



بارگذاری ویژه آزمون محاسبات

مسعود حسین زاده اصل

ویرایش بهار ۱۳۹۶

فهرست مطالب

۱- مقدمه	۱
۲- گروه خطر پذیری	۲
۳- ترکیب بار	۴
۳-۱- بتن	۴
۳-۲- فولاد	۵
۳-۳- تنش مجاز	۶
۳-۴- بهره برداری	۷
۴- بار زنده	۸
۴-۱- بار زنده گسترده	۹
۴-۲- بار زنده گسترده تیغه بندی	۱۲
۴-۳- بارگذاری شطرنجی	۱۸
۴-۴- بار زنده متمرکز	۱۹
۴-۵- بار ضربه ای	۲۱
۴-۶- کاهش بار زنده	۲۲
۴-۷- بار جرثقیل	۳۳
۵- بار سیل	۳۶
۶- بار برف	۳۷
۶-۱- مفاهیم	۳۷
۶-۲- بار برف زمین	۳۹
۶-۳- بار برف متوازن	۴۰
۶-۴- بار برف حداقل	۴۴
۶-۵- بارگذاری جزئی	۴۴
۶-۶- بارگذاری نامتوازن	۴۶
۶-۷- انباشت برف	۵۴
۶-۸- بالاآمدگی و دست انداز بام	۵۶
۶-۹- برف لغزنده	۵۷
۷- بار باران	۵۹
۸- بار یخ	۶۱
۹- بار باد	۶۳
۹-۱- مفاهیم اولیه	۶۳
۹-۲- روش محاسبه بار باد	۶۷

- ۶۸..... ارتفاع مبنا ۳-۹
- ۶۹..... ضرب باد گیری ۴-۹
- ۷۱..... ضرب اثر جهشی باد..... ۵-۹
- ۷۳..... ساختمانهای کوتاه (اعضای اصلی) ۶-۹
- ۷۵..... ساختمانهای کوتاه- دیوارها (پوسته، نما و اعضای ثانویه)..... ۷-۹
- ۷۶..... ساختمانهای کوتاه- سقف با شیب کم (پوسته، نما و اعضای ثانویه)..... ۸-۹
- ۷۷..... ساختمانهای کوتاه- سقف تک دهانه با شیب بالا (پوسته، نما و اعضای ثانویه)..... ۹-۹
- ۷۸..... ۱۰-۹- ساختمانهای کوتاه- سقف چند دهانه با شیب بالا (پوسته، نما و اعضای ثانویه).....
- ۸۱..... ۱۱-۹- ساختمانهای بلند.....
- ۸۴..... ۱۲-۹- محاسبه فشار داخلی بار باد.....
- ۸۶..... ۱۳-۹- بار گذاری جزئی ۱۳-۹
- ۸۷..... ۱۴-۹- موارد خاص ۱۴-۹
- ۸۸..... ۱۰- بار انفجار..... ۱۰-۹

۱-مقدمه

- داوطلب گرامی ضمن آرزوی پیروزی برای شما قبل از استفاده از جزوه مطالب زیر را مطالعه بفرمایید:
- ✓ این کتاب کار ویژه تدریس سرکلاس و افزایش سرعت تدریس تهیه شده و کامل نیست. کتاب به مرور زمان ویرایش و تکمیل خواهد شد (تاریخ ویرایش در قسمت فوقانی صفحات درج شده است).
 - ✓ برای اطلاع از برنامه های آموزشی و زمانبندی دوره ها به www.hoseinzadeh.net مراجعه کنید.
 - ✓ استفاده از متن و یا تصاویر این کتاب با ذکر منبع آن (www.hoseinzadeh.net) بلامانع است.
 - ✓ کانال تلگرام: جهت آگاهی از کلاسهای نظام مهندسی اینجانب و نیز مشاهده پرسش و پاسخهای انجام شده در زمینه آزمون محاسبات می توانید در کانال تلگرام زیر عضو شوید:

https://telegram.me/hoseinzadehasl	لینک عضویت در کانال عمومی:
https://telegram.me/mhoseinzadehasl	ارسال سوال از طریق کانال عمومی:
https://telegram.me/nezam_hoseinzadehasl	لینک عضویت در کانال اختصاصی آزمون محاسبات:
https://telegram.me/nezam_mhoseinzadehasl	ارسال سوال از طریق کانال اختصاصی آزمون محاسبات:

- ✓ مسلماً جزوه خالی از اشتباه نیست. در صورتی که به اشتباهی برخوردید، ممنون می شوم که از طریق کانال تلگرام اطلاع دهید تا در ویرایش بعدی اصلاح شود.
- ✓ علاوه بر این جزوه، مطالب مفید دیگر را می توانید از سایت اینجانب (www.hoseinzadeh.net) دانلود نمایید.

مسعود حسین زاده اصل

ویرایش اول: ۱۳۹۳/۱۰/۲۱

ویرایش فعلی: ۱۳۹۶/۲

۲- گروه خطر پذیری

۱-۶ کلیات

۱-۶-۵ گروه‌بندی ساختمان‌ها و سایر سیستم‌های سازه‌ای

۱-۶-۵-۱ گروه‌بندی خطرپذیری

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید بنا بر میزان خطرپذیری جانی، سلامت و رفاهی که بر اساس میزان آسیب یا خرابی و با توجه به کاربری آنها مطابق جدول ۱-۶-۱ تعیین می‌شود، برای اعمال بار سیل، باد، برف، زلزله و یخ دسته‌بندی گردند. به هر ساختمان یا سیستم سازه‌ای بایستی بالاترین گروه خطرپذیری ممکن اختصاص یابد. حداقل نیروهای طراحی برای سازه‌ها باید براساس ضرایب اهمیت ارائه شده در جدول ۱-۶-۲ که از آن در سایر فصول این مبحث استفاده شده، تعیین گردد. اختصاص گروه‌های خطرپذیری مختلف به یک ساختمان یا سیستم سازه‌ای برای انواع مختلف شرایط بارگذاری (برای نمونه، باد یا زلزله) امکان‌پذیر است.

جدول ۱-۶-۱ گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بار سیل، باد، برف، زلزله و یخ

گروه خطرپذیری	نوع کاربری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها
۱	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که به عنوان تاسیسات ضروری طراحی می‌گردند و وقفه در بهره‌برداری از آن‌ها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تاسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تاسیسات انتظامی، مراکز کمک‌رسانی و به طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در امداد و نجات موثر باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آن‌ها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه‌مدت یا دراز مدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله‌های بسیار خطرناک با توجه به ضوابط قانونی موجود باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطرپذیری می‌باشد. سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطرپذیری ۱ موردنیاز می‌باشند.
۲	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری، یا هر فضای سرپوشیده‌ای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لکن خرابی آن‌ها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته یا باعث از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می‌شود. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لیکن خرابی آن‌ها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت و یا هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از موادی مانند سوخت‌های خطرناک، مواد شیمیایی خطرناک، زباله‌های خطرناک و یا مواد منفجره باشند که با توجه به ضوابط قانونی موجود، انتشار گسترده این مواد سمی و مضر منجر به خطری برای عموم نمی‌شود (مطابق بند ۱-۶-۵-۳).
۳	کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول این مبحث که جزو ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه خطرپذیری دیگر نباشند مانند ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های طبقاتی، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره.
۴	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغداری. ساختمان‌ها و سایر سازه‌های موقتی که مدت بهره‌برداری از آن‌ها کمتر از دو سال است.

جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای

بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطرپذیری مطابق جدول ۱-۱-۶	ضریب اهمیت بار لرزه‌ای، I_e	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ I_f	ضریب اهمیت بار 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

محاسبات ۹۳

۱۶- ضریب اهمیت بار برف برای مساجد..... و برای درمانگاهها..... می‌باشد.

۱٫۲ و ۱٫۴ (۲)

۱٫۱۵ و ۱٫۲۵ (۱)

۱٫۱ و ۱٫۲ (۴)

۱٫۲۵ و ۱٫۲۵ (۳)

گزینه ۴

۲-۳-۲-۶ ترکیب بارهای حالت‌های حدی نهایی در طراحی ساختمان‌های بتن‌آرمه

- ۱) $1,25D + 1,5L + 1,5(L_T \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۲) $D + 1,2L + 1,2(L_T \text{ یا } S \text{ یا } R) + 1,2(W \text{ یا } 0,7E)$
- ۳) $0,85D + 1,2(W \text{ یا } 0,7E)$
- ۴) $1,25D + 1,5L + 1,5(L_T \text{ یا } S \text{ یا } R) + 1,5(H \text{ یا } 0,84F)$
- ۵) $0,85D + 1,5(H \text{ یا } 0,84F)$
- ۶) $D + 1,2L + 1,2(L_T \text{ یا } S) + T$
- ۷) $1,25D + 1,5T$

- برای کاربری‌هایی که بار L_m آن‌ها کمتر از ۵ کیلو نیوتن بر مترمربع است، به استثناء بام، کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی، ضریب بار مربوط به L را می‌توان برابر با ۰/۶ برای ترکیب بار شماره ۲، و ۰/۷۵ برای ترکیب بار شماره ۴ منظور نمود.

- در شرایطی که اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر می‌بایست معادل صفر منظور گردد.

- در طراحی سازه‌های پیش تنیده اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.

- بیشترین اثرات نامطلوب ناشی از بارهای باد و زلزله باید مورد ارزیابی قرار گیرد، ولی نیازی نیست که اثر آن‌ها به طور همزمان بر سازه منظور شود. در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای مبحث نهم مقررات ملی ساختمان رعایت گردد.

- اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آن‌ها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.

- اگر سازه در محل با احتمال وقوع سیل واقع شود، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی $1,2W + 2,0F_a$ به جای $1,2W$ در ترکیب‌های ۲ و ۳ نیز در نظر گرفته شود.

۳-۳-۲-۶ ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سایر ساختمان‌ها از جمله

ساختمان‌های فولادی

- ۱) $1/4D$
- ۲) $1/2D + 1/6L + 0/5(L_T \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۳) $1/2D + 1/6(L_T \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0/5(1/4W)]$
- ۴) $1/2D + 1/10(1/4W) + L + 0/5(L_T \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۵) $1/2D + 1/10E + L + 0/2S$
- ۶) $0/8D + 1/10(1/4W)$
- ۷) $0/8D + 1/10E$
- ۸) $1/2D + 0/5L + 0/5(L_T \text{ یا } S) + 1/2T$
- ۹) $1/2D + 1/6L + 1/6(L_T \text{ یا } S) + 1/10T$

موارد زیر در ترکیب بارهای این بند باید در نظر گرفته شود:

- ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که بار L_0 آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی را می‌توان برابر با ۰/۵ منظور نمود.

- در شرایطی که اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر می‌بایست معادل صفر منظور گردد.

- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.

- در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای رعایت گردد.

- اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آنها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.

- در مواردی که بار سیال F بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضرایب باری همانند ضریب بار مرده D در ترکیب بارهای ۱ تا ۵ و ۷ منظور شوند.

- در صورت 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 این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار H باید با

ضریب ۱/۶ در ترکیب بارها منظور شود،

۲- اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، در صورت وجود

دائمی بار H ، اثر آن باید با ضریب ۰/۹ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار

H صرف‌نظر گردد.

- اگر سازه در محل با احتمال وقوع سیل واقع شود، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده، باید دو ترکیب بار

اضافی با جایگزینی $1/4W + 2/10F_a$ به جای $1/4W$ در ترکیب‌های ۴ و ۶ نیز در نظر گرفته شود.

- در صورتی که سازه تحت اثر بار یخ جوی و بار باد وارده بر یخ قرار گیرد، ترکیب بارهای زیر در

طراحی سازه باید منظور شود:

۱- عبارت $(R \text{ یا } S \text{ یا } L_T) + 0/5D_i$ در ترکیب بار شماره ۲ باید با عبارت $0/2D_i + 0/5S$ جایگزین شود.

۲- عبارت $(R \text{ یا } S \text{ یا } L_T) + 0/5(L_T \text{ یا } S) + 1/10(1/4W)$ در ترکیب بار شماره ۴ باید با عبارت

$D_i + 1/10(1/4W_i) + 0/5S$ جایگزین شود.

۳- عبارت $1/10(1/4W)$ در ترکیب بار شماره ۶ باید با عبارت $D_i + 1/10(1/4W_i)$ جایگزین شود.

۴-۳-۲-۶ ترکیب بارها در طراحی به روش **تنش مجاز**

- ۱) D
- ۲) D+L
- ۳) D+(L_r یا S یا R)
- ۴) D+۰٫۷۵L+۰٫۷۵(L_r یا S یا R)
- ۵) D+[۰٫۶(۱٫۴W) یا ۰٫۷E]
- ۶) D+۰٫۷۵L+۰٫۷۵[۰٫۶(۱٫۴W)]+ ۰٫۷۵(L_r یا S یا R)
- ۷) D+۰٫۷۵L+۰٫۷۵(۰٫۷E)+ ۰٫۷۵S
- ۸) ۰٫۶D+۰٫۶(۱٫۴W)
- ۹) ۰٫۶D+۰٫۷E
- ۱۰) ۱٫۰D+۱٫۰T
- ۱۱) ۱٫۰D+۰٫۷۵[L+(L_r یا S)+T]

- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
 - بیشترین اثرات نامطلوب ناشی از بارهای باد و زلزله باید مورد ارزیابی قرار گیرد، ولی نیازی نیست که اثر آنها به طور همزمان بر سازه منظور شود. در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای رعایت گردد.

- افزایش تنش مجاز در ترکیب بارهای ارائه شده در این مبحث نباید انجام شود.

- در مواردی که بار سیال F بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضریب باری همانند ضریب بار مرده D در ترکیب بارهای ۱ تا ۷ و ۹ منظور شوند.

- در صورت 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 این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر متغیرهای 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 متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب ۰٫۶ در ترکیب 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 $F_e/1.5$ به ترکیب بارهای ۵ تا ۸ اضافه شده و ضریب بار E در ترکیب بارهای ۵ و ۷ برابر با 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 (L_r یا S یا 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.

۵-۳-۲-۶ ترکیب بارهای حالت‌های حدی بهره‌برداری

برای حالت‌های بهره‌برداری موضوع بند ۶-۳-۱-۲، باید ترکیب بارهای مناسب بارهای مرده، زنده و سایر بارهای مرتبط با توجه به مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان و یا سایر آیین‌نامه‌های طراحی مربوطه در نظر گرفته شود. در این ترکیب‌ها از بارهای کوتاه مدت نظیر زلزله طرح، باد، سیل، یخ جوی و ... استفاده نمی‌شود. ترکیب بارهای زیر باید برای حالت‌های بهره‌برداری به کار برده شود. در صورتی که در مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان و یا سایر آیین‌نامه‌های طراحی مربوطه پیشنهاد استفاده از ضرایب بار کمتر از یک را در ترکیب بارها داده باشد، باید از آن ضرایب به جای یک در ترکیب بارهای زیر استفاده گردد.

- ۱) D
- ۲) D+L
- ۳) D+(L_r یا S یا R)
- ۴) D+L+(L_r یا S یا R)
- ۵) D+T
- ۶) D+L+T+(L_r یا S)

- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش‌تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- در صورت وجود بار سیال، فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده، باید اثرات آنها با ضریب یک در ترکیب‌های فوق لحاظ گردد.
- برای زلزله سطح بهره‌برداری به فصل ۱۱ این مبحث مراجعه شود.

۴- بار زنده

۶-۵-۱ تعاریف

۶-۵-۱-۱ بار زنده: باری غیر دائمی است که در حین 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.

۶-۵-۱-۲ 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 باشند، به آن اعمال شود.

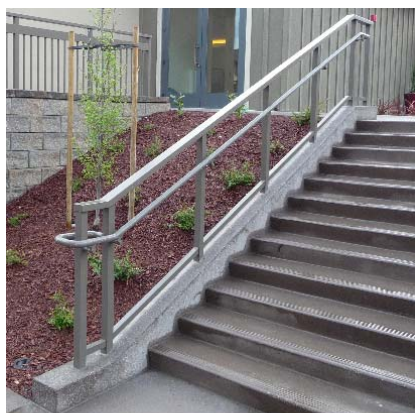
۶-۵-۱-۳ بار زنده نرده حفاظ: مجموعه‌ای از قطعات شامل مهارها و قطعات اتصال به سیستم سازه‌ای که در نزدیکی لبه‌های باز سطوح برآمده با هدف به حداقل رساندن امکان سقوط مردم و یا تجهیزات و یا مصالح از آن نقاط به کار می‌رود.

۶-۵-۱-۴ بار زنده بام: یک ساختمانی که بصورت کامل و یا قسمتی از آن، که بصورت کامل و یا موضعی خود ایستا بوده و شامل دیوار و سقفی برای جلوگیری از نفوذ حشرات یا نور آفتاب باشد. فضایی از جنس فایبر گلاس، آلومینیم، پلاستیک و یا سایر مصالح سبک توری تشکیل شده، که یک محل در دست استفاده مانند استخر شنا و یا سکوی برگزاری مراسم، و تاسیسات مرتبط با تولیدات باغی و یا کشاورزی را می‌پوشاند.

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

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

۶-۵-۱-۷ بار زنده حفاظ 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 دیواره‌های پارکینگ و یا راه عبور وسایل نقلیه می‌شوند.



سیستم نرده



سیستم حفاظ نرده



۴-۱- بار زنده گسترده

جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلو نیوتن بر متر مربع	بار متمرکز کیلو نیوتن
۱	بامها		
۱-۱	بامهای معمولی تخت، شیب دار و قوسی	۱٫۵ ^(۱)	۱٫۳
۲-۱	بام یا پوشش سبک	۰٫۵	۱٫۳
۳-۱	بامهای دارای باغچه و گلخانه	۵	—
۴-۱	بامهایی با پوشش پارچه‌ای یا سازه اسکلتی	۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش)	۱٫۳
۵-۱	بامهایی با امکان تجمع و ازدحام	بسته به نوع کاربری	—
۶-۱	قاب‌های نگهدارنده یک فضایند	۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش، فقط به اعضای قابها وارد می‌شود)	۱
۲	سالن‌ها و محل‌های تجمع و ازدحام		
۱-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع دارای صندلی‌های ثابت (چسبیده به کف)	۳ ^(۳)	—
۲-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع فاقد صندلی‌های ثابت	۵ ^(۳)	—
۳-۲	سالن‌های غذاخوری و رستوران‌ها	۵ ^(۳)	—
۴-۲	سینماها و تئاترها	۵ ^(۳)	—
۵-۲	صحنه سینماها و تئاترها	۷٫۵ ^(۳)	—
۶-۲	سالن‌های اجرای مراسم گروهی، اجرای سرود و ...	۷٫۵ ^(۳)	—
۷-۲	شبستان مساجد و تکایا	۶ ^(۳)	—
۸-۲	سالن انتظار و ملاقات	۵ ^(۳)	—
۹-۲	پایانه‌های مسافری	۶ ^(۳)	—
۳	راهروها، راه پله‌ها ^(۳) و بالکن‌ها		
۱-۳	راهروهای مراکز تجمع و ازدحام واقع در طبقه همکف (ورودی)	۵	—
۲-۳	راهروهای مراکز تجمع و ازدحام واقع در سایر طبقات	مطابق بار زنده اتاق‌های مجاور	—
۳-۳	راه پله و راههای منتهی به درب‌های خروجی	۵ ^(۳)	۱٫۳ ^(۱۲)
۴-۳	راه پله اضطراری	۵	۱٫۳
۵-۳	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تأسیسات	۲	۱٫۳
۶-۳	بالکن‌ها	۱٫۵ برابر بار زنده کف اتاق‌های متصل به آنها. لازم نیست بیش از ۵ کیلو نیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.	—
۴	ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی		
۱-۴	اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها-انبار-راهروها)	۲	—
۲-۴	اتاق‌های محل تجمع و راهروهای مرتبط با آن	۵	—
۵	هتل‌ها-فروشگاه‌ها		
۱-۵	اتاق‌ها و سایر فضاهای هتل‌ها، مهمانسراها و خوابگاه‌ها	۲	—
۲-۵	فروشگاه‌های کوچک و خرده‌فروشی- طبقه همکف (ورودی)	۵	۴٫۵
۳-۵	فروشگاه‌های کوچک و خرده‌فروشی- کف سایر طبقات	۲٫۵	۴٫۵
۴-۵	فروشگاه‌های عمده‌فروشی- همه طبقات	۶ ^(۳)	۴٫۵
۶	ساختمان‌های آموزشی- فرهنگی و کتابخانه‌ها		
۱-۶	کلاس‌های درس، آزمایشگاه‌های سبک	۲٫۵	۴٫۵
۲-۶	اتاق‌های مطالعه	۳	۴٫۵
۳-۶	مخازن کتاب یا اتاق بایگانی با قفسه‌های ثابت	۲٫۵ ^(۵) به ازای هر متر ارتفاع، حداقل ۷٫۵	۴٫۵
۴-۶	مخازن کتاب یا محل بایگانی با قفسه‌های متحرک	۴ به ازای هر متر ارتفاع، حداقل ۱۰	۷
۵-۶	راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۵	۴٫۵
۶-۶	راهروهای سایر طبقات	۴	۴٫۵

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۷	ساختمان‌های اداری		
۱-۷	دفاتر کار معمولی	۲٫۵	۹
۲-۷	سالن انتظار و ملاقات- راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۴٫۵	۹
۳-۷	راهروهای سایر طبقات	۳٫۵	۹
۸	ساختمان‌های صنعتی		
۱-۸	کارگاه‌های صنعتی سبک	۶ ^(۳) (۳) (۶)	۹
۲-۸	کارگاه‌های صنعتی متوسط	۱۰ ^(۳) (۳) (۶)	۱۱
۳-۸	کارگاه‌های صنعتی سنگین	۱۲ ^(۳) (۳) (۶)	۱۴
۹	ورزشگاه‌ها و تأسیسات تفریحی		
۱-۹	سالن‌های ورزشی سبک مانند تنیس روی میز- بیلیارد و ...	۳٫۵ ^(۳)	—
۲-۹	سالن‌های ورزشی و تمرینات بدنی	۵ ^(۳)	—
۳-۹	ورزشگاه‌های دارای صندلی ثابت	۵ ^(۳) (۵)	—
۴-۹	ورزشگاه‌های فاقد صندلی ثابت یا دارای نیمکت	۶ ^(۳)	—
۱۰	بیمارستان‌ها و مراکز درمانی		
۱-۱۰	اتاق‌های بیمار	۲	۴٫۵
۲-۱۰	اتاق‌های عمل، آزمایشگاه‌ها	۳	۴٫۵
۳-۱۰	راهروهای طبقه اول	۵	۴٫۵
۴-۱۰	راهروهای سایر طبقات	۴	۴٫۵
۱۱	محل عبور و پارک خودروها		
۱-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلونیوتن	۳ ^(۳) (۳) (۳)	۲۰ ^(۱۵)
۲-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن	۶	۳۰ ^(۱۵)
۳-۱۱	معايير و بخش‌هایی از محوطه با امکان عبور کامیون	۱۲ ^(۹)	۳۶ ^(۱۵)
۱۲	سایر موارد		
۱-۱۲	سردخانه‌ها	۵ به ازای هر متر ارتفاع مفید، حداقل ۱۵	—
۲-۱۲	آشپزخانه‌های صنعتی و رخت‌شوی‌خانه‌ها	۵	—
۳-۱۲	تعبیه انبار سبک در فضای داخل سقف کاذب	۱	—
۴-۱۲	انباری‌های سبک	۶ ^(۳)	—
۵-۱۲	انباری‌های سنگین	۱۲ ^(۳) و (۱۰)	—
۶-۱۲	موتورخانه‌ها	۷٫۵	—
۷-۱۲	اتاق‌های هواساز- پمپ و نظایر آن	۴	—
۸-۱۲	محل فرود بالگرد	۳ ^(۱۱) و (۱۲) و (۱۳)	—
۹-۱۲	کف کاذب در فضاهای اداری	۲٫۵	۹
۱۰-۱۲	کف کاذب برای اتاق‌های کامپیوتر	۵	۹
۱۱-۱۲	اتاق آسانسور	۳٫۶	۱٫۳ (بر روی سطحی برابر با ۵۰×۵۰ میلی‌متر وارد شود)
۱۲-۱۲	هرگونه ساختمان دیگر	۱	

- (۱) چنانچه بار زنده گسترده یکنواخت بام مطابق بخش ۶-۵-۸ به کمتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع کاهش یافته و برای طراحی اعضای سازه‌ای مورد استفاده شده در تامین یکپارچگی سقف به کار گرفته شود، بار زنده کاهش یافته، باید در دهانه‌های مجاور یا سایر دهانه‌ها به صورت یک در میان اعمال شود به نحوی که بیشترین اثر را ایجاد نماید.
- (۲) اجزاء خرابیها و تیرها (اجزاء اصلی) که برای پوشش سالن‌های صنعتی، پارکینگ‌های تعمیراتی، انبارها ... به کار می‌روند باید علاوه بر بارهای زنده وارد به سقف، یک بار متمرکز برابر با ۱۰ کیلونیوتن را بطور موضعی تحمل نمایند. این بار در خرابیها و در تیرها در هر نقطه اختیاری از تیر که بیشترین اثر را ایجاد کند وارد می‌شوند.
- (۳) کاهش سربار زنده برای این نوع کاربری طبق بخش ۶-۵-۷ مجاز نمی‌باشد مگر اینکه استثنای خاصی در خصوص آن اعمال گردد.
- (۴) در راه پله‌هایی که در آنها کف پله‌ها به صورت طره‌ای مجزا در نظر گرفته شده‌اند، کف پله‌ها باید برای یک بار متمرکز ۲ کیلونیوتن که در انتهای طره وارد می‌شود طراحی گردند. این بار لزومی ندارد همزمان با بار گسترده یکنواخت اعمال شود.
- (۵) علاوه بر بارهای قائم، طراحی باید بر اساس بارهای افقی جانبی که به هر ردیف از صندلی‌ها مطابق زیر وارد می‌شود، انجام شود: ۰٫۴ کیلونیوتن بر متر طول در راستای موازی ردیف صندلی‌ها و ۰٫۱۵ کیلونیوتن در راستای عمود بر ردیف صندلی. نیازی به اعمال همزمان این دو بارگذاری نمی‌باشد.
- (۶) کف‌های تعمیرگاه‌ها، کارخانجات، کارگاه‌های صنعتی و فضاهایی از این قبیل که دارای تجهیزات و یا کاربری‌های خاص می‌باشند، باید برای بار زنده متناسب با کاربری خود طراحی شوند.
- (۷) کف پارکینگ‌ها و یا بخش‌هایی از یک ساختمان که برای پارک وسیله نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد، براساس بار زنده گسترده یکنواخت ارائه شده در جدول ۶-۵-۱ و بارهای متمرکز زیر طراحی می‌شوند اما لازم نیست این دو بار به طور همزمان اعمال شوند:
- (الف) در خصوص پارکینگ‌هایی برای خودروهای با ظرفیت کمتر از ۹ نفر، براساس یک نیروی متمرکز ۱۳/۵ کیلونیوتن اعمال شده بر روی یک سطح ۱۲۰×۱۲۰ میلی‌متر.
- (ب) برای پارکینگ‌های مکانیزه بدون دال یا سقف که جهت پارک خودروهای سبک (شخصی) به کار می‌روند، براساس بار ۱۰ کیلونیوتن به ازای هر چرخ.
- (۸) بارگذاری کف‌ها برای عبور کامیونت، کامیون یا اتوبوس با وزن بیش از ۹۰ کیلونیوتن باید بر طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور طراحی می‌شوند.
- (۹) سایر بارهای یکنواخت مطابق روش تأیید شده‌ای که دربر دارنده ضوابط بارگذاری کامیون‌ها می‌باشد به صورت مناسب لحاظ گردد.
- (۱۰) بار گسترده یکنواخت کف انبارها باید براساس جداول پیوست شماره ۶-۱ تعیین گردد. چنانچه وضع مواد انبار شونده روشن نباشد، این بار باید با تخمین نوع انبار و مقایسه آن با جداول پیوست شماره ۶-۳، برابر با مقادیر پیشنهاد شده در آن جدول در نظر گرفته شود. این بار در هر صورت نباید کمتر از ۷/۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.
- (۱۱) بار زنده کف جایگاه بالگردهایی با وزن کمتر از ۱۴ کیلونیوتن (در هنگام برخاستن)، ۲ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود. این بار قابل کاهش نیست. وزن و ظرفیت بالگرد باید توسط مرجع ذیصلاح اعلام شود.
- (۱۲) دو بار متمرکز منفرد به فاصله ۲/۴۵ متر باید به کف جایگاه (محل قرارگیری چرخ‌ها) اعمال گردد. مقدار هر یک از این بارها برابر ۷۵٪ وزن بالگرد در هنگام برخاستن می‌باشد. محل قرار گیری این دو بار باید طوری باشد که بیشترین اثر را بر سازه وارد نماید. این بارها باید در سطحی به ابعاد ۲۰۰×۲۰۰ میلی‌متر وارد شده و نباید با سایر بارهای زنده متمرکز و گسترده همزمان وارد شود.
- (۱۳) یک بار متمرکز منفرد با مقدار ۱۳/۵ کیلونیوتن در سطحی به ابعاد ۱۲۰×۱۲۰ میلی‌متر در محلی که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند، اعمال گردد. نیازی به در نظرگیری همزمان این بار با سایر بارهای زنده گسترده و متمرکز نمی‌باشد.
- (۱۴) بار متمرکز پله‌ها در سطحی به ابعاد ۵۰×۵۰ میلی‌متر و بصورت غیرهمزمان با بارهای یکنواخت اعمال شود.
- (۱۵) بار متمرکز چرخ باید در سطحی با ابعاد ۱۲۰×۱۲۰ میلی‌متر اعمال گردد.

۲- تراس مقابل پنجره یک اتاق بیمار در بیمارستان به ابعاد $1/5 \times 2$ متر می باشد. کل بار زنده وارد به تراس طبق آیین نامه بارگذاری کدامیک از ارقام زیر است؟

(۱) ۶۰۰ کیلوگرم (۲) ۷۵۰ کیلوگرم (۳) ۹۰۰ کیلوگرم (۴) ۱۵۰۰ کیلوگرم

۳- پله‌ها در یک فروشگاه بزرگ به صورت پله مارپیچی بوده و هر کدام از آنها بصورت طره مجزائی هستند که به یک ستون بصورت گیردار اتصال دارند. ابعاد کف پله 150×30 سانتی متر است. لنگر خمشی ناشی از بار زنده در محل اتصال پله به ستون چقدر است؟

(۱) ۱۱۸ کیلوگرم متر (۲) ۱۶۹ کیلوگرم متر (۳) ۳۰۰ کیلوگرم متر (۴) ۴۶۹ کیلوگرم متر

۲-۴- بار زنده گسترده تیغه بندی

۲-۵-۶ بار زنده گسترده یکنواخت

۲-۲-۵-۶ ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده

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

در صورتی که وزن هر مترمربع سطح دیوارهای جداکننده از ۲ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آن به عنوان بار مرده در نظر گرفته شده و در محل واقعی خود اعمال می گردد.

استثناء: اگر حداقل بار زنده از 4 کیلونیوتن بر متر مربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار تقسیم کننده نیست.

$$0.5 \frac{kN}{m^2} = \text{حداقل بار زنده کف} \rightarrow 0.4 \frac{kN}{m^2} \leq \text{وزن متر مربع دیوار کننده تقسیم}$$

$$1 \frac{kN}{m^2} = \text{حداقل بار زنده کف} \rightarrow 2 \frac{kN}{m^2} \leq \text{وزن متر مربع دیوار تقسیم کننده} < 0.4 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{وزن دیوار بار مرده خواهد بود} \rightarrow \text{وزن متر مربع دیوار تقسیم کننده} < 2 \frac{kN}{m^2}$$

۱۲- وزن یک متر طول دیوار تیغه متشکل از آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه و سیمان به ضخامت یکمصد میلی‌متر و نازک‌کاری با ملات گچ به ضخامت متوسط پانزده میلی‌متر در هر طرف و ارتفاع دیوار برابر سه متر برحسب کیلونیوتن به کدام مقدار نزدیکتر است؟

$$3.7 \text{ (۱)}$$

$$4.0 \text{ (۳)}$$

$$3.4 \text{ (۲)}$$

$$4.3 \text{ (۴)}$$

گزینه ۱

$$3 \times (0.1 \times 850 + 0.03 \times 1300) = 372 \frac{kg}{m} = 3.72 \frac{kN}{m}$$

ادامه جدول شماره پ ۶-۱-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

۱۸۵۰	۲- ملات‌ها
۲۰۰۰	ملات ماسه آهک
۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان و آهک (با تارد)
۱۳۰۰	ملات ماسه سیمان
	ملات گچ
۱۸۵۰	۶- بنائی با آجر و بلوک *
۱۸۰۰	آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان
۱۷۵۰	آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک
	آجر کاری با آجر فشاری و ملات گچ و خاک (طاق ضربی)
۲۱۰۰	آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه سیمان (سوراخ‌ها با ملات پر شود)
۲۰۰۰	آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه آهک (سوراخ‌ها با ملات پر شود)
۸۵۰	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان

۴۶- تیغه‌های غیر باربر داخلی یک ساختمان به صورت آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان به ضخامت ۲۰۰ میلی‌متر و در دو طرف اندود گچ به ضخامت متوسط ۲۰ میلی‌متر در هر طرف دیوار خواهد بود. اگر ارتفاع تیغه‌ها برابر ۲.۸ متر باشد، نیروی وارد بر واحد طول از طرف تیغه به کف برحسب کیلونیوتن بر متر، حدوداً چقدر باید در نظر گرفته شود؟

شتاب ثقل برابر ده متر بر مجذور ثانیه فرض می‌شود.

$$6.2 \text{ (۱)}$$

$$5.8 \text{ (۳)}$$

$$2.2 \text{ (۲)}$$

$$7.3 \text{ (۴)}$$

گزینه ۱:

$$w = 0.2 \times 850 + 2(0.02 \times 1300) = 222 \frac{kg}{m^2} = 2.22 \frac{kN}{m^2}$$

وزن واحد سطح دیوار برابر است با:

$$q = 222 \times 2.8 = 621.6 \frac{kg}{m} = 6.2 \frac{kN}{m}$$

بار گسترده خطی برابر است با:

۲- در آزمایشگاهی به مساحت 100 مترمربع واقع در یک بیمارستان، از تیغه‌های جداکننده به وزن واحد سطح تیغه 1.2 کیلونیوتن بر مترمربع برای جدا کردن فضا استفاده شده است. اگر کل مساحت تیغه‌های به کار رفته 150 مترمربع باشد، بار معادل متوسط تیغه‌بندی بر واحد سطح کف بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

1.2 (۲)

2.0 (۱)

1.0 (۴)

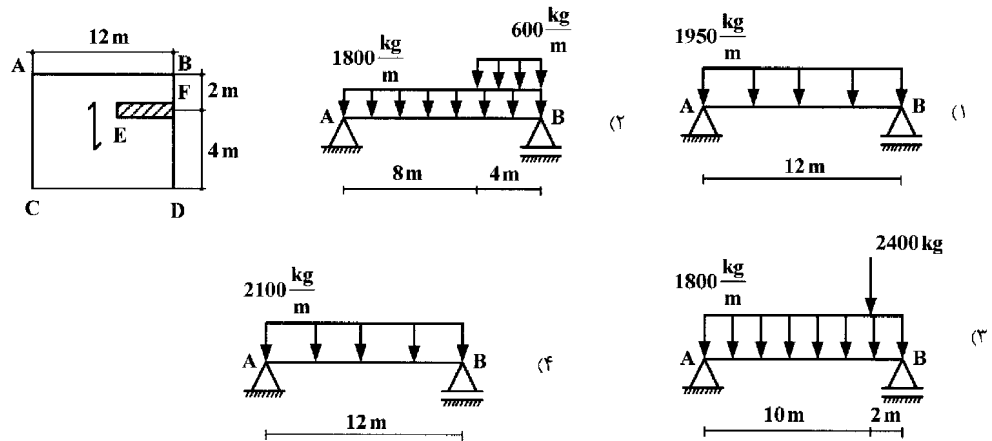
1.8 (۳)

گزینه ۳

$$\frac{1.2 \times 150}{100} = 1.8 \frac{kN}{m^2}$$

۳- حداقل بار زنده طبق مبحث ۶ برابر $1 \frac{kN}{m^2}$ می‌باشد. مقدار واقعی وزن تیغه‌ها نیز برابر $1.8 \frac{kN}{m^2}$ می‌باشد. بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

۳- در ساختمان مسکونی، بار مرده‌ی کف ۶۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و وزن تیغه در چشمه‌ی ABCD، برابر با ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و ارتفاع تیغه‌ها ۳ متر می‌باشد. بار مرده‌ی وارد بر تیر AB کدام است؟ طول تیغه $EF = 4m$



گزینه ۲

۶- در یک ساختمان مسکونی برای جداسازی فضاها از تیغه‌هایی استفاده شده است که وزن یک مترمربع سطح آنها 300 دکانیوتن است. چنانچه سطح پلان ساختمان در هر طبقه 300 مترمربع و طول تیغه‌ها در هر طبقه 60 متر و ارتفاع آنها 3 متر باشد کدامیک از عبارات زیر درخصوص بار معادل تیغه‌ها درست است؟

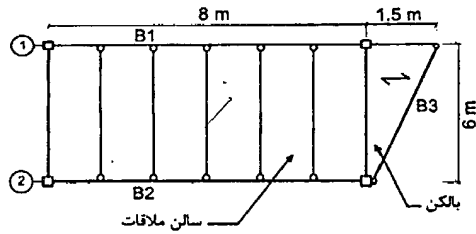
(۱) بار معادل تیغه‌ها را می‌توان 100 دکانیوتن بر مترمربع (در واحد سطح پلان) در نظر گرفت.

