



Mojtaba Pashapour
civil engineering

جزوه طراحی سازه بتنی

بررسی نکات آیین نامه‌ای و نرم افزای

تهیه کننده مهندس مجتبی پاشاپور آذر (مدرس و طراح سازه)

تدریس خصوصی طراحی سازه بتنی و فولادی با نرم افزار ایتبس و سیف

[@MP_Civil](https://www.instagram.com/MP_Civil) لینک کانال آموزش، طراحی اجرا



🎓 معرفی جزوه جامع آموزش طراحی سازه با ETABS V 20.3

با توجه به تغییرات گسترده در آیین‌نامه‌های بارگذاری و طراحی سازه‌ها طی سال‌های اخیر، یادگیری اصول جدید طراحی بر اساس ویرایش‌های به‌روز مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰، برای مهندسان و دانشجویان عمران امری ضروری است.

در این جزوه، تلاش شده تا ترکیبی از آموزش نرم‌افزار ETABS 2020 و ضوابط آیین‌نامه‌ای جدید ارائه شود تا مهندسين بتوانند به‌صورت کاربردی و مطابق با آخرین ویرایش‌ها طراحی سازه‌های بتنی را انجام دهند.

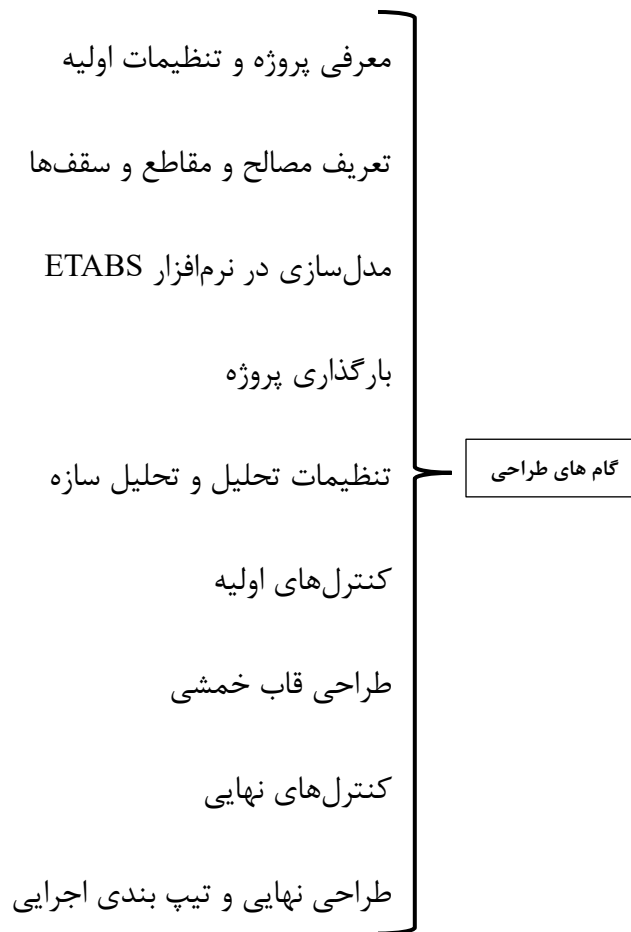
♦ محتوای جزوه:

- بارگذاری ثقلی بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۸)
 - بارگذاری جانبی و لرزه‌ای طبق استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم)
 - طراحی ساختمان‌های بتنی بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۹)
 - بررسی و تطبیق ضوابط با آیین‌نامه ACI 318-19
 - آموزش نکات کلیدی و قابلیت‌های جدید در ETABS 2020
- در نگارش این جزوه سعی شده تا مطالب با زبانی روان، فنی و کاملاً کاربردی بیان شود تا مهندسان بتوانند مستقیماً در پروژه‌های واقعی از آن استفاده کنند.
- این مجموعه مناسب افرادی است که با مباحث تئوری طراحی آشنایی دارند و به دنبال یادگیری روش‌های عملی و آیین‌نامه‌ای طراحی در نرم‌افزارهای جدید هستند.



گام‌بندی

در قسمت زیر گام‌های انجام طراحی به صورت خلاصه بیان شده است.





جزوه طراحی سازه بتنی

بررسی روند گام اول

مراحل آغاز طراحی و اخذ مجوز نقشه ساختمانی

۱. ارائه مشخصات اولیه پروژه

- کارفرما مشخصات کلی پروژه و نیازهای خود را به تیم طراحی اعلام می‌کند.

۲. تهیه نقشه معماری

- در پروژه‌های متداول، ابتدا نقشه معماری پارکینگ توسط مهندس معمار تهیه می‌شود.
- این نقشه‌ها بر اساس خواسته‌های کارفرما و الزامات شهرداری تنظیم می‌گردد.

۳. تکمیل نقشه‌های معماری ساختمان

- مهندس معمار نقشه‌های کامل معماری را مطابق ضوابط و استانداردها آماده می‌کند.

۴. تحویل مدارک به مهندس طراح سازه

- پس از نهایی شدن نقشه‌های معماری، مدارک به همراه اطلاعات اولیه پروژه برای شروع طراحی سازه به مهندس محاسب ارائه می‌شود.

۵. مراحل اخذ مجوز نقشه

- پس از هماهنگی‌های لازم، فرآیند دریافت مجوزهای قانونی نقشه آغاز می‌گردد.



۱- تشکیل پرونده در شهرداری مربوط به منطقه

۲- مشخص نمودن حدود زمین با استفاده از مهندس نقشه‌بردار و نقشه‌های UTM

۳- بررسی میدانی از محل پروژه توسط مأمور فنی شهرداری و اعلام نظر

۴- ترسیم طرح پارکینگ و ارائه به شهرداری

۵- تأیید طرح ایمنی توسط آتش‌نشانی

۵- مراجعه به امور مالی و دریافت عوارض مربوط به پیش پروانه

۶- صدور پیش پروانه جهت ارائه به نظام‌مهندسی

۷- مشخص نمودن مهندسین طراح و آزمایشگاه خاک و بتن

۸- بررسی نوع خاک توسط آزمایشگاه خاک

۹- ترسیم نقشه‌های معماری، طراحی سازه، برق و تأسیسات مکانیکی

۱۰- بررسی نقشه‌های طراحی شده توسط نظام مهندسی

۱۱- تعیین ناظرین پروژه

۱۲- صدور پروانه توسط شهرداری

آزمایش خاک

در تصاویر زیر دو نمونه از خلاصه نتایج مربوط به آزمایش خاک ارائه شده است.

تعداد گمانه	2 (دستی)
عمق گمانه	TP2: 3 m, TP1: 3 m (به دلیل بر خوردن با سیستم مکانیکی امکان حفاری بیشتر وجود ندارد)
نوع زمین	II
نوع پی - شهاده	نوعی به عرض حداقل 1.2 متر - (برای عرض های مختلف پی به جدول اول و نمودارهای دفتر پی مراجعه شود)
تنش خاک تحت کسب‌خکی	$q_{k1} = 2.91 \text{ kg/cm}^2$ پی برای پی نوعی به عرض حداقل 1.2 متر
تنش خاک تحت نشست	$q_{k2} = 2.56 \text{ kg/cm}^2$ برای پی نوعی به عرض حداقل 1.2 متر
ضریب غریت خاک	$K_a = 2.48 \text{ kg/cm}^2$ برای پی نوعی به عرض حداقل 1.2 متر
مدول الاستیسیته خاک	$E_s = 210 \text{ kg/cm}^2$ برای پی نوعی به عرض حداقل 1.2 متر
تراز آب زیرزمینی	مشاهده نشده است
عمق خاک دستی / مصالح دار	0.9 متر از سطح زمین
توصیه های فنی	توصیه های مندرج در گزارش باید اعمال گردد. با پسلی کل خاک دستی و سست هوازدگی خاکبرداری شده و در صورت برداشت بیش از یک تعیین شده، حتماً اضافه زیر پی تا خاک پتکر با ملات ماسه سیمان لاشه چینی گردد. بعد از خاکبرداری و قبل از هرگونه عملیات سساختمانی باید برگه تاییده به خاکبرداری (اطلاق) از مشاور ژئوتکنیک الزمیت.

[illegible]



شناسنامه پروژه اول این جزوه که شامل مشخصات کلی آن می باشد، در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۱: مشخصات کلی پروژه

کاربری	مسکونی
محل پروژه	شهر تبریز
تعداد طبقات	۵ + خرپشته
تعداد طبقات زیر تراز زمین	فاقد زیرزمین
نوع خاک	تیپ II
نوع اسکلت پیشنهادی	بتن آرمه
نوع سیستم سازه ای	قاب خمشی در هر دو جهت
نوع سقف پیشنهادی	تیرچه یونولیت
تنش مجاز خاک	$2.08 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
نوع پی	گسترده



جزوه طراحی سازه بتنی

بررسی نقشه‌های معماری

نقشه‌های معماری مورد نیاز برای شروع طراحی سازه

۱. پلان طبقات زیرزمین (در صورت وجود)

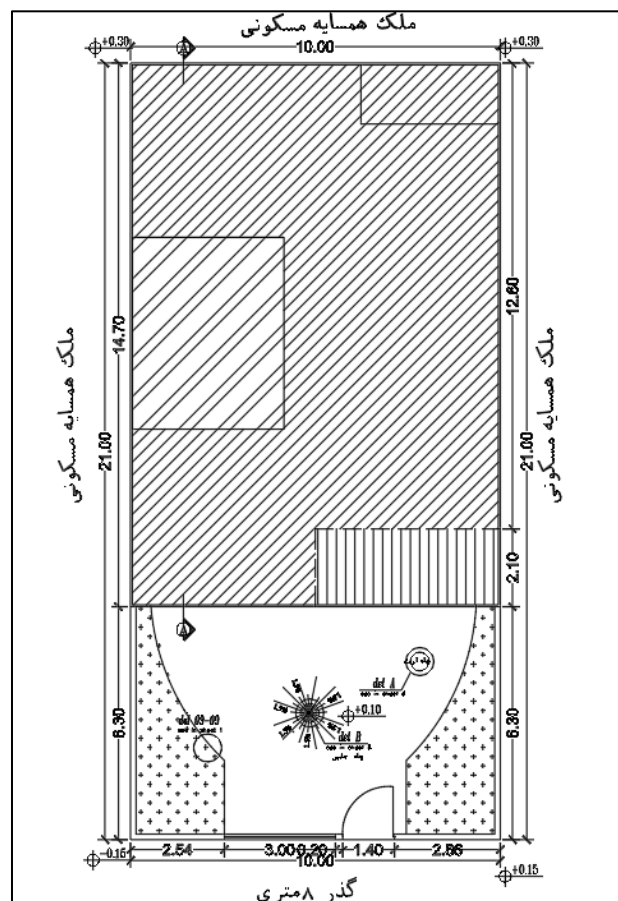
۲. پلان طبقات مسکونی

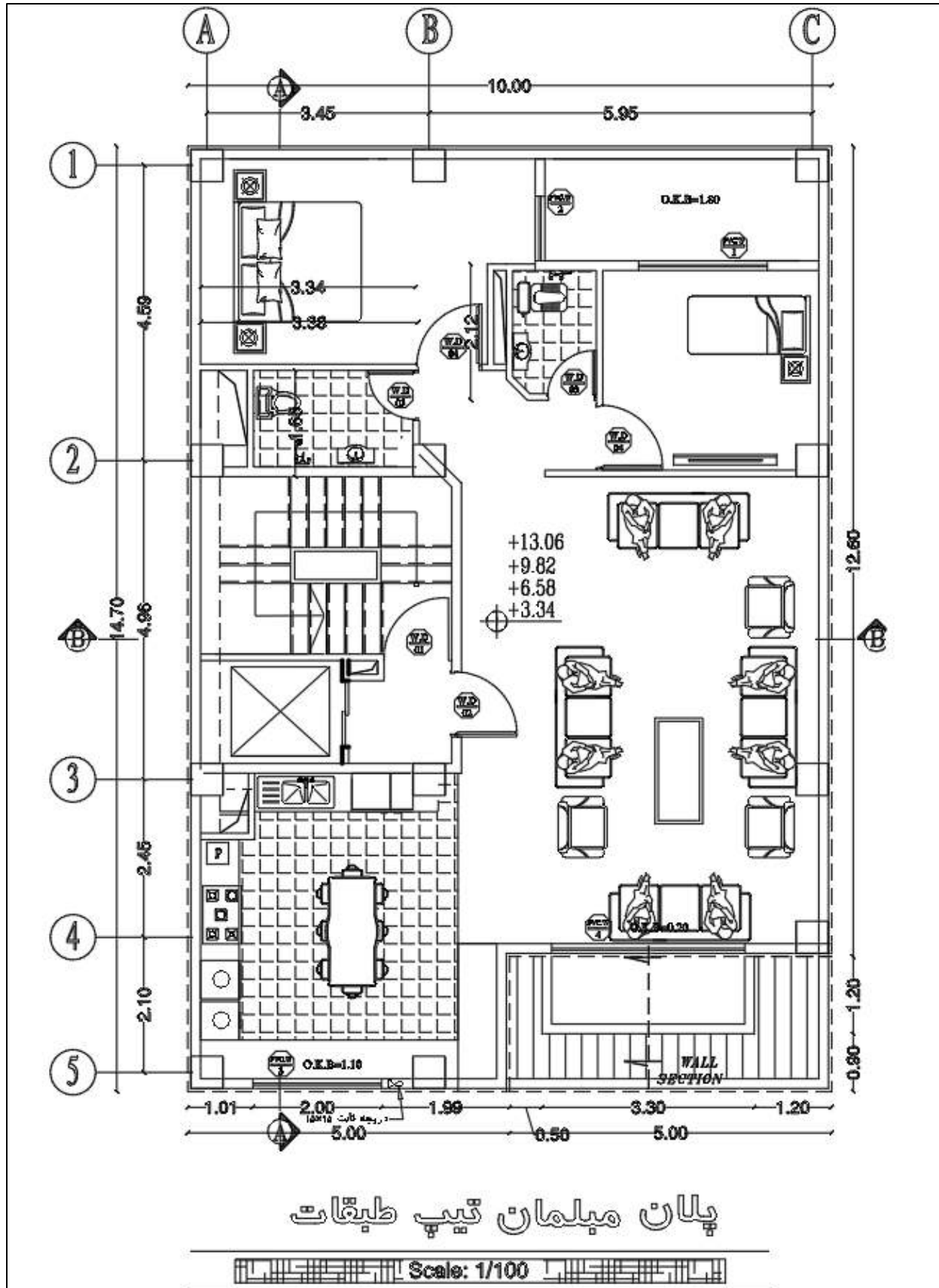
۳. نماهای ساختمان

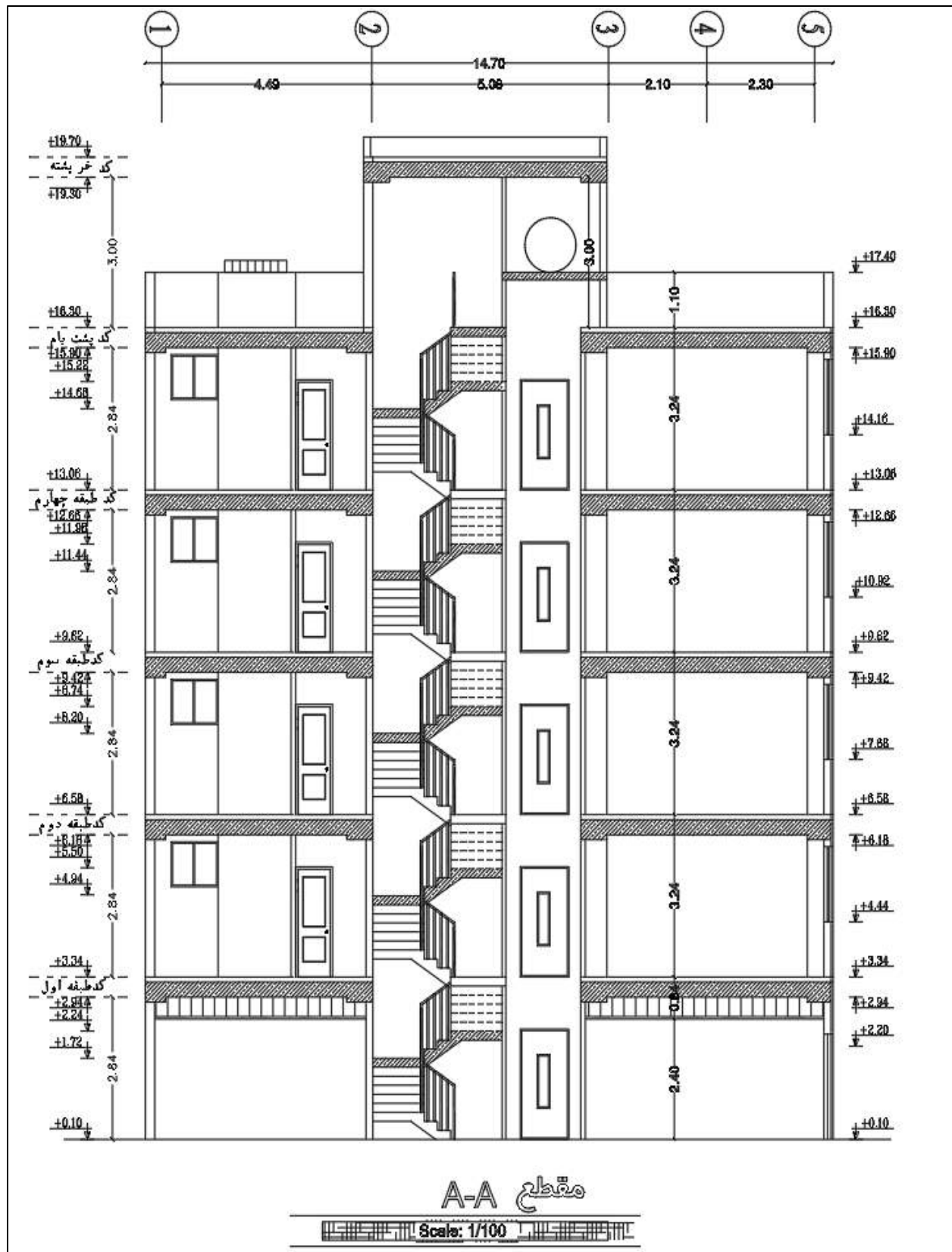
۴. برش‌های ساختمان

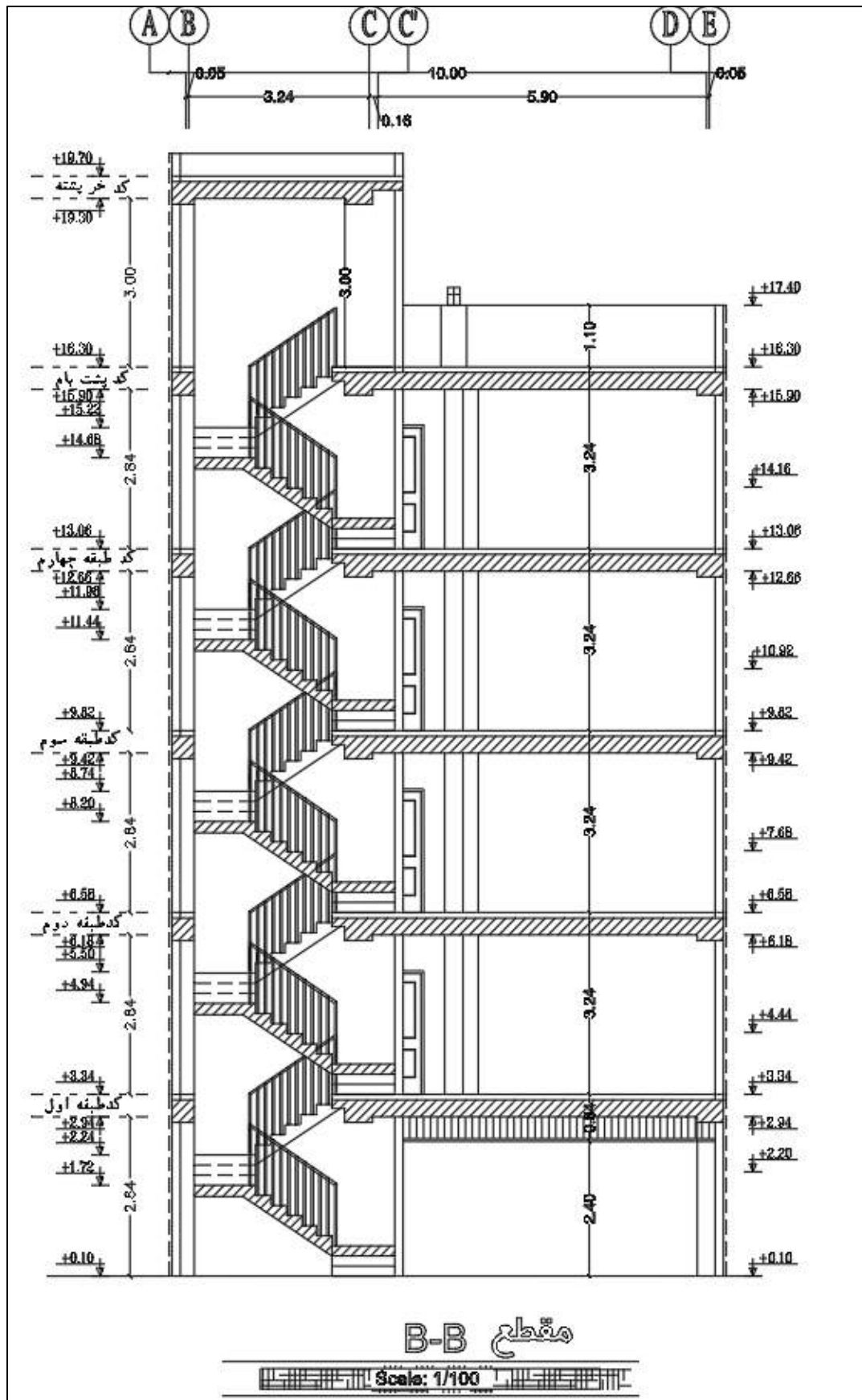
۵. پلان موقعیت ساختمان

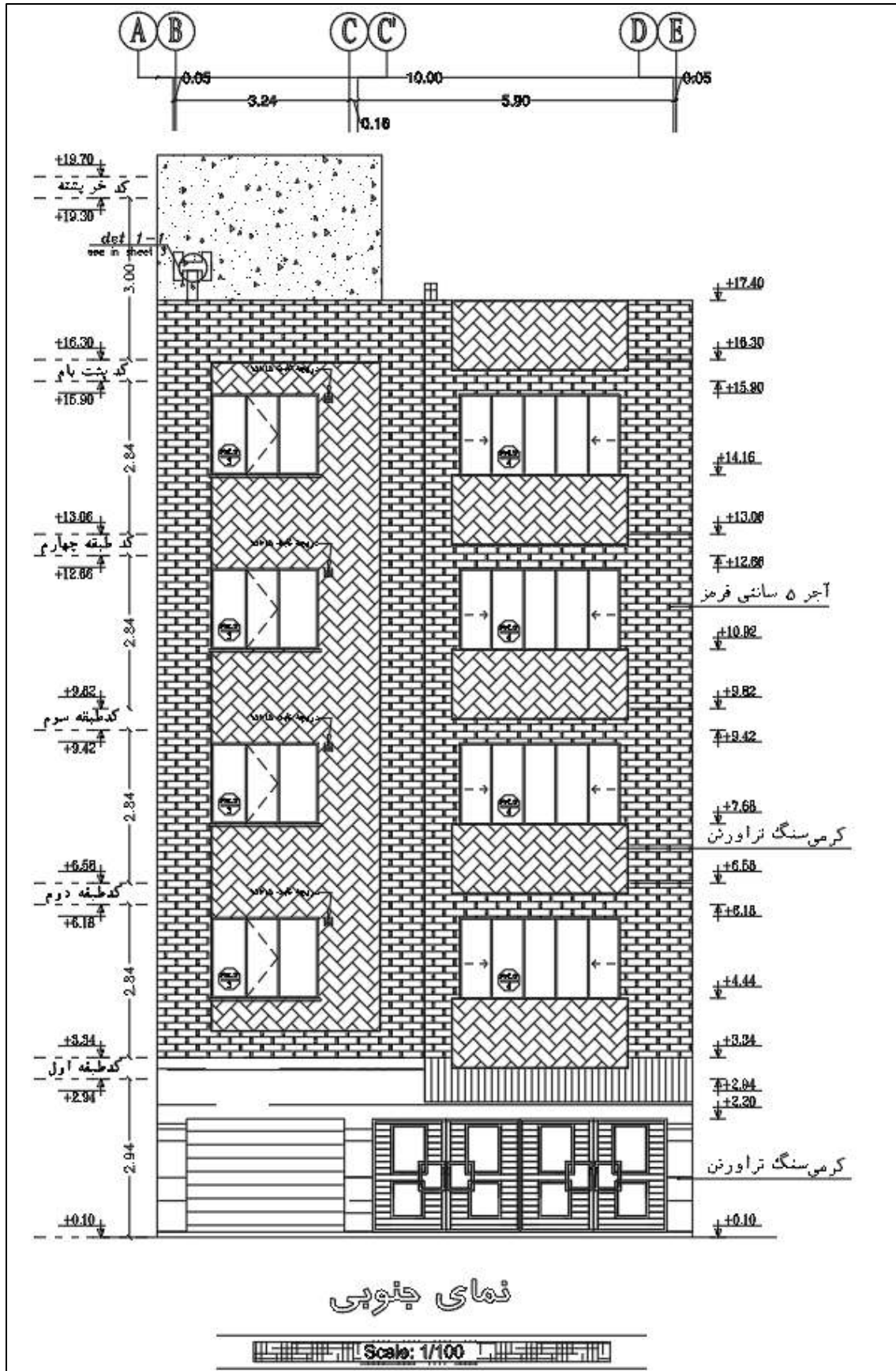
♦ وجود این نقشه‌ها برای آغاز فرآیند طراحی سازه الزامی است. در ادامه، نمونه نقشه‌های معماری ساختمان مورد نظر ارائه شده است.











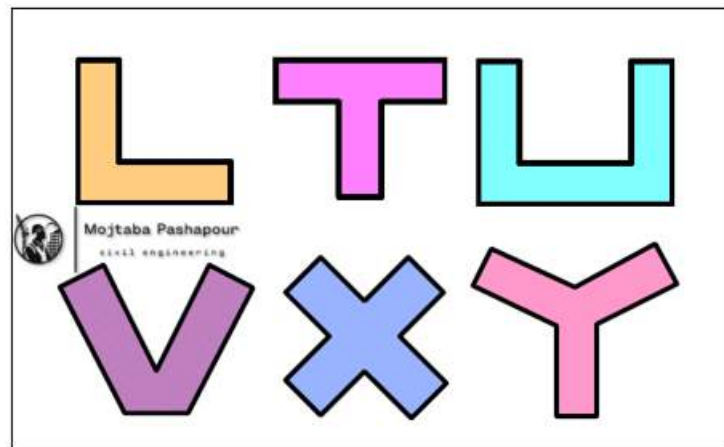


درز انقطاع

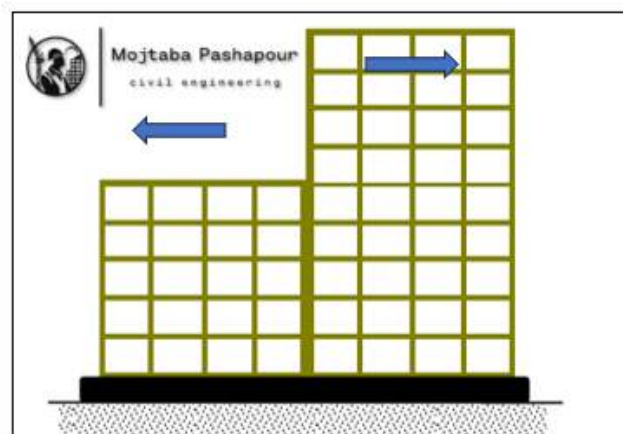
اغلب دو قسمت از یک ساختمان یا دو ساختمان مختلف نزدیک به یکدیگر ساخته می‌شوند، بدون اینکه پیامدهای این نزدیکی هنگام زلزله در نظر گرفته شود. به طور کلی در این حالت فاصله‌ای بین دو ساختمان در نظر گرفته می‌شود بدون اینکه واقعا فاصله مورد نیاز برطبق ملاحظات لرزه‌ای محاسبه شود.

در چهار مورد، دو ساختمان مجاور یا دو بخش از یک ساختمان باید با فاصله مناسب از هم جدا شوند. این موارد زمانی هستند که:

۱- ساختمان‌ها دارای اشکال الفبایی در پلان هستند؛ آن‌ها می‌توانند در محل اتصال بال‌های مختلف که از جهات مختلف به یکدیگر می‌رسند، از هم جدا شوند. (پلان ساختمان مانند اشکال زیر باشد)

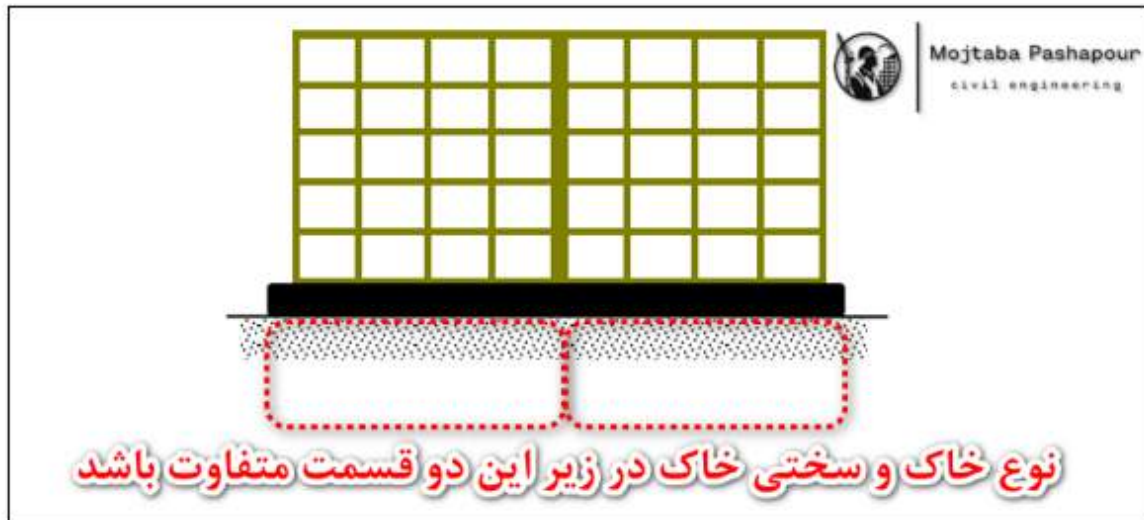


۲- دو قسمت از یک ساختمان ارتفاع‌های متفاوتی دارند؛ این دو قسمت تمایل دارند به صورت متفاوتی نوسان کنند.

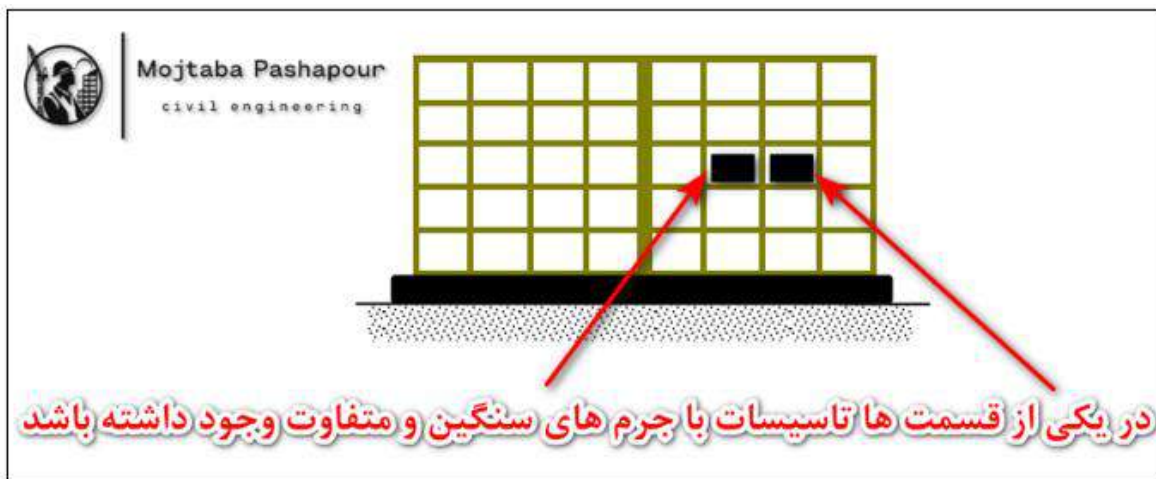




۳- ساختمان‌ها بر روی دو توده خاک مختلف قرار دارند که از نظر انعطاف‌پذیری متفاوت هستند؛ لایه‌های مختلف خاک باعث می‌شوند که دو قسمت تحت یک لرزش یکسان، به طور متفاوتی نوسان کنند.



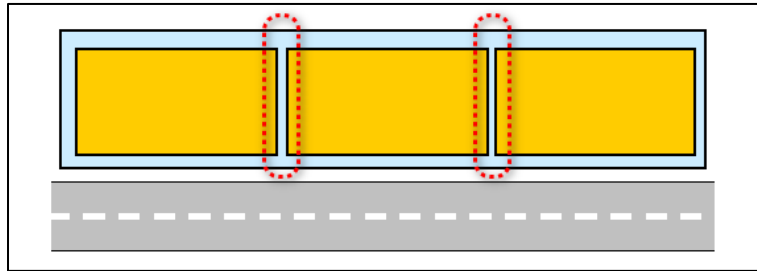
۴- ساختمان‌ها دو جرم متفاوت درون خود دارند؛ این دو جرم باید در محل اتصال از هم جدا شوند.



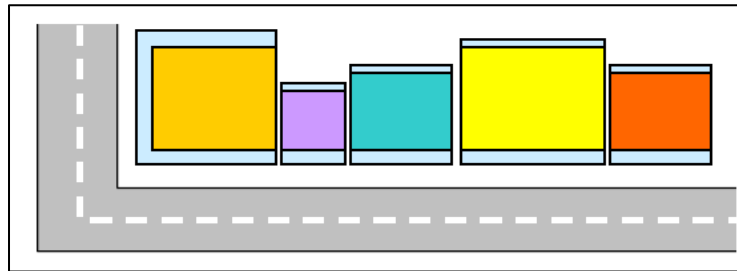
اما این امکان وجود دارد که ساختمان‌های در مجاور هم در طول زلزله با یکدیگر برخورد کنند. از این رو، حداقل یک فاصله جداسازی باید در نظر گرفته شود تا از برخورد دو ساختمان مجاور یا بخش‌هایی از یک ساختمان در طول زلزله جلوگیری کند. بنابراین، هنگامی که یک طراح مجبور به طراحی یک ساختمان در مجاورت ساختمان دیگر می‌شود، یا یک ساختمان به دو قسمت تقسیم شده ساخته می‌شود، باید جابجایی جانبی واقعی هر ساختمان یا بخشی از ساختمان را محاسبه کند و مقدار فاصله محاسبه شده‌ای را که بین آنها نیاز دارد، در نظر بگیرد.



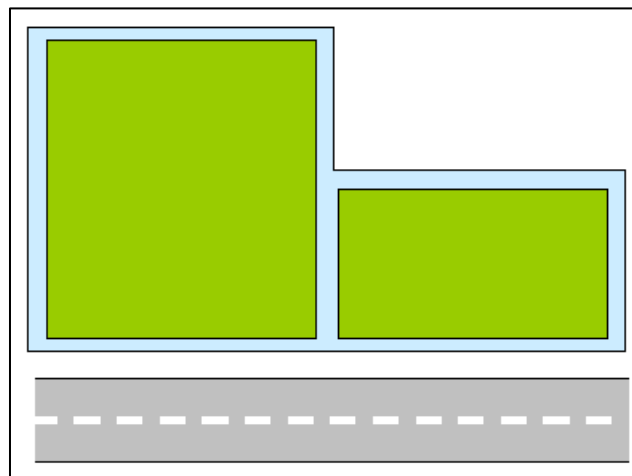
ساختمان با ارتفاع متفاوت در بخش های مختلف که توسط درز ساخته شده اند (مانند شکل زیر).



همچنین، روشی برای ساخت ردیفی، به ویژه در ساخت و سازهای قدیمی تر، وجود دارد که در آن ساختمان های مختلف در تماس با یکدیگر ساخته می شوند (مانند شکل زیر).



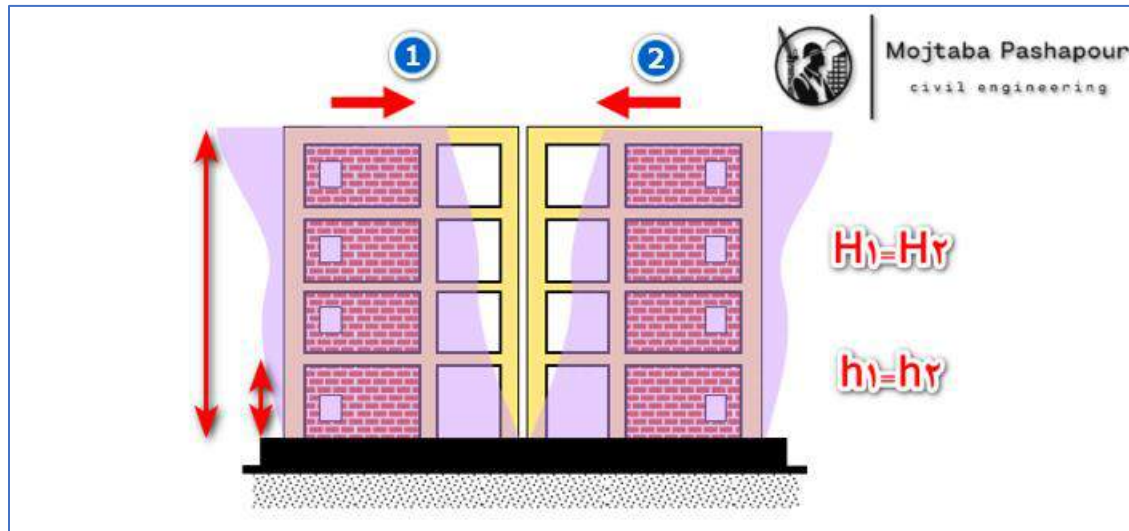
علاوه بر این، دسته سومی از چنین ساخت و سازی وجود دارد که در آن از یک مهندس خواسته می شود ساختمان هایی با اشکال الفبایی در پلان با توجه به ملاحظات عملکردی سازه و لرزه ای بسازد. تصمیم گرفته می شود که بال های مختلف ساختمان را به قطعات مستطیلی مستقل تقسیم کند اما، در هنگام زلزله، این ساختمان های مجاور یا بخش هایی از یک ساختمان به طور مستقل می لرزند و حتی به یکدیگر ضربه می زنند. (ساختمان L شکل که به دو قسمت مختلف تقسیم شده است).





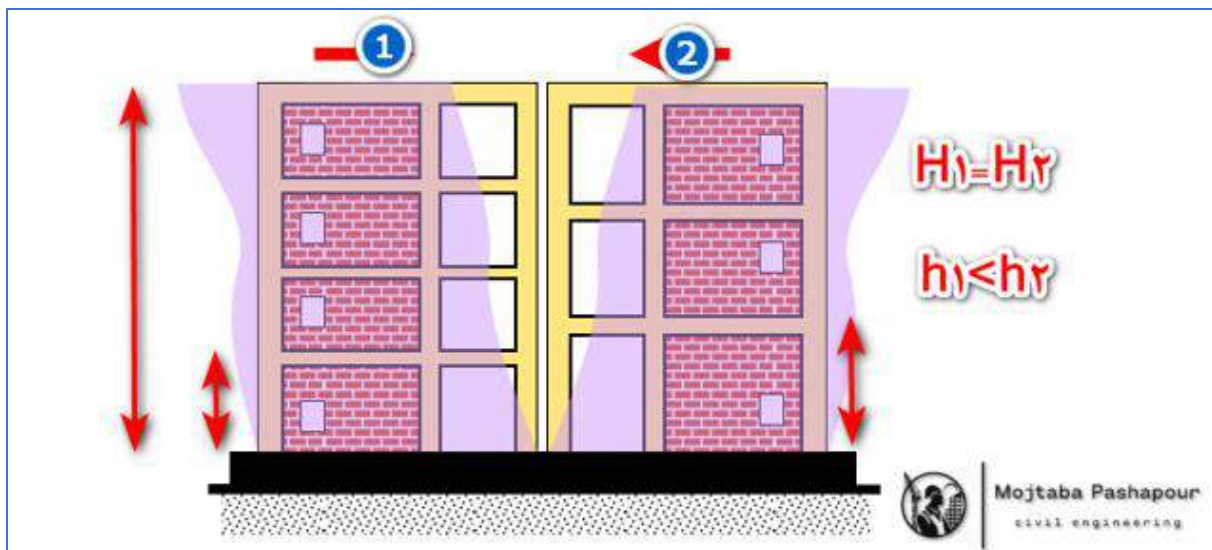
نحوه قرار گیری ساختمان ها در کنار هم ممکن است به چهار حالت زیر باشد:

۱- دو ساختمان با ارتفاع کل و طبقات یکسان در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل a)



شکل (a)

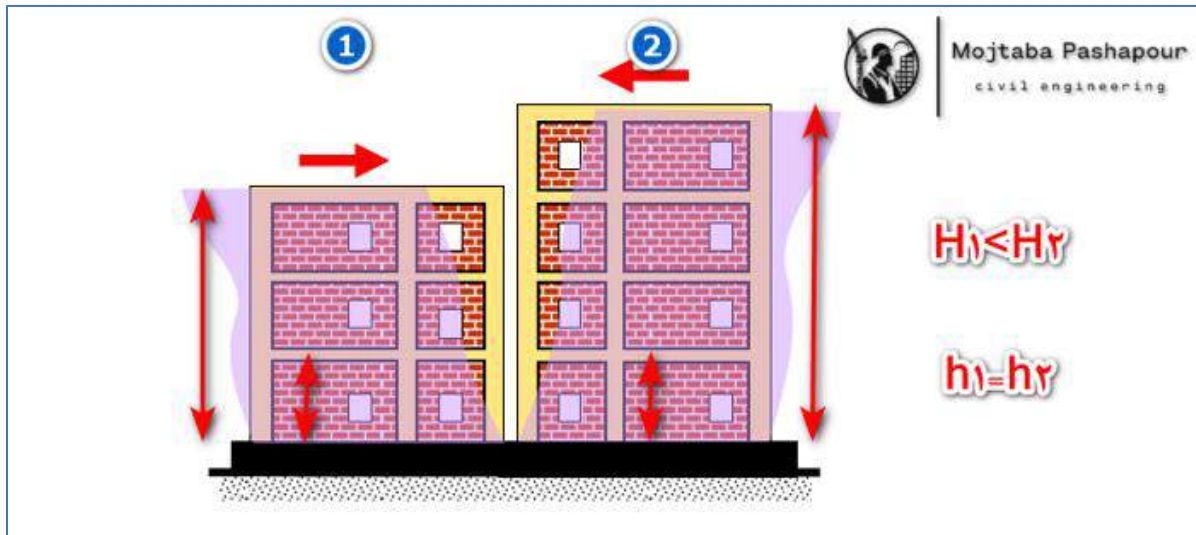
۲- دو ساختمان با ارتفاع کل یکسان و ارتفاع طبقات متفاوت در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل b)



شکل (b)

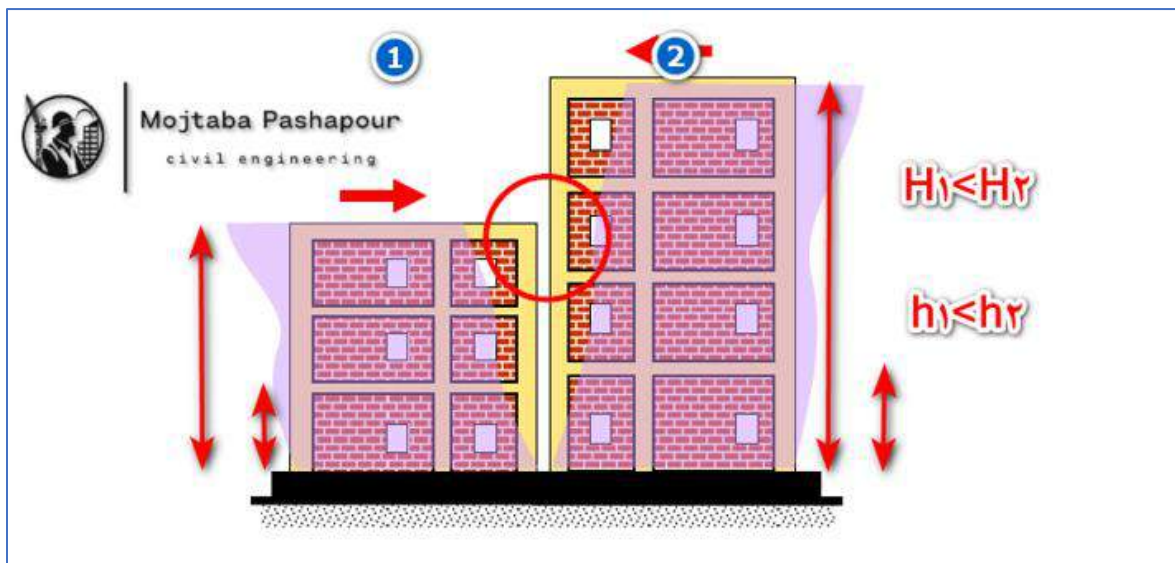


۳- دو ساختمان با ارتفاع کل متفاوت و ارتفاع طبقات برابر در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل c)



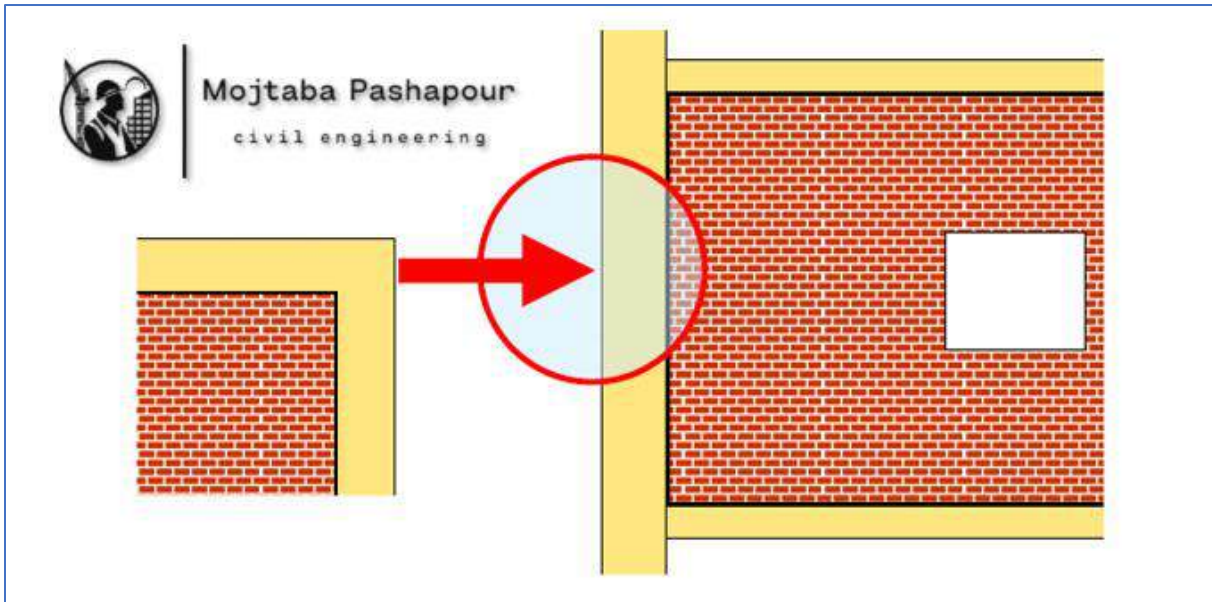
شکل (c)

۴- دو ساختمان با ارتفاع کل و طبقات متفاوت در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل d)



شکل (d)

از بین چهار حالت ممکن، حالت ارتفاع کف متفاوت جدی‌ترین حالت است (شکل‌های b و d)؛ کف یک ساختمان در مکانی بین دو انتهای آن به ستون ساختمان مجاور برخورد می‌کند و به آن ضربه می‌زند (شکل e). از این حالت باید به هر نحوی اجتناب شود.



شکل (ع)

بررسی ضوابط درز انقطاع براساس استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴

در پلان‌های معماری و سازه، معمولاً باید عرض درز انقطاع نشان داده شود. بر اساس بند (۱-۴-۱) از ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰، در ساختمان‌های با اهمیت متوسط (مسکونی) و حداکثر ۸ طبقه، عرض درز انقطاع برای هر ساختمان در هر طبقه باید ۰.۰۰۵ برابر ارتفاع طبقه از مرز زمین مجاور باشد.

بند ۱-۴-۱ برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌های باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند. برای تامین این منظور، در ساختمان‌های با هشت طبقه و کمتر، فاصل هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. در ساختمان‌های با بیشتر از هشت طبقه و یا ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه، عرض درز انقطاع باید با استفاده از ضابطه بند (۳-۵-۶) تعیین شود.

فاصله درز انقطاع را می‌توان با مصالح کم مقاومت، که در هنگام وقوع زلزله بر اثر برخورد دو ساختمان به آسانی خرد می‌شوند، به نحو مناسبی پر نمود به طوری که پس از زلزله به سادگی قابل جایگزین کردن و بهسازی باشد.



طبق بند ۱-۴-۱ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم برای حذف یا کاهش خسارات و خرابی ناشی از ضربه ساختمان-های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌های باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند؛ لذا طبق آیین‌نامه ساختمان‌ها به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند:

الف) ساختمان‌های با هشت طبقه و کمتر: فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه

ب) در ساختمان‌های بیش از هشت طبقه: عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه تعیین شود. برای این منظور پس از محاسبه این تغییر مکان برای هر دو ساختمان می‌توان از جذر مجموع مربعات دو عدد برای تعیین درز انقطاع استفاده نمود.

در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰ درصد مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در آن طبقه ساختمان در نظر گرفته شود.

برای در نظر گرفتن رفتار غیرخطی مصالح سازه (تأثیر شکل‌پذیری) به این صورت عمل می‌شود که چنانچه تغییر مکان حاصل از تحلیل خطی برابر Δ_{eu} باشد، تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طرح به صورت زیر به دست می‌آید.

$$\Delta_m = C_d \times \Delta_{eu} \quad (۱)$$

Δ_m تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طبقه

C_d ضریب بزرگنمایی تغییر مکان

Δ_{eu} تغییر مکان نسبی طبقه حاصل از تحلیل خطی



در جدول زیر نحوه محاسبه درز انقطاع براساس آیین نامه ASCE و استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

ASCE		
ASCE 7-02	$\delta_x = C_d \cdot \frac{\delta_{xe}}{I}$	در این رابطه I ضریب اهمیت ساختمان، C_d ضریب بزرگنمایی تغییر مکان و δ_{xe} تغییر مکان حداکثر الاستیک ساختمان تحت اثر نیروی زلزله است. δ_x تغییر مکان غیر الاستیک است که باید برای هر دو ساختمان مجاور محاسبه و جمع گردد.
ASCE 7-05		
ASCE 7-10 و ASCE 7-16	$\delta_{MT} = \sqrt{\delta_{M1}^2 + \delta_{M2}^2}$	Δ_{M1} و Δ_{M2} : تغییر مکان جانبی دو سازه مجاور است که از رابطه $\delta_M = C_d \cdot \frac{\delta_{max}}{I_e}$ به دست می‌آید و در این رابطه I_e ضریب اهمیت ساختمان، C_d ضریب بزرگنمایی تغییر مکان و δ_{max} تغییر مکان حداکثر الاستیک ساختمان تحت اثر نیروی زلزله است.

استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴		
ویرایش چهارم ۱۳۹۴	فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل 0.005 ارتفاع طبقه از تراز پایه	برای کلیه ساختمان‌های مجاور یکدیگر
	جذر مجموع مربعات تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه برای دو ساختمان مجاور	ساختمان‌های با بیشتر از هشت طبقه و یا ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه

در ادامه یک مثال از نحوه محاسبه درز انقطاع طبق استاندارد ۲۸۰۰ می‌پردازیم:

بنا بر توضیحات فوق درز انقطاع سازه‌های منفرد از مرز مجاور به ترتیب جدول زیر است:

محاسبه درز انقطاع سازه‌ها

ردیف	تعداد طبقات	ارتفاع طبقات (m)	ارتفاع کل (m)	در انقطاع (cm)
۱	۴	۳.۲۰	۱۲.۸۰	$\Delta = 0.005 \times 12.80 = 6.4 \text{ cm}$
۲	۶	۳.۲۰	۱۹.۲۰	$\Delta = 0.005 \times 19.20 = 9.60 \text{ cm}$
۳	۸	۳.۲۰	۲۵.۶۰	$\Delta = 0.005 \times 25.60 = 12.80 \text{ cm}$
۴	۱۲	۳.۲۰	۳۸.۴۰	$\Delta = 5.5 \times 9.80 = 53.90 \text{ cm}$
۵	۱۵	۳.۲۰	۴۸.۰۰	$\Delta = 5.5 \times 13.70 = 75.35 \text{ cm}$

بنابراین درز بین دو سازه مجاور هم به‌صورت زیر محاسبه و تعیین می‌گردد:



- درز انقطاع بین دو قاب شش طبقه و چهار طبقه:

$$\Delta = \Delta_6 + \Delta_4 = 9.6 + 6.4 = 16 \text{ cm}$$

- درز انقطاع بین دو قاب هشت طبقه و چهار طبقه:

$$\Delta = \Delta_8 + \Delta_4 = 12.8 + 6.4 = 19.2 \text{ cm}$$

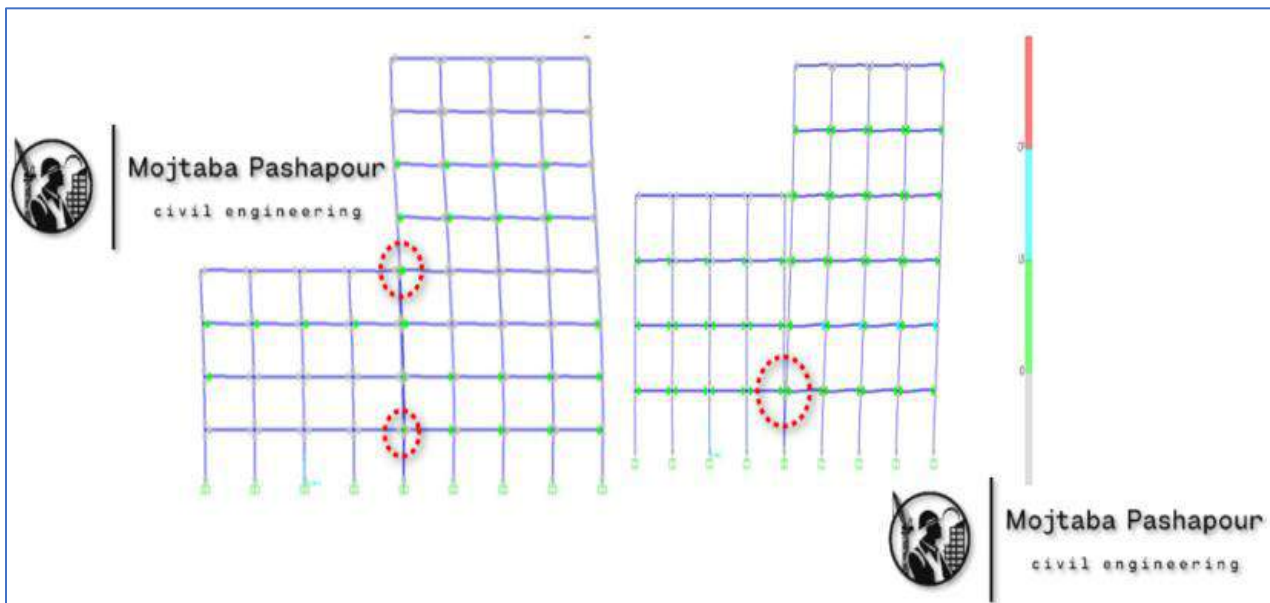
- درز انقطاع بین دو قاب هشت طبقه و شش طبقه:

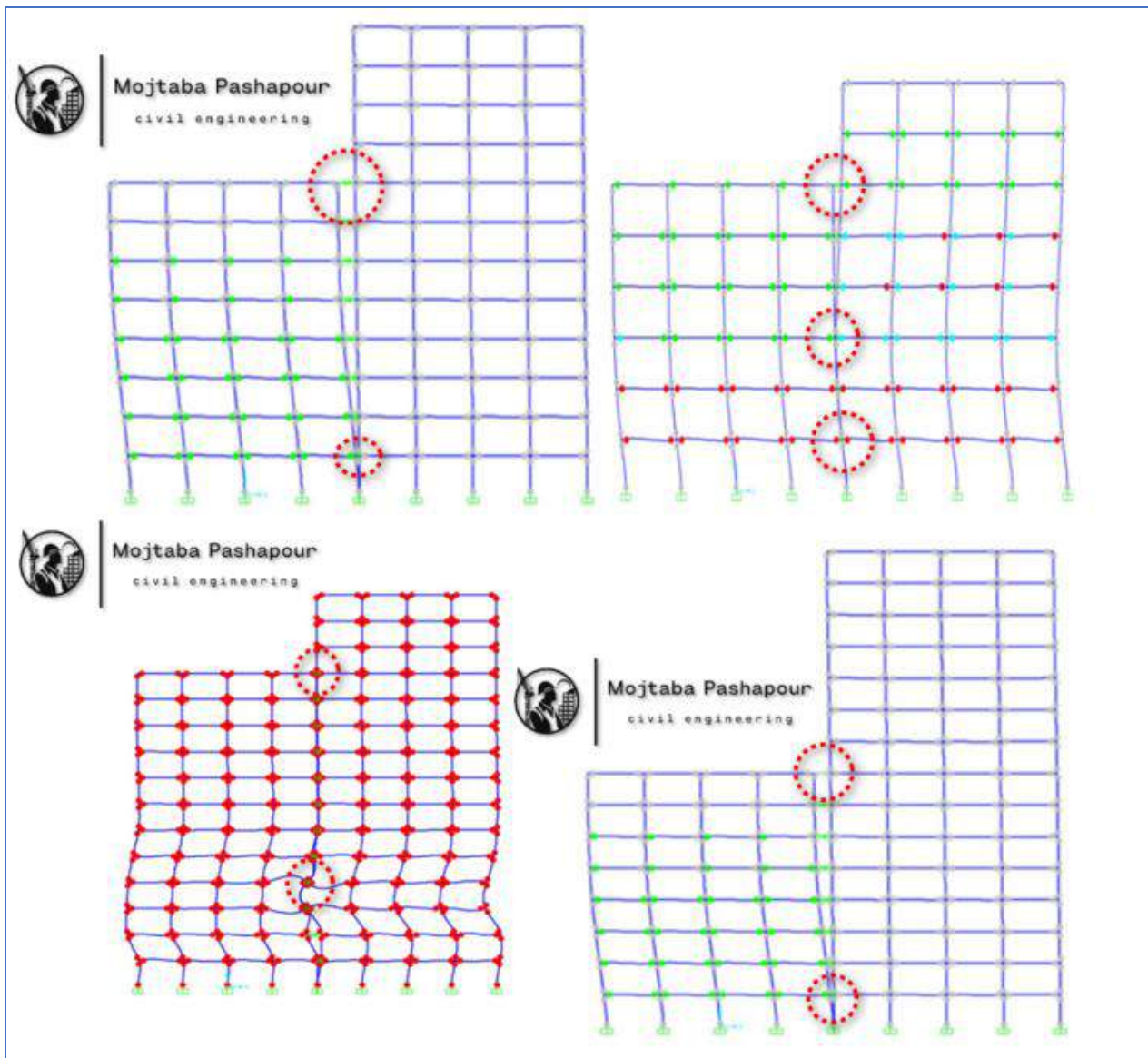
$$\Delta = \Delta_8 + \Delta_6 = 12.8 + 9.6 = 22.4 \text{ cm}$$

- درز انقطاع بین دو قاب پانزده طبقه و دوازده طبقه:

$$\Delta = \sqrt{(\Delta_{15})^2 + (\Delta_{12})^2} = \sqrt{75.35^2 + 53.90^2} = 92.64 \text{ cm}$$

در تصاویر زیر نحوه برخورد و عملکرد سازه ها بدون رعایت درز انقطاع نشان داده شده است.

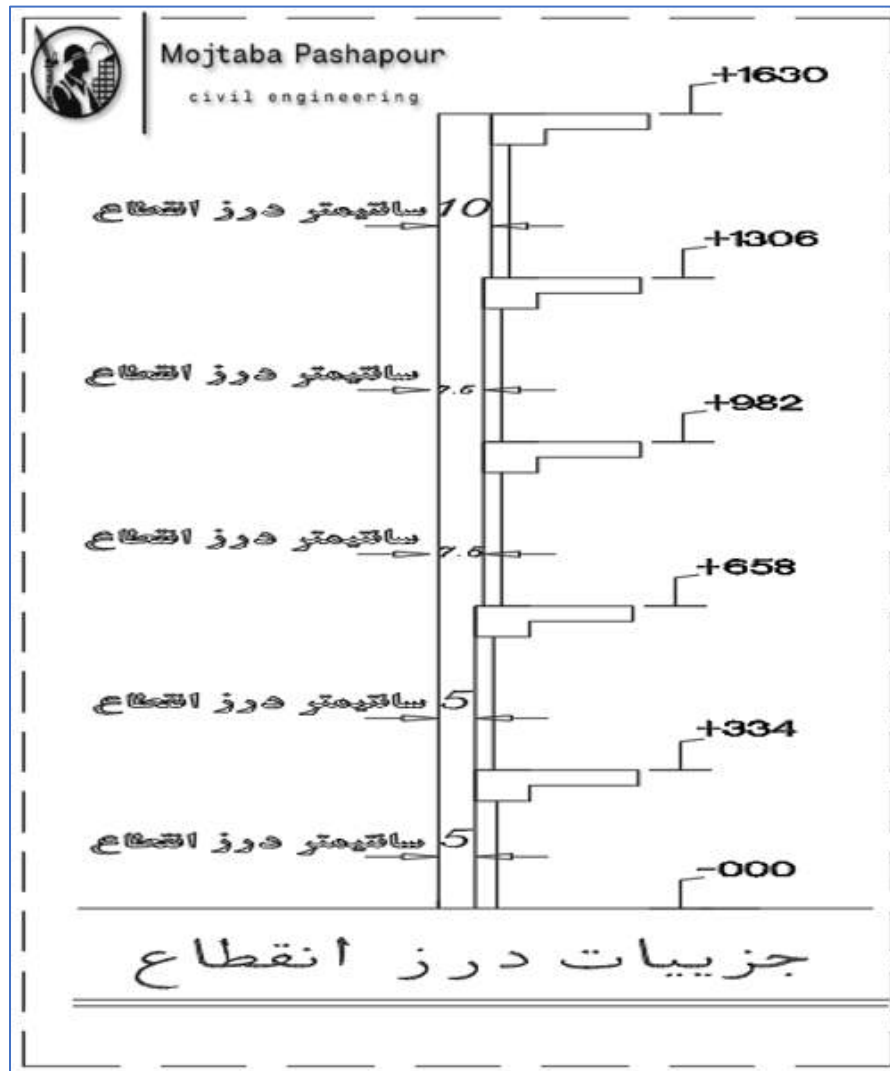




با بررسی اشکال بالا مشاهده می شود که عدم رعایت درز انقطاع در سازه های مجاور هم باعث می شود که در هنگام زلزله با نوسان سازه ها برخوردهایی در سازه به وجود آید حتی در طبقات پایین، که این امر باعث می شود سازه آسیب بیشتری ببینند.



در تصویر زیر جزئیات مربوط به درز انقطاع برای پروژه ارائه شده است. درز انقطاع باید در کلیه پلانها توسط خط چین ترسیم شده و خط اندازه آن نیز درج گردد.



درز انقطاع طبق پیشنهاد استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۵

۱-۶-۱- برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمانهای مجاور به یکدیگر، ساختمانها باید با پیش بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله ای حداقل از مرز مشترک با زمینهای مجاور ساخته شوند. برای تامین این منظور، در ساختمانهای با پنج طبقه و کمتر (حداکثر ۱۸ متر)، فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. در ساختمانهای با بیشتر از پنج طبقه و یا با ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه، عرض درز انقطاع باید با استفاده از ضابطه بند ۳-۷-۱۲ تعیین شود.



۳-۱۲-۷- در ساختمان های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه و در سایر ساختمان ها در صورتی که بیش از پنج طبقه یا بلندتر از ۱۸ متر از تراز پایه باشند، حداقل عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور در هر طبقه ساختمان باید برابر با جذر مجموع مربعات δ_M از رابطه زیر تعیین میشود.

$$\delta_M = C_d \cdot \frac{\delta_{eu}}{I_e}$$

در رابطه فوق:

δ_M حداکثر تغییر مکان جانبی کلی غیر ارتجاعی در محل بحرانی طبقه مورد نظر، تحت اثر زلزله طرح

δ_{eu} حداکثر تغییر مکان جانبی کلی ارتجاعی در محل بحرانی طبقه مورد نظر تحت اثر زلزله طرح و با احتساب آثار $P - \Delta$ ، که بر مبنای یکی از روش های تحلیل خطی محاسبه شده است. در صورتی که سازه در امتداد مورد نظر دارای نامنظمی پیچشی باشد باید اثر ضریب تشدید پیچش اتفاقی، A_j ، موضوع تبصره بند ۳-۴-۹-۳ نیز در تعیین این تغییر مکان لحاظ شده باشد.

C_d : ضریب بزرگنمایی تغییر مکان جانبی مطابق جدول ۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۵

I_e : ضریب اهمیت ساختمان مطابق بند ۳-۹-۱-۴.

تبصره ۱: در مواردی که ساختمان، مشمول موضوع ضابطه الف بند ۳-۶-۲ شده باشد، تغییر مکان جانبی کلی غیر ارتجاعی طبقه تحت اثر زلزله طرح باید به صورت ترکیبی، مشابه روش مذکور در تبصره بند ۳-۱۲-۲ محاسبه شود.

تبصره ۲: در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰ درصد δ_M در آن طبقه ساختمان در نظر گرفته شود.

تبصره ۳: در سایر ساختمان هایی که مشمول محاسبه درز انقطاع مطابق ضوابط این بند نیستند، عرض درز انقطاع باید بر مبنای بند ۱-۶-۱ تعیین شود.

با بررسی ضوابط مربوط به پیش نویس استاندارد ۲۸۰۰ مشاهده می شود که در این ویرایش بحث درز انقطاع سخت گیرانه تر شده است و مشاهده می شود که در ویرایش پنجم تا ۵ طبقه یا حداکثر ۱۸ متر ضوابط را مانند ویرایش چهارم در نظر گرفته است در حالی که در ویرایش چهارم تا ۸ طبقه در نظر گرفته شده بود که این موضوع نشان میدهد در این ویرایش اهمیت درز انقطاع بیشتر می باشد.



بررسی نکات اجرایی درز انقطاع

۱- درز انقطاع نباید با مصالح سنگ سخت نظیر سنگ نما، ملات، بتن و خرده آجر و ... پر شود.

۲- در هنگام اجرای نما باید حتما دقت شود تا سنگ نما تا قسمت درز انقطاع امتداد نیابد.

روش‌های پوشش درز انقطاع در نماسازی

۱- پوشش با ورق های انعطاف پذیر (رایج‌ترین روش)

۲- پر کردن درز انقطاع با فوم



نکته مهم در پوشش درز انقطاع این است که حرکت ورق در هنگام زلزله تامین شده باشد. یعنی از یک طرف پیچ شود و از طرف دیگر آزاد باشد.

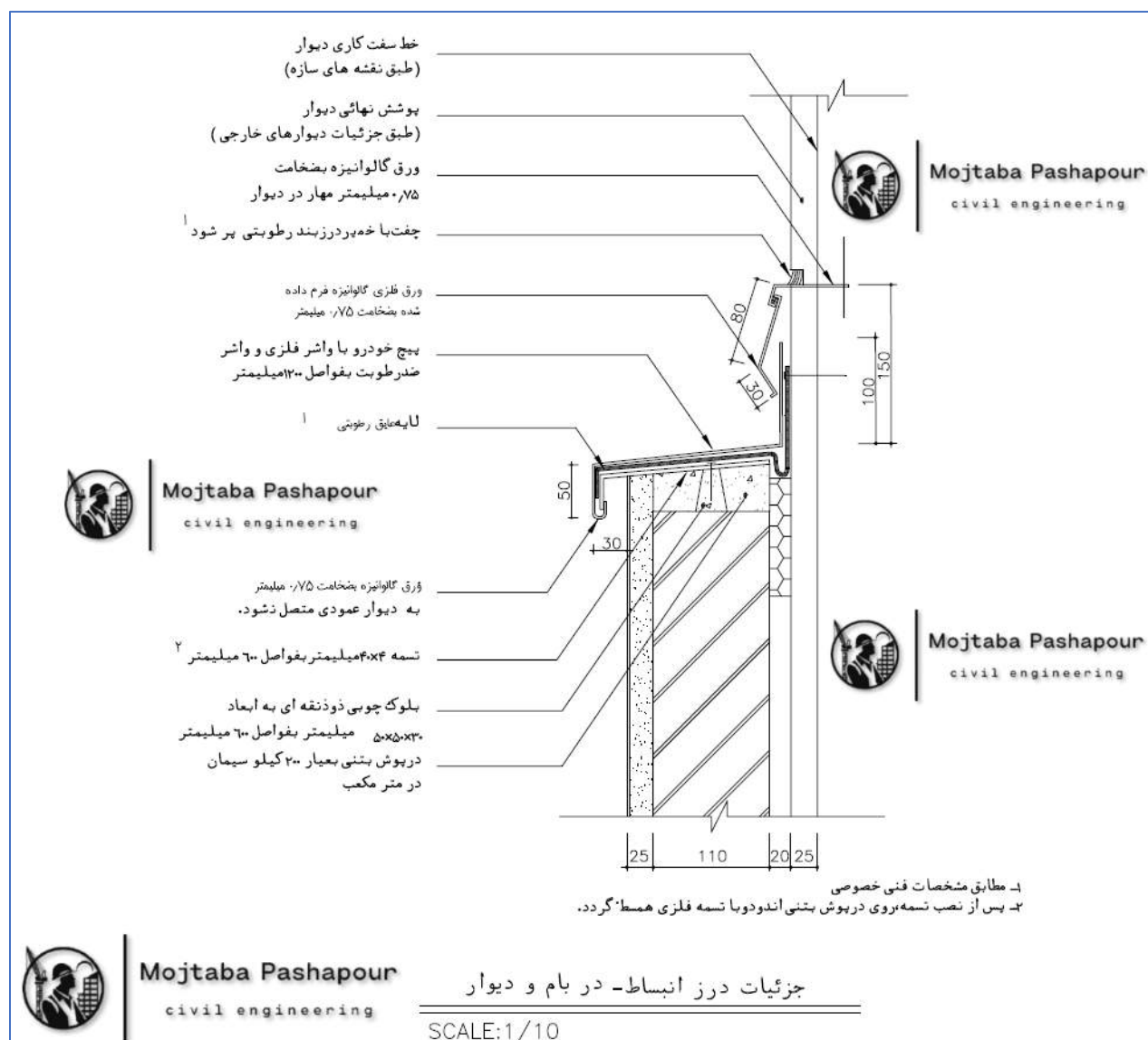


روش‌های پوشش درز انقطاع در نماسازی

۱- اجرای شاسی کشی با قوطی به صورتی که شیب‌دار باشد. شیب باید به سمت کفشور بام باشد تا از جمع شدن و نفوذ آب باران به درز جلوگیری شود.

۲- حتما شاسی کشی به طور مناسبی ساپورت شود.

۳- شاسی کشی به دیوار جان پناه یا بام همسایه متصل و جوش نشود تا در زمان زلزله بتواند آزادانه حرکت کند. در شکل زیر دتایل اجرایی نشان داده شده است.





ستون گذاری

ستون گذاری در طراحی سازه

ستون گذاری یکی از عوامل کلیدی در طراحی سازه است. انتخاب محل و تعداد ستون ها نقش مهمی در تعیین نوع سیستم باربر ثقلی و جانبی ایفا می کند. این فرایند باید با هماهنگی کامل بین مهندس معمار و مهندس طراح سازه انجام شود.

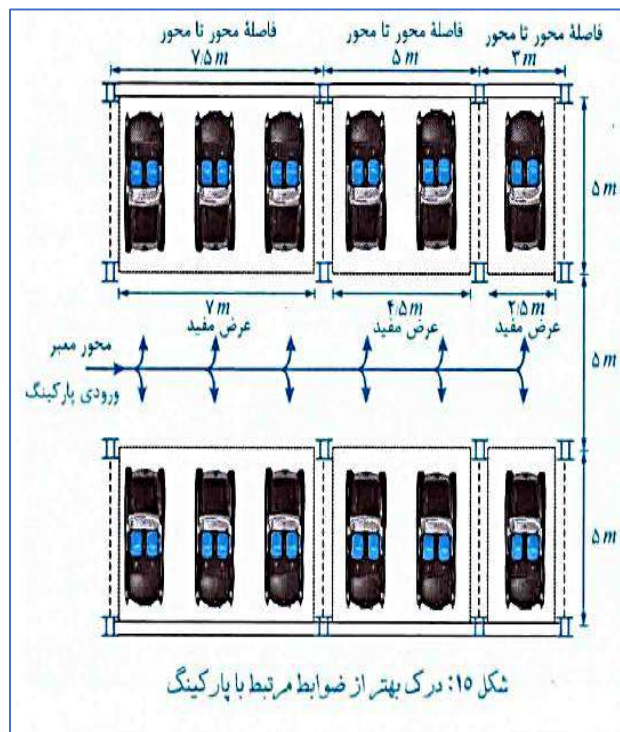
توصیه های معماری در ستون گذاری

۱. نما و اضلاع جانبی ساختمان
 - در اضلاع جانبی که در نما قرار ندارند، محدودیت خاصی وجود ندارد.
 - در اضلاع نما، ستون ها نباید با بازشوهایی نظیر پنجره و ورودی ها تداخل داشته باشند.
۲. فضاهای داخلی (اتاق ها، سالن ها، آشپزخانه)
 - تا حد امکان از تعبیه ستون در داخل این فضاها خودداری شود تا دید و فضا سازی بهتری ایجاد گردد.
۳. استفاده از گوشه ها و تیغه بندی ها
 - در بخش های داخلی، بهتر است ستون ها در گوشه فضاها و امتداد تیغه ها قرار گیرند تا داخل دیوار مخفی شوند.
۴. راهروها، راه پله ها و آسانسور
 - باید جانمایی ستون به گونه ای باشد که فضای مفید این قسمت ها از بین نرود.
۵. پیوستگی ستون ها در ارتفاع
 - ستون ها باید به صورت پیوسته در تمام طبقات امتداد یابند.
 - قطع شدن ستون در طبقات می تواند موجب ایجاد نامنظمی در ارتفاع و ضعف سازه ای شود.



توصیه‌های شهرداری برای ستون گذاری

متر 3×5	محور تا محور ستون‌ها	حداقل فضای پارک برای یک خودرو
متر 2.5	برتا بر و روی نازک کاری ستون‌ها (عرض خالص)	
متر 5×5	محور تا محور ستون‌ها	حداقل فضای پارک برای دو خودروی مجاور
متر 4.5	برتا بر و روی نازک کاری ستون‌ها (عرض خالص)	
متر 7.5×5	محور تا محور ستون‌ها	حداقل فضای پارک برای سه خودروی مجاور
متر 7.0	برتا بر و روی نازک کاری ستون‌ها (عرض خالص)	
متر 5×5	محور تا محور ستون‌ها	حداقل فضای موردنیاز برای مانور خودرو
متر 3.0	عرض	حداقل ابعاد درب ورودی
متر 2.2	ارتفاع	



برگرفته از کتاب آموزش طراحی سازه سری عمران



توصیه‌های سازه‌ای در ستون‌گذاری

۱. تعداد ستون‌ها

- تعداد ستون‌ها باید به صورت معقول انتخاب شود.
- ستون‌های زیاد → افزایش مقدار مصالح، طولانی‌تر شدن زمان اجرا، اشغال فضاهای معماری و در نهایت غیراقتصادی بودن.
- ستون‌های کم → افزایش ابعاد ستون‌ها، مشکلات معماری و غیراقتصادی شدن سازه.

۲. فاصله بین ستون‌ها

- فاصله ستون‌ها نباید خیلی کم باشد (حداقل حدود ۲٫۵ متر). (فاصله کم می‌تواند باعث شکست برشی یا خمشی شود).
- فاصله زیاد ستون‌ها → دشواری یا حتی عدم امکان اجرای سقف و ایجاد مشکلات اقتصادی.

۳. رعایت تقارن در ستون‌گذاری

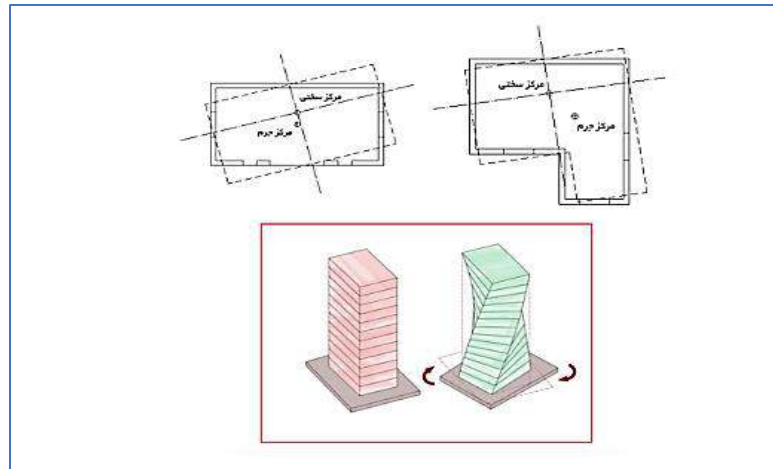
- تقارن ستون‌ها سبب کاهش فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی می‌شود.
- این امر مانع ایجاد پیچش در سازه می‌گردد.
- وجود پیچش مشکلات جدی در طراحی و عملکرد لرزه‌ای سازه ایجاد خواهد کرد (که در ادامه به طور مفصل بررسی خواهد شد).

مرکز جرم (Center of Mass)

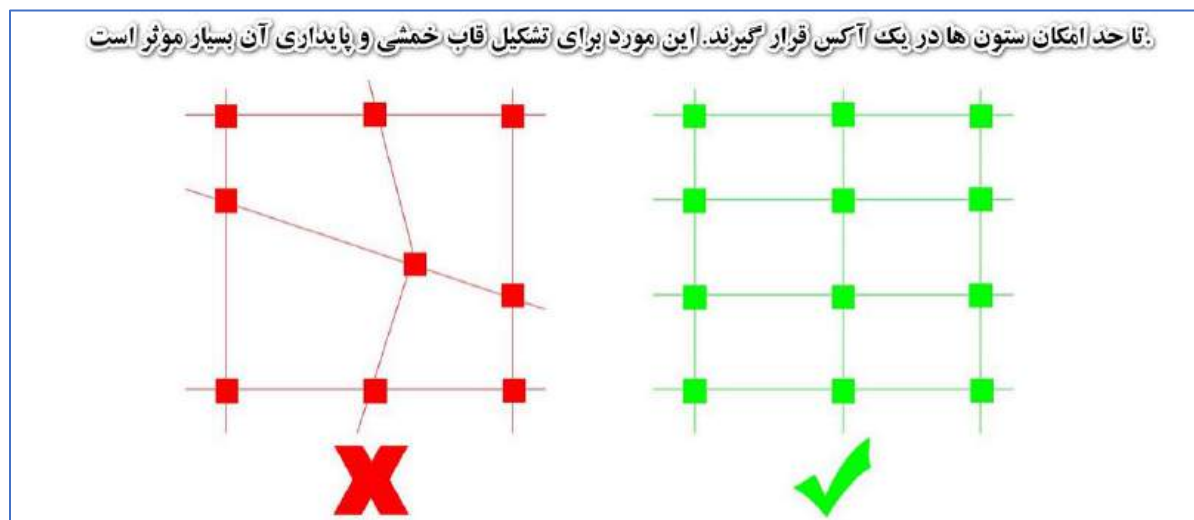
- مرکز جرم نقطه‌ای از یک طبقه است که نیروی برشی ناشی از زلزله در آن نقطه متمرکز می‌شود. در صورتی که توزیع بارهای مرده و زنده در طبقه به صورت یکنواخت باشد، مرکز جرم با مرکز هندسی پلان طبقه منطبق خواهد بود.

♦ مرکز سختی (Center of Rigidity)

- مرکز سختی نقطه‌ای در پلان است که برآیند سختی جانبی اجزای مقاوم سازه (مانند قاب‌ها یا دیوارهای برشی) از آن عبور می‌کند. به عبارت دیگر، مرکز سختی نشان‌دهنده محل تعادل نیروهای مقاوم در برابر بارهای جانبی ساختمان است.



برگرفته از سایت پاراسیویل

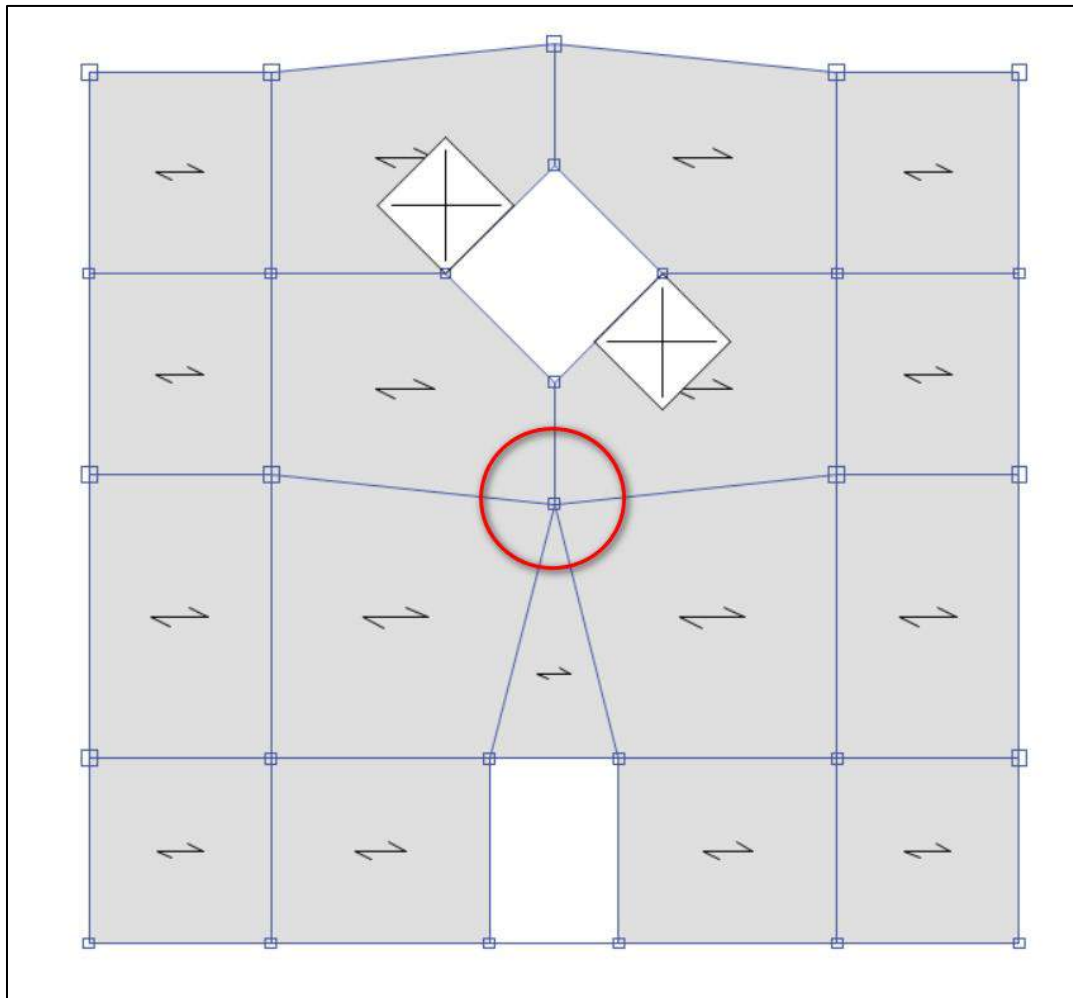


- ستون‌ها را با هماهنگی بین طراح سازه و معمار جایگذاری کنید تا از تجمع ستون‌ها در یک سمت و کمبود آن‌ها در سمت دیگر جلوگیری شود. تجمع سختی در یک سمت باعث نزدیک شدن مرکز سختی به آن سمت و افزایش بازوی لنگر و پیچش سازه می‌شود.
- ستون‌ها تا حد امکان هم‌محور و منظم باشند. این کار از اجرای تیرهای مورب جلوگیری کرده و از نامنظمی سیستم باربر غیرموازی جلوگیری می‌کند، که افزایش نامنظمی علاوه بر پیچش، رفتار لرزه‌ای سازه را تضعیف می‌کند.

برای اجرای صحیح ستون‌ها، توجه به تعداد تیرهای متصل به هر ستون اهمیت زیادی دارد:

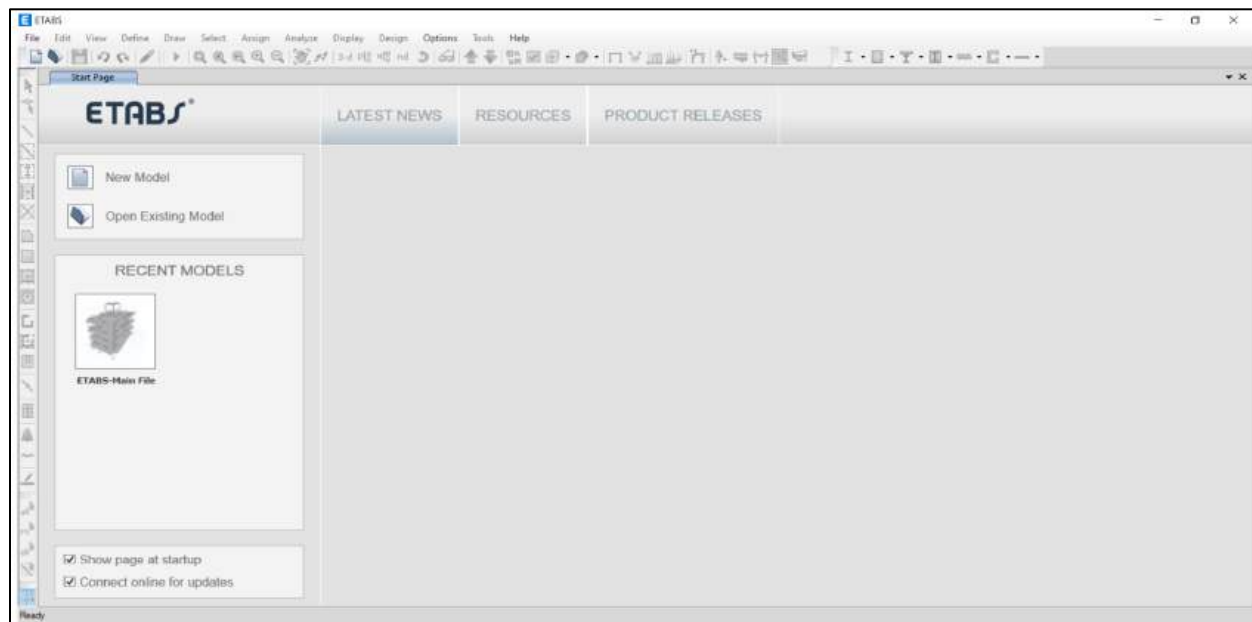


- هر ستون تا حد امکان حداکثر به ۴ تیر متصل شود. اگر بیش از ۴ تیر به یک ستون وصل شود، تراکم آرماتورها در آن نقطه زیاد می‌شود و ممکن است اجرای ستون با نقشه‌های سازه هماهنگ نباشد.
- رعایت این نکته باعث می‌شود اجرای ستون و تیرها ساده‌تر، دقیق‌تر و منطبق با نقشه‌ها باشد.





شروع ساخت مدل سازه بتنی در نرم افزار



محیط اولیه نرم افزار ETABS

آشنایی با منوهای ETABS

منوی **File**: این منو، مشابه منوهای اصلی در سایر نرم افزارهای کامپیوتری، وظایف مهمی را بر عهده دارد. از جمله این وظایف می توان به ایجاد پروژه جدید، باز کردن فایل های موجود، بستن پروژه، ذخیره سازی، دریافت ورودی از سایر نرم افزارها (در صورت امکان)، ارائه خروجی به سایر نرم افزارها، تولید خروجی های گرافیکی و تهیه گزارش محاسبات اشاره کرد. در طول انجام پروژه، استفاده از بسیاری از این امکانات ضروری خواهد بود.

منوی **Edit**: این منو وظایفی مانند بازخوانی، کپی کردن، بریدن، اضافه یا حذف آکس ها، تغییر تعداد طبقات، اصلاح فواصل آکس بندی و ارتفاع طبقات، مش بندی، جابجایی، تقسیم یا ادغام المان ها و سایر عملیات مشابه را بر عهده دارد که در طول پروژه بیشتر با آن ها سروکار خواهیم داشت.

منوی **View**: این منو وظایفی مانند تنظیمات نمایشی، زوم کردن، جابجایی صفحات و موارد مشابه را بر عهده دارد که معمولاً این عملیات با استفاده از آیکون های موجود در صفحه پیش فرض ETABS قابل انجام هستند.

منوی **Define**: این منو یکی از مهم ترین بخش های نرم افزار ETABS است و اساس پروژه را تشکیل می دهد. در واقع، همه اطلاعات لازم برای طراحی سازه باید در این منو تعریف شوند، از جمله مصالح، مقاطع، دیافراگم،



برچسب گذاری، طیف زلزله، منبع جرم، اثر P-Delta، تعداد مودهای ارتعاشی، تعریف بار و ترکیبات بار، و همچنین اعمال برخی ضوابط لرزه ای طراحی سازه.

منوی Draw: این منو مربوط به ابزارهای ترسیم و مدل سازی سازه است و کاربرد زیادی در فرآیند مدل سازی پروژه دارد. برای سرعت بخشیدن به مدل سازی و کاهش مراجعه مکرر به این منو، اغلب از آیکون های ستونی موجود در سمت چپ نرم افزار استفاده می شود.

منوی Select: این منو مربوط به عملیات انتخاب است و امکان انتخاب یا لغو انتخاب اعضای خاص در مواقع مورد نیاز را فراهم می کند.

منوی Assign: این منو یکی دیگر از مهم ترین بخش های نرم افزار است و وظایفی مانند اختصاص مقاطع، اعمال انواع بارگذاری ها، تعیین ضرایب ترک خوردگی، اعمال دیافراگم و موارد مشابه را بر عهده دارد.

منوی Analyze: این منو مربوط به تحلیل سازه در نرم افزار است و امکان آنالیز سازه و ارائه گزارش نیروهای وارد بر انواع المان ها را فراهم می کند.

منوی Display: این منو امکان دریافت خروجی های گرافیکی، نموداری و جدولی حاصل از آنالیز سازه را فراهم می کند. بسیاری از کنترل های سازه نیز از طریق نتایج همین بخش انجام می شوند که جزئیات آن ها در بخش کنترل ها بررسی خواهد شد.

منوی Design: این منو یکی دیگر از مهم ترین بخش های نرم افزار است که وظیفه طراحی سازه را بر عهده دارد. در این بخش می توان با تنظیم آیین نامه مربوطه، پارامترهای لازم برای طراحی سازه های فولادی، بتن آرمه، تیرها و ستون های کامپوزیت، دیوار برشی و سایر المان ها را تعریف و طراحی نمود.

منوی Options: این منو مربوط به ابزارها و تنظیمات ویژه نرم افزار است، از جمله تغییر رنگ زمینه و مقاطع، فعال سازی حالت ذخیره خودکار، افزودن کیبورد دلخواه و موارد مشابه.

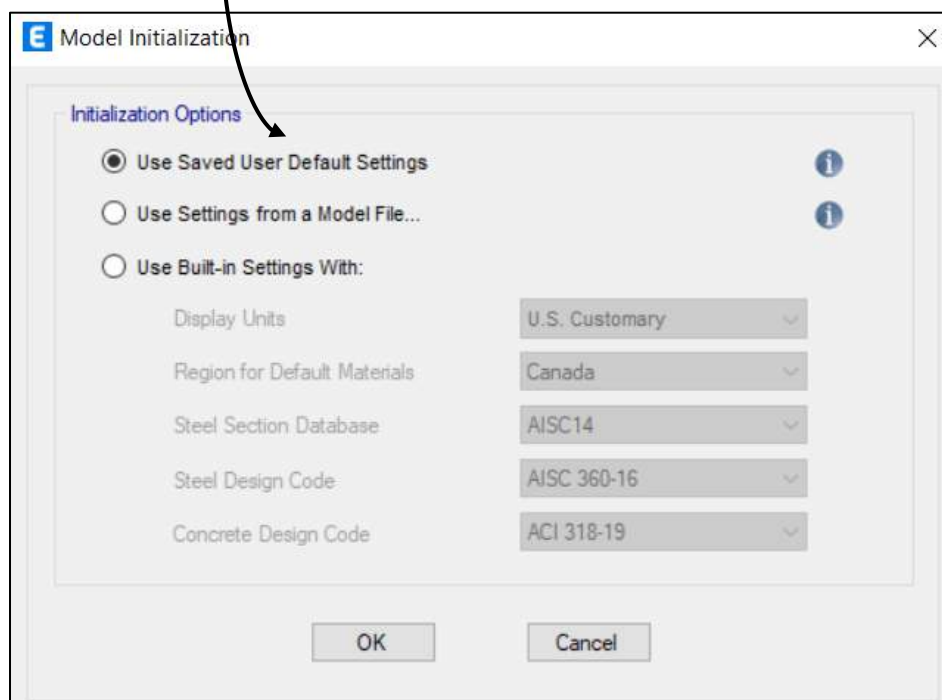
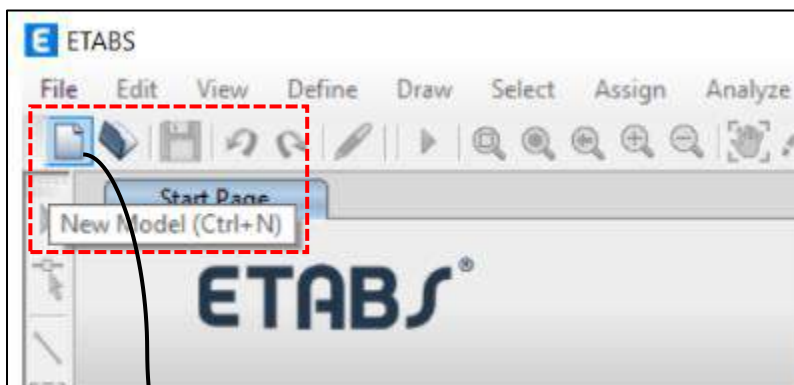
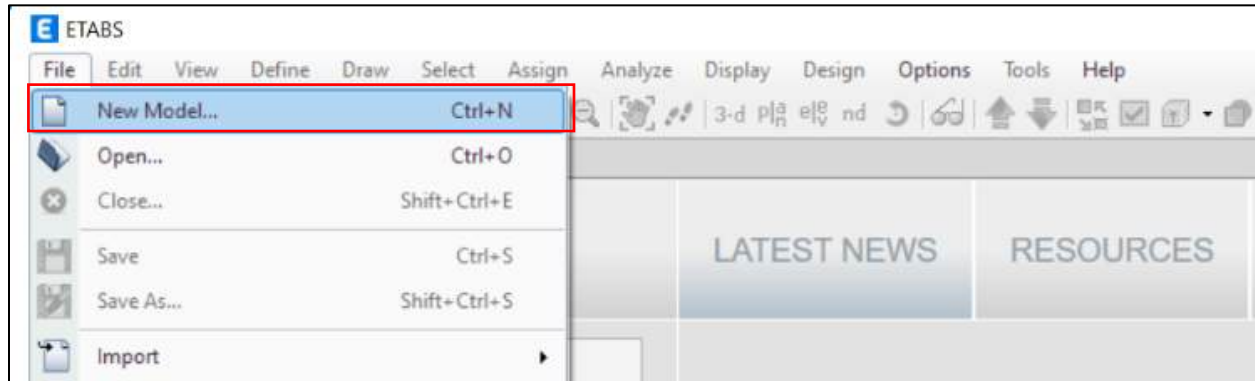
منوی Tools: این منو مربوط به افزودن پلاگین به نرم افزار است. در این بخش، ضوابطی که برنامه نویسان برای انجام عملیات مختلف طراحی سازه نوشته اند، به نرم افزار معرفی می شوند تا قابل استفاده باشند. در حال حاضر طراحان معمولاً این پلاگین ها را خریداری نمی کنند و ترجیح می دهند ضوابط را به صورت دستی یا از طریق فایل های اکسل معتبر اعمال نمایند.

منوی Help: این منو مربوط به راهنمای نرم افزار است. با توجه به نسخه قفل شکسته نرم افزار، استفاده از آن تنها در حالت آفلاین امکان پذیر است. این راهنما در هنگام نصب نرم افزار، در پوشه نصب نیز موجود می باشد.



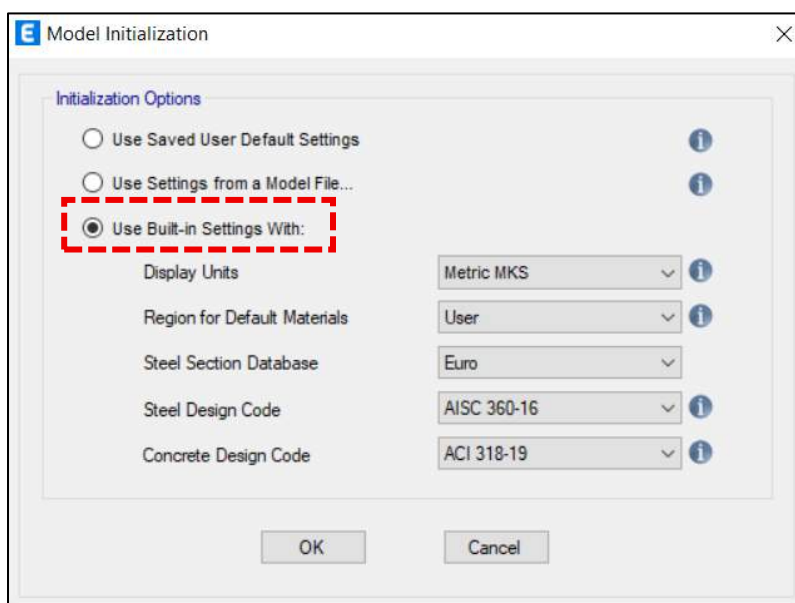
ایجاد مدل

برای ایجاد یک مدل جدید در نرم افزار ETABS می توانیم از منوی نشان داده شده استفاده کنیم:





- گزینه اول (Use Saved User Default Settings): این گزینه زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم از تنظیمات پیش فرض برنامه بهره ببریم.
 - گزینه دوم (Use Settings from a Model File): این گزینه زمانی کاربرد دارد که قبلاً پروژه‌ای در نرم‌افزار مدل شده و بخواهیم از تنظیمات آن پروژه استفاده کنیم.
 - گزینه سوم (Use Built-in Settings With): این گزینه زمانی به کار می‌رود که بخواهیم تنظیمات را به صورت دستی وارد کنیم. اگر هدف ساخت یک مدل برای اولین بار باشد، این گزینه انتخاب می‌شود.
- تنظیمات مربوط به سازه‌های بتنی در این بخش در شکل زیر نمایش داده شده و توضیحات هر یک در ادامه ارائه شده است.



قسمت اول (انتخاب واحد): واحد سیستم متریک (Metric MKS) انتخاب می‌شود.

قسمت دوم (استانداردهای مصالح): بهتر است حالت User انتخاب گردد.

قسمت سوم (استاندارد مقاطع فولادی): با توجه به اینکه مقاطع نورد شده موجود در ایران برگرفته از استاندارد Euro هستند، این گزینه بهتر است انتخاب شود.

آیین‌نامه فولاد ایران (مبحث دهم): برگرفته از آیین‌نامه فولاد آمریکا سال ۲۰۱۶ می‌باشد.

آیین‌نامه بتن ایران (مبحث ۹): برگرفته از آیین‌نامه بتن آمریکا سال ۲۰۱۹ (ACI-318-2019) می‌باشد.



تعریف مشخصات خطوط کمکی مدل سازی (Grid)

پس از انتخاب مدل مرجع، تعداد طبقات و محورهای نقشه پلان که عموماً از محل ستون‌ها عبور می‌کنند مشخص می‌شود.

توضیحات مربوط به کادر سمت چپ

- قسمت اول مربوط به Grid Lines راستای X می‌باشد (تعداد محورهای موازی محور Y).
- قسمت دوم مربوط به Grid Lines راستای Y می‌باشد (تعداد محورهای موازی محور X).
- قسمت سوم و چهارم مربوط به فواصل Grid Lines در دو راستای X و Y می‌باشد و زمانی کاربرد دارد که همه فواصل محورها از هم برابر باشد.



با کلیک بروی گزینه Grid Labels صفحه زیر ظاهر خواهد شد:

The dialog box titled "Grid Labeling Options" contains two sections: "X Grid" and "Y Grid". In the "X Grid" section, the "Beginning X ID" is set to "A", and the "Label Left to Right" radio button is selected. In the "Y Grid" section, the "Beginning Y ID" is set to "1", and the "Label Top to Bottom" radio button is selected. At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

- قسمت بالای صفحه نشان می‌دهد که محورهای راستای X از چپ به راست یا از راست به چپ شروع شوند.

- قسمت پایین صفحه نشان می‌دهد که محورهای راستای Y از پایین به بالا یا از بالا به پایین شروع شوند.

قسمت Custom Grid Spacing:

با کلیک بر روی گزینه Edit Grid Data صفحه زیر ظاهر می‌شود:

The "Grid System Data" dialog box shows the configuration for a grid system named "G1". It includes fields for "System Origin" (Global X, Global Y, Rotation) and "Story Ranges Option" (Default, User Specified). The "Rectangular Grids" section has two options: "Display Grid Data as Ordinates" (selected) and "Display Grid Data as Spacing". Below this are two tables: "X Grid Data" and "Y Grid Data".

Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End
B	8	Yes	End
C	16	Yes	End

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
5	0	Yes	Start
4	8	Yes	Start
3	16	Yes	Start
2	24	Yes	Start
1	32	Yes	Start



تنظیم اندازه‌ها و مشخصات خطوط کمکی راستای X و Y

بخش (G1): این بخش مربوط به نام سیستم Grid می‌باشد که به‌طور دلخواه می‌توانیم آن را تغییر دهیم.

بخش (Rectangular Grids): این بخش مربوط به تعیین فاصله محورها می‌باشد که با توجه به توضیحات و شکل زیر خواهیم داشت:

- در این بخش اگر گزینه Display Grid Data as Ordinates را انتخاب کنیم فواصل را از نقطه موردنظر تا مبدأ (نقطه اول یا آکس اول) نشان می‌دهد.
- در صورت فعال‌سازی گزینه Display Grid Data as Spacing، نرم‌افزار فواصل بین محورهای شبکه را به‌صورت عددی نمایش می‌دهد. با انتخاب این گزینه می‌توان فاصله‌ی هر محور از محور مجاور را مشاهده نمود. در این جزوه نیز این گزینه فعال می‌شود تا فواصل شبکه به‌صورت دقیق مشخص گردد.

Grid System Name: G1

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

Story Range Option: Default

Click to Modify/Show: Reference Points..., Reference Planes...

Options: Bubble Size: 1250 mm, Grid Color: [Grey]

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

Quick Start New Rectangular Grids...

Grid ID	X Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
A	3.45	Yes	End
B	5.95	Yes	End
C	0	Yes	End

Grid ID	Y Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
5	2.10	Yes	Start
4	2.45	Yes	Start
3	4.96	Yes	Start
2	4.59	Yes	Start
1	0	Yes	Start

X Grid

Y Grid

به ترتیب از چپ به راست نام Grid، فاصله محورها از هم، قابل‌رؤیت یا مخفی بودن محور و در آخر محل قرارگیری حبابی است که نام Grid در داخل قرار می‌گیرد و می‌تواند در انتها یا ابتدا باشد.

