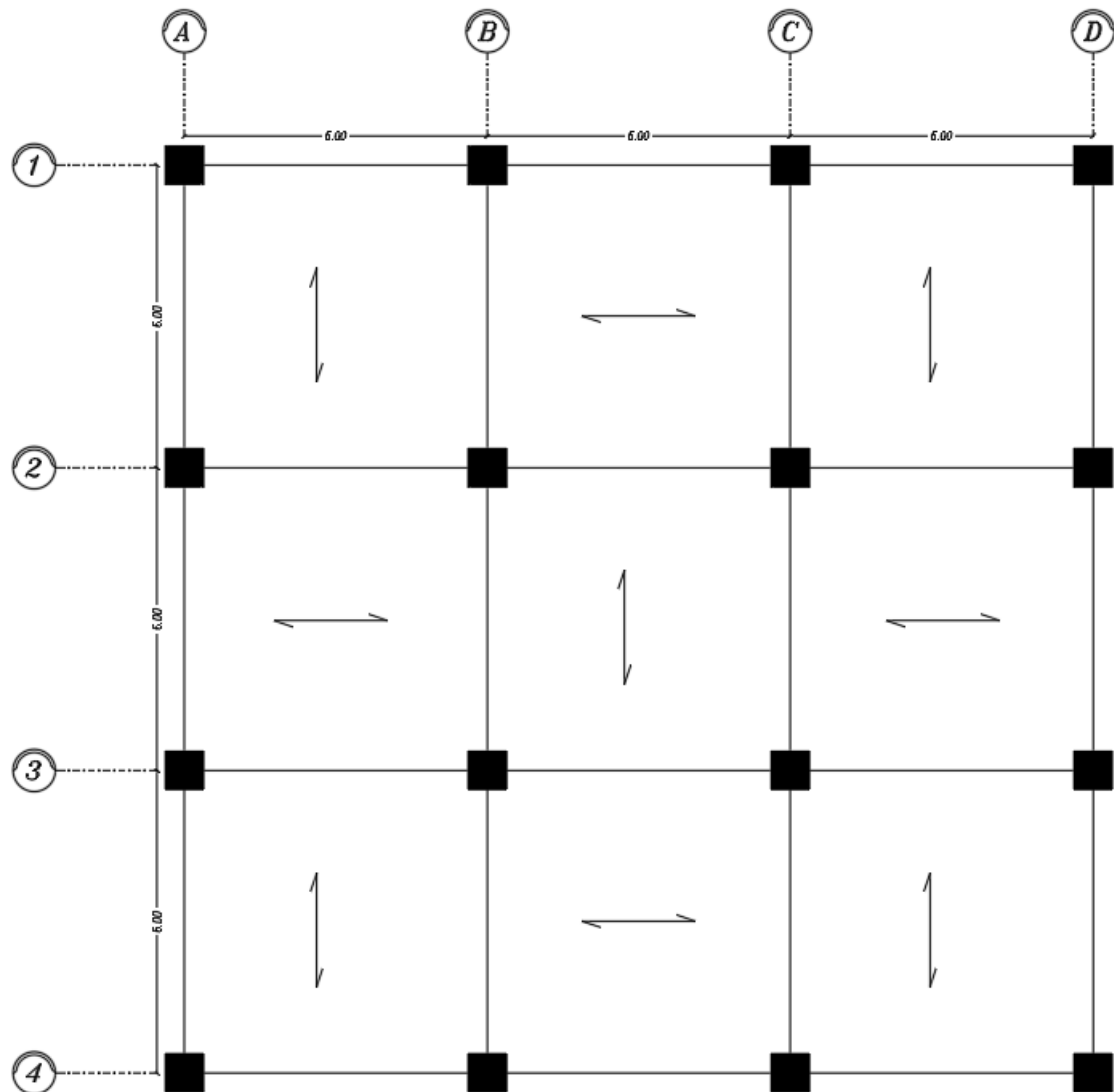


۱) تهیه مدل‌های اولیه با استفاده از نرم افزار SAP2000

۱-۱) کلیات مدلسازی

- تعداد طبقه: ۱ پیلوت بعلاوه ۲ طبقه
- تعداد دهانه: ۳
- طول دهانه: ۶ متر
- ارتفاع طبقات: ۳/۲ متر
- شهر: تبریز
- کاربری: مسکونی
- نوع زمین: II
- سیستم باربر ثقلی: تیرچه و بلوک
- سیستم باربر جانبی: قاب خمشی با شکل پذیری متوسط

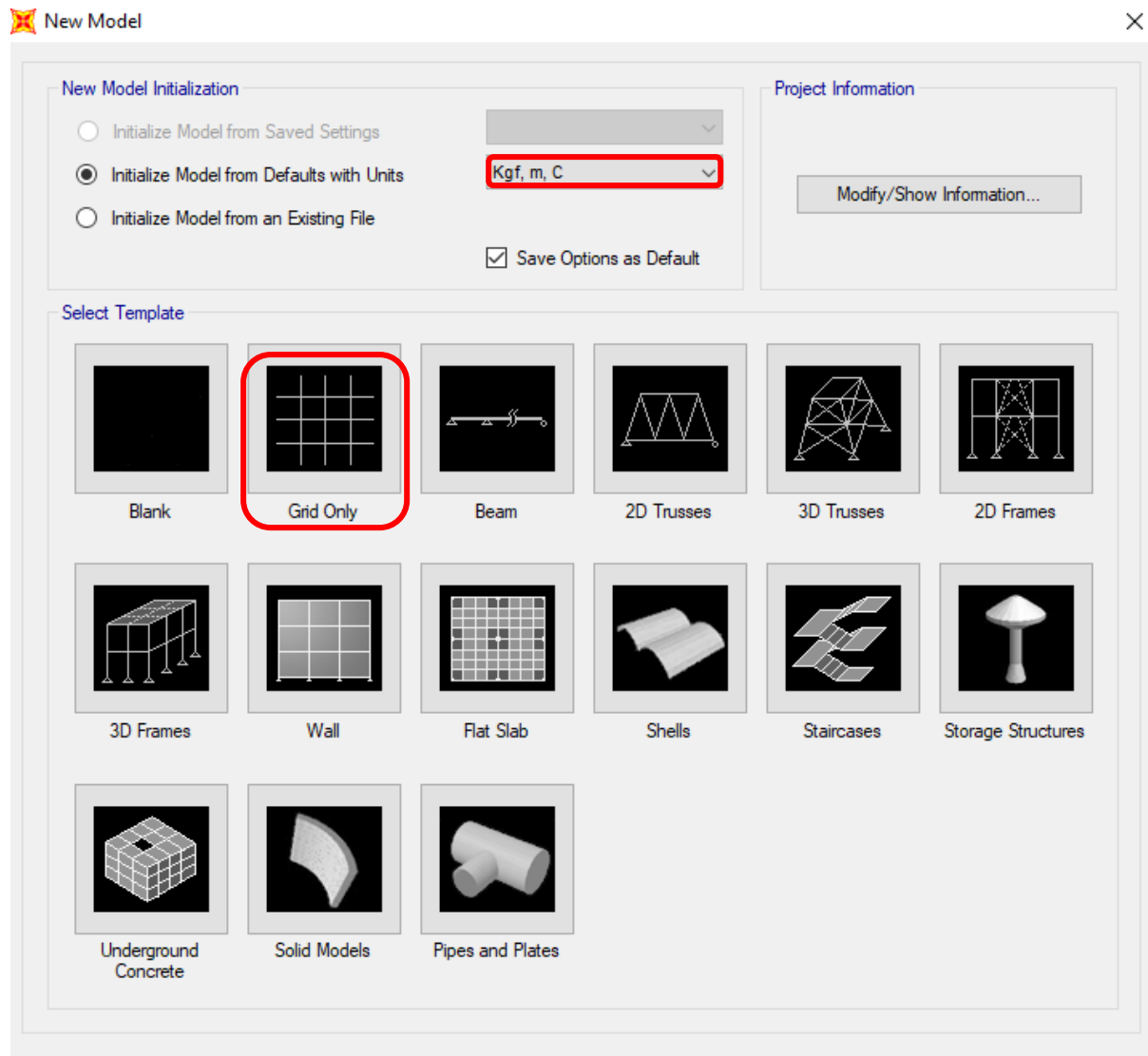
۲-۱) پلان سازه‌ها



شکل ۱، پلان سازه‌ها

✓ پلان سازه منظم در نظر گرفته شده و تعداد دهانه‌ها نیز ۳ دهانه بوده و طول هر دهانه برابر ۶ متر می‌باشد و جهت تیرچه ریزی نیز بصورت شطرنجی در نظر گرفته شده است.

۳-۱) تنظیمات اولیه مدلسازی در نرم افزار



شکل ۲، تنظیمات اولیه نرم افزاری

✓ در این قسمت واحدها را بر روی سیستم متریک تنظیم کرده و برای مدلسازی از حالت شبکه‌ای (Grid) استفاده کرده‌ایم.

۴-۱) مشخصات هندسه سازه‌ها

Quick Grid Lines

Cartesian Cylindrical

Coordinate System Name
GLOBAL

Number of Grid Lines

X direction 4

Y direction 4

Z direction 4

Grid Spacing

X direction 6.

