها=0.35

در ساختمان های مهاربندی شده هر دو آیین نامه مقادیر زیر را پیشنهاد می کنند:

ضریب ترک خوردگی برای تیرها=0.5

ضریب ترک خوردگی برای ستون ها=1

ضریب ترک خوردگی برای دیوار ها چنانچه تنش قائم (مثلا تنش S22 در نرم افزار) در یکی از ترکیبات مختلف بارگذاری در طبقه ای از حد $f_t = 2\sqrt{f_c}$ بیشتر باشد دیوار در آن طبقه ترک خورده محسوب میشود. بنابر این عدد 0.7 برای دیوارهای ترک نخورده و عدد 0.35 برای دیوارهای ترک خورده پیشنهاد میکند.

در روند طراحی یک ساختمان، ابتدا فرض میگردد که ساختمان مهاربندی شده است و ضرایب ترک خوردگی را بر اساس این فرض اعمال میگردد. پس از تحلیل ساختمان توسط نرم افزار، شاخص پایداری را کنترل کرده و صحت فرض خود را بررسی می نماییم. چنانچه شاخص پایداری بیش از 5% باشد باید ضرایب ترک خوردگی را بر اساس ساختمان های مهاربندی نشده اعمال کرده و مجدداً ساختمان را تحلیل نماییم. و اگر شاخص پایداری کمتر از 5% باشد، فرض محاسب درست بوده و نیازی به تغییر ضرایب ترک خوردگی نمیشد. لیکن در مورد دیوارهای برشی چنانچه تنش قائم (مثلا تنش S22 در نرم افزار) در یکی از ترکیبات مختلف بارگذاری در طبقه ای از حد $f_t = 2\sqrt{f_c}$ بیشتر باشد، دیوار در آن طبقه ترک خورده محسوب میشود. بنابر این عدد 0.7 برای دیوارهای ترک نخورده و عدد 0.35 برای دیوارهای ترک خورده تخصیص داده میشود.

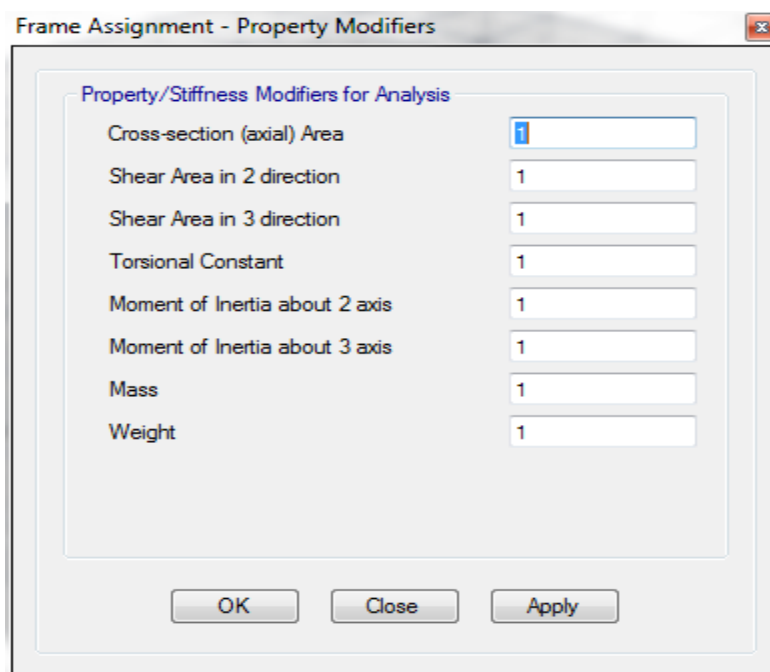
با استفاده از برنامه ETABS این همه نکات ذکر شده در فوق قرار زیر مراعات میگردد:

اصلاح ضریب ترک خوردگی ستون ها: در ابتدا باید همه ستون ها انتخاب گردد. بعدا با استفاده از مسیر Assign>Frame>Property Modifiers ضرایب مومنت انرشیا در اطراف محورهای 2 و 3 ، به صورت زیر 1 وارد می گردد.

اصلاح ضریب ترک خوردگی تیر ها: در ابتدا باید همه تیر ها انتخاب گردد. بعدا با استفاده از مسیر Assign>Frame>Property Modifiers ضرایب مومنت انرشیا در اطراف محور 3,2 به صورت زیر 0.5 وارد می گردد.

نظر به گفته های قبلی اول FRAME را مهار بندی شده فرض می نمایم و ضرایب که در فوق بیان شد در جهت هر دو محور 2 و 3 (1) برای ستون و تیر در نظر می گیریم و نظر به این که در کود گفته شده که در حالت مهار بندی جانبی ضرایب که به تیر اختصاص داده میشود می توانیم که 0.5 و یا انرا 1 در نظر بگیریم.

ما در تحلیل ساختمان ضرایب اختصاص یافته به تیر را 1 در نظر گرفته ایم.



اعمال ضرایب ترک خورده گی برای تیر و ستون

نحاظ کردن اثرات P-Δ

بر اساس بند (12.8.6.1) از این نامه ASCE7-10 در کلیه ساختمان ها تاثیر بار محوری در عناصر قائم بر روی تغییر مکان نسبی جانبی

(drift) آنها قوه های برشی و مومنت های خمشی موجود در اعضا و نیز تغییر مکان های جانبی طبقات را افزایش میدهد. این افزایش به اثر ثانویه و یا اثرات (p-Δ) معروف است. این اثر در مواردی که اگر شاخص پایداری (θ_i) در رابطه (ACI 10-7) کوچکتر و یا مساوی به 0.10 باشد ناچیز بوده و میتواند نادیده گرفته شود. ولی اگر شاخص پایداری (θ_i) بزرگتر از 0.10 و کوچکتر و یا مساوی به θ_{MAX} باشد

این اثر باید در محاسبات منظور گردد.

و این که نظر کنترول که طراح انجام داده است شاخص پایداری حتی از 5% در تحلیل کوچک می باشد در ساختمان موجود لذا ما اثرات

(p-Δ) را در تحلیل لحاظ نکرده ایم و توصیه می شود برای ایمنی بهتر در محاسبات باید در نشر گرفته شود.

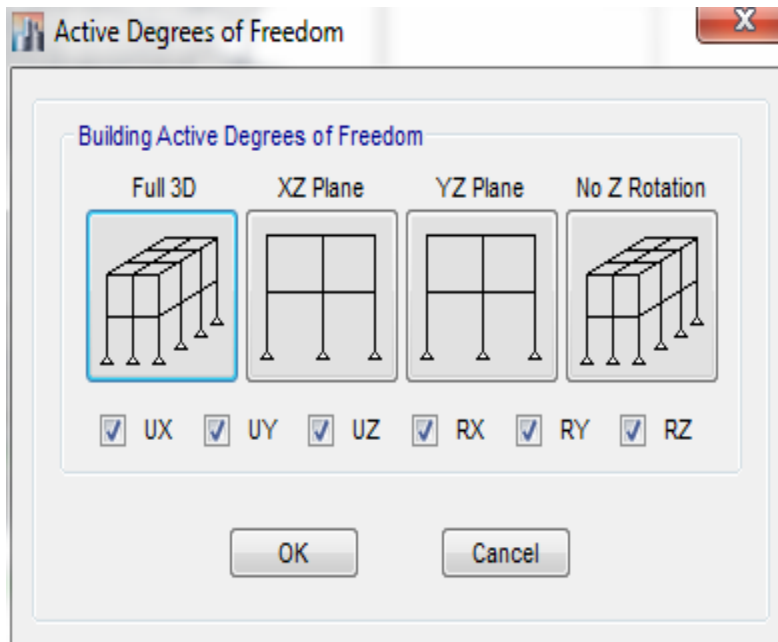
و برای معلومات زیاتر به بند (12.8.6.1) از ASCE 7-10 مراجعه شود.

بررسی ساختمان پس از تحلیل

سپس از ساختن مدل، ترسیم اعضای ساختمان و اختصاص همه مشخصات لازمه، اصلاح پارمترها و بارگذاری، قبل از تحلیل با استفاده از مسیر Analyze>Check Model مدل ساخته شده چک گردد تا همه چیزهای که در جعبه زیر میباشد بررسی شود و در صورت وجود آن باید که اصلاح گردد:



سپس با استفاده از مسیر Analyze>Set Active Degrees of Freedom درجه های آزادی با انتخاب Full 3D تعیین گردد:



طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

حال با اجرای دستور **Analyze > Run Analysis** عملیات تحلیل انجام گردد. برای مشاهده خطاها یا هشدار های احتمالی دستور **Analyze > Last Analysis Run Log** اجرا گردد. برنامه به طور خودکار فایل حاوی این خطاها را باز میکند. در این فایل اطلاعات کلی در مورد تعداد عناصر، حجم فایل های محاسباتی، سعی و خطای تحلیل (p-Δ) و سایر مشخصات دیده میشود. در صورت وجود خطا (Error) یا هشدار (Warning) حتماً و باید خطاها و هشدارها را برطرف گردد. در بعضی مواقع ممکن است این خطاها یا هشدارها تأثیر قابل ملاحظه در عملیات تحلیل داشته باشد و در بعضی مواقع مدل بنابر عوامل مختلف نا پدیدار باشد که در این صورت تحلیل نا تکمیل میباشد و باید کاری شود که ساختمان در حالت پایداری در آورده شود. در صورت عدم موجودیت هیچ نوع خطا و یا هشدار، باید که بررسی های زیر بالای ساختمان تحلیل شده انجام شود:

بررسی نامنظمی پیچشی

طبق بند (12.8.4.3) آیین نامه ASCE7-10 برون مرکزی اتفاقی در تراز یا لیول هر طبقه e_{aj} به منظور به حساب در آوردن احتمال تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک طرف و نیروی ناشی از مؤلفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته می شود. این بیرون مرکزی باید در هر دو جهت و حد اقل برابر با 5% بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی اختیار شود. در مواردی که ساختمان مشمول نامنظمی پیچشی برون مرکزی اتفاقی حد اقل باید در ضریب بزرگنمایی A_j طبق رابطه زیر، ضرب شود.

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{MAX}}{1.2\Delta_{AVE}} \right)^2 \quad 1 \leq A_j \leq 3 \quad (9-3)$$

در این رابطه:

Δ_{MAX} = حداکثر تغییر مکان طبقه J که با فرض $A_j = 1$ محاسبه شده است.

Δ_{AVE} = اوسط تغییر مکان دو انتهای ساختمان در طبقه J که با فرض $A_j = 1$ محاسبه شده است.

در پروژه مورد نظر پس از آنالیز ساختمان، با استفاده از مسیر **Display > Show Tables > Summary Report** و یا **File > Print Table > Summary Report** **Max/ Avg Displacement** نتایج مربوط به نسبت تغییر مکان جانبی حد اکثر به تغییر مکان متوسط هر طبقه را تحت بار های زلزله با برون مرکزی تصادفی 5%، توسط نرم افزار ETABS مشاهده کرد. اگر از مقدار مجاز آیین نامه یعنی از 1.2 بیشتر باشد، در ضریب بزرگنمایی A_j طبق رابطه (9-3) ضرب گردد.

در محاسبات صورت گرفته تنها تحت بار ENY که دارای نامنظمی پیچشی بود در جدول آورده ایم که قرار ذیل می باشد:

نامنظمی پیچشی ساختمان تحت بار ENY					
Story	Load Case	Diaph	Max Drift	Avg Drift	Ratio
Story6	ENY	Diaph D1	0.000442	0.00039	1.132
Story5	ENY	Diaph D1	0.000868	0.000675	1.286
Story4	ENY	Diaph D1	0.001484	0.001191	1.246
Story3	ENY	Diaph D1	0.001932	0.001584	1.219
Story2	ENY	Diaph D1	0.002162	0.001823	1.186
Story1	ENY	Diaph D1	0.001442	0.00128	1.126

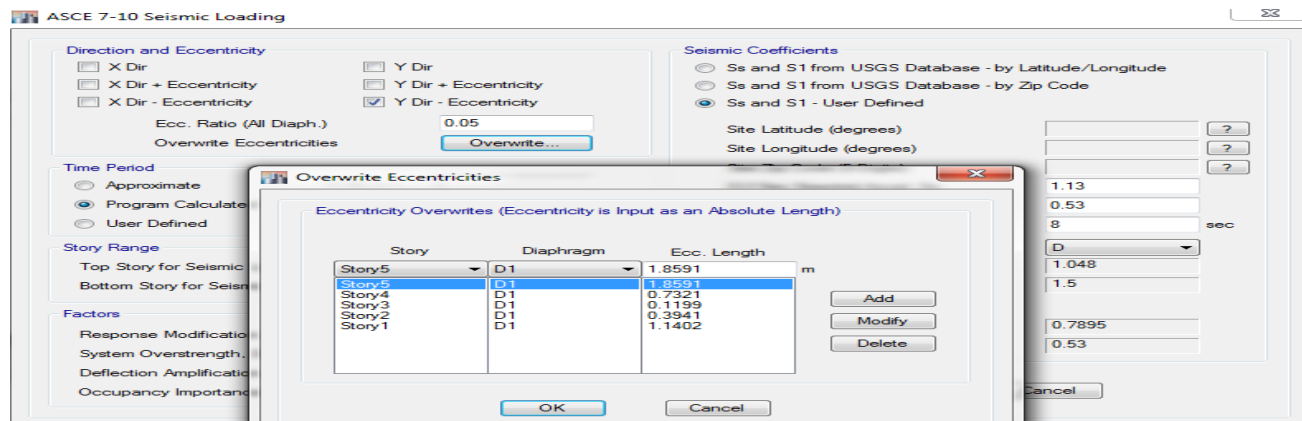
چنانچه دیده میشود که نسبت تغییر مکان جانبی حد اکثر به تغییر مکان متوسط طبقات اول تا پنجم تحت بار زلزله ENY از حد مجاز بیشتر میباشد بناء طبقات مذکور تحت بار ENY دارای نامنظمی بوده و به اصلاح در صدی بیرون مرکزی (0.05) ضرورت میباشد و در برنامه ETABS برای اصلاح آن به صورت زیر اجراءات میگردد:

ضریب بزرگنمایی A_j طبق رابطه (9-3) برای طبقات اول تا پنجم محاسبه گردد. سپس با بیرون مرکزی هر طبقه ساختمان در جهت X (عمود بر بار ENY) که با استفاده از مسیر **Display > Show Tables > Results > Max/ Avg Displacement** و محاسبه کردن تفاوت بین مرکز ثقل طبقات ECC@X در جدول زیر آورده شده (ضرب گردد و حاصل ضرب آن در جعبه معرفی بار زلزله ENY در قسمت Overwrite به صورت طول بیرون مرکزی نوشته شود).

تفاوت مرکز سقل و مرکز سختی							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	ECC@X	ECC@Y
STORY6	D1	2.3919	11.6	4.9789	11.2176	2.587	0.3824
STORY5	D1	14.7776	9.345	16.3965	9.3202	1.6189	0.0248
STORY4	D1	15.7349	9.4449	16.4139	9.3354	0.679	0.1095
STORY3	D1	16.1604	9.5119	16.2766	9.3542	0.1162	0.1577
STORY2	D1	16.4074	9.4967	16.0039	9.3917	0.4035	0.105
STORY1	D1	16.5025	9.5324	15.2076	9.4558	1.2949	0.0766

و تصریح نامنظمی پیچشی ساختمان مذکور در جدول آورده شده است.

تصریح نامنظمی پیچشی تحت بار ENY			
STORY	A _j	ECC@X	A _j *ECC@X
story6	0	2.587	0
story5	1.1484	1.6189	1.85914476
story4	1.07813	0.679	0.73205027
story3	1.03192	0.1162	0.119909104
story2	0.9768	0.4035	0.3941388
story1	0.8805	1.2949	1.14015945



اصلاح خروج از مرکز تحت بار ENY

تغیر مکان جانبی نسبی طبقات (Story Drift)

بر اساس بند (2.8.6) آیین نامه ASCE7-10 تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه (Story Drift) عبارت از اختلاف تغییر مکان های جانبی واقعی مرکز های ثقل جرم بالا و پایین طبقه است.

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{xe}}{I} \quad (12.8.15)$$

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

در این رابطه

δ_x = تغییر مکان جانبی غیر خطی

C_d = ضریب بزرگ نمایی مطابق جدول (12.2.1) (آیین نامه ASCE7-10)

δ_{xe} = تغییر مکان ارتجایی طبقه می باشد که از اثر قوه زلزله طرح مقاومت (12.8) محاسبه می شود.

= ضریب اهمیت می باشد که مطابق بند (11.5.1) کد ASCE7-10 محاسبه می شود.

بر اساس بند (12.8.6) کد ASCE7-10 تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه Δ که با منظور کردن اثر $(p-\Delta)$ در محاسبه به دست میاید، نباید از مقدار مجاز Δ_a بیشتر باشد.

TABLE 12.12-1 ALLOWABLE STORY DRIFT, $\Delta_a^{a,b}$

Structure	Occupancy Category		
	I or II	III	IV
Structures, other than masonry shear wall structures, 4 stories or less with interior walls, partitions, ceilings and exterior wall systems that have been designed to accommodate the story drifts.	$0.025h_{sx}^c$	$0.020h_{sx}$	$0.015h_{sx}$
Masonry cantilever shear wall structures	$0.010h_{sx}$	$0.010h_{sx}$	$0.010h_{sx}$
Other masonry shear wall structures	$0.007h_{sx}$	$0.007h_{sx}$	$0.007h_{sx}$
All other structures	$0.020h_{sx}$	$0.015h_{sx}$	$0.010h_{sx}$

^a h_{sx} is the story height below Level x.

^b For seismic force-resisting systems comprised solely of moment frames in Seismic Design Categories D, E, and F, the allowable story drift shall comply with the requirements of Section 12.12.1.1.

^c There shall be no drift limit for single-story structures with interior walls, partitions, ceilings, and exterior wall systems that have been designed to accommodate the story drifts. The structure separation requirement of Section 12.12.3 is not waived.

در ساختمان های مقاوم در برابر زلزله که فقط دارنده سیستم قاب خمشی (Moment Resisting Frame; MRF) میباشد و در کتگوری های طرح لرزه یی (Seismic Design Category E,D,F) باشد بر اساس بند (12.12.1.1) آیین نامه ASCE7-10 تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه Δ که با منظور کردن اثر $(p-\Delta)$ در محاسبه آن به دست میاید، نباید از $\frac{\Delta A}{\rho}$ زیاتر شود.

با در نظر گرفتن $p=1$

MAX DRIFT RATIO=0.02

نظر به جدول که در بالا آورده شد باید مقدار DRIFT نباید از قیمت که در بالا ذکر گردید زیاتر شود. نتایج DRIFT را در جدول زیر آورده ایم.

دریفت طبقات تحت بار EX درجهت X			
Story6	EX	X	0.000391
Story5	EX	X	0.000655
Story4	EX	X	0.001184
Story3	EX	X	0.001583
Story2	EX	X	0.001836
Story1	EX	X	0.001271

دریفت طبقات تحت بار EPX درجهت X			
Story6	EPX	X	0.000408
Story5	EPX	X	0.000693
Story4	EPX	X	0.001253
Story3	EPX	X	0.001676
Story2	EPX	X	0.001945
Story1	EPX	X	0.001347

دریفت طبقات تحت بار ENX درجهت X			
Story6	ENX	X	0.000403
Story5	ENX	X	0.000683
Story4	ENX	X	0.001233
Story3	ENX	X	0.001644
Story2	ENX	X	0.001904
Story1	ENX	X	0.001331

دریفت طبقات تحت بار EY درجهت Y			
Story6	EY	Y	0.000394
Story5	EY	Y	0.000765
Story4	EY	Y	0.001295
Story3	EY	Y	0.001677
Story2	EY	Y	0.00189
Story1	EY	Y	0.001313

دریفت طبقات تحت بار EPY درجهت Y			
Story6	EPY	Y	0.000347
Story5	EPY	Y	0.000666
Story4	EPY	Y	0.001227
Story3	EPY	Y	0.001681
Story2	EPY	Y	0.002011
Story1	EPY	Y	0.001506

دریفت طبقات تحت بار ENY درجهت Y			
Story6	ENY	Y	0.000442
Story5	ENY	Y	0.000861
Story4	ENY	Y	0.001432
Story3	ENY	Y	0.001832
Story2	ENY	Y	0.00206
Story1	ENY	Y	0.001375

چنانچه دیده می شود در هیچ یک از طبقات DRIFT از حد مجاز زیاتر نبوده لذا به تغییر دادن ابعاد و یا کدام راه کار دیگر ضرورت نمی باشد.

قوهای برشی و قوهای افقی هر طبقه

قوه برشی پایه (Base shear) و قوهای افقی هر طبقه از اثر زلزله با استفاده از برنامه ETABS به صورت زیر محاسبه گردیده و این محاسبات در راپور پروژه (Project Report) که از مسیر File > Create Report > Show Project Report بدست میاید، نشان داده میشود. ما به طور نمونه محاسبات مربوط بار EX را در اینجا میاوریم.

ASCE 7-10 Auto Seismic Load Calculation

This calculation presents the automatically generated lateral seismic loads for load pattern EX according to ASCE 7-10, as calculated by ETABS.

