



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.

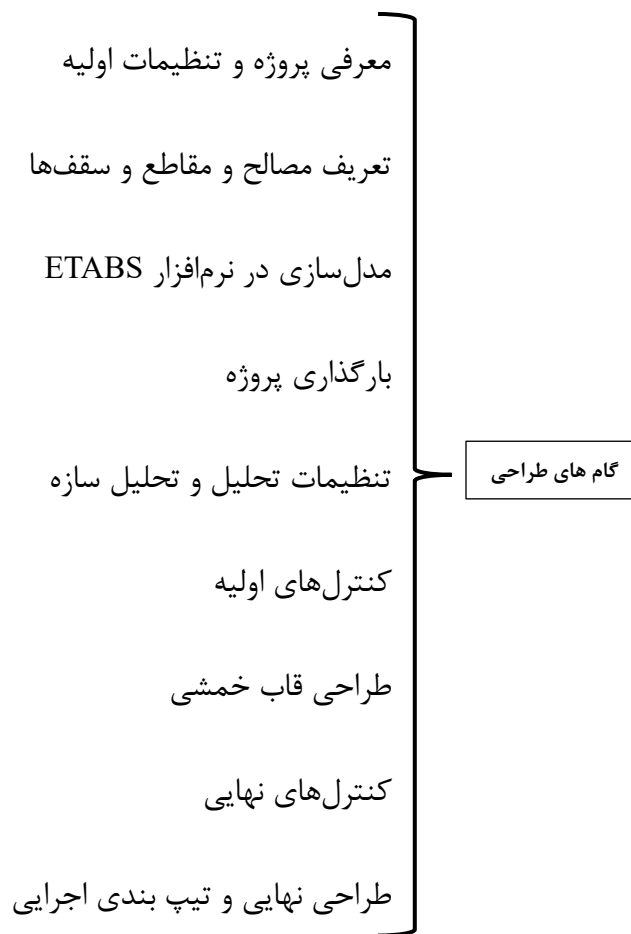
♦ محتوای جزوه:

- 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.



گام بندی

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





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 انتقالی امکان حفاری بیشتر وجود ندارد)
نوع زمین	II
نوع پی - شهادی	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 سساختنی باید برگه تاییده به خاکبرداری (اطلاق) از مشاور ژئوتکنیک الزمست.

[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



بررسی نقشه‌های معماری

نقشه‌های معماری مورد نیاز برای شروع طراحی سازه

۱. پلان طبقات زیرزمین (در صورت وجود)

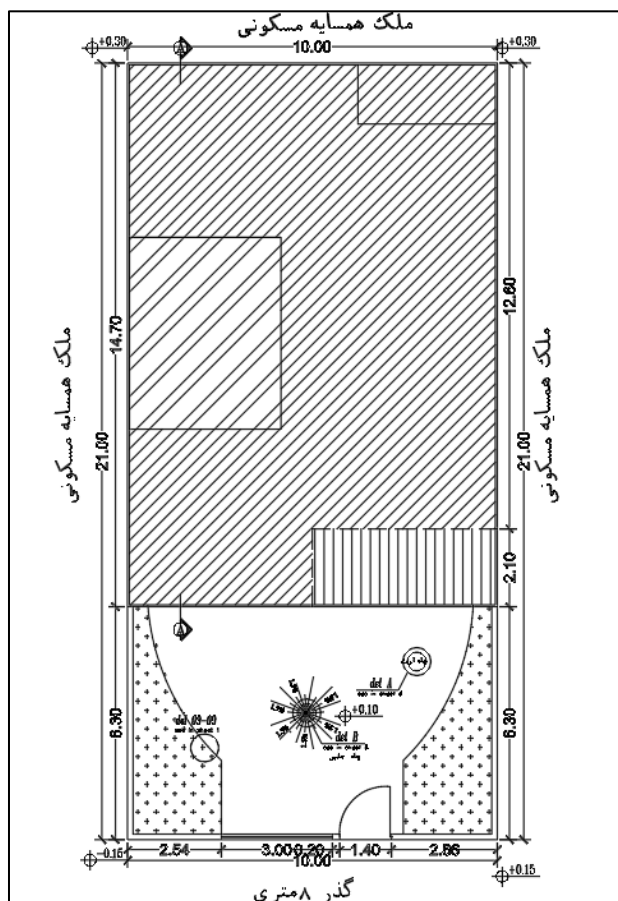
۲. پلان طبقات مسکونی

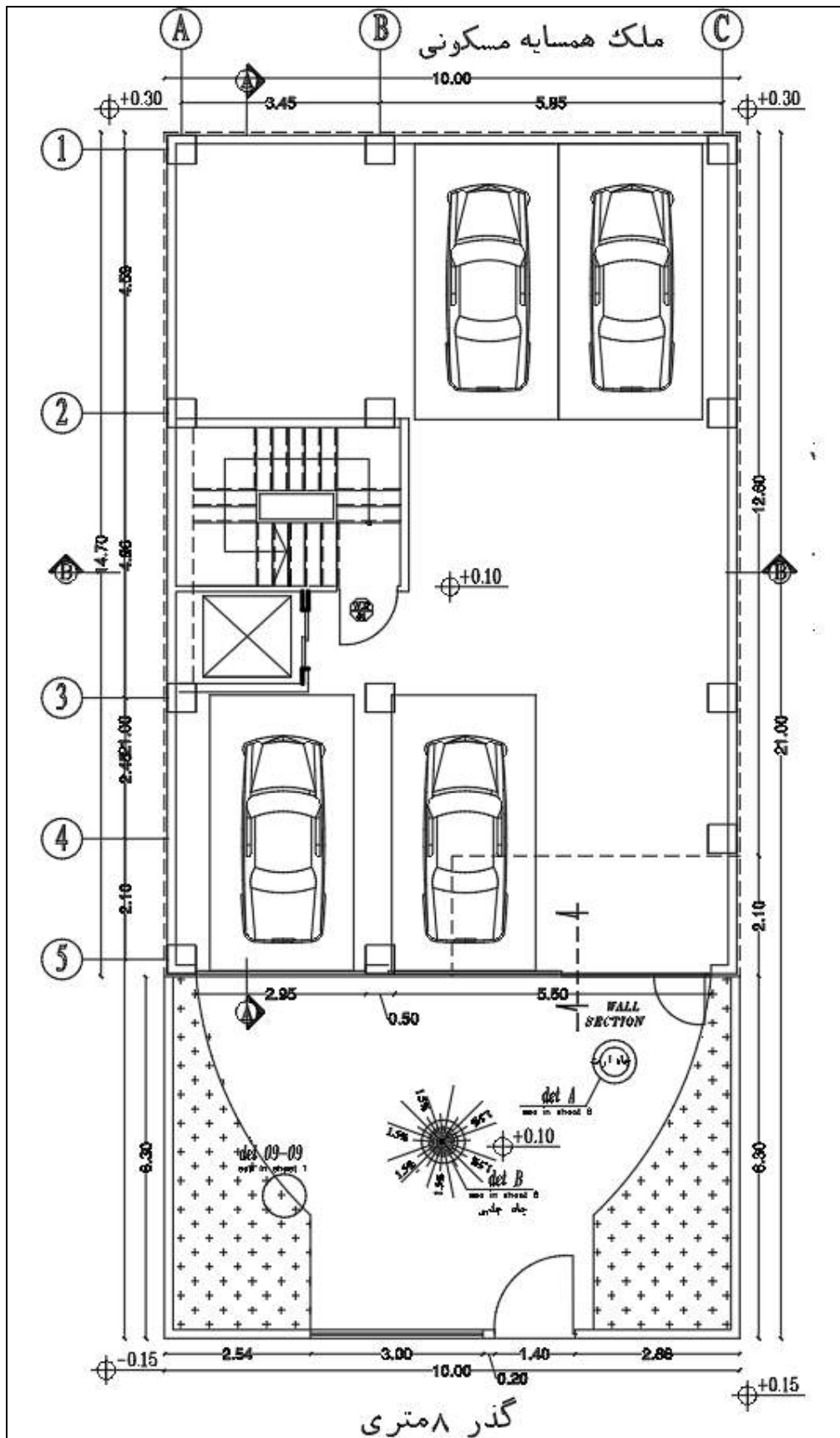
۳. نماهای ساختمان

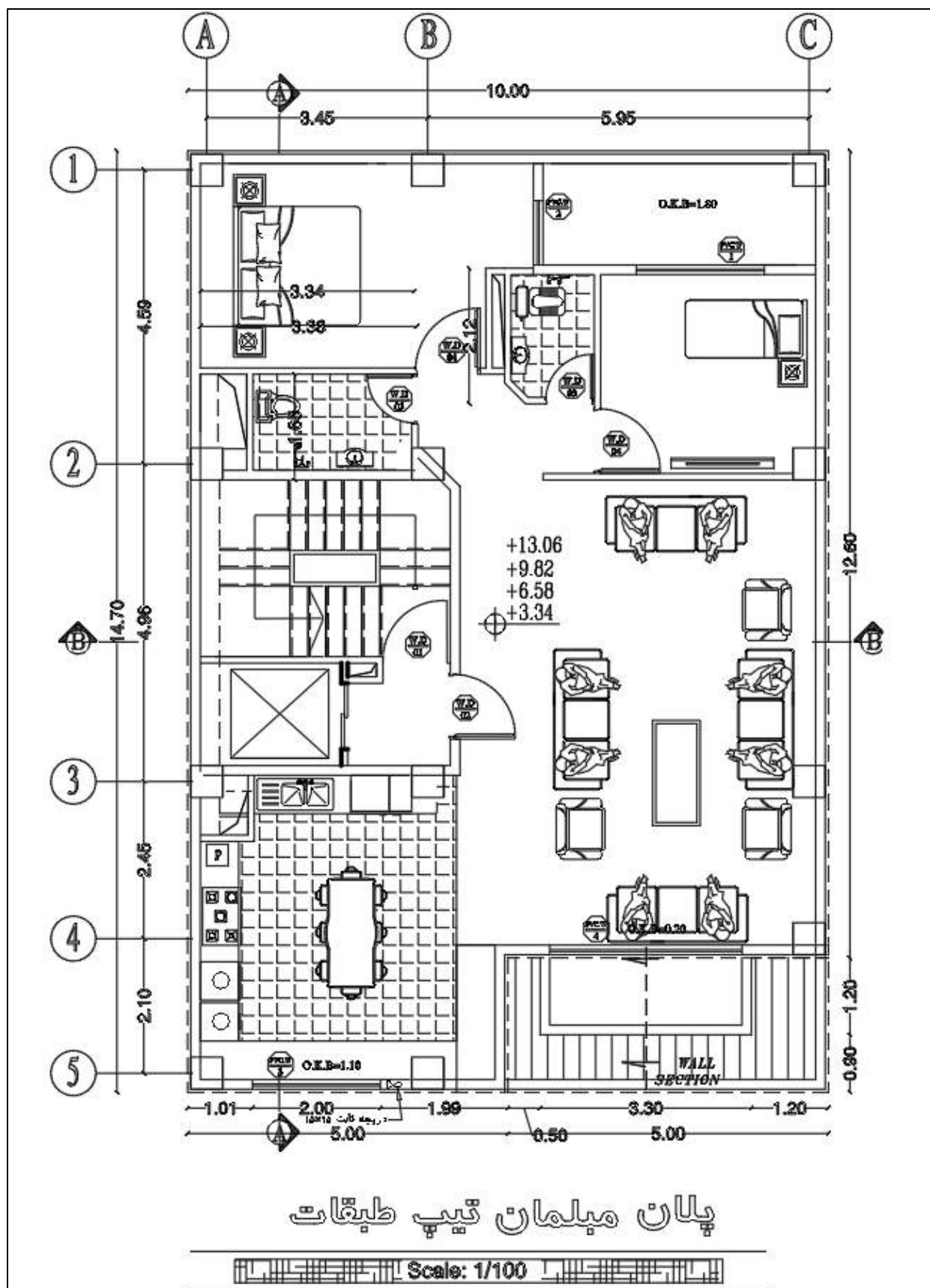
۴. برش‌های ساختمان

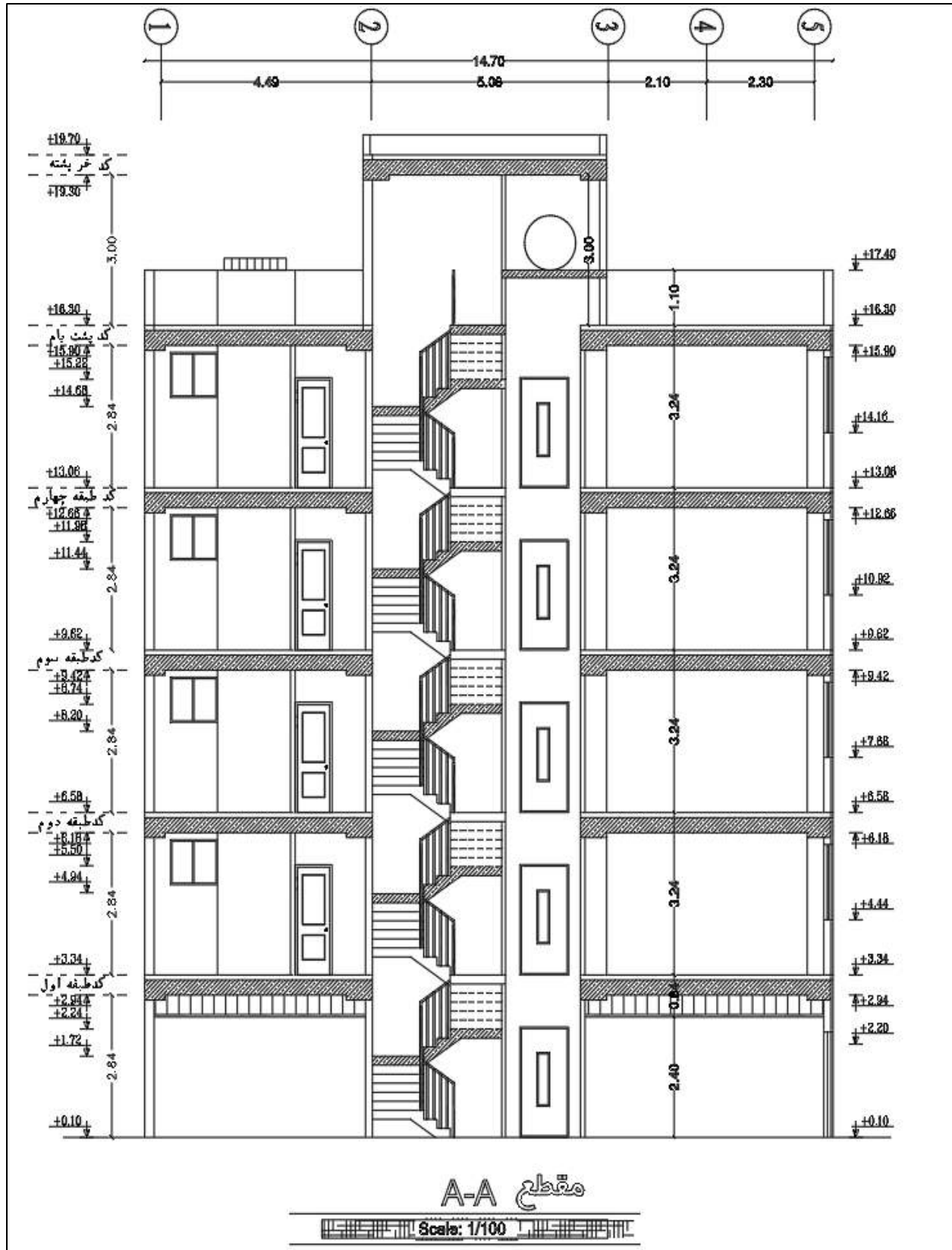
۵. پلان موقعیت ساختمان

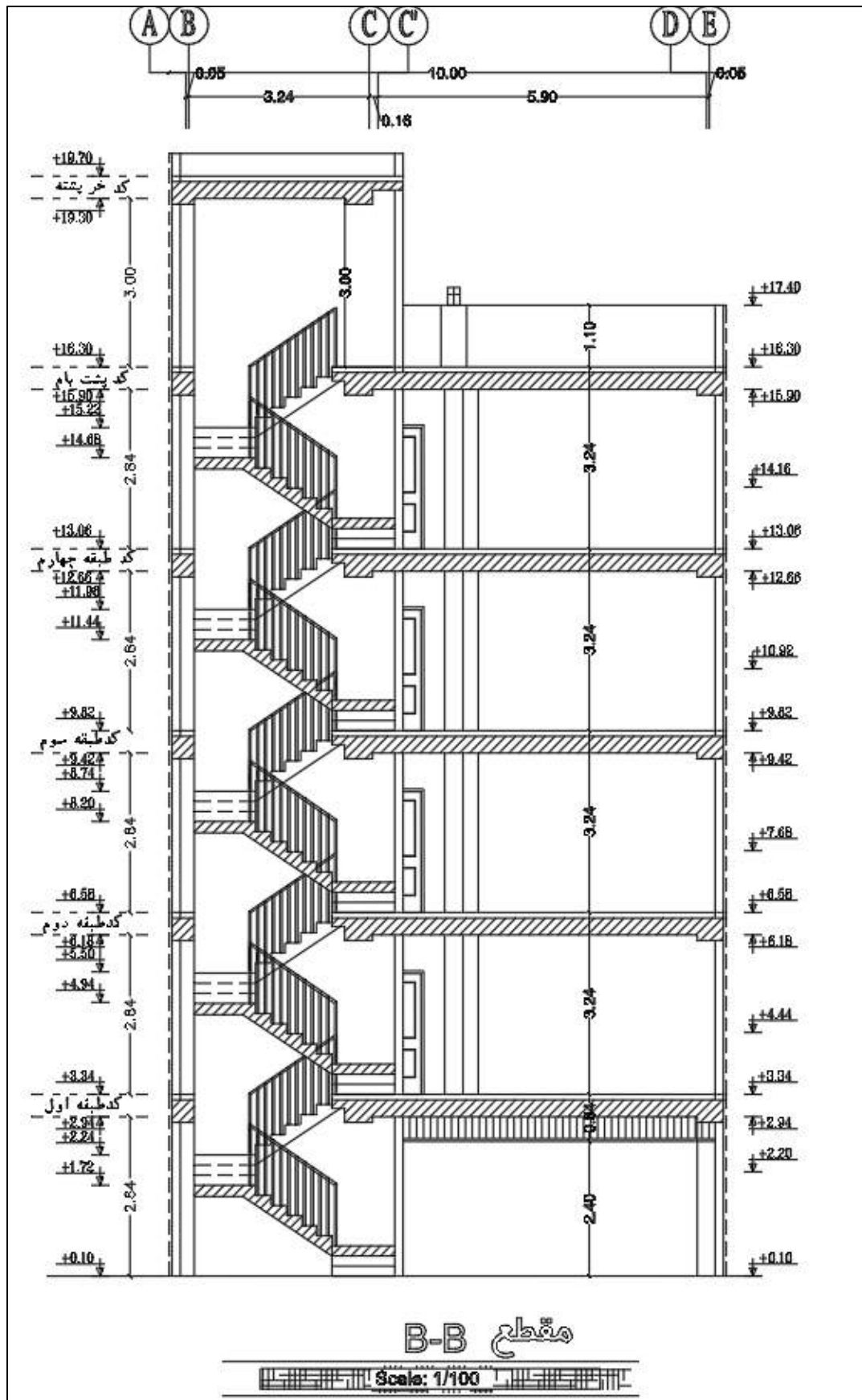
♦ وجود این نقشه‌ها برای آغاز فرآیند طراحی سازه الزامی است. در ادامه، نمونه نقشه‌های معماری ساختمان مورد نظر ارائه شده است.

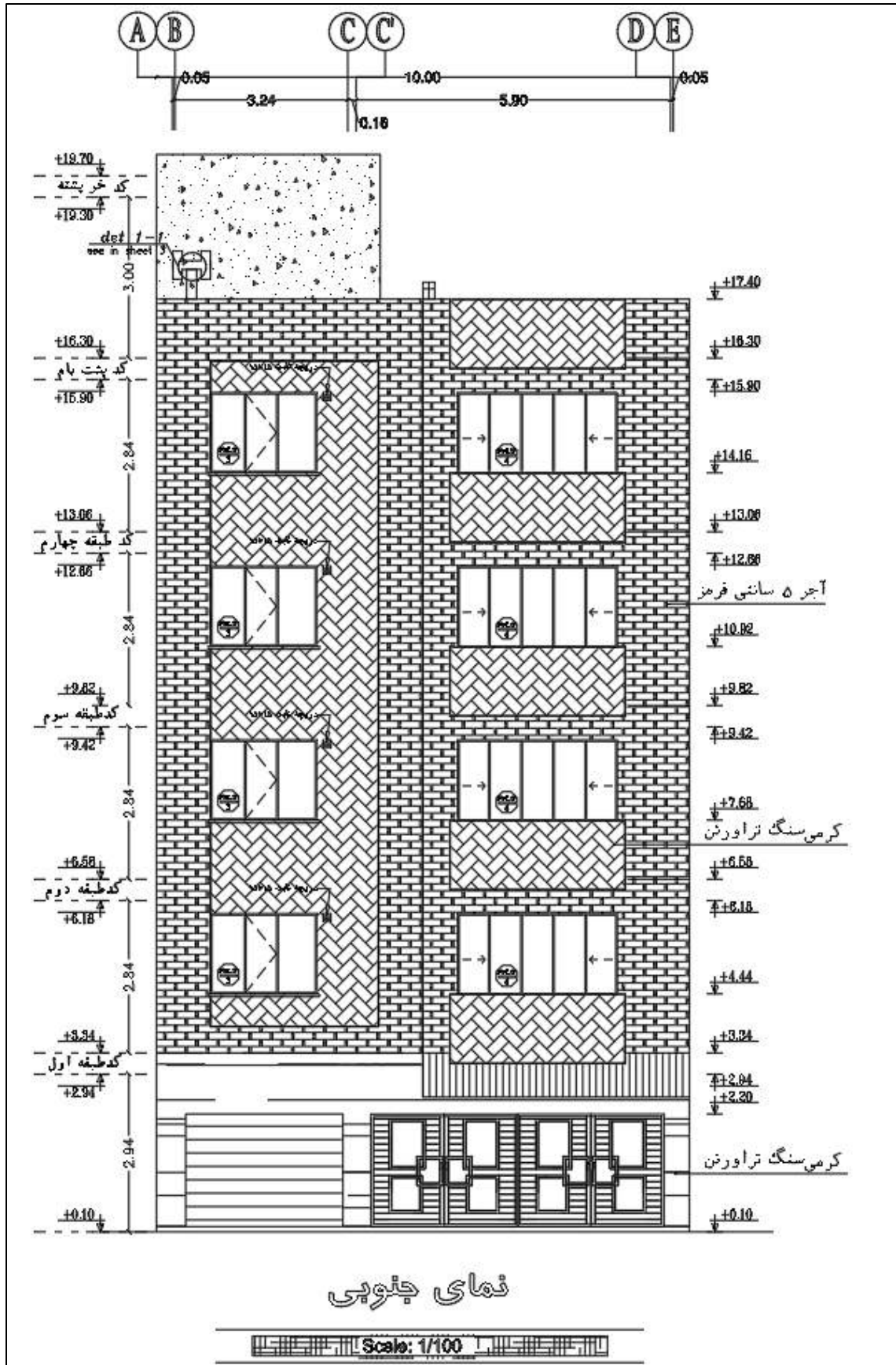












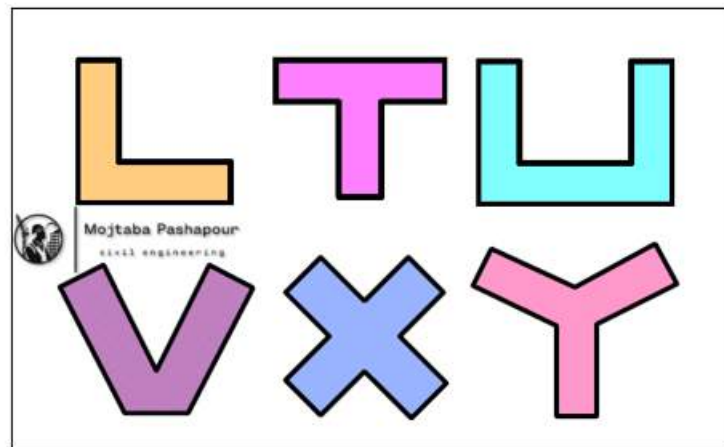


درز انقطاع

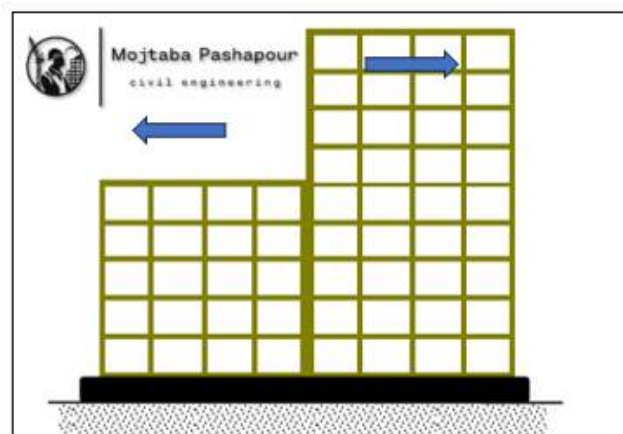
اغلب دو قسمت از یک ساختمان یا دو ساختمان مختلف نزدیک به یکدیگر ساخته می‌شوند، بدون اینکه پیامدهای این نزدیکی هنگام زلزله در نظر گرفته شود. به طور کلی در این حالت فاصله‌ای بین دو ساختمان در نظر گرفته می‌شود بدون اینکه واقعا فاصله مورد نیاز برطبق ملاحظات لرزه‌ای محاسبه شود.

