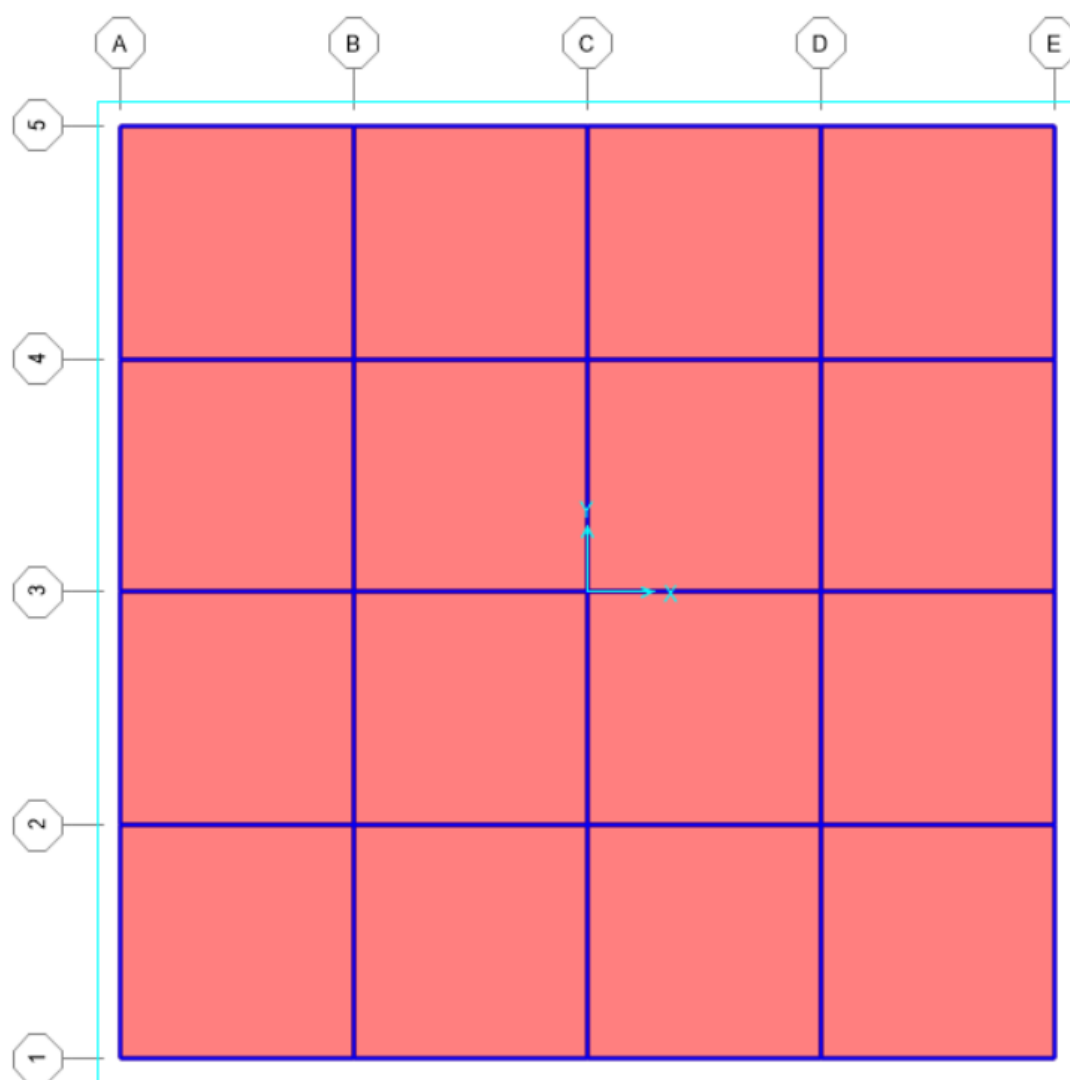


۱) تهیه مدل‌های اولیه با استفاده از نرم افزار SAP2000

۱-۱) کلیات مدلسازی

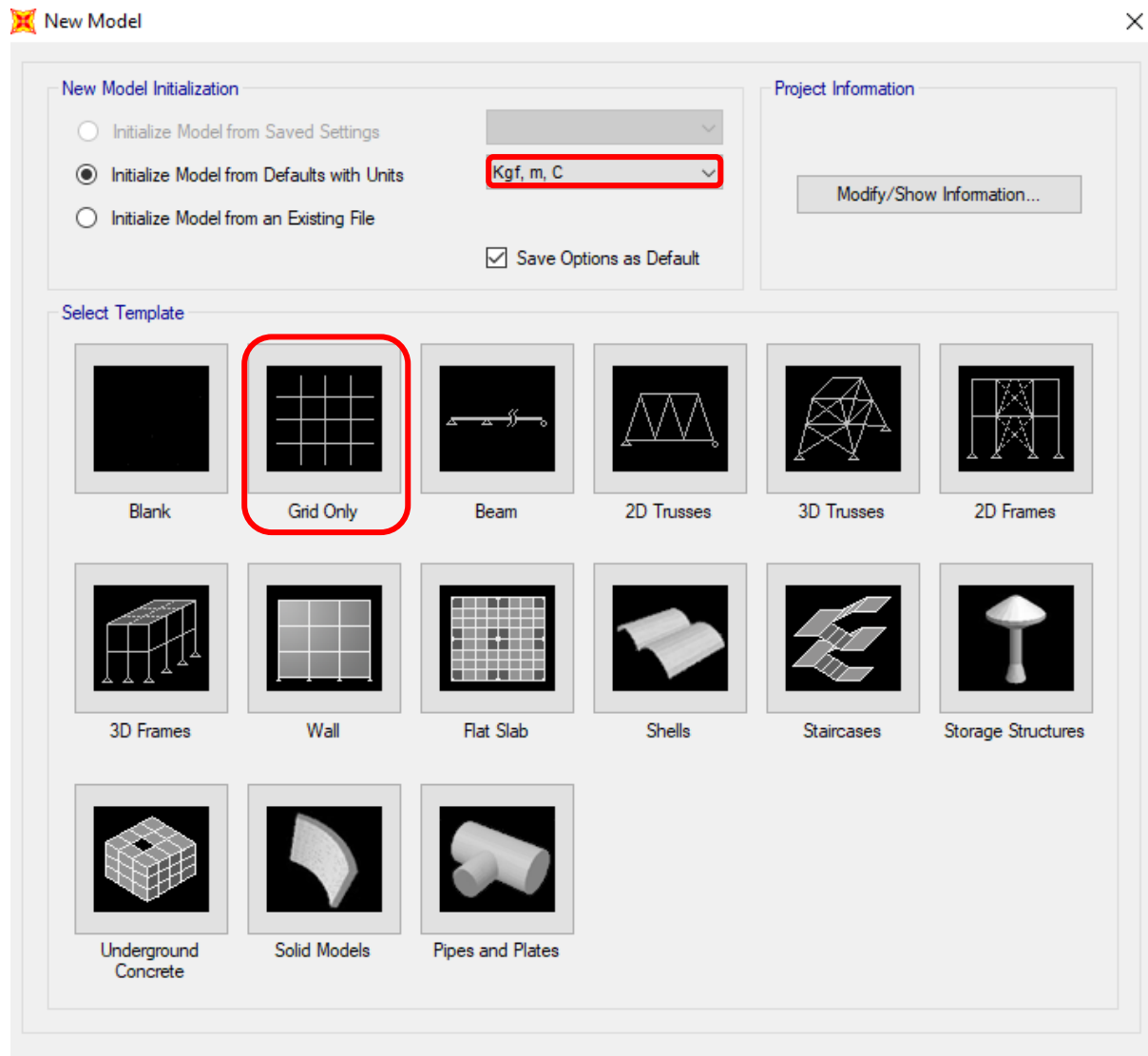
- تعداد طبقات: ۴، ۸ و ۱۲ طبقه
- تعداد دهانه: ۴ دهانه در جهت X و ۴ دهانه در جهت Y
- طول دهانه: ۵ متر
- ارتفاع طبقات: ۳ متر
- لرزه‌خیزی: منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد
- کاربری: مسکونی
- نوع زمین: II
- سیستم باربر جانبی: قاب خمشی فولادی ویژه

۲-۱) پلان و قاب سازه



پلان سازه و جهت تیرچه ریزی

۳-۱) تنظیمات اولیه مدلسازی در نرم افزار



تنظیمات اولیه نرم افزاری

✓ در این قسمت واحدها را بر روی سیستم متریک تنظیم کرده و برای مدلسازی از حالت شبکه استفاده کرده ایم.

(۴-۱) مشخصات هندسه سازه‌ها

System Name
GLOBAL

Grid Lines

Quick Start...