Direction and Eccentricity

Direction = X

Structural Period

Period Calculation Method = Program Calculated

Coefficient, C_t [ASCE Table 12.8-2]

$$C_t = 0.016ft$$

Coefficient, x [ASCE Table 12.8-2]

$$x = 0.9$$

Structure Height Above Base, h_n

$$h_n = 67.85 ft$$

Long-Period Transition Period, T_L [ASCE 11.4.5]

$$T_L = 8 sec$$

Factors and Coefficients

Response Modification Factor, R [ASCE Table 12.2-1]

$$R = 8$$

System Overstrength Factor, Ω_0 [ASCE Table 12.2-1]

$$\Omega_0 = 3$$

Deflection Amplification Factor, C_d [ASCE Table 12.2-1]

$$C_d = 5.5$$

Importance Factor, I [ASCE Table 11.5-1]

$$I = 1$$

Ss and S1 Source = User Specified

Mapped MCE Spectral Response Acceleration, S_s [ASCE 11.4.1] $S_s = 1.13g$

Mapped MCE Spectral Response Acceleration, S_1 [ASCE 11.4.1] $S_1 = 0.53g$

Site Class [ASCE Table 20.3-1] = D - Stiff Soil

Site Coefficient, F_a [ASCE Table 11.4-1]

$$F_a = 1.048$$

Site Coefficient, F_v [ASCE Table 11.4-2]

$$F_v = 1.5$$

Seismic Response

MCE Spectral Response Acceleration, S_{MS} [ASCE 11.4.3, Eq. 11.4-1]	$S_{MS} = F_a S_s$	$S_{MS} = 1.18424g$
MCE Spectral Response Acceleration, S_{M1} [ASCE 11.4.3, Eq. 11.4-2]	$S_{M1} = F_v S_1$	$S_{M1} = 0.795g$
Design Spectral Response Acceleration, S_{DS} [ASCE 11.4.4, Eq. 11.4-3]	$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$	$S_{DS} = 0.789493g$
Design Spectral Response Acceleration, S_{D1} [ASCE 11.4.4, Eq. 11.4-4]	$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$	$S_{D1} = 0.53g$

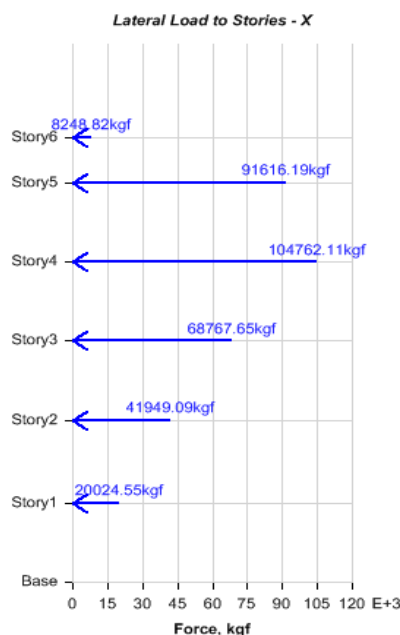
Equivalent Lateral Forces

Seismic Response Coefficient, C_s [ASCE 12.8.1.1, Eq. 12.8-2]	$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{T}\right)}$
[ASCE 12.8.1.1, Eq. 12.8-3]	$C_{s,max} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{T}\right)}$
[ASCE 12.8.1.1, Eq. 12.8-5]	$C_{s,min} = \max(0.044 S_{DS} I, 0.01) = 0.034738$
[ASCE 12.8.1.1, Eq. 12.8-6]	$C_{s,min} = 0.5 \frac{S_1}{\left(\frac{R}{T}\right)} \text{ for } S_1 = 0.6g$
	$C_{s,min} \leq C_s \leq C_{s,max}$

Calculated Base Shear

Direction	Period Used (sec)	C_s	W (kgf)	V (kgf)
X	0.908	0.072952	4597139.99	335368.41

Applied Story Forces



ارتفاع ساختمان همراه با قوه برشی در جهت X			
Story	Elevation	X-Dir	Y-Dir
	m	kgf	kgf
Story6	20.68	8248.82	0
Story5	18.56	91616.19	0
Story4	14.88	104762.11	0
Story3	11.2	68767.65	0
Story2	7.52	41949.09	0
Story1	3.68	20024.55	0
Base	0	0	0

محاسبه ساختمان در برابر سرنگونی (Overturning)

مومنیت سرنگونی ناشی از نیروهای جانبی زلزله در تراز یا لیول زیر تهداب برابر مجموع حاصل ضرب نیروی جانبی هرتراز یا لیول در ارتفاع آن نسبت به تراز یا لیول زیر تهداب ساختمان است.

$$M_O = \sum_{k=1}^n (F_i)(h_i)$$

در این رابطه:

M_O = مومنیت سرنگونی ناشی از نیروهای جانبی زلزله در تراز یا لیول زیر تهداب

F_i = نیروی جانبی تراز یا لیول طبقه i ام

h_i = ارتفاع طبقه i ام نسبت به تراز یا لیول زیر تهداب ساختمان است.

مومنیت مقاوم در برابر سرنگونی عبارت است از مجموع حاصل ضرب نیروهای ثقلی قائم (وزن مؤثر لرزه ای ساختمان به اضافه وزن تهداب و خاک روی آن) در فاصله افقی آنها نسبت به لبه بیرونی تهداب.

$$M_R = \sum_{k=1}^n (w_i)(L_i)$$

در این رابطه:

M_R = مومنیت مقاوم در برابر سرنگونی.

W_i = نیروهای ثقلی قائم (وزن مؤثر لرزه ای ساختمان به اضافه وزن تهداب و خاک روی آن) طبقه

L_i = فاصله افقی نیروهای ثقلی قائم نسبت به لبه بیرونی تهداب

بر اساس بند (12.8.5) ASCE7-10 ساختمان و تهداب آن باید به گونه ای طراحی شوند که توانایی تحمل اثر مومنیت سرنگونی را داشته باشند. بر اساس آیین نامه ضریب اطمینان در مقابل سرنگونی باید بزرگتر یا مساوی با 1.75 باشد یعنی:

$$SF = \frac{M_R}{M_O} \geq 1.75$$

در ساختمان های کم ارتفاع مسئله سرنگونی جدی نمیباشد و ساختمان ها در برابر سرنگونی از پایداری مطمئن برخوردار میباشد. اما در ساختمانهای با ارتفاع زیاد و عرض کم در قاعده آن، مسئله سرنگونی جدی میباشد و ساختمان ها باید طوری طراحی گردد که در برابر سرنگونی از پایداری مطمئن برخوردار شود. یعنی که از تهداب یک لخت با عرض زیاد استفاده گردد حتی در بعضی ساختمان ها ضرورت به پایل های زیر تهداب هم میشود. در این پروژه اگر چی ارتفاع ساختمان کم میباشد و معلوم است که در برابر سرنگونی مقاوم میباشد. اما باز هم در امتداد عرض آن Y میخوام که ساختمان را در برابر سرنگونی بررسی نمایم و برای این کار پس از آنالیز ساختمان

به صورت زیر ساختمان را در مقابل سرنگونی چک می نمایم.

چنانچه مرکز ثقل همه طبقات بغیر از بام بومی تقریباً با هم منطبق و در وسط طبقات میباشد بناءً بانظر داشت پلان تهداب مرکز ثقل طبقه اول تا پنجم به امتداد Y از کناره تهداب 9.9m و مرکز بام بومی را از کنار تهداب به اندازه 3.2m در نظر میگیریم که این یک تقریب مطمئن تر میباشد. وزن مؤثر ساختمان در هر طبقه و همچنان نیروی جانبی بالای هر طبقه در جدول ذیل نشان داده شده است و با استفاده از آن، محاسبات خود را بر اساس رابطه های مذکور که در بالا ذکر شد خلص می نمایم.

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

بررسی ساختمان در لنگر سرنگونی						
STORY	ELV	M.A (m)	L.F (Kg)	W (Kg)	$F_i \cdot h_i$	$W_i \cdot L_i$
STORY 6	20.68	12.6	8202.69	53122.6215	169631.6292	669345.0309
STORY 5	18.56	10.378	99274.1	672074.8596	1842526.554	6974792.893
STORY 4	14.88	10.444	203338	1002790.364	3025663.19	10472942
STORY 3	11.2	10.502	271583	926731.6686	3041728.592	9732443.31
STORY 2	7.52	10.489	313159	913264.3044	2354955.154	9579320.615
STORY 1	3.68	10.527	332959	1022173.845	1225288.237	10760015.2

جدول محاسبه سرنگونی ساختمان با در نظر گرفتن 1m بیرون رفتگی تهداب از کنار ستون های خارجی در جهت Y

$$SFY = \frac{M_{RX}}{M_O} = \frac{11659793.36}{48188859.05} = 4.13 \geq 1.75$$

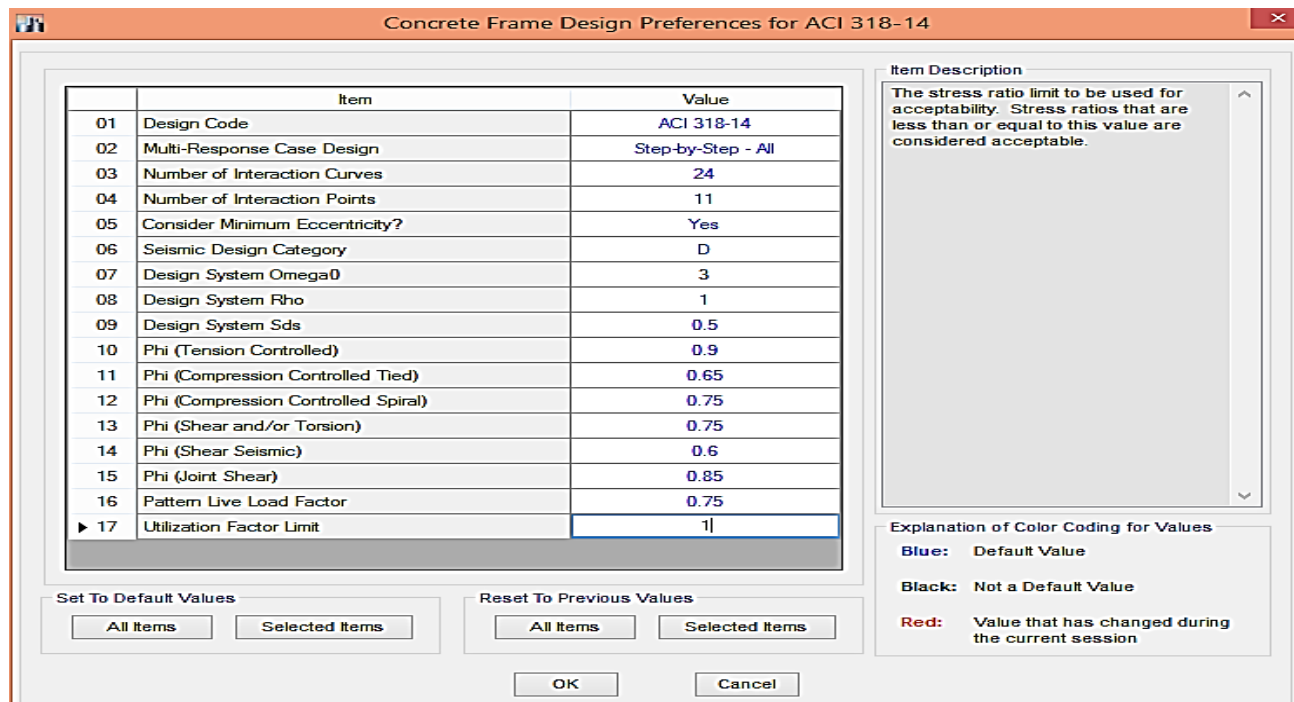
در محاسبه بالا ما قیمت مومنت چپه کننده و مومنت استواری هر منزل را جدا گانه محاسبه و با هم در اخیر جمع نموده ایم که محاسبه ما را به حقیقت نزدیک تر می نماید.

طراحی پروژه با استفاده از برنامه ETABS

در بخش های قبلی مراحل مدل سازی، تحلیل و کنترل ضوابط آیین نامه ها برای پروژه مورد نظر مطرح گردید. پس از کنترل کلیه ضوابط آیین نامه، اقدام به طراحی پروژه نمونه میکنیم.

معرفی پارامتر های طراحی و انتخاب آیین نامه برای طراحی

در اولین گام به منظور طراحی، آیین نامه های طراحی اعضای قاب (تیر و ستون) را از مسیر Design > Concrete Frame Design > View/Revise Preferences شکل های زیر انتخاب میکنیم.



انتخاب آیین نامه و دیگر پارامتر های طراحی ساختمان

ترکیبات بارها برای طراحی

ترکیبات بارها برای طراحی براساس بند (9.2.1) آیین نام ACI 318 و با در نظر گرفتن اثرات ویژه زلزله، در صورت وجود بارهای مرده (DL) بارهای زنده (LL) و زلزله (EL) به صورت زیر هستند:

- 1- 1.4 DL
- 2- 1.2DL+1.6 LL
- 3- (1.2+0.2S_{DS}) DL+1.0 LL ± ρEL
- 4- (0.9 - 0.2S_{DS}) DL ± ρEL

NAME	LOAD CASE	SCALE Factor	NAME	LOAD CASE	SCALE Factor
UDCon1	Dead	1.4	UDCon13	Dead	1.2
UDCon2	Dead	1.2	UDCon13	Live	1
UDCon2	Live	1.6	UDCon13	ENY	1
UDCon3	Dead	1.2	UDCon14	Dead	1.2
UDCon3	Live	1	UDCon14	Live	1
UDCon3	EX	1	UDCon14	ENY	-1
UDCon4	Dead	1.2	UDCon15	Dead	0.9
UDCon4	Live	1	UDCon15	EX	1
UDCon4	EX	-1	UDCon16	Dead	0.9
UDCon5	Dead	1.2	UDCon16	EX	-1
UDCon5	Live	1	UDCon17	Dead	0.9
UDCon5	EPX	1	UDCon17	EPX	1
UDCon6	Dead	1.2	UDCon18	Dead	0.9
UDCon6	Live	1	UDCon18	EPX	-1
UDCon6	EPX	-1	UDCon19	Dead	0.9
UDCon7	Dead	1.2	UDCon19	ENX	1
UDCon7	Live	1	UDCon20	Dead	0.9
UDCon7	ENX	1	UDCon20	ENX	-1
UDCon8	Dead	1.2	UDCon21	Dead	0.9
UDCon8	Live	1	UDCon21	EY	1
UDCon8	ENX	-1	UDCon22	Dead	0.9
UDCon9	Dead	1.2	UDCon22	EY	-1
UDCon9	Live	1	UDCon23	Dead	0.9
UDCon9	EY	1	UDCon23	EPY	1
UDCon10	Dead	1.2	UDCon24	Dead	0.9
UDCon10	Live	1	UDCon24	EPY	-1
UDCon10	EY	-1	UDCon25	Dead	0.9
UDCon11	Dead	1.2	UDCon25	ENY	1
UDCon11	Live	1	UDCon26	Dead	0.9
UDCon11	EPY	1	UDCon26	ENY	-1
UDCon12	Dead	1.2			
UDCon12	Live	1			
UDCon12	EPY	-1			

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

طراحی قاب ها با استاد از برنامه ETABS

در برنامه برای قاب ها سه نوع فولاد طراحی میگردد:

طراحی فولادهای خمشی

طراحی فولادهای برشی

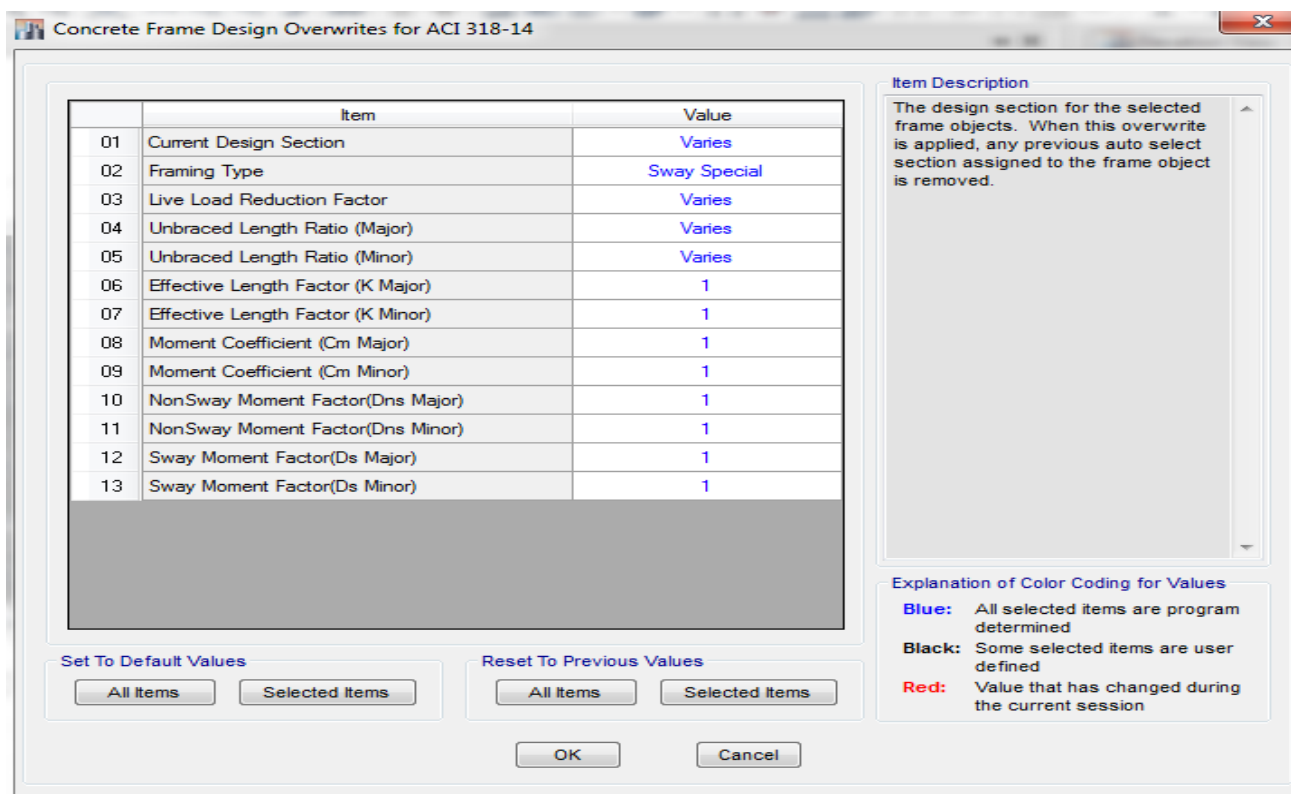
طراحی فولادهای پیچشی (torsion)

مراحل زیر بر اساس آیین نامه اجرا میگردد:

پارامتر های طراحی تیرها و آیین نامه برای طراحی تعیین میگردد.

ر کبیات بار باید برای طراحی تعیین گردد.

برای مشخص کردن نوع قاب (خمشی ویژه) در طراحی، ابتدا همه تیرها و ستون ها انتخاب مینماییم سپس با استفاده از Design> Concrete Frame Design>View/Revise Overwrites به صورت زیر پارامتر های طراحی را تنظیم می نماییم.



تنظیم پارامتر های طراحی

و در اخیر دستور طراحی را اجرا میکنیم. که در نتیجه همه تیرها و ستون ها طراحی میگردد. بعد از طراحی برای مشاهده نتایج با اجرای دستور Design> Concrete Frame Design>Display Design info میتوان همه خروجی های گرافیکی طراحی تیرها و ستون ها را که شامل موارد زیر هستند نمایش داد.

- Longitudinal Reinforcing •
- Shear Reinforcing •
- Column/Beam Capacity Ratios •
- Joint Shear Capacity Ratios •
- Torsion Reinforcing •

بررسی نتایج طراحی در تیر

به طور کلی در سیخ بندی خمشی تیر با دو دسته سیخ گول روبرو خواهیم شد. دسته اول از سیخ گول ها، سیخ گول سراسری و دسته دوم سیخ گول تقویتی میباشد. سیخ گول سراسری سیخ گول هستند که در تمام طول مقطع تیر به طور ممتد قرار دارند. در نواحی خاصی از تیرها مانند وسط دهانه ها یا نزدیک تکیه گاه ها به دلیل زیاد بودن میزان مومنت خمشی در تیر ممکن است سیخ گول لازم بیش از سیخ گول سراسری تیر باشد به همین علت در این نواحی، بالا یا پایین مقطع تیر نیاز به سیخ گول اضافه بر سیخ گول سراسری دارد که به آنها سیخ گول تقویتی گفته میشود. معمولاً سیخ گول تقویتی وسط دهانه تیر ها در پایین مقطع تیر قرار داده میشود. زیرا این سیخ گول ها مربوط به مومنت مثبت و ناشی از بارهای ثقیلی بوده و چون زلزله در وسط دهانه های تیر مومنت ایجاد نمیکند، در حوالی وسط دهانه تیر میزان مومنت ناشی از زلزله بسیار کم است. به همین علت کلیه سیخ گول تقویتی مورد نیاز در وسط دهانه مربوط به بار ثقیلی میباشد.

در کنار تیر ها نزدیک تکیه گاه ها تحت بار ثقیلی مومنت منفی ایجاد میشود. به این ترتیب ممکن است در این نواحی سیخ گول مورد نیاز بیش از سایر نواحی باشد. همچنان تحت بار زلزله در یک انتهای تیر مومنت مثبت و در انتهای دیگر مومنت منفی ایجاد میشود. چون برای طراحی، مومنتهای ناشی از بارهای ثقیلی و زلزله (به صورت رفت و برگشت) با ضرایب مربوط به ترکیبات بارگذاری آیین نامه، جمع جبری میشوند. به این ترتیب در نزدیک تکیه گاه ها مومنت منفی ناشی از بار ثقیلی با مومنت منفی از بار زلزله در ترکیب بار مانند

$(1.2DL+1.6LL+1.0EL)$ جمع جبری شده و در نتیجه مومنتهای دهانه تیر افزایش می یابد. همچنان مومنت مثبت ناشی از زلزله در نزدیکی تکیه گاه ها بیشترین مقدار را دارد و این مسئله ممکن است سبب نیاز به سیخ گول تقویتی در پایین مقطع تیر در نزدیکی تکیه گاه ها شود.

