www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان

نکات مدل سازی در مبحث ٦ مقررات ملی ویرایش۱۳۹۲

،

ASCE/SEI 7-10

و

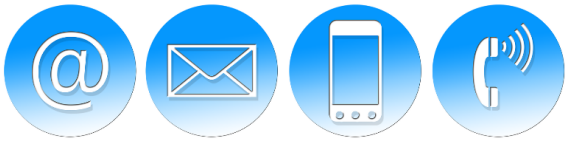
NBCC

تهیه و تنظیم : مهدی ترابی

تابستان ۱۳۹۳

انجام پروژه های دانشجویی مهندسی عمران

(کارشناسی و کارشناسی ارشد)



تلفن: ۰۹۳۹ ۳۷۵ ۴۰۰۱

ایمیل: Info@SoftCivil.ir
30vil68@Gmail.com

تلگرام: @SoftCivil.ir

اینستاگرام: @SoftCivil.ir

فهرست:

گروه بندی خطر پذیری: ۵

ترکیبات بار نهایی در سازه های بتنی مطابق مبحث ۶ و ASCE: ۶

بارهای مرده: ۸

بارهای خاک و فشار هیدرو استاتیکی: ۹

بار زنده گسترده: ۱۱

افزایش لنگر مثبت در نرم افزار Etabs با استفاده از تئوری باز پخش لنگر: ۱۲

کاهش سربار: ۱۳

مثال ۱ : ۱۵

مثال ۲: ۲۰

بارهای جرانقال: ۲۱

بار باران: ۲۱

مثال ۳ : ۲۱

بار برف: ۲۳

باربرف متوازن: ۲۳

مثال ۴ : ۲۳

بار برف حداقل: ۲۵

بارگذاری برف جزیی: ۲۵

بار برف نامتوازن: ۲۶

انباشتگی برف در بام پایین تر: ۲۶

مثال ۵ : ۲۶

مثال ۶: ۲۸

مثال ۷: ۲۹

مثال ۸: ۳۱

مثال ۹: ۳۳

برف لغزنده: ۳۷

سربار باران بر برف: ۳۸

مثال ۱۰: ۳۸

بار برف نامتوازن برای بامهای دندانه دار، کنگره ای و تاوه چین دار: ۴۲

بار یخ: ۴۲

اثر باد بر سازه ها و اجزای پوشیده از یخ: ۴۳

مثال۱۱: ۴۴

بار باد: ۴۵

ارتفاع مبنا: ۴۷

محاسبه ضریب **Ce** در حالت ناهموار: ۴۷

اصلاح ضریب **Ce** : ۴۸

مثال۱۲: ۴۸

اصلاح ضریب **Ce** در بالای تپه ها و بالا آمدگی زمین: ۴۹

مثال۱۳: ۵۰

محاسبه ضریب اثر جهشی باد **Cg** : ۵۱

اصلاح ضریب اثر جهشی باد خارجی * **Cg** : ۵۱

اصلاح ضریب اثر جهشی باد داخلی ***Cgi*** : ۵۱

مثال۱۴: ۵۲

مثال ۱۵: ۵۲

محاسبه ضریب **CpCg** : ۵۳

محاسبه ضریب فشار باد خارجی ساختمانهای کوتاه مرتبه : ۵۳

مثال۱۶: ۵۴

تاثیر باد روی دیوارهای منفرد ،نما و پوسته های خارجی ساختمانهای کوتاه مرتبه : ۵۸

مثال۱۷: ۵۸

ضرایب ترکیبی بیشینه فشار- جهش بار خارجی **CgCp** برای بام شیروانی تک دهانه با شیب بیشتر از ۷ درجه: ۶۰

مثال ۱۸: ۶۱

ضرایب ترکیبی بیشینه فشار- جهش بار خارجی **CgCp** برای بام شیروانی چند دهانه با شیب بیشتر از ۱۰ درجه ۶۲

محاسبه ضریب فشار خارجی برای ساختمانهای بلند مرتبه با بام تخت : ۶۳

مثال۱۹: ۶۴

محاسبه ضریب فشارداخلی باد **Cpi** : ۶۵

مثال ۲۰: ۶۷

محاسبه بارگذاری جزیی باد : ۶۷

اثر ریزش گردبادی : ۶۹

بار زلزله: ۷۰

تغییر مکان جانبی طرح: ۷۰

مراجع: ۷۵

مثال ها و مدل سازی های تهیه شده در این مجموعه فقط به منظور آشنایی می باشد.

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

گزینه‌ی خطپذیری:

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

گروه خطرپذیری	نوع کاربری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها
۱	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که به عنوان تاسیسات ضروری طراحی می‌گردند و وقفه در بهره‌برداری از آن‌ها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تاسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تاسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در امداد و نجات موثر باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آن‌ها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه‌مدت یا دراز مدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله‌های بسیار خطرناک با توجه به ضوابط قانونی موجود باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطرپذیری می‌باشد. سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطرپذیری ۱ موردنیاز می‌باشند.
۲	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری، یا هر فضای سرپوشیده‌ای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لکن خرابی آن‌ها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته یا باعث از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می‌شود. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لیکن خرابی آن‌ها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت و یا هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب‌دهنده مقادیری از موادی مانند سوخت‌های خطرناک، موادشیمیایی خطرناک، زباله‌های خطرناک و یا مواد منفجره باشند که با توجه به ضوابط قانونی موجود، انتشار گسترده این مواد سمی و مضر منجر به خطری برای عموم نمی‌شود (مطابق بند۶-۱-۵-۳).
۳	کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول این مبحث که جزو ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه خطرپذیری دیگر نباشند مانند ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های طبقاتی، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره.
۴	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغداری. ساختمان‌ها و سایر سازه‌های موقتی که مدت بهره برداری از آن‌ها کمتر از دو سال است.

جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطر پذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار لرزه ای	ضریب اهمیت بار باد I_w	ضریب اهمیت بار یخ I_i	ضریب اهمیت بار برف I_s
۱	۱/۴	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲
۲	۱/۲	۱/۱۵	۱/۲۵	۱/۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸

تزک‌یب‌تب‌ربوری‌بن‌بس‌یّب‌ی تبی‌ی هطبق‌هبحث 6 ´ ASCE:

A_k = load or load effect arising from extra ordinary event A — بار ناشی از حادثه غیر عادی

D = dead load — بار مرده

D_i = weight of ice — وزن یخ

E = earthquake load — بار زلزله طرح

F = load due to fluids with well-defined pressures and maximum heights — بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر

F_a = flood load — بار سیل

H = load due to lateral earth pressure, ground water pressure, or pressure of bulk materials — بار ناشی ازفشارجانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده

L = live load — بار زنده

L_r = roof live load — بار زنده بام

R = rain load — بار یخ

S = snow load — بار برف

T = self-straining load — بار خود کرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه ها و وارفتگی

W = wind load — بار باد

W_i = wind-on-ice determined in accordance with — بار باد وارد بر یخ

$$U = 1.4(D + F) \quad (9\text{-}1)$$

$$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) \quad (9\text{-}2)$$

$$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W) \quad (9\text{-}3)$$

$$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) \quad (9\text{-}4)$$

$$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S \quad (9\text{-}5)$$

$$U = 0.9D + 1.6W + 1.6H \quad (9\text{-}6)$$

$$U = 0.9D + 1.0E + 1.6H \quad (9\text{-}7)$$

Concrete Frame Design Preferences

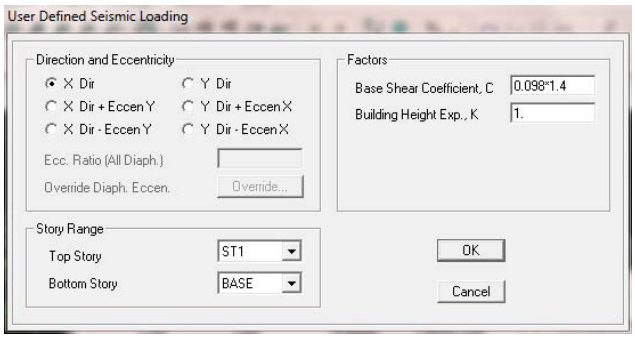
Design Code	ACI 318-08/IBC 2009
Seismic Design Category	D
Number of Interaction Curves	24
Number of Interaction Points	11
Consider Minimum Eccentricity	Yes
Phi (Tension Controlled)	0.9
Phi (Compression Controlled Tied)	0.65
Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
Phi (Shear Seismic)	0.6
Phi (Shear Joint)	0.85
Pattern Live Load Factor	0.75
Utilization Factor Limit	1.

(c) Where **E**, the load effects of earthquake, is based on service-level seismic forces, **1.4E** shall be used in place of **1.0E** in Eq. (9-5) and (9-7).

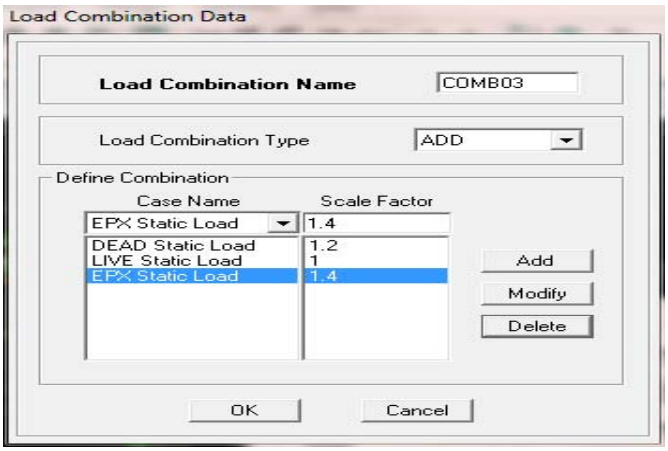
چون ویرایش ۳ آیین نامه ۲۸۰۰ بر اساس زلزله بهره برداری می باشد، مقدار 1.4E جایگزین 1E می شود.

راه حل پیشنهادی در Etabs :

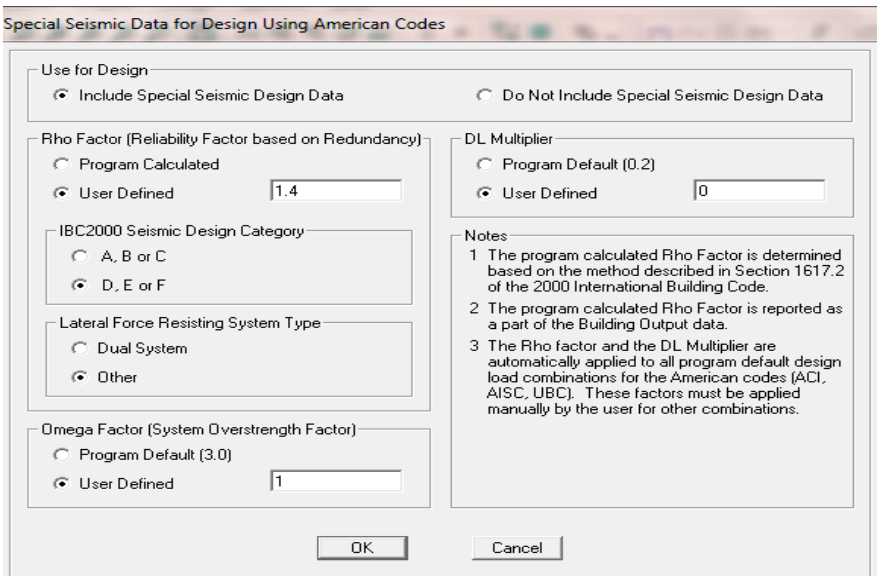
۱- اعمال ضریب 1.4 در ضریب C



۲- اعمال ضریب 1.4 در ترکیبات بارگذاری ها (combo)



۳- استفاده از ضرایب اعمالی مطابق شکل زیر



نرم افزار برای بار Snow ترکیب بار ایجاد نمی کند و کاربر باید به صورت دستی اعمال کند.

ترکیبات بارهای حالت حدی نهایی در طراحی سازه های بتن آرمه مطابق بند ۶-۲-۳-۲ مبحث ۶ چنین خواهد بود.

۱) ۱٫۴D+۱٫۷L+۱٫۷(Lr یا S یا R)

۲) D+۱٫۲L+۱٫۲(Lr یا S یا R)+۱٫۲(W یا ۰٫۷E)

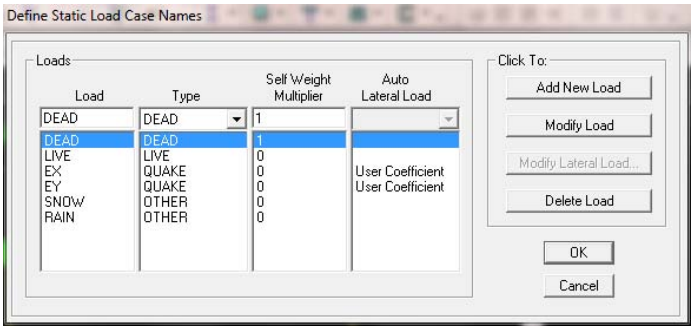
۳) ۰٫۸۵D+۱٫۲(W یا ۰٫۷E)

۴) ۱٫۲۵D+۱٫۵L+۱٫۵(Lr یا S یا R) +۱٫۵(H یا ۰٫۸۴F)

۵) ۰٫۸۵D+۱٫۵(H یا ۰٫۸۴F)

۶) D+۱٫۲L+۱٫۲(Lr یا S)+T

۷) ۱٫۲۵D+۱٫۵T

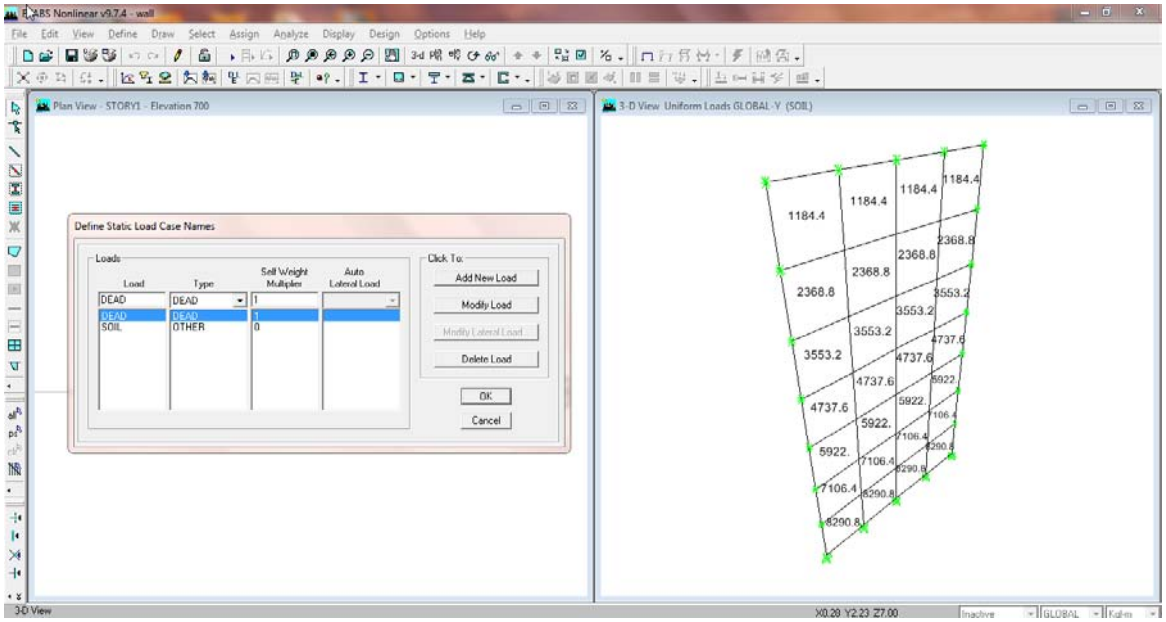


نحوه ورود حالات بارگذاری در Etabs

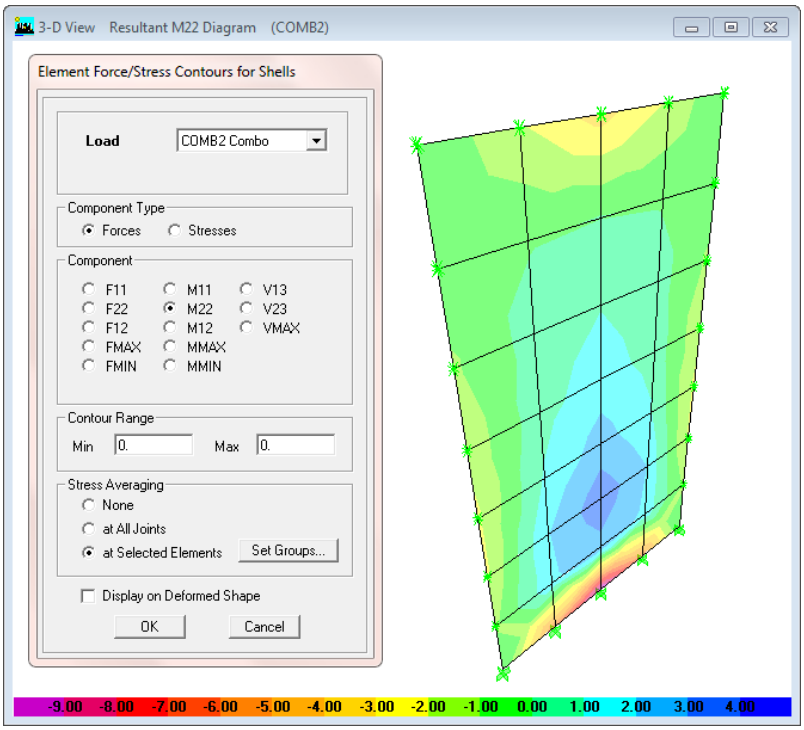
بـبـرّبـی‌مزدي:

ردیف	مصالح مصرفی	وزن واحد حجم Kg/m^3	ضخامت (cm)	وزن Kg/m^2	توضیحات
۱	موزاییک				
۲	ملات ماسه و سیمان				
۳	پوکه				
۴	بتن روی بلوک				
۵	تیرچه				
۶	بلوک				
۷	گچ و خاک				
۸	گچ رویه				
۹	وزن تاسیسات و				
	جمع			X	

ببرنی خب کفطبر ذ رلتبک ی:



نحوه اعمال بار ناشی از خاک بر دیوارهای حائل زیرزمین در Etabs



$M_U = 8.1\ ton.m$

$b = 100\ cm \qquad d = 25 - 4 = 21 cm \qquad H = 7m \qquad f_C^{'} = 210\ \frac{kg}{cm^2}$

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2mR}{f_Y}}\right] \quad , A_S = \rho b d$$

$$m = \frac{f_Y}{0.85 \times f_C^{'}} \quad , \quad R = \frac{M_U}{\phi \times b \times d^2}$$

$$m = \frac{4000}{0.85 \times 210} = 22.41 \quad , \quad R = \frac{8.1 \times 100000}{0.9 \times 100 \times 21^2} = 20.41$$

$$\rho = \frac{1}{22.41}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 22.41 \times 20.41}{4000}}\right] = 0.00543$$

$\rho_{\min} = 0.002 \rightarrow As_{\min} = 0.002 \times 100 \times 21 = 4.2\ \ cm^2$

$A_S = 0.00543 \times 100 \times 21 = 11.4 - 4.2\ cm^2 \ \Rightarrow USE\ \Phi 16@25\ cm\ ADD.$

$USE\ \Phi 12@25\ cm\ CONT.$

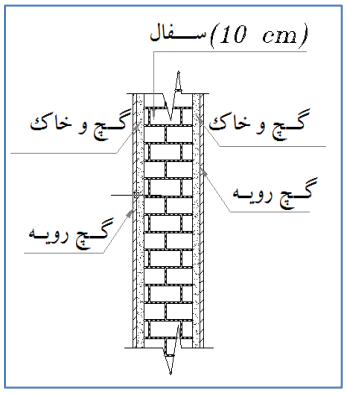
بابر سوذي سگيتزدي:

ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده:

در ساختمان های اداری و سایر ساختمان هایی که در آن احتمال استفاده از دیوارهای تقسیم کننده و یا جابجایی آن ها وجود دارد، باید ضوابطی برای وزن دیوارهای تقسیم کننده بدون توجه به اینکه آنها در پلان نشان داده شده باشند و یا خیر،اقدام گردد. وزن دیوارهای تقسیم کننده نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود.

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

4.3.2 Provision for Partitions
In office buildings or other buildings where partitions will be erected or rearranged, provision for partition weight shall be made, whether or not partitions are shown on the plans. Partition load shall not be less than 15 psf (0.72 kN/m^2).
EXCEPTION: A partition live load is not required where the minimum specifi ed live load exceeds 80 psf (3.83 kN/m^2).

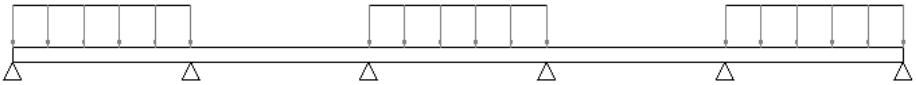


جدول محاسبه وزن دیوار تقسیم (به عنوان نمونه می باشد)

مصالح مصرفی	وزن واحد حجم Kg/m^3	ضخامت (cm)	وزن یک متر مربع Kg/m^2	توضیحات
گچ رویه	1300	1	26	برای دو طرف دیوار
گچ و خاک	1600	2.5	80	برای دو طرف دیوار
آجر سفال	850	10	85	
جمع			**W=190 kg/m^2**	

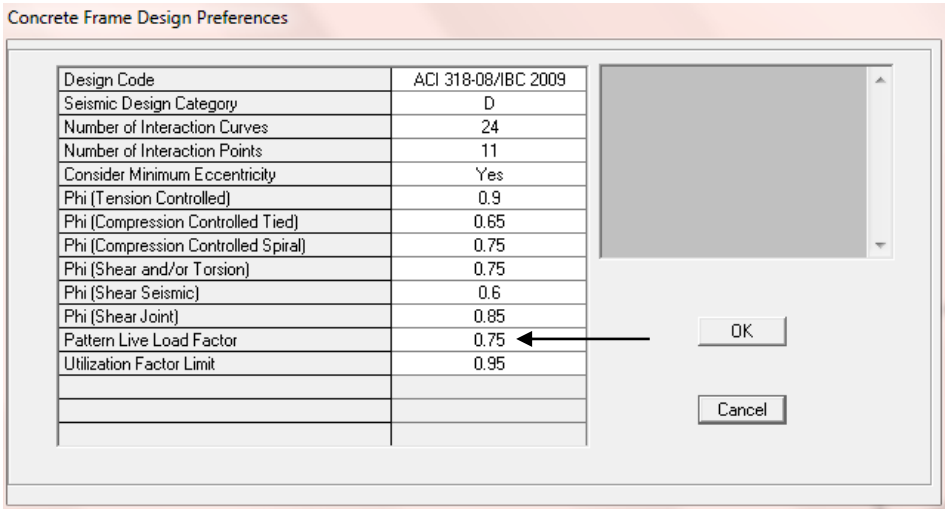
- ✓ در صورتیکه مقدار W (در جدول) در ارتفاع دیوار فوق و همچنین در طول دیوارهای فوق همان طبقه ضرب شود و بر مساحت همان طبقه تقسیم شود وزن دیوارهای تقسیم بدست می آید که این مقدار نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود.
- ✓ در صورت استفاده از دیوارهای ساندویچی وزن دیوارهای تقسیم حداقل ۰/۵ کیلونیوتن بر متر مربع خواهد بود . مشروط بر اینکه مقدار W از ۰/۴ کیلونیوتن بر متر مربع تجاوز نکند.
- ✓ اگر مقدار W از ۲ کیلونیوتن بر مترمربع بیشتر شود وزن آن به عنوان بار مرده در نظر گرفته می شود و در محل واقعی خود اعمال می گردد.
- ✓ مقادیر بارهای زنده بر اساس جدول ۶-۵-۱ بدست می آید.
- ✓ برای بارهای زنده نامشخص حداقل بار ۱/۵ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته خواهد شد.
- ✓ در تیرهای یکسره و قابهای نامعین در مواردی که بار زنده بیشتر از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع و یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده است موقعیت قرار گیری بار زنده در دهانه های مختلف مطابق شکلهای زیر در نظر گرفته می شود.

برای تعیین حداکثر لنگر خمشی منفی تکیه گاه ها



برای تعیین حداکثر لنگر خمشی مثبت در وسط دهانه

افشرلصلگزشبت در وزفلشار Etabsلبسربفي استئ بُوبس پخصلگز:



Item	Possible Values	Default Value	Description
Pattern Live Load Factor	≥ 0	0.75	The pattern load factor is used to compute positive live load moment by multiplying Live load with Pattern Load Factor (PLF) and assuming that beam is simply supported. This option provides a limited pattern loading to frames. Use zero to turn off this option.

