

فهرست مطالب

عناوین	صفحه
فصل ۱ مقدمه.....	۱
فصل ۲ معرفی پروژه و ویژگی‌های لرزه‌ای سازه.....	۲
۱-۲- مشخصات کلی پروژه.....	۲
۲-۲- مشخصات مصالح.....	۳
۳-۲- نظم کالبدی ساختمان.....	۳
۴-۲- اثر همزمان مؤلفه‌های افقی زلزله (ترکیب ۳۰ درصد).....	۳
فصل ۳ تحلیل و طراحی سازه.....	۴
۱-۳- انتخاب روش تحلیل.....	۴
۲-۳- مدل‌سازی سازه.....	۴
۱-۲-۳- مقاطع اعضا.....	۴
۲-۲-۳- بارهای وارد بر سازه.....	۵
۳-۲-۳- ضریب نامعینی سازه (ρ).....	۶
۴-۲-۳- ترکیب بار طراحی.....	۶
۵-۲-۳- توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان.....	۶
۳-۳- انجام تحلیل استاتیکی سازه.....	۶
۱-۳-۳- وزن مؤثر لرزه‌ای.....	۶
۲-۳-۳- نیروی برشی پایه ساختمان.....	۷

۴-۳- طراحی سازه..... ۷

۴-۳-۱- کنترل کفایت مقاومت مقاطع..... ۷

۴-۳-۲- کنترل زمان تناوب تجربی با زمان تناوب تحلیلی..... ۷

۴-۳-۳- کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقه ها..... ۸

۳-۵- نتایج تحلیل سازه طراحی شده..... ۹

۳-۵-۱- پریودهای طبیعی..... ۹

۳-۵-۲- شکل های مدی..... ۱۰

۳-۵-۳- نیروی برشی طبقه ها..... ۱۳

۳-۵-۴- جابجایی کف و جابجایی نسبی بین طبقه ها..... ۱۳

فصل ۴ تحلیل دینامیکی طیفی..... ۱۵

۴-۱- معرفی طیف طرح استاندارد به نرم افزار..... ۱۵

۴-۲- الگوهای بار طیفی..... ۱۵

۴-۳- تعداد مدهای نوسان سازه..... ۱۵

۴-۴- تحلیل طیفی سازه..... ۱۶

۴-۴-۱- اصلاح برش پایه حاصل از تحلیل طیفی..... ۱۶

۴-۴-۲- نیروی برشی طبقه ها..... ۱۷

۴-۴-۳- جابجایی کف و جابجایی نسبی بین طبقه ها..... ۱۷

فصل ۵ تحلیل تاریخچه زمانی..... ۱۹

۵-۱- انتخاب رکوردهای زلزله..... ۱۹

۵-۲- مقیاس کردن رکوردهای زلزله..... ۱۹.

۵-۳- معرفی شتابنگاشت‌های مقیاس‌شده به نرم‌افزار ۲۳.

۵-۴- معرفی حالات بار تحلیل تاریخچه زمانی ۲۳.

۵-۵- تحلیل تاریخچه زمانی سازه..... ۲۳.

۵-۵-۱- اصلاح برش پایه حاصل از تحلیل تاریخچه زمانی ۲۳.

۵-۵-۲- نیروی برشی طبقه‌ها ۲۴.

۵-۵-۳- جابجایی کف و جابجایی نسبی بین طبقه‌ها ۲۵.

فصل ۶ مقایسه پاسخ‌ها و نتیجه‌گیری ۲۷.

۶-۱- مقایسه پاسخ‌ها ۲۷.

۶-۱-۱- مقایسه برش طبقه‌ها حاصل از تحلیل‌های مختلف ۲۷.

۶-۱-۲- مقایسه جابجایی کف‌ها حاصل از تحلیل‌های مختلف ۲۷.

۶-۱-۳- مقایسه جابجایی نسبی طبقه‌ها حاصل از تحلیل‌های مختلف ۲۸.

۶-۲- نتیجه‌گیری ۲۹.

منابع ۳۰.

فصل ۱

مقدمه

امروزه توسعه نرم افزارها موجب رشد بسیاری در تحلیل و طراحی سازه ها شده است و تحلیل و طراحی سازه های پیچیده به راحتی با نرم افزارها امکان پذیر است. اما باید به این نکته توجه داشت که نرم افزارهای مهندسی با تمام مزیت های آن تنها ابزار محاسباتی هستند و خروجی های حجیم آن ها نمی تواند جایگزین مهارت و تجربه مهندسی شود.

در این پروژه ابتدا یک ساختمان مسکونی با مشخصاتی که بیان خواهد شد، مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان طراحی می شود. سپس ساختمان طراحی شده، با سه روش مختلف بر مبنای آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰ تحلیل خواهد شد که ضوابط استفاده از این تحلیل ها در این استاندارد بیان شده است. این روش ها عبارت اند از: تحلیل استاتیکی معادل، تحلیل دینامیکی طیفی و تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی. در آخر به مقایسه پاسخ ها و نتایج حاصل از تحلیل با سه روش مذکور پرداخته می شود و نتیجه گیری پروژه بیان خواهد شد. در این پروژه نرم افزارهای ETABS 2013، Excel 2013 و Seismosignal مورد استفاده قرار می گیرند.