Y direction 6.

Z direction 3.2

First Grid Line Location

X direction 0.

Y direction 0.

Z direction 0.

OK Cancel

تعداد گرید در جهت X

تعداد گرید در جهت Y

تعداد طبقات

فاصل گرید در جهت X

فاصل گرید در جهت Y

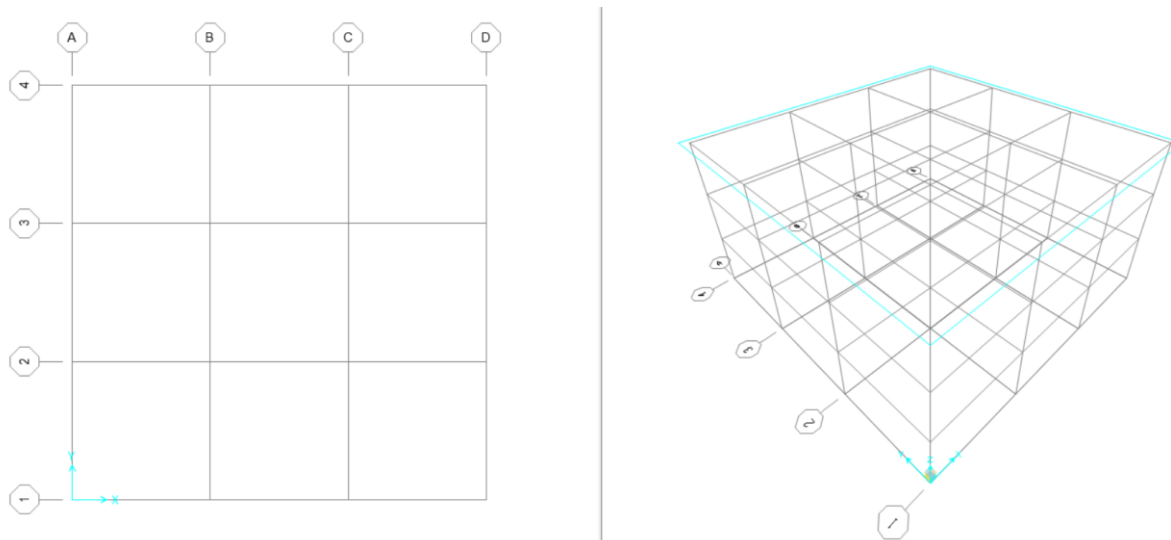
ارتفاع طبقات

شکل ۳، مشخصات هندسه سازه

✓ با توجه به اینکه در نرم افزار SAP2000 مبنا طبقات مشخص شود طبقه Base نیز بایستی در تعداد

طبقات لحاظ شود چون قرار است سازه ما ۳ طبقه می‌باشد در قسمت Z direction قسمت Number

of Grid Lines عدد ۴ را وارد می‌کنیم.



شکل ۴، ساخت هندسه سازه ۳ طبقه

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

شکل ۵، وزن مخصوص بتن طبق پیوست ۱ مبحث ۶ ویرایش ۹۲

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

- 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:

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

شکل ۶، 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

۷-۳-۹ ضریب پواسون بتن، ۷

۱-۷-۳-۹ 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.

شکل ۷، نسبت پواسون بتن طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۲

$$U = \nu = 0.2$$

- ضریب انبساط حرارتی

۸-۳-۹ ضریب انبساط حرارتی بتن

۱-۸-۳-۹ 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.

شکل ۸، ضریب انبساط حرارتی بتن طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۲

$$A = 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$$

- مقاومت فشاری بتن

مقاومت فشاری بتن را برابر ۲۵ مگاپاسکال در نظر گرفته‌ایم.

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

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

شکل ۹، تعریف بتن در نرم افزار SAP2000

➤ مشخصات میلگرد

- 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

شکل ۱۰، وزن مخصوص فولاد نرم طبق پیوست ۱ مبحث ۶ ویرایش ۹۲

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

- مدول الاستیسیته میلگرد

۴-۸-۴-۹ مدول الاستیسیته، E_s ، برای آرماتورها برابر با ۲۰۰۰۰۰ مگاپاسکال است.

شکل ۱۱، مدول الاستیسیته فولاد (میلگرد) طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۲

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

- ضریب انبساط حرارتی

۱۰-۲-۱۰-۶ 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.

شکل ۱۲، ضریب انبساط حرارتی فولاد (میلگرد) طبق مبحث ۱۰ ویرایش ۹۲

- مشخصات مربوط به مقاومت میلگرد

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

شکل ۱۳، رده بندی میلگردهای مصرفی ساختمان طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

✓ طبق توضیحات مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۲ از میلگردهای S240 فقط می‌توان بعنوان دورپیچ در ستون‌های دایره‌ای استفاده نمود و در بقیه موارد استفاده از این میلگرد ممنوع می‌باشد و میلگرد S500 نیز میلگردهای پرمقاومت بوده و در موارد خاصی معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد پس ما عمدتاً از دو نوع میلگردهای S340 و S400 استفاده خواهیم نمود که از میلگرد S340 بهتر است بعنوان خاموت یا میلگرد عرضی استفاده شود و میلگرد S400 نیز بعنوان میلگرد طولی در طراحی مورد استفاده قرار گیرد.

$$S340 \begin{cases} F_y = 340 \text{ Mpa} = 340 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \\ F_u = 500 \text{ Mpa} = 500 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \end{cases}$$

$$S400 \begin{cases} F_y = 400 \text{ Mpa} = 400 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \\ F_u = 600 \text{ Mpa} = 600 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \end{cases}$$

✓ در تعریف میلگرد در نرم افزار دو پارامتر دیگر بنام مقاومت تسلیم مورد انتظار و مقاومت گسیختگی مورد انتظار نیز موجود است که این پارامتر در سازه‌های بتنی هنگامی که از قاب خمشی ویژه استفاده می‌شود از ضریب R_y در روابط استفاده می‌کنیم (برای محاسبه M_{pr} و V_{pr} در طراحی چشمه اتصال کاربرد دارند که نرم افزار بصورت خودکار از آنها استفاده می‌نماید).

۱۰-۳-۲-۳ ضریب R_y تولیدات فولاد

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

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

که در آن:

F_y = تنش تسلیم تعیین شده فولاد

F_{ye} = تنش تسلیم مورد انتظار فولاد

شکل ۱۴، 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 ۱۰-۳-۲-۱ در نظر گرفته شود.

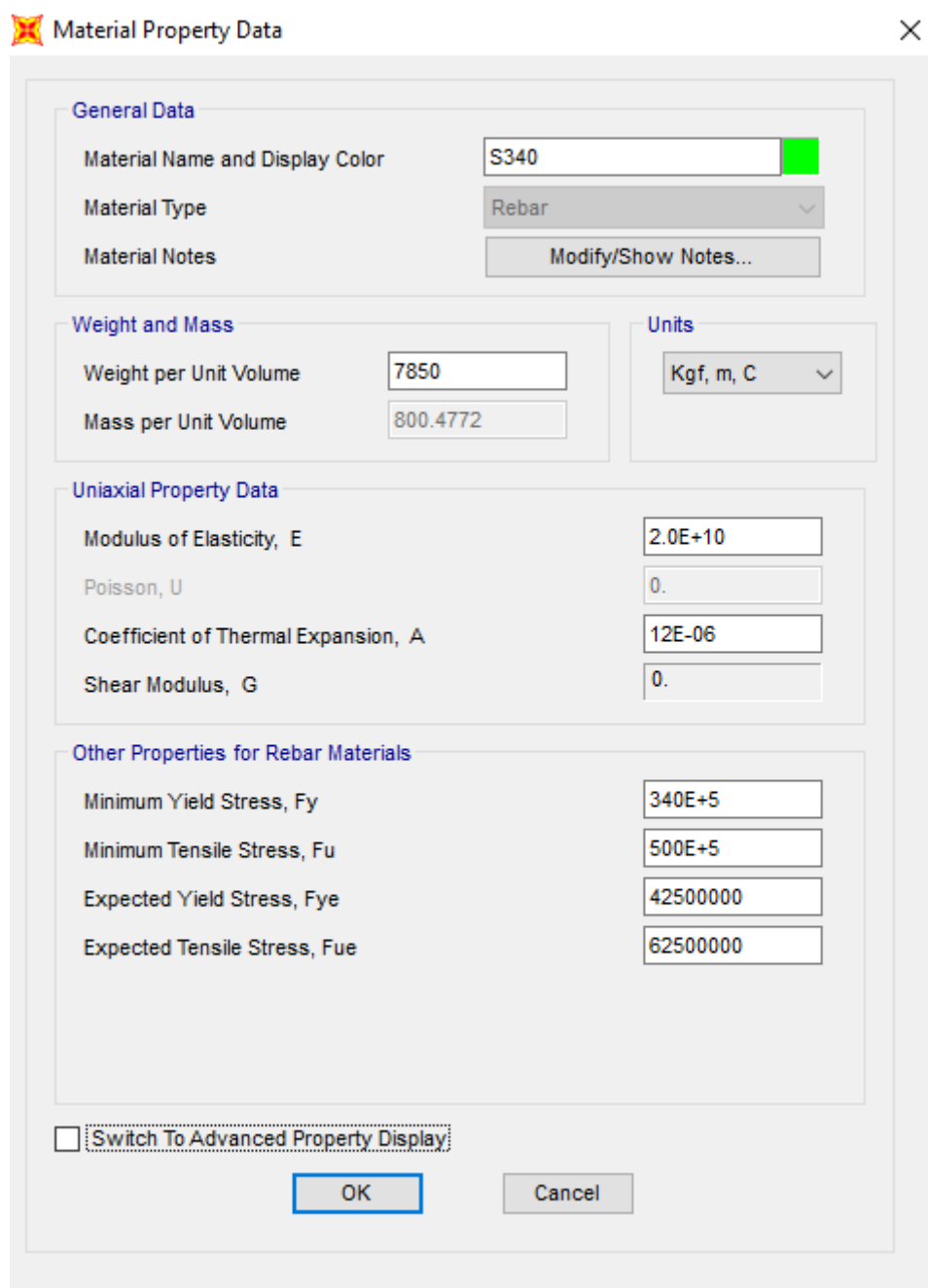
جدول ۱۰-۳-۲-۱ مقادیر R_y برای انواع تولیدات فولاد