نحوه اعمال الگوی بار زنده در Etabs

$$M_{pos\ \mathrm{MAX}} = f1 \cdot M_{DL} + \frac{f2 \cdot Pllf \cdot (LL \cdot l^2)}{8}$$

- ***f1*** = code-based dead-load factor (1.2)
- ***f2*** = code-based live-load factor (1.6)
- ***Pllf*** = Pattern live-load factor (0.75) specified in SAP2000 or ETABS
- ***l*** = element length
- ***LL*** = distributed live load (force/length)
- M_{DL} = positive dead-load moment with actual boundary conditions due to dead load only
- $M_{pos\ \mathrm{MAX}}$ - maximum positive midspan design moment assuming a simply-supported condition with no continuity for live load

✓ بار زنده گسترده یکنواخت و متمرکز مطابق جدول ۶-۵-۱ از مقررات ملی مبحث ۶ هر کدام که بیشترین اثر ناشی از بارگذاری را در اعضا ایجاد نماید باید اعمال گردد.

اگر بار متمرکز مشخص نبود باید بصورت بار یکنواخت بر روی سطحی به ابعاد ۷۵۰*۷۵۰ میلیمتر توزیع شود.

✓ بارهای وارده بر سیستم های نرده،نرده حفاظ، دست انداز، حفاظ پارکینگ و نردبان ثابت مطابق بند ۶-۵-۴ اعمال می گردد.

✓ بارهای ضربه ای مطابق بند ۶-۵-۵ اعمال می گردد.

کنترل سربار:

در مبحث ۶ سه حالت در کاهش سربار در نظر گرفته شده:

۱- کاهش بار زنده در طبقات

۲- کاهش بار زنده در موارد خاص

۳- کاهش بار زنده در بام ها

با در نظر گرفتن محدودیت های مربوط به کاهش بارهای زنده اعضایی که برای آنها مقدار $K_{LL}A_T$برابر ۳۷ متر مربع یا بیشتر باشد، را می توان با استفاده از بارهای زنده کاهش یافته مطابق رابطه زیر کاهش داد:

$$L = L_{\circ}\left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}}\right)$$

L : بار زنده کاهش یافته

L_0 :بار زنده کاهش نیافته طبق جدول ۶-۵-۱ از مبحث ۶

K_{LL} : ضریب عضو مطابق جدول ۶-۵-۲ معمولا برای سقفهای تیرچه بلوک برای ستونهای داخلی و خارجی بدون دال طره ای برابر ۴ و برای تیرهای داخلی و کناری بدون دال طره ای برابر ۲ می باشد.

A_T : سطح بارگیر بر حسب متر مربع

L : برای اعضایی که بار یک طبقه را تحمل می کنند نباید از $0.5L_0$ و برای اعضایی که بار دو طبقه یا بیشتر را تحمل می کنند نباید از $0.4L_0$ کمتر باشد.

4.7.2 Reduction in Uniform Live Loads

Subject to the limitations of Sections 4.7.3 through 4.7.6, members for which a value of $K_{LL}A_T$ is 400 ft^2 (37.16 m^2) or more are permitted to be designed for a reduced live load in accordance with the following formula:

$$L = L_o\left(0.25 + \frac{15}{\sqrt{K_{LL}A_T}}\right) \qquad (4.7\text{-}1)$$

In SI:

$$L = L_o\left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}}\right)$$

where

L = reduced design live load per ft^2 (m^2) of area supported by the member
L_o = unreduced design live load per ft^2 (m^2) of area supported by the member (see Table 4-1)
K_{LL} = live load element factor (see Table 4-2)
A_T = tributary area in ft^2 (m^2)

L shall not be less than $0.50L_o$ for members supporting one floor and L shall not be less than $0.40L_o$ for members supporting two or more floors.

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

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

Table 4-2 Live Load Element Factor, K_{LL}

Element	K_{LL}[a]
Interior columns	4
Exterior columns without cantilever slabs	4
Edge columns with cantilever slabs	3
Corner columns with cantilever slabs	2
Edge beams without cantilever slabs	2
Interior beams	2
All other members not identified, including: Edge beams with cantilever slabs Cantilever beams One-way slabs Two-way slabs Members without provisions for continuous shear transfer normal to their span	1

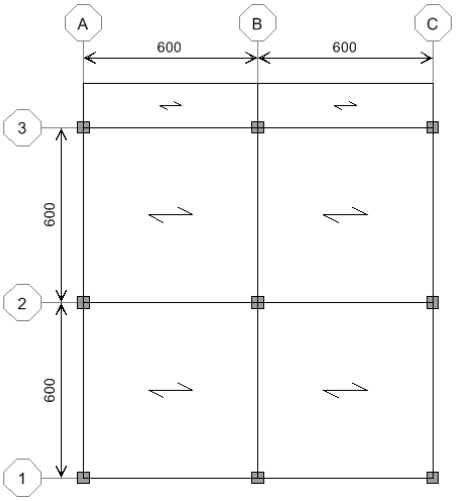
[a]In lieu of the preceding values, K_{LL} is permitted to be calculated.

مثال 1 :

در شکل نشان داده شده، مربوط به یک سازه ۵ سقف می باشد، در صورتیکه مقدار بار زنده در طبقات۲ کیلو نیوتن بر متر مربع و در بام ۱/۵ کیلونیوتن بر مترمربع باشد همچنین تمام دهانه ها ۶ متر باشند.

۱- مطلوبست محاسبه کاهش سربار برای ستون آکس B-2 و مقایسه آن در نرم افزار Etabs

۲- مطلوبست محاسبه کاهش سربار برای تیر محور B/1-2



برای ستون B-2	برای تیر B/1-2
A_T=36 m^2	A_T=36 m^2
K_{LL}=4	K_{LL}=2

مطابق ضابطه ۶-۵-۸-۲ برای بام تخت محاسبه می شود. = Story 5

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

$$R_1 = \begin{Bmatrix} 1 & A_T \le 18\ m^2 \\ 1.2 - 0.0111\,A_T & 18m^2 < A_T < 54m^2 \\ 0.6 & A_T \ge 54\ m^2 \end{Bmatrix} \rightarrow \quad R_1 = 1.2 - 0.0111 \times 36 = 0.8$$

$$R_2 = \begin{Bmatrix} 1 & S \le 33 \\ 1.2 - 0.006\,S & 33 < S < 100 \\ 0.6 & S \ge 100 \end{Bmatrix} \rightarrow \quad R_2 = 1$$

$$L_r = 1.5 \times 0.8 \times 1 = 1.2\ \frac{kN}{m^2}$$

$$FOR\ \text{Story}\ 4 = 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 \times 36 \times 2}} = 0.52L_o > 0.5L_o$$

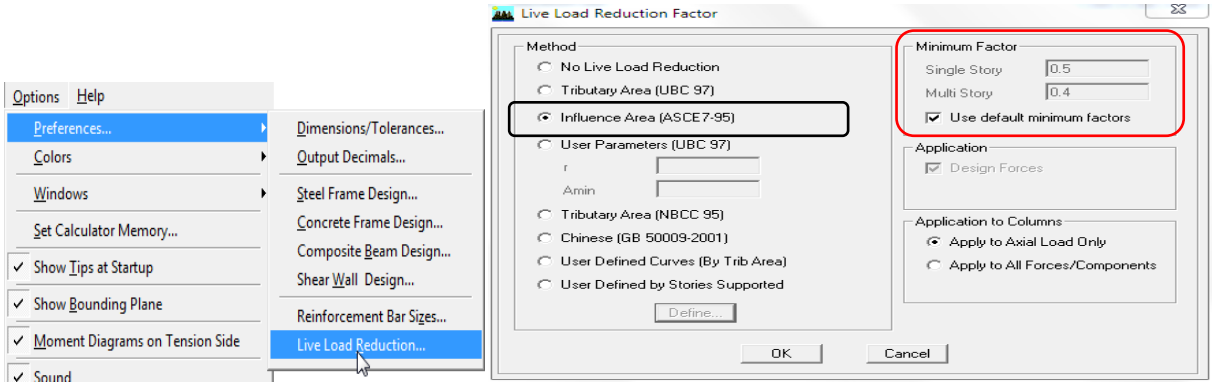
$$FOR\ \text{Story}\ 3 = 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 \times 36 \times 3}} = 0.47L_o > 0.4L_o$$

$$FOR\ \text{Story}\ 2 = 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 \times 36 \times 4}} = 0.44L_o > 0.4L_o$$

$$FOR\ \text{Story}\ 1 = 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 \times 36 \times 5}} = 0.42L_o > 0.4L_o$$

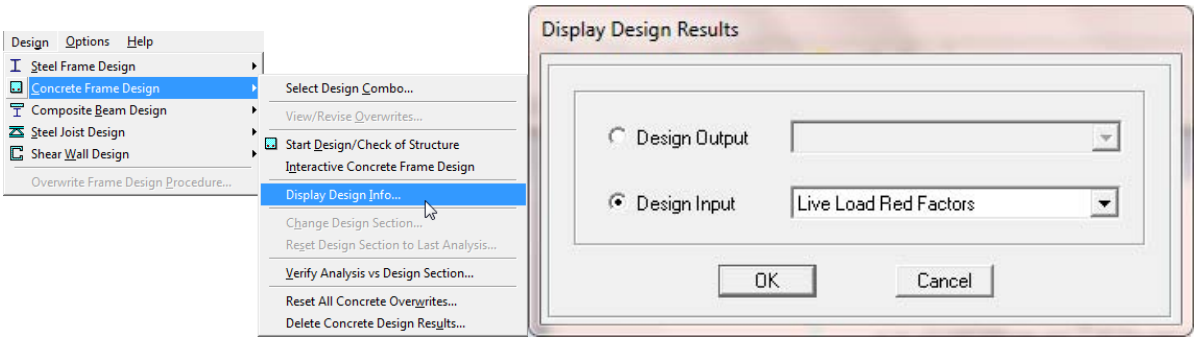
در نرم افزار Etabs برای اعمال کاهش سربار در ابتدا باید از گزینه کاهش سربار در پنجره شکل ۱ استفاده نموده و سپس مطابق پنجره شکل ۲ از گزینه نشان داده شده که بر اساس آیین نامه بارگذاری ASCE می باشد استفاده نمود.

شکل ۱

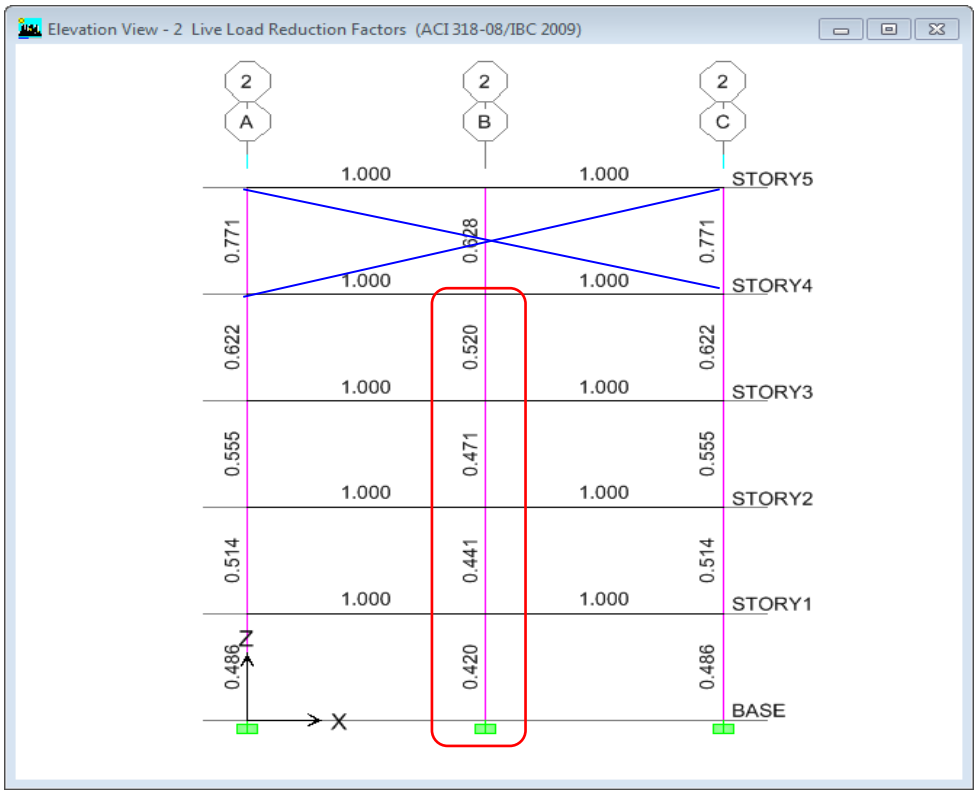


شکل ۲

برای نمایش مقدار ضریب کاهش سربار مطابق شکل ۲- ب مراحل را انجام داده.



شکل ۲- ب



شکل ۳

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود مقادیر کاهش سربار توسط Etabs محاسبه شده است، ولی ذکر این نکته لازم است که نرم افزار کاهش سربار را برای بام به صورت صحیح محاسبه نمی کند و کاربران می توانند مقدار ضریب محاسبه شده در بام را مطابق ضابطه۶-۵-۸-۲ اصلاح نمایند.

برنامه Etabs برای بارهای زنده بالاتر از ۵ کیلو نیوتن بر متر مربع،کاهش سربار را محاسبه می کند، ولی نه با دقت، این در حالیست که مبحث ۶ کاهش سربار را برای بارهای بیشتر از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع اجازه نمی دهد ولی به عنوان یک استثنا بار زنده اعضایی که بار ۲ طبقه یا بیشتر را تحمل می کنند، به میزان ۲۰٪ مجاز می باشد.

4.7.3 Heavy Live Loads
Live loads that exceed 100 lb/ft^2 (4.79 kN/m^2) shall not be reduced.
EXCEPTION: Live loads for members supporting two or more floors shall be permitted to be reduced by 20 percent.

محاسبه کاهش سربار برای تیر طبقات محور B/1-2 :

مطابق بند ۶-۵-۷-۶ سطح بارگیر برای دالهای یک طرفه از حاصلضرب دهانه دال در عرضی برابر ۱/۵ برابر دهانه دال (در جهت عمود بر آن) بیشتر نخواهد شد.

4.7.6 Limitations on One-Way Slabs
The tributary area, A_T, for one-way slabs shall not exceed an area defined by the slab span times a width normal to the span of 1.5 times the slab span.

$$A_T = 36\ m^2 \leq 1.5(6)^2 = 54\ m2$$

$$A_T = 36\ m^2$$

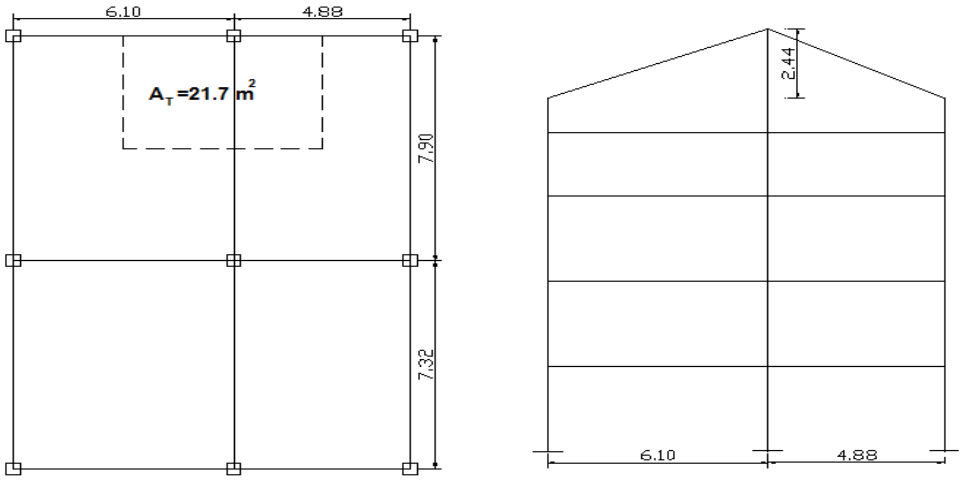
$$\text{Beam B}(1-2) = 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{2\times 36}} = 0.8L_o > 0.5L_o$$

- ✓ بار زنده سنگین ، محل عبور و یا پارک خودروهای سواری کاهش سربار داده نمی شود ولی به عنوان یک استثنا بار زنده اعضایی که بار ۲ طبقه یا بیشتر را تحمل می کنند، به میزان ۲۰٪ مجاز می باشد.
- ✓ بار زنده محل اجتماع و ازدحام کاهش نمی یابد.

به عنوان یک توصیه؛ مقادیر کاهش سربار به صورت دستی محاسبه و در نرم افزار اعمال گردد و از حالت اتوماتیک نرم افزار استفاده نشود.

مثال 2:

در شکل مقابل در صورتیکه مقدار بار زنده ۱/۵ کیلونیوتن بر متر مربع باشد، مطلوبست محاسبه مقدار کاهش بار زنده در بام برای ستون نشان داده شده. مقدار شیب بام در سقف آخر ۴۰٪ می باشد.



شکل ۴

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

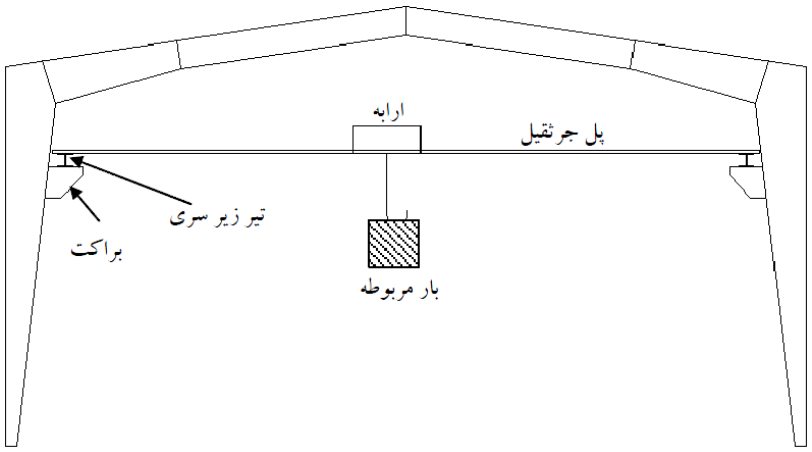
$$R_1 = \begin{cases} 1 & A_T \le 18\ m^2 \\ 1.2 - 0.0111\ A_T & 18m^2 < A_T < 54m^2 \\ 0.6 & A_T \ge 54\ m^2 \end{cases}$$

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

$$L_r = 1.5 \times 0.96 \times 0.96 = 1.38\ \frac{kN}{m^2}$$

برای بامهای قوسی یا گنبدی، مقدار S (شیب به درصد) برابر با حاصل ضرب ۲۶۶/۶ در نسبت ارتفاع به طول دهانه آن ها می باشد.

مثال جرثقیل:



- نیروی ضربه قائم Q برابر حداکثربار (وزن پل+ارابه و ملحقات+بار مربوطه)* n%

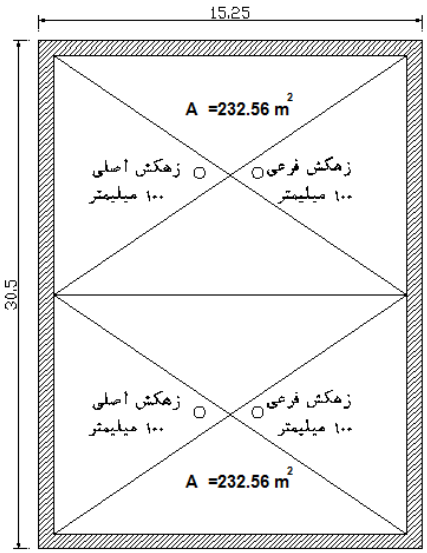
- بار جانبی عرضی H برابر است بار ۲۰٪ مجموع بار ضریبدار (ارابه + بار مربوطه)

- بار افقی طولی N برابر است با ۱۰٪ وزن(پل + ارابه + بار مربوطه)

مثال باران:

مثال 3 :

در یک بام مطابق شکل در صورتیکه شدت بارندگی طرح با مدت زمان تداوم یک ساعت با دوره بازگشت ۱۰۰ سال برابر $95\ {}^{mm}/_{h}$ باشد و در این بام از یک زهکش اصلی به قطر ۱۰۰ میلیمتر و یک زهکش فرعی به قطر ۱۰۰ میلیمتر که ۵۱ میلیمتر بالاتر از سطح بام می باشد، مطلوبست تعیین مقدار بار باران؟



$i = 95\ {}^{mm}/_{h}$

$d_s = 51\ mm$

$d_h = ?$

$Q = ?$

$R = ?$

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

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} \times 232.56 \times 95 = 0.00614\ \frac{m^3}{s}$$

بر اساس جدول ۶-۸-۱ از مبحث ۶ با داشتن مقدار Q و قطر زهکش، مقدار عمق آب مازاد بر روی بام d_h از روش درونیابی خطی استخراج می گردد. همچنین مقدار بار باران روی بام تغییر شکل نیافته (R) از رابطه ۶-۸-۲ از مبحث ۶ بدست می آید.

$$d_h = 28\ mm$$

$$R = 0.01(d_s + d_h) = 0.01(51 + 28) = 0.80\ \frac{kN}{m^2}$$

Table C8-2 in Si, Flow Rate, Q, in Cubic Meters Per Second of Various Drainage Systems at Various Hydraulic Heads, d_h in Millimeters

	Hydraulic Head d_h, mm									
Drainage System	25	51	64	76	89	102	114	127	178	203
102 mm diameter drain	.0051	.0107	.0114							
152 mm diameter drain	.0063	.0120	.0170	.0240	.0341					
203 mm diameter drain	.0079	.0145	.0214	.0353	.0536	.0694	.0738			
152 mm wide, channel scupper[b]	.0011	.0032	[a]	.0057	[a]	.0088	[a]	.0122	.0202	.0248
610 mm wide, channel scupper	.0045	.0126	[a]	.0227	[a]	.0353	[a]	.0490	.0810	.0992
152 mm wide, 102 mm high, closed scupper[b]	.0011	.0032	[a]	.0057	[a]	.0088	[a]	.0112	.0146	.0160
610 mm wide, 102 mm high, closed scupper	.0045	.0126	[a]	.0227	[a]	.0353	[a]	.0447	.0583	.0638
152 mm wide, 152 mm high, closed scupper	.0011	.0032	[a]	.0057	[a]	.0088	[a]	.0122	.0191	.0216
610 mm wide, 152 mm high, closed scupper	.0045	.0126	[a]	.0227	[a]	.0353	[a]	.0490	.0765	.0866

[a] Interpolation is appropriate, including between widths of each scupper.
[b] Channel scuppers are open-topped (i.e., 3-sided). Closed scuppers are 4-sided.

