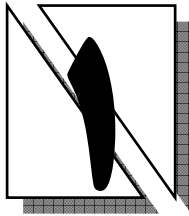


فصل اول

تحليل و طراحی

ساختمان ۵ طبقه بتنی

با سیستم قاب خمشی



۱.۱ معرفی پروژه

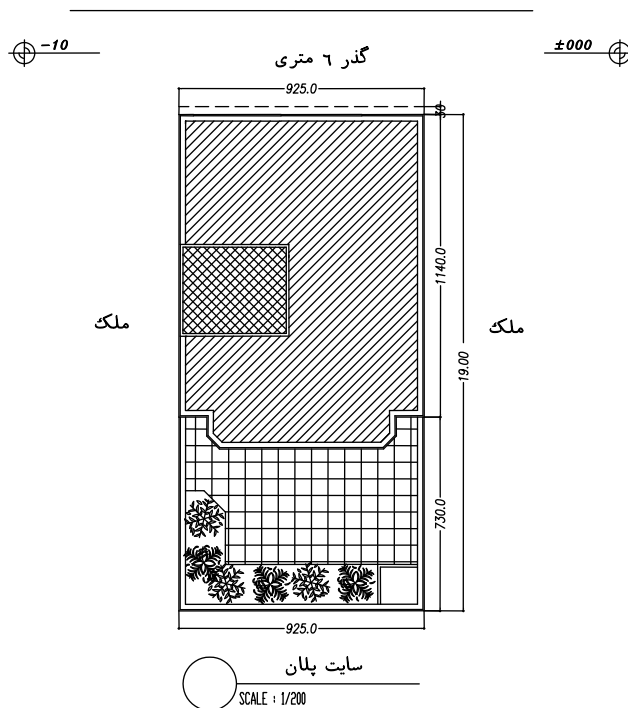
در این فصل طراحی یک ساختمان ۵ طبقه بتنی با سیستم قاب خمشی با شکل پذیری متوسط مورد بررسی قرار خواهد گرفت. کاربری این ساختمان مسکونی و محل احداث آن شهر تبریز و در زمین نوع ۳ بوده و سیستم باربر ثقلی آن تیرچه بلوک می باشد. سایر اطلاعات مورد نیاز برای طراحی سازه مزبور در (جدول ۱-۱) و نقشه های معماری در (شکل های ۱-۱، ۲-۱، ۳-۱ و ۴-۱) آمده است.

۲.۱ اهداف مورد نظر

۱. محاسبات مربوط به بارگذاری سازه
۲. تحلیل و طراحی سازه
۳. طراحی دستی سقف
۴. طراحی پی با نرم افزار SAFE
۵. ترسیم نقشه های اجرایی

جدول ۱-۱ مشخصات مصالح

۲۱۰	مقاومت ۲۸ روزه بتن (Kg/Cm^2)
AIII	نوع میلگردهای طولی
AII	نوع میلگردهای عرضی (خاموت)
۲۵۰	جرم واحد حجم بتن (Kg/m^3)
۲۵۰۰	وزن واحد حجم بتن (Kg/m^3)
۰/۲	ضریب پواسون بتن آرمه
۲۱۹۰۰۰	مدول الاستیسیته بتن آرمه (Kg/Cm^2)



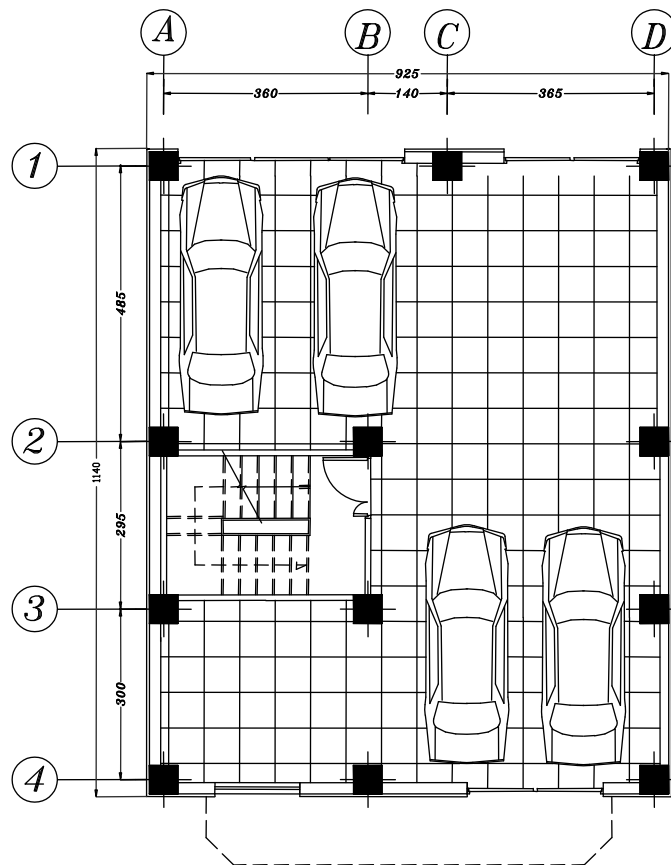
شکل ۱-۱

طبق ضوابط شهرداری حداکثر سطح اشغال ساختمان، ۶۰ الی ۷۰ درصد عرصه می‌باشد. لذا با توجه به سایت پلان می‌توان نتیجه گرفت که ابعاد سطح اشغال برابر است با:

$$(60\% \times 19.0) \times 9.25 = 11.40m \times 9.25m$$

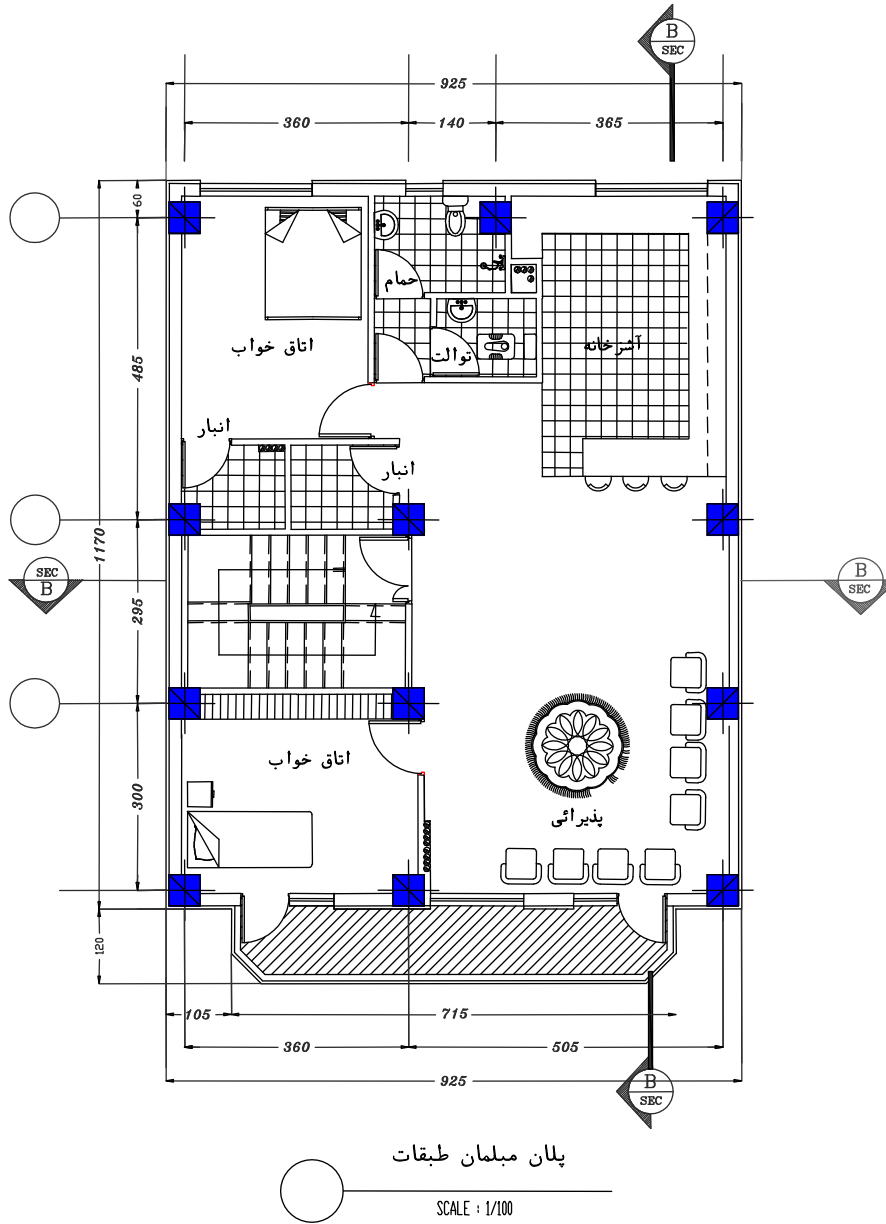
۳.۱ شرایط ستون گذاری بر اساس طرح پارکینگ

۱. ابعاد مورد نیاز برای استقرار هر خودرو (۲/۵×۵) متر است.
۲. عرض مورد نیاز برای پارک دو خودرو در مجاورت یکدیگر، برابر ۵ متر است.
۳. فضای مورد نیاز برای مانور خودرو برای خروج از پارکینگ برابر ۲۵ مترمربع می باشد.

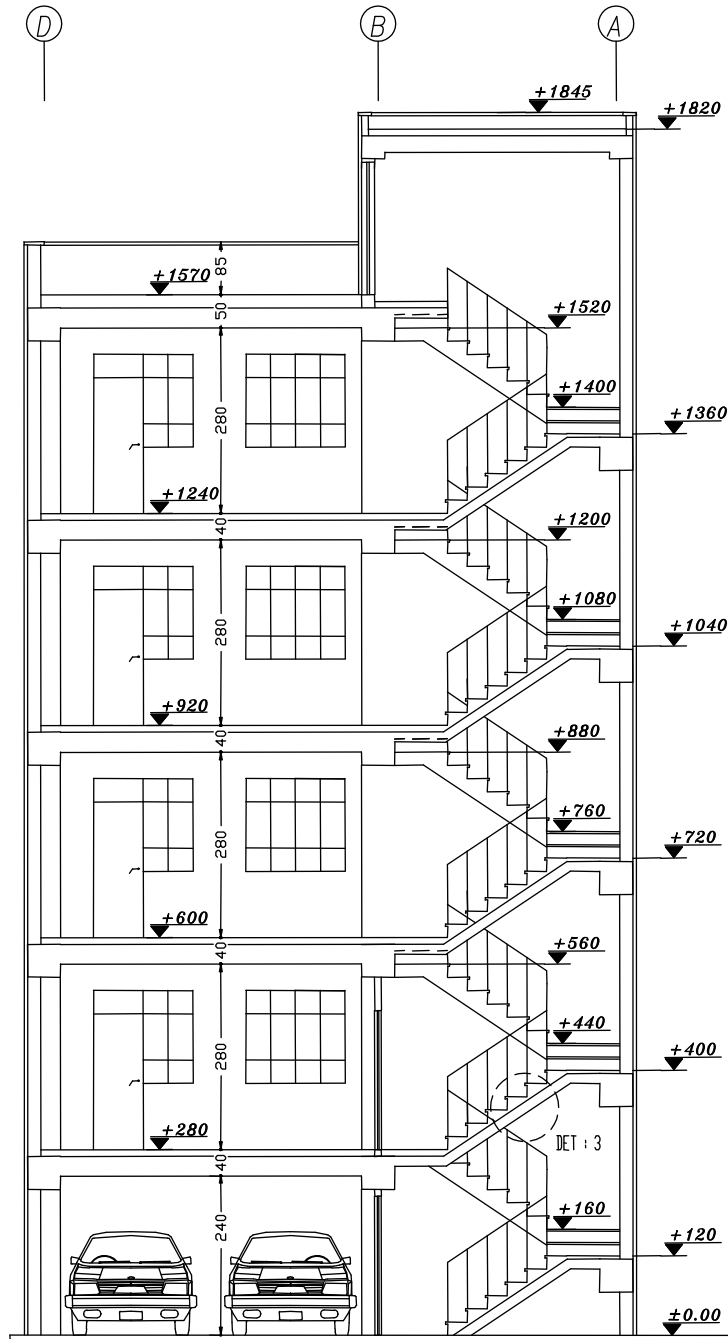


شکل ۲-۱ پلان مبلمان پارکینگ
SCALE : 1/100

با توجه به (شکل ۲-۱) ملاحظه می شود که سه محدودیت اشاره شده، در پلان پارکینگ رعایت شده است.



شکل ۳-۱



شکل ۴-۱

سیستم قاب خمشی متوسط، یکی از سیستم‌های نسبتاً شکل پذیر بوده و دارای قابلیت استهلاک انرژی زیادی می‌باشد. هر چند این سیستم شکل پذیری قابل ملاحظه‌ای نسبت به سایر سیستم‌ها دارد، اما دارای سختی کمتری بوده و اثرات $P-\Delta$ و تغییرات جانبی طبقات آن زیاد می‌باشد و در ساختمان‌های بلند استفاده از این سیستم به دلیل بزرگ بودن مقاطع سازه‌ای مقرون به صرفه نمی‌باشد.

۴.۱ ضوابط سازه‌ها با شکل پذیری متوسط

۱. ارتفاع موثر مقاطع نباید از یک چهارم طول آزاد دهانه بیشتر باشد.
۲. عرض مقاطع تیر نباید:
 - الف - کمتر از یک چهارم ارتفاع آن باشد.
 - ب - بیش از عرض ستون تکیه گاهی، در صفحه عمود بر محور طولی عضو خمشی، به اضافه سه چهارم ارتفاع عضو خمشی در هر طرف ستون باشد.
 - پ - بیش از عرض ستون تکیه گاهی، به اضافه یک چهارم بعد دیگر ستون، در هر طرف ستون باشد.
 - ت - کمتر از ۲۵۰ میلیمتر باشد.
۳. عرض مقطع ستون نباید کمتر از $\frac{1}{3}$ بعد دیگر آن و نباید کمتر از ۲۵۰ میلیمتر باشد.
۴. نسبت طول آزاد ستون به کوچکترین بعد آن نباید بیشتر از ۲۵ باشد.
۵. در هر عضو خمشی حداقل یک پنجم آرماتور موجود در مقاطع تکیه گاه‌ها، هر انتها که آرماتور بیشتری دارد، باید در سرتاسر طول تیر در بالا و پایین ادامه داده شود.

۵.۱ آیین‌نامه‌های مورد استفاده در طراحی سازه

- آیین نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰
- مبحث ششم مقررات ملی (بارهای وارد بر ساختمان)
- آیین نامه ACI جهت طراحی
- آیین نامه آبا

۶.۱ ابعاد اولیه المان‌ها

در طراحی این سازه از ۴ نوع مقطع مربعی شکل برای ستون‌ها و ۳ نوع مقطع مستطیلی

شکل برای تیرها استفاده شده است. باید توجه داشت که برای تعیین ابعاد تیرها و ستون‌ها عوامل مختلفی می‌تواند، دخیل باشد که یکی از این عوامل محدودیت‌های معماری موجود در سازه می‌باشد. همچنین باید، توجه داشت که ابعاد تیر و ستون باید متناسب هم انتخاب شود تا تیرها از اطراف ستون‌ها بیرون نزنند، ضمناً برای یک طرح بهینه و اجرایی، عمق تیر باید کمی بیش از عرض تیرها انتخاب گردد. المان‌های مزبور در (جدول ۲-۱) ارائه شده است.

جدول ۲-۱ ابعاد المان‌ها

طبقه	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم (بام)	خریشته
ستون	۵۰×۵۰	×۴۵ ۴۵	×۴۵ ۴۵	۴۵×۴۵	۴۰×۴۰	۳۵×۳۵
تیر	۵۰×۴۰	×۴۰ ۴۵	×۴۰ ۴۵	۴۵×۴۰	۴۰×۳۵	۳۵×۳۰

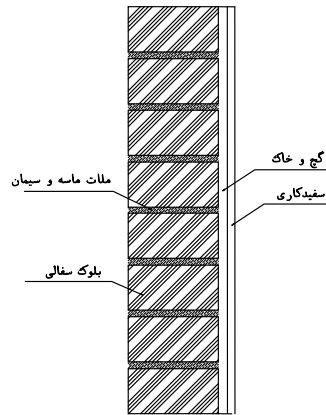
ابعاد انتخابی به صورت حدس اولیه بوده و در حین تحلیل و طراحی ممکن است این ابعاد حسب نیاز، افزایش یا کاهش یابند. ابعاد اولیه المان‌ها نیز به صورت تجربی انتخاب شده و از قانون خاصی تبعیت نمی‌کند.

۲.۱ بارگذاری

طبق مبحث شش مقررات ملی، بارگذاری به دو قسمت ثقلی و جانبی (زلزله) تقسیم می‌شود که هر کدام به صورت کامل در ادامه توضیح داده خواهد شد.

۱.۷.۱ بارگذاری ثقلی

الف) محاسبه وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی بدون نما

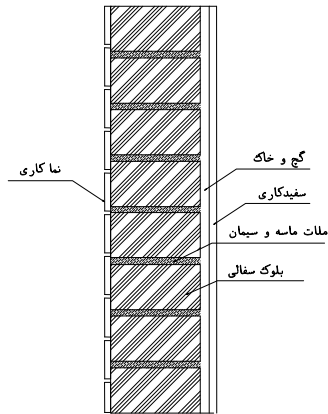


شکل ۱-۵

جدول ۱-۳ وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی بدون نما

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۶/۵	$۰/۰۰۵ \times ۱۳۰۰$	سفید کاری
۳۲	$۰/۰۲ \times ۱۶۰۰$	گچ و خاک
۱۷۰	$۰/۲ \times ۸۵۰$	بلوک سفالی
۴۲	$۰/۰۲ \times ۲۱۰۰$	ملات ماسه سیمان
$\cong ۲۵۰$		مجموع

(ب) محاسبه وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی نمادار



شکل ۶-۱

جدول ۴-۱ بار دیوارهای خارجی نمادار

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۶/۵	$۰/۰۰۵ \times ۱۳۰۰$	سفيدکاری
۳۲	$۰/۰۲ \times ۱۶۰۰$	گچ و خاک
۱۷۰	$۰/۲ \times ۸۵۰$	بلوک سفالی
۴۲	$۰/۰۲ \times ۲۱۰۰$	مالات ماسه سیمان
۱۰۵	$۰/۰۵ \times ۲۱۰۰$	آجر نما
$\cong ۳۵۶$		جمع

با توجه به این که دیوارهای پیرامونی نمادار دارای تعداد زیادی بازشو (در و پنجره) می باشد لذا بهتر است مقدار بار محاسبه شده برای این نوع دیوار را در یک ضریب کاهنده ضرب کنیم. این ضریب را می توان با توجه به تعداد بازشوها تعیین کرد.

با توجه به نقشه های معماری، این ضریب را ۰/۷ در نظر گرفته ایم.

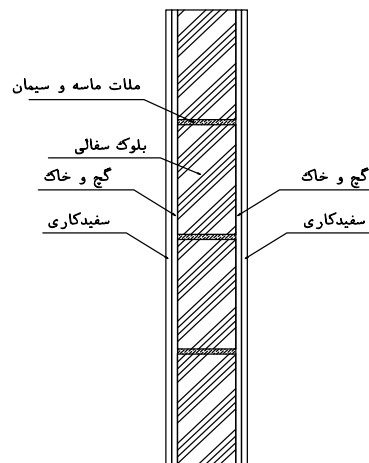
$$۰/۷ \times ۳۵۶ \cong ۲۴۹ \text{ Kg/m}^2$$

ضریب کاهشده را می‌توان به صورت دقیق از رابطه $n = 1 - \frac{A_0}{A}$ بدست آورد.

A_0 سطح کل بازشوها و A برابر سطح دیوارهای پیرامونی + سطح کل بازشوها باید توجه داشت که دیوارهای بدون نما (مجاور همسایه) دارای بازشو نبوده و نباید در ضریب کاهشده ضرب کرد.

چون وزن واحد سطح دیوار محیطی نمادار با دیوار محیطی بدون نما برابر است، لذا بار دیوار پیرامونی نمادار و بدون نما را برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع در نظر می‌گیریم.

پ) محاسبه بار واحد سطح تیغه‌بندی



شکل ۷-۱

جدول ۵-۱ بار معادل تیغه‌بندی

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۱۳	$2 \times 0.005 \times 1300$	سفیدکاری (دو طرفه)
۳۲	$2 \times 0.01 \times 1600$	گچ و خاک (دو طرفه)
۸۵	0.10×850	آجر کاری (آجر سفال)
۱۳۰		مجموع

با توجه به این که وزن یک مترمربع تیغه‌ها از ۲۷۵ کیلوگرم کمتر است، می‌توان وزن تیغه‌ها را طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان به صورت بار معادل یکنواخت بر کف‌ها در نظر گرفت.

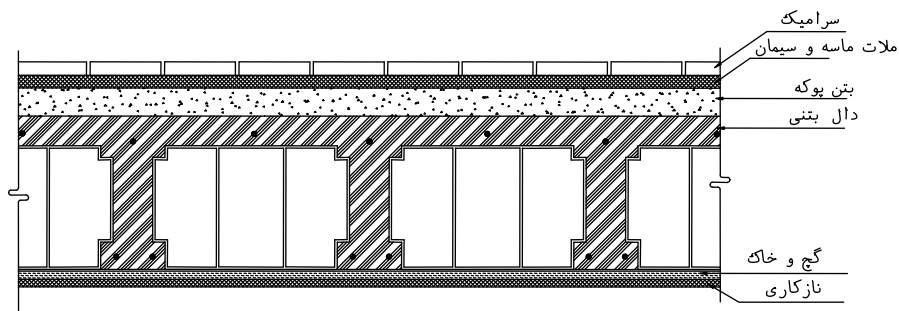
برای محاسبه بار معادل تیغه‌بندی، بار واحد سطح تیغه‌بندی را در ارتفاع و مجموع طول دیوارها ضرب کرده، بر مساحت طبقه تقسیم می‌کنیم. طبق مبحث ششم مقررات ملی بار معادل تیغه‌بندی نباید کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد. طول دیوارهای تیغه تقریباً ۱۸ متر بوده و ارتفاع مفید طبقات ۲/۸ متر می‌باشد.

$$18 \times 2.8 \times 130 = 6552 \text{ Kg}$$

$$w = \frac{6552}{9.25 \times 11.7} \cong 60.5 \text{ Kg / m}^2 < 100 \text{ Kg / m}^2 \Rightarrow w = 100 \text{ Kg / m}^2 < 275 \text{ Kg / m}^2$$

لازم به ذکر است چون وزن یک مترمربع دیوار از ۱۵۰ کیلوگرم کمتر است، لازم نیست اثرات موضعی بار تیغه‌ها در طراحی کف‌ها منظور گردد.

ت) محاسبه بار مرده کف طبقات (تیرچه و بلوک)



شکل ۸-۱

جدول ۱-۶ بار مرده کف طبقات

وزن واحد سطح Kg/m ²	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۲۱	۲۱۰۰ × ۰/۰۱	سرامیک
۴۲	۲۱۰۰ × ۰/۰۲	ملات ماسه سیمان
۶۵	۱۳۰۰ × ۰/۰۵	بتن پوکه
۱۰۰	۱۰ × ۱۰	بلوک (تعداد ۱۰ بلوک در یک مترمربع)
۱۲۵	۲۵۰۰ × ۰/۰۵	بتن رویه
۱۲۵	۲۵۰۰ × ۰/۲۵ × ۰/۱ × ۲	تیرچه
۶/۵	۱۳۰۰ × ۰/۰۰۵	سفید کاری
۱۶	۱۶۰۰ × ۰/۰۱	گچ و خاک
۵۰۰/۵		جمع

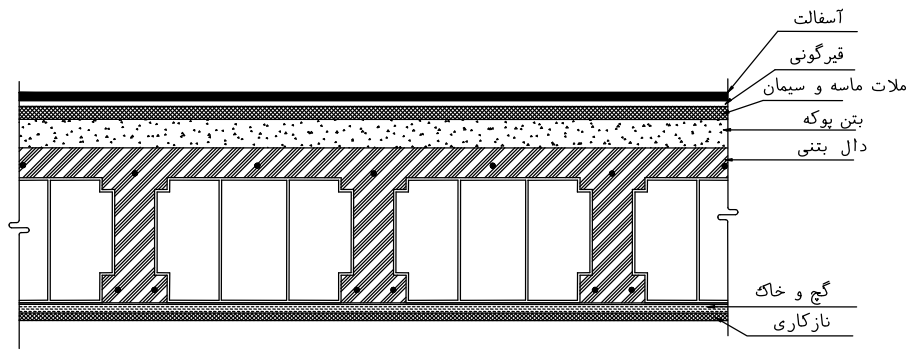
■ نرم‌افزار ETABS قادر است وزن تیرچه و بتن رویه را محاسبه و به طور خودکار به سازه اعمال کند، پس باید وزن تیرچه و بتن رویه از بار مرده کف طبقات کسر کرد.

■ بار معادل تیغه‌بندی باید به بار مرده سقف طبقات اضافه گردد و به صورت یکنواخت بر سقف اعمال شود.

پس بار مرده طبقات برابر است با:

$$(۵۰۰/۵ - ۲۵۰) + ۱۰۰ = ۳۵۰/۵ \text{ Kg/m}^2$$

ث) محاسبه بار مرده کف طبقه بام (تیرچه و بلوک)



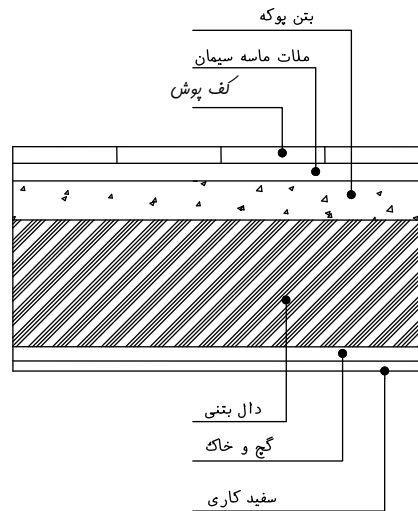
شکل ۹-۱

جدول ۷-۱ بار مرده کف طبقه بام

وزن واحد سطح Kg/m ²	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۴۴	۲۲۰۰ × ۰/۰۲	آسفالت
۱۵	۱۵	قیرگونی
۴۲	۲۱۰۰ × ۰/۰۲	ملات ماسه سیمان
۱۳۰	۱۳۰۰ × ۰/۱	بتن پوکه
۱۰۰	۱۰ × ۱۰	بلوک (۱۰ عدد در یک مترمربع)
۱۲۵	۲۵۰۰ × ۰/۰۰۵	بتن رویه
۱۲۵	۲۵۰۰ × ۰/۲۵ × ۰/۱ × ۲	تیرچه
۶/۵	۱۳۰۰ × ۰/۰۰۵	سفید کاری
۱۶	۱۶۰۰ × ۰/۰۱	گچ و خاک
۶۰۳/۵		مجموع

$$(۶۰۳/۵ - ۲۵۰) = ۳۵۳/۵ \text{ Kg/m}^2$$

ج) محاسبه بار مرده طره بالکن



شکل ۱-۱۰

جدول ۱-۸ بار مرده طره بالکن طبقات

وزن واحد سطح Kg/m^2	ضخامت در وزن مخصوص	نوع مصالح
۱۶/۸	۲۱۰۰ × ۰/۰۰۸	سرامیک کف
۴۲	۲۱۰۰ × ۰/۰۲	ملات ماسه سیمان
۶۵	۱۳۰۰ × ۰/۰۵	بتن پوکه
۳۷۵	۲۵۰۰ × ۰/۱۵	دال بتنی
۳۲	۱۶۰۰ × ۰/۰۰۲	گچ و خاک
۶/۵	۱۳۰۰ × ۰/۰۰۵	سفید کاری
$\cong ۵۳۸$		مجموع

نرم‌افزار ETABS قادر است وزن دال بتنی را به طور خودکار محاسبه و اعمال کند.
پس باید وزن دال بتنی را از بار مرده طره بالکن کسر کرد.

$$۵۳۸ - ۳۷۵ = ۱۶۳ \text{ Kg/m}^2$$

چ) محاسبه بار مرده پله

یک پله بتنی از اجزاء زیر تشکیل می‌شود.

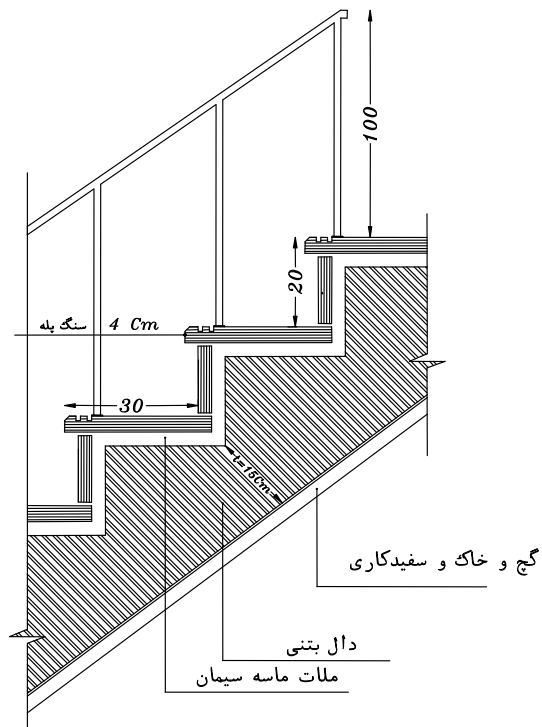
۱. دال شمشیری پله

۲. پاخور (s)

۳. پیشانی (a)

در این پروژه ارتفاع پیشانی ۲۰ سانتیمتر و پاخور ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

(شکل ۱-۴ و ۱-۵) جزئیات پله را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۱ جزئیات پله

برای محاسبه بار مرده پله به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$S = 0.30 \text{ m}$$

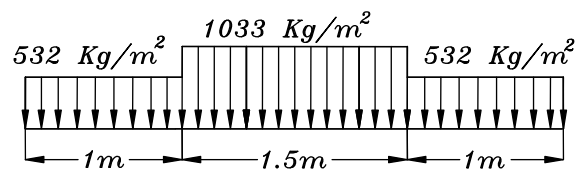
$$a = 0.2 \text{ m}$$

به منظور سهولت در محاسبات، ضخامت متوسط جان پله را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$t_{av} = \frac{0.5 \times a \times s + t \sqrt{a^2 + s^2}}{\sqrt{a^2 + s^2}} = \frac{0.5 \times 0.2 \times 0.3 + 0.15 \times \sqrt{0.2^2 + 0.3^2}}{\sqrt{0.2^2 + 0.3^2}} = 0.23 \text{ m}$$

با فرض اینکه زاویه شمشیری پله با افق برابر ۴۵ درجه باشد، محاسبات زیر را انجام می‌دهیم:

وزن شمشیری	: ۰/۲۳ × ۲۵۰۰	= ۵۷۵	Kg/m ²
وزن پاگرد	: ۰/۱۵ × ۲۵۰۰	= ۳۷۵	Kg/m ²
سفید کاری	: ۰/۰۰۵ × ۱۳۰۰	= ۶/۵	Kg/m ²
گچ و خاک	: ۰/۰۱۵ × ۱۶۰۰	= ۲۴	Kg/m ²
ملات ماسه سیمان	: ۰/۰۲ × ۲۱۰۰	= ۴۲	Kg/m ²
سنگ پله	: ۰/۰۴ × ۲۱۰۰	= ۸۴	Kg/m ²
بار مرده کل شمشیری در امتداد شیب	: ۵۷۵+۶/۵+۲۴+۴۲+۸۴	= ۷۳۱	Kg/m ²
بار مرده کل شمشیری در امتداد افق	: ۷۳۱ ÷ Cos(۴۵)	= ۱۰۳۳	Kg/m ²
بار مرده کل پاگرد	: ۳۷۵+۶/۵+۲۴+۴۲+۸۴	= ۵۳۲	Kg/m ²



شکل ۱-۱۲

با معدل گیری وزنی از بارهای فوق می‌توان متوسط بار مرده پله را به دست آورد:

$$\frac{1033 \times 1.5 + 2(532 \times 1)}{(1 + 1.5 + 1)} \cong 742 \text{ Kg / m}^2$$

ح) بارهای زنده

طبق مبحث ششم مقررات ملی، بار زنده طبقات مسکونی برابر ۲۰۰ Kg/m² و بار زنده طبقه بام برابر ۱۵۰ Kg/m² می‌باشد. لازم به ذکر است در صورتی که بار برف بیش از بار زنده ارائه شده در آیین‌نامه باشد، مقدار بار زنده (در طبقه بام) را برابر بار برف قرار می‌دهیم.

خ) خلاصه بارگذاری ثقلی

در جدول زیر خلاصه بارهای محاسبه شده در صفحات قبل به صورت گرد شده، آمده است.

جدول ۱-۹ خلاصه بارگذاری ثقلی

بار زنده (Kg/m2)	بار مرده (Kg/m2)	
۲۰۰	۳۵۵	کف طبقات مسکونی
۱۵۰	۳۵۵	کف طبقه بام
-	۲۵۰	دیوار
۳۰۰	۱۶۵	طره بالکن طبقات
۳۵۰	۷۴۵	پله

۲.۷.۱ بارگذاری لرزه‌ای

در همه طراحی‌ها باید طبیعت دینامیکی نیروها در نظر گرفته شود. با وجود این در سازه‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر و یا سازه‌های نامنظم با ارتفاع کمتر از ۱۸ متر آنالیز به روش استاتیکی معادل کافی است. در این پروژه نیز با توجه به این که سازه در پلان منظم بوده و ارتفاع آن کمتر از ۵۰ متر است، می‌توان از روش استاتیکی معادل جهت طراحی استفاده کرد.

با توجه به این که سازه منظم در پلان و ارتفاع است، تحلیل به صورت استاتیکی انجام خواهد شد.

برای این منظور ابتدا ضریب زلزله را محاسبه کنیم.

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ برش پایه V به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V = C W$$

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

$$V \geq 0.1AIW$$

W : وزن ساختمان B : ضریب بازتاب زمین

C : ضریب زلزله I : ضریب اهمیت

A : نسبت شتاب مبنای طرح R : ضریب رفتار

الف) وزن ساختمان، W

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ وزن ساختمان‌های مسکونی جهت محاسبه نیروی زلزله برابر بار مرده بعلاوه ۲۰ درصد بار زنده می‌باشد.

ب) نسبت شتاب مبنای طرح، A

نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق مختلف کشور، بر اساس خطر لرزه‌خیزی منطقه به شرح (جدول ۱-۱۰) تعیین می‌گردد.

جدول ۱-۱۰

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح
۱	منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	منطقه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	منطقه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	منطقه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

با توجه به این که شهر تبریز جزو مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد می‌باشد، لذا شتاب مبنای طرح را ۰/۳۵ انتخاب می‌کنیم.

پ) ضریب اهمیت ساختمان، I

ضریب اهمیت ساختمان با توجه به گروه‌بندی آنها، مطابق (جدول ۱-۱۱) تعیین می‌گردد.

جدول ۱-۱۱

ضریب اهمیت	طبقه‌بندی ساختمان
۱/۴	گروه ۱
۱/۲	گروه ۲
۱/۰	گروه ۳
۰/۸	گروه ۴

با توجه به این که ساختمان‌های مسکونی جزو گروه ۳ (با اهمیت متوسط) می‌باشد، لذا ضریب اهمیت آن برابر ۱/۰ می‌باشد.

ت) ضریب بازتاب ساختمان، B

ضریب بازتاب ساختمان بیانگر نحوه پاسخ ساختمان به حرکت زمین بوده و تابعی از تناوب سازه و نوع زمین می باشد. این ضریب با استفاده از روابط زیر به دست می آید.

$$B=1+S(T/T_0) \quad 0 \leq T \leq T_0$$

$$B=S+1 \quad T_0 \leq T \leq T_s$$

$$B=(S+1)(T_s/T)^{2/3} \quad T \geq T_s$$

جدول ۱-۱۲

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

در روابط بالا T زمان تناوب اصلی سازه بوده و از روابط زیر بدست می آید.

$$T = 0.08H^{3/4} \quad \text{قاب خمشی فولادی}$$

$$T = 0.07H^{3/4} \quad \text{قاب خمشی بتنی}$$

$$T = 0.05H^{3/4} \quad \text{برای ساختمان های با سایر سیستم ها}$$

طبق آیین نامه ۲۸۰۰، در صورتی که وزن خرپشه از ۲۵ درصد وزن طبقه بام کمتر باشد، ارتفاع سازه از تراز پایه تا طبقه بام محاسبه می شود. این ضابطه از آیین نامه را می توان به طور تقریبی با تقسیم مساحت طبقه خرپشته به مساحت طبقه بام کنترل کرد.

$$\frac{360 \times 295}{925 \times 1170} = 10\% < 25\% \quad OK \Rightarrow H = 15.4m$$

با توجه به این که سازه دارای ارتفاع ۱۵/۴ متر و سیستم انتخابی، قاب خمشی می باشد،

لذا تناوب سازه از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = 0.07 \times H^{3/4}, H = 15.4 \Rightarrow T = 0.07 \times 15.4^{3/4} = 0.54 \text{ sec}$$

با عنایت به این که زمین محل احداث سازه نوع ۳ بوده و تناوب سازه بین ۰/۷ و ۰/۱۵

قرار دارد، ضریب بازتاب سازه از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$T_0 < T < T_s \Rightarrow B = S + 1, S = 1.75 \Rightarrow B = 1.75 + 1 = 2.75$$

ث) ضریب رفتار ساختمان، R

ضریب رفتار ساختمان در بر گیرنده آثار عواملی از قبیل شکل پذیری، درجه نامعینی و اضافه مقاومت موجود در سازه است. این ضریب با توجه به نوع سیستم باربر جانبی سازه و طبق (جدول ۱-۱۳) آیین‌نامه ۲۸۰۰ تعیین می‌گردد. این ضریب برای ساختمان‌های با قاب خمشی و شکل پذیری متوسط برابر ۷ می‌باشد.

جدول ۱-۱۳

سیستم سازه ای	سیستم مقاوم سازه ای	R	H _m (متر)
الف. سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوار های برشی بتن مسلح ویژه	۷	۵۰
	۲- دیوار های برشی بتن مسلح متوسط	۶	۵۰
	۳- دیوار های برشی بتن مسلح معمولی	۵	۳۰
	۴- دیوار های برشی با مصالح بنایی مسلح	۴	۱۵
ب. سیستم قاب ساختمانی ساده	۱- دیوار های برشی بتن مسلح ویژه	۸	۵۰
	۲- دیوار های برشی بتن مسلح متوسط	۷	۵۰
	۳- دیوار های برشی بتن مسلح معمولی	۵	۳۰
	۴- دیوار های برشی با مصالح بنایی مسلح	۴	۱۵
	۵- مهاربندی برون محور فولادی	۷	۵۰
	۶- مهاربندی هم محور فولادی	۶	۵۰
پ. سیستم قاب خمشی	۱- قاب خمشی بتن مسلح ویژه	۱۰	۱۵۰
	۲- قاب خمشی بتن مسلح متوسط	۷	۵۰
	۳- قاب خمشی بتن مسلح معمولی	۴	-
	۴- قاب خمشی فولادی ویژه	۱۰	۱۵۰
	۵- قاب خمشی فولادی متوسط	۷	۵۰
	۶- قاب خمشی فولادی معمولی	۵	-
ت. سیستم دوگانه یا ترکیبی	۱- قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه	۱۱	۲۰۰
	۲- قاب خمشی متوسط + دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط	۸	۷۰
	۳- قاب خمشی فولادی متوسط + دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط	۸	۷۰
	۴- قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربندی برون محور فولادی	۱۰	۱۵۰
	۵- قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربندی هم محور فولادی	۹	۱۵۰
	۶- قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربندی برون محور فولادی	۷	۷۰
	۷- قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربندی هم محور فولادی	۷	۷۰

حال طبق اطلاعات به دست آمده در (جدول ۱-۱۳) می‌توان ضریب زلزله طبق

آیین نامه ۲۸۰۰ به دست آورد:

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 \times 2.75 \times 1.0}{7} = 0.1375$$

۸.۱ ترکیبات بار طراحی

مطابق آیین نامه ACI ترکیبات زیر را برای طراحی سازه اعمال خواهیم کرد. این ترکیبات شامل ترکیبات بار طراحی و ترکیبات بار کنترل تغییر مکان می باشد که از ترکیبات بار طراحی جهت طراحی المانهای سازه ای (تیر و ستون) و از ترکیبات بار کنترل تغییر مکان جهت کنترل تغییر مکانهای جانبی سازه استفاده خواهد شد. ترکیبات بار طراحی در (جدول ۱-۱۴) ارائه شده است.

جدول ۱-۱۴ ترکیبات بار طراحی

نام ترکیب	نحوه ترکیب
COMB1	1.4DL
COMB2	1.4DL+1.7LL
COMB3	1.05DL+1.275LL+1.4025EX
COMB4	1.05DL+1.275LL-1.4025EX
COMB5	1.05DL+1.275LL+1.4025EY
COMB6	1.05DL+1.275LL-1.4025EY
COMB7	0.9DL+1.43EX
COMB8	0.9DL-1.43EX
COMB9	0.9DL+1.43EY
COMB10	0.9DL-1.43EY

ترکیبات بار کنترل تغییر مکان در (جدول ۱-۱۵) ارائه شده است.

جدول ۱-۱۵ ترکیبات بار کنترل تغییر مکان

نام ترکیب	نحوه ترکیب
DIS1	+EX
DIS2	-EX
DIS3	+EY
DIS4	-EY

EX: نیروی زلزله در جهت X

DL: بار مرده

EY: نیروی زلزله در جهت Y

LL: بار زنده

اکنون تمامی پارامترهای لازم برای تحلیل و طراحی یک سازه فراهم شده است، حال


به صورت گام به گام شروع به ساخت مدل می‌کنیم.

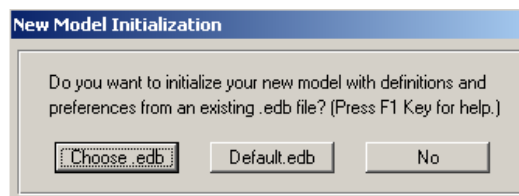
۹.۱ ساخت مدل

۱.۹.۱ ترسیم خطوط شبکه

- نرم‌افزار ETABS را راه‌اندازی کرده و از منوی کشویی واحدها، سیستم واحد آن را به Kgf-m تغییر دهید.



- دستور File > New model را 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 نمایان گردد.

در صورتی که گزینه Choose.edb را انتخاب کنید، می‌توانید از اطلاعات سایر فایل‌های موجود (از قبیل مقاطع، ترکیبات بار و...) استفاده کنید.

Building Plan Grid System and Story Data Definition

Grid Dimensions (Plan)

Uniform Grid Spacing

Number Lines in X Direction: 4

Number Lines in Y Direction: 4

Spacing in X Direction: 6.

Spacing in Y Direction: 6.

Custom Grid Spacing

Grid Labels... Edit Grid...

Story Dimensions

Simple Story Data

Number of Stories: 6

Typical Story Height: 3.20

Bottom Story Height: 2.75

Custom Story Data Edit Story Data...

Units: Kgf-m

Add Structural Objects

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

OK Cancel

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 ۴، و در قسمت Number Lines in Y Direction تعداد خطوط شبکه در جهت Y را ۴ وارد کنید.

◀ در قسمت Number of Story تعداد طبقات را ۶ (با احتساب طبقه خرپشته)، در قسمت Typical Story Height ارتفاع طبقات مسکونی مشابه را ۳/۲ متر، و در قسمت Bottom Story Height ارتفاع طبقه پیلوت را ۲/۷۵ متر وارد کنید.

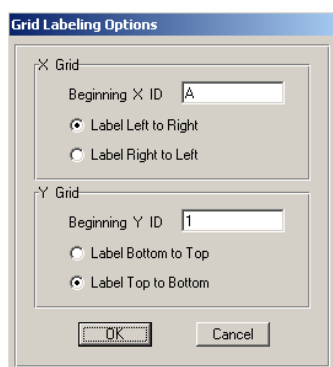
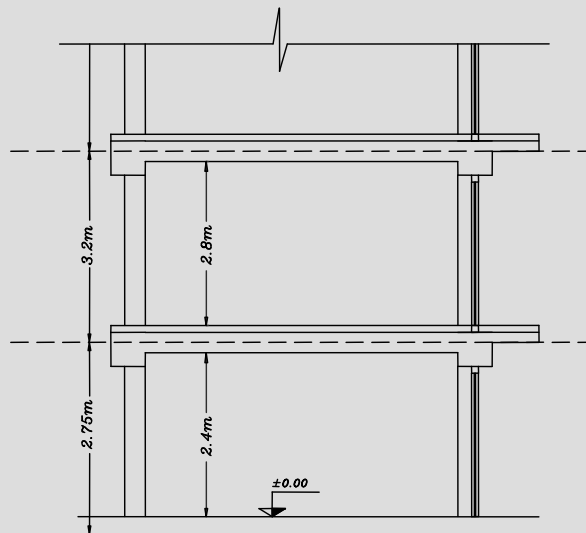
با توجه به برش طبقات در (شکل ۳-۱)، ارتفاع طبقات مسکونی برابر فاصله عمودی مرکز به مرکز سقف طبقات می‌باشد که برابر با ۳/۲ متر است.
(نصف ضخامت سقف سازه‌ای ۰/۱۵ متر)

$$۲/۹۰ + ۰/۱۵ + ۰/۱۵ = ۳/۲۰$$

همچنین ارتفاع طبقه پیلوت برابر فاصله عمودی مرکز سقف اول تا روی فونداسیون سازه می‌باشد.

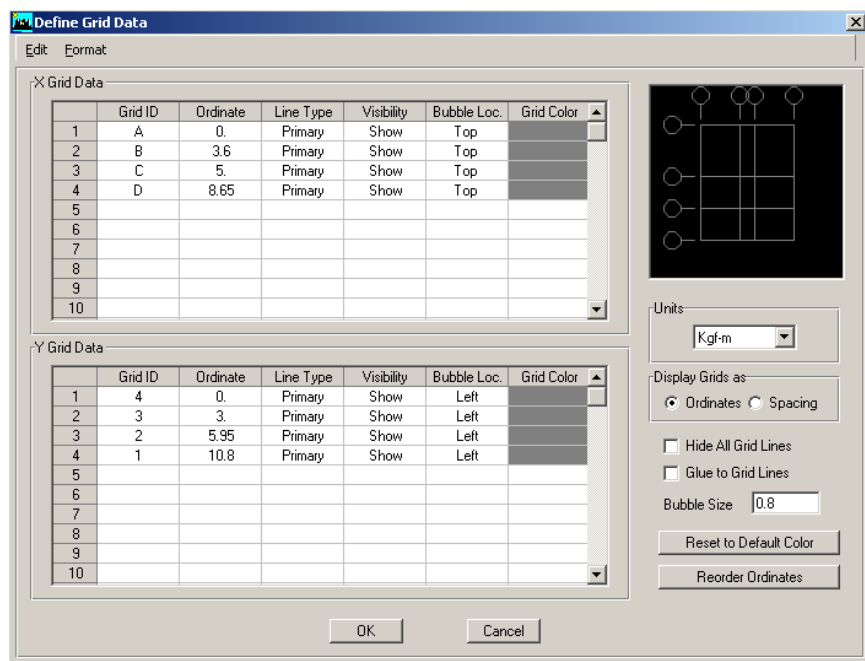
(ضخامت کف‌سازی روی فونداسیون ۰/۲ متر)

$$۲/۴۰ + ۰/۱۵ + ۰/۲ = ۲/۷۵$$



گزینه Custom grid space را فعال کرده و
دکمه Grid Labels را کلیک کرده، تا
جعبه Grid Labeling Options نمایان
گردد.

- ◀ با توجه به این که شماره گذاری برجسب آکس بندی پلان از بالا به پایین (۱ به ۴) و از چپ به راست (A به E) است.
- لذا از قسمت X Grid گزینه Label Left to Right و از قسمت Y Grid، گزینه Label Top to Bottom را فعال کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
- ◀ حال دکمه Edit Grid را کلیک کنید تا جعبه Define Grid Data نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

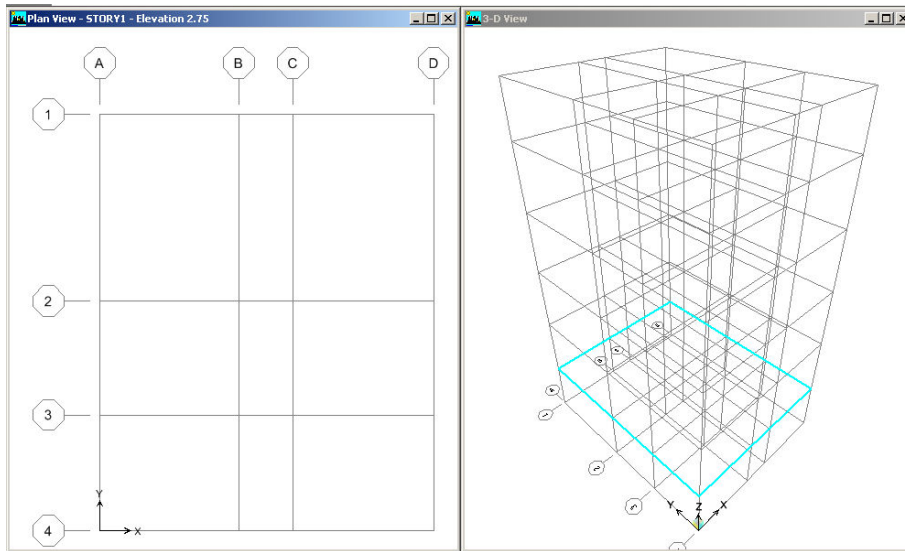
با توجه به پلان معماری هر یک از خطوط شبکه را اصلاح می کنیم.

- ✓ در قسمت X Grid Data در ستون Ordinate جهت تغییر موقعیت مکانی هر یک از خطوط شبکه به ترتیب اعداد ۰، ۳/۶، ۵، ۸/۶۵ را برای خطوط A, B, C, D وارد کنید.
- ✓ در قسمت Y Grid Data در ستون Ordinate به ترتیب اعداد ۰، ۳، ۵/۹۵، ۱۰/۸ برای خطوط 1, 2, 3, 4 وارد کنید.

در صورت انتخاب گزینه Spacing فاصله هر محور از محور قبلی باید لحاظ گردد.

- ✓ روی دکمه OK کلیک کرده تا به جعبه قبلی بازگردیم.

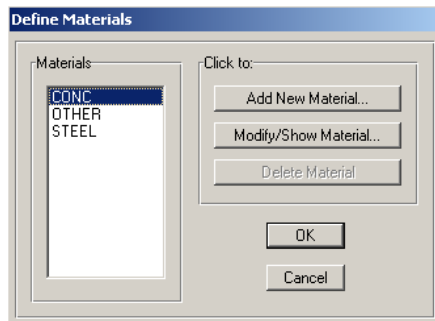
◀ در این جعبه نیز دکمه OK را کلیک کنید تا مدل اولیه سازه به صورت گرافیکی مطابق (شکل ۱-۱۳) ترسیم گردد.




شکل ۱-۱۳ خطوط شبکه

تا این مرحله تنها خطوط شبکه ترسیم شده است. توجه کنید که این خطوط اعضای سازه‌ای نبوده بلکه راهنمایی برای ترسیم اعضای سازه‌ای مانند تیر و ستون می‌باشد. همان گونه که ملاحظه می‌شود، خطوط شبکه را برای بالکن رسم نکردیم. این عمل برای سادگی کار با خطوط شبکه بوده و بعداً به مدل اضافه خواهد شد. البته می‌توانستیم در ابتدا نیز تعریف کنیم.

۲.۹.۱ تعریف مشخصات مصالح



در این مرحله می‌خواهیم مشخصات تحلیل و طراحی مصالح را وارد کنیم.

■ 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 جعبه باز شده:

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 ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد کنید.

✓ در قسمت Weight Per Unit Volume، مقدار وزن واحد حجم بتن را ۲۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد کنید.

✓ در قسمت Modules Of Elasticity، مقدار مدول الاستیسیته بتن را ۲/۱۹E۹ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

✓ در قسمت Poisson's Ratio، مقدار ضریب پواسون بتن مسلح را ۰/۲ وارد کنید.

در قاب Design Property Data (مشخصات طراحی سازه)

✓ در قسمت Specified Conc Comp Strength, f'c، مقاومت مشخصه بتن را 21×10^6 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

✓ در قسمت Bending Reinf. Yield Stress, fy، تنش تسلیم آرماتورهای خمشی را 4×10^7 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

- مدول الاستیسیته بتن طبق آیین‌نامه ACI و در واحد Kg/Cm^2 برابر $E_c = 15100 \sqrt{f'_c}$ می‌باشد.
- تنش تسلیم آرماتورهای AIII برابر ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع و تنش تسلیم آرماتورهای AII برابر ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع می‌باشد.
- 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 می‌نماید.


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

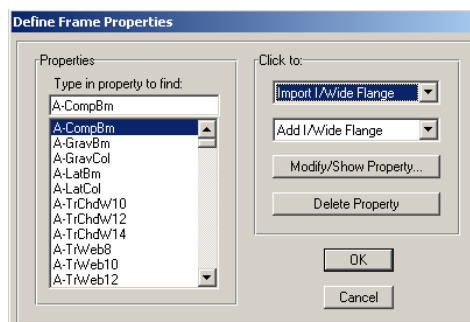
۳.۹.۱ معرفی مقاطع بتنی

در این مرحله مقاطع مستطیلی شکل بتنی را برای تیرها و ستون‌ها معرفی می‌کنیم. همان‌گونه که در ابتدا نیز ذکر شد، تنها از چند مقطع محدود (طبق جدول ۱-۲) در طراحی استفاده خواهیم کرد.

الف) معرفی مقطع ستون‌ها

در این قسمت مقطع ستون طبقه اول، یعنی ستون مستطیلی شکل به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتیمتر معرفی خواهیم کرد. معرفی بقیه مقاطع (ستون‌های ۴۵ در ۴۵، ۴۰ در ۴۰ و ۳۵ در ۳۵) بر عهده خواننده واگذار می‌شود. برای این منظور:

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



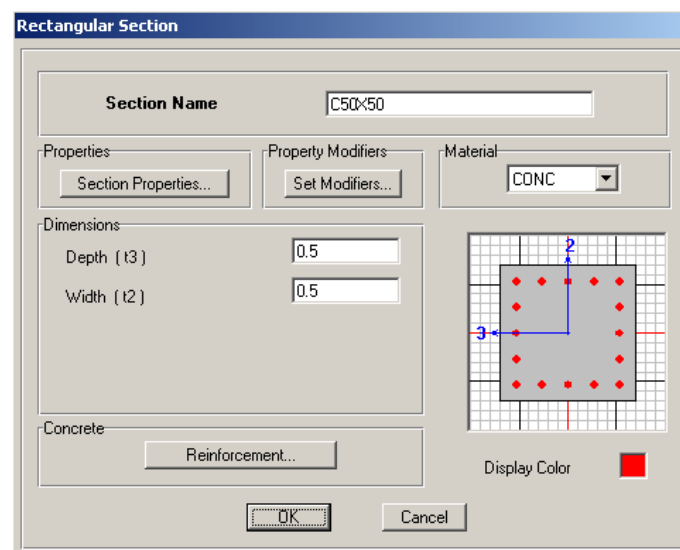
در جعبه باز شده:

با توجه به این که ما در این پروژه از چند مقطع محدود استفاده می‌کنیم، لذا از قسمت Properties تمامی مقاطع پیش فرض نرم‌افزار را پاک کرده تا کار با جعبه مقاطع ساده‌تر شود.

برای این منظور:

◀ از قاب Properties، توسط ماوس تمامی مقاطع را انتخاب کرده و روی دکمه Delete Property کلیک کنید.

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



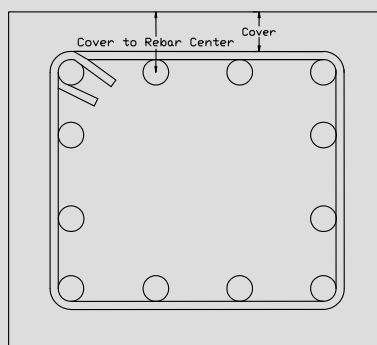
در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Section Name، نام C50X50 را وارد کنید.
- ✓ در قسمت Depth و Width ابعاد مقطع را ۰/۵ متر وارد کنید.
- ✓ از قسمت Material، جنس مقطع CONC را انتخاب کنید.
- ✓ روی دکمه Reinforcement کلیک کنید تا جعبه Reinforcement Data نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ✓ 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 ۰/۰۶ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Number of Bars in 3-dr و Number of Bars in 2-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.

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

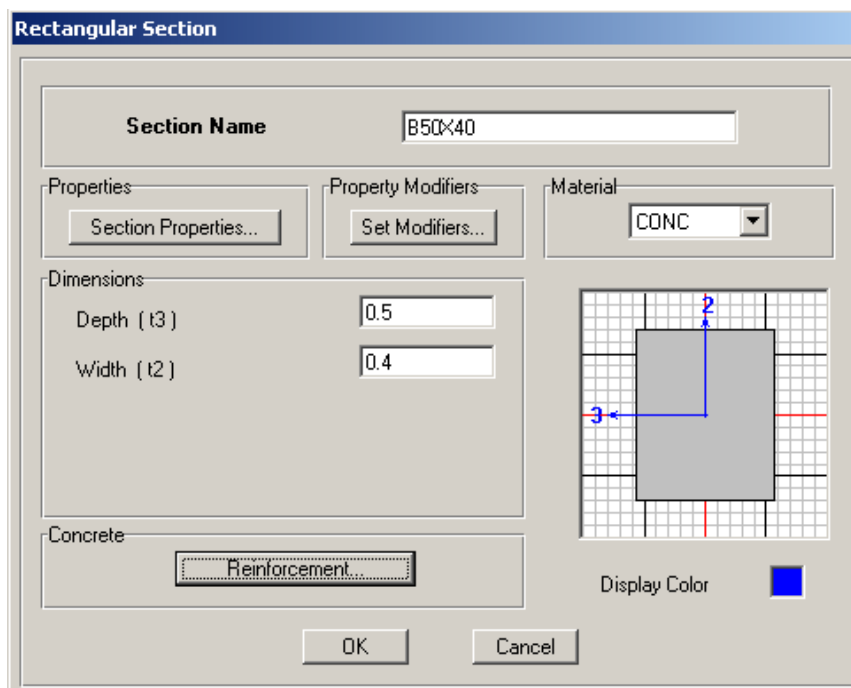


۲. در صورتی که گزینه Reinforcement to be Check را فعال کنید، در این حالت علاوه بر معرفی آرایش میلگردها، باید نمره میلگردها را نیز مشخص کرد تا نرم افزار ظرفیت مقطع ستون را محاسبه کرده و نسبت نیروی وارده به ظرفیت مقطع را اعلام کند. ولی در صورتی که گزینه Reinforcement to be Design را فعال باشد، در این حالت تنها آرایش میلگردها را مشخص کرده و نیازی به وارد کردن نمره میلگردها نیست در این حالت نرم افزار طبق ابعاد و آرایش میلگردها منحنی اندرکنش مقطع را ترسیم کرده و مقدار آرماتور مورد نیاز را برحسب Cm^2 و با واحدهای دیگر اعلام می‌کند.

ب) معرفی مقطع تیرها

در این قسمت مقطع تیر مستطیلی شکل به ابعاد ۵۰ در ۴۰ سانتیمتر را معرفی خواهیم کرد. معرفی بقیه مقاطع (تیرهای ۴۵ در ۴۰، ۴۰ در ۳۵ و ۳۰ در ۳۰) بر عهده خواننده واگذار می شود. برای این منظور:

◀ در جعبه Define Frame Properties از قسمت Click To از منوی کشویی دوم گزینه Add Rectangular را انتخاب کنید، تا جعبه Rectangular Section نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Section Name، نام B50x40 (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.


در جعبه باز شده:

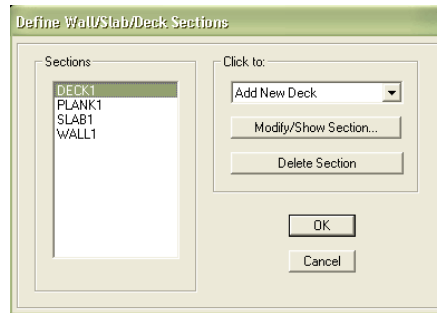
- ✓ از قاب Design Type نوع المان را Beam (تیر) انتخاب کنید.
- ✓ از قاب Concrete Cover To Rebar مقدار کاور آرماتورهای بالایی (Top) و پایینی (Bottom) را ۰/۰۶ متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم. در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید.
- مقاطع دیگر تیرها را مانند تیر B50x40 معرفی کنید.

۴.۹.۱ معرفی نوع سیستم سقف

در این مرحله جزئیات پوشش سقف سازه که به صورت تیرچه و بلوک است معرفی می‌گردد. لازم به ذکر است که نرم افزار ETABS پوشش سقف را طراحی نخواهد کرد. بلکه پوشش سقف، المانی ایست سطحی که برای توزیع بارهای سطحی روی المان‌های خطی و همچنین جهت ایجاد دیافراگم صلب استفاده خواهد شد. طراحی این قسمت از سازه به صورت دستی در صفحه ۸۲ آمده است.

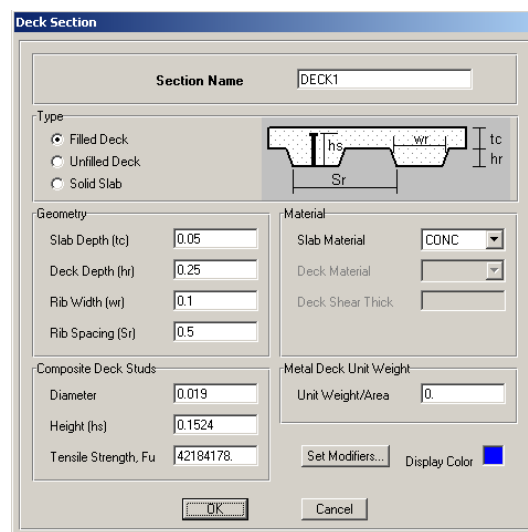
برای این منظور به صورت زیر عمل کنید.

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



در جعبه باز شده:

- ◀ 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 جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Slab Depth ضخامت دال بتنی روی تیرچه‌ها را ۰/۰۵ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Deck Depth عمق تیرچه را ۰/۲۵ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Rip Width عرض تیرچه‌ها را ۰/۱ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Rip Spacing فاصله بین تیرچه‌ها 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 بازگردیم.
 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. این قسمت از سازه نیز در انتهای فصل، به صورت دستی طراحی خواهد شد. برای این منظور به صورت زیر عمل کنید.
 ◀ 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.
 روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم. در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید.

Thickness در قسمت

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.

Type در قسمت


گزینه Shell برای صفحاتی که دارای سختی خمشی خارج از صفحه‌ای هستند، استفاده می‌گردد.

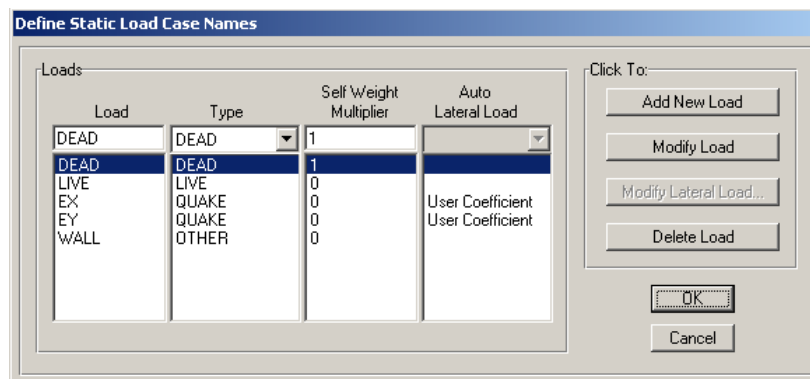
گزینه Membrane برای صفحاتی که دارای سختی خمشی دورن صفحه هستند، استفاده می‌گردد.

گزینه Plate برای صفحاتی که دارای سختی خمشی دورن صفحه و خارج از صفحه‌ای هستند، استفاده می‌گردد.

۵.۹.۱ معرفی حالات بار

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

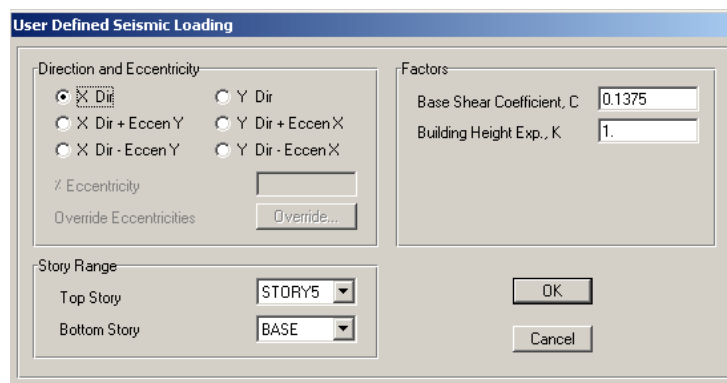
- دستور Define > Static load Cases را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Static Load Case Names نمایان گردد.



در جعبه فوق حالات بار مرده و زنده به طور پیش فرض تعریف شده‌اند. حال باید بار زلزله را در جهت X و Y معرفی کنیم.

برای این منظور:

- ◀ در قسمت Load، نام EX (زلزله در جهت X) را تایپ کنید.
- ◀ در قسمت Type نوع بار را QUAKE (لرزه‌ای) انتخاب کنید.
- ◀ در قسمت Self Weight Multiplier، عدد 0 را وارد کنید. این عدد ضریبی برای محاسبه وزن اسکلت سازه می‌باشد. این ضریب برای بار مرده برابر ۱ و برای بارهای دیگر برابر صفر قرار می‌دهیم.
- ◀ در قسمت Auto Lateal 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.



طبق محاسبات انجام شده در قسمت بار گذاری لرزه‌ای داریم:

- ✓ 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 SOTRY5 را وارد کنید. با انتخاب STORY5، توزیع نیروی زلزله از طبقه Base تا طبقه STORY5 خواهد بود.
- ✓ در قاب Factors، ضریب زلزله را برابر ۰/۱۳۷۵ وارد کنید.
- ✓ در قسمت Building Height Exp, K عدد ۱ را وارد کنید. رابطه عمومی توزیع استاتیکی نیروی زلزله به صورت
$$F_i = \frac{W_i \times H_i^K}{\sum (W_i \times H_i^K)} CW$$
 می‌باشد که طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران، ضریب K برابر ۱/۰ می‌باشد.

روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.
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، گزینه YDir را انتخاب کنید.
لازم به ذکر است که حالت User Coefficient، بهتر است زمانی به کار رود که اثر شلاقی در سازه نباشد.

برای اینکه بتوانیم وزن واقعی سازه را در محاسبات وارد کنیم. باید حالت WALL را نیز به برنامه معرفی کنیم.

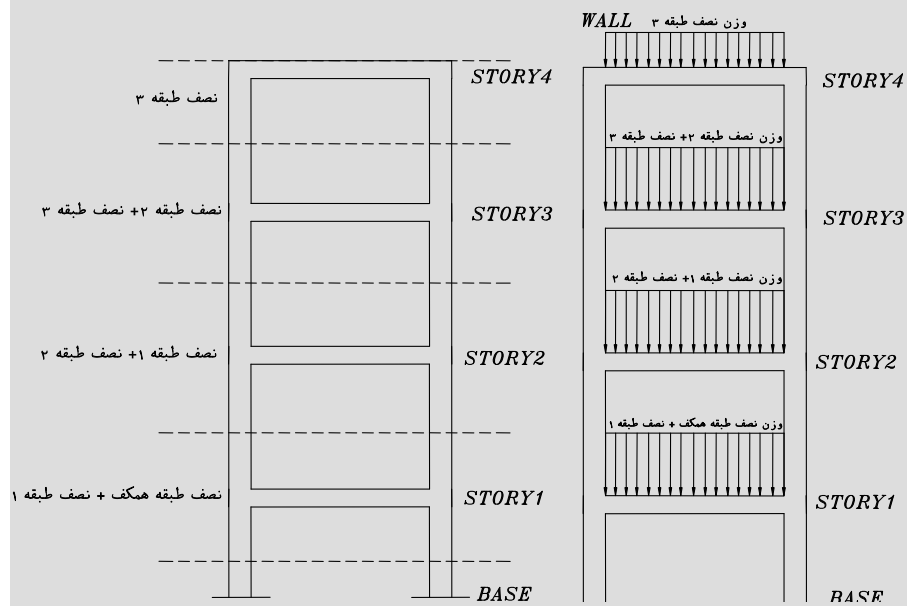
◀ در قسمت Load، نام WALL را تایپ کنید.

◀ در قسمت Type نوع بار را OTHER انتخاب کنید.


◀ روی دکمه Add New load کلیک کنید.

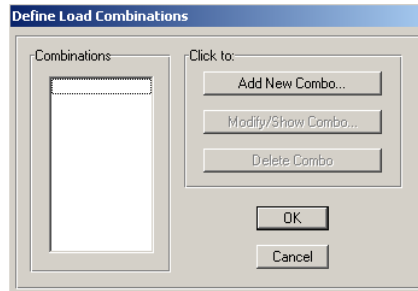
◀ روی دکمه OK کلیک کنید.

طبق مبحث ششم مقررات ملی مرکز جرم هر طبقه با در نظر گرفتن جرم کف طبقه به‌علاوه مجموع نصف جرم دیوارهای طبقه بالا و نصف جرم دیوارهای طبقه پایین می‌باشد. با توجه به این که در نرم‌افزار ETABS جرم از روی بارهای وارده محاسبه می‌شود، وقتی بار دیوار را در طبقه بطور کامل وارد می‌کنیم، معادل اینست 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 نمی‌کنیم 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 نمی‌گیرد. بلکه فقط در محاسبه وزن سازه برای تعیین نیروی جانبی موثر می‌باشد.



۶.۹.۱ 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.

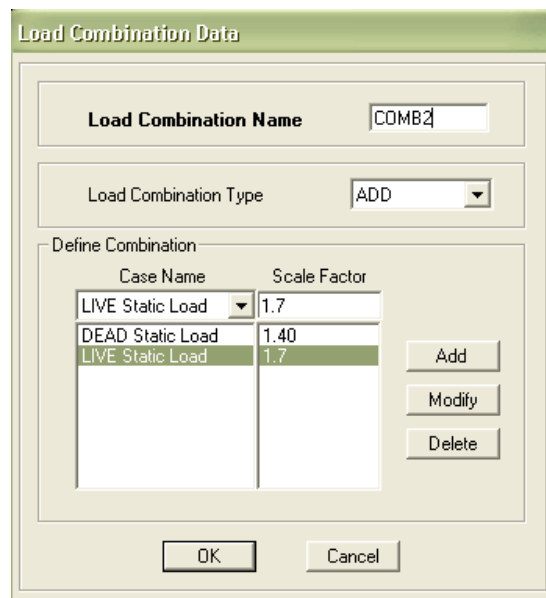


در این قسمت می‌خواهیم ترکیب بار $1.4DL+1.7LL$ (تحت نام COMB2 در جدول ۱-۱۴) را وارد کنیم.

در جعبه باز شده:

با کلیک روی دکمه 'Add New Combo...'، جعبه 'Load Combination Data' نمایان

می‌شود.



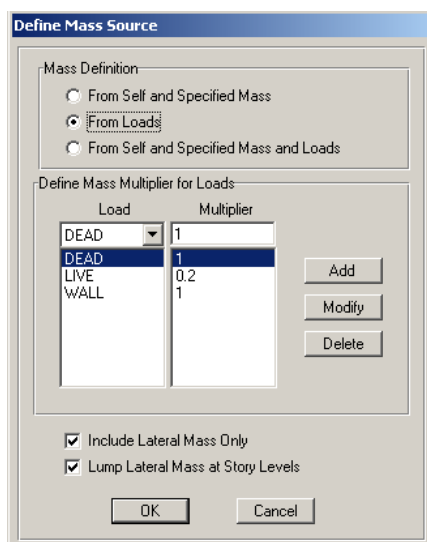
در جعبه باز شده:

✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار DEAD Static Load را انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضریب بار را برابر $1/4$ 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 ۱/۷ را تایپ کرده و دکمه Add را بزنید.
- ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.
- دیگر ترکیبات بار طراحی را همانند ترکیب COMB2 طبق جداول ۱-۱۴ وارد کنید.
- همچنین ترکیبات بار کنترل تغییر مکان را نیز طبق جدول ۱-۱۵ وارد کنید.

۷.۹.۱ 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 وارده 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 جعبه باز شده:

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


- ◀ طبق آیین نامه ۲۸۰۰، ترکیب بار DEAL+ WALL+ 0.2LIVE را جهت محاسبه وزن سازه معرفی کنید.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید تا جعبه بسته شود.

- طبق آیین نامه ۲۸۰۰ برای سازه‌های مسکونی، وزن سازه برابر است با بار مرده به اضافه ۲۰ درصد بار زنده می‌باشد.

۸.۹.۱ ترسیم ستون، تیر

الف) ترسیم ستون

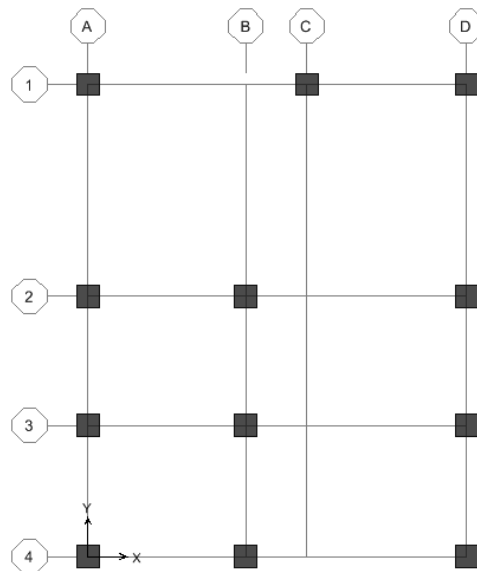
برنامه را در حالت All Story قرار دهید.

■ در صفحه‌ای که پلان فعال است. از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.


Property	C50x50
Moment Releases	Continuous
Angle	0.
Plan Offset X	0.
Plan Offset Y	0.

در جعبه باز شده:

◀ از قسمت Property، ستون C50x50 را انتخاب کرده و با توجه به پلان سازه در محل قرارگیری ستون‌ها در خطوط شبکه (در محل گره‌ها) کلیک کنید. لازم بذکر است که ابتدا ستون به ابعاد ۵۰ در ۵۰ در همه طبقات ترسیم می‌شود و سپس در مراحل بعدی (گام تعویض مقاطع) ابعاد ستون‌ها در طبقات مختلف عوض خواهند شد.



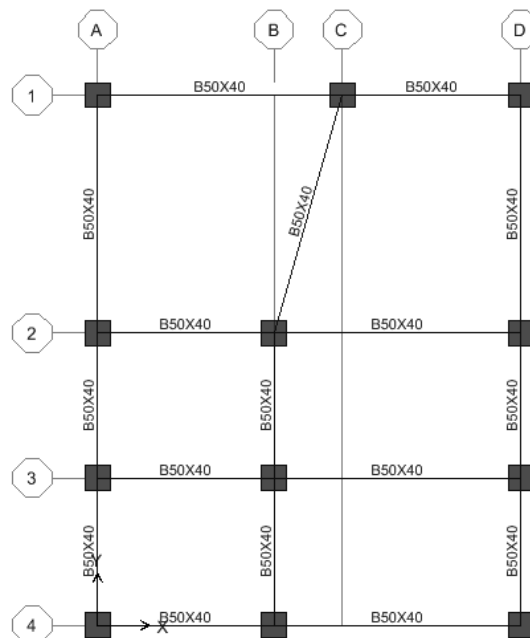
ب) ترسیم تیرها

- ابتدا برنامه را در حالت ALL Story قرار دهید.
- 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.

Type of Line	Frame
Property	B50X40
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>


در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Property، تیر B50X40 را انتخاب کرده و در قسمت Moment Releases گزینه Continuous را انتخاب کنید تا تمامی تیرهای ترسیم شده به صورت صلب به هم متصل شوند.
- با توجه به پلان سازه تیرها را تک تک رسم کنید. (با کلیک در ابتدا و انتهای خطوط شبکه)





۹.۹.۱ ترسیم کف

الف) ترسیم سیستم سقف تیرچه و بلوک طبقات


- ابتدا برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- از دستور Draw > Draw Area object > Draw Rectangular Area و یا از نوار ابزار دکمه  مطابق جعبه Properties of Object برای ترسیم کفهای مستطیلی استفاده

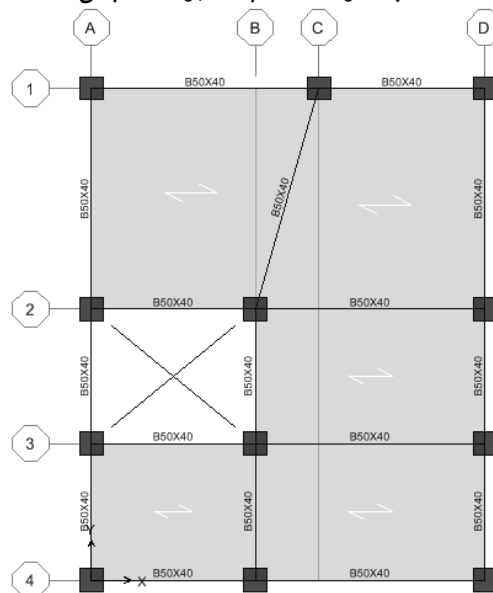
Property	DECK1
Local Axis	0.


نمایند. در قسمت Property، گزینه DECK1 (سیستم تیرچه و بلوک) را انتخاب کنید.

- از دستور Draw > Draw Area object > Draw Area و یا از نوار ابزار دکمه  برای ترسیم کف‌های به شکل دوزنقه استفاده نمایید.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.



ب) ترسیم فضای خالی اتاقک پله

- ابتدا برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Area object > Create Areas at Click را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.
- از قسمت Property گزینه OPENING را انتخاب کرده و در پلان بر روی پانل اتاقک پله کلیک کنید.



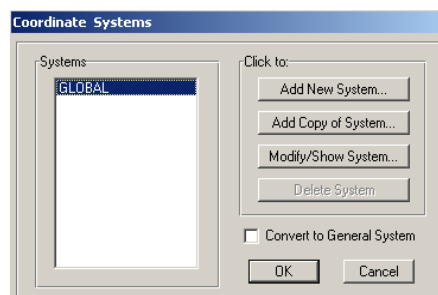
از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.

پ) اصلاح سقف خرپشته

- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
- به کمک دکمه‌های ، به طبقه TOP منتقل شوید.
- به کمک ماوس سیستم OPENING سقف خرپشته را انتخاب کنید و به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید)، آن را پاک کنید.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.
- ◀ از قسمت Property، گزینه DECK1 را انتخاب کنید. حال با کلیک در پانل سقف خرپشته، آن را به صورت سیستم تیرچه و بلوک ترسیم کنید.

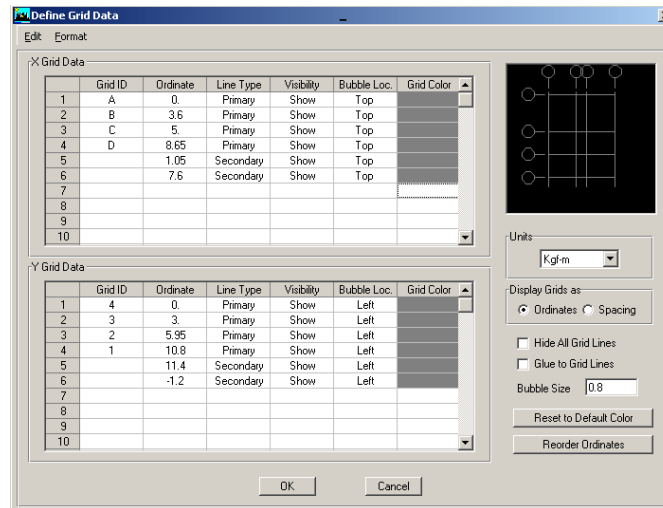
۱۰.۹.۱ اصلاح خطوط شبکه جهت ترسیم بالکن

- 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 بخاطر سهولت عملیات ترسیم انجام می‌گیرد. برای این منظور باید خطوط جدید را به ترتیب زیر به خطوط شبکه موجود اضافه کنیم.
- دستور Edit > Edit Grid را اجرا کنید تا جعبه Coording Systems نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

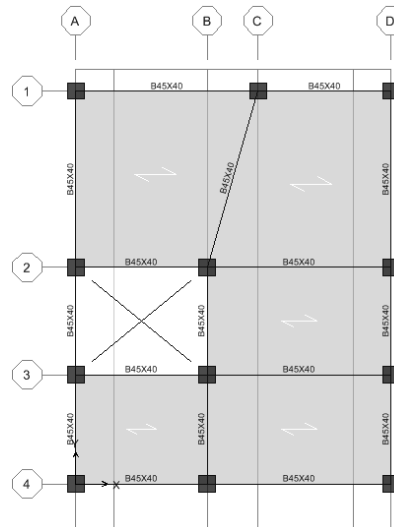
- ◀ دکمه Modify/Show System را کلیک کنید تا جعبه Define Grid Data نمایان گردد.



برای معرفی خطوط جدید به ترتیب زیر عمل کنید.


