

خزوه ETABS & SAFE

گردآورنده:

رامین عابدیان

دی ماه ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله الذي جعل
العلم نوراً والهدى
نوراً والحق نوراً
والعدل نوراً والبر
نوراً والعدل نوراً
والعدل نوراً

فهرست مطالب

فصل ۱: ساختمان بتنی ۵ طبقه

۱

۲-۱-۲- ساخت مدل..... ۲

۲-۱-۲-۱- ترسیم خطوط شبکه..... ۲

۲-۱-۲-۲- ترسیم ستون، تیر و کف..... ۴

۲-۱-۳- اختصاص تکیه گاه..... ۵

۲-۱-۴- تعریف مشخصات مصالح..... ۵

۲-۱-۵- معرفی نوع سیستم سقف..... ۶

۲-۱-۶- معرفی مقاطع بتنی..... ۷

۲-۱-۶-۱- معرفی مقاطع ستون ها..... ۷

۲-۱-۶-۲- معرفی مقطع تیرها..... ۹

۲-۱-۶-۳- معرفی آرماتور..... ۹

۲-۱-۷- معرفی حالات بار..... ۹

۲-۱-۸- معرفی ترکیبات بار..... ۱۱

۲-۱-۹- معرفی روش محاسبه جرم سازه..... ۱۲

۲-۱-۱۰- اصلاح خطوط شبکه جهت ترسیم بالکن..... ۱۲

۲-۱-۱۱- ترسیم طره بالکن طبقات و بام..... ۱۳

۲-۱-۱۲- ترسیم تیر NONE..... ۱۳

۲-۱-۱۳- اختصاص مقاطع..... ۱۴

۲-۱-۱۴- تغییر جهت تیرریزی..... ۱۵

۲-۱-۱۵- اختصاص نواحی صلب..... ۱۵

۲-۱-۱۶- اختصاص دیافراگم صلب طبقات..... ۱۵

۳-۱-۳- بارگذاری..... ۱۶

۳-۱-۱- اختصاص بار مرده طبقات..... ۱۶

۳-۱-۲- اختصاص بار زنده طبقات..... ۱۶

۳-۱-۳- اختصاص بار مرده طره بالکن طبقات..... ۱۶

۳-۱-۴- اختصاص بار مرده پله..... ۱۷

۳-۱-۵- اختصاص بار زنده پله..... ۱۷

۳-۱-۶- اختصاص بار مرده دیوارهای پیرامونی..... ۱۷

۱۸	۷-۳-۱- اختصاص بار جان پناه بالکن طبقات و بام.....
۱۸	۸-۳-۱- اختصاص بار WALL.....
۱۸	۹-۳-۱- اعمال ترک خوردگی مقاطع.....
۱۹	۴-۱- تنظیم پارامترهای تحلیل.....
۱۹	۱-۴-۱- اثر $P - \Delta$
۲۰	۲-۴-۱- تحلیل سازه.....
۲۰	۵-۱- معرفی آیین نامه و تنظیمات طراحی.....
۲۰	۱-۵-۱- انتخاب ترکیبات بار طراحی.....
۲۱	۲-۵-۱- انتخاب شکل پذیری متوسط عناصر.....
۲۱	۶-۱- طراحی.....
۲۳	۱-۶-۱- نمایش آرما توره های برشی.....
۲۴	۷-۱- خروجی های نرم افزار.....

فصل ۲: ساختمان ۵ طبقه فولادی

۲۵	
۲۶	۱-۲- مقدمه.....
۲۶	۱-۱-۲- مشخصات فولاد.....
۲۷	۲-۱-۲- معرفی مشخصات مقاطع.....
۳۱	۳-۱-۲- ترسیم ستون، تیر، بادبند و کف.....
۳۱	۴-۱-۲- اختصاص تکیه گاه.....
۳۲	۲-۲- تنظیم پارامترهای تحلیل.....
۳۳	۳-۲- تحلیل سازه ها.....
۳۳	۱-۳-۲- انتخاب آیین نامه طراحی.....
۳۳	۲-۳-۲- انتخاب نوع طراحی.....
۳۳	۳-۳-۲- معرفی پارامترهای ستون ها، تیرها و بادبندها.....
۳۵	۴-۲- طراحی سازه.....
۳۵	۱-۴-۲- کنترل نتایج طراحی.....
۳۶	۲-۴-۲- طراحی ستون های خاص.....
۳۶	۳-۴-۲- استخراج نیروهای طراحی صفحه پای ستون.....
۳۷	۴-۴-۲- کنترل تغییر مکان جانبی برای زلزله طرح.....

فصل ۳: ساختمان ۱۰ طبقه بتنی

۳۸	
۳۹	۱-۳- معرفی پروژه.....
۳۹	۲-۳- ساخت مدل.....

۳۹	۱-۲-۳- ترسیم خطوط شبکه
۳۹	۲-۲-۳- تعریف مشخصات مصالح
۴۰	۳-۲-۳- معرفی مقاطع بتنی
۴۰	۴-۲-۳- معرفی نوع سیستم سقف / دیوار
۴۰	۵-۲-۳- معرفی حالات بار
۴۱	۶-۲-۳- معرفی ترکیب بار
۴۱	۷-۲-۳- معرفی روش تعیین جرم
۴۲	۸-۲-۳- ترسیم ستون، تیر و دیوار برشی
۴۲	۹-۲-۳- ترسیم المان های سطحی
۴۲	۱۰-۲-۳- تغییر جهت تیرریزی
۴۳	۱۱-۲-۳- اختصاص نواحی صلب
۴۳	۱۲-۲-۳- اختصاص دیافراگم صلب طبقات
۴۳	۱۳-۲-۳- اختصاص مقاطع تیر، ستون و دیوار برشی
۴۴	۱۴-۲-۳- نام گذاری دیوارهای برشی
۴۴	۱۵-۲-۳- معرفی روش طراحی دیوار برشی
۴۵	۱۶-۲-۳- مش بندی دیوارهای برشی
۴۵	۱۷-۲-۳- اختصاص تکیه گاه
۴۶	۳-۳- بارگذاری
۴۶	۱-۳-۳- اختصاص بار مرده بام و طبقات
۴۶	۲-۳-۳- اختصاص بار زنده بام و طبقات
۴۶	۳-۳-۳- اختصاص بار دیوارهای پیرامونی طبقات و جان پناه بام
۴۶	۴-۳-۳- اختصاص بار مرده و زنده پله
۴۶	۵-۳-۳- اختصاص بار گسترده و خطی WALL
۴۷	۴-۳- اعمال ترک خوردگی مقاطع
۴۷	۵-۳- تنظیم پارامترهای تحلیل
۴۸	۶-۳- تحلیل سازه
۴۸	۷-۳- انتخاب ترکیب بار طراحی
۴۹	۸-۳- انتخاب شکل پذیری سازه
۴۹	۹-۳- تنظیم پارامترهای دیوار برشی
۵۰	۱۰-۳- طراحی
۵۰	۱-۱۰-۳- طراحی تیر و ستون
۵۰	۲-۱۰-۳- کنترل دیوارهای برشی
۵۱	۳-۱۰-۳- کنترل قاب برای ۲۵٪ نیروی برشی زلزله

۱۱-۳- کنترل تغییر مکان جانبی..... ۵۱

فصل ۴: تحلیل و طراحی پی گسترده ۵۳

- ۱-۴- معرفی پروژه..... ۵۴
- ۲-۴- مدل سازی..... ۵۴
- ۱-۲-۴- وارد کردن فایل ورودی SAFE..... ۵۴
- ۲-۲-۴- اصلاح خطوط شبکه..... ۵۵
- ۳-۲-۴- ترسیم اجزاء پی..... ۵۶
- ۴-۲-۴- اختصاص مشخصات مصالح..... ۵۶
- ۵-۲-۴- اختصاص مدول خاک..... ۵۷
- ۶-۲-۴- معرفی ترکیبات بار..... ۵۷
- ۷-۲-۴- تعریف نوارهای طراحی..... ۵۸
- ۸-۲-۴- معرفی پارامترهای تحلیل برای حذف کشش خاک..... ۵۸
- ۳-۴- تحلیل مدل..... ۵۹
- ۴-۴- کنترل تنش زیر پی..... ۶۰
- ۵-۴- انتخاب ترکیبات بار طراحی..... ۶۰
- ۶-۴- طراحی مدل..... ۶۱
- ۷-۴- تنظیم آرماتورهای پی..... ۶۱
- ۸-۴- کنترل برش پانچ..... ۶۲

فصل ۵: تحلیل و طراحی پی نواری ۶۳

- ۱-۵- معرفی پروژه..... ۶۴
- ۲-۵- مدل سازی..... ۶۴
- ۱-۲-۵- وارد کردن فایل ورودی SAFE..... ۶۴
- ۲-۲-۵- اصلاح خطوط شبکه..... ۶۵
- ۳-۲-۵- ترسیم اجزاء پی..... ۶۵
- ۴-۲-۵- اختصاص مشخصات مصالح..... ۶۶
- ۵-۲-۵- اختصاص ضریب فنریت خاک..... ۶۶
- ۶-۲-۵- معرفی فضاهای خالی بین نوارها..... ۶۷
- ۷-۲-۵- معرفی نوارهای طراحی..... ۶۷
- ۸-۲-۵- معرفی پارامترهای تحلیل برای حذف کشش خاک..... ۶۸
- ۳-۵- تحلیل مدل..... ۶۸
- ۴-۵- کنترل تنش زیر پی..... ۶۸

- ۵-۵- انتخاب ترکیبات بار طراحی ۶۹
- ۵-۶- طراحی مدل ۶۹
- ۵-۶-۱- تنظیم آرماتورهای پی ۷۰

ramin_abedian@yahoo.com

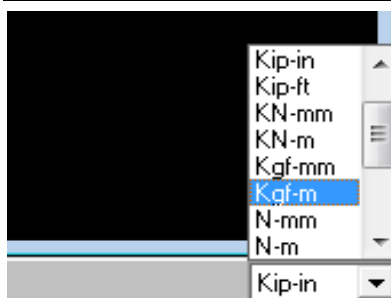
فصل ۱:

ساختمان بتنی ۵ طبقه

(سیستم قاب خمشی)

۱-۲- ساخت مدل

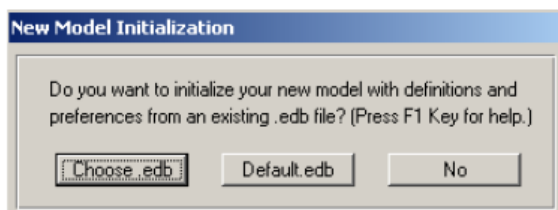
۱-۲-۱- ترسیم خطوط شبکه



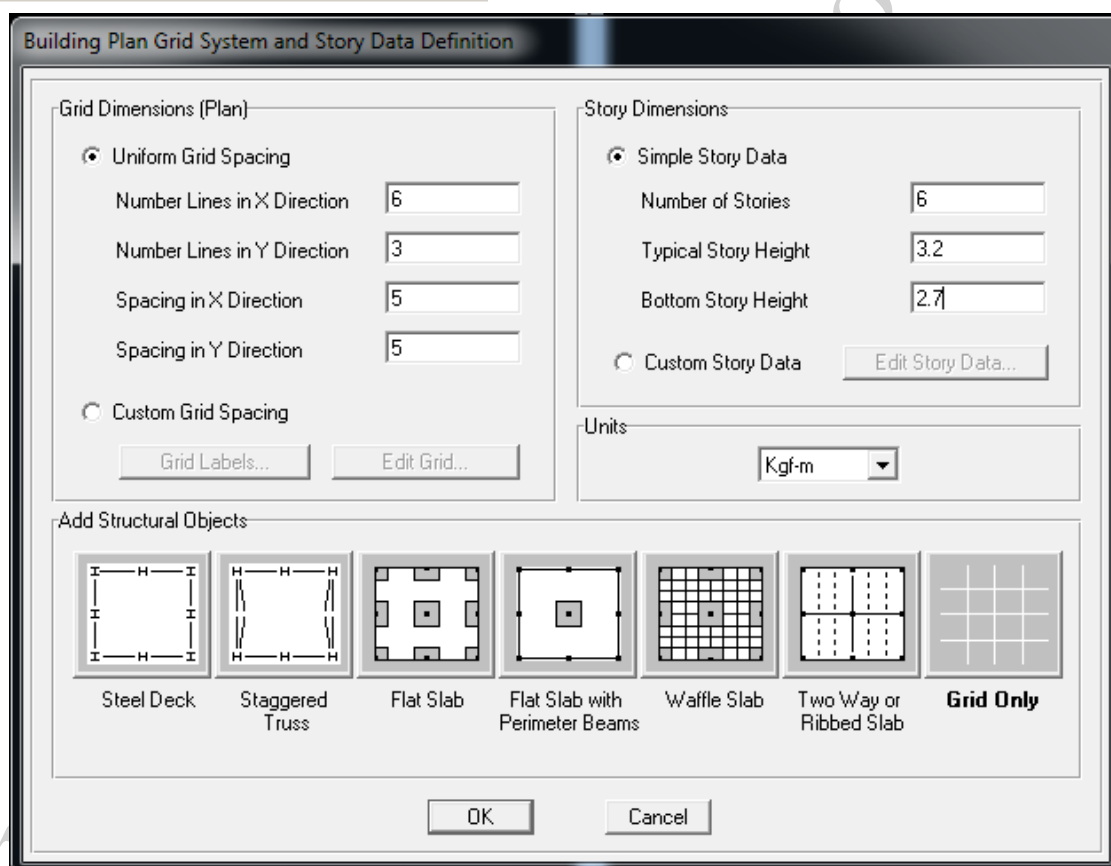
نرم افزار ETABS را راه اندازی کرده و از منوی کشویی واحدها، سیستم واحد آن را به kgf-m تغییر دهید.

دستور File>New model اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه New model Initialization نمایان گردد.

گزینه No را انتخاب کنید تا جعبه Building plan Grid System and Story Data Definition نمایان گردد.



نکته: در صورتیکه گزینه choose.edb را انتخاب کنید، می توانید از اطلاعات سایر فایل های موجود (از قبیل مقاطع، ترکیبات بار و...) استفاده کنید.



در جعبه باز شده با توجه به جزئیات معماری اصلاحات زیر را انجام دهید:

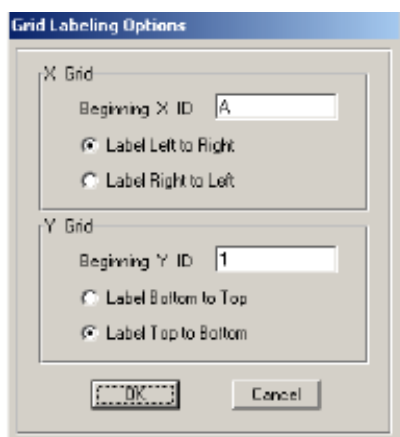
در قسمت Number Lines in X Direction تعداد خطوط شبکه در جهت X را ۶ و در قسمت Number Lines in Y Direction تعداد

خطوط شبکه در جهت Y را ۳ وارد کنید.

در قسمت Number of story تعداد طبقات را ۶ (با احتساب طبقه خرپشته)، در قسمت Typical Story Hight ارتفاع طبقات مسکونی

مشابه را ۳/۲۰ متر و در قسمت story Hight ارتفاع طبقه پیلوت را ۲/۷۰ متر وارد کنید.

گزینه Custom Grid Space را فعال کرده و دکمه Grid Labels را کلیک کرده، تا جعبه Grid Labeling Options نمایان گردد. در این



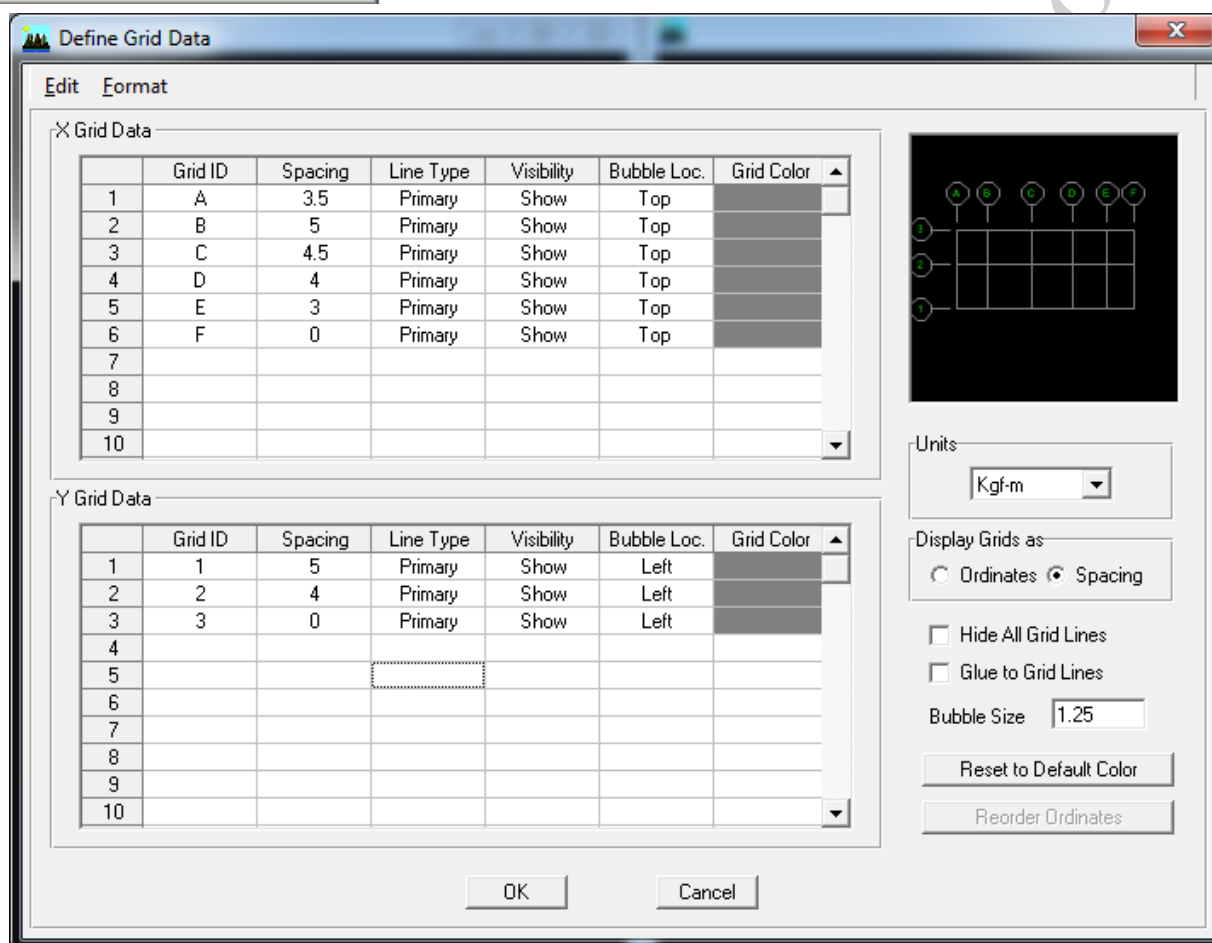
پنجره می‌توان نام هر یک از خطوط شبکه در جهت محور X و Y را تغییر داد.

حال دکمه Edit Grid را کلیک کنید تا جعبه Define Grid Data نمایان گردد.

در قسمت X Grid Data در ستون Spacing جهت تغییر موقعیت مکانی هر یک از خطوط شبکه به ترتیب اعداد ۳/۵، ۵، ۴/۵، ۴ و ۳ برای خطوط A، B، C، D و E وارد کنید. در قسمت Y Grid Data در ستون Spacing جهت تغییر موقعیت مکانی هر یک از خطوط شبکه به ترتیب اعداد ۵، ۴ و ۰ برای خطوط ۱، ۲ و ۳ وارد کنید.

نکته: در صورت انتخاب گزینه Ordinate فاصله هرمحور از محور اول باید لحاظ گردد.

روی دکمه OK کلیک کرده تا به جعبه قبلی باز گردیم.



جهت اصلاح ارتفاع طبقات، گزینه Custom Story Data را فعال کرده و دکمه Edit Story Data را کلیک کنید تا جعبه Story Data نمایان

گردد.

در ستون Height ارتفاع طبقه STORY6 و STORY1 را ۲/۷ متر وارد کنید. با توجه به اینکه بارگذاری طبقات اول تا چهارم مشابه می‌باشد، در ستون Master Story و در مقابل STORY4، Yes قرار داده و در ستون Similar To برای طبقات اول تا سوم STORY4 را فعال کنید.

Story Data

	Label	Height	Elevation	Master Story	Similar To	Splice Point	Splice Height
7	STORY6	2.7	18.2	No	NONE	No	0.
6	STORY5	3.2	15.5	No	STORY6	No	0.
5	STORY4	3.2	12.3	Yes		No	0.
4	STORY3	3.2	9.1	No	STORY4	No	0.
3	STORY2	3.2	5.9	No	STORY4	No	0.
2	STORY1	2.7	2.7	No	STORY4	No	0.
1	BASE		0.				

Reset Selected Rows

Height:

Master Story:

Similar To:

Splice Point:

Splice Height:


Units:


دکمه OK را کلیک کرده تا به جعبه قبلی باز گردیم.

در این پنجره گزینه Grid Only را انتخاب کرده و گزینه OK را انتخاب کنید. پس از انجام این کار در صفحه نرم افزار ETABS دو صفحه نمایان خواهد شد، که در سمت راست خطوط شبکه به صورت سه بعدی و در شکل سمت چپ به صورت دوبعدی نمایش داده می شود.


۱-۲-۲- ترسیم ستون، تیر و کف

الف) ترسیم تیر


دستور Draw>Draw Line Object>Draw Lines را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.


نکته: با استفاده از نوار ابزار  نیز می توان تیرهای سازه را در پلان و ستون های سازه را در هر Elvation رسم کرد.



ب) ترسیم ستون

دستور Draw>Draw Line Object>Create Columns in Region or at Clicks را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.



پ) ترسیم کف


از دستور Draw>Draw Area Object>Draw Rectangular Areas و یا از نوار ابزار دکمه  مطابق جعبه Properties of Object برای ترسیم کفهای مستطیلی استفاده نمایید.

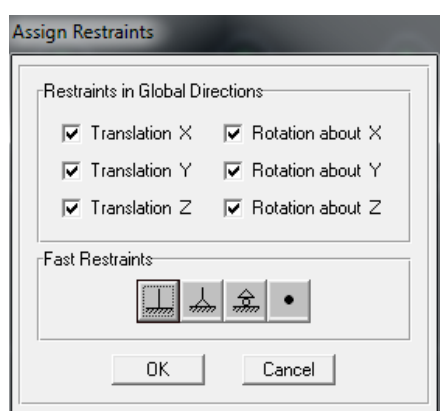
از دستور Draw>Draw Area Object>Draw Are و یا از نوار ابزار دکمه  برای ترسیم کفهای به شکل دوزنقه و یا مثلث استفاده نمایید.

نکته: با استفاده از نوار ابزار  نیز می‌توان کف‌های مستطیلی را رسم کرد.
از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.

۱-۲-۳- اختصاص تکیه‌گاه


به وسیله دکمه‌های   به طبقه Base منتقل شده و برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
به وسیله ماوس، تمامی گره‌های طبقه Base را انتخاب کنید.

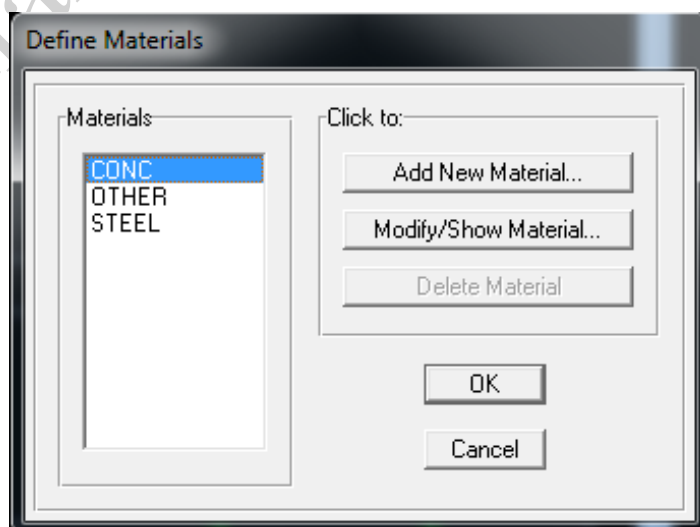
دستور Assign>joint/point/Restraints را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Assign Restraints نمایان گردد.



نکته: توجه داشته باشید که اختصاص تکیه‌گاه تنها در طبقه Base انجام می‌گیرد.

۱-۲-۴- تعریف مشخصات مصالح

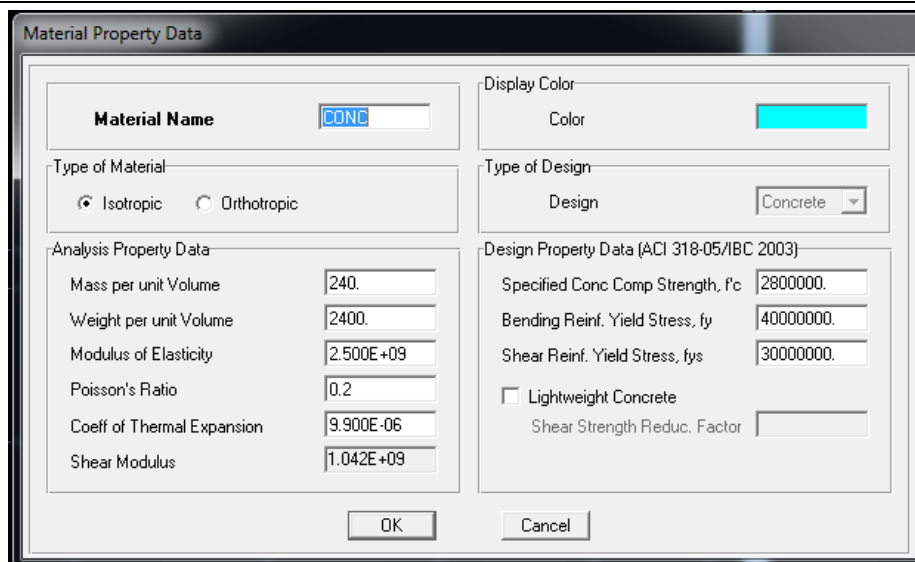
دستور Define>Material Properties را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Materials نمایان گردد.



