

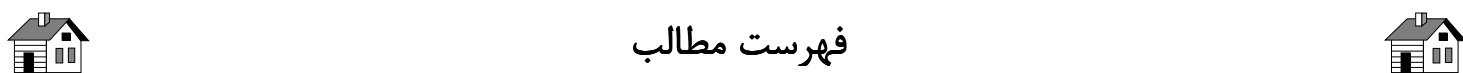


جامع ترین منبع آموزش نرم افزارها و دروس مهندسی

# Structural Design Education

*Mihanbana.com*

*Miladkh@mail.com*



# فهرست مطالب



مقدمه



معرفی پلان



بارهای مرده



بار مرده ستون ها و تیر ها



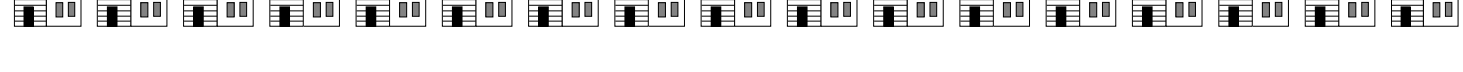
بارهای زنده



بار زلزله



مراجع





## مقدمه



مرحله اول محاسبات ساختمان ها، بارگذاری نامیده می شود که در واقع شناخت و ارزیابی انواع بارهای وارد بر ساختمان و تعیین کمیت های عددی برای بارهاست. بارگذاری به عنوان نخستین مرحله از محاسبات ساختمان ها از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و اگر این مرحله به صورت واقع بینانه و به دور از اشتباه صورت نگیرد، محاسبات سایر مراحل نیز به جواب های قابل قبول نخواهد رسید.

در مباحث بارگذاری، بارها به دو دسته اصلی تقسیم می شوند: بارهای قائم و بارهای جانبی. بارهای قائم به صورت مشخص در راستای ثقل زمین عمل کرده، در حالی که بارهای جانبی به صورت افقی بر ساختمان اعمال می شوند. بارهای مرده، زنده و بار برف موارد مشخصی از بارهای قائم می باشند و از بارزترین بارهای جانبی، بارهای باد و زلزله را می توان نام برد. در این پروژه ابتدا بارهای مرده و زنده وارد بر ساختمان محاسبه و در ادامه بار زلزله ارزیابی شده است.



## مشخصات پلان و ساختمان:

ساختمان مورد نظر یک ساختمان مسکونی با ۶ طبقه می باشد.  
ارتفاع طبقات غیر از طبقه همکف ۲,۸ متر و ارتفاع طبقه همکف برابر ۲,۳ متر می باشد.  
ساختمان در زمینی به مساحت ۳۰۴,۱۸ متر مربع (۲۲,۷ متر در ۱۳,۴ متر) بنا شده است.

سیستم سقف ساختمان در طبقه اول به صورت دال بتنی، در دومین طبقه کامپوزیت، در سومین طبقه تیرچه بلوک همراه با فوم و در سایر طبقات به صورت تیرچه بلوک سفالی اجرا شده است.

دیوار ساختمان در قسمت بیرونی با احتساب بازشو و از جنس سنگ گرانیت انتخاب گردیده است. لازم به ذکر است که ساختمان از سه طرف با دیوارهای همسایه در ارتباط می باشد و بنا براین فقط دیوار جنوبی آن جزء دیوار نما محسوب می گردد.

تیغه های داخلی نیز در طبقه اول با ضخامت ۲۰ سانتی متر و از جنس آجر سفالی و در پانل سایر طبقات از 3D انتخاب گردیده است.

نازک کاری های مربوط به دیوارهای داخلی و ستون ها و قسمت پایین سقف ها به صورت فرضی انتخاب گردیده است.

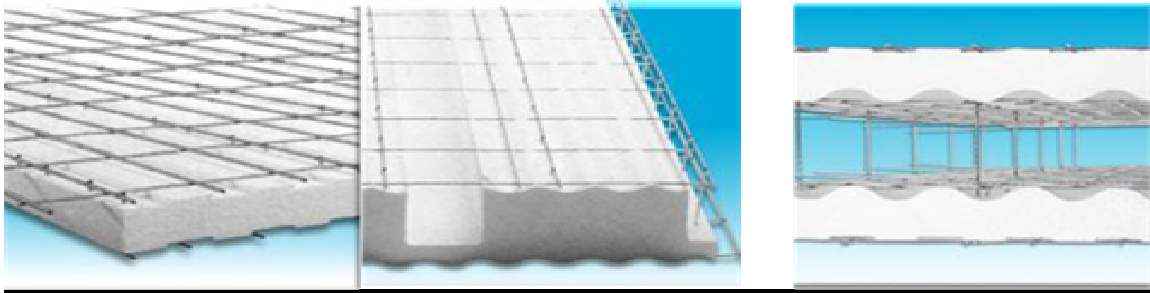
### بار های مرده:

بارهای مرده در ساختمان شامل وزن دیوارها، کف ها، تیغه ها، عناصر باربر (تیرها و ستون ها) و کلیه ی قسمت های ثابت مانند تأسیسات آب و فاضلاب و تهویه و برق و غیره در ساختمان است. در صورت معلوم بودن ابعاد اعضا، وزن آن ها را می توان با توجه به وزن مخصوصشان محاسبه نمود.

بار های مرده ای که در طراحی یک ساختمان باید مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

- وزن کف
  - وزن اسکلت (شامل وزن تیر و ستون)
  - وزن تیغه
  - وزن دیوار پیرامونی
  - وزن تأسیسات و تجهیزات پیرامونی
- دیوار داخلی:

دیوارهای داخلی طبقات: 3D پانل



وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
1.5	1	30	0.05	فوم
125	2	2500	0.025	بتن و مش حرارتی
26	2	1300	0.01	ملات گچ

$$\Sigma = 152.5 \text{ kg/m}^2$$

بار تیغه ها را به صورت بار معادل کف در می آوریم:

محاسبه طول تیغه ها در طبقات:

طول تیغه ها :

$$2+2+2.4+1.3+1.5+1+4+2+4.5+5+2.3+5.2+3+4+2+5.5+0.6+0.4+2+1+2+4.5+2.3+4.2+3+2+0.4+1.5+0.5+0.6+0.6+0.4= 72.8 \text{ m} = 73 \text{ m}$$

بار گسترده سطحی معادل برای تیغه ها در طبقات:

ارتفاع دیوار های طبقات: 2.8 m

(مساحت ساختمان)/(ارتفاع دیوار \* طول دیوار \* وزن واحد سطح دیوار)

$$(152.5 * 2.8 * 73) / (273) = 114 \text{ kg/m}^2$$

دیوار پیرامونی:

