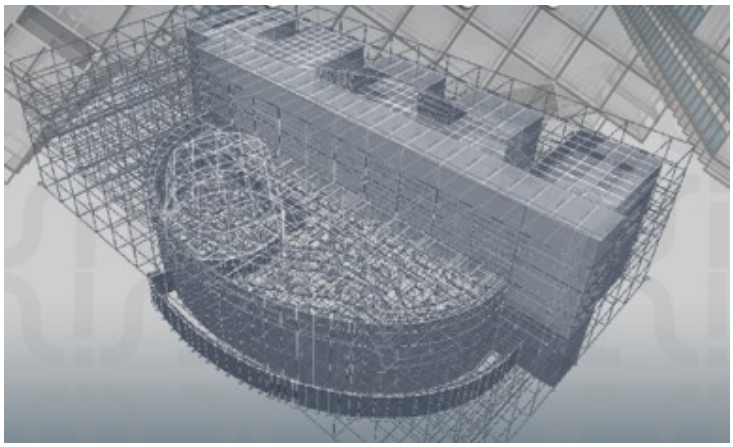
بخش هفتم – پروژه



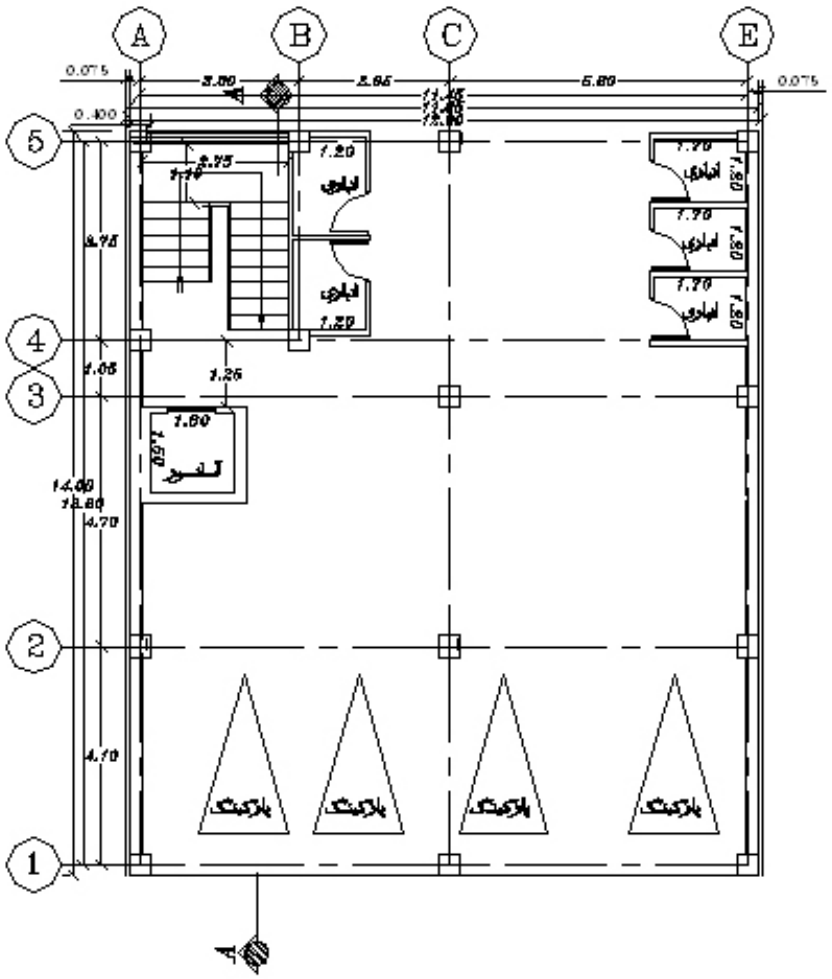
www.CIVILEARN.com

www.CIVILEARN.com

فصل بیست و چهارم – پروژه ساختمان پنج طبقه بتنی

پروژه حاضر عبارت از تحلیل و طراحی سازه یک ساختمان پنج طبقه قاب خمشی بتنی مطابق نقشه‌های معماری ضمیمه، می‌باشد. ساختمان در منطقه با لرزه خیزی بالا قرار دارد. در راستای عرضی (امتداد محور X) دارای سه دهانه و در راستای طولی (در امتداد محور Y) دارای چهار دهانه است. ارتفاع کف تا سقف 2.76 متر و پارکینگ 2.4 متر است. سقف‌ها از نوع تیرچه و بلوک و دیوارها از نوع سفال و قاب با شکل پذیری متوسط در نظر گرفته می‌شود. مقاومت فشاری بتن 210 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و مقاومت تسلیم آرماتورهای اصلی و فرعی (خاموتها) بترتیب 4000 (از نوع AIII) و 3000 (از نوع AII) کیلوگرم بر سانتیمتر مربع فرض می‌شود. زمین پروژه از نوع IV برحسب تقسیم بندی آیین نامه 2800 و در منطقه با خطر نسبی لرزه خیزی زیاد فرض شود.

www.CIVILEARN.com

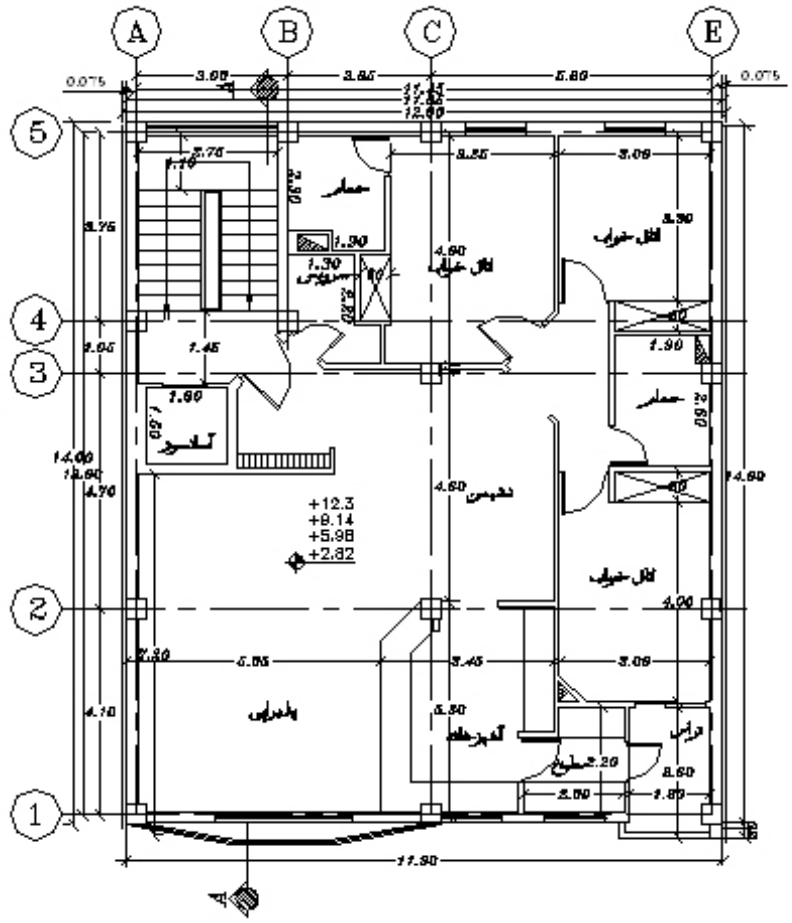


پلان طبقه همکف (پارکینگ)

بررسی نقشه‌های معماری

از آنجاییکه روند تحلیل و طراحی بر مبنای نقشه‌های معماری می‌باشد لذا مرور و کنترل سازه‌ای نقشه‌های معماری در ابتدای کار ضروری است. بررسی نقشه‌های معماری علاوه بر تسلط محاسب بر هندسه مدل سازه می‌تواند از بروز پاره ای از اشتباهات تاثیرگذار در مدل سازه جلوگیری نماید. این امر خصوصا در سازه‌های پیچیده (به لحاظ هندسی) اهمیت بیشتری می‌یابد. پاره‌ای از کنترل‌های لازم برای نقشه‌های معماری عبارتند از:

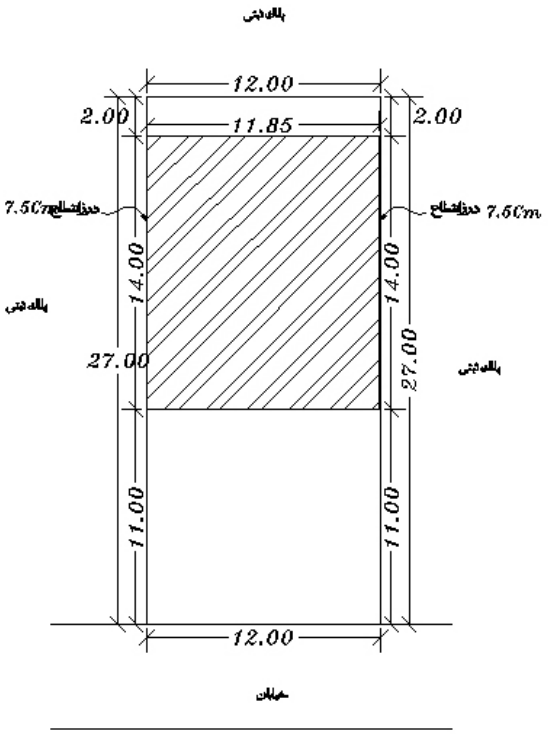
www.CIVILEARN.com



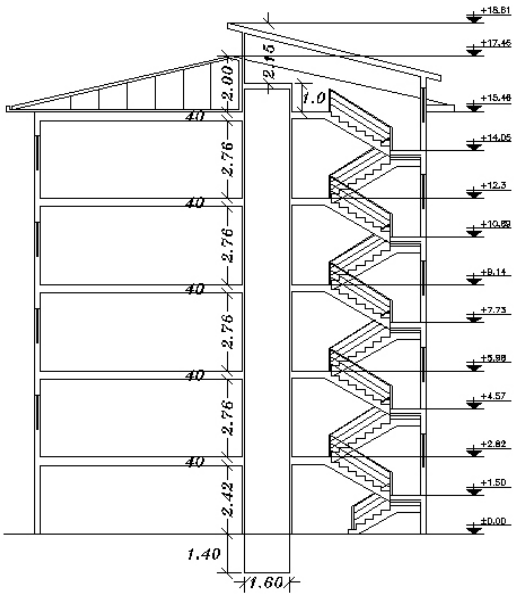
پلان طبقات

- **کنترل درز انقطاع**: از آنجاییکه مطابق بند 1-6-3 آیین 2800 برای پرهیز از تنه زدن ساختمانها در هنگام زلزله بیکدیگر رعایت حداقل درز انقطاع معادل پنج هزارم ارتفاع طبقه از روی‌تراز پایه از مرز زمین مجاور ضروری است، لذا این فاصله باید در این مرحله تعیین و با عرض موجود زمین و محورهای ارائه شده پلان معماری تطبیق داده شود. شایان ذکر است مطابق همین بند آیین نامه برای ساختمانهای با اهمیت زیاد و خیلی زیاد و یا در سایر ساختمانهای با هشت طبقه و بیشتر، باید فاصله‌ای برابر با حاصلضرب تغییر مکان جانبی نسبی طرح آن طبقه در ضریب رفتار R از یکدیگر داشته باشند. به عبارت دیگر هر ساختمان مشمول این بخش باید فاصله‌ای معادل نصف مقدار فوق را از ساختمان مجاور رعایت نماید.

www.CIVILEARN.com



پلان جانمایی



برش

www.CIVILEARN.com

برای مثال برای یک ساختمان با اهمیت زیاد و با دوره تناوب اصلی کمتر از 0.7 ثانیه داریم:

حداقل فاصله درز انقطاع = $0.5R\Delta w = 0.5Rx0.025h/0.7R = 0.0178h$

به عبارت دیگر در این حالت بجای رعایت $0.05h$ باید به‌اندازه $0.0178h$از ساختمان مجاور فاصله گرفت. برای پروژه مورد بحث و با فرض ارتفاع 15متر برای ساختمان داریم:

حداقل فاصله درز انقطاع = $1500x0.05 = 0.075m = 7.5Cm$

- **کنترل ابعاد ستونها**: در پاره‌ای موارد ملاحظه می‌شود که ابعاد لحاظ شده برای ستونهای ساختمان در پلان معماری ارائه شده کمتر از مقادیر متعارف در سازه واقعی نظر گرفته می‌شود. در صورتیکه این ابعاد با مقادیر نهایی محاسبه در نقشه‌های سازه مغایرت قابل ملاحظه‌ای داشته باشند جمع فواصل محورها، ابعاد ستونها و درزهای انقطاع ممکن است از عرض زمین موجود بیشتر شود. برای پروژه حاضر داریم:

$0.075+0.4/2+3+2.85+5.6+0.4/2+0.075= 12m$ OK

- **کنترل تلاقی اعضای سازه و معماری**: در پاره‌ای موارد ملاحظه می‌شود که در نقشه‌های معماری موقعیت و محل قرار گیری فضای‌های معماری با اعضای سازه‌ای تلاقی دارد. برای مثال موقعیت بازشوی آسانسور باید به گونه‌ای باشد تا با تیر رابط ستونها تلاقی نداشته باشد(با فرض عرض 40Cm برای تیرها، حدود 20Cm از محورهای A و 3 فاصله داشته باشد). و یا ابعاد و موقعیت بازشوهای تاسیسات با تیرهای اصلی سازه تلاقی نیابد.
- **کنترل ضخامت سقف ها:** با توجه به ضخامت سقف تیرچه و بلوک (بین 20Cm الی 25Cm)، 5Cm ضخامت دال بتنی ، 10Cm ضخامت کفسازی و 4Cm ضخامت سرامیک و ملات زیر آن کفهای متعارف ساختمانهای مسکونی با مشخصات فوق کمتر از 40Cm اجراء نمی‌شوند. در نتیجه کنترل ضخامت فرض شده در نقشه‌های معماری با جزئیات اجرایی می‌تواند در تخمین صحیح ضخامت موثر باشد. شایان ذکر است که این ضخامت مستقیما بروی ارتفاع مفید کف تا سقف و طبعا بروی‌ترازهای ارتفاعی طبقات مدل موثر است.
- **کنترل استقرار پله در پلان سازه:** در پاره‌ای از موارد دیده می‌شود که ابعاد (عمدتا عرض) تیرها در فضای پله از عرض مفید انتخاب شده در نقشه‌های معماری برای پله‌ها و یا پاگرد پله می‌کاهد. تطابق استقرار، عدم تداخل پله و اعضای سازه‌ای (عمدتا تیرها)؛ تعداد صحیح پله ها از جمله مواردی است که بهتر است در این مرحله بررسی شود.

www.CIVILEARN.com

شروع مدل سازی در ETABS

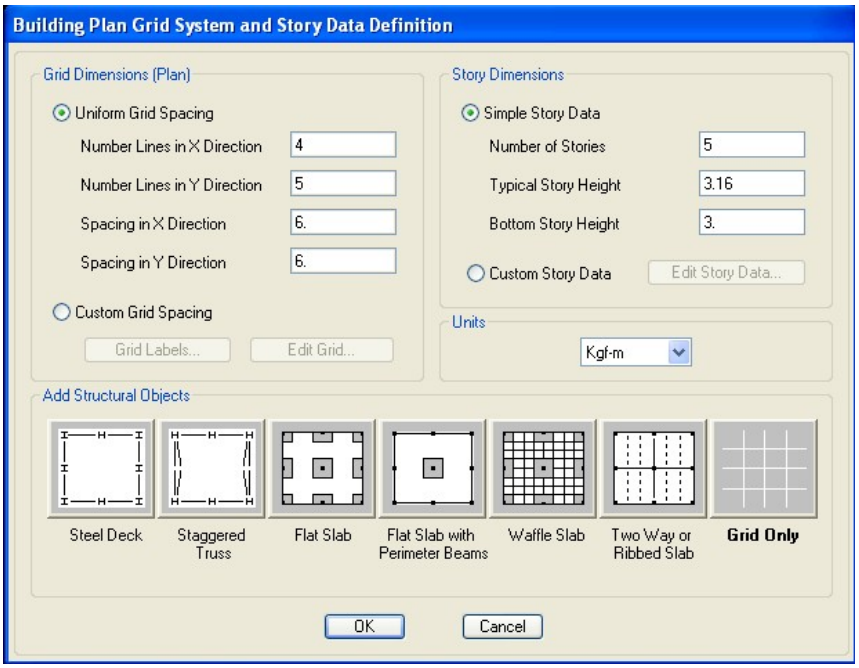
برای شروع مدل سازی ساختمان در ETABS باید ابتدا برنامه را اجراء نمود. برای اینکار کافیست با دو بار کلیک بروی آیکون برنامه ETABS در صفحه نمایش اصلی کامپیوتر اقدام به اجرای آن نمود. پس از باز شده برنامه مطابق پیش فرض فرمی‌حاوی نکات برنامه ظاهر می‌شود که با کلیک بروی دگمه "OK" می‌توان آنرا بست (شایان ذکر است که در این پروژه برای آشنایی کاربران با چگونگی معرفی داده های مختلف از مدل های آماده قبلی استفاده نشده است؛ در حالت کلی استفاده از مدل های قبلا ساخته شده در این مرحله حجم قابل ملاحظه ای از کارهای تکراری را کاهش می دهد). اولین گام در این مرحله معرفی واحدهای پایه می‌باشد. این کار با استفاده از کادر واحدها که در بخش منتها الیه راست میله وضعیت قرار دارد، صورت می‌گیرد. توجه داشته باشید که اگرچه می‌توان در هر مرحله از روند مدل سازی و بررسی نتایج واحدهای جاری را به دلخواه تغییر داد لیکن واحدهای پایه بعنوان واحدهای پیش فرض در تمامی‌فرم‌های ارائه شده در نظر گرفته می‌شوند. واحدها را به "Kgf-m" تبدیل می‌کنیم.

ایجاد خطوط شبکه

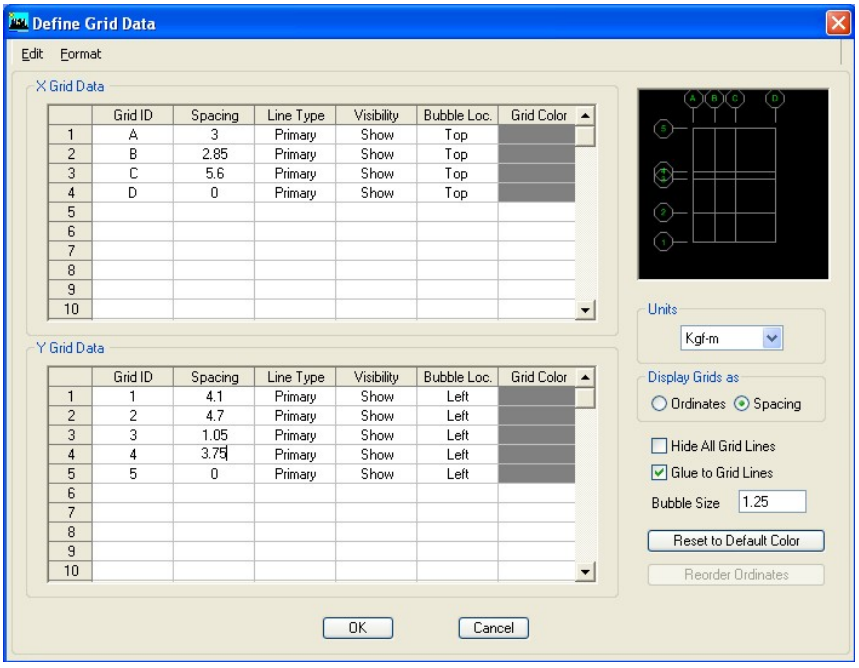
همانطور که در فصول قبل بیان گردید روند تولید مدل در ETABS مبتنی بر ایجاد خطوط شبکه می‌باشد. خطوط شبکه در واقع محمل‌هایی هستند که اشیاء سازه‌ای نظیر تیر و ستون بروی آنها قرار می‌گیرند. وجود خطوط شبکه امر تولید مدل را ساده‌تر و دقیقتر می‌کند، چرا که موس نسبت به نقاطع تقاطع خطوط حساس بوده و قادر به تشخیص این نقاط برای معرفی دقیق نقاط انتهایی اشیاء، می‌باشد. این امر خصوصا در مدل سازی‌های پیچیده سه بعدی بسیار حیاتی بوده و از بروز "درز" یا "شکاف" در محلهای اتصال اشیاء جلوگیری می‌کند.

برای ایجاد مدل جدید، گزینه "New Model" را از منوی "File" کلیک نموده و یا بسادگی دگمه "New Model" ( ) را فشار دهید. در فرم ظاهر شده دگمه "No" را فشار داده (برای اطلاعات بیشتر به فصل 3 رجوع نمایید)، تا فرم زیر ظاهر شود. از این فرم می‌توان برای وارد کردن تعداد و فواصل خطوط شبکه افقی، داده‌های مربوط به طبقات و در صورت لزوم استفاده از مدل‌های آماده استفاده نمود. از آنجاییکه ساختمان دارای سه دهانه در جهت X و چهار دهانه در جهت Y است لذا مدل بترتیب دارای چهار و پنج خط شبکه در این دو راستا خواهد بود. در نتیجه عدد 4 و 5 را بترتیب در کادرهای اول و دوم بخش " Grid Dimensions (Plan)" وارد می‌کنیم. مطابق پیش فرض فواصل کلیه دهانه‌ها در هر دو جهت 6 متر در نظر گفته شده است که باید این مقادیر مطابق مقادیر پلان معماری اصلاح گردد. برای این کار دگمه رادیویی "Custom Grid Spacing" را انتخاب و دگمه "Edit Grid" را کلیک می‌کنیم، تا فرم "Define Grid Data" ظاهر شود.

www.CIVILEARN.com



فرم معرفی خطوط شبکه



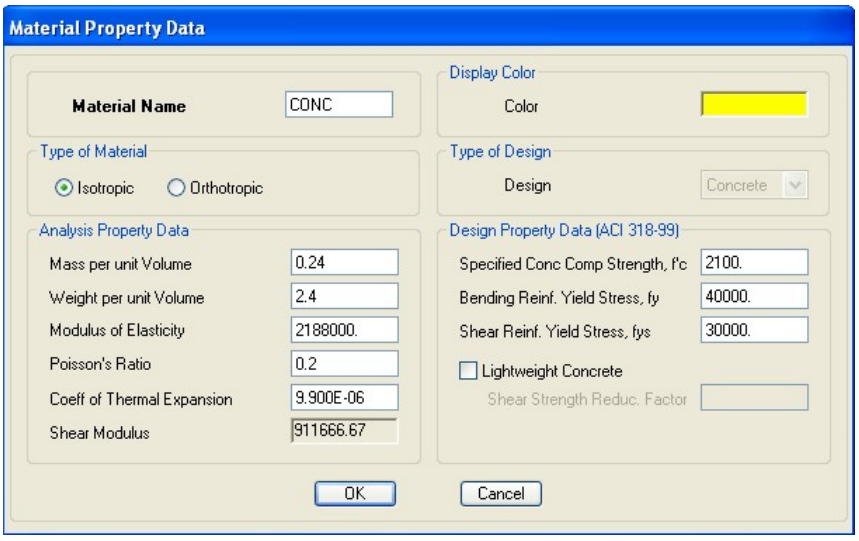
فرم معرفی داده‌های شبکه

www.CIVILEARN.com

در این فرم ابتدا در کادر "Display Grids as" ،گزینه "Spacing" را انتخاب می‌کنیم تا بجای معرفی فواصل خطوط از مبدا، فواصل دهانه را معرفی نماییم. سپس با توجه به‌اندازه‌های دهانه‌ها در جهت X بترتیب اعداد3، 2.85 و 5.6 و در جهت Y بترتیب اعداد 4.1، 4.7، 1.05 و 3.75 را در سلولهای ستونهای Spacing وارد می‌کنیم. توجه داشته باشید که در این حالت چون فواصل دهانه‌ها (و نه مختصات خطوط شبکه) ارائه می‌شود؛ و از آنجاییکه تعداد خطوط شبکه در هر امتداد همواره یک عدد از تعداد دهانه در آن جهت بیشتر است لذا مقدار آخرین ردیف خط شبکه همواره صفر خواهد بود.

معرفی خواص مصالح

در این مرحله باید مشخصات مصالح مصرفی و در اینجا بتن معرفی شود. برای اینکار پس از اطمینان از تنظیم واحدها به "Ton-m"، گزینه‌های "Define>Material Properties" را کلیک نموده تا فرم "Material Define" ظاهر شود. در این فرم پس از انتخاب اسم مصالح "CONC" گزینه "Modify/Show Material" را کلیک می‌کنیم تا فرم "Material Property Data" ظاهر شود.



فرم داده‌های خواص مصالح

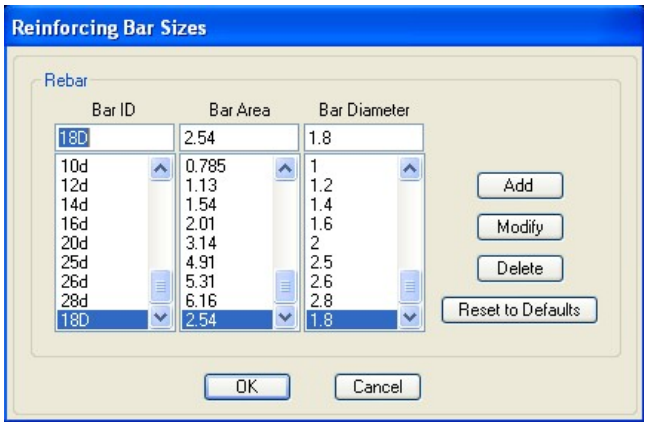
در این فرم برای جرم و وزن واحد حجم بتن، مقابل پارامترهای " Mass per unit Volume" و "Weight per unit Volume" بترتیب مقادیر 0.24 و 2.4 را وارد می‌کنیم. برای مدل ارتجاعی بتن، مقابل پارامتر "Modulus of Elasticity" مقدار 2.18e6 را وارد می‌کنیم. برای مقاومت فشاری بتن، تنش تسلیم آرماتورهای اصلی و فرعی بترتیب مقادیر 2100، 40000 و 30000

www.CIVILEARN.com

را مطابق شکل فوق وارد نمایید. برای اطلاعات بیشتر در خصوص پارامترهای این فرم لطفا به بخش گزینه "Material Properties" از منوی "Define" مراجعه نمایید.

معرفی آرماتورها

از آنجاییکه در بخش تولید مدل و در فرم "New Model Initialization" گزینه "No" انتخاب شده است لذا هیچگونه مقدار دهی اولیه برای مدل صورت نگرفته است. در نتیجه در این مرحله باید در بخشهای مختلف، اقدام به معرفی و یا ساخت مقاطع اعضا و سایر تنظیمات مربوطه نماییم. برای معرفی مشخصات آرماتورهای مصرفی ابتدا واحدها را به "Kgf-Cm" تبدیل و سپس گزینه‌های Options>Preferences>Reinforcement Bar Sizes را کلیک می‌کنیم تا فرم "Reinforcing Bar Sizes" ظاهر شود.



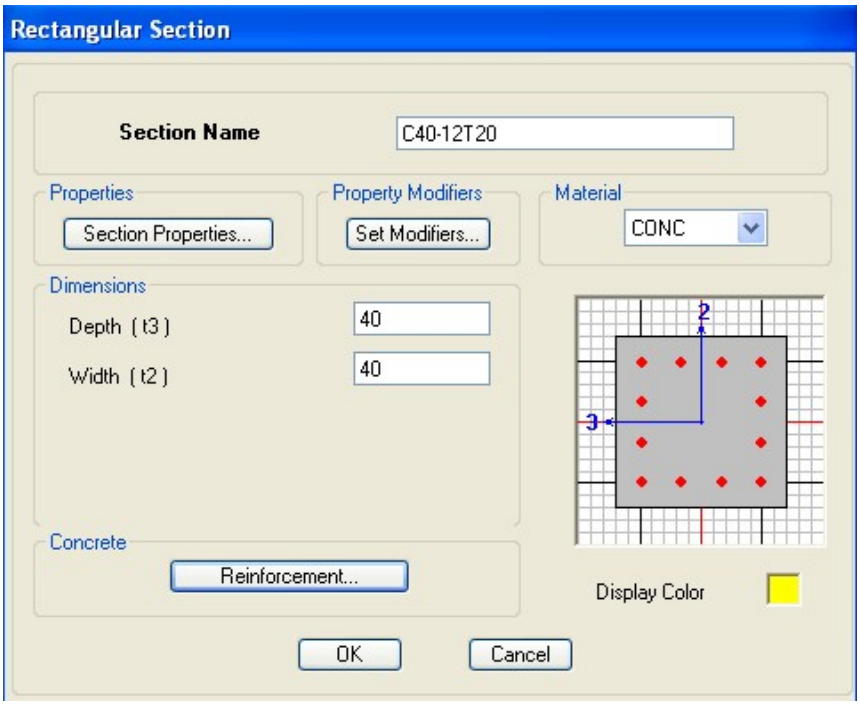
فرم معرفی مشخصات آرماتورها

در این فرم کافیست در بخش "Bar ID" عنوانی برای آرماتور مورد نظر وارد کنیم (مثلا "18D") و در بخش‌های "Bar Area" و "Bar Diameter" بترتیب مساحت و قطر آرماتور مورد نظر را برحسب واحدهای جاری وارد می‌کنیم. برای آرماتور 18 طبعا این مقادیر برابر $2.54Cm^2$ و 1.8Cm می‌باشد. دگمه ok را فشار دهید. روند معرفی آرماتورها می‌تواند برای سایر آرماتورهای مورد نظر صورت گیرد.