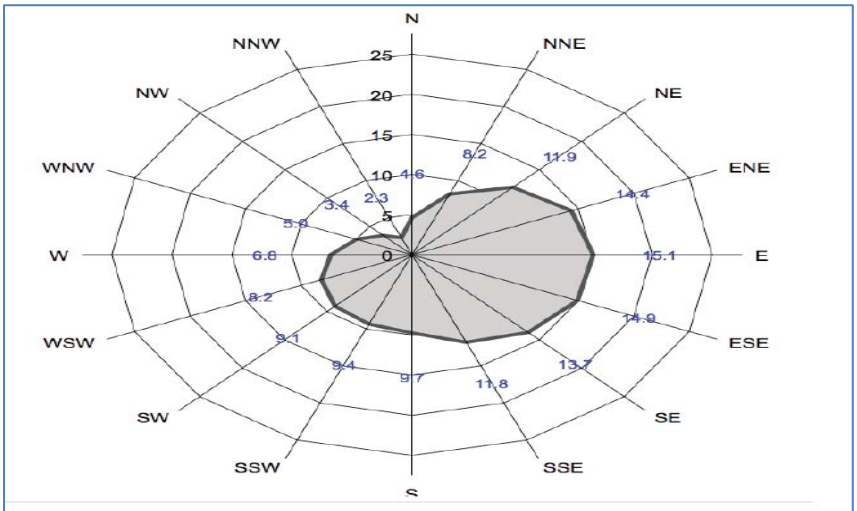


Figure 10: Driving Rain Rose for Toronto Canada (inch/year)

بار برف:

۱- بار برف متوازن Balanced

۲- بار برف حداقل Minimum

۳- بار برف جزیی Partial

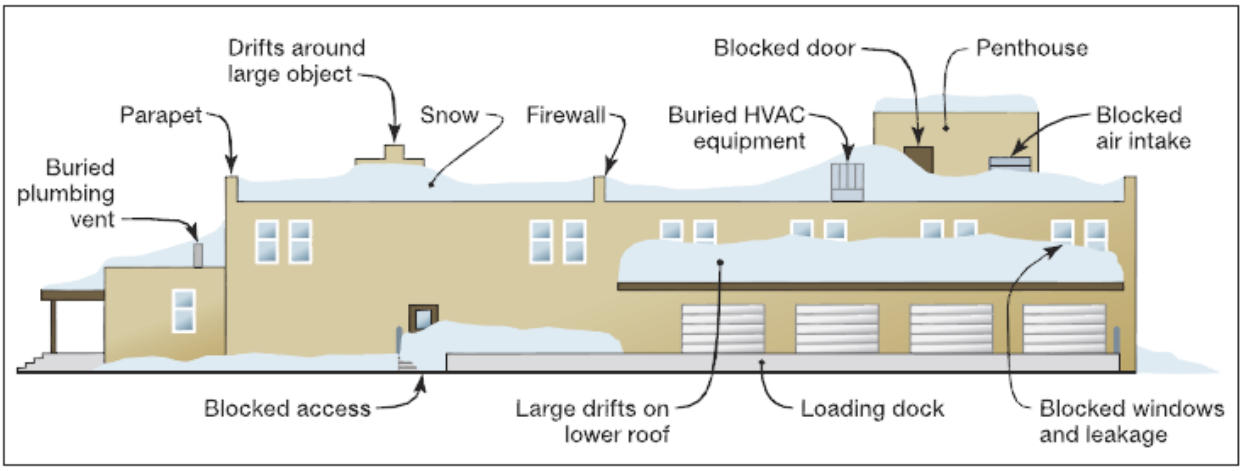
۴- بار برف نامتوازن Unbalanced

۵- بار برف انباشتگی در بام پایین Drift

۶- بار برف لغزنده Sliding

۷- بار سربار باران روی برف Rain

۸- ناپایداری برگه ای Ponding



بار برف متعادل:

$$P_r = 0.7C_sC_tC_eI_sP_g$$

مثال 4 :

برای یک بام تخت در اصفهان مطلوبست محاسبه بار برف متوازن؟

- برای ساختمانهای مسکونی- اداری – تجاری – پارکینگ های طبقاتی- انبارها- کارگاه ها- ساختمانهای مسکونی گروه خطر پذیری ۳ می باشد و لذا مقدار ضریب اهمیت بر اساس جدول ۶-۱-۲ از مبحث ۶ برابر I_s =1 انتخاب می گردد.

- مقدار بار برف زمین در اصفهان ۱ کیلونیوتن بر مترمربع می باشد $P_g = 1\ KN/m2$

- ضریب دما بر اساس جدول ۶-۷-۳ از مبحث ۶ برابر واحد انتخاب می شود $C_t = 1$

Table 7-3 Thermal Factor, C_t

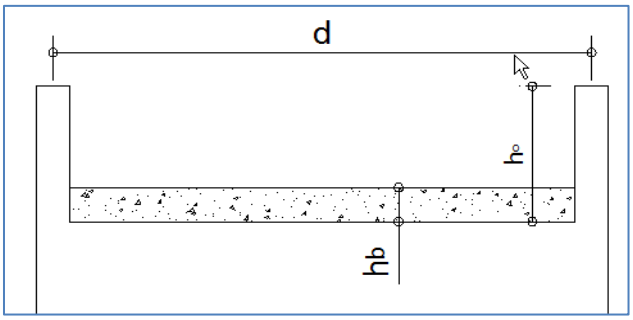
Thermal Condition[a]	C_t
All structures except as indicated below	1.0
Structures kept just above freezing and others with cold, ventilated roofs in which the thermal resistance (R-value) between the ventilated space and the heated space exceeds 25 °F × h × ft²/Btu (4.4 K × m²/W).	1.1
Unheated and open air structures	1.2
Structures intentionally kept below freezing	1.3

- ضریب برف گیری C_e بر اساس جدول ۶-۷-۲ از مبحث ۶ و با استفاده از گروه ناهمواری محیطی زیاد (محیط شهری) برابر واحد انتخاب می گردد.

Table 7-2 Exposure Factor, C_e

Terrain Category	Exposure of Roof[a]		
	Fully Exposed	Partially Exposed	Sheltered
B (see Section 26.7)	0.9	1.0	1.2
C (see Section 26.7)	0.9	1.0	1.1
D (see Section 26.7)	0.8	0.9	1.0

- ضریب شیب C_s برای بام های مسطح برابر واحد می باشد.



شکل ۶

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

$$\gamma = 0.43P_g + 2.2 \leq 4.7 \quad \frac{KN}{m^2}$$

- ✓ در حالت برف ریز، بام بالاتر از محیط اطراف می باشد و محافظتی از اطراف وجود ندارد.
- ✓ اگر $h_o > h_b$ برف ریز نیست.
- ✓ اگر موانع اطراف ساختمان تا فاصله ۱۰ برابر فاصله قائم از روی مانع بالاتر تا روی بام باشد یعنی $d < 10h_o$ برف ریز نیست.

- ✓ بام برف گیر از تمام جوانب پایین تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف می باشد.(مناطقی که باد خیز نبوده)
- ✓ بام های غیر برف گیر و غیر برف ریز بام های نیمه برف گیر محسوب می شوند.(شدت باد متوسط)

$$P_r = 0.7 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 = 0.7 \ {}^{KN}/_{m^2}$$

ب-ب-ر-ب-ز-ف ح-ن-ق-ل:

مقدار بار حداقل بر اساس بند ۶-۷-۲-۱ از مبحث ۶ برای بامهای شیبدار با شیب کمتر از ۱۵ درجه و برای بامهای قوسی با زاویه قائم بین تاج و پای قوس کمتر از ۱۰ درجه باید مطابق روابط زیر در نظر گرفته شود.

$$P_m = I_s P_g \qquad P_g \leq 1 \ \frac{KN}{m^2}$$

$$P_m = I_s \qquad P_g > 1 \ \frac{KN}{m^2}$$

بار برف حداقل، با بار برف متوازن،جزیی،نامتوازن،انباشتگی،لغزنده جمع نمی شود.

7.3.4 Minimum Snow Load for Low-Slope Roofs, p_m
A minimum roof snow load, p_m, shall only apply to monoslope, hip and gable roofs with slopes less than 15°, and to curved roofs where the vertical angle from the eaves to the crown is less than 10°. The minimum roof snow load for low-slope roofs shall be obtained using the following formula:

Where p_g is 20 lb/ft² (0.96 kN/m²) or less:

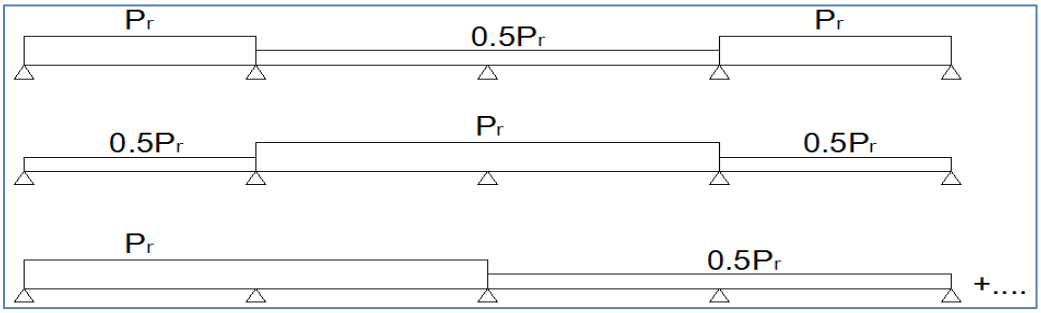
$p_m = I_s p_g$ (Importance Factor times p_g)

Where p_g exceeds 20 lb/ft² (0.96 kN/m²):

$p_m = 20\ (I_s)$ (20 lb/ft² times Importance Factor)

This minimum roof snow load is a separate uniform load case. It need not be used in determining

ب-ب-ر-گ-ذ-ا-ر-ی ب-ز ف ش ی:



شکل ۷

طره ها به صورت یک دهانه جداگانه لحاظ می شوند.

بارگذاری برف

بارگذاری متوازن و نامتوازن بطور جداگانه در نظر گرفته می شوند.

بارگذاری نامتوازن برای حالتهای زیر در نظر گرفته می شود.

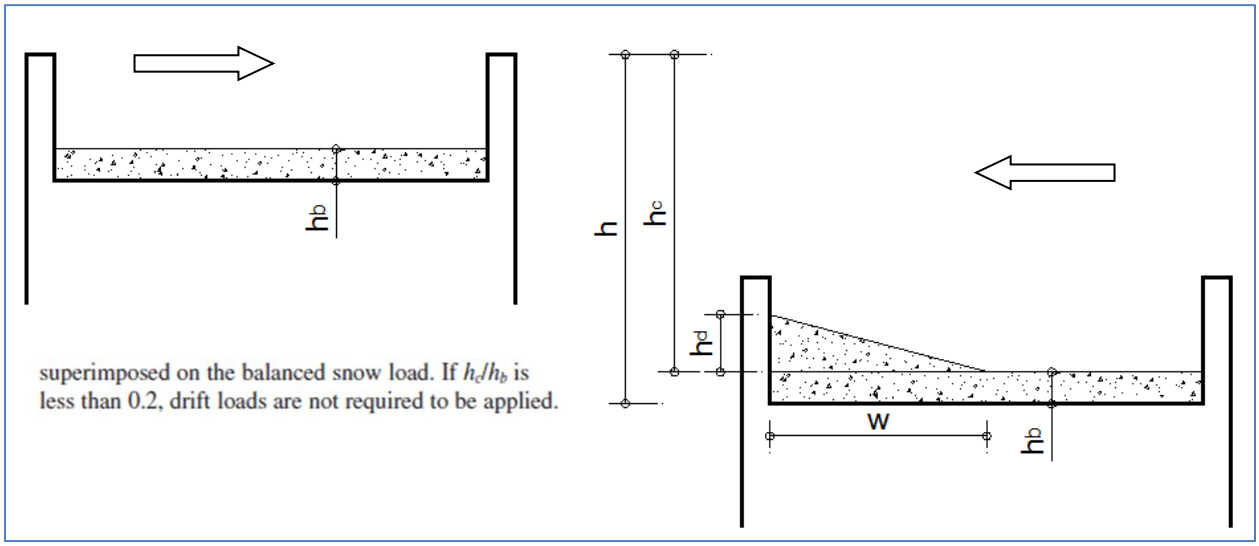
الف) برای بامهای با شیب دو یا چند طرفه

ب) برای بامهای قوسی

ج) برای بامهای دندانه دار، کنگره ای و تاوه چین دار

د) برای گنبدها

بارگذاری برف در بامهای تخت:



شکل ۹

اگر نسبت $\frac{h_c}{h_b}$ کمتر از *0.2* شود نیازی به محاسبه برف انباشتگی نیست.

مثال 5 :

با در نظر گرفتن *h=4 m* مقدار برف انباشتگی برای بام در شهر اصفهان محاسبه شود.

$$h_c = h - h_b$$

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

$$\gamma = 0.43P_g + 2.2 \leq 4.7 \ \frac{KN}{m^2} \ \longrightarrow \ \gamma = 2.63 \ \frac{KN}{m^2}$$

$$h_b = \frac{0.7}{2.63} = 0.266 \ m$$

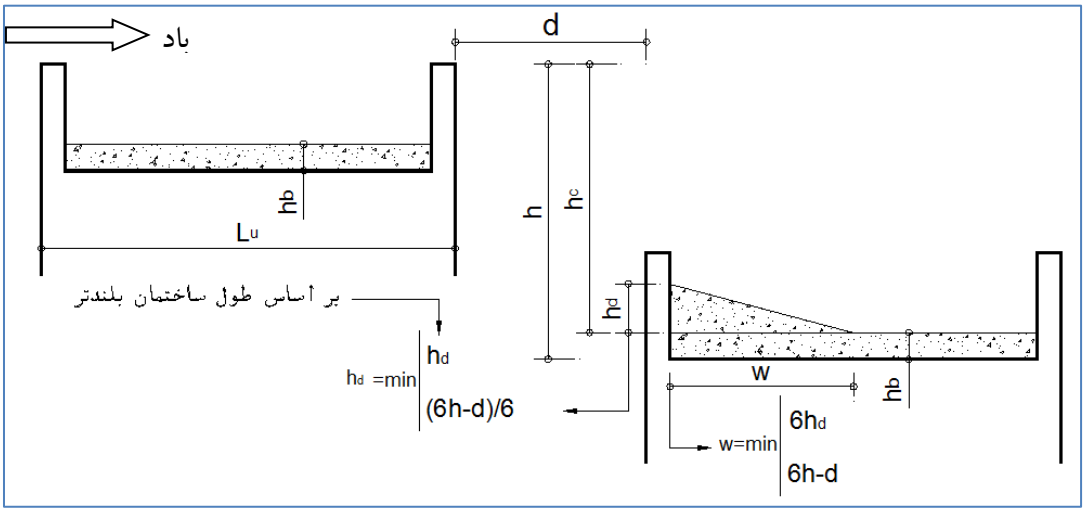
$$h_c = 4 - 0.266 = 3.73 \ m$$

$$\frac{h_c}{h_b} = \frac{3.73}{0.266} = 14 > 0.2$$

محاسبه هر دو امکان انباشت پشت به باد و رو به باد:

اگر فاصله افقی دو ساختمان کمتر از ۶ متر و کمتر از ۶ برابر فاصله قائم آنها باشد بار انباشتگی بر روی بام پایین تر محاسبه می شود.

$$d \leq \min\{6m \ , 6h\}$$



شکل ۱۰ برای حالت پشت به باد

مثال6:

با فرض اینکه دو ساختمان فقط در حد یک درز انقطاع فاصله دارند مقادیر انباشت پشت به باد را محاسبه نمایید.

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

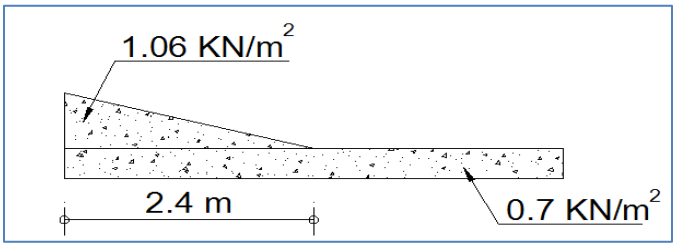
$$L_u = 10\ m \quad , \quad h = 4m \quad , \quad d = 10\ cm \quad , P_g = 1\ {}^{KN}/_{m^2} \ , \qquad P_r = 0.7\ {}^{KN}/_{m^2}$$

$$h_d = 0.12\sqrt[3]{10}\sqrt[4]{100 * 1 + 50} - 0.5 = 0.4\ m$$

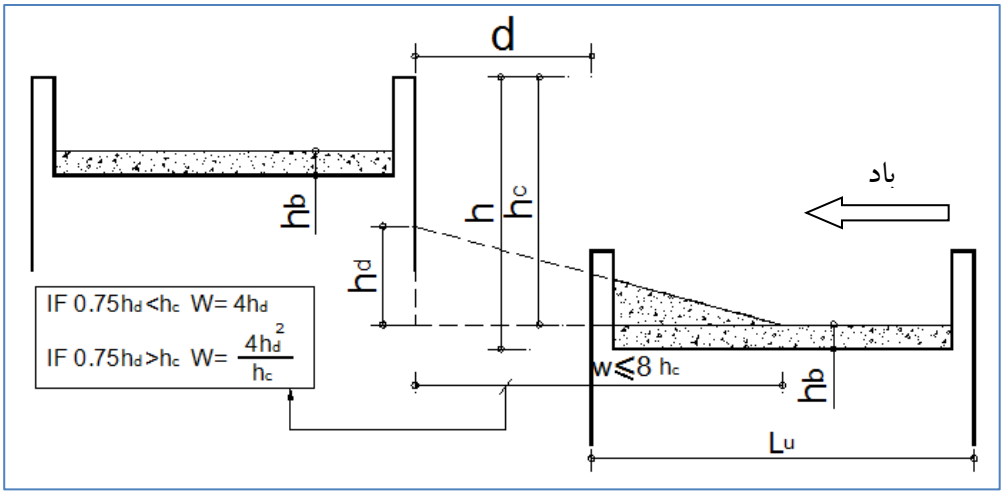
$$h_d = \min\left\{\begin{matrix} h_d = 0.4\ m \\ \frac{6\times4-0.1}{6} \approx 4\ m \end{matrix}\right\} = 0.4\ m$$

$$P_d = \gamma h_d = 2.63 \times 0.4 = 1.06\ {}^{KN}/_{m^2}$$

$$w = \min\left\{\begin{matrix} 6 \times 0.4 = 2.4\ m \\ 6 \times 4 - 0.1 \approx 24\ m \end{matrix}\right\} = 2.4\ m$$



شکل ۱۰-۱ مقادیر نهایی در حالت پشت به باد



شکل ۱۱ برای حالت رو به باد

مطابق بند ۶-۷-۹-۱ ب ، اگر مقدار $0.75h_d$ در حالت رو به باد بیشتر از مقدار h_d پشت به باد شد ، مقدار h_d پشت به باد معیار عمل است.

مثال7:

مثال ۶ را در حالت رو به باد محاسبه نمایید.

$$h_d = (0.12\sqrt[3]{L_u}\sqrt[4]{100P_g + 50} - 0.5) \times \frac{3}{4}$$

$$L_u = 8\ m \quad , \quad h = 4m \quad , \quad d = 10\ cm \quad , P_g = 1\ {}^{KN}/_{m^2} \ , \quad P_r = 0.7\ {}^{KN}/_{m^2}$$

$$h_d = \left(0.12\sqrt[3]{8}\sqrt[4]{100 \times 1 + 50} - 0.5\right) \times \frac{3}{4} \rightarrow h_d = 0.25\ m < 0.4\ m \quad ok$$

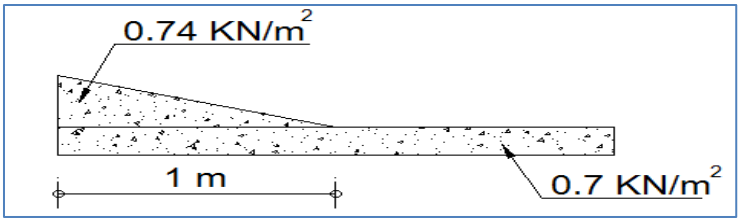
$$h_c = 4 - 0.26 = 3.74 \rightarrow h_d < h_c \rightarrow w = 4h_d$$

$$w = 4 \times 0.25 = 1\ m$$

مطابق ضوابط آیین نامه ارتفاع انباشت در پای ناحیه بلندتر مقدار حداکثر h_d داشته

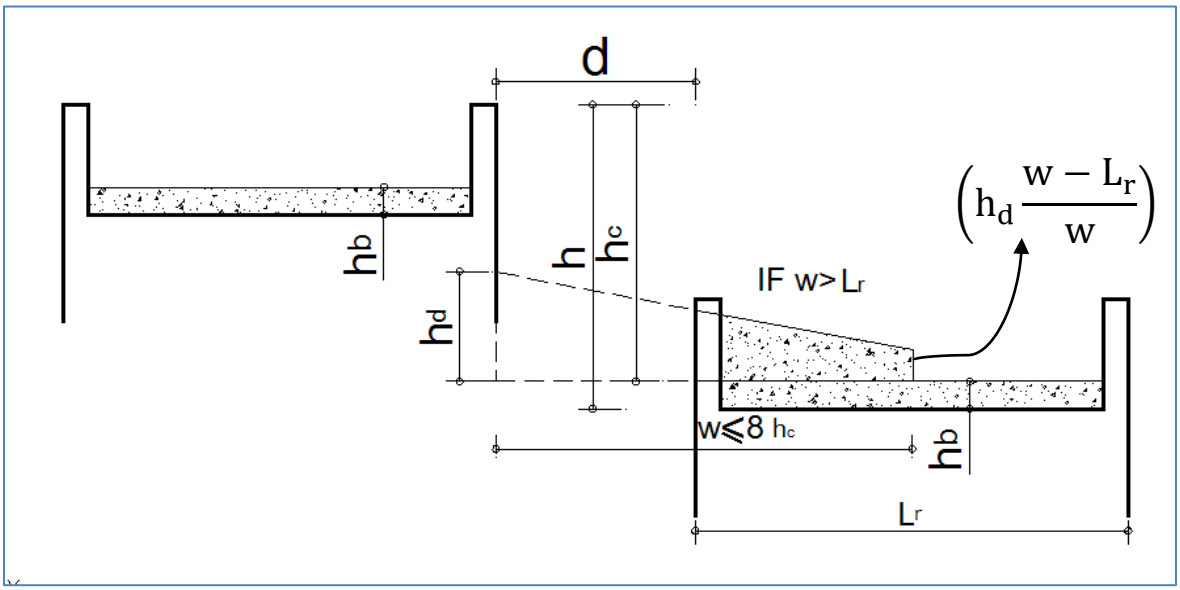
$$p_d = \gamma \times h_d$$

$$p_d = 2.63 \times 0.28 = 0.74\ {}^{KN}/_{m^2}$$



شکل ۱۱-۱ مقادیر نهایی در حالت رو به باد

در صورتیکه W از عرض بام مورد نظر Lr بیشتر باشد مقدار ارتفاع برف در لبه انتهایی بام برابر با مقدار نشان داده شده در شکل ۱۱-۲ ذوزنقه ای خواهد شد.



شکل ۱۱-۲

در مثال ذکر شده با توجه به اینکه مقدار $w = 4h_d$ ؛ برابر یک متر محاسبه شد و طول بام پایین تر ۸ متر می باشد، لذا توزیع بار ذوزنقه ای نمی شود.

اثر قسمت های بالا آمده از بام از قبیل خرپشته و فضاهای تاسیساتی و دست انداز اطراف بام در انباشتگی برف در اطراف آن ها در نظر گرفته می شود و ارتفاع حداکثر انباشت برف را می توان سه چهارم مقدار حاصل از روابط فوق در نظر گرفت.

مثـبـل 8:

ASCE : برای محاسبه مقدار *hd* در دو امکان" الف" ،" ب" و نتیجه حاصله برای ملاک عمل

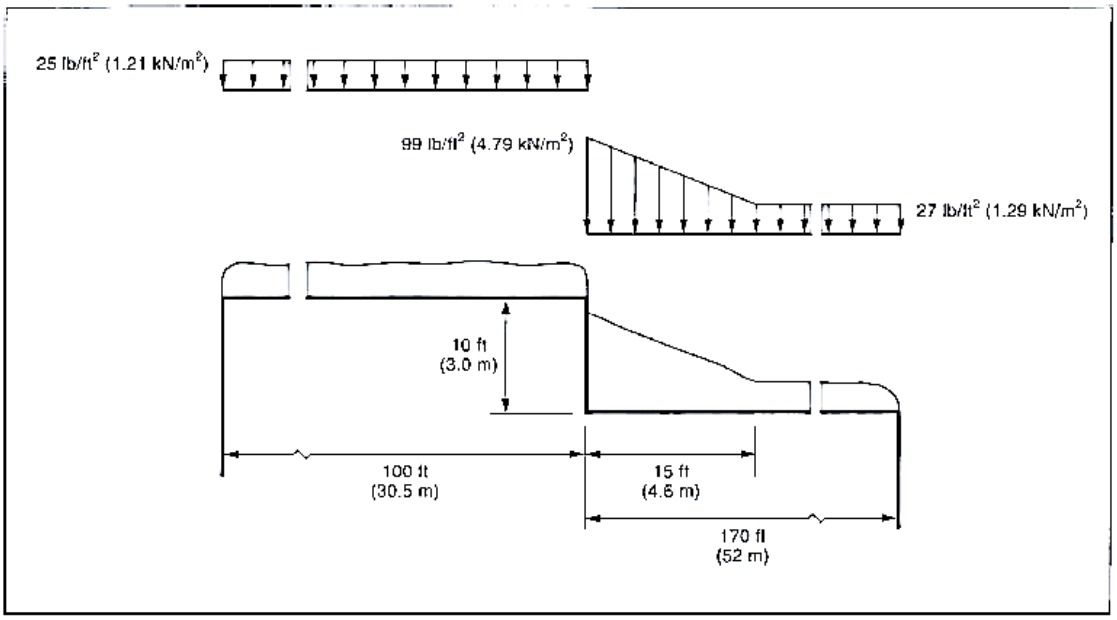


FIGURE C7-7 Design Snow Loads for Example 3.