در جعبه باز شده از قسمت Materials گزینه CONC (بتن) را انتخاب کرده، دکمه Modify Show Material را کلیک کنید تا جعبه Material Property Data نمایان گردد.
در قاب Type of Material نوع مصالح بتنی را Isotropic (همگن) انتخاب کنید.
در قاب Analyse Property Data (مشخصات تحلیل سازه) در قسمت Mass Per Unit Volume، مقدار جرم واحد حجم بتن را ۲۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد کنید.
در قسمت Weight Per Unit Volume، مقدار وزن واحد حجم بتن را ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد کنید.
در قسمت Modules of Elasticity، مقدار مدول الاستیسیته بتن را 2.5×10^4 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

در قسمت Poissons Ratio، مقدار ضریب پواسون بتن مسلح را ۰/۲ وارد کنید.
در قاب Design Property Data (مشخصات طراحی سازه)

در قسمت Specified Conc Comp Strenght f_c مقاومت مشخصه بتن را $2/8 \times 1000000$ کیلوگرم بر متر مربع وارد کنید.
در قسمت Bending Reinf. Yield Stress f_y تنش تسلیم آرماتورهای خمشی را 4×1000000 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.



Material Property Data

Material Name: CONC

Type of Material: ☒ Isotropic ☐ Orthotropic

Display Color: Color [Blue]

Type of Design: Design [Concrete]

Analysis Property Data

Mass per unit Volume	240.
Weight per unit Volume	2400.
Modulus of Elasticity	2.500E+09
Poisson's Ratio	0.2
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06
Shear Modulus	1.042E+09

Design Property Data (ACI 318-05/IBC 2003)

Specified Conc Comp Strength, f'c	2800000.
Bending Reinf. Yield Stress, fy	40000000.
Shear Reinf. Yield Stress, fys	30000000.
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduc. Factor	

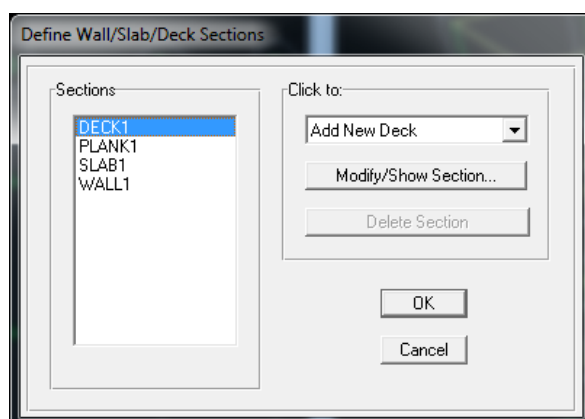
OK Cancel

مدول الاستیسیته بتن طبق آیین نامه ACI و در واحد Kg/cm^2 برابر $E_c = 15100\sqrt{f'_c}$ می باشد. تنش تسلیم آرماتورهای AIII برابر ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و تنش تسلیم آرماتورهای AII برابر ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.

نکته: در صورتی که نوع مصالح Isotropic انتخاب گردد، نیازی به معرفی مدول برشی Shear Modulus نیست، زیرا نرم افزار آن را از رابطه زیر محاسبه می نماید:

$$G = \frac{E}{2(V + 1)}$$

۱-۲-۵- معرفی نوع سیستم سقف




Define Wall/Slab/Deck Sections

Sections: DECK1, PLANK1, SLAB1, WALL1

Click to: Add New Deck, Modify/Show Section..., Delete Section

OK Cancel

دستور Defin>Wall/slab/Deck section را اجرا کرده از نوار ابزار، دکمه  کلیک کنید تا جعبه Sections Define Wall/Slab/Deck نمایان گردد.

از قاب Sections، گزینه DECK1 (تیرچه و بلوک) را انتخاب کرده، روی دکمه Modify/Show Section کلیک کنید تا جعبه Deck Section نمایان گردد.

در قسمت Slab Depth ضخامت دال بتنی روی تیرچه ها را ۰٫۰۵ متر وارد کنید.

در قسمت Deck Depth عمق تیرچه را ۰٫۲۵ متر وارد کنید.

در قسمت Rip Width عرض تیرچه ها را ۰٫۱ متر وارد کنید.

در قسمت Rip Spacing فاصله بین تیرچه ها را ۰٫۵ متر وارد کنید.

در قسمت Unit Weight/Area وزن واحد ورق فولادی تحتانی تیرچه را برابر صفر قرار دهید. در سقف های تیرچه و بلوک موجود

در ایران چنین ورقی به کار نمی رود.

روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی باز گردیم.

با توجه به این که قسمت بالکن سازه از نوع دال بتنی می باشد، لذا در این مرحله دال بتنی به ضخامت ۱۵ سانتیمتر را معرفی می کنیم.

از قاب Sections، گزینه SLAB1 (دال) را انتخاب کرده و روی دکمه Modify/show section کلیک کنید تا جعبه Wall/slab section نمایان گردد.

از قسمت Material، جنس مقطع را CONC (بتنی) انتخاب نمایید.
در قاب Thickness، در قسمت Membrane و Bending ضخامت غشایی و خمشی دال را برابر ۰٫۱۵ متر وارد کنید.
از قاب Type، گزینه Shell را فعال کنید.

نکته: در صورت فعال کردن گزینه Use Special

One-Way Load Distribution توزیع بار بصورت

یک‌طرفه و در غیر اینصورت به صورت دوطرفه خواهد بود.

در قسمت Thickness:

صفحاتی که به دلیل شکل ظاهری آنها مقاومت خمشی آنها در داخل صفحه با مقاومت خمشی آنها در خارج از صفحه برابری ندارند، دو مقدار متفاوت را برای گزینه‌های Membrane و Bending خواهد داشت.


در قسمت Type:

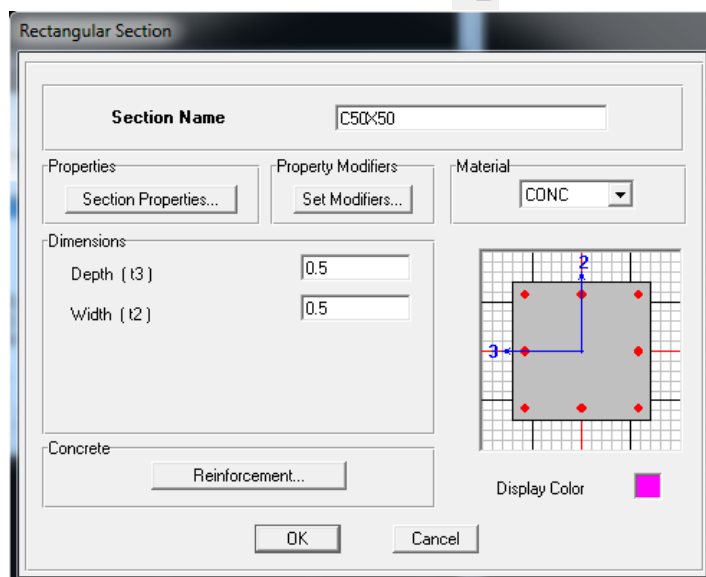
گزینه Shell برای صفحاتی که دارای سختی خمشی خارج از صفحه‌ای هستند، استفاده می‌گردد. (برای طراحی دال‌ها)
گزینه Membrane برای صفحاتی که دارای سختی خمشی درون صفحه هستند، استفاده می‌گردد. (برای طراحی دیوار برشی)
گزینه Plate برای صفحاتی که دارای سختی خمشی درون صفحه و خارج از صفحه‌ای هستند، استفاده می‌گردد. (برای طراحی سقف‌های مشبک فلزی همچون لایه‌ها)
روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی باز گردیم، در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید.

۱-۲-۶- معرفی مقاطع بتنی

۱-۲-۶-۱- معرفی مقاطع ستون‌ها

در این قسمت مقطع ستون طبقه اول، یعنی ستون مستطیلی شکل به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتیمتر معرفی خواهیم کرد.

دستور Define>Frame Section را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کرده تا جعبه Define Frame Properties نمایان گردد.



The 'Rectangular Section' dialog box is shown. It has a 'Section Name' field with 'C50x50'. Under 'Properties', there are buttons for 'Section Properties...' and 'Set Modifiers...'. The 'Material' dropdown is set to 'CONC'. In the 'Dimensions' section, 'Depth (t3)' and 'Width (t2)' are both set to '0.5'. There is a 'Reinforcement...' button under the 'Concrete' section. A grid diagram shows a rectangular section with reinforcement bars. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

در قاپ Click To از منوی کشویی دوم گزینه Add Rectangular را انتخاب کنید تا جعبه Rectangular Section نمایان گردد.

در قسمت Section Name نام C50x50 را وارد کنید. در قسمت Depth و Width ابعاد مقطع را ۰,۵ متر وارد کنید و از قسمت Material، جنس مقطع CONC را انتخاب کنید. روی دکمه Reinforcement کلیک کنید تا جعبه Reinforcement Data نمایان گردد. از قسمت Design Type نوع المان را Column (ستون) انتخاب کنید.

از قسمت Configuration of Reinforcement، گزینه Rectangular (مقطع مستطیلی شکل) را انتخاب کنید.

در قسمت Cover to Rebar Center فاصله مرکز آرماتور تا بر خارجی بتن را برابر ۰,۰۵ متر وارد کنید.

در قسمت Number of Bars in 2-dr و Number of Bars in 3-dr تعداد میلگردها را در دو جهت ۲ و ۳ محلی، برابر ۵ وارد کنید.

در قسمت Check/Design گزینه Reinforcement to be Design را فعال کنید.

روی دکمه OK را کلیک کنید تا به جعبه قبلی باز گردیم.

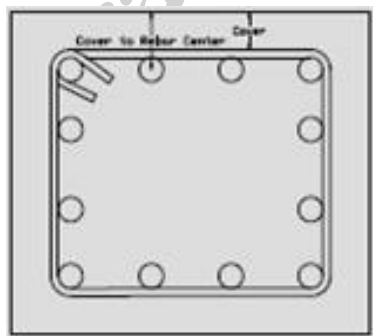
در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید تا مقطع ستون C50X50 تعریف شود.

نکات آیین نامه:

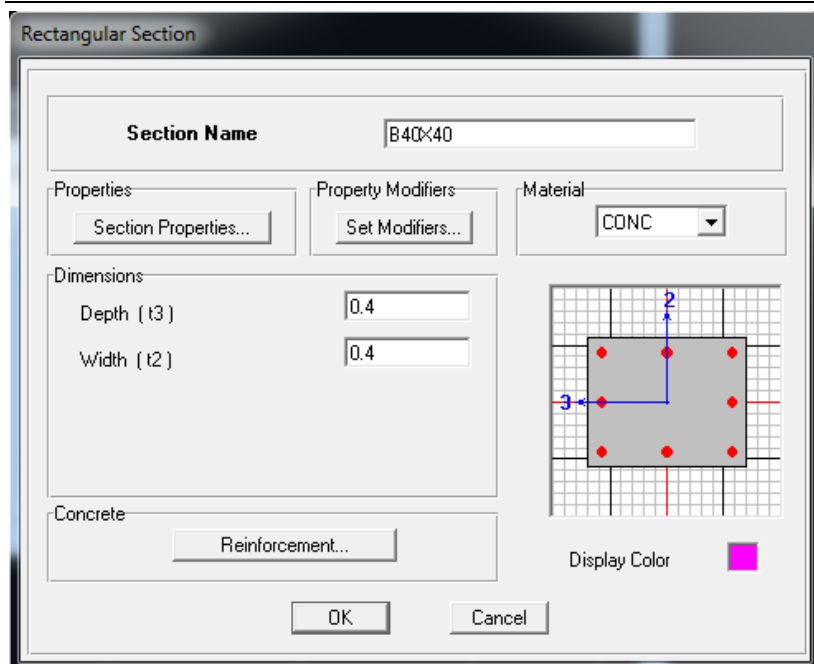
۱- طبق آیین نامه بتن، کاور بتن برابر حداقل فاصله آرماتور طولی و یا عرضی با نزدیکترین سطح آزاد مقطع تعریف می شود، در حالی که مقدار Cover to Rebar Center که در معرفی مقطع وارد کردیم، برابر فاصله آکس میلگرد طولی تا سطح خارجی مقطع می باشد، لذا همواره باید پوشش لازم را با ضخامت آرماتور برشی و نصف قطر آرماتور طولی جمع کرده، سپس به نرم افزار معرفی کنیم.

۲- در صورتی که گزینه Reinforcement to be Check را فعال کنید، در این حالت علاوه بر معرفی آرایش میلگردها، باید نمره

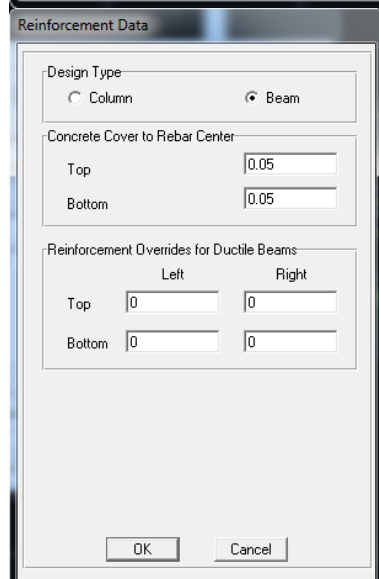
میلگردها را نیز مشخص کرد تا نرم افزار ظرفیت مقطع ستون را محاسبه کرده و نسبت نیروی وارده به ظرفیت مقطع را اعلام کند. ولی در صورتی که گزینه Reinforcement to be Design فعال باشد، در این حالت تنها آرایش میلگردها را مشخص کرده و نیازی به وارد کردن نمره میلگردها نیست در این حالت نرم افزار طبق ابعاد و آرایش میلگردها اندرکنش مقطع را ترسیم کرده و مقدار آرماتور مورد نیاز را بر حسب cm^2 و یا واحدهای دیگر اعلام می کند.



۱-۲-۶-۲- معرفی مقطع تیرها



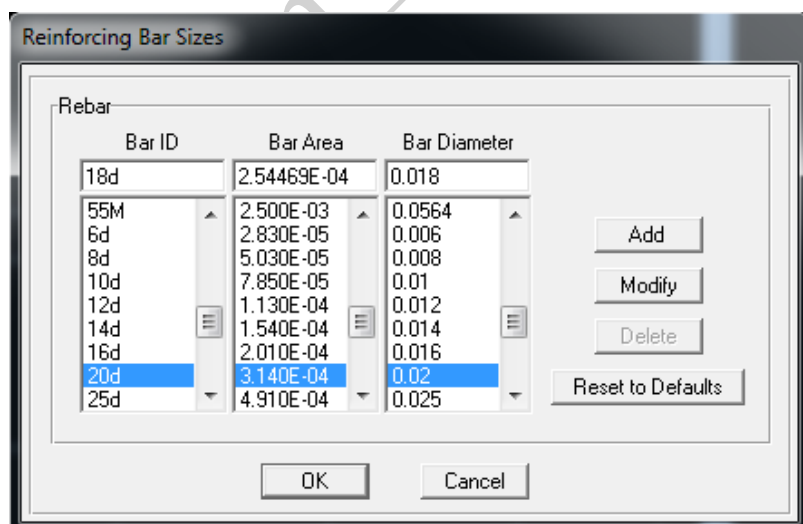
در این قسمت مقطع تیر مستطیلی شکل به ابعاد 40×40 سانتیمتر را معرفی خواهیم کرد. در جعبه Define Frame Properties از قسمت Click To منوی کشویی دوم گزینه Add Rectangular را انتخاب کنید، تا جعبه Section Rectangular نمایان گردد. در قسمت Section Name نام B40X40 (تیر مستطیلی به عمق ۵۰ و عرض ۴۰ سانتیمتر) در قسمت Depth و Width عمق و عرض مقطع تیر را به ترتیب ۰.۵ و ۰.۴ متر وارد کنید. از قسمت Material، مشخصه CONC (بتن) را انتخاب کنید.



روی دکمه Reinforcement کلیک کنید تا جعبه Reinforcement Data نمایان گردد. از قاب Design Type نوع المان را Beam (تیر) انتخاب کنید. از قاب Concrete Cover To Rebar Center مقدار کاور آرماتورهای بالایی (TOP) و پایینی (Bottom) را ۰.۰۵ متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی باز گردیم. در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید.

۱-۲-۶-۳- معرفی آرماتور

برای معرفی آرماتور جدید دستور Options>Pereferences>Reinforcement Bar Sizes... را اجرا کنید.




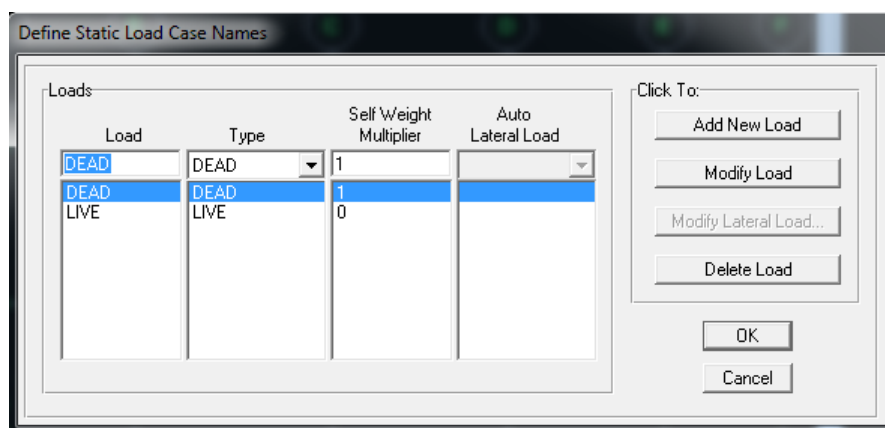
از قاب Rebar، شماره میلگرد (Bar ID) را 18d، مساحت میلگرد (Bar Area) را 2.54468E-04 و قطر میلگرد (Bar Diameter) را 0.018 در نظر بگیرید.

روی دکمه Add کلیک کرده تا آرماتور جدید به لیست اضافه گردد و در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید.

۱-۲-۷- معرفی حالات بار

برای اعمال نیروهای مختلف به سازه ابتدا باید ماهیت آنها را معرفی کرده، سپس در ترکیبات بار طراحی وارد کنیم:

دستور Define>Static load Cases را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Static load Case

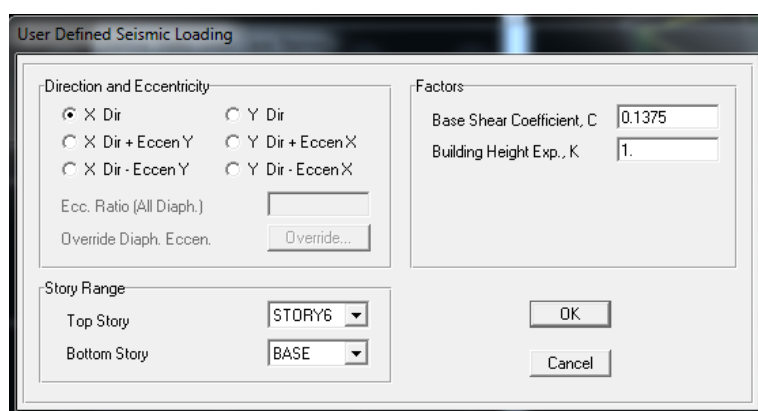


Names نمایان گردد.

در جعبه زیر حالات بار مرده و زنده به طور پیش فرض تعریف شده‌اند. حال باید بار زلزله را در جهت X و Y معرفی کنیم. در قسمت Load نام EX (زلزله در جهت X) را تایپ کنید و در قسمت Type نوع بار را QUAKE (لرزه‌ای) انتخاب کنید.

در قسمت Self Weight Multiplier

عدد ۰ را وارد کنید. این عدد ضریبی برای محاسبه وزن اسکلت سازه می‌باشد. این ضریب برای بار مرده برابر ۱ و برای بارهای دیگر برابر ۰ قرار می‌دهیم.



در قسمت Auto Lateral Load گزینه User Coefficient را انتخاب کنید. روی دکمه Add New Load کلیک کنید.

روی دکمه Modify Lateral Load کلیک کنید تا جعبه User Defined Seismic Loading نمایان گردد.

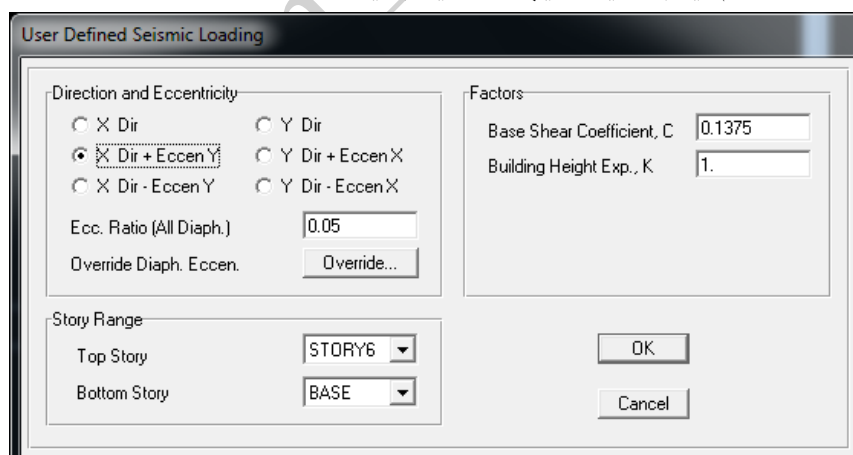
در قاب Direction and Eccentricity گزینه X Dir (نیروی زلزله در جهت X) را انتخاب کنید.

در قاب Story Range، در قسمت Top Story، طبقه STORY6 را وارد کنید، با انتخاب STORY6 توزیع نیروی زلزله از طبقه Base تا طبقه STORY6 خواهد بود.

در قاب Factors ضریب زلزله را برابر ۰,۱۳۷۵ وارد کنید و در قسمت Building Height Exp.k عدد ۱ را وارد کنید. روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی باز گردیم.

نکته: رابطه عمومی توزیع استاتیکی نیروی زلزله به صورت $F_i = \frac{W_i H_i^K}{\sum (W_i H_i^K)} CW$ می‌باشد که طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران ضریب K برابر ۱ می‌باشد.

برای معرفی حالت بار EY (نیروی زلزله در جهت Y) نیز به همین ترتیب عمل کنید. با این تفاوت که در قسمت Direction and Eccentricity



Eccentricity گزینه YDir را انتخاب کنید.

برای حالت بارهای EXMN, EXMP, EYMN, EYMP نیز به همین ترتیب عمل کنید با این تفاوت که در قسمت Direction and Eccentricity علاوه بر انتخاب جهت بار زلزله Ecc. Ratio نیز ۰/۰۵ انتخاب شود.

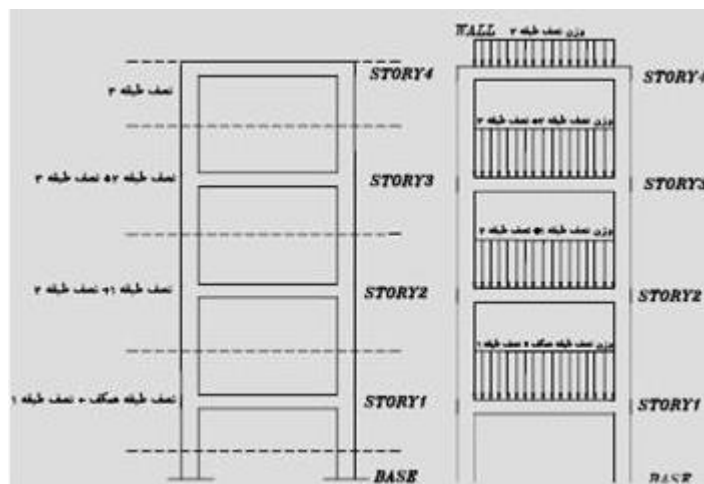
لازم به ذکر است که حالت User Coefficient بهتر است زمانی به کار رود که اثر شلاقی در سازه نباشد.

برای این که بتوانیم وزن واقعی سازه

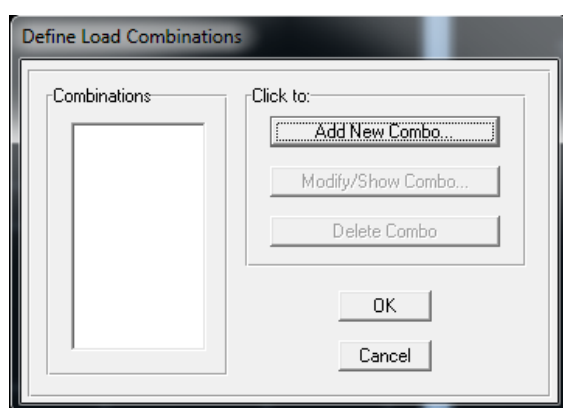
را در محاسبات وارد کنیم، باید حالت WALL را نیز به برنامه معرفی کنیم.

