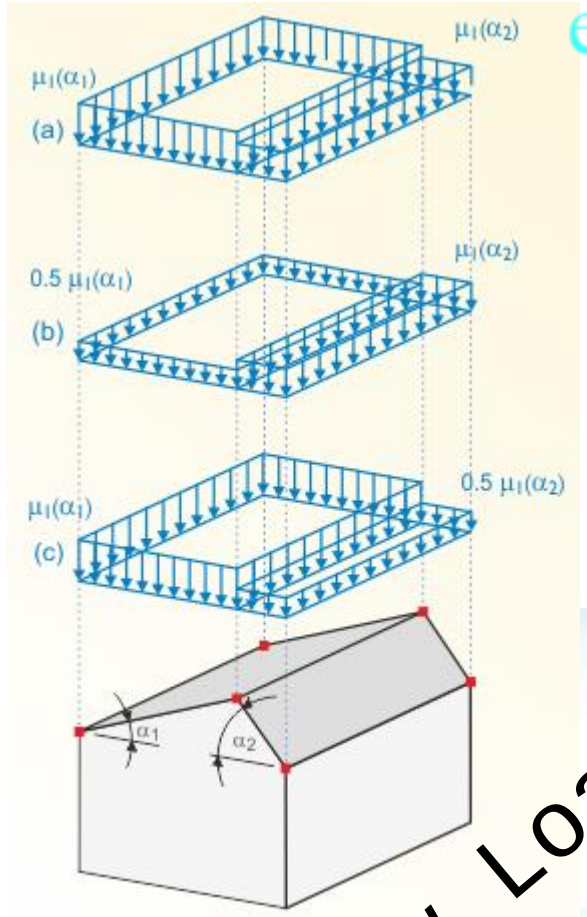
elmeomranelian.ir

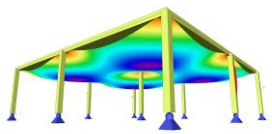
بارگذاری

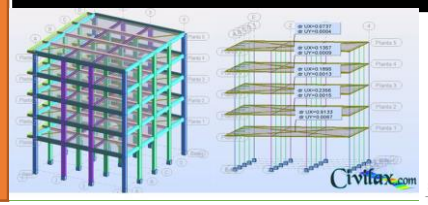
فصل دوم:
بار برف

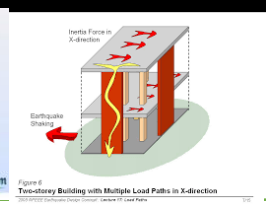
مدرس:
دکتر سعید تمدن

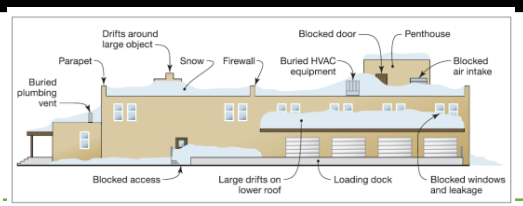
Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon











elmeomranelian.ir

بارگذاری

فصل دوم:
بار برف

مدرس:
دکتر سعید تمدن

مقدمه:

به طور کلی بارش برف و انباشته شدن آن بر روی بام، باعث ایجاد بار ثقلی بر روی سازه خواهد شد. این بار ثقلی در شرایط خاص می‌تواند بحرانی شود و باعث تخریب سازه گردد. مشهورترین خرابی ناشی از بار برف در ایران، ریزش سقف ترمینال فرودگاه مهرآباد در سال ۱۳۸۱ می‌باشد که در این حادثه دلخراش ۲۰ نفر کشته و افراد زیادی زخمی شدند.

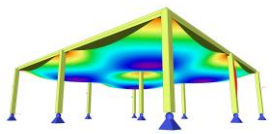
بار برف وارد بر سازه به چه عواملی وابسته است؟

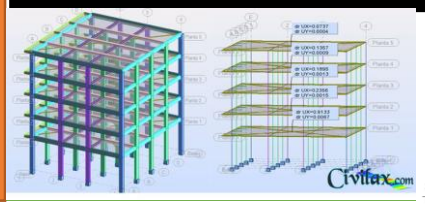
۱- موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی
۲-بافت شهری(تأثیر کنار هم قرار گرفتن ساختمان‌ها)
۳-شکل و کاربری ساختمان

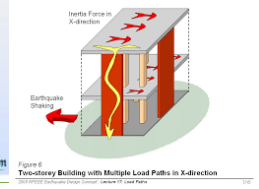
۱- موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی

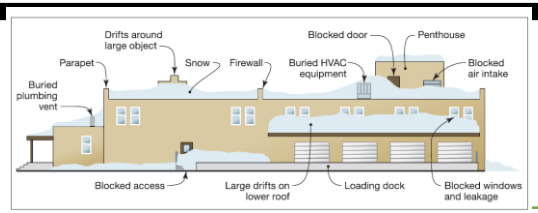
در مناطق سردسیر و کوهستانی، بارش برف بسیار بیشتر ار مناطق خشک و کویری رخ می‌دهد و در مناطق سردسیر، هم تعداد دفعات بارش برف بیشتر است و هم در هنگام بارش، حجم بیشتری از برف انباشته می‌شود. علاوه بر این موضوع در مناطق سردسیر، برف انباشته شده دیرتر ذوب می‌شود. آئین نامه مبحث ششم با انجام مطالعات آماری بر روی اطلاعات هواشناسی، مناطق کشور را از نظر میزان بارش برف تقسیم‌بندی می‌کند که در قسمت‌های بعد، به این موضوع پرداخته شده است.

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

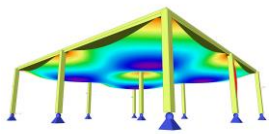
۲-بافت شهری(تأثیر کنار هم قرارگرفتن ساختمان‌ها)

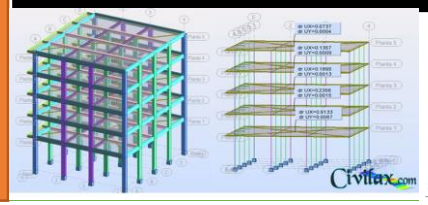
در بافت‌های شهری، ساختمان‌های کوتاهتر در معرض بار برف بیشتری نسبت به ساختمان‌های بلندتر بعلت وزش باد هستند. در واقع وزش باد موجب می‌شود مقداری از برف ساختمان بلندتر بر روی ساختمان کوتاهتر انباشته شود. بنابراین هرچه تراکم محیط شهری بیشتر باشد، فاصله ساختمان‌ها از هم کمتر شده و اثر این عامل بیشتر خواهد شد. البته باید به این نکته نیز توجه داشته باشیم که با متراکم شدن بافت شهری(نزدیک شدن ساختمان‌ها به یکدیگر)، سرعت باد موثر بر بام کاهش یافته و برف کمتری جابجا خواهد شد. آیین نامه اثر این دو عامل را در محاسبه بار برف در نظر می‌گیرد.

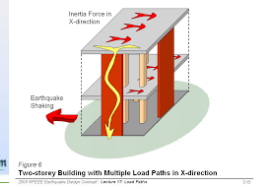
۳- شکل و کاربری ساختمان

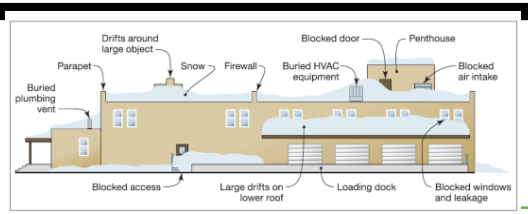
واضح است که احتمال لغزش برف بر روی بام‌های شیب‌دار و قوسی، بسیار بیشتر از بام‌های تخت می‌باشد. این لغزش باعث کاهش بار برف بام خواهد شد. هم‌چنین باید به این نکته توجه کنیم که گرم بودن داخل ساختمان نیز باعث زودتر ذوب شدن برف بام می‌شود. به عنوان مثال، حجم برف انباشته شده بر روی بام ساختمانی که فضای داخل آن همیشه گرم است، کمتر از ساختمانی نظیر سردخانه بوده که فضای داخلی آن همیشه دمایی زیر صفر دارد.

Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

۶-۷-۱ کلیات

ساختمان‌ها و سایر سازه‌های موضوع این مبحث باید برای بار برف طراحی شوند. برای این منظور پس از محاسبه بار برف بام، لازم است حالت‌های مختلف بارگذاری شامل بار برف متوازن و نامتوازن، برف بخشی، انباشتگی برف و برف لغزنده طبق الزامات این فصل در نظر گرفته شود.

۶-۷-۲ بار برف بام

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

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s \qquad (۶-۷-۱)$$

که در آن:

P_s = بار برف مبنا طبق بخش ۶-۷-۳

I_s = ضریب اهمیت بار برف طبق جدول ۶-۱-۲

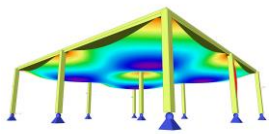
C_n = ضریب برف‌گیری طبق بخش ۶-۷-۴

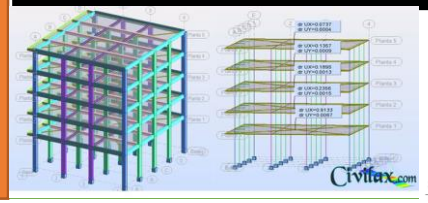
C_h = ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۶-۷-۵

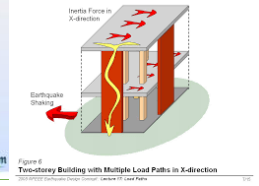
C_s = ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

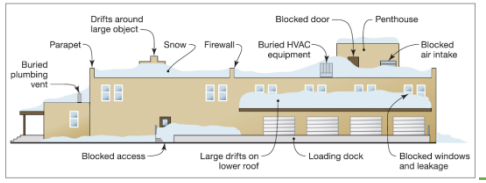
است

Snow Loads-Dr . Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

۶-۷-۳ بار برف مبنا

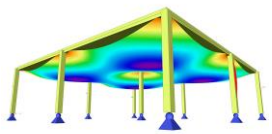
بار برف مبنا، S_g، باری است که بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال فراگذشت از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال).

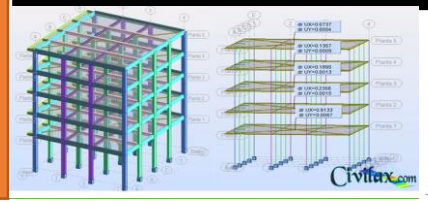
بار برف مبنا درمناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم‌بندی مشخص‌شده در جدول۶-۷-۱ یا در شکل پیوست ۶-۵، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

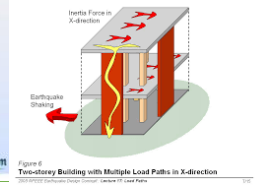
منطقه ۱- برف بسیار کم (نادر)	۰٫۲۵ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۲- برف کم	۰٫۵ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۳- برف متوسط	۱ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۴– برف زیاد	۱٫۵ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۵– برف سنگین	۲ کیلونیوتن بر مترمربع
منطقه ۶- برف فوق سنگین	۳ کیلونیوتن بر مترمربع

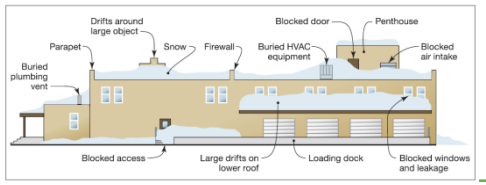
این بار را می‌توان با انجام مطالعات دقیق‌تر آماری برای منطقه مورد نظر نیز تعیین نمود، ولی نباید آن نباید کمتر از ۰٫۸ مقداربار منطقه مربوطه در نظر گرفته شود.

Snow Loads - Dr. Saeed Tamaddon



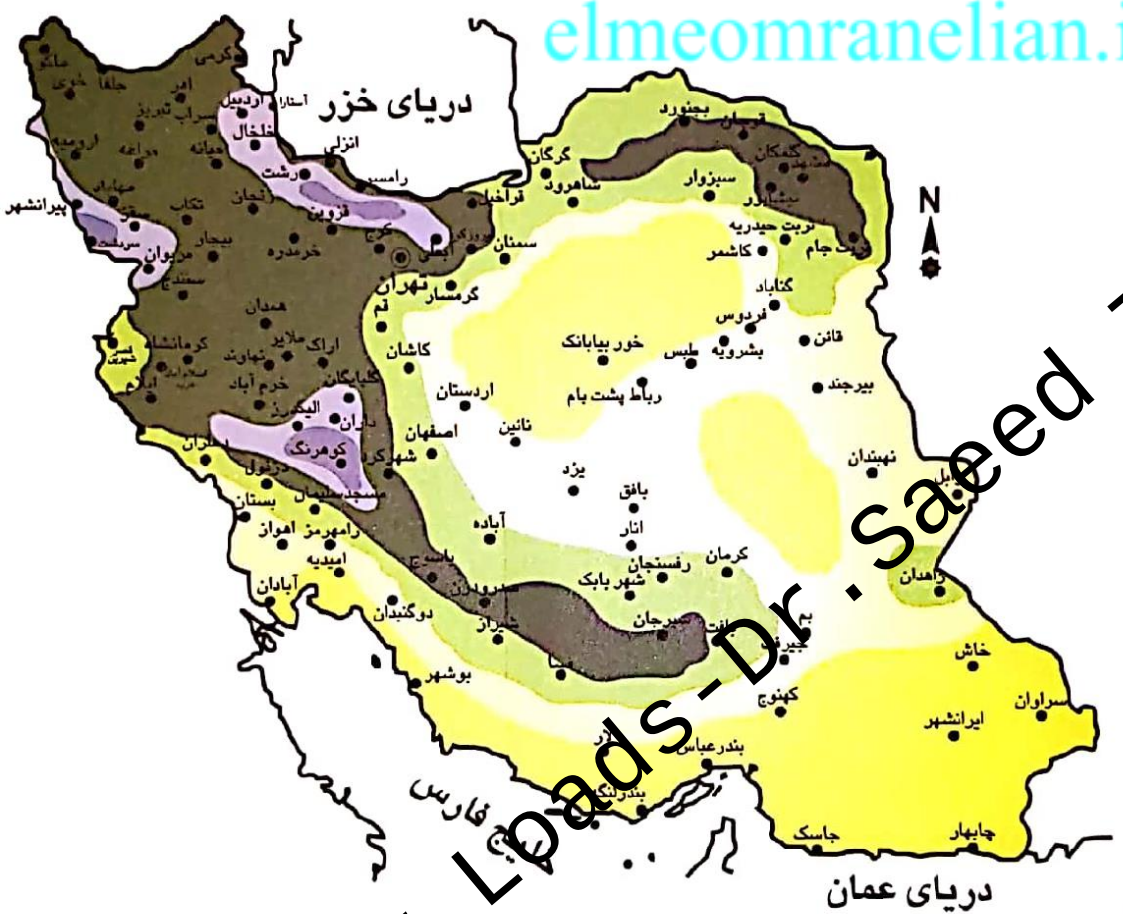






elmeomranelian.ir

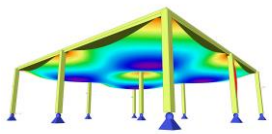
پیوست ۶-۵

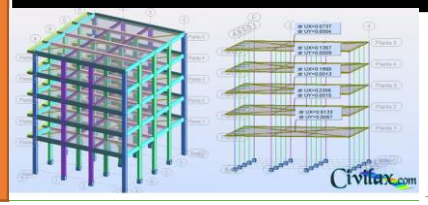


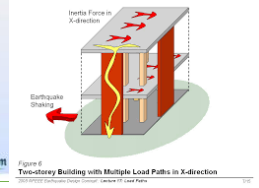
شکل ۶-۷-۱ تقسیم بندی مناطق کشور برای بار برف

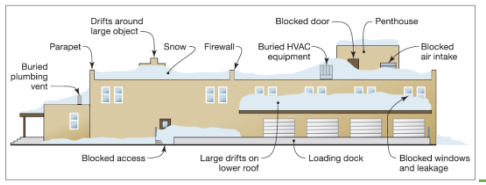
- منطقه ۱- مناطق با برف نادر
- منطقه ۲- مناطق با برف کم
- منطقه ۳- مناطق با برف متوسط
- منطقه ۴- مناطق با برف زیاد
- منطقه ۵- مناطق با برف سنگین
- منطقه ۶- مناطق با برف فوق سنگین

Snow Loads-Dr . Saeed Tamaddon









بارگذاری

فصل دوم:
بار برف

مدرس:
دکتر سعید تمدن

elmeomranelian.ir

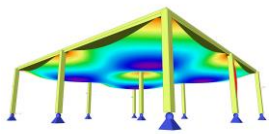
Snow Loads - Dr. Saeed Tamaddon

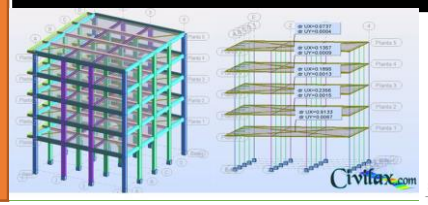
جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

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

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

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





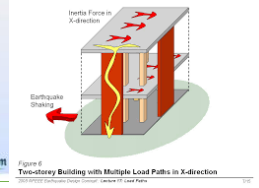
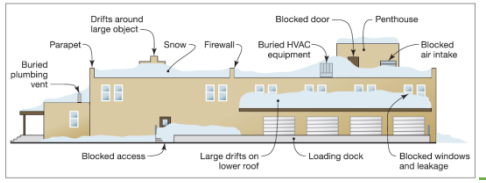


Figure 6
Two-story Building with Multiple Load Paths in X-direction



elmeomranelian.ir

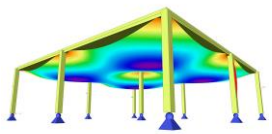
جدول ۶-۱-۱ گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، زلزله و یخ

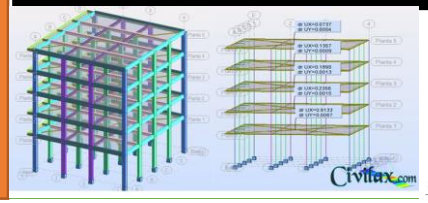
گروه خطرپذیری	نوع کاربری
۱	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که به عنوان تأسیسات ضروری [illegible] گردند و وقفه در بهره‌برداری از آن‌ها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود مانند بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، مراکز آتش‌نشانی و مراکز و تأسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تأسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تأسیسات انتظامی، مراکز کمک‌رسانی و به طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در امداد و نجات مؤثر باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آن‌ها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه‌مدت یا درازمدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تأسیساتی که محل ساخت یا نگهداری مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله‌های بسیارخطرناک 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 ملّی می‌گردد مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملّی و یا آثار پرارزش نگهداری می‌شود. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تأسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لیکن خرابی آن‌ها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش‌سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت یا هرگونه ساختمان یا تأسیساتی که محل ساخت یا نگهداری مقادیری از موادی مانند سوخت‌های خطرناک یا مواد شیمیایی یا زباله خطرناک یا مواد منفجره باشند.
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.

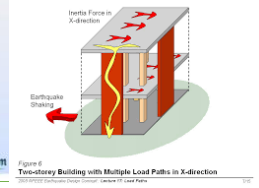
جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله

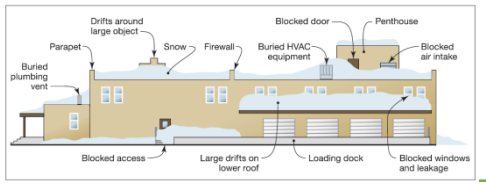
گروه خطرپذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بارزلزله، I_e	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ، I_i	ضریب اهمیت بار برف، I_s
۱	۱٫۴	۱٫۲	۱٫۲	۱٫۲
۲	۱٫۲	۱٫۱	۱٫۱	۱٫۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

۶-۷-۴ ضریب برف‌گیری

ضریب برف‌گیری، C_n، با توجه به اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف‌گیری بام ساختمان بر اساس جدول ۶-۷-۲، درنظر گرفته می‌شود. برای مناطق ۱ الی ۳ بار برف، این ضریب برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۶-۷-۲ ضریب برف‌گیری، C_n

نوع ناحیه	بام برف‌ریز	بام نیمه برف‌گیر	بام برف‌گیر
پرتراکم	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۱
باز	۰٫۸	۰٫۹	۱٫۰

نوع ناحیه که در جدول ۶-۷-۲ برای تعیین ضریب برف‌گیری استفاده می‌شود، باید بیانگر شرایط پیش‌بینی‌شده در دوره عمر مفید ساختمان مورد نظر باشند. برای هر جهت باد، نوع ناحیه بر اساس مشخصات هریک از دو قطاع ۴۵ درجه در دو طرف جهت مورد نظر باد تعیین و هرکدام که بیشترین اثر را دارد، انتخاب می‌شود. دو ناحیه به صورت زیر تعریف می‌شوند:

ناحیه پرتراکم- مناطق با تراکم ساختمانی شهری یا در مجاورت جنگل‌های انبوه شامل ناهمواری و موانع متعدد و متراکم با ارتفاع ۹ متر یا بیشتر

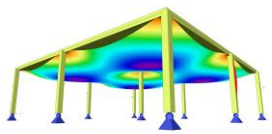
ناحیه باز- محدوده‌ای که در آن ساختمان‌ها، درختان یا موانع دیگر به صورت پراکنده قرار گرفته یا در مجاورت دریاچه، دریا، ساحل باز یا همراه با پوشش‌های گیاهی کم ارتفاع واقع شده است. ضمناً مناطقی که در آن‌ها تراکم ساختمان‌ها یا موانع یا ارتفاع آن‌ها شرایط ناحیه پرتراکم را نداشته باشند، مشابه ناحیه باز تلقی می‌شوند.

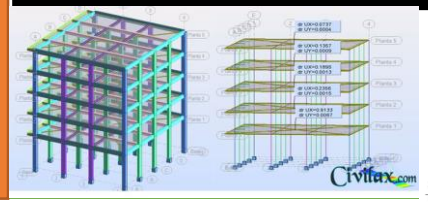
در جدول ۶-۷-۲، بام برف‌ریز بامی است که بالاتر از محیط اطراف می‌باشد و محافظتی از اطراف وجود ندارد. اگر واحدهای تأسیساتی بزرگ بر روی بام وجود داشته باشند یا ارتفاع دست‌انداز بام و سایر برجستگی‌ها از روی بام بیشتر از ارتفاع برف متوازن، $h_b = P_r/\gamma$، باشد، در این صورت آن بام نمی‌تواند در گروه بام برف‌ریز قرار گیرد. موانع اطراف ساختمان تا فاصله ده برابر h_o می‌توانند برای برف بام آن ساختمان محافظت ایجاد کرده و در آن صورت بام را نمی‌توان در گروه بام برف‌ریز دانست. h_o، فاصله قائم از روی پرتراکم‌ترین مانع تا روی بام می‌باشد. وزن مخصوص برف، γ، را می‌توان از رابطه ۶-۷-۲ محاسبه کرد.