برنامه ETABS پس از طراحی تیر ها، مقدار سیخ گول طولی (Longitudinal Reinforcing) لازم برای تیر را در شش نقطه از تیر نشان میدهد. این نقاط عبارت اند از: ابتدا، وسط و انتهای دهانه در بالا و پایین مقطع تیر مقدار فولاد طولی نشان داده شده توسط برنامه ETABS باید در محدوده فولاد حداقل و حداکثر قرار گیرد.

فولاد حداقل و حداکثر از روابط زیر در سیستم SI بدست میآید:

$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,min} = \frac{4}{3} A_{s,req}$$

$$\rho_{min} = \max \left\{ 0.25 \frac{\sqrt{F_c}}{F_y}, \frac{1.4}{F_y} \right\}$$

Where F_c and F_y are in MPa. b and d are in mm

$$A_{s,max} = \rho_{max} \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{max} = 0.85 \frac{F_c}{F_y} \beta_1 \frac{3}{7} \quad \epsilon_s = 0.004$$

چنانچه مقدار فولاد طولی نشان داده شده در برنامه ETABS از مقدار حد اکثر بیشتر باشد نشان دهنده این مطلب است که مقطع تیر در نظر گرفته شده مناسب نمیشد و باید از تیر با ابعاد بزرگ تر استفاده کرد. در این حالت در برنامه ETABS علامت OS (Over Stressed)

در مقطع از تیر که ظرفیت خمشی آن کم تر از مقدار لازم میباشد، نشان داده میشود. نتایج طراحی برشی در نرم افزار به صورت نسبت

$$\frac{A_T}{S} = \frac{A_V}{S} + \frac{2A_T}{S}$$

در اختیار کاربر قرار میگیرد. چنانچه تیر در طراحی برشی، دارای علامت OS (Over Stressed) باشد به معنی آن است که میزان برش حاصل از مجموع نیروهای برشی و مومنت پیچشی در آن تیر از مقدار قابل تحمل توسط مقطع تیر بیشتر میباشد.

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

ضوابط تعیین سیخ گول سراری:

سیخ گول سراسری باید ضوابط آیین نامه زیر را ارضا نمایند:
باید نسبت سیخ گول سراسری (ρ) هم در بالا و هم در پایین مقطع تیر از نسبت فولاد حداقل بیشتر باشد.

$$\rho \geq \rho_{\min} = \max \left\{ 0.25 \frac{\sqrt{F_c}}{F_y}, \frac{1.4}{F_y} \right\}$$

حد اقل دوسیخ گول سراسری هم در بالا و هم در پایین مقطع تیر وجود داشته باشد.
در یک تیر ممتد (چند دهانه ای) سیخ گول سراسری بالا و پایین حد اقل باید (1/5) حد اکثر سیخ گول بالا و پایین تکیه گاه های تیر باشد.
طول شاخه های سیخ گول معمولاً 12m یا 11.75m می باشد. لیکن بسیاری از تیرهای چند دهانه در ساختمان ها طولی بیش از 12m با 11.75m دارند. به این ترتیب سیخ گول سراسری بالا و پایین مقطع این تیرها به طور قطع از دو یا چند قطعه سیخ گول در طول تیر تشکیل شده اند. هر قطعه سیخ گول باید به قطعه بعدی پیوند (splice) شود.
محل و طول پیوند سیخ گول ها باید ضوابط زیر را ارضا نماید:
بهتر است پیوند (splice) سیخ گول تیر در ناحیه ای خارج از ناحیه $\frac{L}{3}$ کناری تیر انجام شود. به عبارت دیگر بهتر است محل پیوند در ناحیه $\frac{L}{3}$ وسطی تیر قرار گیرد.
بهتر است پیوند (splice) سیخ گول سراری پایین مقطع تیر در یک مقطع انجام نشوند.
طول لازم (Ld) پیوند (Splice) طبق بند (ACI 12.2) محاسبه شود که در نقشه اجرایی نشان داده شده.
در تکیه گاه های کناری در قاب های چند دهانه باید سیخ گول سراسری از بر اتصال، به اندازه طول مهار مستقیم (Ld) و یا طول مهار مستقیم قبل از خم (Ldh) در تکیه گاه مهار شوند.

ضوابط سیخ گول تقویتی:

پس از تعیین سطح مقطع سیخ گول سراسری برای یک تیر، باید سیخ گول تقویتی (اضافه بر سیخ گول سراسری) در نواحی لازم در نظر گرفته شود.
همان طور که در ابتدای این بخش اشاره شد نواحی محتمل برای قرار گیری سیخ گول تقویتی عبارتند از پایین مقطع تیر در وسط دهانه ها و بالا و پایین مقطع تیر در نیز دیکی تکیه گاه ها.
برای تعیین جزئیات سیخ بندی تقویتی در تیر ها مراحل زیر طی میشوند:
سطح مقطع سیخ گول سراسری را از سطح مقطع سیخ گول طراحی شده توسط نرم افزار در کلیه مقاطع از تیر که نرم افزار در آن مقاطع سیخ گول بیش از مقدار سطح سیخ گول تقویتی لازم در آن مقطع از تیر می باشد.
طول سیخ گول تقویتی به اندازه $\frac{1}{3}$ طول دهانه مجاوز در هر طرف در نظر گرفته می شود.
در بالا یا پایین مقطع یک تیر، تعداد سیخ گول طولی (سراسری و تقویتی با یکدیگر) باید به گونه باشد که فاصله حد اقل بین سیخ گول طولی رعایت شود.
بر اساس آیین نامه حد اقل فاصله آزاد بین سیخ گول ها در یک لایه باید از مقدار زیر کم نباشد:

$$S_{\min} = \max \{ db, 2.5cm, 1.33d_{\max}, 0.2h_{\text{slab}} \}$$

ضوابط سیخ گول عرضی:

حد اقل قطر سیخ گول عرضی 8mm است.
حداکثر فاصله سیخ گول عرضی به صورت زیر تامین میگردد:
در مناطق از تیر که شدت برشی در آن کم است $V_u \leq 4V_c$

$$S_{\max} = \min \left\{ \frac{d}{2}, 60cm \right\}$$

در سایر مناطق از تیر $V_u \geq 4V_c$

$$S_{\max} = \min \left\{ \frac{d}{4}, 30cm \right\}$$

در نزدیکی اتصالات در طولی به اندازه دو برابر عمق تیر از تکیه گاه به سمت وسط دهانه

$$S_{\max} = \min \left\{ \frac{d}{4}, 8db, 24dt, 30cm \right\}$$

فاصله اولین کژدمک تابر اتصال نباید از 5cm زیاتر باشد.

در محل های بار متمرکز یا محل برخورد تیرها به یکدیگر نیز باید ضابطه سیخ بندی عرضی فشرده به اندازه دو برابر عمق تیر ارضا شود.

بررسی نتایج طراحی در ستون

برنامه ETABS در طراحی ستون ها، مقدار فولاد طولی (Longitudinal Reinforcing) لازم برای ستون را در بحرانی ترین مقطع ستون تحت یکی از ترکیب بار های طراحی، نشان میدهد. مقدار فولاد خمشی نشان داده شده توسط نرم افزار باید در محدوده فولاد حداقل و حداکثر قرار گیرد. در صد فولاد حداقل و حداکثر بر اساس ضوابط شکل پذیری ویژه در ساختمان ها به ترتیب برابر با 0.01 و 0.06 میباشد. لیکن به دلیل آن که فولاد ستون در یک طبقه برای پیوند شدن به سیخ گول ستون طبقه بعد در محل پیوند (SPlice) امتداد می یابند و از طرفی باید فیصدی فولاد ستون از فیصدی فولاد حداکثر تجاوز ننماید، حداکثر فیصدی فولاد هر ستون به 3% محدود میگردد.

در طراحی برشی ستونها نیز دونسبت $\frac{4v}{s}$ در اختیار کار بر قرار میگردد که یکی از آنها مربوط به برش در جهت X و دیگری مربوط به برش در جهت Y میباشد. از میان این دو نسبت بزرگترین مقدار را برای طراحی برشی ستون در نظر میگیریم. چنانچه مقدار سیخ گول طولی نشان داده شده در برنامه ETABS از مقدار حداکثر بیشتر باشد، نشان دهنده این مطلب است که مقطع ستون در نظر گرفته شده، مناسب نمیشد و باید از ستونی با ابعاد بزرگتر استفاده کرد. در این حالت در برنامه ETABS علامت OS (Over stressed) در مقطع از ستون که ظرفیت خمشی آن کم تر از مقدار لازم میباشد، نشان داده میشود.

ضوابط سیخ بندی طولی ستون

1. حد اکثر فاصله سیخ گول طولی از یکدیگر بر اساس آیین نامه 15cm ACI می باشد
2. در موارد که ستون طبقه بالا نسبت به ستون طبقه زیرین بعد کوچکتري دارد، سیخ گول ستون طبقه پایینی به میلان $\frac{1}{6}$ خم میشود تا به مقطع ستون طبقه بالا مطابق گردد.
3. با توجه به آن که مومنت خمشی در ستون ها ناشی از بار زلزله در وسط ارتفاع ستون صفر است و همچنین مناطق اطراف اتصال تیر به ستون از نظر رفتار لرزه ای ساختمان اهمیت و حساسیت زیادی دارند، بهترین موقعیت برای پیوند کردن (splice) سیخ گول ستون طبقه پایینی به طبقه بالا در حوالی وسط ارتفاع طبقه بالایی است. اگر چه بسیاری از مجریان این مسئله را دشوار می پندارند.
4. میزان سیخ گول ریشه ستون به تهادب برابر سیخ گول ستون طبقه اول در نظر گرفته میشود همچنین این سیخ گول ها باید از روی تهادب به سمت داخل تهادب با طول مهاري مستقیم (Ld) یا با طول مستقیم قبل از قلاب (Ldh) مهار شوند.

ضوابط سیخ بندی عرضی در ستون

از نظر آیین نامه های طراحی، بر مبنای عملکرد لرزه ای ساختمان های بتن آرمه، ستون به سه ناحیه تقسیم میشود: ناحیه اول که به ناحیه I₀ معروف است در نزدیکی اتصال تیر به ستون قرار دارد. ناحیه دوم که از اهمیت فوق العاده در رفتار لرزه ای ساختمان بر خوردار است چشمه اتصال نامیده میشود ناحیه سوم که خارج از ناحیه I₀ و چشمه اتصال است طول ناحیه I₀ از روی اتصال برابر حد اکثر زیر میباشد:

$$L_0 = \max \{ \text{Largest column dimension}, \frac{1}{6} \text{clear height}, 50\text{cm} \}$$

در این ناحیه ضوابط سیخ بندی عرضی ستون به قرار زیر است:

فاصله مجاز سیخ گول عرضی از یکدیگر (Sh) به صورت زیر می باشد

$$Sh = \min \left\{ \frac{B_s}{4}, 10\text{cm} \right\}$$

اولین کژدمک باید در فاصله ای حد اکثر برابر نصف فاصله که در بالا ذکر شد از بر اتصال قرار گیرد.

حد اقل قطر سیخ گول عرضی در ستون (10 میلی متر) می باشد که این رابطه برای نواحی خارج از چشمه نیز رعایت گردد.

در چشمه اتصال نیز حد اکثر فاصله ای کژدمک ها برابر (Sh) می باشد.

در سایر نواحی ستون فاصله بین سیخ گول عرضی (S₀) نباید از حد اقل مقادیر زیر بیشتر باشد:

$$S_0 = \min \left\{ 8\text{db}, 24\text{ds}, \frac{B_s}{2}, 30\text{cm} \right\}$$

سیخ بندی عرضی ستون باید به گونه انجام شود که سیخ گول طولی واقع در گوشه مقطع مستطیلی حتما در گوشه یک تنگ بسته واقع شود و سایر سیخ گول ها حد اقل به صورت یک در میان در گوشه یک تنگ واقع شوند.

طراحی سلب ها با استفاده از برنامه (SAFE 12.3.0)

در این مرحله سلب های پروژه مورد نظر را با استفاده از برنامه SAFE تحلیل و طراحی مینماییم. و برای انجام این کار ابتدا سلب مورد نظر از برنامه ETABS به برنامه SAFE انتقال داده میشود. با این که میتوان سلبها را در برنامه ETABS مدل سازی کرد، امکان طراحی آنها در این برنامه وجود ندارد. در برنامه SAFE امکان تحلیل و طراحی انواع مختلف سلبها وجود دارد. امکان مدل سازی سلبهای پیش تنیده نیز در نرم برنامه SAFE وجود دارد. در طراحی سلب در برنامه SAFE کنترلرول انحنا یا خیز، برش سوراخ کننده

(Punching shear) و سیخ گولها قابل انجام است. در پروژه حاضر به علت وجود تیرها (سیستم سلب - تیر) برش سوراخ کننده مطرح نیست در

طراحی سلبها باید انحنا یا خیز دراز مدت ناشی از خزش مورد توجه قرار گیرد. همچنان ترک خوردگی سلبها باید در محاسبه انحنا یا خیز آنی یا دراز

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

مدت لحاظ گردد. در این بخش از پروژه به طور نمونه سلب طبقات تیپیک که مدل سازی آن در برنامه ETABS صورت گرفته از برنامه ای ETABS به برنامه SAFE انتقال (Export) داده میشود. اما پیش از همه نحوه کنترل انحنای خیز بر اساس آیین نامه ACI318 شرح داده میشود.

کنترل انحنای خیز (Deflection) سلبها

در سلبهای دوطرفه یکی از مهمترین عوامل کنترل ضخامت در سلبها، انحنای خیز سلب است. در محاسبه این انحنای باید ترک خوردگی و خزش، مورد توجه قرار گیرند. مطابق آیین نامه ACI 318 اگر ضوابط مربوط به ضخامت سلب کنترل شوند نیازی به کنترل انحنای خیز سلب نیست. در این قسمت ضوابط کنترل انحنای سلبها بر اساس بند (ACI318 9.5.3) شرح داده میشود.

در بند (9.5.3) آیین نامه ACI318 قید شده است که ضخامت سلبهای دوطرفه با تیر و بدون تیر بر حسب ضوابط بند (9.5.3.2) الی (9.5.3.4) این آیین نامه تعیین میشود. بند 9.5.3.3 در مورد کنترل ضخامت حد اقل سلبها است بند (ACI 318 9.5.3.4) در مورد کنترل انحنای خیز حد اکثر است.

انحنای خیز حد اکثر سلبها (بند 9.5.3.4 آیین نامه ACI 318)

در صورتی که انحنای خیز سلب محاسبه شده از مقادیر جدول (b) 9.5 کمتر باشد میتوان از ضخامتی کمتر ارائه شده در بندهای 9.5.3.1 الی 9.5.3.3 استفاده کرد.

TABLE 9.5(b) — MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS

Type of member	Deflection to be considered	Deflection limitation
Flat roofs not supporting or attached to non-structural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/180^*$
Floors not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/360$
Roof or floor construction supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	That part of the total deflection occurring after attachment of nonstructural elements (sum of the long-term deflection due to all sustained loads and the immediate deflection due to any additional live load) [†]	$\ell/480^‡$
Roof or floor construction supporting or attached to nonstructural elements not likely to be damaged by large deflections		$\ell/240^§$

* Limit not intended to safeguard against ponding. Ponding should be checked by suitable calculations of deflection, including added deflections due to ponded water, and considering long-term effects of all sustained loads, camber, construction tolerances, and reliability of provisions for drainage.

† Long-term deflection shall be determined in accordance with 9.5.2.5 or 9.5.4.3, but may be reduced by amount of deflection calculated to occur before attachment of nonstructural elements. This amount shall be determined on basis of accepted engineering data relating to time-deflection characteristics of members similar to those being considered.

‡ Limit may be exceeded if adequate measures are taken to prevent damage to supported or attached elements.

§ Limit shall not be greater than tolerance provided for nonstructural elements. Limit may be exceeded if camber is provided so that total deflection minus camber does not exceed limit.

در محاسبه انحنای (deflection) باید اندازه و شکل سلب، شرایط تکیه گاهی در نظر گرفته شوند. همچنین باید اثرات ترک خوردگی سلب و انحنای درازمدت در نظر گرفته شوند. در موارد که نیاز به محاسبه انحنای باشد، انحنای آنی ناشی از اعمال بار بر اساس روابط و فورمول های مربوط به تغییر شکل های الاستیک محاسبه میشوند. در این محاسبه باید اثرات ترک خوردگی و فولاد در سختی عضو در نظر گرفته شوند.

برای محاسبه انحنای خیز دراز مدت ناشی از خزش، در غیاب تحلیل های دقیق میتوان از رابطه زیر برای محاسبه انحنای ناشی از خزش کانکریت استفاده کرد. ضریب زیر در انحنای آنی ضرب میشود و انحنای ناشی از خزش بدست می آید.

$$\lambda = \frac{\zeta}{1 + 50\rho'}$$

در رابطه فوق ρ' فیصدی فولاد فشاری مقطع سلب است. ضریب λ نیز به مدت بهره برداری از ساختمان بستگی دارد و به صورت زیر در آیین نامه ACI 318 مشخص شده است.

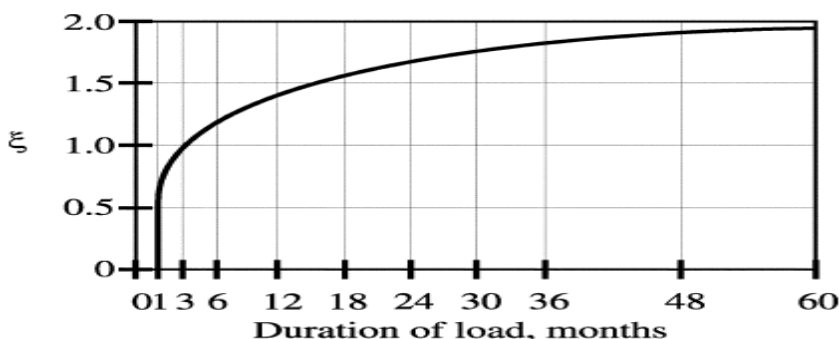
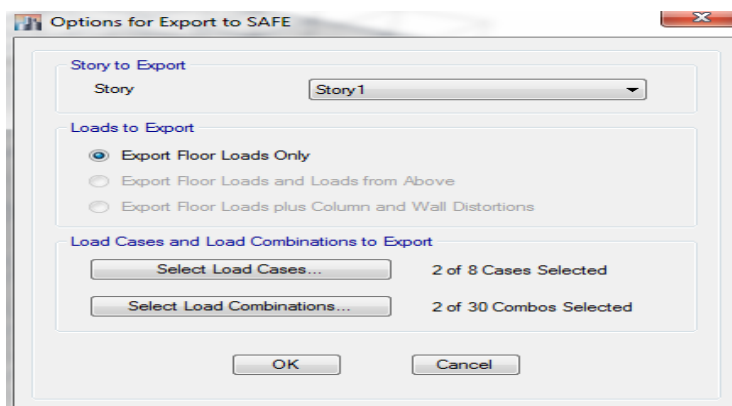


Fig. R9.5.2.5—Multipliers for long-term deflections

اگر در جهت اطمینان از فیصدی فولاد فشاری سلب صرف نظر شود و مدت بهره برداری بیش از مدت 5 سال در نظر گرفته شود، در این صورت انحنای خیز ناشی از خزش دوبرابر انحنای خیز آنی خواهد بود.

فرستادن سلب طبقه نمونه (Typical Story) به SAFE

در این قسمت، انتقال فایل از ETABS به SAFE انجام میشود. این مرحله آغاز مدل سازی سلب در برنامه SAFE است. بارهای ثقلی مرده وزنده به همراه مشخصات سلب و خطوط شبکه به برنامه SAFE انتقال داده میشوند. و دارای مراحل زیر میباشد: از انجام عملیات تحلیل در مدل ETABS باید مطمئن باشیم. دستور File>Export Save Story as SAFE V12.f2k File را اجرا میکنیم. در جعبه باز شده مانند شکل زیر یکی از طبقات نمونه را انتخاب میکنیم. همچنین روی دکمه Select Cases کلیک میکنیم و حالت های بارهای ثقلی را انتخاب میکنیم. گزینه لازم برای انتقال بارهای کف بدون عکس العمل های ساختمان فوقانی گزینه Export Floor Loads Only میباشد. روی دکمه OK کلیک میکنیم و فایل را تحت عنوان مناسب (SALB 1) با پسوند F2K ذخیره میکنیم.



