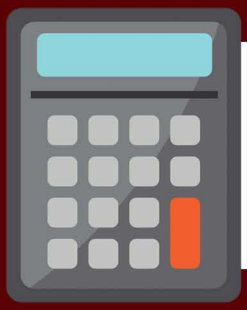
ICIVIL



فیلم های آموزشی آمادگی آزمون محاسبات

icivil.ir/nezam

- بیش از ۹۰ ساعت آموزش ویدئویی برای آمادگی آزمون محاسبات
- بدون نیاز به شرکت در کلاسهای حضوری و پرداخت هزینه های سنگین
- تطابق حداقل ۹۰درصدی با نکات آزمون اصلی
- شبیه سازی کلاس درس در قالب فیلم آموزشی
- آموزش همه نکات مربوط به مباحث آزمون
- دسترسی همیشگی به فیلم آموزشی برای مرور مطالب در هر زمان و مکان
- تدریس اختصاصی مهندس مستوفی مدرس کلاسهای آزمون نظام مهندسی
- پشتیبانی محتوا توسط مدرس دوره از طریق تلگرام
- آپدیت رایگان مجموعه تا ۲ سال پس از خرید

مشاهده سرفصل ها و دانلود نمونه های رایگان ...

Loads for Buildings and other structures

By:

Bijan Sayyaf Zadeh
Iraj Rasoolan

Editor:
Muhammad Hossein Fayazmehr

connect with us:

@StructCafe

StructCafe@gmail.com

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویراش ۹۲

فصل نهم : اثر یخ و بار یخ

نویسنده :

بیژن سیّاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی :

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

ویراستار :

محمد حسین فیّاض‌مهر

کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

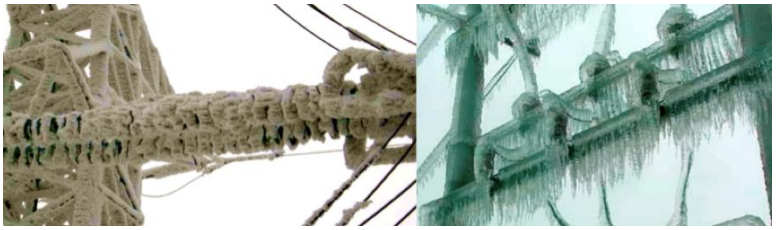
ویرایش اول ۱۳۹۶/۱/۱

۹- فصل نهم : اثر یخ و بار یخ

۱-۹-۶ کلیات

بار ناشی از یخزدگی باران و برف باید در طراحی سازه‌ها و اجزای حساس به یخ در نظر گرفته شود. سازه‌ها و اجزای حساس به یخ شامل سازه‌های مشبک، لوله، کابل و پایه‌های آن‌ها، سازه‌های شهر بازی، نرده، پله، نردبان، پل‌های عابر پیاده، تابلو و علائم و سایر سازه ها و اجزای سبک نمایان و در معرض خطر یخزدگی برف و باران وارد بر آنها می‌باشد. بار یخ بر اساس دوره بازگشت پنجاه سال تعیین می شود. این مبحث شامل خطوط انتقال برق و مخابرات و خطوط آبرسانی و سوخت نمی شود. اثرات دینامیکی بار یخ بر روی سازه‌ها و اجزای انعطاف پذیر در این مبحث در نظر گرفته نشده است و در صورت لزوم باید بطور موردی بررسی شود.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



محاسبه بار یخ:

جهت محاسبه بار یخ، پس از تعیین ضخامت یخ، حجم یخ روی سازه را محاسبه نموده و با ضرب آن در وزن مخصوص یخ، وزن یا بار یخ بدست می‌آید.

مبحث ششم مقرارت ملی، وزن مخصوص یخ را 0.9 وزن مخصوص آب بیان داشته است.

$$\gamma_w = 1000\frac{kg}{m^3} \quad \rightarrow \quad \gamma_{ice} = 0.9\gamma_w = 900\ \frac{kg}{m^3}$$

گام اول : با توجه به نوع منطقه ضخامت اسمی یخ بر حسب منطقه بندی صورت گرفته برای بار برف باید تعیین گردد.

مناطق ۱ و ۲- برف کم و نادر	$t = 0$
منطقه ۳- برف متوسط	$t = 5\ mm$
منطقه ۴- برف زیاد	$t = 7.5\ mm$
منطقه ۵- برف سنگین	$t = 12.5\ mm$
منطقه ۶- برف فوق سنگین	$t = 15\ mm$

گام دوم : ضریب ارتفاع از رابطه روبرو مشخص می‌گردد که در این رابطه z ارتفاع المان مورد برر سی بر حسب متر از سطح زمین می‌باشد.

$$F_z = \left(\frac{z}{10}\right)^{0.1} \leq 1.4$$

باتوجه به افزایش سـرما با افزایش ارتفاع و متناسـب با آن، افزایش ضـخامت یخ به همراه خواهد بود. ضریب F_z این افزایش ضخامت را در نظر می‌گیرد. مطابق $ASCE\ 7$ ضخامت اسمی یخ (t) برای ارتفاع مشخصی $(10m)$ در منطقه تعیین شده است (برای دوره بازگشت ۵۰ سال) لذا ضریب ارتفاع اصلاح کننده اثرات ارتفاع بر ضخامت یخ می‌باشد.

گام سوم : باید ضریب اهمیت I_i طبق جدول ۶-۱-۲ مبحث ششم از مقررات ملی محاسبه گردد:

جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطر پذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطر پذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهیمت بار لرزه‌ای، I_e	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ، I_i	ضریب اهمیت با برف، I_s
۱	۱,۴	۱,۲۵	۱,۲۵	۱,۲
۲	۱,۲	۱,۱۵	۱,۲۵	۱,۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰,۸	۰,۸	۰,۸	۰,۸

گروه خطر پذیری ساختمان‌ها و سازه‌ها به شرح زیر می‌باشند :

نوع کاربری	گروه خطر پذیری
ساختمان و سایر سازه‌های ضروری	۱
ساختمان‌هایی که منجر به تلفات جانی بالا شود.	۲
ساختمان‌های مسکونی، اداری، تجاری، پارکینگ، انبار و	۳
سازه‌هایی که تلفات نسبتا کمی به همراه خواهند داشت.	۴

گام چهارم : با دا شتن ضخامت ا سمی یخ و ضریب ارتفاع و ضریب اهمیت، ضخامت طراحی یخ از رابطه روبرو محاسبه می‌گردد:

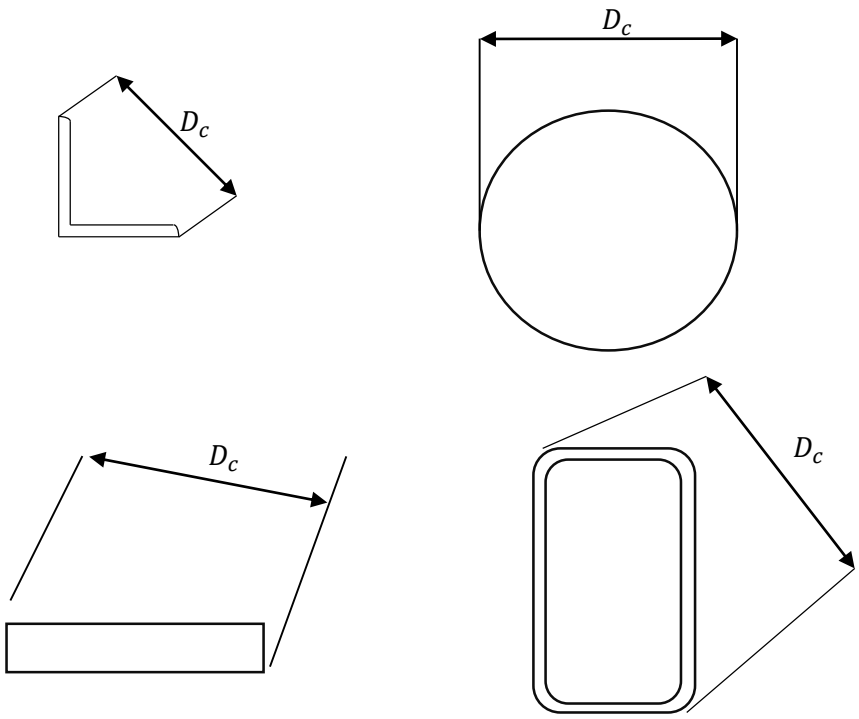
$$t_d = 2tI_iF_z$$

گام پنجم : سطح مقطع یخ بر روی قطعات منشوری، المان‌های سازه‌ای و قطعات مشابه برابر است با:

$$A_i = \pi t_d(D_c + t_d)$$

که در رابطه فوق D_c بزرگترین طول یا بعد سطح مقطع یا المان سازه‌ای می‌باشد:

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



با ضرب A_i در طول المان، حجم یخ مربوط به آن المان بدست می‌آید.

$$V_i = A_i \times L$$

برای ورق ها حجم یخ برابراست با:

$$V_i = \pi t_d A_s$$

که در آن A_s مساحت یک وجه ورق می‌باشد.

برای گنبدها و سازه‌های کروی A_s برابر است با:

$$A_s = \pi r^2$$

گام ششم : با ضرب حجم یخ بدست آمده برای هر المان و ضرب آن حجم در وزن مخصوص یخ γ_{ice}، وزن یخ مربوطه برای المان موردنظر بدست می‌آید.

$$W_i = \gamma_{ice} \times V_i$$

اثر باد بر روی سازه و اجزای پوشیده از یخ

با توجه به اینکه ضـــخامت طراحی یخ t_d باعث افزایش ابعاد المان‌ها می‌گردد در محاســـبه نیروی باد وارده بر المان‌ها، باید ابعاد المان با احتساب ضخامت یخ روی آن مد نظر قرار گیرد و براساس این ابعاد نیروی باد وارده بر المان محاسبه گردد.

در خصوص ترکیب نیروی باد و وزن یخ بر اساس ترکیب بارهای مشخص شده در فصل دوم باید عمل گردد و در این حالت ضـــریب اهمیت بار باد برای تمامی گروه‌ها برابر با واحد درنظر گرفته می‌شـــود و فقط ضریب اهمیت مربوط به ضخامت یخ در محاسبه وزن یخ و ضخامت یخ طراحی بکار می‌رود.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

Loads for Buildings and other structures

By:
Bijan Sayyaf Zadeh
Iraj Rasoolan

Editor:
Muhammad Hossein Fayazmehr

connect with us:
@StructCafe
StructCafe@gmail.com

بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویراش ۹۲

فصل دوم : ترکیبات بارگذاری

نویسنده :

بیژن سیّاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی :

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

ویراستار :

محمد حسین فیّاض‌مهر

کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

ویرایش اول ۱۳۹۶/۱/۱

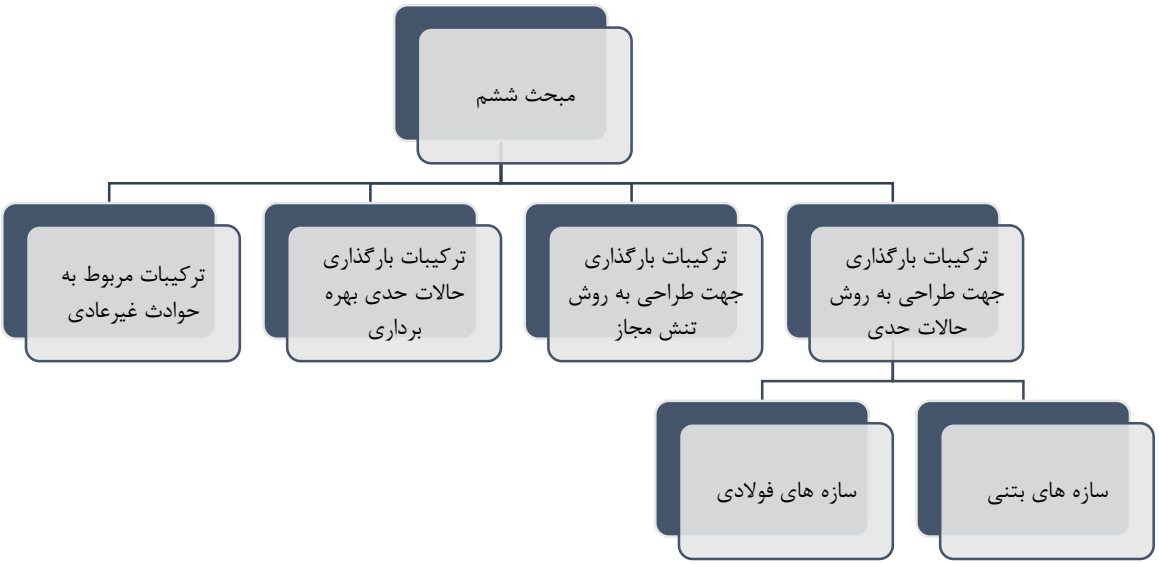
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۲- فصل دوم : ترکیبات بارگذاری

۲-۱- مقدمه

بارهای وارده برساختمان هریک با نامی جداگانه تعریف و نحوه محاسبه آنها توسط آیین‌نامه‌های بارگذاری مشخص و به ساختمان اعمال می‌گردند و نتایج ناشی از تحلیل آنها با ضرایبی که توسط آیین‌نامه مشخص می‌شوند، با هم تجمیع می‌گردندکه به هریک از این حالات تجمیع این بارها ترکیب بار گفته می‌شود.

مبحث ش شم مقررات ملی ساختمان ایران تعریف و نحوه محا سبه بارهای وارده بر ساختمان را تعیین می‌نماید که در این فصل به تعیین نحوه ترکیب کردن نتایج ناشی از انواع بارها به سازه می‌پردازد.



۲-۲- علائم

طبق مبحث ششم علائم زیر برای نامگذاری بارها مشخص شده‌اند :

D_i = باریخ

E = بارزلزله

F = بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر

F_a = بارسیل

H = بار ناشی از فشار جانبی خاک

L = بار زنده طبقات به جز بام

W = باربار

W_i = یازیاد وارده بریخ

D = بارمرده

L_0 = حداقل بار زنده بام

R = بار باران

L_r = بار زنده بام

S = باربرف

T = بار خود کرنشی از قبیل دما ، نشست پایه ، وارفتگی

۳-۲- ترکیب بارهای حالت حدی در ساختمان بتن آرمه

با توجه به اینکه مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران (ساختمان‌های بتن آرمه) برگرفته از آیین‌نامه کانادا می‌باشد، مبحث ششم ناگزیر به ارائه ترکیبات بارگذاری حالت حدی کانادا شده است و به همین دلیل ترکیبات بارگذاری حالات حدی در دو دسته فولای و بتنی ارائه شده است :

1) $1.25D + 1.5L + 1.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right)$

2) $D + 1.2L + 1.2\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) + 1.2\left(W \text{ یا } 0.7E\right)$

3) $0.85D + 1.2(W \text{ یا } 0.7E)$

4) $1.25D + 1.5L + 1.5\left(L_r + \text{S یا } R\right) + 1.5(H \text{ یا } 0.84F)$

5) $0.85D + 1.5(H \text{ یا } 0.84F)$

6) $D + 1.2L + 1.2\left(L_r \text{ یا } S\right) + T$

7) $1.25D + 1.5T$

- هریک از پارامتر های فوق یک نوع بارگذاری می‌باشد که امکان دارد به سازه وارد گردد. مقدار و نحوه اعمال هریک به سازه در فصل‌های آتی ارائه می‌گردد.
- برای بارهای زلزله و باد که رخداد آنها با جهات متفاوت محتمل است ، می‌بایستی در ترکیب بار[1] مربوطه یک بار با علامت مثبت و بار بعد با علامت مخالف اعمال شود.

مثال) اگر بارهای وارده به ساختمانی بتن آرمه به دسته های $D,\ L,\ L_r,\ S,\ W_x,\ W_y,\ E_x,\ E_y,\ R$ محاسبه و به سازه اعمال شده باشند، طراحی سازه باید چه ترکیبات باری انجام گردد؟

[1] زلزله و باد پدیده‌هایی تصادفی و غیر قابل پیش‌بینی می‌باشند و که با توجه به آمار وقوع این پدیده‌ها در منطقه مورد نظر با تخمین زدن نیروهایی معادل آن پدیده‌ها درنظر گرفته می‌شوند. با توجه به اینکه جهت اعمال این پدیده‌ها مشخص نبوده و عمدتاً بصورت رفت و برگشتی می‌باشند، نیروهای تخمین زده شده برای آنها باید در هر دو جهت هر راستا به سازه بصورت جداگانه اعمال گردد تا در صورت تغییر جهت بار در هر راستا سازه بتواند آن را حمل نماید.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

1) $1.25D + 1.5L + 1.5 \times max(L_r \text{ یا } S \text{ و } R)$

2) $D + 1.2L + 1.2 \times max\left(L_r \text{ یا } S \text{ و } R\right) + 1.2max(W_x \text{ و } E_x)$

3) $D + 1.2L + 1.2 \times max\left(L_r \text{ یا } S \text{ و } R\right) - 1.2max(W_x \text{ و } E_x)$

4) $D + 1.2L + 1.2 \times max\left(L_r \text{ یا } S \text{ و } R\right) + 1.2\,max\left(W_y \text{ و } E_y\right)$

5) $D + 1.2L + 1.2 \times max\left(L_r \text{ یا } S \text{ و } R\right) - 1.2\,max\left(W_y \text{ و } E_y\right)$

6) $0.85D + 1.2max(Wx \text{ یا } 0.7E_x)$

7) $0.85D - 1.2max(Wx \text{ یا } 0.7E_x)$

8) $0.85D + 1.2max(Wy \text{ یا } 0.7E_y)$

9) $0.85D - 1.2max(Wy \text{ یا } 0.7E_y)$

- طبق مجوز آیین نامه اگر L_0 (حداقل بار زنده تعیین شـده توسـط بخش مربوط به بارهای زنده) کمتر از $500\,\frac{kg}{m^2}$ یا $5\,\frac{KN}{m^2}$ باشـد، می‌توان بار زنده L را برای تمام کف‌ها به غیر از کف پارکینگ و بام و محل اجتماع در ترکیب بارهای ۲ و ۴ به اندازه ۵۰ درصد کاهش داد.

مثال) برای مثال قبل چنانچه $L_0 = 400$ باشد، ترکیب بارها به چه نحوی می‌گردند؟

تنها ردیف‌هایی که دارای بار زنده هستن و تغییر می‌کنند به شرح زیر اصلاح می‌شوند :

2) $D + 0.6L + 1.2\,\max\left(L_r \text{و} S \text{و} R\right) + 1.2\max(Wx \text{و} 0.7Ex)$

3) $D + 0.6L + 1.2\,\max\left(L_r \text{و} S \text{و} R\right) - 1.2\max(Wx \text{و} 0.7Ex)$

4) $D + 0.6L + 1.2\,\max\left(L_r \text{و} S \text{و} R\right) + 1.2\max(Wy \text{و} 0.7Ey)$

5) $D + 0.6L - 1.2\,\max\left(L_r \text{و} S \text{و} R\right) + 1.2\max(Wy \text{و} 0.7Ey)$

- مطابق با بحث شـشـم چنانچه اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهنده باشـد (یعنی حضـور بارزنده باعث کاهش تلاش های تولیدی در المان‌ها شـود[1]) باید این اثر برابر صـفر منظور گردد، یعنی بارزنده لحاظ نگردد. به طور مثال در تیرهای طره‌ای که بار متمرکز در انتهای آن به صورت قائم به بالا و پایین باید اعمال گردد در حالت اعمال به سـمت بالا، مسـلماً بار زنده که به سـمت پایین ا ست باعث کاهش اثر آن می‌گردد. باتوجه به اینکه برر سی این مورد به سادگی نمی‌با شد، پیشنهاد می‌گردد بعد از اعمال محاسبه تمامی ترکیبات بار کلیه ترکیبات بار بدون حضور بارزنده

[1] تحت بارهایی که به سازه اعمال می‌گردد نیروهایی از قبیل نیروی بر شی، نیروی محوری و یا لنگر خم شی در اع ضا بوجود می‌آید که به آنها در کل تلاش گفته می‌شود و بجای گفتن نیروی برشی یا محوری یا خمشی، از کلمه تلاش استفاده می‌گردد.

مجداداً برای نرم افزار تعریف گردد. آیین‌نامه این نکته را به کلیه بارها تعمیم داده است و بررسی اثر نبود هر یک از بارها که امکان نبود آن وجود دارد را متذکر شده است.

- در صورت حضور بار بار سیل F_a باید دو ترکیب بار اضافه به ترکیبات فوق افزوده گردد. بر این اساس ترکیبات بارگذاری ۲ و ۳ با جایگزینی $1.2w + 2F_a$ بجای $1.2w$ اصلاح و افزوده می‌گردند یعنی دو ترکیب بار زیر به ترکیب‌بارهای موجود باید افزوده گردد :

$$D + 1.2L + 1.2\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) + 1.2w + 2F_a$$

$$0.85D + 1.2w + 2F_a$$

۴-۲- ترکیب بارهای حالتهای حدی مقاومت در طراحی ساختمان های فولادی و سایر ساختمان‌ها

جهت طراحی ساختمان‌های فولادی به روش حالات حدی نهایی، ترکیبات بار معرفی شده توسط مبحث ششم به شرح زیر می‌باشد :

1) $1.4D$
2) $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
3) $1.2D + 1.6\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) + \left(L \text{ یا } 0.5(1.4W)\right)$
4) $1.2D + 1.4W + L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right)$
5) $1.2D + 1E + L + 0.2S$
6) $0.9D + 1.4w$
7) $0.9D + E$
8) $1.2D + 0.5L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S\right) + 1.2T$
9) $1.2D + 1.6L + 1.5\left(L_r \text{ یا } S\right) + T$

مثال) مثال قبل را برای ترکیب بارهای $D\ ,L\ ,L_r\ ,S\ .E_x\ ,E_y\ ,R$ تکرار کنید؟

1) $1.4D$
2) $1.2D + 1.6L + 0.5\max(L_r \text{ و } S \text{ و } R)$
3) $1.2D + 1.6max\left(L_r \text{ و } S \text{ و } R\right) + L$
4) $1.2D + E_x + L + 0.2S$
5) $1.2D - E_x + L + 0.2S$
6) $1.2D + E_y + L + 0.2S$
7) $1.2D - E_y + L + 0.2S$
8) $0.9D + E_x$
9) $0.9D + E_x$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

10) $0.9D + E_y$

11) $0.9D - E_y$

- طبق مجوز آیین نامه اگر L_0 (حداقل بار زنده تعیین شده توسط بخش مربوط به بارهای زنده) کمتر از $500\frac{kg}{m^2}$ یا $5\frac{KN}{m^2}$ باشد، می‌توان بار زنده L را برای تمام کف‌ها به غیر از کف پارکینگ و بام و محل اجتماع در ترکیب بارهای ۳ و ۴ و ۵ به اندازه ۵۰ درصد کاهش داد.
لذا در این صورت ترکیب‌بارهای فوق به شکل زیر اصلاح می‌شوند :

3) $1.2D + 1.6\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) + \left(\mathbf{0.5L} \text{ یا } 0.5(1.4W)\right)$

4) $1.2D + 1.4W + \mathbf{0.5L} + 0.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right)$

5) $1.2D + 1E + \mathbf{0.5L} + 0.2S$

- مطابق با بحث ششم چنانچه اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهنده باشد (یعنی حضور بارزنده باعث کاهش تلاش های تولیدی در المان‌ها شود[1]) باید این اثر برابر صفر منظور گردد، یعنی بارزنده لحاظ نگردد.
- به طور مثال در تیرهای طره‌ای که بار متمرکز در انتهای آن به صورت قائم به بالا و پایین باید اعمال گردد در حالت اعمال به سمت بالا، مسلماً بار زنده که به سمت پایین است باعث کاهش اثر آن می‌گردد. باتوجه به اینکه بررسی این مورد به سادگی نمی‌باشد، پیشنهاد می‌گردد بعد از اعمال محاسبه تمامی ترکیبات بار کلیه ترکیبات بار بدون حضور بارزنده مجداداً برای نرم افزار تعریف گردد. آیین‌نامه این نکته را به کلیه بارها تعمیم داده است و بررسی اثر نبود هر یک از بارها که امکان نبود آن وجود دارد را متذکر شده است.
- در صورت حضور بار سیال، این بار با ضریبی برابر با ضریب بار مرده D در ترکیبات بارگذاری ۱ تا ۵ و ۷ باید منظور گردد. لذا این ترکیبات بارگذاری به شرح زیر می‌گردند :

1) $1.4D + \mathbf{1.4F}$

2) $1.2D + \mathbf{1.2F} + 1.6L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right)$

3) $1.2D + \mathbf{1.2F} + 1.6\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) + \left(L \text{ یا } 0.5(1.4W)\right)$

4) $1.2D + \mathbf{1.2F} + 1.4W + L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right)$

5) $1.2D + \mathbf{1.2F} + 1E + L + 0.2S$

7) $0.9D + \mathbf{0.9F} + E$

[1] تحت بارهایی که به سازه اعمال می‌گردد نیروهایی از قبیل نیروی برشی، نیروی محوری و یا لنگر خمشی در اعضا بوجود می‌آید که به آنها در کل تلاش گفته می‌شود و بجای گفتن نیروی برشی یا محوری یا خمشی، از کلمه تلاش استفاده می‌گردد.

- در صـورت وجود فشـار جانبی خاک (H) یا آب زیر زمینی یا مواد انباشـته در تمامی ترکیبات بارگذاری عنوان شده $1.6H$ اضافه می‌گرد :

1) $1.4D + \mathbf{1.6H}$

2) $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + \mathbf{1.6H}$

3) $1.2D + 1.6\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) + \left(L \text{ یا } 0.5(1.4W)\right) + \mathbf{1.6H}$

4) $1.2D + 1.4W + L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) + \mathbf{1.6H}$

5) $1.2D + 1E + L + 0.2S + \mathbf{1.6H}$

6) $0.9D + 1.4w + \mathbf{1.6H}$

7) $0.9D + E + \mathbf{1.6H}$

8) $1.2D + 0.5L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S\right) + 1.2T + \mathbf{1.6H}$

9) $1.2D + 1.6L + 1.5\left(L_r \text{ یا } S\right) + T + \mathbf{1.6H}$

اما اگر وجود این بار در ترکیب باری دارای اثر کاهندگی باشد باید با ضریب $0.9H$ باشد و اگر بار دائمی نباشد و طراحی اثرکاهندگی داشته باشد با ضریب صفر باید لحاظ گردد.