- ✓ در قسمت Ordinate فاصله خط را از محور X را ۱/۰۵ وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Line Type گزینه Secondary، در قسمت Visibility گزینه Show و، در قسمت Bubble Loc، گزینه Top را انتخاب کنید.
 - ✓ در قسمت Ordinate فاصله خط را از محور X را ۷/۶ وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Line Type گزینه Secondary، در قسمت Visibility گزینه Show و، در قسمت Bubble Loc، گزینه Top را انتخاب کنید.
 - ✓ در قسمت Ordinate فاصله خط را از محور Y را ۱۱/۴ وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Line Type گزینه Secondary، در قسمت Visibility گزینه Show و، در قسمت Bubble Loc، گزینه Left را انتخاب کنید.
 - ✓ در قسمت Ordinate فاصله خط را از محور Y را ۱/۲- 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 بازگردید 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 نامگذاری آن نیست.



۱۱.۹.۱ ترسیم طره بالکن طبقات و بام

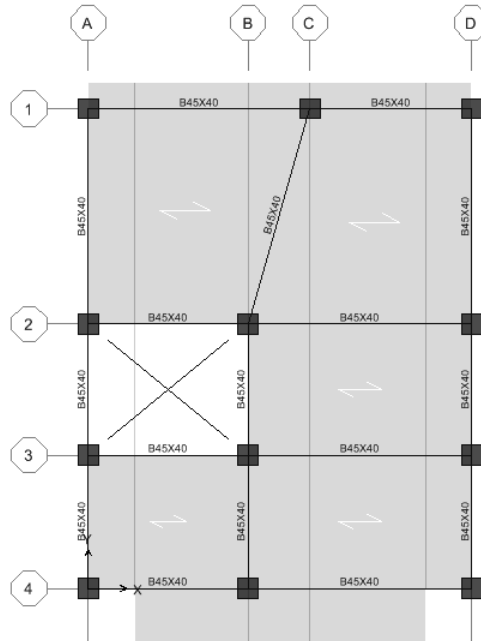
■ نرم‌افزار را در حالت All story قرار دهید.

■ از دستور Draw > Draw Area object > Draw Rectangular Area و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کرده، تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.

◀ در جعبه باز شده، از قسمت Property، گزینه SLAB1 را انتخاب کنید.

◀ از فعال بودن دکمه  اطمینان حاصل نمایید.

◀ حال مطابق (شکل ۱-۱۴) قسمت طره بالکن تراس جنوبی و همچنین طره کنسول شمالی اقدام نمایید. لازم بذکر 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.



شکل ۱-۱۴

۱۲.۹.۱ ترمیم تیر None

با توجه به این که لبه بالکن و لبه دال طره سقف، بار خطی جان‌پناه و دیوار پیرامونی را تحمل می‌کند، 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 سازه‌ای معرفی خواهیم کرد تا بتوان بار خطی را بر روی آن اعمال کرد.

برای این منظور در پنجره پلان سازه به ترتیب زیر عمل کنید:

■ برنامه را در حالت All Stories قرار دهید.

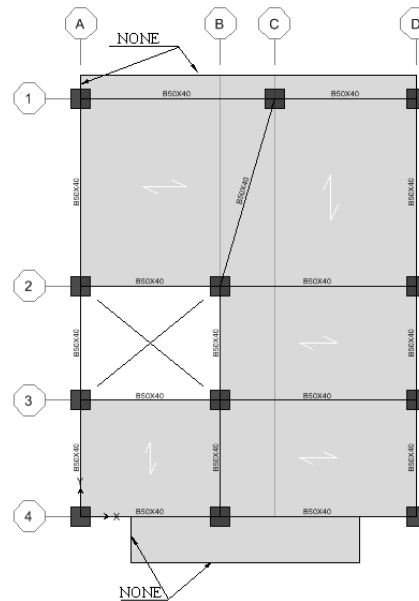
■ دستور Draw > Draw Line Object > Draw Line را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Peoperties of Object نمایان گردد.

Properties of Object	
Type of Line	Frame
Property	NONE
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>

در جعبه باز شده:


◀ در قسمت Property، تیر NONE را انتخاب کنید.


◀ در لبه‌های بالکن و طره سقف تیر NONE را ترسیم کنید.




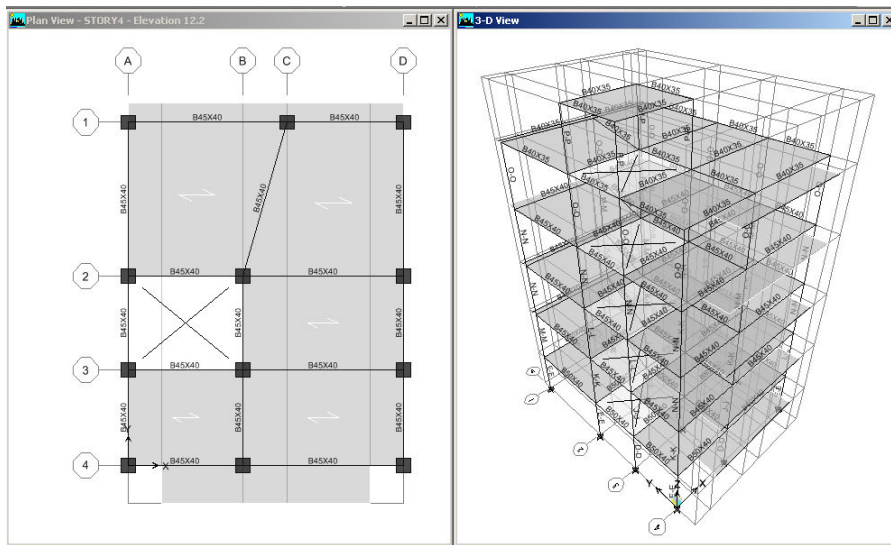
۱۳.۹.۱ حذف المان‌های اضافی

در این مرحله نوبت به پاک کردن قسمت‌های اضافی سیستم سازه‌ای می‌رسد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در طبقه Base، (روی سطح زمین) تیر و سیستم سقف تیرچه بلوک و دال رسم شده است که باید به صورت زیر پاک شوند:

- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
 - از نوار ابزار، به کمک دکمه‌های  به طبقه Base منتقل شوید.
 - به وسیله ماوس تمامی عناصر موجود را انتخاب کرده، سپس به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید) تمامی آنها را پاک کنید.
- با توجه به این که در طبقه TOP (طبقه خریشته)، به جز خریشته نباید عناصر دیگری وجود داشته باشد، لذا باید عناصر اضافی را پاک نماییم. برای این کار به صورت زیر عمل کنید:

- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
- در پلان سازه به کمک دکمه‌های  در نوار ابزار به طبقه TOP منتقل شوید.

- به وسیله ماوس تمامی عناصر اضافی (به جز عناصر طبقه خرپشته) را انتخاب کنید، سپس به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید) تمامی آنها را پاک کنید.
- حال بر روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Set Building Option نمایان گردد. در این جعبه گزینه Object Fill را فعال کرده و بر روی دکمه OK کلیک کنید تا تیرها، ستون‌ها و کف‌ها به صورت واضح تر دیده شود. (مطابق شکل ۱۵-۱)




شکل ۱۵-۱


۱۴.۹.۱ 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.

در جعبه باز شده:

◀ با توجه به اینکه سازه بتنی بوده و ستون‌ها به صورت گیردار به پی متصل می‌باشند لذا از قسمت Fast Restraints دکمه  را کلیک کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

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

۱۵.۹.۱- تعویض مقاطع

برای طرح بهینه یک سازه، لازم است مقاطع متناسب با نیروهای داخلی باشد. لذا بهتر است برخی از مقاطع اولیه را قبل از شروع به تحلیل، با مقطع مناسب جایگزین گردد. این کار به صورت تجربی می‌باشد و از قانون خاصی تبعیت نمی‌کند. در مراحل بعدی با تحلیل و طراحی می‌توان ظرفیت آنها را کنترل کرد. در این مرحله می‌خواهیم مقاطع طبقات مختلف را با مقطع مناسب دیگری (مطابق جدول ۲-۲) جایگزین کنیم.

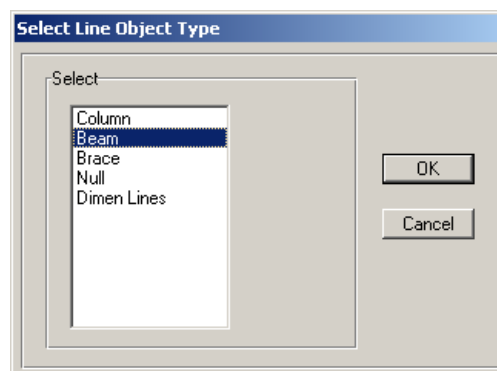
الف) اختصاص تیر B45X40 به تیرهای طبقه دوم، سوم، چهارم

مطابق (جدول ۱-۲) تیرهای طبقات دوم تا چهارم باید به B45x40 تغییر یابند.

برای این منظور:

■ دستور... Select > By Line Object Type را اجرا کنید،

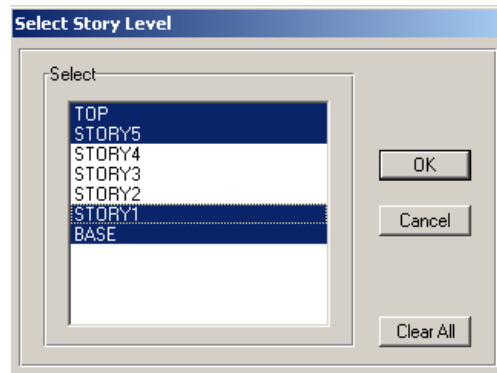
تا جعبه Select Line Object Type نمایان گردد.



در جعبه باز شده:


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

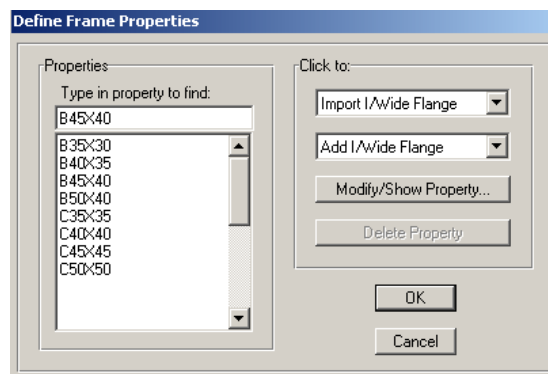
■ دستور Select > Deselect > By Story Level اجرا کنید تا جعبه Select Story Level نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ طبقات Base، STORY1، STORY5، و TOP را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید. تا تیرهای این طبقات از حالت انتخاب خارج شود. با این روش تمام تیرهای طبقه دوم، سوم، چهارم به حالت انتخاب در خواهد آمد.

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



در جعبه باز شده:

◀ از قسمت Properties تیر B45x40 را انتخاب کرده و سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

ب) اختصاص ستون C45X45 به ستون‌های طبقه دوم، سوم، چهارم

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

Select Line Object Type نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

◀ گزینه Column را انتخاب کرده و دکمه OK را کلیک کنید تا تمامی ستون‌های مدل


انتخاب شود.

■ دستور Select > Deselect > By Story Level اجرا کنید تا جعبه Select Story Level

نمایان گردد.

■ در جعبه باز شده، طبقات Base، STORY1، STORY5 و TOP را انتخاب کرده و روی

دکمه OK کلیک کنید. تا ستون‌های این طبقات از حالت انتخاب خارج شود.

■ از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Assign Frame Properties نمایان

گردد.

در جعبه باز شده:

◀ از قسمت Properties ستون C45X45 را انتخاب کرده و سپس روی دکمه OK کلیک

کنید.

دیگر مقاطع ستون‌ها را با توجه به (جدول ۱-۲) به همین ترتیب عوض کنید.

۱۶.۹.۱ تغییر جهت تیرریزی

برای اینکه بتوان بارهای ثقلی وارده را به صورت مناسبی بین تیرها توزیع کرد، باید

جهت تیرریزی پوشش سقف را به صورت مناسب تغییر داد. در این پروژه جهت تیرریزی

به صورت تقریباً شطرنجی انتخاب شده است.

لازم به ذکر است که همواره تیرریزی به صورت شطرنجی، گزینه مناسبی نبوده و

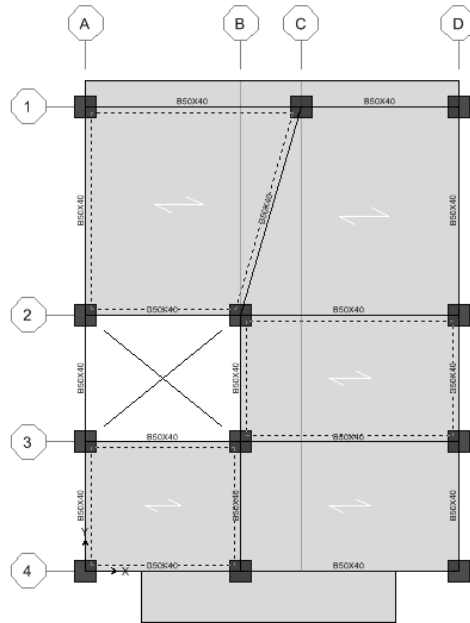
ممکن است حالت دیگری غیر از حالت شطرنجی بتواند، نتیجه بهتری را در طراحی بدهد.

لذا کنترل سایر حالت‌های تیرریزی لازم به نظر می‌رسد.


برای این کار به ترتیب زیر عمل کنید:

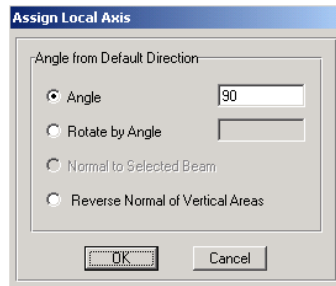
■ ابتدا برنامه را در حالت All Story قرار دهید.

■ پانل‌های مورد نظر را مطابق (شکل ۱-۱۶) انتخاب کنید.



شکل ۱-۱۶

- 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.






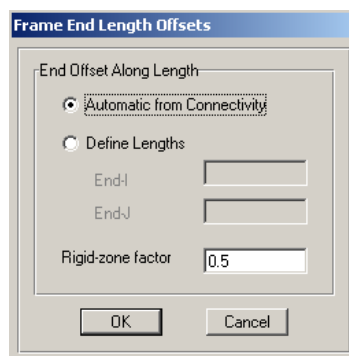
در جعبه باز شده:

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

۱۷.۹.۱ 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، نرم افزار 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 روی دکمه  کلیک کنید تا کلیه عناصر مدل انتخاب شود.
 - دستور  Assign > Frame Line > End(Length)offset را اجرا کرده یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید. تا جعبه Frame End Length Offsets نمایان شود.

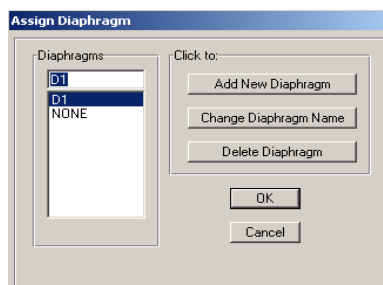


در جعبه باز شده:

- ◀ از قسمت Rigid-zone factor ضریب ناحیه صلب را 0.5 (نصف طول ناحیه صلب) وارد کرده، سپس دکمه OK را کلیک کنید.

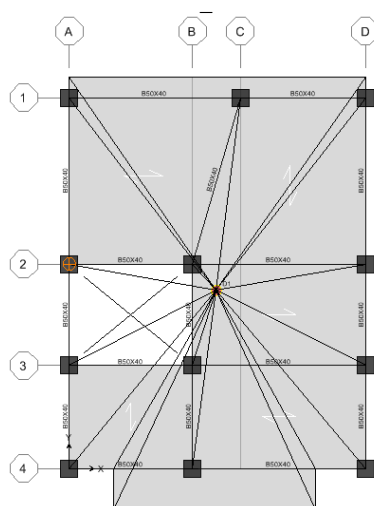
۱۸.۹.۱ اختصاص دیافراگم صلب طبقات

- 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 این نیرو از طریق دیافراگم به اجزای سازه‌ای لرزه بر انتقال یابد. سقف‌ها باید به قدر کافی از صلبیت برشی برخوردار باشند تا بتوانند به طور یکپارچه عمل کرده و نیروی زلزله را بین عناصر لرزه‌بر تقسیم کنند. سقف‌های معمول سازه‌ها از قبیل تیرچه و بلوک ، کامپوزیت ، دال و... را در صورت رعایت مهارهای کافی می‌توان 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 پلان تمامی المان‌های 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.



در جعبه باز شده:


◀ از قسمت Diaphragm گزینه D1 را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
 نرم افزار، مرکز جرم طبقات را محاسبه کرده و مطابق (شکل ۱۷-۱) به صورت
 گرافیکی نمایش می دهد.

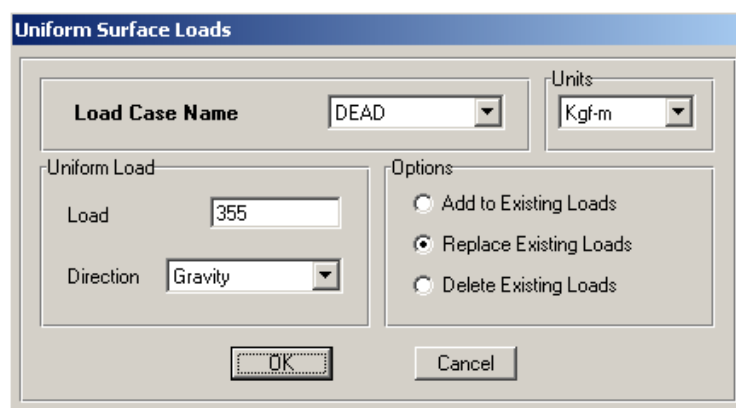


شکل ۱۷-۱

۱۰.۱ بارگذاری

۱.۱۰.۱ اختصاص بار مرده طبقات



- پنجره پلان سازه را فعال کرده، نرم افزار را به حالت All Stories قرار دهید.
- با کلیک روی پانل‌ها، تمامی پانل‌های سقف تیرچه بلوک را به حالت انتخاب درآورید.
- 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:

- ◀ از قسمت Load Case Name حالت بار DEAD را انتخاب کنید و از قسمت Load مقدار بار سطحی مرده را ۳۵۵ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۲.۱۰.۱ 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 را برابر ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۳.۱۰.۱ 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 در آورید.
 - دستور $\text{Assign} > \text{Shell/Area load} > \text{Uniform load}$ 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 DEAD را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده را برابر ۱۶۵ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۴.۱۰.۱ اختصاص بار زنده طره بالکن طبقات

- با کلیک روی دکمه  انتخاب قبلی را فعال کنید.
 - دستور $\text{Assign} > \text{Shell/Area load} > \text{Uniform load}$ 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 را برابر ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

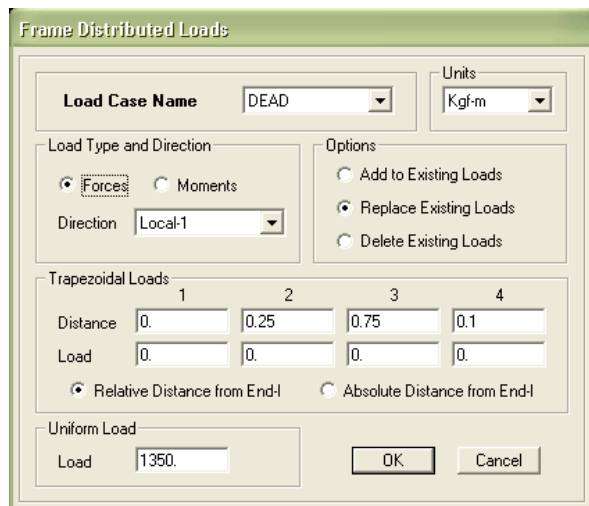
۵.۱۰.۱ اختصاص بار مرده پله

- 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.

$$750 \times 3.6 = 2700 \text{ Kg / m}$$

$$\frac{2700}{2} = 1350 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تیرهای 2-3 از محور A و تیر 2-3 از محور B را به حالت انتخاب در آورید (با کلیک روی تیر).
- دستور $\text{Assign} > \text{Frame/Line Load} > \text{Distributed...}$ 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 پله را برابر ۱۳۵۰ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۶.۱۰.۱ 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 می‌باشد، این بار بین دو تیر تقسیم خواهد شد.

$$350 \times 3.6 = 1260 \text{ Kg / m}$$


$$\frac{1260}{2} = 630 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تیرهای 2-3 از محور A و تیر 2-3 از محور B را به حالت انتخاب در آورید. (با کلیک روی تیر)
- دستور ... Distributed > Frame/Line Load > Assign 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 LIVE را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار زنده پله را برابر ۶۳۰ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۷.۱۰.۱ اختصاص بار مرده دیوارهای پیرامونی

با توجه به اینکه ارتفاع مفید دیوار برابر ۲/۸ متر است، بار خطی دیوار پیرامونی برابر است با:


$$250 \times 2.8 = 700 \text{ Kg / m}^2$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تمامی تیرهای پیرامونی سازه که بار دیوار را تحمل می کنند، به حالت انتخاب در آورید.
- دستور ... Distributed > Frame/Line Load > Assign را اجرا کرده، 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 ۷۰۰ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.


۸.۱۰.۱ اختصاص بار جان پناه بالکن طبقات

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

$$250 \times 1.0 = 250 \text{ Kg / m}^2$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تمامی تیرهای پیرامونی طره بالکن (تیر None) که بار جان پناه را تحمل می کنند، به حالت انتخاب در آورید.
- دستور ... Distributed > Frame/Line Load > Assign را اجرا کرده و 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 ۲۵۰ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۹.۱۰.۱ اختصاص بار زنده طبقه بام


- پنجره پلان سازه را فعال کرده، نرم افزار را به حالت One Story قرار دهید.
- با کلیک روی پانل ها، تمامی پانل های سقف تیرچه بلوک را به حالت انتخاب در آورید.
- دستور ... Uniform load > Shell/Area load > Assign را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Uniform Surface Load نمایان گردد.

◀ در جعبه نمایان شده از قسمت Load Case Name حالت بار را انتخاب کنید و از قسمت Load مقدار بار سطحی زنده را ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۰.۱۰.۱ اختصاص بار گسترده WALL

با توجه به این که بار WALL برابر نصف بار معادل تیغه بندی است، لذا داریم:


$$\frac{100}{2} = 50 \text{ Kg / m}^2$$

- از فعال بودن حالت One Story اطمینان حاصل نمایید.
- تمامی پانل های سقف را انتخاب 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 WALL را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار گسترده WALL را برابر ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع را وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۱.۱۰.۱ اختصاص بار خطی جان‌پناه طبقه بام

با فرض این که ارتفاع جان‌پناه طبقه بام برابر ۱/۰ متر است، بار خطی جان‌پناه برابر است با:



$$250 \times 1.0 = 250 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت One Story اطمینان حاصل نمایید.
- تیرهای پیرامونی طبقه بام (که بار جان‌پناه را تحمل می‌کنند) را به حالت انتخاب درآورد.
- دستور Assign > Frame/Line Load > Distributed... 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 دیوار را برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۲.۱۰.۱ اختصاص بار خطی WALL

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


$$\frac{250 \times 2.8}{2} = 350 \text{ Kg / m}$$

- به وسیله دکمه‌های  به طبقه 5 STORY منتقل شوید.
- 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 Uniform Surface Load نمایان گردد.
- در جعبه نمایان شده:
- ◀ در قسمت Load Case Name، حالت بار WALL را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار خطی WALL را برابر ۳۶۲/۵ کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۳.۱۰.۱ اختصاص بار خطی جان پناه طبقه خرپشته

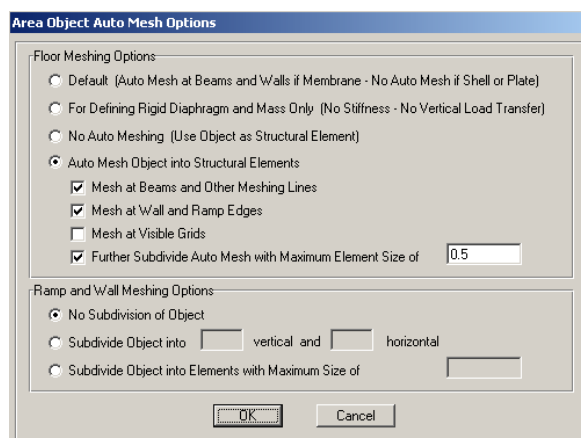
با فرض اینکه ارتفاع جان پناه طبقه خرپشته برابر ۰/۳ متر است، بار خطی برابر است با:

$$250 \times 0.3 = 75 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت One Story اطمینان حاصل نمایید.
- تیرهای پیرامونی طبقه بام (که بار جان پناه را تحمل می کنند.) را به حالت انتخاب درآورید.
- دستور Assign > Frame/Line Load > Distributed... را اجرا کرده و 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 خطی دیوار را برابر ۷۵ کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۱.۱ مش‌بندی دال

- برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- در پلان سازه با کلیک روی دال‌ها (دال تراس جنوبی و دال طره شمالی که از جنس Slab1 بودند)، همه آنها را به حالت انتخاب درآورید.
- دستور Area Object Mesh Option > Shell/Area > Assign را اجرا کنید تا جعبه Area Object Auto Mesh Options نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ از قسمت Floor Meshing Option ،

گزینه Auto Mesh Object into Structural Element را انتخاب کنید

و گزینه Further Subdivide Auto Mesh with Maximum Element Size of را فعال

کرده و سایز مش‌بندی را ۰/۵ وارد کنید.

◀ روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۲.۱ اعمال ترک خوردگی مقاطع

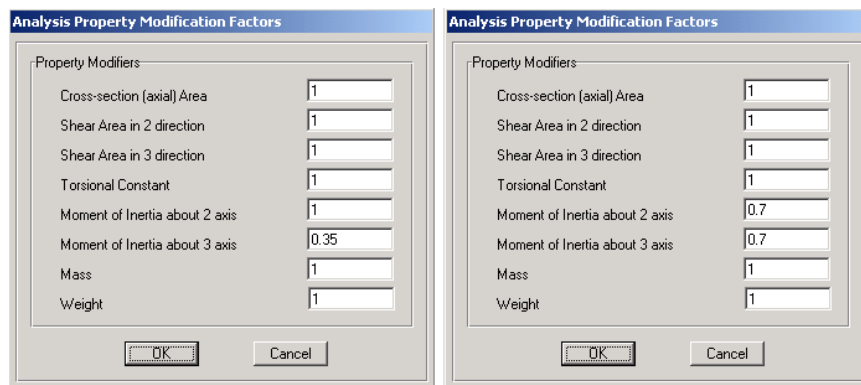
طبق بند ۲-۵-۶ آیین نامه ۲۸۰۰، باید تاثیر ترک خوردگی مقاطع را در تحلیل و

طراحی سازه مد نظر قرار داد.

طبق آیین نامه باید ۰/۳۵ ممان اینرسی تیرها و ۰/۷ ممان اینرسی ستون‌ها را در طراحی

سازه های بتن آرمه 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 Factors نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

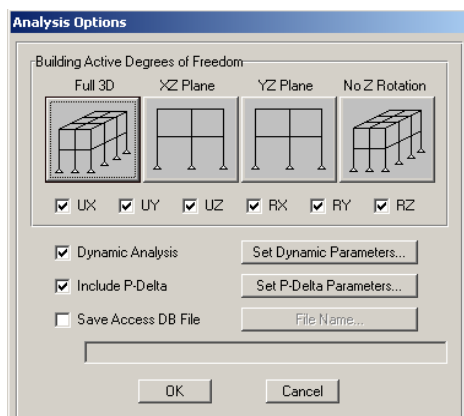
- ◀ در قسمت Moment of Inertia about 3 Axis، مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ (محور خمشی) را 0.35 وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده و از جعبه باز شده، گزینه COLUMN را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبه Analysis Property Modification Factors نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Moment of Inertia about 2 Axis و Moment of Inertia about 3 Axis مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محورهای خمشی) را 0.7 وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

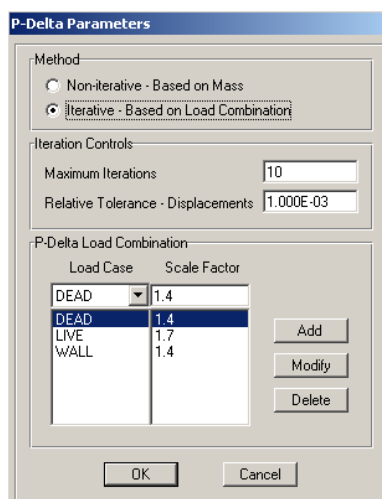
۱۳.۱ تنظیم پارامترهای تحلیل

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



در جعبه باز شده:

◀ 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 جعبه باز شده:


☑ در قسمت **Iteration Controls** حداکثر تعداد تکرار 10 را برای محاسبه اثر **P-Δ** وارد کنید.

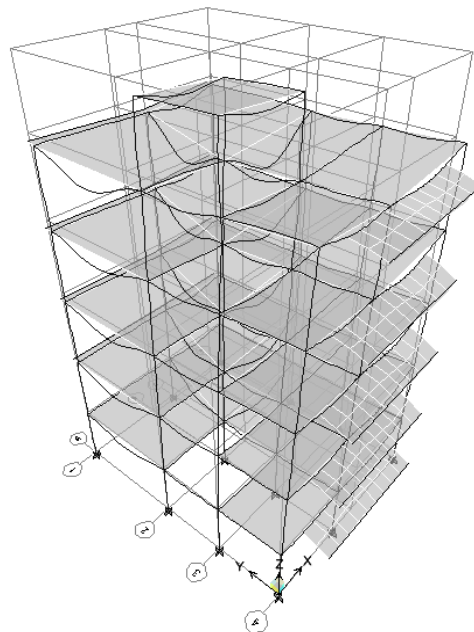
- ☑ در قسمت Relative Tolerance-Displacement حداکثر خطای همگرایی را $1.0E-3$ وارد کنید. به این معنی که اگر در این ۱۰ بار تکرار تحلیل مقدار نسبت تغییر مکان سازه در هر مرحله کمتر از $۱/۰E-۳$ باشد، تحلیل P- Δ متوقف گردد.
- ☑ در قسمت P-Delta Load Combination ترکیب بار $1.4DL+1.4WALL1.7LL$ را جهت تحلیل P- Δ وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

اثر P- Δ

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 تاثیر قرار دهد و باعث تغییر نیروها و لنگر اعضا، در سازه گردد. به همین منظور طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰، باید اثرات P- Δ در تحلیل سازه لحاظ گردد.

۱۴.۱ تحلیل سازه

- جهت تحلیل مدل از منوی Analyze دستور Run Analysis را اجرا کرده یا از منوی ابزار دکمه  را کلیک کرده تا سازه تحلیل شود.
- (شکل ۱۸-۱) تصویری از سازه را بعد از تحلیل و تغییر شکل نشان می‌دهد.

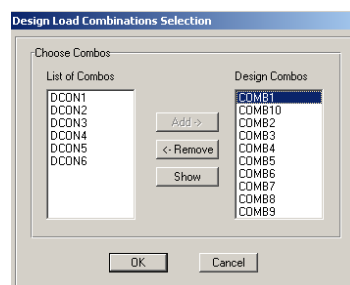


شکل ۱۸-۱ تصویر سازه بعد از تحلیل

با کلیک روی دکمه Start Animation (در گوشه راست پنجره) می‌توان تغییر شکل سازه را به صورت متحرک و تحت ترکیبات مختلف مشاهده نمود.

۱۵.۱ انتخاب ترکیبات بار طراحی


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

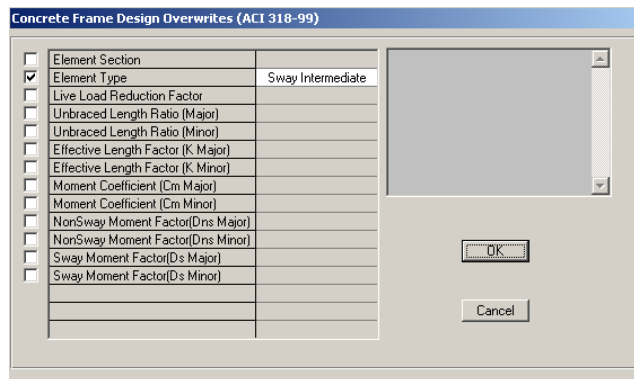


در جعبه باز شده:

- ◀ ترکیبات COMB1 تا COMB10 را از قسمت List of Combos انتخاب و روی دکمه Add کلیک کنید.
- ◀ ترکیبات بار اضافی را از قسمت Design Combo، حذف کنید.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید.

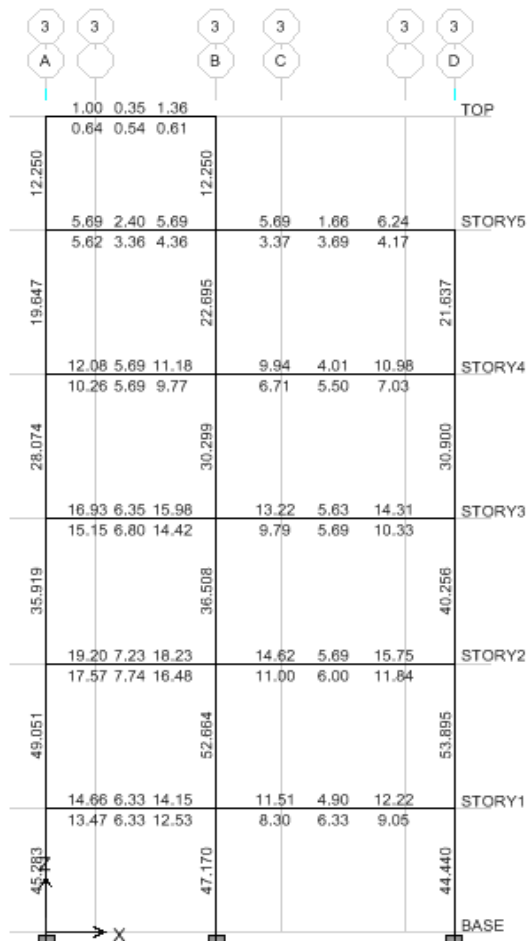
۱۶.۱ انتخاب شکل پذیری متوسط عناصر

- نخست کلیه عناصر مدل را با استفاده از دکمه  به حالت انتخاب در آورید.
- دستور Design > Concrete Frame Design > View/Revise Overwrites Design را اجرا کنید تا جعبه Element Type را فعال کنید و حالت Sway Intermediate را انتخاب کرده، دکمه OK را کلیک کنید.



۱۲.۱ طراحی

- دستور `Design > Concrete Frame Design > Start Design/Check of Struture` را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. برنامه شروع به طراحی سازه می کند.
- برای مشاهده مقادیر آرماتورها، از جعبه کشویی واحدها، واحد `Kgf-cm` و یا `Kgf-mm` را انتخاب کنید. (مطابق شکل ۱-۱۹)
- برای مشاهده مقادیر آرماتورها و... بصورت ۱ یا ۲ رقم بعد از اعشار، از دستور `Option>preference>Output Decimals>Rebar Area` عدد ۱ یا ۲ را انتخاب نمایید.
- در صورتیکه از پرینتر سیاه سفید، جهت پرینت استفاده خواهید نمود، لازم است جهت پررنگ دیده شدن، تنظیمات ذیل را انجام دهید در غیراینصورت کم رنگ و ناواضح پرینت خواهند شد:
- ◀ دستور `Options>Color>Display...` را اجرا نموده و در جعبه باز شده گزینه `Color Printet(Graphics)` را نفعال نمایید.
- ◀ دستور `Options>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 Printet(Graphics)` را در صورت فعال بودن، نفعال نمایید.



شکل ۱-۱۹ نتایج طراحی

اعداد نمایش داده شده 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 ۴۷/۱۷۰ سانتیمترمربع در ستون‌ها می‌توان ۱۲Φ۲۵ را قرار داد.

با توجه به آیین‌نامه بتن ایران حداقل در صد آرماتور سرتاسری در تیرها برابر $\frac{14}{f_y}$ می‌باشد. به عنوان مثال برای تیرهای طبقه اول به ابعاد ۵۰×۴۰ مقدار آرماتور سرتاسری

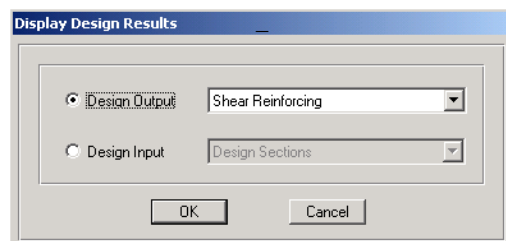
برابر $USE \ 3\Phi 18 \rightarrow 6.16 \text{Cm}^2 = 40 \times (50 - 6) \times \frac{14}{4000}$ می باشد. در صورتی که فولاد لازم برای مقطع مزبور بیش از $6/16$ سانتیمترمربع باشد، آرماتور مازاد را به صورت تقویتی در تیر قرار می دهیم. برای این کار می توانید از جدول آرماتور که در ادامه آمده، استفاده نمایید.

معیار رد یا قبول یک ستون، درصد آرماتور موجود در آن می باشد. لذا بعد از طراحی، در صورتی که درصد آرماتور در ستون طبق آیین نامه ACI، بیش از ۸٪ باشد، باید ابعاد ستون را تغییر داده و ابعاد بزرگتری به آن اختصاص بدهیم. برای این که این ضابطه از آیین 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 جویگوی 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 روی دکمه OK کلیک کنید.

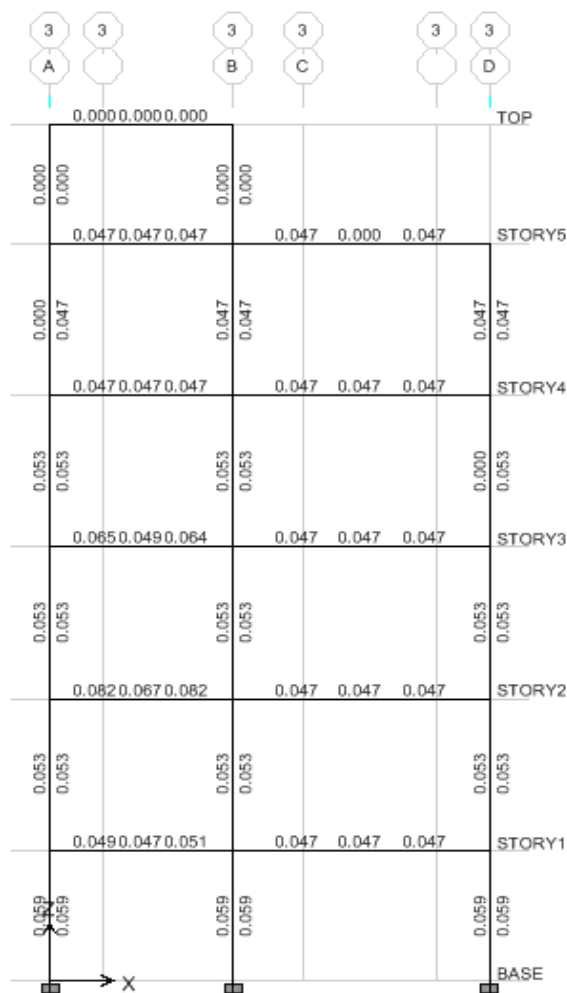
۱۸.۱ نمایش آرماتورهای برشی

■ دستور $\text{Design} > \text{Concrete Frame Design} > \text{Display Design Info}$ را اجرا کرده تا جعبه Display Design Result نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ 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. (مطابق شکل ۱-۲۰)



شکل ۱-۲۰

اعداد نمایانژ شده، نشان دهنده مقادیر آرماتورهای برشی در واحد طول است. به عنوان مثال برای مقدار آرماتور $0.047 \text{ Cm}^2/\text{Cm}$ به صورت زیر عمل کنید:
 عدد مورد نظر را در 100 Cm ضرب کرده تا مقدار آرماتور برشی در 1 متر طول به دست آید.

$$0.047 \text{ Cm}^2/\text{Cm} \times 100 \text{ Cm} = 4.7 \text{ Cm}^2$$

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

$$\frac{4.7}{2} = 2.35 \text{Cm}^2$$

حال عدد به دست آمده مقدار آرماتور برشی را در ۱۰۰ سانتیمتر طول تیر نشان می دهد. با توجه به جدول آرماتور، می توان ۴ عدد خاموت از نوع $\Phi 10$ را به فاصله ۲۵ سانتیمتر در ۱۰۰ سانتیمتر طول قرار داد.

$\Phi 10 @ 25 \text{Cm}$

قطر تعداد	$\Phi 8$	$\Phi 10$	$\Phi 12$	$\Phi 14$	$\Phi 16$	$\Phi 18$	$\Phi 20$	$\Phi 22$	$\Phi 25$	$\Phi 28$	$\Phi 30$	$\Phi 32$
1	0.5	0.8	1.1	1.5	2.0	2.5	3.1	3.8	4.9	6.2	7.1	8.0
2	1.0	1.6	2.3	3.1	4.0	5.1	6.3	7.6	9.8	12.3	14.1	16.1
3	1.5	2.4	3.4	4.6	6.0	7.6	9.4	11.4	14.7	18.5	21.2	24.1
4	2.0	3.1	4.5	6.2	8.0	10.2	12.6	15.2	19.6	24.6	28.3	32.2
5	2.5	3.9	5.7	7.7	10.0	12.7	15.7	19.0	24.5	30.8	35.3	40.2
6	3.0	4.7	6.8	9.2	12.1	15.3	18.8	22.8	29.4	36.9	42.4	48.2
7	3.5	5.5	7.9	10.8	14.1	17.8	22.0	26.6	34.3	43.1	49.5	56.3
8	4.0	6.3	9.0	12.3	16.1	20.3	25.1	30.4	39.3	49.2	56.5	64.3
9	4.5	7.1	10.2	13.8	18.1	22.9	28.3	34.2	44.2	55.4	63.6	72.3
10	5.0	7.9	11.3	15.4	20.1	25.4	31.4	38.0	49.1	61.5	70.7	80.4
11	5.5	8.6	12.4	16.9	22.1	28.0	34.5	41.8	54.0	67.7	77.7	88.4
12	6.0	9.4	13.6	18.5	24.1	30.5	37.7	45.6	58.9	73.9	84.8	96.5
13	6.5	10.2	14.7	20.0	26.1	33.1	40.8	49.4	63.8	80.0	91.8	104.5
14	7.0	11.0	15.8	21.5	28.1	35.6	44.0	53.2	68.7	86.2	98.9	112.5
15	7.5	11.8	17.0	23.1	30.1	38.2	47.1	57.0	73.6	92.3	106.0	120.6
16	8.0	12.6	18.1	24.6	32.2	40.7	50.2	60.8	78.5	98.5	113.0	128.6

۱۹.۱ کنترل تغییر مکان جانبی

سختی کم قاب های خمشی موجب تغییر مکان های جانبی زیاد در طبقات می شود که منجر به صدمات غیر منطقی به اعضای غیر سازه ای می گردد. در طراحی یک سازه، علاوه بر تامین شکل پذیری، باید حداقل سختی سازه نیز تامین گردد، تا آسیب های سازه ای و غیر سازه ای همچون آسیب نمای ساختمان، لوله کشی و تیغه بندی در حد قابل قبولی باشد. با توجه به این که سختی رابطه مستقیم با تغییر مکان جانبی سازه دارد لذا آیین نامه ها برای کنترل حداقل سختی سازه، تغییر مکان های جانبی آن را کنترل می کنند. ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰، تغییر مکان جانبی سازه را در دو حالت زیر کنترل می کند.

تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه باید کمتر از مقدار زیر باشد:

در ساختمان‌های با زمان تناوب اصلی کمتر از ۰/۷ ثانیه $\Delta_M < 0.025$
 در ساختمان‌های با زمان تناوب اصلی بیشتر یا مساوی ۰/۷ ثانیه $\Delta_M < 0.02$
 که Δ_M از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta_M = 0.7R\Delta_w$$

با توجه به این که در این پروژه تناوب سازه کمتر از ۰/۷ ثانیه می‌باشد ($T=0.54$)،
 تغییر مکان جانبی نسبی واقعی زلزله طرح باید، کمتر از ۰/۰۲۵ باشد. لذا خواهیم داشت:

$$0.7R\Delta_w < 0.025$$

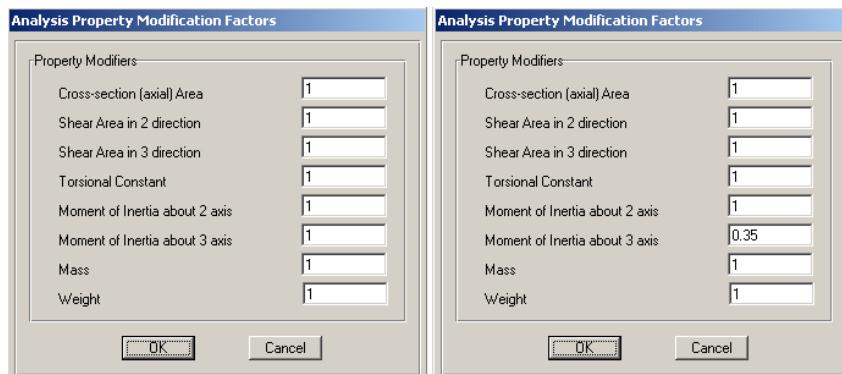
$$0.7 \times 7 \times \Delta_w < 0.025$$

$$\Delta_w < \frac{0.025}{0.7 \times 7} = 0.0051$$

Δ_w : تغییر مکان جانبی نسبی زلزله طرح در هر طبقه با فرض خطی بودن رفتار سازه
 بوده که مستقیماً از تحلیل سازه به دست می‌آید که باید از ۰/۰۰۵۱ کمتر باشد.
 بدیهی است که اگر در یک پروژه تناوب سازه بیش از ۰/۷ می‌شد باید تغییر مکان
 جانبی نسبی واقعی زلزله طرح، کمتر از ۰/۰۲۰ می‌شد.

طبق تبصره بند ۲-۵-۴ آیین نامه ۲۸۰۰ برای به دست آوردن Δ_w مقطع ترک خورده
 تیرها را به ۰/۵ و ستون‌ها را به ۱/۰ افزایش داده و سپس با بدست آوردن تناوب واقعی
 سازه، ضریب زلزله جدید را محاسبه و اعمال کرده و تغییر مکان‌ها را با آن کنترل نماییم.
 برای این منظور پس از ذخیره کردن فایل با یک نام دیگر مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

■ پس از شکستن قفل نرم‌افزار دستور **Select > By Line Object Type** را اجرا کرده و از
 جعبه نمایان شده، گزینه **BEAM** را انتخاب کرده، روی **OK** کلیک کنید.



■ دستور Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبهٔ Analysis Property Modifaction Factors نمایان گردد.

در جعبهٔ باز شده:

◀ در قسمت Moment of Inertia about 3 Axis، مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ (محور خمشی) را ۰/۵ وارد کرده، روی دکمهٔ OK کلیک کنید.

■ دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده و از جعبه باز شده، گزینهٔ COLUMN را انتخاب کرده، روی دکمهٔ OK کلیک کنید.

■ دستور Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبهٔ Analysis Property Modifaction Factors نمایان گردد.

در جعبهٔ باز شده:

◀ در قسمت Moment of Inertia about 2 Axis و Moment of Inertia about 3 Axis مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محورهای خمشی) را ۱/۰ وارد کرده، روی دکمهٔ OK کلیک کنید.

■ پس از اجرای دستور Analyze>Run Analysis جهت قرائت پرپود واقعی سازه دستور Display > Show Table را اجرا کنید تا جعبهٔ Choose Tables for Display نمایان گردد.

در جعبهٔ باز شده:

◀ گزینهٔ Modal Information را فعال کرده، روی دکمهٔ OK کلیک کنید.

در جعبهٔ باز شده:

◀ گزینهٔ Modal Participating Mass Ratios را انتخاب کنید.


Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	0.874146	74.0667	0.6040	0.0000	74.0667	0.6040	0.0000	0.7819
2	0.782419	0.9391	72.3575	0.0000	75.0058	72.9615	0.0000	94.2372
3	0.731748	0.6981	3.2480	0.0000	75.7039	76.2095	0.0000	4.4795
4	0.271407	11.3363	0.0951	0.0000	87.0402	76.3046	0.0000	0.0001
5	0.248585	0.1495	10.8400	0.0000	87.1897	87.1446	0.0000	0.0002
6	0.235551	0.1737	0.4164	0.0000	87.3634	87.5610	0.0000	0.0003
7	0.144487	5.3301	0.0425	0.0000	92.6936	87.6036	0.0000	0.0026
8	0.135576	0.0716	5.2633	0.0000	92.7652	92.8669	0.0000	0.3455
9	0.130415	0.1491	0.1533	0.0000	92.9143	93.0202	0.0000	0.0141
10	0.098647	1.3295	0.0005	0.0000	94.2438	93.0207	0.0000	0.0000
11	0.093350	0.0039	1.1075	0.0000	94.2477	94.1282	0.0000	0.0022
12	0.087892	0.6901	0.1764	0.0000	94.9377	94.3046	0.0000	0.0048

با توجه به جعبه فوق در این پروژه تناوب مد اول سازه (T واقعی سازه) برابر ۰/۸۷۴۱ می‌باشد. حال ضریب زلزله را با تناوب جدید واقعی سازه، محاسبه می‌کنیم.

$$B = (S + 1)(T_s / T)^{2/3}$$

$$B = (1.75 + 1)(0.7 / 0.8741)^{2/3} = 2.37$$

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 \times 2.37 \times 1.0}{7} = 0.1185$$

◀ پس از شکستن قفل نرم‌افزار دستور Define > Static load Cases Define را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Static Load Case نمایان گردد.

◀ ضریب زلزله حالات بار X و Y را به ۰/۱۱۸۵ عوض کنید.

■ باید ضرایب ترک خوردگی مجدداً به حالت قبلی یعنی ستونها ۰/۷ و تیرها ۰/۳۵ برگردانده شوند لذا دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده و از جعبه نمایان شده، گزینه BEAM را انتخاب کرده، روی OK کلیک کنید.

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

در جعبه باز شده:

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

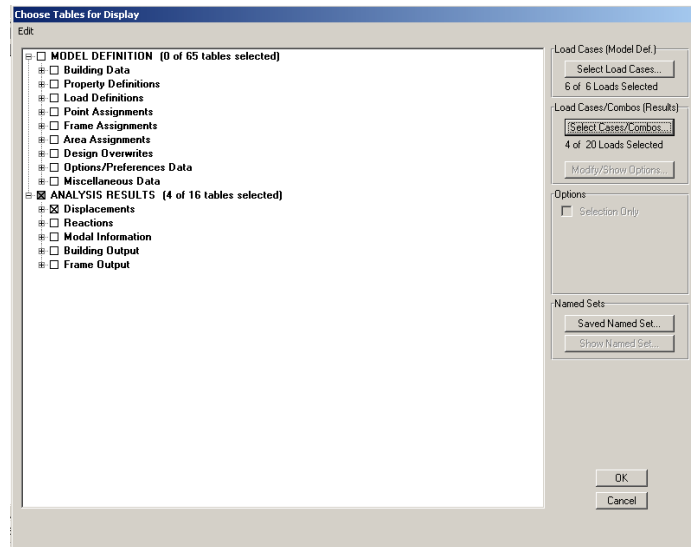
■ دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده و از جعبه باز شده، گزینه COLUMN را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

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

در جعبه باز شده:

◀ در قسمت Moment of Inertia about 3 Axis و Moment of Inertia about 2 Axis مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محورهای خمش) را ۰/۷ وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

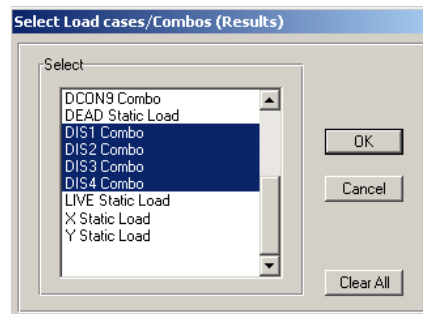
■ جهت قرائت مقادیر تغییر مکان‌های سازه پس از اجرای دستور Analyze > Run Analysis دستور Display > Show Tables.. را اجرا کنید تا جعبه Choose Tables for Display نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ گزینه Displacement را فعال کنید.

◀ روی دکمه Select Loads کلیک کنید تا جعبه Select Output نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

✓ ترکیبات بار کنترل تغییر مکان DIS1 تا DIS4 (جدول ۱-۱۵) را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
STORY5	D1	DIS2	0.0008	-0.0407	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00032
STORY5	D1	DIS3	-0.0511	0.0008	0.0000	0.00000	0.00000	0.00035
STORY5	D1	DIS4	0.0511	-0.0008	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00035
STORY4	D1	DIS1	-0.0007	0.0346	0.0000	0.00000	0.00000	0.00027
STORY4	D1	DIS2	0.0007	-0.0346	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00027
STORY4	D1	DIS3	-0.0434	0.0007	0.0000	0.00000	0.00000	0.00030
STORY4	D1	DIS4	0.0434	-0.0007	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00030
STORY3	D1	DIS1	-0.0005	0.0258	0.0000	0.00000	0.00000	0.00020
STORY3	D1	DIS2	0.0005	-0.0258	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00020
STORY3	D1	DIS3	-0.0321	0.0005	0.0000	0.00000	0.00000	0.00022
STORY3	D1	DIS4	0.0321	-0.0005	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00022
STORY2	D1	DIS1	-0.0003	0.0147	0.0000	0.00000	0.00000	0.00011
STORY2	D1	DIS2	0.0003	-0.0147	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00011
STORY2	D1	DIS3	-0.0180	0.0003	0.0000	0.00000	0.00000	0.00013
STORY2	D1	DIS4	0.0180	-0.0003	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00013
STORY1	D1	DIS1	-0.0001	0.0041	0.0000	0.00000	0.00000	0.00003
STORY1	D1	DIS2	0.0001	-0.0041	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00003
STORY1	D1	DIS3	-0.0049	0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00004
STORY1	D1	DIS4	0.0049	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00004

UX و UY نمایانگر تغییر مکان مرکز جرم طبقه مورد نظر تحت ترکیب بار مشخص می‌باشد.

حال برای هر طبقه و هر ترکیب بار طبق رابطه زیر تغییر مکان نسبی طبقه محاسبه و آن را کنترل نمایید.

$$\leq 0.0051 \times \text{ارتفاع طبقه} / (\text{تغییر مکان طبقه } i \text{ ام} - \text{تغییر مکان طبقه } i+1 \text{ ام})$$

در صورتی که در برخی از طبقات تغییر مکان نسبی از مقدار ۰/۰۰۵۱ بیشتر باشد، باید با تعویض عناصر سازه‌ای به خصوص تیرها (در قاب خمشی) در آن طبقه سختی را افزایش داده تا تغییر مکان جانبی نسبی سازه کاهش یافته و جوابگو باشند.

۲۰.۱ دفترچه محاسباتی

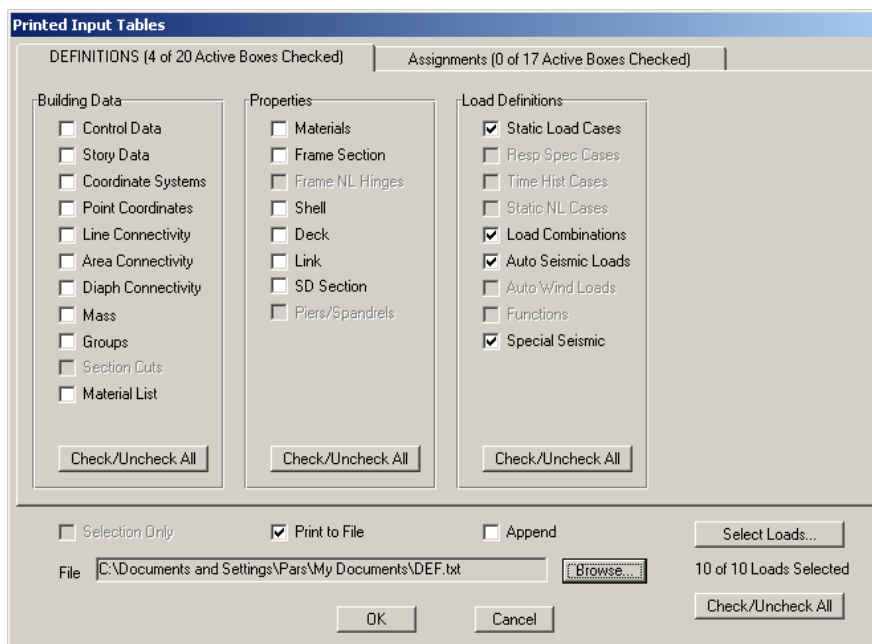
برای ارائه دفترچه محاسباتی باید، روند محاسبات سازه از ابتدای بارگذاری تا نتایج تحلیل و طراحی را در آن درج کنیم. و به طور معمول موارد زیر را شامل می‌شود:

۱. صورت کامل پروژه
۲. بررسی سیستم‌های سازه‌ای
۳. جزئیات دیوارها، سقف‌ها و...
۴. جزئیات محاسبات بارگذاری
۵. سقف

۶. اتصالات (سازه فولادی)
 ۷. طراحی صفحات پای ستون (سازه فولادی)
 ۸. نتایج گرافیکی طراحی
 ۹. نتایج تغییر مکان جانبی سازه
- موارد ۱ تا ۷ به صورت دستی یا نرم افزارهای دیگر توسط طراح محاسبه می شود. ولی موارد ۸ و ۹ را می توان به وسیله خروجی های نرم افزار ETABS در دفترچه محاسباتی سازه ارائه کرد.

به منظور ارائه نتایج تحلیل به صورت زیر عمل کنید:

■ دستور. File > Print Table > Input را اجرا کنید.



در جعبه نمایان شده:

- ◀ گزینه های 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 Print File 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 می‌باشد، چاپ کنید.

۲۱.۱ طراحی تیرچه (به صورت دستی)

در این قسمت از فصل طراحی پوشش سقف سازه که به صورت تیرچه و بلوک می‌باشد، طراحی می‌گردد. این سقف به صورت مفصلی طراحی شده و اجرا می‌گردد.

در طراحی این نوع سقف موارد زیر را در نظر می‌گیریم.

۱. ضخامت بتن روی تیرچه‌ها نباید از ۴۰ سانتیمتر و با ۱/۱۲ فاصله خالص تیرچه‌ها کمتر کمتر باشد.

۲. فاصله آزاد بین تیرچه‌ها نباید از ۷۵ سانتیمتر بیشتر باشد.

۳. حداقل عرض جان تیرچه‌ها نباید از ۱۰ سانتیمتر کمتر باشد.

۴. نسبت ارتفاع به عرض جان نباید از ۳/۵ بیشتر باشد.

۵. درصد آرماتورهای حرارتی برابر ۰/۰۰۲ بوده که غالباً $\Phi 6@25\text{Cm}$ در دو امتداد عمود برهم جوابگو خواهد بود.

تنش تسلیم آرماتورهای طولی 3000 Kg/Cm^2

مقاومت مشخصه بتن 210 Kg/Cm^2

با مرده 500 Kg/Cm^2

بار معادل تیغه بندی 100 Kg/Cm^2

بار زنده 200 Kg/Cm^2

طول مرکز به مرکز دهانه 500 Cm

طول آزاد دهانه 460 Cm

$$H_{\min} = \frac{L}{16} \left(0.4 + \frac{fy}{7000} \right) = \frac{5000}{16} \left(0.4 + \frac{3000}{7000} \right) = 25.9 \text{ cm}$$

انتخاب اولیه ارتفاع تیرچه

$$H = 300 \text{ mm}$$

ارتفاع انتخابی

$$Wu = 1.4(500+100) + 1.7(200) = 1180 \text{ Kg/Cm}^2$$

ترکیب بار طراحی

محاسبه بار خطی روی تیرچه با توجه به فاصله ۰/۵ متری بین تیرچه‌ها

$$qu = 0.5 \times 1180 = 590 \text{ KN/m}$$

محاسبه مساحت آرماتور لازم

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

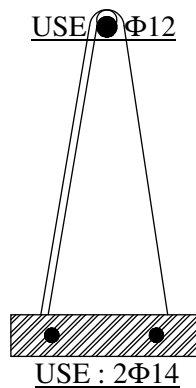
$$R_n = \frac{1843.8 \times 100}{0.9 \times 50 \times (27.3)^2} = 5.5$$

$$\rho = 0.85 \times \frac{f_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \times f_c}} \right)$$

$$\rho = 0.85 \times \frac{210}{3000} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 5.5}{0.85 \times 210}} \right) = 0.0019$$

$$A_s = \rho b d = 0.0019 \times 50 \times 27.3 = 2.6 \text{ Cm}^2 \Rightarrow \text{USE } 2\Phi 14 (3.08 \text{ Cm}^2)$$

برای آرماتور فوقانی تیرچه می توان به جای محاسبه آن از جدول زیر استفاده کرد.

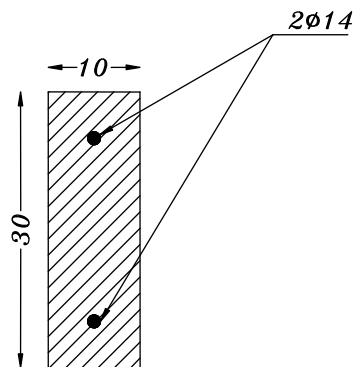


تا دهانه ۳ متر	۶ میلیمتر
دهانه ۳ متر تا ۴ متر	۸ میلیمتر
دهانه ۴ متر تا ۵/۵ متر	۱۰ میلیمتر
دهانه ۵/۵ متر تا ۷ متر	۱۲ میلیمتر

در اجرای سقف تیرچه و بلوک، برای مقابله با لنگر منفی احتمالی، در دو انتهای تیرچه و در روی آرماتور فوقانی، میلگردی به مساحت ۰/۱۵ آرماتور کششی و به طول ۰/۲ طول دهانه قرار می دهند.

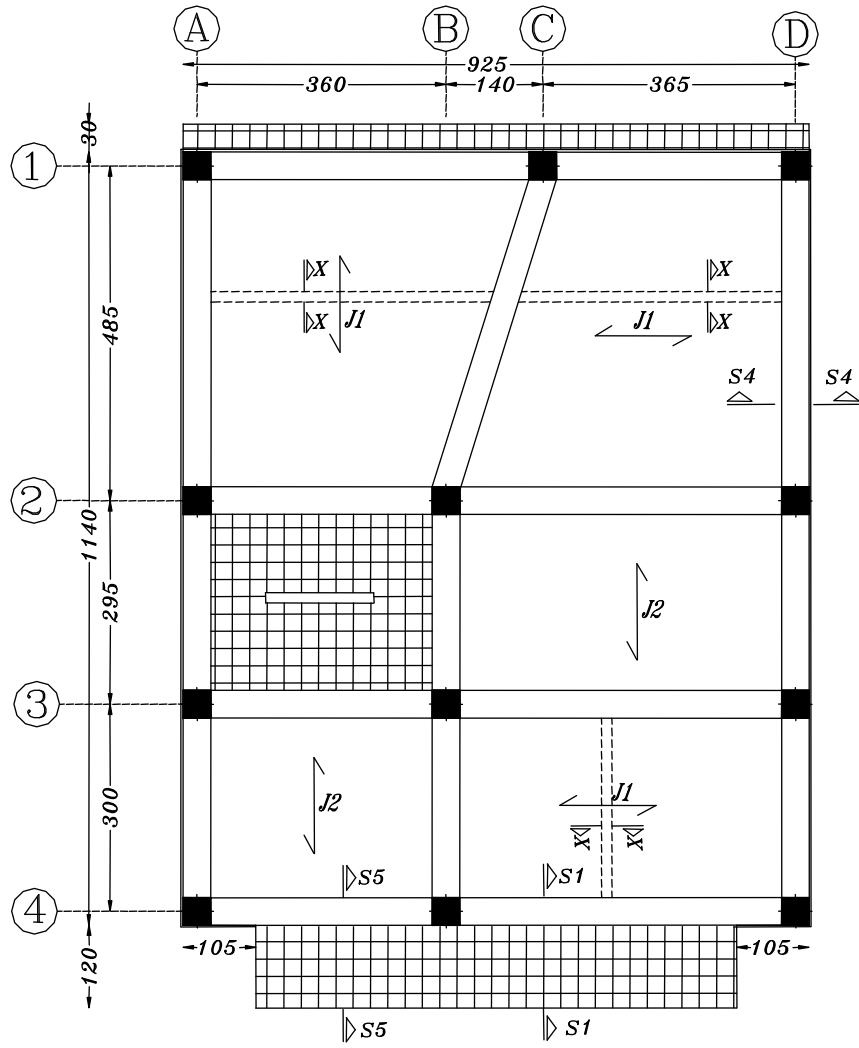
طبق آیین نامه ۲۸۰۰، در صورت تجاوز دهانه تیرچه‌ها از ۴ متر، تیرچه‌ها به وسیله کلاف عرضی که عرض مقطع آن حداقل ۱۰ سانتیمتر باشد، به هم متصل شوند. این کلاف باید دارای حداقل ۲ میلگرد آجدار به قطر ۱۰ میلیمتر سراسری یکی در بالا و یکی در

پایین مقطع کلاف باشد. در عمل بهتر است، عرض و ارتفاع کلاف را برابر عرض و ارتفاع تیرچه در نظر گرفته و مقدار آرماتور را در بالا و پایین کلاف، برابر نصف آرماتور کششی، تیرچه قرار داد.

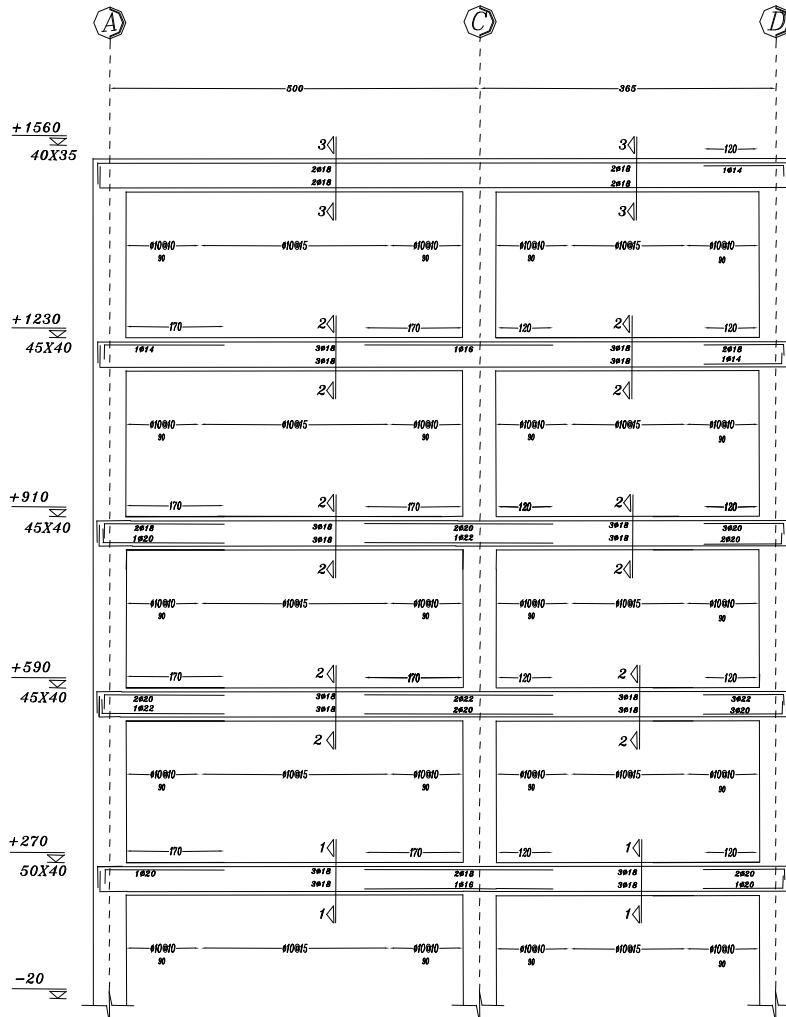


طراحی برای سایر پانل‌ها بر عهده خواننده واگذار می‌شود.

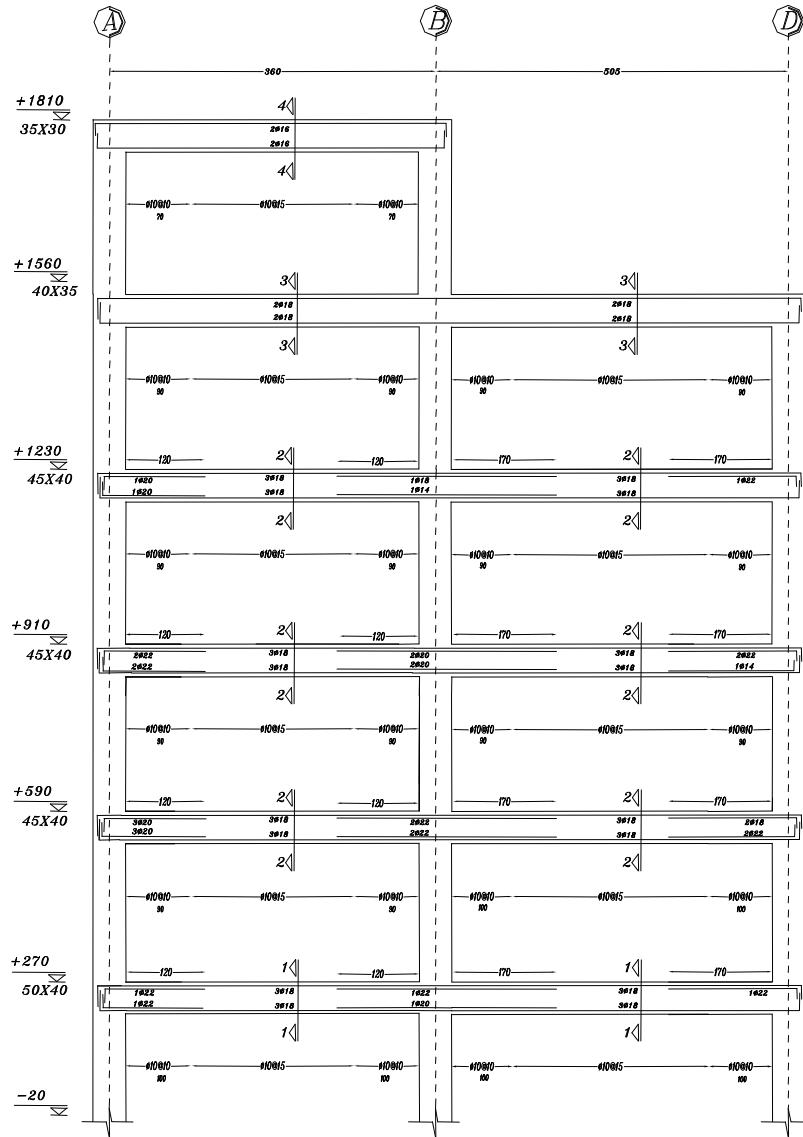
۲۲.۱ نقشه های اجرایی



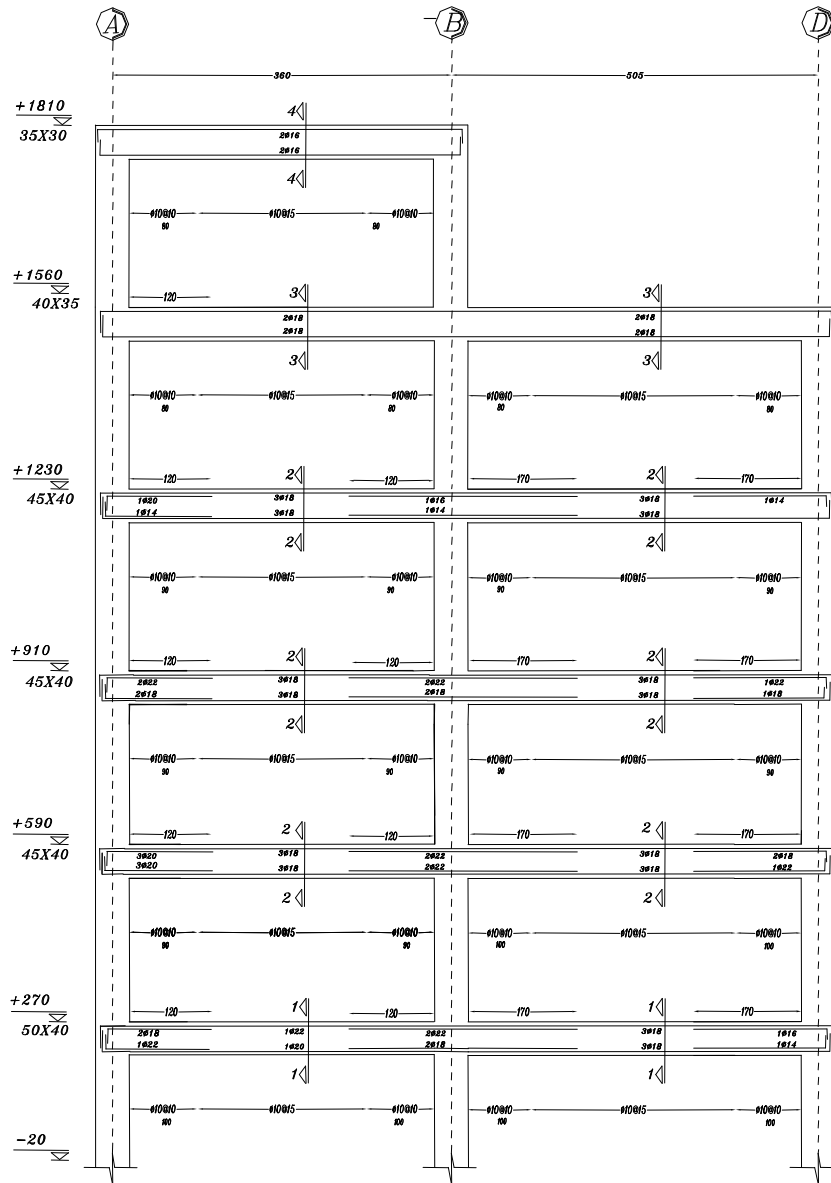
پلان تیرریزی طبقات



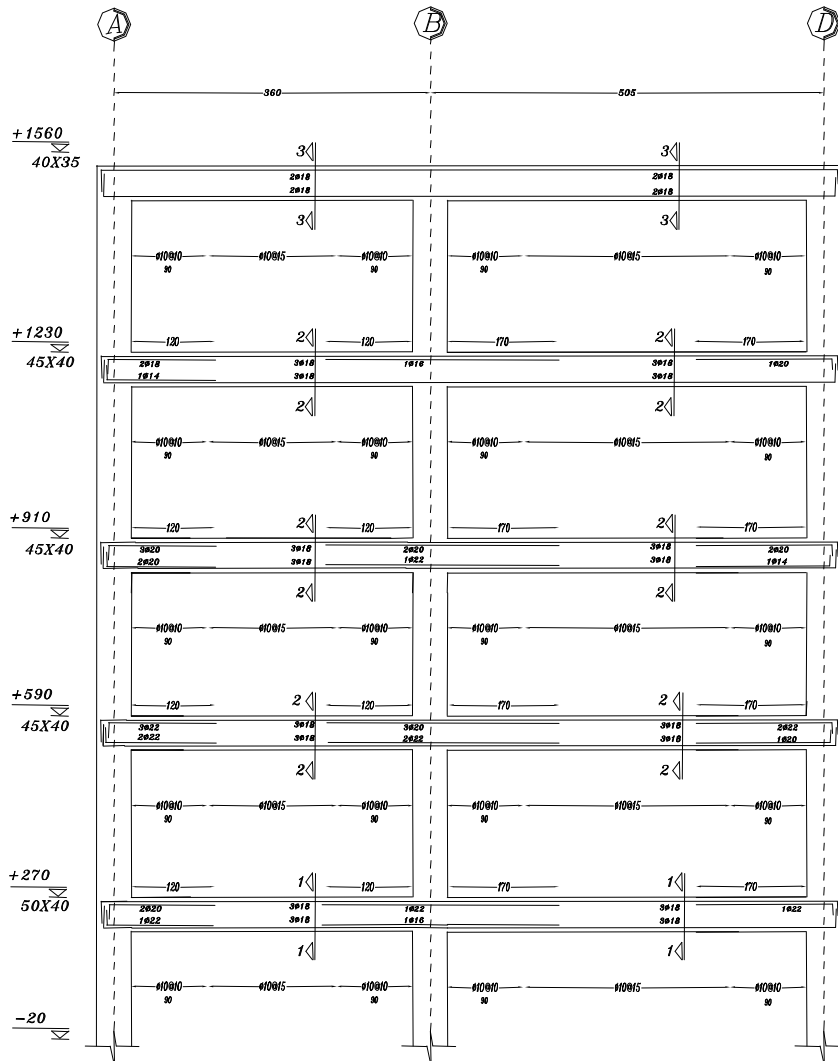
FRAME: 1



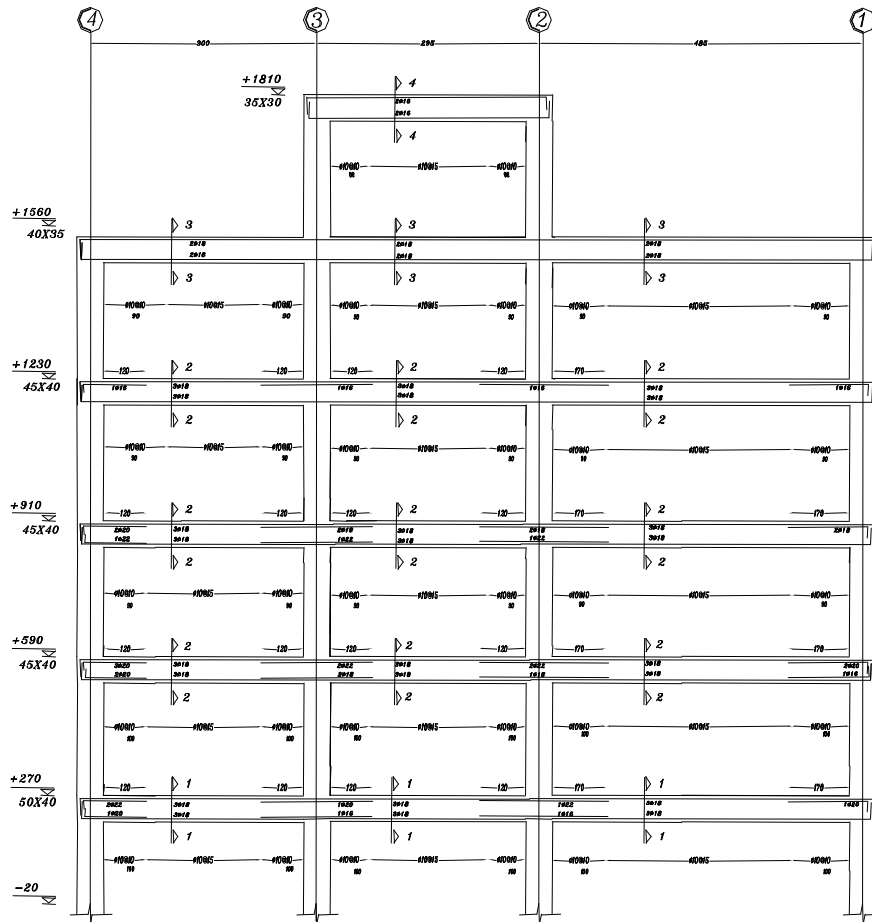
FRAME: 2



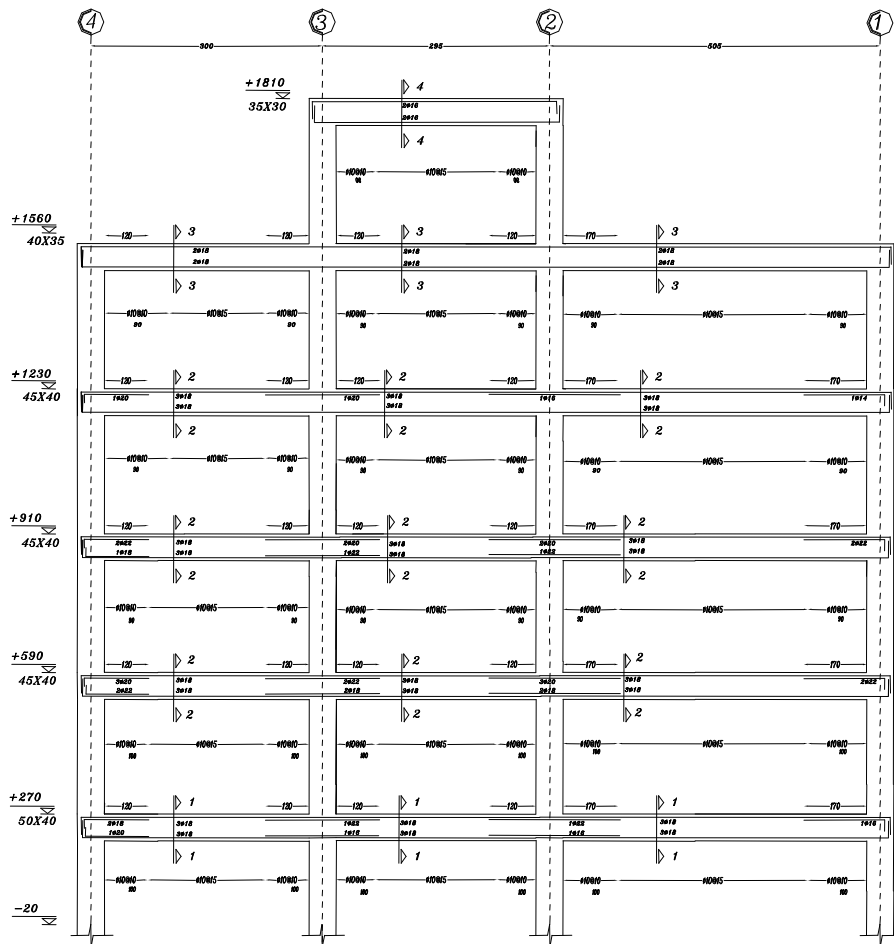
FRAME: 3



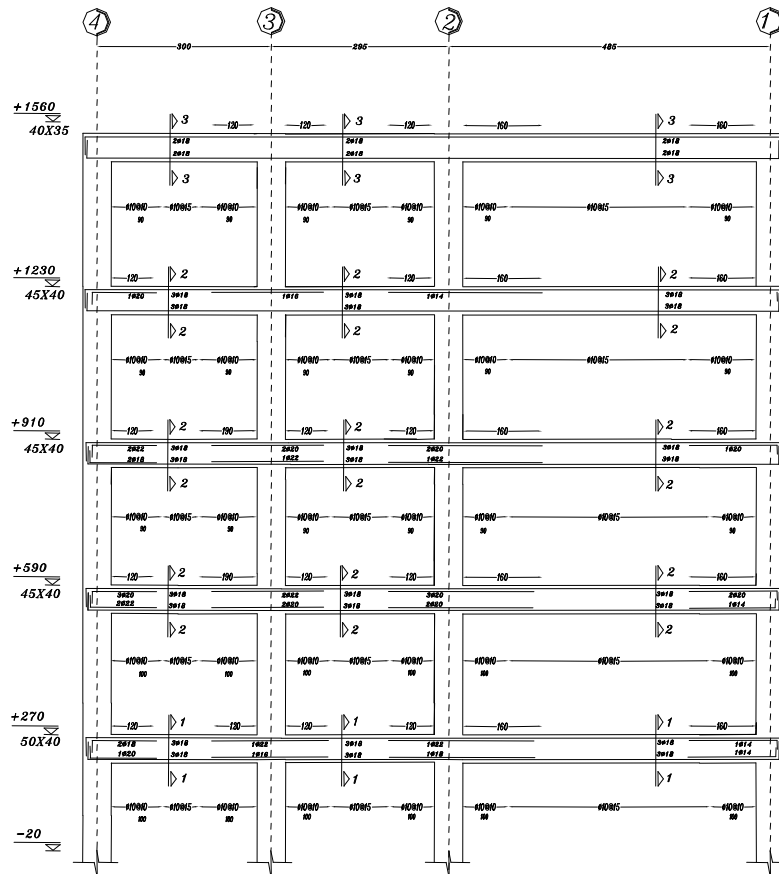
FRAME: 4



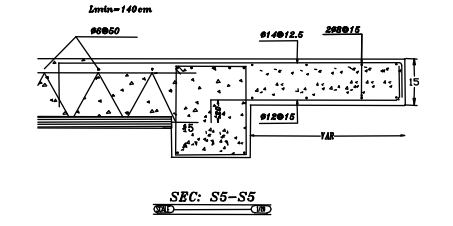
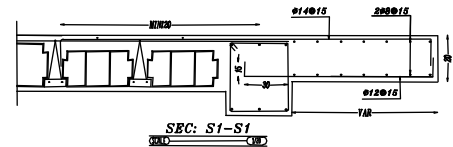
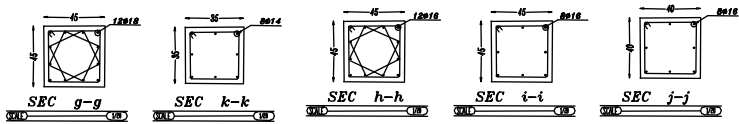
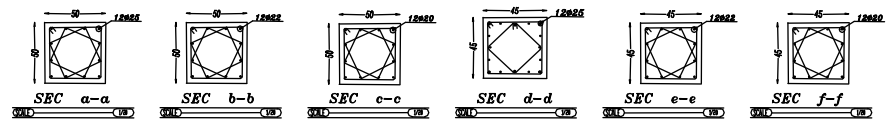
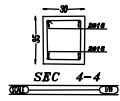
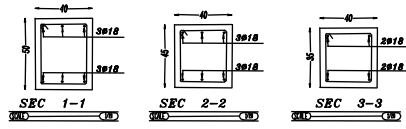
FRAME: A



FRAME: C

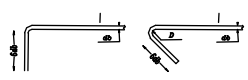


FRAME: D

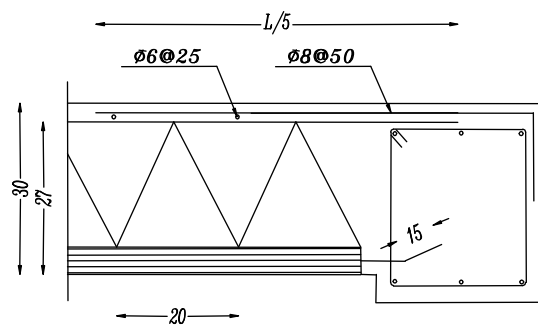


d_b	Lap Splice Length
$d_b < 22mm$	$50d_b$
$d_b > 22mm$	$60d_b$

محل اتصال طولی میلگرد

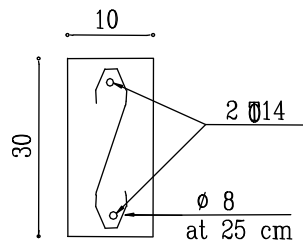


تیرریزی	آرماتور تحتانی		آرماتور فوقانی
	طبقات	بام	
J1	2Ø14	2Ø14	Ø12
J2	2Ø8	2Ø8	Ø6



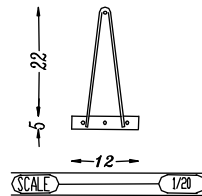
SEC: S2-S2

SCALE 1/20



SCALE 1/20

SEC: X-X



SCALE 1/20

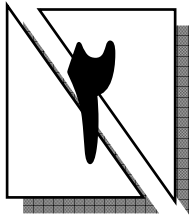
فصل دوم

تحلیل و طراحی

ساختمان ۱۱ طبقه بتنی

با سیستم قاب خمشی

و دیوار برشی



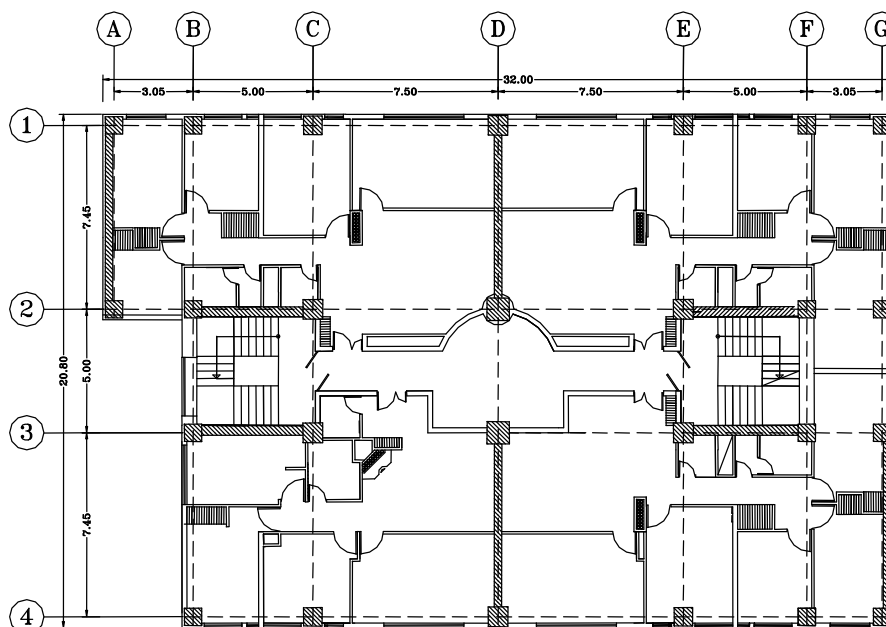
۱.۲ معرفی پروژه

در این پروژه، طراحی یک ساختمان ۱۱ طبقه بتنی (همکف جهت پارکینگ و ۱۰ طبقه اداری) مطابق (شکل ۱-۲) مورد بررسی قرار می‌گیرد. کاربری این ساختمان، اداری بوده و محل احداث آن شهر تهران و در زمین نوع III می‌باشد. سیستم باربر ثقلی آن تیرچه و بلوک بوده و سیستم باربر جانبی آن سیستم مرکب قاب خمشی همراه دیوار برشی با شکل پذیری متوسط می‌باشد. ارتفاع آکس تا آکس تمامی طبقات با احتساب کف سازی برابر ۳/۴ متر می‌باشد.