(۲) بار تیغه‌ها را باید در محل واقعی خود اعمال نمود.

(۳) بار معادل تیغه‌ها را می‌توان 180 دکانیوتن بر مترمربع (در واحد سطح پلان) در نظر گرفت.

(۴) بار معادل تیغه‌ها را می‌توان 300 دکانیوتن بر مترمربع (در واحد سطح پلان) در نظر گرفت.

۶- در شکل زیر پلان تیرریزی یک قسمت از یک ساختمان اداری نشان داده شده است. لنگر خمشی حداکثر انتهایی کنسول محور 1 ناشی از بارهای مرده و زنده (بدون ضریب بار) به کدام گزینه نزدیکتر است؟ (بار مرده سالن ملاقات و بالکن 4 kN/m^2 ، از وزن جان پناه و وزن مرده تیرها صرف نظر گردد، اتصال تیر B3 در دوطرف ساده فرض شود و توزیع بار در قسمت طره مطابق شکل یک طرفه فرض شود.)



18 kN.m (۱)

20 kN.m (۲)

25 kN.m (۳)

27 kN.m (۴)

گزینه ۲

بار بالکن با توجه به جهت تیرچه ابتدا به تیر لبه منتقل می شود. بار گسترده وارد بر تیرها مطابق شکل زیر مثلی خواهد بود. و سپس بار وارد بر تیر B3 در انتها به تیر طره وارد می شود. با توجه به مثلی بودن بار وارد بر B3، $\frac{2}{3}$ بار آن به تیر طره وارد می شود.

نتیجه:

نصف بار بالکن به تیر B3 وارد می شود.

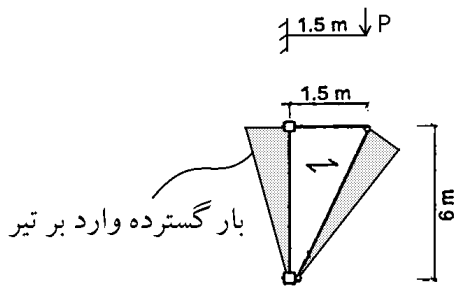
$\frac{2}{3}$ بار تیر B3 نیز به تیر طره وارد می شود.

بنابراین بار P وارد بر بالکن برابر $\frac{1}{3}$ کل بار وارد بر بالکن خواهد بود:

$$P = \frac{1}{3} \left(\frac{1.5 \times 6}{2} \times \left(4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \right) = 13.5 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad M = 1.5P = 20.25 \text{ kN.m}$$

در رابطه فوق $5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ بار زنده مربوط به بالکن می باشد:

$$\text{بار زنده بالکن} = \text{Min}(4.5 \times 1.5, 5) = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



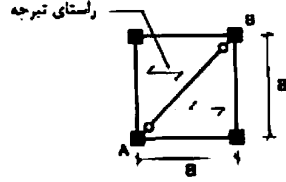
ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۷	ساختمان‌های اداری	۲٫۵	۹
۱-۷	دفاتر کار معمولی	۴٫۵	۹
۲-۷	سالن انتظار و ملاقات- راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۳٫۵	۹
۳-۷	راهروهای سایر طبقات		

جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۶-۳	بالکن‌ها	۱٫۵ برابر بار زنده کف اتاق‌های متصل به آنها. لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.	—

۵۷- در صورتی که مجموع شدت بارهای مرده و زنده در واحد سطح برابر q فرض شود. در طراحی به روش تنش مجاز تیر دو سر مفصل AB باید حداقل برای چه لنگر خمشی طراحی شود؟



$$\begin{aligned} & \frac{qa^4}{8\sqrt{2}} \quad (1) \\ & \frac{\sqrt{2}}{8} qa^3 \quad (2) \\ & \frac{1}{8} qa^3 \quad (3) \\ & \frac{\sqrt{2}}{4} qa^3 \quad (4) \end{aligned}$$

گزینه ۱

روش اول:

کل بار وارد بر سقف چقدر است؟

$$W_{all} = qa^2 \quad \text{بار کل وارد بر سقف برابر است با:}$$

از این بار چقدر به AB اثر می کند؟

نصف کل بار به AB اثر می کند. چون تیرچه ها دو سر مفصلند و نصف بار خود را به تکیه گاهها منتقل می کنند.

$$W_{AB} = \frac{qa^2}{2} \quad \text{بار کل وارد بر AB}$$

بار گسترده AB چه خواهد شد؟

$$q_{AB} = \frac{W_{AB}}{L_{AB}} = \frac{\frac{qa^2}{2}}{a\sqrt{2}} = \frac{qa}{2\sqrt{2}}$$

لنگر AB؟

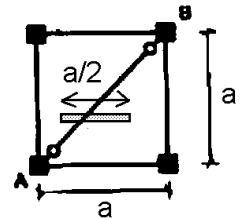
$$M_{AB} = \frac{q_{AB} L_{AB}^2}{8} = \frac{\frac{qa}{2\sqrt{2}} \times (a\sqrt{2})^2}{8} = \frac{qa^3}{8\sqrt{2}}$$

روش دوم:

سطح بارگیر تیر AB مطابق شکل یک مقدار ثابتی می باشد ($a/2$). از کل بار سقف نصف آن به تیر مایل می رسد. کل بار سقف وارد

بر تیر AB برابر $\frac{qa^2}{2}$ می باشد. بنابراین بار گسترده وارد بر تیر AB برابر $\frac{qa}{2\sqrt{2}} = \frac{qa^2}{a\sqrt{2}}$ می باشد و لنگر وارد بر آن برابر است با:

$$\frac{\left(\frac{qa}{2\sqrt{2}}\right) (a\sqrt{2})^2}{8} = \frac{qa^3}{8\sqrt{2}}$$



تمرین: محاسبات ۸۳ پایه ۱

۳- در یک ساختمان مسکونی از تیغه‌هایی به وزن 300 kg/m^2 استفاده شده است. سطح پلان ساختمان در هر طبقه 150 متر مربع و طول تیغه‌ها 20 متر و ارتفاع آنها $2/8$ متر است. بار معادل تیغه‌بندی چقدر است؟
 (۱) بار تیغه‌ها را باید در محل واقعی خود اعمال نمود. (۲) 100 kg/m^2 (۳) 150 kg/m^2 (۴) 112 kg/m^2

گزینه ۱

با توجه به اینکه متر مربع سطح دیوار برابر $3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ و بیش از $2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ می باشد باید از نوع بار مرده منظور شده و در محل واقعی خود وارد شود.

در صورتیکه بار سطح تیغه کمتر از $2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ بود، بار معادل تیغه بندی به صورت زیر محاسبه می شد:

$$q_{\text{معادل کف}} = \frac{20\text{m} \times 2.8\text{m} \times 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{150} = 1.12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

تمرین: محاسبات ۸۹

۸- در یک ساختمان تجاری با کاربری فروشگاه، برای جداسازی فضاها از تیغه‌هایی استفاده شده که وزن یک مترمربع سطح آنها 100 دکانیوتن است. چنانچه سطح پلان هر طبقه ساختمان 300 مترمربع و طول کل تیغه‌ها برابر 52.5 متر و ارتفاع آنها 4 متر باشد، بار معادل تیغه بندی برحسب دکانیوتن بر مترمربع به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

(۱) 70

(۲) 100

(۳) 130

(۴) با توجه به کاربری ساختمان، می توان از بار معادل تیغه بندی صرفنظر کرد.

وزن مترمربع سطح تیغه ها برابر $1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ می باشد:

$$q_{\text{معادل کف}} = \frac{52.5\text{m} \times 4\text{m} \times 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{300} = 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow q_{\text{معادل کف}} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

تمرین: محاسبات ۸۷

۲- فرض کنید کف یک ساختمان اداری از دو قسمت مساوی A و B تشکیل شده و سطح هر قسمت 200 مترمربع باشد، چنانچه مساحت کل تیغه های قسمت A برابر 200 مترمربع و مساحت کل تیغه های قسمت B برابر 100 مترمربع و وزن هر متر مربع سطح تیغه برابر 140 کیلوگرم باشد. بار معادل تیغه بندی کدامیک از مقادیر زیر است.

(۱) 100 کیلوگرم بر مترمربع برای هر دو قسمت A و B

(۲) 100 کیلوگرم بر مترمربع برای قسمت A و 70 کیلوگرم بر مترمربع برای قسمت B

(۳) 140 کیلوگرم بر مترمربع برای قسمت A و 100 کیلوگرم بر مترمربع برای قسمت B

(۴) 140 کیلوگرم بر مترمربع برای هر دو قسمت A و B

گزینه ۳

$$q_{\text{معادل A}} = \frac{200 \times 140}{200} = 140 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\left(q_{\text{معادل B}} = \frac{100 \times 140}{200} = 70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) < 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad q_{\text{معادل B}} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

۳-۴- بارگذاری شطرنجی

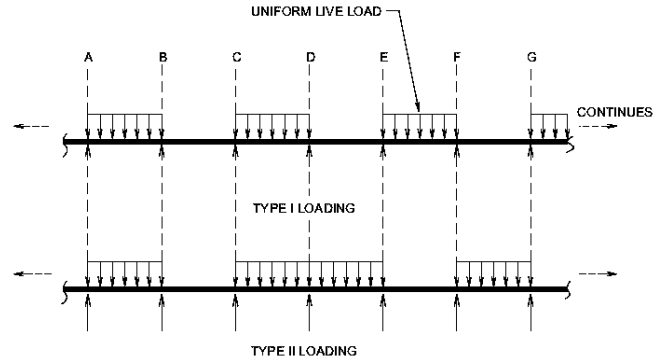
۲-۵-۶ بار زنده گسترده یکنواخت

۳-۲-۵-۶ نامناسب‌ترین وضع بارگذاری

در تیرهای یکسره و در قاب‌های نامعین در مواردی که بار زنده بیشتر از ۴ کیلونیوتن بر مترمربع 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 حالت قرار دادن بار زنده در تمام دهانه‌ها، حالت‌های بارگذاری زیر نیز در نظر گرفته شوند:

الف- قرار دادن بار زنده در دو دهانه مجاور هم،

ب- قرار دادن بار زنده در دهانه‌های یک در میان.



محاسبات ۹۳

۱۴- در تیرهای یکسره، در کدامیک از حالات زیر باید اثر قرارگیری بار زنده در دهانه‌های یک درمیان، علاوه بر تمام دهانه‌ها در نظر گرفته شود؟

(۱) بار زنده ۳.۵ و بار مرده ۷.۵ کیلونیوتن بر مترمربع

(۲) بار زنده ۲ و بار مرده ۷.۵ کیلونیوتن بر مترمربع

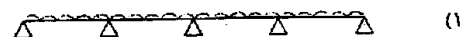
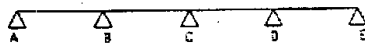
(۳) بار زنده ۳ و بار مرده ۷.۰ کیلونیوتن بر مترمربع

(۴) بار زنده ۴.۵ و بار مرده ۷ کیلونیوتن بر مترمربع

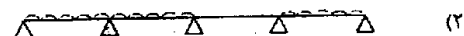
گزینه ۴

محاسبات ۸۳ پایه ۳

۲- نامناسب‌ترین وضعیت بارگذاری برای لنگر تکیه‌گاه B در تیر مقابل کدام است؟



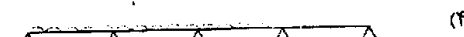
(۱)



(۲)



(۳)



(۴)

۴-۴-۴- بار زنده متمرکز**۳-۵-۶ بار زنده متمرکز**

کفها، بامها و سایر سطوح مشابه باید بنحوی طراحی شوند که بارهای زنده گسترده یکنواخت توزیع شده، طبق مفاد بخش ۲-۵-۶ یا بارهای متمرکز داده شده در جدول ۱-۵-۶، هر کدام که منجر به آثار بزرگتری شوند را بهنحوی ایمن تحمل نمایند. در صورت مشخص نبودن ابعاد بار متمرکز، بار وارده می‌بایست بصورت یکنواخت بر روی سطحی به ابعاد 750×750 میلیمتر توزیع شده و محل آن طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر ناشی از بارگذاری را در اعضا ایجاد نماید.

۴-۵-۶ بارهای وارده بر سیستم‌های نرده، نرده حفاظ، دست انداز، حفاظ پارکینگ، و نردبان ثابت**۱-۴-۵-۶ بارهای وارده بر سیستم‌های نرده و نرده حفاظ**

سیستم نرده و یا نرده حفاظ باید طوری طراحی شود که یک بار متمرکز ۱ کیلونیوتن وارد بر هر نقطه و در هر جهتی از آن را به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثر بار بر روی اجزای سازه‌ای مربوطه شوند، تحمل کرده و آن را توسط تکیه‌گاه‌های خود به سازه منتقل نماید. همچنین نرده و یا نرده حفاظ باید طوری طراحی شود که یک بار گسترده 0.75 کیلونیوتن بر متر طول را در هر جهتی در امتداد نرده و یا نرده حفاظ تحمل کند. این بار لازم نیست که به‌صورت همزمان با بار متمرکز گفته شده قبلی در نظر گرفته شود.

میله‌های میانی نرده‌ها و قطعات پرکننده میان آن‌ها باید برای تحمل یک بار افقی 0.25 کیلونیوتن به صورت عمود بر روی سطحی به ابعاد تا 300×300 میلی‌متر (با احتساب فضای خالی بین میله‌های نرده) به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثرات ناشی از آن بارگذاری گردد، طراحی شود. عکس العمل‌های ناشی از این بارگذاری لازم نیست که به سایر بارهای مذکور در این بند اضافه گردد.

۲-۴-۵-۶ بار وارده به دست انداز

دست‌انداز باید به‌نحوی طراحی شود که یک بار متمرکز 1.2 کیلونیوتن وارده بر هر نقطه و در هر جهتی از دست انداز به‌نحوی که حداکثر اثرات ناشی از بار را ایجاد کند، تحمل نماید.

۳-۴-۵-۶ بار وارده به سیستم حفاظ پارکینگ

سیستم حفاظ پارکینگ در برابر ماشین‌های شخصی باید به‌نحوی طراحی شود که بتواند یک بار متمرکز 30 کیلونیوتنی که بصورت افقی و در هر جهتی به سیستم حفاظ وارد شود را تحمل نماید. همین‌طور دارای مهارها و یا اتصالات مناسب برای انتقال این بار به سازه باشد. در طراحی این سیستم، بار بنا به فرض در ارتفاعی بین 45 تا 70 سانتی‌متری از کف پارکینگ و یا رمپ به‌نحوی که بیشترین اثر را ایجاد کند، وارد می‌گردد. بار روی سطحی که بیشتر از 300×300 میلی‌متر نباشد وارد شده و محل آن به‌نحوی در نظر گرفته می‌شود که بیشترین اثر را ایجاد کند. این بار لازم نیست بصورت همزمان با هر کدام از بارهای گفته شده برای نرده و یا نرده حفاظ در بند ۱-۴-۵-۶ اعمال شود. سیستم حفاظ پارکینگ اتوبوس‌ها و کامیون‌ها باید بر طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور طراحی شوند.

۴-۴-۵-۶ بار وارده به نردبان ثابت

حداقل بار زنده روی نردبان ثابت برابر با یک بار متمرکز 1.35 کیلونیوتن بوده که در هر نقطه‌ای که بیشترین اثر بار را بر روی عضو مورد نظر ایجاد کند، وارد می‌گردد. تعداد و محل اعمال بارهای زنده متمرکز اضافی شامل حداقل یک بار 1.35 کیلونیوتن برای هر 3 متر از طول نردبان خواهد بود. موقعی که انتهای بالایی پایه‌های نردبان ثابت به بالاتر از سقف طبقه و یا محل اتکا امتداد یابد، بخش امتداد یافته هر پایه به‌نحوی طراحی خواهد شد که یک بار زنده متمرکز 0.45 کیلونیوتن در هر جهتی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل کند.

۱۰- در یک ساختمان مسکونی سه طبقه حفاظ اطراف جان پناه بام از پروفیل‌های به فاصله ۲/۵ متر از یکدیگر و به ارتفاع ۱/۲ متر تشکیل شده است. پایین پروفیل‌ها در تیرحمال کف‌گیردار است. در طراحی به روش تنش مجاز، پروفیل‌ها باید برای چه لنگر خمشی ناشی از بارهای زنده طراحی شوند؟

۱۰۰ kg.m (۲)

۱۵۰ kg.m (۱)

۱۸۰ kg.m (۴)

۱۲۰ kg.m (۳)

۱- در پارکینگ یک ساختمان مسکونی ارتفاع دیواره حفاظ کنار بازشوی متعلق به راه‌پله ۹۰ سانتیمتر است. این دیواره در فواصل ۱۲۰ سانتیمتر به ستونک‌های فولادی طره‌ای شکل تکیه می‌نماید. لنگر خمشی در تکیه‌گاه ستونک فولادی کدامیک از ارقام زیر (طبق آیین‌نامه بارگذاری) است.

$M \approx 2700 \text{ kg.m}$ (۲)

$M \approx 1500 \text{ kg.m}$ (۱)

هیچکدام (۴)

$M \approx 1800 \text{ kg.m}$ (۳)

۴-۵- بار ضربه ای

۶-۵-۵ بارهای ضربه‌ای

۶-۵-۵-۱ کلیات

در بارهای زنده مشخص شده در بخش‌های ۶-۵-۲ الی ۶-۵-۴ اثرات ناشی از ضربه، در حد متعارف، منظور شده است. در طراحی اجزای سازه‌هایی که در آنها شرایط ارتعاش و ضربه به‌طور غیرمتعارف موجود است، می‌بایست ملاحظات لازم در نظر گرفته شود. در صورت عدم انجام تحلیل‌های دینامیکی، برای برخی از سازه‌های عنوان شده در بندهای ۶-۵-۵-۲ الی ۶-۵-۵-۴ بارها باید با ضرایب ضربه تعیین شده به شرح زیر افزایش داده شوند.

۶-۵-۵-۲ **آویزهای کششی نگهدارنده کفاها و بالکن‌ها:** بار زنده باید در ضریب ۱٫۳۳ ضرب شود.

۶-۵-۵-۳ **سازه‌های نگهدارنده ماشین‌آلات:** وزن ماشین، ملحقات و بارهای متحرک آن‌ها باید در ضرایب مشخص شده در زیر ضرب شوند. در صورت تعیین ضریب اضافه بار بیشتر توسط شرکت‌های سازنده، از آنها برای افزایش بار استفاده شود.
الف- ماشین‌آلاتی که دارای محور دورانی می‌باشند: ضریب ۱٫۲،
ب- ماشین‌آلاتی که دارای حرکت رفت و برگشتی می‌باشند: ضریب ۱٫۵.

۶-۵-۵-۴ **سازه‌های نگهدارنده آسانسورها:** وزن اتاقک، ماشین‌آلات، وزنه تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسایل باید در ضریب ۲ ضرب شوند، مگر آنکه بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضریبی حداقل برابر این مقدار ضرب شده باشد.

۴-۶- کاهش بار زنده

۶-۵-۶ کاهش بارهای زنده طبقات

۶-۵-۶-۱ کلیات

به جز بارهای زنده یکنواخت بام، سایر بارهای زنده توزیع شده یکنواخت حداقل، L_0 داده شده در جدول ۱-۵-۶ را می‌توان بر طبق ملاحظات بندهای ۶-۵-۶-۲ الی ۶-۵-۶-۶ کاهش داد.

۶-۵-۶-۲ کاهش در بارهای زنده یکنواخت

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

$$L = L_0 \left[0.75 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}} \right] \quad (1-5-6)$$

که در آن:

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

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

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

A_T : سطح بارگیر (مترمربع)

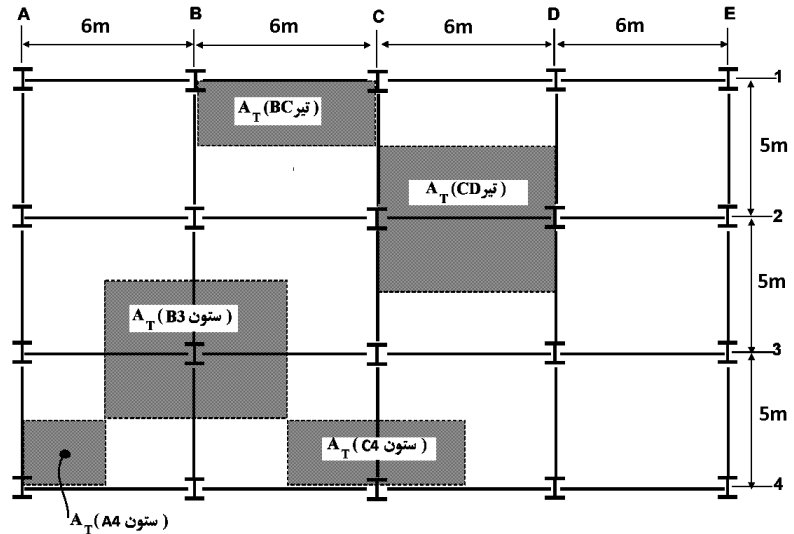
L برای اعضایی که بار یک طبقه را تحمل می‌کنند نباید از $0.75L_0$ ، برای اعضایی که بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می‌کنند، نباید از $0.4L_0$ کمتر باشد.

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

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

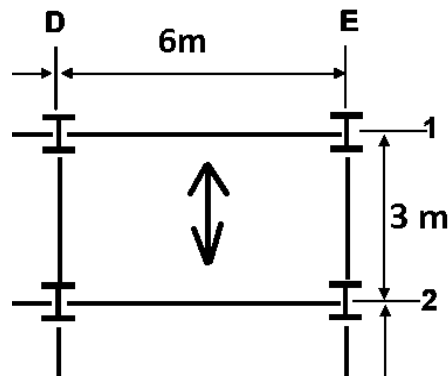
جدول ۲-۵-۶ ضریب عضو برای بار زنده K_{LL}

ردیف	جزء سازه‌ای	K_{LL}
۱	ستون‌های داخلی	۴
۲	ستون‌های 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 نشده شامل:	
۱-۷	تیر کناری با دال طره‌ای،	۱
۲-۷	تیر طره‌ای،	۱
۳-۷	دال یک‌طرفه،	۱
۴-۷	دال دو طرفه،	۱
۵-۷	اعضایی که فاقد ضابطه انتقال پیوسته برش در جهت عمود بر دهانه خود باشند.	۱



A_T سطح بار گیر عضو می باشد. برای مثال سطح بار گیر ستون B3 برابر $5 \times 6 = 30$ متر مربع می باشد.
 $K_{LL} A_T$ سطح موثر عضو می باشد. برای مثال سطح موثر ستون B3 برابر $10 \times 12 = 120$ متر مربع می باشد.

- در طراحی دالهای یک طرفه برای طراحی "خود دال" می توان بار زنده را کاهش داد. در این صورت سطح بار گیر دال یک طرفه در شکل زیر برابر $A_T = 3 \times \text{Min}(6\text{m}, 1.5 \times 3) = 3 \times 4.5 = 13.5 \text{ m}^2$ خواهد بود و KLL آن نیز برابر یک خواهد بود.



۳-۷-۵-۶ بارهای زنده سنگین

بارهای زنده بیش از ۵ کیلو نیوتن بر متر مربع کاهش نمی یابند.

استثناء: بارهای زنده برای اعضای که بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می کنند را می توان به میزان ۲۰٪ کاهش داد.

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

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

استثناء: کاهش بارهای زنده اعضای که بار ۲ طبقه یا بیشتر را تحمل می کنند، به میزان ۲۰٪ مجاز می باشد.

۵-۷-۵-۶ محل اجتماع و ازدحام

بار زنده محل های اجتماع و ازدحام کاهش نمی یابد.

۵۴- در یک ساختمان شش طبقه (شامل شش سقف) از سطح زمین با کاربری اداری و با محوربندی منظم در هر دو امتداد، فاصله محورها در یک امتداد ۶ متر و در امتداد عمود بر آن ۷.۲ متر است. تیغه‌بندی‌های داخلی ساختمان از نوع سبک بوده و وزن متوسط آن‌ها بر روی کف 0.6 kN/m^2 برآورد شده است. بار زنده طبقات اداری (به جز بام) پس از کاهش برای یک ستون داخلی در پایین‌ترین طبقه (طبقه همکف) برحسب kN به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (ستون موردنظر بار دفاتر کار معمولی را حمل می‌کند).

670 (۱) 420 (۲) 350 (۳) 240 (۴)

گزینه ۳

در طبقات دو نوع بار زنده داریم:

۱- بار زنده کف (L_0) که بر اساس جدول بارها برابر $2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ می‌باشد و برای ستون داخلی همکف برابر است با:

$$A_T = 5 \times (6 \times 7.2) = 216 \text{ m}^2 \quad K_{LL} = 4 \quad \left. \vphantom{A_T} \right\} L = L_0 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 \times 216}} \right] = 0.4L_0 = 0.4(216 \times 2.5) = 216 \text{ kN}$$

۲- بار زنده مربوط به تیغه بندی که غیر قابل کاهش است و با توجه به اینکه از نوع سبک است، حداقل آن برابر $0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ می‌باشد

و بنابراین مقدار $0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ منظور خواهد شد و برای ستون داخلی همکف برابر است با:

$$L_{\text{Partition}} = 0.6 \times 216 = 129.6 \text{ kN}$$

$$\text{Total Live} = 0.4L_0 + \text{Partition} = 216 + 129.6 = 345.6 \text{ kN}$$

۱۳- بعد از کاهش بار زنده، مقدار کل بار زنده گسترده (بدون احتساب بار زنده معادل تیغه‌بندی) وارد بر یک تیر داخلی کف، مربوط به دفاتر کار معمولی اداری، که دارای 59 m^2 سطح بارگیر است، به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

100 kN (۲) 90 kN (۱)

150 kN (۴) 120 kN (۳)

گزینه ۲

$$L = 2.5 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{2 \times 59}} \right] = 1.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

بار کل برابر خواهد بود با:

$$1.67 \times 59 = 98.53 \text{ kN}$$

۲- پلان طبقات یک ساختمان بتن مسلح را یک دال با ابعاد 14×6 متر تشکیل می‌دهد. اگر رفتار این دال را با توجه به نسبت طول به عرض یک طرفه فرض کنیم، طول دهانه دال یک‌طرفه معادل ۶ متر خواهد بود. این دال برای بار زنده بدون در نظر گرفتن کاهش برابر ۳.۵ کیلونیوتن بر مترمربع طراحی شده است. پس از اجرا کارفرما درخواست کاربری فضای مربوطه را برای بار زنده بیشتر دارد. تعیین نمایید حداکثر چه مقدار بار زنده اضافی بر حسب kN/m^2 را می‌توان با رعایت مقررات کاهش سربار منظور نمود؟ گزینه نزدیک‌تر را انتخاب نمایید. (از اثر تغییر بار زنده این قسمت بر کل سازه صرف نظر شود و کاربری روی این دال مربوط به محل اجتماع و ازدحام نمی‌باشد.)

0.3 (۴) 0.4 (۳) 0.5 (۲) 0.6 (۱)

گزینه ۲

$$L_0 = 3.5 \text{ kN}$$

سازه برای بار زنده ۳.۵ طراحی شده است. بنابراین با احتساب کاهش سربار می‌توانیم حداکثر تا 3.5 kN/m^2 به آن بار زنده وارد کنیم:

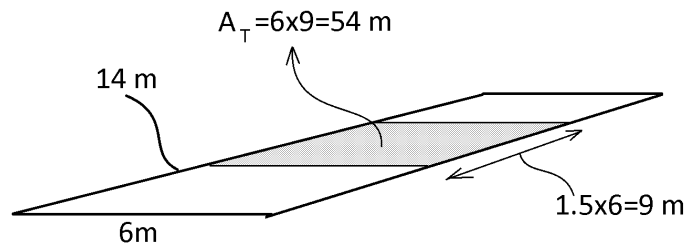
$$L = L_0 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{1 \times 54}} \right] = L_{0\text{-جدید}} \times 0.872$$

$$L_{0\text{-جدید}} \times 0.872 < 3.5 \quad \rightarrow \quad L_{0\text{-جدید}} = 4.01 \frac{kN}{m^2}$$

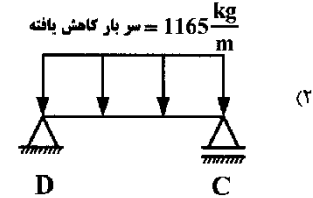
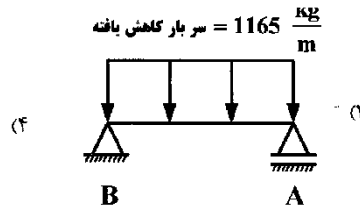
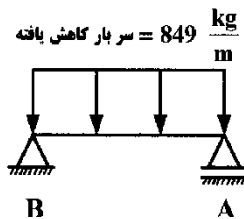
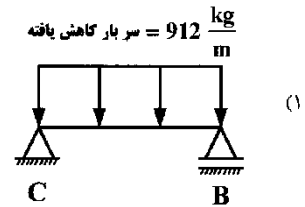
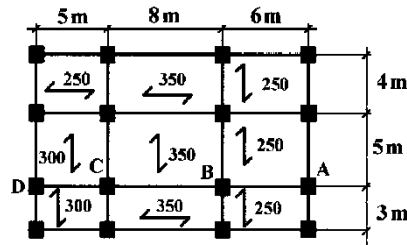
در صورت کاهش سربار می‌توان بار زنده را به مقدار حدود $0.5 \frac{kN}{m^2}$ افزایش داد.

۶-۵-۶ محدودیت‌های مربوط به دال‌های یک‌طرفه

سطح بارگیر A_T برای دال‌های یک‌طرفه از حاصلضرب دهانه دال در عرضی برابر با 1.5 برابر دهانه دال (در جهت عمود بر آن) بیشتر نخواهد بود.



۱۱- در پلان تیرریزی روبه‌رو، در مورد سربار کاهش یافته، گزینه‌ی صحیح کدام است؟ (سریارهای مشخص شده در پلان برحسب کیلوگرم بر متر مربع است.)



گزینه ۲.

تیر AB:

$$L = 2.5 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{48}} \right] = 2.27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q = 4 \times 2.27 = 9.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

تیر BC:

$$L = 3.5 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{40}} \right] = 3.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q = 2.5 \times 3.4 = 8.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

تیر CD:

$$L = 3 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{40}} \right] = 2.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q = 4 \times 2.91 = 11.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

۴۴- تیرهای اصلی طبقات یک ساختمان اداری با دفاتر کار معمولی دارای طول دهانه هشت متر بوده و در فواصل ۶ متر از یکدیگر قرار دارند. در جهت دیگر تیرچه‌های کف بار خود را به تیرهای اصلی منتقل می‌سازند. مقدار حداقل بار زنده در واحد طول (برحسب کیلونیوتن بر متر) برای طراحی تیرهای اصلی باربر داخلی طبقه پنجم در چه حدودی می‌باشد؟ وزن تیغه‌ها جداگانه همراه بار مرده در نظر گرفته می‌شوند.

۱۵ (۲)

۹ (۱)

۱۱ (۴)

۸ (۳)

گزینه ۴:

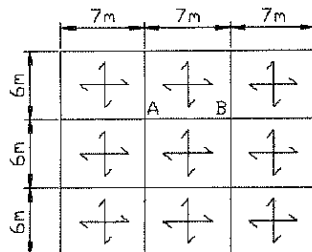
بار زنده $2.5MPa$ می‌باشد. از طرفی پانلها ۶m در ۸m می‌باشد و سطح تاثیر تیرهای اصلی برابر با $2 \times 48m^2$ بوده و می‌توان از کاهش سربار زنده استفاده کرد:

$$L = 2.5 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{2 \times 48}} \right] = 1.79 \frac{kN}{m^2}$$

بار گسترده برابر خواهد بود با:

$$q = 6 \times 1.79 = 6 \times 250 \times 0.73 = 10.74 \frac{kN}{m}$$

۹- یک ساختمان مسکونی از نوع قاب ساختمانی ساده توام با مهاربندی هم محور فولادی در شهر تهران مفروض است. این ساختمان پنج طبقه و دارای سقف با دال بتنی می‌باشد. پلان تیر ریزی طبقه چهارم به همراه طول دهانه ها در شکل زیر نشان داده شده است. اگر بار زنده طبقات ۲۰۰ دکانیوتن بر مترمربع باشد. درصد کاهش بار زنده برای طراحی تیر AB به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۴۳.۳ (۱)

۸.۸ (۲)

۲۳.۷ (۳)

۴۰ (۴)

گزینه ۲

$$L = \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{2 \times 24}} \right] = 0.9096$$

۶-۵-۸ کاهش بارهای زنده بام

۶-۵-۸-۱ کلیات

بار زنده توزیع شده یکنواخت حداقل بام، L_0 ، داده شده در جدول ۶-۵-۱ را می‌توان طبق ضوابط بندهای ۶-۵-۸-۲ و ۶-۵-۸-۳ کاهش داد.