معرفی مقاطع تیر و ستون

برای معرفی مقاطع تیر و ستون ابتدا واحدها را (در صورت لزوم) به "Kgf-Cm" تبدیل و گزینه‌های "Define>Frame Sections" را کلیک نموده تا فرم "Define Frame Properties" ظاهر شود. در این فرم از لیست کشویی دوم گزینه "Add Rectangular" را انتخاب نموده تا فرم "Rectangular Section" ظاهر شود.

www.CIVILEARN.com



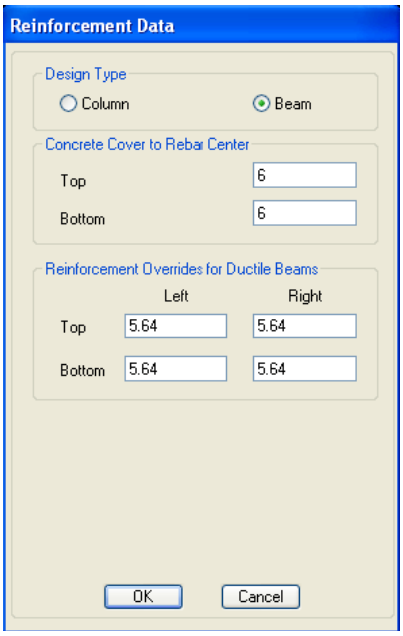
فرم معرفی مقاطع مستطیلی

در این فرم در بخش "Section Name" نام دلخواهی برای مقطع مورد نظر وارد می‌کنیم.ترجیحا این نام باید حاوی اطلاعات مقطع باشد. در اینجا می‌خواهیم مقطع مربعی ستون با 12 عدد آرماتوراندازه 20 را معرفی کنیم. در نتیجه نام دلخواه "C40-12T20" را وارد کرده که در آن حرف C معرف ستون بودن، عدد بعدی‌اندازه مقطع (که چون مقطع مربعی است فقط یک عدد برای آن کافیست) و بخش انتهایی نام، معرف تعداد واندازه آرماتورهای مقطع است. در بخش "Material" گزینه "CONC" که معرف بتنی بودن مقطع است را انتخاب نمایید. ابعاد مقطع در بخش "Dimensions" معرفی می‌شود. مقدار 40 برای عمق و عرض مقطع وارد می‌شود. توجه داشته باشید که واحدهای جاری "Kgf-cm" است.

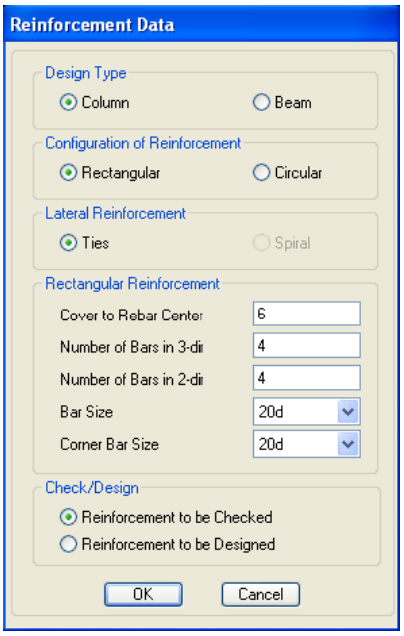
با فشار دادن دگمه "Reinforcement" فرم "Reinforcement Data" ظاهر می‌شود. در این فرم با کلیک گزینه "Column" نوع مقطع را ستون معرفی می‌کنیم. در بخش آرایش آرماتورگذاری گزینه "Rectangular" را کلیک نموده تا آرایش مستطیلی برای آرماتور در مقطع در نظر گرفته شود. در بخش آرماتورهای عرضی گزینه "Ties" را کلیک نموده تا خاموتهای ستون بصورت تنگ لحاظ شوند.

در بخش پوشش بتن تا مرکز آرماتور؛ مقابل پارامتر "Cover to Rebar Center" مقدار پوشش را برابر 6Cm وارد می‌کنیم (4Cm پوشش تا بر خاموت، 1Cm قطر خاموت و 1Cm شعاع آرماتور $\phi 20$). تعداد آرماتورها در هر دو جهت محورهای محلی 3 و 2 را عدد 4 وارد می‌کنیم.

www.CIVILEARN.com



فرم داده‌های آرماتورها (تیر)



فرم داده‌های آرماتورها (ستون)

توجه داشته باشید که تعداد آرماتورها در آرایش متقارن آرماتورهای همواره باید مضرب صحیحی از 4 باشد (به لحاظ وجود چهار وجه مقطع). سر انجام در بخش "Check/Design" گزینه "Reinforcement to be Checked" را انتخاب می‌کنیم تا مقطع ستون به لحاظ کفایت آرماتورهای معرفی شده صرفا کنترل شود. با روندی مشابه فوق می‌توان اقدام به معرفی انواع مقاطع ستون بتنی با ابعاد و آرایش آرماتور گذاری متفاوت نمود. توجه داشته باشید که ایجاد مقاطع، صرفا یک بار انجام می‌شود و در سایر پروژه‌های می‌توان از آنها استفاده نمود.

به همین‌ترتیب فرض کنید مقطع تیر نمونه‌ای به ابعاد 40x40Cm و با نام B40 را بخواهیم معرفی کنیم. در نام دلخواه انتخاب شده B معرفی تیر بودن مقطع و 40 معرف هر دو بعد مقطع تیر است. توجه داشته باشید که تیرها در ETABS فقط طراحی می‌شوند و لذا امکان معرفی آرماتورهایی برای کنترل مقطع وجود ندارد. برای معرفی این مقطع مراحل معرفی ستون را طی نموده و در بخش "Design Type" نوع مقطع را "Beam" معرفی می‌کنیم. برای مقدار پوشش آرماتورهای فوقانی و تحتانی عدد 6Cm را وارد نموده و در بخش "Reinforcement Overrides for Ductile Beams" برای آرماتورهای فوقانی و تحتانی در هر

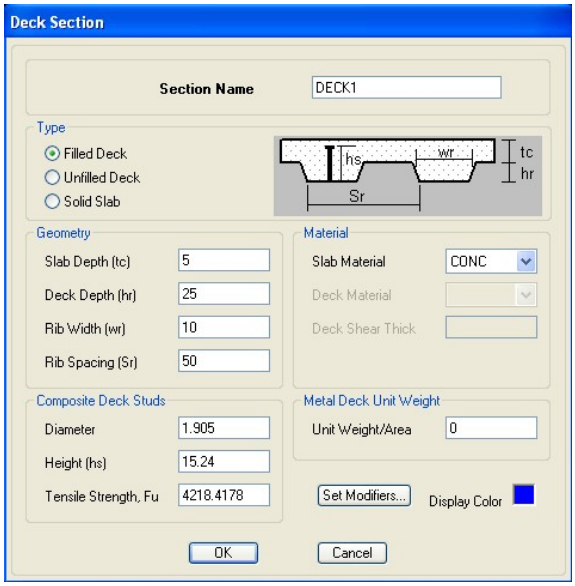
www.CIVILEARN.com

دو انتهای تیر مقدار $5.64Cm^2$ (حداقل آرماتور مقطع طبق آیین نامه) را وارد می‌کنیم[1].
جدول زیر پاره‌ای از مقاطع تیر و ستون متداول را نشان می‌دهد.

مقطع تیر	مقطع ستون
B30	C30-8T16, C30-8T18
B35	C35-8T16, C35-8T18, C35-8T20, C35-12T18, C35-12T20
B40	C40-8T18, C40-8T20, C40-8T22, C40-12T18, C40-12T20 C40-12T22, C40-12T25
B45	C45-8T20, C45-12T20, C45-12T22, C45-12T25, C45-16T25
B50	C50-8T20, C50-12T20, C50-12T22, C50-12T25, C50-16T25

معرفی مقاطع سقف

برای معرفی مقاطع سقف‌ها گزینه‌های "Define>Wall/Slab/Deck Sections" را کلیک نموده تا فرم "Define Wall/Slab/Deck Section" ظاهر شود. در این فرم پس از اطمینان از انتخاب مقطع "Deck1" (یا هر نام دلخواه دیگر) در بخش "Sections"؛ دگمه " Modify/Show Section" را کلیک نموده تا فرم "Deck Section" ظاهر شود.



فرم معرفی مقاطع سقف

در این فرم برای بخش Type گزینه "Filled Deck" را انتخاب می‌کنیم. ضخامت دال رویه بتنی را 5Cm، عمق و عرض تیرچه را بترتیب 25Cm و 10Cm و فاصله محور تا محور

1) برای اطلاعات بیشتر به بخش Frame Sections از منوی Define (معرفی مقاطع تیر و ستون) مراجعه نمایید.

www.CIVILEARN.com

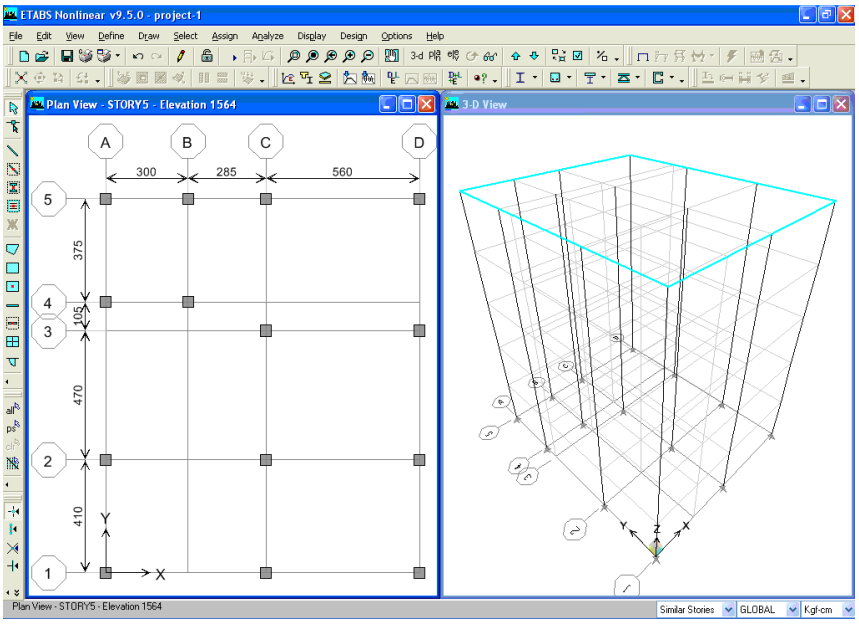
تیرچه‌ها را 50Cm وارد می‌کنیم. در بخش "Slab Material" گزینه "CONC" را برای معرفی بتنی بودن مقطع وارد می‌کنیم. در بخش "Metal Deck Unit Weight" از صفر بودن مقدار مربوطه اطمینان حاصل نمایید[1].

ایجاد اشیاء در مدل

پس از معرفی خواص مصالح، مقاطع اعضاء و سقف‌ها در این مرحله می‌توان اشیاء سازه‌ای را بروی خطوط شبکه ایجاد نمود. توجه داشته باشید که با توجه به هندسه و خواص اختصاص داده شده به اشیاء؛ آنها نقش تیر، ستون، سقف و دیگر اعضای سازه‌ای را ایفا می‌کنند.

ایجاد ستونها

برای ایجاد ستونها؛ ابتدا گزینه "Similar Stories" را از بخش تشابه طبقات (Similarity) در بخش راست میله وضعیت انتخاب نموده تا فرآیند تولید شی در تمامی‌طبقات مشابه، انجام شود. سپس دگمه ایجاد ستون ( ) را کلیک کرده تا کادر "Properties of Objects" ظاهر شود. در این فرم از سلول کشویی Property مقطع "C40-8T20" ، که قبلا ایجاد نموده ایم را انتخاب می‌کنیم. این مقطع به تمامی ستونهایی که در این مرحله ایجاد می‌کنیم؛ اختصاص خواهد یافت.



ایجاد ستونهای سازه

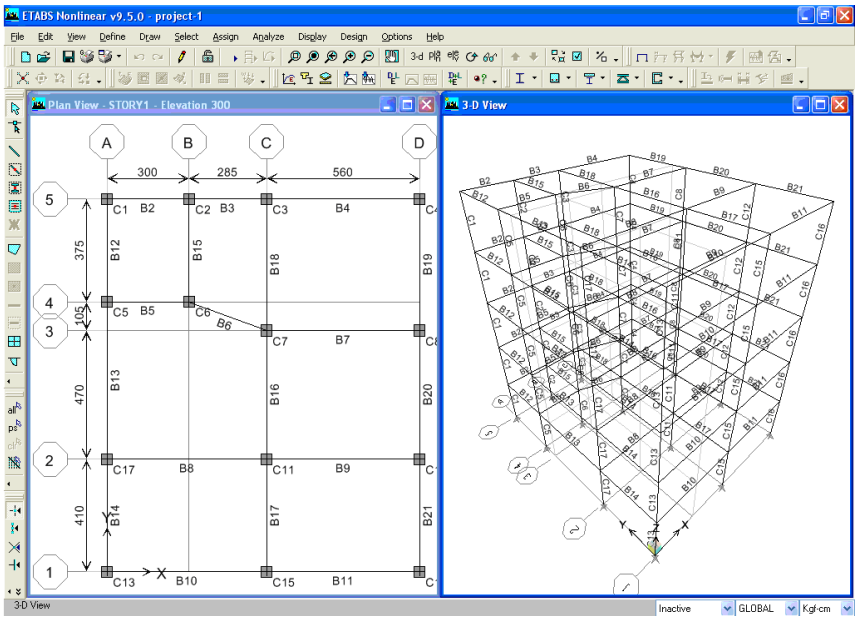
1) برای اطلاعات بیشتر به بخش Wall/Slab/Deck Sections از منوی Define (معرفی مقاطع سقف) مراجعه نمایید.

www.CIVILEARN.com

پس از بستن این فرم برنامه در مدترسیم قرار گرفته ( )؛ و آماده است تا محلهای مورد نظر برای استقرار اشیاء جدید که در واقع ستونهای مدل هستند را از کاربر دریافت نماید. توجه داشته باشید که در این حالت پنجره فعال پلان طبقات سازه را نشان دهد. در این مرحله با حرکت موس به محلهای تقاطع خطوط شبکه و چپ کلیک موس بروی نقاط مورد نظر متناسب با پلان معماری اقدام به معرفی ستونها می‌نماییم. توجه داشته باشید که در این مرحله برای سهولت بیشتر کلیه ستونهای طبقات را از یک نوع معرفی نموده ایم. در مرحله کنترل انحراف جانبی می‌توان اقدام به تغییر مقاطع ستونها و کنترل انحراف جانبی نمود.

ایجاد تیرها

برای معرفی تیرها؛ پس از اطمینان از انتخاب گزینه "Similar Stories" در بخش تشابه طبقات (Similarity) دگمه‌ترسیم تیرها ( ) را کلیک کرده تا کادر "Properties of Objects" ظاهر شود. در این فرم از جعبه کشویی Property مقطع "B40" را انتخاب می‌کنیم. این مقطع به تمامی تیرهایی که در این مرحله ایجاد می‌کنیم؛ اختصاص خواهد یافت.



ایجاد تیرهای سازه

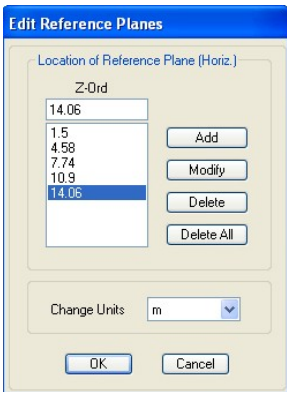
پس از بستن این فرم برنامه در مدترسیم قرار گرفته؛ و آماده است تا محلهای مورد نظر را برای استقرار اشیاء جدید که تیرهای مدل می‌باشند، از کاربر دریافت نماید. در این مرحله با حرکت موس به محلهای تقاطع خطوط شبکه و چپ کلیک موس بروی دو نقطه انتهایی هر تیر اقدام به معرفی تیرهای مدل می‌کنیم. برای مثال با انتقال موس به محل تقاطع محور A و 5 و

www.CIVILEARN.com

کلیک چپ موس نقطه ابتدایی تیر و انتقال موس به تقاطع محور B و 5 و کلیک چپ موس نقطه انتهایی تیرها را معرفی می‌کنیم. با توجه به پلان معماری کلیه تیرهای طبقات را مشابه شکل فوق معرفی می‌کنیم. توجه داشته باشید که در این مرحله برای سهولت بیشتر کلیه تیرهای طبقات را از یک نوع معرفی نموده ایم. در مرحله کنترل انحراف جانبی می‌توان اقدام به تغییر مقاطع تیرها و کنترل انحراف جانبی نمود.

معرفی المانهای راه پله

ارتفاع کف تا سقف طبقه همکف 2.42 متر و طبقات 2.76 متر و ارتفاع محور تا محور طبقات 3.16 متر با فرض ضخامت 40Cm سقفها (2.76+0.4=3.16) و ارتفاع از روی فنداسیون تا محور سقف اول 3 متر با فرض حدود 40Cm (به لحاظ عددی 38Cm) کفسازی در همکف (0.38+2.42+0.4/2=3.0) فرض می‌شود. در نتیجه با ارتفاع متوسط 17.5Cm پله در طبقات 18 پله (9 پله در رفت و برگشت) و در همکف 16 پله (7 پله در رفت و 9 پله در برگشت) خواهیم داشت. در این پروژه می‌خواهیم تیر پاگرد راه پله و دال رفت و برگشت پله را بطور کامل مدل کنیم[1]. برای مدل کردن تیرهای پاگرد میان طبقه صفحات مرجع در ارتفاع میان طبقات معرفی می‌کنیم. برای اینکار گزینه‌های "Edit menu > Edit Reference Planes" را کلیک کرده و در فرم ظاهر شده‌ترازهای ارتفاعی 1.5، 4.58، 7.74، 10.9، 14.06 را وارد می‌کنیم. قبل از وارد کردن مقادیر از متر بودن واحد طول اطمینان حاصل نمایید.



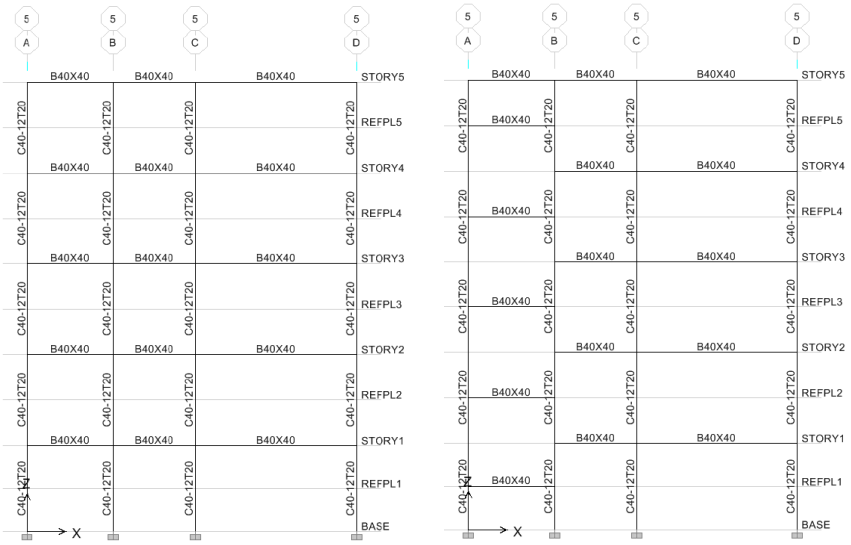
سپس با استفاده از گزینه‌های "View menu > Set Elevation View" برشی از محور 5 مدل نمایش می‌دهیم. برای اینکار در فرم ظاهر شده محور شماره 5 را انتخاب و دگمه OK را فشار دهید. برای ایجاد تیرهای پاگرد میان طبقه دگمه ( ) را فشار داده و در بخش Property فرم "Properties of Object" مقطع B40 را انتخاب نمایید. در این حالت شکل موس به شکل

1) برای اطلاعات بیشتر به بخش مدل کردن راه پله مراجعه نمایید.

www.CIVILEARN.com

مدترسیم تبدیل می‌شود. برای ایجاد اولین تیر پاگرد میان طبقه در همکف، کافیست با موس بترتیب نقاط A5 و B5 درتراز 1.5 متر را کلیک چپ نماییم. برای اتمام دگمه راست موس را کلیک می‌کنیم. برای معرفی سایر تیرهای پاگرد میان طبقات مشابه فوق عمل نموده با این تفاوت که درترازهای 4.58، 7.74، 10.9 و 14.06 این تیرها را معرفی می‌کنیم.

به جهت شانه گیر بودن تیرهای‌تراز طبقات (تیرهای بین تیرهای پاگرد) می‌توان آنها را حذف نمود. برای این کار تیرهای بین محورهای A5 و B5 و درتراز طبقات اول تا چهارم را انتخاب و حذف می‌کنیم.



مدل قبل و بعد از معرفی تیرهای پاگرد میان طبقه و حذف تیرهای‌تراز طبقه

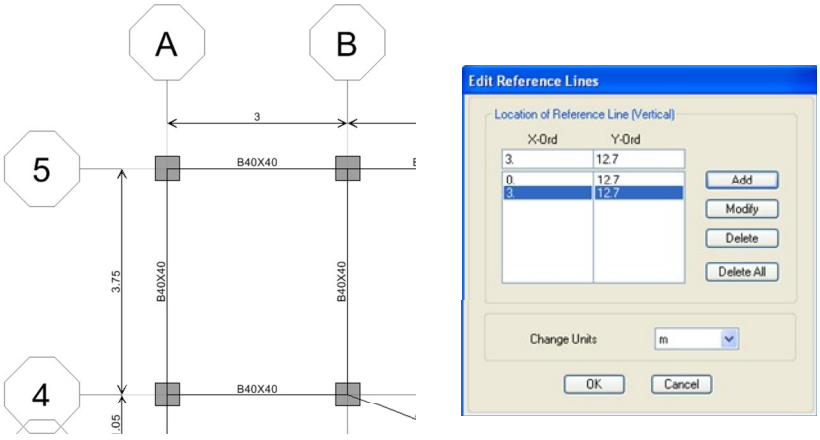
در این مرحله می‌خواهیم دالهای مایل بتنی رفت و برگشت پله را مدل کنیم. برای اینکار می‌توان تیرهای فرضی در لبه‌های دال معرفی و از گسترش آنها بسمت داخل، این دالها را مدل کرد. در نتیجه برای مدل کردن تیرهای لبه‌ای فرضی نقاط ابتدا و انتهای آنها را توسط خطوط مرجع ایجاد می‌کنیم.

از آنجاییکه فاصله محور تا محور، محورهای 4 تا 5 معادل 3.75 متر است و با فرض بعد نهایی تیر 45Cm فاصله آزاد 3.75-0.45=3.3m برای پله و پاگرد وجود خواهد داشت. از آنجاییکه در هر رفت و برگشت 9 پله داریم لذا 8 کف پله خواهیم داشت. در نتیجه با فرض عرض کف پله 30Cm، 8x0.3=2.4m طول پله و 3.3-2.4=0.9m عرض پاگرد از لبه پله تا محور تیر خواهد بود. چون تیرتراز طبقه را به لحاظ شانه گیر بودن حذف نمودیم و بجای آن صرفا از پوشش شیشه در این بخش استفاده می‌کنیم، لذا عرض مفید راه پله در پاگرد معادل

www.CIVILEARN.com

0.9+0.225+0.05-0.05=1.125m (با فرض عرض تیر 45Cm، ضخامت 5Cm نماسازی و 5Cm عرض پنجره) خواهد شد.

در نتیجه دو خط مرجع بروی محورهای A و B و به فاصله 0.9 متر زیر محور 5 معرفی می‌کنیم. برای اینکار گزینه‌های "Edit menu > Edit Reference Lines" را انتخاب و در فرم ظاهر شده مقادیر 0 و 12.7 و 3 و 12.7 را وارد می‌کنیم.



معرفی خطوط مرجع

پلان پله در مدل

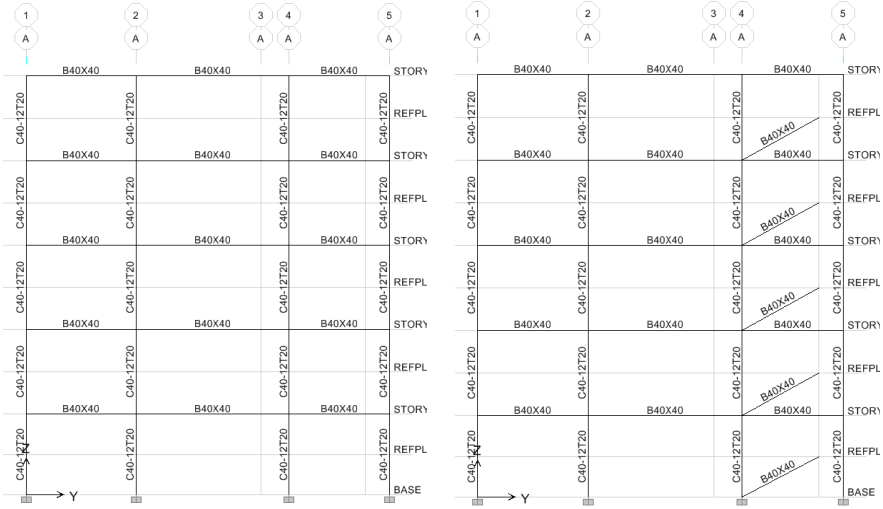
برای معرفی تیرهای لبه‌ای دال شیبدار رفت پله، ابتدا با استفاده از گزینه‌های "View menu > Set Elevation View" برشی از محور A مدل نمایش می‌دهیم. برای اینکار در فرم ظاهر شده محور A را انتخاب و دگمه OK را فشار دهید. سپس دگمه ( ) را فشار داده و در بخش Property فرم "Properties of Object" مقطع B40 را انتخاب نمایید. در این حالت شکل موس به شکل مدترسیم تبدیل می‌شود. برای ایجاد اولین تیر رفت مایل میان طبقه در همکف، کافیست با موس بترتیب نقاط A4 درتراز پی و نقطه تلاقی خط مرجع ایجاد شده روی محور A را درتراز 1.5 متر کلیک چپ نماییم. برای اتمام دگمه راست موس را کلیک می‌کنیم. برای معرفی سایر تیرهای شیبدار میان طبقه نیز مشابه فوق عمل می‌کنیم.

برای معرفی تیرهای لبه‌ای شیبدار برگشت پله نیز مشابه روند فوق برشی از محور B ایجاد نموده و تیرهای شیبدار را از نقاط B4 درتراز پی و طبقات به نقطه تلاقی خط مرجع ایجاد شده روی محور B متصل می‌کنیم.

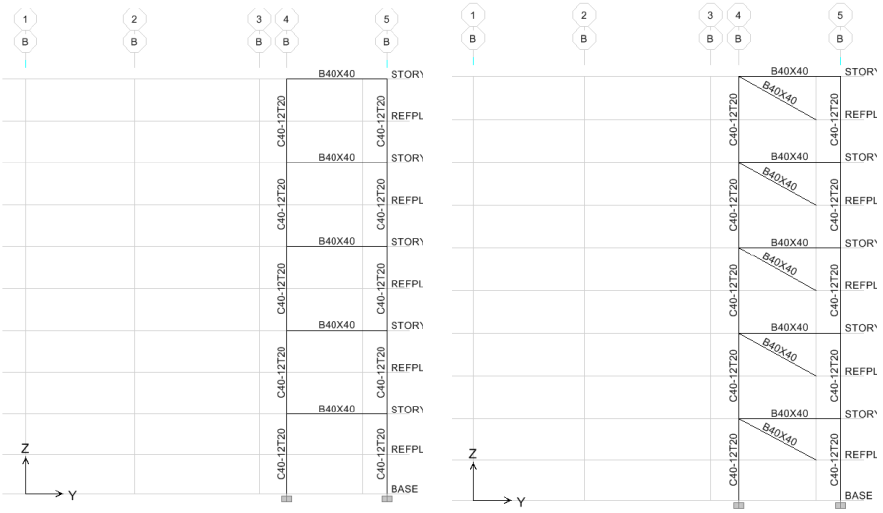
در مرحله آخر تیرهای شیبدار رفت و برگشت پله و تیر پاگرد میان طبقه را به دالهای بتنی تبدیل می‌کنیم. برای اینکار ابتدا تیرهای شیبدار رفت پله انتخاب و سپس گزینه "Edit menu > Extrude Lines to Areas" را کلیک می‌کنیم. در فرم "Extrude Lines to Areas" مقدار گسترش خط به سطح را برای 1.2 متر و در جهت dx (در راستای X) وارد می‌کنیم. تعداد اشیاء

www.CIVILEARN.com

سطحی ایجاد شده را 1 معرفی نموده و گزینه "Delete Source Objects" را کلیک کرده تا شی منبع اولیه (تیرهای شیبدار پله) پس از تولید سطوح حذف شوند.