در قسمت Load، نام WALL را تایپ کنید و در قسمت Type نوع بار را OTHER انتخاب کنید.

روی دکمه Add New Load کلیک کنید و سپس روی دکمه OK کلیک کنید.



طبق میحث ششم مقررات ملی مرکز جرم هر طبقه با در نظر گرفتن جرم کف طبقه به علاوه مجموع نصف جرم دیوارهای طبقه بالا و نصف جرم دیوارهای طبقه پایین می باشد. با توجه به اینکه در نرم افزار ETABS جرم از روی بارهای وارده محاسبه می شود، وقتی بار دیوار را در طبقه به طور کامل وارد می کنیم، معادل این است که نصف جرم دیوار از پایین و نصف جرم دیوار از بالا جمع شده است ولی در تیرهای سقف بام چون وزن دیوار را اعمال نمی کنیم باید باری مانند WALL از نوع OTHER تعریف و به مقدار نصف وزن دیوار (پیرامونی و تیغه بندی) در بام وارد کنیم. لازم به ذکر است که این حالت بار در ترکیبات بار طراحی قرار نمی گیرد، بلکه فقط در محاسبه وزن سازه برای تعیین نیروی جانبی مؤثر می باشد.

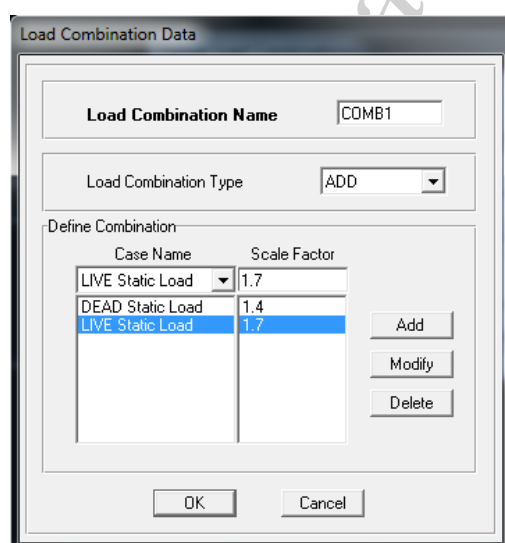


۸-۲-۱- معرفی ترکیبات بار

جهت معرفی ترکیبات بار، دستور Define>Load Combination را اجرا کنید یا از نوار ابزار دکمه را کلیک کنید تا جعبه Define Load Combination نمایان گردد. در این قسمت می خواهیم ترکیب بار 1.4DL+1.7LL را معرفی کنیم. با کلیک روی دکمه Add New Combo...، جعبه Load Combination Data نمایان می شود.

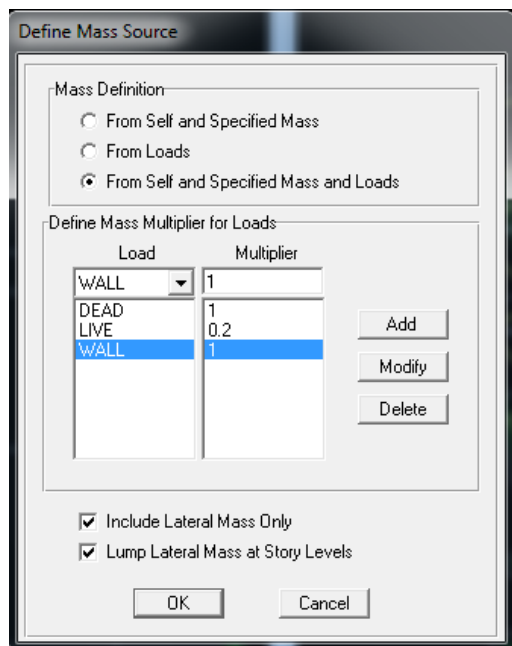
از منوی کشویی Case Name حالت بار DEAD Static Load را انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضریب بار را برابر ۱/۲۵ تایپ کرده و سپس دکمه Add را بزنید. از منوی کشویی Case Name حالت بار LIVE Static Load را انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضریب ۱/۵ را تایپ کرده و دکمه Add را بزنید.

روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم. مطابق جدول زیر ترکیبات بار را وارد می کنیم.




ترکیبات بار	ترکیبات بار
1.25DL	1.25DL+1.5LL
DL+1.2LL+1.2EX	0.85DL+1.2EX
DL+1.2LL-1.2EX	0.85DL-1.2EX
DL+1.2LL+1.2EXMP	0.85DL+1.2EXMP
DL+1.2LL-1.2EXMP	0.85DL-1.2EXMP
DL+1.2LL+1.2EXMN	0.85DL+1.2EXMN
DL+1.2LL-1.2EXMN	0.85DL-1.2EXMN
DL+1.2LL+1.2EY	0.85DL+1.2EY
DL+1.2LL-1.2EY	0.85DL-1.2EY
DL+1.2LL+1.2EYMP	0.85DL+1.2EYMP
DL+1.2LL-1.2EYMP	0.85DL-1.2EYMP
DL+1.2LL+1.2EYMN	0.85DL+1.2EYMN
DL+1.2LL-1.2EYMN	0.85DL-1.2EYMN

۱-۲-۹- معرفی روش محاسبه جرم سازه



برای اینکه بتوانیم جرم سازه را محاسبه نماییم، روش‌های مختلفی وجود دارد، یکی از این روش‌ها که در مبحث ششم مقررات ملی نیز آمده است. محاسبه جرم از روی بارهای وارد به سازه است.

دستور Define > Mass Source... را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Mass Source نمایان گردد.

در قسمت Mass Definition، گزینه From Load را انتخاب کنید تا جرم سازه از روی بارهای وارد شده به سازه محاسبه شود.

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰، ترکیب بار $DEAD+WALL+0.2LIVE$ را جهت محاسبه وزن سازه معرفی کنید.

در قسمت Mass Definition:

From Self and Specified Mass فقط جرم‌ها را به عنوان وزن سازه در نظر

می‌گیرد.

From Load فقط نیروها را به عنوان جرم در نظر می‌گیرد.

From Self and Specified Mass and Loads هر دو مورد بالا را در نظر می‌گیرد.

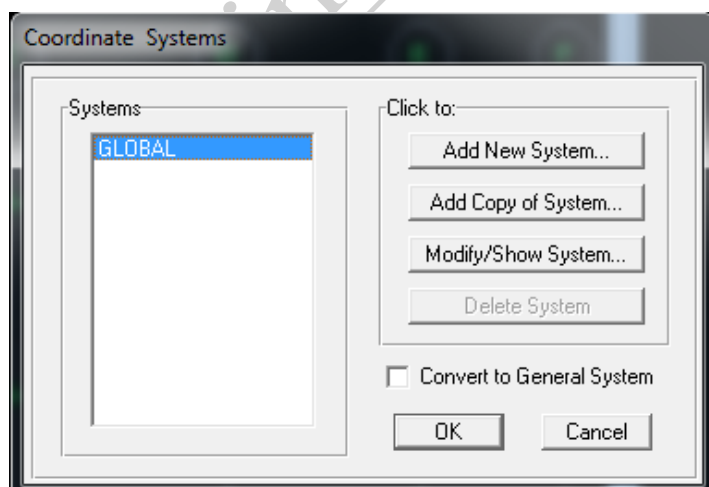
روی دکمه OK کلیک کنید تا جعبه بسته شود.

نکته: طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ برای سازه‌های مسکونی، وزن سازه برابر است با بار مرده به اضافه ۲۰ درصد بار زنده می‌باشد.

۱-۲-۱۰- اصلاح خطوط شبکه جهت ترسیم بالکن

همان گونه که ملاحظه می‌شود خطوط شبکه‌ای برای بالکن و قسمتی از سقف که به صورت دال طره است رسم نشده است، برای این منظور باید خطوط شبکه را اصلاح کنیم و خطوط شبکه جدیدی را تعریف کنیم. البته می‌توانستیم این خطوط را در ابتدا نیز تعریف کنیم ولی این کار به خاطر سهولت عملیات ترسیم انجام می‌گیرد، برای این منظور باید خط جدید را به ترتیب زیر به خطوط شبکه موجود اضافه کنیم.

دستور Edit > Edit Grid Systems را اجرا کنید تا جعبه Coording Systems نمایان گردد.



دکمه Modify/Show System را کلیک کنید تا جعبه

Define Grid Data نمایان گردد.

برای معرفی خطوط جدید به ترتیب زیر عمل کنید.

در قسمت Spacing فاصله خط را از محور X را وارد کنید.

در قسمت Line Type گزینه Secondary، در قسمت

Visibility گزینه Show و در قسمت Bubble Loc، گزینه Left را انتخاب کنید.

روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی باز گردید حال با کلیک روی دکمه OK خطوط شبکه جدید به صورت گرافیکی نمایش

داده می شود.

در ستون Line Type در

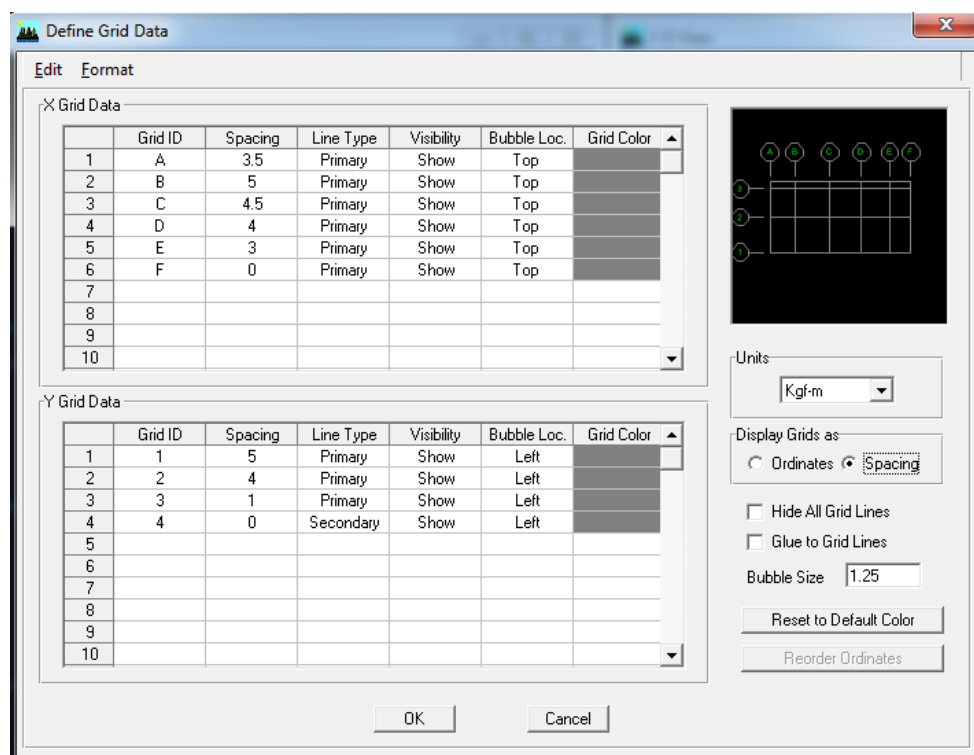
صورتی که گزینه Secondary

انتخاب گردد، خط مورد نظر به

عنوان خط فرعی معرفی شده،


لذا نیاز به نام گذاری آن

نیست.




۱-۲-۱- ترسیم طره بالکن طبقات و بام

از دستور Draw > Draw Area Object > Draw Rectangular Area کلیک کرده، تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.

از فعال بودن دکمه  اطمینان حاصل نمایید. حال قسمت طره بالکن تراس شمالی اقدام نماید. لازم به ذکر است جهت ترسیم باید پس از اجرای دستور فوق در یک گوشه دال کلیک نموده و با پایین نگه داشتن دکمه چپ ماوس، نقطه قطر مقابل دال را کلیک کنید تا دال مربوطه ترسیم گردد.

۱-۲-۲- ترسیم تیر NONE

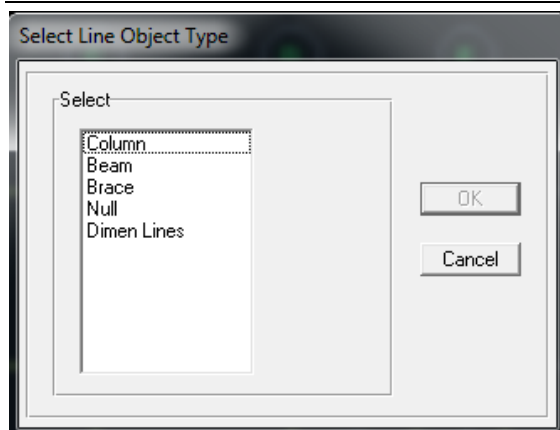
با توجه به این که لبه بالکن یا لبه طره سقف، بار خطی جان پناه و دیوار پیرامونی را تحمل می کند، لذا باید بتوان این بار خطی را به لبه این اعضا وارد کرد. برای این منظور تیر غیر واقعی None را در لبه این اعضای سازه ای معرفی خواهیم کرد تا بتوان بار خطی را بر روی آن اعمال کرد.

دستور Draw > Draw Line object > Draw Line را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties of object نمایان گردد.

در قسمت Property، نیز None را انتخاب کنید.

در لبه های بالن و طره سقف تیر None را ترسیم کنید.

۱-۲-۱۳- اختصاص مقاطع

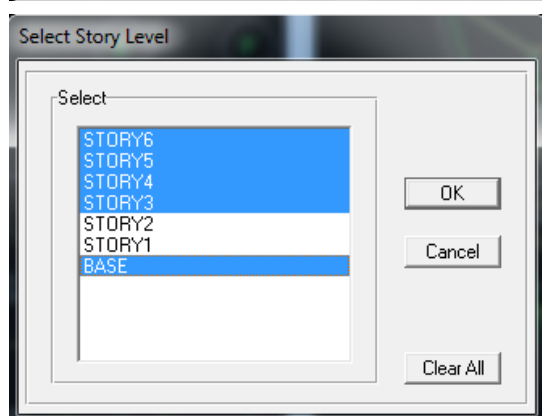


الف) اختصاص تیر B40X40 به تیرهای طبقه اول و دوم

دستور ... Select > By Line Object Type را اجرا کنید، تا جعبه Select Line Object Type نمایان گردد.

گزینه Beam را انتخاب کرده و دکمه Ok را کلیک کنید تا تمامی تیرهای مدل انتخاب شود.

دستور Select > Deselect > By Story Level را اجرا کنید تا جعبه Select Story Level نمایان گردد.



طبقات BASE, STORY3, STORY4, STORY5, STORY6 را با داشتن دکمه Ctrl انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید. تا تیرهای این طبقات از حالت انتخاب خارج شود.

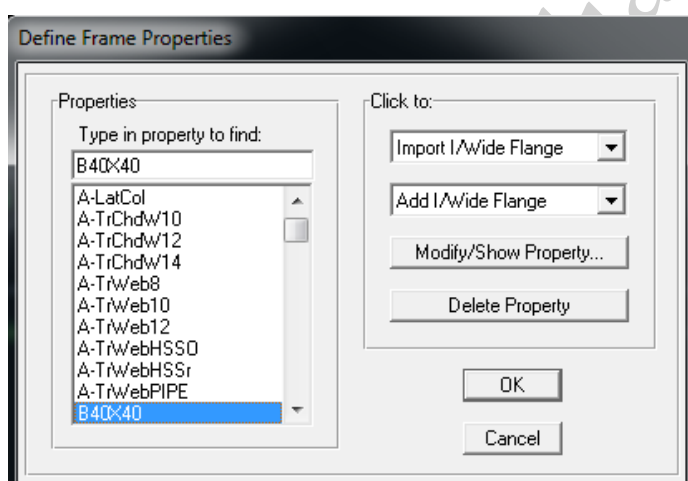
با این روش تمام تیرهای طبقه اول و دوم به حالت انتخاب درخواهد آمد.

دستور Define>Frame Sections.. و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Assign Frame properties نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

از قسمت Properties تیر B40X40 را انتخاب کرده و سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

ب) اختصاص ستون C50X50 به ستونهای طبقه اول و دوم



دستور ... Select > By Line Object Type را اجرا کنید تا

جعبه Select Line Object Type نمایان گردد.

گزینه Column را انتخاب کرده و دکمه Ok را کلیک کنید

تا تمامی ستونهای مدل انتخاب شود.

دستور Select > Deselect > By story level را اجرا کنید تا

جعبه Select story level نمایان گردد.

طبقات BASE, STORY3, STORY4, STORY5, STORY6 را با داشتن

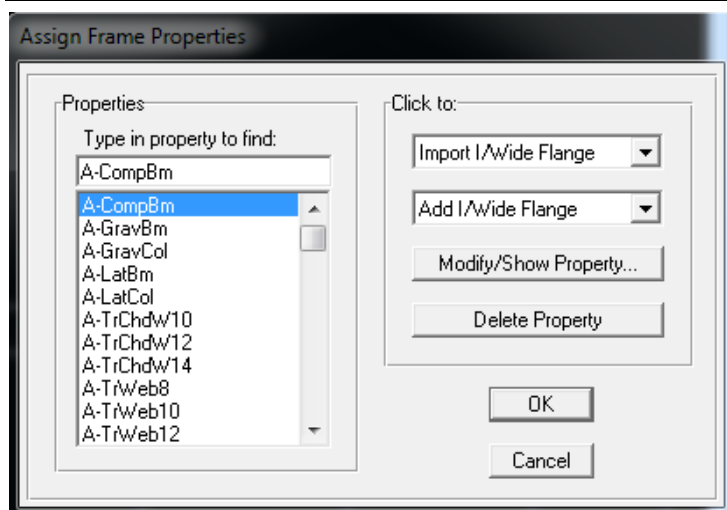
دکمه Ctrl انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

تا تیرهای این طبقات از حالت انتخاب خارج شود.


مطابق مراحل ارائه شده در این قسمت کلیه تیرها و

ستونهای هر طبقه را مطابق جدول زیر به برنامه معرفی کنید.

ستون	تیر	طبقه
55X55	40X40	اول و دوم
50X50	35X35	سوم و چهارم
40X40	30X30	پنجم و ششم



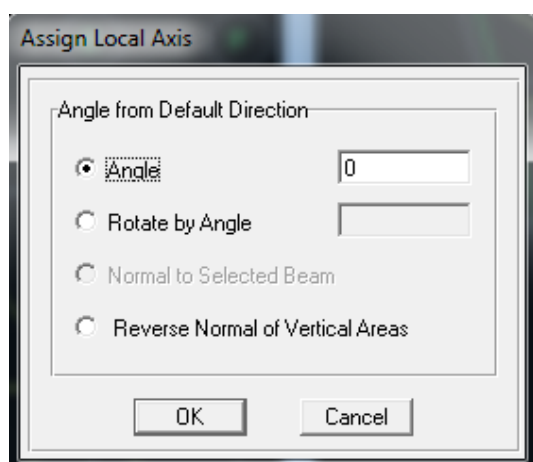
با این روش تمام تیرهای طبقه اول و دوم به حالت انتخاب درخواهد آمد.

از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Assign Frame properties نمایان گردد.


در جعبه باز شده :

از قسمت Properties ستون B45X45 را انتخاب کرده و سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

۱-۲-۱۴- تغییر جهت تیرریزی



پانلهای مورد نظر را انتخاب کنید.

دستور Assign > Shell/Area > Local Axes را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار، دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Assign Local Axis نمایان گردد.

در جعبه باز شده :


گزینه Angle را فعال کرده و در قسمت Angle، زاویه دوران را ۹۰ درجه وارد کنید. سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

نکته: در صورت انتخاب گزینه Rotate by Angle تغییر زاویه به صورت نسبی انجام می پذیرد.

۱-۲-۱۵- اختصاص نواحی صلب

با اختصاص نواحی صلب در واقع می‌خواهیم طول واقعی اعضای خطی را در محاسبات وارد کنیم، به این معنی که در صورت عدم اختصاص نواحی صلب، نرم‌افزار طول واقعی اعضای خطی را از آکس اعضا انتخاب می‌کند. در حالی که طول محاسباتی باید از بر داخلی اعضا محاسبه شود. برای این منظور به صورت زیر عمل کنید.

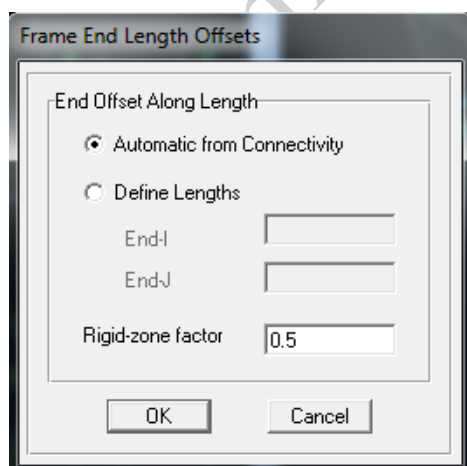
از نوار ابزار دکمه  کلیک کنید (کلیدهای Ctrl+A) تا کلیه عناصر مدل انتخاب شود.

دستور Assign>Frame line>End (Length) offset را اجرا کرده‌ا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید. تا جعبه Frame End Length

offsets نمایان شود.

از قسمت Rigid - zone Factor ضریب ناحیه‌ی صلب را ۰/۵ (نصف طول ناحیه

صلب) وارد کرده، سپس دکمه Ok را کلیک کنید.




۱-۲-۱۶- اختصاص دیافراگم صلب طبقات

اعمال دیافراگم صلب به کفها باعث می‌شود که نرم‌افزار برای سطح مورد نظر، یک

مرکز جرم در نظر بگیرد و نیروی زلزله را به مرکز جرم طبقه وارد کند و از این نیرو از طریق دیافراگم به اجزای سازه‌ای لرزه بر انتقال یابد. سقف‌ها باید به قدر کافی از

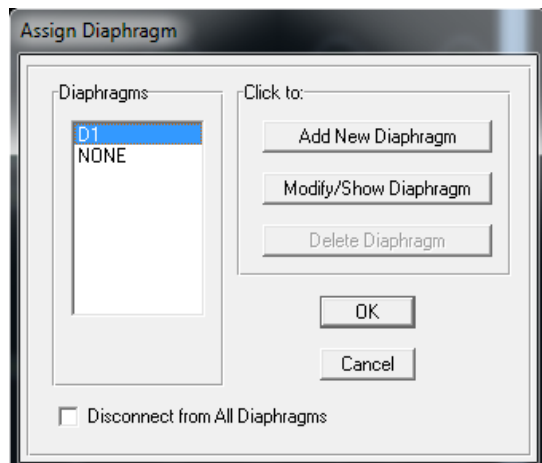
صلبیت برشی برخورداری باشد تا بتواند به طور یکپارچه عمل کرده و نیروی زلزله را بین عناصر لرزه بر تقسیم کند. سقف های معمول سازه ها از قبیل تیرچه و بلوک، کامپوزیت، دال و... را در رعایت مهارت های کافی می توان به عنوان یک سطح صلب در نظر گرفت. در پنجره پلان سازه، نرم افزار را در حالت All Stories قرار داده و با کشیدن ماوس در تمامی المان های موجود در پلان سازه را به حالت انتخاب در آورید.

دستور Assign>Shell/Area>Diaphragms را اجرا کنید و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Assign Diaphragm

نمایان گردد.

از قسمت Diaphragm گزینه ی D1 را انتخاب کرده و روی دکمه Ok

کلیک کنید.




۱-۳-۱- بارگذاری

۱-۳-۱- اختصاص بار مرده طبقات

پنجره پلان سازه را فعال کرده، نرم افزار را به حالت One Stories قرار دهید.

با کلیک روی پانل ها، تمامی پانل های سقف تیرچه بلوک را به حالت انتخاب در آورید.

دستور Assign>Shell / Area load > Uniform Load را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Uniform

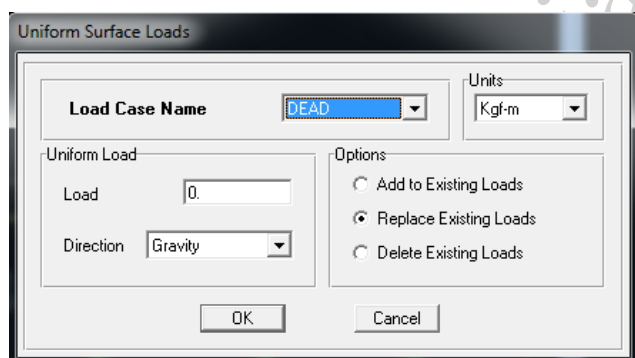
Surface Load نمایان گردد.

از قسمت Load Case Name حالت بار DEAD را انتخاب کنید و از قسمت Load مقدار بار سطحی مرده را برای طبقه بام ۲۸۸/۵

کیلوگرم بر متر مربع وارد کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.


مطابق این روش بار مرده طبقات را ۳۵۰/۵ کیلوگرم بر

مترمربع وارد می کنیم.



۱-۳-۲- اختصاص بار زنده طبقات

با کلیک روی دکمه  انتخاب قبلی را فعال کنید.

دستور Assign>Shell / Area load > Uniform Load را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Uniform

Surface Load نمایان گردد.


در جعبه نمایان شده در قسمت Load Case Name حالت بار LIVE را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار زنده طبقات را

برابر ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع را برای طبقات وارد کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید:

مطابق این روش بار زنده بام را ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد می کنیم.