۶-۵-۸-۲ بام های تخت، شیب‌دار 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 شوند، برای بار زنده کاهش یافته بام حاصل از رابطه ۶-۵-۲ و یا سایر ترکیب بارهای کنترل کننده در فصل دو، هر کدام که بیشتر باشد، طراحی می‌شوند. در سازه‌هایی مانند گلخانه که در آن از داربست‌های مخصوص عبور کارگران و حمل مصالح در زمان نگهداری و تعمیر استفاده می‌شود، مقادیر بار زنده بام نیز نباید کمتر از مقدار داده شده توسط رابطه ۶-۵-۲ باشد.

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \quad 0.6 \text{ kN/m}^2 \leq L_r \leq 1.5 \text{ kN/m}^2 \quad (2-5-6)$$

که در این رابطه:

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

ضرایب کاهش R_1 و R_2 مطابق روابط زیر تعیین می‌شوند:

$$R_1 = \begin{cases} 1 & \text{برای } A_T \leq 18 \text{ m}^2 \\ 1/2 - 0.0111 A_T & \text{برای } 18 \text{ m}^2 \leq A_T < 54 \text{ m}^2 \\ 0.6 & \text{برای } A_T \geq 54 \text{ m}^2 \end{cases} \quad (3-5-6)$$

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

$$R_2 = \begin{cases} 1 & \text{برای } S \leq 33 \\ 1/2 - 0.006S & \text{برای } 33 < S < 100 \\ 0.6 & \text{برای } S \geq 100 \end{cases} \quad (4-5-6)$$

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

۶-۵-۸-۳ 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.

۳۶- سطح بارگیر ستون میانی یک ساختمان ۵ طبقه مسکونی و فاقد پارکینگ برابر ۳۰ مترمربع در هر طبقه است. نسبت بار زنده‌ی طراحی کاهش یافته به کل بار زنده‌ی طراحی کاهش نیافته، برای طراحی ستون پایین‌ترین طبقه حداکثر چقدر می‌تواند باشد؟ فرض نمایید که کاهش بار زنده بام مجاز نمی‌باشد.

$$0.67 \text{ (۴)} \quad 0.55 \text{ (۳)} \quad 0.46 \text{ (۲)} \quad 0.4 \text{ (۱)}$$

دو مورد زیر در محاسبه این نسبت دخیل می‌باشد:

۱- کاربری پشت بام: برای مثال اگر دارای باغچه و گلخانه باشد، مقدار بار زنده بام برابر ۵ kPa خواهد بود که در این صورت بیشترین نسبت حاصل می‌شود.

۲- بار زنده تیغه بندی: بسته به نوع تیغه بندی می‌تواند از ۰.۵ kPa تا یک مقدار نامحدود (بسته به حجم تیغه‌ها) تغییر کند. هر دو مورد فوق غیر قابل کاهش می‌باشند. با توجه به اینکه مقدار بار زنده متغیر می‌باشد حل این مسئله میسر نمی‌باشد. برای مثال اگر بار زنده بام برابر ۵kPa و بار زنده تیغه بندی برابر ۱.۵ kPa باشد، خواهیم داشت:

$$L = 2 \left[0.25 + \frac{4.75}{\sqrt{4 \times 120}} \right] = 2 \times 0.467 = 0.933 \text{ kPa}$$

$$\left. \begin{aligned} P_{L-Reduced} &= 30L_r + 120L + 120L_{partition} = 30 \times 5 + 120 \times 0.933 + 120 \times 1.5 = 442 \\ P_L &= 30L_r + 120L + 120L_{partition} = 30 \times 5 + 120 \times 2 + 120 \times 1.5 = 570 \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{P_{L-Reduced}}{P_L} = \frac{442}{570} = 0.77$$

طراح ممکن است بار تیغه بندی را منظور نکرده باشد که در این صورت با توجه به اینکه عنوان شده "حداکثر چقدر می‌تواند باشد" باید بار زنده بام حداکثر مقدار ممکن منظور شود که طبق جدول بارها ۵kPa می‌باشد. در این صورت خواهیم داشت:

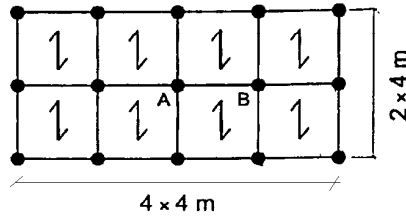
$$\left. \begin{aligned} P_{L-Reduced} &= 30L_r + 120L = 30 \times 5 + 120 \times 0.92 = 262 \\ P_L &= 30L_r + 120L = 30 \times 5 + 120 \times 2 = 390 \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{P_{L-Reduced}}{P_L} = \frac{262}{390} = 0.67$$

و گزینه ۴ صحیح خواهد بود.

• این سوال در کلید نهایی حذف شده است.

۵- شکل مقابل مربوط به پلان قسمتی از فروشگاه کوچک و خرده‌فروشی ۳ طبقه است. در طبقه همکف (ورودی) که محل اجتماع می‌باشد، تیر AB با دو انتهای مفصلی (دو سر ساده) می‌باشد. لنگر خمشی ماکزیمم بدون ضریب بار ناشی از بار زنده بر حسب $kN.m$ حداقل چقدر باید در نظر گرفته شود؟ (از اثر بعد ستون صرف‌نظر شود).



40 (۱)

44.5 (۲)

32 (۳)

36.5 (۴)

گزینه ۱

بار زنده (کاهش نیافته) وارد بر تیر AB برابر است با:

$$q = 4 \times 5 = 20 \frac{kN}{m}$$

۶-۷-۵- محل اجتماع و ازدحام

بار زنده محل‌های اجتماع و ازدحام کاهش نمی‌یابد.

با توجه به بند فوق امکان کاهش بار زنده در این مثال وجود ندارد.

بنابراین لنگر ناشی از بار زنده برابر خواهد بود با:

$$M = \frac{qL^2}{8} = \frac{20 \times 4^2}{8} = 40 \text{ kN.m}$$

تمرین: محاسبات ۸۳ پایه ۳

۱- در یک ساختمان چهار طبقه مسکونی سطح بارگیر یکی از ستونها در هر طبقه برابر ۱۶ متر مربع است. درصد مجاز کاهش بار زنده را برای این ستون در طبقه پایین (اولین طبقه) محاسبه نمایید؟

۳۰ (۴)

۳۲/۵ (۳)

۵۰ (۲)

۲۶/۷ (۱)

در آیین نامه جدید بار زنده بام (L_r) مجزای از بار زنده طبقات منظور می‌شود و ضریب کاهش آن نیز متفاوت است.

در محاسبه کاهش بار زنده طبقات تنها طبقاتی که بار زنده طبقه (L) دارند منظور می‌شود. بنابراین برای محاسبه درصد کاهش بار زنده طبقه باید به جای ۴ طبقه از ۳ طبقه استفاده شود:

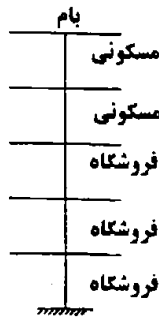
$$A_T = \left(\begin{matrix} (3 \text{ طبقه}) \times (16 \text{ m}^2) = 48 \text{ m}^2 \\ K_{LL} = 4 \end{matrix} \right) L = L_0 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 \times 48}} \right] = 0.58L_0$$

درصد کاهش برابر است با:

$$100\% - 58\% = 42\%$$

تمرین: محاسبات ۸۴ پایه ۲

۱- ستون نشان داده شده متعلق به یک ساختمان پنج طبقه است که کاربری آن مشخص شده است. با در نظر گرفتن تخفیف در بار زنده، ستون را بر روی شالوده برای چه بار زنده‌ای طراحی می‌کنید. سطح بارگیر ستون در هر طبقه ۳۰ مترمربع و بارهای زنده طبقات عبارتند از:



فروشگاه: ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمربع، مسکونی: ۲۰۰، بام: ۱۵۰
 (۱) ۳۸۱ تن
 (۲) ۴۲۸ تن
 (۳) ۴۴۱ تن
 (۴) ۴۶۵ تن

در حل این سوال بار زنده طبقات مسکونی برابر $1 \frac{kN}{m^2}$ منظور شده است:
 مترمربع کاهش یافته بار زنده بام:

$$\left. \begin{aligned} A_{T-\text{بام}} &= 30 \text{ m}^2 \\ R_1 &= 1.2 - 0.0111A_T = 0.867 \\ R_2 &= 1 \end{aligned} \right\} L_r = L_0 R_1 R_2 = 1.5 \times 0.867 \times 1 = 1.3 \frac{kN}{m^2}$$

مترمربع کاهش یافته بار زنده مسکونی:

$$\left. \begin{aligned} A_T &= (2 \text{ طبقه}) \times (30 \text{ m}^2) = 60 \text{ m}^2 \\ K_{LL} &= 4 \end{aligned} \right\} L = L_0 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 \times 60}} \right] = 0.545 L_0 = 0.545 \times 2 = 1.09 \frac{kN}{m^2}$$

مترمربع تیغه بندی مسکونی:

$$L_{\text{part}} = 1 \frac{kN}{m^2}$$

مترمربع کاهش یافته بار زنده فروشگاه:

اگر فروشگاه محل اجتماع و ازدحام فرض شود، کاهشی انجام نخواهد شد و مترمربع آن برابر $5 \frac{kN}{m^2}$ منظور خواهد شد.

بار کل وارد بر پای ستون برابر خواهد بود با:

$$P = \left[(2 \text{ طبقه فروشگاه}) \times (30 \text{ m}^2) \times 5 \right] + \left[(2 \text{ طبقه مسکونی}) \times (30 \text{ m}^2) \times (1.09 + 1) \right] + \left[(1 \text{ طبقه}) \times (30 \text{ m}^2) \times 1.3 \right]$$

$$= 300 \text{ kN} + 125.4 \text{ kN} + 39 \text{ kN} = 464.4 \text{ kN}$$

تمرین: محاسبات ۸۳ پایه ۲

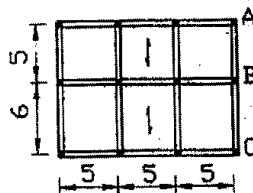
۴- در یک ساختمان چند طبقه مسکونی پلان یکی از طبقات با بار زنده 250 kg/m^2 در تصویر زیر نشان داده شده است. در بارگذاری تیر محور B با منظور نمودن کاهش سربار احتمالی، میزان بار زنده چقدر است؟

(۱) ۸۶۷ کیلوگرم بر متر

(۲) ۱۲۳۸

(۳) ۱۱۹۹

(۴) هیچکدام



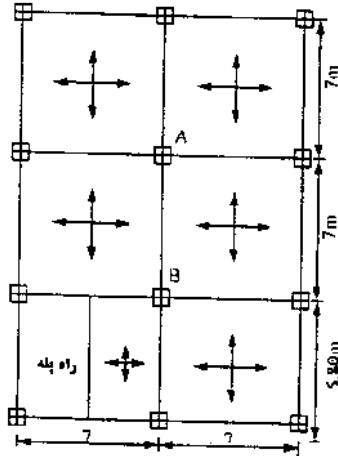
برای تیر مورد نظر بار زنده کف پس از کاهش برابر خواهد بود با:

$$\left. \begin{aligned} A_T &= 5 \times (2.5 + 3) = 27.5 \text{ m}^2 \\ K_{LL} &= 2 \end{aligned} \right\} L = L_0 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{2 \times 27.5}} \right] = 0.866 L_0 = 0.866 \left(250 \frac{kg}{m^2} \right) = 216.55 \frac{kg}{m^2}$$

بار گسترده وارد بر تیر برابر است با:

$$q_{\text{تیر}} = L \times 5.5 \text{ m} = 216.55 \times 5.5 = 1191 \frac{kg}{m}$$

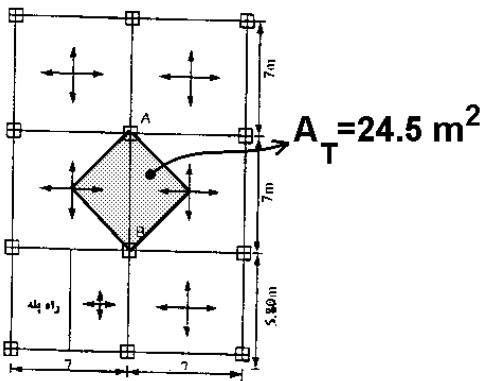
۲- شکل زیر پلان اسکلت بتن آرمه یک ساختمان مسکونی ۵ طبقه‌ای را نشان می‌دهد که دارای دال بتن آرمه دو طرفه است. مقدار کاهش بار زنده برای طرح تیر AB در پائین‌ترین طبقه عبارتست از:



- (۱) ۹٫۴ درصد کاهش
- (۲) ۲۷٫۱ درصد کاهش
- (۳) ۷۵٫۵ درصد کاهش
- (۴) کاهش بار زنده برای تیر AB مجاز نیست.

$$A_T = 24.5 \text{ m}^2 \left. \begin{array}{l} \\ K_{LL} = 2 \end{array} \right\} L = L_0 \left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{2 \times 24.5}} \right] = 0.902 L_0$$

بنابراین ۹.۰۸٪ کاهش داریم.



۴-۷- بار جرثقیل

۶-۵-۹- بارهای جراثقال

۶-۵-۹-۱ کلیات

بار جانبی تیر زیرسری جراثقال دارای ارابه‌های برقی باید برابر ۲۰ درصد مجموع بار ضریب‌دار جراثقال و وزن ارابه و بالابر در نظر گرفته شود. این بار به صورت افقی و در امتداد عمود بر محور تیر زیرسری (به سمت تیر زیرسری و یا در خلاف آن) و در سطح تماس چرخ با تیر زیرسری در نظر گرفته شده و به نسبت سختی جانبی تیرهای زیرسری طرفین و سازه نگهدارنده آن‌ها توزیع می‌شود.

بار زنده جراثقال به بار بهره‌برداری آن بستگی دارد. در جراثقال‌های پل‌دار و جراثقال‌های تک ریلی بارهای طراحی تیرهای زیرسری به همراه اتصالات و نشیمن‌گاه‌های آن‌ها باید در برگزیده حداکثر بار چرخ پل جراثقال، ضربه قائم و بارهای جانبی و طولی ناشی از حرکت جراثقال باشند.

۶-۵-۹-۲ حداکثر بار چرخ جراثقال

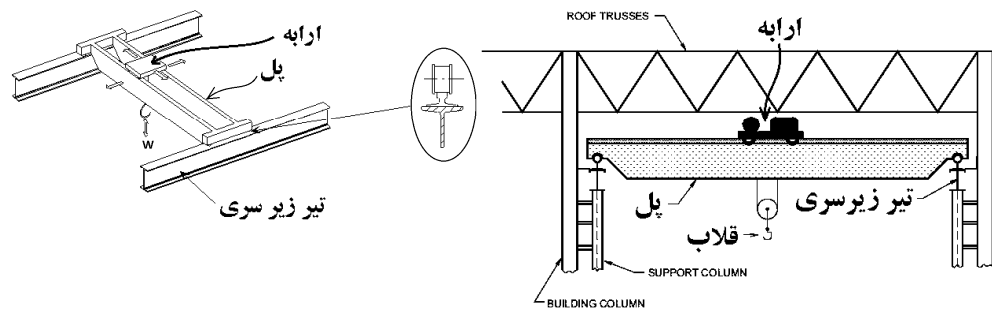
حداکثر بار چرخ در جراثقال‌های پل‌دار شامل، بار ناشی از وزن پل به علاوه مجموع بار بهره‌برداری جراثقال و وزن ارابه، در موقعیتی از قرارگیری ارابه بر روی زیرسری که بیشترین اثر را در آن ایجاد نماید.

۶-۵-۹-۳ نیروی ضربه قائم

نیروی طولی وارد بر تیر زیرسری جراثقال به جز جراثقال پلی با چرخ‌دنده دستی باید برابر ۱۰ درصد حداکثر بار چرخ جراثقال محاسبه شود. بار طولی باید به صورت افقی، در امتداد محور تیر زیرسری و در هر یک از جهات در سطح تماس چرخ با تیر زیرسری اثر داده شود.

برای در نظرگیری اثر ضربه قائم یا نیروی ارتعاشی ایجاد شده، حداکثر بار چرخ جراثقال باید مطابق با درصدهای زیر افزایش یابد:

جراثقال‌های تک ریلی موتوردار	٪۲۵
جراثقال‌های دارای پل موتوری کابین دار یا دارای کنترل از راه دور	٪۲۵
جراثقال‌های دارای پل دارای موتور با کنترل آویزی	٪۱۰
جراثقال‌های دارای پل یا تک ریلی بدون موتور با ارابه و بالابر دستی	٪۰



محاسبات-۹۰

۱۰- بار قائم ناشی از وزن پل، ارابه و ملحقات جراثقال وارد بر یک ستون فولادی برابر یکصد کیلونیوتن و حداکثر بار قائم ناشی از باری که جراثقال جابجا می‌کند وارد بر همان ستون برابر یکصد و هشتاد کیلونیوتن می‌باشد. کمترین مقدار بار قائم ناشی از جراثقال وارد بر ستون مورد نظر بر حسب کیلونیوتن در طراحی به روش تنش مجاز را چقدر می‌توان در نظر گرفت؟

۲) 280	۱) 350
۴) 305	۳) 325

گزینه ۲

۵-بار خاک و آب

۶-۴ بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی

۶-۴-۱ کلیات

مطالب مطرح شده در این فصل به عنوان حداقل ضوابط جهت محاسبه بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی در صورت عدم ارائه بار خاک در گزارش مکانیک خاک می‌باشد. 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 فشاری 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 محاسبه فشار خاک بر روی دیوار منظور گردد. زمانی که کل یا قسمتی از خاک مجاور در زیر سطح آزاد آب زیرزمینی قرار داشته باشد، محاسبات باید بر اساس وزن مخصوص خاک غوطه‌ور به اضافه فشار کامل ایستایی آب زیرزمینی صورت گیرد.

جدول ۶-۴-۱ بار طراحی جانبی خاک

بار طراحی جانبی خاک ^[۱]	طبقه‌بندی	شرح مصالح انباشته شده
(kN/m ² به ازای هر متر عمق)	یکنواخت خاک	
^[۲] ۵/۵	GW	شن تمیز خوب دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن و ماسه
^[۲] ۵/۵	GP	شن تمیز بد دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن و ماسه
^[۲] ۵/۵	GM	شن لای‌دار؛ مخلوط شن و ماسه بد دانه‌بندی شده
^[۲] ۷/۰۷	GC	شن رس‌دار؛ مخلوط شن و رس بد دانه‌بندی شده
^[۲] ۵/۵	SW	ماسه تمیز خوب دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن به همراه ماسه
^[۲] ۵/۵	SP	ماسه تمیز بد دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن و ماسه
^[۲] ۷/۰۷	SM	ماسه لای‌دار؛ مخلوط ماسه و لای بد دانه‌بندی شده
^[۲] ۱۳/۳۵	SM-SC	مخلوط ماسه و لای با ریزدانه‌های پلاستیک
^[۲] ۱۳/۳۵	SC	ماسه لای‌دار و رس‌دار؛ مخلوط ماسه و رس بد دانه‌بندی شده
^[۲] ۱۳/۳۵	ML	لای و لای رس‌دار غیرآلی
^[۲] ۱۳/۳۵	ML-CL	مخلوط غیرآلی لای و رس
۱۵/۷۱	CL	رس‌های غیرآلی با پلاستیسیته کم تا متوسط
^[۲]	OL	لای‌ها و لای‌های رس‌دار آلی؛ خاک‌های آلی با پلاستیسیته کم
^[۲]	MH	لای با پلاستیسیته بالا، رس‌های کشسان
^[۲]	CH	رس‌های غیرآلی با پلاستیسیته کم
^[۲]	OH	رس‌های آلی و رس‌های لای‌دار

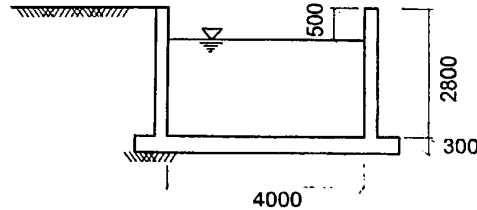
[۱] بار طراحی جانبی خاک ارائه شده برای خاک در شرایط مرطوب و برای چگالی بهینه می‌باشد. شرایط واقعی محل باید منظور شود. فشارهای خاک غوطه‌ور و اشباع شامل وزن خاک شناور به علاوه بارهای هیدرواستاتیکی می‌باشد.

[۲] برای دیوارهای نسبتاً صلب، در حالتی که توسط کف‌ها مهار شوند، بار جانبی طراحی خاک باید برای خاک‌های شنی و ماسه‌ای تا $9/5 \text{ kN/m}^2$ بر هر متر عمق افزایش یابد. دیوار زیرزمینی که بیشتر از $2/4$ متر در زیر سطح زمین ادامه نیافته باشد و نیز کف‌هایی با سیستم سبک را نکه می‌دارند، دیوارهای نسبتاً صلب منظور نمی‌شوند.

[۳] برای دیوارهای نسبتاً صلب، در حالتی که توسط کف‌ها مهار می‌شوند، بار جانبی طراحی خاک باید برای خاک‌های لای و رسی تا $15/7 \text{ kN/m}^2$ بر هر متر عمق افزایش یابد. دیوار زیرزمینی که بیشتر از $2/4$ متر در زیر سطح زمین ادامه نیافته باشد و نیز کف‌هایی با سیستم سبک را نکه می‌دارند، دیوارهای نسبتاً صلب منظور نمی‌شوند.

[۴] مصالح پرکننده نامناسبی است.

۷- شکل زیر برش عرضی از یک استخر با طول قابل توجه را نشان می‌دهد. این استخر در زمینی با طبقه‌بندی SW (که گزارش مکانیک خاک برای آن فعلاً ارائه نشده است) احداث می‌شود. به عنوان یک مقدار حداقل، پای دیوارهای نشان داده شده باید برای چه لنگر خمشی (با ضریب بار) جهت تعیین مقدار آرماتور قائم موردنیاز سمت خاک، طراحی شوند؟ نزدیک‌ترین گزینه به پاسخ را انتخاب کنید. (سطح آب زیرزمینی خیلی پایین‌تر از کف استخر بوده و از آثار سرپار اطراف استخر و زلزله صرف‌نظر می‌شود. ابعاد در شکل به میلی‌متر است.)



76 kN.m/m (۱)

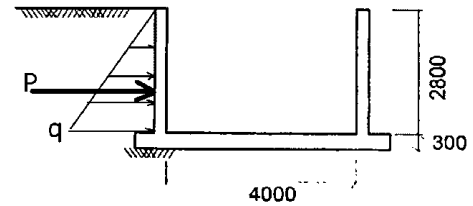
46 kN.m/m (۲)

30 kN.m/m (۳)

16 kN.m/m (۴)

گزینه ۳

فرض کنیم استخر خالی از آب باشد (در این صورت لنگر ناشی از فشار خاک به حداکثر می‌رسد):



با توجه به نوع خاک (SW) و با توجه به اینکه گزارش مکانیک خاک ارائه نشده است، فشار جانبی برابر $5.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ به ازای هر متر ارتفاع دیوار خواهد بود:

$$q = 5.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 2.8 = 15.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \rightarrow \quad P = q \times \frac{2.8}{2} = 21.56 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \rightarrow \quad M_{\text{بدون ضریب}} = P \times \frac{2.8}{3} = 20.12 \frac{\text{kN.m}}{\text{m}}$$

ضرب بار خاک در ترکیب بارهای بتن 1.5H می‌باشد:

$$M_{\text{ضریبدار}} = 1.5 \times 20.12 = 30.18 \frac{\text{kN.m}}{\text{m}}$$

۱-۴-۶ کلیات

مطالب مطرح شده در این فصل به عنوان حداقل ضوابط جهت محاسبه بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی در صورت عدم ارائه بار خاک در گزارش مکانیک خاک می‌باشد. علاوه بر ضوابط این فصل، ضوابط مندرج در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان نیز باید رعایت گردد.

جدول ۱-۴-۶ بار طراحی جانبی خاک

شرح مصالح انباشته شده	طبقه‌بندی طبقه‌بندی	بار طراحی جانبی خاک ^{۱)} (kN/m ² به ازای هر متر عمق) یکتواخت خاک
شن تمیز خوب دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن و ماسه	GW	[۳]۵/۵
شن تمیز بد دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن و ماسه	GP	[۳]۵/۵
شن لای‌دار؛ مخلوط شن و ماسه بد دانه‌بندی شده	GM	[۳]۵/۵
شن رس‌دار؛ مخلوط شن و رس بد دانه‌بندی شده	GC	[۳]۷/۷
ماسه تمیز خوب دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن به همراه ماسه	SW	[۳]۵/۵

۱) $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

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

۳) $0.85D + 1.2(W \text{ یا } 0.7E)$

۴) $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + 1.5(H \text{ یا } 0.84F)$

۵) $0.85D + 1.5(H \text{ یا } 0.84F)$ ←

۶) $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ یا } S) + T$

۷) $1.25D + 1.5T$

۶-۶ بار سیل

۶-۱ کلیات

بندهای این فصل بر اساس آمار موجود در منطقه، تاریخچه خسارت‌های سیل در نزدیکی محل و مطالعات هیدرولوژیکی و مهندسی آب مورد تأیید مراجع ذیصلاح و مراکز دارای صلاحیت قانونی نظیر سازمان هواشناسی کشور و مطابقت تعریف‌های زیر و مفاهیم آنها با روش‌های تحلیلی موجود در آیین‌نامه، مدل‌سازی عددی و یا آزمون آزمایشگاهی (مدل‌سازی فیزیکی) توصیه شده مجاز و معتبر بین‌المللی، برای ساختمان‌ها و سایر سازه‌های واقع در یک منطقه ویژه خطر سیل به کار می‌رود.

در مناطق ویژه خطر سیل لازم است ساختمان توسط یک شمع، پی ستونی و غیره، بالاتر از ارتفاع سیل طرح و در بلندی قرار گیرد و در محدوده ارتفاع سیل طرح از موانعی نظیر دیوارهای فرو ریزشی به منظور ایجاد مسیری آزاد برای عبور موج‌ها و جریان‌های سیلابی دارای سرعت بالا از زیر ساختمان استفاده گردد.

۶-۲-۲ تعریف

۶-۲-۶-۱ **دیوار فرو ریزشی:** هر نوع دیواری در معرض سیل که به عنوان تأمین کننده تکیه‌گاه سازه‌ای لازم برای یک ساختمان یا سازه دیگر نمی‌باشد و بر حسب شرایط سیل طرح یا سیلی کمتر، طراحی و ساخته شده و به گونه‌ای فرو خواهد ریخت که هم به سیلاب‌ها اجازه عبور آزادانه می‌دهد و هم آسیبی به سازه یا سیستم تکیه‌گاه پی نمی‌زند.

۶-۲-۶-۲ **سیل طرح و ارتفاع سیل طرح:** سیلابی که احتمال تجاوز از آن در سال، ۱ درصد (دوره بازگشت ۱۰۰ سال) باشد. ارتفاع این سیلاب که شامل ارتفاع موج ناشی از آن است، به عنوان ارتفاع سیل طرح می‌باشد.

۶-۲-۶-۳ **منطقه ویژه خطر سیل:** ناحیه در معرض سیل طرح شامل سواحل مجاور آب‌های آزاد، خطوط ساحلی دریاچه‌های بزرگ و یا در مواردی که در طول یک سیلاب رودخانه‌ای طولانی مدت، ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به طور مستقیم یا به واسطه لبریز شدن رودخانه‌ها و مسیل‌ها، تحت تأثیر موج‌های پر سرعت و فرسایش ناشی از طوفان‌ها یا کانون‌های زلزله قرار دارند. منشاء اصلی سیل در این مناطق، جزر و مد، طوفان‌های ساحلی، گردبادها، نوسان‌های امواج یا سونامی‌ها است و باید به صورت توأم، میزان عمق آب ساکن سیل، برابر یا بزرگتر از ۶۰۰ میلی‌متر و ارتفاع موج شکننده، برابر یا بزرگتر از ۴۵۰ میلی‌متر در جریان موجود سیل طرح باشد.

۶-۳ الزامات و بارهای طراحی

۶-۳-۱ سیستم‌های سازه‌ای ساختمان و سایر سازه‌ها باید به گونه‌ای طراحی، ساخته، متصل و مهار شوند تا در مقابل شناوری، فروریختن و تغییر مکان جانبی دائمی ناشی از اثر بارهای سیل بر مبنای سیل طرح همراه با سایر بارها و مطابق با ترکیب بارها در فصل ۲ مقاومت کنند.

۶-۳-۲ با توجه به این که فرسایش و آب‌شستگی می‌توانند هم بر پایداری پی تأثیر بگذارند و هم عمق سیلاب در محل و اثرات بارهای سیل وارد بر ساختمان و سازه‌های دیگر را افزایش دهند، تأثیرات ناشی از آن‌ها باید در محاسبه بارهای وارد بر ساختمان و سایر سازه‌های موجود در مناطق ویژه خطر سیل لحاظ گردد. با افزایش عمق پی می‌توان اثرات فرسایش و آب‌شستگی را کاهش داد. همچنین می‌توان ساختمان‌ها را به طور پیوسته دور از خطوط ساحلی و خارج از حریم نواحی ساحلی احداث نمود.

۶-۳-۳ **دیوارهای فرو ریزشی و تیغه‌های لازم به همراه اتصالات آنها به سازه برای فرو ریختن** پیوسته به یک طرف باید برای بزرگترین بار ناشی از باد بر اساس فصل ۱۰، ناشی از زلزله بر اساس فصل ۱۱ و یا باری برابر ۰.۵ کیلونیوتن بر مترمربع که به صورت عمودی به صفحه دیوار اثر می‌کند، طراحی شوند و نباید بارگذاری برای باری بیشتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع انجام شود، مگر این‌که طراحی مطابق شرایط زیر باشد.

- فروریختن دیوار فرو ریزشی در اثر بار سیلی کمتر از آنچه که در طی سیل طرح اتفاق می‌افتد، طراحی شده باشد.

- تکیه‌گاه پی و بخش مرتفع ساختمان باید در مقابل فروریختن، تغییر مکان دائمی و سایر آسیب‌های سازه‌ای ناشی از اثرات بارهای سیل در ترکیب با دیگر بارها، همان طور که در فصل ۲ مشخص شده است، طراحی شده باشند.

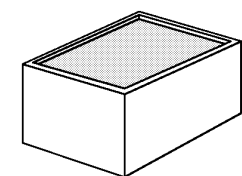
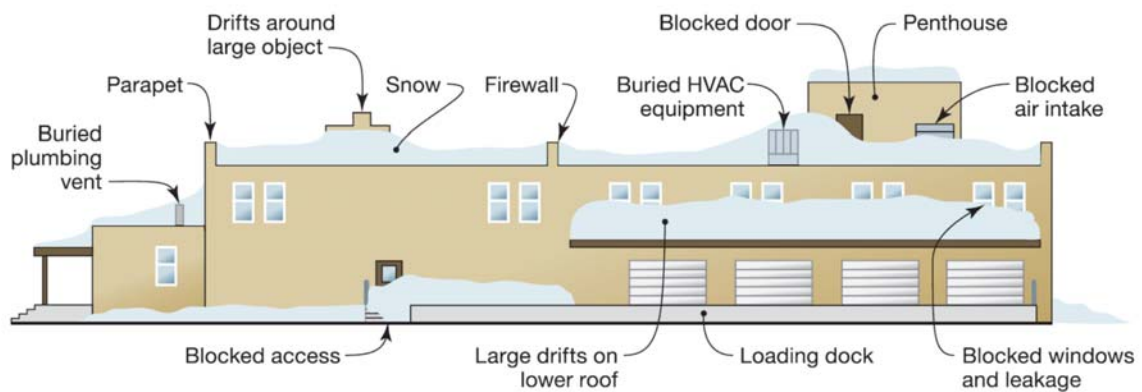
۶-۳-۴ طراحی سازه‌ای در مناطق ویژه خطر سیل بر مبنای سیل طرح صورت می‌پذیرد. بارهای ناشی از سیل شامل بارهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک است. ارتفاع و بارهای موج شکننده وارد بر شمع کوبی‌های قائم، ستون‌ها و دیوارهای ساختمان و سایر سازه‌ها باید به منظور طراحی تعیین شوند.

۶-۳-۵ بارهای ناشی از مواد زائد (نخاله)، یخ و هر شیء دیگری که توسط سیلاب انتقال پیدا کرده و به ساختمان‌ها و سازه‌ها یا بخش‌هایی از آن ضربه وارد می‌کنند، به عنوان بارهای ضربه‌ای محسوب شده و اثر آن باید به عنوان یک بار متمرکز افقی در بحرانی‌ترین محل، در نظر گرفته شود.

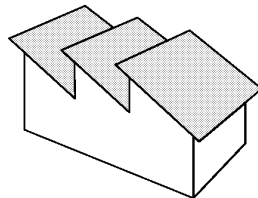
۷- بار برف

- بار برف زمین Pg
- بار برف بام (بار برف متوازن) Pr
- بار برف حداقل برای بامهای با شیب کم Pm
- بار برف جزئی
- بار برف نامتوازن
- انباشتگی برف در بام پایین تر
- بار برف لغزنده
- سربار باران بر برف

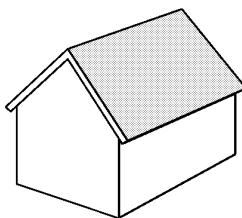
۷-۱- مفاهیم



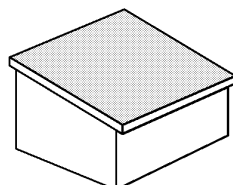
بام تخت



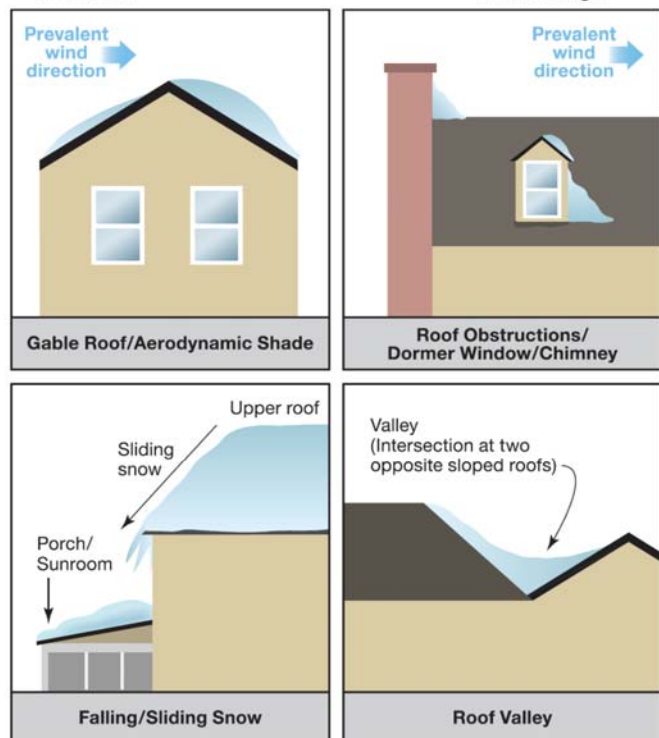
بام شیب دار دندانه ای



بام با شیب دو طرفه

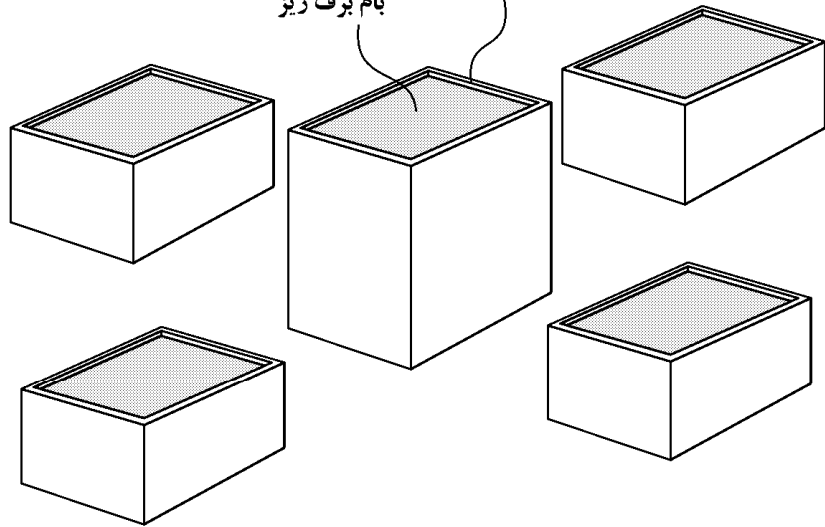


بام با شیب یک طرفه



بام بالاتر از محیط اطراف می باشد و محافظتی از اطراف وجود ندارد.