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)

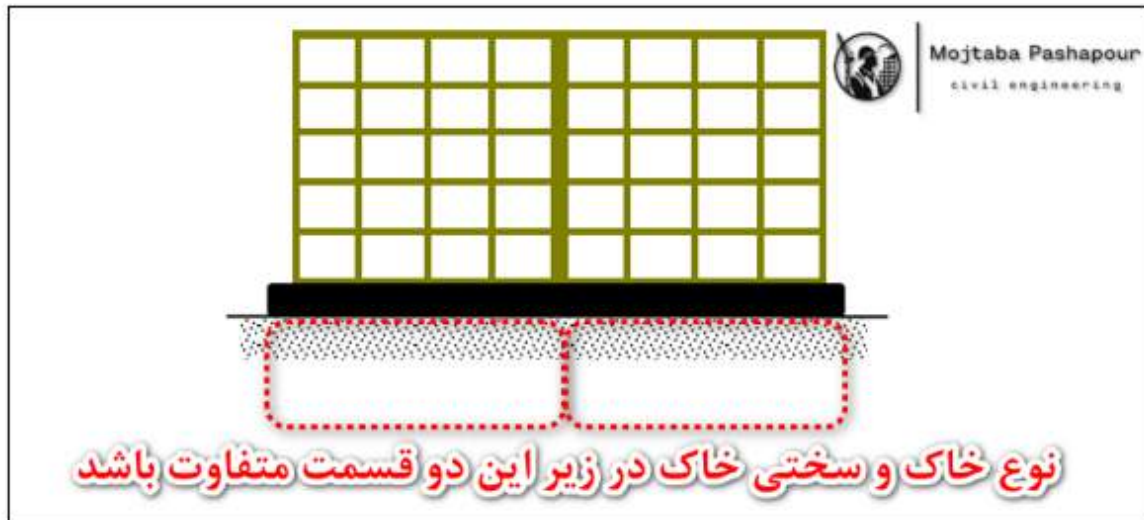


۲- دو قسمت از یک ساختمان ارتفاع‌های متفاوتی دارند؛ این دو قسمت تمایل دارند به صورت متفاوتی نوسان کنند.

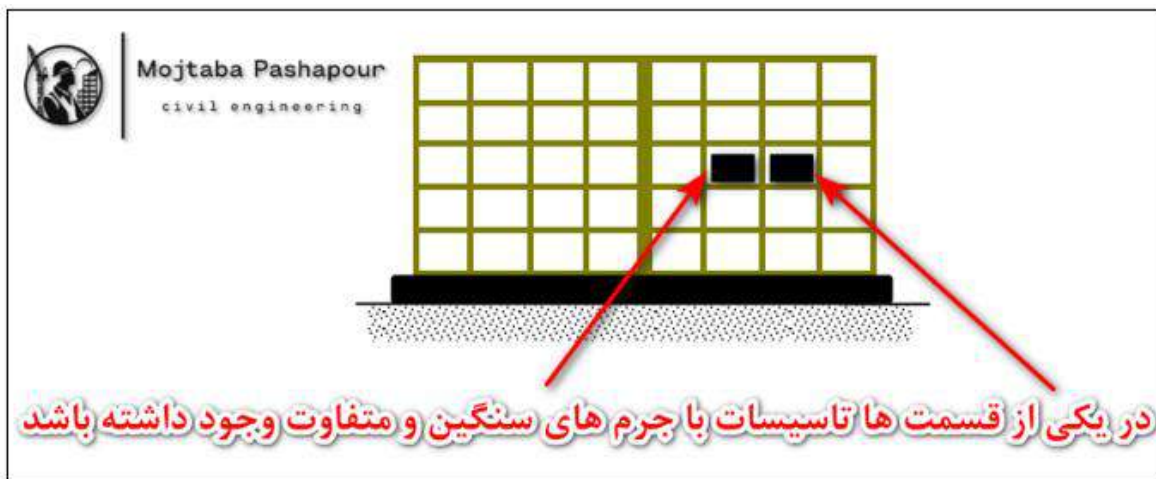




۳- ساختمان‌ها بر روی دو توده خاک مختلف قرار دارند که از نظر انعطاف‌پذیری متفاوت هستند؛ لایه‌های مختلف خاک باعث می‌شوند که دو قسمت تحت یک لرزش یکسان، به طور متفاوتی نوسان کنند.



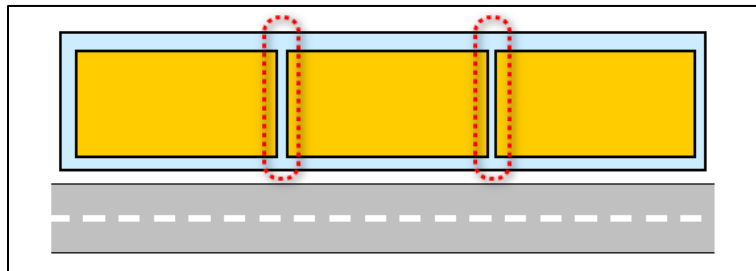
۴- ساختمان‌ها دو جرم متفاوت درون خود دارند؛ این دو جرم باید در محل اتصال از هم جدا شوند.



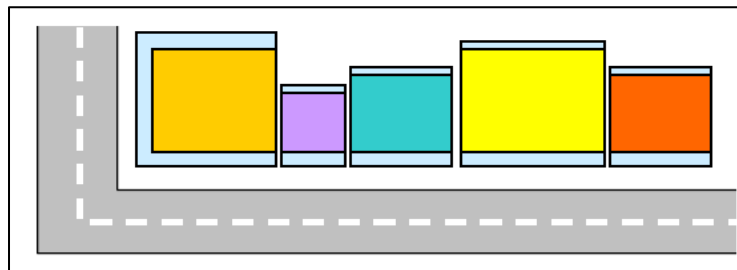
اما این امکان وجود دارد که ساختمان‌های در مجاور هم در طول زلزله با یکدیگر برخورد کنند. از این رو، حداقل یک فاصله جداسازی باید در نظر گرفته شود تا از برخورد دو ساختمان مجاور یا بخش‌هایی از یک ساختمان در طول زلزله جلوگیری کند. بنابراین، هنگامی که یک طراح مجبور به طراحی یک ساختمان در مجاورت ساختمان دیگر 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.



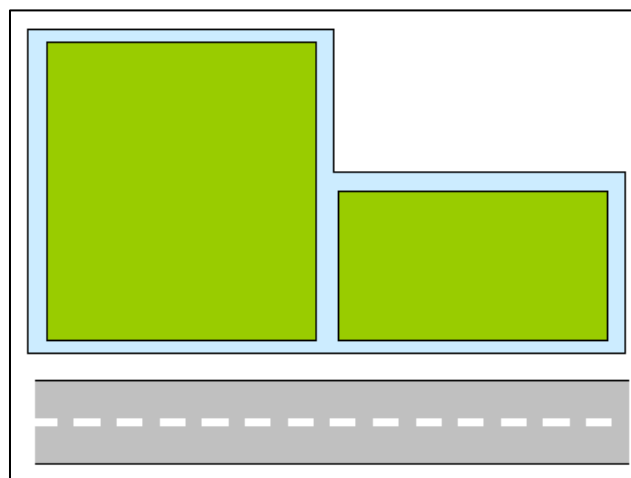
ساختمان با ارتفاع متفاوت در بخش های مختلف که توسط درز ساخته شده اند (مانند شکل زیر).



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).



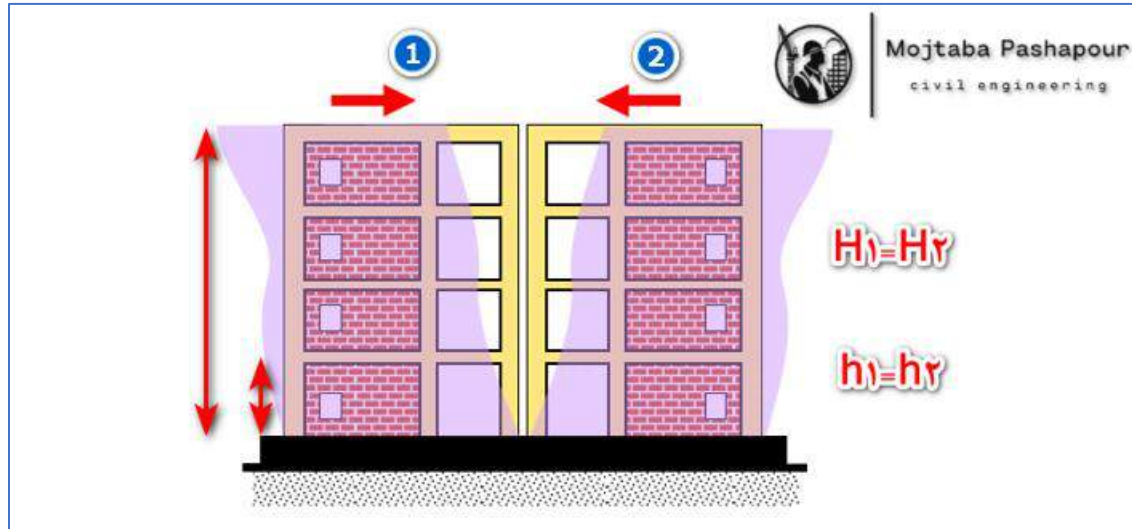
علاوه بر این، دسته سومی از چنین ساخت و سازی وجود دارد که در آن از یک مهندس خواسته می شود ساختمان هایی با اشکال الفبایی در پلان با توجه به ملاحظات عملکردی سازه و لرزه ای بسازد. تصمیم گرفته می شود که بال های مختلف ساختمان را به قطعات مستطیلی مستقل تقسیم کند اما، در هنگام زلزله، این ساختمان های مجاور یا 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).





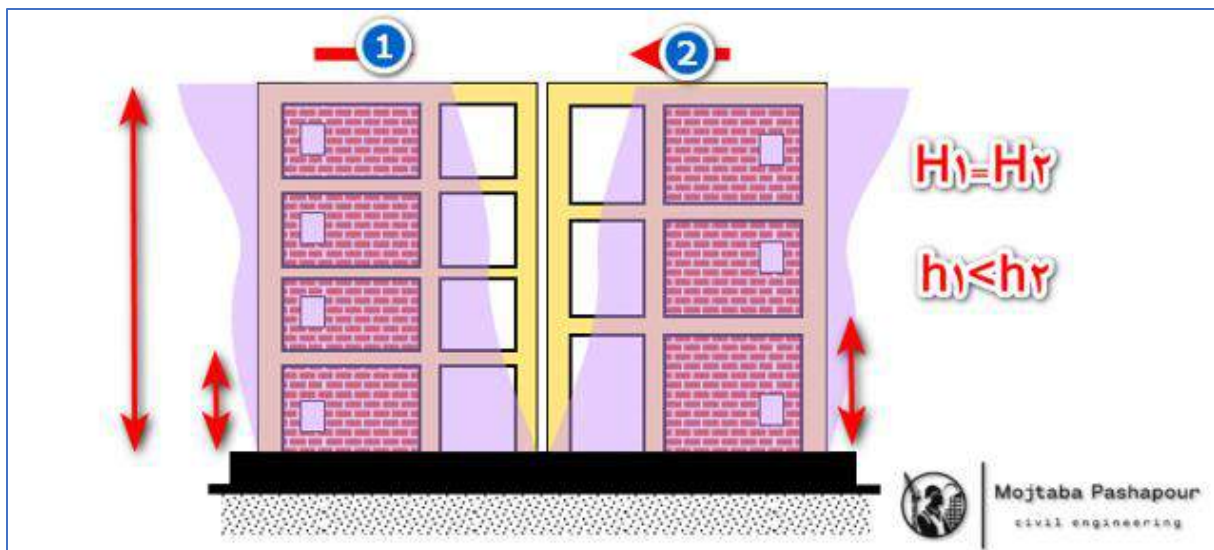
نحوه قرار گیری ساختمان ها در کنار هم ممکن است به چهار حالت زیر باشد:

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



شکل (a)

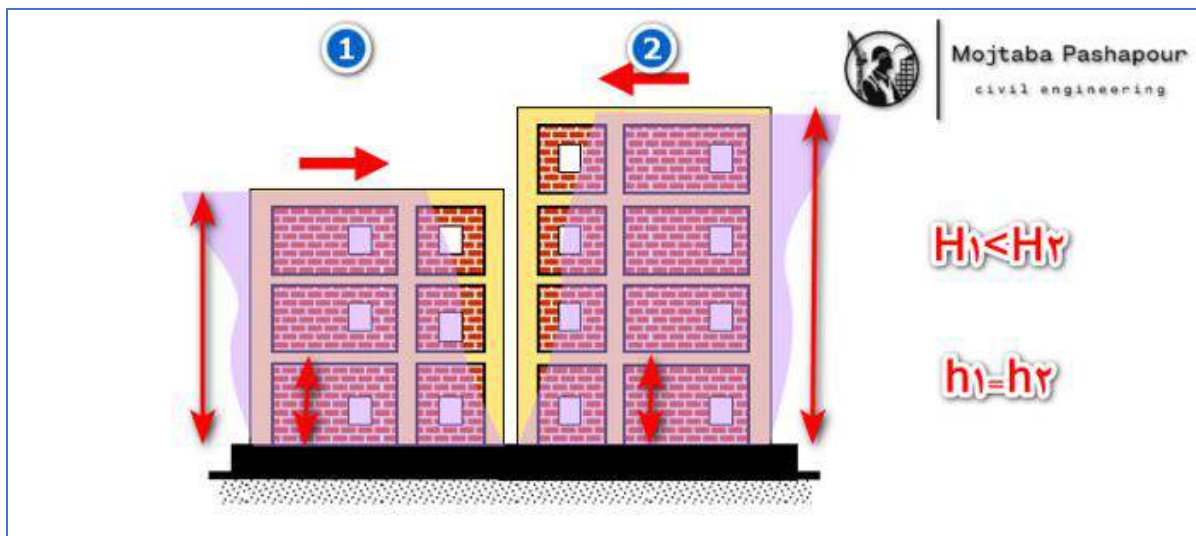
۲- دو ساختمان با ارتفاع کل یکسان و ارتفاع طبقات متفاوت در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل b)



شکل (b)

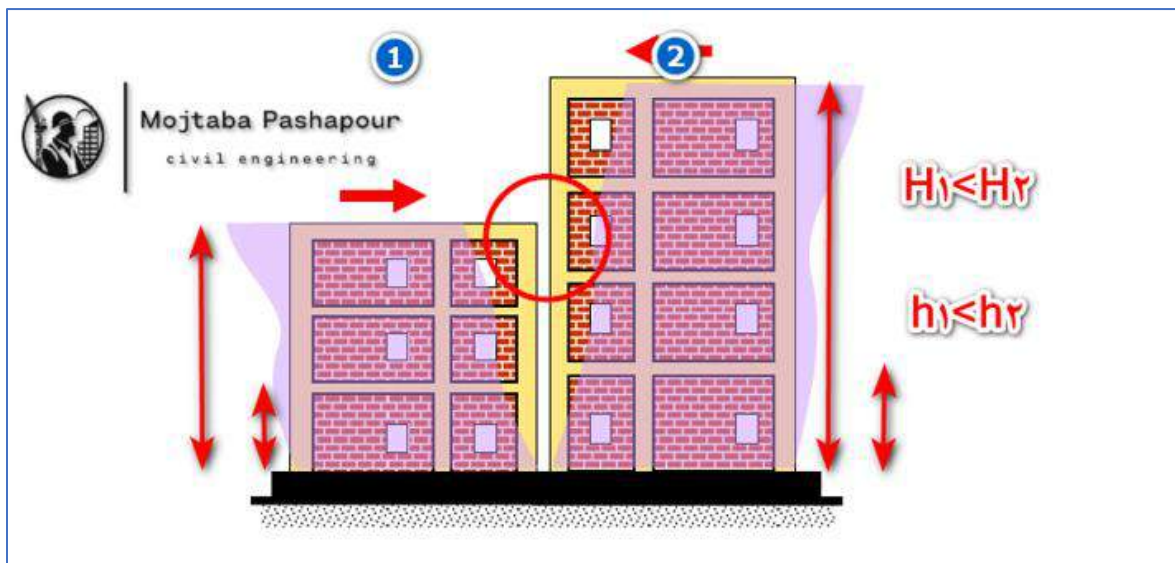


۳- دو ساختمان با ارتفاع کل متفاوت و ارتفاع طبقات برابر در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل c)



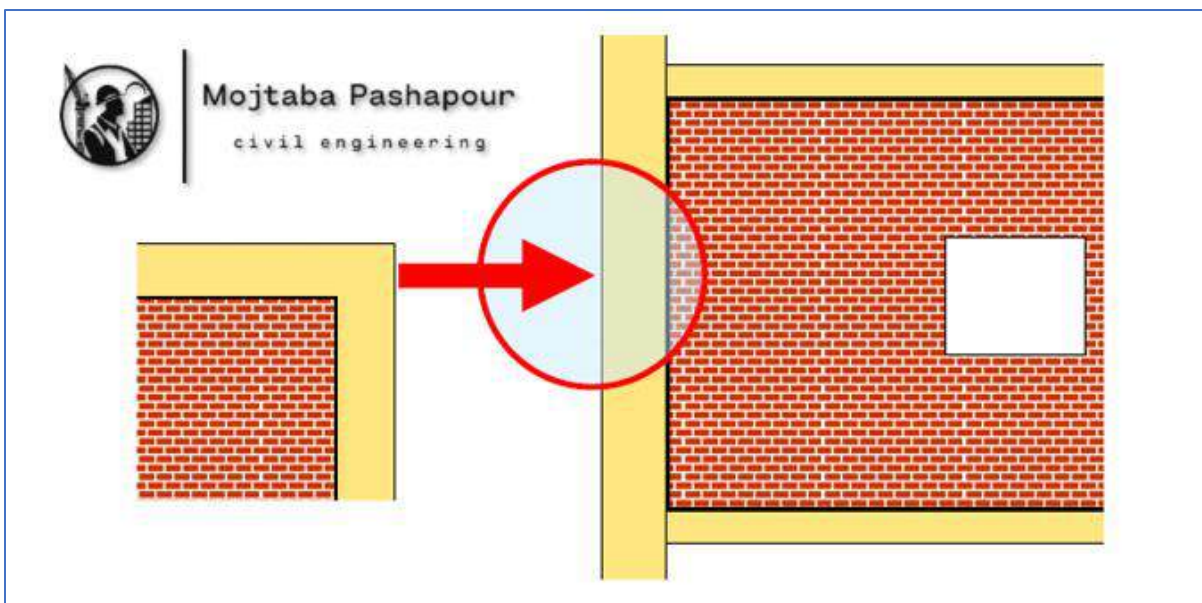
شکل (c)

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 بافاصله‌ای 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 به صورت زیر محاسبه و تعیین می‌گردد:



جزوه طراحی سازه بتنی – مهندس مجتبی پاشاپور

- 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:

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

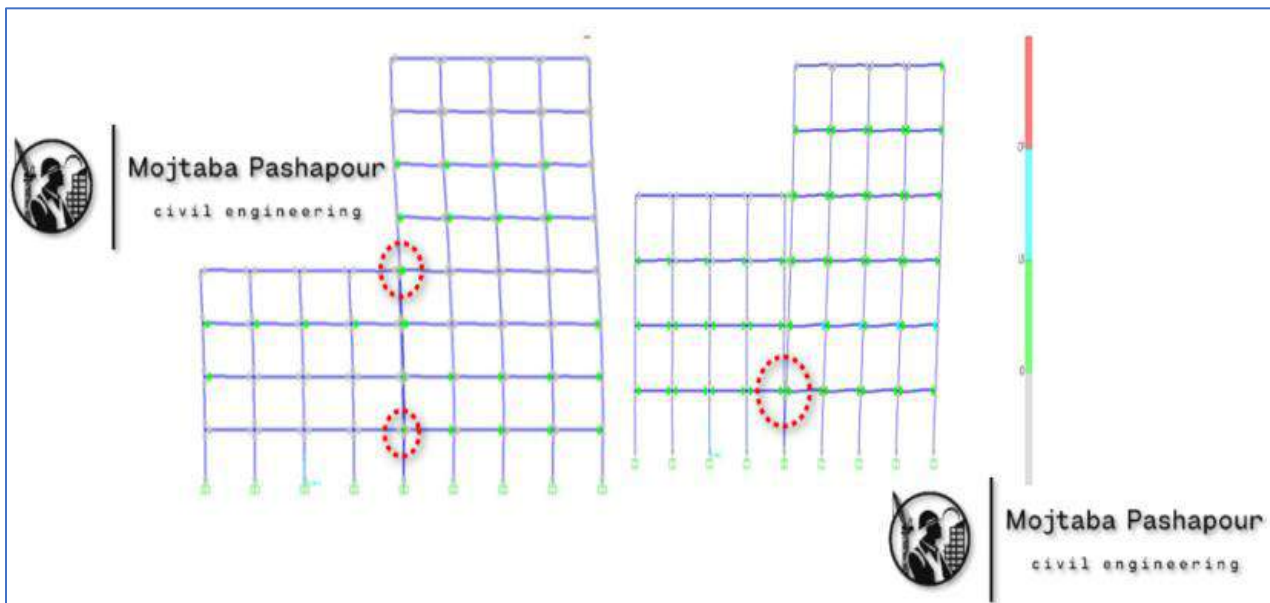
- درز انقطاع بین دو قاب هشت طبقه و شش طبقه:

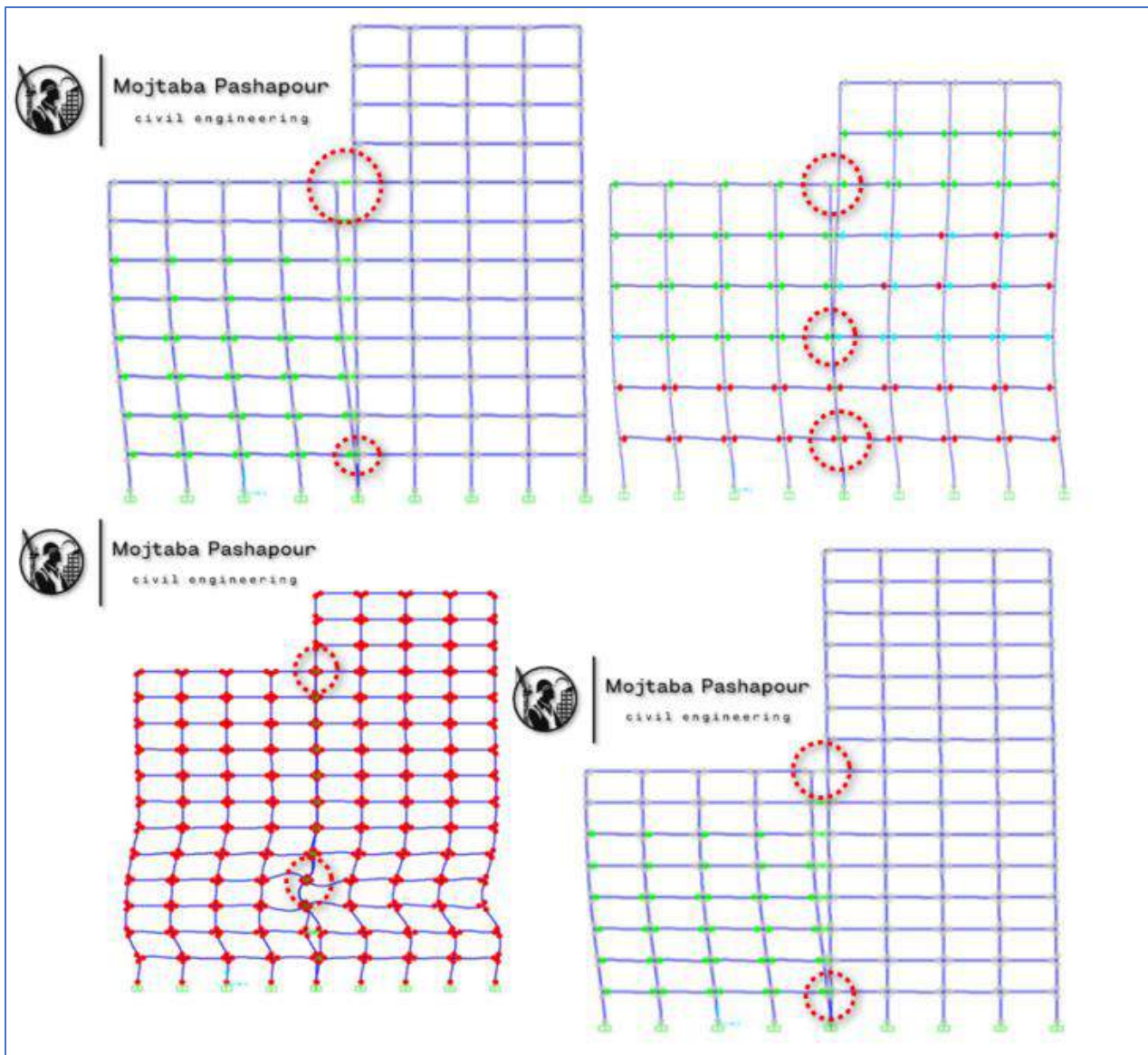
$$\Delta = \Delta_8 + \Delta_6 = 12.8 + 9.6 = 22.4 \text{ cm}$$

- 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 می‌شود که عدم رعایت درز انقطاع در سازه‌های مجاور هم باعث می‌شود که در هنگام زلزله با نوسان سازه‌ها برخوردهایی در سازه به وجود آید حتی در طبقات پایین، که این امر باعث می‌شود 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 ۳-۹-۴-۱.

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.

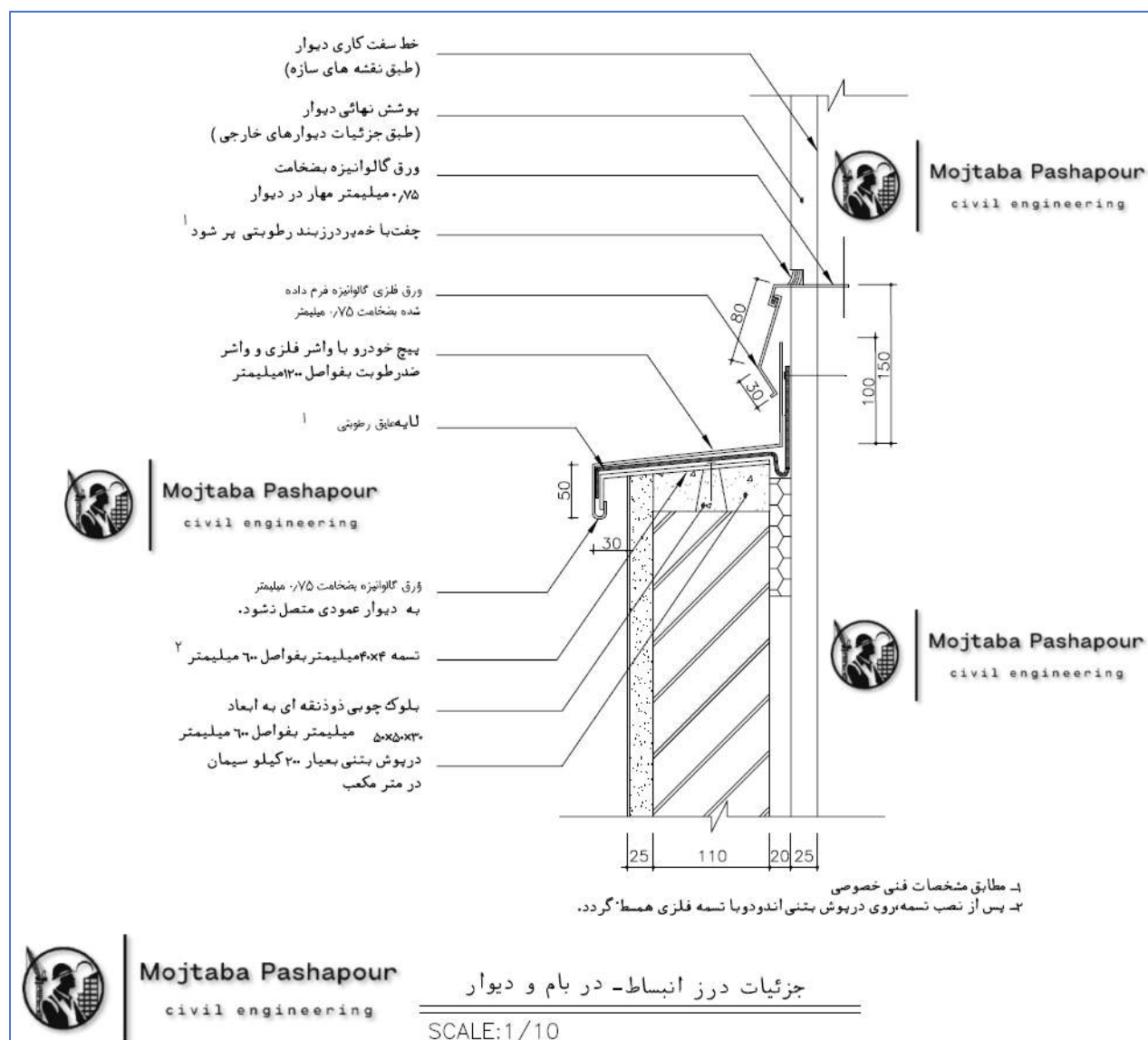


روش‌های پوشش درز انقطاع در نماسازی

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.

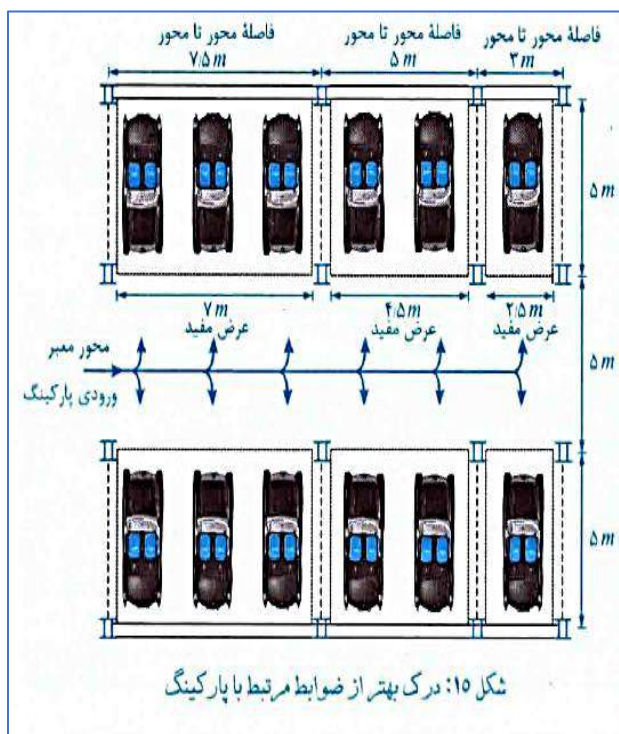
توصیه های معماری در ستون گذاری

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

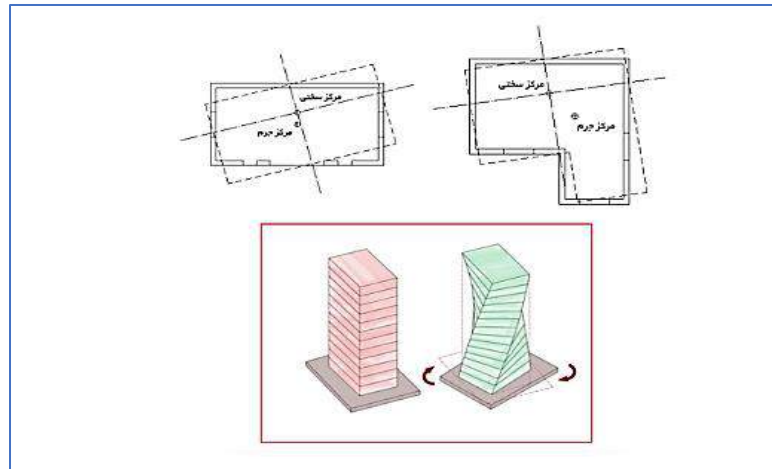
- تقارن ستون‌ها سبب کاهش فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی می‌شود.
- این امر مانع ایجاد پیچش در سازه می‌گردد.
- وجود پیچش مشکلات جدی در طراحی و عملکرد لرزه‌ای سازه ایجاد خواهد کرد (که در ادامه به طور مفصل بررسی خواهد شد).

مرکز جرم (Center of Mass)

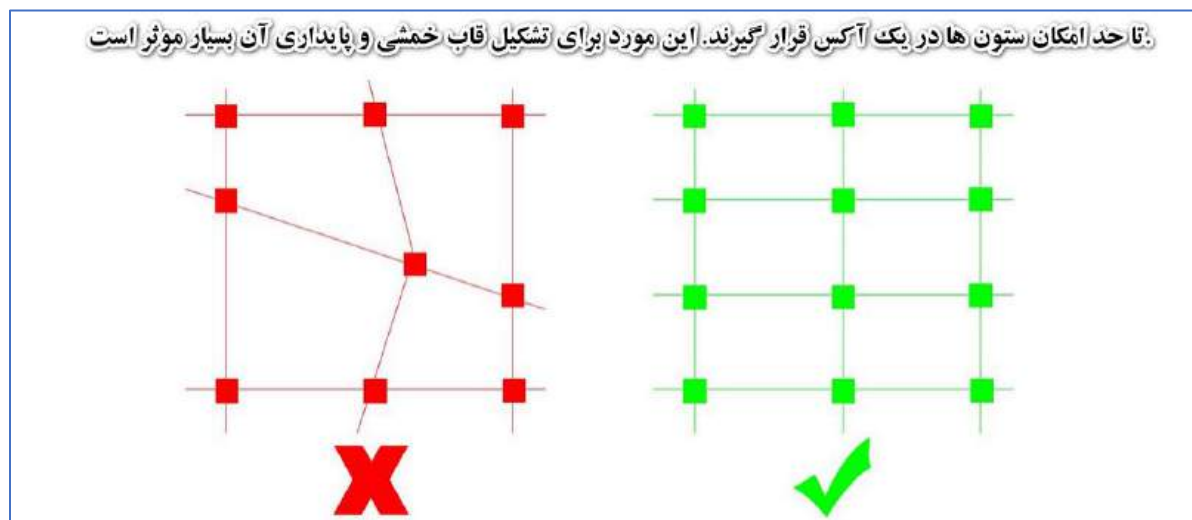
- مرکز جرم نقطه‌ای از یک طبقه است که نیروی برشی ناشی از زلزله در آن نقطه متمرکز می‌شود. در صورتی که توزیع بارهای مرده و زنده در طبقه به صورت یکنواخت باشد، مرکز جرم با مرکز هندسی پلان طبقه منطبق خواهد بود.

♦ 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

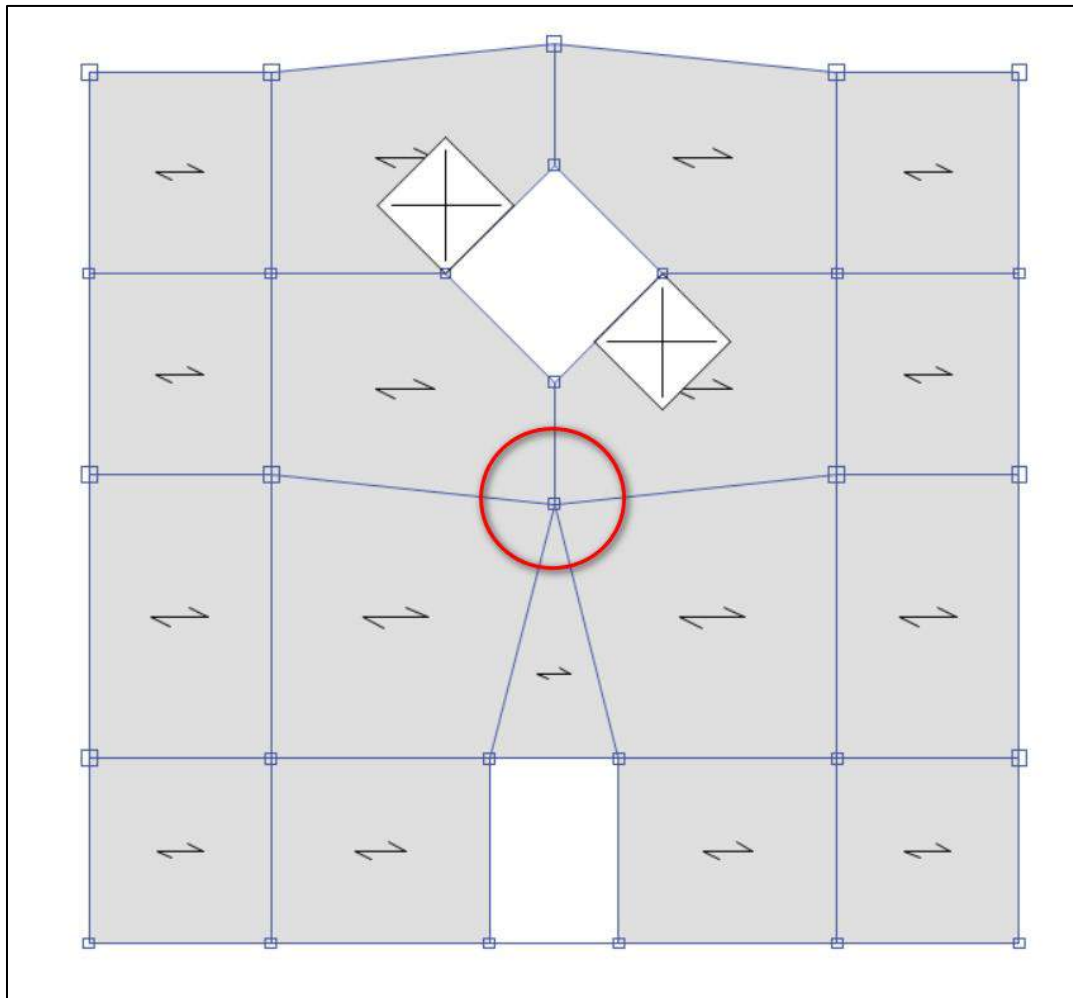


- ستون‌ها را با هماهنگی بین طراح سازه و معمار جایگذاری کنید تا از تجمع ستون‌ها در یک سمت و کمبود آن‌ها در سمت دیگر جلوگیری شود. تجمع سختی در یک سمت باعث نزدیک شدن مرکز سختی به آن سمت و افزایش بازوی لنگر و پیچش سازه می‌شود.
- ستون‌ها تا حد امکان هم‌محور و منظم باشند. این کار از اجرای تیرهای مورب جلوگیری 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:

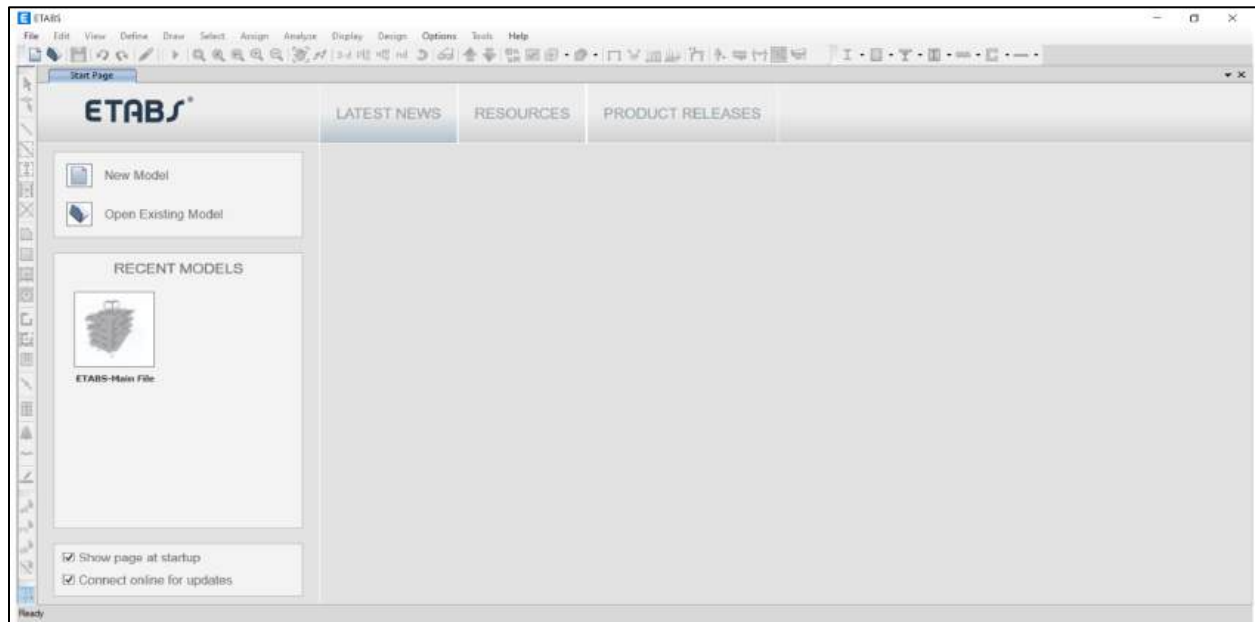


- هر ستون تا حد امکان حداکثر به ۴ تیر متصل شود. اگر بیش از ۴ تیر به یک ستون وصل شود، تراکم آرماتورها در آن نقطه زیاد می‌شود و ممکن است اجرای ستون با نقشه‌های سازه هماهنگ نباشد.
- رعایت این نکته باعث می‌شود اجرای ستون و تیرها ساده‌تر، دقیق‌تر و منطبق با نقشه‌ها باشد.





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 لرزه‌ای 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.