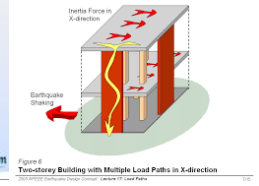
$$\gamma = 0.43 P_s + 2.2 \quad \text{kN/m}^3 \qquad (۶-۷-۲)$$

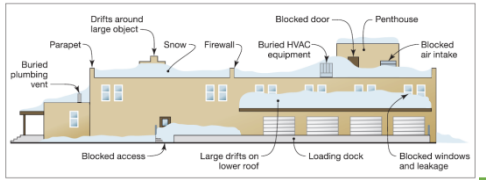
بام برف‌گیر بامی است که از تمام جوانب، پایین‌تر از موانع مجاور به آن و یا موانع اطراف می‌باشد. بام‌های غیربرف‌گیر و غیربرف‌ریز، بام‌های نیمه برف‌گیر محسوب می‌شوند.

Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon





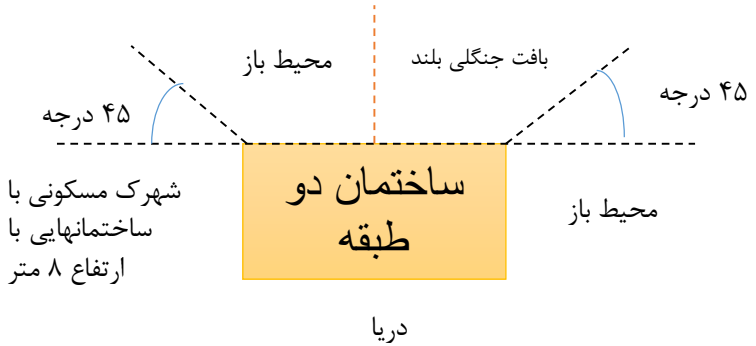




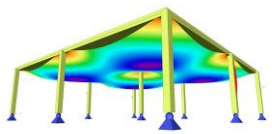
elmeomranelian.ir

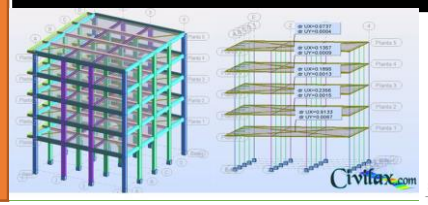
مثال۱:

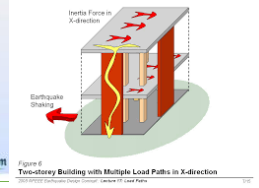
فرض کنید یک ساختمان دو طبقه در موقعیت زیر قرار دارد. در تعیین ضریب Cn، ساختمان در کدام گروه از ناهمواری قرار دارد؟

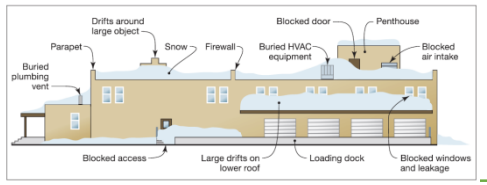


Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon

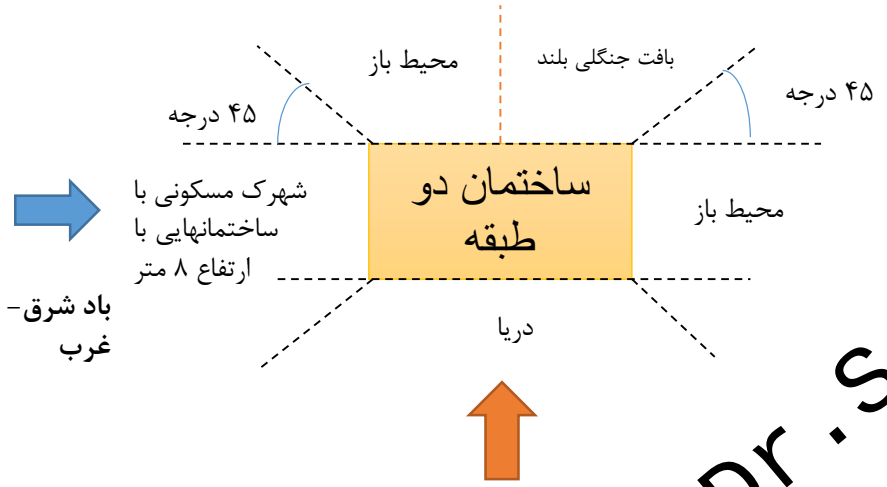








elmeomranelian.ir

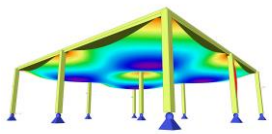


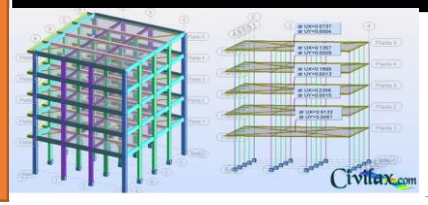
بافت متراکم‌تر در جهت شرق-غرب شهرک مسکونی با ساختمان‌های با ارتفاع ۸ متر است که ناهمواری باز محسوب می‌شود.

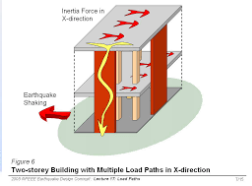
بافت متراکم‌تر در جهت شمال-جنوب بافت جنگلی بلند است که بافت با ناهمواری زیاد محسوب می‌شود.

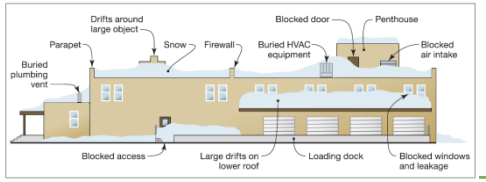
در مجموع بررسی دو امتداد برای وزش باد، بافت قالب ساختمان بافت جنگلی است که ناهمواری زیاد محسوب می‌شود.

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon







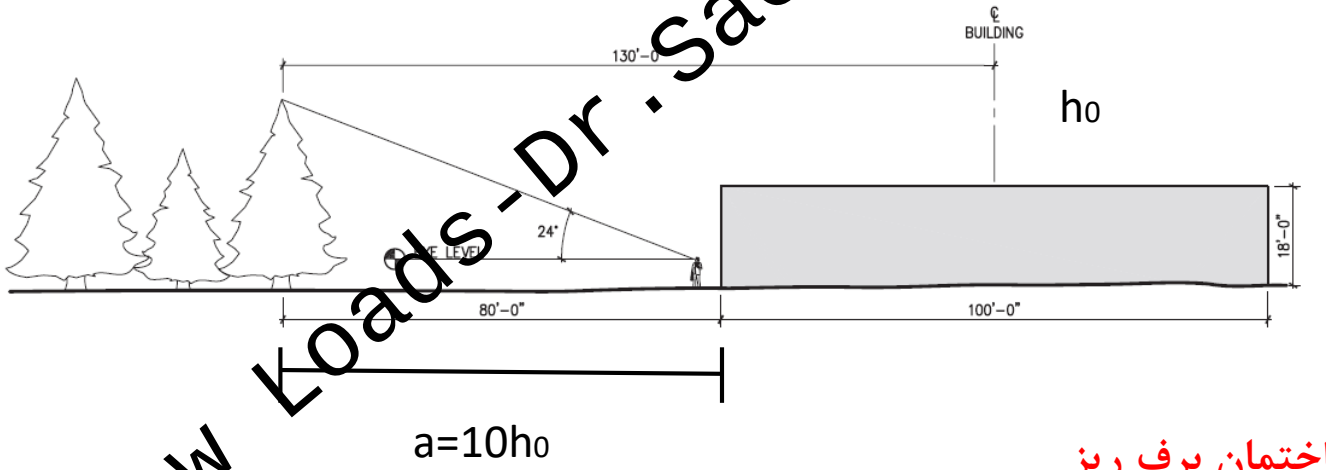


elmeomranelian.ir

میزان برف‌گیری بام

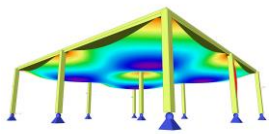
آیین نامه ساختمان‌ها را از نظر برف‌گیری به سه دسته **برف ریز**، نیمه برف گیر و **برف گیر** تقسیم می‌کند.

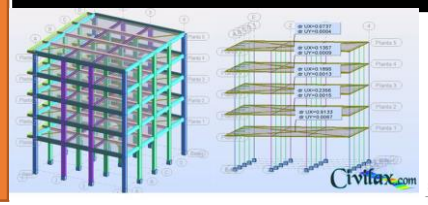
- **ساختمان برف ریز:** ساختمانی که در اثر وزش باد برف موجود بر روی بام آن، بر روی سطوح پایین‌تر ریخته و از هیچ ساختمانی برف نمی‌گیرد. در این حالت موانع بلندتر اطراف ساختمان باید به اندازه ۱۰ برابر h_0 (فاصله قائم از روی مانع بالاتر تا روی بام) از بام فاصله داشته باشند.

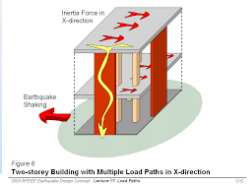


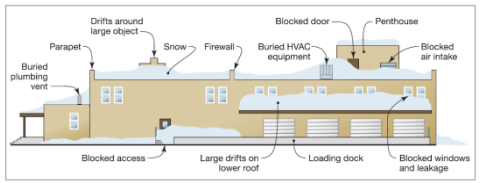
اگر a بزرگتر از $10h_0$ باشد ساختمان برف ریز خواهد بود البته در صورتی که شرط دوم نیز اقناع گردد.

Snow Loads - Dr . Saeed Tamaddon







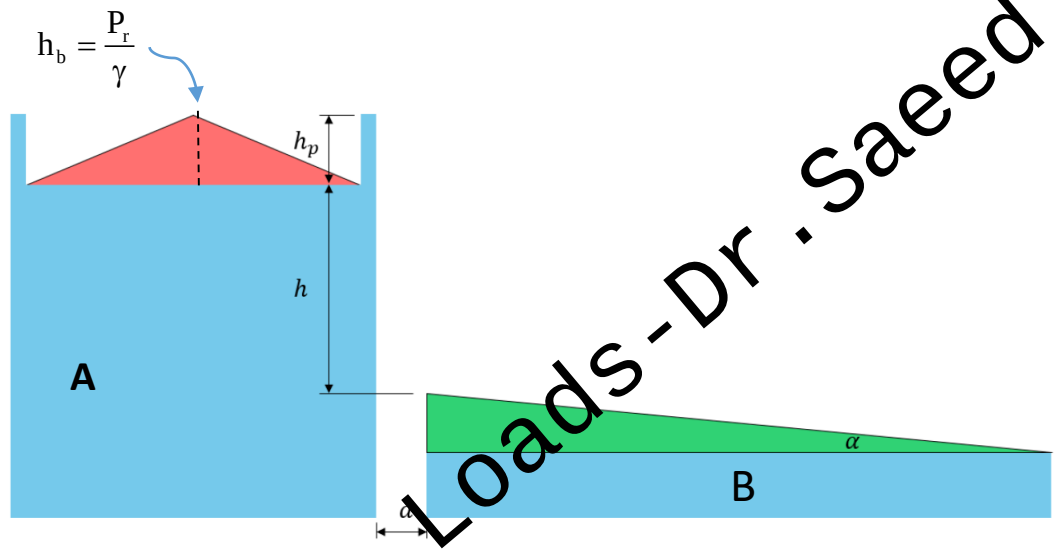


elmeomranelian.ir

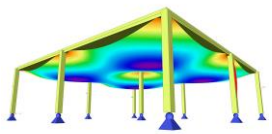
شرط دوم جهت تشخیص برف ریز بودن بام ساختمان:

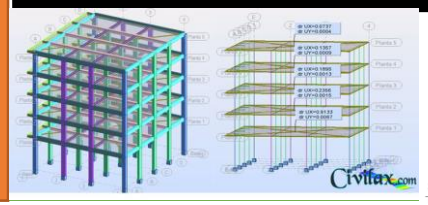
عواملی نظیر دست‌انداز و جانپناه موجود در بام و یا احداث واحدهای صنعتی بزرگ و همچنین سایر برجستگی‌های روی بام، می‌توانند از جابجا شدن برف جلوگیری کنند. مطابق مبحث ششم اگر ارتفاع این عوامل(hp) بیشتر از ارتفاع برف متوازن باشد، این عوامل جلوی حرکت برف را گرفته و در عمل نمی‌توان بام را برف ریز در نظر گرفت.

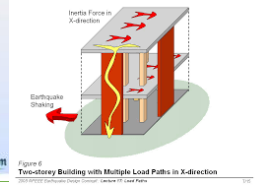
ارتفاع برف متوازن

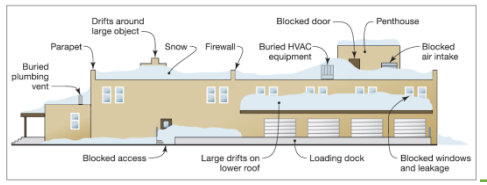


Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon





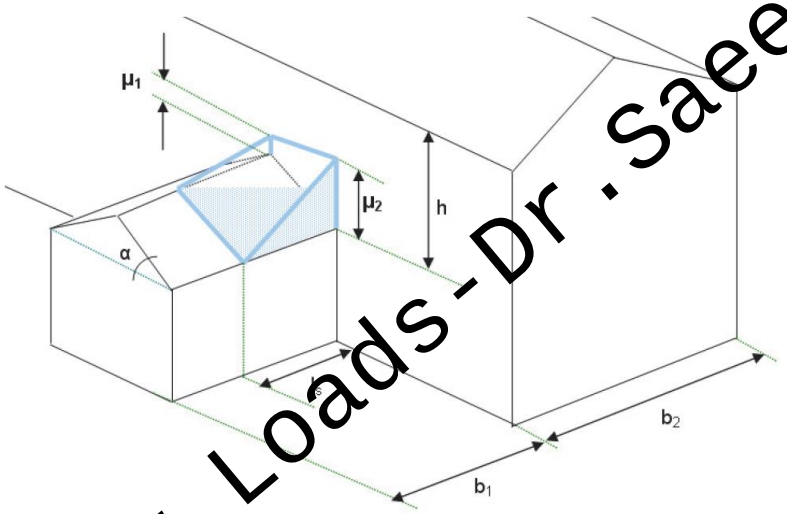


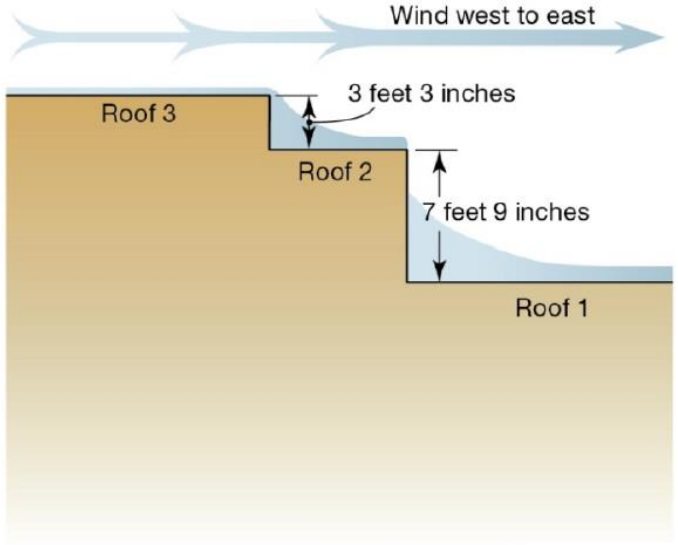


elmeomranelian.ir

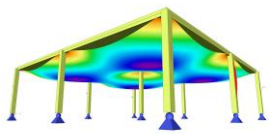
نکته:

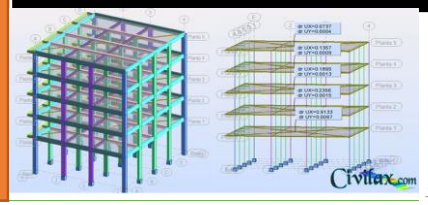
در محاسبه ضریب Cn، بدترین حالت که معادل با بیشترین مقدار برای ضریب Cn است، زمانی رخ می‌دهد که ساختمان برف‌گیر بوده و ناهمواری اطرافش زیاد باشد. از طرفی باید توجه شود در صورتی که بام ساختمان در چند ارتفاع قرار گیرد، ضریب برف‌گیری در هر قسمت از بام با وجود یکسان بودن ناهمواری محیط، بطور جداگانه محاسبه شده و متفاوت از سایر بام‌ها خواهد بود.

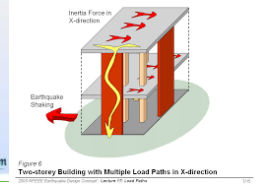


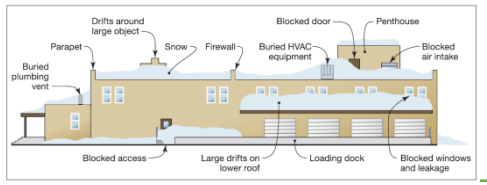


Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon





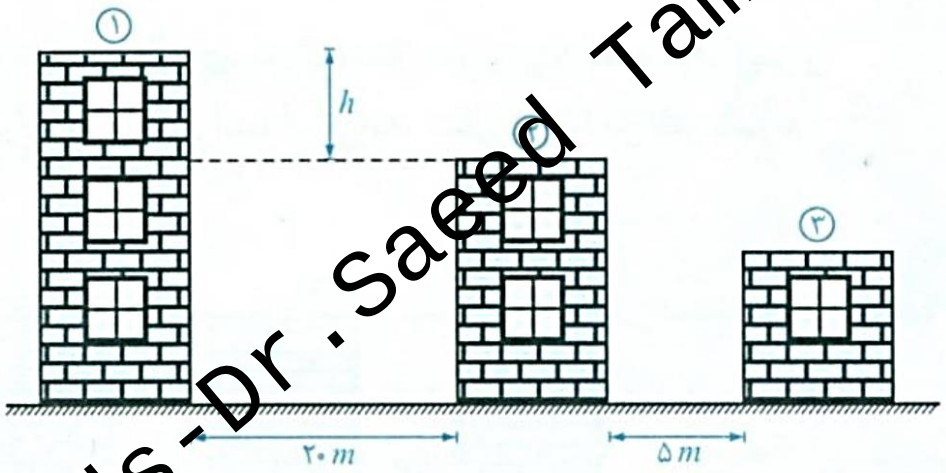




elmeomranelian.ir

مثال ۲:

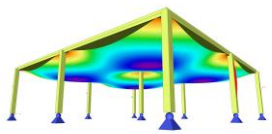
تمرین : در شکل مقابل که دو نما به ساختمان کنار هم در محوطهٔ یک کارگاه ساختمانی موجود است، h در چه محدوده‌ای باشد تا ساختمان شمارهٔ (۲) برف‌ریز محسوب شود؟ (ساختمان (۱) و (۲)، فاقد جان‌پناه هستند.)

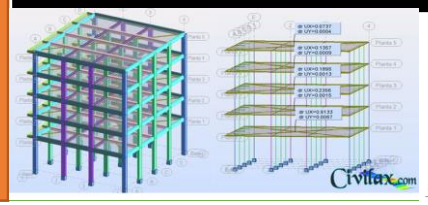


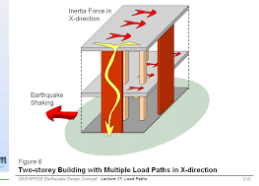
حل: شرط برف‌ریز بودن ساختمان (۲) آن است که از ساختمان (۱) بر روی آن برف نریزد و برای تحقق یافتن این شرط، مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، فاصله‌اش از ساختمان (۱) باید از $۱۰h$ بیشتر باشد و با توجه به این موضوع داریم:

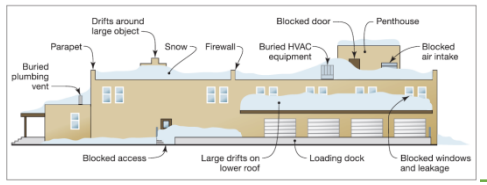
$$\text{فاصلهٔ ساختمان (۱) تا (۲)} > ۱۰h \Rightarrow ۲۰\,m > ۱۰h \Rightarrow ۰ < h < \ldots\,m$$

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

مثال ۳:

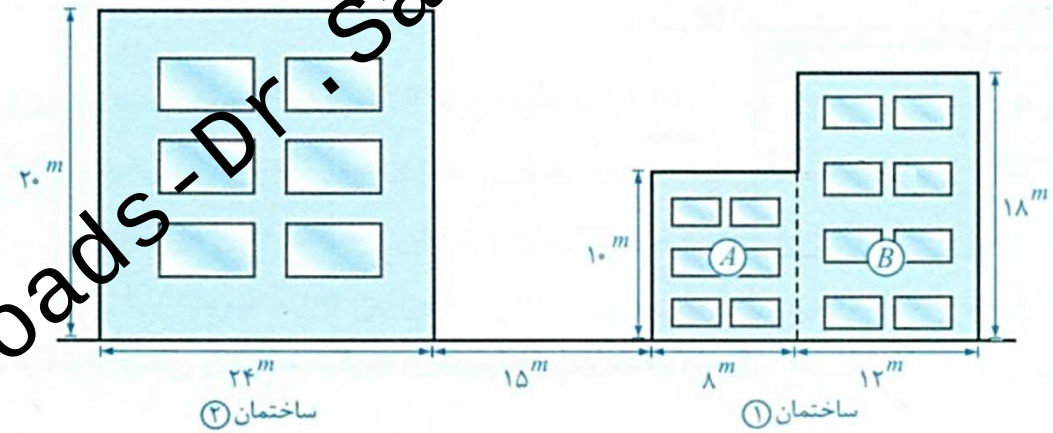
تمرین : دو ساختمان با مشخصات هندسی زیر در شهر اصفهان در محدودهٔ یک کارگاه ساختمانی باز قرار دارنـد:

(در صورت نیاز P_r برای ساختمان (۲) را در زمان حمل $0/63\ kN/m^2$ فرض کنید.)