High Roof:

$$p_f = 0.7C_eC_tIp_g$$

where

p_g = 40 lb/ft² (1.92 kN/m²) (given)
C_e = 0.9 (from Table 7-2)
C_t = 1.0 (from Table 7-3)
I = 1.0 (from Table 1.5-2)

Thus:

$p_f = 0.7(0.9)(1.0)(1.0)(40) = 25$ lb/ft²
(in SI: $p_f = 0.7(0.9)(1.0)(1.0)(1.92) = 1.21$ kN/m²)

Low Roof:

$$p_f = 0.7C_eC_tIp_g$$

where

p_g = 40 lb/ft² (1.92 kN/m²) (given)
C_e = 1.0 (from Table 7-2) partially exposed due to presence of high roof
C_t = 1.2 (from Table 7-3)
I = 0.8 (from Table 1.5-2)

Thus:

$p_f = 0.7(1.0)(1.2)(0.8)(40) = 27$ lb/ft²
In SI: $p_f = 0.7(1.0)(1.2)(0.8)(1.92) = 1.29$ kN/m²

Drift Load Calculation:

$\gamma = 0.13(40) + 14 = 19$ lb/ft³
(in SI: $\gamma = 0.426(1.92) + 2.2 = 3.02$ kN/m³

$h_b = p_f/19 = 27/19 = 1.4$ ft
(in SI: $h_b = 1.29/3.02 = 0.43$ m)

$h_c = 10 - 1.4 = 8.6$ ft
(in SI: $h_c = 3.05 - 0.43 = 2.62$ m)

$h_c/h_b = 8.6/1.4 = 6.1$
(in SI: $h_c/h_b = 2.62/0.43 = 6.1$)

Because $h_c/h_b \geq 0.2$ drift loads must be considered (see Section 7.7.1).

h_d (leeward step) = 3.8 ft (1.16 m) ← الف) پشت به باد
(Fig. 7-9 with $p_g = 40$ lb/ft^2 (1.92 kN/m^2)
and $l_u = 100$ ft [30.5 m])

h_d (windward step) = 3/4 × 4.8 ft (1.5 m) ← ب) رو به باد
= 3.6 ft (1.1 m) (4.8 ft [1.5 m]
from Fig. 7-9 with $p_g = 40$ lb/ft^2 [1.92 kN/m^2]
and l_u = length of lower roof = 170 ft [52 m])

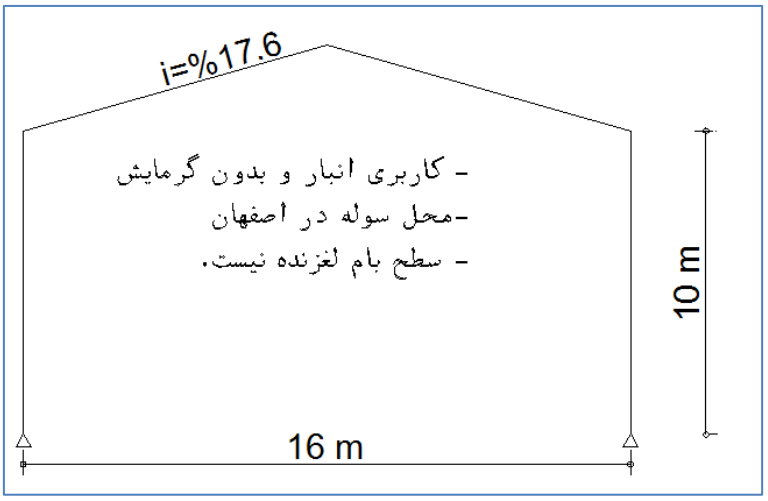
Leeward drift governs, use $h_d = 3.8$ ft (1.16 m)
Because $h_d < h_c$,

$h_d = 3.8$ ft (1.16 m) ← مقدار انتخابی
$w = 4h_d = 15.2$ ft (4.64 m), say 15 ft (4.6 m)
$p_d = h_d\gamma = 3.8(19) = 72$ lb/ft^2
(in SI: $p_d = 1.16(3.02) = 3.50$ kN/m^2)

اگر مقدار(الف) از مقدار (ب) کمتر بود، نتیجه امکان (الف) ملاک بارگذاری انباشت برف خواهد بود.

مثال 9:

مطلوبست محاسبه تمامی حالات بارگذاری برف، در سوله نشان داده شده.



شکل ۱۲

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

$I_s = 1$ $C_t = 1.2$ $C_e = 1$ $P_g = 1$ $\alpha = 10^\circ$

محاسبه ضریب شیب C_s:

با توجه به اینکه سطح بام لغزنده نیست و مقدار $C_t = 1.2$ می باشد لذا مقدار $\alpha_\circ$ برابر ۴۵ درجه مطابق بند ۶-۷-۶-۱ در نظر گرفته می شود.

$C_s = 1$ $\alpha \le \alpha_\circ$ (بند ۶-۷-۴- الف)

$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_\circ}{70 - \alpha_\circ}$ $\alpha_\circ \le \alpha \le 70^\circ$ (بند ۶-۷-۴- ب)

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

بنابر این حالت (الف) یعنی $C_s = 1$ به وجود می آید.

محاسبه P_r:

$$P_r = 0.7 \times 1 \times 1.2 \times 1 \times 1 = 0.84 \ \frac{KN}{m^2}$$

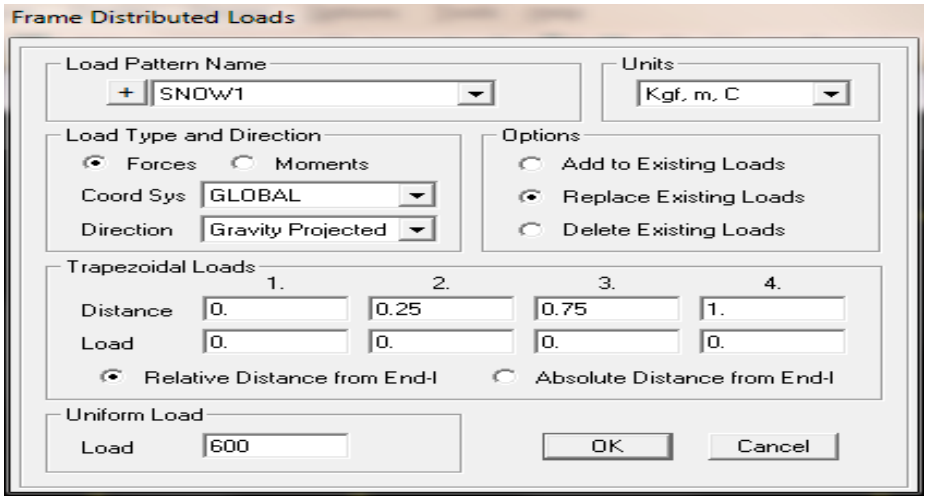
بار حداقل:

مقدار بار حداقل بر اساس بند ۶-۷-۲-۱ از مبحث ۶ برای بامهای شیبدار با شیب کمتر از ۱۵ درجه و برای بامهای قوسی با زاویه قائم بین تاج و پای قوس کمتر از ۱۰ درجه باید مطابق روابط زیر در نظر گرفته شود.

$$P_m = I_s P_g \qquad P_g \leq 1 \ \frac{KN}{m^2}$$

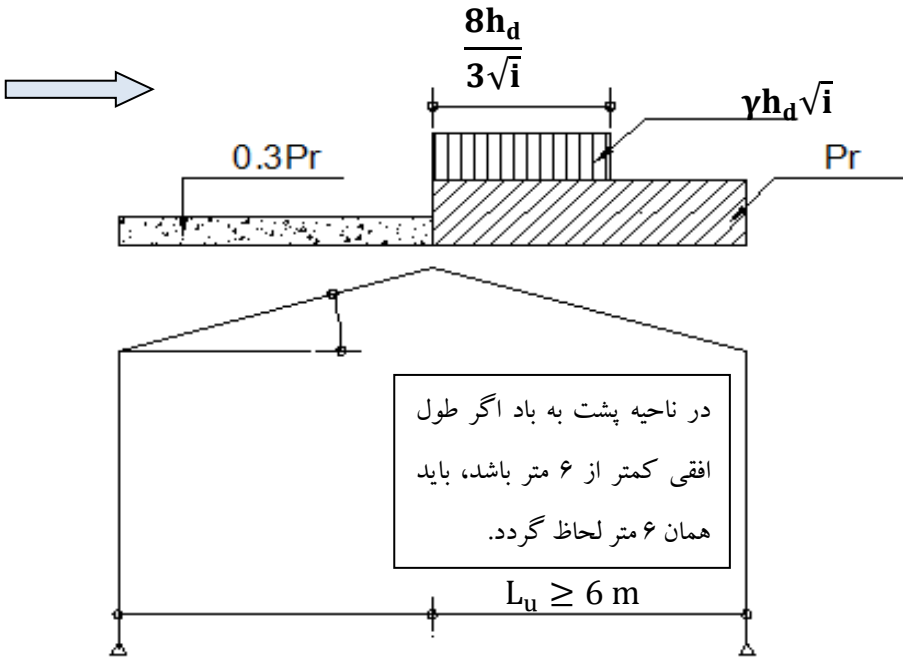
$$P_m = I_s \qquad P_g > 1 \ \frac{KN}{m^2}$$

بار برف حداقل، یک امکان بار حداقل یکنواخت جداگانه محسوب می شود. در تعیین و ترکیب با حالت های بار برف متوازن، جزیی، نامتوازن، انباشتگی و برف لغزنده، بار برف حداقل در نظر گرفته نمی شود.



بارگذاری نامتوازن:

برای بامهای با شیب کمتر از ۴٪ و شیب بیشتر از ۶۰٪ در نظر گرفتن با نامتوازن برف لازم نیست.



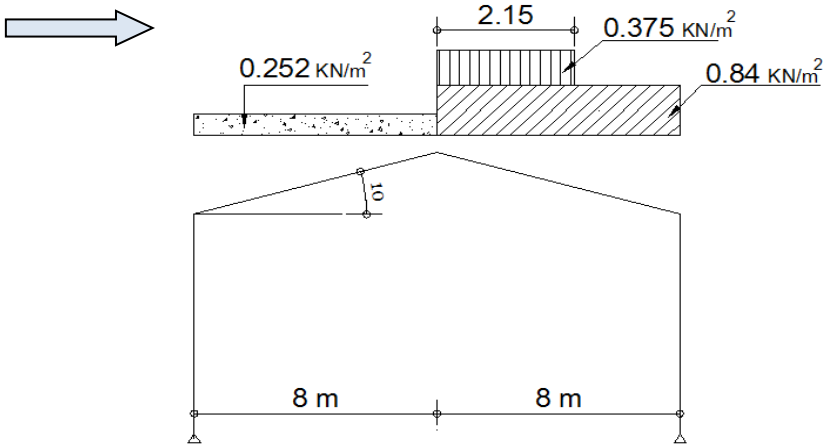
شکل ۱۳

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

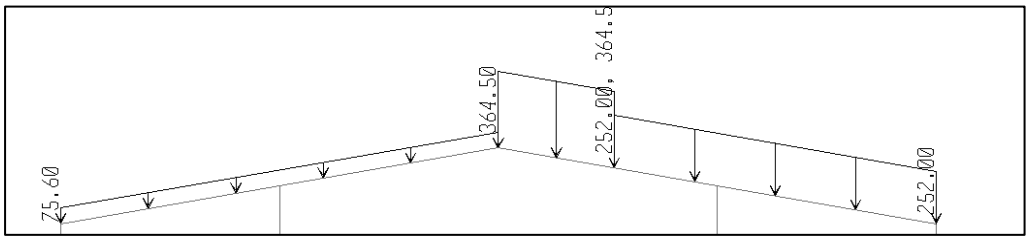
$$\gamma = 0.43P_g + 2.2 \leq 4.7\ \frac{KN}{m^2} \quad ---\rightarrow \quad \gamma = 2.63\ \frac{KN}{m^2}$$

$$h_d = 0.12\sqrt[3]{8}\sqrt[4]{100 \times 1 + 50} - 0.5 = 0.34\ m$$

$$P_r = 0.84\ \frac{KN}{m^2} \quad , \quad i = \%17.6 = 0.176$$



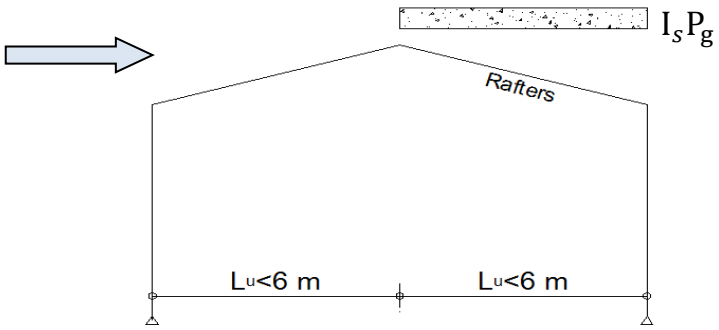
شکل ۱۴ مقادیر بار برف نامتوازن



مقدار بار خطی برای دهانه اول با عرض بارگیر دهانه ۳ متر

بار نامتوازن برف برای Rafter ها :

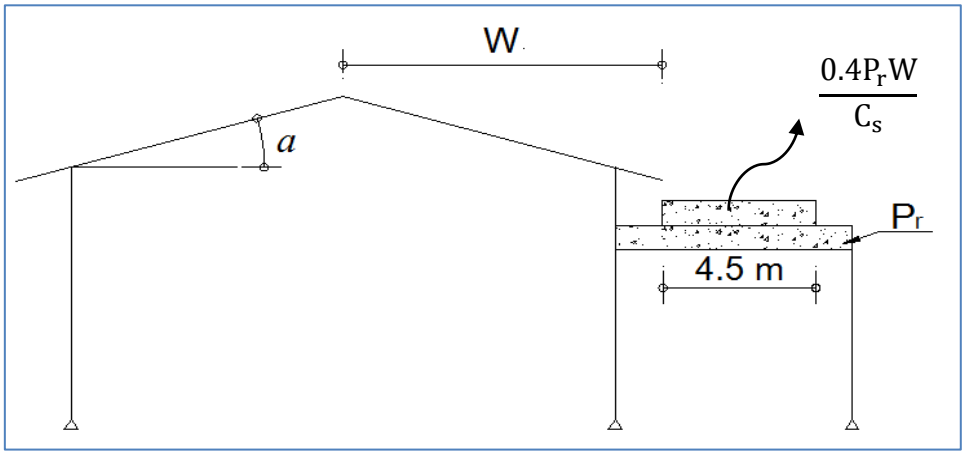
برای بام های با فاصله کمتر از ۶ متر بین تاج و پای شیب با تیرهای با تکیه گاه ساده بین تاج و پای شیب، بار نامتوازن یکنواخت برف در حالت پشت به باد با شدت I_sP_g در نظر گرفته می شود و برای رو به باد بدون بار برف در نظر گرفته خواهد شد.



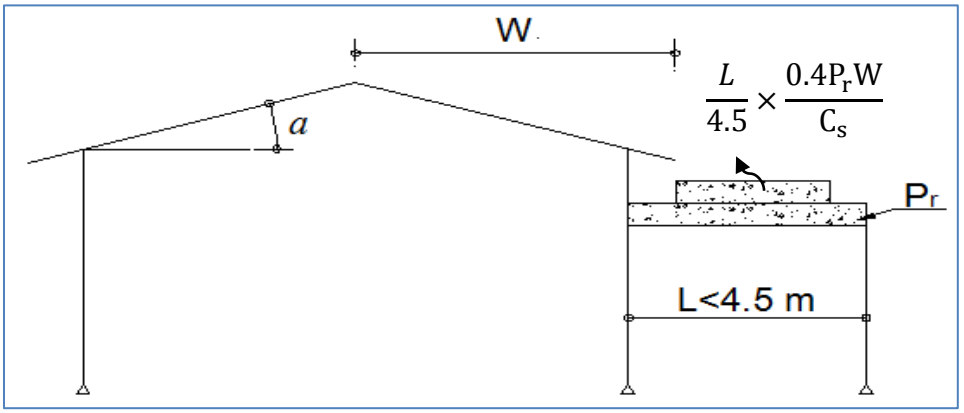
شکل ۱۵

بار لغزش برف:

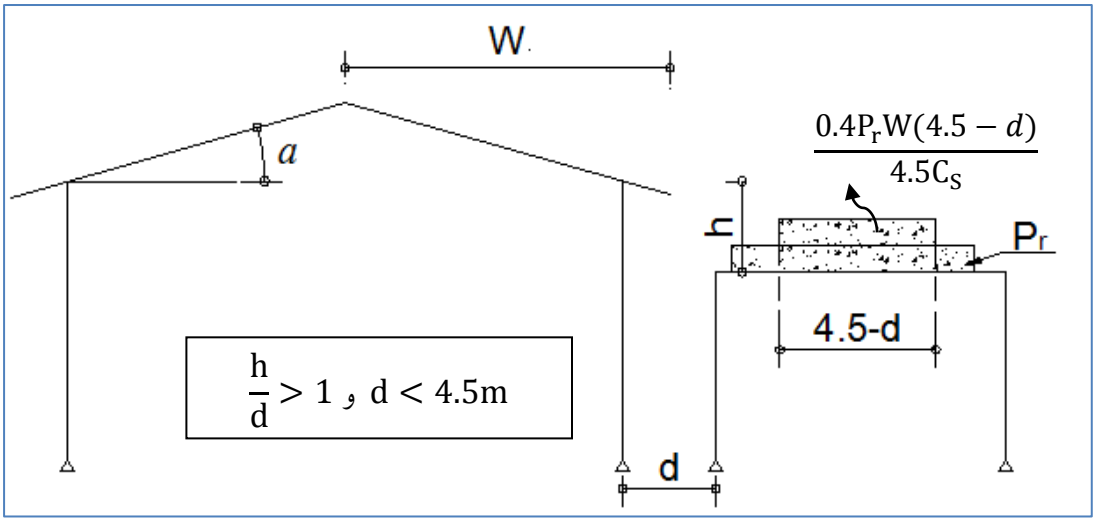
بار حاصل از لغزش برف از بام شیب دار بالاتر و ریختن آن به سقف پایین تر باید برای بامهای لغزنده با شیب بیشتر از ۲٪ و برای سایر بام های با شیب بیشتر از ۱۵٪ باید در نظر گرفته شود.



شکل ۱۶ حالت شماره ۱



شکل ۱۷ حالت شماره ۲



شکل ۱۸ حالت شماره ۳

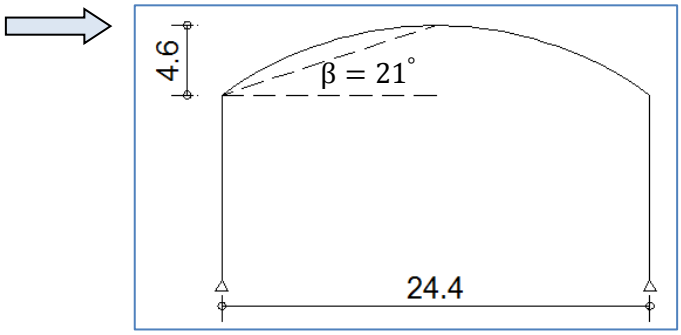
بار برف لغزنده به بار متوازن اضافه می شود و اثر آن به صورت همزمان با برف نامتوازن، انباشتگی، جزئی و اثر باران به برف در نظر گرفته نمی شود.

سزبببوببرانز بزف:

در مناطق با برف زمین ۱ کیلونیوتن بر متر مربع و کمتر ولی بیشتر از ۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع (مناطق ۲و۳) برای بام با شیب کمتر از W/15 (مقدار W عرض بام بر حسب متر)، سربار باران به مقدار ۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع به بار متوازن اضافه خواهد شد. این بار لازم نیست همراه با اثر انباشتگی، لغزش، بار برف نامتوازن، بار حداقل و یا جزئی برف در نظر گرفته شود.

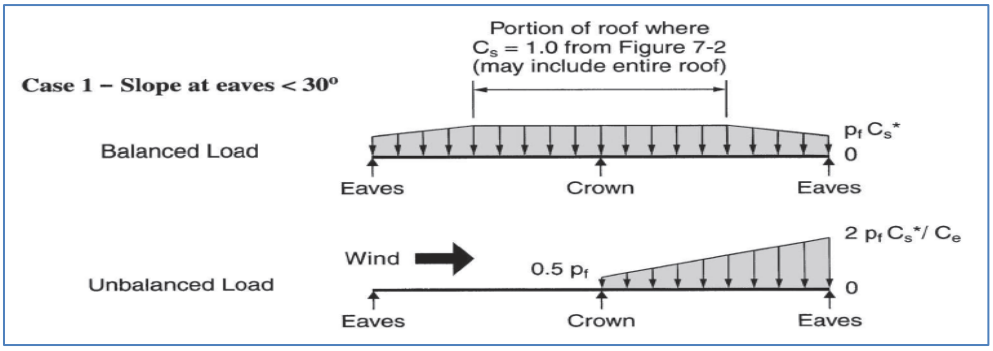
مثبل 11:

در شکل مقابل که مربوط به یک سالن صنعتی با سقف غیر لغزنده می باشد، مطلوبست محاسبه مقدار بار متوازن و نامتوازن.

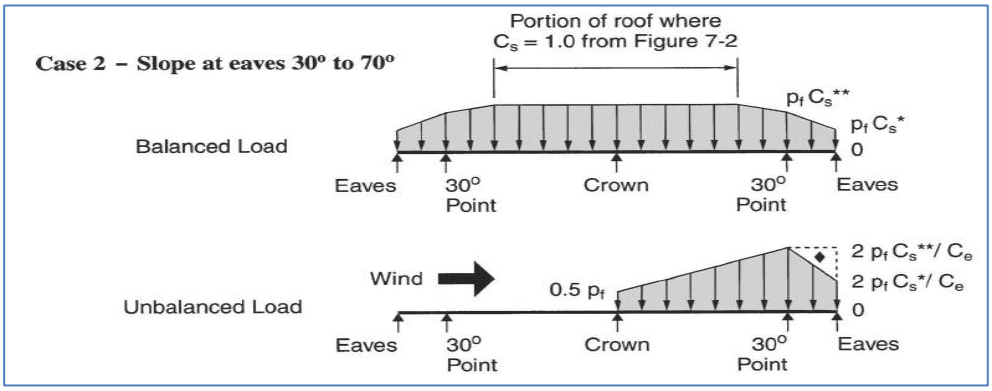


$I_s = 1$ $C_t = 1$ $C_e = 1$ $P_g = 1$ $C_s = ?$

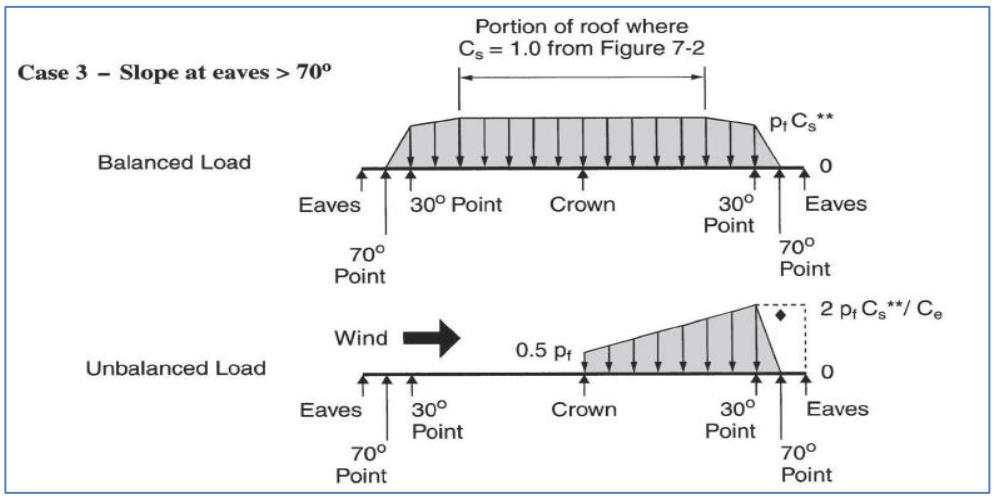
اگر شیب خط رابط از تاج به پای قوس کمتر از ۱۰ درجه و یا بیشتر از ۶۰ درجه باشد، اعمال بار نامتوازن ضروری نیست.