از آنجایی که ارزیابی تاثیر کاهندگی به سادگی نمی‌باشد، می‌توان ترکیبات بارگذاری را همزمان در هر دو صـورت لحاظ نمود و در کنار ترکیبات بارگذاری فوق، ترکیبات با ضـریب 0.9 و صـفر (بسته به دائمی و غیر دائمی بودن بار)

- در صورت حضور بار بار سیل F_a باید دو ترکیب بار اضافه به ترکیبات فوق افزوده گردد. بر این اسـاس ترکیبات بارگذاری ۴ و ۶ با جایگزینی $1.4w + 2F_a$ بجای $1.4w$ اصـلاح و افزوده می‌گردند یعنی دو ترکیب بار زیر به ترکیب‌بارهای موجود باید افزوده گردد :

4) $1.2D + 1.4w + 2F_a + L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right)$

6) $0.9D + 1.4w + 2F_a$

- در صورتی که سازه تحت اثر بار یخ جوی و با باد وارده بر یخ قرارگیرد، ترکیبات زیر باید اصلاح گردد (منظور از بار یخ جوی، یخزدگی اسـت که در بدنه سـاختمانی بوجود می‌آید و جداره ساختمانی یخ میزند که البته بیشتر این پدیده در سازه‌های صنعتی رایج‌تر می‌باشد):

2) $1.2D + 1.6L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) \xrightarrow{\text{اصلاح میشود به}} 1.2D + 1.6L + 0.2D_i + 0.5S$

4) $1.2D + 1.4W + L + 0.5\left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R\right) \xrightarrow{\text{اصلاح میشود به}} 1.2D + 1.4W_i + L + D_i + 0.5S$

6) $0.9D + 1.4W \xrightarrow{\text{اصلاح میشود به}} 0.9D + 1.4Wi + D_i$

۵-۲- ترکیبات بارگذاری جهت طراحی به روش تنش مجاز

با توجه به شباهت توضیحات مورد نیاز به حالات حدی از ارائه توضیحات مشابه خودداری می‌گردد و صرفاً بندهای مبحث قید می‌گردد.

در طراحی به روش تنش مجاز و یا مقاومت مجاز، بارهای ذکر شده در این مبحث باید در ترکیب بارهای زیر منظور شود؛ و هرکدام که بیشترین اثر نامطلوب را بر روی ساختمان، شالوده یا اعضای سازه‌ای تولید می‌کنند، می‌بایست مد نظر قرار گیرد. اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آن‌ها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.

1) D
2) $D + L$
3) $D + (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
4) $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
5) $D + [0.6(1.4W) \text{ یا } 0.7E]$
6) $D + 0.75L + 0.75[0.6(1.4W)] + 0.75(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
7) $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S$
8) $0.6D + 0.6(1.4W)$
9) $0.6D + 0.7E$
10) $1.0D + 1.0T$
11) $1.0D + 0.75[L + (L_r \text{ یا } S) + \mathrm{T}]$

- بیشترین اثرات نامطلوب ناشی از بارهای باد و زلزله باید مورد ارزیابی قرار گیرد، ولی نیازی نیست که اثرات آن‌ها به‌طور همزمان بر سازه منظور شود. در هرحال باید ضوابط شکل پذیری لرزه‌ای رعایت گردد.
- افزایش تنش مجاز در ترکیب بارهای ارائه شده در این مبحث نباید انجام شود.
- درمواردی که بار سیال F بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضریب باری همانند ضریب بار مرده D در ترکیب بار های ۱ تا ۷ و ۹ منظور شوند.
- درصورت وجود فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده، H، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

۱- اگر اثر بار در جهت افزودن به اثرات دیگر متغییرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱/۰ در ترکیب بارها منظور شود.

۲- اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر متغییرهای اصلی بارگذاری باشد، در صورت وجود دائمی بار H اثر آن باید با ضریب ۰/۶ در ترکیبات بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرف‌نظر شود.

- زمانی که سازه در محدوده وقوع سیل واقع شده است، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده در بالا، باید عبارت $1.5F_a$ به ترکیب بارهای ۵ تا ۸ اضافه شده و ضریب بار E در ترکیب بارهای ۵ و ۷ برابر صفر منظور شود.
- در صورتی که سازه تحت اثر بارهای یخ جوی و بار باد وارده بر یخ قرار گیرد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شود:

۱- عبارت $0.7D_i$ باید به ترکیب بار شماره ۲ اضافه شود.

۲- عبارت R یا S یا L_r در ترکیب بار شماره ۳ باید با عبارت $0.7D_i + 0.7(1.4W_i) + S$ جایگزین شود.

۳- عبارت $0.6(1.4W)$ در ترکیب بار شماره ۸ باید با عبارت $0.7D_i + 0.7(1.4W_i)$ جایگزین شود.

۶-۲- ترکیبات مربوط به رخدادهای غیرعادی و فوق العاده

این ترکیبات براساس تقاضای مالک یا الزام آیین نامه بکار می‌رود. جهت کنترل مقاومت و پایداری سازه در برابر رخدادهای فوق العاده همانند آتش سوزی، انفجار یا ضربات وسایل نقلیه.

جهت بررسی ظرفیت سازه :

$$\left(0.9 \text{ یا } 1.2\right) D + A_K + 0.5L + 0.2S$$

که در آن A_K بار ناشی از رویداد فوق العاده می‌باشد.

ظرفیت پسماند :

جهت بررسی ظرفیت پسماند یک سازه که تحت اثر یک رویداد مخرب قرار گرفته است، ظرفیت سازه آسیب دیده با استفاده از ترکیب بار ثقلی روبرو باید ارزیابی گردد:

$$\left(0.9 \text{ یا } 1.2\right) D + 0.5L + 0.2(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$$

ارزیابی پایداری

جهت ارزیابی پایداری سازه، از هر روشی که اثرات تحلیل مرتبه دوم را دربرگیر می‌توان استفاده نمود.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

Loads for Buildings and other structures

By:
Bijan Sayyaf Zadeh
Iraj Rasoolan

Editor:
Muhammad Hossein Fayazmehr

connect with us:
@StructCafe
StructCafe@gmail.com

بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویراش ۹۲

فصل سوم : بارهای مرده

نویسنده :

بیژن سیّاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی :

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

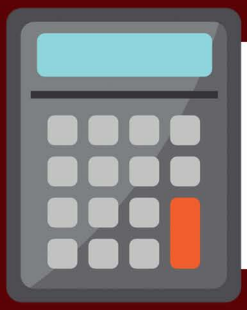
ویراستار :

محمد حسین فیّاض‌مهر

کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

ویرایش اول ۱۳۹۶/۱/۱

ICIVIL



فیلم های آموزشی آمادگی آزمون محاسبات

icivil.ir/nezam

- بیش از ۹۰ ساعت آموزش ویدئویی برای آمادگی آزمون محاسبات
- بدون نیاز به شرکت در کلاسهای حضوری و پرداخت هزینه های سنگین
- تطابق حداقل ۹۰درصدی با نکات آزمون اصلی
- شبیه سازی کلاس درس در قالب فیلم آموزشی
- آموزش همه نکات مربوط به مباحث آزمون
- دسترسی همیشگی به فیلم آموزشی برای مرور مطالب در هر زمان و مکان
- تدریس اختصاصی مهندس مستوفی مدرس کلاسهای آزمون نظام مهندسی
- پشتیبانی محتوا توسط مدرس دوره از طریق تلگرام
- آپدیت رایگان مجموعه تا ۲ سال پس از خرید

مشاهده سرفصل ها و دانلود نمونه های رایگان ...

۳- فصل سوم : بارهای مرده

۳-۱- کلیات

بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند، تیر و ستون‌ها، دیوارها، کف‌ها، بام، سقف، راه‌پله، نازک‌کاری، پوشش‌ها و دیگر بخش‌های سهیم در اجزاء سازه‌ای و معماری. همچنین وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت شامل وزن جراثقال ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شود.

- باتوجه به توضیحات فوق بارهای مرده بارهایی هستند که در طول عمر ساختمان تغییر نکنند و جابجا نشوند. روال مرسوم برای محاسبه این بارها محاسبه وزن یک متر مربع از جزء ساختمانی مورد نظر براساس دتایل در نظر گرفته شده و اعمال آن به مدل یا استفاده از آن برای محسبات دستی می‌باشد.

وزن اجزای ساختمان و مصالح مصرفی

در محاسبه بارهای مرده، باید وزن واقعی مصالح مصرفی و اجزای ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. برای انجام محاسبه، در صورت عدم وجود اطلاعات معتبر، جرم واحد حجم و یا جرم واحد سطح اجزای ساختمانی، باید به شرح مندرج در جداول پیوست در نظر گرفته شود.

وزن تاسیات و تجهیزات ثابت

وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت از قبیل لوله‌های شبکه آب و فاضلاب، تجهیزات برقی، گرمایشی، تجهیزات تهویه‌ای و سیستم تهویه مطبوع باید به نحو مناسبی برآورد شده و در محاسبات بارهای مرده منظور شود. چنانچه احتمال اضافه شدن این نوع تجهیزات در آینده وجود داشته باشد، وزن آن‌ها نیز باید در نظر گرفته شود.

- آیین‌نامه در این بند بسیار کلی مسئله را مطرح کرده است و نحوه‌ی محاسبه صحیح در خصوص مقدار وزن تاسیسات و تجهیزات مطرح نشد است. بطور کلی در محاسبات مرسوم است که وزن لوله‌های آب و فاضلاب و سیم‌ها و تشکیلات برقی در نظر گرفته نشود اما در صورتی که سیستم متمرکز گرمایشی یا سرمایشی یا سیستم متمرکز تهویه‌ای برای ساختمان دیده شده باشد، باتوجه به وزن قابل توجه این تجهیزات باید این وزن را بصورت بار مرده در محل قرار گرفتن این سیستم در ساختمان توسط محاسب دیده شود.

۲-۳- محاسبه بار مرده

با داشتن وزن مخصوص مصالح و ضرب وزن مخصوص[۱] (γ) درحجم (V) آن، وزن (W) مربوطه آن مصالح بدست می‌آید $(W = \gamma V)$.

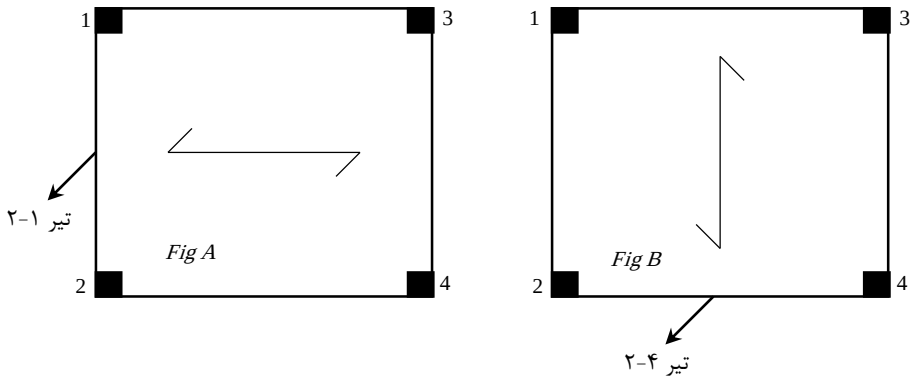
در ابتدا محاسب بر اساس دتایل مورد نظر اقدام به محاسبه حجم مصالح بکار رفته در یک متر مربع بصورت جداگانه برای هر آیتم نموده و سپس باتوجه به وزن‌های مخصوص ارائه شده تو سط آیین نامه، وزن هر آیتم در واحد سطح بدست آمده و با جمع زدن تمامی آیتم‌ها وزن کل یک متر مربع جزء ساختمانی بدست می‌آید.

جزء ساختمانی معمولا کف‌ها، دیوارها و پله‌ها، می‌باشند که در پیوست نمونه‌هایی از آنها جهت آشنایی با نحوه‌ی محاسبه آورده می‌شود.

پس از محاسبه وزن هر مترمربع (وزن واحد سطح)، این بارها به صورت همان واحد سطح بدست آمده یا به صورت تبدیل شده به واحد خطی و بعضاً بصورت متمرکز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۲-۳- بارگذاری کف‌ها، سقف‌های یک طرفه:

با مشخص شدن بار هر واحد سطح کف این بارها بسته به نوع سیستم سقف به المان‌های نگهدارنده آنها منتقل می‌گردند. یکی از این نوع سیستم‌ها، سیستم سقف‌های یکطرفه می‌باشد که در زیر نمونه ای از آنها آورده شده است.

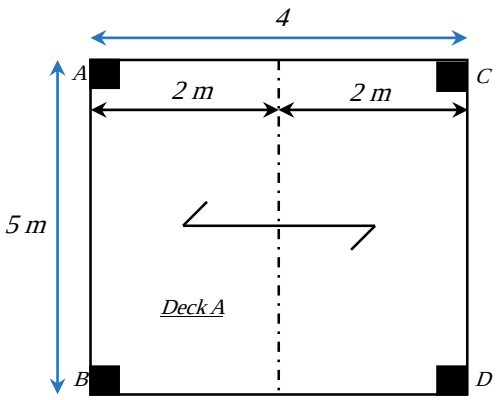


علامت نشان داده شده در این کف‌ها جهت توزیع بار را نشان می‌دهد. در کف A با توجه به جهت نشان داده شده، بارها بر روی تیرهای $2-1$ و $4-3$ منتقل می‌گردند. اما در کف B جهت نشان داده شده از بالا به پایین است لذا بار وارد شده به تیرهای $4-2$ و $3-1$ منتقل می‌شود.

[۱] از جداول ارائه شده توسط مبحث یا استانداردها و یا تعیین توسط محاسب با رعایت مقادیر حداقلی قید شده در آیین‌نامه

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

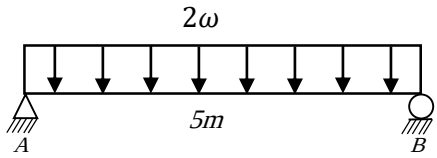
۲-۲-۳- عرض بارگیر، سطح بارگیر



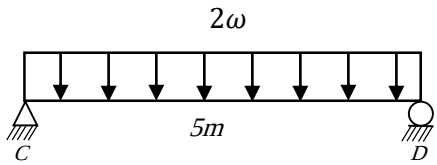
به شکل روبرو توجه فرمایید. طبق توضیحات داده شده بارکف به تیرهای $A-B$ و $C-D$ منتقل می‌شوند. این سیستم کف بار را به صورت مساوی به سراسر طول تیرهای دو طرف بصورت مساوی منتقل می‌کند. لذا میتوان گفت که نصف بار روی تیر سمت چپ و نصف بار روی تیر سمت راست قرار می‌گیرد.

پس با خط چینی عمود بر جهت تیرریزی کف را به ۲ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. سهم رسیده به هر تیر (۲متر) عرض بارگیر تیر از کف مورد بحث گفته می‌شـــود. توجه شـــود که عرض بارگیر تیرهای $A-B$ و $C-D$ برابر با ۲ متر و عرض بارگیر تیرها $A-C$ و $B-D$ از این کف برابر صفر می‌باشد.

به حاصـلضـرب عرض‌های بارگیر تیر در طول تیر، سـطح بارگیر تیر گفته می‌شـود. به دلیل آنکه امکان وجود دو کف در طرفین یک تیر وجود دارد تیر می‌تواند از ۲ طرف عرض بارگیر دا شته با شد که مجموع عرض‌های بارگیر، عرض بارگیر کل تیر می‌شـــود. جهت تحلیل تیر، بارهای ســـطحی با ضـــرب در عرض بارگیر تیر به بار خطی روی آن تیر تبدیل می‌گردد. به طور مثال اگر بار سطحی شکل فوق ω باشد آنگاه بار رسیده به تیرها برابر است با:

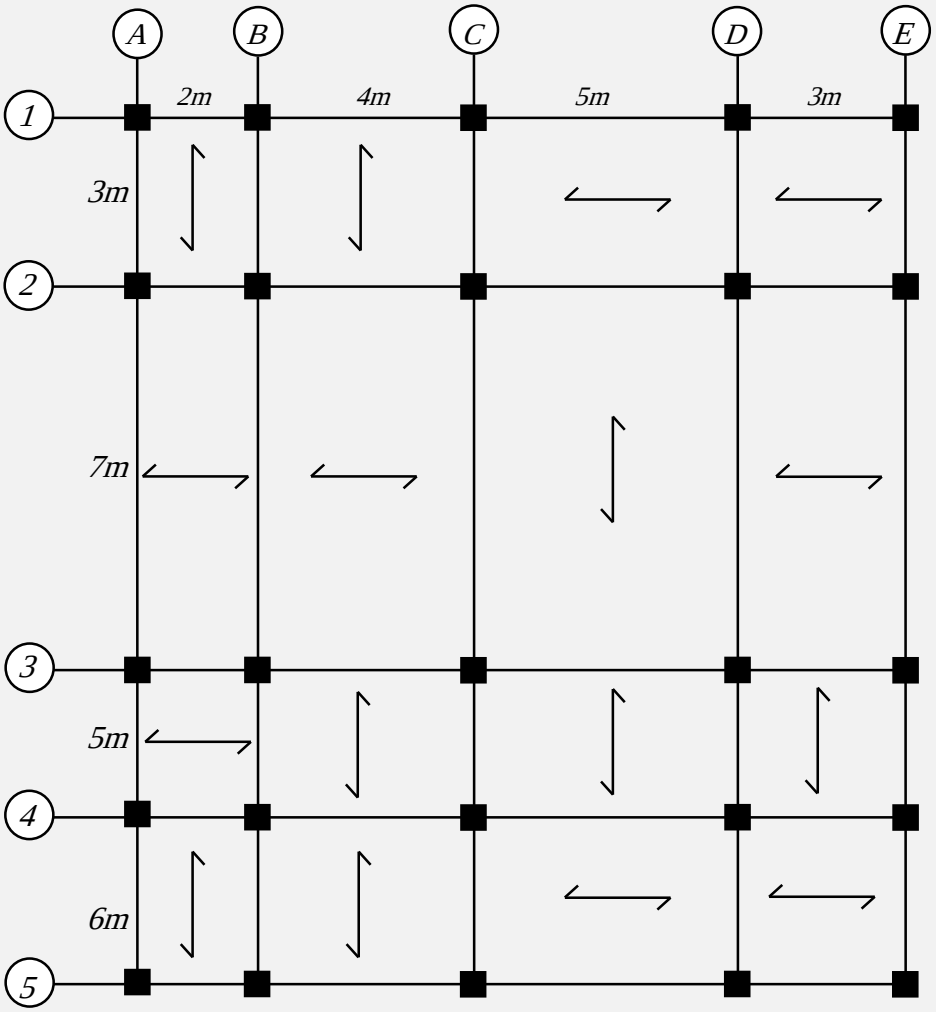


بارخطی W = بارسطحی × عرض‌بارگیر = $\omega \times 2$



بارخطی W = بارسطحی × عرض‌بارگیر = $\omega \times 2$

مثال): اگر بار گسترده کف رو به رو $500\ \frac{kg}{m^2}$ با شد عرض بارگیر تیرهای مورد نظر را تعیین کرده و بار خطی وارد به هر تیر تعیین شود.



- تیر $1-A-B$:

$b = 1.5 \rightarrow$ بارخطی $W = 1.5 \times 500 = 750\frac{kg}{m}$

- تیر $1-B-C$:

$b = 1.5 \rightarrow$ بارخطی $W = 1.5 \times 500 = 750\frac{kg}{m}$

- تیر $1-C-D$:

$b = 0 \rightarrow$ بارخطی $W = 0 \times 500 = 0\frac{kg}{m}$

- تیر $3-C-D$:

$b = \frac{7}{2} + \frac{5}{2} = 6 \rightarrow$ بارخطی $W = 6 \times 500 = 300\frac{kg}{m}$

تیر $B-2-3$:

$b = \frac{4}{2} = 2 \rightarrow$ بارخطی $W = 2 \times 500 = 1000\frac{kg}{m}$

تیر $B-4-5$:

$b = 0 \rightarrow$ بارخطی $W = 0 \times 500 = 0\frac{kg}{m}$

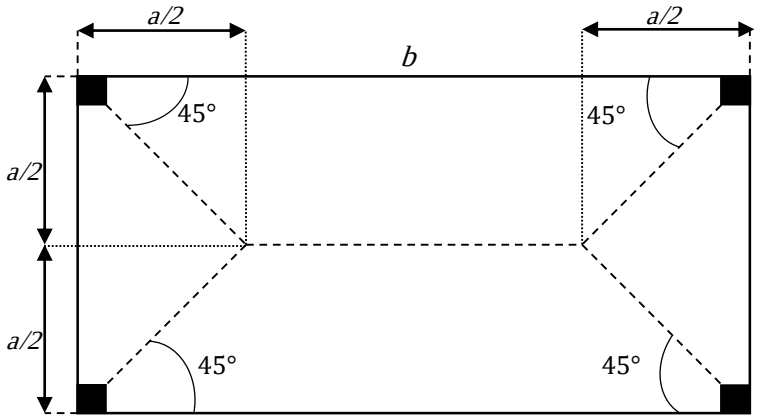
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

توجه : در روابط فوق b عرض بارگیر تیر می‌باشد.

۳-۲-۳- کف‌های ۲طرفه

نوع دیگری از کف‌ها، دال‌هایی می‌باشند که در صورتی که نسبت طول بزرگتر(b) به طول کوچکتر(a) آنها کوچکتر مساوی ۲ باشد، رفتاری ۲طرفه داشته و در غیر این صورت رفتاری یکطرفه خواهند داشت. منظور از رفتار ۲طرفه توزیع بار در راستای اصلی می‌باشد و به ۴ تیر اطراف کف بار می‌رسد.

شکل عمومی دال‌های ۲ طرفه به صورت روبرو می‌با شد که از ۲ فلش عمود بر هم جهت نمایش رفتار ۲ طرفه استفاده می‌گردد:



$b =$ ضلع بزرگتر

$a =$ ضلع کوچکتر

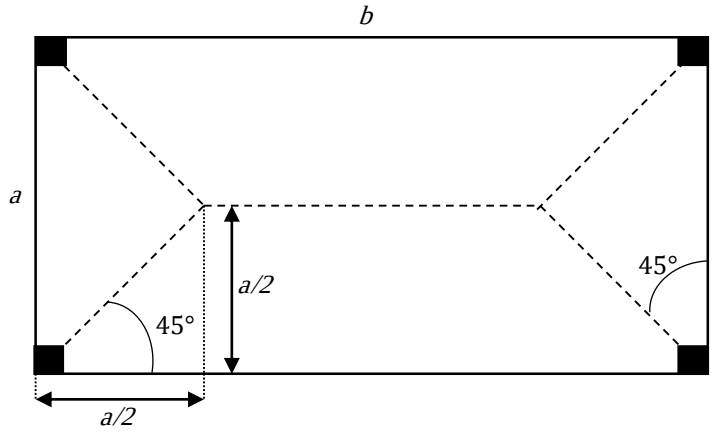
$if\ \frac{b}{a} \leq 2 \longrightarrow$ دال دو طرفه

اگر نسبت $\frac{b}{a} > 2$ باشد، در این صورت دال به صورت یکطرفه عمل خواهد کرد و بار به صورت یک طرفه بر روی تیرهای بلند اعمال می‌گردد.

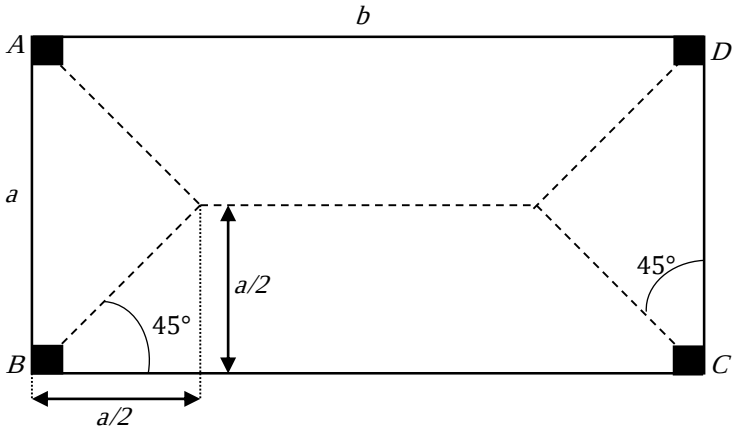
نحوه‌ی توزیع بار در دال‌های دوطرفه به این صورت است:

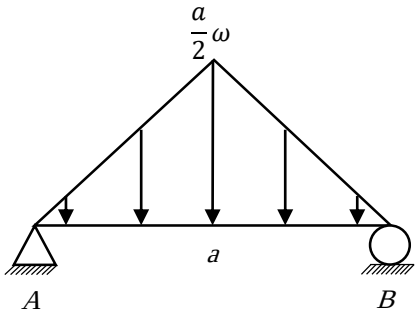
۱- از هر گوشه‌ی دال با زاویه ۴۵ درجه خطوطی ترسیم می‌نماییم تا به یکدیگر برسند. مسلماً این خطوط تیرهای کوچکتر را بصورت مثلث در بر می‌گیرند.

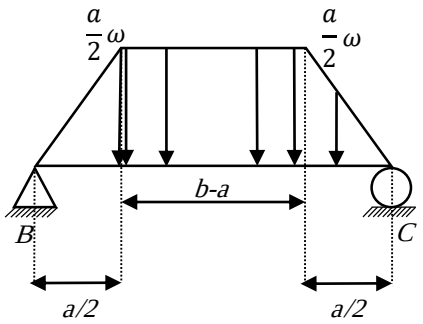
۲- رئوس مثلث‌ها را به هم در ادامه متصل می‌کنیم. مشاهده می‌گردد که تیرهای بلند توسط ذوزنقه‌هایی احاطه می‌شوند. (بدیهی است که اگر اضلاع کف باهم برابر باشند$(\frac{b}{a} = 1)$ آنگاه ۴ ناحیه مثلثاتی خواهیم داشت).



سطح بارگیر در هر تیر برابر سطحی است که آن تیر را احاطه کرده است. بارگذاری تیرها از حاصل ضرب عرض سطح بارگیر در بار سطحی بدست می‌آید. به طور مثال اگر بار سطحی کف روبه رو ω باشد بارگذاری تیر AB و BC به ترتیب زیر می‌گردد.



