فهرست مطالب

فصل اول..... ۶
بررسی نقشه معماری:..... ۶
جزئیات معماری:..... ۷
انتخاب مصالح فلزی یا بتنی:..... ۷
کنترل فاصله ستون ها:..... ۷
انتخاب محل مناسب برای دیوار برشی:..... ۸
انتخاب نوع سیستم سازه ای(بارهای جانبی + ثقلی):..... ۸
انتخاب نوع سقف:..... ۹
درز انقطاع:..... ۹
تراز طبقه:..... ۹
مشخصات کلی پروژه:..... ۱۱
آموزش بارگذاری سازه:..... ۱۱
بار مرده:..... ۱۱
محاسبه بار مرده سقف طبقات:..... ۱۱
محاسبه بار مرده سقف پشت بام:..... ۱۲
جزئیات دیوار پیرامون ۲۰سانتی(بدون نما):..... ۱۳
جزئیات دیوار پیرامون ۲۰سانتی(نمادار):..... ۱۴
جزئیات دیوار جان پناه:..... ۱۵
جزئیات دیوار ۱۰سانتی(پارتیشن):..... ۱۵
محاسبه بار معادل تیغه بندی:..... ۱۶
جزئیات پله:..... ۱۷
بار زنده:..... ۱۷

بار برف:..... ۱۸
خلاصه بارگذاری:..... ۱۹
بررسی نامنظمی سازه :..... ۱۹
انواع نامنظمی :..... ۱۹
نامنظمی در پلان:..... ۱۹
نامنظمی در پلان(طبق بند ۱-۷-۱ آیین نامه ۲۸۰۰):..... ۱۹
نامنظمی هندسی..... ۱۹
نامنظمی پیچشی:..... ۲۰
نامنظمی در دیافراگم:..... ۲۰
نامنظمی خارج از صفحه:..... ۲۰
نامنظمی سیستم های موازی:..... ۲۰
نامنظمی در ارتفاع(طبق بند ۱-۷-۲ آیین نامه ۲۸۰۰):..... ۲۲
نامنظمی هندسی:..... ۲۲
نامنظمی جرمی:..... ۲۲
نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی:..... ۲۲
نامنظمی سختی جانبی:..... ۲۲
محدودیت در احداث ساختمان های نامنظم:..... ۲۴
محدودیت های روش تحلیل خطی استاتیکی:..... ۲۴
محاسبه ضریب زلزله:..... ۲۵
میزان درصد مشارکت بار مرده وزنده در تعیین وزن لرزه ای سازه:..... ۲۸
فصل دوم:..... ۲۹
تعریف خطوط شبکه :..... ۲۹
تنظیمات مربوط به واحد اندازه گیری:..... ۳۴
تعریف مصالح:..... ۳۴

تعریف بتن C21 : ۳۴
تعریف بتن C0 : ۳۶
تعریف میلگرد: ۳۷
تعریف مقاطع (تیر وستون): ۳۸
تعریف مقطع ستون: ۳۸
تعریف ستون ۴۵*۴۵ : ۳۹
تعریف مقطع تیر: ۴۱
تعریف تیر ۴۰*۴۰ : ۴۱
تعریف سقف: ۴۳
تعریف دال بتنی: ۴۳
تعریف سقف تیرچه بلوک: ۴۵
معرفی الگو ی بار: ۴۷
اعمال قاعده ۳۰-۱۰۰: ۴۹
معرفی الگوی بار Mass : ۵۱
بار قائم زلزله: ۵۱
حالت بار ها: ۵۱
تعیین درجه نامعینی سازه(ρ): ۵۳
تعریف ترکیب بار ها: ۵۴
محاسبه وزن لرزه ای سازه: ۵۶
فصل سوم: ۵۷
ترسیم ستون ها: ۵۷
ترسیم تیرها: ۵۹
ترسیم تیر به تیر(جای آسانسور): ۶۰
ترسیم سقف: ۶۳

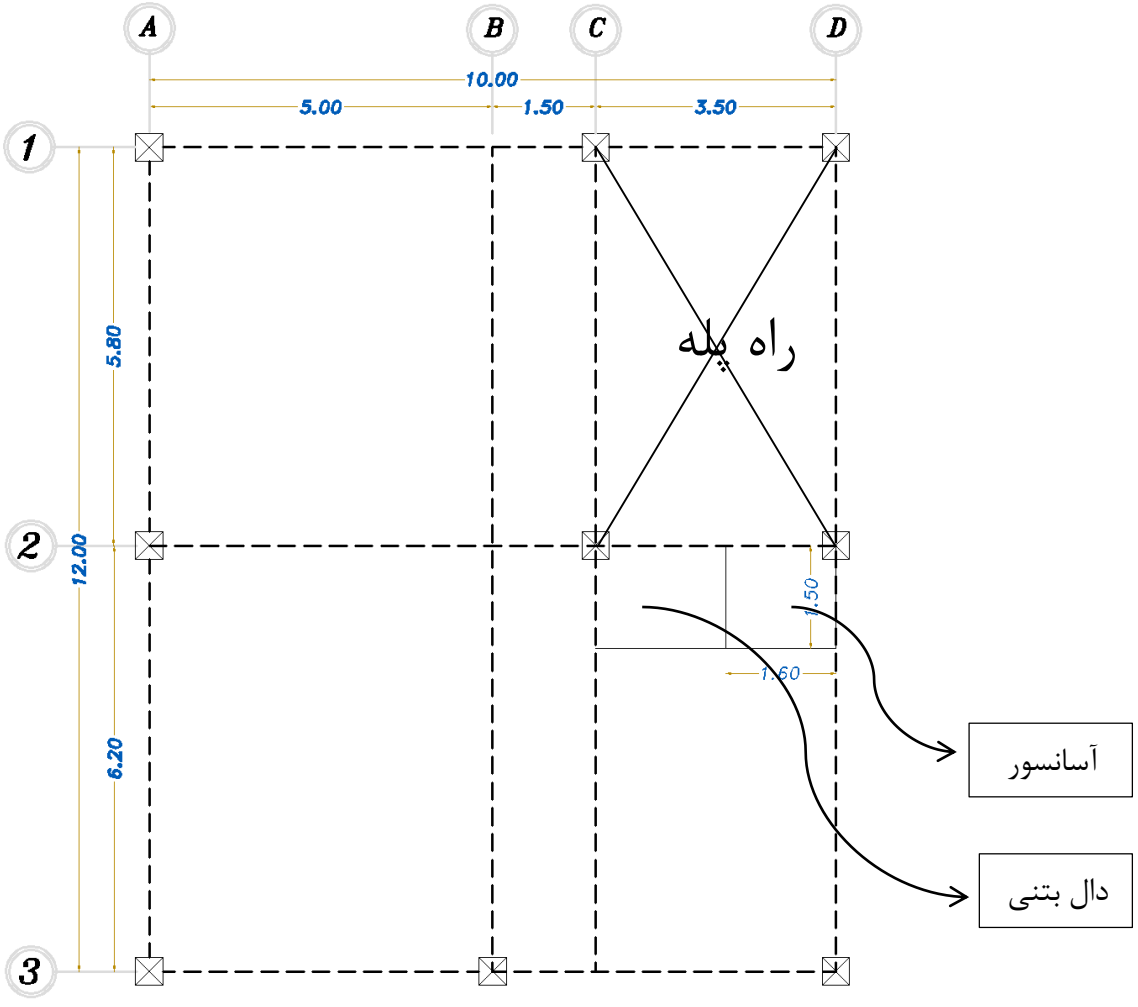
فصل چهارم:..... ۶۶
بارکذاری دیوار های پیرامون بدون نما:..... ۶۶
بارکذاری دیوار های پیرامون با نما:..... ۶۷
بارگذاری دیوار های جان پناه وخرپشته:..... ۶۷
بارگذاری بار مرده سقف طبقات:..... ۶۷
بارگذاری بار مرده سقف پشت بام وخرپشته:..... ۶۸
بارگذاری بار زنده سقف طبقات:..... ۶۸
بارگذاری بار زنده سقف پشت بام وخرپشته:..... ۶۸
بارگذاری بار تیغه بندی در طبقات:..... ۶۹
اصلاح بار دیوار های پیرامون پشت بام Mass :..... ۷۰
ا صلاح بار دیوار های پیرامون طبقه اول Mass :..... ۷۰
اصلاح بار سقف پشت بام Mass :..... ۷۱
اصلاح بار سقف طبقه اول Mass :..... ۷۲
بارگذاری راه پله:..... ۷۲
فصل پنجم:..... ۷۳
اختصاص تکیه گاه گیردار به پای ستون (ستون متصل به پی):..... ۷۳
اختصاص نواحی صلب:..... ۷۳
دیافراگم صلب:..... ۷۴
اعمال ضریب ترک خودگی در ستون ها:..... ۷۵
اعمال ضریب ترک خودگی در ستون ها:..... ۷۶
فصل ششم:..... ۷۷
تنظیمات تحلیل سازه:..... ۷۷
تنظیمات P-Delta:..... ۷۸
تعیین درجات آزادی سازه:..... ۷۸

کنترل سازه از نظر ترسیمات:..... ۷۸
تحلیل سازه:..... ۷۹
فصل هفتم:..... ۸۰
نمایش بار های وارد برسازه:..... ۸۰
نمایش لنگر ، برش ، نیروی محوری و پیچشی:..... ۸۱
فصل هفتم:..... ۸۲
تنظمیات طراحی:..... ۸۲
تعیین ترکیب های بار طراحی:..... ۸۲
تعیین شکل پذیری سازه:..... ۸۳
عملیات طراحی:..... ۸۳
اطلاعات بعد از طراحی:..... ۸۳
طراحی دستی:..... **Error! Bookmark not defined.**
کنترل های سازه :..... **Error! Bookmark not defined.**
نتایج ETABS 2015 با ETABS 9.7.4:..... ۱۲۰
طراحی سازه با آیین نامه بتن آمریکا (به صورت دستی):..... ۱۴۰
طراحی سازه با آیین نامه بتن کانادا (به صورت دستی):..... ۲۰۰
مقایسه آیین نامه بتن ایران با آیین نامه های معتبر جهان:..... ۲۴۰
پروژه دوم (آموزش طراحی دیوار برشی با نرا فزار):..... ۳۰۰
مباحث کلی درباره سازه های بتنی مهار شده با دیوار برشی:..... ۴۲۰
منابع و مآ خذ:..... ۵۱۰

فصل اول:

بررسی نقشه معماری:

با توجه به نقشه طراحی شده توسط مهندس معمار باید مهندس محاسب یک بررسی کلی داشته باشد.برای مثال نحوه ستون گذاری و همچنین جانمایی راه پله که باید توسط چهار ستون احاطه شده باشد در بخش بعدی در مورد ستون گذاری صحبت خواهیم کرد و هم چنین نقشه معماری طوری باشد که مهندس محاسب بتواند یک سیستم سازه ای مناسب برای سازه در نظر بگیرد تا در هنگام کنترل سازه دچار مشکل جواب ندادن دریفت ومشکلات دیگر نشود.



جزئیات معماری:

ضخامت دیوار های پیرامون	۲۰ سانتی متر
ضخامت دیوار های تیغه بندی	۱۰ سانتی متر
ارتفاع طبقات مسکونی(از کف تا کف)	۳,۲ سانتی متر
ارتفاع پیلوت(از کف تا کف)	۲,۸ سانتی متر
ارتفاع خرپشته(از کف تا کف)	۲,۵ سانتی متر
طول دیوار های تیغه بندی در طبقه(مسکونی)	۲۳,۵ متر
طول دیوار های تیغه بندی در پیلوت	۵ متر
ضخامت سقف تیرچه بلوک	۳۰ سانتی متر
ضخامت دال بتنی	۱۵ سانتی متر

* در اتفاع طبقات ضخامت سقف منظور شده است.
* مساحت هر طبقه ۱۲۰ متر مربع میباشد. ساختمان مورد نظر از سمت شرق و غرب خود به ساختمان همسایه محدود می شود. از سمت شمال و جنوب به گذرگاه مشرف است.

انتخاب مصالح فلزی یا بتنی:

عامل هایی که باعث انتخاب مصالح فلزی یا بتنی هستند عبارتنداز:

۱) ایمنی و پایداری آن ها در برابر نیر وهای وارده
۲) نحوه اجرا
۳) از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بودن

در مورد گزینه اول باید گفت که هر دو مصالح ایمنی و پایداری لازم را به نسبت مساوی دارند ولی دو مورد آخر می تواند معیار مناسبی برای انتخاب نوع مصالح باشد.حالا با توجه به این که دسترسی به مواد تهیه بتن مثل شن و ماسه و... در هر جایی ممکن است پس از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر می باشد وهم چنین سرمایه اولیه کمتری نسبت به فولاد میخواهد زیرا با توجه به پیشرفت کار در سازه بتنی سرمایه به پروژه تزریق می شود ولی در سازه فلزی باید آهن الات رو باید یکجا تهیه کرد.

هر دو سازه فلزی و بتنی به افراد اجرایی ماهر نیاز دارد و هم چنین نوع منطقه از لحاظ افراد متخصص در اجرای سازه بتنی وفلزی می تواند در انتخاب مصالح تاثیر گذار باشد .

یکی از ایراد های مهم سازه بتنی طراحی ابعاد ستون های بزرگ که فضای مفید ساختمان را اشغال میکند ولی در سازه های فلزی این مشکل وجود ندارد. ولی به هر حال در این پروژه از مصالح بتنی برای ساخت سازه استفاده خواهیم کرد

کنترل فاصله ستون ها:

۱) فاصله ستون ها ازهم در حد قابل قبول باشد. اگر فاصله ستون ها کمتر باشد فضای از سازه را اشغال کرده و هم چنین وزن سازه را بیشتر میکند که موجب می شود تیر ها در دهانه خیلی کوچک جواب نداده و بزرگ طراحی شوند. چرا سایز تیر ها بزرگ می شود؟

۲) فواصل معقول بین ۴ تا ۶ متر می باشد. ولی در صورت لازم می توان تا حداکثر ۸ متر فاصله ستون ها رو افزایش داد. آیا می توان فاصله ستون ها بیش از ۸ متر در نظر گرفت؟
۳) چهار طرف راه پله باید ستون گذاری شودو اگر آسانسور وجود دارد حدالامکان ستون در هر طرف آن باشد ولی به هر حال حالت های خاصی وجود دارد که امکان ستون گذاری نیست که در پروژهایی که کار خواهیم کرد توضیح داده می شود.
۴) اگر در جای از سازه نیازی به اجرای طره باشد باید سعی شود تیر طره به ستون متصل شود.
۵) مهندس معمار با مشورت با مهندس محاسب سعی کند که ستون ها در یک امتداد باشند.درجا هایی که شکستگی در سازه است سعی شود ستونی درآن جا در نظر گرفته شود.

انتخاب محل مناسب برای دیوار برشی:

چون در پروژه اول سعی بر آن است که مطالب پایه را اول آموزش بدهیم از دیوار برشی استفاده نخواهیم کرد و سیستم سازه را قاب خمشی متوسط در نظر می گیریم.

در پروژه دوم به صورت مفصل از جانمایی و طراحی دیوار برشی صحبت خواهیم کرد.

انتخاب نوع سیستم سازه ای(بارهای جانبی + ثقلی):

به دلیل اینکه مصالح سازه ما بتنی است پس ما می توانیم از این سیستم های سازه ای زیر استفاده کنیم:

۱) قاب خمشی بتن مسلح معمولی
۲) قاب خمشی بتن مسلح متوسط
۳) قاب خمشی بتن مسلح ویژه
۴) قاب خمشی بتن مسلح متوسط + دیوار برشی بتن مسلح متوسط
۵) قاب خمشی بتن مسلح متوسط + دیوار برشی بتن مسلح ویژه
۶) قاب خمشی بتن مسلح ویژه + دیوار برشی بتن مسلح ویژه

هر یک از این سیستم ها محدودیت خاص خود را دارد مثلا برای مثال قاب خمشی بتن مسلح معمولی را نمی توان برای سازه های که ارتفاع آن ها بیش از ۱۵ متر است استفاده کرد و هم چنین برای ساختمان هایی با اهمیت خیلی زیاد و زیاد در تمام مناطق لرزه خیزی و برای ساختمان هایی با اهمیت متوسط در مناطق لرزه خیزی ۱و ۲ مجاز نمی باشد.

برای اطلاع بیشتر از نوع سیستم های سازه ای و محدودیت های از لحاظ ارتفاع و نوع لرزه خیزی هر کدام از آن ها می توانید به جدول (۳-۴) آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم مراجعه کنید.

پس ما برای این پروژه نوع سیستم سازه ای را قاب خمشی بتن مسلح متوسط در نظر می گیریم که حداکثر می توانیم تا ارتفاع ۵۰ متر از این سیستم استفاده می کنیم.

محدودیت قاب خمشی بتن مسلح متوسط: در این سازه ها فاصله خاموت ها از یکدیگردر ناحیه ویژه دوانتهای ستون ها نباید از ۱۵ سانتی متر بیشتر باشد.

در پروژه های بعدی در مورد سیستم های دیگر مفصل صحبت خواهیم کرد.

انتخاب نوع سقف:

تحمل بار های ثقلی(مرده و زنده) وانتقال آن به تیر و ستون یکی از وظایف سقف ساختمانی می باشد. چون بیشترین جرم سازه در سقف است باید از لحاظ دیافراگمی عملکرد مناسبی داشته باشد تا نیروهای جانبی وارد به سازه را به طور کامل به اعضای باربر برساند. انواع سقف های متداول:

۱) سقف تیرچه بلوک	**در سازه های بتنی کاربرد دارد و توزیع بار به صورت یکطرفه است**
۲) دال یکرفه	
۳) دال دو طرفه	**در سازه های بتنی کاربرد دارد و توزیع بار به صورت دوطرفه است**
۴) سقف تیرچه کرومیت	**در سازه های فولادی کاربرد دارد و توزیع بار به صورت یکطرفه است**
۵) سقف کامپوزیت ساده	
۶) سقف عرشه فولادی	

حالا ما برای سقف سازه از سقف تیرچه بلوک استفاده می کنیم که در قسمت طراحی دستی روش طراحی این نوع سقف ها به صورت جامع گفته شده است. در ضمن جلوی آسانسور قسمتی وجود دارد که به صورت دال طراحی می شود.

درز انقطاع:

به دلیل اینکه در هنگام زلزه ساختمان مورد نظر دچار ارتعاشاتی می شود که ممکن است بهساختمان مجاور آسیب برساند برای جلوگیری از برخورد ساختمان مورد‌نظر با ساختمان همسایه مجاور آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ موضوع درز انقطاع را مطرح می کند که مطابق بند(۱-۴-۱) آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ داریم:

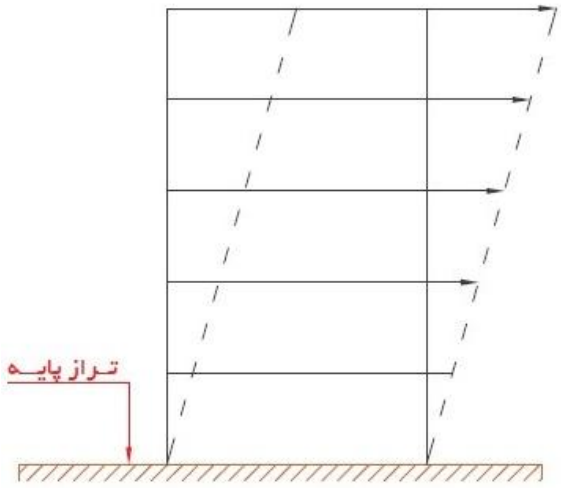
۱) برای ساختمان ۸ طبقه یا کمتر (با اهمیت کم یا متوسط)فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور باید حداقل برابر 0.005H آن طبقه از روی تراز پایه باشد. برای مطالعه بیشتر به کتاب زیر ذربین آیین نامه ۲۸۰۰ سری عمران م صفحات ۲۳۸ تا ۲۳۹مراجعه شود.

۲) برای ساختمان هایی بیش از ۸ طبقه (با اهمیت کم یا متوسط) و یا ساختمان هایی با اهمیت خیلی زیاد و زیاد حداقل فاصله ی هر طبقه ی ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰% مقدار تغییر مکان جانبی غیر خطی در آن طبقه باشد.

درز انقطاع =**0.005 * 15.6 = 8 cm**

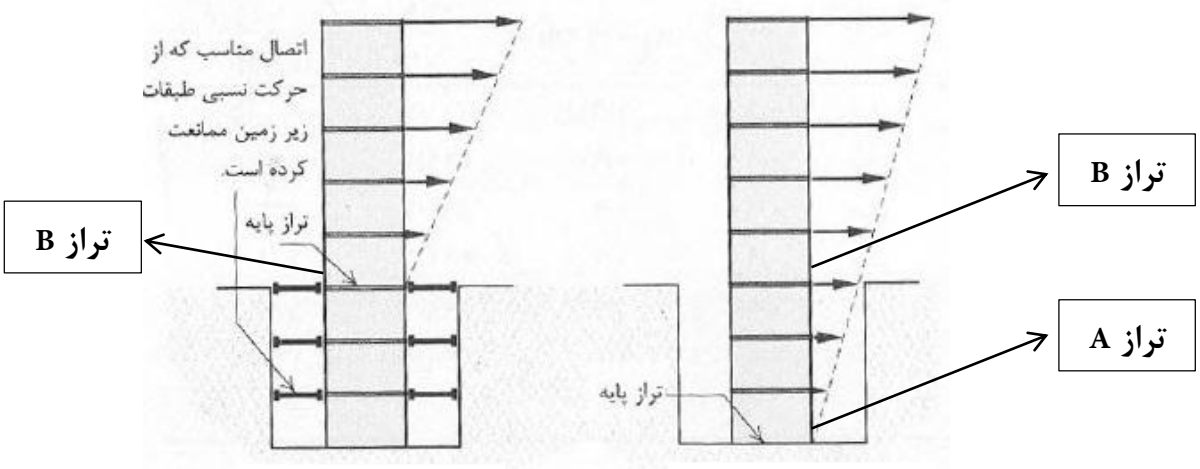
تراز طبقه:

با توجه به ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴ می توان گفت که تراز پایه ، به ترازی در ساختمان اطلاق می شود که در هنگام زلزه از آن تراز به پایین حرکتی جانبی بین ساختمان و زمین نداشته باشد.



شکل ۱-۱

برای درک بیشتر موضوع به این شکل ها توجه کنید.



شکل ۲-۱

شکل۳-۱

۱) در شکل(۲-۱) به خاطر اینکه هیچ گونه عاملی(مثل دیوار حائل) از حرکت جانبی ساختمان جلوگیری نمی کند پس تراز پایه را نمی توان از تراز B حساب کرد در این صورت تراز پایه ما تراز A خواهد بود و در ضمن اگر ازنقطه A تا B دیوار حائل و خاک متراکم بود می توانستیم تراز پایه را از نقطه B در نظر بگیریم و در صورت خاک سست باید تراز پایه از نقطه A در نظر گرفته شود.

۲) در شکل (۳-۱) تراز پایه از تراز B در نظر گرفته می شود که توضیحات آن روی شکل داده شده است.

در هر صورت در پروژه اول به دلیل اینکه زیرزمین در نقشه نیست و هم چنین دیوار حائلی در نظر گرفته نشده است پس تراز پایه از کف طبقه پیلوت تا پشت بام خواهد بود.

نویسنده: سعید مرتضوی

مشخصات کلی پروژه:

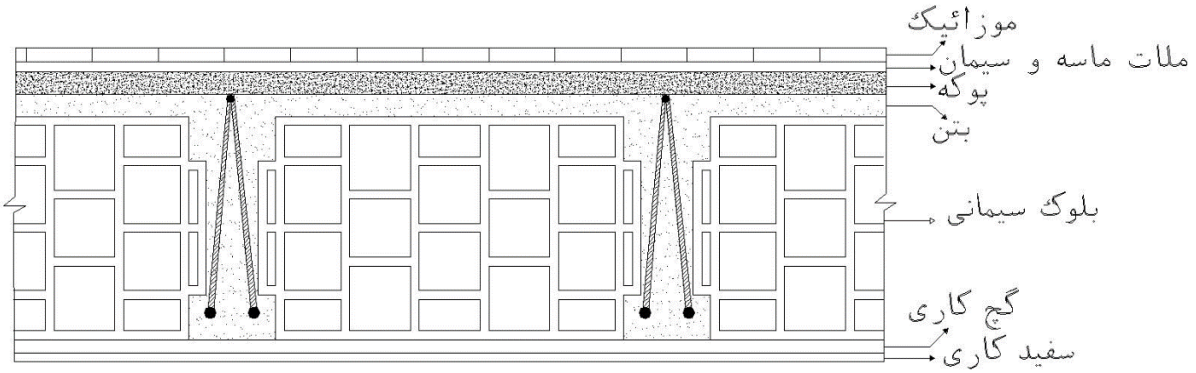
محل احداث ساختمان	شهر اردبیل
تعداد طبقات	۵ سقف
نوع زمین	گروه ۳
سیستم باربر جانبی در جهت X	قاب خمشی متوسط
سیستم باربر جانبی در جهتY	قاب خمشی متوسط
تنش مجاز خاک	$2\frac{Kg}{cm^2}$
نوع سقف	سقف تیرچه بلوک

آموزش بارگذاری سازه:

بار مرده:

شامل وزن دائمی ساختمان مانند کف ها(سقف ها) ، دیوار های پیرامون و دیوار های تیغه بندی و همچنین تاسسیات آب وفاضلاب و تهویه و... قسمت اعظم بارهای مرده در ساختمان را سقف ها و دیوارها شامل می شود.

محاسبه بار مرده سقف طبقات:

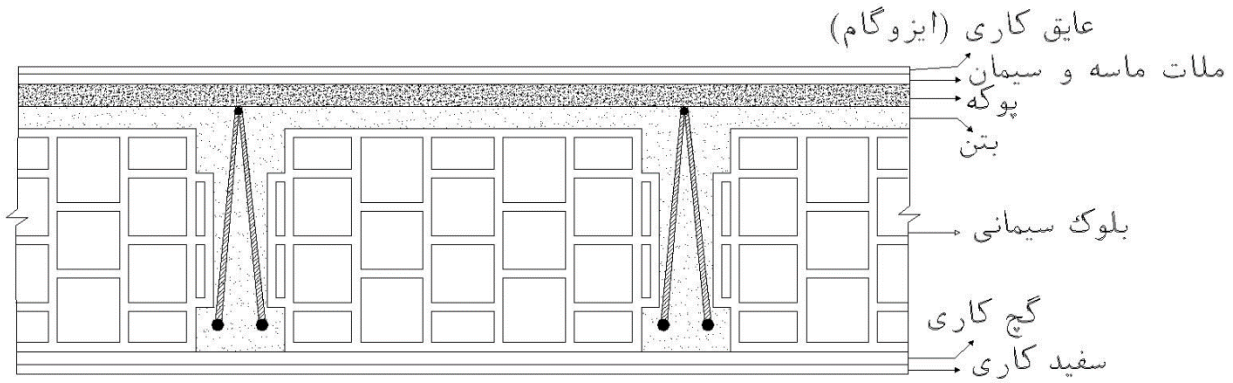


جزئیات سقف طبقات

نوع مصالح	ضخامت	وزن مخصوص	شدت بار(kg/m^2)
موزائیک	0.03	2250	67.5
ملات ماسه وسیمان	0.02	2100	42
پوکه ریزی	0.05	600	30
بتن	0.05	2500	250

بلوک سیمانی	------	-------	11×10=110
گچ کاری	0.015	1600	24
سفید کاری	0.005	1300	6.5
	جمع کل:		۵۳۰ kg/m^2

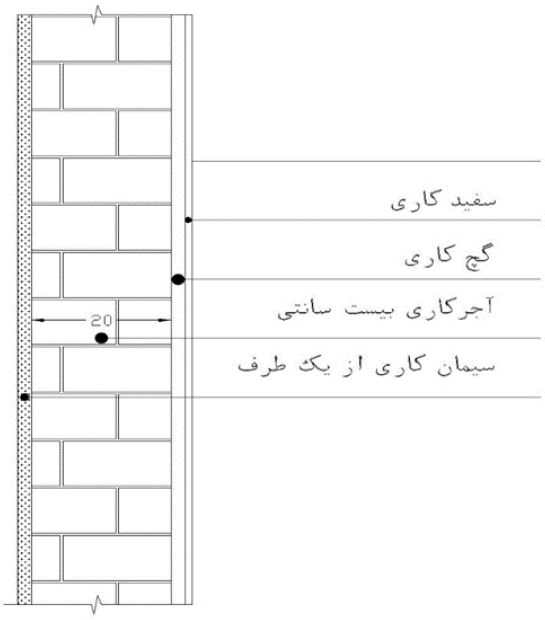
محاسبه بار مرده سقف پشت بام:



جزئیات سقف پشت بام

نوع مصالح	ضخامت	وزن مخصوص	شدت بار (kg/m^2)
ایزوگام	------	------	۱۵
ملات ماسه وسیمان	0.02	2100	42
پوکه ریزی	0.1	600	۶۰
بتن	0.05	2500	250
بلوک سیمانی	------	-------	11×10=110
گچ کاری	0.015	1600	24
سفید کاری	0.005	1300	6.5
	جمع کل:		۵۰۸ kg/m^2

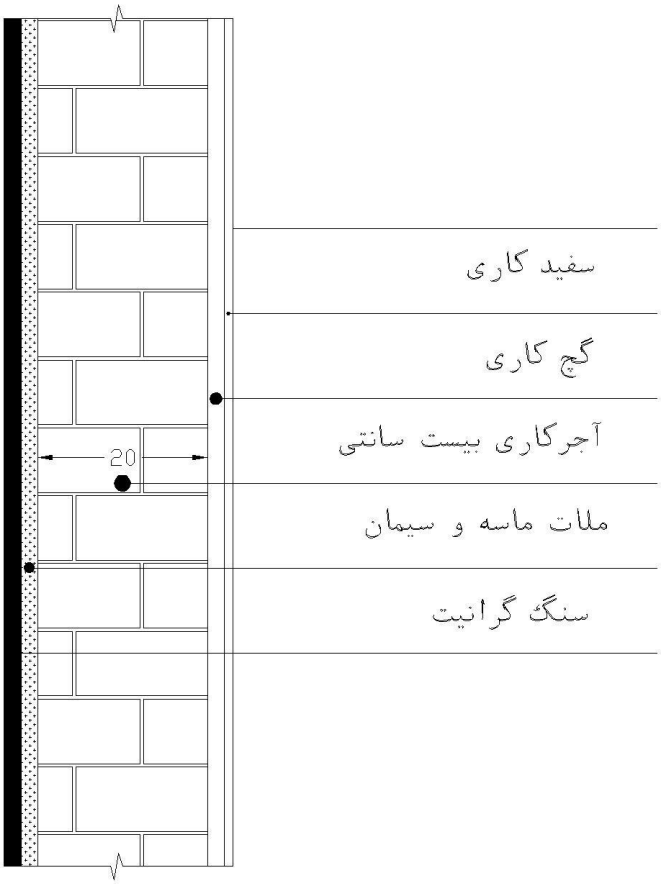
جزئیات دیوار پیرامون ۲۰سانتی(بدون نما):



جزئیات دیوار پیرامون ۲۰سانتی(بدون نما)

نوع مصالح	ضخامت	وزن مخصوص	شدت بار(kg/m^2)
آجرکاری	0.2	850	170
گچ کاری	0.015	1600	24
سفید کاری	0.01	1300	13
سیمان کاری در یک طرف	0.01	2100	21
	جمع کل:		$kg/m^2$۲۲۸

جزئیات دیوار پیرامون ۲۰سانتی(نمادار):



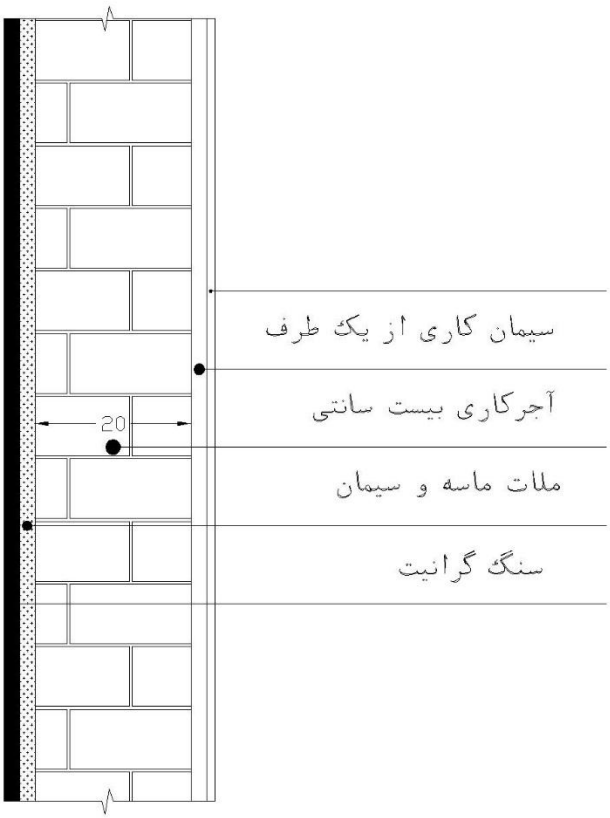
جزئیات دیوار پیرامون ۲۰سانتی(نمادار)

نوع مصالح	ضخامت	وزن مخصوص	شدت بار(kg/m^2)
آجرکاری	0.2	850	170
گچ کاری	0.015	1600	24
سفید کاری	0.01	1300	13
ملات ماسه وسیمان	0.02	2100	42
سنگ گرانیت	0.02	2800	56
	جمع کل:		$kg/m^2$۳۰۵

نکته: با اعمال ضریب بازشو داریم:

$305 \times 0.7 = 214$ kg/m^2

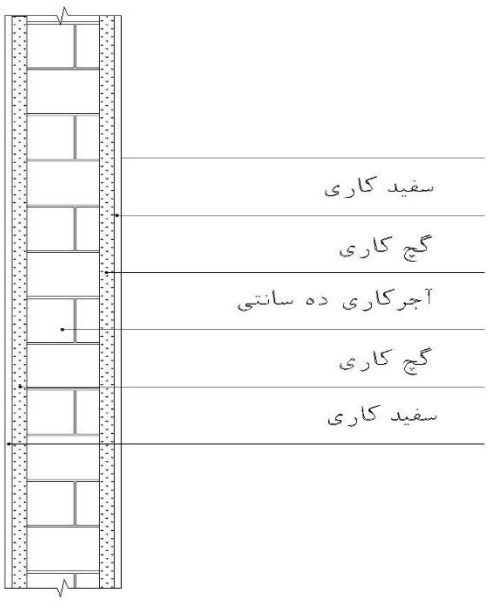
جزئیات دیوار جان پناه:



جزئیات دیوار جان پناه

نوع مصالح	ضخامت	وزن مخصوص	شدت بار (kg/m^2)
آجرکاری	۰,۲	۸۵۰	۱۷۰
سیمان کاری	۰,۰۱	۱۶۰۰	۲۱
ملات ماسه وسیمان	۰,۰۲	۲۱۰۰	۴۲
سنگ گرانیت	۰,۰۲	۲۸۰۰	۵۶
	جمع کل:		$kg/m^2$۲۹۰

جزئیات دیوار ۱۰سانتی(پارتیشن):



جزئیات دیوار ۱۰ سانتی (پارتیشن بندی))

نوع مصالح	ضخامت	وزن مخصوص	شدت بار (kg/m^2)
آجرکاری	۰,۱	۸۵۰	۸۵
گچ کاری از دو طرف	۰,۰۱۵	۱۶۰۰	۴۸
سفید کاری از دو طرف	۰,۰۱	۱۳۰۰	۲۶
	جمع کل:		$kg/m^2$۱۶۰

بند6-5-2-2(مبحث ششم ویرایش ۹۲):چناچه وزن هر متر مربع سطح دیوار های جدا کننده از 200 kg/m2 کمتر باشد می توانیم آن را به عنوان بار زنده به صورت گسترده در کف طبقات پخش کنیم در غیر این صورت آن را به عنوان بار مرده در محل واقعی آن در نظر می گیریم. و هر جایی که با زنده آن بیش از 400 kg/m2 باشد نیازی به بار تیغه بندی نیست.