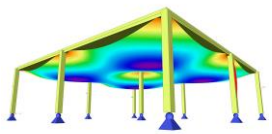
الف) وضعیت بام پایین‌تر در ساختمان (۱) چگونه است؟

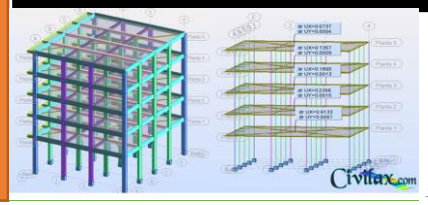
ب) وضعیت بام بالاتر در ساختمان (۱) چگونه است؟

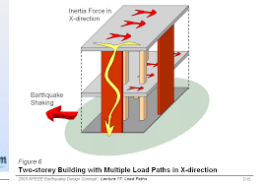
ج) اگر جان‌پناهی به ارتفاع $80cm$ بر روی ساختمان (۲) بسازیم آیا این جان‌پناه مانع برف‌ریز شـدن سـاختمان (۲) می‌شود؟

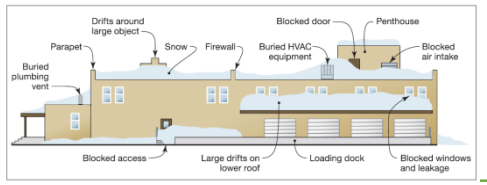


Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

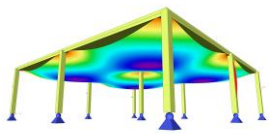
حل: به بررسی هر یک از موارد مطرح شده می‌پردازیم:

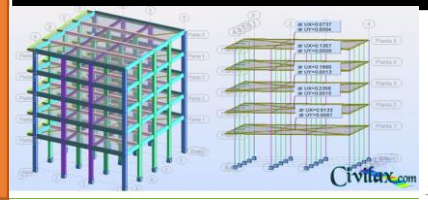
الف) همان‌طور که در شکل صورت سوال مشاهده می‌کنید، ساختمان شماره (۱) دارای بام‌های با ارتفاع متفاوت بوده و در این‌گونه ساختمان‌ها، شرایط برف‌ریزش و برف‌گیر بودن هر بام باید به‌طور جداگانه بررسی شود. بام کوتاه‌تر در قسمت A با توجه به نداشتن فاصله از بام بلندتر (در قسمت B) برف‌گیر است و این موضوع نیازی به کنترل کردن ندارد.

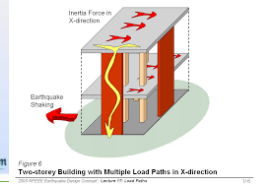
ب) باد ممکن است برف موجود در بام ساختمان شماره (۲) را بر روی بام قسمت B از ساختمان شمارهٔ (۱) بریزد. با توجه به این‌که اختلاف ارتفاع این دو بام $۲m$ $(۱۸-۲۰=۲m)$ و فاصلهٔ دو ساختمان $۲۳m$ $(۸+۱۵)$ می‌باشد و این عدد بیشتر از $۱۰h_c = ۲۰m$ است، در نتیجه بام قسمت B را می‌توانیم برف‌ریز در نظر بگیریم.

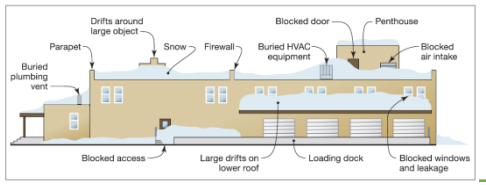
ج) همان‌طور که گفتیم اگر بام ساختمان دارای جان‌پناه باشد و ارتفاع این جان‌پناه از ارتفاع برف متوازن بیشتر باشد، این جان‌پناه مانع برای ریزش برف محسوب شده و ساختمان برف‌ریز در نظر گرفته می‌شود. از طرفی برای به‌دست آوردن ارتفاع برف متوازن، مقدار بار برف متوازن را نیاز داریم که با توجه به صورت سؤال، آن را $P_r = ۰/۶۳\ kN/m^۲$ فرض می‌کنیم. هم‌چنین بار برف زمین برای شهر اصفهان $P_g = ۱\ kN/m^۲$ می‌باشد و داریم:

Snow Loads-Dr Saeed Tamaddon









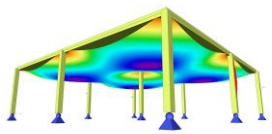
elmeomranelian.ir

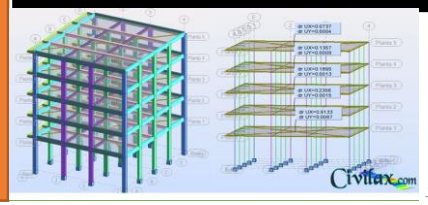
$$\begin{cases} \gamma = ۰/۴۳P_g + ۲/۲ = ۰/۴۳ \times ۱ + ۲/۲ = ۲/۶۳\ kN/m^۳ \\ h_b = \dfrac{P_r}{\gamma} = \dfrac{۰/۶۳}{۲/۶۳} = ۰/۲۴m \end{cases}$$

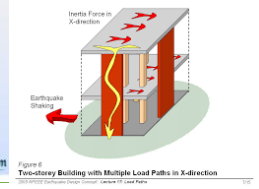
همان‌طور که مشاهده می‌شود ارتفاع جان‌پناه ($h = ۸۰cm$) از ارتفاع برف متوازن ساختمان (۲) بیشتر است و فرض برف‌ریز بودن ساختمان (۲) در حالت جدید صحیح نیست. از طرفی با توجه به این‌که ارتفاع ساختمان از موانع اطراف خود بیشتر است، این بام برف‌گیر نیز نبوده و نیمه‌برف‌گیر محسوب می‌شود.

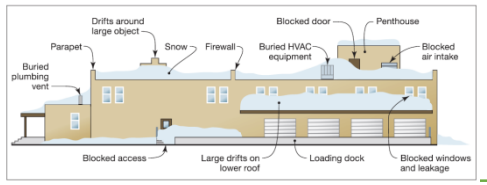
تذکر: از این تمرین می‌توان فهمید این نتیجه‌گیری که بام با ارتفاع بلندتر لزوماً برف‌ریز است، صحیح نبوده و باید ارتفاع موانع روی بام نیز مورد بررسی قرار گیرد.

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

۶-۷-۵ ضریب شرایط دمایی

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

جدول ۶-۷-۳ ضریب شرایط دمایی، C_h

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

۶-۷-۶ ضریب شیب

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

$$C_s = 1 \qquad \alpha \le \alpha_0 \qquad \text{(۶-۷-۳-الف)}$$

$$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} \qquad \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \qquad \text{(۶-۷-۳-ب)}$$

$$C_s = 0 \qquad \alpha \ge 70^\circ \qquad \text{(۶-۷-۳-پ)}$$

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

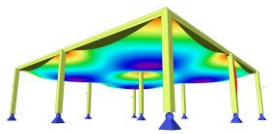
۶-۷-۶-۱ اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب‌دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای ریزش برف موجود باشد، مقدار α_0 برای $C_h=1$ برابر ۵ درجه، برای $C_h=1.1$ برابر ۱۰ درجه و برای مقادیر بیشتر C_h برابر ۱۵درجه خواهد بود. بام‌های لغزنده شامل پوشش‌های فلزی، سنگ‌ریزه، شیشه‌ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می‌باشند. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی‌توان صاف در نظر گرفت. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند.

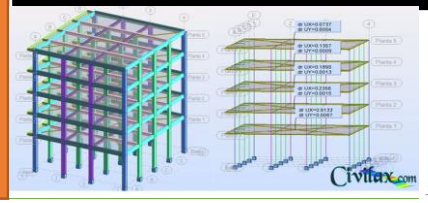
درصورت عدم وجود شرایط لغزنده یا مانع‌دار بودن بام، مقدار α_0 برای $C_h=1$ برابر ۳۰درجه و برای C_h های بیشتر برابر ۴۵ درجه می‌باشد.

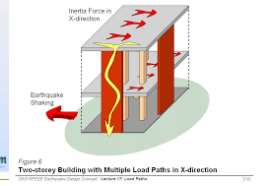
$$\text{For warm roofs } (C_t \le 1.0) \begin{cases} C_s = 1 & \text{for } 0 \le \theta < 30^\circ \\ C_s = 1 - \dfrac{\theta - 30^\circ}{40^\circ} & \text{for } 30^\circ \le \theta \le 70^\circ \\ C_s = 0 & \text{for } \theta > 70^\circ \end{cases}$$

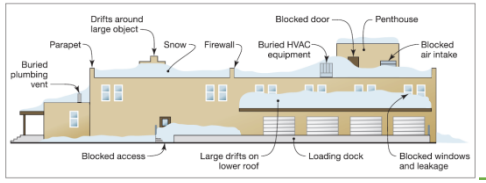
$$\text{For cold roofs } (C_t = 1.2) \begin{cases} C_s = 1 & \text{for } 0 \le \theta < 45^\circ \\ C_s = 1 - \dfrac{\theta - 45^\circ}{25^\circ} & \text{for } 45^\circ \le \theta \le 70^\circ \\ C_s = 0 & \text{for } \theta > 70^\circ \end{cases}$$

Snow Loads-Dr Saeed Tamaddon

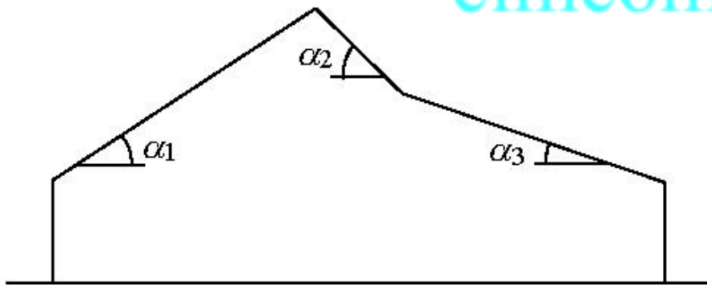


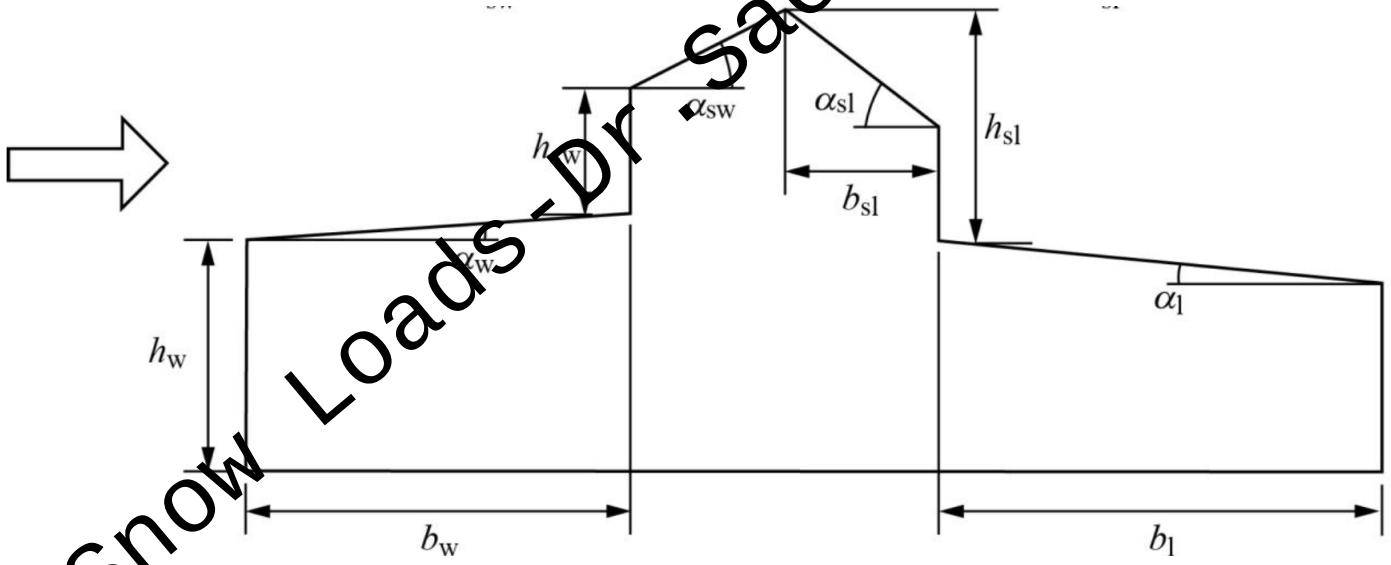




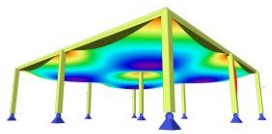


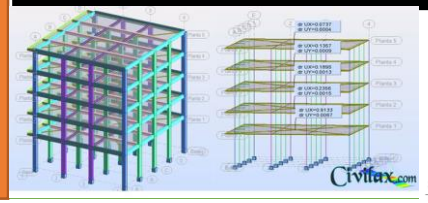
elmeomranelian.ir

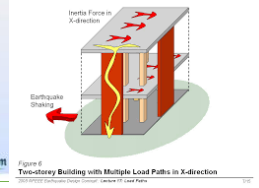


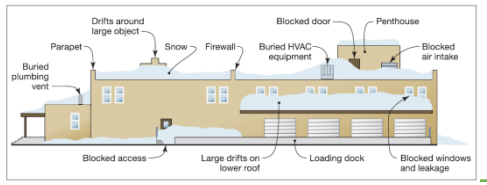


Snow Loads -Dr .Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

مثال ۴:

تمرین : در کدام‌یک از حالت‌های زیر، ضریب C_s در رابطهٔ $P_s = ۰/۷C_sC_tC_eI_sP_g$ کوچک‌تر در نظر گرفته می‌شود؟ (در هر چهار گزینه، فرض کنید مانعی برای ریزش برف وجود ندارد.)

۱) سقف افقی با پوشش آسفالتی که داخل آن همواره دمای زیر صفر درجهٔ سانتی‌گراد دارد.

۲) سقف با شیب $\alpha = ۱۰^\circ$ که بام آن پوشش فلزی داشته و دمای داخل آن همواره گرمایش مناسب دارد.

۳) سقف با شیب $\alpha = ۱۰^\circ$ که بام آن پوشش فلزی داشته و دمای داخل آن همواره کمی بالاتر از صفر درجهٔ سلسیوس است.

۴) سقف با شیب $\alpha = ۱۰^\circ$ که بام آن پوشش آسفالتی داشته و دمای داخل آن همواره کمی بالاتر از صفر درجهٔ سلسیوس است.

حل: در مقایسهٔ ضریب C_s در گزینه‌های فوق می‌توان گفت:

گزینهٔ ۱: در سقف مسطح ($\alpha = ۰$) C_s بیشترین مقدار را داشته و برابر یک است ($C_s = ۱$).

گزینهٔ ۲: در ساختمان‌هایی که گرمایش مناسبی دارند، اولاً $C_t = ۱$ می‌باشد و ثانیاً با توجه به آن‌که پوشش بام فلزی (پوشش لغزنده) و بدون مانع است، $\alpha_۰ = ۵^\circ$ است و در $\alpha = ۱۰^\circ$، مقدار C_s برابر است با:

$$\alpha_۰ < \alpha < ۷۰^\circ \Rightarrow C_s = ۱ - \frac{\alpha - \alpha_۰}{۷۰^\circ - \alpha_۰} = ۱ - \frac{\alpha - ۵^\circ}{۷۰^\circ - ۵^\circ} \xrightarrow{\alpha = ۱۰^\circ} C_s = \frac{۱۲}{۱۳}$$

گزینهٔ ۳: در ساختمانی که دمای آن همواره کمی بالاتر از صفر است، $C_t = ۱/۱$ بوده و داریم:

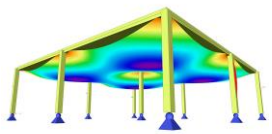
$$\text{پوشش فلزی (لغزنده) و بدون مانع} \Rightarrow \alpha_۰ = ۱۰^\circ \xrightarrow[C_s]{\text{روابط}} \alpha \le \alpha_۰ \Rightarrow C_s = ۱$$

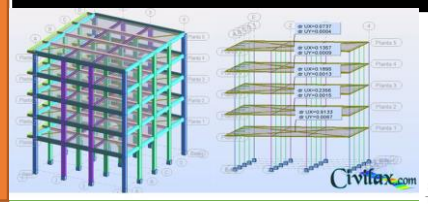
گزینهٔ ۴: مشابه با گزینهٔ (۳)، $C_t = ۱/۱$ بوده و داریم:

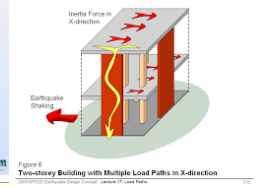
$$\text{پوشش آسفالتی (غیرلغزنده) و بدون مانع} \Rightarrow \alpha_۰ = ۴۵^\circ \xrightarrow[C_s]{\text{روابط}} \alpha \le \alpha_۰ \Rightarrow C_s = ۱$$

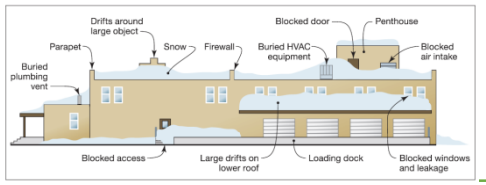
بنابراین در گزینهٔ (۲) با کمترین C_s روبه‌رو هستیم.

Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon





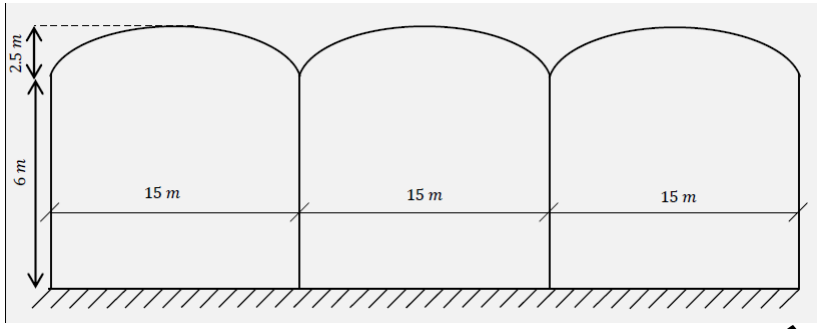




elmeomranelian.ir

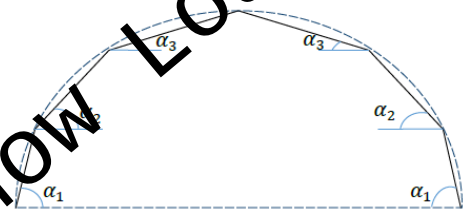
۶-۷-۶-۲ در بام‌های قوسی ضریب اثر شیب با توجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد. برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چند ضلعی درنظر گرفته شود و ضریب اثر شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق و بر طبق بند ۶-۷-۶ تعیین گردد. تعداد قطعات در هر نیمه قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد. برای قسمت‌هایی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

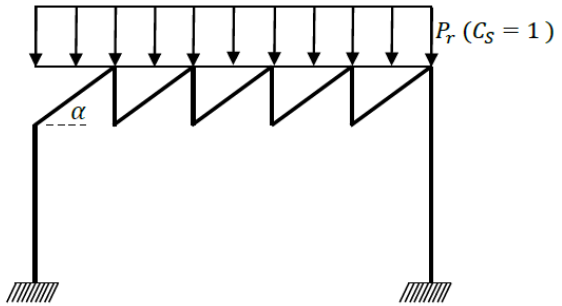
۶-۷-۶-۳ برای بام‌های کنگره‌ای و شیب‌دار دندانه‌ای مقدار ضریب شیب برای کلیه سطوح برابر یک خواهد بود.