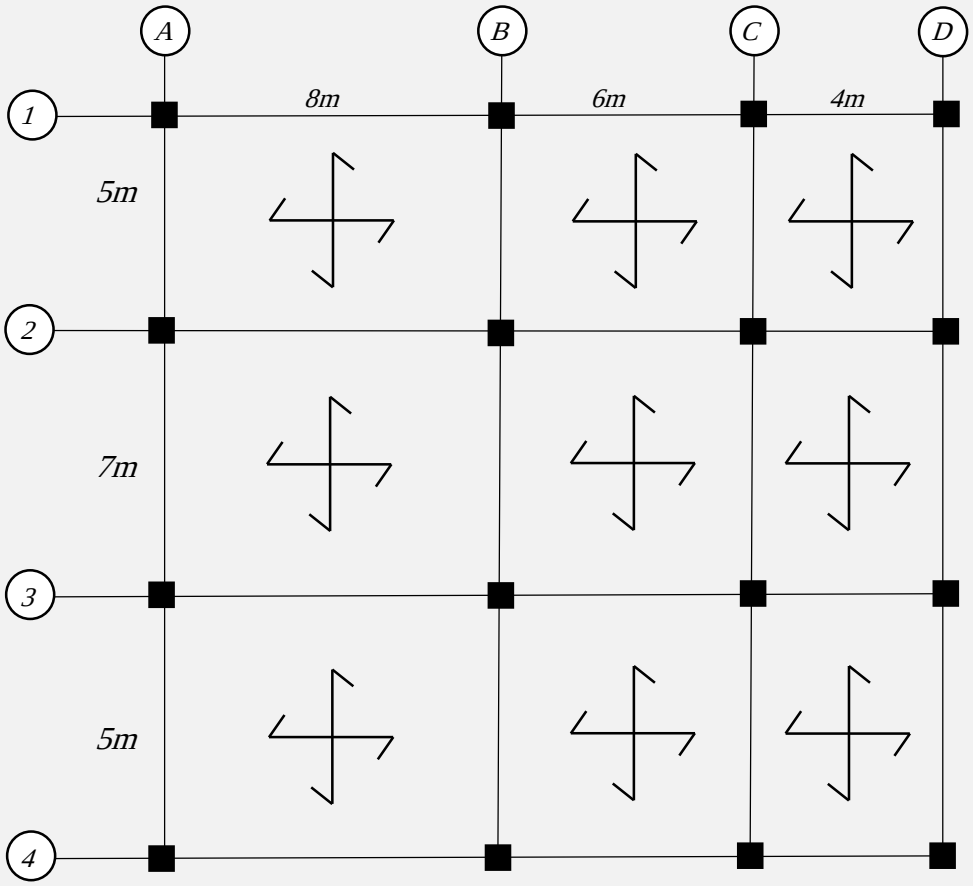




توجه داشته باشید که تیرها می‌توانند از طرفین بار ببرند و بار نهایی آنها برابر حاصل جمع بار طرفین آنها می‌گردد.

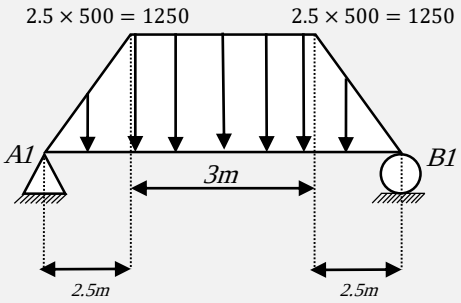
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

مثال): اگر بار گسترده سقف روبه‌رو $500\frac{kg}{m^2}$ باشد، تیرهای نشان داده شده را بارگذاری کنید.

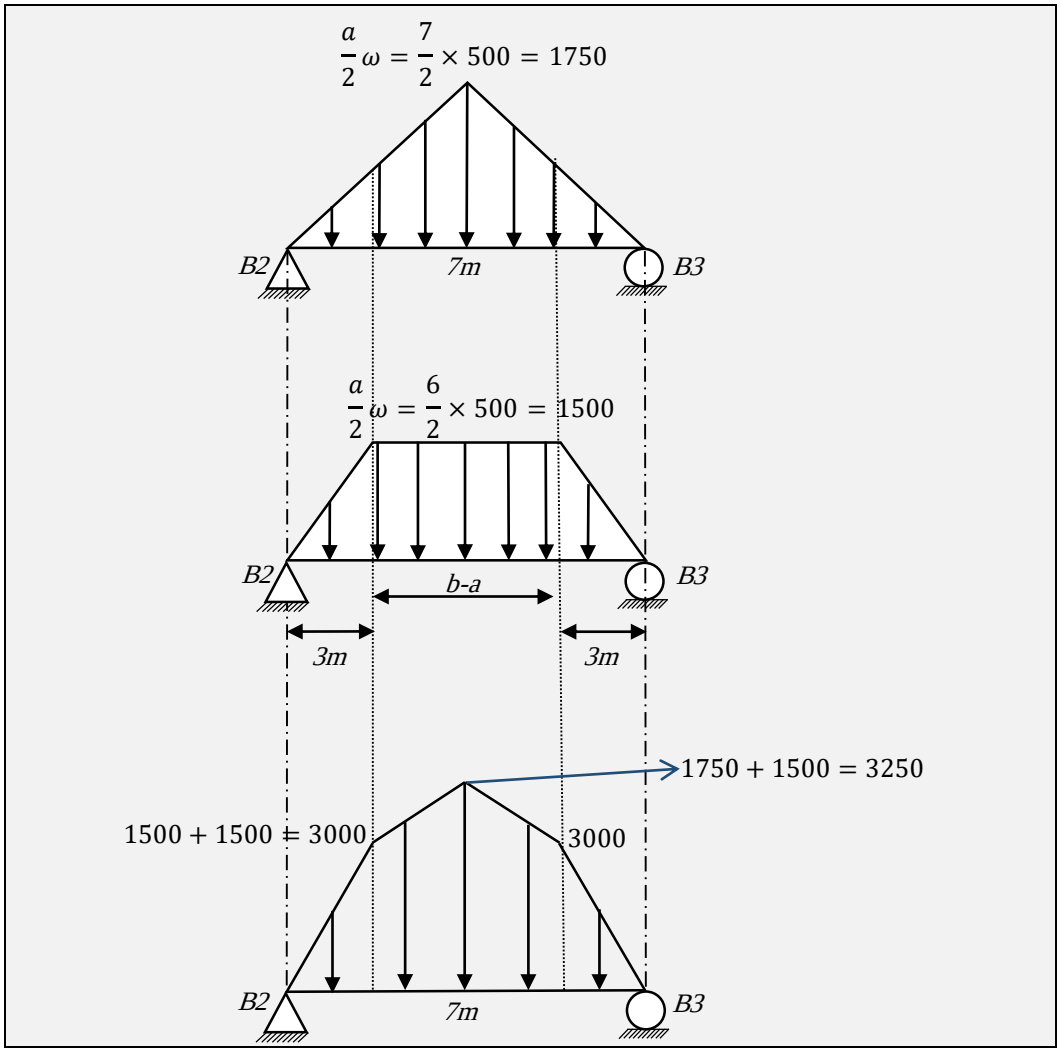


حل :

- تیر $A-B-1$:



- تیر $2-3-B$:



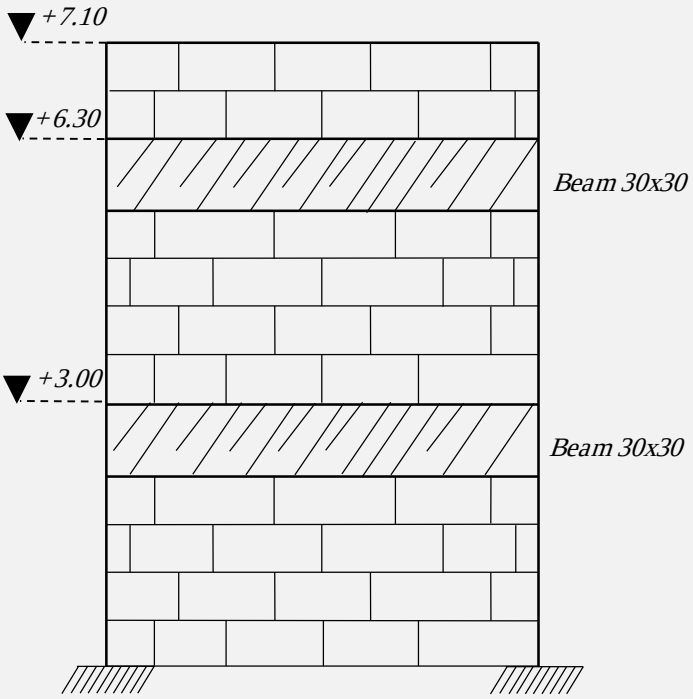
۴-۲-۳- بارگذاری دیوارهای پیرامونی

باتوجه به دتایل ارائه شده (نمونه پیو ست) وزن واحد سطح دیوار بد ست می‌آید. معمول برآن ا ست که وزن دیوارها به تیرهایی که دیوار روی آن قرار دارد بصورت خطی اعمال گردد. برای این منظور وزن واحد ســـطح در ارتفاع خالص دیوار ضـــرب گردد تا بار[1]خطی وارده بر تیری که این دیوار روی آن قرار گرفته است بدست آید.

مثال): در قاب تک دهانه ی روبه‌رو اگر بار دیوار $w = 300\frac{kg}{m^2}$ باشـــد، بار خطی وارده به تیرهای این قاب را تعیین نمایید.

[1] با توجه به تصاویر مشاهده میگردد که ارتفاع طبقه اول برابر با $3.3\ m$ می‌باشد که این ارتفاع از کف طبقه اول تا کف طبقه دوم می‌باشد اما به دلیل ارتفاع تیرها، ارتفاع دیوارها که تا زیر تیرها اجرا می‌شوند مسلما کمتر از ارتفاع طبقه می‌باشد که به اصطلاح به آن ارتفاع خالص دیوار گفته می‌شود و برابر با ارتفاع طبقه منهای ارتفاع تیر فوقانی می‌باشد.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



حل :

با توجه به تو ضیحات داده شده در قبل عمل می‌نماییم. اختلاف ارتفاع تیرهای طبقه اول و دوم برابر است با :

$$\Delta h_{1-2} = 6.3 - 3 = 3.3\, m$$

با توجه به اینکه دیوار تا تراز طبقه فوقانی ادامه ندارد و تا زیر تیر فوقانی به اتمام می‌رسد، ارتفاع دیوار به اندازه ارتفاع تیر کمتر از ارتفاع طبقه خواهد بود لذا ارتفاع خالص دیوار برابر است با :

$$h_w = 3.3 - 0.3 = 3\, m$$

لذا بار واحد طول دیوار طبقه اول برابر است با :

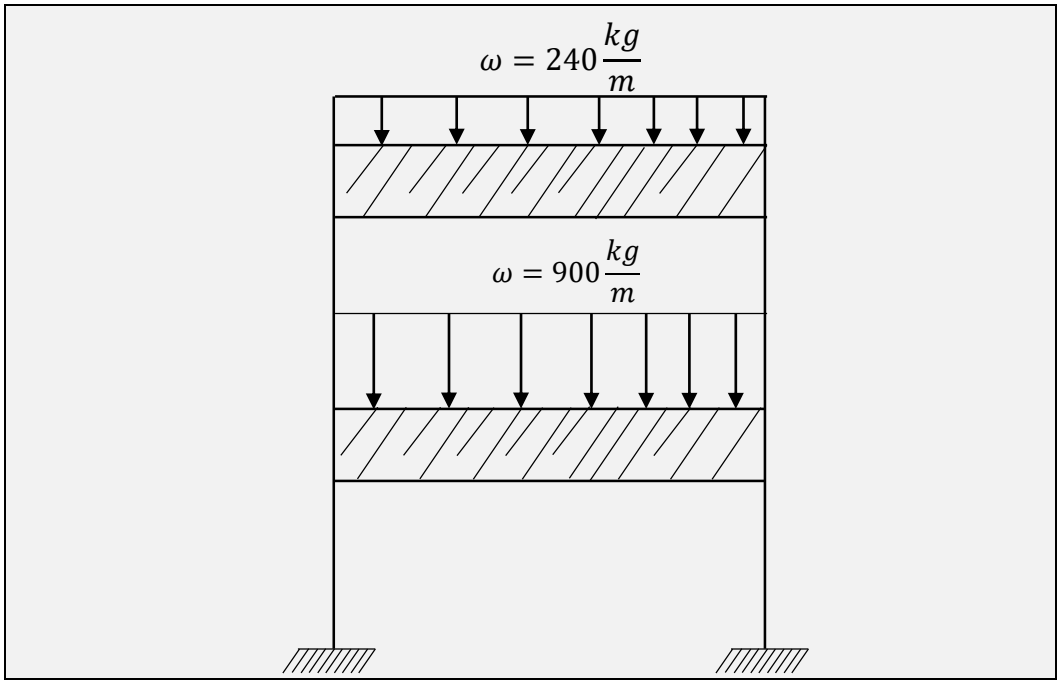
$$\omega_1 = h_w \times w = 3 \times 300 = 900\ \frac{kg}{m}$$

ارتفاع دیوار در طبقه فوقانی نیز برابر است با :

$$h_{wTop} = 7.1 - 6.3 = 0.8\, m$$

لذا بار واحد طول دیوار طبقه فوقانی نیز برابر است با :

$$\omega_2 = h_{wTop} \times w = 0.8 \times 300 = 240\ \frac{kg}{m}$$


$\omega = 240\frac{kg}{m}$
$\omega = 900\frac{kg}{m}$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

Loads for Buildings and other structures

By:
Bijan Sayyaf Zadeh
Iraj Rasoolan

Editor:
Muhammad Hossein Fayazmehr

connect with us:
@StructCafe
StructCafe@gmail.com

بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویراش ۹۲

فصل چهارم : بارهای خاک و فشار هیدوراستاتیک

نویسنده :

بیژن سیّاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی :

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

ویراستار :

محمد حسین فیّاض‌مهر

کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

ویرایش اول ۱۳۹۶/۱/۱

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۴- فصل چهارم : بارهای خاک و فشار هیدوراستاتیک

۶-۴-۱ کلیات

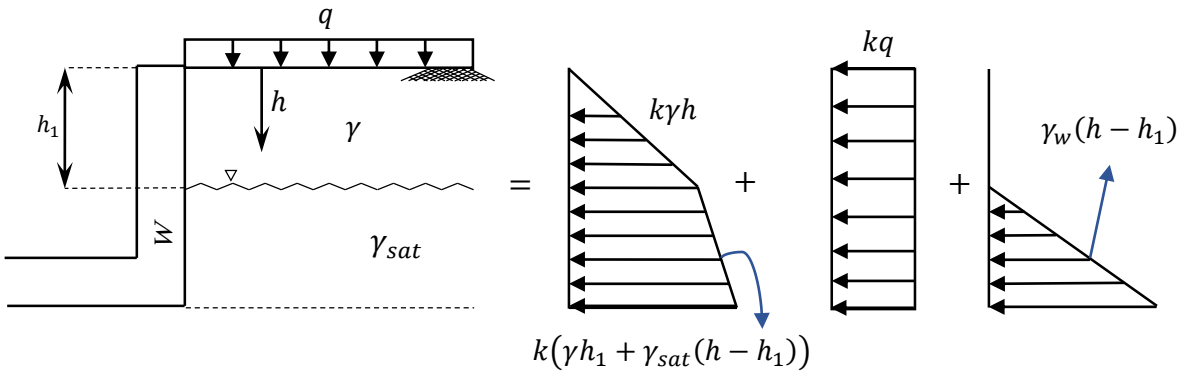
مطالب مطرح شـــده در این فصـــل به عنوان حداقل ضـــوابط جهت محاســـبه بارهای خاک و فشـــار هیدورا ستاتیکی در صورت عدم ارائه بار خاک در گزارش مکانیکی خاک می با شد. علاوه بر ضوابط این فصل، ضوابط مندرج در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان نیز باید رعایت گردد.

۶-۴-۲ فشارهای جانبی

در طراحی سازه‌های زیر سطح زمین باید نیروی فشار جانبی ناشی از فشار خاک مجاور نیز منظور شود. در صورتی که بار خاک در گزارش مکانیک خاک تهیه شده توسط افراد ذیصلاح ارائه نشده باشد، در آن صورت بارهای خاک تعیین شده در جدول ۶-۴-۱ باید به عنوان حداقل بار طراحی منظور شود. چنانچه خاک مجاور سازه در معرض سربارهای ثابت و یا متحرک قرار گیرد، اثر این سربارها باید در محا سبه فشار خاک بر روی دیوار منظور گردد. زمانی که کل یا قسمتی از خاک مجاور در زیر سطح آزاد آب زیر زمینی قرار داشـته باشـد، محاسـبات باید براسـاس وزن مخصـوص خاک غوطه‌ور به اضـافه فشـار کامل ایستایی آب زیر زمینی صورت گیرد. در مواردی که در مطالعات ژئوتکنیکی به وجود خاک منبسط شونده در محل اشاره شده باشد، فشار جانبی باید براساس نتایج حاصل از آن مطالعات افزایش داده شود.

باتوجه به تصویر روبرو فشار جانبی وارد به یک جداره برابر است با مجموع فشار های ناشی از :

فشار مؤثر خاک + فشار ناشی از سربار + فشار ناشی از آب زیر زمینی

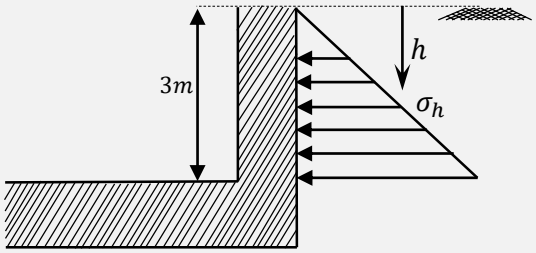


فشار مؤثر خاک و فشار ناشی از سربار برابر با حاصل ضرب فشار یا تنش قائم آنها در ضریبی به نام k می‌باشد که از کتب مربوط به مکانیک خاک بدست می‌آید.

همان طور که در فصل دوم مشاهده شد، این فشارها با نام H به سازه باید اعمال گردد و در ترکیبات بار توضیح داده شده در فصل دوم جهت طراحی اعضا سازه بکار می‌روند.

طبق تو ضیح بند ۶-۴-۲ در صورتی که اطلاعات کافی از بار خاک موجود نبود می‌توان از جدول ۶-۴-۱ جهت تخمین حداقل بار مربوطه ا ستفاده کرد، اما سایر بارها همچون فشار جانبی سیال یا فشار سربار باید توسط محاسب لحاظ گردد.

مثال: مطلوب است بار جانبی فشار خاک وارده به سازه روبرو در صورتی که $k = 0.99$ و خاک از نوع ماسه ای لای دار با وزن مخصوص $15.5\ \frac{kn}{m^3}$ و غیر اشباع باشد.

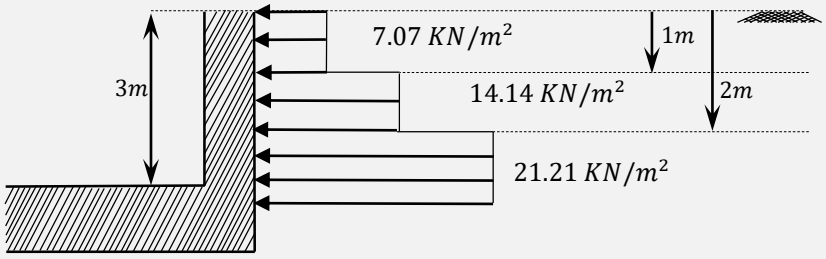


$$\sigma_h = k\sigma_v = k\gamma h = 0.99 \times 15.5 \times h = 15.35h$$

$$\sigma_h(3) = 15.34 \times 3 = 46.02\ \frac{kN}{m^2}$$

مثال: مثال قبل را با جدول موجود در آیین نامه حل کنید.

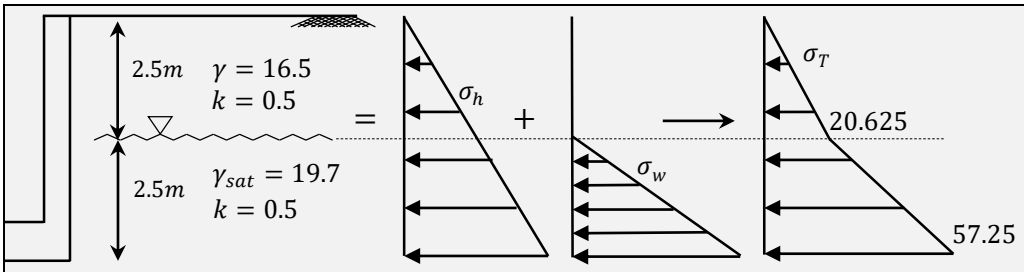
بار طراحی جانبی مخلوط ماسه و لای $7.07\ \frac{KN}{m^2}$ به ازاء هر متر عمق می باشد و به ازاء هر یک متر باید به همان اندازه به مقدار بار داده شده افزوده گردد.



طبق آیین نامه این بار حداقل با وارده به دیوار حائل می‌باشد.

مثال: مقادیر γ و k مربوط به هر لایه خاک روبرو در تصویر نشان داده شده است. مطلوب است فشار جانبی خاک.($\gamma_W = 10\frac{KN}{m^3}$)

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



$\sigma_h = k \times h \quad \rightarrow$

$\sigma_h(2.5) = k \times h = 0.5 \times 16.5 \times 2.5 = 20.625 \ \frac{kN}{m^2}$

$\sigma_h(5) = 20.65 + k\gamma'(5 - 2.5) = 32.25 \ \frac{kN}{m^2}$

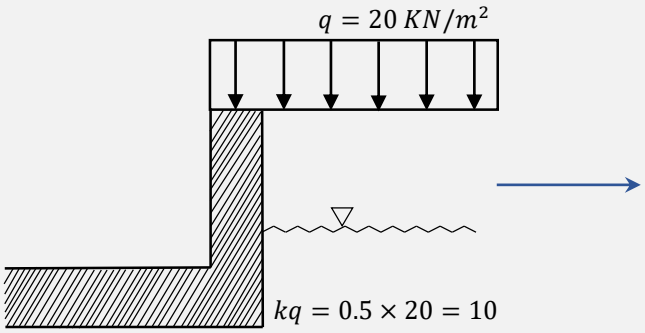
$\sigma_w = \gamma_w \times h_w \quad \rightarrow$

$\sigma_w(2.5) = \gamma_w \times 0 = 0$

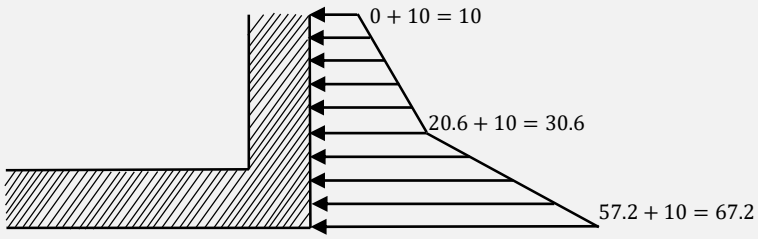
$\sigma_w(5) = 10 \times (5 - 2.5) = 25$

$\therefore \quad \sigma_T = \sigma_h + \sigma_w$

مثال: در صورتی که سرباری معادل $q = 20 \frac{kn}{m^2}$ به سطح خاک مثال قبل افزوده گردد، مطلوب است مقدار فشار جانبی.



باتوجه به اینکه فشار جانبی سربار برابر $\sigma_h = kq$ می‌باشد، مقدار حاصل از آن به نتایج حاصله از مثال قبل افزوده می‌گردد:



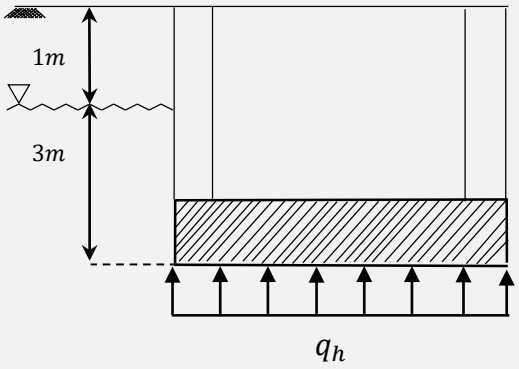
۴-۳-۶ زیر فشار وارد بر کف و شالوده

در طراحی کف زیرزمین و دیگر اجزا مشـابه تقریباً افقی که از پایین‌تر از سـطح زمین قرار دارند، اثر زیر فشار آب زیرزمینی، در صورت وجود، باید به صورت فشار کامل ایستایی بر تمام کف در نظر گرفته شود. بارهای هیدرواستاتیکی باید تا زیر سطح شالوده ساختمان محاسبه شوند. هرگونه بار به سمت بالای دیگر نیز باید در طراحی منظور گردد.

در صورت وجود خاک منبسط شونده در زیر شالوده یا دال بر روی زمین، شالوده، دال و دیگر اجزاء باید برای تحمل حرکات به سـمت بالا طراحی شـده یا در برابر بارهای به سـمت بالا ناشـی از خاک منبسـط شونده مقاومت کنند؛ و یا خاک منبسط شونده برداشته شده یا در زیر و اطراف سازه به خوبی تثبیت گردد.

همانطور که در بند فوق توضیح داده شده است، در طراحی کف زیر زمین‌ها اثر فشار آب زیرزمینی باید بصورت استاتیکی یکنواخت بر تمام کف منظور گردد. مقدار فشار آب هیدرواستاتیکی برابر ارتفاع آب در وزن مخصوص آن می‌باشد.

مثال: مطلوب است، مقدار بار یکنواخت وارده به زیر فنداسیون نشان داده شده. $\gamma_w = 10\,\frac{kN}{m^3}$



$$q_h = \gamma_w \times h_w = 10 \times 3 = 30\ \frac{kN}{m^2}$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

Loads for Buildings and other structures

By:
Bijan Sayyaf Zadeh
Iraj Rasoolan

Editor:
Muhammad Hossein Fayazmehr

connect with us:
@StructCafe
StructCafe@gmail.com

بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویراش ۹۲

فصل پنجم : بارهای زنده

نویسنده :

بیژن سیّاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی :

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

ویراستار :

محمد حسین فیّاض‌مهر

کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

ویرایش اول ۱۳۹۶/۱/۱

۵-فصل پنجم : بارهای زنده

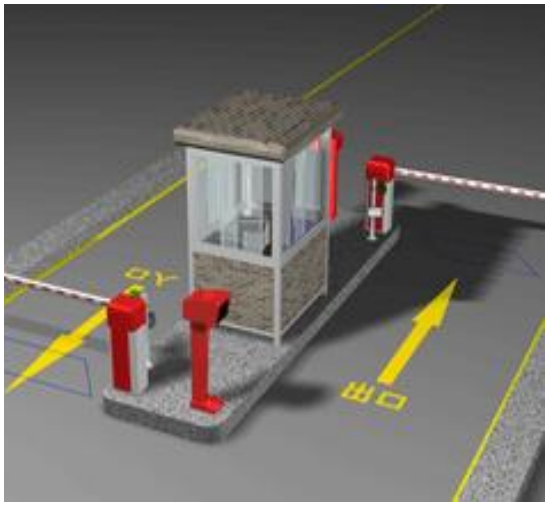
۱-۵-۶ تعاریف

۱-۱-۵-۶ بارزنده: 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.