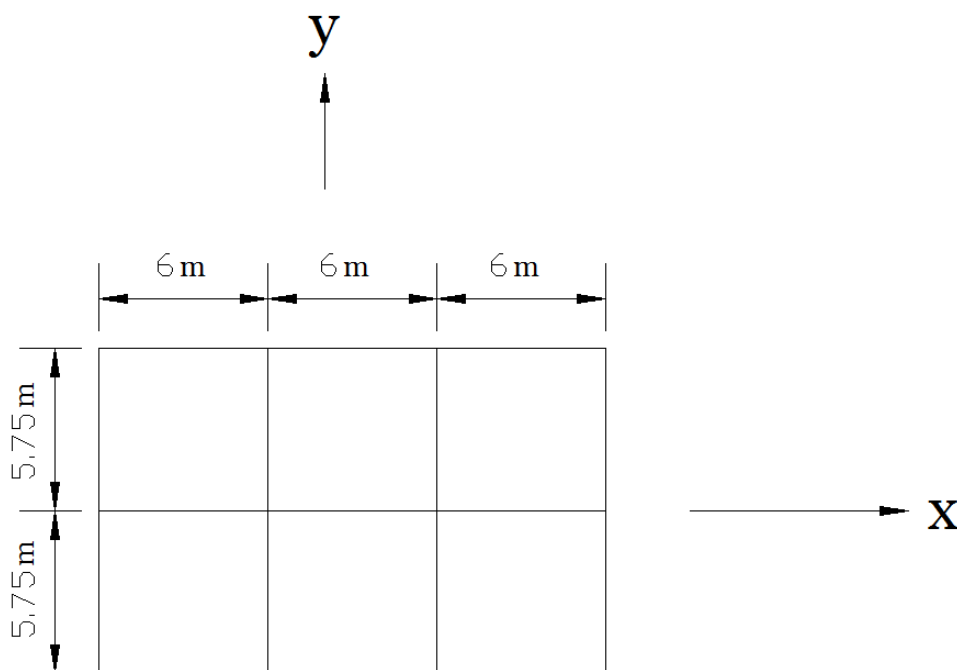
توجه مهم: لازم به توضیح است عبارت های داخل پرانتز به مانند (model) یا (Calaulation/Periods) در متن، مربوط به فایل نرم افزارهای مورد استفاده می باشد که دانلود نموده اید.

فصل ۲

معرفی پروژه و ویژگی‌های لرزه‌ای سازه

۲-۱- مشخصات کلی پروژه

ساختمان دارای ده طبقه، سیستم سازه‌ای آن قاب خمشی و اهمیت ساختمان متوسط می‌باشد که پلان آن در شکل (۲-۱) نشان داده شده است. ارتفاع سازه‌ای کلیه طبقه‌ها $3/2$ متر است. سیستم باربر ثقلی ساختمان در کلیه طبقه‌ها دال بتنی می‌باشد. خاک منطقه بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ نوع II و خطر لرزه‌خیزی منطقه نیز بسیار زیاد است.



شکل (۲-۱) : پلان ساختمان

۲-۲- مشخصات مصالح

مشخصات مصالح اعضای بتن آرمه و مقاطع اعضا مطابق جدول (۱-۲) در نظر گرفته می شود.

جدول (۱-۲) : مشخصات مصالح

2500 kg/m^3	وزن واحد حجم بتن
$2.4 \times 10^9 \text{ kg/m}^2$	مدول الاستیسیته بتن
0.2	ضریب پواسون بتن
$25 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$	مقاومت فشاری بتن
7850 kg/m^3	وزن واحد حجم میلگردهای فولادی
$2.1 \times 10^{10} \text{ kg/m}^2$	مدول الاستیسیته میلگردهای فولادی
$400 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$	تنش تسلیم میلگرد طولی و عرضی

۲-۳- نظم کالبدی ساختمان

با توجه به اینکه ساختمان متقارن بوده و بر اساس بند ۱-۷ از استاندارد ۲۸۰۰ هیچ یک از موارد نامنظمی در ساختمان وجود ندارد، بنابراین ساختمان مورد بررسی منظم در نظر گرفته می شود.

۲-۴- اثر همزمان مؤلفه های افقی زلزله (ترکیب ۳۰ درصد)

مطابق بند ۳-۱-۴ از استاندارد ۲۸۰۰ با توجه به اینکه در ساختمان مورد بررسی با سیستم قاب خمشی، کلیه ستون ها در محل تقاطع سیستم های مقاوم برابر جانبی قرار می گیرند، برای طراحی سازه باید صد درصد نیروی زلزله هر امتداد با ۳۰ درصد نیروی عمود بر آن امتداد ترکیب شود.