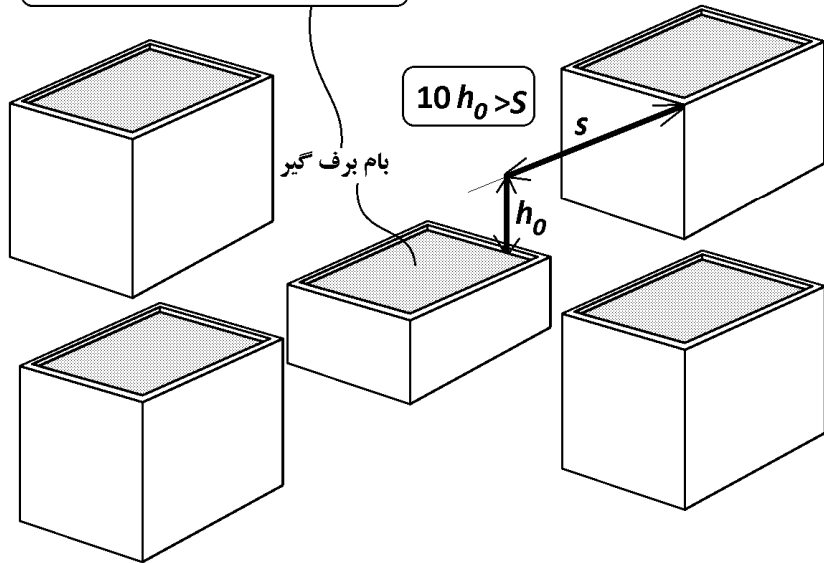
ارتفاع دست انداز بام کمتر از h_b می باشد
بام برف ریز



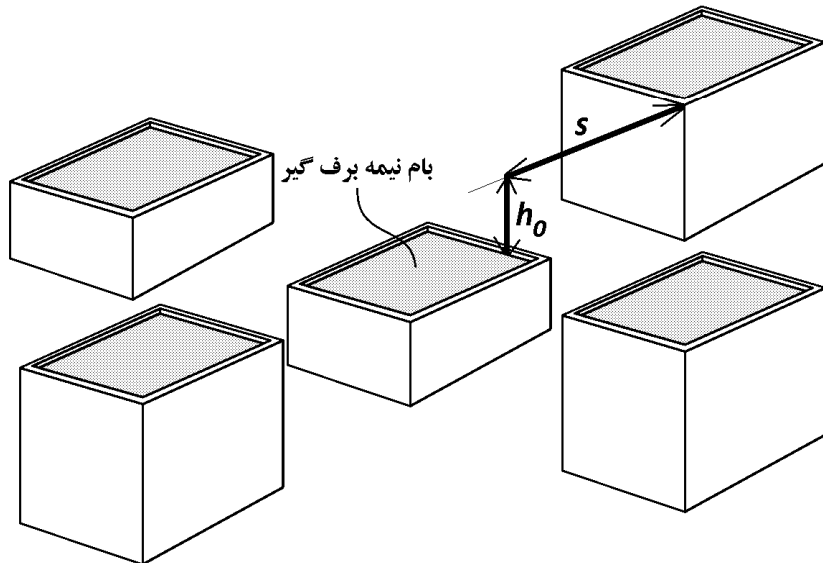
بام برف گیر از تمام جوانب پایین تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف می باشد.

$$10 h_o > s$$

بام برف گیر



بام نیمه برف گیر



۲-۷- بار برف زمین

بار برف زمین، P_g ، وزن لایه برف بر روی سطح افقی زمین است که، بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال تجاوز از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال).
بار برف زمین در مناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم‌بندی مشخص شده در جدول ۱-۷-۶ و یا شکل ۶-۷-۱، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

منطقه ۱- برف بسیار کم (نادر)	۰٫۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۲- برف کم	۰٫۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۳- برف متوسط	۱ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۴- برف زیاد	۱٫۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۵- برف سنگین	۲ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۶- برف فوق سنگین	۳ کیلونیوتن بر متر مربع

این بار را می‌توان با انجام مطالعات دقیق‌تر آماری برای منطقه مورد نظر نیز تعیین نمود، ولی مقدار آن نباید کمتر از مقادیر فوق در نظر گرفته شود مگر آنکه به تأیید سازمان هواشناسی کشور برسد.

ادامه جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۶۱	رشت	۵	۹۱	کاشان	۳
۶۲	رفسنجان	۳	۹۲	کاشمر	۲
۶۳	روانسر	۴	۹۳	کرج	۴
۶۴	زابل	۲	۹۴	کرمان	۳
۶۵	زرینه اوباتو	۵	۹۵	کرمانشاه	۴
۶۶	زنجان	۴	۹۶	کنگاور	۴
۶۷	سبزوار	۳	۹۷	کهنوج	۱
۶۸	سراب	۴	۹۸	کوهرنگ	۶
۶۹	سراوان	۱	۹۹	گرگان	۳
۷۰	سرپل ذهاب	۳	۱۰۰	گرمسار	۳
۷۱	سرخس	۳	۱۰۱	گلپایگان	۵
۷۲	سردشت	۶	۱۰۲	گلمکان	۴
۷۳	سقز	۵	۱۰۳	گناباد	۲
۷۴	سمنان	۳	۱۰۴	لار	۱
۷۵	سنندج	۴	۱۰۵	ماکو	۴
۷۶	سیرجان	۴	۱۰۶	مراغه	۴
۷۷	شاهرود	۳	۱۰۷	مریوان	۵
۷۸	شهر بابک	۳	۱۰۸	مسجدسلیمان	۳
۷۹	شهر کرد	۴	۱۰۹	مشهد	۴
۸۰	شیراز	۳	۱۱۰	ملایر	۴
۸۱	طیس	۲	۱۱۱	مهاباد	۴
۸۲	فردوس	۲	۱۱۲	میانه	۴
۸۳	فسا	۳	۱۱۳	نابین	۲
۸۴	فیروز کوه	۴	۱۱۴	نهایوند	۴
۸۵	قائن	۲	۱۱۵	نهبندان	۲
۸۶	قراخیل	۴	۱۱۶	نیشابور	۴
۸۷	قروه	۴	۱۱۷	همدان	۴
۸۸	قزوین	۴	۱۱۸	همدان نوژه	۴
۸۹	قم	۳	۱۱۹	یاسوج	۴
۹۰	قوچان	۴	۱۲۰	یزد	۲

جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

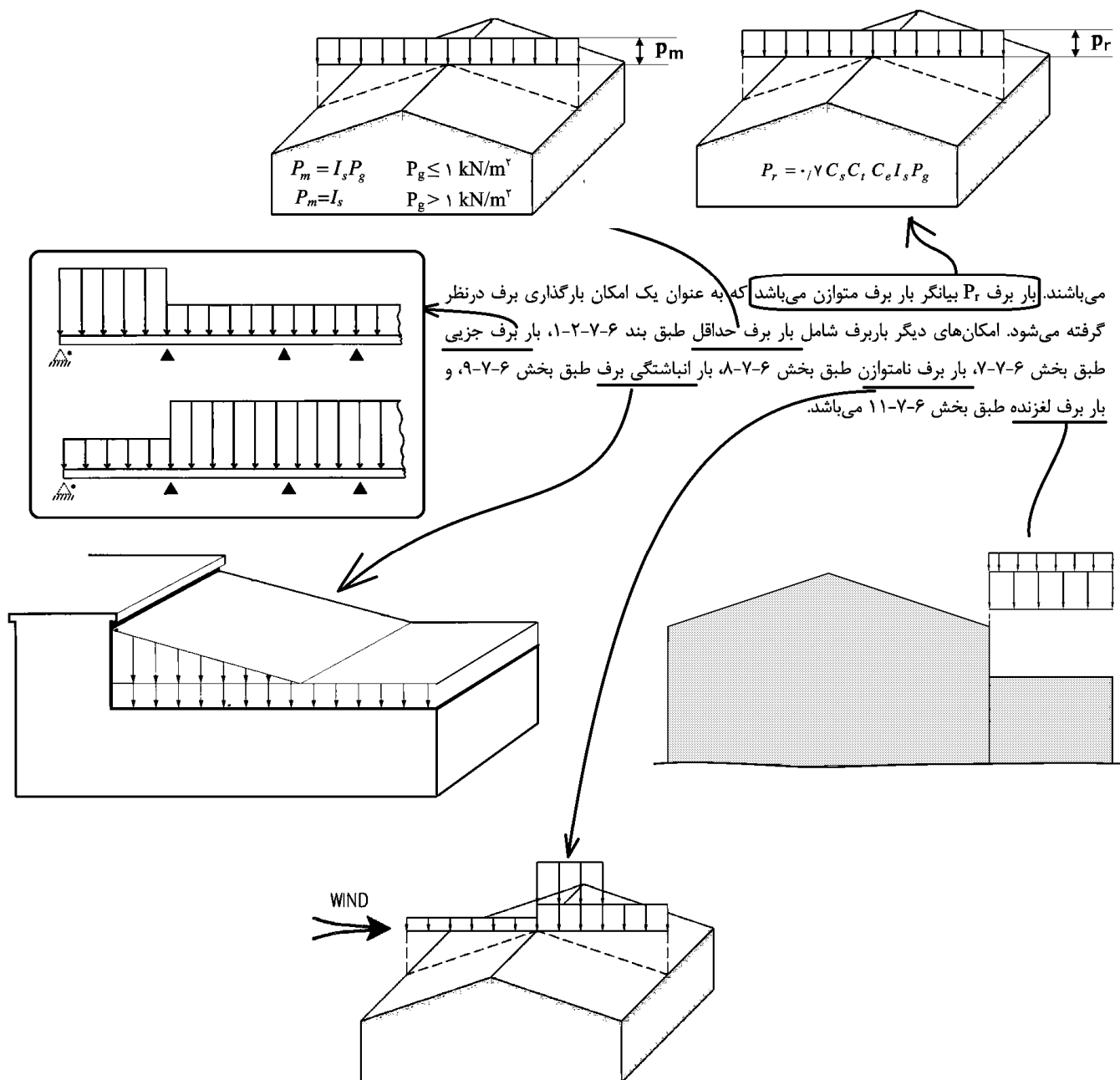
ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱	آستارا	۵	۳۱	پوشهر	۱
۲	اراک	۴	۳۲	بیجار	۴
۳	اردبیل	۵	۳۳	بیرجند	۲
۴	اردستان	۲	۳۴	بیراتشهر	۵
۵	ارومیه	۴	۳۵	تبریز	۴
۶	اسلام آباد غرب	۴	۳۶	تربت جام	۴
۷	اصفهان	۳	۳۷	تربت حیدریه	۳
۸	الیگودرز	۵	۳۸	تکاب	۴
۹	امیدیه	۱	۳۹	تهران جنوب	۴
۱۰	انار	۲	۴۰	تهران شمال	۴
۱۱	اهر	۴	۴۱	جاسک	۱
۱۲	اهواز	۲	۴۲	جلفا	۴
۱۳	ایرانشهر	۱	۴۳	جیرفت	۲
۱۴	ایلام	۴	۴۴	چابهار	۱
۱۵	ایوان غرب	۳	۴۵	خاش	۱
۱۶	آبادان	۲	۴۶	خدابنده	۴
۱۷	آباده	۳	۴۷	خرم آباد	۴
۱۸	آبعلی	۵	۴۸	خرم دره	۴
۱۹	آستانه اشرفیه	۵	۴۹	خلخال	۵
۲۰	انزلی	۴	۵۰	خور بیابانک	۱
۲۱	بافت	۳	۵۱	خور بیرجند	۲
۲۲	بافق	۲	۵۲	خوی	۴
۲۳	بانه	۵	۵۳	داران	۵
۲۴	بجنورد	۴	۵۴	درود	۵
۲۵	بروجرد	۴	۵۵	دزفول	۳
۲۶	بستان	۲	۵۶	دهلران	۳
۲۷	بشرویه	۲	۵۷	دوگنبدان	۲
۲۸	بم	۲	۵۸	رامسر	۴
۲۹	بندرعباس	۱	۵۹	رامهرمز	۲
۳۰	بندر لنگه	۱	۶۰	ریاط پشت بام	۲

۳-۷- بار برف متوازن

۲-۷-۶ بار برف بام

بار برف بر روی بام، P_r ، با توجه به شیب و دمای بام، برف‌گیری، و اهمیت سازه، برای هر متر مربع تصویر افقی سطح آن، به کمک رابطه ۱-۷-۶ تعیین می‌شود:

$$P_r = 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g \quad (1-7-6)$$



۴-۷-۶ ضریب برف‌گیری C_e

اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف‌گیری بام ساختمان به کمک ضریب برف‌گیری، C_e ، حاصل از جدول ۲-۷-۶، در نظر گرفته می‌شود.

در حالت برف‌ریز، بام بالاتر از محیط اطراف می‌باشد و محافظتی از اطراف وجود ندارد. اگر بر روی بام، واحدهای تأسیساتی بزرگ مستقر بوده و یا ارتفاع دست‌انداز بام و سایر برجستگی‌ها از روی بام بیشتر از ارتفاع برف متوازن، $h_b = P_r / \gamma$ ، باشد آن بام نمی‌تواند در گروه برف‌ریز قرار گیرد. موانع اطراف ساختمان تا فاصله ده برابر h_b می‌توانند برای برف بام آن ساختمان محافظت ایجاد کرده و در آن صورت بام را نمی‌توان برف‌ریز دانست. h_b ، فاصله قائم از روی مانع بالاتر تا روی بام می‌باشد. وزن مخصوص برف، γ ، را می‌توان از رابطه ۳-۷-۶ محاسبه کرد.

$$\gamma = 0.43 P_g + 2.2 \quad \text{کیلو نیوتن بر متر مکعب} \quad (۳-۷-۶)$$

مقدار γ لازم نیست بیشتر از ۴/۷ کیلو نیوتن بر متر مکعب در نظر گرفته شود. بام برف‌گیر از تمام جوانب پایین‌تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف می‌باشد. بام‌های غیر برف‌گیر و غیر برف‌ریز بام‌های نیمه برف‌گیر محسوب می‌شوند. گروه ناهمواری محیط طبق بند ۶-۷-۴-۱ تعیین می‌شود. گروه ناهمواری محیط و ضریب برف‌گیری باید بیانگر شرایط پیش‌بینی شده در دوره عمر مفید ساختمان مورد نظر باشند.

جدول ۲-۷-۶ ضریب برف‌گیری، C_e

گروه ناهمواری محیط	بام برف‌ریز	بام نیمه برف‌گیر	بام برف‌گیر
زیاد	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۲
متوسط	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۱
کم	۰٫۸	۰٫۹	۱٫۰

۱-۴-۷-۶ گروه ناهمواری محیط

برای هر جهت باد، گروه ناهمواری محیط بر اساس مشخصات هریک از دو قطاع ۴۵ درجه در دو طرف جهت مورد نظر باد تعیین و هر کدام که بیشترین اثر را دارد انتخاب می‌شود. سه گروه ناهمواری محیط به صورت زیر تعریف می‌شوند:

- گروه ناهمواری زیاد - محیط شهری و حومه شهری، محیط باغ، جنگل و سایر محیط‌های شامل ناهمواری و موانع متعدد و متراکم با ارتفاع ۹ متر یا بیشتر
- گروه ناهمواری متوسط - محیط با موانع پراکنده با ارتفاع عموماً کمتر از ۹ متر
- گروه ناهمواری کم - محیط مستوی بدون موانع از قبیل دریا و دریاچه، باتلاق و نم‌زار در نظر گرفتن چهار جهت باد متفاوت منطبق بر دو امتداد متعامد کافی می‌باشد.

۵-۷-۶ ضریب شرایط دمایی C_t

ضریب شرایط دمایی، C_t ، از جدول ۳-۷-۶، با توجه به شرایط مورد انتظار ساختمان در سال‌های عمر مفید، تعیین می‌شود.

جدول ۳-۷-۶ ضریب شرایط دمایی، C_t

۱٫۰	تمام ساختمان‌های به‌جز موارد زیر
۱٫۱	سازه‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند.
۱٫۲	سازه‌های با زیر بام باز و سازه‌های بدون گرمایش
۱٫۳	سازه‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگهداشته می‌شود

۶-۷-۶ ضریب شیب C_s

برای بام‌های مسطح، ضریب شیب، C_s ، برابر واحد می‌باشد. برای بام‌های شیب‌دار ضریب شیب بر حسب زاویه شیب، α ، به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$C_s = 1.0 \quad \alpha \leq \alpha_0 \quad (۶-۷-۴ الف)$$

$$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} \quad \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \quad (۶-۷-۴ ب)$$

$$C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ \quad (۶-۷-۴ پ)$$

زاویه α_0 ، طبق بند ۶-۷-۱، با توجه به شرایط سطح شیب‌دار مشخص می‌شود.

۶-۷-۱ اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب‌دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای پذیرش برف موجود باشد، مقدار α_0 برای $C_t=1$ برابر پنج درجه، برای $C_t=1/1$ برابر ده درجه و برای مقادیر بیشتر C_t برابر پانزده درجه خواهد بود. بام‌های لغزنده شامل پوشش‌های فلزی، سنگ برگ، شیشه‌ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می‌باشد. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی‌توان صاف دانست. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند.

در صورت عدم وجود شرایط لغزنده و مانع‌دار بودن بام، مقدار α_0 برای $C_t=1$ برابر 30° و برای C_t های بیشتر برابر 45° می‌باشد.

۶-۷-۲ در بام‌های قوسی ضریب اثر شیب باید با توجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد. برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چند ضلعی در نظر گرفته شود و ضریب اثر شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق و بر طبق بند ۶-۷-۱ تعیین گردد. تعداد قطعات در هر نیمه قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد. برای قسمت‌های با شیب بیشتر از هفتاد درجه بار برف در نظر گرفته نشده و این نواحی جزو تقسیمات قوس در نظر گرفته نمی‌شود.

۶-۷-۳ برای بام‌های کنگره‌ای و شیب‌دار دندان‌های ضریب شیب برای کلیه سطوح برابر یک خواهد بود.

۶-۷-۴ بر روی طره لبه پایین بام، که امکان تجمع برف وجود خواهد داشت، از ضریب یک برای C_s و C_t استفاده شده ولی مقدار P_T در ناحیه تجمع برف دو برابر می‌شود. عرض ناحیه تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی مقدار آن از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون را لازم نیست بیشتر از ۱/۵ متر در نظر گرفت.

$$\rightarrow \text{بام شیب دار} \rightarrow \begin{cases} \text{بام لغزنده بدون مانع} \rightarrow \begin{cases} C_t = 1 \rightarrow \alpha_0 = 5^\circ \\ C_t = 1.1 \rightarrow \alpha_0 = 10^\circ \\ C_t \geq 1.2 \rightarrow \alpha_0 = 15^\circ \end{cases} \\ \text{بام غیر لغزنده و یا مانع دار} \rightarrow \begin{cases} C_t = 1 \rightarrow \alpha_0 = 30^\circ \\ C_t \geq 1.1 \rightarrow \alpha_0 = 45^\circ \end{cases} \\ \text{بام تخت} \rightarrow C_s = 1 \end{cases}$$

$$\rightarrow \text{بام های کنگره ای و شیب دار دندان ه ای} \rightarrow C_s = 1$$

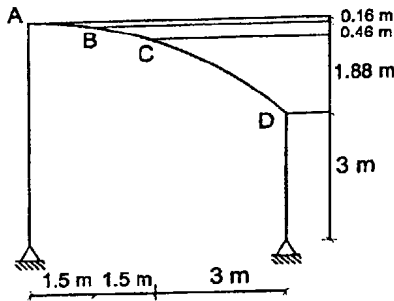
۱- یک ساختمان صنعتی با گروه خطرپذیری سه و با بام نیمه برف‌گیر در محدوده شهرستان قزوین با گروه ناهمواری محیط متوسط و سقف شیب‌دار دوطرفه متقارن با زاویه شیب 35 درجه است. در صورتی که زیر بام باز و بدون گرمایش باشد، مقدار برف متوازن برحسب kN/m^2 به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (شرایط لغزنده بودن برای بام برقرار نیست)

- ۱) 1.33 (۲) 1.10 (۳) 0.96 (۴) 1.26

گزینه ۴

$$P_r = 0.7C_s C_t C_e I_s P_g = 0.7 \times 1 \times 1.2 \times 1 \times 1 \times 1.5 = 1.26$$

۵۹- برای نگهداری محصولات کشاورزی در یک مزرعه در قزوین سایبانی به صورت نیم سهمی به شکل مقابل در نظر گرفته شده است. هیچ مانعی برای بارش برف روی این سایبان در اطراف وجود ندارد و محیط کاملاً مستوی و بدون مانع است. زیر سایبان باز و سازه بدون گرمایش است. با توجه به پوشش به‌کار رفته، بام لغزنده است. در صورتی که سقف قوسی به سه قسمت تقسیم شود، شدت بار متوازن برف روی قسمت CD برای هر مترمربع تصویر افقی سطح به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۱) 0.50 kN/m^2

۲) 0.60 kN/m^2

۳) 0.70 kN/m^2

۴) 0.55 kN/m^2

گزینه ۴

$$P_r = 0.7C_s C_t C_e I_s P_g$$

سازه بدون گرمایش است و بنابراین $C_t = 1.2$ می‌باشد.

$$\left. \begin{aligned} \tan(\alpha) &= \frac{1.88}{3} \rightarrow \alpha = 32^\circ \\ \alpha_0 &= 15^\circ \end{aligned} \right\} C_s = 1 - \frac{32-15}{70-15} = 0.691 \quad \text{برای قسمت CD:}$$

محیط مستوی و بدون مانع می‌باشد، گروه ناهمواری کم و سازه برف ریز محسوب می‌شود. بنابراین $C_e = 0.8$ می‌باشد.

ضریب اهمیت: انبار کشاورزی در گروه خطرپذیری ۴ قرار دارد و بنابراین $I_s = 0.8$ می‌باشد.

$$P_r = 0.7 \times 0.69 \times 1.2 \times 0.8 \times 0.8 \times 1.5 = 0.55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

۷-۴- بار برف حداقل

۷-۲-۱ بار برف حداقل برای بام‌های با شیب کم

برای بام‌های شیب‌دار با شیب کمتر از پانزده درجه و برای بام‌های قوسی با زاویه قائم بین تاج و پای قوس کمتر از ده درجه باید بار حداقل، P_m ، طبق رابطه ۷-۶-۲، نیز بطور جداگانه در نظر گرفته شود.

$$P_m = I_s P_g \quad P_g \leq 1 \text{ kN/m}^2 \quad \text{برای (الف-۷-۲-۶)}$$

$$P_m = I_s \quad P_g > 1 \text{ kN/m}^2 \quad \text{برای (ب-۷-۲-۶)}$$

بار برف حداقل، یک امکان بار برف یکنواخت جداگانه محسوب می‌شود. در تعیین و ترکیب با حالت‌های بار برف متوازن، برف جزئی، برف نامتوازن، برف انباشتگی و برف لغزنده، بار برف حداقل در نظر گرفته نمی‌شود.

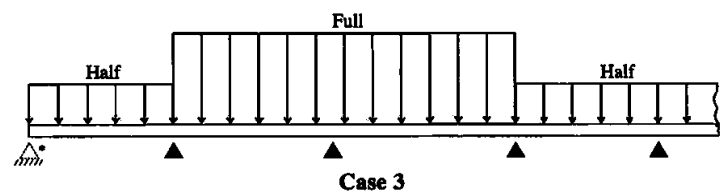
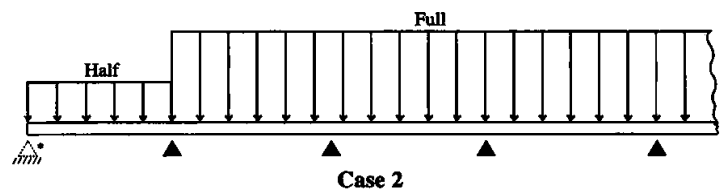
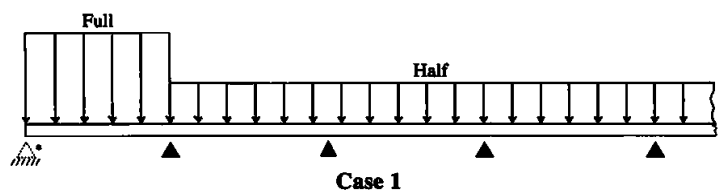
۷-۵- بار گذاری جزئی

۷-۶-۷ بار گذاری جزئی

اثر لحاظ بار برف متوازن، P_T ، فقط بر روی برخی از دهانه‌ها و مقدار $P_T \cdot 0.5$ برای سایر قسمت‌ها باید بررسی شود. برای تیرهای ممتد چند دهانه، سه حالت زیر در نظر گرفته شود:

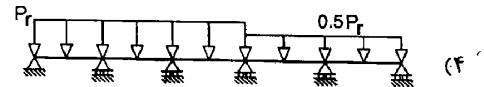
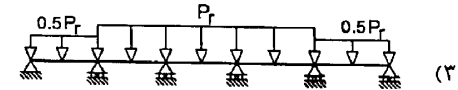
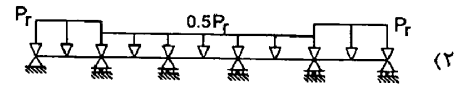
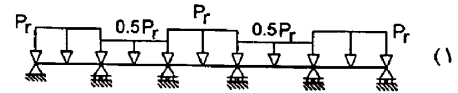
- بار کامل متوازن برف بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و نیم‌بار متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- نیم‌بار متوازن برف بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و بار کامل متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- تمام ترکیب‌های ممکن بار کامل متوازن بر روی دو دهانه مجاور و نیم‌بار متوازن بر روی سایر دهانه‌ها

طره به صورت یک دهانه جداگانه لحاظ می‌شود. اعمال ضوابط این بخش برای اعضای عمود بر خط‌الراس سقف شیب‌دار دو طرفه با شیب بیشتر از چهار درصد ضروری نیست. برای سایر انواع پوشش‌های بام، امکان ایجاد اثر بیشتر ناشی از بار گذاری جزئی، از طریق کاهش بار برف متوازن به نصف در بخش‌هایی از بام باید بررسی شود.



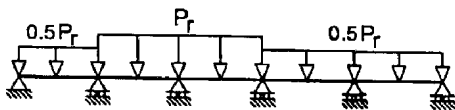
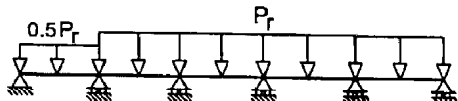
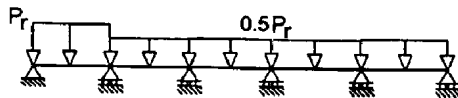
* The left supports are dashed since they would not exist when a cantilever is present.

۵۶- برای یک تیر ممتد پنج دهانه با بار برف گسترده یکنواخت P_r ، کدامیک از گزینه‌های زیر جزء حالات الزامی برای بررسی بارگذاری جزئی برف نمی‌باشند؟



تمامی گزینه‌ها صحیح هستند.

یعنی بررسی هیچکدام جزو موارد بارگذاری جزئی نیست. حالت‌های بارگذاری جزئی در شکل زیر نشان داده شده است که هیچکدام از گزینه‌ها مطابق با موارد لازم نمی‌باشد.



۶-۷-۷ بارگذاری جزئی

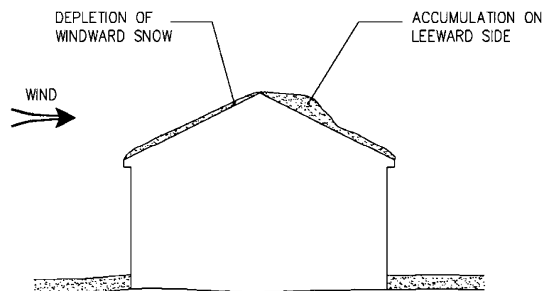
اثر لحاظ بار برف متوازن، P_r ، فقط بر روی برخی از دهانه‌ها و مقدار $0.5 P_r$ برای سایر قسمت‌ها باید بررسی شود. برای تیرهای ممتد چند دهانه، سه حالت زیر در نظر گرفته شود:

- بار کامل متوازن برف بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و نیم‌بار متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- نیم‌بار متوازن برف بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و بار کامل متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- تمام ترکیب‌های ممکن بار کامل متوازن بر روی دو دهانه مجاور و نیم‌بار متوازن بر روی سایر دهانه‌ها

طره به صورت یک دهانه جداگانه لحاظ می‌شود. اعمال ضوابط این بخش برای اعضای عمود بر خط‌الراس سقف شیب‌دار دو طرفه با شیب بیشتر از چهار درصد ضروری نیست. برای سایر انواع پوشش‌های بام، امکان ایجاد اثر بیشتر ناشی از بارگذاری جزئی، از طریق کاهش بار برف متوازن به نصف در بخش‌هایی از بام باید بررسی شود.

- در پاسخ به سوال فوق از نظرات ارزشمند دکتر امیر حسین خلوتی استفاده کرده‌ام. با تشکر از ایشان.

۶-۷- بارگذاری نامتوازن



۶-۷-۸ بارگذاری نامتوازن

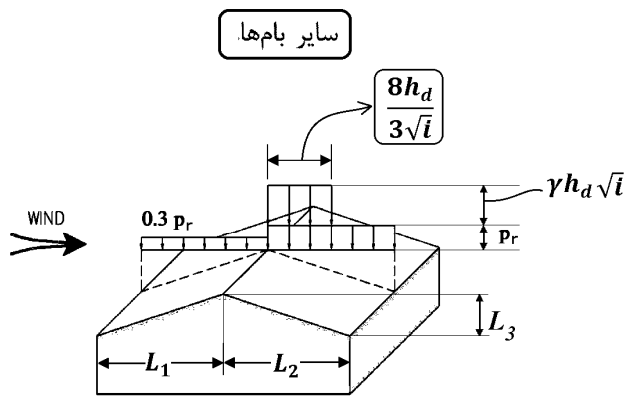
بارگذاری متوازن و نامتوازن برف بطور جداگانه در نظر گرفته می‌شوند. در تعیین بار نامتوازن امکان وزش باد از تمام جوانب باید بررسی شود.

۶-۷-۸-۱ بار نامتوازن برف برای بام‌های با شیب دو و یا چند طرفه

در نظر گرفتن بار نامتوازن برف برای بام‌های با شیب کمتر از ۴٪ و شیب بیشتر از ۶۰٪ 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 رو به باد بدون بار برف در نظر گرفته شود. برای سایر بام‌ها، بار نامتوازن شامل بار گسترده $0.3 P_r$ در سمت بادگیر و در سمت پشت به باد P_r به اضافه سر بار به شدت بر واحد سطح افقی برابر $1.4 \sqrt{i}$ و در فاصله افقی $(3\sqrt{i})$ از تاج شیب به سمت پای شیب خواهد بود. i ، بیانگر شیب سقف (تانژانت زاویه شیب) می‌باشد. ارتفاع انباشت برف، h_d ، بر حسب متر، از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$h_d = 0.12 \sqrt{l_u} \sqrt{1.0 P_g + 5.0} - 0.5 \quad (5-7-6)$$

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



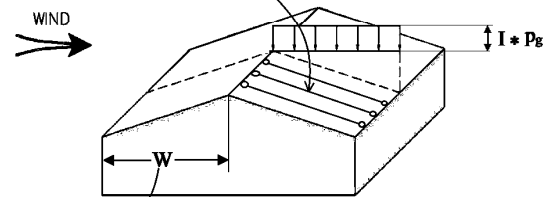
$$l_u: \begin{cases} L_2 < 6m \rightarrow l_u = 6m \\ L_2 \geq 6m \rightarrow l_u = L_1 \end{cases}$$

$$i = \frac{L_3}{L_2}$$

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

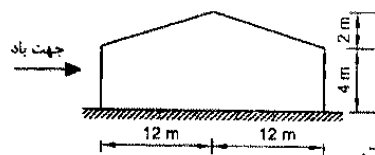
$$\gamma = 0.43 P_g + 2.2 \quad \text{کیلونیوتن بر متر مکعب}$$

بامهای با فاصله افقی کمتر از ۶ متر بین تاج و پای شیب
با تیرهای با تکیه‌گاه ساده بین تاج و پای شیب،



محاسبات ۹۵

۴- سالن صنعتی شکل زیر در منطقه با بار برف زیاد واقع شده است. بیشترین شدت بار بر واحد سطح افق ناشی از بار نامتوازن برف به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ($P_r = 1.2 \text{ kN/m}^2$)



$$P_{\max} = 1.8 \text{ kN/m}^2 \quad (1)$$

$$P_{\max} = 1.2 \text{ kN/m}^2 \quad (2)$$

$$P_{\max} = 2.7 \text{ kN/m}^2 \quad (3)$$

(۴) نیازی به در نظر گرفتن بارگذاری نامتوازن برف نیست.