۲-۱-۵-۶ 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 به صورت دائمی و همیشگی و ثابت نبا شند 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.

۴-۱-۵-۶ 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.

۶-۵-۱-۶ 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.

۶-۵-۱-۷ 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.

۶-۵-۱-۸ 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 زنـده‌ای کـه در طراحـی سـاختمان‌هـا و سـایر سـازه‌هـا بـه‌کـار مـی‌رود، باید بیشـترین بـار مـورد انتظـار بـرای کـاربری مـورد نظـر بـوده و در هـیچ حـالتی از حـداقل بارهـای یکنواخت داده شده درجدول۶-۵-۱ با در نظرگرفتن 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 حالاتی که در آیین نامه اجازه به کاهش L داده شده باشد.

۶-۵-۲-۲ ضوابط دیوارهای تقسیم کننده

درساختمان‌های اداری و یا سایر ساختمان‌هایی که در آنها احتمال استفاده از دیوارهای تقسیم کننده یا جابجایی آنها وجود دارد، باید ضـوابطی برای در نظر گرفتن وزن دیوارهای تقسـیم 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 شـود. در سـاختماهایی که از تیغه‌های سـبک نظیر دیوارهای ساندویچی استفاده می شود، این بار را می‌توان به ۰/۵ کیلونیوتن بر متر مربع کاهش داد، مشروط بر آن که وزن یک متر مربع از این دیوارهای جداکننده و ملحقات آن‌ها از ۰/۴ 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.

استثناء: اگر حداقل بار زنده از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع بیشـتر باشـد، 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 Wp می‌گردد:

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

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:

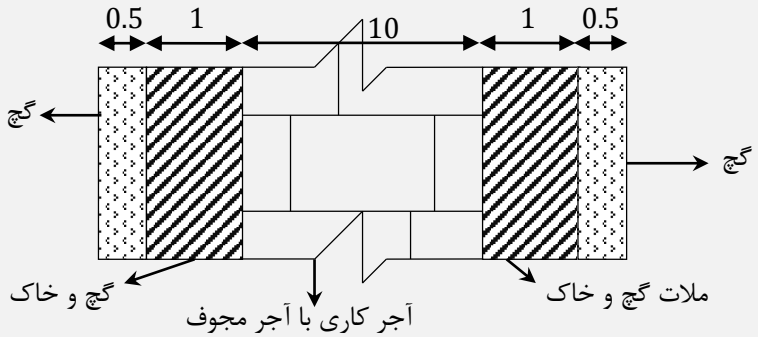
$$if\ W_{1m^2} \leq 40\,\frac{kg}{m^2} \longrightarrow W_p = 50\,\frac{kg}{m^2}$$

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

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

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 درنظر گرفته شود و در همان محلی که ساخته می‌شود بارش اعمال گردد.

مثال: اگر دیتایل 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:

آجرکاری‌باآجرمجوف $= 0.7 \times 1 \times 1 \times 0.1 \times 50 = 59.5$

ملات‌ماسه‌سیمان $= 0.3 \times 1 \times 1 \times 0.1 \times 2100 = 63$

گچ‌وخاک $= 0.02 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1600 = 32$

گچ $= 0.1 \times 1 \times 1 \times 1300 = 13$

وزن‌واحدسطح $= 167.5 \frac{kg}{m^2}$

$\longrightarrow W = 167.5 \times 20 \times 30 = 10050\ kg$

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 می‌شود و به بار زنده کف اضافه می‌گردد.

۳-۲-۵-۶ نامناسب ترین وضع بارگذاری

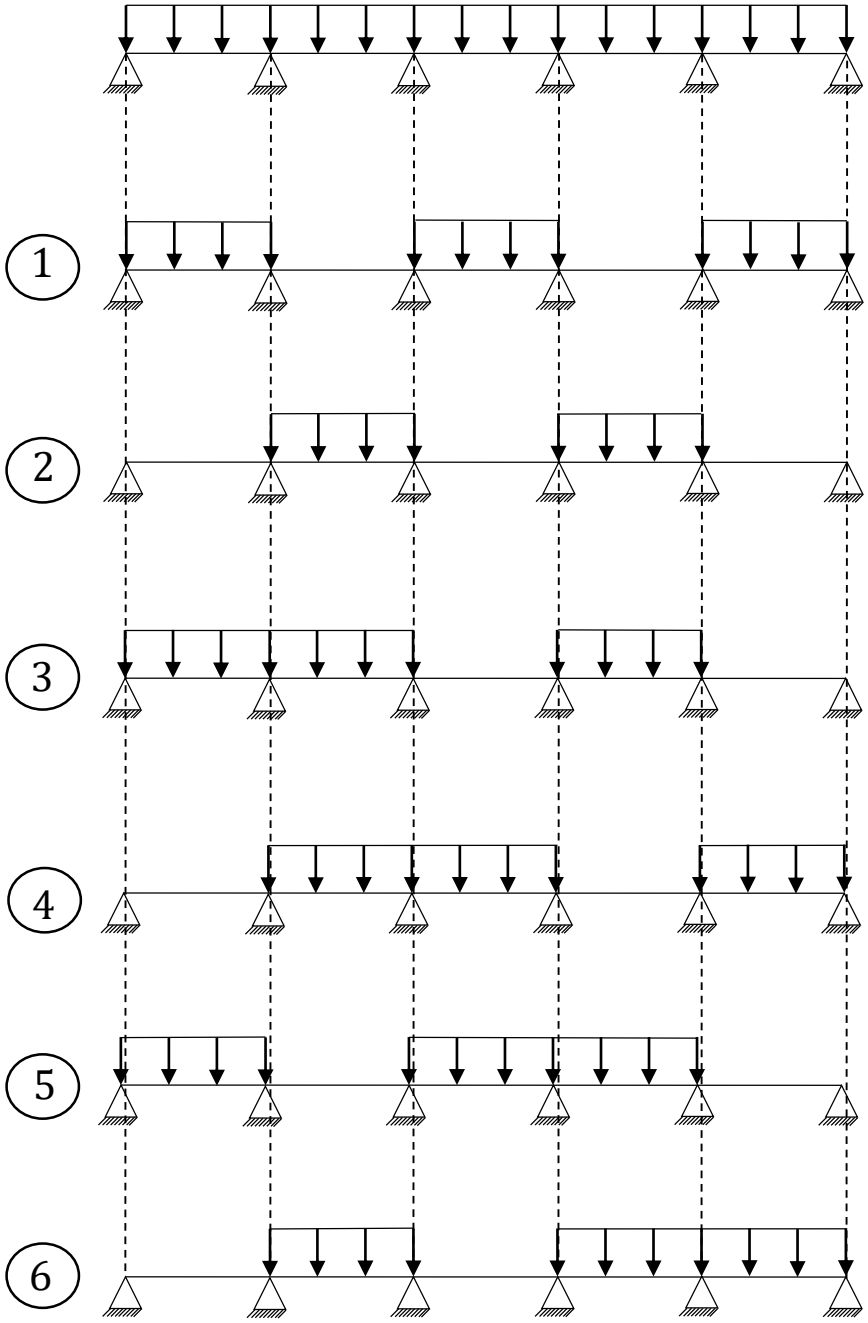
در تیرهای یک سره و در قاب‌های نامعین و در مواردی که بار زنده بیشتر از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع و یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده است، موقعیت قرارگیری بار زنده در دهانه‌های مختلف باید طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر مورد نظر را در عضو سازه‌ای ایجاد نماید. برای این منظور کافی است علاوه بر قرار دادن حالت بار زنده درتمام دهانه‌ها، حالت‌های بار گذاری زیر نیز در نظر گرفته شوند:

الف) قرار دادن بار زنده در دوهانه مجاور هم

ب) قرار دادن بار زنده در دهانه‌های یک در میان

باتوجه به این که بارهای زنده بارهای غیر دائمی هستند و احتمال قرار گیری این بارها در وضعیت‌های نامطلوب وجود دارد، در صورتی که مقدار بار زنده قابل توجه باشد (بیشتر از $400 \frac{kg}{m^2}$ یا بیشتر از 1.5 برابر بار مرده) باید این وضعیت های نا مطلوب در نظر گرفته شوند.اما توجه به این مطلب بسیار مهم است که تنها در قاب‌های نامعین یا قاب‌های با اتصالات خمشی که بار زنده در طول تیر بصورت یکسره اعمال می‌گیردد نیاز به این بررسی می‌باشد و در قاب‌های ساختمانی ساده چنین بررسی نیاز نمی‌باشد برای این منظور باید بار زنده یکسره را در حاتی که تنها یک در میان اعمال می‌گردد و در حالتی که دوهانه متوالی اعمال گردیده است را جدگانه تحلیل و برای این حالت طرح را کنترل کرد.

در زیر نمونه‌ای از حالات بارگذاری بار زنده برای یک تیر یکسره به نمایش در آمده است :

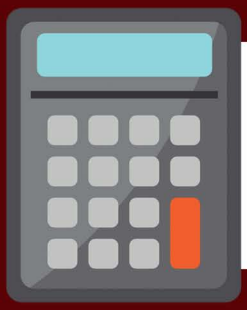


۳-۵-۶ بار زنده متمرکز:

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 شـــده در جدول ۶-۵-۱ ، هرکدام که منجر به آثار[1]بزرگ‌تری شـــوند را به‌نحوی ایمن تحمل نمایند. در صـــورت مشـــخص نبودن ابعاد بار متمرکز، بار وارده می‌بایســـت بصـــورت

[1] به مبحث ششم مقررات ملی ساختمان برای استفاده از جدول فوق مراجعه شود.

ICIVIL



فیلم های آموزشی آمادگی آزمون محاسبات

icivil.ir/nezam

- بیش از ۹۰ ساعت آموزش ویدئویی برای آمادگی آزمون محاسبات
- بدون نیاز به شرکت در کلاسهای حضوری و پرداخت هزینه های سنگین
- تطابق حداقل ۹۰درصدی با نکات آزمون اصلی
- شبیه سازی کلاس درس در قالب فیلم آموزشی
- آموزش همه نکات مربوط به مباحث آزمون
- دسترسی همیشگی به فیلم آموزشی برای مرور مطالب در هر زمان و مکان
- تدریس اختصاصی مهندس مستوفی مدرس کلاسهای آزمون نظام مهندسی
- پشتیبانی محتوا توسط مدرس دوره از طریق تلگرام
- آپدیت رایگان مجموعه تا ۲ سال پس از خرید

مشاهده سرفصل ها و دانلود نمونه های رایگان ...

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

یکنواخت برروی 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 ۶-۵-۱ را می‌توان بر طبق ملاحظات بندهای ۶-۵-۷-۲ الی۶-۵-۷-۶ کاهش داد.

۶-۵-۷-۲ کاهش در بار زنده یکنواخت

با در نظر گرفتن محدودیت‌های ارائه شده در بندهای ۶-۵-۷-۳ الی ۶-۵-۷-۶ 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 می کنند، 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:

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

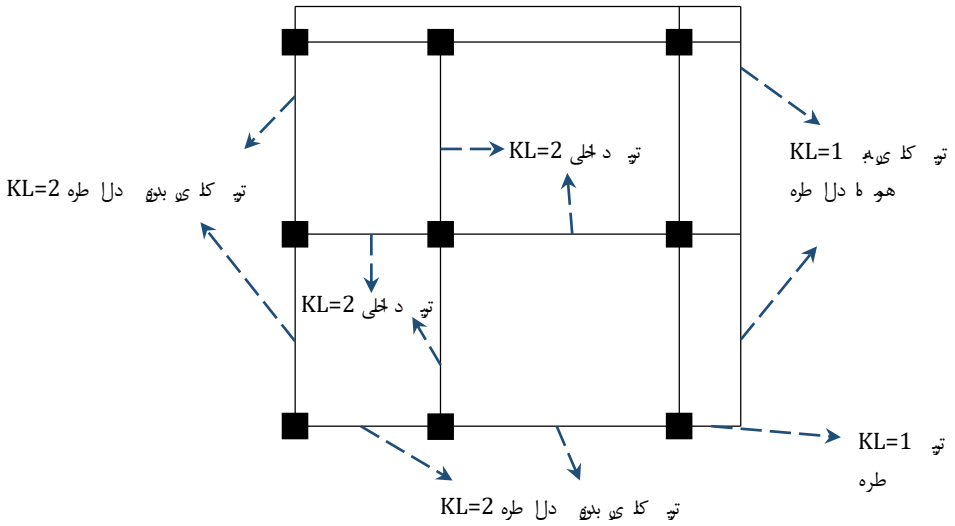
که اگر این مقدار از $0.5L_0$ کمتر شد باید برابر همان $0.5L_0$ در نظر گرفت.

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

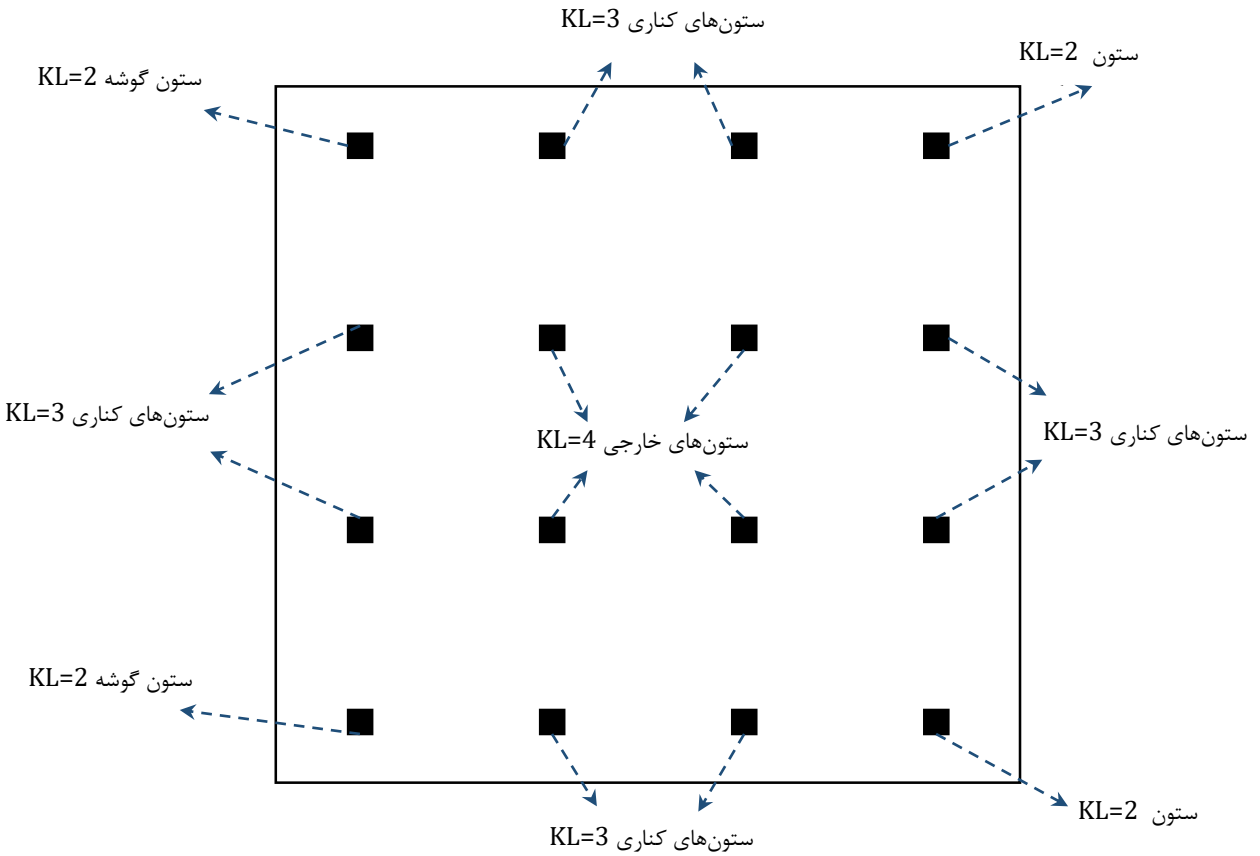
جدول ۶-۵-۲ ضریب عضو برای بار زنده K_{LL}

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:	
	۷-۱ تیر کناری با دال طره‌ای،	۱
	۷-۲ تیر طره‌ای	۱
	۷-۳ دال یک طرفه	۱
	۷-۴ دال دو طرفه	۱
	۷-۵ اعضایی که فاقد ضابطه انتقال پیوسته برش در جهت عمود بر دهانه خود باشند	۱

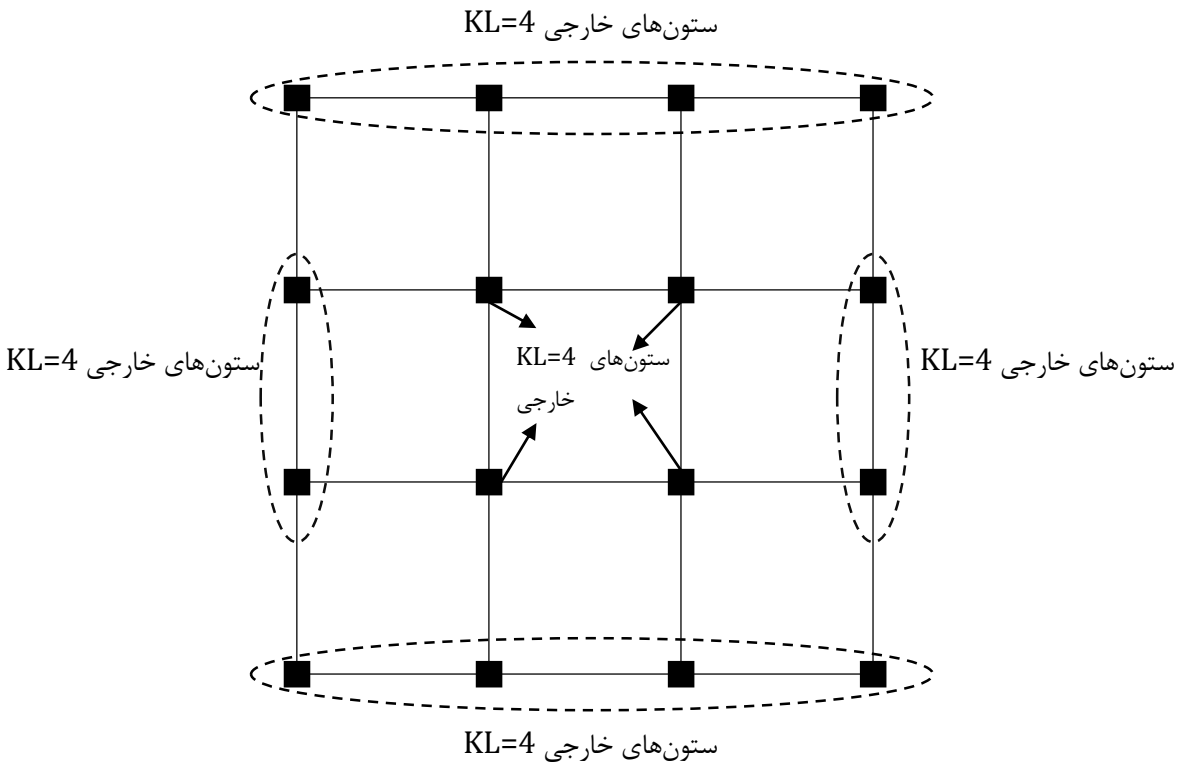
در ادامه مقادیر فوق بصورت مصور نمایش داده شده است :



شکل ۱- مقادیر مربوط به تیرها

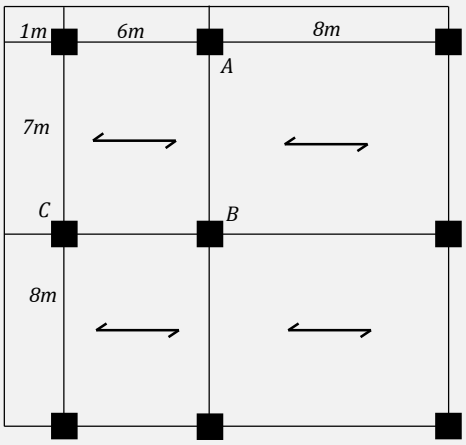


شکل ۲- مقادیر مربوط به ستون‌های با دال طره‌ای



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 می باشد لذا $K_{LL} = 2$ می‌باشد.

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

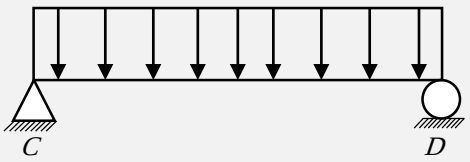
$$A_T = \left(\frac{8}{2} + \frac{6}{2}\right) \times 7 = 49m^2$$

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

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

بارگذاری تیر فوق برابر می‌گردد با:

$$142.32 \times \left(\frac{8}{2} + \frac{6}{2}\right) = 996.3\frac{kg}{m}$$



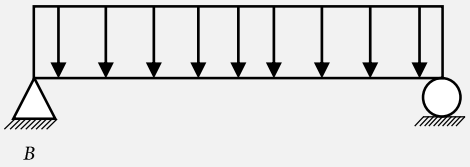
تیر BC تیر کناری با دال طره می‌باشد لذا $K_{LL} = 2$:

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

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

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

$$200 \times \left(\frac{6}{2}+1\right) = 800\frac{kg}{m}$$



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.

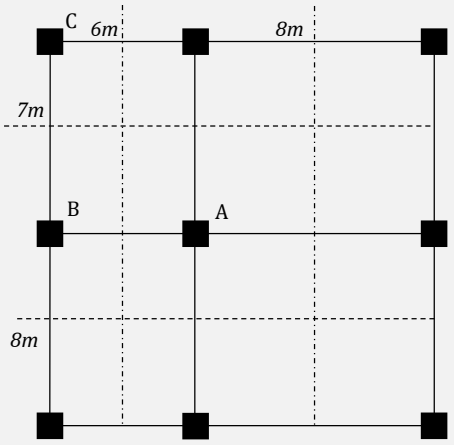
مثال): سطح بارگیر ستون‌های A و B و C را در یک طبقه محاسبه نمایید. اگر ساختمان ۵ طبقه با شد سطح بارگیر کل و میزان بار زنده کاهش یافته برای هر ستون‌های طبقه همکف را محاسبه نمایید. ($L_0 = 200\frac{kg}{m^2}$ $L_r = 150\frac{kg}{m^2}$)

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[1] 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:

[1] 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.

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

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

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

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

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

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

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

$$PL_A = 168 \times 100 = 18600\, kg$$

$$PL_B = 72 \times 103.86 = 7478\, kg$$

$$PL_A = 30 \times 133.44 = 4003.2\, kg$$

۶-۵-۷-۳ بارهای زنده سنگین

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

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

۶-۵-۷-۴ محل عبور و یا پارک خودروهای سواری

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

ا ستثناء: کاهش بارهای زنده اعضایی 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 $500\,\frac{kg}{m^2}$ 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 گرددف همانند روابط ارئه شده در قبل می‌توان بار زنده را کاهش داد اما میزان کاهش بار نباید از ۲۰ درصد بیشتر شود.

۶-۵-۷-۵ محل اجتماع و ازدحام

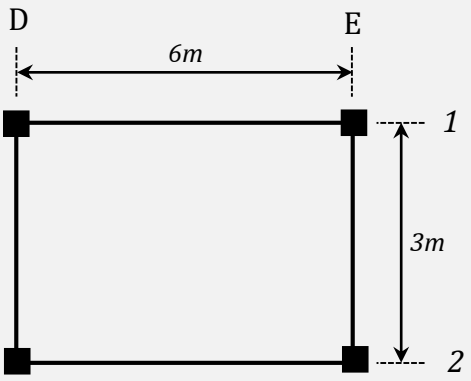
بار زنده محل‌های اجتماع و ازدحام کاهش نمی‌یابد.

۶-۵-۷-۶ محدودیت‌های مربوط به دال‌های یک‌طرفه

سطح بارگیر A_T باری دال‌های یک طرفه از حاصلضرب دهانه دال در عرضی برابر با ۱/۵ 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 $A_T = 3 \times \min(6m, 1.5 \times 3) = 3 \times 4.5 = 13.5\ m^2$ 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 کنترل کننده در فصل دو، هرکدام که بیشتر باشد، طراحی می شوند. در سازه هایی 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.

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \qquad 0.6\,\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \le L_r \le 1.5\,\frac{kN}{m^2}$$

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:

$$R_1 = \begin{cases} 1 & A_T \le 18\,m^2 \\ 1.2 - 0.011A_T & 18\,m^2 \le A_T \le 54\,m^2 \\ 0.6 & A_T \ge 54\,m^2 \end{cases}$$

که در آن A_T سطح بارگیر عضو (برحسب مترمربع) می‌باشد. برای بام‌های شیبدار، با شیب S (به درصد) ضریب R_2 از رابطه ۶-۵-۴ محاسبه می‌شود.

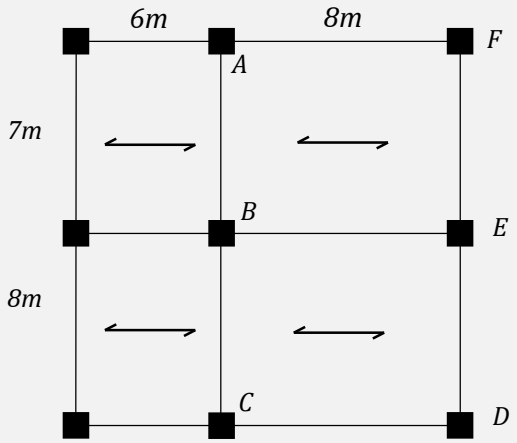
$$R_2 = \begin{cases} 1 & S \le 33 \\ 1.2 - 0.006S & 33 \le S \le 100 \\ 0.6 & S \ge 100 \end{cases}$$

برای بام‌های قوسی یا گنبدی، مقدار S برابر با حاصل ضرب ۲۶۶/۶ در نسبت ارتفاع به طول دهانه آن‌ها می‌باشد.