ب) بام قوسی :

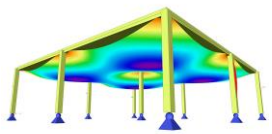
برای بام‌های قوسی نیز در گام اول هر نیم قوس را به چند ضلعی تنبدیل می‌کرده (حداقل ۳ ضلع) و برای هر ضیع باتوجه به شیب آن ضلع ضریب C_s همانند روال بام‌های مسطح محاسبه می‌گردد:

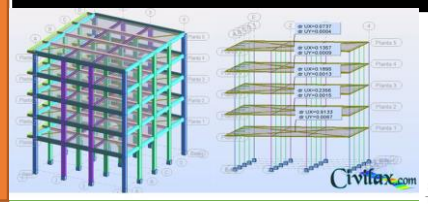


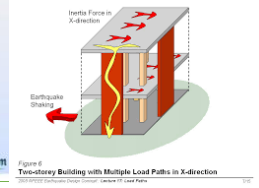


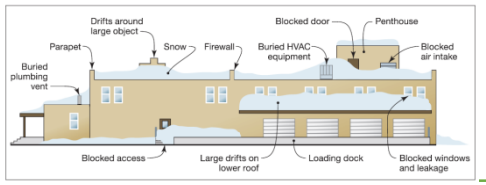
بارگذاری متوازن

Snow Loads - Dr . Saeed Tamaddon







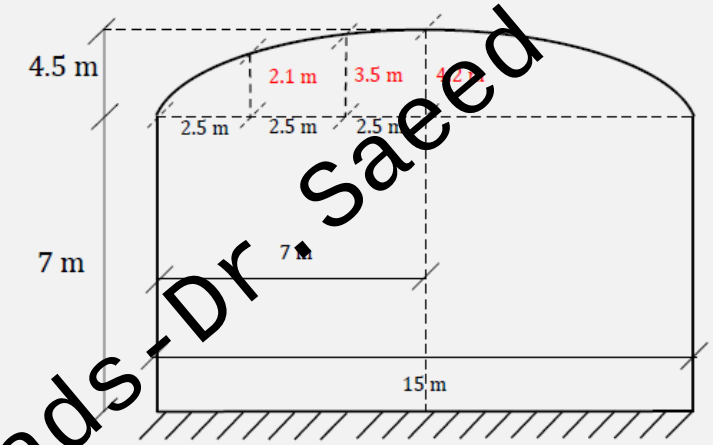


elmeomranelian.ir

مثال۵:

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

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



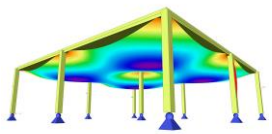
حل:

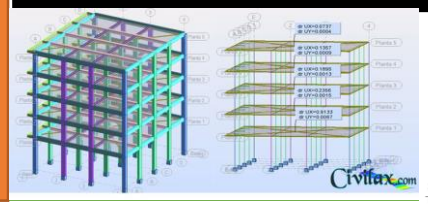
باتوجه به دمای مخزن:

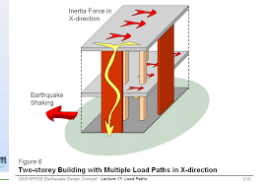
$C_t = 1.3$

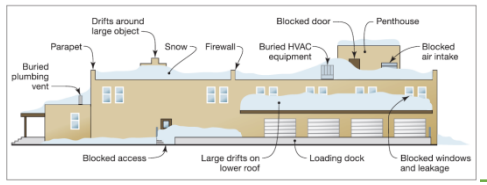
جهت محاسبه ضریب شیب (C_s) زوایای مخزن را در ۳ بازه محاسبه می‌کنیم:

Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon



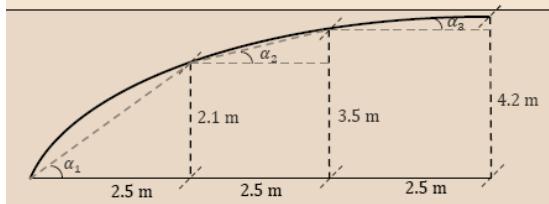






elmeomranelian.ir

Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon



$$C_t > 1.1 \longrightarrow \alpha_0 = 15^\circ$$

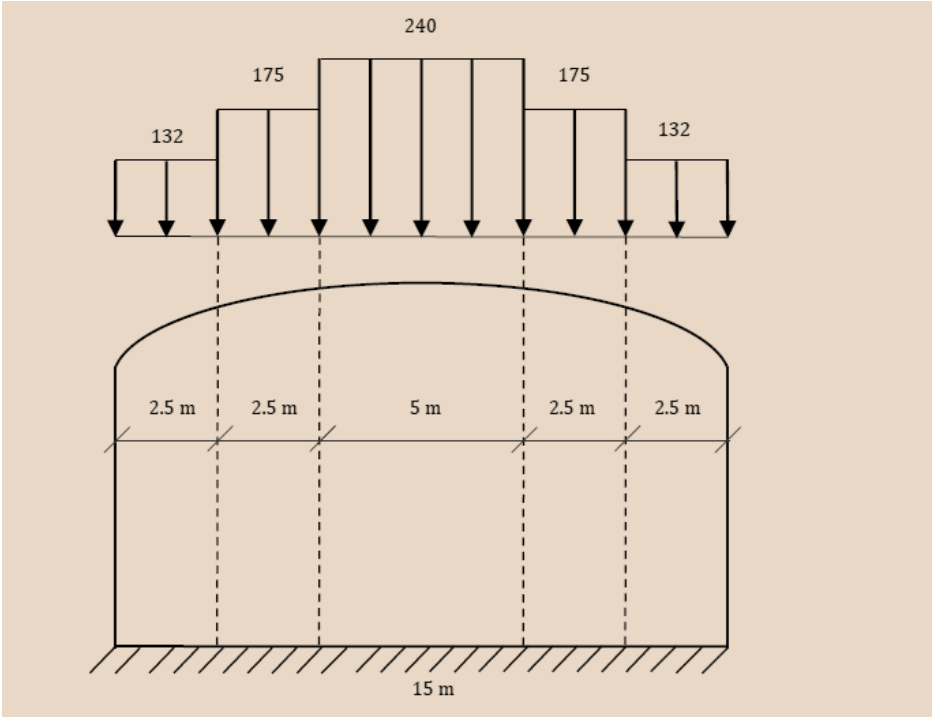
$$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{2.1}{2.5}\right) = 40 > \alpha_0 \longrightarrow C_s = 1 - \frac{40-15}{70-15} = 0.55$$

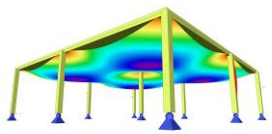
$$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{1.4}{2.5}\right) = 30^\circ > \alpha_0 \longrightarrow C_s = 1 - \frac{30-15}{70-15} = 0.73$$

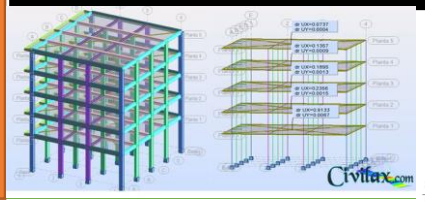
$$\alpha_3 = \tan^{-1}\left(\frac{0.7}{2.5}\right) = 15^\circ = \alpha_0 \longrightarrow C_s = 1$$

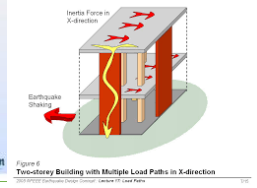
$$\longrightarrow P_r = 0.7 \times C_s C_t C_e I_s P_g = 0.7 \times 1.3 \times 1.3 \times \begin{Bmatrix} 0.55 \\ .73 \\ 1 \end{Bmatrix} \times 1.\ \times 200$$

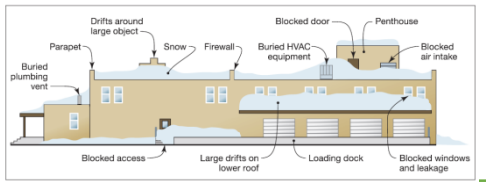
$$\longrightarrow P_r = \begin{Bmatrix} 132 \\ 175 \\ 240 \end{Bmatrix} \frac{kg}{m^2}$$





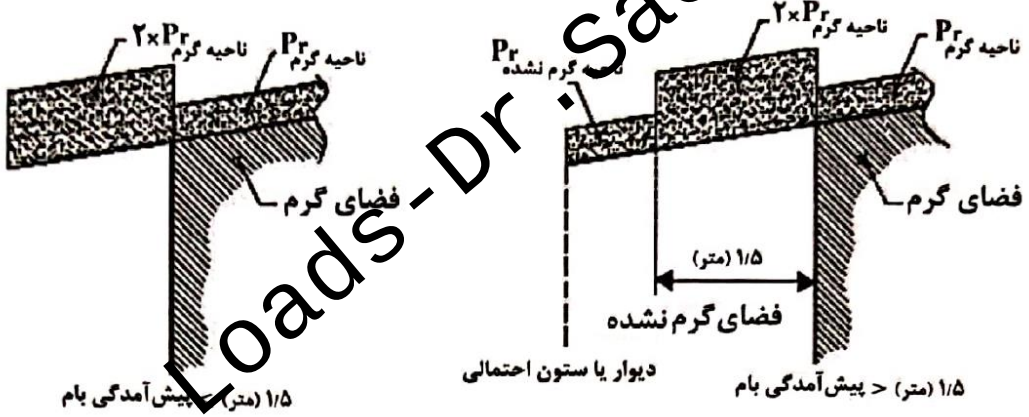






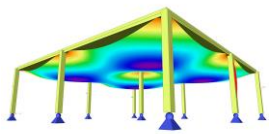
elmeomranelian.ir

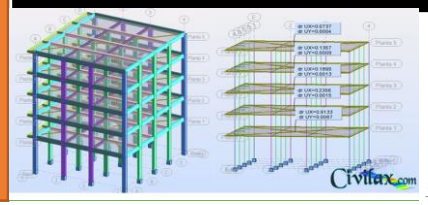
۶-۷-۶-۴ برای طراحی طره لبه پایین بام، که در آن امکان تجمع برف وجود دارد، مقدار P_r باید دو برابر شود. طول ناحیه تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی این طول مطابق شکل ۶-۷-۱ لازم نیست از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون بیشتر از ۱٫۵ متر درنظر گرفته شود. برای محاسبه P_r در این ناحیه، ضریب C_s برابر یک در نظر گرفته می‌شود، در صورتی که طول طره از ۱٫۵ متر بیشترباشد، در طول اضافی ضریب C_h بر اساس شرایط حرارتی این ناحیه محاسبه می‌شود.

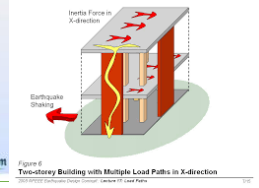


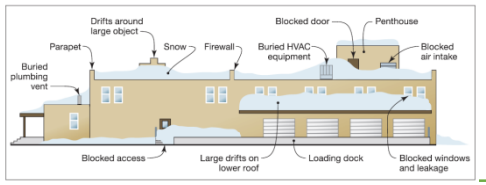
شکل ۶-۷-۱ مقدار بار برف بر روی طره لبه پایین بام

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon





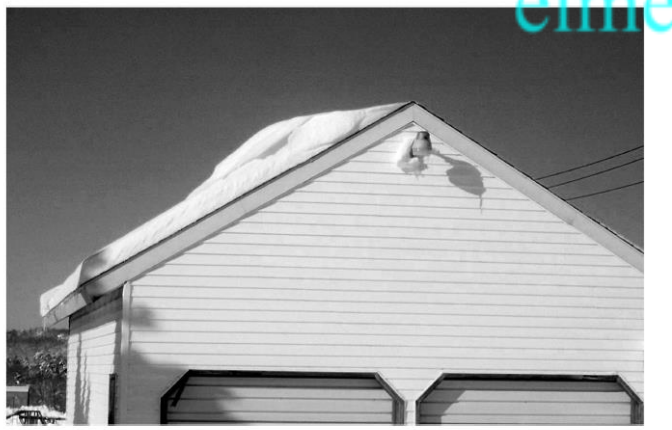


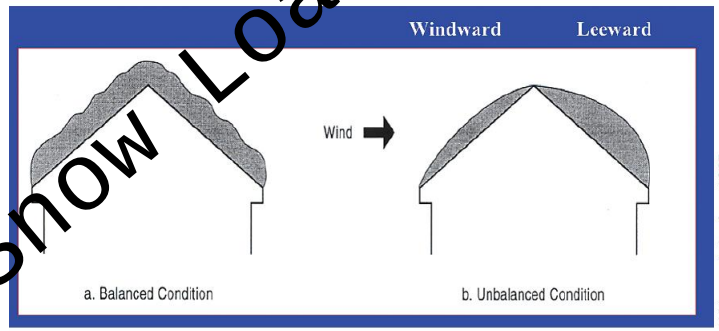


elmeomranelian.ir

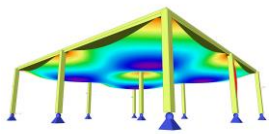
۶-۷-۷ بارگذاری‌های متوازن و نامتوازن

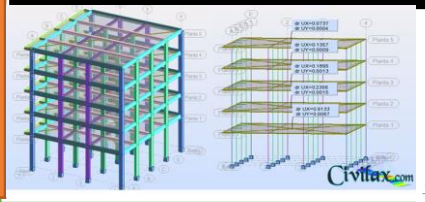
بارگذاری متوازن حالتی از بارگذاری برف بر روی بام ساختمان است که اثرات وزش باد یا نور خورشید، که باعث افزایش یا کاهش بار برف در بخش‌هایی از بام می‌شود را در نظر نمی‌گیرد. به واسطه وزش باد یا نور خورشید بر روی بام‌های شیب‌دار، امکان کاهش بارهای برف در وجوه رو به باد یا رو به خورشید و افزایش این بارها در نواحی پشت به باد وجود دارد. این موضوع موجب توزیع نامتوازن بار برف بر روی این نوع بام‌ها می‌شود. بنابراین علاوه بر بارگذاری متوازن برف، اثر بارگذاری نامتوازن برف نیز باید به طور جداگانه درنظر گرفته شود. در تعیین بار نامتوازن امکان وزش باد از تمام جوانب باید بررسی گردد. در نظر گرفتن حالت بار نامتوازن برف برای بام‌های تخت لازم نیست.

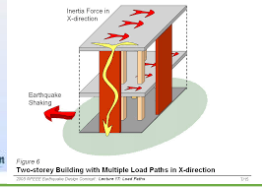


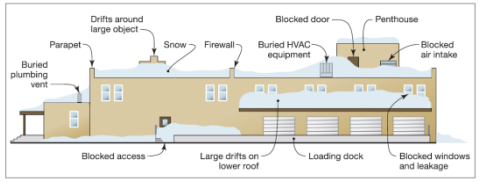


Snow Loads-Dr . Saeed Tamaddon





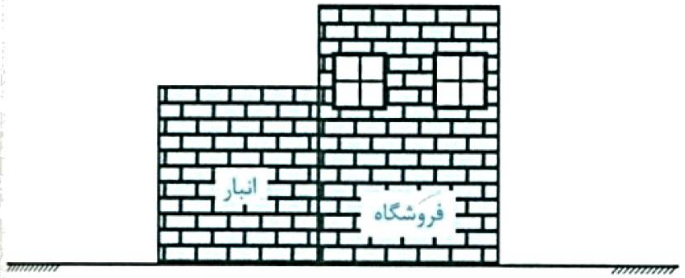




elmeomranelian.ir

مثال ۶:

تمرین : فروشگاه بزرگی به همراه یک انبار، جهت نگهداری کالاهای خود در مرکز شهر تهران قرار گرفته است و این مجموعه از سازه‌های اطراف برف نمی‌گیرد، بار برف متوازن این سازه را به‌دست آورید. (پوشش سقف از نوع آسفالت و انبار بدون گرمایش داخلی است.)



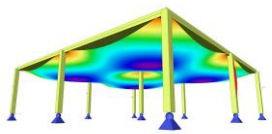
حل: برای تعیین بار برف متوازن این ساختمان (یعنی P_s)، گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

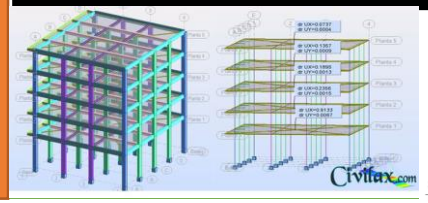
گام اول (تعیین بار برف زمین): مطابق جدول، شهر تهران در منطقهٔ ۴ با بارش برف زیاد قرار گرفته است، بنابراین $P_g = ۱/۵\ kN/m^۲$ در نظر گرفته می‌شود.

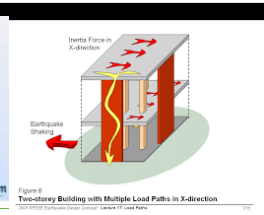
گام دوم (تعیین ضریب اهمیت ساختمان در بار برف): این ساختمان از دو قسمت با کاربری‌های متفاوت تشکیل شده است. بنابراین برای هر قسمت، باید ضریب اهمیت جداگانه‌ای تعیین شود. از طرفی فروشگاه‌های بزرگ در گروه خطرپذیری ۲ قرار دارند و ضریب بار برف آن‌ها ۱/۱ می‌باشد و انبارها در گروه خطرپذیری ۳ قرار می‌گیرند و دارای ضریب بار برف ۱ هستند.

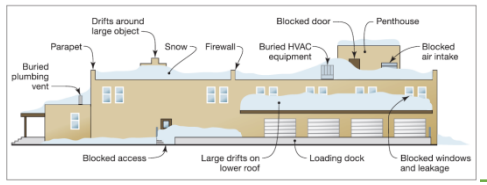
فروشگاه : $I_s = ۱/۱$ و انبار : $I_s = ۱$

Snow Loads - Dr. Saeed Tamaddon









Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon

گام سوم (تعیین ضریب برف‌گیری): با توجه به شکل صورت سؤال، این ساختمان از دو قسمت با ارتفاع‌های متفاوت ساخته شده است. با توجه به این‌که این مجموعه از سازه‌های اطراف برف نمی‌گیرد و انبار کوتاه‌تر از فروشگاه است، در مجموع مانع برای بام فروشگاه محسوب نمی‌شود و در نتیجه بام فروشگاه به‌عنوان بام برف‌ریز در نظر گرفته شده و بام انباری به عنوان بام برف‌گیر محسوب می‌شود. از سوی دیگر این مجموعه در منطقه شهری با ناهمواری زیاد قرار گرفته است و در مجموع می‌توان ضریب برف‌گیری فروشگاه را ۰/۹ و ضریب برف‌گیری انبار را ۱/۲ در نظر گرفت:

$C_e = ۰/۹$: فروشگاه (ناهمواری زیاد، بام برف‌ریز)

$C_e = ۱/۲$: انبار (ناهمواری زیاد، بام برف‌گیر)

گام چهارم (تعیین ضریب شرایط دمایی): با توجه به این‌که فضای داخل فروشگاه همیشه گرم است، ضریب دمایی آن یک در نظر گرفته می‌شود، هم‌چنین انبار بدون گرمایش بوده و ضریب دمایی آن ۱/۲ می‌باشد:

فروشگاه: $C_t = ۱$ و انبار: $C_t = ۱/۲$

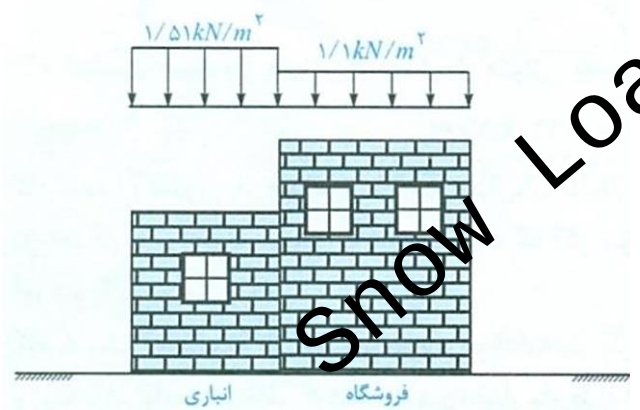
گام پنجم (تعیین ضریب شیب): ضریب شیب برای سقف‌های مسطح واحد است ($C_s = ۱$).

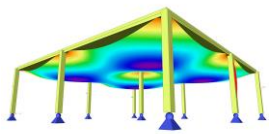
گام ششم (محاسبهٔ بار متوازن برف): مقدار بار متوازن برف برای فروشگاه و انبار، از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

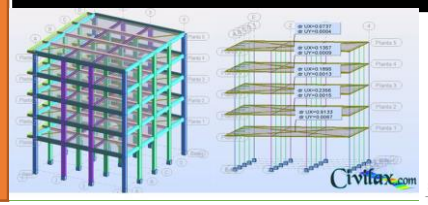
$$P_r = ۰/۷ C_s C_t C_e I_s P_g$$

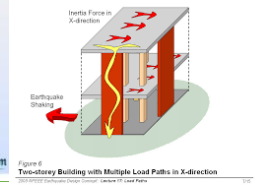
بار متوازن فروشگاه: $P_r = ۰/۷ \times ۱ \times ۱ \times ۰/۹ \times ۱/۱ \times ۱/۵ = ۱/۰۴ \; kN/m^۲$

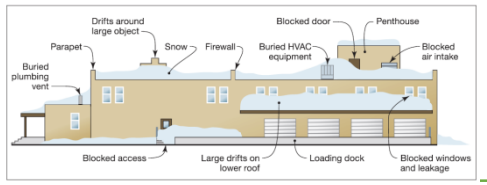
بار متوازن انبار: $P_r = ۰/۷ \times ۱ \times ۱/۲ \times ۱/۲ \times ۱ \times ۱/۵ = ۱/۵۱ \; kN/m^۲$







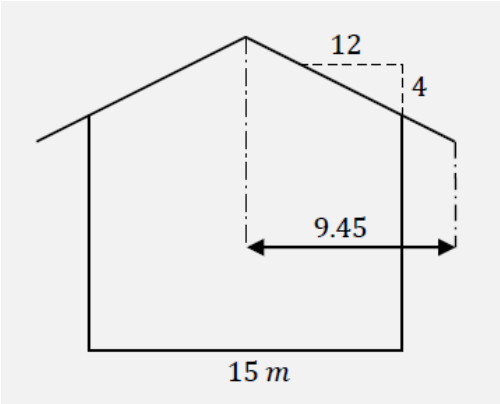




elmeomranelian.ir

مثال ۷:

ویلایی با سقف شیروانی در شهر انزلی که در نزدیکی ساحل قرار گرفته و مناطق اطراف آن باز است. توزیع بار برف متوازن بر روی این ساختمان را بدست آورید.(جنس سقف ورقه‌های سفالی غیر لغزنده می‌باشد.)



Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon

حل:

گام اول: تعیین بار برف زمین

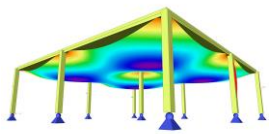
شهر انزلی منطقه ۴ محسوب می شود. بنابراین:

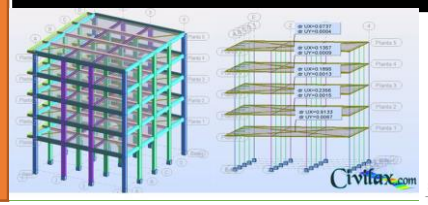
$$P_g = 1.5\ KN/m^2$$

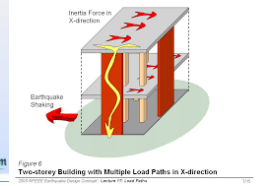
گام دوم: تعیین ضریب اهمیت بار برف

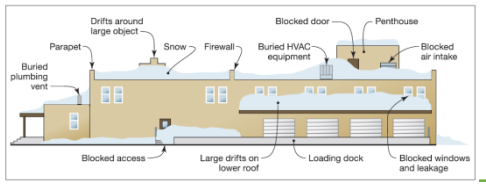
ساختمان مسکونی نقل از جدول ۶-۱-۱ و ۶-۲-۱ در گروه خطر پذیری ۳ قرار دارد بنابراین:

$$I_S = 1.0$$









elmeomranelian.ir

گام سوم: تعیین ضریب برف‌گیری

ساختمان در کنار دریا قرار گرفته و همچنین ذکر شده که اطراف آن باز است. بنابراین ساختمان برف ریز همراه با ناهمواری محیطی کم محسوب می‌گردد.

$$C_n = 0.8$$

گام چهارم: تعیین ضریب شرایط دمایی

ساختمان مسکونی دارای شرایط دمایی ۱,۰ می‌باشد.

$$C_h = 1.0$$

گام پنجم: تعیین ضریب شیب

با توجه به بند ۶-۷-۶-۱، غیر لغزنده بودن سقف و ضریب شرایط دمایی برابر ۱,۰ خواهیم داشت:

$$\alpha = \tan^{-1}(\frac{4}{12}) = 18.43^\circ \rightarrow C_s = 1.0$$

گام ششم: تعیین بار متوازن

$$P_r = 0.7 C_s C_h C_n I_s P_g = 0.7 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.8 \times 1.0 \times 1.5 = 0.84\ kN/m^2$$

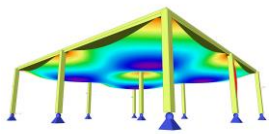
گام هفتم: محاسبه بار قسمت طره

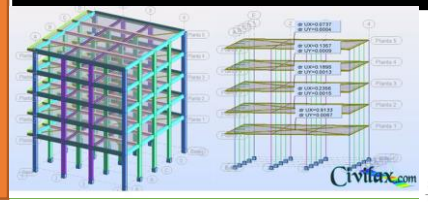
با توجه به بند ۶-۷-۶-۴ در طولی معادل با ۱,۵ متر بار متوازن برف دو برابر خواهد شد و در طول بیشتر از ۱,۵ متر شرایط گرم نشده حکم فرماست و Ch=1.2 خواهد بود.