در این پروژه ۳ آکس در جهت X و ۵ آکس در جهت Y داریم.



بخش Simple Story Data: این بخش مربوط به ابعاد و تعداد طبقات می باشد.

قسمت اول مربوط به تعداد طبقات می باشد و قسمت دوم ارتفاع طبقات تیپ بوده و قسمت سوم ارتفاع پایین ترین طبقه را نشان می دهد.

Story Dimensions

☒ Simple Story Data

Number of Stories: 6

Typical Story Height: 3.24 m

Bottom Story Height: 3.24 m

نکته: منظور از تعداد طبقات ، طبقات سازه ای می باشد.

نکته: بر اساس آئین نامه ۲۸۰۰ خرپشته زمانی طبقه سازه ای محسوب می شود که وزن آن بیشتر از ۲۵ درصد وزن بام باشد.

نکته: در تعیین تعداد طبقات خرپشته را به علاوه تعداد طبقات سازه ای وارد می کنیم. (ارتفاع خرپشته را در قسمت Custom Story Data اصلاح خواهیم کرد).

قسمت Custom Story Data: با کلیک بر روی گزینه Edit Story Data پنجره زیر باز شده و تنظیمات را به صورت زیر انجام می دهیم.

	Story	Height cm	Elevation cm	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height cm	Story Color
▶	Pent	340	1960	No	None	No	0	Yellow
	Roof	324	1620	No	None	No	0	Blue
	Story4	324	1296	No	None	No	0	Cyan
	Story3	324	972	No	None	No	0	Magenta
	Story2	324	648	No	None	No	0	Grey
	Story1	344	324	No	None	No	0	Green
	Base		-20					

ناشی از کفسازی



جزوه طراحی سازه بتنی

در ستون اول می‌توانیم نام طبقات را تغییر دهیم.

در ستون دوم می‌توانیم ارتفاع طبقات را تغییر دهیم.

در ستون سوم تراز طبقات را مشخص می‌نماییم.

در ستون چهارم می‌توانیم یک طبقه را به‌عنوان Master Story (مدل اصلی) انتخاب کنیم.

در ستون پنجم می‌توانیم طبقات را به طبقه‌ای که آن را Master Story انتخاب کرده‌ایم شبیه کنیم تا هر

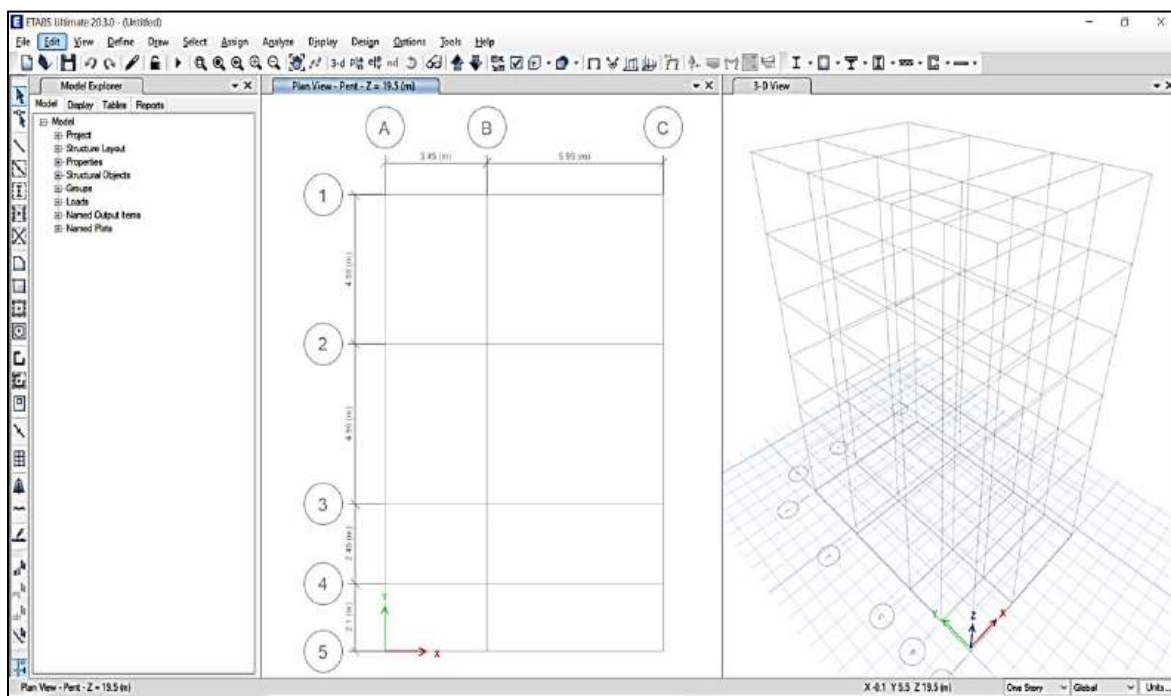
مشخصه‌ای نظیر بارگذاری، ترسیم تیر و ... که در طبقه Master انجام می‌دهیم به طبقات مشابه نیز اعمال شود.

ستون ششم و هفتم مربوط به وصله‌های طبقات و ارتفاع آن‌ها می‌باشد.

نکته: تنظیمات گفته‌شده بعد از مدل شدن در قسمت Edit می‌توانند اصلاح گردند.

در مرحله آخر وقتی همه این تنظیمات را انجام دادیم با انتخاب گزینه Grid Only و OK کردن در صفحه Add

Structural Objects سازه مدل شده در محیط ETABS نشان داده می‌شود.





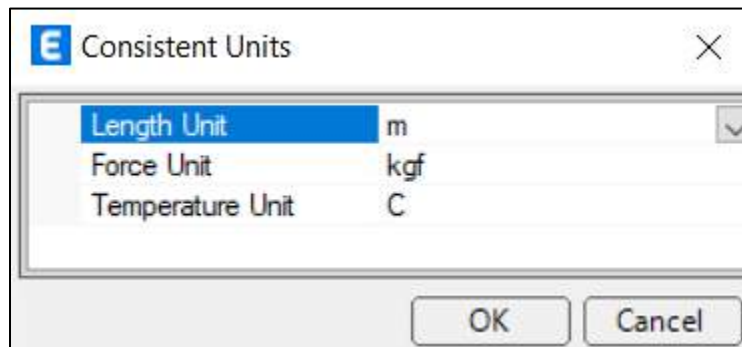
پیش از آغاز مدل سازی، لازم است واحدهای مورد استفاده در تمامی بخش های پروژه یکسان و هماهنگ انتخاب شوند تا از بروز خطا در محاسبات و نتایج جلوگیری گردد.

برای تنظیم واحدها در محیط ETABS، کافی است بر روی گزینه Unit در گوشه ی پایین سمت راست صفحه کلیک کرده و گزینه ی Consistent Units را انتخاب نمایید. سپس می توانید واحدهای موردنظر خود را مطابق با نیاز پروژه تعیین کنید (مطابق شکل زیر).

در این جزوه، واحدهای زیر مورد استفاده قرار گرفته اند:

- واحد طول: متر (m)
- واحد نیرو: کیلوگرم نیرو (kgf)
- واحد دما: درجه سانتی گراد (C)

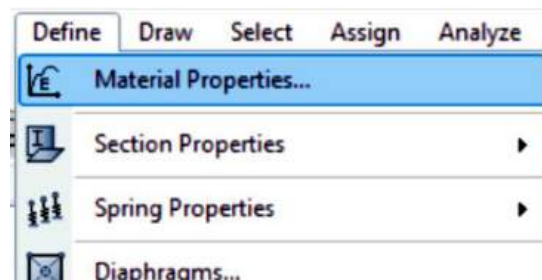
کاربران می توانند در صورت تمایل، واحدهای دیگری را انتخاب نموده و در طول فرآیند مدل سازی و طراحی، از همان سیستم واحد استفاده نمایند.





مشخصات مصالح در سازه‌های بتنی

منوی Define برای تعریف مشخصات مصالح، المان‌ها، بارها و ... در سازه استفاده می‌شود. اولین گزینه در این منو مربوط به تعریف مشخصات مصالح است.



مشخصات بتن

۱- مقاومت فشاری یکی از مهم‌ترین خواص بتن است. مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای شکل به ارتفاع ۳۰ و قطر ۱۵ در سن ۲۸ روز گفته می‌شود. گاهی اوقات از نمونه‌های مکعبی ۱۵ یا ۱۰ سانتی‌متری نیز استفاده می‌شود. مقاومت فشاری مشخصه بتن، مقاومتی است که حداکثر ۰.۵٪ تمام مقاومت‌های اندازه‌گیری شده در نمونه‌های استاندارد، بر اساس آزمایش‌های ۲۸ روزه از آن کمتر باشد. بر اساس بند ۳-۴-۱ آبا مقاومت فشاری ۲۸ روزه باید تعیین شود.

۴-۳ مشخصات مکانیکی بتن	ت ۳-۴ مشخصات مکانیکی بتن
۳-۴-۱ مقاومت فشاری مشخصه بتن، f'_c	ت ۳-۴-۱ مقاومت فشاری مشخصه بتن، f'_c
۳-۴-۱-۱ مقاومت فشاری مشخصه بتن، یا «مقاومت مشخصه بتن» باید بر اساس آزمایش‌های ۲۸ روزه بر روی حداقل دو نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ و ارتفاع ۳۰۰ میلی‌متر یا حداقل سه نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر تعیین شود. در صورتی که سن دیگری برای آزمایش نمونه‌ها مورد نظر باشد، باید در مدارک ساخت ذکر گردد.	

نکته مهم: با افزایش مقاومت مشخصه فشاری بتن، از شکل‌پذیری آن کاسته می‌شود.



حذف نمونه‌های مکعبی برای بتن در مبحث نهم جدید

مبحث نهم ویرایش ۹۲: نمونه‌گیری از بتن با دو قالب استوانه‌ای و مکعبی انجام می‌شود. در نمونه استوانه‌ای ارتفاع، ۲ برابر قطر است. از نظر آیین‌نامه استوانه‌ای 150x300 mm استاندارد است.

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۳-۳-۱ مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن، f'_c بر اساس آزمایش‌های ۲۸ روزه، بر روی حداقل دو نمونه‌ی استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ و ارتفاع ۳۰۰ میلی‌متر یا حداقل سه نمونه‌ی استوانه‌ای به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر تعیین شود.

۳-۴-۱-۲ مقاومت مشخصه بتن باید با توجه به ارزیابی و پذیرش آن، طبق ضوابط فصل‌های ۵ و ۸ از جلد دوم آیین‌نامه آبا تعیین شود. (صفحه ۳۹ آبا جلد اول)

C10، C12، C16، C20، C25، C30، C35، C40

رده‌بندی بتن:

C45، C50، C55، C60، C65، C70

حداقل مقاومت مشخصه مجاز برای بتن در سازه‌های متعارف براساس ضوابط شکل‌پذیری آنها تعیین می‌گردد. علاوه بر آن، سایر معیارها نظیر دوام بتن (متأثر از عوامل محیطی) و مقاومت در برابر فرسایش (متأثر از نوع کاربری) نیز باید مدنظر قرار گیرد.

✓ استفاده از بتن‌های با رده‌بالاتر از C50 باید دقت کنیم.

✓ C10، C12، C16 در موارد غیر سازه‌ای کاربرد دارند.

✓ حداقل مقدار برای انواع بتن‌های معمولی و سبک برابر با ۲۰ مگا پاسکال و حداکثر آن ۵۰ مگا پاسکال است.

✓ در ساختمان‌های بلندتر از ۲۰ طبقه از روی شالوده با تدابیر ویژه می‌توان تا ۷۰ مگا پاسکال استفاده کرد.

✓ حداکثر مقاومت بتن در ساختمان‌های بلند تا ۲۰ طبقه از روی شالوده، ۵۰ مگا پاسکال برای بیش از ۲۰ طبقه را می‌توان تا ۷۰ مگا پاسکال افزایش داد.

✓ آیین‌نامه ACI318-19 حداقل دارد ولی حداکثر ندارد.

✓ در سازه‌های با شکل‌پذیری ویژه حداقل مقدار f'_c برای بتن‌های معمولی و سبک ۲۵ مگا پاسکال و حداکثر آن برای بتن‌های سبک ۳۵ مگا پاسکال می‌باشد. در سازه‌های دیوار برشی ویژه می‌باشد پس حداقل باید ۲۵ مگا پاسکال در طراحی لحاظ شود.



رده بتن مورد استفاده در اعضای مقاوم در برابر زلزله برای سازه‌های با شکل‌پذیری زیاد نباید کمتر از رده C25 و برای ساختمان‌های با شکل‌پذیری متوسط و کم نباید کمتر از رده C20 باشد.

ت ۲۰-۲-۵ مشخصات مصالح

ت ۲۰-۲-۵-۱ الزامات این بند مربوط به کنترل کیفی بتن در قاب‌ها و دیوارهایی است که در برابر نیروهای ناشی از زلزله مقاومت می‌کنند. حداکثر مقاومت فشاری بتن سبک قابل استفاده در طراحی لرزه‌ای به ۳۵ مگاپاسکال محدود می‌شود، که این محدودیت به دلیل کمبود شواهد آزمایشگاهی و داده‌های میدانی در مورد رفتار اعضای ساخته شده با بتن سبک که در معرض جابجایی‌های چرخه‌ای در ناحیه غیرخطی بوده‌اند، اتخاذ شده است.

۲۰-۲-۵ مشخصات مصالح

۲۰-۲-۵-۱ رده بتن مورد استفاده در اعضای مقاوم در برابر زلزله برای سازه‌های با شکل‌پذیری زیاد، نباید کمتر از رده C25 و برای ساختمان‌های با شکل‌پذیری متوسط و کم نباید کمتر از رده C20 باشد.

توصیه نظام‌مهندسی تهران: توصیه می‌شود که از بتن بالاتر از رده C25 در مدل‌سازی استفاده نگردد، در صورت استفاده از رده بتن بالاتر از C25 در مدل (حداکثر C30)، نیاز به حضور مالک در نظام‌مهندسی و ارائه تعهدنامه می‌باشد.

مقاومت مشخصه بتن را چقدر نظر بگیریم: (توصیه دکتر علیرضایی)

برای ساختمان‌های متعارف تا ۵ سقف از بتن C30 تا C25، برای ساختمان‌های متعارف تا ۹ سقف C35 تا C30 و برای ساختمان‌های بلندتر از رده بتن C40 تا C30 استفاده شود.

چگالی بتن: بتن معمولی بتنی است با سنگ‌دانه‌های معمولی و با چگالی بین ۲۱۵۰ تا ۲۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب چگالی این بتن در محاسبات ۲۳۰۰ منظور می‌شود.

مبحث ششم: در پیوست: بتن معمولی ۲۴۰۰ و بتن آرمه ۲۵۰۰

توصیه دکتر علیرضایی: چگالی را برای محاسبه وزن می‌خواهیم پس در جهت اطمینان ۲۵۰۰ در نظر می‌گیریم.

ت ۳-۴-۳ مدول الاستیسیته بتن، E_c

ت ۳-۴-۳-۱ مدول الاستیسیته بتن بر طبق روابط ارائه شده بخوبی پاسخگوی نیازهای طراحی، مخصوصاً برای بتن‌های با مقاومت ۵۰ مگاپاسکال و کمتر، می‌باشد. برای بتن‌های با مقاومت بیشتر در بعضی موارد اختلاف بین نتیجه روابط با مشاهدات آزمایشگاهی قدری زیاد است در این موارد می‌توان نتایج آزمایشگاهی را مبنای طراحی قرار داد.

مدول الاستیسیته بر طبق تعریف ASTM شیب خطی است که نقطه صفر منحنی تنش-کرنش بتن را به نقطه ۰/۴ مقاومت بتن متصل می‌کند.

۳-۴-۳ مدول الاستیسیته بتن، E_c

۳-۴-۳-۱ مدول الاستیسیته بتن را می‌توان:

برای بتن‌های با چگالی، w_c ، بین ۱۴۰۰ تا ۲۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب از رابطه زیر محاسبه نمود و یا از طریق آزمایش با رعایت ضابطه بند ۳-۴-۳ بدست آورد:

$$E_c = 0.043w_c^{1.5}\sqrt{f'_c} \quad \text{رابطه ۲-۳}$$

رابطه فوق برای بتن‌های معمولی با چگالی ۲۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \quad \text{رابطه ۳-۳}$$

در روابط فوق E_c بر حسب مگاپاسکال است.

۶-۳-۹ مدول الاستیسیته بتن، E_c

۶-۳-۹-۱ مدول الاستیسیته بتن را می‌توان از یکی از دو رابطه‌ی (۶-۳-۹-الف) و یا (۶-۳-۹-ب) محاسبه نمود:

ضریب الاستیسیته بتن‌های با چگالی بتن w_c بین ۱۴۴۰ و ۲۵۶۰ کیلو گرم بر متر مکعب:

$$E_c = 0.043w_c^{1.5}\sqrt{f'_c} \quad \text{(۶-۳-۹-الف)}$$

رابطه فوق برای بتن‌های معمولی با چگالی ۲۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، به صورت زیر نوشته می‌شود:

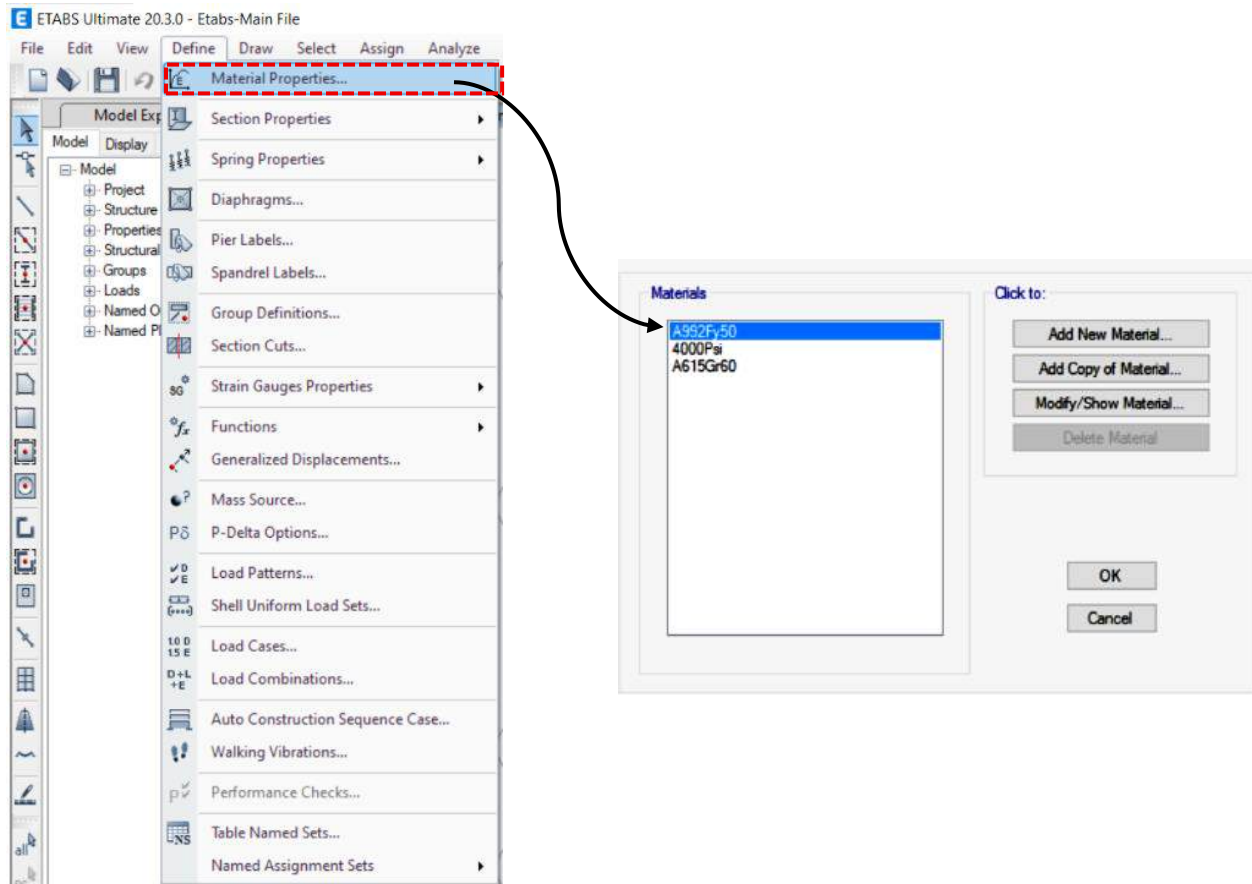
$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \quad \text{(۶-۳-۹-ب)}$$

۶-۳-۹-۲ مدول الاستیسیته بتن را می‌توان بر مبنای آزمایش بر روی نمونه‌های ۲۸ روزه‌ی بتن تعیین نمود؛ به شرط آن که این پارامتر نیز در طرح مخلوط بتن منظور شده و نتایج آزمایش‌های تعیین E_c در مدارک ساخت ارائه شوند.



پیشنهاد می‌شود، از چگالی ۲۵۰۰ (بتن آرمه) برای وزن سازه و از چگالی ۲۴۰۰ برای تعیین ضریب ارتجاعی بتن استفاده نمایید.

تعریف بتن در نرم افزار



مقدار مدول الاستیسیته بتن با چگالی ۲۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} = 4700\sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$



The image shows two windows from a software application. The left window is titled 'General Data' and contains fields for Material Name (C25), Material Type (Concrete), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (green), and Material Notes. Below this is the 'Material Weight and Mass' section with radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. It includes input fields for Weight per Unit Volume (2500 kgf/m³) and Mass per Unit Volume (254.929 kgf·s²/m⁴). The 'Mechanical Property Data' section has fields for Modulus of Elasticity, E (2350000000 kgf/m²), Poisson's Ratio, U (0.2), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.00001 1/C), and Shear Modulus, G (979166666.67 kgf/m²). The 'Design Property Data' section has a button 'Modify/Show Material Property Design Data...'. The right window is titled 'Material Name and Type' and contains fields for Material Name (C25), Material Type (Concrete, Isotropic), and Grade. Below this is the 'Design Properties for Concrete Materials' section with a field for Specified Concrete Compressive Strength, f_c (2500000 kgf/m²) and a checkbox for 'Lightweight Concrete'. Annotations in Persian point to specific fields: 'مقاومت فشاری بتن' (Concrete Compressive Strength) points to f_c; 'وزن مخصوص بتن' (Concrete Specific Weight) points to Weight per Unit Volume; 'مدول الاستیسیته بتن' (Concrete Modulus of Elasticity) points to E; and 'ضریب پواسون بتن' (Concrete Poisson's Ratio) points to U.

در جدول زیر مشخصات مربوط به بتن از مقاومت فشاری ۲۰ تا ۷۰ مگا پاسکال نوشته شده است.

Material Name	Directional Symmetric Type	Weight per Unit Volume	Mass per Unit Volume	E	U	A	G	Grade	f _c	Modulus of Rupture (fr)
9-3-4-1	-----	9-3-6-1	9-3-6-1	9-3-6-1 4700*sqrt(f _c)	9-3-7-1	9-3-8-1	E/(2*(1+U))	-----	9-3-4-1	9-3-5-1
C20	Isotropic	0.002300	0	214334.548	0.2	0.00001	89306.0617	C20	20	28.274
C21	Isotropic	0.002300	0	219627.556	0.2	0.00001	91511.4817	C21	21	28.972
C25	Isotropic	0.002300	0	239633.31	0.2	0.00001	99847.2125	C25	25	31.611
C28	Isotropic	0.002300	0	253604.058	0.2	0.00001	105668.358	C28	28	33.454
C30	Isotropic	0.002300	0	262505.139	0.2	0.00001	109377.141	C30	30	34.628
C32	Isotropic	0.002300	0	271114.142	0.2	0.00001	112964.226	C32	32	35.764
C35	Isotropic	0.002300	0	283537.956	0.2	0.00001	118140.815	C35	35	37.403
C40	Isotropic	0.002300	0	303114.825	0.2	0.00001	126297.844	C40	40	39.985
C45	Isotropic	0.002300	0	321501.823	0.2	0.00001	133959.093	C45	45	42.411
C50	Isotropic	0.002300	0	338892.677	0.2	0.00001	141205.282	C50	50	44.705
C55	Isotropic	0.002300	0	355433.638	0.2	0.00001	148097.349	C55	55	46.887
C60	Isotropic	0.002300	0	371238.328	0.2	0.00001	154682.637	C60	60	48.972
C65	Isotropic	0.002300	0	386397.102	0.2	0.00001	160998.793	C65	65	50.972
C70	Isotropic	0.002300	0	400983.223	0.2	0.00001	167076.343	C70	70	52.896

Unit	Kgfc/m
g(cm/s²)	9.80665



مشخصات میلگردها ← فصل ۴ آبا بند ۴-۲

رده آرماتور	نوع میلگرد یا سیم
S240	میلگرد ساده
S340	میلگرد آجدار (۱)
S350	میلگرد آجدار (۱)
S400	میلگرد آجدار (۱)
S420	میلگرد آجدار (۱)
S500	میلگرد آجدار (۱)
S520	میلگرد آجدار (۱)
S500C	سیم‌های ساده و یا آجدار (۲)
(۱) شکل آج مطابق استاندارد ملی ۳۱۳۲	
(۲) شکل آج مطابق استاندارد ملی ۱۱۵۵۸	

۴-۵ طبقه‌بندی آرماتورها از نظر

شکل پذیری

آرماتورهای فولادی از نظر شکل‌پذیری به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف- فولاد نرم، که منحنی تنش - کرنش آن دارای پله تسلیم مشهود است (S240).

ب- فولاد نیمه سخت، که منحنی تنش - کرنش آن دارای پله تسلیم بسیار محدود است (S420, S400, S350, S340).

پ- فولاد سخت، که منحنی تنش - کرنش آن فاقد پله تسلیم است (S520, S500).

۴-۶-۲ مدول الاستیسیته آرماتورها	ت ۴-۶-۲ مدول الاستیسیته آرماتورها
مدول الاستیسیته E_s برای آرماتورها برابر با ۲۰۰,۰۰۰ مگاپاسکال است.	

۴-۶-۳ ضریب انبساط حرارتی آرماتورها	ت ۴-۶-۳ ضریب انبساط حرارتی آرماتورها
ضریب انبساط حرارتی برای تمام آرماتورها برابر با 12×10^{-6} به ازای هر درجه سانتی گراد است.	

نوع فولاد از نظر سختی و شکل پذیری	شکل رویه	کرنش تسلیم	تنش نهایی (MPa)	تنش تسلیم (MPa)	رده
نرم (کاملاً شکل پذیر)	بدون آج (ساده)	۰/۰۰۱۲	۳۶۰	۲۴۰	S 240
نیمه سخت (نیمه شکل پذیر)	آجدار مارپیچ	۰/۰۰۱۷	۵۰۰	۳۴۰	S 340
نیمه سخت (نیمه شکل پذیر)	آجدار جناغی	۰/۰۰۲۰	۶۰۰	۴۰۰	S 400
سخت (غیر شکل پذیر با ترد)	آجدار مرکب	۰/۰۰۲۵	۶۵۰	۵۰۰	S 500



(میلگرد AIII با آج جناغی)



(میلگرد AIII با آج مارپیچ)



رده	علامت مشخصه	طبقه‌بندی از نظر شکل رویه	طبقه‌بندی از نظر شکل پذیری	مقاومت کششی حدافل، مگاپاسکال	مقاومت تسلیم f_y ، مگاپاسکال		کرنش کسیختگی ^(۱)	
					حدافل	حداکثر	حدافل A_5	حدافل A_{10}
S240	س ۲۴۰	ساده	نرم	۳۶۰	۲۴۰	-	۲۵	۱۸
S340	آج ۳۴۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت	۵۰۰	۳۴۰	-	۱۸	۱۵
S350	آج ۳۵۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت	۵۰۰	۳۵۰	۴۵۵	۱۷ (۲)	-
S400	آج ۴۰۰	آجدار جناغی	نیم سخت	۶۰۰	۴۰۰	-	۱۶	۱۲
S420	آج ۴۲۰	آجدار جناغی	نیم سخت	۶۰۰	۴۲۰	۵۴۵	۱۶ (۲)	-
S500	آج ۵۰۰	آجدار مرکب	سخت	۶۵۰	۵۰۰	-	۱۰	۸
S500C	آج ۵۰۰ سرد	آجدار	سخت	۵۵۰	۵۰۰	-	۱۲	-
S520	آج ۵۲۰	آجدار مرکب	سخت	۶۹۰	۵۲۰	۶۷۵	۱۳	-

(۱) انتخاب یکی از طول‌های آزمون برای تعیین میزان کرنش گسیختگی کافی است. در صورت عدم ذکر طول آزمون، طول حدافل A_5 باید ملاک عمل قرار گیرد. طول‌های A_5 و A_{10} بر طبق استاندارد ملی ۳۱۳۲، به ترتیب برابر با ۵ و ۱۰ برابر قطر آرماتور می‌باشند.

(۲) برای میلگردهایی که قطر اسمی آن‌ها ۳۲ میلی‌متر یا بیشتر است، حدافل مقدار کرنش تعریف شده برای A_5 ممکن است تا ۲ درصد به ازای هر ۳ میلی‌متر افزایش در قطر، کاهش یابد. حداکثر کاهش از حدافل مقادیر ارائه شده در جدول به ۴ درصد محدود می‌شود.

کاربرد	محل مورد استفاده	حداکثر مقدار f_y یا f_{yk} مجاز برای کاربرد در محاسبات (مگاپاسکال) ^(۱)	نوع آرماتور	
			میلگردهای آجدار	سیم‌های آجدار
خمش، نیروی محوری، حرارت و انقباض	قاب‌ها لرزهای ویژه	۵۵۰	بند ۴-۵-۷	غیر مجاز
	تمام اجزای دیوارهای لرزهای ویژه	۵۵۰		
	سایر موارد	۵۵۰	همه رده‌های آجدار	همه رده‌های آجدار
آرماتورهای محصور کننده، ویا آرماتورهای تکیه‌گاهی آرماتورهای طولی	سیستم‌های ویژه لرزهای دورپیچ‌ها	۷۰۰		
	سایر موارد	۷۰۰	همه رده‌های آجدار	همه رده‌های آجدار
برش	قاب‌ها لرزهای ویژه	۵۵۰		
	تمام اجزای دیوارهای لرزهای ویژه	۵۵۰	همه رده‌های آجدار	همه رده‌های آجدار
	دورپیچ‌ها	۴۲۰		
	برش اصطکاک	۴۲۰	همه رده‌های آجدار	همه رده‌های آجدار
	خاموت‌ها، بست‌ها، تنگ‌ها	۴۲۰		
پیچش	آرماتورهای طولی و عرضی	۴۲۰	همه رده‌های آجدار	همه رده‌های آجدار
مهارها	سیستم‌های لرزهای ویژه	۵۵۰	همه رده‌های آجدار	غیر مجاز
	سایر موارد	۵۵۰	همه رده‌های آجدار	همه رده‌های آجدار
	دورگیرهایی که برای برش استفاده می‌شوند	۴۲۰	همه رده‌های آجدار	همه رده‌های آجدار
محل‌هایی که در طراحی آن از روش خرابایی استفاده می‌شود	سایر موارد	۵۵۰	همه رده‌های آجدار	همه رده‌های آجدار

(۱) توجه شود اعداد این ستون بیانگر حداکثر مقدار f_y برای رده آرماتور است.

(۲) استفاده از شبکه‌های آجدار جوشی نیز مجاز است.

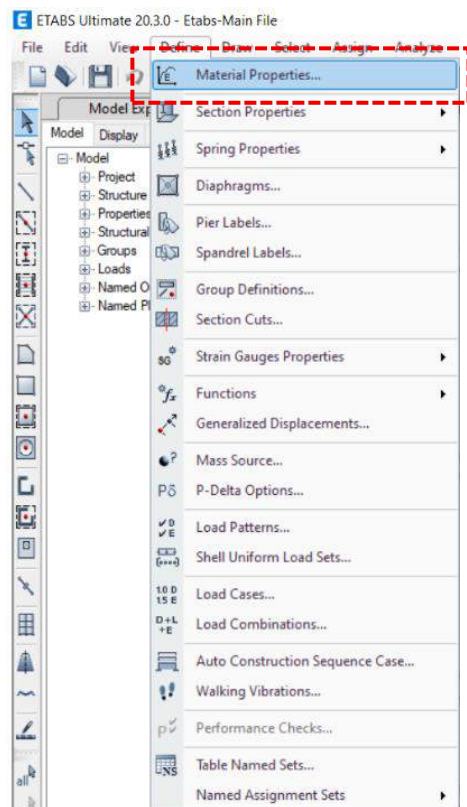


در آرماتورهای افت و حرارت باید از آجدار استفاده کنیم مانند میلگرد قطر ۸.

میلگرد قطر ۶ به صورت آجدار نداریم و مجاز نیستیم استفاده کنیم. برای افت و حرارت مجاز نیست.

برای استفاده از آرماتور با مقاومت بالا باید دقت کنیم چون ممکن است بتن به شکست برسه و فولاد مقاومتش بالا باشد.

تعریف میلگرد در نرم افزار



General Data

Material Name: S400

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Blue Box] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7850 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 800.477 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 20000000000 kgf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

وزن مخصوص میلگرد

مدول الاستیسیته

تعریف میلگرد AIII

تنش تسلیم میلگرد

تنش نهایی میلگرد

$R_y \times F_y$

$R_y \times F_u$

Material Name and Type

Material Name: S400

Material Type: Rebar, Uniaxial

Grade: I

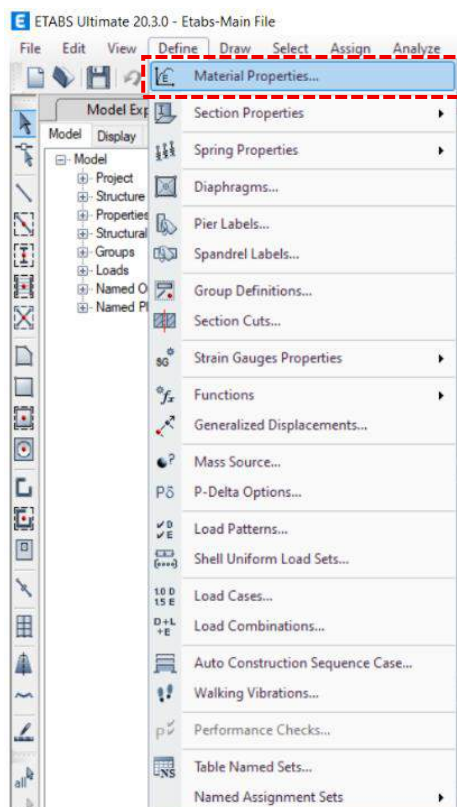
Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy: 40000000 kgf/m²

Minimum Tensile Strength, Fu: 60000000 kgf/m²

Expected Yield Strength, Fye: 50000000 kgf/m²

Expected Tensile Strength, Fue: 75000000 kgf/m²



General Data

Material Name: S340

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Red Box] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7850 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 800.477 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 20000000000 kgf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Material Name and Type

Material Name: S340

Material Type: Rebar, Uniaxial

Grade: 1

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy: 34000000 kgf/m²

Minimum Tensile Strength, Fu: 50000000 kgf/m²

Expected Yield Strength, Fye: 37500000 kgf/m²

Expected Tensile Strength, Fue: 62500000 kgf/m²

تعریف میلگرد AIII

در قاب های لرزه ای ویژه، آرماتورهای با مقاومت مشخصه بیشتر از ۵۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع نباید به کار گرفته شود. همچنین، استفاده از آرماتورهای با مقاومت مشخصه ۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر صرفا به عنوان آرماتورهای محصور کننده با رعایت مشخصات استاندارد ASTM A706 قابل استفاده می باشند.

**۱۰-۳-۲-۳ ضریب R_y تولیدات فولاد**

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

$$R_y = \frac{F_{ye}}{F_y} \quad (۱۰-۳-۲-۱)$$

که در آن:

F_y = تنش تسلیم تعیین شده فولاد

F_{ye} = تنش تسلیم مورد انتظار فولاد

ضریب R_y اساساً برای انواع تولیدات فولاد متفاوت بوده و به عوامل متعددی نظیر شکل مقاطع، افزودنی‌های به کار رفته در طی روند تولید فولاد در کارخانجات بستگی دارد. مطابق مقررات این مبحث ضریب R_y باید به شرح جدول ۱۰-۳-۲-۱ در نظر گرفته شود.

جدول ۱۰-۳-۲-۱ مقادیر R_y برای انواع تولیدات فولاد

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

این بند برای محاسبات لرزه‌ای کاربرد دارد. به تعریف لنگر محتمل از مبحث نهم (ویرایش ۹۹) توجه کنید:

M_{pr}	مقاومت خمشی محتمل عضو، با یا بدون بار محوری، در هر گره اتصال که با فرض تنش کششی در میلگردهای طولی حداقل برابر با $1.25f_y$ و ضریب کاهش مقاومت ϕ برابر با ۱/۰ محاسبه می‌شود.	نیوتن میلی متر
----------	--	----------------

با توجه به متن آیین‌نامه در میلگردها داریم: $F_{ye} = 1.25F_y$



در جدول زیر مشخصات مورد نیاز برای انواع میلگردها ارائه شده است.

Material Name	Directional Symmetric Type	Weight per Unit Volume	Mass per Unit Volume	E	U	A	Grade	Fy	Fu	Fye	Fue
9-4-2-1	-----	-----	-----	9-4-8-4	10-1-4-2	9-4-8-12	-----	9-4-5-1	9-4-5-1	9-4-5-2 1.25*Fy	9-4-5-2 1.25*Fu
S240	Uniaxial	0.000077	0.000007850	200000	0.3	0.000012	S240	240	360	300	450
S340	Uniaxial	0.000077	0.000007850	200000	0.3	0.000012	S340	340	500	425	625
S350	Uniaxial	0.000077	0.000007850	200000	0.3	0.000012	S350	350	500	437.5	625
S400	Uniaxial	0.000077	0.000007850	200000	0.3	0.000012	S400	400	600	500	750
S420	Uniaxial	0.000077	0.000007850	200000	0.3	0.000012	S420	420	600	525	750
S500	Uniaxial	0.000077	0.000007850	200000	0.3	0.000012	S500	500	650	625	812.5
S520	Uniaxial	0.000077	0.000007850	200000	0.3	0.000012	S520	520	550	650	687.5
C500C	Uniaxial	0.000077	0.000007850	200000	0.3	0.000012	C500C	500	690	625	862.5

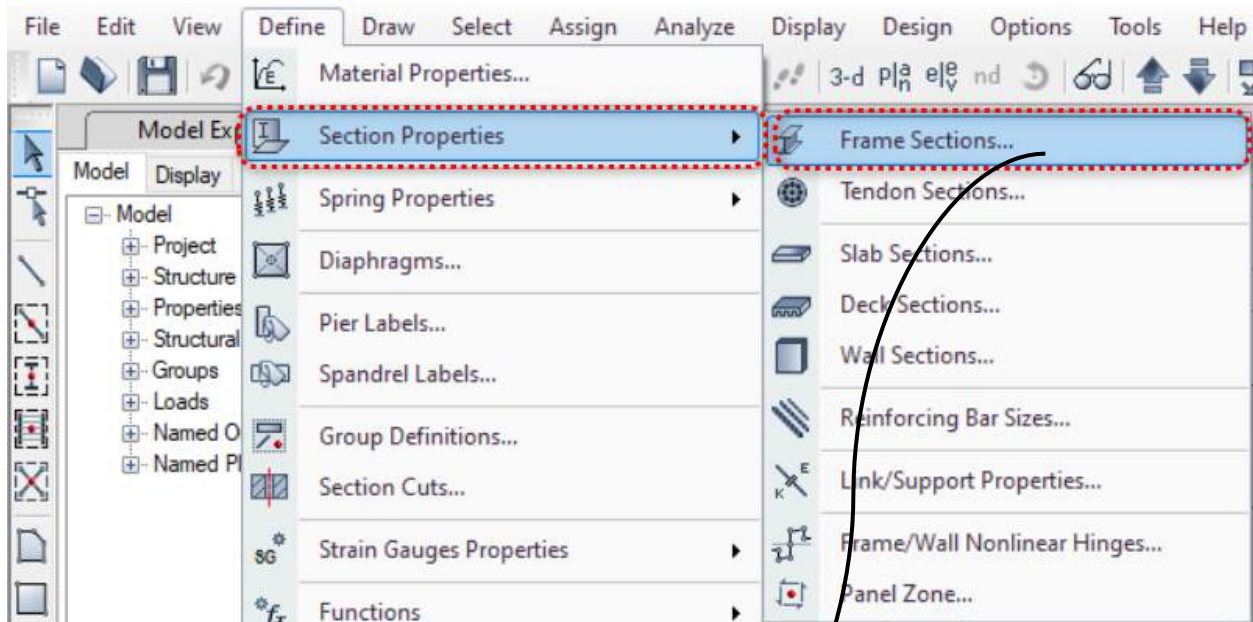
Unit	N-mm
g/cm/s2	9.80665



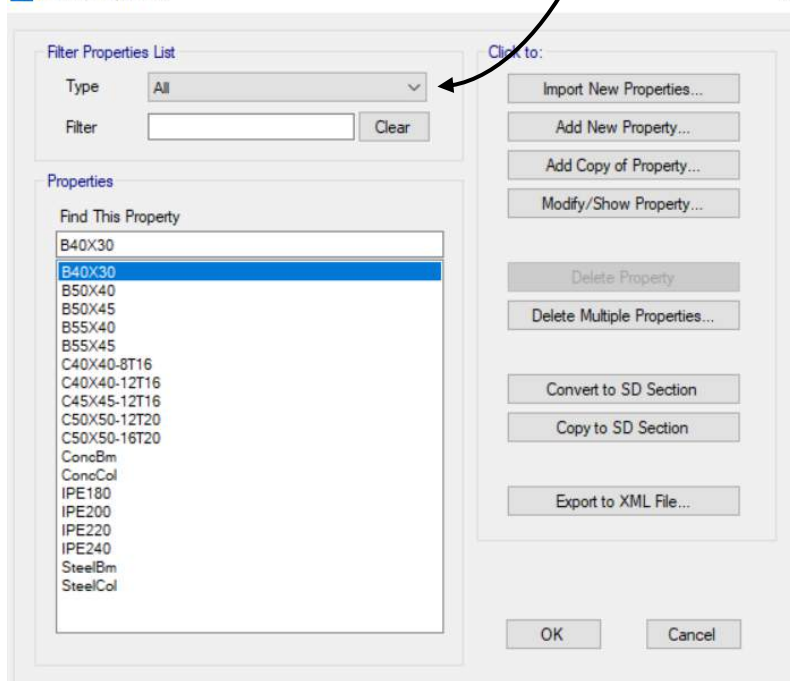
تعریف مقاطع

گزینه دوم در منوی Define مربوط به تعریف مقاطع اعضای مختلف سازه‌ای می‌باشد. با انتخاب Frame Sections مقاطع اعضای قابی شامل تیرها، ستون‌ها و مهاربندها تعریف می‌شوند.

ETABS Ultimate 20.3.0 - Etabs-Main File



Frame Properties





مقاطع بتنی

برای تعریف مقاطع بتنی لازم است علاوه بر ابعاد، تعداد و نحوه قرارگیری میلگردها در داخل مقطع تعیین شود. در تعریف ستون‌های بتنی تعداد و نوع میلگردها دقیقاً در مقطع مشخص می‌شود و ایتبس وظیفه‌ی کنترل و نه طراحی آن را دارد.

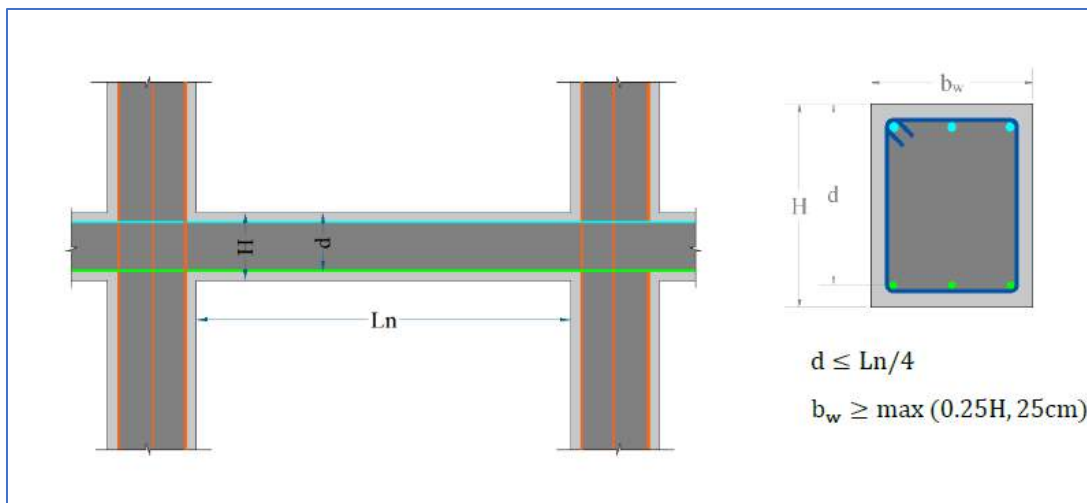
حداقل ابعاد تیر طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

تیرها در قاب‌ها با شکل‌پذیری متوسط: بند ۲۰-۵-۲ آبا

۹-۲۰-۵-۲-۱-۱ در این تیرها محدودیت‌های هندسی (الف) تا (پ) این بند باید رعایت شوند:

الف: ارتفاع مؤثر مقطع نباید بیش از یک‌چهارم طول دهانه آزاد باشد.

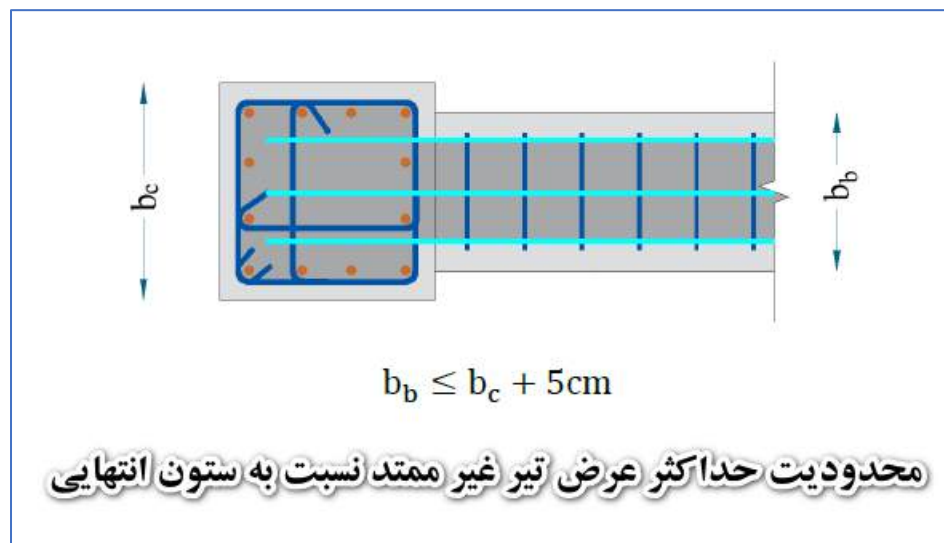
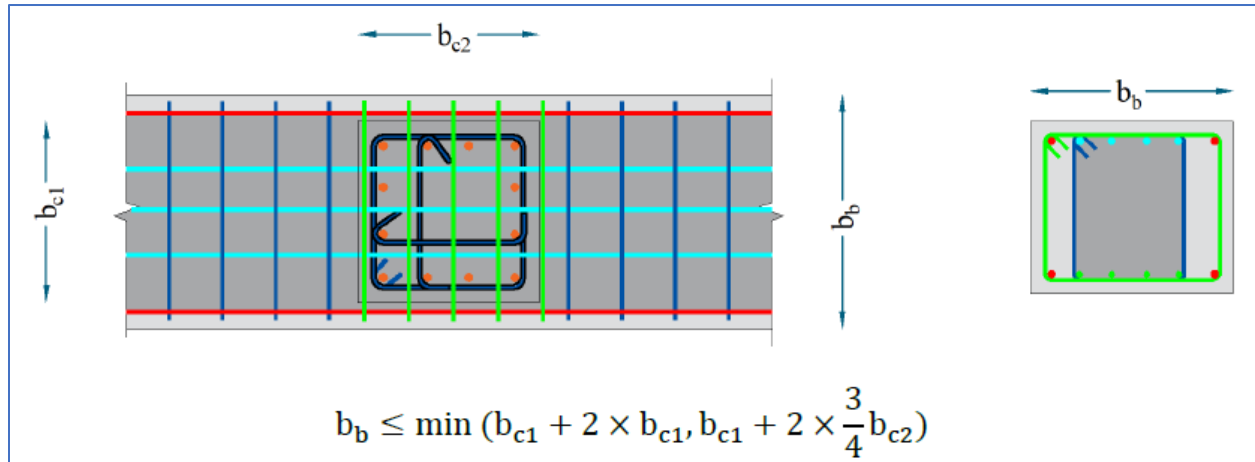
ب: عرض مقطع نباید کمتر از یک‌چهارم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلی‌متر باشد.



پ: عرض مقطع نباید بیشتر از دو مقدار زیر باشد:

عرض عضو تکیه‌گاهی، در صفحه عمود بر محور طولی تیر، به‌اضافه سه‌چهارم ارتفاع تیر در هر طرف عضو تکیه‌گاهی

عرض عضو تکیه‌گاهی به‌اضافه یک‌چهارم بعد دیگر مقطع عضو تکیه‌گاهی، در هر طرف عضو تکیه‌گاهی



۹-۲۰-۵-۲-۱-۲ برون محوری هر تیر نسبت به ستونی که با آن قاب تشکیل می دهد، یعنی فاصله محورهای هندسی دو عضو از یکدیگر، نباید بیشتر از یک چهارم عرض مقطع ستون باشد.

هرچند محدودیت های هندسی در نگاه اول بسیار به ساده به نظر می رسند، ولی لازم است توضیحات مختصری برای برخی از آنها داده شود:

با توجه به محدودیت های گفته شده در بند ۹-۲۰-۵-۲-۱-۱ به عنوان مثال برای تیری با دهانه ی آزادی به طول ۳ متر:

$$\frac{300}{4} = 75 \text{ cm} \text{ ارتفاع تیر نباید از } 75 \text{ سانتی متر بیشتر باشد}$$

$$\frac{75}{4} = 19 \text{ cm} \text{ عرض تیر با توجه به بند ب نباید کمتر از } 19 \text{ سانتی متر باشد}$$



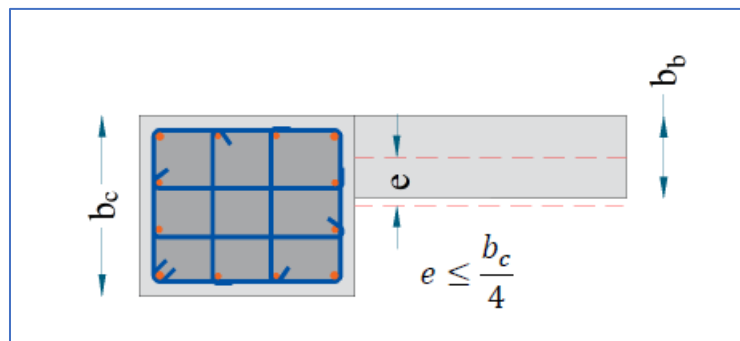
الف- هدف بند ۹-۲۰-۵-۱ از اعمال محدودیت ارتفاعی برای تیرها، جلوگیری از به کار بردن تیرهای عمیق در دهانه‌های کوچک (مثلاً ۲ یا ۳ متری) است؛ زیرا استفاده از این تیرها سبب تسلیم برشی تیر بتنی شده که یک تغییر شکل ترد (غیر شکل پذیر) بوده و رفتار آن مطابق انتظار آیین نامه نخواهد بود.

ب- این بند حداقل‌هایی را برای عرض تیر بیان می‌کند تا از ایجاد ضعف برشی در تیرهایی که مهندس طراح مجبور به کاهش عرض است، جلوگیری کند.

برای مثال برخی از مهندسين برای جلوگیری از کاهش فضای مفید باکس راه‌پله (به‌نحوی که تیرهای باکس راه‌پله سرگیر یا شانه‌گیر نشوند)، عرض تیرها را به قدری کاهش می‌دهند که تیرها در داخل دیوار پیرامونی پنهان شود؛ در هر صورت این کاهش عرض نباید ضوابط این بند را نقض نماید.