۱-۳-۳- اختصاص بار مرده طره بالکن طبقات

از فعال بودن All Stories مطمئن شوید.

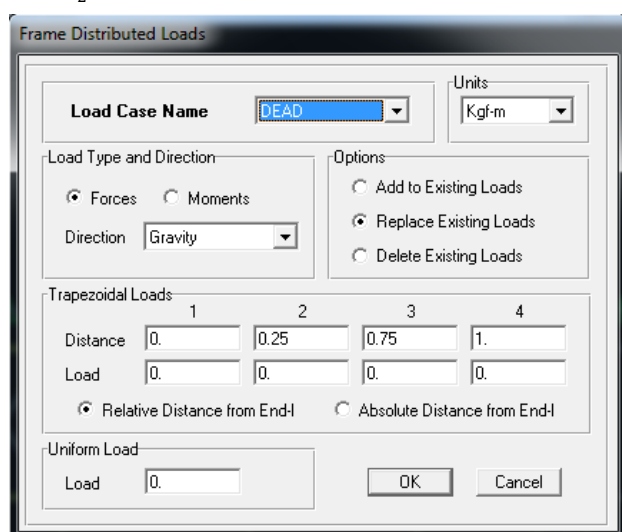
با کلیک روی طره بالکن و قسمت طره سقف طبقات، آن را به حالت انتخاب درآورید.
دستور Assign > Shell / Area load > Uniform Load را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  انتخاب قبلی را فعال کنید.
در قسمت Load Case Name، حالت بار DEAD را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده را برابر ۱۶۵ کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.


۱-۳-۴- اختصاص بار مرده پله

با ضرب بار سطحی پله در طول دهانه بارگیر پله، بار خطی پله به دست خواهد آمد، با توجه به این که پله دو رامپه می باشد، لذا این بار بین دو تیر تقسیم خواهد شد.

$$750 \times 3.5 = 2625 \text{ kg/m}$$

$$\frac{2625}{2} = 1312.5 \text{ kg/m}$$




تیرهای ۲-۳ از محور A و تیرهای ۲-۳ از محور B را به حالت انتخاب درآورید (با کلیک روی تیر).
دستور Assign > Frame / Line Load > Distributed ... را اجرا کرده و یا از نوار ابزار  کلیک کنید تا جعبه Frame Distributed Loads نمایان گردد.
در قسمت Load Case Name، حالت بار DEAD را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده پله را برابر ۱۳۱۲/۵ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.

۱-۳-۵- اختصاص بار زنده پله

با ضرب بار سطحی پله در طول دهانه بار گیر پله، بار خطی پله به دست خواهد آمد، با توجه به این که پله دو رامپه می باشد، لذا این بار بین دو تیر تقسیم خواهد شد.


$$350 \times 3.5 = 1225 \text{ kg/m}$$

$$\frac{1225}{2} = 612.5 \text{ kg/m}$$

تیرهای ۲-۳ از محور A و تیرهای ۲-۳ از محور B را به حالت انتخاب درآورید (با کلیک روی تیر).
دستور Assign > Frame / Line Load > Distributed ... را اجرا کرده و یا از نوار ابزار  کلیک کنید تا جعبه Frame Distributed Loads نمایان گردد.
در قسمت Load Case Name، حالت بار LEVE را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده پله را برابر ۶۱۲/۵ کیلوگرم بر متر را وارد کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید.

۱-۳-۶- اختصاص بار مرده دیوارهای پیرامونی

با توجه به اینکه ارتفاع مفید دیوار برابر ۲/۸ متر است، بار خطی دیوار پیرامونی برابر است با:
 $230 \times 2.8 = 644 \text{ kg/m}$
تمامی تیرهای پیرامونی سازه که بار دیوار را تحمل می کنند، به حالت انتخاب درآورید.

دستور ... Assign > Frame / Line Load > Distributed را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Frame Distributed Loads نمایان گردد.


در جعبه نمایان شده: در قسمت Load Case Name، حالت بار DEAD را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده جان پناه را برابر ۶۴۴ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.

۱-۳-۷- اختصاص بار جان پناه بالکن طبقات و بام

با فرض اینکه ارتفاع جان پناه بالکن طبقات و بام، برابر ۱/۰ متر است، داریم:

$$230 \times 0.8 = 184 \text{ kg/m}$$

تمامی تیرهای پیرامونی طره بالکن و بام که بار جان پناه را تحمل می‌کنند، به حالت انتخاب درآورید.


دستور ... Assign > Frame/Line Load > Distributed را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Frame Distributed Loads نمایان گردد.

در جعبه نمایان شده: در قسمت Load Case Name، حالت بار DEAD را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده جان پناه را برابر ۱۸۴ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.


۱-۳-۸- اختصاص بار WALL

با فرض این که ارتفاع دیوار ۲/۸ متر است، بار WALL برابر نصف برابر بار دیوار پیرامونی خواهد بود.

$$\frac{230 \times 2.8}{2} = 322 \text{ kg/m}^2$$

به وسیله  به طبقه STORY5 منتقل شوید و از فعال بودن حالت One Story اطمینان حاصل نمایید.

تیرهای پیرامونی طبقه بام را به حالت انتخاب درآورید.

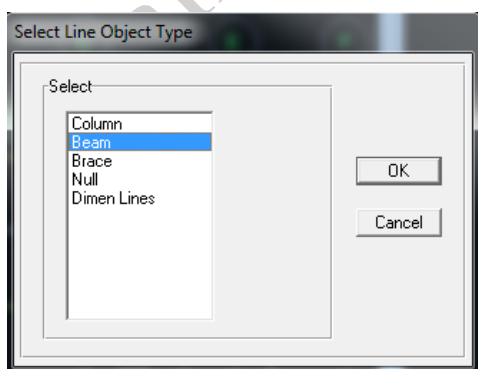
دستور ... Assign > Frame / Line Load > Distributed را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Frame Distributed Loads نمایان گردد.

در قسمت Load Case Name، حالت بار WALL را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار خطی WALL را برابر ۳۲۲ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.

۱-۳-۹- اعمال ترک خوردگی مقاطع

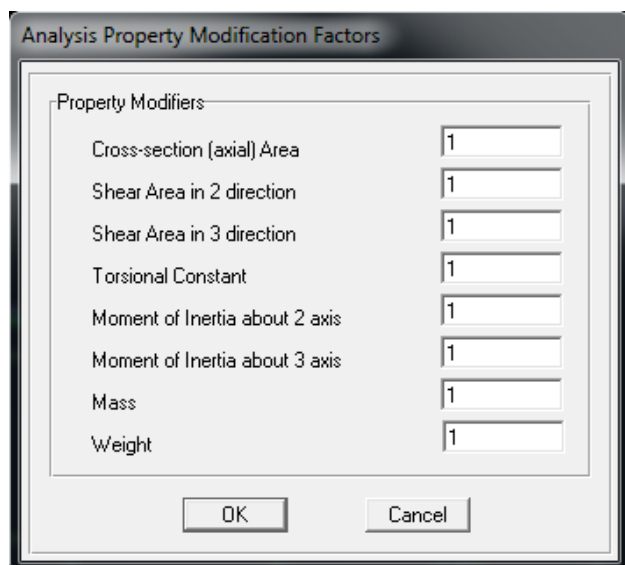
طبق بند ۲-۵-۶ آئین‌نامه ۲۸۰۰، باید تأثیر ترک خوردگی مقاطع را در تحلیل و طراحی سازه مد نظر قرار داد. طبق آئین‌نامه باید ۰/۳۵ ممان اینرسی تیرها و ۰/۷ ممان اینرسی ستون‌ها را در طراحی سازه‌های بتن‌آرمه در نظر گرفت. دستور Select > By Line object Type را اجرا کرده و از جعبه نمایان شده، گزینه Beam را انتخاب کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید.

دستور Assign > Frame / Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبه Analysis Property Modification نمایان گردد.



در قسمت Moment of Inertia about 3 Axis، مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ (محور خمشی) را ۰/۳۵ وارد کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید.

دستور Select > By Line object Type را مجدداً اجرا کرده و از جعبه باز شده اینبار گزینه Column را انتخاب کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.

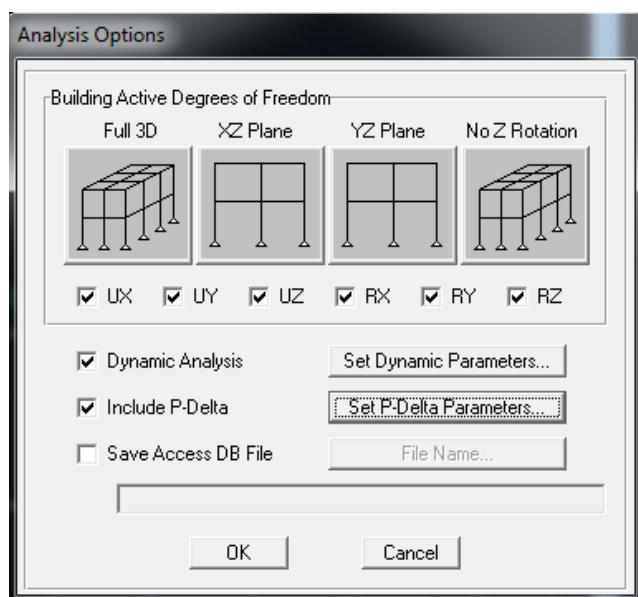


دستور Assign > Frame / Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبه Analysis Property Modification نمایان گردد. در قسمت Moment of Inertia about 3 Axis و Moment of Inertia about 2 Axis مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محور خمشی) را ۰/۷ وارد کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید.

۱-۴- تنظیم پارامترهای تحلیل

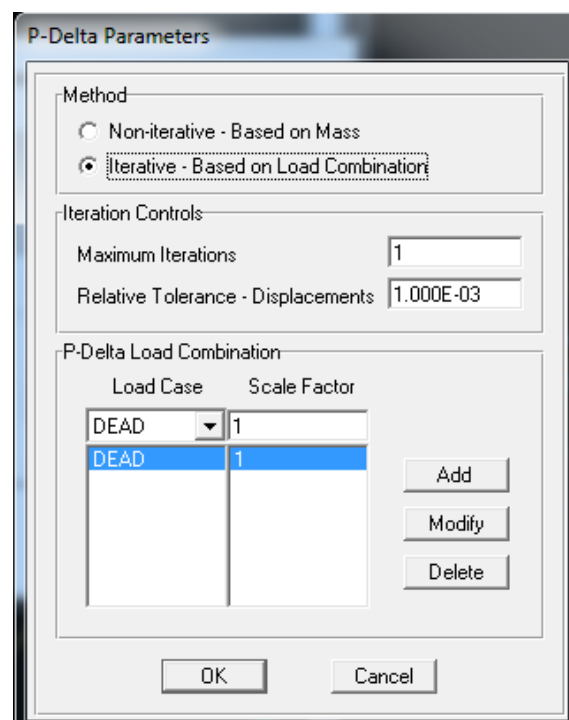
۱-۴-۱- اثر $P - \Delta$

تغییر مکان‌های جانبی طبقات ساختمان، که می‌تواند ناشی از بارهای جانبی و یا عدم تقارن و... باشد باعث می‌شود که لنگرهای اضافی حاصل از وزن، توزیع نیروهای داخلی و تغییر شکل‌های سازه را تحت تأثیر قرار دهد و باعث تغییر نیروها و لنگر اعضا در سازه گردد. به همین منظور طبق آئین‌نامه ۲۸۰۰، باید اثرات $P - \Delta$ در تحلیل سازه لحاظ گردد.



دستور Analyze > Set Analysis Options ... را اجرا کرده تا جعبه Analysis Options نمایان گردد.

حالت Full3D و نیز گزینه Include P-Delta را فعال کرده، روی گزینه Set P-Delta کلیک کنید تا جعبه P-Delta Parameters

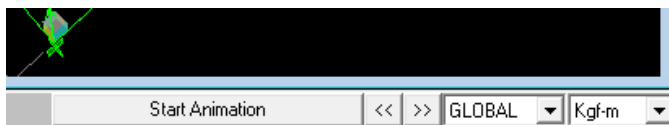


نمایان گردد.

در قسمت Iteration Controls حداکثر تعداد ۱۰ را برای محاسبه اثر $P - \Delta$ وارد کنید.

در قسمت Relative Tolerance - Displacement حداکثر خطای همگرایی را 1.0E-3 وارد کنید. به این معنی که اگر در این ۱۰ بار تکرار تحلیل مقدار نسبت تغییر مکان سازه در هر مرحله کمتر از 1/0.0E-3 باشد، تحلیل $P - \Delta$ متوقف گردد.

در قسمت P-Delta Load Combination ترکیب بار 1.4DL+1.4WALL+1.7LL را جهت تحلیل $P - \Delta$ وارد کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید.



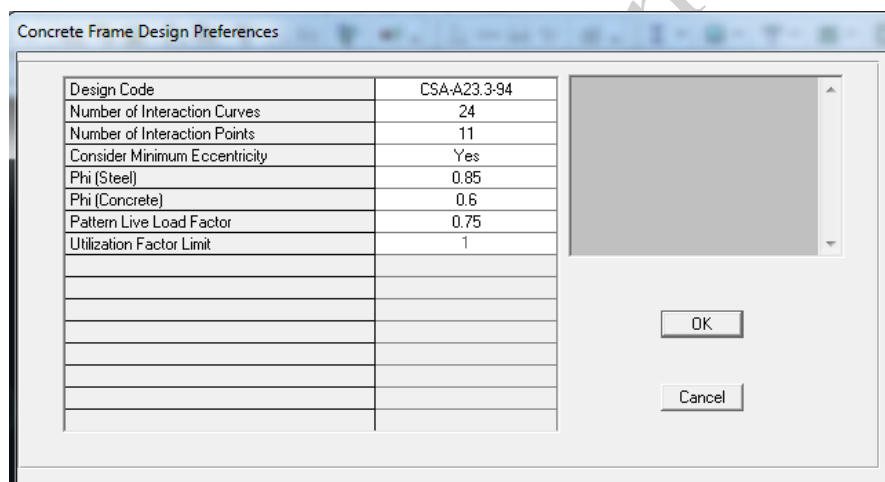
۱-۴-۲- تحلیل سازه

جهت تحلیل مدل از منوی Analyze دستور Run Analysis ... را اجرا کرده یا از منوی ابزار دکمه (استفاده از کلید F5) را کلیک کنید تا سازه تحلیل شود. با کلیک روی دکمه Start Animation (در گوشه راست پنجره) می‌توان تغییر شکل سازه را به صورت متحرک و تحت ترکیبات مختلف مشاهده نمود.

۱-۵- معرفی آیین نامه و تنظیمات طراحی

سیستم سازه ای این پروژه در هر دو جهت قاب خمشی متوسط با شکل پذیری متوسط می باشد و برای طراحی این ساختمان براساس مقررات ملی ساختمان (مبحث ۹) با توجه به عدم وجود مبحث ۹ در لیست آیین نامه های برنامه، از آیین نامه بتن کانادا به نام CSA-A23.3-94 استفاده می شود. مبحث ۹ از نظر ضوابط و معیارهای طراحی شباهت زیادی به آیین نامه کانادا دارد ولی ترکیبات بار طراحی این دو آیین نامه متفاوت هستند که باید ترکیبات بار طراحی از مبحث ۹ داده شود.

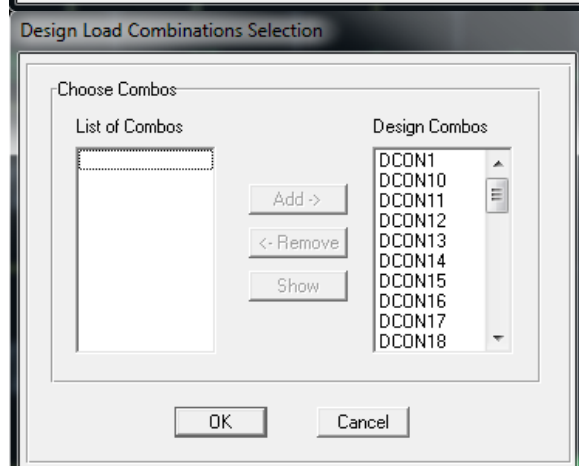
به منظور تنظیم پارامترهای طراحی دستور Concrete Frame Design > Preferences > Options را اجرا کنید. در پنجره ظاهر شده در گزینه Design Code آیین نامه CSA-A23.3-94 و نسبت ظرفیت ستون در حالت طراحی را در گزینه Utilization Factor Limit برابر ۱



وارد کنید. سپس روی دکمه OK کلیک نمایید.

۱-۵-۱- انتخاب ترکیبات بار طراحی

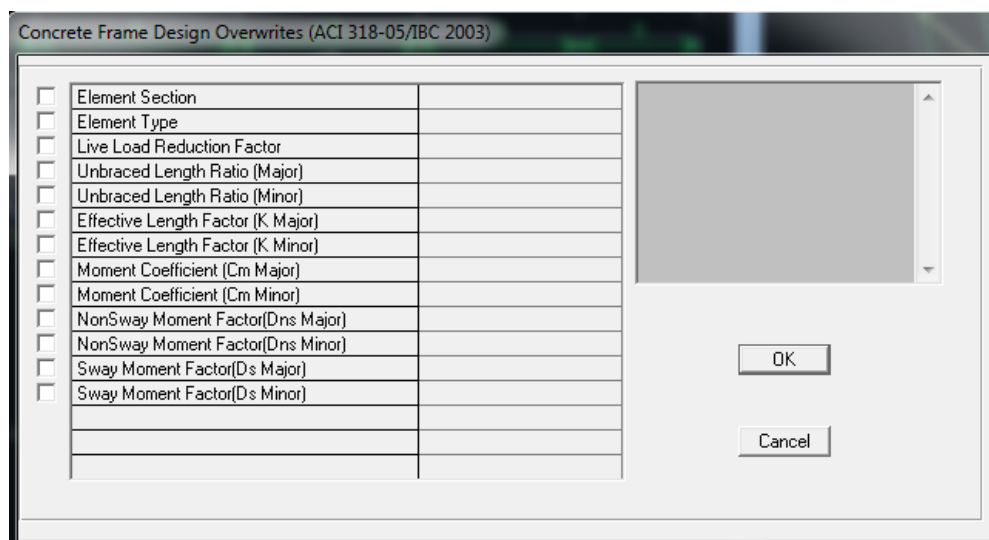
دستور Design > Concrete Frame Design > Select Design Combo را اجرا کنید تا جعبه Design Load Combinations Selection نمایان گردد.



ترکیبات ۱ تا ۲۶ را از قسمت List Combos انتخاب و روی دکمه Add کلیک کنید و ترکیبات بار اضافی را از قسمت Design Combo حذف کنید. روی دکمه Ok کلیک کنید.

۱-۵-۲- انتخاب شکل پذیری متوسط عناصر

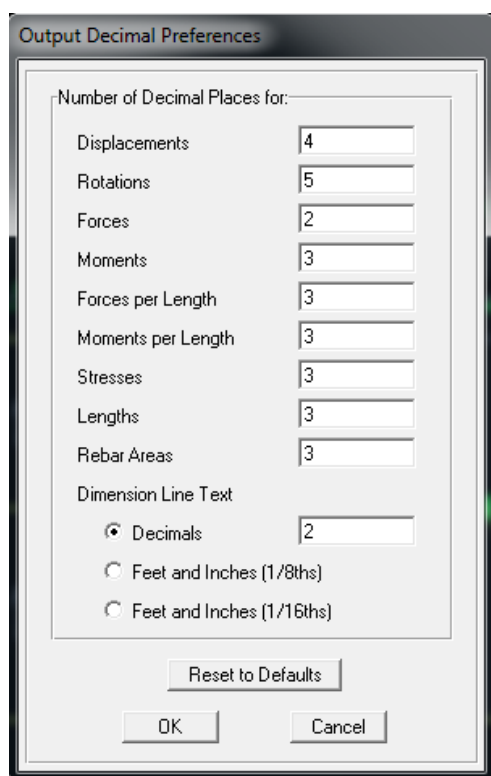
نخست کلیه عناصر مدل را با استفاده از دکمه **all** به حالت انتخاب درآورید.
دستور **Design > Concrete Frame Design > View / Revise Overwrites Design** نمایان گردد.
گزینه **Element Type** را فعال کنید و حالت **Sway Intermediate** را انتخاب کرده، دکمه **Ok** را کلیک کنید.



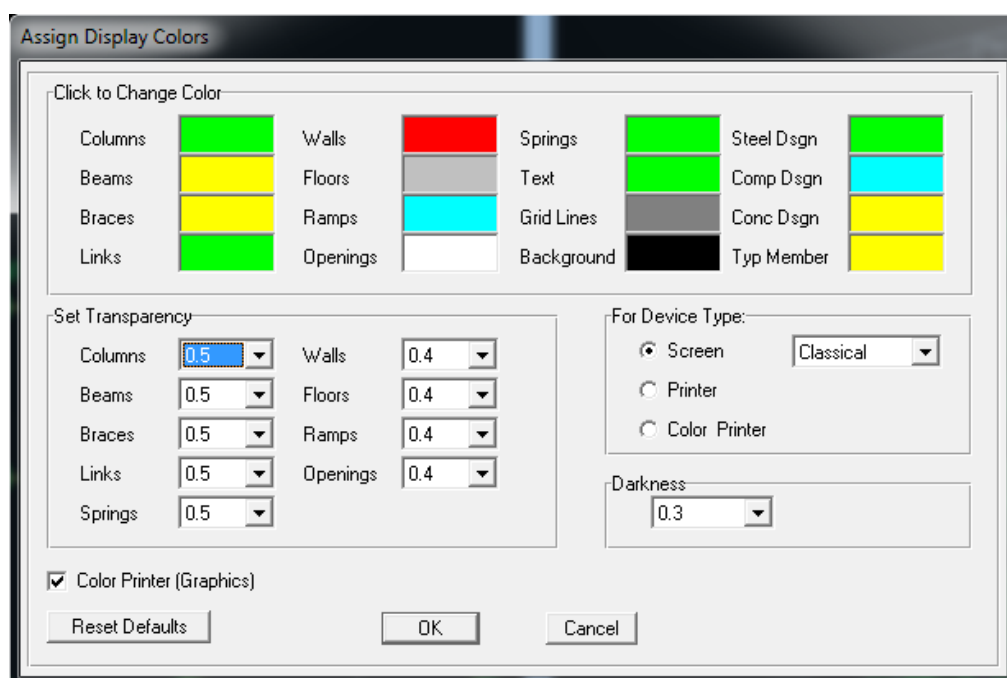
۱-۶- طراحی

دستور **Design > Concrete Frame Design > Start Design / Check of Stature** را اجرا کنید و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید.

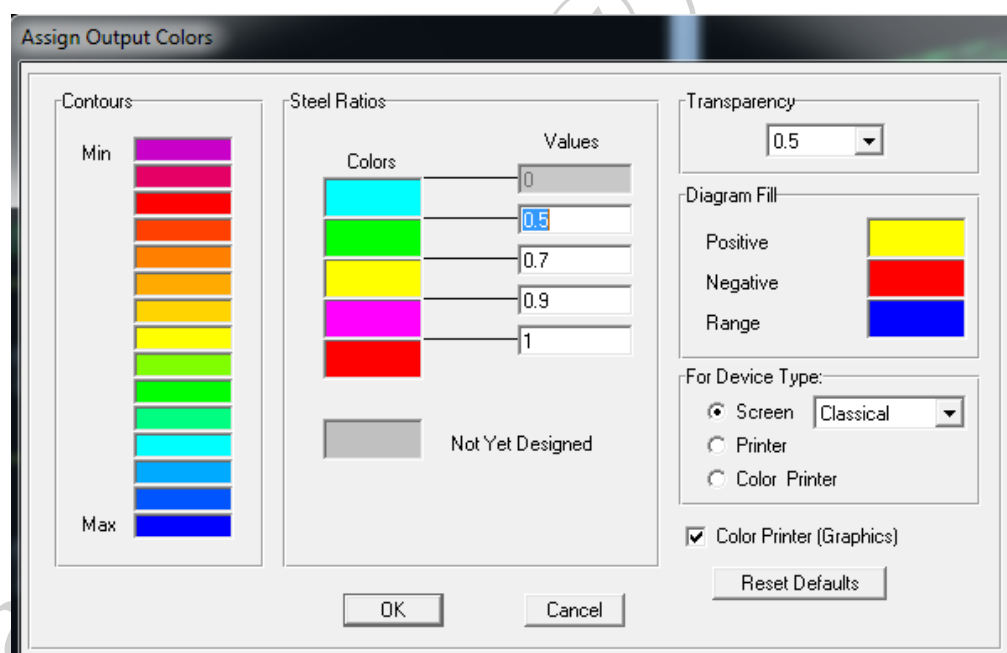
برنامه شروع به طراحی سازه می‌کند.
برای مشاهده مقادیر آرماتورها، از جعبه کشویی واحدها، واحد **Kg f-cm** و یا **Kg f-mm** را انتخاب کنید.



برای مشاهده مقادیر آرماتورها و... بصورت ۱ یا ۲ رقم بعد از اعشار، از دستور **Option > Preference > Output Decimals > Rebar Area** را انتخاب نمایید.
در صورتیکه از پرینتر سیاه و سفید، جهت پرینت استفاده خواهید نمود، لازم است جهت پر رنگ دیده شدن، تنظیمات ذیل را انجام دهید در غیر اینصورت کم رنگ و نا واضح پرینت خواهند شد:
دستور **Option > Color > Display...** را اجرا نموده و در جعبه باز شده گزینه **Color printed (Graphics)** را نافعال نمایید.