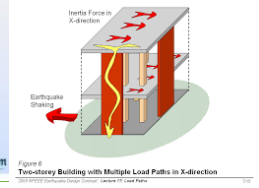
$$P_r' = 2P_r = 2 \times 0.84 = 1.68 kN/m^2$$

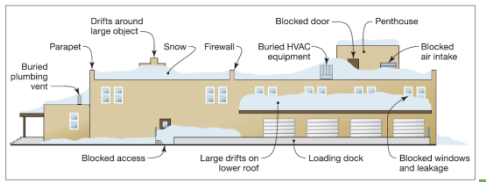
$$P_r' = 0.7 C_s C_h C_n I_s P_g = 0.7 \times 1.0 \times 1.2 \times 0.8 \times 1.0 \times 1.5 = 1.008\ kN/m^2$$

Snow Loads-Dr :Saeed Tamaddon







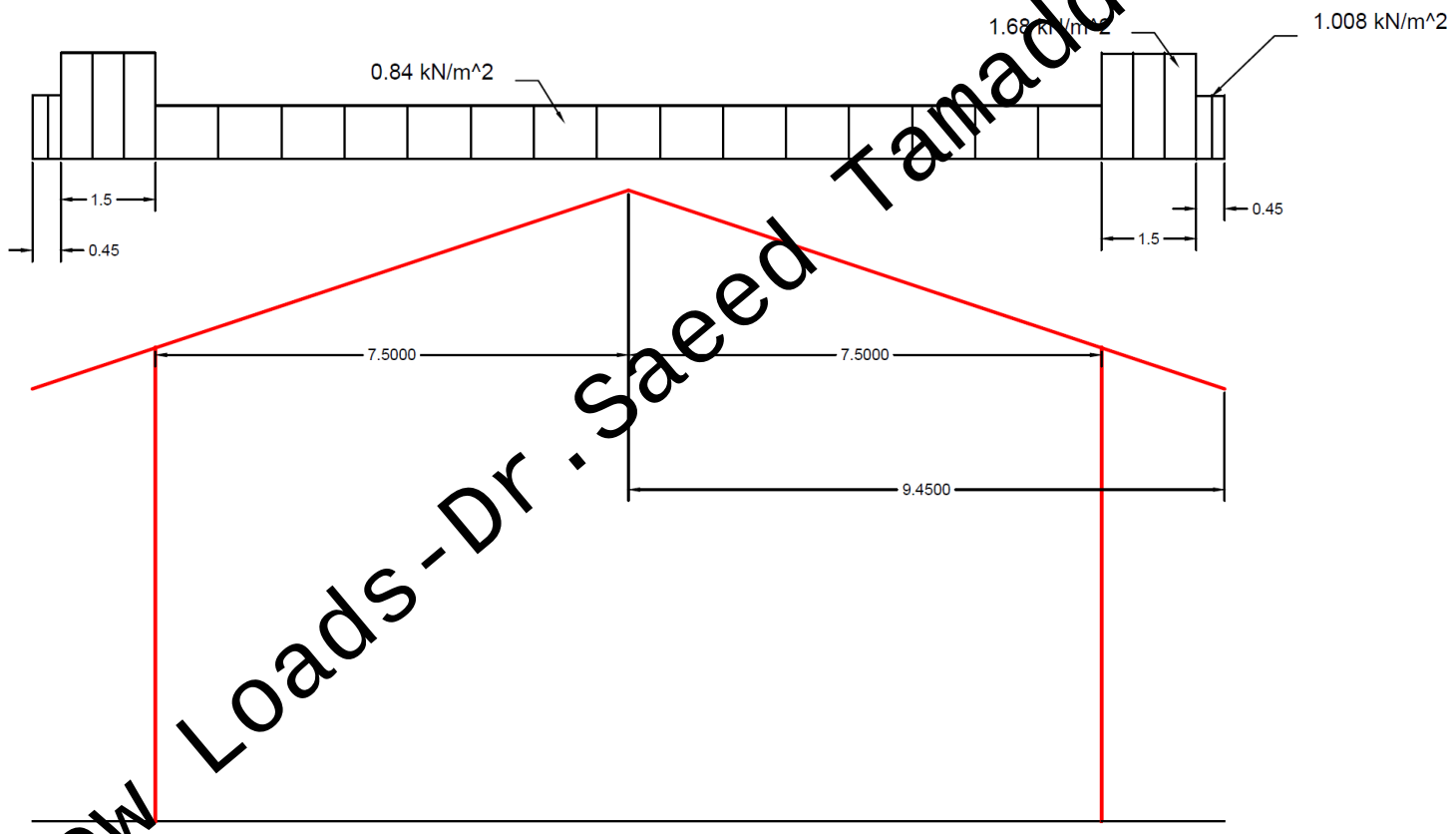


elmeomranelian.ir

بارگذاری

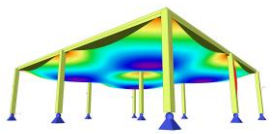
فصل دوم:
بار برف

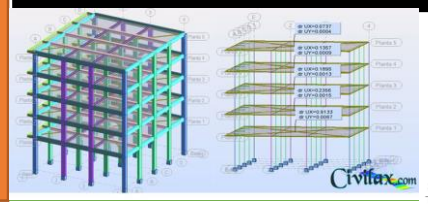
مدرس:
دکتر سعید تمدن

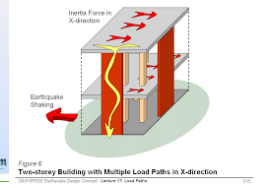


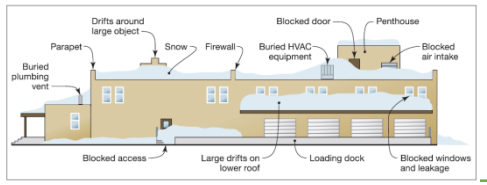
Balanced Snow Load

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

بار نامتوازن:

۶-۷-۱ بام‌های با شیب دو یا چند طرفه

برای بام‌های با شیب دو یا چند طرفه، بارگذاری متوازن و نامتوازن برف مطابق شکل ۶-۷-۲ انجام می‌شود. درنظر گرفتن بار نامتوازن برف برای بام‌های با شیب سقف کمتر از ۴٪ و شیب سقف بیشتر از ۶۰٪ لازم نیست.

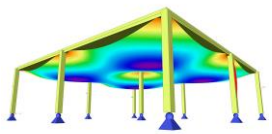
برای بام‌های با فاصله افقی بین تاج و پای شیب (W) کمتر از ۶ متر با تیرهای با لکه‌گاه ساده بین تاج و پای شیب، بار نامتوازن یکنواخت برف در قسمت پشت به باد مطابق شکل با شیب I_P و در قسمت رو به باد بدون بار برف درنظر گرفته شود.

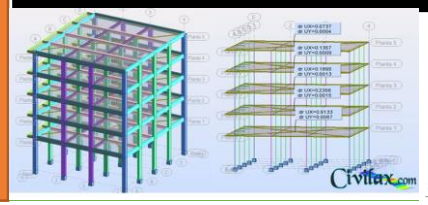
برای سایر بام‌ها، بار نامتوازن شامل بار گسترده $۰٫۳P_s$ در سمت بادگیر و در سمت پشت به باد P_s به اضافه سربار به شدت $\gamma h_d \sqrt{i}$ بر واحد سطح افقی و در فاصله افقی $\frac{۸}{۳}\frac{h_d}{\sqrt{i}}$ از تاج شیب به سمت پای شیب خواهد بود. i، بیانگر شیب سقف (تانژانت زاویه شیب) مطابق شکل می‌باشد. ارتفاع انباشت برف، h_d، بر حسب متر از رابطه زیر بدست می‌آید:

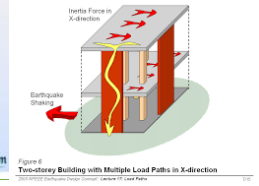
$$h_d = ۰٫۱۲\sqrt[۴]{l_u}\sqrt{۱۰۰P_s + ۵۰} - ۰٫۵ \qquad (۶-۷-۴)$$

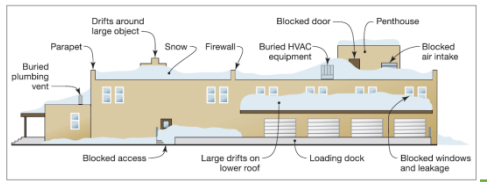
در رابطه فوق، l_u برابر با W در قسمت رو به باد بر حسب متر می‌باشد. چنانچه W کمتر از ۶ متر باشد، l_u برابر ۶ متر در نظر گرفته می‌شود.

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon

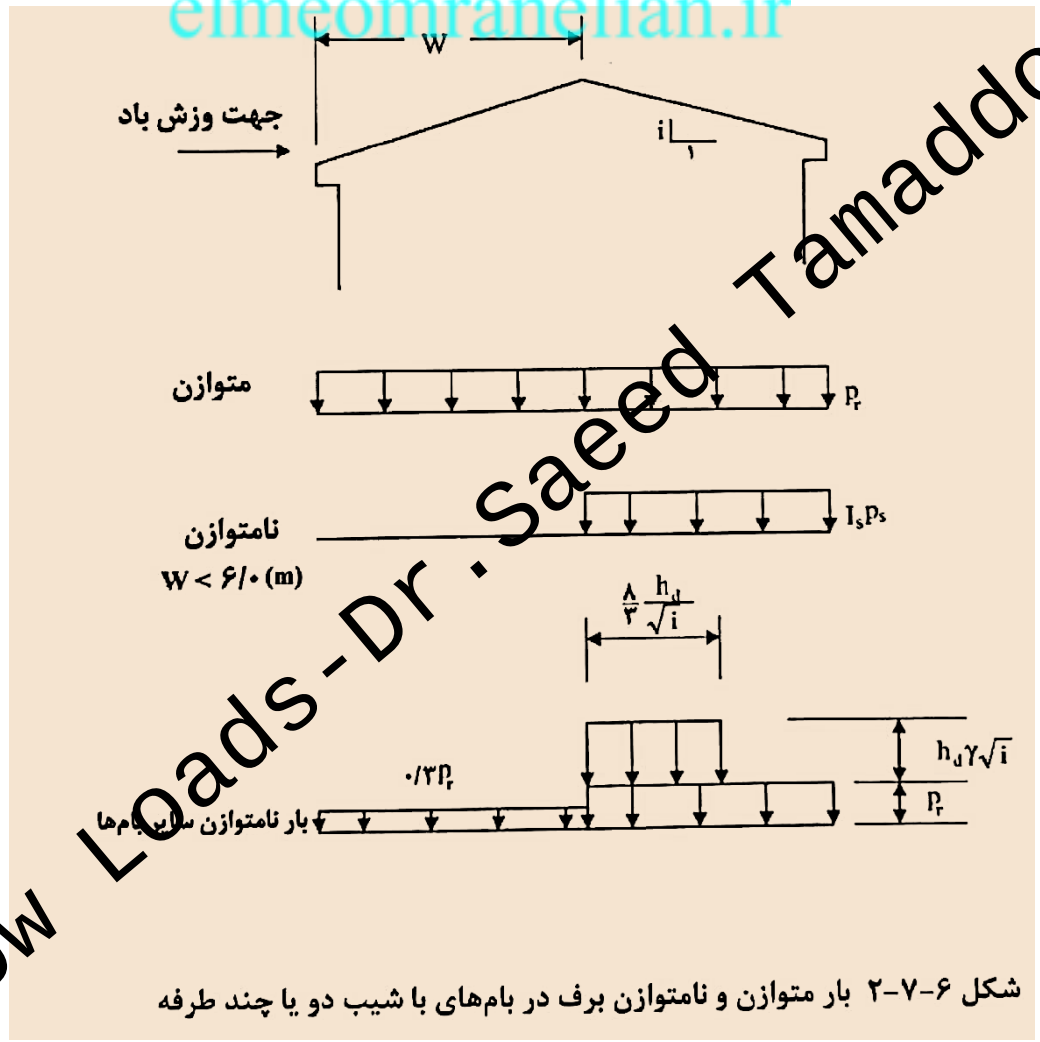






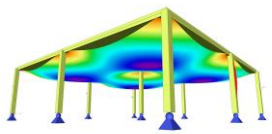


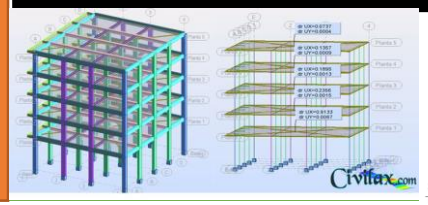
elmeomranelian.ir

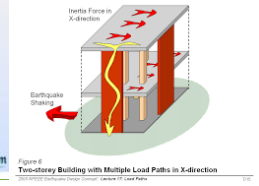


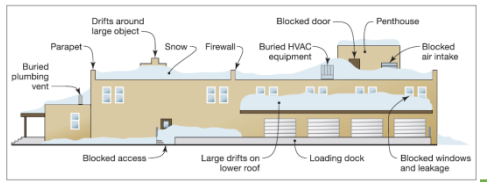
شکل ۶-۷-۲ بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های با شیب دو یا چند طرفه

Snow Loads-Dr . Saeed Tamaddon





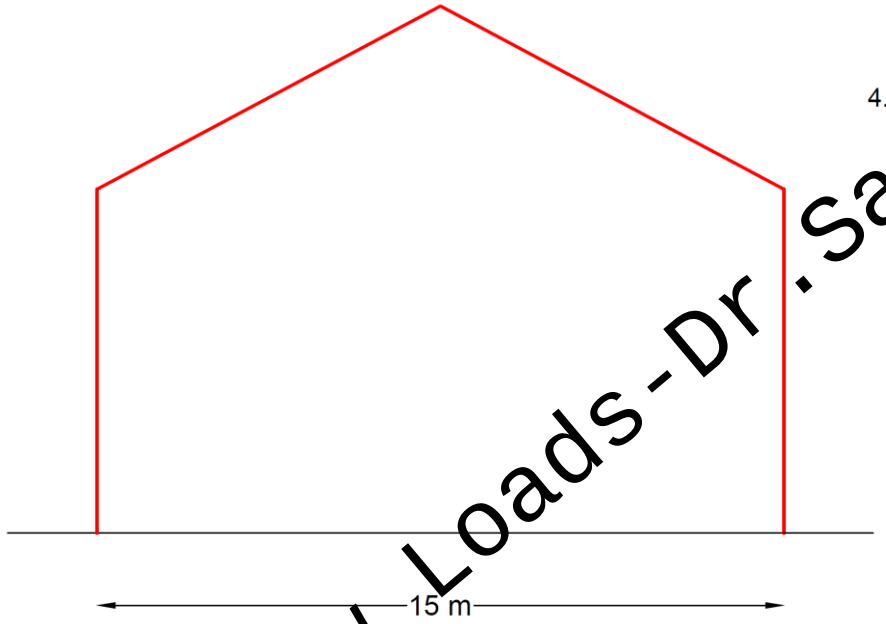




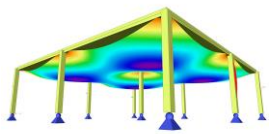
elmeomranelian.ir

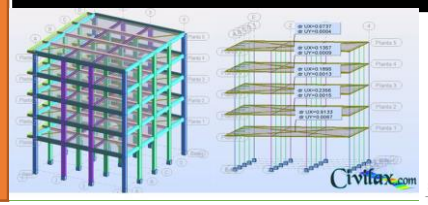
مثال ۸:

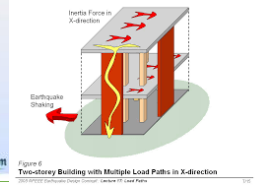
یک سوله صنعتی مطابق شکل زیر در یک صنعتی شیراز با پوشش سقف آجدار مد نظر می‌باشد. بارگذاری متوازن ونامتوازن برف برای سقف این سالن را محاسبه نمایید.(شهر صنعتی مذکور دارای تراکم کم می‌باشد و سوله مذکور از ساختمانهای اطراف برف نمی گیرد.)

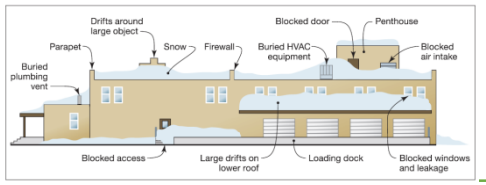


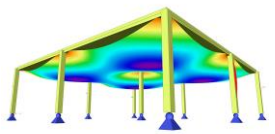
Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon











elmeomranelian.ir

گام اول (تعیین بار برف متوازن)

$P_S = 1.0\ KN/m^2$ ← بار برف متوسط ← منطقه ۱ ← ج ۶-۷-۱ ← ساز

گام دوم (تعیین ضریب اهمیت بار برف)

$I_S = 1.0$ ← گروه خطرپذیری ۳ ← ج ۶-۱-۲ ← سوله ← سازمان صنعتی

گام سوم (تعیین ضریب برف نیمه

برای مناطق ۱ الی ۳ ضریب C_n ← بند ۶-۷-۴

$C_n = 1.0$

گام چهارم (تعیین ضریب سایبان)

$C_h = 1.0$

گام پنجم (تعیین ضریب شیب)

$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4}{7.5}\right) = 28.07^\circ$

$\alpha_0 = 30^\circ$ ← پوشش غیرلغزنده سقف ← $C_h = 1.0$ ← بند ۶-۷-۶-۱ باتوجه به

$\alpha = 28.07^\circ < \alpha_0 = 30^\circ \rightarrow C_S = 1.0$

گام ششم (محاسبه بار متوازن)

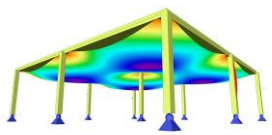
$$P_r = 0.7\, C_S\, C_h\, C_n\, I_S\, P_S$$

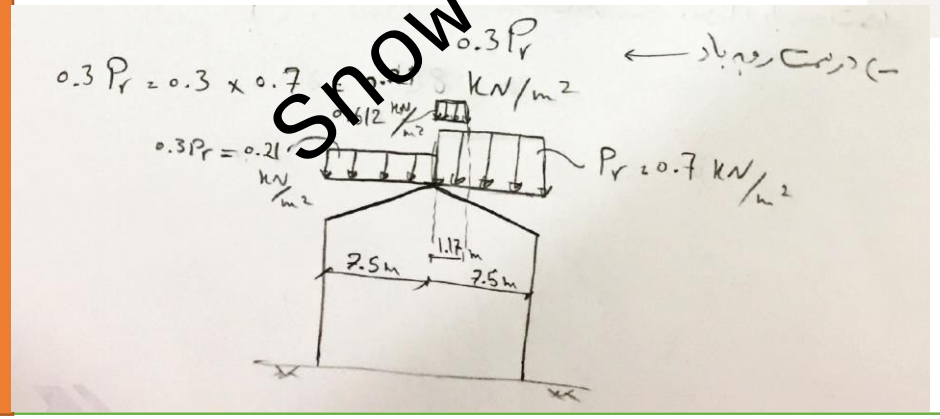
$$P_r = 0.7 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.7\ KN/m^2$$

Snow Loads-Dr Saeed Tamaddon

elmeomranelian.ir

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon





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

$$h_d = \sqrt[3]{7.5}\sqrt[4]{100(1.0)+50} - 0.5 = 0.32\,m$$

$$\gamma h_d\sqrt{i}$$

$$i = \tan\alpha = \tan 28.07^\circ = 0.53$$

$$\gamma = 0.43P_s + 2.2 = 0.43(1.0) + 2.2 = 2.63\ kN/m^2$$

$$\gamma h_d\sqrt{i} = 2.63(0.32)\sqrt{0.53} = 0.612\ kN/m^2$$

$$\frac{8h_d}{3\sqrt{i}} = \frac{8\times 0.32}{3\sqrt{0.53}} = 1.17\,m$$

elmeomranelian.ir

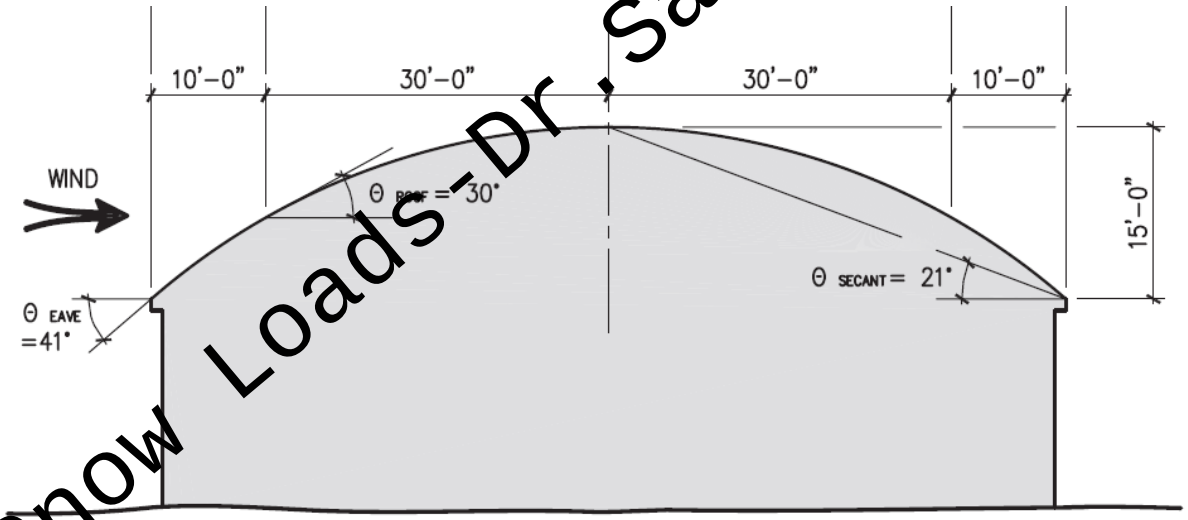
بارگذاری

فصل دوم:
بار برف

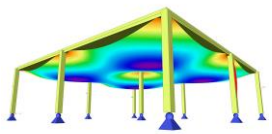
مدرس:
دکتر سعید تمدن

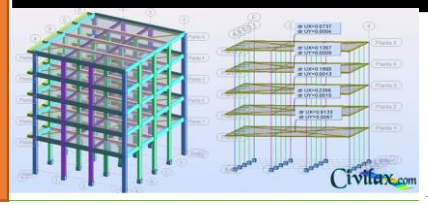
۶-۷-۷-۲ بام‌های قوسی

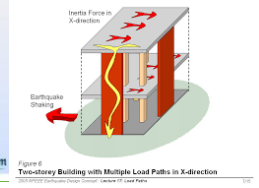
برای بام‌های قوسی، بارگذاری متوازن و نامتوازن برف مطابق شکل ۶-۷-۳ انجام می‌شود. در این بام‌ها، اگر زاویه شیب خط رابط از تاج به پای قوس (یا نقطه‌ای که شیب خط مماس بر قوس درآن نقطه ۷۰ درجه باشد) کمتر از ۱۰ درجه یا بیشتر از ۷۰ درجه باشد، منظور کردن بار نامتوازن ضروری نیست. در غیراین‌صورت، در بارگذاری بار نامتوازن برای بخش رو به باد، بار برف در نظر گرفته نخواهد شد و برای قسمت پشت به باد، توزیع بار برف مطابق شکل خواهد بود. برای بخش‌هایی از بام با زاویه شیب بیشتر از ۷۰ درجه بار برف لحاظ نخواهد شد. در توضیحات زیر و شکل ۶-۷-۳ مقدار P_r با $C_s=1$ محاسبه شده است.

