

بسم الله الرحمن الرحيم

خلاصه نکات مبحث ششم



(مناسب جهت آزمون محاسبات)

امید که کمکی باشد هرچند ناچیز برای ارتقای دانش جامعه مهندسی

این نوشتار را

تقدیم می کنم به

روح پدر بزرگوارم

حمید همتیان پور

هزینه استفاده از این جزوه قرائت فاتحه‌ای همراه با صلوات برای شادی روح پدر تدوین کننده

telegram: @hh_1366

فهرست مطالب

4.....	ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت.....
6.....	ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز.....
8.....	ترکیب بارها در حالت حدی بهره برداری - حوادث غیرعادی.....
9.....	سطح بار گیرتیر ها و توزیع بار در دالهای یکطرفه.....
10.....	سطح بار گیر و توزیع بار در دالهای دوطرفه.....
11.....	بار مرده.....
12.....	جدول پ-6-2-1 جرم مخصوص مواد.....
16.....	جدول پ-6-2-2 جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان.....
19.....	بار زنده - جدول 6-5-1 حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها.....
23.....	توضیحات جدول حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها.....
26.....	بار دیوارهای جدا کننده (تیغه ها).....
27.....	نامناسبترین وضع بار گذاری - بار زنده متمرکز کفها و بامها - بار زنده مشخص نشده کفها.....
28.....	کاهش بار زنده.....
2.....	استثنائات و کاهش بار زنده بام.....
30.....	بار وارد بر سیستمهای نرده و جانپناه - به میله دستگیره - به سیستم جان پناه پارکینگ - بر نردبان ثابت.....
31.....	بارهای ضربهای - ضریب ضربه آویزهای کششی - سازههای نگهدارنده ماشینآلات - سازههای نگهدارنده آسانسورها - بارهای جراثقال.....
32.....	جدول 6-7-1 تقسیم بندی شهرهای کشور از نظر بار برف.....
34.....	بار برف متوازن.....
37.....	بار برف متوازن و نامتوازن بامهای با شیب دو طرفه و چند طرفه.....
38.....	بار برف متوازن و نامتوازن بام های دندان دار، کنگره ای و تاوه چیندار.....
39.....	بار برف متوازن بام های قوسی (به شکل ثابت) - روش قطعه بندی.....
40.....	بار برف متوازن و نامتوازن بام های قوسی (به شکل متغیر).....
41.....	بار برف متوازن طره.....
42.....	گنبد ها - نامناسب ترین وضع بار گذاری بار برف.....
43.....	بار انباشتگی برف در بامهای پایتتر - بام پایتتر در ساختمان مجاور.....
44.....	بار انباشتگی برف در اطراف قسمتهای بالا آمده و دست انداز بام - بار برف لغزنده.....
45.....	سر بار باران بر برف - ناپایداری برکه ای و انباشتگی آب - بام ساختمانهای موجود.....
46.....	جدول 6-10-1 سرعت مبنای باد.....
47.....	بزرگترین زمان تناوب اصلی - عرض موثر ساختمان - تعیین روش محاسبه باد.....
53.....	محاسبه فشار باد (خارجی) بر سازه اصلی بلند مرتبه به روش استاتیکی.....

- 55محاسبه فشار باد(خارجی) برای پوششها، نما و بام و اتصالات آن در سازه بلند مرتبه به روش استاتیکی
- 56محاسبه فشار باد(خارجی) بر سازه اصلی در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی
- 59محاسبه فشار باد(خارجی) برای طراحی دیوار و پوشش نما در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی
- 60محاسبه فشار باد(خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام (با $0^\circ < \alpha \leq 7^\circ$) با یا بدون طره در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی
- 61محاسبه فشار باد(خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام (بام‌های 2 شیبه یا 4 شیبه با $\alpha > 7^\circ$) در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی
- 62محاسبه فشار باد(خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام (بام‌های دندانه‌ای با $\alpha > 10^\circ$) در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی
- 63محاسبه فشار باد(خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام‌های شیبدار یکطرفه ($3^\circ < \alpha < 30^\circ$) در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی
- 64محاسبه فشار باد(خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام‌های دندانه‌ای یکطرفه ($10^\circ < \alpha < 30^\circ$) در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی
- 65بارگذاری باد در فشار و مکش داخل سازه (بلندمرتبه و کوتاه مرتبه)
- 67بارگذاریهای بخشی وارد بر سازه باربر اصلی
- 68ضوابط عمومی طراحی ساختمانها و سازهها برای باد (کنترل لغزش، واژگونی و کنترل سازه ساختمانها در برابر باد سطح بهره‌برداری)
- 69بار باران (R)
- 70بار یخ
- 71بار سیل
- 72بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی
- 73پیوست 4-6 - تخمین نیروی باد بر سازه ساختمانهای بلند و نرم به روش دینامیکی
- 75پیوست 4-6 - کنترل ارتعاش ساختمانهای بلند و نرم تحت اثر تغییرات سرعت باد
- 76پیوست 4-6 - جدا شدن گردباد (vortex shedding)

علائم مورد استفاده در معرفی ترکیبات بارگذاری		
A_k	بار یا اثر ناشی از حادثه غیر عادی	D بار مرده
E	بار زلزله طرح	F بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر
H	بار ناشی از فشار جانبی خاک، فشار آب زیر زمینی یا فشار مواد انباشته	L بار زنده طبقات به جز بام
R	بار باران	S بار برف
W	بار باد	W_i بار باد وارد بر اعضا با وجود یخ
D_i	وزن یخ	F_a بار سیل
L_0	حداقل بار زنده گسترده یکنواخت	T بار خود کرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه‌ها و وارفتگی
L_r	بار زنده بام	W_{ser} بار باد سطح بهره برداری
		E_{ser} بار زلزله سطح بهره برداری

ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت			
شماره	ترکیب بار	شماره	ترکیب بار
۱	$1.4D$	۲	$1.2D + 1.6L + 0.5(R \text{ یا } S \text{ یا } L_r)$
۳	$1.2D + 1.6(L \text{ یا } R \text{ یا } S) + [L \text{ یا } 0.5(1.6W)]$	۴	$1.2D + 1.6W + L + 0.5(R \text{ یا } S \text{ یا } L_r)$
۵	$1.2D + E + L + 0.2S$	۶	$0.9D + 1.6W$
۷	$0.9D + E$		

- اثر پیش‌تنیدگی با ضریب ۱ یا ضریب بار مرده در ترکیب بارها وارد و بحرانی‌ترین حالت انتخاب گردد
- اثر بار سیال (F) وارد بر سازه باید با ضرایب باری همانند ضریب بار مرده در ترکیب بارهای ۱ تا ۵ و ۷ منظور شوند
- در صورت وجود فشار جانبی خاک و فشار آب زیرزمینی و یا مواد انباشته (H) اثر آنها:
 ۱. اگر در جهت افزودن به اثرات دیگر بارها باشد اثر بار H با ضریب ۱.۶ در ترکیب بارها منظور شود
 ۲. اگر در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد:
 ۱. در صورت وجود دائمی بار H با ضریب ۰.۹ منظور گردد.
 ۲. در بقیه موارد از اثر بار H صرف‌نظر گردد.
- بار سیل (F_a) علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده باید دو ترکیب بار اضافی $1.6W + 2F_a$ به جای $1.6W$ در ترکیب بارهای ۴ و ۶ نیز در نظر گرفته شود
- بار یخ جوی و بار باد وارد بر یخ
 ۱. عبارت $(0.5(R \text{ یا } S \text{ یا } L_r))$ در ترکیب بار شماره ۲ باید با عبارت $(D_i + 1.6W_i + 0.5S)$ جایگزین شود
 ۲. عبارت $(1.6W + 0.5(R \text{ یا } S \text{ یا } L_r))$ در ترکیب بار شماره ۴ باید با عبارت $(0.2D_i + 0.5S)$ جایگزین شود
 ۳. عبارت $(1.6W)$ در ترکیب بار شماره ۶ با عبارت $(D_i + 1.6W_i)$ جایگزین شود
- اثر بارهای خود کرنشی ترکیب بارهای ارائه شده + دو ترکیب زیر نیز باید در نظر گرفته شود
 ۱. $1.2D + 0.5L + 0.5(R \text{ یا } S) + 1.2T$
 ۲. $1.2D + 1.6L + 1.6(R \text{ یا } S) + T$
- الزامی بودن کنترل سازه برای زلزله سطح بهره‌برداری $D + 0.5L + 0.5(R \text{ یا } S) + E_{ser}$
- در ترکیب بار شماره ۳، باید هر دو حالت اثر بار زنده و باد بررسی شده و نامساعدترین حالت طراحی منظور شود

ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت

شماره	ترکیب بار	شماره	ترکیب بار
۱	$1.4D$	۲	$1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
۳	$1.2D + 1.6(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + (L \text{ یا } 0.5(1.6W))$	۴	$1.2D + 1.6W + L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
۵	$1.2D + E + L + 0.2S$	۶	$0.9D + 1.6W$
۷	$0.9D + E$		

• ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که $(L_0 < 5 \frac{kN}{m^2})$ (طبق جدول ۶ - ۵ - ۱) است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل اجتماع عمومی می‌توان برابر ۰.۵ منظور کرد مشروط بر آنکه کاهش بار زنده در محاسبه منظور نشده باشد.