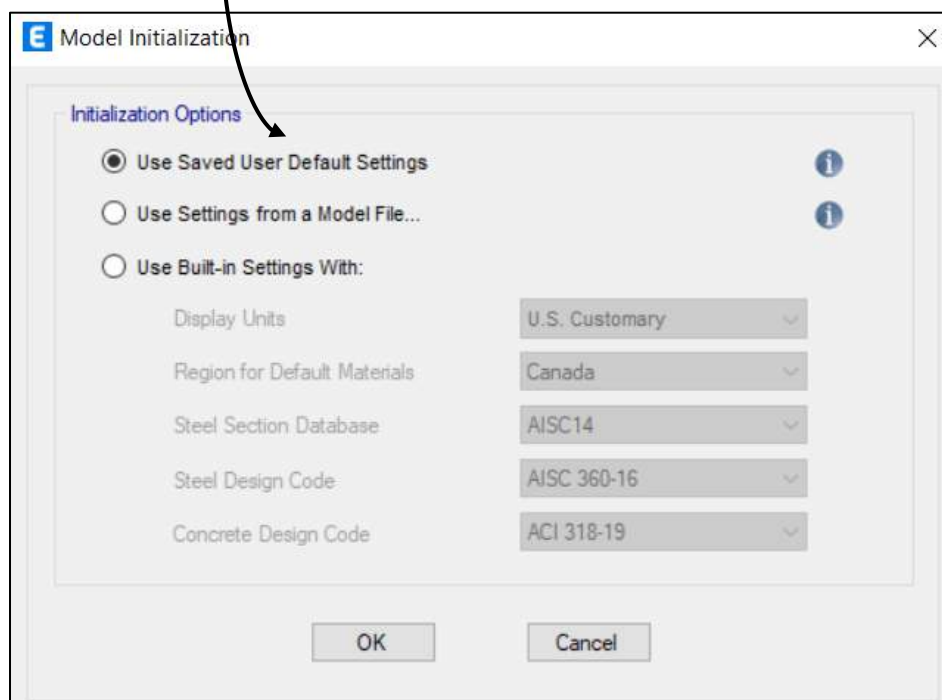
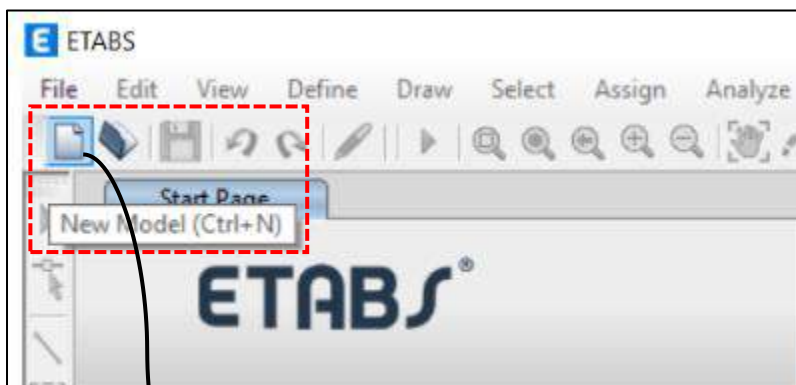
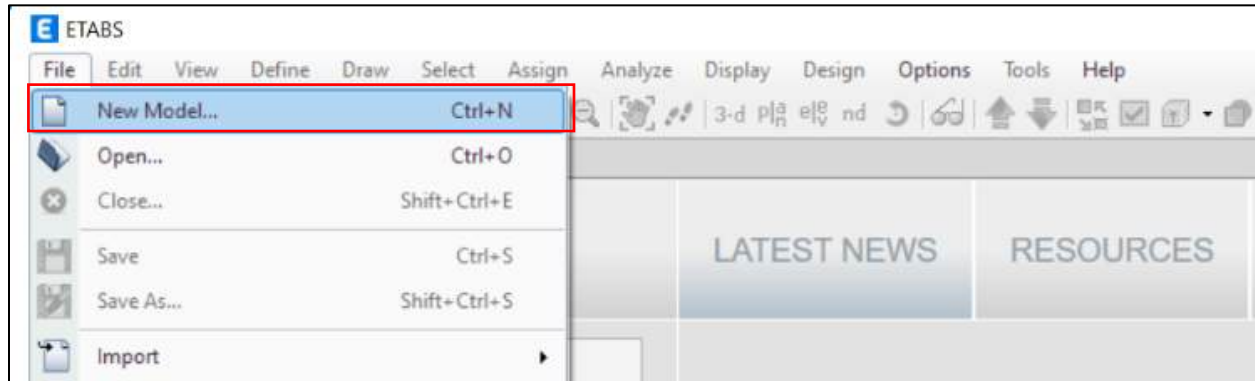
منوی Tools: این منو مربوط به افزودن پلاگین به نرم افزار است. در این بخش، ضوابطی که برنامه نویسان برای انجام عملیات مختلف طراحی سازه نوشته اند، به نرم افزار معرفی می شوند تا قابل استفاده باشند. در حال حاضر طراحان معمولاً این پلاگین ها را خریداری نمی کنند و ترجیح می دهند ضوابط را به صورت دستی یا از طریق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



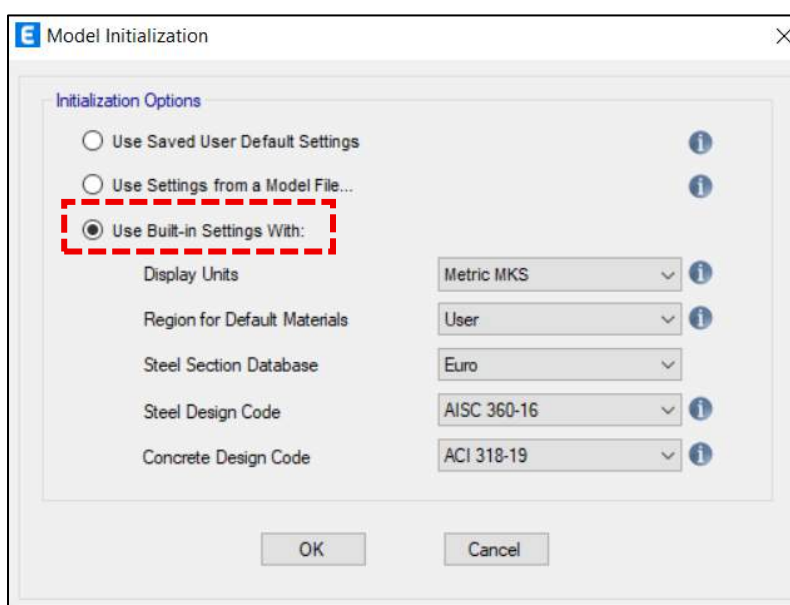
ایجاد مدل

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 می کنند مشخص می شود.

توضیحات مربوط به کادر سمت چپ

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



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

Grid Labeling Options

X Grid

Beginning X ID:

☒ Label Left to Right
☐ Label Right to Left

Y Grid

Beginning Y ID:

☐ Label Bottom to Top
☒ Label Top to Bottom

OK Cancel

- 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:

Grid System Data

Grid System Name:

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

Story Range Option: ☐ Default, ☐ User Specified

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

Options: Bubble Size: mm, Grid Color:

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

X Grid Data

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

Add Delete Sort

Y Grid Data

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

Add Delete Sort

Quick Start New Rectangular Grids...



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 (selected), User Specified (Top Story, Bottom Story)

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

Add, Delete

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

Add, Delete

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 – مهندس مجتبی پاشاپور

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

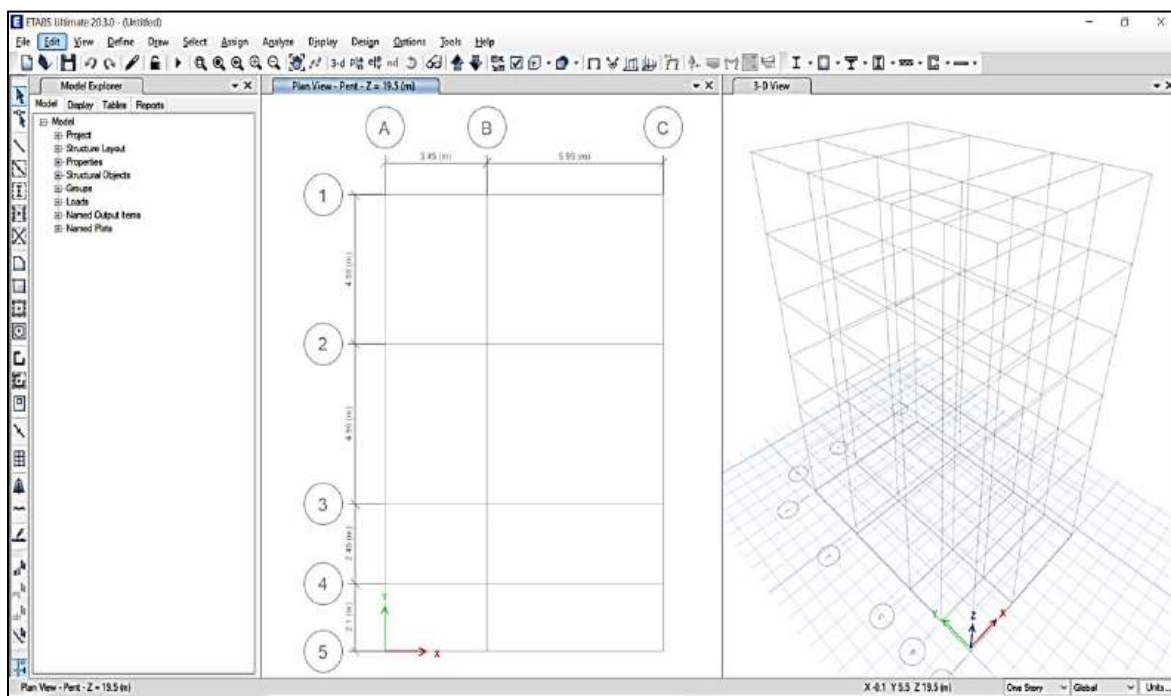
مشخصه‌ای نظیر بارگذاری، ترسیم تیر و ... که در طبقه Master انجام می‌دهیم به طبقات مشابه نیز اعمال شود.

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.





جزوه طراحی سازه بتنی – مهندس مجتبی پاشاپور

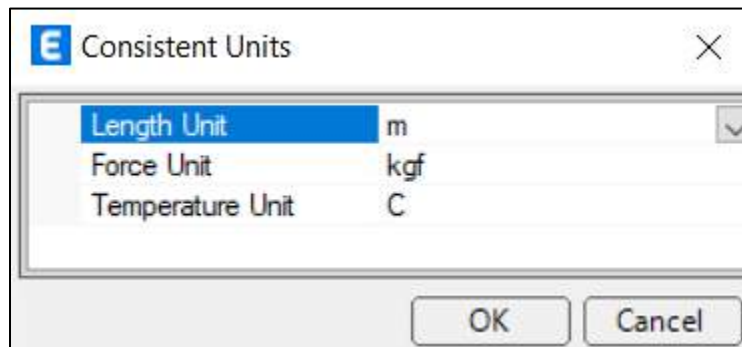
پیش از آغاز مدل سازی، لازم است واحدهای مورد استفاده در تمامی بخش های پروژه یکسان و هماهنگ انتخاب شوند تا از بروز خطا در محاسبات و نتایج جلوگیری گردد.

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)

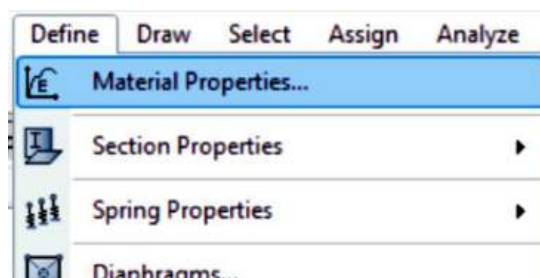
کاربران می توانند در صورت تمایل، واحدهای دیگری را انتخاب نموده و در طول فرآیند مدل سازی و طراحی، از همان سیستم واحد استفاده نمایند.





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 مشخصه ی 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.



بند ۲۰-۲-۵ (خاص زلزله)

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.

۲۰-۲-۵ مشخصات مصالح

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.

۲۰-۲-۵-۱ 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.

مدول الاستیسیته بتن، E_c 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:

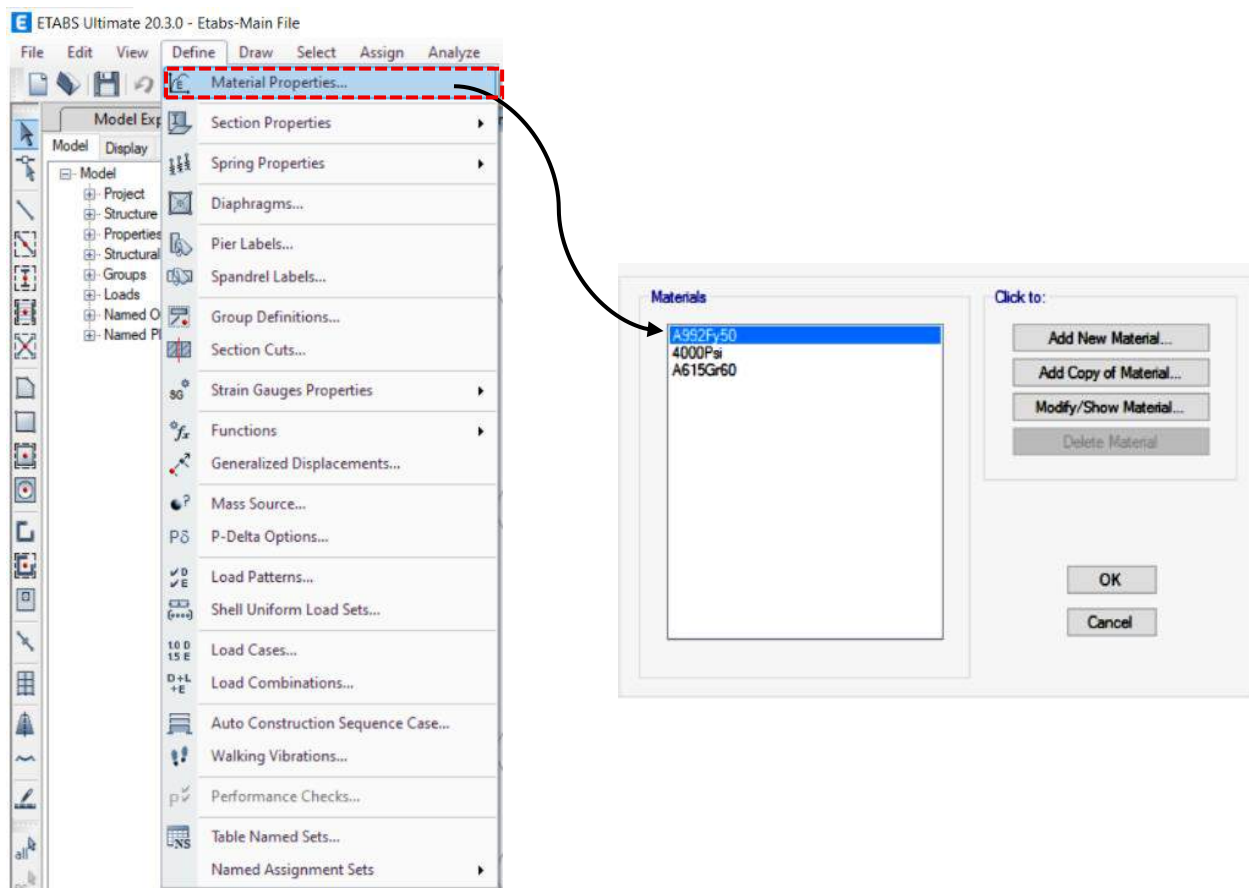
$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \quad \text{(۶-۳-۹-ب)}$$

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 overlapping software windows for defining material properties. The left window is titled 'General Data' and includes 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 shows values for Weight per Unit Volume (2500 kgf/m³) and Mass per Unit Volume (254.929 kgf·s²/m⁴). The 'Mechanical Property Data' section includes 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 shows Material Name (C25), Material Type (Concrete, Isotropic), and Grade. Below this is the 'Design Properties for Concrete Materials' section with '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 Unit 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	۴-۶-۲ ت مدول الاستیسیته آرماتورها
مدول الاستیسیته E_s برای آرماتورها برابر با ۲۰۰,۰۰۰ مگاپاسکال است.	

۴-۶-۳ ضریب انبساط حرارتی آرماتورها	۴-۶-۳ ت 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 III با آج جناغی)



(میلگرد III با آج مارپیچ)



رده	علامت مشخصه	طبقه بندی از نظر شکل رویه	طبقه بندی 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 طول های آزمون برای تعیین میزان کرنش گسیختگی کافی است. در صورت عدم ذکر طول آزمون، طول حدافل A_5 باید ملاک عمل قرار گیرد. طول های A_5 و A_{10} بر طبق استاندارد ملی ۳۱۳۲، به ترتیب برابر با ۵ و ۱۰ برابر قطر آرماتور می باشند.

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

کاربرد	محل مورد استفاده	حداکثر مقدار f_y یا f_{yk} مجاز برای کاربرد در محاسبات (مگاپاسکال) ^(۱)	نوع آرماتور	
			میلگردهای آجدار	سیم های آجدار
خمش، نیروی محوری، حرارت و انقباض	قاب ها لرزه ای ویژه	۵۵۰	بند ۴-۵-۷	غیر مجاز
	تمام اجزای دیوارهای لرزه ای ویژه	۵۵۰		
	سایر موارد	۵۵۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار
آرماتورهای محصور کننده، ویا آرماتورهای تکیه گاهی آرماتورهای طولی	سیستم های ویژه لرزه ای	۷۰۰		
	دورپیچ ها	۷۰۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار
برش	سایر موارد	۵۵۰		
	قاب ها لرزه ای ویژه	۵۵۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار
	تمام اجزای دیوارهای لرزه ای ویژه	۵۵۰		
	دورپیچ ها	۴۲۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار
	برش اصطکاک	۴۲۰		
پیچش	خاموت ها، بست ها، تنگ ها	۴۲۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار
	آرماتورهای طولی و عرضی	۴۲۰		
مهارها	سیستم های لرزه ای ویژه	۵۵۰	همه رده های آجدار	غیر مجاز
	سایر موارد	۵۵۰		
	دورگیرهایی که برای برش استفاده می شوند	۴۲۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار
محل هایی که در طراحی آن از روش خرابایی استفاده می شود	سایر موارد	۵۵۰		

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

(۲) استفاده از شبکه های آجدار جوشی نیز مجاز است.

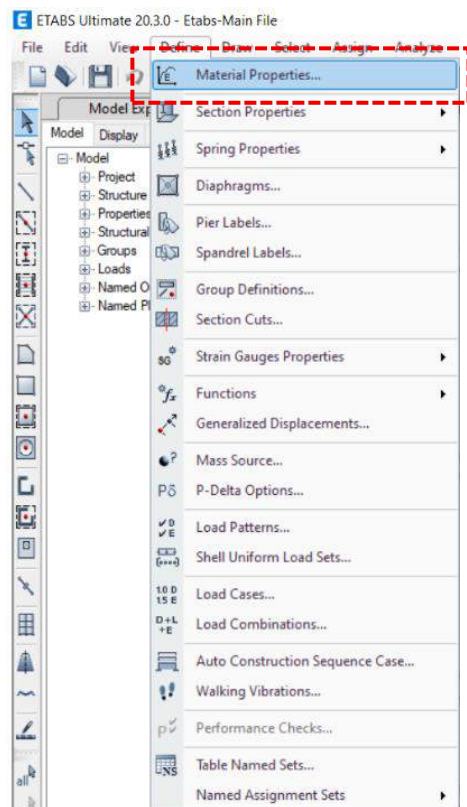


در آرماتورهای افت و حرارت باید از آجدار استفاده کنیم مانند میلگرد قطر ۸.

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]

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: []

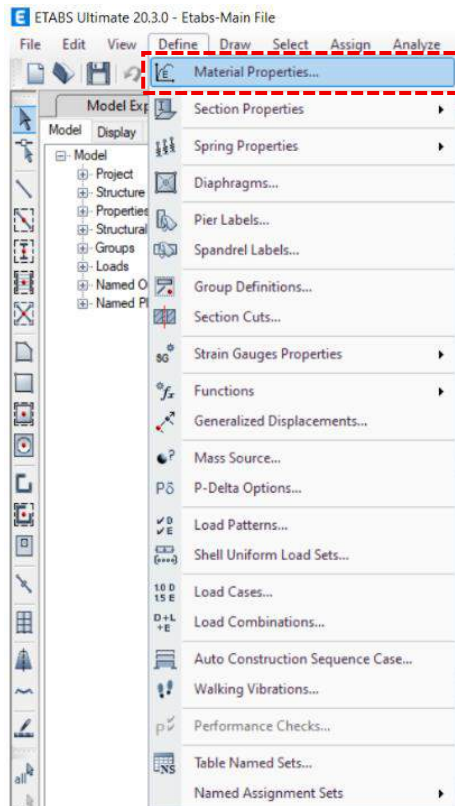
Design Properties for Rebar Materials

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

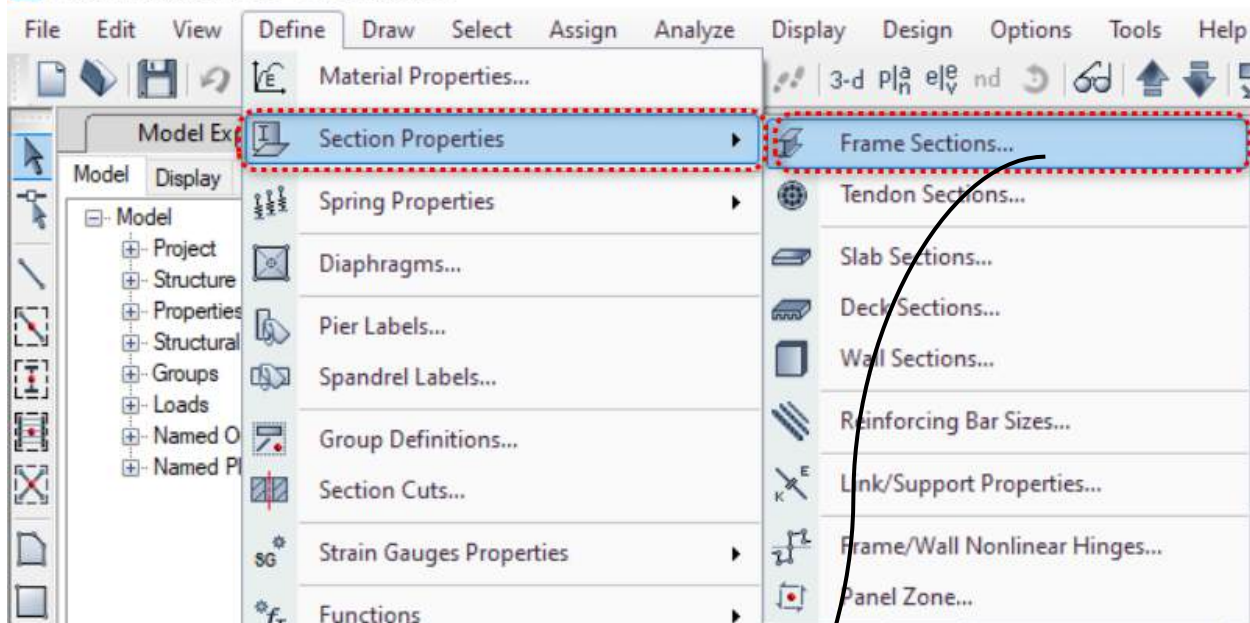
Unit	N-mm
g/cm/s2	9.80665



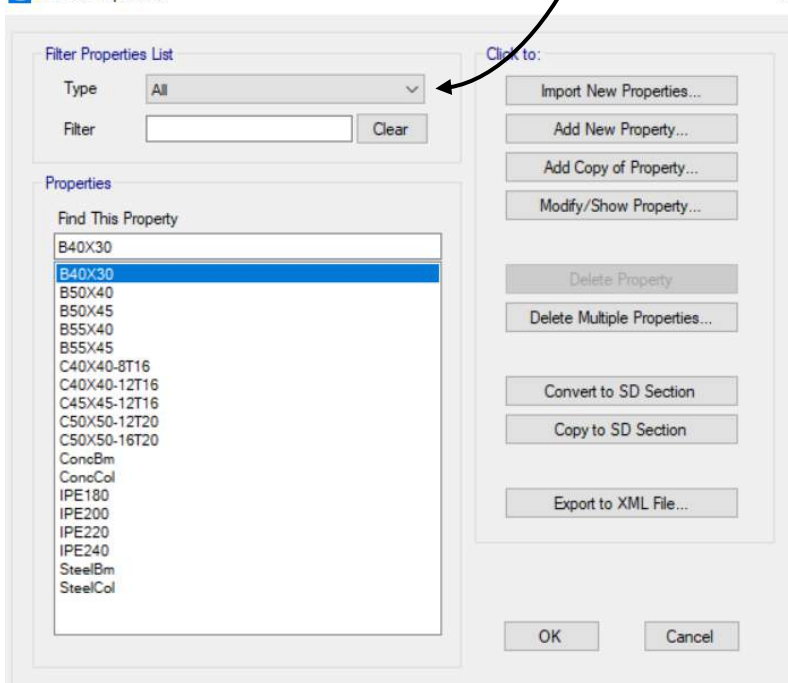
تعریف مقاطع

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.