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

شکل ۱۵، مقدار ضریب R_y طبق مبحث ۱۰ ویرایش ۹۲

$$S340 \begin{cases} F_{ye} = R_y F_y = 1.25 \times 340 \text{ Mpa} = 1.25 \times 340 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \\ F_{ue} = R_y F_u = 1.25 \times 400 \text{ Mpa} = 1.25 \times 400 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \end{cases}$$

$$S400 \begin{cases} F_{ye} = R_y F_y = 1.25 \times 400 \text{ Mpa} = 1.25 \times 400 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \\ F_{ue} = R_y F_u = 1.25 \times 600 \text{ Mpa} = 1.25 \times 600 \times 10^5 \text{ Kgf/m}^2 \end{cases}$$

The image shows a 'Material Property Data' dialog box in SAP2000. It has a title bar with a red 'X' icon and a close button. The dialog is divided into several sections: 'General Data' with fields for 'Material Name and Display Color' (S340), 'Material Type' (Rebar), and 'Material Notes' (Modify/Show Notes...); 'Weight and Mass' with 'Weight per Unit Volume' (7850) and 'Mass per Unit Volume' (800.4772); 'Units' with a dropdown set to 'Kgf, m, C'; 'Uniaxial Property Data' with 'Modulus of Elasticity, E' (2.0E+10), 'Poisson, U' (0.), 'Coefficient of Thermal Expansion, A' (12E-06), and 'Shear Modulus, G' (0.); and 'Other Properties for Rebar Materials' with 'Minimum Yield Stress, Fy' (340E+5), 'Minimum Tensile Stress, Fu' (500E+5), 'Expected Yield Stress, Fye' (42500000), and 'Expected Tensile Stress, Fue' (62500000). At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: S340

Material Type: Rebar

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7850

Mass per Unit Volume: 800.4772

Units

Units: Kgf, m, C

Uniaxial Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2.0E+10

Poisson, U: 0.

Coefficient of Thermal Expansion, A: 12E-06

Shear Modulus, G: 0.

Other Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 340E+5

Minimum Tensile Stress, Fu: 500E+5

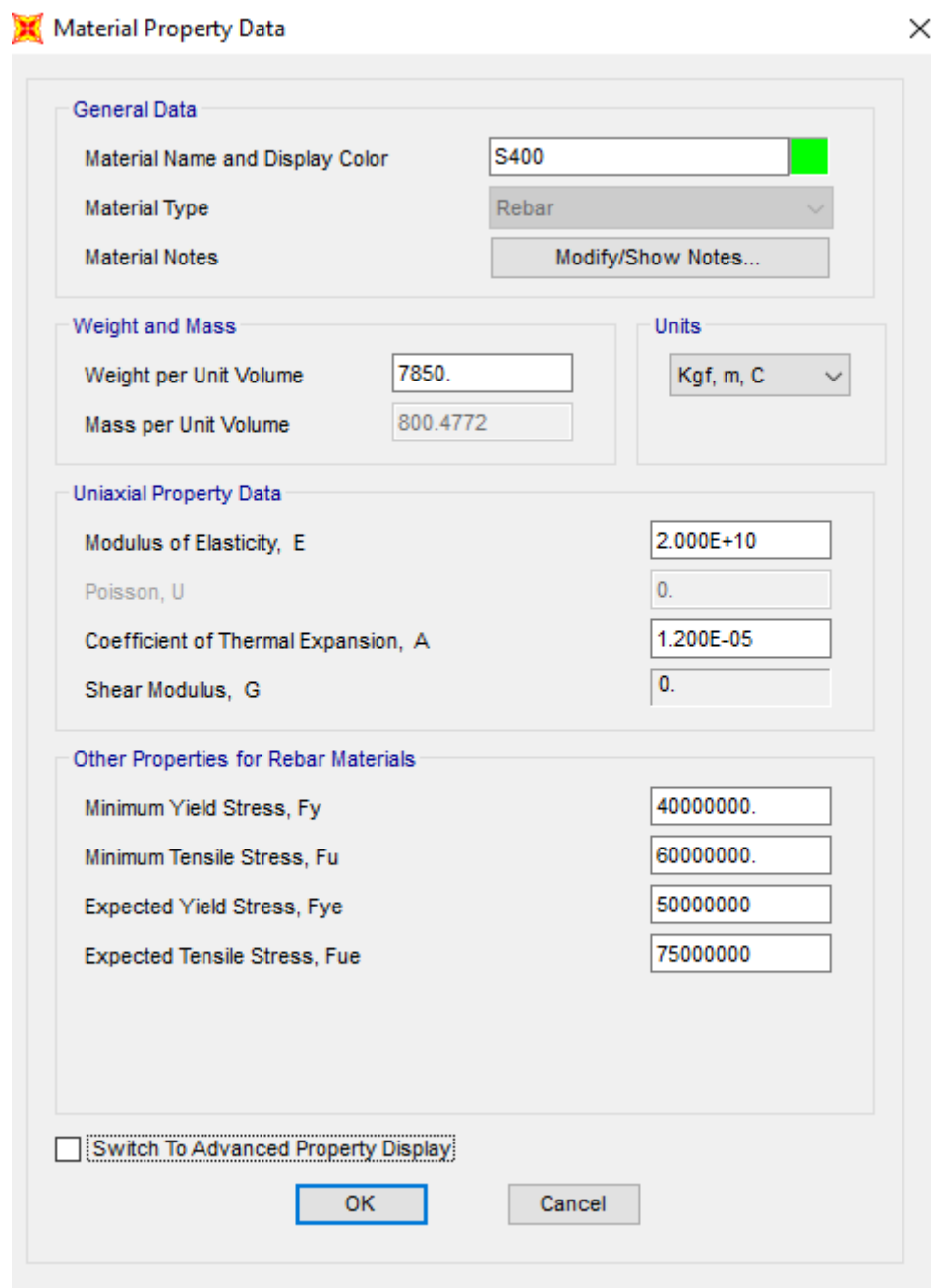
Expected Yield Stress, Fye: 42500000

Expected Tensile Stress, Fue: 62500000

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

شکل ۱۶، تعریف میلگرد S340 در نرم افزار SAP2000

The image shows a 'Material Property Data' dialog box with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections: 'General Data' at the top, followed by 'Weight and Mass' and 'Units' on the left and right respectively, then 'Uniaxial Property Data', and finally 'Other Properties for Rebar Materials' at the bottom. Each section contains specific input fields for material properties. At the very bottom, there is a checkbox labeled 'Switch To Advanced Property Display' and two buttons, 'OK' and 'Cancel'.

General Data	
Material Name and Display Color	S400
Material Type	Rebar
Material Notes	Modify/Show Notes...

Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	7850.
Mass per Unit Volume	800.4772

Units	
	Kgf, m, C

Uniaxial Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2.000E+10
Poisson, U	0.
Coefficient of Thermal Expansion, A	1.200E-05
Shear Modulus, G	0.

Other Properties for Rebar Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	40000000.
Minimum Tensile Stress, Fu	60000000.
Expected Yield Stress, Fye	50000000
Expected Tensile Stress, Fue	75000000

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

شکل ۱۷، تعریف میلگرد S400 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.

Rectangular Section

Section Name: B40X30 Display Color: [Red]

Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions:

- Depth (t3): 0.4
- Width (t2): 0.3

Material: [C25]

Property Modifiers: Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

Section: [Diagram showing a rectangular section with dimensions 0.4 and 0.3]

Properties: Section Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

شکل ۱۸، ابعاد تیر

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars: + S400

Confinement Bars (Ties): + S340

Design Type

☐ Column (P-M2-M3 Design)

☒ Beam (M3 Design Only)

Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center

Top: 0.07

Bottom: 0.07

Reinforcement Overrides for Ductile Beams

	Left	Right
Top	0.	0.
Bottom	0.	0.

OK Cancel

شکل ۱۹، تعیین نوع آرماتورها و پوشش روی بتن (کاور)

✓ برای اینکه کاور را وارد نمائیم نرم افزار برای تیرها مقدار کاور را از مرکز میلگرد از ما می‌خواهد بنابراین برای تعیین مقدار آن بایستی مقدار کاور خالص طبق مبحث نهم را بعلاوه قطر خاموت و نصف قطر آرماتور طولی نمائیم.

