

تمرین ۴ پروژه بتن

استاد:

آقای دکتر ماهینی

اعضای گروه:

سعید زارعی (۹۵۰۲۱۲۴۲۶)

محمد برزگر (۹۵۰۲۱۲۴۰۲)

نگار سنگری (۹۵۰۲۱۲۴۴۳)

تاریخ تحويل تکلیف: ۱۴۰۰/۹/۰۶

شماره گروه: A6

دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی عمران

۱- مشخصات پروژه:

شهر: کرمانشاه

ارتفاع طبقات

سیستم سقف: دال دو طرفه

سیستم باربری جانبی در راستای X و Y: قاب خمشی بتنی متوسط

مقاومت فشاری بتن مصرفی پروژه: 32 MPa

تنش تسلیم فولاد مصرفی پروژه: 420 MPa

مقاومت فشاری مجاز خاک: $q_{all} = 0.8 \text{ Kg/Cm}^2$

ضریب عکس العمل بستر خاک: $k_s = 0.45 \text{ Kg/Cm}^3$

نوع زمین: A

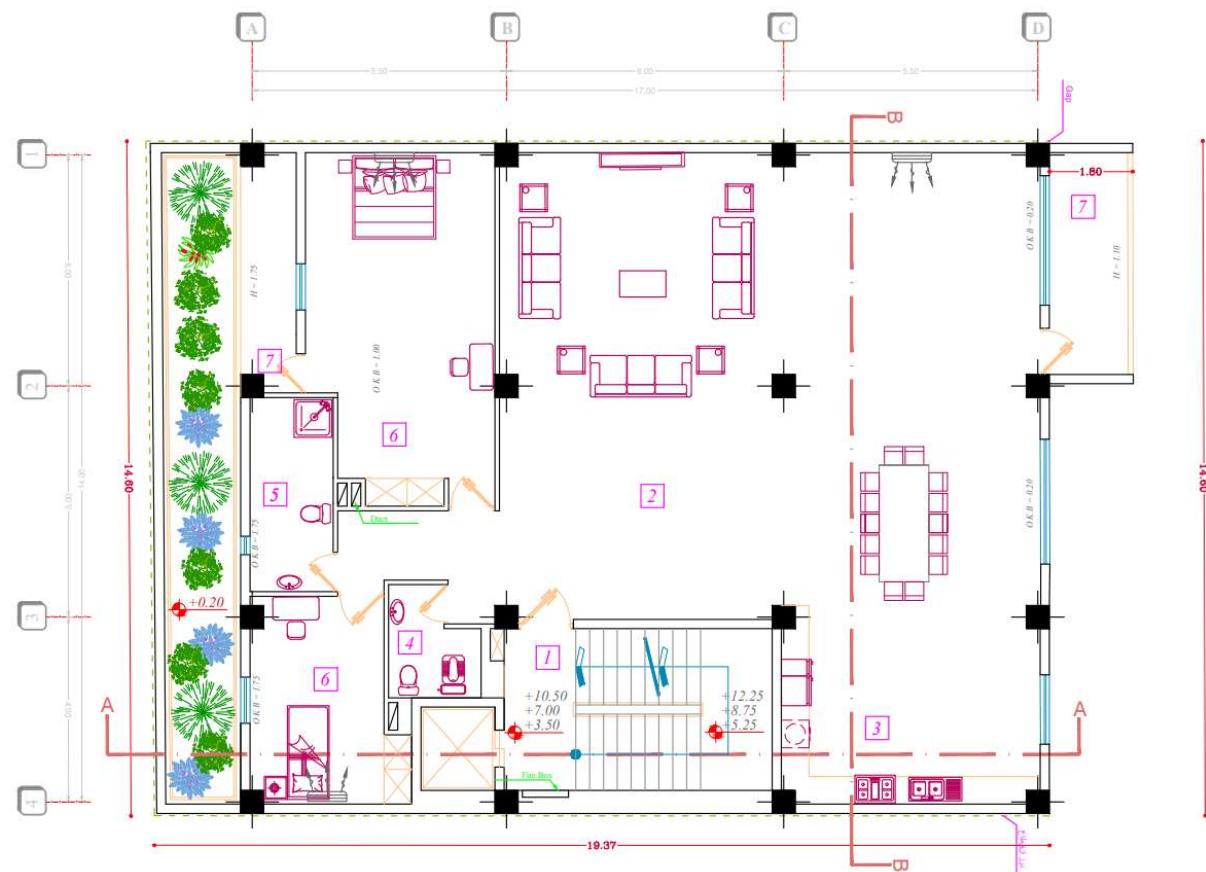
کف سازی: موزائیک

پله و راه پله: سنگ گرانیت

دیوارها: هبلکس

نما: سنگ تراورتن

۲-پلان تیپ طبقات:



بارگذاری بار باد بر ساختمان

در ابتدا باید تعیین کنیم که آیا ساختمان ما بلند مرتبه است یا کوتاه مرتبه. با توجه به بند ۶-۱۰-۶ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، ساختمان های دارای بیش از ۲۰ متر ارتفاع را بلند مرتبه می گوییم، که ساختمان ما کمتر از ۲۰ متر است پس کوتاه مرتبه است.

طبق بند ۶-۱۰-۲ فشار ناشی از باد بر ساختمان از رابطه زیر به دست می آید:

$$p = I_w q C_e C_g C_p$$

P : فشار خارجی که به صورت استاتیکی در جهت عمود بر سطح وارد می شود، چه در حالت فشار چه در حالت مکش به سمت خارج.

I_w : ضریب اهمیت برای باد طبق جدول ۶-۱۰-۲

q : فشار مبنای باد بخش ۶-۱۰-۳ و جدول ۶-۱۰-۶

C_e : ضریب بادگیری طبق بند ۶-۱۰-۶

C_g : ضریب اثر جهشی باد طبق بند ۶-۱۰-۶

C_p : ضریب فشار خارجی

- برای تعیین مقدار q ، با توجه به اینکه سازه ما در شهر کرمانشاه واقع شده است، طبق جدول ۶-۱۰-۲ خواهیم داشت:

$$q = 0.496 \frac{KN}{m^2}$$

- برای تعیین γ_a با توجه به جدول ۱-۱-۶ و ۲-۱-۶ ساختمان مسکونی دارای درجه اهمیت ۳ است که در این صورت داریم:

$$I_w = 1$$

- برای برای تعیین ضریب بادگیری (C_e) ابتدا ارتفاع مبنا را طبق بند ۵-۱۰-۶ معین می کنیم که شامل است از حداقل مقدار بین ارتفاع متوسط بام و ۶ متر:

$$h = \max\{6, 14\} = 14 \text{ m}$$

سپس با توجه به بند ۱۰-۶-۱ و با توجه به اینکه سازه ما در منطقه شهری واقع شده است، خواهیم داشت:

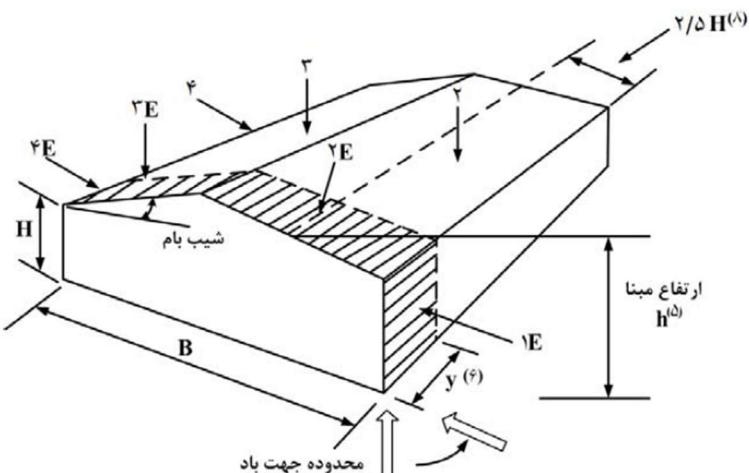
$$C_e = 0.7 \left(\frac{h}{12} \right)^{0.3} = 0.7 \left(\frac{14}{12} \right)^{0.3} = 0.733$$

باید توجه داشت که مقدار حداقل مجاز C_e برابر با ۰.۷ است.

- تعیین ضریب $C_g C_p$ -

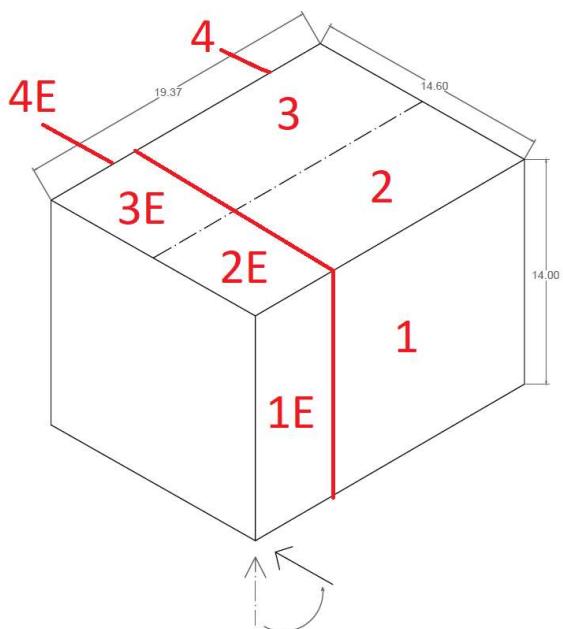
دو حالت بارگذاری را در نظر می گیریم.