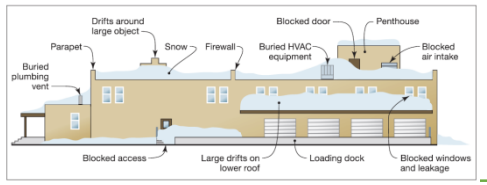


Snow Loads-Dr ,Saeed Tamaddon

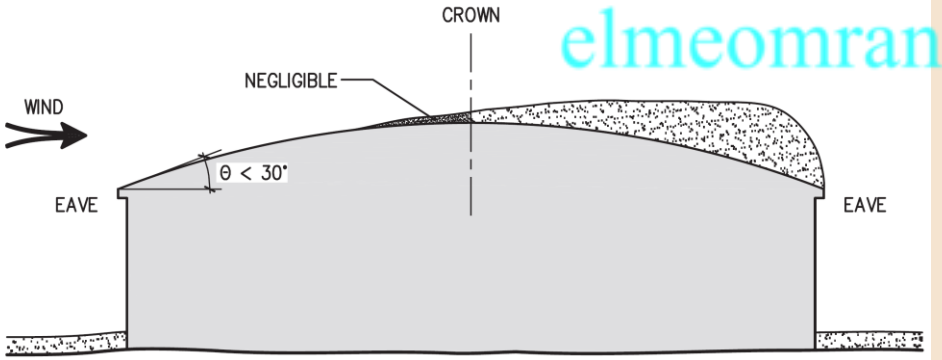


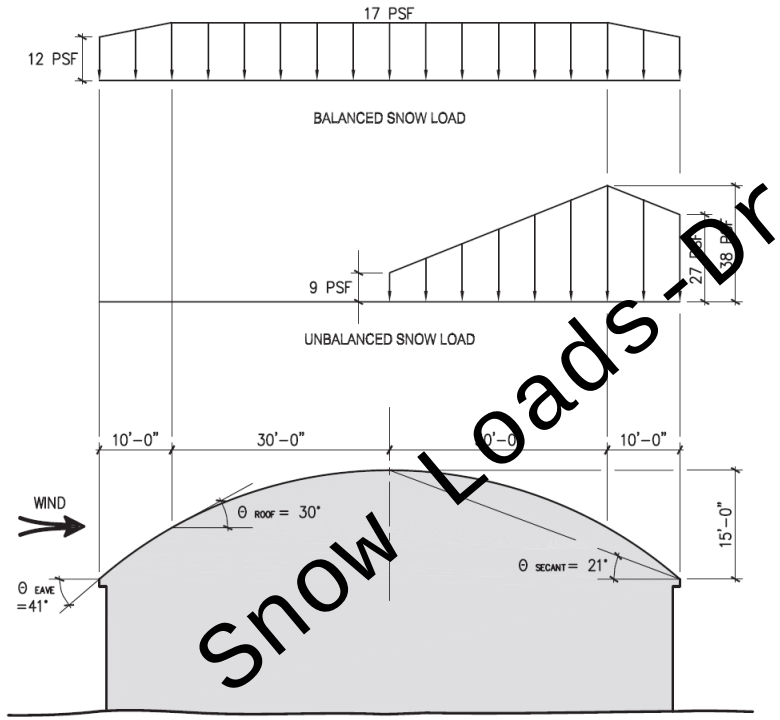




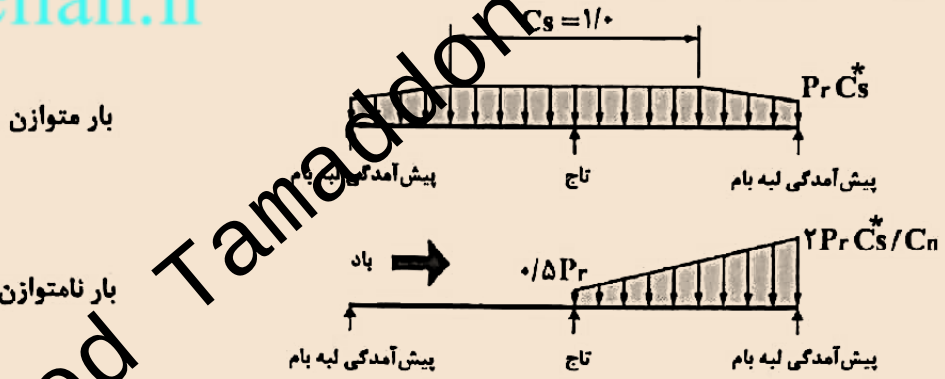


elmeomranelian.ir

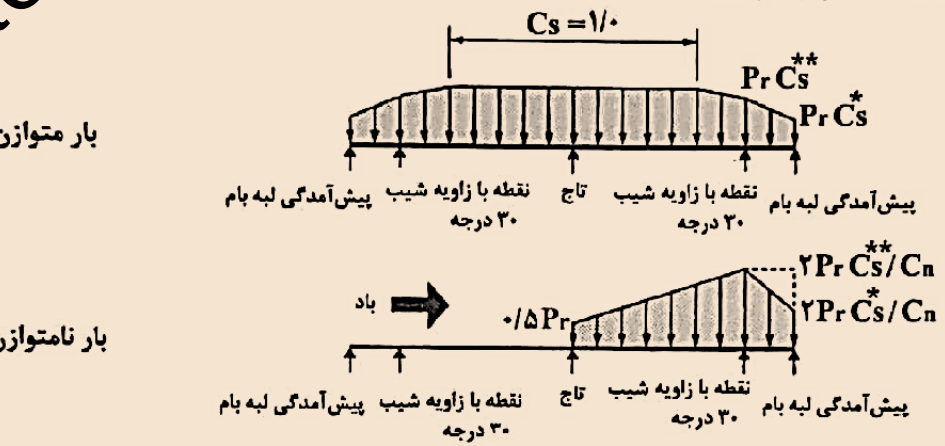




الف) زاویه شیب پای بام کمتر از ۳۰ درجه

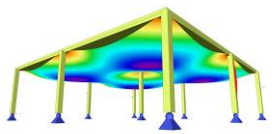


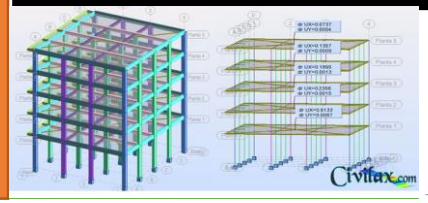
ب) زاویه شیب پای بام بین ۳۰ تا ۷۰ درجه

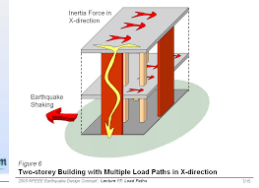


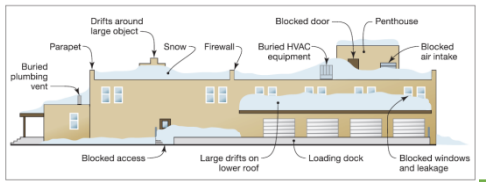
شکل ۶-۷-۳ بار متوازن و نامتوازن در بام‌های قوسی

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon





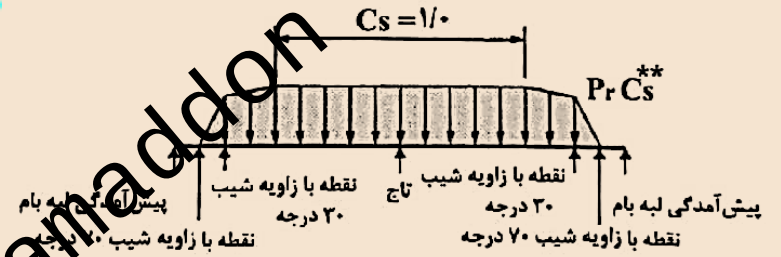




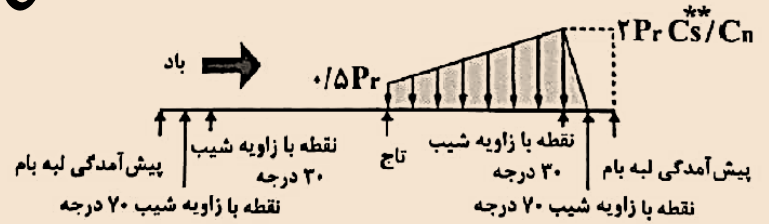
elmeomranelian.ir

پ) زاویه شیب پای بام بیشتر از ۷۰ درجه

بار متوازن



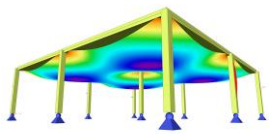
بار نامتوازن

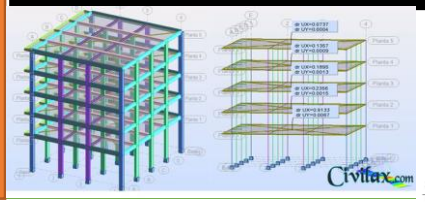


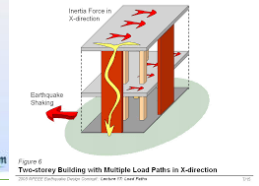
یادداشت: مقدار P_r با $Cs = 1$ محاسبه می‌شود. ضمناً C_s^* و C_s^{**} با استفاده از روابط ۶-۷-۳ و به ترتیب براساس زاویه شیب پای بام و زاویه شیب ۳۰ منظور می‌گردد.

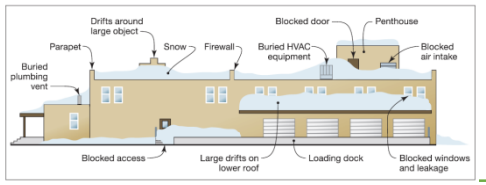
شکل ۶-۷-۳ بار متوازن و نامتوازن در بام‌های قوسی

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

الف- اگر زاویه شیب پای بام کمتر یا برابر ۳۰ درجه باشد، مقدار شدت بار در تصویر افقی بام در پای شیب از مقدار $2P_r\ C_s\ /C_n$، محاسبه شده برای زاویه شیب پای بام، به طور خطی به مقدار $0/5P_r$، در تاج کاهش خواهد یافت (شکل الف).

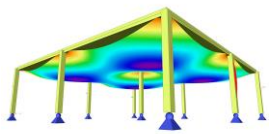
ب- اگر زاویه شیب پای بام بین ۳۰ و ۷۰ درجه باشد، مقدار شدت بار برف در تصویر افقی بام از $0/5P_r$ در تاج بطور خطی تا مقدار $2P_r\ C_s\ /C_n$ (محاسبه شده برای زاویه شیب ۳۰ درجه) در محل زاویه شیب ۳۰ درجه افزایش داده شده و سپس به مقدار $2P_r\ C_s\ /C_n$ در پای بام (محاسبه شده برای شیب پای بام) به‌طور خطی کاهش داده می‌شود (شکل ب).

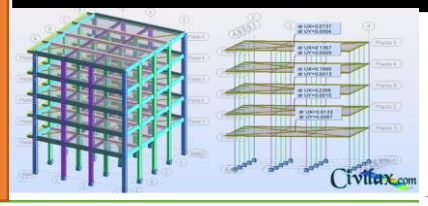
پ- اگر زاویه شیب پای بام بیشتر از ۷۰ درجه باشد، برای ناحیه پایین‌تر از زاویه شیب ۷۰ درجه بار برف صفر درنظر گرفته شده و برای بقیه بام مطابق حالت ب عمل خواهد شد(شکل پ).

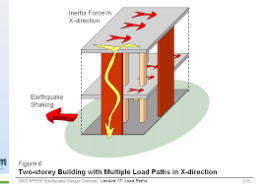
اگر در کمتر از یک متری پای بام، زمین و یا بام دیگری قرار دارد، برای دو حالت ب و پ، مقدار شدت بار برف برای ناحیه با زاویه شیب بیشتر از ۳۰ درجه کاهش داده نشده و برابر مقدار محاسبه شده در زاویه شیب ۳۰ درجه تا لبه بام در نظر گرفته خواهد شد. (قسمت خط‌چین در اشکال ب و پ).

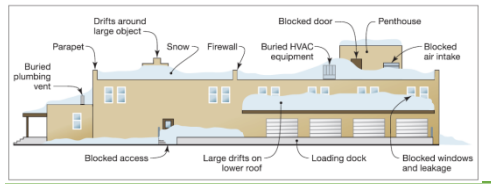
نکته مهم

Snow Loads - Dr. Saeed Tamaddon





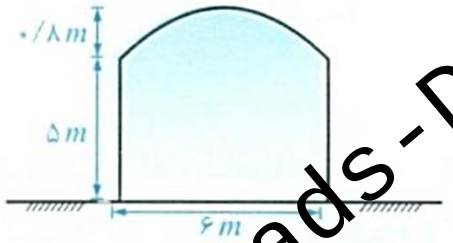




elmeomranelian.ir

مثال ۹:

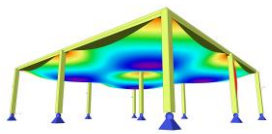
تمرین ساختمان زیر در شهر یزد واقع شده است. این ساختمان که قسمتی از یک مسجد است نسبت به ساختمان‌های مجاور خود مرتفع‌تر بوده و مانعی در نزدیکی آن قرار ندارد. اگر این بام دارای پوشش فلزی باشد، مقدار بار متوازن آن را به‌دست آورید. (بام بخشی از کره با معادلهٔ $x^2 + y^2 = ۳۶$ می‌باشد، برای ساده‌تر شدن محاسبات، $I_s = ۱/۱$، $C_e = ۰/۹$، $C_t = ۱$ و $P_g = ۰/۵\ kN/m^2$ در نظر گرفته شود.)

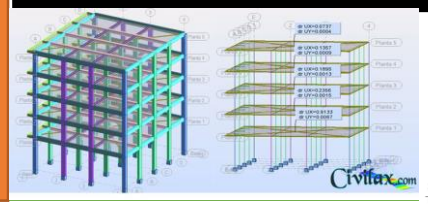


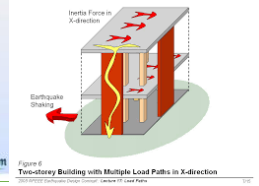
Snow Loads-Dr . Saeed Tamaddon

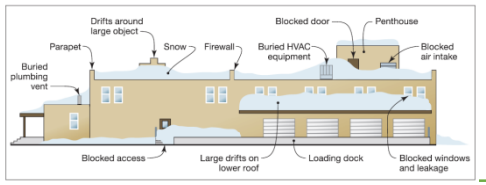
در ویرایش ۹۸

$$C_h = C_t \quad , \quad C_n = C_e \quad , \quad P_S = P_g$$



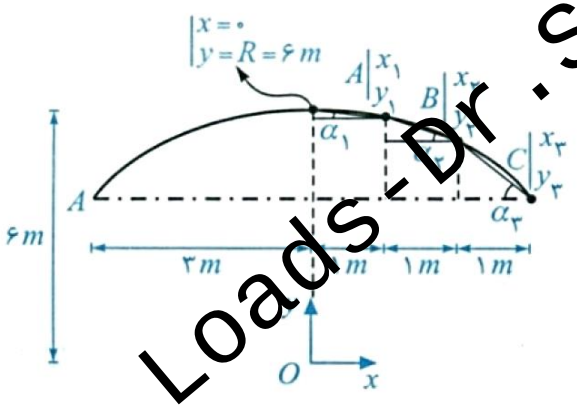






elmeomranelian.ir

حل: با توجه به اطلاعات داده شده در صورت سؤال، کافیست ضریب C_s را برای قوس به‌دست آوریم. در بام‌های قوسی، برای محاسبهٔ ضریب C_s در قسمت قوسی شکل، باید حداقل آن را به ۳ قسمت تقسیم کرده و ضریب C_s برای هر قسمت به‌طور جداگانه محاسبه شود. بنابراین هر نیمهٔ بام، به سه قسمت با عرض $1m$ تقسیم می‌شود و با توجه به این‌که بام این ساختمان بخشی از دایره‌ای به معادلهٔ $x^2+y^2=36$ می‌باشد، با توجه به شکل زیر می‌توان مرکز دایره را در نقطهٔ O در نظر گرفت (شعاع دایره با توجه به معادلهٔ $x^2+y^2=R^2$، $6m$ می‌باشد) و با در نظر گرفتن مبدأ مختصات روی مرکز دایره داریم:



$$x^2+y^2=36$$

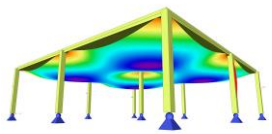
نقطهٔ بالا: $x_0=0 \longrightarrow y_0=6m$

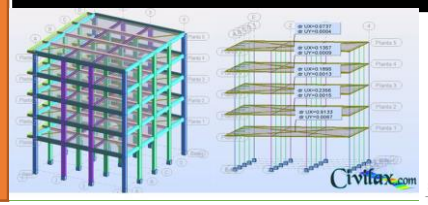
نقطهٔ A: $x_1=1m \longrightarrow y_1=5/92m$

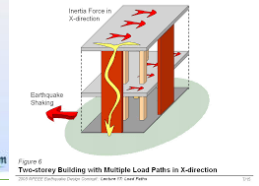
نقطهٔ B: $x_2=2m \longrightarrow y_2=5/66m$

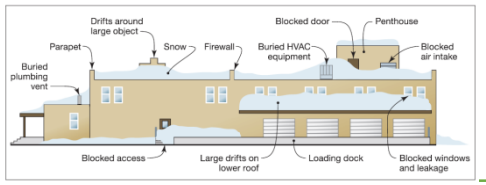
نقطهٔ C: $x_3=3m \longrightarrow y_3=5/2m$

Snow Loads - Dr . Saeed Tamaddon

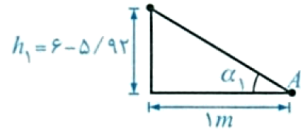




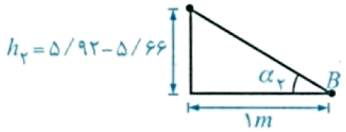




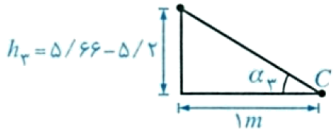
elmeomranelian.ir



$$\alpha_1 = tan^{-1}(\frac{h_1}{1}) = tan^{-1}۰/۰۸ = ۴/۶^\circ$$



$$\alpha_2 = tan^{-1}(\frac{h_2}{1}) = tan^{-1}۰/۲۶ = ۱۴/۶^\circ$$

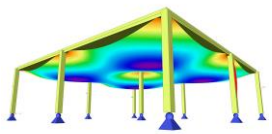


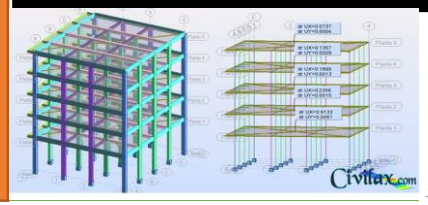
$$\alpha_3 = tan^{-1}(\frac{h_3}{1}) = tan^{-1}۰/۴۶ = ۲۴/۷^\circ$$

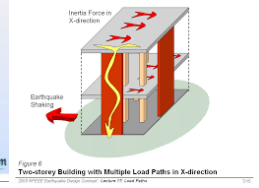
در ادامه با توجه به این نکته که سطح بام لغزنده بوده و $C_t = ۱$ است، $\alpha_0 = ۵^\circ$ بوده و ضریب شیب با استفاده از روابط زیر به‌دست می‌آید:

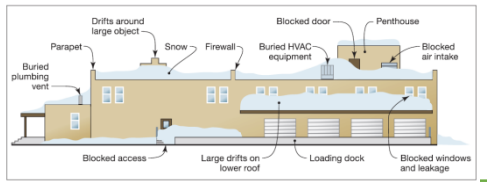
$$\begin{cases} C_s = ۱/۰ & \alpha \le ۵^\circ \\ C_s = ۱ - \frac{\alpha - ۵^\circ}{۶۵^\circ} & ۵^\circ < \alpha < ۷۰^\circ \\ C_s = & \alpha \ge ۷۰^\circ \end{cases}$$

Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon





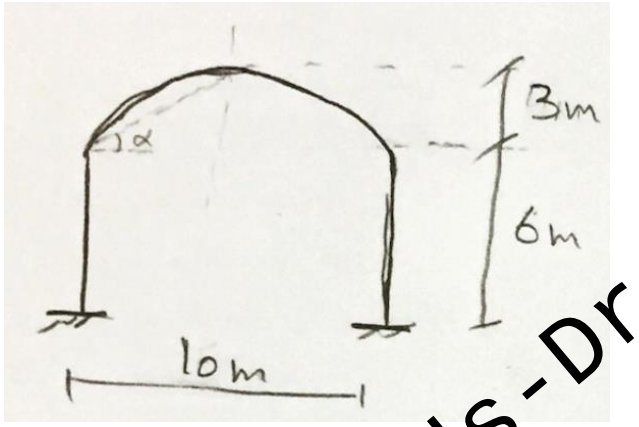




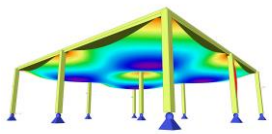
elmeomranelian.ir

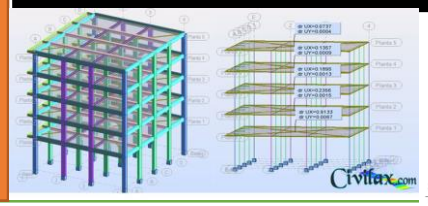
مثال ۱۰:

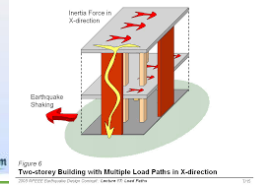
بام قوسی زیر قسمتی از یک دایره به R=8m بوده که در مرکز شهر همدان قرار دارد. پوشش این بام لغزنده بوده و ساختمان برف ریز می‌باشد. توزیع بارگذاری نامتوازن برای این بام به دست آورید.(فرض کنید Ch=Is=1.0)

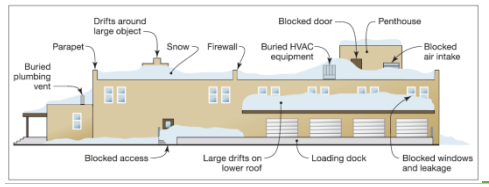


Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon



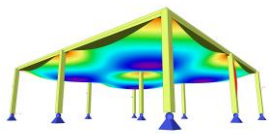


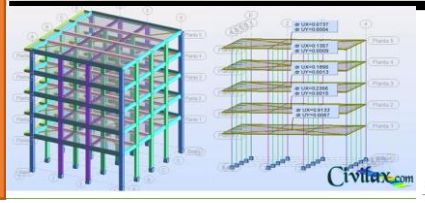


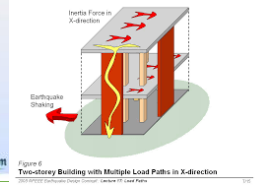


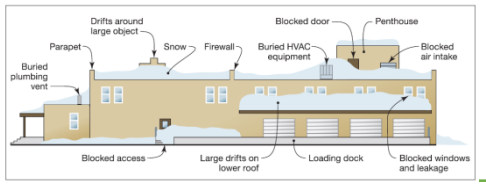
elmeomranelian.ir

Snow Loads-Dr. Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

$0.5P_r = 0.5 \times C_s C_n C_h I_s P_s$

$C_n = 0.9$

$0.5P_r = 0.5 \times 1.0 \times 0.9 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.5 = 0.675\ KN/m^2$

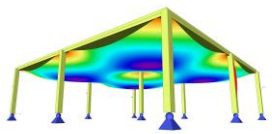
$\alpha_0 = 5^\circ \leftarrow C_h = 1 \leftarrow 30^\circ$

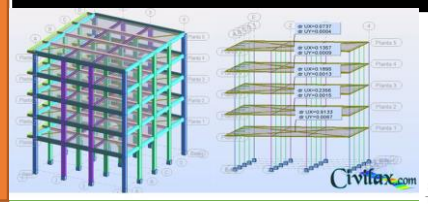
$C_s^{**} = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} \leftarrow \alpha_0 < \alpha < 70^\circ$

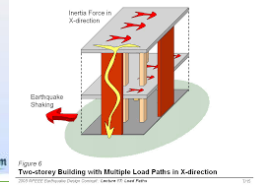
$C_s^{**} = 1 - \frac{30-5}{70-5} = 0.615 \leftarrow 5^\circ < \alpha = 30^\circ < 70^\circ \rightarrow C_s^{**} = 0.615$

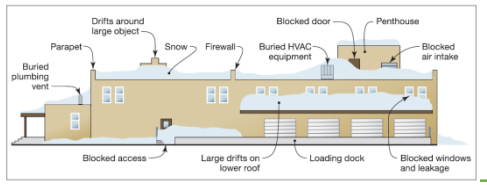
$2P_r C_s^{**}/C_n = 2(1.35) \times 0.615/0.9 = 1.85\ KN/m^2$

Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon

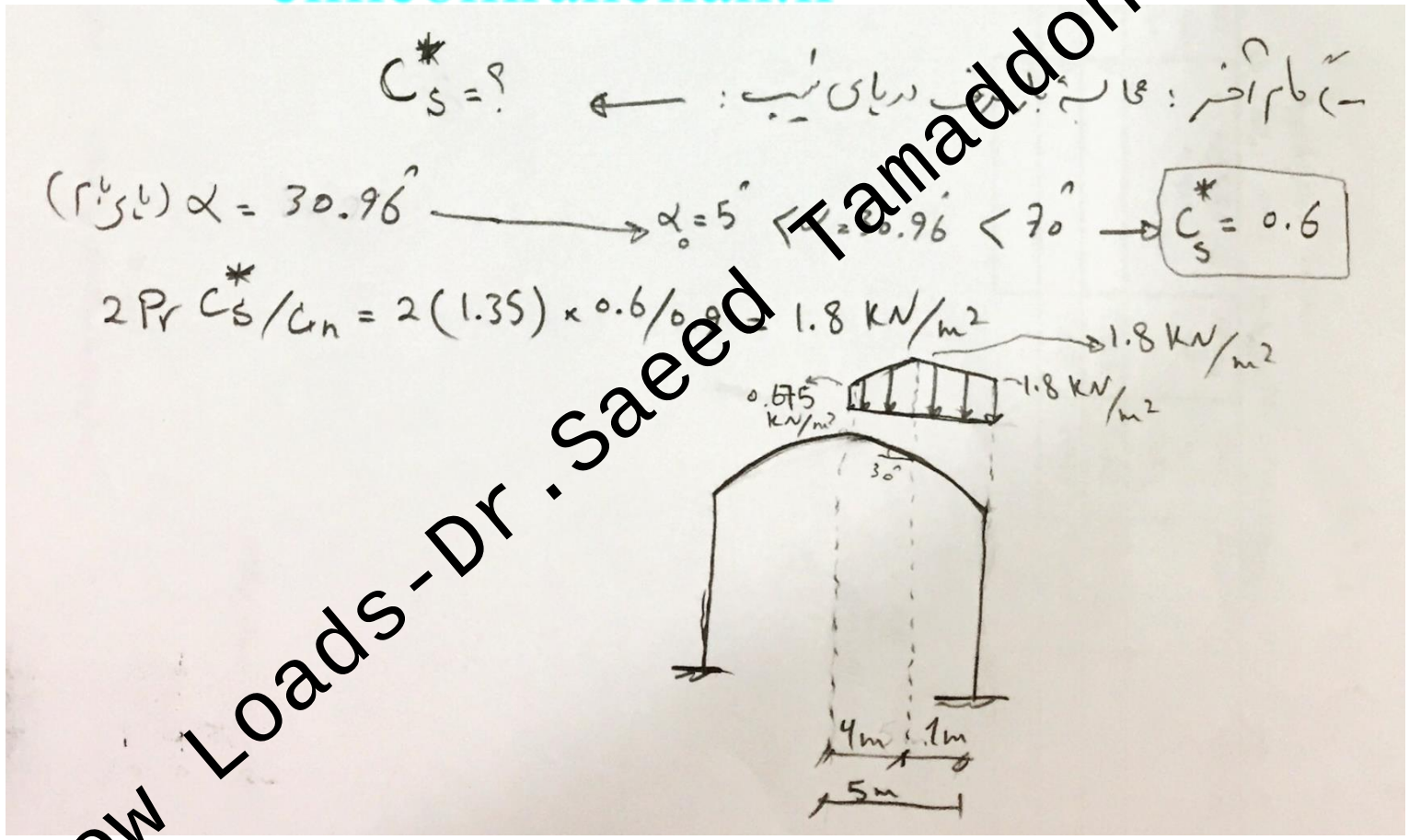




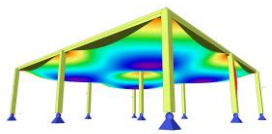


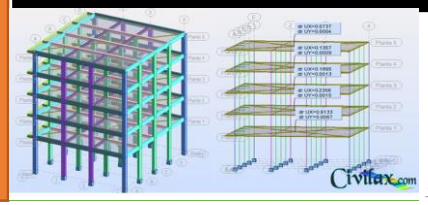


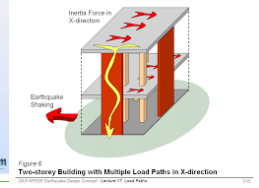
elmeomranelian.ir

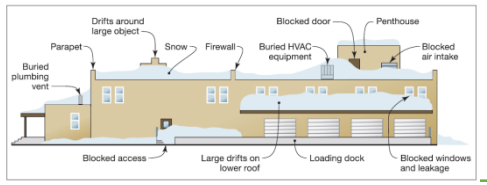


Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon





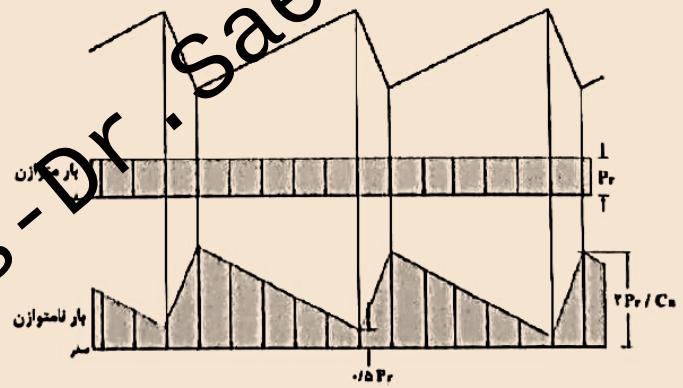




elmeomranelian.ir

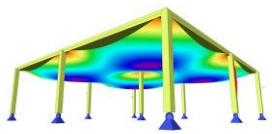
۶-۷-۷-۳ بام‌های دندانه‌دار، کنگره‌ای و تاوه چین‌دار

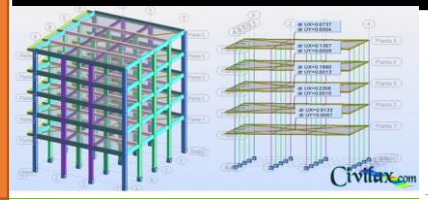
در این‌گونه بام‌ها، اگر شیب سقف بیشتر از ۳ درصد باشد، بار برف نامتوازن درنظر گرفته می‌شود. مقدار بار متوازن برای این‌گونه بام‌ها مطابق شکل ۶-۷-۴ برابر P_r با لحاظ $C_s=1$ می‌باشد (بند ۶-۷-۶-۳). شدت بار برف نامتوازن در تصویر افقی، از نصف مقدار بار برف متوازن در نقاط تاج به طور خطی به مقدار $2P_r/C_n$ در نقاط قعر بام (با لحاظ $C_s=1$) افزایش می‌یابد.

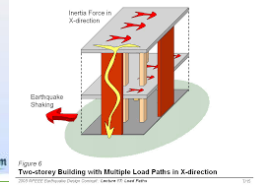


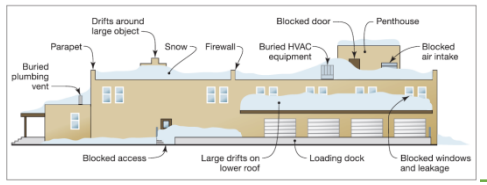
شکل ۶-۷-۴ بار متوازن و نامتوازن در بام‌های دندانه‌دار

Snow Loads-Dr . Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

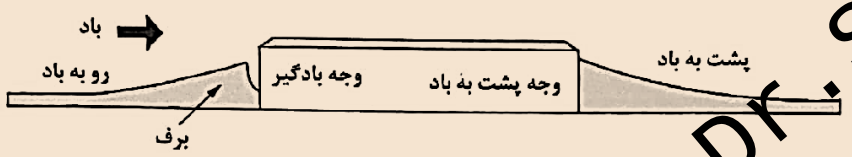
۶-۷-۹ انباشتگی برف در بام‌های پایین‌تر

برای مناطق ۴، ۵ و ۶ بار برف، بام باید برای تحمل بارهای انباشته‌شده برف ناشی از سایه و باد قسمت‌های بالاتر همان ساختمان یا بلندی‌ها و ساختمان‌های مجاور طراحی شود.

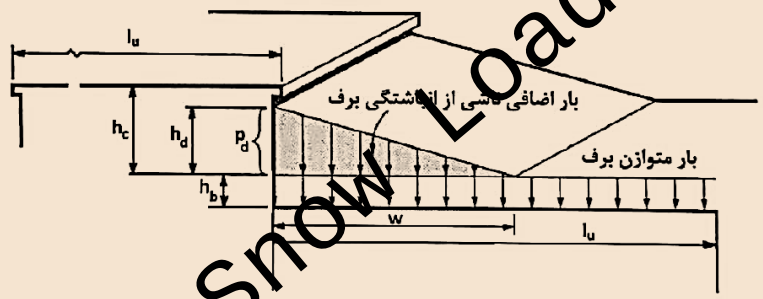
۶-۷-۹-۱ بام پایین‌تر در ساختمان‌های با بام پله‌ای

مطابق شکل ۶-۷-۷ برف بر اثر وزش باد ممکن است از قسمت بالاتر بام ساختمان بر روی بام پایین‌تر آن ریزش کند (انباشت پشت به باد) یا باد در جهت مقابل بار برف را بر روی بام پایین‌تر در مجاورت قسمت بلندتر انباشته سازد (انباشت رو به باد). مقدار انباشت بار برف مطابق شکل ۶-۷-۸ به بار متوازن اضافه خواهد شد. چنانچه نسبت $h_c/h_b<0.2$ باشد، نیازی به درنظر گرفتن انباشتگی برف نیست. $h_b=P_r/\gamma$، ارتفاع بار برف متوازن و h_c برابر ارتفاع نزدیک‌ترین نقطه بام مجاور بالاتر از روی برف متوازن روی بام پایین‌تر می‌باشد. هر دو امکان انباشت پشت به باد و رو به باد باید مطابق حالت‌های الف و ب در نظر گرفته شود:

الف- در حالت پشت به باد، شدت بار برف انباشت برابر مقدار $P_d=\gamma h_d$ در پای دیوار قسمت بلندتر خواهد بود. h_d از رابطه ۶-۷-۴ به دست می‌آید و در آن رابطه l_u بیانگر طول بام بالاتر می‌باشد.

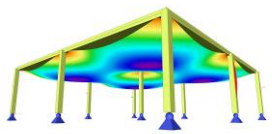


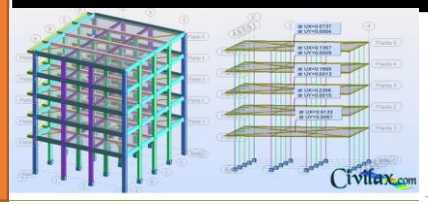
شکل ۶-۷-۷ نمایش وجه‌های رو به باد و پشت به باد

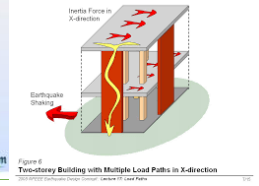


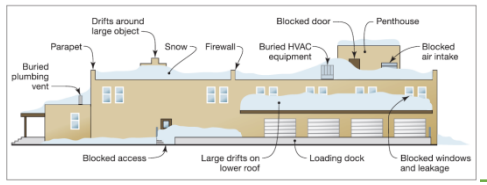
شکل ۶-۷-۸ نمایش برف انباشته شده بر بام پایین‌تر

Snow Loads Dr. Saeed Tamaddon









elmeomranelian.ir

ب- برای حالت رو به باد، طول بام پایین‌تر برابر l_u در نظر گرفته شده و سه چهارم مقدار حاصل از رابطه ۶-۷-۴، برای h_d به عنوان ارتفاع برف انباشت بر روی بام مورد نظر در مجاورت بخش بلندتر درنظر گرفته می‌شود. مقدار حداکثر بین حالات الف و ب برای h_d ملاک بارگذاری انباشت برف خواهد بود

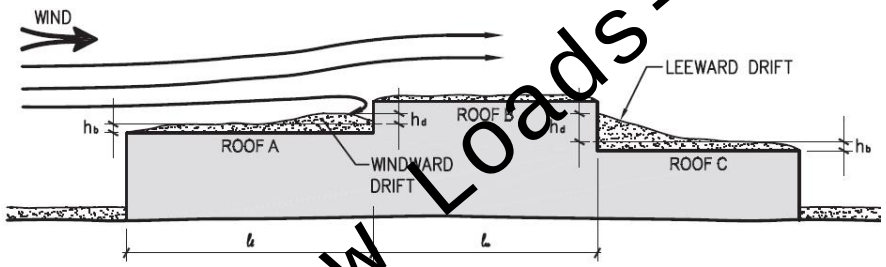
چنانچه مقدار h_d محاسبه شده مساوی یا کمتر از h_c باشد، طول توزیع مثلثی انباشت برف برابر $w = 4h_d$ و اگر مقدار h_d از h_c بیشتر بود، مقدار طول انباشتگی از رابطه (۶-۷-۵) بدست می‌آید.

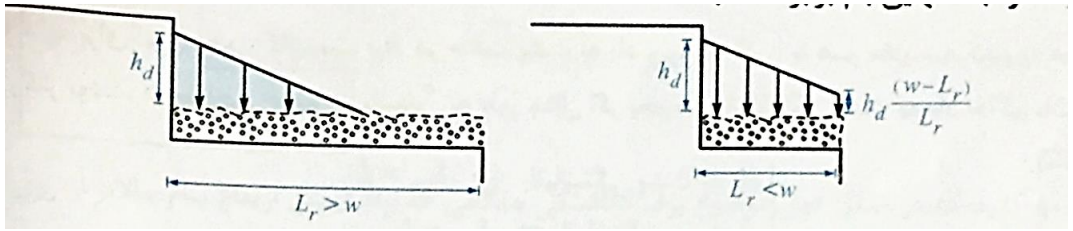
$$w = \frac{4h_d^2}{h_c} \qquad (۶-۷-۵)$$

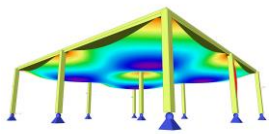
ارتفاع انباشت مثلثی در پای ناحیه بلندتر مقدار حداکثر h_d را داشته و ارتفاع انباشت برف به‌طور خطی به صفر در فاصله w از آن کاهش داده می‌شود. مقدار w از مقدار $8h_c$ بیشتر درنظر گرفته نخواهد شد. اگر w از طول بام مورد نظر، l_r، بیشتر باشد مقدار ارتفاع برف در لبه انتهایی بام برابر $h_d(w-l_r)/w$ بوده و برف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

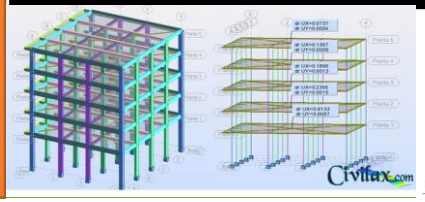
Snow Loads - Dr . Saeed Tamaddon

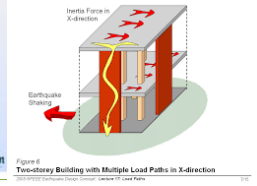
Fig. G7-2. **Windward and leeward snow drifts**

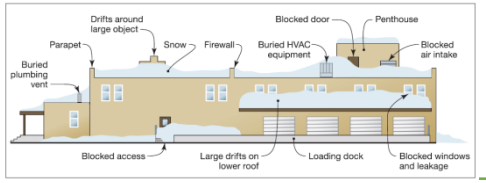








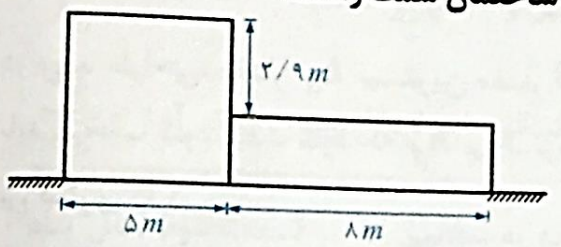




elmeomranelian.ir

مثال ۱۱:

حل: بام ساختمانی با دو تراز ارتفاعی در شکل زیر نشان داده‌شده‌است. بار برف زمین در محل قرارگیری این ساختمان $۳\ kN/m^۲$ بوده و ضرایب C_t، C_e و I_s برابر واحد است. در ساختمان سمت راست:



الف) بار برف متوازن چه‌قدر است؟

ب) آیا اثر انباشت برف باید لحاظ شود؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، مقدار بار ناشی از انباشتگی برف و ناحیهٔ اثر آن را محاسبه کنید.

در ویرایش ۹۸

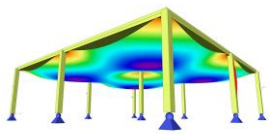
$$C_h = C_t \quad , \quad C_n = C_e \quad , \quad P_S = P_g$$

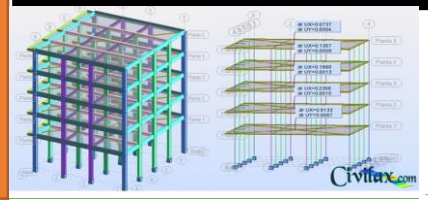
حل: برای پاسخ به این تمرین به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

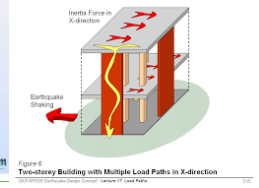
الف) با توجه به این‌که این بام مسطح است، ضریب شیب نیز در آن واحد بوده و مقدار بار متوازن به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

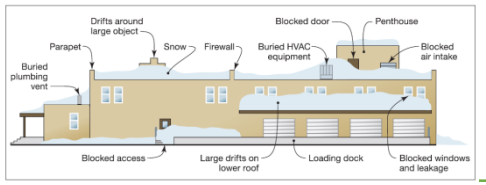
$$P_r = ۰/۷ C_s C_t C_e I_s P_g = ۰/۷ \times ۱ \times ۱ \times ۱ \times ۱ \times ۳ = ۲/۱\ kN/m^۲$$

Snow Loads - Dr . Saeed Tamadon









مثال ۱۱:

ب) برای این‌که تصمیم اثر انباشت برف را باید در نظر بگیریم یا خیر، باید h_c و h_b را با هم مقایسه کنیم. برای به‌دست آوردن ارتفاع h_b از بام متوازن، ابتدا چگالی برف را به‌دست می‌آوریم:

$$\gamma = ۰/۴۳P_g + ۲/۲ = ۰/۴۳ \times ۳ + ۲/۲ = ۳/۴۹ \ kN/m^۳ \Rightarrow h_b = \frac{P_g}{\gamma} = \frac{۱}{۳/۴۹} = ۰/۶\,m$$

با توجه به محاسبهٔ h_d، اختلاف تراز بام بالا تا سطح روی برف متوازن بام پایین‌تر برابر است با:

$$h_c = ۲/۹ - ۰/۶ = ۲/۳\,m$$

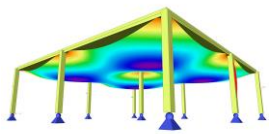
با توجه به این‌که نسبت $\frac{h_c}{h_b} = ۳/۸$ بزرگتر از ۰/۲ است اثر برف انباشتگی باید در نظر گرفته شود.