• ترکیب بارهای شامل اثر بارهای زلزله طرح در سازه‌هایی که در نظر گرفتن نیروی ناشی از اثر مولفه قائم (E_v) الزامی است:

$$I. \text{ در ترکیب بار شماره } ۵ \leftarrow E = E_h + E_v$$

$$II. \text{ در ترکیب بار شماره } 7 \leftarrow E = E_h - E_v$$

• در مواردی که بر اساس دیگر مباحث مقررات ملی و آئین‌نامه‌های طراحی استفاده از نیروی تشدید یافته ناشی از زلزله طرح برای طراحی برخی از اجزای سازه ضروری است نیروهای جانبی ناشی از اثرات مولفه افقی زلزله طرح (E_h)، باید در ضریب اضافه مقاومت (Ω_0) ضرب شود ولی نیازی به در نظر گرفتن ضریب اضافه مقاومت در نیروی قائم زلزله (E_v) نمی‌باشد.

ترکیب بارهای شامل اثر بارهای زلزله طرح و ضریب اضافه مقاومت در سازه‌هایی که در نظر گرفتن نیروی ناشی از اثر مولفه قائم (E_v) الزامی است:

$$I. \text{ در ترکیب بار شماره } ۵ \leftarrow E = \Omega_0 E_h + E_v$$

$$II. \text{ در ترکیب بار شماره } 7 \leftarrow E = \Omega_0 E_h - E_v$$

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز

علائم مورد استفاده در معرفی ترکیبات بارگذاری		
A_k	بار یا اثر ناشی از حادثه غیر عادی	D بار مرده
E	بار زلزله طرح	F بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر
H	بار ناشی از فشار جانبی خاک، فشار آب زیر زمینی یا فشار مواد انباشته	L بار زنده طبقات به جز بام
R	بار باران	S بار برف
W	بار باد	W_i بار باد وارد بر اعضا با وجود یخ
D_i	وزن یخ	F_a بار سیل
L_0	حداقل بار زنده گسترده یکنواخت	T بار خود کرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه‌ها و وارفتگی
L_r	بار زنده بام	W_{ser} بار باد سطح بهره برداری
		E_{ser} بار زلزله سطح بهره برداری

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز			
شماره	ترکیب بار	شماره	ترکیب بار
1	D	2	$D + L$
3	$D + (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$	4	$D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
5	$D + W$	6	$D + 0.75L + 0.75W + 0.75(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
7	$D + 0.7E$	8	$D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S$
9	$0.6D + W$	10	$0.6D + 0.7E$

• اثر پیش‌تنیدگی با $\leftarrow$ ضریب ۱ یا ضریب بار مرده در ترکیب بارها وارد و بحرانی‌ترین حالت انتخاب گردد

• اثر بار سیال (F) وارد بر سازه $\leftarrow$ باید با ضرایب باری همانند ضریب بار مرده D در ترکیب بارهای ۱ تا ۸ و ۱۰ منظور شوند

• در صورت وجود فشار جانبی خاک و فشار آب زیرزمینی و یا مواد انباشته (H) اثر آنها:

- اگر در جهت افزودن به اثرات دیگر بارها باشد اثر بار $H \leftarrow$ با ضریب ۱ در ترکیب بارها منظور شود
- اگر در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد:

- در صورت وجود دائمی بار $H \leftarrow$ با ضریب ۰.۶ منظور گردد.
- در بقیه موارد از اثر بار H صرف‌نظر گردد.

• بار سیل (F_a) علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده باید ترکیب بار اضافی ۵، ۶ و ۹ را با اضافه کردن $1.5F_a$ به عبارت آنها در نظر گرفته شود

• بار یخ جوی و بار باد وارد بر یخ

- عبارت ($0.7D_i$) باید به ترکیب بار شماره ۲ اضافه شود
- عبارت ($L_r \text{ یا } S \text{ یا } R$) در ترکیب شماره ۳ باید با عبارت ($0.7D_i + 1.1W_i + S$) جایگزین شود
- عبارت (W) در ترکیب بار شماره ۹ با عبارت ($0.7D_i + 1.1W_i$) جایگزین شود

• اثر بارهای خود کرنشی $\leftarrow$ ترکیب بارهای ارائه شده + دو ترکیب زیر نیز باید در نظر گرفته شود

- $D + T$
- $D + 0.75[L + (L_r \text{ یا } S)] + T$

• الزامی بودن کنترل سازه برای زلزله سطح بهره‌برداری $\leftarrow D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ یا } S) + E_{ser}$

• در ترکیب بارهای ارائه شده در این مبحث، افزایش تنش مجاز نباید صورت گیرد

ترکیب بارها در طراحی روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز			
شماره	ترکیب بار	شماره	ترکیب بار
۱	D	۲	D + L
۳	$D + (L \text{ یا } S \text{ یا } R) + (L \text{ یا } 0.5(1.6W))$	۴	$D + 0.75L + 0.75(L \text{ یا } S \text{ یا } R)$
۵	D + W	۶	$D + 0.75L + 0.75W + 0.75(L \text{ یا } S \text{ یا } R)$
۷	D + 0.7E	۸	$D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S$
۹	0.6D + W	۱۰	0.6D + 0.7E

• ترکیب‌بارهای شامل اثر بارهای زلزله طرح در سازه‌هایی که در نظر گرفتن نیروی ناشی از اثر مولفه قائم (E_v) الزامی است:

$$I. \text{ در ترکیب بار شماره ۷ و ۸ } E = E_h + E_v$$

$$II. \text{ در ترکیب بار شماره ۱۰ } E = E_h - E_v$$

• در مواردی که بر اساس دیگر مباحث مقررات ملی و آئین‌نامه‌های طراحی استفاده از نیروی تشدید یافته ناشی از زلزله طرح برای طراحی برخی از اجزای سازه ضروری است نیروهای جانبی ناشی از اثرات مولفه افقی زلزله طرح (E_h)، باید در ضریب اضافه مقاومت (Ω_0) ضرب شود ولی نیازی به در نظر گرفتن ضریب اضافه مقاومت در نیروی قائم زلزله (E_v) نمی باشد.

ترکیب‌بارهای شامل اثر بارهای زلزله طرح و ضریب اضافه مقاومت در سازه‌هایی که در نظر گرفتن نیروی ناشی از اثر مولفه قائم (E_v) الزامی است:

$$I. \text{ در ترکیب بار شماره ۷ و ۸ } E = \Omega_0 E_h + E_v$$

$$II. \text{ در ترکیب بار شماره ۱۰ } E = \Omega_0 E_h - E_v$$

ترکیب بارها در حالت حدی بهره برداری - حوادث غیرعادی

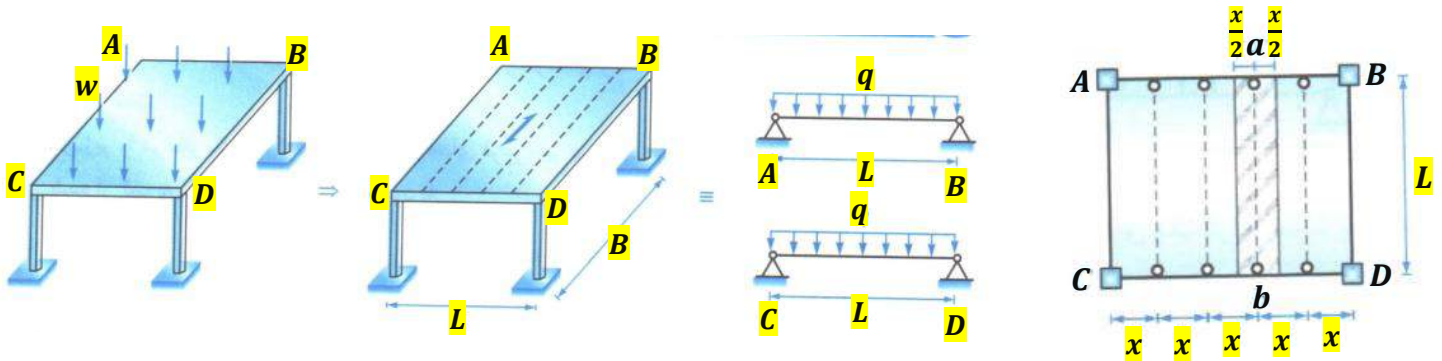
علائم مورد استفاده در معرفی ترکیبات بارگذاری			
A_k	بار یا اثر ناشی از حادثه غیر عادی	D	بار مرده
E	بار زلزله طرح	F	بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر
H	بار ناشی از فشار جانبی خاک، فشار آب زیر زمینی یا فشار مواد انباشته	L	بار زنده طبقات به جز بام
R	بار باران	S	بار برف
W	بار باد	W_i	بار باد وارد بر اعضا با وجود یخ
D_i	وزن یخ	F_a	بار سیل
L_0	حداقل بار زنده گسترده یکنواخت	T	بار خود کرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه‌ها و وارفتگی
L_r	بار زنده بام	W_{ser}	بار باد سطح بهره برداری
		E_{ser}	بار زلزله سطح بهره برداری