گسیل قوه ها وارده بالای سلب به برنامه SAFE

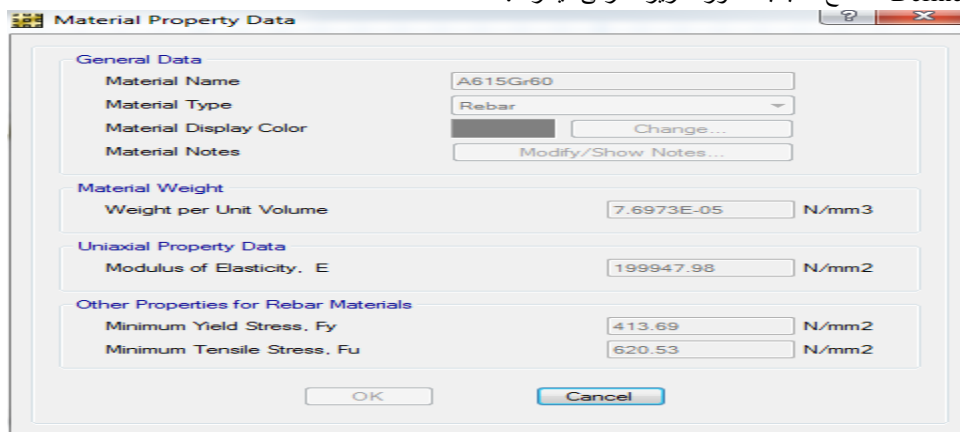
برنامه SAFE را باز میکنیم و با دستور File>Import>SAFE .f2k File را مسير يابی میکنیم سپس از یافتن این فایل آن را انتخاب و سپس دکمه OPEN را فشار میدهم. هندسه سلب طبقه اول به همراه خطوط شبکه در پنجره نمایش ظاهر میشود. همچنان مقاطع ستون، دیوار، سلب با مشخصات آن ارسال میگردد. این فایل باید تحت نام مناسب ذخیره گردد. ما همین پروسیجر را برای طبقه دوم و بام که در اصل طبقه دوم در تعمیر فوق TIPIC با طبقات سوم چهارم بوده را انجام داده ایم برای جزئیات بیشتر به نقشه انجیری مراجعه شود.

تعیین مشخصات سلب

در این بخش مشخصات اصلی سلب از قبیل مصالح، مقاطع، تکیه گاه ها، بارها و ترکیب بارها ایجاد و یا تغییر داده میشوند اگر لازم باشد در مشخصاتی که برنامه ETABS به SAFE انتقال داده است، میتوان تغییرات به وجود آورد. حالت های تحلیل غیر خطی مربوط به کنترل انحنای خیز با لحاظ کردن اثرات ترک خوردگی و انحنای دراز مدت نیز در این مرحله ایجاد میشوند.

تعیین مصالح

از مسیر Materials>Define مصالح سلب به صورت زیر معرفی میگردد:



مصالح فولادی سیخ گول

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

Slab Property Data

General Data

Property Name: Slab15

Slab Material: 4000Psi

Display Color: [Red] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Slab

Thickness: 150 mm

☐ Orthotropic

OK Cancel

مصالح کانکریٹ

تعیین مقطع سلب : از مسیر Define>Slab Properties به برنامه ETABS انتقال داده است، میتوان تغییر داد که به صورت زیر معرفی میگردد.

Slab Properties

Slab Property

Col_Stiff

SLAB1

Slab15

Click to:

Add New Property...

Add Copy of Property...

Modify/Show Property...

Delete Property

OK Cancel

مقاطع ارسال شده از برنامه ETABS به SAFE

Slab Property Data

General Data

Property Name: Slab15

Slab Material: 4000Psi

Display Color: [Red] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Slab

Thickness: 150 mm

☐ Orthotropic

OK Cancel

مقطع سلب با ضخامت 15cm

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

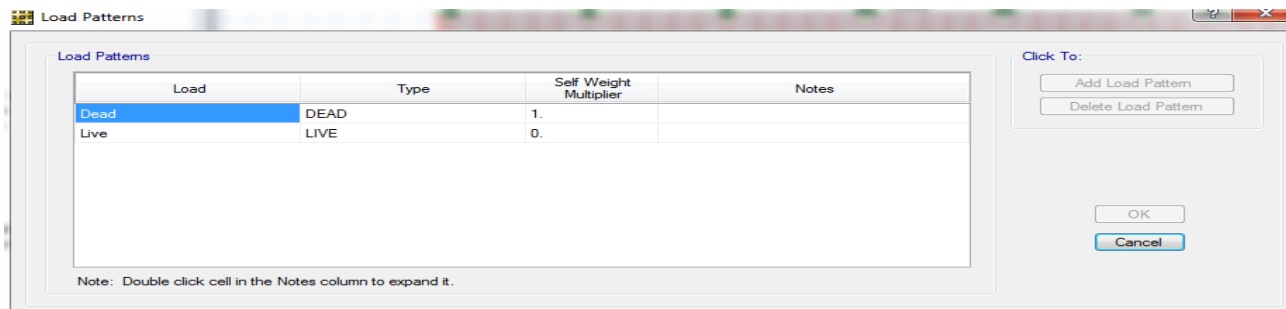
توصیه: کوشش شود که در زمان تحلیل ساختمان پیش از این که نقشه انجینیری ساخته شود سلب در در برنامه SAFE تحلیل کرده در صورتیکه سلب جوابگوی مقررات کود نباشد ضخامت سلب را در تحلیل تغییر داده تا به مقررات کود درست شود بعدا ضخامت سلب که در پروگرام SAFE تعیین شده انرا در مدل که در پروگرام (ETABS) انرا ASSIGN می نمایم .

تعیین مقطع تیر

تمام مقاطع تیر که از پروگرام ETABS به SAFE وارد شده درست می باشد لذا به تغییر دادن ان ضرورت نمی باشد. در صورتیکه سلب در پروگرام SAFE مدل شده باشد در انصورت ما مقطع تیر و ستون را به پروگرام اول تعریف نموده بعدا به پروگرام ASSIGN می نمایم.

حالت‌های بار

از مسیر Define>Load Patterns به برنامه ETABS به SAFE انتقال داده است دیده میشوند، با انتقال بارها، تنها برای حالت های انتخاب شده عکس عملهای تکیه گاهی و بارها انتقال داده شده اند.



تعریف بار ها

حالت‌های تحلیل

در این مرحله یکی از از مهمترین بخش های مدلسازی که مربوط به تنظیم حالت‌های تحلیل غیر خطی با لحاظ کردن ترک خوردگی و انحنای دراز مدت است انجام میشود. برای طراحی فولاد طولی و کنترل برش سوراخ کننده (در صورت لزوم) از تحلیل های خطی استفاده میشود. امادر تعیین انحنای سلب لازم است که از تحلیل غیر خطی استفاده شود.

حالت های تحلیل مورد نیاز در این پروژه عبارتند از:

حالت‌های خطی استاتیکی برای تحلیل و طراحی سیخ گول کششی

حالت‌های غیر خطی استاتیکی برای در نظر گرفتن ترک خوردگی و انحنای آنی

حالت‌های غیر خطی استاتیکی برای در نظر گرفتن ترک خوردگی و انحنای دراز مدت

اصولا انحنای براساس تغییر شکلهای دراز مدت محاسبه میشود. در این قسمت حالت تحلیل غیر خطی با ترک خوردگی و انحنای آنی تنها جهت مقایسه ایجاد میشود.

برای انجام تحلیل محاسبه انحنای، در برنامه SAFE تمام بار های مربوط به کنترل انحنای در یک حالت غیر خطی با هم قرار داده میشوند. در اینجا فرض میکنیم که بار زنده به دو قسمت بار زنده ثابت و بار زنده غیر دائم قابل تبدیل باشد.

معمولا در صد دائم یا ثابت بار زنده همان بخشی از بار است که در محاسبه ای وزن ساختمان برای بار زلزله بکار میرود.

در برنامه SAFE برای محاسبه انحنای یا خیز سلب روش های زیر برای انحنای یا خیز آنی و دراز مدت اجرا میگردد.

انحنای آنی سلب با ترک خوردگی : برای محاسبه انحنای باید کل ترکیب بار (DEAD+LIVE) در یک حالت غیر خطی با لحاظ کردن اثر ترک خوردگی قرار داده میشود.

انحنای دراز مدت با ترک خوردگی : خزش و جمع شدگی تنها برای بارهای دائمی ساختمان قابل اعمال هستند بارهای دائمی شامل کل بار مرده به اضافه 25% کل بار زنده است. تحلیل به دو قسمت تقسیم میشود. در قسمت اول انحنای آنی تحت اثر بار زنده غیر دائم محاسبه میشود. در قسمت دوم انحنای دراز مدت در اثر بارهای دائمی محاسبه میشود. انحنای کل، حاصل جمع انحنای بدست آمده از این دو قسمت است. بنا برین به تحلیل های زیر برای محاسبه انحنای سلب نیاز است.

Case1: انحنای آنی با لحاظ کردن ترک خوردگی که به صورت مجموع کل بارها است یعنی (DEAD +LIVE)

Case2: انحنای آنی با لحاظ کردن ترک خوردگی که به صورت مجموع بارهای دایمی است یعنی (DEAD+ 0.25LIVE)

Case3: انحنای دراز مدت با لحاظ کردن ترک خوردگی که به صورت مجموع بارهای دایمی است یعنی (DEAD +0.25LIVE)

در نتیجه: انحنای دراز مدت پس از انجام سه تحلیل فوق، با استفاده از ترکیب بار زیر بدست می آید.

Case3+ (Case1- Case2)

اختلاف انحنای ناشی از تحلیل های 1و2 نشان دهنده انحنای یا خیز ناشی از بارهای غیر دایم زنده است که در آن ترک خوردگی لحاظ شده است.

برای معرفی این حالتها مراحل زیر را اجرا مینمائیم:

برای ایجاد حالت تحلیل محاسبه انحنای آنی با لحاظ کردن ترک خوردگی با استفاده از مسیر Define>Load Cases> Add New Case

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله
به صورت زیر ترکیب بار کنترل انحنای آنی و ترک خوردگی سلب را تنظیم می‌نماییم.

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: CASE1

Load Case Data Notes: [Modify/Show Notes...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:

- ☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- ☐ Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Loads Applied:

Load Name	Scale Factor
Dead	1
Live	1

Analysis Type:

- ☐ Linear
- ☐ Nonlinear (Allow Uplift)
- ☒ Nonlinear (Cracked)
- ☐ Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: []

Shrinkage Strain: []

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.00001

[OK] [Cancel]

تنظیم حالت تحلیل محاسبه انحنای آنی

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: CASE2

Load Case Data Notes: [Modify/Show Notes...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:

- ☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- ☐ Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Loads Applied:

Load Name	Scale Factor
Dead	1
Live	0.25

Analysis Type:

- ☐ Linear
- ☐ Nonlinear (Allow Uplift)
- ☒ Nonlinear (Cracked)
- ☐ Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: []

Shrinkage Strain: []

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.00001

[OK] [Cancel]

تنظیم حالت تحلیل CASE 2

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: CASE3

Load Case Data Notes: [Modify/Show Notes...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:

- ☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- ☐ Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Loads Applied:

Load Name	Scale Factor
Dead	1
Live	0.25

Analysis Type:

- ☐ Linear
- ☐ Nonlinear (Allow Uplift)
- ☐ Nonlinear (Cracked)
- ☒ Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: 2

Shrinkage Strain: 0.0005

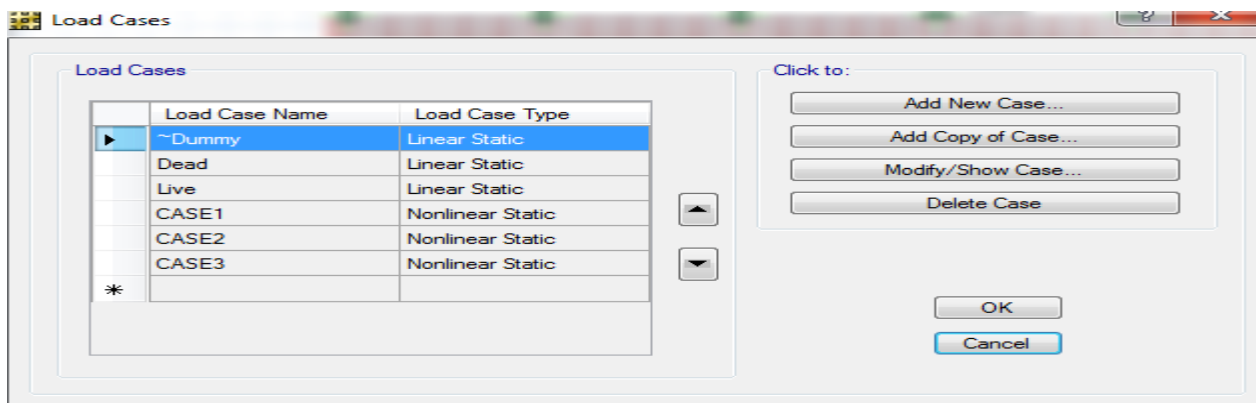
Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.00001

[OK] [Cancel]

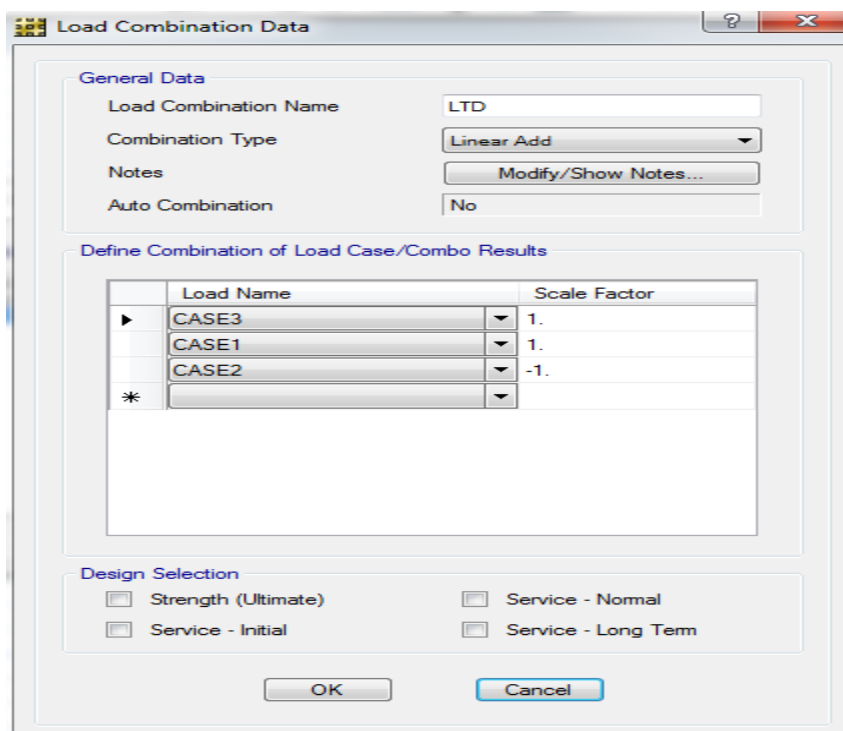
تنظیم حالت تحلیل محاسبه انحنای در از مدت CASE 3

ضریب Creep Coefficient همان ضریب خزش λ که قبلاً به آن اشاره شد. مقدار کرنش جمع شدگی نیز در جعبه Shrinkage Strain وارد میشود. ضریب خزش $\lambda = 2$ برای مدت بهره برداری بیش از پنج سال مناسب است. کرنش جمع شدگی پیش فرض (مطابق آیین نامه ACI 318) 0.0005 نیز مناسب است.



ترکیب بارها

با استفاده از مسیر Define>Load Combinations برای اضافه کردن ترکیب بار برای محاسبه انحنای دراز مدت با لحاظ کردن ترک خوردگی روی دکمه Add New Combo کلیک و ترکیب بار $Case3 + (Case1 - Case2)$ را به صورت زیر معرفی میکنیم.



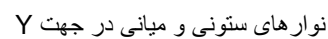
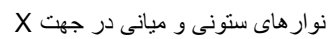
معرفی ترکیب بار محاسبه انحنای دراز مدت سلب

مشخصات طراحی

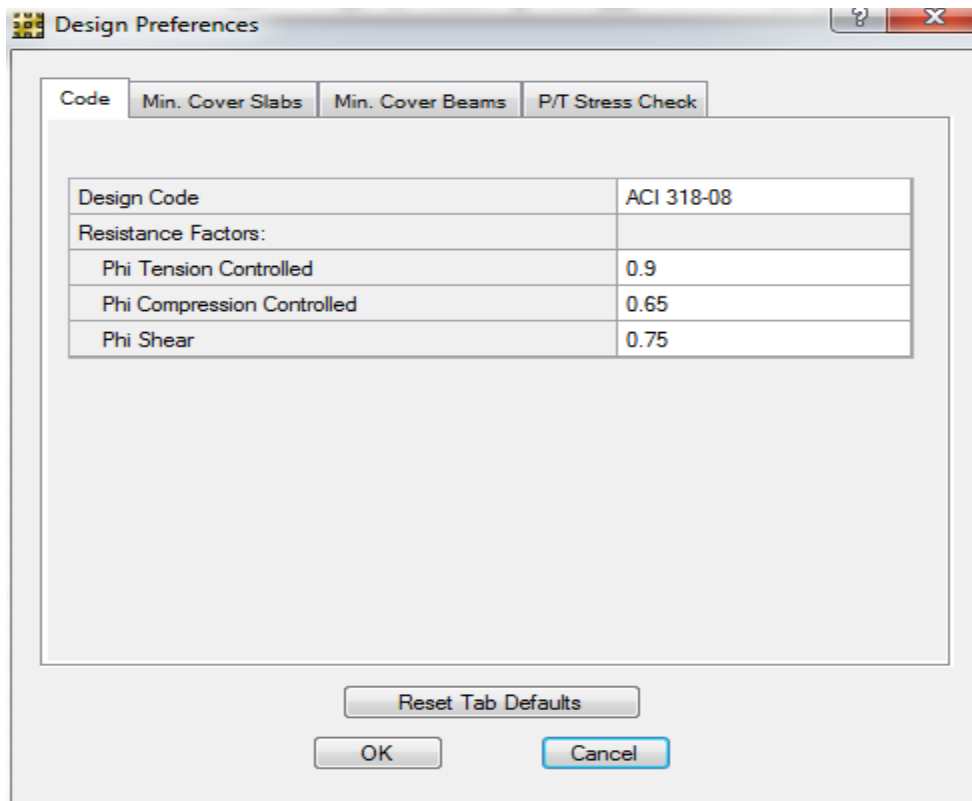
در این بخش نوارهای طراحی ترسیم میشوند، مشخصات طراحی این نوارها به آنها اختصاص داده میشود. همچنین ترکیب بارهای لازم برای طراحی تنظیم خواهند شد.

ترسیم نوارهای طراحی

با استفاده از ترسیم دستی نوارهای ستونی و میانی را در جهت های X و Y به صورت ترسیم مینماییم سپس بر اساس اصول آیین نامه ACI318 عرض نوارها را تنظیم مینماییم که به صورت زیر مشاهده میگردد.



با استفاده از مسیر Design > Design Preferences آیین نامه برای طراحی، پارامترهای طراحی، پوشش سیخ گول سلب و تیر را با در نظر داشت قطر سیخ گول به صورت زیر تعیین و تنظیم مینماییم.

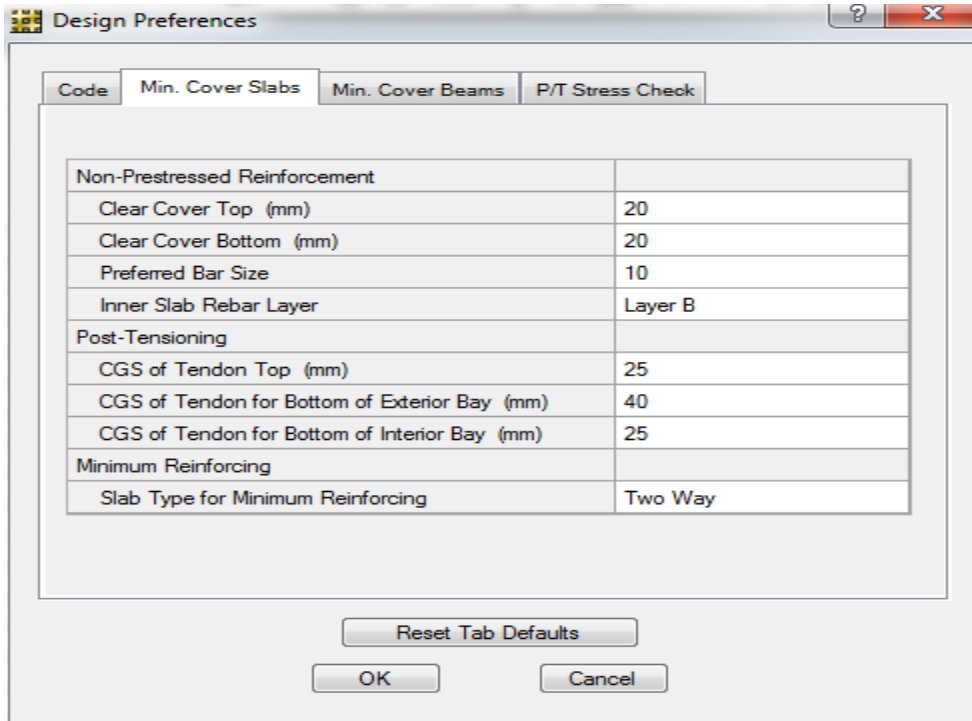


The image shows the 'Design Preferences' dialog box with the 'Code' tab selected. The dialog has four tabs: 'Code', 'Min. Cover Slabs', 'Min. Cover Beams', and 'P/T Stress Check'. The 'Code' tab contains a table with the following data:

Design Code	ACI 318-08
Resistance Factors:	
Phi Tension Controlled	0.9
Phi Compression Controlled	0.65
Phi Shear	0.75

At the bottom of the dialog, there are three buttons: 'Reset Tab Defaults', 'OK', and 'Cancel'.