X Grid Data

Grid ID	Spacing (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
A	5	Primary	Yes	End	
B	5	Primary	Yes	End	
C	5	Primary	Yes	End	
D	5	Primary	Yes	End	
E	0	Primary	Yes	End	

Add
Delete

Y Grid Data

Grid ID	Spacing (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
1	5	Primary	Yes	Start	
2	5	Primary	Yes	Start	
3	5	Primary	Yes	Start	
4	5	Primary	Yes	Start	
5	0	Primary	Yes	Start	

Add
Delete

Z Grid Data

Grid ID	Spacing (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc
Z1	3	Primary	Yes	End
Z2	3	Primary	Yes	End
Z3	3	Primary	Yes	End
Z4	3	Primary	Yes	End
Z5	0	Primary	Yes	End

Add
Delete

A
B
C
D
E

1
2
3
4
5

Display Grids as

☐ Ordinates
☒ Spacing

☐ Hide All Grid Lines
☐ Glue to Grid Lines

Bubble Size
1.0625

Reset to Default Color

Reorder Ordinates

OK
Cancel

مشخصات هندسه سازه

۵-۱) تعریف مصالح

برای سازه‌های بتن آرمه مصالح لازم بتن و میلگرد می‌باشد که مشخصات آن بصورت زیر می‌باشد.

➤ مشخصات بتن:

- وزن مخصوص بتن

۲۴۰۰	۳- بتن‌ها بتن با شن و ماسه معمولی
۲۵۰۰	بتن آرمه و بتن پیش تنیده با شن و ماسه معمولی
۱۷۵۰	بتن با سرباره کوره آهن گدازی
۶۰۰	بتن‌های سبک هوادار و گازی
۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع)	بتن با سنگ دانه سبک
۵۰۰ تا ۹۰۰ (بسته به نوع)	بتن اسفنجی
۱۷۰۰	بتن با خرده آجر
۱۳۰۰	بتن با پوکه معدنی و سیمان
۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع)	بتن با پوکه صنعتی و سیمان

وزن مخصوص بتن طبق پیوست ۱ مبحث ۶ ویرایش ۹۲

$$W_c = 2500 \text{ Kgf/m}^3$$

- مدول الاستیسیته بتن

۹-۳-۶ مدول الاستیسیته بتن، E_c

۹-۳-۶-۱ مدول الاستیسیته بتن را می‌توان از یکی از دو رابطه‌ی (۹-۳-۲-الف) و یا (۹-۳-۲-ب) محاسبه نمود:

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

$$E_c = 0.043w_c^{1.5}\sqrt{f'_c} \quad (۹-۳-۲-الف)$$

رابطه فوق برای بتن های معمولی با چگالی ۲۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، به صورت زیر نوشته می شود:

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \quad (۹-۳-۲-ب)$$

مدول الاستیسیته بتن طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c}$$

✓ در این تحقیق مقدار مقاومت فشاری بتن (f_c) را برابر ۲۵ مگاپاسکال در نظر خواهیم گرفت و مقدار جرم واحد حجم بتن (γ_c) را برابر ۲۵ کیلونیوتن بر متر مکعب در نظر خواهیم گرفت.

$$E_c = (4700\sqrt{25}) = 23500 \text{ Mpa}$$

✓ با توجه به اینکه ما در نرم افزار از سیستم واحد متریک استفاده کرده‌ایم لازم است مقدار فوق را به واحد کیلوگرم نیرو بر متر مربع تبدیل نمائیم که برای این منظور کفایت مقدار فوق را در عدد 10^5 ضرب نمائیم.

$$E_c \cong 23500 \text{ Mpa} = 23500 \times 10^5 \text{ Kg f/m}^2 = 2.35 \times 10^9 \text{ Kg f/m}^2$$

- نسبت پواسون

۹-۳-۷ ضریب پواسون بتن، ۷

۹-۳-۷-۱ در بتن معمولی، ضریب پواسون را میتوان یا برابر با ۰/۲ فرض نمود؛ و یا مقدار آن را از طریق آزمایش‌های معتبر به دست آورد.

نسبت پواسون بتن طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

$$U = \nu = 0.2$$

- ضریب انبساط حرارتی

۹-۳-۸ ضریب انبساط حرارتی بتن

۹-۳-۸-۱ در بتن‌های معمولی، ضریب انبساط حرارتی را میتوان با توجه به نوع سنگ دانه‌ها و با تقریب ۲۰ درصد برابر با 10×10^{-6} در هر درجه‌ی سلسیوس منظور نمود.