ترکیب بارهای حالت حدی بهره برداری	
1) D 2) L 3) D + L 4) D + (L_r یا 0.5S)	تغییر شکل قائم (افتادگی)
- اثر پیش تنیدگی ← مانند ضریب بار مرده در ترکیب بارها وارد می شود - بار سیال یا فشار مواد انباشته ← با ضریب 1 در ترکیب بارها وارد می شود	
1) D + 0.5L + 0.5 (L_r یا S) + W_{ser} 2) D + 0.5L + 0.5 (L_r یا S) + E_{ser}	تغییر مکان جانبی نسبی
در صورت وجود بار سیال، فشار جانبی خاک، فشار آب زیر زمینی یا مواد انباشته ← با ضریب 1 در ترکیب بارها وارد می شود	
- کفهایی که دارای دهانه‌های بزرگ و فاقد هرگونه تیغه بندی یا منابع دیگر استهلاک انرژی هستند ممکن است در معرض ارتعاشات ناشی از عبور و مرور ساکنان قرار گیرند. برای جلوگیری از این امر این کفها از سختی کافی بر طبق آیین نامه‌های طراحی برخوردار باشند. - آن دسته از تجهیزات مکانیکی موجود در ساختمان‌ها که می توانند ارتعاشات نامطلوب در ساختمان ایجاد کنند باید به صورت مناسب از محل تکیه گاه‌ها جداسازی شوند تا این اثرات به حداقل برسد. - سیستم‌های سازه‌ای بلند و پوشش‌های سبک و انعطاف پذیر ساختمان‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که ارتعاشات ناشی از باد در آنها موجب سلب آرامش ساکنان نشود.	ارتعاش سازه
1) D + T 2) D + 0.75 [L + (L_r یا S) + T]	تغییر مکان ناشی از بارهای خود کرنشی

ترکیب بارهای برای حوادث غیرعادی	
$(0.9 \text{ یا } 1.2) D + A_k + 0.5L + 0.2S$ A_k : اثر ناشی از حادثه غیر عادی	ظرفیت
جهت کنترل ظرفیت باقی مانده باربری سازه به روش ضرایب بار و مقاومت بعد از وقوع حادثه خسارت‌زا، اعضای باربر باید به صورت فرضی حذف شوند و ظرفیت صدمه دیده تحت اثر ترکیب بار ثقلی زیر ارزیابی گردد: $(0.9 \text{ یا } 1.2) D + 0.5L + 0.2 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$ اعضای باربری که حذف می شوند باید با روش منطقی توسط مهندس طراحی با تجربه مشخص گردد.	ظرفیت باقی مانده
الزامات پایداری کل سازه و هر کدام از اعضا آن، باید با استفاده از روشی که اثرات مرتبه دوم (اثرات $P - \Delta$) را لحاظ می کند، مورد ارزیابی واقع شود.	ملاحظات پایداری

سطح بار گیر تیر ها و توزیع بار در دال های یک طرفه

توزیع بار سطح های مستطیلی



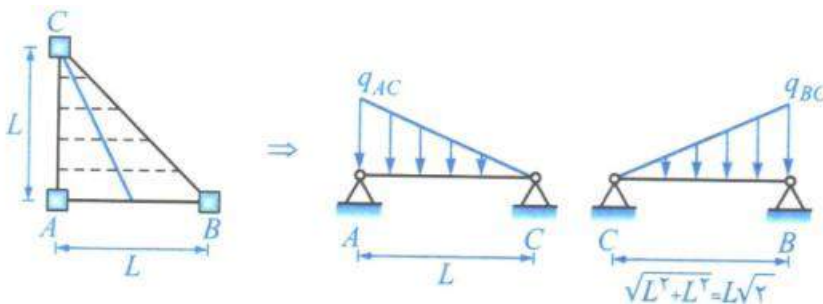
کل بار گسترده خطی معادل بر تیر = کل بار گسترده سطحی سهم تیر

$$q_{ab} = w_{\text{کف}} \times \left(2 \times \frac{x}{2}\right) = w_{\text{کف}} \times x$$

$$w \times (A_{\text{بارگیر}})_{AB} = qL_{AB} \Rightarrow w \left(L \times \frac{B}{2}\right) = qL \Rightarrow q = w \times \frac{B}{2}$$

$$M = \frac{q_{ab} \times L_{ab}^2}{8}$$

توزیع بار سطح های غیر مستطیلی



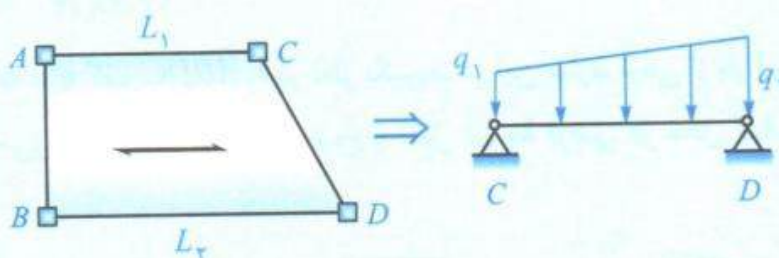
کل بار گسترده خطی معادل بر تیر = کل بار گسترده سطحی سهم تیر

$$w \times L \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{2} = q_{AC} \times L \times \frac{1}{2} \Rightarrow q_{AC} = w \times \frac{L}{2}$$

$$w \times L \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{2} = q_{BC} \times L\sqrt{2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow q_{BC} = \frac{wL}{2\sqrt{2}}$$

(کف های مثلثی و ذوزنقه ای): در این حالت توزیع بار روی تیرهای اصلی غیریکنواخت است. به

طوری که داریم:



$$q_1 = q, \quad q_2 = \frac{L_2}{L_1} q$$

$$\frac{q_1 + q_2}{2} \times L_{CD} = w \times \frac{1}{2} A$$

← مساحت سطح ACDB

سطح بار گیر و توزیع بار در دال‌های دوطرفه

سطح بار گیر تیر ها و توزیع بار در دال‌های دوطرفه

کل بار وارده بر هر تکیه‌گاه در جهت L_1 :