حالت شماره ۱

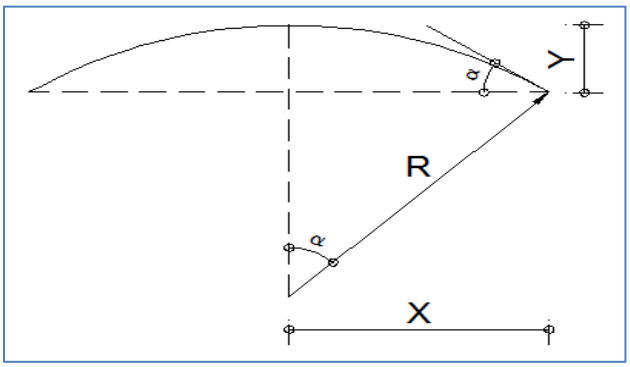


حالت شماره۲



حالت شماره ۳

محاسبه ضریب شیب C_s :



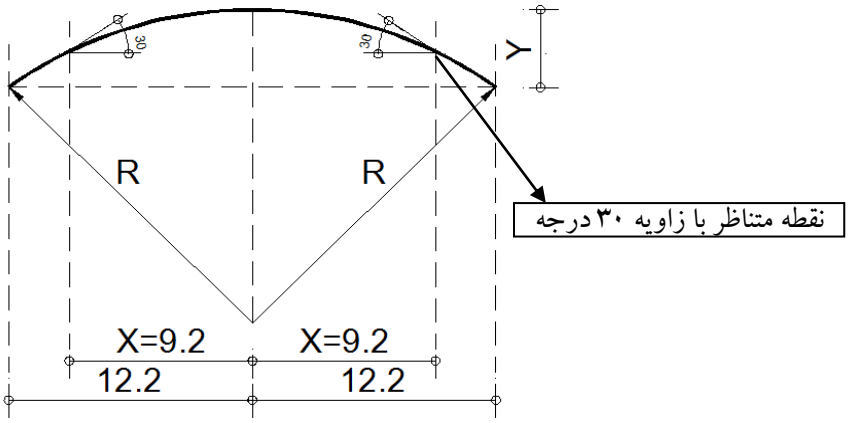
$$X = R \, Sin \, \alpha \quad \rightarrow 12.2 = R \, Sin \, \alpha$$

$$Y = (1 - Cos \, \alpha)R \quad \rightarrow 4.6 = (1 - Cos \, \alpha)R$$

$$\frac{Sin \, \alpha}{1 - Cos \, \alpha} = 2.65 \quad \rightarrow \alpha = 41.3^{\circ} \rightarrow R = 18.5 \text{ m}$$

مطابق صورت مسئله به دلیل عدم وجود شرایط لغزنده و استفاده از مقدار $C_t = 1$ بنابر این $\alpha_{\circ} = 30$ درجه خواهد بود بنابر این مختصات متناظر برای زاویه ۳۰ درجه محاسبه می گردد.

$$X = R \, Sin \, \alpha \quad \rightarrow X = 18.5 \, Sin(30) = 9.2 \text{ m}$$



شکل ۲۱

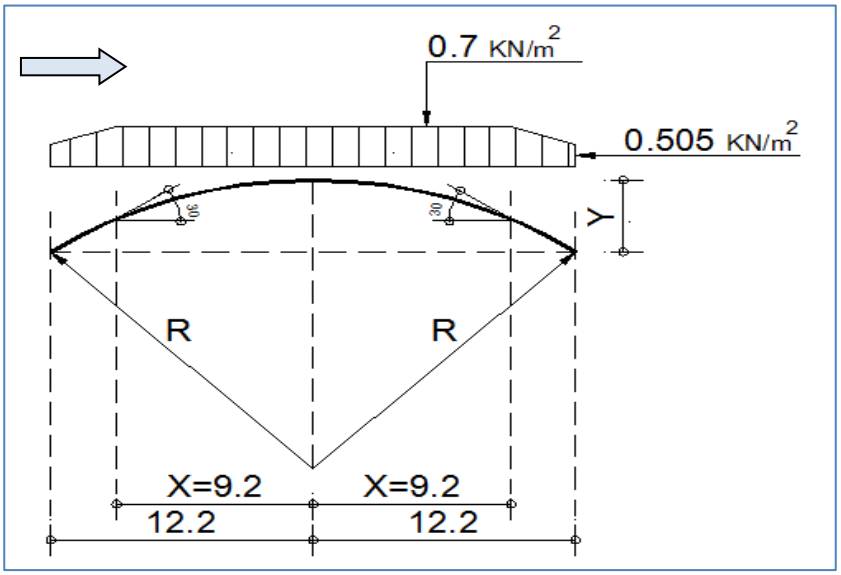
پس حالت شماره ۲ کنترل کننده است.

$$C_s = 1 \qquad 0 < \alpha < 30 \qquad \rightarrow C_s = 1$$

$$P_r = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.7 \ \frac{KN}{m^2}$$

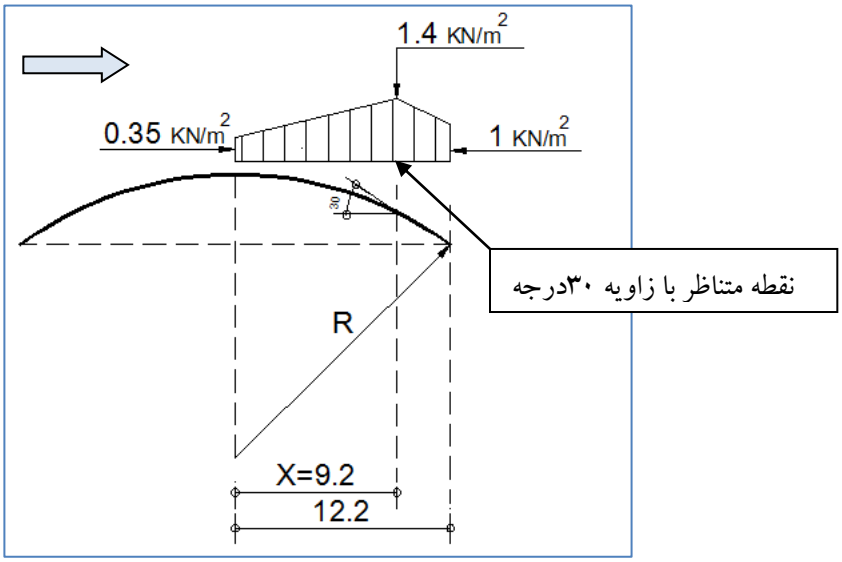
$$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_\circ}{70 - \alpha_\circ} \qquad \alpha_\circ = 30 \leq \alpha = 41.3 \leq 70^\circ \quad \rightarrow C_s = 0.72$$

$$P_r = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.72 = 0.505 \ \frac{KN}{m^2}$$



شکل ۲۲ مقدار بار برف متوازن

بار نامتوازن برف:



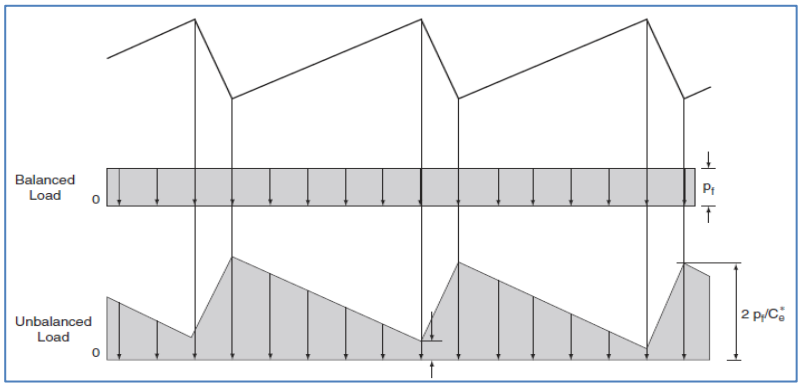
شکل ۲۳ مقدار بار برف نامتوازن

$$0.5P_r = 0.5 \times 0.7 = 0.35 \ \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{2P_r}{C_e} = \frac{2 \times 0.7}{1} = 1.4 \ \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

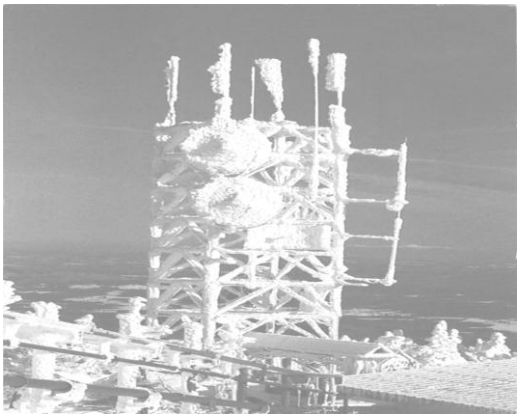
$$\frac{2P_r}{C_e}\left(1 - \frac{\alpha - \alpha_\circ}{70 - \alpha_\circ}\right) = 1 \ \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

بار برف متعادل بر روی سطوح شیب دار و تابع آن چه می باشد:



شکل ۲۴

بار یخ:



شکل ۲۵

سازه های مشبک، لوله ها، کابل ها و پایه های آن، سازه های شهر بازی، نرده، پله، پل های عابر پیاده، تابلوها و علائم و تمام سازه های نمایان در معرض یخ زدگی برف و باران وارد بر آنها می باشند بار یخ بر اساس دوره بازگشت متوسط پنجاه سال تعیین می گردد.

در محاسبه وزن یخ جوی می توان وزن مخصوص متوسط یخ را $\gamma_{ice} = 0.9$ وزن مخصوص آب در نظر گرفت.

بار یخ برای ورق ها و گنبد های و کره برابر است با:

$$V_i = \pi t_d A_s$$

A_s مساحت یک طرف ورق مستوی یا مساحت بزرگترین مقطع جز سه بعدی نظیر گنبد و کره

$$t_d = 2tI_iF_z$$

در رابطه فوق:

I_i =ضریب اهمیت طبق جدول ۶-۱-۲

F_z =ضریب ارتفاع طبق بخش ۶-۹-۴

t =ضخامت اسمی یخ در ارتفاع ۱۰ متر طبق بخش ۶-۹-۵

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

Z =ارتفاع سازه از سطح زمین بر حسب متر می باشد.

مثلا برای منطقه ۳ مقدار t=5 mm و برای منطقه ۵ برابر t=12.5 mm می باشد.

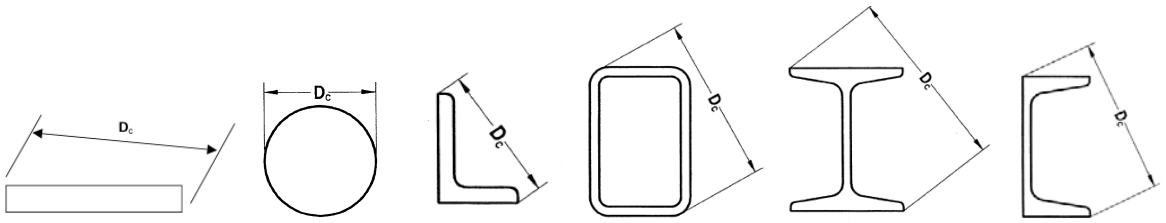
$$\gamma_{ice} = \frac{W_i}{V_i}$$

اثر باد بر سازها و اجزای پوشیده از یخ مطابق بند ۶-۹-۶ در نظر گرفته می شود. همچنین بارگذاری جزیی بر روی بخشی از سازه باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

اثر زیدسیزس ّب َجش ای بُذي اس یخ:

برای محاسبه باد در حالت وجود یخ، باید اثر افزایش ابعاد به اندازه ضخامت طراحی یخ در قالب سطح مقطع یخ احاطه کننده عضو از رابطه زیر به دست آید.

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



شکل ۲۶ حالات متنوع برای تعیین قطر اعضا D_c

مثال 11:

برای یک تابلوی تبلیغاتی با ابعاد ۴*۳ متر و ارتفاع ۷ متر از سطح زمین در یک منطقه با شدت برف گیر زیاد را در نظر بگیرید، وزن یخ تشکیل شده بر روی این تابلو را محاسبه کنید.

گام ۱ : تعیین ضخامت اسمی: بر اساس بند ۶-۹-۵ از مبحث ۶ برای منطقه ۴ مقدار ضخامت اسمی برابر است با $t=7.5\ mm$

گام۲: تعیین ضریب اهمیت : با استفاده از جدول ۶-۱-۲ از مبحث ۶ ضریب اهمیت بار یخ برای تابلوها که جزء گروه با خطر پذیری ۴ محسوب می شوند برابر 0.8 در نظر گرفته می شود $I=0.8$

گام ۳: تعیین ضریب ارتفاع:

$$F_z = \left(\frac{7}{10}\right)^{0.1} = 0.965 \leq 1.4$$

گام ۴: محاسبه ضخامت طراحی یخ:

$$t_d = 2tI_iF_z = 2 \times 7.5 \times 0.8 \times 0.965 = 11.6\ mm$$

گام ۵: محاسبه حجم یخ :

$$V_i = \pi t_d A_s = 3.14 \times 11.6 \times 10^{-3} \times 12 = 0.437\ m^3$$

گام ۶: محاسبه وزن یخ:

در محاسبه وزن یخ برای ورق های قائم مقدار حجم یخ را ۲۰٪ و برای ورق های افقی ۴۰٪ می توان کاهش داد.

$$\gamma_{ice} = \frac{W_i}{V_i} \longrightarrow 0.9 \times 1000 = \frac{W_i}{0.437 \times 0.8} \longrightarrow W_i = 315\ \ kg$$

بـــاربـــاد:

بار باد در مبحث ۶ بر اساس آیین نامه کانادا می باشد.

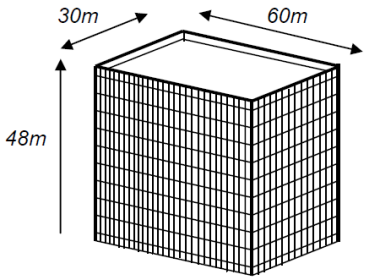


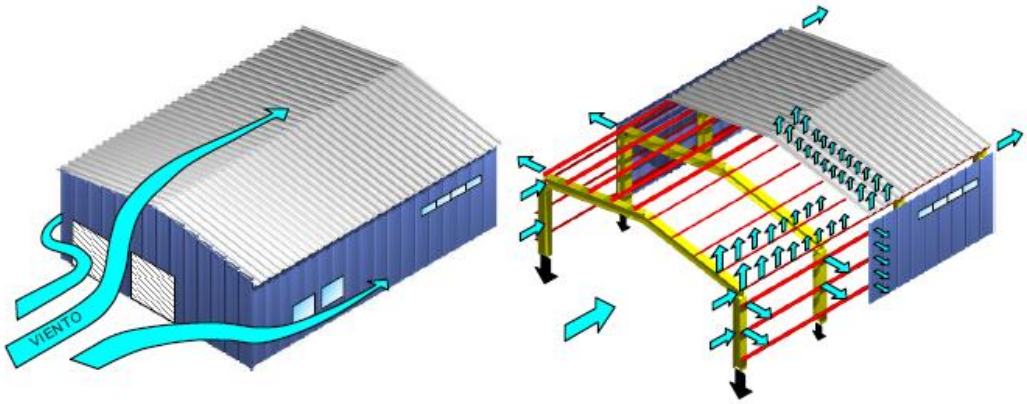
Figure 2: Medium-rise building (Building 2).

Table 3: Along-wind base shears and bending moments for Building 2

Country/Region		Code/Standard	Base Shear *Q* (kN)	Base Bending Moment *M* (MN.m)
Australia/New Zealand	AN	AS/NZS1170.2: 2002	5,727	150
Canada	NB	NBCC (2005)	5,332	142
China	CH	GB50009-2001	3,282	99
Hong Kong	HK	CP-2004	4,573	116
India	IN	IS875(Part 3)-1987	4,957	131
Indonesia	IA	SNI-03-1727	7,477	210
Japan	JA	AIJ-RLB-2004	5,061	132
Korea	KO	KBC (2005)	5,534	134
Malaysia	MA	MS1553-2002	5,698	152
Philippines	PH	NSCP-2001	5,026	128
Singapore	SI	(draft)	6,556	163
Taiwan	TA	TBC	3,738	100
Thailand	TH	EIT-1018-46	3,737	97
United States	US	ASCE 7-05	4,108	117
Vietnam	VI	TCVN2737-1995	6,423	165
Mean			***5,149***	***136***
***Coefficient of Variation* (%)**			***22***	***22***
Eurocode	EU		6,042	182

Table 4: Cladding pressures for Building 2

Country/Region		Code/Standard	Positive Cladding Pressure *P*+ (kPa)	Negative Cladding Pressure *P*– (kPa)
Australia/New Zealand	AN	AS/NZS1170.2:2002	2.25	–3.67
Canada	NB	NBCC (2005)	1.80	–2.11
China	CH	GB5009-2001	1.22	–2.44
Hong Kong	HK	CP-2004	1.87	–2.62
India	IN	IS875(Part 3)-1987	1.55	–2.26
Indonesia	IA	SNI-03-1727	2.24	–3.64
Japan	JA	AIJ-RLB-2004	2.14	–2.37
Korea	KO	KBC (2005)	1.53	–2.54
Malaysia	MA	MS1553-2002	2.26	–3.70
Philippines	PH	NSCP-2001	1.32	–2.85
Singapore	SI	(draft)	2.26	–3.67
Taiwan	TA	TBC	1.58	–2.95
Thailand	TH	EIT-1018-46	1.86	–2.23
United States	US	ASCE 7-05	1.41	–2.56
Vietnam	VI	TCVN2737-1995	2.44	–1.83
Mean			***1.85***	***–2.76***
***Coefficient of Variation* (%)**			***22***	***23***
Eurocode	EU		1.69	–2.47



فشار خارجی یا مکش باد بر روی جزء یا کل سطح یک ساختمان باید از رابطه ذیل بدست آید.

$$P = I_w q C_e C_g C_p$$

مقادیر رابطه فوق عبارتند از:

$P =$ فشار خارجی که به صورت عمود بر سطح عمل می کند.

$I_w =$ ضریب اهمیت طبق جدول ۶-۱-۲

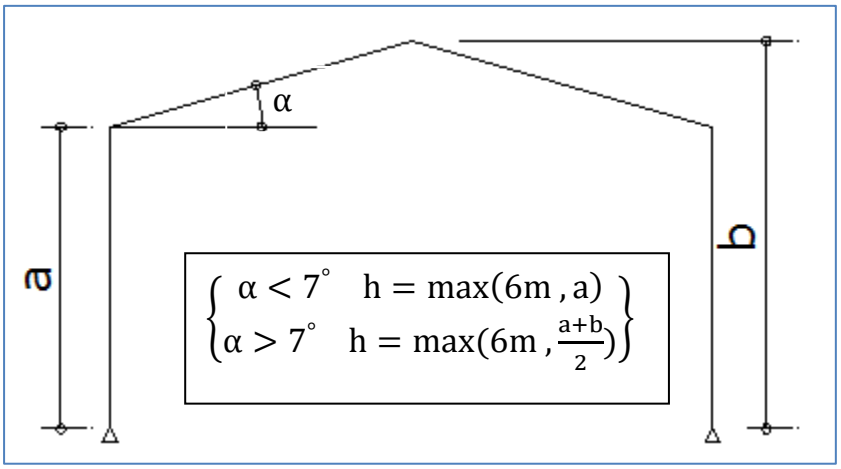
$C_e =$ ضریب باد گیری

$C_g =$ ضریب اثر جهشی باد

$C_p =$ ضریب فشار خارجی که بر مساحت وجه مورد نظر میانگین گیری شده باشد.

$q =$ فشار مبنای باد طبق جدول ۶-۱۰-۲

ارتفاع مبنا:



ارتفاع مبنا برای ساختمانهای کوتاه مرتبه

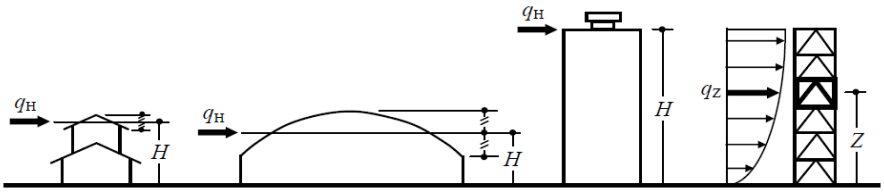
وبرای سازه های بلند مرتبه ارتفاع مبنا به صورت زیر در نظر گرفته می شود:

وجه رو به باد: ارتفاع واقعی آن نقطه در بالای زمین

وجه پشت به باد: نصف ارتفاع ساختمان

رو به بام و دیوارهای جانبی: ارتفاع ساختمان

برای هر المان سازه ای: ارتفاع المان در بالای زمین



ضریب C_e در طیف طراحی:

الف) برای زمین باز:

$$C_e = \left(\frac{h}{10}\right)^{0.2} \geq 0.9$$

ب) برای زمین پر تراکم:

$$C_e = 0.7\left(\frac{h}{12}\right)^{0.3} \geq 0.7$$

اگر باد حدود ۳ تا ۵ ثانیه ادامه داشته باشد به آن باد جهشی می گویند و لذا در رابطه(الف) از توان 0.1 و در رابطه (ب) از توان 0.15 استفاده می شود.

در مواردی که ناهمواری زمین در کمتر از یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان، هر کدام که بیشتر باشد تغییر کند بین دو گروه الف و ب میانیابی می شود.

نحوه محاسبه C_e :

حالت ۱: در صورتیکه ناهمواری در فاصله پنجاه متر تا ۱ کیلومتر متر ادامه داشته باشد.

$$0.050\ \text{km} < x \leq 1\ \text{km}$$

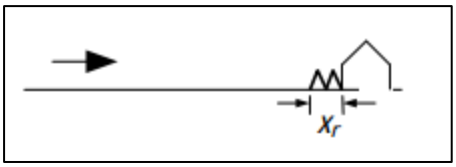
$$C_e = C_{er}\left[0.816 + 0.184Log_{10}^{\left(\frac{10}{x-0.05}\right)}\right] \leq C_{eo}$$

حالت ۲: در صورتیکه ناهمواری در فاصله کمتر از پنجاه متر ادامه داشته باشد.

$$x < 0.05\ \text{km}$$

$$C_e = C_{eo}$$

مقدار C_{er} همان ضریب بادگیر C_e در حالت ناهموارپر تراکم است و C_{eo} برابر با C_e در زمین باز است.



مثال 12:

در صورتیکه در یک سازه با ارتفاع مبنای ۶ متر درحومه شهری قرار داشته باشد و تا ۵۰۰ متری بالا دست جریان، ناهمواری وجود داشته باشد مقدار ضریب بادگیری C_e را محاسبه کنید.

باتوجه به اینکه x<1 km و ساختمان کوتاهتر از ۱۰۰ متر است لذا باید مقدار C_e ، با میانیابی بین زمین باز و پر تراکم محاسبه نمود.