۳-۸-۵-۶ بام‌های دارای کاربری ویژه

برای بام‌هایی که محل اجتماع و ازدحام بوده و دارای کاربری‌های خاصی چون باغچه پشت بام و غیره می‌باشند، می‌توان بارهای زنده یکنواخت آن‌ها را طبق ضوابط بخش ۶-۵-۸ کاهش داد.

مثال): بار زنده بام روبرو برابر با ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مربع می‌باشد. برای تیرهای مشخص شده بار زنده کاهش یافته را محاسبه کنید.



$A - B$:

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

@StructCafe | مبحث ششم مقررات ملی ساختمان

$\rightarrow \quad R_1 = 1.2 - 0.0111 \times A_T = 1.2 - 0.0111 \times 49 = 0.656 \xrightarrow{S=0} R_2 = 1$

$\rightarrow \quad L_r = R_1 R_2 L = 0.656 \times 1 \times 150 = 98.4 \frac{kg}{m^2}$

$\rightarrow \quad 60 < L_r = 98.4 \leq 150 \ \ ok$

$B - C$:

عرض بارگیر $b = \left(\frac{6}{2} + \frac{8}{2}\right) = 7 \rightarrow A_T = 4 \times 7 = 28m^2 \rightarrow$

$R_1 = 1.2 - 0.0111 \times A_T = 1.2 - 0.0111 \times 28 = 0.889 \xrightarrow{S=0} R_2 = 1$

$\rightarrow L_r = R_1 R_2 L = 0.889 \times 1 \times 150 = 133.4 \frac{kg}{m^2}$

$\rightarrow \qquad 60 < L_r = 133.4 \leq 150 \ \ ok$

$D - E$:

عرض بارگیر $b = \left(\frac{8}{2}\right) = 4m \longrightarrow A_T = 4 \times 4 = 16m^2 \rightarrow$

$R_1 = 1 \xrightarrow{S=0} R_2 = 1 \longrightarrow L_r = R_1 R_2 L = 1 \times 1 \times 150 = 150 \frac{kg}{m^2} \quad \rightarrow$

$\rightarrow \qquad 60 < L_r = 133.4 \leq 150 \ \ ok$

$E - F$:

عرض بارگیر $b = \left(\frac{8}{2}\right) = 4m \longrightarrow A_T = 4 \times 7 = 28m^2$

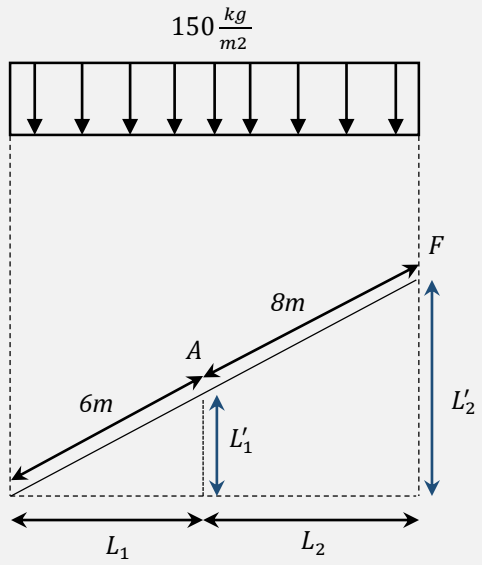
$\rightarrow \quad R_1 = 1.2 - 0.0111 \times A_T = 1.2 - 0.0111 \times 28 = 0.889 \xrightarrow{S=0} R_2 = 1 \quad \rightarrow$

$L_r = R_1 R_2 L = 0.889 \times 1 \times 150 = 150 \frac{kg}{m^2}$

$\rightarrow \qquad 60 < L_r = 133.4 \leq 150 \ \ ok$

مثال): اگر در مثال قبل شیب سقف 40 ٪ باشد، بار زنده کاهش یافته تیر AB را مشخص کنید.

نمای جانبی سقف مورد نظر به‌صورت روبه‌رو می‌باشد و بار زنده اعمال شده برای سقف‌های شیب دار در واحد سطح افقی می‌باشد.



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

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

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

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

عرض بارگیر تیر AB در پلان:

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

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

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

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

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

Loads for Buildings and other structures

By:
Bijan Sayyaf Zadeh
Iraj Rasoolan

Editor:
Muhammad Hossein Fayazmehr

connect with us:
@StructCafe
StructCafe@gmail.com

بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویراش ۹۲

فصل هفتم: بار برف

نویسنده :

بیژن سیّاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی :

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

ویراستار :

محمد حسین فیّاض‌مهر

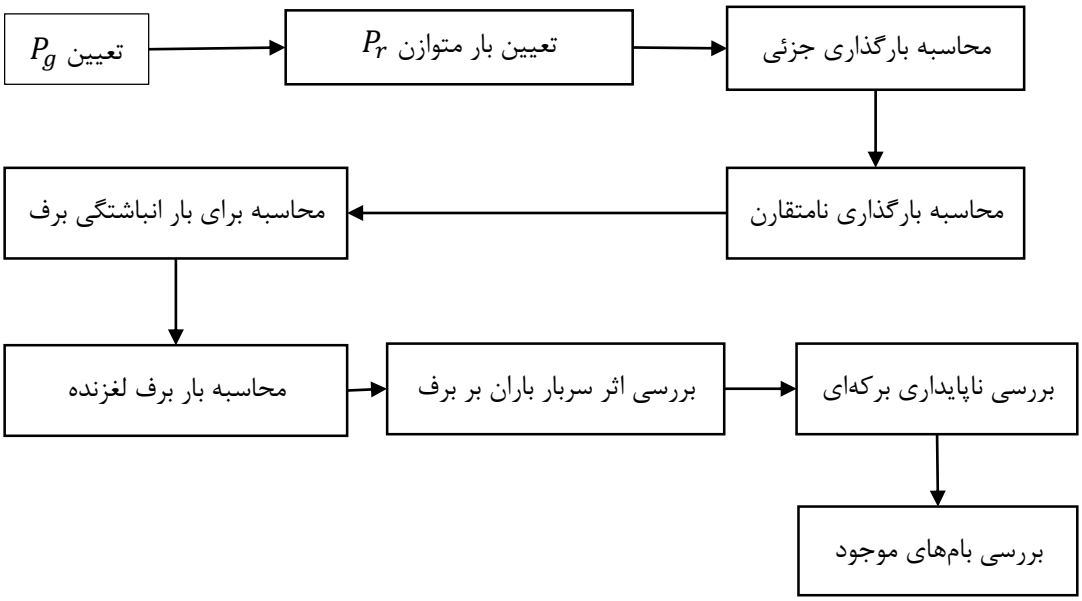
کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

ویرایش اول ۱۳۹۶/۱/۱

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۷- فصل هفتم: بار برف

بار برف در حالات مختلفی چون : متوازن، جزئی، نامتوازن، انبا شتگی و لغزندگی می‌تواند اعمال گردد که باید تمامی این حالات در نظر گرفته شــود و بحرانی‌ترین آنها به ســازه باید اعمال گردد. در فلوچارت زیر مسیر بررسی بار برف یک ساختمان تشریح شده است.



۷-۱-بار برف بام

بار برف بام برای هر متر مربع تصویر افقی بام مطابق آیین نامه برابر با P_r می‌باشد که برابر است با:

$$P_r = 0.7C_sC_tC_eI_sP_g$$

که در آن P_g بار برف زمین می‌با شد که باتوجه به جدول ۶-۷-۱ مبحث ش شم منطقه بندی شهر مورد نظر مشخص می‌گردد و باتوجه به شماره منطقه مقدار بار برف زمین P_g از جدول زیر بدست می‌آید:

منطقه	$P_g\left(\frac{kg}{m^2}\right)$
۱	۲۵
۲	۵۰
۳	۱۰۰
۴	۱۵۰
۵	۲۰۰
۶	۳۰۰

سایر ضرائب موجود در رابطه فوق (P_r) در ادامه تشریح می‌گردد.

۲-۷- ضریب اهمیت (I_s) :

مطابق با مبحث ششم مقررات ملی، ضریب اهمیت براساس گروه خطر پذیری ساختمان که از جدول ۶-۱-۱ آن مبحث بدست می‌آید، بدین شرح است:

گروه خطر پذیری	I_s
۱	۱/۲
۲	۱/۱
۳	۱
۴	۰/۸

۳-۷- ضریب برفگیری (C_e):

جهت تعیین این ضـــریب در ابتدا نیاز به مشـــخص نمودن گروه برف‌گیری یا برف‌ریزی بام و همچنین تعیین گروه ناهمواری محیط می‌باشد. هر یک از گروه‌های فوق در ادامه شرح داده شده‌اند :

تعیین گروه برف‌گیری :

الف) حالت برف‌ریز : این حالت زمانی اســـت که بام بالاتر از محیط اطراف خود باشـــد و محافظتی از اطراف برای جلوگیری از ریزش برف نمی‌باشـــد. در صـــورت برقراری یکی از حالات زیر بام برف‌ریز نمی‌باشد :

۱- در روی بام واحدهای تاسیساتی بزرگ مستقر باشد.

۲- ارتفاع دست‌انداز بام یا برجستگی بام بیشتر از h_b باشد :

$$h_b = \frac{P_r}{\gamma}$$

$$\gamma = 0.34P_g + 2.2 \qquad \left(\frac{kN}{m^2}\right)$$

۳- موانع اطراف بام در فاصله‌ای کمتر از $10 \times h_0$ باشد.

h_0 = فاصله قائم بالاترین ارتفاع مانع مورد بررسی تا بام مورد نظر

ب) بام برف‌گیر : اگر بامی از تمامی جهات اطرافش پایین‌تر از موانع اطراف با موانع متصـــل باشـــد، آن بام برف‌گیر است.

پ) بام نیمه برف‌گیر : آن بامی که نه برف‌گیر با شد و نه برف‌ریز با شد، بام نیمه برف‌گیر ا ست. یعنی بامی که شامل دوحالت قبل نبا شد و نه از تمامی اطراف برف‌گیر با شد (از تمامی بام‌های مجاور خود پایین‌تر نبا شد و تنها از برخی از آنها پایین‌تر و از برخی دیگر بالاتر با شد) و نه برف‌ریز با شد (یکی از حالات قید شده در بند الف در مورد آن صادق باشد)

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

تعیین گروه ناهمواری محیط :

الف) زیاد : اگر ساختمان مورد بررسی در محیط شهری و یا حومه شهری و یا درون باغ یا جنگل و یا در کل محیط‌هایی که شامل ناهمواری و موانع متعدد و متراکم با ارتفاع ۹ متر و یا بیشتر باشد.

ب) متوسط : محیط با موانع پراکنده و متراکم با ارتفاع عموماً کمتر از ۹ متر

ج) کم : محیط‌های مستوی بدون موانع از قبیل دریاف دریاچه، باتلاق و نمکزار

با مشخص شدن دو دسته بندی فوق، ضریب C_e از جدول زیر بدست می‌آید:

گروه ناهمواری	بام برف ریز	بام نیمه برف ریز	بام برف گیر
زیاد	۰/۹	۱	۱/۲
متوسط	۰/۹	۱	۱/۱
کم	۰/۸	۰/۹	۱

۷-۴- ضریب شرایط دمائی(C_t)

ضریب شرایط دمایی ساختمان با توجه به جدول زیر بدست می‌آید. بدیهی است هرچه ساختمان ماهیت سردتری داشته باشد، اثرات یخ زدگی برف و ماندگاری برف و به تبع آن بار برف بیشتر خواهد شد.

تمام ساختمان‌ها به جز موارد زیر	۱/۰
سازه‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی گراد نگه‌داری می‌شوند	۱/۱
سازه‌های با زیر بام باز و سازه‌های بدون گرمایش	۱/۲
سازه‌هایی که همیشه دمای آن‌ها زیر صفر درجه نگهداشته می‌شود	۱/۳

۷-۵- ضریب شیب (C_s)

الف) بام مسطح :

باتوجه به زاویه شیب بام‌های مسطح α ضریب C_s برابراست با :

$$C_s = 1 \qquad \alpha \le \alpha_0$$

$$C_s = 1 - \frac{C_s - \alpha_0}{70 - \alpha_0} \qquad \alpha_0 < \alpha < 70^o$$

$$C_s = 0 \qquad \alpha \ge 70^o$$

ضریب α_0 باتوجه به C_t به شرح زیر مشخص می‌گردد :

اگر سطح بام لغزنده باشد:

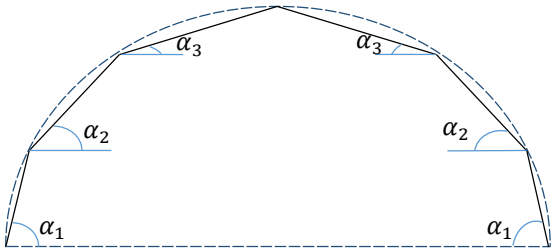
$C_t = 1 \quad \rightarrow \quad \alpha_0 = 5^o$
$C_t = 1.1 \quad \rightarrow \quad \alpha_0 = 10^o$
$C_t > 1.1 \quad \rightarrow \quad \alpha_0 = 15^o$

اگر سطح بام غیر لغزنده باشد:

$C_t = 1 \quad \rightarrow \quad \alpha_0 = 30^o$
$C_t > 1 \quad \rightarrow \quad \alpha_0 = 45^o$

ب) بام قوسی :

برای بام‌های قوسی نیز در گام اول هر نیم قوس را به چند ضلعی تنبدیل می‌کرده (حداقل ۳ ضلع) و برای هر ضیع باتوجه به شیب آن ضلع ضریب C_s همانند روال بام‌های مسطح محاسبه می‌گردد:



ج) برای بام‌های کنگره‌ای و شیب دار دندانه‌ای ضریب شیب C_s برابر با یک برای کلیه سطوح آن می‌باشد.

د) در صورتی که بام طره دا شته با شیم با برف در ناحیه طره با $C_s = C_t = 1$ باید گرفته شود و P_r برای این ناحیه باید با ضریب ۲ بکار رود. طول این بار را لازم نیست بیشتر از ۱/۵ متر در نظر گرفت.

۶-۷- بارگذاری جزئی

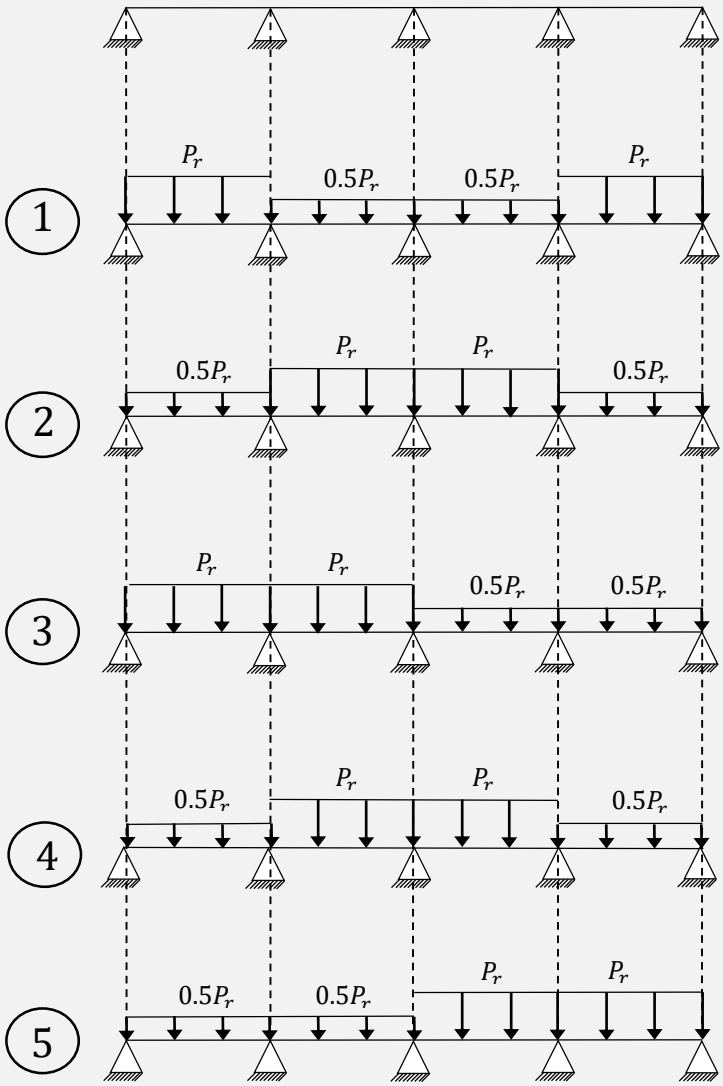
اثر لحاظ بار برف متوازن P_r، فقط بر روی برخی دهانه‌ها و مقدار $0.5P_r$ برای سایر قسمت‌ها باید بررسی شود. برای تیرهای ممتد چنددهانه، سه حالت زیر در نظر گرفته می‌شود:

- بارکامل متوازن برف بر روی هریک دهانه‌های انتهایی و نیم بار متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- نیم بار متوازن برف بر روی هریک از دهانه‌های انتهایی و بار کامل متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- تمام ترکیب‌های ممکن بار کامل متوازن بر روی دو دهانه مجاور و نیم بار متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- طره‌ها نیز یک دهانه جداگانه درنظر گرفته شوند.
- برای تیرهای عمود بر راس سقف‌های شیب دار دوطرفه با شیب بیشتر از ۴٪ درنظر گرفتن این حالت بارگذاری ضروری نمی‌باشد.

[۱] در صورتی که تعداد دهانه‌های موجود n دهانه باشد، جهت درنظر گرفتن این بند $(n-1)$ حالت بارگذاری بوجود خواهد آمد.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

مثال): حالات بارگذاری جزئی را برای تیر ممتد روبه‌رو تعیین کنید.



مثال : مقدار بار برف را برای ساختمانی بدون جانپاه و بالاتر از ساختمان‌های مسکونی در شهر بانه بدست آورید.

حل :

با توجه به اینکه طبق جدول داده شده توسط آیین‌نامه، بانه در منطقه ۵ قرار دارد لذا :

$$p_g = 200\left(\frac{kg}{m^2}\right)$$

ساختمان برف ریز و در گروه ناهمواری زیاد :

$$C_e = 0.9$$

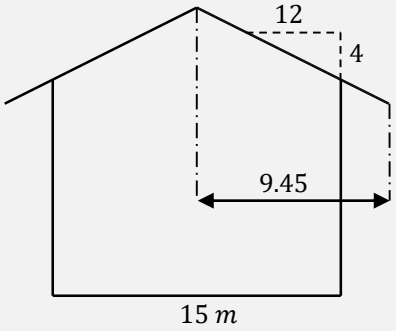
$C_t = 1$

ساختمان گروه ۳ می‌باشد لذا $I_S = 1$ بوده پس :

$\alpha = 0 \longrightarrow C_s = 1$

$P_r = 0.7 \times 1 \times 1 \times 0.9 \times 1 \times 200 = 126 \frac{kg}{m^2}$

مثال : بار برف متوازن سوله روبرو را بیابید . ($C_e = 1.1$ و $P_g = 50 \frac{kg}{m^2}$ و $I_s = 1$) توجه شود که سوله محصور نمی‌باشد و با دیوار محیطی پوشیده نشده است. سقف بام غیر لغزنده می‌باشد.



حل:

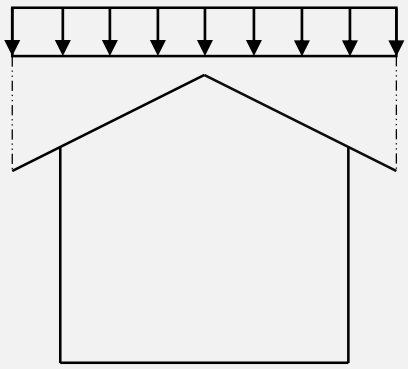
سازه با زیر بام باز می‌باشد لذا :

$C_t = 1.2$

$$\begin{cases} \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4}{12}\right) = 18.4° \\ \text{بام غیر لغزنده } \alpha_0 = 45° \end{cases} \longrightarrow \alpha < \alpha_0 \longrightarrow C_s = 1$$

$\longrightarrow P_r = 0.7 C_e C_s C_t I_s P_g = 0.7 \times 1 \times 1.1 \times 1.2 \times 1 \times 50 = 46.2 \frac{kg}{m^2}$

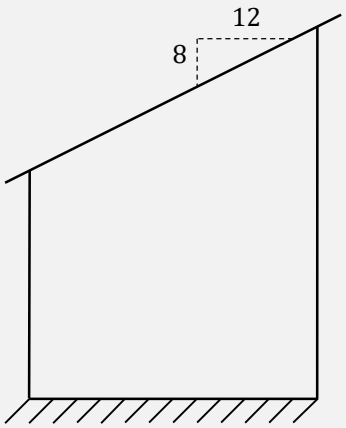
$P_r = 46.2 \frac{kg}{m^2}$



www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

حل : مطلوب است بار برف متوازن ساختمان روبرو؟

($P_g = 150\frac{kg}{m^2}$) و ســـاختمان در محیط شـــهری و برف‌گیر و با کاربری عادی می‌باشـــد. ($I_s = 1$) .بام ساختمان لغزنده می‌باشد.



حل:

ســـاختمان در محیط شـــهری می‌باشـــد لذا گروه ناهمواری زیاد انتخاب می‌گردد. باتوجه به برف‌گیر بودن ساختمان از جدول داده شده داریم :

$C_e = 1.2$

باتوجه به عادی بودن کاربری ساختمان نتیجه می‌شود :

$C_t = 1$

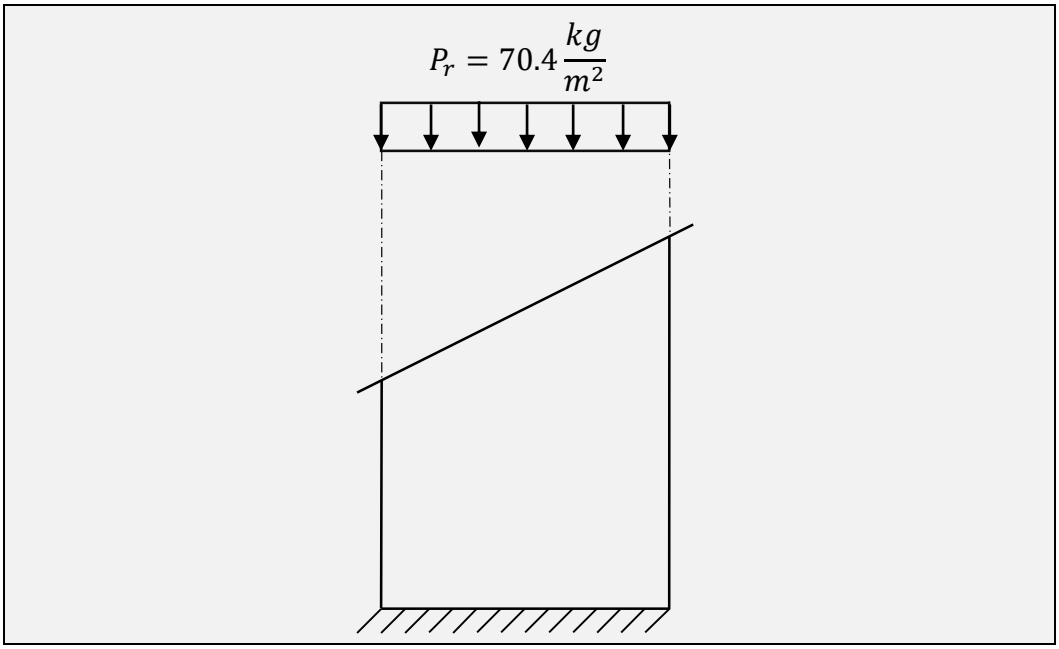
جهت محاسبه اثر شیب ساختمان داریم :

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{8}{12}\right) = 33.69°$$

$$C_t = 1 \xrightarrow{\text{بام لغزنده}}$$

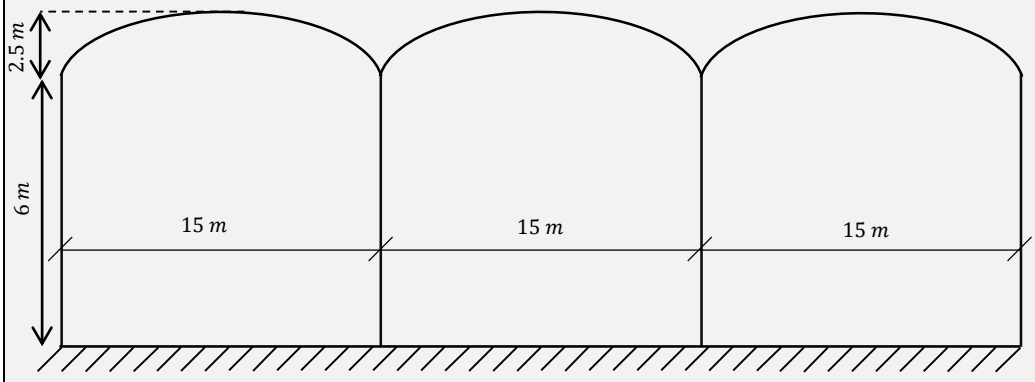
$$\alpha_0 = 5° \longrightarrow \alpha_0 < \alpha < 70° \longrightarrow C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} = 1 - \frac{33.69 - 5}{70 - 5} = 0.59$$

$$\longrightarrow P_r = 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g = 0.7 \times 0.559 \times 1 \times 1.2 \times 1 \times 150 = 70.4\frac{kg}{m^2}$$



مثال : مطبوب است بارگذاری برف متوازن سقف روبرو:

$\left(I_s = 1 \text{ و } P_g = 100 \frac{kg}{m^2} \text{ و } C_e = 1.1 \; C_t = 1.1\right)$

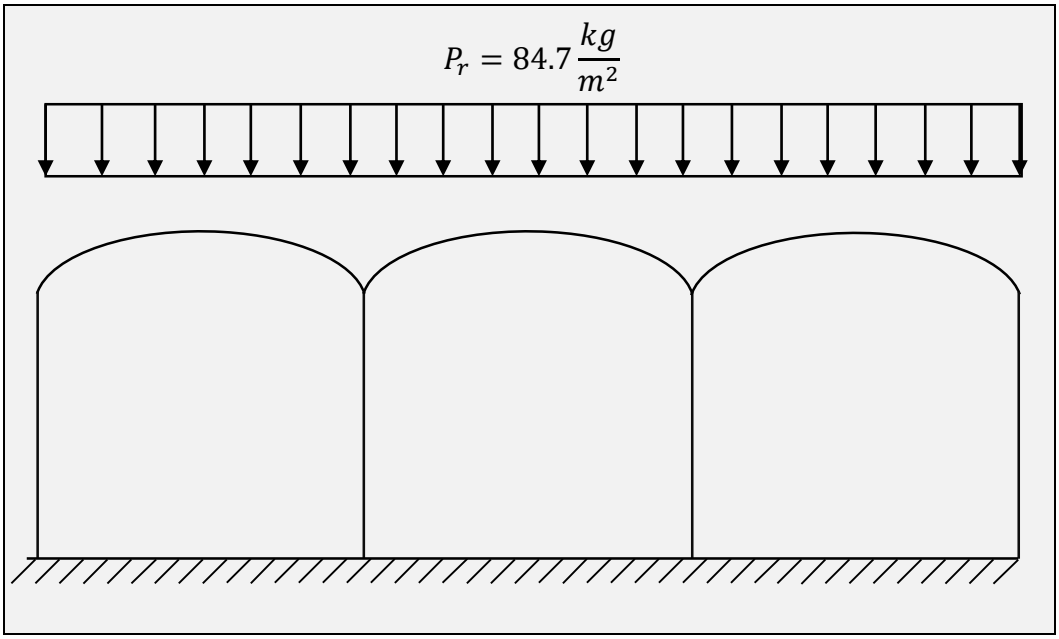


حل:

سقف فوق سقف گنگره‌ای می‌باشد، لذا برای آن $C_s = 1$ در نظر گرفته می‌شود:

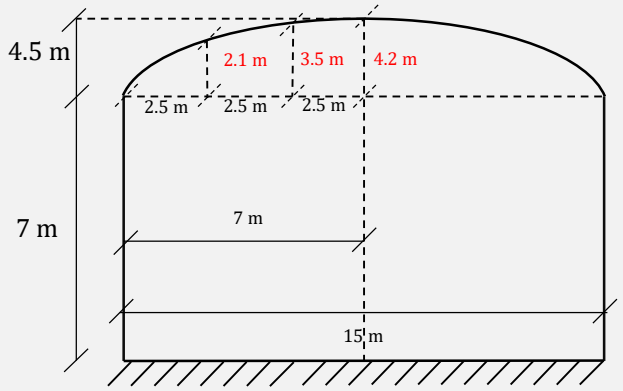
$$P_r = 0.7 \times 1.1 \times 1.1 \times 1 \times 1 \times 100 = 84.7 \frac{kg}{m^2}$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



مثال : مطلوب است بار متوازن شکل روبرو؟ مخزن جهت مواردی است که دمای آن زیر صفر باشد.

