

بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۲

فصل پنجم: بارهای زنده

نویسنده:

بیژن سیاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی:

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

ویراستار:

محمد حسین فیاض‌مهر

کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

۵- فصل پنجم : بارهای زنده

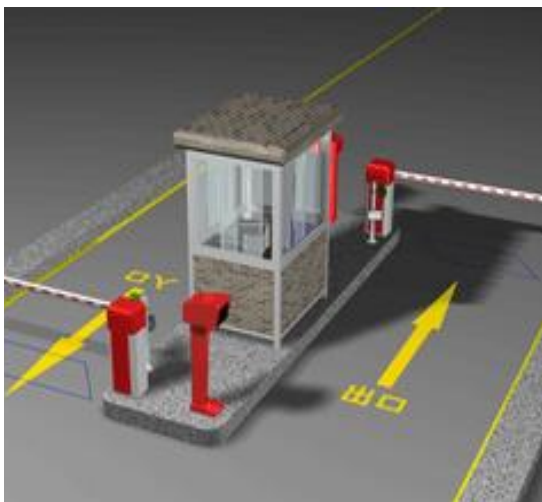
۵-۱-۶ تعاریف

۵-۱-۱-۶ بار زنده: بار غیر دائمی که درحین استفاده و یا بهره‌برداری از ساختمان و یا سایر سازه‌ها به آنها وارد شود و شامل بارهای حین ساخت و یا بارهای محیطی مانند بار باد، بار برف، بار باران بار زلزله، بار سیل و یا بارهای مرده نمی‌شود.

۵-۱-۲-۶ بار زنده بام: باری بر روی بام که توسط کارگران، تجهیزات و مصالح در حین انجام تعمیرات بر روی آن بدان وارد شده و یا توسط اشیاء متحرکی چون گلدان و یا لوازم تزئینی کوچک که ارتباطی با استفاده از ساختمان در طول عمر بهره‌برداری آن نداشته باشد، به آن اعمال می‌شود.

بارهایی که در طول عمر ساختمان بصورت دائمی و همیشگی و ثابت نباشند را بارهای زنده می‌گویند. باتوجه به تغییر نوع کاربری بام با طبقات و امکان استفاده متفاوت از بام‌ها آیین نامه نسبت به بار زنده بام اهمیت ویژه‌ای قائل گردیده و آن را بصورت جداگانه در نظر می‌گیرد و ترکیبات بارگذاری آن را جدا دیده است.

۵-۱-۴-۶ سیستم حفاظت پارکینگ: سیستمی از قطعات شامل مهارها و ادوات اتصال به سیستم سازه‌ای که مانع از حرکت وسائل نقلیه به سمت لبه‌های بدون حفاظ پارکینگ و یا برخورد آن به دیوارهای پارکینگ و یا راه عبور وسایل نقلیه می‌شوند.



۵-۱-۵-۶ سیستم دستگیره: یک میله به همراه مهارهای مربوطه و ادوات آن به سیستم سازه‌ای که برای تحمل بار وزن در مکان‌هایی مانند توالت، دوش و وان به کار می‌رود.



۶-۱-۵-۶ سیستم نرده حفاظ: مجموعه‌ای از قطعات شامل مهارها و قطعات اتصال به سیستم سازه‌ای که در نزدیکی لبه‌های باز سطوح برآمده با هدف به حداقل رساندن امکان سقوط مردم و یا تجهیزات و یا مصالح از آن نقاط به کار می‌رود.



۶-۱-۵-۷ سیستم نرده: نرده‌ای است که توسط دست برای حفظ تعادل و یا طی مسیر مورد استفاده قرار گرفته و شامل مهارها و اتصالات آن به سیستم سازه‌ای می‌باشد.



۶-۱-۵-۸ نردبان ثابت: نردبانی که به طور دائمی به یک سازه، ساختمان و یا تجهیز متصل شده باشد.



۶-۵-۲ بار زنده گسترده یکنواخت

۶-۵-۲-۱ بار زنده لازم: بار زنده‌ای که در طراحی ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به کار می‌رود، باید بیشترین بار مورد انتظار برای کاربری مورد نظر بوده و در هیچ حالتی از حداقل بارهای یکنواخت داده شده در جدول ۶-۵-۱ با در نظر گرفتن میزان کاهش‌های مجاز کمتر نباشد.

بار زنده طبقات در ترکیب بارها با L نشان داده شده است و حداقل میزان بار زنده نیز با L_0 نشان داده شده است. بدیهی است بار زنده طبقات از L_0 نمی‌تواند کمتر باشد مگر در حالتی که در آیین نامه اجازه به کاهش L داده شده باشد.

۶-۵-۲-۲ ضوابط دیوارهای تقسیم کننده

در ساختمان‌های اداری و یا سایر ساختمان‌هایی که در آنها احتمال استفاده از دیوارهای تقسیم کننده یا جابجایی آنها وجود دارد، باید ضوابطی برای در نظر گرفتن وزن دیوارهای تقسیم کننده بدون توجه به اینکه آنها در پلان نشان داده شده باشند و یا خیر، اقدام گردد. وزن دیوارهای تقسیم کننده نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود. در ساختمانهایی که از تیغه‌های سبک نظیر دیوارهای ساندویچی استفاده می‌شود، این بار را می‌توان به 0.5 کیلونیوتن بر متر مربع کاهش داد، مشروط بر آن که وزن یک متر مربع از این دیوارهای جداکننده و ملحقات آنها از 0.4 کیلونیوتن تجاوز نکند.

در صورتی که وزن هر متر مربع وزن دیوارهای جداکننده از ۲ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آن به عنوان بار مرده در نظر گرفته شده و در محل واقعی خود اعمال می‌گردد.

۱ استثناء: اگر حداقل بار زنده از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار تقسیم کننده نیست.