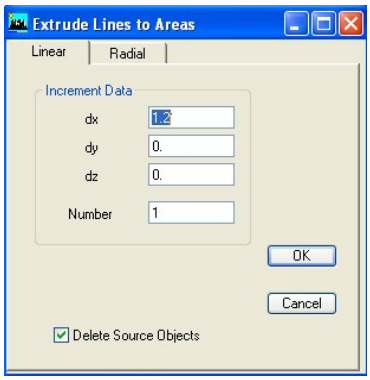


مدل قبل و بعد از معرفی تیرهای شیبدار میان طبقه رفت

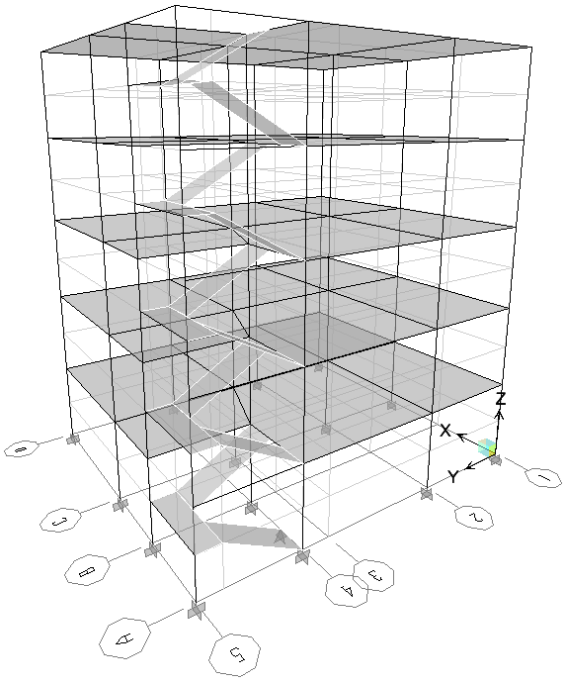


مدل قبل و بعد از معرفی تیرهای شیبدار میان طبقه برگشت

www.CIVILEARN.com



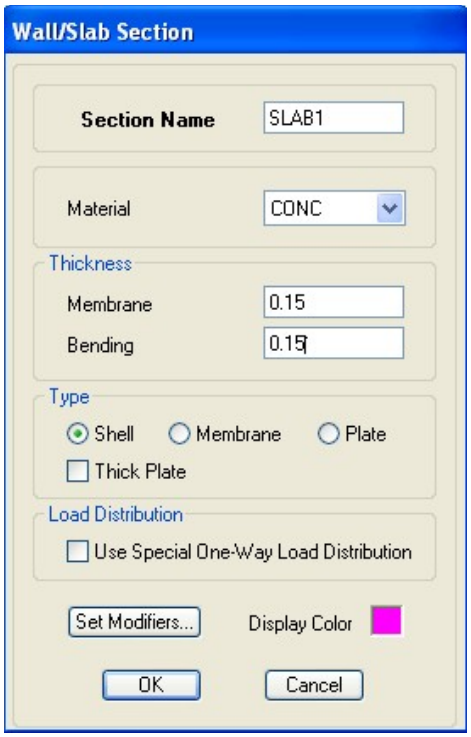
برای ایجاد دالهای شیبدار برگشت مشابه حالت قبل عمل نموده با این تفاوت که ابتدا برشی از محور B ارائه نموده و سپس تیرهای شیبدار برگشت پله را انتخاب و روند مشابه مرحله قبل را انجام داده با این تفاوت که مقدار گسترش را 1.2- در راستای dx وارد می‌کنیم. سر انجام برای ایجاد دالهای پاگردتراز نیم طبقه مشابه قبل برشی از محور 5 ارائه نموده و تیرهای میان طبقه را انتخاب و روندی مشابه فوق انجام داده با این تفاوت که مقدار گسترش را 0.9- در راستای dy معرفی نموده و چون نمی‌خواهیم تیرهای‌تراز پاگرد حذف شوند، گزینه " Delete Source Objects" را کلیک نمی‌کنیم. در این حالت مدل تکمیل شده راه پله بصورت شکل زیر خواهد بود.



مدل تکمیل شده راه پله با دالهای شیبدار

www.CIVILEARN.com

در مرحله بعد باید نوع دال راه پله را معرفی نماییم. برای اینکار ابتدا کلیه اشیاء سطحی پله را انتخاب می‌کنیم. برای انتخاب سطوح شیبدار پله می‌توان از گزینه " Select menu > by Area Object Type " را انتخاب و در فرم ظاهر شده گزینه Ramp یا سطح شیبدار را انتخاب نمود. برای انتخاب دال افقی پاگردهای پله نیز می‌توان در نمای پلان، پس از اطمینان از فعال بودن گزینه "Similar Stories"، دال پاگرد را انتخاب کرد. سپس گزینه " Assign menu > Shell/Area > Wall/Slab/Deck Section" را انتخاب و در فرم ظاهر شده از جعبه کشویی سمت راست گزینه " Add New Slab" را انتخاب می‌کنیم تا فرم "Wall/Salb Section" ظاهر شود. در این فرم مقابل گزینه Material، گزینه CONC را انتخاب و ضخامت خمشی و غشایی را برابر 0.15 متر وارد می‌کنیم. در پایان دگمه OK را فشار می‌دهیم.



معرفی مقطع دال راه پله

توجه داشته باشید که روش مدل کردن کامل راه پله صرفا یکی از روشهای مدل کردن راه پله بوده و در عین حالی که از تمامی‌روشهای دیگر وقت گیرتر است، از تمامی‌روشهایی که در آنها تیرتراز پاگرد اجراء می‌شود، دقیقتر نیز است. همانطور که در بخش مربوط به مدل کردن راه پله ارائه شده است، می‌توان از اجراء و مدل کردن تیرتراز پاگرد صرف نظر نموده و بجای آن از دیوار باربر زیر دال بتنی استفاده نمود.

www.CIVILEARN.com

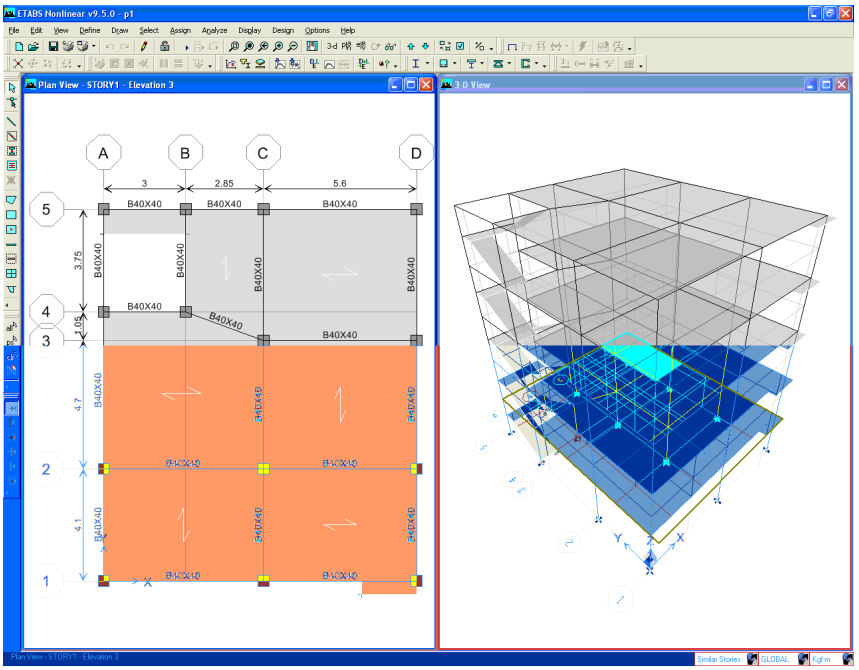
ایجاد بخش طره

بخش طره در پروژه حاضر دارای پیش آمدگی حدود 50Cm و عرضی معادل 2 متر است. هر چند که می‌توان در پروژه‌های عملی از مدل کردن این طره به لحاظ پیش آمدگی کم آن صرفنظر نموده و صرفا اثرات آنرا در مدل لحاظ کرد، لیکن در این بخش مایلیم به جهت ارائه نکات مدل کردن بخش طره ساختمانها، آنرا نیز در مدل معرفی کنیم.

برای مدل کردن بخش طره ابتدا خط مرجع گوشه بخش طره را معرفی نموده و سپس اقدام به ایجاد دال بخش طره می‌کنیم. توجه داشته باشید از آنجاییکه ابعاد بخش طره کوچک است لذا این بخش صرفا توسط یک دال بتنی بضخامت 15Cm اجراء و مدل می‌شود. در صورتیکه ابعاد طره بزرگتر بود می‌توانستیم برای محیط پیرامونی طره نیز تیرها را معرفی نماییم. اینکار بسادگی با کپی و چسباندن تیرهای موجود در موقعیت مورد نظر می‌توانست انجام شود.

برای معرفی خط مرجع جدید کافیست گزینه "Edit>Edit Refrence Line" را انتخاب و در کادر ظاهر شده نقاط 9.45 را برای X (11.45 مختصه X نقطه D1 منهای طول 2m بخش طره) و 0.5m- را برای پیش آمدگی بخش طره وارد کنیم.

برای ایجاد دال بتنی طره دگمه ( ) را فشار داده و در فرم "Properties of Object" مقابل جعبه کشویی Property گزینه SLAB1 را انتخاب و علامت ضربدر این فرم را کلیک کنید.



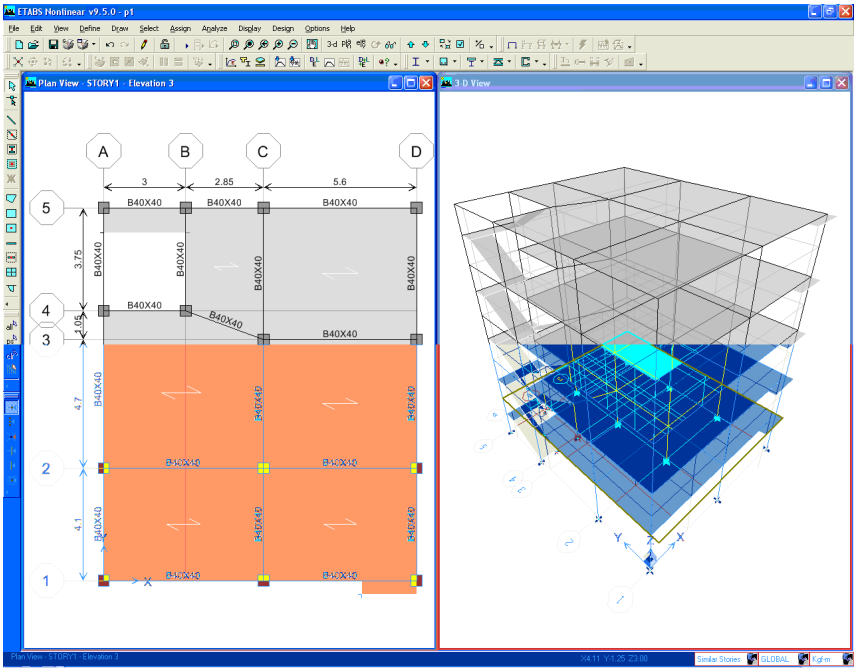
ایجاد بخش طره در مدل

www.CIVILEARN.com

پس از اطمینان از فعال بودن گزینه "Similar Stories" در بخش میله وضعیت، نمای پلان در پنجره فعال را نمایش می‌دهیم. سپس دگمه چپ موس روی نقطه D1 را فشار داده و در حالی که این دگمه را در حالت فشرده نگه داشته ایم، موس را به نقطه ایجاد شده توسط خط مرجع جدید در گوشه بخش طره حرکت می‌دهیم. در این حالت با رها کردن موس دال بتنی بخش طره برای تمامی‌طبقات ایجاد می‌شود.

معرفی سقفها

برای معرفی سقفها؛ پس از اطمینان از انتخاب گزینه "Similar Stories" در بخش تشابه طبقات (Similarity) دگمه ترسیم اشیاء سطحی ( ) را کلیک کرده تا کادر "Properties of Objects" ظاهر شود. در این فرم از جعبه کشویی Property مقطع "Deck1" را انتخاب می‌کنیم. این مقطع به تمامی‌اشیاء سطحی و یا همان سقف‌هایی که در این مرحله ایجاد می‌کنیم؛ اختصاص خواهد یافت.



ایجاد سقفهای سازه

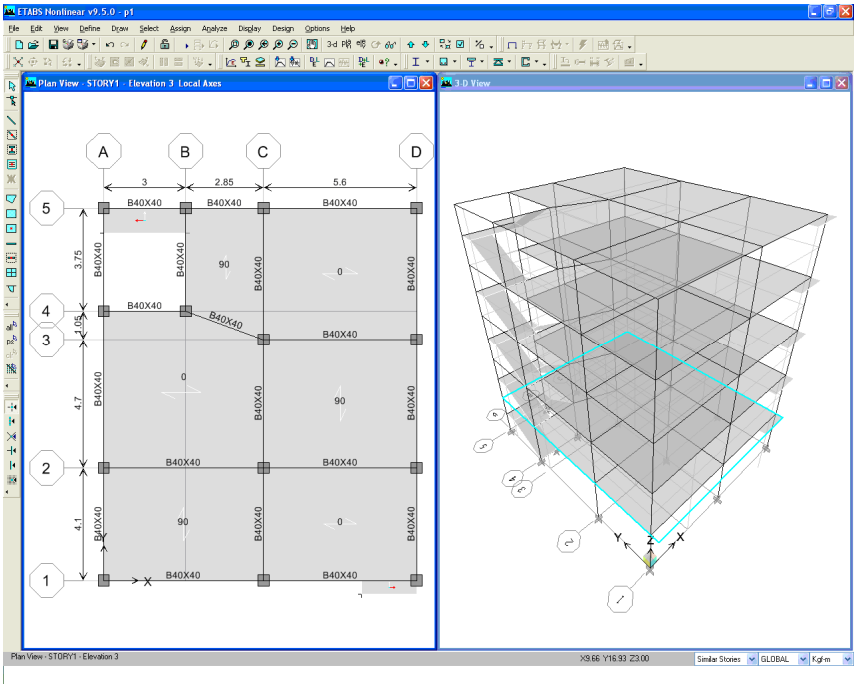
پس از بستن این فرم برنامه در مدترسیم قرار گرفته و آماده است تا محلهای مورد نظر را برای استقرار اشیاء جدید که در واقع سقف‌های مدل هستند از کاربر دریافت نماید. در این مرحله با

www.CIVILEARN.com

کلیک موس بروی تقاطع گوشه‌ای اشیاء سطحی اقدام به معرفی آنها می‌کنیم. برای مثال با کلیک نقاط A4؛ A5؛ B5 و B4 و نهایتا کلیک راست موس اولین المان سطحی را برای کلیه طبقات ایجاد می‌کنیم. این روند را برای ایجاد کلیه اشیاء سطحی طبقات، همانند شکل فوق تکرار می‌کنیم. توجه داشته باشید که با هر بار ایجاد یک شی سطحی به لحاظ فعال بودن گزینه "Similar Stories" آن شی برای سایر طبقات مشابه نیز ایجاد می‌شود.

تغییر جهت تیرچه‌های طبقات

برای توزیع یکنواخت‌تر بار بروی تیرها و طبعا توزیع یکنواخت نیروها بروی آنها، می‌توان جهت تیرچه‌ها را بصورت شطرنجی و یک در میان عوض نمود. برای اینکار پس از اطمینان از فعال بودن گزینه "Similar Stories" در میله ابزار وضعیت؛ اشیاء سطحی کف را مطابق شکل زیر با موس انتخاب و گزینه Assign menu > Shell/Area > Local Axes را کلیک می‌کنیم تا فرم "Assign Local Axis" ظاهر شود. در این فرم پس از انتخاب گزینه Angle مقدار زاویه 90 را در کادر مربوطه وارد و دگمه ok را فشار دهید. در این حالت جهت تیرچه‌ها بصورت شکل زیر خواهد بود.



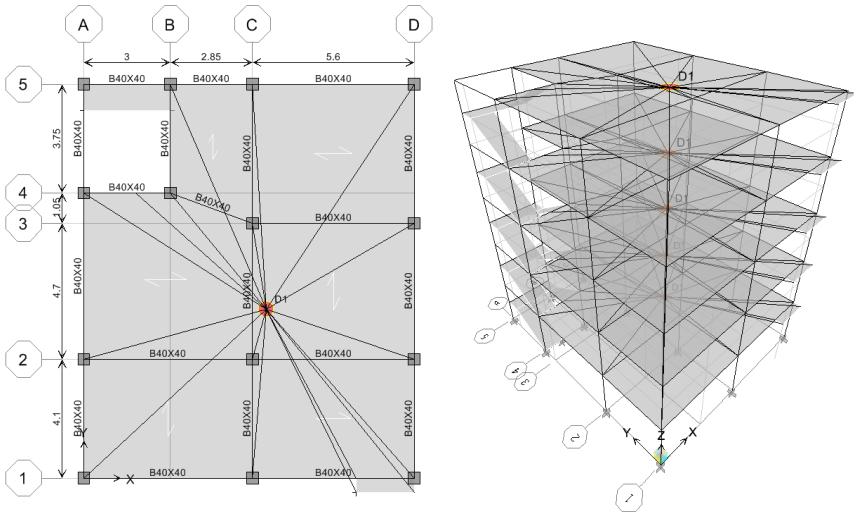
تغییر جهت تیرچه‌های سقف طبقات

www.CIVILEARN.com

معرفی و اختصاص دیافراگم‌های طبقات

برای معرفی دیافراگم طبقات ابتدا از فعال بودن گزینه "Similar Stories" در میله ابزار وضعیت اطمینان حاصل نموده سپس در پلان طبقه (مثلا طبقه اول) با موس کلیه اشیای پلان (بغیر از دالهای راه پله) را انتخاب می‌کنیم.

گزینه‌های Assign menu > Shell/Area > Diaphragms را کلیک کردن تا فرم Assign Diaphragm ظاهر شود. در این فرم دگمه Modify/Show Diaphragm را کلیک و در فرم ظاهر شده دگمه رادیویی Semi Rigid را فشار می‌دهیم. دگمه ok را در این فرم و فرم قبل فشار داده تا دیافراگم به طبقات اختصاص یابد.



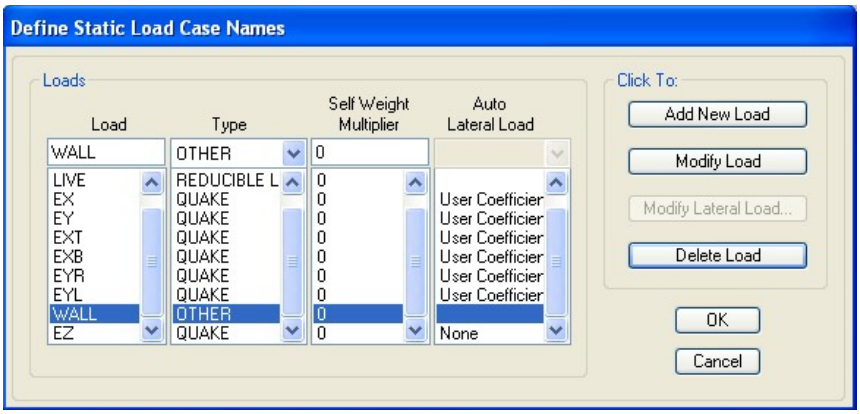
معرفی و اختصاص دیافراگم صلب طبقات

معرفی حالات بار استاتیکی در پروژه

برای معرفی بارهای استاتیکی در پروژه گزینه‌های Define menu>Static Load Cases را کلیک کرده تا فرم "Static Load Case Name" ظاهر شود. در این فرم برای معرفی بار مرده کافیست در بخش Load عنوان دلخواه و منحصر بفردی مثل DEAD را وارد نمود. در بخش Type نوع بار را مرده DEAD انتخاب می‌کنیم. ضریب وزن سازه را برای آن 1 معرفی می‌کنیم.

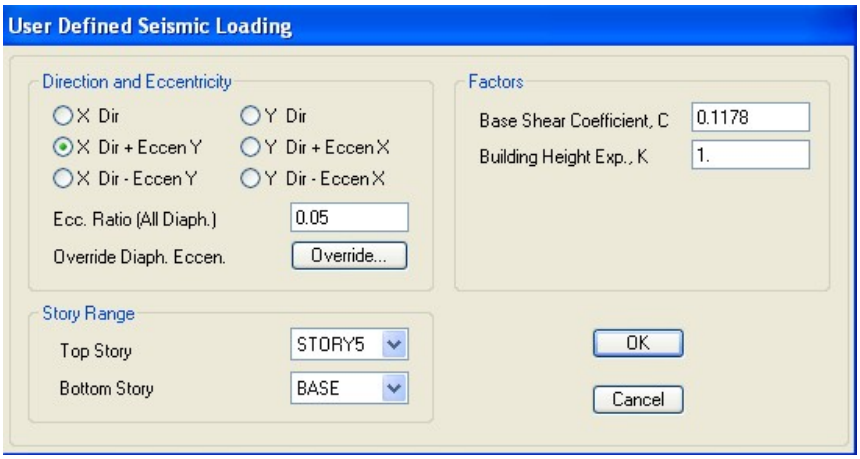
برای معرفی بار زنده نام Live را در بخش Load وارد می‌کنیم. در بخش Type می‌توان نوع آنرا زنده Live یا زنده کاهش پذیری (کاهش سربار) Reducible Live وارد کرد. ضریب وزن سازه را برای آن 0 معرفی می‌کنیم. برای بار زلزله در راستای X سراسری در بخش Load نام

www.CIVILEARN.com



فرم معرفی حالات بار اصلی

دلخواه EX را وارد نموده و در بخش Type نوع آنرا Quake معرفی می‌کنیم. ضریب وزن سازه را 0 وارد می‌کنیم. چون نوع بار جانبی است بخش Auto Lateral Load فعال می‌شود. در جعبه کشویی مربوطه گزینه User Coefficient را انتخاب نموده و دگمه Modify Load را فشار می‌دهیم تا انتخاب اخیر اعمال گردد. با کلیک گزینه Modify Lateral Load فرم User Define Seismic Loading ظاهر می‌شود.



فرم معرفی بار لرزه‌ای کاربر

در این فرم گزینه X را انتخاب و برای ضریب برش پایه مقدار 0.1178 را وارد می‌کنیم. این ضریب از رابطه برش پایه آیین نامه 2800 بصورت زیر بدست می‌آید:

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.3x2.75x1}{7} = 0.1178$$

www.CIVILEARN.com

روند فوق را برای بار زلزله EY عینا تکرار نموده با این تفاوت که بجای جهت X جهت سراسری Y را وارد می‌کنیم. برای اعمال خروج از مرکزیت حالات بار EXT، EXB و EYR، EYL را مشابه EX وارد نموده با این تفاوت که در این حالات بار بترتیب گزینه‌های " X Dir + Eccen Y"، "X Dir - Eccen Y" و "Y Dir + Eccen X"، "Y Dir - Eccen X" برای معرفی جهت اعمال بار زلزله با اعمال 5 درصدی خروج از مرکزیت، انتخاب می‌کنیم.

برای اعمال مولفه قائم زلزله برای بخش‌های طره ساختمان حالت بار مثلا EZ را از نوع Quake معرفی نموده و گزینه None را برای بخش Auto Lateral Load انتخاب می‌کنیم. سپس مقادیر بار قائم زلزله را با استفاده از روابط آیین نامه 2800 (بند 2-3-12 $F_v = 0.7AIW_p$) محاسبه و بصورت بار متمرکز و یا گسترده به بخشهای طره و یا سایر بخشهای مورد نیاز (نظیر تیرهای با دهانه بزرگ) وارد می‌کنیم.

توجه داشته باشید که بارهای جانبی (EX، EY و غیره)؛ ناشی از توزیع برش پایه که خود از ضرب ضریب برش پایه در وزن ساختمان بدست می‌آید؛ تعیین می‌شوند. وزن ساختمان نیز از روی وزن اشیای سازه‌ای نظیر تیرها، ستونها، المانهای سطحی کف، دیوارهای برشی و غیره (با ضریب Self weight Multiplier مساوی 1 در بار مرده) و بارهای مرده و زنده تعیین می‌شوند. بار مرده و زنده کف طبقات نیز بصورت بار گسترده سطحی روی اشیاء سطحی Floor و یا بار نقطه‌ای و یا خطی روی اعضا و نهایتا بصورت بار گرهی روی گرهها اعمال می‌شود. بار دیوارهای پیرامونی نیز بصورت بار گسترده خطی بروی اعضای پیرامونی اعمال شده و تنها موردی که باید لحاظ شود بار دیوار طبقه آخر است که چون در بار مرده اعمال نمی‌شود (چرا که اصولا وجود ندارد) باید بترتیبی در محاسبات بار زلزله لحاظ شود.

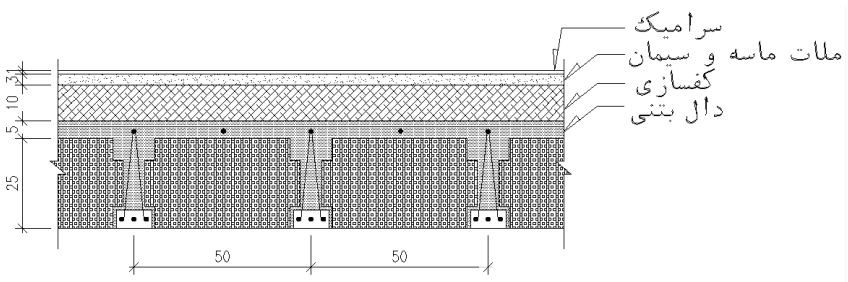
به عبارت دیگر می‌توان گفت که وزن هر طبقه که در محاسبه بار جانبی لحاظ می‌شود؛ شامل وزن مرده و زنده کف طبقه و نصف وزن دیوار پیرامونی طبقه فوقانی و تحتانی آن است. وزن مرده و زنده طبقه مستقیما در بارگذاری روی المان سطحی طبقه وارد می‌شود و وزن دیوار پیرامونی نیم طبقه بالای طبقه و پایین طبقه (که جزء وزن آن طبقه در نظر گرفته می‌شود) بصورت بار دیوار پیرامونی مستقیما به اعضای پیرامونی طبقه وارد می‌گردد. فقط نصف وزن طبقه آخر است که چون باری روی اعضای پیرامونی طبقه آخر (بام) وارد نشده است، در محاسبات نیروی جانبی وارد نشده است.

برای لحاظ شدن نصف وزن دیوار پیرامونی طبقه آخر در محاسبات بار جانبی ناشی از زلزله، حالت باری مثلا به نام Wall وارد نموده و نوع آنرا Other معرفی می‌کنیم. سپس در بخش معرفی بارهای اعضا برای این حالت بار، نصف بار دیوار پیرامونی را به اعضای پیرامونی طبقه آخر اعمال می‌کنیم. در این حالت بارهای معرفی شده در این حالت بار درترکیبات بارگذاری که بصورت خودکار تولید می‌شود وارد نشده و طبعا در طراحی اعضاء لحاظ نمی‌شوند. اما این بار در محاسبات نیروی زلزله وارد شده و نصف وزن دیوار پیرامونی نیز لحاظ می‌شود.

www.CIVILEARN.com

بارهای ثقلی

بارهای ثقلی شامل بارهای مرده و زنده طبقات می‌باشد. مقادیر بارهای زنده با توجه به کاربردی فضاها توسط مبحث ششم مقرارت ملی ساختمان مستقیما ارائه می‌شود. لیکن بار مرده طبقات متناسب با اجزای اجراء شده باید تعیین گردد. بار مرده طبقات شامل وزن گچ رویه و آستر، تیرچه و بلوک، دال بتنی، کفسازی , ملات ماسه و سیمان و سرامیک است. با توجه به ماهیت ثابت بودن این بارها از ابتدا تا انتهای عمر ساختمان کلیه آنها در بخش بار مرده معرفی میشوند. از آنجاییکه بار مرده کف به عنوان یکی از بارهای تعیین کننده در کل بارهای ثقلی اعمالی به ساختمان نقش مهمی را بر عهده دارد لذا در انتخاب جزئیات مربوطه باید دقت لازم را مبذول داشت.



جزئیات سقف تیرچه و بلوک

جزئیات بار مرده طبقات		
وزن سرامیک	= 20 kg/m2	0.01m x 2000 kg/m3
وزن ملات ماسه و سیمان	= 63 kg/m2	0.030m x 2100 kg/m3
وزن کف سازی	= 130 kg/m2	0.10m x1300 kg/m3
وزن دو عدد تیرچه	= 125 kg/m2	2x0.1m x 0.25m x 2500 kg/m3
وزن بلوک پوکه‌ای	= 100 kg/m2	100 kg/m2
وزن دال بتنی	= 125 kg/m2	0.05m x 2500 kg/m3
وزن گچ آستر	= 19.5 kg/m2	0.015m x 1300 kg/m3
وزن گچ	= 8 kg/m2	0.005m x 1600 kg/m3
	= 590 kg/m2	

جزئیات بار مرده طبقات

www.CIVILEARN.com

جزئیات بار مرده بام		
وزن سربندی (شیروانی)	= 100 kg/m2	
وزن دو عدد تیرچه	= 125 kg/m2	2x0.1m x 0.25m x 2500 kg/m3
وزن بلوک پوکه‌ای	= 100 kg/m2	100 kg/m2
وزن دال بتنی	= 125 kg/m2	0.05m x 2500 kg/m3
وزن گچ آستر	= 19.5 kg/m2	0.015m x 1300 kg/m3
وزن گچ	= 8 kg/m2	0.005m x 1600 kg/m3
= 527.5 = 530 kg/m2		

جزئیات بار مرده بام

ضخامتهای ارائه شده در جزئیات سقف طبقات باید منطبق بر اجرای واقعی ساختمان باشد برای مثال وزن کفسازی باید بر بمبنای ضخامت واقعی کفسازی انتخاب شود (در عمل با توجه به عبور حداقل دو لوله‌های تاسیسات حداقل ضخامت 7 سانتیمتر وترجیحا 10 سانتیمتر پیشنهاد می‌شود). بهترین وزن انتخابی برای بلوک‌ها اندازه گیری وزن چند نمونه از بلوکهای مشابه مورد نظر برای استفاده در ساختمان (مثلا با استفاده از نیرو سنجها و یا همان‌ترازوهای دستی) و میانگین گیری از وزن آنها می‌تواند باشد.