تعیین آیین نامه و پارامترهای طراحی



The image shows the 'Design Preferences' dialog box with the 'Min. Cover Slabs' tab selected. The dialog has four tabs: 'Code', 'Min. Cover Slabs', 'Min. Cover Beams', and 'P/T Stress Check'. The 'Min. Cover Slabs' tab contains a table with the following data:

Non-Prestressed Reinforcement	
Clear Cover Top (mm)	20
Clear Cover Bottom (mm)	20
Preferred Bar Size	10
Inner Slab Rebar Layer	Layer B
Post-Tensioning	
CGS of Tendon Top (mm)	25
CGS of Tendon for Bottom of Exterior Bay (mm)	40
CGS of Tendon for Bottom of Interior Bay (mm)	25
Minimum Reinforcing	
Slab Type for Minimum Reinforcing	Two Way

At the bottom of the dialog, there are three buttons: 'Reset Tab Defaults', 'OK', and 'Cancel'.

تعیین پوشش سیخ گول سلب

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

The image shows the 'Design Preferences' dialog box with the 'Min. Cover Beams' tab selected. It contains a table for reinforcement settings.

Non-Prestressed Reinforcement	
Clear Cover Top (mm)	50
Clear Cover Bottom (mm)	50
Preferred Bar Size (Flexure)	14
Preferred Bar Size (Shear)	10
Post-Tensioning	
CGS of Tendon Top (mm)	50
CGS of Tendon Bottom (mm)	50

Buttons at the bottom: Reset Tab Defaults, OK, Cancel.

تعیین پوشش سیخ گول تیر

انتخاب ترکیب بارهای طراحی

با استفاده از مسیر Design > Design Combos ترکیب های بار برای طراحی را انتخاب مینماییم که عبارت است از

UDCONU1=1.4(DEAD)

UDCONU2=1.2(DEAD) + 1.6LIVE

The image shows the 'Design Load Combinations Selection' dialog box. It has two main sections: 'Select Type' and 'Select Load Combination'.

Select Type: Load Combination Type is set to 'Strength (Ultimate)'.

Select Load Combination:

- List of Load Combinations: LTD
- Design Load Combinations: UDCon1, UDCon2
- Buttons: Add =>, <= Remove, Show...

Buttons at the bottom: OK, Cancel.

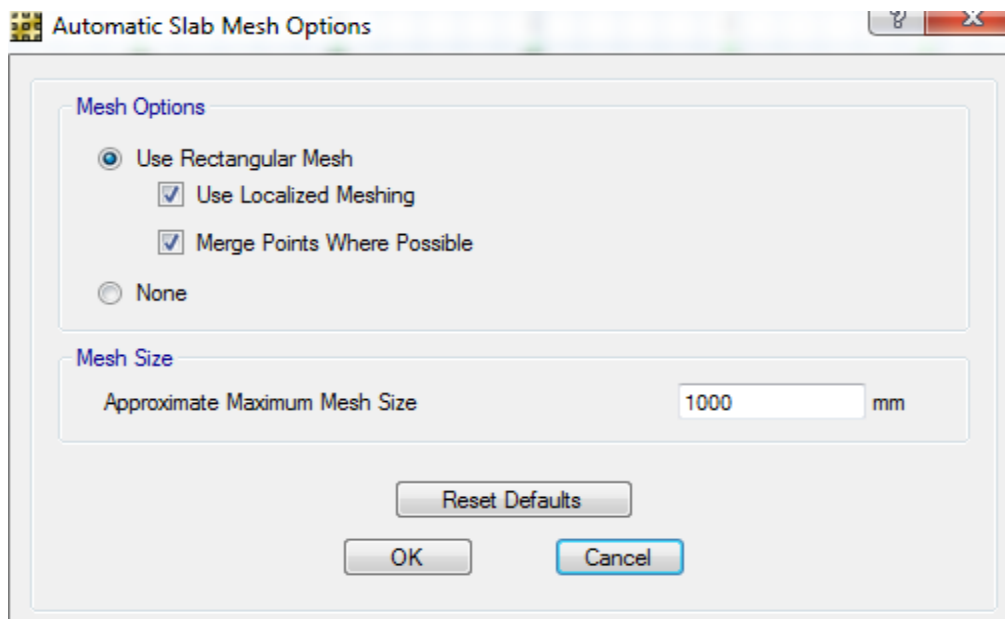
انتخاب تراکیب بارهای طراحی

تحلیل و طراحی

در این بخش تقسیم بندی اجزای محدود، درجات آزادی مدل و پارامترهای مربوط به تحلیل ترک خوردگی تنظیم خواهند شد. تمام این دستورها در منوی Run قرار دارند. و پس از تنظیم مشخصات مورد نظر، عملیات تحلیل و طراحی انجام خواهند شد.

تقسیم بندی خودکار اجزای محدود

با استفاده از مسیر Run > Automatic Slab Mesh Options سلب را به صورت زیر به المان های محدود تقسیم بندی میکنیم.

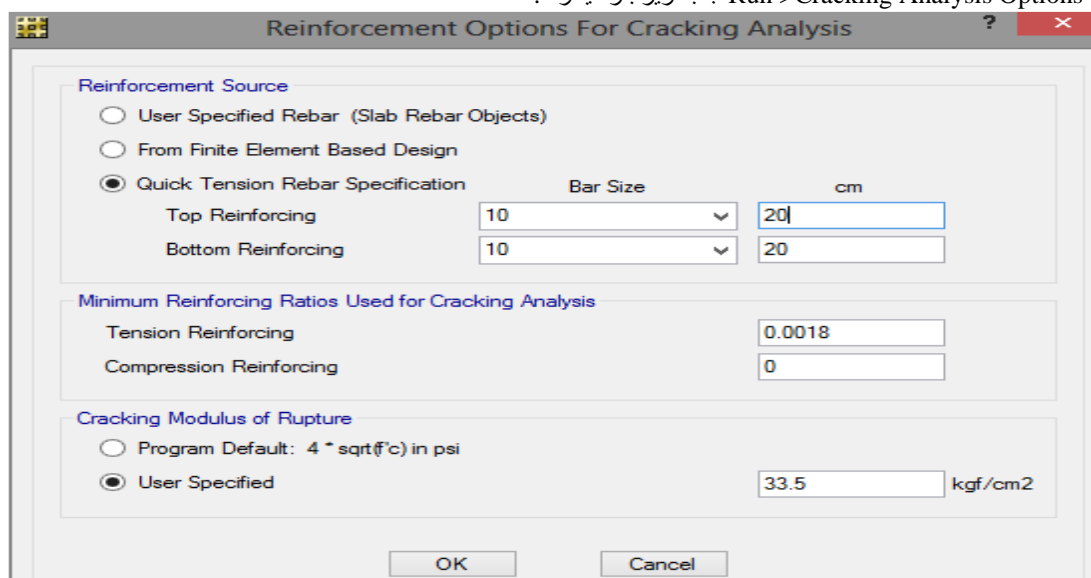


تقسیمات شبکه بندی سلب

معمولا توصیه میشود که حد اکثر اندازه تقسیم بندی اجزای محدود در سلبها حدود 2 تا 3 برابر ضخامت سلب باشد تا دقت مناسب در خروجی ها حاصل شود.

پارامترهای تحلیل ترک خوردگی سلب

با استفاده از مسیر Run > Cracking Analysis Options جعبه زیر باز میگردد.



طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

در ناحیه Reinforcement Source میتوان سیخ گول موجود برای محاسبه مومنت ترک خوردگی رابه برنامه معرفی کرد. سه گزینه زیر در این ناحیه قابل انتخاب هستند.

User Specified Rebar (Slab Rebar Objects): با انتخاب این گزینه باید سیخ گول به صورت مستقیم در مدل ترسیم شوند. برنامه بر اساس موقعیت سیخ گول ترسیم شده فیصدی فولاد موجود در سلب را محاسبه میکند. از طریق دستور Draw > Draw Slab Rebar میتوان سیخ گول مورد نیاز را ترسیم کرد.

From Finite Element Based Design: با انتخاب این گزینه برنامه SAFE مساحت سیخ گول محاسبه شده بر اساس مومنت واحد طول راملک محاسبه ای مومنت ترک خوردگی قرار میدهد، قابل توجه است که این مساحت سیخ گول معمولاً به صورت خام است و تیپ بندی مسلماً توزیع سیخ گول را تغییر خواهد داد.

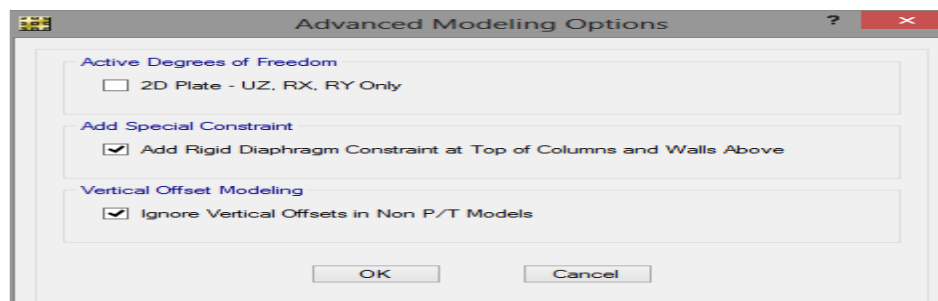
Quick Tension Rebar Specification: بافعال کردن این گزینه میتوان مانند شکل فوق سیخ گول یکنواخت تیپ لایه های بالا و پایین سلب رامعرفی کرد در سلب مورد نظر سیخ گول یکنواخت Ø10 @20cm برای لایه های بالا وپایین سلب مناسب به نظر میرسد.

در ناحیه Minimum Reinforcing Ratios Used for Cracking Analysis میتوان حداقل فولاد کششی و فشاری به کار رفته در تحلیل ترک خوردگی سلب را معرفی. در صورتی که سیخ گول معرفی شده در مرحله قبلی کمتر از در صد فولاد معرفی شده در این ناحیه باشد، برنامه از این مقدار حداقل در تحلیل استفاده خواهد کرد.

در ناحیه Cracking Modulus of Rupture میتوان ضریب گسیختگی کانکریت را معرفی کرد. برنامه به صورت پیش فرض از $4\sqrt{F_c}$ که واحد آن (psi) می باشد استفاده می نماید.

تنظیم درجات آزادی

با استفاده از مسیر Run > Advanced Modeling Options به صورت زیر درجات آزادی تنظیم میگردد:



تنظیم درجات آزادی مدل سلب

انجام تحلیل و طراحی

با استفاده از مسیر Run > Run Analysis & Design عملیات تحلیل و طراحی انجام میگردد. و برای مشاهده روند تحلیل و پیام های ظاهر شده از دستور Run > Show Last Run Details استفاده میشود.

مشاهد و کنترل خروجی ها

در این بخش خروجی های مانند انحنای سلب، عکس العمل های تکیه گاهی و مساحت فولاد مورد نیاز را بررسی میکنیم. تمام خروجی ها در منوی Display قابل مشاهده هستند.

انحنای سلب

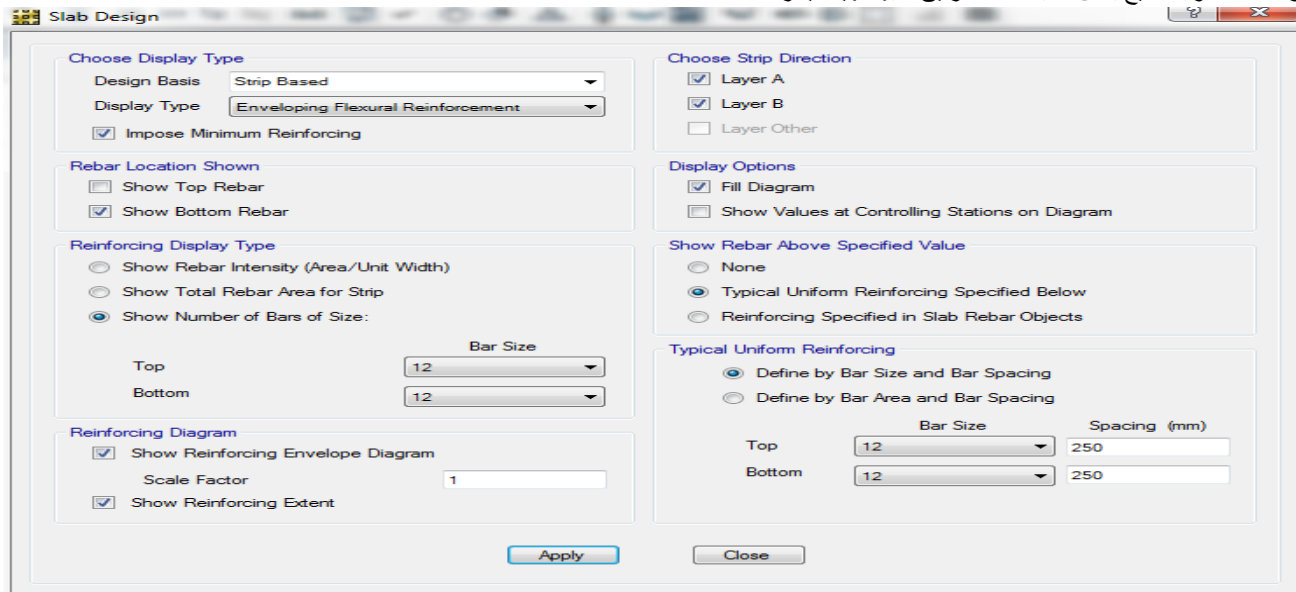
با استفاده از مسیر Display > Show Deformed Shape در جعبه ظاهر شده تر کیب بار LTD را برای مشاهده انحنای درازمدت سلب انتخاب و Apply میکنیم. که در نتیجه سلب تغییر شکل میکند و به حرکت دادن ماوس روی مدل میتوان انحنای نقاط مختلف سلب را مشاهده کرد. همچنان در یک نوار مقادیر مختلف انحنای سلب از حد اقل تا حد اکثر مشاهده میگردد. انحنای حداکثر با انحنای مجاز $(\frac{L}{480})$ مقایسه گردد. اگر از حد مجاز بیشتر بود باید ضخامت سلب را تاحدی زیاد کرد که انحنای حد اکثر از حد مجاز بیشتر نشود. یا اینکه ما می توانیم با خیز دادن ان قسمت از سلب که تغییر شکل بیش از حد مجاز باشد و تغییر شکل که در زمان بهره برداری قرار می گیرد مساوی گردد ضخامت سلب را به حالت خود گذاشته و به انجنیر ساحوی در این باره گوش زد می کنیم.

در سلب حاضر بعد از تحلیل دیده میشود که انحنای حداکثر 16.1mm و انحنای مجاز ان 13.3mm میباشد. در این صورت چون یک قسمت از سلب که تغییر شکل ان از تغییر شکل مجاز بیشتر می باشد راه کرد که در بالا ذکر شد انجام می دهیم.

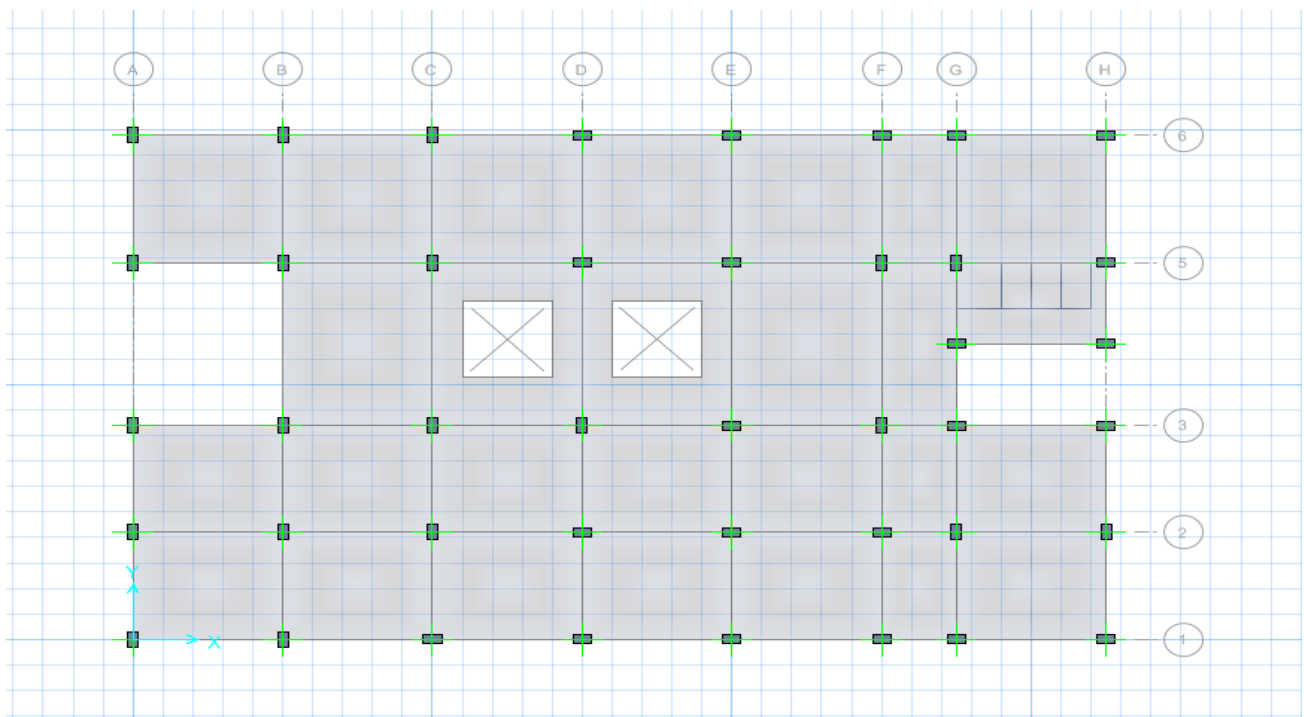
طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله
و ضخامت سلب را به حالت خود می مانیم.

سیخ گول های طولی سلب

با استفاده از مسیر **Display > Show Slab Design** سیخ گول های کششی سلب به صورت زیر مشاهده میگردد و بر اساس این خروجی ها و با در نظر داشت ضوابط سیخ بندی سلب نقشه اجرایی سلبها تهیه میگردد .



توزیع سیخ گولها به دو جال فوقانی و تحتانی، و مشاهده سیخ گول فوقانی و تحتانی اضافی به جهت X,Y



مشاهده سیخ گول فوقانی و تحتانی اضافی به جهت X,Y

چنانچه مشاهده میگردد که در دو جال فوقانی و تحتانی (Ø10@25 cm) تعداد سیخ گول کفایت می کند و به سیخ گول اضافی ضرورت نمی باشد.

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

ضوابط سیخ بندی سلبها

در مورد سیخ بندی سلبهای تیرستونی از مجموع ضوابط موجود در آیین نامه ACI 318 و موارد تجربی طراحی سلب میتوان به نکات زیر اشاره کرد:

معمولا در سلبهای با ضخامت کمتر از 15cm یک شبکه ای سیخ گول سراری در پایین قرار میگیرد و در قسمت های از سلب که مومنت مثبت بیش از مومنت مثبت قابل تحمل برای شبکه سراسری است، سیخ گول تقویتی در پایین مقطع اضافه میشوند. و برای مومنت منفی تنها در نواحی لازم سیخ گول تقویتی قرار میگیرد. معمولا این نواحی در نزدیکی تکیه گاه های سلب (تیرها، دیوار و پایه) هستند.

در سلبهای با ضخامت مساوی و یا بیشتر از 15cm معمولا دو شبکه ای سیخ گول سراری در بالا و پایین ضخامت سلب قرار میگیرد. در این حالت نیز در هر ناحیه از سلب که مومنت مثبت یا منفی بیش از مومنت قابل تحمل برای مقطع با شبکه سیخ گول سراسری باشد، در پایین یا بالای مقطع سیخ گول تقویتی اضافه میشوند در پروژه حاضر چون ضخامت سلب بیشتر از 15cm میباشد بنابر این از دو شبکه سیخ گول بالا و پایین مقطع سلب استفاده شده است.

حداقل پوشش کانکریت برای سیخ گول سلب با قطر کوچکتر و یا مساوی $\emptyset 16$ (1.5cm) و برای سیخ گول با قطر بزرگتر از $\emptyset 16$ (2cm) است. چنانچه در ساختمان احتمال قرار گیری سلب در معرض آتش وجود داشته باشد، باید مقدار پوشش متناسب به آیین نامه حریق افزوده شود.

حداقل نسبت سیخ گول در سلبها 0.0018 و یا 0.002 میباشد. این مقدار حداقل میتواند در یک وجه (بالا و یا پایین) سلب یا مجموعا در دو وجه مقطع قرار داده شود که در ضابطه اول تشریح گردید.

