

به نام دوست



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی عمران

پروژه بتن

استاد: دکتر زرفام

امیرپویا هادیزاده پزدی

۹۹۱۰۵۱۵۳

پاییز و زمستان ۱۴۰۲

فهرست

۳	مقدمه و معرفی پروژه
۷	بار مرده:
۱۲	بار برف:
۱۳	بار زنده:
۱۳	بار خرپشته:
۱۳	بار آسانسور:
۱۴	بار زلزله:
۱۶	وزن موثر لرزه ای:
۱۷	توزيع نیروی برشی:
۱۹	زمان تناوب تحلیلی سازه:
۲۱	کنترل نظم پیچشی سازه:
۲۳	روش تحلیل طیفی:
۲۶	همپایی کردن برش:
۲۸	کنترل دریفت مجاز:
۳۱	کنترل لنگر واژگونی:
۳۲	کنترل صلبیت:
۳۶	کنترل 25% :
۳۸	کنترل 50% :
۳۹	طراحی دستی:

مقدمه و معرفی پروژه

ساختمان مورد طراحی، ساختمانی ۵ طبقه با کاربری مسکونی می باشد.

ارتفاع طبقات نیز بدین شرح است: طبقات مسکونی ارتفاع ۳ متر

دسترسی از طریق آسانسور و پله در نظر گرفته می شود. سیستم سازه ای نیز قاب خمشی بتنی متوسط در جهت

X و دیوار بتنی برشی ویژه و قاب خمشی بتنی متوسط در جهت Y تعییه می شود.

محل ساختمان، شهر اراک است.

زمین محل پروژه با خاک تیپ II در نظر گرفته شده است.

آینه نامه های مورد استفاده:

ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰

مبث ۶ مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸

مبث ۹ مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۹

نوع سقف دال بتنی در نظر گرفته شده است.



مشخصات مصالح مصرفی:

مشخصات مربوط به بتن:

$2500 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	وزن واحد حجم (w_c)
$268750 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مدول الاستیسیته (E_c)
0.15	نسبت پواسن
$0.00001 \frac{1}{\text{^{\circ}C}}$	ضریب انبساط حرارتی (α_c)
$250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت فشاری بتن

$$E_c = (0.043\sqrt{f_c})(w_c)^{1.5} = (0.043\sqrt{25})(2500)^{1.5} = 268750 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

میلگرد طولی از نوع AIII می باشد.

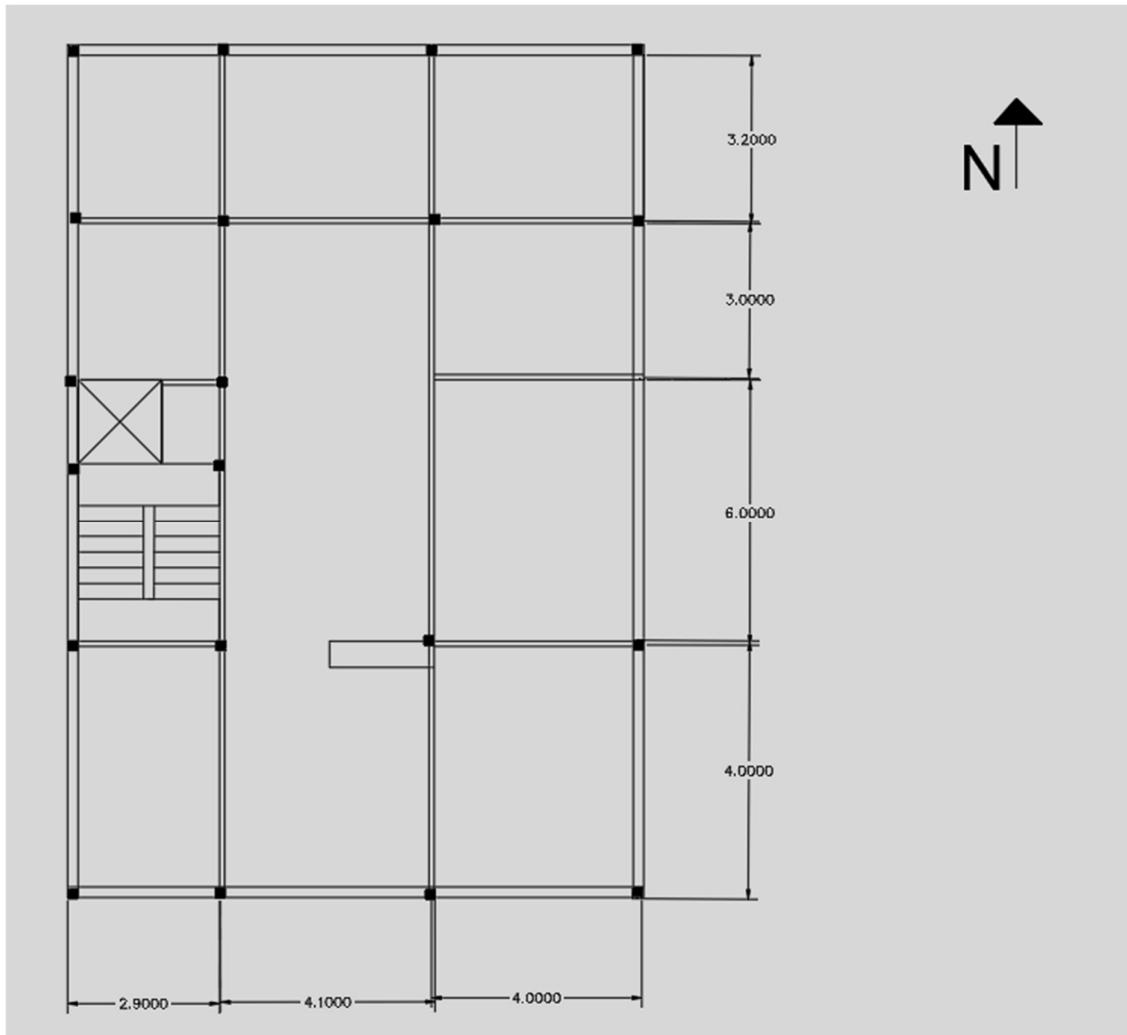
$7500 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت نهایی انتظار آرماتور طولی (fue)
$5000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت تسلیم انتظار آرماتور طولی (fy _e)
$6000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت نهایی آرماتور طولی (fu)
$4000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت تسلیم آرماتورهای طولی (fy)
$7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	جرم واحد حجم
$2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مدول الاستیسیته (Ec)

میلگرد عرضی از نوع AII می باشد.

$6250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت نهایی انتظار آرماتور طولی (fue)
$3750 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت تسلیم انتظار آرماتور طولی (fy _e)
$5000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت نهایی آرماتور طولی (fu)
$3000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مقاومت تسلیم آرماتورهای طولی (fy)
$7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	جرم واحد حجم
$2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	مدول الاستیسیته (Ec)

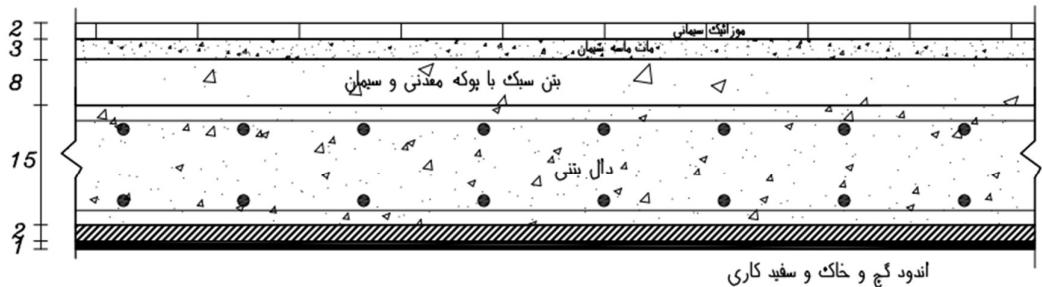
پلان معماری ساختمان:

دهانه قسمت راه پله، بدليل ايجاد آسانسور به ۶ متر افزایش يافته است و دهانه پايان آن به ۴ متر کاهش يافته است.



بار مرده:

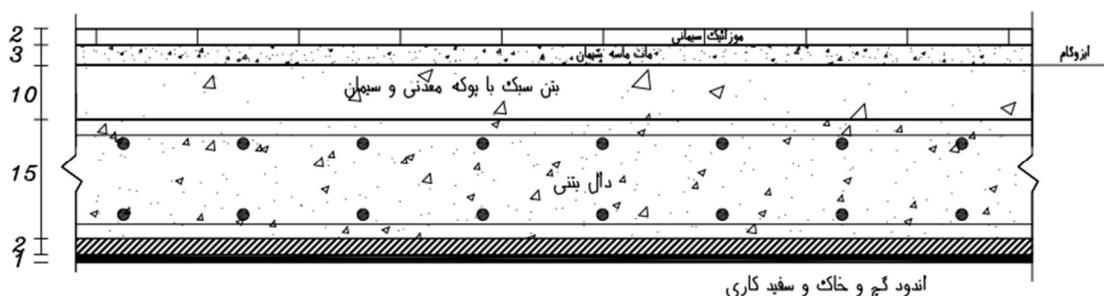
سقف طبقات با دال ۱۵ سانتی متری بتنی به صورت جدول زیر است:



جدول محاسبه بار:

$0.02 \times 2250 = 45kgf/m^2$	وزن ایک سیمانی
$0.03 \times 2100 = 63kgf/m^2$	ملات ماسه سیمان
$0.08 \times 1300 = 104kgf/m^2$	بتن سبک با پوکه معدنی و سیمان
$0.15 \times 2500 = 375kgf/m^2$	بتن رویه سقف
$0.02 \times 1600 = 32kgf/m^2$	اندوء گچ و خاک
$0.01 \times 1300 = 13kgf/m^2$	اندوء سفیدکاری
$632kgf/m^2$	جمع

سقف بام با دال بتنی با ضخامت ۱۵ سانتی متری:



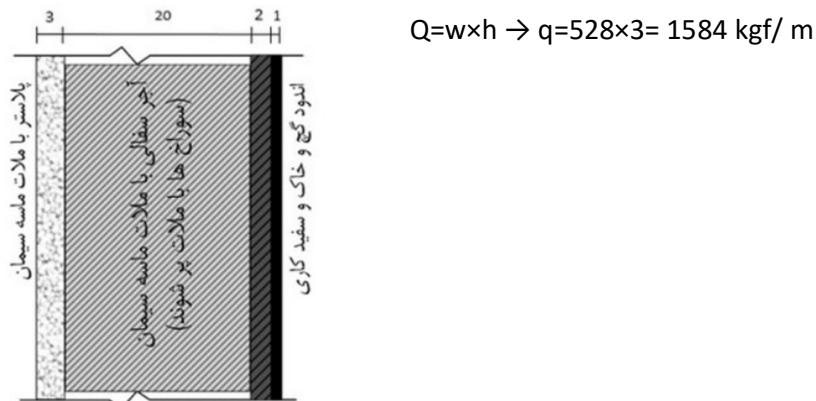
جدول محاسبه بار:

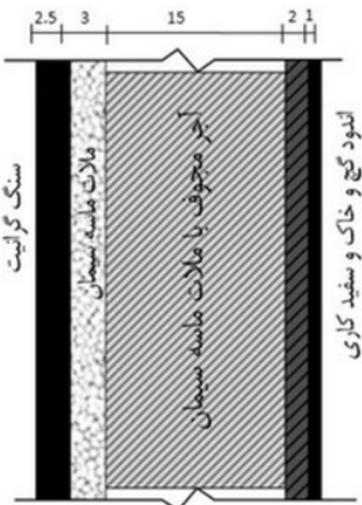
$0.02 \times 2250 = 45kgf/m^2$	موز ابیک سیمانی
$0.03 \times 2100 = 63kgf/m^2$	ملات ماسه سیمان
$10kgf/m^2$	ایزو گام (گونی قیر انود بک ل)
$0.10 \times 1300 = 130kgf/m^2$	شب بندی با بتون سیک
$0.15 \times 2500 = 375kgf/m^2$	دال بتنی
$0.02 \times 1600 = 32kgf/m^2$	اندوں گچ و خاک
$0.01 \times 1300 = 13kgf/m^2$	اندوں سفیدکاری
$668kgf/m^2$	جمع

دیوار خارجی بدون نما:

$0.03 * 2100 = 63kgf/m^2$	پلاستر با ملات ماسه سیمان
$0.2 * 2100 = 420kgf/m^2$	اجر سفالی با ملات ماسه و سیمان (سو راخ ها با ملات پرشود)
$0.02 * 1600 = 32kgf/m^2$	اندوں گچ و خاک
$0.01 * 1300 = 13kgf/m^2$	اندوں سفیدکاری
$528kgf/m^2$	جمع کل

فاصله ۳ متر ارتفاع خالص دیوار حساب میشود بنابر این داریم:

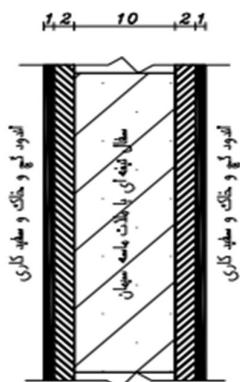




دیوار خارجی با نما:

$0.025 * 2800 = 70kgf/m^2$	نمای سنگ گرانیت
$0.03 * 2100 = 63kgf/m^2$	ملات ماسه سیمان
$0.15 * 850 = 128kgf/m^2$	آجر مجوف با ملات ماسه و سیمان
$0.02 * 1600 = 32kgf/m^2$	اندواد گچ و خاک
$0.01 * 1300 = 13kgf/m^2$	اندواد سفیدکاری
$306kgf/m^2$	جمع کل

$$Q=w \times h \rightarrow q=306 \times 3= 918 \text{ kgf/m}$$



دیوار داخلی:

$0.1 * 850 = 85kg/m^2$	سفل تیغه ای با ملات ماسه سیمان
$2 * 0.02 * 1600 = 64kg/m^2$	اندواد گچ و خاک
$2 * 0.01 * 1300 = 26kg/m^2$	اندواد سفیدکاری
$175kg/m^2$	جمع

$$Q=w \times h \rightarrow q=175 \times 3 = 525 \text{ kgf/m}$$

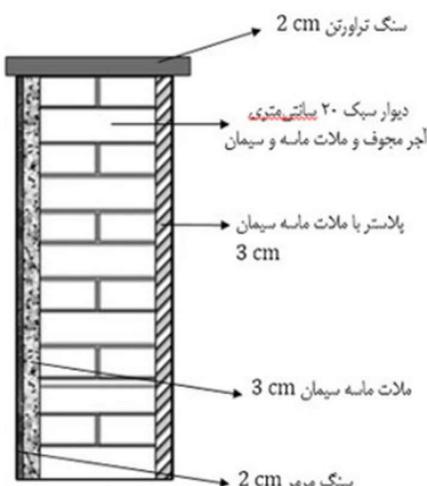
$$51.2 * \frac{525}{163.2} = 164.7 \text{ kgf/m}^2$$

با توجه به اینکه کمتر از ۲۰۰ می باشد بار سطحی و همچنین بیشتر از ۱۰۰ می باشد مرده محاسبه شود.