بارگذاری الف: باد عموماً عمود بر لبه



شیب بام	سطح ساختمان							
	۱	۱E	۲	۲E	۳	۳E	۴	۴E
۵۰° تا ۰۰	۰,۷۵	۱,۱۵	-۱,۳	-۲,۰	-۰,۷	-۰,۳	-۰,۵۵	-۰,۸
۲۰°	۱	۱,۵	-۱,۳	-۲,۰	-۰,۹	-۱,۳	-۰,۸	-۱,۲
۳۰° تا ۴۵°	۱,۰۵	۱,۳	۰,۴	۰,۵	-۰,۸	-۱,۰	-۰,۷	-۰,۹
۹۰°	۱,۰۵	۱,۳	۱,۰۵	۱,۳	-۰,۷	-۰,۹	-۰,۷	-۰,۹

طبق مبحث ششم خواهیم داشت:

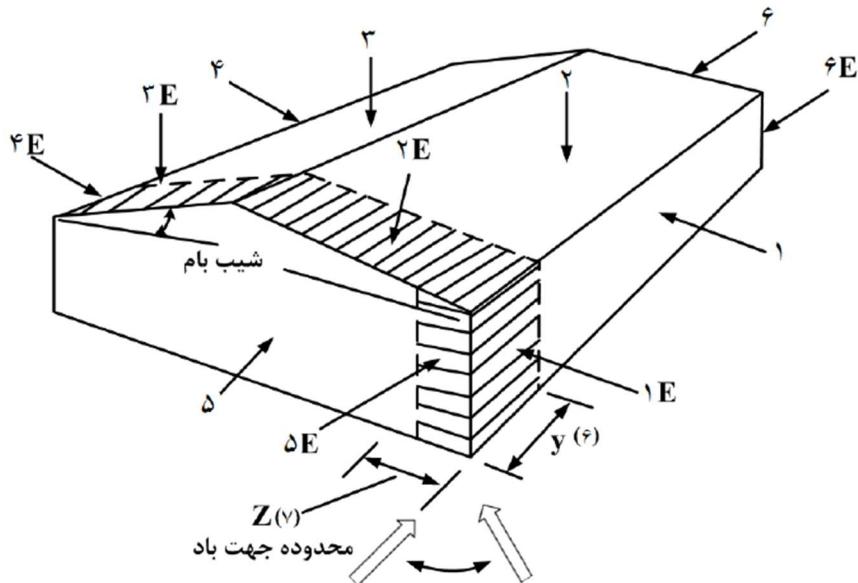


$$z = \min\{0.1 * 14.6 ; 0.4 * 14\} \geq \max\{0.04 * 14.6 ; 1\} \rightarrow z = 1.46 \text{ m}$$

$$y = \max\{2 * 1.46 ; 6\} = 6 \text{ m}$$

با توجه به مسطح بودن بام، سطر اول جدول فوق را در نظر خواهیم گرفت.

بارگذاری ب: باد عموماً موازی با لبه



شیب بام	سطح ساختمان											
	۱	۱E	۲	۲E	۳	۳E	۴	۴E	۵	۵E	۶	۶E
۹۰° تا ۰°	-۰,۸۵	-۰,۹	-۱,۳	-۲,۰	-۰,۷	-۱,۰	-۰,۸۵	-۰,۹	۰,۷۵	۱,۱۵	-۰,۵۵	-۰,۸

با توجه به توضیحات خط ۸ آیین نامه برای شکل فوق، برای $B/H < 5$ در این بارگذاری، ضرایب منفی روی سطوح ۲ و ۲E باید تنها روی سطحی اعمال شوند که پهنهای آن از محل پاشیب رو به باد، $2.5H$ باشد. فشار روی بقیه بام رو به باد باید به ضرایب مشخص شده برای بام پشت به باد (ضرایب مربوط به سطوح ۳ و ۳E) کاهش یابد. در سازه مورد نظر ما نیز $B/H < 5$ است پس این بند برقرار است.

$$2.5H = 2.5 * 14 = 35 \text{ m}$$

مشاهده می شود که مقدار به دست آمده از ابعاد سازه ما بیشتر است، پس نتیجه می گیریم که برای تمام ضلع رو به باد مقدار E و 2E را در نظر می گیریم.

بارگذاری الف:

$$1 \text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (0.75) = 0.273 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 27.3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$1E \text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (1.15) = 0.418 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 41.8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$2 \text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-1.3) = -0.473 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -47.3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$2E \text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-2) = -0.727 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -72.7 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$3 \text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.7) = -0.254 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -25.4 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$3E \text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.3) = -0.273 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -27.3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$4 \text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.55) = -0.200 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -20 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$4E \text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.8) = -0.290 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -29 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

سپس بار های وارد به هر طبقه را به صورت متمرکز محاسبه می کنیم. برای سطوح 1 و 1E مقدار بحرانی تر 1E و برای سطوح 4 و 4E نیز مقدار بحرانی تر 4E را وارد می کنیم تا هم محاسبات ساده تر گردد و هم محافظه کارانه تر عمل کرده باشیم.

$$F_1 = 41.8 * 14.6 * 3.5 = 2136 \text{ Kg}$$

$$F_4 = 29 * 14.6 * 3.5 = 1482 \text{ Kg}$$

F_1 بار باد در وجه رو به باد و F_4 در وجه پشت به باد است. دو مقدار فوق را با هم جمع می کنیم تا برآیند نیروی جانبی باد وارده بر هر طبقه به دست آید:

$$F = 2136 + 1482 = 3618 \text{ Kg} = 3.62 \text{ Ton}$$

بارگذاری ب:

$$1\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.85) = -0.309 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -30.9 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$1E\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.9) = -0.327 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -41.8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$2\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-1.3) = -0.472 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -47.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$2E\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-2) = -0.727 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -72.7 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$3\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.7) = -0.254 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -25.4 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$3E\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-1) = -0.363 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -36.3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$4\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.85) = -0.309 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -30.9 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$4E\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.9) = -0.327 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -32.7 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$5\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (0.75) = 0.272 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 27.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$5E\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (1.15) = 0.418 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 41.8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$6\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.55) = -0.200 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -20 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$6E\text{ سطح: } P = I_w q C_e C_g C_p = 1 * 0.496 * 0.733 * (-0.8) = -0.290 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = -29 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

- نیروی فشاری وارد به وجه رو به باد در هر طبقه:

$$F_5 = 41.8 * 19.37 * 3.5 = 2834 \text{ Kg}$$

- نیروی مکشی وارد به وجه پشت به باد در هر طبقه:

$$F_6 = -29 * 19.37 * 3.5 = -1966 \text{ Kg}$$

- نیروی مکشی وارد به وجه کناری در هر طبقه:

$$F_1 = -41.8 * 19.37 * 3.5 = -2834 \text{ Kg}$$

$$F_4 = -32.7 * 19.37 * 3.5 = -2217 \text{ Kg}$$

$$F_{1-4} = 2834 + 2217 = 5051 \text{ Kg}$$

$$F_1 - F_4 = -617 \text{ Kg}$$

$$F_{\text{total}} = \sqrt{5051^2 + (-617)^2} = 5089 \text{ Kg} = 5.089 \text{ Ton}$$

مقادیر به دست آمده از نیروهای وارد باد را با یکدیگر مقایسه کرده و بحرانی ترین را به عنوان نیروی باد در نظر گرفته و در ادامه با نیروی زلزله مقایسه می کنیم تا متوجه شویم کدام یک بحرانی تر و تعیین کننده تر است.

بارگذاری بار زلزله بر ساختمان

بر اساس فصل ۳ آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰، نیروی برش پایه ساختمان برابر است با:

$$V_u = CW$$

که در این رابطه W وزن موثر لرزه ای است و C ضریب زلزله است که از رابطه زیر به دست می آید:

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

A: نسبت شتاب مبنای طرح مطابق بند ۲-۲

B: ضریب بازتاب ساختمان مطابق با بند ۳-۲

ا: ضریب اهمیت ساختمان مطابق بند ۴-۳-۳

و: ضریب رفتار ساختمان مطابق بند ۵-۳-۳

همچنین مقدار برش پایه در هیچ حالت نباید کمتر از این مقدار در نظر گرفته شود:

$$V_{u \min} = 0.12 A I W$$

برای محاسبه زمان تناوب اصلی نوسان (T) برای ساختمان های بتنی دارای قاب خمشی مانند سازه ای ما، طبق بند ۳-۳-۱ خواهیم داشت:

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

در تکالیف قبلی مشخص شد که خرپشته جز ارتفاع محاسباتی ما نمی باشد، پس ارتفاع H برابر خواهد بود با ۱۴ متر.

$$T = 0.05 * 14^{0.9} = 0.537 \text{ S}$$

برای معین کردن نسبت شتاب مبنای طرح، با توجه به جدول پیوست ۱ آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰ شهر کرمانشاه که سازه ما در آنها قرار دارد، در ناحیه با خطر زیاد لرزه ای واقع شده است. در نتیجه خواهیم داشت:

$$A = 0.30$$

برای تعیین ضریب شکل طیف، ابتدا مقادیر T_0 و T_s را معین میکنیم. با توجه به جدول ۲-۲ برای زمین نوع III خواهیم داشت:

$$T_0 = 0.15 \quad ; \quad T_s = 0.7 \quad ; \quad S = 1.75 \quad ; \quad S_0 = 1.1$$

با توجه به اینکه $T_0=0.15 < T=0.537 < T_s=0.7$ آنگاه:

$$B_1 = S + 1 = 1.75 + 1 = 2.75$$

سپس طبق بند ۲-۳-۲ برای ضریب اصلاح طیف خواهیم داشت:

$$N = 1$$

سپس:

$$B = B_1 N = 2.75 * 1 = 2.75$$

برای تعیین ضریب رفتار ساختمان، با توجه به جدول ۴-۳ و اینکه سازه‌ی ما در هر دو جهت
دارای قاب خمشی بتن مسلح متوسط است:

$$R_u = 5$$

همچنین با توجه به جدود ۳-۳ ضریب اهمیت ساختمان برابر است با:

$$I = 1$$

در نهایت خواهیم داشت:

$$C = \frac{ABI}{R_u} = \frac{0.30 * 2.75 * 1}{5} = 0.165$$

$$K = 0.5T + 0.75 = 0.5 * 0.537 + 0.75 = 1.018$$

از تکلیف شماره ۲، بارگذاری های سازه به شکل زیر می باشد:

1-7-محاسبه بار زنده معادل

موقعیت	مجموع بار زنده(kg/m^2)	مساحت(m^2)	بار زنده معادل(Kg)
طبقات تیپ	200 (فضای خصوصی و سالن)	211.56	42312
	300 (بالکن)	14.57	4371
راه پله	500	20.12	10060
بام	150	238.96	35844
خرپشته	150	27.4	4110

محاسبه بار زنده معادل کل به شرح زیر است.