آیین نامه برخلاف نسخه‌های قبلی بار پارتیشن یا دیوارهای جدا کننده را در مجموعه بارهای زنده دیده است. جهت محاسبه‌ی وزن یک متر مربع بار زنده دیوار، باید وزن دیوار طبقه W را محاسبه نمود و سپس آن را به سطح کل طبقه تقسیم نمود که حاصل وزن بار زنده پارتیشن W_p می‌گردد:

$$W_p = \frac{W}{A} = \frac{\text{وزن کل پارتیشن طبقه}}{\text{مساحت طبقه}} \geq 100 \frac{kg}{m^2}$$

جهت محاسبه وزن کل پارتیشن طبقه ابتدا باید به دتایل دیده شده برای پارتیشن (فصل سوم) وزن یک متر مربع سطح دیوار محاسبه گردد آنگاه با محاسبه طول دیوارهای پارتیشن و ارتفاع خالص آنها (از روی نقشه‌های معماری) سطح کل دیوارهای پارتیشن بدست می‌آید.

با ضرب وزن واحد سطح پارتیشن در مساحت کل آن، وزن کل پارتیشن بدست می‌آید. همان طور که در قبل گفته شد بار معادل پارتیشن باید بزرگتر از $100 \frac{kg}{m^2}$ باشد مگر شرایط زیر:

الف) اگر وزن واحد سطح پارتیشن (باتوجه به دتایل داده شد) کمتر از $40 \frac{kg}{m^2}$ باشد آنگاه می‌توان حداقل بار پارتیشن را برابر $50 \frac{kg}{m^2}$ در نظر گرفت:

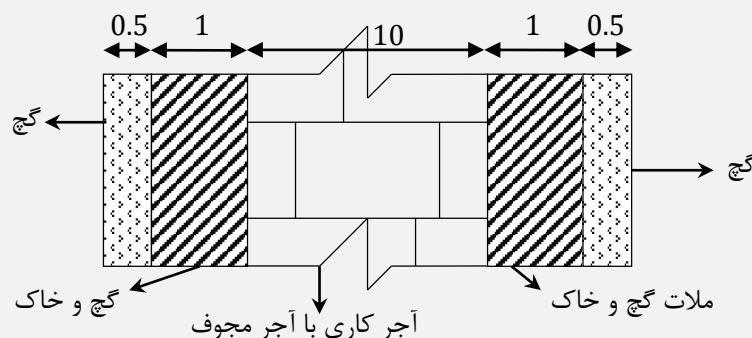
$$\text{if } W_{1m^2} \leq 40 \frac{kg}{m^2} \longrightarrow W_p = 50 \frac{kg}{m^2}$$

ب) اگر L_0 یا حداقل بار زنده کف از $400 \frac{kg}{m^2}$ بیشتر باشد نیازی به در نظر گرفتن بار زنده پارتیشن نیست:

$$\text{if } L \geq 400 \frac{kg}{m^2} \longrightarrow W_p = 0$$

نکته: اگر مطابق با دتایل داده شده برای پارتیشن‌ها، بار واحد سطح پارتیشن بیشتر از $200 \frac{kg}{m^2}$ باشد باید آن پارتیشن بار مرده در نظر گرفته شود و در همان محلی که ساخته می‌شود بارش اعمال گردد.

مثال: اگر دتایل پارتیشن ساختمانی به صورت روبه‌رو باشد و طول پارتیشن طبقه ۲۰ متر و ارتفاع خالص آن ۳ متر و مساحت طبقه ۱۲۰ متر مربع باشد، مطلوب است بار زنده پارتیشن؟



الف) محاسبه وزن واحد سطح بار پارتیشن:

$$0.7 \times 1 \times 1 \times 0.1 \times 50 = 59.5 = \text{آجر کاری با آجر مجوف}$$

$$0.3 \times 1 \times 1 \times 0.1 \times 2100 = 63 = \text{مالات ماسه سیمان}$$

$$0.02 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1600 = 32 = \text{گچ و خاک}$$

$$0.1 \times 1 \times 1 \times 1300 = 13 = \text{گچ}$$

$$167.5 \frac{kg}{m^2} = \text{وزن واحد سطح}$$

$$W = 167.5 \times 20 \times 30 = 10050 \text{ kg}$$

ب) توزیع بار پارتیشن بر روی سقف و محاسبه بار زنده معادل :

$$W_p = \frac{W}{A} = \frac{10050}{120} = 83.75 < 100 \longrightarrow W_p = 100 \frac{kg}{m^2}$$

پس بار پارتیشن ۱۰۰ کیلوگرم در نظر گرفته می شود و به بار زنده کف اضافه می گردد.