محاسبه بار معادل تیغه بندی:

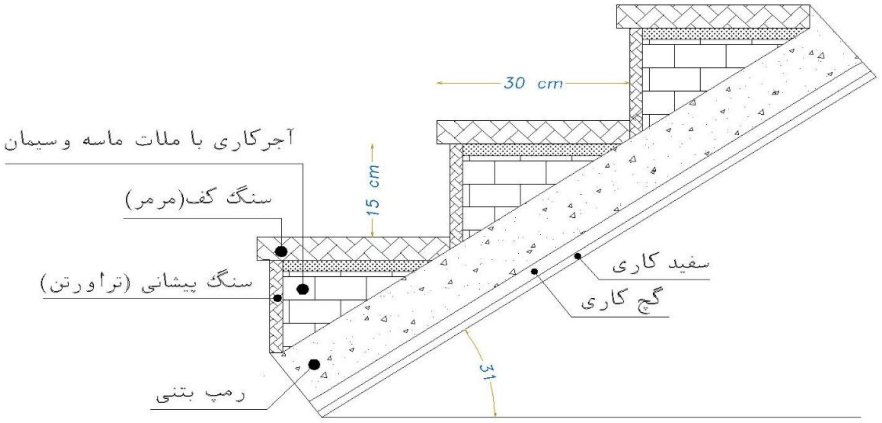
مساحت	ارتفاع	طول پارتیشن	طبقه
$120\ m^2$	2.8 – 0.3 =2.5 m	5 m	پارکینگ
$120\ m^2$	3.2 – 0.3 =2.9 m	23.5 m	طبقات

$$\text{پارکینگ} = \frac{5\times2.5\times160}{120} = 16.67 \xrightarrow{\text{طبق بند 6-5-2-5 مبحث ۶}} \mathbf{100}$$

$$\text{طبقات} = \frac{23.5\times2.9\times160}{120} = 90.87 \longrightarrow \text{100}$$

طبق بند 6-5-2-5 مبحث ۶

جزئیات پله:



جزئیات پله

نوع مصالح	ضخامت	وزن مخصوص	تعداد	شدت بار(kg/m^2)
سنگ مرم	۰,۰۳	2700	1	81
سنگ تراورتن پیشانی	0.15×0.02=0.003	2400	1/0.3	24
آجرکاری	0.0225	1700	1/0.3	127.5
بتن رمپ	0.1	2500	1/cos31	282.8
اندود گچ وخاک	0.02	1600	1/cos31	37.33
اندود گچ رویه	0.01	1300	1/cos31	15.16
جمع کل:				570 kg/m^2

بار زنده:

برای محاسبه بار زنده می توانید به جدول (۶-۵-۱) مبحث ششم ویرایش ۹۲ مراجعه کنید. رایج ترین آن ها در جدول زیر آمده است:

بار زنده	برحسب kg/m^2

بام های تخت وشیب دار و قوسی	۱۵۰
سالن غذاخوری و رستوران ها	۵۰۰
بالکن ها	۱,۵برابر بار زنده متصل به آن
راه پله ، راهروها	۵۰۰
اتاق ها وسایر فضای خصوصی	۲۰۰
انباری های سبک	۶۰۰
انباری های سنگین	۱۲۰۰
آسانسور	۱۲۰۰
موتورخانه	۷۵۰
محل عبور وپارک خودروهایی با وزن حداکثر ۴۰ کیلونیوتن	۳۰۰
محل عبور وپارک خودروهایی با وزن حداکثر ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن	۶۰۰

بار برف:

$$P_r = 0.7 \times C_s \times C_t \times C_e \times I_s \times P_g$$

P_g =بار برف مبنا(شهر اردبیل)= منطقه برف سنگین

$$\boldsymbol{P_g = 200kg/m2}$$

I_s =ضریب اهمیت $(I_s = 1)$

$$\gamma = 0.43p_r + 2.2 = 0.43 \times 2 + 2.2 \rightarrow \gamma = 3.06\text{kg/m2} \qquad h_p = P_r/\gamma$$

مقدار فوق از حداکثر مبحث ششم که برابر با ۴,۷ در فرض اولیه مقدار p_r به شرح زیر می باشد.

$$\boldsymbol{p_r} = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 200 = 1.4KN/\text{m2}$$

در نهایت مقدار ارتفاع برف متوازن برابر است با:

$$h_p = \frac{1.4}{3.06} = 0.457m$$

عدد بدست آمده چون از ارتفاع جان پناه کم تر است پس نمی تواند در گروه برف ریز باشد هم چنین فرض شده ساختمان باند تر از ساختمان های اطراف است لذا بام نمی تواند در گروه برف گیر قرار بگیرید در نهایت بام را نیمه برف گیر تلقی می شود.

مطابق بند 6-7-4-1 ساختمان های شهری جزوه گروه ناهمواری زیاد می باشند پس داریم :

طبق جدول 6-7-2 $C_e = 1$ طبق جدول 6-7-3 $C_t = 1$ طبق جدول 6-7-6 $C_s = 1$

$$p_r = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 200 = 140\ kg/\mathrm{m2}$$

در این جا بار زنده بام از بار برف بیش تر می باشد پس بار زنده بام را در محاسبات در نظر می گیریم.

خلاصه بارگذاری:

موقعیت	بار مرده سطحی (kg/m^2)	بار مرده خطی (kg/m)	بار زنده (kg/m^2)	بار معادل تیغه بندی
بام	**۵۰۸**	----	**150**	----
طبقه مسکونی	**۵۳۰**	----	**200**	**100**
پله	**۵۷۰**	----	**500**	----
دیوار جانبی بدون نما	----	----	**228×2.9=662**	----
دیوار جانبی با نما	----	----	**214×2.9=621**	----
دیوار جان پناه	----	----	**228×0.6=174**	----
پارکینگ	----	-----	**300**	**100**

بررسی نامنظمی سازه :

انواع نامنظمی :

۱) نامنظمی در پلان ۲) نامنظمی در ارتفاع

نامنظمی در پلان:

۱) نامنظمی هندسی
۲) نامنظمی پیچشی
۳) نامنظمی دیافراگمی
۴) نامنظمی خارج از صفحه
۵) نامنظمی سیستم های موازی

توضیحات کلی درباره ی نامنظمی ها در پلان ساختمان_ مستقیم از آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ برداشت شده است)

نامنظمی در پلان(طبق بند ۱-۷-۱ آیین نامه ۲۸۰۰):

نامنظمی هندسی

در مواردی که پس رفتگی همزمان در دو جهت در یکی از گوشه های ساختمان بیش تر از ۲۰ درصد طول پلان در آن جهت باشد.

نامنظمی پیچشی:

در مواردی که حداکثر تغییر مکان نسبی در یک انتهای ساختمان در هر طبقه ، با احتساب پیچش تصادفی و با منظور کردن $A_j = 1$ بیش از ۲۰ درصد متوسط تغییر مکان نسبی در دو انتهای ساختمان در آن طبقه باشد. دراین موارد نامنظمی (زیاد) و مواردی که این اختلاف بیشتر از ۴۰ در صد باشد نامنظمی (شدید) توصیف می شود. نامنظمی های پیچشی تنها در مواردی که دیافراگم های کف ها صلب و یا نیمه صلب هستند کاربرد پیدا می کند.

نامنظمی در دیافراگم:

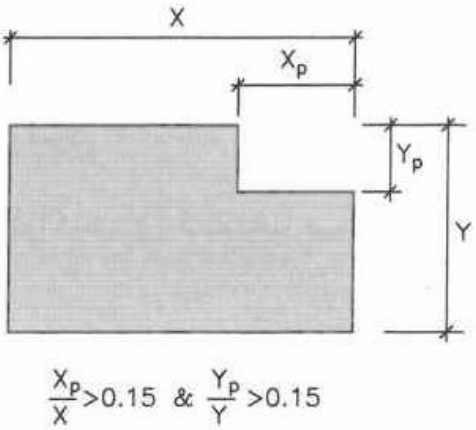
درمواردی که تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم ، به میزان مجموع سطوح بازشوی بیشتر از ۵۰ درصد سطح طبقه،و با تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم ، به میزان بیشتر از ۵۰ درصد سختی طبقات مجاور ، وجود داشته باشد.

نامنظمی خارج از صفحه:

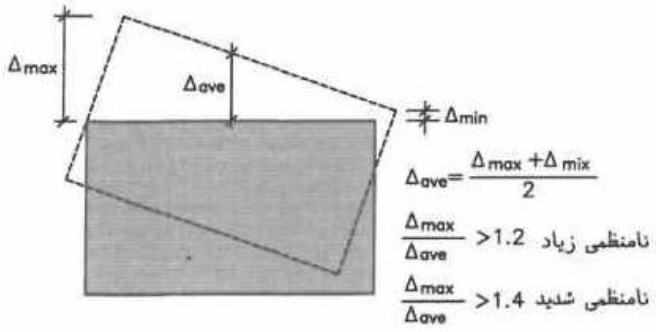
در مواردی که در سیستم باربر جانبی انقطاعی در مسیر انتقال نیروی جانبی ، مانند تغییر صفحه ، حداقل در یکی از اجزای باربر جانبی در طبقات وجود داشته باشد.

نامنظمی سیستم های موازی:

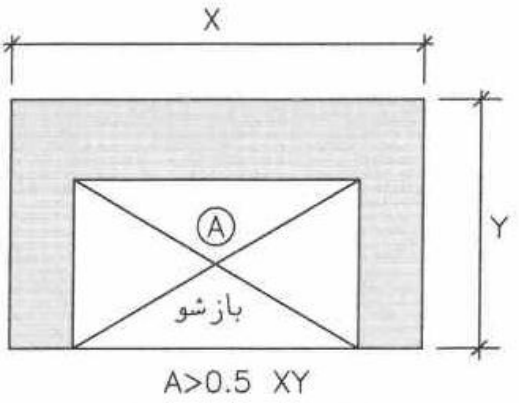
در مواردی که بعضی اجزای قائم باربر جانبی به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نباشد.



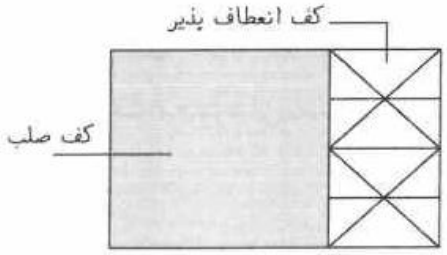
الف – نامنظمی هندسی



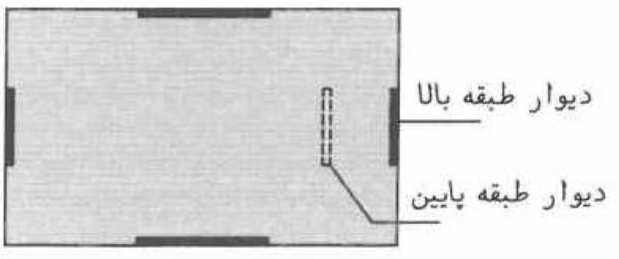
ب– نامنظمی پیچشی



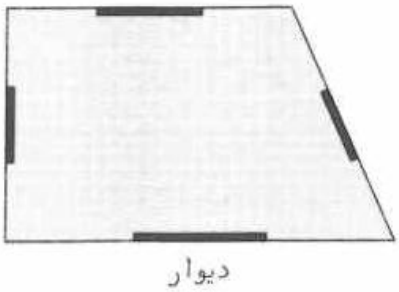
پ-۱ نامنظمی دیافراگم (درمساحت)



پ-۲ نامنظمی دیافراگم (در سختی)



ت – نامنظمی خارج از صفحه



ث – نامنظمی سیستم‌های غیرموازی

نامنظمی در ارتفاع(طبق بند ۱-۷-۲ آیین نامه ۲۸۰۰):

نامنظمی هندسی:

در مواردی که ابعاد افقی سیستم های باربر جانبیدر هر طبقهبیش تر از ۱۳۰ درصد آن در طبقات مجاور باشد.

نامنظمی جرمی:

درمواردی که جرم هر طبقه بیشتر از ۵۰ درصد با جرم های طبقات مجاور تفاوت داشته باشد.

طبقات بام وخرپشته از این تعریف استثنا هستند.

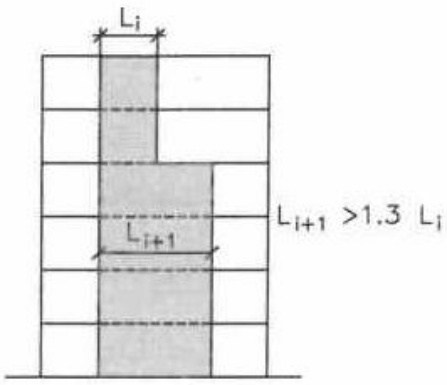
نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی:

در مواردی که مقاومت جانبی طبقه از ۸۰ درصد مقاومت جانبی طبقه روی خود کمتر باشد ، چنین طبقه ای اصطلاحا (طبقه ضعیف) نامیده می شود. در مواردی که مقدار فوق به ۶۵ درصد کاهش پیدا کند باید طبقه اصطلاحا (طبقه خیلی ضعیف) توصیف می شود.

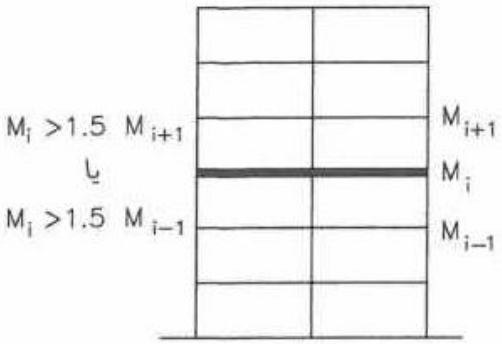
نامنظمی سختی جانبی:

در مواردی که سختی جانبی هر طبقه کم تر از ۷۰ درصد سختی جانبی طبقه روی خود و یا کم تر از ۸۰ درصد متوسط سختی های جانبی ۳ طبقه روی خود باشد .چنین طبقه ای اصطلاحا (طبقه نرم) نامیده می شود.

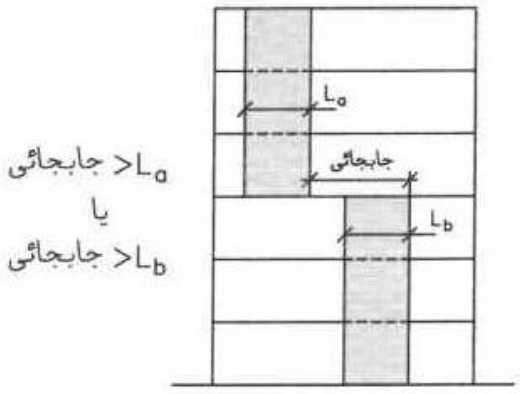
در مواردی که مقادیر فوق به ترتیب به ۶۰ درصد و ۷۰ درصد کاهش پیدا کند، طبقه اصطلاحا (طبقه خیلی نرم) توصیف می شود.



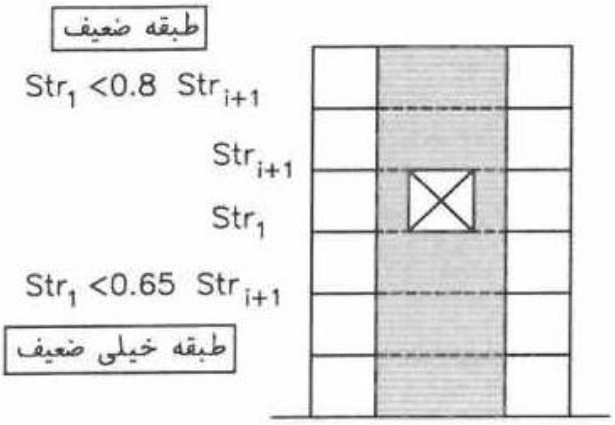
الف – نامنظمی هندسی



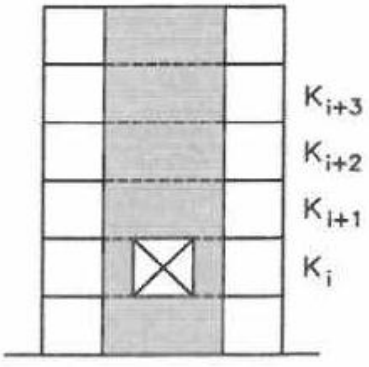
ب – نامنظمی جرمی



پ – نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی

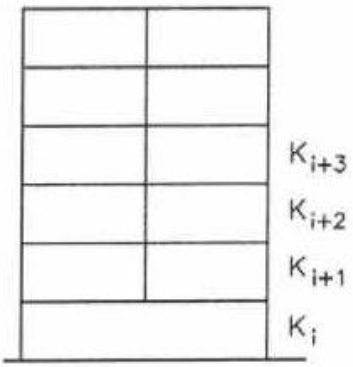


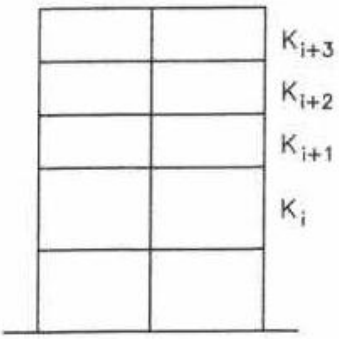
ت – نامنظمی مقاومت جانبی



$K_i < 0.6\ K_{i+1}$
یا
$K_i < 0.7/3(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})$

طبقه خیلی نرم





$K_i < 0.7\ K_{i+1}$
یا
$K_i < 0.8/3(K_{i+1}+K_{i+2}+K_{i+3})$

طبقه نرم

محدودیت در احداث ساختمان های نامنظم:

مطابق بند (۱-۷-۳) آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ :

الف- احداث ساختمان‌های با نامنظمی "طبقه خیلی ضعیف" در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر مجاز نیست و در مناطق با خطرنسبی کم، ارتفاع آنها نمی‌تواند بیش از سه طبقه و یا ۱۰ متر باشد.

ب- احداث ساختمان‌های با نامنظمی از نوع "طبقه خیلی نرم" و "شدید پیچشی" در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر، تنها بر روی زمین‌های نوع I، II و III مجاز است.

روش های تحلیل سازه :

برای تحلیل سازه روش های مختلف وجود دارد که با توجه به شرایط ذکر شده در آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ می توانیم یکی از آن ها را انتخاب کنیم. انواع روش های تحلیل سازه:

۱) روش تحلیل خطی
- تحلیل استاتیکی
- تحلیل دینامیکی
  - تحلیل طیفی
  - تحلیل تاریخچه زمانی

۲) روش تحلیل غیر خطی
- تحلیل استاتیکی غیر خطی
- تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی

در این پروژه از روش تحلیل خطی استاتیکی استفاده می کنیم.

محدودیت های روش تحلیل خطی استاتیکی:

۱) این روش در ساختمان های با ارتفاع بیش از ۵۰ متر از تراز پایه (۱۵ طبقه) مجاز نیست(در هر دو حالت منظم و نامنظم)

۲) در پلان های نمنظم بیش از ۳ طبقه و با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر ، در صصورتی که ساختمان دارای نامنظمی در پلان از نوع (زیاد و شدید پیچشی)و یا منظمی در ارتفاع از نوع (جرمی) یا طبقه نرم یا خیلی نرم نباشد میتوان استفاد کرد

نکته: روش های دینامیکی طیفی و دینامیکی تاریخچه ی زمانی برای استفاده در همه انواع سازه ها روش مناسبی می باشد.

در روش تحلیل استاتیکی معادل محاسبه برش پایه را در اینجا انجام داد ولی توزیع برش پایه در ارتفاع و توزیع نیرو در پلان سازه در جزوه آموزش تحلیل و طراحی دستی که در حال نگارش است توضیح داده شده است.

محاسبه ضریب زلزله:

به خاطر اینکه سازه در دو جهت متعامد دارای یک نوع سیستم بار جانبی(قاب خمشی متوسط) می باشد پس داریم :

$$C_x = C_y$$

T	R_u	I	B	A
زمان تناوب	ضریب رفتار ساختمان	اهمیت ساختمان	ضریب بازتاب	نسبت شتاب مبنای طرح

جدول ۲-۱ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه‌خیزی مختلف

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

با توجه به پیوست ۱ آیین نامه ۲۸۰۰ ا شهر اردبیل در پهنه با خطر نسبی زیاد قرار دارد پس نسبت شتاب مبنای طرح ۰,۳ است.

با توجه به اینکه ما برای بدست آوردن ضریب بازتاب به زمان تناوب اصلی سازه(زمان رفت وبرگشت سازه) نیاز داریم چون زمان تناوب اصلی را در اختیار نداریم زیرا تحلیلی صورت نگرفته است باید از زمان تناوب تجربی استفاده کنیم که با توجه بند (۳-۳-۳) آیین نامه ۲۸۰۰ داریم:در این اینجا فرض بر این است که جداگر ها به عنوان میانقاب عمل نمی کنند.

- در قاب‌های بتن‌آرمه

$$T= 0.05H^{0.9} \quad (۴-۳)$$

طبق بند(3-3-3-1) آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم داریم:

$T=0.05H^{0.9}=0.05\times 15.6^{0.9} \rightarrow \mathbf{T=0.59}$

$T=1.25\times 0.59 = \mathbf{0.74}$

بر مبنای تبصره بند (3-3-3-1) می توان زمان تناوب تجربی را ۲۵ درصد افزایش داد به شرطی که زمان تناوب تحلیلی از این مقدار بیشتر باشد

جدول ۲-۲ پارامترهای مربوط به روابط (۲-۲)

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

I=1 A=0.3 T=0.74 T_s=0.7 T_0=0.15 S_0=1.1 S=1.75

۲-۳-۲ ضریب اصلاح طیف، N، به شرح زیر تعیین می‌شود:

الف- برای پهنه‌های باخطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$N=1$ $T< T_s$

$$N=\frac{0.7}{4-T_s}(T-T_s)+1 \qquad T_s <T<4\ sec \qquad (۲-۳)$$

$N=1.7$ $T>4\ sec$

$$N=\left(\frac{0.7}{4-T_s}\right)\times(T-T_s)+1 \Rightarrow N=1.008$$

$B_1=S_0+(S-S_0+1)(T/T_0)$	$0<T<T_0$	
$B_1=S+1$	$T_0<T<T_s$	(۲-۲)
$B_1=(S+1)(T_s/T)$	$T>T_s$	

$$B_1=(S+1)(T_s/T)=2.601$$

$$\mathbf{B= B_1 \times N =2.601 \times 1.008 ==>B = 2.62}$$

Ω	C_d	A	B	I	R_u	T
3	4	0.3	2.62	1	5	0.74

$$C=\frac{A\times B\times I}{R_u}=0.1572$$

k: ضریبی است که با توجه به زمان تناوب نوسان اصلی سازه T از رابطه زیر به‌دست آورده می‌شود:

$$K=0.5T+0.75 \qquad 0.5 \le T \le 2.5\ Sec \qquad (۳-۷)$$

مقدار K برای مقادیر T کوچک‌تر از ۰/۵ ثانیه و بزرگ‌تر از ۲/۵ ثانیه باید به ترتیب برابر با ۱/۰ و ۲/۰ در نظر گرفته شود.

تبصره: در صورتی که وزن خرپشته ساختمان بیشتر از ۲۵ درصد وزن بام باشد، باید به عنوان یک طبقه مستقل محسوب شود. در غیر این صورت خرپشته به عنوان بخشی از بام در نظر گرفته می‌شود.

$$K= 0.5T+0.75 ==> K=1.12$$

میزان درصد مشارکت بار مرده وزنده در تعیین وزن لرزه ای سازه:

جدول ۳-۱ درصد میزان مشارکت بار زنده و بار برف در محاسبه نیروی جانبی زلزله

محل بار زنده	درصد میزان بار زنده
بام‌های ساختمان‌ها در مناطق با برف زیاد، سنگین و فوق سنگین	۲۰
بام‌های ساختمان‌ها در سایر مناطق	-
ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل‌ها و پارکینگ‌ها	۲۰
بیمارستان‌ها، مدارس، فروشگاه‌ها، ساختمان‌های محل اجتماع یا ازدحام	۲۰
کتابخانه‌ها و انبارها (با توجه به نوع کاربری)	حداقل ۴۰
مخازن آب و یا سایر مایعات	۱۰۰

چون ما در این پروژه وزن لرزهای سازه را به صورت دستی پیدا نکردیم پس نمی توانیم برش پایه بدست بیاوریم و این کار بر عهده ی نرم افزار می گذاریم . به عنوان یک نکته آیین نامه ای قبلا در ویرایش سوم ۲۸۰۰ یک پارامتری با عنوان نیروی شلاقی بود که در آیین نامه جدید ۲۸۰۰ نیروی شلاقی حذف شده به جای آن ارتفاع طبقه را به توان K رفته است که توزیع بار جانبی را به صورت غیر خطی میکند که به واقعیت نزدیک تر باشد.

برای درک بهتر توزیع نیروی زلزله به جزوه ی تحلیل و طراحی دستی که به زودی منتشر می شود مراجعه شود .

فرمول برش پایه کل ساختمان: V=CW

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ما نمی توانیم بار باد وزلزله را همزمان وارد کنیم و چون وزن سازه بیشتز از سطح ان است پس بار زلزله غالب است. در پروژه سوم نحوه ی محاسبه بار باد مطابق آیین نامه جدید توضیح داده شده است.

۳-۳-۶ توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان

نیروی برشی پایه V_u، که طبق بند (۳-۳-۱-۱) محاسبه شده است، مطابق رابطه زیـر در ارتفاع ساختمان توزیع می‌گردد:

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

در این رابطه:

F_{ui}: نیروی جانبی در تراز طبقه i

W_i: وزن طبقه i شامل وزن سقف و قسمتی از سـربار آن مطـابق جـدول (۳-۱) و نصـف وزن دیوارها و ستون‌هایی که در بالا و پایین سقف قرار گرفته‌اند.

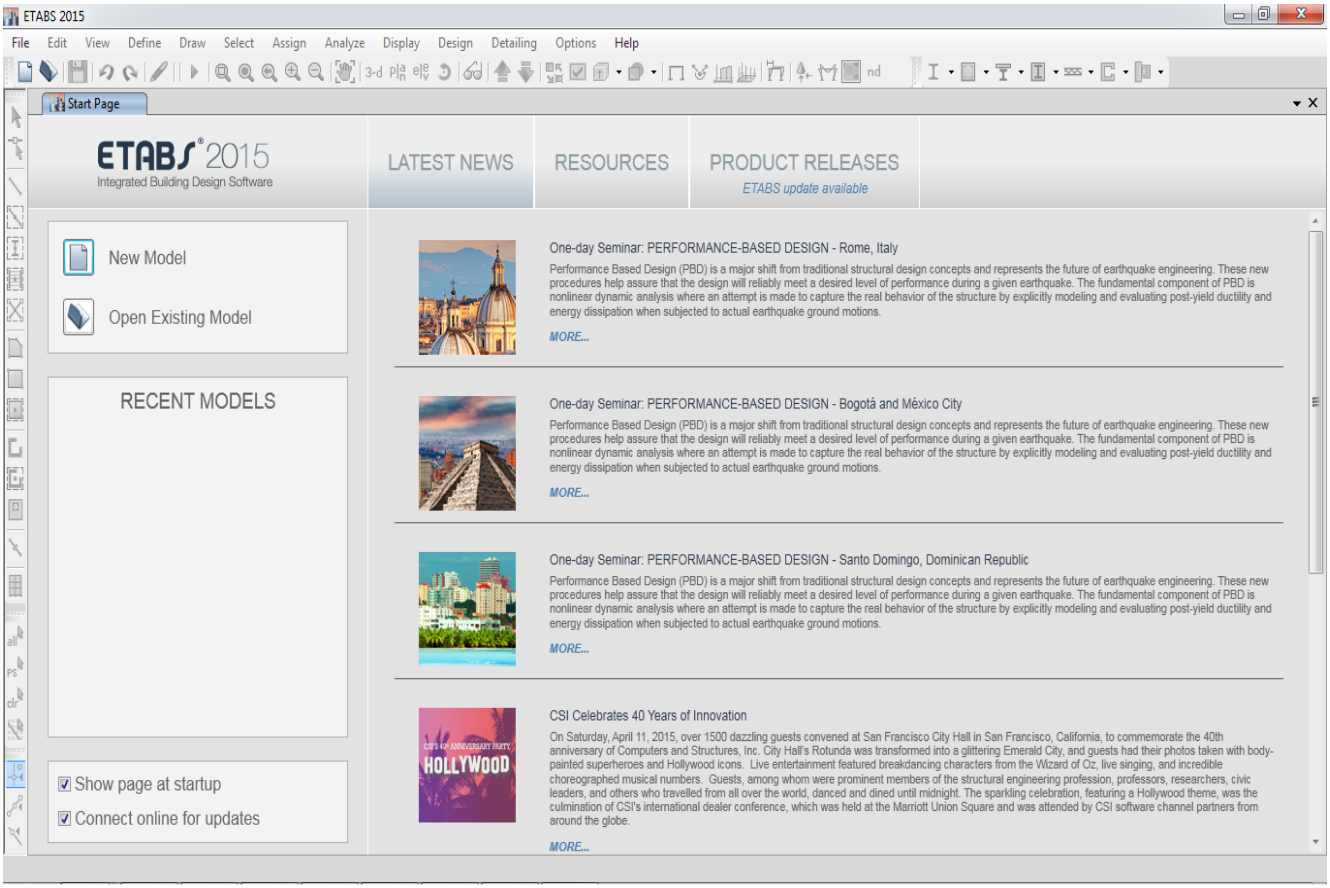
h_i: ارتفاع تراز سقف طبقه i از تراز پایه

n: تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

فصل دوم:

تعریف خطوط شبکه :

ابتدا نرم افزار ETABS 2015 را اجرا می کنیم بعد از اجرا شدن نرم افزار محیطی همانند شکل زیر ظاهر می شود:

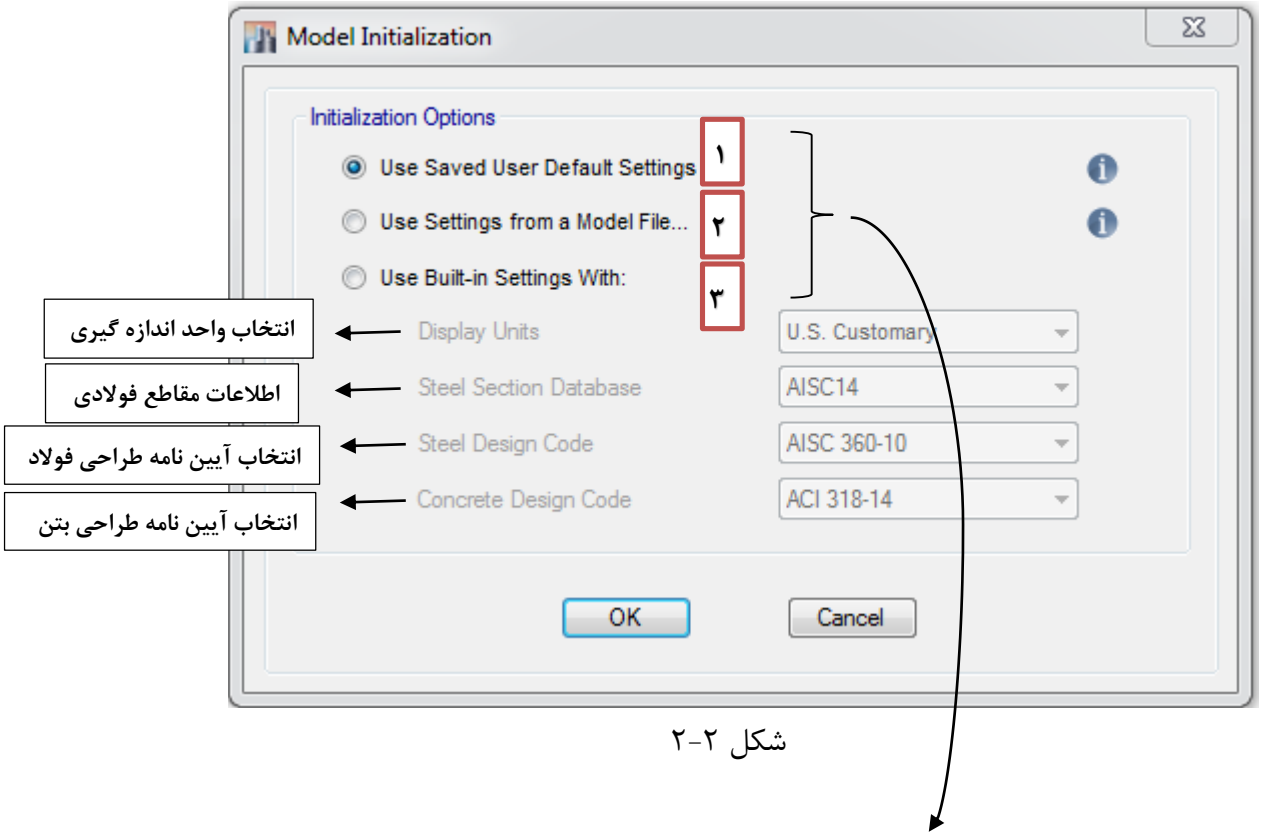


شکل ۲-۱ نمایی از نرم افزار ETABS 2015

برای ایجاد یک پروژه یا مدل جدید در ایتبس ۲۰۱۵ مسیر زیر را دنبال می کنیم:

منوی File > NewModel … (Ctrl + N)

بعد از اجرای این دستور شکل (۲-۲) بر روی صفحه نمایش ظاهر می شود که گزینه های موجود بر روی پنجره در شکل (۲-۲) توضیح داده شده است:



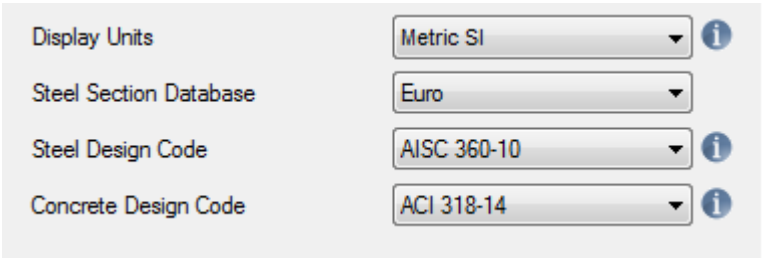
شکل ۲-۲

شماره ۱) استفاده از پیش فرض هایی که کاربر قبلا به نرم افزار تعریف کرده است.