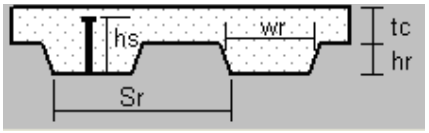
خلاصه بارهای ثقلی	
وزن مرده سقف	**DL = 590 Kg/m^2**
وزن زنده سقف	**LL = 200 Kg/m^2**
وزن دیوار خارجی (آجر سفال)	**Ext. Wall =750 Kg/m**
وزن دیوار داخلی (تیغه بندی)	**Int. Wall = 130Kg/m^2**
وزن مرده سقف بام	**DLR = 530 Kg/m^2**
وزن زنده سقف بام	**LLR = 200 Kg/m^2**

بار اعمالی به کف طبقات طبعا مشتمل بر بار مرده سقف و تیغه بندی طبقات و معادل 590+130 و یا 720 کیلوگرم بر متر مربع خواهد بود. از طرفی وزن اجزای سازه‌ای نظیر وزن تیرچه و دال بتنی بطور خودکار توسط برنامه محاسبه شده و چون ضریب بار Self-Weight Multiplier در فرم Static Load Case Name برای بار اصلی DEAD، 1 معرفی شده است، وزن آنها در حالت بار اصلی DEAD آورده می‌شوند. مشخصات هندسی دال بتنی رویه و ابعاد تیرچه‌ها در بخش معرفی مقاطع سقف (خواص مقاطع المان‌های سطحی؛ فرم Deck Section) آورده شده است که برنامه با استفاده از آن می‌تواند مساحت مقاطع و بالطبع با ضرب در واحد طول؛ احجام مقاطع سازه‌ای را محاسبه نماید. از طرفی در همین بخش نوع مصالح مصرفی نیز معرفی شده که برنامه با استفاده از آن می‌تواند چگالی اعضای سازه‌ای را معین کند. با داشتن

www.CIVILEARN.com

احجام و چگالی اعضا برنامه وزن اعضای سازه‌ای را محاسبه و بصورت خودکار در محاسبات وارد می‌نماید. برای مثال اگر در سقف از تیرچه‌های با ارتفاع 25 سانتیمتر استفاده شود, داریم:

$$W = W_c(\frac{W_r h_r}{S_r} + t_c) + W_d$$



$$W = 2.5(\frac{0.1x0.25}{0.5} + 0.05) + 0 = 0.25t/m^2$$

در نتیجه برای اعمال با مرده 720 کیلوگرم بر متر مربع باید بار 720 منهای 250، (چرا که این بار بطور خودکار توسط برنامه محاسبه شده و در حالت بار مرده DEAD لحاظ می‌شود) و یا 470کیلوگرم بر متر مربع را به المانهای سطحی کف اعمال نمود. بار اعمالی به بام نیز به کسر 250 کیلوگرم وزن اعضای سازه‌ای مساوی 280 کیلو گرم بر متر مربع می‌باشد ($530 - 250 = 280 Kg/m^2$).

به عنوان یک روش دیگر می‌توان در معرفی مقطع سقف نوع مصالح مصرفی برای سقف را با عنوان دلخواهی بغیر از عنوان استفاده شده برای بتن وارد نمود و در بخش معرفی مصالح نیز چگالی مربوطه را صفر معرفی کرد. در این حالت وزن محاسبه شده برای اعضای سازه‌ای دالهای کف طبقات صفر محاسبه شده و می‌توان مستقیما مقدار بار محاسبه شده (مثلا 720 کیلوگرم بر متر مربع) را اعمال نمود.

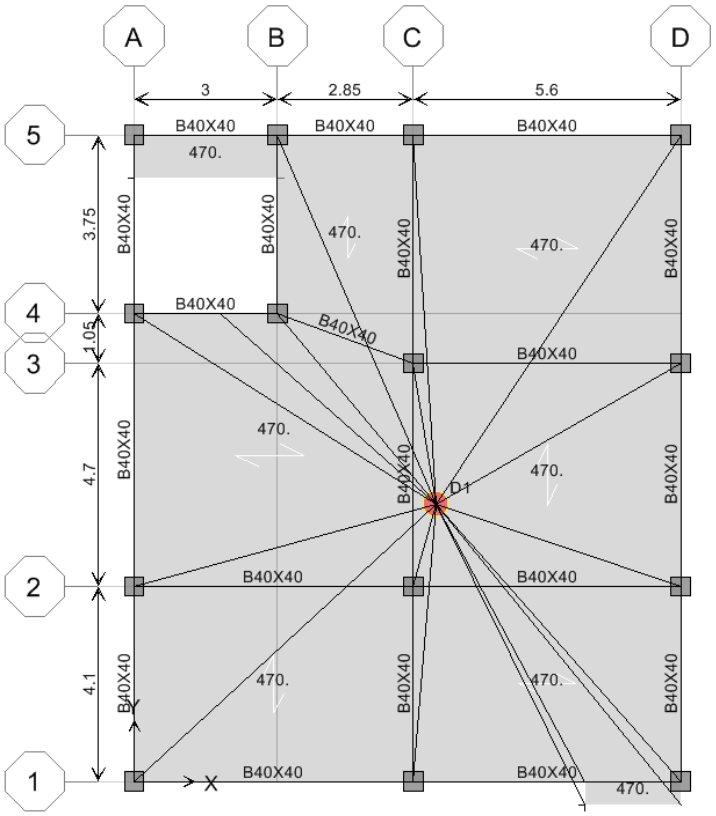
اعمال بارهای ثقلی طبقات

با توجه به تعیین بارهای ثقلی در این مرحله می‌توان این بارها را به سازه اعمال نمود. برای اینکار ابتدا از انتخاب گزینه "Similar Stories" در بخش میله وضعیت اطمینان حاصل نمایید تا بارهای اعمالی به کلیه طبقات اعمال شود. سپس کلیه المانهای سطحی طبقات را انتخاب نمایید. اینکار می‌تواند توسط کلیک تک تک المانها با موس صورت گرفته و یا با باز کردن یک پنجره که کل طبقه را در بر گیرد؛ انجام شود.

پس از انتخاب المانهای سطحی کف کافیست بارهای مورد نظر را به آنها اختصاص داد. در نتیجه با کلیک گزینه‌های Assign menu > Shell/Areas Loads > Uniform به فرم بارگذاری یکنواخت سطحی دسترسی پیدا می‌کنیم. در این فرم کافیست در بخش Load مقدار 470 را وارد نمود. توجه داشته باشید که در این حالت واحدها باید kg-m؛ حالت بار اصلی DEAD؛ جهت اعمال بار Gravity و گزینه "Replace Exiting Loads" انتخاب شده باشد. برای اعمال بار زنده طبقات کافیست دگمه ( ) را فشار داد تا انتخاب‌های قبلی مجددا انتخاب شوند. در

www.CIVILEARN.com

این حالت مجددا روند فوق را مشابه اعمال بار مرده طی نموده و در فرم ظاهر شده مقدار بار را 200 کیلو گرم برای بار زنده وارد و حالت بار اصلی را Live انتخاب می‌کنیم. شایان ذکر است از آنجاییکه بار زنده راه پله و بخش طره ساختمان مطابق آیین نامه بترتیب 350 و 300 کیلوگرم بر متر مربع است لذا روند اعمال بار زنده فوق را مجددا باید برای دالهای شیبدار و مسطح پاگرد راه پله و بخش طره با مقادیر فوق تکرار نمود.

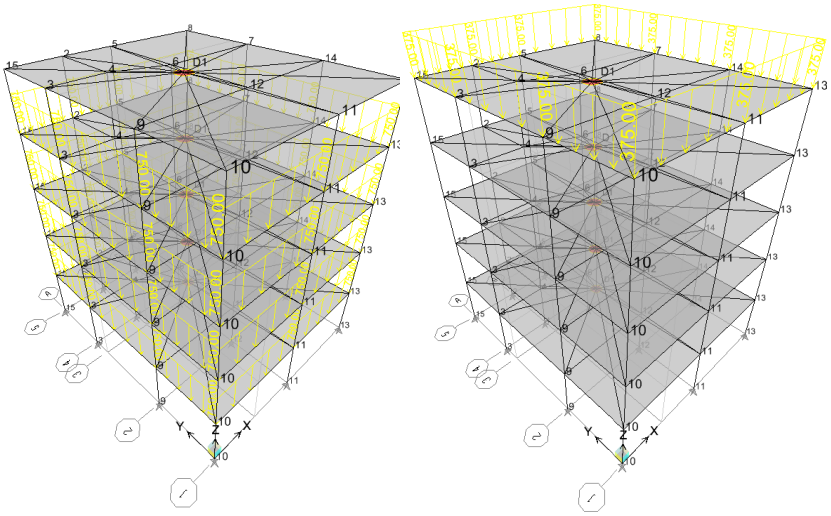


اعمال بار مرده و زنده طبقات

www.CIVILEARN.com

از آنجاییکه بار مرده بام با سایر طبقات متفاوت است لذا باید مقدار بار اعمال شده را تصحیح نمود. برای اینکار روند فوق را صرفا برای سقف آخر تکرار نموده و این بار برای بار مرده مقدار 280 کیلو گرم بر مترمربع را وارد می‌کنیم. توجه داشته باشید در روند فوق برای انتخاب سقف آخر گزینه مشابهت طبقات بصورت "One Story" باشد.

برای معرفی بار دیوارهای پیرامونی؛ تیرهای پیرامونی طبقات را انتخاب می‌کنیم. برای اینکار می‌توان تیرهای پیرامونی سقف اول را در حالتیکه گزینه "Similar Stories" فعال است؛ انتخاب کرد. سپس با کلیک گزینه‌های Assign menu > Frame/Line Loads > Distributed به فرم بار گسترده اعضای قابی دسترسی پیدا نمود. در این فرم برای مقدار بار عدد 750 را وارد می‌کنیم. توجه داشته باشید که در این حالت واحدها باید kg-m؛ حالت بار اصلی DEAD؛ گزینه Force، جهت اعمال بار Gravity و گزینه Replace Exiting Loads انتخاب شده باشد.



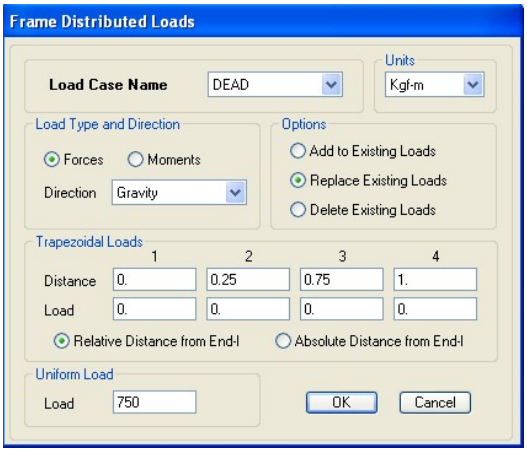
بار دیوار نیم طبقه آخر　　بار دیوارهای پیرامونی

از آنجاییکه سقف آخر دارای بار دیوار مشابه طبقات زیرین نیست (در صورت وجود دست‌انداز می‌توان بار آنرا اصلاح نمود) لذا باید این بار از روی تیرهای سقف آخر حذف گردد. برای اینکار روند اعمال بار فوق را تکرار نموده و به جای اعمال بار گزینه "Delete Existing Loads" را انتخاب نماید. توجه داشته باشید در روند فوق برای انتخاب سقف آخر گزینه مشابهت طبقات بصورت "One Story" باشد.

از طرفی برای اعمال بار دیوار نیم طبقه آخر در محاسبات زلزله باید نصف بار طبقه را بروی تیرهای طبقه آخر اعمال نمود. برای اینکار روند بارگذاری فوق را مجددا برای سقف آخر تکرار

www.CIVILEARN.com

نموده و این بار مقدار بار را 375 کیلوگرم بر متر مربع (نصف بار دیوار طبقه زیرین) اعمال نموده و حالت بار اصلی را Wall انتخاب می‌کنیم. توجه داشته باشید که چون نوع حالت بار Wall از نوع Other معرفی شده است این حالت بار درترکیبات بارگذاری برای طراحی لحاظ نمی‌شود.



فرم معرفی بار یکنواخت بروی اعضای قابی

اعمال بار قائم زلزله

بار قائم زلزله با استفاده از روابط آیین نامه 2800 (بند 12-3-2 $F_v = 0.7AIW_p$) محاسبه و بصورت بار متمرکز و یا گسترده به بخشهای طره و یا سایر بخشهای مورد نیاز (نظیر تیرهای با دهانه بزرگ) وارد می‌شود. در نتیجه داریم:

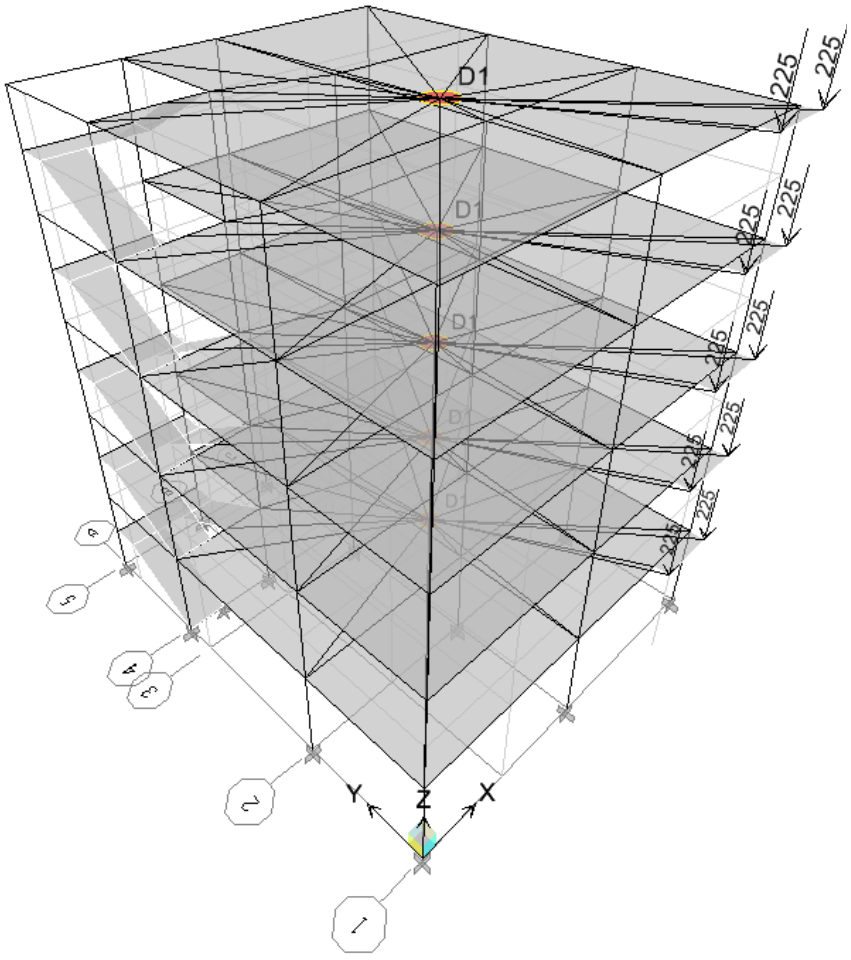
$$F_v = 0.7AIW_p = 2x0.7x(0.3)(1)[(2x0.5)x(600-360+300)+3x750/3]$$

که در آن ضریب 2 به لحاظ دو برابر کردن بار بخش طره طبق بند 2-12-3-2 آیین نامه 2800 است. محاسبه وزن بخش طره ناشی از محاسبه وزن مرده و زنده کف طره و دیوار دست‌انداز بخش طره است. با فرض بار مرده 600kg/m2 کل بار مرده (بدون لحاظ کردن اثر دیوار جداکننده) وزن دال بتنی به ضخامت 0.15Cm که وزنی معادل 360kg/m2 خواهد داشت و بار زنده بالکن معادل 300kg/m2 مجموع بار مرده و زنده اعمالی به بالکن برابر 540kg/m2 و در مساحت 2x0.5m خواهد بود. ارتفاع دیوار دست‌انداز بالکن را یک سوم دیوار عادی (حدود 1m) فرض نموده و با فرض وجود سه طرف برای دیوار و طول 2+0.5x2=3m برای دیوار وزن کل آن معادل 750kg خواهد بود. درنتیجه بار کل طره برای محاسبه مولفه قائم زلزله مساوی :

www.CIVILEARN.com

$$F_v = 2x0.7x0.3(1290) = 542kg = 550kg$$

مقدار بار ناشی از کل بار طره بوده و طبعا سهم هر گوشه از بخش طره نصف مقدار فوق خواهد بود که می‌توان آنرا بصورت متمرکز و در حالت بار اصلی EZ اعمال نمود. برای اینکار پس از اطمینان از فعال بودن گزینه "Similar Stories" دو نقطه گوشه بیرونی بخش طره را با موس و در وضعیت نمای پلان انتخاب و گزینه "Assign menu > Joint/Point Loads > Force" را انتخاب می‌کنیم تا کادر تبادلی "Point Force" ظاهر شود. در این فرم حالت بار اصلی EZ را از فهرست کشویی "Load Case Name" انتخاب و مقابل گزینه "Force Global Z" مقدار -225kg را وارد می‌کنیم. توجه داشته باشید که برای بخش طره بام می‌توان بار اعمالی را متناسب با بار واقعی کاهش داد.



اعمال مولفه قائم نیروی زلزله به بخش طره

www.CIVILEARN.com

ترکیبات بارگذاری

در صورتیکه حالات بار اصلی زلزله را با خروج از مرکزیت و مولفه قائم زلزله درترکیبات اضافه نماییم و ترکیبات آیین نامه 2800 را به‌ترکیبات بارگذاری اضافه کنیم ترکیبات بارگذاری زیر را برای حالات بارگذاری قاب خمشی بتنی خواهیم داشت:

1) 1.4 DL + 1.7 LL
2-3) 0.9 DL ± 1.43 EXT
4-5) 0.9 DL ± 1.43 EXB
6-7) 0.9 DL ± 1.43 EYL
8-9) 0.9 DL ± 1.43 EYR

10-11) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EXT
12-13) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EXB
14-15) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EYL
16-17) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EYR

18-25) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EXT ±0.421EY ±0.421EZ
26-33) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EXB ±0.421EY ±0.421EZ
34-41) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EYL ±0.421EX ±0.421EZ
42-49) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EYR ±0.421EX ±0.421EZ
50-57) 1.05DL +1.275 LL ± 1.4025 EZ ±0.421EX ±0.421EY

58-65) 0.9 DL ± 1.43 EXT ±0.429EY ±0.429EZ
66-73) 0.9 DL ± 1.43 EXB ±0.429EY ±0.429EZ
74-81) 0.9 DL ± 1.43 EYL ±0.429EX ±0.429EZ
82-89) 0.9 DL ± 1.43 EYR ±0.429EX ±0.429EZ
90-97) 0.9 DL ± 1.43 EZ ±0.429EX ±0.429EY

ترکیبات فوق می‌تواند تحت نام دلخواه Comb1 الی Comb97 شماره گذاری شود. برای کنترل تنش زیر پی نیز میتوان ترکیبات زیر را وارد نمود:

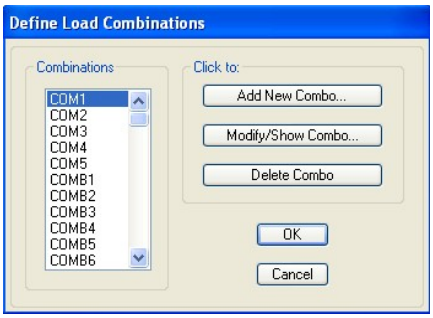
Com1) DL + LL
Com2-3) 0.75(DL +LL ±EX)
Com4-5) 0.75(DL +LL ±EY)

برای معرفی‌ترکیبات بارگذاری گزینه‌های Define menu > Load CombinationS را کلیک کرده تا فرم معرفی ترکیبات بارگذاری ظاهر شود. برای ایجاد یک‌ترکیب بارگذاری جدید دگمه "Add New Comb…" را فشار داده تا فرم داده‌های‌ترکیب بارگذاری ظاهر شود. در این فرم در بخش "Load Combination Name" نام دلخواه و منحصر بفردی برای هرترکیب بارگذاری؛ مثلا "COMB1" را وارد می‌کنیم.

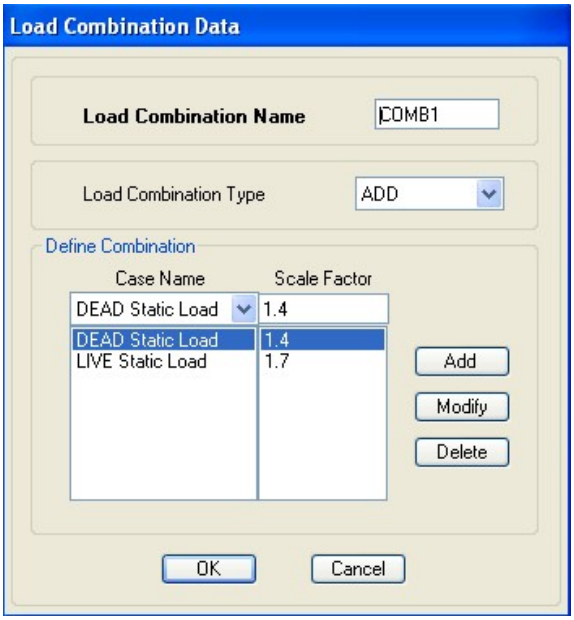
در بخش "Load Combination Type" نوع‌ترکیب را مطابق پیش فرض ADD انتخاب می‌کنیم. در این حالت نتایج تحلیل حالات بار اصلی با یکدیگر جمع جبری شده و نتایج‌ترکیبات بارگذاری معرفی شده در این بخش را ارائه می‌دهد. در بخش " Define

www.CIVILEARN.com

Combination" گزینه ADD برای اضافه کردن؛ گزینه Modify برای ویرایش و گزینه Delete برای حذف یک حالت بار اصلی با ضریب بارگذاری مربوطه درترکیب بارگذاری استفاده می‌شود. برای مثال اگر بخواهیم‌ترکیب بار "1.4DEAD + 1.7LIVE" را ایجاد نماییم کافیست پس از مشخص کردن نام و نوع‌ترکیب، حالت بار اصلی "DEAD Static Load" را انتخاب نموده و ضریب 1.4 را در بخش "Scale Factor" وارد و دگمه Add را فشار داد. پس از آن حالت بار اصلی "LIVE Static Load" را انتخاب و ضریب 1.7 را در بخش "Scale Factor" وارد و دگمه Add را فشار می‌دهیم تا دو حالت بار اصلی با ضرایب مربوطه درترکیب با یکدیگرترکیب بارگذاری مورد نظر را بوجود آورند. بطور مشابه می‌توان سایرترکیبات بارگذاری را معرفی نمود.



فرم معرفی‌ترکیبات بارگذاری

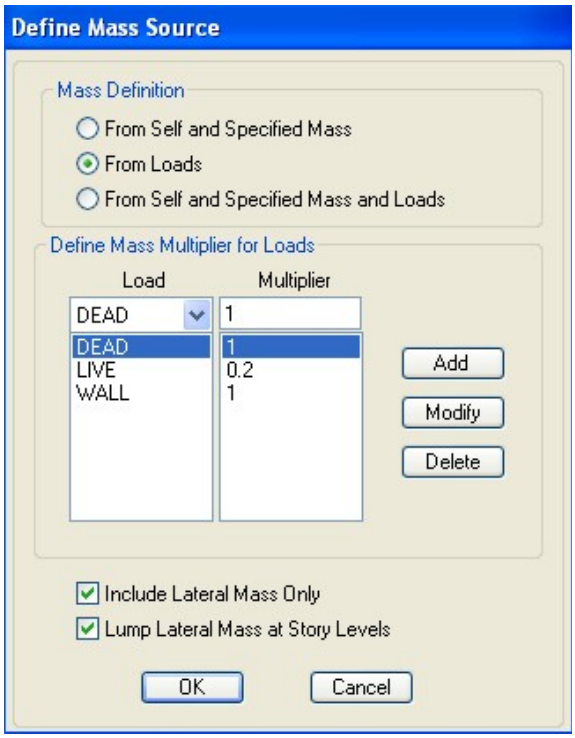


فرم معرفی ضرایب‌ترکیبات بارگذاری

www.CIVILEARN.com

معرفی منابع جرم

برای معرفی منابع جرم می‌توان گزینه های" Define menu > Mass Source" را کلیک نموده تا فرم "Define Mass Source" ظاهر شود.



فرم معرفی منابع جرم

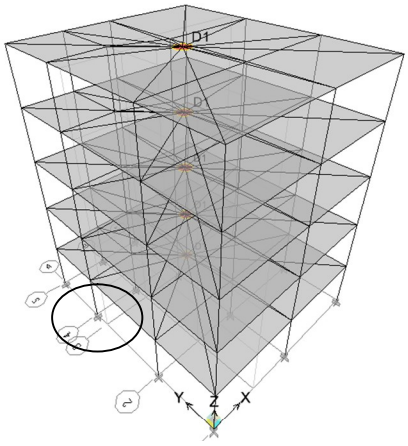
در این فرم در بخش معرفی جرم "Mass Defination" گزینه "From Loads" را کلیک می‌کنیم. در بخش "Define Mass Multiplier for Loads" ضریب 1 را برای بار مرده، 0.2 (با توجه به ضریب اهمیت متوسط ساختمان) را برای بار زنده و 1 را برای بار Wall (بار مرده دیوار نیم طبقه آخر) وارد می‌کنیم.

معرفی تکیه گاهها

برای معرفی تکیه گاههای سازه کافیست گرههای تکیه گاهی را (گرهی سازه متصل به پی) انتخاب نموده و سپس گزینه‌های Assign menu > Joint/Point > Restraints (Supports) را کلیک نمود تا فرم "Assign Restraints" ظاهر شود. در این فرم می‌توان با کلیک هر یک از شش جهت درجه آزادی انتقالی و یا چرخشی نسبت به مقید کردن آنها و ایجاد تکیه گاه در آن جهت اقدام نمود. در عین حال با گزینه‌های بخش "Fast Restraints" نسبت به معرفی سریع

www.CIVILEARN.com

نوع تکیه گاه اقدام نمود. از آنجاییکه اتصال تکیه گاهی سازه بتنی از نوع صلب است لذا با کلیک دگمه ( ) هر شش درجه آزادی گرههای انتخابی را مقید می‌کنیم. توجه داشته باشید که در این حالت نوع نمایش تکیه گاههای سازه به نوع گیردار تبدیل می‌شود.



تغییر شکل تکیه گاههای مدل از ساده به گیردار

فرم اختصاص تکیه گاهها

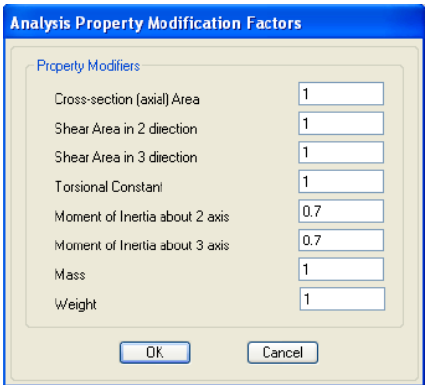
ترک خوردگی مقاطع

با توجه به رفتار غیر خطی اعضا بتنی در بارگذاری‌های شدید نظیر زلزله، مقاطع اعضا عملا تحت بارهای قابل ملاحظه‌ترک می خوردند. برای لحاظ کردن‌ترک خوردگی مقاطع با توجه به آیین نامه 2800 می‌توان برای تیرها 0.35 ممان اینرسی کل مقطع؛ برای ستونها 0.7 ممان اینرسی کل مقطع و برای دیوارهای برشی از 0.35 یا 0.7 ممان اینرسی کل مقطع متناسب با میزان‌ترک خوردگی استفاده نمود.

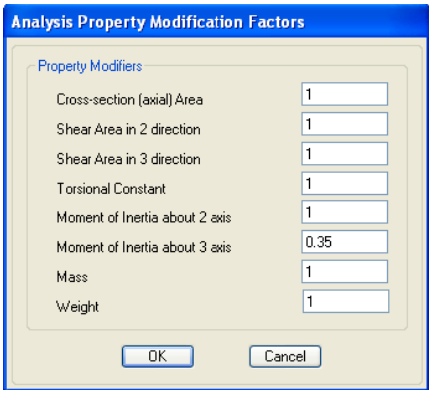
برای اختصاص ضرایب‌ترک خوردگی مقاطع تیرها ابتدا با استفاده از گزینه‌های Select menu > by Line Object Type>Beam کلیه تیرهای مدل را انتخاب می‌کنیم. سپس گزینه‌های Assign menu > Frame/Line > Frame Property Modifiers را کلیک کرده تا فرم Analysis Property Modification Factors ظاهر شود.

در این فرم کافیست ضریب اصلاح 0.35 را برای ممان اینرسی حول محور 3 (محور قوی مقطع) وارد نمود. روند فوق را می‌توان برای ستونها نیز بصورت مشابه طی کرد. در نتیجه کافیست مجددا با استفاده از گزینه Select menu > by Line Object Type>Column کلیه ستونهای مدل را انتخاب و در ادامه گزینه‌های Assign menu > Frame/Line > Frame Property Modifiers را کلیک کرد. در این حالت باید برای هردو ممان اینرسی قوی و ضعیف مقطع ضریب 0.7 را وارد کرد.

www.CIVILEARN.com



داده‌های مربوط به‌ترک خوردگی ستونها



داده‌های مربوط به‌ترک خوردگی تیرها

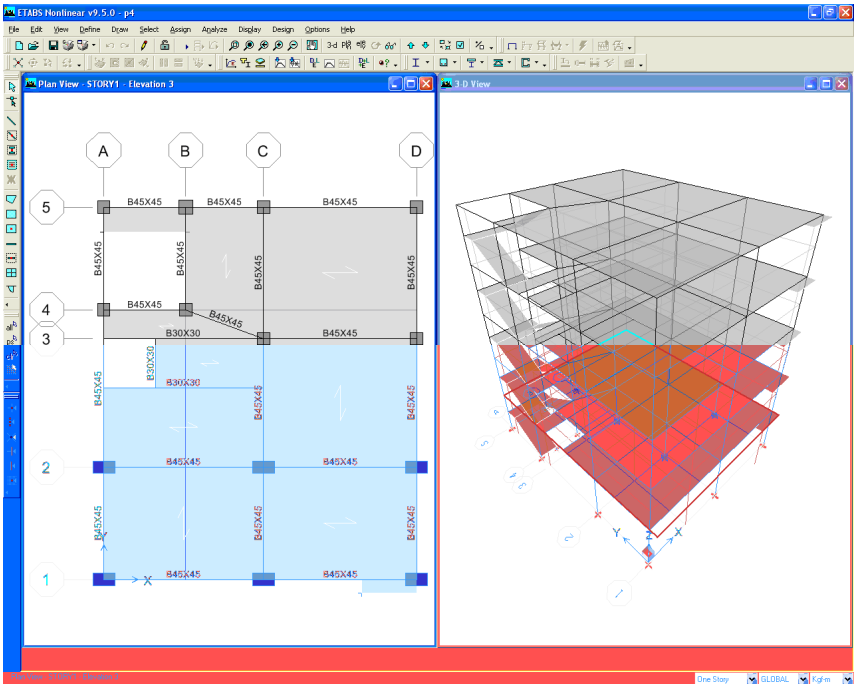
مدل کردن بازشوی آسانسور

در صورتیکه ابعاد بازشو به نسبت ابعاد دیافراگم سقف بزرگ باشد تاثیرات بازشو در سختی و جرم سقف قابل ملاحظه خواهد بود. از آنجاییکه ابعاد بازشوی آسانسور به نسبت ابعاد سقف قابل ملاحظه نمی‌باشد لذا در پروژه اصلی این فصل از مدل کردن آن اجتناب شده است. در چنین حالاتی در اجراء در طرفین بازشو از دوبل تیرچه استفاده شده و عملا بازشو اجراء می‌شود. در صورتیکه مایل باشیم بازشوی آسانسور (و بطور کلی هر بازشو) در سقف را مدل کنیم، می‌توان بصورت زیر عمل کرد.