۳-۲-۵-۶ نامناسب ترین وضع بار گذاری

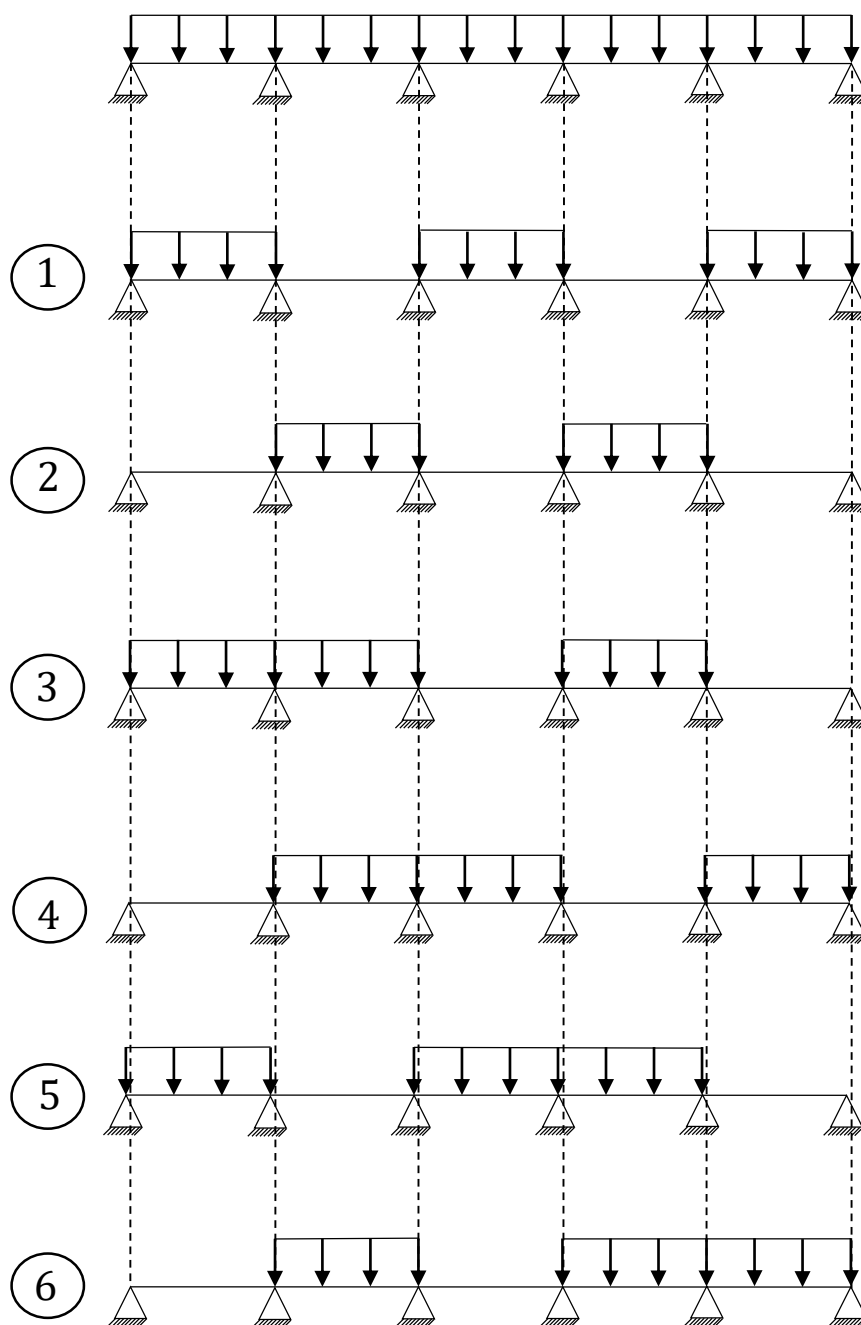
در تیرهای یک سره و در قاب های نامعین و در مواردی که بار زنده بیشتر از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع و یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده است، موقعیت قرار گیری بار زنده در دهانه های مختلف باید طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر مورد نظر را در عضو سازه ای ایجاد نماید. برای این منظور کافی است عاوه بر قرار دادن حالت بار زنده در تمام دهانه ها، حالت های بار گذاری زیر نیز در نظر گرفته شوند:

الف) قرار دادن بار زنده در دوهانه مجاور هم

ب) قرار دادن بار زنده در دهانه های یک در میان

باتوجه به این که بارهای زنده بارهای غیر دائمی هستند و احتمال قرار گیری این بارها در وضعیت های نامطلوب وجود دارد، در صورتی که مقدار بار زنده قابل توجه باشد (بیشتر از $400 \frac{kg}{m^2}$ یا بیشتر از ۱.۵ برابر بار مرده) باید این وضعیت های نامطلوب در نظر گرفته شوند. اما توجه به این مطلب بسیار مهم است که تنها در قاب های نامعین یا قاب های با اتصالات خمشی که بار زنده در طول تیر بصورت یک سره اعمال می گیرد نیاز به این بررسی می باشد و در قاب های ساختمانی ساده چنین بررسی نیاز نمی باشد برای این منظور باید بار زنده یک سره را در حاتی که تنها یک در میان اعمال می گردد و در حاتی که دوهانه متوالی اعمال گردیده است را جداگانه تحلیل و برای این حالت طرح را کنترل کرد.

در زیر نمونه ای از حالات بار گذاری بار زنده برای یک تیر یک سره به نمایش در آمده است :



۳-۵-۶ بار زنده متمرکز:

کفها، بامها و سایر سطوح مشابه باید به نحوی که بارهای زنده گسترده یکنواخت توزیع شده، طبق مفاد ۲-۵-۶ یا بارهای متمرکز داده شده در جدول ۶-۵-۱، هرکدام که منجر به آثار بزرگتری شوند را به نحوی ایمن تحمل نمایند. در صورت مشخص نبودن ابعاد بار متمرکز، بار وارده می‌بایست بصورت

^۱ به مبحث ششم مقررات ملی ساختمان برای استفاده از جدول فوق مراجعه شود.

یکنواخت بر روی سطحی به ابعاد 750×750 میلیمتر توزیع شده و محل آن طوری در نظر گرفته که بیشترین اثر ناشی از بارگذاری را در اعضا ایجاد نماید.

۶-۵-۷ کاهش بارهای زنده طبقات

۶-۵-۷-۱ کلیات

به جز بارهای زنده یکنواخت بام، سایر بارهای زنده توزیع شده یکنواخت حداقل L_0 داده شده در جدول ۶-۵-۶ را می‌توان بر طبق ملاحظات بندهای ۶-۵-۶-۲ الی ۶-۵-۶-۶ کاهش داد.