دیوارهای همسایه: ۲۰ سانتی متری

وزن واحد سطح	تعداد	وزن واحد حجم	ضخامت	نوع مصالح
--------------	-------	--------------	-------	-----------

(kg/m <sup>2</sup> )		(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	
10.5	1	2100	0.005	ملات ماسه سیمان (نرمه سیمان سفید)
84	2	2100	0.02	ملات ماسه سیمان
370	1	1850	0.2	آجر فشاری
13	1	1300	0.01	ملات گچ

$$\sum = 477.5 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{طبقه اول: } 477.5 * 2.3 = 1098.25 \text{ kg/m}$$

$$\text{سایر طبقات: } 477.5 * 2.8 = 1337 \text{ kg/m}$$

دیوار نما (دیوار جنوبی):

وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
84	1	2800	0.03	سنگ گرانیت
370	1	1850	0.2	آجر کاری با آجر فشاری
42	1	2100	0.02	ملات ماسه سیمان
13	1	1300	0.01	ملات گچ

$$\sum = 509 \text{ kg/m}^2$$

احتساب باز شو ها :

$$\text{مساحت نمای یک طبقه: } 11.6 * 2.8 + 2.8 * 2.8 = 40.32 \text{ m}^2$$

$$\text{مساحت باز شوی یک طبقه: } 2 * 2 * 1.5 + 0.7 * 2 + 1 * 1.5 + 1.5 * 1.5 = 11 \text{ m}^2$$

$$\text{درصد باز شو: } (100 * 11) / 40.32 = 27 \%$$

$$\text{با احتساب باز شو ها: } 509 (1 - 0.27) = 371.5 \text{ kg/m}^2$$

$$\Rightarrow 371.5 * 2.8 = 1040.2 \text{ kg/m}$$

دیوار اطراف آسانسور و راه پله:

وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
420	1	2100	0.2	آجر سفالی
84	2	2100	0.02	ملات ماسه سیمان
26	2	1300	0.01	ملات گچ

$$\sum = 530 \text{ kg/m}^2$$

$$530 * 2.3 + 530 * 2.8 = 1219 + 1484 = 2703 \text{ kg/m}$$

دیوار جان پناه:

وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
56	1	2800	0.02	سنگ گرانیت
185	1	1850	0.1	آجرکاری با آجر فشاری
42	1	2100	0.02	ملات ماسه سیمان
6.5	1	1300	0.005	ملات ماسه سیمان (نرمه سفید)

$$\sum = 289.5 \text{ kg/m}^2$$

$$289.5 * 0.7 = 202.65 \text{ kg/m}$$

نمای جنوبی:

دیوار جان پناه در سه ضلع دیگر ساختمان نیازی به سنگ گرانیت ندارد:

$$\sum = 289.5 - 56 = 233.5 \text{ kg/m}^2$$

$$233.5 * 0.7 = 163.45 \text{ kg/m}$$

دیوار خرپشته:

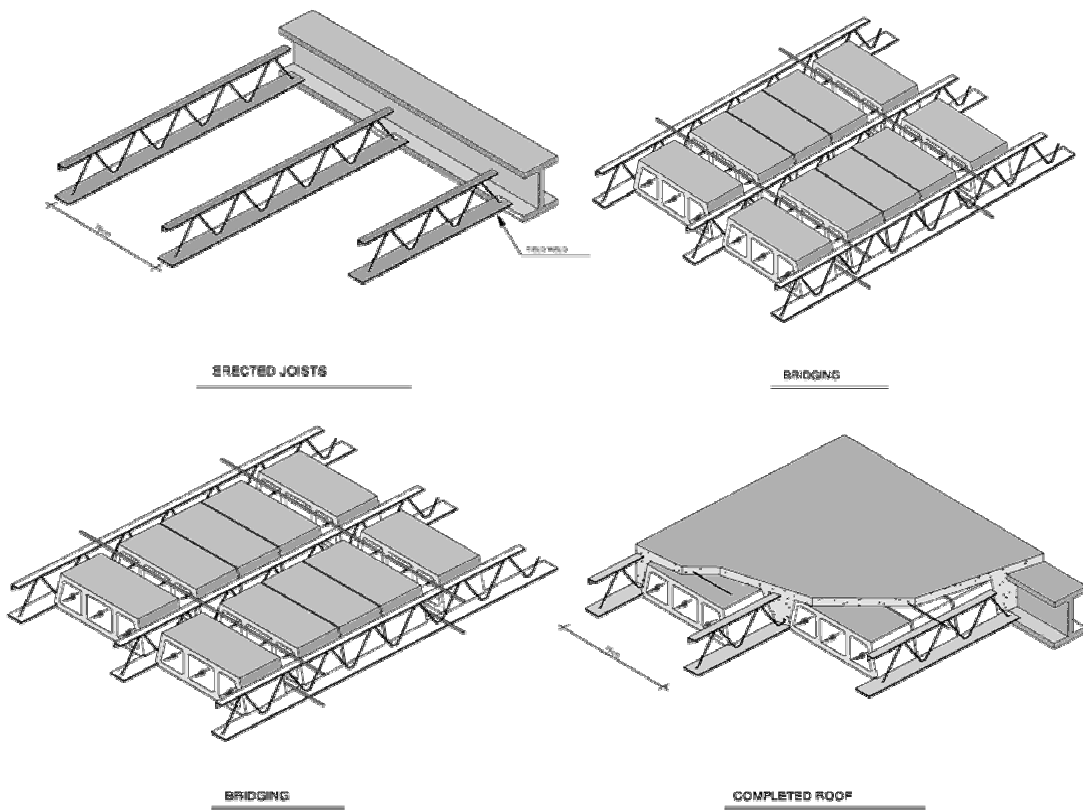
وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
10.5	1	2100	0.005	ملات ماسه سیمان (نرمه سیمان سفید)
370	1	1850	0.2	آجرکاری با آجر فشاری
84	2	2100	0.02	ملات ماسه سیمان
13	1	1300	0.01	ملات گچ

$$\sum = 477.5 \text{ kg/m}^2$$

$$477.5 * 3 = 1432.5 \text{ kg/m}$$

وزن کف ها و سقف ها:

(1) سقف بام (تیرچه بلوک سفالی):



برای پوشش کف در بام از آسفالت استفاده شده است.

وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
110	1	2200	0.05	آسفالت
15	-	-	-	قیرگونی در دو لایه
90	1	600	0.15	پوکه معدنی
175	1	2500	0.07	بتن روی بلوک
120	2	2500	0.12*0.2	تیرچه
8*10=80	8	-	-	بلوک سفالی
42	1	2100	0.02	ملات ماسه و سیمان
13	1	1300	0.01	ملات گچ

$$\Sigma = 645 \text{ kg/m}^2$$

(2) سقف طبقه چهارم و پنجم (تیرچه بلوک سفالی):

وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
63	1	2100	0.03	کاشی سرامیکی کفی
30	1	600	0.05	پوکه



175	1	2500	0.07	بتن روی بلوک
120	2	2500	0.12*0.2	تیرچه
8*10=80	8	-	-	بلوک سفالی
42	1	2100	0.02	ملات ماسه و سیمان
13	1	1300	0.01	ملات گچ

$$\Sigma = 523 \text{ kg/m}^2$$

(3) سقف طبقه سوم (تیرچه بلوک با فوم):

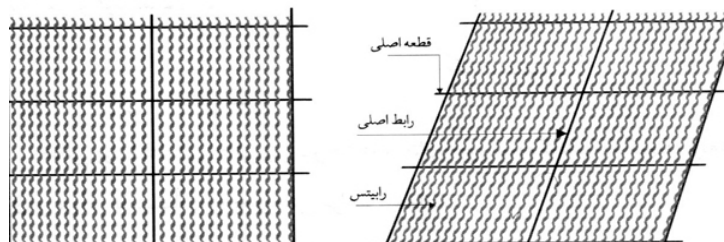


وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
63	1	2100	0.03	کاشی سرامیکی کفی
30	1	600	0.05	پوکه
175	1	2500	0.07	بتن روی فوم
120	2	2500	0.12*0.2	تیرچه
6	1	30	0.2	فوم
42	1	2100	0.02	ملات ماسه و سیمان
13	1	1300	0.01	ملات گچ

$$\Sigma = 449 \text{ kg/m}^2$$

\* مقدار ۵ سانتی متر پوکه برای ایجاد فضای مناسب جهت انتقال و جاسازی تجهیزات در نظر گرفته شده است.

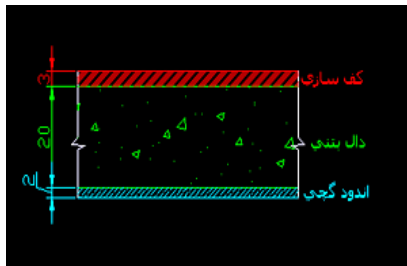
(4) سقف طبقه دوم (کامپوزیت):



وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
63	1	2100	0.03	کاشی سرامیکی کفی
30	1	600	0.05	پوکه
200	1	2500	0.08	بتن روی CIPE16
2*15.8=31.6	2	-	-	CIPE16
50	-	-	-	سقف کاذب با اندود گچی

$$\Sigma = 374.6 \text{ kg/m}^2$$

(5) سقف طبقه اول (دال بتنی):



وزن واحد سطح (kg/m <sup>2</sup> )	تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
63	1	2100	0.03	کاشی سرامیکی کفی
30	1	600	0.05	پوکه
425	1	2500	0.17	بتن
42	1	2100	0.02	ملات ماسه و سیمان
13	1	1300	0.01	ملات گچ

$$\Sigma = 573 \text{ kg/m}^2$$

بار پله:

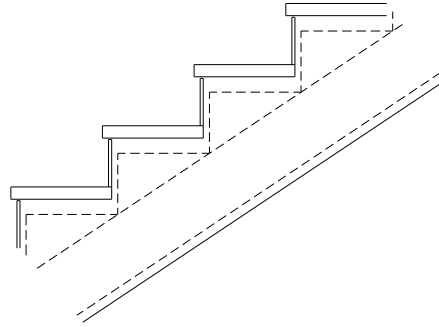
\* پله از نوع طاق ضربی انتخاب شده است.

طبقه همکف:

$$\tan \theta = 1.60/3 \Rightarrow \theta = 28^\circ \rightarrow \cos \theta = 0.88$$

تعداد	وزن واحد حجم	ضخامت	نوع مصالح
-------	--------------	-------	-----------

	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	
3	2700	0.03	سنگ مرمر
3	1750	0.11	آجرکاری (طاق ضربی)
1	1600	0.02	گچ و خاک
1	1300	0.005	سفید کاری



محاسبات:

$$(0.3 + 0.16) \cdot 3 \cdot 0.03 \cdot 2700 = 124.2 \text{ kg/m}^2$$

$$(0.11 \cdot 1750) / 0.88 + 3(0.16 \cdot 0.3) / 2 \cdot 1750 = 359 \text{ kg/m}^2$$

$$(0.02 \cdot 1600) / 0.88 = 36.4 \text{ kg/m}^2$$

$$(0.005 \cdot 1300) / 0.88 = 7.4 \text{ kg/m}^2$$

$$\Sigma = 527 \text{ kg/m}^2$$

سایر طبقات:

$$\tan \theta = 1.7/3 \Rightarrow \theta = 29^\circ \rightarrow \cos \theta = 0.87$$

تعداد	وزن واحد حجم (kg/m <sup>3</sup> )	ضخامت (m)	نوع مصالح
3	2700	0.03	سنگ مرمر
3	1750	0.11	آجرکاری (طاق ضربی)
1	1600	0.02	گچ و خاک
1	1300	0.005	سفید کاری

محاسبات:

$$(0.3 + 0.17) * 3 * 0.03 * 2700 = 127 \text{ kg/m}^2$$

$$(0.11 * 1750) / 0.87 + 3(0.17 * 0.3) / 2 * 1750 = 370 \text{ kg/m}^2$$

$$(0.02 * 1600) / 0.87 = 36.8 \text{ kg/m}^2$$

$$(0.005 * 1300) / 0.87 = 7.5 \text{ kg/m}^2$$

$$\Sigma = 541.3 \text{ kg/m}^2$$

\* برای محاسبه وزن پاگرد راه پله کافی است از وزن سقف طبقات، وزن سقف کاذب و لوله های تأسیسات را کم کنیم:

$$375 - 50 = 325 \text{ kg/m}^2$$

وزن پاگرد راه پله در طبقه دوم

- در سایر طبقات چون سقف کاذب نداریم وزن پاگرد راه پله همان وزن سقف می باشد.