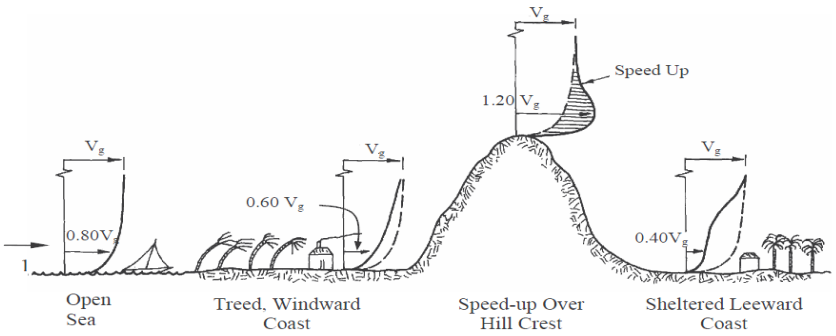
حالت پر تراکم: $C_{er} = 0.7\left(\frac{6}{12}\right)^{0.3} = 0.57 \geq 0.7 \longrightarrow C_{er} = 0.7$

$$C_{eo} = \left(\frac{6}{10}\right)^{0.2} = 0.9 \geq 0.9 \longrightarrow C_{eo} = 0.9$$ حالت باز:

$$C_e = 0.7\left[0.816 + 0.184Log_{10}^{\left(\frac{10}{0.5-0.05}\right)}\right] \leq C_{eo} = 0.74 < 0.9 \longrightarrow C_e = 0.74$$

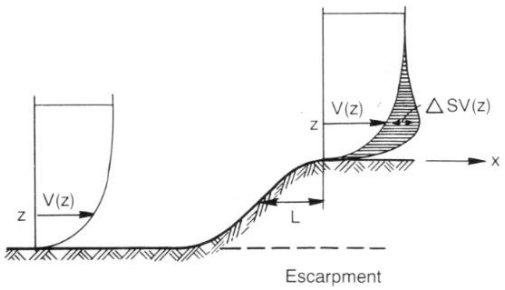
$$C_e = C_{eo} = 0.9 \qquad \text{میانیابی} \longrightarrow C_e = 0.82$$

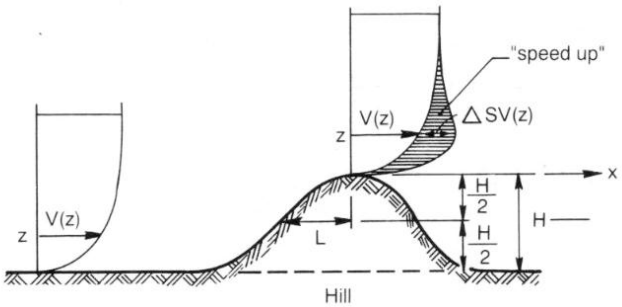
ضلاحضزیب C_e سوبلایتپ ٌببَبلاجآذگیس‌ه:

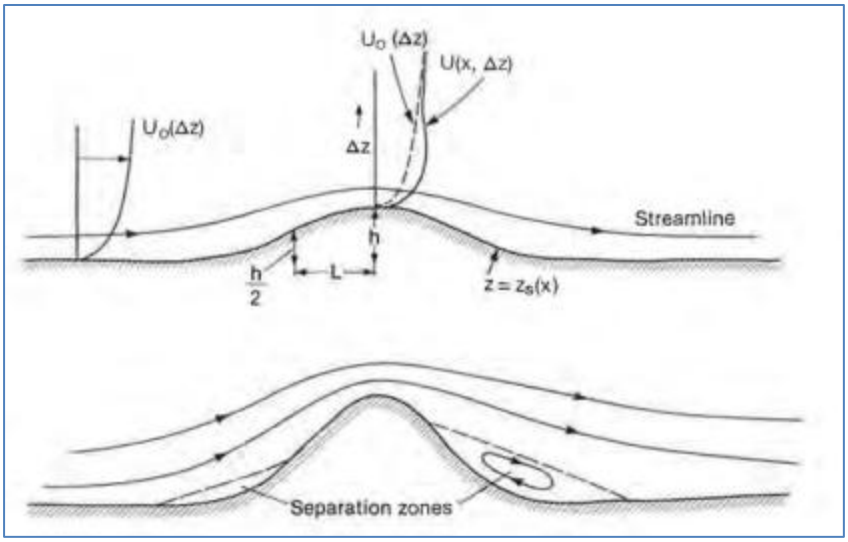


$$C_e *= C_e\left\{1 + \Delta S_{max}\left(1 - \frac{|x|}{KL_h}\right)e^{\left(-\frac{\alpha z}{L_h}\right)}\right\}^2$$

Hill Shape	S_{max}	a	k	
			Windward x<0 Leeward x>0	
Two dimensional ridges	2.2 H / L	3	1.5	1.5
Two-dimensional escarpments	1.3 H/L	2.5	1.5	4
Three-dimensional symmetrical hills	1.6 H/L	4	1.5	1.5







مثال 13:

در صورتیکه فاصله افقی یک سازه در سطح شهر تا قله یک تپه ۳۰ متر باشد و ارتفاع این تپه ۶۰ متر موجود باشد با توجه به نقشه برداری از منطقه مقدار L_h=30 m خواهد بود مطلوبست مقدار ضریب بادگیری اصلاح شده C_e برای این سازه، ارتفاع مبنای سازه را ۲۰ متر در نظر بگیرید.

$$C_{eo} = \left(\frac{20}{10}\right)^{0.2} = 1.15 \geq 0.9 \rightarrow C_{eo} = 1.15$$

$$\frac{H_h}{L_h} = \frac{60}{30} = 2 < 0.5$$

مطابق ضوابط برای $\frac{H_h}{L_h}$<0.5 فرض شود که $\frac{H_h}{L_h}$=0.5 و $2H_h$ جایگزین L_h در رابطه ۶-۱۰-۵ مبحث ۶ می شود.

$$\Delta S_{max} = 1.6 \times \frac{H_h}{L_h} \rightarrow 1.6 \times 0.5 = 0.8 \quad , \alpha = 4 \ , \ K = 1.5$$

$$|x| < KL_H = 30 < 1.5 \times 30 = 45$$

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

$$C_e *= 1.15\left\{1 + 0.8\left(1 - \frac{|30|}{1.5 \times 2 \times 60}\right)e^{\left(-\frac{4\times20}{2\times60}\right)}\right\}^2 = 2.07$$

ضریب اثر جهشی باد C_g :

ضریب اثر جهشی باد در واقع ضریب تبدیل فشار متوسط q به فشار بهینه می باشد که به سه حالت می باشد:

الف: کل ساختمان و اعضای سازه برابر ۲ در نظر گرفته می شود.

ب: برای فشار خارجی و مکش در اعضای کوچک از جمله نما یا پوسته خارجی برابر ۲/۵ می باشد.

پ: برای فشار داخلی برابر ۲ و یا با محاسبات دقیق تری که اندازه بازشو ها را در ساختمان در نظر گرفته شود.

ضریب اثر جهشی خارجی C_g^* :

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

ضریب اثر جهشی داخلی C_{gi} :

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1+\tau}}$$

$$\tau = \frac{V_\circ}{6950A}\left[1 + 1.42 \times 10^5 \frac{A_s}{V_\circ}\delta\right]$$

$V_\circ$ = حجم داخلی بر حسب متر مکعب

A = کل بازشوهای خارجی بر حسب متر مربع مساحت

A_s =کل سطح داخلی حجم به استثنای دال روی سطح زمین بر حسب متر مربع مساحت

δ = میزان انعطاف پذیری پوسته ساختمان

مقدار متعارف δ برای ساختمان با پوسته نمای فلزی $5x10^{-5}$ m^3/N می باشد و در مواقعی که تخمین آن مشکل باشد به طور محافظه کارانه صفر در نظر گرفته می شود.

مثال 14:

در مثال ۱۳ ضریب اثر جهشی باد خارجی C_g^* اصلاح شده برای اعضای اصلی را محاسبه نمایید.

$$C_g^* = 1 + (C_e - 1)\sqrt{\frac{C_e}{C_e^*}} = 1 + (2 - 1)\sqrt{\frac{1.15}{2.07}} = 1.75$$

مثال 15:

در یک سازه با کاربری انبار با ابعاد پلان ۴۰ متر طول و ۲۰ متر عرض و ارتفاع ۱۰ متر مقدار ضریب جهشی باد داخلی را محاسبه کنید.(مقدار بازشو در دیوارهای جانبی ۵٪ می باشد و در داخل تیغه ای وجود ندارد.)

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1+\tau}}$$

$$\tau = \frac{V_\circ}{6950A}\left[1 + 1.42 \times 10^5 \frac{A_s}{V_\circ}\delta\right] = \frac{40 \times 20 \times 10}{6950 \times 0.05 \times (2 \times 40 \times 10 + 2 \times 20 \times 10)}$$

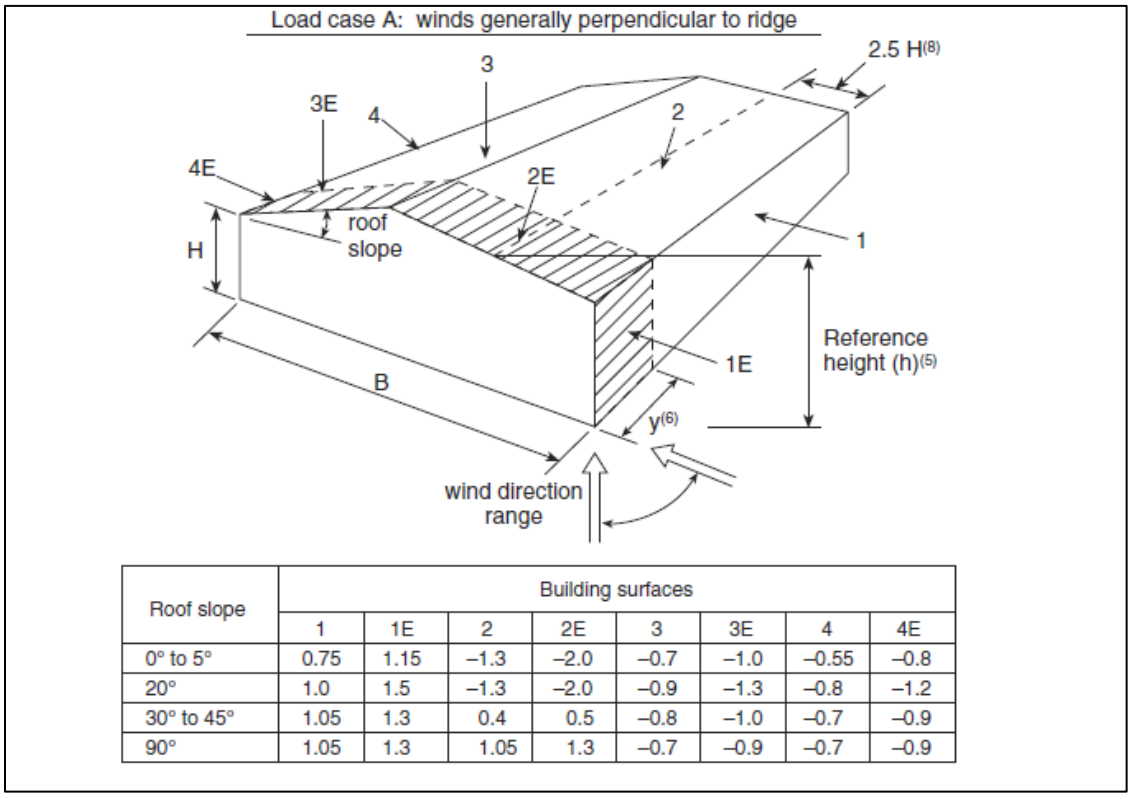
$$\tau = 0.0192$$

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 0.0192}} = 1.99$$

که همواره در مثال فوق باید همان مقدار ۲ در نظر گرفته شود.

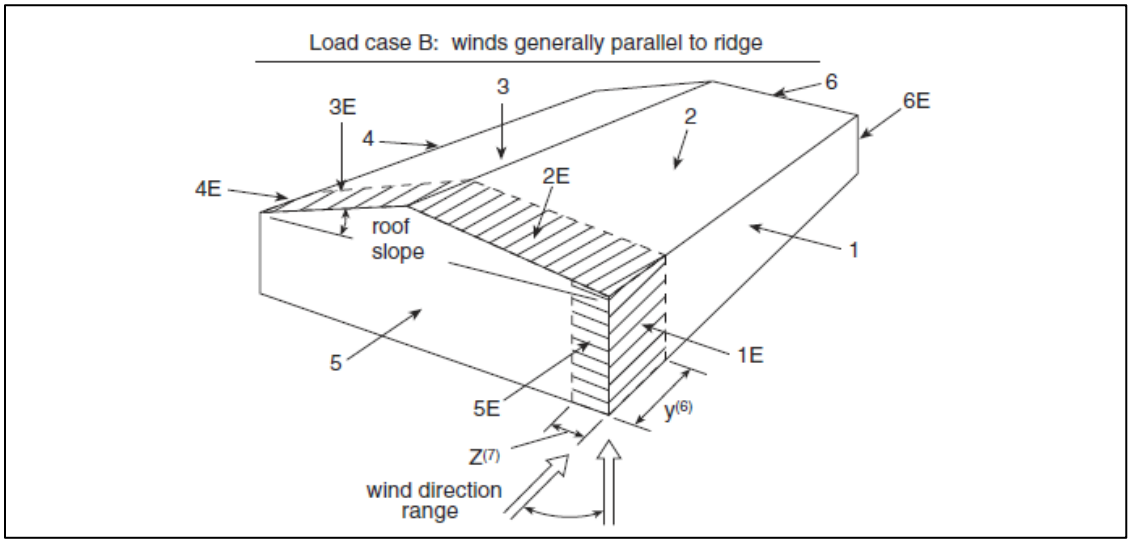
در آیین نامه ها همواره مطابق مراحل بعدی مقدار $C_p C_g$ به صورت مجزا ارائه می شود.

ضرایب $C_p C_g$ برای پوشش سقف شیبدار یک دهانه با دیافراگم صلب و بدون جان میانی :



Roof slope	Building surfaces							
	1	1E	2	2E	3	3E	4	4E
0° to 5°	0.75	1.15	–1.3	–2.0	–0.7	–1.0	–0.55	–0.8
20°	1.0	1.5	–1.3	–2.0	–0.9	–1.3	–0.8	–1.2
30° to 45°	1.05	1.3	0.4	0.5	–0.8	–1.0	–0.7	–0.9
90°	1.05	1.3	1.05	1.3	–0.7	–0.9	–0.7	–0.9

حالت A : باد عمود بر لبه (خط الراس)

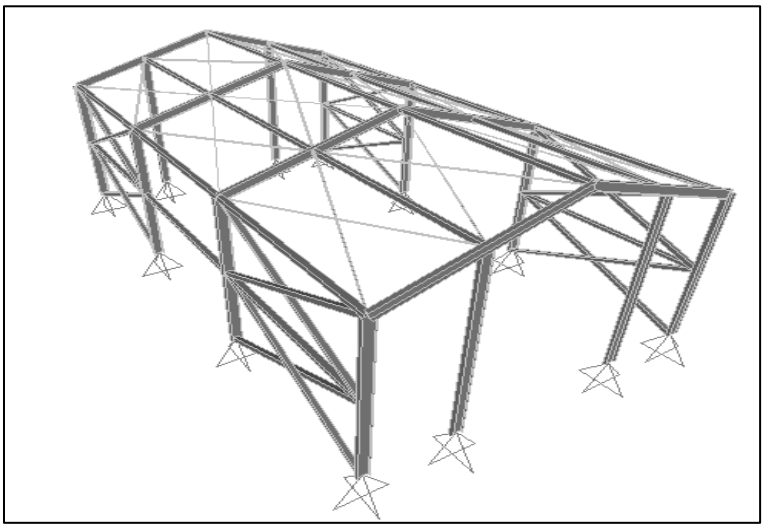


حالت B : باد موازی بر لبه (خط الراس)

ضرایب نشان داده شده در جدول، مقادیر C_pC_g می باشند.

مثال 16:

در یک سوله در صورتیکه عرض سوله ۱۰ متر، ارتفاع پا شیب ۶ متر و ارتفاع تا راس ۷/۸۵ متر باشد(شیب بام ۲۰درجه می باشد) و این سوله در منطقه اصفهان و همچنین در منطقه باز احداث می شود مطلوبست محاسبه فشار وارد بر سطوح این سازه در صورتیکه فواصل بین قابها ۶ متر باشد.



$P = I_w q C_e C_g C_p$ $I_w = 1$ $q = 0.741\ {}^{KN}/_{m^2}$ B=10 m

$h = \max\left(6, \frac{6+7.85}{2}\right) \cong 7\ m$ $C_e = \left(\frac{h}{10}\right)^{0.2} \geq 0.9 = \left(\frac{7}{10}\right)^{0.2}$ =0.93

$P = 0.69 C_g C_p$

لازم به توضیح است شماره وجوه بار در سوله در داخل پرانتز و حالت بارگذاری A و B *به صورت اندیس مشخص شده است.*

$P(1)_A = 0.69\ {}^{KN}/_{m^2}$ $P(1)_B = -0.59\ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(1E)_A = 1.03\ {}^{KN}/_{m^2}$ $P(1E)_B = -0.62\ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(2)_A = -0.90\ {}^{KN}/_{m^2}$ $P(2)_B = -0.90\ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(2E)_A = -1.38 \ {}^{KN}/_{m^2}$ $P(2E)_B = -1.38 \ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(3)_A = -0.62 \ {}^{KN}/_{m^2}$ $P(3)_B = -0.48 \ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(3E)_A = -0.90 \ {}^{KN}/_{m^2}$ $P(3E)_B = -0.69 \ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(4)_A = -0.55 \ {}^{KN}/_{m^2}$ $P(4)_B = -0.59 \ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(4E)_A = -0.83 \ {}^{KN}/_{m^2}$ $P(4E)_B = -0.62 \ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(5)_B = 0.52 \ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(5E)_B = 0.79 \ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(6)_B = -0.38 \ {}^{KN}/_{m^2}$

$P(6E)_B = -0.55 \ {}^{KN}/_{m^2}$

جهت محاسبه ضرایب بار باد می توانید از سایت زیر به صورت online استفاده کنید.

http://www.jabacus.com/engineering/load/windload.php

jabacus
online calculations

About

Calculators | Engineering | Loads (NBC 2010) | Blog | Contact

Specified Wind Load - Figure I-7 (NBC 2010)

Project:

Designer:

version 0.1.0

August 5, 2014

Climatic Data

Location

Province: User Values

Reference Velocity Pressure

q: 0.741

Factors

Importance factor

I_w: Normal

Terrain: Open terrain

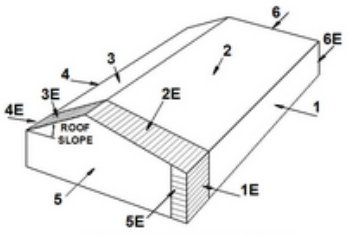
Reference height in meters above grade

height, h: 7 m

Roof Pitch: 4.37 /12

Internal pressure Category, C_{pi}:

Category 1: Cpi = -0.15 to 0



WIND PRESSURE SIDES

Factors

User input values:

q: 0.741kPa

Importance Factor, ULS: I_w = 1.0 / SLS: I_w = 0.75

Roof slope = 20 degrees

$C_e = (h/10)^{0.2}$ = 0.93

External Wind Pressure

$p = I_w * q * C_e * C_g * C_p$

Load Case A: Winds generally perpendicular to ridge

Load Case B: Winds generally parallel to ridge

Side	Load Case A			Load Case B		
	C_pC_g	ULS p (kPa)	SLS p (kPa)	C_pC_g	ULS p (kPa)	SLS p (kPa)
1	1	0.69	0.52	-0.85	-0.59	-0.44
1E	1.5	1.03	0.78	-0.9	-0.62	-0.47
2	-1.3	-0.9	-0.67	-1.3	-0.9	-0.67
2E	-2	-1.38	-1.03	-2.0	-1.38	-1.03
3	-0.9	-0.62	-0.47	-0.7	-0.48	-0.36
3E	-1.3	-0.9	-0.67	-1.0	-0.69	-0.52
4	-0.8	-0.55	-0.41	-0.85	-0.59	-0.44
4E	-1.2	-0.83	-0.62	-0.9	-0.62	-0.47
5	n/a	n/a	n/a	0.75	0.52	0.39
5E	n/a	n/a	n/a	1.15	0.79	0.6
6	n/a	n/a	n/a	-0.55	-0.38	-0.28
6E	n/a	n/a	n/a	-0.8	-0.55	-0.41

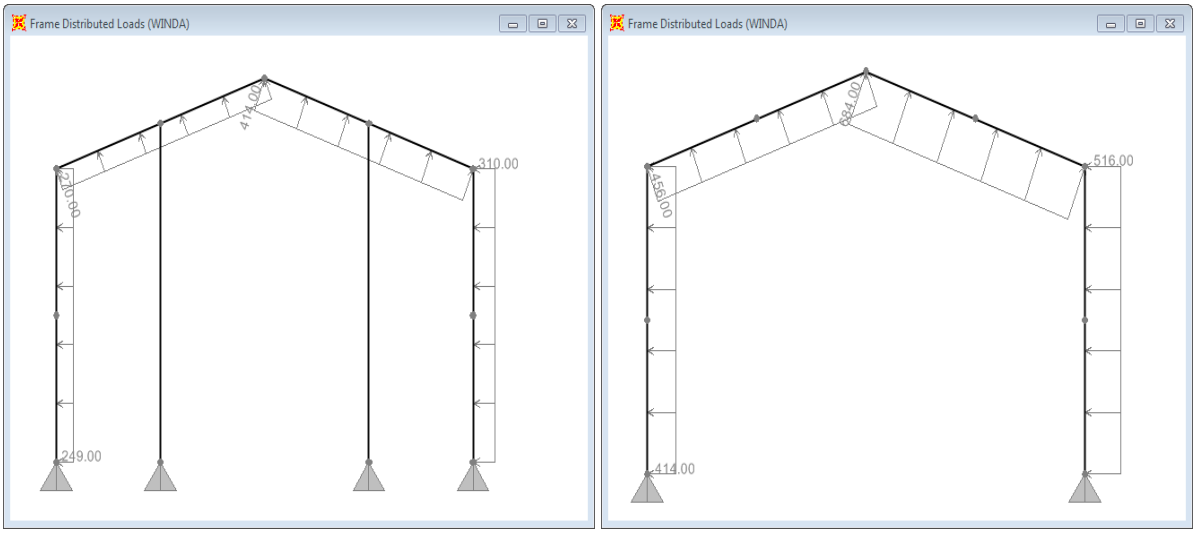
Internal Wind Pressure

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

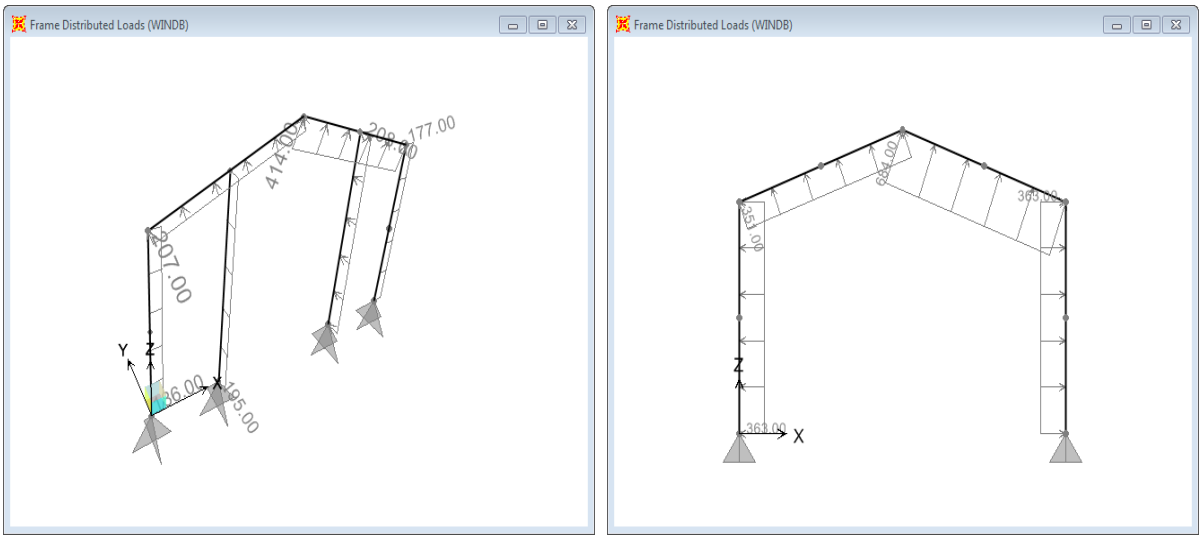
$$z = \min\left(\%10 \text{ بعد افقی}, \%40\text{H}\right) \geq \max(\%4 \text{ بعد افقی}, 1\ \text{m})$$

$$z = \min(\%10 \times 10 = 1\ \text{m}, \%40 \times 6 = 2.4) \geq \max(\%4 \times 10 = 0.4\ \text{m}, 1\ \text{m})$$

$$z = 1\ \text{m}$$

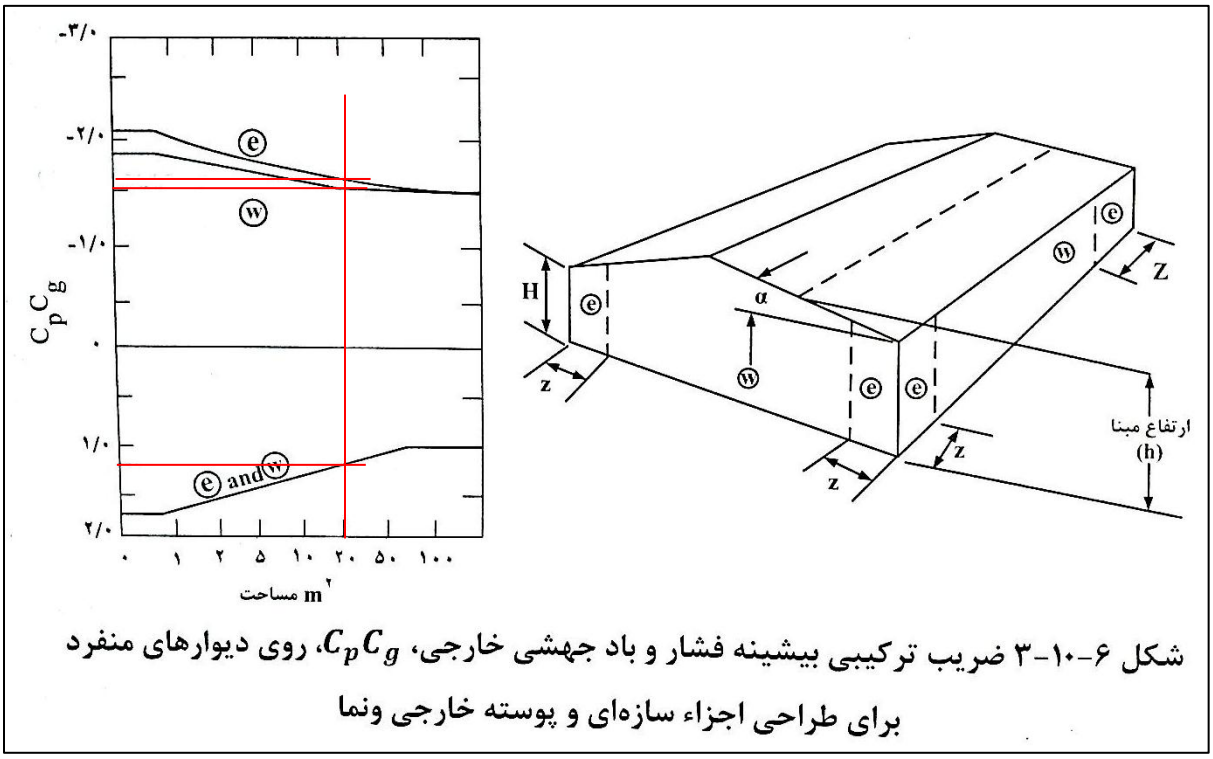


قاب محور ۱ و۲ در بارگذاری A



قاب محور۱ و ۲ در بارگذاری B

تنهیز ببد ر ی دیارب هی فزد ،و مب پس ت ب ی خ ب ر ج س ب خ ت م و ب ک ت ب ي م ز ت ب :