۶-۵-۷-۲ کاهش در بار زنده یکنواخت

با در نظر گرفتن محدودیت‌های ارائه شده در بندهای ۶-۵-۶-۳ الی ۶-۵-۶-۶ اعضایی که برای آن‌ها مقدار $K_{LL}A_T$ برابر ۳۷ متر مربع یا بیشتر باشد را می‌توان با استفاده از بارهای زنده کاهش یافته بر طبق رابطه (۶-۵-۱) کاهش داد:

$$L = L_0 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}} \right]$$

که در آن:

L : بار زنده طراحی کاهش یافته در هر متر مربع، تحمل شده توسط عضو

L_0 : بار زنده طراحی کاهش نیافته در هر مترمربع، تحمل شده توسط عضو (از جدول ۶-۵-۱)

K_{LL} : ضریب عضو برای بار زنده (از جدول ۶-۵-۲)

A_T : سطح بارگیر (مترمربع)

L برای اعضایی که بار یک طبقه را تحمل می‌کنند نباید از $0.5L_0$ ، برای اعضایی که بار دو طبقه و یا

بیشتر را تحمل می‌کنند، نباید از $0.4L_0$ کمتر باشد.

در قبل سطح بارگیر تیرها توضیح داده شده است. ستون‌ها نیز دارای سطح بارگیر می‌باشد که در ادامه آموزش داده خواهد شد.

در صورتی که حاصلضرب سطح بارگیر یک عضو (A_T) و ضریب آن عضو K_{LL} از ۳۷ مترمربع بیشتر یا مساوی باشد، آن عضو را می‌توان برای بار زنده کمتری طراحی کرد به عبارت دیگر بار زنده مربوط به آن را کاهش داد. میزان بار زنده کاهش یافته L برابر است با:

$$\text{if } K_{LL}A_T \geq 37 \longrightarrow L = L_0 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}} \right] \geq 0.5L_0$$

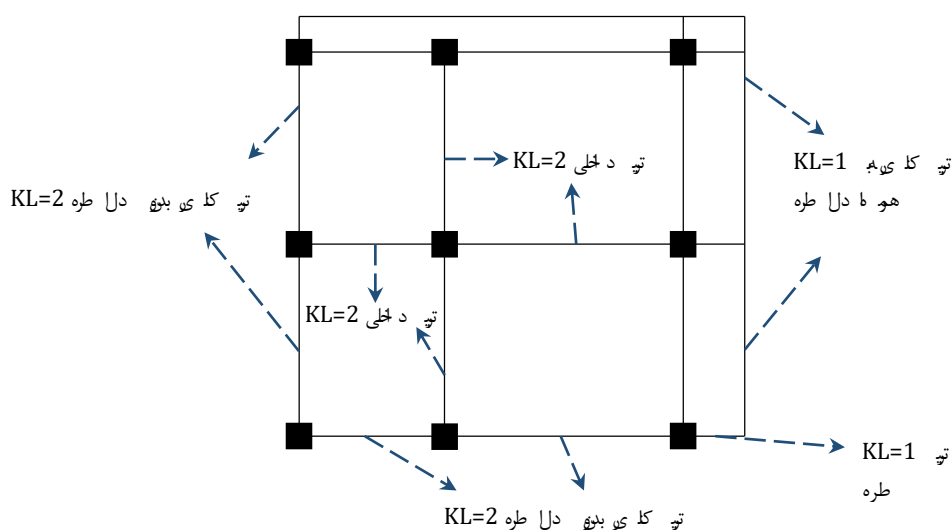
که اگر این مقدار از $0.5L_0$ کمتر شد باید برابر همان $0.5L_0$ در نظر گرفت.

مقدار ضریب K_{LL} از جدول ۶-۵-۲ که در ادامه ارائه شده است بدست می‌آید :

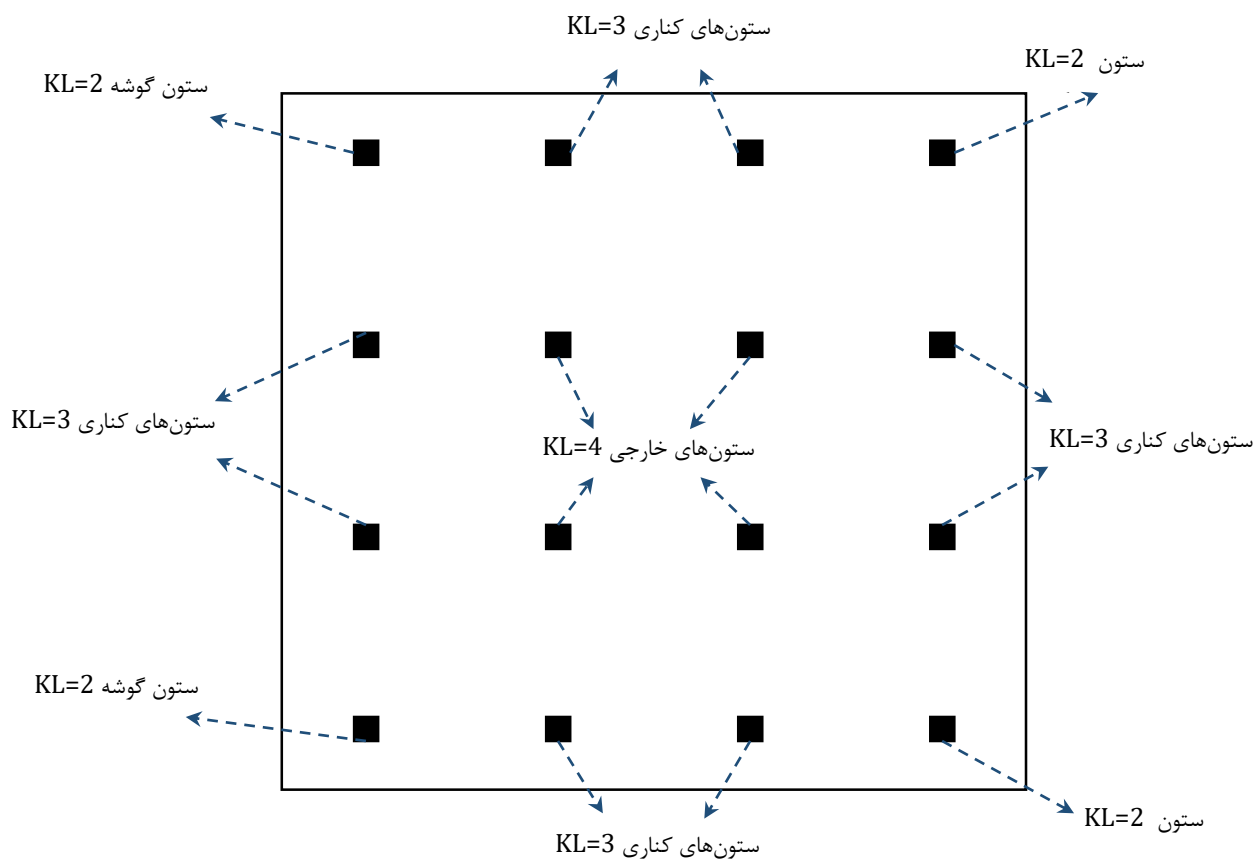
جدول ۶-۵-۲ ضریب عضو برای بار زنده K_{LL}