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

شرایط محیطی سازه‌ی بتنی	نوع عضو	میلگردها	پوشش روی میلگردها، میلی‌متر
بتن در تماس دائم با خاک است.	کلیه‌ی اعضا	کلیه‌ی میلگردها	۷۵
بتن در تماس با هوا و یا تماس غیر دائم با خاک است.	کلیه‌ی اعضا	میلگردهای به قطر ۱۸ تا ۵۸ میلی‌متر	۵۰
		میلگردها و سیم‌های به قطر ۱۶ میلی‌متر و کمتر	۴۰
بتن در تماس با هوا و یا خاک نیست.	دال‌ها، تیرچه‌ها و دیوارها	میلگردهای بزرگتر از قطر ۳۶ میلیمتر	۴۰
		میلگردهای قطر ۳۴ میلی‌متر و نازک‌تر	۲۰
	تیرها، ستون‌ها، ستون پایه‌ها و اعضای کششی	آرماتورهای طولی، خاموت‌ها، بست‌ها، دورپیچ‌ها و تنگ‌ها	۴۰

شکل ۲۰، مقدار کاور خالص طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

✖

Rectangular Section

✕

Section Name

C40X40-12T16

Display Color

Section Notes

Modify/Show Notes...

Dimensions

Depth (t3)

0.4

Width (t2)

0.4

Material

+

C25

▼

Property Modifiers

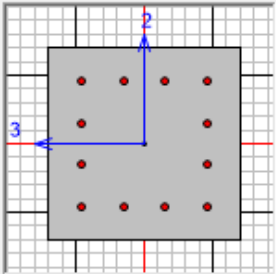
Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

OK

Cancel

Section

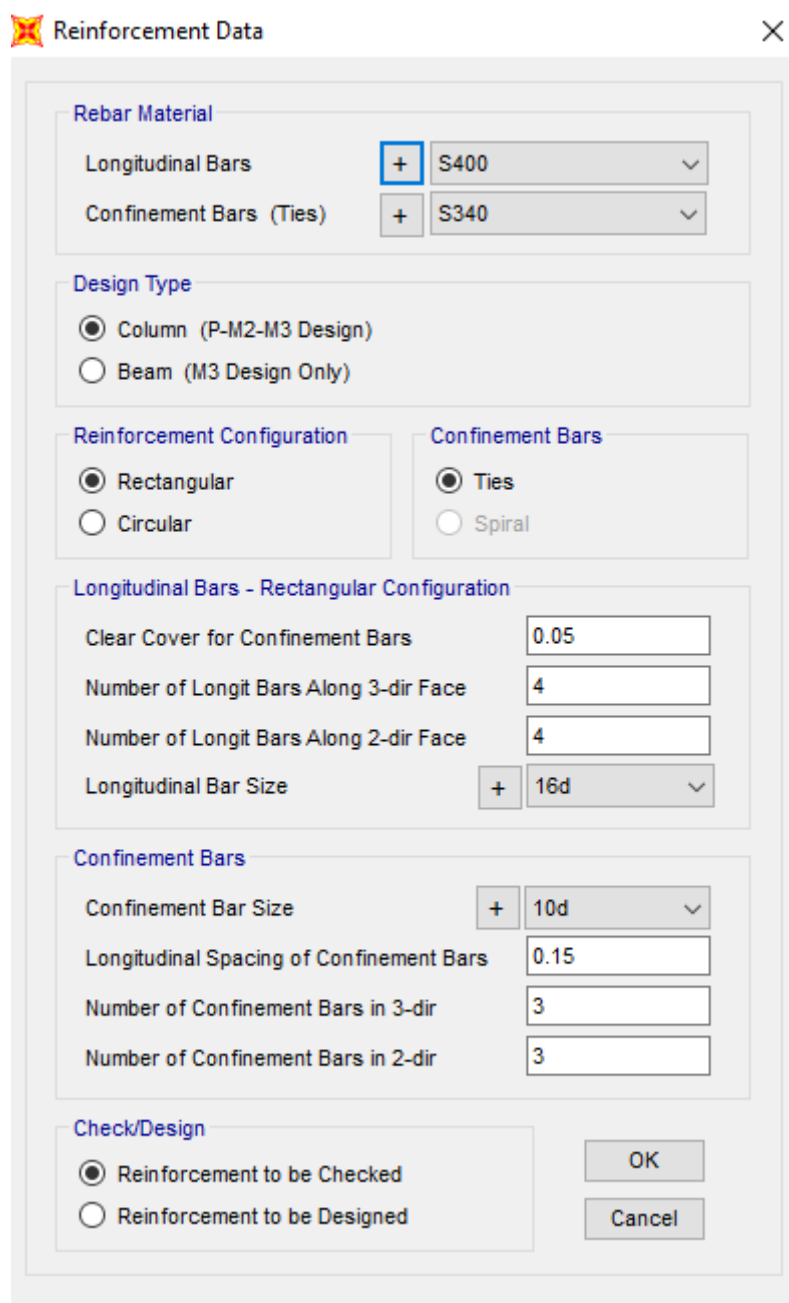


Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

شكل ٢١، ابعاد ستون

 Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars S400

Confinement Bars (Ties) S340

Design Type

☒ Column (P-M2-M3 Design)

☐ Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular

☐ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spiral

Longitudinal Bars - Rectangular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars

Number of Longit Bars Along 3-dir Face

Number of Longit Bars Along 2-dir Face

Longitudinal Bar Size 16d

Confinement Bars

Confinement Bar Size 10d

Longitudinal Spacing of Confinement Bars

Number of Confinement Bars in 3-dir

Number of Confinement Bars in 2-dir

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked

☐ Reinforcement to be Designed

شکل ۲۲، آرماتورگذاری ستون

نکته: با توجه به اینکه سقف انتخابی از نوع تیرچه و بلوک می باشد امکان مدلسازی این سقف در نرم افزار SAP2000 وجود ندارد و در بخش بارگذاری بارهای وارده به تیرها را به نسبت عرض بارگیر آنها روی تیرها اعمال خواهیم نمود.

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 ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و برای دیوارها ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته خواهد شد.

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

شکل ۲۳، الگوهای بار تعریف شده

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

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

ضریب رفتار سازه			
سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی		R_u
قاب خمشی	قاب خمشی بتن آرمه متوسط		5
	$H_m = ۳۵ \text{ m}$	$C_d = ۴.۵$	$\Omega_0 = ۳$

B ضریب بازتاب سازه				
ارتفاع ساختمان از تراز پایه $H =$		9.6 m	نوع زمین	II
سازه میانقاب دارد؟		خیر	نوع سیستم	قاب خمشی بتنی
$T_0 =$	0.1		زمان تناوب اصلی با استفاده از روابط تجربی	$T=0.05 \times H^{0.9} \times (1) = 0.383$
$T_s =$	0.5			
$S =$	1.5		$T = \text{Min (تحلیلی، ۱.۲۵ تجربی)} = 0.479$	
$S_0 =$	1			
T_{ETABS}	زمان تناوب نرم افزار	2.00		
ضریب اصلاح طیف		$N=I=$	1.000	$B = B_1 N = 2.5$
ضریب شکل طیف		$BI=I+S=$	2.500	

$C_{min} = 0.12 AI =$	0.0420	$K=I=$	1.000
$C_{DRIFT} =$	0.0569	$K_{DRIFT} =$	1.750

$$C_x = \frac{A \times B \times I}{R_u} \Rightarrow C_x = 0.1750$$

شکل ۲۴، ضریب زلزله و ضریب توزیع برش پایه سازه ۵ طبقه

User Defined Seismic Load Pattern

Load Direction and Diaphragm Eccentricity

☒ Global X Direction

☐ Global Y Direction

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Diaph. Eccen.

Other Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height exp., K

Lateral Load Elevation Range

☒ Program Calculated

☐ User Specified

Max Z

Min Z

شکل ۲۵، وارد کردن ضریب زلزله و ضریب توزیع برش پایه در جهت X در نرم افزار

User Defined Seismic Load Pattern

Load Direction and Diaphragm Eccentricity

☐ Global X Direction

☒ Global Y Direction

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Diaph. Eccen.