محاسبه وزن ستون ها:

همکف:

وزن ton	چگالی بتن Kg/m <sup>3</sup>	ارتفاع (m)	سطح (m <sup>2</sup> )	تعداد
11.5	2500	2.3	0.5*0.5	8
13.8	2500	2.3	0.4*0.4	15

$$\Sigma = 25.3 \text{ ton}$$

سایر طبقات:

وزن ton	چگالی بتن Kg/m <sup>3</sup>	ارتفاع (m)	سطح (m <sup>2</sup> )	تعداد
14	2500	2.8	0.5*0.5	8
16.8	2500	2.8	0.4*0.4	15

$$\Sigma = 30.8 \text{ ton}$$

$$30.8 * 5 = 154 \text{ ton}$$



محاسبه بار مرده:



دیوار ها:



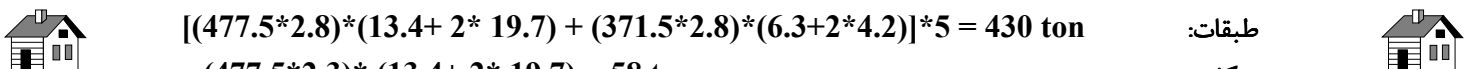
دیوار های داخلی:



$$114*273*5=155.61 \text{ ton}$$



دیوار های پیرامونی:



$$[(477.5*2.8)*(13.4+ 2* 19.7) + (371.5*2.8)*(6.3+2*4.2)]*5 = 430 \text{ ton}$$

طبقات:

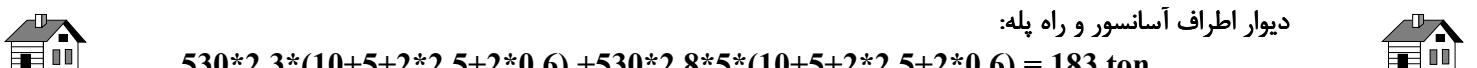


$$(477.5*2.3)* (13.4+ 2* 19.7) = 58 \text{ ton}$$

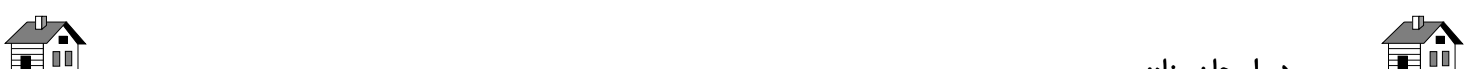
همکف:



دیوار اطراف آسانسور و راه پله:



$$530*2.3*(10+5+2*2.5+2*0.6) +530*2.8*5*(10+5+2*2.5+2*0.6) = 183 \text{ ton}$$



دیوار جان پناه:



$$202.65*(9.3+2*3.2) =3.18 \text{ ton}$$

$$163.45*(13.9+2*21) =9.14 \text{ ton}$$



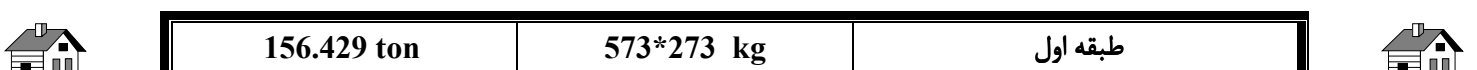
دیوار خرپشته:



$$1432.5*(2*7+2*5-1) =33 \text{ ton}$$



بار مرده سقف:



156.429 ton	573*273 kg	طبقه اول
88.725 ton	325*273 kg	طبقه دوم
4.75 ton	50*95 kg	سقف کاذب
122.577 ton	449*273 kg	طبقه سوم
142.779 ton	523*273 kg	طبقه چهارم و پنجم
176.0856 ton	645*273 kg	بام



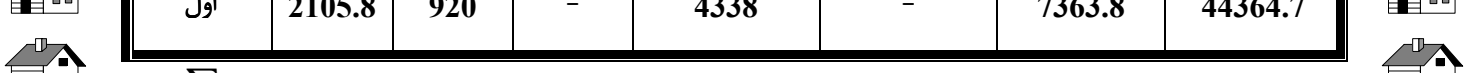
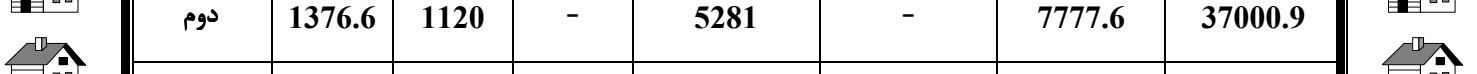
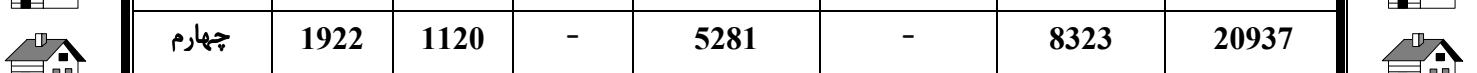
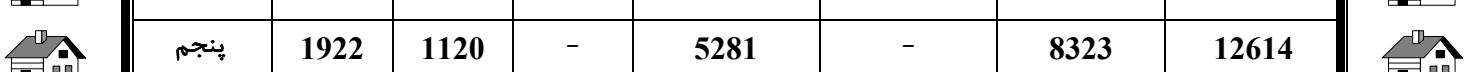
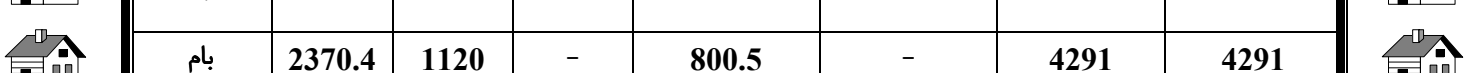
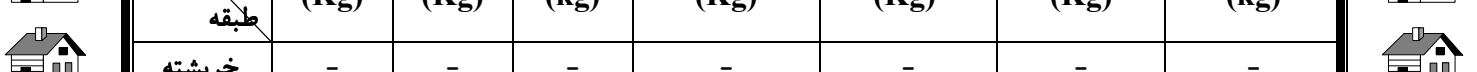
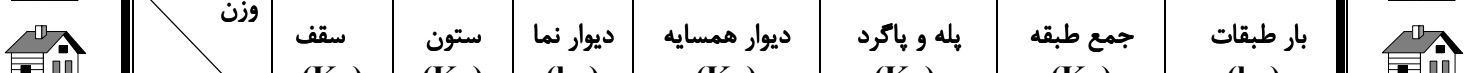
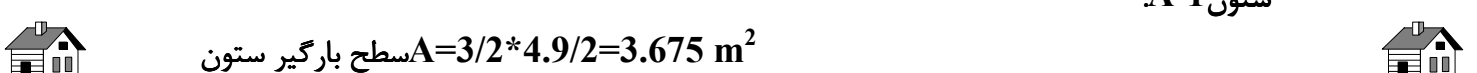
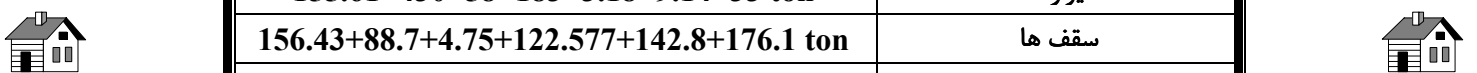
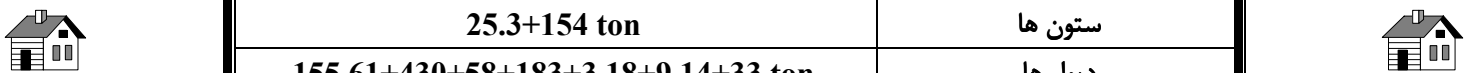
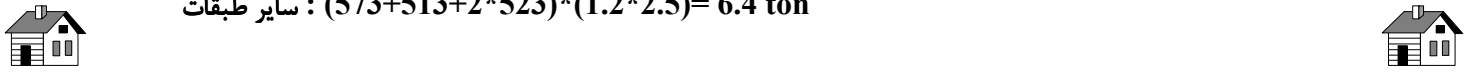
بار پله:



$$2*527*(2.7*2.2) = 6.3 \text{ ton}$$

$$2*541.3*(2.7*2.2)*5= 32 \text{ ton}$$





پاگرد:

$$325 \times (1.2 \times 2.5) = 0.975 \text{ ton}$$

$$(573 + 513 + 2 \times 523) \times (1.2 \times 2.5) = 6.4 \text{ ton}$$

جمع بندی:

25.3+154 ton	ستون ها
155.61+430+58+183+3.18+9.14+33 ton	دیوار ها
156.43+88.7+4.75+122.577+142.8+176.1 ton	سقف ها
6.3+32+6.4+0.975 ton	پله و پاگرد
1788.262 ton	جمع کل بار مرده ساختمان

محاسبه بار مرده ستون ها و تیر ها

ستون های گوشه:

ستون A-1:

$$A = 3/2 \times 4.9/2 = 3.675 \text{ m}^2$$

وزن / طبقه	سقف (Kg)	ستون (Kg)	دیوار نما (kg)	دیوار همسایه (Kg)	پله و پاگرد (Kg)	جمع طبقه (Kg)	بار طبقات (kg)
خرپشته	-	-	-	-	-	-	-
بام	2370.4	1120	-	800.5	-	4291	4291
پنجم	1922	1120	-	5281	-	8323	12614
چهارم	1922	1120	-	5281	-	8323	20937
سوم	1885.3	1120	-	5281	-	8286.3	29223.3
دوم	1376.6	1120	-	5281	-	7777.6	37000.9
اول	2105.8	920	-	4338	-	7363.8	44364.7

$$\sum = 44.36 \text{ ton}$$

وزن واحد سطح سقف \* سطح بارگیر ستون = وزن سقف

$$645 \text{ (kg / m}^2\text{)} * 3.675 \text{ (m}^2\text{)} = 2370.4 \text{ kg}$$

برای محاسبه وزن دیواری که به هر ستون می رسد نیز کافی است که وزن کیلوگرم بر متر دیوار مورد نظر را در طولی از دیوار که وزن آن به ستون می رسد ضرب کنیم.

$$1337 * 3/2 + 1337 * 4.9/2 = 5281 \text{ kg}$$

مثال برای ستون A-1 در طبقه پنجم

ستون های کناری:

ستون E-3:

$$A = 4.1/2 * 4.9 = 10.045 \text{ m}^2$$

وزن / طبقه	سقف (Kg)	ستون (Kg)	دیوار نما (kg)	دیوار همسایه (Kg)	پله و پاگرد (Kg)	جمع طبقه (Kg)	بار طبقات (kg)
خرپشته	6479	1875	-	7019	-	15373	15373
بام	6479	1750	-	6551	-	14780	30153
پنجم	5253.5	1750	-	6551	-	13554.5	43707.5
چهارم	5253.5	1750	-	6551	-	13554.5	57262
سوم	5153	1750	-	6551	-	13454	70716
دوم	3763	1750	-	6551	-	12064	82780
اول	5756	1437.5	-	5381	-	12574.5	95354.5

$$\Sigma = 95.35 \text{ ton}$$

ستون های وسط:

ستون D-4 :

$$A = (2.9/2 + 4.1/2) * (4.9/2 + 5/2) = 17.325 \text{ m}^2$$

وزن / طبقه	سقف (Kg)	ستون (Kg)	دیوار نما (kg)	دیوار همسایه (Kg)	پله و پاگرد (Kg)	جمع طبقه (Kg)	بار طبقات (kg)
خرپشته	11174.6	1875	-	-	-	13049.6	13049.6
بام	11174.6	1750	-	-	2344.5	15269.1	28318.7
پنجم	9061	1750	-	-	2344.5	13155.5	41474.2
چهارم	9061	1750	-	-	2344.5	13155.5	54629.7
سوم	8888	1750	-	-	2344.5	12982.5	67612.2
دوم	6490	1750	-	-	2344.5	10584.5	78196.7
اول	9927	1437.5	-	-	2282.5	14021.5	92218.2

$$\Sigma = 92.2 \text{ ton}$$

ستون های جلو (نما):

ستون B-6 :

$$A = (3.4 + 2.9)/2 * 3/2 + (3/2 * 3/2)/2 = 4.725 + 1.125 = 5.85 \text{ m}^2$$

وزن / طبقه	سقف (Kg)	ستون (Kg)	دیوار نما (kg)	دیوار همسایه (Kg)	پله و پاگرد (Kg)	جمع طبقه (Kg)	بار طبقات (kg)
خرپشته	-	-	-	-	-	-	-
بام	3773.25	1120	5482	-	-	10375.25	10375.25
پنجم	3059.5	1120	5482	-	-	9661.5	20036.75
چهارم	3059.5	1120	5482	-	-	9661.5	29698.25
سوم	3001	1120	5482	-	-	9603	39301.25
دوم	2191	1120	5482	-	-	8793	48094.25
اول	3352	920	-	-	-	4272	52366.25

$$\Sigma = 52.366 \text{ ton}$$

شاه تیرها:



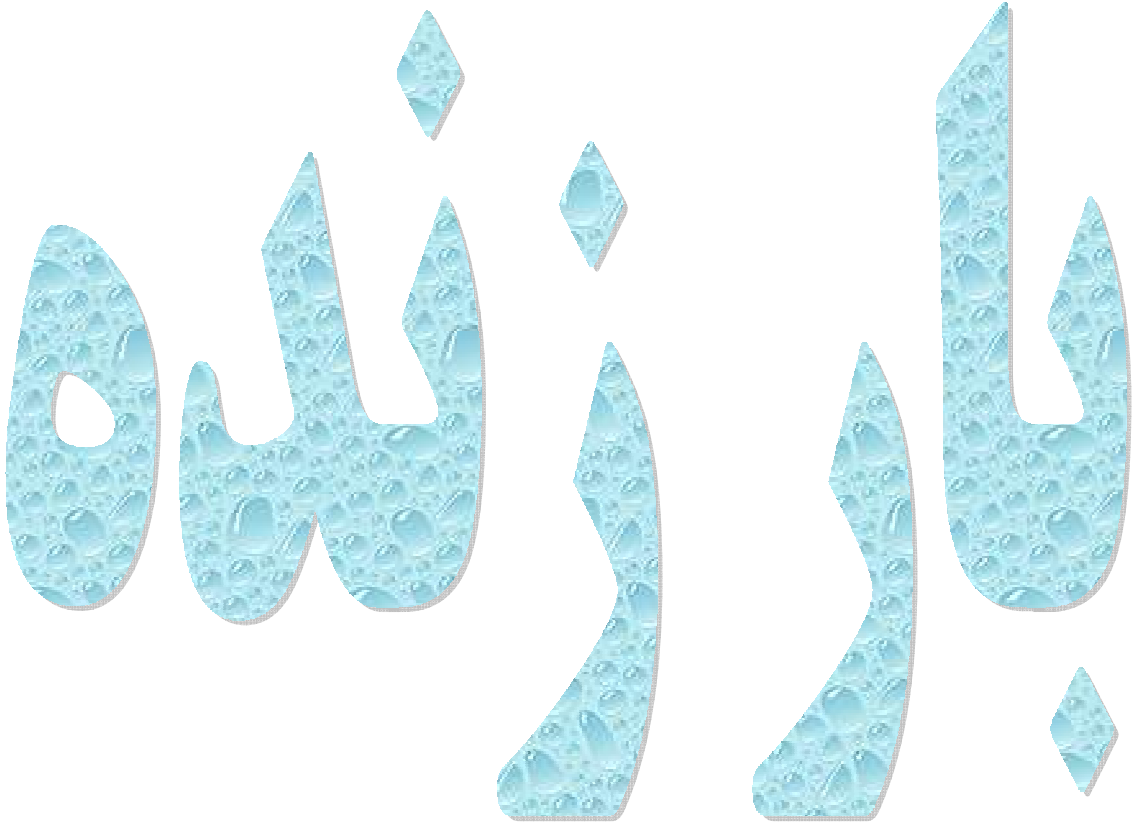


تیر D-2, D-3 :  $A=(4.9*2.45) = 12 \text{ m}^2$  سطح بارگیر → در دال ها

$A=4.1/2*4.9+ 2.9/2*4.9=17.15 \text{ m}^2$  → در سقف های تیرچه بلوک و کامپوزیت

وزن / طبقه	سقف (Kg)
خرپشته	11062
بام	11062
پنجم	8869.5
چهارم	8869.5
سوم	8798
دوم	6424.5
اول	6876







بار زنده:

بار های زنده عبارتند از بار های غیر دائمی که در حین استفاده و بهره برداری از ساختمان به آن

وارد می شوند.

این بار ها شامل بار ناشی از برف، باد یا زلزله نمی شوند.

بارهای زنده با توجه به نوع کاربری ساختمان و یا هر بخش از آن، و مقداری که احتمال دارد در

طول مدت عمر ساختمان به آن وارد گردد، تعریف می شوند.

\* بار های زنده نباید کمتر از آنچه در ضوابط آیین نامه تعیین شده است، در نظر گرفته شوند.

انتخاب سربار:

از آن جا که کاربری ساختمان پروژه، مسکونی می باشد، طبق آیین نامه داریم:

۱- بام های تخت و یا با شیب کم که به عنوان محل تجمع مورد استفاده قرار نمی گیرد:  $150 \text{ kg/m}^2$

۲- راهرو های اصلی و پلکان ها که در معرض رفت و آمد و تجمع کم باشد:  $350 \text{ kg/m}^2$

۳- بالکن ها: طبق بند ۶-۳-۲-۵ آیین نامه

۴- اتاق ها و راهرو های خصوصی و سرویس ها:  $200 \text{ kg/m}^2$

\* همچنین باید توجه داشت که در تیر های یکسره و در قاب های نامعین در مواردی که بار زنده

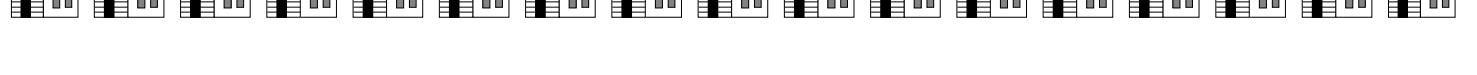
و یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده است، بایست نامناسب ترین وضع  $500 \text{ kg/m}^2$  بیشتر از

بار گذاری نیز در نظر گرفته شود.

کاهش بار های زنده:

در طراحی تیر ها و ستون ها باید ضرایب کاهش مطابقت با ضوابط آیین نامه در نظر گرفته شود.

بار زنده ستون ها:



برای محاسبه بار زنده ستون کافی است بار زنده هر طبقه را در سطح بارگیر ستون ضرب کنیم. توجه شود که وزن تیغه ها جزء بار زنده محسوب می شود ولی ضریب کاهش به آن تعلق نمی گیرد.

بار زنده هر طبقه با توجه به جدول ۲-۳ آیین نامه به دست می آید.

$$LL_{\text{اتاقها}} = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$LL_{\text{راهرو}} = 350 \text{ kg/m}^2$$

مساحت راهروها

$$(1 \times 3.2) + (3 \times 2) + (1.2 \times 2) + (1.3 \times 3) + (3 \times 1) + (1.1 \times 1.5) = 20 \text{ m}^2$$

$$= 273 - 24 - 25 = 224 \text{ m}^2$$

مساحت کل با کسر مساحت راه پله و نورگیر

$$= 100 * 20 / 224 = 9 \%$$

درصد مساحت راهروها

$$= 91 \%$$

درصد مساحت اتاق ها

$$LL_{\text{طبقات}} = 200 * 0.91 + 350 * 0.09 = 213.5 \text{ kg/m}^2$$

$$LL_{\text{بام}} = 150 \text{ kg/m}^2$$

\* ضریب کاهش بام صفر است.