دستور **Option > Color > Output...** را اجرا نموده و در جعبه باز شده از قسمت **For Device Type** بجای گزینه **Screen** گزینه **Printer** را فعال نموده و همچنین گزینه **Color printed (Graphics)** را در صورت فعال بودن، نافعال نمایید.





اعدا نمایش داده شده را در کنار ستون‌ها، سطح آرماتور مورد نیاز برای ستون مورد نظر را نشان می‌دهد و اعداد نشان داده شده در بالا و پایین تیرها، نشان دهنده سطح مقطع آرماتورهای مورد نیاز در بالا و پایین تیر مورد نظر (ابتدا، وسط و انتها) می‌باشد. به عنوان مثال، برای $47/170$ سانتیمتر مربع در ستون‌ها می‌توان $12\Phi 25$ را قرار داد.

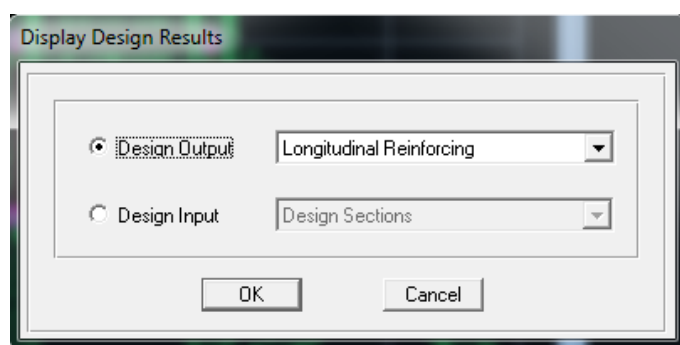
با توجه به آیین‌نامه بتن ایران حداقل درصد آرماتور سرتاسری در تیرها برابر $\frac{14}{f_2}$ می‌باشد. به عنوان مثال برای تیرهای طبقه اول به ابعاد 50×40 مقدار آرماتور سرتاسری برابر $USE\ 3\Phi 18$ $\Rightarrow 6.16\ cm^2 = \frac{14}{4000} \times 40 \times (50 - 6)$ می‌باشد. در صورتی که فولاد لازم برای مقطع مزبور بیش از $6/16$ سانتیمتر مربع می‌باشد، آرماتور مازاد را به صورت تقویتی در تیر قرار می‌دهیم.

معیار رد یا قبول یک ستون، درصد آرماتور موجود در آن می‌باشد. لذا بعد از طراحی در صورتی که درصد آرماتور در ستون طبق آیین‌نامه ACI، بیش از ۸٪ باشد، ابعاد ستون را تغییر داده و ابعاد بزرگتری به آن اختصاص بدهیم. برای این که این ضابطه از

آئین نامه، در محل وصله ها نیز رعایت گردد. باید در عمل درصد آرماتور به ۴٪ تقلیل یابد. لازم بذکر است که طبق آئین نامه آبا درصد آرماتور ستون نباید بیش از ۶٪ باشد و در عمل به ۳٪ کاهش می یابد.

در صورتی که ابعاد تیری برای بارهای موجود کافی نباشد. بعد از طراحی به رنگ قرمز در خواهد آمد. در صورتی که بعد از طراحی مشاهده شود. المانی از سازه جوابگوی نیروهای وارده نیست. در این صورت ابتدا به وسیله ماوس المان مورد نظر را انتخاب کرده و از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا قفل تحلیل سازه باز شود.

سپس از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Assign Frame Properties نمایان گردد در جعبه نمایان شده، از قسمت Properties المان مناسب را انتخاب کرده سپس دکمه Ok کلیک کنید.



۱-۶-۱- نمایش آرماتورهای برشی

دستور Design > Concrete Frame Design > Display

Design Info را اجرا کرده تا جعبه Display Design Result نمایان گردد.

از قسمت Design Output گزینه Shear Reinforcing را انتخاب کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید تا نسبت سطح مقطع لازم در واحد طول در تیرها و ستون ها نمایش داده شود.

اعداد نمایان شده، نشان دهنده مقادیر آرماتورهای برشی در واحد طول است. به عنوان مثال برای مقدار آرماتور 0/052 Cm²/Cm به صورت زیر عمل کنید:

عدد مورد نظر را در 100Cm ضرب کرده تا مقدار آرماتور برشی در ۱ متر طول به دست آید.

$$0/052 \text{ Cm}^2/\text{Cm} \times 100 \text{ Cm} = 5.2 \text{ Cm}^2$$

با توجه به این که خاموت های مستطیلی بسته دارای دو ساق می باشد، باید عدد فوق را بر ۲ تقسیم کنیم.

$$\frac{5.2}{2} = 2.6 \text{ Cm}^2$$

حال عدد به دست آمده مقدار آرماتور برشی را در ۱۰۰ سانتیمتر طول نیز نشان می دهد. با توجه به جدول آرماتور که در ادامه

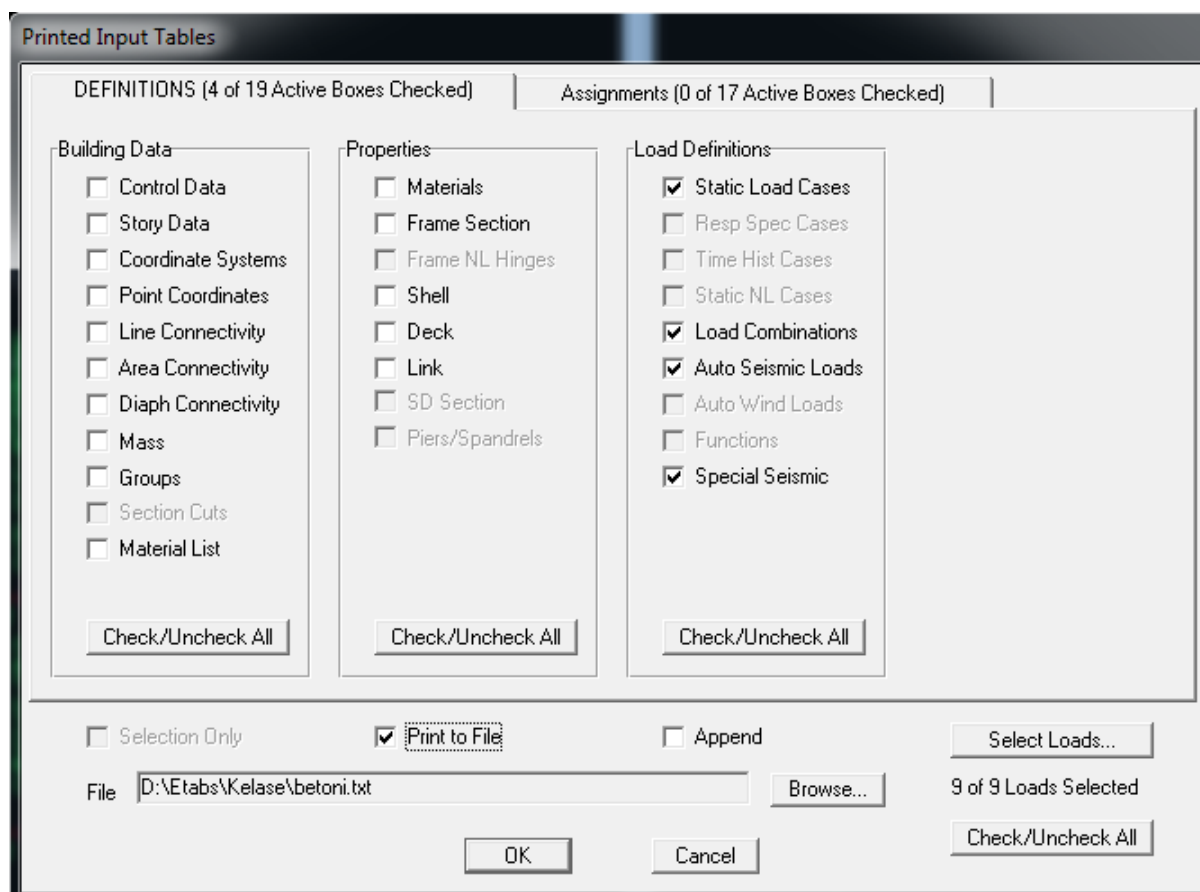
ارائه شده است، می توان ۴ عدد خاموت از نوع Φ10 را به فاصله ۲۵ سانتیمتر در ۱۰۰ سانتیمتر طول قرار داد.

Φ10 @ 25 cm

قطر تعداد	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	32
1	0.5	0.8	1.1	1.5	2	2.5	3.1	3.8	4.9	7.1	8
2	1	1.6	2.3	3.1	4	5.1	6.3	7.6	9.8	14.1	16.1
3	1.5	2.4	3.4	4.6	6	7.6	9.4	11.4	14.7	21.2	24.1
4	2	3.1	4.5	6.2	8	10.2	12.6	15.2	19.6	28.3	32.2
5	2.5	3.9	5.7	7.7	10	12.7	15.7	19	24.5	35.3	40.2
6	3	4.7	6.8	9.2	12.1	15.3	18.8	22.8	29.4	42.4	48.2
7	3.5	5.5	7.9	10.8	14.1	17.8	22	26.6	34.3	49.5	56.3
8	4	6.3	9	12.3	16.1	20.3	25.1	30.4	39.3	56.5	64.3
9	4.5	7.1	10.2	13.8	18.1	22.9	28.3	34.2	44.2	63.6	72.3
10	5	7.9	11.3	15.4	20.1	25.4	31.4	38	49.1	70.7	80.4
11	5.5	8.6	12.4	16.9	22.1	28	34.5	41.8	54	77.7	88.4
12	6	9.4	13.6	18.5	24.1	30.5	37.7	45.6	58.9	84.8	96.5
13	6.5	10.2	14.7	20	26.1	33.1	40.8	49.4	63.8	91.8	104.5
14	7	11	15.8	21.5	28.1	35.6	44	53.2	68.7	98.9	112.5
15	7.5	11.8	17	23.1	30.1	38.2	47.1	57	73.6	106	120.6
16	8	12.6	18.1	24.6	32.2	40.7	50.2	60.8	78.5	113	128.6

۱-۷- خروجی‌های نرم افزار

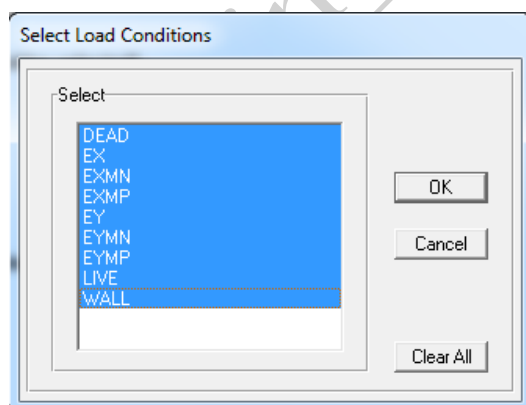
به منظور ارائه نتایج تحلیل به صورت زیر عمل کنید:
دستور File > Print table > Input را اجرا کنید.



گزینه‌های Static Load Cases, Load Combinations, Auto Seismic Loads و Special Seismic را انتخاب کنید و روی دکمه Select Load کلیک کرده و ترکیبات طراحی را انتخاب کنید.

روی گزینه کلیک کرده و مسیر فایل خروجی متنی را مشخص کنید.
روی دکمه Ok کلیک کنید.

حال به مسیر مشخص شده رفته و به وسیله چاپگر تمامی اطلاعات خروجی را که به صورت فایل *.txt می باشد چاپ کنید.



فصل ۲:

ساختمان ۵ طبقه فولادی

(سیستم مهاربندی ضربدری)

۲-۱- مقدمه

در این فصل با توجه به اینکه برخی از مراحل مدل سازی و بارگذاری مشابه فصل اول می باشد از ذکر آن صرفه نظر شده و به پارامترهای مهم در مدل کردن و طراحی این سازه فولادی پرداخته ایم. پس از اینکه مدل کردن سازه بتنی در فصل اول اتمام یافت یک Save As از آن تهیه می شود و در ادامه مراحل مدل کردن و طراحی این سازه فولادی را ذکر می کنیم.

۲-۱-۱- مشخصات فولاد

در جعبه Define Materials، از قسمت Materials، گزینه STEEL را انتخاب کرده، دکمه Modify Show Material را کلیک کنید تا جعبه Material Property Data نمایان گردد.

در قسمت Mass Per Unit Volume، مقدار جرم واحد حجم فولاد را ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب وارد کنید.

در قسمت Weight Per Unit Volume، مقدار وزن واحد حجم فولاد را ۸۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب وارد کنید.

در قسمت Modules Of Elasticity، مقدار مدول الاستیسیته فولاد را 2.04×10^{11} کیلوگرم بر متر مربع وارد کنید.

در قسمت Poisson's Ratio، مقدار ضریب پواسون فولاد را ۰٫۳ وارد کنید.


در قسمت Minimum Yield Stress, F_y تنش تسلیم فولاد را 2400×10^6 کیلوگرم بر متر مربع وارد کنید.

در قسمت Minimum Tensile Strength, F_u تنش گسیختگی فولاد را 3600×10^6 کیلوگرم بر متر مربع وارد کنید.

روی دکمه Ok کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم در این جعبه نیز روی دکمه Ok کلیک کنید.

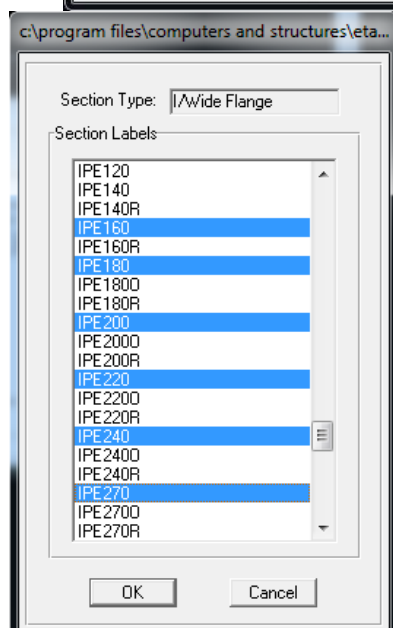
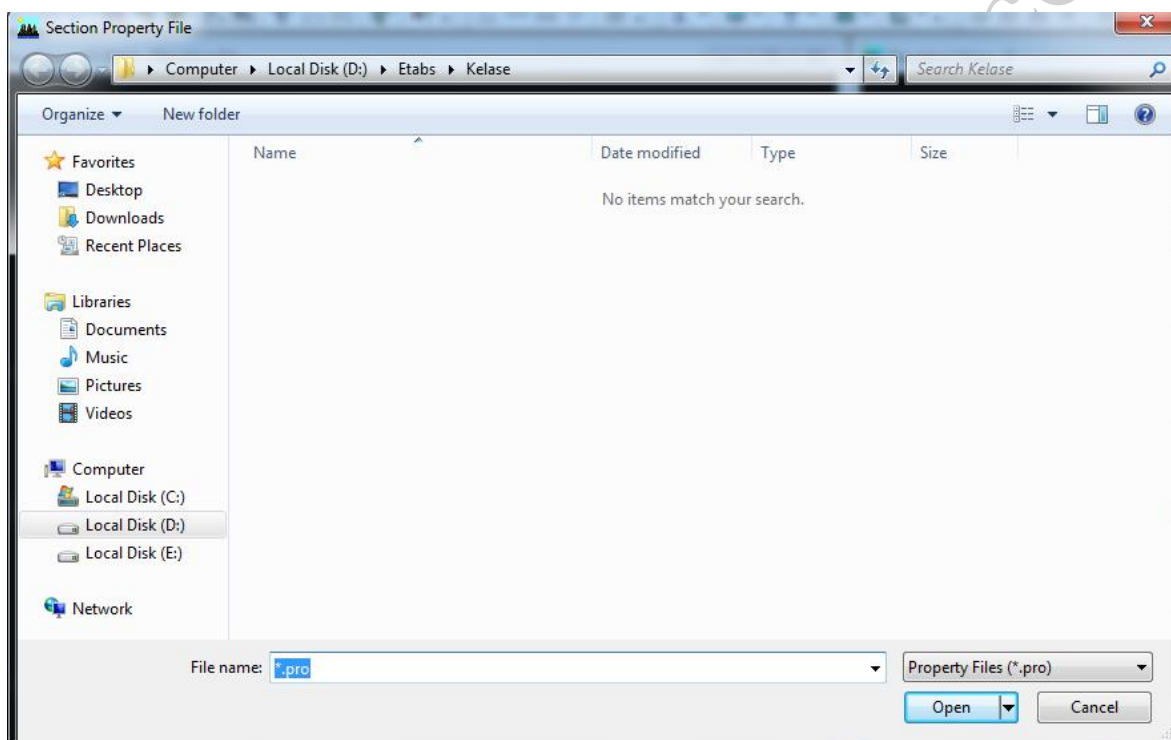
۲-۱-۲- معرفی مشخصات مقاطع

الف- مشخصات مقاطع IPE

دستور Define > Frame section را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کرده تا جعبه Define Frame Properties نمایان گردد. از قسمت Properties، به وسیله ماوس تمامی مقاطع پیش فرض را انتخاب کرده، سپس روی دکمه Delete Property کلیک کنید.

برای وارد کردن مشخصات مقاطع IPE، در قسمت Click to از منوی کشویی اول گزینه I \ Wide Flange را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه، جعبه Section Property File نمایان می‌گردد.

فایل Euro.Pro را از مسیری که نرم افزار Etabs نصب شده انتخاب کرده، (معمولاً در مسیر Computer and Structures \ ETABS \ Program Files \ C: \) روی دکمه Open کلیک کنید تا جعبه محاوره‌ای مقاطع مطابق شکل زیر نمایان گردد.



مقاطع IPE140، IPE160، IPE180، IPE200، IPE240، IPE270 را انتخاب کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید. لازم به ذکر است که ممکن است تیرآهن‌های نوع سبک و سنگین نیز وجود داشته باشند که ما آنها را انتخاب نمی‌کنیم.

با کلیک روی دکمه Ok جعبه I \ Wide Flange Sections نمایان می‌گردد و مشخصات مقاطع انتخاب شده را نمایش می‌دهد.

روی دکمه Ok کلیک کنید تا به جعبه Define Frame Properties باز گردید.

ب- مشخصات مقاطع UNP

از جعبه Define Frame Properties در قسمت Click To از منوی کشویی اول، گزینه Import Channel را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه، جعبه محاوره‌ای مقاطع مقابل شکل زیر نمایان می‌گردد.

مقاطع UPN80، UPN100، UPN120 را انتخاب کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.

با کلیک روی دکمه Ok جعبه Channel Section نمایان می‌گردد.

روی دکمه Ok کلیک کنید تا به جعبه Define Frame Properties بازگردیم.

پ- ایجاد مقاطع مرکب ستون

در این قسمت می‌خواهیم مقاطع مرکب ستون‌ها را ایجاد کرده و در طراحی استفاده نماییم. به عنوان مثال می‌خواهیم مقطعی با $2\text{IPE}180\text{PL}150 \times 10$ را ایجاد نماییم. این مقطع دابل IPE180 با ورق تقویتی 10×150 میلیمتر در بال می‌باشد.

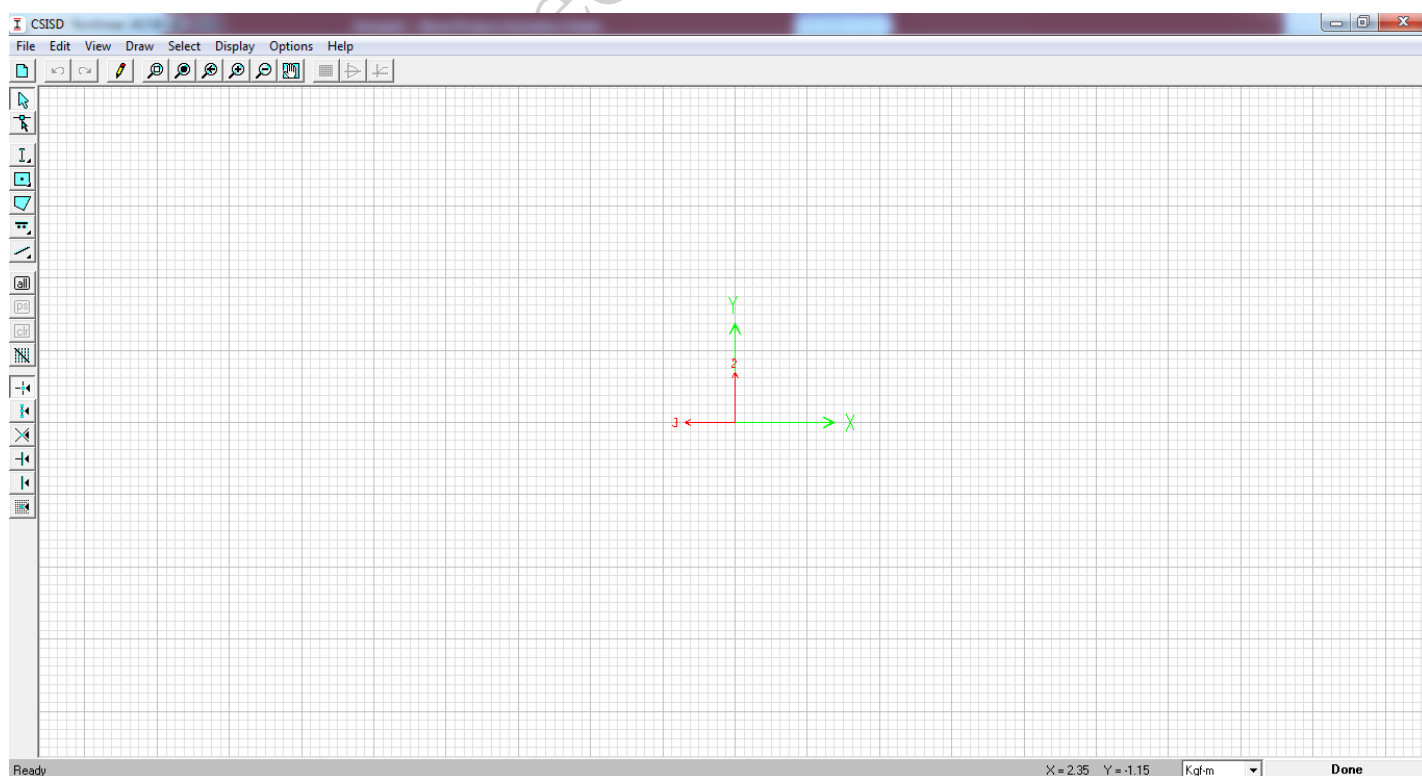
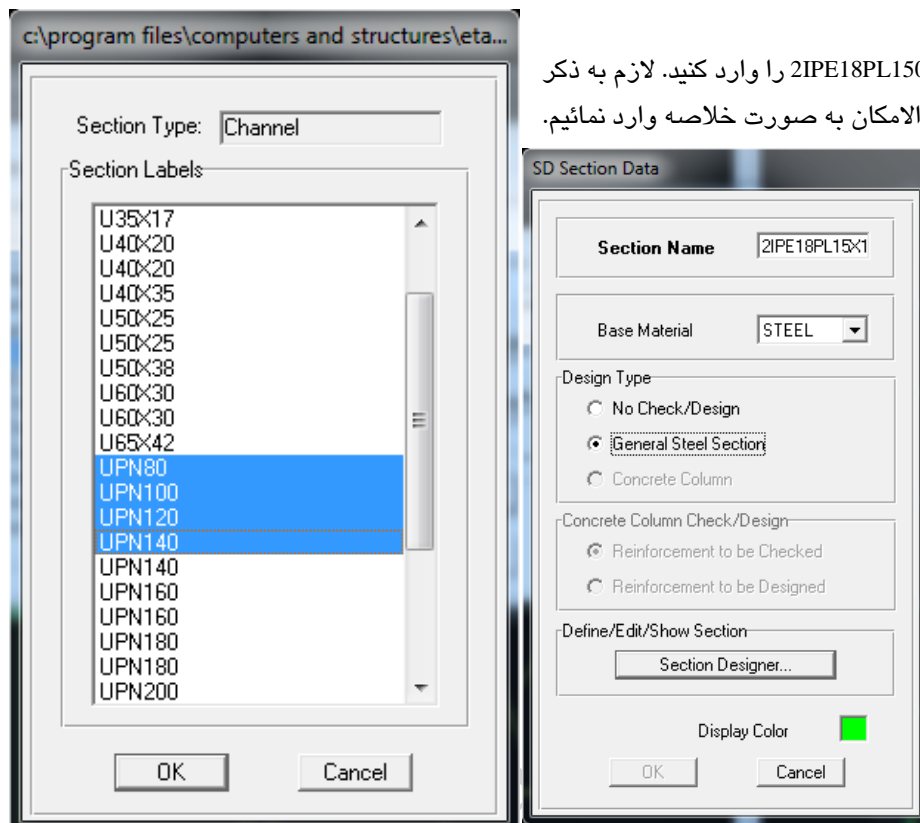
از جعبه Define Frame Properties، در قسمت Click To از منوی کشویی دوم گزینه ADD SD Section را انتخاب می‌کنیم تا جعبه SD Section Data نمایان گردد.

در قسمت Section Name نام $2\text{IPE}180\text{PL}150 \times 10$ را وارد کنید. لازم به ذکر است که سعی می‌کنیم نام مقاطع را حداقل امکان به صورت خلاصه وارد نماییم.


در قسمت Base Material گزینه STEEL را انتخاب کنید.



در قسمت Design Type گزینه General Steel Section را انتخاب و روی دکمه Section Designer کلیک کنید تا پنجره CSISD مطابق شکل نمایان گردد.