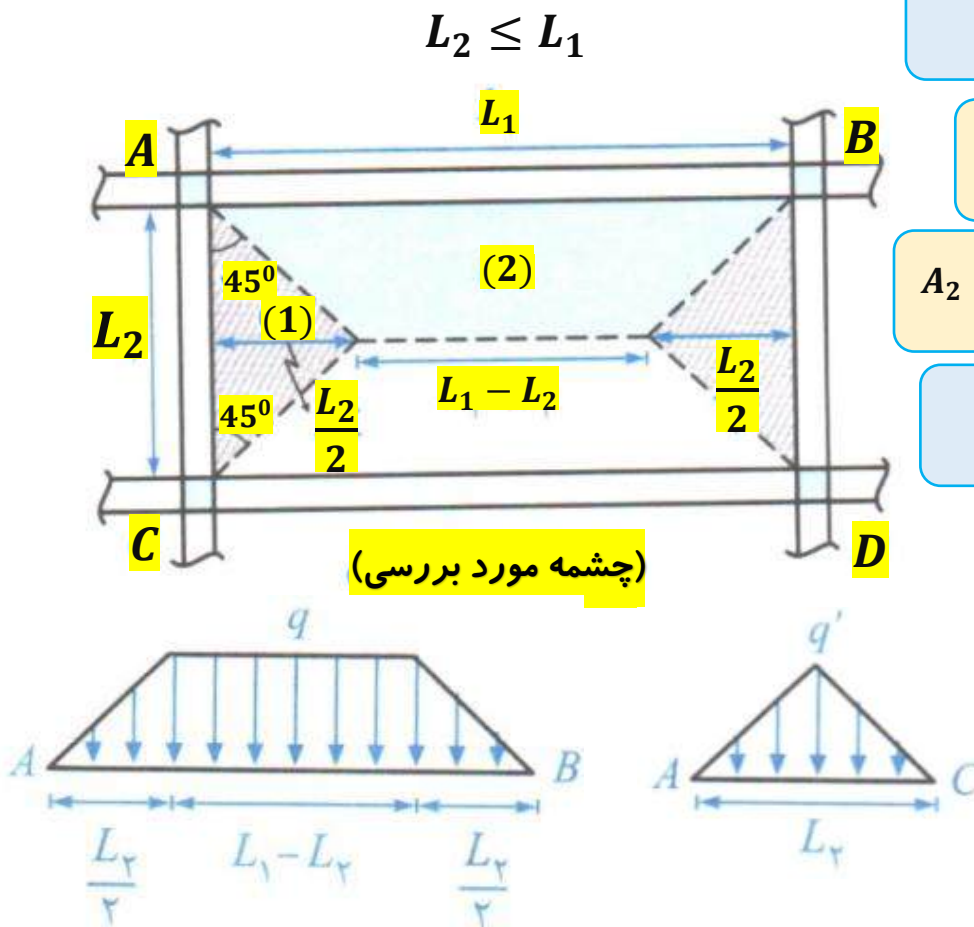
بار واحد سطح کف $A_2 \times (w)$

$$A_2 = (L_1 + L_1 - L_2) \times \frac{L_2}{2} \times \frac{1}{2}$$

کل بار وارده بر هر تکیه‌گاه در جهت L_2 :

بار واحد سطح کف $A_1 \times (w)$

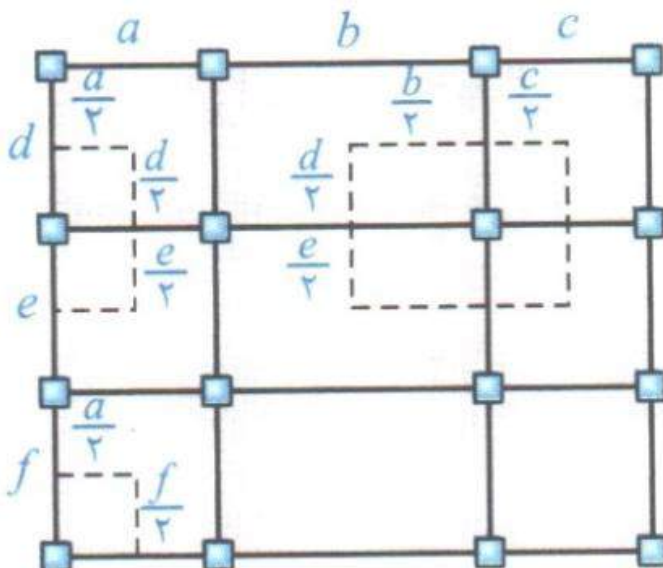
$$A_1 = L_2 \times \frac{L_2}{2} \times \frac{1}{2}$$



کل بار گسترده خطی معادل بر تیر = کل بار گسترده سطحی سهم تیر

سطح بار گیر ستون‌ها

سطح بار گیر ستون در هر طبقه، مساحت محصور بین وسط تا وسط چشمه‌های مجاور ستون می‌باشد



بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمان مانند: تیر و ستون‌ها، دیوارها، کف‌ها، بام، سقف، راه‌پله، نازک‌کاری، پوشش‌ها و دیگر بخش‌ها. سهم در اجزای سازه‌ای و معماری. همچنین وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت شامل وزن جراثقیل ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شود.

وزن مخصوص مصالح آن قطعه $\times$ حجم قطعه = بار مرده یک قطعه

در محاسبه وزن دیوار با مصالح بنایی می‌توان 70٪ وزن هر مترمکعب دیوار را مصالح آجری یا بلوکی و 30٪ دیگر را ملات در نظر گرفت

$$q = h \times w$$

بار مرده خطی دیوار بدون بازشو

$$q = h \times w \left(1 - \frac{\text{مساحت باز شو}}{\text{مساحت کل دیوار}} \right)$$

بار مرده خطی دیوار با بازشو

w : وزن واحد سطح دیوار $\left(\frac{kg}{m^2}\right)$

h : ارتفاع دیوار

q : بار خطی دیوار $\left(\frac{kg}{m}\right)$

پیوست شماره ۶-۲

جرم مخصوص مواد، جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان و جرم واحد سطح اجزای ساختمان

جدول شماره پ ۶-۲-۱ جرم مخصوص مواد

جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)	شرح
	۱- فلزات
۲۷۰۰	آلومینیم
۷۲۰۰	آهن خام خاکستری
۷۷۰۰	آهن خام سفید
۷۲۰۰	چدن
۷۸۵۰	فولاد نرم
۱۱۴۰۰	سرب
۸۹۰۰	مس
۸۵۰۰	برنز
۷۲۰۰	روی
۷۲۰۰	قلع
۸۸۰۰	نیکل
۶۷۰۰	آنتیموان
۵۷۰۰	آرسنیک
۶۹۰۰	کرم
۸۸۰۰	برنج ریخته شده
۱۷۰۰	منیزیم
۷۰۰۰	منگنز
۹۸۰۰	بیسموت
۱۳۶۰۰	جیوه
۲۱۴۰۰	پلاتین
۱۹۳۰۰	طلا

ادامه جدول شماره پ ۶-۲-۱ جرم مخصوص مواد

جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب)	شرح
	۲- مایعات
۱۰۰۰	آب
۱۱۰۰	لجن
۸۰۰	اتر
۸۰۰	الکل
۷۰۰	نفت
۸۰۰	بنزین
۱۲۵۰	گلیسرین
۱۰۰۰	روغن دانه
۱۰۰۰	روغن موتور
۸۰۰	نفت چراغ
۱۶۰۰	اسید سولفوریک
۱۵۰۰	اسید نیتریک
۱۲۰۰	اسید کلریدریک
۱۲۰۰	قیر ذغال سنگ
۱۰۰۰	شیر
۱۰۰۰	روغن نباتی
	۳- گازها (دمای صفر درجه سانتی گراد و فشار یک اتمسفر)
۱/۷۷۰	استیلن
۱/۲۵۰	اکسید دو کربن
۱/۹۶۴	انیدرید کربنیک
۰/۵۶۰	گاز روشنائی
۱/۲۹۳	هوای خشک
۱/۳۰۰	هوای مرطوب
۱/۴۲۹	اکسیژن
۱/۲۵۴	ازت
۰/۰۸۹	هیدروژن

جدول جرم مخصوص مواد

ادامه جدول شماره پ ۶-۲-۱ جرم مخصوص مواد

جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)	شرح
	۴- چوب‌ها (در حالت خشک %)
۶۰۰	زربین
۷۱۰	زبان گنجشک - ون
۶۷۰	راش
۶۵۰	داغداغان - تا دانه
۷۵۰	گلابی وحشی - خوج
۷۵۰	خرمندی
۵۸۰	توسکا ییلاقی
۵۴۰	توسکا قشلاقی
۴۱۰	تبریزی
۶۴۰	شیردار
۵۳۰	افرا - پلت
۵۲۰	بیدمشک
۸۵۰	بلوط - بلندمازو
۶۴۰	نارون - اوجا
۸۰۰	انجیری - چوب آهن
۷۰۰	آزاد
۸۵۰	زیتون
۵۹۰	سرخدار
۵۰۰	چنار - سفیدار - عرعر
۴۰۰	سفید پلت
۴۵۰	سیاه بید
۶۵۰	سیب
	شب خسب - درخت ابریشم
۴۸۰	شمشاد
۹۰۰	گردو
۶۵۰	گلابی
۶۴۰	گوجه جنگلی
۷۰۰	

ادامه جدول شماره پ ۶-۲-۱ جرم مخصوص مواد

جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب)	شرح
۷۳۰	گیلاس جنگلی
۴۳۰	لرگی
۶۴۰	کرات- لیلکی
۶۳۰	ملج
۷۰۰	مرس - ممرز
۵۳۰	نمدار
۶۰۰	کاج
۶۰۰	صنوبر
۵۰۰	شربین- کاج سیاه
	۵- سنگ های طبیعی
۲۸۰۰	گرانیت
۳۰۰۰	دیوریت- گابرو
۳۰۰۰	بازالت- ملافیر
۲۰۰۰	کفسنگ (توف)
۲۸۰۰	سنگ های اذرین ماگماتیک
۲۸۰۰	سنگ های آتشفشانی
۱۶۰۰	توف های آتشفشانی
۲۵۰۰	تراورتن
۲۸۰۰	گنایس
۲۸۰۰	شیست
۲۷۰۰	ماسه سنگ
۲۳۰۰	مارل
۲۰۰۰	سنگ آهک متخلخل
۲۴۰۰	سنگ آهک آبی
۲۷۰۰	سنگ آهک سخت
۲۸۰۰	دولومیت
۲۷۰۰	سنگ مرمر
۲۶۰۰	تخته سنگ های رسی

* ارقام مربوط به چوب های خشک برای چوب های با حداکثر رطوبت ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است. در صورتی که چوب از اثر باران و رطوبت حفاظت نشده باشد، مقدار ۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب و چنانچه با آب اشباع شده باشد مقدار ۱۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب به مقادیر فوق اضافه می شود. در مورد چوب های تازه بریده شده مقادیر فوق باید در ضریب ۱/۸ ضرب شوند.