با توجه به هندسه بازشو، تیرهای با ابعاد مناسب و در این پروژه B30x30 در اطراف بازشو ایجاد می‌کنیم. در نتیجه کافیست قبل از معرفی دال سقف طبقات اول تا چهارم تیرهای 30x30Cm را روی محور 3 (مختصه Y=8.8m) و به فاصله 1.8m زیر آن (مختصه Y=7.0m)، بین محورهای C و A ایجاد نماییم. سپس تیر به ابعاد 30x30Cm را به فاصله 1.9m از محور A و در سمت راست آن ایجاد نمود. در آخرین مرحله می‌توان دالهای کف را برای این بخش از سقف معرفی کرد.

توجه داشته باشید، اتصال تیرهای دور بازشو با تیرهای پیرامونی همواره بصورت گیردار خواهد بود و فرض اتصال مفصل در سازه بتنی و مدل کردن اتصال چنین تیرهایی بصورت مفصل با واقعیت انطباق ندارد. علت عمده چنین فرضی (مدل مفصلی) در مدل عمدتا بعلت پرهیز از پیامهای خطا است که در طراحی برشی این تیرها و یا تیرهای متصل به آنها، توسط برنامه اعلام می‌شود. این پیامها عمدتا ناشی از مقدار پیچش قابل ملاحظه ایجاد شده در این تیرها بوده و ناشی از برش نمی‌باشد. برای اطلاعات بیشتر در این خصوص لطفا به بخش اتصال تیر به تیر مراجعه نمایید.

www.CIVILEARN.com



مدل کردن بازشوی آسانسور

تنظیم گزینه‌های تحلیل

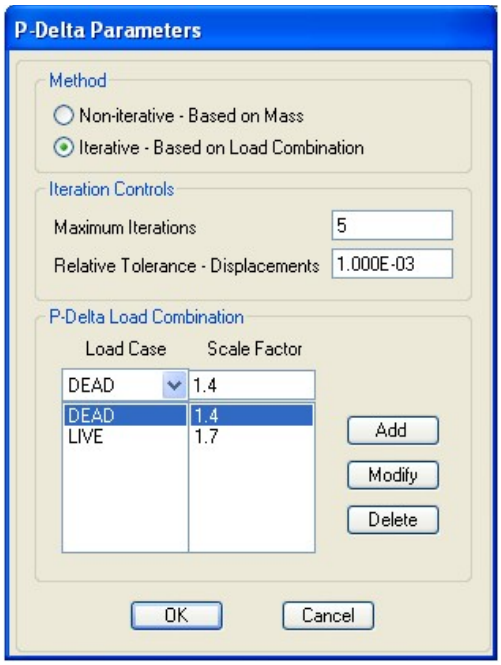
با استفاده از گزینه‌های "Analyze menu > Set Analysis Options" می‌توان درجات آزادی فعال و پارامترهای تحلیل دینامیکی و تحلیل $P-\Delta$ را معرفی نمود. در این فرم با استفاده از گزینه "Include P-Delta" می‌توان به فرم "Set P-Delta Parameters" برای معرفی پارامترهای تحلیل $P-\Delta$ دسترسی پیدا کرد. توجه داشته باشید که در قابهای خمشی بتنی الزاما باید از تحلیل $P-\Delta$ استفاده شود[1].

در این فرم[2] گزینه "Iterative–Based on Load Combination" را در بخش Method کلیک کرده و تعداد تکرارهای روش $P-\Delta$ را به 5 محدود نموده و تفاوت دو تغییرمکان بدست آمده از دو تکرار متوالی را به همان پیش فرض برنامه محدود می‌کنیم.در بخش P-Delta Load Combination ضرایب حالت بار اصلی (ثقلی) که‌ترکیب بارگذاری $P-\Delta$ را تشکیل می‌دهند، معرفی می‌کنیم. در این حالت ضرایب بار مرده و زنده را بترتیب 1.4 و 1.7 وارد می‌کنیم.

1) لطفا برای اطلاعات بیشتر به بخش "تعیین ضرایب تشدید لنگر" مراجعه نمایید.

2) لطفا برای اطلاعات بیشتر به بخش " Set Analysis Options" از منوی Analysis مراجعه نمایید.

www.CIVILEARN.com



فرم معرفی پارامترهای تحلیل $P-\Delta$

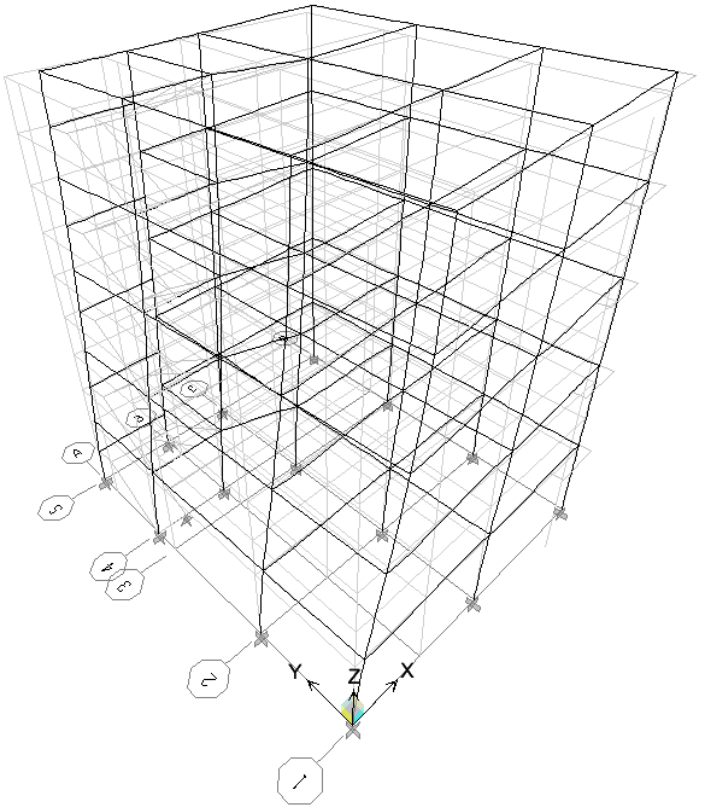
تحلیل مدل سازه

کلیه مراحل طی شده تا این مرحله ارائه داده‌های اولیه برای تولید مدل سازه و در واقع شرح صورت مسئله بوده است. در این حالت برنامه می‌تواند با داشتن این اطلاعات اقدام به ایجاد فایل ورودی سازه (با پسوند EDB.) نموده و تحلیل را با داشتن این فایل صورت دهد. موتور تحلیل برنامه با استفاده از گزینه "Run Analysis" از منوی Analyze فعال شده و با استفاده از فایل ورودی اقدام به تحلیل سازه و تولید فایل‌های خروجی می‌کند.

روند تحلیل متناسب با نوع تحلیل خطی و یا غیر خطی و استاتیکی و یا دینامیکی بودن متفاوت است. لیکن روند کلی برنامه، مشابه اکثر برنامه‌های تحلیل، مبتنی بر روش اجزاء محدود با مجهول اصلی تغییر مکانها است. در این روش کلیه درجات آزادی فعال سازه شناسایی و شماره گذاری شده، ماتریس سختی تک تک المانها محاسبه و با توجه به درجات آزادی مربوطه در ماتریس سختی کل سازه تجمع می‌یابد.

بردار بار نیز بر مبنای بارهای معرفی شده تشکیل و پس از حل معالادت تعادل همزمان در روش تحلیل استاتیکی خطی، تغییر مکانهای سازه، که مجهول اصلی مسئله می‌باشند تعیین می‌شوند. پس از تعیین تغییر مکانها نسبت به تعیین نیروهای داخلی المانها اقدام می‌شود. پس از اجرای دستور "Run Analysis" از منوی Analyze شکل تغییرمکان یافته سازه بصورت گرافیکی نشان داده می‌شود.

www.CIVILEARN.com



شکل تغییرمکان یافته سازه پس از انجام تحلیل

بررسی نتایج تحلیل

پس از انجام تحلیل برای بررسی نتایج تحلیل می‌توان از گزینه‌های منوی Display استفاده نمود. یکی از اهداف اصلی بررسی نتایج تحلیل، اطمینان از صحت سازه مدل شده است. برای مثال در پاره‌ای موارد ملاحظه می‌شود که به علت معرفی داده‌های نادرست (مثلا به علت تغییر واحدهای ورودی) نتایج ارائه شده صحیح نمی‌باشد. شکل گرافیکی و خصوصا انیمیشن سازه تغییر مکان یافته به همراه مقادیر عددی نتایج تغییر مکانها می‌تواند در این جهت بسیار مفید باشد.

عدم ارائه اطلاعات ورودی صحیح نظیر مدول ارتجاعی بتن، چگالی بتن، بارهای وارده به مدل، عدم اتصال صحیح اعضاء به یکدیگر، عدم معرفی صحیح تکیه گاهها و مواردی از این دست می‌تواند موجب بروز اشکالات فاحشی در نتایج شود که پاره‌ای از آنها می‌تواند در مدل گرافیکی سازه تغییر مکان یافته ملاحظه شود.

www.CIVILEARN.com

در صورتیکه کنترل‌های فوق و بررسی سایر موارد لازم به کاربر اطمینان دهد که مدل تهیه شده فاقد اشکالات فاحش است، کاربر می‌تواند نسبت به کنترل تغییر مکانهای جانبی سازه اقدام نماید. شایان ذکر است که تا این مرحله برای کلیه تیرها از یک مقطع تیپ و برای ستونها نیز از یک مقطع مشابه استفاده شده است.

کنترل تغییر مکانهای جانبی سازه

یکی از عوامل اساسی در تخریب سازه در حین زلزله را می‌توان تغییرمکان نسبی طبقات نسبت به هم نام برد. به عبارت دیگر اگر تغییرمکان نسبی طبقات نسبت به یکدیگر به مقادیر معینی محدود شوند، میزان تخریب سازه‌ای ساختمان نیز به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد. مطلب فوق آنچنان حائز اهمیت است که در اکثر آیین نامه‌های لرزه‌ای (و اخیرا در آیین نامه 2800) بعنوان بخشی از روند طراحی سازه به آن پرداخته شده است.

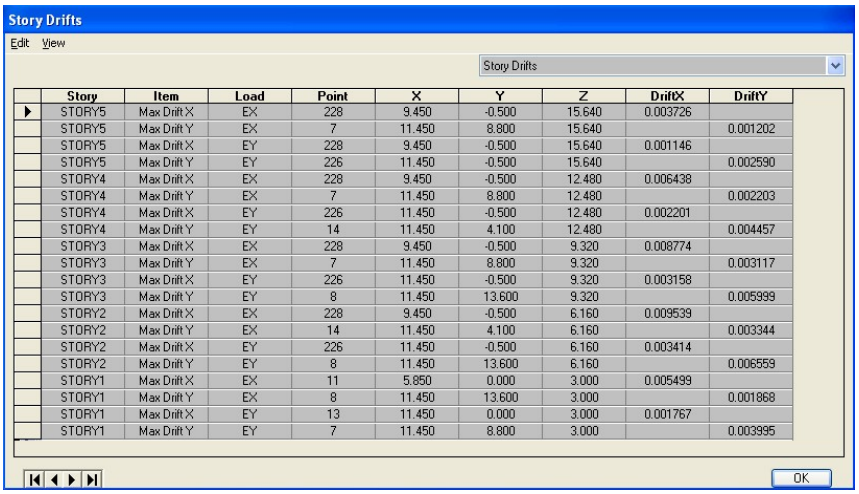
بطور کلی کنترل تغییرمکان جانبی طبقات تابعی از هندسه سازه و مشخصات مصالح اعضای سازه است. مشخصات مصالح از قبیل مقاومت فشاری بتن و با لطبع مدول ارتجاعی بتن جزء اطلاعات اولیه پروژه بوده و در این مرحله بعنوان پارامتر قابل تغییر مطرح نیست. از طرفی تعداد و موقعیت قرارگیری اعضای سازه‌ای شامل تیرها و ستونها نیز با توجه به معماری ساختمان انتخاب گردیده و در این مرحله نیز بعنوان پارامتر قابل تغییر مطرح نیست. در نتیجه تنها پارامتر قابل تغییر جهت افزایش سختی جانبی سازه و طبعا کنترل تغییر مکانهای جانبی طبقات افزایش مقاطع تیرها و ستونها می‌باشد.

شایان ذکر است از آنجاییکه برنامه از مقادیر آرماتورهای موجود در اعضاء جهت محاسبه سختی جانبی سازه استفاده نمی‌کند، لذا تغییر مقادیر آرماتورهای اعضا تاثیری در کنترل تغییرمکانهای جانبی طبقات نخواهد داشت. روند تعیین آرماتورهای اعضا موضوع مبحث طراحی بتنی اعضا بوده و پس از تعیین ابعاد مقاطع اعضا و کنترل تغییرمکانهای جانبی انجام می‌شود. فرآیند کنترل تغییر مکانهای جانبی علاوه بر اثری که بر ابعاد مقاطع سازه دارد، بروی هندسه قرار گیری اعضا نیز موثر است. به عبارت دیگر برای کاهش تغییر مکانهای جانبی طراحی بسمت استفاده از اتصالات تیر به ستون که عملا تشکیل قاب مقاوم جانبی را می‌دهند به جای اتصالات تیر به تیر که در گذشته بیشتر متداول بود و سختی جانبی قابل قبولی ارائه نمی‌کنند، هدایت می‌شود.

برای بررسی مقادیر تغییرمکانهای جانبی طبقات با ابعاد سازه موجود، گزینه " Display menu > Show Tables" را انتخاب نموده و در فرم ظاهر شده گزینه "Displacements" را کلیک می‌کنیم. برای انتخاب حالت بار جانبی زلزله، دگمه "Select Case/Combos..." را فشار داده و در فهرست کشویی ظاهر شده دو حالت بار اصلی EX و EY را انتخاب و OK را در هر دو فرم فشار می‌دهیم تا جدول تغییر مکانهای جانبی ظاهر شود.

www.CIVILEARN.com

در این فرم از فهرست کشویی گزینه "Story Drifts" را برای نمایش مقادیر انحراف نسبی طبقات انتخاب می‌کنیم. توجه نمایید که مقادیر نشان داده شده عبارت از مقادیر تغییر مکان طبقه تقسیم بر ارتفاع طبقه است. از طرفی طبق بند 2-5-4 آیین نامه 2800 حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی واقعی طرح برای سازه‌های با زمان تناوب کمتر از 0.7 ثانیه (که ساختمان مورد بحث در این محدوده واقع است) باید کمتر از 0.025 برابر ارتفاع طبقه باشد.



Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY
STORY5	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	15.640	0.003726	
STORY5	Max Drift Y	EX	7	11.450	8.800	15.640		0.001202
STORY5	Max Drift X	EY	228	9.450	-0.500	15.640	0.001146	
STORY5	Max Drift Y	EY	226	11.450	-0.500	15.640		0.002590
STORY4	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	12.480	0.006438	
STORY4	Max Drift Y	EX	7	11.450	8.800	12.480		0.002203
STORY4	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	12.480	0.002201	
STORY4	Max Drift Y	EY	14	11.450	4.100	12.480		0.004457
STORY3	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	9.320	0.008774	
STORY3	Max Drift Y	EX	7	11.450	8.800	9.320		0.003117
STORY3	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	9.320	0.003158	
STORY3	Max Drift Y	EY	8	11.450	13.600	9.320		0.005999
STORY2	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	6.160	0.009539	
STORY2	Max Drift Y	EX	14	11.450	4.100	6.160		0.003344
STORY2	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	6.160	0.003414	
STORY2	Max Drift Y	EY	8	11.450	13.600	6.160		0.006559
STORY1	Max Drift X	EX	11	5.850	0.000	3.000	0.005499	
STORY1	Max Drift Y	EX	8	11.450	13.600	3.000		0.001868
STORY1	Max Drift X	EY	13	11.450	0.000	3.000	0.001767	
STORY1	Max Drift Y	EY	7	11.450	8.800	3.000		0.003995

جدول انحراف نسبی طبقات

منظور از تغییرمکانهای واقعی، تغییرمکانهایی هستند که تحت زلزله با پاسخ واقعی و طبعا غیرخطی سازه بدست می‌آید. از آنجاییکه در تحلیل صورت گرفته، از تحلیل خطی استفاده شده است، که در آن فرض می‌شود مصالح کلیه اعضای سازه در محدوده ارتجاعی و یا خطی باقی مانده است، لذا باید به طریقی که در آیین نامه به آن اشاره شده است، این تغییر مکانهای ناشی از پاسخ خطی را به تغییرمکانهای ناشی از پاسخ غیر خطی (و طبعا واقعی سازه) تبدیل نمود.

برای اینکار مطابق بند 2-5-3 آیین نامه 2800 باید تغییر مکانهای ناشی از تحلیل خطی سازه را در ضریب 0.7R ضرب نمود تا آنرا به تغییرمکانهای غیرخطی و واقعی تبدیل نمود. در نتیجه با جایگذاری مقدار اخیر در محدوده مجاز آیین نامه و با فرض قاب خمشی متوسط بتنی با R=7 داریم:

$$\Delta_M = 0.7R\Delta_W$$

$$\Delta_M = 0.7R\Delta_W < 0.025h \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta_W}{h} < \frac{0.025}{0.7R}$$

$$\frac{\Delta_W}{h} < \frac{0.025}{0.7(7)} = 0.0051$$

www.CIVILEARN.com

به عبارت دیگر باید مقادیر انحراف نسبی تمامی‌طبقات جدول فوق کمتر از 0.0051 باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود برای اکثر طبقات این مقدار بزرگتر از حد مجاز آیین نامه است. همانطور که ملاحظه می‌شود اولا انحرافهای نسبی در راستای X ساختمان (در راستای عرضی) بیش از راستای Y ساختمان (در راستای طولی) است. ثانیا با توجه به شماره نقاط ارائه شده (در ستون Point) ملاحظه می‌شود انحراف نسبی بخش جلویی ساختمان (در امتداد محور 1) بیش از بخش انتهایی (محورهای 4 و 5) است (این امر بصورت تصویر انیمیشن نیز قابل ملاحظه است).

بیشتر بودن انحراف نسبی ساختمان در راستای عرضی را می‌توان به علت بعد کمتر ساختمان در این راستا دانست. از طرفی زیادتر بودن انحراف نسبی طبقات برای بخش جلوی ساختمان متاثر از تعداد کمتر ستونها در این بخش (سه عدد ستون در راستای محورهای 1 و 2 در مقابل چهار عدد ستون در بخش فوقانی پلان) می‌باشد. در شکل تغییرمکان یافته سازه و خصوصا در انیمیشن ملاحظه می‌گردد که بخش جلویی ساختمان حول بخش انتهایی می‌چرخد. در نتیجه برای کاهش انحراف نسبی طبقات باید ابعاد تیرها و ستونهای سازه را افزایش داده و از آنجاییکه تعداد ستونهای بخش جلویی ساختمان را نمی‌توان تغییر داد می‌توان از ستونی با مقطع مستطیلی (ستون برشی) برای این بخش استفاده نمود.

برای سعی اول ابعاد تیرها و ستونهای طبقه اول و دوم را 45Cm، ابعاد تیرها و ستونهای طبقات سوم و چهارم را 40Cm و طبقه آخر را 35Cm معرفی می‌کنیم. برای اینکار می‌توان پس از باز کردن قفل نگه داری نتایج تحلیل، با استفاده از گزینه " Select menu > by Story Level" کلیه اعضای طبقه اول و دوم را انتخاب سپس با استفاده از گزینه " Select menu >Deselect> by Line Object Type" و انتخاب گزینه Beam در آن، صرفا ستونهای طبقه اول و دوم را انتخاب و مقطع "C45-12T20" را به آنها اختصاص داد. بطور مشابه می‌توان مقطع "B45" را به تیرهای طبقه اول و دوم اختصاص داد.

www.CIVILEARN.com

Story Drifts

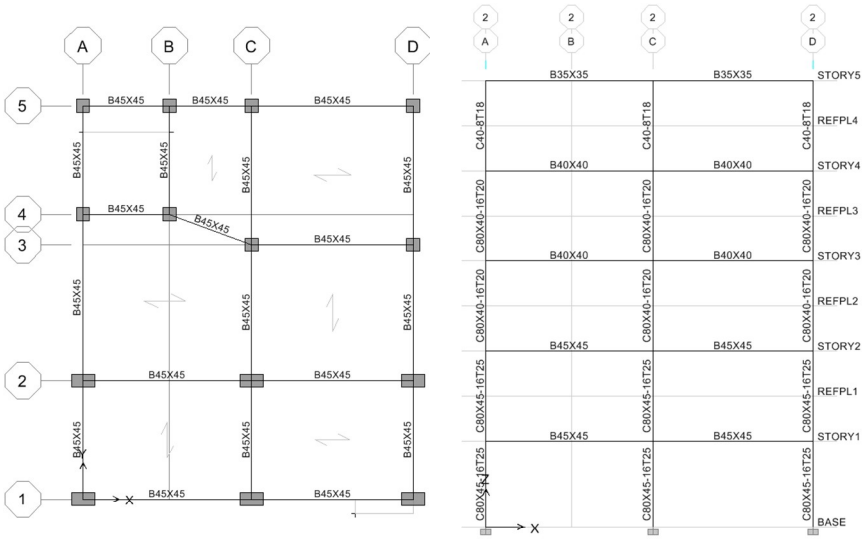
Edit View

Story Drifts

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY
STORY5	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	15.640	0.004372	
STORY5	Max Drift Y	EX	14	11.450	4.100	15.640		0.001412
STORY5	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	15.640	0.001491	
STORY5	Max Drift Y	EY	226	11.450	-0.500	15.640		0.003026
STORY4	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	12.480	0.006184	
STORY4	Max Drift Y	EX	7	11.450	8.800	12.480		0.001969
STORY4	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	12.480	0.002114	
STORY4	Max Drift Y	EY	8	11.450	13.600	12.480		0.004306
STORY3	Max Drift X	EX	226	11.450	-0.500	9.320	0.007289	
STORY3	Max Drift Y	EX	14	11.450	4.100	9.320		0.002256
STORY3	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	9.320	0.002442	
STORY3	Max Drift Y	EY	7	11.450	8.800	9.320		0.005090
STORY2	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	6.160	0.006288	
STORY2	Max Drift Y	EX	226	11.450	-0.500	6.160		0.001836
STORY2	Max Drift X	EY	228	9.450	-0.500	6.160	0.001942	
STORY2	Max Drift Y	EY	8	11.450	13.600	6.160		0.004426
STORY1	Max Drift X	EX	11	5.850	0.000	3.000	0.003543	
STORY1	Max Drift Y	EX	8	11.450	13.600	3.000		0.001029
STORY1	Max Drift X	EY	10	0.000	0.000	3.000	0.000962	
STORY1	Max Drift Y	EY	14	11.450	4.100	3.000		0.002645

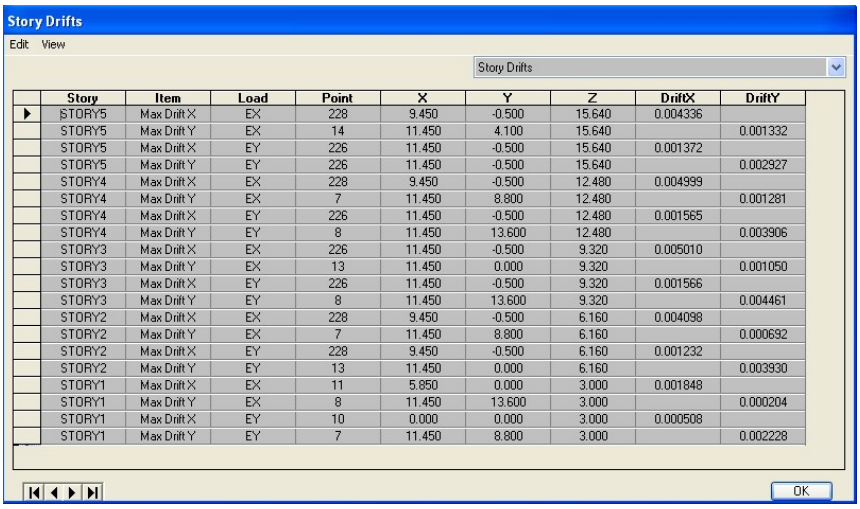
OK

همین روند را می‌توان برای معرفی مقاطع سایر طبقات بکار برد. پس از معرفی کلیه مقاطع مجددا اقدام به تحلیل مدل نموده و جدول انحراف نسبی طبقات را نمایش می‌دهیم. ملاحظه می‌شود که انحرافهای نسبی طبقات کاهش یافته و لیکن هنوز بیشتر از مقادیر آیین نامه می‌باشد. در مرحله بعدی از مقاطع مستطیلی "C80x45-16T25" و "C80x40-16T20" برای ستونهای دو محور 1 و 2 با موقعیت قرارگیری بعد بزرگتر ستونها در راستای عرضی مطابق شکل زیر استفاده می‌کنیم.



استفاده از مقاطع مستطیلی ستون (ستون برشی) برای مهار انحراف جانبی در دو قاب 1 و 2

www.CIVILEARN.com


Story Drifts

Edit View

Story Drifts

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY
STORY5	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	15.640	0.004336	
STORY5	Max Drift Y	EX	14	11.450	4.100	15.640		0.001332
STORY5	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	15.640	0.001372	
STORY5	Max Drift Y	EY	226	11.450	-0.500	15.640		0.002927
STORY4	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	12.480	0.004999	
STORY4	Max Drift Y	EX	7	11.450	8.800	12.480		0.001281
STORY4	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	12.480	0.001565	
STORY4	Max Drift Y	EY	8	11.450	13.600	12.480		0.003906
STORY3	Max Drift X	EX	226	11.450	-0.500	9.320	0.005010	
STORY3	Max Drift Y	EX	13	11.450	0.000	9.320		0.001050
STORY3	Max Drift X	EY	226	11.450	-0.500	9.320	0.001566	
STORY3	Max Drift Y	EY	8	11.450	13.600	9.320		0.004461
STORY2	Max Drift X	EX	228	9.450	-0.500	6.160	0.004098	
STORY2	Max Drift Y	EX	7	11.450	8.800	6.160		0.000692
STORY2	Max Drift X	EY	228	9.450	-0.500	6.160	0.001232	
STORY2	Max Drift Y	EY	13	11.450	0.000	6.160		0.003930
STORY1	Max Drift X	EX	11	5.850	0.000	3.000	0.001848	
STORY1	Max Drift Y	EX	8	11.450	13.600	3.000		0.000204
STORY1	Max Drift X	EY	10	0.000	0.000	3.000	0.000508	
STORY1	Max Drift Y	EY	7	11.450	8.800	3.000		0.002228

OK

نتایج انحراف نسبی طبقات پس از معرفی مقاطع مستطیلی ستونها

همانطور که ملاحظه می‌شود کلیه انحرافهای جانبی طبقات در محدود مجاز 0.0051 آیین نامه است. نکته قابل ذکر در استفاده از مقاطع مستطیلی استفاده از آرماتورهای مجزای انتظار برای ستونهای فوقانی در شرایط تغییر مقاطع بزرگ است. به عبارت دیگر از آنجاییکه خم آرماتور در دو مقطع با اختلاف زیاد بیش از مقدار شیب مجاز 1/6 آیین نامه است، لذا باید آرماتور انتظار مجزایی برای ستون فوقانی در ستون بزرگتر تحتانی پیش بینی شود.

از طرفی با توجه به بعد نسبتا زیاد ستونهای برشی در جهت دهانه پارکینگی باید ضوابط شهرداری مربوطه در خصوص حداقل عرض مفید برای پارکینگها نیز کنترل شود. برای مثال در صورتیکه عرض مفید نهایی برای دو پارکینگ حداقل 5 متر باشد می‌توان محور مرکزی ستونهای برشی وسطی را به‌اندازه لازم (در این پروژه 0.2 متر بسمت دهانه بزرگتر) جابجا کرد. در عین حال برای ستونهای مستطیلی، مشابه سایر اعضای سازه‌ای؛ باید کلیه ضوابط آیین نامه (آیین نامه آبا، ACI و یا سایر آیین نامه‌های معتبر مورد استفاده) برای آن رعایت شود.

شایان ذکر است که بجای ستونهای مستطیلی می‌توانستیم بطور متعارف از ستونهای مربعی با ابعاد بزرگتر در دو جهت استفاده نماییم. لیکن از آنجاییکه انحراف جانبی در جهت عرضی ساختمان تعیین کننده می‌باشد لذا استفاده از مقاطع مربعی در این حالت (و در خیلی از موارد دیگر) اقتصادی نخواهد بود.