بنابراین بار تیغه های داخلی ساختمان به صورت یک بارمرده و گسترده بر کف با عدد 164.7 kgf/m^2 وارد محاسبات می شود.

توجه : در وجه هایی از ساختمان که بازشو قرار گرفته است مقدار ۳۰٪ از مقدار بار وارد در اینپس صرف نظر می شود.

دیوار جان پناه با نما:

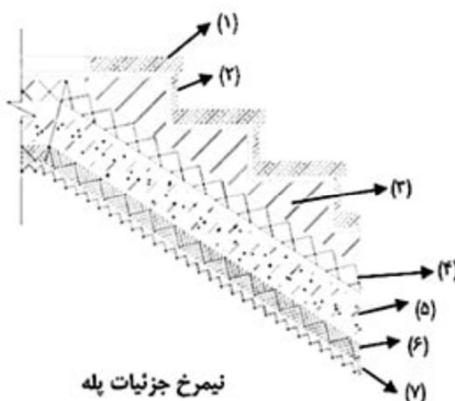


$0.02 * 2700 = 54 \text{ kgf/m}^2$	نمای سنگ مرمر
$0.03 * 2100 = 63 \text{ kgf/m}^2$	ملات ماسه و سیمان
$0.2 * 850 = 170 \text{ kgf/m}^2$	آجر مجوف با ملات ماسه و سیمان
$0.03 * 2100 = 63 \text{ kgf/m}^2$	پلاستر با ملات ماسه و سیمان
$0.35 * 0.02 * 2400 = \frac{17 \text{ kgf}}{m}$	سنگ فوکانی تراورتن
$(54 + 63 + 170 + 63)0.85 + 17 = 314 \text{ kgf/m}$	جمع کل برای ۸۵ سانتی متر ارتفاع جان پناه

دیوار جان پناه بدون نما:

$0.03 * 2100 = 63 \text{ kgf/m}^2$	ملات ماسه و سیمان
$0.2 * 850 = 170 \text{ kgf/m}^2$	آخرمچوف با ملات ماسه و سیمان
$0.03 * 2100 = 63 \text{ kgf/m}^2$	پلاستر با ملات ماسه و سیمان
$0.35 * 0.02 * 2400 = \frac{17 \text{ kgf}}{m}$	سنگ فوکانی تراورتن
$(63 + 170 + 63)0.85 + 17 = 268.6 \text{ kgf/m}$	جمع کل برای ۸۵ سانتی متر ارتفاع جان پناه

بار راه پله:



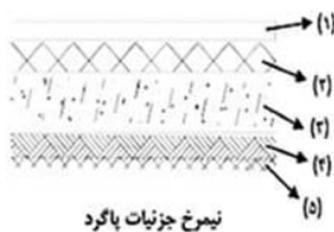
جدول مشخصات موقعیت های نشان داده شده در نیمرخ جزئیات پله

مشخصات	موقعیت
سنگ تراورتن کف پله (ضخامت ۲ سانتیمتر)	(۱)
سنگ تراورتن پیشانی پله (ضخامت ۱ سانتیمتر)	(۲)
آخرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان	(۳)
ملات رگلاز با ماسه سیمان (ضخامت ۲ سانتیمتر)	(۴)
بتن (ضخامت ۱۵ سانتیمتر)	(۵)
ملات گچ خاک (ضخامت ۲ سانتیمتر)	(۶)
ملات گچ (ضخامت ۱ سانتیمتر)	(۷)

نام بار	ضخامت(معادل)(متر)	حجم(کیلوگرم بر متر مکعب)	ضریب اصلاحی	جرم واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع)
سنگ تراورتن کف پله	0.02	2500	0.33/0.3	55
سنگ تراورتن پیشانی پله	0.15	2500	0.01/0.3	12.5
آخرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان	0.15/2	1850	1	138.75
ملات رگلاز با ماسه سیمان	0.02	2100	1.15	48.3
بتن	0.15	2500	1.15	431.25
ملات گچ و خاک	0.02	1600	1.15	36.8
ملات گچ	0.01	1300	1.15	14.95
جمع:		737.55 kgf/m^2		

$$1.15 = 1/\cos(30)$$

بار پاگرد پله:



جدول مشخصات موقعیت های نشان داده شده در نیمچه جزئیات پاگرد

مشخصات	موقعیت
سنگ تراورتن کف پله (ضخامت ۲ سانتیمتر)	(۱)
ملات رگلز با ماسه سیمان (ضخامت ۲ سانتیمتر)	(۲)
پتن (ضخامت ۱۵ سانتیمتر)	(۳)
ملات گچ خاک (ضخامت ۲ سانتیمتر)	(۴)
ملات گچ (ضخامت ۱ سانتیمتر)	(۵)

نام بار	ضخامت(متر)	جرم واحد حجم(کیلوگرم بر متر مربع)	جرم واحد سطح (کیلوگرم بر متر مربع)	جرم واحد سطح (کیلوگرم بر متر مربع)
سنگ تراورتن	۰/۰۲	۲۵۰۰	۵۰	
ملات رگلز با ملات ماسه سیمان	۰/۰۲	۲۱۰۰	۴۲	
پتن	۰/۱۵	۲۵۰۰	۳۷۵	
ملات گچ و خاک	۰/۰۲	۱۶۰۰	۳۲	
ملات گچ	۰/۰۱	۱۳۰۰	۱۳	
جمع:		۵۱۲ kgf/m^2		

بار برف:

مقدار بار برف در بام ها از رابطه $P_r = l_s C_n C_h C_s$ به دست می آید.

موضوع	مقدار پارامتر	توضیحات
بار برف مینا (P_s)	150kgf/m^2	اراک منطقه ۴ می باشد.
ضریب اهمیت بار برف (I_s)	1	طبق جدول ۲-۱-۶
ضریب برف گیری (C_n)	1.1	ناحیه پر تراکم و بام برف گیر فرض شده است.
ضریب شرایط دمایی (C_h)	1	شرایط عادی
ضریب شبیب (C_s)	1	بام مسطح است.
$P_r = 150 * 1 * 1.1 * 1 * 1 = 165 \text{ kgf/m}^2$		

بار زنده:

بام معمولی : 150 kgf/m^2

اتفاق ها و سایر فضاهای خصوصی: 200 kgf/m^2

راه پله: 500 kgf/m^2

پارکینگ با خودروی با وزن حداقل ۴ تن: 300 kgf/m^2

بار خرپشته:

اگر وزن خرپشته کمتر از ۲۵ درصد وزن بام باشد، نیازی به در نظر گرفتن تاثیر آن در محاسبات زلزله نیست.

$$(17.4)/(178.2-17.4)=10\%$$

پس قابل صرف نظر کردن می باشد.

بار آسانسور:

بار زنده آسانسور:

براساس جدول ۱-۵-۶ مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان بار گستردۀ زنده حداقل وارد بر کف اتفاق آسانسور برابر با 360 kgf/m^2 است.

$$360*2*1=720 \text{ kgf/m}^2$$

برای آسانسور با ابعاد 1×2 متر، گنجایش ۴ نفر و حداقل ظرفیت 360 kg درنظر می گیریم.

۳-۸-۵-۶ سازه‌های نگهدارنده آسانسورها: وزن اتفاق، ماشین‌آلات، وزنه تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسائل باید در ضربی ۲ ضرب شود، مگر آنکه بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضربی بیشتر از مقدار ضرب شده باشد.

$$360*2=720 \text{ kgf}$$

$$200*2=400 \text{ kgf}$$

$$1120 > 720$$

پس بار زنده آسانسور 1120 kgf می باشد که بار هر ستون اطراف آن $1120/4=280 \text{ kgf}$ می باشد.

بار مرده آسانسور:

$$\text{بار مرده سکوی بتنی} = 2500 \times 0.35 \times 2 \times 1 = 1700 \text{ kgf}$$

$$\text{بار مرده تجهیزات آسانسور} = 1500 \times 2 = 3000 \text{ kgf}$$

$$\text{بار مرده هر تکیه گاه} = \frac{1700 + 3000}{4} = 1175 \text{ kgf}$$

بنابراین به هر تکیه گاه سکوی بتنی، بار زنده ای معادل 280kgf و بار مرده ای معادل 1175kgf وارد می شود.

بار زلزله:

در این مرحله از پروژه باستی C را بدست آورد:

C: ضریب زلزله که از رابطه (۳-۲) به دست می آید:

$$C = \frac{ABI}{R_u}$$

در این رابطه:

A: نسبت شتاب مبنای طرح

B: ضریب بازتاب ساختمان

: ضریب اهمیت ساختمان

R_u: ضریب رفتار ساختمان

شتاب مبنای طرح A:

اراک در منطقه خطر متوسط نسبی زلزله قرار دارد بنابراین آن ۲۵٪ نسبت به شتاب ثقل می باشد.

محاسبه B:

در ایندا باید پریود سازه را با استفاده از رابطه زیر بدست آورد:

$$T = 0.05H^{0.9}$$

$$H = 4 \times 3 + 2.7 + 6 \times 0.3 + 0.2 = 16.7 \text{ m}$$

$$T = 0.63 \text{ sec}$$

نوع زمین نوع II و خطر نسبی متوسط:

$$S_0=1 \text{ و } S=1.5 \text{ و } T_s=0.5 \text{ و } T_0=0.1$$

$$T > T_s$$

$$B_1=(S+1)(T_s/T)$$

$$B_1=1.98$$

$$4 > T > T_s$$

$$N=0.4(T-T_s) / (4-T_s) +1=1.01$$

$$B=B_1*N=1.98*1.01=2$$

ضریب اهمیت ساختمان (I):

ساختمان مسکونی جزء دسته اهمیت متوسط یعنی گروه ۳ می باشد و ضریب اهمیت آن ۱ می باشد.

ضریب رفتار ساختمان (R_u):

در جهت γ (شمال جنوب) دیوار بتقی برشی ویژه و قاب خمشی بتقی متوسط: $R_u=6.5$

در جهت x (شرقی غربی) قاب خمشی بتقی متوسط: $R_u=5$

در نتیجه برای محاسبه C داریم:

$$C=A*B*I/R_u$$

در جهت γ (شمال جنوب):

$$C=0.25*2*1/6.5=0.076$$

در جهت x (شرقی غربی):

$$C=0.25*2*1/5=0.1$$

$$C > C_{min}(0.12*0.25*1=0.03)$$

تنکر: بدلیل نداشتن طراحی و پریود ناشی از تحلیل دینامیکی از تبصره صفحه ۳۲ آیین نامه ۲۸۰۰ چشم پوشی می کنیم.

$$K=0.5T+0.75=1.065$$

وزن مؤثر لرزه ای:

بر اساس آیین نامه 2800 (بند ۳-۱-۱) :

محاسبه نیرو برش پایه :

$$V_U = CW$$

در این رابطه:

V_U : نیروی برشی در حد مقاومت. حد مقاومت و حد تنش مجاز در "تعاریف" آیین نامه توضیح داده شده اند. برای تعیین این نیرو در حد تنش مجاز مقدار آن باید بر ضریب $1/4$ تقسیم شود.