ردیف	جزء سازه‌ای	K_{LL}
۱	ستون داخلی	۴
۲	ستون خارجی بدون دال‌های طره‌ای	۴
۳	ستون کناری با دال طره‌ای	۳
۴	ستون گوشه با دال طره‌ای	۲
۵	تیر کناری بدون دال طره‌ای	۲
۶	تیر داخلی	۲
۷	بقیه اعضای ذکر شده شامل:	
۱	۱-۷ تیر کناری با دال طره‌ای،	
۱	۲-۷ تیر طره‌ای	
۱	۳-۷ دال یک طرفه	
۱	۴-۷ دال دو طرفه	
۱	۵-۷ اعضای که فاقد ضابطه انتقال پیوسته برش در جهت عمود بر دهانه خود باشند	

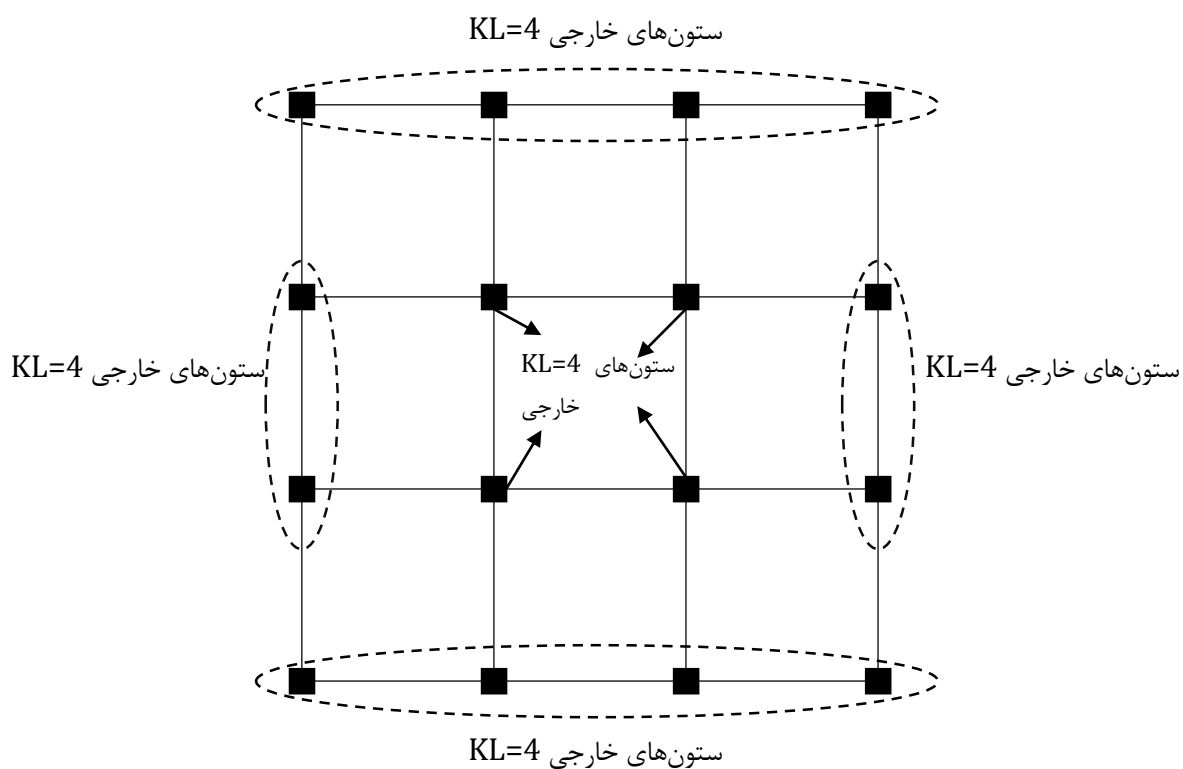
در ادامه مقادیر فوق بصورت مصور نمایش داده شده است :



شکل ۱- مقادیر مربوط به تیرها

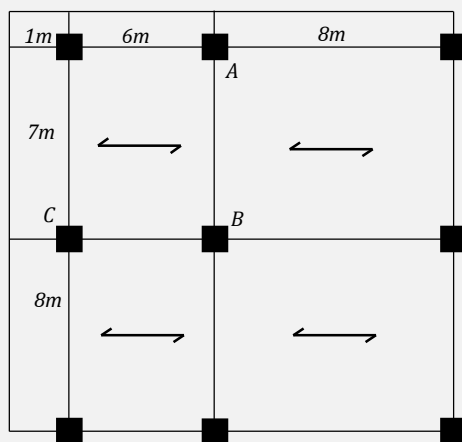


شکل ۲- مقادیر مربوط به ستون‌های با دال طره‌ای



شکل ۳- مقادیر مربوط به ستون‌های بدون دال طره‌ای

مثال: بار مرده سقف روبه‌رو $500 \frac{kg}{m^2}$ و حداقل بار زنده آن $200 \frac{kg}{m^2}$ می‌باشد. میزان بار زنده کاهش یافته تیر AB و BC را محاسبه نمایید.