حد اکثر فاصله سیخ گول سلب به صورت زیر میباشد:

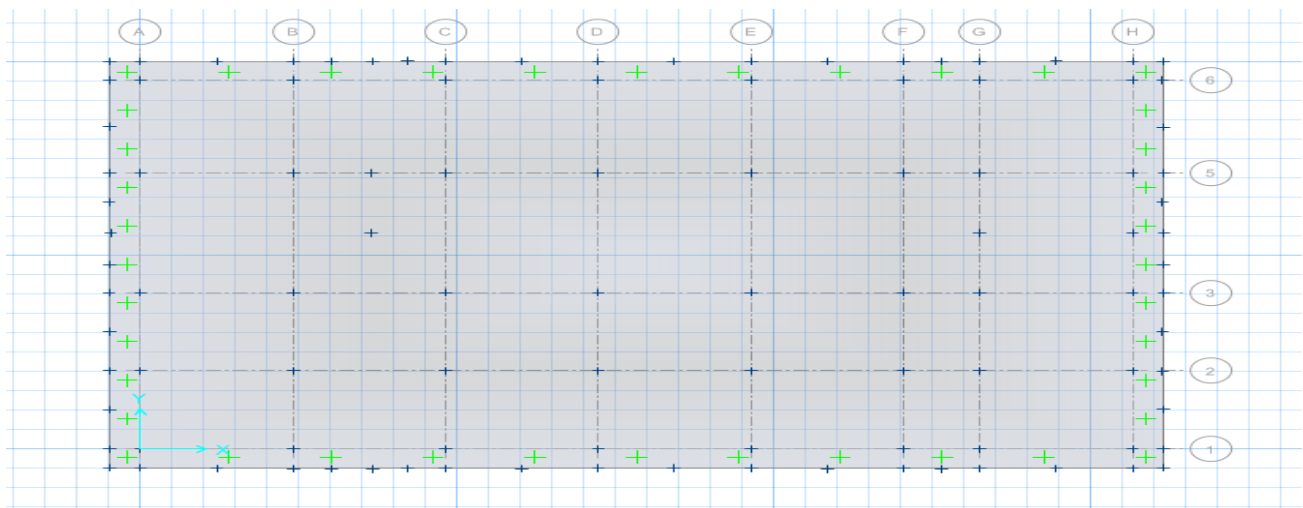
$$S_{max} = \min\{3t_s, 45\text{cm}\}$$

تس=سلب ضخامت

تمام سیخ گول پایین سلب باید حداقل 15cm به داخل تکیه گاه نفوذ کنند. در مواردی که در نزدیکی تکیه گاه احتمال ایجاد مومنت مثبت وجود دارد، باید از هر تکیه گاه تمام سیخ گول پایینی با طول مهار مستقیم l_{dh} یا طول مهارى قلاب l_{dh} مهار شوند. همچنین کلیه سیخ گول تقویتی باید از مقاطع بحرانی خمش حد اقل به اندازه l_{dh} یا l_{dh} مهار شوند.

تحلیل و طراحی تهاداب با استاد از برنامه SAFE 12.3.0

در بخش معرفی مشخصات پروژه مورد نظر، ظرفیت باربری خاک بر اساس راپور تست خاک برابر مقدار $(q_a = 1.5 \text{ kg/m}^2)$ میباشد. باتوجه به کم بودن مقاومت مجاز خاک تهاداب (MAT FOUNDATION) مناسب میباشد. چون ساختمان مورد نظر در اطراف خود فاصله 100cm را دارا می باشد و ستون ها بیرونی را به داخل ساختمان جهت دادیم و تحلیل را به این اساس صورت گرفته چون پایه هایی خارجی برش دو طرفه زیاد را به تهاداب وارد می کند فاصله 100cm که حریم ساختمان می باشد در برابر برش دو طرفه عمل خوبتر را انجام میدهد. پلان تهاداب پروژه حاضر که به صورت یک لخت مدل سازی شده، در زیر نشان داده شده است.

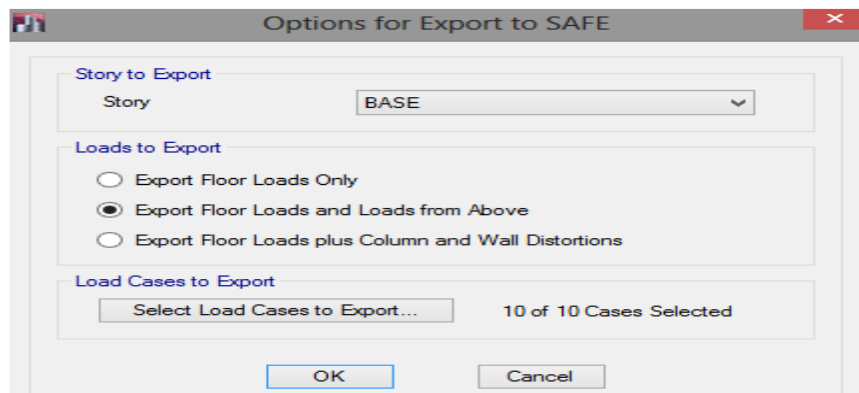


طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

با توجه به کنترل برش سوراخ کننده (punching shear) ستونها از ضخامت ابتدایی (65cm) برای تهداب استفاده میشود. ضخامت تهداب برای افزایش ظرفیت برش سوراخ کننده و کاهش تراکم سیخ گولها لازم است. همچنان از کانکریت با مقاومت فشاری (4000psi) استفاده میگردد. در برنامه SAFE امکان تحلیل و طراحی انواع تهداب ها از جمله تهداب های گسترده وجود دارد.

فرستادن عکس العمل های تکیه گاهی به SAFE

در این قسمت انتقال فایل از ETABS به SAFE انجام میشود. این مرحله آغاز مدلسازی تهداب در برنامه SAFE است. و برای انجام این کار مراحل اجرا میگردد:
دستور File>Export Save Story as SAFE V12.f2k File را اجرا میکنیم.
در جعبه باز شده مانند شکل زیر BASE را انتخاب میکنیم. همچنین روی دکمه Select Cases کلیک میکنیم و همه حالت های بارهای ثقی و زلزله را انتخاب میکنیم. گزینه لازم برای انتقال بارها Export Floor Loads and Loads from Above می باشد.
روی دکمه OK روی دکمه کلیک میکنیم و فایل را تحت عنوان مناسب (FOUNDATION) با پسوند (f2k) ذخیره میکنیم.



برنامه SAFE را باز میکنیم و با دستور File>Import>SAFE .f2k File فایل (FOUNDATION) را مسیر یابی میکنیم سپس از یافتن این فایل آن را انتخاب و سپس دکمه OPEN را فشار میدهم. خطوط شبکه، بارهای استاتیکی و مقادیر بارهای ستون ها وارد برنامه SAFE می شود. این فایل باید تحت نام مناسب ذخیره گردد.

تعریف مشخصات تهداب

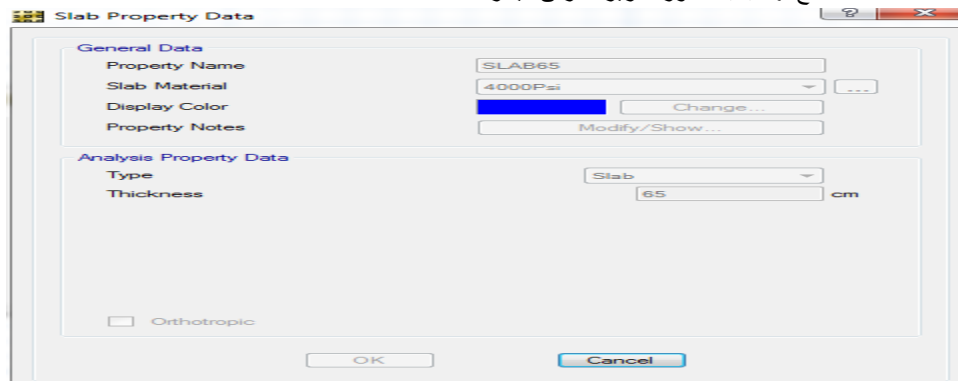
در این بخش مشخصات اصلی تهداب از قبیل مصالح، مقاطع، تکیه گاه ها، بارها و ترکیب بارها ایجاد و یا تغییر داده میشوند اگر لازم باشد در مشخصاتی که برنامه ETABS به SAFE انتقال داده است، میتوان تغییرات به وجود آورد.

مصالح

از مسیر Define>Materials مصالح کانکریت و فولادی تهداب مانند مصالح سلب معرفی میگردد.

ضخامت تهداب

از مسیر Define>Slab Properties مقطع تهداب به صورت زیر معرفی میگردد:



مقطع سلب تهداب

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله تکیه گاه خاک

با استفاده از مسیر Define>Soil Subgrade Properties مشخصات خاک به صورت زیر معرفی میگردد.

معرفی تکیه گاه خاک

برای تعیین ضریب بستر خاک (Subgrade Modulus) بر اساس توصیه بولز از رابطه زیر استفاده شده است:

$$K_s = 1.2q_a$$

$$K_s = 1.2 * 1.5 = 1.8 \frac{Kg}{m^3}$$

و در صورتی که ضریب بستر خاک در راپور تست خاک داده شده باشد، با تغییرات کمی برای اصلاح آن با در نظر داشت ابعاد تهاداب از آن باید استفاده گردد.

حالت‌های بار

از مسیر Define>Load Patterns تمام حالت‌های بار که برنامه ETABS به SAFE انتقال داده است به صورت زیر مشاهده میشوند

حالت‌های بار که از برنامه ETABS به SAFE انتقال داده شده است

ترکیب بارها

با استفاده از مسیر Define>Load Combinations ترکیب بار های وارده از برنامه ETABS به SAFE دیده میشود. که برای طراحی تهاداب لازم میباشد. برای کنترل فشار خاک باید ترکیبات بار های زیر معرفی گردد.

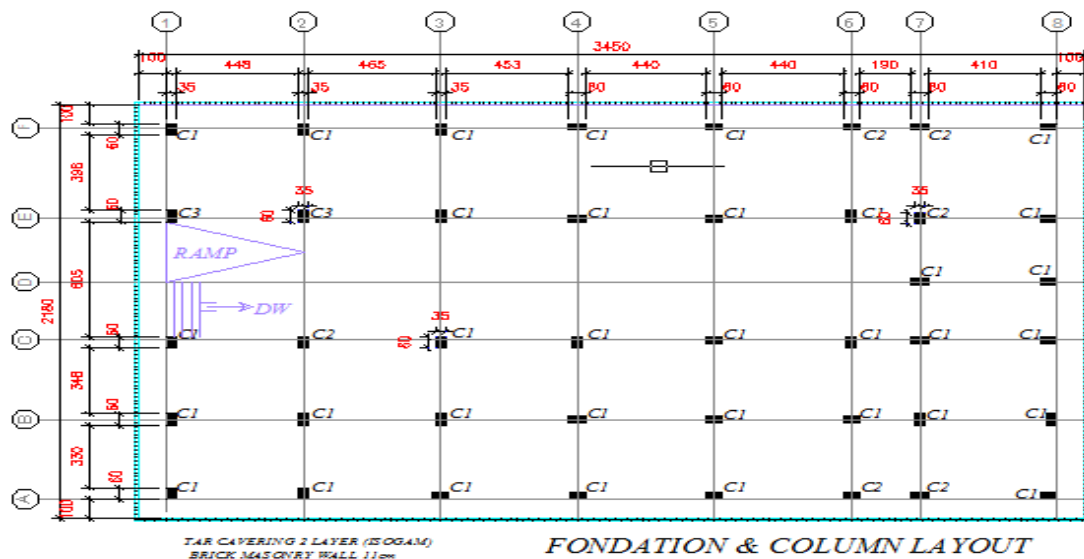
COMB1=> DEAD +LIVE
 COMB2=> 0.75 (DEAD +LIVE+EX)
 COMB3=> 0.75 (DEAD +LIVE-EX)
 COMB4=> 0.75 (DEAD +LIVE+EPX)
 COMB5=> 0.75 (DEAD +LIVE-EPX)
 COMB6=> 0.75 (DEAD +LIVE+ENX)
 COMB7=> 0.75 (DEAD +LIVE-ENX)
 COMB8=> 0.75 (DEAD +LIVE+EY)
 COMB9=> 0.75 (DEAD +LIVE-EY)
 COMB10=> 0.75 (DEAD +LIVE+EPY)
 COMB11=> 0.75 (DEAD +LIVE-EPY)
 COMB12=> 0.75 (DEAD +LIVE+ENY)
 COMB13=> 0.75 (DEAD +LIVE-ENY)

تبدیل ترکیب بارها به حالت های تحلیل غیر خطی

در تحلیل و طراحی تهداب ها از تحلیل غیر خطی حذف کشش خاک استفاده میشود. در این نوع تحلیل فنرهای خاک تنها به صورت فشاری عمل می کنند. برای انجام این نوع تحلیل باید تمام ترکیب بارها در یک سری حالت تحلیل غیر خطی قرار داده شوند. سپس این حالت های تحلیل در ترکیب بارهای با ضریب 1.0 معرفی شوند. در برنامه SAFE قابلیت وجود دارد که میتوان ترکیب بارها را به حالت تحلیل غیر خطی تبدیل کرد. با استفاده از مسیر Define>ConvertCombinations to Nonlinear Uplif Cases تا COMB13 به ترکیب بارهای حالت تحلیل غیر خطی تبدیل و به آن پیشوند NL (Non linear) اضافه میشود. و از مسیر Define > Load Cases میتوانیم آن را مشاهده و اصلاح نماییم. اما در پروژه حاضر چون بنابر سنگین بودن ساختمان حالت کشش خاک به وجود نمی آید و از طرفی دیگر تحلیل غیرخطی زمان گیر میباشد بنابر این از تبدیل ترکیب بارها به حالت های تحلیل غیر خطی و تحلیل غیر خطی میگذریم.

ترسیم هندسه

تهداب در نظر گرفته شده برای پروژه به صورت یک لخت (MAT FOUNDATION) میباشد. در زیر پلان تهداب ترسیم شده است، که در آن موقعیت ستونها و نامگذاری آن، موقعیت رمپ و زینه نشان داده شده است.



اختصاص مشخصات تهداب

در این بخش مشخصات مانند مقطع، تکیه گاه، بارها، و آزاد سازی لبه ای به عناصر ترسیم شده اختصاص داده میشود.

اختصاص مقطع تهداب

مقطع تهداب میتوان در مرحله ترسیم تهداب و یا با انتخاب کردن تهداب سپس از مسیر Assign>Slab Data>Properties به آن اختصاص داده شود.

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

اختصاص تکیه گاه خاک

تکیه گاه خاک با انتخاب کردن تهداب سپس از مسیر Assign > Support Data > Soil Properties به آن اختصاص داده شود.

بارگذاری سطحی

با استفاده از مسیر Assign > Load Data > Surface Load بار های ثقلی زنده و مرده را به صورت زیر معرفی میگرد.

$$DL=200\text{Kg/m}^2$$

$$LL=500\text{Kg/m}^2$$

بار مرده تهداب

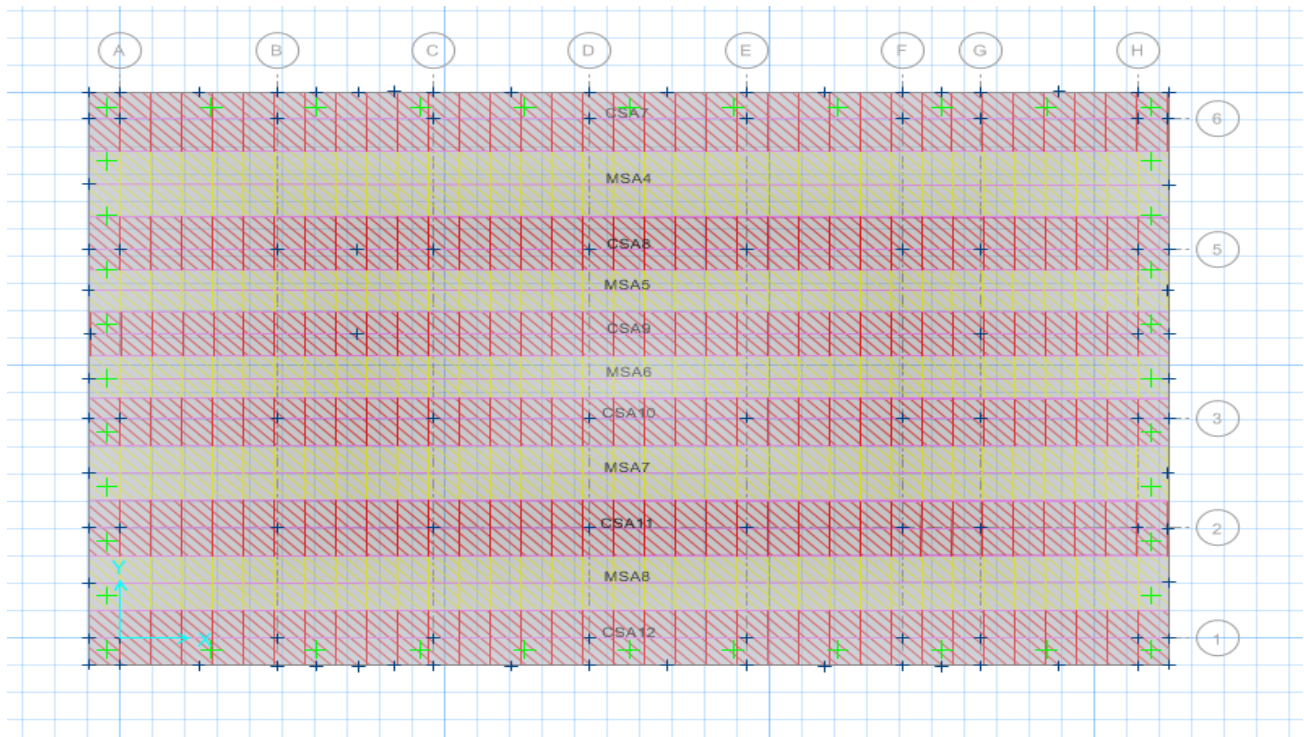
بار زنده تهداب

تنظیم مشخصات طراحی

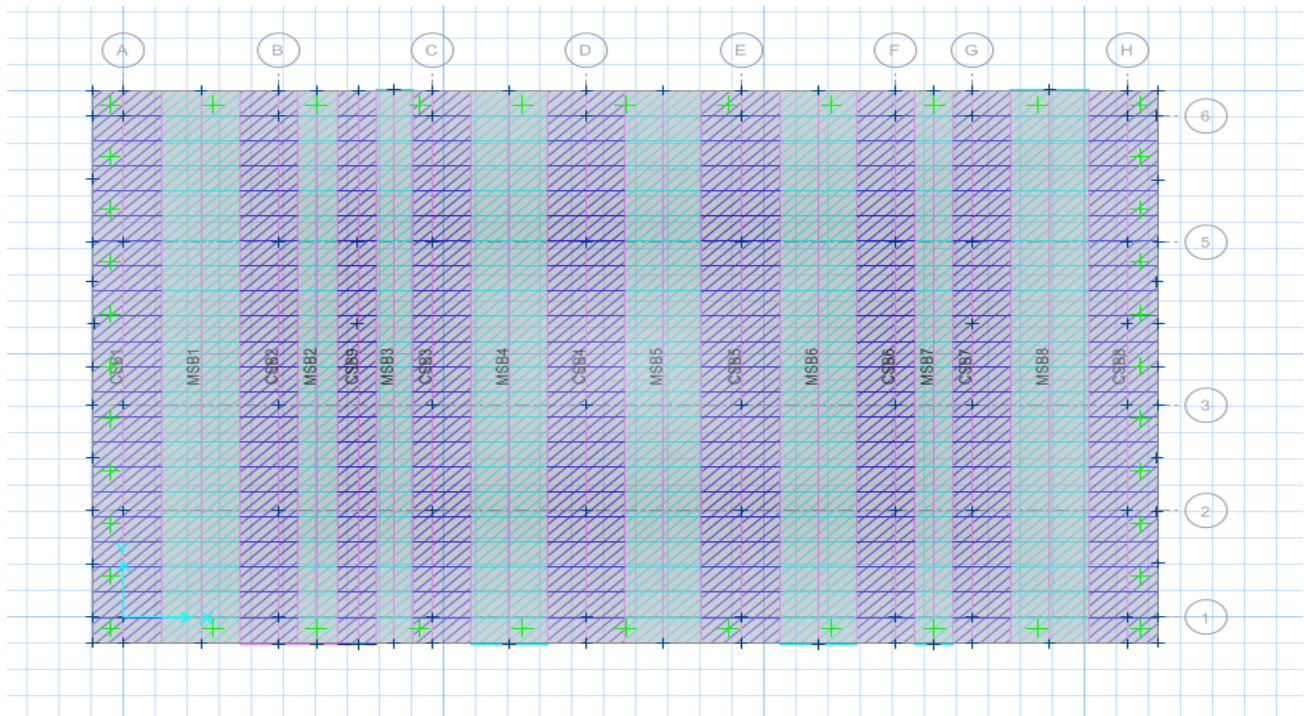
در این بخش نوارهای طراحی ترسیم میشوند، مشخصات طراحی این نوارها به آنها اختصاص داده میشود. همچنین ترکیب بارهای لازم برای طراحی تنظیم خواهند شد.

ترسیم نوارهای طراحی

با استفاده از ترسیم دستی نوارهای ستونی و میانی را در جهت های X و Y به صورت ترسیم مینماییم سپس بر اساس اصول آیین نامه ACI عرض نوارها را تنظیم مینماییم که به صورت زیر مشاهده میگردد.



نوارهای ستونی و میانی در جهت X



نوارهای ستونی و میانی در جهت Y

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

تنظیم آیین نامه و پوشش سیخ گولها

با استفاده از مسیر Design > Design Preferences آیین نامه برای طراحی، پارامترهای طراحی، پوشش سیخ گول تهداب را با در نظر داشت قطر سیخ گول به صورت زیر تعیین و تنظیم مینماییم.

Design Preferences

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

Design Code	ACI 318-08
Resistance Factors:	
Phi Tension Controlled	0.9
Phi Compression Controlled	0.65
Phi Shear	0.75

Reset Tab Defaults

OK Cancel

تعیین آیین نامه و پارامترهای طراحی

Design Preferences

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

Non-Prestressed Reinforcement	
Clear Cover Top (cm)	7.5
Clear Cover Bottom (cm)	7.5
Preferred Bar Size	18
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

تعیین پوشش سیخ گول تهداب

انتخاب ترکیب بارهای طراحی

با استفاده از مسیر Design > Design Combos تراکیب بار برای طراحی را انتخاب مینماییم که عبارت است از همه ترکیب های که در ETABS برای طراحی تهیه شده بود.