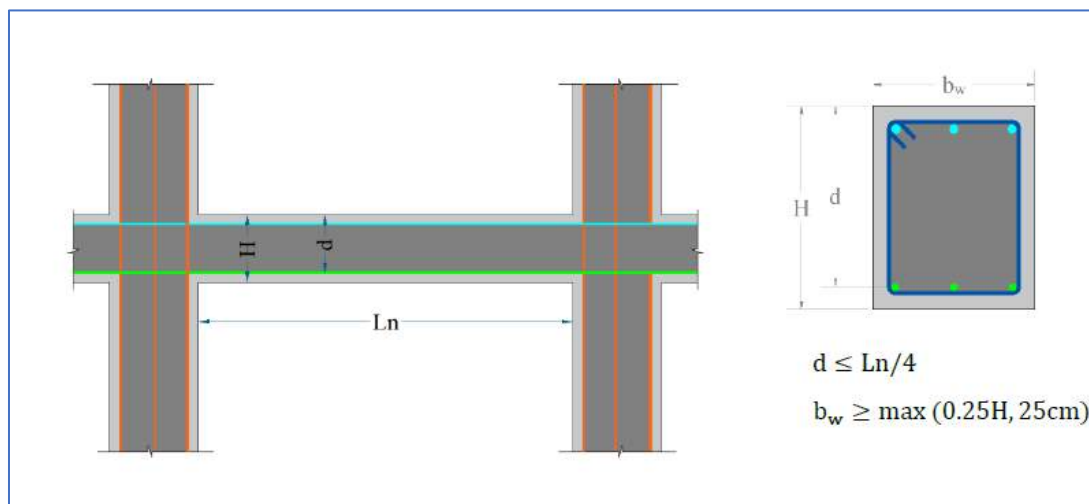
حداقل ابعاد تیر طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹ (شکل‌های محدودیت ابعاد آیین‌نامه‌ای از راهنمای طراحی سازه بتنی شهرداری شیراز برداشت شده است)

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.

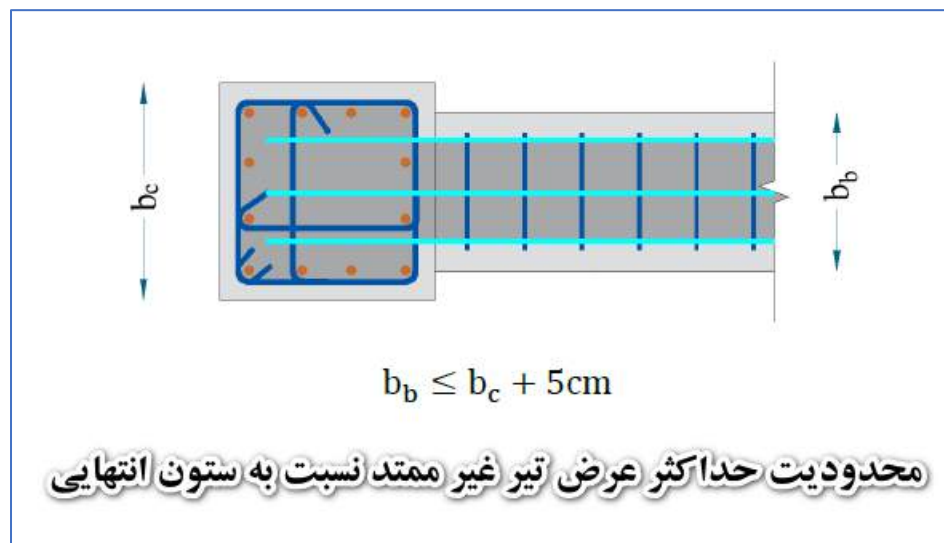
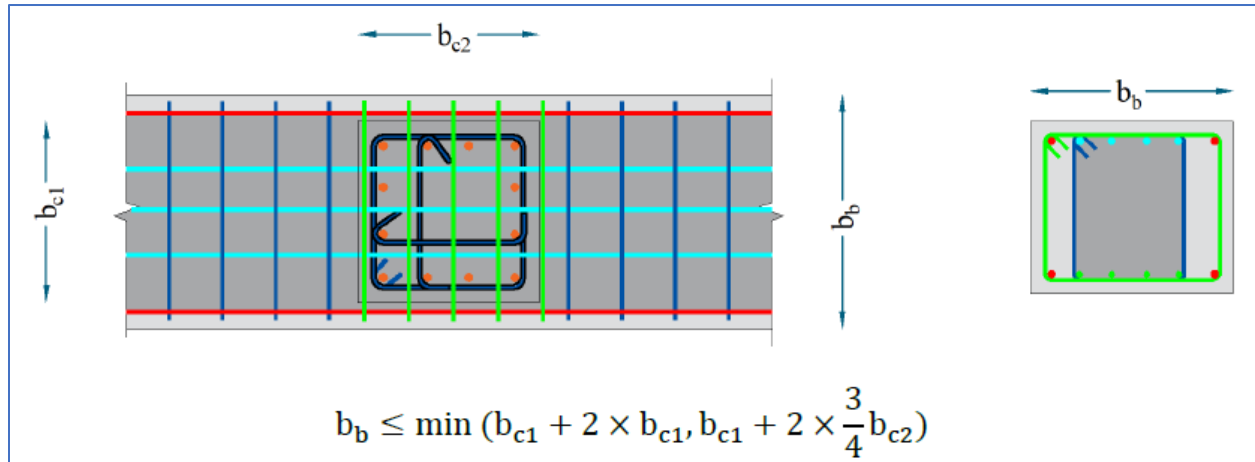
ب: عرض مقطع نباید کمتر از یک‌چهارم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلی‌متر باشد.



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 ای آزادی به طول ۳ متر:

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

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



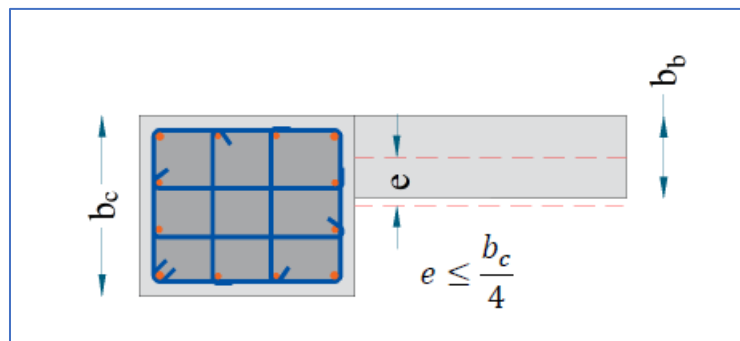
الف- هدف بند ۹-۲۰-۵-۱ از اعمال محدودیت ارتفاعی برای تیرها، جلوگیری از به کار بردن تیرهای عمیق در دهانه‌های کوچک (مثلاً ۲ یا ۳ متری) است؛ زیرا استفاده از این تیرها سبب تسلیم برشی تیر بتنی شده که یک تغییر شکل ترد (غیر شکل پذیر) بوده و رفتار آن مطابق انتظار آیین نامه نخواهد بود.

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.

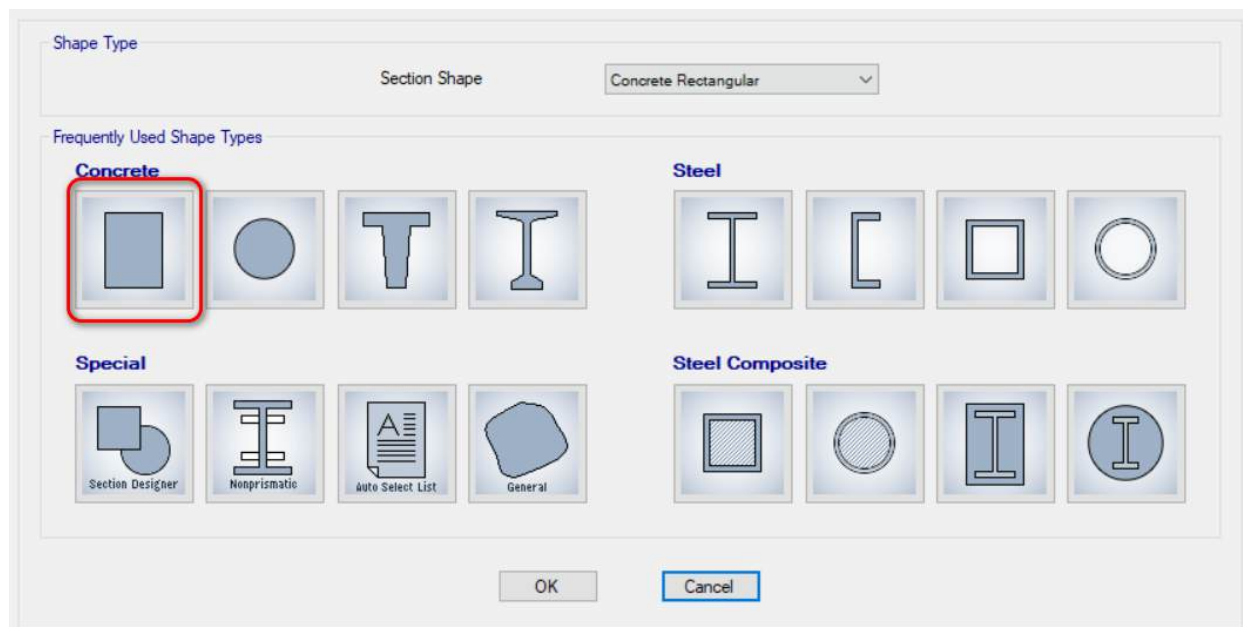
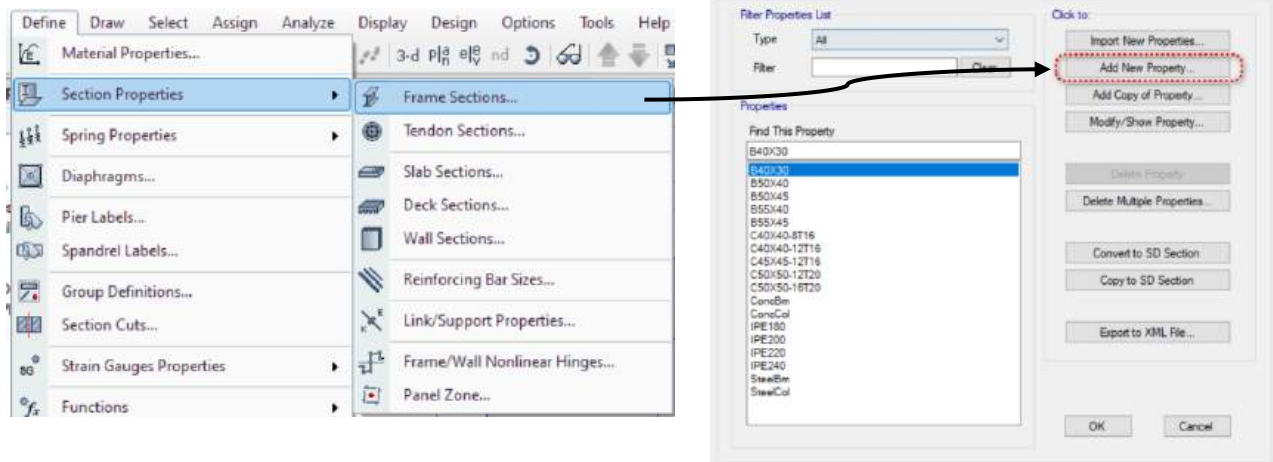
پ- بر اساس این بند می‌توان تیرهایی با عرض بیشتر از عرض ستون را طراحی نمود. ولی اغلب توصیه می‌شود عرض تیر برابر یا کوچک‌تر از عرض ستون باشد (لبه‌های تیر از ستون بیرون نزنند) تا آرماتور گذاری و قالب‌بندی آن‌ها برای تیم اجرایی دشوار نگردد.

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





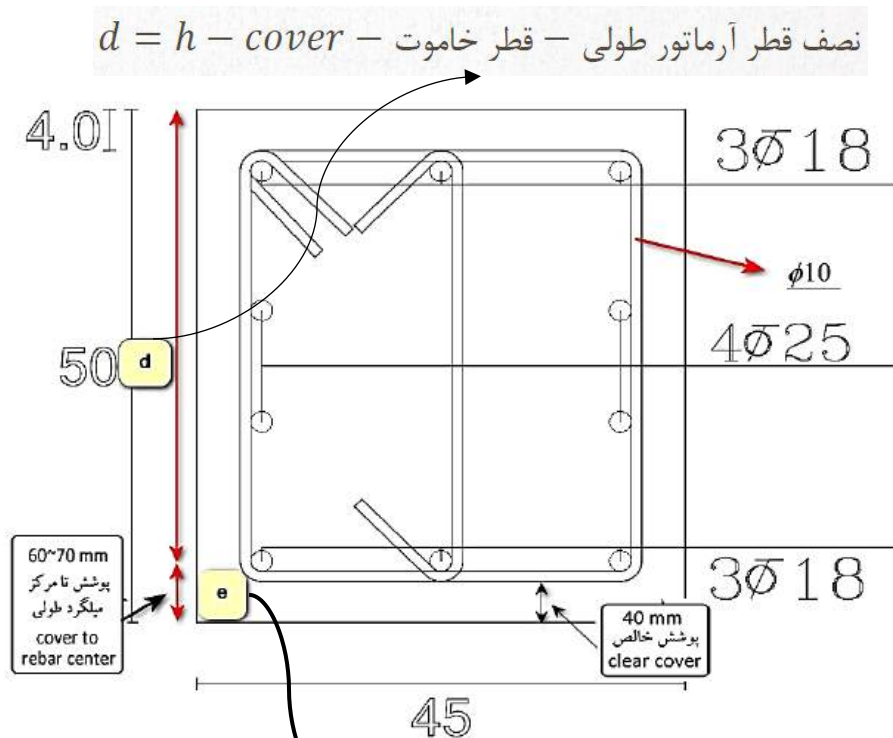
- ۱- نام مقطع
- ۲- مشخص نمودن مقاومت بتن
- ۳- عمق تیر
- ۴- عرض تیر
- ۵- تعریف مشخصات میلگرد

* 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



مقطع ستون بتنی

حداقل ابعاد تیر طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

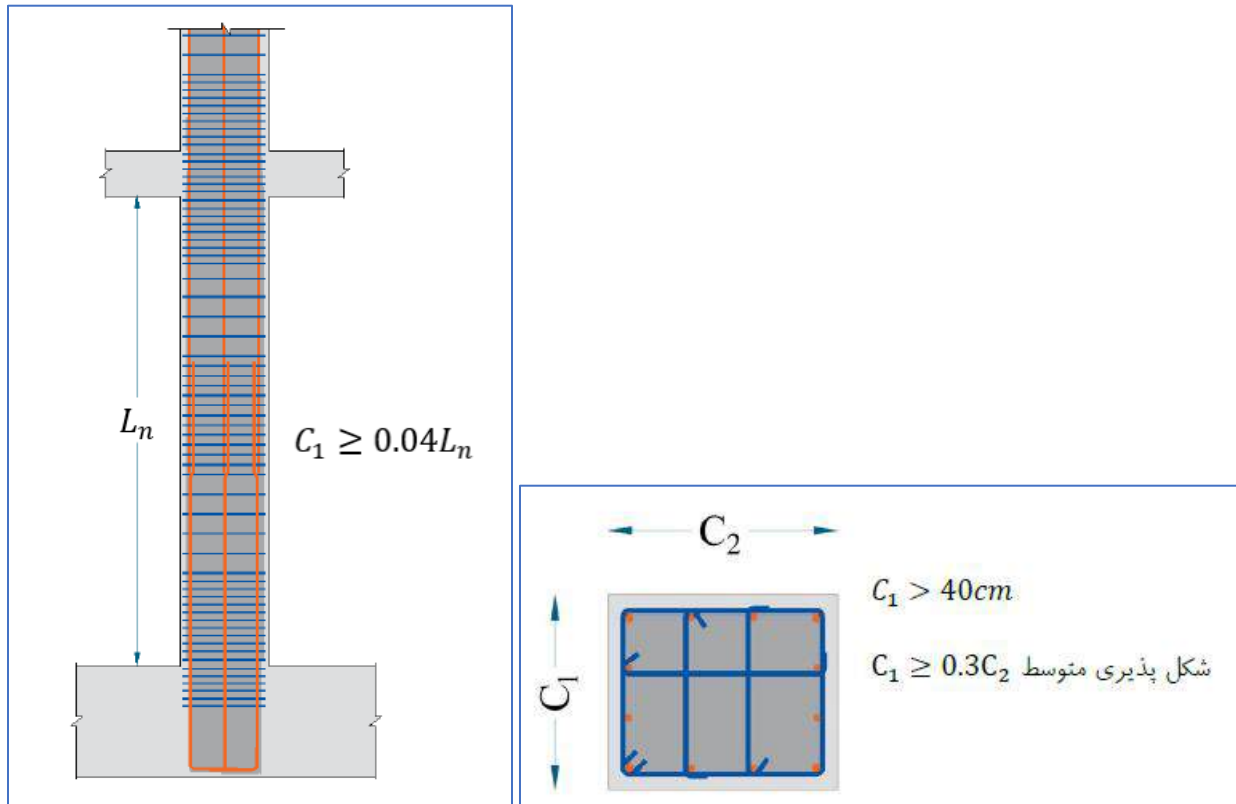
ستون‌ها در قاب‌ها با شکل‌پذیری متوسط

محدودیت‌های هندسی

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

الف- عرض مقطع نباید کمتر از سه‌دهم 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 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.

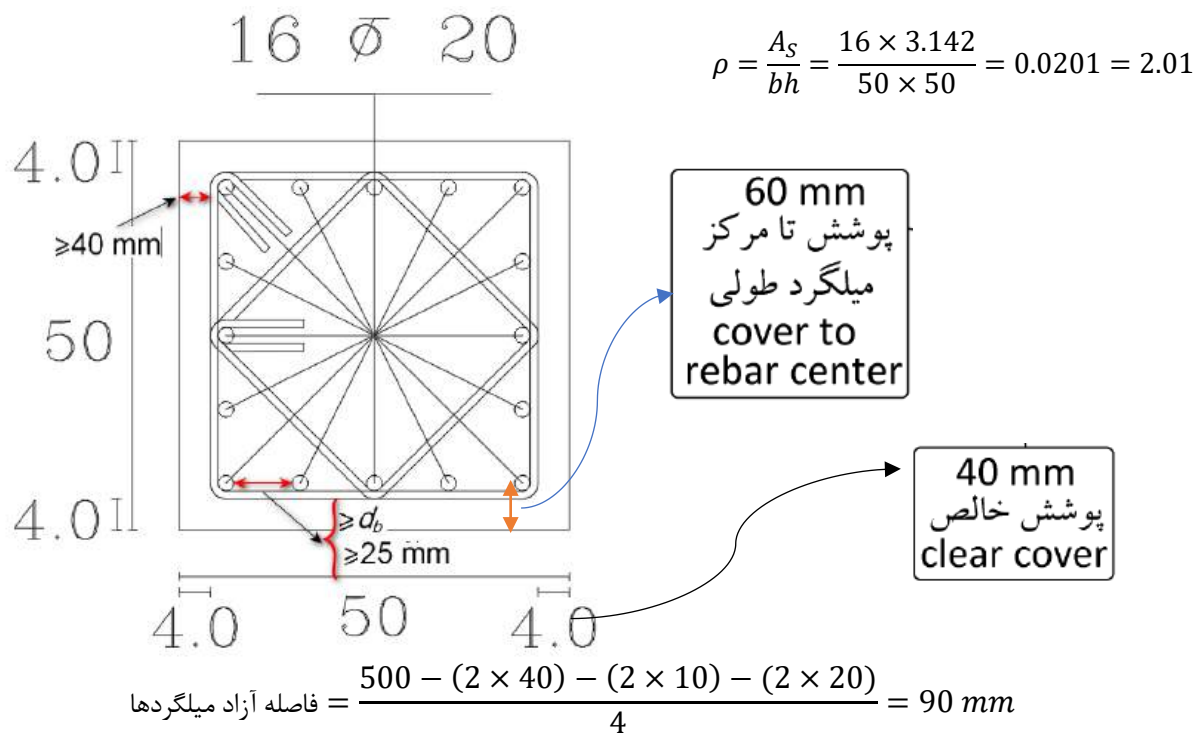
$$\rho = \frac{A_s}{bh} \rightarrow \rho_{min} = 0.01, \quad \rho_{max} = 0.08$$

در محل وصله $\rho_{max} = 0.04$

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



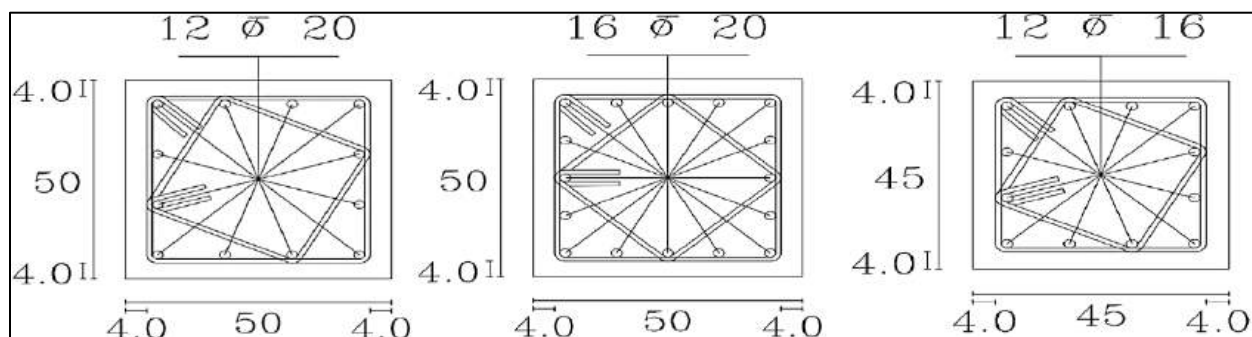
۹-۲۱-۲-۱-۳ فاصله‌ی آزاد بین میلگردهای طولی در ستون‌ها، ستون پایه‌ها، بست‌ها، و اجزای مرزی دیوارها، نباید کمتر از هیچ یک از مقادیر زیر باشد.