تیر AB تیر داخلی می‌باشد لذا $K_{LL} = 2$ می‌باشد.

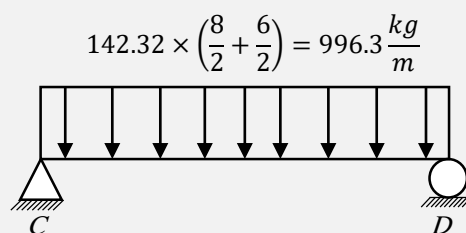
← سطح بار گیر تیر با توجه به عرض بارگیر طرفین آن برابر است با:

$$A_T = \left(\frac{8}{2} + \frac{6}{2}\right) \times 7 = 49m^2$$

$$K_{LL}A_T = 49 \times 2 = 98m^2 > 37m^2 \longrightarrow$$

$$L = 200 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{98}}\right] = 142.32 > 0.5 \times 200 \longrightarrow L = 142.32 \text{ OK}$$

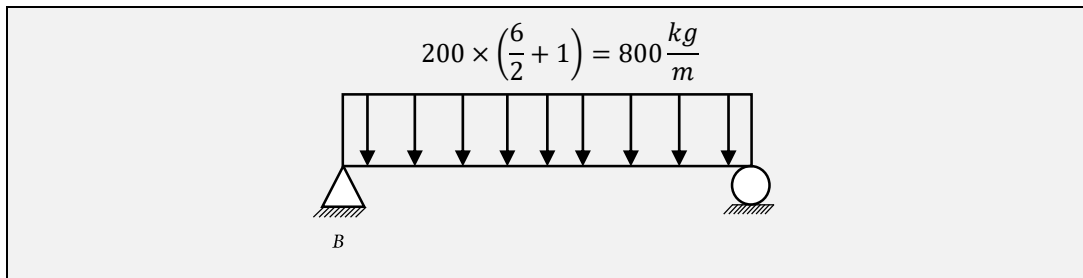
بارگذاری تیر فوق برابر می‌گردد با:



تیر BC تیر کناری با دال طره می‌باشد لذا $K_{LL} = 2$:

$$A_T = \left(\frac{6}{2} + 1\right) \times 7 = 28m^2 \longrightarrow K_{LL}A_T = 1 \times 28 = 28m^2 < 37m^2$$

با توجه به این که شرط سربار یا بار زنده برقرار نمی‌باشد مجاز به کاهش سربار نمی‌باشیم:



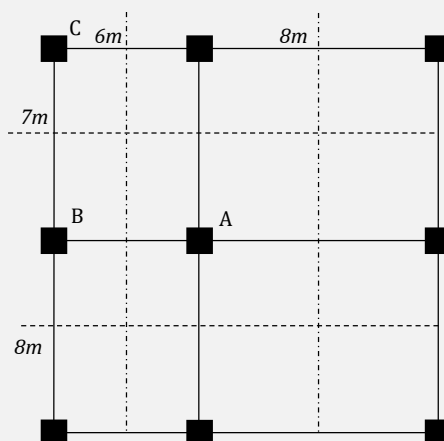
سطح بار گیر ستون: در حالت کلی اگر از وسط خط وصل میان ستون‌ها خطوطی ترسیم گردد و به محدوده‌ای که برای هر ستون در هر طبقه بدست می‌آید، سطح بارگیر ستون می‌گویند. سطح بارگیر کلی یک ستون برابر مجموع سطوح بارگیر ستون در سقف‌های بالایی آن ستون می‌باشد.

مثال: سطح بارگیر ستون‌های A و B و C را در یک طبقه محاسبه نمایید. اگر ساختمان ۵ طبقه باشد سطح بارگیر کل و میزان بار زنده کاهش یافته برای هر ستون‌های طبقه همکف را محاسبه نمایید. ($L_0 = 200 \frac{kg}{m^2}$ $L_r = 150 \frac{kg}{m^2}$) همان طور که در شکل نشان داده شده است در ابتدا با خطوطی خط چین فواصل میانی ستون‌ها را ترسیم می‌کنیم. سطح بارگیر ستون‌های هر طبقه برابر است با:

$$A_A = \left(\frac{8}{2} + \frac{6}{2}\right) \left(\frac{5}{2} + \frac{7}{2}\right) = 42 m^2$$

$$A_B = \left(\frac{6}{2}\right) \left(\frac{5}{2} + \frac{7}{2}\right) = 18 m^2$$

$$A_C = \left(\frac{6}{2}\right) \left(\frac{5}{2}\right) = 7.5 m^2$$



با چشم‌پوشی از کاهش سربار در طبقه بام، تنها مساحت طبقات زیر^۱ طبقه بام برای محاسبه میزان بار کاهش یافته در نظر گرفته می‌شود. لذا تعداد طبقات در نظر گرفته شده برای ستون طبقه همکف ۴ طبقه می‌باشد:

^۱ کاهش سربار در طبقه بام در ادامه بیان می‌گردد. شایان ذکر است در نسخ قدیم آیین‌نامه بارگذاری بار زنده طبقه بام غیر قابل کاهش بوده است.

$$A_{TA} = 4 \times 42 = 168 \text{ m}^2 \longrightarrow K_{LL}A_T = 4 \times 168 = 672 > 37$$

$$A_{TB} = 4 \times 18 = 72 \text{ m}^2 \longrightarrow K_{LL}A_T = 4 \times 72 = 288 > 37$$

$$A_{TC} = 4 \times 7.5 = 30 \text{ m}^2 \longrightarrow K_{LL}A_T = 4 \times 30 = 120 > 37$$

$$L_A = 200 \times \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{672}} \right] = 85.2 < 0.5 \times 200 = 100 \longrightarrow L_A = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$L_B = 200 \times \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{288}} \right] = 103.86 > 0.5 \times 200 = 100 \longrightarrow L_B = 130.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$L_C = 200 \times \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{120}} \right] = 133.44 > 0.5 \times 200 = 100 \longrightarrow L_C = 133.44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

لذا سطح بار گیر ستون از حاصل ضرب سطح بارگیر کلی ستون در بار زنده کاهش یافته آن ستون بدست می‌آید:

$$PL_A = 168 \times 100 = 18600 \text{ kg}$$

$$PL_B = 72 \times 103.86 = 7478 \text{ kg}$$

$$PL_C = 30 \times 133.44 = 4003.2 \text{ kg}$$

۳-۵-۶ بارهای زنده سنگین

بارهای زنده بیش از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع کاهش نمی‌یابند.