سایر اطلاعات تحلیل و طراحی در (جدول ۱-۲) ارائه شده است.

جدول ۱-۲ مشخصات مصالح

۲۵۰	مقاومت ۲۸ روزه بتن (Kg/Cm^2)
AIII	نوع میلگردهای طولی
AII	نوع میلگردهای عرضی (خاموت)
۲۵۰	جرم واحد حجم بتن (Kg/m^3)
۲۵۰۰	وزن واحد حجم بتن (Kg/m^3)
۰/۲	ضریب پواسون بتن آرمه
۲۱۹۰۰۰	مدول الاستیسیته بتن آرمه (Kg/Cm^2)



شکل ۱-۲ نقشه معماری ساختمان

۲.۲ اهداف مورد نظر

۱. محاسبات مربوط به بارگذاری سازه
۲. تحلیل و طراحی المان‌های خطی (تیر و ستون)
۳. تحلیل و طراحی دیوار برشی

۳.۲ آیین‌نامه‌های مورد استفاده در طراحی سازه

۱.۳.۲ ویرایش سوم آیین‌نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله (۲۸۰۰)

۲.۳.۲ مبحث ششم مقررات ملی (بارهای وارد بر ساختمان)

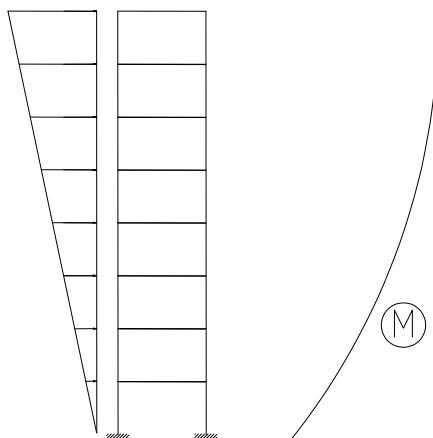
۳.۳.۲ آیین‌نامه ACI

در صورت ترکیب قاب خمشی با دیوار برشی، موثرترین سیستم لرزه‌بر به دست خواهد آمد که رفتار مطمئن‌تری نسبت به قاب خمشی تنها از خود نشان می‌دهد. در این صورت

می‌توان از کنش قاب برای بارهای قائم و از کنش ترکیب دیوارها و قاب‌ها برای جذب نیروی جانبی زلزله بهره برد. یکی از محاسن سیستم مرکب قاب خمشی با دیوار برشی جلوگیری از ایجاد تیرها و ستون‌هایی با ابعاد بزرگ در قاب خمشی است و این بدان معنی است که مقاومت مورد نیاز برای تیرها و ستونها در سیستم دوگانه کاهش می‌یابد و این مطلب آزادی عمل بیشتری در انتخاب تیرها و سائز ستونها فراهم می‌کند.

در طراحی سازه‌های بلند ایجاد سختی بیش از حد برای مقاومت قاب‌ها در مقابل بارهای جانبی لازم نیست و این مقاومت توسط ترکیبی از قاب خمشی و دیوار برشی تامین می‌شود. دیوارهای برشی مانند یک تیر کنسولی که به صورت قائم قرار دارد، عمل کرده و وظیفه آن جذب برش ناشی از زلزله است. دیوارهای برشی بر خلاف نام آنها بیشتر عملکرد خمشی دارد. دیوارهای برشی متشکل از آرماتورهای برشی قائم و افقی و آرماتورهای خمشی بوده که در ادامه مقادیر حداقل و حداکثر و نحوه محاسبه آن بیان می‌گردد.

معمولاً دیوارهای برشی در سازه‌های بلند نیاز بوده و استفاده آن در سازه‌های کوتاه، مقرون به صرفه نخواهد بود. مطابق (شکل ۲-۲) تغییرات لنگر در ارتفاع در اثر نیروی جانبی به صورت غیر خطی کاهش می‌یابد. بنابراین واضح است که طبقات پایین تر نیاز بیشتری به دیوار برشی داشته و این نیاز در طبقات بالاتر به شدت کاهش می‌یابد.



شکل ۲-۲

فولاد گذاری برشی دیوارهای برشی دارای محدودیت‌های زیر است.

۱. نسبت سطح مقطع میلگردهای برشی افقی به سطح ناخالص مقطع قائم دیوار، نباید از

$$\rho_{t\min} = 0.0025 \quad \text{کمتر باشد. } 0/0025$$

۲. حداکثر فاصله آرماتور برشی افقی برابر است با:

$$S_{\max} = \min\left[3h; \frac{l_w}{5}; 500\right]$$

۳. نسبت سطح مقطع آرماتورهای برشی قائم نباید از مقدار زیر کمتر باشد.

$$\rho_{t\min} = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{l_w}\right)(\rho_t - 0.0025) > 0.0025$$

۴. حداکثر فاصله آرماتورهای برشی قائم برابر است با:

$$S_{\max} = \min\left[3h; \frac{l_w}{5}; 500\right]$$

h : ضخامت دیوار

lw : عرض دیوار

hw : ارتفاع دیوار

۴.۲ ابعاد المان‌ها

باید توجه داشت که برای تعیین ابعاد تیر و ستون‌ها عوامل مختلفی می‌تواند دخیل باشد که یکی از این عوامل محدودیت‌های معماری و اجرایی موجود در سازه می‌باشد. در این پروژه جهت سادگی در اجرا، از تعداد محدودی المان استفاده شده است.

مشخصات تیر و ستون طبقات در (جدول ۲-۲) ارائه شده است. همان‌گونه که در پروژه قبلی نیز بیان شد، این مقاطع صرفاً مقاطع اولیه بوده و به صورت تجربی انتخاب شده و از قانون خاصی تبعیت نمی‌کند.

جدول ۲-۲ مشخصات تیر و ستون

ابعاد	طبقات اول و دوم	طبقات سوم و چهارم	طبقات پنجم و ششم	طبقات هفتم و هشتم	طبقات نهم تا خریشته
ستون	۶۵×۶۵	۶۰×۶۰	۵۵×۵۵	۵۰×۵۰	۴۵×۴۵
تیر	۵۰×۴۵	۵۰×۴۵	۴۵×۴۰	۴۵×۴۰	۴۵×۴۰

لازم به ذکر است که تغییر ابعاد مقطع در طبقات باید طوری باشد که شیب حداکثر ۱ به ۴ در آرماتور ستون رعایت گردد. با توجه به این که ضخامت سقف در حدود ۳۰ سانتی

متر است لذا تغییر بعد ستون در طبقات نباید از ۵ سانتی متر تجاوز نماید. در این پروژه از چهار نوع دیوار برشی در طراحی استفاده خواهیم کرد که مشخصات آنها در (جدول ۲-۳) ارائه شده است.

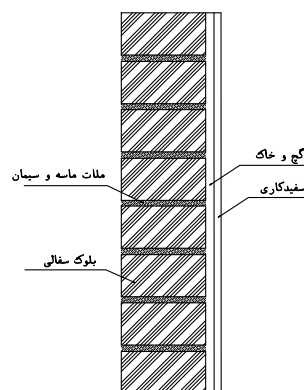
جدول ۲-۳ مشخصات دیوارهای برشی

طبقه	طبقه اول و دوم	طبقه سوم تا پنجم	بقیه طبقات
ضخامت	۰/۳۵ متر	۰/۳ متر	۰/۲۵ متر

۵.۲ بارگذاری

۱.۵.۲ بارگذاری ثقیلی

الف) محاسبه وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی بدون نما

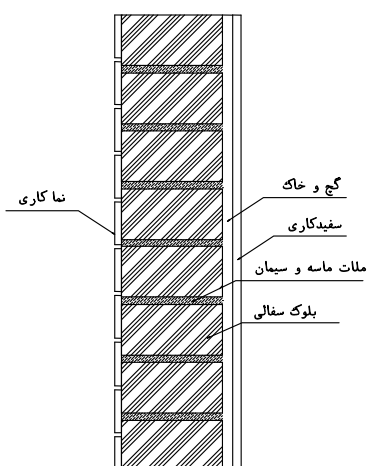


شکل ۲-۳

جدول ۲-۳ وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی بدون نما

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۶/۵	۰/۰۰۵×۱۳۰۰	سفید کاری
۳۲	۰/۰۲×۱۶۰۰	گچ و خاک
۱۷۰	۰/۲×۸۵۰	بلوک سفالی
۴۲	۰/۰۲×۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
$\cong ۲۵۰$		مجموع

ب) محاسبه وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی نمادار



شکل ۲-۴

جدول ۲-۴ بار دیوارهای خارجی نمادار

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۶/۵	$۰/۰۰۵ \times ۱۳۰۰$	سفید کاری
۳۲	$۰/۰۲ \times ۱۶۰۰$	گچ و خاک
۱۷۰	$۰/۲ \times ۸۵۰$	بلوک سفالی
۴۲	$۰/۰۲ \times ۲۱۰۰$	ملات ماسه سیمان
۱۰۵	$۰/۰۵ \times ۲۱۰۰$	آجر نما
$\cong ۳۵۶$		جمع

با توجه به این که دیوارهای پیرامونی نمادار دارای تعداد بازشو (در و پنجره) می‌باشد، بهتر است مقدار بار محاسبه شده برای این نوع دیوار را در یک ضریب کاهشده ضرب کنیم. این ضریب را می‌توان با توجه به سطح بازشوها تعیین کرد. با فرض اینکه ۳۰٪ بازشو وجود دارد، پس:

$$0.7 \times 356 \cong 249 \text{ Kg/m}^2$$

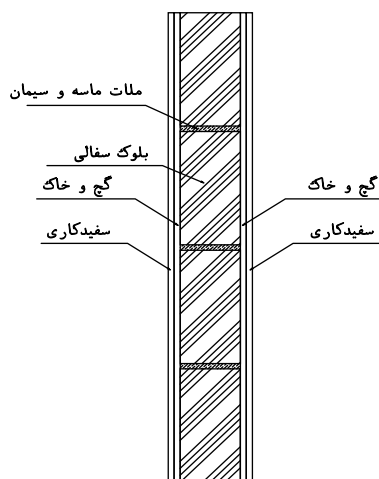
ضریب کاهش را می‌توان به صورت دقیق از رابطه $n = 1 - \frac{A_0}{A}$ به دست آورد.

A_0 سطح کل بازشوها و A برابر سطح دیوارهای پیرامونی + سطح کل بازشوها

باید توجه داشت که دیوارهای بدون نما دارای بازشو نبوده و نباید ضریب کاهش در مورد آنها اعمال گردد.

با توجه به این که وزن واحد سطح دیوار محیطی نما دار با دیوار محیطی بدون نما برابر است، لذا بار دیوار پیرامونی سازه را برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع در نظر می‌گیریم.

پ) محاسبه بار واحد سطح تیغه‌بندی



شکل ۲-۵

جدول ۲-۵ بار معادل تیغه‌بندی

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۱۳	$2 \times 0.005 \times 1300$	سفیدکاری (دو طرفه)
۳۲	$2 \times 0.01 \times 1600$	گچ و خاک (دو طرفه)
۸۵	0.10×850	آجر کاری (آجر سفال)
۱۳۰		مجموع

برای محاسبه بار معادل تیغه‌بندی، بار واحد سطح تیغه‌بندی را در ارتفاع و مجموع طول

دیوارها ضرب کرده، بر مساحت طبقه تقسیم می‌کنیم. طبق مبحث ششم مقررات ملی بار معادل تیغه‌بندی نباید کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد. طول دیوارهای تیغه تقریباً ۱۴۰ متر بوده و ارتفاع مفید طبقات را ۳/۰ متر است.

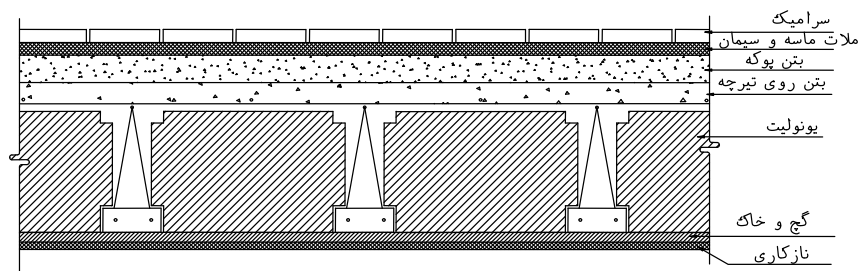
$$140 \times 3.0 \times 130 = 54600 \text{ Kg}$$

$$w = \frac{54600}{730} \cong 74.79 \text{ Kg/m}^2 < 100 \text{ Kg/m}^2 \Rightarrow w = 100 \text{ Kg/m}^2$$

لازم به ذکر است چون وزن یک متر مربع از ۱۵۰ کیلوگرم کمتر است، لازم نیست، اثرات موضعی بار تیغه‌ها در طراحی کف‌ها منظور گردد.

ت) محاسبه بار مرده کف طبقات (تیرچه و بلوک)

در این پروژه با توجه به این که کاربری ساختمان، اداری می‌باشد، جهت سبک‌سازی از تیرچه و بلوک یونولیتی جهت پوشش سقف استفاده شده و سپس در زیر آن از سقف کاذب استفاده خواهد شد.



شکل ۲-۶

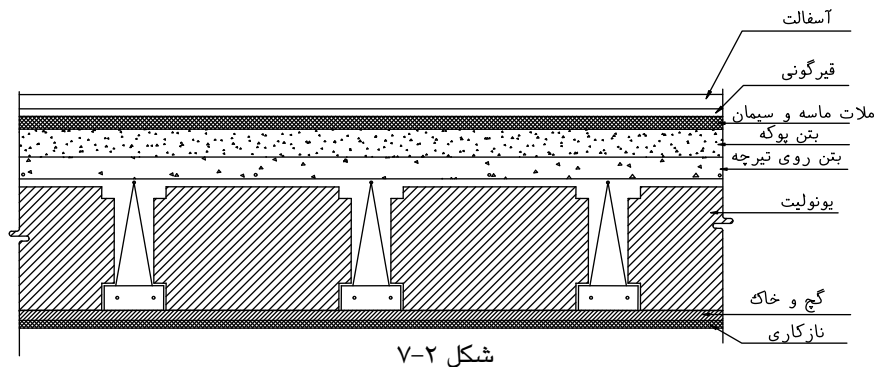
جدول ۲-۶ بار مرده کف طبقات

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۲۱	۲۱۰۰×۰/۰۱	سرامیک
۴۲	۲۱۰۰×۰/۰۲	ملات ماسه سیمان
۶۵	۱۳۰۰×۰/۰۵	بتن پوکه
۱۲۵	۲۵۰۰×۰/۰۵	بتن رویه
۱۲۵	۲۵۰۰×۰/۲۵×۰/۱×۲	تیرچه
۶/۵	۱۳۰۰×۰/۰۰۵	سفید کاری
۱۶	۱۶۰۰×۰/۰۱	گچ و خاک
۵۰		سقف کاذب
۴۵۰/۵		جمع

- نرم افزار ETABS قادر است وزن تیرچه و بتن رویه را محاسبه و به طور خودکار به سازه اعمال کند، پس باید وزن تیرچه و بتن رویه از بار مرده کف طبقات کسر گردد.
- بار معادل تیغه بندی باید به بار مرده سقف طبقات اضافه گردد و به صورت یکنواخت بر سقف اعمال شود.

پس بار مرده طبقات برابر است با: $(۴۵۰/۵ - ۲۵۰) + ۱۰۰ = ۳۰۰/۵ \text{ Kg/m}^2$

ث) محاسبه بار مرده کف طبقه بام (تیرچه و بلوک)



جدول ۷-۲ بار مرده کف طبقه بام

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۴۴	$۲۲۰۰ \times ۰/۰۲$	آسفالت
۱۵	۱۵	قیرگونی
۴۲	$۲۱۰۰ \times ۰/۰۲$	ملات ماسه سیمان
۱۳۰	$۱۳۰۰ \times ۰/۱$	بتن پوکه
۱۲۵	$۲۵۰۰ \times ۰/۰۰۵$	بتن رویه
۱۲۵	$۲۵۰۰ \times ۰/۲۵ \times ۰/۱ \times ۲$	تیرچه
۶/۵	$۱۳۰۰ \times ۰/۰۰۵$	سفید کاری
۱۶	$۱۶۰۰ \times ۰/۰۱$	گچ و خاک
۵۰		سقف کاذب
۵۵۳/۵		مجموع

$(۵۵۳/۵ - ۲۵۰) = ۳۰۳/۵ \text{ Kg/m}^2$

ج) محاسبه بار مرده پله

محاسبه بار مرده پله در فصل قبلی به طور کامل آورده شده است. مقدار آن برابر ۷۴۵ کیلوگرم بر متر مربع می باشد.

چ) بارهای زنده

طبق مبحث ششم مقررات ملی، بار زنده طبقات اداری برابر 300 Kg/m^2 و بار زنده طبقه بام برابر 150 Kg/m^2 می باشد. لازم به ذکر است در صورتی که بار برف بیش از بار زنده ارائه شده در آیین نامه باشد، مقدار بار زنده (در طبقه بام) را برابر بار برف را قرار می دهیم.

ح) خلاصه بارگذاری ثقلی

در جدول زیر خلاصه بارهای محاسبه شده در صفحات قبل به صورت گرد شده، آمده است.

جدول ۲-۱۰ خلاصه بارگذاری ثقلی

بار مرده (Kg/m^2)	بار زنده (Kg/m^2)	
۳۰۵	۲۵۰	کف طبقات اداری
۳۰۵	۱۵۰	کف طبقه بام
۲۵۰	-	دیوار پیرامونی
۷۴۵	۳۵۰	پله

۲.۵.۲ بارگذاری لرزه‌ای**الف) وزن ساختمان، W**

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ وزن ساختمان‌های اداری برابر بار مرده با اضافه ۲۰ درصد بار زنده می باشد.

ب) نسبت شتاب مبنای طرح، A

نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق مختلف کشور، بر اساس خطر لرزه خیزی منطقه تعیین می گردد.

با توجه به این که شهر تهران جزء مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد می باشد، لذا شتاب
مبنای طرح برابر ۰/۳۵ می باشد.

پ) ضریب اهمیت ساختمان، I

با توجه به این که ساختمان‌های اداری جزو گروه ۳ (با اهمیت متوسط) می باشد، لذا
ضریب اهمیت آن برابر ۱/۰ می باشد.

ت) ضریب بازتاب ساختمان، B

ضریب بازتاب ساختمان بیانگر نحوه پاسخ ساختمان به حرکت زمین است. این ضریب
با استفاده از روابط زیر به دست می آید.

$$\begin{aligned} B &= 1 + S(T/T_0) & 0 \leq T \leq T_0 \\ B &= S + 1 & T_0 \leq T \leq T_S \\ B &= (S+1)(T_S/T)^{2/3} & T \geq T_S \end{aligned}$$

خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	خطر نسبی کم و متوسط	T_S	T_0	گروه
S	S			
۱/۵	۱/۵	۰/۴	۰/۸	I
۱/۵	۱/۵	۰/۵	۰/۸	II
۱/۷۵	۱/۷۵	۰/۷	۰/۸۵	III
۱/۷۵	۲/۲۵	۱/۰	۰/۸۵	IV

در روابط بالا T زمان تناوب اصلی سازه بوده و از روابط زیر بدست می آید.

$$\begin{aligned} T &= 0.08H^{3/4} && \text{سیستم قاب خمشی فولادی} \\ T &= 0.07H^{3/4} && \text{سیستم قاب خمشی بتنی} \\ T &= 0.05H^{3/4} && \text{برای ساختمان های با سایر سیستم ها} \end{aligned}$$

طبق آیین نامه ۲۸۰۰، در صورتی که وزن خرپشه از ۲۵ درصد وزن طبقه بام کمتر باشد
ارتفاع سازه از تراز پایه تا طبقه بام محاسبه می شود. این ضابطه از آیین نامه را می توان به
طور تقریبی با تقسیم مساحت طبقه خرپشته به مساحت طبقه بام کنترل کرد.

$$\frac{25 \times 5}{31.1 \times 19.9} = 20.1\% < 25\% \quad \text{OK} \Rightarrow H = 37.4\text{m}$$

با توجه به این که سازه دارای ارتفاع ۳۷/۴ متر و سیستم قاب خمشی می‌باشد، تناوب سازه از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$T = 0.05 \times H^{3/4}, H = 37.4 \Rightarrow T = 0.05 \times 37.4^{3/4} = 0.75 \text{ sec}$$

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰، می‌توان تناوب اصلی سازه را به روش‌های تحلیلی محاسبه کرد، به شرطی که از ۱/۲۵ برابر مقدار به دست آمده از رابطه بالا بیشتر نباشد. لذا در این مرحله تناوب به دست آمده در بالا را ۲۵٪ افزایش داده بعد از تحلیل سازه مقدار واقعی آن را کنترل خواهیم کرد.

$$T = 0.75 \times 1.25 = 0.94 \text{ Sec}$$

با توجه به این که زمین محل احداث سازه نوع ۳ بوده و تناوب سازه بیش از ۰/۷ می‌باشد، لذا ضریب بازتاب سازه از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$B = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right)^2 = (1.75 + 1) \left(\frac{0.7}{0.94} \right)^2 = 2.25$$

ث) ضریب رفتار ساختمان، R

ضریب رفتار ساختمان در برگیرنده آثار عواملی از قبیل شکل پذیری، درجه نامعینی و اضافه مقاومت موجود در سازه است. این ضریب با توجه به نوع سیستم باربر جانبی سازه و طبق (جدول ۲-۷) تعیین می‌گردد. برای مثال این ضریب برای ساختمان‌های با سیستم قاب خمشی و دیوارهای برشی با شکل پذیری متوسط برابر ۸ می‌باشد.

جدول ۷-۲

سیستم سازه ای	سیستم مقاوم سازه ای	R	(H_m متر)
الف. سیستم دیوارهای باربر	۱ - دیوار های برشی بتن مسلح ویژه	۷	۵۰
	۲ - دیوار های برشی بتن مسلح متوسط	۶	۵۰
	۳ - دیوار های برشی بتن مسلح معمولی	۵	۳۰
	۴ - دیوار های برشی با مصالح بنایی مسلح	۴	۱۵
ب. سیستم قاب ساختمانی ساده	۱ - دیوار های برشی بتن مسلح ویژه	۸	۵۰
	۲ - دیوار های برشی بتن مسلح متوسط	۷	۵۰
	۳ - دیوار های برشی بتن مسلح معمولی	۵	۳۰
	۴ - دیوار های برشی با مصالح بنایی مسلح	۴	۱۵
	۵ - مهاربندی برون محور فولادی	۷	۵۰
	۶ - مهاربندی هم محور فولادی	۶	۵۰
پ. سیستم قاب خمشی	۱ - قاب خمشی بتن مسلح ویژه	۱۰	۱۵۰
	۲ - قاب خمشی بتن مسلح متوسط	۷	۵۰
	۳ - قاب خمشی بتن مسلح معمولی	۴	-
	۴ - قاب خمشی فولادی ویژه	۱۰	۱۵۰
	۵ - قاب خمشی فولادی متوسط	۷	۵۰
	۶ - قاب خمشی فولادی معمولی	۵	-
ت. سیستم دوگانه یا ترکیبی	۱ - قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی) + دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه	۱۱	۲۰۰
	۲ - قاب خمشی متوسط + دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط	۸	۷۰
	۳ - قاب خمشی فولادی متوسط + دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط	۸	۷۰
	۴ - قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربندی برون محور فولادی	۱۰	۱۵۰
	۵ - قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربندی هم محور فولادی	۹	۱۵۰
	۶ - قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربندی برون محور فولادی	۷	۷۰
	۷ - قاب خمشی فولادی متوسط + مهاربندی هم محور فولادی	۷	۷۰

حال طبق اطلاعات به دست آمده در بالا می توان ضریب زلزله را طبق آیین نامه ۲۸۰۰

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 \times 2.25 \times 1.0}{8} = 0.098 \quad \text{به دست آورد.}$$

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ در صورتی که تناوب سازه از 0.7 ثانیه بیشتر باشد، یک نیروی جانبی اضافی (نیروی شلاقی) به مقدار $F_I = 0.07 \times T \times V$ (با ثابت بودن برش پایه) در تراز طبقه بام وارد خواهد شد. برای اعمال این اثر به سازه، می‌توان توزیع نیروی زلزله را محاسبه کرده و به صورت دستی به مدل اعمال کرد و یا باید از آیین‌نامه UBC در توزیع نیروی زلزله استفاده کرد. در این پروژه با معادل کردن آیین‌نامه ۲۸۰۰ با آیین‌نامه UBC، از آیین‌نامه UBC به جای آیین‌نامه ۲۸۰۰ در توزیع زلزله در سازه استفاده خواهیم کرد. برای معادل سازی آیین‌نامه ۲۸۰۰ با آیین‌نامه UBC به ترتیب زیر عمل می‌کنیم. طبق آیین‌نامه UBC برش پایه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V = \frac{ZIC}{R_w} W$$

$$C = \frac{1.25S}{T^{\frac{2}{3}}}$$

$$C \leq 2.75$$

$$C \geq 0.075R_w$$

$$C \geq 0.6$$

در رابطه بالا Z ، نسبت شتاب مبنا (معادل A در آیین‌نامه ۲۸۰۰)، ضریب I برابر ضریب اهمیت، ضریب C برابر ضریب بازتاب (معادل B در آیین‌نامه ۲۸۰۰)، W برابر وزن سازه و R_w برابر ضریب رفتار ساختمان می‌باشد. با مساوی قرار دادن عبارت $\frac{ZIC}{R_w}$ از آیین‌نامه UBC با عبارت $\frac{ABI}{R}$ از آیین‌نامه ۲۸۰۰ می‌توان این دو آیین‌نامه را معادل کرد.

$$\frac{ZIC}{R_w} = \frac{ABI}{R} \Rightarrow C = B \Rightarrow \frac{1.25S_{UBC}}{T^{\frac{2}{3}}} = B = 2.25 \Rightarrow S_{UBC} = \frac{2.25 \times 0.94^{\frac{2}{3}}}{1.25} = 1.73$$

مقدار S آیین‌نامه UBC بشرح فوق به دست می‌آید.

حال با قرار دادن $1/73$ به جای S_{UBC} در رابطه برش پایه آیین‌نامه UBC همان برش پایه آیین‌نامه ۲۸۰۰ که همان 0.098 می‌باشد به دست خواهد آمد. بنابراین می‌توان از آیین‌نامه UBC به جای آیین‌نامه ۲۸۰۰ استفاده کرد به شرط آنکه S آیین‌نامه UBC را $1/73$ قرار داد. توجه شود که در اینجا ما از آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران استفاده می‌کنیم، فقط جهت اعمال اثر شلاقی از توزیع نیروی جانبی آیین‌نامه UBC طوری استفاده می‌کنیم که ضرایب لرزه‌ای منطبق بر آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران باشد.

۶.۲ ترکیبات بار طراحی

۱.۶.۲ ترکیبات بار طراحی نوع یک

مطابق آیین‌نامه ACI ترکیبات (جدول ۲-۸) را برای طراحی سازه اعمال خواهیم کرد.

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰، در صورتی که ارتفاع سازه از بیشتر از ۱۸ متر و یا تعداد طبقات آن بیش از ۵ طبقه باشد، محاسبه ساختمان در برابر لنگر پیچشی الزامی است.

جدول ۲-۸ ترکیبات بار نوع یک

نام ترکیب	ترکیبات بار طراحی	نام ترکیب	ترکیبات بار طراحی
COMB1	1.4DL	COMB14	1.05DL+1.275LL-1.4EYP
COMB2	1.4DL+1.7LL	COMB15	1.05DL+1.275LL+1.4EXN
COMB3	1.05DL+1.275LL+1.4EX	COMB16	1.05DL+1.275LL-1.4EXN
COMB4	1.05DL+1.275LL-1.4EX	COMB17	1.05DL+1.275LL+1.4EYN
COMB5	1.05DL+1.275LL+1.4EY	COMB18	1.05DL+1.275LL-1.4EYN
COMB6	1.05DL+1.275LL-1.4EY	COMB19	0.9DL+1.43EXP
COMB7	0.9DL+1.43EX	COMB20	0.9DL-1.43EXP
COMB8	0.9DL-1.43EX	COMB21	0.9DL+1.43EYP
COMB9	0.9DL+1.43EY	COMB22	0.9DL-1.43EYP
COMB10	0.9DL-1.43EY	COMB23	0.9DL+1.43EXN
COMB11	1.05DL+1.275LL+1.4EXP	COMB24	0.9DL-1.43EXN
COMB12	1.05DL+1.275LL-1.4EXP	COMB25	0.9DL+1.43EYN
COMB13	1.05DL+1.275LL+1.4EYP	COMB26	0.9DL-1.43EYN

همانطور که مشخص است ۱۰ ترکیب اول همان ترکیباتی هستند که در مثال اول برای سازه بتن آرمه ۵ طبقه مطابق آیین‌نامه ACI استفاده شده بود. (جدول ۱-۱۴) و ترکیبات ۱۱ به بعد به این دلیل اضافه شده‌اند که تعداد طبقات این پروژه بیش از ۵ بوده لذا باید لنگر پیچشی حتماً لحاظ شود. لازم بذکر است بدین منظور کافی است در ترکیبات بار طراحی بجای حالت‌های بار EX و EY حالت‌های بار EXP و EXN جایگزین شده و این ترکیبات (COMB11 الی COMB26) به ترکیبات قبلی (COMB1 الی COMB10) اضافه گردد. ولی ترکیبات بار کنترل تغییر مکان همان ترکیب قبلی DIS1 الی DIS4 ثابت بوده و طبق جدول ۲-۹ می‌باشند.

۲.۶.۲ ترکیبات بار کنترل تغییرمکان

جهت کنترل سازه برای تغییرمکان جانبی مرکز جرم، از ترکیبات بار (جدول ۲-۹) استفاده خواهد شد.

جدول ۲-۹ ترکیبات بار کنترل تغییرمکان

نام ترکیب	ترکیبات بار
DIS1	EX
DIS2	-EX
DIS3	EY
DIS4	-EY

EY نیروی استاتیکی زلزله در جهت Y

EX نیروی استاتیکی زلزله در جهت X

EXP نیروی استاتیکی زلزله در جهت X با ۵٪ خروج از مرکزیت مثبت

EXN نیروی استاتیکی زلزله در جهت X با ۵٪ خروج از مرکزیت منفی

EYP نیروی استاتیکی زلزله در جهت Y با ۵٪ خروج از مرکزیت مثبت

EYN نیروی استاتیکی زلزله در جهت Y با ۵٪ خروج از مرکزیت منفی


۷.۲ ساخت مدل

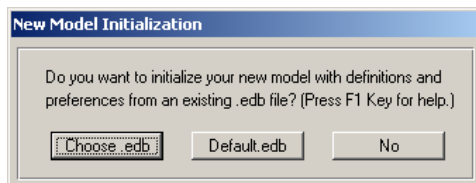
۱.۷.۲ ترسیم خطوط شبکه

اکنون تمامی پارامترهای لازم برای تحلیل و طراحی یک سازه فراهم شده است، حال به صورت گام به گام شروع به ساخت مدل می‌کنیم.

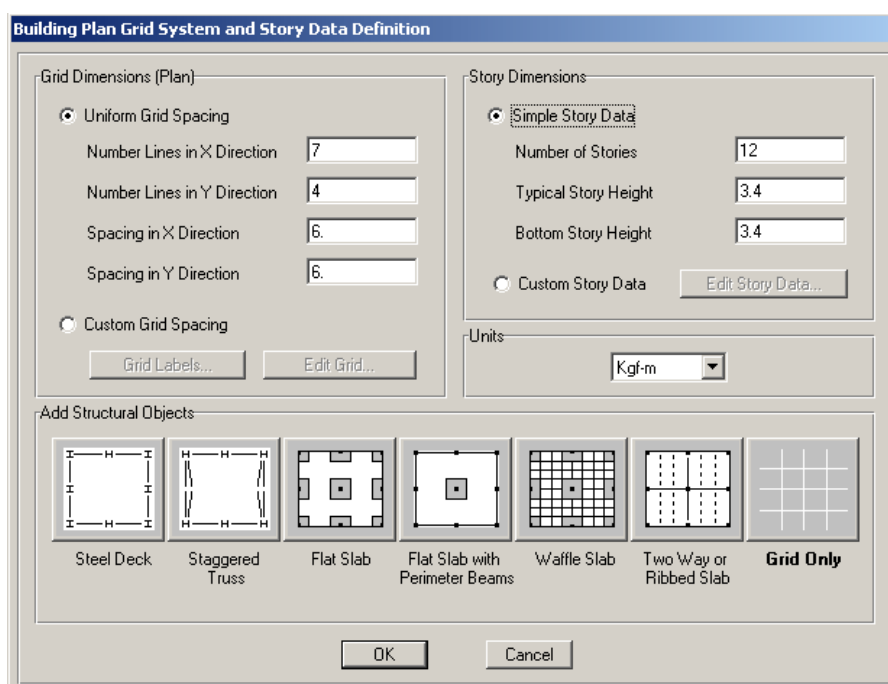
■ نرم‌افزار ETABS را راه اندازی کرده و از منوی کشویی واحدها (گوشه پایین سمت راست)، سیستم واحد آن را به Kgf-m تغییر دهید.



■ از منوی File گزینه New model را انتخاب 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 نمایان گردد.

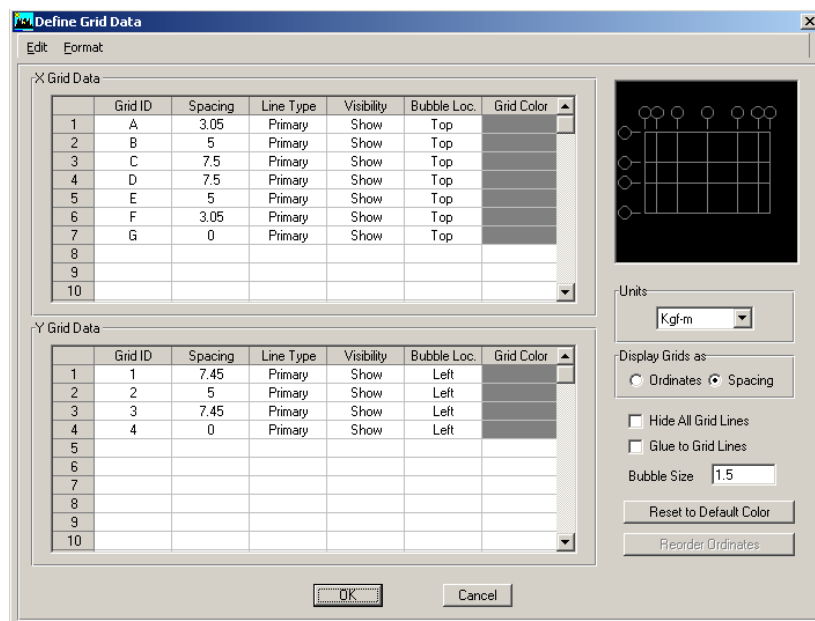


در جعبه باز شده:

◀ در قسمت Number Line X Direction تعداد خطوط شبکه در جهت X را ۷ و در قسمت Number Line Y Direction تعداد خطوط شبکه در جهت Y را ۴ وارد کنید.

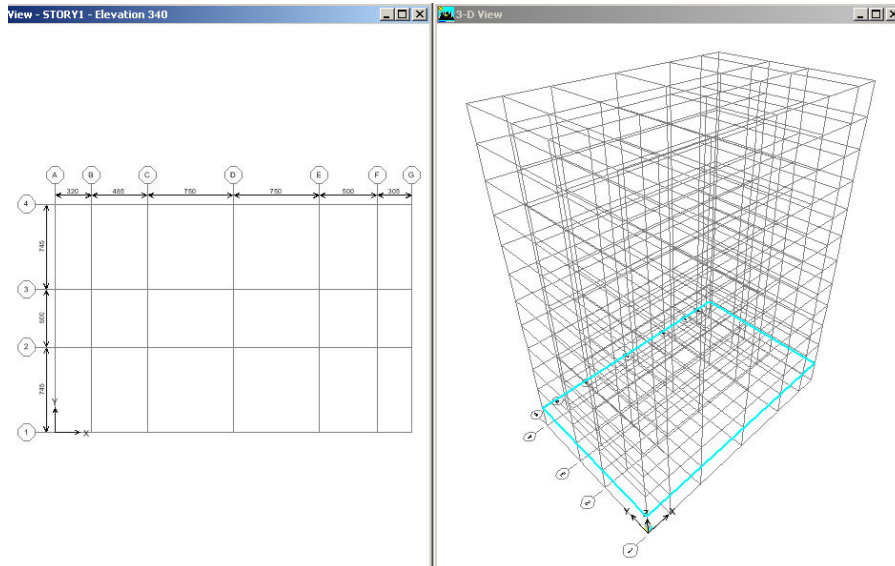
◀ در قسمت Number of Story تعداد طبقات را ۱۲ (با احتساب طبقه خرپشته)، در قسمت Typical Story Height ارتفاع طبقات مشابه را ۳/۴ متر و در قسمت Bottom Story Height ارتفاع طبقه پیلوت را نیز ۳/۴ متر وارد کنید.

◀ با توجه به اینکه در پلان سازه، فاصله خطوط شبکه مساوی نیستند، لذا گزینه Custom Grid Space را فعال کرده، دکمه Edit Grid را کلیک کنید تا جعبه Define Grid Data نمایان گردد.




در جعبه باز شده:

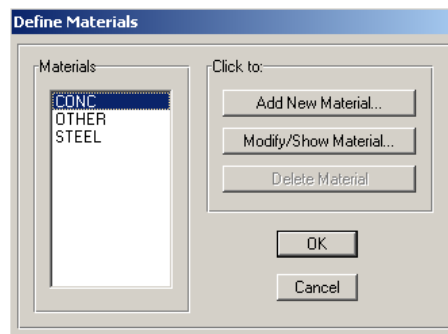
- ✓ در قسمت Display Grid as، گزینه Spacing را انتخاب نمایید تا موقعیت خطوط شبکه توسط فاصله هر یک از خطوط از یکدیگر مشخص گردد.
- ✓ با توجه به پلان معماری، در قسمت X Grid Data در ستون Spacing به ترتیب اعداد $3/05$ ، 5 ، $7/5$ ، $7/5$ ، 5 ، $3/05$ و صفر را وارد کنید.
- ✓ در قسمت Y Grid Data در ستون Spacing به ترتیب اعداد $7/45$ ، 5 ، $7/45$ و صفر را وارد نمایید.
- ✓ دکمه OK را کلیک کرده تا به جعبه قبلی باز گردیم.
- در این جعبه نیز دکمه OK را کلیک کنید تا مدل اولیه سازه به صورت گرافیکی مطابق (شکل ۲-۸) ترسیم گردد



شکل ۲-۸ خطوط شبکه

۲.۷.۲ تعریف مشخصات مصالح

در این مرحله می خواهیم مشخصات تحلیل و طراحی مصالح را وارد کنیم. ■ دستور Define > Material Properties را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Materials Define 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 جعبه باز شده:

در قاب **Type of Material**

✓ نوع مصالح بتنی را IsoTropic (همگن) را انتخاب کنید.

در قاب **Analyse Property Data** (مشخصات تحلیل سازه)

✓ در قسمت Mass Per Unit Volume، مقدار جرم واحد حجم بتن را ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد کنید.

✓ در قسمت Weight Per Unit Volume، مقدار وزن واحد حجم بتن را ۲۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد کنید.

✓ در قسمت Modules Of Elasticity، مقدار مدول الاستیسیته بتن را ۲/۱۹E۹ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

✓ در قسمت poisson's Ratio، مقدار ضریب پواسون بتن مسلح را ۰/۲ وارد کنید.

در قاب **Design Property Data** (مشخصات طراحی سازه)

✓ در قسمت Specified Conc Comp Strength, f'c، مقاومت مشخصه بتن را $2/5 \times 10^6$ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

✓ در قسمت Bending Reinf. Yield Stress, fy، تنش تسلیم آرماتورهای خمشی را 4×10^7 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

✓ در قسمت Shear Reinf. Yield Stress, fys، تنش تسلیم آرماتورهای خمشی را 3×10^7 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.


✓ نیاز به تغییر سایر مشخصات نیست. حال روی دکمه OK کلیک کنید.
در این پروژه نیازی به اصلاح مشخصات و خواص مصالح فولادی (STELL) نیست.

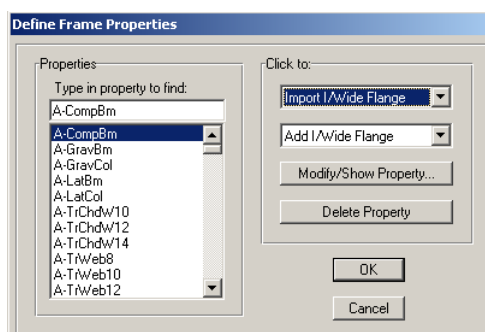
۳.۷.۲ معرفی مقاطع بتنی

در این مرحله مقاطع مستطیلی شکل بتنی را برای تیرها و ستون‌ها معرفی می‌کنیم. همان گونه که در ابتدا نیز ذکر شد تنها از چند مقطع محدود در طراحی استفاده خواهیم کرد.

الف) معرفی مقطع ستون‌ها

در این قسمت مقطع ستون طبقه اول، یعنی ستون مستطیلی شکل به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتیمتر معرفی خواهیم کرد. معرفی بقیه مقاطع بر عهده خواننده واگذار می‌شود. برای این منظور:

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



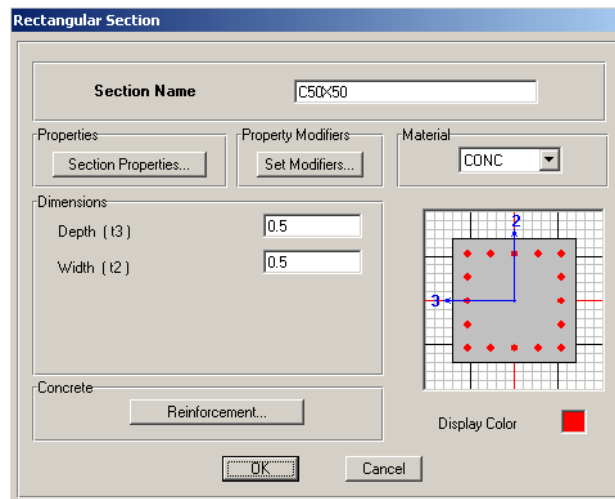
در جعبه باز شده:

با توجه به این که ما در این پروژه از چند مقطع محدود استفاده می‌کنیم، لذا از قسمت Properties تمامی مقاطع پیش فرض نرم‌افزار را پاک کرده تا کار با جعبه مقاطع ساده‌تر شود.

برای این منظور:

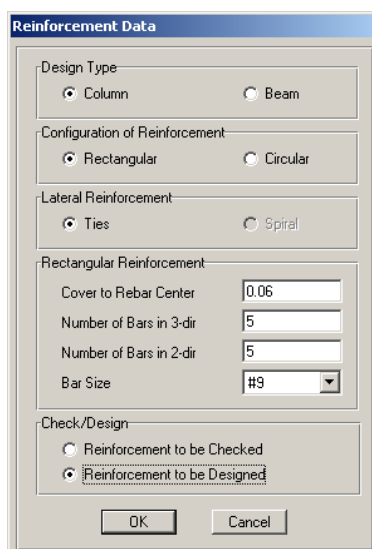
◀ از قاب Properties، توسط ماوس تمامی مقاطع را انتخاب کرده و روی دکمه Delete Property کلیک کنید.

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



در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Section Name، نام C50X50 را وارد کنید.
- ✓ در قسمت Depth و Width ابعاد مقطع را ۰/۵ متر وارد کنید.
- ✓ از قسمت Material، جنس مقطع را CONC را انتخاب کنید.
- ✓ روی دکمه Reinforcement کلیک کنید، تا جعبه Reinforcement Data نمایان گردد.

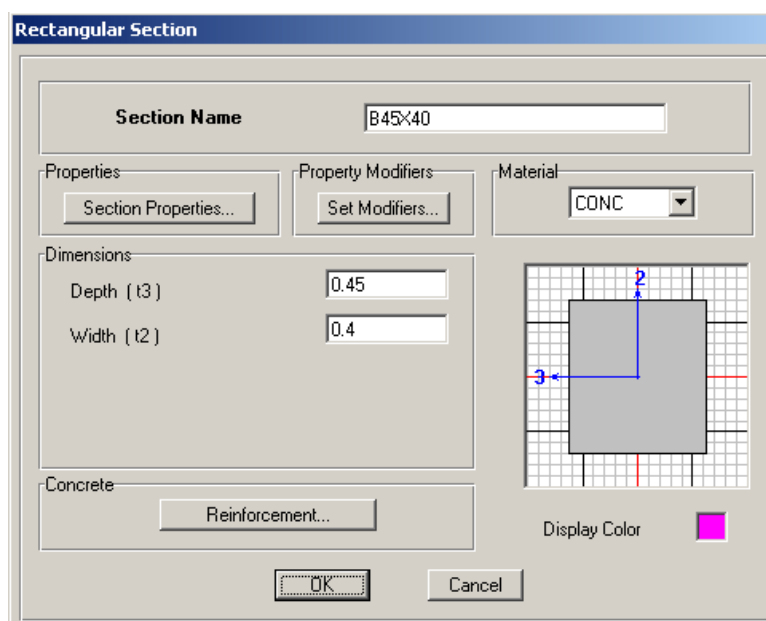


در جعبه باز شده:

- ✓ 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 ۰/۰۶ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Number of Bars in 3-dr و Number of Bars in 2-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 بازگردیم.
- ✓ در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید تا مقطع ستون C50X50 تعریف شود.

(ب) معرفی مقاطع تیرها

- در جعبه Define Frame Properties از قسمت Click To از منوی کشویی دوم گزینه Add Rectangular را انتخاب کنید، تا جعبه Rectangular Section نمایان گردد.




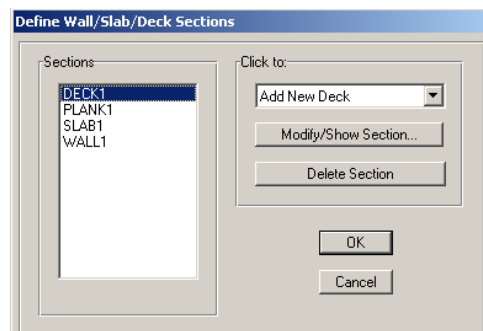
- ◀ در قسمت Section Name ، نام B45x40 و در قسمت Width و Depth عمق و عرض مقطع را به ترتیب ۰/۴۵ و ۰/۴۰ متر وارد کنید.
- ◀ از قسمت Material، مشخصه CONC را انتخاب کنید.
- ◀ روی دکمه Reinforcement کلیک کنید تا جعبه Reinforcement Data نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

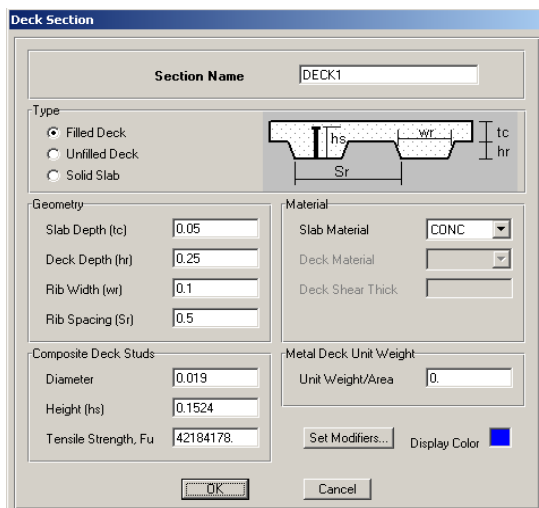
- ✓ از قسمت Design Type نوع المان را Beam (تیر) انتخاب کنید.
 - ✓ از قسمت Concrete Cover To Rebar مقدار کاور آرماتورهای بالایی (Top) و پایینی (Bottom) را ۰/۰۷ متر وارد کنید
 - ✓ روی دکمه OK دو بار کلیک کنید.
- سایر مقاطع تیرها را به همین ترتیب معرفی نمایید.

۴.۷.۲ معرفی نوع سیستم سقف / دیوار

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



- ◀ از قسمت Sections، گزینه DECK1 را انتخاب کرده و روی دکمه Modify/Show section کلیک کنید تا جعبه Deck Section نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Slab Depth ضخامت دال بتنی روی تیرچه‌ها را ۰/۰۵ متر وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Deck Depth عمق تیرچه را ۰/۲۵ متر وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Rip Width عرض تیرچه‌ها را ۰/۱ متر وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Rip Spacing فاصله بین تیرچه‌ها را ۰/۵ متر وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Unit Weight/Area وزن واحد ورق فولادی تحتانی تیرچه را برابر صفر قرار دهید. در سقف‌های تیرچه و بلوک موجود در ایران چنین ورقی به کار نمی‌رود.
 - ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.
- با توجه به این که در این سازه قصد داریم که از سه نوع دیوار به ضخامت‌های ۰/۲۵ و ۰/۳ و ۰/۳۵ متر (طبق جدول ۲-۳) استفاده نماییم در ابتدا باید مشخصات عمومی این دیوارها را تعریف نماییم، برای معرفی مشخصات دیوارهای برشی به ترتیب زیر عمل کنید:


◀ در جعبه Deck Section از منوی کشویی، گزینه Add New Wall را انتخاب کنید تا جعبه Wall/Slab Section نمایان گردد.

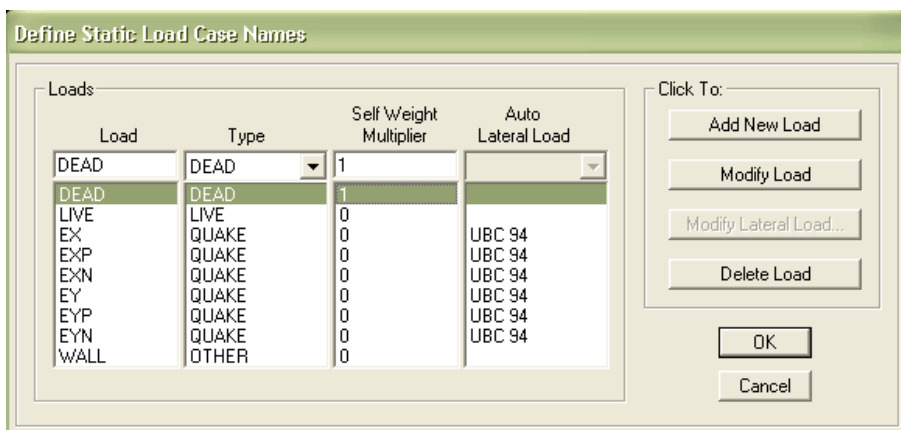
در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Section Name نام WALL25 را وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Membrane و Bending ضخامت غشایی و خمشی را ۰/۲۵ متر وارد کنید
 - ✓ در قسمت Type گزینه Shell را انتخاب کنید.
 - ✓ روی دکمه OK دو بار کلیک کنید.
- برای تعریف سایر دیوارها یعنی دیوارهای WALL30 و WALL35 به روش مشابه عمل می‌کنیم.

۵.۷.۲ معرفی حالات بار

در این مرحله از مدل سازی، حالات بار استاتیکی را به نرم افزار معرفی خواهیم کرد. همانگونه که قبلاً نیز گفته شد، برای معرفی حالات بار استاتیکی، به دلیل وجود اثر شلاقی در سازه مجبور به استفاده از آیین نامه UBC به جای آیین نامه ۲۸۰۰ شده، لذا آیین نامه UBC را با آیین نامه ۲۸۰۰ معادل کردیم. حال حالات بار استاتیکی در آیین نامه UBC به ترتیب زیر معرفی می‌نماییم.

- دستور > Static load Cases Define را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Static Load Case Names نمایان گردد.



در این جعبه حالات بار مرده و زنده به طور پیش فرض تعریف شده‌اند و ما باید حالت بار EX (زلزله در جهت X) و EY (زلزله در جهت Y) و همچنین حالات باری EXP، EXN، EYP و EYN و حالت باری WALL (جهت معرفی درست وزن سازه) را تعریف کنیم.

الف) معرفی حالت بار EX

- ◀ در قسمت Load، نام EX (زلزله در جهت X) را تایپ کنید.
- ◀ در قسمت Type نوع بار را QUAKE (لرزه ای) انتخاب کنید.
- در قسمت Self Weight Multiplier، عدد 0 را وارد کنید. این عدد ضریبی برای محاسبه وزن اسکلت سازه می باشد. این ضریب برای بار مرده برابر ۱ و برای بارهای دیگر برابر صفر قرار می دهیم.

◀ در قسمت Auto Lateral load، آیین نامه UBC94 را انتخاب کنید.

◀ روی دکمه Add New Load را کلیک کنید.

◀ روی دکمه Modify lateral load کلیک کنید تا جعبه،

User Defined Seismic Loading نمایان گردد.

کلیه پارامترهای موجود در جعبه بالا در قسمت بارگذاری، معرفی شده‌اند. طبق محاسبات انجام شده در قسمت بارگذاری لرزه‌ای داریم:

- ✓ از قسمت Direction and Eccentricity، گزینه X Dir (زلزله در جهت X) را انتخاب کنید.
- ✓ در قسمت Time Period، گزینه User Defined را فعال کرده و تناوب سازه را برابر 0.94 ثانیه وارد کنید.
- ✓ در قسمت Numerical Coefficient, R_w مقدار ضریب رفتار یعنی 8 را وارد کنید.
- ✓ در قسمت Seismic Coefficients، گزینه User Defined را فعال کرده و نسبت شتاب مبنای طرح را برابر 0.35 وارد کنید.
- ✓ با توجه به این که در قسمت Site Coefficient نمی‌توان مقدار $1/73$ را برای پارامتر S وارد کرد (فقط می‌توان اعداد مشخص پیش‌فرض را وارد کرد) و از طرفی پارامترهای S و I در رابطه برش پایه، به یکدیگر ضرب می‌شود و خاصیت جابجایی دارند پس می‌توان پارامترهای فوق را به جای یکدیگر وارد کرد. لذا در قسمت Importance Factor مقدار پارامتر S یعنی $1/73$ و در قسمت Site Coefficient مقدار پارامتر I، یعنی $1/0$ را وارد کنید.

✓ در قسمت Story Range، طبقه Top Story را به STORY11 عوض کنید تا نیروی زلزله از تراز پایه تا تراز طبقه بام توزیع شود و به طبقه خرپشته نیروی زلزله وارد نشود.
 ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.

ب) معرفی حالت بار EY

برای تعریف حالت بار EY همانند حالت بار EX عمل کنید با این تفاوت که در قسمت Direction and Eccentricity، به جای گزینه XDir، گزینه YDir را انتخاب کنید.

پ) معرفی حالت بار WALL

■ در جعبه Define Static Load Case Names در قسمت Load، نام WALL را وارد کرده و در قسمت Type نوع بار را OTHER را انتخاب کرده، سپس روی دکمه Add New Load کلیک کنید.
 ■ حال روی دکمه OK دو بار کلیک کنید.

ت) معرفی حالت بار EXP

برای تعریف حالت بار EXP همانند حالت بار EX عمل کنید با این تفاوت که در قسمت Direction and Eccentricity، به جای گزینه XDir، گزینه XDir+EccenY را انتخاب کنید.

ث) معرفی حالت بار EXN

برای تعریف حالت بار EXN همانند حالت بار EX عمل کنید با این تفاوت که در قسمت Direction and Eccentricity، به جای گزینه XDir، گزینه XDir-EccenY را انتخاب کنید.

ج) معرفی حالت بار EYP

برای تعریف حالت بار EYP همانند حالت بار EY عمل کنید با این تفاوت که در قسمت Direction and Eccentricity، به جای گزینه YDir، گزینه YDir+EccenX را انتخاب کنید.

برای تعریف حالت بار EXN همانند حالت بار EX عمل کنید با این تفاوت که در قسمت Direction and Eccentricity، به جای گزینه XDir، گزینه XDir-EccenY را انتخاب کنید.


چ) معرفی حالت بار EYN

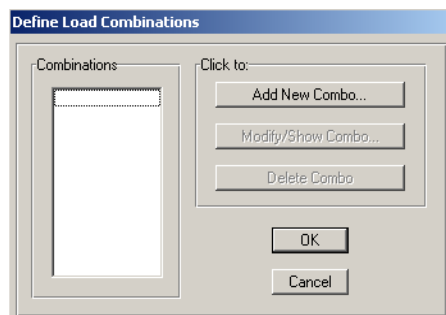
برای تعریف حالت بار EYN همانند حالت بار EY عمل کنید با این تفاوت که در قسمت Direction and Eccentricity، به جای گزینه YDir، گزینه YDir-EccenX را انتخاب کنید.

۶.۷.۲ معرفی ترکیبات بار

در این قسمت ترکیب بار COMB3 را معرفی می‌کنیم و وارد کردن بقیه ترکیبات به خواننده واگذار می‌شود.

ترکیب COMB3 عبارت است از: $1.05DL+1.275LL+1.4EX$

■ دستور Define > Load Combination را اجرا کنید. یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Load Combination نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ روی دکمه Add New Combo... کلیک کنید تا جعبه Load Combination Data

نمایان گردد.


Case Name	Scale Factor
DEAD Static Load	1.05
DEAD Static Load	1.05
LIVE Static Load	1.275
EX Static Load	1.4

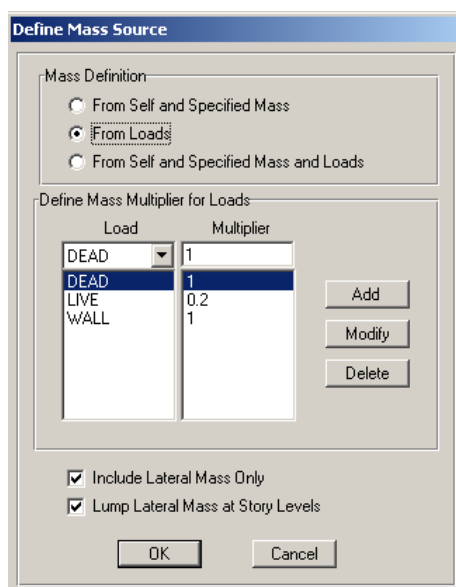
در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Load Combination Name نام COMB3 را وارد کنید.
 - ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار DEAD Static Load را انتخاب کنید و در قسمت Scale Factor ضریب بار آن را برابر ۱/۰۵ تایپ کنید و روی دکمه Add کلیک کنید.
 - ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار LIVE Static Load را انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضریب ۱/۲۷۵ را تایپ کرده و روی دکمه Add کلیک کنید.
 - ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار EX Static Load را انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضریب ۱/۴ را تایپ کرده و روی دکمه Add کلیک کنید.
 - ✓ روی دکمه OK دو بار کلیک کنید.
- بقیه ترکیبات را به طور کامل همانند ترکیب COMB3 معرفی نمایید.

۷.۷.۲ معرفی روش تعیین جرم

طبق آیین نامه ۲۸۰۰، وزن سازه برای محاسبه بار زلزله، برابر است با بار مرده با اضافه ۲۰ درصد بار زنده برای ساختمان‌های اداری می باشد. برای اعمال این بند از آیین نامه ۲۸۰۰ به نرم افزار، به ترتیب زیر عمل نمایید:

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




Load	Multiplier
DEAD	1
DEAD	1
LIVE	0.2
WALL	1

در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت **Mass Definition**، گزینه **From Load** را انتخاب کنید تا جرم سازه بر اساس بارهای وارد شده به سازه محاسبه شود.
- ◀ ترکیب بار **DL+WALL+0.2LL** را معرفی کنید. (نحوه تعریف کردن مشابه معرفی ترکیبات بار است)
- ◀ روی دکمه **OK** کلیک کنید.

۸.۷.۲ ترسیم ستون، تیر و دیوار برشی

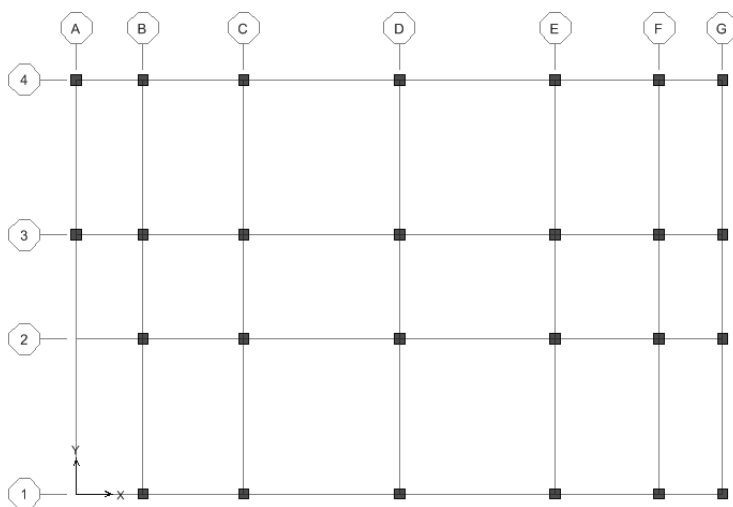
الف) ترسیم ستون

- برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.


Property	C45x45
Moment Releases	Continuous
Angle	0.
Plan Offset X	0.
Plan Offset Y	0.

در جعبه باز شده:


- ◀ در قسمت Property، ستون را C45x45 انتخاب کرده و در قسمت Moment Releases، گزینه Continuous را جهت معرفی اتصال گیرداری انتخاب کنید.
- با توجه به پلان معماری، برای ترسیم ستون‌ها، در پلان سازه در محل قرارگیری ستون‌ها کلیک کنید. (مطابق شکل ۹-۲)



شکل ۹-۲

- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.

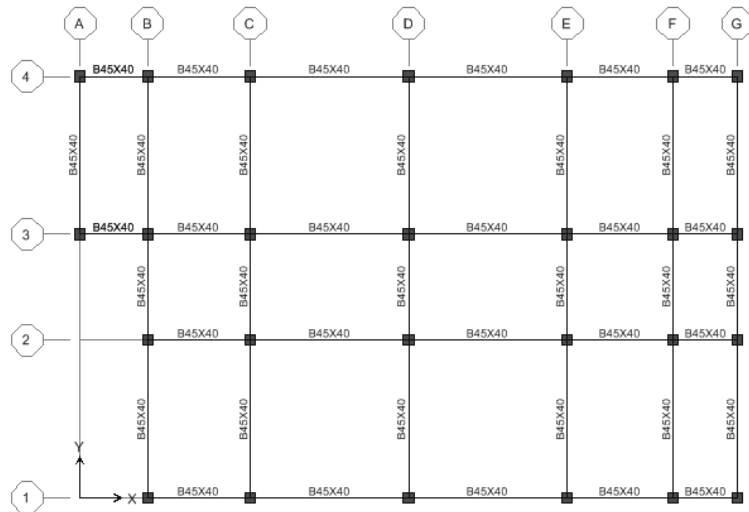
ب) ترسیم تیرها

- برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Line Object > Draw Line را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید. جعبه Properties of Object نمایان می‌شود.


Type of Line	Frame
Property	B45X40
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>

در جعبه باز شده:


- ◀ در قسمت Property، تیر B45X40 را انتخاب کرده و در قسمت Moment Releases گزینه Continuous را انتخاب کنید
- با توجه به پلان سازه، با کلیک در ابتدا و انتهای تیر روی خطوط شبکه، تیرها را تک تک رسم کنید. (مطابق شکل ۱۰-۲)

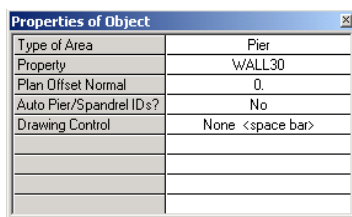


شکل ۱۰-۲

- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.

پ) ترسیم دیوار برشی

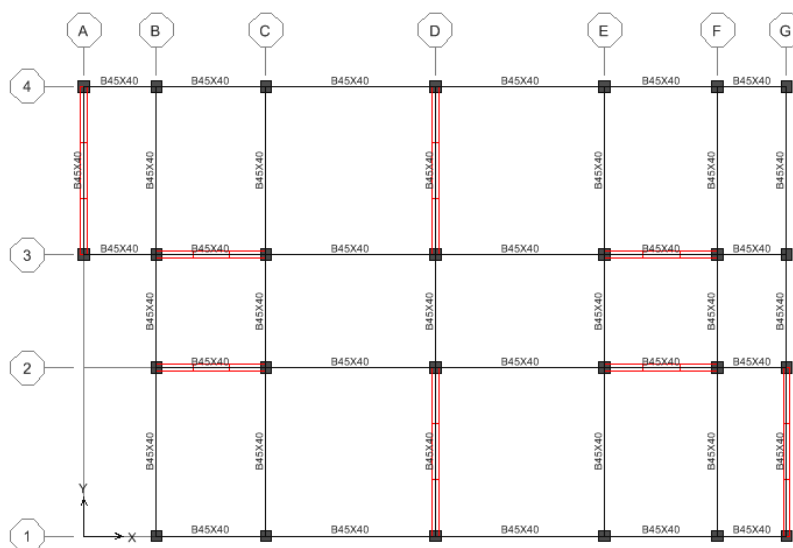
- برنامه را در حالت All Stories قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Area Objects > Draw Walls (Plan) را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.




در جعبه باز شده:

◀ از قسمت Property دیوار WALL30 را انتخاب کنید.

- در محل قرارگیری دیوار برشی در پلان سازه با کلیک در ابتدا و انتهای دیوار (بین دو ستون)، آن را رسم کنید. (مطابق شکل ۱۱-۲)




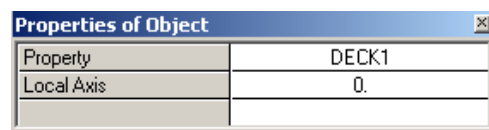
شکل ۱۱-۲

- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.

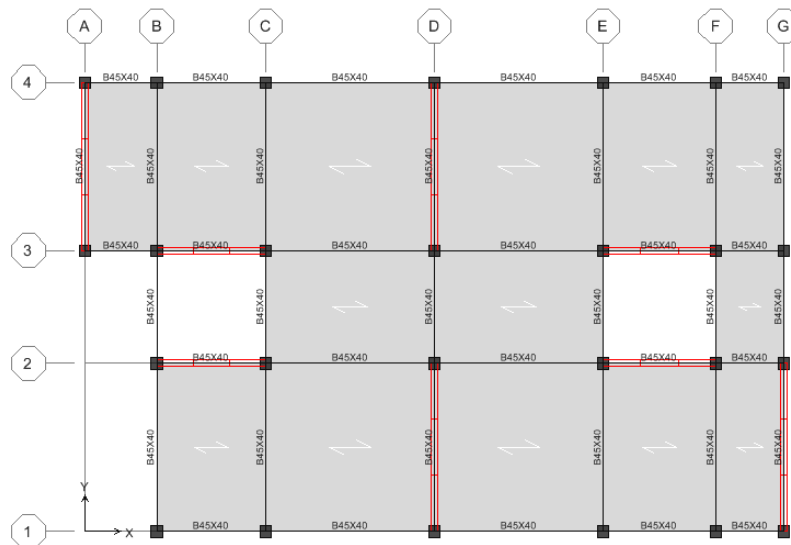
۹.۷.۲ ترسیم المان‌های سطحی

الف) ترسیم سیستم سقف تیرچه و بلوک طبقات

- برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Area object > Create Areas at Click را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.





- ◀ در قسمت Property، حالت DECK1 (سیستم تیرچه و بلوک) را انتخاب کرده و با توجه به پلان سازه، در محل قرارگیری پانل سقف‌ها یک بار کلیک کنید. (مطابق شکل ۱۲-۲).






شکل ۱۲-۲


ب) ترسیم فضای خالی اتاق پله



- ابتدا برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Area object > Create Areas at Click را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.
- ◀ در جعبه باز شده، از قسمت Property گزینه OPENING را انتخاب کرده و در پلان سازه بر روی پانل اتاق پله کلیک کنید.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.

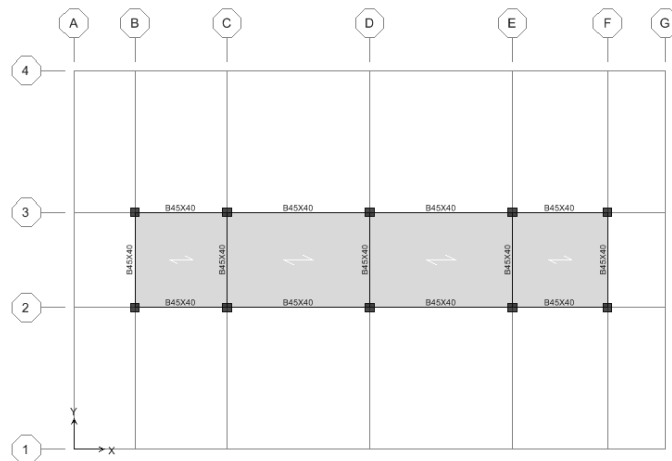
پ) اصلاح سقف خرپشته

- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
- به کمک دکمه‌های  به STORY12 منتقل شوید. حال به کمک ماوس سیستم OPENING سقف خرپشته را انتخاب کنید و به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید)، آن را پاک کنید.
- از نوار ابزار روی دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.
- ◀ در جعبه باز شده، در قسمت Property، گزینه DECK1 را انتخاب کنید.
- با کلیک در پانل سقف خرپشته، آن را به صورت سیستم تیرچه و بلوک ترسیم کنید.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.


۱۰.۷.۲ حذف المان‌های اضافی

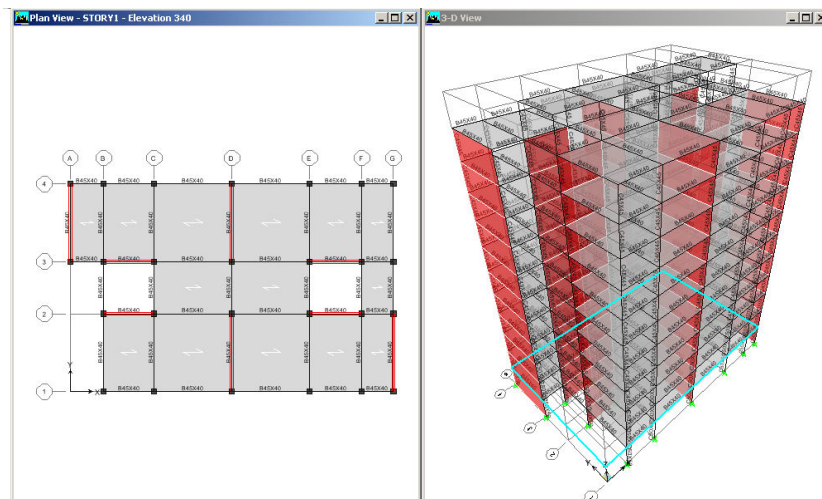
- در این مرحله نوبت به پاک کردن قسمت‌های اضافی سیستم سازه‌ای می‌رسد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در طبقه Base، (روی سطح زمین) تیر و سیستم سقف تیرچه بلوک رسم شده است که باید به صورت زیر پاک شوند:
- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
 - به کمک دکمه‌های  به طبقه Base منتقل شوید.
 - به کمک ماوس تمامی عناصر موجود را انتخاب کرده، سپس به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید) تمامی آنها را پاک کنید.
- با توجه به این که در STORY12 (طبقه خرپشته)، بجز خرپشته نباید عناصر دیگری وجود داشته باشد، لذا باید عناصر اضافی را پاک نماییم. برای این کار به صورت زیر عمل کنید.

- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
- در پلان سازه به کمک دکمه‌های   در نوار ابزار به STORY12 منتقل شوید.
- به کمک ماوس تمامی عناصر اضافی (بجز عناصر طبقه خرپشته) را انتخاب کنید سپس به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید) تمامی آنها را پاک کنید. (مطابق شکل ۱۳-۲)



شکل ۱۳-۲

- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Set Building Option نمایان گردد. در این جعبه گزینه Object Fill را فعال کرده و بر روی دکمه OK کلیک کنید تا تیرها، ستون‌ها و کف‌ها به صورت واضح‌تر دیده شود. (مطابق شکل ۱۴-۲)



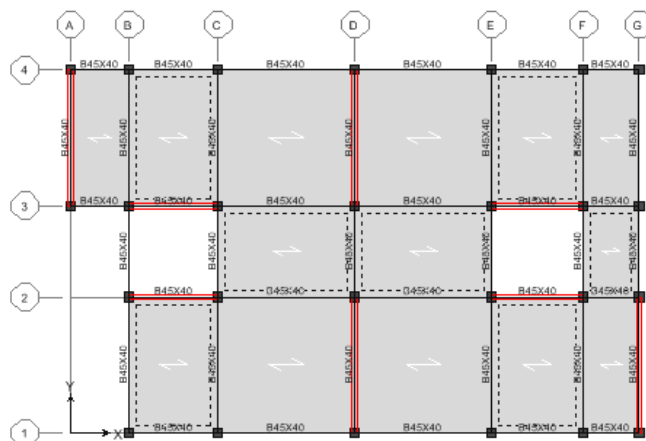
شکل ۱۴-۲ تصویر سازه بعد از ترسیم

۱۱.۷.۲ تغییر جهت تیرریزی


برای اینکه بتوان بارهای ثقلی وارده را به صورت مناسبی بین تیرها توزیع کرد، باید جهت تیرریزی پوشش سقف را به صورت مناسبی تغییر داد. در این پروژه سعی گردیده تا جهت تیرریزی به گونه‌ای انتخاب گردد که بار سقف بر روی تیرهایی که زیر آن دیوار برشی قرار دارد، بیفتد.