الف - ۴۰ میلی متر؛

ب - ۱/۵ برابر قطر بزرگ‌ترین میلگرد؛

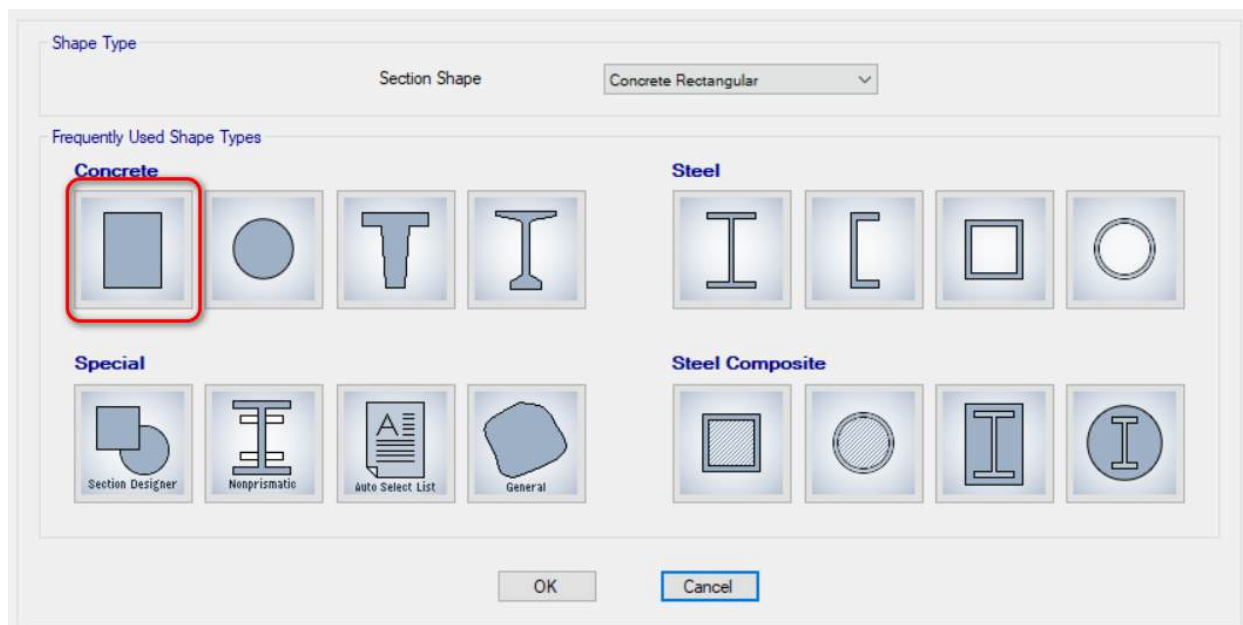
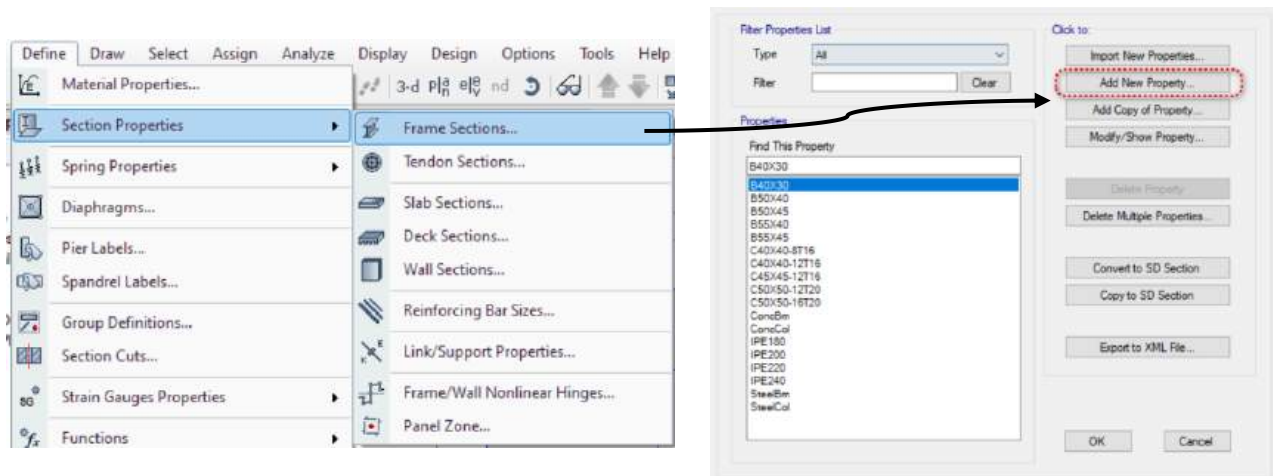
پ - ۱/۳۳ برابر قطر اسمی بزرگ‌ترین سنگ دانه.

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





General Data

Property Name 1 C50X50-16T20

Material C25 2

Notional Size Data Modify/Show Notional Size...

Display Color Change...

Notes Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth 3 50 cm

Width 4 50 cm

Show Section Properties...

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers... Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar... 5

OK

Cancel

۱- نام مقطع

۲- مشخص نمودن مقاومت بتن

۳- ارتفاع ستون

۴- عرض ستون

۵- تعریف مشخصات میلگرد

Design Type

☒ P-M2-M3 Design (Column) 1

☐ M3 Design Only (Beam)

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular 4

☐ Circular

Rebar Material

Longitudinal Bars 2 S400

Confinement Bars (Ties) S340 3

Confinement Bars

☒ Ties 5

☐ Spirals

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked 6

☐ Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars 7 4 cm

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face 8 5

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face 9 5

Longitudinal Bar Size and Area 10 20 ... 3.14 cm²

Corner Bar Size and Area 11 20 ... 3.14 cm²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area 12 10 ... 0.79 cm²

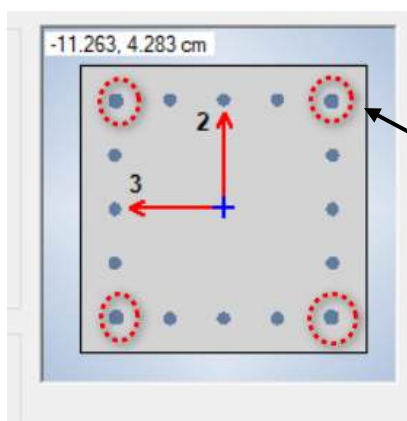
Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis) 15 cm

Number of Confinement Bars in 3-dir 3

Number of Confinement Bars in 2-dir 3



- 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

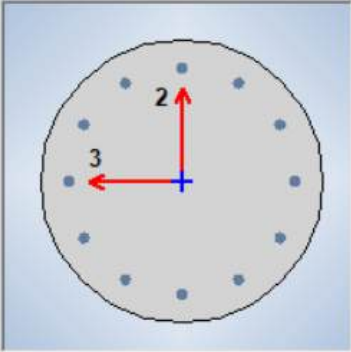
Diameter: 60 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...



Design Type

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

Rebar Material

Longitudinal Bars: S400
Confinement Bars (Ties): S340

Reinforcement Configuration

☐ Rectangular
☒ Circular

Confinement Bars

☐ Ties
☒ Spirals

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked
☐ Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 4 cm

Number of Longitudinal Bars: 12

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

Confinement Bars

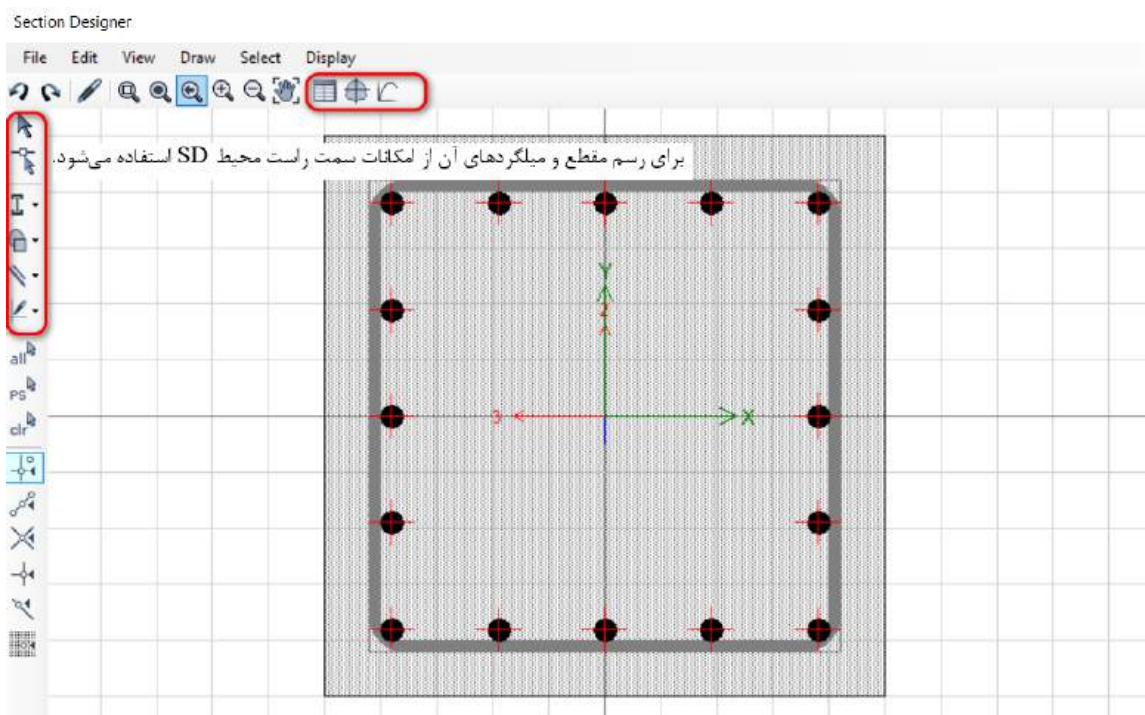
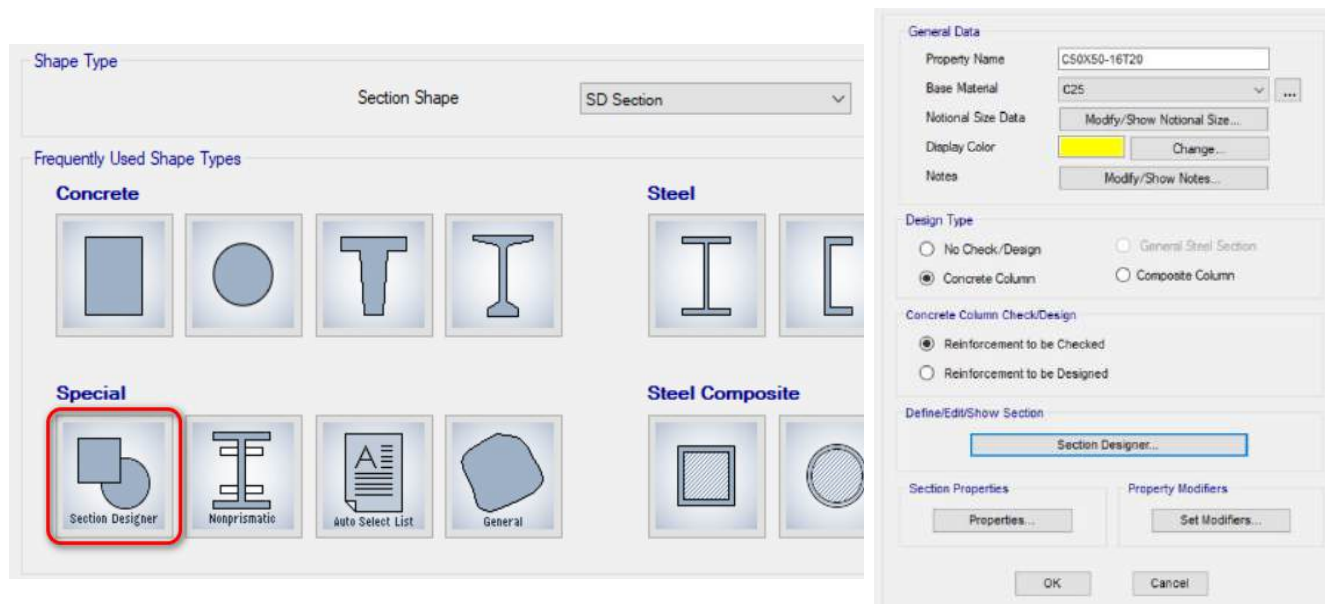
Confinement Bar Size and Area: 10 ... 0.79 cm²

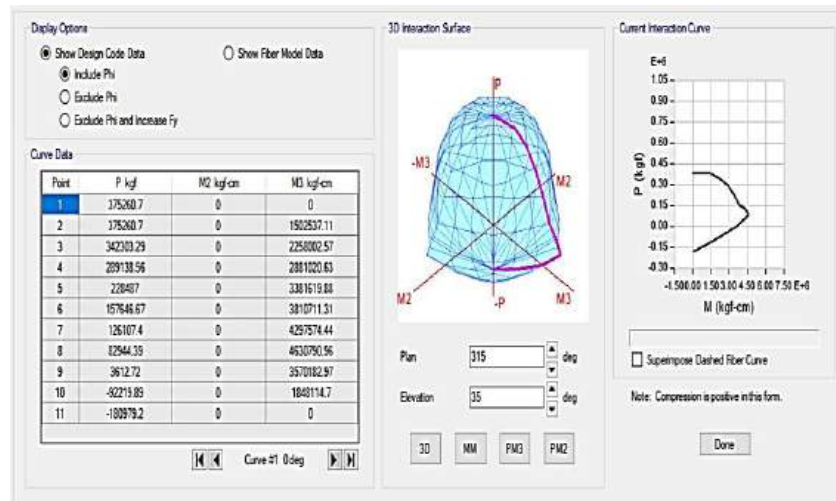
Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 15 cm



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.





Base Material

C25

Orientation of 2-Axis for these Properties

☒ Default ☐ Principal Axis ☐ User

Angle from X- to 2-Axis: 90 deg

Properties

Center of Gravity

Xcg (cm): 0

Ycg (cm): 0

Analysis Properties

Area (cm²): 2500

AS2 (cm²): 2083.3

AS3 (cm²): 2083.3

I22 (cm⁴): 520833.3

I23 (cm⁴): 0

I33 (cm⁴): 520833.3

J (cm⁴): 880533.7

Design Properties

R22 (cm): 14.434

R33 (cm): 14.434

S22 Negative (cm³): 20833.3

S22 Positive (cm³): 20833.3

S33 Negative (cm³): 20833.3

S33 Positive (cm³): 20833.3

Z22 (cm³): 31250

Z33 (cm³): 31250

Principal Axes

I Major (cm⁴): 520833.3

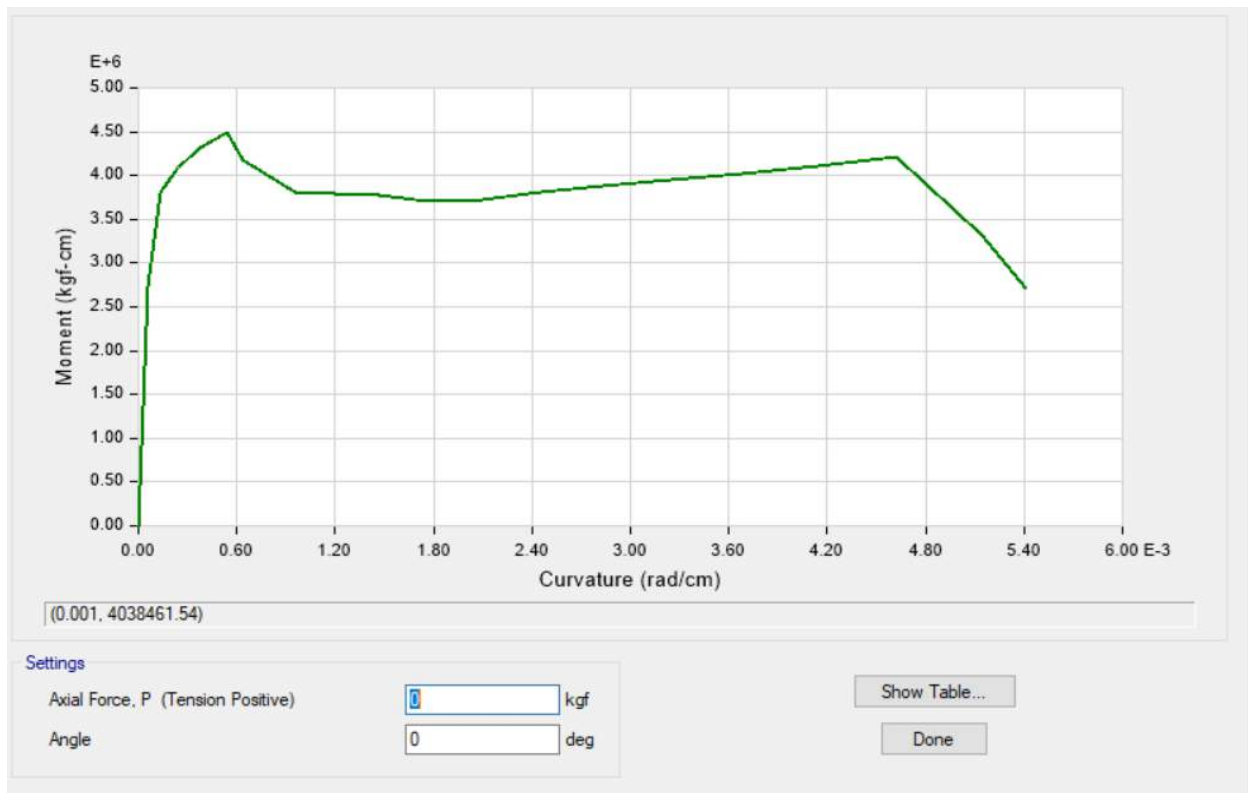
I Minor (cm⁴): 520833.3

Principal Axes Angle (deg): -90

Other

PNA Offset 2 (cm): 0

PNA Offset 3 (cm): 0

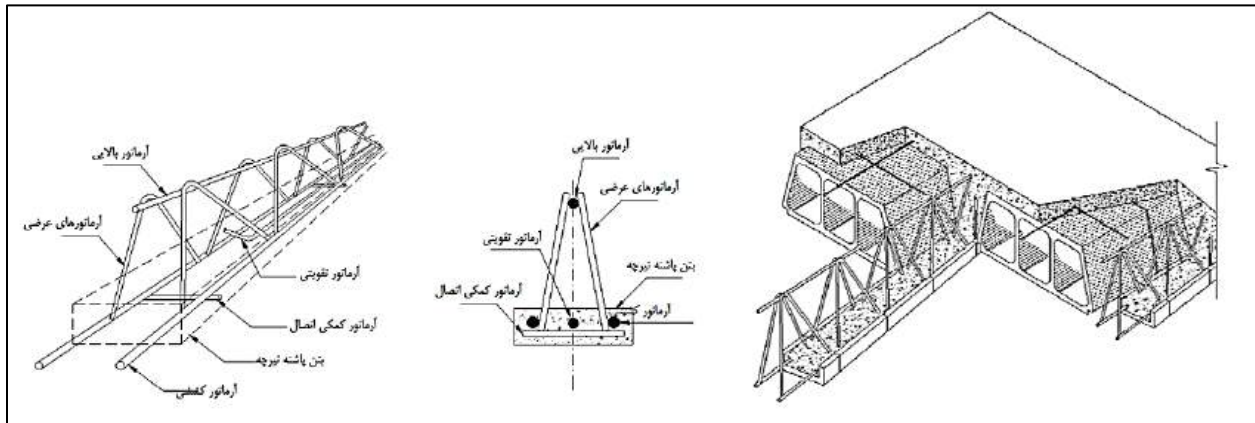


مشخصات مقطع را می توان در جدول قابل مشاهده کرد. همچنین نمودار اندرکنش P-m-m و منحنی لنگر انحنای ستون نیز به صورت تصاویر بالا قابل مشاهده است.



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 **مهم ترین ضوابط طراحی سقف های تیرچه بلوک** 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 به طور کامل و صحیح انجام نمی‌گیرد.

در مقابل، در تیرچه‌های صنعتی تمام مراحل ساخت شامل خم کاری، 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 ساختمان های متداول استفاده می شود. ارتفاع کل تیرچه نباید بیشتر از ۳.۵ برابر حداقل عرض آن باشد فاصله آزاد بین تیرچه ها نباید بیشتر از ۷۵۰ میلی متر باشد.

[illegible]

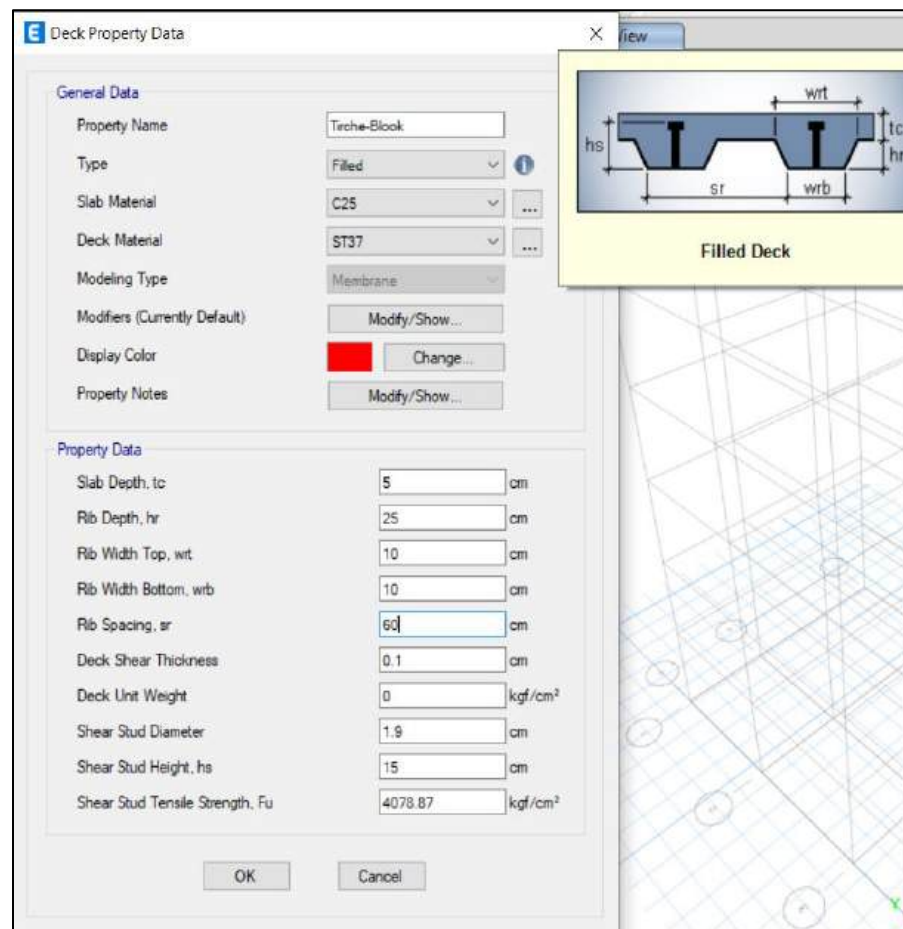
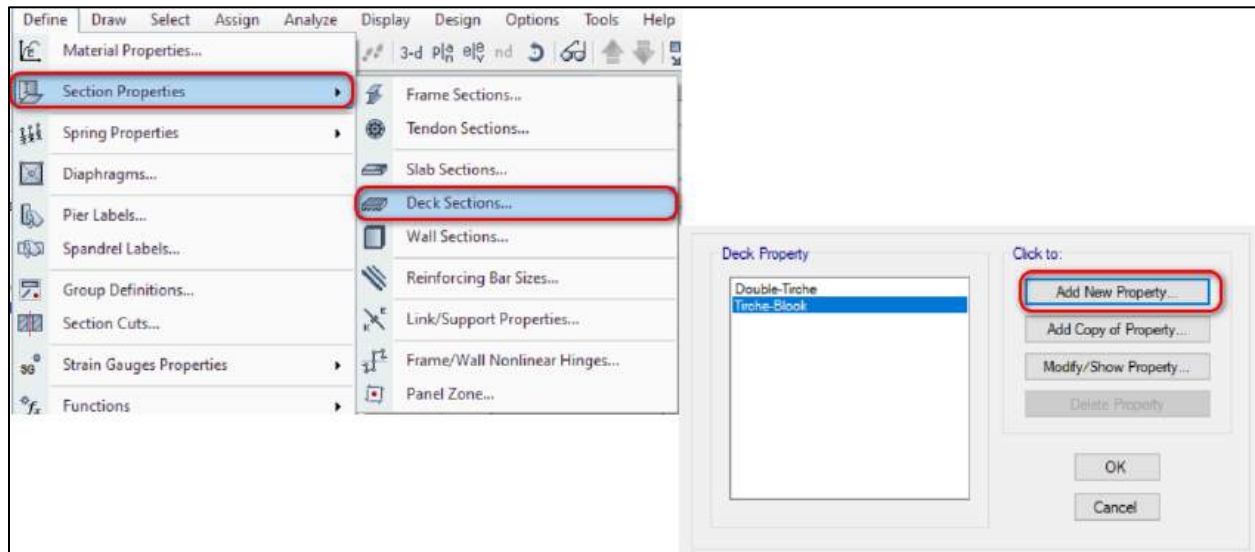
ضخامت دال بتنی فوقانی نباید از یک دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و از ۵ سانتی‌متر کمتر اختیار شود. حداکثر دهانه مورد پوشش سقف با تیرچه‌های منفرد نباید از ۸ متر بیشتر شود. در جهت اطمینان توصیه می‌گردد تا دهانه مورد پوشش بیشتر از ۷ متر نباشد در صورت وجود سربارهای زیاد و یا دهانه‌های بیش از ۷ متر از تیرچه‌های مضاعف استفاده شود. بین ۷ و ۸ متر باید از دابل 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 ماشین آلات 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 ماشین آلات 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	پایین تر و غیرقابل اطمینان در بلندمدت
سرعت تولید	زیاد، مناسب برای تولید انبوه	کم، به دلیل فرایند دستی
هزینه تولید اولیه	نسبتاً بالاتر	پایین تر
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 ایتمس 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.