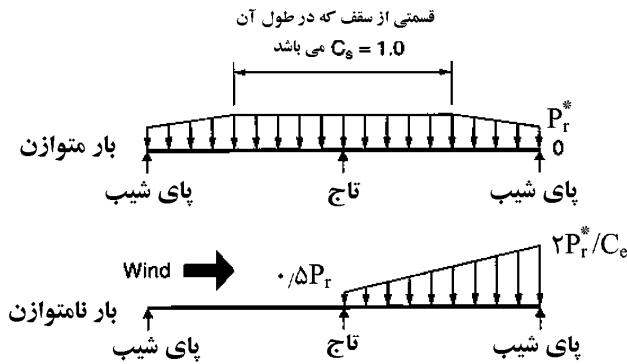
گزینه ۱

$$P_r = 1.2$$

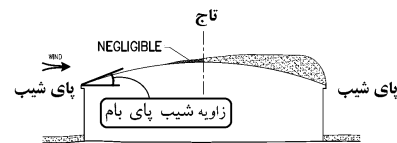
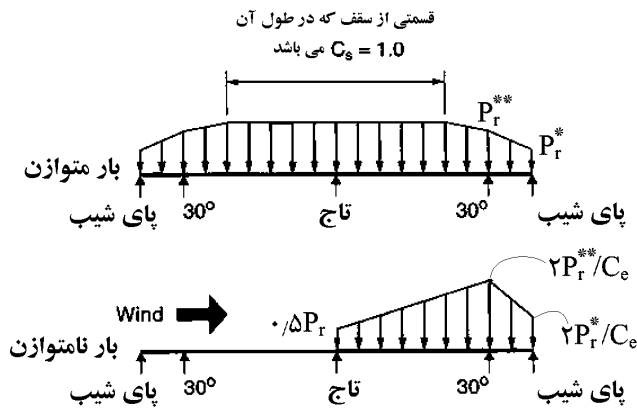
$$\left. \begin{aligned} l_u = 12 \text{ m} \rightarrow h_d &= 0.12 \sqrt[3]{12} \sqrt[4]{100 \times 1.5 + 50} - 0.5 = 0.533 \text{ m} \\ \gamma &= 0.43 \times 1.5 + 2.2 = 2.845 \\ i &= \frac{2}{12} = 0.16667 \end{aligned} \right\} \gamma h_d \sqrt{i} = 0.619 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{بار نامتوازن} = 1.2 + 0.619 = 1.819 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

شیب پای بام کمتر یا برابر ۳۰ درجه باشد



اگر شیب پای بام بین ۳۰ و ۷۰ درجه باشد



۶-۷-۸-۲ بار نامتوازن برف برای بام‌های قوسی

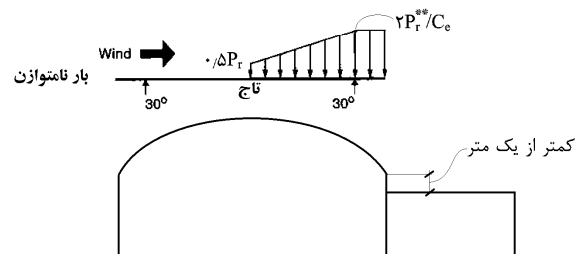
برای بخش‌هایی از بام با شیب بیشتر از ۷۰ درجه بار برف لحاظ نخواهد شد. اگر شیب خط رابط از تاج به پای قوس (یا نقطه با شیب ۷۰ درجه در صورت وجود) کمتر از ده درجه و یا بیشتر از ۶۰ درجه باشد، لحاظ بار نامتوازن ضروری نیست. برای بخش رو به باد بار برف در نظر گرفته نخواهد شد و برای قسمت پشت به باد توزیع بار برف 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 $2 P_r^* / C_e$ محاسبه شده برای شیب پای بام، بطور خطی به مقدار $0.5 P_r^*$ ، با لحاظ $C_e = 1$ ، در تاج کاهش خواهد یافت.

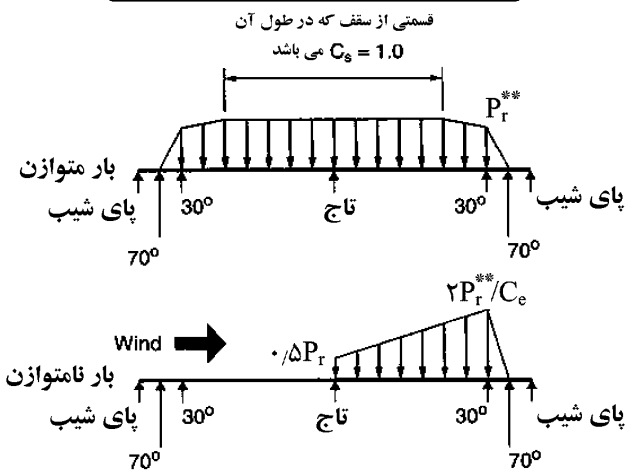
ب- اگر شیب پای بام بین ۳۰ و ۷۰ درجه باشد، مقدار شدت بار برف در تصویر افقی بام از $0.5 P_r^*$ (با $C_s = 1$) در تاج بطور خطی تا مقدار $2 P_r^* / C_e$ (محاسبه شده برای شیب ۳۰ درجه) در محل شیب ۳۰ درجه افزایش داده شده و سپس به مقدار $2 P_r^* / C_e$ در پای بام (محاسبه شده برای شیب پای بام) به طور خطی کاهش داده می‌شود.

پ- اگر شیب پای بام بیشتر از ۷۰ درجه باشد، برای ناحیه پایین‌تر از شیب ۷۰ درجه بار برف صفر در نظر گرفته شده و برای بقیه 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 نشده و برابر مقدار محاسبه شده در شیب ۳۰ درجه تا لبه بام در نظر گرفته خواهد شد.

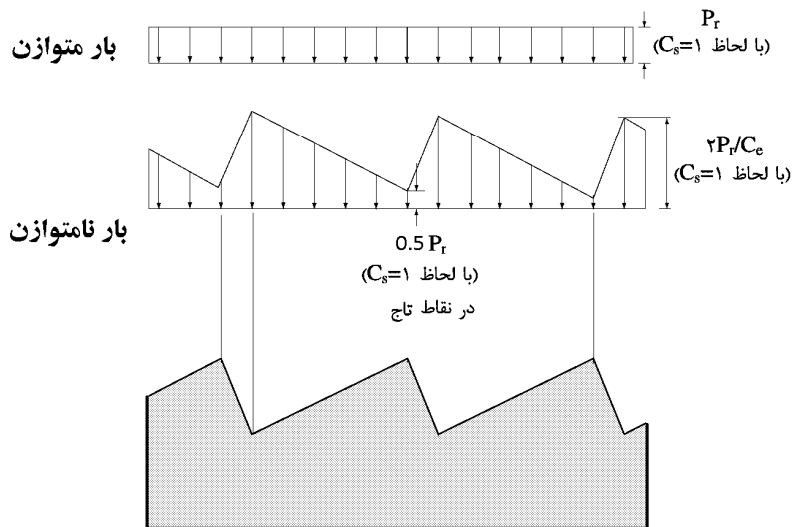


اگر شیب پای بام بیشتر از ۷۰ درجه باشد.



* برای محاسبه P_r و C_s از شیب آنها (پای شیب) استفاده نمایید.
** برای محاسبه P_r و C_s از شیب 30° استفاده نمایید.

۳-۸-۷-۶ بار نامتوازن بار برف برای بام‌های دندانه‌دار، کنگره‌ای، و تاوه چین‌دار برای اینگونه بام‌ها، اگر دارای 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 ۳-۶-۶-۶). شدت بار برف نامتوازن، در تصویر افقی، از نصف مقدار بار برف متوازن در نقاط تاج بطور خطی به مقدار $2P_r/C_e$ در نقاط قعر بام (با لحاظ $C_s=1$) افزایش می‌یابد. تراز برف معادل حساب شده در نقاط قعر لازم نیست از تراز برف در نقاط تاج بیشتر باشد.



۴-۸-۷-۶ بار نامتوازن برای گنبد

گنبد و یا پوشش‌های مدور مشابه به چهار ربع (قطاع نود درجه) در پلان تقسیم شده و هرقطاع نود درجه به‌طور جداگانه، مشابه بند ۲-۸-۷-۶، بصورت پشت به باد بارگذاری می‌شود. از هر لبه مشترک قطاع نود درجه مورد نظر با قطاع نود درجه مجاور، بار برف به تدریج تا مقدار صفر در میانه قطاع مجاور کاهش داده می‌شود. 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.

7.6.4 Unbalanced Snow Loads for Dome Roofs

Unbalanced snow loads shall be applied to domes and similar rounded structures. Snow loads, determined in the same manner as for curved roofs in Section 7.6.2, shall be applied to the downwind 90° sector in plan view. At both edges of this sector, the load shall decrease linearly to zero over sectors of 22.5° each. There shall be no snow load on the remaining 225° upwind sector.

۵۲- در نظر است یک مسجد با بام تخت در مرکز شهر الیگودرز ساخته شود. فرض کنید بام مسجد از تمام جوانب پایین تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف است. مقدار بار برف متوازن بام مسجد بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟

۱) 1.68 (۲) 2.02 (۳) 2.31 (۴) 1.85

گزینه ۴

بار برف بر روی بام، P_r ، با توجه به شیب و دمای بام، برف‌گیری، و اهمیت سازه، برای هر متر مربع تصویر افقی سطح آن، به کمک رابطه ۶-۷-۱ تعیین می‌شود:

$$P_r = 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g \quad (۱-۷-۶)$$

- بام تخت است و ضریب C_s برابر یک است
- کاربری سازه مسجد است و ضریب C_t برابر یک خواهد بود
- بام برف گیر بوده و داخل شهر است (ناهمواری زیاد) و ضریب C_e با توجه به جدول زیر ۱/۲ خواهد بود.

جدول ۶-۷-۲ ضریب برف‌گیری، C_e

گروه ناهمواری محیط	بام برف‌ریز	بام نیمه برف‌گیر	بام برف‌گیر
زیاد	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۲
متوسط	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۱
کم	۰٫۸	۰٫۹	۱٫۰

- کاربری مسجد بوده و ضریب اهمیت با توجه به جدول زیر برابر $I_s=1.1$ خواهد بود.

جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای

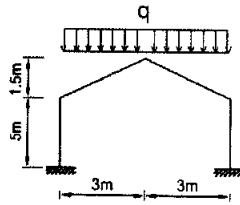
بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطرپذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار I_w لرزه‌ای، I_w	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ I_s	ضریب اهمیت بار 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

$$P_r = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1.2 \times 1.1 \times 2 = 1.848 \frac{kN}{m^2}$$

محاسبات ۹۴

۲۹- مقطع یک ساختمان تجاری در شهر آبدلی دارای سقف شیشه‌ای به صورت زیر می‌باشد. در صورتیکه ضریب شرایط دمایی یک باشد، بام برف‌ریز و گروه ناهمواری محیط زیاد باشد، شدت بار متوازن برف روی این سقف بر حسب kN/m^2 به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟



0.74 (۱)

0.84 (۳)

0.94 (۲)

1.23 (۴)

$$C_t = 1 \rightarrow \alpha_0 = 5^0$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{1.5}{3}\right) = 26.6^0 \rightarrow C_s = 1 - \frac{26.6 - 5}{70 - 5} = 0.667$$

$$\left. \begin{array}{l} C_e = 0.9 \\ I_s = 1 \\ P_g = 2 \end{array} \right\} 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g = 0.84 \text{ kPa}$$

محاسبات ۹۳

۱۸- محوطه حیاط یک ساختمان اداری در تهران که از هر چهارطرف توسط ساختمان‌های ۶ طبقه احاطه شده، قرار است با سقف سبک پوشانیده شود. زیر سقف بام باز و بدون گرمایش می‌باشد و پوشش بدون شیب است. اگر سطح بارگیر هریک از ستونهای پوشش 36 مترمربع باشد، مقدار بار برف متوازن هر ستون، بر حسب کیلونیوتن به کدام مقدار زیر نزدیکتر است؟

60 (۴)

54 (۳)

45 (۲)

40 (۱)

گزینه ۳

بام بدون شیب است:

$$C_s = 1$$

زیر سقف بام باز است:

$$C_t = 1.2$$

بام برف گیر بوده و در داخل شهر می‌باشد:

$$C_e = 1.2$$

بار متوازن برف برابر خواهد بود با:

$$P_r = 0.7 \times 1 \times 1.2 \times 1.2 \times 1 \times 1.5 = 1.512 \frac{kN}{m^2}$$

بار کل برابر است با:

$$1.512 \times 36 = 54.432$$

محاسبات-۹۱

۴۵- مقدار بار برف بر روی بام با شیب دوطرفه و با زاویه شیب 55 درجه ساختمانی واقع در کاشمر برای حالت بارگذاری متقارن، بر حسب دکانیوتن بر مترمربع تصویر افقی سطح بام، حدوداً چقدر می‌باشد؟

25 (۲)

30 (۱)

17 (۴)

20 (۳)

گزینه ۲:

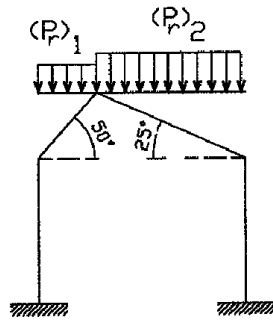
۳- در سازه شیبدار شکل زیر در حالتی که بار برف برای هر دو سقف شیبدار در نظر گرفته شود (بدون در نظر گرفتن بارگذاری نامتوازن)، بارگذاری بر روی دو سقف بر حسب دکانیوتن بر مترمربع به کدامیک از گزینه های زیر نزدیک تر است؟ محل پروژه در شهر بیرجند واقع است.

$$(P_r)_1 = 25 \quad , \quad (P_r)_2 = 42 \quad (۱)$$

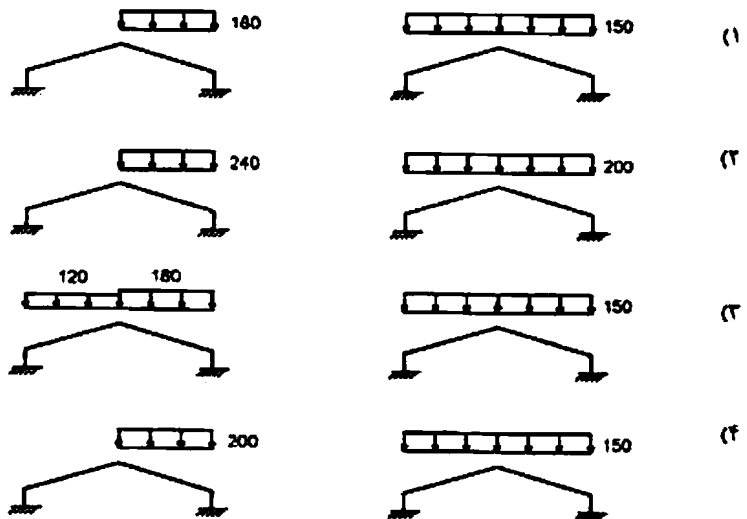
$$(P_r)_1 = 50 \quad , \quad (P_r)_2 = 50 \quad (۲)$$

$$(P_r)_1 = 21 \quad , \quad (P_r)_2 = 42 \quad (۳)$$

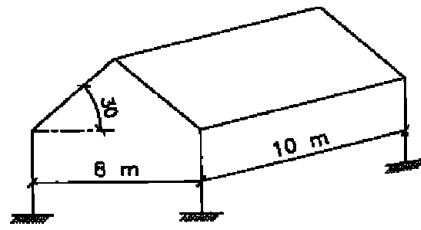
$$(P_r)_1 = 30 \quad , \quad (P_r)_2 = 30 \quad (۴)$$



۷- یک سالن با سقف شیبدار و با زاویه 30 درجه نسبت به افق در منطقه شهر اردبیل قرار دارد. بارگذاری متقارن و نامتقارن برف برای سقف این سالن بر حسب دکانیوتن بر مترمربع باید مطابق کدامیک از گزینه های زیر در نظر گرفته شود؟

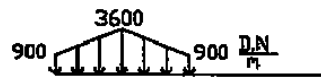
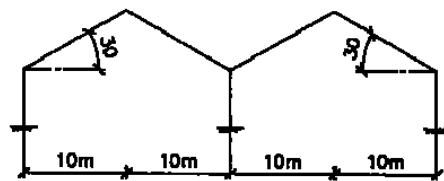


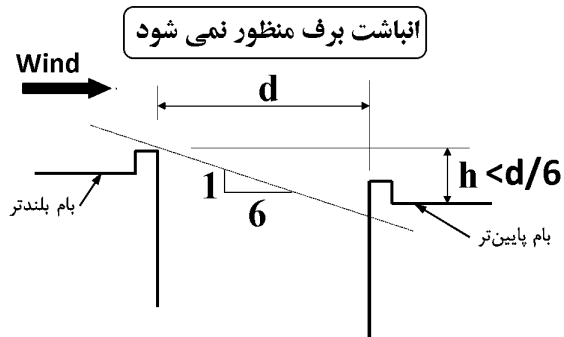
۸- برای بام شیبدار با زاویه شیب 30 درجه، دهانه 8 متر و طول 10 متر، واقع در شهر تبریز کل بار برف نامتقارن وارد بر بام چقدر است؟



- (۱) 5400 دکانیوتن
 (۲) 4500 دکانیوتن
 (۳) 10800 دکانیوتن
 (۴) 9000 دکانیوتن

۱۰- یک ساختمان صنعتی با قابهای شیبدار دو دهانه مطابق شکل در منطقه‌ای با برف سنگین ساخته خواهد شد. اگر فاصله قابها از یکدیگر 6^m باشد، توزیع بار برف وارد به یک قاب میانی در بارگذاری نامتقارن مطابق با کدامیک از گزینه‌ها است؟



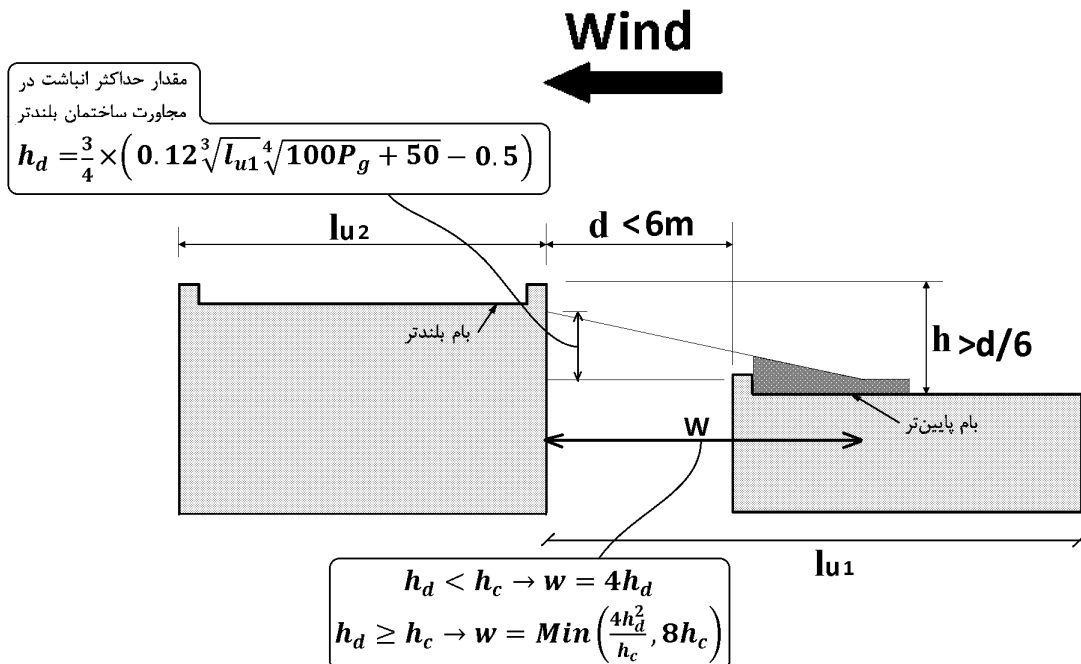
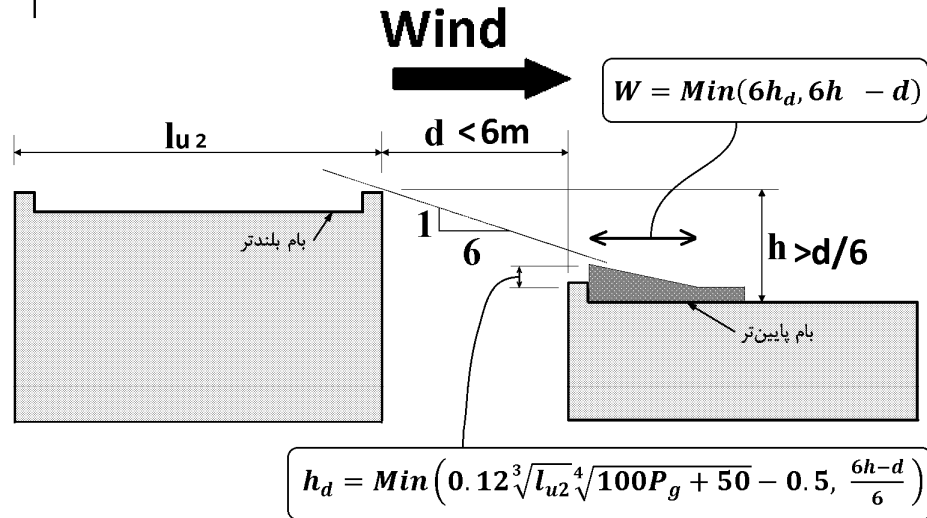
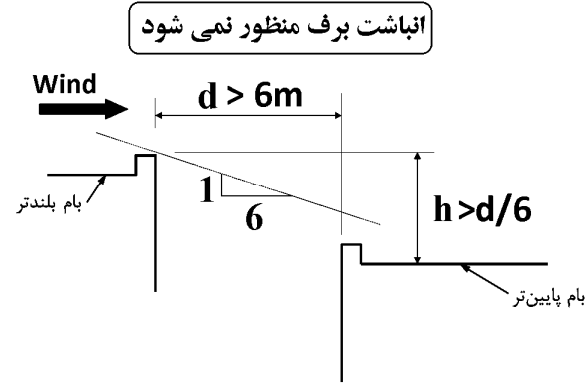


۹-۷-۶ انباشتگی برف در بام پایین تر

۲-۹-۷-۶ ساختمان‌های مجاور

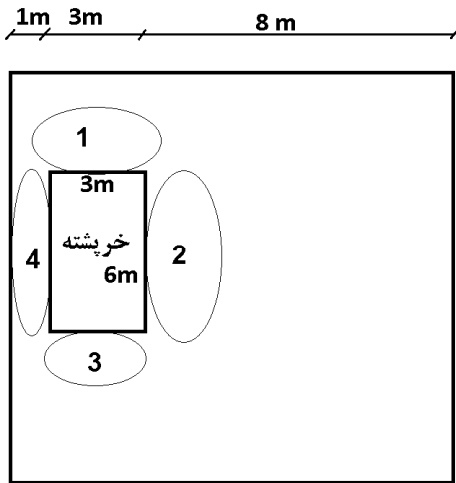
اگر فاصله افقی دو ساختمان، d ، کمتر از ۶ متر و کمتر از ۶ برابر فاصله قائم آن‌ها، h ، باشد، بار انباشتگی بر روی بام پایین‌تر بر اساس قسمت الف بند ۶-۷-۹-۱، برای حالت پشت به باد، با اختیار ارتفاع انباشت برف برابر کمترین مقادیر h_d (بر اساس طول ساختمان بلندتر) و $(6h - d)/6$ محاسبه می‌شود. عرض ناحیه مثلثی برابر مقدار کمتر $6h_d$ و $(6h - d)$ در نظر گرفته می‌شود. h ، بیانگر اختلاف تراز لبه بام بلندتر با لحاظ دست‌انداز و روی لبه 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.



۸-۷- بالا آمدگی و دست انداز بام

۶-۷-۱۰ بالا آمدگی و دست انداز بام

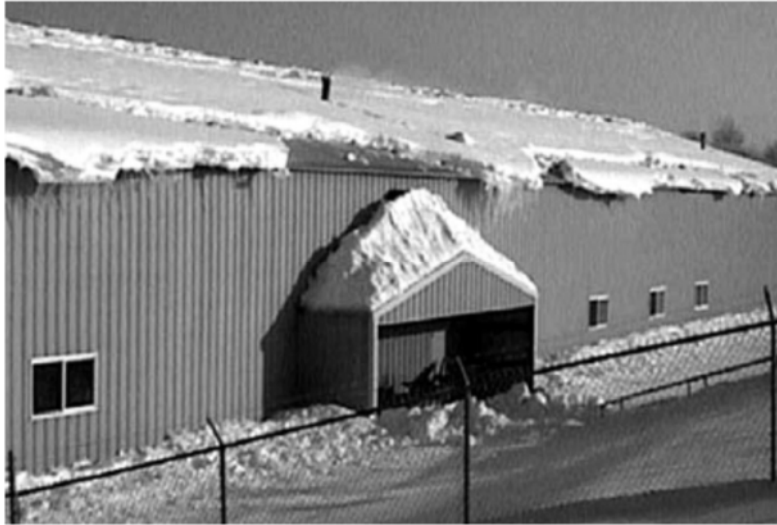


اثر قسمت‌های بالا آمده از بام از قبیل خریشته و فضاهای تأسیساتی و دست انداز اطراف بام در انباشتگی برف باید مطابق بند ۶-۷-۹ در اطراف آن‌ها در نظر گرفته شود. ارتفاع حداکثر انباشت برف را می‌توان سه چهارم مقدار حاصل از رابطه ۶-۷-۵ در نظر گرفت.

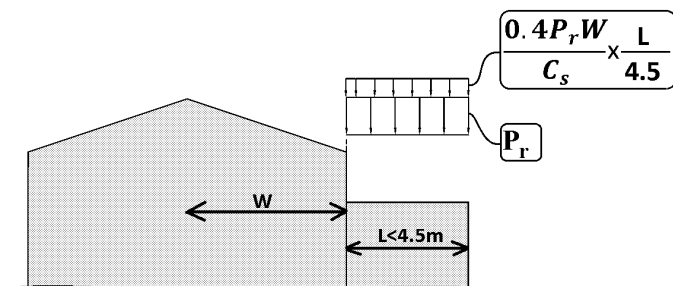
در مورد دست اندازها، طول بام در جهت عمود بر دست انداز برای l_u منظور خواهد شد. در مورد قسمت بالا آمده از بام، مقدار بزرگتر طول بالادست و طول پایین دست باد بر روی بام برای l_u منظور خواهد شد. اگر ناحیه‌ای مجاور قسمت بالا آمده بر روی بام عرض کمتر از ۴٫۵ متر داشته باشد، برای آن لحاظ بار برف انباشت لازم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

- در پلان فوق در نواحی ۱ و ۳ نیازی به منظور کردن انباشت برف نیست. علت: عرض خریشته کمتر از ۴٫۵م می باشد.
- در هر دو ناحیه ۲ و ۴ انباشت برف خواهیم داشت. در هر دو ناحیه برای محاسبه h_d از $l_u = \text{Max}(8m, 1m) = 8m$ استفاده خواهد شد:

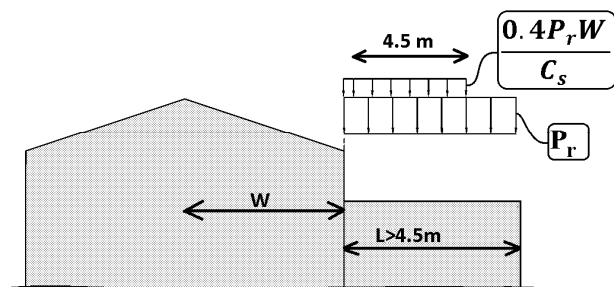
$$h_d = \frac{3}{4} \left(0.12 \sqrt[3]{8m^4} \sqrt{100P_g + 50} - 0.5 \right)$$



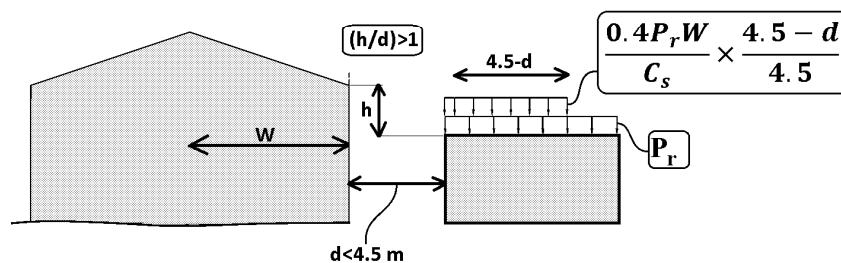
۶-۷-۱۱ برف لغزنده



بار حاصل از لغزش برف از بام شیب‌دار بالاتر و ریختن آن به سقف پایین‌تر باید برای بام‌های لغزنده با شیب بیشتر از دو درصد و برای سایر بام‌های با شیب بیشتر از ۱۵ درصد باید در نظر گرفته شود. مقدار کل بار بر واحد طول در مجاورت لبه پایین بام بالاتر برابر $0.4 P_r W / C_s$ بر روی بام پایین در نظر گرفته می‌شود. W ، فاصله افقی لبه پایین تا خط‌الرأس سقف شیب‌دار بالاتر است. این بار بطور یکنواخت از لبه پایین بام بالاتر تا فاصله ۴٫۵ متر از آن بر روی بام پایین به صورت نواری توزیع می‌شود. اگر عرض بام پایینی کمتر از ۴٫۵ متر باشد، مقدار بار به نسبت عرض بام بر ۴٫۵ متر کاهش می‌یابد.

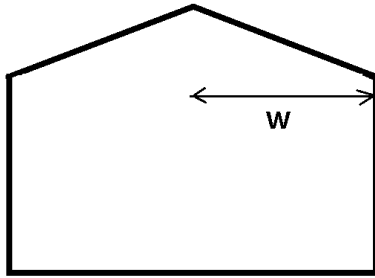


برای دو سازه جدا، بار برف لغزنده در صورتی در نظر گرفته می‌شود که $h/d > 1$ و $d < 4.5$ متر باشد، عرض نوار بار برف لغزیده بر روی بام پایین‌تر برابر $d - 4.5$ متر بوده و مقدار بار برف بر واحد طول نوار برابر $0.4 P_r W \left[\frac{(4.5 - d)}{4.5 C_s} \right]$ در نظر گرفته خواهد شد. اگر اختلاف تراز لبه پایین سقف شیب‌دار با سقف پایین کم باشد به طوری که برف روی بام پایین باعث کاهش لغزش برف از بام بالاتر گردد می‌توان مقدار برف لغزیده شده را کمتر در نظر گرفت. بار برف لغزنده به بار متوازن اضافه می‌شود و اثر آن به صورت همزمان با برف نامتوازن، انباشتگی برف، بارگذاری جزئی برف و اثر باران به برف در نظر گرفته نمی‌شود.



۶-۷-۱۲ سربار باران بر برف

در مناطق با برف زمین ۱ کیلونیوتن بر متر مربع و کمتر ولی بیشتر از ۰/۲۵ کیلونیوتن بر مترمربع (مناطق ۲ و ۳) برای بام با شیب کمتر از $W/15$ درجه (W بر حسب متر می‌باشد)، سربار باران به مقدار ۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع به بار برف متوازن اضافه خواهد شد. این بار لازم نیست همراه با اثر انباشتگی، لغزش، بار برف نامتوازن، بار برف حداقل و یا بار بارگذاری جزئی برف در نظر گرفته شود.

**۶-۷-۱۳ ناپایداری برکهای**

در طراحی بام باید ناپایداری برکهای شدن بررسی شود. برای بام‌های با شیب کمتر از دو درصد و بام‌های با امکان انباشتگی آب، به دلیل گرفتگی آبرو، تغییرشکل بام بر اثر بار کامل برف، با لحاظ اثر برکهای شدن، محاسبه و ارزیابی شود.

۶-۷-۱۴ بام‌های موجود

در صورت ساخت سازه جدید و یا تغییرات در ساختمان موجود امکان اضافه شدن بار برف بام‌های مجاور موجود باید بررسی شود. اگر سازه جدید و یا قسمت جدید در فاصله‌ای کمتر از ۶ متر از بام موجود ساخته می‌شود باید توسط سازنده بخش جدید به مالک ساختمان موجود، درباره خطرات احتمالی افزایش بار برف بام موجود، آگاهی‌های لازم داده شود.

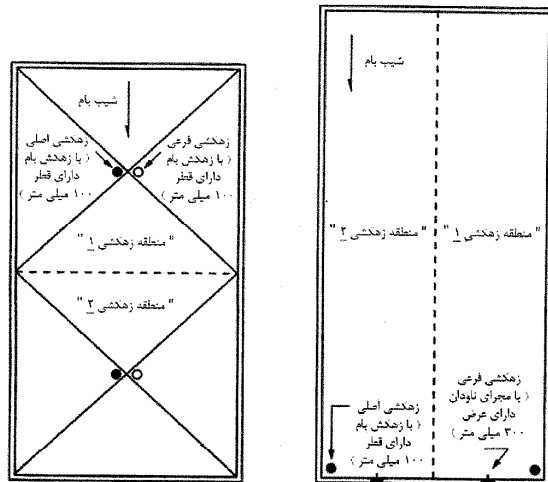
۸-۶ بار باران

۱-۸-۶ کلیات

جدول ۱-۸-۶ دبی جریان، Q ، شبکه‌های زهکشی مختلف بر حسب مترمکعب بر ثانیه در ارتفاع‌های هیدرولیکی، d_h ، گوناگون بر حسب میلی‌متر

نوع شبکه زهکشی فرعی	$Q (m^3/s)$							
	$d_h (mm)$	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۷۵	۲۰۰
زهکش با قطر ۱۰۰ میلی‌متر	۰,۰۰۵۱	۰,۰۱۰۷	-	-	-	-	-	-
زهکش با قطر ۱۵۰ میلی‌متر	۰,۰۰۶۳	۰,۰۱۲۰	۰,۰۲۴۰	-	-	-	-	-
زهکش با قطر ۲۰۰ میلی‌متر	۰,۰۰۷۹	۰,۰۱۴۵	۰,۰۲۵۳	۰,۰۶۹۴	-	-	-	-
مجرای ناودان با عرض ۱۵۰ میلی‌متر	۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۳۲	۰,۰۰۵۷	۰,۰۰۸۸	۰,۰۱۲۲	۰,۰۲۰۲	۰,۰۲۴۸	-
مجرای ناودان با عرض ۶۰۰ میلی‌متر	۰,۰۰۴۵	۰,۰۱۲۶	۰,۰۲۲۷	۰,۰۳۵۳	۰,۰۴۹۰	۰,۰۸۱۰	۰,۰۹۹۲	-
مجرای ناودان مسدود با عرض ۱۵۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر	۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۳۲	۰,۰۰۵۷	۰,۰۰۸۸	۰,۰۱۱۲	۰,۰۱۴۶	۰,۰۱۶۰	-
مجرای ناودان مسدود با عرض ۶۰۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر	۰,۰۰۴۵	۰,۰۱۲۶	۰,۰۲۲۷	۰,۰۳۵۳	۰,۰۴۴۷	۰,۰۵۸۳	۰,۰۶۳۸	-
مجرای ناودان مسدود با عرض ۱۵۰ و ارتفاع ۱۵۰ میلی‌متر	۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۳۲	۰,۰۰۵۷	۰,۰۰۸۸	۰,۰۱۲۲	۰,۰۱۹۱	۰,۰۲۱۶	-
مجرای ناودان مسدود با عرض ۶۰۰ و ارتفاع ۱۵۰ میلی‌متر	۰,۰۰۴۵	۰,۰۱۲۶	۰,۰۲۲۷	۰,۰۳۵۳	۰,۰۴۹۰	۰,۰۷۶۵	۰,۰۸۶۶	-

چنانچه شبکه‌های زهکشی فرعی شامل مسیرهای زهکشی و نقاط تخلیه باشند، باید از مسیرهای زهکشی اصلی مجزا در نظر گرفته شوند. بدیهی است که تراز شبکه‌های زهکشی فرعی همواره بالاتر از شبکه‌های زهکشی اصلی است. همچنین در شکل ۱-۸-۶، دو نمونه شبکه زهکشی مجزا برای بام قابل مشاهده است که خط‌های نقطه‌چین در هر یک، نشان‌دهنده مرز بین مناطق زهکشی مجزا است.