شماره ۲) با انتخاب این گزینه ، می توانیم از اطلاعات موجود در پروژه های که قبلا کار کرده ایم استفاده کنیم

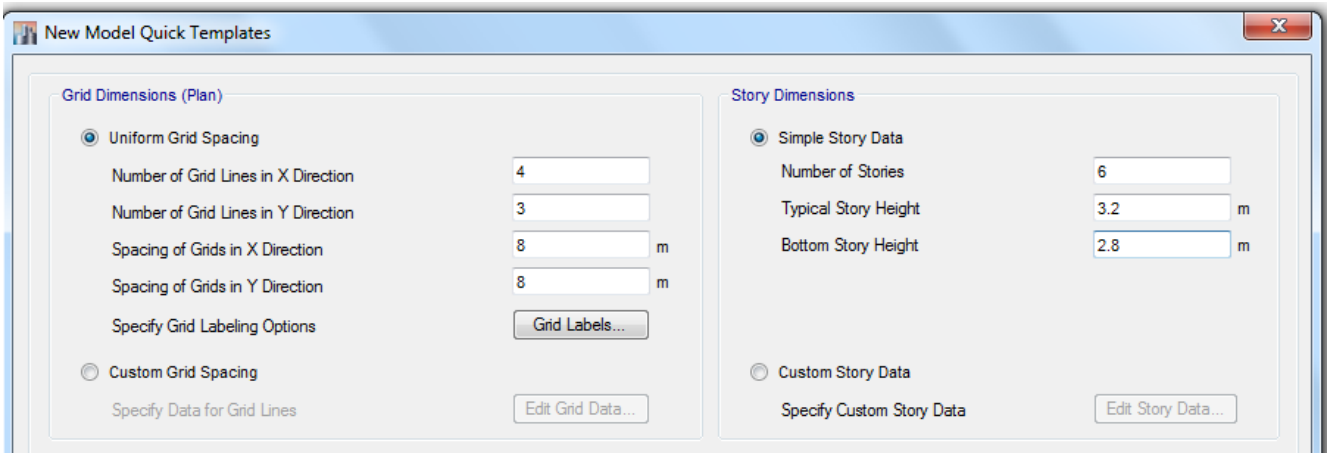
شماره ۳) با انتخاب این گزینه، گزینه هایی که در شکل بالا می بینید غیر فعال هستند فعال می شود. مثل (Display Units)

به خاطر اینکه ما پروژه اول را کار می کنیم و از قبل پروژه ای در نرم افزار کار نکرده ایم ابتدا باید گزینه شماره ۳ را که (Use Buit-in Settings With) را انتخاب کنیم. مانند شکل (۲-۳) تنظیمات را انجام می دهیم



شکل ۲-۳

بعد دکمه OK را زده و پنجره ی New Model Quick Templates باز می شود که در این پنجره باید تعداد ستون ها و فاصله ی آن ها و همچنین تعداد طبقات و ارتفاع طبقات درج گردد. مانند شکل (۲-۴)

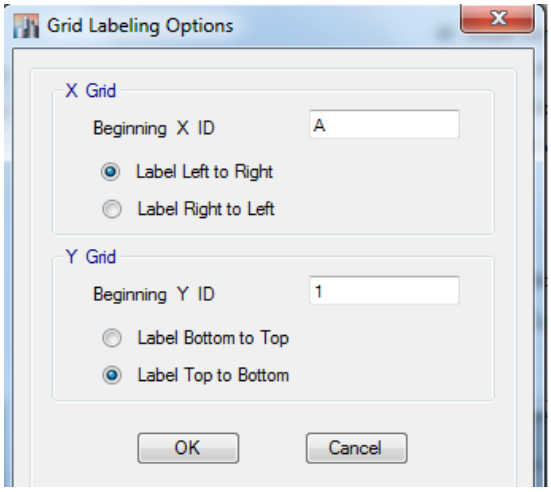


شکل ۴-۲

توضیحاتی در مورد کادر Grid Dimensions (plan):

Number of Grid Lines in X Direction	تعداد ستون های موجود در جهت X
Number of Grid Lines in Y Direction	تعداد ستون های موجود در جهت Y
Spacing of Grid in X Direction	فاصله آکس به آکس ستون ها در جهت X
Spacing of Grid in Y Direction	فاصله آکس به آکس ستون ها در جهت Y

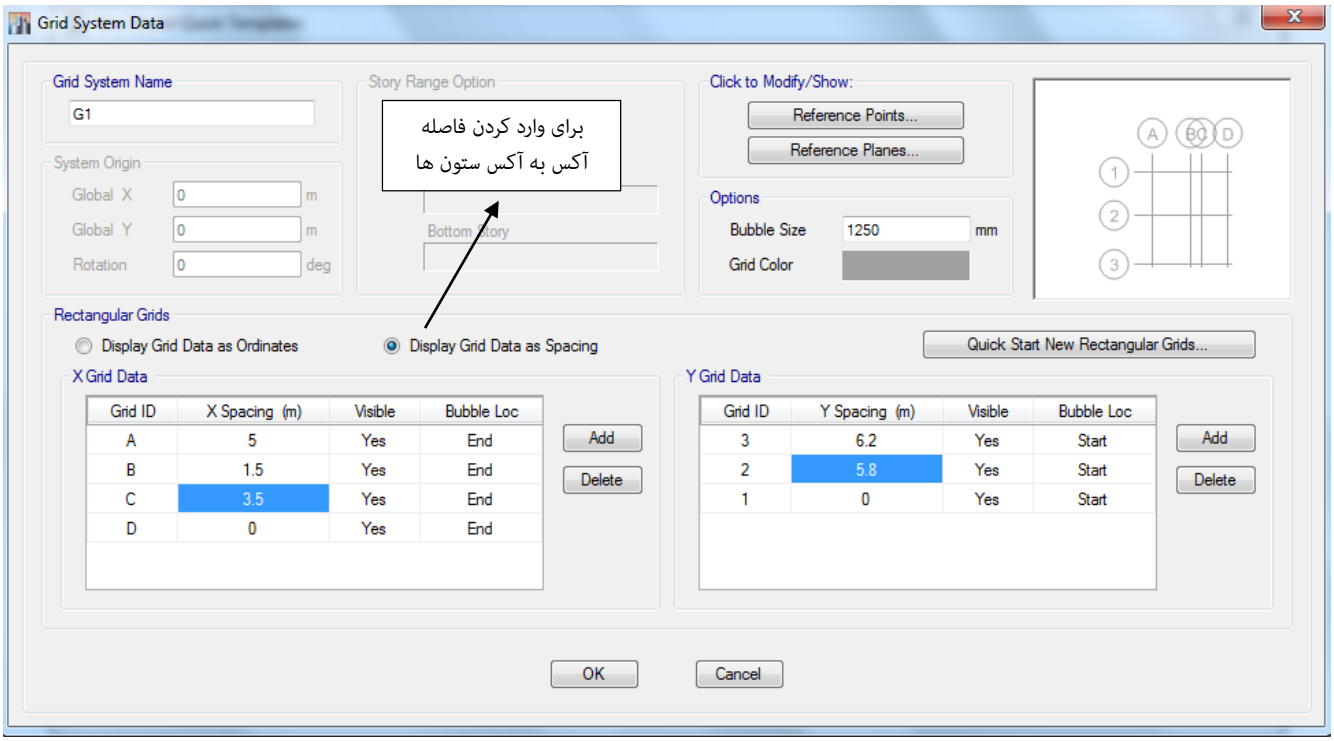
به دلیل اینکه در این پروژه فاصله آکس به آکس ستون ها یکسان نیست باید از گزینه Custom Grid Spacing استفاده کنیمو همچنین برای اینکه شماره آکس ستون ها با نقشه معماری یکسان باشد باید از گزینه Specify Grid Labeling Options استفاده کرد همانند شکل (۵-۲)



شکل ۵-۲

سپس با استفاده گزینه Custom Grid Spacing انتخاب کرده تا دکمه Edit Grid Data... ظاهر شود و سپس با کلیک بر روی آن پنجره Grid System Data ظاهر شود.شکل(۶-۲)

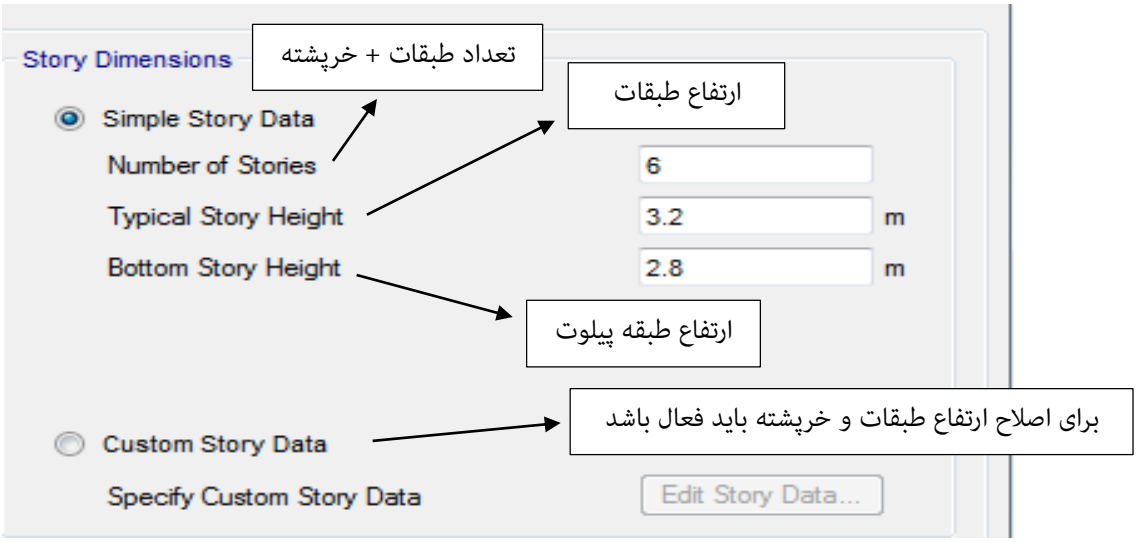
که در پنجره Grid System Data برای اینکه فاصله ستون ها به صورت آکس به آکس باشد حتما باید گزینه Display Grid Data as Spacing فعال شود . بقیه تنظیمات مطابق شکل (۶-۲) انجام می دهیم.



شکل ۲-۶

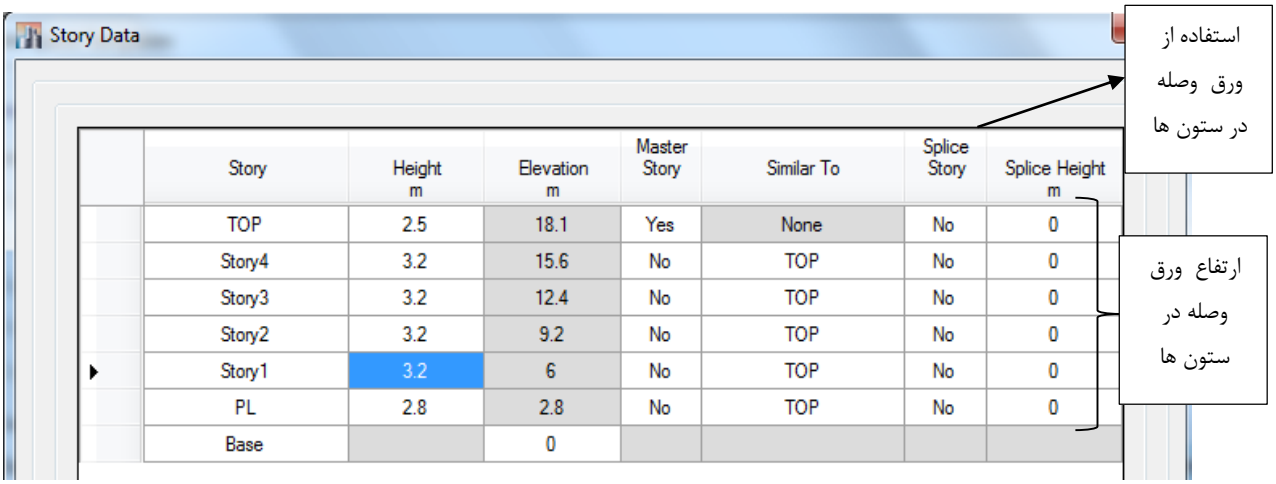
بعد از تعریف خطوط شبکه آکس به آکس ستون در دو جهت X و Y دکمه OK را می زنیم.در شکل بالا گزینه های دیگریی وجود دارد که برای آشنایی بیشتر می توانید از جزوه مدل سازی پیشرفته در ETABS 2015 مراجعه کنید که از توضیحات آن در این کتاب صرف نظر می کنیم و هم چنین برای درک بیشتر تعریف خطوط آکس بندی ستون ها می توانید از فیلم آموزشی نیز استفاده کنید.

بعد از اینکه دکمه OK را زدیم به پنجره New Model Quick Templates باز می گردیم تا تعداد طبقات و هم چنین ارتفاع طبقات را مشخص کنیم برای این کار باید گزینه Simple Story Data را فعال کنیم به شکل (۲-۷) توجه کنید همانند شکل زیر گزینه ها را ویرایش می کنیم.



شکل ۲-۷

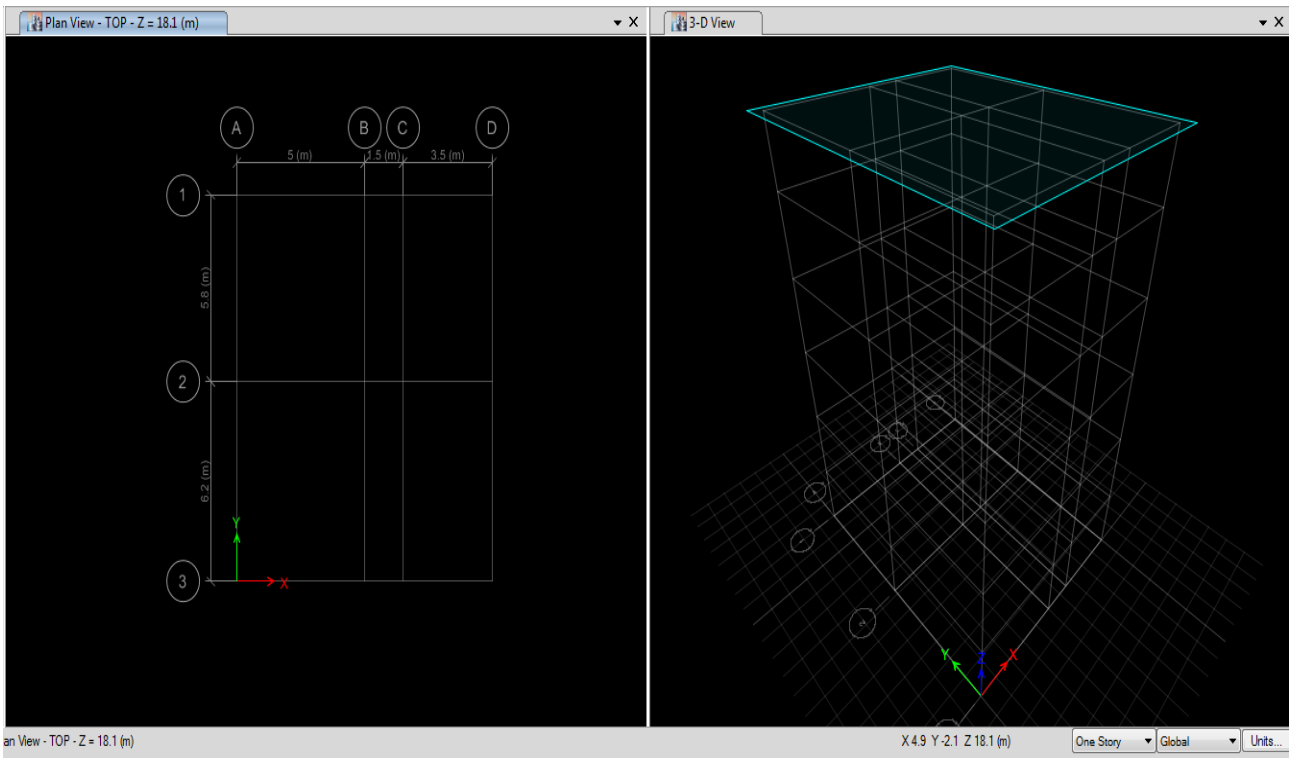
برای اینکه ارتفاع بعضی از طبقات را اصلاح کنیم باید گزینه Custom Story Data را فعال کرده و سپس روی دکمه Edit Story Data کلیک می کنیم تا پنجره Story Data باز شود مطابق شکل (۸-۲) ارتفاع طبقات را اصلاح می کنیم.



شکل ۸-۲

Story	نام طبقه
Height	ارتفاع طبقه
Elevation	ارتفاع طبقه از کف زمین
Master Story	طبقه مبنا (که در مدل سازی از این استفاده خواهیم کرد)

بقیه گزینه ها نیازی به توضیح ندارند. بعد دکمه OK را فشار می دهیم و سپس در پنجره New Model Quick Templates دکمه OK را می زنیم همانند شکل(۹-۲) مدل اولیه در ایتبس ظاهر می شود.



شکل ۹-۲

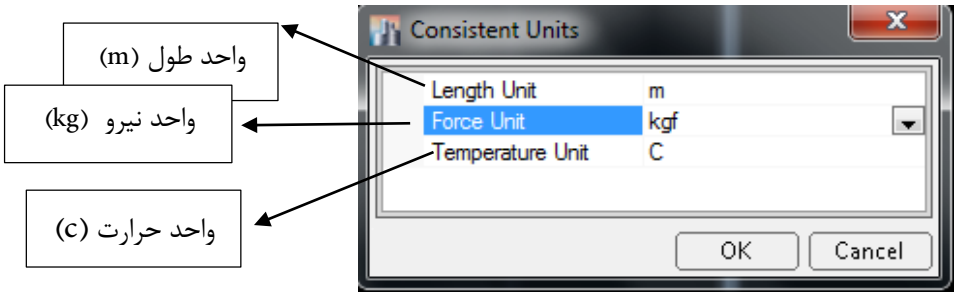
الان در شکل بالا زمینه به صورت سیاه رنگ می باشد برای اینکار باید مسیر زیر را دنبال کنید.

Options > Graphics Color > Display

سپس پنجره Set Display Color نشان داده می شود که باید درکادر For Device Type گزینه Screen را به Black Backgron تغییر می دهیم.

تنظیمات مربوط به واحد اندازه گیری:

برای اینکه یک واحد کلی داشته باشیم و همه ی واحد ها براساس آن به نرم افزار معرفی گردد در پایین و سمت راست گوشه نرم افزار Units... را انتخاب می کنیم و سپس از منوی باز شده گزینه Consistent Units را انتخاب می کنیم در پنجره باز شده گزینه ها رو مطابق شکل (۱۰-۲) تغییر می دهیم.



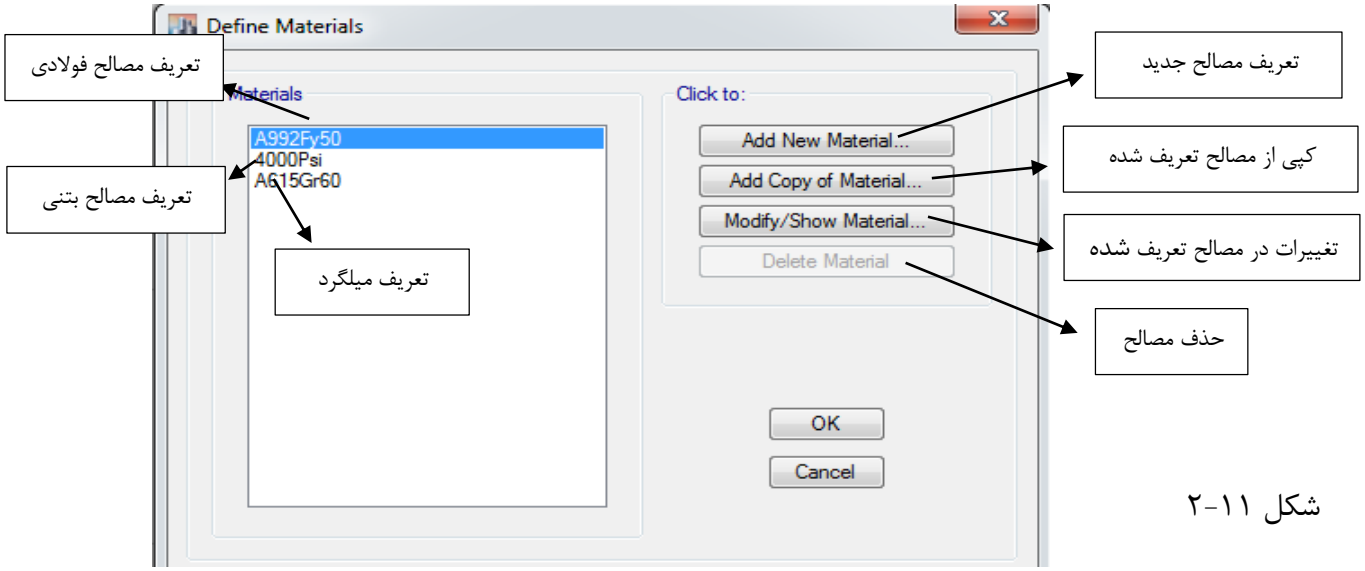
تعریف مصالح:

باید مشخصات مصالحی که در سازه به کار می رود را به نرم افزار معرفی کنیم تا نرم افزار در آنالیز و طراحی سازه از آن ها استفاده کند. مسیر تعریف مصالح:

منوی **Define > Material Properties ...**

تعریف بتن C21 :

بعد از اجرای این دستور پنجره ی Define Material باز شده و مطابق شکل (۱۱-۲) داریم:



شکل ۱۱-۲

مشخصات مصالح بتنی

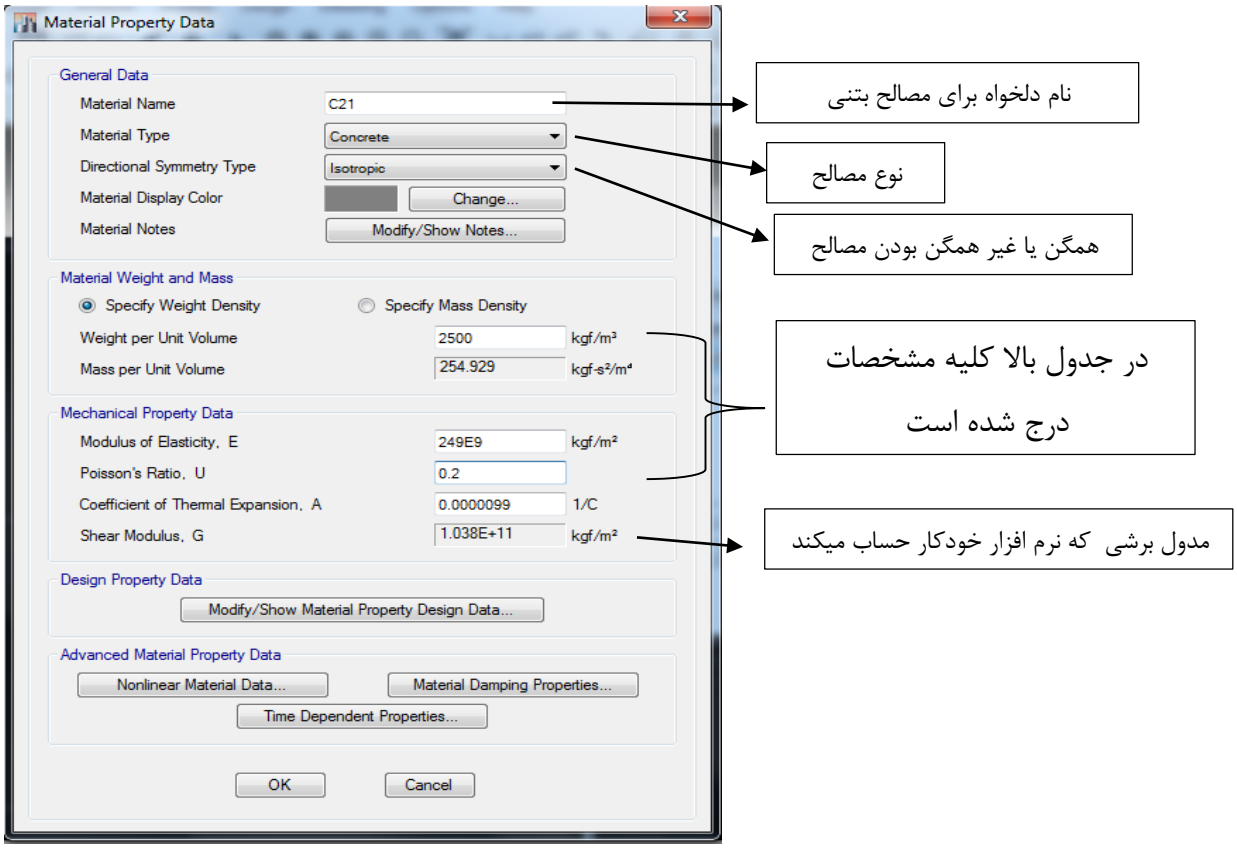
نویسنده: سعید مرتضوی

جرم واحد حجم ، M	$250\frac{kg}{m^2}$
وزن واحد حجم ، W	$2500\frac{kg}{cm^2}$
مدول الاستیسیته ،E	$2.49E9\frac{kg}{m^2}$
ضریب پواسون	0.2
مقاومت فشاری f_c	$21E5\ \frac{kg}{m^2}$

مدول الاستیسیته ،E= $E_c = (3300 \times \sqrt{f_c} + 6900)(\frac{\gamma_c}{23})^{1.5}$

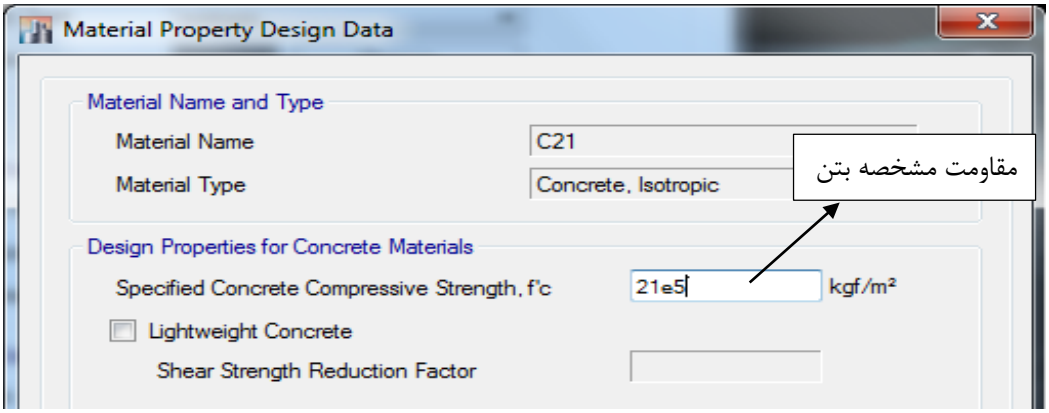
$$E_c = \left(3300 \times \sqrt{21} + 6900\right)\left(\frac{25}{23}\right)^{1.5} = 25956.557\ \text{Mpa}$$

گزینه 4000 Psi انتخاب کرده و سپس گزینه ی Modify /Show Materialرا کلیک می کنیم و در پنجره Material Property Data مصالحی با نام C21 تعریف میکنیم مطابق شکل (۱۲-۲) تغییرات را انجام می دهیم:



شکل ۱۲-۲

در پنجره Material Property Data در کادر Design Property Data روی گزینه Modify/Show Material Property Design کلیک کرده و در پنجره ی Material Design Property Data مقاومت مشخصه را وارد می کنیم .شکل (۱۳-۲)



شکل ۱۳-۲

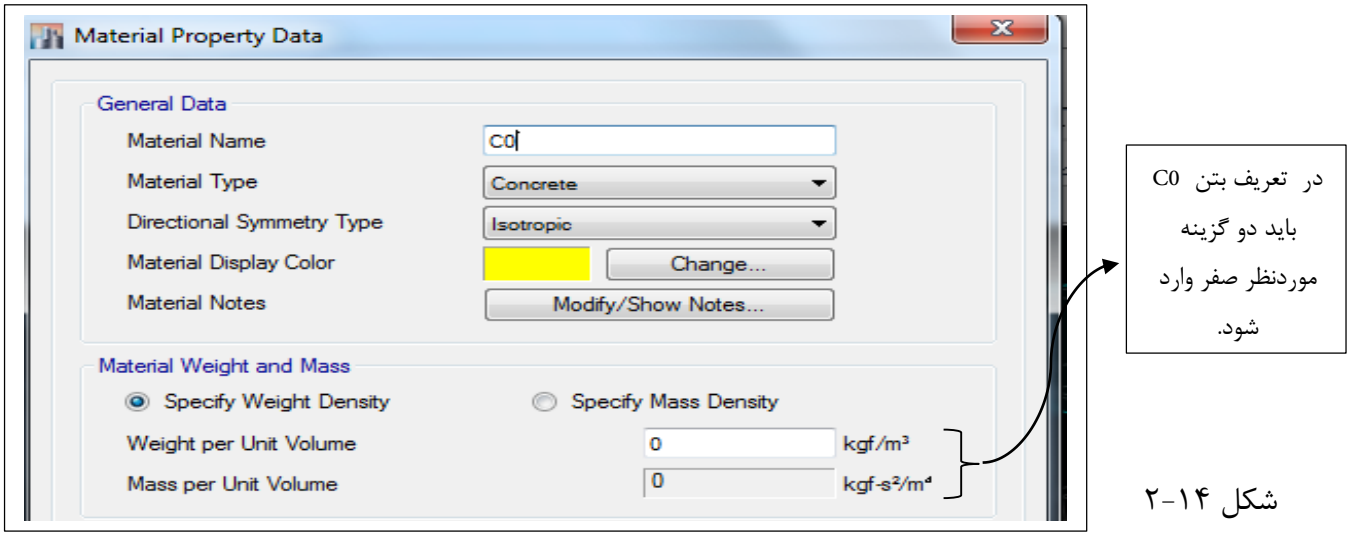
در نرم افزار ایتبس بار سقف به دو صورت بارگذاری می شود :

۱) نرم افزار به صورت خودکار بار ۵ سانتیمتر بتن را حساب کرده و ما تنها بار گچکاری و سفیدکاری وپوکه ریزی و... را وارد کنیم یعنی برای مثال بار سقف طبقات برابر ۵۳۰ کیلوگرم بر متر مربع محاسبه شده ما اگر بار سقف را با استفاده از روش اول وارد کنیم باید ۲۵۰ کیلو گرم بر متر مربع از ۵۳۰ کم کنیم زیر ا نرم افزار (۲۵۰۰ * ۰,۰۵) حساب کرده و به بار وارده اضافه میکند.این روش در نزد محاسب ها کاربرد زیادی ندارد

۲) در این روش ما در تعریف مصالح یک بتن با وزن واحد حجم صفر تعریف می کنیم ولی در اعمال بار سقف همین ۵۳۰ کیلو گرم بر متر مربع را وارد میکنیم چون نرم افزار (0*0.05) وارد میکند یعنی بار ۵ سانتیمتر بتن را در نظر نمی گیرد پس ما از این روش استفاده میکنیم.

تعریف بتن C0 :

از مصالح C21 که در بالا تعریف کردیم از طریق گزینه ی Add Copy of Material کپی گرفته و مصالحی با نام C0 تعریف میکنیم و مطابق شکل(۱۴-۲) تغییرات را انجام می دهیم:

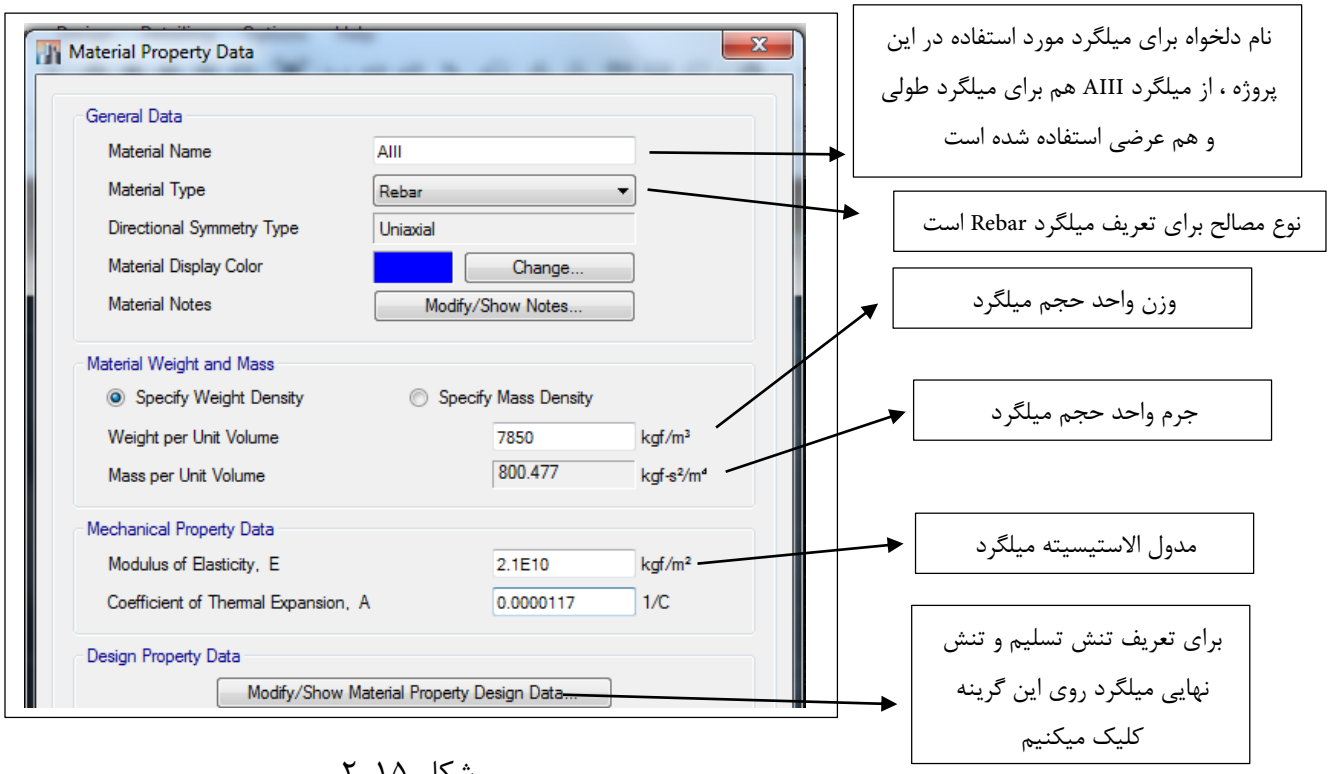


شکل ۱۴-۲

نکته: طبق مبحث نهم برای سازه هایی با شکل پذیری متوسط حداقل مقاومت مشخصه ۲۱ مگاپاسگال می باشد.

تعریف میلگرد:

گزینه A615 Gr60انتخاب کرده و سپس گزینه ی Modify /Show Materialرا کلیک می کنیم و در پنجره Material Property Data مصالحی با نام AIII تعریف میکنیم برای تعریف میگلرد باید مطابق شکل (۱۵-۲) تغییرات را انجام دهیم:



شکل ۱۵-۲

در پنجره Material Property Data در کادر Design Property Data روی گزینه Modify/Show Material PropertyDesign کلیک کرده و در پنجره ی Material Design Property Data تنش تسلیم و تنش نهایی میلگرد را وارد می کنیم .شکل (۱۶-۲)

در نرم افزار ETABS 2015 دو مورد در تعریف فولاد یا میلگرد (تنش تسلیم موردانتظار و مقاومت کششی مورد انتظار) به نرم افزار اضافه شده است که مطابق بند ۹-۲۰-۲-۱-۸ مبحث نهم مقررات ملی برای پیدا کردن تنش تسلیم ومقاومت کششی مورد انتظار باید تنش تسلیم و تنش گسیختگی را به ۱,۲۵ ضرب می کنیم.

$$F_{ye} = F_y \times 1.25 = 400 \times 1.25 = 500\ Mpa$$

$$F_{ue} = F_u \times 1.25 = 600 \times 1.25 = 750\ Mpa$$

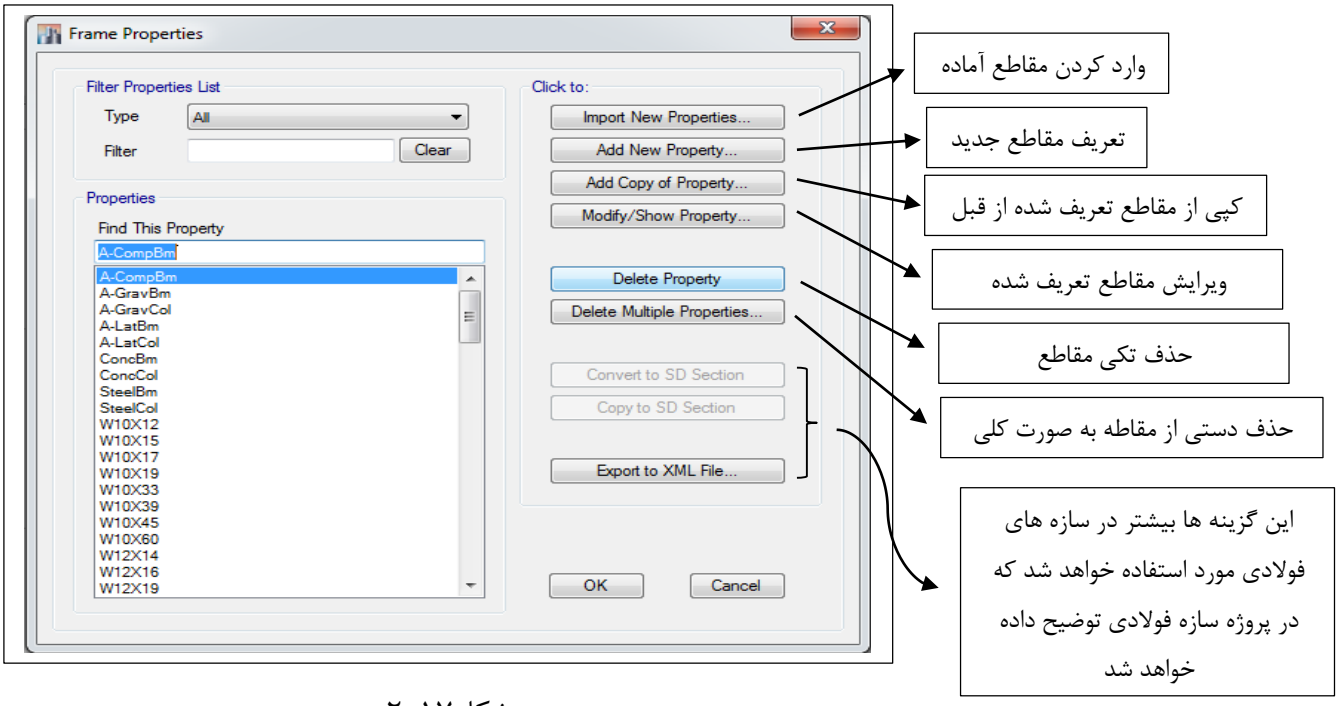
شکل۱۶-۲

تعریف مقاطع (تیر وستون):

برای تعریف تیر و ستون باید مسیر زیر را اجرا کنیم:

منوی **Define > Section Properties > Frame Sections…**

توضیحات کلی درباره ی پنجره **Frame Properties** شکل (۲-۱۷)



شکل ۲-۱۷

تعریف مقطع ستون:

برای این پروژه که پیلوت + چهار طبقه(قاب خمشی) به صورت تجربی ستون طبقه اول را ۴۵*۴۵ وطبقه دوم وسوم را ۴۰*۴۰ و طبقه چهار و پنجم را ۳۵*۳۵ در نظر می گیریم.