(۱) ستون های گوشه: A-1

$$A = 3.675 \text{ m}^2$$

مساحت سطح بارگیر

وزن / طبقه	بار طبقه $\text{Kg/m}^2$	بار پله $\text{kg}$	جمع بار $\text{kg}$	ماکزیم ضریب کاهش	بار کاهش یافته $\text{Kg}$	بار تیغه ها $\text{kg}$	بار مؤثر زنده $\text{kg}$
بام	150	-	551.25	0 %	551.25	-	551.25
پنجم	213.5	-	784.6	10 %	706.14	-	706.14
چهارم	213.5	-	784.6	20 %	628	-	628
سوم	213.5	-	784.6	30 %	549	-	549
دوم	213.5	-	784.6	40 %	471	-	471
اول	213.5	-	784.6	50 %	392	-	392

(۲) ستون های کناری: E-3

$$A = 10.045 \text{ m}^2$$

وزن طبقه	بار طبقه Kg/m <sup>2</sup>	بار پله kg	جمع بار kg	ماکزیم ضریب کاهش	بار کاهش یافته Kg	بار تیغه ها kg	بار مؤثر زنده kg
بام	150	-	1507	0 %	1507	-	1507
پنجم	213.5	-	2144.6	10 %	1930	-	1930
چهارم	213.5	-	2144.6	20 %	1716	-	1716
سوم	213.5	-	2144.6	30 %	1501	-	1501
دوم	213.5	-	2144.6	40 %	1287	-	1287
اول	213.5	-	2144.6	50 %	1072	-	1072

۳) ستون های وسط: D-4

$$A=17.325 \text{ m}^2$$

وزن طبقه	بار طبقه Kg/m <sup>2</sup>	بار پله kg	جمع بار kg	ماکزیم ضریب کاهش	بار کاهش یافته Kg	بار تیغه ها kg	بار مؤثر زنده kg
بام	150	-	2599	0 %	2599	-	2599
پنجم	213.5	-	3699	10 %	3329	-	3329
چهارم	213.5	-	3699	20 %	2959	-	2959
سوم	213.5	-	3699	30 %	2589	-	2589
دوم	213.5	-	3699	40 %	2219	-	2219
اول	213.5	-	3699	50 %	1849.5	-	1849.5

۴) ستون های جلو (نما): B-6

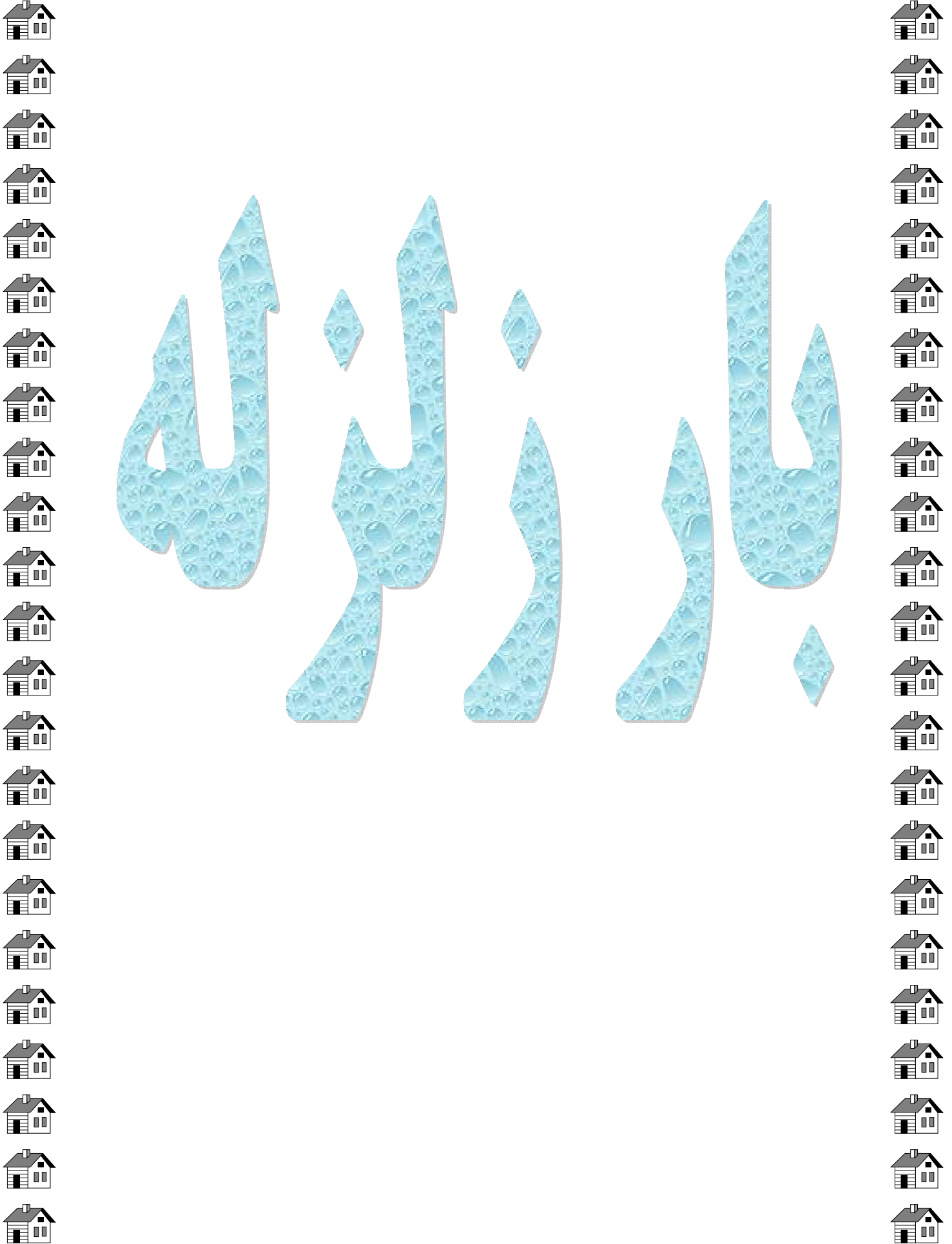
$$A=5.85 \text{ m}^2$$


وزن طبقه	بار طبقه Kg/m <sup>2</sup>	بار پله kg	جمع بار kg	ماکزیم ضریب کاهش	بار کاهش یافته Kg	بار تیغه ها kg	بار مؤثر زنده kg
بام	150	-	877.5	0 %	877.5	-	877.5
پنجم	213.5	-	1249	10 %	1124	892	2016
چهارم	213.5	-	1249	20 %	992	892	1884
سوم	213.5	-	1249	30 %	874	892	1766
دوم	213.5	-	1249	40 %	749	892	1641
اول	213.5	-	1249	50 %	624	892	1516