همانطور که در روند فوق دیده می‌شود، کنترل انحراف جانبی ساختمان، فرآیندی است که با تکرار و با سعی و خطای متعدد، در جهت انتخاب بهینه مقاطع اعضای تیرها و ستونها همراه است. در پایان این مرحله ابعاد مقاطع مشخص شده و در مرحله طراحی قاب خمشی بتنی باید آرماتورهای مقاطع را تعیین نمود.

www.CIVILEARN.com

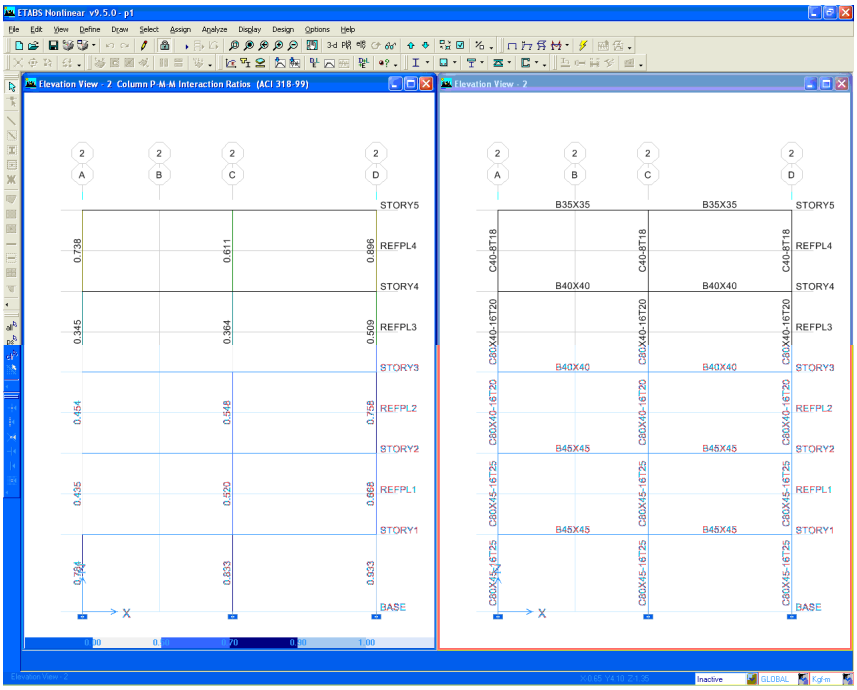
طراحی قاب خمشی بتنی

در این مرحله می‌توان اقدام به طراحی قاب خمشی بتنی نمود. به عبارت دیگر در این مرحله مقادیر آرماتورهای تیرها و ستون تعیین می‌شود. برای اینکار پس از انجام تحلیل و کنترل انحراف جانبی طبقات (که خود فرآیندی تکراری است و منجر به تعیین ابعاد مقاطع اعضا می‌شود)، ابتدا کل اعضا را با استفاده از دگمه ( ) انتخاب و سپس گزینه " Design menu > Concrete Frame Design > View/Revise Overwrites " را انتخاب نموده تا فرم "Concrete Frame Design Overwrites" ظاهر شود. در این فرم پس از انتخاب گزینه "Element Type" از فهرست کشویی ظاهر شده گزینه "Sway Intermediate" را انتخاب می‌کنیم تا شکل پذیری قاب از نوع متوسط لحاظ شود.

برای فعال شدن موتور طراحی قاب خمشی گزینه " Design menu > Concrete Frame Design > Start Design/Check of Structure " را فشار و یا بسادگی دگمه طراحی قاب خمشی ( ) را فشار می‌دهیم. در این حالت برنامه اقدام به طراحی تیرها و ستونها (برای ستونها کنترل آرماتورهای پیشنهادی) می‌کند. برای بررسی نتایج طراحی ستونها گزینه "Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Info" را انتخاب نموده تا فرم " Display Design Results" ظاهر شود. در این فرم از فهرست کشویی مقابل گزینه "Design Output" گزینه "Column P-M-M Interaction Ratios" را برای ارائه نتایج نسبت مقدار منحنی‌اندرکنش ستونها، انتخاب می‌کنیم. شکل زیر مقاطع فعلی و نسبت منحنی‌اندرکنش ستونهای قاب 2 را نشان می‌دهد. همانطور که دیده می‌شود مقدار Ratio برای تمامی‌ستونها زیر 1 بوده و قابل قبول است.

در این مرحله می‌توان برای ستونهایی که مقدار Ratio آنها خیلی پایین‌تر از یک است، مقطع با همان ابعاد و آرماتور کمتری (در چهار چوب حداقل‌های آیین نامه) را کنترل نمود. توجه داشته باشید که اگر در این مرحله بعد مقطع ستون تغییر یابد، سختی و میزان جذب نیروی ستون تغییر یافته و نتایج نیروهای موجود غیر قابل استفاده برای طراحی خواهند بود و نیاز به تحلیل مجدد بر مبنای مقاطع جدید خواهد بود. برای مثال ستونهای طبقه دوم دارای مقطع "C80x45-16T25" با نسبت Ratio حداکثر "0.668" است. برای این اعضا می‌توان مقطع "C80x45-16T20" را کنترل نمود. توجه داشته باشید که در انتخاب آرماتورهای مقاطع جدید باید تعداد و فواصل آرماتورهای طولی، نسبت حداقل و حداکثر درصد آرماتور موجود مقطع و سایر شرایط آیین نامه را بررسی نمود.

www.CIVILEARN.com



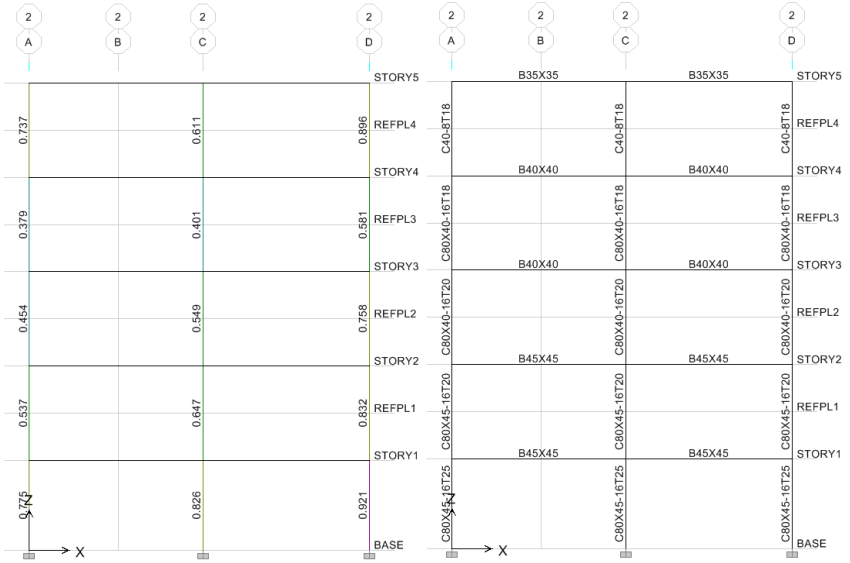
مقاطع ستونها به همراه نتایج نسبت‌اندرکنش ستونهای قاب 2

در ادامه نتایج طراحی نهایی مقاطع ستونها به همراه نسبت‌اندرکنش آنها ارائه شده است. همانطور که در نتایج ملاحظه می‌شود، طراحی ستونهای قابهای 1 و 2 بیشتر متاثر از طراحی برای کنترل انحراف جانبی طبقات است تا طراحی قاب خمشی بتنی ستونها، چرا که در فرآیند طراحی برای کنترل انحراف جانبی طبقات؛ خصوصا در جهت عرضی، ابعاد این ستونهای مستطیلی چنان بزرگ شده‌اند که با حداقل آرماتورهای طولی نیز جوابگوی نیروهای طراحی بتنی هستند. برای مثال ستون طبقه چهارم محور A2 با مقطع "C80x40-16T18" با نسبت‌اندرکنش ستون "0.379" دارای ظرفیت بزرگتری به نسبت نیروهای طراحی حاکم است، لیکن با توجه به ضوابط آیین نامه (حداکثر فاصله آرماتورهای طولی ستونها) نمی‌توان تعداد کمتری (مثلا 12T18) برای مقطع لحاظ نمود.

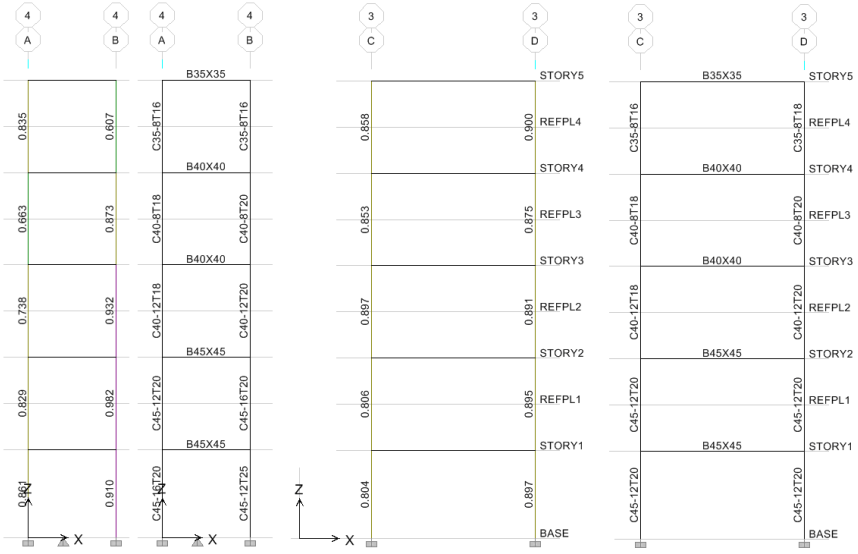
برای قابهای 3 و 4 فرآیند طراحی بتنی ستونها (در مقایسه با کنترل انحراف نسبی طبقات) تعیین کننده بوده و نسبتهای نزدیک به 1 ارائه شده، توجیه اقتصادی قابل قبولی را برای طراحی مقاطع به همراه دارد. برای قاب 5 وجود تیرهای پاگرد میان طبقه سبب افزایش سختی قابل ملاحظه این قاب شده و با توجه به ایجاد ستونهای کوتاه برای دو ستون جنب راه پله، طراحی مقاطع آنها در قیاس با سایر ستونها، کاملا سنگین‌تر می باشد. شایان ذکر است برای ستون طبقه اول محور B5، از آنجاییکه حداکثر آرماتورهای مقطع 45Cm جوابگو نبوده است، لذا مجبور به تغییر مقطع به "C50-20T25" شده ایم. از آنجاییکه در این ستون، علاوه بر

www.CIVILEARN.com

آرماتورها، ابعاد مقطع نیز تغییر داده شده است، لذا الزاما باید تحلیل مجددی با استفاده از مقطع جدید صورت گرفته، تا نیروهای جدید طراحی برای این مقطع ستون بدست آید.

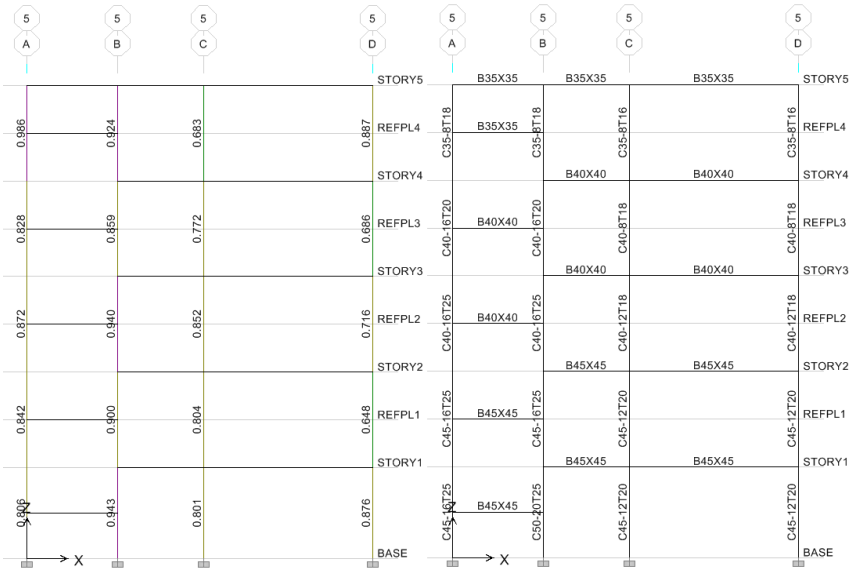


مقاطع ستونها به همراه نتایج نسبت‌اندرکنش ستونهای قاب 1 و 2



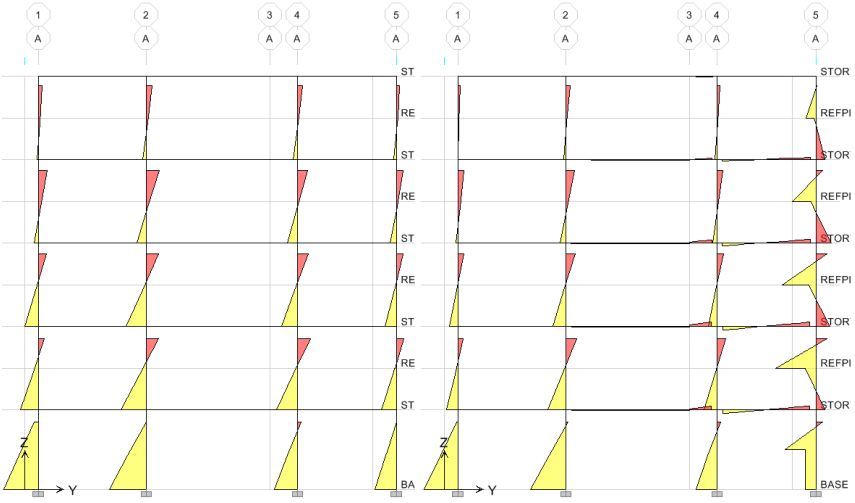
مقاطع ستونها به همراه نتایج نسبت‌اندرکنش ستونهای قاب 3 و 4

www.CIVILEARN.com



مقاطع ستونها به همراه نتایج نسبت‌اندرکنش ستونهای قاب 5

در صورتیکه دال شیبدار راه پله مدل نشود (مشابه روشهای متداول موجود) نتایج طراحی ستونها (و حتی تیرها) تغییر خواهد کرد. وجود دال شیبدار راه پله عملا نقش بادبندی در مدل ایفا نموده و سبب سنگین‌تر شدن طراحی ستونهای پیرامونی راه پله و سبک‌تر شدن طراحی سایر ستونها خواهد شد. این امر در صورت مدل نکردن دال شیبدار پله در مدل دیده نخواهد شد.

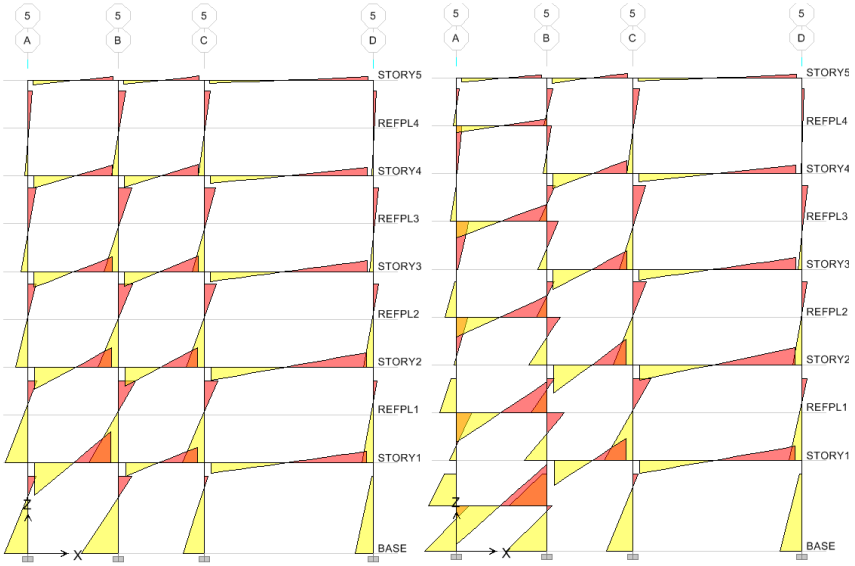


مدل با دال شیبدار راه پله

مدل بدون دال شیبدار راه پله

www.CIVILEARN.com

دیاگرام ممان خمشی حول محور 2-2 برای نیروی زلزله EY در حالت با و بدون مدل کردن دال شیبدار راه پله



مدل با دال شیبدار و تیر پاگرد راه پله مدل بدون دال شیبدار و تیر پاگرد راه پله (دیوار باربر)

دیاگرام ممان خمشی حول محور 3-3 برای نیروی زلزله EX

از طرفی ملاحظه می‌شود که به لحاظ وجود تیرهای پاگرد میان طبقه، طول آزاد ستونهای پیرامون راه پله کاهش یافته و لذا سختی و جذب نیروی آنها افزایش می‌یابد و همانطور که گفته شد این امر سبب طراحی سنگینتر این ستونها خواهد شد.

درصورتیکه در اجراء از روش دیوار باربر زیر دال راه پله استفاده شود نیازی به اجرا و مدل کردن تیرهای پاگرد میان طبقه نخواهد بود. در نتیجه مسئله ایجاد ستون کوتاه و جذب نیروی زیاد ستونهای پیرامون راه پله منتفی خواهد شد که این امر مستقیما سبب طراحی سبکتر این ستونها خواهد شد.

نتایج طراحی آرماتورهای طولی ستونها

از آنجاییکه نسبت اندرکنش تمامی‌ستونها در روند سعی و خطای بخش قبل به زیر و نزدیک 1 (حتی المکان) رسیده است، لذا مقاطع کنترل شده کلیه ستونها با آرماتورهای مربوطه قابل قبول بوده و می‌توان آنها را بعنوان آرماتورهای طولی نهایی در نظر گرفت.

بررسی آرماتورهای برشی ستونها

با استفاده از گزینه " Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Inf> Shear Reinforcing" می‌توان نتایج طراحی آرماتورهای برشی ستونها را ملاحظه نمود.

www.CIVILEARN.com

همانطور که در نتایج طراحی آرماتورهای برشی دیده می‌شود، برای اکثر ستونها مقادیر حداقل آیین نامه جوابگو بوده و صرفا در پاره‌ای از ستونها، از جمله ستونهای پیرامون راه پله این مقدار بیش از مقادیر حداقل آیین نامه است. مقادیر حداقل آرماتورهای برشی برای مقاطع "C80x45" عبارتند از:

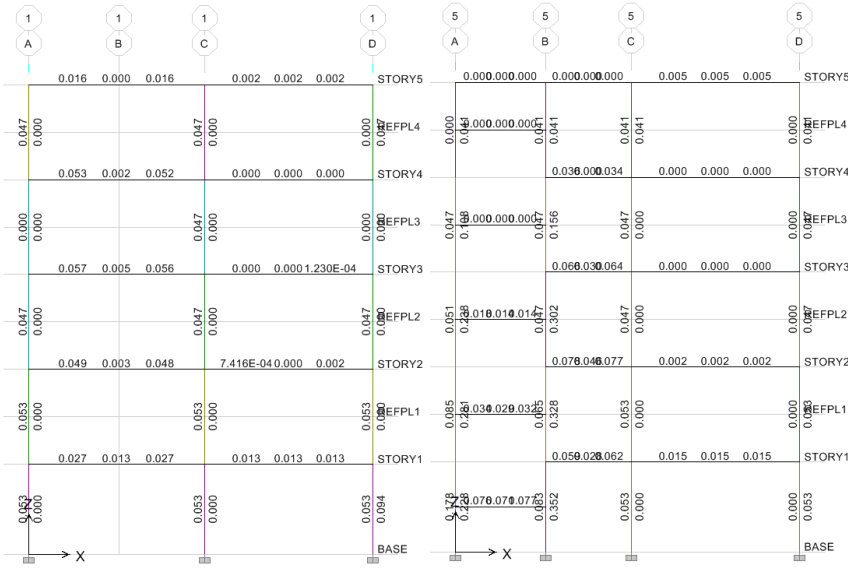
$$\frac{0.2\sqrt{f_c'}}{f_y}b_w = \frac{0.2\sqrt{210}}{3000}(80) = 0.077\ cm^2/cm$$

$$\frac{3.5}{f_y}b_w = \frac{3.5}{3000}(80) = 0.0933\ cm^2/cm$$

$$\frac{A_v}{s} \geq \max\left(\frac{0.2\sqrt{f_c'}}{f_y}b_w, \frac{3.5}{f_y}b_w\right) = 0.0933\,cm^2/cm$$

و در جهت ضعیف برابر 0.0525 خواهد بود. مقدار $0.0933 Cm^2/Cm$ معادل 9.33 سانتیمتر مربع در واحد متر بوده ($9.33 Cm^2/m$) و با فرض استفاده از آرماتور $\phi 10$ با سطح مقطع $0.785 Cm^2$ و با فرض استفاده از چهار ساق برای آرماتور، داریم:

$$9.33/(4x0.785) = 2.971 => say\,3 => 100/3 = 3.33\ Cm => 2\phi 10@33Cm$$



نتایج طراحی آرماتورهای برشی قابهای 1 , 5

www.CIVILEARN.com

که بیش از مقدار مجاز " $2\phi 10@11Cm$ " آیین نامه در حد فاصل یک ششم دو انتهای ستون است. برای اکثر مقاطع نیز مشاهد می‌شود که نتایج طراحی آرماتورهای برشی به حداقل مقادیر آیین نامه منجر شده است. برای ستونهای پیرامون پله در قاب 5 ملاحظه می‌شود که مقادیر آرماتورهای برشی بیش از مقادیر حداقل آیین نامه است. برای مثال، نتیجه طراحی آرماتور برشی ستون طبقه اول محور B5 با مقطع "C50x50" مقدار $0.352Cm^2/Cm$ در جهت قوی نشان داده شده است. این مقدار معادل 35.2 سانتیمتر مربع در واحد متر بوده ($35.2Cm^2/m$) و با فرض استفاده از آرماتور $\phi 10$ با سطح مقطع $0.785Cm^2$ و با فرض استفاده از چهار ساق برای آرماتور، داریم:

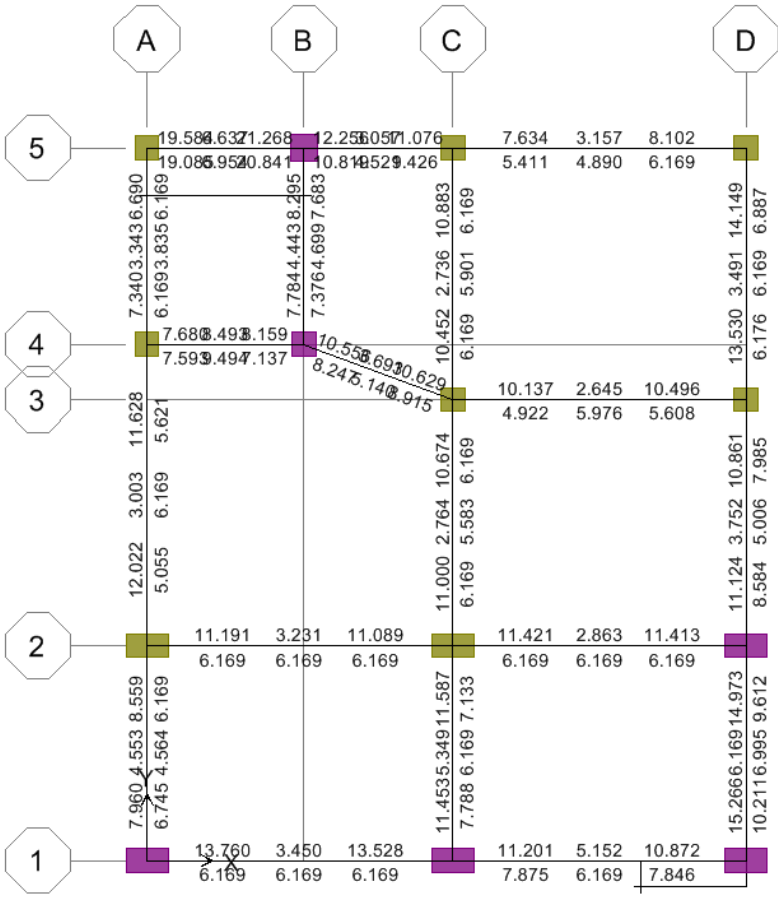
$$35.2/(4x0.785)=11.21 => 100/11.21=8.92\ Cm => 2\phi 10@8.5Cm$$

که در مقایسه با مقدار یک چهارم بعد موثر ستون ($2\phi 10@11Cm$)در حد فاصل یک ششم دو انتهای ستون، تعیین کننده می‌باشد. شایان ذکر است که در اکثر موارد مقادیر حداقل آیین نامه برای قابهای با شکل پذیری متوسط حاکم بوده و آرماتور اجرایی، بیشتر از مقدار محاسباتی خواهد بود.

نتایج طراحی آرماتورهای خمشی طولی تیرها

برای استخراج مقادیر مساحت آرماتورهای طولی ناشی از خمش برای تیرهای طبقات، می‌توان گزینه " Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Inf> Longitudinal Reinforcing" را انتخاب نمود. در این حالت مقادیر آرماتورهای فوقانی و تحتانی در سه مقطع ابتدا، وسط و انتهای هر تیر در نمای پلان نشان داده می‌شود.

www.CIVILEARN.com



مساحت آرماتورهای طولی خمشی پلان طبقه اول

توجه داشته باشید که باید در این حالت واحدها برحسب سانتیمتر باشد. برای نمونه در ادامه آرماتورهای طولی ناشی از خمش تیر سراسری 1 را بدست می‌آوریم. این روند می‌تواند برای تمامی‌تیرهای طبقات تکرار شود.

از آنجاییکه ابعاد کلیه تیرهای طبقه اول 45x45Cm فرض شده است لذا می‌توان آرماتور تیپ مقطع طبقه را $3\phi 20$، با مساحت $9.42Cm^2$ در نظر گرفت. توجه داشته باشید که این مقدار باید حداقل آرماتور طولی لازم برحسب ضوابط آیین نامه را پوشش دهد. در این حالت در هر مقطع تیر سراسری که نیاز به آرماتور طولی بیشتری داشته باشیم می‌توان آنرا از تفاضل مساحت آرماتور محاسباتی از مقدار مساحت آرماتور تیپ طبقه بدست آورد. برای مثال در مقطع فوقانی بخش ابتدایی دهانه اول تیر سراسری 1 مقدار مساحت آرماتور محاسباتی

www.CIVILEARN.com

$13.76Cm^2$ بوده که با توجه به قرار دادن سه عدد آرماتور تیپ طبقه در مقطع نیاز به $4.34Cm^2$ آرماتور تقویتی که معادل $2\phi20$ است، باید قرار داده شود.

شایان ذکر است که در دهانه‌های میانی از آنجاییکه از یک سری آرماتور تقویتی در مقطع استفاده می‌شود لذا مقدار مساحت بزرگتر محاسباتی در دو طرف گره تعیین کننده خواهد بود. برای مثال در گره وسط تیر شکل زیر مقدار آرماتور سمت چپ مقطع معادل $13.528Cm^2$ بزرگتر از $11.201Cm^2$ بوده و لذا تعیین کننده خواهد بود.

استخراج نتایج طراحی آرماتورهای خمشی طولی تیرها و تبدیل به آرماتورهای اصلی و تقویتی

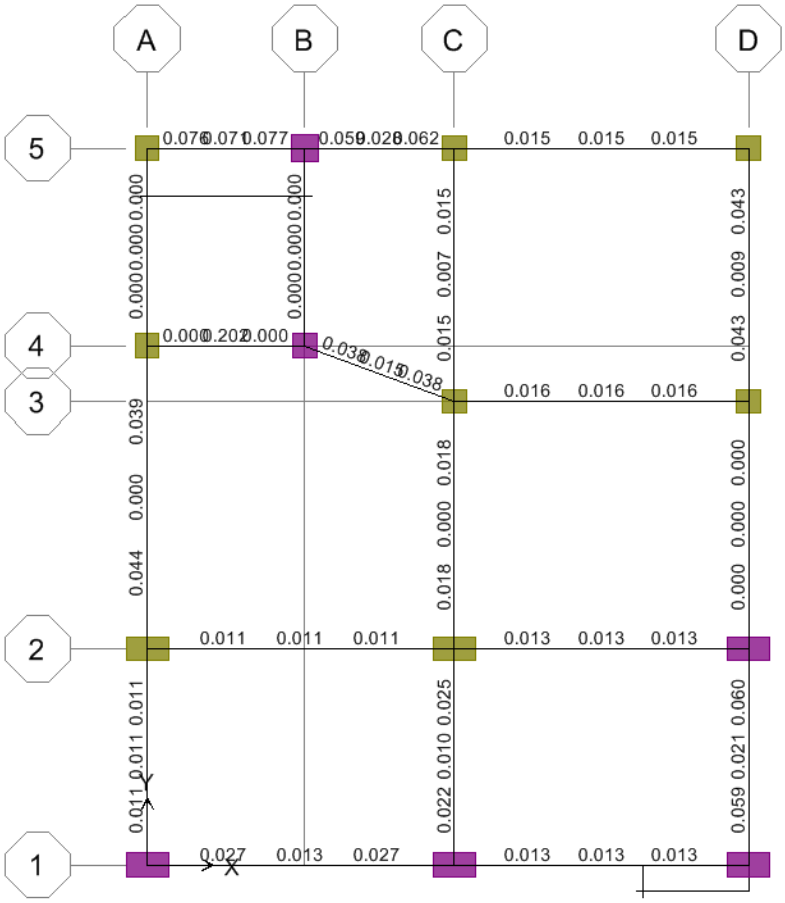
روند فوق می‌تواند برای تمامی‌تیرهای سراسری این طبقه و سایر طبقات تکرار شود. در این حالت نتایج برای‌ترسیم نقشه‌های اجرایی مهیا می‌شوند. شایان ذکر است در تعیین مقادیر آرماتورهای مقاطع تیرها باید کلیه ضوابط شکل پذیری مربوط به آیین نامه مورد استفاده، از جمله حداقل آرماتور طولی در بالا و پایین مقطع، حداکثر آرماتور مقطع و سایر شرایط مربوطه[1]، را رعایت نمود.