برنامه CSISD یک برنامه قدرتمند در داخل نرم افزار ETABS می‌باشد که به وسیله آن می‌توان مقاطع مختلف فولادی و بتنی را به صورت گرافیکی طراحی کرد.



پنجره CSISD :

از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید و پس از آن روی دکمه  کلیک کنید. در دو نقطه از فضای خالی صفحه کلیک کنید تا دو مقطع IPE ترسیم شود.

از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید و پس از آن روی دکمه  کلیک کنید. در دو نقطه از فضای خالی صفحه کلیک کنید تا دو ورق ترسیم شود.

برای راحتی کار در قسمت پایین پنجره CSISD واحد را به Kg-cm تغییر دهید.

بر روی مقطع I شکل اولی کلیک راست کرده تا جعبه Shape Properties I \ Wide نمایان گردد.

در قسمت Type، نوع پروفیل را IPE180، در قسمت XCenter و YCenter مختصات مرکز سطح پروفیل به ترتیب برابر ۴/۵۵ و ۰ وارد کرده، سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

بر روی مقطع I شکل دومی کلیک راست کرده تا جعبه Shape Properties I \ Wide نمایان گردد.

Shape Properties - I/Wide Flange

Type	IPE180
Material	STEEL
Color	
X Center	-4.55
Y Center	0.
Height	18.
Top Width	9.1
Top Thick	0.8
Web Thick	0.53
Bot Width	9.1
Bot Thick	0.8
Rotation	0.

OK Cancel

Shape Properties - I/Wide Flange

Type	IPE180
Material	STEEL
Color	
X Center	4.55
Y Center	0.
Height	18.
Top Width	9.1
Top Thick	0.8
Web Thick	0.53
Bot Width	9.1
Bot Thick	0.8
Rotation	0.

OK Cancel

در قسمت Type، نوع پروفیل را IPE180، در قسمت Material گزینه STEEL و در قسمت XCenter و YCenter مختصات مرکز سطح پروفیل به ترتیب برابر ۴/۵۵ و ۰ وارد کرده، سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

بر روی مقطع ورق اولی کلیک راست کرده تا جعبه Plate Shape Properties - نمایان گردد.

در قسمت Material گزینه STEEL و در قسمت XCenter و YCenter مختصات مرکز سطح ورق را به ترتیب برابر ۰ و ۹/۵ وارد کرده و در قسمت Thick ضخامت ورق را برابر ۱ وارد نموده، سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

بر روی مقطع ورق دومی کلیک راست کرده تا جعبه Plate Shape Properties - نمایان گردد.

در قسمت Material گزینه STEEL و در قسمت XCenter و YCenter مختصات مرکز سطح ورق را به ترتیب برابر ۰ و ۹/۵ وارد کرده، در قسمت Thick ضخامت ورق را برابر ۱ وارد نموده، سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

Shape Properties - Plate

Type	Plate4
Material	STEEL
Color	
X Center	0.
Y Center	-9.5
Thick	1.
Width	15.
Rotation	0.

OK Cancel

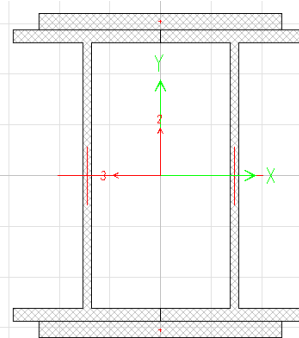
Shape Properties - Plate

Type	Plate4
Material	STEEL
Color	
X Center	0.
Y Center	9.5
Thick	1.
Width	15.
Rotation	0.

OK Cancel

تصویر گرافیکی مقطع بعد از اصلاح، به صورت شکل زیر خواهد بود.

حال روی دکمه Done (در پائین پنجره CSISD) کلیک کرده تا پنجره CSISD بسته شود. سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.



ت- ایجاد مقاطع مرکب تیر

در این قسمت مقطع تیر 2IPE140 را ایجاد می‌کنیم. این مقطع شامل دو پروفیل 2IPE140 که بال آنها به هم جوش داده شده است، تشکیل یافته است.



از جعبه Define Frame Properties، در قسمت Click To از منوی کشویی دوم گزینه ADD SD Section را انتخاب کنید تا جعبه SD Section Data نمایان گردد.

در قسمت Section Name نام 2IPE140 را وارد کنید.

در قسمت Base Material گزینه STEEL را انتخاب کنید.

در قسمت Design Type گزینه General Steel Section را انتخاب کنید و روی دکمه Section Designer کلیک کنید تا پنجره CSISD نمایان گردد.

در پنجره CSISD:

از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید و پس از آن روی دکمه  کلیک کنید.

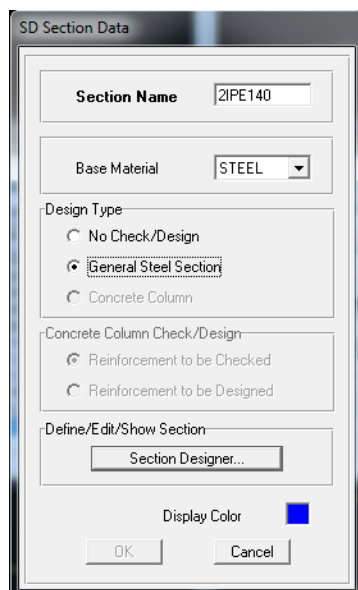
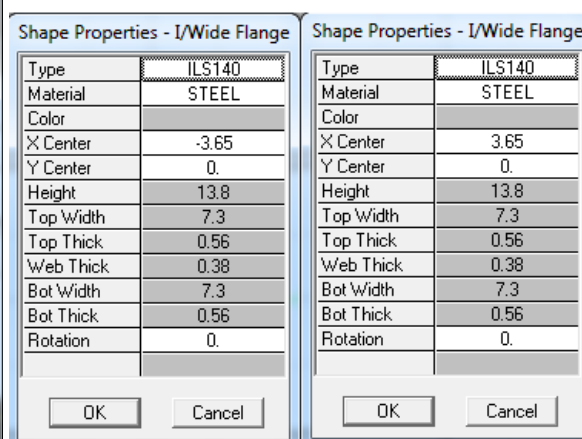
در دو نقطه از فضای خالی صفحه کلیک کنید تا دو مقطع I شکل ترسیم شود.

بر روی مقطع I شکل اولی کلیک راست کرده تا جعبه Shape Properties I \ Wide نمایان گردد.

این جعبه را مطابق شکل زیر تکمیل کرده سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

حال روی دکمه Done کلیک کرده، سپس روی دکمه Ok کلیک کنید. بقیه مقاطع تیرها را

همانند مقطع همین تیر تعریف کنید.

ث - ایجاد مقاطع مرکب بادی بند

از جعبه Define Frame Properties، در قسمت Click To از منوی کشویی دوم گزینه ADD SD Section را انتخاب کنید تا جعبه SD Section Data نمایان گردد.



در قسمت Section Name نام 2UNP120 را وارد کنید.

در قسمت Base Material گزینه STEEL را انتخاب کنید.

در قسمت Design Type گزینه General Steel Section را انتخاب کنید.

روی دکمه Section Designer کلیک کنید تا پنجره CSISD نمایان گردد.

در پنجره CSISD:

از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید و پس از آن روی دکمه  کلیک کنید.

در دو نقطه از فضای خالی پنجره کلیک کنید تا دو مقطع U شکل ترسیم شود.

بر روی مقطع U شکل اولی کلیک راست کرده تا جعبه Shape Properties - Channel نمایان گردد.

این جعبه را مطابق شکل زیر تکمیل کرده سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

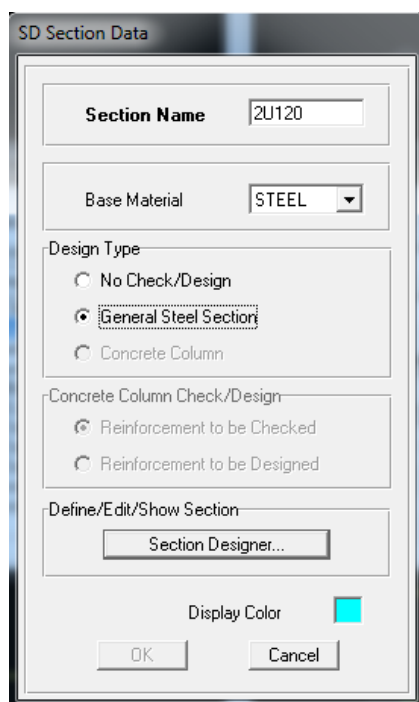
بر روی مقطع U شکل دومی کلیک راست کنید تا جعبه Shape Properties - Channel نمایان گردد.

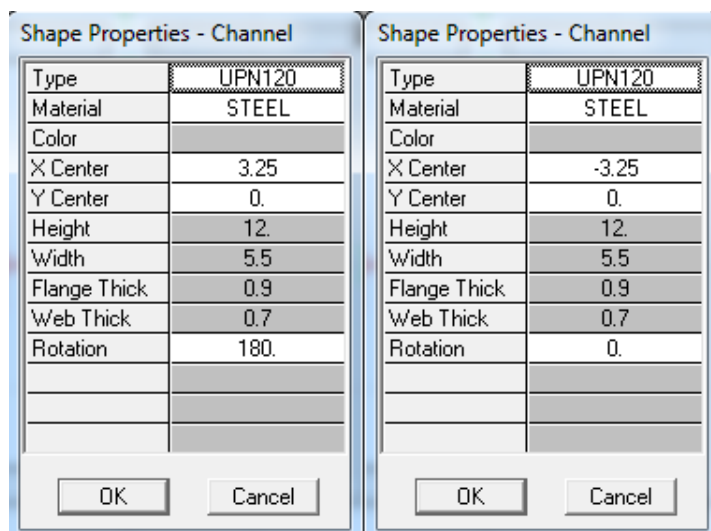
این جعبه را مطابق شکل روبرو تکمیل کرده سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

توجه نمائید که فاصله بین دو ناودانیها، برابر ۱ سانتیمتر فرض شده است. در این

فاصله، ورق اتصال قرار خواهد گرفت.

حال روی دکمه Done کلیک کرده، سپس روی دکمه Ok کلیک کنید. بقیه مقاطع مهاربندها را همانند مقطع 2UNP120 تعریف کنید.





ج- ایجاد لیست مقاطع طراحی

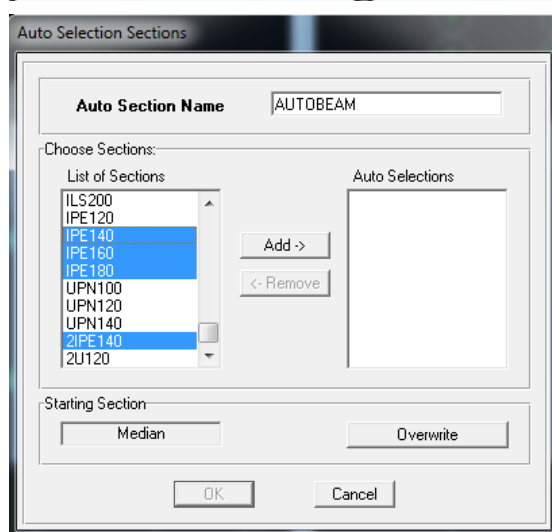
در این مرحله، لیستی از مقاطع که شامل تیرها، ستون‌ها و بادبندها می‌باشد را ایجاد می‌کنیم. با اختصاص این لیست‌ها به المان‌های تیرها و ستون‌ها و بادبندها، نرم‌افزار طی فرایند طراحی، اقتصادی‌ترین مقطع را انتخاب خواهد کرد.

در جعبه Define Frame Properties، در قسمت Click To از منوی کشویی دوم، گزینه Add Auto Select List را انتخاب کنید.

تا جعبه Auto Selection Sections نمایان گردد.

در قسمت Auto Sections Name نام AUTOBEAM را

وارد کنید.



از قسمت List Of Sections تمامی مقاطعی را که برای تیر تعریف کرده‌ایم، انتخاب کرده و روی دکمه Add کلیک کنید تا موارد انتخاب شده به لیست Auto Selections منتقل گردد.

حال روی دکمه Ok کلیک کنید.


برای ستون‌ها و بادبندها نیز چنین لیستی را ایجاد کنید با این تفاوت که نام لیست ستون‌ها COLL را و نام لیست بادبندها BRACE را انتخاب کنید.


۲-۱-۳- ترسیم ستون، تیر، بادبند و کف

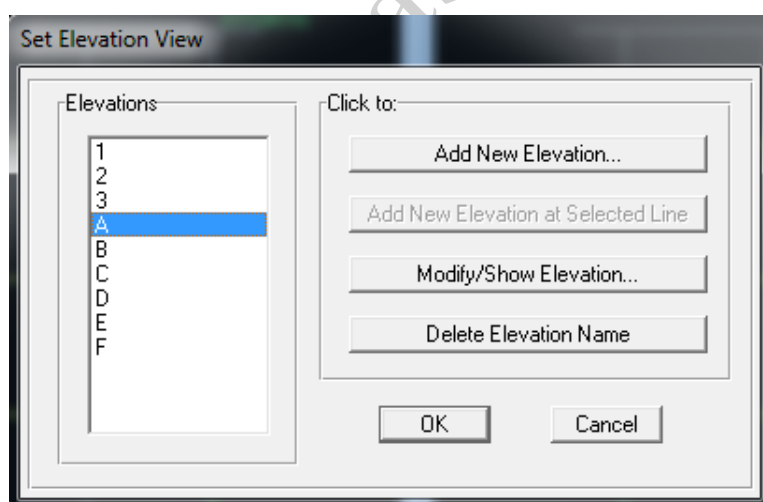
الف) ترسیم ستون، تیر و کف

نحوه ترسیم ستون، تیر و کف در فصل اول ذکر شد که از توضیحات فصل قبل می‌توان استفاده کرد.



پ) ترسیم بادبند

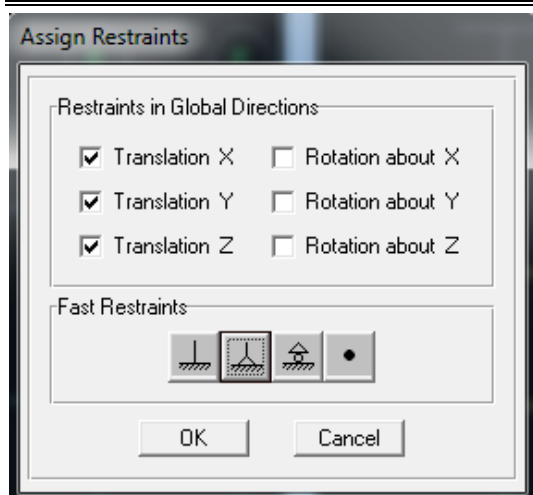
از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کرده و در جعبه باز شده نمای A را انتخاب کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید. با این عمل برش A از سازه نمایش داده می‌شود.



دستور Draw>Draw Line Object>Create Bracesian Region را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties Of Object نمایان گردد.



۲-۱-۴- اختصاص تکیه‌گاه

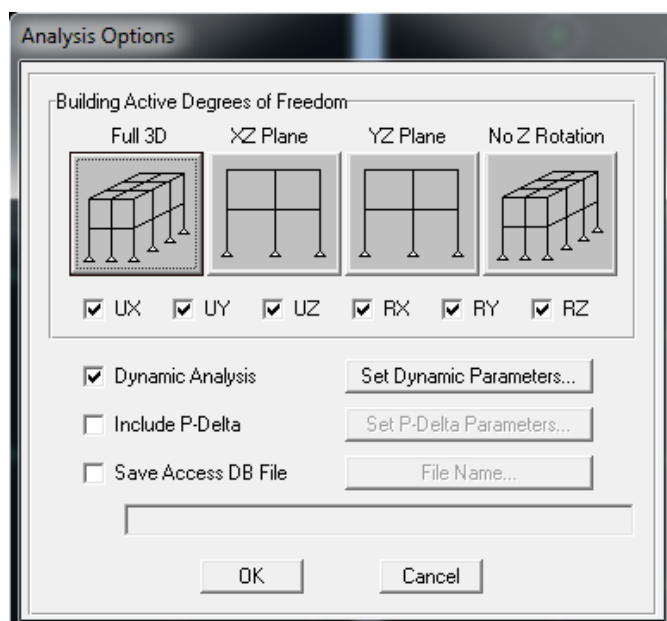
به وسیله دکمه‌های   به طبقه Base منتقل شده و برنامه را در حالت One Story قرار دهید.



به وسیله ماوس، تمامی گره‌های طبقه Base را انتخاب کنید.
دستور Assign>joint/point/Restraints را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Assign Restraints نمایان گردد.
با توجه به اینکه ستون‌ها به صورت مفصلی به پی متصل است، بنابراین از قسمت Fast Restraints دکمه  کلیک کرده و سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.
نکته: توجه داشته باشید که اختصاص تکیه‌گاه تنها در طبقه Base انجام می‌گیرد.

۲-۱-۵- معرفی ترکیبات بار

برنامه ETABS این قابلیت را دارد که ترکیبات بار طراحی اعضای سازه را به صورت خودکار از آیین نامه طراحی فراخوانی نماید. ترکیبات بار آیین نامه UBC97 با ترکیبات بار طراحی مبحث دهم یکسان نمی باشد. برای وارد کردن ترکیبات بار طراحی فولادی، ابتدا ترکیبات بار طراحی آیین نامه UBC97 را فراخوانی نموده و سپس به صورت زیر اصلاح نمایید.



ترکیب بار	ترکیب بار
DL	0.75DL+0.75LL-0.75EYMN
DL+LL	0.75DL+0.75EX
0.75DL+0.75LL+0.75EX	0.75DL-0.75EX
0.75DL+0.75LL-0.75EX	0.75DL+0.75EXMP
0.75DL+0.75LL+0.75EXMP	0.75DL-0.75EXMP
0.75DL+0.75LL-0.75EXMP	0.75DL+0.75EXMN
0.75DL+0.75LL+0.75EXMN	0.75DL-0.75EXMN
0.75DL+0.75LL-0.75EXMN	0.75DL+0.75EY
0.75DL+0.75LL+0.75EY	0.75DL-0.75EY
0.75DL+0.75LL-0.75EY	0.75DL+0.75EYMP
0.75DL+0.75LL+0.75EYMP	0.75DL-0.75EYMP
0.75DL+0.75LL-0.75EYMP	0.75DL+0.75EYMN
0.75DL+0.75LL+0.75EYMN	0.75DL-0.75EYMN


۲-۲- تنظیم پارامترهای تحلیل

دستور Analyze>Set Analysis Options.. را اجرا کرده تا جعبه Analysis Options نمایان گردد.

روی دکمه Full3D کلیک کرده سپس روی دکمه ok کلیک کنید.

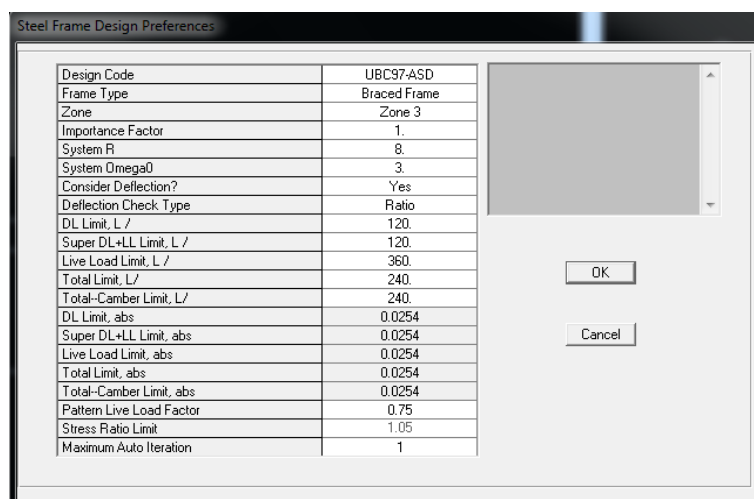
نکته: در قاب‌های مفصلی نیاز به تحلیل P-Delta نیست. زیرا لنگری در گره‌ها وجود ندارد که بخواهد آن را تشدید کند.

۲-۳- تحلیل سازه‌ها

جهت تحلیل مدل، از منوی Analyze دستور Run Analysis.. را اجرا کرده یا از منوی ابزار دکمه  را کلیک کرده تا سازه تحلیل شود.

۲-۳-۱- انتخاب آئین نامه طراحی

دستور Option>Preferences>Steel Frame Design را اجرا کنید تا جعبه Steel Frame Design Preferences نمایان شود. از قسمت Design Code آئین نامه UBC97_ASD را انتخاب کنید.



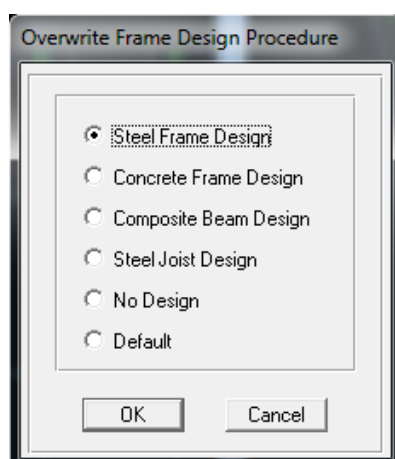
از قسمت Frame Type گزینه Braced Frame را انتخاب کنید.

از قسمت Stress Ratio Limit عدد ۱/۰۵ را وارد کنید. لازم به ذکر است با این عمل امکان انتخاب پروفیل‌های تا ۵٪ ضعیف را به نرم‌افزار می‌دهیم. روی دکمه Ok کلیک کنید.

۲-۳-۲- انتخاب نوع طراحی

از نوار ابزار روی دکمه کلیک کنید تا تمامی المان‌های سازه به حالت انتخاب در آیند.

دستور Design>Overwrite Frame Design Procedure را اجرا کرده، تا جعبه Overwrite Frame Design Procedure نمایان شود. گزینه Steel Frame Design را انتخاب کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید.

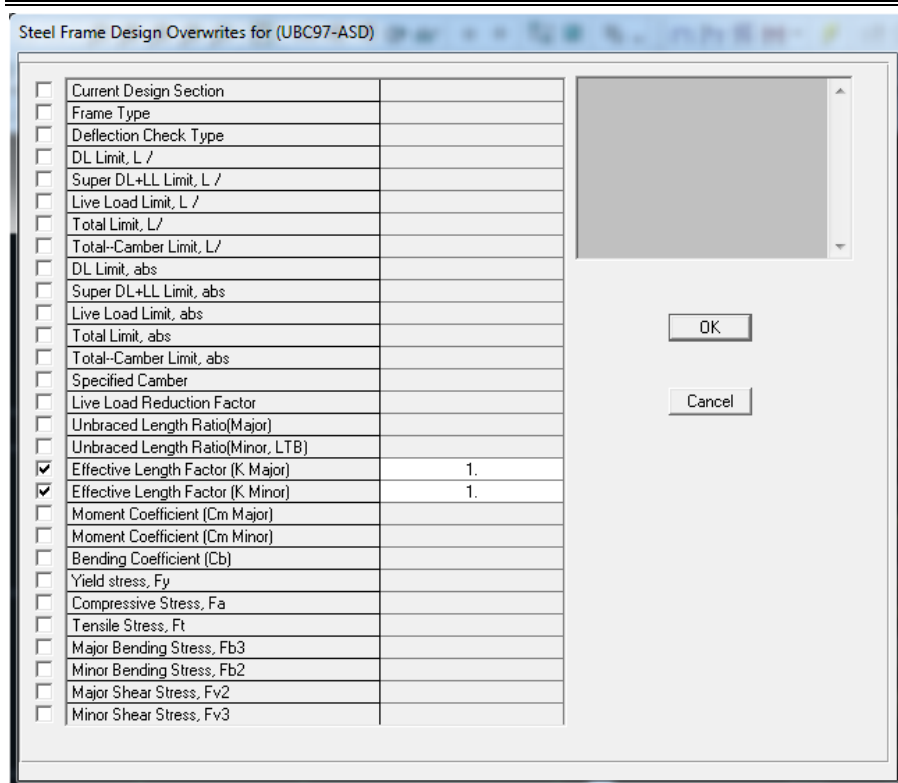


۲-۳-۳- معرفی پارامترهای ستون‌ها، تیرها و بادبندها

الف- معرفی پارامترهای ستون

دستور Select>by Line Object Type... را اجرا کنید، تا جعبه Select Line Object Type نمایان شود. گزینه Column را انتخاب و روی دکمه Ok کلیک کنید.

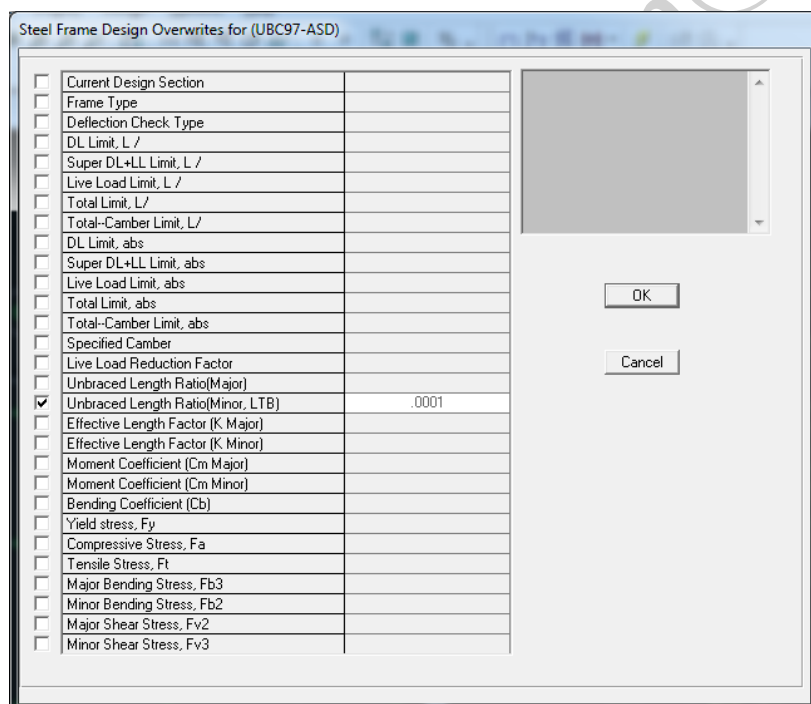
دستور Design>Steel Frame Design>View /Revise Overwrites نمایان شود. در قسمت Effective Length Factor (K Major) و Effective Length Factor (K Minor) ضرایب طول ستون‌ها را ۱/۰ وارد کرده، سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.