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

جرم واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)	شرح
۱۷۰۰	۱- آجرها و بلوک‌های ساختمانی
۱۳۰۰	آجر توپر پخته رسی معمولی (آجر فشاری)
۱۴۵۰	آجر سوراخدار پخته رسی (آجر سفال)
۱۸۰۰	آجر ماسه آهکی متخلخل
۱۸۵۰	آجر ماسه آهکی توپر
۲۰۰۰	آجر نسوز
۱۲۵۰	آجر ضد اسید
۶۰۰	آجر شیشه‌ای مجوف
۹۰۰ تا ۱۳۰۰ (متناسب با شکل)	آجر مجوف
	بلوک سیمانی
۱۸۵	۲- ملات‌ها
۲۰۰۰	ملات ماسه آهک
۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان و آهک (با تارد)
۱۳۰۰	ملات ماسه سیمان
۱۹۰۰	ملات گچ
۱۶۰۰	ملات خاک نسوز
۱۶۰۰	کاهگل
۲۰۰۰	ملات گچ و خاک
	ملات گل
۲۴۰۰	۳- بتن‌ها
۲۵۰۰	بتن با شن و ماسه معمولی
۱۷۵۰	یتن آرمه و بتن پیش‌تنیده با شن و ماسه معمولی
۶۰۰	بتن با سرباره کوره آهن‌گدازی
۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع)	بتن‌های سبک هوادار و گازی
۵۰۰ تا ۹۰۰ (بسته به نوع)	بتن با سنگ‌دانه سبک
۱۷۰۰	بتن اسفنجی
۱۳۰۰	بتن با خرده آجر
۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع)	بتن با پوکه معدنی و سیمان
	بتن با پوکه صنعتی و سیمان

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

جرم واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)	شرح
	۴- سنگ دانه‌ها و پر کننده‌ها
۲۰۰۰	شن خیس
۱۷۰۰	شن خشک
۱۸۰۰	ماسه خیس
۱۵۵۰	ماسه خشک
۱۶۰۰	ماسه بادی
۲۱۰۰	خاک- ماسه- گل رس خیس
۱۸۰۰	خاک- ماسه- گل رس مزطوب (۵٪ رطوبت)
۸۰۰	خاک نسوز
۱۴۰۰	لاشه سنگ
۱۵۰۰	سرباره کوره آهن‌گدازی
۱۰۰۰	سرباره گوره آهن‌گدازی دانه به دانه
۱۰۰۰	پوزولان‌ها
۶۰۰	پوکه معدنی
۷۰۰	پوکه کک
۱۰۰۰	جوش ذغال
۸۰۰	ذغال سنگ
۱۵۰	ذغال چوب (از چوب نرم و سبک)
۲۲۰	ذغال چوب (از چوب سفت و سنگین)
۱۵۰۰	خرده آخر
۷۰۰	سنگ آهک پخته
۷۰۰	خاکستر کک
۱۳۰۰	پودر سیمان توده شده و بطور آزاد
۱۸۰۰	پودر سیمان در کیسه و جابجا شده

✳ در محاسبه وزن دیوار با مصالح بنایی می‌توان ۷۰ درصد وزن هر مترمکعب دیوار را مصالح آجری یا بلوکی و ۳۰ درصد بقیه را ملات به حساب آورد.

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

جرم واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)	شرح
	۷- پوشش ها و مواد متفرقه ساختمانی
۲۲۰۰	آسفالت
۱۲۰۰	قیر
۲۰۰۰	تخته های سقف پوش آزیستی (آردواز)
۱۶۰۰	ورق های موجدار آزیست
۱۸۰۰	لوله های سیمان آزیست
۲۲۵۰	موزائیک سیمانی
۲۴۰۰	سنگ موزائیک
۱۳۵۰	آجر فرش با آجر سوراخدار
۱۶۰۰	آجر فرش با آجر توپر
۱۱۵۰	رزین اپوکسی بدون فیلر (افزودنی)
۲۰۰۰	رزین با مواد معدنی
۱۸۰۰	رزین با فایبر گلاس
۱۸۰۰	کف پوش لاستیکی
۱۴۰۰	ورق پی وی سی
۱۷۰۰	کف پوش پی وی سی
۸۵۰	صفحات گچ و پرلیت جهت سقف کاذب
۲۵۰۰	شیشه جام
۳۰۰۰	شیشه مسلح
۱۷۰۰	کاشی سرامیکی دیواری
۲۱۰۰	کاشی سرامیکی کفی
	۸- پوشش های سقف
۷۰	پوشش شیروانی ها با سفال
۱۰	گونی قیراندود یک لا
۱۵	گونی قیراندود دو لا
۷۵	سقف کاذب با اندود سیمانی
۵۰	سقف کاذب با اندود گچی

بار زنده گسترده یکنواخت کفها و بام

بار زنده طراحی

بار زنده‌ای که در طراحی ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به کار می‌رود، باید بیشترین بار مورد انتظار برای کاربری موردنظر بوده و در هیچ حالتی از حداقل بار زنده گسترده یکنواخت، L_0 ، داده شده در جدول 6-5-1 با در نظر گرفتن میزان کاهش‌های مجاز کمتر نباشد.

جدول 6-5-1 حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱	بام‌ها		
۱-۱	بام معمولی تخت، شیب‌دار و قوسی	$1.5^{(1)}$	۱.۳
۲-۱	بام با پوشش سبک	۰.۵	۱.۳
۳-۱	بام باغ (بام دارای باغچه و گلخانه)	۵	—
۴-۱	بام از نوع پوشش پارچه‌ای با سازه اسکلتی	۰.۲۵ (غیرقابل کاهش)	۱.۳
۵-۱	بام با امکان تجمع و ازدحام	بسته به نوع کاربری	—
۶-۱	قاب نگهدارنده فضا بند	۰.۲۵ (غیرقابل کاهش، فقط به اعضای قاب‌ها وارد می‌شود)	۱

جدول حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

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

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۲	سالن‌ها و محل‌های تجمع و ازدحام در انواع ساختمان‌ها	(۳) کاهش بار زنده ممنوع مگر آنکه استثنای خاص در آن منظور شده باشد	
۱-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع دارای صندلی‌های ثابت (چسبیده به کف)	۳ ^(۳)	—
۲-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع فاقد صندلی‌های ثابت	۵ ^(۳)	—
۳-۲	سالن غذاخوری و رستوران	۵ ^(۳)	—
۴-۲	سینما و تئاتر	۵ ^(۳)	—
۵-۲	صحنه سینما و تئاتر	۷٫۵ ^(۳)	—
۶-۲	سالن اجرای مراسم گروهی، اجرای سرود و ...	۷٫۵ ^(۳)	—
۷-۲	شبستان مساجد و تکایا	۶ ^(۳)	—
۸-۲	سالن انتظار و ملاقات	۵ ^(۳)	—
۹-۲	پایانه مسافربری	۶ ^(۳)	—
۳	راهروها، راه‌پله‌ها ^(۴) و بالکن‌ها در انواع ساختمان‌ها	۵	—
۱-۳	راهرو در معرض تجمع و ازدحام واقع در طبقه همکف (ورودی)		—
۲-۳	راهرو در معرض تجمع و ازدحام واقع در سایر طبقات		—
۳-۳	راه‌پله و راهرو منتهی به درب‌های خروجی		۱٫۳ ^(۴)
۴-۳	راه‌پله اضطراری		۱٫۳
۵-۳	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تأسیسات	۲	۱٫۳
۶-۳	بالکن	$\min\{1.5L_0, 5\}$ $L_0: \text{بار زنده کف اتاق متصل به آن}$	

۱/۵ برابر بار زنده کف اتاق متصل به آن. (لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.)