نتایج طراحی آرماتورهای برشی تیرها

برای استخراج مقادیر مساحت آرماتورهای برشی تیرهای طبقات، می‌توان گزینه " Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Inf> Shear Reinforcing" را انتخاب نمود. در این حالت مقادیر آرماتورهای برشی در سه مقطع ابتدا، وسط و انتهای هر تیر در نمای پلان نشان داده می‌شود. توجه داشته باشید که در این حالت واحدها برحسب سانتیمتر باشد.

1) برای اطلاعات بیشتر در این خصوص به بخش "بررسی‌های خاص برای طرح لرزه‌ای" در فصل طراحی تیرها مراجعه نمایید.

www.CIVILEARN.com



مساحت آرماتورهای برشی پلان طبقه اول

برای نمونه در ادامه آرماتورهای برشی تیر سراسری 1 را بدست می‌آوریم. این روند می‌تواند برای تمامی‌تیرهای طبقات تکرار شود. مقدار آرماتور برشی ارائه شده برای مقطع ابتدایی دهانه اول تیر سراسری 1 معادل $0.027 Cm^2/Cm$ است. این مقدار معادل 2.7 سانتیمتر مربع در واحد متر بوده ($2.7 Cm^2/m$) و با فرض استفاده از آرماتور $\phi 10$ با سطح مقطع $0.785 Cm^2$ و با فرض استفاده از دو ساق برای آرماتور، داریم:

$$2.7/(2x0.785) = 1.719 \Rightarrow 100/1.719 = 58\ Cm \Rightarrow \phi 10@58Cm$$

از طرفی مقادیر حداقل آیین نامه عبارتند از:

$$(\frac{A_v}{s})_{\min} \geq \max(\frac{0.2\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w\ ,\ \frac{3.5}{f_y} b_w) = \max(\frac{0.2\sqrt{210}}{3000}(45)\ ,\ \frac{3.5}{3000}(45))$$

www.CIVILEARN.com

$$(\frac{A_v}{s})_{min} \geq \max(\ 0.04347, 0.0525) = 0.0525\ Cm^2/Cm = 5.25\ Cm^2/m$$

$$5.25/(2x0.785) = 3.343 => 100/3.343 = 29.9\ Cm => \phi 10@30Cm$$

در حد فاصل دو برابر ارتفاع مقطع در دو انتهای دهانه تیر:

$$(45\text{-}6)/4 = 9.75Cm => \phi 10@9.5Cm$$

در بخش میانی تیر (خارج از محدوده دو برابر ارتفاع مقطع در دو انتهای دهانه تیر):

$$(45\text{-}6)/2 = 19.5Cm => \phi 10@19Cm$$

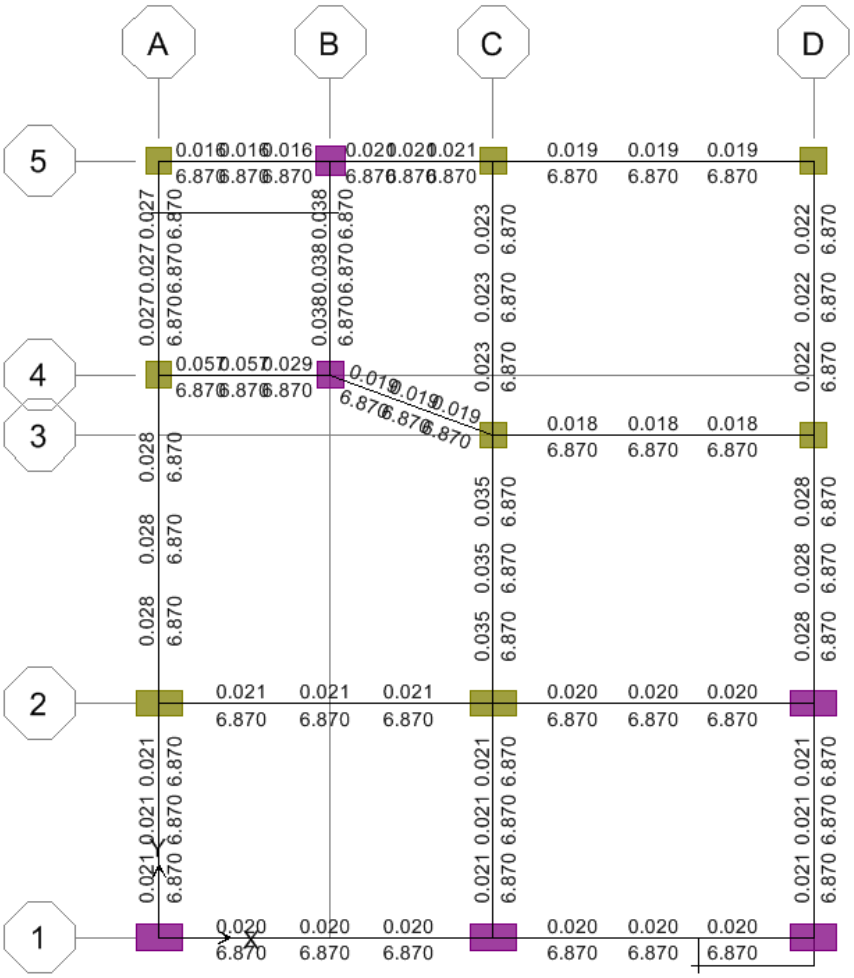
همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار یک چهارم بعد موثر تیر ($\phi 10@9.5Cm$)در حد فاصل دو برابر ارتفاع مقطع در دو انتهای تیر، تعیین کننده می‌باشد. شایان ذکر است که در اکثر موارد مقادیر حداقل آیین نامه برای قابهای با شکل پذیری متوسط حاکم بوده و آرماتور اجرایی، بیشتر از مقادیر محاسباتی خواهد بود.

نتایج طراحی آرماتورهای پیچشی تیرها

برای استخراج مقادیر مساحت آرماتورهای طولی ناشی از خمش برای تیرهای طبقات، می‌توان گزینه "Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Inf> Torsion Reinforcing" را انتخاب نمود. در این حالت مقادیر آرماتورهای عرضی و طولی ناشی از پیچش در سه مقطع ابتدا، وسط و انتهای هر تیر در نمای پلان نشان داده می‌شود. توجه داشته باشید که در این حالت واحدها برحسب سانتیمتر باشد. برای نمونه در ادامه آرماتورهای عرضی و طولی ناشی از پیچش تیر سراسری 1 را بدست می‌آوریم. این روند می‌تواند برای تمامی‌تیرهای طبقات تکرار شود.

همانطور که ملاحظه می‌شود برای کلیه مقاطع تیر سراسری 1 مقدار $0.020Cm^2/Cm$ آرماتور عرضی ناشی از پیچش و مقدار $6.87Cm^2$ آرماتور طولی ناشی از پیچش توسط برنامه محاسبه شده است.

www.CIVILEARN.com



مساحت آرماتورهای عرضی و طولی پیچشی پلان طبقه اول

مقدار $0.020Cm^2/Cm$ آرماتور عرضی معادل 2.0 سانتیمتر مربع در واحد متر بوده ($2.0Cm^2/m$) و با فرض استفاده از آرماتور $\phi 10$ با سطح مقطع $0.785Cm^2$ و با فرض استفاده از یک ساق برای آرماتور (توجه داشته باشید که در طراحی پیچشی صرفا یک ساق از دو ساق خاموت باید در نظر گرفته شود و برای گروه خاموت دارای چهار ساق، تنها شاخه‌های مجاور به وجوه تیر باید در نظر گرفته شده و شاخه‌های داخلی در پیچش موثر نیستند)، داریم:

$$2.0/(0.785) = 2.547 => 100/2.547 = 39\ Cm => \phi 10@39Cm$$

از طرفی مقادیر حداقل آیین نامه عبارتند از:

www.CIVILEARN.com

$$\frac{A_t}{s} \geq 1.75\frac{b_w}{f_{yt}} = 1.75\frac{(45)}{(3000)} = 0.02625Cm^2/Cm = 2.625\ Cm^2/m$$

$$\left(\frac{A_v}{s} + 2\frac{A_t}{s}\right) \geq \max\left(0.2\frac{\sqrt{f_c'}}{f_y}b_w\ ,\ \frac{3.5}{f_y}b_w\right)$$

$$\left(\frac{A_v}{s} + 2\frac{A_t}{s}\right) \geq \max\left(\frac{0.2\sqrt{210}}{3000}(45)\ ,\ \frac{3.5}{3000}(45)\right)$$

$$\left(\frac{A_v}{s} + 2\frac{A_t}{s}\right) \geq \max(\ 0.04347, 0.0525) = 0.0525\ Cm^2/Cm = 5.25\ Cm^2/m$$

در حد فاصل دو برابر ارتفاع مقطع در دو انتهای دهانه تیر:

$(45\text{-}6)/4 = 9.75\text{Cm} \Rightarrow \phi 10@9.5Cm$

در بخش میانی تیر (خارج از محدوده دو برابر ارتفاع مقطع در دو انتهای دهانه تیر):

$(45\text{-}6)/2 = 19.5\text{Cm} \Rightarrow \phi 10@19Cm$

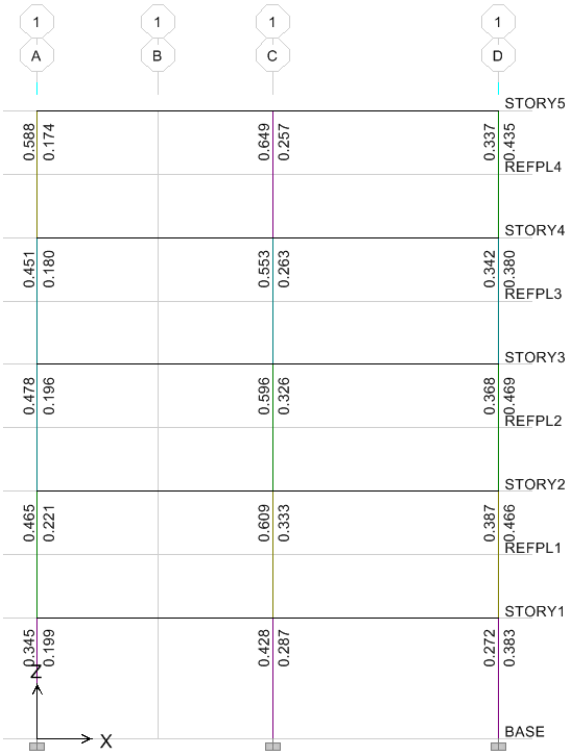
همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار یک چهارم بعد موثر تیر ($\phi 10@9.5Cm$)در حد فاصل دو برابر ارتفاع مقطع در دو انتهای تیر، تعیین کننده می‌باشد. شایان ذکر است که در اکثر موارد مقادیر حداقل آیین نامه برای قابهای با شکل پذیری متوسط حاکم بوده و آرماتور اجرایی، بیشتر از مقدار محاسباتی خواهد بود. توجه داشته باشید که همواره مجموع دو برابر مقدار آرماتور برشی ناشی از پیچش، با مقدار آرماتور برشی ناشی از برش تیر باید از مقادیر حداقل آیین نامه‌ای فوق بیشتر باشند. به عبارت دیگر اگر در موردی مقدار آرماتور برشی ناشی از پیچش قابل ملاحظه باشد دو برابر این مقدار باید با مقدار آرماتور محاسباتی برشی ناشی از برش جمع و در مقطع به عنوان آرماتور برشی کل استفاده شود.

این حالت مثلا برای تیرهایی که بصورت تودلی با تیر دیگری اتصال داشته و توسط این تیر تحت پیچش قابل ملاحظه‌ای قرار دارند، می‌تواند رخ دهد. از طرفی مقدار آرماتور طولی ناشی از پیچش توسط برنامه $6.87Cm^2$ محاسبه شده است که برابر حداقل مقدار آرماتور طولی ناشی از پیچش طبق آیین نامه است. با توجه به الگوی استفاده از $3\phi 20$ با مساحت $9.42Cm^2$ در بخش فوقانی و تحتانی کلیه تیرهای طبقه اول حداقل آرماتور طولی بکار رفته بیش از مقدار آرماتور طولی محاسباتی ناشی از پیچش است. همانطور که قبلا بیان شد، ملزومات آرماتورهای پیچشی که توسط برنامه گزارش می‌شود بر مبنای صرفا ملاحظات مقاومت قرار دارد. رعایت حداقل آرماتور طولی و خاموت لازم برای ارضاء ملاحظات فواصل آرماتورها باید مستقل از برنامه، توسط کاربر انجام شود.

www.CIVILEARN.com

نتایج طراحی گرهها

برای بررسی نتایج طراحی گرههای سازه می‌توان گزینه " Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Inf> Joint Shear Capacity Ratios " را انتخاب نمود. در این حالت مقادیر نسبتهای ظرفیت برشی گرهها در نمای برش نشان داده می‌شود. همانطور که ملاحظه می‌شود نسبت ظرفیت برشی تمامی‌اتصالات کمتر از 1 و قابل قبول است.



نتایج نسبت ظرفیت برشی گرههای قاب 1

شایان ذکر است که اگر نسبت فوق بیش از مقدار 1 باشد باید ابعاد ستون را بزرگتر انتخاب نمود تا با افزایش سطح موثر گره مقدار ظرفیت برشی گره افزایش یابد. در عین حال می‌توان با افزایش عمق تیر نیز نسبت به کاهش مساحت آرماتورهای فوقانی و تحتانی تیرهای متصل به گره اقدام نمود. این امر سبب کاهش نیروهای برشی اعمالی به گره شده و نسبت R را برای گره کاهش می‌دهد[1].

1) برای اطلاعات بیشتر به بخش طراحی گرهها مراجعه نمایید.

www.CIVILEARN.com

www.CIVILEARN.com

فصل بیست و پنجم – تهیه نقشه‌های اجرایی

با استفاده از برنامه SAMT

"سمت سازه"

(سامانه مجازی‌ترسیم)

امروزه بخش عمده‌ای از وقت دفاتر مهندسی ساختمان صرف تهیه مدل سازه‌ای ساختمان و نقشه‌های مربوطه می‌گردد. خوشبختانه با پیشرفتهای قابل ملاحظه‌ای که بروی نرم افزارهای تحلیل و طراحی صورت گرفته است می‌توان با استفاده از ابزارهای قدرتمند این گونه نرم افزارها فرآیند تولید هندسی مدل، معرفی مقاطع، بارگذاری، تحلیل و نهایتا طراحی سازه‌ها را با دقت و سهولت قابل ملاحظه‌ای انجام داد.

لیکن خواندن نتایج خروجی این فایل‌ها و آماده سازی آنها برای‌ترسیم نقشه‌های اجرایی همچنان جزء بخش‌های وقت گیر و طبعا پر هزینه روند تولید نقشه دفاتر و محاسبین سازه می‌باشد.ترسیم نقشه‌ها نیز به نوبه خود وقت و هزینه سنگینی را در بر می‌گیرد.

برنامه **سمت سازه** (سامانه مجازی‌ترسیم سازه)(SAMT) تلاشی است در جهت ارائه ابزاری توانمند که بتواند وظیفه خواندن نتایج طراحی فایل سازه وترسیم خودکار نقشه‌های اجرایی سازه را بر عهده گیرد و از این حیث بتواند خلاء موجود در این زمینه را تااندازه‌ای پوشش دهد.

www.CIVILEARN.com

معرفی برنامه[1] SAMT

برنامه SAMT قابلیت‌ترسیم خودکار نقشه های سازه، برای قابهای خمشی بتنی را در سطح فعلی دارد. برای اینکار برنامه اطلاعات موردنظر را می تواند مستقیما از فایل های ورودی و خروجی مدل سازه از محیط برنامه ETABS دریافت و اقدام به ویرایش مدل مربوطه برای آماده سازی نقشه های اجرایی نماید.

با بازکردن فایل ورودی مدل سازه، برنامه SAMT بصورت پیش فرض پلان طبقه اول ساختمان را نشان می دهد. با دستورات برنامه SAMT می توان هریک از پلان طبقات ساختمان را به دلخواه نشان داد. کار عمده ای که در برنامه SAMT باید انجام داد در واقع معرفی تیرهای سراسری پلان طبقات می باشد. منظور از تیر سراسری در واقع تیرهای چند دهانه ای است که بصورت عرضی یا طولی در پلان واقع شده‌اند و مجموعه پلان تیرریزی طبقات را تشکیل می دهند. علت معرفی تیرهای سراسری بدان علت است که در واقع در نقشه های اجرایی و در سازه واقعی این تیرهای سراسری هستند که معرفی و اجرا می شوند و به هیچ روی تیرهای تک و منفرد (که در مدل سازه در نرم افزارهای تحلیل و طراحی نظیر ETABS از آنها استفاده می شود) در نقشه های اجرایی قابل معرفی نمی باشند.

عمده‌ترین دلیل معرفی تیرهای سراسری را می توان در یکسره بودن اجرای آنها دانست و این خود سبب انتخاب بزرگترین مقادیر آرماتورها در هر تکیه گاه تیر سراسری (که ناشی از مقادیر آرماتورهای طراحی تیرهای منفرد در دو طرف هر تکیه گاه است) می باشد. در سطح فعلی برنامه، ستونها باید در وضعیت کنترل یا CHECK قرار داده شوند. در این حالت فرض می‌شود که کاربر در محیط ETABS آنها را طراحی و بهینه نموده و لذا برنامه SAMT صرفا به خواندن اطلاعات طراحی آنها و دسته بندی و شماره گذاری آنها اقدام میکند و از این حیث کاربر نیازی به انجام کاردیگری در این زمینه ندارد. خروجی برنامه را می توان مستقیما در محیط AUTOCAD باز و آخرین تغییرات مربوطه را بر روی آنها انجام داد. برنامه SAMT در سطح فعلی میتواند نقشه‌های زیر را در محیط نرم افزار AUTOCAD تهیه نمایید:

- پلان محوربندی و ستون گذاری با قابلیت تعیین و شماره گذاری کلیه ستونها
- پلان تیر ریزی کلیه طبقات با شماره گذاری مربوطه تیرهای سراسری
- مقاطع طولی و عرضی کلیه ستونها
- مقاطع طولی و عرضی کلیه تیرها
- ترسیم و شماره گذاری کلیه آرماتورهای طولی و عرضی تیرها و ستونها
- تهیه جداول متره آرماتورها برای تیرها و ستونها

---

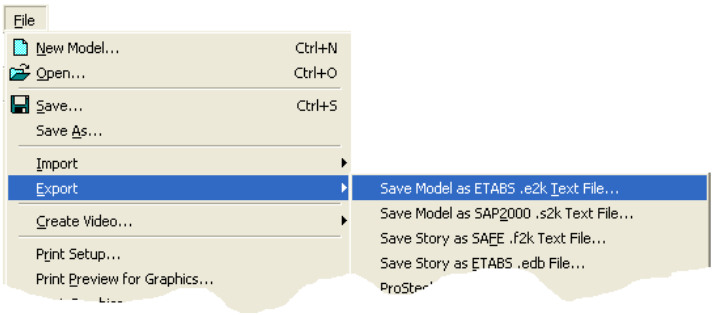
1) برنامه سمت سازه (سامانه مجازی‌ترسیم سازه) با شماره ثبت 102796 در شورای عالی انفورماتیک کشور به ثبت رسیده است. برای اطلاعات بیشتر در خصوص این برنامه و نحوه تهیه آن می‌توانید به سایت WWW.SAMT2000.COM مراجعه نمایید.

www.CIVILEARN.com

2) آماده کردن فایل های ورودی برنامه SAMT

پس از انجام تحلیل و طراحی مدل سازه در محیط برنامه ETABS کاربر باید اقدام به تهیه فایل های ورودی برنامه SAMT از محیط برنامه ETABS نماید. همانطور که قبلا بیان شد در سطح فعلی برنامه باید نوع طراحی ستونهای بتنی در وضعیت کنترل یا CHECK باشد. در عین حال کاربر باید تمامی کنترل های لازم از جمله بهینه کردن نسبت ظرفیت خمشی ستونها (ratio)، تغییر مکان جانبی طبقات (Drift)، و سایر کنترل‌ها و طراحی های لازم را در محیط ETABS چنان انجام دهد که فایل نهایی و اجرایی برای تهیه نقشه های اجرایی در محیط SAMT مهیا شود. برای تهیه فایل های ورودی برنامه SAMT در محیط ETABS دو فایل زیر را باید آماده نمود:

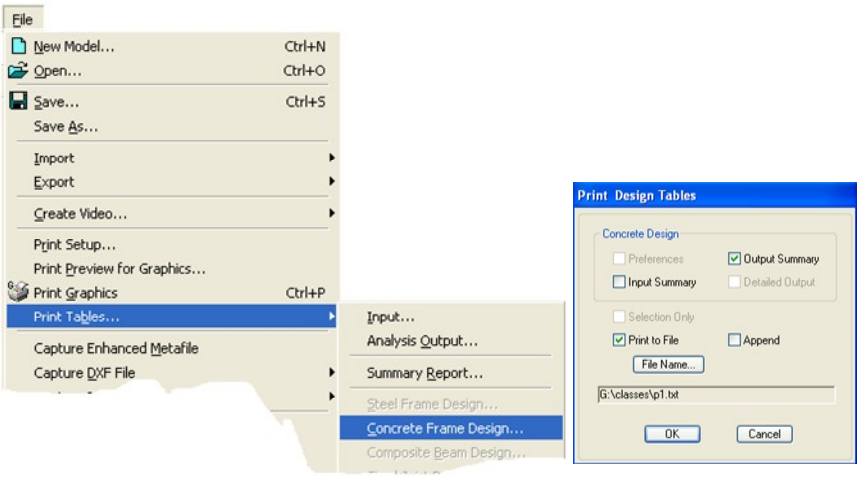
فایل با انشعاب e2k. : برای این کار ابتدا واحدهای جاری برنامه را به m (t-m یا kgf-m) تبدیل و سپس از منوی فایل گزینه Export را انتخاب و در زیر منوی مربوطه گزینه Save model as Etabs.e2k Text file را کلیک نموده و در کادر تبادلی ظاهر شده دگمه Save را فشار داد. در این حالت فایل ورودی مدل سازه با همان اسم فعلی و با انشعاب e2k ساخته می شود.



فایل نتایج طراحی خمشی با انشعاب txt. : پس از انجام طراحی بتنی مدل سازه از منوی Design نرم افزار ETABS، باید ابتدا واحدهای جاری برنامه را به cm (kgf-cm یا t-cm) تبدیل و سپس از منوی File گزینه Print table را انتخاب و در زیر منوی ظاهر شده گزینه "Concrete Frame Design" را کلیک نموده تا کادر تبادلی Print design tables ظاهر شود. در این کادر تبادلی در بخش concrete design گزینه output Summery را انتخاب و سپس گزینه Print to file و دگمه ok را فشار دهد.

www.CIVILEARN.com

توجه داشته باشید که اسم فایل ورودی با انشعاب e2k و اسم فایل جاری برای ذخیره نتایج طراحی قاب خمشی با انشعاب txt، باید دقیقا یکی بوده و صرفا انشعاب آنها با هم متفاوت باشد.



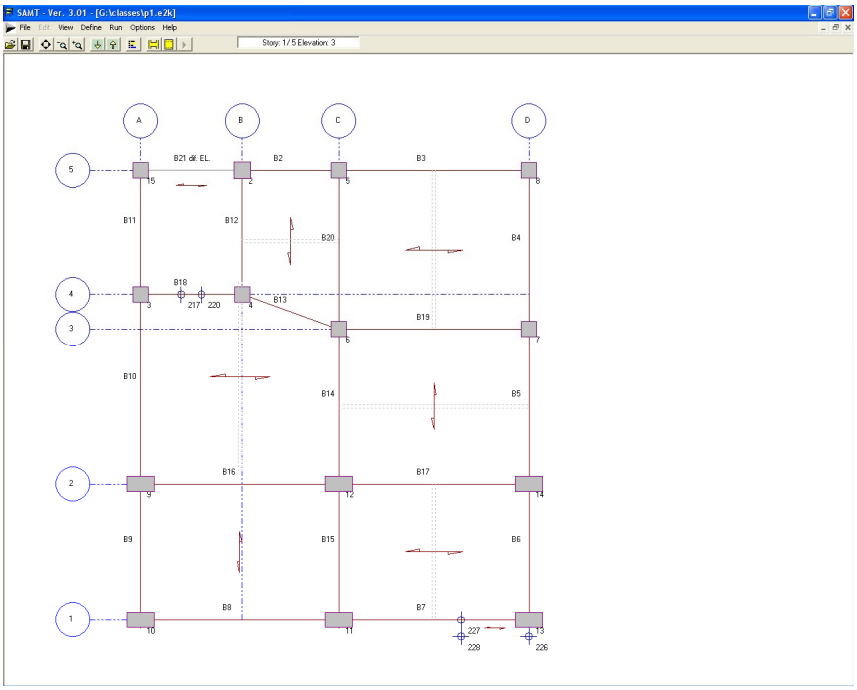
اجرای برنامه SAMT و بازکردن فایل ورودی

برای اجرای برنامه SAMT (پس از اطمینان از نصب قفل سخت افزاری برنامه) در سیستم عامل Windows مانند هر برنامه دیگری کافیست بر روی آیکون برنامه SAMT راست کلیک نموده و در کادر باز شده گزینه Open را انتخاب نموده و یا به سادگی با دوبار کلیک کردن پی در پی چپ موس بر روی آن (Double click) اقدام به اجرای برنامه نمود. پس از اجرای برنامه SAMT برای بازکردن فایل ورودی با پسوند e2k. می توان از منوی File گزینه open e2k را انتخاب و یا از میله ابزار برنامه دگمه Open را مستقیما انتخاب نموده تا کادر تبادلی Open ظاهر شود.

در این کادر تبادلی کافیست به دایرکتوری موردنظر رفته و فایل ورودی موردنظر را انتخاب نموده (مثلا P1.e2k) و دگمه Open را فشار داد. همانطور که در این کادر تبادلی دیده می شود برنامه صرفا فایل های با انشعاب e2k را نشان می دهد. با فشار دادن دگمه Open فایل ورودی باز شده و به صورت پیش فرض پلان طبقه اول مدل ساختمان نشان داده می شود.

معرفی تیرهای سراسری: برای معرفی تیرهای سراسری مدل سازه کافیست از منوی Define گزینه Continuous Beam را انتخاب نموده و یا بسادگی دگمه Define Continuous Beam ( ) را در میله ابزار برنامه SAMT فشار داد. در این حالت موس نسبت به گرههای سازهها حساس شده و با نزدیک کردن موس به هر گره با رسم یک

www.CIVILEARN.com

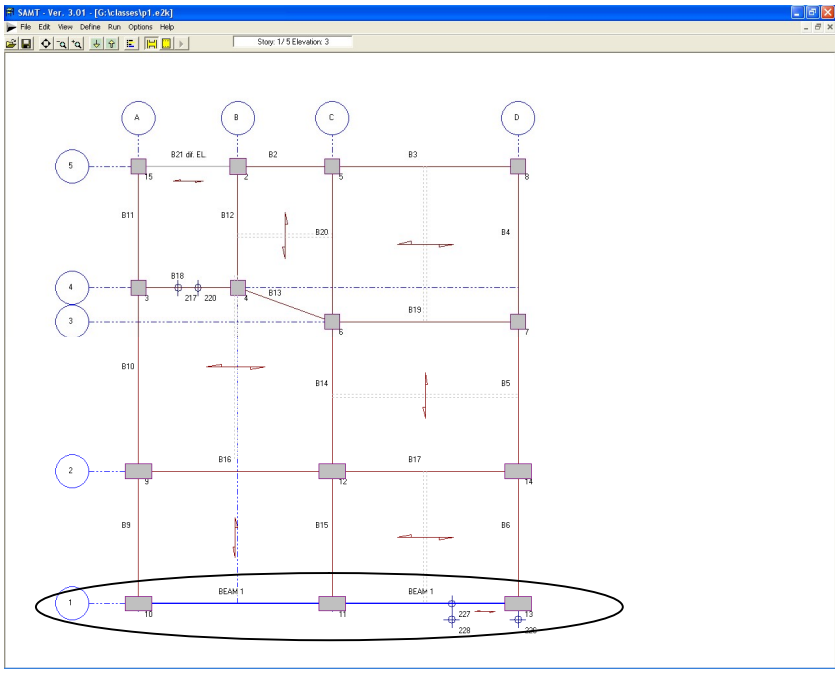


صفحه نمایش اصلی برنامه SAMT

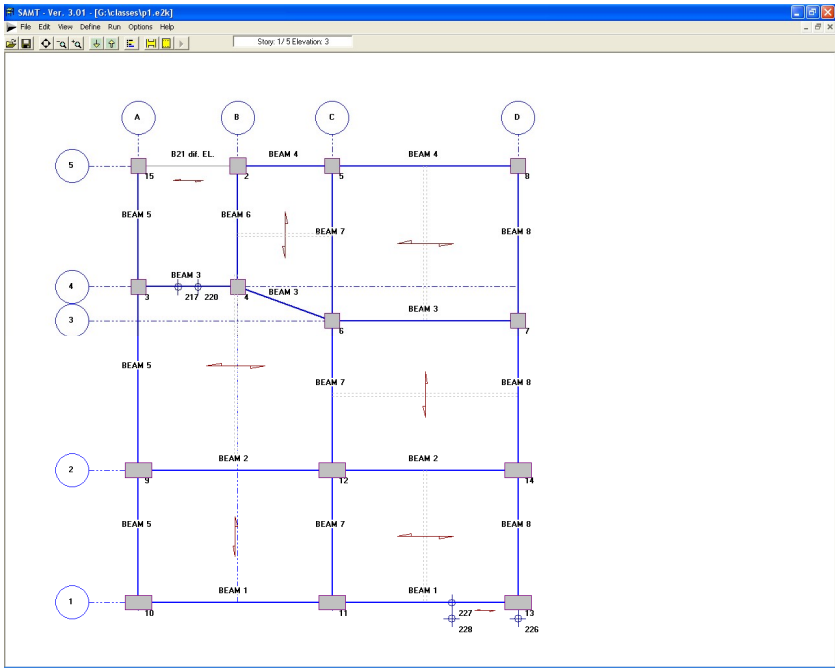
دایره بدور آن، گره را بصورت برجسته نشان می‌دهد. برای معرفی اولین تیر سراسری می‌توان موس را به گره A1 نزدیک کرده و با رسم دایره انتخاب دور آن (توسط برنامه) کلید چپ موس را فشار داد. در این وضعیت دایره‌ترسیم شده به دور گره ثابت مانده و نشان از انتخاب این گره بعنوان اولین گره تیر سراسری دارد. روند انتخاب سایر گرههای تیر سراسری همانند فوق با انتخاب گرههای C1 و D1 انجام می‌شود. با انتخاب آخرین گره کافیست کلید راست موس را کلیک کرده تا عمل انتخاب گرههای این تیر سراسری به پایان رسیده و اولین تیر سراسری با نام BEAM1 همانند شکل زیرترسیم شود. برای معرفی دومین تیر سراسری می‌توان مشابه روند فوق گرههای A2، C2 و D2 را انتخاب نمود. انتخاب کلیه تیرهای سراسری دیگر نیز مشابه روند فوق می‌تواند انجام شود.