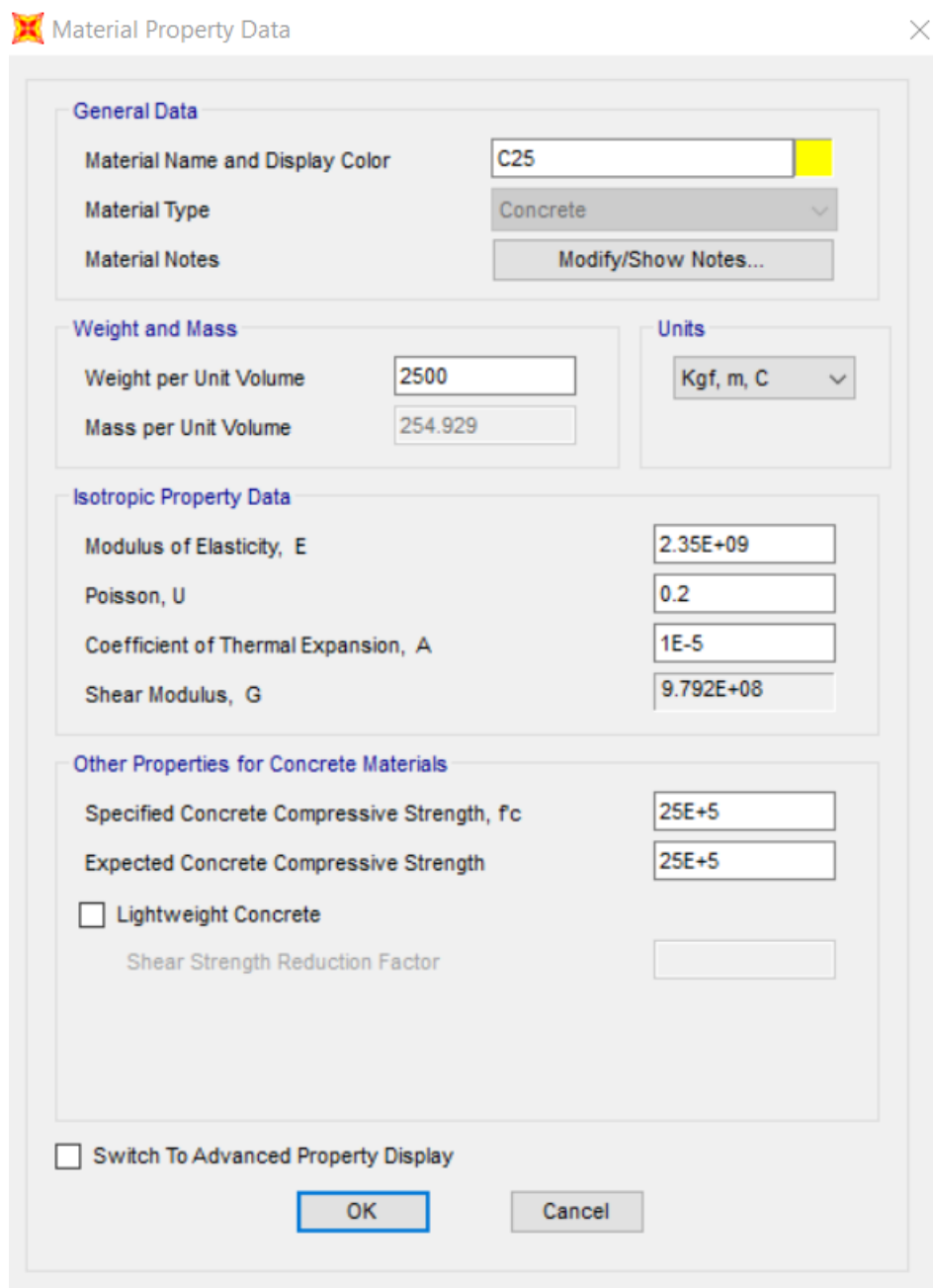
ضریب انبساط حرارتی بتن طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

$$A = 10 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$$

- مقاومت فشاری بتن

مقاومت فشاری بتن را برابر ۲۵ مگاپاسکال در نظر گرفته‌ایم.

$$f_c = 25 \text{ Mpa} = 25 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2$$