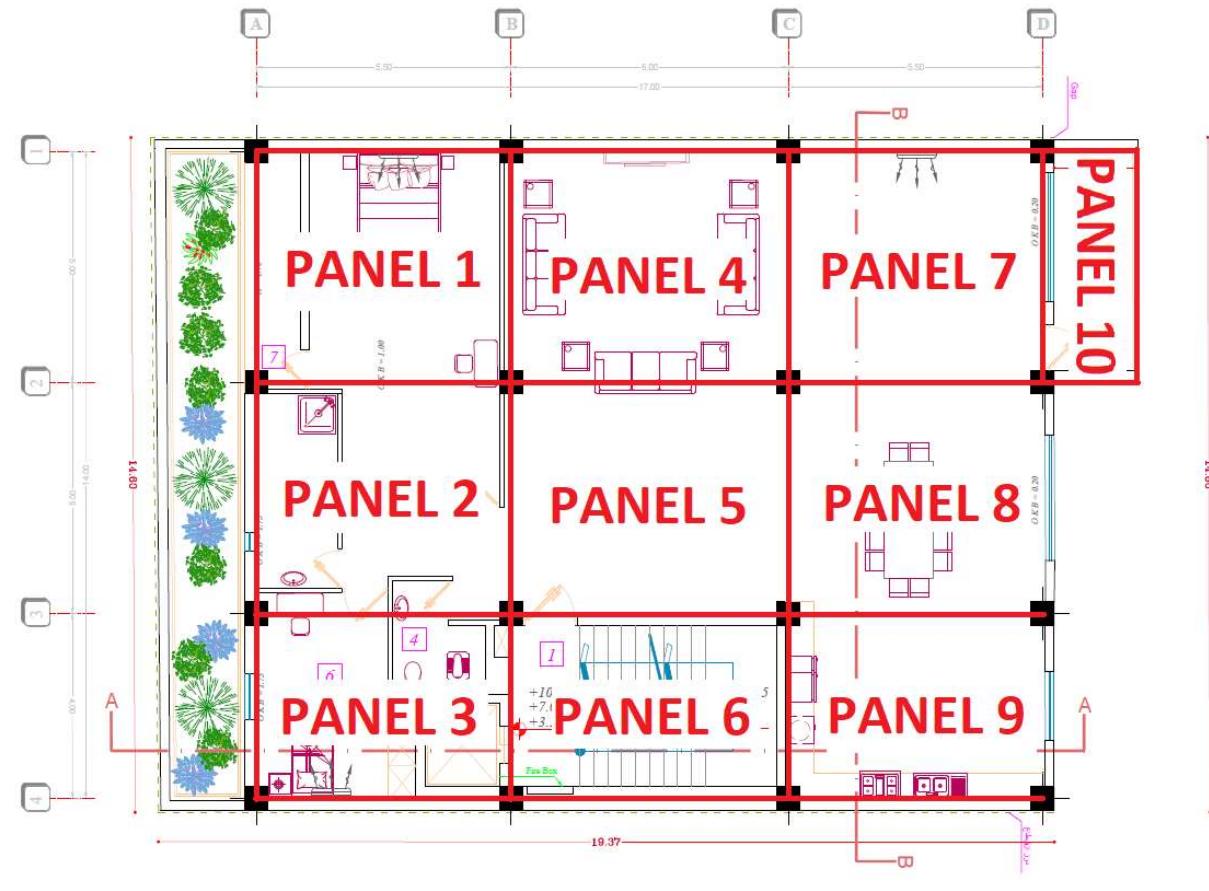
موقعیت	بار زنده معادل(Kg)
طبقات تیپ(طبقات و راه پله)	56743
بام(بام و نصف راه پله)	40874
خرپشته	4110

2-7-محاسبه بار مرده معادل

موقعیت	مجموع بار مرده (kg/m^2)	ارتفاع (m)	طول (m)	مساحت (m^2)	بار مرده متعال (Kg)
طبقات تیپ	711= کف(سالن و اتاق)	-	-	163.42	116191.62
	675= کف(سرویس و اشیزخانه)			36.28	24489
	180= دیوار داخلی دو طرف گچ	3.5	15.4	53.9	9702
	دیوار پیرامونی یک طرف نما یک طرف ملات گچ= 269	3.5	20	70	18830
	دیوار پیرامونی یک طرف سیمان سفید و یک طرف ملات گچ 177=	3.5	29.25	102.38	18121.26
	دیوار پیرامونی نمادار و کاشی= 325	3.5	9	31.5	10237.5
	دیوار پیرامونی یک طرف سیمان سفید و یک طرف کاشی= 233	3.5	5.75	20.13	4690
	دیوارهای داخلی یک طرف گچ کاری و یک طرف کاشی کاری 236=	3.5	13	45.5	10738
بام	570= کف	-	-	238.96	136230
	دیوارهای جانبی یک طرف سیمان سفید و یک طرف نما= 266	1.1	28.2	31.02	8251.3
	دیوار پیرامونی دو طرف سیمان سفید= 174	1.1	35	38.5	6699
	دیوار خریشته: دیوار پیرامونی یک طرف نما یک طرف ملات گچ= 269	3.5	25.4	88.9	23914.1
خریشته	570= سقف	-	-	27.45	15646.5
	جانبیهای خریشته: دیوارهای یک طرف سیمان سفید و یک طرف نما= 266	1.1	25.4	27.94	7432
راه پله	748.2= پله	-	-	9.83	7355
	هر دو یا گرد طبقه= 711	-	-	5.44	3868

محاسبه بار مرده معادل کل به شرح زیر است.

موقعیت	بار مرده معادل(Kg)
طبقات تیپ(طبقات و راه پلهوپر)	224222.38
بام(بام و نصف راه پله و تیر)	180706
خرپشته	23078.5

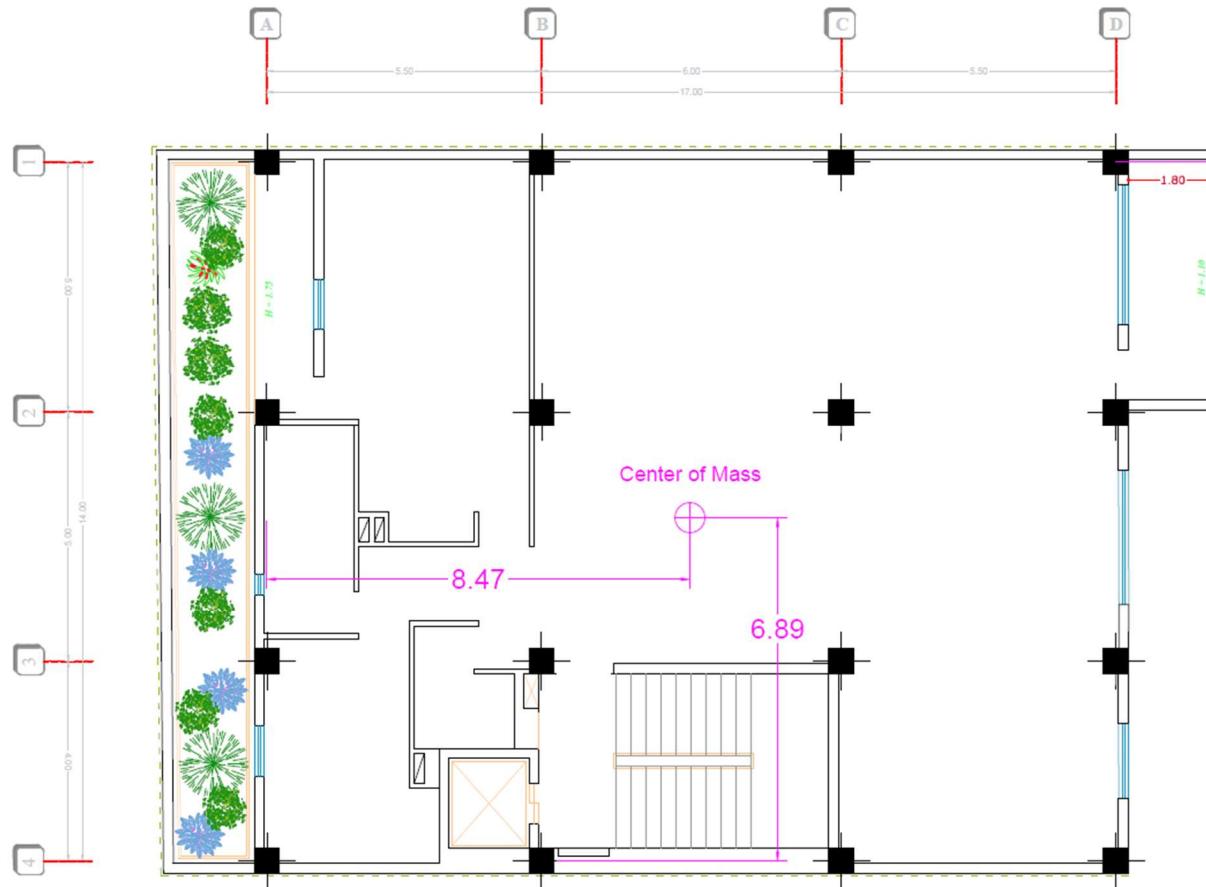


محاسبه مرکز جرم طبقات

Panel	Area (m ²)	Dead Load (Kg/m ²)	Walls+Columns+Beams Dead Load (Kg)	Partition Live Load (Kg)	Live Load (Kg)	Total Dead Load (Kg)	Total Live Load (Kg)	Total Seismic Load (Kg)
1	27.5	711	23580.525	2835	6653	43133.025	9488	45030.625
2	27.5	711	23277.125	5670	5500	42829.625	11170	45063.625
3	22	711	29790.075	270	5876	45432.075	6146	46661.275
4	30	711	12223.5	0	6000	33553.5	6000	34753.5
5	30	711	8437.5	0	6000	29767.5	6000	30967.5
6	24	467.625	21471.5	0	12000	32694.5	12000	35094.5
7	27.5	711	14425.625	0	5500	33978.125	5500	35078.125
8	27.5	711	13449.5	0	5500	33002	5500	34102
9	22	711	18812.625	0	4400	34454.625	4400	35334.625
10	10.5	711	10585.43	0	3150	18050.93	3150	18680.93