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

پارامترهای طراحی کنترل برش سوراخ کننده

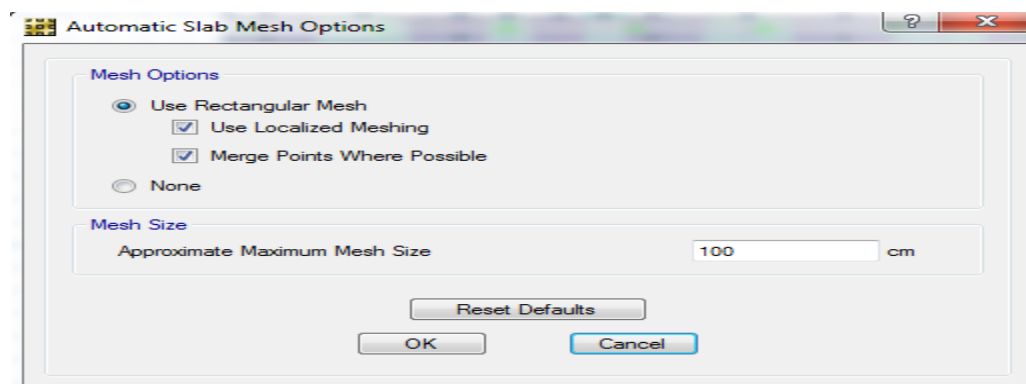
برنامه SAFE میتواند برش سوراخ کننده را زیر تمام ستونها و محل بارهای نقطه ای کنترل کند. موقعیت ستون یا بار نقطه ای (میانی، کناری و گوشه ای) را میتوان به صورت مستقیم به برنامه معرفی کرد. برنامه به صورت پیش فرض موقعیت های مناسب را برای هرستون در نظر میگیرد اما باز هم در بعضی موقعیت ها اشتباه میکند در این پروژه این کار را به برنامه میسپاریم. سپس بررسی نماییم اگر در کدام ستون اشتباه صورت گیرد میتوانیم آن را به صورت مستقیم با انتخاب ستون مورد نظر و استفاده از مسیر Design > Punching Check Overwrites اصلاح نماییم.

تحلیل و طراحی

در این بخش تقسیم بندی اجزای محدود، درجات آزادی مدل تنظیم خواهند شد. تمام این دستورها در منوی RUN قرار دارند. و پس از تنظیم مشخصات مورد نظر، عملیات تحلیل و طراحی انجام خواهند شد.

تقسیم بندی خودکار اجزای محدود

با استفاده از مسیر Run > Automatic Slab Mesh Options سلب را به صورت زیر به المان های محدود تقسیم بندی میکنیم.

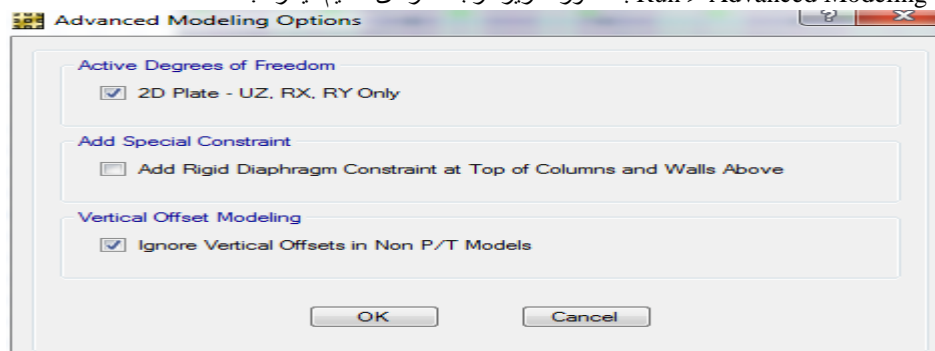


تقسیم بندی اجزای محدود

معمولا توصیه میشود که حد اکثر اندازه تقسیم بندی اجزای محدود در سلبها حدود 2 تا 3 برابر ضخامت سلب باشد تا دقت مناسب در خروجی ها حاصل شود.

تنظیم درجات آزادی

با استفاده از مسیر Run > Advanced Modeling Options به صورت زیر درجات آزادی تنظیم میگردد.



تنظیم درجات آزادی مدل تهادب

انجام تحلیل و طراحی

با استفاده از مسیر Run > Run Analysis & Design عملیات تحلیل و طراحی انجام میگردد. و برای مشاهده روند تحلیل و پیام های ظاهر شده از دستور Run > Show Last Run Details استفاده میشود.

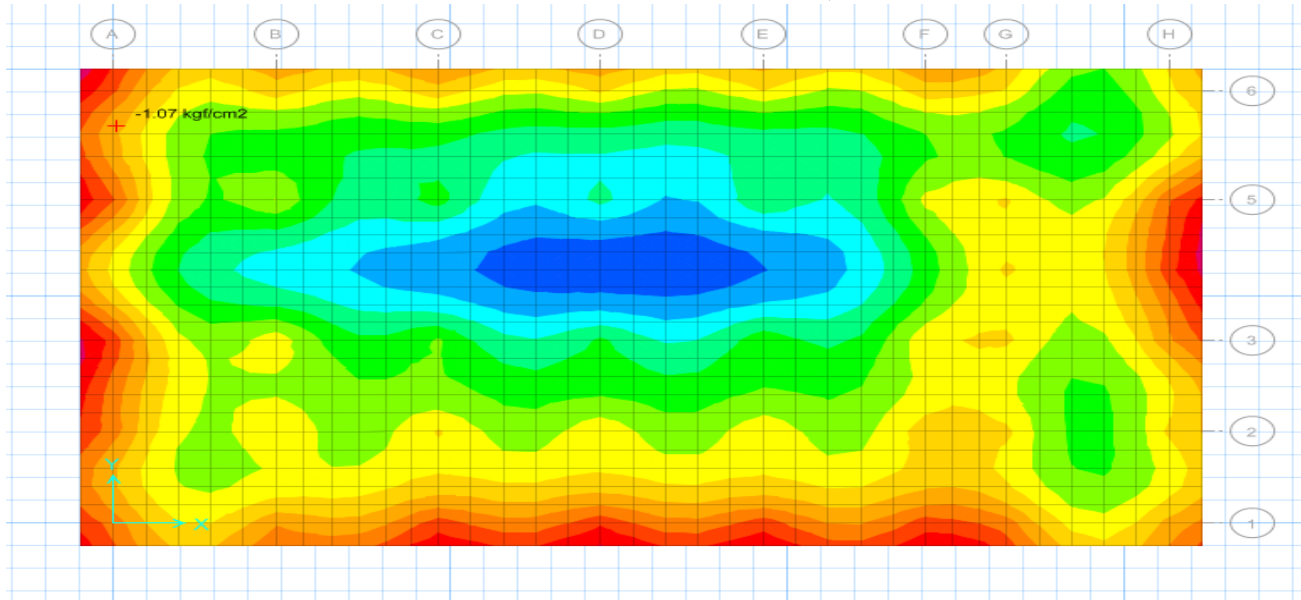
طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

مشاهد و کنترل خروجی ها

در این بخش مهمترین خروجی های تحلیل و طراحی مانند فشار خاک زیر تهاب، سیخ گول های مورد نیاز در نوارهای طراحی، نتایج کنترل برش سوراخ کننده به صورت گرافیکی ویا متنی قابل مشاهده هستند. تمام خروجی ها در منوی Display قابل مشاهده هستند.

کنترل فشار خاک

با استفاده از مسیر Display > Show Reaction Force Pressure در جعبه ظاهر شده با انتخاب تر کیبات بار برای کنترل فشار خاک و انتخاب گزینه Soil Pressure فشار خاک را به صورت زیر بررسی میکنیم.

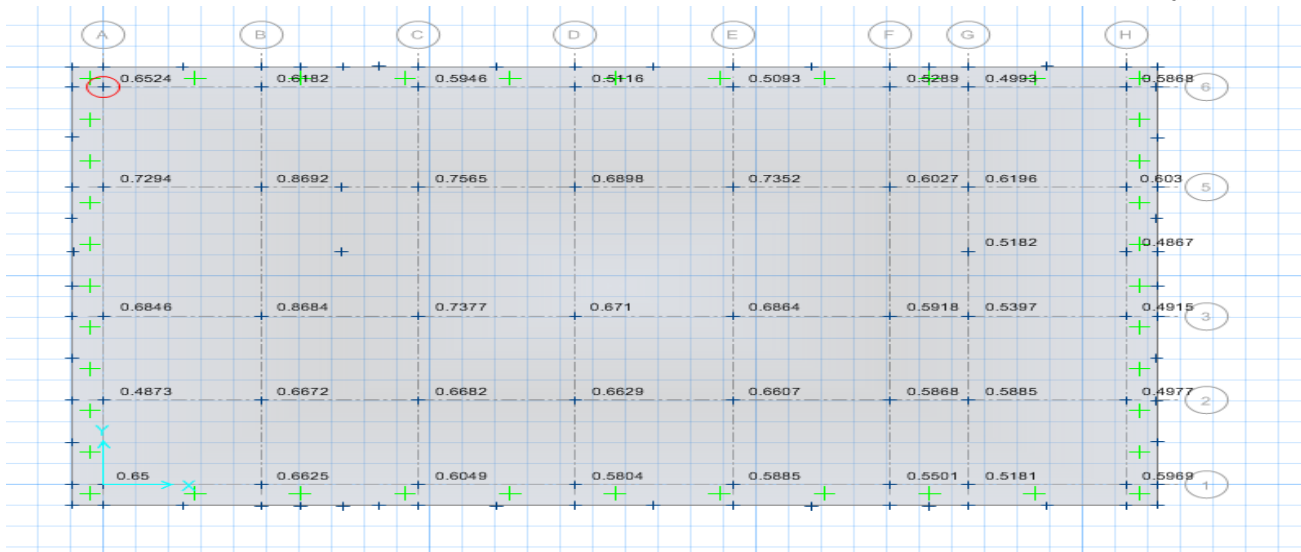


تنظیم نمایش فشار خاک زیر تهاب تحت ترکیب COM1

چنانچه مشاهده میگردد که فشار خاک کمتر از حد مجاز مقاومت خاک می باشد لذا تهاب در مقابل فشار خاک مقاوم است و ما تهاب را در برابر دیگر (COMBINATION) نیز کنترل کردیم نیز جوابگو می باشد.

کنترل برش سوراخ کننده

با استفاده از مسیر Display > Show Punching Shear Design نسبت برش سوراخ کننده موجود به ظرفیت برش سوراخ کننده در زیر تمام ستون ها مشاهده میگردد.



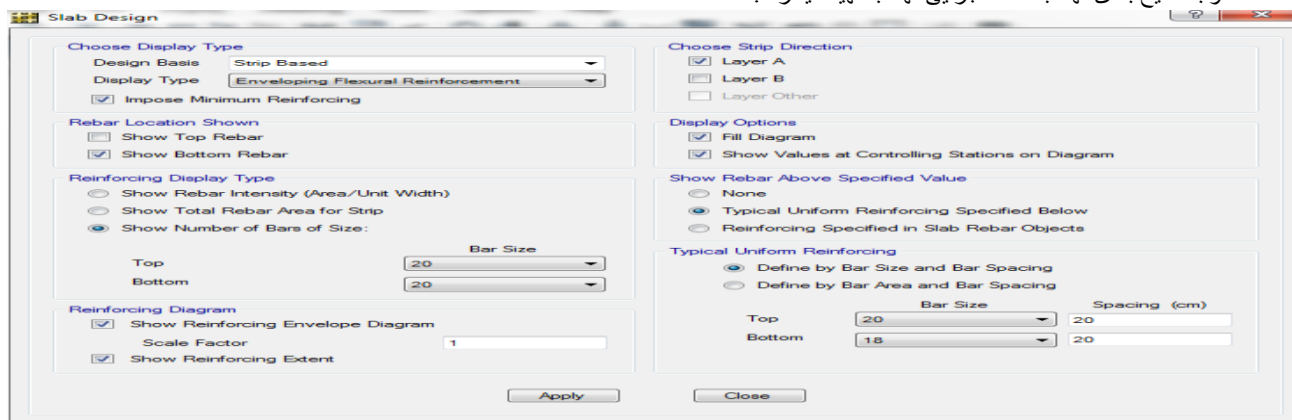
نسبت برش سوراخ کننده بر برش خود مقطع تحت ترکیب COM1

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

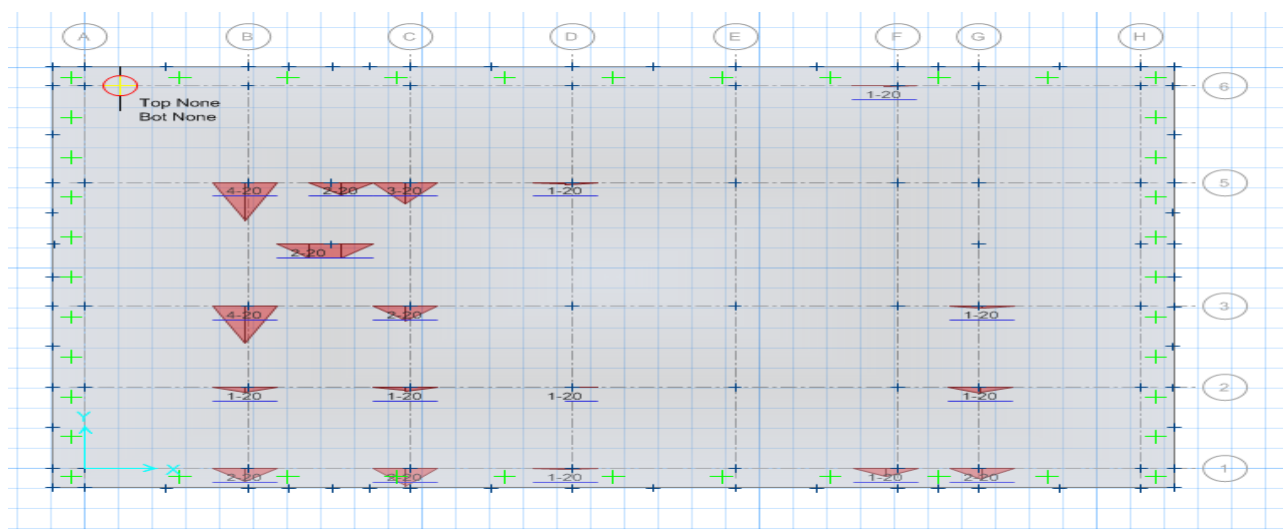
چنانچه دیده میشود در هیچ جای از زیر ستون نسبت برش سوراخ کننده موجود بر ظرفیت تهاب در برابر برش سوراخ کننده، کمتر از یک میباشد، بناء ضخامت در نظر گرفته شده (65cm) برای تهاب مناسب میباشد.

سیخ گول های طولی تهاب

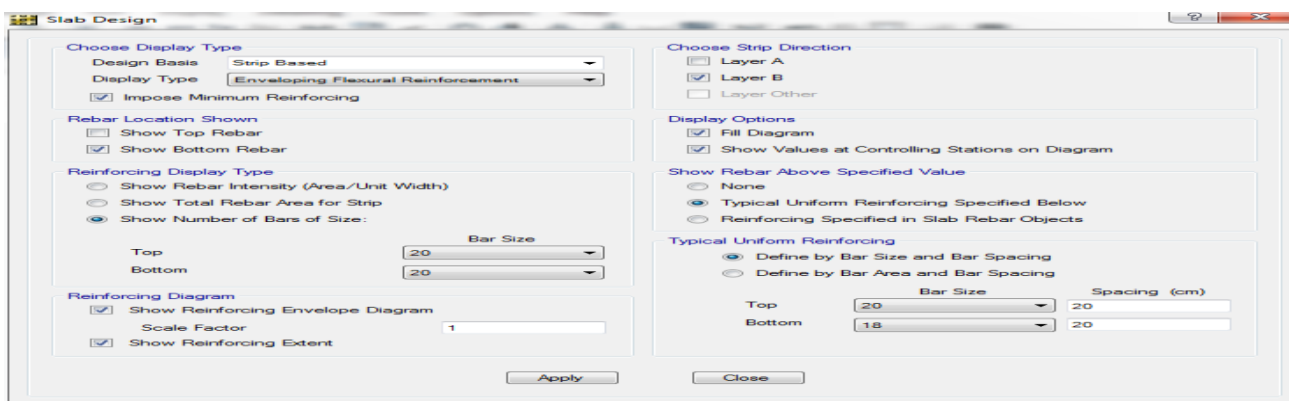
با استفاده از مسیر **Display > Show Slab Design** سیخ گول های طولی تهاب به صورت زیر مشاهده میگردد و بر اساس این خروجی ها و با در نظر داشت ضوابط سیخ بندی تهاب نقشه اجرایی تهاب تهیه میگردد.



سیخ های اضافی در لایه A در قسمت پایانی

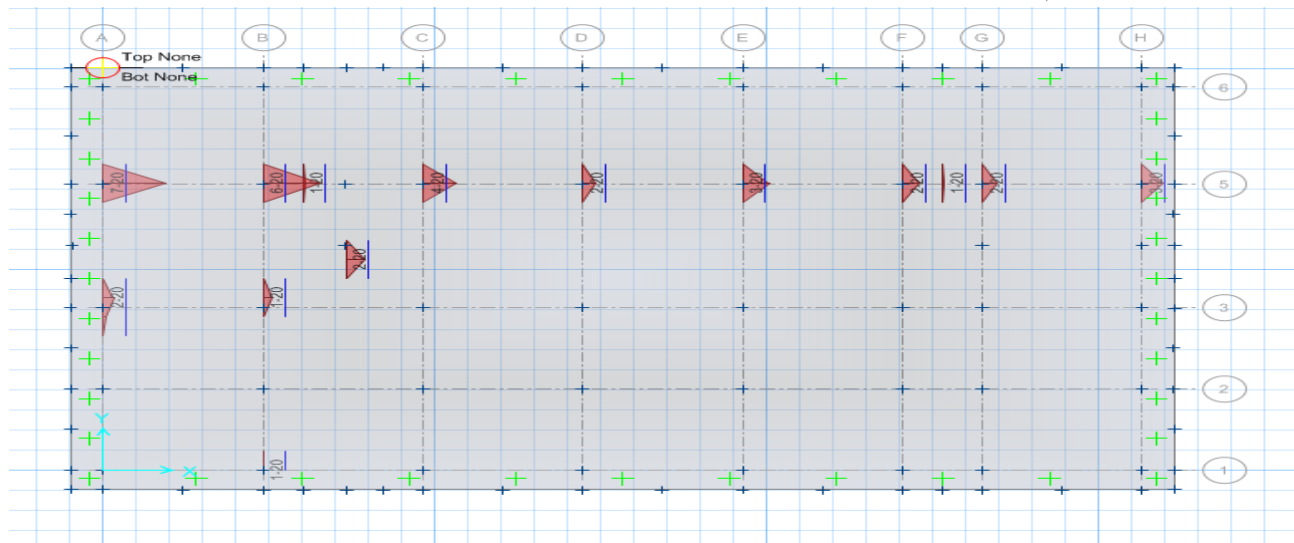


نمایش سیخ های اضافی لایه A در قسمت پایانی

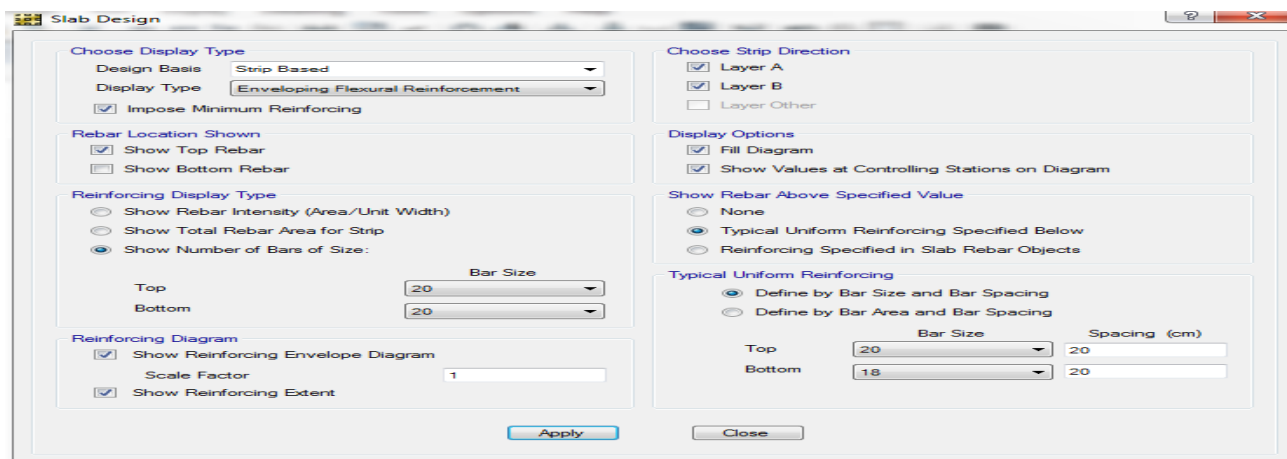


سیخ های اضافی در لایه B در قسمت پایانی

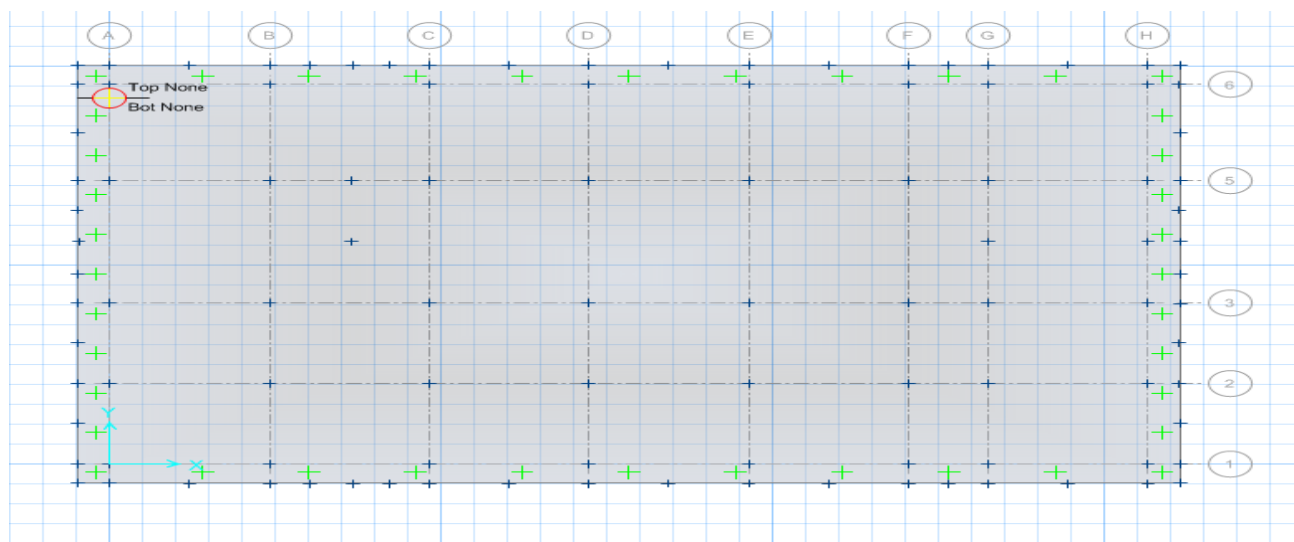
طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله



نمایش سیخ های اضافی لایه B در قسمت پایانی



سیخ های اضافی در لایه ها A,B در قسمت بالایی



نمایش سیخ های اضافی لایه ها A,B در قسمت بالایی

تحلیل و طراحی رامپ و زینه

چنانچه رمپ و زینه ها از نوع ساختمان های صفحه پی میباشد، میتوان آن را در برنامه SAFE مدل سازی و بارهای مربوطه بر آن وارد کرد. سپس آن را تحلیل و طراحی کرد. در پروژه حاضر زینه و رمپ در برنامه SAFE مدل سازی و طراحی شده و براساس آن سیخ بندی آنها در نقشه اجرایی صورت گرفته است.