Other Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height exp., K

Lateral Load Elevation Range

☒ Program Calculated

☐ User Specified

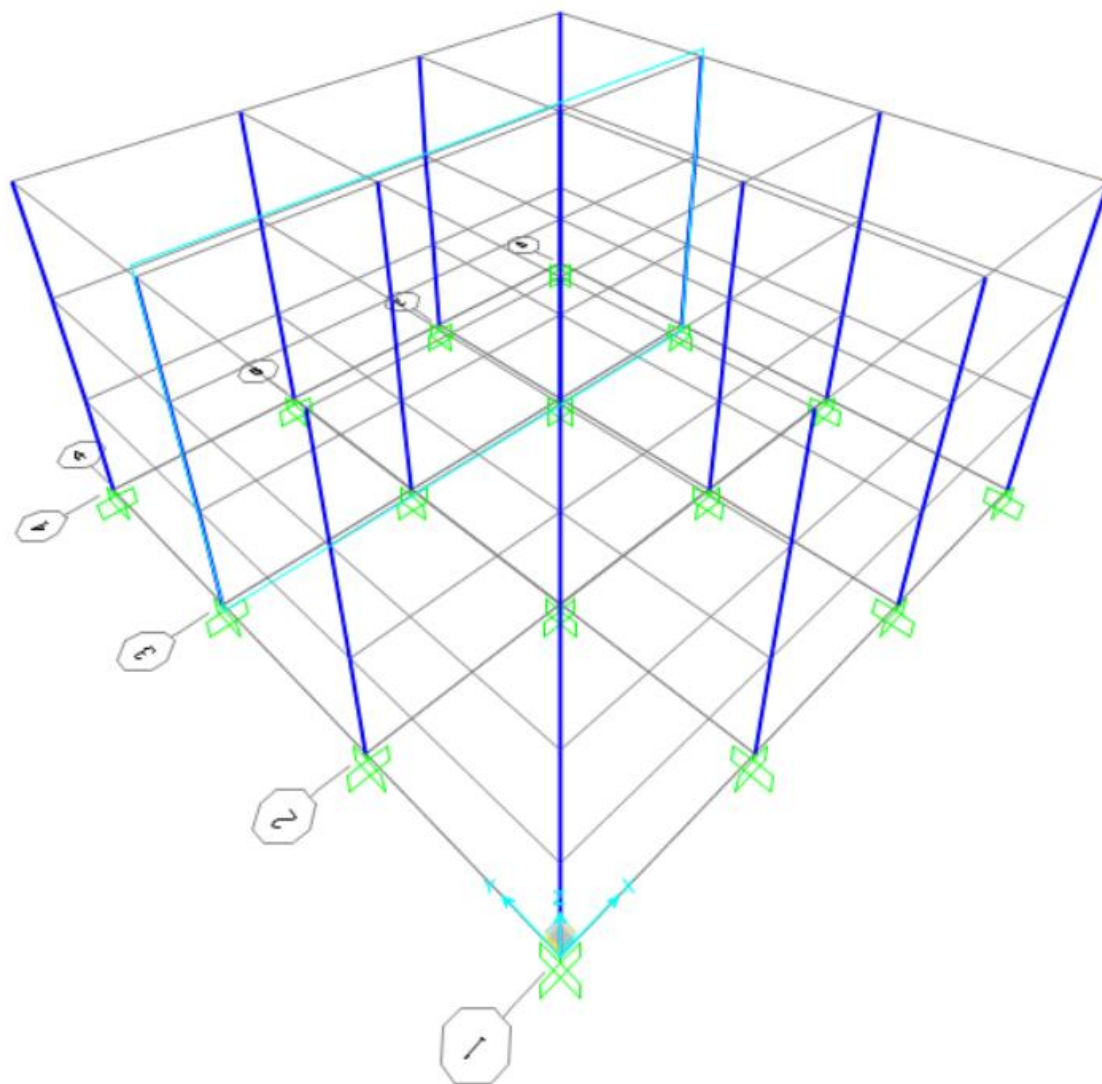
Max Z

Min Z

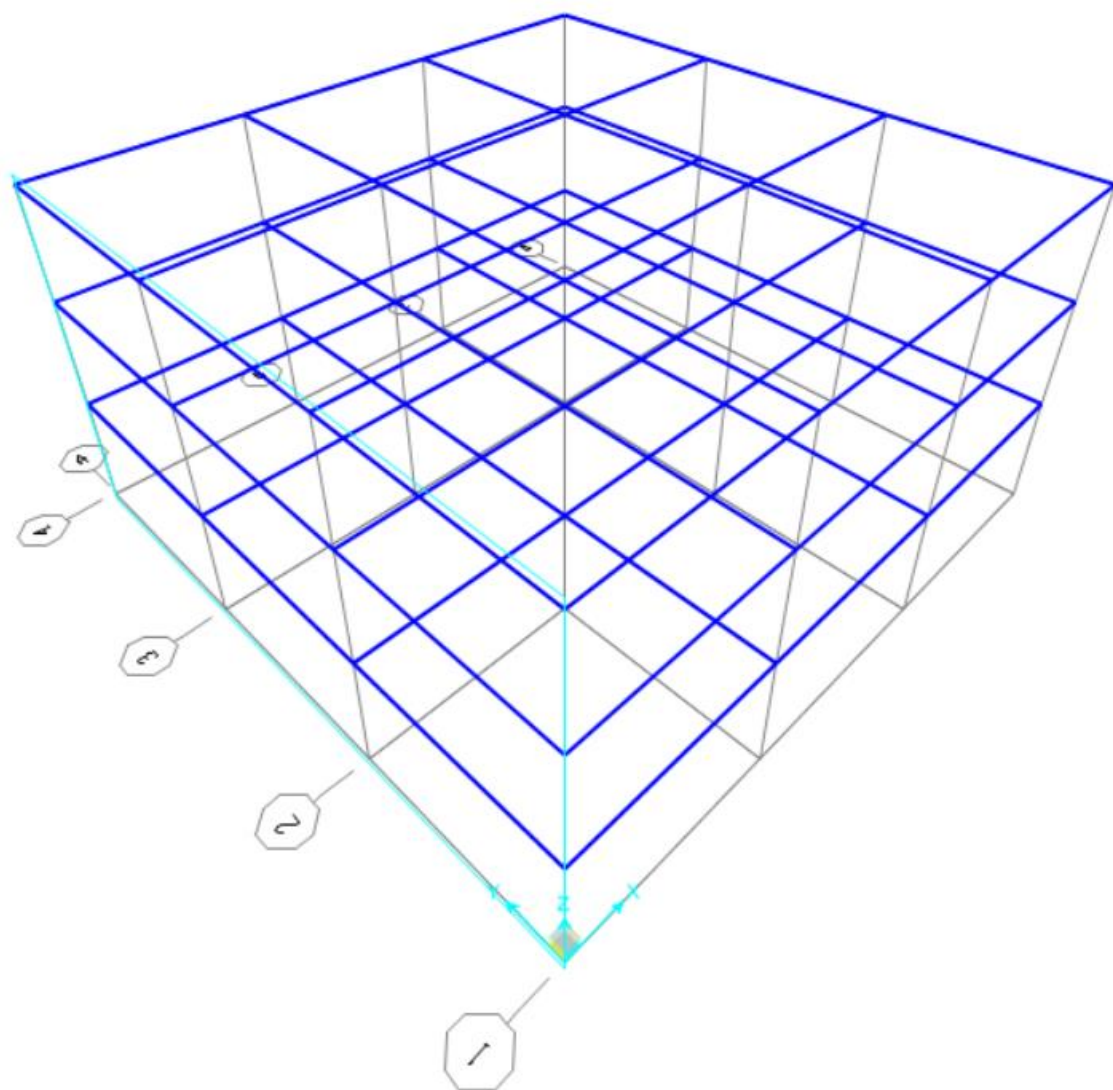
شکل ۲۶، وارد کردن ضریب زلزله و ضریب توزیع برش پایه در جهت Y در نرم افزار

۸-۱) مدل سازی سازه

- مدل سازی ستون ها



شکل ۲۷، مدل سازی ستون ها



شکل ۲۸، مدل سازی تیرها

(۹-۱) تعریف وزن موثر لرزه‌ای

W: وزن مؤثر لرزه‌ای، شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به اضافه درصدی از بار زنده و بار برف، مطابق جدول (۱-۳). بار زنده باید به صورت تخفیف‌نیافته، مطابق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

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

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

شکل ۲۹، وزن موثر لرزه‌ای و درصد مشارکت بار زنده طبق استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم

Mass Source Data

Mass Source Name: W

Mass Source:

- ☐ Element Self Mass and Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Live	0.2
DEAD	1
Live	0.2

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

شکل ۳۰، تعریف وزن موثر لرزه‌ای در نرم افزار SAP2000

۱-۱۰ بارگذاری

طول تمامی دهانه ها برابر ۶ متر می باشد و با توجه به تیرریزی شطرتجی بارها به اندازه وزن یک متر مربع در عرض بارگیر بر روی تیرها اعمال خواهد شد و عرض بارگیر برابر نصف ۶ متر خواهد بود بنابراین عرض بارگیر برابر ۳ می باشد.

$$q_{Dead} = 500 \times \frac{6}{2} = 1500 \text{ Kgf/m}$$

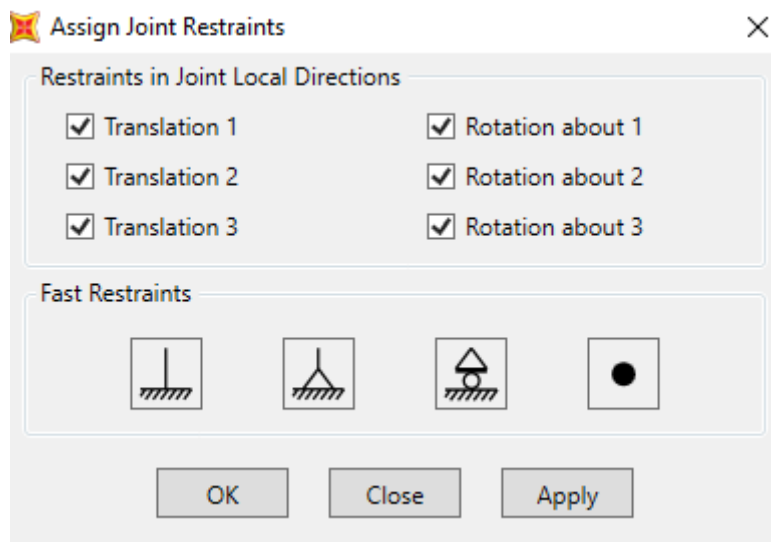
$$q_{Live} = 200 \times \frac{6}{2} = 600 \text{ Kgf/m}$$