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

C : ضریب زلزله که از رابطه (۳-۲) به دست می آید:

$$C = \frac{ABI}{R_u} \quad (3-3)$$

مقدار برش پایه، V_U . در هیچ حالت نباید کمتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود:

$$V_{Umin} = 0.12AIW$$

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

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

برای محاسبه وزن سازه از مسیر زیر در Etabs استفاده می کنیم:

Display _ Show Tables _ Analysis Results _ Structure Output _ Other _ Story Force , Center Of Mass And Rigidity

E Centers Of Mass And Rigidity

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Filter: None

Centers Of Mass And Rigidity

	Story	Diaphragm	Mass X kgf-s ² /m	Mass Y kgf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cum Mass X kgf-s ² /m	Cum Mass Y kgf-s ² /m	XCCM m	YCCM m
▶	Story5	D1	26670.6	26670.6	5.7131	8.1419	26670.6	26670.6	5.7131	8.1419
	Story4	D1	36765.11	36765.11	5.8482	8.4142	63435.71	63435.71	5.7914	8.2997
	Story3	D1	36701.17	36701.17	5.8584	8.4114	100136.88	100136.88	5.816	8.3406
	Story2	D1	36701.17	36701.17	5.8584	8.4114	136838.06	136838.06	5.8274	8.3596
	Story1	D1	36701.17	36701.17	5.8584	8.4114	173539.23	173539.23	5.8339	8.3706

Record: << < 1 > >> of 5 Add Tables... Done

$$W=173.53 \text{ tonf-s}^2/\text{m}$$

$$173.53 \times 9.81 = 1702 \text{ tonf}$$

$$VU_x = CW = 0.1 \times 1702 = 170.2 \text{ Tonf}$$

$$VU_{x,\min} = 0.12AIW = 0.12 \times 0.25 \times 1 \times 1702 = 51.06 \text{ Tonf}$$

$$VU_y = CW = 0.076 \times 1702 = 129.35 \text{ Tonf}$$

$$VU_{y,\min} = 0.12AIW = 0.12 \times 0.25 \times 1 \times 1702 = 51.06 \text{ Tonf}$$

توزيع نیروی برشی:

برای توزیع نیروی زلزله در هر طبقه بر اساس آیین نامه 2800 از رابطه زیر استفاده می‌کنیم :

$$F_{u,i} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n W_j h_j^k} V_u \quad (6-3)$$

در این رابطه:

$F_{u,i}$: نیروی جانبی در تراز طبقه i

W_i : وزن طبقه i شامل وزن سقف و قسمتی از سربار آن مطابق جدول (۱-۳) و نصف

وزن دیوارها و ستون‌هایی که در بالا و پایین سقف قرار گرفته‌اند.

h_i : ارتفاع تراز سقف طبقه i از تراز پایه

n : تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

	ارتفاع	وزن طبقه	$Wihi^k$	vux		نیروی وارد بر هر طبقه (tonf)
Story5	16.2	266.706	5178.0504	170.2	47.259376	47.25937593
Story4	12.9	367.6511	5600.3338	170.2	51.1135	51.11349962
Story3	9.6	367.0117	4081.3024	170.2	37.249503	37.24950265
Story2	6.3	367.0117	2606.0191	170.2	23.784789	23.78478886
Story1	3	367.0117	1182.5351	170.2	10.79284	10.79284032
sum		1735.3922	18648.241		170.20001	

	ارتفاع	وزن طبقه	$Wihi^k$	vuy		نیروی وارد بر هر طبقه (tonf)
Story5	16.2	266.706	5178.0504	129.35	35.91657	35.91657037
Story4	12.9	367.6511	5600.3338	129.35	38.845659	38.84565908
Story3	9.6	367.0117	4081.3024	129.35	28.309184	28.3091843
Story2	6.3	367.0117	2606.0191	129.35	18.07616	18.07616004
Story1	3	367.0117	1182.5351	129.35	8.2024318	8.202431815
sum		1735.3922	18648.241		129.35001	

زمان تناوب تحلیلی سازه:

برای به دست آوردن زمان تناوب تحلیلی سازه لازم است از ستون های UX و UY که حالت مود حداکثری دارند زمان پریود را یادداشت کنیم. برای برداشت اطلاعات از فایل ETBAS از مسیر زیر استفاده می کنیم

: Tables> Analysis Results > Structure Output > Modal information > Modal Participation Mass Ratios

طبق اطلاعات خروجی از نرم افزار مود اصلی ارتعاشی سازه در راستای X مود اول و در راستای Y مود چهارم است. و زمان تناوب مود اصلی نوسان در راستای X برابر 1.33 s و در راستای Y برابر 0.248 s است.

Modal Participating Mass Ratios													
File		Edit		Format-Filter-Sort		Select		Options					
Units: As Noted		Hidden Columns: No		Sort: UX DESC		Modal Participating Mass Ratios							
Filter: None													
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX				
►	Modal	1	1.33	0.7902	0	0	0.7902	0	0	0			
	Modal	2	0.385	0.1205	8.657E-07	0	0.9107	1.184E-06	0	8.234E-07			
	Modal	5	0.191	0.0528	3.068E-06	0	0.9637	0.717	0	1.042E-06			
	Modal	6	0.117	0.0269	0	0	0.9906	0.717	0	0			
	Modal	7	0.086	0.0092	0	0	0.9998	0.717	0	0			
	Modal	3	0.289	0.0002	0.0079	0	0.9109	0.0079	0	0.0031			
	Modal	13	0.033	0.0001	0.0001	0	0.9998	0.9368	0	0.0003			
	Modal	15	0.028	0.0001	0.0017	0	0.9999	0.9837	0	0.006			
	Modal	11	0.038	1.952E-05	3.271E-06	0	0.9998	0.935	0	9.952E-06			
	Modal	8	0.07	3.696E-06	0.0002	0	0.9998	0.7172	0	0.0003			
	Modal	12	0.037	2.662E-06	0.0018	0	0.9998	0.9367	0	0.0055			
	Modal	4	0.248	2.274E-06	0.7091	0	0.9109	0.717	0	0.3063			
	Modal	10	0.042	2.156E-06	0	0	0.9998	0.9349	0	6.836E-07			
	Modal	9	0.059	0	0.2178	0	0.9998	0.9349	0	0.4856			
	Modal	14	0.03	0	0.0452	0	0.9998	0.982	0	0.1353			

E Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: UY DESC

Filter: None

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
▶	Modal	4	0.248	2.274E-06	0.7091	0	0.9109	0.717	0	0.3063
	Modal	9	0.059	0	0.2178	0	0.9998	0.9349	0	0.4856
	Modal	14	0.03	0	0.0452	0	0.9998	0.982	0	0.1353
	Modal	3	0.289	0.0002	0.0079	0	0.9109	0.0079	0	0.0031
	Modal	12	0.037	2.662E-06	0.0018	0	0.9998	0.9367	0	0.0055
	Modal	15	0.028	0.0001	0.0017	0	0.9999	0.9837	0	0.006
	Modal	8	0.07	3.696E-06	0.0002	0	0.9998	0.7172	0	0.0003
	Modal	13	0.033	0.0001	0.0001	0	0.9998	0.9268	0	0.0003
	Modal	11	0.038	1.952E-05	3.271E-06	0	0.9998	0.935	0	9.952E-06
	Modal	5	0.191	0.0528	3.068E-06	0	0.9637	0.717	0	1.042E-06
	Modal	2	0.385	0.1205	8.657E-07	0	0.9107	1.184E-06	0	8.234E-07
	Modal	1	1.33	0.7902	0	0	0.7902	0	0	0
	Modal	6	0.117	0.0269	0	0	0.9906	0.717	0	0
	Modal	7	0.086	0.0092	0	0	0.9998	0.717	0	0
	Modal	10	0.042	2.156E-06	0	0	0.9998	0.9349	0	6.836E-07

Record: << < 1 > >> of 15 Add Tables... Done

$$T = \min(1.25 T_a, T_m)$$

با توجه به دوره تناوب محاسباتی فرض اولیه درست است

با توجه به دوره تناوب محاسباتی فرض اولیه درست نیست

s

با توجه به نتایج بدست امده از نرم افزار زمان تناوب در جهت X اصلاح نمیشود اما در جهت Y نیاز به اصلاح است :

$$N = 1$$

$$B_1 = 2.5$$

$$C = A/B = 0.25 * 2.5 * 1 / 6.5 = 0.096$$

برای ضریب زلزله C در راستای Y باید اصلاح شود .

توجه : زمان تناوب سازه باید از فایلی بدست آید که در آن ضرایب ترک خوردگی برای ستون ها و دیوار ها ۱ و برای تیر ها ۰.۵ باشد.(بند ۳-۳-۳)

۳-۳-۳ سختی قطعات بتن آرمه

در محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان‌های بتن آرمه اثر ترک خوردگی اعضاء در سختی خمچی آنها باید در نظر گرفته شود. بدین منظور می‌توان سختی مؤثر اعضاء را برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

$$I_e = 0.5I_g$$

- در تیرها

$$I_e = I_g$$

- در ستون‌ها و دیوارها

کنترل نظم پیچشی سازه:

الگو بار انتخابی از بین EYN , EYP , EXN , EXP است و برای هر ۴ حالت باید این کنترل انجام شود. بر اساس بند (۱-۷-۱) و برایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ داریم: برای کنترل نظم پیچشی سازه از مسیر زیر در استفاده می‌کنیم :

Tables> Analysis Results>Joint Output >Displacement>Diaphragm max over avg drift

توجه: با توجه به آیین نامه ۲۸۰۰ کنترل نظم پیچشی باید با خروج از مرکزیت ۵ درصد انجام شود و به همین دلیل Ex و Ey در جداول زیر ذکر نشده است.

E Diaphragm Max Over Avg Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: Ratio DESC

Filter: ([Output Case] = 'EXN' OR [Output Case] = 'EXP')

	Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max
▶	Story5	EXN	LinStatic	Diaph D1 X	0.003348	0.00327	1.024	20	0	0	
	Story4	EXN	LinStatic	Diaph D1 X	0.005015	0.00494	1.015	20	0	0	
	Story3	EXN	LinStatic	Diaph D1 X	0.006367	0.0063	1.011	20	0	0	
	Story2	EXN	LinStatic	Diaph D1 X	0.006422	0.006371	1.008	20	0	0	
	Story1	EXN	LinStatic	Diaph D1 X	0.003467	0.003445	1.006	20	0	0	
	Story1	EXP	LinStatic	Diaph D1 X	0.00346	0.003443	1.005	4	11	16.2	
	Story5	EXP	LinStatic	Diaph D1 X	0.003274	0.003262	1.004	4	11	16.2	
	Story4	EXP	LinStatic	Diaph D1 X	0.004951	0.004933	1.004	4	11	16.2	
	Story3	EXP	LinStatic	Diaph D1 X	0.006313	0.006294	1.003	4	11	16.2	
	Story2	EXP	LinStatic	Diaph D1 X	0.006386	0.006367	1.003	4	11	16.2	

Record: << < 1 > >> of 10 Add Tables... Done

E Diaphragm Max Over Avg Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: Ratio DESC

Filter: ([Output Case] = 'EYN' OR [Output Case] = 'EYP')

	Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max
▶	Story2	EYP	LinStatic	Diaph D1 Y	0.000187	0.000166	1.127	35	11	8.5	
	Story3	EYP	LinStatic	Diaph D1 Y	0.000236	0.000209	1.126	35	11	8.5	
	Story4	EYP	LinStatic	Diaph D1 Y	0.000254	0.000226	1.124	35	11	8.5	
	Story5	EYP	LinStatic	Diaph D1 Y	0.00025	0.000222	1.122	35	11	8.5	
	Story1	EYP	LinStatic	Diaph D1 Y	0.0001	9E-05	1.11	35	11	8.5	
	Story1	EYN	LinStatic	Diaph D1 Y	9.7E-05	9E-05	1.078	20	0	0	
	Story5	EYN	LinStatic	Diaph D1 Y	0.000235	0.000222	1.059	20	0	0	
	Story2	EYN	LinStatic	Diaph D1 Y	0.000175	0.000166	1.059	20	0	0	
	Story4	EYN	LinStatic	Diaph D1 Y	0.000239	0.000226	1.058	20	0	0	
	Story3	EYN	LinStatic	Diaph D1 Y	0.000221	0.000209	1.058	20	0	0	

Record: << < 1 > >> of 10 Add Tables... Done

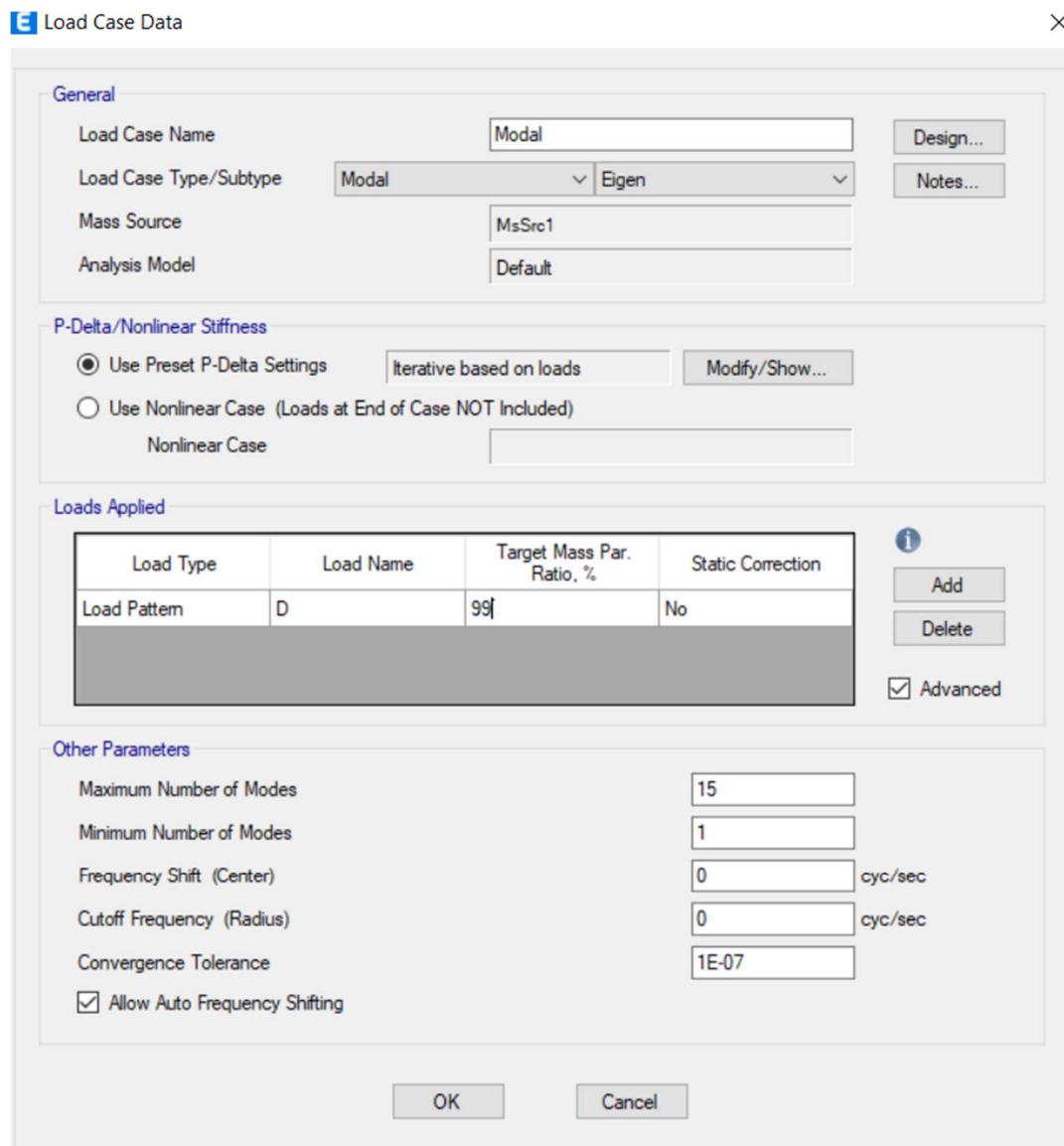
با اغماض میتوان گفت سازه منظم پیچشی است.