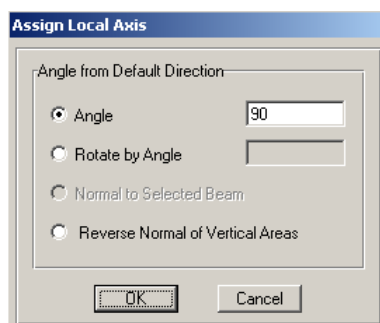
برای این کار به ترتیب زیر عمل کنید:

- برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- پانل‌های مورد نظر را با توجه به (شکل ۲-۱۵) انتخاب کنید.



شکل ۲-۱۵

- 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.






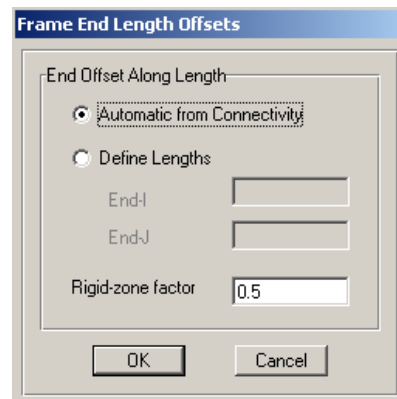
در جعبه باز شده:

- ◀ گزینه Angel را انتخاب کرده و مقدار زاویه دوران را ۹۰ درجه وارد کنید.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۲.۷.۲ اختصاص نواحی صلب

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

- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا کلیه عناصر مدل را انتخاب شود.
- دستور Assign > Frame > End(Length)offset  را اجرا کرده یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید. تا جعبه Frame End Length Offsets نمایان شود.




در جعبه باز شده:

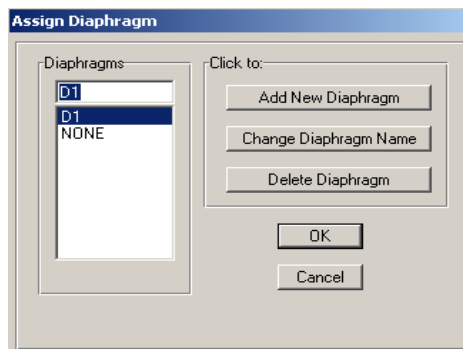
- ◀ از قسمت Rigid-zone factor ضریب ناحیه صلب گره‌ها را ۰/۵ وارد کرده، سپس دکمه OK را کلیک کنید.

۱۳.۷.۲ اختصاص دیافراگم صلب طبقات

سقف‌ها باید به قدر کافی از صلبیت برشی برخوردار باشند تا بتوانند به طور یکپارچه عمل کرده و نیروی زلزله را بین عناصر لرزه بر تقسیم کنند. سقف‌های معمول سازه‌ها را از قبیل تیرچه و بلوک، کامپوزیت، دال و... در صورت رعایت مهارهای کافی می توان به عنوان یک سطح صلب در نظر گرفت.

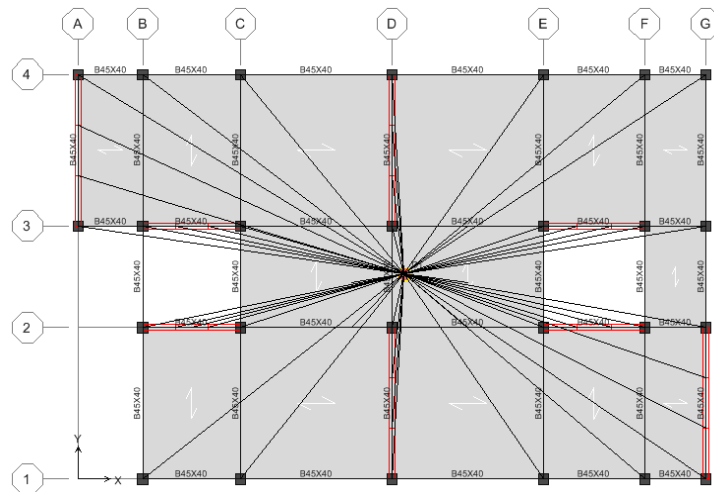
- دستور Select > By Area Object Type... را اجرا کنید و در جعبه باز شده گزینه Floor را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

- دستور Assign > Shell/Area > Rigid Diaphragm را اجرا کنید و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Assign Diaphragm نمایان گردد.



در جعبه باز شده:


- ◀ از قسمت Diaphragm گزینه D1 را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- ◀ با این کار برای هر طبقه یک کف صلب در نظر گرفته می‌شود. همچنین نرم‌افزار، مرکز جرم طبقات را محاسبه کرده و به صورت گرافیکی نشان نمایش می‌دهد (مطابق شکل ۱۶-۲)

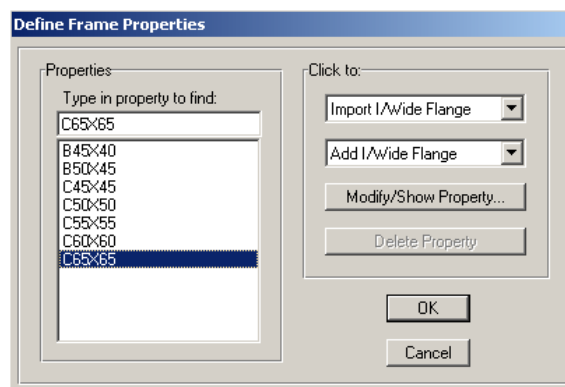


شکل ۱۶-۲

۱۴.۷.۲ تعویض مقاطع

الف) اختصاص ستون C65X65 به طبقات اول و دوم

- دستور Select > Select by Line Object Type را اجرا کنید تا جعبه Select Line Object Type نمایان گردد. در جعبه باز شده، گزینه Column را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید تا تمامی ستون‌های مدل به حالت انتخاب درآیند.
- دستور Select > Deselect > by Story Level را اجرا کنید تا جعبه Select Story Level نمایان گردد. گزینه‌های STORY3 تا STORY12 را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید تا ستون‌های طبقات سوم تا دوازدهم از حالت انتخاب خارج شود.
- از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Assign frame Properties نمایان گردد.




در جعبه باز شده:


- ◀ ستون C65X65 را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید.
- ستون‌های سایر طبقات را به همین ترتیب عوض نمایید.

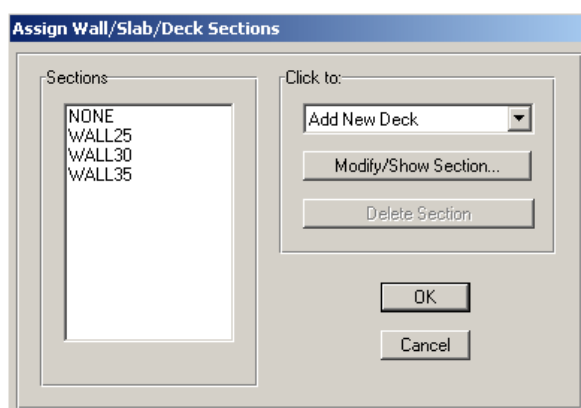
ب) اختصاص تیر B50X45 به طبقات اول تا چهارم

- دستور Select > Select by Line Object Type را اجرا کنید تا جعبه Select Line Object Type نمایان گردد. در جعبه باز شده، گزینه BEAM را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید تا تمامی ستون‌های مدل به حالت انتخاب درآیند.

- دستور Select > Deselect > by Story Level را اجرا کنید تا جعبه Select Story Level نمایان گردد. گزینه‌های STORY5 تا STORY12 را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید تا تیرهای طبقات پنجم تا دوازدهم از حالت انتخاب خارج شود.
- از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Assign frame Properties نمایان گردد. ◀ در جعبه باز شده، ستون B50X45 را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید. تیرهای سایر طبقات را به همین ترتیب عوض نمایید.

پ) اختصاص دیوار WALL25 به طبقات ششم الی یازدهم

- دستور Select > Select by Area Object Type را اجرا کنید تا جعبه Select Area Object Type نمایان گردد. در جعبه باز شده، گزینه WALL را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید تا تمامی دیوارهای مدل به حالت انتخاب درآیند.
- دستور Select > Deselect > by Story Level را اجرا کنید تا جعبه Select Story Level نمایان گردد. گزینه‌های BASE تا STORY3 را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید تا دیوارهای های طبقات اول تا پنجم از حالت انتخاب خارج شوند.
- از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Assign Wall/Slab/Deck Sections نمایان گردد.



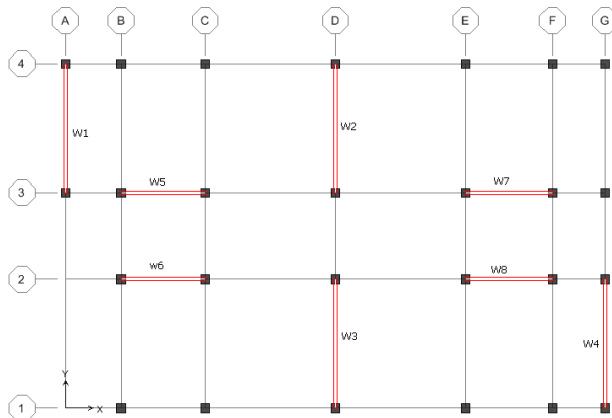
در جعبه باز شده:

- ◀ گزینه WALL25 را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
- دیوارهای سایر طبقات را طبق (جدول ۲-۳) به همین ترتیب عوض نمایید.

۱۵.۷.۲ نام‌گذاری دیوارهای برشی


قبل از اینکه به جزئیات دیوار برشی پرداخته شود، باید حتماً تمامی دیوارها نام‌گذاری شوند.

نام‌گذاری دیوارها به طور دلخواه و به صورت (شکل ۲-۱۷) انتخاب شده است.



شکل ۲-۱۷ نام‌گذاری دیوار برشی

برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید:

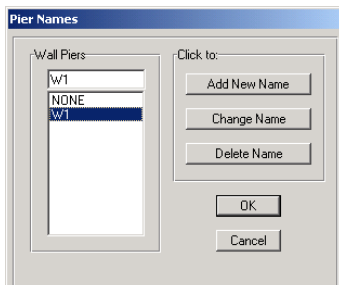
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید و در جعبه باز شده نمای A را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید.

- در نمای سازه به وسیله ماوس دیوارهای بین خطوط ۳ و ۴ از طبقه اول تا یازدهم را به حالت انتخاب درآورید.

- دستور Assign > Shell/Area > Pier Label... را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه

 کلیک کنید تا جعبه نام‌گذاری Pier Name

می‌گردد.



در جعبه باز شده:

◀ در قسمت Wall Pier نام W1 را تایپ کرده و روی دکمه Add New Name کلیک کنید.

دیوارهای W2 تا W8 را نیز به همین ترتیب نام گذاری کنید.

۱۶.۷.۲ معرفی روش طراحی دیوار برشی

در نرم افزار ETABS از سه روش برای طرح دیوار برشی می توان استفاده کرد.

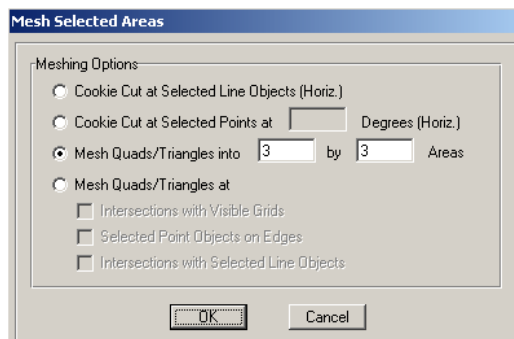
۱. روش المان مرزی Simplified T and C
۲. روش میلگرد گذاری یکنواخت Uniform Reinforcing
۳. روش عمومی General Reinforcing

روش اول که یک روش تقریبی بوده و یک طراحی سریع و ساده می باشد که ستون های کناری دیوار را جزو المان های مرزی دیوار در نظر می گیرد. روش دوم و سوم جزء دقیق ترین و اقتصادی ترین روش ها برای طرح دیوار برشی می باشد و طراحی طبق اندرکنش نیروی محوری و خمشی می باشد. در این پروژه از روش دوم، یعنی میلگرد گذاری یکنواخت استفاده خواهیم کرد.

۱۷.۷.۲ مش بندی دیوارهای برشی

■ دستور Select > by Area object Type را اجرا کرده و در جعبه باز شده گزینه WALL را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید تا تمامی دیوارهای برشی به حالت انتخاب در آیند.

■ دستور Edit > Mesh Areas... را اجرا کنید تا جعبه Mesh Selected Areas نمایان گردد.



در جعبه باز شده:




- ◀ گزینه Mesh Quads/Triangles into را انتخاب کرده و در هر دو کادر مقابل آن عدد ۳ را وارد کنید تا دیوار به سه ناحیه (در هر دو جهت) تقسیم شود.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید.

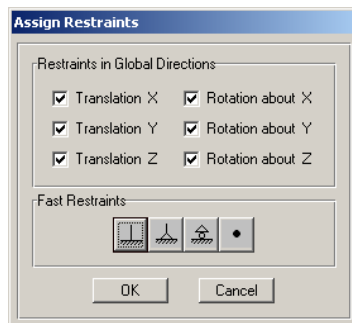
(شکل ۲-۱۸) تصویر سازه را بعد از مش بندی نشان می‌دهد.




شکل ۲-۱۸

۱۸.۷.۲ اختصاص تکیه‌گاه

- به وسیله دکمه‌های   به طبقه Base منتقل شده و برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
- به وسیله ماوس، تمامی گره‌های ستون‌ها و دیوارهای برشی 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.




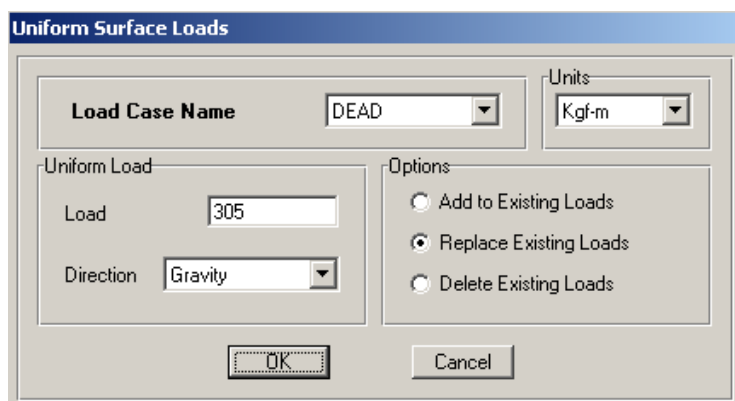
- با توجه به اینکه سازه بتنی بوده و ستون‌ها به صورت گیردار به پی متصل است لذا از قسمت Fast Restraints دکمه  را کلیک کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

توجه داشته باشید که اختصاص تکیه‌گاه در حالت One Story و تنها در طبقه Base انجام می‌گیرد.

۸.۲ بار گذاری

۱.۸.۲ اختصاص بار گسترده مرده طبقات

- پنجره پلان سازه را فعال کرده، نرم افزار را به حالت All Stories قرار دهید.
- با کلیک روی پانل‌ها، تمامی پانل‌های سقف تیرچه بلوک را به حالت انتخاب درآورید.
- دستور $\text{Assign} > \text{Shell/Area load} > \text{Uniform load}$ را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Uniform Surface Load نمایان گردد.




در جعبه نمایان شده:

◀ از قسمت Load Case Name حالت بار DEAD را انتخاب کنید و از قسمت Load مقدار بار سطحی مرده را ۳۰۵ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۲.۸.۲ اختصاص بار گسترده زنده طبقات

■ با کلیک روی دکمه  انتخاب قبلی را فعال کنید.

■ دستور Assign > Shell/Area load > Uniform load در دستور  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 را برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده روی دکمه OK کلیک کنید.

۳.۸.۲ اختصاص بار مرده دیوارهای پیرامونی


با فرض ۰/۴ متر ارتفاع متوسط تیرها ارتفاع مفید دیوار برابر ۳/۰ متر خواهد بود
(۳/۴ - ۰/۴ = ۳/۰).

بار خطی دیوار پیرامونی برابر است با:

$$250 \times 3.0 = 750 \text{ Kg / m}$$

■ از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.

■ تمامی تیرهای پیرامونی سازه که بار دیوار را تحمل می کنند، انتخاب کنید.

■ دستور Assign > Frame/Line Load > Distributed... در دستور  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 ۷۵۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۴.۸.۲ اختصاص بار مرده پله

با توجه به این که پله از نوع چهار رمپه می باشد، لذا با ضرب بار سطحی پله در مساحت اتافک پله و تقسیم آن بر چهار، سهم بارگیر هر پله به دست خواهد آمد.

$$750 \times 5 \times 5 = 18750 \text{ Kg}$$

$$\frac{18750}{4} \cong 4688 \text{ Kg}$$

$$\frac{4688}{5} = 938 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تیرهای پیرامونی پله ها را انتخاب کنید. (با کلیک کردن روی تیر)
- 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.

	1	2	3	4
Distance	0.	0.25	0.75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

در جعبه نمایان شده:

- ◀ در قسمت Load Case Name، حالت بار DEAD را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده پله را برابر ۹۳۸ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.


۵.۸.۲ اختصاص بار زنده پله

برای اعمال بار زنده پله نیز به ترتیب گفته شده در اختصاص بار مرده عمل می‌کنیم.

$$350 \times 5 \times 5 = 8750 \text{ Kg}$$

$$\frac{8750}{4} \cong 2188 \text{ Kg}$$

$$\frac{2188}{5} \cong 438 \text{ Kg / m}$$

■ با کلیک روی دکمه  انتخاب قبلی را فعال کنید.

■ 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 LIVE را انتخاب کنید و در قسمت Load

مقدار بار زنده پله را برابر ۴۳۸ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه OK کلیک

کنید.

۶.۸.۲ اختصاص بار زنده طبقه بام

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

■ با کلیک روی پانل‌ها، تمامی پانل‌های سقف را به حالت انتخاب درآورید.

■ 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:

◀ از قسمت Load Case Name حالت بار را انتخاب کنید و از قسمت Load مقدار بار

سطحی زنده را ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.


۷.۸.۲ اختصاص بار گسترده WALL

با توجه به این که بار WALL برابر نصف بار معادل تیغه بندی است، لذا داریم:

$$\frac{100}{2} = 50 \text{ Kg / m}^2$$

■ از فعال بودن حالت One Story اطمینان حاصل نمایید.


■ تمامی پانل‌های سقف را انتخاب 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 WALL را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار گسترده WALL را برابر ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع را وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۸.۸.۲ اختصاص بار خطی جان‌پناه طبقه بام

با فرض این که ارتفاع جان‌پناه طبقه بام برابر ۱/۰ متر است، بار خطی جان‌پناه برابر است با:


$$250 \times 1.0 = 250 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت one Story اطمینان حاصل نمایید.
- تیرهای پیرامونی طبقه بام (که بار جان‌پناه را تحمل می‌کنند) را به حالت انتخاب درآورد.
- دستور Assign > Frame/Line Load > Distributed... 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 دیوار جان‌پناه را برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۹.۸.۲ اختصاص بار خطی WALL

با فرض این که ارتفاع دیوار ۳/۰ متر است، لذا بار WALL برابر نصف بار دیوار پیرامونی خواهد بود.

$$\frac{250 \times 3.0}{2} = 375 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت one Story اطمینان حاصل نمایید.
- تیرهای پیرامونی طبقه بام را به حالت انتخاب درآورد.
- دستور Assign > Frame/Line Load > Distributed... روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Frame Distributed Loads نمایان گردد.

در جعبه نمایان شده:

◀ در قسمت Load Case Name، حالت بار WALL را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار خطی WALL را برابر ۳۷۵ کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

نرم افزار ETABS بار دیوار تیرهایی که روی آنها دیوار برشی قرار دارد، به طور خودکار به تیرهای تحتانی اعمال می‌کند و نیازی به بارگذاری آن نیست.

۹.۲ اعمال ترک خوردگی مقاطع

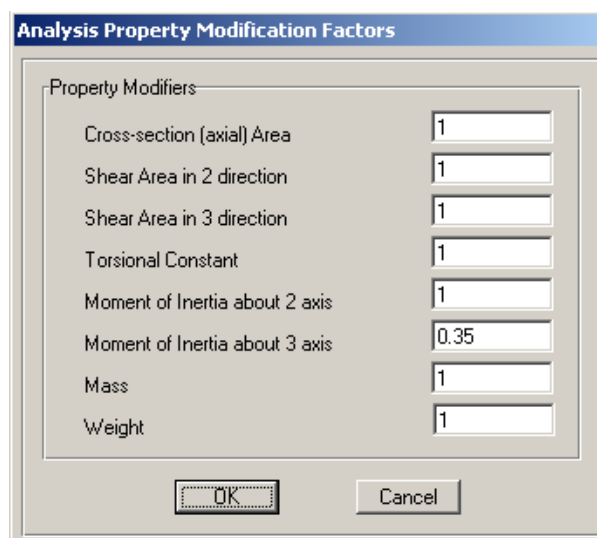
۱.۹.۲ اعمال ترک خوردگی تیرها

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ باید تاثیر ترک خوردگی مقاطع را در تحلیل و طراحی سازه مدنظر قرار داد.

طبق آیین‌نامه باید ممان اینرسی تیرها و 0.7 ممان اینرسی ستون‌ها را در طراحی سازه در نظر گرفت.

■ دستور **Select > By Line Object Type** را اجرا کرده، از جعبه نمایان شده، گزینه Beam را انتخاب کرده روی OK کلیک کنید.

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

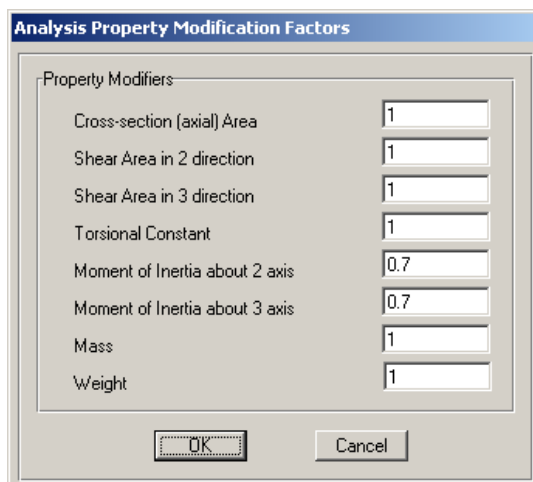


در جعبه باز شده:

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

۲.۹.۲ اعمال ترک خوردگی ستون‌ها

- دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده، از جعبه باز شده، گزینه Column را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبه Analysis Property Modification Factors نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Moment of Inertia about 2 Axis و Moment of Inertia about 3 Axis مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ (محورهای خمش محلی) را ۰/۷ وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۳.۹.۲ اعمال ترک خوردگی دیوارهای برشی

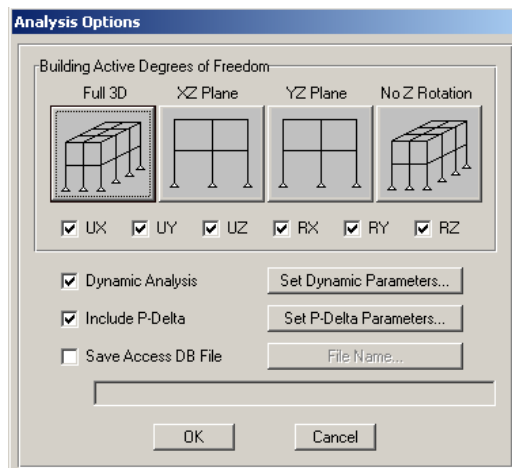
- دستور Select > By Area Object Type را اجرا کرده، از جعبه باز شده، گزینه WALL را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Assign > Shell/Area > Shell Stiffness Modifiers را اجرا کنید، تا جعبه Analysis Stiffness Modification Factors نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

◀ در قسمت‌های Membrance f11 Modifier، Membrance f22 Modifier، Membrance f12 Modifier مقدار ضریب سختی دیوارها را برابر ۰/۳۵ (با فرض ترک خوردن دیوارها در جهت اطمینان) وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید. در صورتیکه با بررسی های لازم معلوم شود که دیوارها ترک نخورده‌اند، این ضریب را می‌توان ۰/۷۰ وارد نمود.

۱۰.۲ تنظیم پارامترهای تحلیل

■ دستور Analyse > Set Analysis Options.. را اجرا کرده، تا جعبه Analysis Options نمایان گردد.

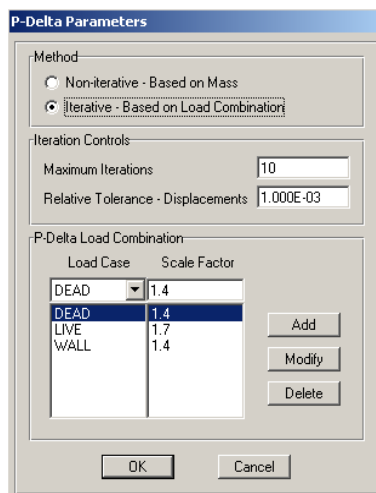


در جعبه باز شده:

◀ 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 جعبه باز شده:


✓ در قسمت Iteration Controls حداکثر تعداد تکرار 10 را برای محاسبه اثر P-Δ وارد کنید.

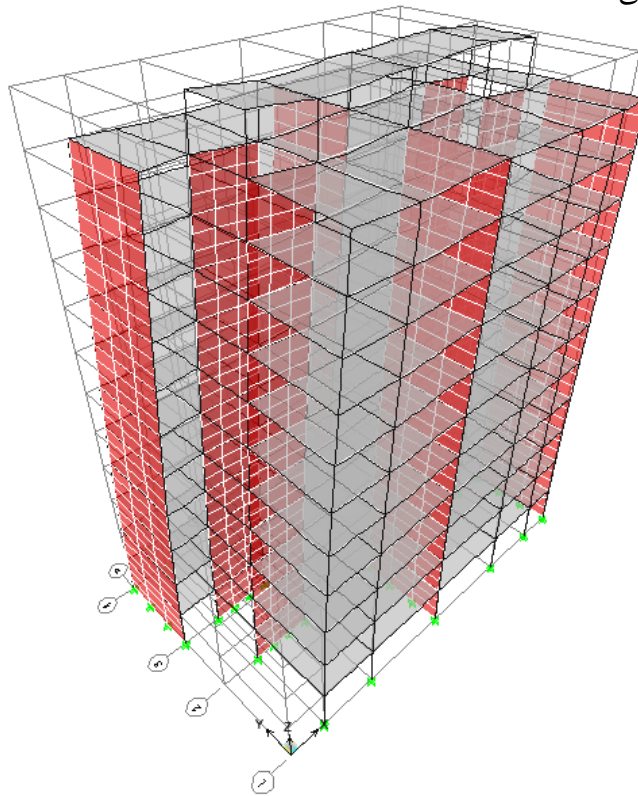


✓ در قسمت Relative Tolerance-Displacement حداکثر خطای همگرایی را $1.0E-3$ وارد کنید. به این معنی که اگر در این ۱۰ بار تکرار تحلیل مقدار نسبت تغییر مکان سازه در هر مرحله کمتر از $۱/۰E-۳$ باشد، تحلیل P- Δ متوقف گردد.

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

۱۱.۲ تحلیل سازه

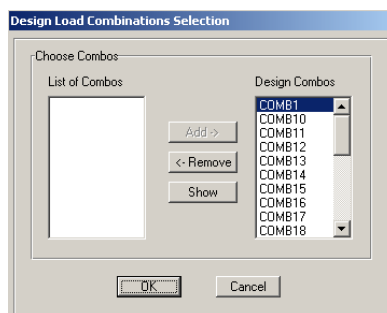
■ از منوی Analyze دستور Run Analysis.. را اجرا کرده یا از منوی ابزار دکمه  را کلیک کرده تا سازه تحلیل شود. شکل ۱۹-۲ تصویری از سازه را بعد از تحلیل و تغییر شکل نشان می‌دهد.



شکل ۱۹-۲ تصویر سازه بعد از تحلیل

۱۲.۲ انتخاب ترکیبات بار طراحی

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

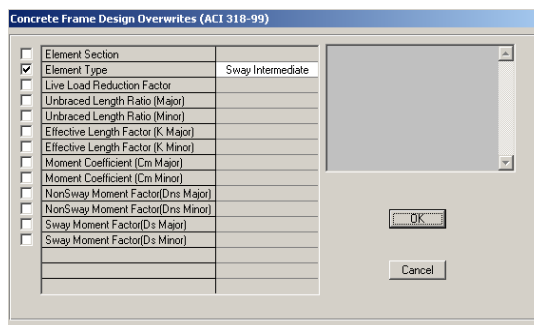


در جعبه باز شده:

- ◀ ترکیبات COMB1 تا COMB26 را از قسمت **List of Combos** انتخاب و روی دکمه **Add** کلیک کنید و ترکیبات بار اضافی را از قسمت **Design Combo** حذف کرده، روی دکمه **OK** کلیک کنید.

۱۳.۲ انتخاب شکل پذیری سازه

- نخست کلیه عناصر مدل را با استفاده از دکمه **all** به حالت انتخاب درآورید.
- دستور **Concrete Frame Design > View/Revise Overwrites Design** را اجرا کنید تا جعبه **Concrete Frame Design Overwrites** نمایان گردد.



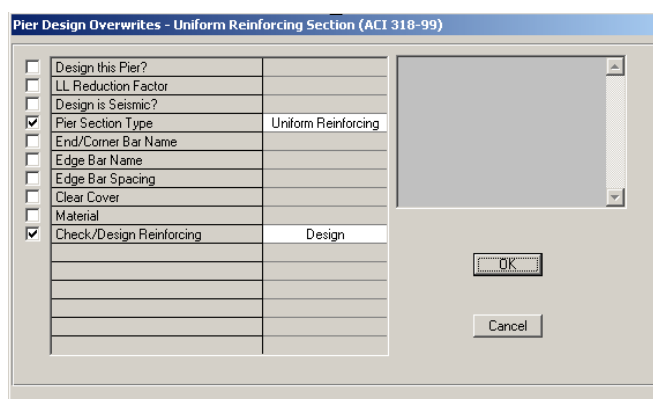
در جعبه باز شده:

- ◀ گزینه **Element Type** را فعال کنید و حالت **Sway Intermediate** را انتخاب کرده تا طراحی بر اساس شکل پذیری متوسط انجام گیرد.
- ◀ دکمه **OK** را کلیک کنید.

۱۴.۲ تنظیم پارامترهای دیوار برشی

■ دستور **Select > by Area object Type** را اجرا کرده، در جعبه باز شده گزینه WALL را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید تا تمامی دیوارهای برشی به حالت انتخاب در آیند.

■ دستور **Design > Shear Wall Design > View/Revise Pier Over Writes...** را اجرا کنید تا جعبه **Pier Design Overwrites- Uniform Reinforcing Section** نمایان گردد.




◀ گزینه **Pier Section Type** را فعال کرده و در کادر مقابل آن گزینه **Uniform Reinforcing** را انتخاب کنید.

◀ گزینه **Check/Design Reinforcing** را فعال کرده و در کادر مقابل آن گزینه **Design** را فعال کنید.

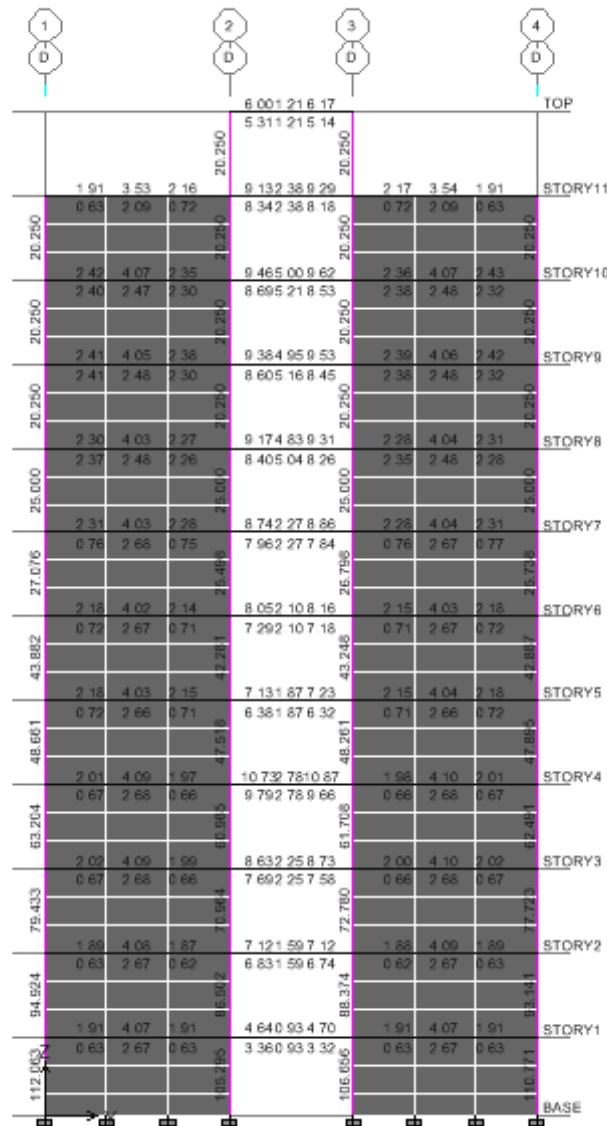
۱۵.۲ طراحی

۱.۱۵.۲ طراحی تیر و ستون

■ دستور **Design > Concrete Frame Design > Start Design/Check of Structure** را اجرا کنید و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. در این حالت برنامه شروع به طراحی سازه می کند.

برای مشاهده مقادیر آرماتورها، از جعبه کشویی واحدها، واحد **Kgf-cm** و یا **Kgf-mm** را انتخاب کنید.

(شکل ۲-۲۰) تصویر فریم D سازه را بعد از طراحی نمایش می‌دهد. توجه داشته باشید که سطح مقطع آرماتور در ستون‌ها نباید از ۳٪ بیشتر شود. (آیین‌نامه آبا با لحاظ محل اورب‌ها)




شکل ۲-۲۰ تصویر سازه بعد از طراحی

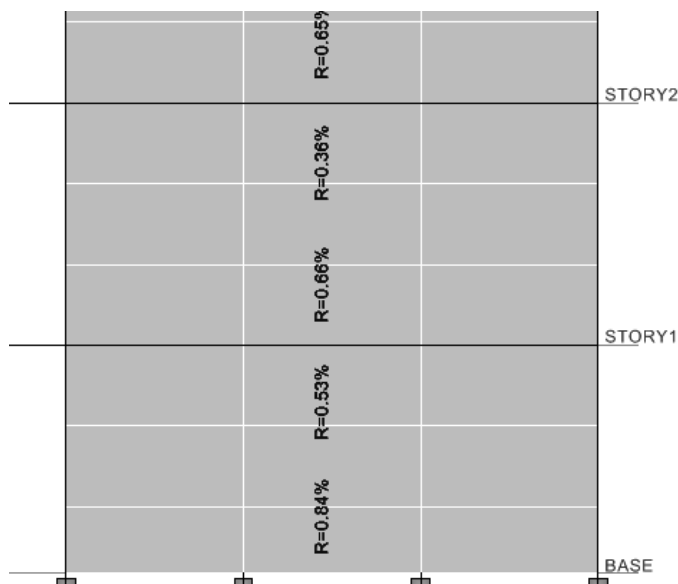
۲.۱۵.۲ کنترل دیوارهای برشی

■ دستور **Design>Shear Wall Design> Select Design Combo** را اجرا کنید. تا جعبه **Design Load Combinations Selection** نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

◀ ترکیبات **COMB1** تا **COMB26** را از قسمت **List of Combos** انتخاب و روی دکمه **Add** کلیک کنید و ترکیبات پیش فرض اضافی را پس از انتخاب به سمت چپ جعبه **Remove** نمایید.

■ دستور **Design > Shear Wall Design > Start Design/Check of Structure** را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. برنامه شروع به طراحی دیوار برشی می‌کند.



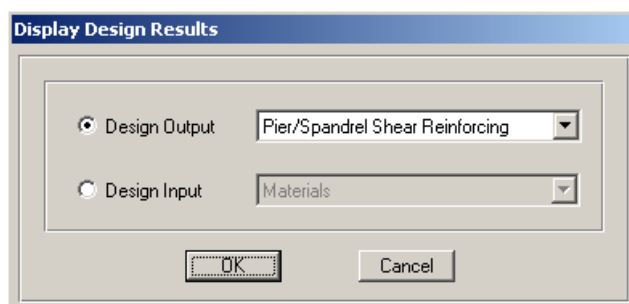
شکل ۲-۲۰ تصویر قسمتی از سازه بعد از طراحی دیوار برشی

بعد از طراحی، نسبت آرماتور مورد نیاز دیوار، بر روی دیوار نمایان می‌گردد. با ضرب عدد مورد نظر در سطح مقطع دیوار، مقدار آرماتور مورد نیاز به دست خواهد آمد. به عنوان مثال برای نسب ۰/۸۴٪ نشان داده شده در شکل به ترتیب زیر عمل نمایید. با ضرب نسب آرماتور در سطح مقطع یک متر طول دیوار، مساحت آرماتور مورد نیاز، به دست خواهد آمد.

$$0.0084 \times 100 \times 35 = 29.4 \text{Cm}^2 \Rightarrow \text{USE : } 2\Phi 14 @ 10 \text{Cm}^2$$

برای مشاهده آرماتورهای برشی به ترتیب زیر عمل کنید:

- دستور Design > Shear Wall Design > Display Design Info را اجرا کنید تا جعبه‌ی Display Design Results نمایان می‌گردد.





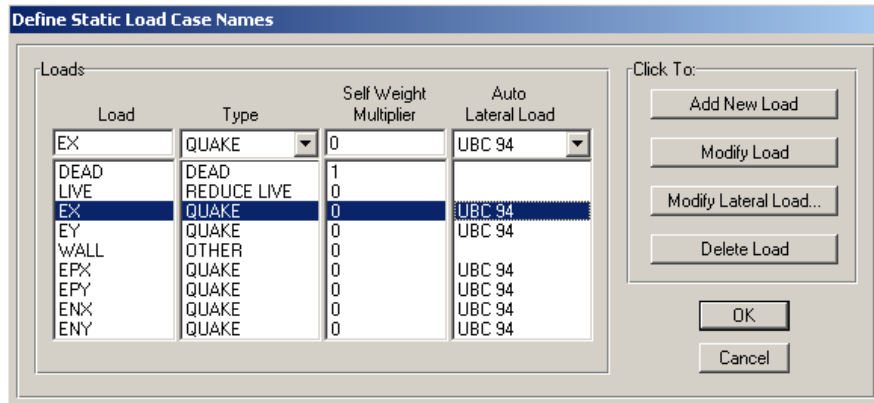
در قسمت Design Output، گزینه‌ی Pier/Spandrel Shear Reinforcing را انتخاب کرده، روی دکمه‌ی OK کلیک نمایید تا نسبت آرماتور مورد نیاز در واحد طول نمایش داده شود.

۳.۱۵.۲ کنترل قاب برای ۲۵٪ نیروی برشی زلزله

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰، در سیستم‌های دوگانه قاب خمشی و دیوار برشی، قاب خمشی باید طوری طرح شود تا بتواند ۲۵٪ نیروی زلزله را خود به تنهایی (بدون دیوار برشی) تحمل کند.

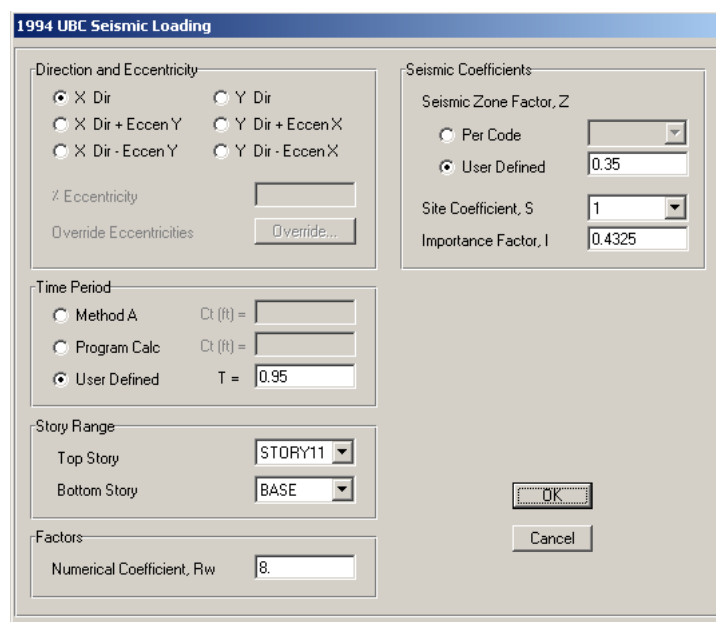
برای کنترل این ضابطه از آیین‌نامه، به ترتیب زیر عمل کنید:

- از منوی File گزینه Save as را انتخاب کرده و پروژه را با یک نام جدید ذخیره کنید.
- از نوار ابزار روی دکمه‌ی  کلیک کنید تا قفل تحلیل سازه باز شود.
- دستور Select > Select by Area Object Type را اجرا کنید. در جعبه ظاهر شده گزینه‌ی WALL را انتخاب و روی دکمه‌ی OK کلیک کنید تا تمامی دیوارهای برشی به حالت انتخاب درآید.
- از صفحه کلید روی دکمه‌ی Delete فشار دهید تا تمامی دیوارهای برشی مدل پاک شود.
- از نوار ابزار روی دکمه‌ی  کلیک کنید تا جعبه‌ی Define Static Load Case Names نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ حالت بار EX را انتخاب کرده و روی دکمه Modify Lateral Load کلیک کنید تا جعبه User Define Seismic Load نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ در قسمت Import Factor, I مقدار 0.4325 را $(0.25 \times 1/73)$ وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

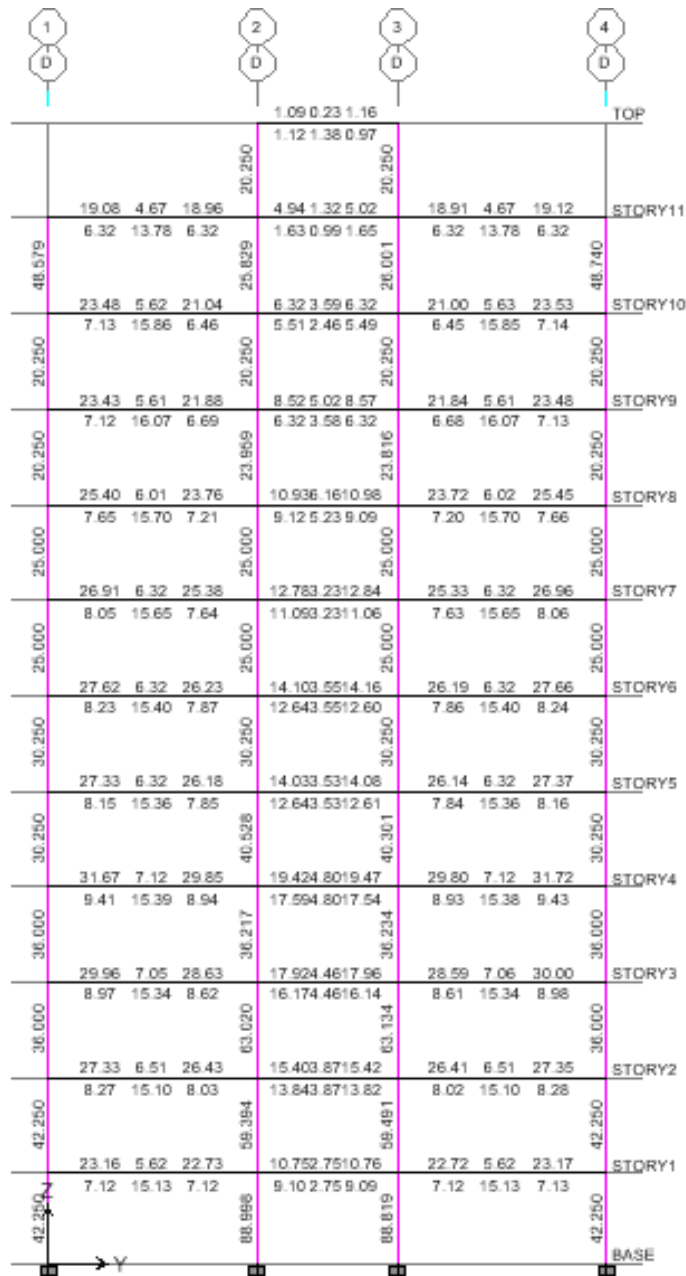
همین عمل را برای سایر حالات باری نیز انجام دهید.

با توجه به این که برداشتن دیوارهای برشی باعث کاهش وزن سازه می‌شود، لذا برش پایه بیش از ۷۵٪ کاهش می‌یابد، لذا می‌توان بعد از برداشتن دیوارها، بار مرده دیوارهای برشی را به تیرهای تحتانی دیوارها اعمال کرد. برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید:

با فرض اینکه ضخامت دیوارها برابر ۰/۳ متر باشد و ارتفاع ۳/۰ متر، وزن دیوار را در طول واحد محاسبه می‌کنیم.

$$2500 \times 3.0 \times 0.3 = 2250 \text{ Kg / m}$$

- پنجره پلان سازه را فعال کنید.
- از فعال بودن حالت All Story مطمئن شوید.
- با جابجا شدن در پلان ها، تمامی تیرهایی که بار دیوار برشی را تحمل می‌کنند، به حالت انتخاب در آورید.
- دستور **Assign > Frame/Line Load > Distributed...** را اجرا کرده و 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 دیوار برشی را برابر **۲۲۵۰** کیلوگرم بر متر را وارد کرده، روی دکمه **OK** کلیک کنید.
- از منوی **Analyze** دستور **Run Analysis..** را اجرا کرده یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کرده تا سازه تحلیل شود.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. برنامه شروع به طراحی سازه می‌کند. (شکل ۲-۱۵) نمایی از سازه بعد از طراحی را نشان می‌دهد.
- برای مشاهده مقادیر آرماتورها و... بصورت ۱ یا ۲ رقم بعد از اعشار، از دستور **Option > preference > Output Decimals > Rebar Area** عدد ۱ یا ۲ را انتخاب نمایید.
- در صورتیکه از پرینتر سیاه سفید استفاده خواهید نمود، لازم است که قبل از پرینت:
 - ◀ دستور **Options > Color > Display...** را اجرا نموده و در جعبه باز شده گزینه **Color Printet(Graphics)** را نفعال نمایید.
 - ◀ دستور **Options > 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 Printet(Graphics)** را در صورت فعال بودن، نفعال نمایید.



شکل ۲-۱۵ تصویر سازه بعد از طراحی

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، درصد آرماتور در ستون‌ها کمتر از ۴٪ بوده و تیرها همگی جوابگوی نیروهای وارده هستند. در صورتی که در این حالت برخی از المان‌ها جوابگوی نیروهای وارده نباشد، مقاطع قویتری جایگزین آنها می‌شود.

۱۶.۲ کنترل تغییر مکان جانبی

سختی کم قاب‌های خمشی موجب تغییر مکان‌های جانبی زیاد در طبقات می‌شود که منجر به صدمات به اعضای غیرسازه‌ای می‌گردد. در طراحی یک سازه، علاوه بر تامین شکل‌پذیری، باید حداقل سختی سازه نیز تامین گردد. بطوری که آسیب‌های سازه‌ای و غیرسازه همچون نمای ساختمان، لوله کشی و تیغه‌بندی در حد قابل قبولی باشد. با توجه به این که سختی رابطه مستقیمی با تغییر مکان جانبی سازه دارد لذا آیین‌نامه‌ها برای کنترل حداقل سختی سازه، تغییر مکان‌های جانبی آن را کنترل می‌کنند. ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰، تغییر مکان جانبی سازه را در دو حالت زیر کنترل می‌کند:

تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه باید کمتر از مقدار زیر باشد:

$$\Delta_M < 0.025 \quad \text{در ساختمان‌های با زمان تناوب اصلی کمتر از } 0.7 \text{ ثانیه}$$

$$\Delta_M < 0.02 \quad \text{در ساختمان‌های با زمان تناوب اصلی بیشتر یا مساوی } 0.7 \text{ ثانیه}$$

که Δ_M از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta_M = 0.7R\Delta_w$$

با توجه به این که تناوب سازه بیش از ۰/۷ ثانیه می‌باشد، لذا تغییر مکان جانبی نسبی واقعی زلزله طرح باید کمتر از ۰/۰۲ باشد. پس داریم:

$$0.7R\Delta_w < 0.02$$

$$0.7 \times 8 \times \Delta_w < 0.02$$

$$\Delta_w < \frac{0.02}{0.7 \times 8} = 0.00357$$

Δ_w : تغییر مکان جانبی نسبی زلزله طرح در هر طبقه با فرض خطی بودن رفتار سازه بوده که مستقیماً از تحلیل سازه به دست می‌آید که باید از ۰/۰۳۵۷ کمتر باشد.

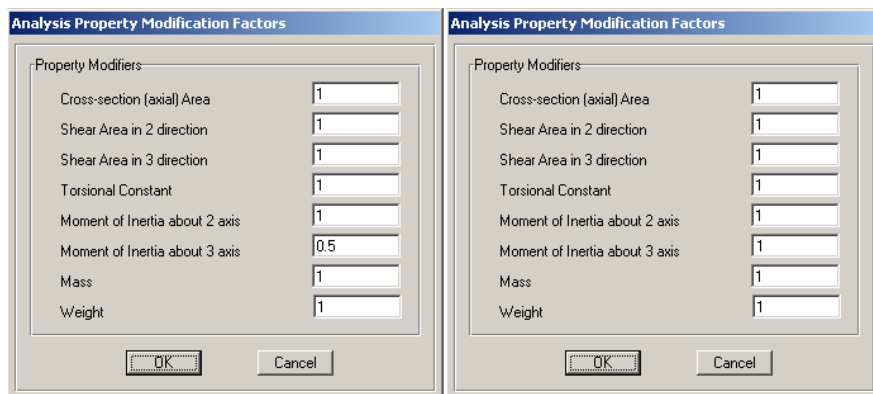
طبق تبصره بند ۲-۵-۴ آیین‌نامه ۲۸۰۰ برای به دست آوردن Δ_w می‌توان مقطع ترک خورده تیرها را به ۰/۵ و ستون‌ها را ۱/۰ افزایش داده و سپس با به دست آوردن تناوب

واقعی سازه، ضریب زلزله جدید را محاسبه و اعمال کرده و تغییر مکانها را با آن کنترل نمود.

برای این منظور:

■ دستور **Select > By Line Object Type** را اجرا کرده، از جعبه نمایان شده، گزینه **BEAM** را انتخاب کرده و روی **OK** کلیک کنید.

■ دستور **Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers** را اجرا کنید تا جعبه **Analysis Property Modifaction Factors** نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ در قسمت **Moment of Inertia about 3 Axis**، مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ (محور خمشی) را ۰/۵ وارد کرده و روی دکمه **OK** کلیک کنید.

■ دستور **Select > By Line Object Type** را اجرا کرده، از جعبه باز شده، گزینه **COLUMN** را انتخاب کرده، روی دکمه **OK** کلیک کنید.

■ دستور **Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers** را اجرا کنید تا جعبه **Analysis Property Modifaction Factors** نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

◀ در قسمت **Moment of Inertia about 2 Axis** و **Moment of Inertia about 3 Axis** مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محوره‌های خمشی) را ۱/۰ وارد کرده و روی دکمه **OK** کلیک کنید.

■ دستور **Select > By Area Object Type** را اجرا کرده و از جعبه باز شده، گزینه **WALL** را انتخاب کرده، روی دکمه **OK** کلیک کنید.

- دستور Assign > Shell/Are > Shell Stiffness Modifiers را اجرا کنید تا جعبه Analysis Stiffness Modifaction Factors نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Membrnce f22 Modifier مقدار ضریب سختی دیوارها را برابر ۱/۰ وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.


- دستور Display > Show Table را اجرا کنید تا جعبه Choose Tables for Display نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ◀ گزینه Modal Information را فعال کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- ◀ در جعبه باز شده، گزینه Modal Participating Mass Ratios را انتخاب کنید.

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	1.209809	61.5194	0.1759	0.0000	61.5194	0.1759	0.0000	0.2844
2	0.863390	0.1821	44.5312	0.0000	61.7015	44.7072	0.0000	70.0984
3	0.830210	0.0242	16.7174	0.0000	61.7257	61.4245	0.0000	26.4886
4	0.286096	18.4006	0.0066	0.0000	80.1262	61.4311	0.0000	0.0033
5	0.231330	0.0013	5.2606	0.0000	80.1276	66.6917	0.0000	0.7227
6	0.209633	0.0003	0.0808	0.0000	80.1279	66.7725	0.0000	0.0066
7	0.192469	2.9705	0.0000	0.0000	83.0984	66.7725	0.0000	0.0000
8	0.181054	0.0029	6.6132	0.0000	83.1014	73.3858	0.0000	0.7754
9	0.172221	0.0063	10.3558	0.0000	83.1077	83.7415	0.0000	1.2447
10	0.114576	7.5227	0.0001	0.0000	90.6304	83.7416	0.0000	0.0000
11	0.087367	0.0028	1.8879	0.0000	90.6331	85.6295	0.0000	0.0740
12	0.080524	0.0008	5.9219	0.0000	90.6340	91.5514	0.0000	0.2285
13	0.068456	3.9909	0.0000	0.0000	94.6249	91.5514	0.0000	0.0000
14	0.053919	0.0023	0.9169	0.0000	94.6272	92.4683	0.0000	0.0123
15	0.049642	0.0001	2.9103	0.0000	94.6272	95.3786	0.0000	0.0397
16	0.048692	2.2202	0.0004	0.0000	96.8474	95.3790	0.0000	0.0000
17	0.039726	0.0020	0.4898	0.0000	96.8494	95.8687	0.0000	0.0036
18	0.037548	1.0562	0.0000	0.0000	97.9056	95.8688	0.0000	0.0000
19	0.036598	0.0006	1.4807	0.0000	97.9062	97.3494	0.0000	0.0107

تناوب مد اول سازه تقریباً برابر ۱/۲۱ ثانیه می باشد.

- ◀ دستور Define > Static load Cases Define را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Static Load Case Names نمایان گردد.

◀ تناوب سازه را در حالات بار EX، EY، EY را به ۱/۲۱ عوض کنید.

- دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده، 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 Modifaction Factors نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Moment of Inertia about 3 Axis، مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ (محور خمش) را ۰/۳۵ وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده، از جعبه باز شده، گزینه COLUMN را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبه Analysis Property Modifaction Factors نمایان گردد.

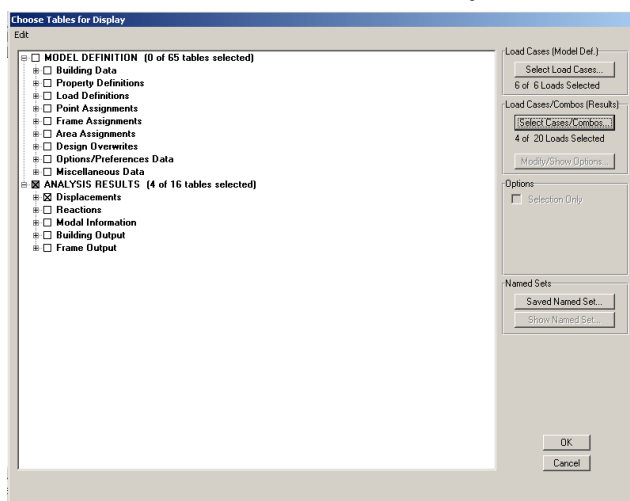
در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Moment of Inertia about 2 Axis و Moment of Inertia about 3 Axis مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محورهای خمش) را ۰/۷ وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Select > By Area Object Type را اجرا کرده، از جعبه باز شده، گزینه WALL را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Assign > Shell/Are > Shell Stiffness Modifiers را اجرا کنید تا جعبه Analysis Stiffness Modifaction Factors نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Membremnce f22 Modifier مقدار ضریب سختی دیوارها را برابر ۰/۷ وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

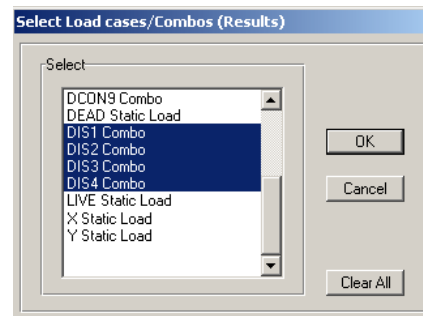
- دستور Display > Show Tables. را اجرا کنید تا جعبه Choose Tables for Display نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ گزینه Displacement را فعال کنید.

◀ روی دکمه Select Loads کلیک کنید تا جعبه Select Output نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ ترکیبات DIS1 تا DIS4 را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید

Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
STORY5	D1	DIS2	-1.7909	-0.0401	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY5	D1	DIS3	-0.0402	-0.8853	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00003
STORY5	D1	DIS4	0.0402	0.8853	0.0000	0.00000	0.00000	0.00003
STORY4	D1	DIS1	1.2100	0.0258	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY4	D1	DIS2	-1.2100	-0.0258	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY4	D1	DIS3	-0.0258	-0.6001	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00002
STORY4	D1	DIS4	0.0258	0.6001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00002
STORY3	D1	DIS1	0.7235	0.0143	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY3	D1	DIS2	-0.7235	-0.0143	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY3	D1	DIS3	-0.0144	-0.3606	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00002
STORY3	D1	DIS4	0.0144	0.3606	0.0000	0.00000	0.00000	0.00002
STORY2	D1	DIS1	0.3458	0.0062	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY2	D1	DIS2	-0.3458	-0.0062	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY2	D1	DIS3	-0.0062	-0.1746	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00001
STORY2	D1	DIS4	0.0062	0.1746	0.0000	0.00000	0.00000	0.00001
STORY1	D1	DIS1	0.0934	0.0015	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY1	D1	DIS2	-0.0934	-0.0015	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY1	D1	DIS3	-0.0015	-0.0526	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
STORY1	D1	DIS4	0.0015	0.0526	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000

UX و UY نمایانگر تغییر مکان مرکز جرم طبقه مورد نظر تحت ترکیب بار مشخص می‌باشد. حال برای هر طبقه و هر ترکیب بار طبق رابطه زیر تغییر مکان نسبی طبقه محاسبه و آن را کنترل نمایید.

$$\leq 0.00357 / \text{ارتفاع طبقه} / (\text{تغییر مکان طبقه } i+1 - \text{تغییر مکان طبقه } i)$$

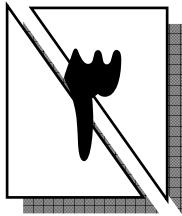
در صورتی که در برخی از طبقات تغییر مکان نسبی از مقدار 0.00357 بیشتر باشد، باید با تعویض عناصر سازه ای به خصوص دیوار برشی در آن طبقه سختی را افزایش داده تا تغییر مکان جانبی نسبی سازه کاهش یابد.

فصل سوم

تحلیل و طراحی

ساختمان ۳ طبقه فولادی

با مهاربندی ضربدری



۱.۳ معرفی پروژه

در این فصل طراحی یک ساختمان ۳ طبقه فولادی با سیستم مهاربندی ضربدری مورد بررسی قرار خواهد گرفت. کاربری این ساختمان مسکونی و محل احداث آن شهر تبریز و در زمین نوع ۳ بوده و سیستم باربر ثقلی آن تیرچه بلوک می باشد. سایر اطلاعات مورد نیاز برای طراحی سازه مزبور در (جدول ۱-۳) و نقشه های معماری در (شکل های ۱-۳، ۲-۳) آمده است.

مشخصات مصالح مصرفی در (جدول ۱-۳) ارائه شده است.

جدول ۱-۳ مشخصات مصالح

مقاومت ۲۸ روزه بتن	۲۱۰	کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
جرم واحد حجم بتن	۲۵۰	کیلوگرم بر متر مکعب
وزن واحد حجم بتن	۲۵۰۰	کیلوگرم بر متر مکعب
ضریب پواسون بتن آرمه	۰/۲	-
مدول الاستیسیته فولاد	۲/۰۴ E ۱۰	کیلوگرم بر متر مربع

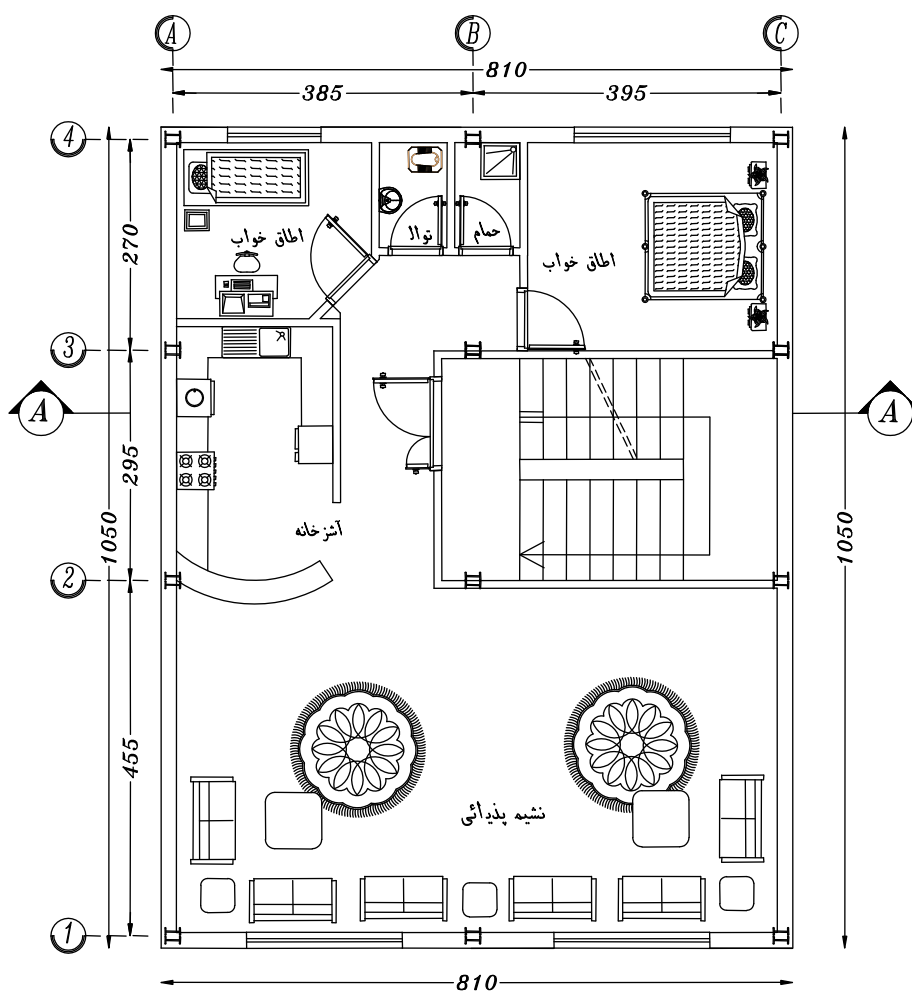
۲.۳ آیین‌نامه‌های مورد استفاده در طراحی سازه

آیین‌نامه‌های مورد نیاز در این پروژه عبارت‌اند از: آیین‌نامه AISC

آیین‌نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله (۲۸۰۰)

مبحث ششم مقررات ملی (بارهای وارد بر ساختمان)

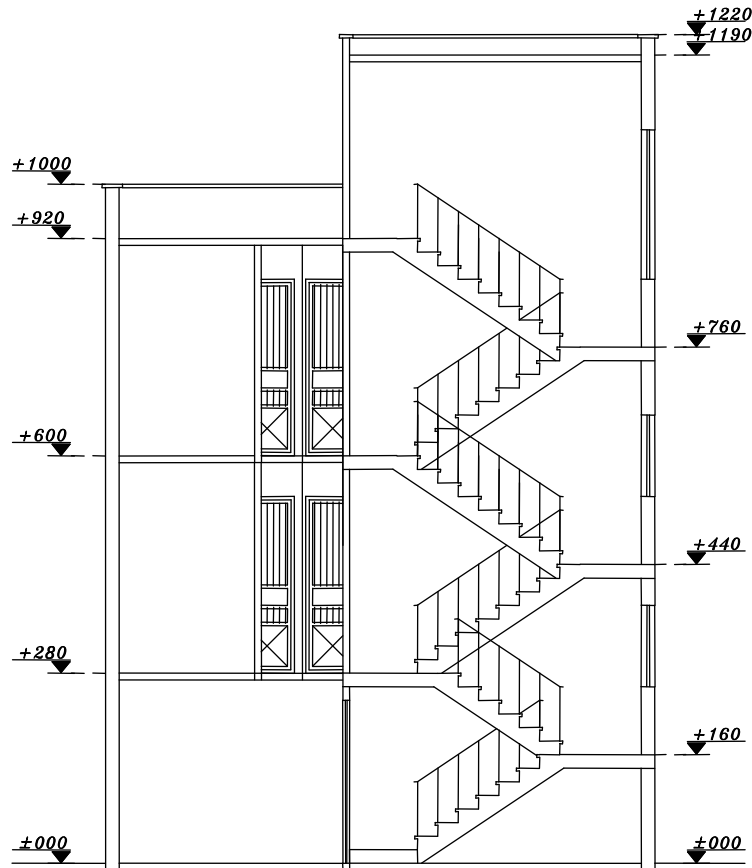
مبحث دهم مقررات ملی



شکل ۱-۳ پلان سازه

۳.۳ اهداف مورد نظر

۱. محاسبات مربوط به بارگذاری سازه
۲. تحلیل و طراحی سازه



شکل ۳-۲ برش ساختمان

۴.۳ ابعاد المان‌ها

در این پروژه از مقاطع IPE به صورت دویل و تکی برای تیرها و از مقاطع IPE به صورت دویل جهت طرح ستون‌ها و از مقاطع UNP به صورت دویل و تکی جهت طرح بادبندها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

لازم به ذکر است که در سازه‌های فولادی برای تعیین ابعاد تیر و ستون‌ها عوامل مختلفی دخیل می‌باشد. این عوامل به عنوان مثال: شامل خیز در تیرها، محدودیت‌های اتصال تیر به ستون و اتصال ستون به ستون در محل وصله و همچنین محدودیت‌های معماری موجود می‌باشد.

مشخصات مقاطع ستون‌های مورد استفاده در (جدول ۲-۳) ارائه شده است.

جدول ۲-۳ مشخصات مقاطع ستون‌ها

نام مقطع
2IPE140@160mm
2IPE140@160mm+2PL180x10
2IPE160@180mm
2IPE160@180mm+2PL200x10
2IPE180@200mm

مشخصات مقاطع تیرهای مورد استفاده در (جدول ۳-۳) ارائه شده است.

جدول ۳-۳ مشخصات مقاطع تیرها

نام مقطع
IPE140
IPE160
IPE180
IPE200
2IPE140
2IPE160
2IPE180
2IPE200

در مقاطع ستون‌ها، پیشنهاد می‌شود فاصله آکس تا آکس بین دو پروفیل IPE را به اندازه ۲ سانتیمتر بیشتر از ارتفاع پروفیل مورد استفاده قرار داد تا مشکل اتصال تیر به ستون در این پروژه مرتفع گردد.

مشخصات مقاطع مهاربندهای مورد استفاده در (جدول ۴-۳) ارائه شده است.

جدول ۳-۴ مشخصات مقاطع مهار بندها

مشخصات مقطع
2UNP80
2UNP100
2UNP120

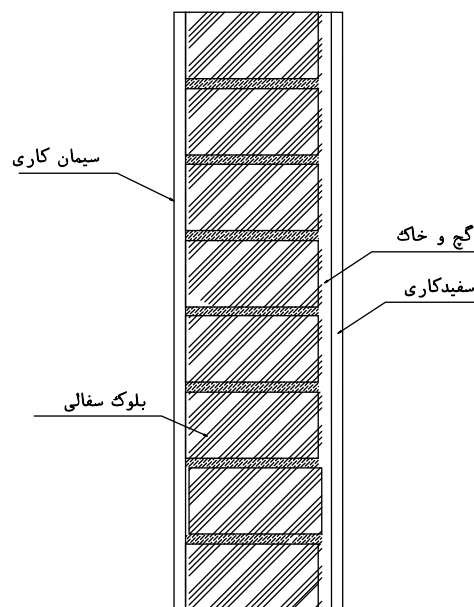
مقاطع مزبور در (جداول ۳-۲ و ۳-۳ و ۳-۴)، مجموعه‌ای از مقاطعی است که در اختیار نرم‌افزار قرار داده خواهد شد تا نرم‌افزار در روند طراحی بهینه‌ترین مقطع را برای المان‌های مختلف سازه انتخاب کند.

لازم به ذکر است که مقاطع بالا صرفاً نظر مولف بوده و شما می‌توانید با رعایت محدودیت‌های موجود در سازه، ابعاد و مقاطع متفاوتی را انتخاب کنید.

۵.۳ بارگذاری

۱.۵.۳ بارگذاری ثقلی

الف) محاسبه وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی بدون نما

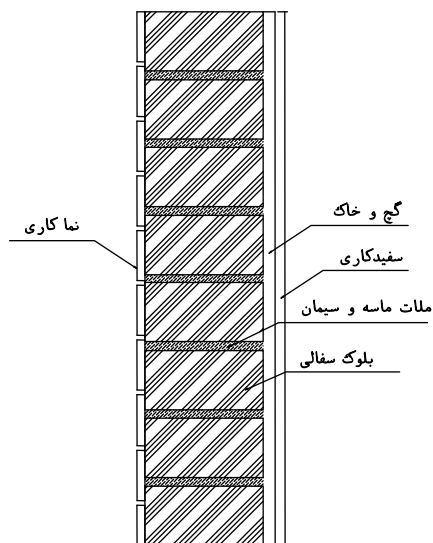


شکل ۳-۳

جدول ۳-۱ وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی بدون نما

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۶/۵	0.005×1300	سفیدکاری
۳۲	0.02×1600	گچ و خاک
۱۷۰	0.2×850	بلوک سفالی
۴۲	0.02×2100	سیمان کاری
$\cong 250$		مجموع

ب) محاسبه وزن دیوار ۲۰ سانتی محیطی نما دار



شکل ۳-۴

جدول ۱-۵ بار دیوارهای خارجی نمادار

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۶/۵	0.005×1300	سفید کاری
۳۲	0.02×1600	گچ و خاک
۱۷۰	0.2×850	بلوک سفالی
۳۱/۵	0.015×2100	ملات ماسه سیمان
۲۴	0.01×2400	سنگ تراورتن
$\cong 264$		جمع

با توجه به این که دیوارهای پیرامونی نمادار دارای تعداد زیادی بازشو (در و پنجره) می‌باشد، بهتر است مقدار بار محاسبه شده برای این نوع دیوار را در یک ضریب تخفیف ضرب کنیم. این ضریب را می‌توان با توجه به تعداد بازشوها تعیین کرد. در این پروژه به طور پیش فرض این ضریب را 0.8 در نظر گرفته‌ایم.

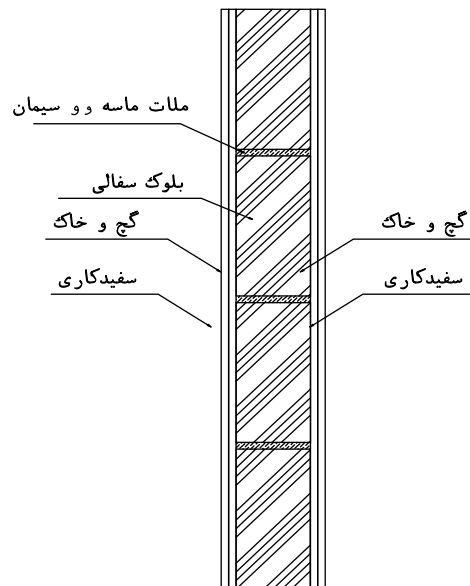
$$0.8 \times 264 \cong 211 \text{ Kg/m}^2$$

ضریب تخفیف را می‌توان به صورت دقیق از رابطه $n = 1 - \frac{A_0}{A}$ به دست آورد.

A_0 سطح کل بازشوها و A برابر سطح دیوارهای پیرامونی + سطح کل بازشوها

باید توجه داشت که دیوارهای بدون نما (مجاور همسایه) دارای بازشو نبوده و نباید در ضریب تخفیف ضرب کرد.

پ) محاسبه بار واحد سطح تیغه‌بندی



شکل ۳-۵

جدول ۳-۶ بار معادل تیغه‌بندی

وزن واحد سطح Kg/m^2	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۱۳	$2 \times 0.005 \times 1300$	سفید کاری (دو طرفه)
۳۲	$2 \times 0.01 \times 1600$	گچ و خاک (دو طرفه)
۸۵	0.10×850	آجر کاری (آجر سفال)
۱۳۰		مجموع

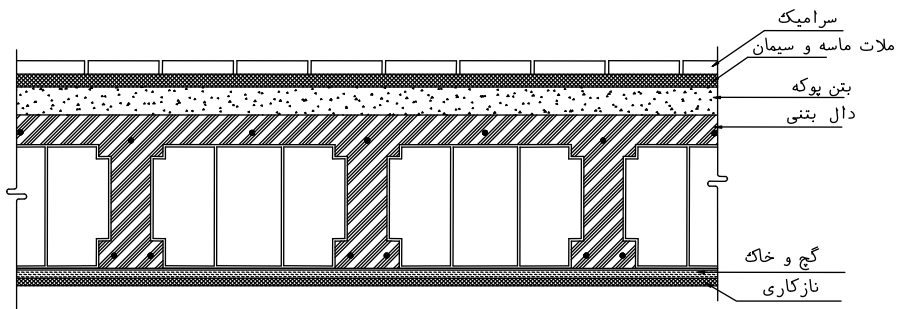
برای محاسبه بار معادل تیغه‌بندی، بار واحد سطح تیغه‌بندی را در ارتفاع و مجموع طول دیوارها ضرب کرده، بر مساحت طبقه تقسیم کرد. طبق مبحث ششم مقررات ملی بار معادل تیغه‌بندی نباید کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد. طول دیوارهای تیغه تقریباً ۲۰ متر بوده و ارتفاع مفید طبقات را ۲/۸ متر است.

$$20 \times 2.8 \times 130 = 7280 \text{ Kg}$$

$$w = \frac{7280}{8.1 \times 10.50} \cong 85.5 \text{ Kg/m}^2 < 100 \text{ Kg/m}^2 \Rightarrow w = 100 \text{ Kg/m}^2$$

لازم به ذکر است چون وزن یک مترمربع دیوار تیغه از ۱۵۰ کیلوگرم کمتر است، لازم نیست، اثرات موضعی بار تیغه‌ها در طراحی کف‌ها منظور گردد.

(ت) محاسبه بار مرده کف طبقات (تیرچه و بلوک)



شکل ۳-۶

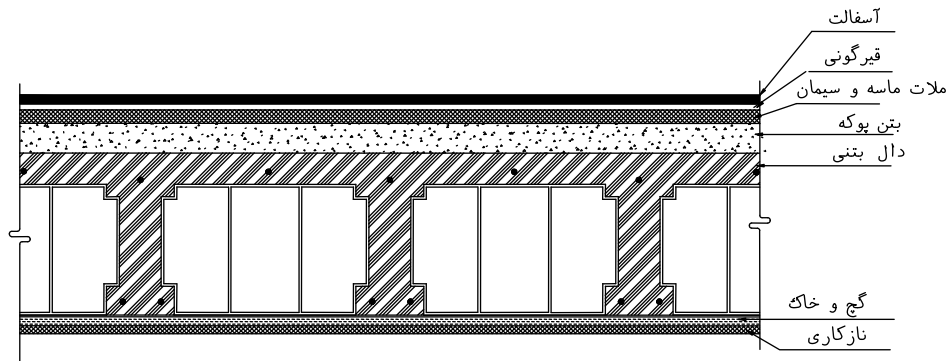
جدول ۳-۷ بار مرده کف طبقات

وزن واحد سطح Kg/m ²	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۲۱	۲۱۰۰×۰/۰۱	سرامیک
۴۲	۲۱۰۰×۰/۰۲	ملاط ماسه سیمان
۶۵	۱۳۰۰×۰/۰۵	بتن پوکه
۱۰۰	۱۰×۱۰	بلوک (تعداد ۱۰ بلوک در یک مترمربع)
۱۲۵	۲۵۰۰×۰/۰۵	بتن رویه
۱۲۵	۲۵۰۰×۰/۲۵×۰/۱×۲	تیرچه
۶/۵	۱۳۰۰×۰/۰۰۵	سفید کاری
۱۶	۱۶۰۰×۰/۰۱	گچ و خاک
۵۰۰/۵		جمع

$$(۵۰۰/۵-۲۵۰) + ۱۰۰ = ۳۵۰/۵ \text{ Kg/m}^2$$

پس بار مرده طبقات برابر است با:

ث) محاسبه بار مرده کف طبقه بام (تیرچه و بلوک)



شکل ۳-۷

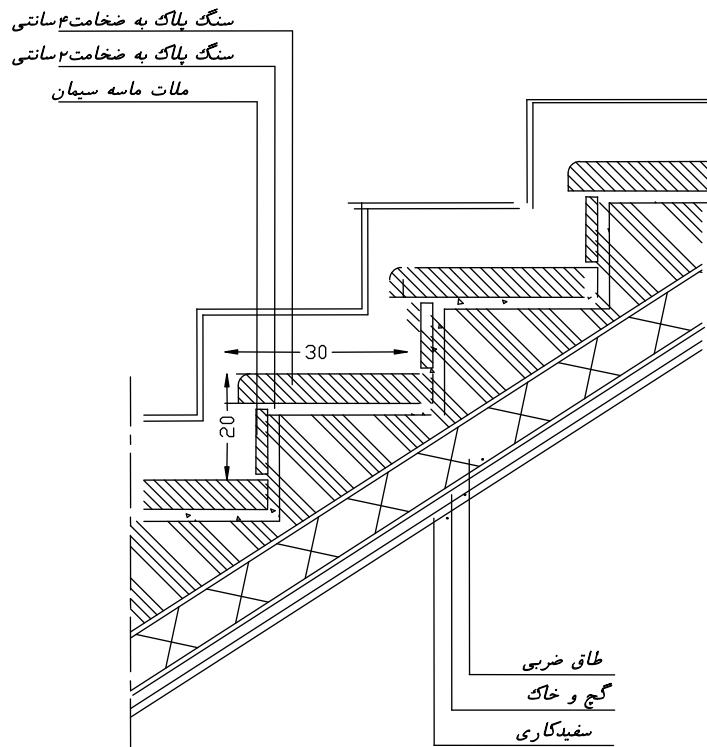
جدول ۳-۸ بار مرده کف طبقه بام

وزن واحد سطح Kg/m ²	وزن مخصوص در ضخامت	نوع مصالح
۴۴	۲۲۰۰×۰/۰۲	آسفالت
۱۵	۱۵	قیرگونی
۴۲	۲۱۰۰×۰/۰۲	ملات ماسه سیمان
۱۳۰	۱۳۰۰×۰/۱	بتن پوکه
۱۰۰	۱۰×۱۰	بلوک (۱۰ عدد در یک مترمربع)
۱۲۵	۲۵۰۰×۰/۰۰۵	بتن رویه
۱۲۵	۲۵۰۰×۰/۲۵×۰/۱×۲	تیرچه
۶/۵	۱۳۰۰×۰/۰۰۵	سفید کاری
۱۶	۱۶۰۰×۰/۰۱	گچ و خاک
۶۰۳/۵		مجموع

$$(۶۰۳/۵ - ۲۵۰) = ۳۵۳/۵ \text{ Kg/m}^2$$

ج) محاسبه بار مرده پله

در این پروژه ارتفاع پیشانی ۲۰ سانتیمتر و ارتفاع پاخور ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است. (شکل ۳-۳) جزئیات پله را نشان می دهد.



شکل ۳-۸ جزئیات پله

برای محاسبه بار مرده پله به صورت زیر عمل می کنیم.
 با فرض اینکه زاویه شمشیری پله با افق برابر ۴۵ درجه باشد، محاسبات زیر را انجام می دهیم.
 به منظور سهولت در محاسبات، ضخامت متوسط جان پله را می توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$t_{av} = \frac{0.5 \times a \times s + t \sqrt{a^2 + s^2}}{\sqrt{a^2 + s^2}} = \frac{0.5 \times 0.20 \times 0.30 + 0.1 \times \sqrt{0.20^2 + 0.30^2}}{\sqrt{0.20^2 + 0.30^2}} = 0.18m$$

بار شمشیری در امتداد افق

$$\text{بار شمشیری (آجر چینی)} : \frac{0.18}{\cos 45} \times 1750 \cong 445 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار تیر آهنی} : \cong 15 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار سفید کاری} : \frac{0.005}{\cos 45} \times 1300 = 9 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار گچ و خاک} : \frac{0.01}{\cos 45} \times 1600 \cong 22 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار سنگ پاخور} : 0.05 \times 2800 = 140 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار سنگ پیشانی} : \frac{8 \times (18 \times 2)}{200} \times 2700 = 37.8 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{ملات} : 0.02 \times 2100 = 42 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{مجموع بار شمشیری در امتداد افق} : 445 + 15 + 9 + 22 + 140 + 37.8 + 42 \cong 711 \text{ Kg / m}^2$$

بار پاگرد در امتداد افق

$$\text{بار پاگرد (آجر چینی)} : 0.1 \times 1750 = 175 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار تیر آهنی} : \cong 15 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار سفید کاری} : 0.005 \times 1300 = 6.5 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار گچ و خاک} : 0.01 \times 1600 = 16 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{بار سنگ کفپوش (گرانیت)} : 0.05 \times 2800 = 140 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{ملات} : 0.02 \times 2100 = 42 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{مجموع بار پاگرد در امتداد افق} : 175 + 15 + 6.5 + 16 + 140 + 42 \cong 395 \text{ Kg / m}^2$$

به طور میانگین وزن واحد پله برابر

$$\frac{711 + 395}{2} \cong 553 \text{ Kg / m}^2$$

چ) بارهای زنده

طبق آیین‌نامه بارگذاری بار زنده طبقات مسکونی برابر 200 Kg/m^2 و بار زنده طبقه بام

برابر 150 Kg/m^2 و بار زنده پله برابر 350 Kg/m^2 می‌باشد.