برای بارگذاری دیوارهای پیرامونی نیز وزن یک متر مربع را به ارتفاع خالص دیوار ضرب خواهیم نمود که ارتفاع سقف را ۴۰ سانتیمتر فرض خواهیم نمود و ارتفاع خالص دیوار ۲/۸ متر خواهد بود.

$$q_{Dead} = 350 \times 2.8 = 980 \text{ Kgf/m}$$

۱-۱۱ اصلاحات مدلسازی

۱-۱۱-۱ اختصاص پای تکیه گاه ها در محل اتصال ستون به فونداسیون



شکل ۳۱، تکیه گاه گیردار پای ستون ها در محل اتصال به ستون

۱-۱۱-۲) اختصاص ضرایب ترک خوردگی

جدول ۹-۶-۲-الف ممان اینرسی و سطح مقطع مجاز اعضا در تحلیل الاستیک برای بارهای ضریبدار			
عضو و شرایط آن	ممان اینرسی	سطح مقطع برای تغییر شکل محوری	سطح مقطع برای تغییر شکل برشی
ستون‌ها	$0.7I_g$	$1.0A_g$	$b_w h$
دیوارها	$0.7I_g$		
	$0.35I_g$		
تیرها	$0.35I_g$		
دال‌های تخت و دال‌های قارچی	$0.25I_g$		

شکل ۳۲، ضرایب ترک خوردگی طبق مبحث ۹ ویرایش ۹۹

$$0.35 = \text{ضریب ترک خوردگی تیرها}$$

$$0.7 = \text{ضریب ترک خوردگی ستون‌ها}$$

Assign Frame Property Modifiers

Property Modifiers for Analysis

Cross-section (Axial) Area	1
Shear Area in 2 Direction	1
Shear Area in 3 Direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2-Axis	1
Moment of Inertia about 3-Axis	0.35
Mass	1
Weight	1

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

شکل ۳۳، ضریب ترک خوردگی تیر

Assign Frame Property Modifiers

Property Modifiers for Analysis

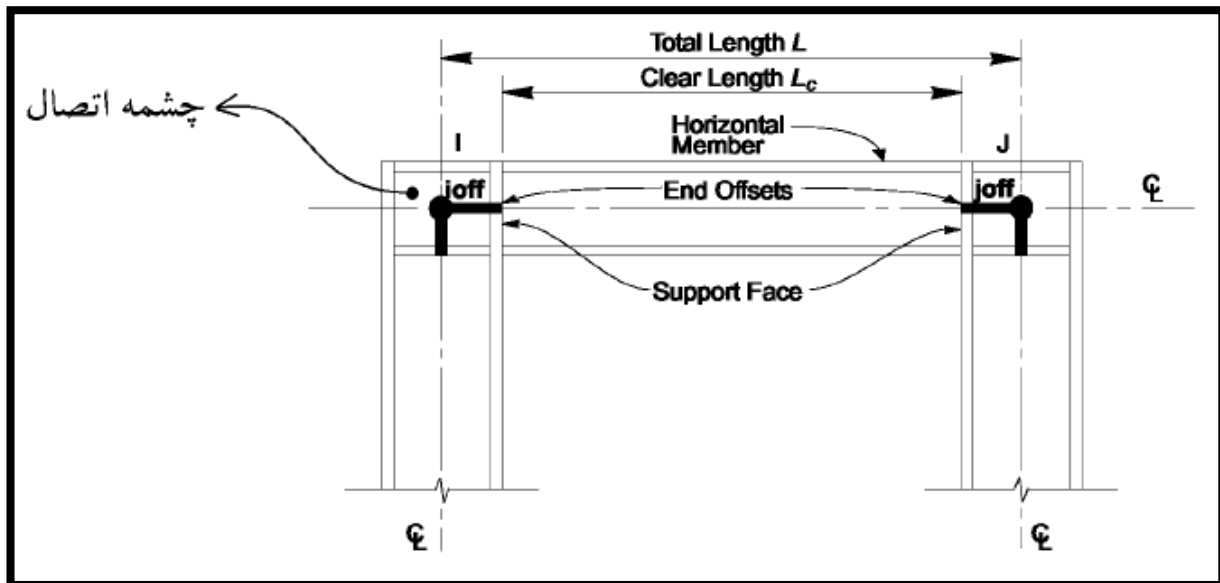
Cross-section (Axial) Area	1
Shear Area in 2 Direction	1
Shear Area in 3 Direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2-Axis	0.7
Moment of Inertia about 3-Axis	0.7
Mass	1
Weight	1

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

شکل ۳۴، ضریب ترک خوردگی ستون

۱-۱۱-۳) اختصاص ناحیه انتهایی صلب



شکل ۳۵، نواحی انتهایی صلب

Assign Frame End Length Offsets

×

Options for End Offset Along Length

☒ Automatic from Connectivity
☐ User Defined Lengths

Parameters

User Defined Length Offset at End-I

Auto

User Defined Length Offset at End-J

Auto

Rigid Zone Factor

0.5

Reset Form to Default Values

OK

Close

Apply

شکل ۳۶، اعمال نواحی انتهایی صلب در نرم افزار

۴-۱۱-۱) تنظیم تعداد مد نوسان

Load Case Data - Modal

Load Case Name: MODAL [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes:

Load Case Type: Modal [Design...]

Stiffness to Use:

- ☒ Zero Initial Conditions - Unstressed State
- ☐ Stiffness at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Number of Modes:

Maximum Number of Modes: 9

Minimum Number of Modes: 3

Load Apply:

☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

Frequency Shift (Center): 0.

Cutoff Frequency (Radius): 0.

Convergence Tolerance: 1.000E-09

☒ Allow Automatic Frequency Shifting

Mass Source: MassSource

[OK] [Cancel]

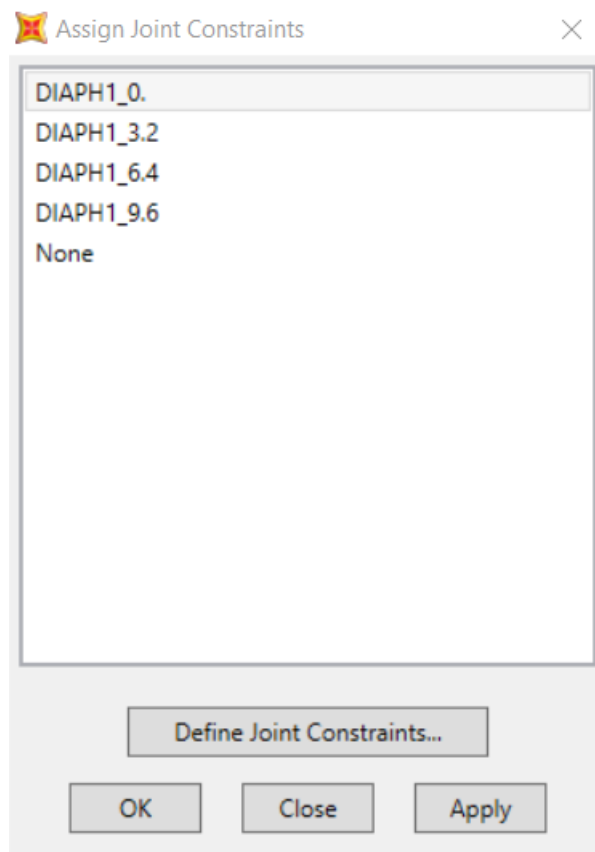
شکل ۳۷، اعمال تعداد مد نوسان

$$\text{Maximum Number of Modes} = 3n = 3 \times 3 = 9$$

$$\text{Minimum Number of Modes} = 3 \text{ or } 1 = 3$$

۱-۱۱-۵) اختصاص دیافراگم صلب

در نرم افزار SAP2000 دیافراگم را بایستی به گره‌ها وارد کرد که برای این منظور گره‌های هر طبقه انتخاب شده و دیافراگم طبق شکل زیر اعمال می‌باشد.