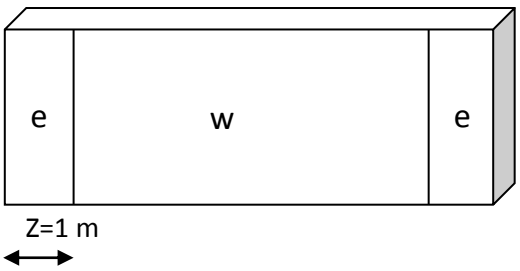


شکل ۶-۱۰-۳ ضریب ترکیبی بیشینه فشار و باد جهشی خارجی، $C_p C_g$، روی دیوارهای منفرد برای طراحی اجزاء سازه‌ای و پوسته خارجی ونما

شکل ۶-۱۰-۳ مبحث ۶

مثال 17:

در یک دیوار منفرد مربوط به یک ساختمان کوتاه مرتبه با گروه خطر پذیری (۳) در منطقه باز در صورتیکه طول دیوار ۷ متر و ارتفاع آن ۳ متر باشد مقدار نیروی جانبی باد را طراحی نمایید.



$$P = I_w q C_e C_g C_p \qquad I_w = 1 \qquad q = 0.741\ {}^{KN}/_{m^2}$$

$$C_e = \left(\frac{h}{10}\right)^{0.2} \geq 0.9 = \left(\frac{3}{10}\right)^{0.2} = 0.78 \longrightarrow C_e = 0.9$$

$$z = \min\left(\%10 \text{ بعد افقی}\ ,\ \%40H\right) \geq \max(\%4 \text{ بعد افقی}\ ,\ 1\ m)$$

$$z = \min(\%10 \times 7 = 0.7\ \text{m}\ ,\%40 \times 3 = 1.2) \geq \max(\%4 \times 7 = 0.28\ \text{m}\quad ,1\ \text{m})$$

$$z = 1\ \text{m}$$

$$A_e = (1 \times 3) \times 2 = 6\ \text{m}^2$$

$$A_w = (7 - 2 \times 1) \times 3 = 15\ \text{m}^2$$

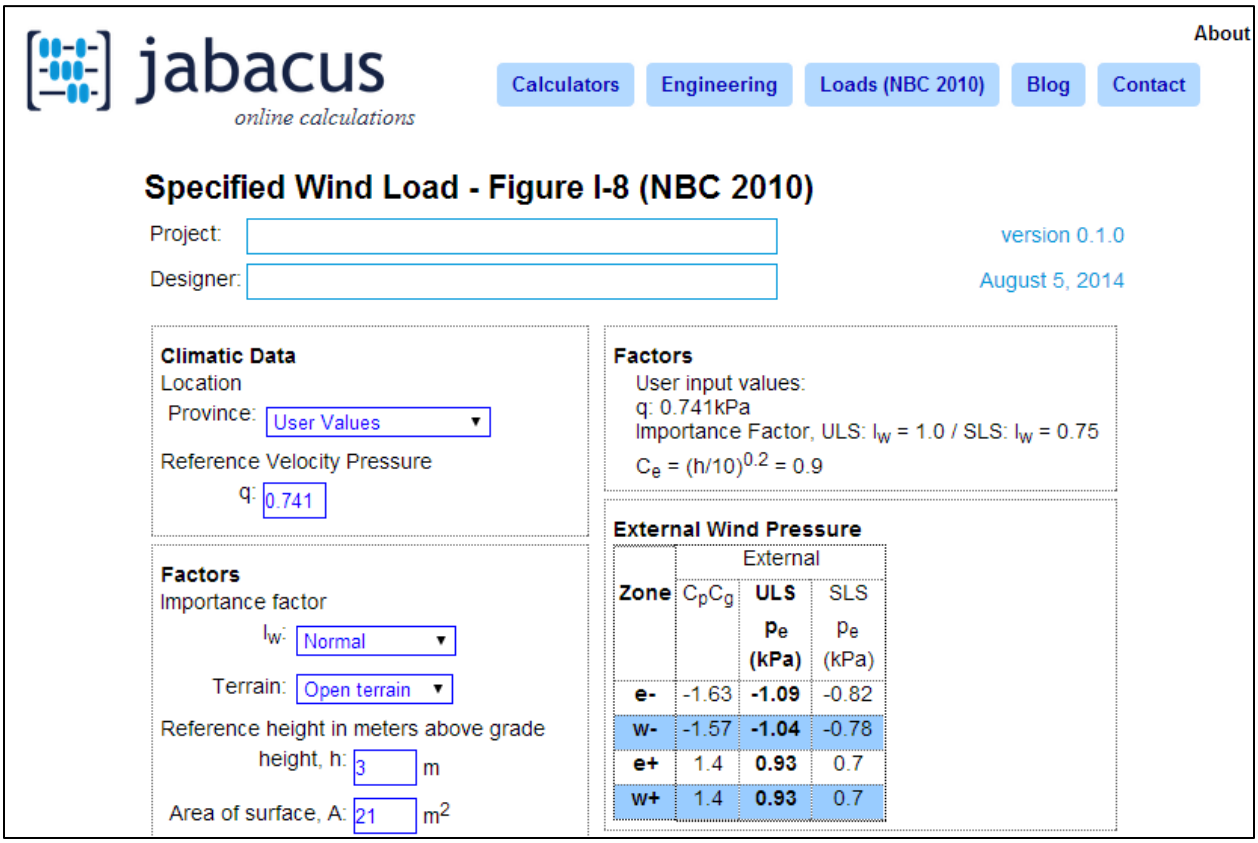
$$\underline{A=21\ \text{m}^2}$$

با استفاده از شکل ۶-۱۰-۳ از مبحث ۶ مقدار C_pC_g بر اساس سطح باربر ابتدایی و انتهایی e و همچنین سطح میانی w مقدار مکش (-) و فشار (+) قرائت می گردد.

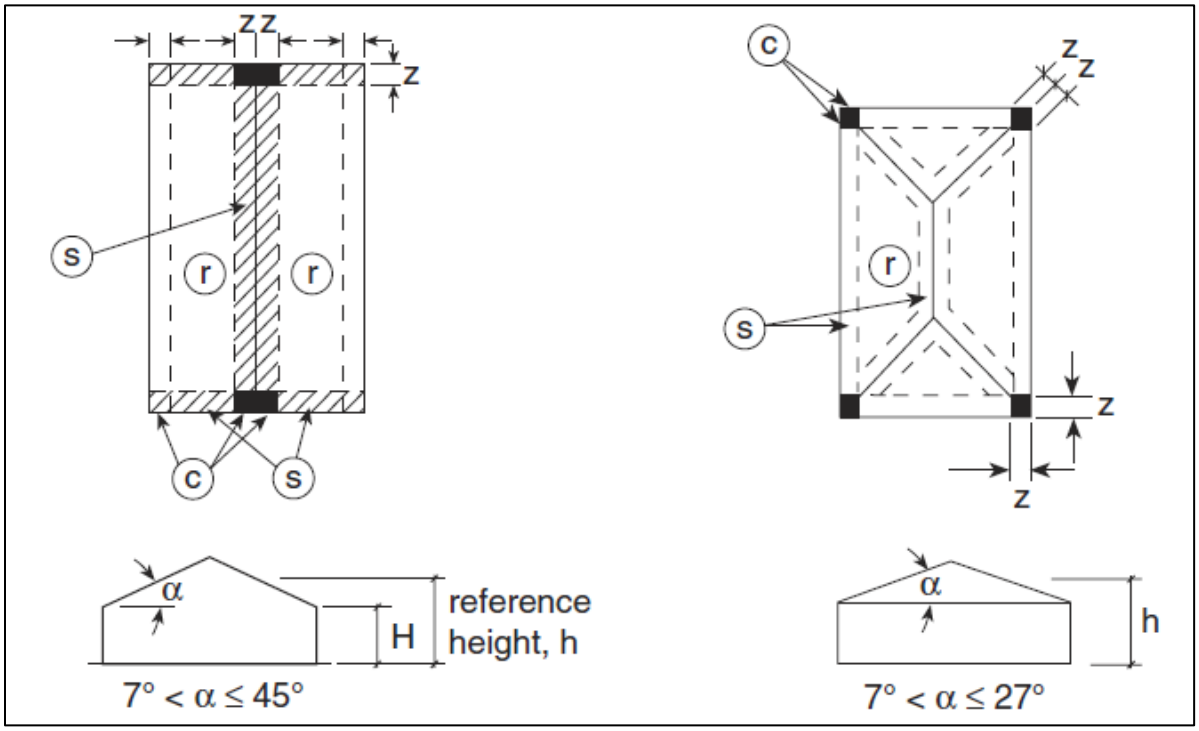
$$\text{در حالت فشار} \begin{Bmatrix} w \rightarrow C_pC_g = 1.4 \\ e \rightarrow C_pC_g = 1.4 \end{Bmatrix} \longrightarrow \begin{Bmatrix} Pw = 1 \times 0.741 \times 0.90 \times 1.4 = 0.934 & \text{KN/m}^2 \\ Pe = 1 \times 0.741 \times 0.90 \times 1.4 = 0.934 & \text{KN/m}^2 \end{Bmatrix}$$

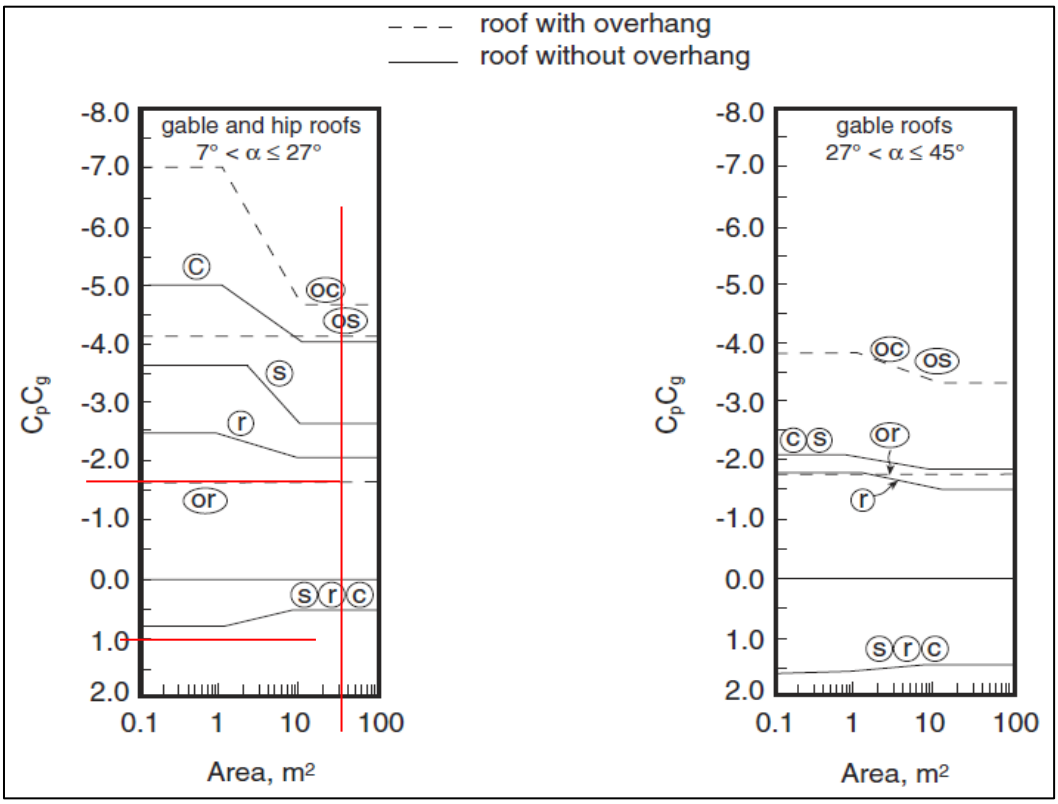
$$\text{در حالت مکش} \begin{Bmatrix} w \rightarrow C_pC_g = -1.57 \\ e \rightarrow C_pC_g = -1.63 \end{Bmatrix} \longrightarrow \begin{Bmatrix} Pw = 1 \times 0.741 \times 0.90 \times -1.57 = -1.05 & \text{KN/m}^2 \\ Pe = 1 \times 0.741 \times 0.90 \times -1.63 = -1.08 & \text{KN/m}^2 \end{Bmatrix}$$

همانطور که مشاهده می شود مقدار بیشینه فشار در حالت مکش برای طراحی دیوار بحرانی تر می باشد.



ضرایب C_p و C_g برای بعضی از سازه‌های ویژه مانند سازه‌های با مقطع مستطیل در جهت باد:





شکل ۶-۱۰-۵ مبحث ۶

مثال 18:

در مثال ۱۶ مقدار بیشینه فشار باد را برای ناحیه r سقف محاسبه نمایید.

از مثال ۱۶ مقدار Z=1 m محاسبه شد.

$$r = \frac{B - 4z}{2\cos\alpha} \times (L - 2z) = 51\ m^2$$

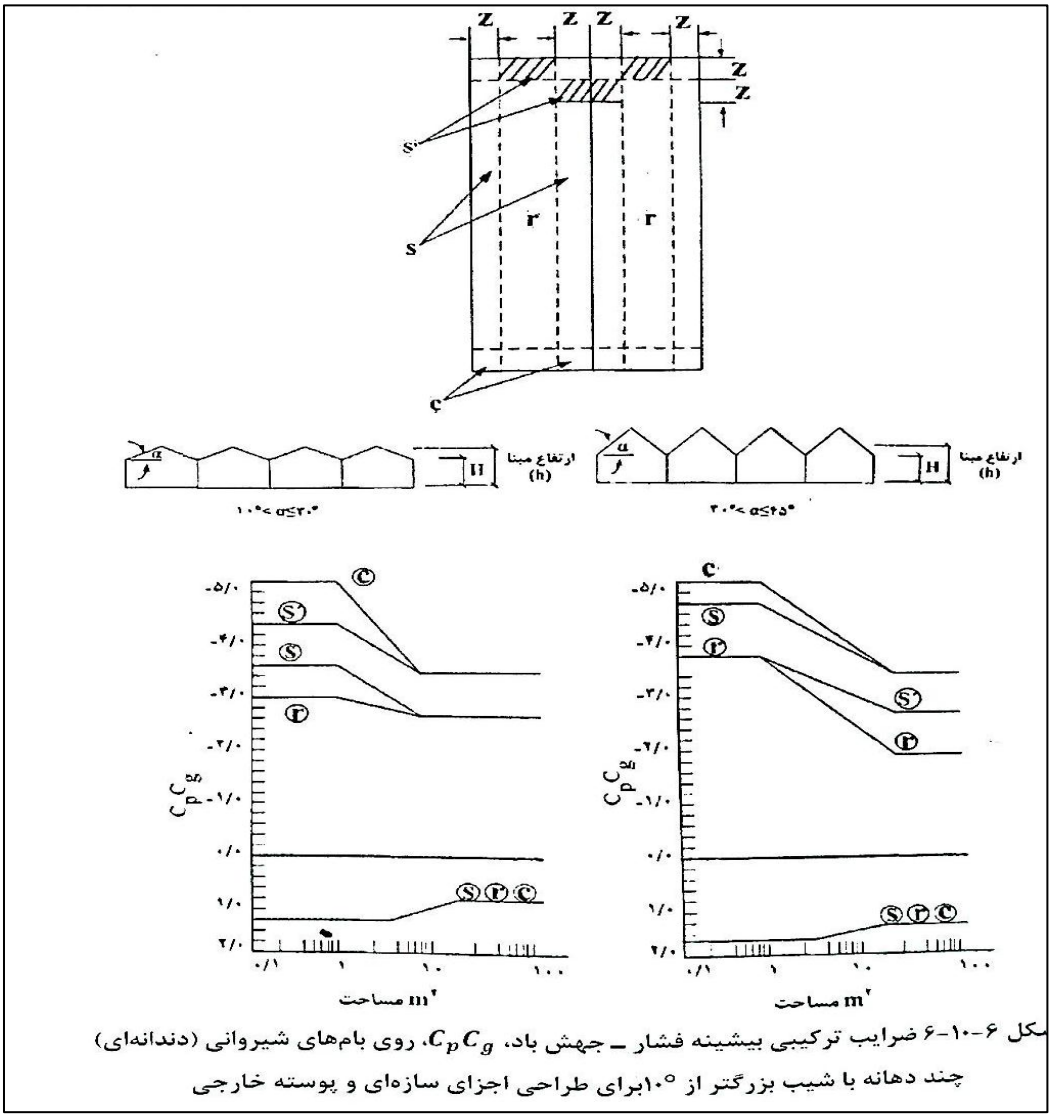
مقادیر ضرایب C_pC_g از شکل ۶-۱۰-۵ بدست می آید.

$$\rightarrow\ C_pC_g(+) = 0.5\ ,C_pC_g(-) = -2$$

$$Pr(+) = 1 \times 0.741 \times 0.9 \times 0.5 = 0.33 \quad {KN}/{m^2}$$

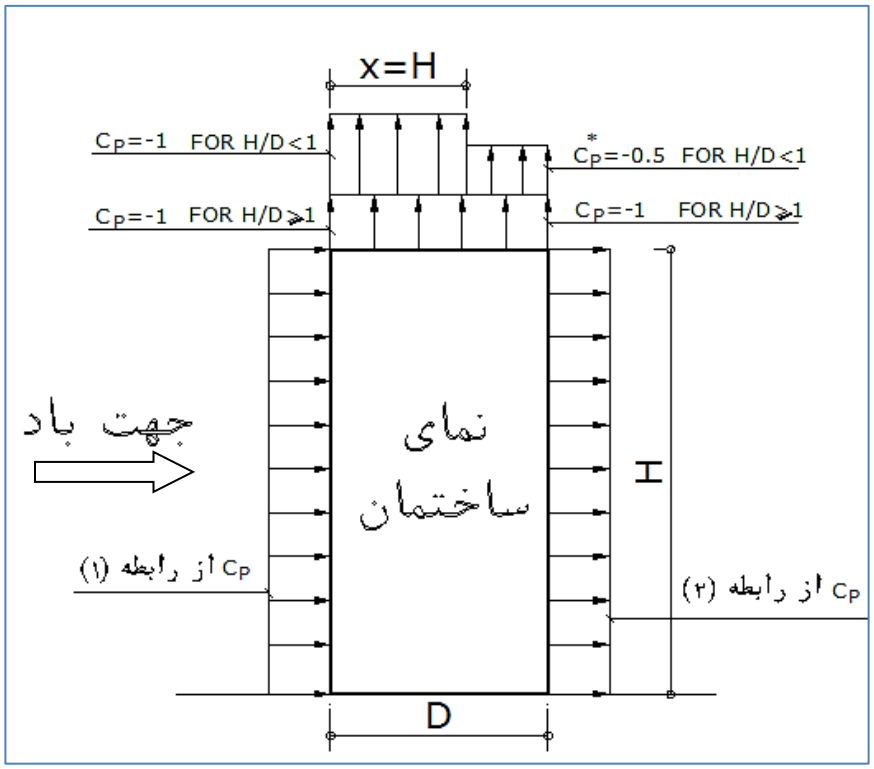
$$Pr(-) = 1 \times 0.741 \times 0.9 \times -2 = -1.33 \quad {KN}/{m^2}$$

ضرایب ترکیبی بیشینه فشار خارجی $C_p C_g$ برای بخش‌های زاویه‌دار و دندانه‌ای سازه‌های بلند در جهت باد



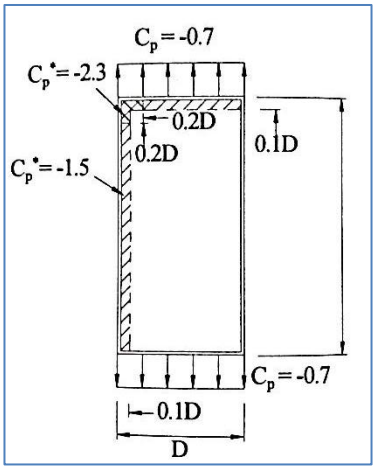
شکل ۶-۱۰-۶ ضرایب ترکیبی بیشینه فشار ـ جهش باد، $C_p C_g$، روی بام‌های شیروانی (دندانه‌ای) چند دهانه با شیب بزرگتر از ۱۰° برای طراحی اجزای سازه‌ای و پوسته خارجی

ضرایب فشار خارجی برای سطوح قائم ساختمان‌های با پلان مستطیل شکل :



$$\text{رابطهٔ (۱)}: \begin{cases} C_p = ۰/۶ & for \quad H/D \le ۰/۲۵ \\ C_p = ۰/۲۷(H/D + ۲) & for \quad ۰/۲۵ < H/D < ۱ \\ C_p = ۰/۸ & for \quad H/D \ge ۱ \end{cases}$$

$$\text{رابطهٔ (۲)}: \begin{cases} C_p = -۰/۳ & for \quad H/D \le ۰/۲۵ \\ C_p = -۰/۲۷(H/D + ۰/۸۸) & for \quad ۰/۲۵ < H/D < ۱ \\ C_p = -۰/۵ & for \quad H/D \ge ۱ \end{cases}$$



مثال 19:

در یک ساختمان بلند مرتبه با ارتفاع ۲۵ متر و ابعاد ۱۵*۱۵ متر در پلان در داخل محدوده شهری ساخته شده است. مقدار فشار و مکش ناشی از باد که به این سازه وارد می شود را محاسبه نمایید مقادیر پیش فرض پارامترها عبارتند از:

$$P = I_w q C_e C_g C_p \qquad I_w = 1 \qquad q = 0.613\ {}^{KN}/_{m^2} \qquad C_g = 2$$

✓ مقدار ضریب بادگیری برای رو به باد و بام، سازه بلند مرتبه:

$$C_e = 0.7\left(\frac{25}{12}\right)^{0.3} \geq 0.7 = 0.87$$

✓ مقدار ضریب بادگیری برای پشت به باد، سازه بلند مرتبه:

$$C_e = 0.7\left(\frac{25/2}{12}\right)^{0.3} \geq 0.7 = 0.71$$

✓ محاسبه H/D برای رو به باد و محاسبه ضریب فشار خارجی مربوطه:

$$\frac{H}{D} = \frac{25}{15} = 1.67 > 1 \longrightarrow\ C_p = 0.8 \longrightarrow P = 1 \times 0.613 \times 0.87 \times 2 \times 0.8 = 0.853\ {}^{KN}/_{m^2}$$

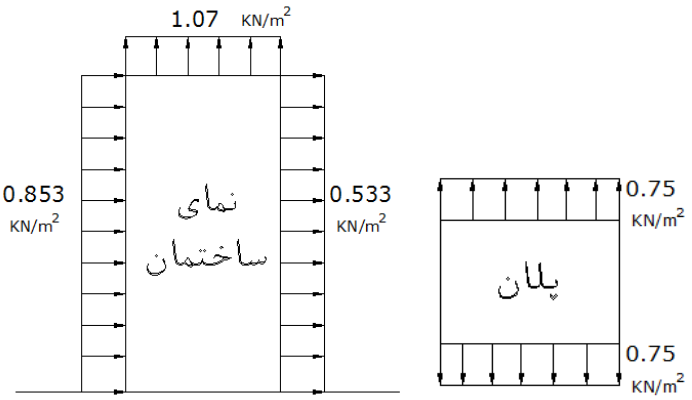
✓ محاسبه H/D برای بام و محاسبه ضریب فشار خارجی مربوطه:

$$\frac{H}{D} = \frac{25}{15} = 1.67 > 1 \longrightarrow\ C_p = -1 \longrightarrow P = 1 \times 0.613 \times 0.87 \times 2 \times -1 = -1.07\ {}^{KN}/_{m^2}$$

✓ محاسبه H/D برای پشت به باد و محاسبه ضریب فشار خارجی مربوطه:

$$\frac{H}{D}=\frac{25}{15}=1.67>1\longrightarrow C_p-0.5\longrightarrow \mathrm{P}=1\times0.613\times0.87\times2\times-0.5=-0.533\ {}^{\mathrm{KN}}/_{\mathrm{m}^2}$$

$$\text{For Plan}\rightarrow \mathrm{P}=1\times0.613\times0.87\times2\times-0.7=-75\ {}^{\mathrm{KN}}/_{\mathrm{m}^2}$$



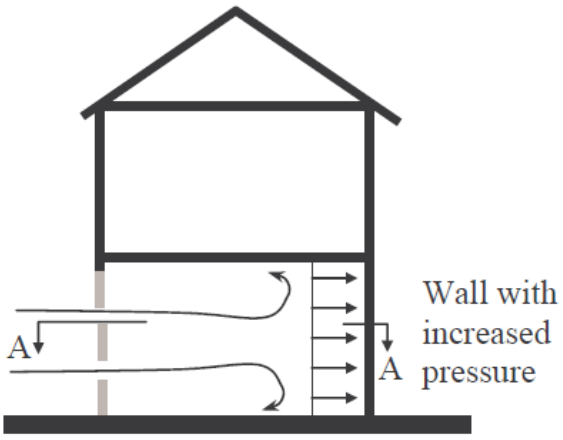
ضرایب فشار داخلی C_{pi} :

در این قسمت ساختمانها به ۳ دسته تقسیم می شوند:

۱- گروه ۱ ساختمانهای بسته

۲- گروه ۲ ساختمانهای نیمه بسته

۳- گروه ۳ ساختمانهای باز



گروه ۱: صفر تا $C_{pi} = -۰/۱۵$

این گروه، شامل ساختمان‌های بدون هرگونه بازشوهای بزرگ یا قابل توجه است، اما بازشوهای کوچک یکنواخت توزیع شده دارای مساحتی کمتر از ۰/۱ درصد مساحت کل سطح می شود. مقدار C_{pi} باید ۰/۱۵- در نظر گرفته شود. در مواردی که چنین بازشوهایی، بار خارجی را کاهش می‌دهند؛ ضریب $C_{pi} = ۰$ اختیار می‌شود. چنین ساختمان‌هایی شامل ساختمان‌های بلند مرتبه هستند که اسماً هوابندی شده‌اند و هیچ پنجره و در توری قابل باز شدن نداشته و به صورت مکانیکی تهویه می‌شوند.