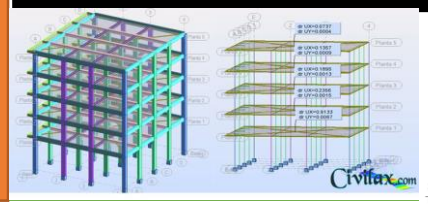
برای تعیین مقدار بار ناشی از انباشتگی برف، ابتدا باید h_d (ارتفاع انباشتگی برف) را در دو حالت انباشت رو به باد و پشت به باد محاسبه کنیم و هر کدام که بزرگ‌تر بودند را به عنوان ارتفاع انباشتگی برف در نظر بگیریم.

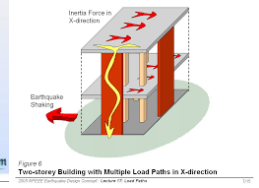
- انباشت پشت به باد:

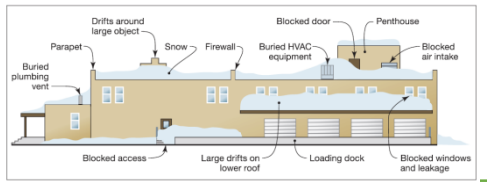
$$L_u = ۵m \Rightarrow h_d = ۰/۱۲ \sqrt[۳]{L_u}\ \sqrt[۴]{۱۰۰P_g + ۵۰} - ۰/۵ = ۰/۱۲ \sqrt[۳]{۵}\ \sqrt[۴]{۱۰۰ \times ۳ + ۵۰} - ۰/۵ = ۰/۳۸m$$

Snow Loads-Dr Saeed Tamaddon
elmeconstruction.ir









elmeomranelian.ir

مثال ۱۱:

- انباشت رو به باد:

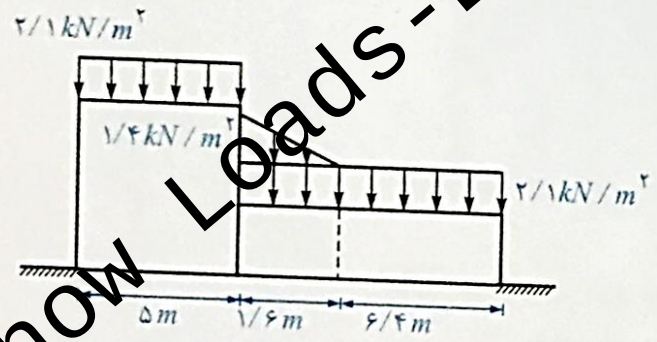
$$L_u = ۸m \Rightarrow h_d = \frac{۳}{۴}(۰/۱۲\sqrt[۳]{L_u}\sqrt[۴]{۱۰۰P_g + ۵۰} - ۰/۵)$$

$$= ۰/۷۵(۰/۱۲\sqrt[۳]{۸}\sqrt[۴]{۱۰۰\times۳+۵۰} - ۰/۵) = ۰/۴m$$

بنابراین $h_d = ۰/۴m$ برای حالت انباشتگی رو به باد کنترل کننده خواهد بود. از طرفی بار انباشتگی برف به صورت مثلثی با شدت P_d می‌باشد و مقدار این بار برابر است با:

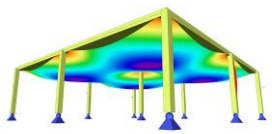
$$P_d = \gamma h_d = ۳/۴۹\times۰/۴ \simeq ۱/۴\ kN/m^۲$$

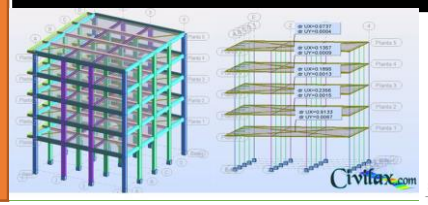
با توجه به این‌که $h_d = ۰/۴ < h_c = ۲/۳$ می‌باشد عرض مثلث بارگذاری از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

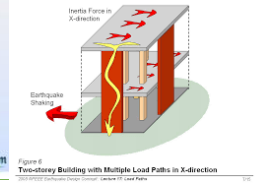


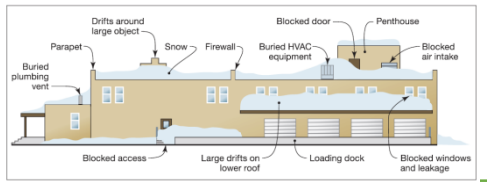
$$w = ۴h_d = ۴\times۰/۴ = ۱/۶m$$

Snow Loads-Dr.Saeed Tamaddon







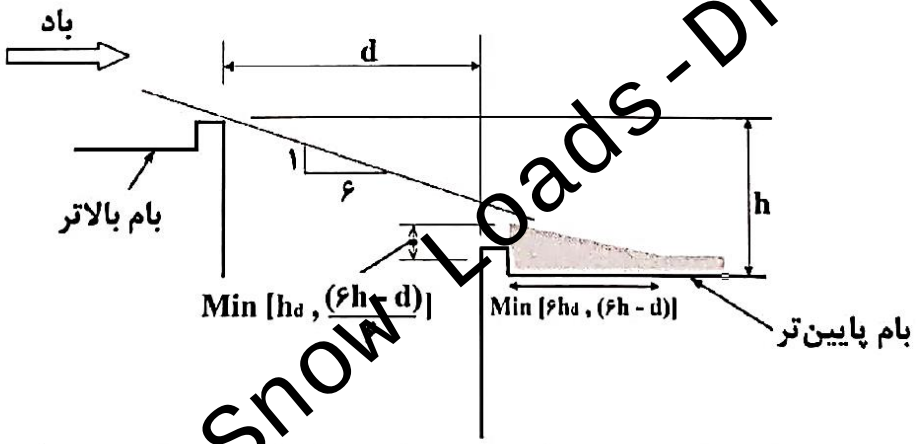


elmeomranelian.ir

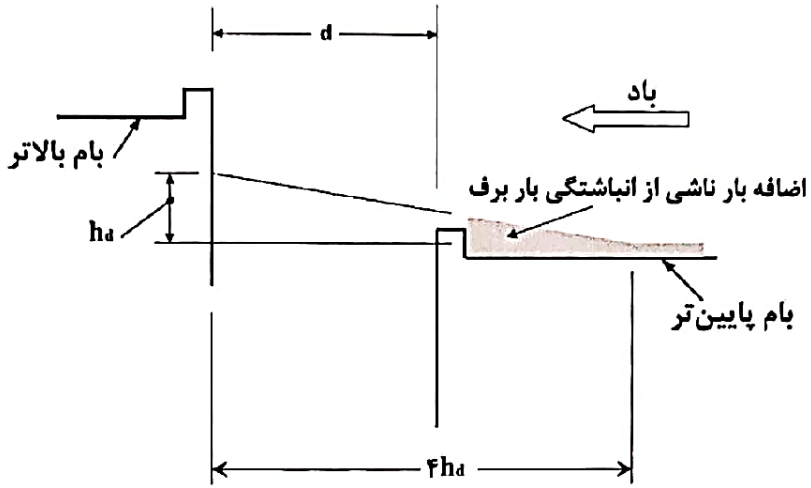
۶-۷-۹-۲ بام پایین‌تر در ساختمان مجاور

اگر فاصله افقی دو ساختمان، d، بیشتر از ۶ متر یا بیشتر از ۶ برابر اختلاف تراز بام آن‌ها، h، باشد، نیازی به درنظرگرفتن بار انباشتگی برف بر روی بام پایین‌تر نمی‌باشد. در غیر این صورت مطابق شکل ۶-۷-۹ 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 برابرکمترین مقادیر h_d (براساس طول بام ساختمان بلندتر) و $\frac{6h-d}{6}$ محاسبه می‌شود. طول ناحیه مثلثی برابر کمترین مقدار $6h_d$ 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 حالت رو به باد (شکل ۶-۷-۱۰) 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.

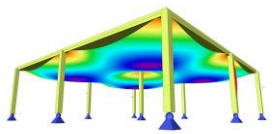


شکل ۶-۷-۹ بار انباشتگی برف پشت به باد روی بام پایین‌تر ساختمان مجاور



شکل ۶-۷-۱۰ بار انباشتگی برف رو به باد روی بام پایین‌تر ساختمان مجاور

Snow Loads-Dr . Saeed Tamaddon



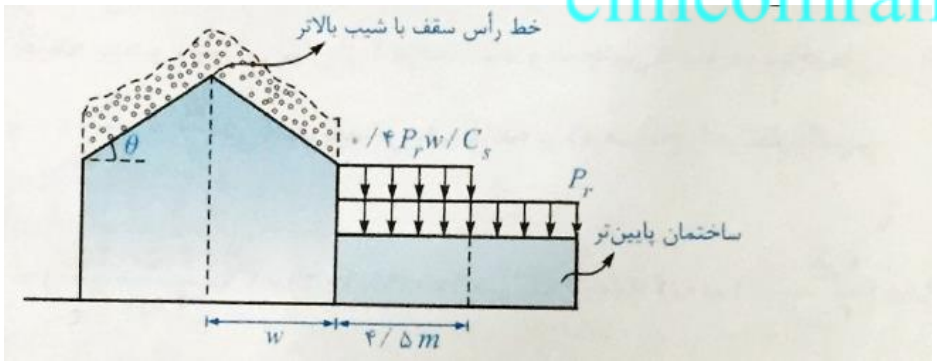
elmeomranelian.ir

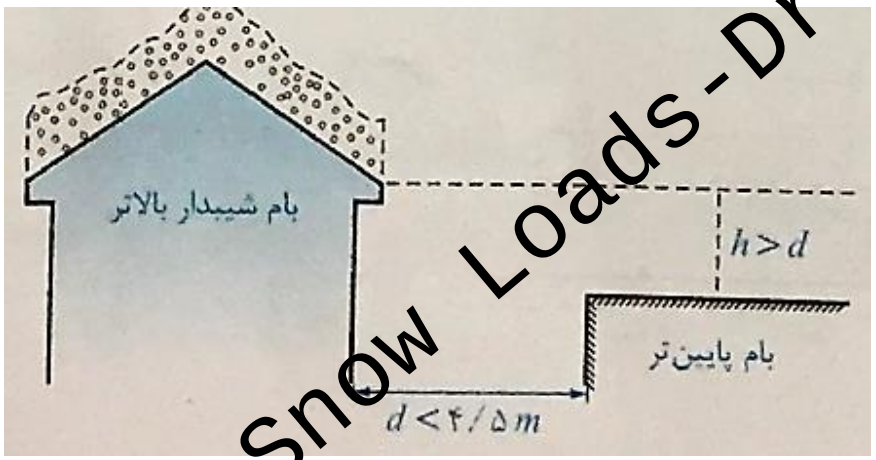
۶-۷-۱۱ برف لغزنده

در مناطق ۴، ۵ و ۶ بار برف، بار حاصل از لغزش برف از بام شیب‌دار بالاتر و ریختن آن به سقف پایین‌تر باید برای بام‌های لغزنده با شیب سقف بیشتر از ۷۰ درصد و برای سایر بام‌های با شیب سقف بیشتر از ۱۵ درصد درنظر گرفته شود. مقدار کل بار بر واحد طول در راستای لبه پایین بام بالاتر برابر $۰/۴P_rW/C_s$ بر روی بام پایین درنظر گرفته می‌شود. W، فاصله افقی لبه پایین تا خط-الرأس سقف شیب‌دار بالاتر است. این بار به طور یکنواخت از بر لبه پایین بام بالاتر تا فاصله ۴/۵ متر از آن بر روی بام پایین به صورت نواری توزیع می‌شود. اگر طول بام پایینی کمتر از ۴/۵ متر باشد، مقدار بار به نسبت طول بام بر ۴/۵ متر کاهش می‌یابد.

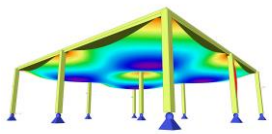
برای دو سازه مجاور، بار برف لغزنده در صورتی در نظر گرفته می‌شود که h/d>۱ و d<۴/۵ متر باشد (h و d مطابق شکل ۶-۷-۹). طول نوار بار برف لغزیده بر روی بام پایین‌تر برابر(d ، ۴/۵) متر بوده و مقدار بار برف بر واحد طول نوار برابر $۰/۴P_r W\left[\frac{(۴/۵-d)}{۴/۵C_s}\right]$ درنظر گرفته خواهد شد.

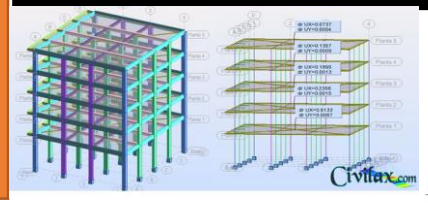
بار برف لغزنده به بار متوازن اضافه می‌شود و اثر آن به‌صورت همزمان با برف نامتوازن، انباشتگی برف، بارگذاری بخشی برف و اثر باران به برف درنظرگرفته نمی‌شود.

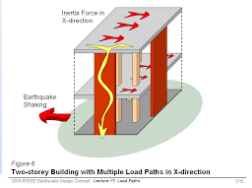


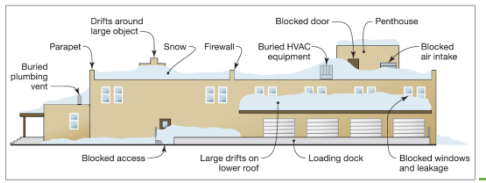


Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon





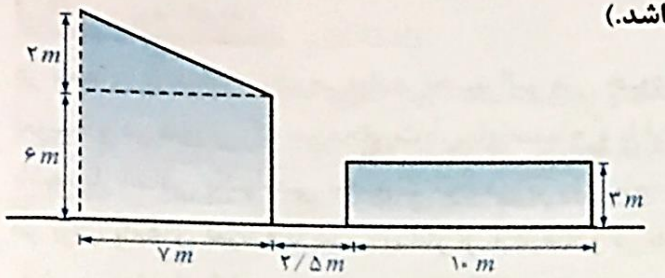




elmeomranelian.ir

مثال ۱۲:

سقف ساختمان زیر که در مجاورت هم در شهر اردبیل قرار گرفته‌اند را در نظر بگیرید. توزیع بار برف بر روی بام مسطح را با در نظر گرفتن برف لغزنده به‌دست آورید. (فرض کنید سطح شیب‌دار لغزنده بوده و $C_t = I_s = ۱$ و $C_e = ۰/۹$ و این ضرایب برای بام مسطح برابر واحد می‌باشد.)



حل: برای حل این سؤال، ابتدا بار متوازن بام مسطح را به‌دست می‌آوریم. با توجه به این‌که این ساختمان در شهر اردبیل قرار دارد (منطقهٔ ۵)، بار برف زمین در آن برابر $۲ kN/m^۲$ خواهد بود و مقدار بار متوازن بام مسطح برابر است با:

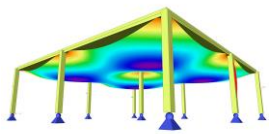
$$P_r = ۰/۷ C_s C_t C_e I_s P_g = ۰/۷ \times ۱ \times ۱ \times ۱ \times ۱ \times ۲ = ۱/۴ \, kN/m^۲$$

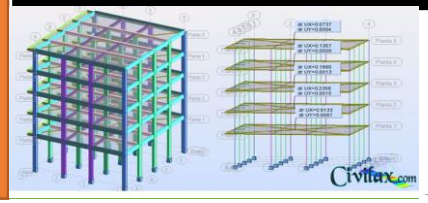
با توجه به این‌که سقف شیب‌دار لغزنده بوده و شیب آن بیش از ۲ درصد است و همچنین فاصلهٔ دو ساختمان از $۴/۵ \, m$ کمتر بوده $(۲/۵m < ۴/۵m)$ و $\frac{h}{d} = \frac{۳}{۲/۵} > ۱$ می‌باشد، باید اثر برف لغزنده بر بام مسطح را در نظر بگیریم.

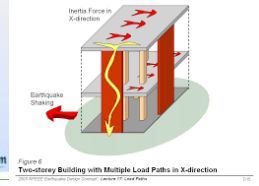
مقدار این بار برابر است با:

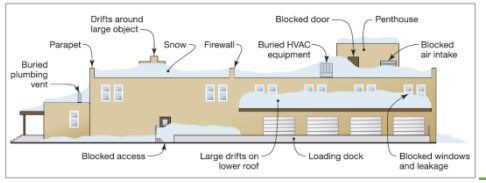
$$۰/۴ P_r w \left(\frac{۴/۵ - d}{۴/۵ C_s}\right) = ۰/۴ \times (۰/۷ \times C_s \times ۱ \times ۰/۹ \times ۱ \times ۲) \times ۷ \times \left(\frac{۴/۵ - ۲/۵}{۴/۵ \times C_s}\right) = ۱/۵۶ \, kN/m$$

Snow Loads - Dr. Saeed Tamaddon









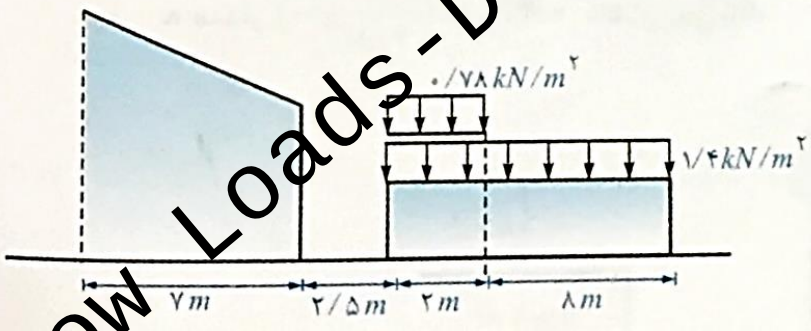
elmeomranelian.ir

دراین قسمت باید به نکات مهم زیر توجه کنید:

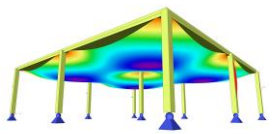
۱) مقدار P_s مورد استفاده در این رابطه باید برای بام شیبدار محاسبه گردد زیرا برف از روی بام شیب‌دار به روی بام مسطح می‌ریزد.

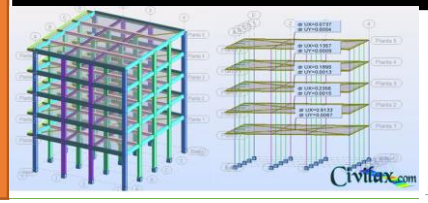
۲) واحد مقدار به‌دست آمده برای برف‌انباشتگی کیلونیوتن بر متر است و به‌صورت یک بار خطی در طول $d - ۴/۵$ (یعنی $۲\,m$) در نظر گرفته می‌شود. درصورتی که بار سطحی مورد نیاز باشد، این مقدار باید به طول $d - ۴/۵$ تقسیم شود:

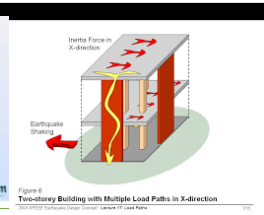
$$\text{شدت بار سطحی} = \frac{۱/۵۶}{۴/۵ - ۲/۵} = ۰/۷۸\ kN/m^۲$$

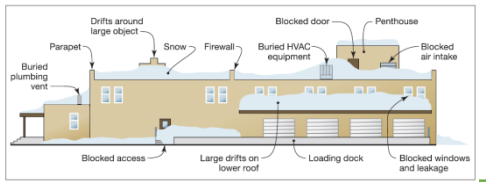


Snow Loads - Dr. Saeed Tamaddon







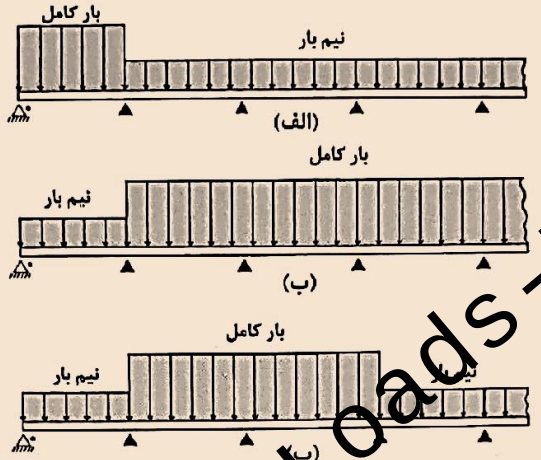


elmeomranelian.ir

۶-۷-۸ نامناسب‌ترین وضع بارگذاری

برای بام‌های دارای تیرهای ممتد چند دهانه، مطابق شکل ۶-۷-۶ سه حالت زیر درنظر گرفته شود:

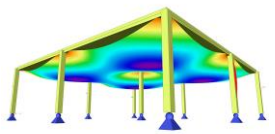
- بار کامل برف متوازن بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و نیم بار برف متوازن بر روی سایر دهانه‌ها (شکل الف)
- نیم بار برف متوازن بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و بار کامل برف متوازن بر روی سایر دهانه‌ها (شکل ب)
- تمام ترکیب‌های ممکن بار کامل برف متوازن بر روی دو دهانه مجاور و نیم بار برف متوازن بر روی سایر دهانه‌ها (شکل پ)



* از آنجایی‌که در صورت وجود تیر طره، تکیه‌گاه انتهای چپ وجود نخواهد داشت، این تکیه‌گاه در شکل به صورت خط‌چین نمایش داده شده است.

شکل ۶-۷-۶ نامناسب‌ترین وضع بارگذاری تیرهای ممتد در بام

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



Snow Loads-Dr .Saeed Tamaddon