چند نکته مهم:

۱) در نرم افزار ایتبس دو حالت برای تعریف ستون وجود دارد

حالت اول:

مقاطع را در نرم افزار تعریف کرده و تعیین مساحت مورد نیاز میلگرد را بر عهده نرم افزار میگذاریم که این روش را بیشتر مهندسین تازه وارد انجام میدهند.

حالت دوم:

مقاطع و هم چنین تعداد میلگرد را به نرم افزار تعریف میکنیم فقط نرم افزار کنترل میکند که تعداد میلگرد ها جوابگو هستند یا نه (این روش بیشتر نزد محاسب ها کاربرد دارد)

که ما برای از حالت اول در پروژه اول استفاده میکنیم که در پروژه های بعدی حالت دوم را به کار می گیریم

۲) در نرم افزار ETABS 2015 این امکان به نرم افزار اضافه شده که می توانیم تعداد خاموت ها و نو ع میلگرد و هم چنین فاصله خاموت ها را به نرم افزار معرفی کنیم

۳) در ایتبس ضخامت کاور بتنی از کاربر سوال می شود که این ضخامت کاور بتن در تیرو ستون فرق میکند در ستون ها ضخامت کاور بتنی همان حداقل پوشش رویه آماتورها در مبحث ۹ میباشد که با توجه شرایط محیطی که در آیین نامه

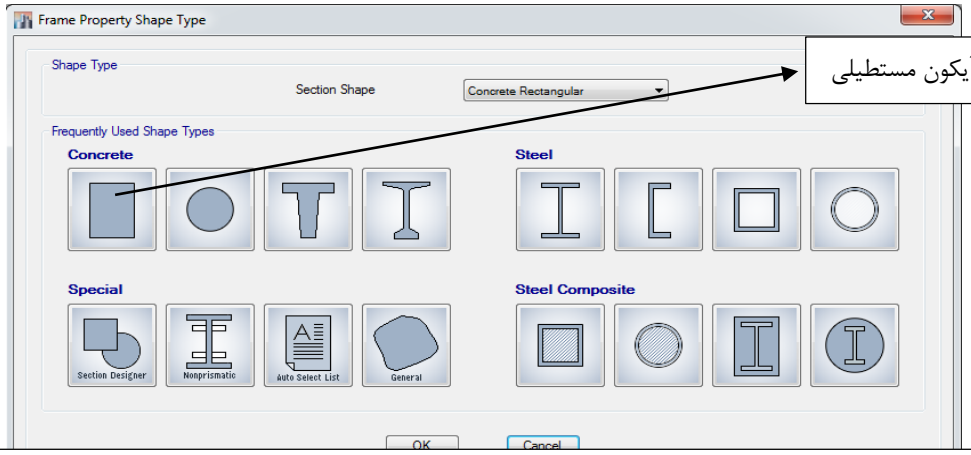
مبحث ۹ امده در نظر می گیریم ولی تیر ها از این قانون در ایتبس تبعیت نمی کند بلکه مقدار درخواستی برای کاور در ایتبس از مرکز آرماتورهای طولی تا سطح خارجی در نظر گرفته می شود یعنی در هنگام وارد کردن ضخامت کاور بتنی در تیر ها باید مقدار پوشش بتنی آمده در مبحث ۹ + قطر خاموت + نصف قطر میلگرد طولی

تعریف ستون ۴۵*۴۵:

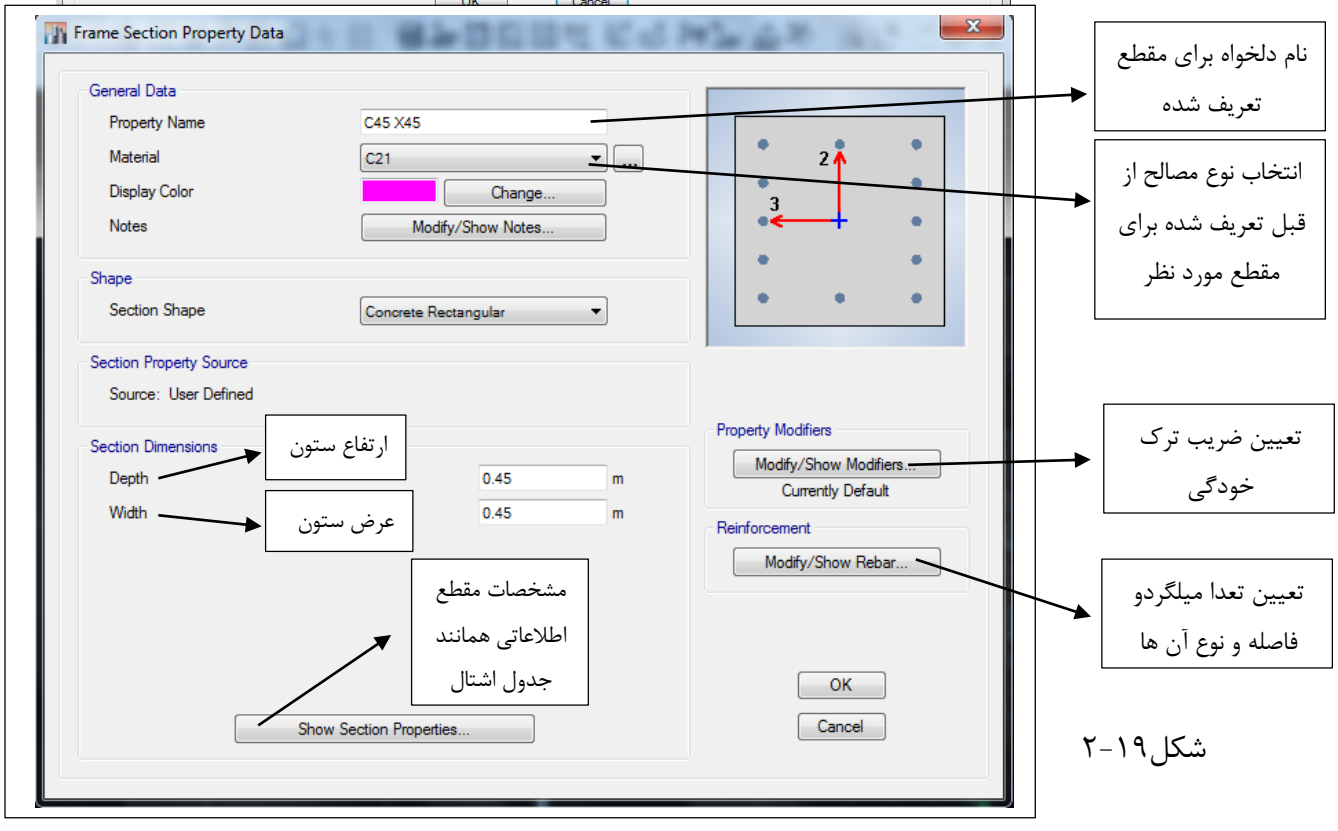
مسیر زیر را اجرا می کنیم:

منوی **Define > Section Properties > Frame Sections…**

در پنجره ی **Frame Properties** روی گزینه Add **New Property...** کلیک کرده تا پنجره Frame Property Shape Type باز شود در این پنجره باز شده در کادر Frequenty Used Shape Type در قسمت Concrete روی آیکون مستطیلی شکل کلیک می کنیم مطابق شکل (۱۸-۲) تا پنجره ی **Frame Sections property Data** باز شود در شکل (۱۹-۲) کلیه جزئیات توضیح داده شده است.

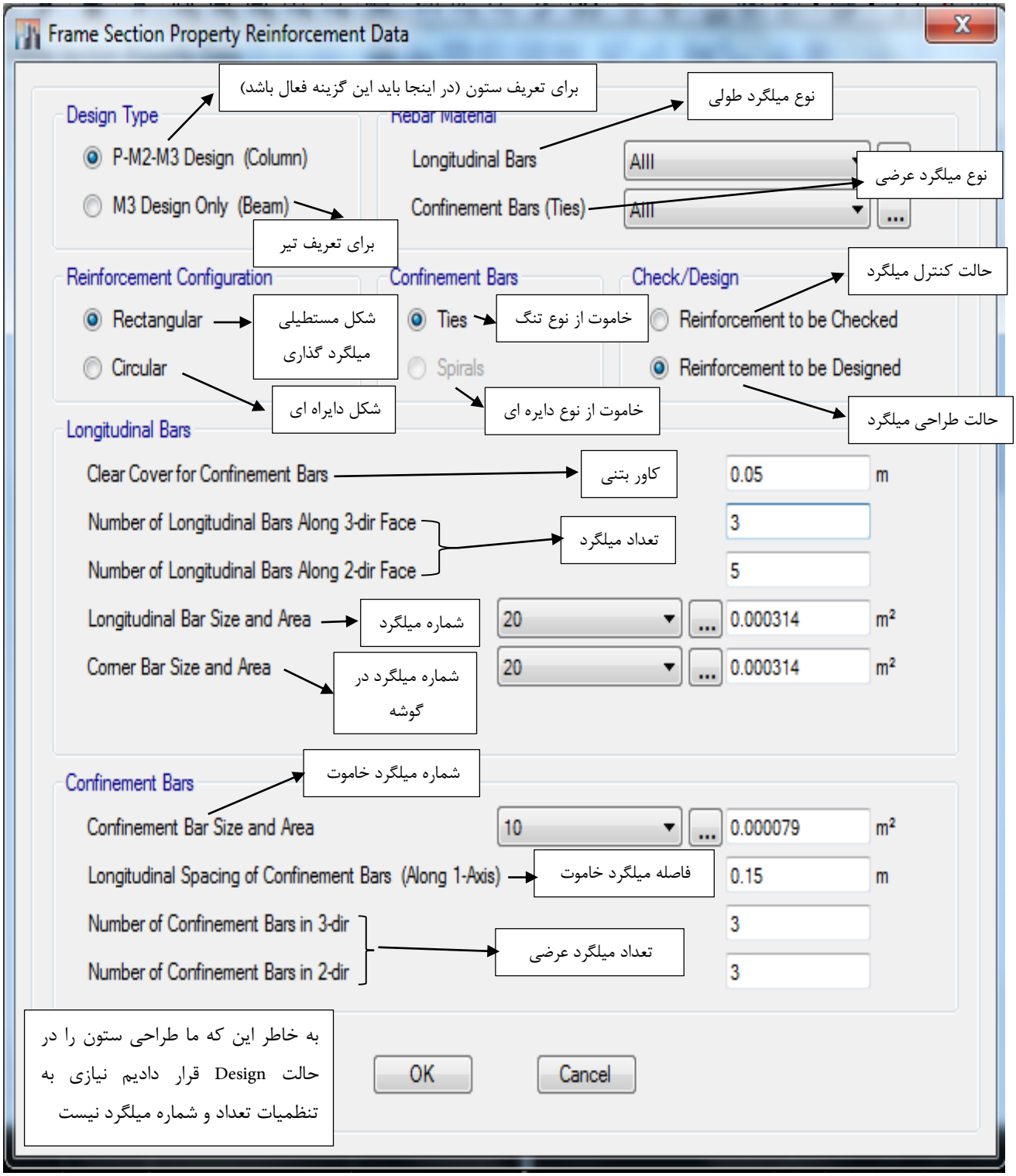


شکل۱۸-۲



شکل۱۹-۲

با کلیک روی گزینه ...Modify/Show Rebar پنجره ی همانند شکل زیر نمایش داده می شود که در شکل (۲۰-۲) جزئیات پنجره گفته شده است.



شکل ۲۰-۲

بعد از تنظیمات بالا دکمه OK را زده وبه صفحه ی Frame Sections property Data باز می گردیم و در پنجره جاری در بالا سمت چپ مقطع ستون با آرایش میلگرد ها مشخص می شود.بقیه مقاطع را همانند روش بالا درست می کنیم.

تعریف مقطع تیر:

با توجه به تجربه مهندسی طبقه پیلوت (۴۵*۴۵) ، طبقه اول و دوم (۴۰*۴۰) ، طبقه سوم و چهارم (۳۵*۳۵) در نظر می گیریم.

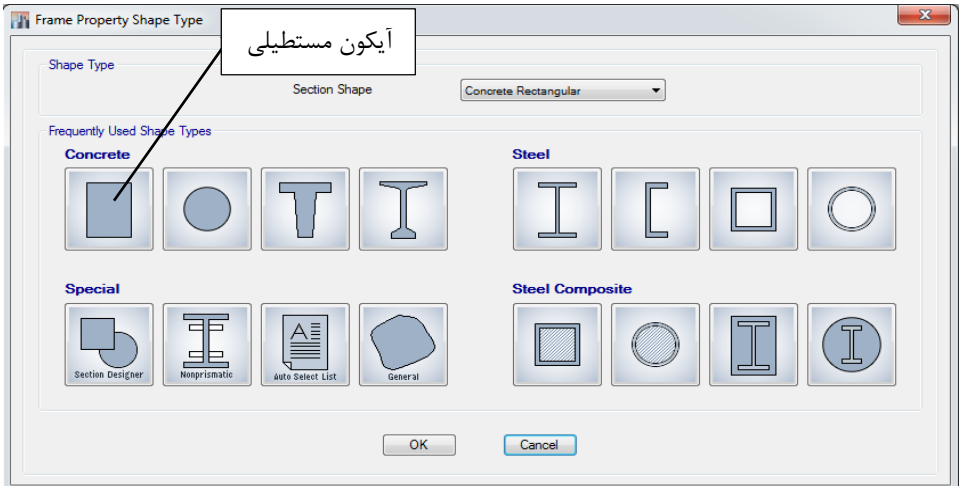
* در تعریف تیر باید نحوه ی اجرا را درنظر بگیریم مثلا ابعاد ستون ما (۴۵*۴۵) است ولی ابعاد تیر (۴۰*۴۰) در این جا در قالبندی دچار مشکل می شود سعی بر آن باشد که ابعاد تیر همانند ابعاد ستون در نظر گرفته شود ولی در بعضی مواقع که این شرایط ممکن نباشد عکس قضیه را درنظر می گیریم.

تعریف تیر ۴۰*۴۰ :

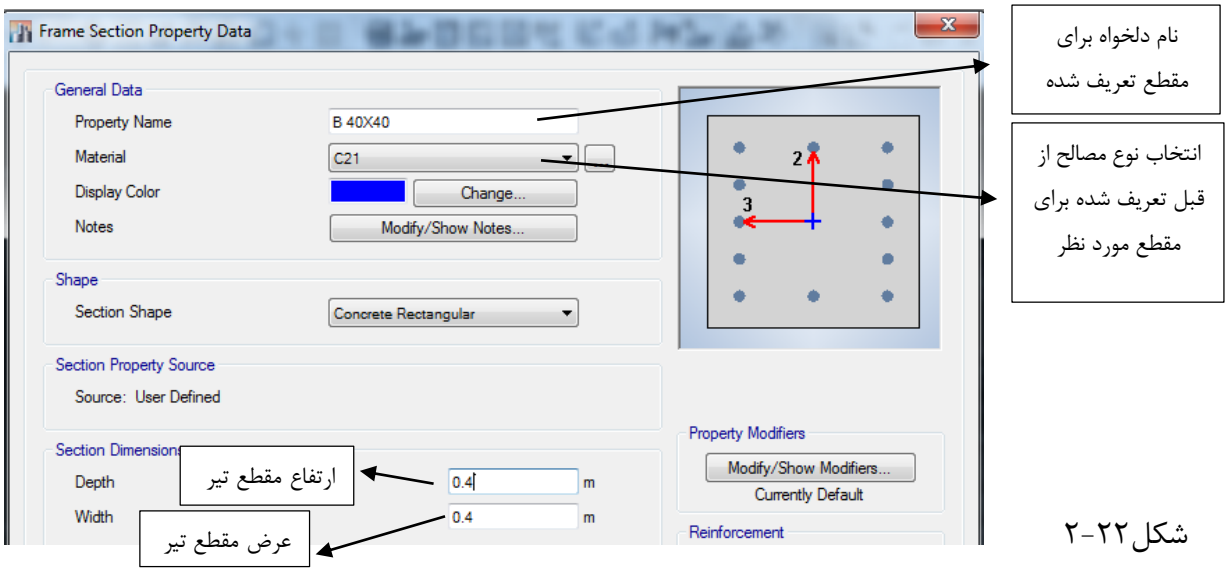
مسیر زیر را اجرا می کنیم:

منوی **Define > Section Properties > Frame Sections…**

در پنجره ی **Frame Properties** روی گزینه **Add New Property...** کلیک کرده تا پنجره Frame Property Shape Type باز شود در این پنجره باز شده در کادر Frequenty Used Shape Type در قسمت Concrete روی آیکون مستطیلی شکل کلیک می کنیم مطابق شکل (۲-۲۱) تا پنجره ی **Frame Sections property Data** باز شود در شکل (۲-۲۲) کلیه جزئیات توضیح داده شده است.

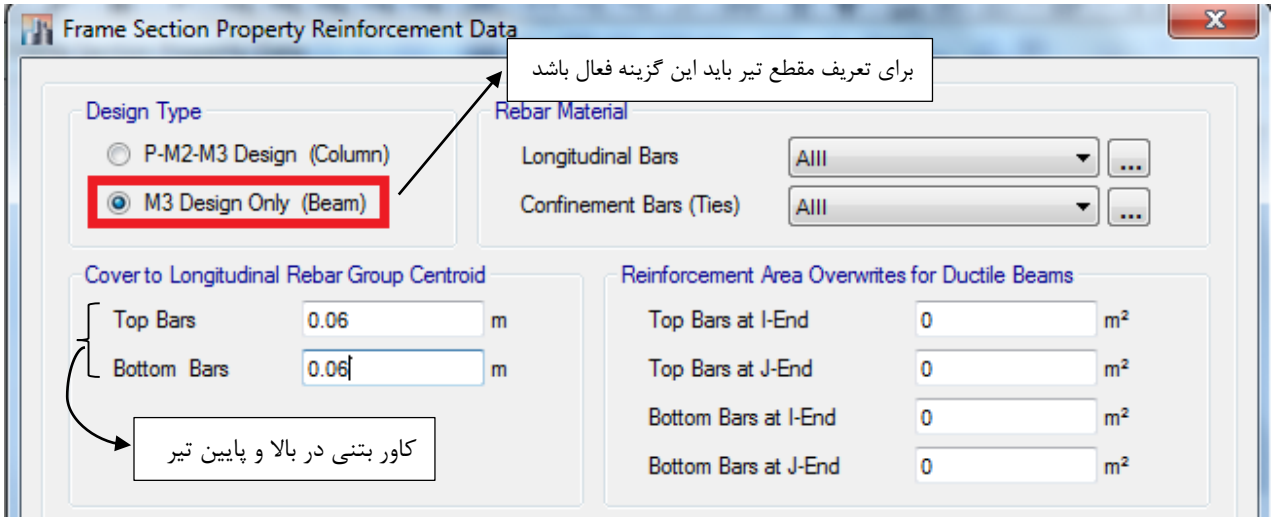


شکل ۲-۲۱



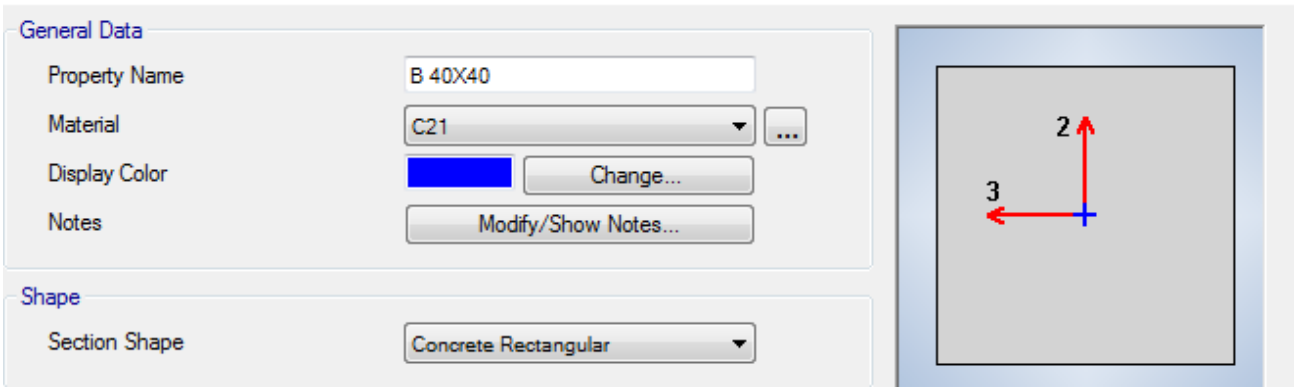
شکل ۲-۲۲

با کلیک روی گزینه ...Modify/Show Rebar پنجره ی همانند شکل زیر نمایش داده می شود که در شکل (۲-۲۳) جزئیات پنجره گفته شده است.



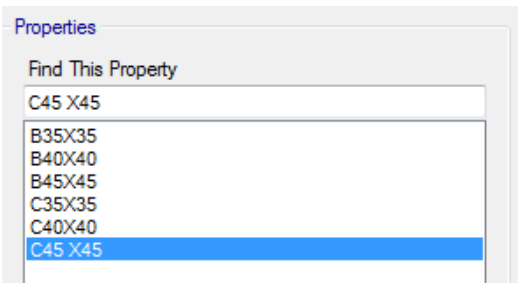
شکل۲۳-۲

بعد از تنظیمات بالا به پنجره Frame Sections property Data بر می گردیم که دیگر مانند ستون تعداد وآرایش میلگرد ها نمایش داده نمی شود.شکل(۲۴-۲) زیرا نرم افزار ایتبس در مقطع تیر بعد از طراحی در ۳ ایستگاه مساحت میلگرد مورد نیاز را در بالا و پایین نمایش می دهد به همین خاطر در تعریف تیر نرم افزار تعداد و شماره میلگرد را از کاربر نمی خواهد.



شکل۲۴-۲

کلیه مقاطع تیر و ستون مانند شکل زیر(۲۵-۲)درست می کنیم.



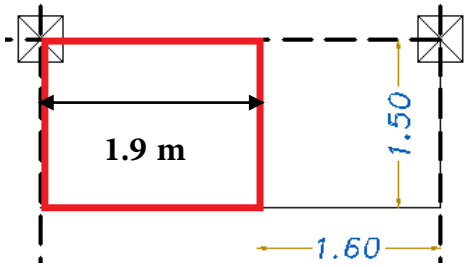
شکل۲۵-۲

تعریف سقف:

برای اینکه نرم افزار بتواند بار سطحی طبقات را به تیر و ستون بدهد باید یک المانی به نام سقف تعریف کنیم ما در این پروژه دو المان سطحی تعریف می کنیم ۱) سقفی برای جلوی آسانسور که باید از نوع دال بتنی باشد ۲) سقفی برای طبقات همان طور که در مشخصات پروژه گفته شد نوع این سقف از نوع سقف تیرچه بلوک می باشد .

تعریف دال بتنی:

برای تعیین ارتفاع حداقل برای دال بتنی طبق جدولی که در مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان آمده است ارتفاع را مشخص می کنیم . حالا اینکه چگونه تشخیص دهیم که دال را به صورت یک طرفه یا دو طرفه است از فرمول زیر استفاده میکنیم اگر نسبت طول به عرض بزرگ تر از ۲ شد یک طرفه و اگر کوچکتر از ۲ شد دو طرفه می باشد.با توجه به شکل (۲۶-۲) زیر داریم:



شکل۲۶-۲

$$\frac{1.9}{1.5} = 1.26 < 2$$

پس دال به صورت دو طرفه می باشد.

نام عضو	تکیه گاه ساده	تکیه گاه از یک طرف پیوسته	تکیه گاه از دو طرف پیوسته	کنسولی
دال یک طرفه بتنی	L/16	L/18.5	L/21	L/18
دال دوطرفه نوع میلگرد (S400)	چشمه درونی (بدون کتیبه)			
	L/33			

حالا ضخامت دال بتنی برابر است با:

$$L/33 = 1.9/33 = 6 \text{ cm}$$

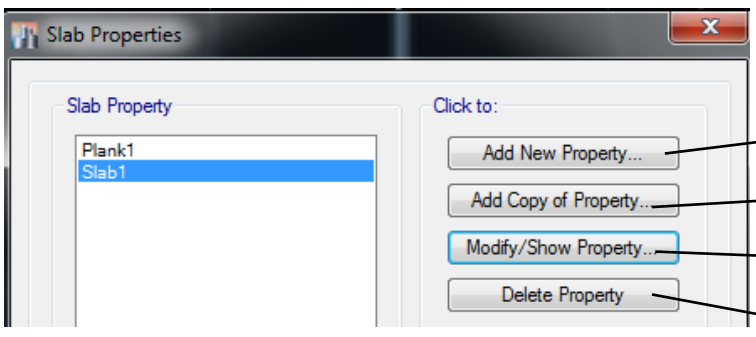
با توجه به اینکه ضخامت دال بتنی 6 سانتی متر آمده است ولی ما در جهت اطمینان آن را ۱۰ سانتی متر در نظر می گیریم.

حالا برای تعریف دال در نرم افزار مسیر زیر را اجرا می کنیم:

منوی **Define > Section Properties > Slab Sections...**

بعد از اجرای دستور بالا پنجره Slab Properties... نمایش داده می شود.شکل (۲۷-۲)

۱) Plank1(برای دال یکطرفه)
۲) Slab1(برای دال دو طرفه)



تعریف المان سطحی (سقف) جدید

کپی ازالمان سطحی (سقف) تعریف شده

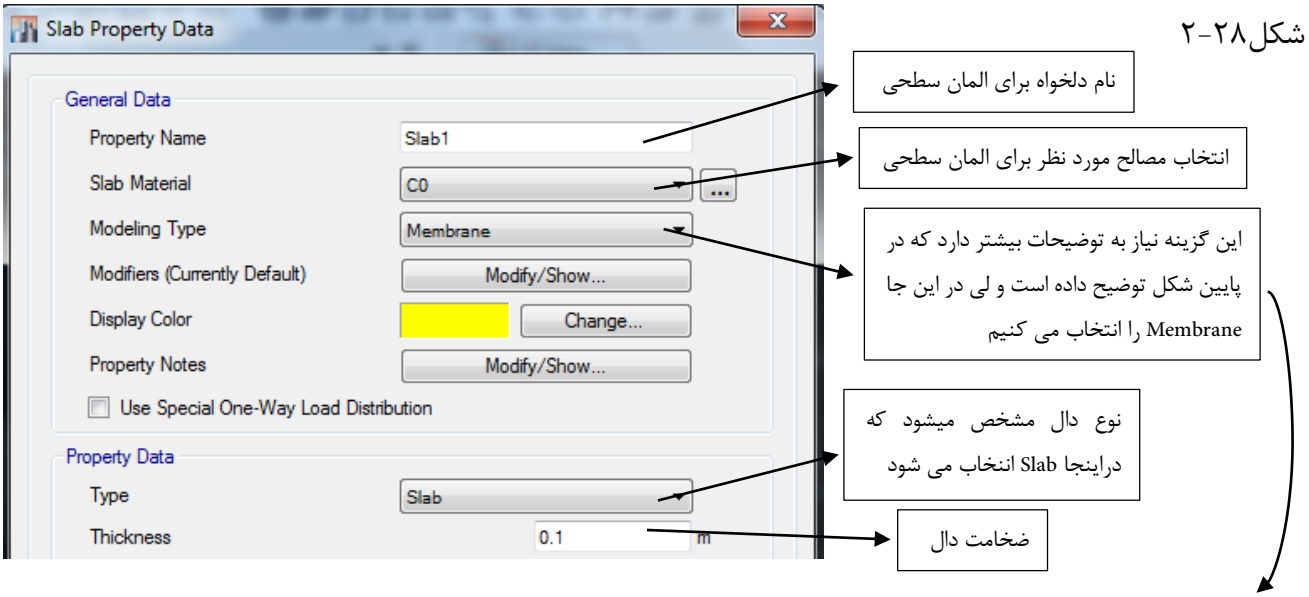
ویرایش المان سطحی (سقف) تعریف شده

حذف المان سطحی مورد نظر

شکل ۲۷-۲

به خاطر این که دال به صورت دو طرفه است روی Slab1 کلیک کرده و سپس روی گزینه ی ...Modify/Show Property کلیک می کنیم تا پنجره ی Slab Property Data نمایان شود مطابق شکل (۲۸-۲) تنظیمات را انجام می دهیم.

شکل۲۸-۲



گزینه Modeling Type	
Membrane	این گزینه برای دال ها یی که در آن ها پخش بار به صورت دو طرفه است به کار می رود (سقف غشایی)
Shell-Thin	این گزینه برای دال ها یی که در آن ها پخش بار به صورت دو طرفه است به کار نمی رود(سقف خمشی) ، اگر در تعریف دال از این گزینه استفاده کردیم که بیشتر برای سقف کنسولی ها به کار می رود باید سقف را مش بندی کنیم
Shell-Thick	این گزینه برای دال ها یی که در آن ها پخش بار به صورت دو طرفه است به کار نمی رود(سقف خمشی) ، از این گزینه برای مدل کردن المان های سطحی ضخیم استفاده می شود که نباید از این گزینه در تعریف دال استفاده کرد بیشتر برای دیوار برشی مناسب است

در کادر Property Data گزینه Type	
	Drop
	Ribbed
	Waffle

در مقابل گزینه Slab Material مصالحی با نام صفر انتخاب شده است که ما باید در بارگذاری این دال بتنی مطابق عدد بدست آمده از جدول زیر بار را به المان سطحی وارد می کنیم.

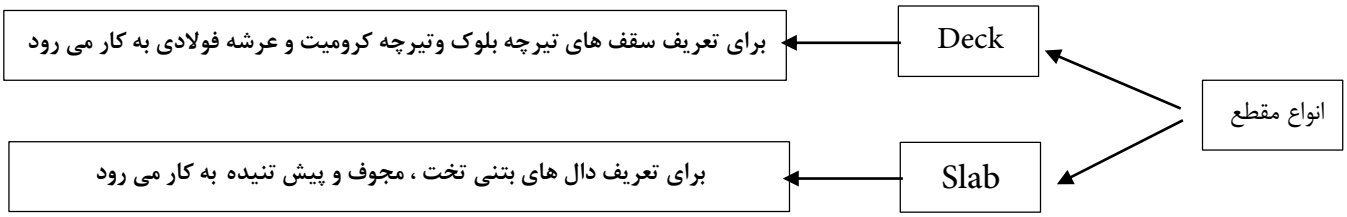
نوع مصالح	ضخامت	وزن مخصوص	شدت بار(kg/m^2)
موزائیک	0.03	2250	67.5
ملات ماسه وسیمان	0.02	2100	42
پوکه ریزی	0.05	600	30
بتن	0.01	2500	250
گچ کاری	0.015	1600	24
سفید کاری	0.005	1300	6.5
	جمع کل:		kg/m^2 420

پس در بارگذاری سطحی (دال بتنی) ۴۲۰ کیلوگرم متر مربع را وارد میکنیم.

تعریف سقف تیرچه بلوک:

در نرم افزار ایتبس سقفی با نام تیرچه بلوک وجود ندارد برای اینکه در مدل سازی با مشکل مواجه نشویم از سقف های موجود در نرم افزار استفاده کرده یعنی معادل سازی می کنیم.

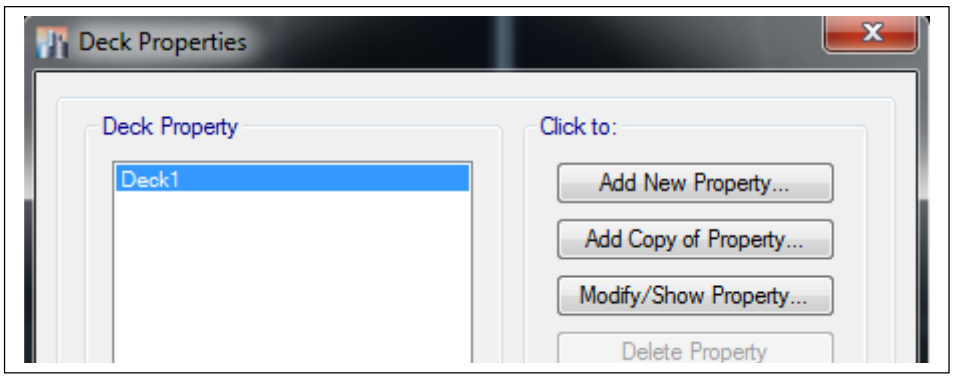
یکی از مزایای استفاده از بتن صفر این است که شکل سقف و اهمیت تغییر شکل های آن اهمین چندانی ندارد به طور کلی نرم افزار ETABS2015 دو نوع مقطع برای المان سطحی دارد ۱) Slab ۲)Deck



برای تعریف سقف تیرچه بلوک مسیر زیر را اجرا می کنیم:

منوی **Define > Section Properties > Deck Sections…**

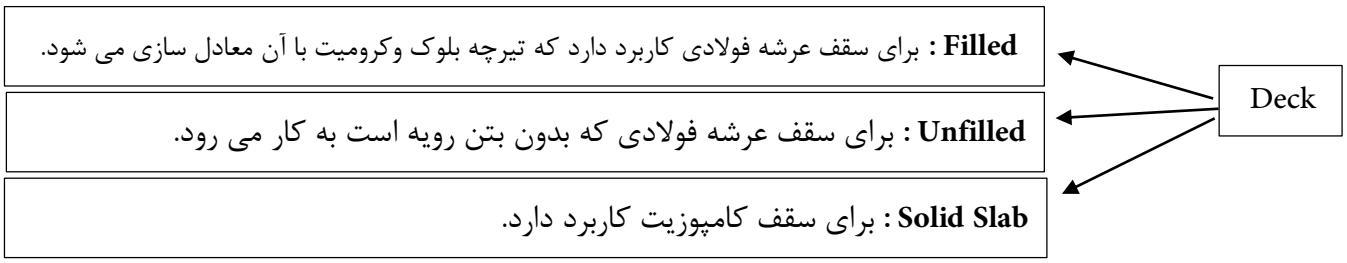
بعد از اجرای دستور بالا پنجره Deck Properties… نمایش داده می شود.شکل (۲۹-۲)

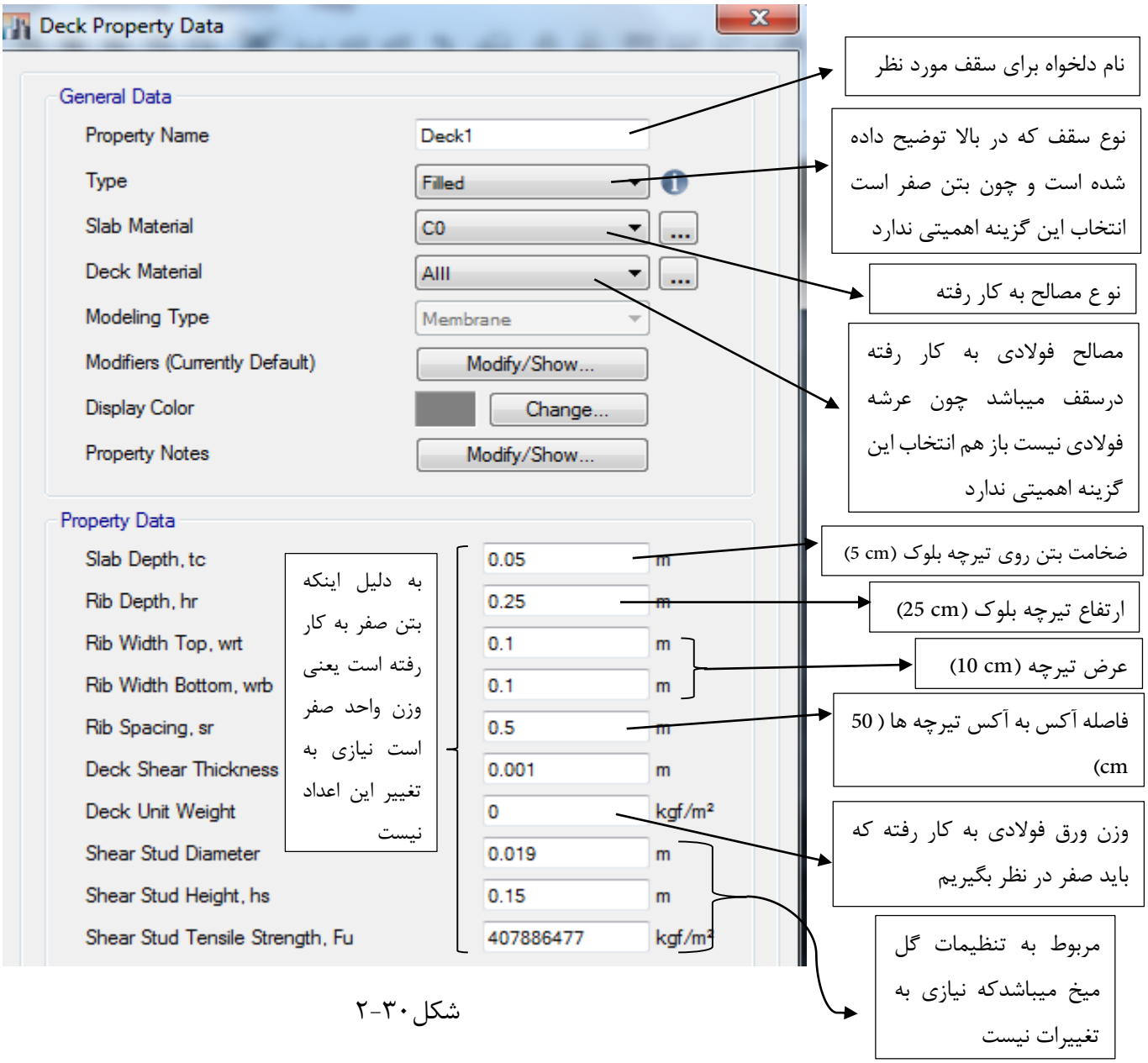


شکل۲۹-۲

روی Deck1 کلیک کرده و سپس گزینه Modify/Show Property… می زنیم تا پنجره ی Deck Property Data ظاهر شود: شکل (۳۰-۲)

لازم است بدانید که المان سطحی از نوع Deck خود به چند دسته تقسیم می شود.چون ما از بتن صفر استفاده میکنیم استفاده از هر نوع Deckبرای ما تفاوتی ندارد.