تیر ریزی سقف تیرچه بلوک

در سقف‌های تیرچه بلوک و کرومیت، معمولاً تیرچه‌ها به صورت جداگانه در نرم افزار رسم نمی‌شوند. دلیل این امر این است که جهت واقعی توزیع بار ثقیل 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 یک طرفه عمل می‌کنند، جهت صحیح توزیع بار باید موازی با تیرریزی اصلی قرار گیرد تا نرم افزار بتواند بار را ابتدا در جهت تیر فرعی و سپس به تیر اصلی منتقل کند.

در مقابل، در سقف‌های کامپوزیت و عرشه فولادی، بار ثقیل 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 یک طرفه مانند تیرچه بلوک و کرومیت باید این نکته رعایت شود.



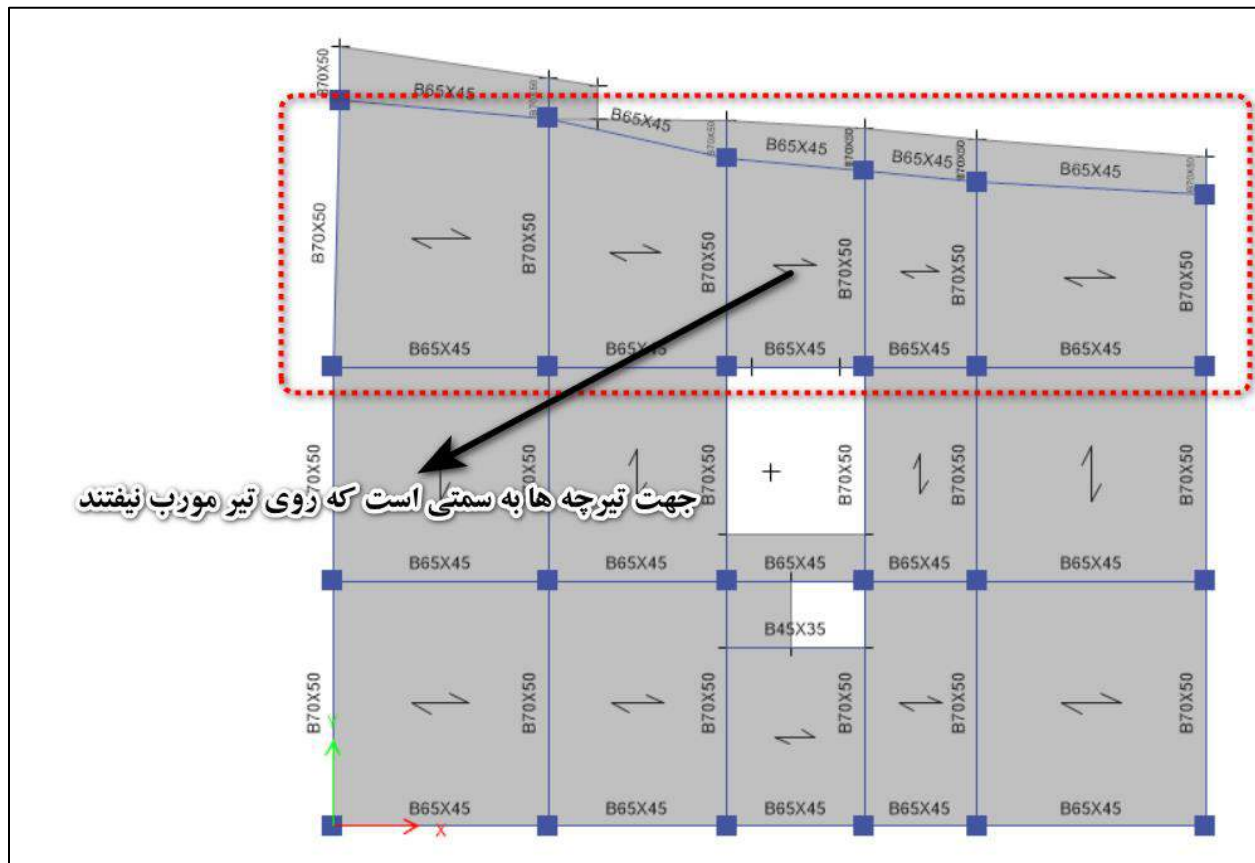
در سقف‌های تیرچه بلوک، طول دهانه‌ها معمولاً نباید از ۷ متر بیشتر شود. در صورتی که دهانه‌ها طولانی‌تر باشند، لازم است جهت تیرریزی سقف در راستای کوتاه‌تر دهانه انجام شود.

- 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.



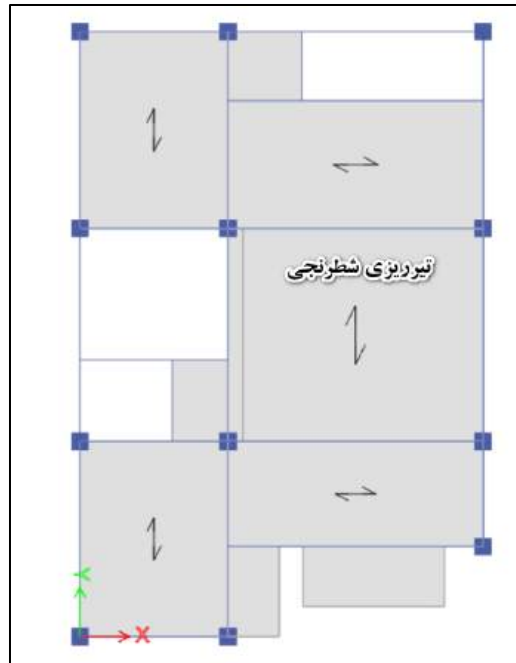
تعیین جهت تیرچه ریزی سقف با توجه به سیستم سازه‌ای

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 آموزش، طراحی اجرا

تیرچه صنعتی و سنتی (دستی)

کارگاه‌های تولید تیرچه معمولاً امکان انجام جوش نقطه‌ای میلگردها تا حداکثر قطر ۵/۵ میلی‌متر را دارند. با این حال، در برخی موارد به دلیل بی‌اطلاعی یا عدم توجه در مرحله طراحی، در نقشه‌ها برای میلگردهای زینک‌زاک تیرچه، سایز ۶ میلی‌متر درج می‌شود که خارج از محدوده ظرفیت دستگاه‌های جوش نقطه‌ای بوده و در عمل قابلیت اجرا ندارد.

حداکثر گام مجاز میلگردهای زینک‌زاک در تیرچه‌ها - یا به عبارتی فاصله دو نقطه متوالی اتصال به میلگرد بالایی - برابر ۲۰ سانتی‌متر است. همچنین، زاویه قرارگیری میلگردهای مورب نسبت به افق باید حداقل ۴۵ درجه باشد و مقدار کمتری برای آن مجاز نیست.

در صورتی که از میلگردهای سردنورد شده با قطر کمتر از ۶ میلی‌متر در ساخت تیرچه استفاده شود، الزاماً باید از آرایش زینک‌زاک دوبل بهره گرفته شود تا ظرفیت باربری و ایمنی تیرچه تأمین گردد.



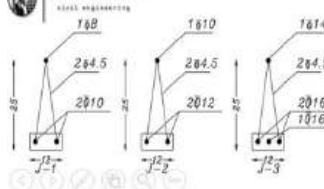
دستگاه تولید تیرچه صنعتی

تیرچه صنعتی

تیرچه صنعتی: تیرچه صنعتی نوعی تیرچه است که خرابای 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 اتحنا 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 دوبل 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 متوقف اعلام گردید.

بخش تحتانی خرابا 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.

Mojtaba Pashapour
civil engineering

جدول مشخصات تیرچه سقف هتک و طبقات									
عرض بالینه	عرض	طول	عرض	مساحت	%	نوع	سراسری	توب تیرچه	نوع تیرچه
۱۸cm	۹۹۵	۹۹۵	۲۹۳۵	۹۱۰	۹۵	۱	۲۹۱۰	---	تیرچه تک
۱۸cm	۹۹۵	۹۹۵	۲۹۳۵	۹۱۰	۹۱۰	۲	۲۹۱۲	---	تیرچه تک
۱۸cm	۹۹۵	۹۹۵	۲۹۳۵	۹۱۰	۹۱۴	۳	۲۹۱۶	۱۹۱۶	تیرچه تک

تیرچه‌ها بصورت ممتنی با $P_{yk}=4000kg/cm^2$ و $f_{ck}=2500kg/cm^2$ اجرا خواهد گردید.
آرماتور طولی تیرچه‌ها در سراسر طول تیرچه جایگذاری گردند.



تعریف دال بتنی

b



a

دال های یک طرفه

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

تمام طره ها رفتار یک طرفه دارند.

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

حداقل ضخامت دال بتنی برای قسمت طره کنسولی

جدول ۹-۱ حداقل ضخامت دال های یک طرفه توپر

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

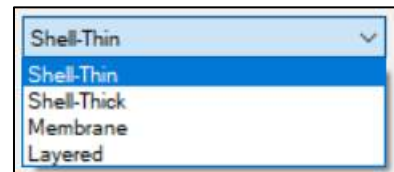
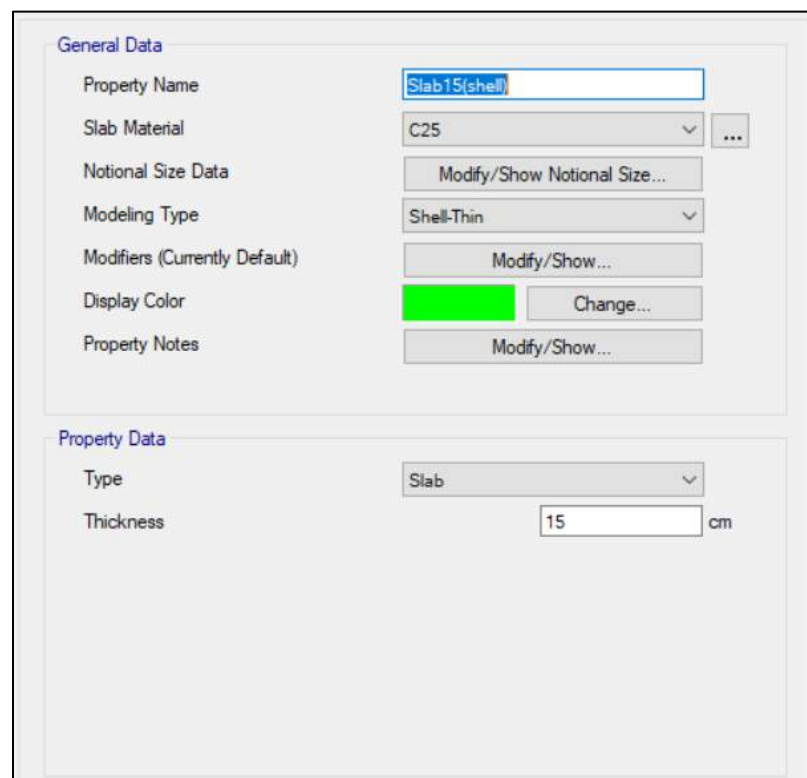
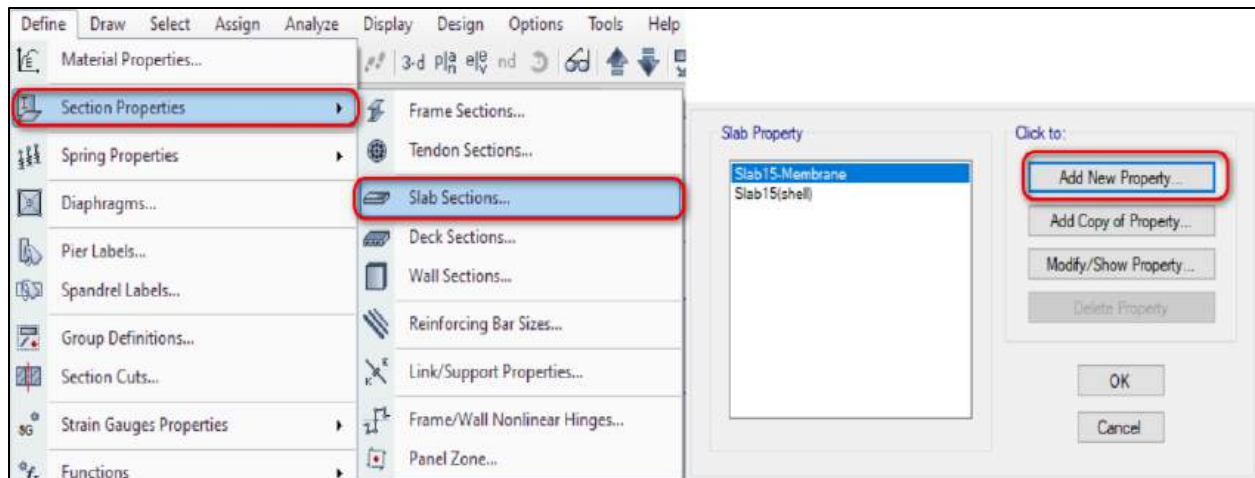
با انتخاب نوع مقطع به صورت Shell، نرم افزار قادر است لنگرهای خارج از صفحه را در مقطع مدل سازی شده تحمل کند. این نوع مقطع معمولاً برای دال های طره (بالکن ها) و سقف های دال تخت کاربرد دارد.

طبق آیین نامه، دال هایی که ضخامت آنها کمتر از ۰.۱ برابر عرض مقطع باشد، به صورت Shell-Thin مدل سازی می شوند. نمونه هایی از این مقاطع شامل دال ها 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 می شود.
- در Shell-Thick، اثر برش خارج از صفحه در تحلیل و تغییر شکل ها لحاظ می شود، مانند آنچه در فونداسیون ها و دال های ضخیم مشاهده می شود.

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.



Mojtaba Pashapour
civil engineering

کانال آموزش، طراحی اجرا

@MP_Civil

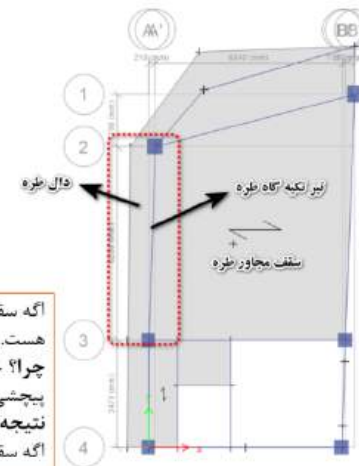
مدلسازی و اجرای دال طره ای

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

خیلی از طراح ها موقع مدل سازی کنسول یا پیش آمدگی (دال طره ای) اشتباه می کنن و اون رو از نوع Membrane تعریف می کنن
وقتی دال طره ای رو به صورت Membrane مدل می کنی، لنگر انتهایی 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.

دال طره ای تیری باید خواسته به نوع پیچش تیر تکیه گاهش باشه.
Torsional Stiffness چون مقدار ضریب اصلاح سختی پیچش Modifier دقیقاً به نوع پیچش بستگی داره.
اگر پیچش از نوع تعادلی Equilibrium Torsion باشه ضریب - ۱.۰
اما اگر پیچش از نوع همسازي Compatibility Torsion باشه باید ضریب رو مطابق روش گذشته به آموزش قبلی محاسبه کنی.



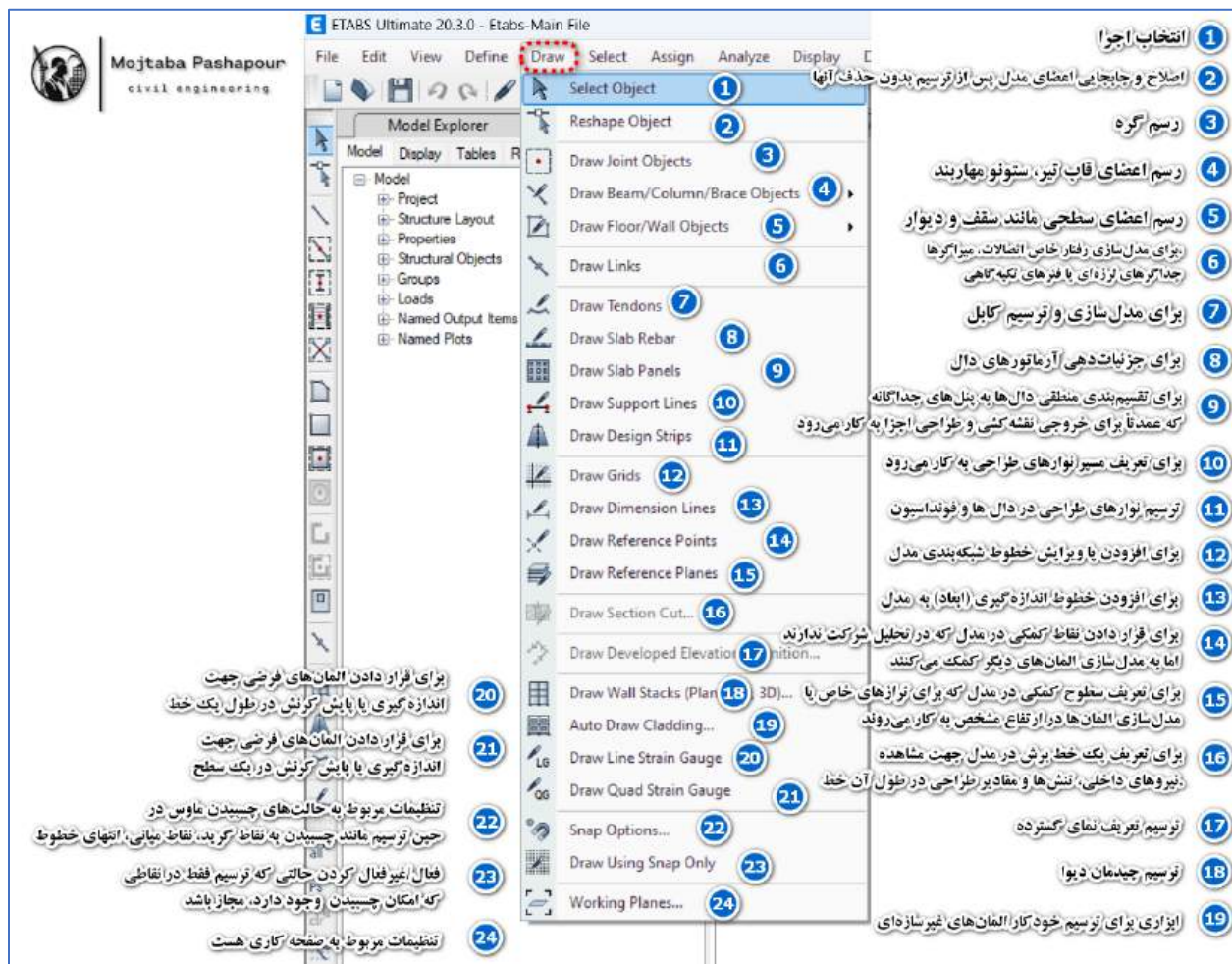


اگر سقف مجاور دال طره از نوع دال بتن آرمه باشه، بدون شک پیچش تیر تکیه گاهی از نوع همسازي Compatibility Torsion هست.
چرا؟ چون حتی اگر سختی پیچشی تیر رو حذف کنیم، دال طره ناپایدار نمی شه! در واقع دال دهانه مجاور طره خودش تعادل پیچشی تیر و دال رو برقرار می کنه.
نتیجه: در این شرایط، باید ضریب اصلاح سختی پیچشی تیر تکیه گاه رو بر اساس پیچش همسازي محاسبه کنی.
اگر سقف مجاور دال طره از نوع تیرچه و بلوک باشه، نوع پیچش تیر تکیه گاهی بستگی داره به جهت تیرچه ها.



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.



برای راحتی نیز می‌توان از ابزار سمت چپ نیز استفاده کرد



رسم اعضای قاب

Model Explorer

Model Display Tables Reports

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

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

انتخاب مقطع برای ستون

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

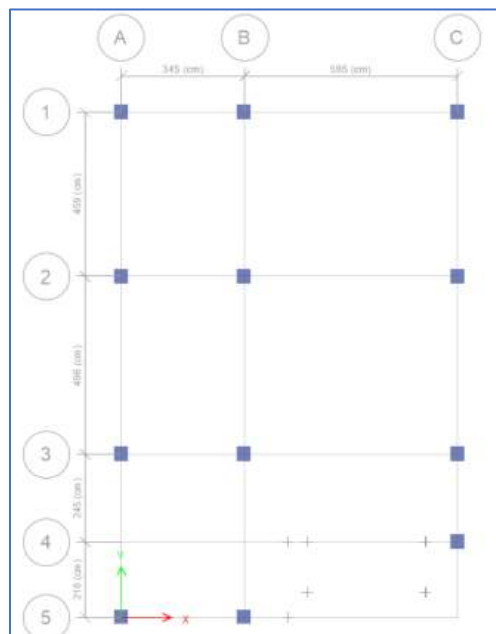
Grid Point A 1

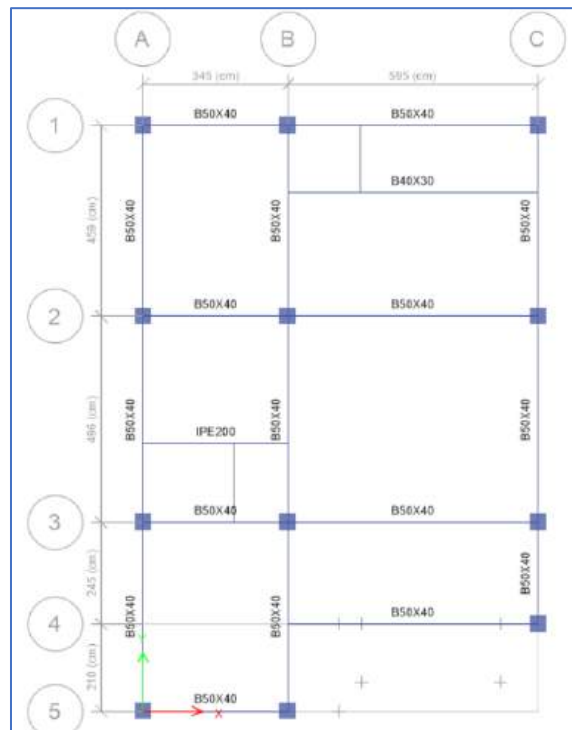
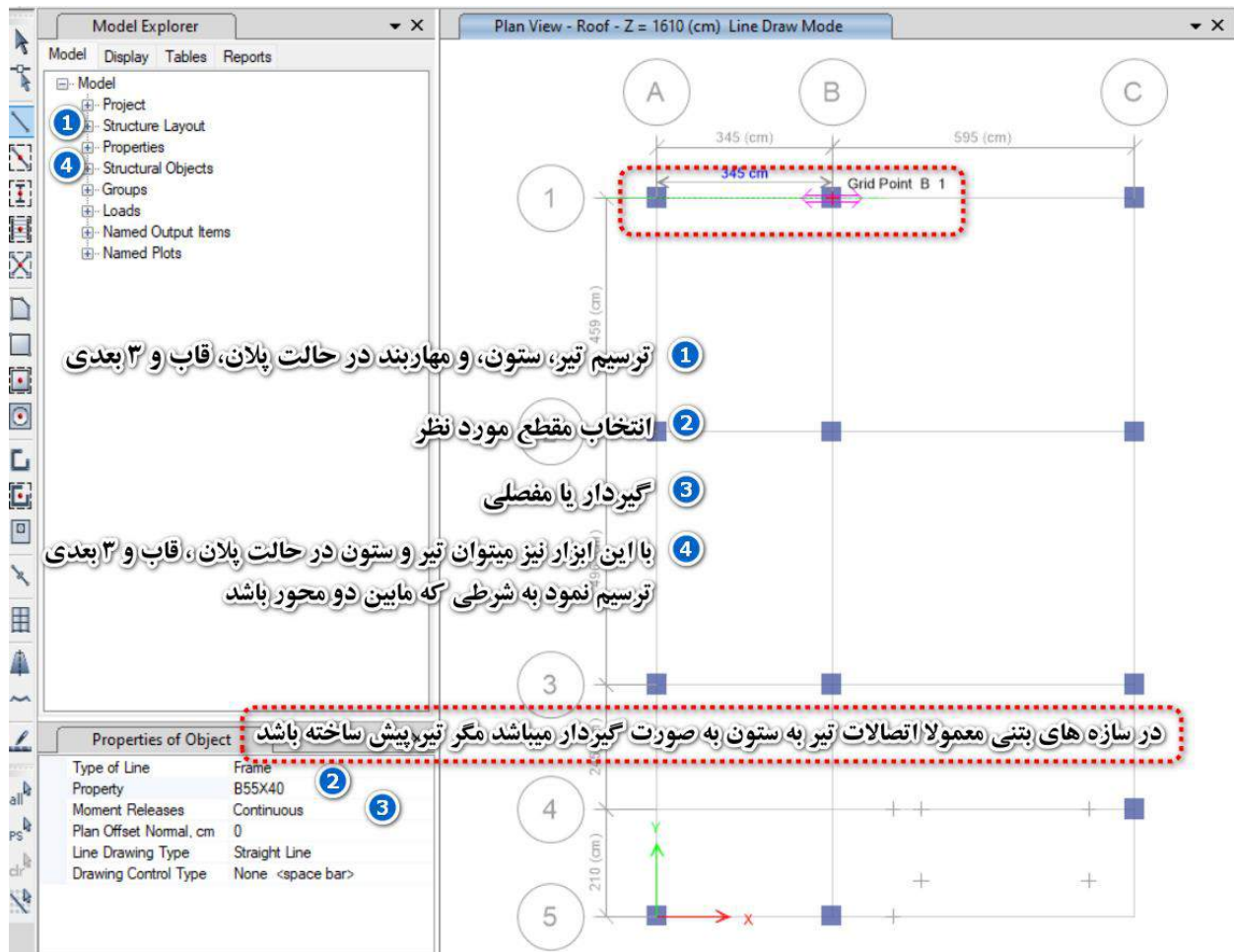
345 (cm) 595 (cm)

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

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

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







رسم المان‌های سطحی

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.