$$\frac{1.3}{0.05 \times 0.05} = 520 \frac{kN}{m^2}$$

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

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۴ ۱-۴	ساختمانها و مجتمعهای مسکونی اتاقها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویسها- انبار- راهروها)	۲	—
۵ ۱-۵	هتلها- فروشگاهها اتاقها و سایر فضاهای خصوصی هتلها، مهمانسراها و خوابگاهها	۲	—
۲-۵	فروشگاه کوچک و خردهفروشی- طبقه همکف (ورودی)	۵	۴/۵
۳-۵	فروشگاه کوچک و خردهفروشی- کف سایر طبقات	۳/۵	۴/۵
۴-۵	فروشگاه عمدهفروشی- همه طبقات	۶ ^(۳) (۱۵)	۴/۵
۶ ۱-۶	ساختمانهای آموزشی- فرهنگی و کتابخانهها کلاس درس، آزمایشگاههای سبک	۲/۵	۴/۵
۲-۶	اتاق مطالعه	۳	۴/۵
۳-۶	مخزن کتاب یا اتاق بایگانی با قفسههای ثابت	۲/۵ به ازای هر متر ارتفاع، حداقل ۷/۵	۴/۵
۴-۶	مخزن کتاب یا محل بایگانی با قفسههای متحرک	۴ به ازای هر متر ارتفاع، حداقل ۱۰	۷
۵-۶	راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۵	۴/۵
۶-۶	راهروهای سایر طبقات	۴	۴/۵
۷ ۱-۷	ساختمانهای اداری دفتر کار معمولی	۲/۵	۹
۲-۷	سالن انتظار و ملاقات- راهرو طبقه همکف (ورودی)	۴/۵	۹
۳-۷	راهرو سایر طبقات	۳/۵	۹
۸ ۱-۸	ساختمانهای صنعتی کارگاههای صنعتی سبک	۶ ^(۲) (۳) (۶)	۹
۲-۸	کارگاههای صنعتی متوسط	۱۰ ^(۲) (۳) (۶)	۱۱
۳-۸	کارگاههای صنعتی سنگین	۱۲ ^(۲) (۳) (۶)	۱۴
۹ ۱-۹	ورزشگاهها و تأسیسات تفریحی سالن ورزشی سبک مانند تنیس روی میز- بلیارد و ...	۳/۵ ^(۳)	—
۲-۹	سالن ورزشی و تمرینات بدنی	۵ ^(۳)	—
۳-۹	ورزشگاه دارای صندلی ثابت	۵ ^(۳) (۵)	—
۴-۹	ورزشگاه فاقد صندلی ثابت یا دارای نیمکت	۶ ^(۳)	—

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

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱۰	بیمارستانها و مراکز درمانی		
۱-۱۰	اتاق بیمار	۲	۴/۵
۲-۱۰	اتاق عمل، آزمایشگاهها	۳	۴/۵
۳-۱۰	راهرو طبقه همکف	۵	۴/۵
۴-۱۰	راهرو سایر طبقات	۴	۴/۵
۱۱	محل های عبور و پارک خودروها		
۱-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلونیوتن	۳ ^(۲) (۳) (۷)	۱۵ ^(۷)
۲-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن	۶ ^(۲) (۳) (۷) (۸)	۳۰ ^(۷)
۳-۱۱	معابر و بخش هایی از محوطه با امکان عبور کامیون	— ^(۸)	— ^(۸)
۱۲	سایر موارد		
۱-۱۲	آشپزخانه صنعتی و رختشوی خانه ها	۶ ^(۹)	—
۲-۱۲	اتاق آسانسور	۳/۶	۱/۳ (برروی سطحی برابر با ۵۰×۵۰ میلی متر وارد شود)
۳-۱۲	اتاق هواساز- پمپ و نظایر آن	۵ ^(۹)	—
۴-۱۲	انبار سبک در فضای داخل سقف کاذب	۱	—
۵-۱۲	انبارها	— ^(۲) (۱۰)	—
۶-۱۲	سردخانه ها	۵ به ازای هر متر ارتفاع مفید، حداقل ۱۵	—
۷-۱۲	کف کاذب برای اتاق های کامپیوتر	۵	۹
۸-۱۲	کف کاذب در فضاهای اداری	۲/۵	۹
۹-۱۲	محل فرود بالگرد	۳ ^(۱۱) و (۱۲) و (۱۳)	—
۱۰-۱۲	موتورخانه	۸/۵ ^(۹)	—

$$\frac{15}{0.12 \times 0.12} = 1040 \frac{kN}{m^2}$$

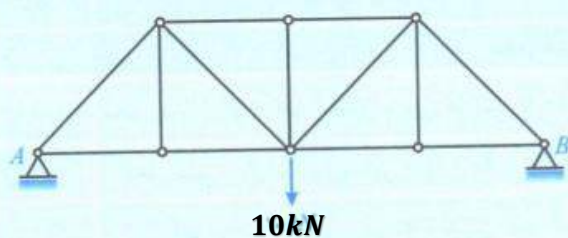
$$\frac{30}{0.12 \times 0.12} = 2083 \frac{kN}{m^2}$$

یادداشت‌های جدول ۶-۵-۱:

(۱) چنانچه مقدار بار زنده گسترده یکنواخت بام پس از کاهش مطابق بخش ۶-۵-۶ به کمتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع برسد، اعضایی که تحت این بار قرار گرفته و وظیفه یکپارچگی و پیوستگی سقف را نیز به عهده دارند، باید مطابق بند ۶-۵-۲-۳ برای نامناسب‌ترین وضع بارگذاری طراحی شوند.

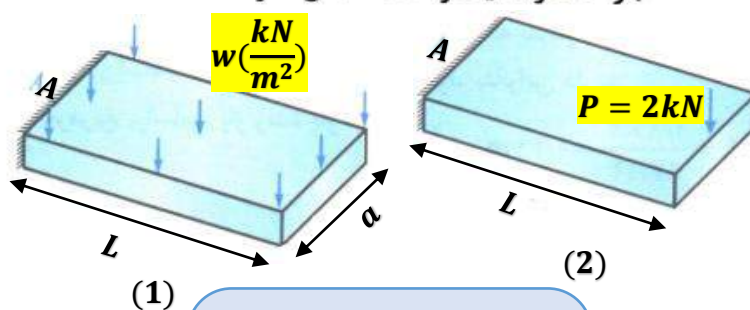
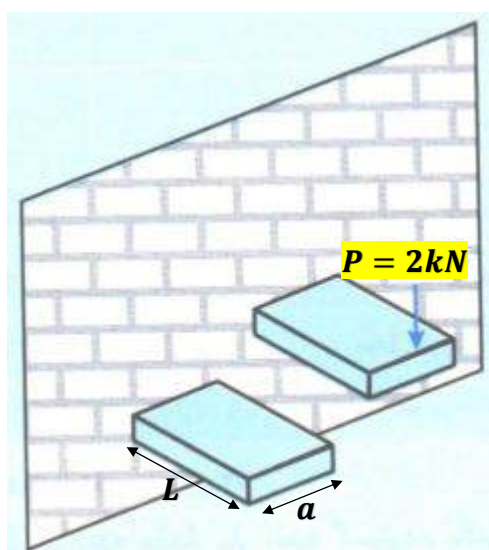
(۲) اعضای خرپاها و تیرهای اصلی پوشش سالن‌های صنعتی، پارکینگ‌های تعمیراتی، انبارها و ... باید علاوه بر بارهای زنده وارد به سقف، یک بار متمرکز برابر با ۱۰ کیلونیوتن را بطور موضعی تحمل نمایند. این بار در خرپاها و در تیرها در هر نقطه اختیاری از عضو که بیشترین اثر را ایجاد کند، وارد می‌شوند.

به عنوان مثال در سازه خرپایی زیر که قسمتی از سقف یک سالن صنعتی است، اگر بار ۱۰ کیلونیوتنی به مرکز دهانه اعمال گردد، بیشترین تغییر شکل در این سازه ایجاد خواهد شد.



(۳) کاهش بار زنده برای این نوع کاربری طبق بخش ۶-۵-۷ مجاز نمی‌باشد، مگر اینکه استثنای خاصی در آن منظور شده باشد.