شکل ۳۰-۲

نکته : بعد از انجام هر مرحله باید با اجرای مسیر زیر فایل خود را ذخیره کنید.

منوی **File > Save As** یا Shift+Ctrl+S

که پنجره ی Save Model File As نمایان میشود.شکل(۳۱-۲)

که مسیر فایل مشخص کرده وسپس دکمه Svae را می زنیم تا فایل ذخیره گردد.بعد از اینکار فقط (Ctrl+S) را میزنیم

شکل ۳۱-۲

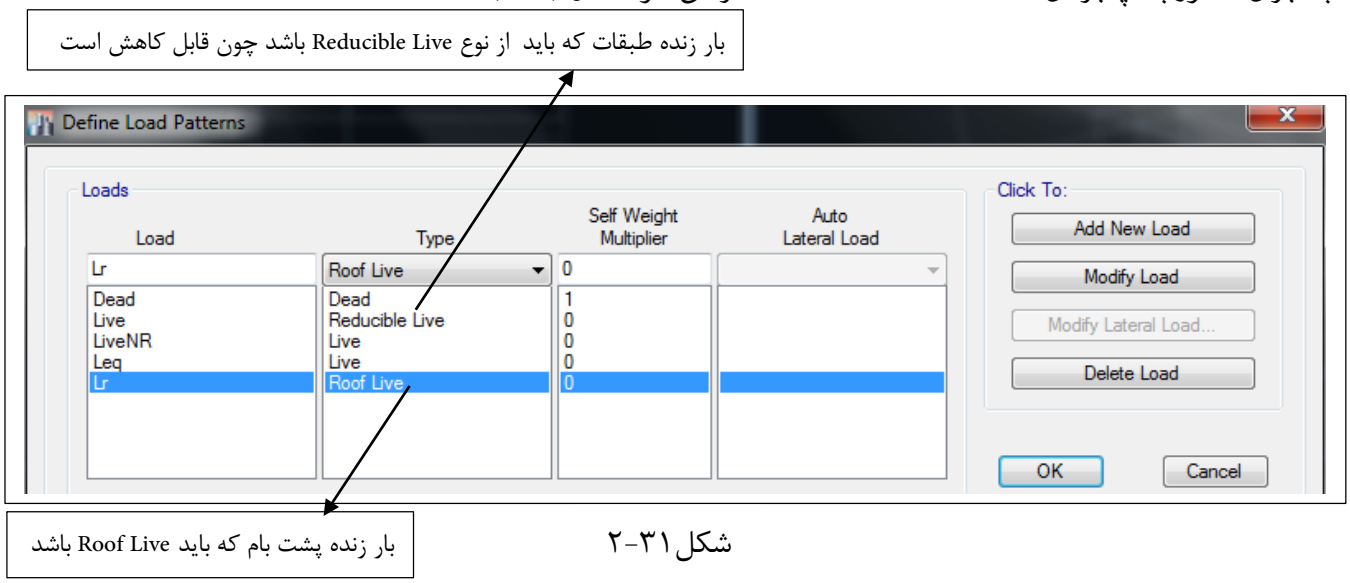
معرفی الگو ی بار:

نام الگوی بار	توضیحات
Dead	شامل بار مرده ساختمان می شود مانند دیوار ها و کف های ساختمان به غیر از دیوارهای پارتیشن بندی
LiveNR	بار زنده غیر قابل کاهش (اگر بار زنده بیش از ۵۰۰ کیلو گرم متر مربع باشد شامل بار زنده غیر قابل کاهش است)
Live	بار زنده طبقات مسکونی که ۲۰۰ کیلو گرم بر متر مربع می باشد. که قابل کاهش است
Leq	بار زنده دیوار های جدا کننده که این بار را نمی توان کاهش داد
Lr	بار زنده پشت بام
EX	بار زلزله استاتیکی در جهت X بدون خروج از مرکزیت اتفاقی
EY	بار زلزله استاتیکی در جهت Y بدون خروج از مرکزیت اتفاقی
EXP	بار زلزله استاتیکی در جهت X با خروج از مرکزیت اتفاقی مثبت
EXN	بار زلزله استاتیکی در جهت X با خروج از مرکزیت اتفاقی منفی
EYP	بار زلزله استاتیکی در جهت Y با خروج از مرکزیت اتفاقی مثبت
EYN	بار زلزله استاتیکی در جهت Y با خروج از مرکزیت اتفاقی منفی
Mass	باری برای اصلاح جرم طبقات است

برای وارد کردن این الگو های بار دستور زیر را اجرا می کنیم:

منوی **Define > Load Patterns...**

با اجرای دستور بالا پنجره ی Define Load Patterns ظاهر می شود.شکل (۳۲-۲)



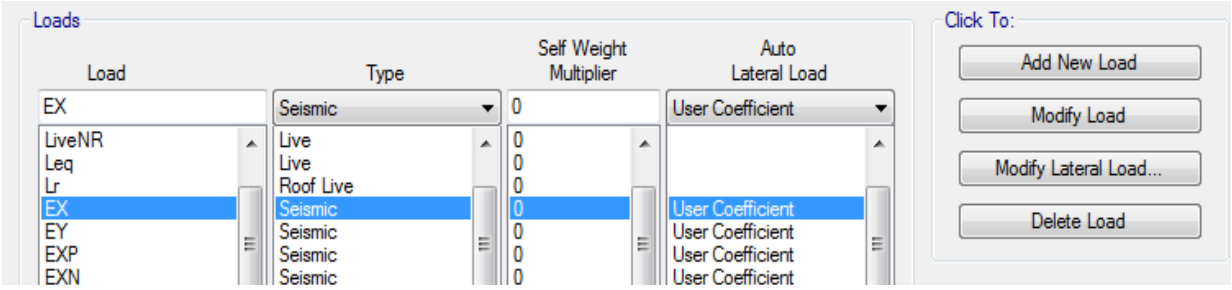
شکل ۳۱-۲

برای مثال برای وارد کردن الگوی بار LiveNR مراحل زیر را باید انجام دهیم:

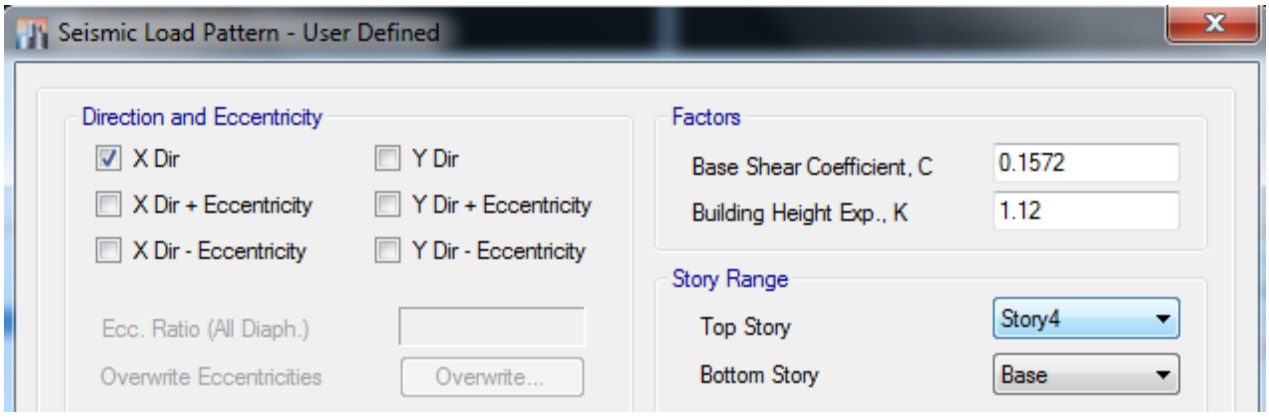
۱) در قسمت Load نام موردنظر (LiveNR) وارد می کنیم.
۲) در قسمت Type نوع الگوی بار را انتخاب می کنیم که در این جا باید (Live) انتخاب گردد چون غیر قابل کاهش است.
۳) سپس بر روی دکمه Add New Load کلیک می کنیم تا به الگو های بار ما اضافه گردد.

این ۳ مرحله را می توانید برای الگوی بارهای مرده و زنده انجام دهید.برای تعریف الگوی بار زلزله مراحل زیر را انجام می دهیم:

۱) در قسمت Load نام موردنظر (EX) وارد می کنیم.
۲) در قسمت Type نوع الگوی بار را انتخاب می کنیم که در این جا باید (Seismic) انتخاب گردد.
۳) در قسمت Auto Lateral Load باید گزینه User Coeffiicient انتخاب گردد تا بار جانبی را نرم افزار به صورت خودکار محاسبه کردهو به سازه اعمال کند.(در این قسمت آیین نامه های مختلفی وجود دارد که می توانید به اختیار یکی از آن ها را انتخاب کنید)
۴) سپس بر روی دکمه Add New Load کلیک می کنیم تا به الگو های بار ما اضافه گردد.شکل(۳۲-۲)
۵) بعد از اضافه شدن باید گزینه ی Modify Lateral Load را انتخاب کرده تا در پنجره ی Seismic Load Pattern ضریب زلزله و همچنین جهت وارد کردن بار زلزله مشخص گردد.شکل (۳۳-۲)



شکل ۳۲-۲



شکل ۳۳-۲

تو ضیحات کامل پنجره بالا در جدول زیر آمده است

نام کادر		توضیحات
Direction and Eccentricity	XDir	بار زلزله در جهت X بدون خروج از مرکزیت باشد. فقط این تیک فعال باشد بقیه تیک ها برداشته شود.
	YDir	بار زلزله در جهت Y بدون خروج از مرکزیت باشد. فقط این تیک فعال باشد بقیه تیک ها برداشته شود.
	XDir + Eccentricity	بار زلزله در جهت X با خروج از مرکزیت مثبت باشد. فقط این تیک فعال باشد بقیه تیک ها برداشته شود.
	XDir - Eccentricity	بار زلزله در جهت X با خروج از مرکزیت منفی باشد. فقط این تیک فعال باشد بقیه تیک ها برداشته شود.
	YDir + Eccentricity	بار زلزله در جهت Y با خروج از مرکزیت مثبت باشد. فقط این تیک فعال باشد بقیه تیک ها برداشته شود.
	YDir - Eccentricity	بار زلزله در جهت Y با خروج از مرکزیت منفی باشد. فقط این تیک فعال باشد بقیه تیک ها برداشته شود.

نام کادر	توضیحات	
Factors	Bsae Shear Coefficient , C	در اینجا باید ضریب زلزله اعمال شود.قبلا محاسبه شده است
	Building Height Exp , K	ضریب K که قبلا محاسبه شده است باید در اینجا وارد کنیم

نام کادر		توضیحات
Story Range	Top Story	مشخص کردن آخرین طبقه که بار زلزله تا آن طبقه اثر می کند که ما خرپشته را در نظر نگرفتیم
	Bottom Story	مشخص کردن پایین ترین طبقه که زلزله از آن طبقه وارد می شود. در صورت وجود زیرزمین موضوع فرق میکند که در پروژه های بعدی درباره ی آن صحبت خواهیم کرد.

برای الگو ی بار های دیگر (EY , EXP , EXN , EYP , EYN) همین روند را تکرار می کنیم. فقط یه نکته ضریبی که در بالا برای EX و EY وارد میکنیم با (EXP , EXN , EYP , EYN) فرق میکند این تفاوت را قاعده ۳۰-۱۰۰ به وجود می آورد. اول قاعده ۳۰-۱۰۰ را توضیح داده سپس ویرایش های لازم را انجام می دهیم.

اعمال قاعده ۳۰–۱۰۰:

بر اساس بند(۳-۱-۴) آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ ساختمان ها باید در دو امتداد عمود برهم به صورت جداگانه در برابر بارهای جانبی (زلزله) طراحی شوند.بر اساس همین بند اگر یکی از شرایطی که در زیر وجود داشته باشد باید اثرات همزمان زلزله در دو راستای متعامد ساختمان در نظر گرفته شود.

۱) ساختمان نامنظم درپلان باشد
۲) کلیه ستون ها یی که در محل تقاطع دو یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی هستند

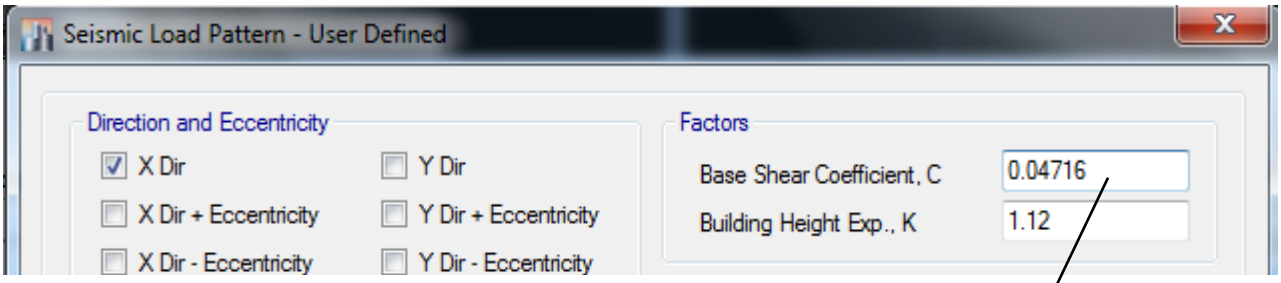
این قاعده ۳۰-۱۰۰ به این خاطر است که ما نمی توانیم زاویه مناسبی برای اینکه حداکثر اثر را بر روی سازه داشته باشد را پیدا کنیم به همین خاطر آیین نامه ۲۸۰۰ یک روش ساده ی را مطرح کرده است که می توان ۱۰۰ درصد نیروی زلزله در هر امتداد را با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود برآن جمع کرد تا بحرانی ترین حالت اتفاق بیفتد.

در پروژه ما بند ۱ ارضا می شود چون سازه ما در پلان منظم می باشد. ولی بند ۲ ارضا نمی شود چون در هر دو راستا ما قاب خمشی در نظر گرفته ایم پس کلیه ستون ها در محل تقاطع دو سیستم مقاوم باربر جانبی هستند.پس باید قاعد ۳۰-۱۰۰ را استفاده کنیم . حالا دو راه برای اعمال قاعد ۳۰-۱۰۰ در نرم افزار وجود دارد:

۱) ضرب کردن ۰,۳ در ضریب زلزله بار های استاتیکی زلزله بدون خروج از مرکزیت اتفاقی (EX , EY)
۲) اعمال کردن قاعد ۳۰-۱۰۰ در ترکیب بارها

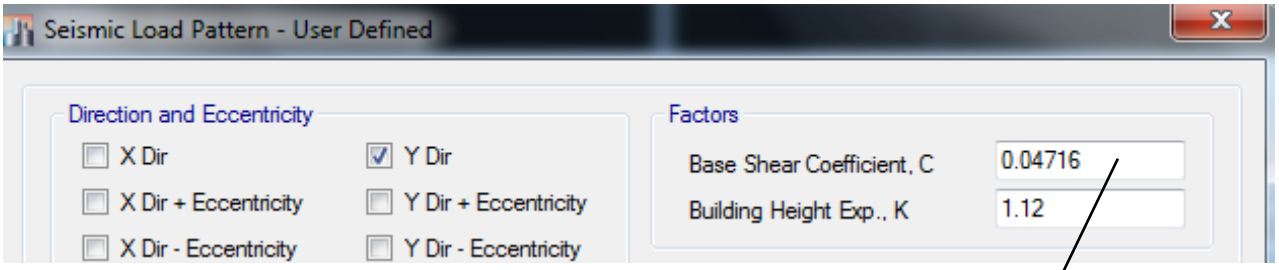
در این پروژه ما هر دو روش را نشان خواهیم داد در اینجا قاعد ۳۰-۱۰۰ با توجه به حالت اول را با مطابق شکل (۳۴-۲) (۳۵-۳) انجام می دهیم برای یادآوری و تاکید بیشتر ۰,۳ را فقط در ضریب زلزله EX و EY ضرب می کنیم و نیازی به تغییر ضریب زلزله در EXP , EXN , EYP , EYN نیست شکل (۳۶-۳).تغییرات ضریب زلزله:

$$(EX, EY)\ C = 0.1572 \times 0.3 = 0.0471$$



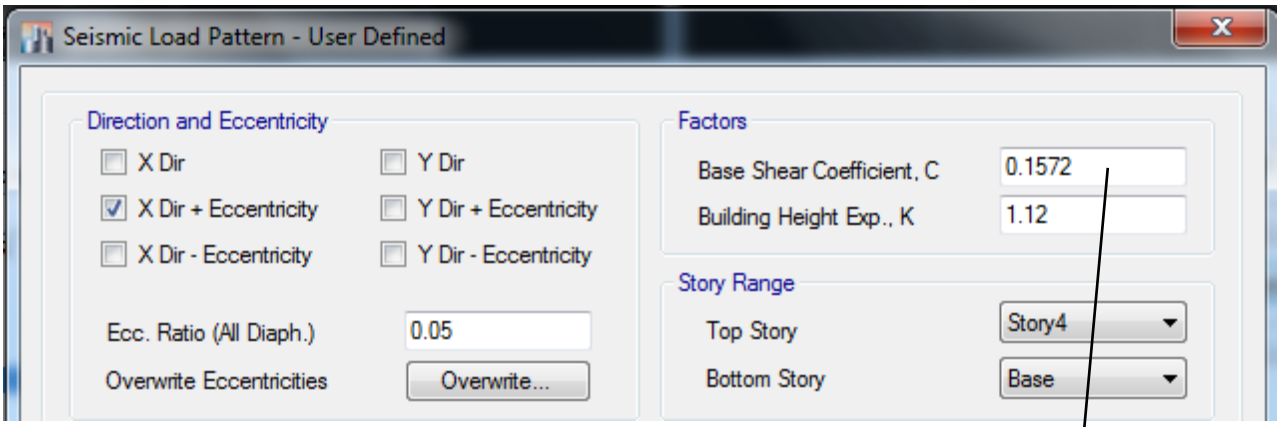
شکل ۲-۳۴

فقط ضریب زلزله به ۰,۳ ضرب شده است



شکل ۲-۳۵

فقط ضریب زلزله به ۰,۳ ضرب شده است



شکل ۲-۳۶

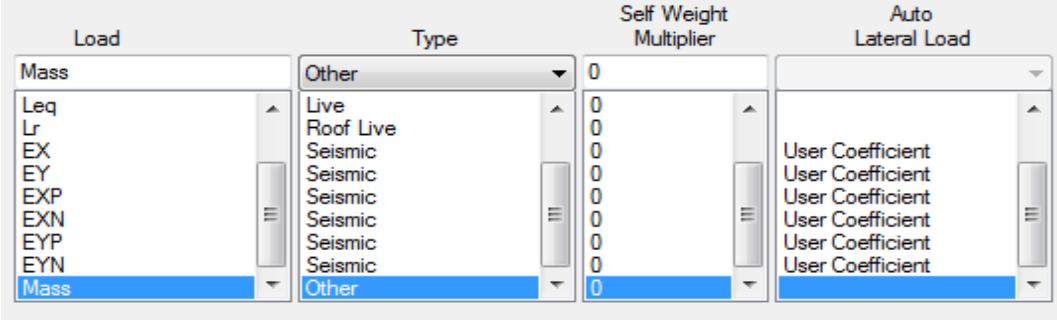
چون الگوی بار زلزله استاتیکی با خروج از مرکزیت اتفاقی است نیازی به تغییر ضریب زلزله برای اعمال قاعده ۳۰-۱۰۰ نیست

بر مبنای بند (۳-۱-۴) آیین نامه ۲۸۰۰ اگر در ستونی برای اثر زلزله در یکی از دو راستای نیروی محوری ایجاد شده در آن کمتر از ۲۰ درصد ظرفیت بار محوری ستون باشد نیازی به در نظر گرفتن قاعد ۳۰-۱۰۰ نیست. این بند برای ستون هایی در پلا نامنظم در نظر گرفته نمی شود.

معرفی الگوی بار Mass :

برای تعریف این الگوی بار همانند الگوی بار مرده یا زنده تعریف بار Mass را انجام می دهیم . شکل (۲-۳۷)

۱) در قسمت Load نام موردنظر (Mass) وارد می کنیم.
۲) در قسمت Type نوع الگوی بار را انتخاب می کنیم که در این جا باید (Other) انتخاب گردد
۳) سپس بر روی دکمه Add New Load کلیک می کنیم تا به الگو های بار ما اضافه گردد.



شکل ۲-۳۷

این بار به عنوان یک بار مانند بار مرده نیست که در ترکیب بار وجود داشته باشد و به همین خاطر از نوع Other در نظر گرفته شده است. از این الگوی بار برای تعیین وزن لرزه ای سازه (یکی از مزایای ایتبس این است که می تواند وزن سازه را حساب کند.) به کار می رود. در واقع از این الگوی بار برای اصلاح وزن لرزه ای در پشت بام استفاده می شود چون در تعیین وزن دیوار های پیرامون باید نصف از بالا و نصف از پایین حساب کنیم به خاطر اینکه ارتفاع پشت بام (جان پناه) با ارتفاع طبقه پایین خود مساوی نیست باید اصلاحی در آن صورت بگیرد.

بار قائم زلزله:

بر مبنای بند (۳-۳-۹-۱) و (۳-۳-۹-۲) آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ در یکی از شرایط زیر باید نیرو قائم زلزله در نظر گرفته شود:

۱) در صورت وجود بالکن (تراس)
۲) تیرهایی که طول دهانه ی آن ها بیش از ۱۵ متر باشد
۳) برای ساختمان هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد قرار دارند

۳ مورد ذکر شده در این پروژه وجود ندارند ما برای درک بیشتر فرمول بار قائم زلزله در بالکن(تراس) را برای شما می نویسیم

$$F_V = 0.6AIW_p$$

W_p =بار مرده + بار زنده

A : نسبت شتاب مبنای طرح

I : ضریب اهمیت ساختمان

نکته مهم: اگر در پروژه ما تراس بود باید در الگوی بار بار قائم را وارد می کردیم که از نوع Other تعریف می شود همانند بار Mass تعریف می شود.

حالت بار ها:

در نرم افزار ETABS 2015 وقتی الگوی باری تعریف می شود نرم افزار به صورت خودکار حالت های باری متناظر با الگوی

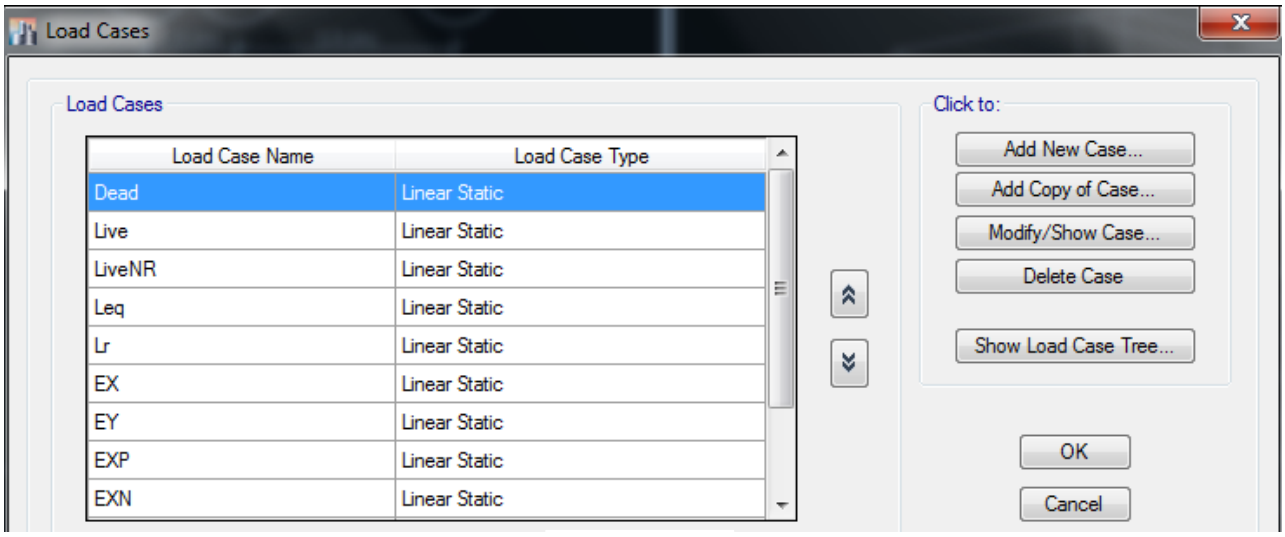
تعریف شده را می سازد. حالت بار با الگوی بار متفاوت می باشد در الگوی بار نوع بار مشخص می شود و لی در حالت بار نوع رفتار الگوی بار به نرم افزار معرفی می شود که نرم افزار برای تحلیل سازه از آن استفاده میکند.

نکته: در نسخه 9.7.4 نرم افزار ایتبس چنین حالتی وجود نداشت الگوی با را کاربر تعریف می کردو نرم افزار به صورت خودکار حالت های بار در نظر می گرفت.

مسیر زیر را اجرا می کنیم:

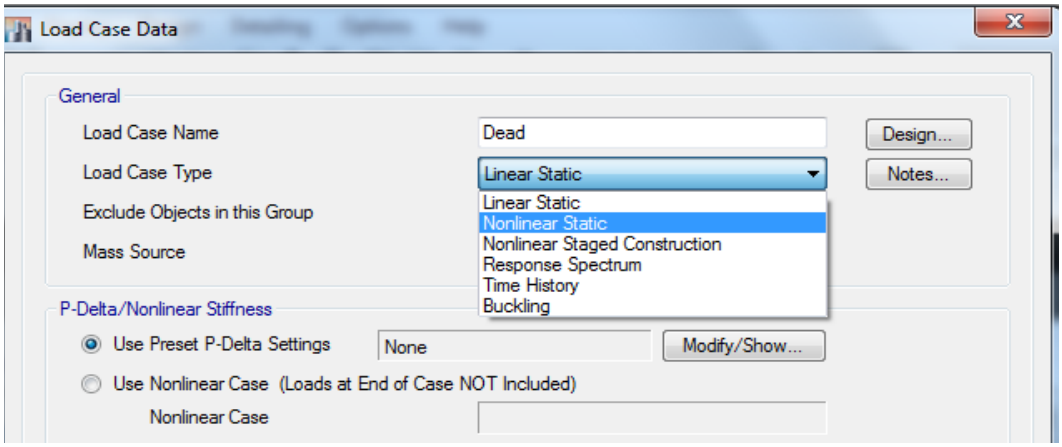
منوی **Define > Load Cases...**

با اجرای دستور بالا پنجره ی Load Cases ظاهر می شود. شکل (۲-۳۸)



شکل۲-۳۸

با توجه به شکل بالا مشاهده می شود که نرم افزار ایتبس برای هر الگوی بار یک حالت بار متناظر تعریف کرده است. چون ما در این پروژه از تحلیل استاتیکی خطی استفاده می کنیم نیازی به تغییر پیش فرض نرم افزار نیست در پروژه های بعدی که از تحلیل دینامیکی استفاده خواهیم کرد بیش تر با این پنجره کار خواهیم کرد. برای درک بیشتر موضوع اگر بر روی Dead کلیک کرده سپس گزینه ی Modify/Show Case... را انتخاب کنیم پنجره ی Load Case Data نمایان می شود که که می توان برای مثال حالت بار ، بار مرده را از حالت استاتیکی خطی خارج کرده و به حالت استاتیکی غیر خطی تبدیل کرد.مانند شکل (۲-۳۹)



شکل۲-۳۹

تعیین درجه نامعینی سازه(ρ):

بر مبنای بند (۳-۳-۲) آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش۴ ساختمان هایی که سیستم مقاوم جانبی در دو جهت عمود برهم دارای نامعینی کافی نباشد باید برش پایه ی ساختمان را ۲۰ درصد (۱,۲) افزایش داد.

برای مثال شما یک تیر ساده را در نظر بگیرید با ایجاد یک مفصل پلاستیک تیر ناپایدار می شود ولی حالا یک تیر دو سر گیردار را فرض کنید باید ۳ مفصل پلاستیک تشکیل شود تا تیر ناپایدار شود پس در حالت کلی اگر سازه ما دارای درجه نامعینی کافی داشته باشد عملکرد خوبی خواهد داشت. به همین خاط آیین نامه ۲۸۰۰ برای سازه هایی که نامعینی کافی ندارند ۲۰ درصد برش پایه را افزایش می دهد.

در چه شرایطی می توان در جه نامعینی را ۱ در نظر گرفت:

۱) ساختمان منظم باشد
۲) نیروی برشی موجود درآن طبقه بیشتر از ۳۵ درصد نیروی برشی کل نباشد
۳) در پلان ساختمان حداقل در دو طرفه مرکز جرم مهاربند وجود داشته باشد.در سازه بتنی که دیوار برشی دارد تعیین مهاربند فرق می کند یعنی باید طول دیوار را تقسیم بر ارتفاع کرد اگر حاصل بیش تر از ۲ شد پس سازه در پلان دارای دو مهاربند می باشد.

نکته:در آیین نامه آمریکا ضریب درجه نامعینی سازه ۱,۳ می باشد.

نکته: با اعمال ضریب ۱,۲ به برش پایه یعنی ما ضریب رفتار سازه را پایین می آوریم.

نکته: اگر در محاسبه درجه نامعینی سازع دچار مشکل شدید همان ضریب ۱,۲ را اعمال کنید که در جهت اطمینان می باشد.

در این پروژه به خاط اینکه سازه دارای سیستم قاب خمشی است ما باید ۳ شرط بالا را کنترل کنیم :

۱) ساختمان در پلان و ارتفاع منظم است پس بند اول ارضا می شود
۲) چون سازه دارای ارتفاع کمی می باشد به احتمال زیاد این بند هم برای سازه ما صادق است بیشر این بند برای سازه هایی بیش از ۷ طبقه ارضا نمی شود ولی در حالت کلی باید پس از تحلیل نرم افزار این بند را با برش طبقاتی که نرم افزار می دهد کنترل گردد. که برش طبقه ای بیش از ۳۵ درصد برش پایه نباشد.
۳) در قاب خمشی ما باید تعداد تیر های دو سر گیردار را حساب می کنیم. چون در جهت x دو تا تیر و در جهت y دو تیر دو سر گیردار داریم پس دارای مهاربند کافی در دو جهت مرکز جرم است.

چون ۳ شرط بالا برای اینکه درجه نامعینی سازه یک باشد برقرار است پس$\rho = 1$ در نظر می گیریم.

نکته خیلی مهم:

در برخی از ساختمان ها و همچنین در بعضی از کنترل های سازه نیازی به در نظر گرفتن درجه نامعینی نیست:

۱) ساختمان کمتر از ۳ طبقه
۲) محاسبه اثر$P - \Delta$
۳) محاسبه تغییر مکان جانبی
۴) تعیین نیرو ها در سازه های غیر ساختمانی

۵) کلیه اعضایی که شامل زلزله تشدید یافته می شوند

تعریف ترکیب بار ها:

مهم ترین موضوع در نرم افزار ETABS 2015تعریف ترکیب بارها می باشد که با تغییر مبحث ۶ بسیاری از مهندسین را دچار اشتباه کرده است.

بر اساس مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۲ برای طراحی ساختمان بتنی به روش حالت حدی از ترکیب بارهای زیر استفاده می کنیم:

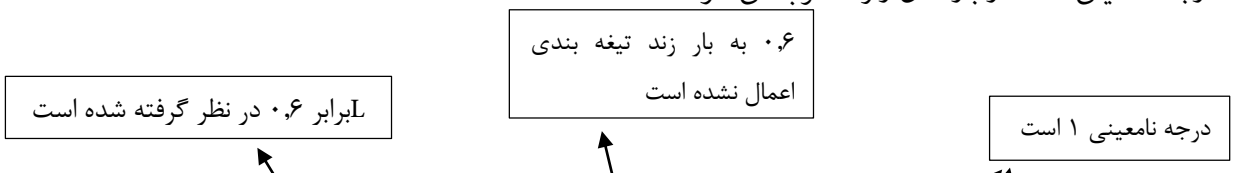
۱) $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r)$

۲) $D + 1.2L + 1.5(L_r) + 0.84E$

۳) $0.85D + 0.84E$

نکته: در ترکیب بار ۲ می توان بار زنده ای که مقدار بار آن از ۵ کیلو نیوتن کمتر باشد به جز بار پشت بام و پارکینگ و یا محل های عمومی می توان بارL برابر ۰٫۶در نظر گرفت. این ضریب فقط برای بار زنده است و نباید برای تیغه بندی در نظر گرفت.

ترکیب بار برای سازه بتنی با درجه نامعینی ۱ (در این ترکیب بار ها قاعده۳۰-۱۰۰ وجود ندارد چون در ضریب زلزله ضرب شده است). درجه نامعینی فقط در بار های زلزله ضرب می شود.



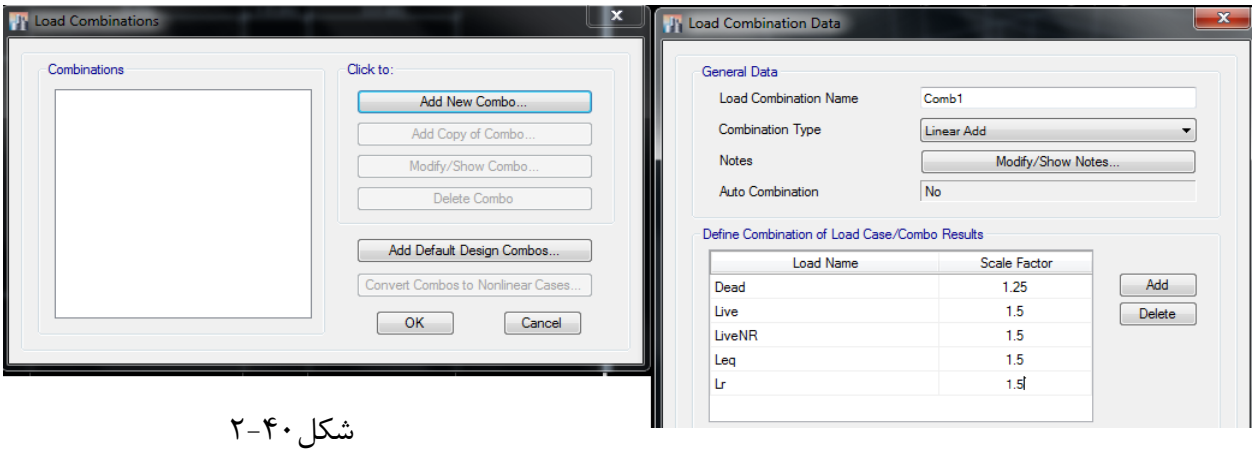
1.25D+1.5Live+1.5LiveNR+1.5Leq+1.5Lr
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (EXP+EY)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (EXP-EY)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (-EXP+EY)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84(-EXP-EY)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (EXN+EY)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (EXN-EY)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (-EXN+EY)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (-EXN-EY)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (EYP+EX)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (EYP-EX)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (-EYP+EX)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (-EYP-EX)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (EYN+EX)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (EYN-EX)

1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (-EYN+EX)
1.25Dead+0.6Live+1.2LiveNR+1.2Leq+1.2Lr+0.84 (-EYN-EX)
0.85Dead+0.84(EXP+EY)
0.85Dead+0.84(EXP-EY)
0.85Dead+0.84(-EXP+EY)
0.85Dead+0.84(-EXP-EY)
0.85Dead+0.84(EXN+EY)
0.85Dead+0.84(EXN-EY)
0.85Dead+0.84(-EXN+EY)
0.85Dead+0.84(-EXN-EY)
0.85Dead+0.84(EYP+EX)
0.85Dead+0.84(EYP-EX)
0.85Dead+0.84(-EYP+EX)
0.85Dead+0.84(-EYP-EX)
0.85Dead+0.84(EYN+EX)
0.85Dead+0.84(EYN-EX)
0.85Dead+0.84(-EYN+EX)
0.85Dead+0.84(-EYN-EX)

برای تعریف این ترکیب بارها به نرم افزار باید مسیر زیر اجرا کنیم:

منوی **Define > Load Combinations…**

بعد از اجرای دستور بالا پنجره ی Load Combinations باز شده و در آن جا روی گزینه ی …Add New Combo کلیک می کنیم سپس در قسمت Load Combinations Name نام ترکیب بار و در قسمت Combination Type روی حالتLinear Add باشد که بهترین حالت است و سپس در کادرDefine Combinations of Load Case/Combo Reaults در قسمت Load Name نوع بار و در قسمت Scale Factor ضریب بار وارد می کنیم مانند شکل (۴۰-۲)



شکل ۴۰-۲

بقیه ترکیب بار ها را همانطور که دربالا توضیح داده شده است انجام می دهیم برای یادگیری بهتر می توانید از فیلم آموزشی استفاده کنید.