Panel	Total Seismic Load	Panel COM X (m)	Panel COM Y (m)	Moment (X*Load)	Moment (Y*Load)	X COM Total	Y COM Total
1	45030.625	2.75	11.5	123834.22	517852.1875		
2	45063.625	2.75	6.5	123924.97	292913.5625		
3	46661.275	2.75	2	128318.51	93322.55		
4	34753.5	8.5	11.5	295404.75	399665.25		
5	30967.5	8.5	6.5	263223.75	201288.75		
6	35094.5	8.5	2	298303.25	70189		
7	35078.125	14.25	11.5	499863.28	403398.4375		
8	34102	14.25	6.5	485953.5	221663		
9	35334.625	14.25	2	503518.41	70669.25		
10	18680.93	17.9	11.5	334388.65	214830.695		
Sum	360766.705			3056733.3	2485792.683	8.472880773	6.890305142

$$X_{com} = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i}; \quad Y_{com} = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i}$$



وزن مخصوص مقاطع تیر و ستون بتن آرمه ۲۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و ابعاد آن 50×50 سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

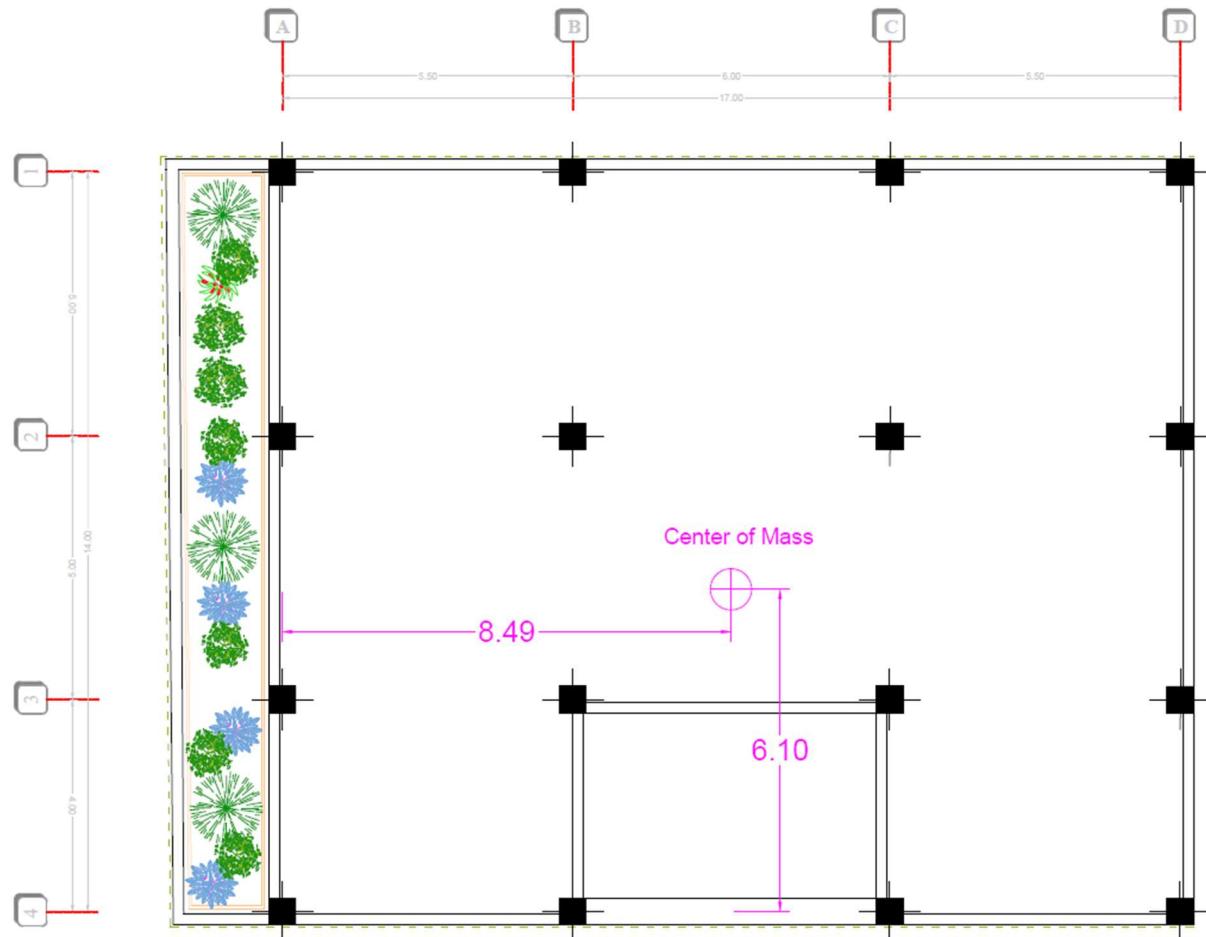
طبق بند ۱-۳-۳ استاندارد ۲۸۰۰، وزن لرزه ای کل ساختمان شامل است از بار مرده کل ساختمان به علاوه بیست درصد بار زنده.

محاسبه مرکز جرم بام

محاسبات در اکسل انجام شده و در صورت نیاز، خدمت استاد محترم ارسال خواهد شد.

Panel	Area (m ²)	Dead Load (Kg/m ²)	Walls (Kg)	Live Load (Kg)	Total Dead Load (Kg)	Total Live Load (Kg)	Total Seismic Load (Kg)
1	27.5	570	2273.7	4125	17948.7	47900	27528.7
2	27.5	570	861.3	4125	16536.3	47900	26116.3
3	22	570	1981.1	3300	14521.1	47900	24101.1
4	30	570	1052.7	4500	18152.7	47900	27732.7
5	30	570	0	4500	17100	47900	26680
6	24	2113	9128.7	15800	59840.7	47900	69420.7
7	27.5	570	2288.55	4125	17963.55	47900	27543.55
8	27.5	570	1331.55	4125	17006.55	47900	26586.55
9	22	570	1035.65	3300	13575.65	47900	23155.65

Panel	Total Seismic Load	Panel COM X (m)	Panel COM Y (m)	Moment (X*Load)	Moment (Y*Load)	X COM Total	Y COM Total
1	27528.7	2.75	11.5	75703.925	316580.05		
2	26116.3	2.75	6.5	71819.825	169755.95		
3	24101.1	2.75	2	66278.025	48202.2		
4	27732.7	8.5	11.5	235727.95	318926.05		
5	26680	8.5	6.5	226780	173420		
6	69420.7	8.5	2	590075.95	138841.4		
7	27543.55	14.25	11.5	392495.5875	316750.825		
8	26586.55	14.25	6.5	378858.3375	172812.575		
9	23155.65	14.25	2	329968.0125	46311.3		
Sum	278865.25			2367707.613	1701600.35	8.49050792	6.10187304



محاسبه مرکز سختی

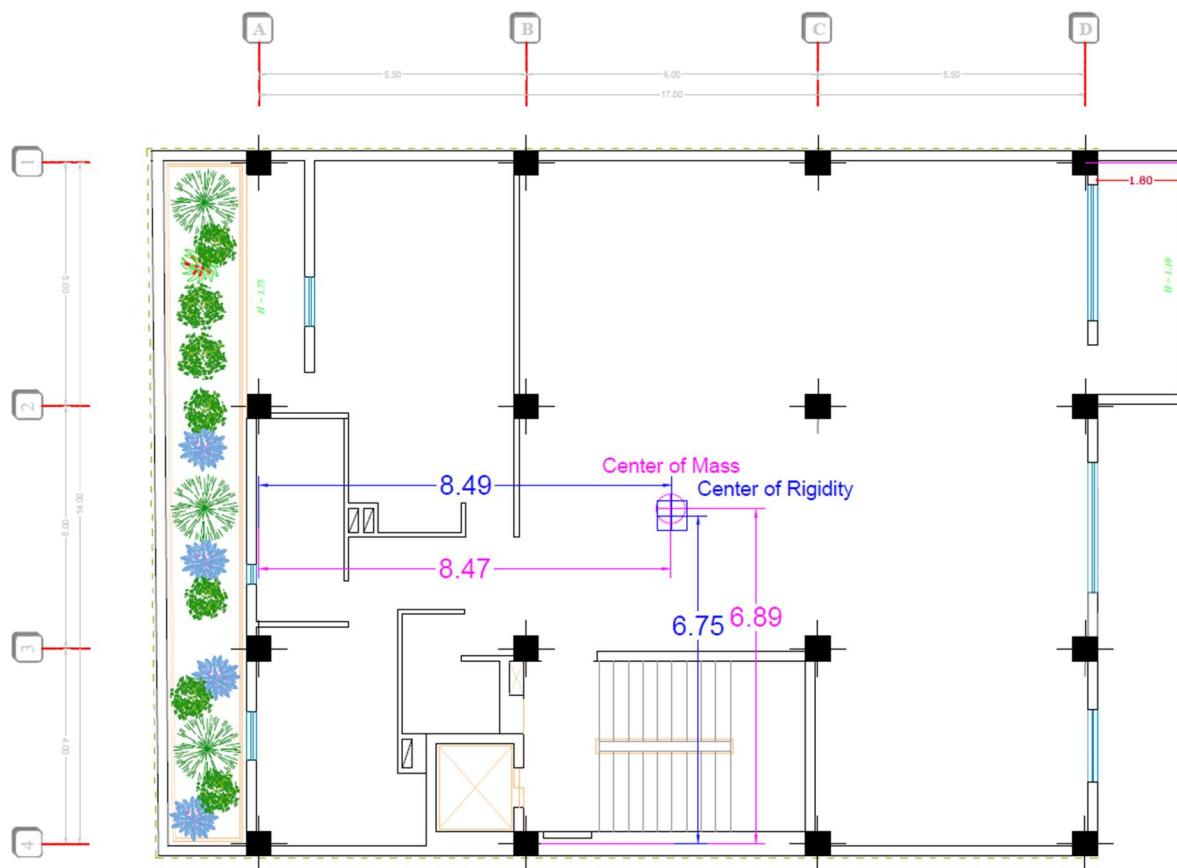
با توجه به اینکه طول دهانه ها با یکدیگر تفاوت اند کی دارند و پلان منظم است، می توان فرض کرد که سختی ستون ها برابر است.