$\left(I_s = 1.1 \text{ و } P_g = 200 \frac{kg}{m^2} \text{ و } C_e = 1.2\right)$

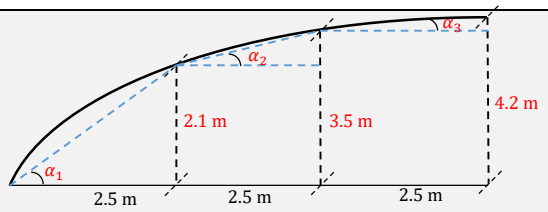


حل:

باتوجه به دمای مخزن:

$C_t = 1.3$

جهت محاسبه ضریب شیب (C_s) زوایای مخزن را در ۳ بازه محاسبه می‌کنیم:



$$C_t > 1.1 \longrightarrow \alpha_0 = 15°$$

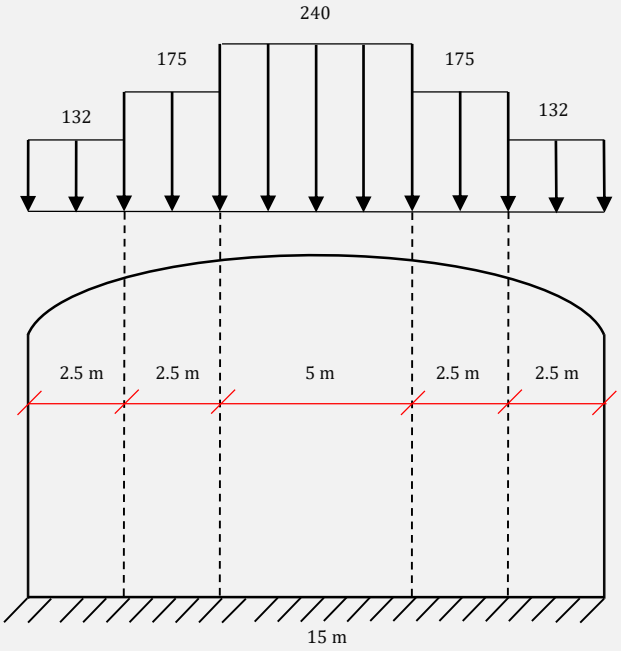
$$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{2.1}{2.5}\right) = 40 > \alpha_0 \longrightarrow C_s = 1 - \frac{40-15}{70-15} = 0.55$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{1.4}{2.5}\right) = 30° > \alpha_0 \longrightarrow C_s = 1 - \frac{30-15}{70-15} = 0.73$$

$$\alpha_3 = \tan^{-1}\left(\frac{0.7}{2.5}\right) = 15° = \alpha_0 \longrightarrow C_s = 1$$

$$\longrightarrow P_r = 0.7 \times C_s C_t C_e I_s P_g = 0.7 \times 1.3 \times 1.3 \times \begin{Bmatrix} 0.55 \\ .73 \\ 1 \end{Bmatrix} \times 1.1 \times 200$$

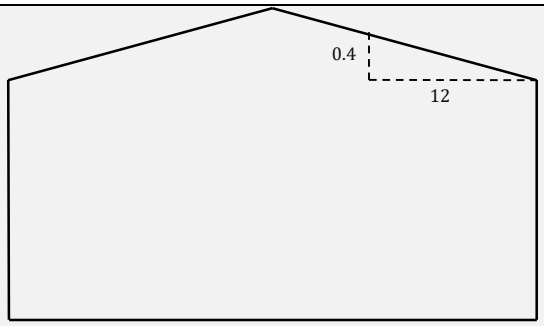
$$\longrightarrow P_r = \begin{Bmatrix} 132 \\ 175 \\ 240 \end{Bmatrix} \frac{kg}{m^2}$$



مثال : بار برف متوازن سازه نشان داده شده را بدست آورید؟ بام غیرلغزنده می‌باشد.

$$\left(C_t = 1 \text{ و } I_s = 1 \text{ و } P_g = 100\,\frac{kg}{m^2} \text{ و } C_e = 1\right)$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



حل:

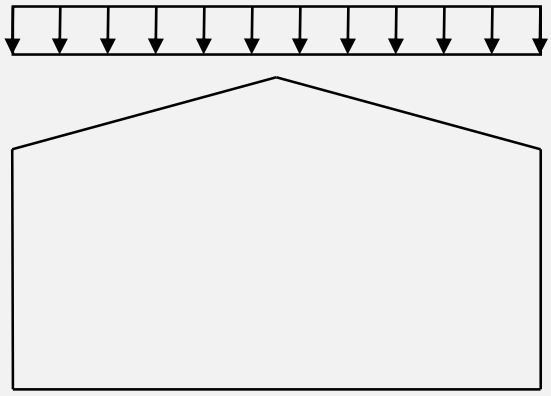
$$C_t = 1 \xrightarrow{\text{بام غیر لغزنده}} \alpha_0 = 30°$$

شیب سقف برابر است با:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{0.4}{12}\right) = 2° \quad < \alpha_0 = 30° \longrightarrow C_s = 1$$

$$\longrightarrow P_r = C_s C_t C_e I_s P_g = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 100 = 700$$

$$P_r = 700 \frac{kg}{m^2}$$



۷-۷- بارگذاری نامتوازن

با توجه به امکان وجود وزش باد در هنگام بارش برف، بســـته به جهت وزش باد توزیع بار برف غیر یکنواخت می‌گردد و این ناهمگنی در توزیع بار می‌تواند کنترل کننده و بحرانی گردد. در این بخش ضوابط مربوط به بارگذاری نامتقارن جهت در نظر گرفتن اثر توضیح داده شده شرح داده شده است.

بارگذاری متوازن و نامتوازن برف جداگانه در نظر گرفته می‌شـــود. درتعیین بار متوازن امکان وزش باد از تمام جوانب باید بررسی شود.

۱-۷-۷- بار نامتوازن برف برای بام‌های با شیب دو یا چند طرفه

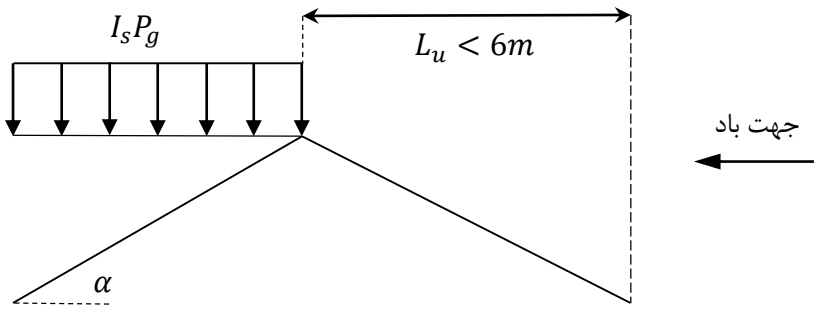
در نظر گرفتن بار نا متوازن برف برای بام‌های با شیب کمتر از ۴ درصد و شیب بیشتر از ۶۰ درصد لازم نیست. برای بام‌های با فاصله افقی کمتر از ۶ متر بین تاج و پای شیب با تیرهای با تکیه‌گاه ساده بین تاج و پای شیب، بار نامتوازن یکنواخت برف در حالت پشت به باد با شدت $I_s P_g$ در نظر گرفته شده و قسمت روبه باد بدون بار برف در نظر گرفته می‌شود. برای سایر بام‌ها، بار نامتوازن شامل بار گسترده $0.3P_r$ در سمت بادگیر و در سمت پشت به باد P_r به اضافه سربار به شدت بار بر واحد سطح افقی برابر $\gamma h_d \sqrt{i}$ و در فاصله افقی$8h_d/(3\sqrt{i})$ از تاج شیب به سمت پای شیب خواهد بود.

i، بیانگر شیب سقف (تانژانت زاویه شیب) می‌باشد.ارتفاع انباشت برف، h_d برحسب متر، از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$h_d = 0.12\sqrt[3]{l_u}\sqrt[4]{100P_g + 50} - 0.5$$

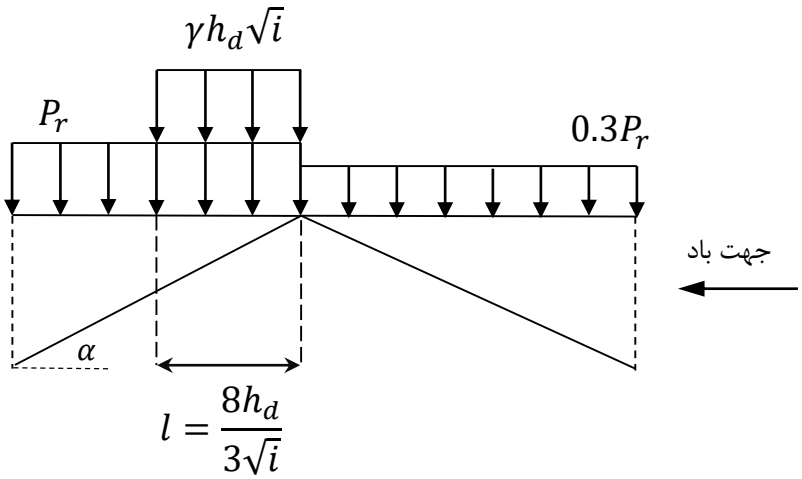
در رابطه فوق ،l_u فاصله افقی تاج تا پای شیب در قسمت رو به باد برحسب متر می‌باشد. برای طول افقی ناحیه پشت به باد کمتر از ۶ متر، از مقدار ۶ متر برای l_u استفاده می‌شود.

- برای بام‌های شیب‌دار اگر $\alpha < 4°$ یا $\alpha > 60°$ باشد نیازی به در نظر گرفتن بار نامتوازن نمی‌باشد.
- اما اگر فاصله افقی تاج تا پای شیب (L_u) کمتر از ۶ متر باشد :



- برای سایر بام ها ($4° < \alpha < 60°$ و $L_u \geq 6\ m$) :

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



که در روابط فوق :

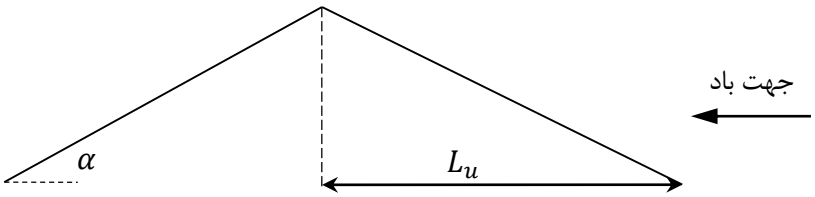
$i = \tan\alpha$

$h_d =$ ارتفاع‌انباشته‌برف $= 0.12\sqrt[3]{l_u}\sqrt[4]{100P_g + 50} - 0.5$

$\gamma = 0.45P_g + 2.2\ \left(\frac{kn}{m^3}\right)$

توجه : در صورتی که L_u کمتر از ۶ متر باشد برابر با ۶ متر درنظر باید گرفته شود :

$if\ L_u < 6 \longrightarrow L_u = 6m$



۲-۷-۷- بار نامتوازن برف برای بام‌های قوسی

برای بخش‌هایی از بام با شیب بیشتر از ۷۰ درجه بار برف لحاظ نخواهد شد. اگر شیب خط رابط از تاج به پای قوس (یا نقطه با شیب ۷۰ درجه در صورت وجود) کمتر از ده درجه و یا بیشتر از ۶۰ درجه باشد، لحاظ بار نامتوازن ضروری نیست. برای روبه باد بار برف در نظر گرفته نخواهد شد و برای قسمت پشت به باد توزیع بار برف نامتوازن بصورت زیر خواهد بود:

الف- اگر شیب پای بام کمتر یا برابر ۳۰ درجه باشد، مقدار شدت بار در تصویر افقی بام در پای شیب از مقدار $0.2P_r/C_e$، محا سبه شده برای شیب پای بام، بطور خطی به مقدار $0.5P_r$، با لحاظ $C_s = 1$، در تاج کاهش خواهد داد.

ب- اگر شـــیب پای بام بین ۳۰ و ۷۰ درجه باشـــد، مقدار شـــدت بار برف در تصـــویر افقی بام از $0.5P_r$ (با $C_s = 1$) در تاج بطور خطی تا مقدار $2P_r/C_e$ (محاسبه شده برای شیب ۳۰ درجه) درمحل شیب ۳۰ درجه افزایش داده شده و سپس به مقدار $0.2P_r/C_e$ در پای بام (محاسبه شده برای شیب پای بام) به‌طور خطی کاهش داده می‌شود.

پ- اگر شیب پای بام بیشتر از ۷۰ درجه باشد، برای ناحیه بیشتر از شیب ۷۰ درجه بار برف صفر در نظر گرفته شده و برای یقیه بام مطابق حالت ب عمل خواهد شد.

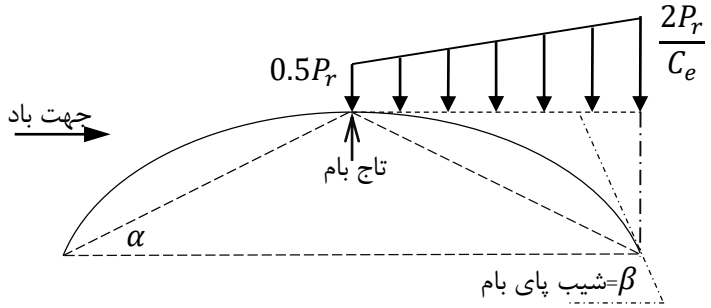
اگر در کمتر از یک متری پای بام زمین و یا بام دیگری قرار دارد، برای دو حالت ب و پ، مقدار شدت بار برف برای ناحیه با شیب بیشتر از ۳۰ درجه کاهش داده نشد و برابر مقدار محاسبه شده در شیب ۳۰ درجه تا لبه بام در نظر گرفته خواهد شد.

- اگر بخش‌هایی با شیب بیشتر از $70°$ موجود باشد، برای آن بخش‌ها بار برف لحاظ نخواهد شد.

- اگر $\alpha < 10°$ یا $\alpha > 60°$ بار برف متوازن لحاظ خواهد شد و نیازی به بارگذاری نامتقارن نخواهد بود.

- اگر $10° < \alpha < 60°$ بارگذاری به صورت زیر باید صورت گیرد :

الف) اگر $\beta \leq 30°$:



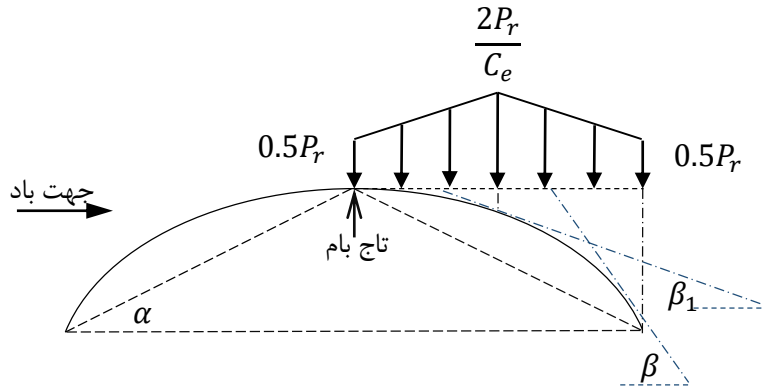
توجه: در محاسبه P_r در حالت فوق باید $C_S = 1$ در نظر گرفته شود.

ب) $30° \leq \beta \leq 70°$:

β_1 یا نقطه صفر : نقطه صفر نقطه‌ای است که شیب آن نقطه (β_1) برابر با ۳۰ درجه باشد.

توجه شود که مقدار $\frac{2P_r}{C_e}$ برای نقطه صفر با شیب (β_1) ۳۰ درجه و برای نقطه انتهای بام با شیب همان نقطه (β) محاسبه گردد و مقدار C_S برای آنها برابر با یک در نظر گرفته شود.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

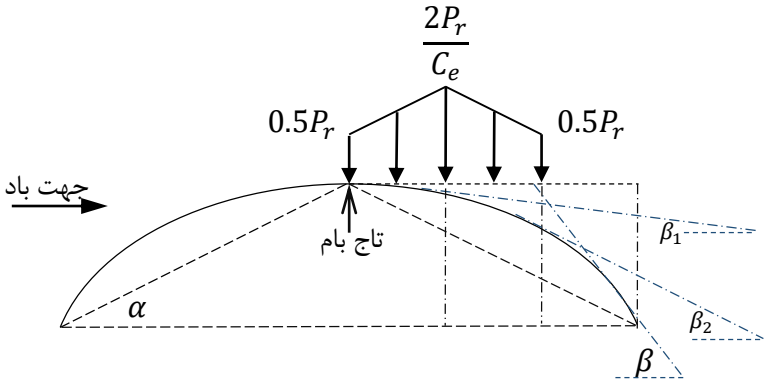


پ) اگر $\beta > 70°$:

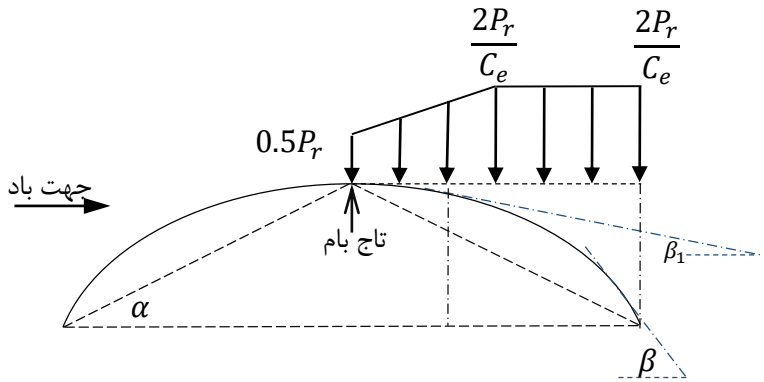
β_1 = 30° در نقطه 0

β_2 = 70°

β = بزرگتر از 70 در جه در پای شیب



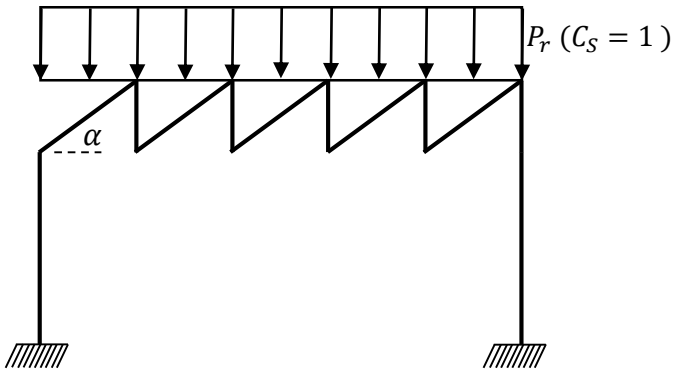
نکته : برای دو حالت ب و پ که در آن $\beta > 30°$ اســت، اگر به فاصــله یک متر یا کمتر از پای بام ســطحی دیگر قرار داشته باشد از شیب ۳۰ درجه به بعد کاهش بار نباید در نظر گرفته شود :



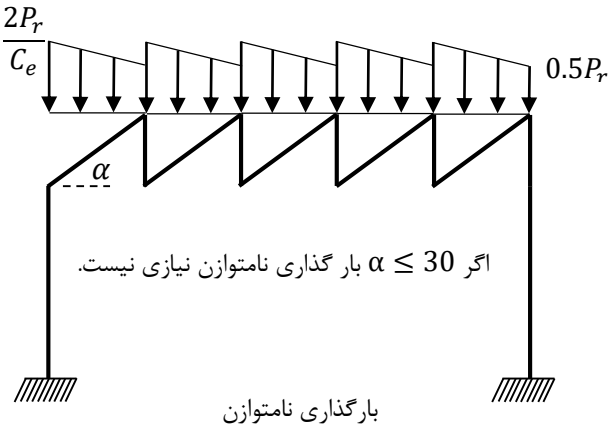
$\frac{2P_r}{C_e}$ برای شیب ۳۰ درجه محاسبه می‌شود و C_S برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود.

۳-۷-۷- بارنامتوازن بار برف برای بام‌های دندانه‌دار، کنگره‌ای و تاوه چین‌دار

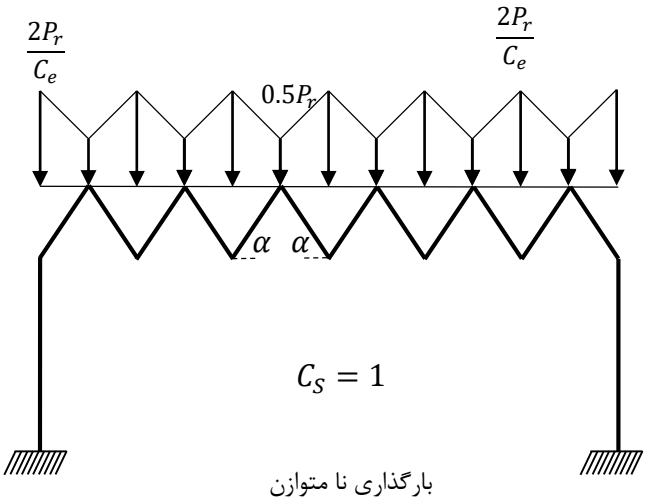
برای اینگونه بام‌ها، اگر شیب بیشتر از ۳ درصد باشند، بار برف نامتوازن در نظر گرفته می‌شود. مقدار بار متوازن، برای اینگونه بام‌ها، برابر P_r با لحاظ $C_S = 1$ می‌باشد (بند ۳-۶-۷-۶). شدت بار برف نامتوازن، در تصویر افقی، از نصف بار مقدار بار برف متوازن در نقاط تاج به صورت خطی به مقدار $\frac{2P_r}{C_e}$ در نقاط قعر بام (با لحاظ $C_S = 1$) افزایش می‌یابد. تراز برف معادل حساب شده در نقاط قعر لازم نیست از تراز در نقاط تاج بیشتر باشد.



بارگذاری متوازن



بارگذاری نامتوازن



بارگذاری نا متوازن

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

مطابق آیین نامه اگر اختلاف تراز نقطه قعر و تاج h باشد آنگاه :

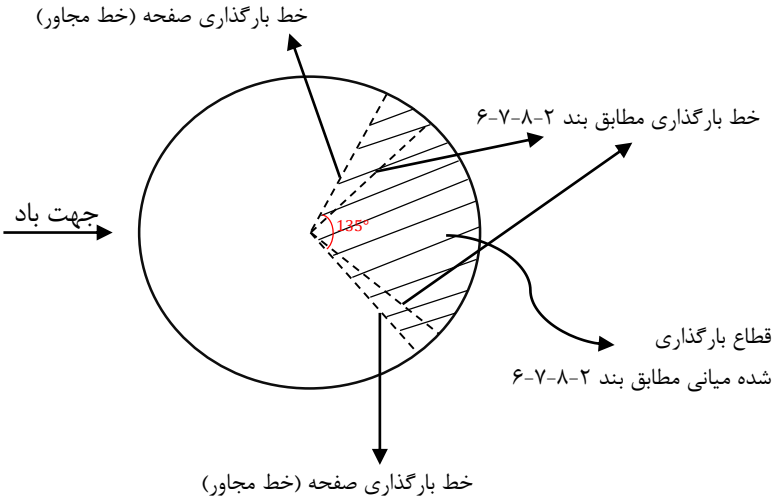
$$\frac{2P_r}{c_e\gamma} \le h + \frac{0.5P_r}{\gamma} \quad \rightarrow \quad if \ \frac{2P_r}{c_e\gamma} > h + \frac{0.5P_r}{\gamma} \ \ then \quad \text{بارتاج} = h\gamma + 0.5P_r$$

که در رابطه فوق :

$$\gamma = 0.43P_g + 2.2 \quad (kN/m^3)$$

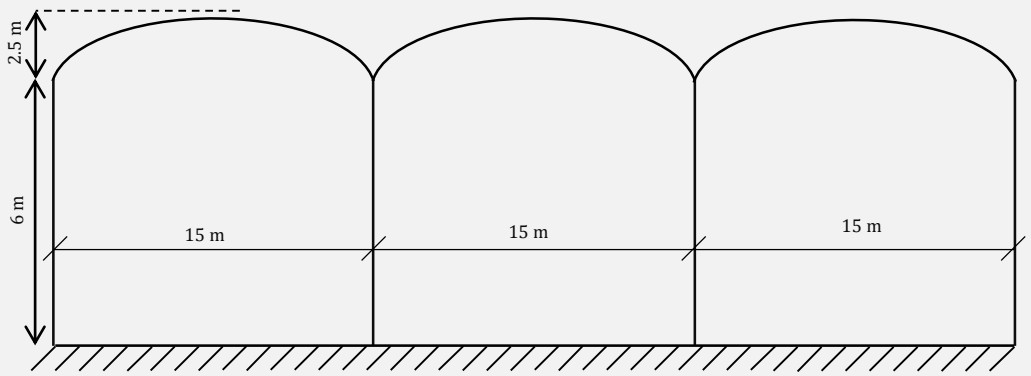
۴-۷-۷- بار نامتوازن برای گنبد

گنبد و یا پوشش‌های مدور مشابه به چهار ربع (قطاع نود درجه) در پلان تقسیم شده و هر قطاع نود درجه به طور جداگانه، مشابه بند ۶-۷-۸-۲، به صورت پشت به باد بارگذاری می شود. از هر لبه مشترک قطاع نود درجه مورد نظر با قطاع نود درجه مجاور، بار برف به تدریج تا مقدار صفر در یک چهارم قطاع مجاور کاهش داده می شود. زاویه کل قطاع بارگذاری شده پشت به باد در مجموع ۱۳۵ درجه خواهد بود. برای قطاع رو به باد باقی مانده با زاویه کل ۲۲۵ در پلان بار برف لحاظ نخواهد شد.