معرفی الگوی آرماتور گذاری طبقات: پس از معرفی کلیه تیرهای سراسری مدل سازه (هشت عدد تیر سراسری) کافیست از منوی Define گزینه Pattern of bars را انتخاب نموده و یا بسادگی دگمه Define Pattern of bars ( ) را در میله ابزار فشار داد.

www.CIVILEARN.com



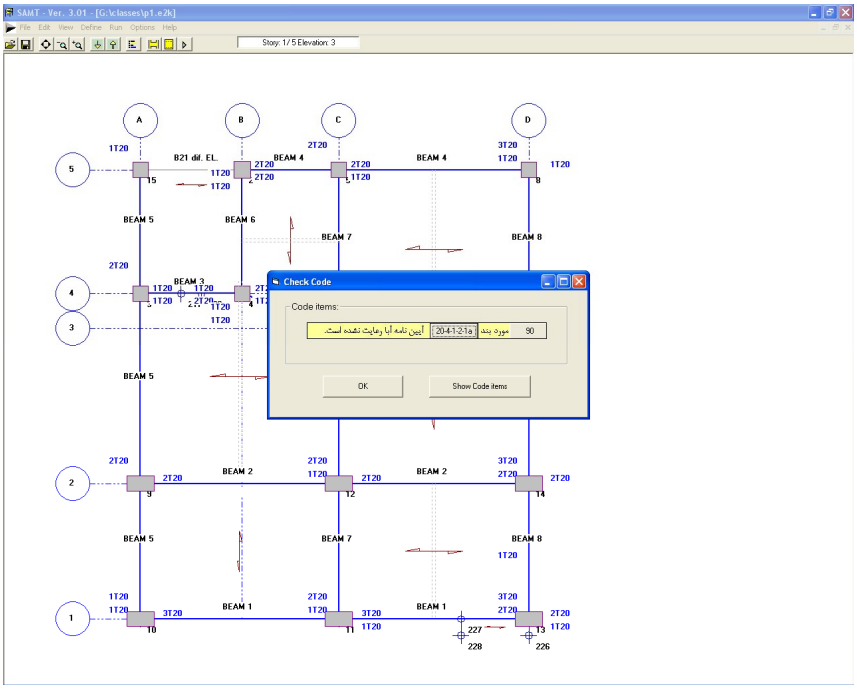
معرفی اولین تیر سراسری (BEAM1)



معرفی تیرهای سراسری

www.CIVILEARN.com

در کادر تبادلی باز شده می‌توان الگوی آرماتور گذاری کلیه طبقات را مطابق پیش فرض 2Φ20 در نظر گرفت. با فشار دادن دگمه OK برنامه کنترل‌های آیین نامه را انجام داده و موارد نقض بندهای آیین نامه را گزارش می‌دهد.

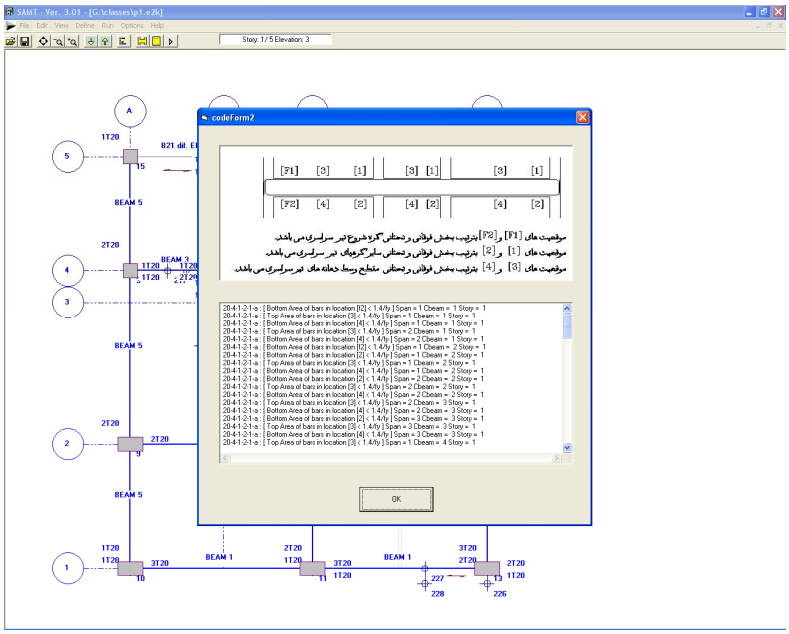


موارد نقض آیین نامه آبا

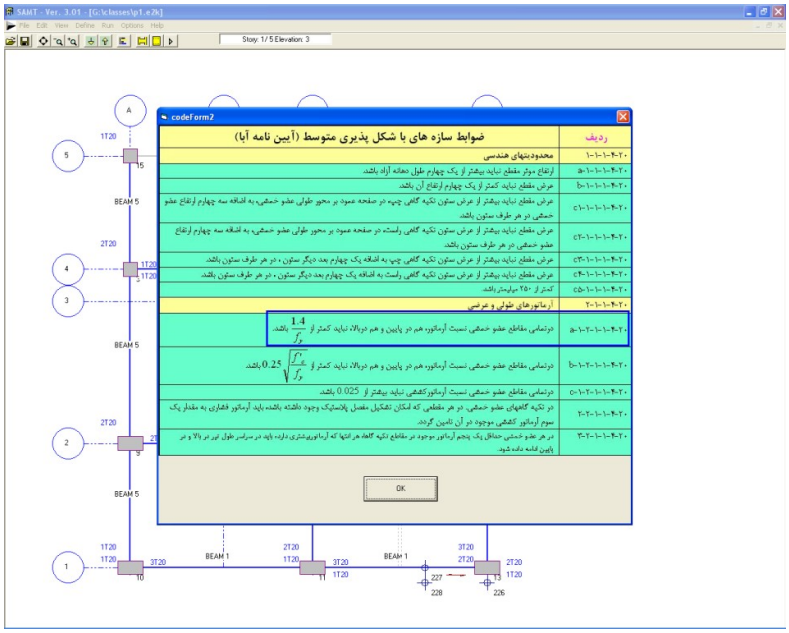
همانطور که ملاحظه می‌شود برنامه، 90 مورد نقض بند 20-4-1-2-1a مبنی بر عدم رعایت حداقل آرماتور 1.4/fy را در اعضای خمشی (تیرها) گزارش می‌دهد. در صورتیکه بروی دگمه تعداد موارد نقض (در اینجا 90) کلیک کنیم کلیه موارد نقض شده شامل بند نقض شده آیین نامه، محل رخ داد مورد نقض در موقعیت و مقطع تیر سراسری، به همراه شماره دهانه، شماره تیر سراسری و طبقه مربوطه گزارش می‌شود. در عین حال اگر دگمه مربوط به بند نقض شده آیین نامه کلیک شود، صفحه نمایش موارد آیین نامه آبا برای دریافتن از محتوای بند آیین نامه نشان داده می‌شود.

البته با توجه به ابعاد تیرهای 45x45Cm برای طبقات اول و دوم ملاحظه می‌شود که حداقل مقدار آرماتور برای آنها 7.138 سانتیمتر مربع بوده و می‌توان از 3Φ20 بعنوان مقطع تیپ برای این طبقات استفاده نمود.

www.CIVILEARN.com



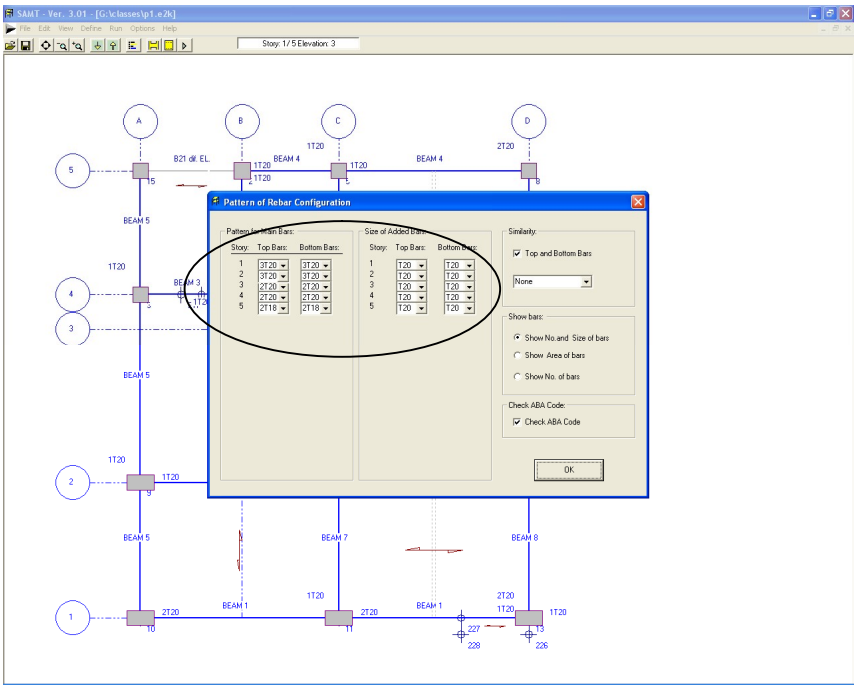
ریز اطلاعات مربوط به موارد نقض آیین نامه آبا



تشریح بندهای کنترلی آیین نامه آبا

www.CIVILEARN.com

در نتیجه با کلیک دگمه OK و بازگشت به کادر تبادلی Pattern of Rebar Configuration می‌توان برای طبقات اول و دوم از آرایش آرماتور الگوی 3Φ20، برای طبقه سوم و چهارم از آرایش 2Φ20 و نهایتا برای سقف پنجم و یا بام از آرایش 2Φ18 استفاده نمود. توجه داشته باشید که مقاطع تیپ آرماتورهای تقویتی همه طبقات را از نوع Φ20 معرفی کرده ایم.

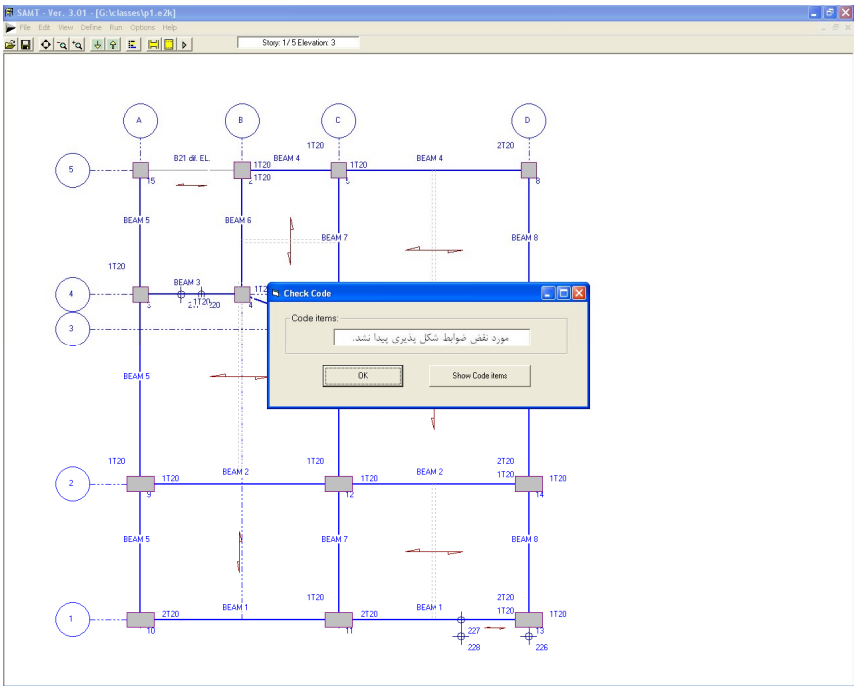


معرفی آرماتورهای الگو و تقویتی تیپ طبقات

با فشار دادن دگمه OK پیغام "*مورد نقض ضوابط شکل پذیری پیدا نشد* " ظاهر می‌شود. در مرحله آخر با فشار دادن دگمه OK برنامه بطور خود کار آرماتورهای تقویتی را محاسبه و بصورت گرافیکی بروی پلان طبقه اول نشان می‌دهد. در صورتیکه در هر مقطعی از تیر سراسری نیازی به آرماتور تقویتی نباشد و آرماتور الگو جوابگو باشد، طبعا در آن مقطع آرماتور تقویتی نشان داده نمی‌شود. با دگمه‌های ( ) و ( ) میتوان به‌ترتیب یک طبقه فوقانی و یا تحتانی طبقه جاری را در صفحه نمایش ملاحظه نمود.

تهیه نقشه‌های اجرایی: برای تهیه نقشه‌های اجرایی در محیط نرم افزار AutoCad کافیست از منوی Run گزینه Run را انتخاب نموده و یا بسادگی دگمه Run ( ) را در

www.CIVILEARN.com

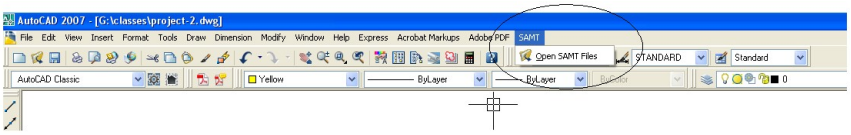


تغییر آرماتورهای الگوی تیپ طبقات جهت رفع موارد نقض آیین نامه

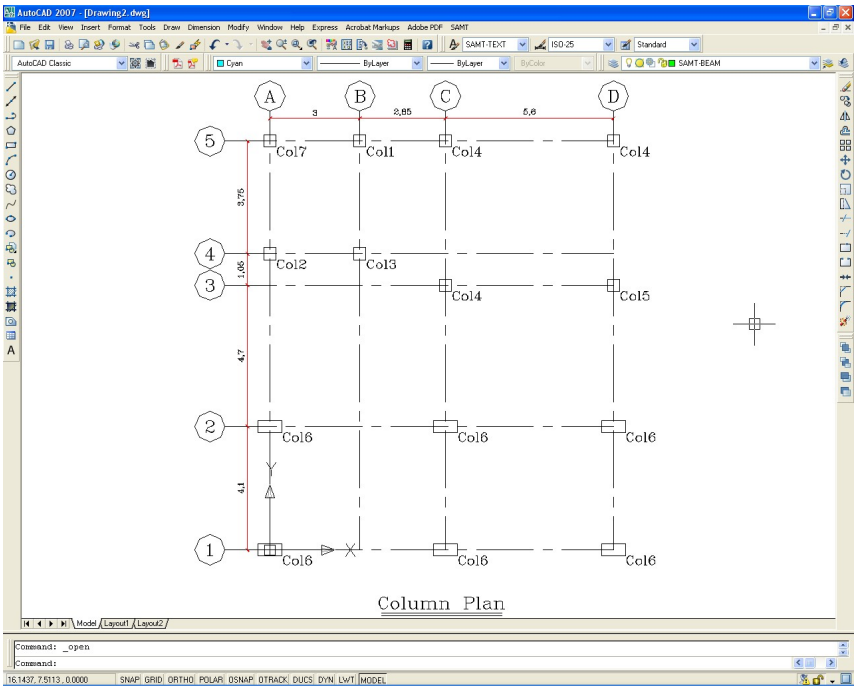
میله ابزار فشار داد. در آخرین مرحله کافیست دگمه Run را از کادر تبادلی باز شده فشار دهیم تا نقشه‌های اجرایی توسط برنامه SAMT تهیه شود. توجه داشته باشید قبل از خروج از برنامه SAMT فایل مدل جاری را ذخیره نماید. در این حالت در اجراهای بعدی این مدل نیازی به معرفی تیرهای سراسری نمی‌باشد.

باز کردن نقشه در محیط AutoCad

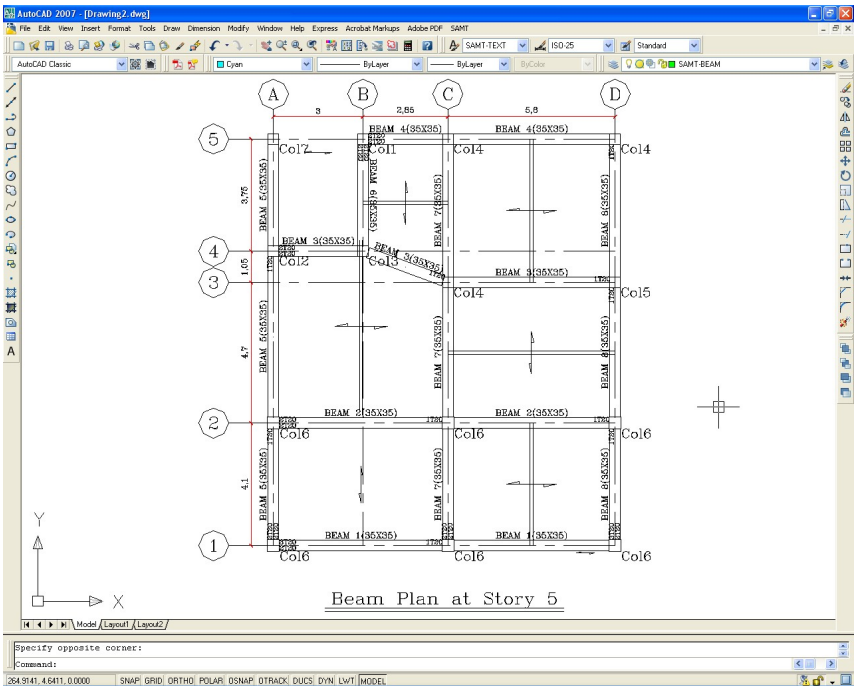
برای باز کردن فایل نقشه‌های سازه کافیست دستور "Open SAMT Files" را از منوی SAMT از منوی برنامه AutoCad اجراء نموده (و یا بسادگی دستور Script را در خط دستور (Command Line) برنامه AutoCad اجراء) و در کادر تبادلی باز شده اسم و آدرس فایل ایجاد شده خروجی توسط برنامه SAMT را وارد نمود (مثلا P1.scr). پس از باز کردن نقشه‌های سازه در محیط AutoCad می‌توان اقدام به ویرایش و یا ذخیره فایل نقشه‌ها با پسوند dwg. کرد. در این حالت فایل آماده شده برنامه SAMT توسط برنامه AutoCad خوانده شده و این برنامه اقدام به‌ترسیم نقشه‌های سازه می‌کند.



www.CIVILEARN.com

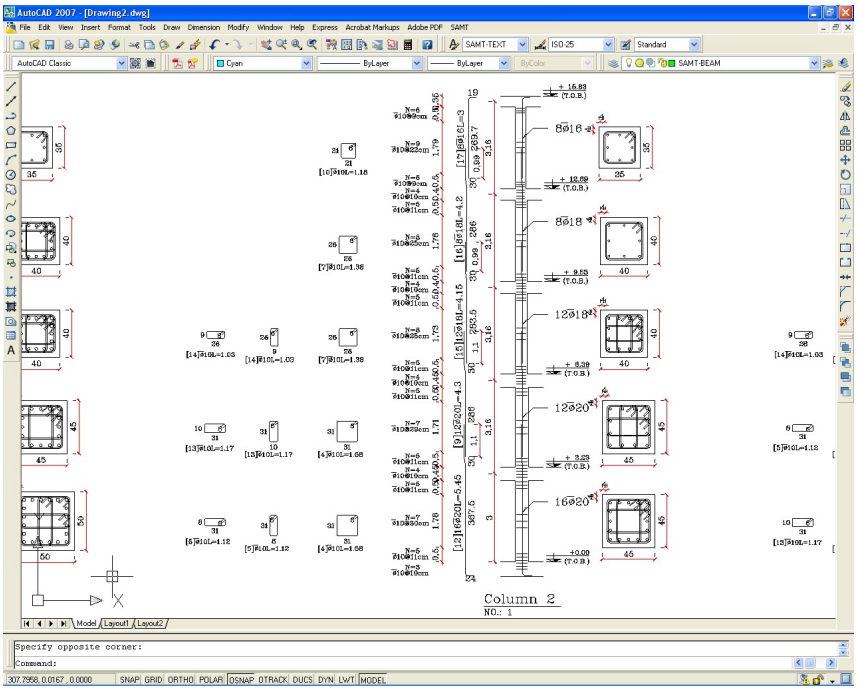


نقشه پلان ستون گذاری

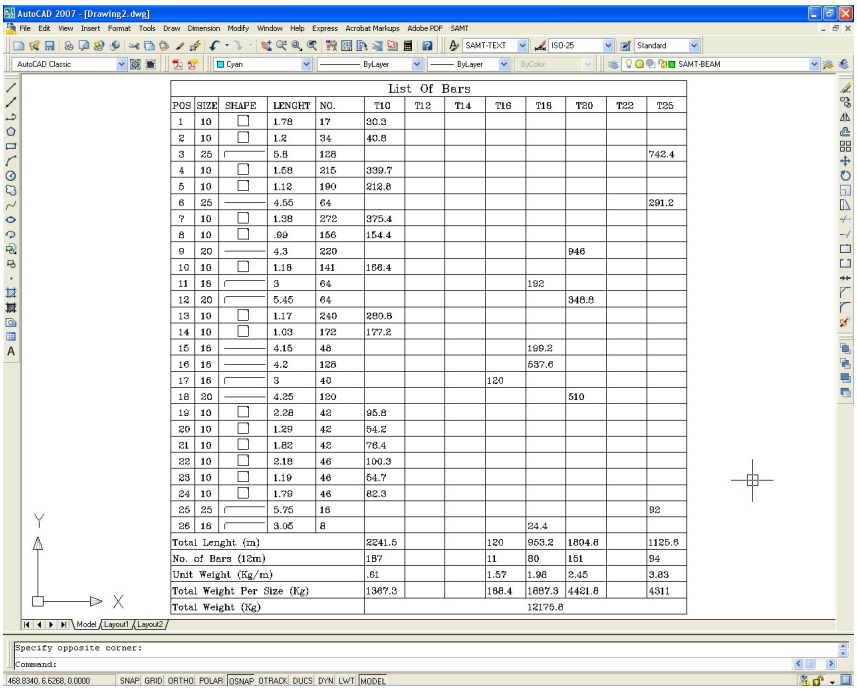


نقشه پلان تیرریزی طبقه پنجم

www.CIVILEARN.com



نقشه جزئیات ستون شماره 2

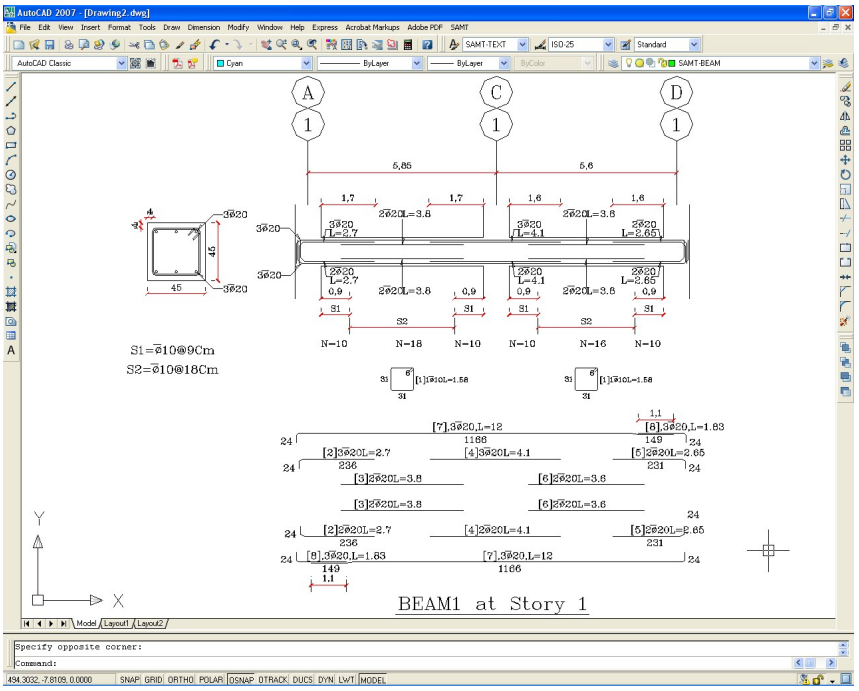


List Of Bars

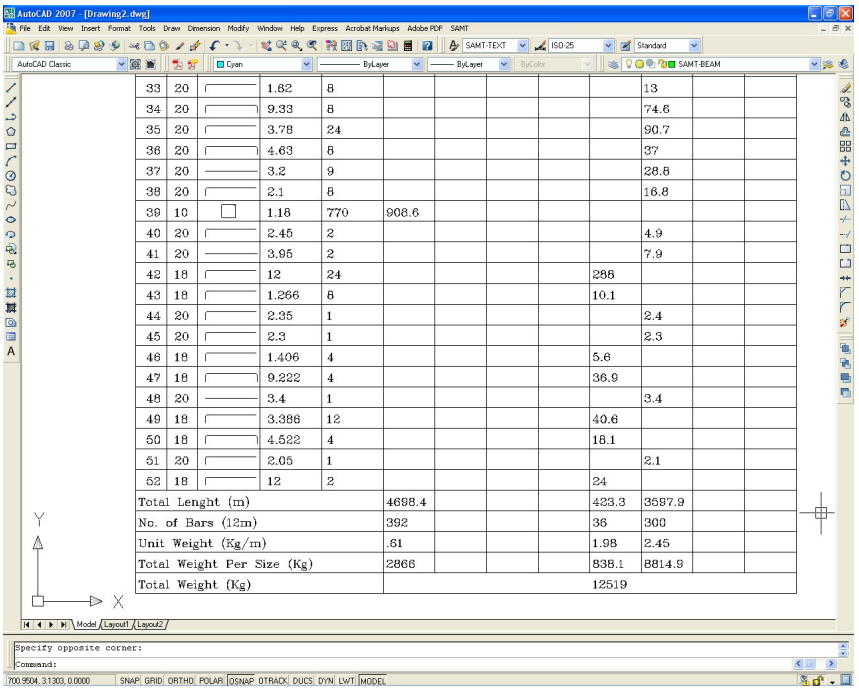
POS	SIZE	SHAPE	LENGHT	NO.	T10	T12	T14	T16	T18	T20	T22	T25
1	10	□	1.78	17	30.3							
2	10	□	1.2	34	40.8							
3	25	⌐—	5.8	128								742.4
4	10	□	1.58	215	339.7							
5	10	□	1.12	190	212.8							
6	25	——	4.55	64								291.2
7	10	□	1.38	272	375.4							
8	10	□	.99	156	154.4							
9	20	——	4.3	220						946		
10	10	□	1.18	141	166.4							
11	18	⌐—	3	64					192			
12	20	⌐—	5.45	64						348.8		
13	10	□	1.17	240	280.8							
14	10	□	1.03	172	177.2							
15	18	——	4.15	48					199.2			
16	18	——	4.2	126					537.6			
17	16	⌐—	3	40				120				
18	20	——	4.25	120						510		
19	10	□	2.28	42	95.8							
20	10	□	1.29	42	54.2							
21	10	□	1.82	42	76.4							
22	10	□	2.18	46	100.3							
23	10	□	1.19	46	54.7							
24	10	□	1.79	46	82.3							
25	25	⌐—	5.75	16								92
26	18	⌐—	3.05	8					24.4			
Total Lenght (m)					2241.5			120	953.2	1804.8		1125.6
No. of Bars (12m)					187			11	80	151		94
Unit Weight (Kg/m)					.61			1.57	1.98	2.45		3.83
Total Weight Per Size (Kg)					1367.3			188.4	1887.3	4421.8		4311
Total Weight (Kg)					12175.8							

جدول مترہ آرماتورهای ستون

www.CIVILEARN.com



نقشه جزئیات تیر سراسری 1 طبقه اول



33	20		1.62	8					13		
34	20		9.33	8					74.6		
35	20		3.78	24					90.7		
36	20		4.63	8					37		
37	20		3.2	9					28.8		
38	20		2.1	8					16.8		
39	10		1.18	770	908.6						
40	20		2.45	2					4.9		
41	20		3.95	2					7.9		
42	18		12	24				286			
43	18		1.266	8				10.1			
44	20		2.35	1					2.4		
45	20		2.3	1					2.3		
46	18		1.406	4				5.6			
47	18		9.222	4				36.9			
48	20		3.4	1					3.4		
49	18		3.386	12				40.6			
50	18		4.522	4				18.1			
51	20		2.05	1					2.1		
52	18		12	2				24			
Total Lenght (m)					4698.4			423.3	3597.9		
No. of Bars (12m)					392			36	300		
Unit Weight (Kg/m)					.61			1.98	2.45		
Total Weight Per Size (Kg)					2866			838.1	8814.9		
Total Weight (Kg)								12519			

جدول متره آرماتورهای تیرهای طبقات

www.CIVILEARN.com

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

www.CIVILEARN.com