شکل ۱-۸-۶ دو نمونه شبکه زهکشی مجزا برای بام

بندهای این فصل بر اساس مطابقت تعریف‌ها و علائم زیر و مفاهیم آنها با آمار موجود در منطقه و مطالعات هیدرولوژیکی و مهندسی آب مورد تأیید مراجع ذیصلاح و مراکز دارای صلاحیت قانونی نظیر سازمان هواشناسی کشور برای ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به کار می‌رود.

۲-۸-۶ علائم

A : مساحت بام بر حسب مترمربع که برای یک شبکه زهکشی به کار می‌رود.
 d_h : عمق آب مازاد بر روی بام تغییرشکل نیافته بر اساس جریان طرح و در بالای دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی که به عنوان ارتفاع هیدرولیکی بوده و بر حسب میلی‌متر می‌باشد.
 d_s : عمق آب روی بام تغییرشکل نیافته تا دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی در زمانی که شبکه زهکشی اصلی مسدود شده است و به عنوان ارتفاع استاتیکی بوده که بر حسب میلی‌متر می‌باشد.
 i : شدت بارندگی طرح با مدت زمان تداوم ۱ ساعت و با دوره بازگشت ۱۰۰ سال بر حسب میلی‌متر بر ساعت.
 Q : دبی جریان ورودی به یک شبکه زهکشی منفرد بر حسب مترمکعب بر ثانیه.
 R : بار باران روی بام تغییرشکل نیافته بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع. هنگامی که اصطلاح بام تغییرشکل نیافته استفاده می‌شود، تغییرشکل ناشی از بارها (شامل بارهای مرده) نباید در تعیین میزان باران روی بام لحاظ گردد.

۳-۸-۶ زهکشی بام

زهکشی بام یک مسأله سازه‌ای مرتبط با موضوعات معماری و مکانیکی (لوله‌کشی) است. شبکه‌های زهکشی بام باید مطابق با شرایط و ضوابط میحت شانزدهم مقررات ملی ساختمان و آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی و مراجع ذیصلاح و مراکز دارای صلاحیت قانونی، طراحی شوند. ظرفیت جریان زهکش‌های فرعی و سرریزهای فرعی یا مجرای ناودان‌ها نباید کمتر از زهکش‌ها و مجرای ناودان‌های اصلی باشد.

۴-۸-۶ بارهای ناشی از باران طرح

عمق آب، d_h ، در بالای محل ورودی شبکه زهکشی فرعی یعنی ارتفاع هیدرولیکی، تابعی از شدت بارش باران در محل، i ، مساحت بامی که شبکه زهکشی در آن مورد استفاده قرار گرفته و همچنین اندازه شبکه زهکشی می‌باشد. دبی جریان داخل یک شبکه زهکشی منفرد به صورت رابطه زیر است.

$$Q = 0,278 \times 10^{-6} A i \quad (1-8-6)$$

مطابق جدول ۱-۸-۶، ارتفاع هیدرولیکی، d_h ، در شبکه‌های زهکشی مختلف با دبی جریان، Q ، ارتباط دارد.

جدول ۱-۸-۶ نشان می‌دهد که ارتفاع هیدرولیکی، d_h ، می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای بر اساس نوع و اندازه هر شبکه زهکشی تغییر کند و باید بر اساس دبی جریان، Q ، بررسی شود. همچنین ارتفاع هیدرولیکی، d_h ، هنگامی که شبکه زهکشی فرعی در امتداد لبه بام به سادگی سرریز می‌شود، صفر است.

هر بخش از بام باید به گونه‌ای طراحی شود که در صورت مسدود شدن شبکه زهکشی اصلی برای آن بخش، بار کل آب باران جمع شده روی بام به علاوه بار یکنواخت ایجاد شده جریان طرح به واسطه آبی که در روی دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی بالا آمده است را بر مبنای رابطه زیر تحمل کند.

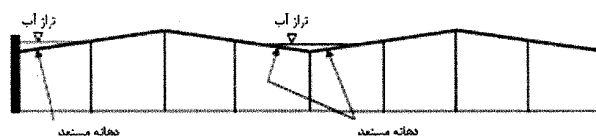
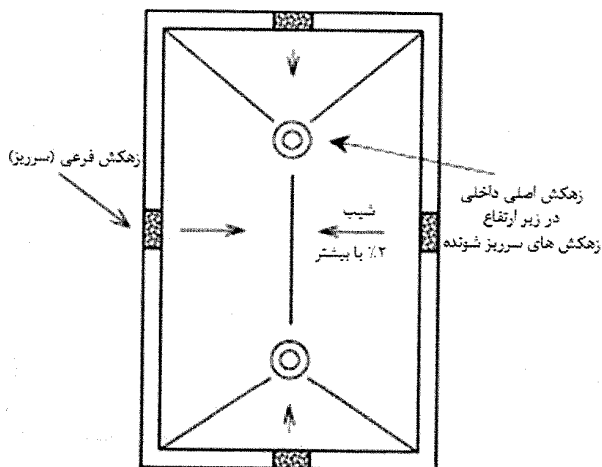
$$R = 0,1(d_s + d_h) \quad (2-8-6)$$

۸-۶ بار باران

۵-۸-۶ ناپایداری انباشتگی آب

انباشتگی آب در مورد تغییر شکل بام‌های نسبتاً تخت به واسطه جمع شدن آب، به کار می‌رود. صرف نظر از شیب بام، در صورتی که امکان جمع شدن آب بر روی بام به منظور رسیدن به شبکه زهکشی فرعی وجود داشته باشد، ناپایداری انباشتگی آب می‌تواند رخ دهد.

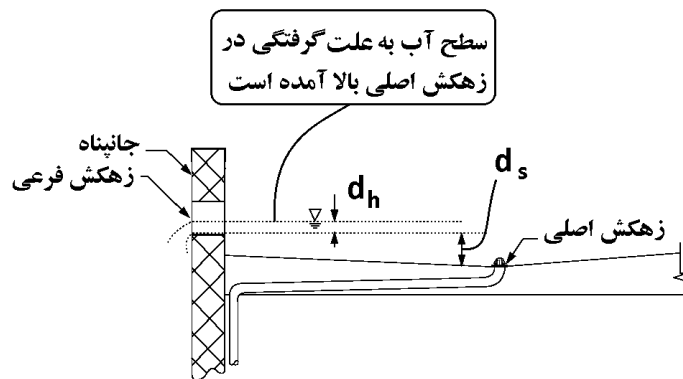
در جایی که شرایط جمع شدن آب وجود دارد، دهانه بین دو ستون به عنوان دهانه مستعد در معرض خطر، در نظر گرفته می‌شود. هر دهانه مستعد در ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید توسط تجزیه و تحلیل‌های سازه‌ای بررسی شود تا از دارا بودن سختی کافی آن به منظور جلوگیری نمودن از تغییر شکل مستمر و ناپایداری انباشتگی آب هنگام بارش باران یا در صورت وجود آب ناشی از ذوب شدن برف بر روی آن، اطمینان حاصل گردد. دهانه‌ها برای یک بام با شیب کمتر از ۲٪ یا هنگامی که آب روی تمام یا بخشی از آن‌ها جمع شده و شبکه زهکشی اولیه مسدود گردیده است، اما امکان بهره‌برداری از شبکه زهکشی فرعی وجود دارد، باید به عنوان دهانه‌های مستعد در نظر گرفته شوند. در این تجزیه و تحلیل، بار برف یا بار باران معادل بزرگتر باید به عنوان شرط طراحی برای یک شبکه زهکشی اصلی مسدود، مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۶-۸-۲، نمونه‌ای از دهانه‌های مستعد برای یک بام با شیب ۲٪ یا بیشتر را نشان می‌دهد. برای هر سازه مشابه دارای بامی با شیب کمتر از ۲٪، تمام دهانه‌ها مستعد محسوب می‌شوند.



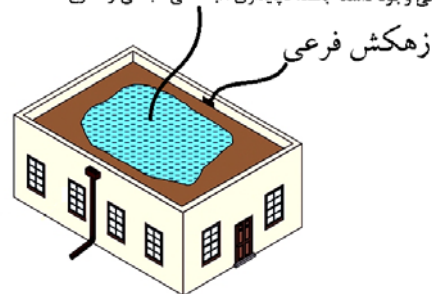
شکل ۶-۸-۲ نمایی از دهانه‌های مستعد برای انباشتگی آب به واسطه شیب بام ۲٪ یا بیشتر

شکل ۶-۸-۳ نمایی از یک بام با شیب ۲٪ یا بیشتر در معرض ناپایداری ناشی از انباشتگی آب در تمام دهانه‌های مستعد

شکل ۶-۸-۳، نمایی از یک بام با زهکش‌های سرریز احاطه کننده فرعی و زهکش‌های اصلی داخلی را نشان می‌دهد.



صرف نظر از شیب بام، در صورتی که امکان جمع شدن آب بر روی بام به منظور رسیدن به شبکه زهکشی فرعی وجود داشته باشد، ناپایداری انباشتگی آب می‌تواند رخ دهد.



۹-۶ بار یخ - یخ زدگی جوی

۱-۹-۶ کلیات

بار ناشی از یخ زدگی 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 شهریاری، نرده، پله، نردبان، پل‌های عابر پیاده، تابلو و علائم و سایر سازه‌ها و اجزاء سبک نمایان و در معرض یخ زدگی برف و باران وارد بر آنها می‌باشد. بار یخ بر اساس دوره بازگشت متوسط پنجاه سال تعیین می‌شود. این مبحث شامل خطوط انتقال برق و مخابرات و خطوط آبرسانی و سوخت نمی‌شود. اثرات دینامیکی بار یخ بر روی سازه‌ها و اجزای انعطاف‌پذیر در این مبحث در نظر گرفته نشده است و در صورت لزوم باید بطور موردی بررسی شود.

۲-۹-۶ بار یخ

در محاسبه وزن یخ جوی می‌توان وزن مخصوص متوسط یخ را نه دهم وزن مخصوص آب در نظر گرفت. حجم یخ، V_i ، برای ورق‌ها و اجزای سه بعدی بزرگ ماند گنبد و کره از رابطه ۱-۹-۶ حاصل می‌شود.

$$V_i = \pi t_d A_i \quad (1-9-6)$$

حجم یخ برای مقاطع سازه‌ای و اجزای منشوری بر اساس سطح مقطع یخ احاطه کننده آنها بدست می‌آید. سطح مقطع یخ احاطه کننده عضو از رابطه ۲-۹-۶ حاصل می‌شود:

$$A_i = \pi t_d (D_c + t_d) \quad (2-9-6)$$

در روابط ۱-۹-۶ و ۲-۹-۶:

t_d : ضخامت طراحی یخ بر اثر یخ زدگی باران طبق بخش ۳-۹-۶

A_s : مساحت یک طرف ورق برای ورق‌های مستوی و مساحت بزرگترین مقطع جزء سه بعدی نظیر گنبد و کره

D_c : قطر استوانه محیط بر مقطع سازه‌ای و یا جزء منشوری

برای ورق‌های قائم مقدار حجم یخ را بیست درصد و برای ورق‌های افقی مقدار حجم یخ را چهل درصد می‌توان کاهش داد.

۳-۹-۶ ضخامت طراحی یخ ناشی از یخ زدگی باران

مقدار ضخامت طراحی یخ، از رابطه ۳-۹-۶ بدست می‌آید:

$$t_d = \gamma t I_i F_z \quad (3-9-6)$$

که در آن:

t : ضخامت اسمی یخ ناشی از یخ زدگی باران در ارتفاع ده متر، طبق بخش ۵-۹-۶

I_i : ضریب اهمیت طبق جدول ۲-۱-۶

F_z : ضریب ارتفاع طبق بخش ۴-۹-۶

۴-۹-۶ ضریب ارتفاع

ضریب ارتفاع برای ارتفاع Z ، بر حسب متر، از سطح زمین از رابطه ۴-۹-۶ بدست می‌آید:

$$F_z = \left(\frac{Z}{10} \right)^{0.4} \quad (4-9-6)$$

لازم نیست مقدار F_z را از ۱٫۴ بیشتر در نظر گرفت.

۵-۹-۶ ضخامت اسمی یخ

ضخامت اسمی یخ بر اساس دوره بازگشت متوسط پنجاه سال با استفاده از مطالعات محلی و یا اطلاعات سازمان هواشناسی کشور تعیین می‌شود. در غیاب مطالعات دقیق‌تر، ضخامت اسمی یخ را برای مناطق مختلف برف فصل هفتم این مبحث بصورت زیر می‌توان تعیین نمود:

$t = 0$	- مناطق ۱ و ۲- برف کم و نادر
$t = 5 \text{ mm}$	- منطقه ۳- برف متوسط
$t = 7/5 \text{ mm}$	- منطقه ۴- برف زیاد
$t = 12/5 \text{ mm}$	- منطقه ۵- برف سنگین
$t = 15 \text{ mm}$	- منطقه ۶- برف فوق سنگین

۶-۹-۶ اثر باد بر سازه‌ها و اجزای پوشیده از یخ

ترکیب بارهای شامل وزن یخ، D_i ، و اثر باد بر روی یخ، W_i ، بر اساس فصل دوم انجام خواهد شد. در محاسبه نیروی باد در حالت وجود یخ، اثر افزایش ابعاد به اندازه ضخامت طراحی یخ باید در نظر گرفته شود. ضریب اهمیت باد وارد بر عضو پوشیده شده با یخ، برای تمام گروه‌ها اهمیت برابر واحد خواهد بود و فقط ضریب اهمیت مربوط به ضخامت یخ، طبق رابطه ۳-۹-۶، برای محاسبه ضخامت طرح و وزن یخ، بکار خواهد رفت.

۷-۹-۶ بارگذاری جزئی

اثر وجود یخ بر روی بخشی از سازه و یا عضو باید بررسی شود.

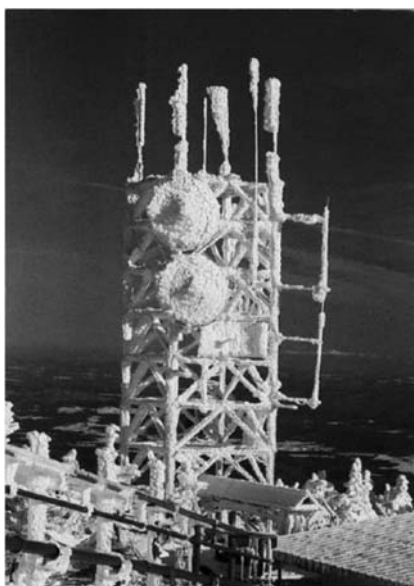
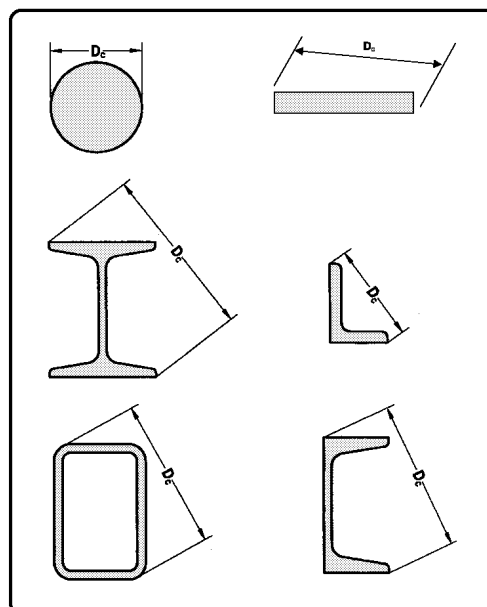


FIGURE C10-2 Rime Ice Accretion Due to In-Cloud Icing.



محاسبات ۹۳

۱۷- ضخامت طراحی یخ ناشی از یخ زدگی باران برای نرده حفاظ بالکن ساختمان های مسکونی در شهر قزوین که در ارتفاع 12 m از سطح زمین قرار دارد به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟

10 mm (۴) 18 mm (۳) 7.5 mm (۲) 15 mm (۱)

گزینه ۱

$$t_d = 2 \times 7.5 \times 1 \times \left(\frac{12}{10}\right)^{0.1} = 15.2 \text{ mm}$$

محاسبات ۹۴

۵۶- در طراحی سقف یک استادیوم در شهر بانه از کابل هایی به قطر 40 میلی متر در ارتفاع 15 متر از سطح زمین، استفاده می شود. بار یخ در واحد طول هر یک از کابل ها بر حسب نیوتن بر متر به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟

42 (۴) 20 (۳) 88 (۲) 65 (۱)

گزینه ۱

$$t_d = 2 \times 12.5 \times 1.25 \times \left(\frac{15}{10}\right)^{0.1} = 32.54 \text{ mm}$$

حجم یخ در هر یک متر برابر است با:

$$V_{1-meter} = 1000 \times A_i = 1000 \times \pi t_d (D_c + t_d)$$

$$= 1000 \times \pi (32.54)(40 + 32.54) = 7411818 \text{ mm}^3 = 0.0074 \text{ m}^3$$

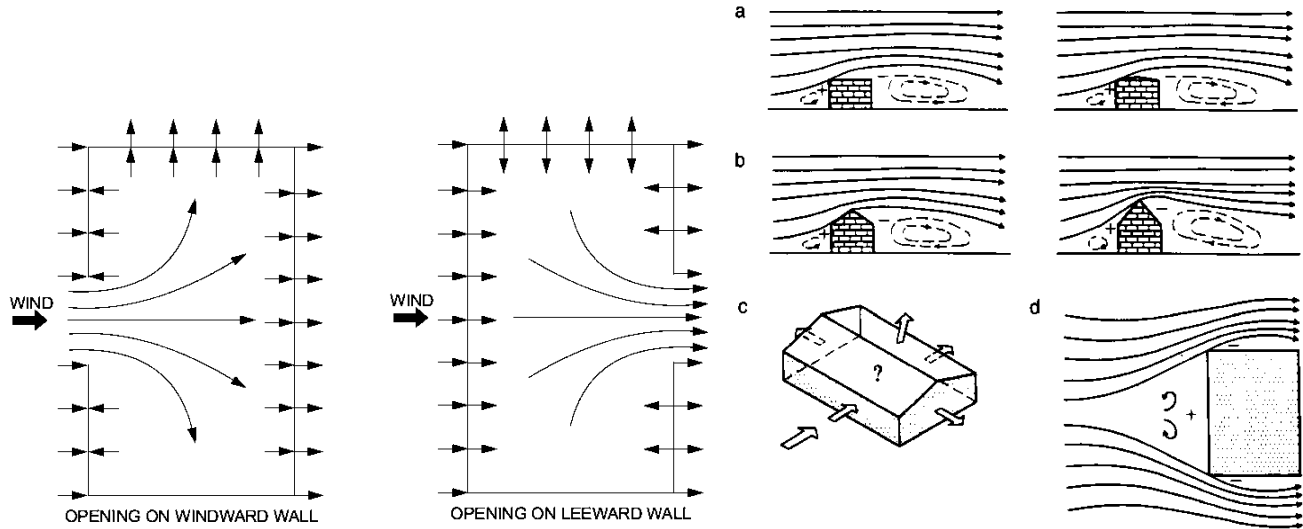
وزن واحد طول یخ برابر است با:

$$W_i = 0.9 \gamma_w V_i = 0.9 \times 10 \times 0.074 = 0.0666 \frac{kN}{m} = 66.6 \frac{N}{m}$$

۱۰- بار باد

۱۰-۱- مفاهیم اولیه

- در سازه ها علاوه بر محاسبه فشار خارجی باد، باید فشار داخلی نیز محاسبه شود. این فشار بسته به چیدمان باز شوها ممکن است موجب ایجاد فشار و یا مکش در داخل شود.
- برای محاسبه فشار باد باید هر دو فشار داخلی و خارجی محاسبه شده و با هم جمع شوند.



۶-۶-۱۰-۶ جهت باد

در هر موقعیت جغرافیایی، قوی ترین بادهای در جهت های جغرافیایی مشخصی می باشند. احتمال اینکه جهت قوی ترین باد در امتداد جهتی باشد که بیشترین فشار را روی سطح مورد نظر ایجاد می کند، کمتر از ۱۰۰٪ است. بنابراین، بار باد واقعی روی یک سطح مورد نظر، کمتر از مقداری است که از ترکیب فشار سرعتی مبنای باد برای آن محل با ضریب فشار بیشینه برای سطح محاسبه می شود. اثرات جهت وزش در بارهای ضریب دار لحاظ شده اند و نباید کاهش مجددی اعمال گردد.

۶-۱۰ بار باد

۶-۱۰-۲ فشار ناشی از باد بر ساختمان‌ها و سازه‌ها

فشار [خارجی] یا مکش تحت باد بر روی جز یا کل سطح یک ساختمان باید با استفاده از رابطه ذیل بدست آید.

$$p = I_w q C_e C_g C_p \quad (۶-۱۰-۱)$$

در این رابطه:

p = فشار خارجی که به صورت استاتیکی در جهت عمود بر سطح چه در حالت فشار وارد بر سطح یا مکش به سمت خارج از سطح، عمل می‌کند.

I_w = ضریب اهمیت برای بار باد طبق جدول ۶-۱-۲

q = فشار مبنای باد بخش ۶-۱۰-۳ و جدول ۶-۱۰-۲

C_e = ضریب بادگیری طبق بند ۶-۱۰-۱

C_g = ضریب اثر جهشی باد طبق بند ۶-۱۰-۴

C_p = ضریب فشار خارجی که بر مساحت وجه مورد نظر میانگین‌گیری شده باشد.

بار خالص باد برای کل ساختمان از جمع جبری بارهای وارده بر سطوح رو و پشت به باد (فشار یا مکش) بدست می‌آید. در برخی موارد این بار را می‌توان از جمع حاصلضرب فشار یا مکش در مساحت سطوح که فشار یا مکش میانگین‌گیری شده باشد، محاسبه شود.

فشار خالص ناشی از باد بر یک جزء یا تمام سطح یک ساختمان از جمع جبری فشار و مکش بدست می‌آید. فشار یا مکش [داخلی] در اثر باد از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$p_i = I_w q C_e C_{g_i} C_{p_i} \quad (۶-۱۰-۲)$$

در این رابطه:

p_i = فشار داخلی که به صورت استاتیکی در جهت عمود بر سطح، به شکل فشار وارد بر سطح یا مکش به سمت خارج از سطح عمل می‌کند.

I_w = ضریب اهمیت برای بار باد طبق جدول ۶-۱-۲

C_e = ضریب بادگیری طبق بند ۶-۱۰-۱

C_{g_i} = ضریب اثر جهشی باد داخلی که طبق بند ۶-۱۰-۴ بیان شده است.

C_{p_i} = ضریب فشار داخلی

۶-۱۰-۳ فشار مبنای باد

فشار مبنای باد بنا به تعریف، فشاری است که باد با سرعتی برابر با سرعت مبنای باد بر سطحی عمود بر جهش وزش باد اعمال می‌کند. مقدار این فشار برابر با $613V^2$ بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع و V سرعت مبنای باد به متر بر ثانیه است.

محاسبات ۹۳

۱۵- اگر سرعت مبنای باد در محل A حدود 1.3 برابر سرعت مبنای باد در محل B باشد، نسبت فشار مبنای باد در محل A به فشار مبنای باد در محل B حدوداً چقدر است؟

۱) 1.15 ۲) 1.3 ۳) 1.7 ۴) 2

گزینه ۳

$$1.3^2 = 1.69$$

جدول ۶-۱۰-۲ سرعت و فشار مبنای باد

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	فشار مینا (q) کیلو نیوتن بر متر مربع	ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	فشار مینا (q) کیلو نیوتن بر متر مربع
۳۰	دزفول	۱۱۰	۰٫۷۴۱	۱	آبادان	۹۰	۰٫۴۹۶
۳۱	رامسر	۹۰	۰٫۴۹۶	۲	آباده	۱۰۰	۰٫۶۱۳
۳۲	رشت	۹۰	۰٫۴۹۶	۳	آبعلی	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۳۳	زابل	۱۲۰	۰٫۸۸۳	۴	اراک	۹۰	۰٫۴۹۶
۳۴	زاهدان	۱۳۰	۱٫۰۳۶	۵	اردبیل	۱۳۰	۱٫۰۳۶
۳۵	زنجان	۸۰	۰٫۳۹۲	۶	ارومیه	۹۰	۰٫۴۹۶
۳۶	سبزوار	۹۰	۰٫۴۹۶	۷	آغاچاری	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۳۷	سرخس	۱۱۰	۰٫۷۴۱	۸	اصفهان	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۳۸	سقز	۱۰۰	۰٫۶۱۳	۹	امیدیه	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۳۹	سمنان	۸۰	۰٫۳۹۲	۱۰	اهواز	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۴۰	سنندج	۹۰	۰٫۴۹۶	۱۱	ایرانشهر	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۴۱	شاهرود	۸۰	۰٫۳۹۲	۱۲	بابلسر	۱۰۰	۰٫۶۱۳
۴۲	شهرکرد	۸۰	۰٫۳۹۲	۱۳	یچنورد	۱۳۰	۱٫۰۳۶
۴۳	شیراز	۸۰	۰٫۳۹۲	۱۴	بم	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۴۴	طیس	۹۰	۰٫۴۹۶	۱۵	بندر انزلی	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۴۵	فسا	۹۰	۰٫۴۹۶	۱۶	بندر عباس	۱۰۰	۰٫۶۱۳
۴۶	قائم شهر	۹۰	۰٫۴۹۶	۱۷	بندر لنگه	۹۰	۰٫۴۹۶
۴۷	قزوین	۱۰۰	۰٫۶۱۳	۱۸	بوشهر	۱۰۰	۰٫۶۱۳
۴۸	قم	۹۰	۰٫۴۹۶	۱۹	بیرجند	۹۰	۰٫۴۹۶
۴۹	کاشان	۱۰۰	۰٫۶۱۳	۲۰	پارس آباد مغان	۱۰۰	۰٫۶۱۳
۵۰	کرمان	۱۳۰	۱٫۰۳۶	۲۱	تبریز	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۵۱	کرمانشاه	۹۰	۰٫۴۹۶	۲۲	تربت حیدریه	۸۰	۰٫۳۹۲
۵۲	گرگان	۸۰	۰٫۳۹۲	۲۳	تهران	۱۰۰	۰٫۶۱۳
۵۳	مراغه	۱۱۰	۰٫۷۴۱	۲۴	جاسک	۱۰۰	۰٫۶۱۳
۵۴	مشهد	۹۰	۰٫۴۹۶	۲۵	جزیره سیری	۱۱۰	۰٫۷۴۱
۵۵	منجیل	۱۳۰	۱٫۰۳۶	۲۶	جزیره کیش	۱۰۰	۰٫۶۱۳
۵۶	نوشهر	۹۰	۰٫۴۹۶	۲۷	چابهار	۹۰	۰٫۴۹۶
۵۷	همدان	۱۰۰	۰٫۶۱۳	۲۸	خرم آباد	۸۰	۰٫۳۹۲
۵۸	یزد	۱۱۰	۰٫۷۴۱	۲۹	خوی	۹۰	۰٫۴۹۶

غلط نامه مبحث ششم مقررات ملی ساختمان "بارهای وارد بر ساختمان" (چاپ اول تا چهارم)

اصلاحیه	عبارت کنونی	سطر	صفحه
این اعداد در ضریب ۰/۷۷۲ ضرب شوند	اعداد ستون چهارم "فشار مینا (q) کیلو نیوتن بر متر مربع"	جدول ۶-۱۰-۲	۱۰۳

۱۰-۲- روش محاسبه بار باد

۶-۱۰-۴ روش محاسبه بار باد

بار باد بر روی ساختمان باید با استفاده از یکی از سه روش ذیل با توجه به شرایط آن تعیین گردد: روش اول که روش استاتیکی نامیده می‌شود، برای اکثر موارد، شامل طراحی سازه و ساختمان‌های با ارتفاع کم و متوسط و نیز نما و پوسته خارجی مناسب است. سازه یا اجزائی که در این روش طراحی می‌شوند، نسبتاً صلب می‌باشند و به جزئیات خصوصیات دینامیکی این سازه‌ها یا اجزاء آن‌ها نیازی نیست و اثرات دینامیکی باد می‌تواند توسط بارهای استاتیکی معادل بیان شود.

روش دوم که روش دینامیکی نام دارد، برای تعیین اثرات کلی باد شامل پاسخ تشدید شده و عمدتاً برای ساختمان‌های بلند و سازه‌های لاغر (بجز نما و پوسته خارجی و اعضای سازه‌های ثانویه) به کار می‌رود. ساختار این روش مشابه روش استاتیکی است، با این تفاوت که ضریب اثر جهشی باد، C_g ، و ضریب بادگیری، C_e ، به طور متفاوتی تعیین می‌شوند. C_g از مجموعه محاسباتی که در برگزیده موارد ذیل می‌باشد بدست می‌آید.

(الف) شدت تلاطم باد برای منطقه که تابعی از ارتفاع و ناهمواری سطح زمین اطراف است، و

(ب) مشخصات ساختمان مانند ارتفاع، عرض، فرکانس طبیعی ارتعاش و میرائی

هنگامی که C_g در فشار مبنای باد، q ، ضریب اهمیت، I_w ، ضریب بادگیری، C_e ، و ضریب فشار، C_p ، ضرب شود، این ضریب اثر جهشی باد انتظار می‌رود فشار طرح استاتیکی را نتیجه دهد که نمایانگر همان اثر بار بیشینه تحت پاسخ دینامیکی تشدیدی به باد متلاطم واقعی باشد. علاوه بر محاسبه بار باد، محاسبه تغییرمکان جانبی و ارتعاشات ناشی از باد نیز می‌تواند برای برخی ساختمان‌ها که لازم است با روش دینامیکی طراحی شوند، مهم باشد. این موضوعات به همراه ریزش گردبادی سازه‌های گرد باید به طور جداگانه در نظر گرفته شود. روش دینامیکی در پیوست ۶-۲ آمده است.

روش سوم که روش تجربی نام دارد، شامل آزمایش تونل باد یا سایر روش‌های تجربی می‌باشد. این روش می‌تواند به عنوان یک جایگزین برای روش‌های استاتیکی و دینامیکی به کار رود. این روش مخصوصاً برای ساختمان‌هایی که ممکن است در معرض اثرات جستی باد یا گرفتگی قسمتی از عبور جریان توسط موانع بالا دست جریان، ریزش گردبادی یا اثرات ناپایداری آبرو دینامیکی قرار می‌گیرند، استفاده می‌شود. روش تجربی همچنین برای تعیین ضرایب فشار خارجی، طراحی نما و پوسته خارجی و نیز ساختمان‌هایی که هندسه آن‌ها به طور محسوسی از شکل معمول متفاوت است، مناسب می‌باشد.

ضریب بادگیری و ضریب اثر جهشی باد برای روش استاتیکی در بندهای ۶-۱۰-۶ و ۶-۱۰-۶-۴ و برای روش دینامیکی در بند پ-۲-۶ الی پ-۶-۲-۶ ارائه شده‌اند. ضرایب فشار داخلی و خارجی برای روش‌های استاتیکی و دینامیکی در بند ۶-۱۰-۶-۷ الی ۶-۱۰-۶-۹ ارائه شده است.

پ-۶-۲ روش دینامیکی

کاربرد:

استفاده از روش آزمایشگاهی یا دینامیکی برای ساختمان‌های بلندتر از ۴ برابر عرض موثر حداقل یا بزرگتر از ۶۰ متر ارتفاع و دیگر سازه‌هایی که کوچکترین فرکانس طبیعی آن $0.25 < f_n < 1$ باشد الزامی می‌باشد. عرض موثر حداقل در رابطه زیر تعریف شده است.

$$w = \frac{\sum h_i w_i}{\sum h_i} \quad (پ-۶-۲-۱)$$

که h_i ارتفاع تراز از زمین و w_i کمترین عرض ساختمان در جهت عمود بر باد در ارتفاع i است.



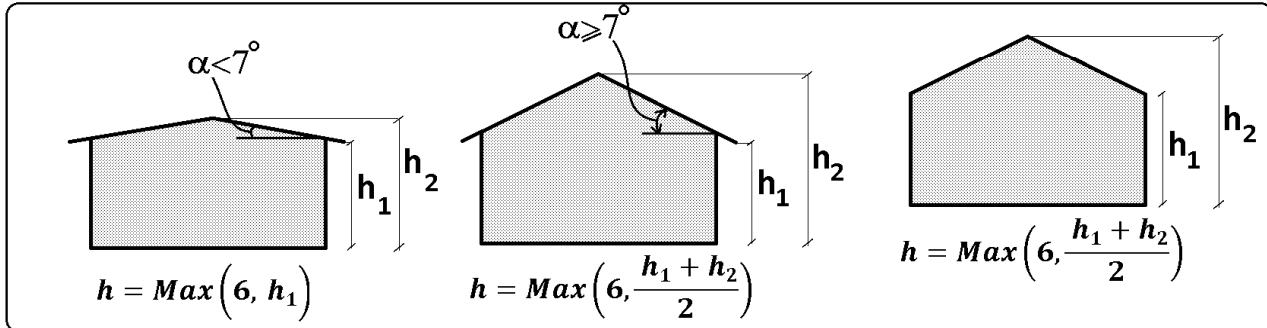
تونل باد:

۳-۱۰- ارتفاع مبنا

۵-۱۰-۶ ارتفاع مبنا

برای محاسبه فشار خارجی با استفاده از هر دو روش استاتیکی و دینامیکی، ارتفاع مبنا، h ، برای محاسبه C_e به صورت زیر تعریف می‌شود:

(الف) برای ساختمان‌های کوتاه مرتبه، همان‌گونه که در بند ۵-۶-۱۰-۶ تعریف خواهد شد، h ارتفاع متوسط بام یا ۶ متر، هر کدام که بزرگتر باشد. ارتفاع پیش آمدگی لبه بام اگر شیب بام کمتر از 7° باشد، ممکن است جایگزین ارتفاع متوسط شود.

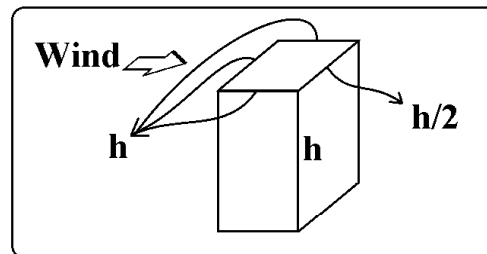


(ب) برای ساختمان‌های بلندتر،

h برای وجه رو به باد، ارتفاع واقعی آن نقطه در بالای زمین است،

h برای وجه پشت به باد، نصف ارتفاع ساختمان، و

h برای بام و دیوارهای جانبی، ارتفاع ساختمان است.



(ج) برای هر المان سازه‌ای از ساختمان، h ارتفاع المان در بالای زمین است.

برای محاسبه فشار داخلی، ارتفاع h در رابطه مربوط به C_e به اندازه نصف ارتفاع ساختمان تعریف می‌شود، زمانی که یک بازسوی بزرگ وجود دارد؛ h باید ارتفاع بازسوی از سطح زمین در نظر گرفته شود.