روش تحلیل طیفی:

در این پژوهه علاوه بر روش تحلیل استاتیکی، از تحلیل طیفی نیز استفاده شده است برای محاسبه نیروهای زلزله واردہ به سازه همواره باید از زمان تناوب محاسباتی استفاده کنیم که این مقدار برابر است با:

$$T_{\text{تحلیلی محاسباتی}} = \min (1.25 T_a, T)$$

که برای محاسبه T تحلیلی ابتدا باید تعداد مود سازه را تعیین کنیم که این مقدار را ابتدا به ازای هر طبقه حداقل سه مود در نظر میگیریم.



البته با توجه به بند ۱-۴-۳-۲ آین نامه ۲۸۰۰ باید مقدار تجمعی وزن شرکت کننده در زلزله به بیشتر از ۹۰ برسد.

۲-۱-۴-۳ تعداد مدهای نوسان

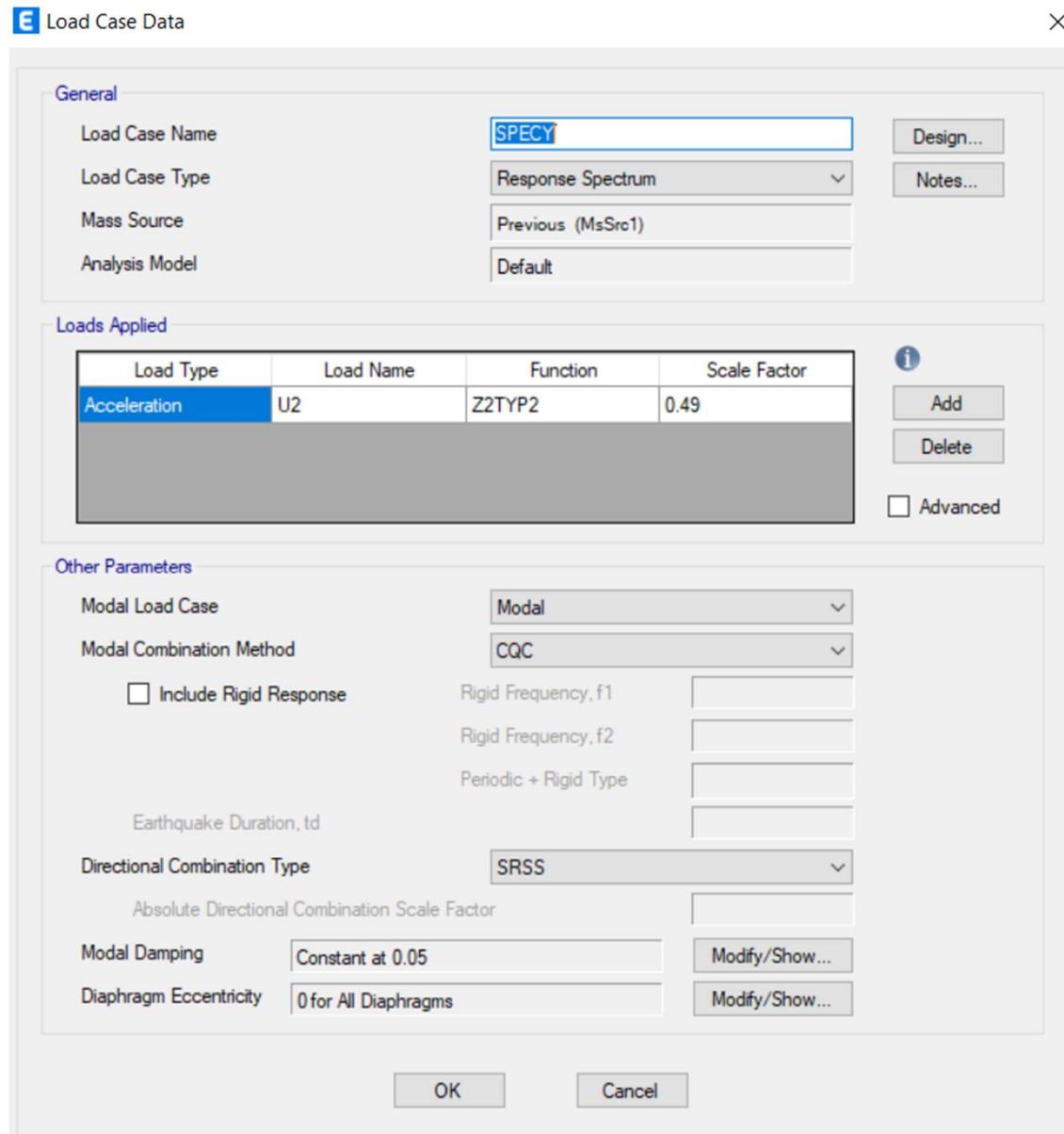
در هر یک از دو امتداد متعامد ساختمان باید تمام مدهای نوسان که مجموع جرم‌های مؤثر در آنها بیشتر از ۹۰ درصد جرم کل سازه است، در نظر گرفته شود.

Scale factor به عنوان زلزله طیفی باید تعریف شوند . ضریب SPECYT,SPECY,SPECXT,SPECX برای زلزله طیفی $(A^*I/R)*g$ می باشد.

$$X \rightarrow (A^*I/R)*g = 0.25 \times 1 / 6.5 \times 9.81 = 0.37$$

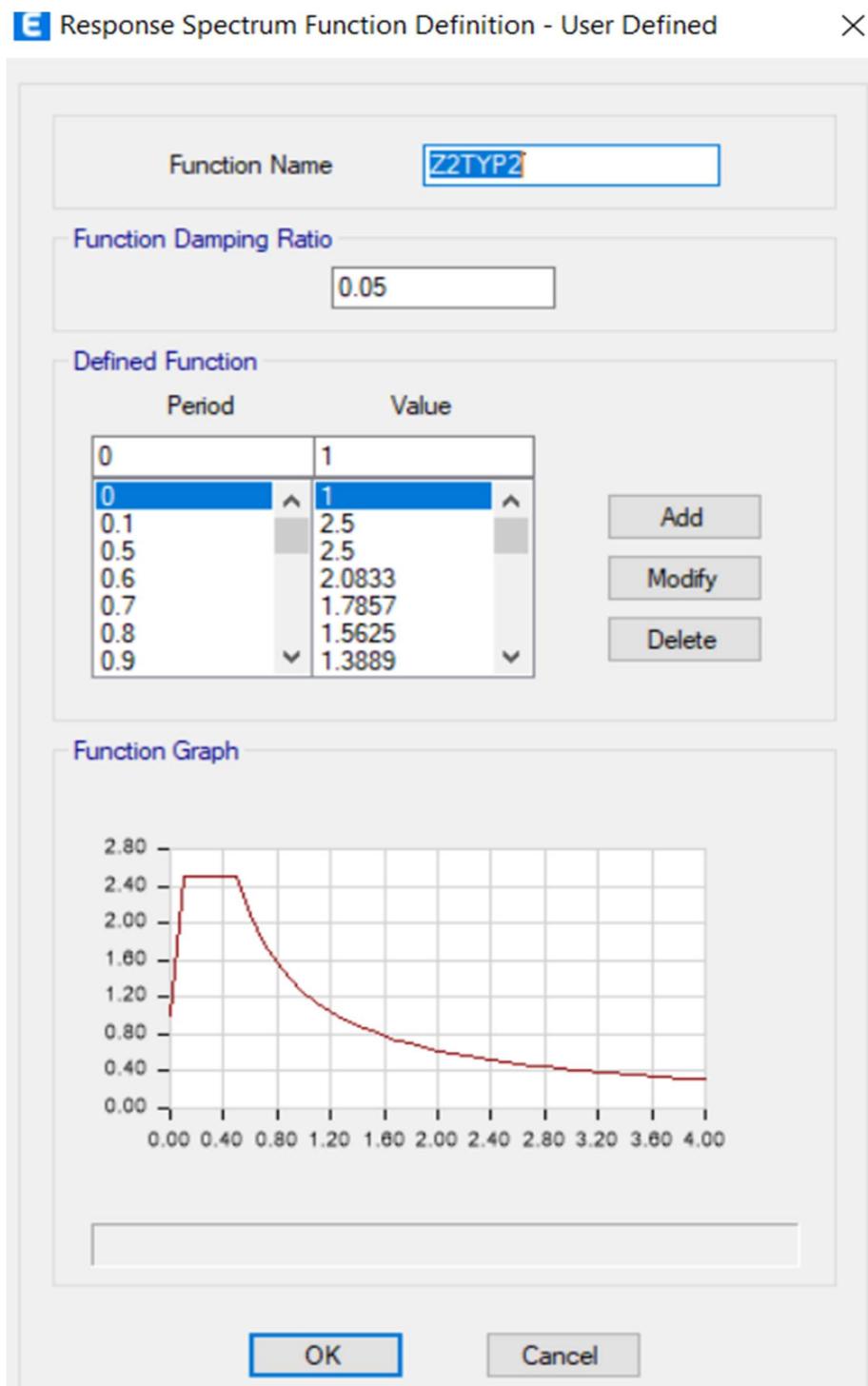
$$Y \rightarrow (A^*I/R)*g = 0.25 \times 1 / 5 \times 9.81 = 0.49$$

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Z2TYP2	0.37



تعیین ضریب بازتاب برای هر مود:

در مرحله بعدی با توجه به نوع خاک منطقه که نوع ۲ در نظر گرفته شده است باید ضریب بازتاب مربوط به این خاک را در نرم افزار وارد کنیم :



همپایه کردن برش:

برای همپایه کردن برش ، ابتدا باید V_{ST} ، V_{dyn} برای این امر از مسیر زیر استفاده می کنیم :

Display _ Show Tables _ Analysis Results _ Structure Output _ Other _ Story Force

E Story Forces

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Filter: ([Story] = 'Story1') AND ([Case Type] = 'LinRespSpec' OR [Case Type] = 'LinStatic') AND ([Location] = 'Bottom')

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	
	Story1	EX	LinStatic		Bottom	0	-174740.1	0	1451414.9	-57.63	
	Story1	EY	LinStatic		Bottom	0	0	-167750.5	-951238.16	1779440.42	
▶	Story1	SPECX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	54000.21	249.35	453978.1	2796.38	
	Story1	SPECY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	330.22	159644.41	839242.28	1747435.23	

Record: << < 4 > >> of 4 Add Tables... Done

با توجه به اینکه سازه از نظر پیچشی منظم می باشد ضریب همپایه کردن برش مقدار زیر می باشد:

$$\text{ضریب همپایگی} : \text{ ضریب همبستگی } = 0.85 V_{st} / V_{dyn}$$

$$X : 0.85 * 174.7 / 54 = 2.75$$

$$Y : 0.85 * 167.7 / 160.4 = 0.88 < 1 , 1$$

اعداد بدست امده را در قسمت SCALE FACTOR نیرو های طیفی ضرب میکنیم.

کنترل دریفت مجاز:

بر اساس ضوابط بند ۳-۵-۳ از ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰، بدليل اينكه ساختمان از نوع کاريри مسکوني مي باشد ، در هنگام تعیین برش پايه و نيروهای زلزله برای کنترل دریفت می توان از زمان تناوب تحليلي سازه استفاده نمود.

۳-۵-۳ در محاسبه تغيير مكان نسبی هر طبقه « Δ »، برای رعایت محدودیتهای فوق، مقدار برش پايه در رابطه (۱-۱) را می توان بدون منظور گردن محدودیت مربوط به زمان تناوب اصلی ساختمان T در تبصره بند (۳-۳-۳) تعیین کرد. ولی در ساختمان‌های با اهمیت خیلی زياد محدودیت آن بند در مورد زمان تناوب اصلی باید رعایت شود. در هر حال، رعایت رابطه (۳-۳) از بند (۱-۳-۳) در خصوص حداقل برش پايه در محاسبات تغيير مكان نسبی ضروري است.