محاسبه وزن لرزه ای سازه:

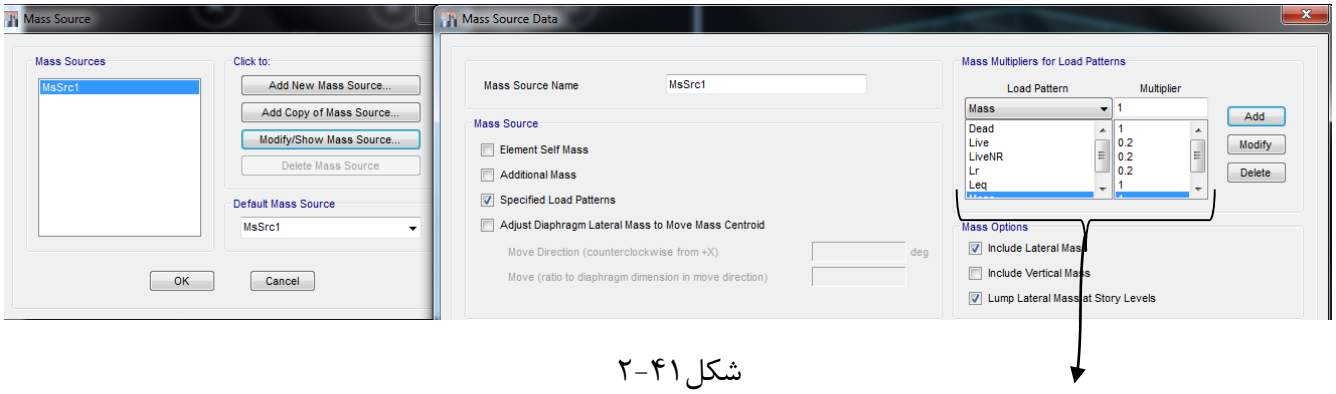
وزن یک سازه برابر است با کل بار مرده + درصدی از بار زنده (این درصد برای بار های مختلف زنده متفاوت است) + کل بار دیوار های جداکننده است. برای اعمال این فرمول به نرم افزار باید مسیر زیر را اجرا کنیم:

منوی **Define > Mass Source…**

بعد از اجرای دستور بالا پنجره ی **Mass Source** باز می شود در این حالت بر روی MsSrc1 کلیک کرده و سپس روی گزینه Modify/Show کلیک می کنیم حالا مطابق شکل زیر (۴۱-۲) تنظیمات را انجام می دهیم:

درصد مشارکت بار زنده برمبنای جدول (۳-۱) آیین نامه ۲۸۰۰:

ساختمان مسکونی ، اداره ی ، هتل ها و پارکینگ ها	20%
بیمارستان ها، مدارس، فروشگاه ها، محل اجتماع	20%
کتابخانه ها و انبار ها	حداقل 40%
مخازن آب و سار مایعات	100%



شکل ۴۱-۲

Load Pattern	Multiplier
Dead	**1**
Live	**0.2**
LiveNR	**0.2**
Leq	**1**
Lr	**0.2**
Mass	**1**

در بالا گزینه های زیادی وجود دارد که ما در این پروژه از توضیح آن ها صرف نظر می کنیم ولی در پروژه های بعدی توضیحات کافی داده خواهد شد.

فصل سوم:

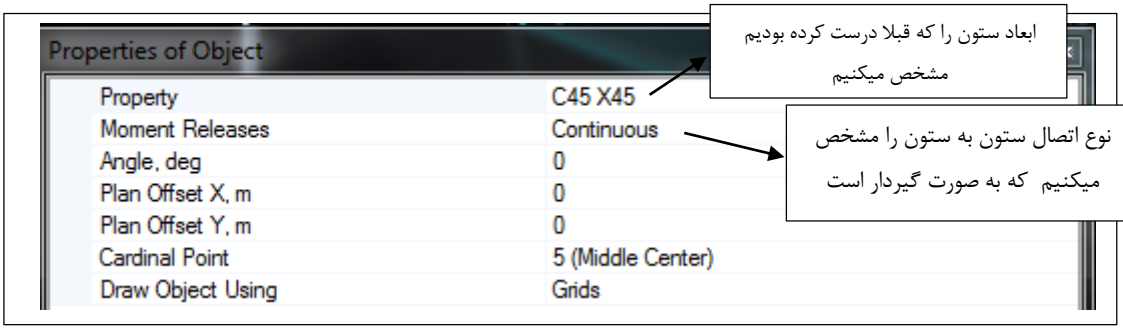
ترسیم ستون ها:

۱) برای ترسیم ستون ها روی آیکون کلیک کرده تا ساختمان را از نمای پلان نشان دهد(نرم افزار به صورت پیش فرض بر روی نمای پلان ساختمان را نشان می دهد)

۲) در سمت چپ نوار ابزار حتما روی آیکون کلیک کرده تا فعال شود(به صورت پیش فرض فعال است)

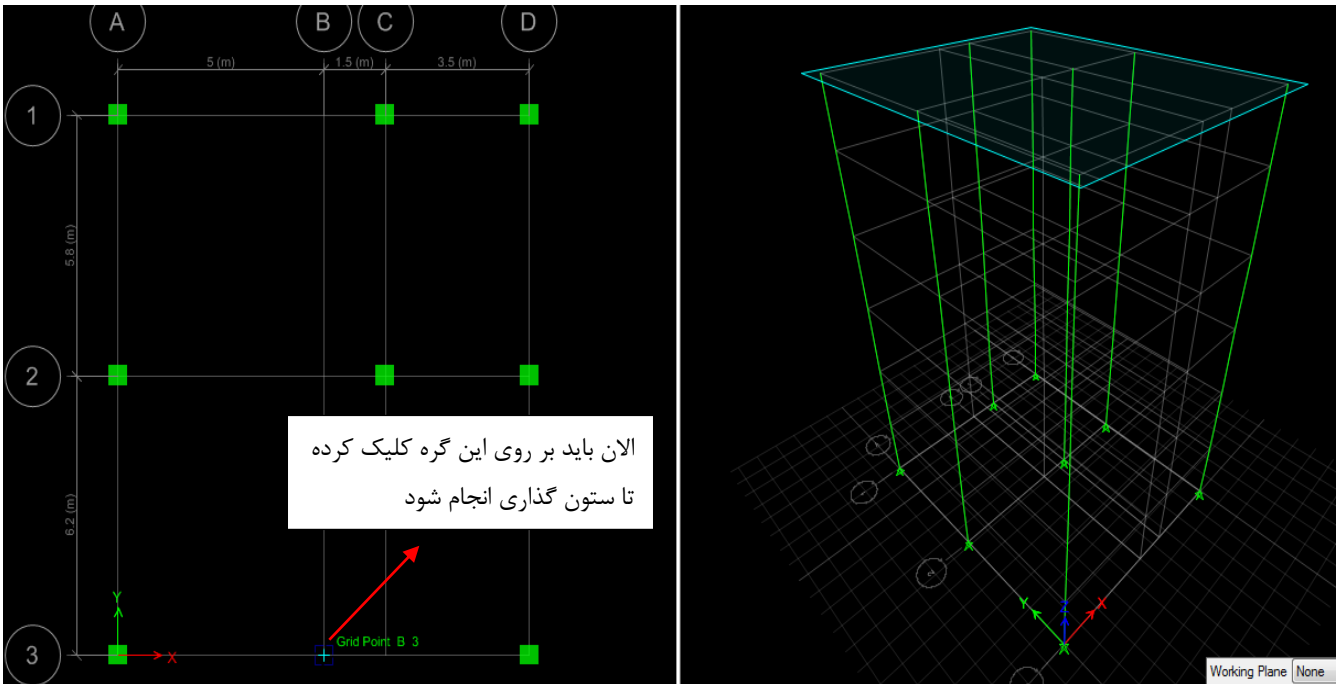
۳) در پایین سمت چپ صفحه نمایش نرم افزار آیکونی به شکل مقابل است که به صورت منوی کرکره ای می باشد که باید گزینه All Stories فعال باشد (با فعال شدن این گزینه مثلا اگر بر روی طبقه اول ستونی ترسیم کنیم در تمام طبقات ستون ها ترسیم می شوند)

۴) سپس در سمت چپ نوار ابزار روی آیکون کلیک کرده تا پنجره مطابق شکل(۱-۳) زیر نمایش داده شود.



شکل ۱-۳

۵) سپس موس را برروی شبکه های مه تعریف کرده بودیم برده و در آنجا طبق نقشه در هر جایی که ستون باید گذاشته شود کلیک می کنیم مانند شکل (۲-۳)

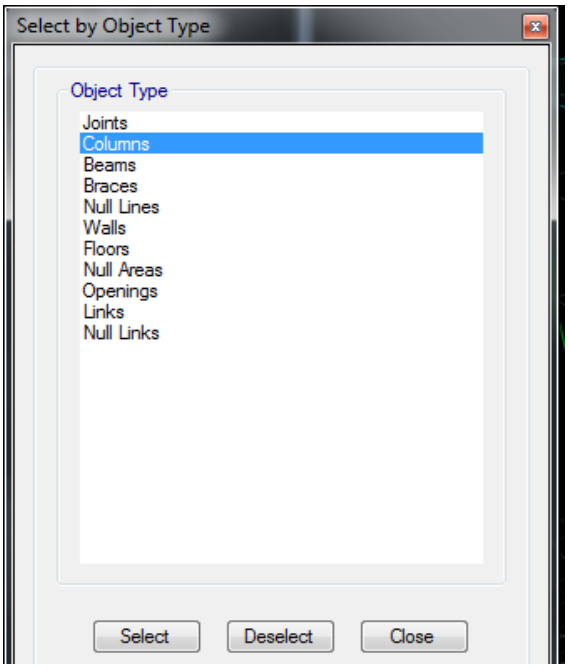


شکل ۲-۳

۶) الان همه ستون های طبقات ۴۵ * ۴۵ است در صورتی که طبقه پیلوت فقط باید ۴۵ * ۴۵ باشد و در بقیه طبقات (طبقه اول و دوم ۴۰ * ۴۰ وطبقه سوم و چهارم و خرپشته ۳۵ * ۳۵ است) ابعاد ستون ها متفاوت می باشد حالا باید ابعاد ستون ها را در طبقات تغییر دهیمبرای اینکار باید مراحل زیر را باید اجرا کنیم

I) منوی Select > Select > Object Type

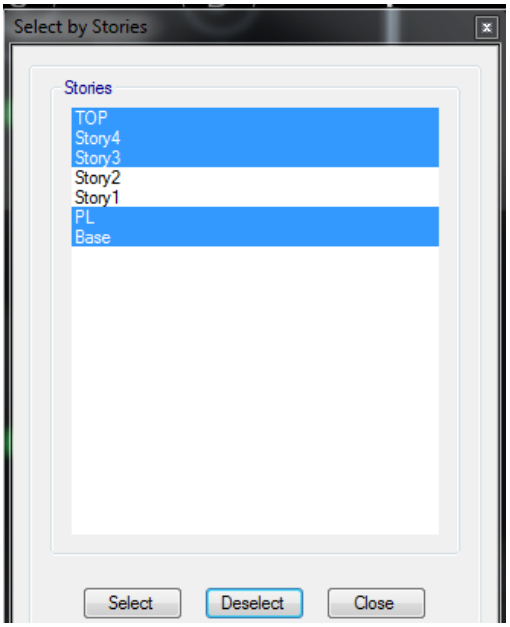
II) پنجره ی Select by Object Type نمایان می شود(شکل ۳-۳) در پنجره Select by Object Type باید گزینه Columns انتخاب کرده بعد دکمه Select را می زنیم تا همه ستون ها انتخاب شود و بعد دکمه Close را می زنیم



شکل ۳-۳

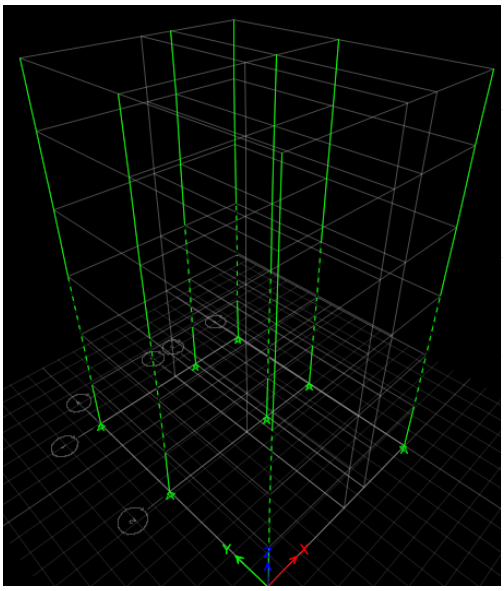
III) سپس مسیر مقابل اجرا می کنیم Select > Deselect > Storiesمنوی

IV) به خاطر اینکه می خواهیم ابعاد ستو ن های طبقه اول و دوم را به ۴۰ * ۴۰ تغییر دهیم مانند شکل (۳-۴) طبقات دیگر را انتخاب می کنیم ولی طبقات اول و دوم را نباید انتخاب کرد چون از حالت انتخاب خارج می شوند.



شکل ۳-۴

سپس دکمه Deselectزده و بعد Close را می زنیم شکل(۳-۵)

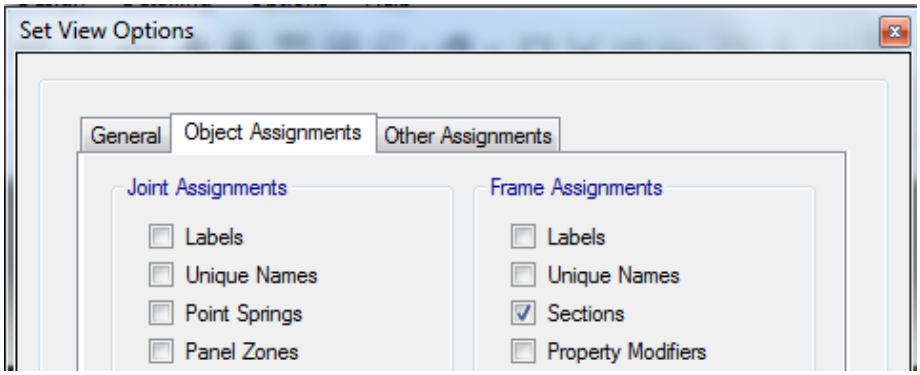


شکل ۳-۵

V) همانطور که در شکل (۵-۳) می بینیم فقط ستون های طبقه اول و دوم انتخاب شده است حالا باید ابعاد ستون ها را از ۴۵ * ۴۵ به ۴۰ * ۴۰ تغییر بدیم برای این کار باید مسیر زیر را اجرا کنیم:

VI) Assign > Frame > Section Property… منوی در پنجره ظاهر شده از لیست ابعاد ستون ها ابعاد ۴۰ *۴۰ را انتخاب میکنیم و بعد دکمه OK را می زنیم.

همین کار برای بقیه طبقات انجام می دهیم برای اینکه ابعاد مقطع در کنار المان ها نشان داده شود آیکون در سمت بالای نوار ابزار است را انتخاب میکنیم در پنجره ی باز شده به تب Object Assignments رفته و سپس گزینه یSection را فعال می کنیم.شکل (۶-۳)



شکل۶-۳

۷) تا اینجا ابعاد ستونه ها را درست کردیم ولی باید ستوهای خرپشته را اصلاح کنیم یعنی در پشت بام فقط ۴ تا ستون باید باشد.

۸) ابتدا در سمت راست پایین حالت All Stories را به حالت One Story تغییر می دهیم (این تغییر به خاطر این است که در حالتOne Story تغییراتی که می دهیم فقط در آن طبقه اتفاق می افتد) و سپس روی آیکون کلیک کرده و در لیست باز شده TOP را انتخاب میکنیم و بعد OK را می زنیم تا پلان خرپشته نشان داده شود وسپس ستون هایی که نباید در پلان باشد را انتخاب کرده(ماوس را از سمت راست به چپ کشیده تا ستون انتخاب شود)و بعد از صفحه کلید دکمه Delete را می زنیم.

ترسیم تیرها:

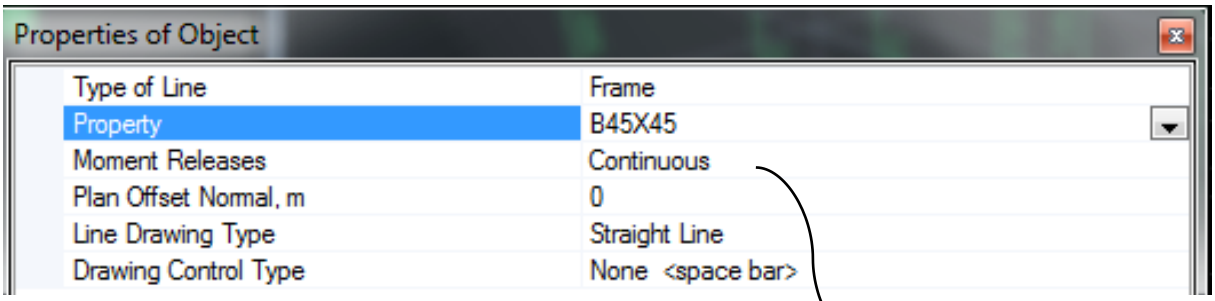
۱) برای ترسیم ستون ها روی آیکون کلیک کرده تا ساختمان را از نمای پلان نشان دهد(نرم افزار به صورت پیش فرض بر روی نمای پلان ساختمان را نشان می دهد)

۲) در سمت چپ نوار ابزار حتما روی آیکون کلیک کرده تا فعال شود(به صورت پیش فرض فعال است)

۳) در پایین سمت چپ صفحه نمایش نرم افزار آیکونی به شکل مقابل است که به صورت منوی کرکره ای می باشد که باید گزینه All Stories فعال باشد (با فعال شدن این گزینه مثلا اگر بر روی طبقه اول تیری ترسیم کنیم در تمام طبقات ستون ها ترسیم می شوند)

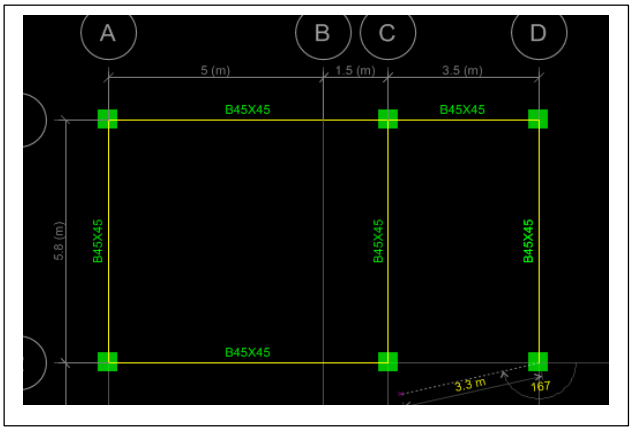
۴) سپس در سمت چپ نوار ابزار روی آیکون کلیک کرده تا پنجره مطابق شکل(۷-۳) زیر نمایش داده شود.

۵) بعد از این کار ماوس را از آکس ستونی به آکس ستون دیگر می بریم تا تیر مورد نظر کشیده شود. اگر دوبار پشت سرهم چپ کلیک کنیم ماوس از حالت ترسیم خارج شده و می توانیم دوباره روی آکس دیگر ستون کلیک کرده و سپس ترسیم را آغاز کنیم(۸-۳)



شکل۳-۷

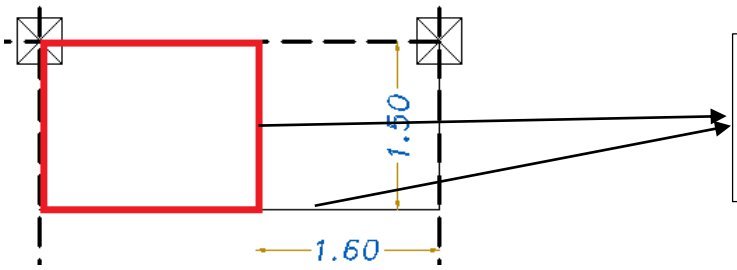
مثل ستون باید گیردار باشد چون سیستم ما قاب خمشی است ولی اگر برای مثال سازه ما سازه فولادی مهاربندی بود باید Continuous را به Pinned (مفصلی)تغییر می دهیم و لی در ستون ها چه فولادی چه بتنی باید Continuous باشد زیرا باید لنگر انتقال داده شود.



شکل۳-۸

۶) الان همه تیرهای طبقات ۴۵ * ۴۵ است در صورتی که طبقه پیلوت فقط باید ۴۵ * ۴۵ باشد و در بقیه طبقات (طبقه اول و دوم ۴۰ * ۴۰ وطبقه سوم و چهارم و خرپشته ۳۵ * ۳۵ است) ابعاد ستون ها متفاوت می باشد حالا باید ابعاد تیرها را در طبقات تغییر دهیم برای اینکار باید مراحلی که در ستون ها رفته ایم را انجام می دهیم فقط در شکل (۳-۳) که در ستون انتخاب شده بود باید تیر انتخاب شود(Beam)و هم چنین حذف تیرها هم مانند ستون ها می باشد.

ترسیم تیر به تیر(جای آسانسور):



این دو تا تیر به صورت تیر به تیر باید ترسیم شود چون شبکه ی خطوط برای آن ها در نظر نگرفته ایم باید از یک روش دیگه برای ترسیم استفاده کنیم

۱) ما در اینجا توضیحات اضافی که باید سازه در حالت پلان باشد و هم چنین All Strories را انتخاب کنیم صرفنظر می کنیم

۲) سپس در سمت چپ نوار ابزار روی آیکون کلیک کرده تا پنجره مطابق شکل(۹-۳) زیر نمایش داده شود. در پنجره باز شده مطابق شکل(۹-۳) نتظیمات را انجام می دهیم.

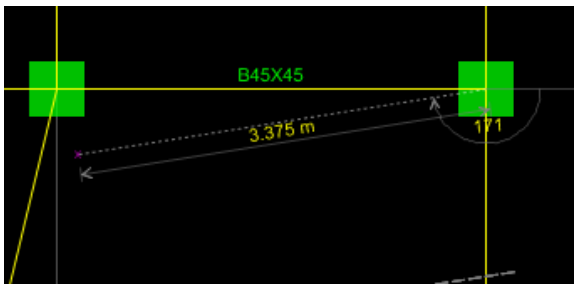
Type of Line	Frame
Property	B45X45
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal, m	1.5
Line Drawing Type	Straight Line
Drawing Control Type	None <space bar>

در این جا می خواهیم تیر دهانه ی(C-D) به اندازه ۱,۵ متر به طرف پایین آفست شود

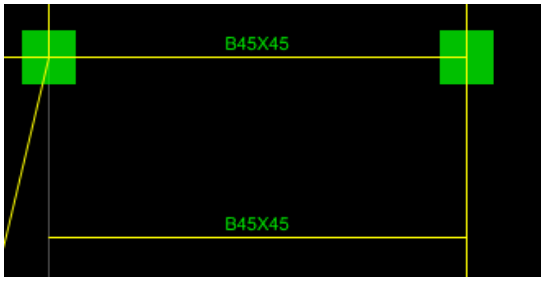
شکل۹-۳

۳) سپس مطابق شکل (۱۰-۳) ماوس را ازسمت چپ به راست از آکس ستون D به سمت آکس ستون C می بریم .

۴) پس از این مرحله تیر ما به صورت شکل (۱۱-۳) ترسیم می شود.



شکل۱۰-۳



شکل۱۱-۳

۵) سپس در سمت چپ نوار ابزار روی آیکون کلیک کرده تا پنجره مطابق شکل(۱۲-۳) زیر نمایش داده شود. در پنجره باز شده مطابق شکل(۱۲-۳) نتظیمات را انجام می دهیم

۶)

Type of Line	Frame
Property	B45X45
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal, m	1.6
Line Drawing Type	Straight Line
Drawing Control Type	None <space bar>

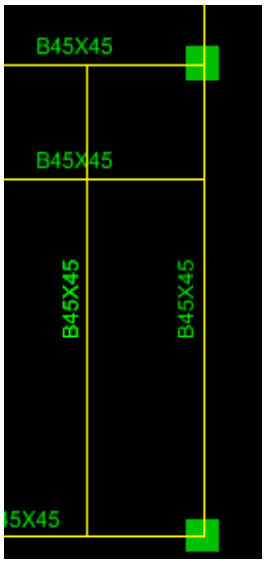
شکل۱۲-۳

در این جا می خواهیم تیر دهانه ی(۳-۲) به اندازه ۱,۶ متر به طرف جلو آفست شود

۷) سپس مطابق شکل (۱۳-۳) ماوس را ازسمت پایین به بالا از آکس ستون ۳ به سمت آکس ستون ۲ می بریم .

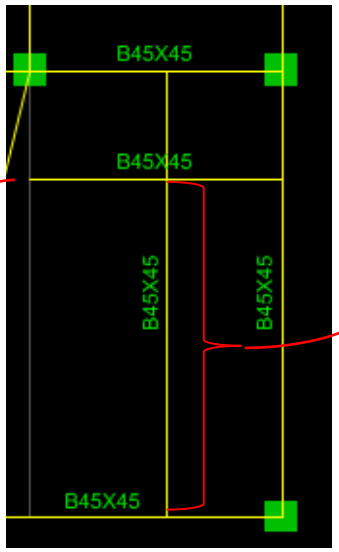
۸) پس از این مرحله تیر ما به صورت شکل (۱۴-۳) ترسیم می شود.

شکل ۳-۱۳



شکل ۳-۱۴

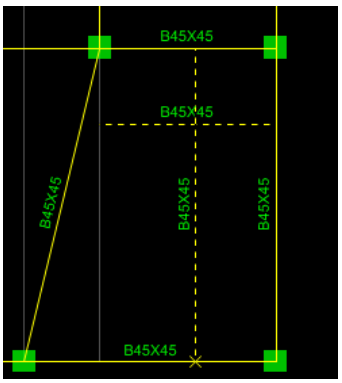
۹) مطابق شکل(۳-۱۵) بعضی از تیرها باید پاک و به انتهای بعضی ، تیر اضافه شود.



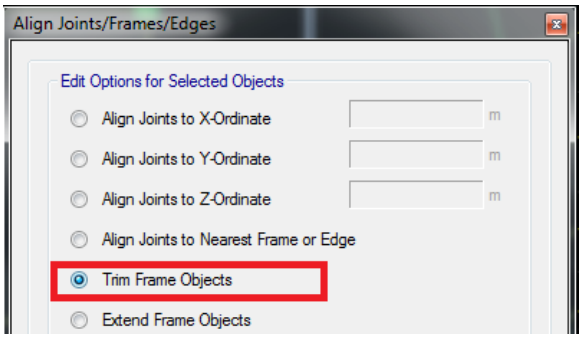
تا این قسمت از تیر باید اضافه شود چون در اینجا خطوط شبکه وجود دارد به همین خاطر نرم افزار نتوانسته تیر را به تیر مورب وصل کند.

تا این قسمت از تیر باید حذف شود.

۱۰) حذف تیر اضافی همانطور که در شکل (۳-۱۶) می بینید تیر های موجود را انتخاب کرده و به انتهای آن قسمت از تیر که باید حذف شود کلیک میکنیم تا به صورت ستاره شود و سپس از طریق کلید های ترکیبی (Shift + Ctrl +M) پنجره مطابق شکل (۳-۱۷) ظاهر شده و بعد گزینه Trim Frame Objects را انتخاب کرده و بعد OK را می زنیم.

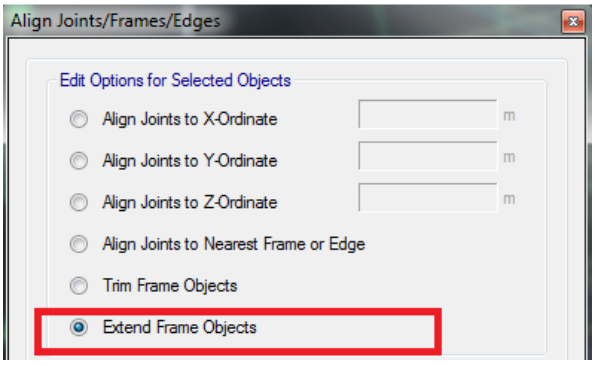


شکل ۳-۱۶

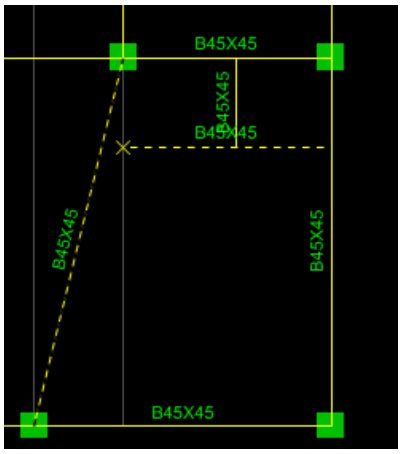


شکل ۳-۱۷

۱۱) اضافه کردن تیر همانند شکل (۱۸-۳) تیر مورد نظر و سپس تیری مقصد(تیر مورب) که میخواهیم تیر به آن وصل شود را انتخاب میکنیم در ضمن باید انتهای تیر مبدا باید انتخاب شده باشد یعنی در انتهای تیر کلیک می کنیم تا به صورت ستاره شود و سپس از طریق کلید های ترکیبی (Shift + Ctrl +M) پنجره مطابق شکل (۱۹-۲) ظاهر شده و بعد گزینه Extend Frame Objects را انتخاب کرده و بعد OK را می زنیم.

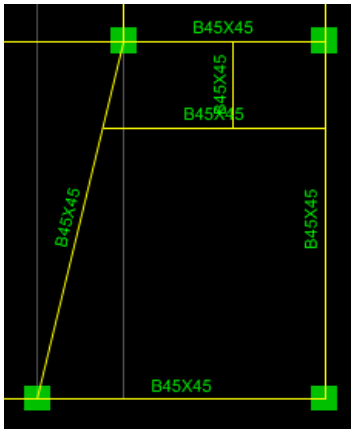


شکل۱۹-۳



شکل۱۸-۳

در حالت کلی داریم. شکل(۲۰-۳)



شکل۲۰-۳

ترسیم سقف:

۱) برای ترسیم ستون ها روی آیکون کلیک کرده تا ساختمان را از نمای پلان نشان دهد(نرم افزار به صورت پیش فرض بر روی نمای پلان ساختمان را نشان می دهد)

۲) در سمت چپ نوار ابزار حتما روی آیکون کلیک کرده تا فعال شود(به صورت پیش فرض فعال است)

۳) در پایین سمت چپ صفحه نمایش نرم افزار آیکونی به شکل مقابل

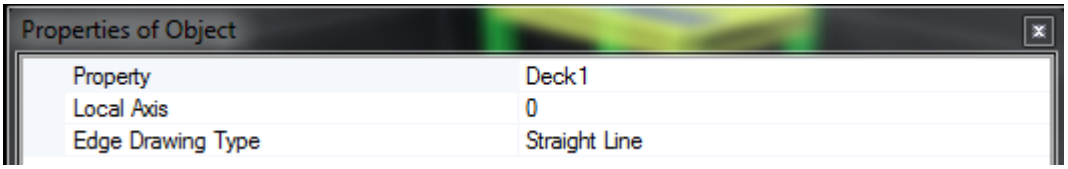
است که به صورت منوی کرکره ای می باشد که باید گزینه All Stories فعال باشد (با فعال شدن این گزینه مثلا اگر بر روی طبقه اول سقفی ترسیم کنیم در تمام طبقات ستون ها ترسیم می شوند)

۴) سپس در سمت چپ نوار ابزار روی آیکون کلیک کرده تا پنجره مطابق شکل(۲۱-۳) زیر نمایش داده شود.