ح) خلاصه بارگذاری ثقلی

در جدول زیر خلاصه بارهای محاسبه شده در صفحات قبل به صورت گرد شده، آمده است.

جدول ۳-۹ خلاصه بارگذاری ثقلی

بار زنده (Kg/m ²)	بار مرده (Kg/m ²)	
۲۰۰	۳۵۵	کف طبقات مسکونی
۱۵۰	۳۵۵	کف طبقه بام
-	۲۵۰	دیوار پیرامونی بدون نما
-	۲۱۱	دیوار پیرامونی با نما
۳۵۰	۵۵۳	پله

۲.۵.۳ بارگذاری لرزه‌ای

با توجه به این که سازه منظم در پلان و ارتفاع است، لذا تحلیل به صورت استاتیکی انجام خواهد شد.

برای این منظور ابتدا ضریب زلزله را محاسبه کنیم.

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ برش پایه V به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V = C W$$

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

$$V \geq 0.1AIW$$

الف) وزن ساختمان، W

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ وزن ساختمان‌های مسکونی جهت محاسبه نیروی زلزله برابر بار مرده به اضافه ۲۰ درصد بار زنده می‌باشد.

ب) نسبت شتاب مبنای طرح، A

نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق مختلف کشور، بر اساس خطر لرزه‌خیزی منطقه به شرح (جدول ۳-۱۰) تعیین می‌گردد.

جدول ۱۰-۳

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح
۱	منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	منطقه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	منطقه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	منطقه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

با توجه به این که شهر تبریز جزو مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد می‌باشد، لذا شتاب مبنای طرح ۰/۳۵ را انتخاب می‌کنیم.

پ) ضریب اهمیت ساختمان، I

ضریب اهمیت ساختمان با توجه به گروه‌بندی آنها، مطابق (جدول ۱۱-۳) تعیین می‌گردد.

جدول ۱۱-۳

ضریب اهمیت	طبقه‌بندی ساختمان
۱/۴	گروه ۱
۱/۲	گروه ۲
۱/۰	گروه ۳
۰/۸	گروه ۴

با توجه به این که ساختمان‌های مسکونی جزو گروه ۳ (با اهمیت متوسط) می‌باشد، ضریب اهمیت آن برابر ۱/۰ می‌باشد.

ت) ضریب بازتاب ساختمان، B

ضریب بازتاب ساختمان بیانگر نحوه پاسخ ساختمان به حرکت زمین است و تابعی از تناوب سازه است. این ضریب با استفاده از روابط زیر به دست می‌آید:

$$B=1+S(T/T_0) \quad 0 \leq T \leq T_0$$

$$B=S+1 \quad T_0 \leq T \leq T_s$$

$$B=(S+1)(T_s/T)^{2/3} \quad T \geq T_s$$

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

جدول ۳-۱۲

در روابط بالا T زمان تناوب اصلی سازه بوده و از روابط زیر به دست می آید.

$T = 0.08H^{3/4}$ قاب خمشی فولادی

$T = 0.07H^{3/4}$ قاب خمشی بتنی

$T = 0.05H^{3/4}$ برای ساختمان های با سایر سیستم ها

طبق آیین نامه ۲۸۰۰، در صورتی که وزن خرپشته از ۲۵ درصد وزن طبقه بام کمتر باشد ارتفاع سازه از تراز پایه تا طبقه بام محاسبه می شود. این ضابطه از آیین نامه را می توان به طور تقریبی با تقسیم مساحت طبقه خرپشته به مساحت طبقه بام کنترل کرد.

$$\frac{395 \times 295}{780 \times 1020} = 14\% < 25\% \quad \text{OK} \Rightarrow H = 9.2\text{m}$$

با توجه به این که سازه دارای ارتفاع ۹/۲ متر و سیستم انتخابی، قاب ساده (با مهاربندی) می باشد، لذا تناوب سازه از رابطه زیر به دست می آید.

$$T = 0.05 \times H^{3/4}, H = 9.2 \Rightarrow T = 0.05 \times 9.2^{3/4} = 0.26 \text{ sec}$$

با توجه به این که زمین محل احداث سازه نوع ۳ بوده و تناوب سازه بین ۰/۱۵ و ۰/۷ قرار دارد لذا ضریب بازتاب سازه از رابطه زیر به دست می آید.

$$T_0 < T < T_s \Rightarrow B = S + 1, S = 1.75 \Rightarrow B = 1.75 + 1 = 2.75$$

ث) ضریب رفتار ساختمان، R

ضریب رفتار ساختمان در برگیرنده آثار عواملی از قبیل شکل پذیری، درجه نامعینی و اضافه مقاومت موجود در سازه است. این ضریب با توجه به نوع سیستم باربر جانبی سازه و طبق (جدول ۶) آیین نامه ۲۸۰۰ تعیین می‌گردد. این ضریب برای ساختمان‌های با قاب ساده (مهاربندی هم محور) برابر ۶ می‌باشد.

حال طبق اطلاعات به دست آمده در بالا می‌توان ضریب زلزله را طبق آیین نامه ۲۸۰۰ به دست آورد.

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 \times 2.75 \times 1.0}{6} = 0.1604$$

۶.۳ ترکیبات بار طراحی

۱.۶.۳ ترکیبات بار نوع یک

طبق مبحث شش مقررات ملی باید ترکیبات I به نرم‌افزار معرفی شود. این ترکیبات در واقع ترکیبات عمومی طراحی می‌باشد و در جدول ۳-۱۳ ارائه شده است.

همچنان که در مبحث شش مقررات ملی آمده است، می‌توان تنش مجاز طراحی را در ترکیباتی که نیروی زلزله در آن وجود دارد، ۱/۳۳ برابر افزایش داد. در صورتی که از آیین‌نامه AISC در طراحی استفاده کنیم، نرم‌افزار ETABS تنش مجاز ترکیبات بار دارای نیروی زلزله را به طور خودکار، ۱/۳۳ برابر افزایش می‌دهد.

نام ترکیبات	ترکیبات نوع یک
COMB1	DL+LL
COMB2	DL+LL+EX
COMB3	DL+LL-EX
COMB4	DL+LL+EY
COMB5	DL+LL-EY

جدول ۳-۱۳ ترکیبات نوع یک

۲.۶.۳ ترکیبات بار نوع دو

طبق مبحث ششم مقررات ملی، ستون‌ها متصل به باربند باید دارای مقاومت کافی برای تحمل نیروهای محوری ناشی از ترکیبات زیر را داشته باشند:

$$DL + 0.7LL + \Omega_0 E \leq 1.7Fa$$

مقدار Ω_0 با توجه به (جدول ۳-۱۴) تعیین می‌شود.

Ω_0	سیستم سازه‌ای
۳/۲	- سیستم قاب خمشی فولادی
۳/۲	- سیستم دوگانه
۲/۸	- سیستم قاب ساده ساختمانی + مهاربند واگرا
۲/۴	- سیستم قاب ساده ساختمانی + مهاربند همگرا

جدول ۳-۱۴

طبق (جدول ۳-۱۴)، رابطه اخیر به صورت زیر در خواهد آمد:

$$DL + 0.7LL + 2.4E \leq 1.7Fa$$

در طراحی طبق این ترکیب بار، نباید ظرفیت مقطع را ۳۳٪ افزایش داد. با توجه به این که آیین‌نامه AISC ظرفیت مقطع را در ترکیبات دارای نیروی زلزله را ۳۳٪ افزایش می‌دهد، لذا اولاً جهت خنثی کردن این اثر باید طرف اول ترکیب فوق را نیز در ۱/۳۳ ضرب کرده ثانیاً طرفین ترکیب بار مذکور را در ۱/۷ تقسیم می‌کنیم تا ضریب طرف دوم برابر یک باشد. بنابراین با اعمال اصلاحات فوق، ترکیب بار اخیر به صورت زیر در خواهد آمد:

$$0.782DL + 0.547LL + 1.877E \leq Fa$$

ترکیبات بار نوع دو در (جدول ۳-۱۵) ارائه شده است.

نام ترکیب	ترکیب بار نوع دو
COMB6	0.782DL+0.547LL+1.877EX
COMB7	0.782DL+0.547LL-1.877EX
COMB8	0.782DL+0.547LL+1.877EY
COMB9	0.782DL+0.547LL-1.877EY

جدول ۳-۱۵ ترکیبات نوع دو

۳.۶.۳ ترکیبات بار کنترل تغییرمکان

ترکیبات بار کنترل تغییرمکان در (جدول ۳-۱۶) ارائه شده است.

نام ترکیب	ترکیبات بار
DIS1	EX
DIS2	-EX
DIS3	EY
DIS4	-EY


در صورتی که ستونی در محل تقاطع دو بادیند واقع شده باشد، باید ترکیبات مزبور را با ۳۰ درصد نیروی زلزله در جهت عمود بر جهت مورد نظر ترکیب کرد.
در ساختمان‌های تا ۵ طبقه و یا کوتاه تر از ۱۸ متر، در مواردی که برون مرکزی نیروی جانبی طبقه در طبقات بالاتر کمتر از ۵٪ بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد، نیازی به محاسبه ساختمان در برابر لنگر پیچشی نیست.

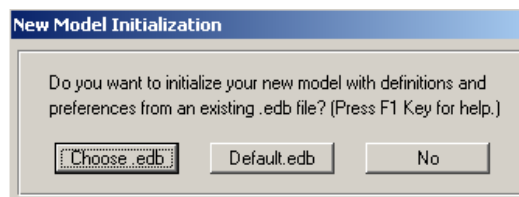
۷.۳ ساخت مدل

۱.۷.۳ ترسیم خطوط شبکه

■ نرم‌افزار ETABS را راه‌اندازی کرده و از منوی کشویی واحدها، سیستم واحد آن را به Kgf-m تغییر دهید.

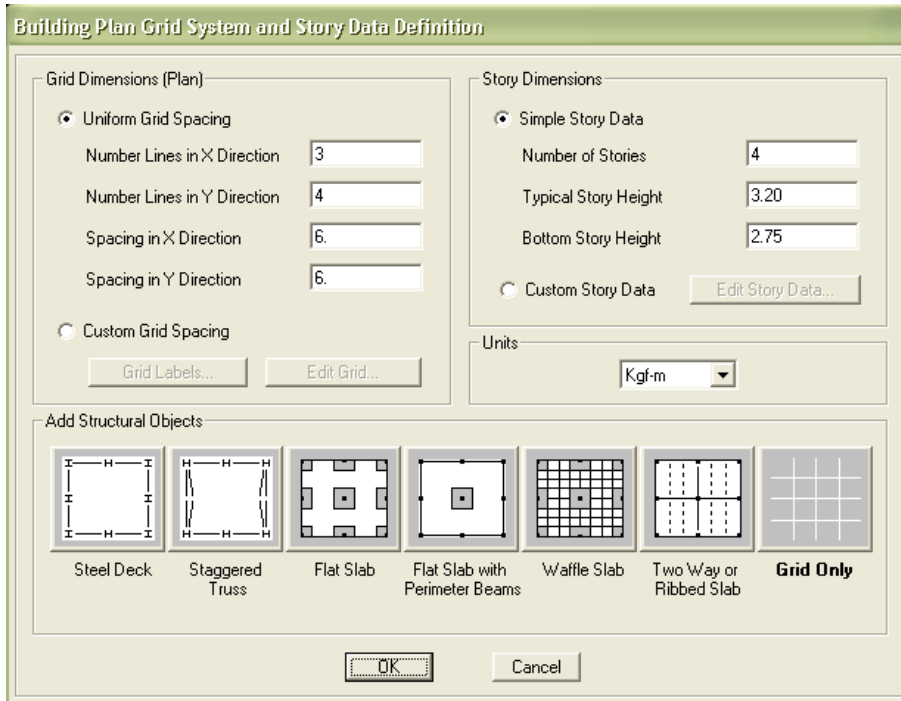


■ دستور File > New model را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه New Model Initialization نمایان گردد.

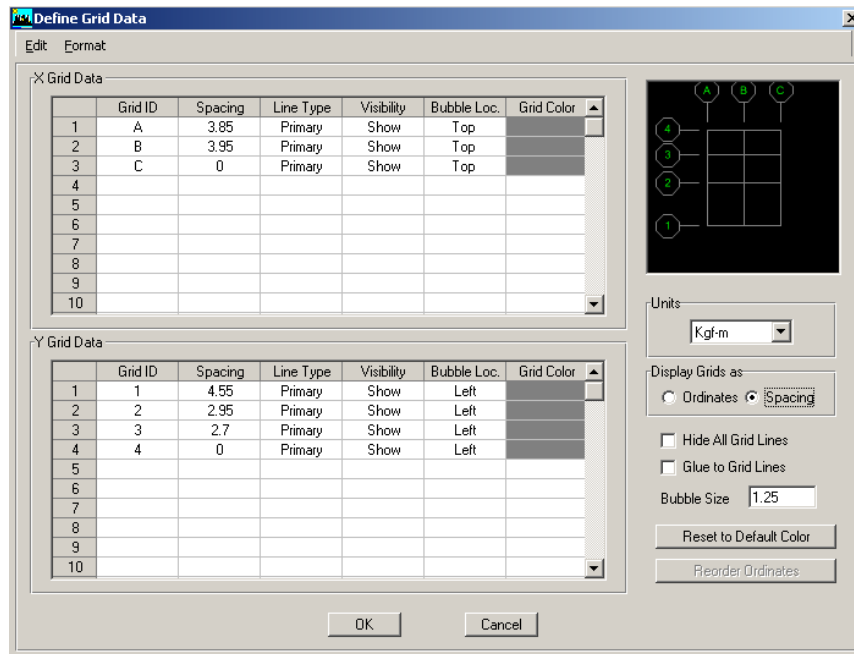


◀ گزینه No را انتخاب کنید تا جعبه Building Plan Grid System نمایان گردد.

در صورتی که گزینه Choose.edb را انتخاب کنید، می‌توان از اطلاعات سایر فایل‌های موجود (از قبیل مقاطع، ترکیبات بار و...) استفاده کرد.



- 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 ۳ و در قسمت Number Lines in Y Direction تعداد خطوط شبکه در جهت Y را ۴ وارد کنید.
 - ◀ در قسمت Number of Story تعداد طبقات را ۴ (با احتساب طبقه خرپشته) در قسمت Typical Story Height ارتفاع طبقات مسکونی مشابه را ۳/۲ متر و در قسمت Bottom Story Height ارتفاع طبقه پیلوت را ۲/۸ (با احتساب کف سازی) متر وارد کنید.
 - ◀ حال دکمه Edit Grid را کلیک کنید تا جعبه Define Grid Data نمایان گردد.



در جعبه باز شده با توجه به پلان معماری هر یک از خطوط شبکه را اصلاح می‌کنیم.

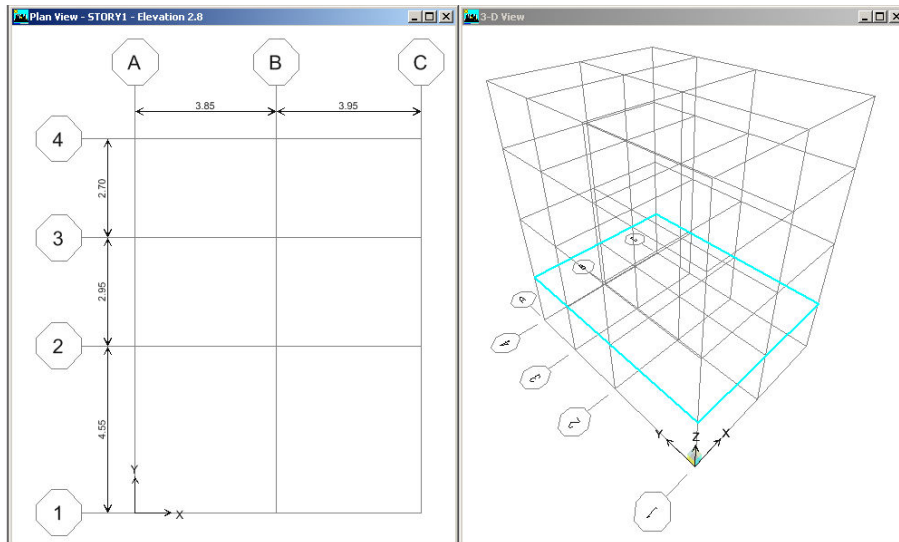
✓ در قسمت Display Grids as گزینه Spacing را انتخاب کنید.

✓ در قسمت X Grid Data در ستون Ordinate جهت تغییر موقعیت مکانی هر یک از خطوط شبکه به ترتیب اعداد ۳/۸۵، ۳/۹۵ و ۰ را برای فاصله خطوط C,B,A وارد کنید.

✓ در قسمت Y Grid Data در ستون Ordinate به ترتیب اعداد ۴/۵۵، ۲/۹۵، ۲/۷ و ۰ را برای فاصله خطوط 1,2,3,4 وارد کنید.

✓ روی دکمه OK کلیک کرده تا به جعبه قبلی بازگردیم.


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

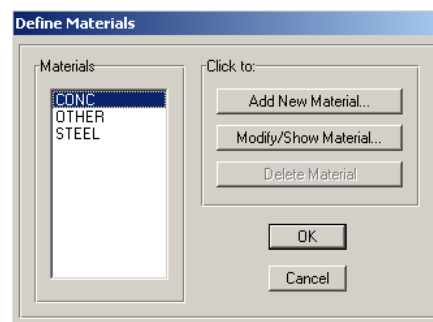


شکل ۳-۹ خطوط شبکه

تا این مرحله تنها خطوط شبکه ترسیم شده است. توجه نمایید که این خطوط اعضای سازه‌ای نبوده بلکه راهنمایی برای ترسیم اعضای سازه‌ای مانند تیر و ستون می‌باشد.

۲.۷.۳ تعریف مشخصات مصالح

در این مرحله می‌خواهیم مشخصات تحلیل و طراحی مصالح را وارد کنیم. ■ 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 را انتخاب کرده، دکمه Modify Show Material را کلیک کنید تا جعبه Material Property Data نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Mass Per Unit Volume، مقدار جرم واحد حجم بتن را ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب وارد کنید.
- ✓ در قسمت Weight Per Unit Volume، مقدار وزن واحد حجم بتن را ۲۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب وارد کنید.
- ✓ در قسمت Modules Of Elasticity، مقدار مدول الاستیسیته بتن را ۲/۱۹E۹ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.
- ✓ در قسمت poisson's Ratio، مقدار ضریب پواسون بتن را ۰/۲ وارد کنید.
- ✓ در قسمت Specified Conc Comp Strength, f'c، مقاومت مشخصه بتن را ۲۱۰E۴ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.
- ✓ در قسمت Bending Reinf. Yield Stress, fy، تنش تسلیم آرماتورهای خمشی را ۴۰۰۰E۴ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.
- ✓ در قسمت Shear Reinf. Yield Stress, fys، تنش تسلیم آرماتورهای برشی را ۳۰۰۰E۴ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.
- ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.

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.

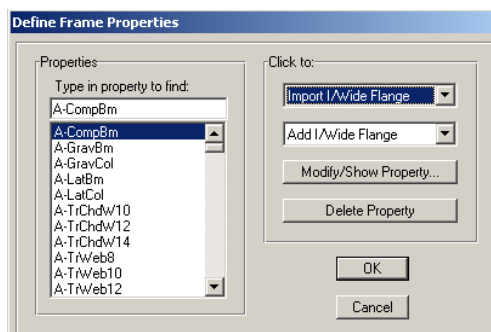
در جعبه باز شده:

- ✓ 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^{10} کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.
- ✓ در قسمت poisson's Ratio، مقدار ضریب پواسون فولاد را 0.3 وارد کنید.
- ✓ در قسمت Minimum Yield Stress, Fy، تنش تسلیم فولاد را 24000000 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.
- ✓ در قسمت Minimum Tensile Strength, Fu، تنش گسیختگی فولاد را برابر 36000000 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.
- ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید.

۳.۷.۳ معرفی مشخصات مقاطع

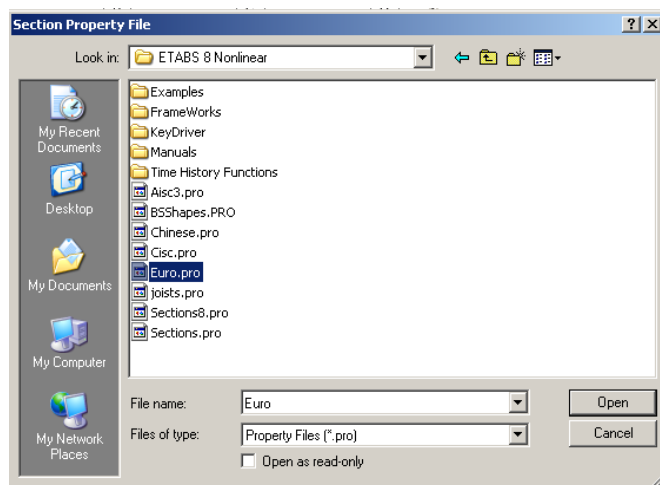
الف) مشخصات مقاطع IPE

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



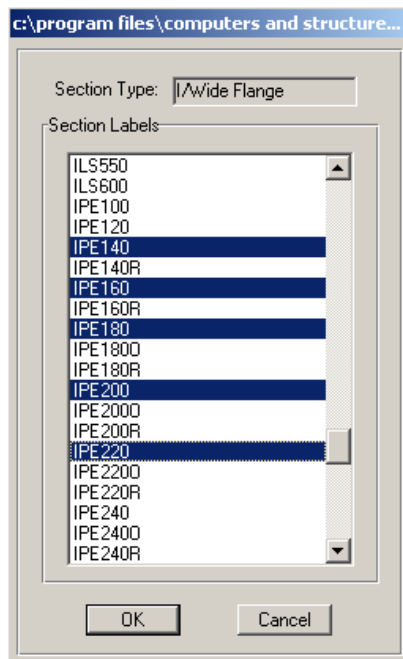
در جعبه باز شده:

- ✓ 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 Import I/Wide Flange را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه، جعبه Section Property File نمایان می گردد.



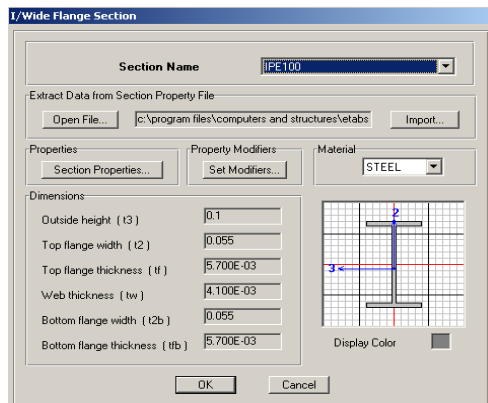
در جعبه باز شده:

✓ فایل Euro.pro را از مسیری که نرم‌افزار ETABS نصب شده انتخاب کرده، (معمولاً در مسیر C:\program files\Computer and Structures\ETABS روی دکمه Open کلیک کنید تا جعبه محاوره‌ای مقاطع مطابق شکل زیر نمایان گردد.



✓ مقاطع IPE140, IPE160, IPE180, IPE200, IPE220 را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید. لازم بذکر است که ممکن است تیر آهن‌های 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.

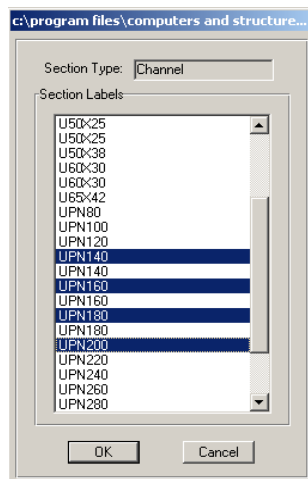


در جعبه باز شده:

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

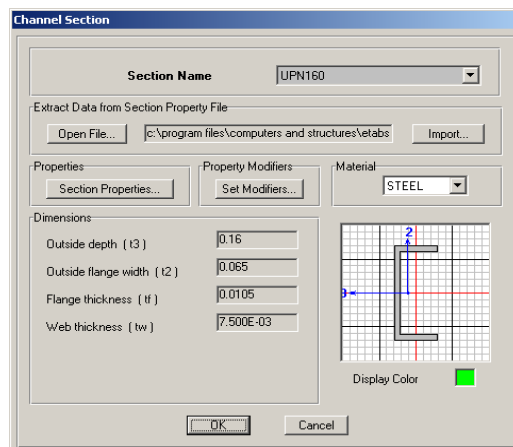
ب) مشخصات مقاطع UNP

✓ 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 مطابق شکل زیر نمایان می‌گردد.



در جعبه باز شده:

✓ مقاطع UNP80، UNP120 و UNP100 را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
 ✓ با کلیک روی دکمه OK جعبه Channel Section نمایان می‌گردد.



در جعبه باز شده:

✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه Define Frame Properties باز گردیم.

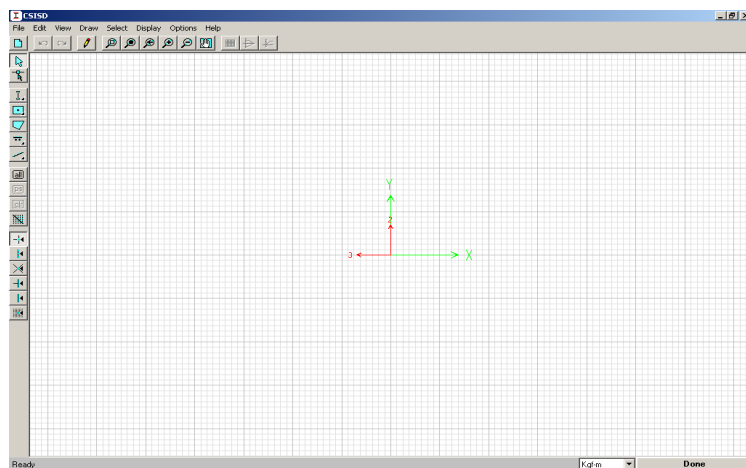
پ) ایجاد مقاطع مرکب ستون

در این قسمت، می‌خواهیم مقاطع مرکب ستون‌ها را که در ابتدای فصل معرفی شدند، ایجاد کرده و در طراحی استفاده نماییم. به عنوان مثال می‌خواهیم مقطع 2IPE160@180+2PL200x10 را ایجاد نماییم. این مقطع مقطع دابل IPE160 به فاصله ۱۸۰ میلیمتر و با ورق تقویتی ۱۰×۲۰۰ میلیمتر و به ارتفاع ستون می‌باشد.

✓ 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 جعبه باز شده:





- ✓ در قسمت Section Name نام 2IPE16PL20x1 را وارد کنید. لازم بذکر است که سعی می‌کنیم نام مقاطع را حداکثر امکان بصورت 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 ۳-۱۰) نمایان گردد.

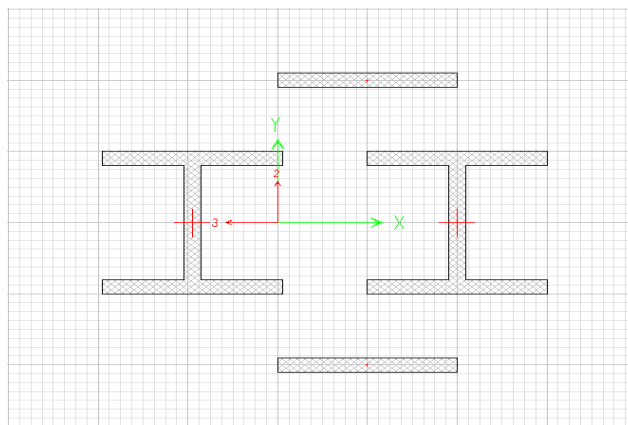


شکل ۳-۱۰ پنجره CSISD

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.

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 مطابق (شکل ۳-۱۱) 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 مطابق (شکل ۳-۱۱) ترسیم شود.



شکل ۱۱-۳

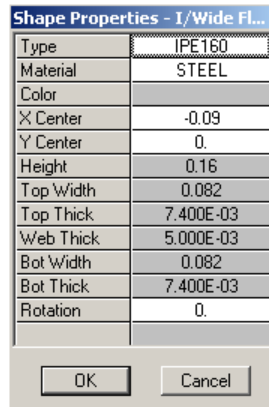
◀ بر روی مقطع I شکل اولی کلیک راست کرده تا جعبه Shape Properties I/Wide نمایان گردد.

Shape Properties - I/Wide Fl...	
Type	IPE160
Material	STEEL
Color	
X Center	0.09
Y Center	0.
Height	0.16
Top Width	0.082
Top Thick	7.400E-03
Web Thick	5.000E-03
Bot Width	0.082
Bot Thick	7.400E-03
Rotation	0.
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

در جعبه باز شده:

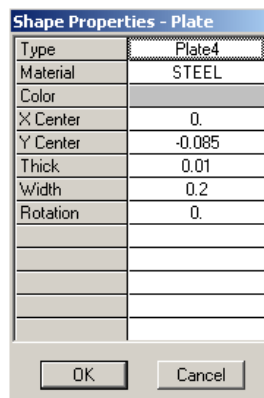
◀ در قسمت Type، نوع پروفیل را IPE160، در قسمت XCenter و YCenter مختصات مرکز سطح پروفیل به ترتیب برابر ۰/۰۹ و ۰ وارد کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

◀ بر روی مقاطع I شکل دومی کلیک راست کرده تا جعبه Shape Properties I/Wide نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Type، نوع پروفیل را IPE160، در قسمت Material گزینه STEEL و در قسمت YCenter و XCneter مختصات مرکز سطح پروفیل به ترتیب برابر $0/0.9$ و 0 وارد کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.
- ◀ بر روی مقطع ورق اولی کلیک راست کرده تا جعبه Shape Properties – Plate نمایان گردد.



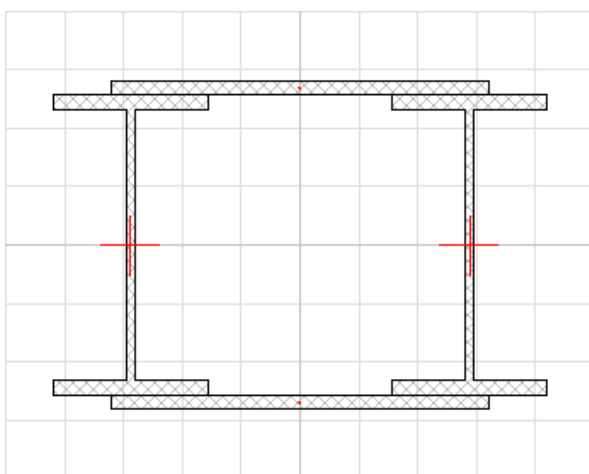
در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Material گزینه STEEL و در قسمت YCenter و XCneter مختصات مرکز سطح ورق را به ترتیب برابر 0 و $0/0.85$ وارد کرده و در قسمت Thick ضخامت ورق را برابر $0/0.1$ وارد نموده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.
- ◀ بر روی مقطع ورق دومی کلیک راست کرده تا جعبه Shape Properties-Plate نمایان گردد.

Shape Properties - Plate	
Type	Plate3
Material	STEEL
Color	
X Center	0.
Y Center	0.085
Thick	0.01
Width	0.2
Rotation	0.

در جعبه باز شده:

◀ در قسمت Material گزینه STEEL و در قسمت XCenter و YCenter مختصات مرکز سطح ورق را به ترتیب برابر ۰ و 0.085 وارد کرده، در قسمت Thick ضخامت ورق را برابر 0.01 وارد کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید. تصویر گرافیکی مقطع بعد از اصلاح، به صورت (شکل ۳-۱۲) خواهد بود.



شکل ۳-۱۲ تصویر گرافیکی مقطع بعد از اصلاح

◀ حال روی دکمه Done (در پایین پنجره CSISD) کلیک کرده تا پنجره CSISD بسته شود. سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

معرفی بقیه مقاطع ستون‌ها طبق (جدول ۳-۲) به عهده خواننده واگذار می‌شود.

ت) ایجاد مقاطع مرکب تیر

در این قسمت مقطع تیر 2IPE140 را ایجاد می‌کنیم. این مقطع شامل دو پروفیل IPE140 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 جعبه باز شده:

✓ 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 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.

Type	IPE140
Material	STEEL
Color	
X Center	0.035
Y Center	0.
Height	0.14
Top Width	0.073
Top Thick	6.900E-03
Web Thick	4.700E-03
Bot Width	0.073
Bot Thick	6.900E-03
Rotation	0.
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

◀ 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 مهاربند

✓ 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 جعبه باز شده:

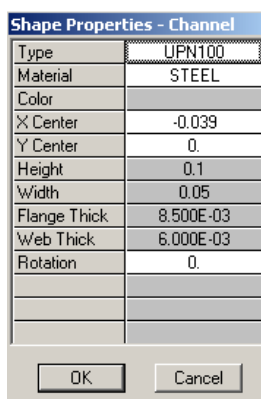
- ✓ در قسمت Section Name نام 2UNP100 را وارد کنید.
- ✓ در قسمت Base Material گزینه STEEL را انتخاب کنید.
- ✓ در قسمت Design Type گزینه General Steel Section را انتخاب کنید.
- ✓ روی دکمه Section Designer کلیک کنید تا پنجره CSISD نمایان گردد.

در پنجره CSISD:

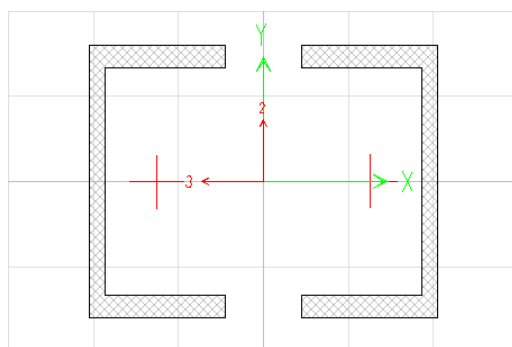
- ◀ از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید و پس از آن روی دکمه  کلیک کنید.
- ◀ در دو نقطه از فضای خالی پنجره کلیک کنید تا دو مقطع U شکل ترسیم شود.
- ◀ بر روی مقطع U شکل اولی کلیک راست کنید تا جعبه Shape Properties-Channel نمایان گردد.
- ◀ این جعبه را مطابق شکل زیر تکمیل کرده سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

Shape Properties - Channel	
Type	UPN100
Material	STEEL
Color	
X Center	0.039
Y Center	0.
Height	0.1
Width	0.05
Flange Thick	8.500E-03
Web Thick	6.000E-03
Rotation	180.
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

- ◀ بر روی مقطع U شکل دومی کلیک راست کنید تا جعبه Shape Properties-Channel نمایان گردد.
- ◀ این جعبه را مطابق شکل زیر تکمیل کرده سپس روی دکمه OK کلیک کنید.



نمای گرافیکی مقطع بعد از اصلاح آن به صورت (شکل ۳-۱۳) خواهد بود.



شکل ۳-۱۳ تصویر گرافیکی مقطع بعد از اصلاح

توجه نمایید که فاصله بین دو بال ناودانی‌ها، برابر ۱ سانتیمتر فرض شده است. در این فاصله، ورق اتصال قرار خواهد گرفت.

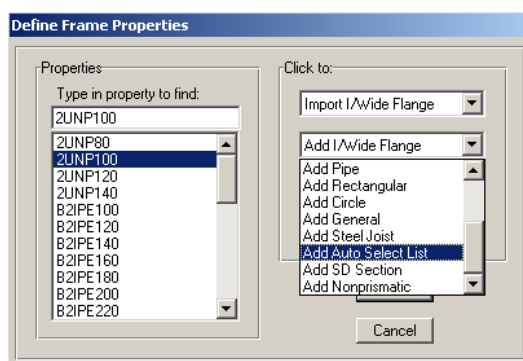
◀ حال روی دکمه Done کلیک کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

بقیه مقاطع مهاربندها را همانند مقطع 2UNP100 تعریف کنید.

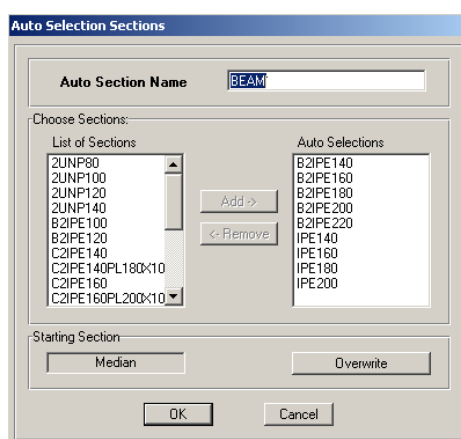
ج) ایجاد لیست مقاطع طراحی

در این مرحله، لیستی از مقاطع که شامل تیرها، ستون‌ها، و مهاربندها می‌باشد، ایجاد می‌کنیم. با اختصاص این لیست‌ها به المانهای تیر و ستون‌ها و مهاربندها، نرم افزار 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 جعبه باز شده:

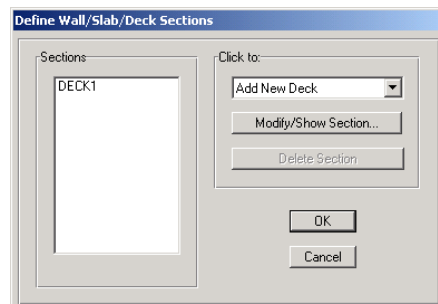
- ✓ در قسمت Auto Section name نام BEAM را وارد کنید.
- ✓ از قسمت List of Sections تمامی مقاطعی را که برای تیر تعریف کرده‌ایم، انتخاب کرده و روی دکمه Add کلیک کنید تا موارد انتخاب شده به لیست Auto Selections منتقل گردد.
- ✓ حال روی دکمه OK کلیک کنید.
- برای ستون‌ها و بادبندها نیز چنین لیستی را ایجاد کنید با این تفاوت که نام لیست ستون‌ها را COLL و نام لیست بادبندها را BRACE انتخاب کنید.

۴.۷.۳ معرفی نوع سیستم سقف

در این مرحله جزئیات پوشش سقف سازه که به صورت تیرچه و بلوک است، معرفی می‌گردد. لازم به ذکر است که نرم‌افزار ETABS پوشش سقف را طراحی نخواهد کرد. بلکه پوشش سقف، المانی است سطحی که برای توزیع بارهای سطحی روی المان‌های خطی و همچنین جهت ایجاد دیافراگم صلب استفاده خواهد شد. طراحی این قسمت از سازه به صورت دستی در انتهای فصل آمده است.

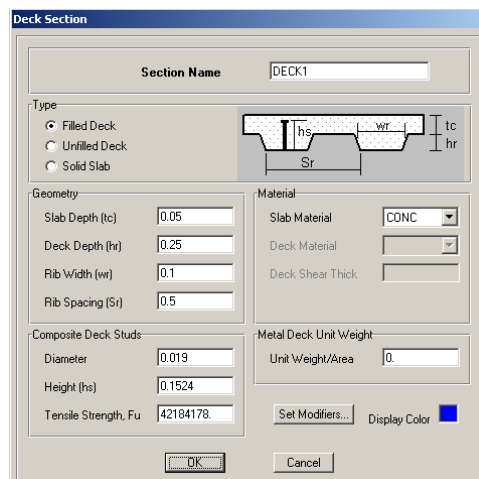
برای این منظور به صورت زیر عمل کنید:

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



در جعبه باز شده:

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




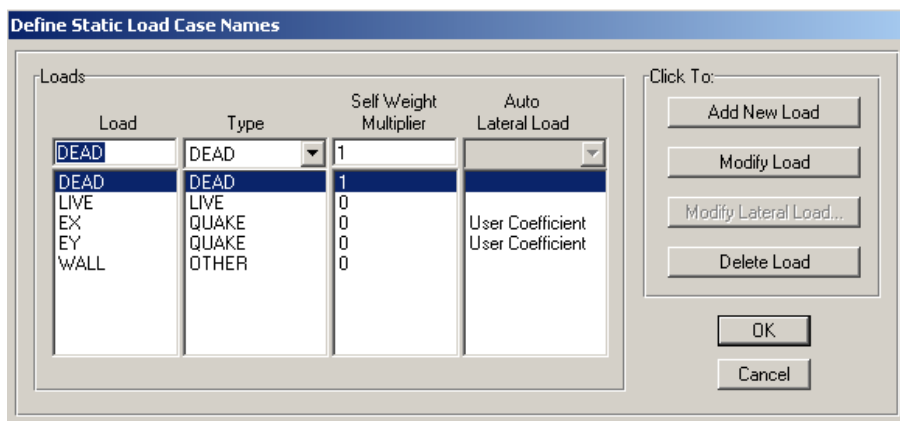
در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Slab Depth ضخامت دال بتنی روی تیرچه‌ها را ۰/۰۵ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Deck Depth عمق تیرچه را ۰/۲۵ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Rip Width عرض تیرچه‌ها را ۰/۱ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Rip Spacing فاصله بین تیرچه‌ها را ۰/۵ متر وارد کنید.
- ✓ در قسمت Unit Weight/Area وزن واحد ورق فولادی تحتانی تیرچه را برابر صفر قرار دهید. در سقف‌های تیرچه و بلوک موجود در ایران چنین ورقی به کار نمی‌رود.
- ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.

۵.۷.۳ معرفی حالات بار

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

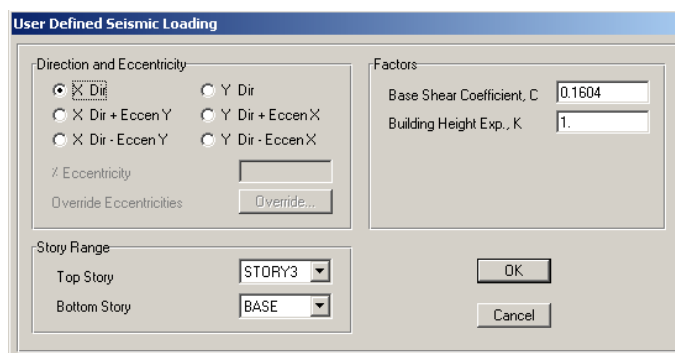
■ دستور Define > Static load Cases Define را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Static Load Case Names نمایان گردد.



در این جعبه حالات بار مرده و زنده به طور پیش فرض تعریف شده‌اند. حال باید بار زلزله را در جهت X و Y معرفی کنیم. برای این منظور:

- ◀ در قسمت Load، نام EX (زلزله در جهت X) را تایپ کنید.
- ◀ در قسمت Type نوع بار را QUAKE (لرزه‌ای) انتخاب کنید.

- ◀ در قسمت Self Weight Multiplier، عدد 0 را وارد کنید. این عدد ضریبی برای محاسبه وزن اسکلت سازه می‌باشد. این ضریب برای بار مرده برابر ۱ و برای بارهای دیگر برابر صفر 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.



- طبق محاسبات انجام شده در قسمت بارگذاری لرزه‌ای داریم:
- ✓ 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 SOTRY3 را وارد کنید. با انتخاب STORY3، توزیع نیروی زلزله از طبقه Base تا طبقه STORY3 خواهد بود.
 - ✓ در قاب Factors، ضریب زلزله را برابر ۰/۱۶۰۴ وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Building Height Exp,K عدد ۱ را وارد کنید. رابطه عمومی توزیع استاتیکی نیروی زلزله به صورت

$$F_i = \frac{W_i \times H_i^K}{\sum (W_i \times H_i^K)} \cdot C_W$$

- می‌باشد که طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران، ضریب K برابر ۱/۰ می‌باشد.
- ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.
- 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، گزینه YDir را انتخاب کنید.

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

برای اینکه بتوانیم، وزن واقعی سازه را در محاسبات وارد کنیم. باید حالت بار WALL را نیز به برنامه معرفی کنیم.

◀ در قسمت Load، نام WALL تایپ کنید.

◀ در قسمت Type نوع بار را OTHER انتخاب کنید.

◀ روی دکمه Add New load کلیک کنید.


◀ روی دکمه OK کلیک کنید.

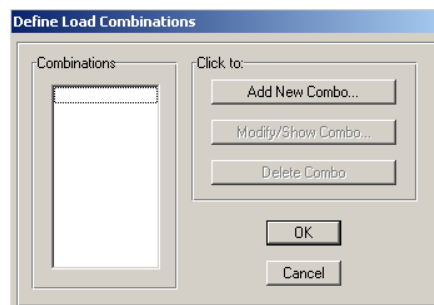
۶.۷.۳ معرفی ترکیبات بار

در این قسمت ترکیب بار طراحی عنوان شده را به نرم‌افزار معرفی می‌کنیم تا نرم‌افزار طبق این ترکیبات المان‌های سازه‌ای را طراحی نماید.

به عنوان مثال ترکیب بار COMB3 را به نرم‌افزار معرفی می‌کنیم، این ترکیب عبارت است از:

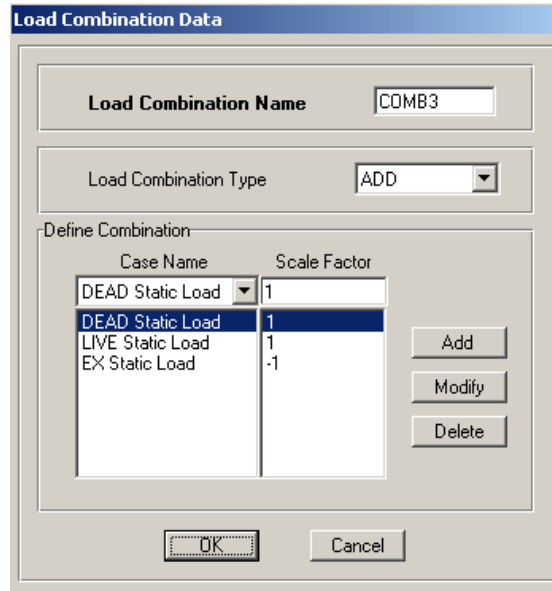
DEAL+LIVE-EX

■ دستور Define > Load Combination را اجرا کنید. یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید. تا جعبه Define Load Combination نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

✓ روی دکمه Add New Combo کلیک کنید تا جعبه Load Combination Data نمایان گردد.




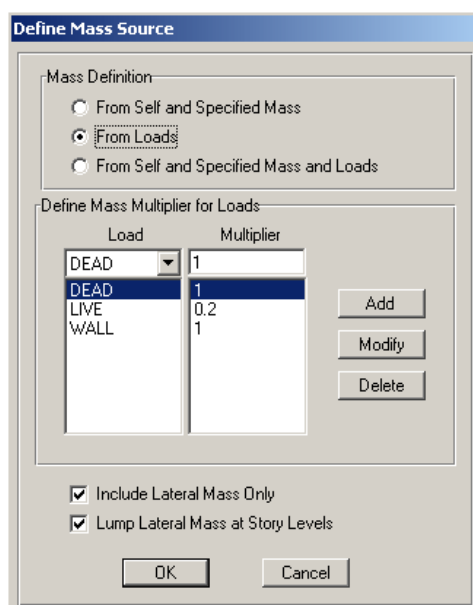
در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Load Combination Name نام COMB3 را وارد کنید.
 - ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار DEAD Static Load را انتخاب کنید و در قسمت Scale Factor ضرب بار آن را برابر ۱ وارد کنید و روی دکمه Add کلیک کنید.
 - ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار LIVE Static Load را انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضرب ۱ را وارد کرده، روی دکمه Add کلیک کنید.
 - ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار EX Static Load را انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضرب ۱ را وارد، بعد روی دکمه Add کلیک کنید.
 - ✓ روی دکمه OK کلیک کنید.
- دیگر ترکیبات را همانند ترکیب COMB3 وارد کنید.

۷.۷.۳ 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 وارده 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 جعبه باز شده:


- ◀ در قسمت Mass Definition، گزینه From Loads را انتخاب کنید تا جرم سازه از روی بارهای وارد شده به سازه محاسبه شود.
- ◀ طبق آیین نامه ۲۸۰۰، ترکیب بار $DEAD+WALL+0.2LIVE$ را جهت محاسبه وزن سازه معرفی کنید.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید تا جعبه را ببندید.

۸.۷.۳ ترسیم ستون، تیر، بادبند و کف

الف) ترسیم ستون

- برنامه را در حالت All Story قرار دهید.

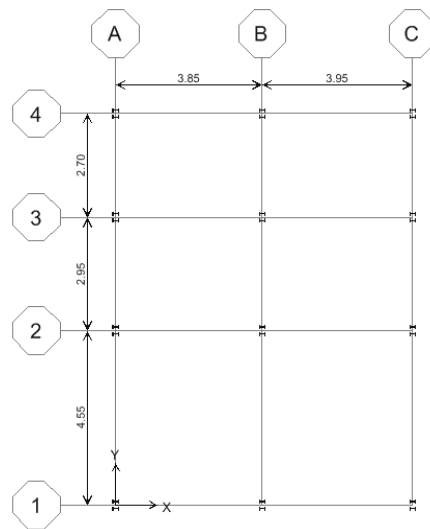
Properties of Object	
Property	COLL
Moment Releases	Continuous
Angle	0.
Plan Offset X	0.
Plan Offset Y	0.

- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.


در جعبه باز شده:

✓ از قسمت Property، لیست COLL (لیست شامل ستون‌ها) را انتخاب کرده و در قسمت Moment Releases، گزینه Continuous را انتخاب کنید.

■ جهت ترسیم، با توجه به پلان سازه در محل قرارگیری ستون در خطوط شبکه (در محل گره‌ها) یک بار کلیک کنید.




با انتخاب گزینه Continuous اتصال ستون به ستون صلب خواهد بود.

■ از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.

(ب) ترسیم تیرها

■ برنامه را در حالت All Story قرار دهید.

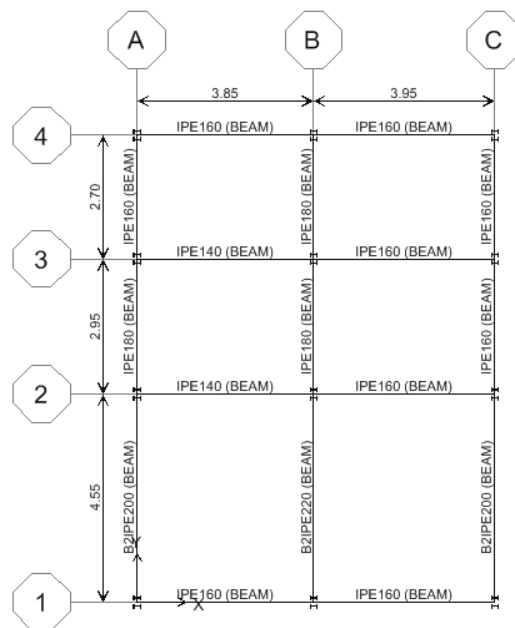
■ دستور Draw > Draw Line Object > Draw Line را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.


Properties of Object	
Type of Line	Frame
Property	BEAM
Moment Releases	Pinned
Plan Offset Normal	0
Drawing Control Type	None <space bar>

در جعبه باز شده:

✓ در قسمت Property، لیست BEAM (لیست شامل تیرها) انتخاب کرده، در قسمت Moment Releases گزینه Pinned را انتخاب کنید.


■ با توجه به پلان سازه، تیرها را تک تک رسم می‌کنیم (با کلیک در ابتدا و انتهای تیر)



■ از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.


با انتخاب گزینه Pinned تمامی تیرهای ترسیم شده به صورت دو سرمفصل خواهد بود

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.

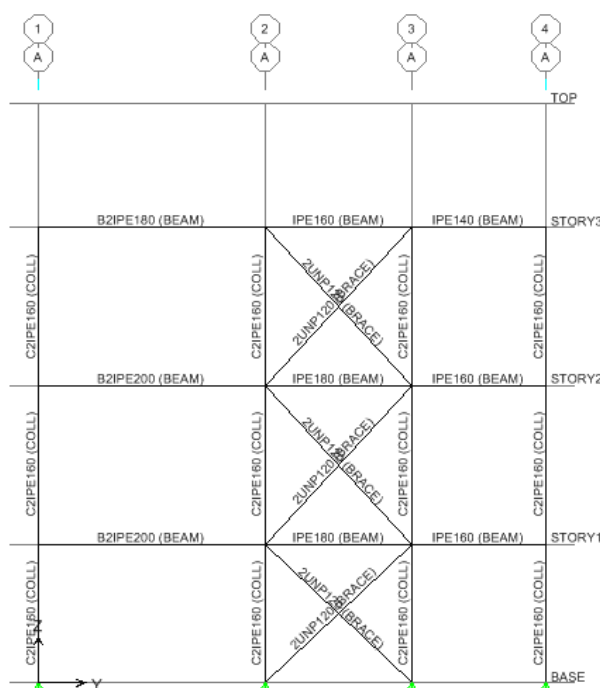
■ دستور Draw > Draw Line Object > Create Bracesian Region را اجرا کرده و یا از

جعبه ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.


Property	BRACE
Moment Releases	Pinned
Bracing	X

در جعبه باز شده:


- ✓ از قسمت Property، لیست BRACE (لیست شامل بادبندها) را انتخاب کنید.
 - ✓ از قسمت Moment Releases گزینه Pinned (مفصلی) را انتخاب کنید.
 - ✓ از قسمت Bracing نوع بادبند را X (ضربدری) انتخاب کنید. توجه نمایید که در قسمت Bracing می‌توان بادبندهای ضربدری، زانویی و... را انتخاب کرد. در این پروژه از بادبند ضربدری استفاده شده است.
- بعد از انتخاب بادبند X و با توجه به (شکل ۳-۱۴) در داخل قاب‌های محوره‌های ۲-۳ از نمای A کلیک کنید. این کار را تا طبقه بام انجام دهید تا تمامی بادبندهای نمای A رسم شود.



شکل ۳-۱۴

- بقیه بادبندها را در محور C بین ۳ و ۲، محور ۳ بین B و C و همچنین محور ۲ بین B و C ترسیم نمایید. لازم بذکر است که بادبندها لازم نیست در طبقه خریشته (طبقه ۴) ترسیم گردند.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.

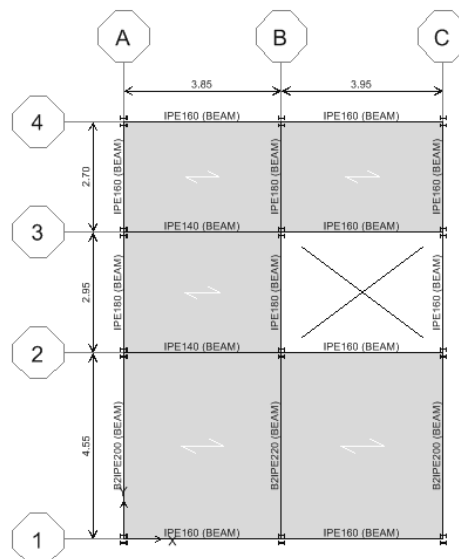
ت) ترسیم کف


- برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Area object > Create Areas at Click را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.

Properties of Object	
Property	DECK1
Local Axis	0.

در جعبه باز شده:

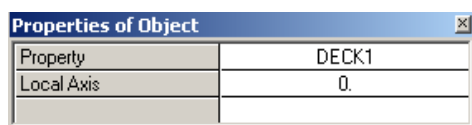
- ✓ در قسمت Property، گزینه DECK1 (سیستم تیرچه و بلوک) را انتخاب کنید.
- با توجه به پلان سازه، در داخل محل قرارگیری پانل سقف‌ها کلیک کرده، تک تک پانل‌ها را رسم کنید.



- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.


۹.۷.۳ اصلاح مدل سازی

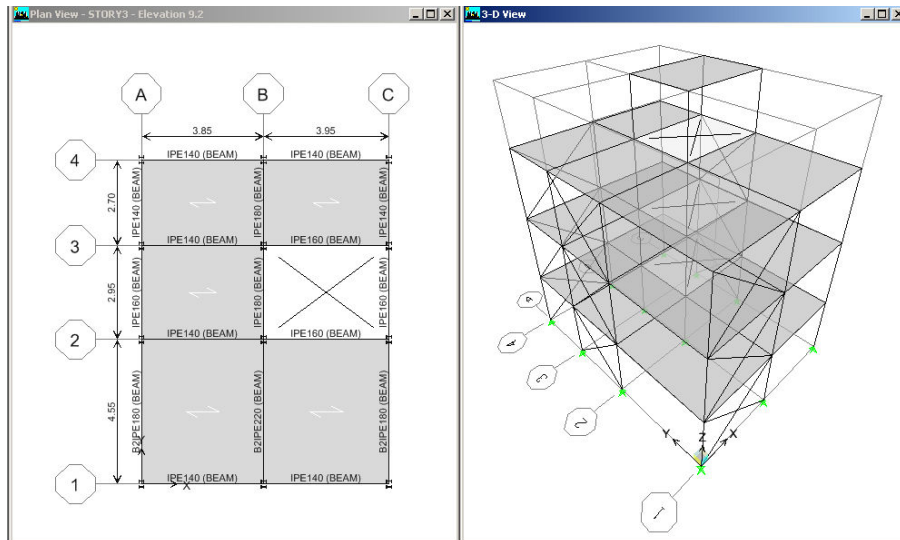
- در این مرحله نوبت به حذف قسمت‌های اضافی سیستم سازه‌ای می‌رسد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، در طبقه Base، (روی سطح زمین) تیر و سیستم سقف تیرچه بلوک رسم شده است که باید به صورت زیر پاک شوند:
- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
 - از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. در جعبه باز شده، گزینه BASE را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک نمایید. با این کار پلان طبقه BASE (سطح زمین) نمایش داده خواهد شد.
 - به وسیله ماوس تمامی عناصر موجود را انتخاب کرده، سپس به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید) تمامی آنها را پاک کنید.
 - با توجه به این که در طبقه TOP (طبقه خرپشته)، به جز خرپشته نباید عناصر دیگری وجود داشته باشد، لذا برای عناصر اضافی به صورت زیر عمل کنید.
 - برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
 - از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. در جعبه باز شده، گزینه TOP را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک نمایید. با این کار پلان طبقه TOP (خرپشته) نمایش داده خواهد شد.
 - به وسیله ماوس تمامی عناصر طبقه خرپشته (به جز تیرهای پیرامونی طبقه خرپشته) را انتخاب کنید، سپس به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید) تمامی آنها را پاک کنید.
 - دستور Draw > Draw Area object > Create Areas at Click را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.



در جعبه باز شده:



- ✓ در قسمت Property، گزینه DECK1 (سیستم تیرچه و بلوک) را انتخاب کنید.
- در داخل پانل سقف خرپشته کلیک نمایید تا سقف خرپشته به صورت تیرچه و بلوک درآید.

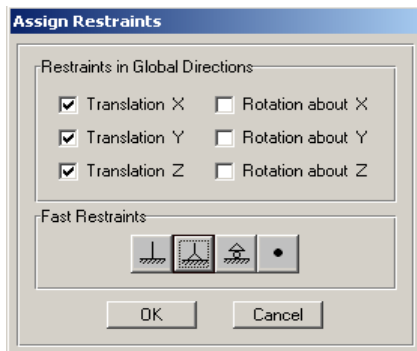
از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Set Building Option نمایان گردد. در این جعبه گزینه Object Fill را فعال کرده و بر روی دکمه OK کلیک کنید تا تیرها، ستون‌ها و کف‌ها به صورت واضح‌تر دیده شود. (مطابق شکل ۱۵-۳)




شکل ۱۵-۳

۱۰.۷.۳ اختصاص تکیه‌گاه

- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. در جعبه باز شده، گزینه BASE را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک نمایید. با این کار پلان طبقه BASE (سطح زمین) نمایش داده خواهد شد.
- به وسیله ماوس، تمامی گره‌های ستونی 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.



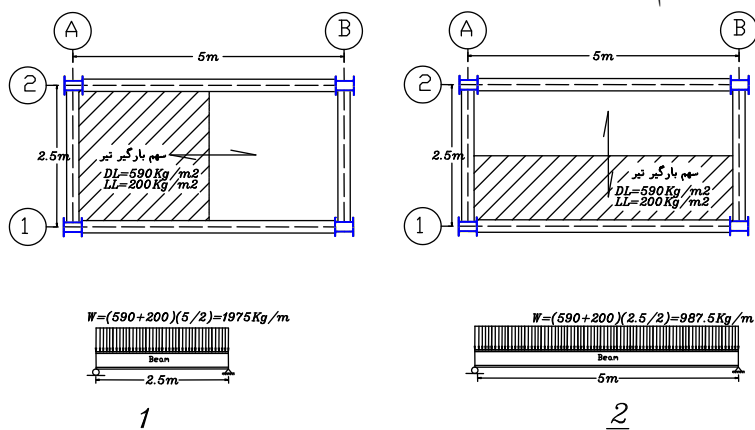
۷ با توجه به اینکه ستون‌ها به صورت مفصلی به پی متصل است بنابراین از قسمت Restraints Fast دکمه  کلیک کرده سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

توجه داشته باشید که اختصاص تکیه‌گاهی تنها در طبقه Base انجام گیرد.

۱۱.۷.۳ تغییر جهت تیرریزی

برای اینکه بتوان بارهای ثقلی وارده را به صورت مناسبی بین تیرها توزیع کرد، باید جهت تیرریزی پوشش سقف را به صورت مناسبی تغییر داد. در انتخاب جهت تیرریزی باید به دو نکته توجه کرد:

۱. با توجه به این که در بار گسترده، لنگر در تیر با توان دوم طول تیر افزایش می‌یابد، لذا جهت تیرریزی باید به گونه‌ای باشد که تیرچه‌ها روی تیر با دهانه کوتاه‌تر قرار گیرد. به عنوان مثال داریم.



شکل ۳-۱۶

در صورتی که تیرریزی مطابق شکل ۱ باشد، لنگر برابر

$$M_1 = \frac{ql^2}{8} = \frac{1975 \times 2.5^2}{8} = 1542 \text{ Kg.m}$$

بوده و طبق محاسبات مدول مقطع لازم برای آن برابر $\omega = \frac{M_1}{0.66F_y} = \frac{1542 \times 100}{0.66 \times 2400} = 97.3 \text{ Cm}^3$ بوده، لذا می‌توان از مقطع IPE160 استفاده کرد.

ولی در صورتی که تیرریزی مطابق شکل ۲ باشد، لنگر برابر

$$M_1 = \frac{ql^2}{8} = \frac{987.5 \times 5^2}{8} = 3085.9 \text{ Kg.m}$$

بوده و طبق محاسبات مدول مقطع لازم برای آن برابر $\omega = \frac{M_1}{0.66F_y} = \frac{3085.9 \times 100}{0.66 \times 2400} = 194.8 \text{ Cm}^3$ بوده، لذا می‌توان از مقطع IPE200 استفاده کرد.

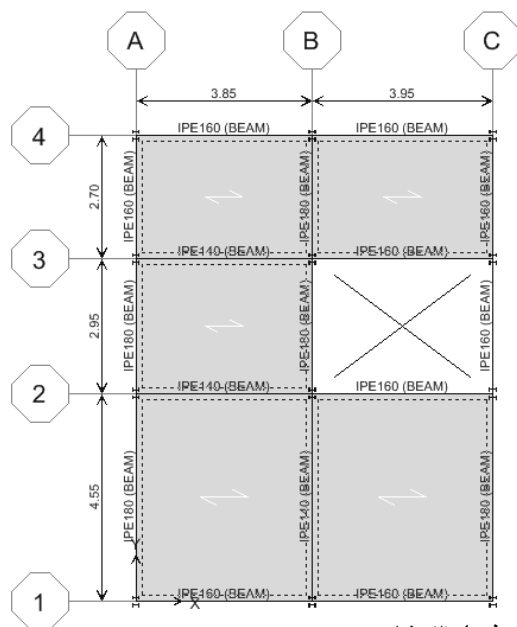
همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، تیرریزی به صورت شکل ۱ مقطع به مراتب بهینه‌تری را به دست می‌دهد.

۱. با توجه به این که در این پروژه از ستون‌های با مقطع دویل استفاده شده و اتصال تیر اصلی به جان ستون مشکل است، لذا جهت تیرریزی تمامی تیرچه‌ها را در یک سمت انتخاب کرده تا مشکل اجرایی کمتری داشته باشیم.


■ برنامه را در حالت All Story قرار دهید.

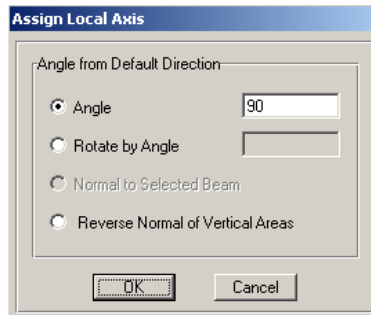
■ تمامی پانل‌ها را به حالت انتخاب

درآورد.



شکل ۳-۱۵

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




در جعبه باز شده:

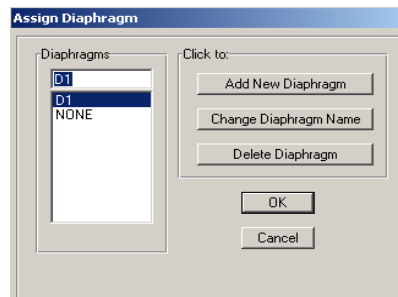
- ✓ گزینه Angel را انتخاب و مقدار زاویه دوران را ۹۰ درجه وارد کنید.
- ✓ روی دکمه OK کلیک کنید.
- با کلیک روی دکمه OK جهت تیرریزی پانل‌های انتخابی عوض می‌شود.

۱۲.۷.۳ 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 این نیرو از طریق دیافراگم به اجزای سازه‌ای لرزه بر انتقال یابد. سقف‌ها باید به قدر کافی از صلبیت برشی برخوردار باشند تا بتوانند به طور یکپارچه عمل کرده و نیروی زلزله را بین عناصر لرزه‌بر تقسیم کند. سقف‌های معمول سازه‌ها را از قبیل تیرچه و بلوک، کامپوزیت، دال و... در صورت رعایت مهارهای کافی می‌توان به عنوان یک سطح صلب در نظر گرفت.

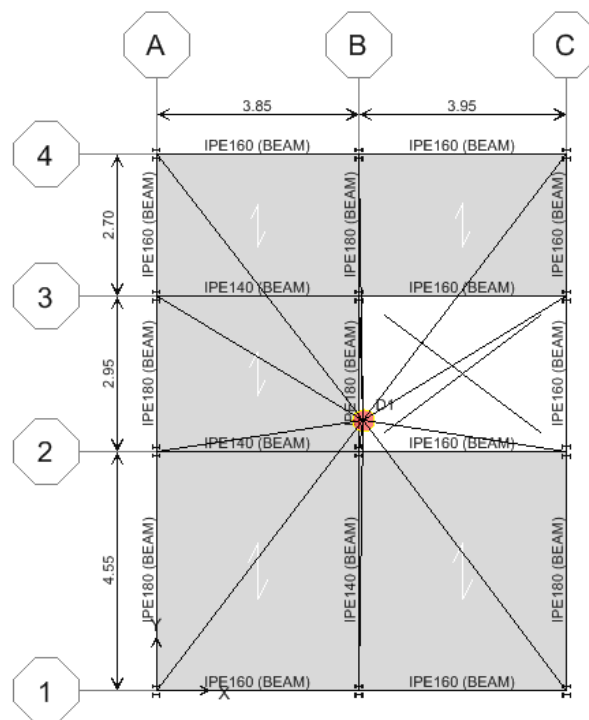
- در پنجره پلان سازه، نرم‌افزار را در حالت All Stories قرار داده و با کشیدن ماوس در پلان تمامی المان‌های موجود در پلان سازه را به حالت انتخاب درآورید.

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



در جعبه باز شده:


◀ از قسمت Diaphragm گزینه D1 را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
نرم‌افزار، مرکز جرم طبقات را محاسبه کرده و به صورت گرافیکی نشان نمایش می‌دهد. (مطابق شکل ۱۷-۳)

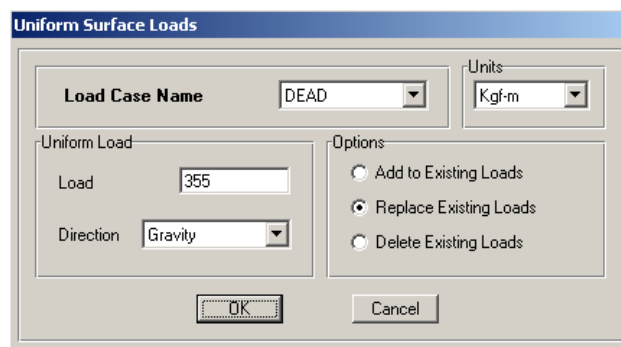


شکل ۱۷-۳

۸.۳ بار گذاری

۱.۸.۳ اختصاص بار مرده طبقات



- پنجره پلان سازه را فعال کرده، نرم افزار را به حالت All Stories قرار دهید.
- با کلیک روی پانل‌ها، تمامی پانل‌های سقف تیرچه بلوک را به حالت انتخاب در آورید.
- دستور **Uniform load > Shell/Area load > Assign** را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Uniform Surface Load نمایان گردد.



در جعبه نمایان شده:

- ◀ از قسمت Load Case Name حالت بار DEAD را انتخاب کنید و از قسمت Load مقدار بار سطحی مرده را ۳۵۵ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۲.۸.۳ اختصاص بار زنده طبقات

- با کلیک روی دکمه  انتخاب قبلی را فعال کنید.
 - دستور **Uniform load > Shell/Area load > Assign** 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 را برابر ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۳.۸.۳ اختصاص بار مرده پله

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

$$750 \times 3.95 = 2962 \text{ Kg / m}$$

$$\frac{2962}{2} = 1481 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تیر 2-3 از محور B و تیر 2-3 از محور C را به حالت انتخاب در آورید. (با کلیک روی تیر).
- 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 پله را برابر ۱۴۸۱ کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

۴.۸.۳ اختصاص بار زنده پله

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

$$350 \times 3.95 = 1382 \text{ Kg / m}$$

$$\frac{1382}{2} = 691 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تیر 2-3 از محور C و تیر 2-3 از محور B را به حالت انتخاب در آورید. (با کلیک روی تیر)
- 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 LIVE را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار زنده پله را برابر ۶۹۱ کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.


۵.۸.۳ اختصاص بار مرده دیوارهای پیرامونی

با توجه به این که ارتفاع مفید طبقات برابر ۲/۸ متر است، بار خطی دیوار پیرامونی بدون نما برابر است با:

$$250 \times 2.8 = 700 \text{ Kg / m}$$


به همین ترتیب بار خطی دیوار پیرامونی نمادار برابر است با:

$$211 \times 2.8 = 590 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تمامی تیرهای محور A و C سازه که بار دیوارهای بدون نما را تحمل می کنند، به حالت انتخاب در آورید.
- دستور Assign > Frame/Line Load > Distributed... را اجرا کرده و 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 دیوار را برابر ۷۰۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه OK

کلیک کنید.


■ تمامی تیرهای محور 1 و 4 سازه که بار دیوار نمادار را تحمل می‌کنند، به حالت انتخاب درآورید.

■ دستور **Assign > Frame/Line Load > Distributed...** را اجرا کرده، 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 دیوار را برابر **۵۹۰** کیلوگرم بر متر وارد کرده، روی دکمه **OK** کلیک کنید.

۶.۸.۳ اصلاح بار زنده طبقه بام

■ نرم افزار را به حالت **One Story** قرار دهید.

■ با کلیک روی پانل‌ها، تمامی پانل‌های سقف تیرچه بلوک را به حالت انتخاب درآورید.
 ■ 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:

◀ از قسمت **Load Case Name** حالت بار **LIVE** را انتخاب کنید و از قسمت **Load** مقدار بار سطحی زنده را **۱۵۰** کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه **OK** کلیک کنید.


۷.۸.۳ اختصاص بار خطی جان‌پناه طبقه بام

با فرض این که ارتفاع جان‌پناه طبقه بام برابر $1/0$ متر است، بار خطی جان‌پناه برابر

$$250 \times 1.0 = 250 \text{ Kg / m}$$

■ از فعال بودن حالت **One Story** اطمینان حاصل نمایید.

■ تیرهای پیرامونی طبقه بام (که بار جان‌پناه را تحمل می‌کنند) را به حالت انتخاب درآورید.

■ دستور **Assign > Frame/Line Load > Distributed...** را اجرا کرده، 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 دیوار جان‌پناه را برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۸.۸.۳ اختصاص بار گسترده و خطی WALL

بار گسترده WALL برابر نصف بار معادل تیغه‌بندی می‌باشد، لذا داریم:

$$\frac{100}{2} = 50 \text{Kg} / \text{m}^2$$


- از فعال بودن حالت one Story اطمینان حاصل نمایید.
 - تمامی پانل‌های سقف طبقه STORY3 (بام) را انتخاب 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 WALL را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار سطحی WALL را برابر ۵۰ کیلوگرم بر متر مربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

مشابه بند ۹.۸.۲ مثال قبلی (صفحه ۱۴۷) بار خطی WALL را نیز به سازه اعمال نمایید.


۹.۸.۳ اختصاص بار خطی جان‌پناه طبقه خرپشته

با فرض این که ارتفاع دیوار جان‌پناه طبقه بام برابر ۰/۳ متر است، بار خطی جان‌پناه برابر است با: $250 \times 0.3 = 75 \text{kg} / \text{m}$

- از فعال بودن حالت One Story اطمینان حاصل نمایید.
- تیرهای پیرامونی طبقه خرپشته (که بار جان‌پناه را تحمل می‌کنند) را به حالت انتخاب درآورید.
- دستور Assign > Frame/Line Load > Distributed... 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 دیوار را برابر ۷۵ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

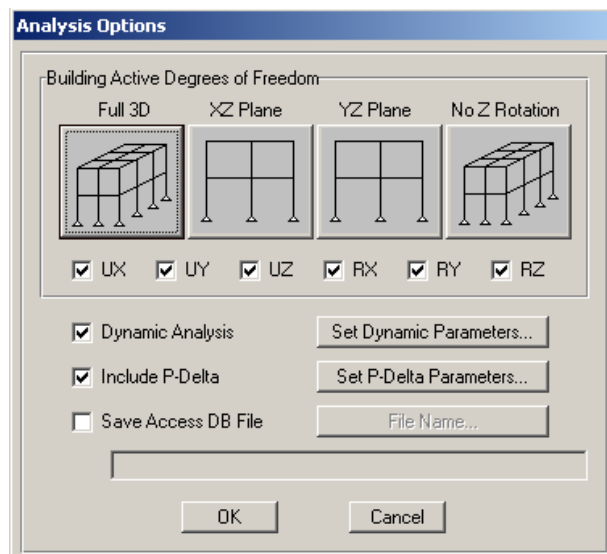
۹.۸.۳ اختصاص بار سطحی طبقه خرپشته

- از فعال بودن حالت One Story اطمینان حاصل نمایید.
 - پانل تیرچه بلوک طبقه بام 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.
- در جعبه نمایان شده:

◀ در قسمت Load Case Name، حالت بار DEAD را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده را برابر ۳۵۵ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید و به همین ترتیب مقدار بار زنده را ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

۹.۳ تنظیم پارامترهای تحلیل

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




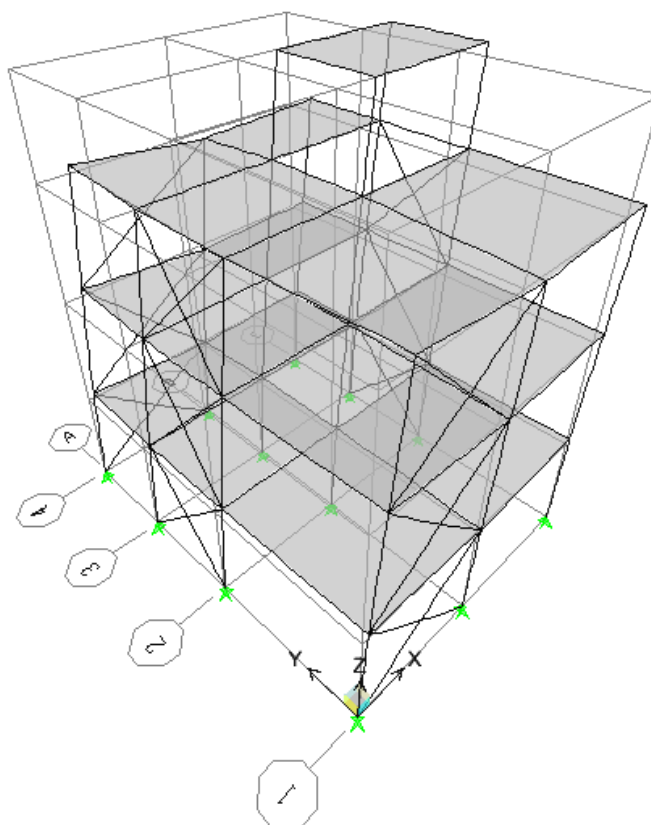
در جعبه باز شده:

- ✓ روی دکمه Full3D کلیک کرده سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

در قاب های مفصلی نیاز به تحلیل P-DELTA نیست. زیرا لنگری در گره‌ها وجود ندارد که بخواهد آن را تشدید کند.

۱۰.۳ تحلیل سازه

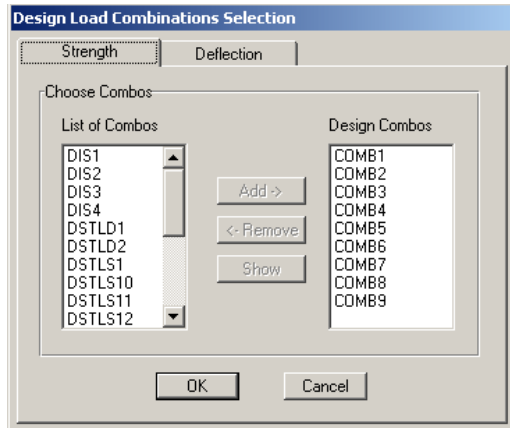
جهت تحلیل مدل، از منوی Analyze دستور Run Analysis را اجرا کرده یا از منوی ابزار دکمه  را کلیک کرده تا سازه تحلیل شود. (شکل ۳-۱۸) تصویری از سازه را بعد از تحلیل و تغییر شکل نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۸

۱۱.۳ انتخاب ترکیبات بار طراحی

- دستور Design > Steel Frame Design > Select Design Combo را اجرا کنید تا جعبه Design Load Combinations Selection نمایان گردد. در جعبه باز شده:
- ✓ از قسمت List Of Combos ترکیبات COMB1 تا COMB9 را انتخاب کرده روی دکمه Add کلیک کنید تا ترکیبات انتخاب شده، به قسمت Design Combos انتقال یابد.
- از قسمت Design Combos ترکیبات بار اضافی را انتخاب و Remove کنید.

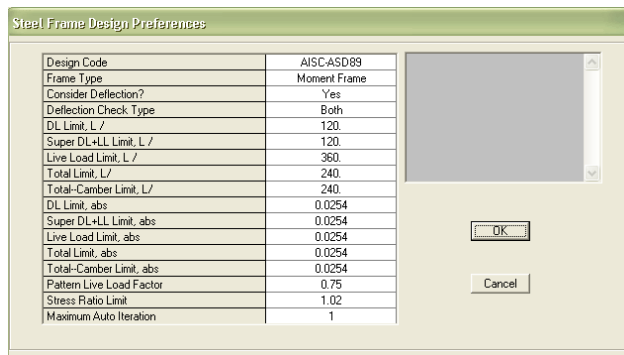


توجه به این نکته ضروری است که از ۹ ترکیب اشاره شده (COMB1 تا COMB9) باید برای طراحی ستون‌های بادبندی (ستون‌هایی که به بادبند متصل هستند) استفاده می‌شود و از ۵ ترکیب ابتدایی (COMB1 تا COMB5) برای طراحی ستون‌های بدون بادبندی و خود بادبندها استفاده می‌شود.

بدین منظور باید پس از انتخاب ۹ ترکیب فقط طراحی ستون‌های بادبندی را مد نظر قرار داده و پس از مشخص شدن نتایج طراحی آن ستون‌ها، مجدداً از جعبه Design Load Combinations Selection اقدام به انتخاب فقط ۵ ترکیب ابتدایی نموده سپس با این ترکیبات انتخاب شده طراحی ستون‌های غیربادبندی، خود بادبندها و تیرها مد نظر قرار می‌گیرند.

۱۲.۳ انتخاب آیین‌نامه طراحی

- دستور Option > Preferences > Steel Frame Design را اجرا کنید تا جعبه Steel Frame Design Preferences نمایان گردد.




در جعبه باز شده:

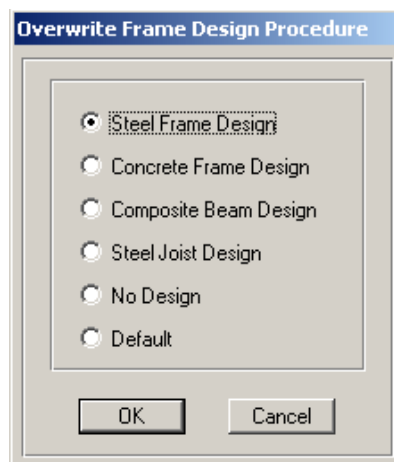
از قسمت Design Code آیین‌نامه AISC-ASD89 را انتخاب کنید.
از قسمت Frame Type گزینه Braced Frame را انتخاب کنید.