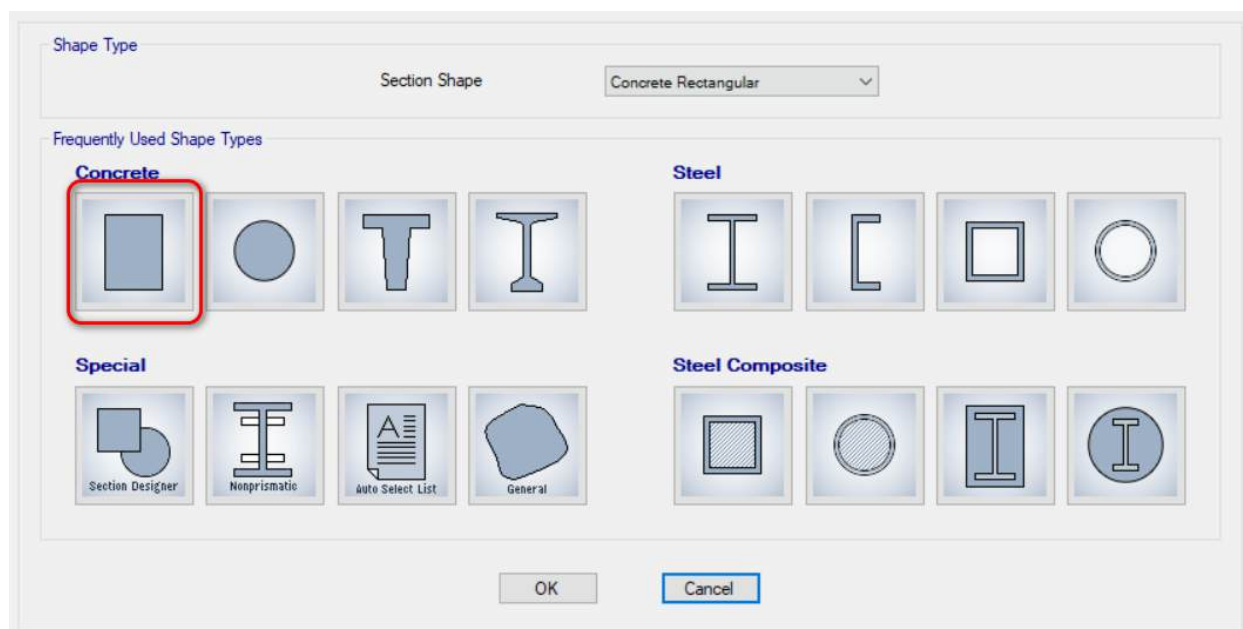
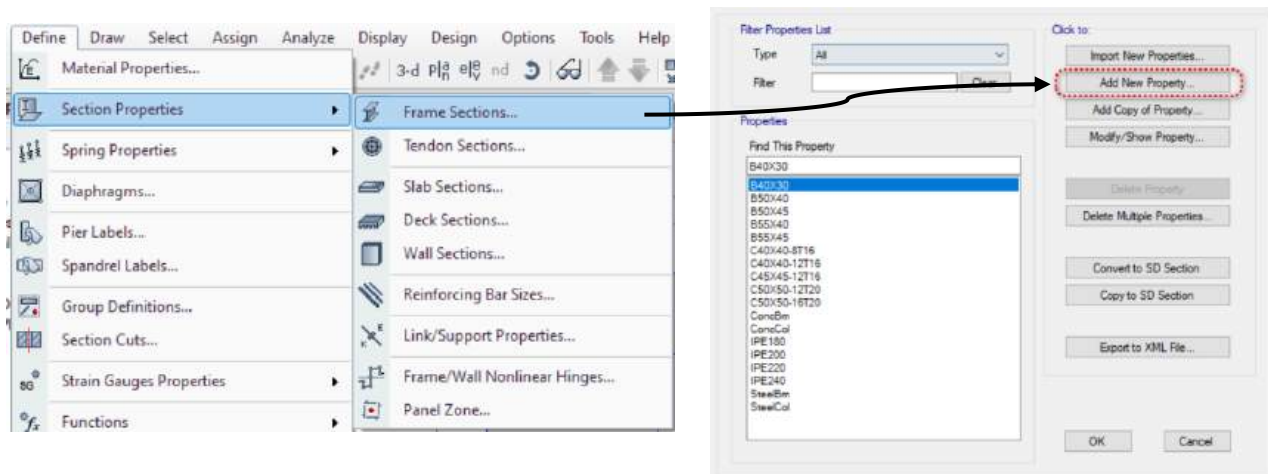
پ- بر اساس این بند می‌توان تیرهایی با عرض بیشتر از عرض ستون را طراحی نمود. ولی اغلب توصیه می‌شود عرض تیر برابر یا کوچک‌تر از عرض ستون باشد (لبه‌های تیر از ستون بیرون نزنند) تا آرماتور گذاری و قالب‌بندی آن‌ها برای تیم اجرایی دشوار نگردد.

آخرین بند این قسمت، بند ۹-۲۰-۵-۲-۱، را می‌توان مهم‌ترین بندی دانست که گاهی در ترسیم نقشه‌ها یا در حین اجرا رعایت نمی‌شود! این اتفاق عموماً در تیرهای پیرامونی ساختمان که بر یک لبه‌ی ستون مماس می‌شوند، قابل مشاهده است. به عبارت دیگر شیفت دادن تیر به سمت بیرون ملک برای افزایش مساحت مفید ساختمان (دآکس کردن تیر)، نمی‌تواند به هر اندازه دلخواه باشد؛ بلکه مقدار برون‌محوری آکس تیر نسبت به آکس ستون بایستی کمتر از یک‌چهارم بعد ستون در همان راستای برون‌محوری تیر باشد تا لنگر اضافی ناشی از خروج از مرکزیت محدود شود. به عنوان مثال اگر ابعاد ستون 40×40 سانتی‌متر باشد، حداکثر خروج از مرکزیت می‌تواند ۱۰ سانتی‌متر باشد.





تعریف تیر بتنی در نرم افزار ETABS





- ۱- نام مقطع
- ۲- مشخص نمودن مقاومت بتن
- ۳- عمق تیر
- ۴- عرض تیر
- ۵- تعریف مشخصات میلگرد

نحوه نامگذاری مقاطع تیر بتنی

B h X b

B=Beam

h = ارتفاع تیر

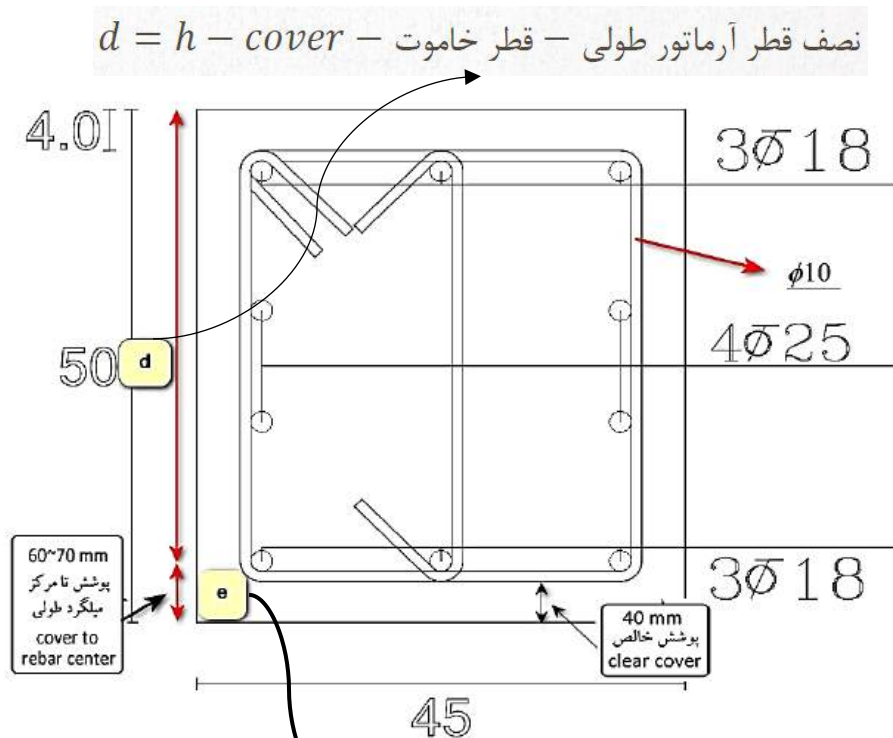
b = عرض تیر

* در تعریف مقاطع تیرهای بتنی نیازی به تعیین نوع و مقدار میلگردها نیست و ایتبس مقدار میلگرد موردنیاز را تعیین می‌نماید. لازم است مقدار درصد میلگردها پس از طراحی کنترل شود تا در صورت نیاز ابعاد تیر تغییر یابد.

- ۱- تیرهای بتنی تحت خمش حول محور ۳ قرار می‌گیرند.
- ۲- تعیین مشخصات مربوط به میلگردهای طولی (AIII)
- ۳- تعیین مشخصات مربوط به میلگردهای عرضی (AII)



۴- تعیین کاور بتن (توجه شود که در تعریف مقطع تیر، پوشش تا مرکز میلگردهای طولی باید وارد شود که مطابق شکل زیر (در شرایط محیطی متوسط) بسته به قطر خاموت خاموت و قطر میلگرد طولی تیر و چیدمان میلگردهای طولی تیر حدود ۶۰ تا ۷۰ میلی متر می باشد.



جدول ۹-۴-۶ حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگرد برای اجزای بتنی

شرایط محیطی سازه بتنی	نوع عضو	میلگردها	پوشش روی میلگردها، میلی متر
بتن در تماس دائم با خاک است.	کلیه ی اعضا	کلیه ی میلگردها	۷۵
بتن در تماس با هوا و یا تماس غیر دائم با خاک است.	کلیه ی اعضا	میلگردهای به قطر ۱۸ تا ۵۸ میلی متر	۵۰
		میلگردها و سیم های به قطر ۱۶ میلی متر و کمتر	۴۰
بتن در تماس با هوا و یا خاک نیست.	دال ها، تیرچه ها و دیوارها	میلگردهای بزرگتر از قطر ۳۶ میلیمتر	۲۰
		میلگردهای قطر ۳۴ میلی متر و نازک تر	۲۰
	تیرها، ستون ها، ستون پایه ها و اعضای کششی	آرماتورهای طولی، خاموت ها، بست ها، دورپیچ ها و تنگ ها	۴۰



تعریف تیر غیر منشوری بتنی در نرم افزار ETABS

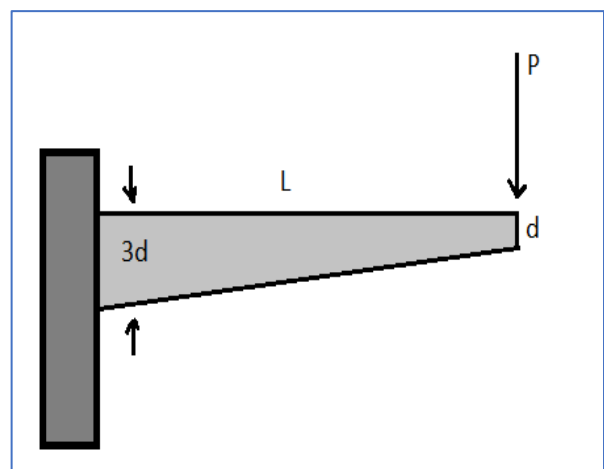
یک المان قاب می تواند به صورت منشوری (Prismatic) یا غیرمنشوری (Non-prismatic) تعریف شود. در حالت غیرمنشوری، مشخصات هندسی المان در طول آن یکنواخت نبوده و ممکن است شامل مقاطع متغیر در امتداد طول عضو باشد. کاربرد اصلی المان های غیرمنشوری در تحلیل و مدل سازی سازه هایی نظیر سوله ها است، که در آن ها ابعاد مقطع اعضا در طول دهانه تغییر می کند.

تغییرات سختی خمشی این نوع المان ها می تواند به صورت خطی، درجه دوم یا درجه سوم مدل سازی شود، در حالی که سایر مشخصات از قبیل وزن، جرم، سختی محوری و برشی معمولاً به صورت خطی در نظر گرفته می شوند. در بیشتر موارد، یک المان غیرمنشوری از یک تا پنج قطعه با مقاطع متفاوت تشکیل می شود که لزومی ندارد طول این قطعات برابر باشد.

کاربرد مقاطع غیرمنشوری در سازه های بتنی در سازه های بتنی، مقاطع غیرمنشوری زمانی مورد استفاده قرار می گیرند که ابعاد عضو در امتداد طول آن ثابت نباشد و با تغییرات هندسی همراه باشد. این تغییرات معمولاً با هدف بهینه سازی مصرف مصالح، کاهش وزن سازه، کنترل تغییرشکل ها یا افزایش ظرفیت خمشی در نواحی بحرانی انجام می شود.

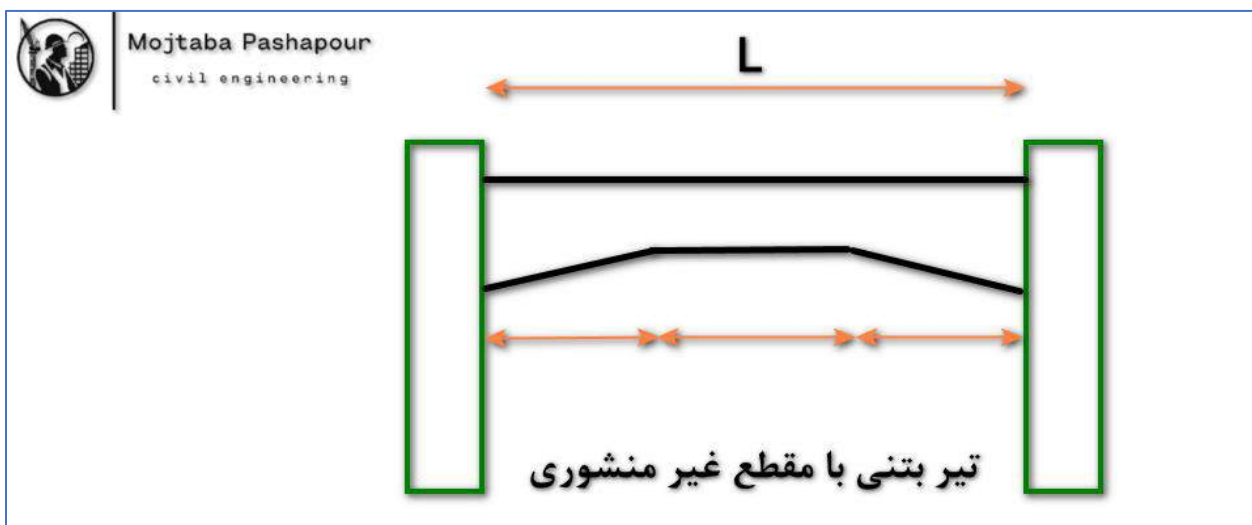
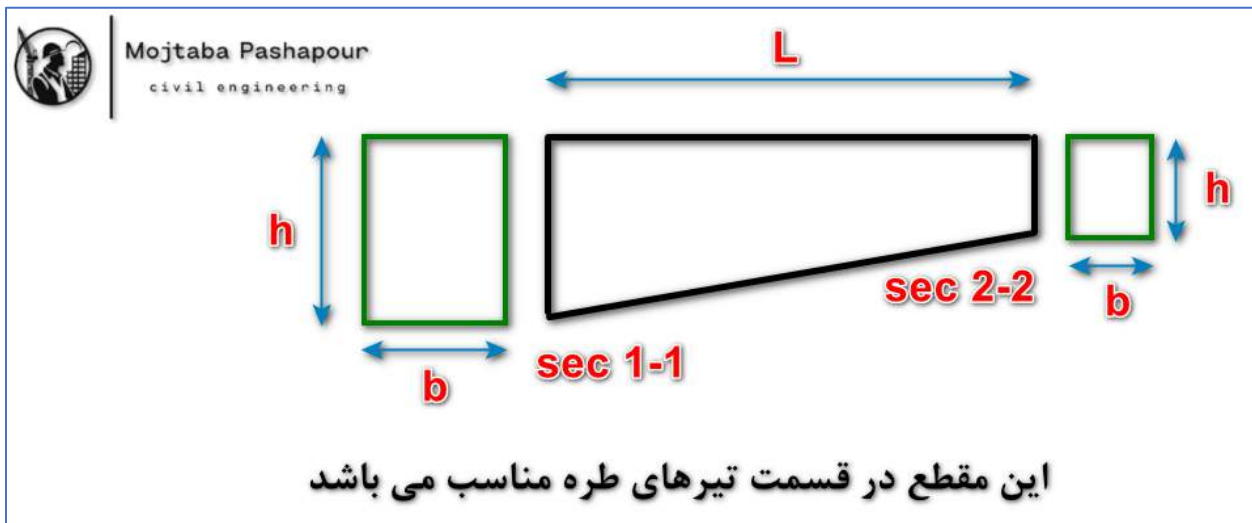
به طور خاص، مقاطع غیرمنشوری در موارد زیر در سازه های بتنی کاربرد دارند:

۱. تیرها یا دال های دارای مقطع متغیر، مانند تیرهای کنسولی یا تیرهای عمیق که ارتفاع مقطع در نزدیکی تکیه گاه ها افزایش می یابد تا لنگر خمشی بیشتری را تحمل کنند.
۲. پوسته ها و طاق های بتنی با ضخامت متغیر، که برای کنترل تنش ها و تغییرشکل ها در نقاط مختلف به صورت غیرمنشوری طراحی می شوند.

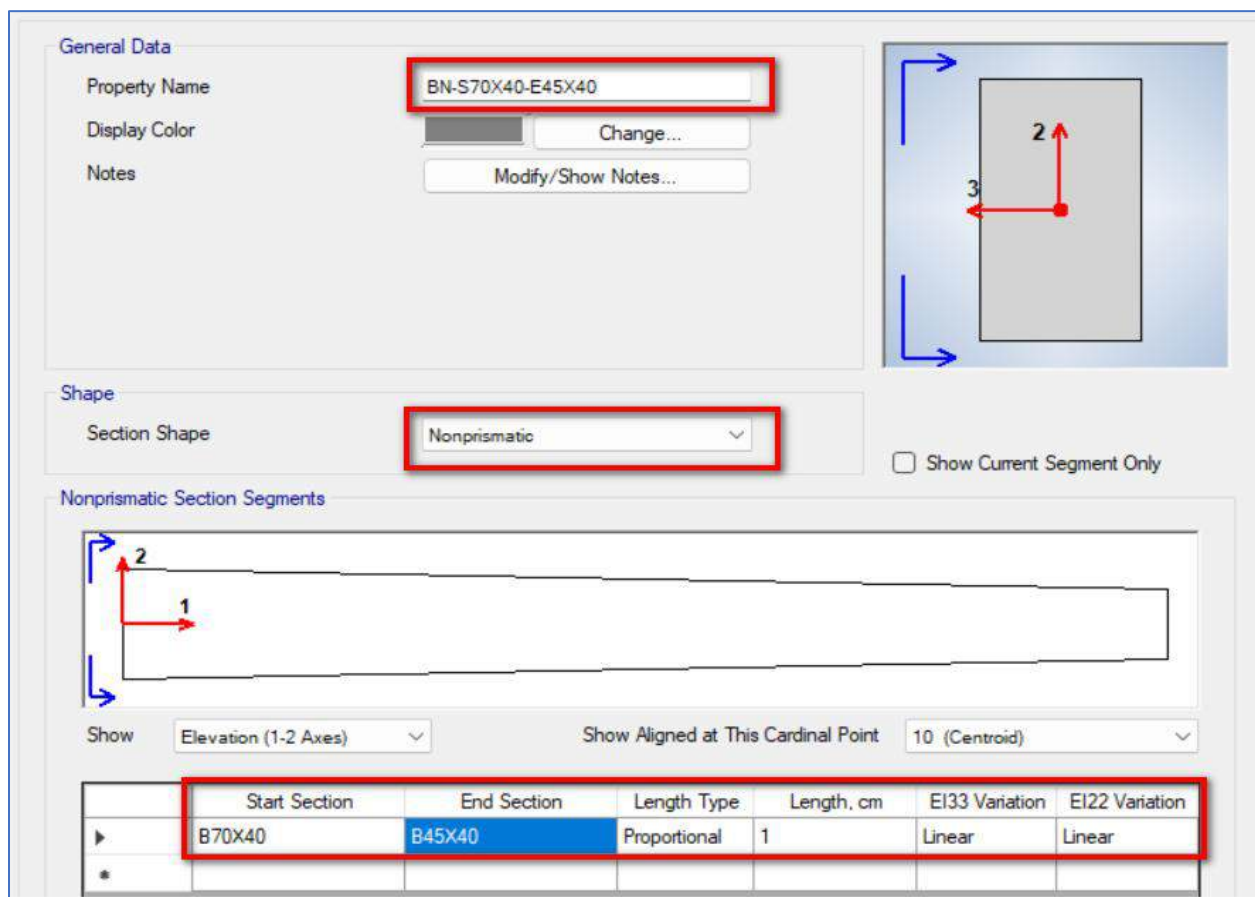
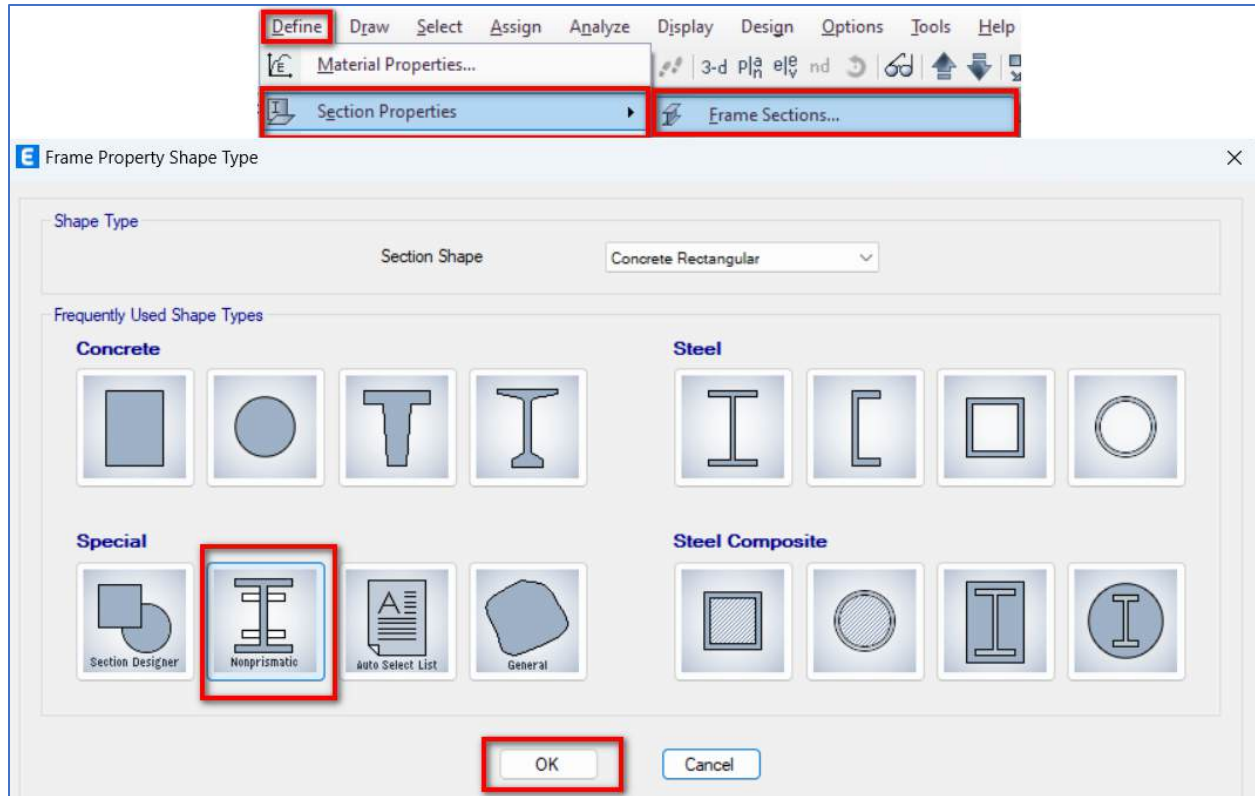


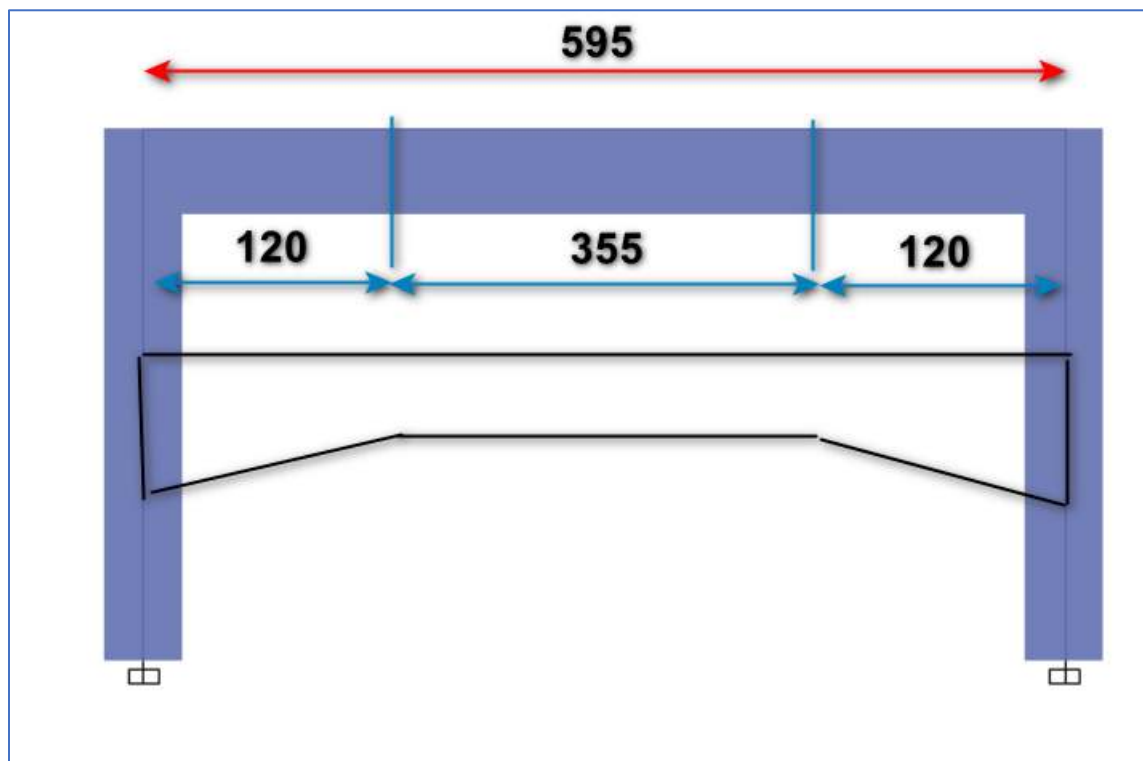
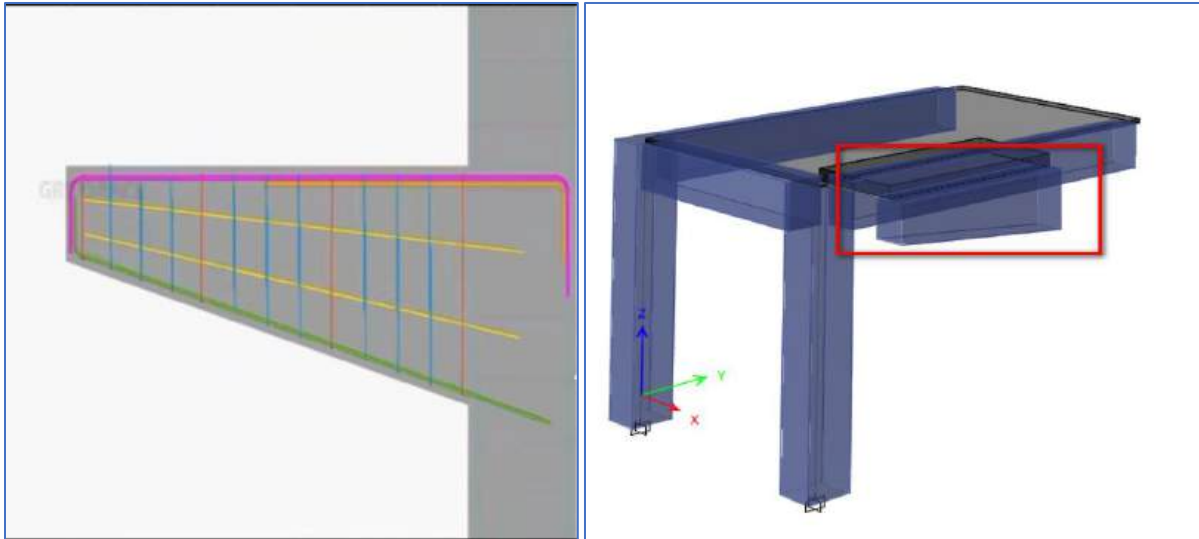


قبل از تعریف مقطع غیر منشوری بایستی مقاطعی که برای شروع و پایان مقطع مورد نیاز است، به برنامه معرفی شده باشد. مصالح استفاده شده برای مقطع شروع و پایان بایستی یکسان باشد.



در مدل سازی المان های غیر منشوری، مصالح به کار رفته در مقطع ابتدایی و انتهایی عضو باید یکسان باشند تا رفتار مصالح در طول عضو پیوسته باقی بماند. هنگام تعریف بخش های مختلف یک المان غیر منشوری، طول هر قطعه را می توان به صورت نسبی (Variable) یا مطلق (Absolute) مشخص کرد.





حال به تعریف تیر با مقطع غیر منشوری طبق شکل بالا می پردازیم.



General Data

Property Name: BN-S70X40-E50X40

Display Color: Change...

Notes:

Shape

Section Shape: Nonprismatic

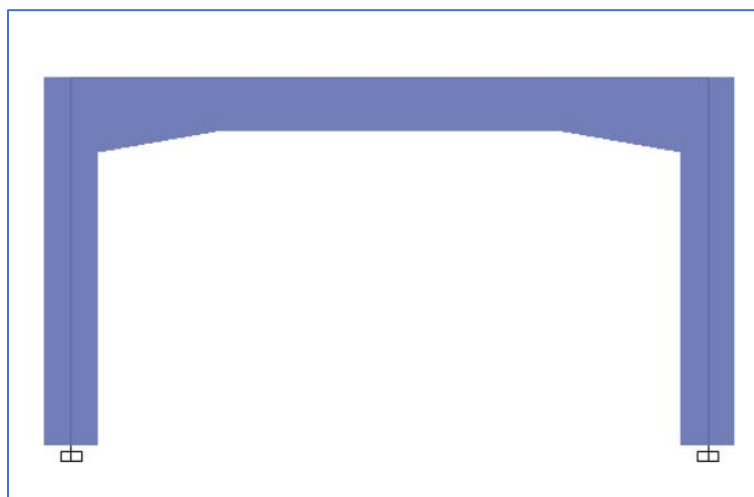
☐ Show Current Segment Only

Nonprismatic Section Segments

Diagram showing a nonprismatic section with segments 1 and 2. Segment 1 is a trapezoid, and segment 2 is a rectangle. The diagram also shows a 3D view of the section with axes 1, 2, and 3.

Show: Elevation (1-2 Axes) Show Aligned at This Cardinal Point: 10 (Centroid)

	Start Section	End Section	Length Type	Length, cm	EI33 Variation	EI22 Variation
	B70X40	B50X40	Absolute	120	Linear	Linear
	B50X40	B50X40	Absolute	355	Linear	Linear
	B50X40	B70X40	Absolute	120	Linear	Linear





در قسمت EI22 و EI33 Variations، لازم است نحوه تغییر ممان اینرسی مقطع متناسب با نوع تغییرات هندسی عضو تعیین شود. سه حالت اصلی برای تغییرات سختی خمشی در نظر گرفته می‌شود:

۱. خطی (Linear): در این حالت، مقدار سختی خمشی EI در امتداد طول عضو به صورت خطی تغییر می‌کند.

۲. درجه دوم (Parabolic): در این حالت، مقدار $(EI)^{0.5}$ یا ریشه دوم سختی خمشی به صورت خطی در طول عضو تغییر می‌کند، که در نتیجه ممان اینرسی تغییرات درجه دوم خواهد داشت.

۳. درجه سوم (Cubic): در این حالت، مقدار $(EI)^{1/3}$ یا ریشه سوم سختی خمشی به صورت خطی تغییر می‌کند، که موجب تغییرات درجه سوم در ممان اینرسی می‌شود.

به طور معمول، در مقاطع H شکل که ارتفاع آن‌ها در طول عضو تغییر می‌کند، ممان اینرسی به صورت Parabolic تغییر می‌کند. در مقابل، برای مقاطع مستطیلی با تغییر تدریجی ارتفاع، تغییرات ممان اینرسی از نوع Cubic در نظر گرفته می‌شود.

این تنظیمات باعث می‌شود رفتار واقعی اعضای با مقطع متغیر در تحلیل سازه به صورت دقیق‌تری شبیه‌سازی گردد و نتایج حاصل از تحلیل، با پاسخ واقعی سازه مطابقت بیشتری داشته باشد که طراح سازه باید این موارد را در حین استفاده از مقاطع غیر منشوری بتنی رعایت نماید.



مقطع ستون بتنی

حداقل ابعاد تیر طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

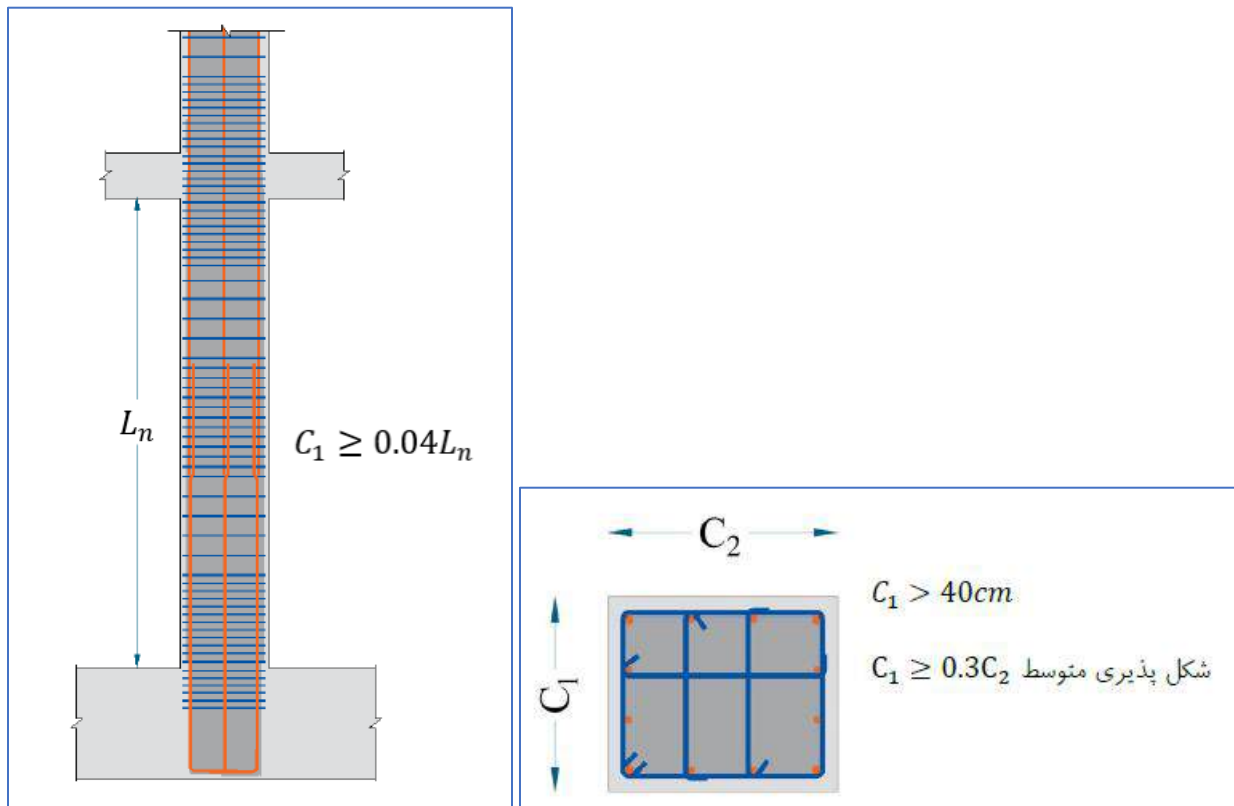
ستون‌ها در قاب‌ها با شکل‌پذیری متوسط

محدودیت‌های هندسی

در ستون‌ها محدودیت‌های هندسی (الف) و (ب) زیر باید رعایت شوند:

الف- عرض مقطع نباید کمتر از سدهم بعد دیگر آن و نباید کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر باشد.

ب- نسبت عرض مقطع به طول آزاد عضو نباید از $\frac{1}{25}$ کمتر باشد.





محدودیت نسبت آرماتورهای طولی

۹-۲۰-۵-۳-۲ آرماتورهای طولی

۹-۲۰-۵-۳-۱ در ستون‌ها نسبت سطح مقطع میلگردهای طولی به کل ستون مقطع ستون نباید کمتر از ۱ درصد و بیشتر از ۸ درصد در نظر گرفته شود. این محدودیت‌ها باید در محل وصله‌ها نیز رعایت شود.

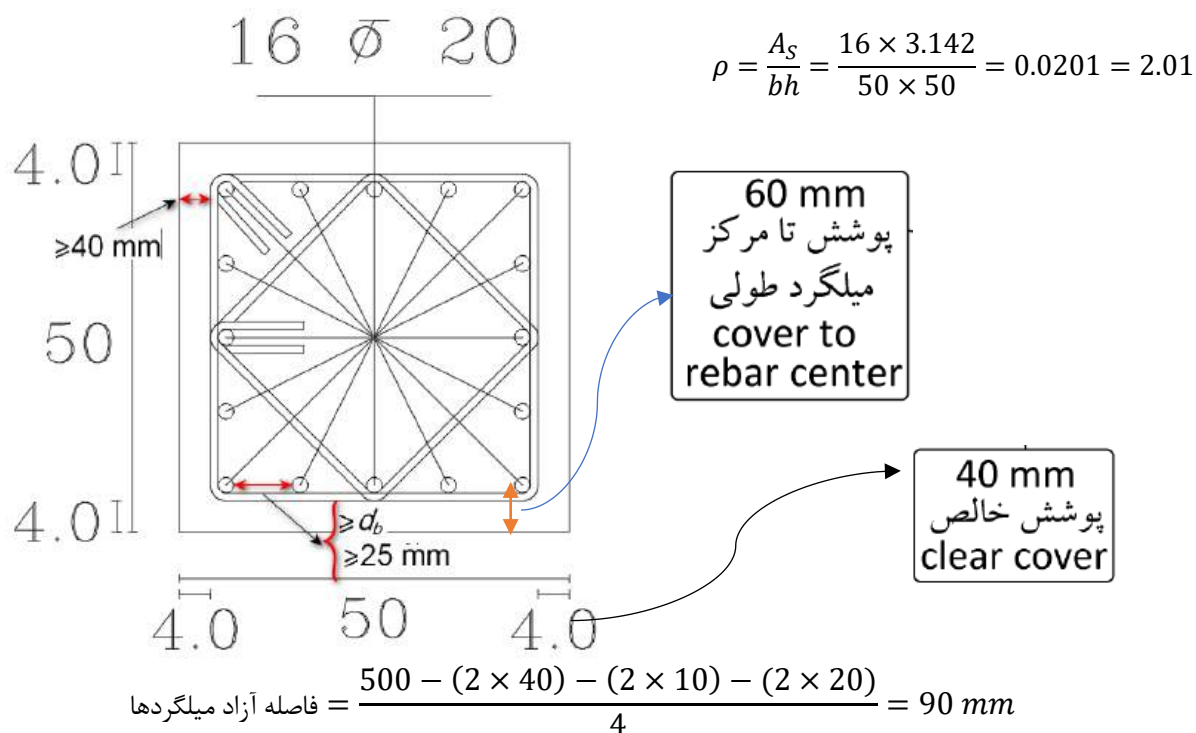
$$\rho = \frac{A_s}{bh} \rightarrow \rho_{min} = 0.01, \rho_{max} = 0.08$$

$\rho_{max} = 0.04 \rightarrow$ در محل وصله

در ستون‌ها فاصله خالص بین میلگردها نباید کمتر از ۴ سانتی‌متر و یا $1.5d_b$ (هرکدام که بزرگ‌تر است) باشد. همچنین فاصله آزاد باید بزرگ‌تر از $4/3$ اندازه بزرگ‌ترین سنگ‌دانه باشد.

سطح مقطع میلگردها به سانتیمتر مربع														
تعداد میلگردها														
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20	24
5	0.196	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	1.96	2.35	3.14	3.92	4.70
6	0.283	0.57	0.85	1.13	1.42	1.70	1.98	2.26	2.55	2.83	3.40	4.53	5.66	6.79
8	0.503	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53	5.03	6.04	8.05	10.06	12.07
10	0.785	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85	9.42	12.56	15.70	18.84
12	1.131	2.26	3.39	4.52	5.66	6.79	7.92	9.05	10.18	11.31	13.57	18.10	22.62	27.14
14	1.539	3.08	4.62	6.16	7.70	9.23	10.77	12.31	13.85	15.39	18.47	24.62	30.78	36.94
16	2.011	4.02	6.03	8.04	10.06	12.07	14.08	16.09	18.10	20.11	24.13	32.18	40.20	48.26
18	2.545	5.09	7.64	10.18	12.73	15.27	17.82	20.36	22.91	25.45	30.54	40.72	50.90	61.08
20	3.142	6.28	9.43	12.57	15.71	18.85	21.99	25.14	28.28	31.42	37.70	50.27	62.84	75.41
22	3.801	7.60	11.40	15.20	19.01	22.81	26.61	30.41	34.21	38.01	45.61	60.82	76.02	91.22
25	4.909	9.82	14.73	19.64	24.55	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09	58.91	78.54	98.18	117.82
28	6.158	12.32	18.47	24.63	30.79	36.95	43.11	49.26	55.42	61.58	73.90	98.53	123.16	147.79
30	7.069	14.14	21.21	28.28	35.35	42.41	49.48	56.55	63.62	70.69	84.83	113.10	141.38	169.66
32	8.042	16.08	24.13	32.17	40.21	48.25	56.29	64.34	72.38	80.42	96.50	128.67	160.84	193.01
34	9.079	18.16	27.24	36.32	45.40	54.47	63.55	72.63	81.71	90.79	108.95	145.26	181.58	217.90
36	10.179	20.36	30.54	40.72	50.90	61.07	71.25	81.43	91.61	101.79	122.15	162.86	203.58	244.30
38	11.341	22.68	34.02	45.36	56.71	68.05	79.39	90.73	102.07	113.41	136.10	181.46	226.82	272.18

سطح مقطع میلگردها



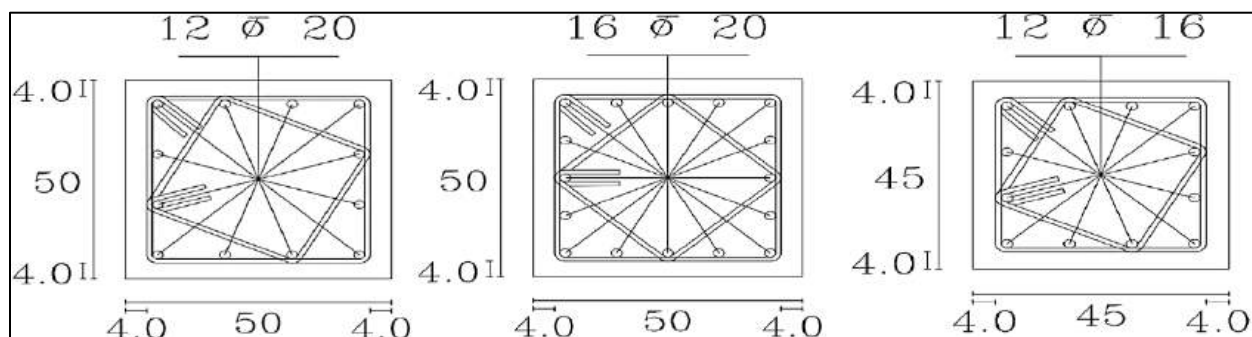
۹-۲۱-۲-۱-۳ فاصله‌ی آزاد بین میلگردهای طولی در ستون‌ها، ستون پایه‌ها، بست‌ها، و اجزای مرزی دیوارها، نباید کمتر از هیچ یک از مقادیر زیر باشد.

الف - ۴۰ میلی متر؛

ب - ۱/۵ برابر قطر بزرگ‌ترین میلگرد؛

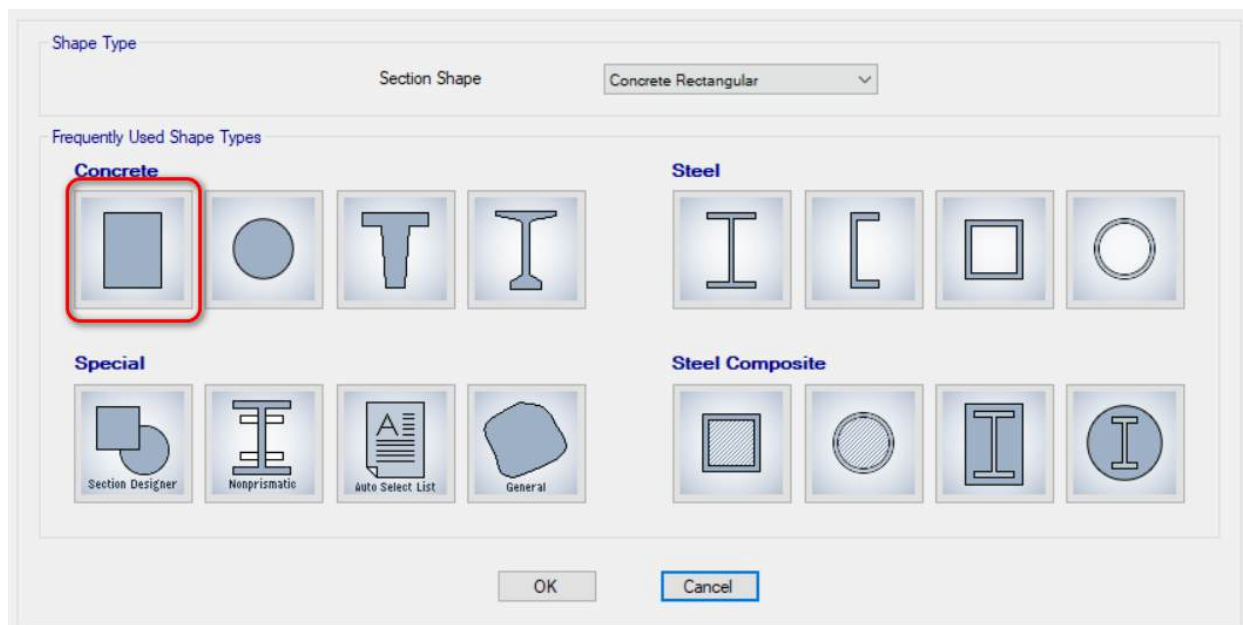
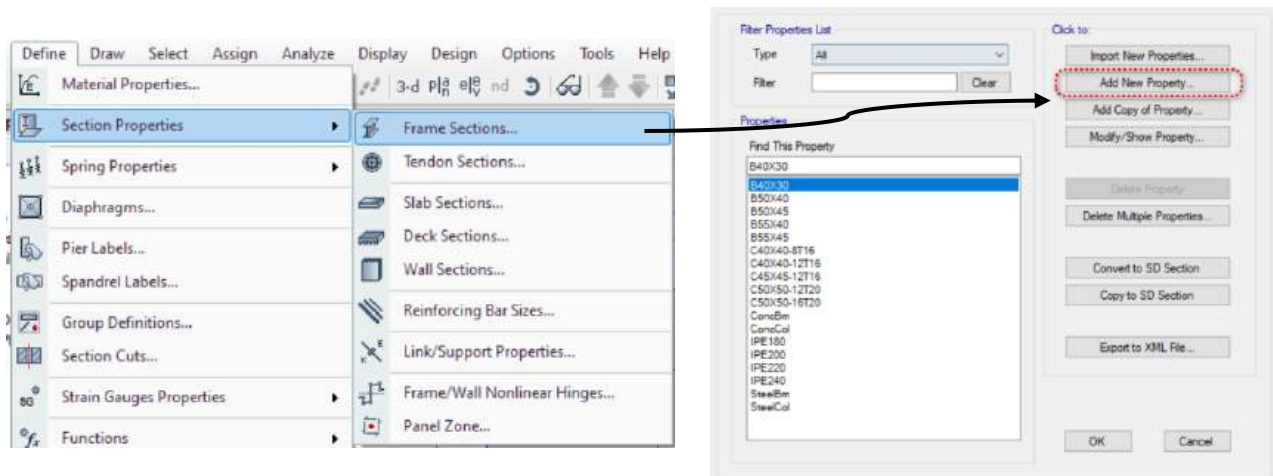
پ - ۱/۳۳ برابر قطر اسمی بزرگ‌ترین سنگ دانه.

برای ستون‌ها لازم است تعداد و اندازه میلگردها در هر وجه ستون تعیین شود. در تعیین چینش میلگردها باید به درصد میلگرد طبق بندهای فوق در آیین‌نامه و همچنین فاصله آزاد بین میلگردها برای عبور آسان بتن از بین میلگردها توجه شود. در ستون‌ها اندازه بتن کاور به صورت خالص از بر خاموت‌ها تعیین می‌شود. برای شرایط محیطی متوسط می‌تواند ۴۰ میلی‌متر تعیین شود.





تعریف مقاطع ستون در نرم افزار ETABS





۱- نام مقطع

۲- مشخص نمودن مقاومت بتن

۳- ارتفاع ستون

۴- عرض ستون

۵- تعریف مشخصات میلگرد

نحوه نامگذاری مقاطع ستون بتنی

$C \ h \ X \ b - n \ T \ \varphi$

C=Column

h = ارتفاع مقطع

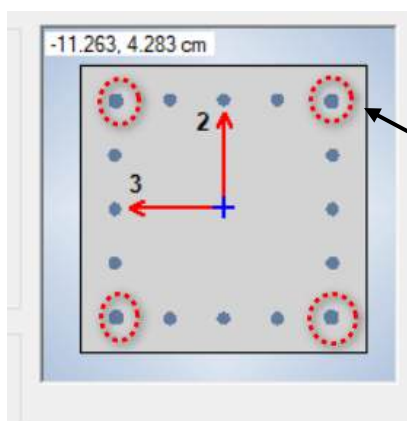
b = عرض مقطع

n = تعداد میلگرد

φ = قطر میلگرد



- ۱- مشخص نمودن نوع مقطع (در ستون‌ها نیروی محوری و خمشی داریم)
- ۲- مشخص نمودن مقاومت میلگردهای طولی
- ۳- مشخص نمودن مقاومت میلگردهای عرضی
- ۴- مشخص نمودن شکل مقطع
- ۵- نوع میلگردهای عرضی
- ۶- مشخص کردن نوع بررسی کفایت ستون توسط نرم‌افزار
- ۷- وارد کردن کاور (در ستون‌ها اندازه بتن کاور به صورت خالص از بر خاموت‌ها تعیین می‌شود)



- ۸- تعداد میلگرد طولی در راستای X
- ۹- تعداد میلگرد طولی در راستای Y
- ۱۰- مشخص نمودن شماره میلگرد طولی میانی
- ۱۱- مشخص نمودن شماره میلگرد طولی گوشه‌ها
- ۱۲- مشخص نمودن شماره میلگرد عرضی

در نرم‌افزار ETABS برای تعریف ستون‌ها در سازه‌های بتنی، دو رویکرد کلی وجود دارد:

- ۱- **رویکرد Design:** در این روش، تنها ابعاد هندسی مقطع ستون به نرم‌افزار معرفی می‌شود و فرآیند تحلیل و طراحی آرماتورهای طولی و عرضی توسط نرم‌افزار انجام می‌گیرد. پس از اتمام طراحی، نرم‌افزار مقدار آرماتورهای موردنیاز را محاسبه و نمایش می‌دهد. بنابراین در این حالت نیازی به تعریف مقدار آرماتور در نام مقطع وجود ندارد و کافی است نام مقطع بر اساس ابعاد هندسی آن تعیین شود، زیرا مقدار آرماتور در ابتدای کار مشخص نبوده و توسط نرم‌افزار طراحی می‌شود.
- ۲- **رویکرد check:** در این روش، هنگام معرفی مقطع عضو به نرم‌افزار، علاوه بر ابعاد هندسی مقطع، مقدار آرماتورهای طولی و عرضی نیز به صورت مشخص وارد می‌شود. در نتیجه، نرم‌افزار ETABS در مرحله طراحی، تنها کفایت مقطع تعریف‌شده را با توجه به آرماتورهای اعلام‌شده بررسی می‌نماید و تغییر یا بهینه‌سازی در مقدار آرماتور انجام نمی‌دهد. بنابراین در این حالت لازم است در نام‌گذاری مقطع، علاوه بر ابعاد هندسی، مقدار آرماتورهای مقطع نیز درج گردد تا مشخصات کامل آن به وضوح قابل تشخیص باشد.