و همچنين ميزان ضريب ترك خورديگي تيرها ، ستون و ديوار به ترتيب ۰.۳۵ و ۰.۷ مي باشد. (بند ۳-۵-۵)

۳-۵-۴ در سازه‌های بتن‌آرمه در تعیین تغيير مكان جانبی نسبی طرح، ممان اينرسی مقطع ترك خورده قطعات را می توان، مطابق توصيه آيین‌نامه بتن ايران «آبا» برای تيرها $Ig_{0.35}$ و برای ستون‌ها $Ig_{0.7}$ ، و برای ديوارها $Ig_{0.35}$ یا $Ig_{0.7}$ نسبت به ميزان ترك خورديگي آنها، منظور گرد. برای زلزله بهره‌برداری مقادير اين ممان اينرسی‌ها را می توان تا $1/5$ برابر افزایش داد و از اثر P - Δ تيزصرف‌نظر گرد.

کنترل دریفت با توجه به ۲ الگوي بار $Exdrift$ ، $EYdrift$ انجام مي شود. اما با توجه به اينكه پريود تحليلي جايگزين ۱.۲۵ برابر پريود تجربی شده است پس لازم است اصلاحاتی در مورد ضraigip K ، C ، زلزله صورت گيرد.

اين ضraigip اصلاحی به صورت زير است.

$$Tmx = 1.331 \rightarrow B1 = 0.93 , N = 1.0.95 \rightarrow B = 1.02$$

$$C = 0.25 * 1.02 * 1 / 6.5 = 0.16$$

$$K = 0.5 * 1.331 + 0.75 = 1.4155$$

$$Tmy = 0.25 \rightarrow C = 0.125 \rightarrow K = 1$$

از آنجایی که سازه از پیچش منظم می باشد ، باید دریفت آن برای مرکز جرم کنترل شود.

مطابق بند های ۳-۵-۲ و ۱-۵-۳ آیین نامه ۲۸۰۰، مقدار دریفت نباید از مقدار $\Delta_a = 0.02h$ بیشتر باشد.

۳-۵ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

۳-۵-۱ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی هر طبقه، که اختلاف بین تغییر مکان های جانبی واقعی مراکز جرم کفهای بالا و پایین آن طبقه است، نباید از مقدار مشخصی که در این بند تعیین شده، تجاوز نماید. این تغییر مکان تنها با استفاده از تحلیل غیرخطی سازه قابل محاسبه است، ولی می توان آن را با تقریب خوبی از رابطه زیر به دست آورد:

$$\Delta_M = c_d \cdot \Delta_{eu} \quad (11-3)$$

در این رابطه:

Δ_M = تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی و یا تغییر مکان نسبی واقعی طبقه

c_d = ضریب پزرگنمایی مطابق جدول (۴-۳)

Δ_{eu} = تغییر مکان جانبی نسبی طبقه زیر اثر زلزله طرح، مطابق رابطه (۱-۳)

در مواردی که روش طراحی تنش مجاز است، تغییر مکان جانبی نسبی به دست آمده از آن روش باید در ضریب ۱/۴ ضرب شود و سپس با مقدار مجاز Δ_a در بند (۳-۵-۳) مقایسه شود.

۳-۵-۲ مقدار Δ_M که با منظور کردن اثر $P - \Delta$ در محاسبه Δ_M به دست می آید نباید از مقدار مجاز Δ_a زیر تجاوز نماید.

- در ساختمان های تا ۵ طبقه

- در سایر ساختمان ها

در این روابط h ارتفاع طبقه است.

$$\Delta_a < \Delta_m / C_d$$

$$X : \Delta_{eu} < 0.02 \times 16.7 / 5 = 0.0668$$

$$Y : \Delta_{eu} < 0.02 \times 16.7 / 5 = 0.0668$$

$\Delta_{eu} \rightarrow$ Etabs

این کنترل از مسیر زیر انجام می شود:

Tables> Analysis Results>Joint Output >Displacement>Diaphragm max over avg drift

E Diaphragm Max Over Avg Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: Avg Drift DESC Filter: ([Output Case] = 'EY-DRIFT') AND ([Case Type] = 'LinStatic')

Diaphragm Max Over Avg Drifts

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label
▶	Story4	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 Y	0.000303	0.000294	1.033	35
	Story4	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 Y	0.00033	0.000294	1.124	35
	Story4	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 Y	0.000311	0.000294	1.058	20
	Story5	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 Y	0.000325	0.00029	1.122	35
	Story5	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 Y	0.000299	0.000289	1.031	35
	Story5	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 Y	0.000306	0.000289	1.059	20
	Story3	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 Y	0.000307	0.000273	1.126	35
	Story3	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 Y	0.000282	0.000272	1.034	35
	Story3	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 Y	0.000288	0.000272	1.058	20
	Story2	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 Y	0.000223	0.000216	1.034	35
	Story2	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 Y	0.000243	0.000216	1.127	35
	Story2	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 Y	0.000228	0.000216	1.059	20
	Story1	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 Y	0.000119	0.000117	1.016	35
	Story1	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 Y	0.00013	0.000117	1.11	35
	Story1	EY-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 Y	0.000127	0.000117	1.078	20

Diaphragm Max Over Avg Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: Avg Drift DESC Filter: ([Output Case] = 'EX-DRIFT')

Diaphragm Max Over Avg Drifts

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label
	Story3	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 X	0.010884	0.010768	1.011	20
	Story3	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 X	0.010804	0.010762	1.004	20
	Story3	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 X	0.010789	0.010756	1.003	4
	Story2	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 X	0.010702	0.010616	1.008	20
	Story2	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 X	0.010684	0.010612	1.003	20
	Story2	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 X	0.010639	0.010608	1.003	4
	Story4	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 X	0.008807	0.008675	1.015	20
	Story4	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 X	0.008719	0.008669	1.006	20
	Story4	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 X	0.008693	0.008663	1.004	4
	Story5	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 X	0.006009	0.005871	1.023	20
	Story5	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 X	0.005923	0.005864	1.01	20
	Story5	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 X	0.005879	0.005858	1.004	4
	Story1	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	3	Diaph D1 X	0.005669	0.005632	1.007	20
	Story1	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	1	Diaph D1 X	0.005636	0.005631	1.001	20
	Story1	EX-DRIFT	LinStatic	Step By Step	2	Diaph D1 X	0.005656	0.00563	1.005	4

Record: << < > >> of 15

Add Tables...

Done

کنترل لنگر واژگونی:

مطابق بند ۶-۳-۱ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان کلیه اعضا و سیستم های لرزه ای در مقابل بار جانبی که منجر به واژگونی می شود ، مقاوم باشند. برای بدست آوردن برش و لنگر های مورد نیاز از مسیر زیر اقدام می کنیم:

Display _ Show Tables _ Analysis Results _ Structure Output _ Other _ Story Force , Center Of Mass
And Rigidity

({Story} = 'Story1')									
Story	Diaphragm	Mass X kgf-s ² /m	Mass Y kgf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cum Mass X kgf-s ² /m	Cum Mass Y kgf-s ² /m	XCCM m	YCCM m
Story1	D1	36701.17	36701.17	5.8584	8.4114	173539.23	173539.23	5.8339	8.3706

از مقادیر YCCM، XCCM که مرکز جرم تجمعی سازه هستند می توان به عنوان بازو لنگر استفاده نمود. البته باید توجه نمود که باید در یک جهت ساختمان کوتاه ترین فاصله از لبه سازه را به عنوان بازو لنگر در نظر گرفت.

$$W = 173.5 \times 9.81 = 1702.035 \text{ TONf}$$

$$X_1 = 5.833 \text{ m}$$

$$Y_1 = 8.370 \text{ m}$$

$$X_2 = 11 - 5.833 = 5.167 \text{ m}$$

$$Y_2 = 16.2 - 8.37 = 7.83 \text{ m}$$

: لنگر مقاوم :

$$MR_x = W \times \min(X_1, X_2) = 8794.4 \text{ Tonf.m}$$

$$MR_y = W \times \min(Y_1, Y_2) = 13326.9 \text{ Tonf.m}$$

بدلیل اینکه خروجی نرم افزار ETBAS در Story1 می باشد بنابراین باید برش موجود در Story1 را به لنگر در پایین پی تبدیل کنیم.

برای بدست آوردن لنگر واژگونی و نیروی برشی از Story forces استفاده می کنیم (مقدار ضخامت پی + ارتفاع طبقه 3.5m در نظر گرفته می شود)

Filter: ((Story) = 'Story1') AND ((Output Case) = 'EX' OR [Output Case] = 'EXN' OR [Output Case] = 'EXP' OR [Output Case] = 'EY' OR [Output Case] = 'EYN' OR [Output Case] = 'EYP') AND [Location] = 'Bottom')									
Story	Output Case	Case Type	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	MY kgf-m
Story1	EX	LinStatic	Bottom	0	-174740.1	0	1451414.9	-57.63	-1942987.53
Story1	EY	LinStatic	Bottom	0	0	-167750.5	-951238.16	1779440.42	55.38
Story1	EXP	LinStatic	Bottom	0	-174740.1	0	1589408.4	-73.56	-1942960.74
Story1	EXN	LinStatic	Bottom	0	-174740.1	0	1313421.4	-41.7	-1943014.32
Story1	EYP	LinStatic	Bottom	0	0	-167750.5	-1041189.48	1779450.81	37.92
Story1	EYN	LinStatic	Bottom	0	0	-167750.5	-861286.84	1779430.04	72.85

$$Vx=174.74 \text{ Tonf}$$

$$Vy=167.75 \text{ Tonf}$$

$$Mx = 1779.45 \text{ Tonf.m}$$

$$My = 1942.98 \text{ Tonf.m}$$

$$Mo = M + V \times hf$$

$$Mox = 1779.45 + 174.74 \times 3.5 = 2391.04 \text{ Tonf.m}$$

$$Moy = 1942.98 + 167.75 \times 3.5 = 2530.10 \text{ Tonf.m}$$

$$MRx / Mox = 8794.4 / 2391.04 = 3.67 > 1.75 \text{ OK}$$

$$MRy / Moy = 13326.9 / 2530.10 = 5.26 > 1.75 \text{ OK}$$

کنترل صلبیت:

برای کنترل صلبیت سقف ها ابتدا در فایل اصلی باید مقادیر دریافت تعیین شوند که این امر از مسیر زیر انجام می شود:

Display >Show table > Diaphragm Center of mass displacements

Diaphragm Center Of Mass Displacements

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ((Output Case) = 'EX')

Diaphragm Center Of Mass Displacements

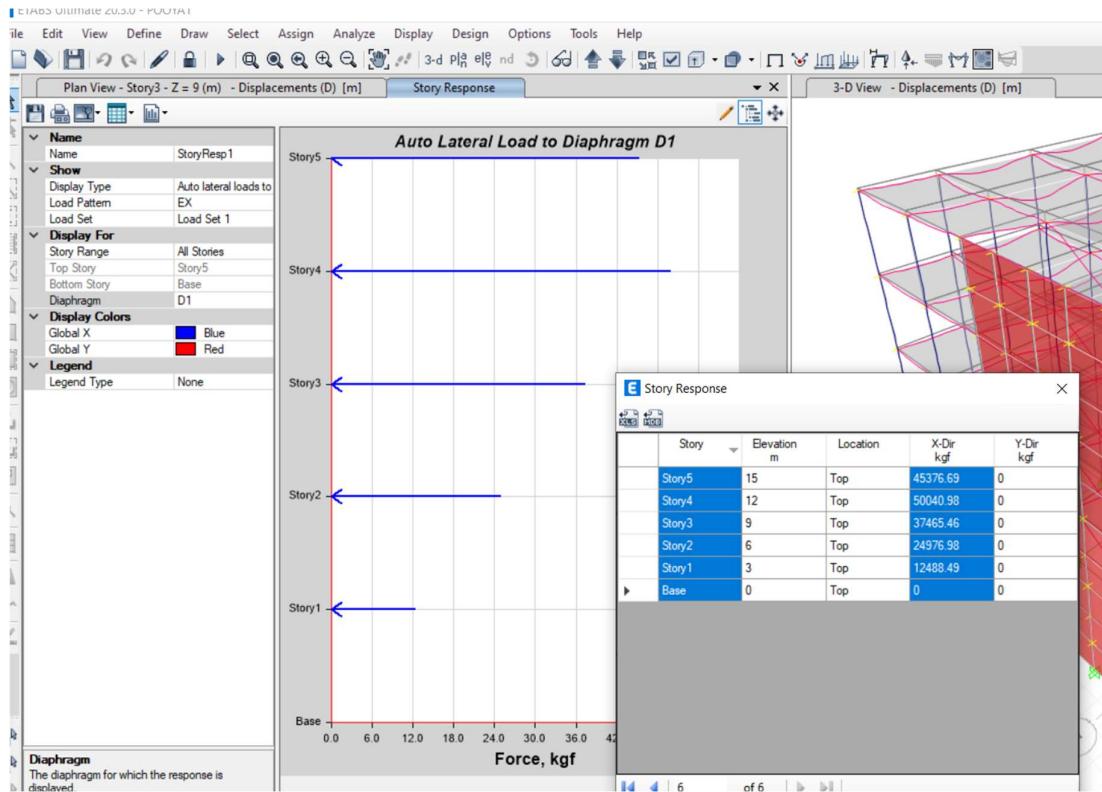
	Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m
▶	Story5	D1	EX	LinStatic	0.072935	-5.7E-05	3.8E-05	212	5.7131	8.1419
	Story4	D1	EX	LinStatic	0.06313	-3.6E-05	2.6E-05	213	5.8482	8.4142
	Story3	D1	EX	LinStatic	0.048325	-2.3E-05	1.6E-05	214	5.8584	8.4114
	Story2	D1	EX	LinStatic	0.029437	-1.2E-05	7E-06	215	5.8584	8.4114
	Story1	D1	EX	LinStatic	0.010332	-3E-06	1E-06	216	5.8584	8.4114