- ✓ در قسمت Stress Ratio Limit عدد ۱/۰۲ وارد کنید. لازم بذکر است با این عمل امکان انتخاب پروفیل‌های تا ۲٪ ضعیف را به نرم‌افزار می‌دهیم.
- ✓ روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۳.۳ انتخاب نوع طراحی

■ از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا تمامی المان‌های سازه به حالت انتخاب درآیند.

■ دستور **Design > Overwrite Frame Design Procedure** اجرا کرده، تا جعبه **Overwrite Frame Design Procedure** نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

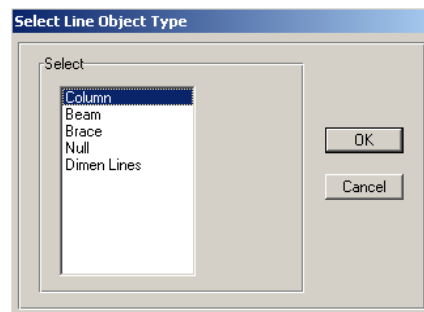
✓ گزینه **Steel Frame Design** را انتخاب کرده روی دکمه **OK** کلیک کنید.

۱۴.۳ معرفی پارامترهای ستون‌ها، تیرها و باربندها

۱.۱۴.۳ معرفی پارامترهای ستون‌ها

■ دستور **Select > by Line Object Type...** را اجرا کنید

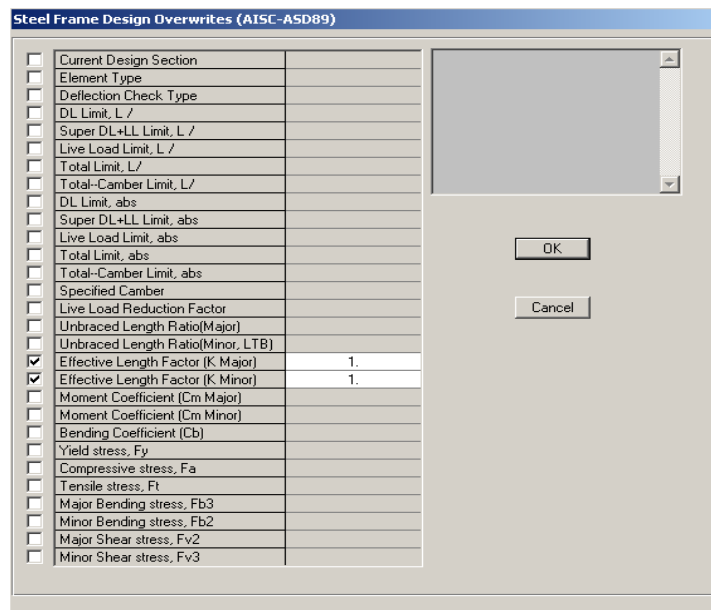
تا جعبه **Select Line Object Type** نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

✓ گزینه Column را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید.

■ دستور Design > Steel Frame Design > View/Revise OverWrites را اجرا کنید تا جعبه Steel Frame Design Overwrites نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

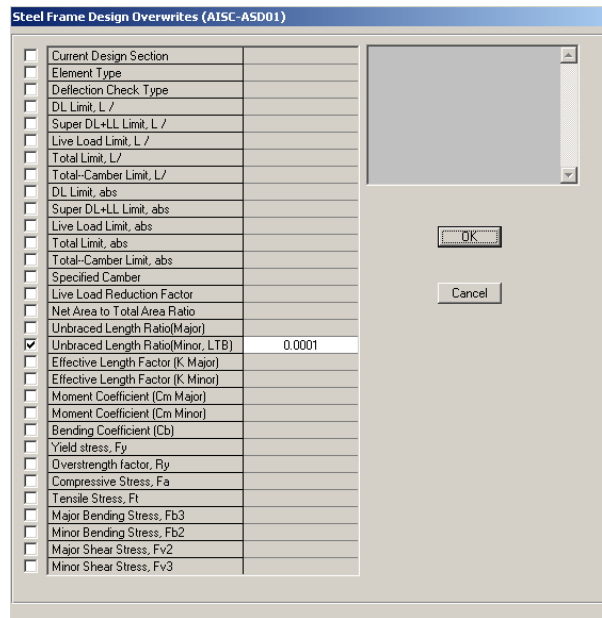
✓ در قسمت Effective Length Factor(K Major) و Effective Length Factor(K Minor) ضرائب طول ستون‌ها را ۱/۰ وارد کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

۲.۱۴.۳ معرفی پارامترهای تیرها

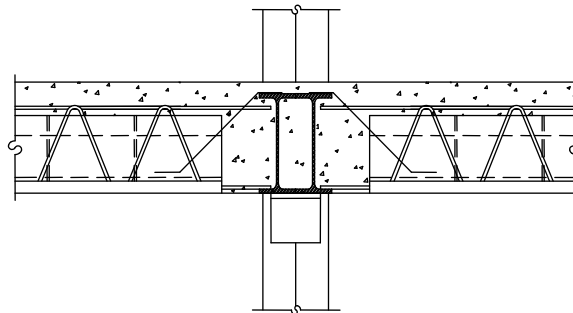
■ دستور Select > by Line Object Type... را اجرا کنید تا جعبه،

Select Line Object Type نمایان گردد. گزینه Beam را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید.

■ دستور Design > Steel Frame Design > View/Revise OverWrites را اجرا کنید تا جعبه Steel Frame Design Overwrites نمایان گردد.



با توجه به این که 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 $0.66 F_y$ در نظر گرفت. برای در نظر گرفتن این اثر نسبت طول مهار نشده را یک عدد کوچک مانند 0.0001 وارد می‌کنیم.



در جعبه باز شده:

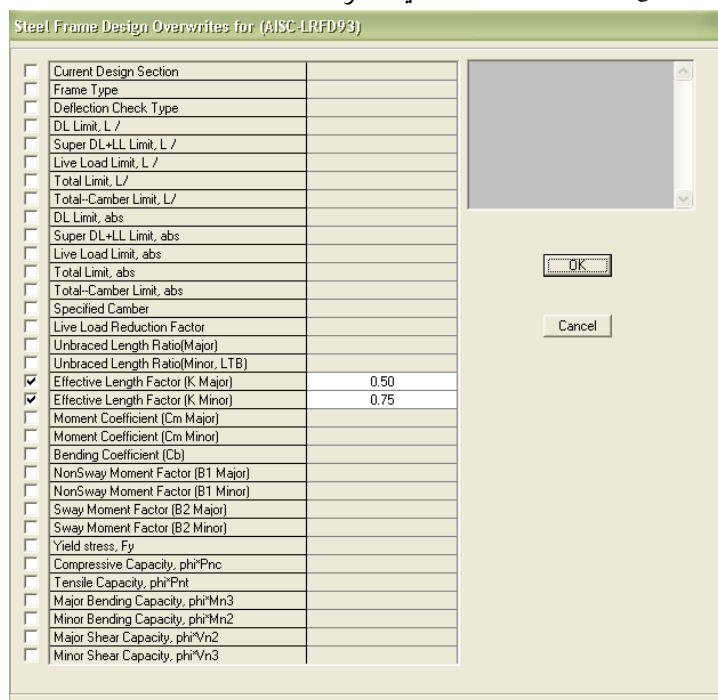
✓ در قسمت Unbraced Length Ratio(Minor,LTD) نسبت طول مهار نشده به طول تیر را یک عدد کوچک مانند 0.0001 وارد کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

۳.۱۴.۳ معرفی پارامترهای بادبندها

■ دستور **Select > by Line Object Type...** را اجرا کنید تا جعبه **Select Line Object Type** نمایان گردد.

✓ در جعبه باز شده، گزینه **Brace** را انتخاب و روی دکمه **OK** کلیک کنید.


■ دستور **Design > Steel Frame Design > View/Revise OverWrites** را اجرا کنید تا جعبه **Steel Frame Design Overwrites** نمایان گردد.



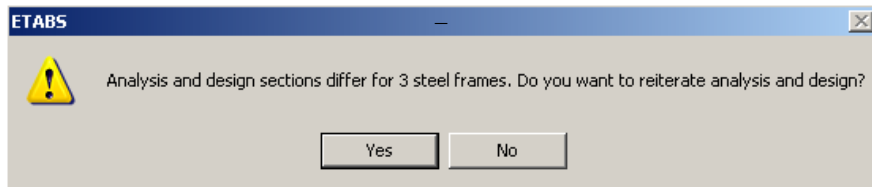
در جعبه باز شده:

✓ در قسمت **Effective Length Factor(K Major)** و **Effective Length Factor(K Minor)** طبق مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی ضریب طول موثر بادبندها را در جهت اصلی و فرعی به ترتیب مقادیر ۰/۵ و ۰/۶۷ وارد کرده، روی دکمه **OK** کلیک کنید.

۱۵.۳ طراحی سازه

■ دستور **Design > Steel Frame Design > Start Design/Check of Struture** را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. برنامه شروع به طراحی سازه می‌کند.

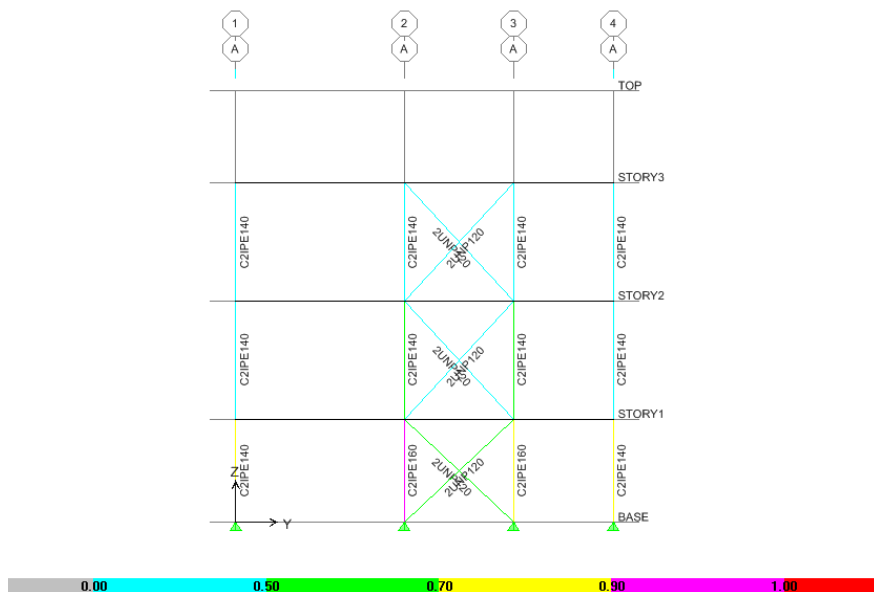
نرم افزار ETABS ممکن است حین طراحی، چندین بار پیام زیر را به کاربر نشان دهد:



این پیام نشان می دهد تعدادی از مقاطعی که با آن سازه تحلیل شده با مقاطع طراحی شده متفاوت می باشد. با کلیک روی دکمه Yes سازه دوباره با مقاطع جدید تحلیل می شود.

■ در صورتیکه از پرینتر سیاه سفید استفاده خواهید نمود، لازم است که قبل از پرینت: دستور Options>Color>Display... را اجرا نموده و در جعبه باز شده گزینه Color Printet(Graphics) را نفعال نمایید.

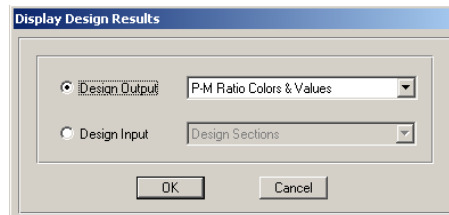
◀ دستور Options>Color>Output... را اجرا نموده و در جعبه باز شده از قسمت For Device Type بجای گزینه Screen، گزینه Printer را فعال نموده و همچنین گزینه Color Printet(Graphics) را در صورت فعال بودن، نفعال نمایید. (شکل ۳-۱۹) تصویر سازه بعد از طراحی می باشد.



شکل ۳-۱۹

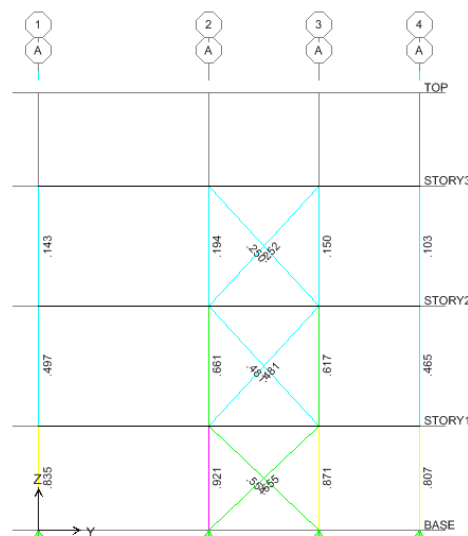
۱۶.۳ کنترل نتایج طراحی

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



در جعبه باز شده:

✓ گزینه **Design Output** را انتخاب و از جعبه کشویی مقابل آن، گزینه **P-M Ratio Colors & Values** را انتخاب کرده روی دکمه **OK** کلیک کنید.
با کلیک روی دکمه **OK**، نسبت تنش موجود به تنش مجاز را برای تک تک المان‌ها نشان داده شود. (مطابق شکل ۲۰-۳)





شکل ۲۰-۳

■ کنترل کنید تا این نسبت‌ها کمتر از ۱/۰ باشد.


بعد از اتمام عملیات طراحی، مشاهده می‌شود برخی از تیرهایی که سطح بارگیر آنها صفر است، دارای مقاطعی با ظرفیت بالا می‌باشد، که این ناشی از محدودیت‌های کنترل خیز بوده که توسط نرم‌افزار ETABS کنترل می‌شود.

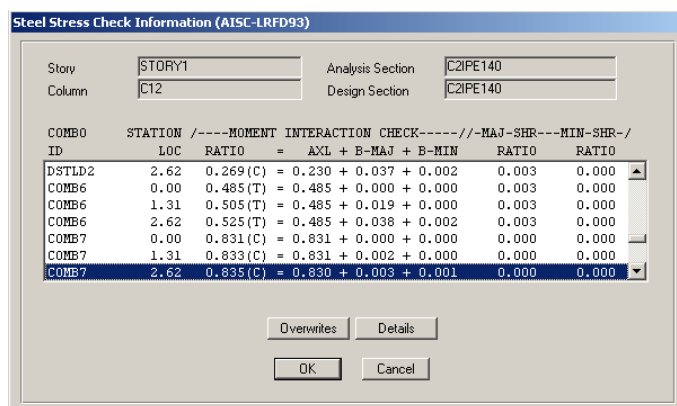
۱۷.۳ طراحی ستون‌های خاص

با توجه به این که نرم افزار، در طراحی از مقاطعی که ما مشخص کرده‌ایم به صورت Auto Select استفاده می‌کند. ممکن است بعد از طراحی در برخی موارد مشکل اجرائی داشته باشد. در این صورت مقطع مورد نظر را انتخاب کرده و از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا قفل نرم افزار را باز شود سپس از نوار ابزار 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.

۱۸.۳ استخراج نیروهای طراحی صفحه پای ستون

برای یک تکیه‌گاه از سازه، نیروی طراحی صفحه پای ستون حداکثر نیرویی است که تکیه‌گاه 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 گره‌های تکیه‌گاهی کلیک راست کنید تا جعبه، Steel Stress Check Information نمایان گردد.

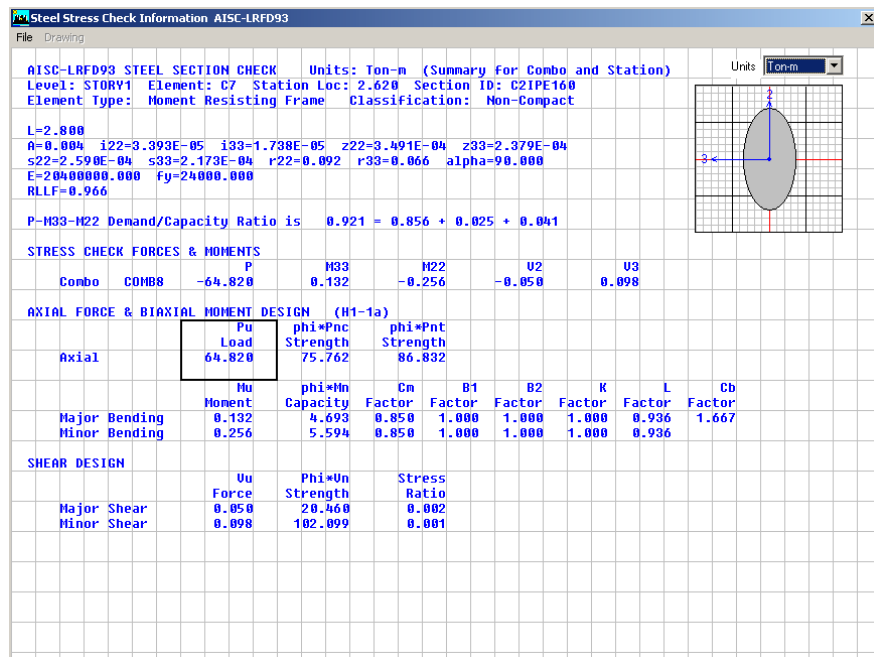


COMBO ID	STATION LOC	MOMENT INTERACTION CHECK RATIO	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
DSTLD2	2.62	0.269 (C) = 0.230 + 0.037 + 0.002	0.003	0.000
COMB6	0.00	0.485 (T) = 0.485 + 0.000 + 0.000	0.003	0.000
COMB6	1.31	0.505 (T) = 0.485 + 0.019 + 0.000	0.003	0.000
COMB6	2.62	0.525 (T) = 0.485 + 0.038 + 0.002	0.003	0.000
COMB7	0.00	0.831 (C) = 0.831 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
COMB7	1.31	0.833 (C) = 0.831 + 0.002 + 0.000	0.000	0.000
COMB7	2.62	0.835 (C) = 0.830 + 0.003 + 0.001	0.000	0.000

در جعبه باز شده:

✓ 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، نیرویی است که صفحه پای ستون تکیه‌گاه مورد نظر با آن طراحی می‌شود.
 ✓ برای سایر تکیه‌گاه‌ها به همین روش عمل کنید.

۱۹.۳ کنترل تغییر مکان جانبی برای زلزله طرح

ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰، تغییر مکان جانبی سازه را در دو حالت زیر کنترل می‌کند:

تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه باید کمتر از مقدار زیر باشد:

در ساختمان‌های با زمان تناوب اصلی کمتر از 0.7 ثانیه $\Delta_M < 0.025$

در ساختمان‌های با زمان تناوب اصلی بیشتر یا مساوی 0.7 ثانیه $\Delta_M < 0.02$ که Δ_M از

رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta_M = 0.7R\Delta_w$$

با توجه به این که تناوب سازه کمتر از ۰/۷ ثانیه می باشد، لذا تغییر مکان جانبی نسبی واقعی زلزله طرح باید کمتر از ۰/۰۲۵ باشد. پس داریم:

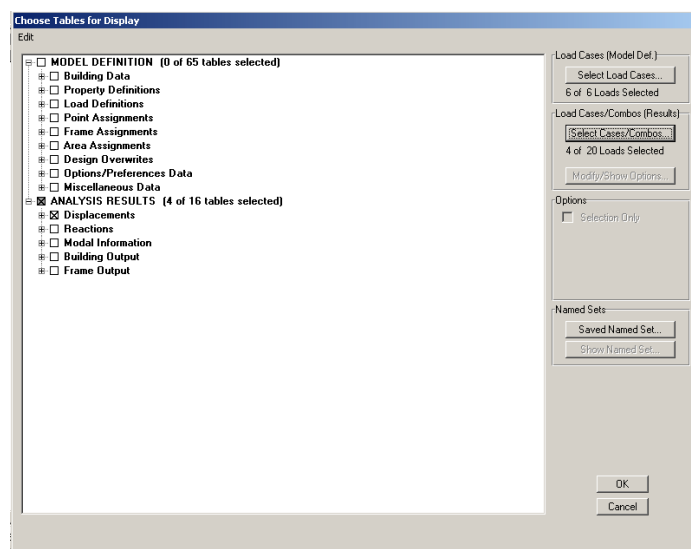
$$0.7R\Delta_w < 0.025$$

$$0.7 \times 6 \times \Delta_w < 0.025$$

$$\Delta_w < \frac{0.025}{0.7 \times 6} = 0.0059$$

Δ_w : تغییر مکان جانبی نسبی زلزله طرح در هر طبقه با فرض خطی بودن رفتار سازه بوده که مستقیماً از تحلیل سازه به دست می آید.

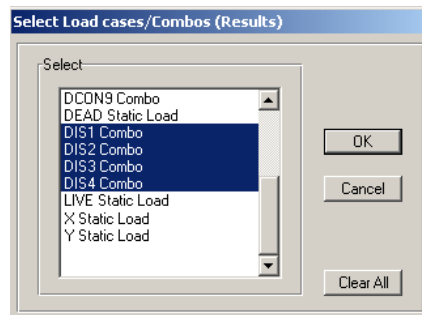
■ دستور **Display > Show Tables..** را اجرا کنید تا جعبه **Choose Tables for Display** نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ گزینه **Displacement** را فعال کنید.

◀ روی دکمه **Select Loads** کلیک کنید تا جعبه **Select Output** نمایان گردد.



✓ در جعبه باز شده، ترکیبات DIS1 تا DIS4 را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

Diaphragm CM Displacements								
Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
STORY5	D1	DIS2	0.0008	-0.0407	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00032
STORY5	D1	DIS3	-0.0511	0.0008	0.0000	0.00000	0.00000	0.00035
STORY5	D1	DIS4	0.0511	-0.0008	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00035
STORY4	D1	DIS1	-0.0007	0.0346	0.0000	0.00000	0.00000	0.00027
STORY4	D1	DIS2	0.0007	-0.0346	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00027
STORY4	D1	DIS3	-0.0434	0.0007	0.0000	0.00000	0.00000	0.00030
STORY4	D1	DIS4	0.0434	-0.0007	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00030
STORY3	D1	DIS1	-0.0005	0.0258	0.0000	0.00000	0.00000	0.00020
STORY3	D1	DIS2	0.0005	-0.0258	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00020
STORY3	D1	DIS3	-0.0321	0.0005	0.0000	0.00000	0.00000	0.00022
STORY3	D1	DIS4	0.0321	-0.0005	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00022
STORY2	D1	DIS1	-0.0003	0.0147	0.0000	0.00000	0.00000	0.00011
STORY2	D1	DIS2	0.0003	-0.0147	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00011
STORY2	D1	DIS3	-0.0180	0.0003	0.0000	0.00000	0.00000	0.00013
STORY2	D1	DIS4	0.0180	-0.0003	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00013
STORY1	D1	DIS1	-0.0001	0.0041	0.0000	0.00000	0.00000	0.00003
STORY1	D1	DIS2	0.0001	-0.0041	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00003
STORY1	D1	DIS3	-0.0049	0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00004
STORY1	D1	DIS4	0.0049	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00004

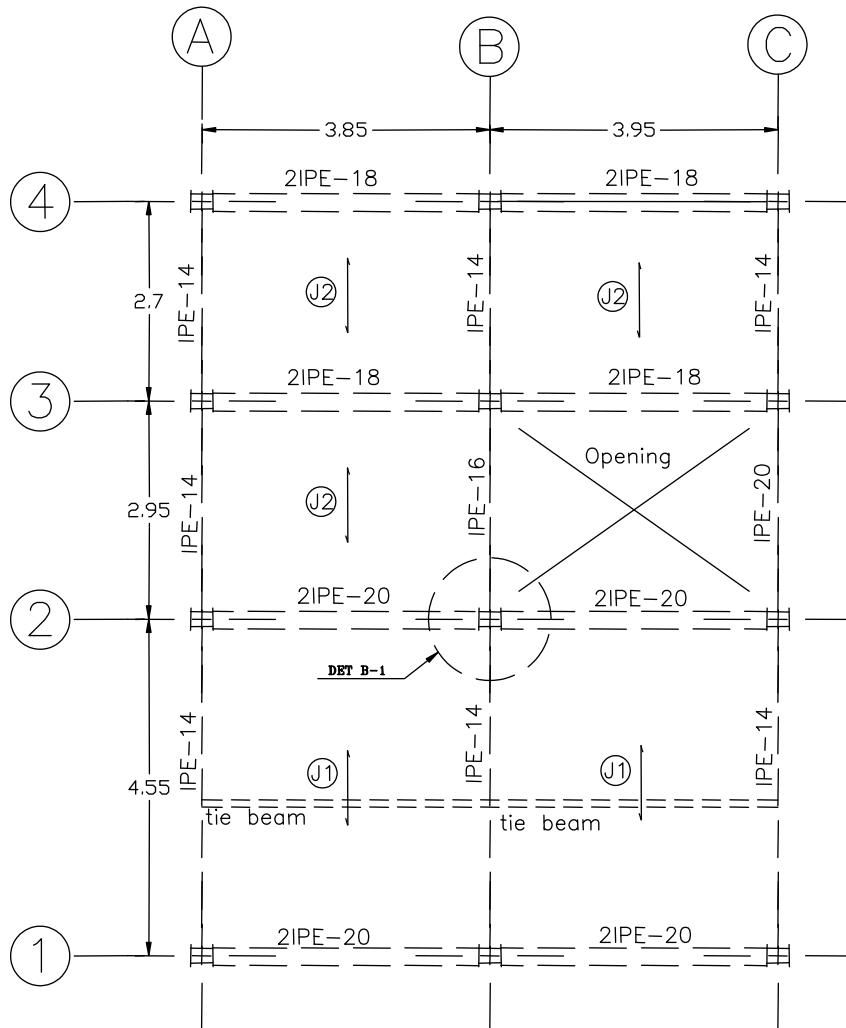
UX و UY نمایانگر تغییر مکان مرکز جرم طبقه مورد نظر تحت ترکیب بار مشخص می‌باشد.

حال برای هر طبقه و هر ترکیب بار طبق رابطه زیر تغییر مکان نسبی طبقه محاسبه و آن را کنترل نمایید.

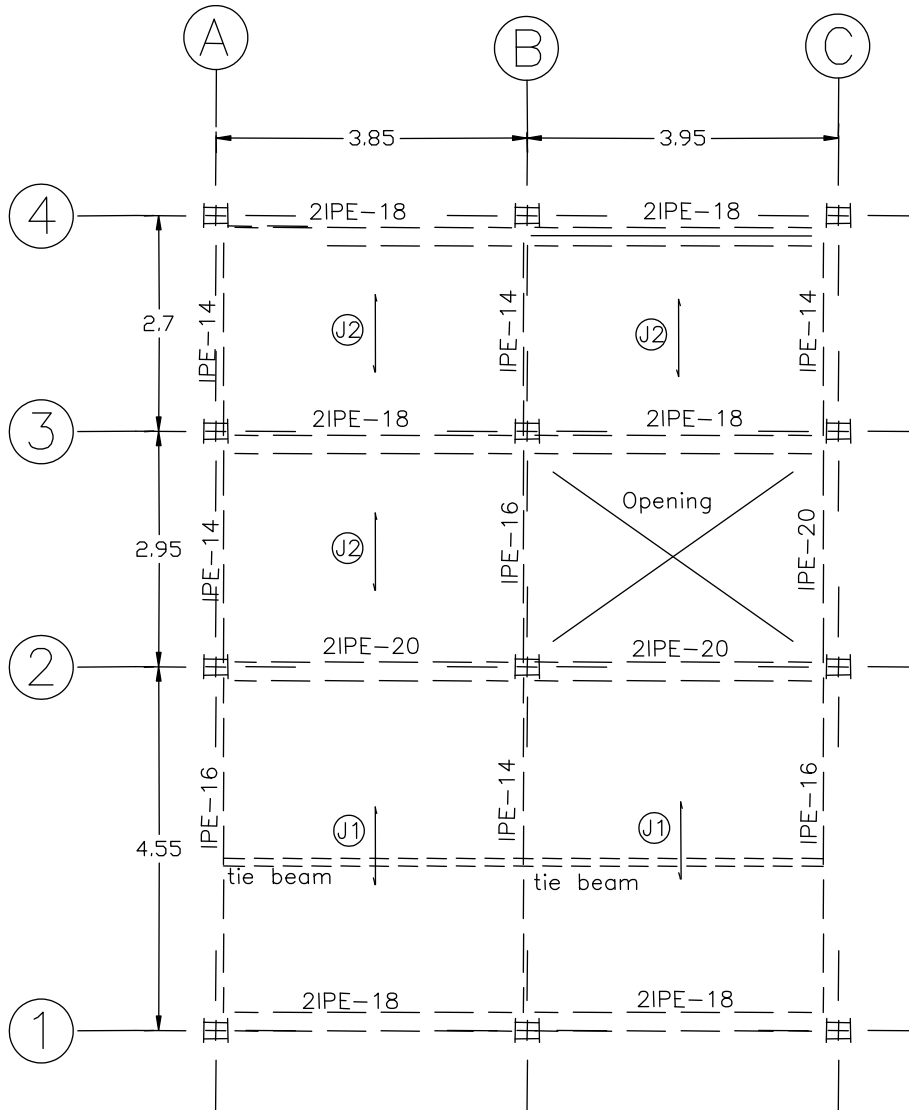
$$\leq 0.0059 \times \text{ارتفاع طبقه} / (\text{تغییر مکان طبقه } i - \text{تغییر مکان طبقه } i+1)$$

در صورتی که در برخی از طبقات تغییر مکان نسبی از مقدار ۰/۰۰۵۹ بیشتر باشد، باید با تعویض یا افزایش تعداد بادبند در آن طبقه سختی را افزایش داده تا تغییر مکان جانبی نسبی سازه کاهش یابد.

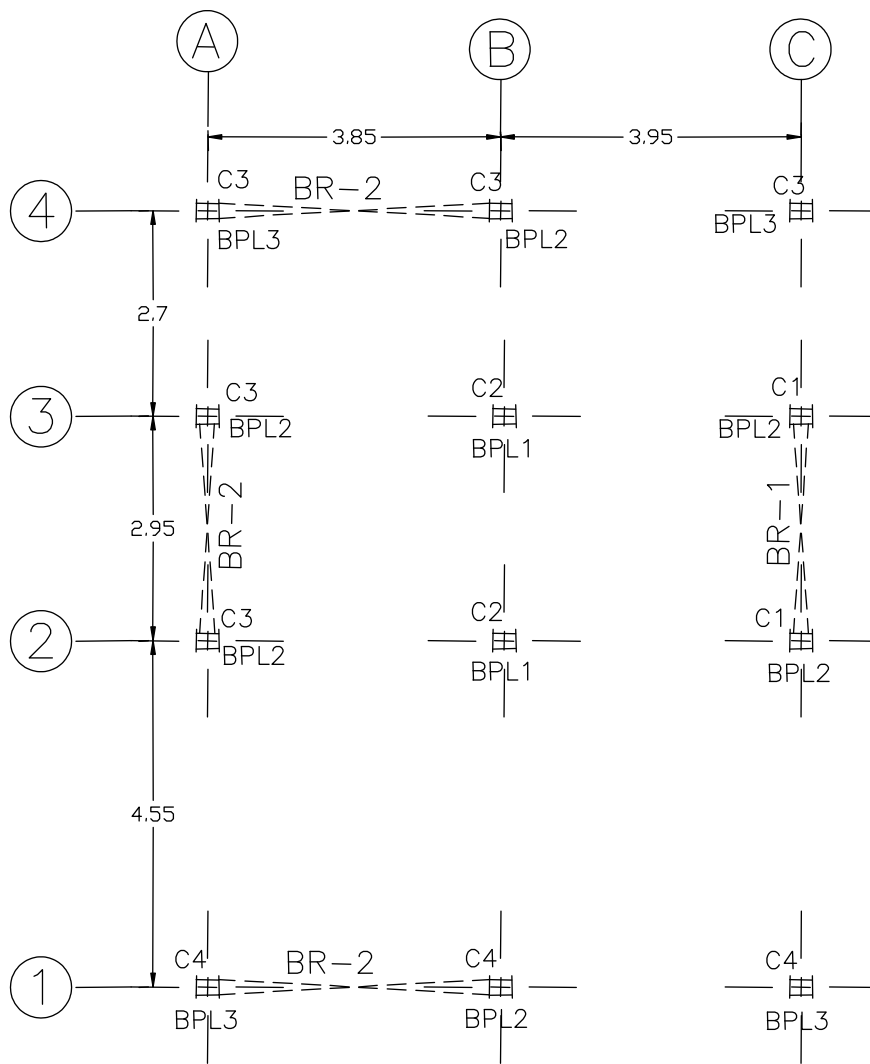
۲۰.۳ نقشه اجرایی



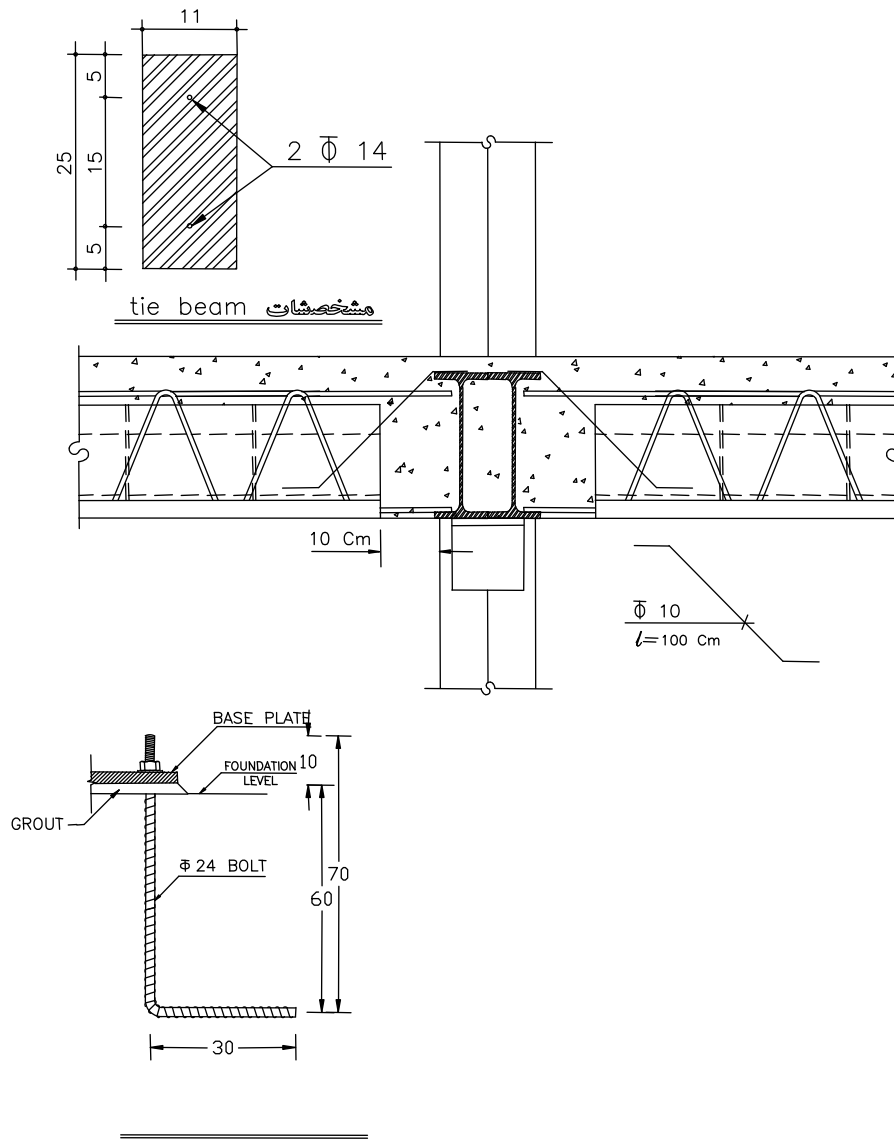
پلان تیرریزی طبقه ۱ و ۲

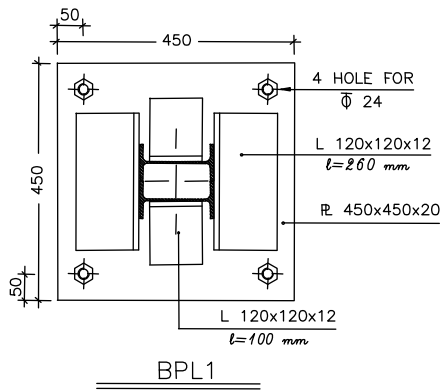
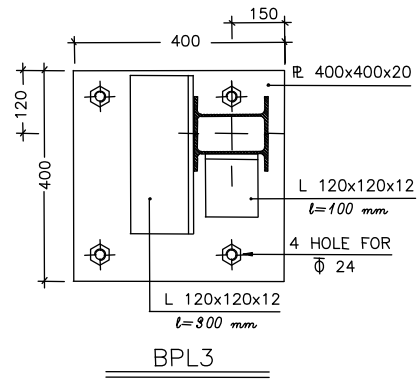
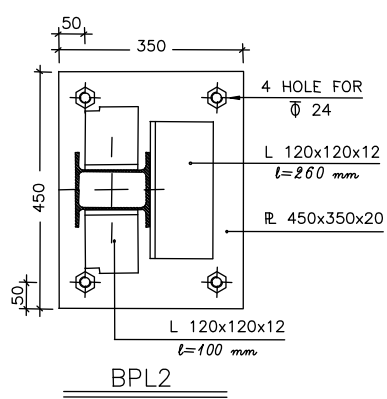
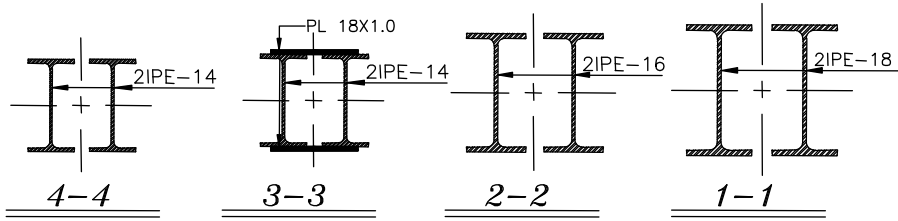


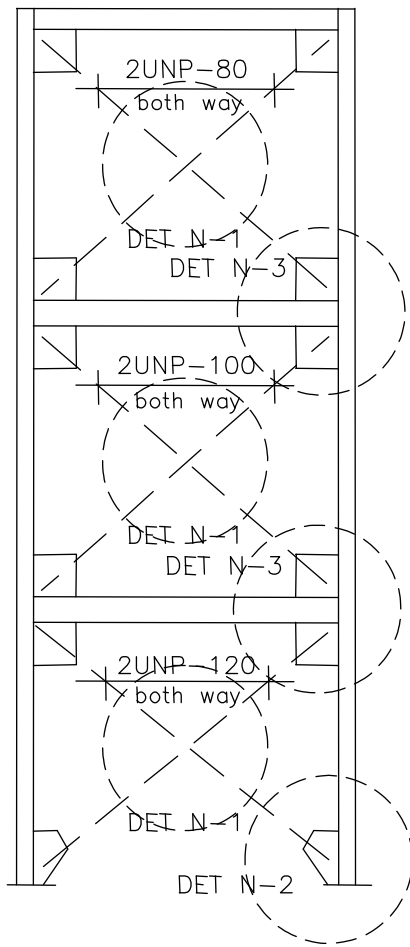
پلان تیرریزی طبقه ۳



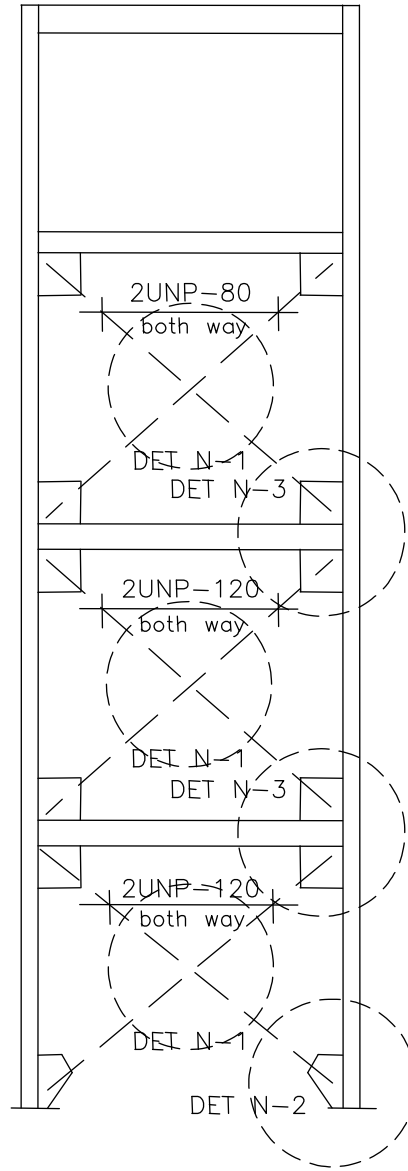
پلان تیپ بندی ستونها و پای ستونها



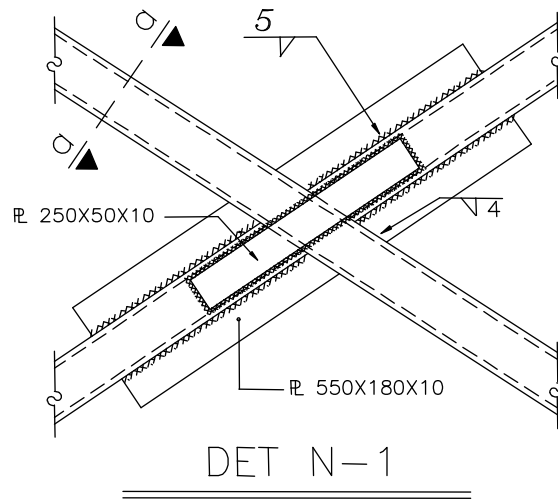
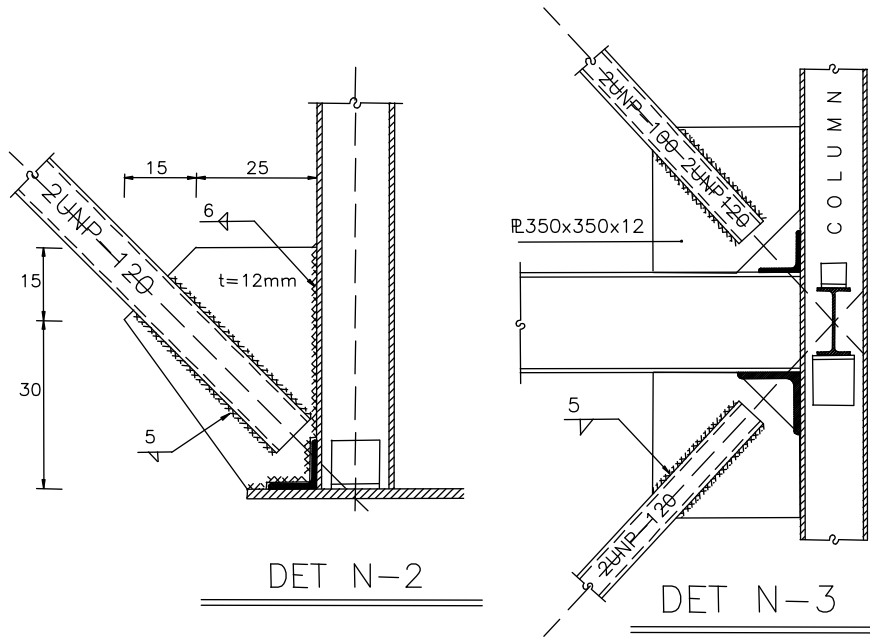


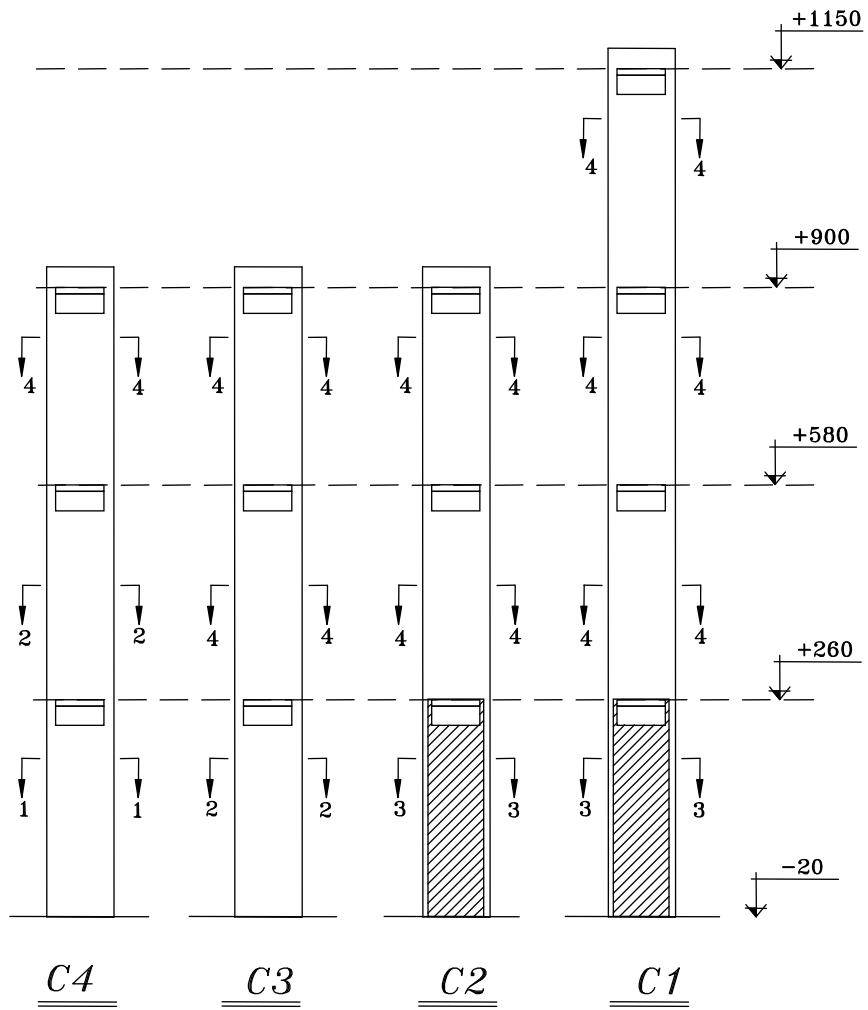


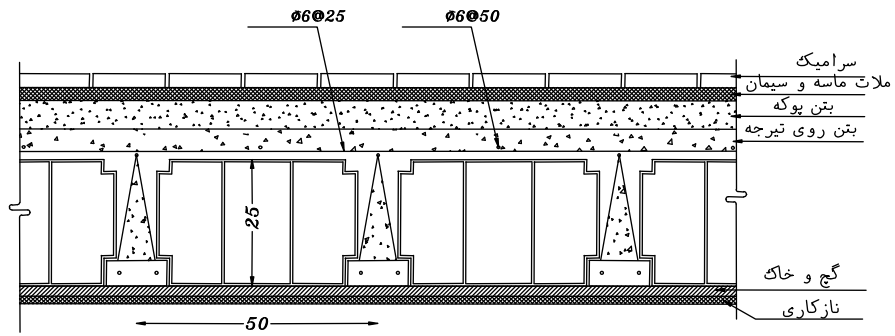
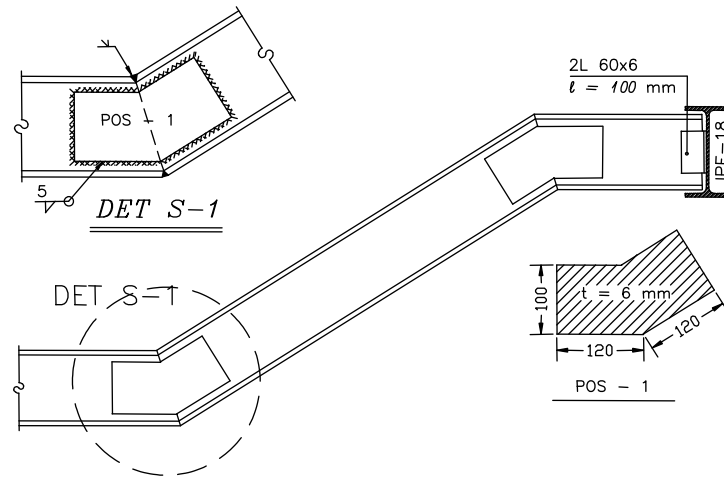
BR-2



BR-1







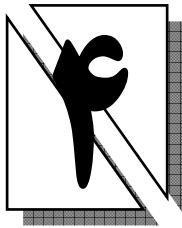
فصل چهارم

تحلیل و طراحی

ساختمان ۶ طبقه بتنی

با سیستم قاب خمشی

به روش تحلیل دینامیکی



۱.۴ معرفی پروژه

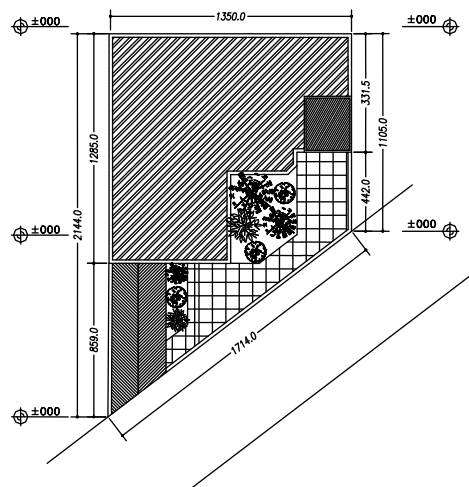
در این فصل طراحی یک ساختمان ۶ طبقه بتنی نامنظم در پلان با سیستم قسمت خمشی متوسط مورد بررسی قرار خواهد گرفت. کاربری این ساختمان مسکونی و محل احداث آن شهر تهران و در زمین نوع ۲ بوده و سیستم باربر ثقلی آن تیرچه بلوک می باشد، تحلیل این سازه به صورت دینامیکی بوده و طراحی براساس آیین نامه ACI خواهد بود. سایر اطلاعات مورد نیاز برای طراحی سازه مذکور در (جدول ۴-۱) و نقشه های معماری در (شکل های ۴-۱، ۴-۲ و ۴-۳) آمده است.

۲.۴ اهداف مورد نظر

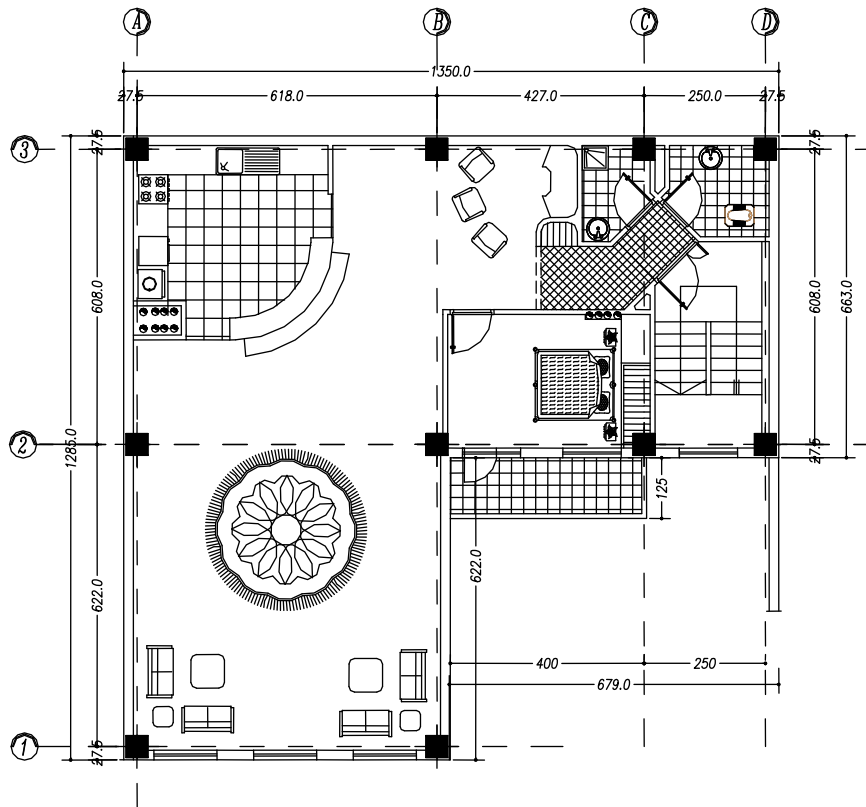
۱. محاسبات مربوط به بار گذاری سازه
۲. تحلیل و طراحی سازه
۳. ترسیم نقشه های اجرایی

جدول ۱-۴ مشخصات مصالح

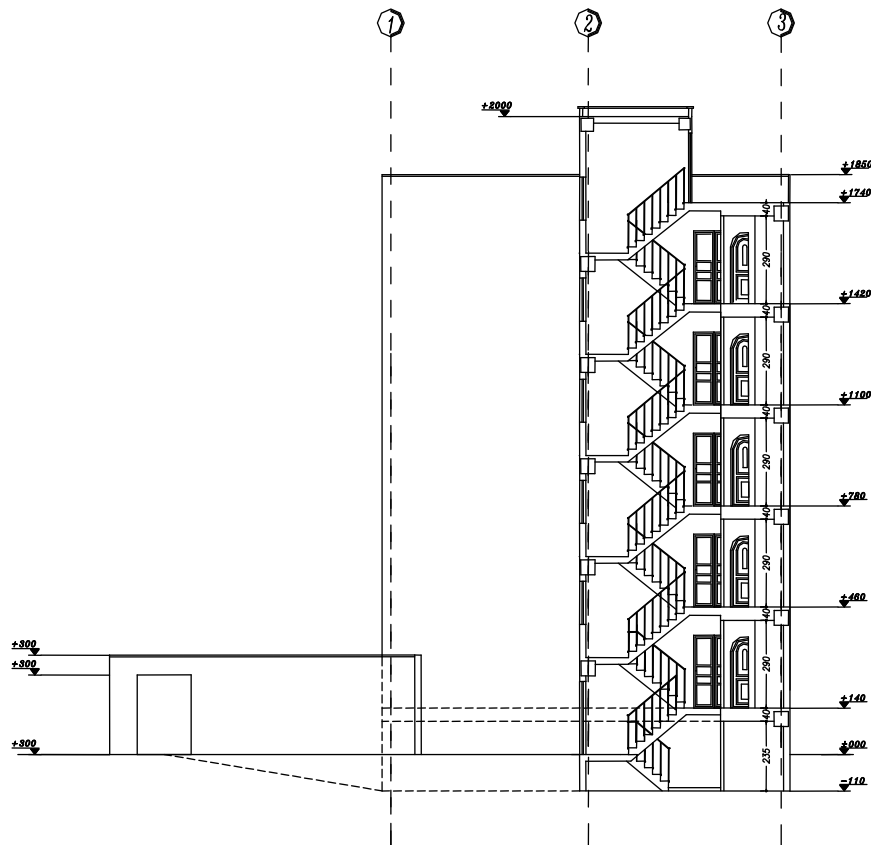
۲۵۰	مقاومت ۲۸ روزه بتن (Kg/Cm^2)
AIII	نوع میلگردهای طولی
AII	نوع میلگردهای عرضی (خاموت)
۲۵۰	جرم واحد حجم بتن (Kg/m^3)
۲۵۰۰	وزن واحد حجم بتن (Kg/m^3)
۰/۲	ضریب پواسون بتن آرمه
۲۱۹۰۰۰	مدول الاستیسیته بتن آرمه (Kg/Cm^2)



شکل ۱-۴



شکل ۴-۲ پلان معماری



شکل ۳-۴

۳.۴ آیین‌نامه‌های مورد استفاده در طراحی سازه

آیین‌نامه‌های مورد نیاز در این پروژه عبارت‌اند از:

آیین‌نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله (۲۸۰۰)

مبحث ششم مقررات ملی (بارهای وارد بر ساختمان)

آیین‌نامه ACI

آیین‌نامه آبا

با توجه به پلان سازه و بند ۱-۸-۱-۱ آیین‌نامه ۲۸۰۰، در صورتی که اندازه فرورفتگی و یا بیرون‌زدگی در پلان از ۲۵٪ بعد خارجی ساختمان در آن امتداد بیشتر باشد، سازه نامنظم در پلان محسوب شده و نیاز به تحلیل دینامیکی دارد. لذا طبق آیین‌نامه در این

پروژه باید تحلیل به صورت دینامیکی باشد. تفاوت اصلی تحلیل دینامیکی و استاتیکی در نحوه توزیع نیروهای در ارتفاع ساختمان است. در روش استاتیکی، توزیع نیرو در ارتفاع مشابه حالتی ایست که مد اصلی ارتعاش خطی است و مدهای بالاتر از اثر قسمت ل توجهی برخوردار نیستند. در آیین نامه‌ها از جمله آیین نامه ۲۸۰۰، برای منظور نمودن اثر مدهای بالاتر اعمال نیروی شلاقی در تراز طبقه بام توصیه شده است. آیین نامه ۲۸۰۰، در شرایطی که ساختمان در پلان منظم نباشد، لازم می‌داند که از روش دینامیکی استفاده کنیم. اما در عین حال استفاده از این روش در ساختمان‌های را مجاز می‌داند.

۴.۴ ابعاد المان‌ها

در این پروژه از ۵ نوع ستون و ۴ نوع تیر مورد استفاده قرار گرفته است. (جدول ۴-۲) مشخصات مقاطع مزبور را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۲ مشخصات مقاطع

طبقه	طبقه	طبقه	طبقه	طبقه	
خرپشته	پنجم و بام	چهارم	سوم	اول و دوم	
۳۵×۳۰	۴۰×۳۵	۴۵×۴۰	۵۰×۴۵	۵۰×۴۵	تیر
۳۵×۳۵	۴۵×۴۵	۵۰×۵۰	۵۵×۵۵	۶۰×۶۰	ستون

۵.۴ بار گذاری

طبق آیین‌نامه‌های معرفی شده، بار گذاری به دو قسمت ثقلی و جانبی (زلزله) تقسیم می‌شود که هر کدام به صورت کامل در ادامه توضیح داده خواهد شد.

۱.۵.۴ بار ثقلی مرده

جهت جلوگیری از تکرار مطالب، در این پروژه بار گذاری ثقلی مرده، دقیقاً همان بار گذاری پروژه فصل اول انتخاب شده است.

۲.۵.۴ بار ثقلی زنده

طبق مبحث ششم مقررات ملی، بار زنده طبقات مسکونی برابر 200 Kg/m^2 و بار زنده طبقه بام برابر 150 Kg/m^2 می‌باشد. لازم به ذکر است در صورتی که بار برف بیش از بار زنده ذکر شده در آیین نامه باشد، مقدار بار زنده (در طبقه بام) را برابر بار برف را قرار می‌دهیم.

در جدول زیر خلاصه بارهای ثقلی مذکور، آمده است

جدول ۴-۲ خلاصه بارگذاری ثقلی

کاربری فضا	بار مرده (Kg/m^2)	بار زنده (Kg/m^2)
کف طبقات مسکونی	۳۵۵	۲۰۰
کف طبقه بام	۳۵۵	۱۵۰
طره بالکن طبقات	۱۶۵	۳۰۰
دیوار محیطی	۲۵۰	-
پله	۷۴۵	۳۵۰

۶.۴ بارگذاری لرزه‌ای

۱.۶.۴ وزن ساختمان، W

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ وزن ساختمان‌های مسکونی برابر بار مرده با اضافه ۲۰ درصد بار زنده می‌باشد.

۲.۶.۴ نسبت شتاب مبنای طرح، A

نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق مختلف کشور، بر اساس خطر لرزه‌خیزی منطقه تعیین می‌گردد.

با توجه به این که شهر تهران جزو مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد می‌باشد، لذا شتاب مبنای طرح برابر $0/35$ می‌باشد.

۳.۶.۴ ضریب اهمیت ساختمان، I

با توجه به این که ساختمان‌های مسکونی جزو گروه ۳ (با اهمیت متوسط) می‌باشد، لذا ضریب اهمیت آن برابر ۱/۰ می‌باشد.

۴.۶.۴ ضریب بازتاب ساختمان، B

ضریب بازتاب ساختمان بیانگر نحوه پاسخ ساختمان به حرکت زمین است. این ضریب با استفاده از روابط زیر به دست می‌آید.

$$B=1+S(T/T_0) \quad 0 \leq T \leq T_0$$

$$B=S+1 \quad T_0 \leq T \leq T_S$$

$$B=(S+1)(T_S/T)^{2/3} \quad T \geq T_S$$

جدول ۳-۴

خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	خطر نسبی کم و متوسط	T_S	T_0	میزان اهمیت
S	S			
۱/۵	۱/۵	۰/۴	۰/۱	I
۱/۵	۱/۵	۰/۵	۰/۱	II
۱/۷۵	۱/۷۵	۰/۷	۰/۱۵	III
۱/۷۵	۲/۲۵	۱/۰	۰/۱۵	IV

در روابط بالا T زمان تناوب اصلی سازه بوده و از روابط زیر به دست می‌آید.

$$T = 0.08H^{3/4} \quad \text{قسمت خمشی فولادی}$$

$$T = 0.07H^{3/4} \quad \text{قسمت خمشی بتنی}$$

$$T = 0.05H^{3/4} \quad \text{برای ساختمان‌های با سایر سیستم‌ها}$$

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰، در صورتی که وزن خرپشته از ۲۵ درصد وزن طبقه بام کمتر باشد ارتفاع سازه از تراز پایه تا طبقه بام محاسبه می‌شود. این ضابطه از آیین‌نامه را می‌توان به طور تقریبی با تقسیم مساحت طبقه خرپشته به مساحت طبقه بام کنترل کرد.

$$\frac{360 \times 295}{925 \times 1170} = 9.8\% < 25\% \quad \text{OK} \Rightarrow H = 18.7\text{m}$$

با توجه به این که سازه دارای ارتفاع ۱۸/۷ متر و سیستم قسمت خمشی می‌باشد، لذا تناوب سازه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$T = 0.07 \times H^{3/4}, H = 18.7 \Rightarrow T = 0.07 \times 18.7^{3/4} = 0.062 \text{ sec}$$

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰، می‌توان تناوب اصلی سازه را به روش‌های تحلیلی محاسبه کرد، به شرطی که از ۱/۲۵ برابر مقدار بدست آمده از رابطه بالا بیشتر نباشد. لذا در این مرحله تناوب به دست آمده در بالا را ۲۵٪ افزایش داده بعد از تحلیل سازه مقدار واقعی آن را کنترل خواهیم کرد.

$$T = 0.63 \times 1.25 = 0.775 \text{ Sec}$$

با توجه به این که زمین محل احداث سازه نوع ۲ بوده و تناوب سازه بیش از ۰/۵ می‌باشد، لذا ضریب بازتاب سازه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$B = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right)^2 = (1.5 + 1) \left(\frac{0.5}{0.775} \right)^2 = 1.86$$

۵.۶.۴ ضریب رفتار ساختمان، R

ضریب رفتار ساختمان در بر گیرنده آثار عواملی از قبیل شکل پذیری، درجه نامعینی و اضافه مقاومت موجود در سازه است. این ضریب با توجه به نوع سیستم باربر جانبی سازه و طبق (جدول ۶) آیین‌نامه ۲۸۰۰ تعیین می‌گردد. این ضریب برای ساختمان‌های با قسمت خمشی و شکل پذیری متوسط برابر ۷ می‌باشد. حال طبق اطلاعات به دست آمده در بالا می‌توان ضریب زلزله را طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ به دست آورد.

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 \times 1.86 \times 1.0}{7} = 0.093$$

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ در صورتی که تناوب سازه از ۰/۷ ثانیه بیشتر باشد، یک نیروی جانبی اضافی (نیروی شلاقی) به مقدار $F_t = 0.07 \times T \times V$ (با ثابت بودن برش پایه) در تراز طبقه بام وارد خواهد شد. برای اعمال این اثر به سازه، می‌توان توزیع نیروی زلزله را محاسبه کرده و به صورت دستی به مدل اعمال کرد و یا باید از آیین‌نامه UBC در توزیع نیروی زلزله استفاده کرد. در این پروژه با معادل کردن آیین‌نامه ۲۸۰۰ با آیین‌نامه UBC، از آیین‌نامه UBC به جای آیین‌نامه ۲۸۰۰ در توزیع زلزله در سازه استفاده خواهیم کرد.

همان گونه که می‌دانیم این سازه به صورت دینامیکی تحلیل خواهد شد و از نیروهای استاتیکی برای همپایه کردن برش پایه دینامیکی استفاده خواهد شد و با توجه به این که تغییر مکان سازه با ترکیبات بار استاتیکی کنترل خواهد شد، لذا ملزم به اعمال اثر شلاقی و به تبع آن استفاده از آیین نامه ۲۸۰۰ هستیم.

برای معادل سازی آیین نامه ۲۸۰۰ با آیین نامه UBC به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:
طبق آیین نامه UBC برش پایه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V = \frac{ZIC}{R_w} W$$

$$C = \frac{1.25S}{T^{\frac{2}{3}}}$$

$$C \leq 2.75$$

$$C \geq 0.075R_w$$

$$C \geq 0.6$$

در رابطه بالا Z ، نسبت شتاب مبنا (معادل A در آیین نامه ۲۸۰۰)، ضریب I برابر ضریب اهمیت، ضریب C برابر ضریب بازتاب (معادل B در آیین نامه ۲۸۰۰)، W برابر وزن سازه و R_w برابر ضریب رفتار ساختمان می‌باشد.

با مساوی قرار دادن عبارت $\frac{ZIC}{R_w}$ از آیین نامه UBC با عبارت $\frac{ABI}{R}$ از آیین نامه ۲۸۰۰ می‌توان این دو آیین نامه را معادل کرد.

$$\frac{ZIC}{R_w} = \frac{ABI}{R} \Rightarrow C = B \Rightarrow \frac{1.25S_{UBC}}{T^{\frac{2}{3}}} = (S_{2800} + 1) \left(\frac{T_s}{T}\right)^{\frac{2}{3}}$$

با قرار دادن S_{2800} و T_s در عبارت فوق، مقدار S_{UBC} به دست می‌آید.

$$\frac{1.25S_{UBC}}{0.775^{\frac{2}{3}}} = (1.5 + 1) \left(\frac{0.5}{0.775}\right)^{\frac{2}{3}} \Rightarrow S_{UBC} = 1.25$$

حال با قرار دادن ۱/۲۵ به جای S_{UBC} در رابطه برش پایه آیین نامه UBC همان برش پایه آیین نامه ۲۸۰۰ که همان ۰/۰۹۳ می‌باشد بدست خواهد آمد. بنابراین می‌توان از آیین نامه UBC به جای آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده کرد به شرط آنکه S آیین نامه UBC را ۱/۲۵ قرار داد.

۷.۴ ترکیبات بار طراحی

۱.۷.۴ ترکیبات بار طراحی نوع یک

مطابق آیین نامه ACI ترکیبات (جدول ۴-۴) را برای طراحی سازه اعمال خواهیم کرد.

جدول ۴-۴ ترکیبات بار نوع یک

نام ترکیب	ترکیب بار
COMB1	1.4 DL+ 1.7 LL
COMB2	1.05 DL+1.275 LL+1.4025 SX Spectra
COMB3	1.05 DL+1.275 LL+1.4025 SY Spectra
COMB4	0.9DL+1.43 SX Spectra
COMB5	0.9DL+1.43 SY Spectra

۲.۷.۴ ترکیبات بار طراحی نوع دو

طبق آیین نامه ۲۸۰۰، در سازه‌های نامنظم در پلان، برای منظور نمودن بیشترین اثر زلزله، باید صد درصد نیروی زلزله هر امتدادهای اصلی را با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن ترکیب کرد. برای این منظور ترکیبات بار نوع دو را که ادامه ترکیبات بار نوع یک می‌باشد، معرفی می‌کنیم.

ترکیبات بار نوع دو در (جدول ۴-۵) ارائه شده است.

جدول ۴-۵ ترکیبات بار نوع دو

نام ترکیب	ترکیبات بار
COMB6	1.05 DL+1.275 LL+1.4025 SX Spectra+0.4207 SY Spectra
COMB7	1.05 DL+1.275 LL+1.4025 SY Spectra +0.4207 SX Spectra
COMB8	0.9DL+1.43 SX Spectra+0.429 SY Spectra
COMB9	0.9DL+1.43 SY Spectra+0.429 SX Spectra

۳.۷.۴ ترکیبات بار کنترل

جهت کنترل سازه برای تغییر مکانهای نسبی جانبی مرکز جرم طبقات، از ترکیبات بار

(جدول ۴-۶) استفاده خواهد شد.

جدول ۴-۶ ترکیبات بار کنترل

ترکیبات بار	نام ترکیب
EX	DIS1
-EX	DIS2
EY	DIS3
-EY	DIS4

SY نیروی دینامیکی زلزله در جهت Y
 SX نیروی دینامیکی زلزله در جهت X
 DL بار مرده LL بار زنده


اکنون تمامی پارامترهای لازم برای تحلیل و طراحی یک سازه فراهم شده است حال به صورت گام به گام شروع به ساخت مدل می کنیم.

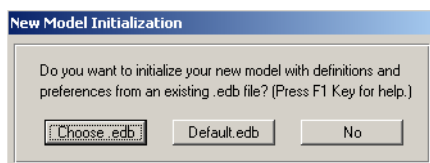
۸.۴. ساخت مدل

۱.۸.۴ ترسیم خطوط شبکه

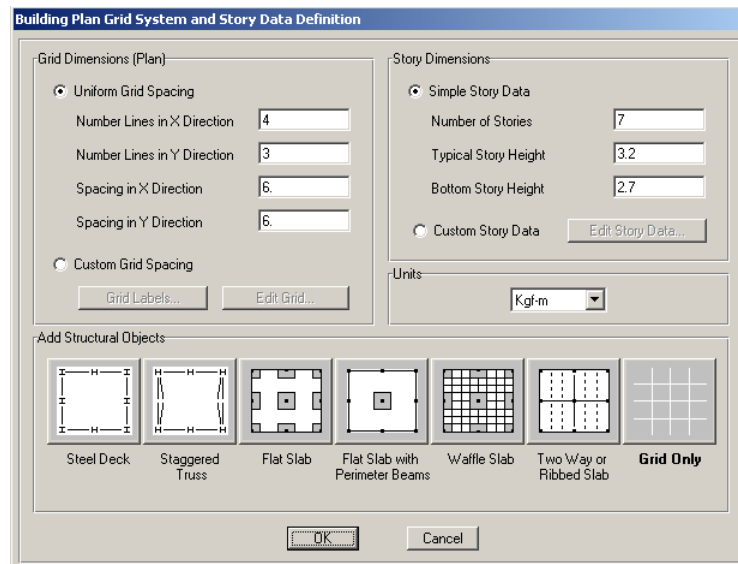
■ نرم افزار ETABS را راه اندازی کرده و از منوی کشویی واحدها، سیستم واحد آن را به Kgf-m تغییر دهید.



■ از منوی File گزینه New model انتخاب کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کرده تا جعبه New Model Initialization نمایان گردد.



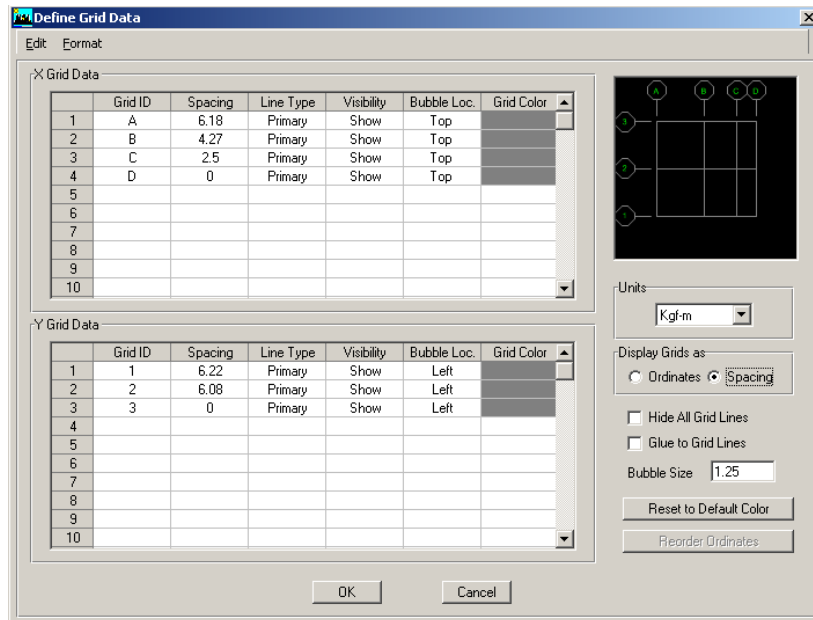
◀ گزینه No را انتخاب کنید تا جعبه Building Plan Grid System نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ در قسمت Number Line X Direction تعداد خطوط شبکه در جهت X را ۴ و در قسمت Number Line Y Direction تعداد خطوط شبکه در جهت Y را ۳ وارد کنید.

◀ در قسمت Number of Story تعداد طبقات را ۷ (با احتساب طبقه خرپشته)، در قسمت Typical Story Height ارتفاع طبقات مسکونی مشابه را ۳/۲ متر و در قسمت Bottom Story Height ارتفاع طبقه پیلوت را ۲/۷ متر وارد کنید.



در جعبه باز شده:

✓ در قسمت Display Grid as، گزینه Spacing جهت وارد کردن فاصله خطوط شبکه، انتخاب کنید.

✓ در قسمت X Grid Data در ستون Spacing جهت تغییر موقعیت مکانی هر یک از خطوط شبکه به ترتیب اعداد ۶/۱۸، ۴/۲۷، ۲/۵ و ۰ را برای خطوط A, C, B, D وارد کنید.

✓ در قسمت Y Grid Data در ستون Spacing به ترتیب اعداد ۶/۲۲، ۶/۰۸ و ۰ را برای خطوط 1, 2, 3 وارد کنید.

✓ روی دکمه OK کلیک کرده تا به جعبه قبلی بازگردیم.

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

Story Data							
	Label	Height	Elevation	Master Story	Similar To	Splice Point	Splice Height
8	STORY7	2.65	21.35	Yes		No	0.
7	STORY6	3.2	18.7	No	STORY7	No	0.
6	STORY5	3.2	15.5	No	STORY7	No	0.
5	STORY4	3.2	12.3	No	STORY7	No	0.
4	STORY3	3.2	9.1	No	STORY7	No	0.
3	STORY2	3.2	5.9	No	STORY7	No	0.
2	STORY1	2.7	2.7	No	STORY7	No	0.
1	BASE		0.				

Reset Selected Rows:

Height:

Master Story:

Similar To:

Splice Point:

Splice Height:

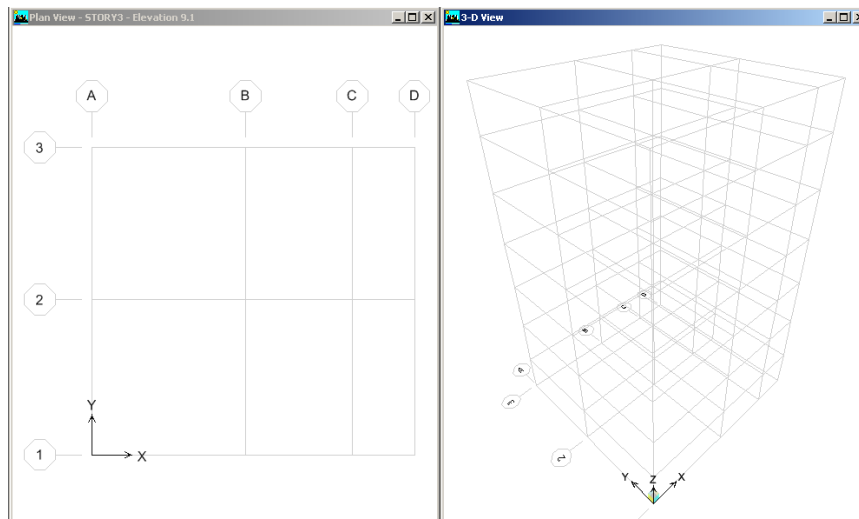
Units:

در جعبه باز شده :

✓ در ستون Height ارتفاع طبقه STORY7 را ۲/۶۵ متر وارد کنید.

✓ دکمه OK را کلیک کرده تا به جعبه قبلی بازگردیم.


◀ در این جعبه نیز دکمه OK را کلیک کنید تا مدل اولیه سازه به صورت گرافیکی مطابق (شکل ۴-۴) ترسیم گردد.

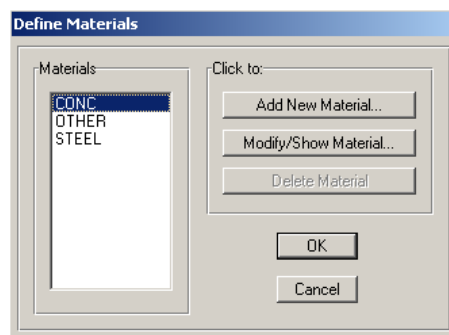


شکل ۴-۴ خطوط شبکه

همان گونه که ملاحظه می شود، خطوط شبکه را برای بالکن رسم نکردیم. این عمل برای سادگی کار با خطوط شبکه بوده و بعداً به مدل اضافه خواهد شد.

۲.۸.۴ معرفی مشخصات مصالح

در این مرحله می خواهیم مشخصات تحلیل و طراحی مصالح را وارد کنیم. ■ دستور Define > Material Properties را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Materials Define 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.

Material Name		Display Color	
Material Name	CONC	Color	
Type of Material		Type of Design	
<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic		Design: Concrete	
Analysis Property Data		Design Property Data (ACI 318-99)	
Mass per unit Volume	250.	Specified Conc Comp Strength, f'c	2500000.
Weight per unit Volume	2500.	Bending Reinf. Yield Stress, fy	40000000.
Modulus of Elasticity	2.190E+09	Shear Reinf. Yield Stress, fys	30000000.
Poisson's Ratio	0.2	<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06	Shear Strength Reduc. Factor	
Shear Modulus	9.125E+08		

در جعبه باز شده:

در قسمت **Type of Material** :

✓ نوع مصالح بتنی را IsoTropic (همگن) را انتخاب کنید.

در قسمت Analyse Property Data (مشخصات تحلیل سازه):

✓ در قسمت Mass Per Unit Volume، مقدار جرم واحد حجم بتن را ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد کنید.

✓ در قسمت Weight Per Unit Volume، مقدار وزن واحد حجم بتن را ۲۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد کنید.

✓ در قسمت Modules Of Elasticity، مقدار مدول الاستیسیته بتن را $2/19E9$ کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

✓ در قسمت poisson's Ratio، مقدار ضریب پواسون بتن مسلح را ۰/۲ وارد کنید.

در قسمت Design Property Data (مشخصات طراحی سازه):

✓ در قسمت Specified Conc Comp Strength, f'_c ، مقاومت مشخصه بتن را $2/5 \times 10^6$ کیلوگرم بر مترمربع (۲۵ Mpa) وارد کنید.

✓ در قسمت Bending Reinf. Yield Stress, f_y ، تنش تسلیم آرماتورهای خمشی را 4×10^7 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

✓ در قسمت Shear Reinf. Yield Stress, f_{ys} ، تنش تسلیم آرماتورهای برشی (معمولاً خاموت‌ها از نوع فولاد AII می‌باشد) را 3×10^7 کیلوگرم بر مترمربع وارد کنید.

✓ نیاز به تغییر سایر مشخصات نیست. حال روی دکمه OK کلیک کنید.

در این پروژه - چون سازه از نوع بتن آرمه می‌باشد، لذا نیازی به اصلاح مشخصات و خواص مصالح فولادی (STELL) نیست.

■ طبق آیین نامه ACI، مدول الاستیسیته بتن از رابطه زیر به دست می‌آید.


$$E_C = 15100 \sqrt{f'_c}$$

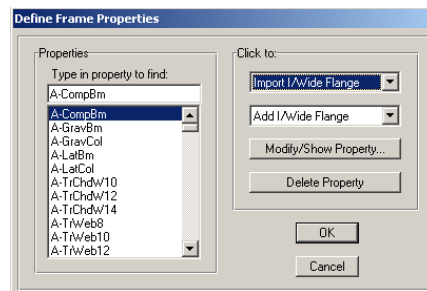
۳.۸.۴ مشخصات مقاطع

الف) معرفی مقاطع بتنی

در این مرحله مقاطع مستطیلی شکل بتنی را برای تیرها و ستون ها معرفی می کنیم. همان گونه که در ابتدا نیز ذکر شد، تنها از چند مقطع محدود در طراحی استفاده خواهیم کرد.

ب) مقطع ستون ها

در این قسمت مقطع ستون طبقه اول، یعنی ستون مستطیلی شکل به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتیمتر معرفی خواهیم کرد. معرفی بقیه مقاطع بر عهده خواننده واگذار می شود. برای این منظور: **■** دستور Define > Frame Section را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کرده تا جعبه Define Frame Properties نمایان گردد.