برای تعریف ستون‌های دایره‌ای خواهیم داشت:

General Data

Property Name: C60

Material: C25

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Circle

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Diameter: 60 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Design Type

☒ P-M2-M3 Design (Column)

☐ M3 Design Only (Beam)

Reinforcement Configuration

☐ Rectangular

☒ Circular

Rebar Material

Longitudinal Bars: S400

Confinement Bars (Ties): S340

Confinement Bars

☐ Ties

☒ Spirals

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked

☐ Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 4 cm

Number of Longitudinal Bars: 12

Longitudinal Bar Size and Area: 20 ... 3.14 cm²

Confinement Bars

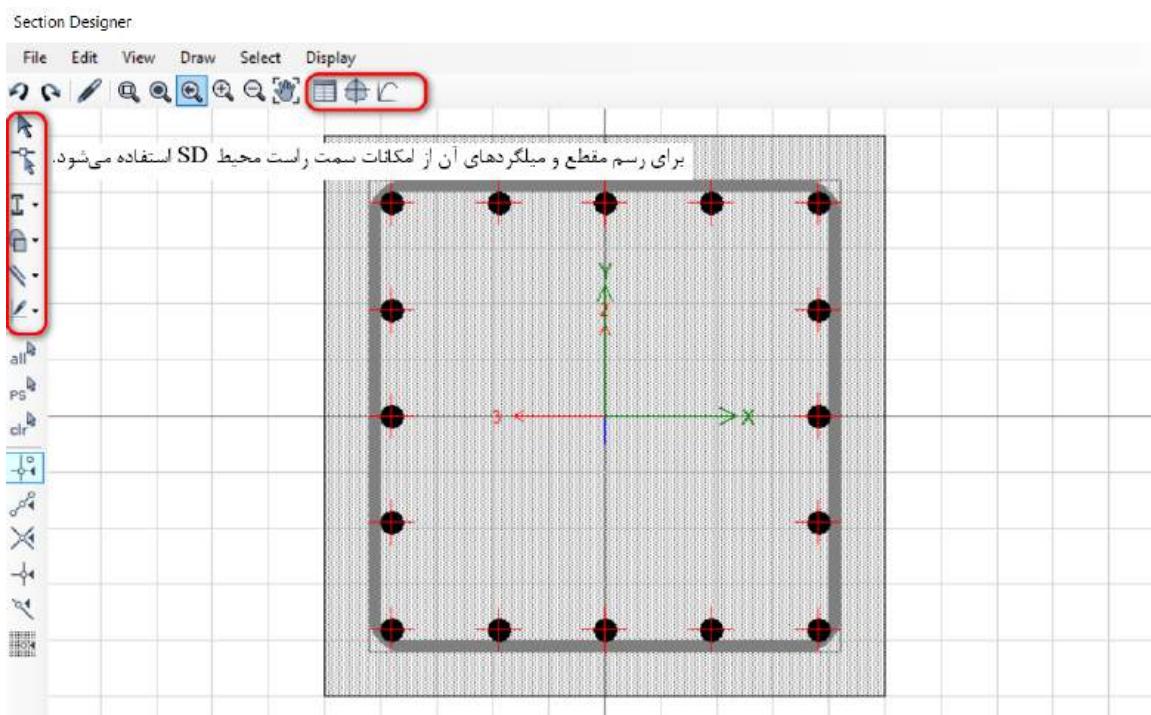
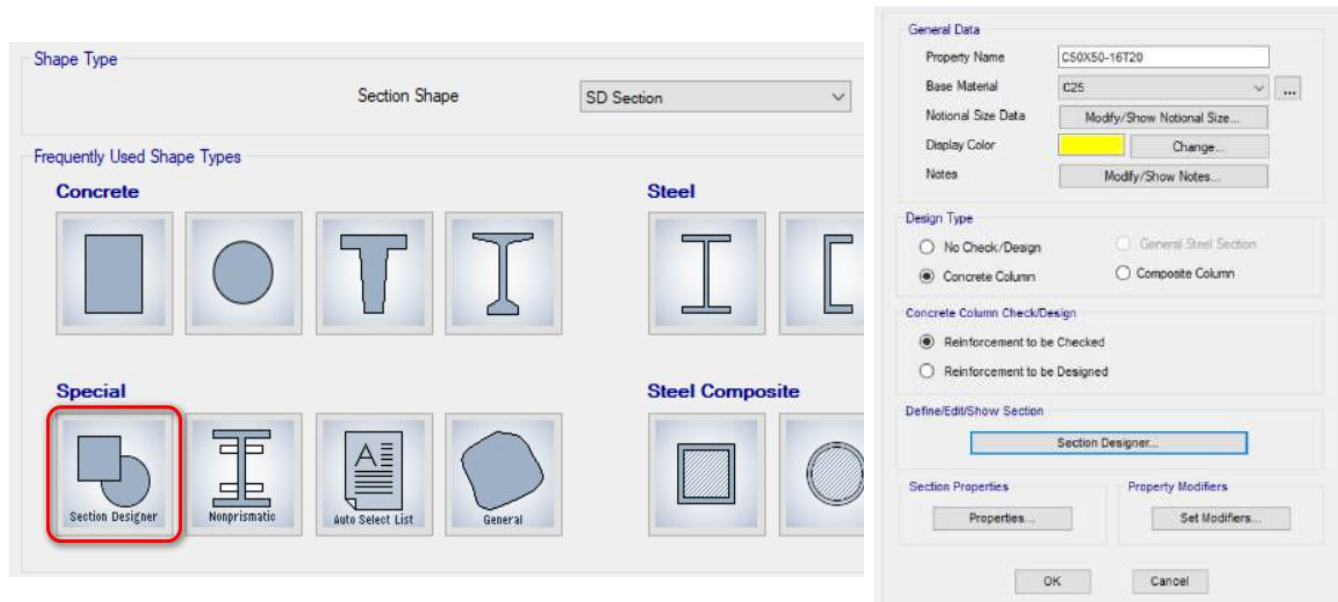
Confinement Bar Size and Area: 10 ... 0.79 cm²

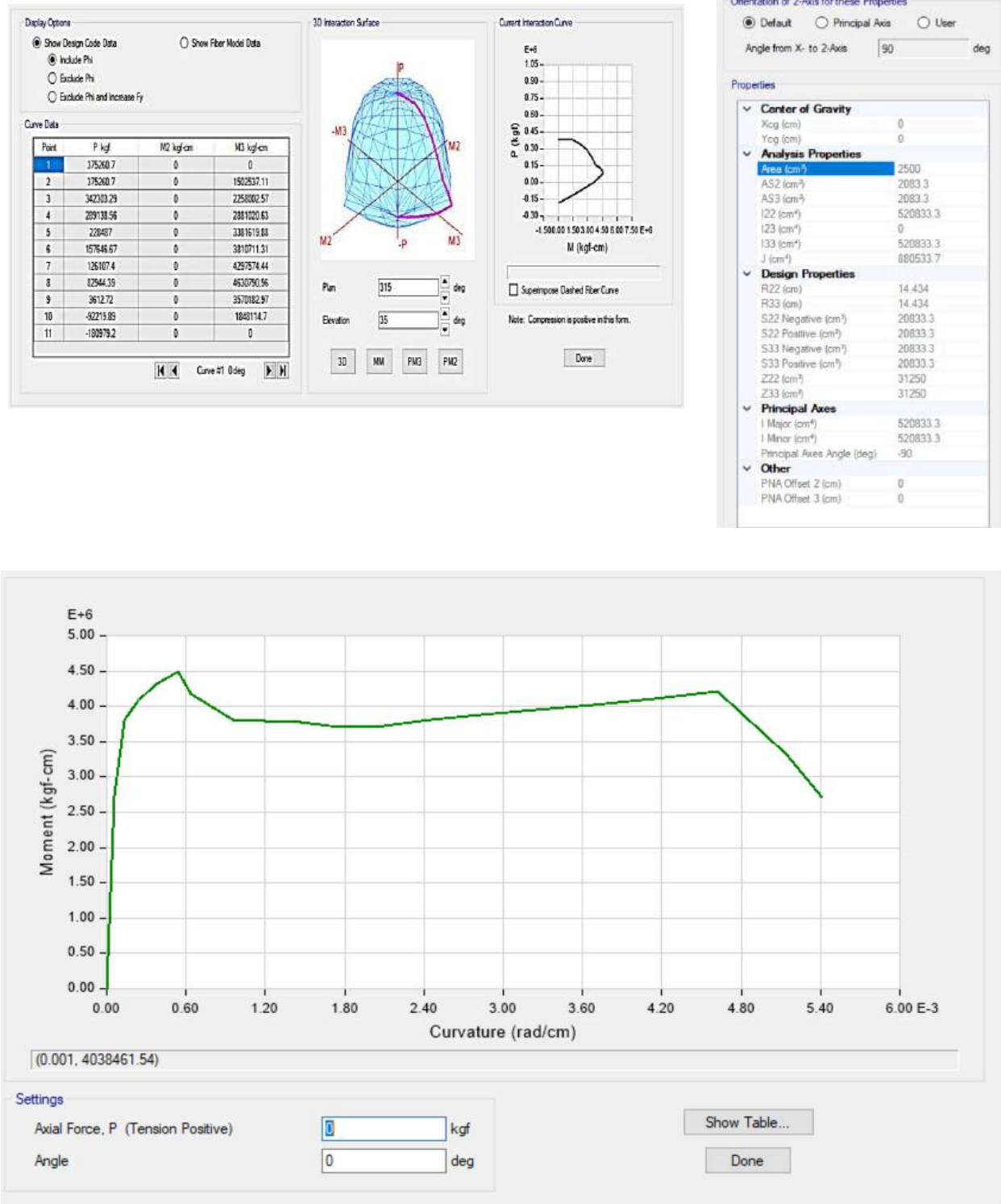
Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 15 cm



تعریف مقطع بتنی دلخواه:

برای تعریف مقاطع بتنی که شکل هندسی نامشخص دارند و یا میلگردها به صورت دلخواه توزیع شده اند از Section Designer استفاده می شود. همچنین برای تعریف مقاطع دیوار برشی و المان های مرزی نیز از Section Designer استفاده می شود که در فصل مربوطه بررسی خواهد شد. برای رسم مقطع و میلگردهای آن از امکانات سمت راست محیط SD استفاده می شود.





مشخصات مقطع را می توان در جدول قابل مشاهده کرد. همچنین نمودار اندرکنش P-m-m و منحنی لنگر انحنای ستون نیز به صورت تصاویر بالا قابل مشاهده است.



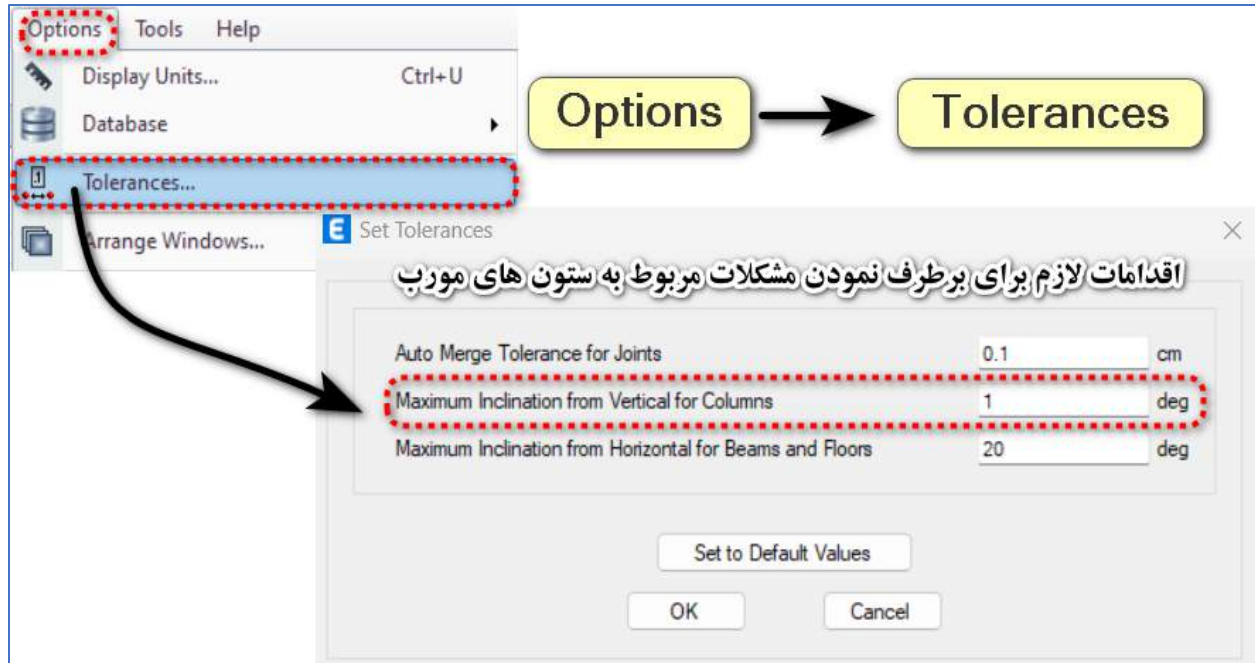
مدلسازی ستون های مورب در ETABS

ستون مورب به عنوان یکی از اعضای باربر سازه‌ای، عنصری است که با زاویه‌ای معین نسبت به محور قائم استقرار می‌یابد و نقش مهمی در انتقال هم‌زمان بارهای ثقلی و جانبی ایفا می‌کند. این نوع ستون‌ها با ایجاد مسیرهای مایل برای انتقال نیرو، موجب توزیع مؤثرتر تنش‌ها در سازه می‌شوند. استفاده از ستون‌های مورب به‌ویژه در سازه‌های مرتفع، پل‌ها و سیستم‌های فضاکار رواج دارد؛ زیرا علاوه بر افزایش پایداری کلی، مقاومت جانبی سازه را در برابر اثرات ناشی از باد و زلزله به شکل قابل توجهی بهبود می‌بخشند.





زاویه ای بر حسب درجه نسبت به امتداد قائم به برنامه معرفی شود (مطابق شکل زیر) که به موجب آن، تمامی ستون های مورب که زاویه آنها نسبت به امتداد قائم، کمتر از زاویه معرفی شده کاربر است در دسته بندی ستون ها قرار گرفته و با نماد C که معرف ستون Column است نمایش داده شوند. در این حالت تمامی ضوابط طراحی ستون ها که برنامه قادر به انجام آنها می باشد در طراحی ستون های مذکور لحاظ می گردد و نواحی صلب انتهایی تعریف شده برای این ستون های مورب نیز در نظر گرفته خواهد شد.



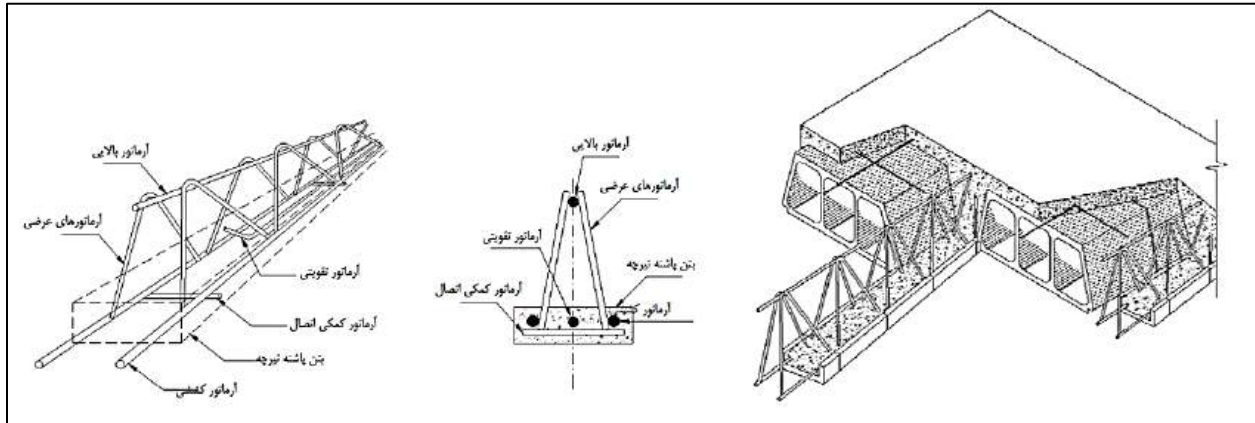
توصیه می شود زاویه ستون نسبت به امتداد قائم از ۱۵ درجه بیشتر نباشد.

توصیه می شود در سازه های متشکل از ستون های مورب، دیافراگم ها بصورت نیمه صلب Semi Rigid مدل شوند.



سقف تیرچه بلوک بتنی

سقف تیرچه بلوک بتنی یکی از متداول ترین و پرکاربردترین انواع سقف در سازه های بتنی است. این سیستم به صورت تک جهته (یک طرفه) عمل می کند و در طراحی و اجرای ساختمان های متعارف به دلیل سهولت اجرا، اقتصادی بودن و در دسترس بودن مصالح، کاربرد گسترده ای دارد. به طور معمول، در محافل مهندسی و اجرایی از این نوع سقف به اختصار با عنوان تیرچه بلوک یاد می شود.



توصیه دکتر حسین زاده در مدل سازی سقف تیرچه بلوک در ETABS

نرم افزار ETABS قابلیت طراحی مستقیم تیرچه های سقف تیرچه بلوک را ندارد. با این حال، لازم است **هندسه تیرچه ها در مدل سازه ای ترسیم شود** تا سختی آن ها در فرآیند تحلیل منظور گردد و همچنین **توزیع بار** **ثقلی** به تیرهای کناری به صورت صحیح انجام پذیرد.

در این نوع سقف، **آرماتورهای طولی تحتانی** درون **بتن پاشنه تیرچه** قرار می گیرند. بتن پاشنه معمولاً دارای ضخامت **۳ تا ۵ سانتی متر** و عرضی در **حدود ۱۰ سانتی متر** است. در عملیات اجرایی، برای بتن ریزی پاشنه ها معمولاً از **قالب های ماندگار** استفاده می شود.

در طراحی سازه ای، تیرچه ها عموماً به صورت **دو سر مفصل** در نظر گرفته می شوند. این فرض باعث می شود که طراحی تیرچه ها بر اساس **لنگر مثبت در وسط دهانه** انجام گیرد؛ در نتیجه، **الیاف پایین تیرچه** در کشش و **الیاف بالایی** در فشار قرار دارند.



شایان ذکر است که مهم‌ترین ضوابط طراحی سقف‌های تیرچه‌بلوک در نشریه شماره ۵۴۳ سازمان برنامه و بودجه کشور تشریح شده است. در انتهای این نشریه نیز جداول آماده طراحی تیرچه و بلوک برای تسهیل فرآیند طراحی در اختیار مهندسان قرار گرفته است.

تفاوت تیرچه صنعتی و دستی از نظر ساختار فنی

یکی از تفاوت‌های اساسی بین تیرچه‌های صنعتی و تیرچه‌های دستی (سنتی) در ساختار فنی و نحوه آرایش میلگردهای برشی آن‌ها است.

در تیرچه‌های دستی، میلگردهای برشی به صورت زیگزاگ و غیرمنظم توسط نیروی انسانی شکل داده شده و با استفاده از جوش الکتریکی دستی به آرماتورهای طولی متصل می‌شوند. این روش علاوه بر کاهش دقت و کیفیت اتصالات، سبب ایجاد عدم تقارن در مقطع تیرچه شده و در نتیجه، انتقال نیروهای داخلی در تیرچه به‌طور کامل و صحیح انجام نمی‌گیرد.

در مقابل، در تیرچه‌های صنعتی تمام مراحل ساخت شامل خم‌کاری، برش و جوش میلگردها توسط ماشین‌آلات و ربات‌های تمام‌اتوماتیک انجام می‌شود. این فرایند موجب یکنواختی هندسی، تقارن دقیق و کیفیت بالای جوش‌ها می‌گردد.

از دیگر تفاوت‌های مهم این دو نوع تیرچه، نوع سیستم جوشکاری است. در تیرچه‌های دستی، معمولاً از جوش الکتریکی قوسی با الکتروود دستی برای اتصال میلگردهای زیگزاگ استفاده می‌شود؛ در حالی که این روش طبق استانداردهای جدید منسوخ شده است.

در تیرچه‌های صنعتی، از گان جوش نقطه‌ای (Spot Welding Gun) استفاده می‌شود که عملیات جوشکاری را با کنترل حرارت دقیق و در زمان بسیار کوتاه انجام داده و مانع از افت کیفیت یا کاهش قطر مؤثر میلگردها می‌شود. در مجموع، تیرچه‌های صنعتی از نظر دقت هندسی، یکنواختی مصالح، کیفیت اتصالات و ایمنی سازه‌ای عملکرد به مراتب بهتری نسبت به تیرچه‌های دستی دارند و استفاده از آن‌ها مطابق با الزامات آیین‌نامه‌های جدید توصیه می‌شود.



تیرچه با ارتفاع ۳۰ سانتی متر در ساختمان‌های متداول استفاده می‌شود. ارتفاع کل تیرچه نباید بیشتر از ۳.۵ برابر حداقل عرض آن باشد فاصله آزاد بین تیرچه‌ها نباید بیشتر از ۷۵۰ میلی‌متر باشد.

انجمن تولید کنندگان خربا و تیرچه صنعتی
آذربایجان شرقی

مسکونی

میلگرد اصلی: نمره ۱۶

میلگرد ۱۶	میلگرد عریضی	میلگرد اصلی	میلگرد تقویتی	طول تیرچه	طول تقویتی
۱۰	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۶.۳	—
۱۰	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۸	۶.۶
۱۰	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۱۰	۶.۷
۱۲	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۱۲	۷
۱۲	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۱۴	۷.۴
۱۲	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۱۶	۷.۵
۱۲	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۲۴۱۶	۱۲	۷.۵

میلگرد اصلی: نمره ۱۲

میلگرد ۱۲	میلگرد عریضی	میلگرد اصلی	میلگرد تقویتی	طول تیرچه	طول تقویتی
۱۰	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۵.۸	—
۱۰	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۸	۵.۷
۱۰	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۱۰	۵.۸
۱۰	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۱۲	۶
۱۰	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۱۴	۶.۲
۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۱۶	۶.۵
۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۱۲	۶.۵
۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۱۴	۶.۷
۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۱۶	۷.۲
۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۲۴۱۲	۱۶	۷.۵

میلگرد اصلی: نمره ۱۰

میلگرد ۱۰	میلگرد عریضی	میلگرد اصلی	میلگرد تقویتی	طول تیرچه	طول تقویتی
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۴.۵	—
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۸	۵.۱
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۱۰	۵.۲
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۱۲	۵.۶
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۱۴	۵.۸
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۱۶	۶.۲
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۱۲	۶.۲
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۱۴	۶.۷
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۱۶	۷
۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۲۴۱۰	۱۶	۷.۲

میلگرد اصلی: نمره ۸

میلگرد ۸	میلگرد عریضی	میلگرد اصلی	میلگرد تقویتی	طول تیرچه	طول تقویتی
۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۳.۶	—
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۸	۴.۴
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۱۰	۴.۸
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۱۲	۵.۲
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۱۴	۵.۵
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۱۶	۵.۸
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۱۲	۵.۹
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۱۴	۶.۲
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۱۶	۶.۶
۱۰	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۲۴۰۸	۱۶	۶.۸

میلگرد پالا = A

میلگرد عرضی = B

میلگرد اصلی = C

میلگرد تقویتی = D

E = $\Phi 10 \rightarrow$ برای دهانه ۷/۵ متر

E = $\Phi 12 \rightarrow$ برای دهانه های ۷/۵ تا ۷/۵ متر

بار مرده = ۵۵۰ کیلوگرم بر متر مربع

بار زنده = ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع

بار پانزایش بندی = ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع

مقاومت کششی میلگرد مصمری: $F_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$

مقاومت فشاری بتن: $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

فاصله آکس به آکس تیرچه: ۵۰ سانتی متر

محصولات مورد استفاده در نمایی ساختمان ها باید دارای نشان استاندارد باشد.

برای طراحی تیرچه با بارگذاری متفاوت از فایل محاسبات ارائه شده در سایت نظام مهندسی استفاده گردد.

ضخامت دال بتنی فوقانی نباید از یک دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و از ۵ سانتی‌متر کمتر اختیار شود. حداکثر دهانه مورد پوشش سقف با تیرچه‌های منفرد نباید از ۸ متر بیشتر شود. در جهت اطمینان توصیه می‌گردد تا دهانه مورد پوشش بیشتر از ۷ متر نباشد در صورت وجود سربارهای زیاد و یا دهانه‌های بیش از ۷ متر از تیرچه‌های

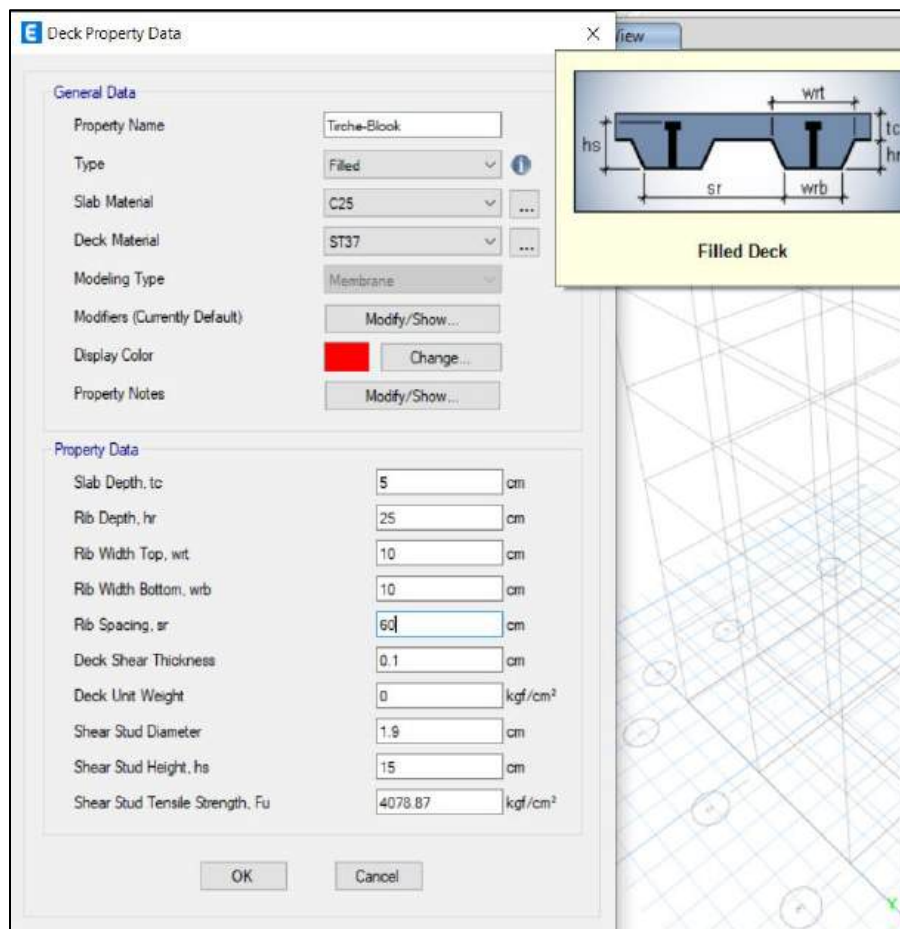
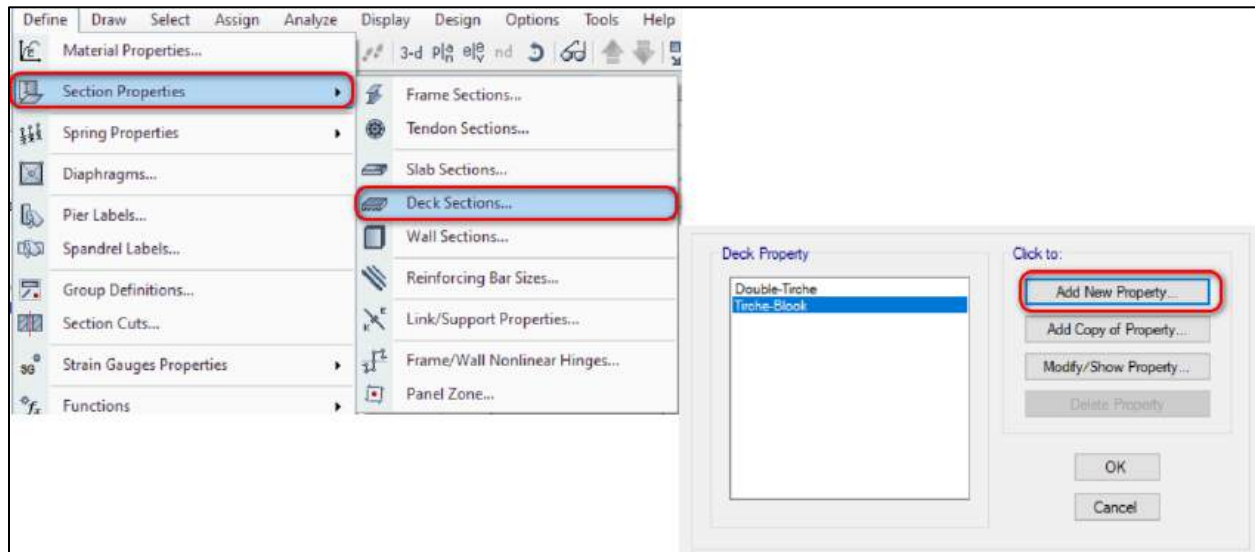


مضاعف استفاده شود. بین ۷ و ۸ متر باید از دویل تیرچه استفاده شود. در پارکینگ‌ها از تیرچه نمی‌توان استفاده کرد. اگر هم استفاده شود باید حداقل ضخامت ۸ سانتی‌متر باشد و برش پانچ نیز کنترل شود.

ویژگی‌ها	تیرچه صنعتی	تیرچه دستی (سنتی)
روش ساخت	تولید به صورت مکانیزه و خودکار با استفاده از ماشین‌آلات و ربات‌ها	ساخت به صورت دستی توسط نیروی انسانی
آرایش میلگردهای برشی	یکنواخت، دقیق و کاملاً متقارن	نامنظم، غیردقیق و معمولاً دارای عدم تقارن
نوع جوشکاری	جوش نقطه‌ای (Spot Welding) با گان مخصوص	جوش قوسی با الکتروود دستی
کیفیت جوش و اتصالات	بالا و یکنواخت در کل طول تیرچه	پایین و متغیر به دلیل کنترل دستی
احتمال کاهش قطر میلگرد در اثر جوشکاری	بسیار کم به دلیل کنترل حرارت در جوش نقطه‌ای	زیاد به دلیل حرارت بالا و زمان طولانی جوش دستی
دقت ابعادی و هندسی	بالا (به کمک ماشین‌آلات دقیق)	پایین (وابسته به مهارت فرد)
قابلیت انتقال نیروهای داخلی	کامل و متقارن	ناقص به دلیل عدم یکنواختی هندسی
مقاومت و دوام تیرچه	بالا و مطابق با استانداردهای جدید	پایین‌تر و غیرقابل اطمینان در بلندمدت
سرعت تولید	زیاد، مناسب برای تولید انبوه	کم، به دلیل فرایند دستی
هزینه تولید اولیه	نسبتاً بالاتر	پایین‌تر
صرفه اقتصادی در پروژه‌های بزرگ	بسیار مناسب به دلیل سرعت و کیفیت بالا	نامناسب به دلیل زمان زیاد و کیفیت پایین
تطابق با استانداردها و آیین‌نامه‌ها	مطابق با ضوابط روز (نشریه ۵۴۳ و آیین‌نامه بتن ایران)	در بسیاری موارد غیرمطبق با ضوابط استاندارد
ظاهر و یکنواختی محصول نهایی	تمیز، دقیق و دارای یکنواختی بالا	ناهمگون و وابسته به مهارت فرد سازنده



تعریف سقف تیرچه بلوک در نرم افزار



با تعریف سقف تیرچه به صورت Deck اینتیس وزن قسمت بتنی را در نظر خواهد گرفت ولی وزن واحد سطح سایر ملحقات از جمله سفال، کف سازی و نازک کاری باید به صورت مجزا به صورت بار مرده اعمال گردد. در صورت استفاده از یونولیت به جای سفال احتمالاً فاصله تیرچه ها تغییر یابد و همچنین اگر از تیرچه دابل یا تیرچه با عمق بیشتر برای کنترل خیز استفاده شود، لازم است تغییرات لازم در تنظیمات مقطع اعمال شود. طراحی و

کنترل خیز تیرچه در بخش دیگری به صورت مجزا آورده شده است.



جزوه طراحی سازه بتنی

تیر ریزی سقف تیرچه بلوک

در سقف‌های تیرچه‌بلوک و کرومیت، معمولاً تیرچه‌ها به صورت جداگانه در نرم‌افزار رسم نمی‌شوند. دلیل این امر این است که جهت واقعی توزیع بار ثقیلی در سازه پس از اجرا مطابق با راستای تیرچه‌ها است و برای حصول اطمینان از انتقال صحیح بار، مدل باید به گونه‌ای ساخته شود که این رفتار شبیه‌سازی شود.

در این نوع سقف‌ها، تنها المان سقف (Deck) رسم می‌شود. از آنجا که سقف‌ها به صورت یک‌طرفه عمل می‌کنند، جهت صحیح توزیع بار باید موازی با تیرریزی اصلی قرار گیرد تا نرم‌افزار بتواند بار را ابتدا در جهت تیر فرعی و سپس به تیر اصلی منتقل کند.

در مقابل، در سقف‌های کامپوزیت و عرشه فولادی، بار ثقیلی به صورت عمود بر تیرهای فرعی وارد می‌شود و سپس به جهت تیر فرعی منتقل شده و در نهایت به تیرهای اصلی انتقال می‌یابد.

بنابراین، انتخاب جهت صحیح سقف در مدل‌سازی نقش مهمی در تحلیل درست و نتایج صحیح سازه دارد و در سقف‌های یک‌طرفه مانند تیرچه‌بلوک و کرومیت باید این نکته رعایت شود.



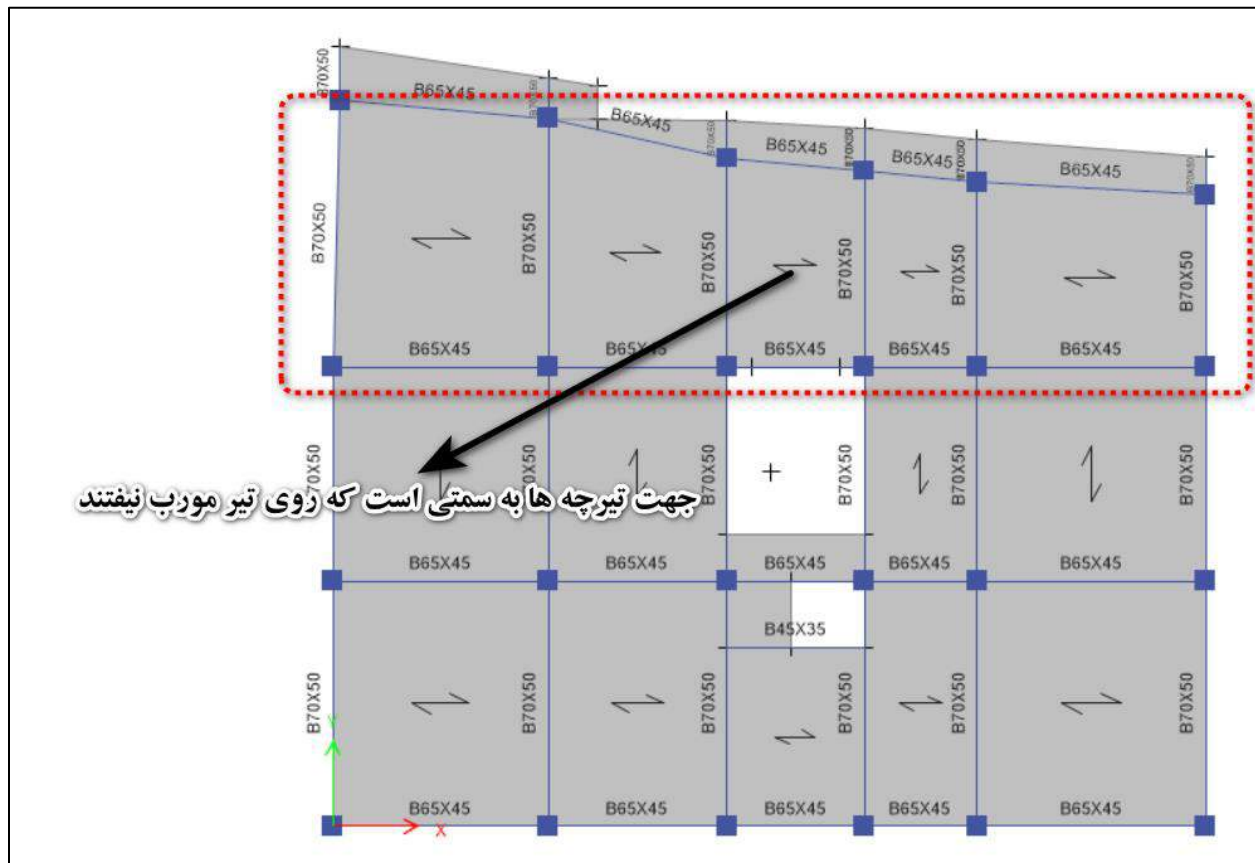
در سقف‌های تیرچه‌بلوک، طول دهانه‌ها معمولاً نباید از ۷ متر بیشتر شود. در صورتی که دهانه‌ها طولانی‌تر باشند، لازم است جهت تیرریزی سقف در راستای کوتاه‌تر دهانه انجام شود.

- در برخی موارد، اگر کنترل سازه‌ای انجام شده و از بلوک‌های با عمق ۳۰ سانتی‌متر استفاده گردد، امکان دارد بتوان تیرچه‌ها را در جهت طولانی‌تر دهانه نیز قرار داد.

همچنین، اگر یکی از چهار تیر اطراف یک چشمه مورب بوده و با بقیه تیرها زاویه ۹۰ درجه نداشته باشد، توصیه می‌شود روی این تیر اصلی تیرچه‌ای قرار داده نشود. زیرا وجود تیرچه روی چنین تیری باعث می‌شود طول تیرچه‌ها با یکدیگر متفاوت شود و پیمانکار مجبور گردد تیرچه‌هایی با طول‌های مختلف تولید و نصب کند.



با رعایت این نکات، اجرای سقف تیرچه‌بلوک ساده‌تر شده و مشکلات ناشی از طول‌های متفاوت تیرچه‌ها به حداقل می‌رسد.



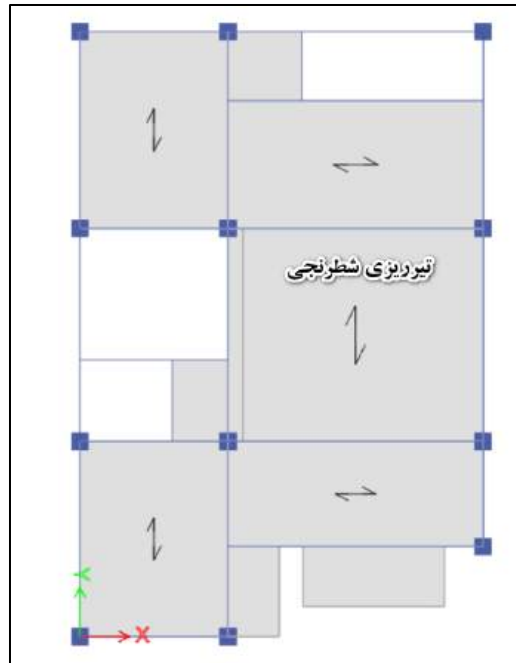
تعیین جهت تیرچه ریزی سقف با توجه به سیستم سازه‌ای

در سیستم‌های قاب خمشی، به دلیل وجود دررفت سازه‌ای، تیرها باید دارای مقاومت کافی باشند تا بتوانند نیروهای ناشی از تغییر شکل‌ها را تحمل کنند. از آنجا که قاب خمشی معمولاً در دو جهت وجود دارد، لازم است هر دو جهت تیرها به نسبت مناسبی تقویت شوند.

به همین دلیل، در این سیستم‌ها معمولاً از تیرریزی شطرنجی استفاده می‌شود تا تمام تیرها که بر اثر دررفت و طراحی قوی شده‌اند، به نحو بهینه در انتقال بار مشارکت داشته باشند.

با این حال، با توجه به تعداد قاب‌ها در هر جهت، می‌توان تیرها را به گونه‌ای طراحی کرد که جهت با تعداد قاب کمتر تقویت بیشتری داشته باشد تا تیرهای آن بخش مقاومت کافی برای تحمل نیروها و تغییر شکل‌ها داشته باشند.

این روش موجب استفاده بهینه از ظرفیت تیرها و بهبود رفتار جانبی سازه می‌شود.



تیرریزی شطرنجی: به عنوان یکی از روش‌های رایج توزیع تیرها در سازه‌های بتنی و فولادی، مزایای متعددی در کنترل بارهای ثقلی و جانبی و بهبود رفتار سازه‌ای دارد. با این حال، استفاده از آن در پروژه‌ها نیازمند رعایت اصول فنی و در نظر گرفتن محدودیت‌های اجرایی است.

مزایای تیرریزی شطرنجی:

- ۱- بهینه‌سازی مقاومت تیرها: توزیع یکنواخت تیرها باعث می‌شود تمام تیرها بر اساس ظرفیت طراحی تقویت شوند و در تحمل نیروهای جانبی و دررفت مشارکت داشته باشند.
- ۲- کنترل تغییرشکل‌ها (دررفت): در سیستم‌های قاب خمشی، تیرریزی شطرنجی امکان استفاده از ظرفیت تمام تیرها را فراهم می‌کند و سبب کاهش تمرکز نیرو در یک تیر یا قاب خاص می‌شود.
- ۳- توزیع بار یکنواخت: بار ثقلی و جانبی به صورت یکنواخت بین تیرها و ستون‌ها منتقل می‌شود و از تمرکز تنش در نقاط خاص جلوگیری می‌شود.
- ۴- انعطاف در طراحی پلان: در پروژه‌هایی با ابعاد بزرگ و پیچیده، تیرریزی شطرنجی امکان ایجاد فضای آزاد و انعطاف‌پذیری در محل‌های عبور تأسیسات و تجهیزات را فراهم می‌کند.



محدودیت‌ها و چالش‌های تیرریزی شطرنجی:

- ۱- پیچیدگی اجرایی: در پروژه‌های بزرگ یا با هندسه نامتقارن، اجرای تیرهای شطرنجی نیازمند دقت بالا و کنترل دقیق ابعادی است و ممکن است زمان ساخت را افزایش دهد.
 - ۲- تداخل با تأسیسات مکانیکی و برقی: شبکه تیرهای متقاطع ممکن است مسیر عبور لوله‌ها، کانال‌ها و کابل‌ها را محدود کند و نیازمند هماهنگی با سایر رشته‌های اجرایی باشد.
 - ۳- نیاز به تحلیل دقیق: برای استفاده بهینه از تیرها در سیستم شطرنجی، تحلیل سازه‌ای باید شامل دریافت جانبی و توزیع بار دقیق باشد تا تیرها و قاب‌ها در نقاط بحرانی تقویت کافی داشته باشند.
- جمع‌بندی:

استفاده از تیرریزی شطرنجی یک راهکار بهینه برای توزیع بار و کنترل تغییرشکل‌ها در سیستم‌های قاب خمشی و سقف‌های یک‌طرفه است. با این حال، هزینه، پیچیدگی اجرایی و محدودیت‌های معماری و تأسیساتی باید در فاز طراحی و برنامه‌ریزی پروژه به دقت مدنظر قرار گیرد.



Mojtaba Pashapour
civil engineering

@MP_Civil کانال آموزشی، طراحی اجرا

تیرچه صنعتی و سنتی (دستی)

تیرچه صنعتی: تیرچه صنعتی نوعی تیرچه است که خرابی آن به وسیله جوش نقطه‌ای و یا جوش CO₂ و با استفاده از دستگاه‌های تمام اتوماتیک و مکانیزه تولید می‌شود. برخلاف تیرچه‌های سنتی که در آن‌ها از جوش قوس الکتریکی استفاده می‌گردد، در این روش به دلیل حذف جوش دستی، کیفیت اتصال‌ها افزایش یافته و احتمال شکست تیرچه به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. شکل ظاهری این تیرچه‌ها معمولاً به صورت مثلثی یا چهاروجهی است و اجزای آن بدون ایجاد انحنا و به‌طور مستقیم به یکدیگر متصل می‌شوند.

تیرچه سنتی (دستی): تیرچه‌های صنعتی معمولاً از دو میلگرد در بال تحتانی و یک میلگرد در بال فوقانی تشکیل می‌شوند. در این سازه‌ها، میلگردهای عرضی به‌صورت تک یا دوپل به المان‌های اصلی جوشکاری می‌گردند. در گذشته برای اتصال اجزا از جوش قوس الکتریکی بدون گاز محافظ استفاده می‌شد، اما به دلیل ضعف در کیفیت و دوام، کاربرد این روش در نهایت ممنوع اعلام گردید.

بخش تحتانی خرابی در مرحله نخست، درون قالب‌های موقت قرار می‌گیرد و پس از بتن‌ریزی و گیرش بتن، این قالب‌ها جداسازی می‌شوند. پس از خشک شدن بتن، تیرچه به راحتی قابل جابه‌جایی بوده و در سقف سازه به کار گرفته می‌شود.

همچنین، در تیرچه‌هایی با دهانه‌های بلندتر یا در مواردی که بارگذاری بیشتری بر آن‌ها اعمال می‌شود، از یک میلگرد تقویتی اضافی در قسمت پایین تیرچه استفاده می‌گردد تا ظرفیت باربری افزایش یابد.



تیرچه صنعتی

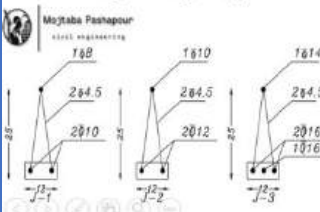


دستگاه تولید تیرچه صنعتی

جدول مشخصات تیرچه سقف هتک و طبیعت

نوع تیرچه	نوع تیرچه	معماری	تأ	معماری	نوع تیرچه	نوع تیرچه	نوع تیرچه	نوع تیرچه	نوع تیرچه	نوع تیرچه	نوع تیرچه	نوع تیرچه
تیرچه تک	J1	2010	---	Ø8	Ø10	20x30x15cm	Ø8Ø50	Ø8Ø25	12cm			
تیرچه تک	J2	2012	---	Ø10	Ø10	20x30x15cm	Ø8Ø50	Ø8Ø25	12cm			
تیرچه تک	J3	2016	1016	Ø14	Ø10	20x30x15cm	Ø8Ø50	Ø8Ø25	12cm			

تیرچه‌ها بصورت دستی با $f_c=2500\text{kg/cm}^2$ و $f_y=4000\text{kg/cm}^2$ اجرا خواهد گردید.
آرماتور نوعی تیرچه‌ها در سراسر طول تیرچه جایگذاری گردند.

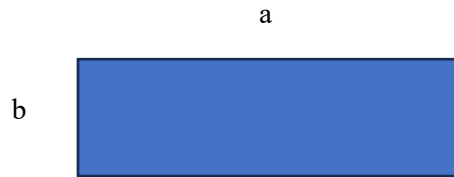


تیرچه صنعتی



تعریف دال بتنی

دال‌های یک‌طرفه



$$\frac{a}{b} > 2 \rightarrow \text{یک طرفه}$$

تمام طره‌ها رفتار یک‌طرفه دارند.

$$\frac{L}{10}$$

حداقل ضخامت دال بتنی برای قسمت طره کنسولی

جدول ۹-۱ حداقل ضخامت دال‌های یک‌طرفه توپر

شرایط تکیه‌گاهی	حداقل ضخامت، h
تکیه‌گاه ساده	$l/20$
یک انتهای ممتد	$l/24$
دو انتهای ممتد	$l/28$
طره (کنسولی)	$l/10$

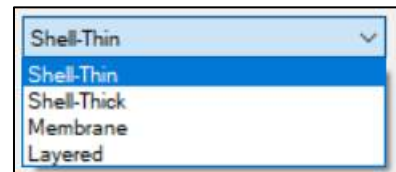
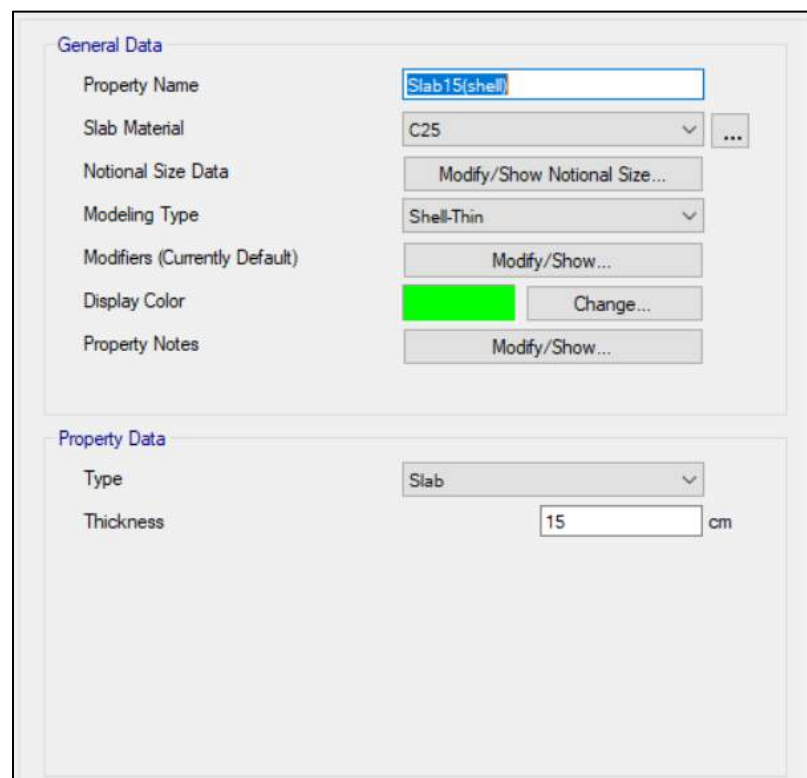
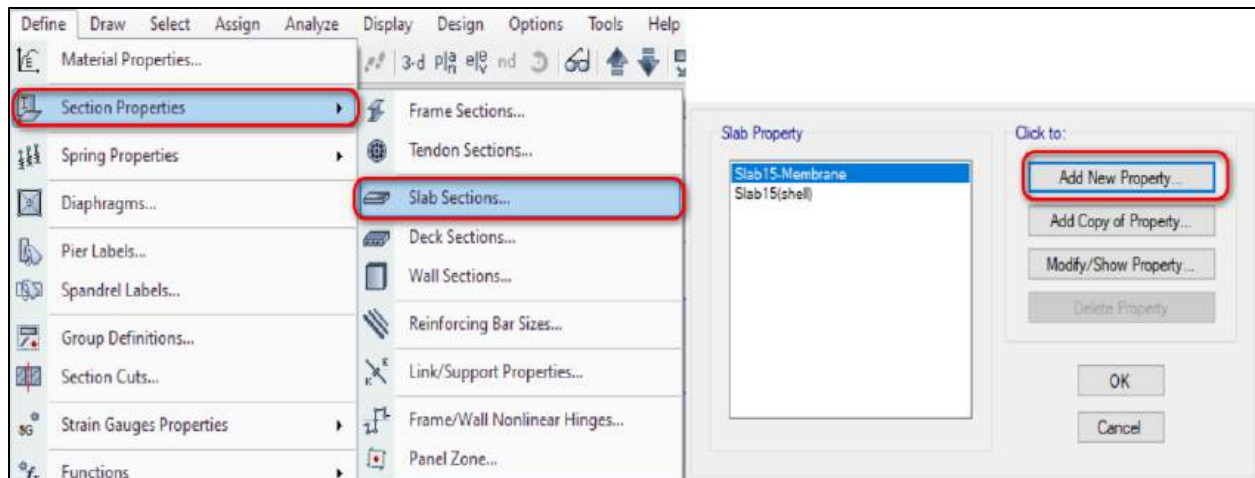
با انتخاب نوع مقطع به صورت Shell، نرم‌افزار قادر است لنگرهای خارج از صفحه را در مقطع مدل‌سازی شده تحمل کند. این نوع مقطع معمولاً برای دال‌های طره (بالکن‌ها) و سقف‌های دال تخت کاربرد دارد.