شکل ۳۸، اعمال دیافراگم طبقات

۱-۱۱-۶) تنظیمات طراحی

Concrete Frame Design Preferences for ACI 318-14

Item	Value
1 Design Code	ACI 318-14
2 Multi-Response Case Design	Envelopes
3 Number of Interaction Curves	24
4 Number of Interaction Points	11
5 Consider Minimum Eccentricity?	Yes
6 Seismic Design Category	D
7 Design System Rho	1.
8 Design System Sds	1.05
9 Phi (Tension Controlled)	0.9
10 Phi (Compression Controlled Tied)	0.65
11 Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
12 Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
13 Phi (Shear Seismic)	0.6
14 Phi (Joint Shear)	0.85
15 Pattern Live Load Factor	0.75
16 Utilization Factor Limit	1

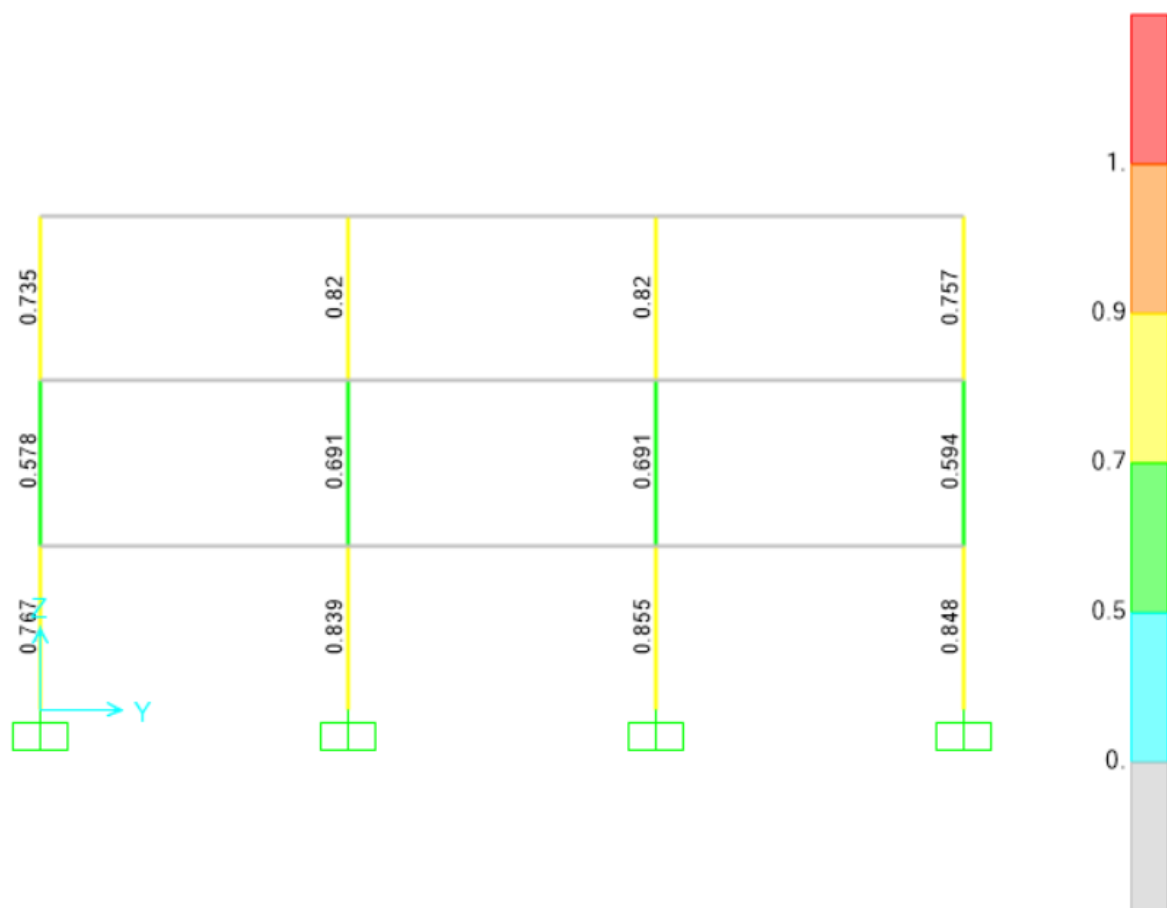
Item Description
The stress ratio limit to be used for acceptability. Stress ratios that are less than or equal to this value are considered acceptable.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

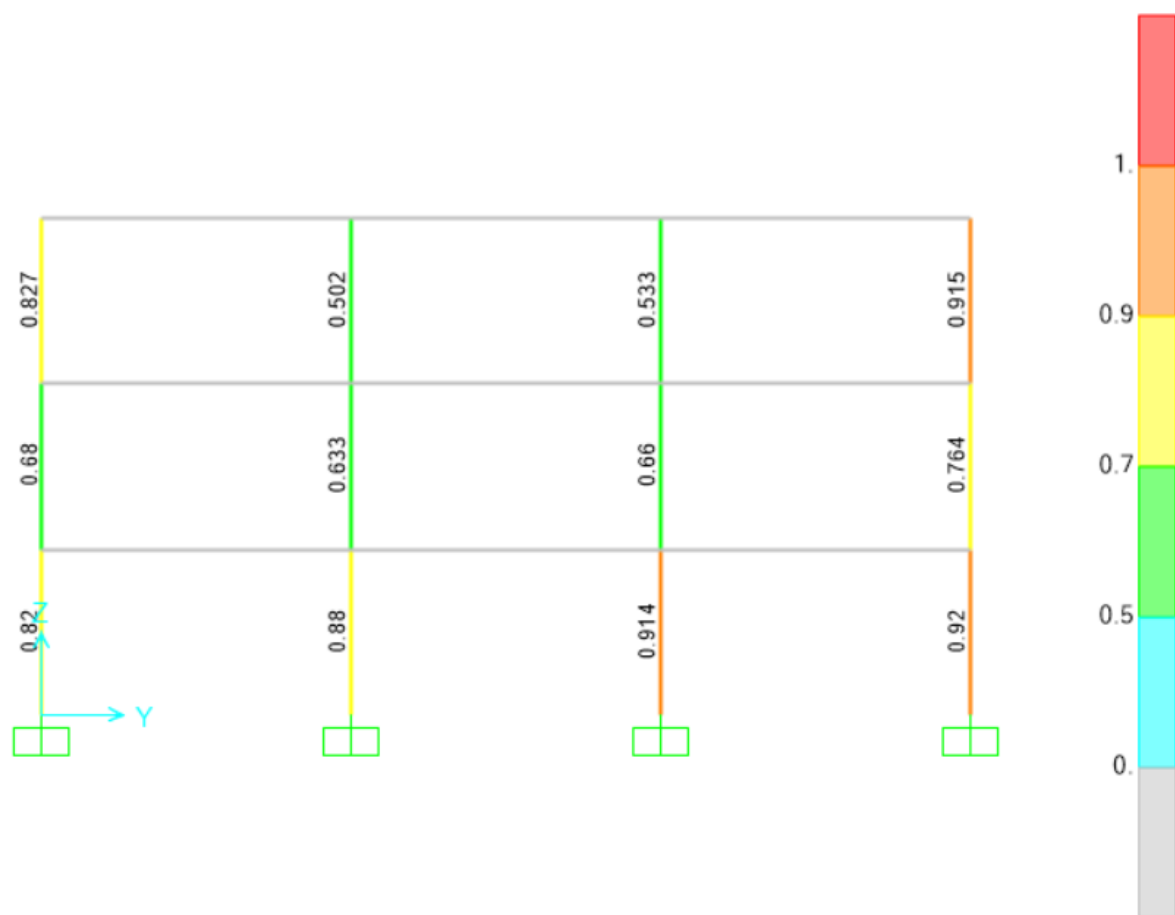
Set To Default Values: All Items, Selected Items
 Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