Record: << < 1 > >> of 5 Add Tables... Done

در ادامه از طریق مسیر

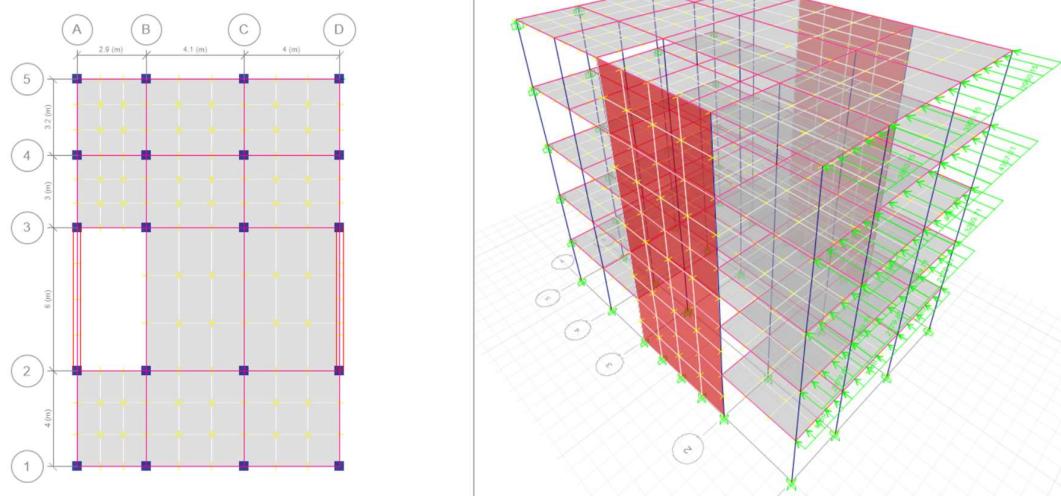
Display > Story response plot:

مقدار بار جانبی وارد بر هر طبقه را تحت حالت بار استانیکی زلزله به دست می آوریم.

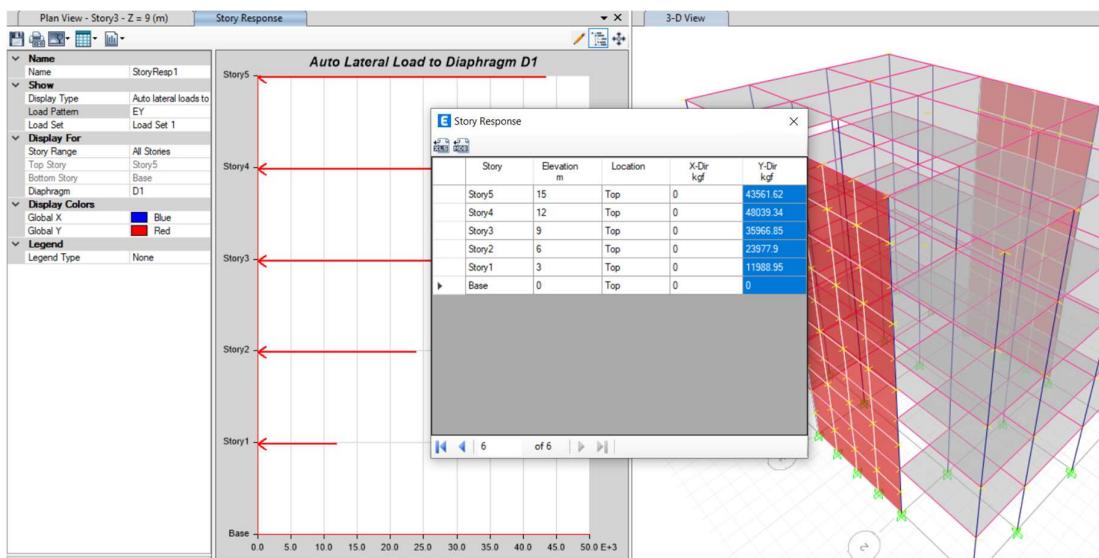


سپس یک Save as از فایل اصلی گرفته و در آن همه کف های سازه را به صورت دستی مش بندی میکنیم و دیافراگم کف ها را از D1 به حالت None تغییر میدهیم و همچنین سازه را برای جهتی که کنترل صلبیت آن مدنظر است ، مقید میکنیم .اکنون یک نوع بار به نام DiaphX (L1) تعريف کرده و بار جانبی وارد بر هر طبقه را که در مرحله قبل بدست آوردم را باید به صورت جانبی و خطی در جهت مورد نظر کنترل صلبیت وارد میکنیم .

برای جهت ۷ داریم :



Y	story 5	story 4	story 3	story 2	story 1
delta diaph	0.000163	0.000164	0.000124	0.000082	0.000039
delta story	0.000667	./. . . . ۶۷۸	./. . . . ۶۲۹	./. . . . ۴۹۸	./. . . . ۲۷۱
d/s	./. ۲۴۴۵۲۴۵	./. ۲۴۱۸۸۷۹	./. ۱۹۷۱۳۸۳	./. ۱۶۴۶۵۸۶	./. ۱۴۳۹۱۱۴
کنترل صلبیت	OK	OK	OK	OK	OK



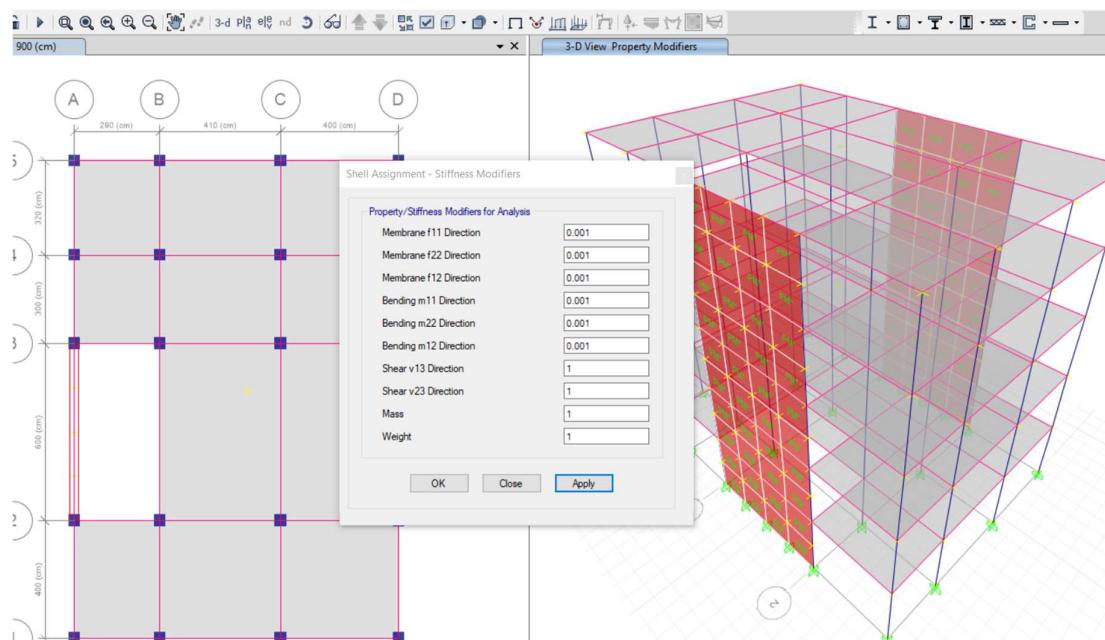
برای جهت X هم به طور مشابه داریم:

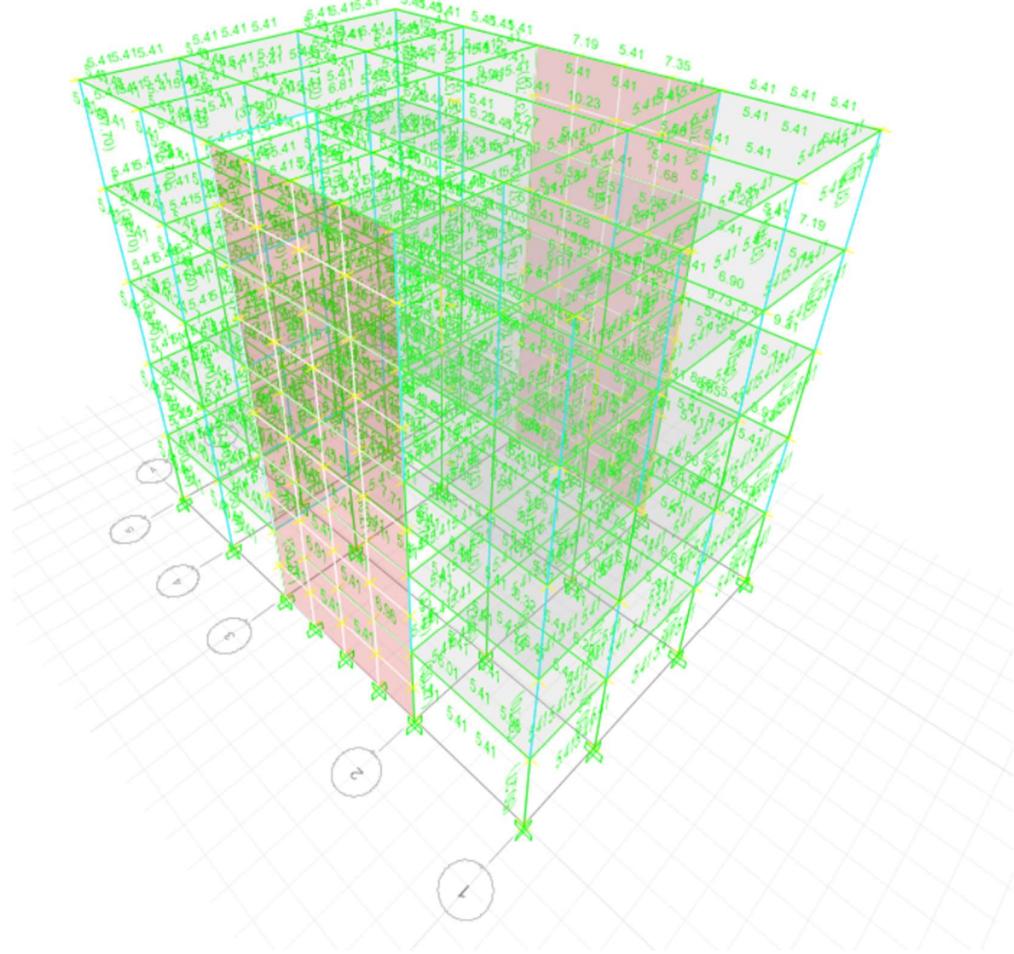
X	story 5	story 4	story 3	story 2	story 1
delta diaph	0.000013	0.000027	0.000024	0.000016	0.000007
delta story	0.009805	./. ۱۴۸۰.۵	./. ۱۸۸۸۸	./. ۱۹۱۰.۵	./. ۱۰۳۳۲
d/s	./. ۰۱۲۲۵۹	./. ۰۱۸۲۳۷	./. ۰۱۲۷۰.۶	./. ۰۰۰۸۳۷۵	./. ۰۰۰۶۷۷۵
کنترل صلبيت	OK	OK	OK	OK	OK

فرض صلبيت هم در جهت ایکس و هم جهت واي کمتر از ۰/۵ و درست است.