گروه ۲: ۰/۳ تا $C_{pi} = -۰/۴۵$

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

گروه ۳: ۰/۷ تا $C_{pi} = -۰/۷$

این گروه، ساختمان‌های با بازشوهای بزرگ یا قابل توجه را در بر می‌گیرد که از طریق آن‌ها بادهای جهشی به فضای داخلی انتقال می‌یابند. مثال‌های چنین ساختمان‌هایی شامل پناهگاه‌های با یک ضلع باز یا بیشتر و نیز ساختمان‌های صنعتی با درهای حمل و نقل بزرگ، دستگاه‌های تهویه و مانند آن‌ها هستند که احتمال باز بودن آن‌ها در طول طوفان‌ها وجود دارد یا کاملاً مقاوم نیستند.

یکی از تهدیدات همیشگی در طوفان‌های شدید، شکستن سطوح شیشه‌ای بدون حفاظ و دیگر اجزای آسیب پذیر توسط ذرات و اشیاء کوچک معلق در هوا است. سازه‌هایی که باید قابلیت بهره‌برداری پس از طوفان را داشته باشند لازم است توانایی مقاومت در برابر کلیهٔ پیامدهای شکست شیشه‌ها را داشته و الزامات گروه ۳ برآورده نماید. برای دیگر سازه‌ها که در آن، شیشه برای باد طراحی شده و حفاظت کافی در برابر بلند شدگی بام وجود دارد، احتمال وقوع خرابی شیشه به سبب ذرات و اشیاء معلق در هوا، توسط ضرایب معمول بار برای باد لحاظ شده است.

در اکثر موارد، نیازی نیست که فشارهای داخلی غیریکنواخت، جز در طراحی تیغه‌بندی‌های داخلی در نظر گرفته شود. در نتیجه، برای اکثر طراحی‌های سازه‌ای، دو مقدار حدی فشار داخلی (در گروه‌های بالا) می‌تواند به طور جداگانه در نظر گرفته شود، مگر این‌که دیوارهای داخلی

ساختمان به خوبی هوابندی شده باشند و خرابی باد و امثال آن بتواند یک سطح از ساختمان را در شرایط گروه ۳ قرار دهد، در صورتی که بقیهٔ ساختمان در گروه ۱ یا ۲ باقی می‌ماند و منجر به فشارهای داخلی نامتوازن می‌گردد.

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

مثال 21:

در مثال ۱۶ مقدار فشار باد داخلی را محاسبه نمایید.

$$C_{pi} = -0.45 \text{ to } 0.3$$

$$C_{gi} = 2$$

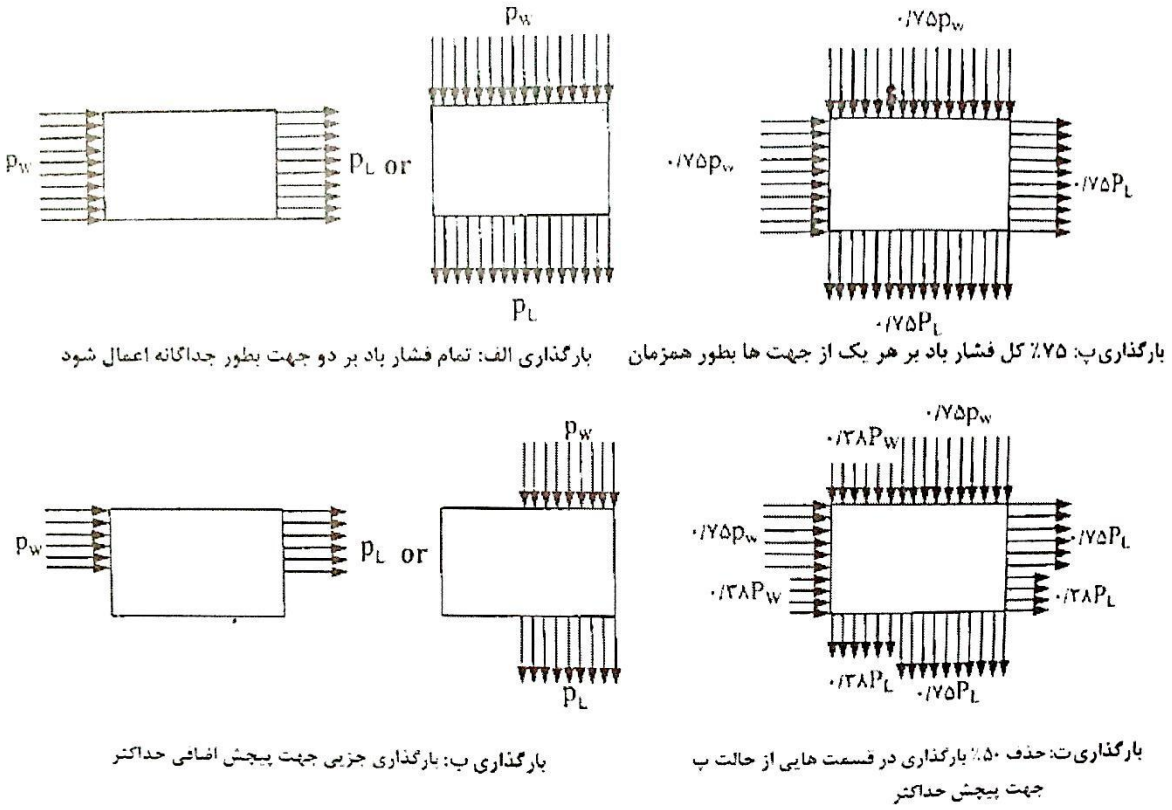
$$C_e = 0.93$$

$$q = 0.741 \ {}^{KN}/_{m^2} \quad , \quad I_w = 1$$

$$P = I_w q C_e C_{gi} C_{pi} = 1 \times 0.741 \times 0.93 \times 2 \times \begin{Bmatrix} -0.45 \\ 0.3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -0.62 \\ 0.41 \end{Bmatrix} {}^{KN}/_{m^2}$$

جهت بررسی نیروگذار چشمی وجود :

ساختمانهای کوتاه که با روش استاتیکی طرح شده اند نیازی به داشتن بارهای نامتعادل اضافی ندارند.



بارگذاری الف: تمام فشار باد بر دو جهت بطور جداگانه اعمال شود

بارگذاری ب: بارگذاری جزیی جهت پیچش اضافی حداکثر

بارگذاری پ: ۷۵٪ کل فشار باد بر هر یک از جهت ها بطور همزمان

بارگذاری ت: حذف ۵۰٪ بارگذاری در قسمت هایی از حالت ب جهت پیچش حداکثر

شکل ۶-۱۰-۸ بارگذاری باد کامل و جزئی

ژیرش گردبادی :

سازه‌های استوانه‌ای لاغر مانند دودکش‌ها، برج‌ها و در بعضی موارد ساختمان‌های بلند باید برای مقابله با اثر دینامیکی ریزش گردبادی طراحی شوند. دراین بخش سازه‌ای لاغر محسوب می‌شود که نسبت ارتفاع به عرض آن بیش از ۵ باشد. زمانی‌که باد درعرض سازه‌های منشوری و استوانه‌ای می‌وزد، گردبادهایی بطور متناوب در دو طرف پشت سازه و در طول (مانند حرکت یک شناور در دریا) تشکیل می‌شود و باعث ایجاد نوسان در سازه می‌شود و متعاقباً افزایش نیروی نوسانی در جهت عمود بر باد می‌گردد. سرعت باد V_{Hc} در بالای سازه هنگامی‌که فرکانس ریزش گردبادی برابر با فرکانس طبیعی سازه f_n شد برابر می‌شود با

$$V_{Hc} = \frac{1}{S} f_n D \qquad (۹-۱۰-۶)$$

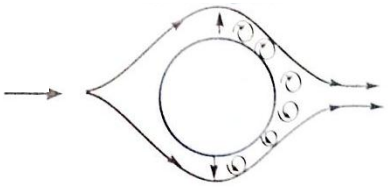
V_{Hc}= سرعت متوسط بحرانی باد در بالای ساختمان بر حسب متر برثانیه دراثر ریزش گردبادی

S = عدد استروهال که بستگی به شکل سازه دارد

D = عرض یا قطر بر حسب متر

f_n = فرکانس بر حسب هرتز

برای حالت استوانه‌ای یا نزدیک به آن عدد استروهال تقریبا ۰٫۱۶۷ برای سازه‌های با قطر کوچک مانند دودکش‌ها و ۰٫۲ برای سازه‌های با قطر بزرگ مانند برج‌های دیده‌بانی یا ساختمان می‌باشد. برای سازه‌های غیراستوانه‌ای عدد استروهال تقریباً برابر با ۰٫۱۳۴ در نظر گرفته می‌شود. آزمایش‌های تونل باد برای اعضای غیر استوانه‌ای ضروری است.



بوبس‌لش‌لً:

توغی‌ز کبن چب‌ی طزح:

تغییر مکان جانبی طرح بر اساس زلزله طرح محاسبه می شود. در این محاسبه اثر تغییر شکل های غیر ارتجاعی و اثر $P-\Delta$ باید لحاظ شود. بدین منظور می توان تغییر مکان ارتجاعی جانبی ساختمان را بر اثر زلزله طرح محاسبه کرده و نتیجه را در یک ضریب بزرگ نمایی Cd استاندارد ۲۸۰۰ ضرب کرد. اثر $P-\Delta$ را می توان در مرحله تحلیل ارتجاعی در نظر گرفت. مقادیر تغییر مکان جانبی نسبی طرح نباید در هر طبقه از مقادیر زیر بیشتر باشد.

برای ساختمان تا ۵ طبقه ۰/۰۲۵ ارتفاع طبقه

برای سایر ساختمانها ۰/۰۲۰ ارتفاع طبقه

$$\Delta_M = C_d \times \Delta_e$$

$$\Delta_M \leq 0.025H \text{ or } 0.02H$$

Δ_e = تغییر مکان جانبی نسبی طبقه حاصل از تحلیل خطی

Δ_M = تغییر مکان جانبی نسبی غیر خطی طرح در طبقه

12.2.5.1 Dual System

For a dual system, the moment frames shall be capable of resisting at least 25 percent of the design seismic forces. The total seismic force resistance is to be provided by the combination of the moment frames and the shear walls or braced frames in proportion to their rigidities.

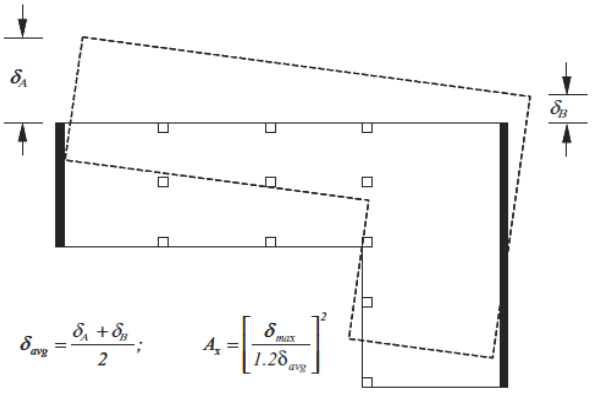


FIGURE 12.8-1 Torsional Amplification Factor, A_x

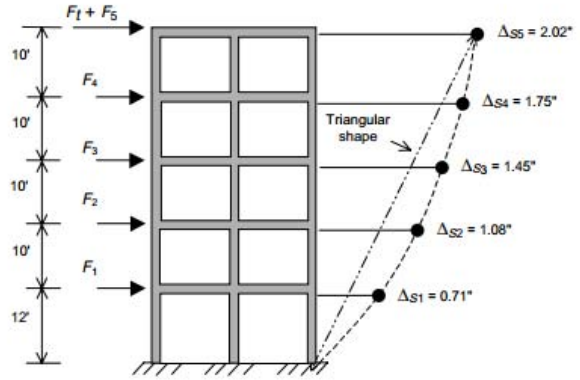
Table 12.3-1 Horizontal Structural Irregularities

Type	Description	Reference Section	Seismic Design Category Application
1a.	**Torsional Irregularity:** Torsional irregularity is defined to exist where the maximum story drift, computed including accidental torsion with $A_x = 1.0$, at one end of the structure transverse to an axis is more than 1.2 times the average of the story drifts at the two ends of the structure. Torsional irregularity requirements in the reference sections apply only to structures in which the diaphragms are rigid or semirigid.	12.3.3.4 12.7.3 12.8.4.3 12.12.1 Table 12.6-1 Section 16.2.2	D, E, and F B, C, D, E, and F C, D, E, and F C, D, E, and F D, E, and F B, C, D, E, and F
1b.	**Extreme Torsional Irregularity:** Extreme torsional irregularity is defined to exist where the maximum story drift, computed including accidental torsion with $A_x = 1.0$, at one end of the structure transverse to an axis is more than 1.4 times the average of the story drifts at the two ends of the structure. Extreme torsional irregularity requirements in the reference sections apply only to structures in which the diaphragms are rigid or semirigid.	12.3.3.1 12.3.3.4 12.7.3 12.8.4.3 12.12.1 Table 12.6-1 Section 16.2.2	E and F D B, C, and D C and D C and D D B, C, and D
2.	**Reentrant Corner Irregularity:** Reentrant corner irregularity is defined to exist where both plan projections of the structure beyond a reentrant corner are greater than 15% of the plan dimension of the structure in the given direction.	12.3.3.4 Table 12.6-1	D, E, and F D, E, and F
3.	**Diaphragm Discontinuity Irregularity:** Diaphragm discontinuity irregularity is defined to exist where there is a diaphragm with an abrupt discontinuity or variation in stiffness, including one having a cutout or open area greater than 50% of the gross enclosed diaphragm area, or a change in effective diaphragm stiffness of more than 50% from one story to the next.	12.3.3.4 Table 12.6-1	D, E, and F D, E, and F
4.	**Out-of-Plane Offset Irregularity:** Out-of-plane offset irregularity is defined to exist where there is a discontinuity in a lateral force-resistance path, such as an out-of-plane offset of at least one of the vertical elements.	12.3.3.3 12.3.3.4 12.7.3 Table 12.6-1 Section 16.2.2	B, C, D, E, and F D, E, and F B, C, D, E, and F D, E, and F B, C, D, E, and F
5.	**Nonparallel System Irregularity:** Nonparallel system irregularity is defined to exist where vertical lateral force-resisting elements are not parallel to the major orthogonal axes of the seismic force-resisting system.	12.5.3 12.7.3 Table 12.6-1 Section 16.2.2	C, D, E, and F B, C, D, E, and F D, E, and F B, C, D, E, and F

Table 12.3-2 Vertical Structural Irregularities

Type	Description	Reference Section	Seismic Design Category Application
1a.	**Stiffness-Soft Story Irregularity:** Stiffness-soft story irregularity is defined to exist where there is a story in which the lateral stiffness is less than 70% of that in the story above or less than 80% of the average stiffness of the three stories above.	Table 12.6-1	D, E, and F
1b.	**Stiffness-Extreme Soft Story Irregularity:** Stiffness-extreme soft story irregularity is defined to exist where there is a story in which the lateral stiffness is less than 60% of that in the story above or less than 70% of the average stiffness of the three stories above.	12.3.3.1 Table 12.6-1	E and F D, E, and F
2.	**Weight (Mass) Irregularity:** Weight (mass) irregularity is defined to exist where the effective mass of any story is more than 150% of the effective mass of an adjacent story. A roof that is lighter than the floor below need not be considered.	Table 12.6-1	D, E, and F
3.	**Vertical Geometric Irregularity:** Vertical geometric irregularity is defined to exist where the horizontal dimension of the seismic force-resisting system in any story is more than 130% of that in an adjacent story.	Table 12.6-1	D, E, and F
4.	**In-Plane Discontinuity in Vertical Lateral Force-Resisting Element Irregularity:** In-plane discontinuity in vertical lateral force-resisting elements irregularity is defined to exist where there is an in-plane offset of a vertical seismic force-resisting element resulting in overturning demands on a supporting beam, column, truss, or slab.	12.3.3.3 12.3.3.4 Table 12.6-1	B, C, D, E, and F D, E, and F D, E, and F
5a.	**Discontinuity in Lateral Strength–Weak Story Irregularity:** Discontinuity in lateral strength–weak story irregularity is defined to exist where the story lateral strength is less than 80% of that in the story above. The story lateral strength is the total lateral strength of all seismic-resisting elements sharing the story shear for the direction under consideration.	12.3.3.1 Table 12.6-1	E and F D, E, and F
5b.	**Discontinuity in Lateral Strength–Extreme Weak Story Irregularity:** Discontinuity in lateral strength–extreme weak story irregularity is defined to exist where the story lateral strength is less than 65% of that in the story above. The story strength is the total strength of all seismic-resisting elements sharing the story shear for the direction under consideration.	12.3.3.1 12.3.3.2 Table 12.6-1	D, E, and F B and C D, E, and F

محاسبه سختی جانبی در طبقات:



1. When 70 percent of $\frac{\Delta_{S1}}{h_1}$ exceeds $\frac{\Delta_{S2}-\Delta_{S1}}{h_2}$

   or

2. When 80 percent of $\frac{\Delta_{S1}}{h_1}$ exceeds

$$\frac{1}{3}\left[\frac{(\Delta_{S2}-\Delta_{S1})}{h_2}+\frac{(\Delta_{S3}-\Delta_{S2})}{h_3}+\frac{(\Delta_{S4}-\Delta_{S3})}{h_4}\right]$$

The story drift ratios are determined as follows:

$$\frac{\Delta_{S1}}{h_1}=\frac{(0.71-0)}{144}=0.00493$$

$$\frac{\Delta_{S2}-\Delta_{S1}}{h_2}=\frac{(1.08-0.71)}{120}=0.00308$$

$$\frac{\Delta_{S3}-\Delta_{S2}}{h_3}=\frac{(1.45-1.08)}{120}=0.00308$$

$$\frac{\Delta_{S4}-\Delta_{S3}}{h_4}=\frac{(1.75-1.45)}{120}=0.00250$$

$$\frac{1}{3}(0.00308+0.00308+0.00250)=0.00289$$

Checking the 70 percent requirement:

$$0.70\left(\frac{\Delta_{S1}}{h_1}\right)=0.70\,(0.00493)=0.00345>0.00308$$

$\therefore$ Soft story exists

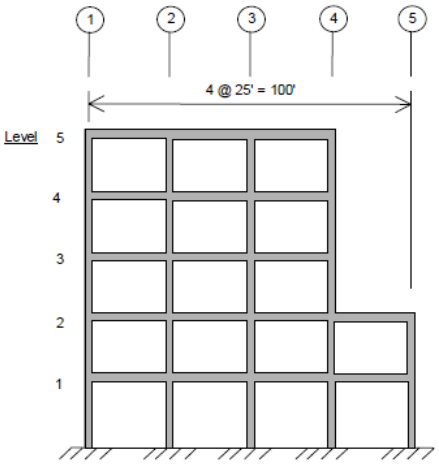
Checking the 80 percent requirement:

$$0.80\left(\frac{\Delta_{S1}}{h_1}\right)=0.80\,(0.00493)=0.00394>0.00289$$

$\therefore$ Soft story exists

Level	Story Displacement	Story Drift	Story Drift Ratio	.7x (Story Drift Ratio)	.8x (Story Drift Ratio)	Avg. of Story Drift Ratio of Next 3 Stories	Soft Story Status
5	2.02 in.	0.27 in.	0.00225	0.00158	0.00180	—	No
4	1.75	0.30	0.00250	0.00175	0.00200	—	No
3	1.45	0.37	0.00308	0.00216	0.00246	—	No
2	1.08	0.37	0.00308	0.00216	0.00246	0.00261	No
1	0.71	0.71	0.00493	0.00345	0.00394	0.00289	Yes

نامنظمی هندسی:

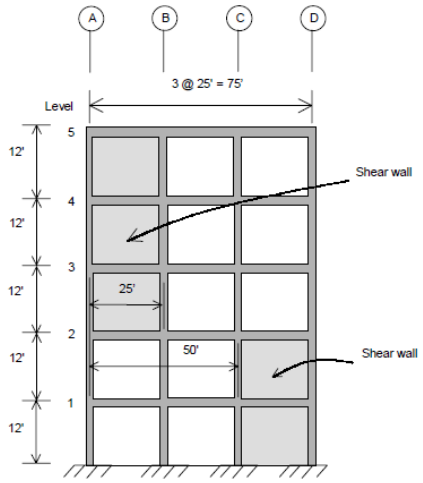


$$\frac{\text{Width of Level 2}}{\text{Width of Level 3}} = \frac{(100')}{(75')} = 1.33$$

133 percent > 130 percent

∴ Vertical geometric irregularity exists

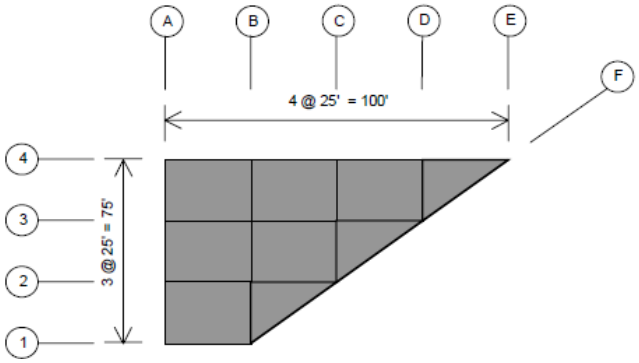
نامنظمی سیستم باربرجانبی:



A Type 4 vertical irregularity exists when there is an in-plane offset of the lateral load resisting elements greater than the length of those elements. In this example, the left side of the upper shear wall (between lines A and B) is offset 50 feet from the left side of the lower shear wall (between lines C and D). This 50-foot offset is greater than the 25-foot length of the offset wall elements.

∴ In - plane discontinuity exists

نامنظمی سیستم های باربر جانبی غیر موازی(نامنظمی در پلان):



∴ A nonparallel system irregularity exists

مراجع:

۱- مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان ویرایش سوم ۱۳۹۲

۲- مستوفی نژاد، داود، بارگذاری و سیستم های باربر، انتشارات ارکان ۱۳۸۳

۳- ترابی،مهدی، مدلسازی لرزه ای و تحلیل عددی در ETABS، انتشارات نوآور،۱۳۹۲

۴- کامرانی راد،رضا،بزرگی،ندا،بارگذاری سازه ها،سری عمران،۱۳۹۳

5-ASCE/SEI 7-10 (2010), "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures", American Society of Civil Engineers, ASCE, New York, USA

6-NBCC (2005), "National Building Code of Canada", National Research Council of Canada (NRC), Ottawa, Canada

7-Seismic Design Manual (SEAOC), Volume 1, April 1999

8- Americas Conference on Wind Engineering – San Juan, Puerto Rico, June 2009