مرکز سختی طبقات:

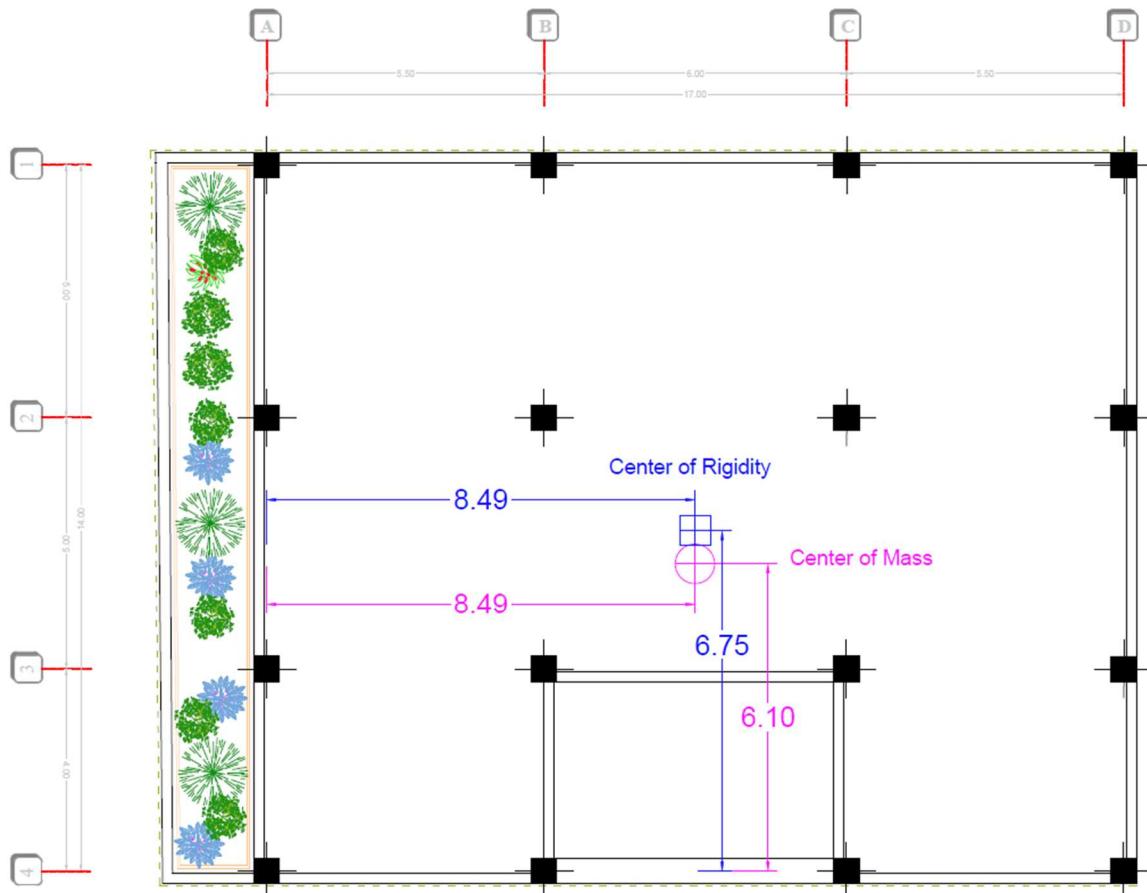
$$X_{cr} = \frac{\sum k_y X}{\sum k_y} = \frac{k(0 + 5.5 + 11.5 + 17)}{4k} = 8.5 \text{ m}$$

$$Y_{cr} = \frac{\sum k_x Y}{\sum k_x} = \frac{k(0 + 4 + 9 + 14)}{4k} = 6.75 \text{ m}$$

طبقات:



بام:



محاسبات بار زلزله

$$w_1 = w_2 = w_3 = 360767 \text{ Kg} ; w_4 = 278865.25 \text{ Kg}$$

$$w_{\text{total}} = 3 * 360767 + 278865.25 = 1361166.25 \text{ Kg}$$

$$V_{u,\min} = 0.12 * 0.30 * 1 * 1361166.25 = 49002 \text{ Kg}$$

$$V_u = CW = 0.165 * 1361165.25 = 224592.3 \text{ Kg} > V_{u,\min}$$

Story	W_i (Kg)	h_i (m)	$W_i * h_i$	F_{ui} (Kg)
1	360767	3.5	1262685	24702.41892
2	360767	7	2525369	49404.83783
3	360767	10.5	3788054	74107.25675
Roof	278865.3	14	3904114	76377.78651
Sum			11480221	

$$F_{ui} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n w_j h_j^k} V_u$$

طبق پلان های تهیه شده در صفحات قبلی، خروج از مرکزیت به شکل زیر است:

- خروج از مرکزیت طبقات:

$$x = 0.02 \text{ m} ; y = 0.14 \text{ m}$$

- خروج از مرکزیت طبقه بام:

$$x = 0 \text{ m} ; y = 0.65 \text{ m}$$

لنگر پیچشی

طبقه بند ۳-۷-۲ آیین نامه استاندارد : ۲۸۰۰

$$T_{ui} = \sum_{j=i}^n (e_{ij} + e_{aj}) F_{uj}$$

Story	$e_{aj(y)}$ (m)	e_{ij} (m)	F_{uj} (Kg)	$(e_{ij}+e_{aj})*F_{uj}$	T_x (Kg.m)
Roof	0.73	0.14	76377.79	66448.67426	66448.67
3	0.73	0.14	74107.26	64473.31337	130922
2	0.73	0.14	49404.84	42982.20891	173904.2
1	0.73	0.14	24702.42	21491.10446	195395.3

Story	$e_{aj(x)}$ (m)	e_{ij} (m)	F_{uj} (Kg)	$(e_{ij}+e_{aj})*F_{uj}$	T_y (Kg.m)
Roof	0.9525	0.02	76377.79	74277.39738	74277.3974
3	0.9525	0.02	74107.26	72069.30718	146346.705
2	0.9525	0.02	49404.84	48046.20479	194392.909
1	0.9525	0.02	24702.42	24023.10239	218416.012

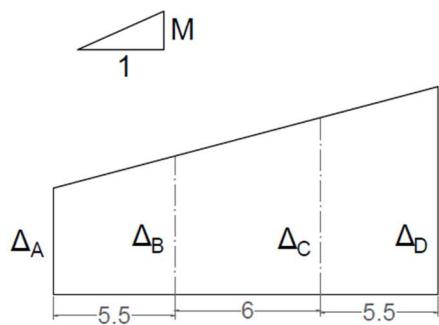
e_{ij} : بروز مرکزی نیروی جانبی طبقه j نسبت به مرکز سختی طبقه i، فاصله افقی مرکز جرم طبقه j و مرکز سختی طبقه i

e_{aj} : بروز مرکزی اتفاقی طبقه j (موضوع بند ۳-۷-۳) برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در جهت عمود بر اعمال نیروی جانبی. در این پروژه داریم:

$$e_{aj(x)} = 0.05 * 19.05 = 0.9525 ; \quad e_{aj(y)} = 0.05 * 14.6 = 0.73$$

F_{uj} : نیروی جانبی در تراز طبقه j

اعمال زلزله در راستای Y برای هر طبقه:



$$\Delta_A = \Delta_B - 5.5M \rightarrow F_A = F_B - 5.5KM$$

$$\Delta_B = \Delta_B \rightarrow F_B = F_B$$

$$\Delta_C = \Delta_B + 6M \rightarrow F_C = F_B + 6KM$$

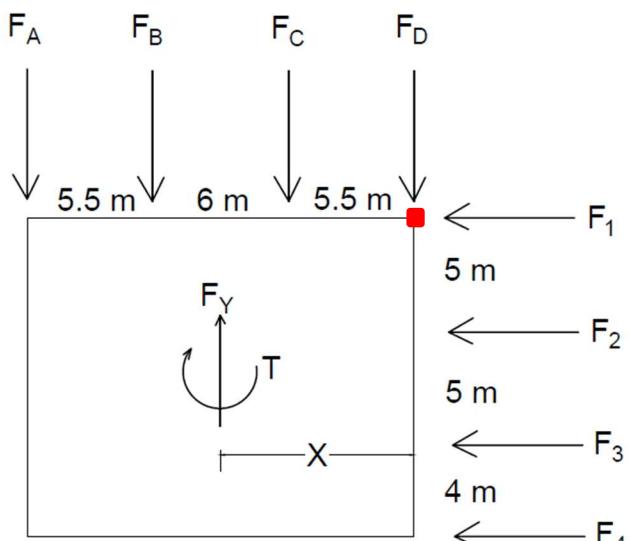
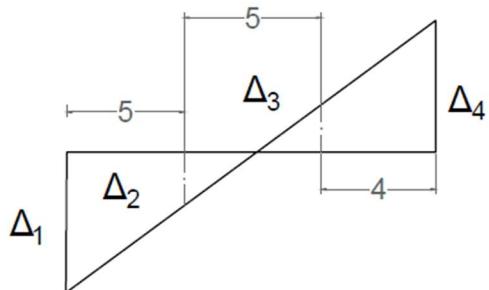
$$\Delta_D = \Delta_B + 11.5M \rightarrow F_D = F_B + 11.5KM$$

$$\Delta_1 = \Delta_2 - 5M \rightarrow F_1 = F_2 - 5KM$$

$$\Delta_2 = \Delta_2 \rightarrow F_2 = F_2$$

$$\Delta_3 = \Delta_2 + 5M \rightarrow F_3 = F_2 + 5KM$$

$$\Delta_4 = \Delta_2 + 9M \rightarrow F_4 = F_2 + 9KM$$



تعادل لنگ حول ستون 1D است. (در شکل با علامت قرمز نشان داده شده است)

$$\sum M_{1D} = 0 \rightarrow 5.5(F_B + 6KM) + 11.5F_B + 17(F_B - 5.5KM) - 5F_2 - 10(F_2 + 5KM) - 14(F_2 + 9KM) - F_YX + T = 0$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_B - 5.5KM + F_B + 6KM + F_B + 11.5KM = F_Y$$

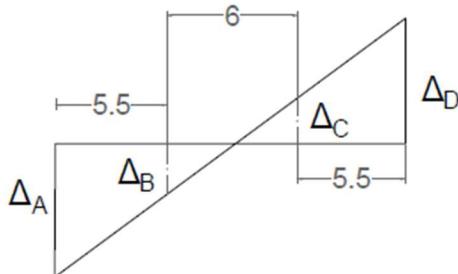
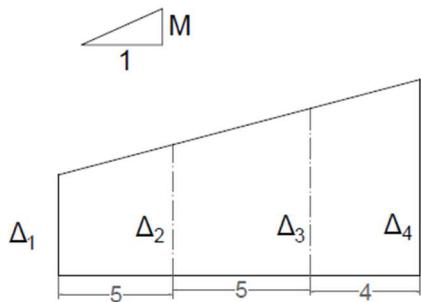
$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_2 - 5KM + F_2 + 5KM + F_2 + 9KM = 0 \rightarrow KM = -\frac{4F_2}{9}$$

پس از حل معادلات، ساده سازی و جایگذاری:

$$F_B = \frac{(14.27 + x)F_Y - T}{91.08}$$

$$F_2 = \frac{F_Yx - T - 34F_B}{76.11}$$

اعمال زلزله در راستای x برای هر طبقه



$$\Delta_A = \Delta_B - 5.5M \rightarrow F_A = F_B - 5.5KM$$

$$\Delta_B = \Delta_B \rightarrow F_B = F_B$$

$$\Delta_C = \Delta_B + 6M \rightarrow F_C = F_B + 6KM$$

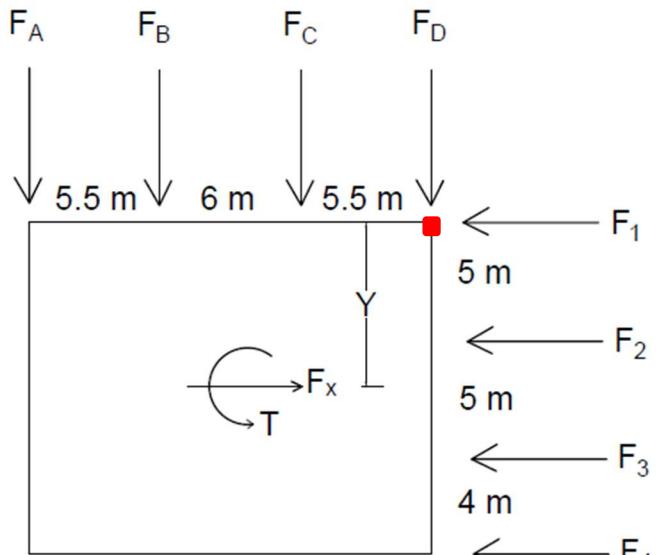
$$\Delta_D = \Delta_B + 11.5M \rightarrow F_D = F_B + 11.5KM$$

$$\Delta_1 = \Delta_2 - 5M \rightarrow F_1 = F_2 - 5KM$$

$$\Delta_2 = \Delta_2 \rightarrow F_2 = F_2$$

$$\Delta_3 = \Delta_2 + 5M \rightarrow F_3 = F_2 + 5KM$$

$$\Delta_4 = \Delta_2 + 9M \rightarrow F_4 = F_2 + 9KM$$



تعادل لنگر حول ستون 1D است. (در شکل با علامت قرمز نشان داده شده است)

$$\sum M_{1D} = 0 \rightarrow 5.5(F_B + 6KM) + 11.5F_B + 17(F_B - 5.5KM) - 5F_2 - 10(F_2 + 5KM) - 14(F_2 + 9KM) + F_XY + T = 0$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_B - 5.5KM + F_B + 6KM + F_B + 11.5KM = 0 \rightarrow KM = \frac{F_B}{3}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_2 - 5KM + F_2 + 5KM + F_2 + 9KM = F_X$$

پس از حل معادلات، ساده سازی و جایگذاری:

$$F_2 = \frac{F_X - 3F_B}{4}$$

$$F_B = \frac{T - (7.25 - y)F_X}{23.08}$$

F_2 : نیروی کل ایجاد شده در قاب ۲

F_B : نیروی کل ایجاد شده در قاب B

F_x : نیروی زلزله ایجاد شده در طبقه مورد نظر در راستای x

F_y : نیروی زلزله ایجاد شده در طبقه مورد نظر در راستای y

γ : مولفه γ مختصات مرکز جرم نسبت به مرکز تقاطع دو محور ۱ و D

γ : مولفه γ مختصات مرکز جرم نسبت به مرکز تقاطع دو محور ۱ و D

T: پیچش ایجاد شده در طبقه

محاسبه بار زلزله در هر طبقه برای هر قاب

زلزله در راستای Y

Story	$e_{aj}x$ (m)	e_{ij} (m)	$(e_{ij}+e_{aj})$	T_y (Kg.m)	x (m)	F_y (Kg)	F_B (Kg)	F_2 (Kg)
Roof	0.9525	0.02	0.9725	74277.39738	8.5	76377.79	18278.93	-611.612
3	0.9525	0.02	0.9725	146346.7046	8.5	74107.26	16920.02	-1205.04
2	0.9525	0.02	0.9725	194392.9094	8.5	49404.84	10216.9	-1600.66
1	0.9525	0.02	0.9725	218416.0118	8.5	24702.42	3777.537	-1798.47

زلزله در راستای X

Story	$e_{aj}y$ (m)	e_{ij} (m)	$(e_{ij}+e_{aj})$	T_x (Kg.m)	y (m)	F_x (Kg)	F_B (Kg)	F_2 (Kg)
Roof	0.73	0.14	0.87	66448.67426	7.25	76377.79	2879.059	16935.15
3	0.73	0.14	0.87	130921.9876	7.25	74107.26	5672.53	14272.42
2	0.73	0.14	0.87	173904.1965	7.25	49404.84	7534.844	6700.077
1	0.73	0.14	0.87	195395.301	7.25	24702.42	8466.001	-173.896

تحلیل قاب به روش پرتال با اعمال نیرو در جهت y

CAB آکس ۲ (۲)