فصل ۳

تحلیل و طراحی سازه

در این فصل به تحلیل و طراحی سازه مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۲) پرداخته می‌شود. بارگذاری نیز مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۲) انجام می‌شود. شروع مدل‌سازی سازه در فایل با عنوان model انجام شده است.

۳-۱- انتخاب روش تحلیل

مطابق بند ۳-۲-۲ از استاندارد ۲۸۰۰ می‌توان در ساختمان‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه روش استاتیکی معادل را بکار گرفت. بنابراین سازه با این روش مورد تحلیل قرار می‌گیرد. همچنین برای به‌دست آوردن زمان تناوب تحلیلی برای سازه، تحلیل مدال انجام می‌شود.

۳-۲- مدل‌سازی سازه

۳-۲-۱- مقاطع اعضا

برای طراحی سازه مقاطع اولیه‌ای با در نظر گرفتن محدودیت‌های مبحث نهم مقررات ملی ساختمان برای ستون‌ها و تیرها در نظر گرفته می‌شود که در جدول (۳-۱) ارائه شده است (Calculations/Sections). سقف‌ها نیز به‌صورت دال‌های بتنی با ضخامت ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شوند.

جدول (۳-۱) : مقاطع اولیه در نظر گرفته‌شده برای تیرها و ستون‌ها

تیر	ستون	طبقه
B45x60	C45x45 + 16Ø20	۹ و ۱۰
	C50x50 + 16Ø20	۷ و ۸
	C55x55 + 16Ø20	۵ و ۶
	C60x60 + 16Ø22	۳ و ۴
	C65x65 + 16Ø22	۱ و ۲

۲-۲-۳- بارهای وارد بر سازه

بارهای استاتیکی که برای بارگذاری سازه و طراحی آن در نظر گرفته می‌شود، در جدول (۲-۳) ارائه شده است.

- با توجه به تبصره بند ۱-۳-۳-۳ از استاندارد ۲۸۰۰، در این پروژه مقدار زمان تناوب سازه، $1/25$ برابر مقادیر به‌دست‌آمده از روابط تجربی در نظر گرفته می‌شود که پس از تحلیل سازه، زمان تناوب تحلیلی با آن مقایسه خواهد شد.
- ضریب زلزله نیز مطابق آیین‌نامه استاندارد ۲۸۰۰ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود (Calculations/C):

$$T = 1.25 \times 0.05 \times H^{0.9} = 1.25 \times 0.05 \times 32^{0.9} = 1.41$$

$$T > T_s = 0.5 \rightarrow B_1 = (s + 1)(T_s / T) = (1.5 + 1)(0.5 / 1.41) = 0.88$$

$$T_s < T < 4sec \rightarrow N = \frac{0.7}{4 - T_s}(T - T_s) + 1 = \frac{0.7}{4 - 0.5}(1.41 - 0.5) + 1 = 1.18$$

$$B = B_1 N = 0.88 \times 1.18 = 1.04$$

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 \times 1.05 \times 1}{5} = 0.073$$

- مطابق بند ۱-۱-۳-۳ از استاندارد ۲۸۰۰ حداقل مقدار ضریب زلزله باید برابر مقدار زیر باشد:

$$C_{min} = 0.12AI = 0.12 \times 0.35 \times 1 = 0.042 < C = 0.073 \quad Ok$$

- مطابق بند ۳-۷-۳-۳ از استاندارد ۲۸۰۰ برون‌مرکزی اتفاقی باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی اختیار شود که مطابق جدول زیر در نظر گرفته شده است.

جدول (۲-۳): بارهای وارد بر سازه

نام بار	نام اختصاری	مقدار	ضریب
بار مرده طبقه‌ها و بار مرده دیوارهای پیرامونی	D	600 و 280 kg/m^2	-
بار زنده طبقه‌ها و بام (Calculations/L-load)	L	$204,153 \text{ kg/m}^2$	-
بار اصلاح جرم طبقه بام	Mass	280 kg/m^2	-
بار زلزله در امتداد X بدون خروج از مرکزیت	EX	-	0.073
بار زلزله در امتداد Y بدون خروج از مرکزیت	EY	-	0.073
بار زلزله در امتداد X با خروج از مرکزیت اتفاقی مثبت	EPX	-	0.073
بار زلزله در امتداد X با خروج از مرکزیت اتفاقی منفی	ENX	-	0.073
بار زلزله در امتداد Y با خروج از مرکزیت اتفاقی مثبت	EPY	-	0.073
بار زلزله در امتداد Y با خروج از مرکزیت اتفاقی منفی	ENY	-	0.073
بار زلزله در امتداد X برای کنترل دررفت	EXD	-	0.069
بار زلزله در امتداد Y برای کنترل دررفت	EYD	-	0.069