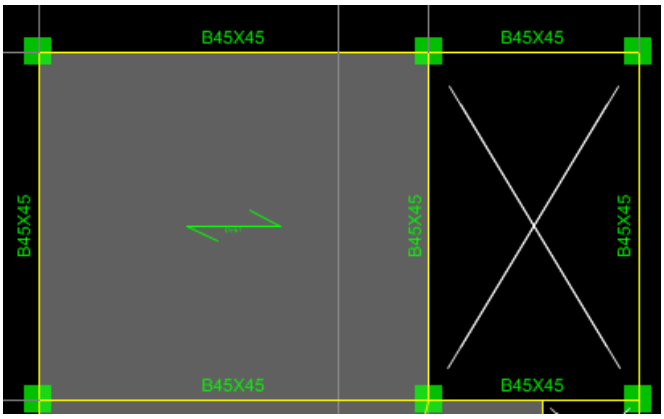
۵) در پنجره ی ظاهر شده جلوی گزینه ی Property نوع سقف را Deck1 انتخاب کرده و سپس ماوس را روی گره ها برده و روی گره ها (آکس ستون ها) کلیک میکنیم مانند شکل (۲۲-۳)

۶) برای سقف راه پله جلوی گزینه ی Property نوع سقف Opening انتخاب کرده مانند شکل (۲۳-۳)

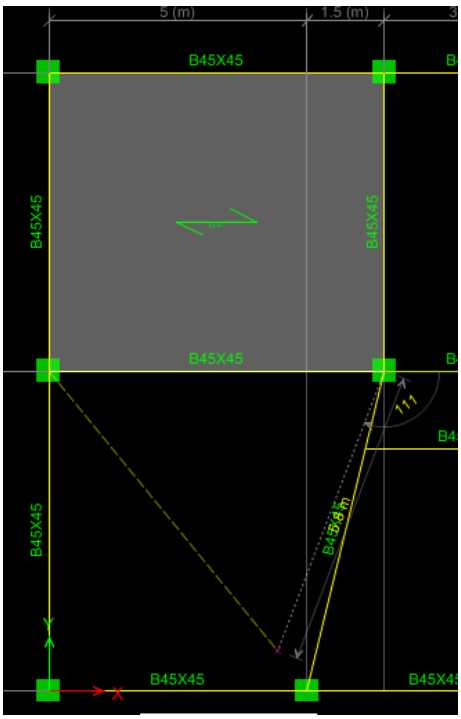
۷) برای جلوی آسانسور جلوی گزینه ی Property نوع سقف Slab1 انتخاب کرده مانند شکل (۲۴-۳)



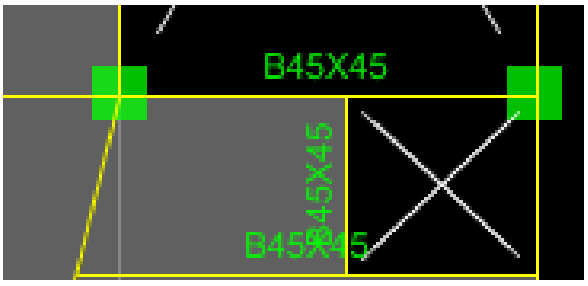
شکل ۲۱-۳



شکل ۲۳-۳



شکل ۲۲-۳

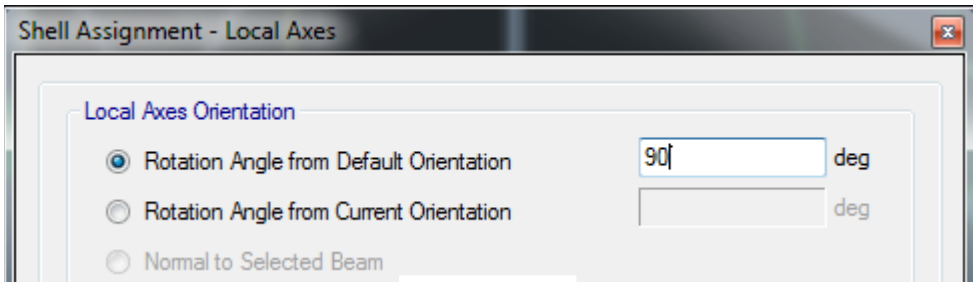


شکل ۲۴-۳

۸) نحوهی تیر ریزی در بعضی از سقف ها شاید درست و اجرایی به نظر نرسد به همین علت برای تغییر جهت تیر ریزی سقف مورد نظر را انتخاب کرده و سپس مسیر زیر را اجرا می کنیم:

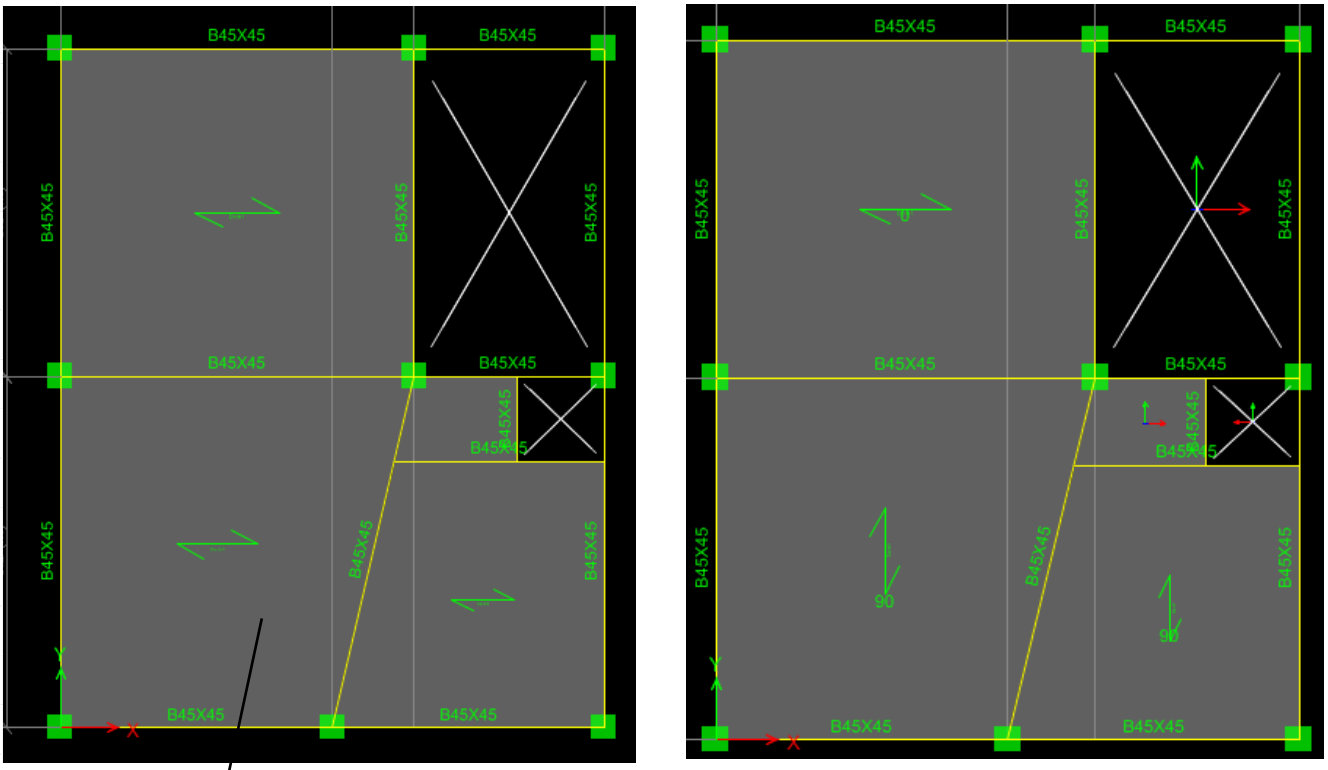
منوی Assign > Shell > Local Axes…

۹) در پنجره ی ظاهر شده مطابق شکل (۲۵-۳) تنظیمات را وارد می کنیم(یعنی تیرچه را ۹۰ درجه چرخش می دهیم)



شکل۲۵-۳

تغییرات انجام شده در شکل (۲۶-۳) مشخص است.



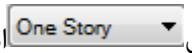
شکل۲۶-۳

تغییرات صورت گرفته

از لحاظ اجرایی درست نیست و باید انتهای همه تیرچه ها بریده شود

نکته مهم:

چون سیستم ما قاب خمشی است پس سعی میکنیم تیر ریزی به شکل شطرنجی باشد ولی اگر سیستم به صورت دو گانه بود باید سعی می کردیم تیرچه ها عمود بر قاب خمشی باشد تا در کنترل دریفت مشکلی پیش نیاید زیر با اینکار از تغییر مکان قاب خمشی جلو گیری می کنیم.

برای اصلاح سقف خرپشته باید گزینه ی 

انتخاب شده وسپس به طبقه TOP رفته و در آنجا روی سقف کلیک کرده (سقف به صورت Opening) و دکمه Delete را می زنیم و سپس روی کلیک کرده و سقف را ترسیم میکنیم.

اگر به Base برویم (روی plan کلیک کرده و بعد Base را انتخاب می کنیم) در ضمن باید درحالت One Story باید باشیم می بینیم سقف در کف هم ترسیم شده است که باید آن ها حذف شوند از سمت راست به چپ کل پلان را انتخاب کرده و بعد دکمه ی Delete را می زنیم سپس با کلید ترکیبی Ctrl + S پروژه را ذخیره می کنیم.

فصل چهارم:

بارگذاری دیوار های پیرامون بدون نما:

۱) تیر های قاب A و D در سقف های اول ، دوم ، سوم ، چهارم را انتخاب کرده (با کلیک بر روی تیر ، تیر انتخاب می شود) راه های زیادی برای انتخاب وجود دارد که ما ساده ترین روش را ذکر کرده ایم در پروژه های بعدی با انتخاب المان ها زیاد آشنا می شوید.

۲) سپس از مسیر زیر پنجره ی شکل (۱-۴) را فراخوانی میکنیم:

منوی Assign > Frame Load > Distributed…

شکل ۱-۴

مقدار بار دیوار های پیرامون بدون نما در فصل اول توضیح داده شده است.

بارگذاری دیوار های پیرامون با نما:

۱) تیر های قاب ۱ و ۳ در سقف های اول ، دوم ، سوم ، چهارم را انتخاب کرده (با کلیک بر روی تیر ، تیر انتخاب می شود) راه های زیادی برای انتخاب وجود دارد که ما ساده ترین روش را ذکر کرده ایم در پروژه های بعدی با انتخاب المان ها زیاد آشنا می شوید.

۲) سپس دستور مقابل را اجرا میکنیم

منوی Assign > Frame Load > Distributed…

۳) همانند بارگذاری دیوار های پیرامون بدون نما جلو می رویم با این تفاوت که مقدار بار را ۶۲۱ کیلو گرم بر متر وارد می کنیم.

بارگذاری دیوار های جان پناه وخرپشته:

۱) کل تیر های کناری خرپشته و پشت بام را انتخاب کرده (با کلیک بر روی تیر ، تیر انتخاب می شود) راه های زیادی برای انتخاب وجود دارد که ما ساده ترین روش را ذکر کرده ایم در پروژه های بعدی با انتخاب المان ها زیاد آشنا می شوید.

۲) سپس دستور مقابل را اجرا میکنیم

منوی Assign > Frame Load > Distributed…

۳) همانند بارگذاری دیوار های پیرامون بدون نما جلو می رویم با این تفاوت که مقدار بار را ۱۷۴ کیلو گرم بر متر وارد می کنیم.

بارگذاری بار مرده سقف طبقات:

۱) کل سقف های طبقه اول ، دوم ، سوم ، چهارم را انتخاب میکنیم با روش زیر انتخاب سقف ها انجام می دهیم

۲) منوی Select > Select > Object Type

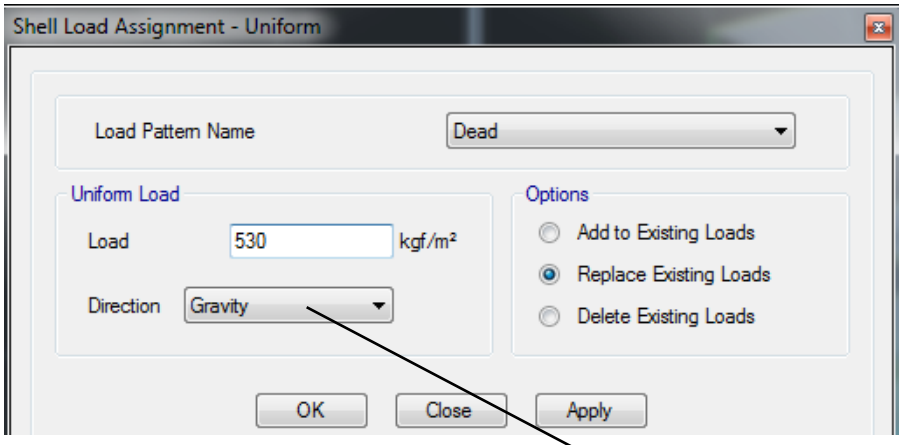
۳) پنجره ی Select by Object Type نمایان می شود در پنجره Select by Object Type باید گزینه Floors انتخاب کرده بعد دکمه Select را می زنیم تا همه سقف ها انتخاب شود و بعد دکمه Close را می زنیم .

۴) سپس مسیر مقابل اجرا می کنیم منوی Select > Deselect > Stories

۵) بعد در این جا همه ی طبقات را انتخاب کرده وبه جز پشت بام وخرپشته وسپس Select را می زنیم.

۶) سپس از مسیر زیر پنجره ی شکل (۲-۴) را فراخوانی میکنیم:

منوی Assign > Shell Load > Uniform…



شکل ۲-۴

مقدار بار مرده سقف طبقات در فصل اول توضیح داده شده است.

بارگذاری بار مرده سقف پشت بام وخرپشته:

۱) کل سقف پشت بام وخرپشته را انتخاب کرده (با کلیک بر روی سقف ، سقف انتخاب می شود) راه های زیادی برای انتخاب وجود دارد که ما ساده ترین روش را ذکر کرده ایم در پروژه های بعدی با انتخاب المان ها زیاد آشنا می شوید.

۲) سپس دستور مقابل را اجرا میکنیم

منویAssign > Shell Load > Uniform…

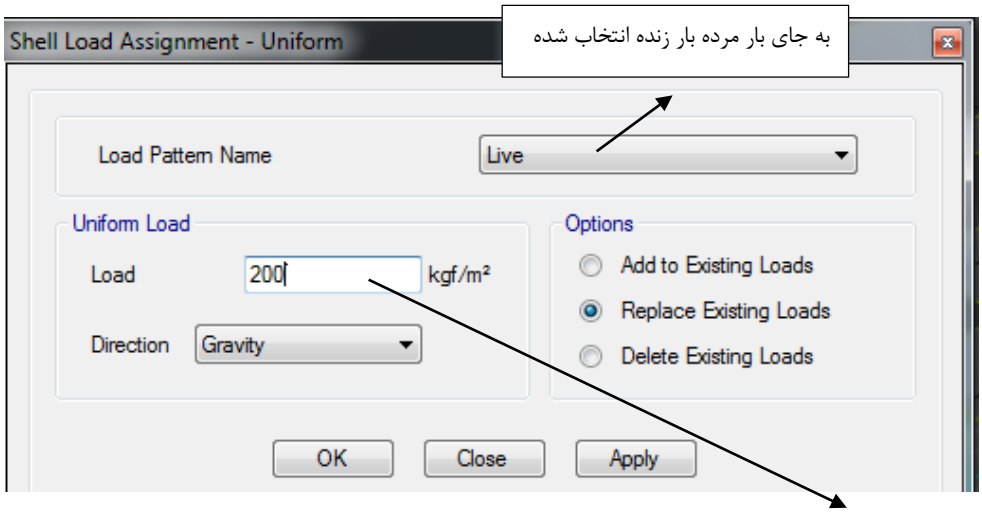
۳) همانند بارگذاری بار مرده سقف طبقات جلو می رویم با این تفاوت که مقدار بار را ۵۰۸ کیلو گرم بر متر مربع وارد می کنیم.

بارگذاری بار زنده سقف طبقات:

۱) کل سقف های طبقه اول ، دوم ، سوم ، چهارم را انتخاب کرده همانند روشی که قبلا گفته شده است.

۷) سپس از مسیر زیر پنجره ی شکل (۳-۴) را فراخوانی میکنیم:

منویAssign > Shell Load > Uniform…



شکل ۳-۴

مقدار بار زنده سقف طبقات در فصل اول توضیح داده شده است.

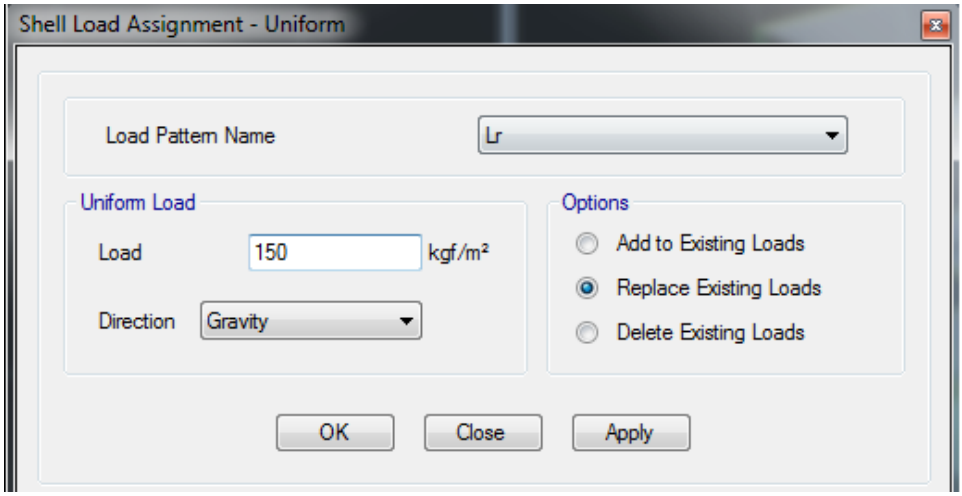
بارگذاری بار زنده سقف پشت بام وخرپشته:

۱) کل سقف پشت بام وخرپشته را انتخاب کرده (با کلیک بر روی سقف ، سقف انتخاب می شود) راه های زیادی برای انتخاب وجود دارد که ما ساده ترین روش را ذکر کرده ایم در پروژه های بعدی با انتخاب المان ها زیاد آشنا می شوید.

۲)

۳) سپس از مسیر زیر پنجره ی شکل (۴-۴) را فراخوانی میکنیم:

منویAssign > Shell Load > Uniform…



شکل ۴-۴

بارگذاری بار تیغه بندی در طبقات:

۱) کل سقف های طبقه اول ، دوم ، سوم ، چهارم را انتخاب میکنیم با روش زیر انتخاب سقف ها انجام می دهیم

۲) Select > Select > Object Type منوی

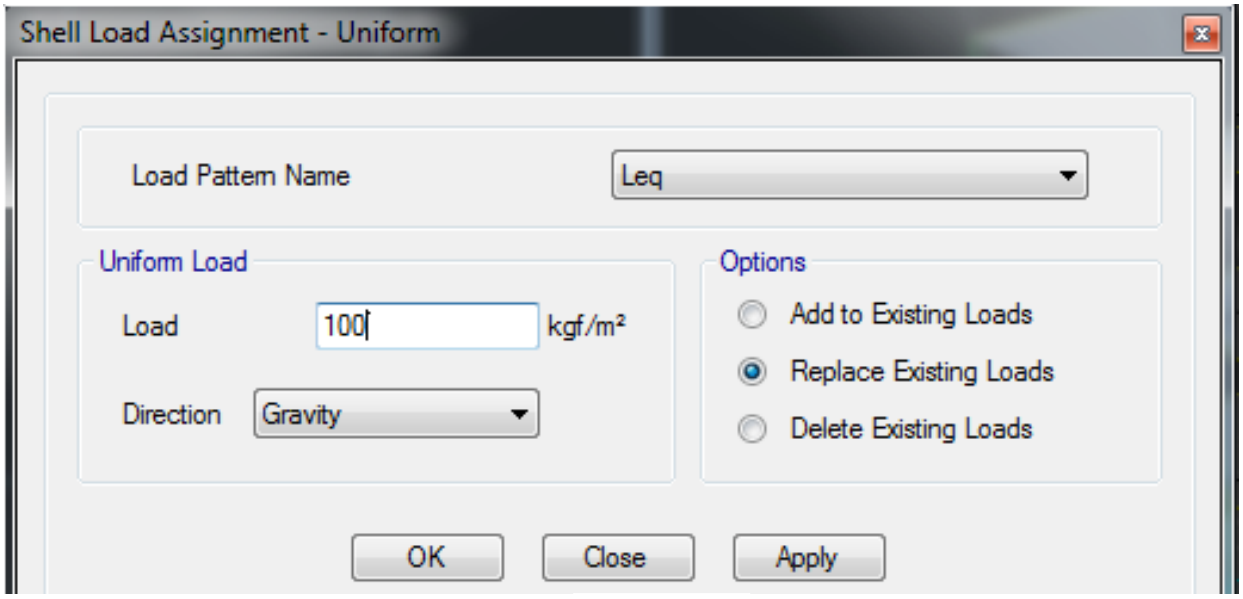
۳) پنجره ی Select by Object Type نمایان می شود در پنجره Select by Object Type باید گزینه Floors انتخاب کرده بعد دکمه Select را می زنیم تا همه سقف ها انتخاب شود و بعد دکمه Close را می زنیم .

۴) سپس مسیر مقابل اجرا می کنیم Select > Deselect > Stories منو

۵) بعد در این جا همه ی طبقات را انتخاب کرده وبه جز پشت بام وخرپشته وسپس Select را می زنیم.

۶) سپس از مسیر زیر پنجره ی شکل (۵-۴) را فراخوانی میکنیم:

Assign > Shell Load > Uniform… منو



شکل ۵-۴

نکته: مثلا برای رفتن به قاب ۱ باید روی آیکون کلیک کرده وسپس قاب مورد نظر را انتخاب میکنیم.

نکته: برای نشان سازه به صورت ۳ بعدی روی آیکون کلیک می کنیم.

اصلاح بار دیوار های پیرامون پشت بام Mass :

بار دیوار پیرامون بدون نما

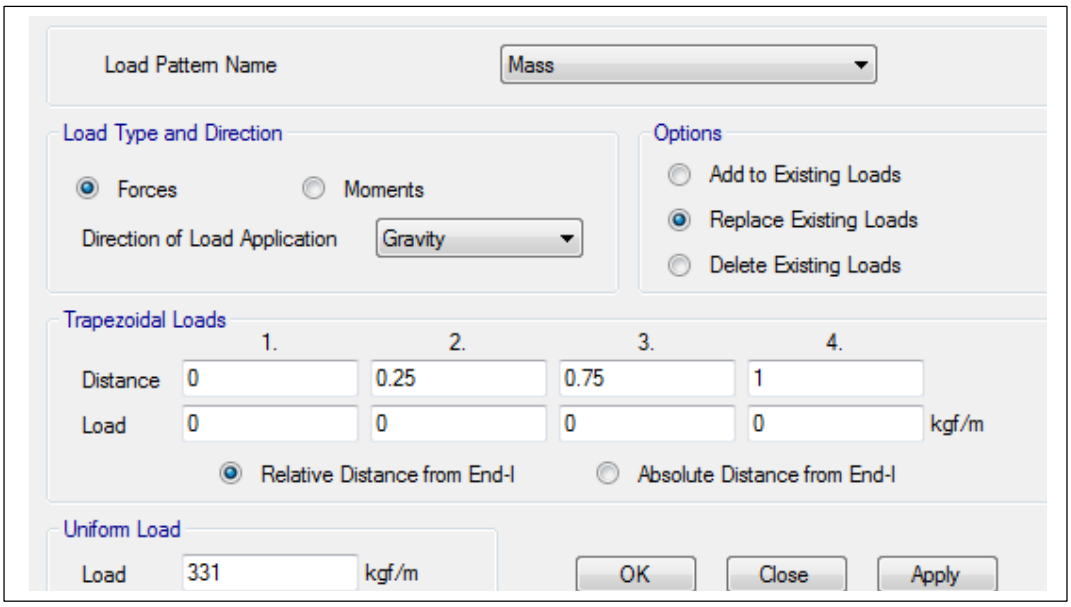
$$Mass = \frac{662}{2} = 331\ kg/m2$$

۱) کل تیر های کناری پشت بام را انتخاب کرده (با کلیک بر روی تیر ، تیر انتخاب می شود) راه های زیادی برای انتخاب وجود دارد که ما ساده ترین روش را ذکر کرده ایم در پروژه های بعدی با انتخاب المان ها زیاد آشنا می شوید.

۲) سپس دستور مقابل را اجرا میکنیم

منوی Assign > Frame Load > Distributed…

۳) همانند بارگذاری دیوار های پیرامون بدون نما جلو می رویم با این تفاوت که مقدار بار را ۳۳۱ کیلو گرم بر متر وارد می کنیم. در ضمن نوع بار را Mass انتخاب میکنیم شکل (۶-۴)



شکل۶-۴

ا صلاح بار دیوار های پیرامون طبقه اول Mass :

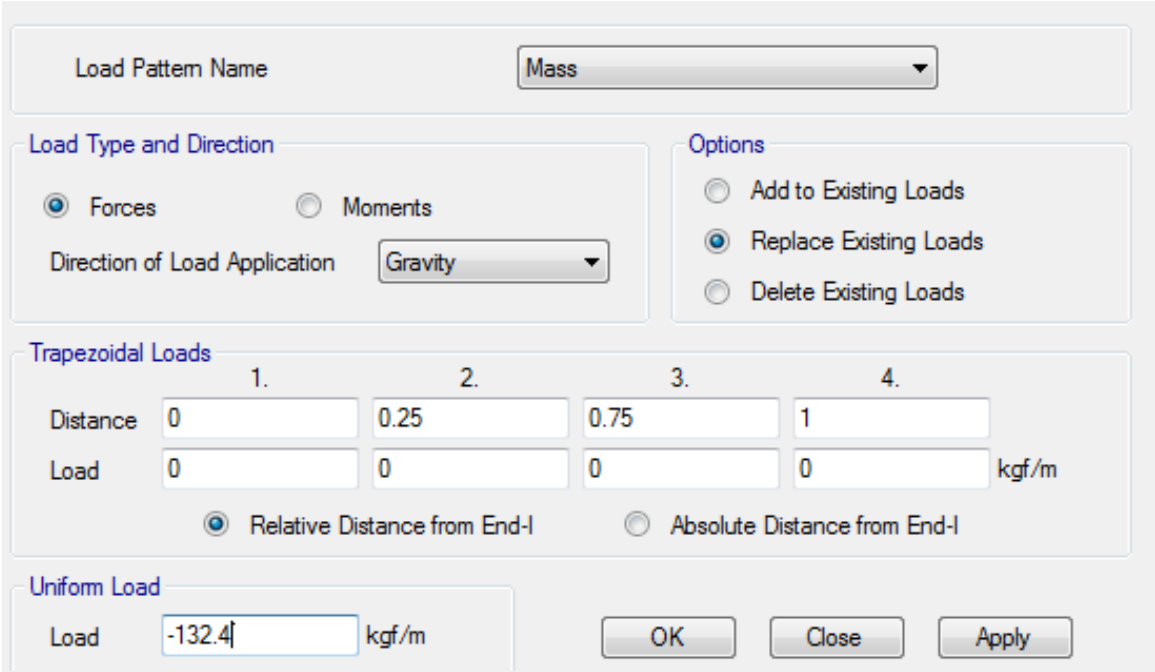
$$Mass = \frac{\text{ارتفاع طبقه اول} - \text{ارتفاع پیلوت}}{2} \times 662 = \frac{2.5 - 2.9}{2} \times 662 = 132.4\ kg/m$$

۱) کل تیر های کناری فقط طبقه اول را انتخاب کرده (با کلیک بر روی تیر ، تیر انتخاب می شود) راه های زیادی برای انتخاب وجود دارد که ما ساده ترین روش را ذکر کرده ایم در پروژه های بعدی با انتخاب المان ها زیاد آشنا می شوید.

۲) سپس دستور مقابل را اجرا میکنیم

منوی Assign > Frame Load > Distributed…

۳) همانند بارگذاری دیوار های پیرامون بدون نما جلو می رویم با این تفاوت که مقدار بار را ۱۳۲,۴- کیلو گرم بر متر وارد می کنیم. در ضمن نوع بار را Mass انتخاب میکنیم شکل (۷-۴)



شکل۷-۴

اصلاح بار سقف پشت بام Mass :

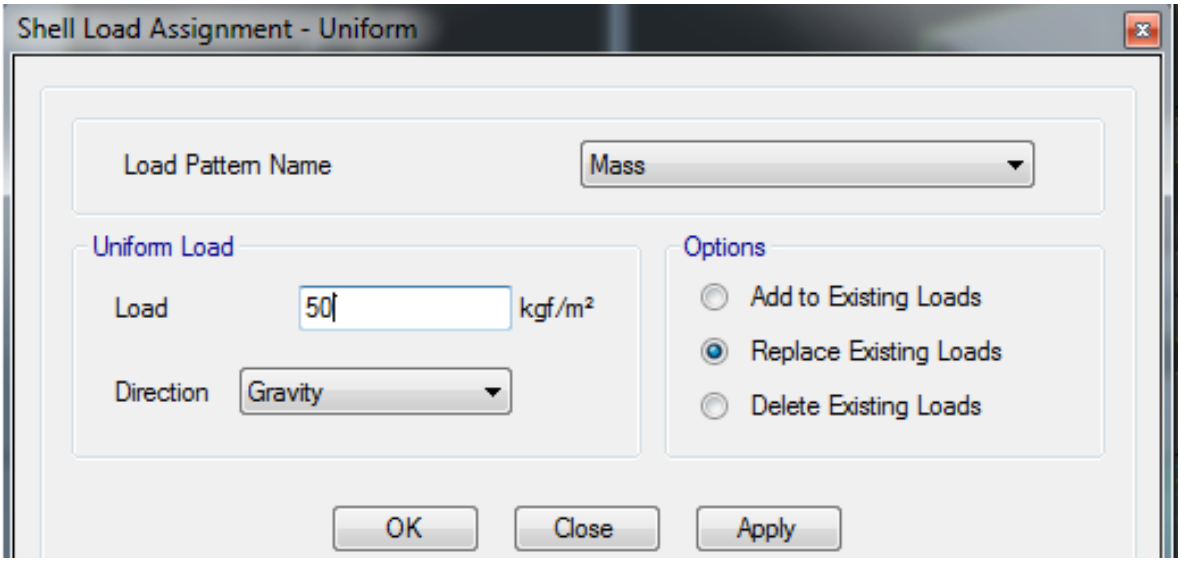
بار تیغه بندی

$$Mass = \frac{100}{2} = 50\ kg/m2$$

۱) کل سقف پشت بام را انتخاب کرده (با کلیک بر روی سقف ، سقف انتخاب می شود) راه های زیادی برای انتخاب وجود دارد که ما ساده ترین روش را ذکر کرده ایم در پروژه های بعدی با انتخاب المان ها زیاد آشنا می شوید.

۲) سپس از مسیر زیر پنجره ی شکل (۸-۴) را فراخوانی میکنیم:

منویAssign > Shell Load > Uniform…



شکل ۸-۴

اصلاح بار سقف طبقه اول Mass :

بار تیغه بندی پارکینگ

بار تیغه بندی طبقه اول

$$Mass = \frac{100 - 100}{2} = 0$$

پس نیازی به در نظر گرفتن اصلاح بار نیست.

بارگذاری راه پله:

بهترین روش برای بارگذاری راه پله اعمال بار نقطه ای به چهار ستون اطراف پله می باشد.

مساحت — بار مرده

$$q_D = \frac{3.5 \times 5.8 \times 570}{4} = 2893\ kg$$

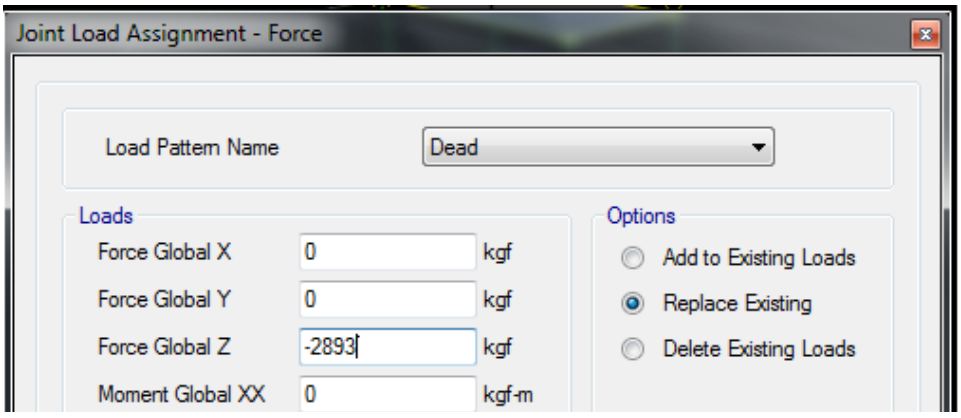
مساحت — بار زنده

$$q_L = \frac{3.5 \times 5.8 \times 500}{4} = 2538\ kg$$

۱) برای اعمال بار نقطه ای پله که باید در جهت Z و با علامت منفی (یعنی رو به پایین) باید دستور زیر را اجرا کنیم:

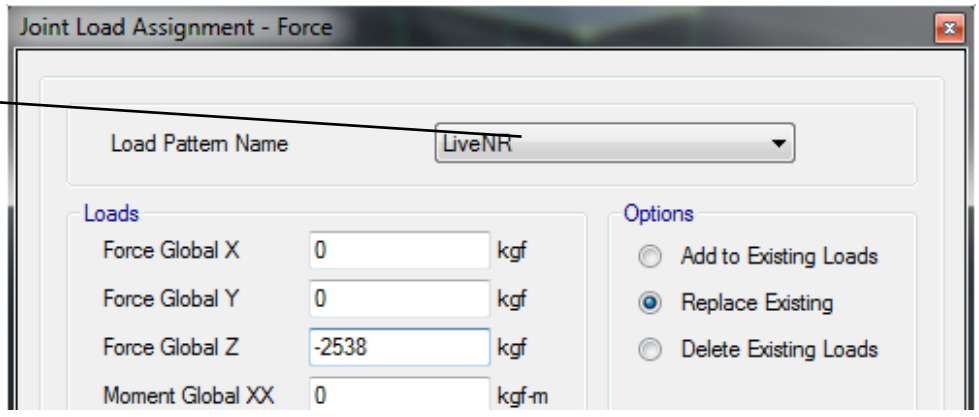
Assign > Joint Load > Force… منوی

۲) مطابق شکل (۹-۴) و(۱۰-۴) بار مرده وزنده را وارد می کنیم.



شکل ۹-۴

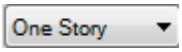
بار زنده راه پله که غیر قابل کاهش است



شکل ۱۰-۴

فصل پنجم:

اختصاص تکیه گاه گیردار به پای ستون (ستون متصل به پی):

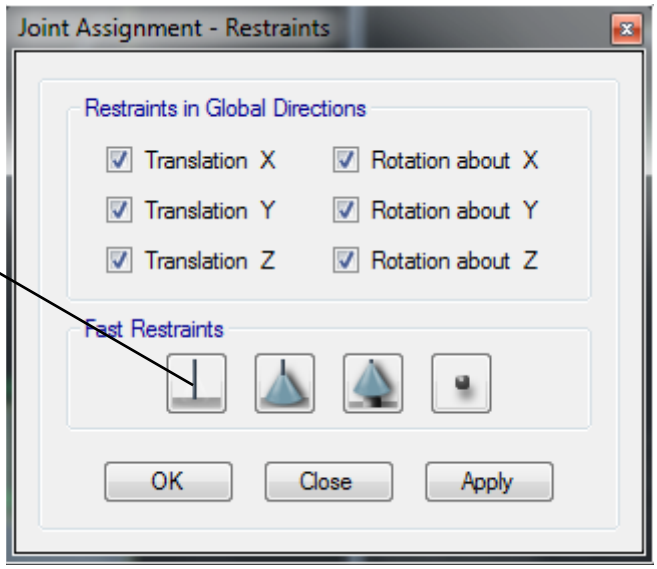
۱) ابتدا باید در حالت 

قرار داشته باشیم

۲) سپس با کمک به Base می رویم

۳) به کمک ماوس تمام ستون ها را انتخاب میکنیم (از سمت راست به چپ ستون ها را انتخاب می کنیم)

۴) با اجرای دستور مقابل Assign > Joint > Restraints... منوی پنجره ی شکل (۱-۵) ظاهر می شود. چون می خواهیم پای ستون گیردار شود باید همه درجات آزادی (انتقالی و چر خشی) محدود شود (همه آن ها را تیک می زنیم).



به جای تیک زدن می توانیم روی این آیکون کلیک کنیم تا پای ستون ها گیردار شود

شکل ۱-۵

شکل پای گیردار و مفصلی در نرم افزار ETABS 2015 شکل(۲-۵)

پای ستون مفصلی

پای ستون گیردار

شکل ۲-۵

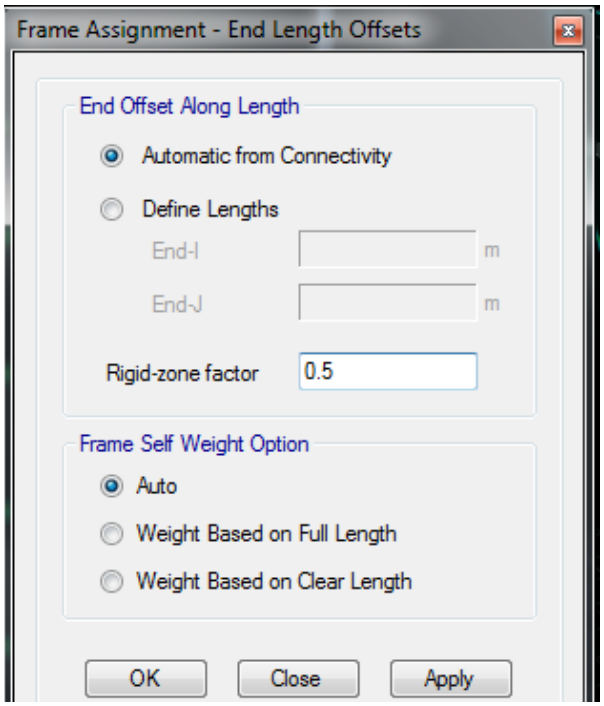
اختصاص نواحی صلب:

منظور از نواحی صلب محل اشتراک تیر و ستون می باشد. نرم افزار ایتبس در ترسیم تیر یا ستون از آکس به آکس ترسیم میکند که در واقعیت این درست نیست یعنی طول تیر یا ستون بیشتر از مقدار واقعی آن است اگر این ناحیه را اصلاح نکنیم باعث می شود سختی اعضا کاهش یافته و همچنین باعث افزایش خیز می شود برای حل این مشکل مراحل زیر را انجام می دهیم.

۱) کلید ترکیبی Ctrl + A را می زنیم تا تمامی اعضا انتخاب شوند

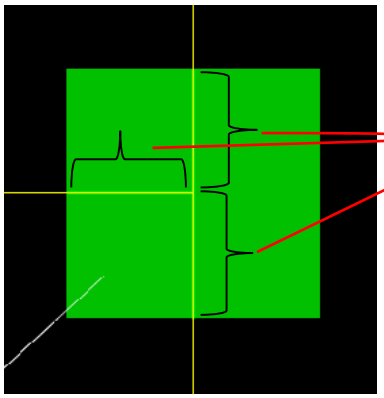
۲) مسیر مقابل را اجرا می کنیم: Assign > Frame > End Length Offsets... منوی

۳) تا پنجره ی شکل (۳-۵) ظاهر شود.عدد ۰,۵ یک عدد تجربی است و پایه واساس آیین نامه ای ندارد.تنظیمات مطابق شکل انجام شود.