Force	Sum																																																	
611.61	611.61	+14.00																																																
A	B	C																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>98.93691</td><td>V (kg)</td><td>62.95985</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>173.1396</td><td>M (kg.m)</td><td>173.1396</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>62.95985</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">1205.04 1816.65 +10.50</td> </tr> </table>	98.93691	V (kg)	62.95985	V (kg)	173.1396	M (kg.m)	173.1396	M (kg.m)	62.95985	P (kg)	0	P (kg)	1205.04 1816.65 +10.50				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>206.8681</td><td>V (kg)</td><td>62.95985</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>362.0192</td><td>M (kg.m)</td><td>188.8796</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">293.8699 687.4118 249.9679 +7.00</td> </tr> </table>	206.8681	V (kg)	62.95985	V (kg)	362.0192	M (kg.m)	188.8796	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	293.8699 687.4118 249.9679 +7.00				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>206.8681</td><td>V (kg)</td><td>62.95985</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>362.0192</td><td>M (kg.m)</td><td>173.1396</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">1600.66 3417.31 +7.00</td> </tr> </table>	206.8681	V (kg)	62.95985	V (kg)	362.0192	M (kg.m)	173.1396	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	1600.66 3417.31 +7.00			
98.93691	V (kg)	62.95985	V (kg)																																															
173.1396	M (kg.m)	173.1396	M (kg.m)																																															
62.95985	P (kg)	0	P (kg)																																															
1205.04 1816.65 +10.50																																																		
206.8681	V (kg)	62.95985	V (kg)																																															
362.0192	M (kg.m)	188.8796	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
293.8699 687.4118 249.9679 +7.00																																																		
206.8681	V (kg)	62.95985	V (kg)																																															
362.0192	M (kg.m)	173.1396	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
1600.66 3417.31 +7.00																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>552.8001</td><td>V (kg)</td><td>538.79</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>967.4003</td><td>M (kg.m)</td><td>1481.673</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>851.7178</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">1798.47 5215.78 +3.50</td> </tr> </table>	552.8001	V (kg)	538.79	V (kg)	967.4003	M (kg.m)	1481.673	M (kg.m)	851.7178	P (kg)	0	P (kg)	1798.47 5215.78 +3.50				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1155.855</td><td>V (kg)</td><td>538.79</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>2022.746</td><td>M (kg.m)</td><td>1616.37</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">843.7291 2443.926 888.7004 ±0.00</td> </tr> </table>	1155.855	V (kg)	538.79	V (kg)	2022.746	M (kg.m)	1616.37	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	843.7291 2443.926 888.7004 ±0.00				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1155.855</td><td>V (kg)</td><td>538.79</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>2022.746</td><td>M (kg.m)</td><td>1481.673</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">552.8001 967.4003 851.7178</td> </tr> </table>	1155.855	V (kg)	538.79	V (kg)	2022.746	M (kg.m)	1481.673	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	552.8001 967.4003 851.7178			
552.8001	V (kg)	538.79	V (kg)																																															
967.4003	M (kg.m)	1481.673	M (kg.m)																																															
851.7178	P (kg)	0	P (kg)																																															
1798.47 5215.78 +3.50																																																		
1155.855	V (kg)	538.79	V (kg)																																															
2022.746	M (kg.m)	1616.37	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
843.7291 2443.926 888.7004 ±0.00																																																		
1155.855	V (kg)	538.79	V (kg)																																															
2022.746	M (kg.m)	1481.673	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
552.8001 967.4003 851.7178																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>843.7291</td><td>V (kg)</td><td>888.7004</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>1476.526</td><td>M (kg.m)</td><td>2666.101</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>1740.418</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">10216.9 45415.9 +7.00</td> </tr> </table>	843.7291	V (kg)	888.7004	V (kg)	1476.526	M (kg.m)	2666.101	M (kg.m)	1740.418	P (kg)	0	P (kg)	10216.9 45415.9 +7.00				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1764.161</td><td>V (kg)</td><td>888.7004</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>3087.282</td><td>M (kg.m)</td><td>2443.926</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">3777.537 49193.4 +3.50</td> </tr> </table>	1764.161	V (kg)	888.7004	V (kg)	3087.282	M (kg.m)	2443.926	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	3777.537 49193.4 +3.50				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1764.161</td><td>V (kg)</td><td>888.7004</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>3087.282</td><td>M (kg.m)</td><td>2443.926</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">843.7291 1476.526 1740.418</td> </tr> </table>	1764.161	V (kg)	888.7004	V (kg)	3087.282	M (kg.m)	2443.926	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	843.7291 1476.526 1740.418			
843.7291	V (kg)	888.7004	V (kg)																																															
1476.526	M (kg.m)	2666.101	M (kg.m)																																															
1740.418	P (kg)	0	P (kg)																																															
10216.9 45415.9 +7.00																																																		
1764.161	V (kg)	888.7004	V (kg)																																															
3087.282	M (kg.m)	2443.926	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
3777.537 49193.4 +3.50																																																		
1764.161	V (kg)	888.7004	V (kg)																																															
3087.282	M (kg.m)	2443.926	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
843.7291 1476.526 1740.418																																																		
Span (m) 5.5	Span (m) 6	Span (m) 5.5																																																

CAB آکس ۴ (۴)

Force	Sum																																																	
18278.93	18278.9	+14.00																																																
1	2	3																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>3264.095</td><td>V (kg)</td><td>2284.866</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>5712.166</td><td>M (kg.m)</td><td>5712.166</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>2284.866</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">16920.02 35199 +10.50</td> </tr> </table>	3264.095	V (kg)	2284.866	V (kg)	5712.166	M (kg.m)	5712.166	M (kg.m)	2284.866	P (kg)	0	P (kg)	16920.02 35199 +10.50				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>6528.189</td><td>V (kg)</td><td>2284.866</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>11424.33</td><td>M (kg.m)</td><td>5712.166</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">6285.527 16711.84 6684.735 +7.00</td> </tr> </table>	6528.189	V (kg)	2284.866	V (kg)	11424.33	M (kg.m)	5712.166	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	6285.527 16711.84 6684.735 +7.00				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>5875.37</td><td>V (kg)</td><td>2284.866</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>10281.9</td><td>M (kg.m)</td><td>4569.733</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">2611.276 4569.733 2284.866</td> </tr> </table>	5875.37	V (kg)	2284.866	V (kg)	10281.9	M (kg.m)	4569.733	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	2611.276 4569.733 2284.866			
3264.095	V (kg)	2284.866	V (kg)																																															
5712.166	M (kg.m)	5712.166	M (kg.m)																																															
2284.866	P (kg)	0	P (kg)																																															
16920.02 35199 +10.50																																																		
6528.189	V (kg)	2284.866	V (kg)																																															
11424.33	M (kg.m)	5712.166	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
6285.527 16711.84 6684.735 +7.00																																																		
5875.37	V (kg)	2284.866	V (kg)																																															
10281.9	M (kg.m)	4569.733	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
2611.276 4569.733 2284.866																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>6285.527</td><td>V (kg)</td><td>6684.735</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>10999.67</td><td>M (kg.m)</td><td>16711.84</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>8969.601</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">10216.9 45415.9 +7.00</td> </tr> </table>	6285.527	V (kg)	6684.735	V (kg)	10999.67	M (kg.m)	16711.84	M (kg.m)	8969.601	P (kg)	0	P (kg)	10216.9 45415.9 +7.00				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>12571.05</td><td>V (kg)</td><td>6684.735</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>21999.34</td><td>M (kg.m)</td><td>16711.84</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">11313.95 19799.41 6684.735 +3.50</td> </tr> </table>	12571.05	V (kg)	6684.735	V (kg)	21999.34	M (kg.m)	16711.84	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	11313.95 19799.41 6684.735 +3.50				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>14597.95</td><td>V (kg)</td><td>13369.47</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>25546.42</td><td>M (kg.m)</td><td>13369.47</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">5028.421 8799.738 8969.601</td> </tr> </table>	14597.95	V (kg)	13369.47	V (kg)	25546.42	M (kg.m)	13369.47	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	5028.421 8799.738 8969.601			
6285.527	V (kg)	6684.735	V (kg)																																															
10999.67	M (kg.m)	16711.84	M (kg.m)																																															
8969.601	P (kg)	0	P (kg)																																															
10216.9 45415.9 +7.00																																																		
12571.05	V (kg)	6684.735	V (kg)																																															
21999.34	M (kg.m)	16711.84	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
11313.95 19799.41 6684.735 +3.50																																																		
14597.95	V (kg)	13369.47	V (kg)																																															
25546.42	M (kg.m)	13369.47	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
5028.421 8799.738 8969.601																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>8109.973</td><td>V (kg)</td><td>10076.85</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>14192.45</td><td>M (kg.m)</td><td>25192.13</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>19046.45</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">3777.537 49193.4 +3.50</td> </tr> </table>	8109.973	V (kg)	10076.85	V (kg)	14192.45	M (kg.m)	25192.13	M (kg.m)	19046.45	P (kg)	0	P (kg)	3777.537 49193.4 +3.50				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>16219.95</td><td>V (kg)</td><td>10076.85</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>28384.91</td><td>M (kg.m)</td><td>25192.13</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">6487.979 11353.96 19046.45</td> </tr> </table>	16219.95	V (kg)	10076.85	V (kg)	28384.91	M (kg.m)	25192.13	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	6487.979 11353.96 19046.45				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>14597.95</td><td>V (kg)</td><td>10076.85</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>25546.42</td><td>M (kg.m)</td><td>20153.7</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">7027.627 12298.35 30872.61</td> </tr> </table>	14597.95	V (kg)	10076.85	V (kg)	25546.42	M (kg.m)	20153.7	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	7027.627 12298.35 30872.61			
8109.973	V (kg)	10076.85	V (kg)																																															
14192.45	M (kg.m)	25192.13	M (kg.m)																																															
19046.45	P (kg)	0	P (kg)																																															
3777.537 49193.4 +3.50																																																		
16219.95	V (kg)	10076.85	V (kg)																																															
28384.91	M (kg.m)	25192.13	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
6487.979 11353.96 19046.45																																																		
14597.95	V (kg)	10076.85	V (kg)																																															
25546.42	M (kg.m)	20153.7	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
7027.627 12298.35 30872.61																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>8784.533</td><td>V (kg)</td><td>11826.15</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>15372.93</td><td>M (kg.m)</td><td>29565.39</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>30872.61</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">+0.00</td> </tr> </table>	8784.533	V (kg)	11826.15	V (kg)	15372.93	M (kg.m)	29565.39	M (kg.m)	30872.61	P (kg)	0	P (kg)	+0.00				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>17569.07</td><td>V (kg)</td><td>11826.15</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>30745.87</td><td>M (kg.m)</td><td>29565.39</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Span (m) 5</td> </tr> </table>	17569.07	V (kg)	11826.15	V (kg)	30745.87	M (kg.m)	29565.39	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	Span (m) 5				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>15812.16</td><td>V (kg)</td><td>11826.15</td><td>V (kg)</td> </tr> <tr> <td>27671.28</td><td>M (kg.m)</td><td>23652.31</td><td>M (kg.m)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td>0</td><td>P (kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Span (m) 4</td> </tr> </table>	15812.16	V (kg)	11826.15	V (kg)	27671.28	M (kg.m)	23652.31	M (kg.m)	0	P (kg)	0	P (kg)	Span (m) 4			
8784.533	V (kg)	11826.15	V (kg)																																															
15372.93	M (kg.m)	29565.39	M (kg.m)																																															
30872.61	P (kg)	0	P (kg)																																															
+0.00																																																		
17569.07	V (kg)	11826.15	V (kg)																																															
30745.87	M (kg.m)	29565.39	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
Span (m) 5																																																		
15812.16	V (kg)	11826.15	V (kg)																																															
27671.28	M (kg.m)	23652.31	M (kg.m)																																															
0	P (kg)	0	P (kg)																																															
Span (m) 4																																																		