قطاع بارگذاری شده میانی دارای بارگذاری منطبق با بند ۶-۷-۸-۲ می‌باشد و این بارگذاری بصورت خطی تا خط‌های مجاور نشان داده شده در تصویر فوق کاهش می‌یابد و صفر می‌رسد.

مثال : مطلوب است بار نامتوازن برف بام سازه نشان داده شده را بدست آورید.



حل :

از حل مسئله در قبل اطلاعات زیر موجود می‌باشد:

($P_g = 100\,\frac{kg}{m^2}$ و $C_e = 1.1$ و $P_r = 0.85\,\frac{kg}{m^2}$ و $C_s = 1.1$)

شیب خط و اصل تاج به بای سقف برابر است با (برحسب درصد):

$$i = \frac{2.5}{7.5} \times 100 = \%33 > \%3$$

باتوجه به اینکه $C_s = 1$ می‌باشد مقدار P_r محاسبه شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بار در بای سقف با نقطه قعر سقف برابراست با:

$$0.5P_r = 0.5 \times 0.85 = 0.425\ \frac{Kn}{m^2} = 42.5\,\frac{Kg}{m^2}$$

و در تاج برار است با:

$$\frac{2P_r}{C_e} = 2 \times \frac{0.85}{1.1} = 1.55\,\frac{Kn}{m^2} = 155\,\frac{Kg}{m^2}$$

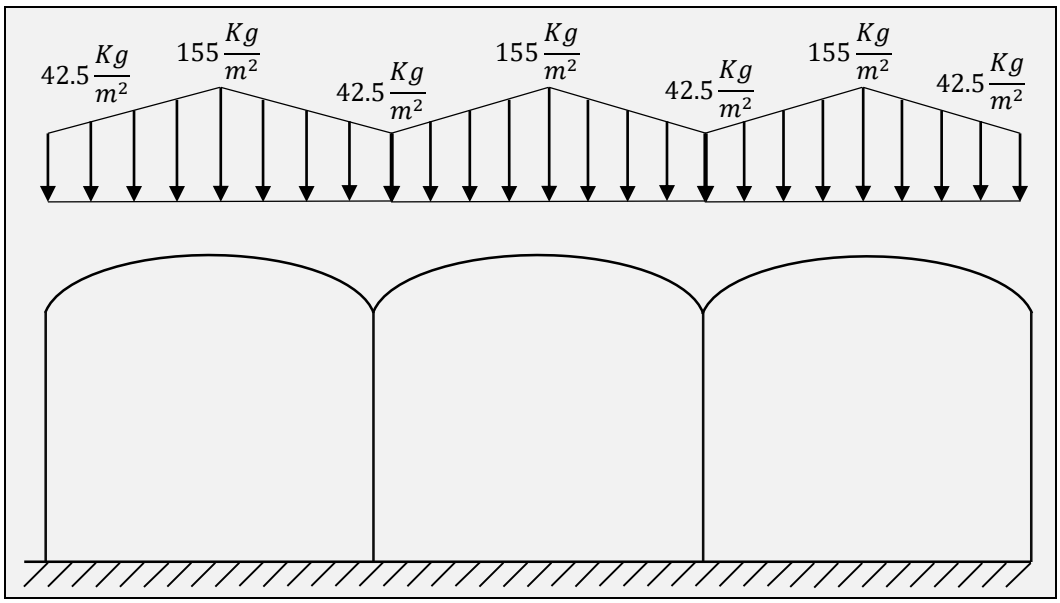
کنترل ارتفاع برف دو نقفطه قعر: ($h = 2.5\ m$)

$$\gamma = 0.43 \times 1 + 2.2 = 2.63\,\frac{kN}{m^3} \quad \rightarrow$$

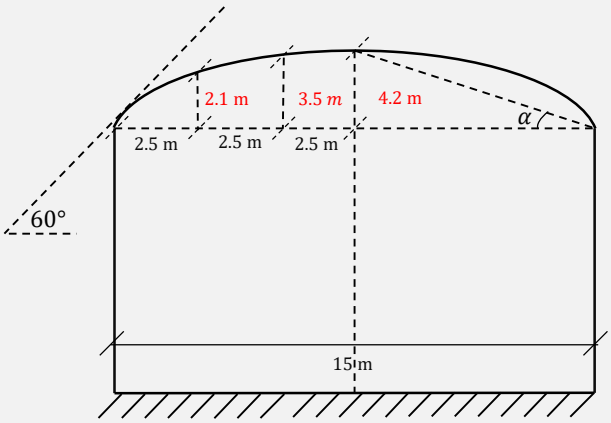
$$\frac{2P_r}{C_e\gamma} = \frac{1.55}{2.63} = 0.59 \leq h + \frac{0.5P_r}{\gamma} = 2.5 + \frac{0.425}{2.63} = 2.66 \quad OK$$

لذا بارگذاری بام به شرح زیر می‌شود:

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



مثال : بار نامتوازن سقف نشان داده شده ؟



حل :

از حل متوازن مسئله داریم :

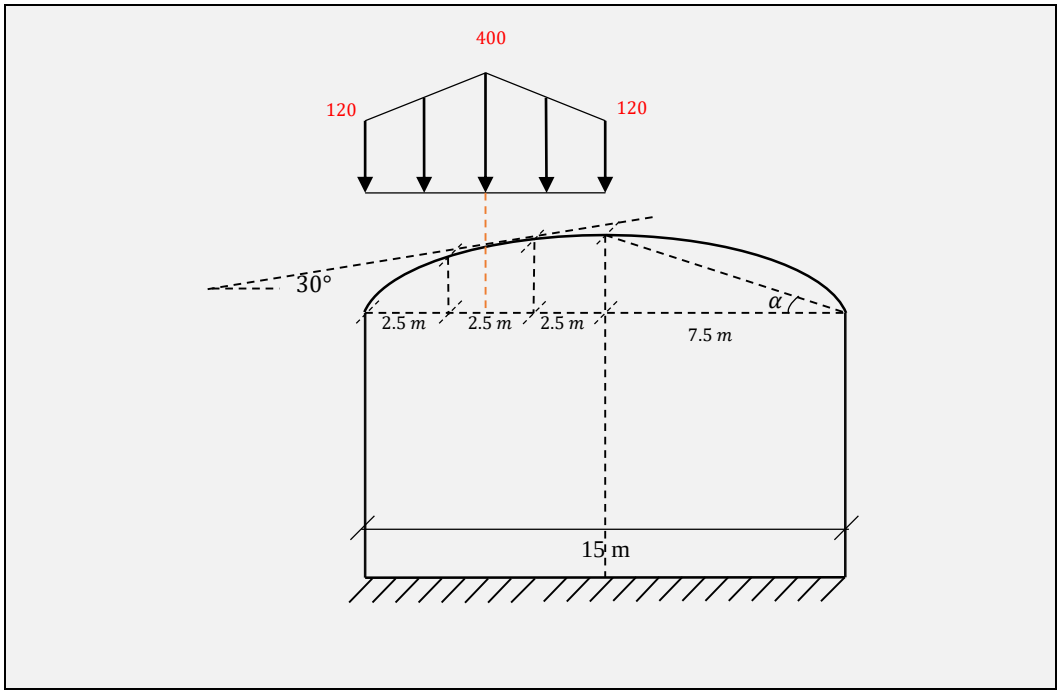
$\left(P_r = 240\frac{kg}{m^2}\ و\ C_e = 1.2\right)$

$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4.3}{7.5}\right) = 29.25° < 60° < 70°$

چون $10° < \alpha < 60°$ در نتیجه بار نامتوازن باید لحاظ گردد.

$30° < \beta = 60° < 70° \longrightarrow 0.5P_r = 120\frac{Kg}{m^2}$

$\frac{2P_r}{C_e} = 2 \times \frac{240}{120} = 400\ Kg/m^2$



۸-۷- انباشتگی برف در بام پایین‌تر

بام برای تحمل بارهای انباشته شده از سایه باد قسمت‌های بالاتر همان ساختمان و یا ساختمان‌های مجاور باید طراحی گردد.

۱-۸-۷- بام پایین‌تر از ساختمان

برف ممکن است بر اثر وزش باد از قسمت بالاتر بام ساختمان بر روی بام پایین‌تر آن ریزش کند (انباشت پشت به باد) و یا باد در جهت مقابل بار برف را بر روی بام پایین‌تر در مجاورت قسمت بلندتر انباشته سازد (انباشت رو به باد). مقدار انباشت بار برف به بار متوازن اضافه خواهد شد. اگر شرط $\frac{h_c}{h_b} < 0.2$ برقرار باشد در نظر گرفتن انباشتگی برف لازم نیست. $h_b = \frac{P_r}{\gamma}$، ارتفاع بار بام پایین‌تر می‌باشد و h_c برابر ارتفاع نزدیک‌ترین نقطه بام مجاور بالاتر از روی برف متوازن روی بام پایین‌تر می‌باشد. هر دو امکان انباشت پشت به باد و رو به باد باید در نظر گرفته شود:

الف- در امکان پشت به باد، شدت بار برف انباشت برابر مقدار $P_d = \gamma h_d$ در پای دیوار قسمت بلندتر خواهد بود. h_d از رابطه ۶-۷-۵ بدست می‌آید و در آن رابطه l_u بیانگر طول بام بالاتر می‌باشد.

ب- برای امکان رو به باد، عرض بام پایین‌تر برابر l_u در نظر گرفته شده و سه چهارم مقدار حاصل از رابطه ۶-۷-۶، برای h_d به عنوان اتفاع برف انباشت بر روی بام مورد نظر در مجاورت بخش بلندتر در نظر گرفته می‌شود. اگر این مقدار از مقدار h_d امکان الف بیشتر بود، نتیجه امکان الف ملاک بارگذاری انباشت برف خواهد بود.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

اگر h_d محا سبه شده از h_c کمتر با شد، عرض توزیع مثلثی انبا شت برف برابر $w = 4h_d$ و اگر مقدار h_d از h_c بیشتر بود، مقدار عرض انباشتگی از رابطه:

(۶-۷-۶)

$$w = \frac{4h_d^2}{h_c}$$

بدست می‌آید. ارتفاع انباشت مثلثی در پای ناحیه بلندتر مقدار حداکثر h_d را داشته و ارتفاع انباشت برف به‌طور خطی به صفر در فاصله w از آن کاهش داده می‌شود. مقدار w از مقدار $8h_c$ بیشتر در نظر گرفته نخواهد شد. اگر w از عرض بام مورد نظر، l_u، بیشتر باشد مقدار ارتفاع برف در لبه انتهایی بام برابر $h_d(\mathrm{w} - l_r)/w$ بوده و برف انباشت توزیع ذوزنقه‌ای خواهد داشت.

جهت محاسبه بار انباشتگی :

- اگر ارتفاع بار انباشتگی (h_c) به ارتفاع بار متوازن (h_d) کمتر از 0.2 بود، نیازی به در نظر گرفتن بار انباشتگی P_d نمی‌باشد :

$$h_b = \frac{P_r}{\gamma} \xrightarrow{h_c = h_0 - h_b} if\ \frac{h_c}{h_b} < 0.2 \quad \rightarrow \quad P_d = 0$$

- اگر ضابطه در نظر گرفتن بار انباشتگی برقرار بود مقدار بار برابر است با :

الف) بار انباشتگی پشت به باد برابر است با:

$$P_d = \gamma h_d$$

$$h_d = 0.12\sqrt[3]{l_u}\sqrt[4]{100P_g + 50} - 0.5$$

l_u : طول بام بالاتر بر حسب متر

ب) بار انباشتگی برای حالت رو به باد:

$$P_d = \gamma h_d$$

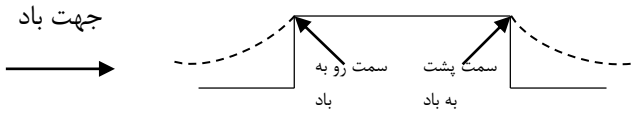
$$h_d = \frac{3}{4} \times \left[0.12 \times \sqrt[3]{l_u}\sqrt[4]{100P_g + 50} - 0.5\right]$$

l_u : طول بام پایین‌تر بر حسب متر

که در روابط فوق P_g بار برف زمین بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع می‌باشد

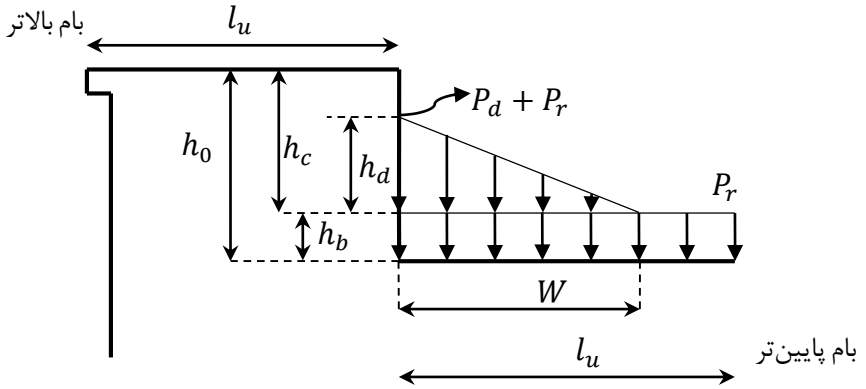
$$\gamma = 0.43P_g + 2.2$$

- در هر حالت باید هر دو امکان انباشتگی رو به باد و پشت به باد در نظر گرفته شود.



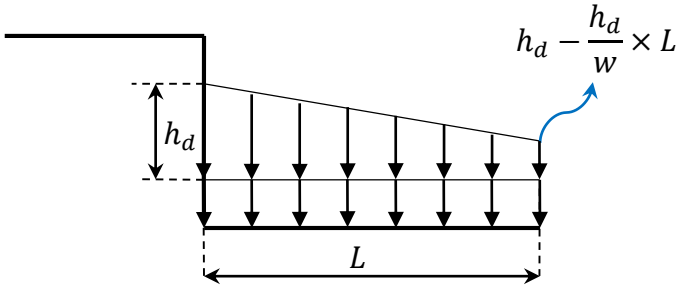
- طول بار انباشتگی (w) برابر است با :

$$w = \begin{cases} if\ h_d \le h_c & \rightarrow \quad w = 4h_d \le 8h_c \\ if\ h_d > h_c & \rightarrow \quad w = \dfrac{4h_d^2}{h_c} \le 8h_c \end{cases}$$



- اگر w از طول پایین بیشتر بود در هر کجا که بام به انتها رسید کاهش بار باید متوقف گردد:

$if\ w > L$:



لذا بار برف در پای بام بلندتر برابر است با $P_d = \gamma h_d$ و در انتهای آن برابر است با $P_d = \gamma \left(h_d - \frac{h_d}{w} \times L\right)$ که این مقادیر باید به بار برف متوازن افزوده گردند.

- باتوجه به اینکه هر دو حالت رو به باد و پشت به باد باید در نظر گرفته شود مسلماً آن حالتی که بحرانی‌ترین شرایط را بوجود می‌آورد باید به عنوان بار انباشتگی در نظر گرفته شود.
- همچنین بار انباشتگی باید به بار متوازن افزوده گردد و جزء آن بار محسوب می‌گردد و بار متوازن و بارانباشتگی دو حالت بار مجزا از هم نمی‌باشند.

۲-۸-۷- ساختمان‌های مجاور

اگر فاصله افقی دو ساختمان (d) کمتر از ۶ متر و کمتر از ۶ برابر فاصله قائم آن‌ها، h، باشد، بار انباشتگی بر روی بام پایین‌تر بر اساس قسمت الف بند ۶-۷-۹-۱، برای حالت پشت به باد، با اختیار ارتفاع انباشتگی برف

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

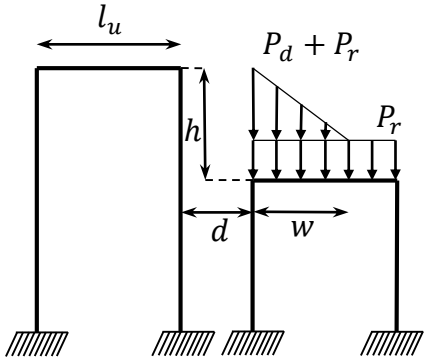
برابر کمترین مقادیر h_d (بر اساس طول ساختمان بلندتر) و $(6h-d)/6$ محاسبه می‌شود. عرض ناحیه مثلثی برابر مقدار کمتر $6h_d$ و $(6h-d)$ در نظر گرفته می‌شود. h، بیانگر اختلاف تراز لبه بام بلندتر با لحاظ دست‌انداز و روی بله بام پایین بدون لحاظ دست‌انداز می‌باشد.

برای امکان رو به باد محاسبه بر اساس قسمت ب بند ۶-۷-۹-۱ انجام می‌شود. در مجاورت ساختمان بلندتر مقدار حداکثر انباشت فرض شده و از توزیع مثلثی حاصل، بخشی از توزیع برف انباشت که در بین دو ساختمان قرار می‌گیرد از بارگذاری حذف می‌گردد.

در مورد دست‌اندازها، طول بام در جهت عمود بر دست‌اندازها برای l_u منظور خواهد شد. در مورد قسمت بالا آمده از بام، مقدار بزرگتر طول بالادست و طول پایین دست باد بروی بام برای l_u منظور خواهد شد. اگر ناحیه‌ای مجاور قسمت بالا آمده بر روی بام عرض کمتر از ۵/۴ متر داشته باشد، برای آن لحاظ بار برف انباشت لازم نیست.

در صورتی که شروط $(d<6m, d<6h)$ برقرار باشد لازم است که برای ساختمان بار انباشتگی درنظر گرفته شود. در این حالت نیز همانند ساختمان‌های دارای دست‌انداز در بام هر دو حالت رو به باد و پشت به باد به شرح زیر باید مورد بررسی قرار گیرد و بحرانی‌ترین آن لحاظ گردد :

الف) جهت درنظر گرفتن حالت پشت به باد اگر فاصله ساختمان‌های مجاور d باشد:



h_{d1} همانند بند قبلی باید مطابق ضوابط مربوطه به حالت پشت به باد (بند الف) محاسبه گردد، در این حالت h_d برابراست با:

$$\gamma = 0.43P_g + 2.2$$

$$h_{d1} = 0.12\sqrt[3]{l_u}\sqrt[4]{100P_g + 50} - 0.5$$

$$h_d = \min(h_{d1} \text{ و } \frac{6h-d}{6}) \quad \rightarrow \quad P_d = \gamma h_d$$

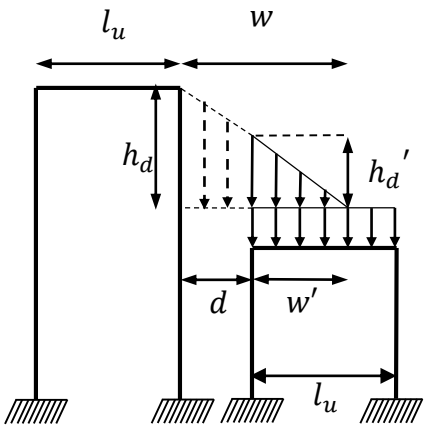
$$w = \min\left(6h_d \text{ و } 6h-d\right)$$

توجه شود در محاسبه h_{d1} برای l_u باید طول ساختمان بلندتر درنظر گرفته شود و همانند قبل در روابط فوق P_g بر حسب کیلونیوتن می‌باشد.

نکته: h همانطور که در شکل نشان داده شده است بیانگر اختلاف ارتفاع تراز بام بلندتر با احتساب دستانداز (اگر دارای دستانداز باشد) و روی لبه پایین بام بدون احتساب دست انداز می‌باشد. (حتی اگر دارای دستانداز باشد).

ب) جهت درنظر گرفتن حالت روبه باد :

h_d همانند بند ۱-۹-۷-۶ برای حالت رو به باد محاسبه باید گردد. پس از محاسبه h_d و w از کنار ساختمان بند تر بار مثلثی تر سیم باید گردد و آن قسمتی که روی ساختمان کوتاه تر قرار می‌گیرد به عنوان انباشته باید در نظر گرفته شود.



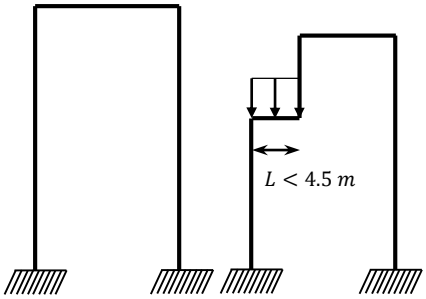
$$\begin{cases} h_d' = h_d - \dfrac{h_d}{w} \times d \\ w' = w - d \end{cases}$$

h_d و w : محاسبه شده از بند ۶-۷-۹-۱، حالت ب بند مربوط به رو به باد :

$$h_d = \frac{3}{4} \times \left[0.12 \times \sqrt[3]{l_u}\sqrt[4]{100P_g + 50} - 0.5\right]$$

$$w = \begin{cases} if\ h_d \le h_c & \rightarrow \quad w = 4h_d \le 8h_c \\ if\ h_d > h_c & \rightarrow \quad w = \dfrac{4h_d^2}{h_c} \le 8h_c \end{cases}$$

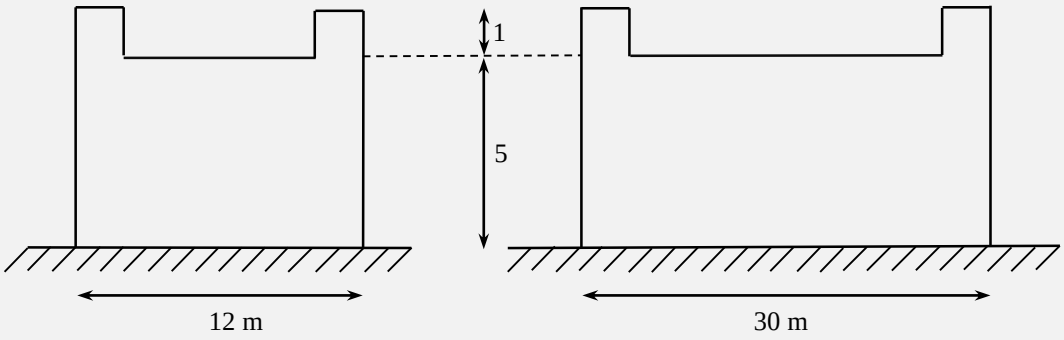
- اگر بامی دارای دست انداز بود در محاسبه l_u، طول بام تا مرز دست انداز محاسبه می‌گردد.
- اگر در ساختمان کوتاه‌تر، بام دارای ۲ تراز با شد و تراز کوتاه‌تر مجاور ساختمان بلندتر با شد و طول آن از 4.5 متر کمتر باشد نیازی به محاسبه بار انباشته برف نمی‌باشد.



- برای بالا آمدگی‌های موجود در بام (مثل فرپشته یا فضاهای تاسیساتی) همانند قسمت بام پایین‌تر از ساختمان، جهت محاسبه انباشت برف باید عمل گردد.

مثال : بار برف متوازن سازه نشان داده شده را محاسبه نمایید.