(۴) در راه پله‌هایی که کف پله‌ها رفتار طره‌ای مجزا دارند، کف پله‌ها باید برای یک بار متمرکز ۲ کیلونیوتن که در انتهای طره وارد می‌شود نیز طراحی گردند. این بار لزومی ندارد همزمان با بار گسترده یکنواخت اعمال شود.



$$M_1 = (w \cdot a \cdot L) \frac{L}{2}$$

$$M_2 = 2L$$

$$M_A = \max\{M_1, M_2\}$$

- ۵) علاوه بر بارهای قائم، طراحی باید براساس بارهای افقی جانبی که به هر ردیف از صندلی‌ها به شرح زیر وارد می‌شود، انجام شود: 0.4 کیلونیوتن بر متر طول در راستای موازی ردیف صندلی‌ها و 0.15 کیلونیوتن بر متر طول در راستای عمود بر ردیف صندلی، نیازی به اعمال همزمان این دو بارگذاری نمی‌باشد.
- ۶) کف‌های تعمیرگاه‌ها، کارخانجات، کارگاه‌های صنعتی و فضاهایی از این قبیل که دارای تجهیزات یا کاربری‌های خاص هستند، باید برای بار زنده متناسب با کاربری خود طراحی شوند.
- ۷) کف پارکینگ‌ها و یا بخش‌هایی از یک ساختمان که برای پارک وسیله نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد، براساس بار زنده گسترده یکنواخت ارائه شده در ردیف‌های ۱-۱۱ و ۲-۱۱ و بارهای متمرکز نظیر همان ردیف‌ها طراحی می‌شوند، اما لازم نیست این دو بار به طور همزمان اعمال شوند. سطح تأثیر بار متمرکز 120×120 میلیمتر فرض می‌شود.
- پارکینگ‌های مکانیزه بدون دال یا سقف که به منظور پارک خودروهای سبک به کار می‌روند، براساس بار 10 کیلونیوتن به ازای هر چرخ باید طراحی شوند.
- ۸) بارگذاری و طراحی کف‌ها برای عبور و پارک کامیونت، کامیون یا اتوبوس با وزن بیش از 90 کیلونیوتن باید طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره 139 دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور انجام شوند.
- معابر و کف‌هایی که روی آنها احتمال عبور یا توقف ماشین‌های آتش‌نشانی باشد، باید برای وزن کامیونت 90 کیلونیوتن طراحی شود. چنانچه در طراحی مقاومت در برابر حریق ساختمان، عبور یا توقف ماشین سنگین‌تری پیش‌بینی شده باشد، وزن این ماشین در محاسبات منظور خواهد شد.
- ۹) بارگذاری را می‌توان بر اساس مشخصات دستگاه‌ها و توصیه‌های شرکت‌های سازنده آن‌ها انجام داد، مشروط بر آنکه مقدار بار در آشپزخانه‌ها کمتر از 5 ، در موتورخانه‌ها کمتر از $7/5$ و در اتاق‌های هواساز کمتر از 5 کیلونیوتن بر مترمربع نباشد.
- ۱۰) بار گسترده یکنواخت کف انبارها باید براساس جداول پیوست شماره ۳-۶ تعیین شود. چنانچه وضع مواد انبارشونده روشن نباشد، این بار باید با تخمین نوع انبار و مقایسه آن با جداول پیوست مذکور، برابر با مقادیر پیشنهاد شده در آن جدول در نظر گرفته شود. این بار در هر صورت نباید کمتر از 6 کیلونیوتن بر مترمربع منظور شود.

- (۱۱) بار زنده کف جایگاه بالگردهایی با وزن عملیاتی کمتر از ۱۴ کیلونیوتن، ۲ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود. این بار قابل کاهش نیست.
- وزن و ظرفیت بالگرد باید توسط مرجع ذیصلاح اعلام شود.
- (۱۲) دو بار متمرکز منفرد به فاصله ۲/۴۵ متر باید به کف جایگاه بالگرد (محل قرارگیری چرخها) اعمال گردد. مقدار هر یک از این بارها برابر ۷۵٪ وزن عملیاتی بالگرد می باشد.
- محل قرارگیری این دو بار باید طوری باشد که بیشترین اثر را بر سازه وارد نماید.
- این بارها باید در سطحی به ابعاد ۲۰۰ × ۲۰۰ میلی متر وارد شده و نباید با سایر بارهای زنده متمرکز و گسترده همزمان وارد شود.
- (۱۳) یک بار متمرکز منفرد با مقدار ۱۳/۵ کیلونیوتن در سطحی به ابعاد ۱۲۰ × ۱۲۰ میلی متر در محلی که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند، اعمال گردد. نیازی به در نظرگرفتن همزمان این بار با سایر بارهای زنده گسترده و متمرکز نمی باشد.
- (۱۴) بار متمرکز پله ها در سطحی به ابعاد ۵۰ × ۵۰ میلی متر و غیرهمزمان با بارهای یکنواخت اعمال شود.

بار دیوارهای جدا کننده (تیغه ها)

اگر $L_0 > 4\left(\frac{kN}{m^2}\right)$ ← نیازی به در نظر گرفتن بار زنده جدا کننده ها نیست

اگر $L_0 \leq 4\left(\frac{kN}{m^2}\right)$ ← باید در نظر گرفتن بار تیغه ها به صورت بار زنده یا بار مرده بررسی شود

گام (اول): محاسبه وزن یک متر مربع از تیغه $w = \sum \gamma_i t_i$ ← ضخامت تیغه t_i وزن مخصوص مصالح دیوار γ_i

وزن کل تیغه $= w \sum L_i \times h$ ← ارتفاع خالص تیغه $\sum L_i$ ← مجموع طول تیغه ها

گام (دوم): تشخیص نوع بار :

1. اگر $w < 0.4\left(\frac{kN}{m^2}\right)$ ← نوع بار زنده و اجازه پخش دارد ← $q_L \geq \max\left\{0.5\left(\frac{kN}{m^2}\right), \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}}\right\}$

2. اگر $0.4 < w \leq 1\left(\frac{kN}{m^2}\right)$ ← نوع بار زنده و اجازه پخش دارد ← $q_L \geq \max\left\{1\left(\frac{kN}{m^2}\right), \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}}\right\}$

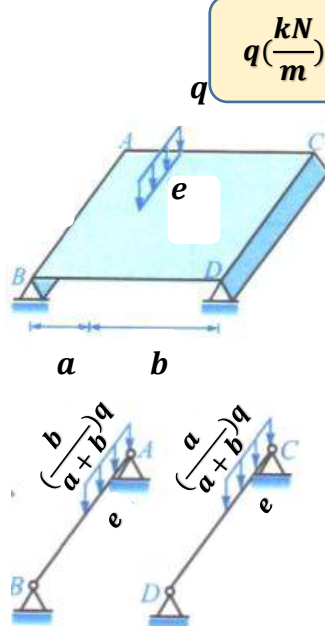
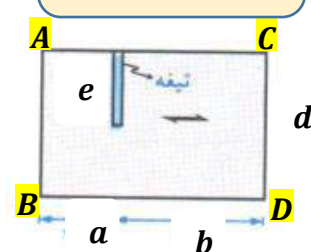
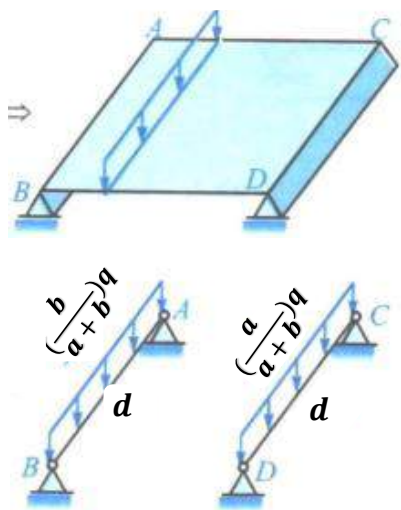
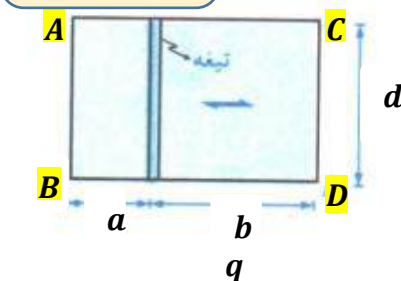
3. اگر $1 \leq w \leq 2\left(\frac{kN}{m^2}\right)$ ← نوع بار مرده و اجازه پخش دارد ← $q_D \geq \max\left\{1\left(\frac{kN}{m^2}\right), \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}}\right\}$

4. اگر $w > 2\left(\frac{kN}{m^2}\right)$ ← نوع بار مرده و اجازه پخش ندارد ← دیوار به صورت بار مرده در محل خودش مدل می شود (مطابق اشکال زیر)

تیغه سنگین عمود بر تیرچه ریزی

تیغه در کل دهانه و
عمود بر تیرچه ها

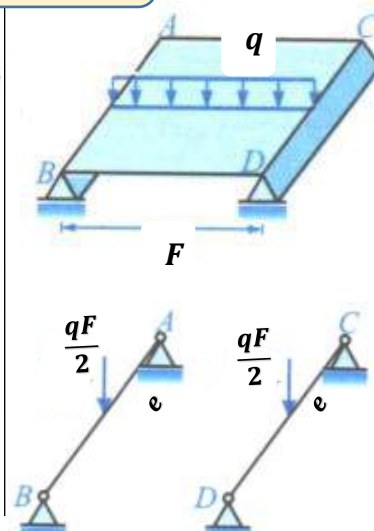
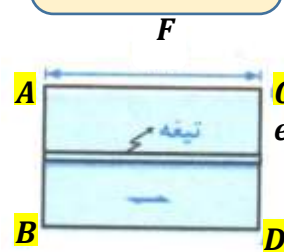
تیغه در قسمتی از دهانه و
عمود بر تیرچه ها