Model Explorer

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

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

1 رسم سطح چند ضلعی

2 رسم سطح مستطیلی و مربعی

3 رسم سریع سطح در بین گریدها

4

5 رسم دیوار در پلان

6 رسم سریع دیوار در پلان

7 رسم بازشو

8 انتخاب سطح مورد نظر

9 جهت پخش بار یا جهت تیرچه‌ها

این دستور به شما اجازه می‌دهد تا با یک کلیک بر روی یک نقطه در نمای پلان (Plan)، یک المان سطحی مثل دال، کتیبه، یا بازشو را به سرعت در اطراف آن نقطه ترسیم کنید. بیشترین کاربرد این ابزار در مدل‌سازی سازه‌هایی مانند دال‌ها، به ویژه برای ترسیم کتیبه‌های اطراف ستون‌ها یا مناطقی که نیاز به دال‌های با ضخامت بیشتر دارند، است.

Properties of Object

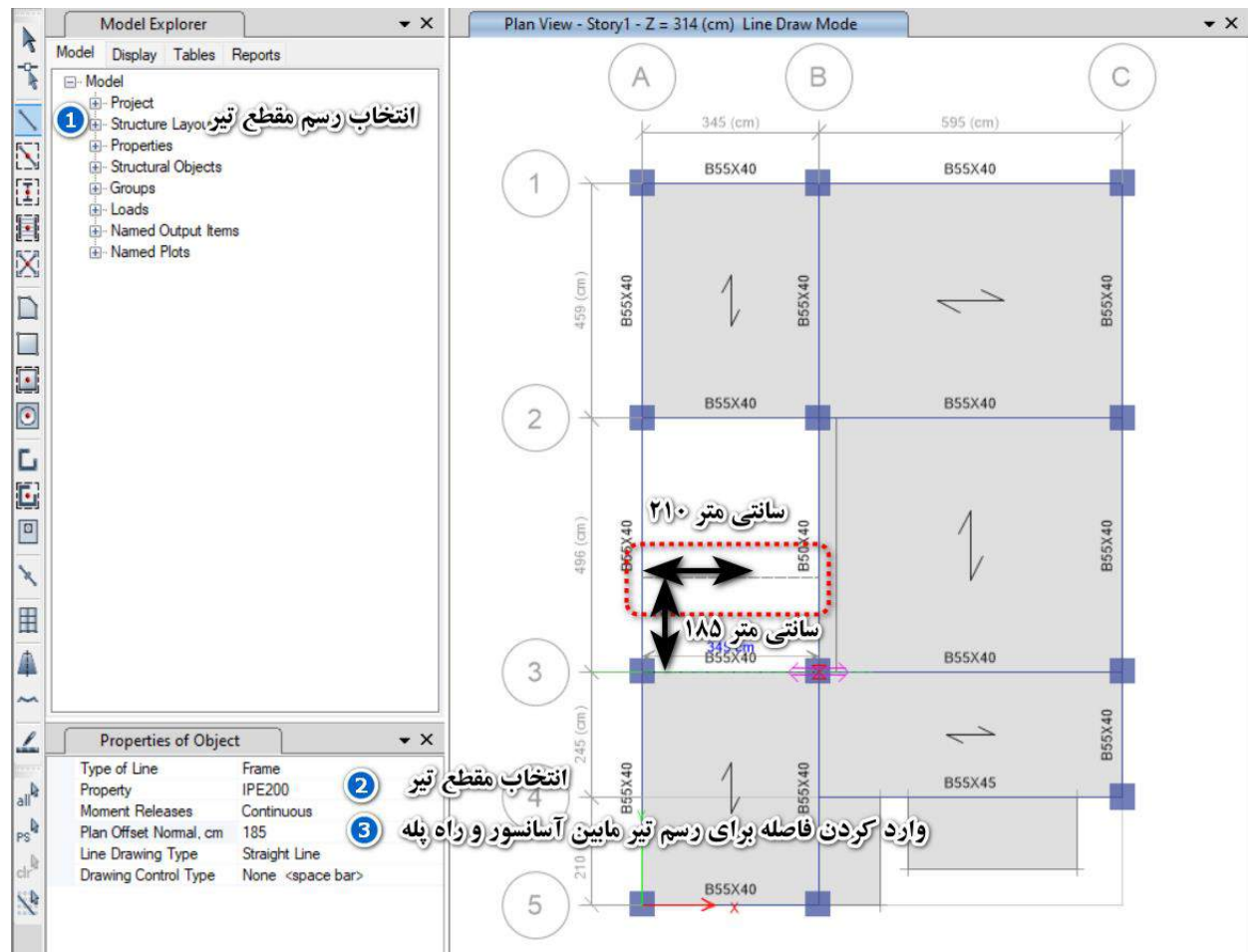
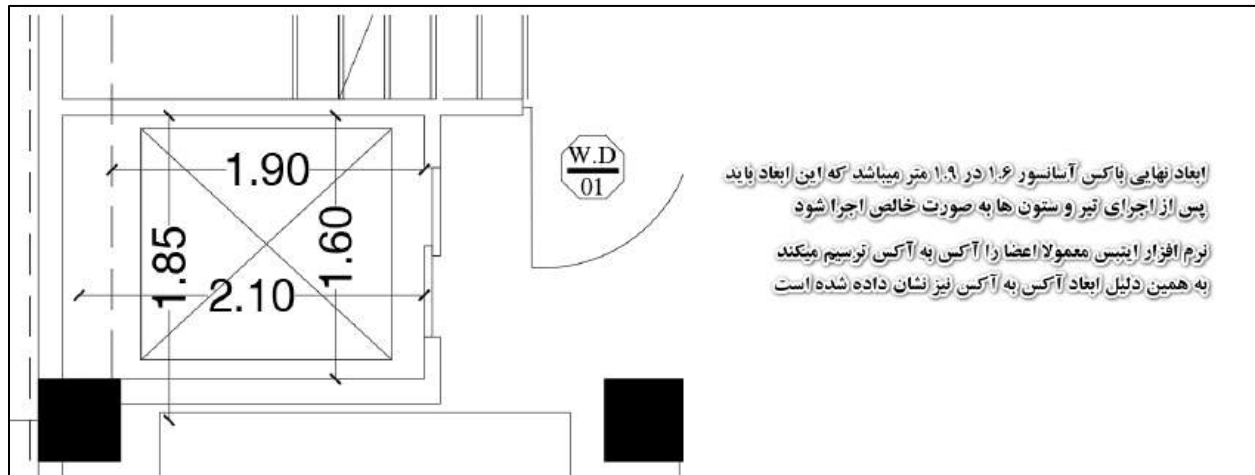
Property	Tirche-Blook
Local Axis	0
Edge Drawing Type	Straight Line
Drawing Control Type	None <space bar>

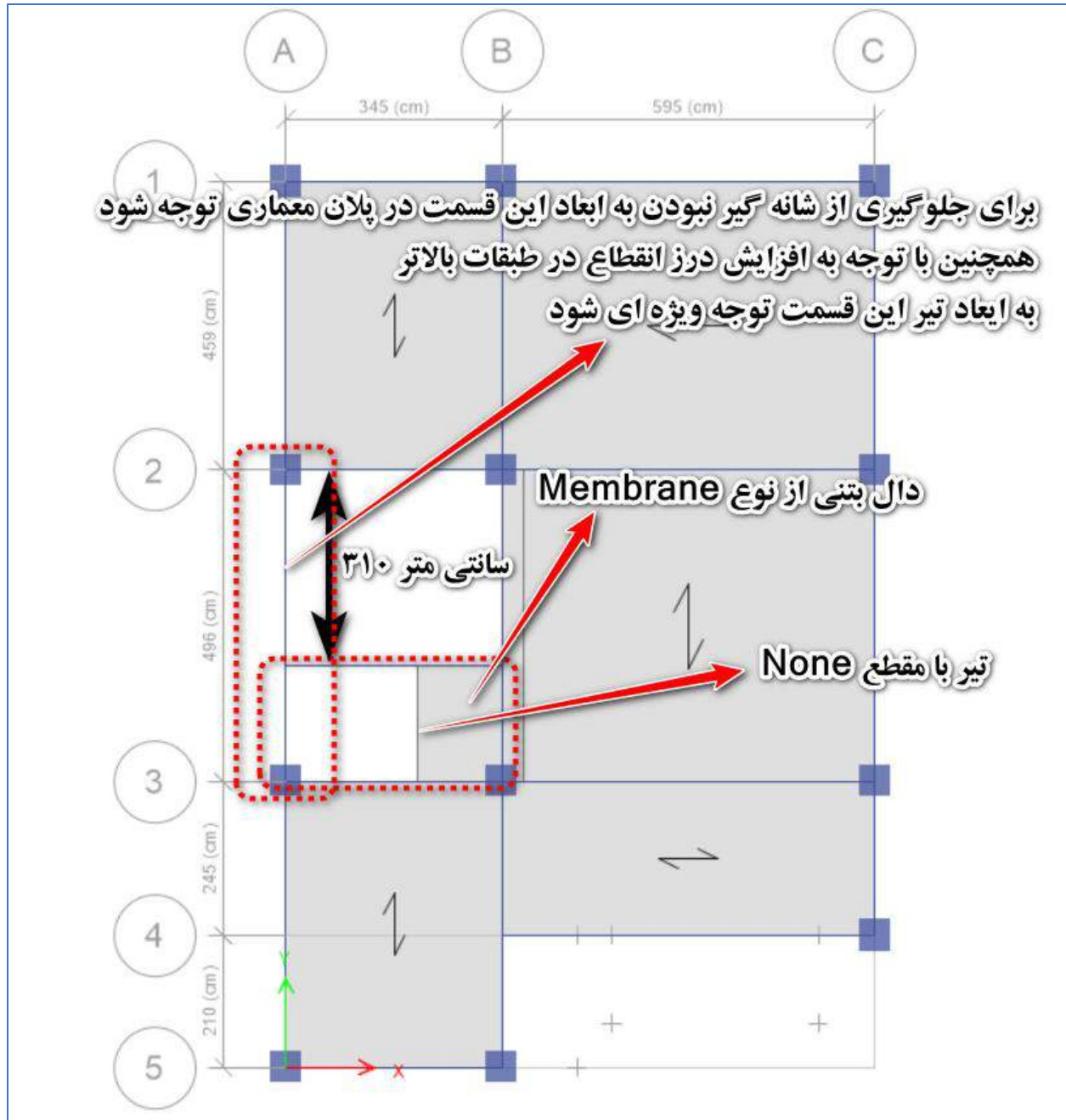




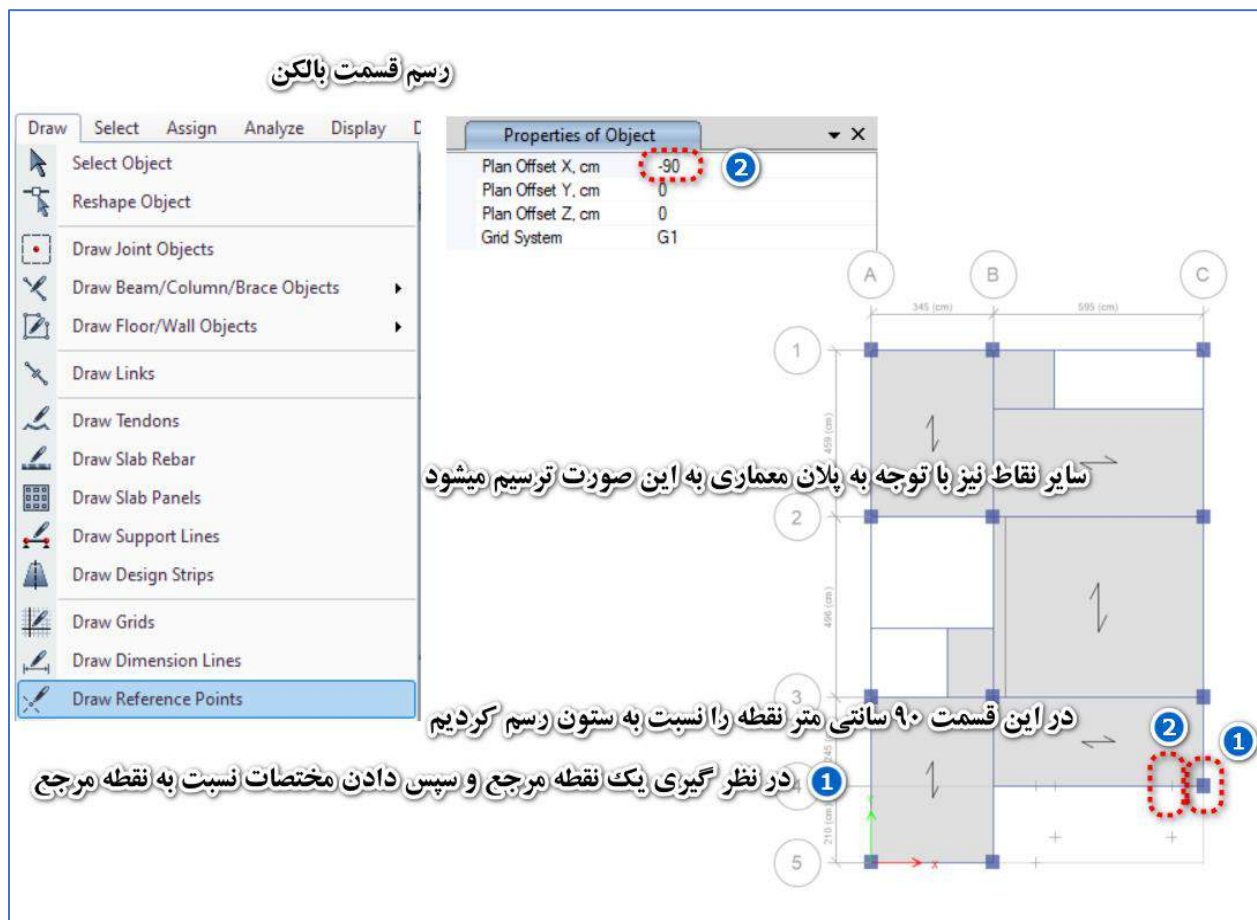
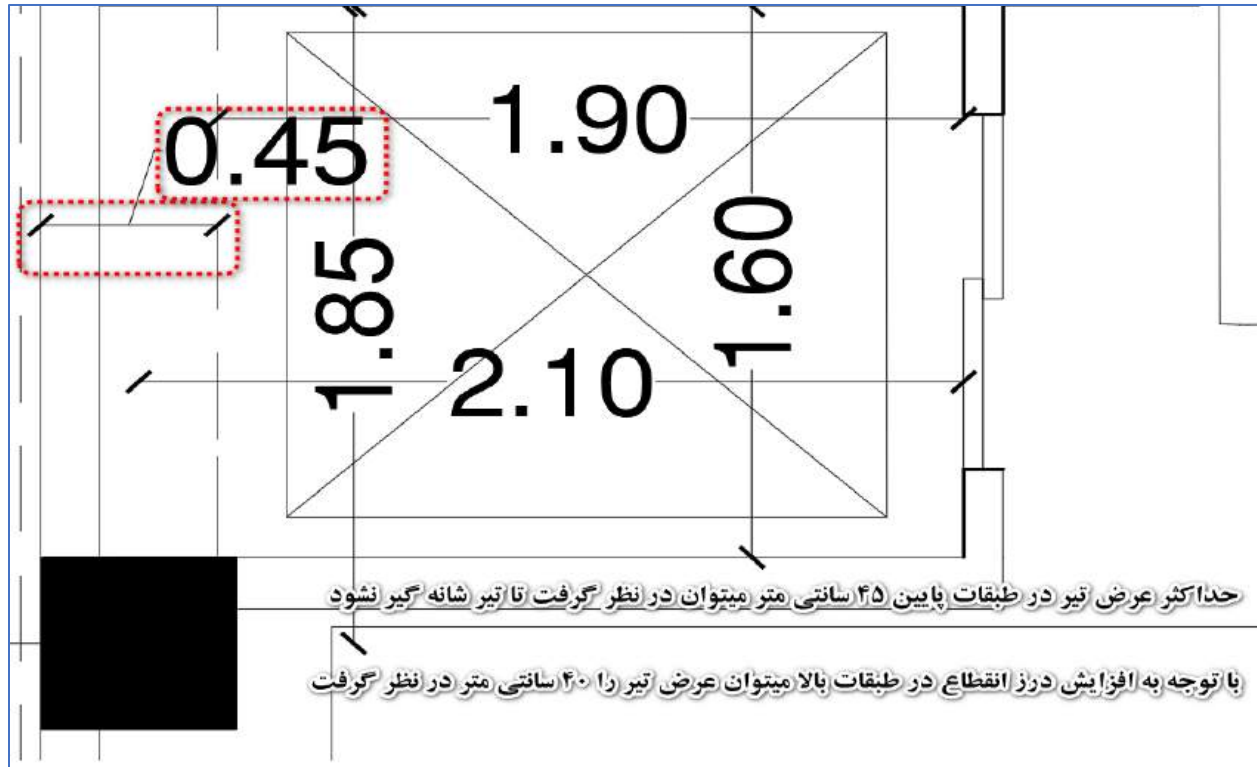
رسم قسمت مربوط به آسانسور و راه پله

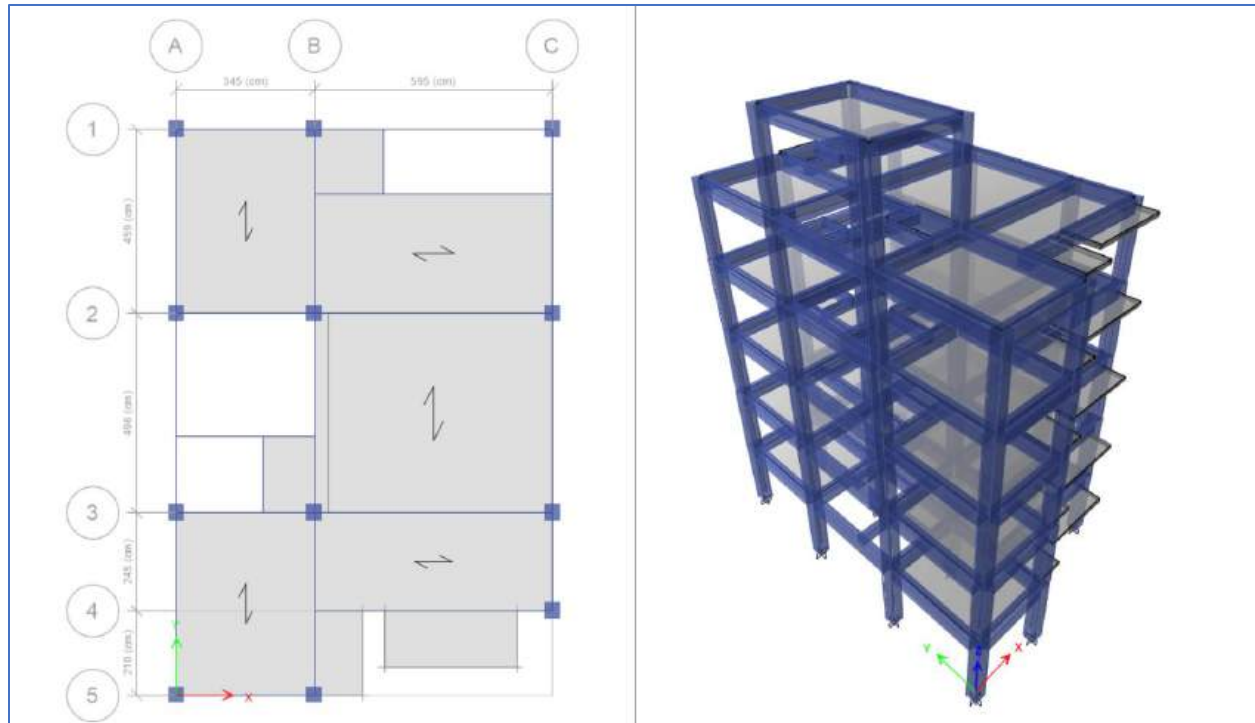
ابتدا ابعاد باکس آسانسور را از پلان معماری نهایی بدست می آوریم سپس در نرم افزار ایتبس به صورت زیر عمل می کنیم.





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.



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 چایکنار، نرسیده به پل آبرسان، روبروی پمپ
بنزین، 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



نکات مهم اجرایی و کنترل های مورد نیاز در
کارگاه



ارائه جزوات و فایل های آموزشی اختصاصی



تهیه و ترسیم نقشه های اجرایی



آموزش پروژه محور بر اساس نمونه های
تایید شده نظام مهندسی

✓ 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

- آرماتورگذاری 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 آرماتورگذاری، 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