ب- معرفی پارامترهای تیرها

دستور Select >by Line Object Type... را اجرا کنید تا جعبه Select Line Object Type نمایان گردد. گزینه Beam را انتخاب و روی دکمه Ok کلیک کنید.

دستور View /Revise Overwrites >Steel Frame Design >Design را اجرا کنید، تا جعبه Steel Frame Design Overwrites نمایان شود.



با توجه به اینکه تیرها در داخل بتن سقف مدفون بوده و در جهت محور ضعیف توسط تیرچه‌ها مهار شده می‌باشد، لذا در این حالت می‌توان تنش مجاز طراحی را برابر $0.66F_y$ در نظر گرفت. برای در نظر گرفتن این اثر نسبت طول مهار نشده را یک عدد کوچک مانند ۰,۰۰۰۱ وارد می‌کنیم.

در قسمت Unbraced Length Ratio (Minor, LTB) نسبت طول مهار نشده به طول تیر را یک عدد کوچک مانند ۰,۰۰۰۱ وارد کرده و سپس روی دکمه Ok کلیک کنید.

پ- معرفی پارامترهای بادبندها

دستور Select >by Line Object Type... را اجرا کنید، تا جعبه Select Line Object Type نمایان شود.

در جعبه باز شده، گزینه Brace را انتخاب و روی دکمه Ok کلیک کنید.

دستور View /Revise Overwrites >Steel Frame Design >Design را اجرا کنید، تا جعبه Steel Frame Design Overwrites نمایان شود.

در قسمت Effective Length Factor (K Major) و Effective Length Factor (K Minor) طبق مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی ضریب

طول موثر بادی‌بندها را در جهت اصلی و فرعی به ترتیب مقادیر ۰,۵ و ۰,۶۷ وارد کرده، روی دکمه Ok کلیک کنید.

۲-۴- طراحی سازه

دستور Design > Steel Frame

Design > Start Design/Check of Structure را اجرا کرده و یا از نوار

ابزار روی دکمه کلیک کنید. برنامه شروع به طراحی سازه می‌کند.

نرم افزار ETABS ممکن است حین طراحی، چندین بار پیام زیر را به کاربر نشان دهد:

این پیام نشان می‌دهد تعدادی از مقاطعی که با آن سازه تحلیل شده، با مقاطع طراحی شده متفاوت می‌باشد. با کلیک روی دکمه Yes سازه دوباره با مقاطع جدید تحلیل می‌شود.

۲-۴-۱- کنترل نتایج طراحی

دستور Design > Steel Frame Design > Display Design Info را اجرا کنید، تا جعبه Display Design Results نمایان گردد.

گزینه Design Output را انتخاب کرده و از جعبه کشویی مقابل آن، گزینه P-M Ratio Colors & Values را انتخاب کرده و روی



دکمه Ok کلیک کنید.

با کلیک روی دکمه Ok نسبت تنش موجود به تنش مجاز را برای تک تک المان‌ها نشان داده شود.


با کلیک روی دکمه Ok نسبت تنش مجاز را برای تک تک المان‌ها نشان داده شود.

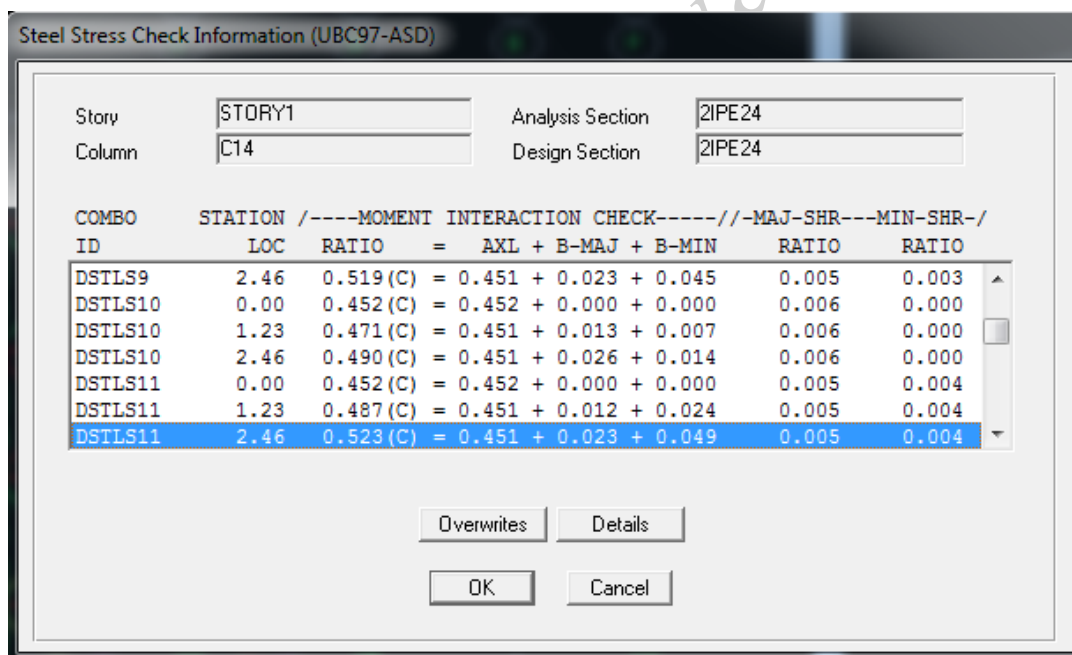
کنترل کنید تا این نسبت‌ها کمتر از ۱,۰ باشد. بعد از اتمام عملیات طراحی، مشاهده می‌شود بعضی از تیرهایی که سطح بارگیر آنها صفر است، دارای مقطعی با ظرفیت بالا می‌باشد، که این ناشی از محدودیت‌های کنترل خیز بوده که توسط نرم‌افزار ETABS کنترل می‌شود.

۲-۴-۲- طراحی ستون‌های خاص

با توجه به اینکه نرم افزار، در طراحی از مقاطعی که ما مشخص کرده‌ایم به صورت Auto Select استفاده می‌کند. ممکن است بعد از طراحی در برخی از موارد مشکل اجرایی داشته باشد. در این صورت مقطع مورد نظر را انتخاب کرده و از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا قفل نرم‌افزار باز شود سپس از نرم‌افزار روی دکمه  کلیک کرده و در جعبه باز شده مقطع مناسب را انتخاب و به آن المان اختصاص می‌دهیم تا از حالت Auto Select خارج شود. سپس تحلیل و طراحی را دوباره انجام می‌دهیم.

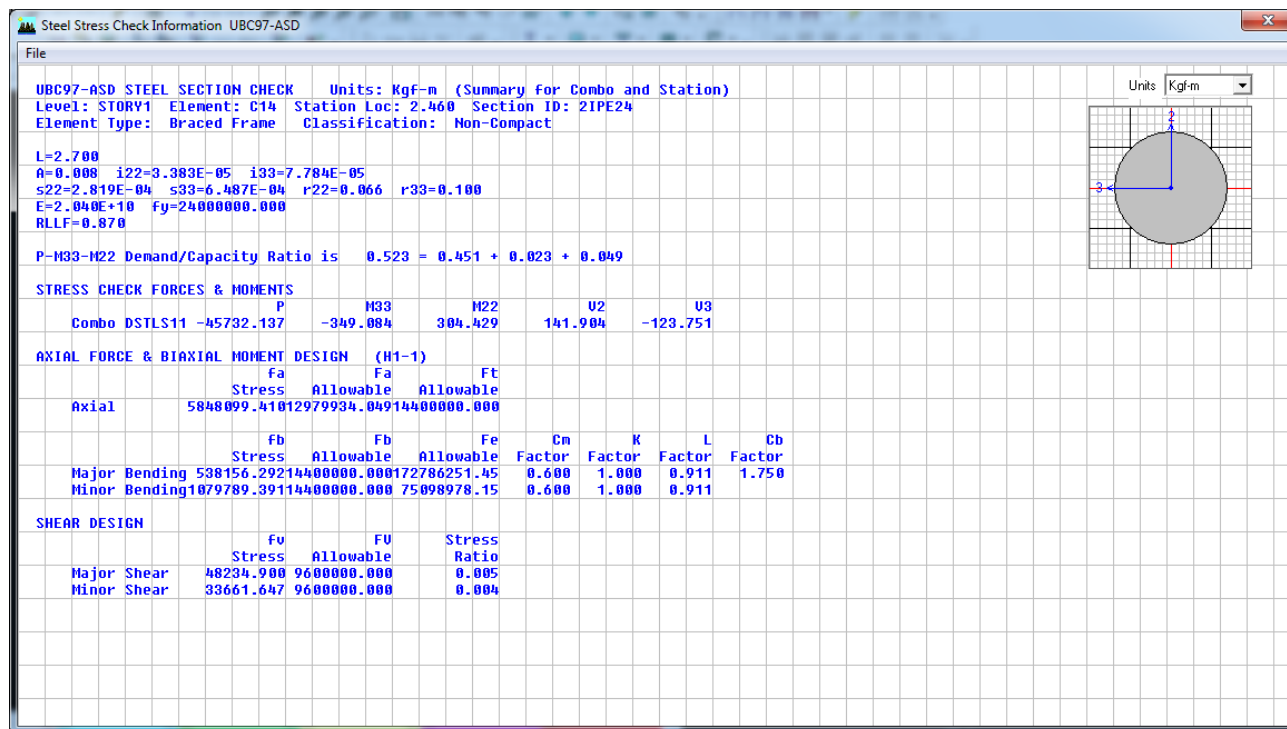
۲-۴-۳- استخراج نیروهای طراحی صفحه پای ستون

برای یک تکیه گاه از سازه نیروی طراحی صفحه پای ستون حداکثر نیروئی است که تکیه گاه مورد نظر تحت یک ترکیب بار خاص آن را تحمل می‌کند. برای استخراج این نیرو به ترتیب زیر عمل کنید:
از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید و در جعبه باز شده گزینه 1 را انتخاب و روی دکمه Ok کلیک کنید تا نمای 1 از سازه نمایش داده شود.
بر روی یکی از گرده‌های تکیه‌گاهی کلیک راست کنید تا جعبه Steel Stress Check Information نمایان گردد.



COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
DSTLS9	2.46	0.519 (C)	= 0.451 + 0.023 + 0.045	0.005	0.003
DSTLS10	0.00	0.452 (C)	= 0.452 + 0.000 + 0.000	0.006	0.000
DSTLS10	1.23	0.471 (C)	= 0.451 + 0.013 + 0.007	0.006	0.000
DSTLS10	2.46	0.490 (C)	= 0.451 + 0.026 + 0.014	0.006	0.000
DSTLS11	0.00	0.452 (C)	= 0.452 + 0.000 + 0.000	0.005	0.004
DSTLS11	1.23	0.487 (C)	= 0.451 + 0.012 + 0.024	0.005	0.004
DSTLS11	2.46	0.523 (C)	= 0.451 + 0.023 + 0.049	0.005	0.004

به طور پیش فرض ترکیب باری که دارای حداکثر نسبت تنش است، به حالت انتخاب در می‌آید.
روی دکمه Details کلیک کرده تا پنجره Steel Stress Check Information نمایان گردد.
در پنجره باز شده، در سطر STRESS CHECK FORCE & MOMENT پارامتر P نیروی بحرانی طراحی را نمایش می‌دهد. این نیرو، نیروئی است که صفحه پای ستون تکیه گاه مورد نظر با آن طراحی می‌شود.
برای سایر تکیه‌گاه‌ها به همین روش می‌توانید عمل کنید.



فصل ۳:

ساختمان ۱۰ طبقه بنشی

(سیستم قاب خمشی و دیوار برشی)

۳-۱- معرفی پروژه

در این پروژه طراحی یک ساختمان ۱۰ طبقه بتنی مورد بررسی قرار می گیرد. کاربری این ساختمان اداری بوده و محل احداث آن شهر تهران و در زمین نوع III می باشد. سیستم باربر ثقلی آن تیرچه بلوک بوده و سیستم باربر جانبی آن سیستم مرکب قاب خمشی همراه دیوار برشی با شکل پذیری متوسط می باشد.

۳-۲- ساخت مدل

۳-۲-۱- ترسیم خطوط شبکه

۳-۲-۲- تعریف مشخصات مصالح

۳-۲-۳- معرفی مقاطع بتنی

۳-۲-۴- معرفی نوع سیستم سقف / دیوار

۳-۲-۵- معرفی حالات بار

۳-۲-۶- معرفی ترکیب بار

۳-۲-۷- معرفی روش تعیین جرم

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۲-۸- ترسیم ستون، تیر و دیوار برشی

۳-۲-۹- ترسیم المان های سطحی

۳-۲-۱۰- تغییر جهت تیرریزی

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۲-۱۱- اختصاص نواحی صلب

۳-۲-۱۲- اختصاص دیافراگم صلب طبقات

۳-۲-۱۳- اختصاص مقاطع تیر، ستون و دیوار برشی

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۲-۱۴- نام گذاری دیوارهای برشی

۳-۲-۱۵- معرفی روش طراحی دیوار برشی

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۲-۱۶- مش بندی دیوارهای برشی

۳-۲-۱۷- اختصاص تکیه گاه

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۳- بارگذاری

۳-۳-۱- اختصاص بار مرده بام و طبقات

۳-۳-۲- اختصاص بار زنده بام و طبقات

۳-۳-۳- اختصاص بار دیوارهای پیرامونی طبقات و جان پناه بام

۳-۳-۴- اختصاص بار مرده و زنده پله

۳-۳-۵- اختصاص بار گسترده و خطی WALL

۳-۴- اعمال ترک خوردگی مقاطع

۳-۵- تنظیم پارامترهای تحلیل

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۶- تحلیل سازه

۳-۷- انتخاب ترکیب بار طراحی

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۸- انتخاب شکل پذیری سازه

۳-۹- تنظیم پارامترهای دیوار برشی

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۱۰- طراحی

۳-۱۰-۱- طراحی تیر و ستون

۳-۱۰-۲- کنترل دیوارهای برشی

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۱۰-۳- کنترل قاب برای ۲۵٪ نیروی برشی زلزله

۳-۱۱- کنترل تغییر مکان جانبی

ramin_abedian@yahoo.com

ramin_abedian@yahoo.com

فصل ۴:

تحليل و طراحی پی گسترده

(ساختمان بتنی فصل اول)

۴-۱- معرفی پروژه

در این فصل طراحی پی گسترده سازه فصل اول انجام خواهد شد. طراحی با استفاده از نرم افزار SAFE و بر اساس آیین نامه ACI خواهد بود. لازم به ذکر است پی‌های گسترده معمولاً در ساختمان‌های بیش از ۶ طبقه استفاده می‌شود. مشخصات تحلیل و طراحی این پی به شرح ذیل می‌باشد.

مقاومت ۲۸ روزه بتن برابر ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
تنش تسلیم میلگردهای طولی برابر ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
جرم واحد حجم بتن برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب
وزن واحد حجم بتن برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب
ضریب پواسون بتن آرمه برابر ۰/۲
مدول الاستیسیته بتن آرمه برابر ۲/۱۹E۹ کیلوگرم بر مترمربع
مقاومت مجاز خاک برابر ۱/۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع

۴-۲- مدل سازی

۴-۲-۱- وارد کردن فایل ورودی SAFE

برای شروع به کار ابتدا باید نیروهایی که ستون‌های سازه به پی وارد می‌کنند، در دست باشد. به همین منظور ابتدا باید از نرم‌افزار ETABS، نیروی ستون‌های طبقه BASE را استخراج و در نرم‌افزار SAFE وارد کرد. برای این کار به ترتیب زیر عمل نمایید.

فایل سازه فصل اول را در نرم افزار ETABS اجرا کرده و سازه را تحلیل نمایید.

دستور `File > Export > Save Story As SAFE.f2k Text...` را اجرا کرده تا جعبه `Export Options SAFE` نمایان گردد.

در قسمت `Story to Export`، گزینه `BASE` را انتخاب کرده و سپس گزینه `Export Floor Loads and Load From Above` را انتخاب کنید.

روی دکمه Select Cases کلیک کرده و تمامی حالات بار تحلیل را انتخاب کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید.
 با کلیک روی دکمه Ok، جعبه Save SAFE F2K TEXT File As نمایان گردد.
 مسیر دلخواهی را انتخاب کرده و با کلیک روی دکمه Save آن را ذخیره نمایید.
 نرم افزار SAFE را اجرا کرده و دستور FILE > Import > SAFE v6/v7.f2k File را اجرا نمایید تا جعبه Open SAFE Data File نمایان گردد.
 فایل مورد نظر را از مسیر موجود انتخاب کرده و روی دکمه Open کلیک نمایید. با کلیک روی دکمه Ok، خطوط شبکه همراه با نیروی‌های پای ستون نمایان می‌گردد.

۴-۲-۲- اصلاح خطوط شبکه

برای این که بتوان اثر بعد ستون و درز انقطاع را در مدل وارد کنیم، بایستی خطوط شبکه را برای ترسیم پی اصلاح گردد. با توجه به این که بعد ستون طبقه همکف ۵۰ سانتیمتر می‌باشد. بایستی خطوط شبکه کناری به اندازه $25cm = \frac{50}{2}$ به طرف خارج جابجا گردد. برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید.
 دستور Edit Grid > Edit را اجرا کرده تا جعبه Define X Grid نمایان گردد.
 در قسمت Display گزینه X Grid را انتخاب نمایید.
 در ستون Coordinate مختصات خطوط A و D را به ترتیب به ۰/۲۵ و ۸/۹ تغییر دهید.
 در قسمت Display گزینه Y Grid را انتخاب نمایید.
 در ستون Coordinate مختصات خطوط ۴ و ۱ را به ترتیب به ۰/۲۵ و ۱۱/۰۵ تغییر دهید.

۴-۲-۳- ترسیم اجزاء پی

برای ترسیم پی گسترده، ابتدا دستور Draw > Draw Rectangular Objects را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه کلیک نمایید.

روی گره A1 کلیک کرده (با پایین نگه داشتن کلید چپ ماوس) و سپس روی گره D4 کلیک نمایید تا المان سطحی پی گسترده ترسیم گردد.

روی دکمه Add New Property کلیک کرده تا جعبه Slab Property Data نمایان گردد.

در جعبه باز شده اصطلاحات زیر را انجام دهید.

در قسمت Modulus of elasticity، مدول الاستیسیته را برابر $2/19E9$ کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.

در قسمت Unit Weight، وزن واحد حجم بتن آرمه را برابر 2500 کیلوگرم بر متر مکعب وارد نمایید.

در قسمت Bending Thickness (X)، Bending Thickness (Y) و Twisting Thickness به ترتیب ضخامت خمشی در جهات X و Y و ضخامت پیچشی را برابر $0/7$ متر وارد نمایید. این ضخامت‌ها در ابتدا به صورتی تجربی انتخاب شده سپس در ادامه با کنترل برش پانچ صحت انتخاب را کنترل می‌کنیم. لازم به ذکر است که ضخامت‌های فوق برای تحلیل پی می‌باشد.

در قسمت Thickness، ضخامت پی (جهت طراحی) را برابر $0/7$ متر وارد نمایید.

مقادیر Y Cover Bot، X Cover Bot، Y Cover Top، X Cover Top مقادیر پوشش پی را در جهات مختلف برابر $0/7$ متر وارد نمایید.

در قسمت Concrete Strength, f_c مقاومت مشخصه بتن را برابر 2100000 کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.

در قسمت Reinforcing Yield Stress, F_y تنش تسلیم فولاد را برابر 4000000 کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.

روی دکمه Ok دو بار کلیک کنید.

۴-۲-۴- اختصاص مشخصات مصالح

ابتدا کل پی را با کلیک روی آن انتخاب کرده سپس دستور Assign > Slab Properties را اجرا کرده تا جعبه Slab Properties نمایان گردد.

از قسمت Slab Property گزینه SLAB1 را انتخاب و روی دکمه Ok کلیک کنید.

۴-۲-۵- اختصاص مدول خاک

ابتدا کل پی را با کلیک روی آن انتخاب کرده دستور Assign > Soil Support را اجرا کرده تا جعبه Support Properties نمایان گردد. روی دکمه Add New Property کلیک کرده تا جعبه Soil Support Property Data نمایان گردد. در قسمت Sub grade Modulus، مدول خاک را برابر ۱۸۰۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب وارد نمایید. مدول خاک را بر اساس دفترچه‌ی ژئوتکنیک خاک زیر پی وارد می‌کنیم. (برای یک ساختمان کم طبقه اگر مقاومت مجاز خاک برابر $q_s = 1.5 \frac{kg}{cm^2}$ فرض شود می‌توان از فرمول $k_s = 1.2 \times 1.5 = 1.8 \frac{kg}{cm^2}$ را بدست آورد).

۴-۲-۶- معرفی ترکیبات بار

نرم افزار SAFE ترکیبات طراحی را از مستقیماً ایجاد می‌نند. لذا نیاز به وارد کردن این ترکیبات نیست. اما ترکیبات پنج گانه‌ی مربوط به کنترل تنش زیر پی را باید وارد کنیم. این ترکیبات به صورت جدول زیر می‌باشند.

Press 1	DL+LL	کنترل تنش برای بارهای دائمی
Press 2	0.75(DL+LLL+EX)	کنترل تنش برای بارهای گذرا
Press 3	0.75(DL+LLL-EX)	کنترل تنش برای بارهای گذرا
Press 4	0.75(DL+LLL+EY)	کنترل تنش برای بارهای گذرا
Press 5	0.75(DL+LLL-EY)	کنترل تنش برای بارهای گذرا

بدین منظور، دستور Define > Load Combinations... را اجرا کرده، تا جعبه Combination Load نمایان گردد.

روی دکمه Add New Combo ... کلیک کرده تا جعبه Load CombinationsData نمایان گردد.

به عنوان مثال برای معرفی ترکیب بار Press 2 به ترتیب زیر عمل نمایید.

در قسمت Load Combinations Name نام Press2 را وارد نمایید.

در قسمت Case Name حالت باری DEAD Load Case را انتخاب و در قسمت Scale Factor ضریب 0.75 را وارد کرده روی دکمه Add کلیک نمایید.

در قسمت Case Name حالت باری LIVE Load را انتخاب و در قسمت Scale Factor ضریب 0.75 را وارد کرده روی دکمه Add

کلیک نمایید. در قسمت Case Name حالت باری EX Load Case را انتخاب و در قسمت Scale Factor ضریب 0.75 را وارد کرده روی دکمه Add کلیک نمایید.

روی دکمه Ok کلیک نمایید.

۴-۲-۷- تعریف نوارهای طراحی

برای طراحی پی لازم است نوارهایی را به مدل معرفی نماییم که لنگر در عرض این نوارها ثابت باشند. برای این کار نوارهای ستونی و میانی را معرفی می‌کنیم. طبق تعریف نوار ستونی نواری از پی که به عرض $1/4$ ضلع چشمه در هر طرف می‌باشد و نوار میانی نواری است که در نوار ستونی احاطه کرده است.

برای اعمال نوارهای مذکور، ابتدا می‌بایست خطوط شبکه جدیدی را معرفی کرده سپس اقدام به ترسیم آنها نماییم. برای این منظور به ترتیب زیر عمل نماییم.

دستور `Edit Grid > Edit` را اجرا کرده تا جعبه `Define X Grid` نمایان گردد.

در ستون `Coordinate` طبق شکل به ترتیب $0/9$ ، $2/7$ ، $3/95$ ، $4/65$ ، $5/9$ ، $17/75$ وارد نمایید.

تمامی اعداد جدید را از ستون مذکور انتخاب کرده و در قسمت `Grid Line # 10`، گزینه `Secondary Line` را انتخاب کرده تا خطوط جدید به صورت فرعی معرفی گردد.

در قسمت `Display` گزینه `Y Grid` را انتخاب نمایید.

در ستون `Coordinate` طبق شکل به ترتیب $6/9$ ، $7/15$ ، $5/25$ ، $3/7$ ، $2/25$ ، $0/75$ را وارد نمایید.

تمامی اعداد جدید را از ستون مذکور انتخاب کرده و در قسمت `Grid Line # 10`، گزینه `Secondary Line` را انتخاب کرده تا خطوط جدید به صورت فرعی معرفی گردد.

روی دکمه `Ok` کلیک نمایید.

همان گونه که مشاهده می‌گردد، خطوط شبکه جدیدی به مدل اضافه گردید که برای رسم نوارهای طراحی الزامی است. برای ترسیم نوارهای طراحی به ترتیب زیر عمل نمایید.

از منوی `View` گزینه `Set X Strip layer` را انتخاب نمایید تا نوارهای طراحی در جهت `X` را ترسیم نماییم.