طبق آیین‌نامه، دال‌هایی که ضخامت آن‌ها کمتر از ۰.۱ برابر عرض مقطع باشد، به صورت Shell-Thin مدل‌سازی می‌شوند. نمونه‌هایی از این مقاطع شامل دال‌ها و دیوارها هستند.

تفاوت اصلی بین Shell-Thin و Shell-Thick در محاسبه تغییر شکل ناشی از برش خارج از صفحه است:

- در Shell-Thin، اثر برش خارج از صفحه نادیده گرفته می‌شود.
- در Shell-Thick، اثر برش خارج از صفحه در تحلیل و تغییر شکل‌ها لحاظ می‌شود، مانند آنچه در فونداسیون‌ها و دال‌های ضخیم مشاهده می‌شود.

بنابراین، انتخاب نوع Shell مناسب با توجه به ضخامت و کارکرد مقطع اهمیت زیادی در دقت تحلیل و طراحی دارد.

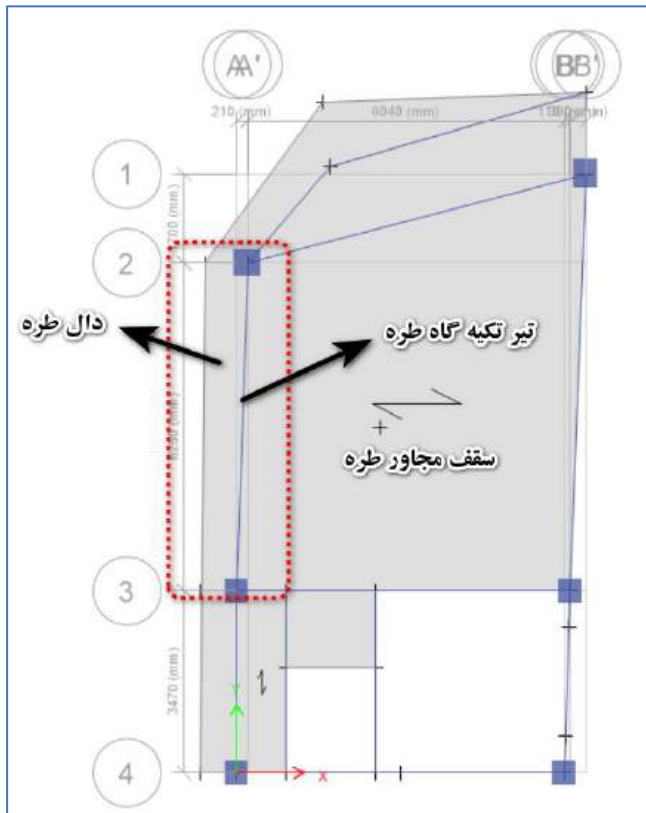


المان shell هم قادر است رفتار غشایی (مانند کشش، فشار و برش داخل صفحه) را در محاسبات منظور نماید و هم قادر است خمش خارج از صفحه را مدل نماید (تمامی رفتارها). ولی المان membrane تنها قادر است رفتار غشایی را منظور کند و نمی تواند خمش خارج از صفحه را مدل نماید. برای مثال در مدلسازی یک دیوار حائل بتنی که تحت اثر فشار خاک به صورت خارج از صفحه خم می شود باید از shell استفاده نمایید تا خمش خارج از صفحه آن منظور شود. به عنوان یک مثال دیگر اگر یک دال بتنی مربوط به یک بالکن طره را که تنها از یک لبه خود به سازه متصل است با المان membrane مدل نمایید، در محل اتصال به صورت مفصلی عمل کرده و ناپایدار خواهد بود (چون membrane خمش خارج از صفحه تحمل نمی کند) و بنابراین دالهای طره ای که از یک لبه به تیر متصل هستند نیز باید با shell مدل شوند. در نتیجه به صورت خلاصه میتوان گفت اگر یک سطح را membrane مدل کنیم، لبه های آن مفصلی عمل خواهد کرد و اگر shell مدل کنیم، مفصل نخواهد بود و لنگر منتقل می کند.



برای فیلتر جلوی آسانسور می توان از حالت Membrane استفاده کرد.

خیلی از طراحی ها موقع مدل سازی کنسول یا پیش آمدگی (دال طره ای) اشتباه می کنند و اون رو از نوع Membrane تعریف می کنند وقتی دال طره ای رو به صورت Membrane مدل می کنی، لنگر انتهای دال و در نتیجه پیچش تیر تکیه گاهی درست محاسبه نمی شن برای مدل سازی صحیح، دال باید از نوع Shell باشه و حتماً مش بندی Mesh بشه.



بهترین اندازه مش هم معمولاً برابر ضخامت دال یا حداکثر ۱.۵ برابر ضخامت اون در نظر گرفته می شه.

اگه سقف مجاور دال طره از نوع دال بتن آرمه باشه، بدون شک پیچش تیر تکیه گاهی از نوع همسازی Compatibility Torsion هست.

چرا؟ چون حتی اگه سختی پیچشی تیر رو حذف کنیم، دال طره ناپایدار نمی شه! در واقع دال دهانه مجاور طره خودش تعادل پیچشی تیر و دال رو برقرار می کنه.

نتیجه: در این شرایط، باید ضریب اصلاح سختی پیچشی تیر تکیه گاه رو بر اساس پیچش همسازی محاسبه کنی.

اگه سقف مجاور دال طره از نوع تیرچه و بلوک باشه، نوع پیچش تیر تکیه گاهی بستگی داره به جهت تیرچه ها.



Define Draw Select Assign Analyze Display Design Options Tools Help

Material Properties... 3-d Plot End

Section Properties Frame Sections... Tendon Sections... Slab Sections...

Spring Properties Diaphragms...

General Data

Property Name Slab15

Slab Material C25

Notional Size Data Modify/Show Notional Size...

Modeling Shell-Thin

Modifiers (Currently Default) Modify/Show...

Display Color Change...

Property Notes Modify/Show...

Property Data

Type Slab

Thickness 150 mm

وقتی دال طراحی داری، باید حواست به نوع پیچش تیر تکیه‌گاهش باشه. چون مقدار ضریب اصلاح سختی پیچشی **Torsional Stiffness Modifier** دقیقاً به نوع پیچش بستگی داره.

اگر پیچش از نوع تعادلی **Equilibrium Torsion** باشه ضریب - ۱.۰

اما اگر پیچش از نوع همسازی **Compatibility Torsion** باشه باید ضریب رو مطابق روش گفته‌شده در آموزش قبلی محاسبه کنی.



ترسیم اعضای سازه

در این قسمت می‌خواهیم با استفاده از مقاطع تعریف‌شده، ابتدا ستون‌ها سپس تیرها و در انتها کف‌های سازه را ترسیم کنیم. خوب است بدانید که در نرم‌افزار ETABS همه ابزارهای ترسیمی در منوی Draw قرار گرفته‌اند که البته برای دسترسی راحت‌تر کاربر، آیکن این ابزارها در سمت چپ پنجره اصلی نیز وجود دارد.

انتخاب اجرا

- اصلاح و جایابی اعضای مدل پس از ترسیم بدون حذف آنها
- رسم تیر
- رسم اعضای قاب تیر، ستون و مهاربند
- رسم اعضای سطحی مانند سقف و دیوار
- برای مدل‌سازی رفتار خاص اتصالات، میزگرها
- جداگرهای تیرهای یا فنرهای تکیه‌گاهی
- برای مدل‌سازی و ترسیم کابل
- برای جزئیات‌دهی آرماتورهای دال
- برای تقسیم‌بندی منطقی دال‌ها به پیل‌های جداگانه که عمدتاً برای خروجی نقشه‌کشی و طراحی اجزا به کار می‌رود
- برای تعریف مسیر نوارهای طراحی به کار می‌رود
- ترسیم نوارهای طراحی در دال‌ها و فونداسیون
- برای افزودن یا ویرایش خطوط شبکه‌بندی مدل
- برای افزودن خطوط اندازه‌گیری (ابعاد) به مدل
- برای قرار دادن نقاط کمکی در مدل که در تحلیل شرکت ندارند اما به مدل‌سازی المان‌های دیگر کمک می‌کنند
- برای تعریف سطوح کمکی در مدل که برای ترازهای خاص یا مدل‌سازی المان‌ها در ارتفاع مشخص به کار می‌روند
- برای تعریف یک خط برش در مدل جهت مشاهده تیر و پلهای داخلی، تنش‌ها و مقادیر طراحی در طول آن خط
- ترسیم تعریف نمای گسترده
- ترسیم چیدمان دیو
- ایزای برای ترسیم خودکار المان‌های غیرسازدای
- برای قرار دادن المان‌های فرضی جهت اندازه‌گیری یا بایش کرنش در طول یک خط
- برای قرار دادن المان‌های فرضی جهت اندازه‌گیری یا بایش کرنش در یک سطح
- تنظیمات مربوط به حالت‌های چسبیدن عناصر در
- چین/ترسیم مانند چسبیدن به نقاط برگرد، نقاط میانی، انتهای خطوط
- فعال/غیرفعال کردن حالتی که ترسیم فقط در نقاطی که امکان چسبیدن وجود دارد، مجاز باشد
- تنظیمات مربوط به صفحه کاری هست



برای راحتی نیز می‌توان از ابزار سمت چپ نیز استفاده کرد



Model Explorer

Model Display Tables Reports

- Model
 - Project
 - Structure Layout
 - Properties
 - Structural Objects
 - Groups
 - Loads
 - Named Output Items
 - Named Plots

1 رسم ستون در حالت پلان و سه بعدی
این ابزار ستون را از بالا به پایین رسم میکند

2 انتخاب مقطع برای ستون

3 گیردار یا مفصلی

Properties of Object

Property	C50X50-16T20
Moment Releases	Continuous
Angle, deg	0
Plan Offset X, cm	0
Plan Offset Y, cm	0
Cardinal Point	5 (Middle Center)
Draw Object Using	Grids

Plan View - Roof - Z = 1610 (cm) Line Draw Mode

Grid Point A 1

345 (cm) 595 (cm)

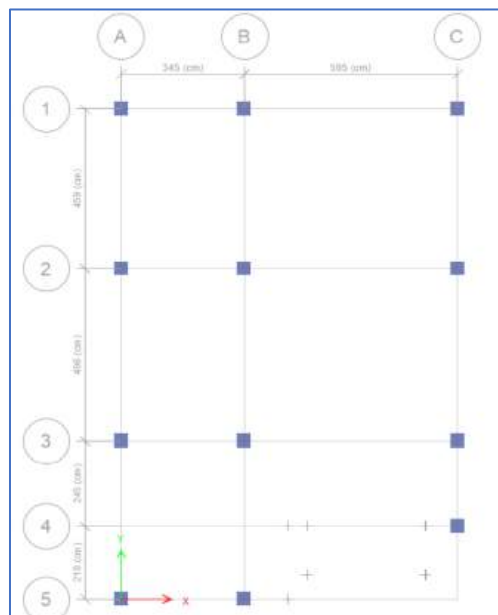
459 (cm) 496 (cm) 245 (cm) 210 (cm)

1 2 3 4 5

A B C

با بررسی پلان معماری هر جا که ستون باشد در محل آن کس مورد نظر کلیک میکنیم و ستون ترسیم میشود

در ترسیم ستون ها معمولا در حالت گیردار باشد مگر در شرایط خاص مدلسازی





Model Explorer

Plan View - Roof - Z = 1610 (cm) Line Draw Mode

Model Display Tables Reports

Model

- Project
- Structure Layout
- Properties
- Structural Objects
- Groups
- Loads
- Named Output Items
- Named Plots

1 ترسیم تیر، ستون، و مهاربند در حالت پلان، قاب و ۳ بعدی

2 انتخاب مقطع مورد نظر

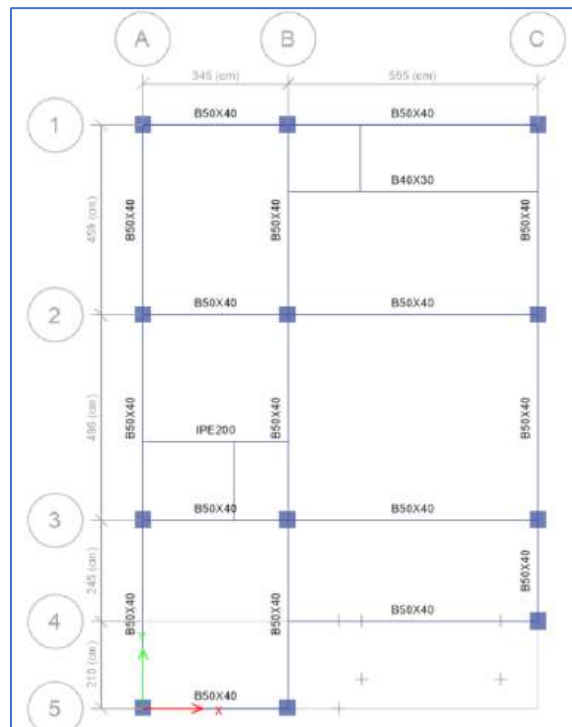
3 گیردار یا مفصلی

4 با این ابزار نیز میتوان تیر و ستون در حالت پلان، قاب و ۳ بعدی ترسیم نمود به شرطی که مابین دو محور باشد

Properties of Object

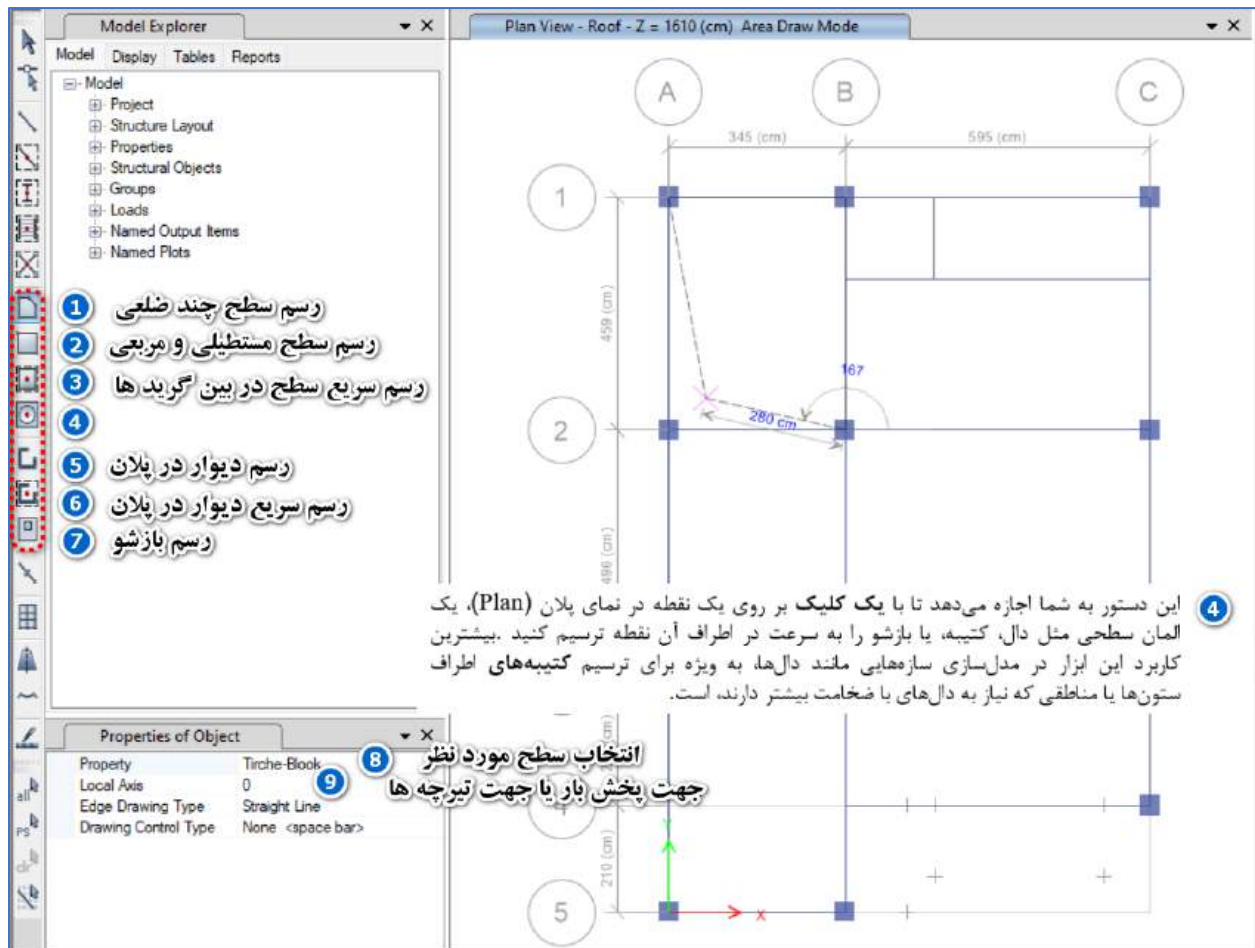
Type of Line	Frame
Property	B55X40
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal, cm	0
Line Drawing Type	Straight Line
Drawing Control Type	None <space bar>

در سازه های بتنی معمولاً اتصالات تیر به ستون به صورت گیردار می باشد مگر تیر پیش ساخته باشد





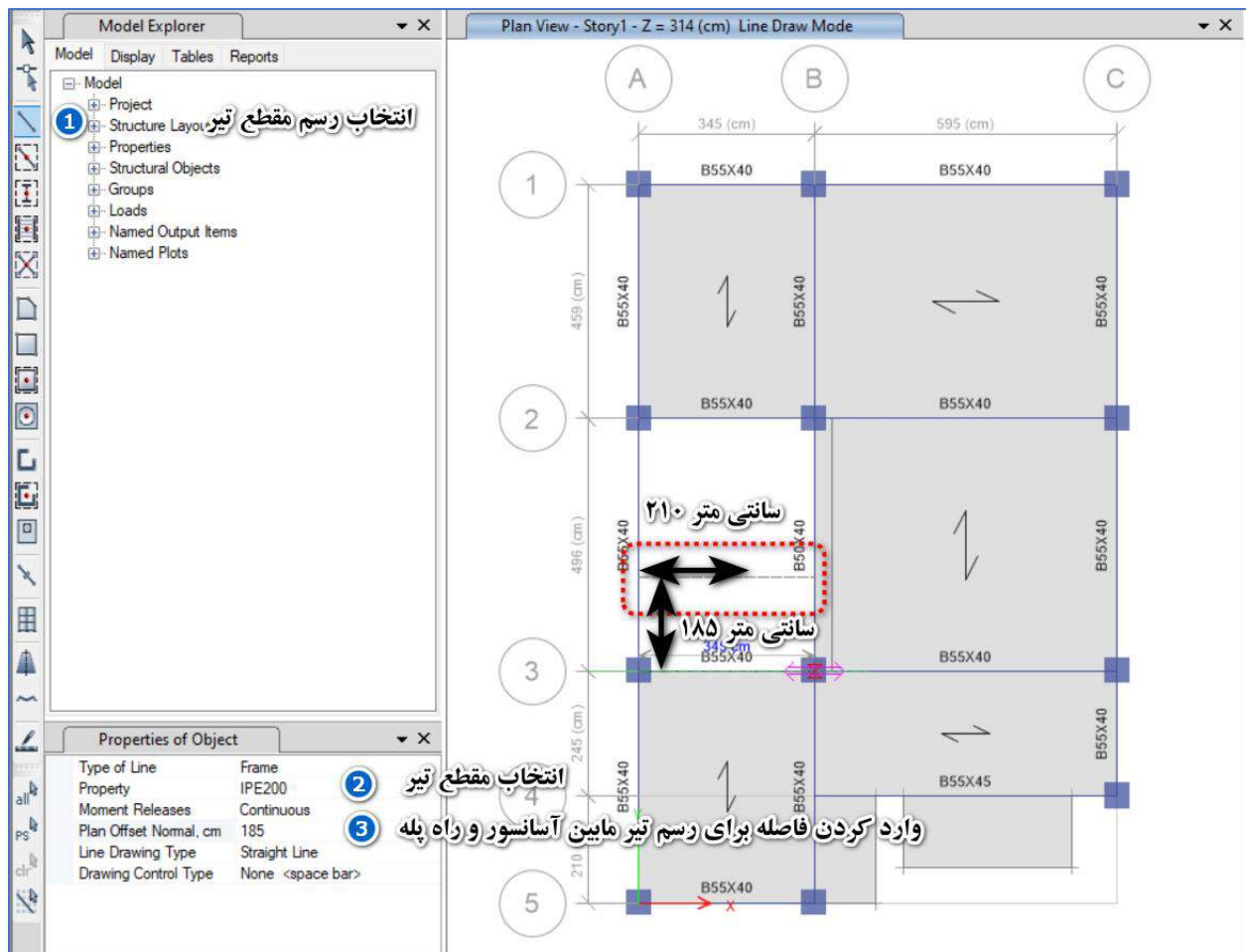
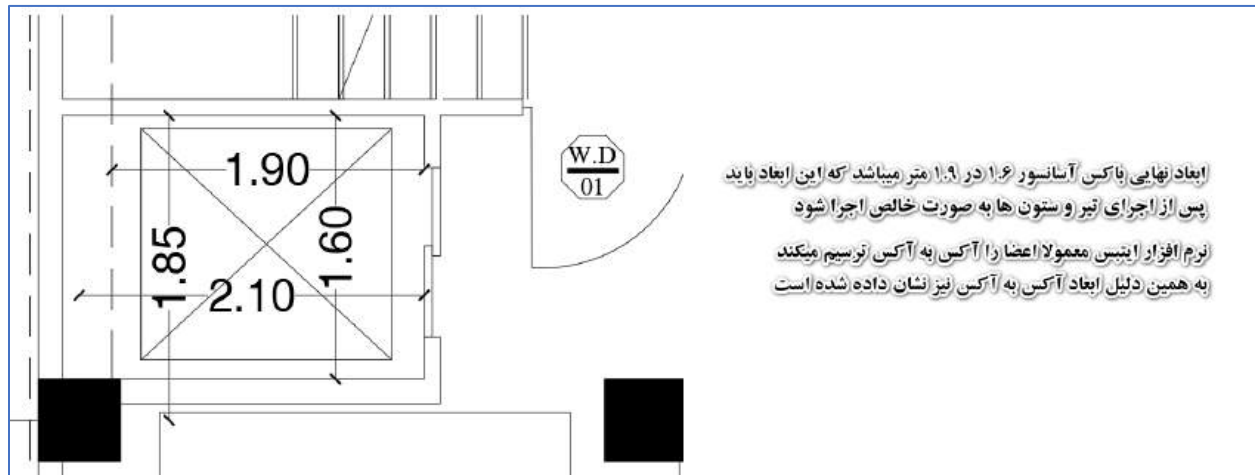
از ابزارهای نشان داده شده می‌توان برای رسم کف‌ها و دیوارها استفاده کرد. نوع نمایش (Plan, Elev, 3D) موردنیاز در حین رسم هر کدام از گزینه‌ها در مقابل نام ابزار نوشته شده است.

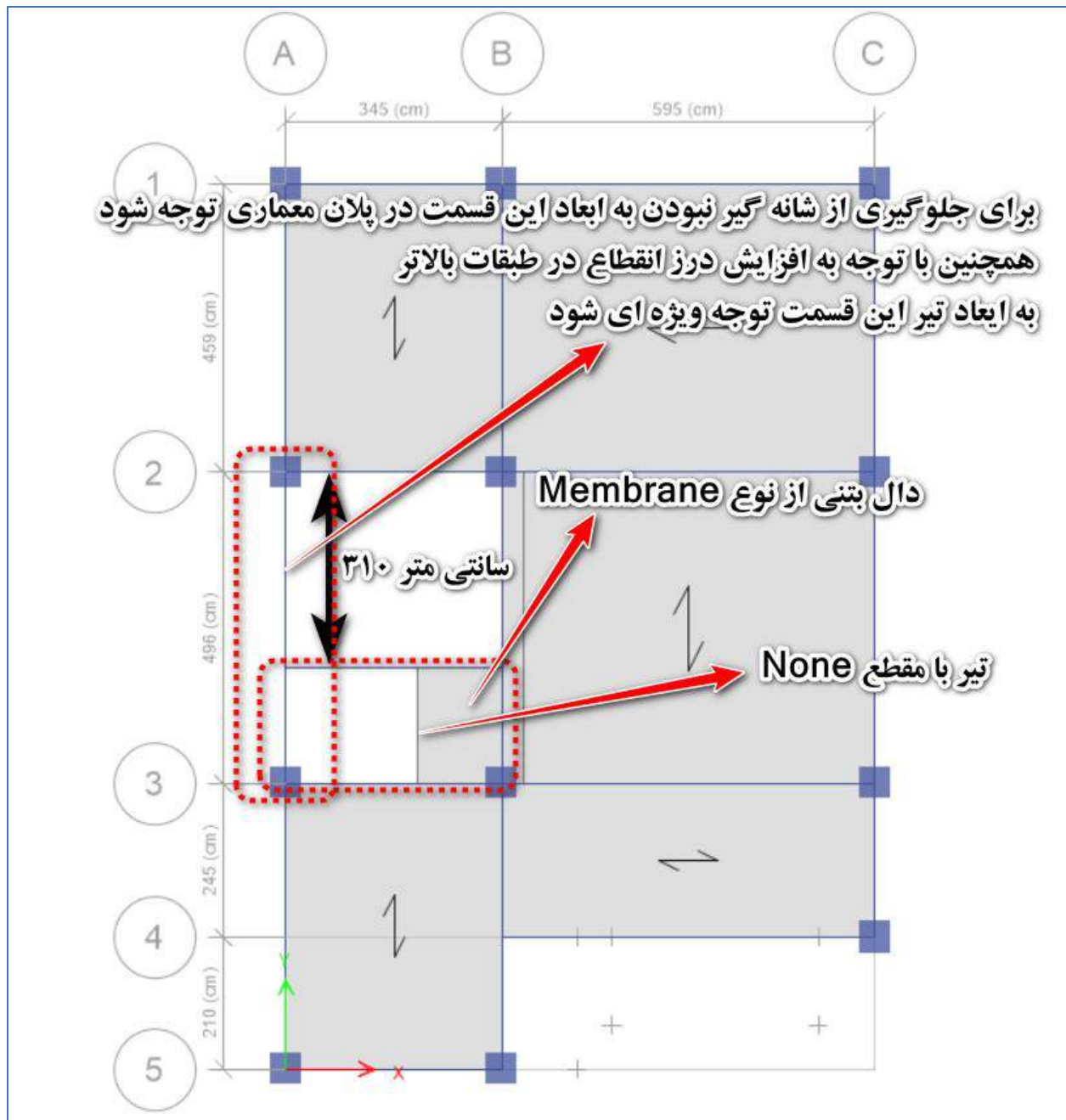




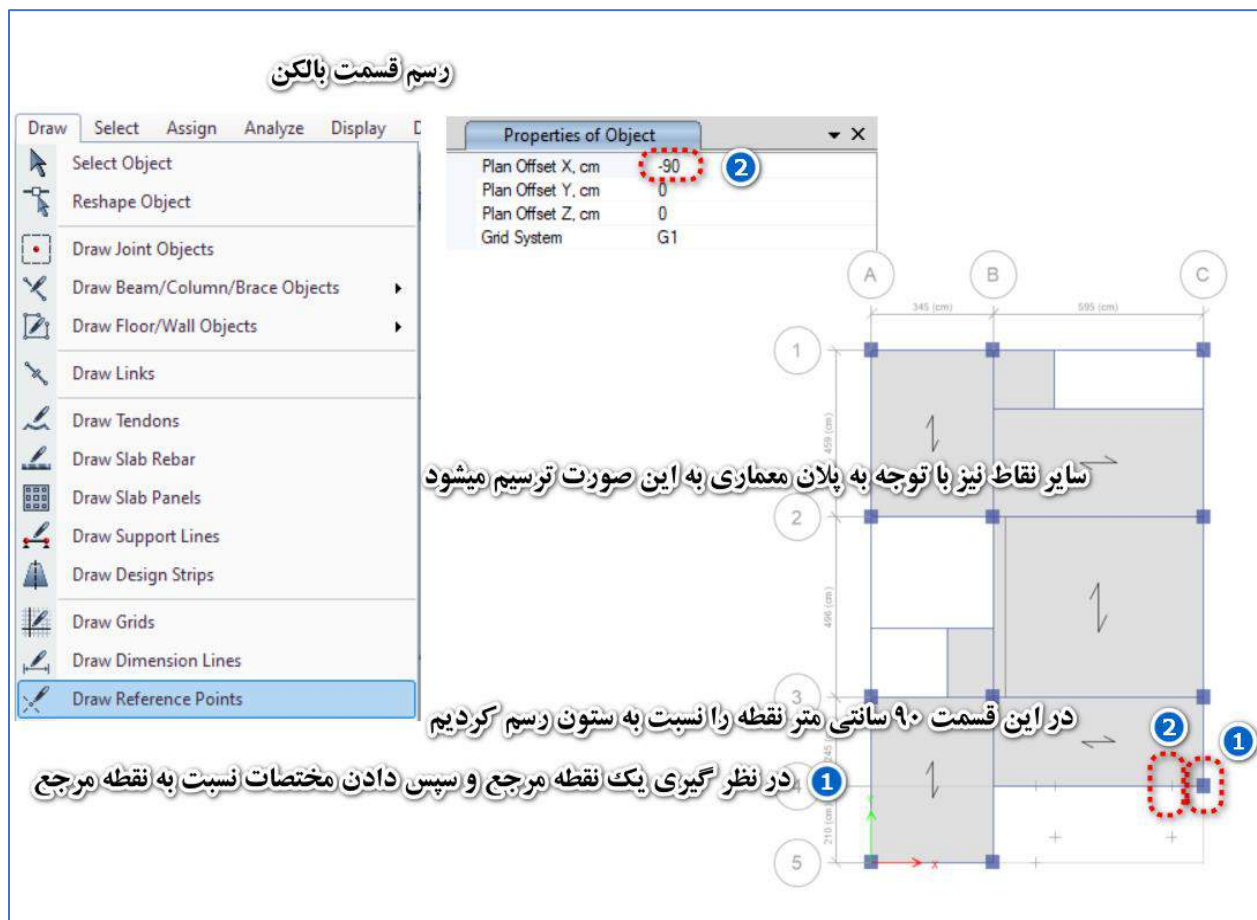
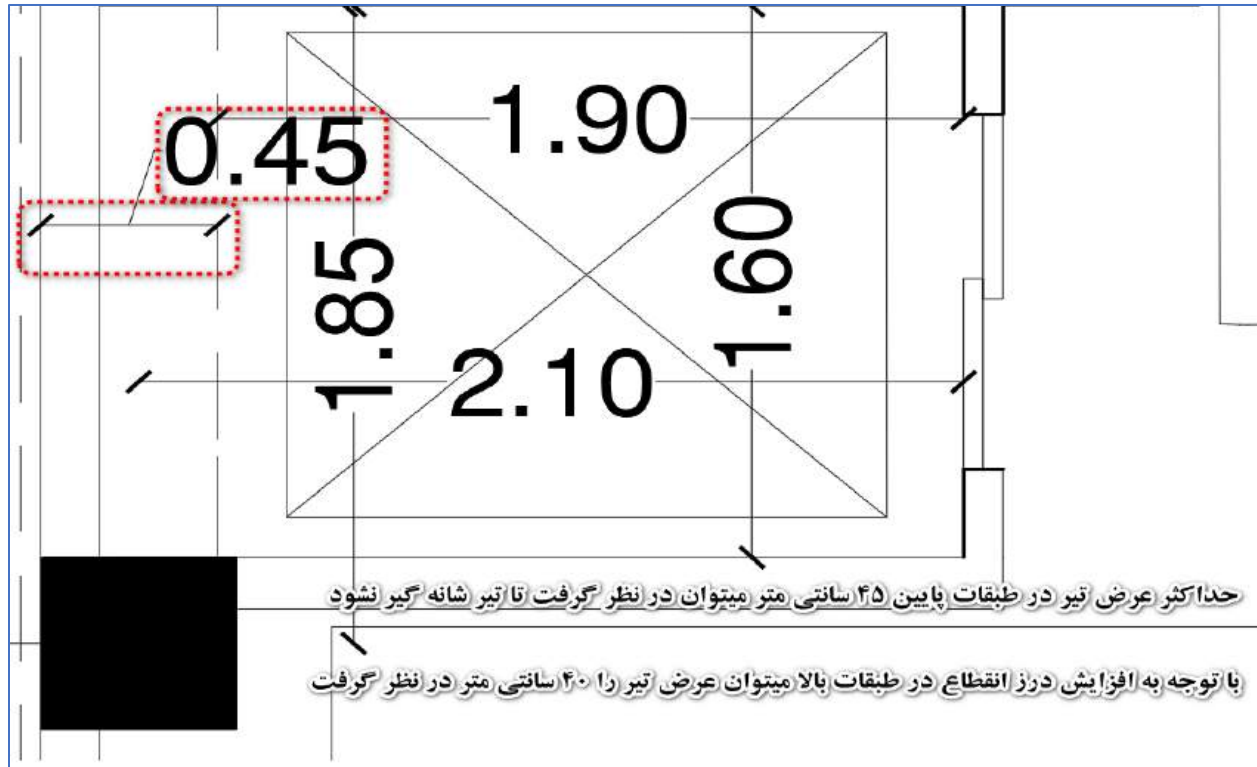
رسم قسمت مربوط به آسانسور و راه پله

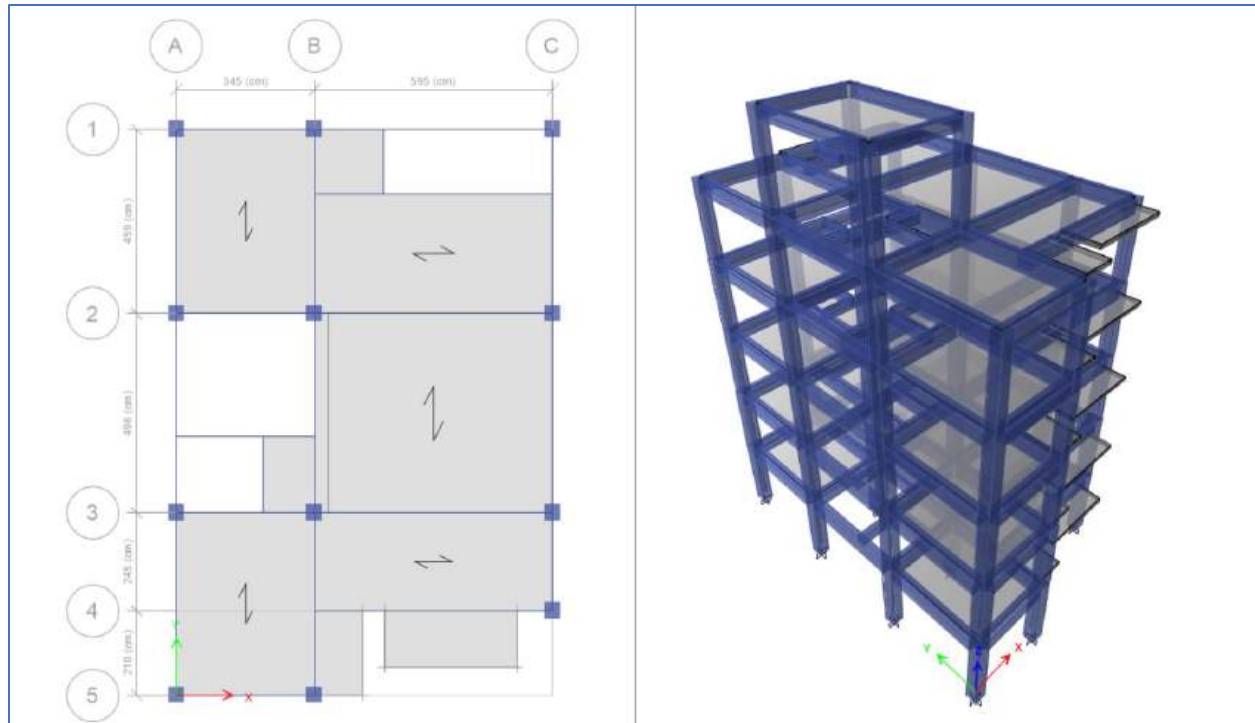
ابتدا ابعاد باکس آسانسور را از پلان معماری نهایی بدست می آوریم سپس در نرم افزار ایتبس به صورت زیر عمل می کنیم.





برای تیر مابین آسانسور و راه پله می توان از تیر فولادی نیز استفاده کرد اگر ابعاد راه پله و آسانسور اجازه بدهد بهتر است از تیر بتنی استفاده شود در غیر این صورت میتوان از تیر فولادی استفاده کرد. در این پروژه از تیر فولادی استفاده شده است. به شکل زیر توجه شود.





مدل سازی نهایی به صورت شکل بالا می باشد که با تمام ابزار گفته شده در بخش های قبلی ترسیم شده است. برای قسمت پاسیو نیز همانند قسمت راه پله عمل خواهد شد و به ابعاد این قسمت ها در پلان معماری توجه ویژه ای شود تا در اجرا مشکلاتی پیش نیاد.

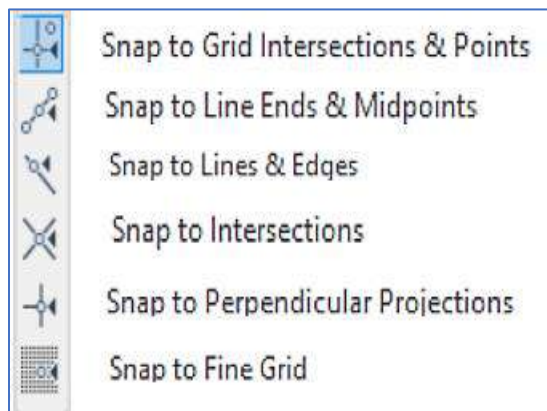


گزینه Snap

در نرم افزار ETABS قابلیت تحت عنوان Snap برای انتخاب دقیق نقاط موجود در مدل سازه در نظر گرفته شده است. این قابلیت امکان شناسایی و انتخاب خودکار نقاط مهم هندسی نظیر گره ها، محل تقاطع اعضا، انتهای تیرها و ستون ها را فراهم می سازد. به این ترتیب، با نزدیک شدن نشانگر ماوس به چنین نقاطی، آن ها به صورت پررنگ (Highlight) نمایش داده می شوند و با کلیک در محدوده ی اطرافشان، نرم افزار به صورت هوشمند نقطه ی واقعی هندسی را به جای موقعیت دقیق ماوس انتخاب می کند.

در برخی شرایط، به ویژه زمانی که نقاط متعددی در فاصله ی نزدیک به یکدیگر قرار دارند و کاربر قصد انتخاب نقطه ای خاص را دارد، فعال بودن این قابلیت ممکن است موجب تداخل یا خطا در انتخاب شود. در چنین مواردی، می توان قابلیت Snap را به طور موقت غیرفعال نمود تا انتخاب به صورت دستی و دقیق انجام گیرد.

همچنین در تنظیمات نرم افزار، امکان شخصی سازی عملکرد Snap وجود دارد؛ به این معنا که کاربر می تواند انواع نقاط یا المان هایی را که مایل به فعال بودن قابلیت Snap برای آن ها است، به صورت انتخابی تعیین کند تا فرآیند مدل سازی با دقت و سرعت بیشتری انجام شود.



نقاط تقاطع گریدهای سازه
نقاط انتهایی و میانی اعضای سازه
امتداد اعضای خطی یا لبه های اعضای سطحی سازه
محل های تقاطع اعضای سازه
امتدادهای عمود بر اعضای سازه
گریدهای ریز



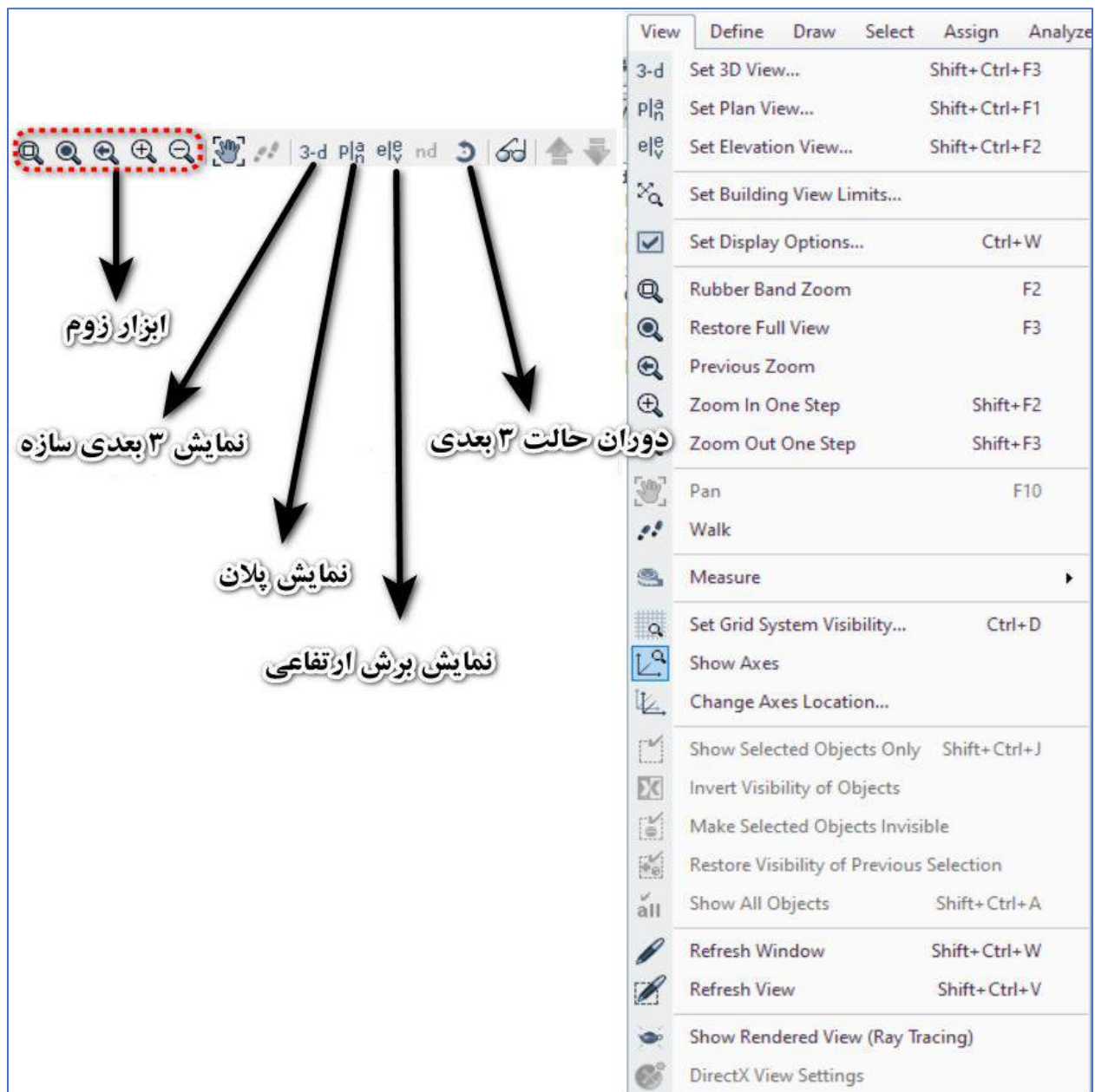
گروه‌های انتهایی المان‌های سازه نظیر تیرها و ستون‌ها	Joints
نقاط انتهایی و میانی مربوط به اعضای خطی (مانند تیرها و ستون‌ها) یا لبه‌های اعضای سطحی (مانند کف‌ها)	Line Ends and Midpoints
نقاط تقاطع گریدهای سازه	Grid Intersections
خطوط و اعضای تشکیل‌دهنده قاب‌ها	Lines and Frames
لبه‌های المان‌های سطحی (مانند لبه‌های کف‌های سازه)	Edges
راستای عمود به یک المان سازه	Perpendicular Projections
نقاط تلاقی و محل برخورد دو عضو سازه‌ای	Intersections
شبکه تقاطع گریدهای ریز (این نوع گریدها را در قسمت Settings معرفی می‌کنیم)	Fine Grid
نقاط در امتداد یک المان (مانند تقاطعی که در خارج ولی در امتداد طول آن قرار دارند)	Extensions
نقاط به موازات امتداد یک المان	Parallels
یک سری از انتخاب‌های هوشمند و دلخواه در ETABS	Intelligent Snaps
المان‌هایی که در لایه معماری در نظر گرفته شده باشند.	Arch. Layer

گروه‌های انتهایی المان‌های سازه نظیر تیرها و ستون‌ها	Joints
نقاط انتهایی و میانی مربوط به اعضای خطی (مانند تیرها و ستون‌ها) یا لبه‌های اعضای سطحی (مانند کف‌ها)	Line Ends and Midpoints
نقاط تقاطع گریدهای سازه	Grid Intersections
خطوط و اعضای تشکیل‌دهنده قاب‌ها	Lines and Frames
لبه‌های المان‌های سطحی (مانند لبه‌های کف‌های سازه)	Edges
راستای عمود به یک المان سازه	Perpendicular Projections
نقاط تلاقی و محل برخورد دو عضو سازه‌ای	Intersections
شبکه تقاطع گریدهای ریز (این نوع گریدها را در قسمت Settings معرفی می‌کنیم)	Fine Grid
نقاط در امتداد یک المان (مانند تقاطعی که در خارج ولی در امتداد طول آن قرار دارند)	Extensions
نقاط به موازات امتداد یک المان	Parallels
یک سری از انتخاب‌های هوشمند و دلخواه در ETABS	Intelligent Snaps
المان‌هایی که در لایه معماری در نظر گرفته شده باشند.	Arch. Layer



حالت‌های سازه

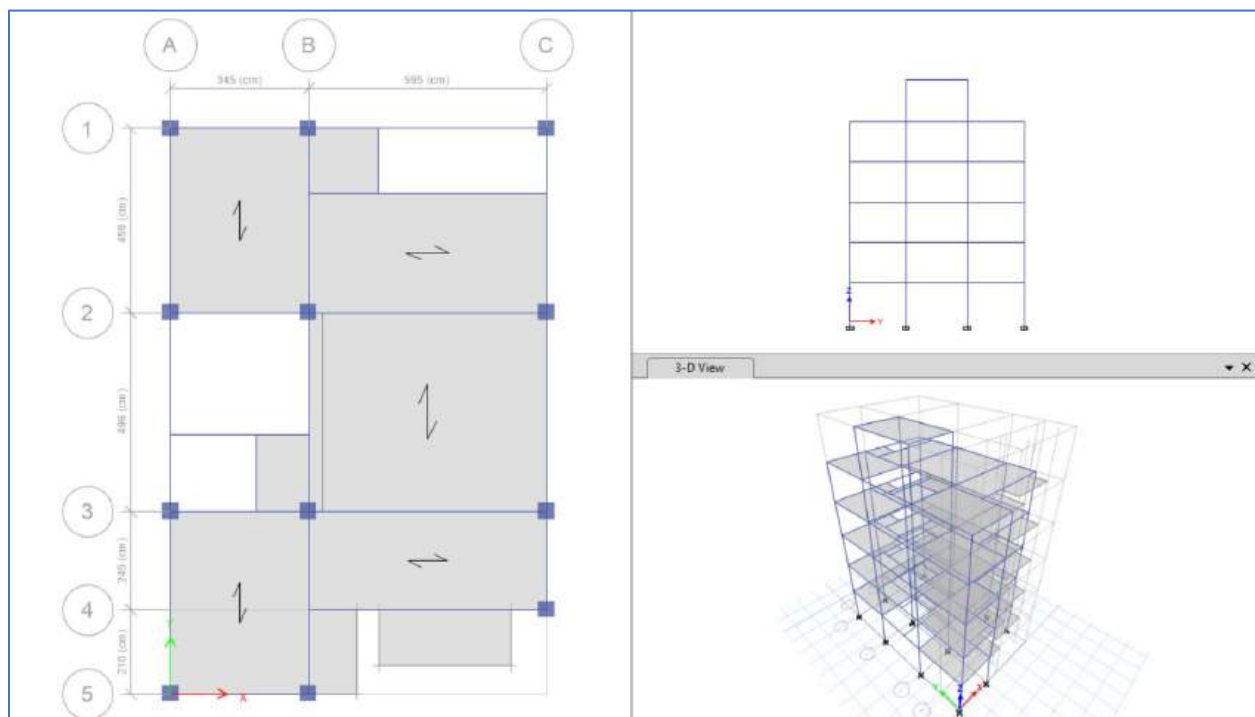
با استفاده از گزینه‌های موجود در منوی View و همچنین کلیدهای میانبر (Shortcut Keys) متناظر در نرم‌افزار ETABS، کاربر می‌تواند نحوه‌ی نمایش مدل سازه را به صورت بهینه و متناسب با نیاز خود تنظیم نماید. این قابلیت‌ها امکان تغییر زاویه دید، بزرگ‌نمایی یا کوچک‌نمایی، نمایش دوبعدی یا سه‌بعدی مدل، و تمرکز بر بخش‌های خاصی از سازه را فراهم می‌سازند. بدین ترتیب، کاربر قادر خواهد بود با کنترل دقیق‌تر بر دید گرافیکی مدل، تحلیل و ویرایش اجزای سازه را با سهولت و دقت بیشتری انجام دهد.





با انتخاب هر یک از حالات نمایش در نرم افزار ETABS، نحوه‌ی مشاهده‌ی مدل سازه به شکل‌های مختلف قابل تغییر است. نمایش پلان‌ها معمولاً بر اساس طبقات (Stories) یا ترازهای مرجع (Reference Planes) تعریف شده در مدل صورت می‌گیرد، در حالی که نمایش برش‌های ارتفاعی (Elevation Views) بر مبنای محورهای شبکه‌ای (Grids) یا برش‌های دلخواه تعریف شده توسط کاربر انجام می‌شود.

برای ایجاد یا ویرایش ترازهای مرجع (Reference Planes) و برش‌های سفارشی (Custom Elevations) می‌توان از گزینه‌های موجود در منوی Draw استفاده کرد. این امکان به کاربر اجازه می‌دهد تا دیدهای گرافیکی دقیق و متناسب با نیاز تحلیل یا ترسیم جزئیات سازه را ایجاد و کنترل نماید.





برای تعیین مشخصاتی از اجزای سازه که لازم است نمایش داده شود از گزینه‌ی زیر استفاده می‌شود.