(۵) ستون های راه پله: C-3

A=15.435 m<sup>2</sup>

وزن طبقه	بار طبقه Kg/m <sup>2</sup>	بار پله kg	جمع بار kg	ماکزیم ضریب کاهش	بار کاهش یافته Kg	بار تیغه ها kg	بار مؤثر زنده kg
بام	150	8355	10605	0 %	10605	-	10605
پنجم	213.5	8355	11650	10 %	10485	-	10485
چهارم	213.5	8355	11650	20 %	9320	-	9320
سوم	213.5	8355	11650	30 %	8155	-	8155
دوم	213.5	8355	11650	40 %	6990	-	6990
اول	213.5	8134	11336	50 %	5668	-	5668





## محاسبه بار زلزله

### بارگذاری زلزله

بارهای ناشی از زلزله در دو امتداد متعامد به ساختمان وارد می شود و ساختمان باید در برابر به صورت رفت و  $Y$  و  $X$  بارهای ناشی از زلزله در دو امتداد متعامد طراحی شود. بار زلزله در امتداد برگشت وارد می شود.

### فلوچارت بارگذاری جانبی ناشی از زلزله

- ۱) تعیین نیروی برشی پایه
  - ۲) توزیع نیروی برشی در ترازپایه بین طبقات
  - ۳) توزیع نیروهای زلزله در طبقات به نسبت سختی قاب ها
  - ۴) کنترل پیچش در هر طبقه
- با تعیین مرکز سختی و مرکز جرم و به دست آوردن فاصله  $\Delta X$  و  $\Delta Y$  آن ها از هم، اگر شرط زیر برقرار بود، از پیچش صرف نظر می کنیم:

$$\Delta x < 5b \text{ , } \Delta y < 5L$$

### ۵) کنترل واژگونی

که در این مرحله وزن ساختمان با نیروهای واژگونی در  $X$  (رفت و برگشت) و در جهت  $Y$  (رفت و برگشت) مقابله می کند که ما در چهار جهت باید آن را کنترل کنیم.

### ۶) کنترل مؤلفه قائم زلزله در بالکن ها

مربوط به ساختمان های دارای بالکن با طول بیش از ۱/۵ متر است.

### ۷) کنترل مؤلفه عمود بر سطح قطعات الحاقی

مثلاً دیوارها از قطعات الحاقی می باشند که با توجه به نیروی وارده بر مرکز سطح دیوار قطعاتی مثل میلگرد و ... را در اطراف دیوار نصب می کنیم تا از افتادن آن جلوگیری کند.

### روش های اعمال بار زلزله

برای اعمال بارهای ناشی از زلزله بر روی سازه دو روش داریم:





(۱) استاتیکی معادل

(۲) دینامیکی

اختلاف این دو روش در منظم یا نامنظم بودن ساختمان است.

محاسبه نیروی زلزله:

از آنجایی که طبق ضوابط آیین نامه زلزله ۲۸۰۰، ساختمان این پروژه منظم می باشد، در نتیجه از روش استاتیکی معادل برای تعیین نیروی زلزله استفاده می شود.

حل بر اساس روش تحلیل استاتیکی معادل:

حداقل نیروی برشی پایه یا مجموع نیروهای جانبی زلزله در هر یک از امتدادهای ساختمان با رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$V = CW > V_{\min} = 0.1AIW$$

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

A: نسبت شتاب مبنای طرح

طبق ضوابط آیین نامه و از آنجایی که ساختمان در بندرعباس واقع شده است، برابر است با:

$$A = 30\%$$

T: زمان تناوب اصلی ساختمان

$$T = 0.07H^{3/4} \Rightarrow T = 0.07 * 19^{3/4} = 0.64 \Rightarrow T = 1.25 * 0.64 = 0.8$$

B: ضریب بازتاب ساختمان

با توجه به اینکه اکثر مناطق بندرعباس دارای خاک نوع III می باشند و این شهر شامل دسته بندی شهرهای با خطر نسبی زیاد برای زلزله می باشد، طبق آیین نامه داریم:

$$S = 1.75 \quad T_0 = 0.15 \quad T_s = 0.7$$

$$T = 0.8$$

$$T > T_s \rightarrow B = (S+1) (T_s/T)^{2/3} = 2.5$$

I: ضریب اهمیت ساختمان

با توجه به این که ساختمان از نوع مسکونی بوده در رده ساختمان های با درجه اهمیت متوسط قرار می گیرد و طبق آیین نامه داریم:

$$I = 1$$

R: ضریب رفتار ساختمان

سازه دارای سیستم قاب خمشی با دیوار برشی بتن آرمه متوسط فرض شده است.

$$R = 7$$

$$C = \frac{0.3 * 2.5 * 1}{7} = 0.107$$

$$W = DD + 0.2 LL$$

$$W = 1788 + 0.2 \times (213.5 * 5 + 150) * 304.18 * 10^{-3} = 1802 \text{ ton}$$

$$V = 0.107 * 1862 = 199.2 \text{ ton}$$

$$F_t = 0.07T.V = 0.07 \times 0.8 \times 199.2 = 11.15 \text{ ton}$$

توزیع نیروی جانبی زلزله در طبقات ساختمان:

$$F_i = (V - F_t) W_i h_i / \sum W_i h_i = 188.05 \times W_i h_i / \sum W_i h_i$$

$$W_i = DD_i + 0.2 LL_i$$

کل بار مرده (ton)	ستون	سقف	خرپشته	دیوار آسانسور	دیوار خارجی	بار مرده / طبقه
369.7	30.8	176.1	45.3	31.5	86	ششم
291.1	30.8	142.8	-	31.5	86	پنجم
291.1	30.8	142.8	-	31.5	86	چهارم
275.65	30.8	127.35	-	31.5	86	سوم
237	30.8	88.7	-	31.5	86	دوم
265.5	25.3	156.4	-	25.8	58	اول

$F_i$ (ton)	$W_i h_i$	$h_i$ (m)	$W_i$ (ton)	طبقه
65.3	7159.32	18.9	378.8	ششم
43.3	4742.4	15.6	304	پنجم
34.4	3769.6	12.4	304	چهارم
24.2	2655.12	9.2	288.6	سوم
13.7	1500	6	250	دوم
7.1	779.8	2.8	278.5	اول
	20606.24			



# مراجع

۱- آیین نامه مبحث ششم (بارهای وارد بر ساختمان)

۲- جزوه بارگذاری

۳- آیین نامه زلزله ۲۸۰۰

۴- بارگذاری و سیستم های باربر

(تالیف: دکتر داوود مستوفی نژاد، مهندس مهدی فضیلتی)