تمامی نوارهای پیش فرض نرم افزار را توسط ماوس انتخاب و بوسیله دکمه `Delete` (روی صفحه کلید) همه آنها را حذف نمایید.

دستور `Draw > Draw Rectangular Objects` را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه کلیک نمایید.

همانند ترسیم پی به کمک خطوط شبکه جدید، نوارهای طراحی در جهت `X` را ترسیم نمایید.

از منوی `View` گزینه `Set Y Strip layer` را انتخاب نمایید تا نوارهای طراحی در جهت `Y` را ترسیم نماییم.

تمامی نوارهای پیش فرض نرم افزار را توسط ماوس انتخاب و بوسیله دکمه `Delete` (روی صفحه کلید) همه آنها را حذف نمایید.

دستور `Draw > Draw Rectangular Objects` را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه کلیک نمایید.

همانند ترسیم پی به کمک خطوط شبکه جدید، نوارهای طراحی در جهت `Y` را ترسیم نمایید.

۴-۲-۸- معرفی پارامترهای تحلیل برای حذف کشش خاک

دستور `Analyze > Set Options ...` اجرا کرده تا جعبه `Analyse Options` نمایان گردد.

از قسمت `Analysis Type` حالت `Iterative for Uplift` را فعال کرده، از قسمت `Uplift Iteration Parameters` تعداد تکرار را داده مثلاً

عدد ۳۰ و خطا را $E-3$ وارد کنید. از قسمت `Mesh Parameters` ماکزیمم اندازه مشبندی را $0/5$ متر وارد کنید.

۴-۳- تحلیل مدل

پس از ساخت موفقیت آمیز مدل، نوبت به تحلیل آن میرسد. البته بهتر است پس از پایان مرحله ساخت مدل و قبل از شروع تحلیل، مرور کلی روی مشخصات مختلف مدل پی (طبق گامهای قبلی) داشته باشیم و اشکالات موجود را برطرف سازیم. سپس بعد از این بررسی و رفع اشکالات در صورت نیاز، از منوی Analyze دستور Run Analysis را اجرا کنید تا مدل تحلیل شود. پنجره تحلیل مرور شود و در صورت وجود خطا یا هشدار، با مراجعه مجدد به مدل آنرا رفع کنید در صورت تکمیل تحلیل مدل و ظاهر شدن پیغام ANALYSIS COMPLETE روی دکمه Ok کلیک کنید تا پنجره تحلیل بسته شود. سپس پنجره Uplift Analysis Status باز می شود.

روی دکمه Ok کلیک نمایید.

با کلیک روی دکمه Ok پنجره Uplift Analysis Status نمایان می گردد.

ستون Combo نشان دهنده نام ترکیب بارگذاری می باشد.

ستون ConErr خطای همگرایی در پایان عملیات چرخه تحلیل Uplift می باشد.

ستون Con Tol نشان دهنده خطای همگرایی مجاز می باشد.

ستون Iteration تعداد عملیات سعی و خطا تا پایان عملیات همگرایی است.

ستون Max Iters حداکثر تعداد عملیات سعی و خطا (Iteration) مساوی تعداد معرفی شده توسط کاربر باشد، دلیل بر بلند شدگی

(Uplift) پی می باشد. در این صورت باید تمهیدات لازم برای پایداری پی از قبیل افزایش سطح پی و یا استفاده از شمع در زیر پی برای استهلاک نیروی بلند کننده پی استفاده نمود.

۴-۴- کنترل تنش زیر پی

ماکزیم تنش زیر پی برای دو حالت بارهای دائمی و گذرا باید بررسی و کنترل شود برای حالت نشست از Press 1 استفاده می‌کنیم. و با توجه به اینکه برای کنترل نشست پی تنش متوسط زیر پی و در نظر است نه تنش زیر پی. لذا برای کنترل تنش زیر پی برای حالت نشست می‌توان وزن کل ساختمان را بر سطح کل پی تقسیم کرده و مقدار بدست آمده را برای حداکثر تنش مجاز در حالت نشست کنترل کرد. نتیجتاً برای حالت نشست می‌توان به صورت دستی کنترل به صورت محافظه کارانه انجام گیرد.

برای حالت بارهای گذرا تنش موضعی قسمت‌های مختلف پی در نظر بوده و جهت کنترل آن باید از چهار ترکیب بار Press 2 تا Press 5 استفاده کرد و مقدار تنش ماکزیم به وجود آمده در سطح زیر پی را با ماکزیم تنش مجاز کنترل نمود. در صورت عدم استفاده از مطالعات ژئوتکنیکی، مقدار تنش مجاز برابر $1/5$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع خواهد بود.

جهت کنترل تنش زیر پی بعد از عملیات تحلیل به ترتیب زیر عمل نمایید.

دستور `Displays > Show Reaction Forces` را اجرا کرده تا جعبه `Joint Forces` نمایان گردد.

گزینه `Soil Pressures` را انتخاب کنید.

از قسمت `LOAD` یکی از ترکیبات بار پنج گانه را انتخاب کنید.

از قسمت `Type of Load` حالت `Soil Pressures` را فعال کرده سپس روی دکمه `Ok` کلیک نمایید.

با کلیک روی دکمه `Ok` یک طیف رنگ به المان سطحی پی اختصاص داده می‌شود که نشان دهنده توزیع تنش زیر پی می‌باشد.

از جعبه کشویی واحدها، گزینه `Kgf- Cm` را انتخاب نمایید.

حال با توجه به راهنمای طیف که در پنجره نمایش داده شده است، کنترل نمایید تا تنش زیر پی از $1/5$ کیلوگرم بر سانتیمتر تجاوز نکند.

۴-۵- انتخاب ترکیبات بار طراحی

قبل از طراحی، ابتدا باید ترکیبات بار طراحی مشخص گردد.

برای این منظور دستور `Design > Select Design Combo` را اجرا کرده تا جعبه نمایان گردد.

از قسمت `List of Combos` ترکیبات بار طراحی که نرم افزار آنها را با نام های `DCON1` تا `DCON10` ایجاد کرده، انتخاب و روی دکمه `Add` کلیک نمایید.

روی دکمه `Ok` کلیک نمایید.

۴-۶- طراحی مدل

جهت انجام عملیات طراحی، دستور Design > Select Design را اجرا نمایید.

۴-۷- تنظیم آرماتورهای پی

جهت تنظیم آرماتورهای پی به ترتیب زیر عمل نمایید.

دستور Design > Display Slab Design Info... را اجرا کرده تا جعبه Slab Reinforcing نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

از قسمت Reinforcing Display Type حالت Show Number of Bars of size را فعال کرده، و قسمت Top و Bottom ساینز آرماتورهای

تقویتی را برابر $\Phi 20$ وارد نمایید.

از قسمت Reinforcing Value گزینه Show Rebar Above Typical Value را فعال کرده و در قسمت Top و Bottom ساینز

آرماتورهای تقویتی را برابر $\Phi 20$ و فاصله آنها را برابر ۰/۲ متر وارد نمایید.

ساینز و فاصله آرماتورهای اصلی را وارد می‌کنیم تا خروجی آرماتورهای تقویتی بر اساس این آرماتورهای اصلی محاسبه

گردد.

در صورتیکه از پرینتر سیاه و سفید استفاده خواهید نمود، لازم است که:

دستور File > Printer Setup ... را اجرا نموده و در جعبه باز شده گزینه Color Printer (Graphics) را ناعمال نمایید.

دستور Options > Colors... را اجرا نموده و در جعبه باز شده از قسمت For Device Type بجای گزینه Screen، گزینه Printer را

فعال نمایید.

همانگونه که مشاهده می‌گردد، نرم افزار SAFE تعداد، نمره و طول آرماتور تقویتی را در روی نوارهای طراحی مشخص می‌کند.

طول این ارماتورها را بهتر است بوسیله اشل مشخص کرده و در نقشه اجرایی وارد کرد.

۴-۸- کنترل برش پانچ

برای این منظور دستور Design > Display Punching Shear Ratio را اجرا کنید.

با اجرای دستور فوق نسبت برش پانچ موجود در محل اتصال ستون به پی به مقاومت برشی پی نشان داده می‌شود. این مقادیر نباید از مقدار $0/1$ تجاوز نماید. در واقع یکی از ملاک‌های انتخاب عمق پی، برش پانچ می‌باشد. در صورتی که برش پانچ در پی بیش از $0/1$ باشد، با افزایش عمق پی مقاومت برشی آن را افزایش داده تا نسبت تنش برشی فوق کاهش یابد.

لازم به ذکر است که نرم افزار Safe مقدار محاسبه شده برای نسبت برش پانچ به مقاومت برشی پی را در گوشه‌های پی بیشتر از حد واقعی نشان داده و به صورت محافظه کارانه عمل می‌نماید. دلیل آن عدم محاسبه صحیح محیط پانچ برای ستون‌های گوشه توسط نرم افزار می‌باشد. لذا در کنترل برش پانچ برای ستون‌های گوشه می‌توان مقداری بیش از $0/1$ را پذیرفت. البته کمیت مشخصی را نمی‌توان برای آن تعیین کرد لذا تعیین ضخامت پی و قضاوت در این مورد با تکیه بر تجربیات مهندسی و یا کنترل دستی برش امکان پذیر خواهد بود.

فصل ۵:

تحلیل و طراحی پل نواری

(ساختار فولادی فصل دوم)

۵-۱- معرفی پروژه

در این فصل طراحی پی نواری سازه فصل دوم انجام خواهد شد. طراحی با استفاده از نرم افزار SAFE و بر اساس آیین نامه ACI خواهد بود.

مشخصات تحلیل و طراحی این پی به شرح ذیل می باشد.

مقاومت ۲۸ روزه بتن برابر ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
تنش تسلیم میلگردهای طولی برابر ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
جرم واحد حجم بتن برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب
وزن واحد حجم بتن برابر ۲۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب
ضریب پواسون بتن آرمه برابر ۰/۲
مدول الاستیسیته بتن آرمه برابر ۲/۱۹E۹ کیلوگرم بر مترمربع
مقاومت مجاز خاک برابر ۲ کیلوگرم بر سانتیمترمربع
عمق پی ۰/۷ سانتیمتر

۵-۲- مدل سازی

۵-۲-۱- وارد کردن فایل ورودی SAFE

برای این منظور ابتدا باید از نرم افزار ETABS، نیروی ستونهای طبقه BASE را استخراج و به نرم افزار SAFE معرفی کنیم. برای این کار به ترتیب زیر عمل نمایید.

فایل سازه فصل سوم را در نرم افزار ETABS اجرا کرده و سازه را تحلیل نمایید.

دستور ... Save Story as SAFE F2k Text > Export > File را اجر کرده تا جعبه SAFE Export Options نمایان گردد.

در قسمت Story to Export گزینه BASE را انتخاب کرده و سپس گزینه Export Floor Loads and Load From Above را انتخاب کنید.

روی دکمه Select Cases کلیک کرده و تمامی حالات بار تحلیل انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید. با کلیک روی OK، جعبه Save SAFE.F2K Text File As نمایان گردد.

مسیر و نام دلخواهی را انتخاب کرده و با کلیک روی دکمه Save آن را ذخیره نمایید. نرم افزار SAFE را اجرا کرده و دستور FILE > Import > SAFE v6/v7.f2k File را اجرا نمایید تا جعبه Open SAFE Data File نمایان گردد.

فایل مورد نظر را از مسیر موجود انتخاب کرده و روی دکمه Open کلیک نمایید. با کلیک روی دکمه Ok، خطوط شبکه همراه با نیروی های پای ستون نمایان می گردد.

۵-۲-۲- صلاح خطوط شبکه

برای این که بتوان اثر بعد ستون و درز انقطاع را در مدل وارد کنیم، بایستی خطوط شبکه را برای ترسیم پی اصلاح گردد. با توجه به این که بعد متوسط ستون های طبقه همکف ۲۰ سانتیمتر می باشد، بایستی خطوط شبکه کناری به اندازه $10\text{cm} \times \frac{20}{2}$ به طرف خارج جابه جا گردد. برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید.

دستور Edit Grid > Edit را اجرا کرده تا جعبه Define X Grid نمایان گردد.

در قسمت Display گزینه X Grid را انتخاب نمایید.

در ستون Coordinate مختصات خطوط A و C را به ترتیب ۰/۱- و ۷/۹ تغییر دهید.

در قسمت Display گزینه Y Grid را انتخاب نمایید.

در ستون Coordinate مختصات خطوط ۴ و ۱ را به ترتیب به ۰/۱- و ۱۰/۳ تغییر دهید.

۵-۲-۳- ترسیم اجزاء پی

برای ترسیم پی نواری، ابتدا یک باید پی گسترده ترسیم کرده، سپس با اختصاص فضای خالی در بین خطوط شبکه، آن را تبدیل به پی نواری کرد.

برای ترسیم پی گسترده، ابتدا دستور Draw > Draw Rectangular Objects را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه کلیک نمایید.

روی گره A4 کلیک کرده (با پایین نگه داشتن کلید چپ ماوس) و سپس روی گره C1 کلیک نمایید تا المان سطحی پی گسترده ترسیم گردد.

۵-۲-۴- اختصاص مشخصات مصالح

ابتدا کل پی را با کلیک روی آن انتخاب کرده سپس دستور Assign > Slab Properties را اجرا کرده تا جعبه Slab Properties نمایان گردد.

روی دکمه Add New Property کلیک کرده تا جعبه Slab Property Data نمایان گردد.

در جعبه باز شده اصلاحات زیر را انجام دهید.

در قسمت Modulus of elasticity، مدول الاستیسیته را برابر 2.19×10^4 کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.

در قسمت Unit Weight، وزن واحد حجم بتن آرمه را برابر ۲۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب وارد نمایید.

در قسمت Bending Thickness (X)، Bending Thickness (Y)، و Thickness Twisting به ترتیب به ضخامت خمشی در جهات X و Y و ضخامت پیچشی را برابر ۰/۷ متر وارد نمایید. این ضخامت‌ها در ابتدا به صورت تجربی انتخاب شده سپس در ادامه با کنترل برش پانچ صحت انتخاب را کنترل می‌کنیم. لازم به ذکر است که ضخامت‌های فوق برای تحلیل پی می‌باشد.

در قسمت Thickness، ضخامت پی (جهت طراحی) را برابر ۰/۷ متر وارد نمایید.

مقادیر X Cover Top، Y Cover Top، X Cover Bot و Y Cover Bot مقادیر پوشش پی را در جهات مختلف برابر ۰/۰۷ متر وارد نمایید.

در قسمت Concrete Strength, f_c مقاومت مشخصه بتن را برابر ۲۱۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.

در قسمت Reinforcing Yield Stress, f_y تنش تسلیم فولاد را برابر ۴۰۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.

روی دکمه Ok دوبار کلیک کنید.

۵-۲-۵- اختصاص ضریب فنریت خاک

به مقدار نیروی گسترده‌ای که باعث یک سانتیمتر نشست در خاک گردد، ضریب فنریت خاک گفته می‌شود. این پارامتر طبق آزمایشات ژئوتکنیک بدست آمده و در مواردی که اهمیت سازه کم باشد، پارامتر فوق را می‌توان طبق رابطه تجربی نیز بدست آورد. ابتدا گل پی را با کلیک روی آن انتخاب کرده دستور Assign > Soil Support Properties را اجرا کرده تا جعبه Soil Support Properties نمایان گردد.

روی دکمه Add New Property کلیک کرده تا جعبه Soil Support Property Data نمایان گردد.

در قسمت Sub grade Modulus، مدول خاک را برابر ۲۴۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب وارد نمایید.

مدول خاک را بر اساس دفترچه ژئوتکنیک خاک زیر پی وارد می‌کنیم. (برای یک ساختمان کم طبقه مقاومت مجاز خاک برابر

$$q_a = 1.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ فرض شود می‌توان از فرمول } k_s = 1.2 q_a \text{ مقدار } k_s = 1.2 \times 1.5 = 1.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ را به دست آورد.}$$

۵-۲-۶- معرفی فضاهای خالی بین نوارها

در طرح این پی عرض نوارهای کناری ۱/۵ متر و عرض نوارهای داخلی برابر ۱/۲ متر انتخاب گردیده است. برای اختصاص فضاهای خالی بین نوارها باید با در نظر گرفتن این ابعاد اقدام به ترسیم خطوط شبکه جدید نمود. برای این منظور به ترتیب زیر عمل نمایید.

در ستون Edit Grid > Edit را اجرا کرده تا جعبه Define X Grid نمایان گردد.
در ستون Coordinate، به ترتیب اعداد ۱/۵، ۳/۲۵، ۴/۴۵ و ۶/۳ را وارد نمایید.
تمامی اعداد جدید را از ستون مذکور انتخاب کرده و در قسمت Grid Line # 10، گزینه Secondary Line را انتخاب کرده تا خطوط جدید به صورت فرعی معرفی گردد.
در قسمت Display گزینه Y Grid را انتخاب نمایید.
در ستون Coordinate به ترتیب ۱/۵، ۳/۹۵، ۵/۱۵، ۶/۹ و ۸/۱ را وارد نمایید.
تمامی اعداد جدید را از ستون مذکور انتخاب کرده و در قسمت Grid Line # 10، گزینه Secondary Line را انتخاب کرده تا خطوط جدید به صورت فرعی معرفی گردد.
روی دکمه Ok کلیک نمایید.

حال برای ترسیم فضاهای خالی به ترتیب زیر عمل نمایید.
دستور Draw > Draw Rectangular Objects را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه کلیک نمایید.
به وسیله ماوس المانهای ترسیم شده جدید را انتخاب کرده سپس دستور Assign > Opening را اجرا کنید.

۵-۲-۷- معرفی نوارهای طراحی

از منوی View گزینه Set X Strip Layer را انتخاب نمایید تا نوارهای طراحی در جهت X را ترسیم نماییم.
دستور Draw > Draw Rectangular Objects را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه کلیک نمایید.
طبق شکل نوارهای جهت X را ترسیم نمایید. لازم به ذکر است که جهت ترسیم باید با فشار دکمه چپ ماوس روی نقطه A4 و ترسیم یک کادر مستطیلی تا نقطه قطر متقابل اقدام نمود. همچنین لازم به ذکر است که اگر نوارهای پی بصورت افقی نباشد باید نوارهای طراحی آنرا به صورت پله‌ای ترسیم نمود.

از منوی View گزینه Set X Strip Layer را انتخاب نمایید تا نوارهای طراحی در جهت Y را ترسیم نماییم.
تمامی نوارهای پیش فرض نرم افزار را توسط ماوس انتخاب و بوسیله دکمه Delete (روی صفحه کلید) همه آنها را حذف نمایید.
دستور Draw > Draw Rectangular Objects را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه کلیک نمایید.
طبق شکل نوارهای جهت Y را ترسیم نمایید.

پس از ترسیم نوارهای جهت Y دستور View > Set Structural Layer را اجرا کرده تا نوارهای هر دو جهت بصورت یکپارچه شوند.

۵-۲-۸- معرفی پارامترهای تحلیل برای حذف کشش خاک

دستور `Analyze > Set Options...` اجرا کرده تا جعبه `Analyze Options` نمایان گردد.
از قسمت `Analysis Type` حالت `Iterative For Uplift` را فعال کرده از قسمت `Iteration Parameters Uplift` تعداد تکرار را داده مثلاً عدد ۳۰ و خطا را $1/0 \cdot E-3$ وارد کنید. از قسمت `Mesh Parameters` ماکزیمم اندازه مشبندی را $0/5$ متر وارد کنید.

۵-۳- تحلیل مدل

پس از ساخت موفقیت آمیز مدل، نوبت به تحلیل آن میرسد. البته بهتر است پس از پایان مرحله ساخت مدل و قبل از شروع تحلیل، مرور کلی روی مشخصات مختلف مدل پی (طبق گام‌های قبلی) داشته باشیم و اشکالات موجود را برطرف سازیم. سپس بعد از این بررسی و رفع اشکالات در صورت نیاز، از منوی `Analyze` دستور `Run Analysis` را اجرا کنید تا مدل تحلیل شود. پنجره تحلیل مرور شود و در صورت وجود خطا یا هشدار، با مراجعه مجدد به مدل آن را رفع کنید در صورت تکمیل تحلیل مدل و ظاهر شدن پیغام `ANALYSIS COMPLETE` روی دکمه `Ok` کلیک کنید تا پنجره تحلیل بسته شود. سپس پنجره `Uplift ANALYSIS Status` باز می‌شود.

روی دکمه `Ok` کلیک نمایید.

با کلیک روی دکمه `Ok` پنجره `Uplift ANALYSIS Status` نمایان می‌گردد.

ستون `Combo` نشان دهنده نام ترکیب بارگذاری می‌باشد.

ستون `Con Err` خطای همگرایی در پایان عملیات چرخه‌ای تحلیل `Uplift` می‌باشد.

ستون `Con Tol` نشان دهنده خطای همگرایی مجاز می‌باشد.

ستون `Iteration` تعداد عملیات سعی و خطا تا پایان عملیات همگرایی است.

ستون `Max Iters` حداکثر تعداد سعی و خطا که توسط کاربر تعیین شده است.

اگر در ردیفی تعداد عملیات سعی و خطا (`Iteration`) مساوی تعداد معرفی شده توسط کاربر باشد، دلیل بر بلند شدگی (`Uplift`) پی می‌باشد. در این صورت باید تمهید لازم برای پایداری پی از قبیل افزایش سطح پس و یا استفاده از شمع دوزیر پی برای استهلاک نیروی بلند کننده پی استفاده نمود.

۵-۴- کنترل تنش زیر پی

ماکزیمم تنش زیر پی برای دو حالت بارهای دائمی و گذرا باید بررسی و کنترل شود برای حالت نشست از `Press 1` استفاده می‌کنیم و با توجه به اینکه برای کنترل نشست پی کل ساختمان را بر سطح کل پی تقسیم کرده و مقدار بدست آمده را برای حداکثر تنش مجاز (مطابق دفترچه ژئوتکنیک) در حالت نشست کنترل کرد. نتیجتاً برای حالت نشست می‌توان به صورت دستی کنترل را انجام داد و نرم افزار استفاده نکرد. در صورت کنترل دستی توصیه می‌گردد که کنترل به صورت محافظه کارانه انجام گیرد.

برای حالت بارهای گذرا تنش موضعی قسمت‌های مختلف پی در نظر بوده و جهت کنترل آن باید از چهار ترکیب بار `Press 2` تا `Press 5` استفاده کرد و مقدار تنش ماکزیمم به وجود آمده در سطح زیر پی را با ماکزیمم تنش مجاز کنترل نمود. در صورت عدم استفاده از مطالعات ژئوتکنیکی، مقدار تنش مجاز برای حالت گسیختگی و نشست برابر $0/2$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع خواهد بود.

جهت کنترل تنش زیر پی بعد از عملیات تحلیل به ترتیب زیر عمل نمایید.

دستور `Display > Showw Reaction Forces` را اجرا کرده تا جعبه `Join Forces` نمایان گردد.

گزینه `Soil Pressures` را انتخاب کنید.

از قسمت LOAD یکی از ترکیبات بار پنج گانه را انتخاب کنید.
 از قسمت Type of Load حالت Soil Pressures را فعال کرده سپس روی دکمه Ok کلیک نمایید.
 با کلیک روی دکمه Ok یک طیف رنگ به المان سطحی پی اختصاص داده می‌شود که نشان دهنده توزیع تنش زیر پی می‌باشد.
 از جعبه کشویی واحد ها، گزینه Kg-f-Cm را انتخاب نمایید. حال با توجه به راهنمای طیف که در زیر پنجره نمایش داده شده است، کنترل نمایید تا تنش زیر پی از $1/5$ کیلوگرم بر سانتیمتر تجاوز نکند.

۵-۵- انتخاب ترکیبات بار طراحی

قبل از طراحی، ابتدا باید ترکیبات بار طراحی مشخص گردد.
 برای این منظور دستور Design > Select Design Combo را اجرا کرده تا جعبه نمایان گردد.
 از قسمت List of Combos ترکیبات بار طراحی که نرم افزار آنها را با نام های DCON1 تا DCON10 ایجاد کرده، انتخاب و روی Add کلیک نمایید.
 روی دکمه Ok کلیک نمایید.

۵-۶- طراحی مدل

جهت انجام عملیات طراحی، دستور Design > Start Design را اجرا نمایید.

۵-۶-۱- تنظیم آرماتورهای پی

جهت تنظیم آرماتورهای پی به ترتیب زیر عمل نمایید.

دستور ... Design > Display Slab Design Info... را اجرا کرده تا جعبه Slab Reinforcing نمایان گردد.

در جعبه باز شده :

از قسمت Reinforcing Display حالت Show Number of Bars of size را فعال کرده، و قسمت Top و Bottom سایز آرماتورهای

تقویتی را برابر $\Phi 16$ وارد نمایید.

از قسمت Reinforcing گزینه Show Rebar Above Typical Value را فعال کرده در قسمت Top و Bottom سایز آرماتورهای

سرتاسری را برابر $\Phi 18$ و فاصله آنها را برابر ۰/۱۷۵ متر وارد نمایید.

سایز و فاصله ی آرماتورهای اصلی را وارد می‌کنیم تا خروجی آرماتورهای تقویتی بر اساس این آرماتورهای اصلی محاسبه

گردد.

از قسمت Choose Strip Direction می‌توان نوارهای جهت X (X Direction Strip) و یا نوارهای Y (Y Direction Strip) را برای مشاهده

آرماتورها انتخاب کرد.

روی دکمه Ok کلیک کنید.

ramin_abedian@yahoo.com