استثناء: بارهای زنده برای اعضای که بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می‌کنند را می‌توان به میزان ۲۰ درصد کاهش داد.

۴-۵-۶ محل عبور و یا پارک خودروهای سواری

بارهای زنده محل عبور و یا پارک خودروهای سواری کاهش داده نمی‌شود.

۱ استثناء: کاهش بارهای زنده اعضای که بار ۲ طبقه یا بیشتر را تحمل می‌کنند، به میزان ۲۰ درصد مجاز می‌باشد.

همان طور که در بند فوق ذکر شده است کاهش سربار تنها زمانی که بارهای زنده کمتر از $500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ می‌باشد و یا کاربری طبقه پارکینگ یا محل عبور مرور خودروها نباشد قابل اعمال است. اما برای ستون‌هایی که بار بیش از ۱ طبقه به آن‌ها اعمال گردد همانند روابط ارائه شده در قبل می‌توان بار زنده را کاهش داد اما میزان کاهش بار نباید از ۲۰ درصد بیشتر شود.

۵-۵-۶ محل اجتماع و ازدحام

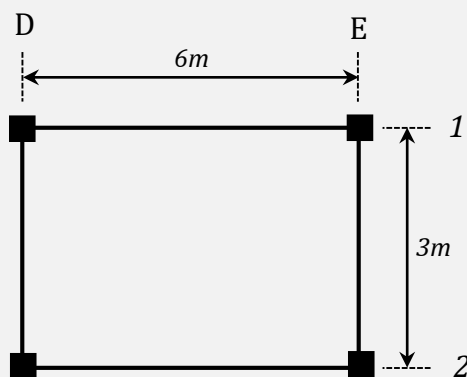
بار زنده محل‌های اجتماع و ازدحام کاهش نمی‌یابد.

۶-۵-۶ محدودیت‌های مربوط به دال‌های یک‌طرفه

سطح بارگیر A_T باری دال‌های یک طرفه از حاصلضرب دهانه دال در عرضی برابر با $1/5$ برابر دهانه دال (در جهت عمود بر آن) بیشتر نخواهد بود

در طراحی دال‌های یک طرفه برای طراحی "خود دال" می‌توان بار زنده را کاهش داد.

در این صورت سطح بارگیر دال یک طرفه در شکل زیر برابر $A_T = 3 \times \min(6m, 1.5 \times 3) = 3 \times 4.5 = 13.5 \text{ m}^2$ خواهد بود و K_{LL} آن نیز برابر یک خواهد بود.



۸-۵-۶ کاهش در بارهای زنده بام

۲-۸-۵-۶ بام‌های تخت، شیب دار و قوسی

بام‌های معمولی تخت، شیب‌دار و قوسی و سایبان‌ها به غیر از مواردی مانند سقف‌های پارچه‌ای که با استفاده از یک سازه اسکلتی مجزا تحمل می‌شوند، برای بار زنده کاهش یافته بام حاصل از رابطه ۶-۵-۲ و یا سایر ترکیب بارهای کنترل‌کننده در فصل دو، هر کدام که بیشتر باشد، طراحی می‌شوند. در سازه‌هایی مانند گلخانه که در آن از داربست‌های مخصوص عبور کارگران و حمل مصالح در زمان نگهداری و تعمیر استفاده می‌شود، مقادیر بار زنده بام نیز نباید کمتر از مقدار داده شده توسط رابطه ۶-۵-۲ باشد.

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \quad 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \leq L_r \leq 1.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

که در این رابطه:

L_r = بار زنده طراحی شده کاهش یافته بام در هر متر مربع تصویری افقی سطح نگهداری شده توسط عضو

L_0 = بار زنده طراحی شده کاهش نیافته بام در هر متر مربع تصویر افقی سطح نگهداری شده توسط عضو (جدول ۶-۵-۱)

ضرایب کاهش R_1 و R_2 مطابق روابط زیر تعیین می‌شوند:

$$R_1 = \begin{cases} 1 & A_T \leq 18 \text{ m}^2 \\ 1.2 - 0.011A_T & 18 \text{ m}^2 \leq A_T \leq 54 \text{ m}^2 \\ 0.6 & A_T \geq 54 \text{ m}^2 \end{cases}$$

که در آن A_T سطح بارگیر عضو (برحسب مترمربع) می باشد. برای بام های شیبدار، با شیب S (به درصد) ضریب R_2 از رابطه ۴-۵-۶ محاسبه می شود.

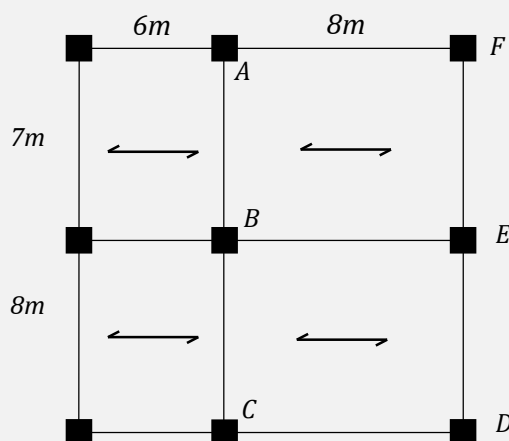
$$R_2 = \begin{cases} 1 & S \leq 33 \\ 1.2 - 0.006S & 33 \leq S \leq 100 \\ 0.6 & S \geq 100 \end{cases}$$

برای بام های قوسی یا گنبدی، مقدار S برابر با حاصل ضرب $۲۶۶/۶$ در نسبت ارتفاع به طول دهانه آن ها می باشد.