The image shows a 'Material Property Data' dialog box from the SAP2000 software. It is organized into several sections: 'General Data' with fields for material name (C25), type (Concrete), and notes; 'Weight and Mass' with unit volume and mass per unit volume fields; 'Isotropic Property Data' with modulus of elasticity, Poisson's ratio, thermal expansion coefficient, and shear modulus; and 'Other Properties for Concrete Materials' with compressive strength fields and a checkbox for lightweight concrete. At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' and 'OK'/'Cancel' buttons.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: C25

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2500

Mass per Unit Volume: 254.929

Units

Kgf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2.35E+09

Poisson, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1E-5

Shear Modulus, G: 9.792E+08

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 25E+5

Expected Concrete Compressive Strength: 25E+5

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

تعریف بتن در نرم افزار SAP2000

➤ مشخصات فولاد

- وزن مخصوص

شرح	جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱- فلزات	
آلومینیم	۲۷۰۰
آهن خام خاکستری	۷۲۰۰
آهن خام سفید	۷۷۰۰
چدن	۷۲۰۰
فولاد نرم	۷۸۵۰
سرب	۱۱۴۰۰
مس	۸۹۰۰
برنز	۸۵۰۰
روی	۷۲۰۰

وزن مخصوص فولاد نرم طبق پیوست ۱ مبحث ۶ ویرایش ۹۸

$$W_{Rebar} = 7850 \text{ Kgf/m}^3$$

- مدول الاستیسیته فولاد

مدول الاستیسیته فولاد

$$E_c \cong 2 \times 10^5 \text{ Mpa} = 2 \times 10^{10} \text{ Kgf/m}^2$$

- ضریب انبساط حرارتی

۱۰-۲-۱-۶ انبساط و انقباض

برای تأمین شرایط بهره‌برداری مناسب، در محاسبه و طراحی سازه باید اثرات تغییرات دما به نحو موثری مورد توجه قرار گیرد. خرابی پوشش‌های نمای ساختمان می‌تواند ناشی از نفوذ آب بوده و به هوازدگی منتهی شود. در محاسبات، ضریب انبساط و انقباض حرارتی فولاد برابر $10^{-6} \times 12$ به ازای هر درجه سلسیوس در نظر گرفته می‌شود.

ضریب انبساط حرارتی

$$ST37 \begin{cases} F_y = 240 \text{ Mpa} = 240 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \\ F_u = 370 \text{ Mpa} = 370 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \end{cases}$$

۱۰-۳-۲-۳ ضریب R_y تولیدات فولاد

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

$$R_y = \frac{F_{ye}}{F_y} \quad (10-3-2-1)$$

که در آن:

F_y = تنش تسلیم تعیین شده فولاد

F_{ye} = تنش تسلیم مورد انتظار فولاد

مفهوم ضریب R_y طبق مبحث ۱۰ ویرایش ۹۲

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

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

R_y	نوع محصول
۱/۲۵	مقاطع لوله‌ای و قوطی‌شکل نوردشده
۱/۲۰	سایر مقاطع نوردشده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری
۱/۱۵	مقاطع ساخته‌شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها

General Data

Material Name and Display Color

Material Type

Material Grade

Material Notes

Weight and Mass

Weight per Unit Volume

Mass per Unit Volume

Units

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E

Poisson, U

Coefficient Of Thermal Expansion, A

Shear Modulus, G

Other Properties For Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy

Minimum Tensile Stress, Fu

Expected Yield Stress, Fye

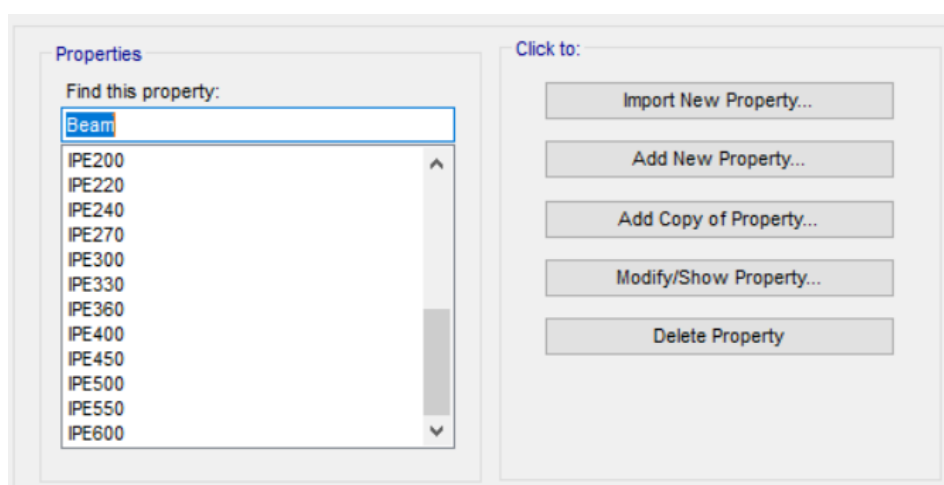
Expected Tensile Stress, Fue

☐ Switch To Advanced Property Display

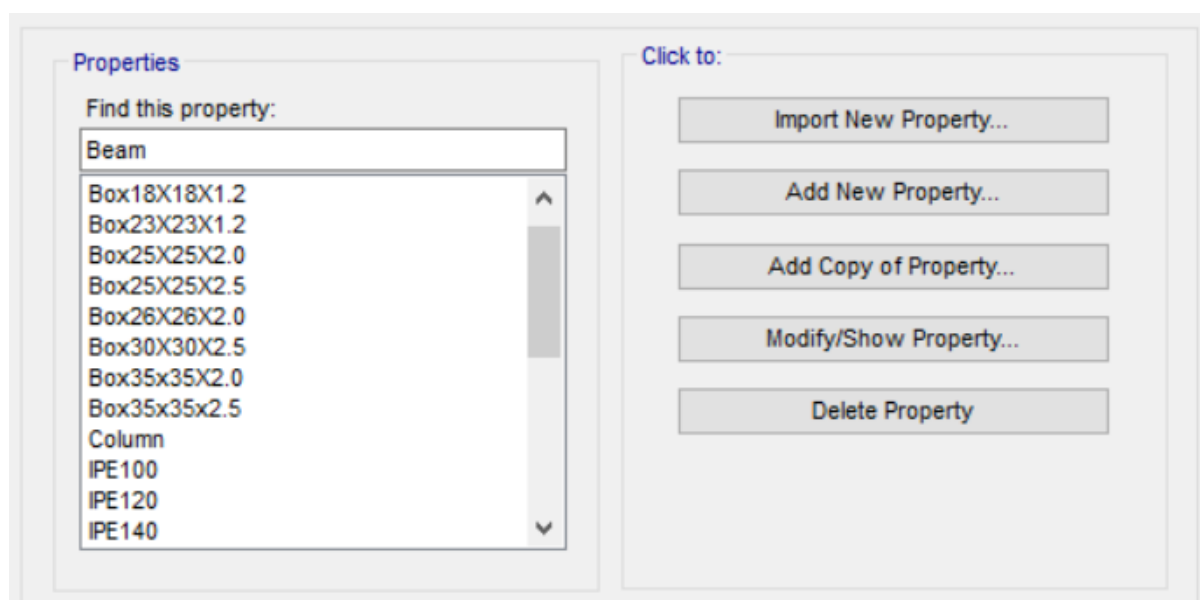
تعریف فولاد در نرم افزار SAP2000

۶-۱) تعریف مقاطع

با توجه به اینکه سیستم سازه‌ای مورد استفاده قاب خمشی می‌باشد نیاز به تعریف تیر و ستون در نرم افزار داریم که با توجه به اینکه نمی‌دانیم کدام مقاطع در طراحی جواب دهند یکسری مقاطع بعنوان پیش فرض تعریف نموده و سپس طراحی خواهیم نمود تا مقاطع نهایی سازی شوند و در قسمت زیر جزئیات تعریف یک نمونه تیر و یک نمونه ستون آورده شده است.



ابعاد تیر



ابعاد ستون

۷-۱) تعریف بارها

با توجه به اینکه طرح تحقیقی می‌باشد برای بارگذاری از بارهای مرده، زنده و زلزله استفاده خواهیم نمود و از سایر بارها نظیر بارهای برف، باد، زنده کاهش یافته، تیغه بندی و ... صرف نظر خواهیم نمود.

بارهای مرده برای سقف‌ها و دیوارهای پیرامونی لازم است که مقدار یک متر مربع آن با توجه به عرض دتایل‌های موجود برای سقف برابر ۷۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و برای دیوارها ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته خواهد شد.