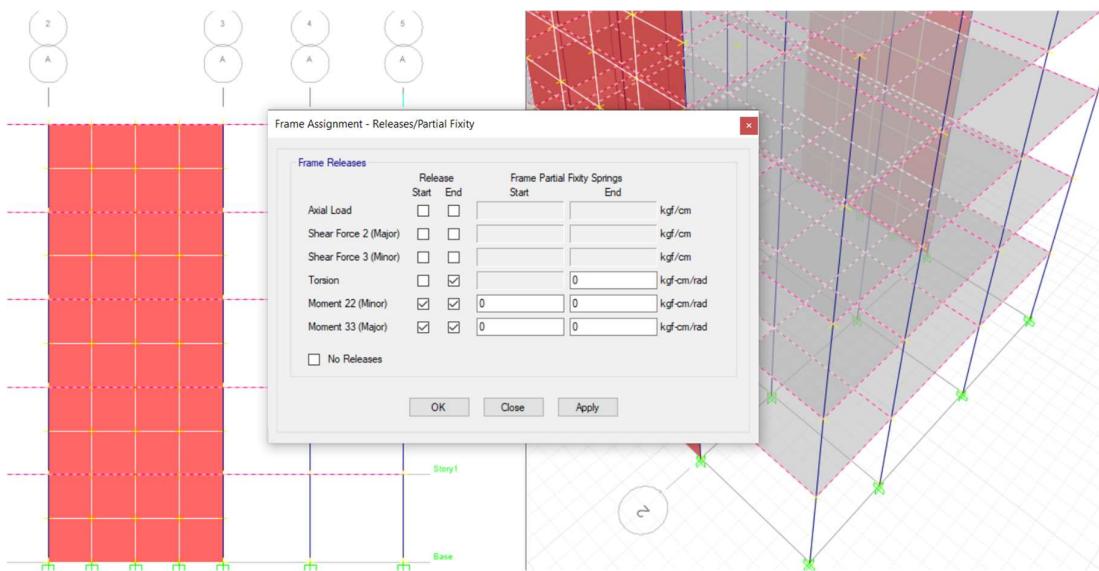
کنترل ۲۵٪:

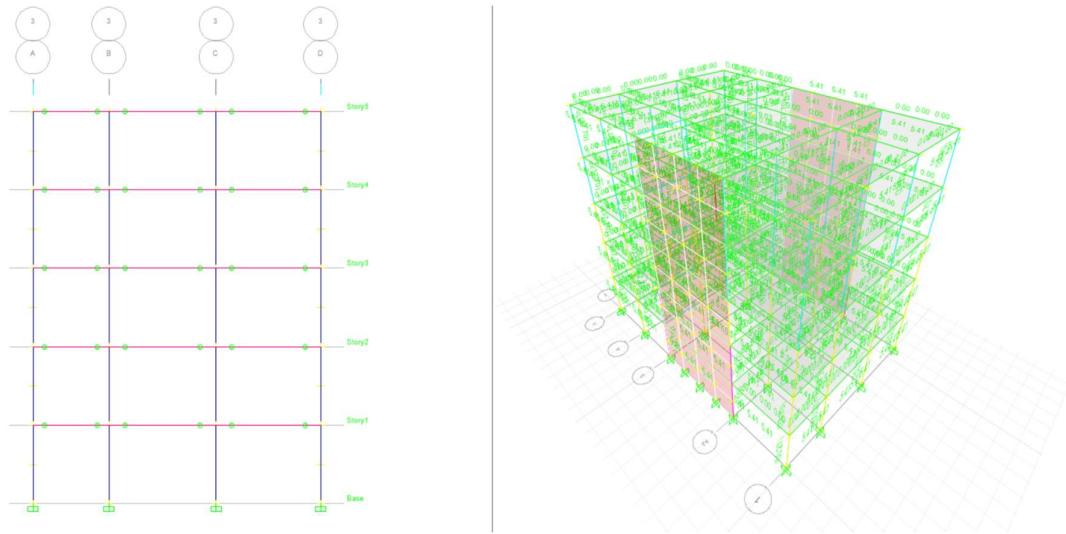
برای انجام کنترل ۲۵ درصد در ابتدا لازم است تا یک Save As از فایل اصلی که در آن مقاطع نهایی شده، گرفته شود تا فایل اصلی دچار تغییر نشود. پس از آن همان طور که از نام این کنترل مشخص است و مطابق شکل باید تمامی ضرایب زلزله در فایل ۲۵ درصد تقسیم بر ۴ شود. پس از این مرحله باید اثر وجود دیوار برشی یا مهاربند در حذف شود. برای این کار لازم است تا برای دیوار برشی ضرایب ترک خوردنگی بسیار کوچکی مثل ۰.۱۰۰ به دیوارها اختصاص داده شود.





کنترل ۵۰٪ : برای انجام کنترل ۵۰ درصد در ایتبس ابتدا لازم است تا یک Save As فایل اصلی که در آن مقاطع نهایی شده، گرفته شود تا فایل اصلی دچار تغییر نشود. پس از آن همان طور که از نام این کنترل مشخص است و مطابق شکل باید تمامی ضرایب زلزله در فایل ۵۰ درصد تقسیم بر ۲ شود. در قدم بعدی لازم است تا در قاب های دارای سیستم دوگانه اتصال تیر به ستون مفصلی شود و از سختی خمی ستون ها صرف نظر شود.





همانطور که مشاهده میشود پاسخ گو هست تنها یک ستون قرمز شده که نسبت ۱/۱ است و قابل اغماض می باشد.

طراحی دستی:

طراحی دستی تیر:

Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M_{u3}

	Design Moment kgf-cm	Design P_u kgf	-Moment Rebar cm ²	+Moment Rebar cm ²	Minimum Rebar cm ²	Required Rebar cm ²
Top (+2 Axis)	-1525046.15	0	11.86	0	5.41	11.86
Bottom (-2 Axis)	762523.08	0	0	5.7	5.41	5.7

Shear Force and Reinforcement for Shear, V_{u2}

Shear V_{u2} kgf	Shear ϕV_c kgf	Shear ϕV_s kgf	Shear V_p kgf	Rebar $A_{v/s}$ cm ² /cm
15379.64	9684.59	5695.05	5552.43	0.0657

Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T_u

T_u kgf-cm	ϕT_u kgf-cm	ϕT_{cr} kgf-cm	Area A_s cm ²	Perimeter, p_h cm	Rebar A_t/s cm ² /cm	Rebar A_t cm ²
630.38	59927.55	239710.2	954.9	134.44	0	0

طراحی نیز ممکن نیست و دهن

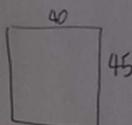
$$A_{II} \rightarrow 4000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_{III} \rightarrow 3000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f'_c \rightarrow 250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\beta_1 \rightarrow 0.85$$

Story 3 (B25) C-2-3 : بر استقرار



$$M^+ = V470 \text{ kg.cm}$$

$$M^- = -1540 \text{ kg.cm}$$

$$95 \text{ ACC} \rightarrow \frac{L}{z_1} = \frac{600}{21} = 28.5 \text{ cm} < \text{فایده OK}$$

$$d = 45 - 6.5 = 38.5 \text{ cm}$$

$$m = \frac{f_y}{\gamma M_d f'_c} = \frac{4000}{0.85 \times 250} = 18.8$$

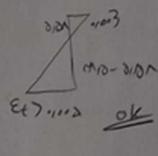
$$R_n = \frac{mn}{\phi b d^2} = \frac{18.8 \times 250}{0.9 \times 400 \times 38.5^2} = 1.81$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{m R_n}{f_y}} \right] = 0.008$$

$$As = \rho \cdot b \cdot d = 11.14 \text{ cm}^2$$

$\rho = \phi \rho_{\text{ref}}$

$$As \frac{f_y}{f'_c} = a \cdot b \cdot f'_c \Rightarrow a = 4.75 \text{ cm} \quad c = \frac{a}{0.85} = 5.58 \text{ cm}$$



$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{24} = 0.0035$$

$$\rho_{max} = 0.364 \times 0.85 \times \frac{250}{4000} = 0.026$$

پلاریزان متن

پلاریزان متن

$$m = 18/8$$

$$R_n = 19,26$$

$$\rho_{\text{concrete}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$A_s = 5,7 \text{ cm}^2$$

$$C = 2,29 \rightarrow \epsilon_t > 0,5 \quad \text{OK}$$

$$\frac{\rho_{\text{st}}}{\rho_{\text{concrete}}} < \frac{\rho_{\text{st}}}{\rho_{\text{concrete}}} \quad \text{OK}$$

$$V_u = 18 \times V_c \text{ kgf}$$

$$d \lambda u_{\text{min}} = \frac{300 - 38,5}{300} \times 12,9 = 11,4 \text{ tcm f}$$

$$V_c = 0,85 \sqrt{f_c} bd = 12,9 \text{ tcm f}$$

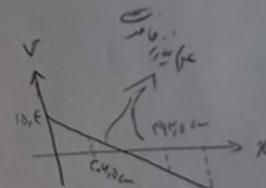
$$0,85 \phi V_c < V_u \Rightarrow \text{safe}$$

$$V_u \leq 12 \times N_d \times 12,9 = 5,4 \text{ tcm}$$

$$\sim 13,725$$

$$F_c \wedge V_u \leq \phi (V_c + \min V_s)$$

$$\min V_s = 3,5 \times 40 \times 3,8,5 = 5,4 \text{ tcm f}$$



Ø12

$$\frac{\Delta V}{S} = \frac{\Delta S = 0}{0,12 \times 12,0 \times 12,0} \Rightarrow S = 12,0 \text{ cm}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{d}{2} \Rightarrow S = \underline{19,18 \text{ cm}}$$

$$V_u < \phi V_c + 1,4 \sqrt{f_c} bd$$

$$V_u < 2,12 \dots$$

$$\text{safe}$$

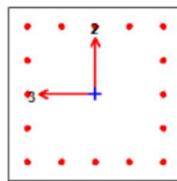
$$T_{umin} = \phi \times 265 \times \sqrt{f_c} \times \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = 0.75 \times 265 \times \sqrt{240} \times \left(\frac{(E_s f_{y0})^2}{\gamma (E_s + \epsilon_0)} \right) = 29195 \text{ kg.cm}$$

$$T_u = 630 \text{ kg.cm}$$

$$T_u < T_{umin}$$

سازک طرفی میتواند

طراحی ستون:



Column Element Details

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (cm)	LLRF	Type
Story1	C8	40	60*60	ECOMB51	0	300	0.738	Sway Special

Section Properties

b (cm)	h (cm)	dc (cm)	Cover (Torsion) (cm)
60	60	6.5	3.23

Material Properties

E_c (kgf/cm²)	f'_c (kgf/cm²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/cm²)	f_y's (kgf/cm²)
268750	250	1	4000	3000

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_{ctied}	Φ_{cspli}	Φ_{Vs}	Φ_{Vs}	Φ_{Vjoint}	Ω_0
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.75	2

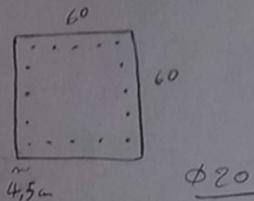
Axial Force and Biaxial Moment Check for P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kgf	Design M_{u2} kgf-cm	Design M_{u3} kgf-cm	Minimum M_2 kgf-cm	Minimum M_3 kgf-cm	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
24556.19	-81624.77	3165033.16	81624.77	81624.77	1.4	0.604

14)

$$c_8 \rightarrow \underline{J1 \text{ mit}}$$

: جسم ملحوظ



$$P_u = 245 \text{ ton f}$$

$$M_{U2} = 816,24 \text{ kgf.m}$$

$$M_{U3} = 1920,33 \text{ kgf.m}$$

$$e_2 = \frac{816,24}{24,5 \times 1,3} = 3,31 \text{ cm}$$

$$e_3 = \frac{31650,33}{24500} = 12,918 \text{ cm}$$

$$A_s = 14 \times 1,18 = 16,12$$

$$A_g = 4 \times 4 = 3600 \text{ cm}^2 \Rightarrow P = 0,14$$

$$\frac{e_c}{n} = \frac{179,18}{60} = 2,98 \quad \rightsquigarrow \text{جسم ملحوظ } \phi=65$$

$$P_n = 16,12 \times 14 = 9 \dots \text{kg}$$

$$\phi P_n = 0,14 \times 3600 = 5040 \text{ kg}$$

$$\frac{e_d}{n} = \frac{179,18}{60} = 2,98 \quad \rightsquigarrow P_n = 16,12 \times 250 \times 3600 = 72000 \text{ kg}$$

$$\phi P_n = 64800 \text{ kg}$$

$$P_o = A_s [f_y - 0,85 f'_c] + A_g \times 0,85 f'_c = 16,12 [14 - 0,85 \times 205] + 16 \times 14 \times 0,85 = 9228,18 \text{ kg}$$

$$\phi P_o = 0,14 \times 9228,18 = 1291,9 \text{ ton}$$

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{2,98} + \frac{1}{12,918} - \frac{1}{4,5 \times 1,3} = 0,1012$$

عزمات $\gamma_{E,0}$ $\underline{\underline{\sigma}}$

آرایه روشی:

$$V_u = v_{ir} \tan \phi$$

$$\phi V_c = \pi d^2 \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right) b d = \pi d^2 \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{15000}{180000} \right) q \times d = v_{ir} v_d \tan \phi$$

$$\phi \cdot \sqrt{s}_{min} = \pi d \sqrt{f'_c} b d \phi = v_{ir} \tan \phi$$

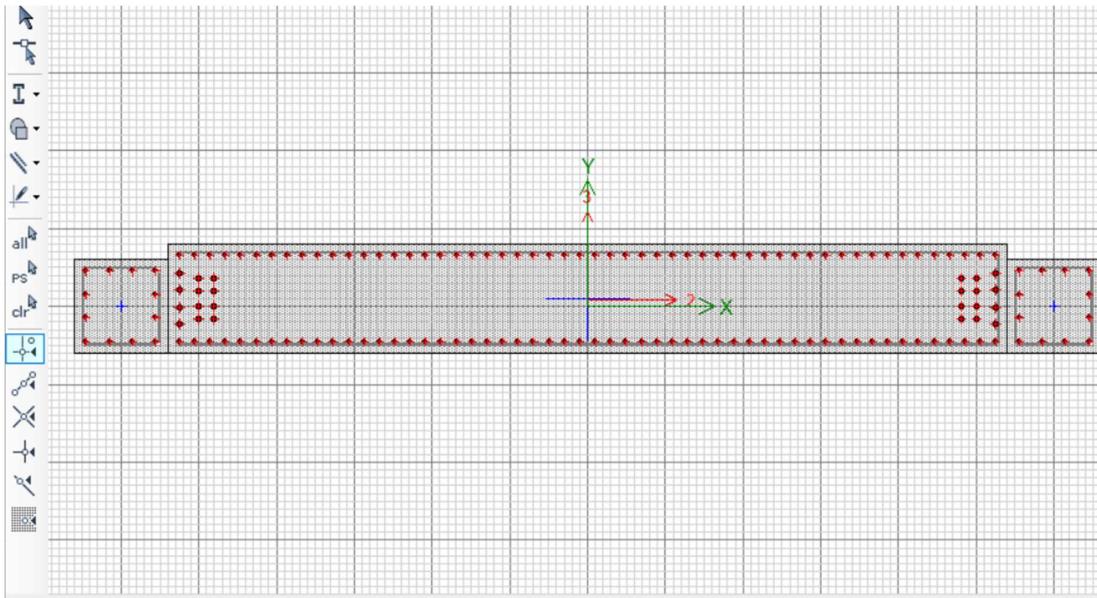
$$v_{ir} \times \phi b d = v_{ir} \tan \phi$$

$$V_u < v_{ir} \times \phi V_c \rightarrow \text{نیزه خردی}$$

$$\phi V_s = \phi A_v f_y \frac{d}{s} \rightarrow s = 27 c < s_{max} (71 \times 1, 19 \times c)$$

2 ϕ_{10}

طراحی دیوار برشی در ایتس:



Design Code Parameters

ϕ_{τ}	ϕ_c	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	P_{MAX}	P_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.25	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ cm	Left Y ₁ cm	Right X ₂ cm	Right Y ₂ cm	Length cm	Thickness cm
Top	Leg 1	0	400	0	1000	600	30
Top	Leg 2	1100	400	1100	1000	600	30
Bottom	Leg 1	0	400	0	1000	600	30
Bottom	Leg 2	1100	400	1100	1000	600	30

Flexural Design for P, M₃ and M₂

Station	D/C	Flexural	P _u kgf	M _{u2} kgf-cm	M _{u3} kgf-cm
Top	0.916	EOMB19	373317.78	-87718602	-19007581.83
Bottom	1	EOMB19	406665.1	-95166346.47	-28643920.32

Design Inadequacy Message: Pier fails in flexure or P-M-M interaction !!