شکل ۳-۵

ناحیه صلب شکل (۴-۵)



ناحیه ای که نرم افزار باید آن را نادیده بگیرد

شکل ۴-۵

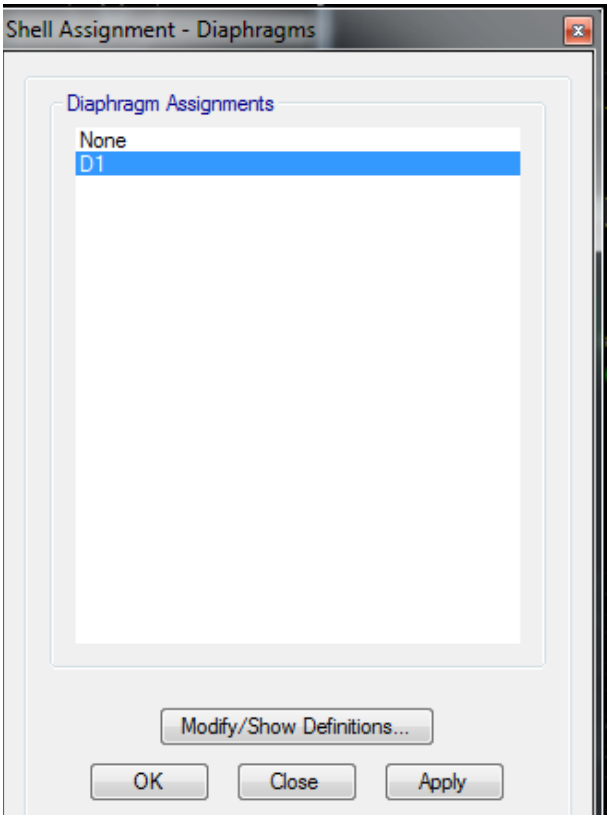
دیافراگم صلب:

برای اعمال دیافراگم صلب به طبقات مراحل زیر را انجام می دهیم:

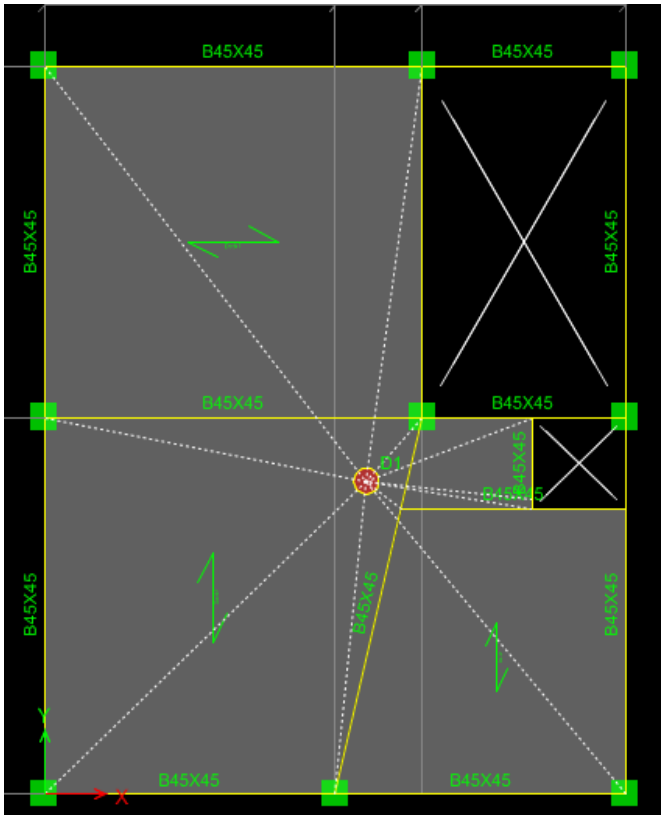
۱) Select > Select > Object Type منوی
۲) پنجره ی Select by Object Type نمایان می شود در پنجره Select by Object Type باید گزینه Floors انتخاب کرده بعد دکمه Select را می زنیم تا همه سقف ها انتخاب شود و بعد دکمه Close را می زنیم.
۳) مسیر مقابل را اجرا می کنیم: Assign > Shell > Diaphragms... منوی

۴) با اعمال دستور بالا پنجره ی شکل (۵-۵) ظاهر می شود و در پنجره نمایان شده D1 را انتخاب میکنیم.

۵) بعد از اعمال دیافراگم صلب شکل (۵-۶)



شکل ۵-۵



شکل ۵-۶

اعمال ضریب ترک خودگی در ستون ها:

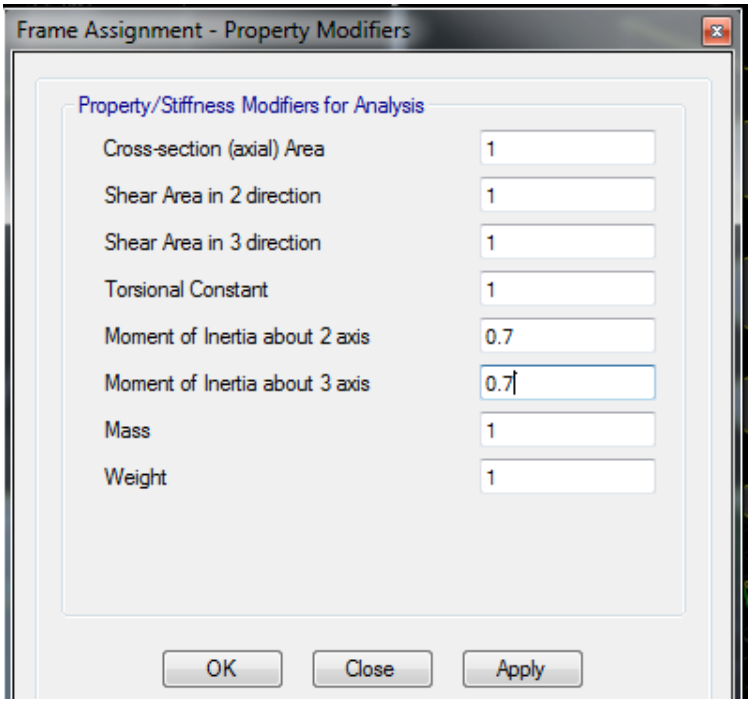
بر مبنای بند (۳-۵-۵) آیین نامه ۲۸۰۰ چون فرض را بر آن گرفتیم که قاب مهاربند نشده است ضریب ترک خودگی ستون را ۰,۷ در نظر می گیریم. مراحل اعمال ضریب ترک خوردگی در ستون ها:

۱) ستون ها را انتخاب میکنیم Select > Select > Object Type منوی

۲) پنجره ی Select by Object Type نمایان می شود در پنجره Select by Object Type باید گزینه Columns انتخاب کرده بعد دکمه Select را می زنیم تا همه ستون ها انتخاب شود و بعد دکمه Close را می زنیم

۳) سپس دستور مقابل را اجرا میکنیم: Assign > Frame > Property Modifiers...منوی

۴) با اجرای دستور بالا پنجره ی شکل (۵-۷) نمایان می شود طبق شکل (۵-۷) تنظیمات را انجام می دهیم.



شکل ۵-۷

اعمال ضریب ترک خودگی در ستون ها:

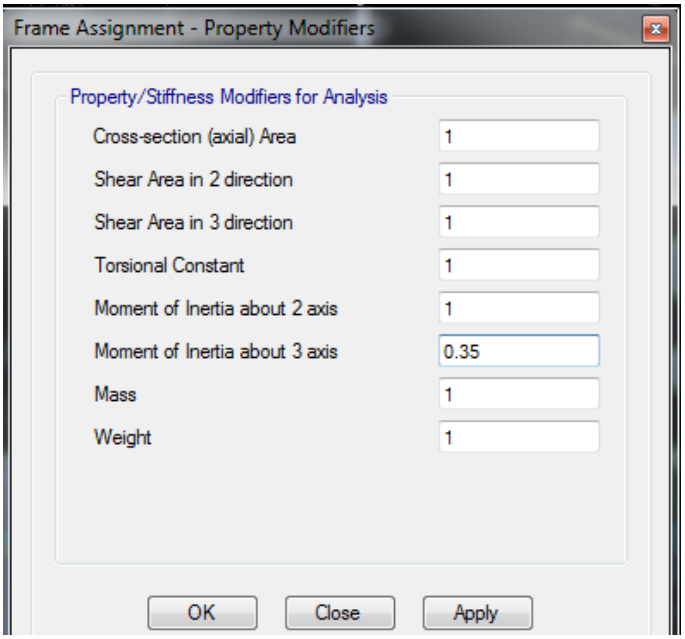
بر مبنای بند (۳-۵-۵) آیین نامه ۲۸۰۰ چون فرض را بر آن گرفتیم که قاب مهاربند نشده است ضریب ترک خودگی تیر را ۰,۳۵ در نظر می گیریم. مراحل اعمال ضریب ترک خوردگی در ستون ها:

۱) ستون ها را انتخاب میکنیم Select > Select > Object Type منوی

۲) پنجره ی Select by Object Type نمایان می شود در پنجره Select by Object Type باید گزینه Beams انتخاب کرده بعد دکمه Select را می زنیم تا همه ستون ها انتخاب شود و بعد دکمه Close را می زنیم

۳) سپس دستور مقابل را اجرا میکنیم: Assign > Frame > Property Modifiers...منوی

۴) با اجرای دستور بالا پنجره ی شکل (۵-۸) نمایان می شود طبق شکل (۵-۸) تنظیمات را انجام می دهیم.



شکل ۵-۸

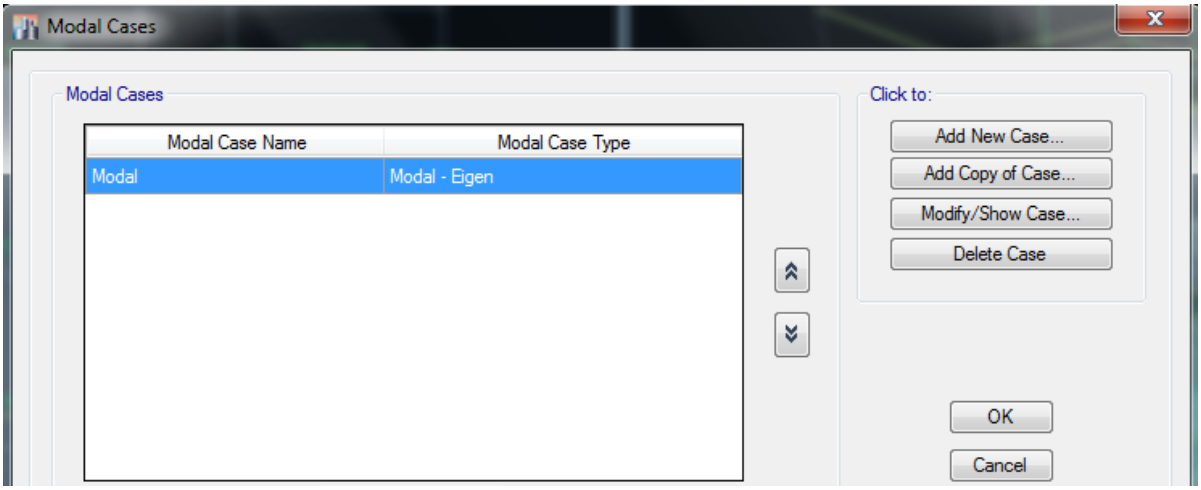
فصل ششم:

تنظیمات تحلیل سازه:

ما زمان تناوب را ۲۵ درصد افزایش داده ایم که باید این زمان تناوب باید با زمان تناوب تحلیلی مقایسه شود برای اینکه نرم افزار زمان تناوب تحلیلی را محاسبه کند باید مراحل زیر را انجام می دهیم

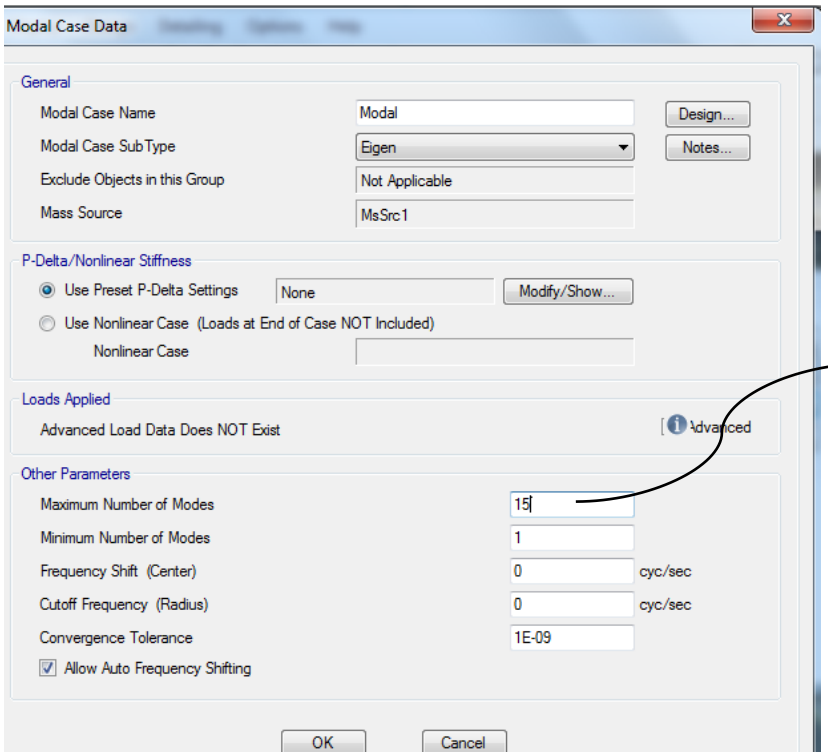
۱) دستور مقابل را اجرا می کنیم: Define > Model Cases ... منوی

۲) بعد از اجرای دستور بالا پنجره ی شکل (۱-۶) ظاهر می شود.



شکل ۱-۶

۳) در پنجره ی ظاهر شده در شکل بالا روی گزینه Modify/Show Case می زنیم سپس در شکل (۲-۶) تنظیمات را مطابق شکل (۲-۶) انجام می دهیم



تعداد طبقه را ضربدر ۳ می کنیم

۵*۳=۱۵

حداکثر مود را محاسبه میکنیم

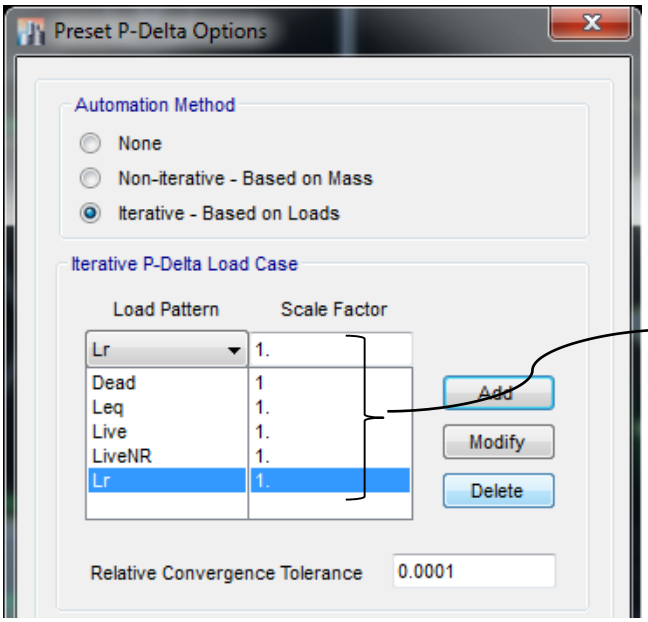
فقط این گزینه را اصلاح می کنیم

شکل ۲-۶

تنظیمات P-Delta:

۱) دستور مقابل را اجرا می کنیم: Define > P-Delta Options ... منوی

۲) بعد از اجرای دستور بالا پنجره ی شکل (۳-۶) ظاهر می شود .



در انتخاب ترکیب بار P-Delta اختلاف نظر بسیاری وجود دارد بعضی از طراحان بر این باورند که بار مرده و زنده بدون ضریب هستند ولی درمقابل بعضی از طراحان ترکیب بار اول را به عنوان ترکیب بار P-Delta در نظر می گیریم

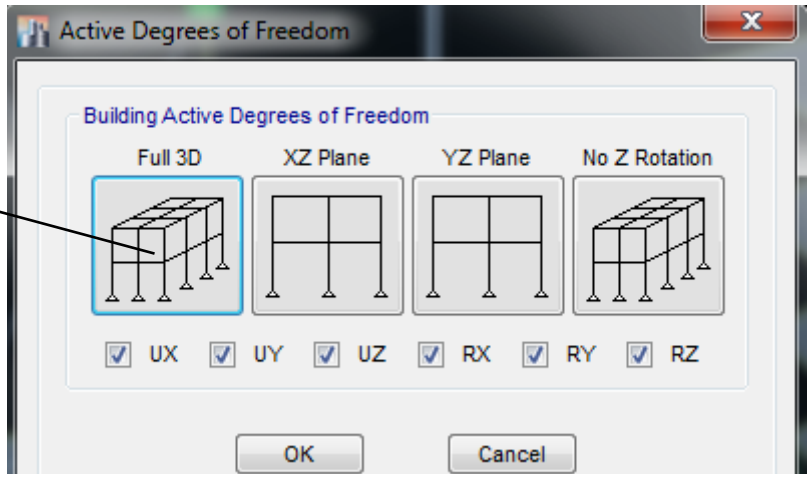
شکل ۳-۶

تعیین درجات آزادی سازه:

۱) دستور مقابل را اجرا می کنیم: Analyze > Set Active Degrees of Freedom ... منوی

۲) با اجرای دستور بالا پنجره ی شکل (۴-۶) نمایش داده می شود.

روی این آیکون کلیک می کنیم تا تمامی درجات آزادی فعال شود.

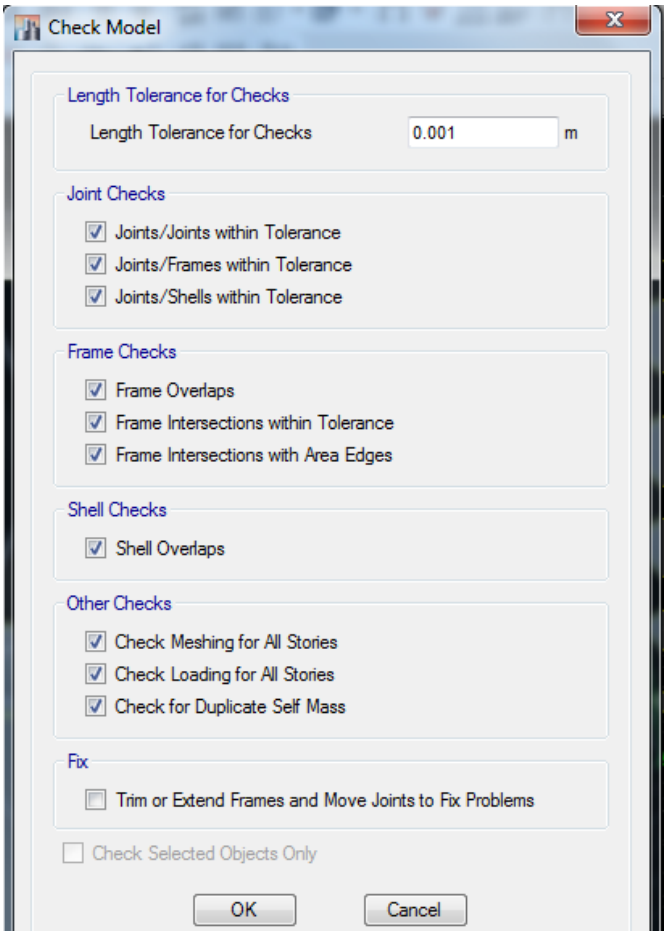


شکل ۴-۶

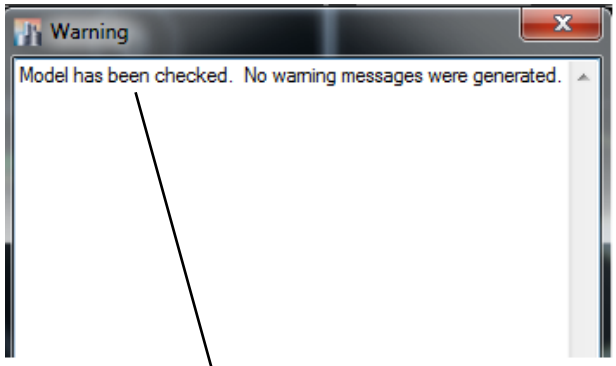
کنترل سازه از نظر ترسیمات:

۱) دستور مقابل را اجرا می کنیم: Analyze > Check Model... منوی

۲) با اجرای دستور بالا پنجره ی شکل (۵-۶) نمایش داده می شود. کل تیک ها را فعال می کنیم.



شکل ۶-۵



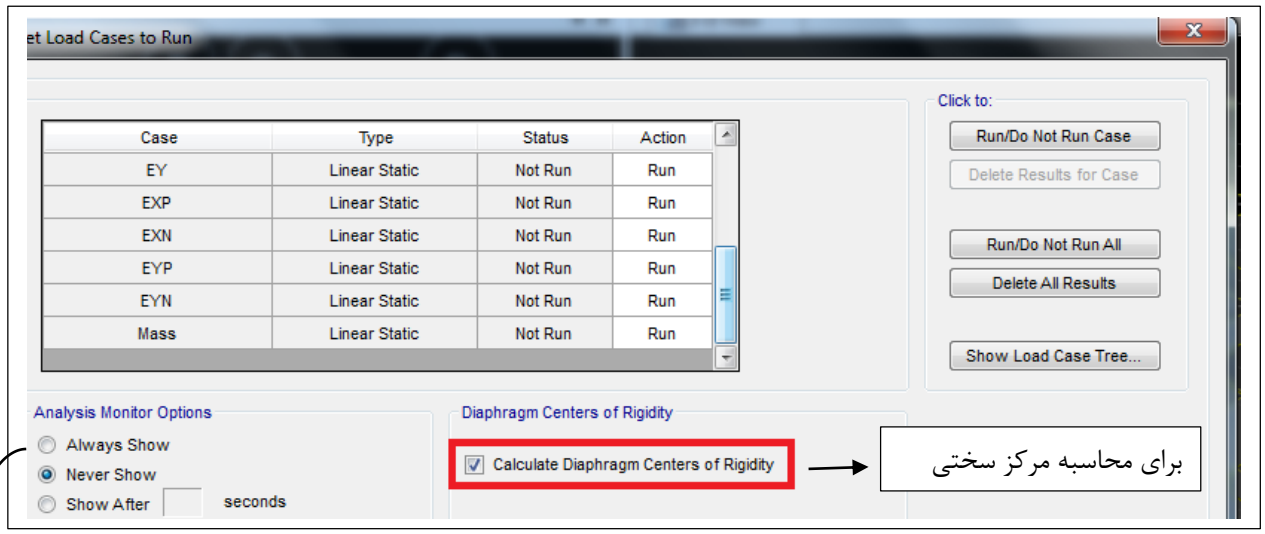
شکل ۶-۶

چون در ترسیم های ما خطایی وجود ندارد (No Warning)
اگه وجود داشته باشد خطا هایی را در بالا نشان می داد

تحلیل سازه:

۱) دستور مقابل را اجرا می کنیم: Analyze > Set Load Cases to Run… منوی

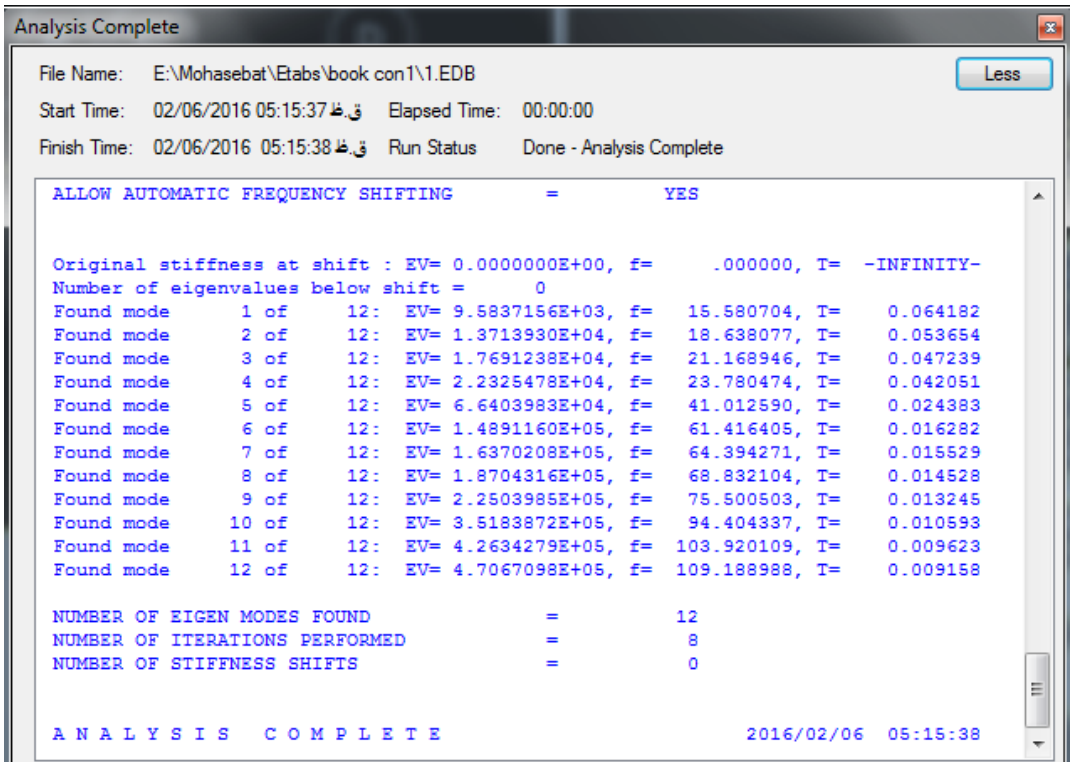
۲) با اجرای دستور بالا پنجره ی شکل (۶-۶) نمایش داده می شود.



شکل ۶-۶

۳) سپس دستور مقابل را اجرا می کنیم : Analyze > Run Analyze … منوی

۴) بعد از اینکار نرم افزار شروع به تحلیل سازه میکند مانند شکل (۶-۷)



شکل ۶-۷

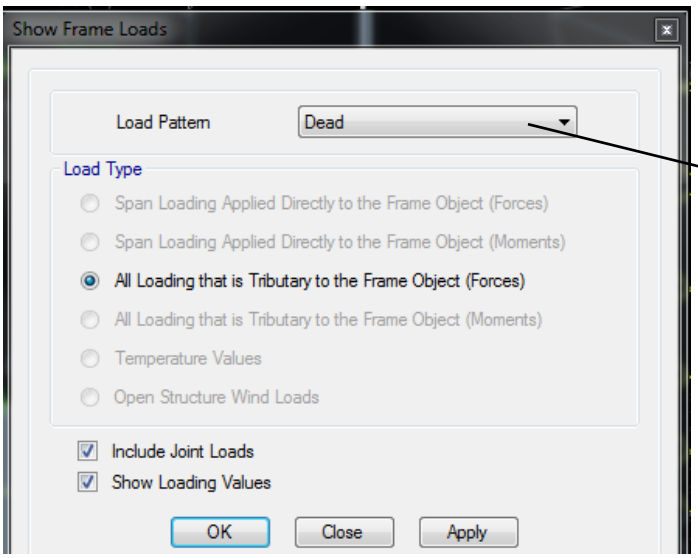
فصل هفتم:

نمایش بار های وارد برسازه:

بار سطحی بار نقطه ای بار خطی

۱) دستور مقابل را اجرا می کنیم: Display > Load Assigns > Frame or Joint or Shell…منوی

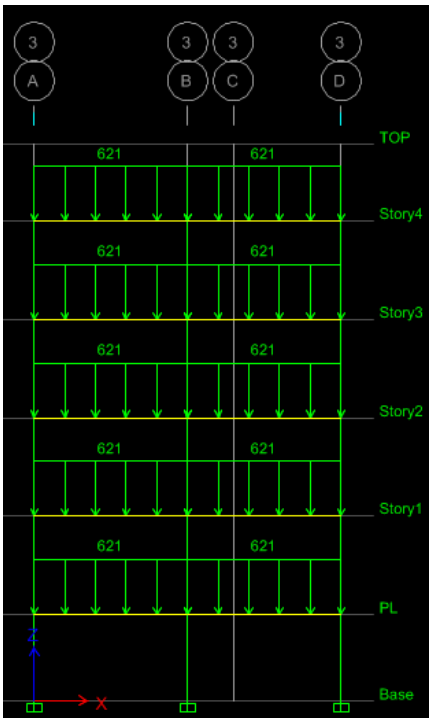
۲) بعد پنجره ی شکل (۶-۸) نمایش داده می شود.



نو ع بار را در این جا مشخص میکنیم و بعد OK را می زنیم

بعد OK شکل (۶-۹) نمایش داده می شود.

شکل ۶-۸

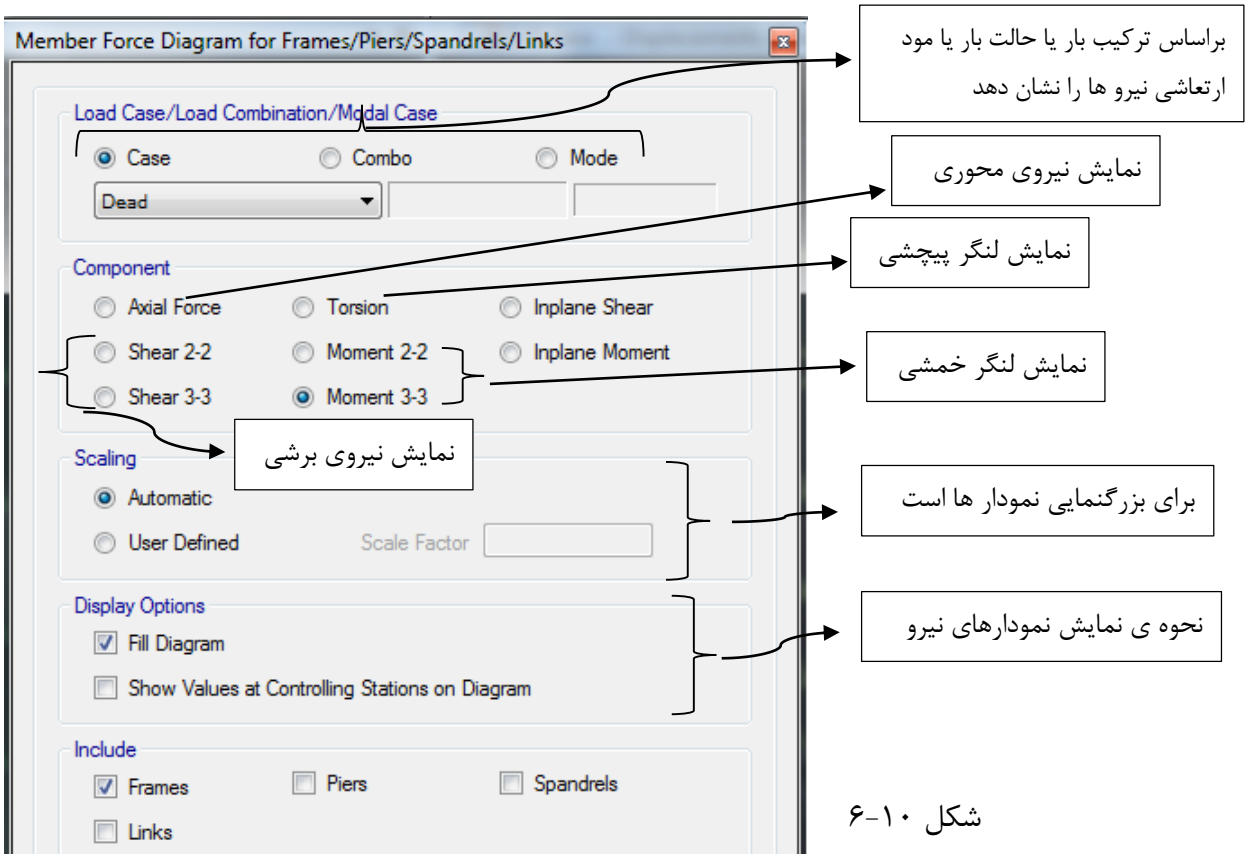


شکل ۹-۶

نمایش لنگر ، برش ، نیروی محوری و پیچشی:

۱) دستور: Display > Force / Stress Diagrams > Frame / Pier / Spandrel /Link Forcesمنوی اجرا می کنیم

۲) سپس پنجره ی شکل (۱۰-۶) نمایش داده می شود.



شکل ۱۰-۶

بعد از اجرای دستور بالا می توانیم بر روی هر یک از اعضا کلیک کرده تا دیاگرام نیرو ها ی آن را مشاهد ه کنیم.

فصل هفتم:

تنظیمات طراحی:

۱) دستور: Design > Concrete Frame Design > View / Revise Preferencesمنوی اجرا می کنیم

۲) سپس پنجره ی شکل (۱-۷) نمایش داده می شود.

چون ما ترکیب بارهای دستی استفاده کرده ایم نیازی به تغییر مقادیر نیست و پیش فرض نرم افزار مورد قبول است.

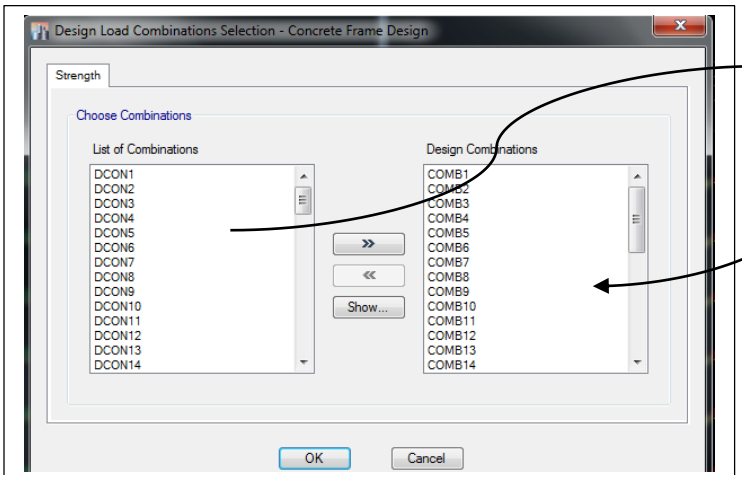
	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-14
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11
05	Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06	Seismic Design Category	D
07	Design System Omega0	2
08	Design System Rho	1
▶ 09	Design System Sds	0.5
10	Phi (Tension Controlled)	0.9
11	Phi (Compression Controlled Tied)	0.65
12	Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
13	Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
14	Phi (Shear Seismic)	0.6
15	Phi (Joint Shear)	0.85
16	Pattern Live Load Factor	0.75
17	Utilization Factor Limit	1

شکل ۱-۷

تعیین ترکیب های بار طراحی:

۱) دستور: Design > Concrete Frame Design > Select Design Combinations…منوی اجرا می کنیم

۲) سپس پنجره ی شکل (۲-۷) نمایش داده می شود.



ترکیب بارهای دستی را انتخاب کرده و سپس به لیست Design Combinationd انتقال می دهیم

شکل ۲-۷

تعیین شکل پذیری سازه:

سازه ما چون قاب خمشی با شکل پذیری متوسط است باید گزینه (Moderate) را انتخاب کنیم.

۱) ابتدا با کلید ترکیبی Ctrl + A همه سازه را انتخاب می کنیم
۲) سپس دستور: Design > Concrete Frame Design > View / Revise Overwrite…منوی اجرا می کنیم
۳) سپس پنجره ی شکل (۳-۷) نمایش داده می شود.

	Item	Value
01	Current Design Section	Varies
▶ 02	Framing Type	Moderate
03	Live Load Reduction Factor	Varies
04	Unbraced Length Ratio (Major)	Varies
05	Unbraced Length Ratio (Minor)	Varies
06	Effective Length Factor (K Major)	1
07	Effective Length Factor (K Minor)	1
08	Moment Coefficient (Cm Major)	1
09	Moment Coefficient (Cm Minor)	1
10	NonSway Moment Factor(Db Major)	1
11	NonSway Moment Factor(Db Minor)	1
12	Sway Moment Factor(Ds Major)	1
13	Sway Moment Factor(Ds Minor)	1
14	Force Modification Factor, Rd	0
15	Force Modification Factor, Ro	0
16	Maximum Aggregate Size	0.025

شکل ۳-۷

عملیات طراحی:

برای طراحی اعضا باید مراحل زیر را انجام دهیم:

۱) دستور : Design > Concrete Frame Design > Start Design /Check را اجرا می کنیم.

اطلاعات بعد از طراحی:

۱) دستور : Design > Concrete Frame Design > Display Design infoرا اجرا می کنیم.
۲) پنجره ی شکل (۴-۷) باز میشود که در مقابل گزینه Design Outopt منوی کرکره ای وجود دارد که در جدول زیر همه آن ها به اختصار توضیح داده شده است.