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
NLX	Notional	0	Auto
DEAD	Dead	1	
Live	Live	0	
EX	Quake	0	User Coefficient
EY	Quake	0	User Coefficient
NDX	Notional	0	Auto
NLX	Notional	0	Auto

الگوهای بار تعریف شده

Load Case Name	Load Case Type
DEAD	Linear Static
MODAL	Modal
Live	Linear Static
EX	Linear Static
EY	Linear Static
EX+0.3EY	Linear Static
EX-0.3EY	Linear Static
EY+0.3EX	Linear Static
EY-0.3EX	Linear Static
NDX	Linear Static
NLX	Linear Static

الگوهای بار تعریف شده

- مقدار ضریب زلزله (C) و ضریب توزیع برش پایه (K)

محاسبه ضریب زلزله در جهت X

نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل	مرکز جمعیتی		استان
	▼	تبریز	▼
	منطقه ۱		پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد
ضریب اهمیت ساختمان	▼		ساختمان با اهمیت متوسط
	A = 0.35		I = 1.0

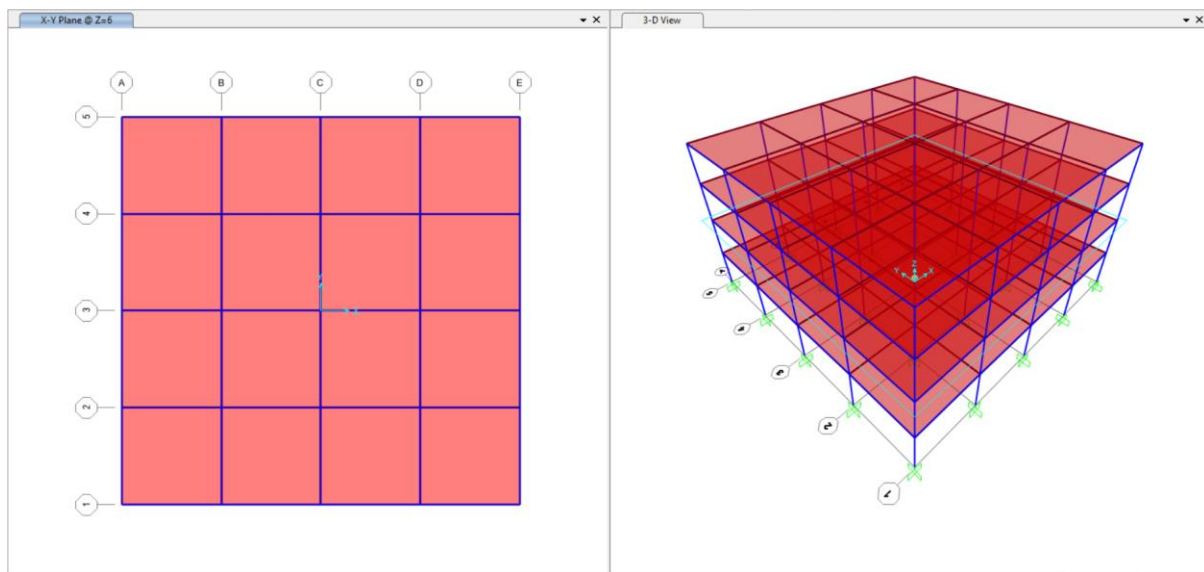
ضریب رفتار سازه			
سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی		R_u
قاب خمشی	قاب خمشی فولادی ویژه		7.5
$H_m = 200 \text{ m}$		$C_d = 5.5$	$\Omega_0 = 3$

ضریب بازتاب سازه B				
ارتفاع ساختمان از تراز پایه $H =$		12 m	نوع زمین	II
سازه میانقاب دارد؟	خیر	نوع سیستم		قاب خمشی فولادی
$T_0 =$	0.1	زمان تناوب اصلی با استفاده از روابط تجربی		$T = 0.08 \times H^{0.75} \times (1) = 0.516$
$T_s =$	0.5			
$S =$	1.5	$T = \text{Min (تحلیلی، ۱.۲۵ تجربی)} = 0.645$		$B = B_1 N = 1.9949$
$S_0 =$	1			
ضریب اصلاح طیف		$N = 0.7 / (4 - TS) * (T - TS) + 1 =$	1.029	
ضریب شکل طیف		$BI = (S + I) / (Ts / T) =$	1.939	