Shear Design

Station Location	ID	Rebar cm ² /cm	Shear Combo	P _u kgf	M _u kgf-cm	V _u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_n kgf
Top	Leg 1	0.0786	EOMB31	179997.97	25488277.56	84882.48	37732.16	84882.48
Top	Leg 2	0.0887	EOMB25	243041.23	26492282.29	90970.76	37732.16	90970.76
Bottom	Leg 1	0.075	EOMB31	197298.86	42483971.15	82704.14	37732.16	82732.16
Bottom	Leg 2	0.0837	EOMB25	260043.04	44771394.65	87928.98	37732.16	87928.98

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (cm)	Governing Combo	P _u kgf	M _u kgf-cm	Stress Comp kgf/cm ²	Stress Limit kgf/cm ²	C Depth cm	C Limit cm
Top-Left	Leg 1	Not Required	EOMB2	218169.22	-8893129.18	17.12	50		
Top-Right	Leg 1	Not Required	EOMB2	218169.22	-8893129.18	7.24	50		
Top-Left	Leg 2	Not Required	EOMB3	262175.05	-11087819.52	20.73	50		
Top-Right	Leg 2	Not Required	EOMB3	262175.05	-11087819.52	8.41	50		

Pier Forces

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: M2 DESC

Filter: ([Story] = 'Story1')

	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf	T kgf-cm	M2 kgf-cm	M3 kgf-cm
▶	SQ6	Combination		Bottom	-5382.93	-15575.74	23688.02	1944790.65	221677755	-18625759.57
	SQ8	Combination		Bottom	-5366.99	-15768.86	23585.75	-684134.4	221449345.93	-18587686.51
	SEYP	Combination		Bottom	1927.49	109.76	23661.85	1999934.04	220649471.96	85605.68
	SEY	Combination		Bottom	1935.46	13.19	23610.72	685471.52	22053287.42	104642.21
	SEYN	Combination		Bottom	1943.43	-83.37	23559.59	-628991	220421062.88	123678.74
	SQ5	Combination		Bottom	9237.91	15795.25	23635.69	2055077.43	219621188.91	18796970.93
	SQ7	Combination		Bottom	9253.85	15602.12	23533.43	-573847.61	219392779.84	18835043.99
	SP43	Combination		Bottom	-131696.92	-14739.87	23656.02	1941793.77	219133379.34	-7938116.05
	SP59	Combination		Bottom	-131696.92	-14739.87	23656.02	1941793.77	219133379.34	-7938116.05
	SP47	Combination		Bottom	-131680.98	-14933	23553.76	-687131.27	218904970.26	-7900042.98
	SP63	Combination		Bottom	-131680.98	-14933	23553.76	-687131.27	218904970.26	-7900042.98
	SP11	Combination		Bottom	-177034.75	-14389.23	23643.87	1940868.46	218172318.09	-3515804.8
	SP27	Combination		Bottom	-177034.75	-14389.23	23643.87	1940868.46	218172318.09	-3515804.8
	SP15	Combination		Bottom	-177018.81	-14582.36	23541.61	-688056.58	217943909.02	-3477731.74
	SP31	Combination		Bottom	-177018.81	-14582.36	23541.61	-688056.58	217943909.02	-3477731.74

Record: << < 1 > >> of 1684

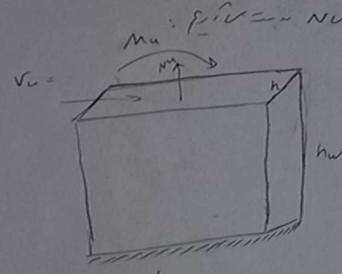
Add Tables...

Done

طراحی طاری رسانی =
سرشار آنکارا ایست دیواری طاری رسانی در مساحت
 $M_u = 2216.7 \text{ ton-m}$
 $V_u = 23.6 \text{ ton}$
 $N_u = 25.4 \text{ ton}$

$d = 1.8 L_w$

$M_u = P_u V_u = N_u V_u$



$V_u = \phi (1.4) \sqrt{f_c} h_d d = 1.4 \left[1 + 1.5 \frac{3200}{4000} \right] \sqrt{3200} \times 1.8 \times 1.1 \times 400 = 1055 \text{ ton} > 23.6 \text{ OK}$

$V_u = \phi (1.4) \sqrt{f_c} h_d d = 1.4 \left[1 + 1.5 \frac{3200}{4000} \right] \sqrt{3200} \times 1.8 \times 600 = 1055 \text{ ton} > 23.6 \text{ OK}$

$V_u < 0.12 \phi V_c \rightarrow \text{مقدار مجاز است}$

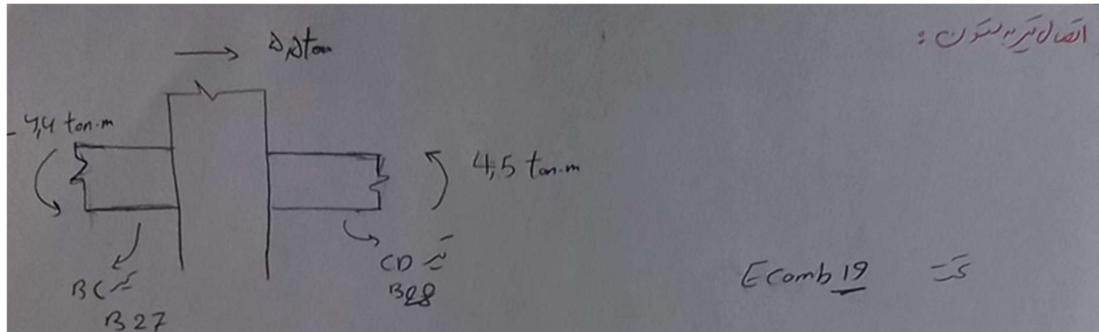
$M_u = 2216.7 \text{ ton-m}$

$R_n = \frac{M_u}{\phi b^2} = \frac{2216.7 \times 10^5}{1.4 \times 70 \times (1.8 \times 600)^2} = 12.1 \text{ kN} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$m = \frac{b_y}{1.85 E'_c} = \frac{4000}{1.85 \times 250} = 18.18 \quad \rho = \frac{1}{m} \left(1 - \frac{e_m R_n}{f_y} \right) = 1.9 \times 10^{-4}$

$A_s = \rho b d = 1.9 \times 10^{-4} \times 1.8 \times 400 \times 600 = 131 \text{ cm}^2 \rightarrow \frac{131 \times 4}{17 \times 10^5} = 1 \text{ m } \phi 32$

اتصال تیر به ستون:



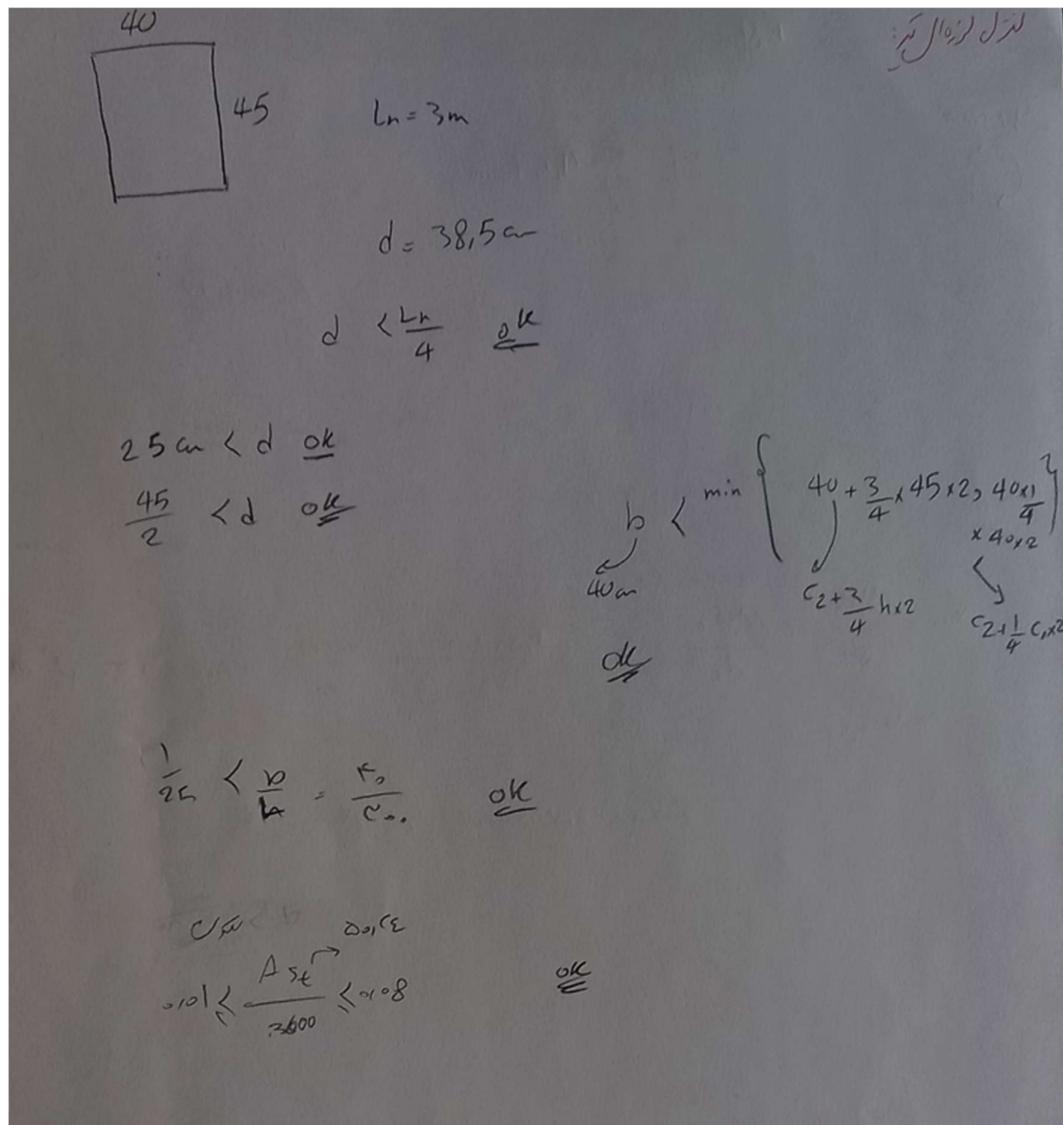
$$V_n = \sqrt{f'_c A_j} \quad c = 1,19-9$$

$$V_n = \gamma \times \sqrt{\Delta_0 \times \varepsilon_0 \times \varepsilon_u} = \Delta_{1,6} \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} V_n &= \frac{M_{U1}}{d_1} + \frac{M_{Uc}}{d_c} - V_c = \frac{f'_c \delta \times 100}{\gamma_d} + \frac{4,4 \times 100}{\gamma_d} - \Delta_{1,6} = V_{n,c} + \\ &\quad \downarrow \\ f_{d-10} &= c_d \end{aligned}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times 1,19-9 \geq 1,19-9 \quad \underline{\underline{OK}}$$

برخی کنترل ها:



محلاریس طبله را از محلاریس میگیریم: $\frac{q_2 \cdot 425}{\sqrt{f_c}} = 1$

$$\psi = \psi_t \psi_e \psi_s \psi_g$$

$$e = \frac{l(c_0 + k_{tr})}{d_b}$$

$$\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = \frac{c_0}{r} = r_{12} > r_{12} \Rightarrow \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = r_{12}$$

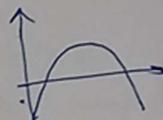
$$\psi_g = 1 \quad s_{400}$$

$$\psi_e = 1 \quad \text{نیز}$$

$$\psi_s = 1 \quad \phi_{20}$$

$$\psi_t = 1,3$$

برای مقابله با
برخورد پلکانی



$$c_b = \frac{1,3 \times 1 \times 1 \times 1}{1 \times r_{12}} \times \frac{0,9 \times 400}{\sqrt{f_{12}}} \times 2 = 74,8 \text{ cm} \quad > 30 \text{ cm} \quad \text{کافی}$$