$(P_g = 100\frac{kg}{m^2} = 1\frac{Kn}{m^2}\ , C_e = 0.9\ , C_t = 1\ , I = 1\ , C_s = 1)$



حل:

باتوجه به داده‌های مسئله با برف متوازن برابر می‌باشد با

$$P_r = 0.7C_sC_tC_eI_sP_g = 0.7 \times 1 \times 0.9 \times 1 \times 1 \times 100 = 63\frac{kN}{m^2}$$

$$\gamma = 0.43 \times P_g + 2.2 = 0.43 \times 1 + 2.2 = 2.63\frac{kN}{m^3} \quad \rightarrow \quad h_b = \frac{P_r}{\gamma} = \frac{0.63}{2.63} = 0.24m \quad \rightarrow \quad h_c = 1 - 0.24 = 0.76m \quad \rightarrow$$

$\frac{h_c}{h_b} = \frac{0.76}{0.24} = 3.16 > 0.2$ → انباشتگی باید در نظر گرفته شود

باتوجه به اینکه طول بام بالاتر بسیار ناچیز می‌باشد تنها حالت انباشتگی رو به باد را بررسی خواهیم کرد. برای عرض کوچکتر :

$$L_u = 12m \quad \rightarrow \quad h_d = \frac{3}{4} \times \left[0.12 \times \sqrt[3]{12}\ \sqrt[4]{100 \times 1 + 50} - 0.5\right] = 0.346 \rightarrow$$

$$P_g = \gamma h_d = 2.63 \times 0.346 = 0.91\frac{Kn}{m^2}$$

برای راستا با عرض بلندتر :

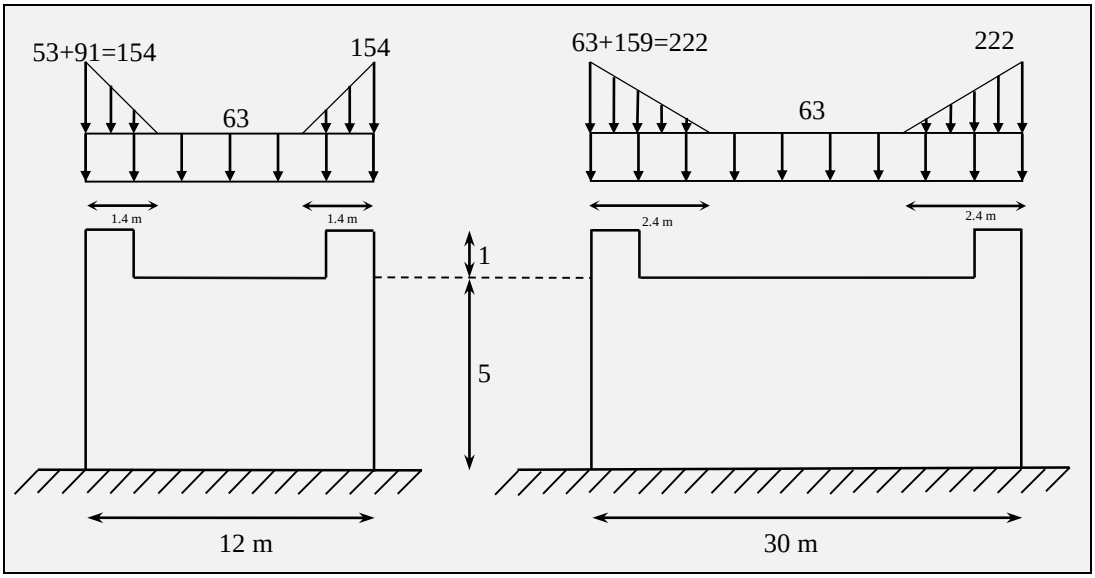
$$L_u = 30m \quad \rightarrow \quad h_d = \frac{3}{4} \times \left[0.12 \times \sqrt[3]{3}\sqrt[4]{100 \times 1 + 50} - 0.5\right] = 0.6 \quad \rightarrow$$

$$P_d = \gamma h_d = 0.6 \times 2.63 = 1.50\frac{Kn}{m^2}$$

عرض با برف انباشتگی برای راستای کوچکتر:

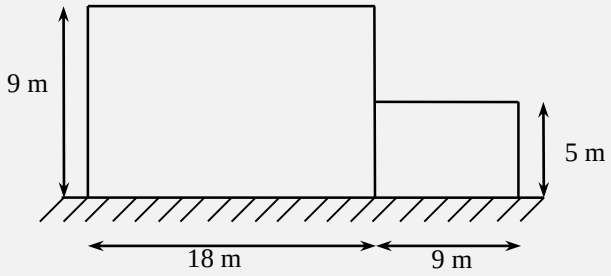
$$h_d = 0.6 < h_c \quad \rightarrow \quad w = 4 \times 0.6 = 2.4m < 8h_c$$

لذا بارگذاری برف متوازن سقف به شرح زیر می‌گردد:



مثال : مطلوب است محاسبه بار متوازن و انباشتگی سقف روبرو؟ داده‌های مسئله به شرح زیر می‌باشند :

$(P_g = 150\frac{kg}{m^2} = 1.5\frac{Kn}{m^2}\ , C_e = 1\ , C_t = 1\ , I = 1\ , C_s = 1)$



حل:

بار برف متوازن سقف فوق برابراست با:

$$P_r = 0.7C_sC_tC_eI_sP_g = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 150 = 105\frac{Kn}{m^2}$$

$$\gamma = 0.43 \times P_g + 2.2 = 0.43 \times 1.5 + 2.2 = 2.85\frac{Kn}{m^3}$$

$$h_d = \frac{P_r}{\gamma} = \frac{1.05}{2.85} = 0.368$$

$h_c = 4 - 0.368 = 3.6 \quad \rightarrow \quad \frac{h_c}{h_b} > 0.2$ لذا بار برف انباشتگی باید درنظر گرفته شود

بررسی امکان پشت به باد:

$$L_u = 18m \quad \rightarrow \quad h_d = 0.12 \times \sqrt[3]{18}\sqrt[4]{100 \times 1.5 \times 50} - 50 = 0.682m$$

$$\rightarrow \quad P_d = \gamma h_d = 2.85 \times 0.682 = 1.94\frac{Kn}{m^2}$$

$$h_d = 0.682 < h_c \quad \rightarrow \quad W = 4h_d = 4 \times 0.682 = 2.728\ m$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

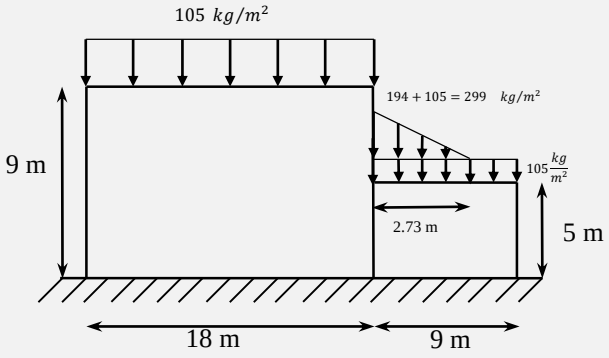
بررسی امکان رو باد:

$$L_u = 9m \quad \rightarrow \quad h_d = \frac{3}{4}\left[0.12 \times \sqrt[3]{9}\sqrt[4]{100 \times 1.5 \times 50} - 0.5\right] = 0.33\ m$$

$$\rightarrow \quad P_d = \gamma h_d = 2.85 \times 0.33 = 0.94\ \frac{Kn}{m^2}$$

$$\rightarrow \quad w = 4h_d = 1.32$$

با توجه به اینکه شدت حالت پشت به باد بیشتر است آن بار به عنوان بار انباشتگی انتخاب می‌شود:



۹-۷- برف لغزنده

بارحا صل از لغزش برف از بام شیب‌دار بالاتر و ریختن آن به سقف پایین‌تر باید برای بام‌های لغزنده با شیب بیشتر از ۲ درصد و برای سایر بام‌ها با شیب بیشتر از ۱۵ درصد باید در نظر گرفته شود. مقدار کل بار بر واحد طول در مجاورت لبه پایین بام بالاتر برابر $0.4P_r/C_s$ بر روی بام پایین در نظر گرفته شـود. W، فاصـله افقی لبه پایین تا خطالرائس سقف شیب‌دار بالاتر ا ست. این بار بطور یکنواخت از بر لبه پایین بام بالاتر تا فا صله ۵/۴ متر از آن بر روی بام پایین به صورت نواری توزیع می شود. اگر عرض بام پایینی کمتر از ۵/۴ کتر با شد، مقدار بار به نسبت عرض بام بر ۵/۴ متر کاهش می‌یابد.

برای دو سازه جدا، بار برف در صورتی در نظر گرفته می‌شود که $\frac{h}{d} > 1$ و $d < 4.5$ متر باشد، عرض نوار بار برف لغزیـده بر روی بـام پـایین‌تر برابر $4.5 - d$ متر بوده و مقـدار بـار برف بر واحـد طول نوار برابر $0.4P_rW[(4.5 - d)/4.5C_s]$ در نظر گرفته خواهد شد. اگر اختلاف تراز لبه پایین سقف شیب‌دار با سقف پایین کم با شد بطوری در نظر گرفته خواهد شد که برف روی بام پایین باعث کاهش لغرش برف از بام بالاتر گردد می‌توان مقدار برف لغزیده شده را کمتر در نظر گرفت.

بار برف لعزنده به بار متوازن اضـافه می‌شـود و اثر آن به صـورت همرمان با برف نامتوازن، انباشـتگی برف، بارگذاری جزئی برف و اثر باران برف در نظر گرفته نمی‌شود.

- در صـورتی که بالای بام مورد نظر بامی شـیب‌دار موجود باشـد، این بار باید در نظر گرفته شـود. اگر شیب سقف α باشد در صورتی که α در محدوده‌های زیر باشد این بار باید محاسبه گردد:

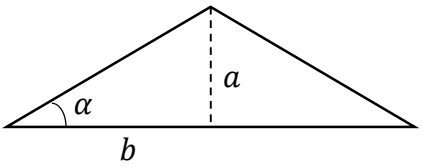
- بام لغزنده :

$if\ \alpha > 2\% \quad \rightarrow \quad P_b <> 0$

- بام غیرلغزنده :

$if\ \alpha > 15\% \quad \rightarrow \quad P_b <> 0$

که در روابط فوق α برابر است با :

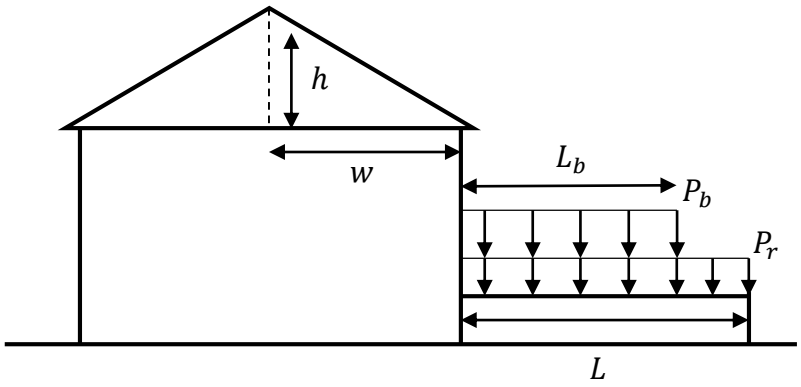


$$\alpha = \frac{a}{b} \times 100$$

P_b : بار برف لغزنده بر واحد سطح

L_b : طول بار برف لغزنده

L : طول بام پایین

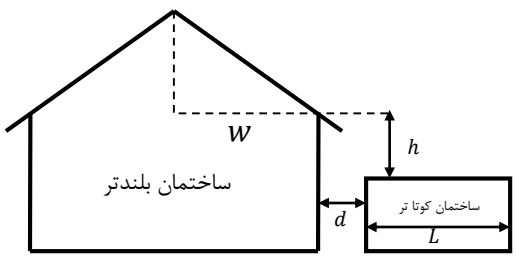


$$if\ L \geq 4.5 \quad \rightarrow \quad L_b = 4.5 \quad \rightarrow \quad P_b = \frac{0.4 P_r w}{C_s L_b}$$

$$if\ L < 4.5 \quad \rightarrow \quad L_b = L \quad \rightarrow \quad P_b = \frac{L_b}{4.5} \times \frac{0.4 P_r w}{C_s L_b}$$

این بار به بار متوازن (P_r) افزوده و بصورت جداگانه بدون اثرات برف نامتوازن، انباشتگی، بارگذاری، جزئی و اثر باران به برف بررسی می‌گردد.

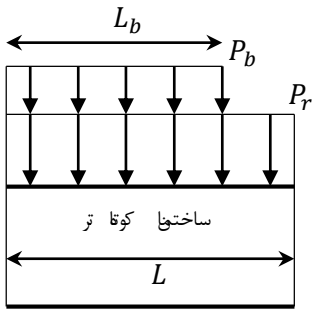
- چنانچه دو سازه از هم فاصله داشتند آنگاه :



در چنین حالتی اگر $\frac{h}{d} > 1$ و $d < 4.5$ متر باشـــد اثر بار برف لغزنده در نظر گرفته می‌شـــود و باید بصورت روبرو محاسبه گردد :

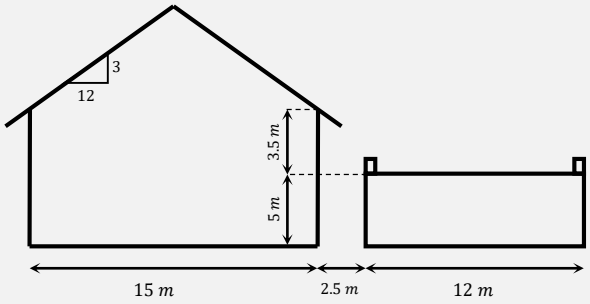
$$L_b = 4.5 - d$$

$$P_b = \frac{L_b}{4.5} \times \frac{0.4 P_r w}{C_s L_b}$$



مثال : بار برف لغزنده را برای سازه نشان داده شده محاسبه نمایید. بام غیرلغزنده می‌باشد و سایر مشخصات منطقه به شرح زیر می‌باشد :

$$(I_s = 1, C_t = 1, C_s = 1, C_e = 0.9, P_g = 100\ kg/m^2)$$



حل :

بار برف یکنواخت برابر است با :

$$P_r = 0.7 C_e C_s C_t I_s P_g = 0.7 \times 0.9 \times 1 \times 1 \times 1 \times 100 = 63\ kg/m^2$$

شیب سقف برابر است با :

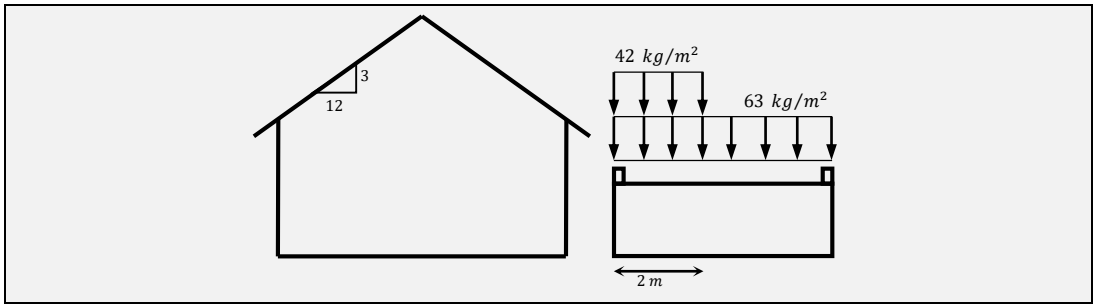
$$\alpha = \frac{3}{12} \times 100 = 25\% > 15\%$$

$$\begin{cases} h = 3.5\ m \\ d = 2.5\ m \end{cases} \rightarrow \frac{h}{d} = \frac{3.5}{2.5} = 1.4 > 1 \quad \text{and} \quad d = 2.5 < 4.5\ m$$

لذا بار برف لغزنده باید درنظر گرفته شود.

$$L_b = 4.5 - 2.5 = 2\ m$$

$$P_b = \frac{L_b}{4.5} \times \frac{0.4 P_r w}{C_s L_b} = \frac{2}{4.5} \times \frac{0.4 \times 63 \times 7.5}{1 \times 2} = 42\ kg/m^2$$

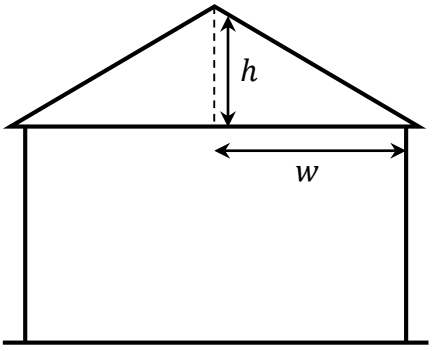


۱۰-۷- سربار باران بر برف

در مناطق با بار برف زمین ۱ کیلو نیوتن بر مترمربع و کمتر ولی بیشتر از 0.25 کیلونیوتن بر مترمربع (مناطق ۲و۳) برای بام شیب کمتر $W/15$ درجه (W بر حسب متر می‌باشد)، سربار باران به مقدار 0.25 کیلونیوتن بر مترمربع به بار برف متوازن اضافه خواهد شد. این بار لازم نیست همراه با اثر انباشتگی، لغزش، بار برف نامتوازن، بار برف حداقل و یا بارگذاری جزئی برف در نظر گرفته شود.

برای بام‌های شیب‌دار، در مناطق ۲و۳ که در آنها $0.25 < P_g < 1\frac{kN}{m^2}$ می‌باشد، اگر نسبت $\frac{h}{w}$ از $\frac{w}{15}$ درجه (W برحسب متر) کمتر باشد باید این اثر نیز به صورت جداگانه از اثرات انباشتگی، لفزش بار برف نامتوازن، بار برف حداقل و بارگذاری جزئی دیده شود.

برای دیدن اثر این حالت مقدار 0.25 کیلونوتن برمترمربع را به بار متوازن (P_r) اضافه خواهد شد.



۱۱-۷- ناپایداری برکه‌ای

در بام‌هاب با شیب کمتر از 2% و بام‌های با امکان انباشتگی آب، با توجه به امکان گرفتگی خروجی‌های درنظر گرفته شده امکان انباشتگی برف بسیار محتمل می‌باشد. این انباشتگی می‌تواند تغییر شکل‌های بزرگی را به همراه داشته باشد و لذا کف و سازه باید بگونه‌ای باشد که قابلیت حمل این اثر را داشته باشد. وقایع مشابه بسیاری ناشی از این پدیده مشاهده شده است.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

Loads for Buildings and other structures

By:
Bijan Sayyaf Zadeh
Iraj Rasoolan

Editor:
Muhammad Hossein Fayazmehr

connect with us:
@StructCafe
StructCafe@gmail.com

بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویراش ۹۲

فصل هشتم : بار باران

نویسنده :

بیژن سیّاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی :

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

ویراستار :

محمد حسین فیّاض‌مهر

کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

ویرایش اول ۱۳۹۶/۱/۱

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

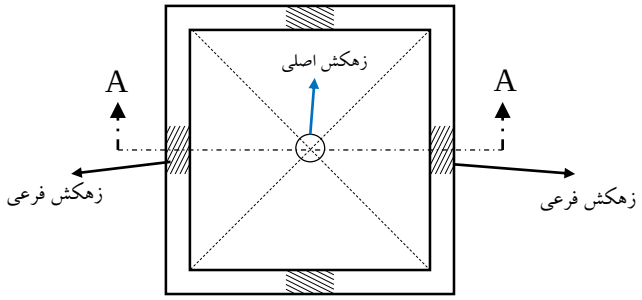
۸-فصل هشتم : بار باران

بار باران بر روی سقف خیز نداده بر حسب $\frac{kN}{m^2}$ برابر است با :

$$R = 0.01(d_s + d_h)$$

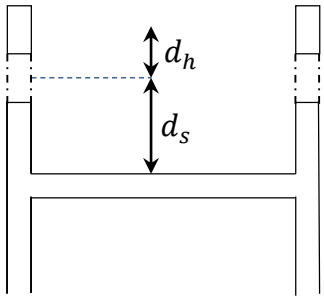
که در آن d_s عمق آب روی بام تا زهکش فرعی بر حسب mm می‌باشد و d_h عمق مازاد آب روی زهکش فرعی و بر حسب mm می‌باشد.

زهکش اصلی : به خروجی آب روی کف بام گفته می‌شود.



تصویر ۱ پلان بام

زهکش فرعی : به خروجی آب که در جانپناه‌ها قرار داده می‌شود.



$A - A$

تصویر ۲برش مقطه نشان داده شده در تصویر قبل

هر بخش از بام باید بتواند بار باران نا شی از انبا شتگی روی بام را در صورتی که زهکش ا صلی مسدود شده با شد را حمل نماید. این بار شامل ارتفاع آب انبا شته شده از روی بام تا تراز زهکش‌های فرعی بعلاوه بار باران بالاتر از تراز رهکش‌های فرعی می‌باشد.

نکته :

به هیچ وجه مجرای خروجی زهکش ا صلی و فرعی در کل طول مسیر نباید به هم بر سند و باید از هم کاملاً جدا باشند.

روال کار :

d_s از طراحی صورت گرفته و نقشه‌های تاسیسات ارائه شده قابل استخراج می‌باشد. جهت تعیین d_h در ابتدا باید دبی زهکش اصلی Q که بر حسب مساحت سطح باران گیر A (برحسب متر مربع) و i شدت بارش باران در محل محاسبه گردد. واحد i بر حسب $\frac{mm}{h}$ (میلی متر بر ساعت) می‌باشد و معرف بیشترین میزان باران در طی یک ساعت در ۱۰۰ سال گذشته می‌باشد.

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} \times A \times i$$

A : میزان مساحتی از بام می‌باشد که باتوجه به شیب بندی بام، باران آن سطح به سمت یک زهکش اصلی (واقع در کف بام) هدایت می‌شود.

i : اطلاعات مربوط به شدت باران. متاسفانه توسط آیین نامه ارائه نشده است و باید از منابع آماری موجود در منطقه استعلام گردد.

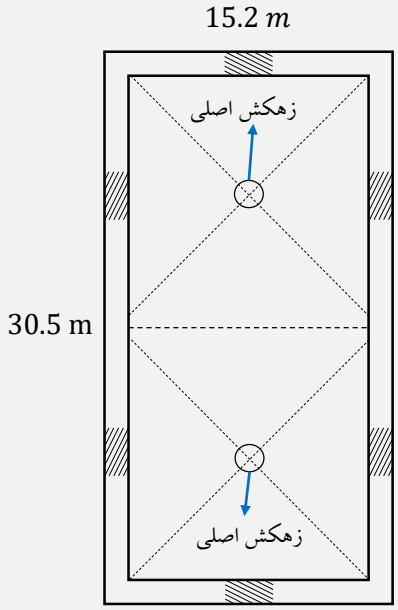
Q : با استفاده از جدول ۱-۸-۶ ، d_h با توجه به قطر دیده شده برای زهکش فرعی استخراج می‌گردد.

جدول ۱-۸-۶ دبی جریان، Q، شبکه‌های زهکشی مختلف بر حسب متر مکعب بر ثانیه در ارتفاعات هیدرولیکی، d_n گوناگون بر حسب میلی متر

نوع شبکه زهکشی فرعی	$Q\ (m^3/s)$							
	$d_h(mm)$	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۷۵	۲۰۰
زهکش با قطر ۱۰۰ میلی میتر		0. 0051	0. 0107	–	–	–	–	–
زهکش با قطر ۱۵۰ میلی میتر		0. 0063	0. 012	0. 024	–	–	–	–
زهکش با قطر ۲۰۰ میلی میتر		0. 0079	0. 0145	0. 0353	0. 0694	–	–	–
مجرای ناودان با عرض ۱۵۰ میلی متر		0. 0011	0. 0032	0. 0057	0. 0088	0. 0122	0. 0202	0. 0248
مجرای ناودان با عرض ۶۰۰ میلی متر		0. 0045	0. 0126	0. 0227	0. 0353	0. 049	0. 081	0. 0992
مجرای ناودان مسدود با عرض ۱۵۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلی متر		0. 0011	0. 0032	0. 0057	0. 0088	0. 0112	0. 0146	0. 016
مجرای ناودان مسدود با عرض ۶۰۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلی متر		0. 0045	0. 0126	0. 0227	0. 0353	0. 0447	0. 0583	0. 0638
مجرای ناودان مسدود با عرض ۱۵۰ و ارتفاع ۱۵۰ میلی متر		0. 0011	0. 0032	0. 0057	0. 0088	0. 0122	0. 0191	0. 0216
مجرای ناودان مسدود با عرض ۶۰۰ و ارتفاع ۱۵۰ میلی متر		0. 0045	0. 0126	0. 0227	0. 0353	0. 049	0. 0765	0. 0866

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

مثال): بار باران سقفی به ابعاد 15.2 × 30.5 متر مطابق شکل زیر را بیابید. طبق طرح صورت گرفته d_s برابر با ۵۱ میلی‌متر می‌باشد و زهکش اصلی به قطر ۱۰۲ میلی متر می‌باشد. شدت بارش باران $95\frac{mm}{h}$ می‌باشد.



حل :

شدت بارش باران $95\frac{mm}{h}$ می‌با شد و زهکش ا صلی به قطر ۱۰۲ میلی متر می‌با شد و زهکش فرعی در ارتفاع ۵۱ میلی متری از سطح زمین قرار گرفته است :

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} \times A \times i$$

$$= 0.278 \times 10^{-6} \times \left(\frac{30.5}{2} \times 15.2\right) \times 95 = 0.0061\frac{m^3}{s}$$

بر اساس جدول ۱-۸-۶ :

$$\begin{cases} Q = 0.005 \longrightarrow d_h = 25 \\ Q = 0.0107 \longrightarrow d_h = 50 \end{cases}$$

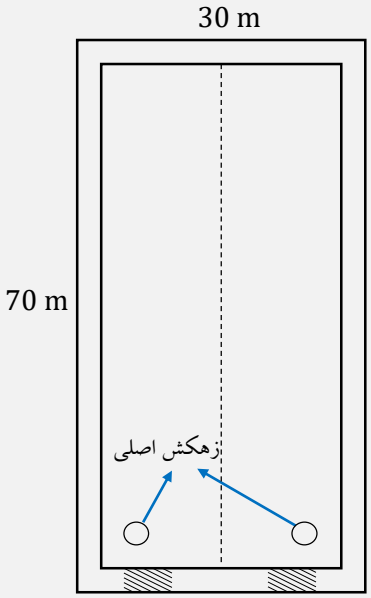
با استفاده از درون یابی خطی داریم:

$$d_h = 25 + \left(\frac{0.0061-0.0051}{0.0107-0.0051}\right) \times (51 - 25) = 30mm$$

d_s باتوجه به صورت مسئله ۵۱ میلی متر می‌باشد و درنتیجه:

$$R = 0.01(d_s + d_h) \rightarrow$$
$$R = 0.01(51 + 30) = 0.81\frac{kN}{m^2}$$

مثال): بار باران R را برای پلان شـــکل زیر تعیین نمایید. شـــدت بارش باران برای منطقه مورد نظر $i = 38\frac{mm}{h}$ می‌باشد و زهکش فرعی ناودانی به عرض ۳۰۵ میلی متر و در ارتفاع ۵۱ میلی متری از سطح بام قرار دارد. زهکش اصلی به قطر ۱۵۲ میلی متر می‌باشد.



حل :

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} \times 70 \times 15 \times 38 = 0.011\frac{m^3}{s}$$

$$d_s = 51\ mm$$

برا ســـاس جدول ارائه شـــده برای زهکش ناودانی به عرض ۱۵۰ میلی متر اطلاعات d_h موجود می‌باشد و عرض ناودانی ارائه شده در جدول نصف عرض ناودانی موجود می‌باشد لذا می‌توان از نصف دبی محاسبه شده فوق جهت استفاده از ردیف مربوطه به ناودانی به عرض ۱۵۰ میلی متر استفاده کرد:

$$Q = 0.005 \quad \rightarrow$$

$$d_h = 50 + \left(\frac{75-50}{0.0057-0.0032}\right) \times (0.0055 - 0.0032) \xrightarrow{d_s=51}$$

$$R = 0.01 \times (d_h + d_s) = 0.01 \times (73 + 51) = 1.24\frac{kN}{m^2}$$