OK Cancel

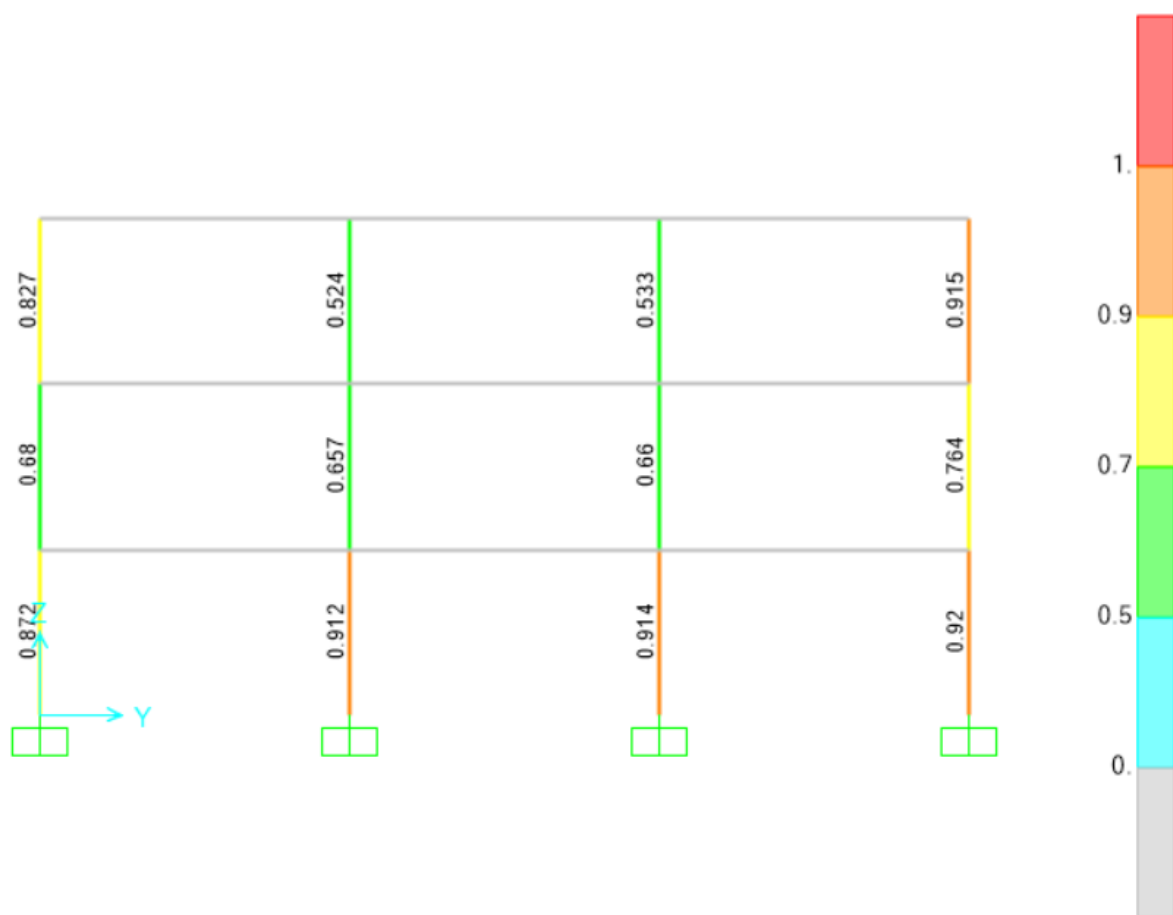
شکل ۳۹، تنظیمات طراحی سازه‌های بتنی



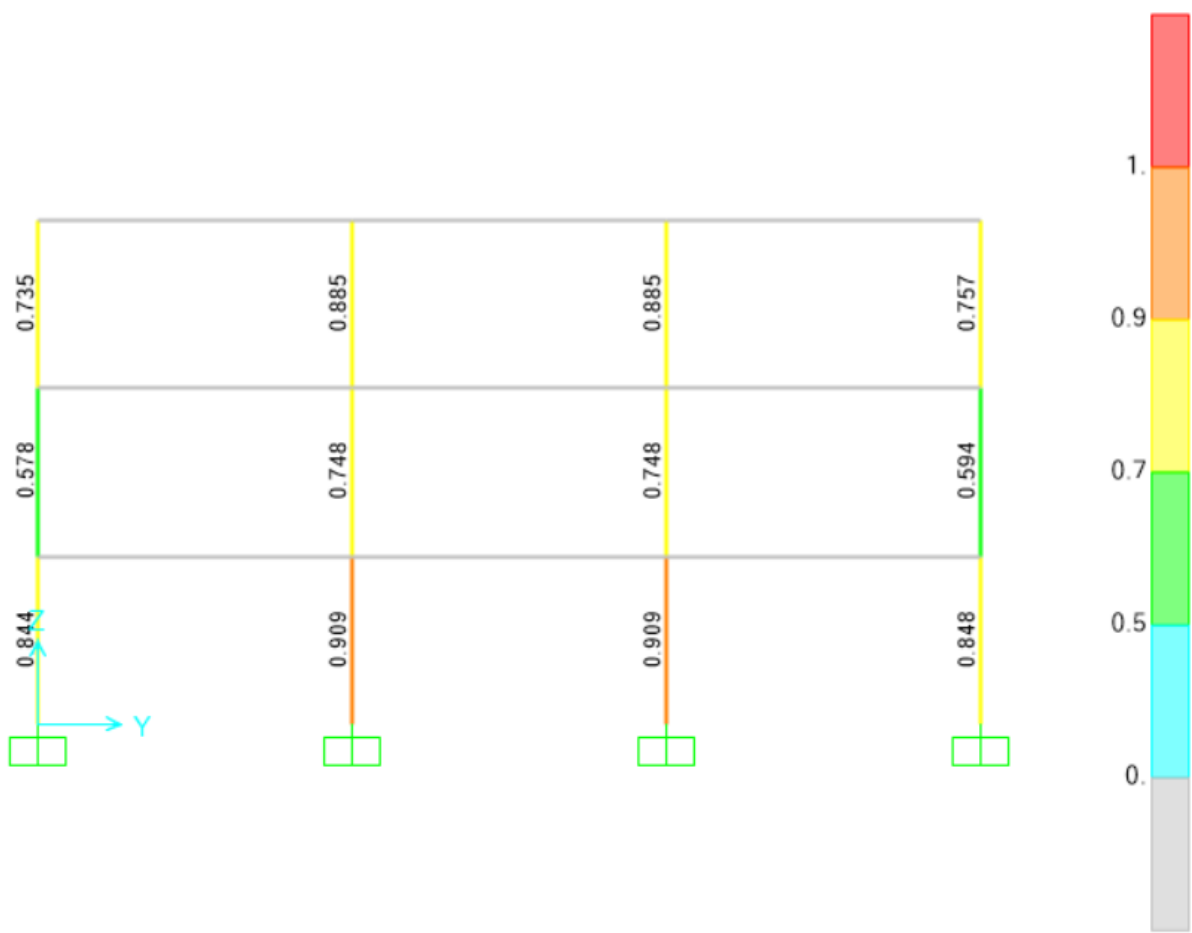
شكل ٤١، Ratio – Elev A



Ratio – Elev B. ٤٢ شکل



شکل ۴۳. Ratio – Elev C



شکل ۴۴، Ratio – Elev D

تمامی مقاطع برای مقاومت جوابگو هستند.

۲) تحلیل پوش آور

- تعیین تغییر مکان هدف:

تغییر مکان هدف برای سازه با دیافراگم‌های صلب باید با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی سازه برآورد شود. به عنوان یک روش تقریبی می‌توان مقدار تغییر مکان هدف را از رابطه زیر محاسبه نمود.

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

- ضریب C_0 :

ضریب اصلاح برای ارتباط تغییر مکان طیفی سیستم یک درجه آزادی به تغییر مکان بام سیستم چند درجه آزادی است که برابر یکی از مقادیر زیر انتخاب می‌شود:

۱) ضریب مشارکت مود اول

۲) مقادیر تقریبی مطابق جدول زیر

مقدار ضریب C_0

تعداد طبقات ساختمان	ساختمان‌های برشی		سایر ساختمان‌ها
	توزیع نوع اول	توزیع بار یکنواخت	هر نوع توزیع بار
۱	۱/۰	۱/۰	۱/۰
۲	۱/۲	۱/۱۵	۱/۲
۳	۱/۲	۱/۲	۱/۳
۵	۱/۳	۱/۲	۱/۴
۱۰ و بیشتر	۱/۳	۱/۲	۱/۵

- ضریب C_1 :

این ضریب از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_1 = 1.0 \quad T_e \geq T_s$$

$$C_1 = \frac{[1.0 + [R - 1] \frac{T_s}{T_e}]}{R} \quad T_e \geq T_s$$

در هر صورت مقدار C_1 نباید کوچک تر از ۱ شود و در این رابطه R نسبت مقاومت است که از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$R = \frac{S_a}{v_y/W} c_m$$

در این رابطه S_a شتاب طیفی به ازای زمان تناوب اصلی موثر T_e است و c_m ضریب جرم موثر در مود اول است.

- ضریب C_2 :

این ضریب اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه‌ای را بر تغییر مکان‌ها به دلیل رفتار غیرارتجاعی آنها منظور می‌کند و مقدار آن با استفاده از جدول زیر تعیین می‌شود.

مقدار ضریب C_2

$T \geq T_s$		$T \leq 0.1$		سطح عملکرد مورد انتظار
قاب نوع دو	قاب نوع یک	قاب نوع دو	قاب نوع یک	
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	
۱/۰	۱/۱	۱/۰	۱/۳	
۱/۰	۱/۲	۱/۰	۱/۵	آستانه فروریزش
				ایمنی جانی
				قابلیت استفاده بی وقفه

در این جدول قاب‌های نوع یک شامل سیستم‌های سازه‌ای هستند که در آنها بیش از ۳۰٪ بار جانبی توسط اعضای حمل می‌شود که هنگام زلزله کاهش سختی و مقاومت دارند. قاب‌های خمشی معمولی، قاب‌های

مهاربندی شده با محورهای متقارب، قاب‌های با اتصالات نیمه صلب، قاب‌های با مهاربندهای لاغر که فقط برای کشش طراحی شده اند، دیوارهای بنایی غیر مسلح و دیوارهای غیرشکل پذیر در برش از این نوع می باشند. سایر سیستم‌های سازه‌ای از نوع دو محسوب می شوند. برای مقادیر T بین $0/1$ و T_s مقدار C_2 با استفاده از درونیابی خطی محاسبه می شود.

- ضریب S_a :

این ضریب با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$S_a = ABI$$

A: نسبت شتاب مبنای طرح

B: ضریب بازتاب ساختمان

I: ضریب اهمیت ساختمان

برای محاسبه تغییر مکان هدف لازم است زمان تناوب اصلی سازه را به دست آوریم که برای این منظور زمان تناوب اصلی بعد از تحلیل غیرخطی سازه ممکن می باشد به همین سبب در ابتدا زمان تناوب تحلیلی را مد نظر قرار داده و بعد از به دست آوردن نمودار نیرو - تغییر مکان زمان تناوب اصلی را به دست آورده و تغییر مکان هدف را اصلاح خواهیم نمود.