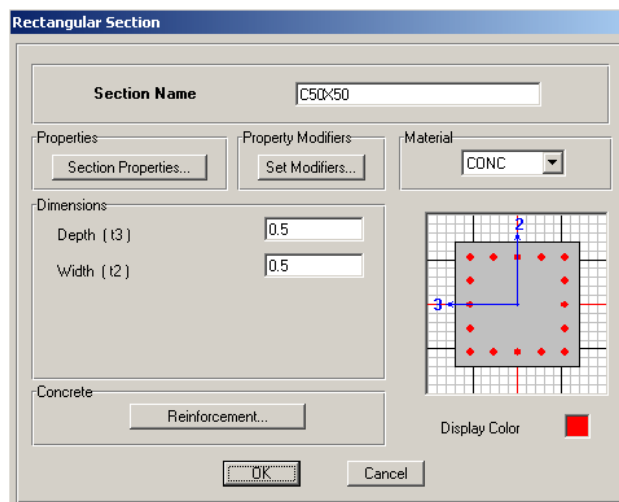


در جعبه باز شده:

با توجه به این که ما در این پروژه از چند مقطع محدود استفاده می کنیم، لذا از قسمت Properties تمامی مقاطع پیش فرض نرم افزار را پاک کرده تا کار با جعبه مقاطع ساده تر شود. برای این منظور:

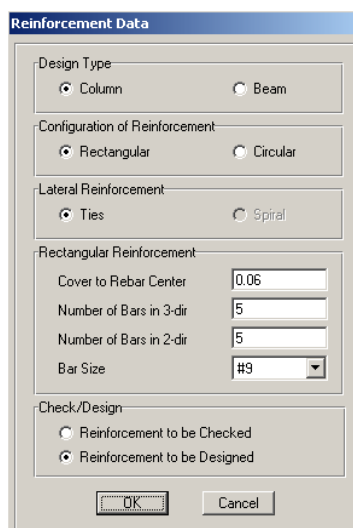
◀ از قسمت Properties، توسط ماوس تمامی مقاطع را انتخاب کرده و روی دکمه Delete Property کلیک کنید.

◀ در قسمت Click To از منوی کشویی دوم گزینه Add Rectangular (مقطع مستطیلی) را انتخاب کنید تا جعبه Rectangular Section نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Section Name، نام C50X50 را وارد کنید.
- ✓ در قسمت Depth و Width ابعاد مقطع را ۰/۵ متر وارد کنید.
- ✓ از قسمت Material، جنس مقطع را CONC (بتن) را انتخاب کنید.
- ✓ روی دکمه Reinforcement کلیک کنید تا جعبه Reinforcement Data نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ◀ 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 مقدار کاور بتن را برابر ۰/۰۶ 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. با توجه به این که طراحی ستون ها بر اساس اندرکنش لنگر و نیروی محوری ستون انجام می گیرد، لذا وارد کردن تعداد آرماتورها در مقطع ستون آلمی است. این عدد به صورت تجربی انتخاب شده، می توان از (جدول ۴-۷) زیر استفاده کرد.

ابعاد ستون	۶۰×۶۰	۵۵×۵۵	۵۰×۵۰	۴۵×۴۵	۴۰×۴۰	۳۵×۳۵
تعداد آرماتور در دو جهت ۲ و ۳	۶	۵ یا ۶	۵	۴ یا ۵	۴	۳ یا ۲

جدول ۴-۷


◀ در قسمت Check/Design گزینه Reinforcement to be Design را فعال کنید تا در روند طراحی مقادیر آرماتورهای مقطع مشخص گردد.

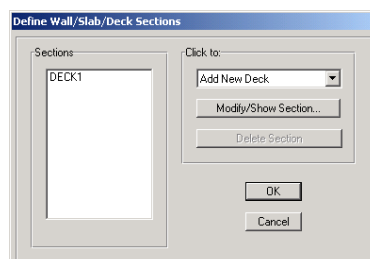
◀ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.

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

۴.۸.۴ معرفی نوع سیستم سقف

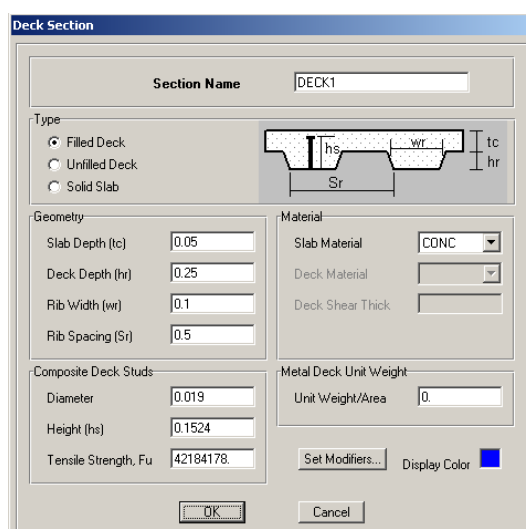
در این مرحله جزئیات پوشش سقف سازه که به صورت تیرچه و بلوک است معرفی می گردد. لازم به ذکر است که نرم افزار ETABS پوشش سقف را طراحی نخواهد کرد. بلکه پوشش سقف، المانی ایست سطحی که برای توزیع بارهای سطحی روی المان های خطی و همچنین جهت ایجاد دیافراگم صلب استفاده خواهد شد. برای این منظور به صورت زیر عمل کنید:

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



در جعبه باز شده:

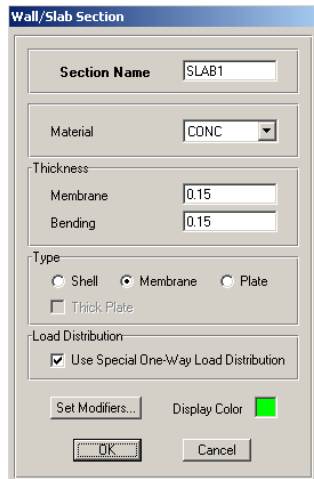
◀ از قسمت Sections، گزینه DECK1 (تیرچه و بلوک) را انتخاب کرده، روی دکمه Modify/Show section کلیک کنید تا جعبه Deck Section نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Slab Depth ضخامت دال بتنی روی تیرچه‌ها را ۰/۰۵ متر وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Deck Depth عمق تیرچه را ۰/۲۵ متر وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Rip Width عرض تیرچه‌ها را ۰/۱ متر وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Rip Spacing فاصله بین تیرچه‌ها را ۰/۵ متر وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Unit Weight/Area وزن واحد ورق فولادی تحتانی تیرچه را برابر صفر قرار دهید. در سقف‌های تیرچه و بلوک موجود در ایران چنین ورق‌هایی به کار نمی‌رود.
 - ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.
- با توجه به این که قسمت بالکن سازه از نوع دال بتنی می‌باشد، لذا در این مرحله دال بتنی را به ضخامت ۱۵ سانتیمتر معرفی می‌کنیم.

◀ از قسمت 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 قسمت Thickness، در قسمت Membrane و Bending ضخامت غشایی و خمشی دال را برابر ۰/۱۵ متر وارد کنید.
 ▶ از قسمت Type، گزینه Membrane را فعال کنید.
 از قسمت Load Distribution، گزینه Use Special One-Way Load Distribution (دال یک طرفه) را فعال کنید.
 ▶ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم. در این جعبه نیز روی دکمه OK کلیک کنید.

۵.۸.۴ معرفی طیف بازتاب آیین نامه ۲۸۰۰

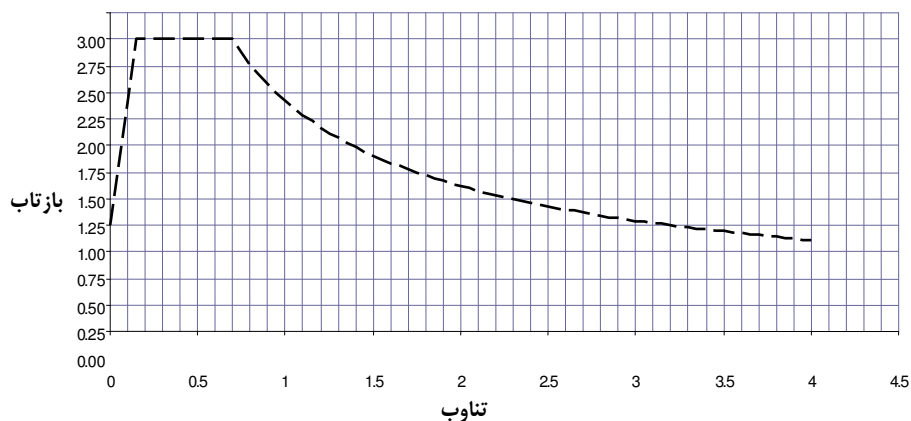
طبق ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰، و با توجه به این که زمین محل ساخت ساختمان نوع ۲ می باشد، طیف بازتاب طرح به صورت زیر تعریف می شود:

$$B = 1 + S \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad 0 \leq T \leq T_0$$

$$B = 1 + S \quad T_0 \leq T \leq T_s$$

$$B = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \quad T > T_s$$

چون زمین محل ساخت، از نوع ۲ می‌باشد، لذا $S=1.5$ ، $T_0=0.15$ و $T_s=0.5$ می‌باشد.




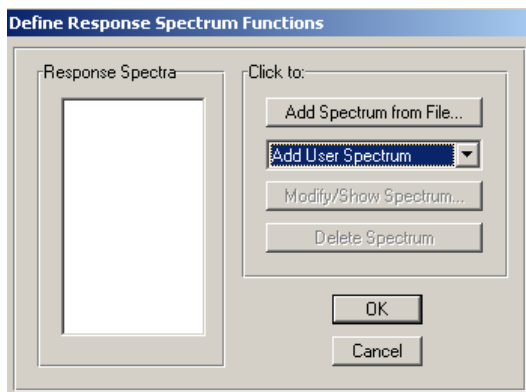
شکل ۴-۵ طیف بازتاب

در (جدول ۴-۸) طیف بازتاب طرح به صورت عددی نشان داده شده است.

جدول ۴-۸ طیف بازتاب به صورت عددی

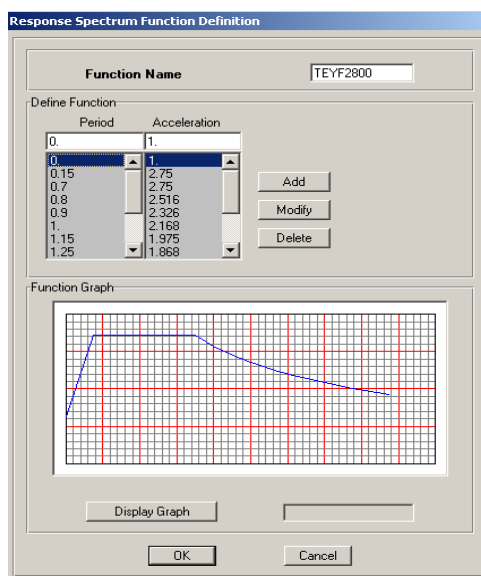
تناوب (T)	ضریب بازتاب (B)	تناوب (T)	ضریب بازتاب (B)
0	1.0	1.4	1.722
0.1	2.167	1.6	1.584
0.15	2.75	1.8	1.465
0.7	2.75	2.0	1.365
0.8	2.516	2.2	1.281
1.0	2.168	2.4	1.209
1.2	1.920	2.6	1.146

■ از منوی Define دستور Response Spectrum Function را اجرا کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه  کلیک کنید. جعبه Define Response Spectrum Functions نمایان می‌گردد.



در جعبه باز شده:

◀ در قسمت Click to از منوی کشویی، گزینه Add Spectrum User را انتخاب کنید تا جعبه Response Spectrum Functions Defination نمایان گردد.




در جعبه باز شده:

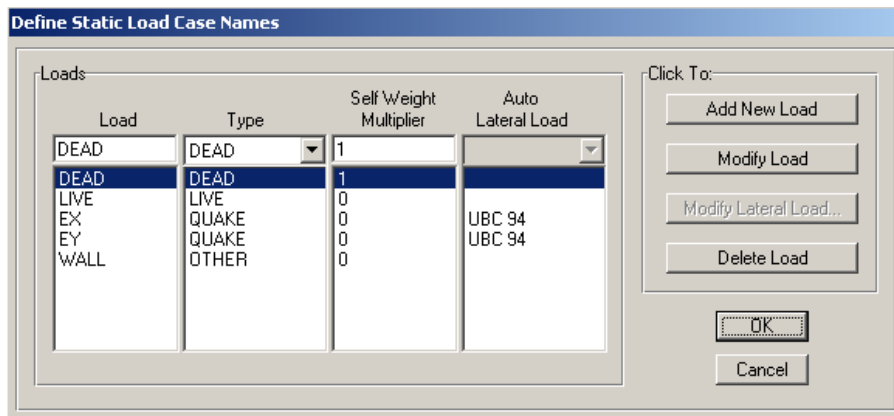
- ✓ در قسمت Function Name نام دلخواه TEYF2800 را وارد کنید.
 - ✓ در قسمت Period، تناوب و در قسمت Acceleration ضریب بازتاب را وارد کرده و روی دکمه Add کلیک کنید.
 - ✓ روی دکمه OK دو بار کلیک کنید تا طیف مورد نظر تعریف شود.
- توجه داشته باشید که این طیف برای زمین نوع ۲ و منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد می باشد. برای سایر مناطق، طیف مربوطه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ معرفی می گردد.

۶.۸.۴ معرفی حالات بار

الف) حالات بار استاتیکی

همانطوری که قبلاً ذکر شد، حالات بار استاتیکی را تنها برای همپایه کردن برش پایه دینامیکی، به نرم افزار معرفی کرده و برای این کار از آیین نامه UBC استفاده خواهیم کرد. برای این منظور به صورت زیر عمل کنید:

■ دستور Define > Static load Cases Define را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Define Static Load Case Names نمایان گردد.



در این جعبه حالات بار مرده و زنده به طور پیش فرض تعریف شده‌اند. حال باید بار زلزله را در جهت X و Y معرفی کنیم. برای این منظور:

◀ در قسمت Load، نام EX (زلزله در جهت X) را تایپ کنید.

◀ در قسمت Type نوع بار را QUAKE (لرزه ای) انتخاب کنید.

در قسمت Self Weight Multiplier، عدد 0 را وارد کنید. این عدد ضریبی برای محاسبه وزن اسکلت سازه می باشد. این ضریب برای بار مرده برابر ۱ و برای بارهای دیگر برابر صفر قرار می دهیم.

◀ در قسمت Auto Lateral load، آیین نامه UBC94 را انتخاب کنید.

◀ روی دکمه Add New Load را کلیک کنید.

◀ روی دکمه Modify lateral load کلیک کنید تا جعبه،

User Defined Seismic Loading نمایان گردد.

- ✓ کلیه پارامترهای موجود در جعبه بالا در قسمت بارگذاری، معرفی شده‌اند. طبق محاسبات انجام شده در قسمت بارگذاری لرزه‌ای داریم.
- ✓ از قسمت Direction and Eccentricity، گزینه X Dir (زلزله در جهت X) را انتخاب کنید.
- ✓ در قسمت Time Period، گزینه User Defined را فعال کرده و تناوب سازه را برابر ۰/۷۷۵ ثانیه وارد کنید.
- ✓ در قسمت Seismic Coefficients، گزینه User Defined را فعال کرده و نسبت شتاب مبنای طرح را برابر ۰/۳۵ وارد کنید.
- ✓ با توجه به این که در قسمت Site Coefficient نمی‌توان مقدار ۱/۲۵ را برای پارامتر S وارد کرد (فقط می‌توان اعداد مشخص پیش‌فرض را وارد کرد) و از طرفی پارامترهای S و I در رابطه برش پایه، به یکدیگر ضرب می‌شود و خاصیت جابجایی دارند پس می‌توان پارامترهای فوق را به جای یکدیگر وارد کرد. لذا در قسمت Importance Factor مقدار پارامتر S یعنی ۱/۲۵ و در قسمت Site Coefficient مقدار پارامتر I، یعنی ۱/۰ را وارد کنید.

✓ در قسمت Story Range، طبقه Top Story را به STORY6 عوض کنید تا نیروی زلزله از تراز پایه تا تراز طبقه بام توزیع شود و به طبقه خریشته نیروی زلزله وارد نشود.

✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.

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


برای اینکه بتوانیم وزن واقعی سازه را در محاسبات وارد کنیم. باید حالت بار WALL را نیز به برنامه معرفی کنیم.

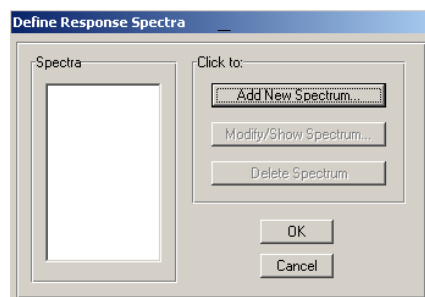
- ◀ در قسمت Load، نام WALL وارد کنید.
- ◀ در قسمت Type نوع بار را OTHER انتخاب کنید.
- ◀ روی دکمه Add New load کلیک کنید.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید.

(ب) حالات بار دینامیکی

معرفی حالت بار دینامیکی زلزله در جهت X

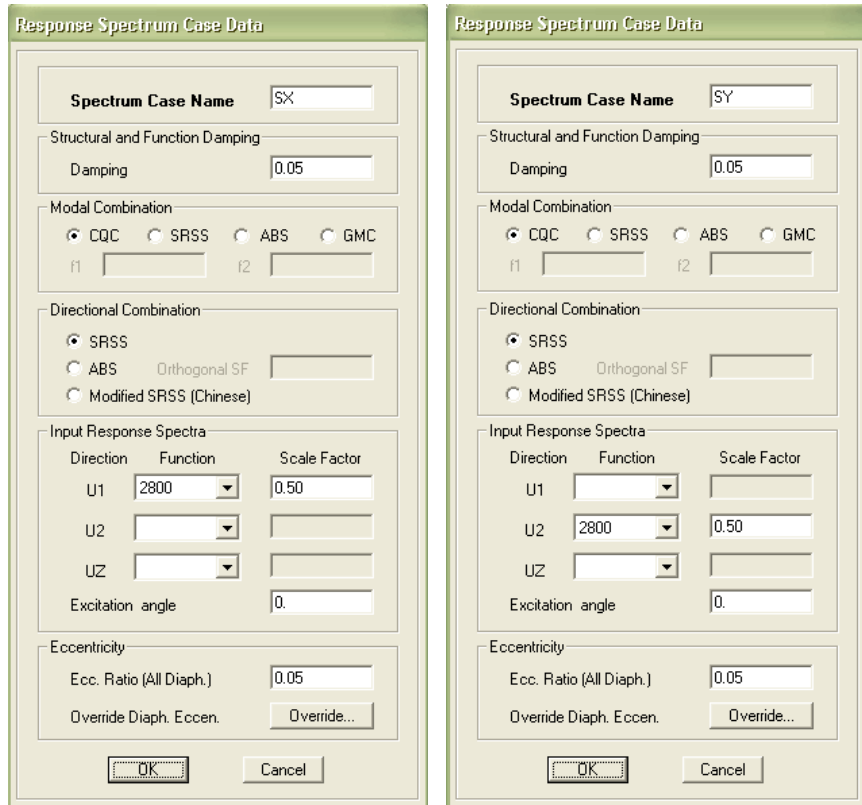
در این مرحله حالات بار دینامیکی را معرفی خواهیم کرد. همچنان که قبلاً نیز گفته شد، این حالات بار دینامیکی با خروج از مرکزیت ۵٪ معرفی می‌گردد. برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید:

■ از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Define Response Spectra نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ روی دکمه Add New Spectrum کلیک کنید تا جعبه،
Response Spectrum Case Data نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ✓ در قسمت Spectrum Case Name نام SX را وارد کنید.
- ✓ در قسمت Modal Combination، روش ترکیب مودها را روش CQC انتخاب کنید.
- ✓ در قسمت Input Response Spectra در جعبه کشویی U1 طیف TEYF2800 انتخاب کرده و مقدار Scale Factor را ۰/۵ وارد کنید.
- ✓ در قسمت Eccentricity مقدار خروج از مرکزیت نیروی زلزله را برابر ۰/۰۵ درصد وارد کنید.
- ✓ روی دکمه OK کلیک کنید.

Scale Factor مقدار عبارت $\frac{AI}{R} g = \frac{0.35 \times 1}{7} \times 10 = 0.50$ می باشد. نرم افزار مقدار ضریب


بازتاب را با توجه به تناوب هر مد از طریق طیف معرفی شده T2800 محاسبه کرده و در مقدار عبارت $\frac{AI}{R} g$ ضرب می کند تا نیروی وارد بر سازه در هر مد ارتعاشی، مشخص گردد.

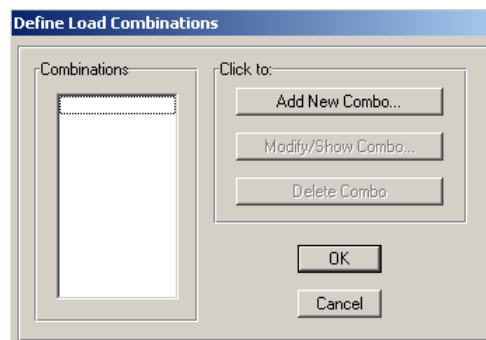
- در صورتی که نسبت دو پریود از دو مود متوالی کمتر از 0.7 باشد، از هر دو روش CQC و SRSS می‌توان در ترکیب مودها استفاده نمود.
- در صورتی که نسبت دو پریود از دو مود متوالی بیش از 0.7 باشد، لزوماً باید از روش CQC در ترکیب مودها استفاده نمود.
- در ساختمان‌های نامنظم در پلان، استفاده از روش CQC در ترکیب مودها ضروری است.

معرفی حالت بار دینامیکی زلزله در جهت Y

برای معرفی حالت بار دینامیکی SY همانند حالت بار SX عمل کنید با این تفاوت که به جای تابع U1 تابع U2 را فعال کنید. و یا می‌توان تابع U1 را فعال کرده، ولی مقدار Excitation angle (زاویه اثر نیروی دینامیکی) را برابر 90 درجه وارد کنید.

۷.۸.۴ معرفی ترکیبات بار دینامیکی

- 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 جعبه باز شده:

- ◀ روی دکمه Add New Combo کلیک کنید تا جعبه Load Combination Data نمایان گردد.


Case Name	Scale Factor
SX Spectra	1.4025
DEAD Static Load	1.05
LIVE Static Load	1.275

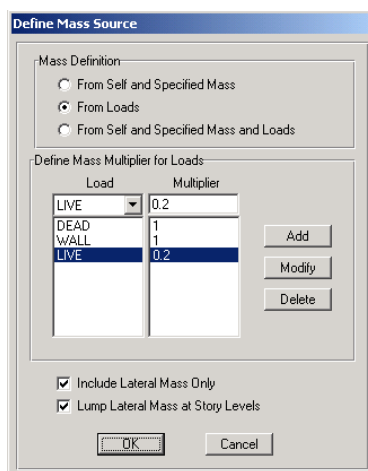
در این قسمت ترکیب بار COMB2 وارد شده و معرفی بقیه ترکیبات بر عهده خواننده واگذار می‌شود.

در جعبه باز شده:

- ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار DEAD Static Load را انتخاب کنید و از قسمت Scale Factor ضریب بار را برابر ۱/۰۵ وارد کنید.
 - ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار LIVE Static Load را انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضریب ۱/۲۷۵ را وارد کنید.
 - ✓ از منوی کشویی Case Name حالت بار SX Spectra با انتخاب کرده و از قسمت Scale Factor ضریب ۱/۴۰۲۵ را وارد کنید.
 - ✓ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی باز گردیم.
- دیگر ترکیبات را همانند ترکیب COMB3 وارد کنید.

۸.۸.۴ معرفی روش تعیین جرم

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




- ◀ در جعبه باز شده، در قسمت Mass Definition، گزینه From Loads 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.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید تا جعبه مزبور بسته شود.

طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ برای سازه‌های مسکونی، وزن سازه برابر بار مرده بعلاوه ۲۰ درصد بار زنده می‌باشد.

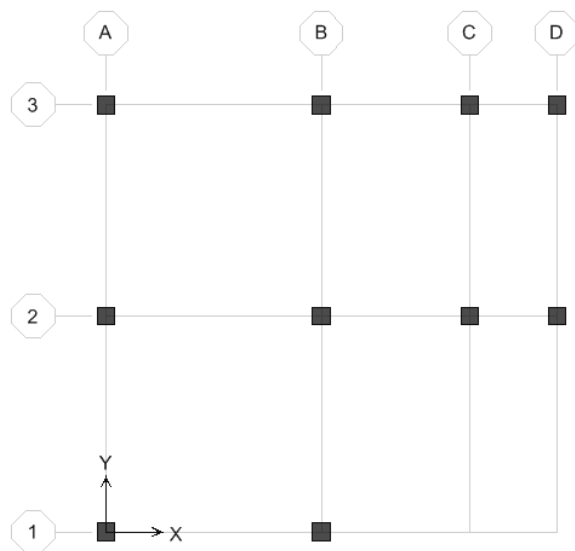
۹.۸.۴ ترسیم ستون، تیر، سقف

الف) ترسیم ستون

- برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.


Property	C60x60
Moment Releases	Continuous
Angle	0.
Plan Offset X	0.
Plan Offset Y	0.

- ◀ در جعبه باز شده، از قسمت Property، ستون C60x60 انتخاب کرده و با توجه به پلان سازه در محل قرارگیری ستون در خطوط شبکه (در محل گره‌ها) کلیک کنید. (مطابق شکل ۴-۶)



شکل ۴-۶

ب) ترسیم تیرها

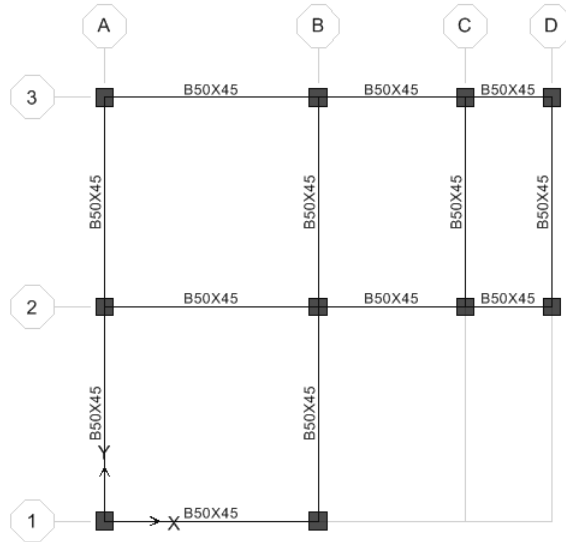
- ابتدا برنامه را در حالت ALL Story قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Line Object > Draw Line را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.

Properties of Object	
Type of Line	Frame
Property	B50X45
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>

در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Property، تیر B50X45 را انتخاب کرده و در قسمت Moment Releases گزینه Continuous را انتخاب کنید تا تمامی تیرهای ترسیم شده به صورت صلب به هم متصل شوند.

- با توجه به پلان سازه تیرها را تک تک رسم کنید. (مطابق شکل ۴-۷)




شکل ۷-۴

پ) ترسیم کف

■ برنامه را در حالت All Story قرار دهید.

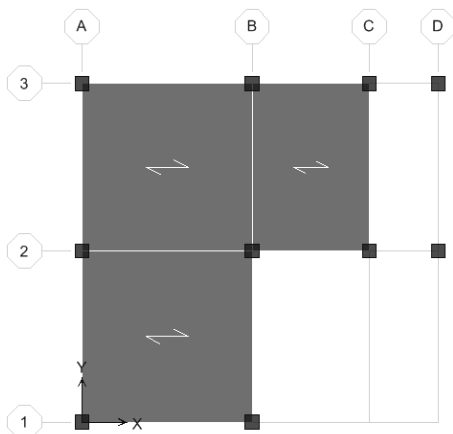
■ دستور Draw > Draw Area object > Create Areas at Click را اجرا کرده و یا از نوار


ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

◀ در قسمت Property، حالت DECK1 را انتخاب کنید، با کلیک در داخل پانل‌ها آن را

رسم کنید. (مطابق شکل ۸-۴)



■ از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید

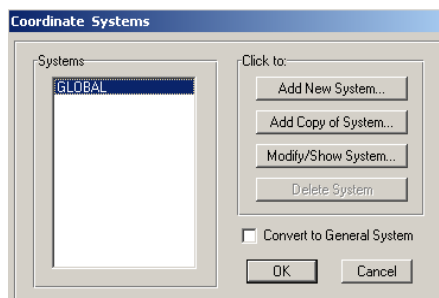
تا از حالت ترسیم خارج شوید.

شکل ۸-۴

۱۰.۸.۴ اصلاح خطوط شبکه

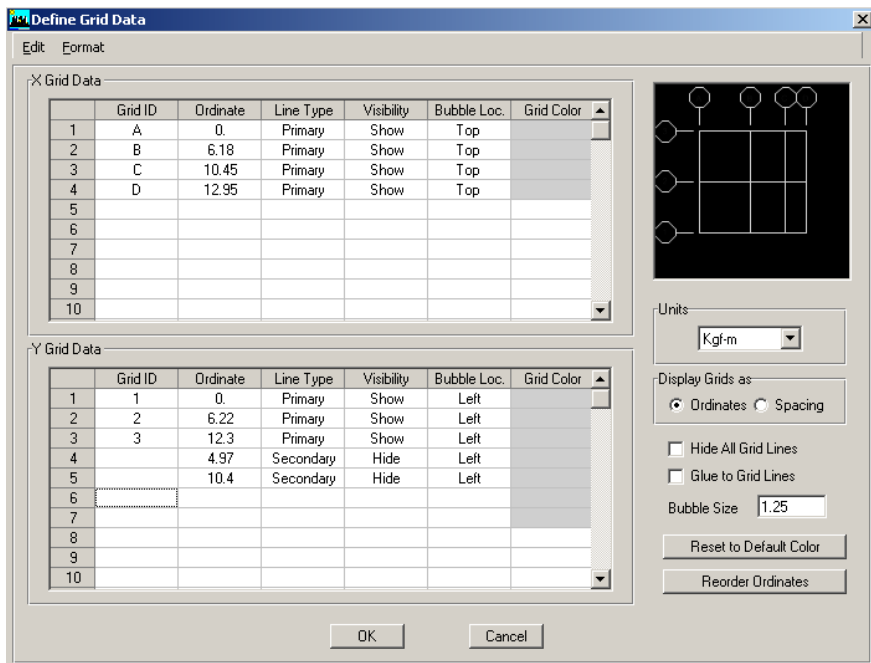
جهت ترسیم تیر فرعی کنار پله و ترسیم بالکن، باید خطوط شبکه اضافی را به مدل معرفی نماییم. توجه نمایید که این کار را می توان در ابتدا نیز انجام داد. ولی با این روش اشتباهات مدل سازی را به حداقل رساند.

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




در جعبه باز شده:

◀ دکمه Modify/Show System را کلیک کنید تا جعبه Define Grid Data نمایان گردد.

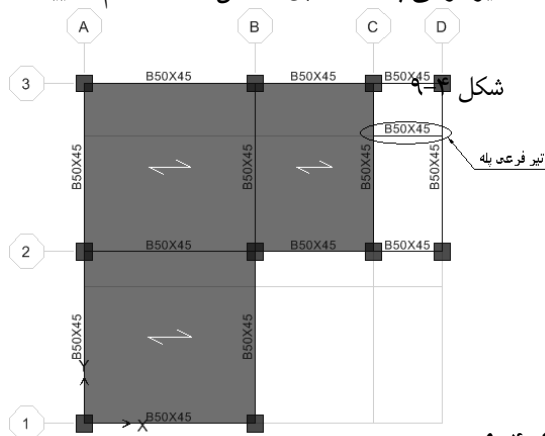


- برای معرفی خطوط جدید به ترتیب زیر عمل کنید:
- ✓ در قسمت Ordinate فاصله خط را از محور Y (از مبدا) را ۴/۹۷ وارد کنید. (برای بالکن)
 - ✓ در ستون Line Type گزینه Secondary (خط فرعی)، در ستون Visibility گزینه Show و در قسمت Bubble Loc، گزینه Left را انتخاب کنید.
 - ✓ در قسمت Ordinate فاصله خط را از محور Y (از مبدا) را ۱۰/۴ وارد کنید. (برای تیر فرعی پله)
 - ✓ در ستون Line Type گزینه Secondary، در ستون Visibility گزینه Show و در ستون Bubble Loc، گزینه Top را انتخاب کنید.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی نمایان بازگردیم حال با کلیک روی دکمه OK خطوط شبکه جدید به صورت گرافیکی نمایش داده می‌شود.

۱۱.۸.۴ ترسیم تیر فرعی پله



- ابتدا برنامه را در حالت ALL Story قرار دهید.
 - 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 جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Property، تیر B50X45 را انتخاب کرده و در قسمت Moment Releases گزینه Continuous را انتخاب کنید. حال تیر فرعی پله را مطابق (شکل ۹-۴) رسم نمایید.





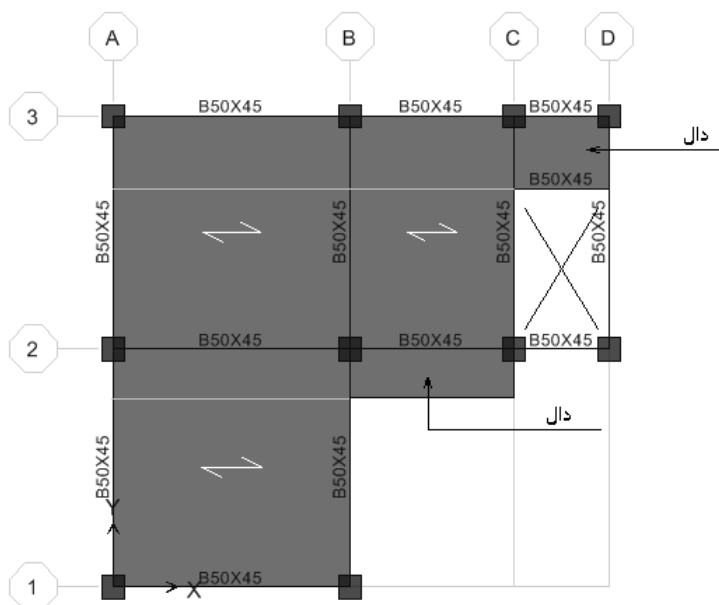
شکل ۹-۴

۱۲.۸.۴ ترسیم فضای خالی اتاق پله

- ابتدا برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Area object > Create Areas at Click ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.
- ◀ از قسمت Property گزینه OPENING را انتخاب کرده و در پلان بر روی پانل اتاق پله کلیک کنید.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا از حالت ترسیم خارج شوید.



۱۳.۸.۴ ترسیم دال

- از فعال بودن دکمه  اطمینان حاصل نمایید.
- نرم افزار را در حالت All story قرار دهید.
- روی دکمه  کلیک کرده، تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.
- ◀ در جعبه باز شده، از قسمت Property، گزینه SLAB1 را انتخاب کنید.
- ◀ حال مطابق (شکل ۱۰-۴) قسمت طره بالکن و سقف را ترسیم نمایید.




شکل ۱۰-۴

۱۴.۸.۴ اصلاح سقف خرپشته

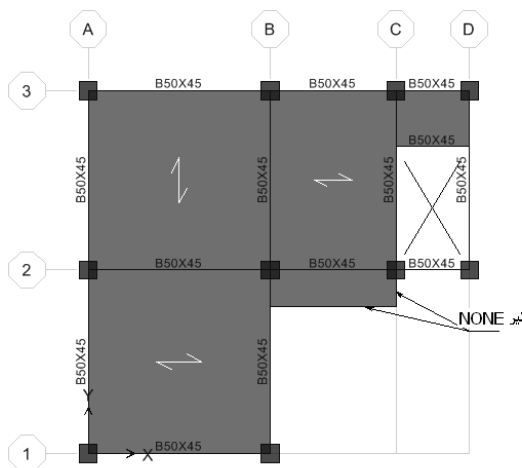
- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
- به کمک دکمه‌های  به STORY7 منتقل شوید.
- به کمک ماوس سیستم OPENING سقف خرپشته را انتخاب کنید و به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید)، آن را پاک کنید.
- از نوار ابزار روی دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.
- از قسمت Property، گزینه DECK1 را انتخاب کنید. با کلیک در دو انتهای پانل خرپشته، آن را ترسیم نمایید.

۱۵.۸.۴ ترسیم تیر None

- با توجه به این که لبه بالکن، بار خطی جان‌پناه را تحمل می‌کند، لذا باید بتوان این بار خطی را به لبه این اعضا وارد کرد. برای این منظور تیر غیر واقعی None را در لبه این اعضا سازه ای معرفی خواهیم کرد تا بتوان بار خطی را بر روی آن اعمال کرد.
- برای این منظور در پنجره پلان سازه به ترتیب زیر عمل کنید:
- برنامه را در حالت All Stories قرار دهید.
- دستور Draw > Draw Line Object > Draw Line در اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه Properties of Object نمایان گردد.


در جعبه باز شده:



- در قسمت Property، تیر NONE را انتخاب کنید.
- در لبه‌های بالکن تیر NONE را ترسیم کنید.

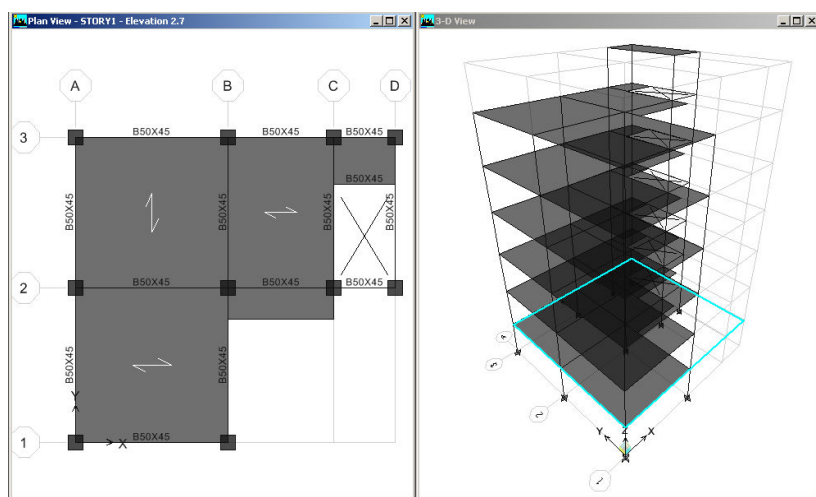


۱۶.۸.۴ حذف المان‌های اضافی

در این مرحله نوبت به پاک کردن قسمت‌های اضافی سیستم سازه‌ای می‌رسد. همان گونه که ملاحظه می‌شود در طبقه Base، (روی سطح زمین) تیر و سیستم سقف تیرچه بلوک و دال رسم شده است که باید به صورت زیر پاک شوند:


- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
 - از نوار ابزار، به کمک دکمه‌های  به طبقه Base منتقل شوید.
 - به وسیله ماوس تمامی عناصر موجود را انتخاب کرده، سپس به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید) تمامی آنها را پاک کنید.
- با توجه به این که در STORY7 (طبقه خرپشته)، به جز خرپشته نباید عناصر دیگری وجود داشته باشد، لذا باید عناصر اضافی را پاک نمایم. برای این کار به صورت زیر عمل کنید:

- برنامه را در حالت One Story قرار دهید.
 - در پلان سازه به کمک دکمه‌های  به STORY7 منتقل شوید.
 - به وسیله ماوس تمامی عناصر اضافی (به جز عناصر طبقه خرپشته) را انتخاب کنید سپس به کمک دکمه Delete (روی صفحه کلید) تمامی آنها را پاک کنید.
- حال بر روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Set Building Option نمایان گردد. در این جعبه گزینه Object Fill را فعال کرده و بر روی دکمه OK کلیک کنید تا تیرها، ستون‌ها و کف‌ها به صورت واضح‌تر دیده شوند. (مطابق شکل ۴-۱۱)




شکل ۴-۱۱

۱۷.۸.۴ 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.



در جعبه باز شده:

◀ با توجه به اینکه سازه بتنی بوده و ستون‌ها به صورت گیردار به پی متصل است لذا از قسمت Fast Restraints دکمه  را کلیک کرده، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

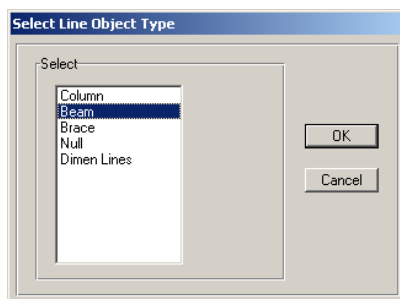
۱۸.۸.۴ تعویض مقاطع

برای طرح یک سازه بهینه، لازم است مقاطع متناسب با نیروهای داخلی باشد. لذا بهتر است، برخی از مقاطع اولیه را قبل از شروع به تحلیل، با مقطع مناسب جایگزین گردد. این کار به صورت تجربی می‌باشد و از قانون خاصی تبعیت نمی‌کند. در مراحل بعدی با تحلیل و طراحی می‌توان ظرفیت آنها را کنترل کرد.

در این مرحله می‌خواهیم مقاطع طبقات مختلف را با مقطع مناسب دیگری (مطابق جدول ۴-۲) جایگزین کنیم.

الف) اختصاص تیر B45X40 به تیرهای طبقه چهارم

- دستور... Select > By Line Object Type را اجرا کنید تا جعبهٔ Select Line Object Type نمایان گردد.




در جعبهٔ باز شده:

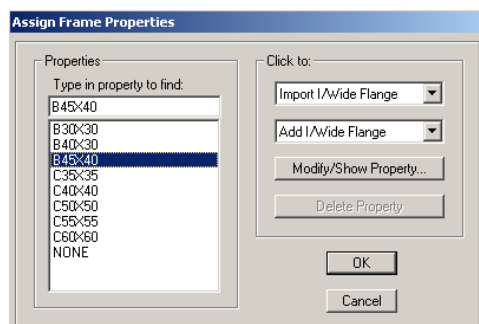
- ◀ گزینه Beam را انتخاب کرده و دکمهٔ OK را کلیک کنید تا تمامی تیرهای مدل انتخاب شود.

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

در جعبهٔ باز شده:

- ◀ به جز طبقه STORY4 تمامی طبقات را انتخاب کرده و روی دکمهٔ OK کلیک کنید. تا تنها تیرهای طبقه چهارم در حالت انتخاب باقی بماند. با این روش تمام تیرهای طبقهٔ چهارم انتخاب می‌شود.

- از نوار ابزار روی دکمهٔ  کلیک کنید تا جعبهٔ Assign Frame Properties نمایان گردد.



در جعبهٔ باز شده:

- ◀ از قسمت Properties تیر B45x40 را انتخاب کرده، سپس روی دکمهٔ OK کلیک کنید.

ب) اختصاص ستون C50X50 به ستون‌های طبقه سوم
 ■ دستور Select > By Line Object Type.... را اجرا کنید تا جعبهٔ
 Select Line Object Type نمایان گردد.


در جعبهٔ باز شده:

◀ گزینه Column را انتخاب کرده و دکمهٔ OK را کلیک کنید تا تمامی ستون‌های
 مدل انتخاب شود.

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

در جعبهٔ باز شده:

◀ به جز طبقهٔ STORY3 تمامی طبقات را انتخاب کرده، روی دکمهٔ OK کلیک کنید. تا
 ستون‌های طبقهٔ سوم در حالت انتخاب باقی بماند.

■ از نوار ابزار روی دکمهٔ  کلیک کنید تا جعبهٔ Assign Frame Properties نمایان
 گردد.

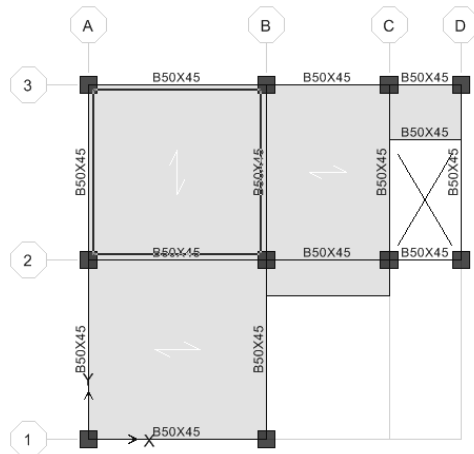
در جعبه باز شده:

◀ از قسمت Properties ستون C50x50 را انتخاب کرده، سپس روی دکمهٔ OK کلیک
 کنید.


با این روش تمامی مقاطع تیر و ستون سازه را مطابق (جدول ۴-۲) عوض نمایید

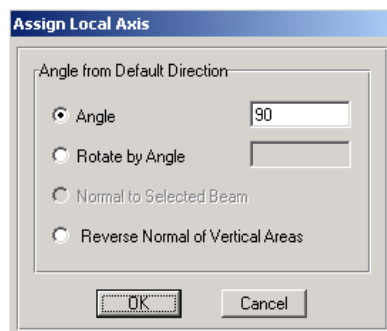
۱۹.۸.۴ تغییر جهت تیرریزی

- برای اینکه بتوان بارهای ثقلی وارده را به صورت مناسبی بین تیرها توزیع کرد، جهت
 تیرریزی پوشش سقف را به صورت مناسبی تغییر می‌دهیم.
- ابتدا برنامه را در حالت All Story قرار دهید.
 - پانل‌های مورد نظر را با توجه به (شکل ۴-۱۲) انتخاب کنید.



شکل ۴-۱۲



■ 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.



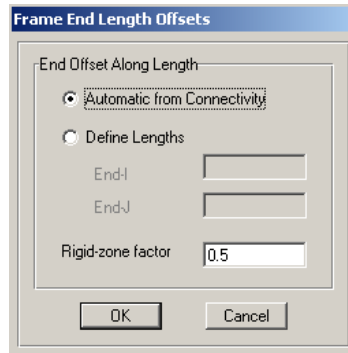
در جعبه باز شده:

◀ گزینه Angel را فعال کرده و زاویه نسبت به محور x را ۹۰ درجه وارد کنید، سپس روی دکمه OK کلیک کنید.

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

■ از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا کلیه عناصر مدل انتخاب شود.
 ■ دستور Assign > Frame > End(Length)offset را اجرا کرده یا از نوار ابزار دکمه  را

کلیک کنید. تا جعبهٔ Frame End Length Offsets نمایان شود.



در جعبهٔ باز شده:

◀ از قسمت Rigid-zone factor ضریب ناحیهٔ صلب را 0.5 (نصف طول ناحیه صلب) وارد کرده، سپس دکمهٔ OK را کلیک کنید.

۲۰.۸.۴ 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 این نیرو از طریق دیافراگم به اجزای سازه‌ای لرزه بر انتقال یابد. سقف‌ها باید بقدر کافی از صلیب برشی برخوردار باشند تا بتوانند به طور یکپارچه عمل کرده و نیروی زلزله را بین عناصر لرزه‌بر تقسیم کند. سقف‌های معمول سازه‌ها از قبیل تیرچه و بلوک، کامپوزیت، دال و... را در صورت رعایت مهارهای کافی می‌توان به عنوان یک سطح صلب در نظر گرفت.

■ دستور `Select > By Area Object Type...` را اجرا کنید، در جعبه باز شده گزینه Floor

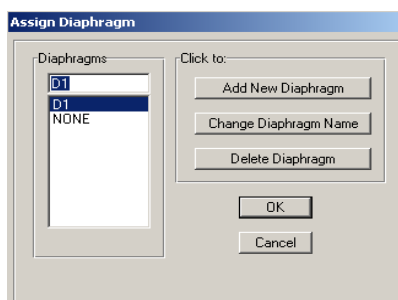
را انتخاب و OK را بزنید. سپس دستور

`Assign>Shell/Area>Diaphragms` را اجرا

کرده و یا از جعبه ابزار روی دکمه

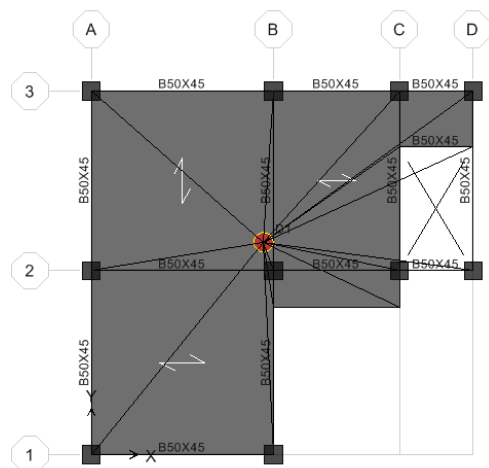
کلیک کنید تا جعبه Assign Diaphragm

نمایان گردد.



در جعبه باز شده:


◀ از قسمت Diaphragm گزینه D1 را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.



شکل ۴-۱۳

۹.۴ بارگذاری



۱.۹.۴ اختصاص بار مرده طبقات

- پنجره پلان سازه را فعال کرده، نرم افزار را به حالت All Stories قرار دهید.
- با کلیک روی پانل‌ها، تمامی پانل‌های سقف تیرچه بلوک را به حالت انتخاب درآورید.
- 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.

Uniform Surface Loads

Load Case Name DEAD	Units Kgf-m
Uniform Load	Options
Load 355	<input type="radio"/> Add to Existing Loads
Direction Gravity	<input checked="" type="radio"/> Replace Existing Loads
	<input type="radio"/> Delete Existing Loads
<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Cancel"/>


در جعبه نمایان شده:

- ◀ از قسمت Load Case Name حالت بار DEAD را انتخاب کنید و از قسمت Load مقدار بار سطحی مرده را ۳۵۵ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- اختصاص بار زنده سقف تیرچه بلوک 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 را برابر ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.



۲.۹.۴ اختصاص بار مرده طره بالکن

- از فعال بودن All Stories مطمئن شوید.
- با کلیک روی طره بالکن و قسمت طره کنار پله، آن را به حالت انتخاب درآورید.
- 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 DEAD را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار مرده را برابر ۱۶۵ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۳.۹.۴ اختصاص بار زنده طره بالکن 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 مرده را برابر ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۴.۹.۴ اختصاص بار مرده 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 می‌باشد لذا این بار بین دو تیر تقسیم خواهد شد.

$$750 \times 4.18 = 3135 \text{ Kg / m}$$

$$\frac{3135}{2} = 1567 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تیرهای C-D از محور 2 و تیر فرعی پله را به حالت انتخاب در آورید. (با کلیک روی تیر)
- دستور ... Distributed... > Frame/Line Load > Assign 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 پله را برابر ۱۵۶۷ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۵.۹.۴ 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 می‌باشد لذا این بار بین دو تیر تقسیم خواهد شد.

$$350 \times 4.18 = 1463 \text{ Kg / m}$$

$$\frac{1463}{2} = 731 \text{ Kg / m}$$

■ با کلیک روی دکمه  انتخاب قبلی را فعال کنید.

■ 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 LIVE را انتخاب کنید و در قسمت Load

مقدار بار زنده پله را برابر ۷۳۱ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید...


۶.۹.۴ اختصاص بار مرده دیوارهای پیرامونی

با توجه به این که ارتفاع طبقات برابر ۳/۲ می‌باشد، با کسر عمق متوسط تیر (۴۰ سانتیمتر)، ارتفاع دیوار و در نتیجه بار خطی دیوار پیرامونی به دست می‌آید.

$$250 \times 2.8 \cong 700 \text{ Kg / m}$$

■ از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.

■ تمامی تیرهای پیرامونی سازه که بار دیوار را تحمل می‌کنند، به حالت انتخاب در آورید.

■ دستور Assign > Frame/Line Load > Distributed... را اجرا کرده و 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 دیوار را برابر ۷۰۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.


۷.۹.۴ اختصاص بار جان پناه بالکن طبقات

با توجه به این که ارتفاع جانپناه بالکن طبقات، برابر ۱/۰ متر است داریم.

$$250 \times 1.0 = 250 \text{ Kg / m}$$

- از فعال بودن حالت All Stories مطمئن شوید.
- تمامی تیرهای پیرامونی طره بالکن (تیر None) که بار جانپناه را تحمل می کنند، به حالت انتخاب در آورید.
- دستور `Assign > Frame/Line Load > Distributed...` 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 دیوار جان پناه را برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۸.۹.۴ اصلاح بار زنده طبقه بام

- پنجره پلان سازه را فعال کرده، نرم افزار را به حالت One Story 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` دکمه  کلیک کنید تا جعبه Uniform Surface Load نمایان گردد. در جعبه نمایان شده:
- ◀ از قسمت Load Case Name حالت بار LIVE را انتخاب کنید و از قسمت Load مقدار بار سطحی زنده را ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.


۹.۹.۴ اختصاص بار خطی جان پناه طبقه بام

با فرض این که ارتفاع جان پناه طبقه بام برابر ۱/۰ متر است، بار خطی جان پناه برابر است خواهد بود با:

$$250 \times 1.0 = 250 \text{ Kg / m}^2$$

- از فعال بودن حالت one Story اطمینان حاصل نمایید.

■ تیرهای پیرامونی طبقه بام (که بار جانپناه را تحمل می‌کنند) را به حالت انتخاب درآورید.

■ دستور... Distributed > Frame/Line Load > Assign را اجرا کرده و 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 دیوار را برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۰.۹.۴ اختصاص بار خطی WALL


با توجه به این که ارتفاع مفید طبقات ۲/۸ متر است، لذا بار WALL برابر نصف بار دیوار پیرامونی خواهد بود.

$$\frac{250 \times 2.8}{2} = 350 \text{ Kg / m}$$

■ به وسیله دکمه‌های  به طبقه STORY6 (بام) منتقل شوید.

■ از فعال بودن حالت one Story اطمینان حاصل نمایید.

■ تیرهای پیرامونی طبقه بام را به حالت انتخاب درآورید.

■ دستور... Distributed > Frame/Line Load > Assign را اجرا کرده و 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 WALL را انتخاب کنید و در قسمت Load مقدار بار خطی WALL را برابر ۳۵۰ کیلوگرم بر متر وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.


۱۱.۹.۴ اختصاص بار گسترده WALL

بار گسترده WALL برابر نصف بار معادل تیغه‌بندی می‌باشد، لذا داریم:

$$\frac{100}{2} = 50 \text{ Kg / m}^2$$

■ از فعال بودن حالت one Story اطمینان حاصل نمایید.

■ تمامی پانل‌های سقف طبقه STORY6 (بام) را انتخاب 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 **WALL** را انتخاب کنید و در قسمت **Load** مقدار بار سطحی **WALL** را برابر **۵۰ کیلوگرم بر مترمربع** وارد کرده و روی دکمه **OK** کلیک کنید.

۱۲.۹.۴ اختصاص بار خطی جان پناه طبقه خرپشته

با فرض این که ارتفاع جانپناه طبقه بام برابر $۰/۳$ متر است، بار خطی جان پناه برابر خواهد بود با:

$$250 \times 0.3 = 75 \text{ Kg / m}$$

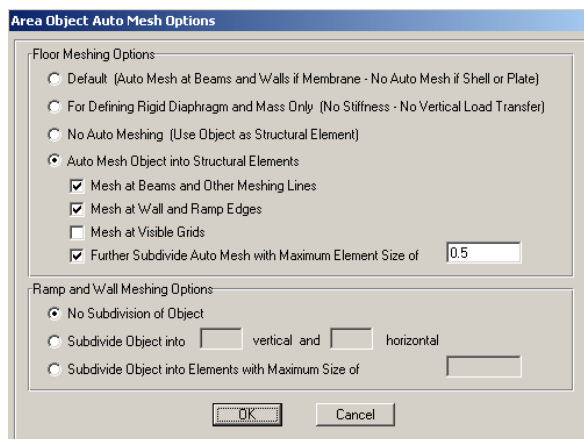
- بوسیله دکمه‌های  به طبقه **STORY7** (خرپشته) منتقل شوید.
- از فعال بودن حالت **one Story** اطمینان حاصل نمایید.
- تیرهای پیرامونی طبقه خرپشته (که بار جان پناه را تحمل می کنند) را به حالت انتخاب در آورید.
- دستور **Assign > Frame/Line Load > Distributed...** را اجرا کرده و از نوار ابزار روی دکمه  کلیک 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 دیوار جان پناه خرپشته را برابر **۷۵ کیلوگرم بر متر** وارد کرده و روی دکمه **OK** کلیک کنید.

۱۰.۴ مش بندی دال

- برنامه را در حالت **All Story** قرار دهید.
- به وسیله ماوس کلیه دال‌های بتن آرمه سازه را انتخاب کنید.
- دستور **Assign > Shell/Area > Area Object Mesh Option** را اجرا کنید تا جعبه **Area Object Auto Mesh Options** نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ از قسمت Floor Meshing Option،

گزینه Auto Mesh Object into Structural Element را انتخاب کنید و،

گزینه Further Subdivide Auto Mesh with Maximum Element Size of را فعال

کرده و سایز مش بندی را ۰/۵ وارد کنید.

◀ روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۱.۴ اعمال ترک خوردگی مقاطع

طبق بند ۲-۵-۶ آیین‌نامه ۲۸۰۰، باید تاثیر ترک خوردگی مقاطع را در تحلیل و

طراحی سازه مد نظر قرار داد.

طبق آیین‌نامه باید ۰/۳۵ ممان اینرسی تیرها و ۰/۷ ممان اینرسی ستون‌ها را در طراحی

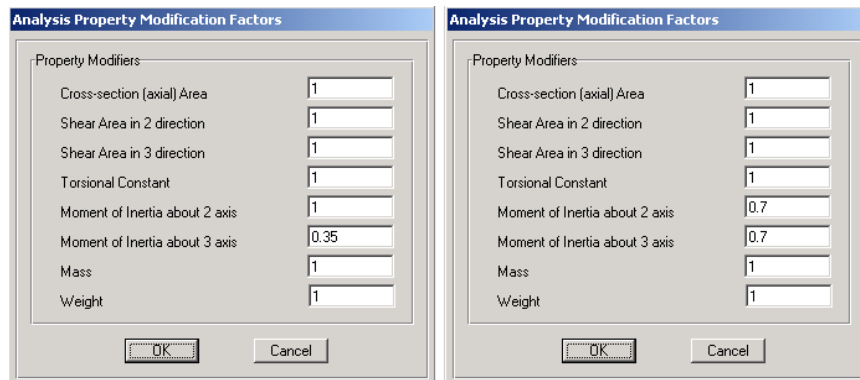
سازه در نظر گرفت.

■ دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده و از جعبه نمایان شده، گزینه

BEAM را انتخاب کرده و روی OK کلیک کنید.

■ دستور Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبه

Analysis Property Modifaction Factors نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

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

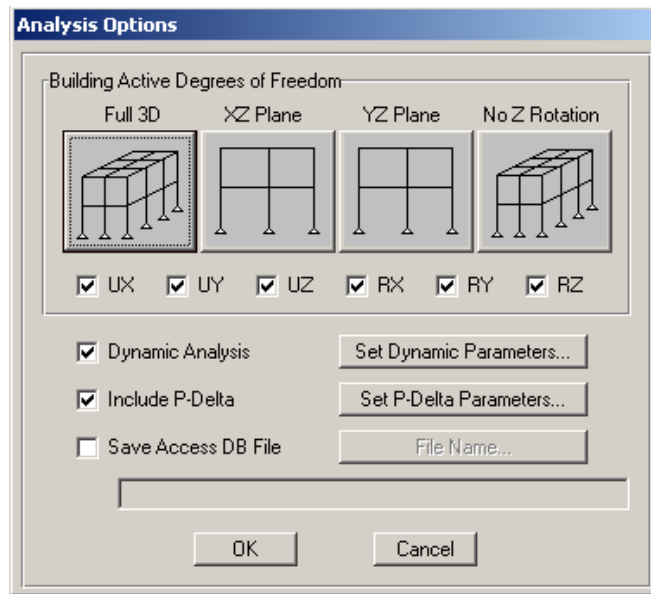
■ دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده و از جعبه باز شده، گزینه COLUMN را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

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

◀ در جعبه باز شده، در قسمت Moment of Inertia و Moment of Inertia about 3 Axis مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محورهای خمشی) را ۰/۷ وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.

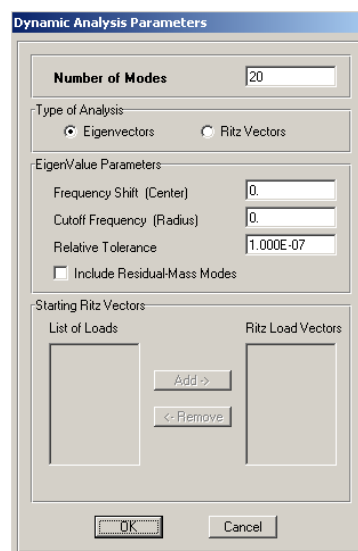
۱۲.۴ تنظیم پارامترهای تحلیل

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



در جعبه باز شده:

◀ گزینه **Dynamic Analysis** را فعال کرده و روی دکمه **Parameters Set Dynamic** کلیک کنید تا جعبه **Dynamic Analysis Parameters** نمایان گردد.

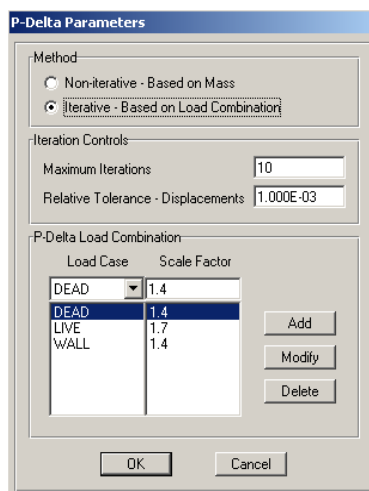


- ✓ در قسمت Number of Modes، تعداد مشارکت مودهای ارتعاشی سازه را برابر ۲۰ وارد کنید.
- ✓ روی دکمه Ok کلیک کنید.

تعداد مشارکت مودها طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ برابر بزرگترین مقادیر زیر است:

۱. سه مود اول سازه
۲. مودهایی که زمان تناوب آنها بیشتر از 0.4 ثانیه باشد.
۳. تعداد مودهایی که باعث جذب جرم تا ۹۰ درصد می‌شود.


- ◀ گزینه Include P-Delta را فعال کرده، گزینه Set P-Delta.. را کلیک کنید تا جعبه P-Delta Parameters نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

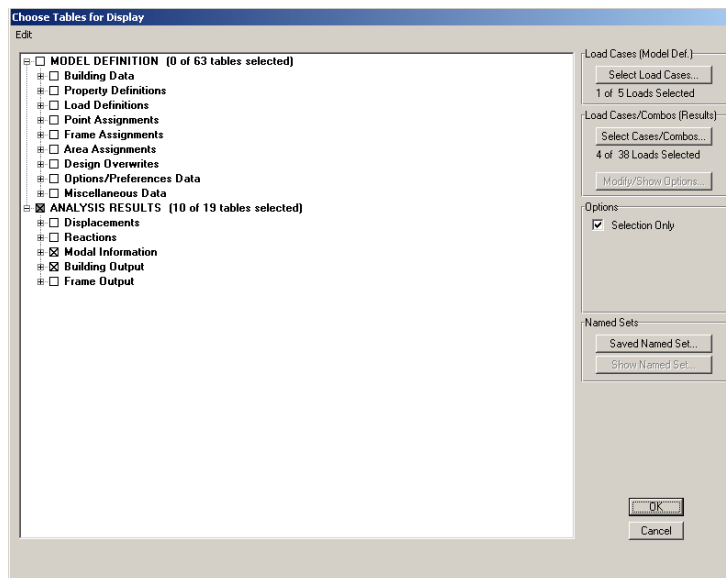
- ✓ در قسمت Iteration Controls حداکثر تعداد تکرار 10 را برای محاسبه اثر P-Δ وارد کنید.
- ✓ در قسمت Relative Tolerance-Displacement حداکثر خطای همگرایی را $1.0E-3$ وارد کنید. به این معنی که اگر در این ۱۰ بار تکرار تحلیل مقدار نسبت تغییر مکان سازه در هر مرحله کمتر از $1/0E-3$ باشد، تحلیل P-Δ متوقف گردد.
- ✓ در قسمت P-Delta Load Combination ترکیب بار $1.4DL+1.4WALL+1.7LL$ را جهت تحلیل P-Δ وارد کرده و روی دکمه Ok کلیک کنید. تا به جعبه قبلی باز گردیم.

۱۳.۴ تحلیل سازه

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

۱۴.۴ هم پایه‌سازی برش پایه و کنترل مقادیر جذب جرم

■ دستور Display > Show Tables.. را اجرا کنید تا جعبه Choose Tables for Display نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ◀ گزینه Building Output و Modal Information را فعال کنید.
- ◀ دکمه Select Cases/Combos... را کلیک کرده تا جعبه Select Cases/Combos نمایان گردد.
- ✓ حالات بار EX و EY و SX و SY را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید تا به جعبه قبلی بازگردیم.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید.
- ◀ با کلیک روی دکمه OK جعبه‌ای مطابق شکل زیر نمایان می‌گردد. از منوی کشویی واقع در بالای جعبه، گزینه Modal Participating Mass Ratio را انتخاب کنید.

Modal Participating Mass Ratios

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	1.447118	0.0373	70.0601	0.0000	0.0373	70.0601	0.0000	98.8186
2	1.231846	41.4885	0.0951	0.0000	41.5259	70.1452	0.0000	0.2113
3	1.054866	29.1706	0.0012	0.0000	70.6964	70.1465	0.0000	0.0369
4	0.512742	0.0062	13.9031	0.0000	70.7025	84.0495	0.0000	0.5036
5	0.447470	7.8136	0.0015	0.0000	78.5161	84.0510	0.0000	0.0001
6	0.393760	6.3263	0.0039	0.0000	84.8424	84.0549	0.0000	0.0003
7	0.244763	0.0001	6.2175	0.0000	84.8425	90.2724	0.0000	0.2856
8	0.222243	3.4011	0.0617	0.0000	86.2436	90.3342	0.0000	0.0001
9	0.204333	2.3031	0.0611	0.0000	90.5467	90.3852	0.0000	0.0000
10	0.162434	0.2363	1.4172	0.0000	90.7830	91.8125	0.0000	0.0127

مجموع جرم مودی در دو جهت اصلی بیش از 90% می باشد

همان گونه که مشاهده می شود جذب جرم مودی در دهمین مود به بیش از ۹۰ درصد رسیده است. در صورتی که کمتر از ۹۰ درصد باشد می توان تعداد مشارکت مودی را در تحلیل دینامیکی افزایش داد.

حال برش پایه دینامیکی را با برش پایه استاتیکی مقایسه و هم پایه خواهیم کرد. ◀ از منوی کشویی واقع در بالای جعبه، گزینه Story Shear را انتخاب کنید.

Story Shears



Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY3	SX	Bottom	0.00	53949.69	2039.13	456152.957	24826.974	509346.421
STORY3	SY	Top	0.00	1897.46	57323.86	335237.896	367794.840	11049.207
STORY3	SY	Bottom	0.00	1897.46	57323.86	335237.896	552634.045	17239.442
STORY2	EX	Top	0.00	-88652.10	0.00	636135.984	-219.488	-713524.319
STORY2	EX	Bottom	0.00	-88652.10	0.00	636135.984	-342.414	-1009745.64
STORY2	EY	Top	0.00	0.00	-88652.10	-507721.809	729788.787	413.689
STORY2	EY	Bottom	0.00	0.00	-88652.10	-507721.809	1032571.070	587.249
STORY2	SX	Top	0.00	60022.48	2030.37	505191.363	24826.974	509346.421
STORY2	SX	Bottom	0.00	60022.48	2030.37	505191.363	30673.579	699764.991
STORY2	SY	Top	0.00	2030.56	63944.68	374168.847	552634.045	17239.442
STORY2	SY	Bottom	0.00	2030.56	63944.68	374168.847	757494.386	23592.870
STORY1	EX	Top	0.00	-92990.96	0.00	666333.150	-342.414	-1009745.64
STORY1	EX	Bottom	0.00	-92990.96	0.00	666333.150	-402.301	-1267134.23
STORY1	EY	Top	0.00	0.00	-92990.96	-533026.642	1032571.070	587.249
STORY1	EY	Bottom	0.00	0.00	-92990.96	-533026.642	1292713.508	663.992
STORY1	SX	Top	0.00	62259.11	2275.65	522594.418	30673.579	699764.991
STORY1	SX	Bottom	0.00	62259.11	2275.65	522594.418	35779.780	865164.939
STORY1	SY	Top	0.00	2275.61	66412.40	388692.624	757494.386	23592.870
STORY1	SY	Bottom	0.00	2275.61	66412.40	388692.624	934131.779	29146.129

با توجه به بند ۲-۴-۲-۴ آیین نامه ۲۸۰۰، در سازه های نامنظم در صورتی که برش پایه استاتیکی از برش پایه ناشی از تحلیل دینامیکی بیشتر باشد، مقادیر بازتاب ها باید در نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شود. به همین منظور داریم:

$$\frac{V_{XStatic}}{V_{XDynamic}} = \frac{|-92990|}{\sqrt{62259^2 + 2275^2}} \cong 1.49$$

$$\frac{V_{YStatic}}{V_{YDynamic}} = \frac{|-92990|}{\sqrt{66412^2 + 2275^2}} \cong 1.39$$


جهت اصلاح برش پایه دینامیکی به ترتیب زیر عمل کنید:

- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا قفل نرم افزار باز شود.
- از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید تا جعبه Define Response Spectra نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ◀ حالت بار SX را انتخاب کرده، روی دکمه Spectrum Modify/Show کلیک کنید تا جعبه Response Spectrum Case Data نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

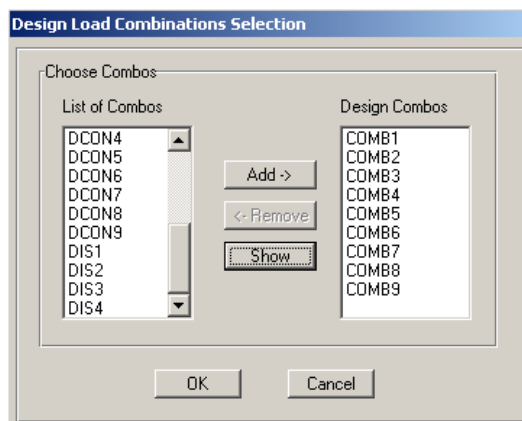
- ✓ مقدار Scale Factor را برابر ۱/۴۹×۰/۵ جایگزین کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
 - ✓ حالت بار SXE را نیز به همین ترتیب اصلاح کنید.
 - ✓ برای اصلاح حالت بار SY نیز به ترتیب عنوان شده عمل کنید با این تفاوت که در قسمت Scale Factor مقدار ۱/۳۹×۰/۵ را وارد کنید.
- تا این مرحله برش پایه استاتیکی و دینامیکی را هم پایه کردیم.
- روی دکمه  کلیک کنید تا مدل را دوباره تحلیل کنیم.

با توجه به این که تحلیل دینامیکی براساس پارامتر سختی سازه انجام می‌شود لذا در صورتی که عضوی از سازه (تیر، ستون، دیوار...) را تغییر دهیم، باعث تغییر سختی سازه شده و نیروی برشی سازه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین همواره بعد از تغییر یا تعویض المان‌های سازه، باید یکبار سازه را تحلیل کرده و برش پایه دینامیکی را با برش پایه استاتیکی، هم پایه کرده و سپس طراحی را انجام دهیم.

هم پایه کردن برش پایه تحلیل دینامیکی با برش پایه تحلیل استاتیکی دلیل بر آن نیست که نتایج طراحی هر دو تحلیل برابر خواهد بود. زیرا توزیع نیروی زلزله در این دو تحلیل متفاوت است.

۱۵.۴ انتخاب ترکیبات بار طراحی


■ دستور Design > Concrete Frame Design > Select Design Combo تا جعبه Design Load Combinations Selection نمایان گردد.

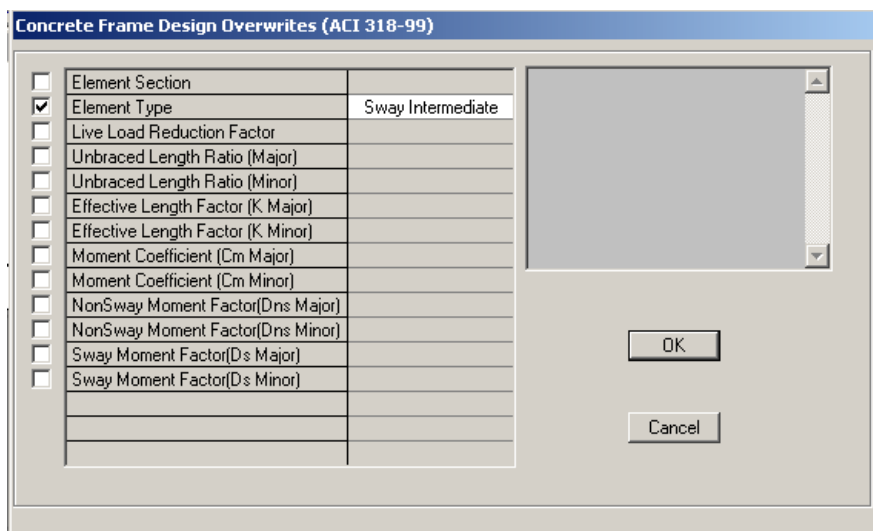


در جعبه باز شده:


◀ ترکیبات COMB1 تا COMB9 را از قسمت List of Combos انتخاب، روی دکمه Add کلیک کنید.
 ▶ روی دکمه OK کلیک کنید.

۱۶.۴ انتخاب شکل پذیری متوسط عناصر

- نخست کلیه عناصر مدل را با استفاده از دکمه  به حالت انتخاب در آورید.
- دستور View/Revise Overwrites Design > Concrete Frame Design را اجرا کنید تا جعبه Concrete Frame Design Overwrites نمایان گردد.
- گزینه Element Type را فعال کنید و حالت Sway Intermediate را انتخاب کرده و دکمه OK را کلیک کنید.

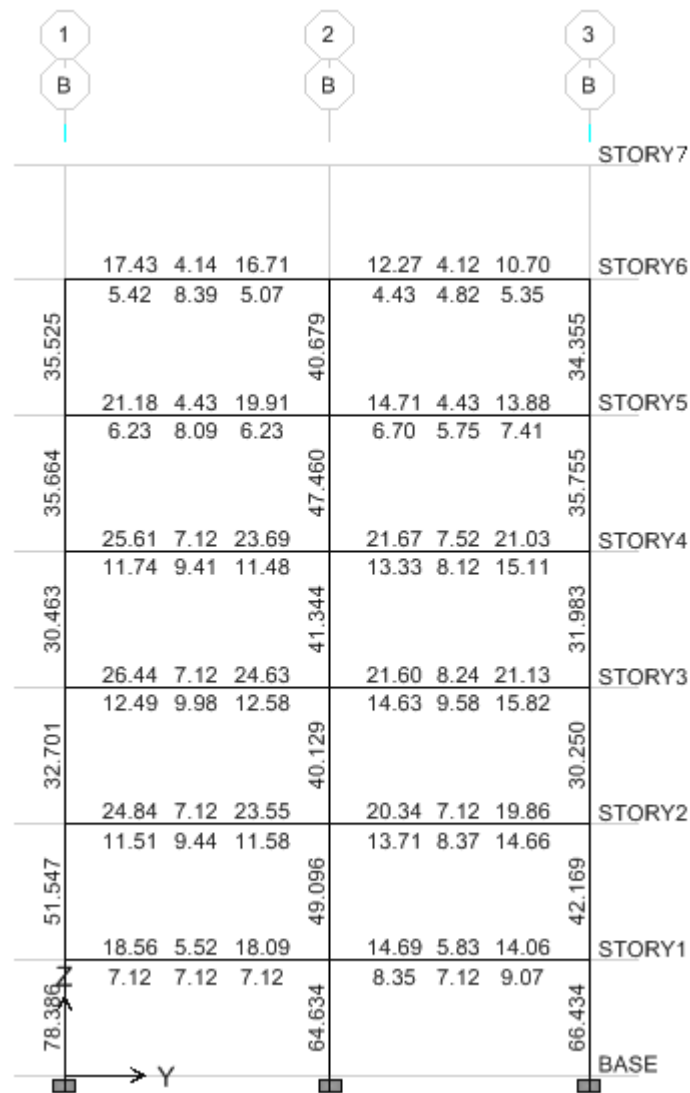


۱۷.۴ طراحی

- دستور Design > Concrete Frame Design > Start Design/Check of Structure را اجرا کرده و یا از نوار ابزار روی دکمه  کلیک کنید. در این صورت برنامه شروع به طراحی سازه می‌کند.
- برای مشاهده مقادیر آرماتورها، از جعبه کشویی واحدها، واحد Kgf-cm و یا Kgf-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 عدد ۱ یا ۲ را انتخاب نمایید.
- در صورتیکه از پرینتر سیاه سفید استفاده خواهید نمود، لازم است که قبل از پرینت:

◀ دستور Options>Color>Display... را اجرا نموده و در جعبه باز شده گزینه Color Printet(Graphics) را نفعال نمایید.

◀ دستور Options>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 Printet(Graphics) را در صورت فعال بودن، نفعال نمایید.



شکل ۴-۱۴

توجه داشته باشید در صورتی که مقاطع مورد استفاده در مدل، جوابگوی نیروهای موجود نباشد، در این صورت بعد از تغییر این مقاطع باید یک بار دیگر تحلیل سازه را انجام داده و برش پایه استاتیکی را با برش پایه دینامیکی هم پایه کنیم سپس مجدداً طراحی را انجام دهیم.

۱۸.۴ کنترل تغییر مکان جانبی

سختی کم قسمت های خمشی موجب تغییر مکان های جانبی زیاد در طبقات می شود که منجر به صدمات غیر منطقی به اعضای غیر سازه ای می گردد. در طراحی یک سازه، علاوه بر تامین شکل پذیری، باید حداقل سختی سازه نیز تامین گردد. به طوری که آسیب های سازه ای و غیر سازه همچون نمای ساختمان، لوله کشی و تیغه بندی در حد قسمت ل قبولی باشد.

با توجه به این که سختی رابطه مستقیم با تغییر مکان جانبی سازه دارد لذا آیین نامه ها برای کنترل حداقل سختی سازه، تغییر مکان های جانبی آن را کنترل می کنند. ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰، تغییر مکان جانبی سازه را در دو حالت زیر کنترل می کند:

تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه باید کمتر از مقدار زیر باشد:
در ساختمان های با زمان تناوب اصلی کمتر از ۰/۷ ثانیه

$$\Delta_M < 0.025$$

در ساختمان های با زمان تناوب اصلی بیشتر یا مساوی ۰/۷ ثانیه

$$\Delta_M < 0.02$$

که Δ_M از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta_M = 0.7R\Delta_w$$

با توجه به این که تناوب سازه بیش از ۰/۷ ثانیه می باشد، لذا تغییر مکان جانبی نسبی واقعی زلزله طرح باید کمتر از ۰/۰۲ باشد. پس داریم:

$$0.7R\Delta_w < 0.02$$

$$0.7 \times 7 \times \Delta_w < 0.02$$

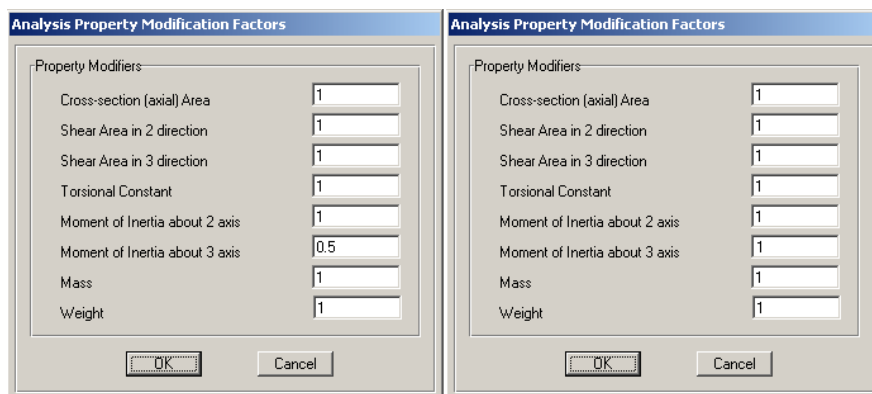
$$\Delta_w < \frac{0.02}{0.7 \times 7} = 0.0041$$

Δ_w : تغییر مکان جانبی نسبی زلزله طرح در هر طبقه با فرض خطی بودن رفتار سازه بوده که مستقیماً از تحلیل سازه به دست می‌آید.

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ برای بدست آوردن Δ_w می‌توان مقطع ترک خورده تیرها را به ۰/۵ و ستون‌ها را ۱/۰ افزایش داده و سپس با به دست آوردن تناوب واقعی سازه، ضریب زلزله جدید را محاسبه و اعمال کرده و تغییر مکانها را با آن کنترل نماییم. برای این منظور:

■ دستور **Select > By Line Object Type** را اجرا کرده و از جعبه نمایان شده، گزینه **BEAM** را انتخاب کرده و روی **OK** کلیک کنید.

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



در جعبه باز شده:

◀ در قسمت **Moment of Inertia about 3 Axis**، مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ (محور خمشی) را ۰/۵ وارد کرده و روی دکمه **OK** کلیک کنید.

■ دستور **Select > By Line Object Type** را اجرا کرده و از جعبه باز شده، گزینه **COLUMN** را انتخاب کرده و روی دکمه **OK** کلیک کنید.

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

در جعبه باز شده:

◀ در قسمت **Moment of Inertia about 2 Axis** و **Moment of Inertia about 3 Axis** مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محورهای خمشی) را ۱/۰ وارد کرده و روی دکمه **OK** کلیک کنید.

■ دستور **Display > Show Table** را اجرا کنید تا جعبه **Choose Tables for Display** نمایان گردد.

◀ در جعبه باز شده، گزینه **Modal Information** را فعال کرده و روی دکمه **OK** کلیک کنید.

◀ در جعبه باز شده، گزینه **Modal Participating Mass Ratios** را انتخاب کنید.


Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	1.205358	0.0600	69.9733	0.0000	0.0600	69.9733	0.0000	98.7012
2	1.052021	36.9262	0.1449	0.0000	36.9862	70.1182	0.0000	0.3273
3	0.905959	33.5339	0.0011	0.0000	70.5200	70.1193	0.0000	0.0322
4	0.427748	0.0079	13.9607	0.0000	70.5279	84.0800	0.0000	0.5135
5	0.380356	6.8492	0.0041	0.0000	77.3771	84.0841	0.0000	0.0002
6	0.335446	7.4701	0.0023	0.0000	84.8472	84.0864	0.0000	0.0001
7	0.204908	0.0002	6.2165	0.0000	84.8474	90.3030	0.0000	0.2837
8	0.188051	3.0385	0.0645	0.0000	87.8859	90.3675	0.0000	0.0001
9	0.173211	2.6710	0.0438	0.0000	90.5569	90.4113	0.0000	0.0000
10	0.137355	0.1658	1.3413	0.0000	90.7226	91.7526	0.0000	0.0120

تناوب مد اول سازه برابر $1/2.05$ می باشد. حال ضریب زلزله را با تناوب جدید، محاسبه می کنیم.

$$B = (S + 1)(T_s / T)^{2/3}$$

$$B = (1.5 + 1)(0.5 / 1.205)^{2/3} = 1.39$$

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 \times 1.39 \times 1.0}{7} = 0.069$$

◀ دستور **Define > Static load Cases Define** را اجرا کرده و یا از نوار ابزار دکمه  را کلیک کنید تا جعبه **Define Static Load Case Names** نمایان گردد.

◀ مقدار **T** را در حالات بار **EX** و **EY** را به $1/2.05$ عوض کنید. (لازم بذکر است مقدار **T** قبلاً در جعبه صفحه ۲۷۳ برابر 0.775 قرار داده شده بود.)

■ 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.

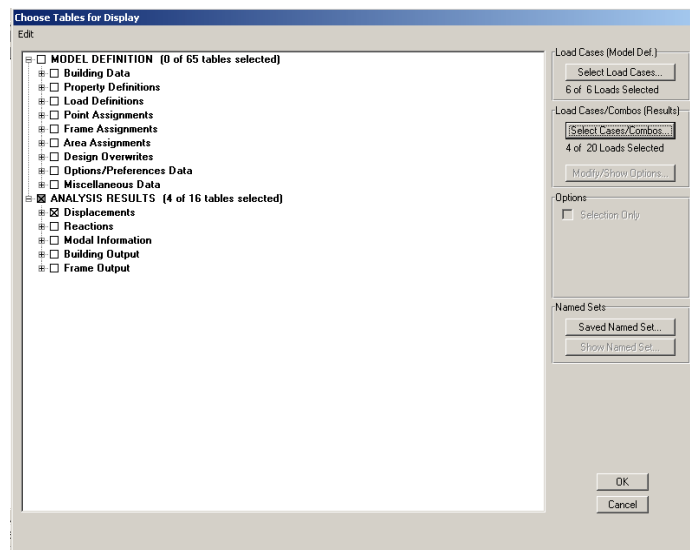
■ دستور **Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers** را اجرا کنید تا جعبه **Analysis Property Modifaction Factors** نمایان گردد.

در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Moment of Inertia about 3 Axis، مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ (محور خمش) را ۰/۳۵ وارد کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Select > By Line Object Type را اجرا کرده و از جعبه باز شده، گزینه COLUMN را انتخاب کرده، روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Assign > Frame/ Line > Frame Property Modifiers را اجرا کنید تا جعبه Analysis Property Modifaction Factors نمایان گردد.

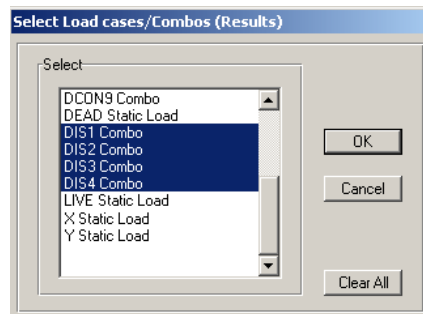
در جعبه باز شده:

- ◀ در قسمت Moment of Inertia about 3 Axis و Moment of Inertia about 2 Axis مقدار ضریب ممان اینرسی محور ۳ و ۲ مقطع (محورهای خمش) را ۰/۷ وارد کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.
- دستور Display > Show Tables.. را اجرا کنید تا جعبه Choose Tables for Display نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ◀ گزینه Displacement را فعال کنید.
- ◀ روی دکمه Select Loads کلیک کنید تا جعبه Select Output نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

◀ ترکیبات DIS1 تا DIS4 را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
STORY5	D1	DIS2	0.0005	-0.0528	0.0000	0.00000	0.00000	0.00039
STORY5	D1	DIS3	-0.0342	0.0004	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00090
STORY5	D1	DIS4	0.0342	-0.0004	0.0000	0.00000	0.00000	0.00090
STORY4	D1	DIS1	-0.0004	0.0398	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00029
STORY4	D1	DIS2	0.0004	-0.0398	0.0000	0.00000	0.00000	0.00029
STORY4	D1	DIS3	-0.0257	0.0003	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00068
STORY4	D1	DIS4	0.0257	-0.0003	0.0000	0.00000	0.00000	0.00068
STORY3	D1	DIS1	-0.0002	0.0271	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00020
STORY3	D1	DIS2	0.0002	-0.0271	0.0000	0.00000	0.00000	0.00020
STORY3	D1	DIS3	-0.0177	0.0002	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00045
STORY3	D1	DIS4	0.0177	-0.0002	0.0000	0.00000	0.00000	0.00045
STORY2	D1	DIS1	-0.0001	0.0145	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00012
STORY2	D1	DIS2	0.0001	-0.0145	0.0000	0.00000	0.00000	0.00012
STORY2	D1	DIS3	-0.0037	0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00024
STORY2	D1	DIS4	0.0037	-0.0001	0.0000	0.00000	0.00000	0.00024
STORY1	D1	DIS1	0.0000	0.0041	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00004
STORY1	D1	DIS2	0.0000	-0.0041	0.0000	0.00000	0.00000	0.00004
STORY1	D1	DIS3	-0.0028	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	-0.00006
STORY1	D1	DIS4	0.0028	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00006

در جعبه باز شده:

◀ از منوی کشویی، گزینه Diaphragm CM Displacements را انتخاب کنید.

UX و UY نمایانگر تغییر مکان مرکز جرم مورد نظر تحت ترکیب بار مشخص می‌باشد.

حال برای هر طبقه و هر ترکیب بار طبق رابطه زیر تغییر مکان نسبی طبقه محاسبه و آن را کنترل نمایید.

$$\leq 0.0041 \times \text{ارتفاع طبقه} / (\text{تغییر مکان طبقه } i - \text{تغییر مکان طبقه } i+1) \text{ ام}$$

در صورتی که در برخی از طبقات تغییر مکان نسبی از مقدار ۰/۰۰۴۱ بیشتر باشد، باید با تعویض عناصر سازه‌ای به خصوص تیرها (در قسمت خمشی) در آن طبقه سختی را

افزایش داده تا تغییر مکان جانبی نسبی سازه کاهش یابد.

به عنوان مثال تغییر مکان طبقه ۲ تحت ترکیب بار DIS4 برابر ۰/۰۰۹۷ و تغییر مکان طبقه ۱ تحت همان ترکیب بار برابر ۰/۰۰۲۸ می باشد. با توجه به مطالب ذکر شده در بالا کنترل زیر را انجام می دهیم.

$$(0/0097 - 0/0028) / (3/2) = 0/0021 \leq 0/0041 \quad \text{O.K.}$$

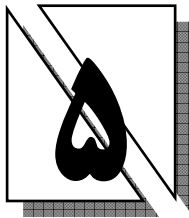
سایر طبقات را نیز تحت ترکیبات مختلف به همین ترتیب کنترل نمایید.

فصل پنجم

تحليل و طراحی پی رادیه

ساختمان ۵ طبقه بتنی

(مربوط به فصل اول)



۱.۵ معرفی پروژه

در این فصل از کتاب طراحی پی رادیه سازه فصل اول که یک ساختمان ۵ طبقه بتنی است، انجام خواهد شد. طراحی با استفاده از نرم افزار SAFE و بر اساس آیین نامه ACI خواهد بود. لازم بذکر است پی‌های رادیه معمولاً در ساختمان‌های بیش از ۶ طبقه استفاده می‌شود. البته جزئیات نیاز یا عدم نیاز به این نوع پی در دفترچه مطالعات ژئوتکنیک ارائه می‌شود، در اینجا به آن جزئیات پرداخت نشده و هدف طراحی با استفاده از نرم افزار می‌باشد.

مشخصات تحلیل و طراحی به ترتیب زیر می‌باشد.

مقاومت ۲۸ روز بتن	۲۱۰	کیلوگرم بر سانتیمترمربع
تنش تسلیم میلگردهای طولی	۴۰۰۰	کیلوگرم بر سانتیمترمربع
جرم واحد حجم بتن	۲۵۰	کیلوگرم بر مترمکعب
وزن واحد حجم بتن	۲۵۰۰	کیلوگرم بر مترمکعب
ضریب پواسون بتن آرمه	۰/۲	
مدول الاستیسیته بتن آرمه	۲/۱۹E۹	کیلوگرم بر مترمربع
مقاومت مجاز خاک	۱/۵	کیلوگرم بر سانتیمترمربع

۲.۵ مدل سازی

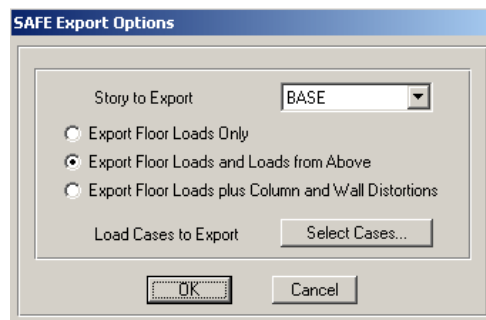
۱.۲.۵ وارد کردن فایل ورودی SAFE

برای شروع به کار ابتدا باید نیروهایی که ستون‌های سازه به پی وارد می‌کنند، در دست باشد. به همین منظور ابتدا باید از نرم افزار ETABS، نیروی ستونهای طبقه BASE را استخراج و در نرم افزار 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.

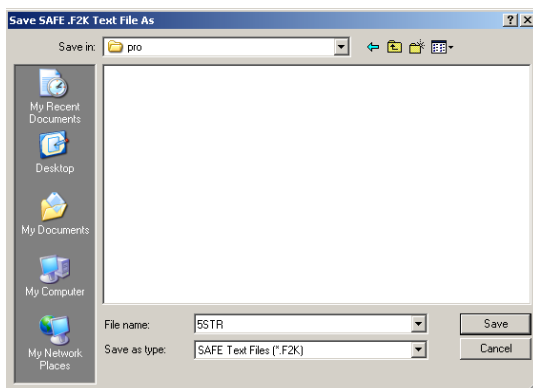
▪ دستور File > Export > Save Story as SAFE.f2k Text... را اجرا کرده تا جعبه SAFE Export Options نمایان گردد.



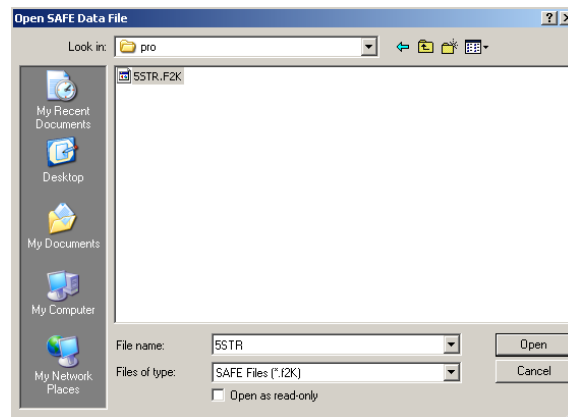
◀ در قسمت Story to Export، گزینه BASE را انتخاب کرده و سپس گزینه، Export Floor Loads and Load from Above را انتخاب کنید.

▪ روی دکمه Select Cases کلیک کرده و تمامی حالات بار تحلیل را انتخاب کرده و روی دکمه OK کلیک کنید.

با کلیک روی دکمه OK، جعبه Save SAFE.F2K Text File As نمایان گردد.

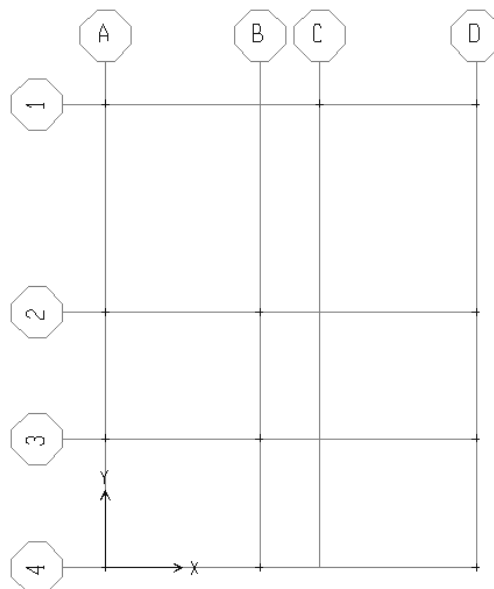


- مسیر دلخواهی را انتخاب کرده و با کلیک روی دکمه Save آن را ذخیره نمایید.
- نرم افزار SAFE را اجرا کرده و دستور FILE > Import > SAFE v6/v7.f2k File را اجرا نمایید تا جعبه Open SAFE Data File نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ◀ 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.

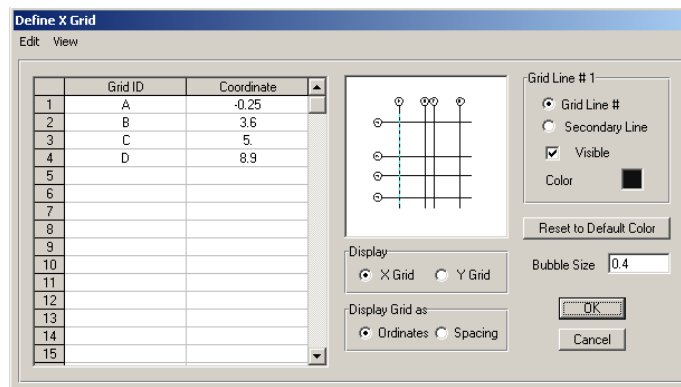


شکل ۱-۵

۲.۲.۵ اصلاح خطوط شبکه

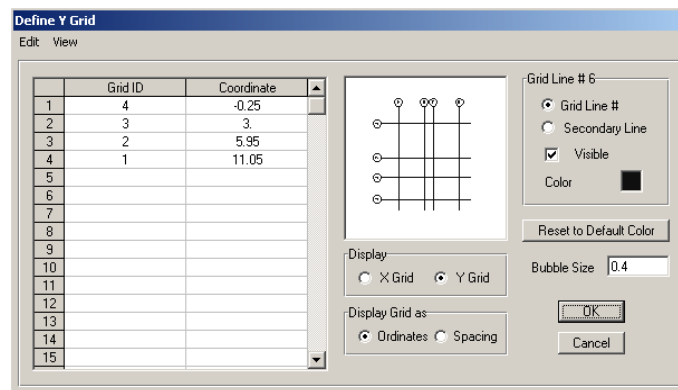
برای این که بتوان اثر بعد ستون و درز انقطاع را در مدل وارد کنیم، بایستی خطوط شبکه را برای ترسیم پی اصلاح گردد. با توجه به این که بعد ستون طبقه همکف ۵۰ سانتیمتر می باشد. بایستی خطوط شبکه کناری به اندازه $\frac{50}{2} = 25\text{Cm}$ به طرف خارج جابجا گردد. برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید.

▪ دستور Edit > Edit Grid 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 -0.25 و 8.9 تغییر دهید.

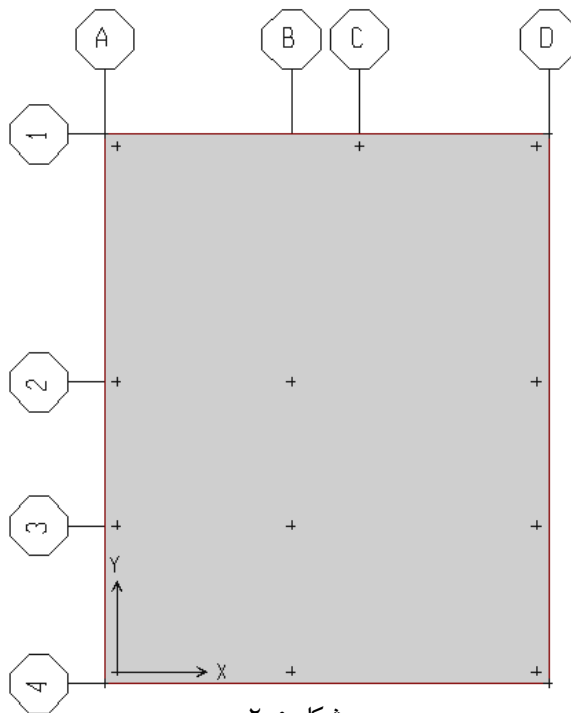


◀ در قسمت Display گزینه Y Grid را انتخاب نمایید.

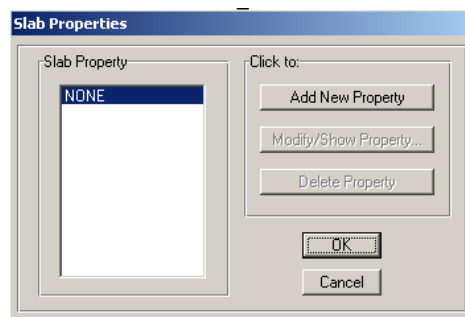
▪ در ستون Coordinate مختصات خطوط 1 و 4 را به ترتیب به -0.25 و 11.05 تغییر دهید.

۳.۲.۵ 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.



شکل ۲-۵



در جعبه باز شده:

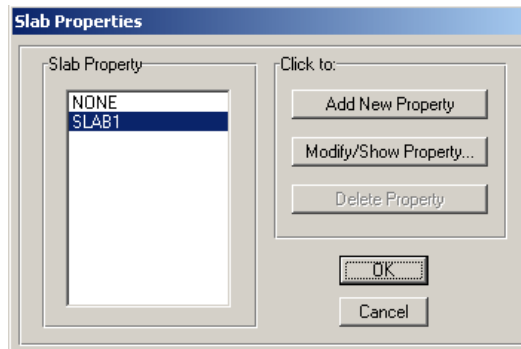
◀ روی دکمه Add New Property کلیک کرده تا جعبه Slab Property Data نمایان گردد.

در جعبه باز شده اصلاحات زیر را انجام دهید.

- ◀ در قسمت Modulus of elasticity، مدول الاستیسیته را برابر 2.19×10^9 کیلوگرم بر مترمربع وارد نمایید.
- ◀ در قسمت Unit Weight، وزن واحد حجم بتن آرمه را برابر ۲۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد نمایید
- ◀ در قسمت Bending Thickness(X) و Bending Thickness(Y)، 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 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 0.7 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 0.07 متر وارد نمایید.
- ◀ در قسمت Concrete Strength,fc مقاومت مشخصه بتن را برابر 21000000 کیلوگرم بر مترمربع وارد نمایید.
- ◀ در قسمت Reinforcing Yield Stress, fy تنش تسلیم فولاد را برابر 40000000 کیلوگرم بر مترمربع وارد نمایید.
- ◀ روی دکمه OK دو بار کلیک کنید.

۴.۲.۵ اختصاص مشخصات مصالح

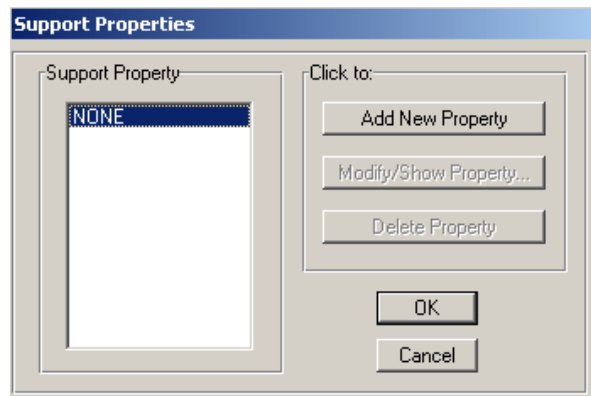
- ابتدا کل پی را با کلیک روی آن انتخاب کرده سپس دستور Assign > Slab Properties را اجرا کرده تا جعبه Slab Properties نمایان گردد.



- ◀ از قسمت Slab Property گزینه SLAB1 را انتخاب و روی دکمه OK کلیک کنید.

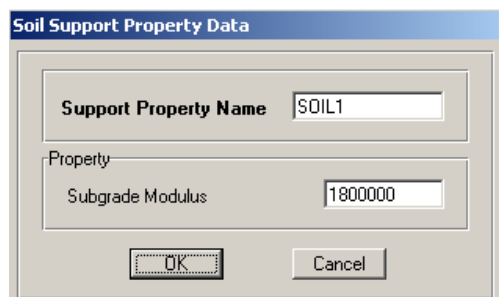
۵.۲.۵ اختصاص مدول خاک

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



در جعبه باز شده:

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



◀ در قسمت Subgrade Modulus، مدول خاک را برابر ۱۸۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب وارد نمایید.

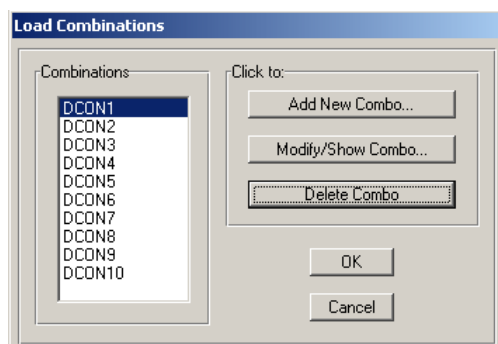
مدول خاک را بر اساس دفترچه ژئوتکنیک خاک زیر پی وارد می‌کنیم. (برای یک ساختمان کم طبقه اگر مقاومت مجاز خاک برابر $q_a = 1.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ فرض شود می‌توان از فرمول $K_s = 1.2q_a$ مقدار $K_s = 1.2 \times 1.5 = 1.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ را بدست آورد)

۶.۲.۵ معرفی ترکیبات بار

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

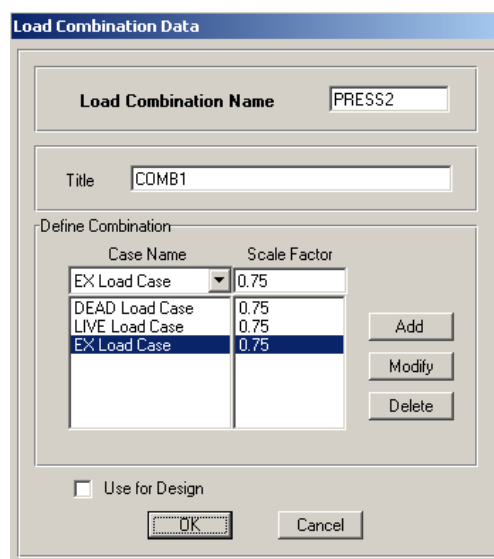
Press 1-	DL+LL	کنترل تنش برای بارهای دائمی
Press 2-	0.75(DL+LL+EX)	کنترل تنش برای بارهای گذرا
Press 3-	0.75(DL+LL-EX)	کنترل تنش برای بارهای گذرا
Press 4-	0.75(DL+LL+EY)	کنترل تنش برای بارهای گذرا
Press 5-	0.75(DL+LL-EY)	کنترل تنش برای بارهای گذرا

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



در جعبه باز شده:

◀ روی دکمه Add New Combo... کلیک کرده تا جعبه Load Combinations Data نمایان گردد.



به عنوان مثال برای معرفی ترکیب بار Press2 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 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 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.

۷.۲.۵ تعریف نوارهای طراحی

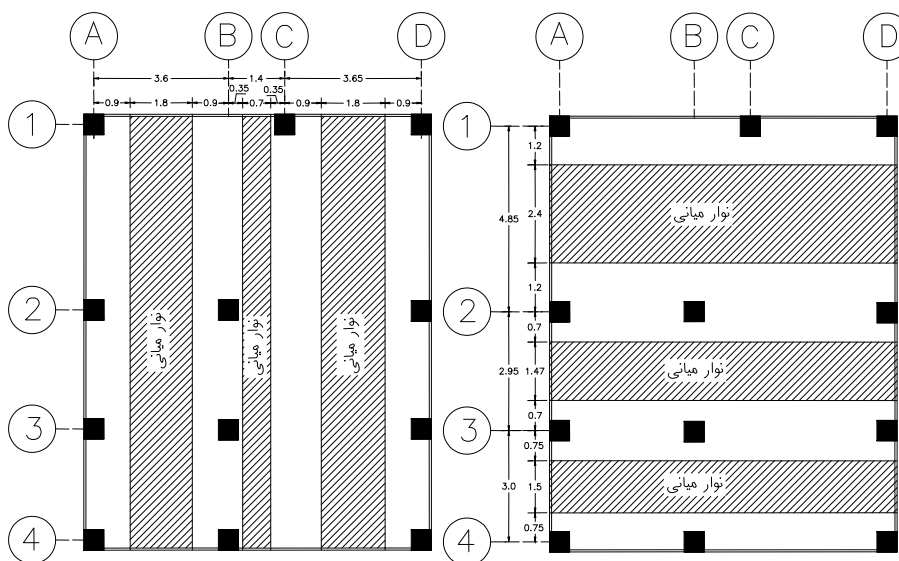
برای طراحی پی لازم است نوارهایی را به مدل معرفی نماییم که لنگر در عرض این

نوارها ثابت باشد. برای این کار نوارهای ستونی و میانی را معرفی می‌کنیم. طبق تعریف

نوار ستونی نواری از پی که به عرض $\frac{1}{4}$ ضلع چشمه در هر طرف می‌باشد و نوار میانی

نواری است که در نوار ستونی احاطه کرده است. (شکل‌های ۳-۵ و ۴-۵) نوارهای ستونی

و میانی را در دو جهت X و Y نشان می‌دهد.



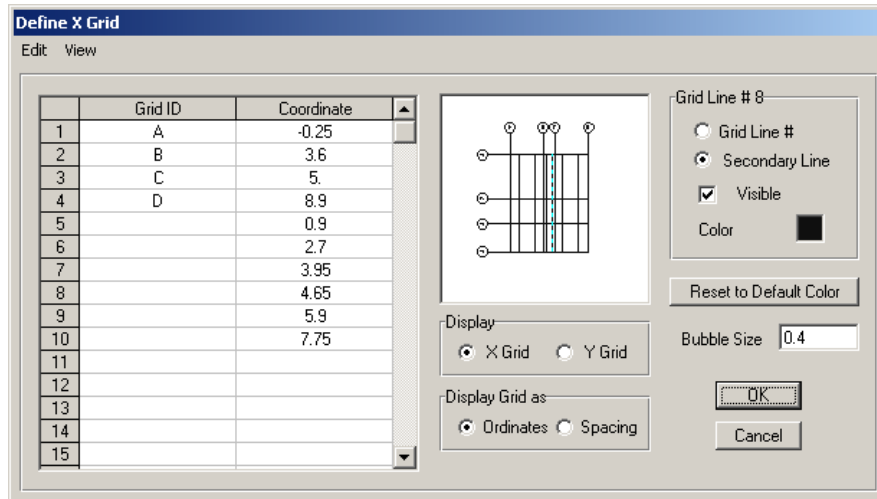
شکل ۴-۵

شکل ۳-۵

برای اعمال نوارهای مذکور، ابتدا می‌بایست خطوط شبکه جدیدی را معرفی کرده

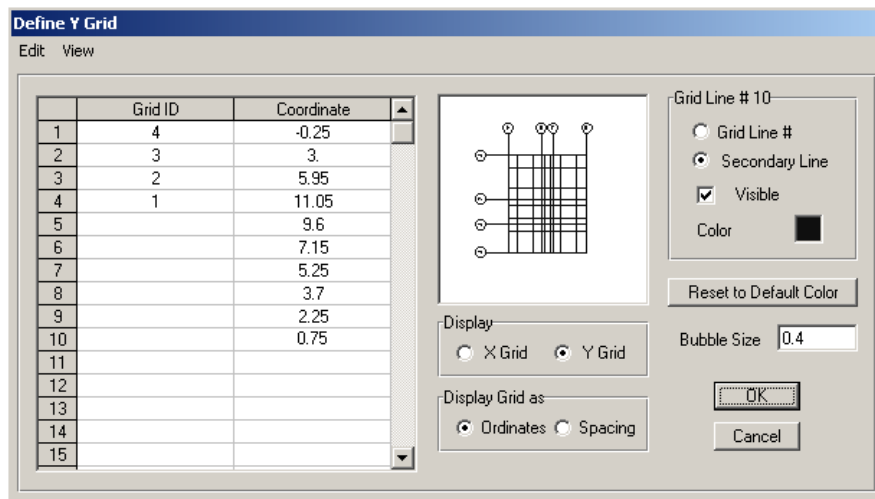
سپس اقدام به ترسیم آنها نماییم. برای این منظور به ترتیب زیر عمل نماییم.

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



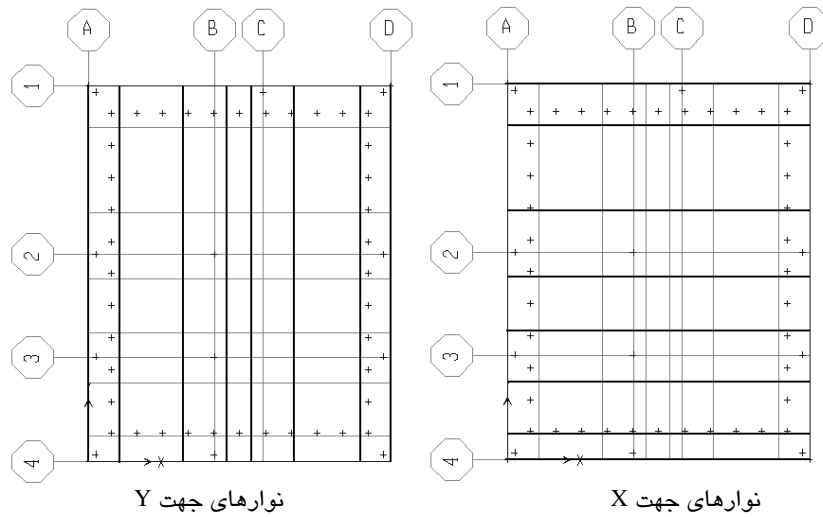
◀ در ستون Coordinate طبق (شکل ۵-۴) به ترتیب ۰/۹، ۲/۷، ۳/۹۵، ۴/۶۵، ۵/۹، ۷/۷۵ را وارد نمایید.

■ 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 طبق (شکل ۵-۳) به ترتیب ۰/۶، ۷/۱۵، ۵/۲۵، ۳/۷، ۲/۲۵، ۰/۷۵ را وارد نمایید.

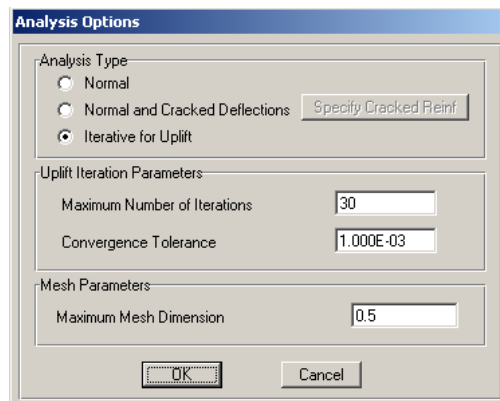
- تمامی اعداد جدید را از ستون مذکور انتخاب کرده و در قسمت Grid Line#10، گزینه Secondary Line را انتخاب کرده تا خطوط جدید به صورت فرعی معرفی گردد.
- ◀ روی دکمه OK کلیک نمایید.
- همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، خطوط شبکه جدیدی به مدل اضافه گردید که برای رسم نوارهای طراحی الزامی است.
- برای ترسیم نوارهای طراحی 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 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 Y را ترسیم نمایید.



شکل ۵-۵

۸.۲.۵ معرفی پارامترهای تحلیل برای حذف کشش خاک

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



در جعبه باز شده:

◀ از قسمت `Analysis Type` حالت `Iterative for Uplift` را فعال کرده،

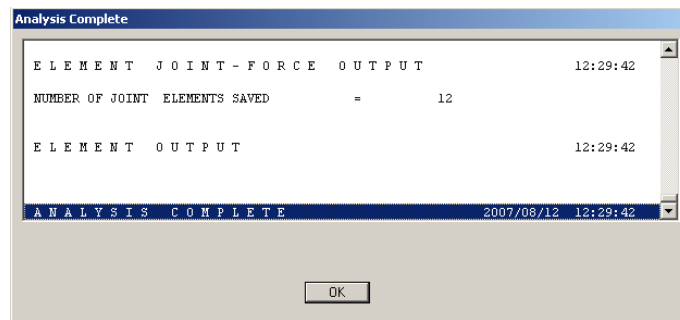
از قسمت `Uplift Iteration Parameters` تعداد تکرار را داده مثلاً عدد ۳۰ و خطا را

$1/10 \times 10^{-3}$ وارد کنید. از قسمت `Mesh Parameters` ماکزیمم اندازه مشبندی را $0/5$ متر

وارد کنید.

۳.۵ 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 می‌شود.



◀ روی دکمه OK کلیک نمایید.

Combo	ConErr	ConTol	Iterations	MaxIters
DIS2	0.0000	0.0010	1	10
DCON1	0.0000	0.0010	1	10
DCON2	0.0000	0.0010	1	10
DCON3	0.0000	0.0010	1	10
DCON4	0.0000	0.0010	1	10
DCON5	0.0000	0.0010	1	10
DCON6	0.0000	0.0010	1	10
DCON7	0.0009	0.0010	8	10
DCON8	0.0006	0.0010	7	10
DCON9	0.0007	0.0010	4	10
DCON10	0.0000	0.0010	1	10

◀ با کلیک روی دکمه OK پنجره Uplift Analysis Status نمایان می‌گردد.

ستون Combo نشان دهنده نام ترکیب بارگذاری می‌باشد.

ستون ConErr خطای همگرایی در پایان عملیات چرخه‌ای تحلیل Uplift می‌باشد.

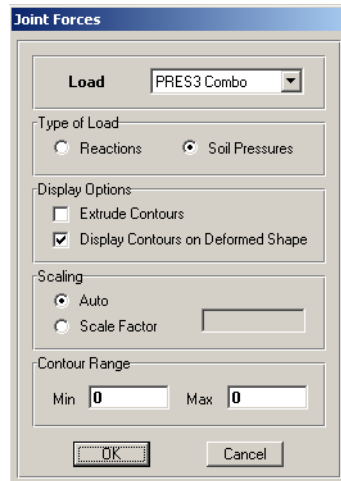
ستون ConTol نشان دهنده خطای همگرایی مجاز می باشد.
 ستون Iteration تعداد عملیات سعی و خطا تا پایان عملیات همگرایی است.
 ستون MaxIters حداکثر تعداد سعی و خطا که توسط کاربر تعیین شده است.
 اگر در ردیفی تعداد عملیات سعی و خطا (Iteration) مساوی تعداد معرفی شده توسط کاربر باشد، دلیل بر بلند شدگی (Uplift) پی 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.

۴.۵ 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 می کنیم. 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 می توان 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 می توان به صورت دستی کنترل را انجام داد و از نرم افزار استفاده نکرد. در صورت کنترل دستی توصیه می گردد که کنترل به صورت محافظه کارانه انجام گیرد.
 برای حالت بارهای گذرا تنش موضعی قسمت های مختلف پی در نظر بوده و جهت کنترل آن باید از چهار ترکیب بار 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 برابر ۱/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع خواهد بود.

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

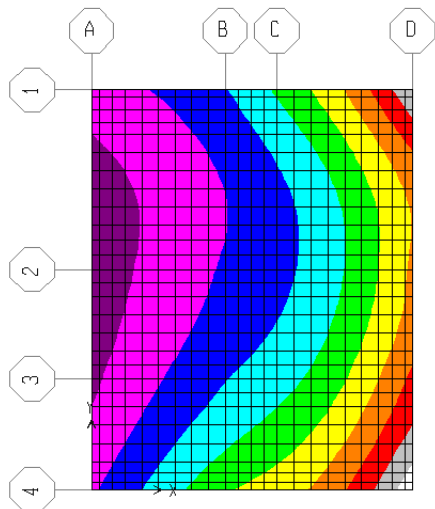
- دستور Display > Show Reaction Forces را اجرا کرده تا جعبه Joint forces نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ◀ 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.



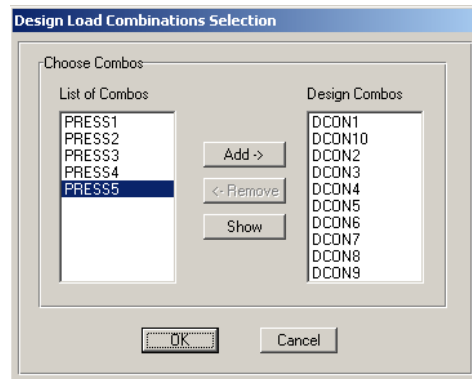
حال با توجه به راهنمای طیف که در پنجره نمایش داده شده است، کنترل نمایید تا تنش زیر پی از ۱/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر تجاوز نکند.



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 دکمه Add کلیک نمایید.

◀ روی دکمه OK کلیک نمایید.

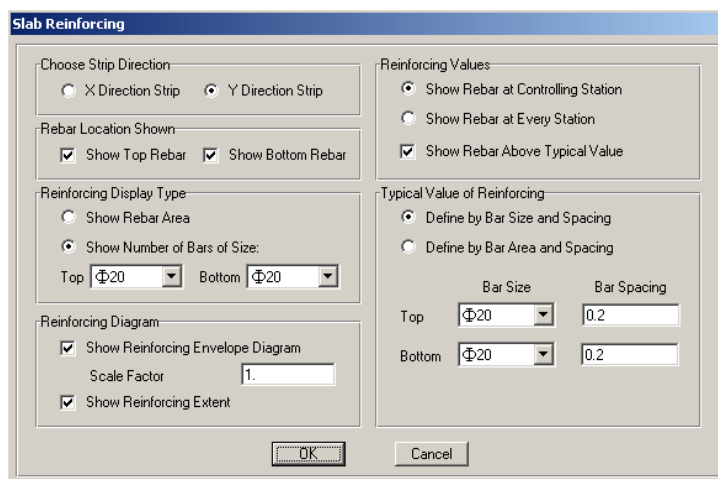
۶.۵ طراحی مدل

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

۷.۵ تنظیم آرماتورهای پی

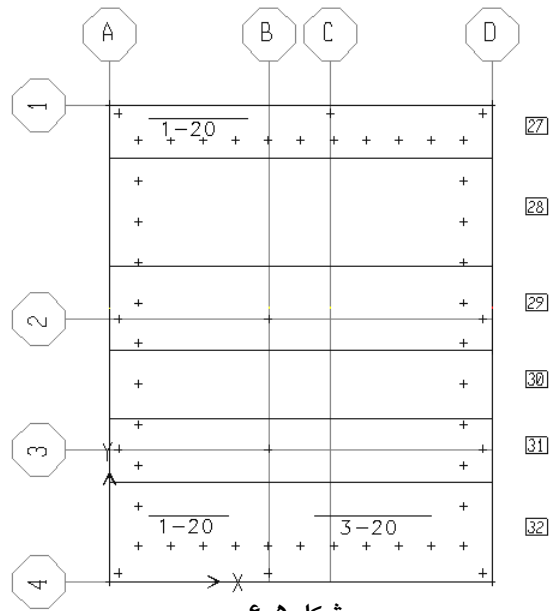
جهت تنظیم آرماتورهای پی به ترتیب زیر عمل نمایید.

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

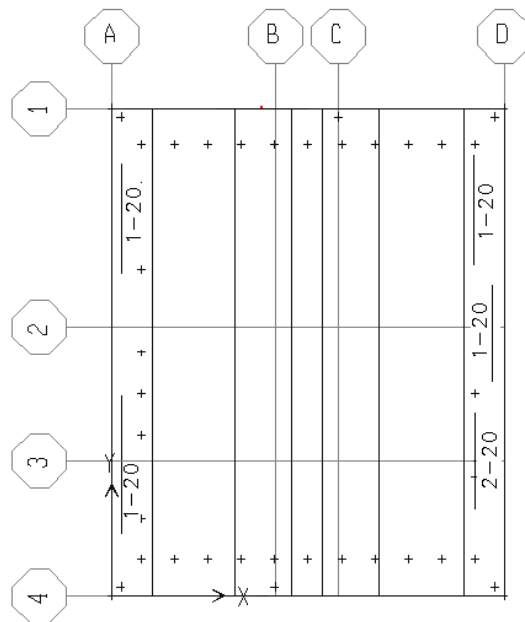


در جعبه باز شده:

- ◀ از قسمت **Reinforcing Display Type** حالت **Show Number of Bars of size** را فعال کرده، و قسمت **Top** و **Bottom** سایز آرماتورهای تقویتی را برابر $\Phi 20$ وارد نمایید.
- ◀ از قسمت **Reinforcing Value** گزینه **Show Rebar Above Typical Value** را فعال کرده در قسمت **Top** و **Bottom** سایز آرماتورهای سرتاسری را برابر $\Phi 20$ و فاصله آنها را برابر $0/2$ متر وارد نمایید.
- سایز و فاصله آرماتورهای اصلی را وارد می‌کنیم تا خروجی آرماتورهای تقویتی بر اساس این آرماتورهای اصلی محاسبه گردد.
- در صورتیکه از پرینتر سیاه سفید استفاده خواهید نمود، لازم است که:
 - ◀ دستور **File>Printer Setup...** را اجرا نموده و در جعبه باز شده گزینه **Color Printet(Graphics)** را نفعال 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.



شکل ۶-۵

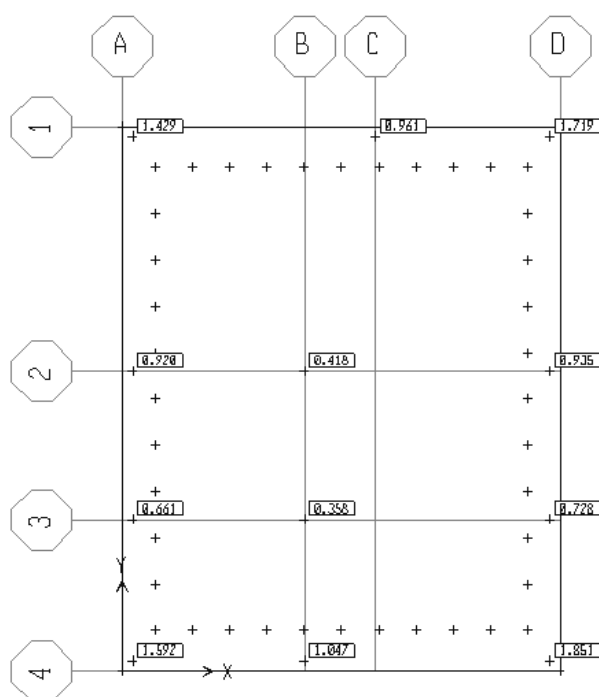


شکل ۷-۵

همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، نرم افزار SAFE تعداد، نمره و طول آرماتور تقویتی را در روی نوارهای طراحی مشخص می‌کند. طول این آرماتورها را بهتر است بوسیله اشل مشخص کرده و در نقشه اجرایی وارد کرد.

۸.۵ 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 $1/0$ تجاوز نمایند. در واقع یکی از ملاک‌های انتخاب عمق پی، برش پانچ می‌باشد. در صورتی که برش پانچ در پی بیش از $1/0$ باشد، با افزایش عمق پی مقاومت برشی آن را افزایش داده تا نسبت تنش برشی فوق کاهش یابد.



شکل ۸-۵

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

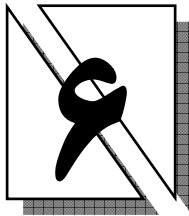
کارانه عمل می‌نماید. دلیل آن عدم محاسبه صحیح محیط پانچ برای ستون‌های گوشه توسط نرم افزار می‌باشد. لذا در کنترل برش پانچ برای ستون‌های گوشه می‌توان مقداری بیش از ۱/۰ را پذیرفت. البته کمیت مشخصی را نمی‌توان برای آن تعیین کرد لذا تعیین ضخامت پی و قضاوت در این مورد با تکیه بر تجربیات مهندسی و یا کنترل دستی برش امکان پذیر خواهد بود.

فصل ششم

تحلیل و طراحی پی نواری

ساختمان ۳ طبقه فولادی

(مربوط به فصل سوم)



۱.۶ معرفی پروژه

در فصل ششم از کتاب، طراحی پی نواری سازه فصل سوم که یک ساختمان ۳ طبقه فولادی است، انجام خواهد شد. طراحی با استفاده از نرم افزار SAFE و بر اساس آیین نامه ACI خواهد بود.

مشخصات تحلیل و طراحی به ترتیب زیر می باشد.

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

۲.۶ مدل سازی

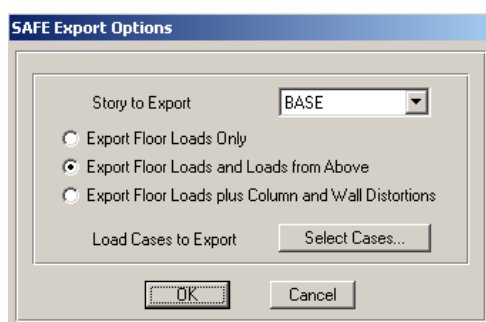
۱.۲.۶ وارد کردن فایل ورودی SAFE

برای این منظور ابتدا باید از نرم‌افزار ETABS، نیروی ستونهای طبقه BASE را استخراج و به نرم‌افزار SAFE معرفی کنیم.

برای این کار به ترتیب زیر عمل نمایید.

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

■ دستور **File > Export > Save Story as SAFE.f2k Text...** را اجرا کرده تا جعبه **SAFE Export Options** نمایان گردد.



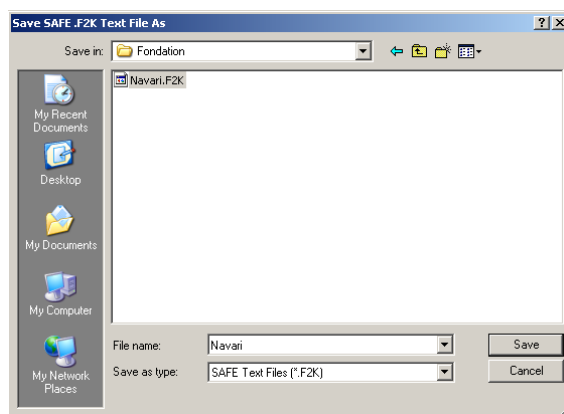
◀ در قسمت **Story to Export**، گزینه **BASE** را انتخاب کرده و سپس گزینه،

Export Floor Loads and Load from Above را انتخاب کنید.

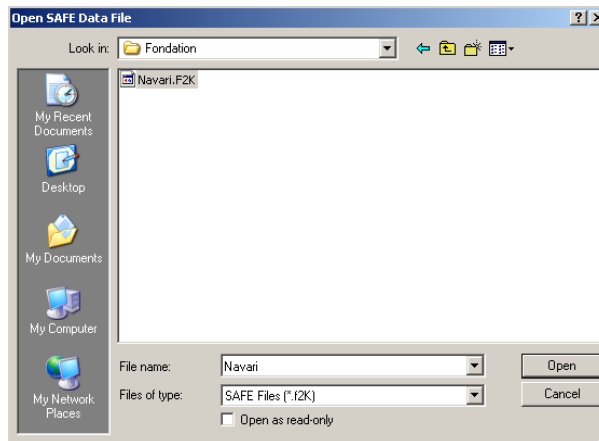
◀ روی دکمه **Select Cases** کلیک کرده و تمامی حالات بار تحلیل را انتخاب کرده و

روی دکمه **OK** کلیک کنید. با کلیک روی دکمه **OK**،

جعبه **Save SAFE.F2K Text File As** نمایان گردد.

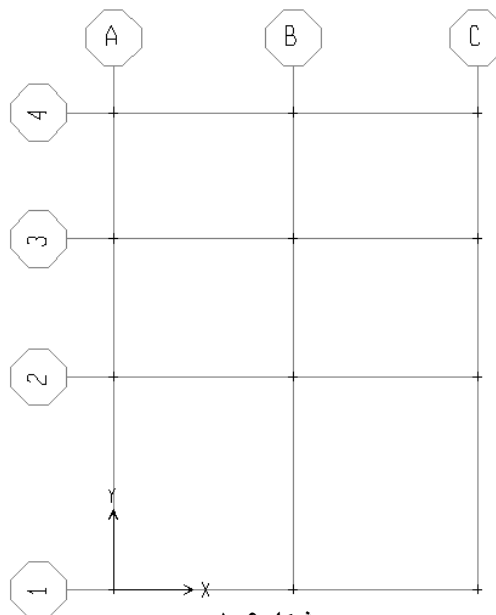


- مسیر و نام دلخواهی را انتخاب کرده و با کلیک روی دکمه Save آن را ذخیره نمایید. نرم افزار SAFE را اجرا کرده و دستور FILE > Import > SAFE v6/v7.f2k File را اجرا نمایید تا جعبه Open SAFE Data File نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- 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.

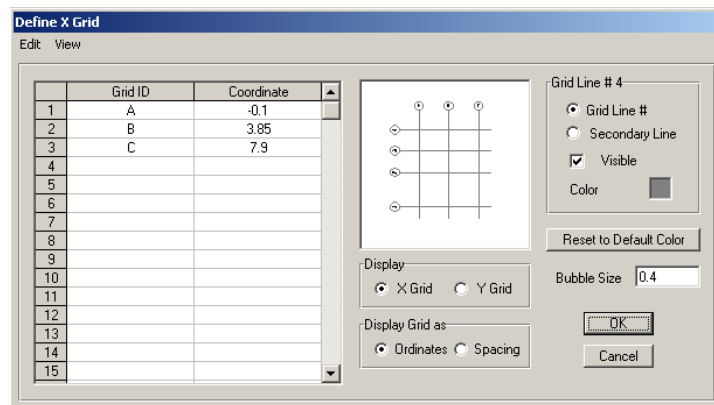


شکل ۱-۶

۲.۲.۶ اصلاح خطوط شبکه

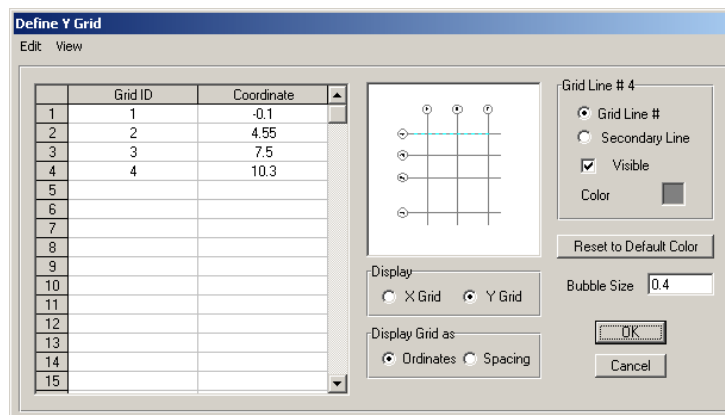
برای این که بتوان اثر بعد ستون و درز انقطاع را در مدل وارد کنیم، بایستی خطوط شبکه را برای ترسیم پی اصلاح گردد. با توجه به این که بعد متوسط ستونهای طبقه همکف ۲۰ سانتیمتر می باشد، بایستی خطوط شبکه کناری به اندازه $\frac{20}{2}=10\text{Cm}$ به طرف خارج جابجاگردد. برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید.

▪ دستور Edit > Edit Grid 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 به ۰/۱- و ۷/۹ تغییر دهید.

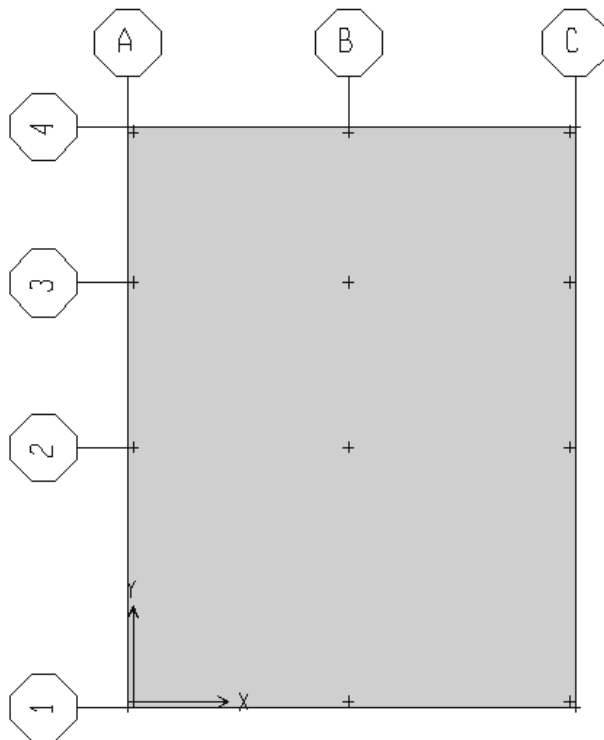


◀ در قسمت Display گزینه Y Grid را انتخاب نمایید.

◀ در ستون Coordinate مختصات خطوط 4 و 1 را به ترتیب به ۰/۱- و ۱۰/۳ تغییر دهید.

۳.۲.۶ ترسیم اجزاء پی

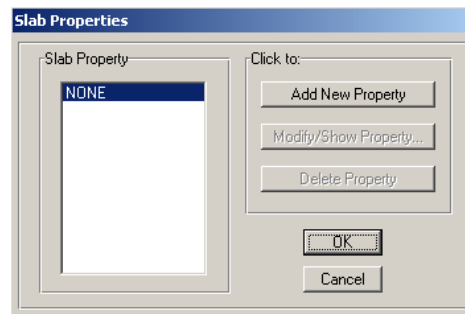
- برای ترسیم پی نواری، ابتدا یک باید پی گسترده ترسیم کرده، سپس با اختصاص فضای خالی در بین خطوط شبکه، آن را تبدیل به پی نواری کرد.
- برای ترسیم پی گسترده، ابتدا دستور Draw > Draw Rectangular Objects را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه  کلیک نمایید.
 - روی گره A4 کلیک کرده (با پایین نگه داشتن کلید چپ ماوس) و سپس روی گره C1 کلیک نمایید تا المان سطحی پی گسترده ترسیم گردد.



شکل ۲-۶

۴.۲.۶ اختصاص مشخصات مصالح

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



در جعبه باز شده:

◀ 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 2.19×10^9 کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.

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

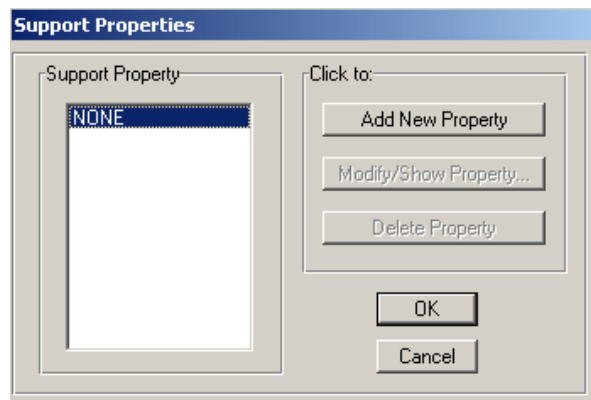
- ◀ در قسمت Bending Thickness(X)، Bending Thickness(Y) و Thickness Twisting به ترتیب ضخامت خمشی در جهات X و Y و ضخامت پیچشی را برابر ۰/۷ متر وارد نمایید. این ضخامت ها در ابتدا به صورت تجربی انتخاب شده سپس در ادامه با کنترل برش پانچ صحت انتخاب را کنترل می کنیم. لازم به ذکر است که ضخامت های فوق برای تحلیل پی می باشد.
- ◀ 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,fc مقاومت مشخصه بتن را برابر ۲۱۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.
- ◀ در قسمت Reinforcing Yield Stress, fy تنش تسلیم فولاد را برابر ۴۰۰۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر متر مربع وارد نمایید.
- ◀ روی دکمه OK دو بار کلیک کنید.

۵.۲.۶ اختصاص ضریب فنریت خاک

به مقدار نیروی گسترده ای 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.

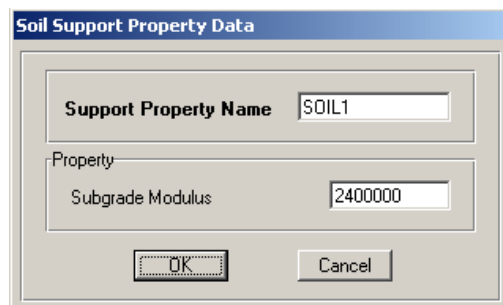
$$K_s = 1.2 \times 2.0 = 2.4 \text{Kg / Cm}^3$$

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



در جعبه باز شده:

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



◀ در قسمت Subgrade Modulus، مدول خاک را برابر ۲۴۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب وارد نمایید.

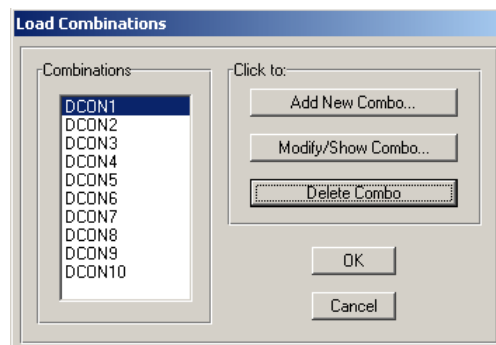
مدول خاک را بر اساس دفترچه ژئوتکنیک خاک زیر پی وارد میکنیم. (برای یک ساختمان کم طبقه اگر مقاومت مجاز خاک برابر $q_a = 1.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ فرض شود می توان از فرمول $K_s = 1.2q_a$ مقدار $K_s = 1.2 \times 1.5 = 1.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ را بدست آورد)

۶.۲.۶ معرفی ترکیبات بار

نرم افزار SAFE ترکیبات طراحی را از مستقیماً ایجاد می کند. لذا نیاز به وارد کردن این ترکیبات نیست. اما ترکیبات پنج گانه مربوط به کنترل تنش زیر پی را باید وارد کنیم. این ترکیبات شامل ترکیبات کنترل نشست و کنترل تغییر مکان می باشد.

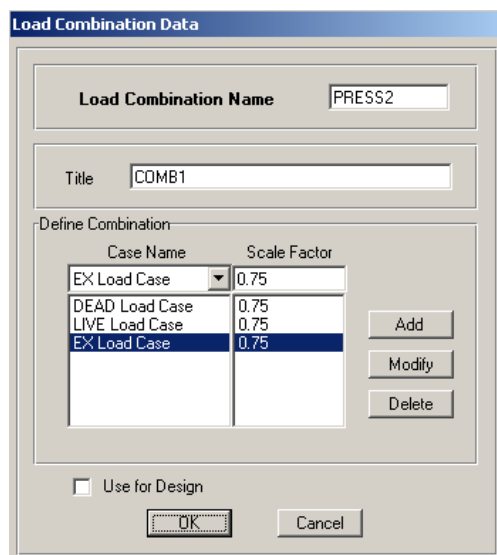
Press 1-	DL+LL	کنترل تنش زیر پی در بارهای دائمی
Press 2-	0.75(DL+LL+EX)	کنترل تنش زیر پی در بارهای گذرا
Press 3-	0.75(DL+LL-EX)	کنترل تنش زیر پی در بارهای گذرا
Press 4-	0.75(DL+LL+EY)	کنترل تنش زیر پی در بارهای گذرا
Press 5-	0.75(DL+LL-EY)	کنترل تنش زیر پی در بارهای گذرا

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



در جعبه باز شده:

◀ روی دکمه Add New Combo... کلیک کرده تا جعبه Load Combinations Data نمایان گردد.

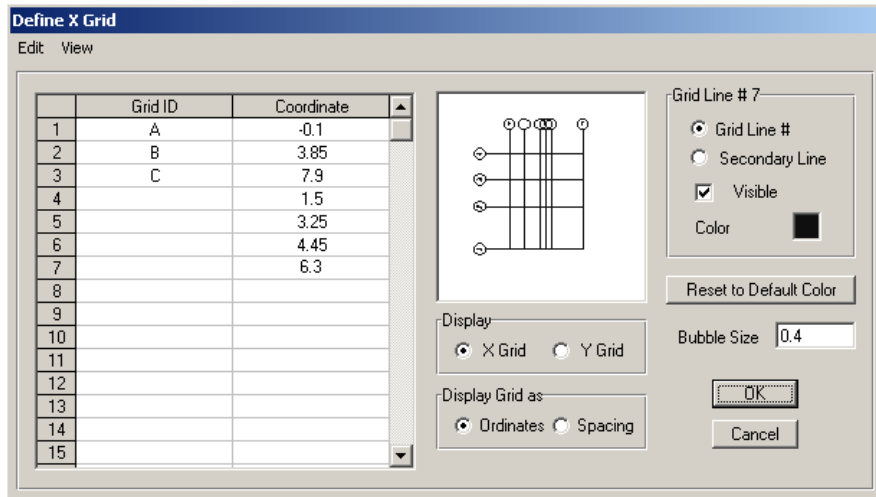


به عنوان مثال برای معرفی ترکیب بار Press2 به ترتیب زیر عمل نمایید.

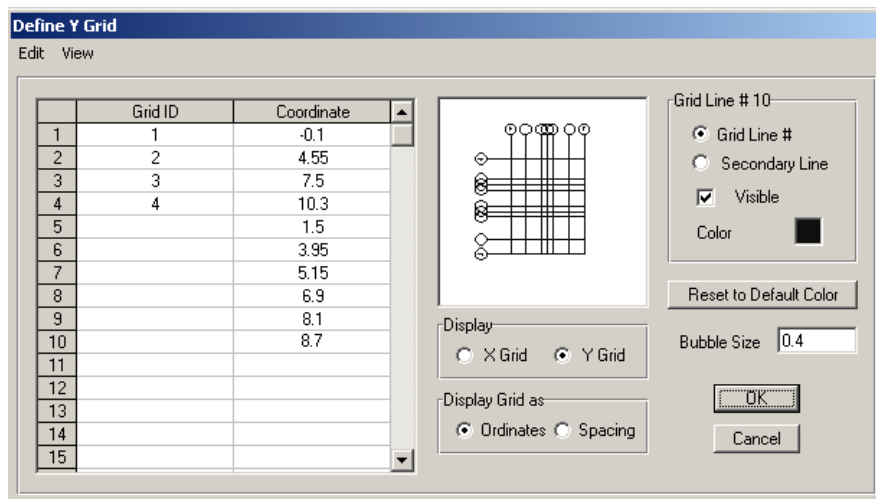
- ◀ در قسمت Load Combinations Name نام Press2 را وارد نمایید
- ◀ در قسمت Case Name حالت باری DEAD Load Case را انتخاب و در قسمت Scale Factor ضریب 0.75 را وارد کرده روی دکمه Add کلیک نمایید. در قسمت Case Name حالت باری LIVE Load Case را انتخاب و در قسمت Scale Factor ضریب 0.75 را وارد کرده روی دکمه Add کلیک نمایید. در قسمت Case Name حالت باری 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.

۷.۲.۶ معرفی فضاهای خالی بین نوارها

- در طرح این پی عرض نوارهای کناری ۱/۵ متر و عرض نوارهای داخلی برابر ۱/۲ متر انتخاب کرده 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.
- درستون Edit > Edit Grid را اجرا کرده تا جعبه Define X Grid نمایان گردد.




- 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.



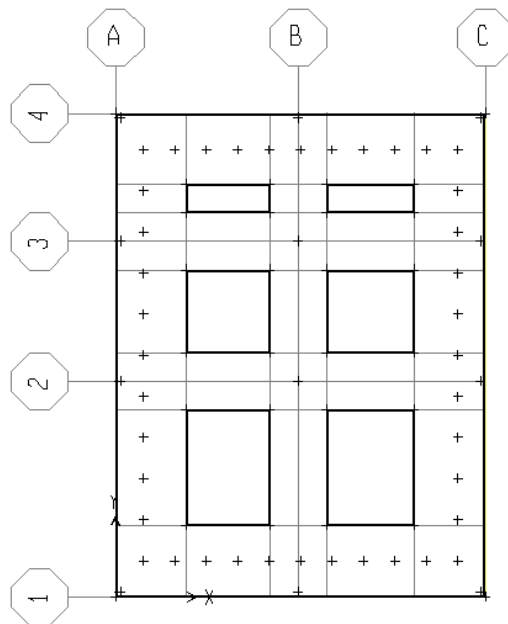
- در ستون Coordinate به ترتیب اعداد ۱/۵، ۳/۹۵، ۵/۱۵، ۶/۹، ۸/۱ و ۸/۷ را وارد نمایید.
- تمامی اعداد جدید را از ستون مزبور انتخاب کرده و در قسمت Grid Line#10، گزینه

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.

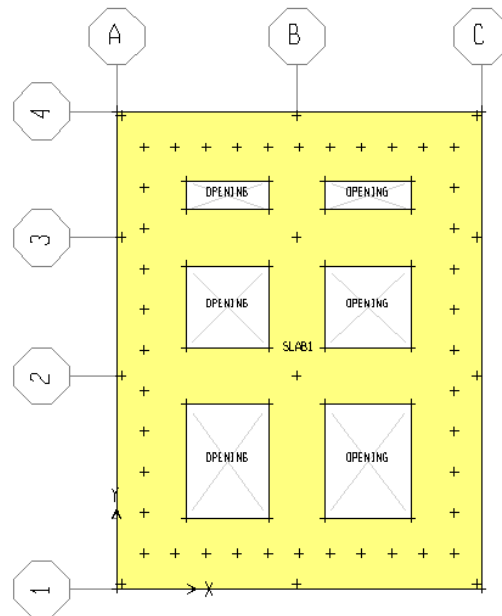
▪ دستور Draw > Draw Rectangular Objects را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه  کلیک نمایید.

مطابق (شکل ۳-۶) و به کمک خطوط شبکه جدید، در قسمت فضای خالی، المان‌های سطحی را (همانند ترسیم پی گسترده) ترسیم نمایید.



شکل ۳-۶


▪ به وسیله ماوس المان‌های ترسیم شده جدید را انتخاب کرده سپس دستور Assign > Opening را اجرا کنید.



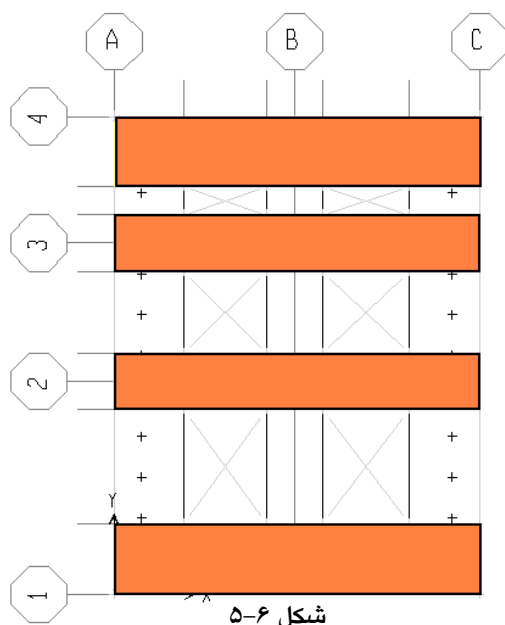
شکل ۴-۶


۸.۲.۶ معرفی نوارهای طراحی

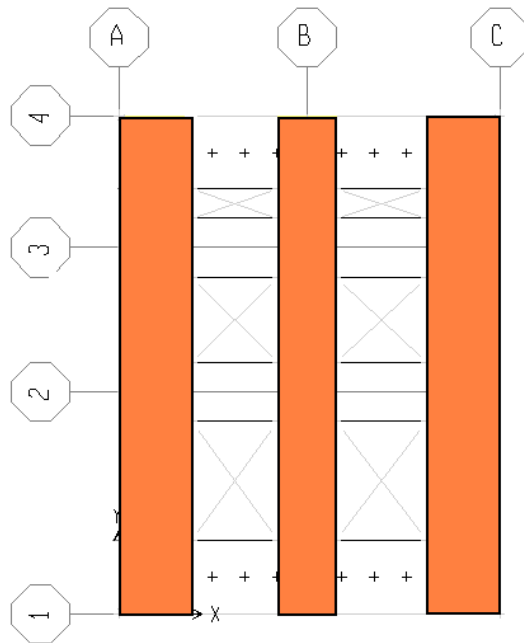
■ از منوی View گزینه Set X Strip Layer را انتخاب نمایید تا نوارهای طراحی در جهت X را ترسیم نماییم.

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

■ طبق (شکل ۵-۶) نوارهای جهت X را ترسیم نمایید. لازم بذکر 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 بذکر است که اگر نوارهای پی بصورت افقی نباشد باید نوارهای طراحی آنرا به صورت پله‌ای ترسیم نمود.



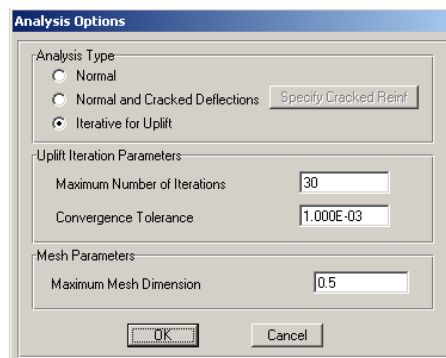
- از منوی View گزینه Set Y Strip Layer را انتخاب نمایید تا نوارهای طراحی در جهت Y را ترسیم نماییم.
- تمامی نوارهای پیش فرض نرم افزار را توسط ماوس انتخاب و بوسیله دکمه Delete (روی صفحه کلید) همه آنها را حذف نمایید.
- دستور Draw > Draw Rectangular Objects را اجرا کرده و یا از منوی ابزار روی دکمه  کلیک نمایید.
- طبق (شکل ۶-۶) 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.



شکل ۶-۶

۹.۲.۶ معرفی پارامترهای تحلیل برای حذف کشش خاک

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



در جعبه باز شده:

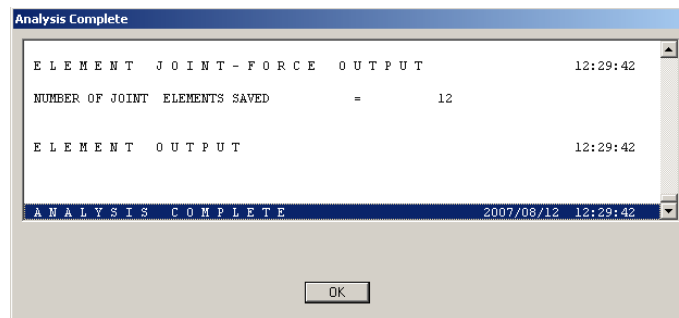
◀ از قسمت `Analysis Type` حالت `Iterative for Uplift` را فعال کرده از قسمت `Uplift`

`Iteration Parameters` تعداد تکرار را داده مثلاً عدد ۳۰ و خطا را $1/0E-3$ وارد

کنید. از قسمت `Mesh Parameters` ماکزیمم اندازه مشبندی را $0/5$ متر وارد کنید.

۳.۶ 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.

Combo	ConErr	ConTol	Iterations	MaxIters
DCON1	0.0000	0.0010	1	30
DCON2	0.0000	0.0010	1	30
DCON3	0.0002	0.0010	3	30
DCON4	0.0000	0.0010	1	30
DCON5	0.0000	0.0010	1	30
DCON6	0.0000	0.0010	1	30
DCON7	0.0006	0.0010	7	30
DCON8	0.0000	0.0010	1	30
DCON9	0.0000	0.0010	1	30
DCON10	0.0000	0.0010	1	30
PRESS1	0.0000	0.0010	1	30
PRESS2	0.0000	0.0010	1	30

ستون Combo نشان دهنده نام ترکیب بار گذاری می‌باشد.

ستون ConErr خطای همگرایی در پایان عملیات چرخه ای تحلیل Uplift می‌باشد.

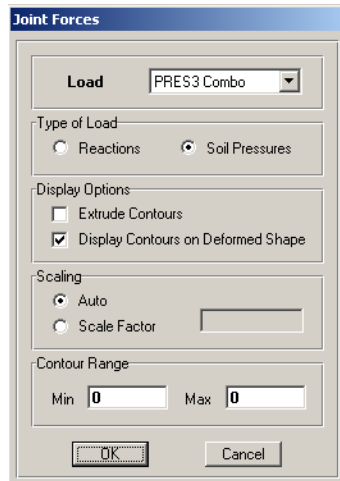
ستون ConTol نشان دهنده خطای همگرایی مجاز می باشد.
 ستون Iteration تعداد عملیات سعی و خطا تا پایان عملیات همگرایی است.
 ستون MaxIters حداکثر تعداد سعی و خطا که توسط کاربر تعیین شده است.
 اگر در ردیفی تعداد عملیات سعی و خطا (Iteration) مساوی تعداد معرفی شده توسط کاربر باشد، دلیل بر بلند شدگی (Uplift) پی 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.

۴.۶ 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 می کنیم. و با توجه به اینکه برای کنترل نشست پی تنش متوسط زیر پی و در نظر است نه تنش زیر پی، لذا برای کنترل نشست می توان وزن 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 می توان به صورت دستی کنترل را انجام داد و از نرم افزار استفاده نکرد. در صورت کنترل دستی توصیه می گردد که کنترل به صورت محافظه کارانه انجام گیرد.
 برای حالت بارهای گذرا تنش موضعی قسمت های 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 ۲/۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع خواهد بود.

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

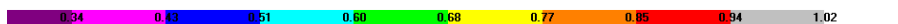
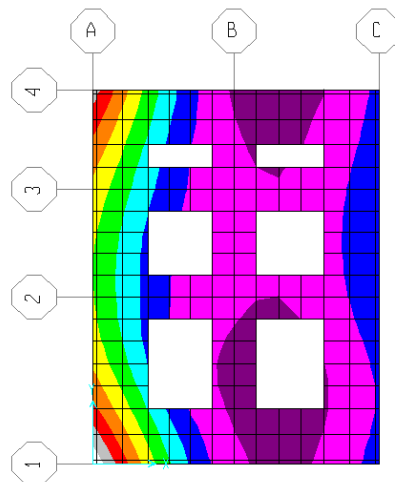
- دستور Display > Show Reaction Forces را اجرا کرده تا جعبه Joint forces نمایان گردد.



در جعبه باز شده:

- ◀ 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.

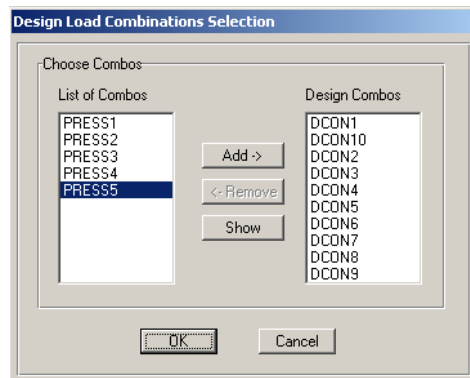
با کلیک روی دکمه OK یک طیف رنگ به المان سطحی پی اختصاص داده می‌شود که نشان دهنده توزیع تنش زیر پی می‌باشد. از جعبه کشویی واحدها، گزینه Kgf-Cm را انتخاب نمایید. حال با توجه به راهنمای طیف که در زیر پنجره نمایش داده شده است، کنترل نمایید تا تنش زیر پی از ۱/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر تجاوز نکند.



۵.۶ 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 نام‌های DCON1 تا DCON10 ایجاد کرده، انتخاب و روی دکمه Add کلیک نمایید.
- ◀ روی دکمه OK کلیک نمایید.

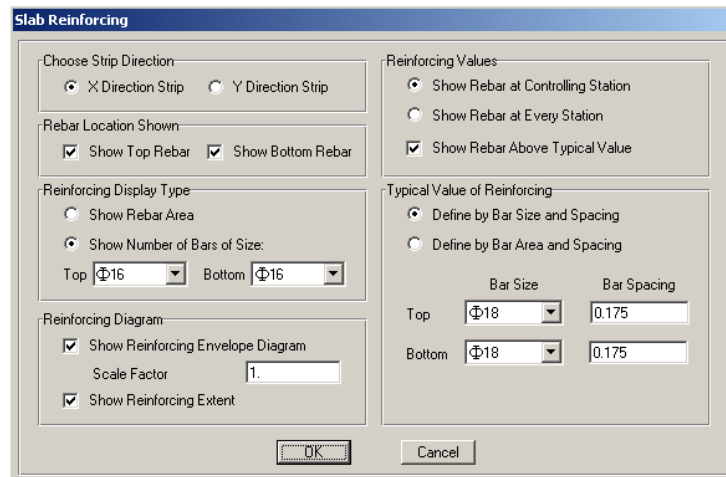
۶.۶ طراحی مدل

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

۷.۶ تنظیم آرماتورهای پی

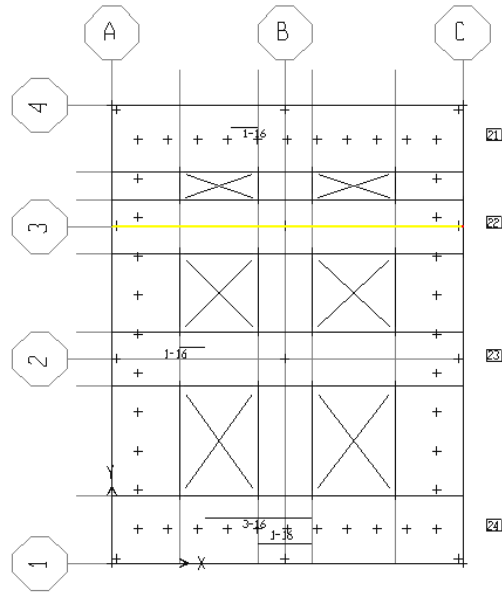
جهت تنظیم آرماتورهای پی به ترتیب زیر عمل نمایید.

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

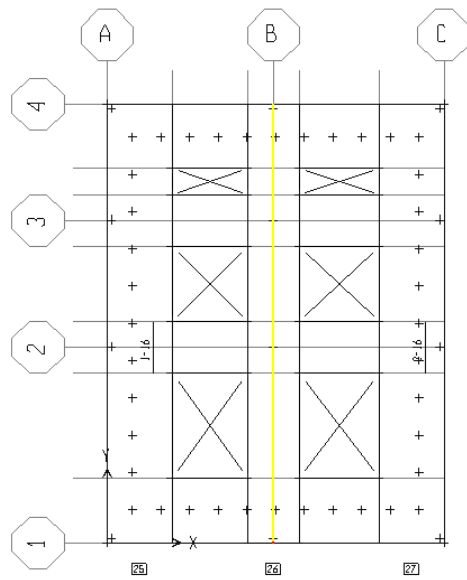


در جعبه باز شده:

- ◀ از قسمت Reinforcing Display Type حالت Show Number of Bars of size را فعال کرده، و قسمت Top و Bottom سایز آرماتورهای تقویتی را برابر $\Phi 16$ وارد نمایید.
- ◀ از قسمت Reinforcing Value 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 $0/175$ متر وارد نمایید.
- سایز و فاصله 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 جهت Y (Y Direction Strip) را برای مشاهده آرماتورها انتخاب کرد.
- ◀ روی دکمه OK کلیک کنید.



شکل ۷-۶



شکل ۸-۶

منابع

- ۱ - آئین نامه بتن ACI.
 - ۲ - آئین نامه بتن ایران، آبا، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه شماره ۱۲۰.
 - ۳ - بارهای وارد بر ساختمان، مبحث ششم مقررات ملی ساختمان.
 - ۴ - بهروش، علاءالدین، ۱۳۷۳، مفاهیم اساسی تئوری تحلیل سازه‌ها، چاپ دوم، تبریز، انتشارات دانشگاه تبریز.
 - ۵ - پوربابا، مسعود، ۱۳۸۵، تحلیل و طراحی پروژه‌های کاربردی با استفاده از نرم‌افزار ETABS2000، انتشارات علمیران.
 - ۶ - طرح و اجرای ساختمانهای فولادی، مبحث دهم مقررات ملی ساختمان.
 - ۷ - کاوه، علی، ۱۳۷۳، تحلیل سازه‌ها، چاپ پنجم، تهران، مرکز نشر دانشگاهی.
 - ۸ - مقدم، حسن، ۱۳۸۲، مهندسی زلزله، چاپ دوم، تهران، انتشارات فراهنگ.
 - ۹ - ناطقی الهی، فریبرز و مرادی شقاقی، طالب، ۱۳۸۵، طراحی و تحلیل سازه‌های بتنی در مناطق زلزله‌خیز، چاپ اول، تهران، انتشارات اتحاد.
 - ۱۰ - نرم‌افزار تحلیل و طراحی دال‌ها و پی‌های بتن آرمه SAFE.
 - ۱۱ - نرم‌افزار تحلیل و طراحی سه بعدی سیستم‌های ساختمانی ETABS2000.
 - ۱۲ - ویرایش سوم آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
 - ۱۳ - بارگذاری استاتیکی سیستم‌های خریایی، ۱۳۸۳، استاندارد ۶۶۱۲، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، پوربابا، مسعود، (عضو کمیسیون تدوین).
 - ۱۴ - کف‌های بتنی پیش ساخته، عملکرد تحت بار غیرمتمرکز، ۱۳۸۳، استاندارد ۷۸۲۴، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، پوربابا، مسعود (عضو کمیسیون تدوین).
 - ۱۵ - کف‌های بتنی پیش ساخته، عملکرد تحت بار متمرکز، ۱۳۸۳، استاندارد ۷۸۲۵، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، پوربابا، مسعود، (عضو کمیسیون تدوین).
10. Wilson, E, L., Dovey, H, H. and Habibullah, A., 1981a, Theoretical Basic for TABS80: "A computer Program for Three-Analysis of Building Systems, "Technical Report K-81-2, Computers/Structures International, Oakland, California, 1981. Dimensional.