۱۰-۴- ضریب بادگیری

۱۰-۶-۱- ضریب بادگیری، C_e

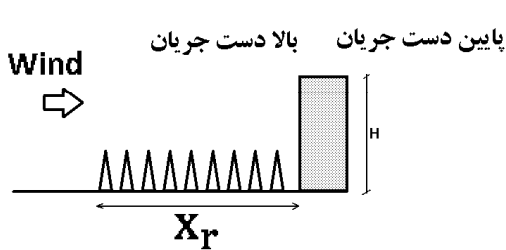
ضریب بادگیری C_e تغییرات سرعت باد با ارتفاع و نیز اثرات ناشی از تغییر در زمین اطراف و توپوگرافی را نشان می‌دهد. این ضریب براساس توزیع سرعت باد در ارتفاع روی دو نوع زمین اطراف، باز و یا پرتراکم، بشرح ذیل تعیین می‌شود:

الف) برای زمین باز، $C_e = \left(\frac{h}{10}\right)^{2.7}$ ، و حداقل برابر ۰.۹ در نظر گرفته می‌شود. زمین باز زمینی است

که در آن ساختمان‌ها، درختان و موانع دیگر بصورت پراکنده بوده و یا به دریاچه، دریا و یا کنار ساحل باز، اطلاق می‌شود. h ارتفاع مبنا از روی سطح زمین طبق بخش ۶-۱۰-۵ در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود C_e از قانون نمائی با ضریب ۰.۲ که معادل ضریب ۰.۱ برای سرعت‌های باد جهشی است، پیروی می‌کند. باد جهشی بادی است که حدوداً ۳ تا ۵ ثانیه ادامه دارد و نمایانگر حجمی از باد است که بر روی کل سازه اثر می‌کند.

ب) برای زمین پرتراکم، $C_e = 0.7 \left(\frac{h}{12}\right)^{2.7}$ و حداقل برابر ۰.۷ در نظر گرفته می‌شود. زمین پرتراکم به

زمین حومه شهری، شهری، جنگل پرتراکم که تا یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان در بالا دست، هر کدام بیشتر باشد، امتداد پیدا کند، اطلاق می‌شود. فرض می‌شود C_e از قانون نمائی با ضریب ۰.۳ که معادل ضریب ۰.۱۵ برای سرعت‌های باد جهشی است، پیروی می‌کند. مقادیر میانمایی شده بین دو گروه الف و ب را در مواردی که ناهمواری زمین در کمتر از یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان، هر کدام بیشتر باشد، تغییر کند، می‌توان استفاده نمود.



۱۰-۶-۲ تغییرات در نوع زمین

مقدار C_e که در بند ۱۰-۶-۱ برای زمین ناهموار داده شده، در صورتی که این ناهمواری در بالادست جریان حداقل ۱ کیلومتر یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان، H ؛ هر کدام که بزرگتر باشد؛ امتداد یابد، باید استفاده شود. هنگامی که ناهمواری زمین کمتر از ۱ کیلومتر امتداد یابد (به عبارت دیگر $x_r < 1 \text{ km}$) و ساختمان کوتاه‌تر از ۵۰ متر باشد، مقدار C_e را می‌توان بین زمین باز و پرتراکم با استفاده از روابط زیر محاسبه نمود:

برای x_r بزرگتر از ۰.۰۵ km و کمتر از ۱ km ،

$$C_e = C_{er} \left[0.716 + 0.184 \log_1 \left(\frac{10}{x_r - 0.05} \right) \right] \leq C_{eo} \quad (3-10-6)$$

و برای x_r کوچکتر یا مساوی ۰.۰۵ km ،

$$C_e = C_{eo} \quad (4-10-6)$$

که در آن x_r طول زمین ناهموار در بالادست جریان باد، C_{er} برابر C_e برای زمین ناهموار و C_{eo} برابر C_e برای زمین باز است.

۱-۱۰-۶-۳ خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی زمین

تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها می‌توانند به طور قابل توجهی، سرعت باد را در نزدیکی سطح زمین افزایش دهند که باید در ضریب بادگیری برای ساختمان‌های واقع روی تپه یا پرتگاه در نظر گرفته شود. راه حلی که می‌تواند برای هر دو روش استاتیکی و دینامیکی این تشدید سرعت را لحاظ نماید، به شرح ذیل می‌باشد.

ساختمان‌های واقع روی تپه یا پرتگاه با حداکثر شیب بزرگتر از ۱ به ۱۰ (۱۰٪)، مخصوصاً نزدیک قله، ممکن است در معرض سرعت‌هایی به مراتب بزرگتر از ساختمان‌هایی که روی سطح زمین هستند، قرار گیرند. در صورتی که شیب تپه و پرتگاه کمتر از ۱۰٪ باشد احتمال آنکه سرعت باد افزایش قابل توجهی داشته باشد، وجود ندارد. بنابراین ضریب بادگیری در ارتفاع Z بالای تراز زمین اطراف، برابر است با مقدار زمین باز ضریب $(1 + \Delta S(z))^2$ که در آن $\Delta S(z)$ ضریب خیز سرعت برای میانگین سرعت باد می‌باشد (این اثر در شکل ۱-۱۰-۶-۱ نشان داده شده است). در نزدیکی قله و در فاصله $|x| < KL_h$ ، ضریب بادگیری به صورت زیر اصلاح می‌شود:

$$C_e^* = C_e \left\{ 1 + \Delta S_{max} \left(1 - \frac{|x|}{KL_h} \right) e^{\left(\frac{\alpha z}{L_h} \right)^2} \right\}^2 \quad (5-10-6)$$

که در رابطه بالا:

$$C_e^* = \text{مقدار متناظر اصلاح شده برای استفاده در تپه و بالا آمدگی،}$$

$$C_e = \text{ضریب بادگیری در روی سطح زمین باز، که در بند ۱-۱۰-۶-۱-۶ برای روش}$$

$$\text{استاتیکی و در بند ۱-۱۰-۶-۲-۶ برای روش دینامیکی ارائه شده است،}$$

$$\Delta S_{max} = \text{ضریب خیز سرعت نسبی در رأس قله، نزدیک سطح،}$$

$$\alpha = \text{ضریب کاهش برای کم شدن سرعت با ارتفاع}$$

مقادیر α و ΔS_{max} به شکل و شیب تپه یا بالا آمدگی بستگی دارد.

مقادیر این پارامترها در جدول ۱-۱۰-۶ ارائه شده است.

برای $\frac{H_h}{L_h} > 0.5$ فرض شود که $\frac{H_h}{L_h} = 0.5$ و جایگزین L_h در معادله ۱-۱۰-۶-۵ شود.

علائم جدول ۱-۱۰-۶ بشرح ذیل می‌باشد:

H_h = ارتفاع تپه یا بالا آمدگی، یا اختلاف تراز بین قله و زمین اطراف تپه یا بالا آمدگی در

بالادست جریان

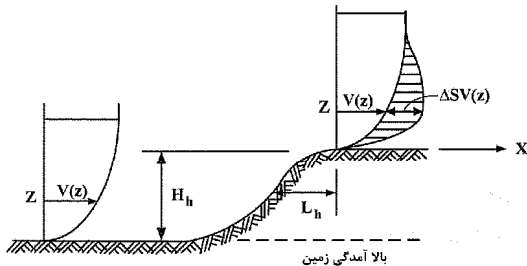
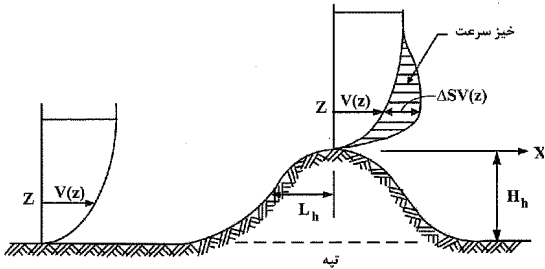
L_h = فاصله قله تا جایی که تراز زمین، نصف H_h در بالادست جریان مطابق شکل ۱-۱۰-۶-۱ است.

حداکثر شیب برای تپه گرد، تقریباً $\frac{H_h}{L_h}$ می‌باشد. در عبارت‌های بالا فرض می‌گردد که باد در

امتداد جهت حداکثر شیب به سمت تپه جریان دارد. به عبارت دیگر، جهتی که بیشترین خیز سرعت را نزدیک قله ایجاد می‌کند.

جدول ۱-۱۰-۶-۱ پارامترهای حداکثر خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی

شکل تپه یا بالا آمدگی	ΔS_{max}	α	K	
			$x < 0$	$x > 0$
تپه‌های ممتد یا دو بعدی (یا دره‌های با H منفی)	$2.2 \left(\frac{H_h}{L_h} \right)$	3	1.5	1.5
پرتگاه‌های دو بعدی	$1.3 \left(\frac{H_h}{L_h} \right)$	2.5	1.5	4
تپه‌های سه بعدی متقارن محوری	$1.6 \left(\frac{H_h}{L_h} \right)$	4	1.5	1.5



شکل ۱-۱۰-۶-۱ خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی زمین

۱۰-۵- ضریب اثر جهشی باد

۶-۱۰-۶ ضریب اثر جهشی باد، C_{gi} ، C_g

۶-۱۰-۶-الف کلیات

ضریب اثر جهشی باد C_g باید مطابق با یکی از موارد ذیل اختیار شود.

الف: برای کل ساختمان و اعضای اصلی سازه $C_g = ۲/۰$

ب: برای فشار خارجی و مکش در اعضاء کوچک از جمله نما یا پوسته خارجی $C_g = ۲/۵$

پ: برای فشارهای داخلی $C_{gi} = ۲/۰$ و یا محاسبات دقیق تری که اندازه‌های بازشوها را در ساختمان،

فشار حجم داخلی و انعطاف‌پذیری ساختمان را در نظر گرفته باشد.

ت: در تحلیل‌های دینامیکی C_g مقداری است که بطور مناسبی تلاطم باد، ابعاد و فرکانس سازه را

در نظر گرفته باشد.

خارجی

۶-۱۰-۶-ب ضریب اثر جهشی باد خارجی، C_g

مقادیر ضریب اثر جهشی باد خارجی، C_g ، برای سازه‌های کوچک و کوتاه مرتبه یا سازه‌ها و اجزایی

که صلبیت نسبتاً بالایی دارند، در بند ۶-۱۰-۶-الف ارائه شده است.

ضرایب فشار بیشینه برخی از سازه‌های کوتاه مرتبه را می‌توان مستقیماً از آزمایش‌های تونل باد

تعیین نمود. این ضرایب، ترکیبی از مقادیر C_p ، C_g هستند که با لحاظ کردن اثر جهشی باد علاوه بر

ضریب شکل آیرودینامیکی در تعیین ضریب فشار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶-۱۰-۶-ت ضریب اثر جهشی باد داخلی

همان‌گونه که در بند ۶-۱۰-۶-الف اشاره گردید، مقدار پیش فرض ضریب اثر جهشی باد داخلی،

C_{gi} ، باید ۲ در نظر گرفته شود. برای سازه‌های بزرگ که یک حجم تیغه‌بندی نشده منفرد را احاطه

می‌کند، فشار داخلی زمان قابل توجهی را می‌گیرد تا به تغییرات در فشار خارجی پاسخ دهد و در

نتیجه ضریب اثر باد جهشی را کاهش می‌دهد. در چنین مواردی، رابطه زیر برای C_{gi} به جای مقدار

پیش فرض استفاده می‌شود:

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \tau}} \quad (۷-۱۰-۶)$$

که τ یک متغیر وابسته به زمان است که فشار داخلی لازم دارد تا به تغییرات فشار خارجی در

بازشوها پاسخ دهد و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tau = \frac{V_i}{6950 \cdot A} \left[1 + 1/42 \times 10^5 \frac{A_s}{V_i} \delta \right] \quad (۸-۱۰-۶)$$

V_i = حجم داخلی برحسب m^3 ،

A = مساحت کل همه بازشوهای خارجی حجم مورد نظر بر حسب m^2 ،

A_s = مساحت کل سطح داخلی حجم مورد نظر (به استثنای دال‌های روی سطح زمین)، برحسب m^2 ، و

δ = میزان انعطاف‌پذیری پوسته ساختمان و میانگین تغییرمکان به سمت بیرون پوسته احجام در

هر واحد افزایش فشار داخلی، برحسب $\frac{m^3}{N}$.

مقدار متعارف δ برای ساختمان‌های با پوسته خارجی و نمای فلزی حدوداً $5 \times 10^{-5} \frac{m^3}{N}$ می‌باشد. در

مواقعی که تخمین δ مشکل باشد، به طور محافظه کارانه صفر در نظر گرفته می‌شود.

۶-۱۰-۴-پ اصلاح ضریب C_g برای خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی

خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها، عمدتاً میانگین سرعت باد را تحت تأثیر قرار داده و بر دامنه نوسانات تلاطمی آن اثر ندارد. لذا باید ضریب اثر جهشی باد برای هر دو روش استاتیکی و دینامیکی تصحیح شود تا افزایش در دامنه جستی باد جهشی را هنگامی که ضریب C_e^* از رابطه ۶-۱۰-۵ تعیین می‌شود، جبران نماید. رابطه ۶-۱۰-۶ ضریب اثر جهشی باد اصلاح شده را برای طراحی سازه‌های واقع در روی تپه‌ها و بالا آمدگی بیان می‌کند:

$$C_g^* = 1 + (C_g - 1) \sqrt{\frac{C_e}{C_e^*}} \quad (6-10-6)$$

که در آن:

C_g^* = ضریب اصلاح شده برای تپه‌ها و بالا آمدگی‌های زمین، و

C_g = ضریب اثر جهشی باد برای زمین تخت

هنگامی که از مقدار $C_p C_g$ ترکیبی استفاده می‌شود، این مقدار می‌تواند برای تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها با ضرب $C_p C_g$ در نسبت $\frac{C_g^*}{C_g}$ اصلاح شود که در محاسبات از معادله ۶-۱۰-۶ با مقدار $C_g = 2$ برای سازه ساختمان و $C_g = 2/5$ برای پوسته خارجی و اعضای ثانویه سازه‌ای استفاده شود.

۱۰-۶- ساختمانهای کوتاه (اعضای اصلی)

۶-۱۰-۶ ضرایب فشار خارجی برای ساختمانهای کوتاه مرتبه

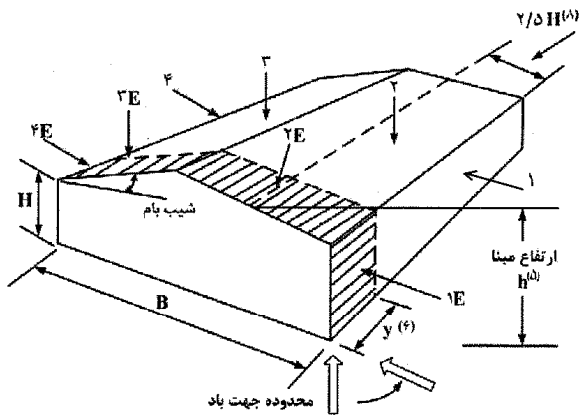
ضرایب فشار خارجی توصیه شده برای طراحی ساختمانهای کوتاه مرتبه در شکل ۶-۱۰-۶ الی ۶-۱۰-۶ ارائه شده است. این ضرایب بر اساس داده‌های به دست آمده از مطالعات تونل باد لایه مرزی می‌باشند. در موارد مختلفی، درستی این داده‌ها با اندازه‌گیری‌های مقیاس کامل صحت‌سنجی شده است. این ضرایب مبتنی بر حداکثر فشارهای باد جهشی هستند که تقریباً ۱ ثانیه به طول می‌انجامد، و در نتیجه شامل یک مقداری از ضریب اثر باد جهشی، C_g می‌باشند. بنابراین، این ضرایب نشان دهنده حاصل ضرب $C_p C_g$ هستند. ضرایب فشار خارجی به ناحیه مربوط به المان یا عضو مشخصی که فشار باد روی آن عمل می‌کند، اعمال می‌گردد.

ضرایب فشار جهشی خارجی در شکل‌های ۶-۱۰-۶ الی ۶-۱۰-۶ برای ساختمان‌های با نسبت‌های ارتفاع به عرض کمتر از ۰/۵ و ارتفاع مبنای کمتر از ۲۰ متر در حالتی که عرض ساختمان بعد کوچکتر پلان، D_s ، باشد، توصیه می‌گردد. در نبود اطلاعات بیشتر، این شکل‌ها را می‌توان برای ساختمان‌های با نسبت‌های ارتفاع به عرض کمتر از ۱ و ارتفاع مبنای کمتر از ۲۰ متر نیز به کار برد. به جز این محدودیت‌ها، باید از شکل ۶-۱۰-۶ نیز استفاده شود.

شکل ۶-۱۰-۶ مقادیر $C_p C_g$ را برای سیستم مقاوم اصلی در برابر نیروی باد ساختمان‌های تحت تأثیر فشار باد در بیشتر از یک وجه، مانند قاب‌های ساختمانی، را نشان می‌دهد. توزیع بار ساده شده در شکل ۶-۱۰-۶ برای نمایش هر چه نزدیک‌تر رفتارهای سازه‌ای (فشار افقی، بلندشدگی و لنگرهای قاب) از آزمایشات تونل باد بدست آمده است. این نتایج حد مجاز بارگذاری جزئی جهشی باد را که در بند ۶-۱۰-۶-۴ به آن اشاره شده است، مشخص می‌کند.

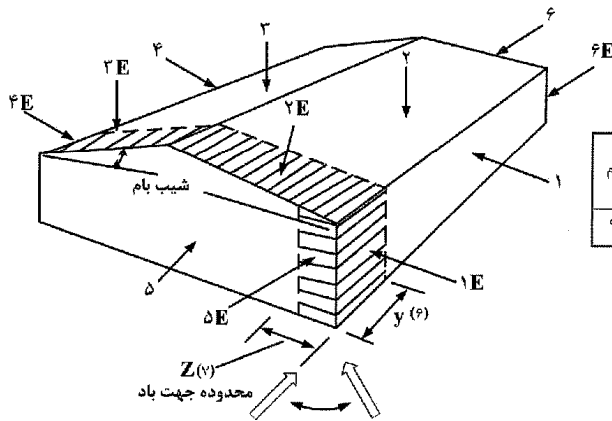
معیار کوتاه یا بلند بودن سازه

بارگذاری الف: باد عموداً عمود بر لبه



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

بارگذاری ب: باد عموداً موازی با لبه



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

شکل ۶-۱-۲ ضریب بیشینه مرکب فشار و باد جهشی خارجی، $C_p C_g$ ، برای کنش‌های اولیه سازه‌ای ناشی از اثر هم زمان بار باد روی کلیه سطوح

در شکل ۶-۱-۲:

کلا ۸ حالت بارگذاری متفاوت خواهیم داشت.
۴ حالت بارگذاری برای حالت الف
و ۴ حالت بارگذاری برای حالت ب

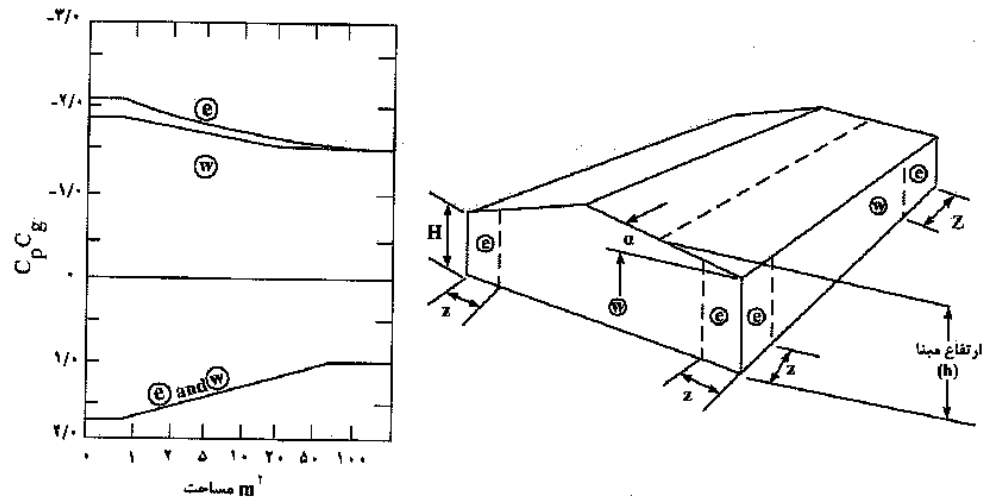


- (۱) ساختمان باید برای کلیه جهات باد طراحی شود. هر گوشه باید به نوبه خود به عنوان گوشه رو به باد مطابق شکل‌های مربوطه، در نظر گرفته شود. برای تمامی شیب‌های بام، به بارگذاری الف و بارگذاری ب به عنوان دو وضعیت بارگذاری جداگانه نیاز است تا سیستم سازه‌ای، در برابر کنش‌های باد، شامل پیچش، مقاومت کند.
- (۲) برای مقادیر نشان داده نشده شیب بام، ضریب $C_p C_g$ می‌تواند به صورت خطی میانمایی شود.
- (۳) ضرایب مثبت نشان دهنده نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند.
- (۴) برای طراحی شالوده‌ها، به غیر از میل مهارهای قاب‌ها، تنها ۷۰٪ بار موثر باد در نظر گرفته می‌شود.
- (۵) ارتفاع مبنا، h ، برای محاسبه فشار، ارتفاع میانه سقف یا ۶ متر، هر کدام که بزرگتر، می‌باشد. ارتفاع پاشیب، H ، می‌تواند در صورت شیب کمتر از 7° بام، جایگزین میانگین ارتفاع شود.
- (۶) عرض ناحیه انتهایی، y ، باید $6m$ یا $2z$ هر کدام بزرگتر باشد، در نظر گرفته شود. z ، ناحیه انتهایی دیوار ساختمان برای ترکیب بار B ، تعریف شده است. از طرف دیگر، برای ساختمان‌های با قاب، ناحیه انتهایی y می‌تواند فاصله بین انتها و نخستین قاب داخلی باشد.
- (۷) عرض ناحیه انتهایی z برابر ۱۰٪ کمترین بعد افقی یا ۴۰٪ ارتفاع، H ، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از ۴٪ کوچکترین بعد افقی یا ۱ متر، کمتر اختیار شود.
- (۸) برای $B/H > 5$ در بارگذاری A ، ضرایب منفی روی سطوح ۲، $2E$ باید تنها روی سطحی اعمال شوند که پهنای آن از محل پاشیب رو به باد، $2/5H$ باشد. فشار روی بقیه بام رو به باد باید به ضرایب مشخص شده برای بام پشت به باد (ضرایب مربوط به سطوح ۳، $3E$) کاهش یابد.

$$z = \text{Max}[1, 0.04B, \text{Min}(0.1B, 0.4H)]$$

$$y = \text{Max}(6, 2z)$$

۱۰-۷- ساختمانهای کوتاه- دیوارها (پوسته، نما و اعضای ثانویه)



شکل ۳-۱۰-۶ ضریب ترکیبی بیشینه فشار و باد جهشی خارجی، C_p و C_g ، روی دیوارهای منفرد برای طراحی اجزاء سازه‌ای و پوسته خارجی و نما

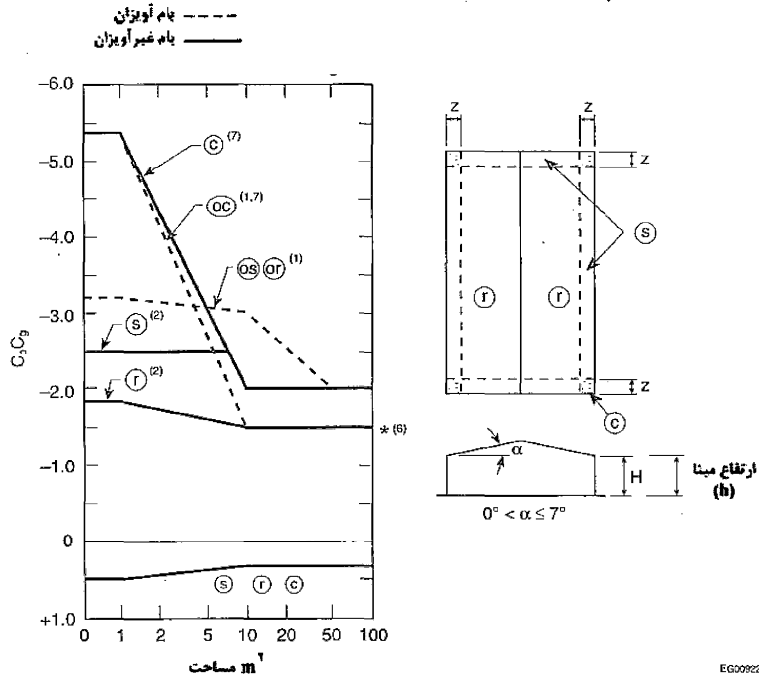
در شکل ۳-۱۰-۶

- (۱) این ضرایب برای هر شیب بامی (α) اعمال می‌شود.
- (۲) محور افقی در نمودار، مساحت تحت طراحی در ناحیه مشخص شده است.
- (۳) عرض ناحیه انتهایی z برابر ۱۰٪ کمترین بعد افقی یا ۴۰٪ ارتفاع، H ، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از ۴٪ بعد افقی کوچکتر یا ۱ متر اختیار شود.
- (۴) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دستیابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود.
- (۵) ضرایب مثبت نشان دهنده نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند. هر المان سازه‌ای باید برای هر دوی این نیروها طراحی شود.
- (۶) ضرایب فشار می‌تواند معمولاً برای پوسته‌های خارجی با ویژگی‌های معماری بکار رود، با این حال، هنگامی که اعضای عمودی سازه عمیق‌تر از ۱ متر روی یک پوسته خارجی قرار می‌گیرند، $C_p C_g = -2.8$ به منطقه e اعمال می‌شود.

$$z = \text{Max}[1, 0.04B, \text{Min}(0.1B, 0.4H)]$$

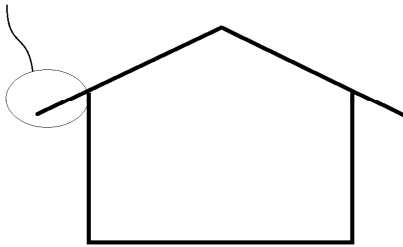
۸-۱۰- ساختمانهای کوتاه- سقف با شیب کم (پوسته، نما و اعضای ثانویه)

- با توجه به پایین بودن کیفیت تصاویر در مبحث ششم، این تصاویر از مرجع اصلی آن (آیین نامه کانادا) قرار داده شده است.



شکل ۶-۱۰- ضرایب ترکیبی پیشینه فشار - جهش باد، C_p, C_g ، روی سقفهای با شیب 7° یا کمتر، برای طراحی اجزای سازه‌ای و پوسته خارجی

overhung roof

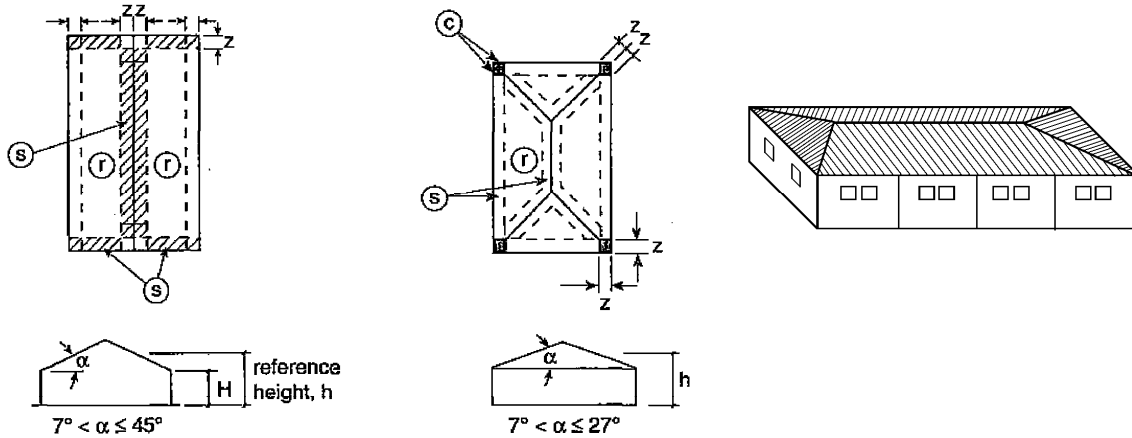


در شکل ۶-۱۰-۴:

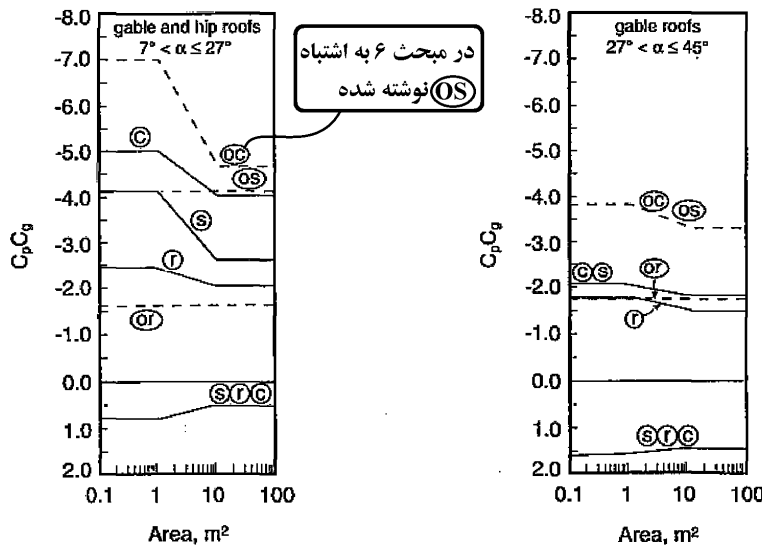
- (۱) ضرایب برای بام‌های **آویزان** پیشوند "O" دارند که به مساحت‌های بام مشابه با آنچه که نماد متناظر بدون پیشوند، نشان می‌دهد، اشاره می‌کند. این ضرایب مشارکت هر دو سطوح بالایی و پایینی را شامل می‌شوند. در مورد طاق نماها، دیوارها به سمت داخل نمای کلی سقف هستند.
- (۲) هم در مورد بام‌ها و هم در مورد سطوح بالایی سایه‌بان‌ها به کار می‌روند.
- (۳) محور افقی در نمودار، مساحت تحت طراحی در ناحیه مشخص شده است.
- (۴) عرض ناحیه انتهایی Z برابر 1.0 کمترین بعد افقی یا 0.40 ارتفاع، H، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از 0.4 بعد افقی کوچکتر یا 1 متر اختیار شود.
- (۵) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دست‌یابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود.
- (۶) ضرایب مثبت نشان دهنده نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند. هر المان سازه‌ای باید برای هر دوی این نیروها طراحی شود.
- (۷) برای محاسبه نیروهای بلندشدگی روی سطوح تحت تأثیر بزرگتر از 100 m^2 روی بام‌های تقریباً بدون مانع با جان‌پناه‌های کوتاه، و جایی که مرکز سطح تحت تأثیر، از نزدیکترین لبه حداقل دو برابر ارتفاع ساختمان است، مقدار $C_p C_g$ ممکن است در $\frac{X}{H} = 2$ به 1.1 و در $\frac{X}{H} = 5$ به صورت خطی به 0.6 - کاهش یابد، که X فاصله تا نزدیکترین لبه و H ارتفاع ساختمان است.
- (۸) برای بام‌های با یک جان‌پناه محیطی که ارتفاع آن 1 متر یا بیشتر است، ضرایب $C_p C_g$ گوشه برای سطوح تحت تأثیر کوچک، می‌تواند از 0.4 - به 0.4 - کاهش یابد.

۹-۱۰- ساختمانهای کوتاه- سقف با شیب بالا (پوسته، نما و اعضای ثانویه)

- با توجه به پایین بودن کیفیت تصاویر در مبحث ششم، این تصاویر از مرجع اصلی آن (آیین نامه کانادا) قرار داده شده است.



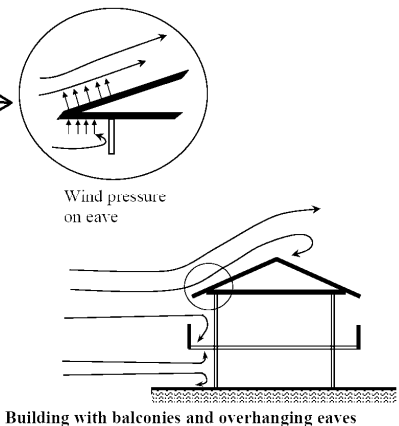
--- بام آویزان
 — بام غیر آویزان



شکل ۶-۱۰-۵ ضرایب ترکیبی بیشینه فشار - جهش باد خارجی، $C_p C_g$ روی بامهای شیروانی تک دهانه و چند شیبه با شیب 7° یا بیشتر برای طراحی اجزای سازه‌ای و پوسته خارجی

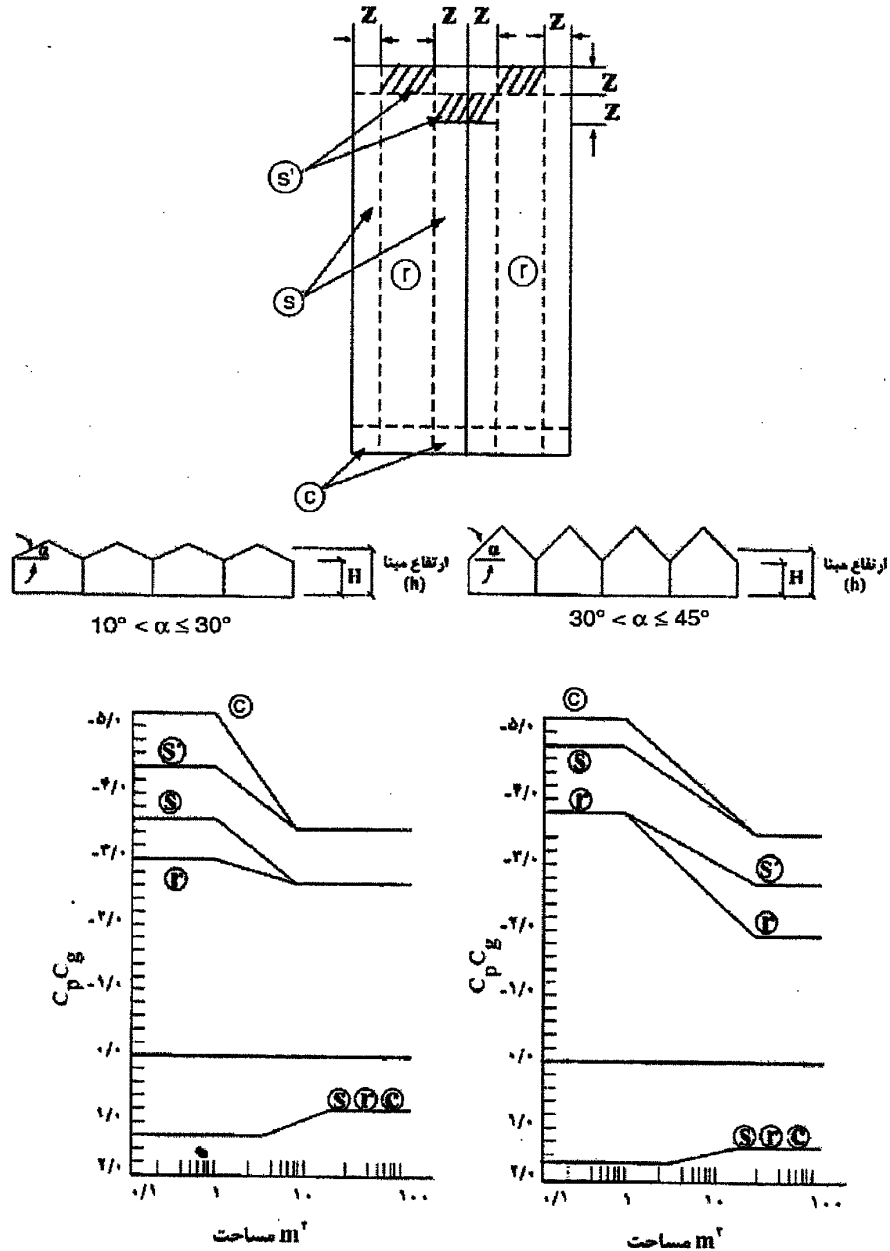
در شکل ۶-۱۰-۵:

- (۱) ضرایب برای بام‌های آویزان پیشوند "O" دارند که به مساحت‌های بام مشابه با آنچه که نماد متناظر بدون پیشوند، نشان می‌دهد، اشاره می‌کند. این ضرایب مشارکت هر دو سطوح بالایی و پایینی را شامل می‌شوند. در مورد طاق نماها، دیوارها به سمت داخل نمای کلی سقف هستند.
- (۲) محور افقی در نمودار، مساحت تحت طراحی در ناحیه مشخص شده است.
- (۳) عرض ناحیه انتهایی Z برابر 1.0% کمترین بعد افقی یا 0.4% ارتفاع، H، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از 0.4% کوچکترین بعد افقی یا ۱ متر، کمتر اختیار شود.
- (۴) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دستیابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود.
- (۵) ضرایب مثبت نشان دهنده نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند. هر المان سازه‌ای باید برای هر دوی این نیروها طراحی شود.
- (۶) برای بام‌های چند شیبه با $7^\circ \leq \alpha \leq 27^\circ$ ، نوارهای لبه تارک و ضرایب فشار - جهش باد برای تارک‌های بام‌های شیروانی‌دار، در امتداد هر شیب اعمال می‌شوند.