۳-۵-۶ بام های دارای کاربری ویژه

برای بام هایی که محل اجتماع و ازدحام بوده و دارای کاربری های خاصی چون باغچه پشت بام و غیره می باشند، می توان بارهای زنده یکنواخت آن ها را طبق ضوابط بخش ۶-۵-۸ کاهش داد.

مثال: بار زنده بام روبرو برابر با ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مربع می باشد. برای تیرهای مشخص شده بار زنده کاهش یافه را محاسبه کنید.



$A - B$:

$$b = \left(\frac{6}{2} + \frac{8}{2} \right) = 7 \longrightarrow A_T = 7 \times 7 = 49 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \rightarrow R_1 &= 1.2 - 0.0111 \times A_T = 1.2 - 0.0111 \times 49 = 0.656 \xrightarrow{S=0} R_2 = 1 \\ \rightarrow L_r &= R_1 R_2 L = 0.656 \times 1 \times 150 = 98.4 \frac{kg}{m^2} \\ \rightarrow 60 < L_r &= 98.4 \leq 150 \quad ok \end{aligned}$$

$B - C:$

$$\begin{aligned} b &= \left(\frac{6}{2} + \frac{8}{2}\right) = 7 \rightarrow A_T = 4 \times 7 = 28m^2 \rightarrow \\ R_1 &= 1.2 - 0.0111 \times A_T = 1.2 - 0.0111 \times 28 = 0.889 \xrightarrow{S=0} R_2 = 1 \\ \rightarrow L_r &= R_1 R_2 L = 0.889 \times 1 \times 150 = 133.4 \frac{kg}{m^2} \\ \rightarrow 60 < L_r &= 133.4 \leq 150 \quad ok \end{aligned}$$

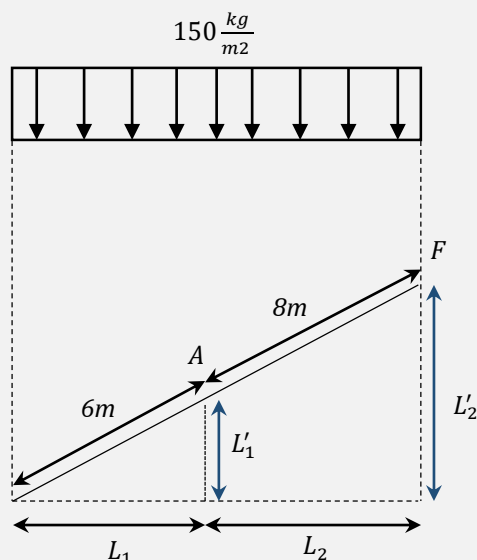
$D - E:$

$$\begin{aligned} b &= \left(\frac{8}{2}\right) = 4m \longrightarrow A_T = 4 \times 4 = 16m^2 \rightarrow \\ R_1 &= 1 \xrightarrow{S=0} R_2 = 1 \longrightarrow L_r = R_1 R_2 L = 1 \times 1 \times 150 = 150 \frac{kg}{m^2} \rightarrow \\ \rightarrow 60 < L_r &= 133.4 \leq 150 \quad ok \end{aligned}$$

$E - F:$

$$\begin{aligned} b &= \left(\frac{8}{2}\right) = 4m \longrightarrow A_T = 4 \times 7 = 28m^2 \\ \rightarrow R_1 &= 1.2 - 0.0111 \times A_T = 1.2 - 0.0111 \times 28 = 0.889 \xrightarrow{S=0} R_2 = 1 \rightarrow \\ L_r &= R_1 R_2 L = 0.889 \times 1 \times 150 = 133.4 \frac{kg}{m^2} \\ \rightarrow 60 < L_r &= 133.4 \leq 150 \quad ok \end{aligned}$$

مثال: اگر در مثال قبل شیب سقف 40٪ باشد، بار زنده کاهش یافته تیر AB را مشخص کنید.
نمای جانبی سقف مورد نظر به صورت روبه رو می باشد و بار زنده اعمال شده برای سقف های شیب دار در واحد سطح افقی می باشد.



$$\frac{L'_1}{L_1} = \%40 = 0.4 \rightarrow L'_1 = 0.4L_1 \rightarrow 6 = \sqrt{L_1^2 + (0.4L_1)^2} \rightarrow$$

$$L_1 = 5.57 \rightarrow \frac{L'_2}{L_1 + L_2} = 0.4 \rightarrow \frac{L'_2}{5.57 + L_2} = 0.4 \rightarrow$$

$$L'_2 = 2.228 + 0.4L_2 \cdot 6 + 8 = 14 + \sqrt{L_2^2 + (L_1 + L_2)^2} \rightarrow$$

$$14 = \sqrt{(2.228 + 0.4L_2)^2 + (5.57 + L_2)^2} \rightarrow L_2 = 7.428$$

عرض بارگیر تیر AB در پلان:

$$b = \frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} = \frac{5.57}{2} + \frac{7.428}{2} = 6.499 \cong 6.5 \text{ m} \rightarrow A_T = 6.5 \times 7 = 45.5 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow R_1 = 1.2 - 0.0111 \times A_T = 1.2 - 0.0111 \times 45.5 = 0.695 \xrightarrow{s=\%40}$$

$$R_2 = 1.2 - 0.006S = 1.2 - 0.006 \times 40 = 0.96 \rightarrow L_r = R_1 R_2 L \rightarrow$$

$$L_r = 0.695 \times 0.96 \times 150 = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$