Set View Options

General Object Assignments Other Assignments

View by Colors of Objects

Objects Present in View

- ☒ Joint Objects
- ☒ Invisible
- ☒ Columns
- ☒ Beams
- ☒ Braces
- ☒ All Null Frames
- ☒ Floors
- ☒ Walls
- ☒ Openings
- ☒ All Null Shells
- ☒ Wall Stacks
- ☒ Links
- ☒ Tendon
- ☒ Design Strips
- ☐ Line Gauge
- ☐ Area Gauge
- ☒ Slab Rebar
- ☐ Support Lines
- ☒ Slab Panels

Special Effects

- ☐ Object Shrink
- ☒ Object Fill
- ☒ Object Edge
- ☐ Extrude Frames
- ☐ Extrude Shells

Other Special Items

- ☒ Joint Restraints and Springs
- ☐ Diaphragm Extent
- ☐ Connections
- ☒ Story Labels
- ☒ Dimension Lines
- ☒ Architectural Plan Layers
- ☒ Horizon
- ☐ Shell Analysis Mesh
- ☐ Slab Internal Ribs
- ☐ Isolated Column Footings
- ☐ Soil Profile for Joints
- ☐ Soil Profile for Areas
- ☐ Shell User Mesh

Layers to Show for Tendons/Strips/Slab Rebars/Support Lines

- ☒ Layer A
- ☒ Layer B
- ☐ Layer Other

☐ Apply to All Windows

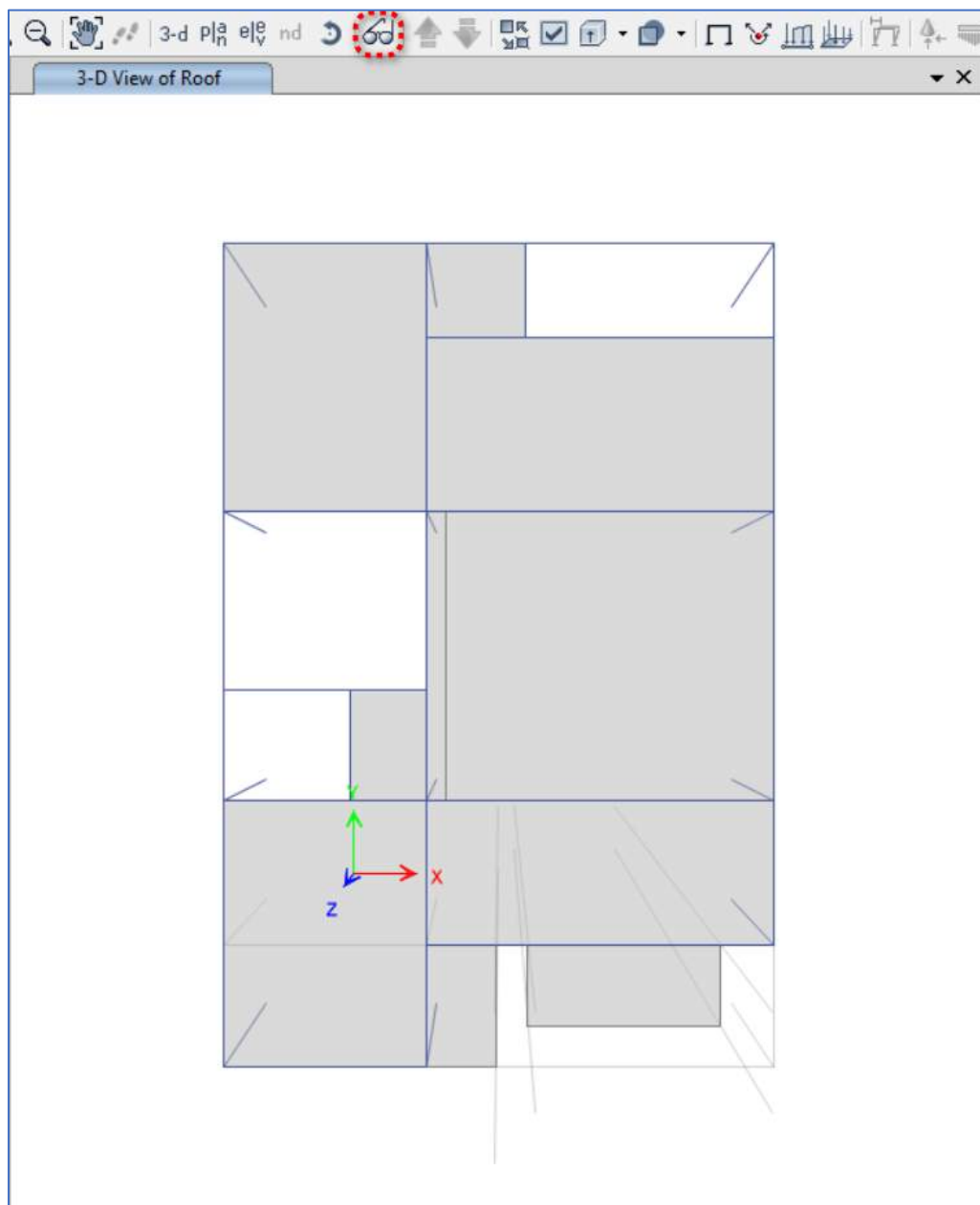
Set to Default View Options

OK Close Apply



گزینه‌ی Perspective در نرم‌افزار ETABS برای نمایش سه‌بعدی واقع‌گرایانه‌ی مدل سازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. با فعال‌سازی این حالت، المان‌هایی که در پشت یا زیر یکدیگر قرار گرفته‌اند نیز به‌صورت حجمی و قابل تشخیص نمایش داده می‌شوند.

به عنوان مثال، در حالت نمایش پلان یک طبقه (Plan View) معمولاً تنها مقطع ستون‌ها در آن تراز قابل مشاهده است؛ اما با فعال‌کردن حالت Perspective View، امکان مشاهده‌ی کل طبقه به‌همراه اعضای قائم و افقی مرتبط با آن فراهم می‌شود. استفاده از این قابلیت موجب می‌شود درک فضایی بهتری از مدل سازه و نحوه‌ی ارتباط بین المان‌ها به دست آید و بررسی دیداری مدل با دقت بیشتری انجام پذیرد.





به طور معمول، پس از اتمام مرحله‌ی مدل‌سازی سازه و ورود به مرحله‌ی طراحی، نمایش محورها (Grids) و مبدأ دستگاه مختصات (Origin) دیگر ضرورت چندانی ندارد و برای ساده‌تر شدن نمای گرافیکی مدل می‌توان آن‌ها را غیرفعال (خاموش) نمود. این کار از طریق گزینه‌های مربوطه در منوی View یا نوار ابزار گرافیکی نرم‌افزار ETABS قابل انجام است.

علاوه بر این، نرم‌افزار امکان تغییر موقعیت مبدأ دستگاه مختصات را نیز فراهم می‌سازد. با استفاده از این قابلیت، کاربر می‌تواند نقطه‌ی مبنا (Reference Point) را در محل دلخواه مدل قرار دهد تا فرآیند ترسیم، اندازه‌گذاری، یا اعمال مختصات دقیق‌المان‌ها با سهولت و دقت بیشتری انجام گیرد.

View Define Draw Select Assign Analyze

3-d Set 3D View... Shift+Ctrl+F3

pln Set Plan View... Shift+Ctrl+F1

elv Set Elevation View... Shift+Ctrl+F2

Set Building View Limits...

☒ Set Display Options... Ctrl+W

Rubber Band Zoom F2

Restore Full View F3

Previous Zoom

Zoom In One Step Shift+F2

Zoom Out One Step Shift+F3

Pan F10

Walk

Measure

Set Grid System Visibility... Ctrl+D

Show Axes

Change Axes Location...

عدم نمایش گریدها

نمایش یا عدم نمایش مبدأ دستگاه مختصات

تغییر موقعیت دستگاه مختصات

E Axes Location

Change Location To

X-Ordinate 0 cm

Y-Ordinate 0 cm

Z-Ordinate 0 cm

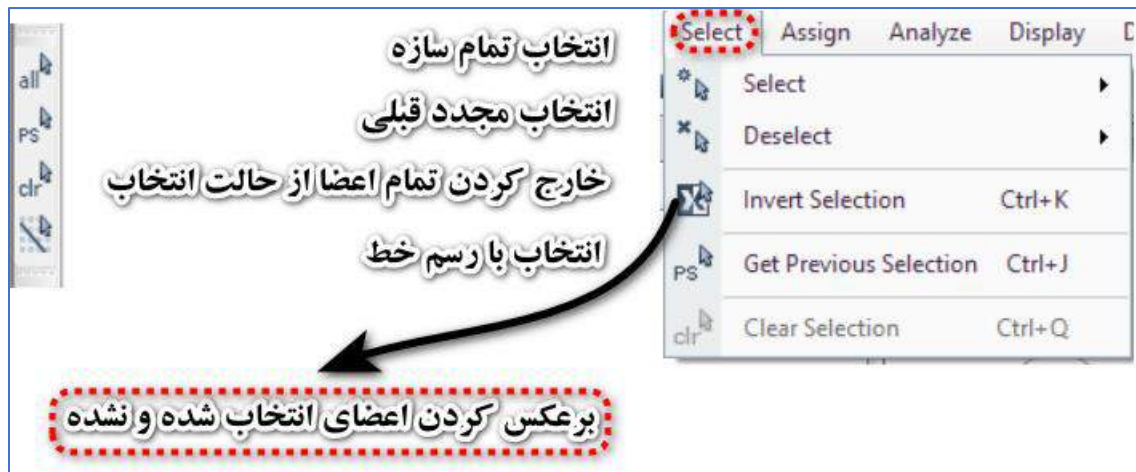
☐ Apply to All Windows

OK Cancel



انتخاب اعضا

برای انتخاب اعضا می‌توان بر روی آن‌ها کلیک نمود. برای خارج کردن اعضا از حالت انتخاب نیز از گزینه‌های موجود در صفحه اصلی ایتبس می‌توان استفاده کرد.



در منوی Select نرم‌افزار ETABS مجموعه‌ای از ابزارهای قدرتمند برای انتخاب دقیق و هدفمند اعضای سازه در اختیار کاربر قرار دارد. با استفاده از این قابلیت‌ها می‌توان اعضا را بر اساس نوع المان (تیر، ستون، دیوار برشی، دال و ...)، مشخصات مقطع (Section Properties)، طبقه (Story)، نوع ماده (Material Type)، گروه‌بندی (Group) یا سایر ویژگی‌های هندسی و تحلیلی انتخاب نمود.

این امکانات باعث می‌شود کاربر بتواند اعمال تغییرات، ویرایش مشخصات، یا مشاهده نتایج تحلیل و طراحی را تنها بر روی اعضای خاص موردنظر خود انجام دهد.

همچنین نرم‌افزار گزینه‌های مشابهی برای لغو انتخاب (Deselect) نیز فراهم کرده است تا بتوان به همان روش، اعضای معینی را از حالت انتخاب خارج نمود. این قابلیت‌ها در مجموع موجب می‌شوند فرآیند مدیریت مدل، ویرایش المان‌ها و کنترل نتایج با دقت و سرعت بیشتری انجام گیرد.



گزینه Object Type یکی از پرکاربردترین گزینه‌های انتخاب است که به عنوان مثال برای انتخاب تمام ستون‌ها می‌تواند استفاده شود.

یکی از پرکاربردترین ابزار برای انتخاب است

Select by Object Type

Object Type

- Joints
- Columns
- Beams
- Braces
- Null Links
- Walls
- Floors
- Null Areas
- Openings
- Links
- Null Links
- Strips Layer A
- Strips Layer B
- Strips Layer Other
- Tendons Layer A
- Tendons Layer B
- Tendons Layer Other
- Slab Panels
- Support Lines Layer A
- Support Lines Layer B
- Support Lines Layer Other
- Line Strain Gauges
- Quad Strain Gauges

Select Deselect Close

انتخاب گره ها

انتخاب ستون ها

انتخاب تیر ها

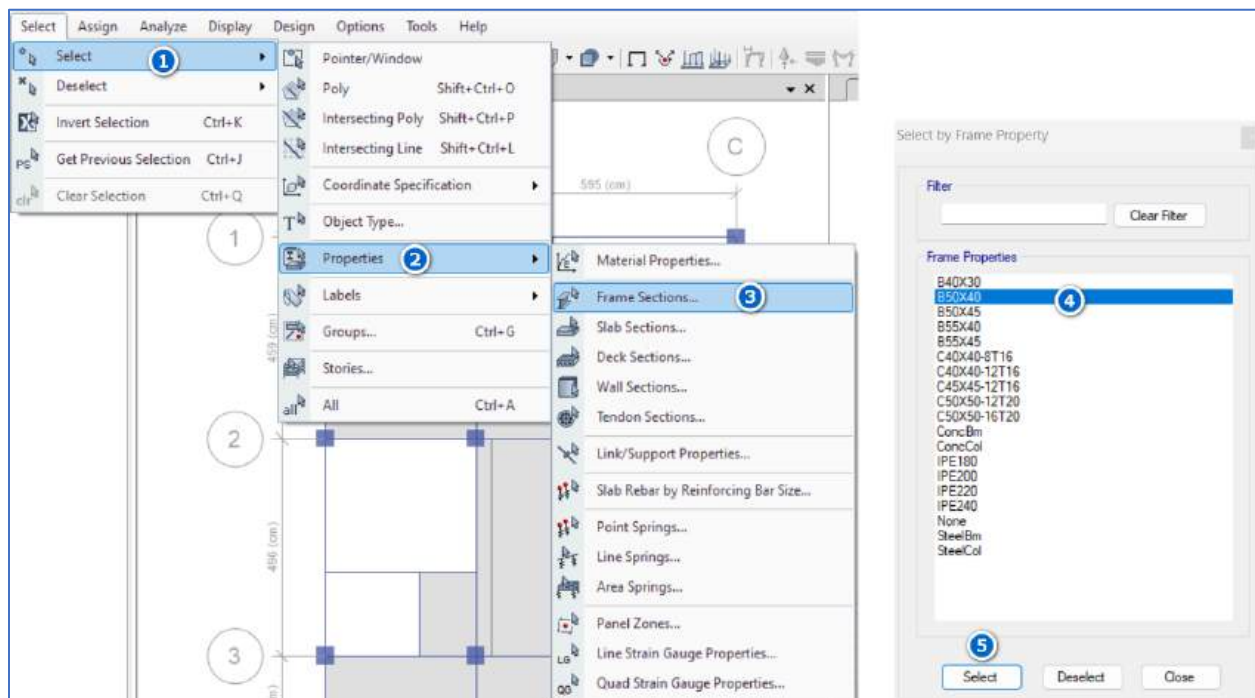
انتخاب مهار بندها

انتخاب دیوار ها

انتخاب سطح ها



همچنین برای انتخاب بر اساس مشخصات مقطع از گزینه‌ی Properties می‌توان استفاده نمود. برای مثال برای انتخاب تمام تیرهای با مقطع B50X40 از این گزینه استفاده می‌شود.

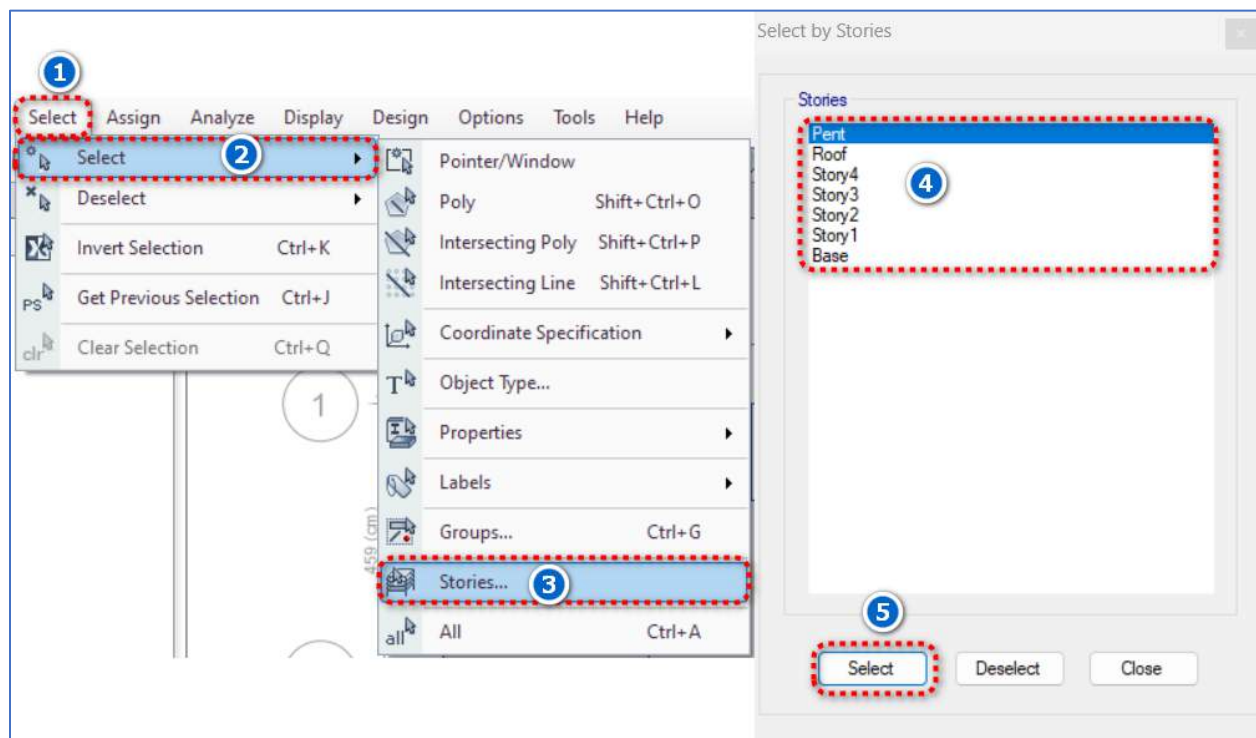




برای انتخاب تمام اجزای موجود در یک یا چند طبقه‌ی خاص در نرم‌افزار ETABS، می‌توان از گزینه‌ی Stories در منوی Select استفاده کرد.

این قابلیت به کاربر اجازه می‌دهد تا کلیه‌ی المان‌های سازه‌ای (نظیر تیرها، ستون‌ها، دیوارها و دال‌ها) را که در تراز یا طبقه‌ی مشخصی قرار دارند، به‌صورت یکجا انتخاب نماید. این امر به‌ویژه در مواقعی که نیاز به اعمال تغییرات، مشاهده‌ی نتایج تحلیل یا طراحی، یا اختصاص مشخصات خاص به یک طبقه‌ی مشخص وجود دارد، بسیار کاربردی است.

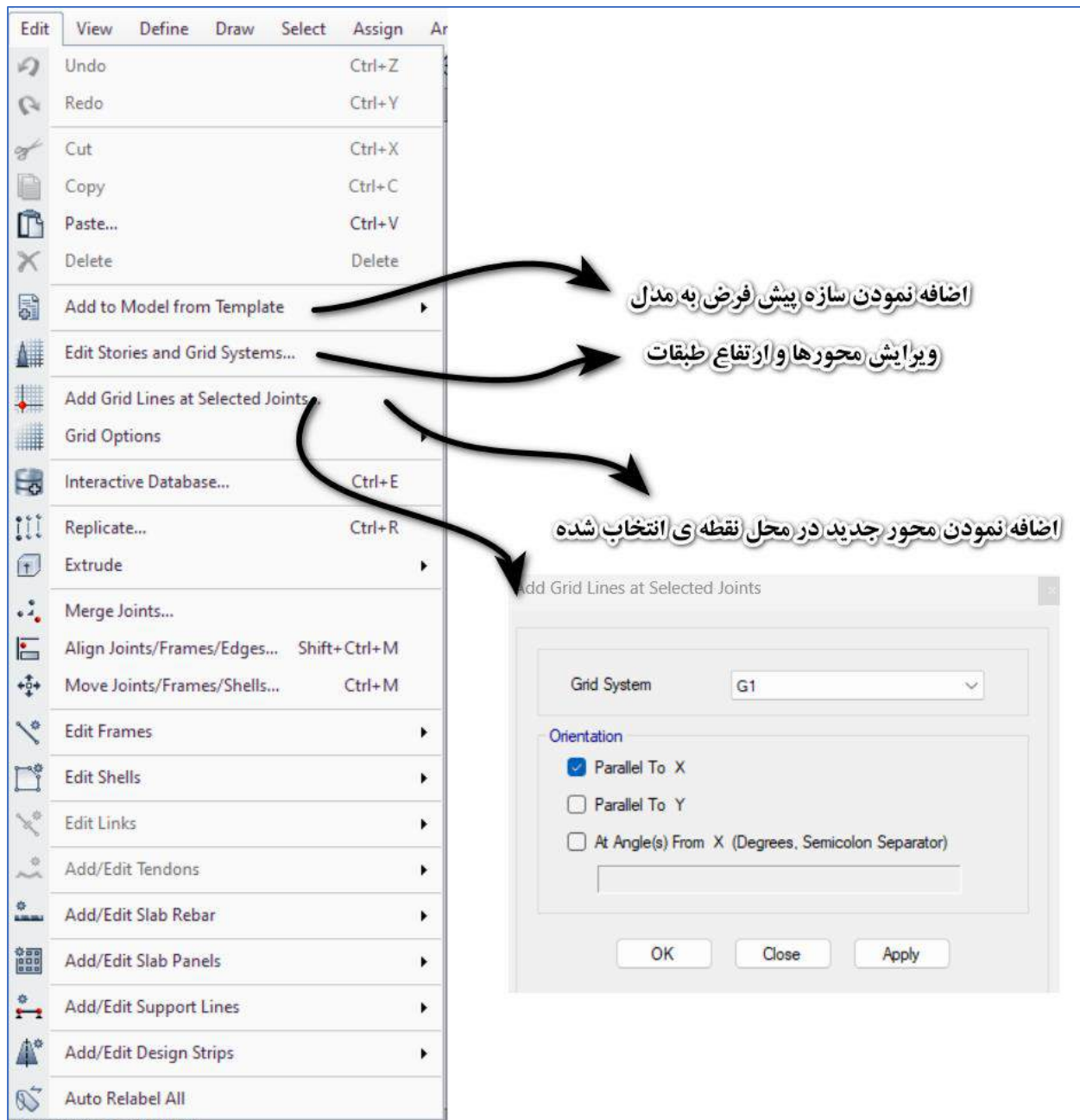
به‌عبارت دیگر، گزینه‌ی Stories → Select ابزاری سریع و دقیق برای مدیریت و ویرایش طبقه‌ای مدل سازه محسوب می‌شود.





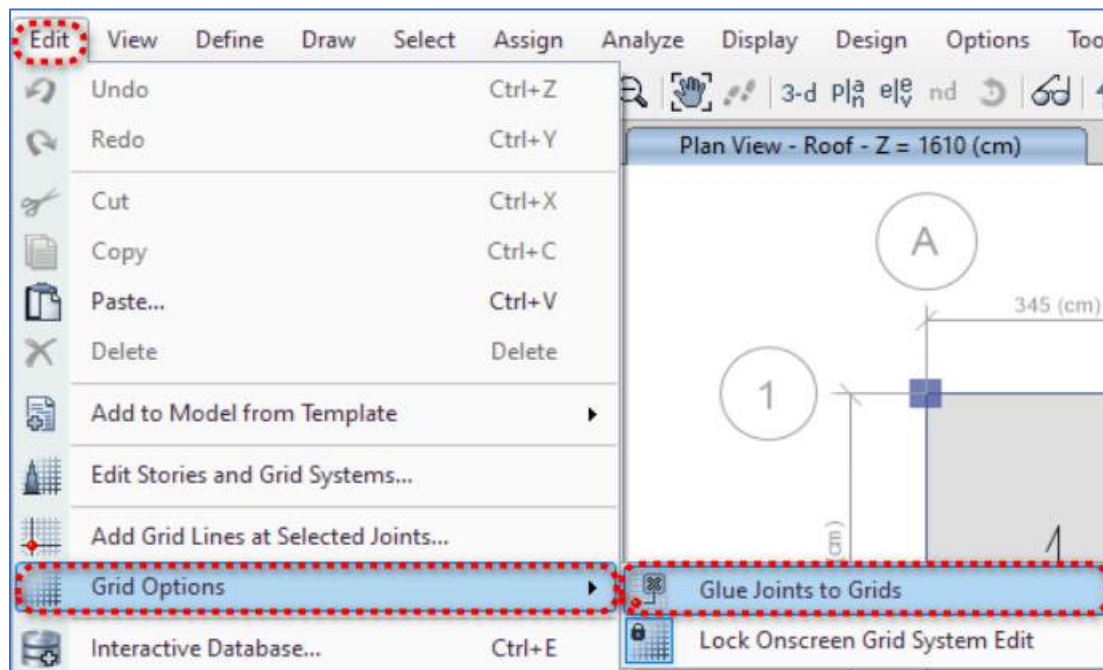
ویرایش هندسه مدل

با بهره‌گیری از ابزارها و گزینه‌های موجود در منوی ویرایش (Edit)، امکان اصلاح و تغییر هندسه مدل ترسیم‌شده فراهم می‌گردد.

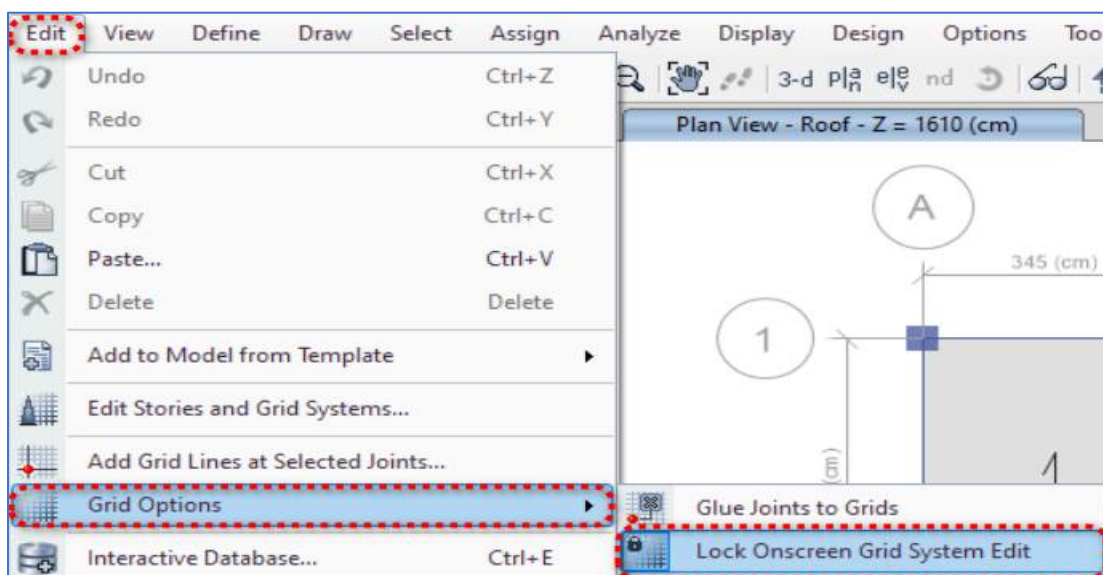




با فعال سازی این گزینه، گره های موجود روی شبکه محورها (Grid) به خود محورها متصل می شوند، به گونه ای که با تغییر موقعیت محورها، تمامی تیرها، ستون ها و سایر المان های مرتبط با آن محور نیز به طور همزمان جابه جا می شوند. این ویژگی برای تنظیم مجدد موقعیت آکس ستون ها بسیار مفید است. (شکل زیر)



همچنین، با انتخاب این گزینه، شبکه محورها (Grid) قفل می شود و در صفحه اصلی نرم افزار قابل تغییر نخواهد بود، هر چند از طریق مسیر Edit Stories and Grid Systems همچنان امکان ویرایش آن وجود دارد. توصیه می شود این گزینه به صورت پیش فرض فعال باقی بماند. (شکل زیر)





گزینه **Replicate** امکان ایجاد نسخه‌های متعدد از المان‌ها، طبقات (Stories) یا کل سیستم سازه‌ای را فراهم می‌کند بدون نیاز به ترسیم مجدد آن‌ها، که باعث صرفه‌جویی در زمان و کاهش احتمال خطا می‌شود.

قابلیت‌ها:

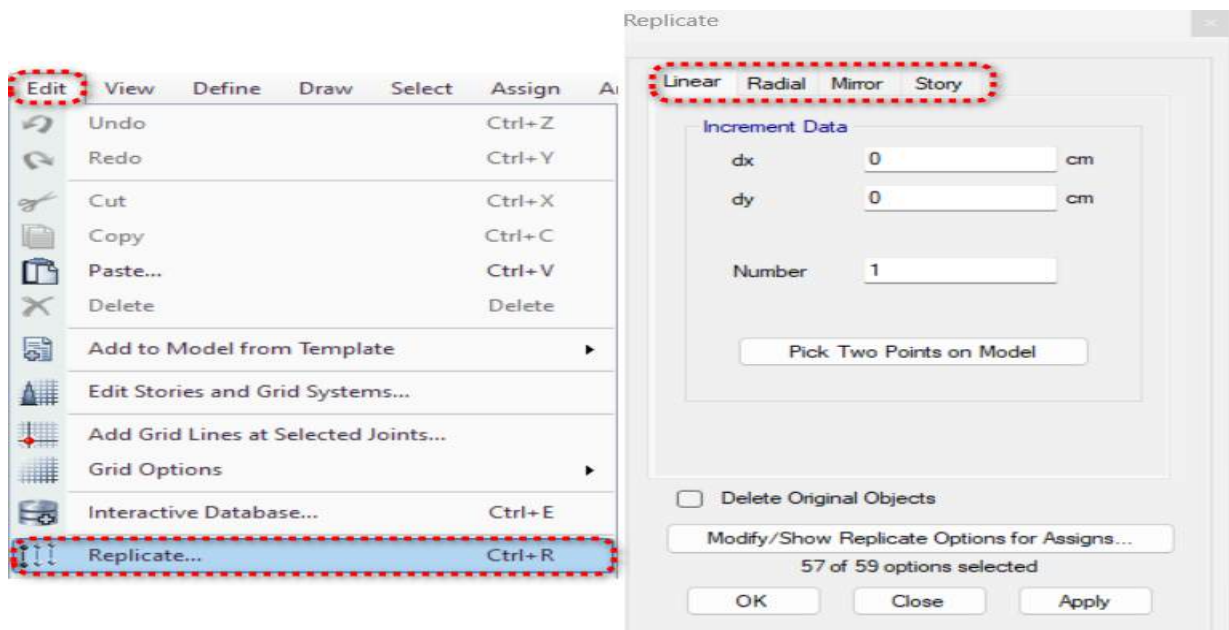
تکثیر طبقات (Stories): می‌توان یک یا چند طبقه را به تعداد دلخواه در بالای یا پایین مدل کپی کرد و تمام المان‌ها، مانند تیرها، ستون‌ها و دیوارهای برشی، با مشخصات اصلی حفظ شوند. **تکثیر المان‌ها یا شبکه‌ها (Grids/Elements):** امکان کپی‌برداری از بخش‌های انتخابی مدل (مثلاً یک قاب یا یک شبکه خاص) و قرار دادن آن‌ها در مکان‌های جدید وجود دارد. **حفظ خصوصیات المان‌ها:** تمامی مشخصات هندسی، مصالح، اتصالات و بارگذاری‌های اعمال شده بر المان‌های اصلی به نسخه‌های کپی منتقل می‌شوند.

کاربردها:

مدل‌سازی ساختمان‌های چندطبقه با پلان مشابه در تمام طبقات. ایجاد نسخه مشابه از بخش‌هایی از سازه مانند یک قاب یا فضاکار. تسریع فرآیند طراحی و تحلیل سازه‌های با هندسه تکراری.

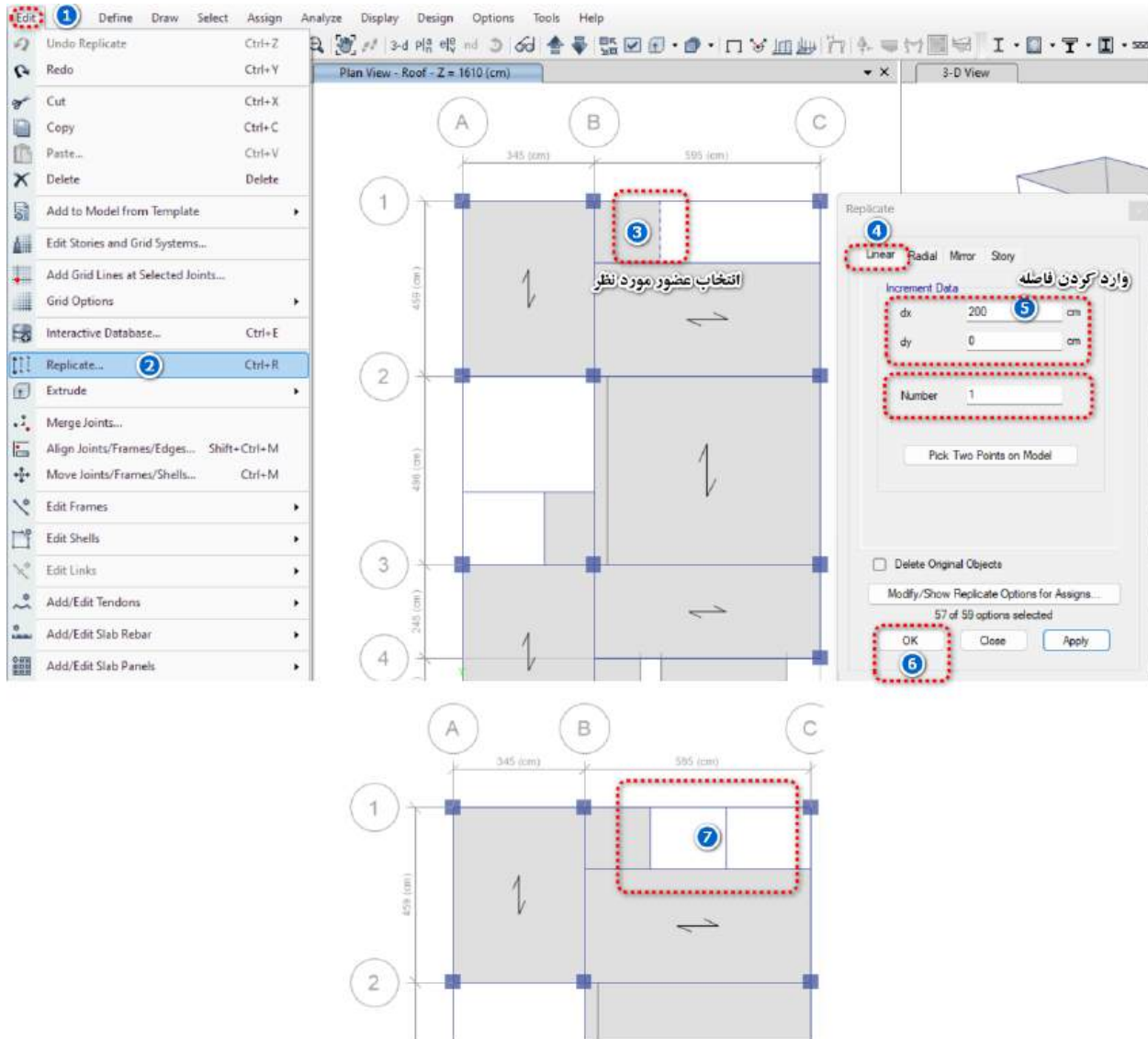
نکات اجرایی:

پس از انتخاب گزینه **Replicate**، نرم‌افزار امکان تعیین تعداد کپی‌ها، جهت تکثیر (مثلاً بالا، پایین، افقی یا عمودی) و محدوده المان‌ها را می‌دهد. این گزینه با گزینه‌های **Move** و **Align** قابل ترکیب است تا موقعیت نسخه‌های کپی به دقت تنظیم شود.





قابلیت Linear: با این ابزار میتوان یک تیر یا هر المانی را در جهت X و Y کپی کرد.



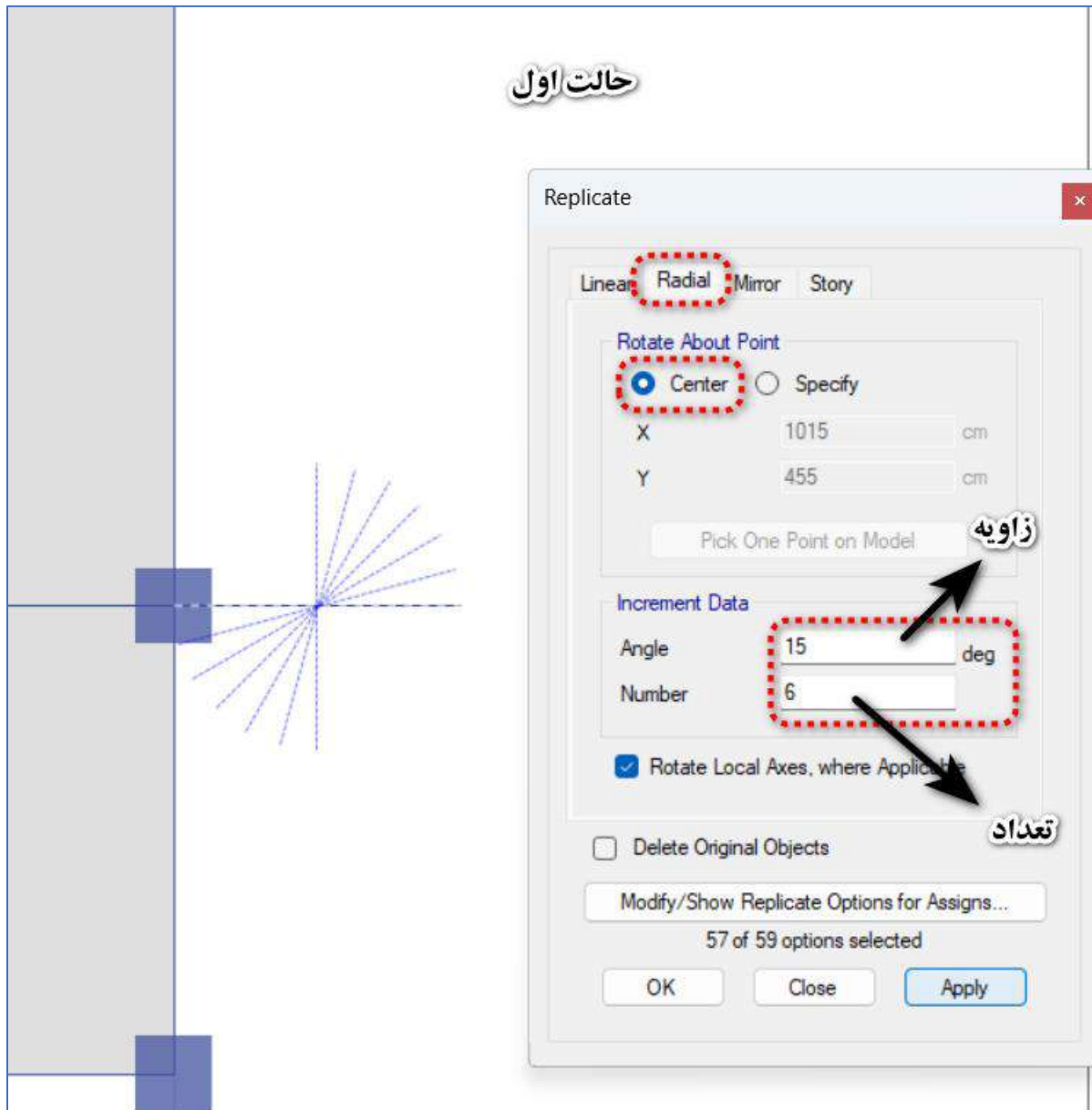
برای مثال در شکل فوق از گزینه Replicate برای کپی تیر مشخص شده در فاصله‌ی دو متری در راستای X استفاده شده است.



قابلیت Radial: برای ایجاد کپی‌های یک یا چند المان (ستون، تیر، قاب، دیوار و ...) به صورت دایره‌ای حول یک محور یا نقطه مشخص استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، این ابزار برای طراحی پلان‌های چندضلعی یا مدور، مانند برج‌ها، استادیوم‌ها، یا ساختمان‌های با تقارن شعاعی بسیار مناسب است.

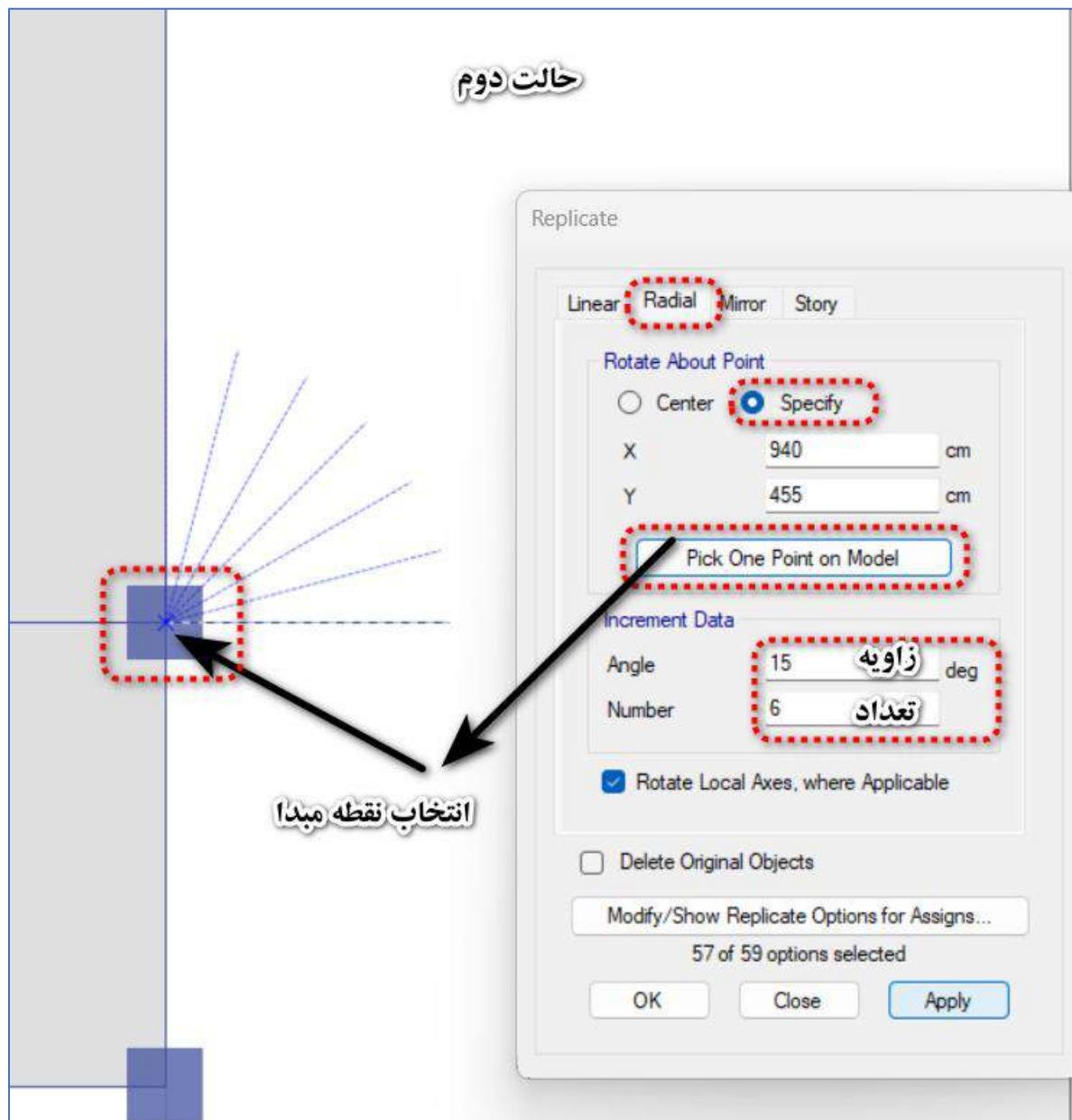
این گزینه دو حالت دارد:

حالت اول Center نرم افزار نسبت به مرکز عضو انتخاب شده فرآیند کپی را انجام می‌دهد. (مانند شکل زیر)



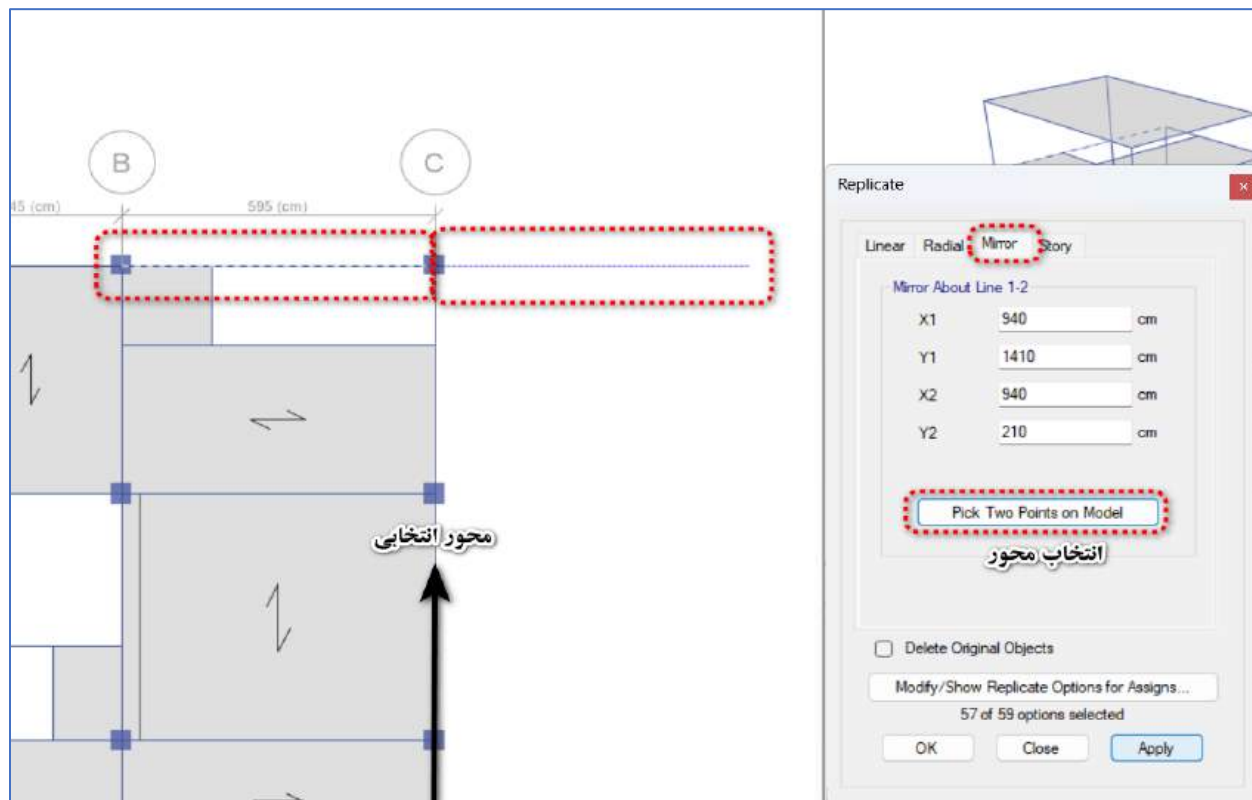


حالت دوم Specify نرم افزار نسبت به نقطه مبدا که کاربر مشخص می کند فرآیند کپی را انجام می دهد. (مانند شکل زیر)

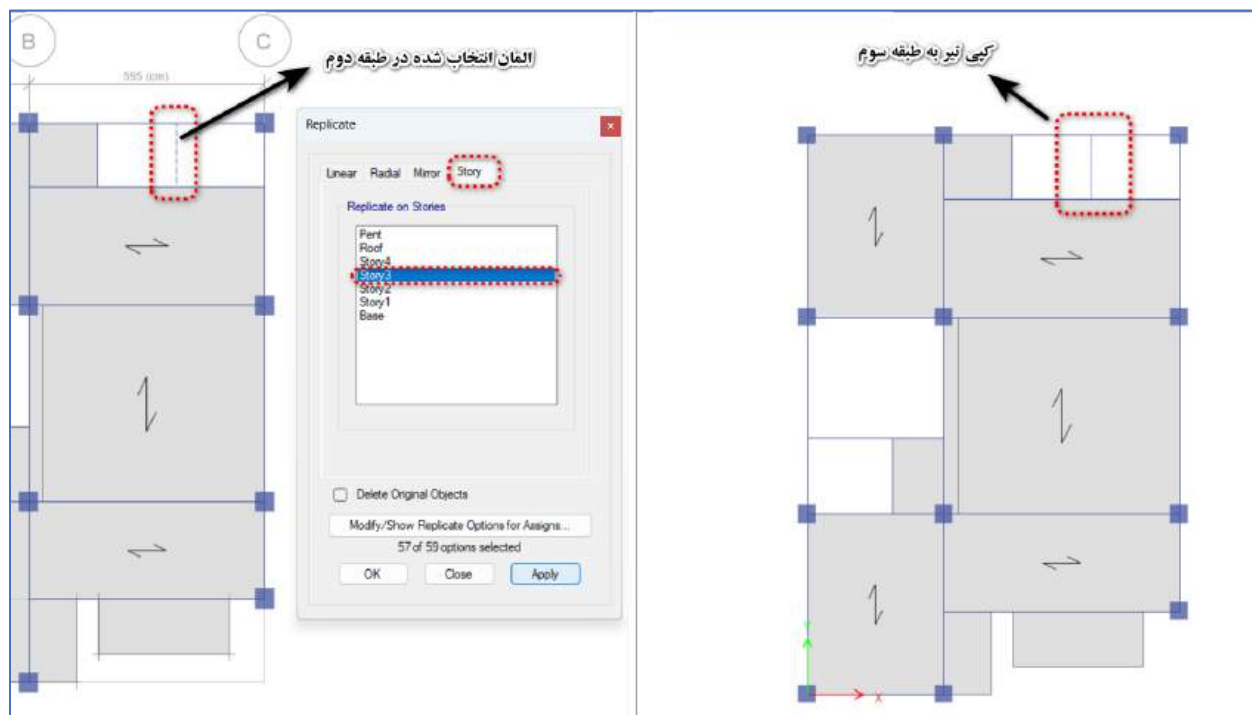




قابلیت **Mirror**: کپی آینه‌ای نسبت به محور مشخص (مانند شکل زیر)



قابلیت **Story**: کپی در سایر طبقات (مانند شکل زیر)



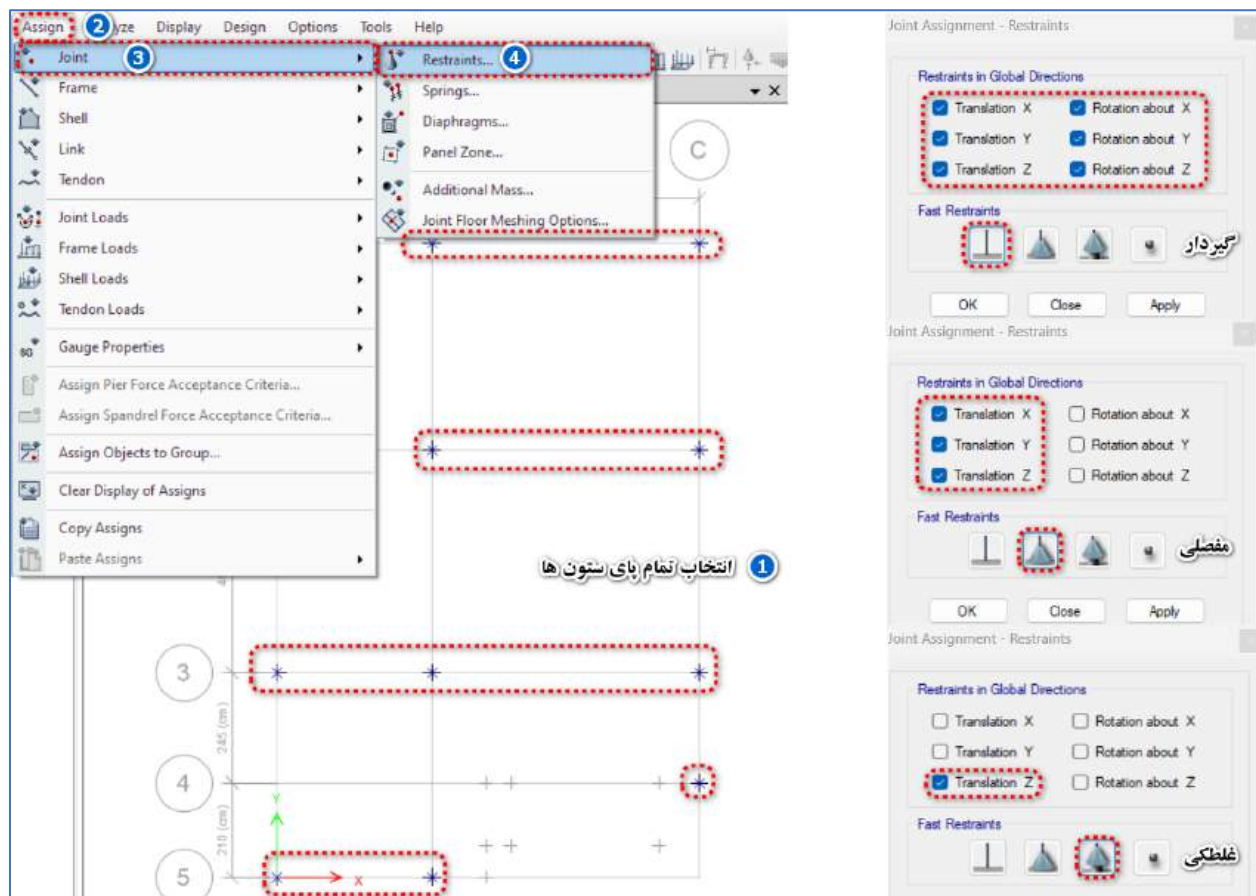


تعیین مشخصات تکیه‌گاه‌ها

تکیه‌گاه مفصلی یکی از انواع شرایط مرزی (Boundary Conditions) در تحلیل سازه‌هاست که به سازه اجازه‌ی چرخش آزادانه در محل تکیه‌گاه را می‌دهد، اما جابجایی انتقالی (حرکت خطی) را در آن نقطه محدود می‌کند.