Building with balconies and overhanging eaves

۱۰-۱- ساختمانهای کوتاه-سقف چند دهانه (پوسته، نما و اعضای ثانویه)



شکل ۶-۱۰-۶ ضرایب ترکیبی بیشینه فشار - جهش باد، C_p ، روی بام‌های شیروانی (دندانهای) چند دهانه با شیب بزرگتر از 10° برای طراحی اجزای سازه‌ای و پوسته خارجی

در شکل ۶-۱۰-۶:

- (۱) محور افقی در نمودار، مساحت تحت طراحی در ناحیه مشخص شده است.
- (۲) عرض ناحیه انتهایی Z برابر 10% کمترین بعد افقی یا 40% ارتفاع، H ، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از 4% کوچکترین بعد افقی یا 1 متر، کمتر اختیار شود
- (۳) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دستیابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود.
- (۴) ضرایب مثبت نشان دهنده نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند. هر المان سازه‌ای باید برای هر دوی این نیروها طراحی شود.
- (۵) برای $10^\circ \leq \alpha$ ، ضرایب داده شده در شکل ۶-۱۰-۶ اعمال می‌گردد.

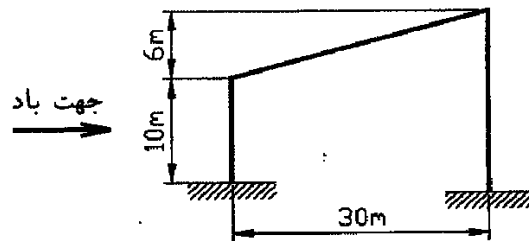
محاسبات- ۹۱

۴۷- برای طراحی لابه‌های بام با شیب ۲۵ درجه و با ارتفاع کل کمتر از ۶ متر واقع در داخل شهر کرج، مقدار مکش ناشی از باد برحسب دکانیوتن بر مترمربع، در نواحی غیر پیرامونی بام به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

- (۱) ۸۰
(۲) ۱۱۲
(۳) ۶۴
(۴) ۹۶

محاسبات- ۹۰

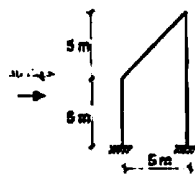
۷- برای ساختمان شیب دار شکل زیر که در اطراف شهر گرگان واقع شده است و در محوطه باز نسبتا عاری از ساختمان‌های اطراف ساخته می‌شود و طول آن ۶۰ متر است، کل مولفه افقی نیروی باد برای این ساختمان بطور محافظه کارانه به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟



- (۱) ۸۰۳.۳ kN
(۲) ۶۳۲.۸ kN
(۳) ۴۴۸.۵ kN
(۴) ۱۱۰۲.۱ kN

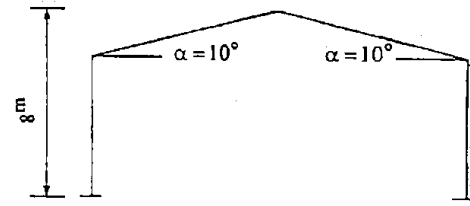
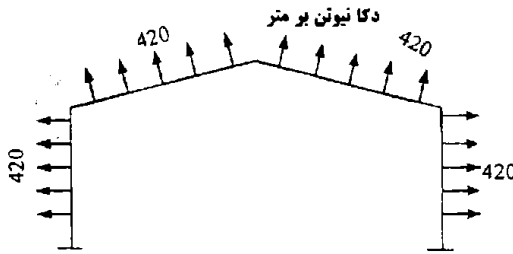
محاسبات ۹۲

۸- سالن نشان‌داده شده در شکل مقابل در خارج از منطقه شهری همدان قرار دارد. بارگذاری باد برای این سالن برحسب دکانیوتن بر مترمربع باید مطابق کدامیک از گزینه‌های زیر باشد؟

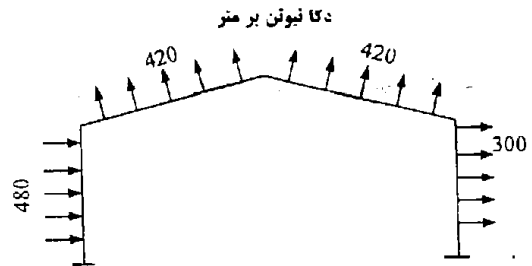
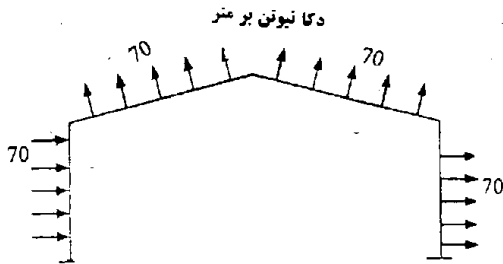


- (۱) (۲)
(۳) (۴)

۳- در یک سالن صنعتی فاصله سوله‌ها از همدیگر ۶m است. محل احداث سالن یک فضای باز و در حومه شهری است که فشار مبنای باد در آن ۵۰ دکانیوتن بر متر مربع است. نیروهای باد وارد به یکی از سوله‌های میانی در حالتی که امتداد اثر باد عمود بر صفحه سوله است مطابق با کدام یک از اشکال زیر خواهد بود:



(۱) به اعضا سوله‌های میانی هیچ‌گونه نیرویی وارد نمی‌شود.



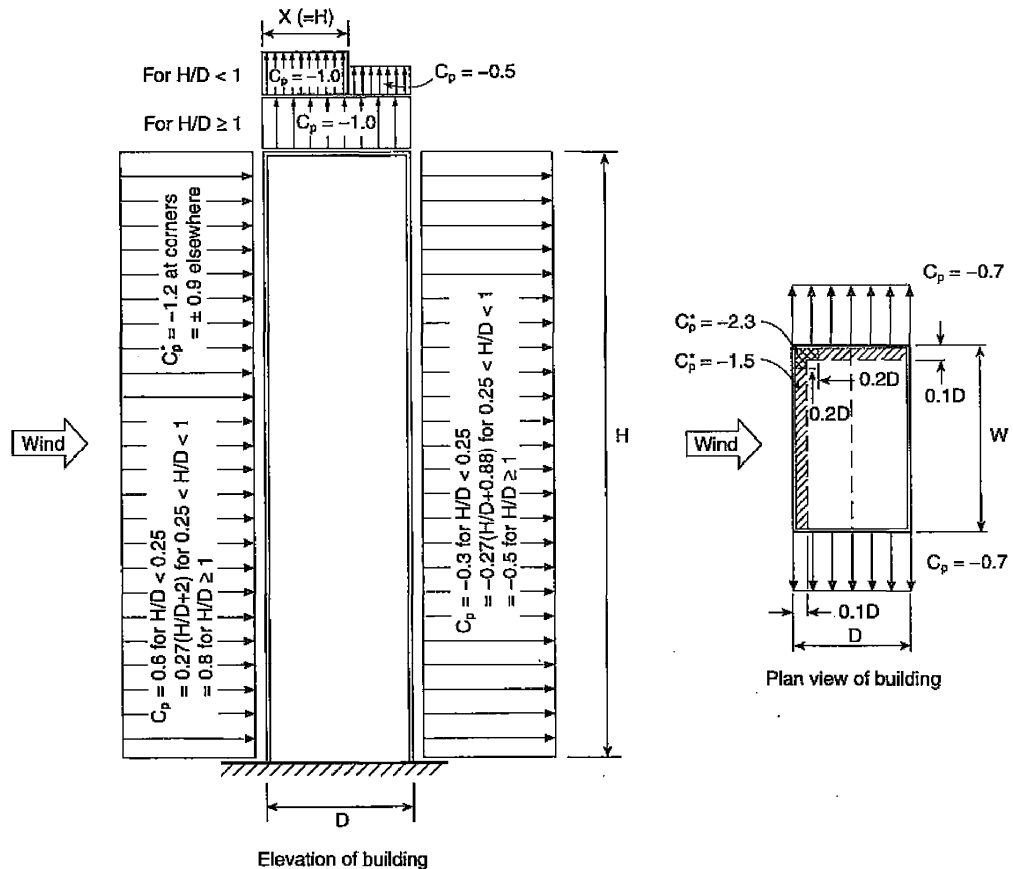
(۳)

(۴)

۱۱-۱۰- ساختمانهای بلند

۶-۱۰-۶- ضرایب فشار خارجی برای ساختمانهای بلند مرتبه

شکل ۶-۱۰-۷ ضرایب فشار خارجی مورد استفاده برای ساختمانهای مستطیلی در پلان، با ارتفاع، H ، بزرگتر از ۲۰ متر یا بعد کوچکتر پلان، D_S ، را در بر می‌گیرد. ضرایب به صورت ضریب فشار متوسط زمانی و فضائی، C_p ، یا صرفاً به صورت ضریب فشار محلی متوسط زمانی، C_p^* ، داده شده اند. ضریب فشار محلی $C_p^* = \pm 0.9$ ، که در طراحی سطوح کوچک پوسته خارجی یا نما (در حدود اندازه یک پنجره) استفاده می‌شود، می‌تواند تقریباً در هر جا و در هر تراز، به جز نزدیک گوشه‌ها که C_p^* محلی برابر با ۱/۲ مناسب است، اعمال گردد.

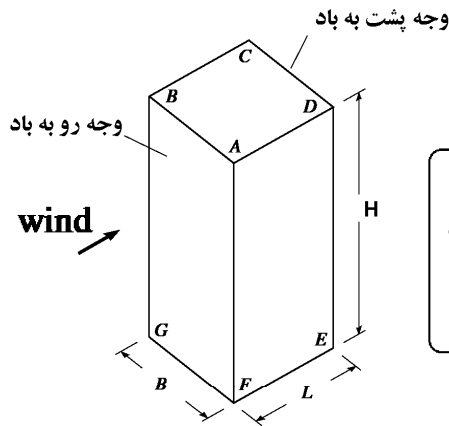


شکل ۶-۱۰-۷ ضرایب فشار خارجی C_p و C_p^* برای ساختمانهای با بام تخت

در شکل ۶-۱۰-۷:

- (۱) W, D به ترتیب نشان‌دهنده ابعاد پلان پای ساختمان در روی شالوده، در جهت باد و جهت عمود بر باد می‌باشند.
- (۲) ضرایب C_p نشان داده شده رو به باد دیوار، هنگامی که جهت باد عمود بر دیوار است، قابل اعمال اند.
- (۳) ضرایب C_p^* برای مکش‌های موضعی شدید ایجاد شده توسط وزش باد با یک زاویه کوچکی به سمت دیوار می‌باشند. این ضرایب باید برای طراحی پوسته خارجی و سطوح بام کوچک به کار روند، لیکن نباید به همراه C_p برای کل ساختمان در نظر گرفته شوند.
- (۴) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دستیابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود. ضرایب فشار داخلی، C_{pi} ، در بند ۶-۱۰-۹ ارائه شده‌اند.
- (۵) ضرایب فشار نشان داده شده معمولاً برای نماهای شیشه‌ای فاقد عضو نگهدارنده قائم خمیده عمیق به کار می‌رود. در چنین نماهایی، $C_p^* = -1/2$ که برای گوشه‌ها داده شده، برای ناحیه گوشه که عرض آن $0.1D$ است، به کار می‌رود. هنگامی که عضو نگهدارنده قائم خمیده عمیق‌تر از ۱ متر روی این نماهای شیشه‌ای قرار می‌گیرند، به یک ناحیه گوشه که عرضش $0.2D$ است، $C_p^* = -1.4$ اعمال می‌گردد.
- (۶) مقدار C_p^* را برای بام‌های با جان پناه‌های محیطی بلندتر از ۱ متر، از $-2/3$ به -2 باید کاهش داد.

- برای طراحی پوسته و نما در سازه های بلند باید از ضرایب C_p^* استفاده کرد و شکل زیر قابل استفاده نمی باشد.



(ب) برای ساختمان های بلندتر،
 h برای وجه رو به باد، ارتفاع واقعی آن نقطه در بالای زمین است،
 h برای وجه پشت به باد، نصف ارتفاع ساختمان، و
 h برای بام و دیوارهای جانبی، ارتفاع ساختمان است.

زمین باز، $C_e = \left(\frac{h}{10}\right)^{0.7}$ ، و حداقل برابر ۰.۹

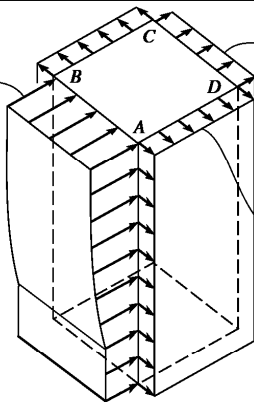
زمین پرتراکم، $C_e = 0.7 \left(\frac{h}{12}\right)^{0.7}$ و حداقل برابر ۰.۷

$= 0.6$ for $H/D < 0.25$
 $= 0.27(H/D+2)$ for $0.25 < H/D < 1$
 $= 0.8$ for $H/D \geq 1$

$= -0.3$ for $H/D < 0.25$
 $= -0.27(H/D+0.88)$ for $0.25 < H/D < 1$
 $= -0.5$ for $H/D \geq 1$

$$p = I_w q C_e C_g C_p$$

$$p = I_w q C_e C_g C_p$$



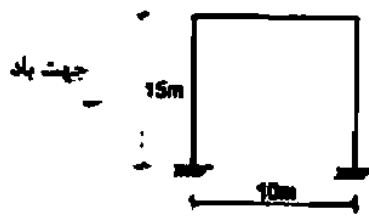
زمین باز، $C_e = \left(\frac{H}{2 \times 10}\right)^{0.7}$ ، و حداقل برابر ۰.۹

زمین پرتراکم، $C_e = 0.7 \left(\frac{H}{2 \times 12}\right)^{0.7}$ و حداقل برابر ۰.۷

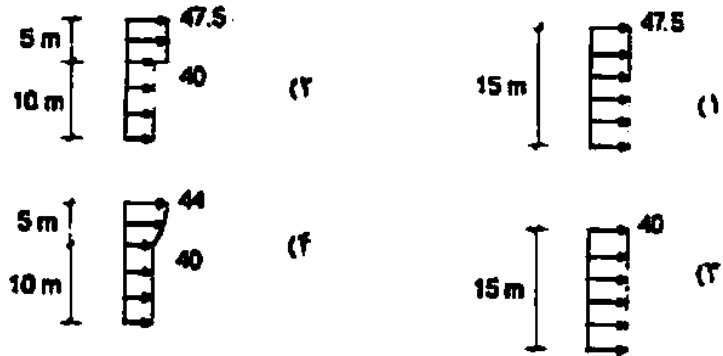
$$p = I_w q C_e C_g C_p$$

زمین باز، $C_e = \left(\frac{H}{10}\right)^{0.7}$ ، و حداقل برابر ۰.۹

زمین پرتراکم، $C_e = 0.7 \left(\frac{H}{12}\right)^{0.7}$ و حداقل برابر ۰.۷



۲- در سازه نشان داده شده توزیع نیروی باد روی دیوار پشت به باد بر حسب دکانیوتن بر مترمربع مطابق کدامیک از گزینه‌های زیر است؟ سازه در داخل شهر کاشان می‌باشد.



۱۰-۱۲- محاسبه فشار داخلی بار باد

فشار خالص ناشی از باد بر یک جزء یا تمام سطح یک ساختمان از جمع جبری فشار و مکش بدست می‌آید. فشار یا مکش داخلی در اثر باد از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$p_i = I_w q C_e C_{gi} C_{pi} \quad (۲-۱۰-۶)$$

در این رابطه:

p_i = فشار داخلی که بصورت استاتیکی در جهت عمود بر سطح، به شکل فشار وارد بر سطح یا مکش به سمت خارج از سطح عمل می‌کند.

I_w = ضریب اهمیت برای بار باد طبق جدول ۶-۱-۲

C_e = ضریب بادگیری طبق بند ۶-۱۰-۱-۶

C_{gi} = ضریب اثر جهشی باد داخلی که طبق بند ۶-۱۰-۴ بیان شده است.

C_{pi} = ضریب فشار داخلی

۶-۱۰-۴ ضریب اثر جهشی باد، C_{gi} ، C_g

۶-۱۰-۴ الف کلیات

ضریب اثر جهشی باد C_g باید مطابق با یکی از موارد ذیل اختیار شود.

الف: برای کل ساختمان و اعضای اصلی سازه $C_g = ۲/۰$

ب: برای فشار خارجی و مکش در اعضا کوچک از جمله نما یا پوسته خارجی $C_g = ۲/۵$

پ: برای فشارهای داخلی $C_{gi} = ۲/۰$ و یا محاسبات دقیق‌تری که اندازه‌های بازشوها را در ساختمان،

فشار حجم داخلی و انعطاف‌پذیری ساختمان را در نظر گرفته باشد.

۶-۱۰-۴ ت- ضریب اثر جهشی باد داخلی

همان‌گونه که در بند ۶-۱۰-۴ الف اشاره گردید، مقدار پیش فرض ضریب اثر جهشی باد داخلی،

C_{gi} ، باید ۲ در نظر گرفته شود. برای سازه‌های بزرگ که یک حجم تیغه‌بندی نشده منفرد را احاطه

می‌کند، فشار داخلی زمان قابل توجهی را می‌گیرد تا به تغییرات در فشار خارجی پاسخ دهد و در

نتیجه ضریب اثر باد جهشی را کاهش می‌دهد. در چنین مواردی، رابطه زیر برای C_{gi} به جای مقدار

پیش فرض استفاده می‌شود:

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \tau}} \quad (۷-۱۰-۶)$$

که τ یک متغیر وابسته به زمان است که فشار داخلی لازم دارد تا به تغییرات فشار خارجی در

بازشوها پاسخ دهد و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tau = \frac{V_i}{695.0 A} \left[1 + 1/42 \times 10^{-5} \frac{A_g}{V_i} \delta \right] \quad (۸-۱۰-۶)$$

V_i = حجم داخلی برحسب m^3 ،

A = مساحت کل همه بازشوهای خارجی حجم مورد نظر بر حسب m^2 ،

A_g = مساحت کل سطح داخلی حجم مورد نظر (به استثنای دال‌های روی سطح زمین)، برحسب

m^2 ، و

δ = میزان انعطاف‌پذیری پوسته ساختمان و میانگین تغییرمکان به سمت بیرون پوسته احجام در

هر واحد افزایش فشار داخلی، برحسب $\frac{m^2}{N}$

مقدار متعارف δ برای ساختمان‌های با پوسته خارجی و نمای فلزی حدوداً $5 \times 10^{-5} \frac{m^2}{N}$ می‌باشد. در

مواقعی که تخمین δ مشکل باشد، به طور محافظه کارانه صفر در نظر گرفته می‌شود.

۹-۶-۱۰-۶ ضریب فشار داخلی، C_{pi}

برای کنترل دامنه شریابی که می‌تواند موجود باشد، سه گروه اصلی طراحی در زیر ارائه شده است. برای هر یک از این سه گروه، C_{gi} با استفاده از الزامات بند ۶-۱۰-۶-۴-ت محاسبه شده است:

گروه ۱: صفر تا -0.15 $C_{pi} =$

این گروه، شامل ساختمان‌های بدون هرگونه بازشوهای بزرگ یا قابل توجه است، اما بازشوهای کوچک یکنواخت توزیع شده دارای مساحتی کمتر از ۰/۱ درصد مساحت کل سطح می‌شود. مقدار C_{pi} باید -0.15 در نظر گرفته شود. در مواردی که چنین بازشوهایی، بار خارجی را کاهش می‌دهند؛ ضریب $C_{pi} = 0$ اختیار می‌شود. چنین ساختمان‌هایی شامل ساختمان‌های بلند مرتبه هستند که اسماً هوابندی شده‌اند و هیچ پنجره و در توری قابل باز شدن نداشته و به صورت مکانیکی تهویه می‌شوند. برخی ساختمان‌های کوتاه مرتبه کمتر متداول، مثل انبارهای بدون پنجره که در آن‌ها سیستم‌های در معرض خرابی در طوفان نمی‌باشند، نیز در این گروه قرار دارند.

گروه ۲: 0.3 تا -0.45 $C_{pi} =$

این گروه در بر گیرنده ساختمان‌هایی است که در صورت داشتن بازشوهای بزرگ می‌توان به بسته شدن آن‌ها، در طول طوفان‌ها اعتماد کرد، لیکن در این ساختمان‌ها نشت هوا از منافذ ممکن است یکنواخت توزیع نشده باشد. اکثر ساختمان‌های کوتاه مرتبه در این گروه جای می‌گیرند مشروط بر این‌که تمام اجزای ساختمان مخصوصاً درهای حمل و نقل و پارکینگ در برابر باد کاملاً مقاوم باشند. اکثر ساختمان‌های بلند مرتبه با پنجره‌های قابل بازشو یا درهایی که پشت بالکن باز می‌شوند نیز در این گروه واقع می‌شوند.

گروه ۳: 0.7 تا -0.7 $C_{pi} =$

این گروه، ساختمان‌های با بازشوهای بزرگ یا قابل توجه را در بر می‌گیرد که از طریق آن‌ها بادهای جهشی به فضای داخلی انتقال می‌یابند. مثال‌های چنین ساختمان‌هایی شامل پناهگاه‌های با یک ضلع باز یا بیشتر و نیز ساختمان‌های صنعتی با درهای حمل و نقل بزرگ، دستگاه‌های تهویه و مانند آن‌ها هستند که احتمال باز بودن آن‌ها در طول طوفان‌ها وجود دارد یا کاملاً مقاوم نیستند. یکی از تهدیدات همیشگی در طوفان‌های شدید، شکستن سطوح شیشه‌ای بدون حفاظ و دیگر اجزای آسیب پذیر توسط ذرات و اشیاء کوچک معلق در هوا است. سازه‌هایی که باید قابلیت بهره‌برداری پس از طوفان را داشته باشند لازم است توانایی مقاومت در برابر کلیه پیامدهای شکست شیشه‌ها را داشته و الزامات گروه ۳ برآورده نماید. برای دیگر سازه‌ها که در آن، شیشه برای باد طراحی شده و حفاظت کافی در برابر بلند شدگی بام وجود دارد، احتمال وقوع خرابی شیشه به سبب ذرات و اشیاء معلق در هوا، توسط ضرایب معمول بار برای باد لحاظ شده است.

در اکثر موارد، نیازی نیست که فشارهای داخلی غیریکنواخت، جز در طراحی تیغه‌بندی‌های داخلی در نظر گرفته شود. در نتیجه، برای اکثر طراحی‌های سازه‌ای، دو مقدار حدی فشار داخلی (در گروه‌های بالا) می‌تواند به طور جداگانه در نظر گرفته شود، مگر این‌که دیوارهای داخلی ساختمان به خوبی هوابندی شده باشند و خرابی باد و امثال آن بتواند یک سطح از ساختمان را در شرایط گروه ۳ قرار دهد، در صورتی که بقیه ساختمان در گروه ۱ یا ۲ باقی می‌ماند و منجر به فشارهای داخلی نامتوازن می‌گردد.

فشارهای داخلی همچنین تحت تأثیر تهویه مکانیکی و اثر دودکش در اثر تفاضل درجه حرارت بیرون و داخل قرار می‌گیرند. تحت بهره‌برداری معمول، سیستم‌های تهویه مکانیکی، تفاضلی کمتر از ۰/۱ کیلو نیوتن بر مترمربع در دیوارها ایجاد می‌کند، در حالیکه اثر دودکش به سبب اختلاف دمای 40°C می‌تواند تفاضلی برابر ۰/۲ کیلو نیوتن بر متر مربع در هر ۱۰۰ متر ارتفاع ساختمان برسد.

۱۰-۱۳- بار گذاری جزئی

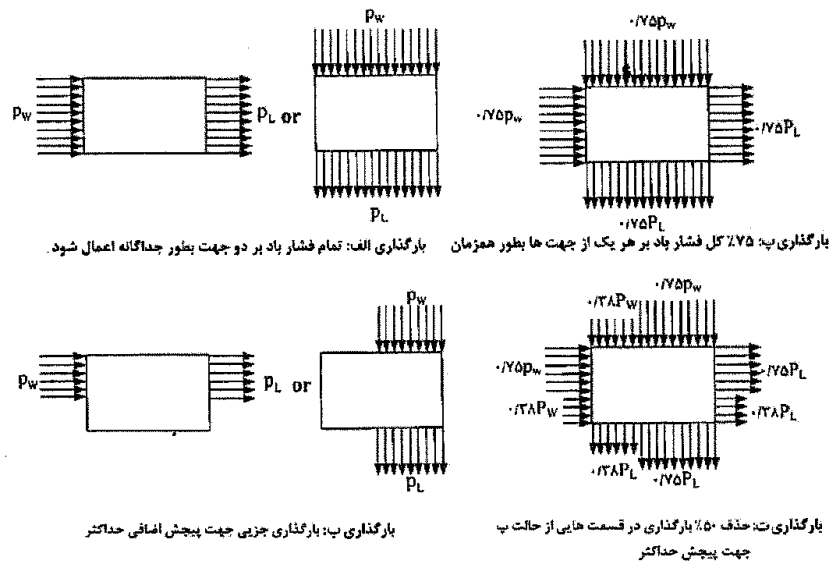
۶-۱۰-۶ بار گذاری جزئی

بار گذاری جزئی باد، در مواردی می‌تواند باعث اثرات شدیدی نسبت به بار گذاری کلی داشته باشد. الگوهای فشار مشاهده شده در باد متلاطم، بار گذاری کاهش یافته در بخش‌هایی از نمای ساختمان را نشان می‌دهد که می‌تواند تولید پیچش اضافی در اثر انتقال افقی بردار بار باد نماید. بار باد کاهش یافته ولی همزمان در امتداد هر دو جهت می‌تواند به وسیله وزش باد به صورت قطری در ساختمان اعمال شود که تولید تنش‌های بزرگتری در تعدادی از اعضای سازه‌ای ایجاد کند. سازه‌های دیگر مانند بام‌های قوسی احتمال دارد تنش‌های بزرگتری تحت اثر بار گذاری جزئی تحمل کنند. همه انواع ساختمان‌ها باید در برابر بارهای جزئی طراحی و کنترل شوند.

ساختمان‌های کوتاه که با روش استاتیکی طرح شده‌اند (شکل ۶-۱۰-۲) نیازی به داشتن بارهای نامتعادل اضافی ندارند. فشار ساختمان‌های بلندتر علاوه بر این که برای بار کلی در امتداد هر دو جهت اصلی که در شکل ۶-۱۰-۸ حالت "الف" نشان داده شده است، طراحی می‌شوند، باید برای پیچش اضافی حداکثر ناشی از بار گذاری جزئی ایجاد شده توسط اعمال فشار باد به تنها یک قسمت از وجه ساختمان مطابق شکل ۶-۱۰-۸ حالت "ب"، برای ساختمان‌های با پلان مستطیلی، نیز کنترل گردند.

برای در نظر گرفتن اثرات شدید ناشی از بار باد قطری و همچنین برای نوسان سازه‌ها در جهت عمود بر باد، سازه‌های بلند باید برای ۷۵٪ فشار باد حداکثر در هریک از جهت‌های اصلی که به‌طور

همزمان اعمال می‌شود مطابق شکل ۶-۱۰-۸ حالت پ طراحی شوند. به علاوه اثر حذف ۵۰٪ بارهای حالت "پ" از قسمتی از وجه ساختمان که پیچش را حداکثر می‌کند، مطابق شکل ۶-۱۰-۸ حالت "ت" باید بررسی شود.



شکل ۶-۱۰-۸ بار گذاری باد کامل و جزئی

(۱) P_L, P_W : به ترتیب فشار در جهت رو به باد و پشت به باد می‌باشد.

(۲) در حالت "ب" فشار کل باد باید به تنها بخش‌هایی از وجه دیوار اعمال شود که پیچش ناشی از باد حداکثر گردد.

۱۰-۱۴-موارد خاص

۶-۱۰-۷ بار باد بر روی سازه‌های مختلف

۶-۱۰-۷-۱ دیوارهای داخلی و تیغه‌بندی‌ها

اگر در اثر طوفان پنجره‌ها شکسته شوند، اختلاف فشارهای قابل توجهی در عرض دیوارهای داخلی و تیغه‌بندی‌ها در سازه‌های بلند ایجاد می‌شود. در برخی مناطق تقریباً کل اختلاف فشار بین وجوه رو به باد و پشت باد ساختمان می‌تواند در عرض دیوارهای داخلی و تیغه‌بندی‌ها اعمال شود. برای مثال، هنگامی که یک پنجره بزرگ در یک اتاق کوچک در وجه رو به باد شکسته شود، کل فشار مثبت به دیوارهای آن اتاق اعمال می‌شود. شرایط مشابهی در مورد ساختمان‌های آپارتمانی نیز می‌تواند اتفاق افتد. این اختلاف فشار در صورت وجود سیستم تهویه مکانیکی و یا اثر دودکش در ساختمان‌های بلند در زمستان تشدید می‌یابد. از سوی دیگر، خرابی زیادی در دیوارهای داخلی در اثر اختلاف فشار تجربی مشاهده نشده است و بنابراین احتمالاً نیازی به طراحی دیوارهای داخلی و تیغه‌بندی‌ها در برابر اختلاف فشار حداکثر محتمل نمی‌باشد. اختلاف فشار حداقل ۰٫۲۵ کیلو نیوتن بر مترمربع در نظر گرفته می‌شود و یک مقدار ۰٫۵ کیلو نیوتن بر مترمربع یا بیشتر برای حالتی که فشار باد خارجی به دیوارهای داخلی به واسطه بازشوهای بزرگ انتقال می‌یابد الزامی است.

۶-۱۰-۷-۵ بار باد افزایش یافته در اثر یخ زدگی

در مکان‌هایی که بادهای قوی می‌وزد و یخ زدگی بطور همزمان وجود دارد، نیروهای موثر بر اعضای سازه‌ای، کابل‌ها و طناب‌ها باید با فرض یک پوشش یخی براساس آب و هوا و تجربه محلی تعیین شود. برای شرایط یخ‌زدگی، مقادیر معلوم C_f در شکل‌های ۶-۱۰-۹ برای کابل‌های سیمی ضخیم با سطح ناهموار باید استفاده شود.





$$\frac{l}{d} > 100$$

$$F = C_f \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A \cdot K_w$$

C_f ضریب فشار =

$$A = d \cdot l$$

A

	$d\sqrt{qC_e}$	
	< ۰٫۱۶۷	> ۰٫۱۶۷
سیم‌ها، میله‌ها و لوله‌های صاف 	۱٫۲	۰٫۵
سیم‌ها، میله‌ها یا زبری متوسط 	۱٫۲	۰٫۷
کابل سیمی نازک 	۱٫۲	۰٫۹
کابل سیمی کلفت 	۱٫۳	۱٫۱

شکل ۶-۱۰-۹ تیر برق، میله‌ها و سیم‌ها و کابل‌ها

۱۱- بار انفجار

۶-۱۲ بار انفجار

۶-۱۲-۱ حدود کاربرد

برای سازه‌ها و ساختمان‌های با گروه خطرپذیری یک طبق جدول ۶-۱-۱، و سایر سازه‌ها در صورت درخواست کارفرما، در نظر گرفتن بارهای ناشی از انفجار ضروری است.

۶-۱۲-۲ بار بر پوسته ساختمان

پوسته ساختمان‌هایی که برای آن‌ها بارهای ناشی از انفجار باید در نظر گرفته شود باید برای فشار وارد از خارج به داخل و یا از داخل به خارج برابر ۲ کیلونیوتن بر مترمربع طرح شوند. برای در نظر گرفتن اثر این بار، از ترکیب بار ظرفیت بند ۶-۲-۴-۲ با جایگزینی فشار ناشی از انفجار برای A_k استفاده شود. ظرفیت اعضای سازه و مقاومت مصالح را می‌توان براساس مبحث ۲۱ افزایش داد. ضریب اهمیت به کار رفته برای بارهای ناشی از انفجار مشابه ضریب اهمیت بار زلزله (جدول ۶-۱-۲) خواهد بود.

۶-۱۲-۳ ظرفیت باقی مانده

در مورد سازه‌هایی که برای آن‌ها بارهای ناشی از انفجار در نظر گرفته می‌شود، لازم است ظرفیت باقی‌مانده باربری سازه و اعضای آن پس از حذف عضوی از آن، طبق بند ۶-۲-۴-۳، بررسی شود. در این بررسی لازم است پایداری کلی سازه و اعضای آن با لحاظ اثرات مرتبه دوم، طبق بند ۶-۲-۴-۴، ارزیابی شود. مقاومت مصالح را می‌توان طبق مبحث ۲۱ افزایش داد.

۶-۲-۴ ترکیب بارها برای حوادث غیرعادی

۶-۲-۴-۱ کاربرد

در صورت درخواست کارفرما و یا لزوم آن در دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان، مقاومت و پایداری سازه برای اطمینان از توانایی سازه در تحمل اثرات بارهای غیرعادی (با احتمال وقوع کم) مانند آتش، انفجار و ضربه وسایل نقلیه بدون ایجاد فروپاشی نامتناسب بررسی شود.

۶-۲-۴-۲ ظرفیت

به منظور کنترل ظرفیت یک سازه و یا عضو سازه‌ای در تحمل اثر یک حادثه غیرعادی، ترکیب بار ثقلی زیر باید منظور شود:

$$(0.8 \text{ یا } 1.2)D + A_k + 0.5L + 0.2S$$

A_k برای بار ناشی از انفجار طبق بخش ۶-۱۲-۲ تعیین می‌شود.

۶-۲-۴-۳ ظرفیت باقیمانده

جهت کنترل ظرفیت باقیمانده باربری سازه یا عضو سازه‌ای بعد از وقوع حادثه خسارت‌زا، اعضای باربر باید به صورت اسمی حذف شود، و ظرفیت سازه صدمه دیده با استفاده از ترکیب بار ثقلی زیر ارزیابی گردد:

$$(0.8 \text{ یا } 1.2)D + 0.5L + 0.2(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$$