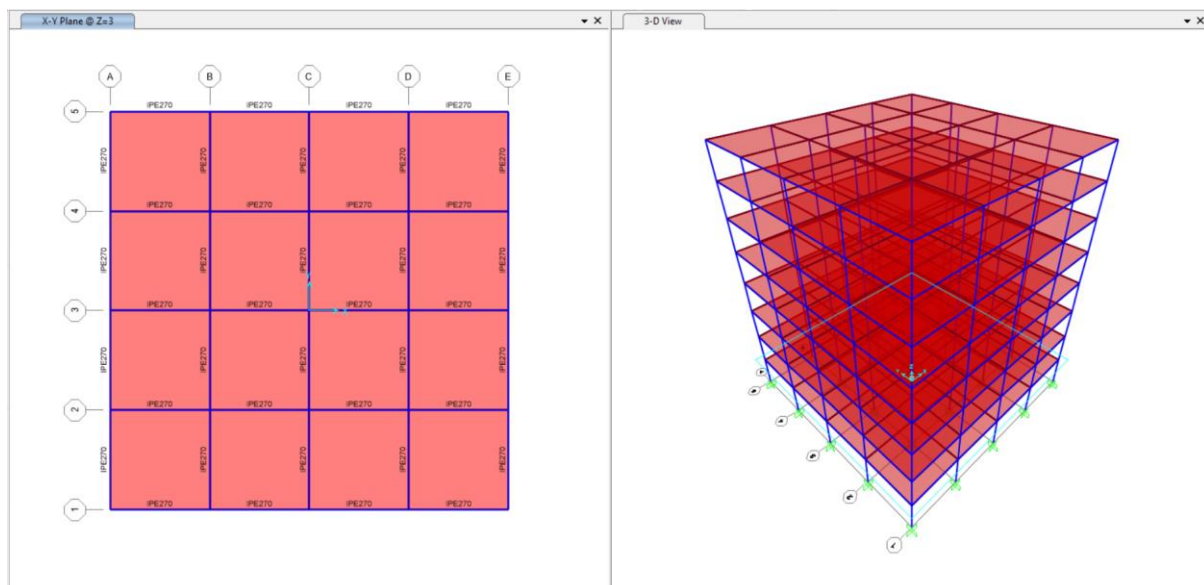
$$C_x = \frac{A \times B \times I}{R_u} \Rightarrow C_x = 0.0931$$

ضریب زلزله و ضریب توزیع برش پایه سازه ۴ طبقه

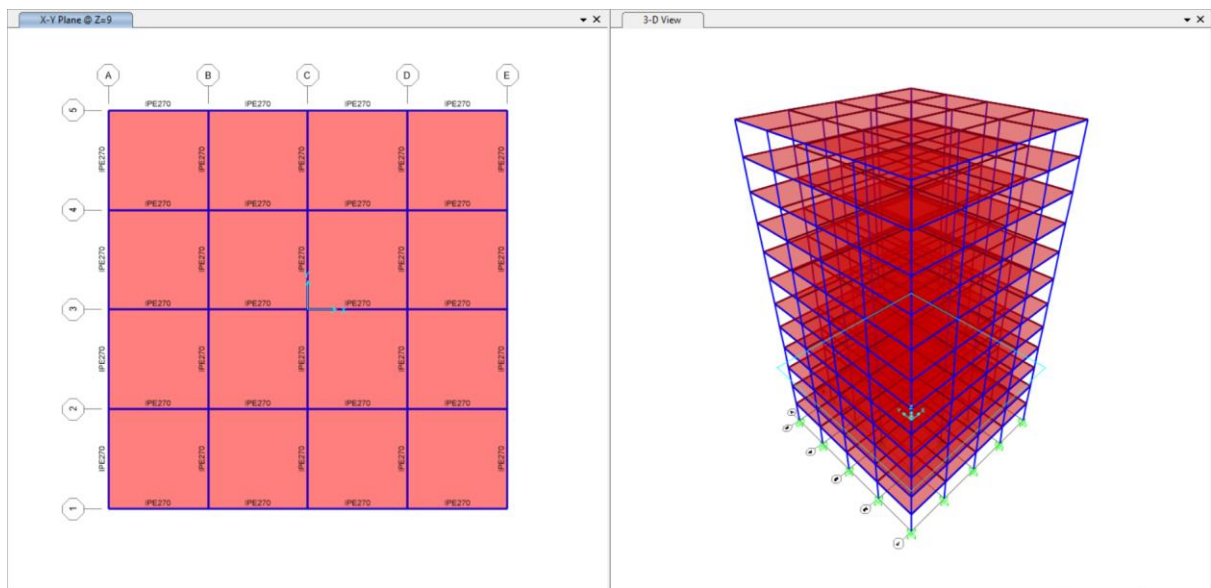
۸-۱) مدل سازی سازه



سازه ۴ طبقه قاب خمشی



سازه ۸ طبقه قاب خمشی



سازه ۱۲ طبقه قاب خمشی