تحلیل قاب به روش پرتال با اعمال نیرو در جهت X

CAB آکس ۲ (۱)

Force	Sum																																																							
16935.15	16935.2	+14.00																																																						
A	B	C																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>2739.51</td><td>V (kg)</td><td>1743.324</td><td>V (kg)</td><td>4794.142</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>4794.142</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>1743.324</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	2739.51	V (kg)	1743.324	V (kg)	4794.142	M (kg.m)	4794.142	M (kg.m)					1743.324	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>5728.065</td><td>V (kg)</td><td>1743.324</td><td>V (kg)</td><td>5229.973</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>10024.11</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	5728.065	V (kg)	1743.324	V (kg)	5229.973	M (kg.m)	10024.11	M (kg.m)					0	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>5728.065</td><td>V (kg)</td><td>1743.324</td><td>V (kg)</td><td>4794.142</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>10024.11</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	5728.065	V (kg)	1743.324	V (kg)	4794.142	M (kg.m)	10024.11	M (kg.m)					0	P (kg)				
2739.51	V (kg)	1743.324	V (kg)	4794.142	M (kg.m)																																																			
4794.142	M (kg.m)																																																							
1743.324	P (kg)																																																							
5728.065	V (kg)	1743.324	V (kg)	5229.973	M (kg.m)																																																			
10024.11	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
5728.065	V (kg)	1743.324	V (kg)	4794.142	M (kg.m)																																																			
10024.11	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
14272.42	31207.6	+10.50																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>5048.283</td><td>V (kg)</td><td>4955.868</td><td>V (kg)</td><td>13628.64</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>8834.496</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>6699.193</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	5048.283	V (kg)	4955.868	V (kg)	13628.64	M (kg.m)	8834.496	M (kg.m)					6699.193	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>10555.5</td><td>V (kg)</td><td>4955.868</td><td>V (kg)</td><td>14867.6</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>18472.13</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10555.5	V (kg)	4955.868	V (kg)	14867.6	M (kg.m)	18472.13	M (kg.m)					0	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>10555.5</td><td>V (kg)</td><td>4955.868</td><td>V (kg)</td><td>13628.64</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>18472.13</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	10555.5	V (kg)	4955.868	V (kg)	13628.64	M (kg.m)	18472.13	M (kg.m)					0	P (kg)				
5048.283	V (kg)	4955.868	V (kg)	13628.64	M (kg.m)																																																			
8834.496	M (kg.m)																																																							
6699.193	P (kg)																																																							
10555.5	V (kg)	4955.868	V (kg)	14867.6	M (kg.m)																																																			
18472.13	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
10555.5	V (kg)	4955.868	V (kg)	13628.64	M (kg.m)																																																			
18472.13	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
6700.077	37907.6	+7.00																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>6132.119</td><td>V (kg)</td><td>7114.802</td><td>V (kg)</td><td>19565.7</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>10731.21</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>13813.99</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	6132.119	V (kg)	7114.802	V (kg)	19565.7	M (kg.m)	10731.21	M (kg.m)					13813.99	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>12821.7</td><td>V (kg)</td><td>7114.802</td><td>V (kg)</td><td>21344.41</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>22437.98</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	12821.7	V (kg)	7114.802	V (kg)	21344.41	M (kg.m)	22437.98	M (kg.m)					0	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>12821.7</td><td>V (kg)</td><td>7114.802</td><td>V (kg)</td><td>19565.7</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>22437.98</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	12821.7	V (kg)	7114.802	V (kg)	19565.7	M (kg.m)	22437.98	M (kg.m)					0	P (kg)				
6132.119	V (kg)	7114.802	V (kg)	19565.7	M (kg.m)																																																			
10731.21	M (kg.m)																																																							
13813.99	P (kg)																																																							
12821.7	V (kg)	7114.802	V (kg)	21344.41	M (kg.m)																																																			
22437.98	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
12821.7	V (kg)	7114.802	V (kg)	19565.7	M (kg.m)																																																			
22437.98	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
-173.896	37733.8	+3.50																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>6103.989</td><td>V (kg)</td><td>7786.615</td><td>V (kg)</td><td>21413.19</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>10681.98</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>21600.61</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	6103.989	V (kg)	7786.615	V (kg)	21413.19	M (kg.m)	10681.98	M (kg.m)					21600.61	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>12762.89</td><td>V (kg)</td><td>7786.615</td><td>V (kg)</td><td>23359.84</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>22335.05</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	12762.89	V (kg)	7786.615	V (kg)	23359.84	M (kg.m)	22335.05	M (kg.m)					0	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>12762.89</td><td>V (kg)</td><td>7786.615</td><td>V (kg)</td><td>21413.19</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>22335.05</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	12762.89	V (kg)	7786.615	V (kg)	21413.19	M (kg.m)	22335.05	M (kg.m)					0	P (kg)				
6103.989	V (kg)	7786.615	V (kg)	21413.19	M (kg.m)																																																			
10681.98	M (kg.m)																																																							
21600.61	P (kg)																																																							
12762.89	V (kg)	7786.615	V (kg)	23359.84	M (kg.m)																																																			
22335.05	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
12762.89	V (kg)	7786.615	V (kg)	21413.19	M (kg.m)																																																			
22335.05	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
	Span (m)	5.5																																																						
	Span (m)	6																																																						
	Span (m)	5.5																																																						

CAB آکس ۲ (۲)

Force	Sum																																																							
2879.059	2879.06	+14.00																																																						
1	2	3																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>514.1177</td><td>V (kg)</td><td>359.8824</td><td>V (kg)</td><td>899.7059</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>899.7059</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>359.8824</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	514.1177	V (kg)	359.8824	V (kg)	899.7059	M (kg.m)	899.7059	M (kg.m)					359.8824	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1028.235</td><td>V (kg)</td><td>359.8824</td><td>V (kg)</td><td>899.7059</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>1799.412</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	1028.235	V (kg)	359.8824	V (kg)	899.7059	M (kg.m)	1799.412	M (kg.m)					0	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>925.4118</td><td>V (kg)</td><td>359.8824</td><td>V (kg)</td><td>719.7648</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>1619.471</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	925.4118	V (kg)	359.8824	V (kg)	719.7648	M (kg.m)	1619.471	M (kg.m)					0	P (kg)				
514.1177	V (kg)	359.8824	V (kg)	899.7059	M (kg.m)																																																			
899.7059	M (kg.m)																																																							
359.8824	P (kg)																																																							
1028.235	V (kg)	359.8824	V (kg)	899.7059	M (kg.m)																																																			
1799.412	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
925.4118	V (kg)	359.8824	V (kg)	719.7648	M (kg.m)																																																			
1619.471	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
5672.53	8551.59	+10.50																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1527.069</td><td>V (kg)</td><td>1428.831</td><td>V (kg)</td><td>3572.078</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>2672.372</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>1788.713</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	1527.069	V (kg)	1428.831	V (kg)	3572.078	M (kg.m)	2672.372	M (kg.m)					1788.713	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>3054.139</td><td>V (kg)</td><td>1428.831</td><td>V (kg)</td><td>3572.078</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>5344.743</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	3054.139	V (kg)	1428.831	V (kg)	3572.078	M (kg.m)	5344.743	M (kg.m)					0	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>2748.725</td><td>V (kg)</td><td>1428.831</td><td>V (kg)</td><td>2857.662</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>4810.269</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	2748.725	V (kg)	1428.831	V (kg)	2857.662	M (kg.m)	4810.269	M (kg.m)					0	P (kg)				
1527.069	V (kg)	1428.831	V (kg)	3572.078	M (kg.m)																																																			
2672.372	M (kg.m)																																																							
1788.713	P (kg)																																																							
3054.139	V (kg)	1428.831	V (kg)	3572.078	M (kg.m)																																																			
5344.743	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
2748.725	V (kg)	1428.831	V (kg)	2857.662	M (kg.m)																																																			
4810.269	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
7534.844	16086.4	+7.00																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>2872.577</td><td>V (kg)</td><td>3079.753</td><td>V (kg)</td><td>7699.382</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>5027.01</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>4868.466</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	2872.577	V (kg)	3079.753	V (kg)	7699.382	M (kg.m)	5027.01	M (kg.m)					4868.466	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>5745.155</td><td>V (kg)</td><td>3079.753</td><td>V (kg)</td><td>7699.382</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>10054.02</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	5745.155	V (kg)	3079.753	V (kg)	7699.382	M (kg.m)	10054.02	M (kg.m)					0	P (kg)					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>5170.639</td><td>V (kg)</td><td>3079.753</td><td>V (kg)</td><td>6159.506</td><td>M (kg.m)</td></tr> <tr> <td>9048.619</td><td>M (kg.m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>0</td><td>P (kg)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	5170.639	V (kg)	3079.753	V (kg)	6159.506	M (kg.m)	9048.619	M (kg.m)					0	P (kg)				
2872.577	V (kg)	3079.753	V (kg)	7699.382	M (kg.m)																																																			
5027.01	M (kg.m)																																																							
4868.466	P (kg)																																																							
5745.155	V (kg)	3079.753	V (kg)	7699.382	M (kg.m)																																																			
10054.02	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
5170.639	V (kg)	3079.753	V (kg)	6159.506	M (kg.m)																																																			
9048.619	M (kg.m)																																																							
0	P (kg)																																																							
8466	24552.4	+3.50																																																						
	Span (m)	5																																																						
	Span (m)	5																																																						
	Span (m)	4																																																						