تکیه‌گاه گیردار یا تکیه‌گاه صلب نوعی شرط مرزی است که در آن هیچ‌گونه جابجایی یا دوران در محل تکیه‌گاه مجاز نیست. به عبارتی، تکیه‌گاه گیردار تمام درجات آزادی گره را مقید می‌کند. یعنی جسم در محل تکیه‌گاه نمی‌تواند نه حرکت کند و نه بچرخد.

پس از مدل‌سازی هندسی سازه، لازم است شرایط مرزی (Boundary Conditions) متناسب با نوع رفتار تکیه‌گاه‌ها در راستاهای مختلف (مفصلی یا گیردار) به‌درستی تعریف شوند. بدین منظور، پس از انتخاب گره‌های تکیه‌گاهی مدل، قیود حرکتی مربوط به هر راستا بر اساس رفتار مورد نظر اعمال می‌گردد.



در سازه‌های بتنی پای ستون‌ها به صورت گیردار مدل‌سازی و طراحی می‌شود. در سازه‌های فولادی با توجه به نوع سیستم باربرجانبی می‌توان پای ستون‌ها را به صورت گیردار یا مفصلی مدل‌سازی و طراحی نمود.



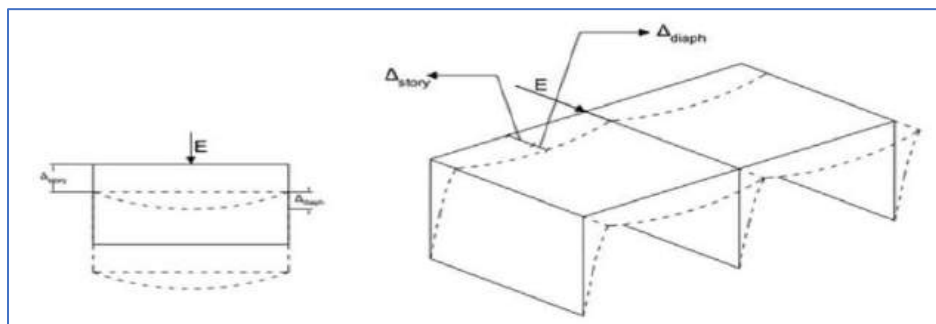
تعریف دیافراگم

دیافراگم ها که معمولاً کف‌های سازه‌ای تحمل کننده بارهای ثقیلی در ساختمان‌ها هستند، در هنگام وقوع زلزله وظیفه انتقال نیروهای ایجاد شده در کف‌ها را به عناصر قائم باربر جانبی بر عهده دارند. این دیافراگم‌ها باید در برابر تغییرشکل‌های افقی که در آن‌ها ایجاد می‌شود، مقاومت و سختی کافی را دارا باشند.

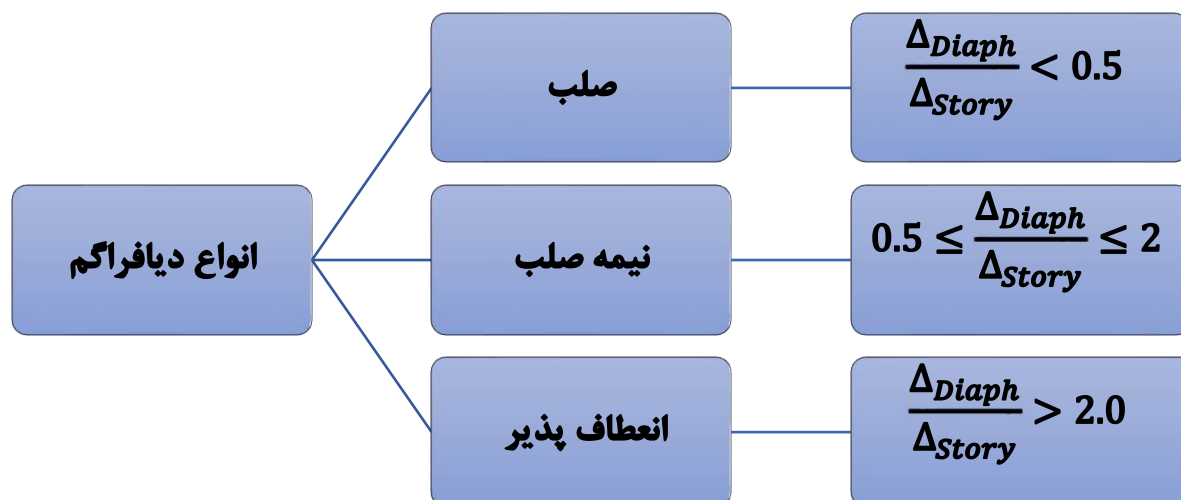
در دیافراگم صلب، تغییرشکل‌های درون صفحه‌ای نادیده گرفته می‌شود و کل صفحه به صورت یک جسم صلب رفتار می‌کند.

دیافراگم نیمه صلب حالتی بین دو فرض دیافراگم صلب و دیافراگم انعطاف پذیر است. در این حالت، تغییرشکل‌های درون صفحه‌ای دال یا سقف در تحلیل لحاظ می‌شود، اما در عین حال، سختی صفحه آن قدر زیاد است که بتواند بخشی از نیروهای جانبی را به صورت نسبتاً یکنواخت منتقل کند.

دیافراگم انعطاف پذیر حالتی است که در آن تغییرشکل‌های درون صفحه‌ای سقف در برابر نیروهای جانبی آن قدر زیاد است که نمی‌توان فرض کرد تمام نقاط طبقه دارای جابجایی یکسانی هستند.



تغییر شکل دیافراگم و تغییر مکان نسبی طبقه

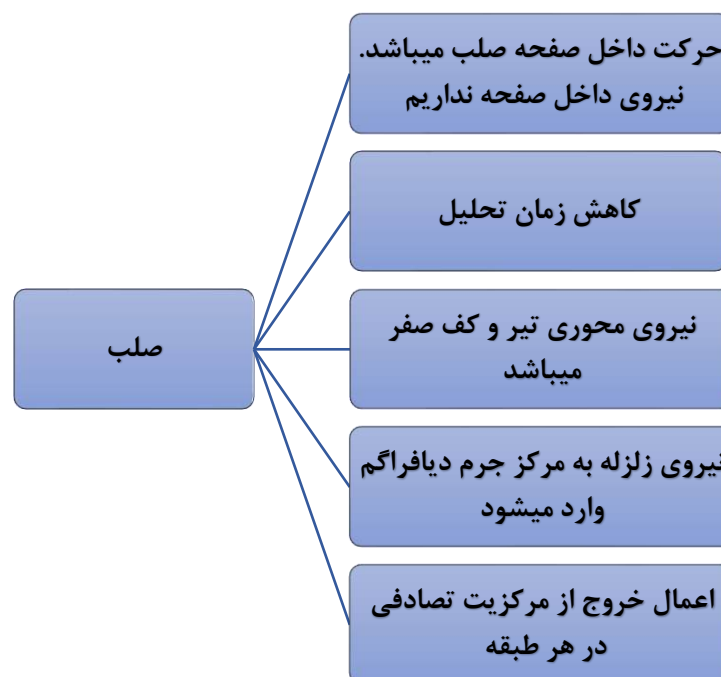




در نرم افزار ETABS، جهت ایجاد ارتباط و انتقال نیرو بین گره های واقع در تراز کف هر طبقه، از تعریف دیافراگم استفاده می شود. در واقع، این اتصال در سازه ی واقعی از طریق سختی درون صفحه ای دال کف تأمین می گردد. با تعریف دال های کف طبقات در مدل تحلیلی، این سختی و در نتیجه پیوستگی بین گره ها به صورت ضمنی در نرم افزار لحاظ می شود. با این حال، در صورتی که دیافراگم کف به صورت صریح تعریف نگردد، خروج از مرکزیت تصادفی زلزله برای آن طبقه اعمال نخواهد شد. بنابراین، جهت اطمینان از درستی انتقال نیروها و اعمال صحیح اثرات لرزه ای، تعریف دیافراگم کف برای تمامی ترازها الزامی است.

دیافراگم در ایتبس به دو صورت Rigid و Semi Rigid قابل تعریف است:

در صورتی که دیافراگم کف به صورت صلب (Rigid) تعریف شود، تمامی نقاط واقع بر روی آن در اثر بارهای وارده نسبت به یکدیگر جابه جایی نخواهند داشت و در نتیجه، کل تراز کف به صورت یکپارچه و صلب حرکت می کند. این فرض موجب کاهش تعداد درجات آزادی مدل تحلیلی در نرم افزار ETABS شده و در نتیجه، سرعت تحلیل سازه افزایش می یابد. با این حال، باید توجه داشت که در این حالت، به دلیل عدم امکان تغییر شکل درون صفحه ای تیرها و دال ها، نیروهای محوری در این اعضا به صورت صفر محاسبه می شوند که این امر در بسیاری از موارد با رفتار واقعی سازه مطابقت ندارد.

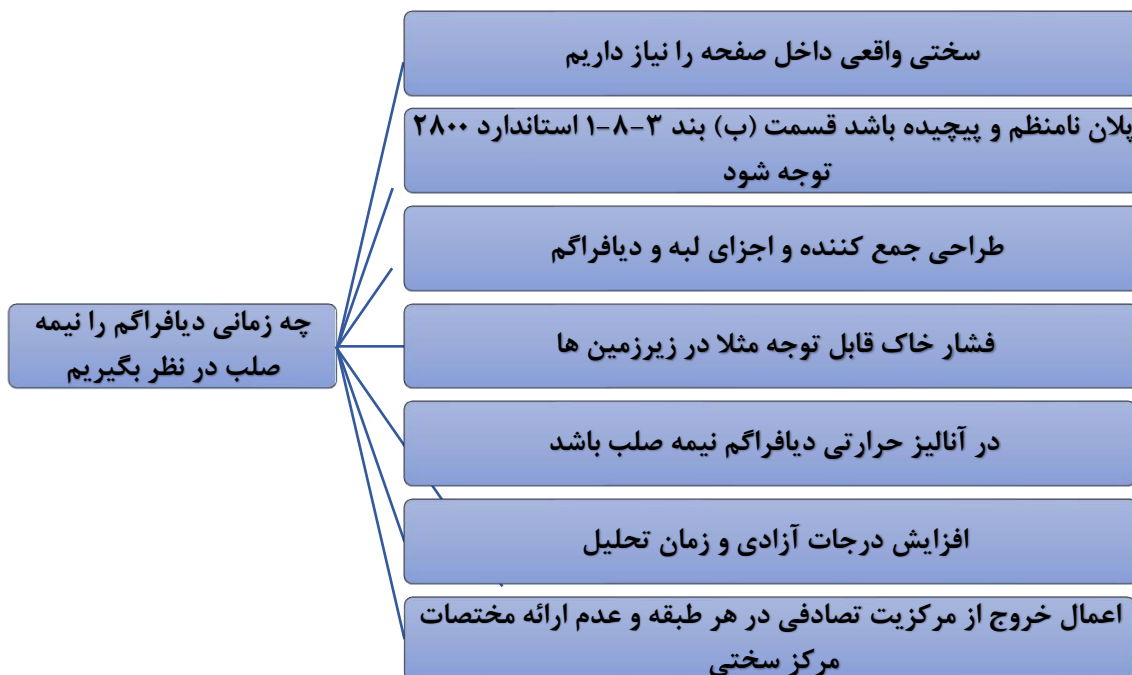




در صورت تعریف دیافراگم به صورت نیمه صلب (Semi Rigid)، سختی واقعی دال کف برای برقراری اتصال بین گره‌های موجود در تراز کف در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب، رفتار کف در انتقال نیروها با دقت بیشتری مدل‌سازی شده و سازه می‌تواند پاسخی واقع‌بینانه‌تر نسبت به شرایط واقعی از خود نشان دهد. با این حال، به دلیل افزایش تعداد درجات آزادی در مدل، زمان تحلیل سازه ممکن است تا حدی افزایش یابد.

در مواردی که کف سازه از دال بتنی با سختی بالا تشکیل شده باشد، نتایج حاصل از تحلیل در حالت‌های صلب (Rigid) و نیمه صلب (Semi Rigid) معمولاً تفاوت قابل ملاحظه‌ای ندارند؛ با این حال، برای دقت بیشتر و اطمینان از مدل‌سازی صحیح رفتار کف، استفاده از دیافراگم نیمه صلب توصیه می‌شود.

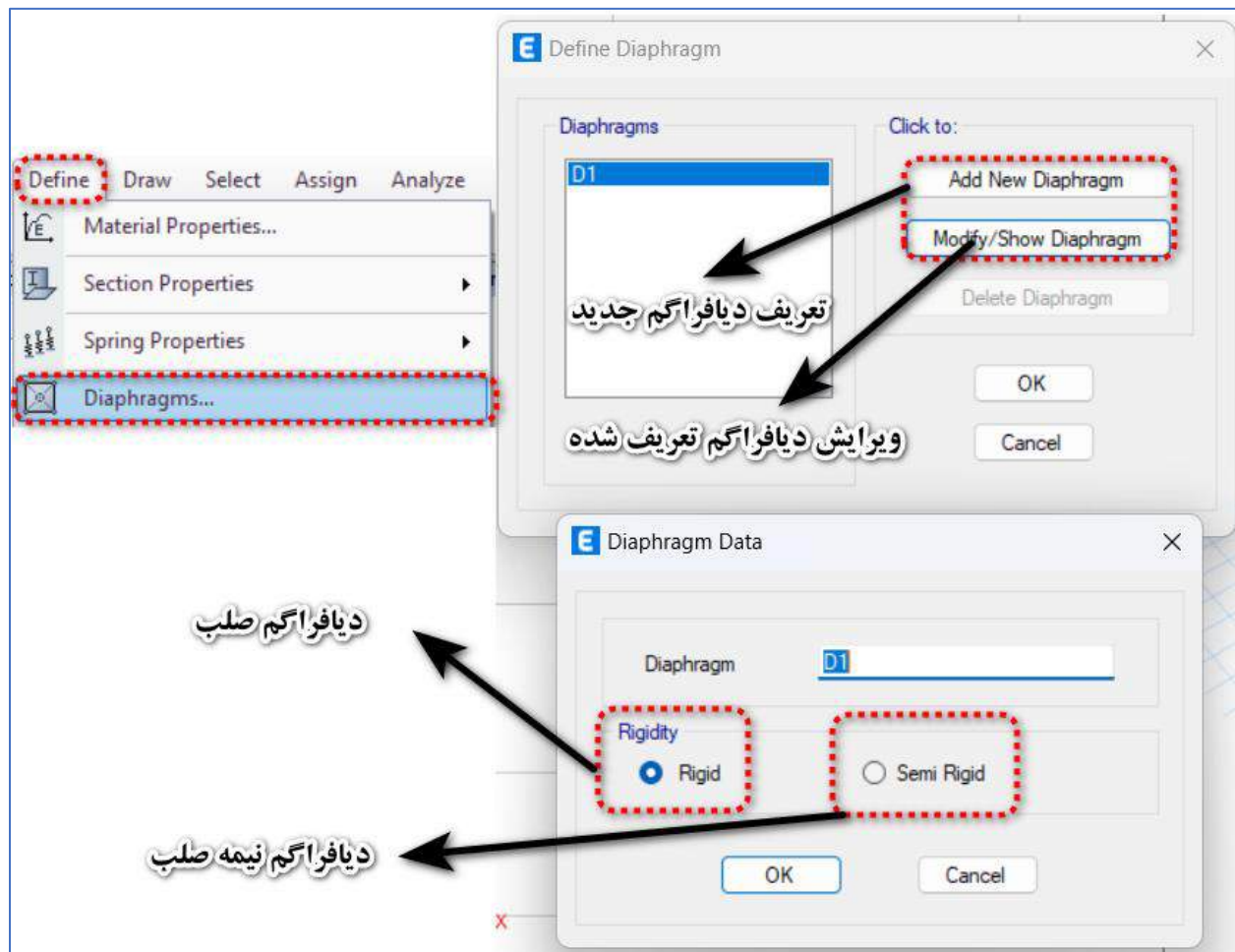
شایان ذکر است که در صورت تعریف دیافراگم به صورت نیمه صلب، مختصات مرکز سختی طبقه (Center of Rigidity) در نرم‌افزار ETABS قابل استخراج نخواهد بود.



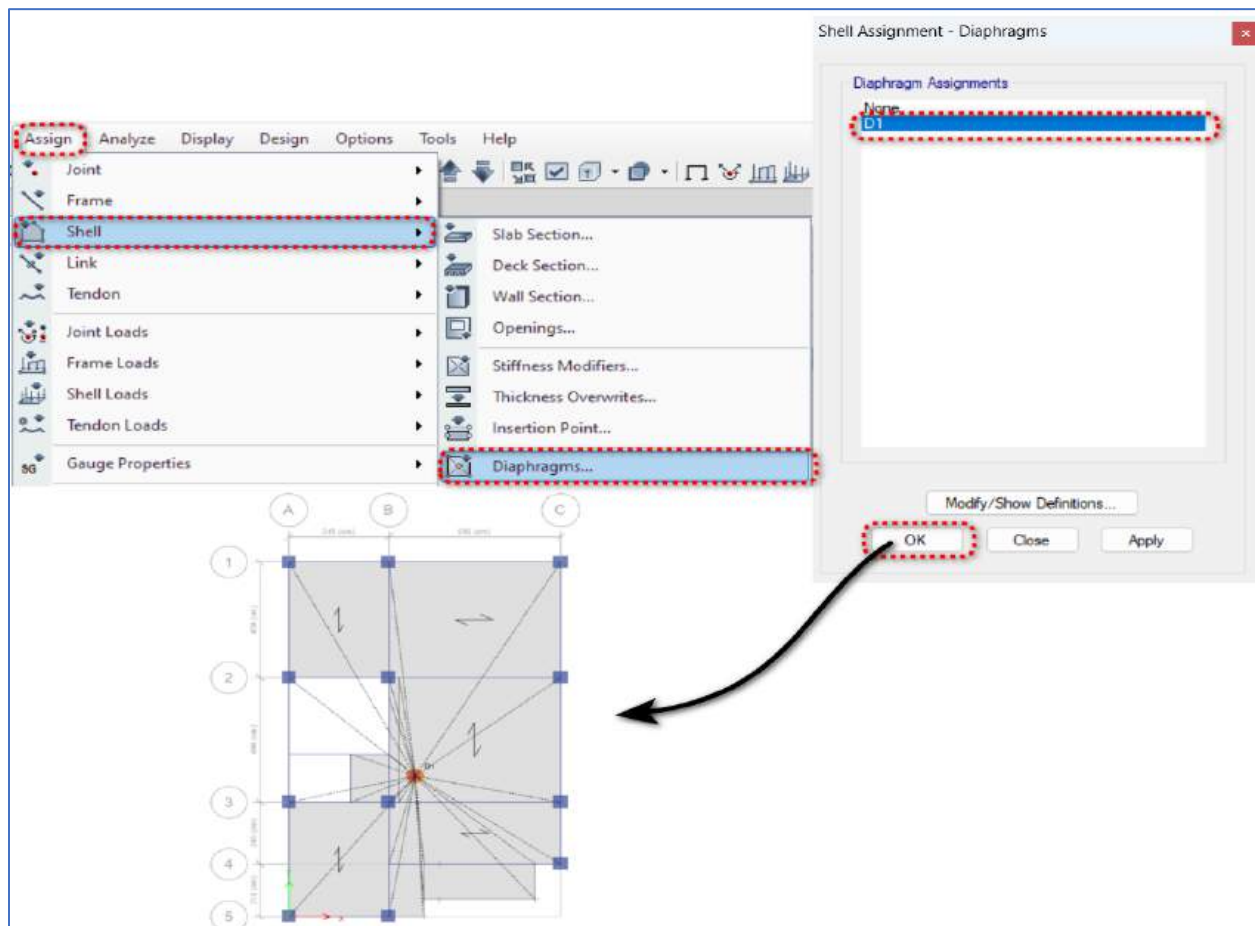
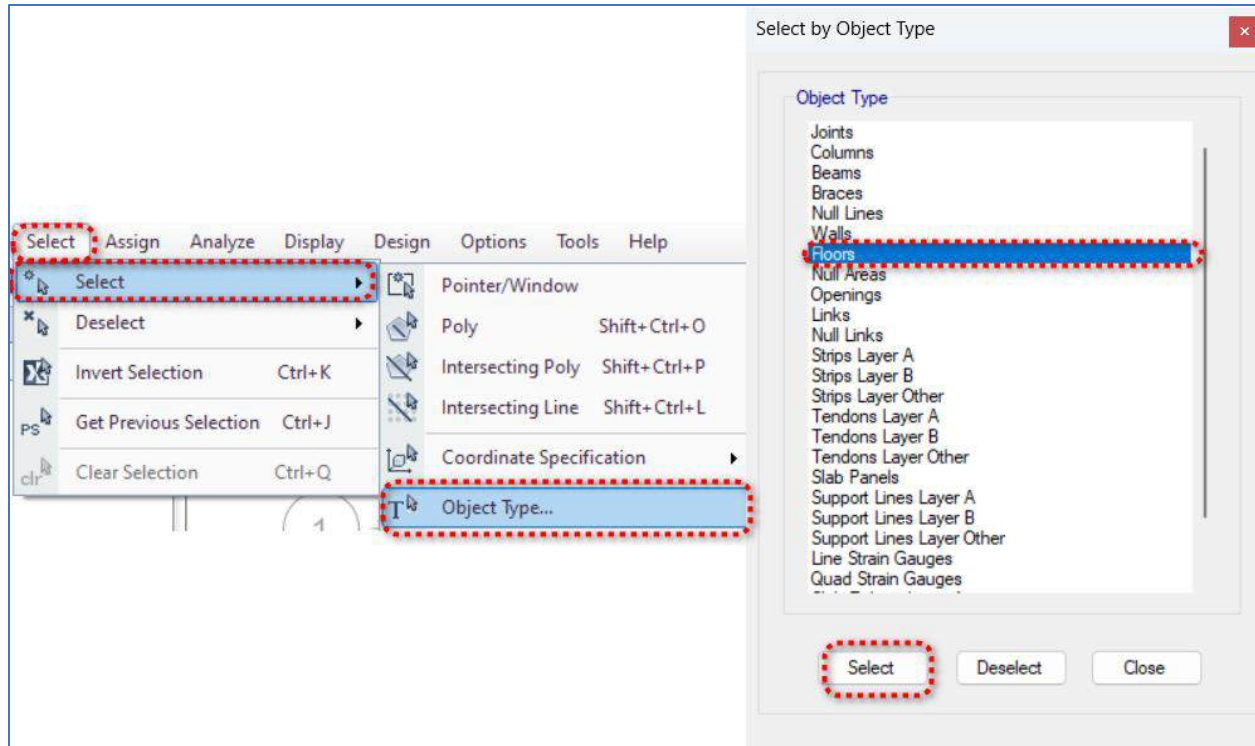
ب- در دیافراگم‌هایی که حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده در آنها تحت اثر نیروی جانبی زلزله کمتر از نصف تغییر مکان نسبی متوسط طبقه باشد، دیافراگم صلب تلقی می‌شود. دیافراگم‌های از نوع دال بتنی یا ورق‌های فلزی همراه با بتن‌آرمه رویه دارای نسبت دهانه به عرض ۳ یا کمتر که دارای هیچ‌یک از نامنظمی‌های مندرج در بند (۱-۷-۱) نباشند، ممکن است در این دسته قرار گیرند.



برای اختصاص دیافراگم به طبقات، ابتدا باید نوع دیافراگم مشخص و تعریف شود. در صورتی که میان طبقه‌ای وجود نداشته باشد یا هر طبقه تنها شامل یک کف یکپارچه باشد، تعریف یک نوع دیافراگم برای کل سازه کفایت می‌کند. اما در شرایطی که یک طبقه دارای دو یا چند دیافراگم مجزا باشد، لازم است به تعداد هر دیافراگم مجزا، نوع دیافراگم مخصوص تعریف گردد تا مدل تحلیلی سازه به صورت دقیق و واقع‌بینانه رفتار کف‌ها و انتقال نیروها را نمایش دهد.



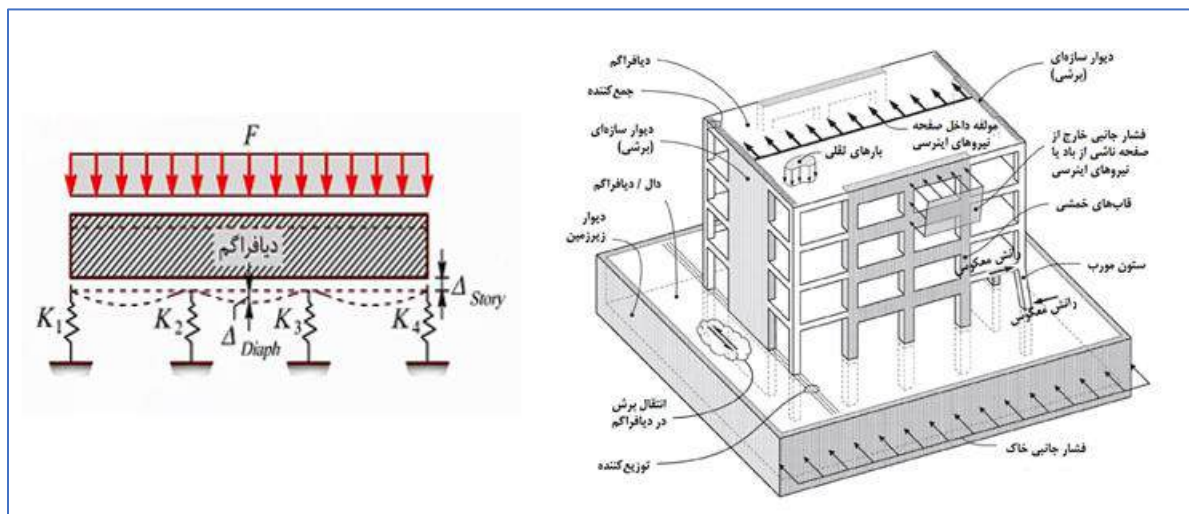
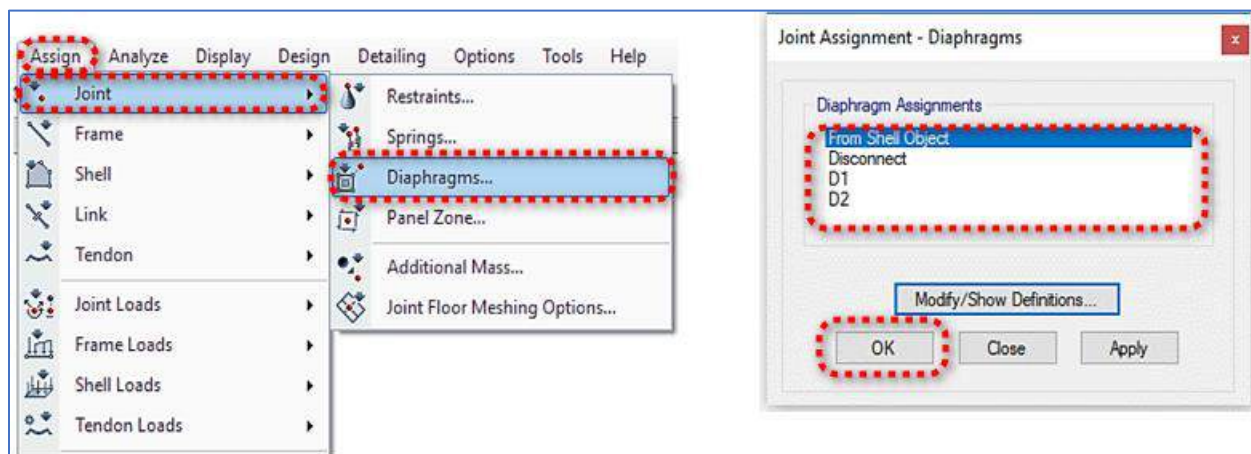
سپس، با انتخاب تمامی اعضای کف یک طبقه، می‌توان دیافراگم تعریف‌شده را به گره‌های مربوطه اختصاص داد. در صورتی که میان طبقه‌ای وجود نداشته باشد یا طبقه تنها شامل یک دیافراگم یکپارچه باشد، این عملیات می‌تواند با انتخاب کل مدل سازه انجام شود تا دیافراگم به تمامی کف‌های موجود اعمال شود.





در صورتی که میان طبقه‌ای وجود نداشته باشد یا طبقه شامل دو کف مجزا نباشد، تعریف یک نوع دیافراگم برای کل سازه کفایت می‌کند. اما در صورتی که میان طبقه‌ای وجود داشته باشد، استفاده از یک نوع دیافراگم موجب می‌شود که گره‌های هر دو کف به صورت نادرست به یکدیگر متصل شوند. بنابراین، در این حالت لازم است برای هر کف یک دیافراگم مجزا تعریف شود و سپس با انتخاب اعضای هر کف به صورت جداگانه، دیافراگم مربوط به آن کف اختصاص یابد.

همچنین می‌توان دیافراگم را مستقیماً به گره‌ها اختصاص داد. در این روش، با انتخاب گره‌های هر طبقه مطابق روش زیر، دیافراگم مربوط به آن طبقه اعمال می‌شود.

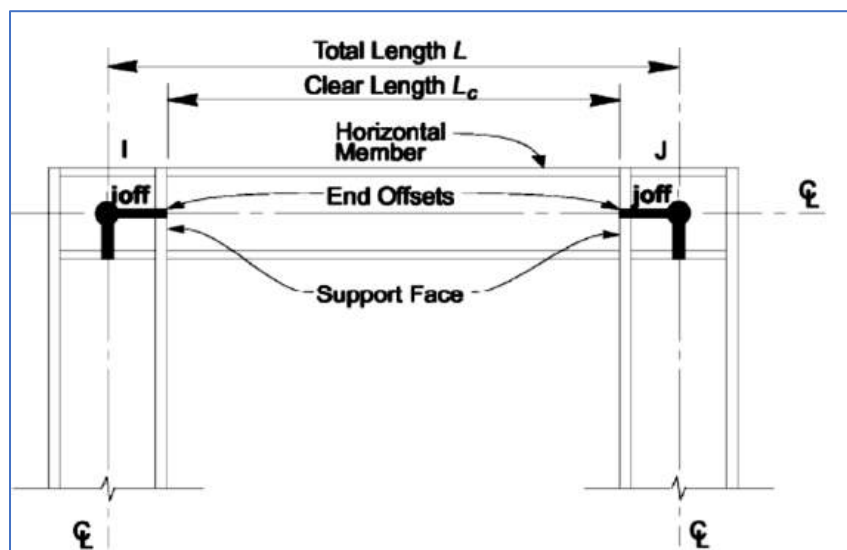




اختصاص نواحی انتهایی صلب

در مرحله مدل سازی تیرها و ستون ها در نرم افزار ETABS، این اعضا به صورت میله ای یک بعدی تعریف شده و معمولاً بر اساس آکس های معماری رسم می شوند. بنابراین، طول تیرها و ستون ها در مدل به صورت محور به محور در نظر گرفته می شود، در حالی که در واقعیت، به دلیل همپوشانی المان ها در محل تقاطع آنها، طول واقعی اعضا با مقدار مدل تفاوت دارد.

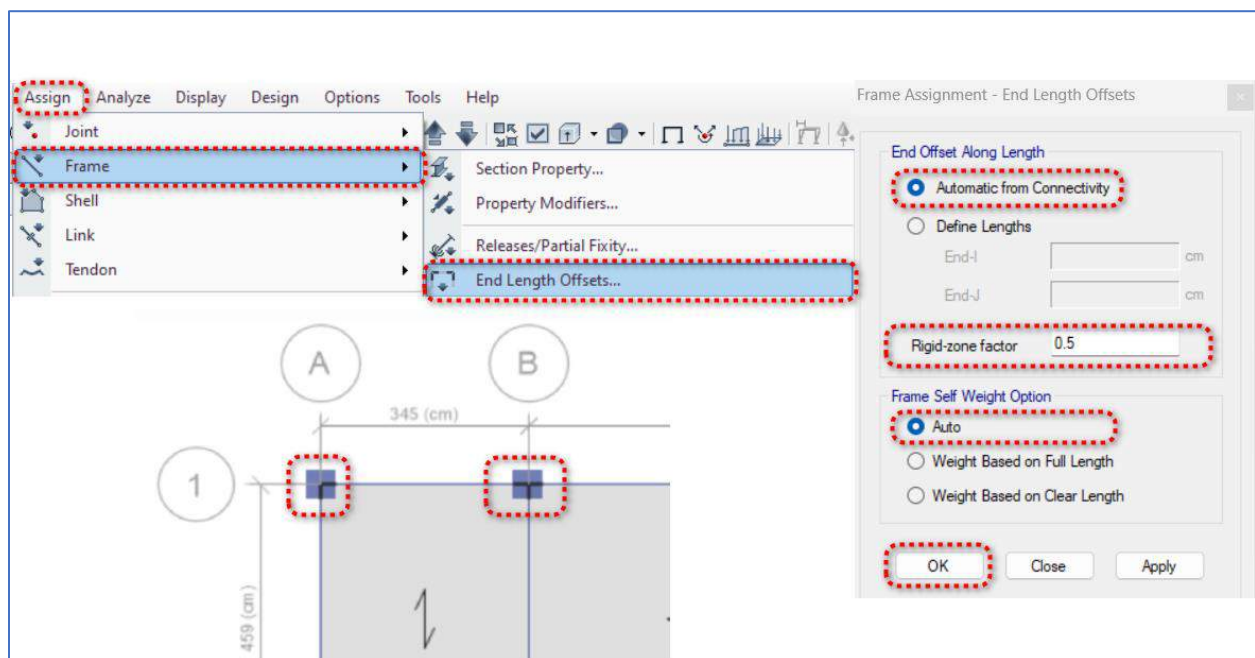
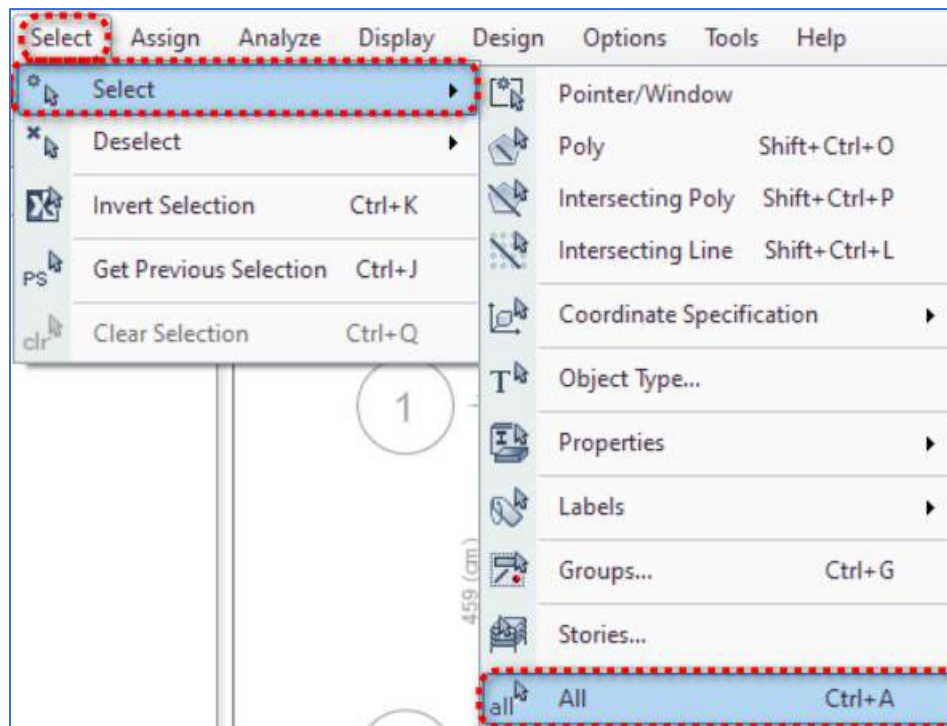
در تحلیل سازه، طول آزاد اعضا باید مدنظر قرار گیرد. از این رو، با استفاده از اختصاص نواحی صلب در انتهای اعضا، می توان طول آزاد واقعی تیرها و ستون ها را مشخص نمود.



نسبت توصیه شده برای ناحیه ی صلب انتهایی (Rigid-Zone-Factor) در اعضای بتنی (تیر و ستون) 0.5 می باشد. بدین معنی که نیمی از بخشی از تیر که در داخل چشمه اتصال قرار می گیرد صلب در نظر گرفته می شود. همچنین در بخش فوق امکان تعیین حالت در نظرگیری وزن قسمت همپوشانی اعضا وجود دارد. انتخاب حالت Auto به صورت خودکار محاسبه وزن اعضا به گونه ای انجام می شود که از تکرار وزن قسمت همپوشانی جلوگیری شود.



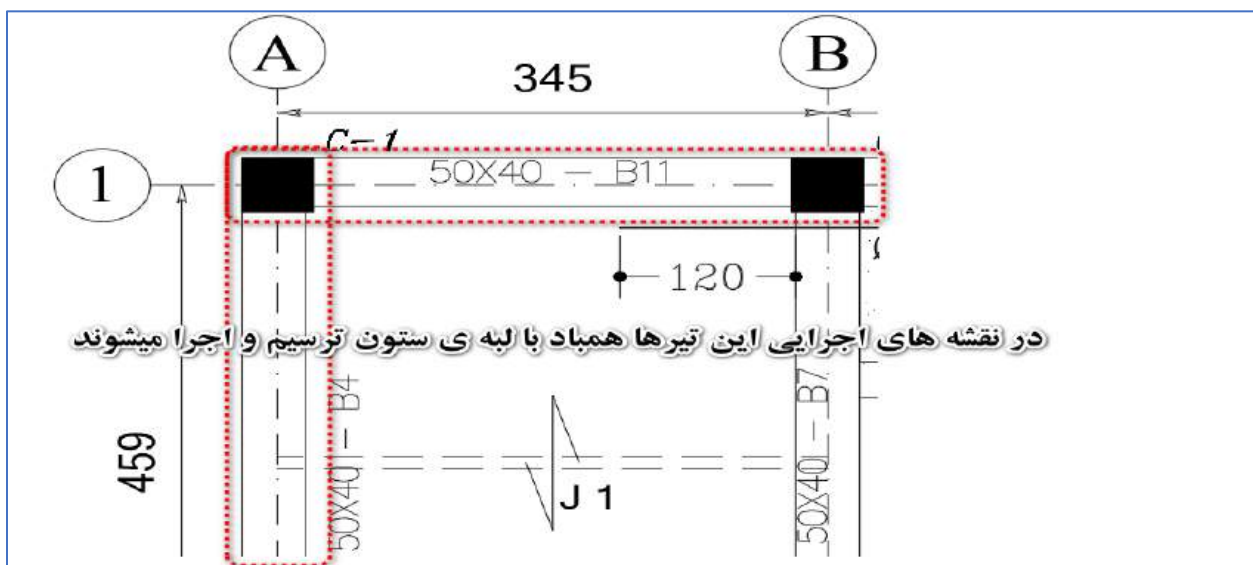
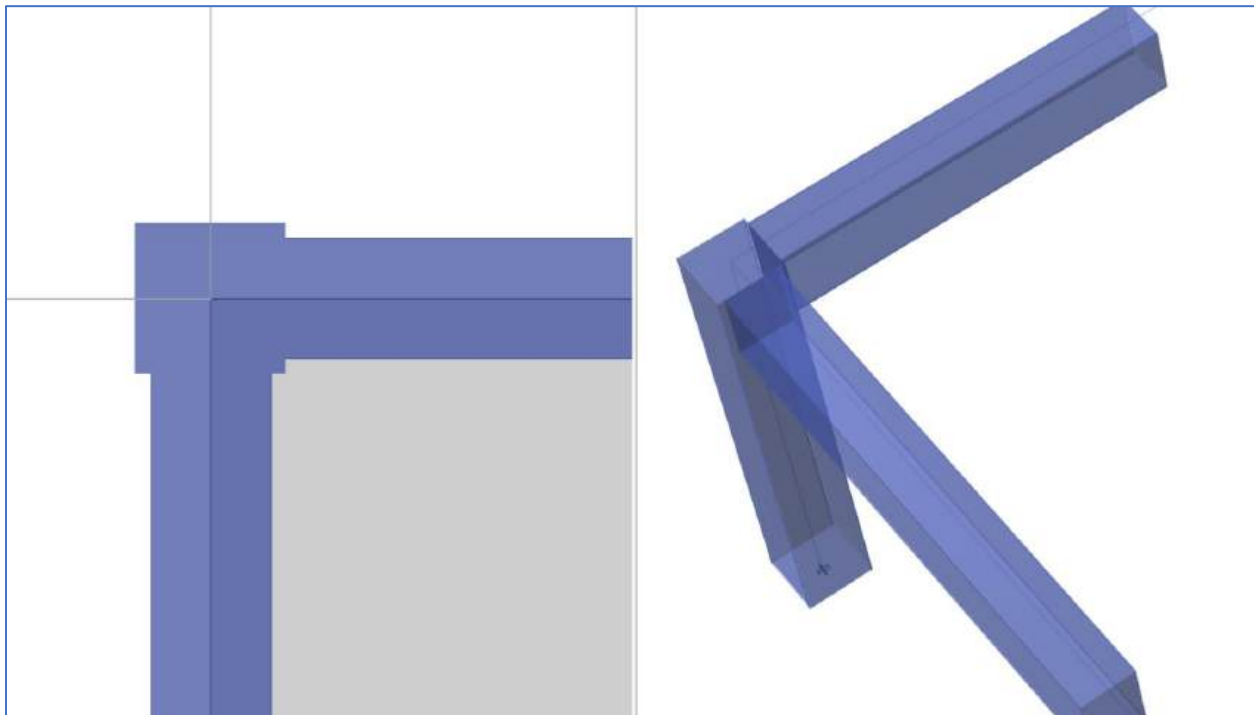
برای اختصاص ابتدا کل المان‌ها از مسیر زیر انتخاب می‌شود.





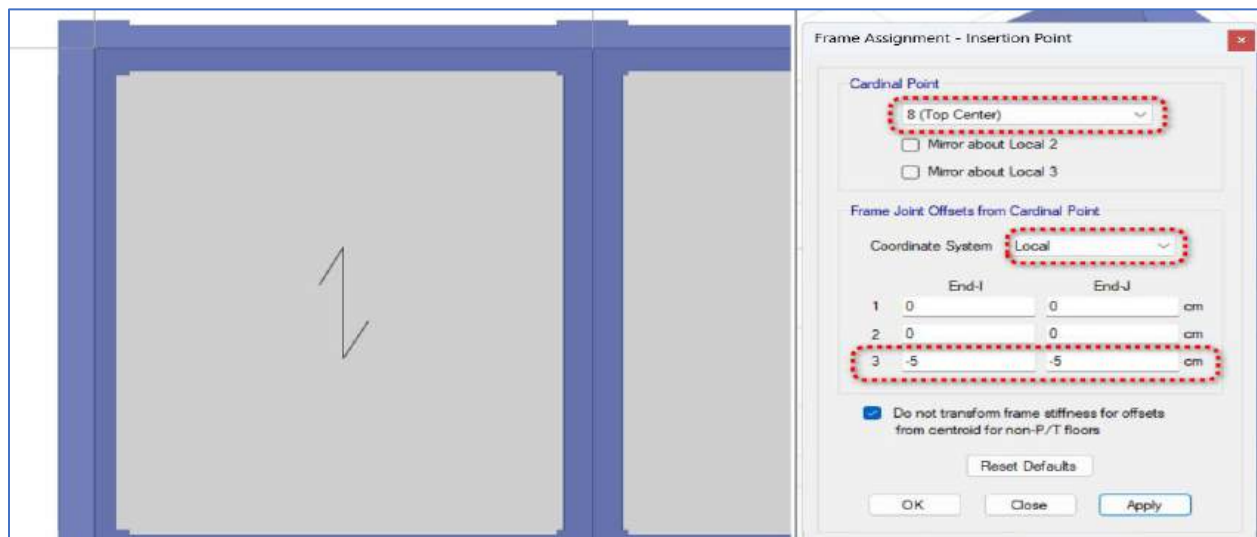
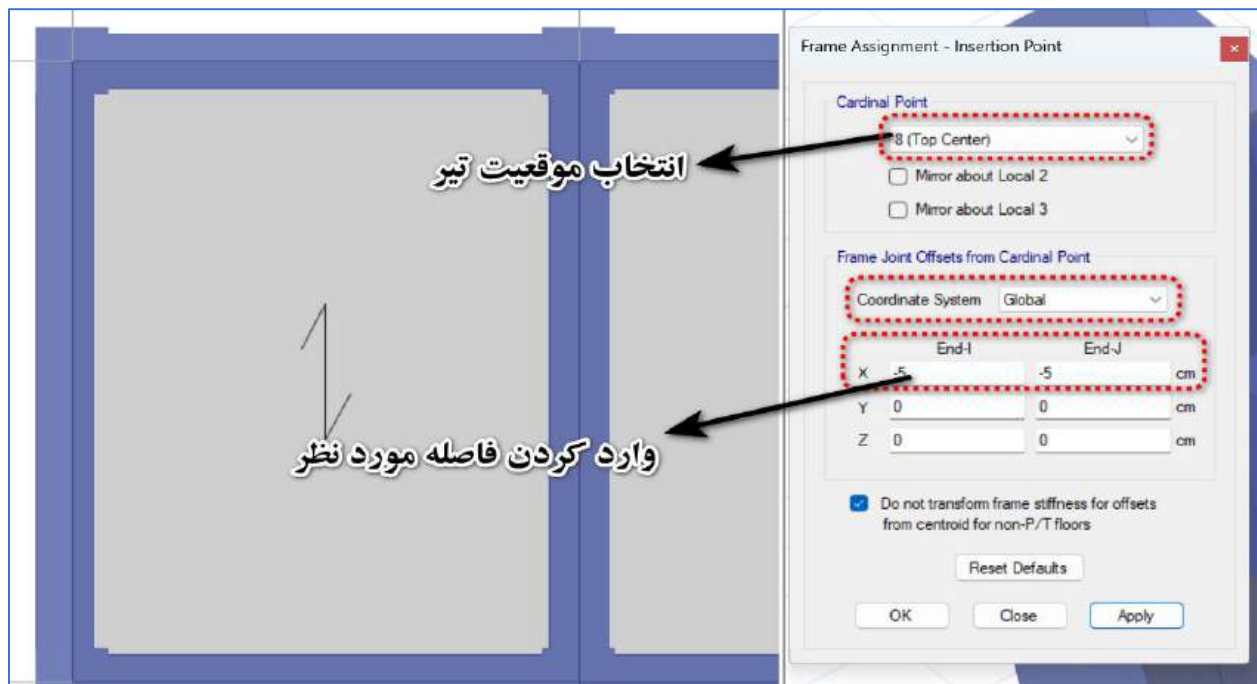
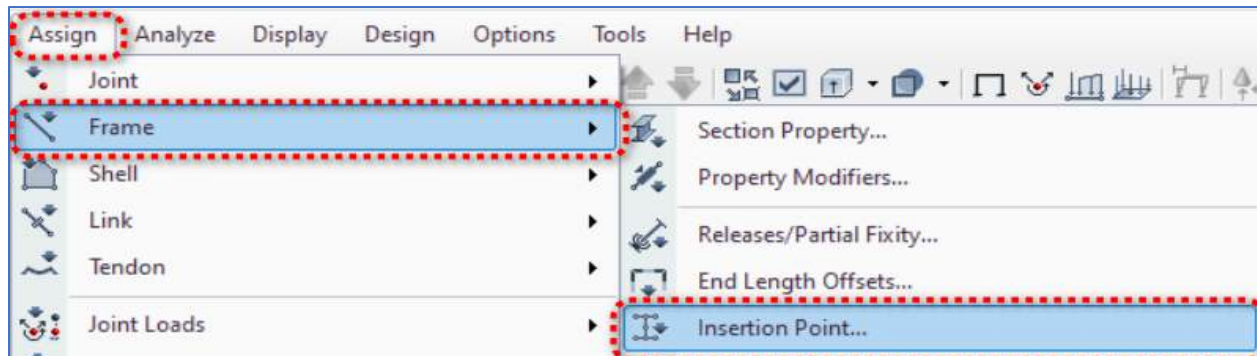
تغییر موقعیت اعضا نسبت به محور مرکزی

در نرم افزار ایتبس، به صورت پیش فرض، موقعیت سطح مقطع ستون‌ها نسبت به محور عبوری از مرکز سطح آن‌ها و موقعیت تیرها نسبت به محور عبوری از نقطه‌ی میانی وجه بالای آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر، میله‌های نمایش داده شده در مدل سازه، محور مرکزوارای ستون‌ها و محور میانی وجه بالای تیرها را نشان می‌دهند. به عنوان نمونه، در شکل زیر، نحوه‌ی قرارگیری و اتصال یک تیر با عرض ۴۰ سانتی‌متر به یک ستون با عرض ۵۰ سانتی‌متر به صورت پیش فرض نمایش داده شده است.





پس از انتخاب تیر با استفاده از گزینه زیر می توان مقطع تیر را به موقعیت همباد با لبه ی ستون منتقل نمود.





Mojtaba Pashapour
civil engineering

دوره طراحی سازه های بتنی و فولادی

طراحی سازه های بتنی و فولادی با نرم افزار
SAFE و ETABS

مدرس
مهندس مجتبی پاشاپور

تبریز، بلوار چاپکنا، نرسیده به پل آبرسان، روبروی پمپ
بلزین، برج ارک، طبقه هشتم، واحد A

مناسب برای:

- مهندسين عمران تازه كار
- داوطلبان آزمون نظام مهندسی
- علاقمندان ورود حرفه ای به طراحی سازه

نرم افزار



آموزش پروژه محور بر اساس نمونه های تایید شده نظام مهندسی

نکات مهم اجرایی و کنترل های مورد نیاز در
کارگاه



ارائه جزوات و فایل های آموزشی اختصاصی



تهیه و ترسیم نقشه های اجرایی



✓ آموزش نرم افزارهای تخصصی ETABS , SAFE

✓ آموزش گام به گام طراحی سازه های بتنی و
فولادی مطابق با آخرین ویرایش های مقررات ملی
ساختمان



کانال تلگرام آموزش طراحی و اجرا

09904662396
09148863662



MP_Civil
Mojtaba_pashapour





تهیه نقشه های اجرایی

ارائه نقشه های هماهنگ با نقشه های
معماری و تاسیسات برای حذف تداخل
و دوباره کاری در کارگاه
ویژگی ها و مزایا:

- افزایش سرعت اجرا و جلوگیری از خطاهای کارگاهی
- کاهش هزینه های اضافی ناشی از اصلاحات در حین ساخت
- رعایت اصول فنی، اقتصادی و ایمنی در طراحی
- ارائه جزئیات کامل برای پیمانکار، ناظر و کارفرما

- آرمانتورگذاری فونداسیون، ستون، تیر و سقف
- جزئیات وصله، خم و مهار میلگردها

مناسب برای:

- کارفرمایان و سازندگان ساختمانی
- پیمانکاران و دفاتر فنی پروژه ها
- مهندسین ناظر و طراحان سازه

تهیه نقشه های اجرایی سازه های بتنی و فولادی

طراحی و ترسیم نقشه های اجرایی بر اساس آخرین
ویرایش مباحث مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های
معتبر



ارائه نقشه های دقیق و کاربردی برای اجرا، با جزئیات
کامل آرمانتورگذاری، اتصالات و جزئیات سازه ای



مورد تایید نظام مهندسی و قابل ارائه در پروژه های
اجرایی و نظارتی



MP_Civil

کانال تلگرام آموزش طراحی و اجرا



تماس بگیرید

09904662396

09148863662



تبریز، بلوار چایکنار، نرسیده به پل آبرسان، روبروی پمپ بنزین، برج ارک، طبقه هشتم واحد A