تعیین مشخصات سلب زینه

در این بخش مشخصات اصلی سلب از قبیل مصالح، مقاطع، تکیه گاه ها، بارها و ترکیب بارها ایجاد و یا تغییر داده میشوند. چنانچه در وقت تحلیل سلب ها کاملاً واضح شده از ارایه دو باره آن خود داری می کنیم.

تعیین مقطع سلب زینه

نظر به جدول (9.5a) برای تعیین ضخامت سلب که دو طرف اتکا آن مفصلی باشد از $(L/24)$ استفاده می کنیم بنا بر ضوابط کود ما ضخامت اولیه سلب زینه را 20cm مد نظر می گیریم.

تعیین مقطع تیر

برای تعیین مقطع تیر که سلب زینه به آن اتکا می کند ما از مینو (Define) مقطع تیر که سلب زینه به آن اتکا نموده ایجاد و از مینو (Assign) آنرا تخصیص می دهیم. مانند سلب ها بوده و از تفصیل آن جلوگیری می نماییم.

حالت های بار

از مسیر Define>Load Patterns ما می توانیم که حالت های بار را ایجاد کنیم. که در تحلیل سلب ها توضیح داده شده است.

ترکیب بارها

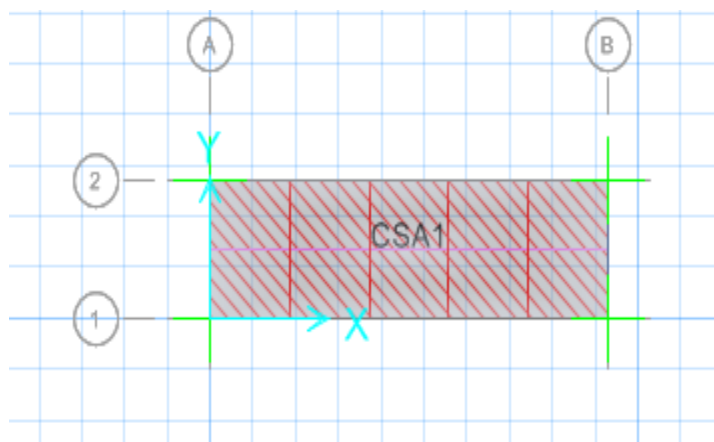
با استفاده از مسیر Define>Load Combinations برای اضافه کردن ترکیب بار برای محاسبه انحنای دراز مدت با لحاظ کردن ترک خوردگی روی دکمه Add New Combo کلیک و ترکیب بار (Case1- Case2) Case3+ را به ترکیب بار ها اضافه می نمایم.

مشخصات طراحی

در این بخش نوارهای طراحی ترسیم میشوند، مشخصات طراحی این نوارها به آنها اختصاص داده میشود. همچنین ترکیب بارهای لازم برای طراحی تنظیم خواهند شد.

ترسیم نوار طراحی

برای ترسیم نوار طراحی در مینو (DRAW) رفته و یک نوار طراحی را به اندازه عرض زینه ترسیم می نماییم.



نوار طراحی زینه

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

تنظیم آیین نامه و پوشش سیخ گول

مانند سلب های سقف بوده که از تکرار ان جلوگیری می نمایم و به فصل سلب ها مراجعه شود.

انتخاب ترکیب بارهای طراحی

با استفاده از مسیر Design > Design Combos برای طراحی را انتخاب مینماییم که عبارت است از:

UDCONU1=1.4 DEAD

UDCONU2=1.2 DEAD + 1.6LIVE

تحلیل و طراحی

در این بخش تقسیم بندی اجزای محدود، درجات آزادی مدل و پارامترهای مربوط به تحلیل ترک خوردگی تنظیم خواهند شد. تمام این دستورها در منوی RUN قرار دارند. و پس از تنظیم مشخصات مورد نظر، عملیات تحلیل و طراحی انجام خواهند شد.

تقسیم بندی خودکار اجزای محدود

با استفاده از مسیر Run > Automatic Slab Mesh Options سلب زینه را به المان های محدود تقسیم بندی میکنیم.

پارامترهای تحلیل ترک خوردگی سلب زینه

با استفاده از مسیر Run > Cracking Analysis Options جعبه زیر باز میگردد.

تنظیم پارامترهای ترک خوردگی

انجام تحلیل و طراحی

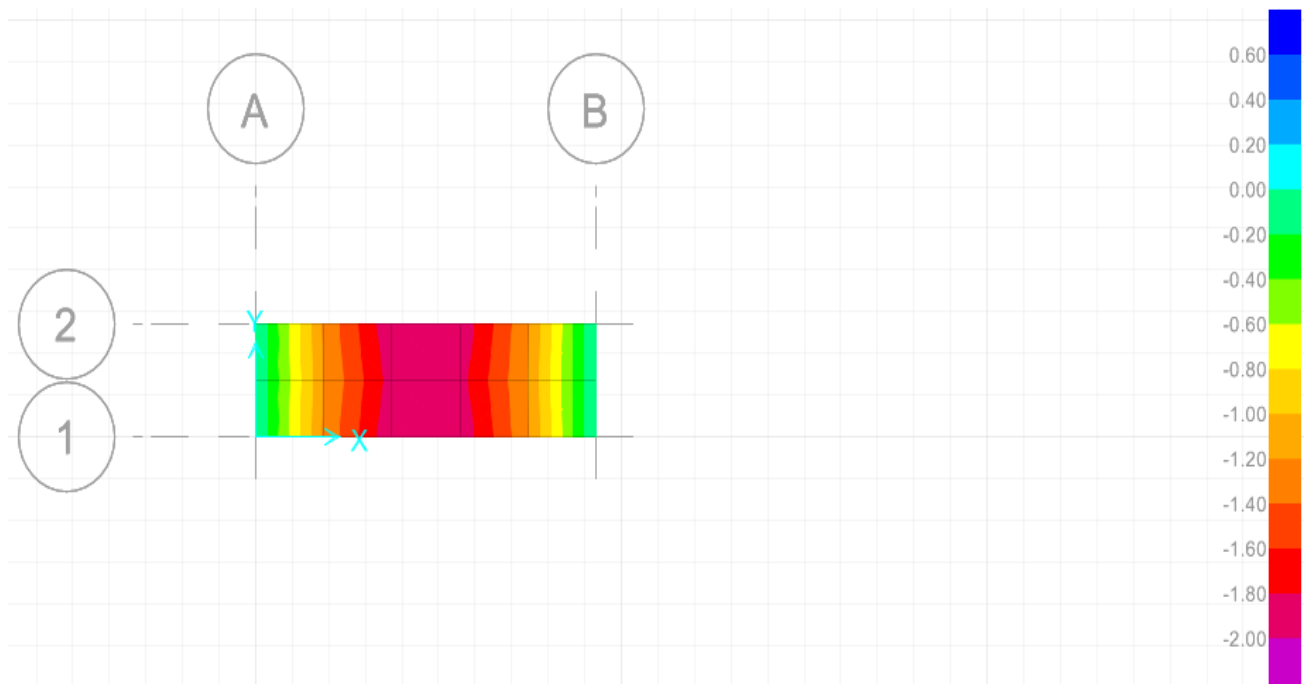
با استفاده از مسیر Run > Run Analysis & Design عملیات تحلیل و طراحی انجام میگردد. و برای مشاهده روند تحلیل و پیام های ظاهر شده از دستور Run > Show Last Run Details استفاده میشود.

کنترل انحنای خیز (Deflection) سلب زینه

در محاسبه این انحنای باید ترک خوردگی و خزش، مورد توجه قرار گیرند. مطابق آیین نامه ACI اگر ضوابط مربوط به ضخامت سلب کنترل شوند نیازی به کنترل انحنای خیز سلب نیست.

ما در این جا همان حالت های که برای کنترل تغییر شکل سلب ها گفته شد CASE1, CASE2, CASE3 را تشکیل داده و انحنای سلب زینه را کنترل کردیم. نظر به جدول (9.5B) در صورت که در پایان سلب کدام اجزا غیر سازه یی موجود نباشد انحنای مجاز نباید از (L/240) زیاتر شود.

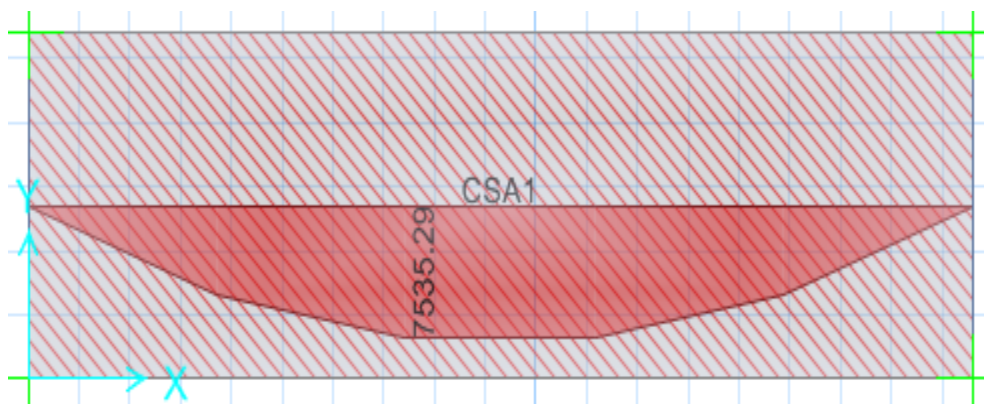
$$\frac{L}{240} = \frac{465cm}{240} = 1.9375cm$$



چنانچه دیده می شود انحنا سلب زینه در حد مجاز می باشد.

مومنت دیاگرام سلب زینه (Moment diagram)

مومنت ایجاد شده در سلب زینه از اثر بار های مرده و زنده که در اوایل نشان داده شد و ترکیب های که ایجاد کردیم مومنت دیاگرام ان قرار ذیل است.

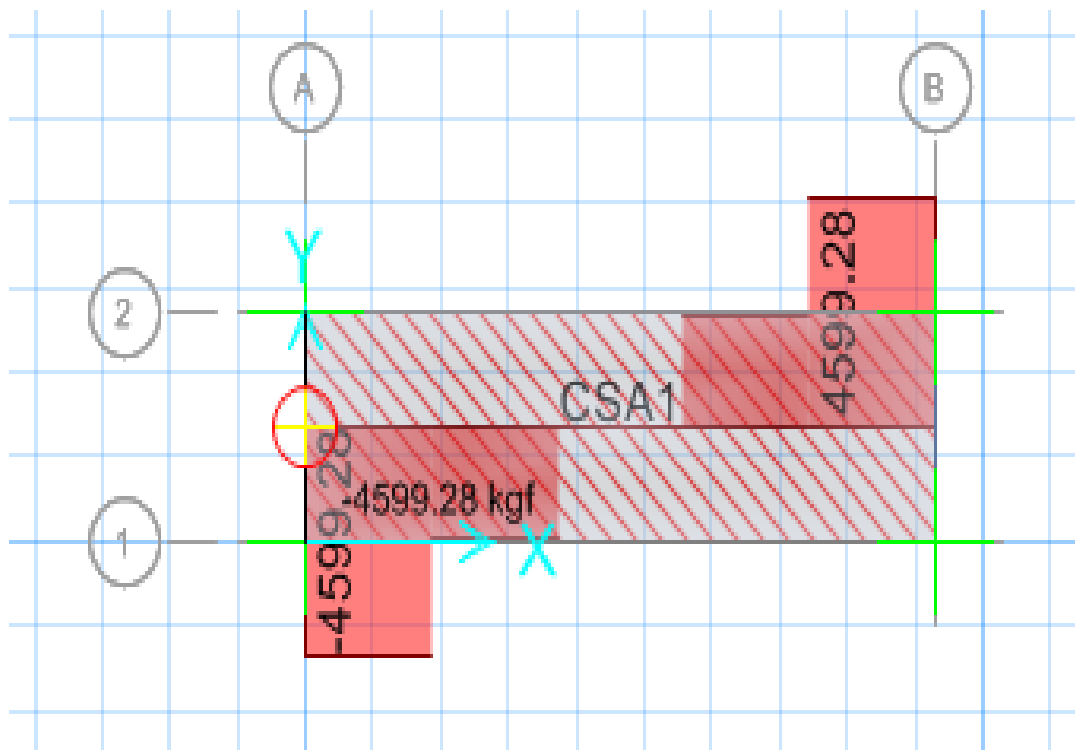


دیاگرام مومنت سلب زینه

طراحی تعمیر 5 طبقه مقاوم در برابر زلزله

سلب زینه (Shear Diagram)

دیاگرام نیروی برشی قرار ذیل است:



دیاگرام نیروی برشی

حد اکثر قابلیت برداشت مقطع سلب زینه برابر است با

$$V_c = 0.53 \sqrt{F_c} \, b d$$

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$V_c = 15342.6 \, \text{Kg}^*$$

$$\phi V_c = 115 \, \text{ton}$$

لذا در برابر برش مقطع مقاوم می باشد.

سیخ گول های طولی سلب زینه

با استفاده از مسیر Display > Show Slab Design سیخ گول های کششی سلب به صورت زیر مشاهده میگردد و بر اساس این خروجی ها و با در نظر داشت ضوابط سیخ بندی سلب نقشه اجرایی آن تهیه میگردد.

Slab Design

Choose Display Type

Design Basis: Strip Based

Display Type: Enveloping Flexural Reinforcement

☒ Impose Minimum Reinforcing

Choose Strip Direction

☒ Layer A

☐ Layer B

☐ Layer Other

Rebar Location Shown

☐ Show Top Rebar

☒ Show Bottom Rebar

Reinforcing Display Type

☐ Show Rebar Intensity (Area/Unit Width)

☐ Show Total Rebar Area for Strip

☒ Show Number of Bars of Size:

Top: Bar Size 10

Bottom: Bar Size 10

Reinforcing Diagram

☒ Show Reinforcing Envelope Diagram

Scale Factor: 1

☒ Show Reinforcing Extent

Display Options

☒ Fill Diagram

☒ Show Values at Controlling Stations on Diagram

Show Rebar Above Specified Value

☐ None

☒ Typical Uniform Reinforcing Specified Below

☐ Reinforcing Specified in Slab Rebar Objects

Typical Uniform Reinforcing

☒ Define by Bar Size and Bar Spacing

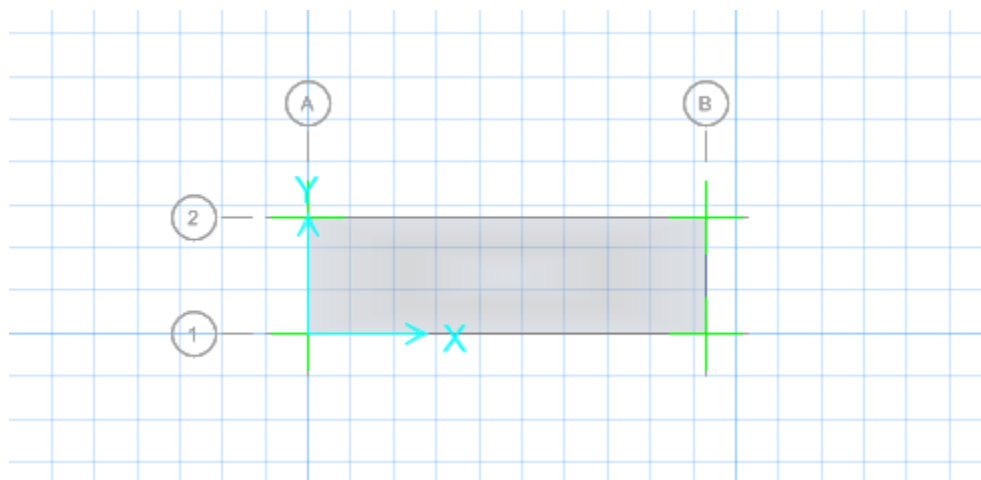
☐ Define by Bar Area and Bar Spacing

Top: Bar Size 10, Spacing (cm) 20

Bottom: Bar Size 14, Spacing (cm) 15

Apply Close

سیخ های طولی پایانی سلب زینه



نمایش سیخ های طولی پایانی سلب زینه

Choose Display Type

Design Basis Strip Based

Display Type Enveloping Flexural Reinforcement

☒ Impose Minimum Reinforcing

Choose Strip Direction

☒ Layer A

☐ Layer B

☐ Layer Other

Rebar Location Shown

☒ Show Top Rebar

☐ Show Bottom Rebar

Display Options

☒ Fill Diagram

☒ Show Values at Controlling Stations on Diagram

Reinforcing Display Type

☐ Show Rebar Intensity (Area/Unit Width)

☐ Show Total Rebar Area for Strip

☒ Show Number of Bars of Size:

Bar Size

Top 10

Bottom 10

Show Rebar Above Specified Value

☐ None

☒ Typical Uniform Reinforcing Specified Below

☐ Reinforcing Specified in Slab Rebar Objects

Reinforcing Diagram

☒ Show Reinforcing Envelope Diagram

Scale Factor 1

☒ Show Reinforcing Extent

Typical Uniform Reinforcing

☒ Define by Bar Size and Bar Spacing

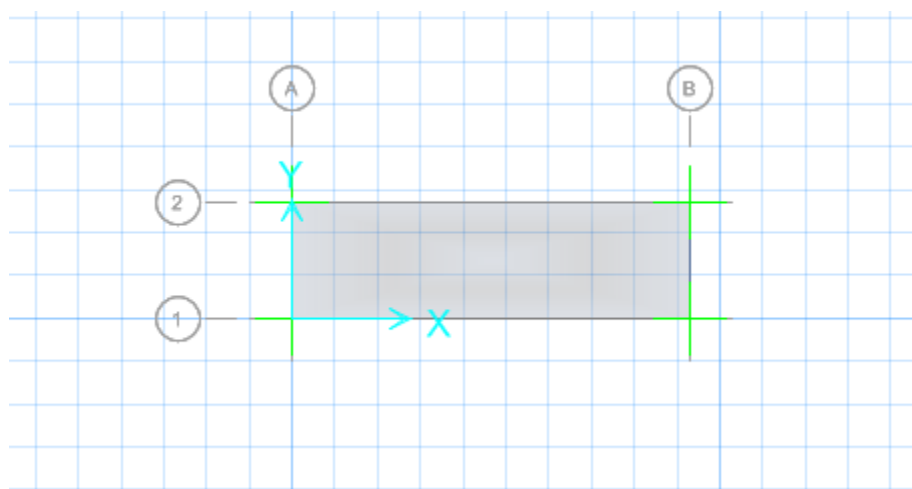
☐ Define by Bar Area and Bar Spacing

	Bar Size	Spacing (cm)
Top	10	20
Bottom	14	15

Apply

Close

سیخ های بالایی سلب زینه



نمایش سیخ های طولی بالایی سلب زینه