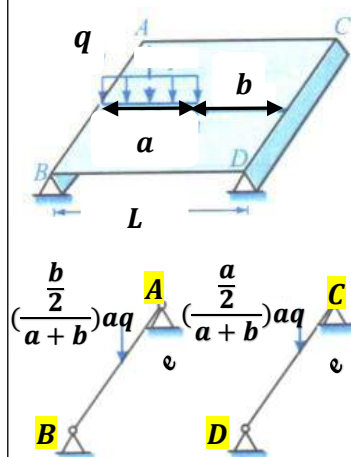
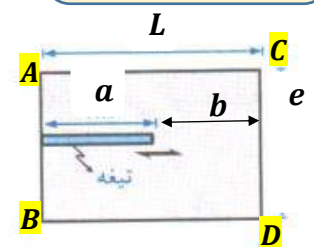
$$q\left(\frac{kN}{m}\right) = wh$$

تیغه سنگین در راستای تیرچه ها

تیغه در کل دهانه و در
راستای تیرچه ها



تیغه در قسمتی از دهانه و
در راستای تیرچه ها



نامناسب‌ترین وضع بار گذاری

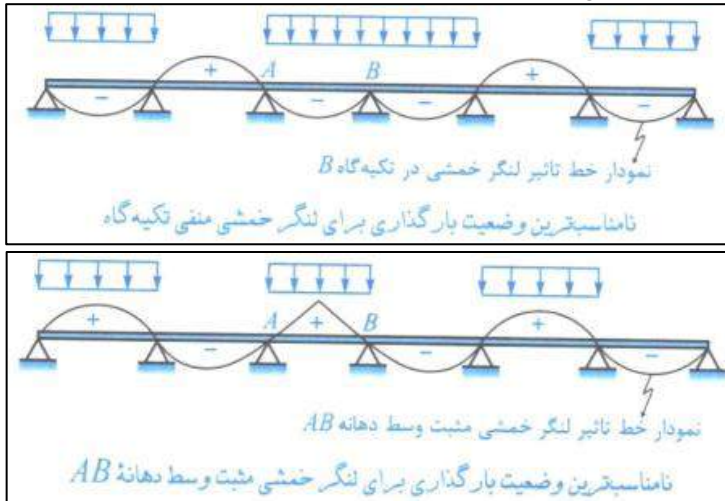
در تیرهای یک‌سره و در قاب‌های نامعین در مواردی که:

- مقدار بار زنده بیشتر از 4 کیلو نیوتن بر متر مربع است ($LL > 4 \frac{kN}{m^2}$)
- یا مقدار بار زنده بیشتر از 1.5 برابر بار مرده است ($LL > 1.5DL$)

موقعیت قرار گیری بار زنده در دهانه‌های مختلف باید طوری انتخاب شود که بیشترین اثر مورد نظر را در عضو سازه‌ای ایجاد نماید. برای

این منظور کافی است:

- قرار دادن بار زنده در تمام دهانه‌ها
- قرار دادن بار زنده در دو دهانه مجاور هم
- قرار دادن بار زنده در دهانه‌های یک در میان



بار زنده متمرکز کف‌ها و بام‌ها

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

بار زنده مشخص نشده کف‌ها

بار زنده کاربری‌ها و فضاهایی که در این فصل نام برده نشده‌اند یا در مواردی که کاربری بخشی از ساختمان با موارد مندرج در جدول شماره ۶-۵-۱ تطابق نداشته باشد، با در نظر گرفتن نکات زیر تعیین می‌شود. در هر حال مقدار این بار نباید کمتر از $1/5$ کیلو نیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود:

(الف) وزن افرادی که احتمالاً در آنجا تجمع خواهند نمود.

(ب) وزن تجهیزات و دستگاه‌هایی که احتمالاً در آنجا قرار خواهند گرفت.

(پ) وزن موادی که احتمالاً در آنجا انبار خواهد شد.

(ت) استفاده از ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر

مقادیر حداقل بارهای زنده گسترده (L_0) طبقات را که در جدول 6-5-1 داده شده، را می‌توان بر طبق ملاحظات زیر برای محاسبه بار زنده طراحی (L) کاهش داد.

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

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

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

• شرط کاهش سربار

$$K_{LL} A_T \geq 37$$

L_0 : بار زنده طراحی کاهش نیافته از جدول

L : بار زنده طراحی کاهش یافته

• عضو بار دو طبقه یا بیشتر را تحمل کند $\leftarrow L \geq 0.4 L_0$

(حداکثر تا ۶۰٪ می‌توان بار زنده را کاهش داد)

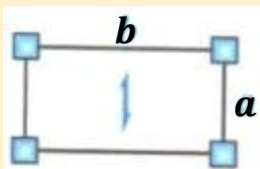
• عضو بار یک طبقه را تحمل کند $\leftarrow L \geq 0.4 L_0$ (حداکثر

تا ۴۰٪ می‌توان بار زنده را کاهش داد)

K_{LL} : ضریب موقعیت عضو برای بار زنده (مطابق جدول روبه‌رو)

ضریب K_{LL} ارائه شده برای دال یک‌طرفه و دو طرفه صرفاً برای طراحی خود دال مورد استفاده قرار می‌گیرد و در طراحی تیرهای قرار گرفته در دال، باید از ضرایب مربوط به تیرها استفاده نمود

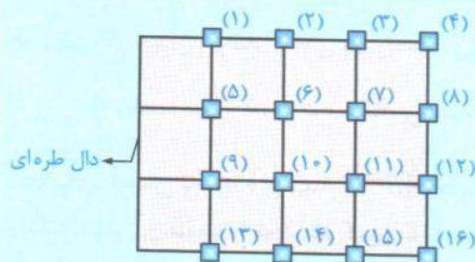
A_T : سطح بارگیر تیر یا ستون (در ستون‌هایی که بار چند طبقه را تحمل می‌کنند مساحت بام، پارکینگ و سطوحی که در قسمت شرایط خاص بیان می‌شود نباید در نظر گرفته شوند)



$$A_T \leq 1.5 \left(\text{دهانه دال} \right) \times \left(\text{دهانه دال} \right) = 1.5 \left(\text{دهانه دال} \right)^2$$

$$A_T = \min\{a \times b, 1.5a^2\}$$

بررسی کاربرد جدول K_{LL}



برای درک بهتر کاربرد جدول صفحه قبل، به شکل مقابل توجه کنید.

در مورد این شکل، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

• ستون‌های (۶)، (۷)، (۱۰) و (۱۱)، ستون داخلی بوده و $K_{LL} = ۴$ دارند.

• ستون‌های (۲)، (۳)، (۴)، (۸)، (۱۲)، (۱۴)، (۱۵) و (۱۶)، ستون خارجی بدون دال طره‌ای هستند و $K_{LL} = ۴$ دارند.

• ستون‌های (۱) و (۱۳)، ستون‌های گوشه با دال طره‌ای هستند و $K_{LL} = ۲$ دارند.

• ستون‌های (۵) و (۹)، ستون‌های کناری با دال طره‌ای محسوب می‌شوند و $K_{LL} = ۳$ دارند.

• تیرهای (۴) - (۸) (یعنی تیر بین دو ستون ۴ و ۸، ۸ - (۱۲) و ... تیرهای کناری بدون دال طره‌ای هستند و $K_{LL} = ۲$ دارند.

• تیرهای (۶) - (۷)، (۱۱) - (۱۰) و ...، تیرهای داخلی محسوب می‌شوند و $K_{LL} = ۲$ دارند.

• تیرهای (۱) - (۵)، (۵) - (۹) و (۹) - (۱۳) تیرهای کناری با دال طره‌ای محسوب می‌شوند و $K_{LL} = ۱$ دارند.

استثنائات و کاهش بار زنده بام

بار زنده سنگین:

کاهش بارهای زنده دارای مقدار $L_0 > 5 \left(\frac{kN}{m^2}\right)$ مجاز نمی باشد.

استثناء: بارهای زنده اعضائی که بار دو طبقه یا بیشتر را تحمل می کنند به میزان 20٪ مجاز می باشد.

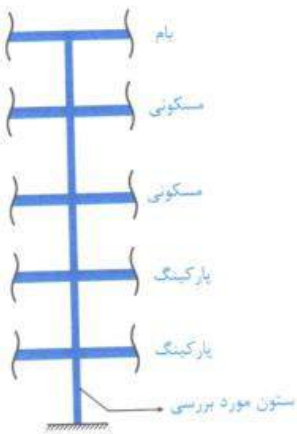
محل عبور یا پارک خودروهای سواری:

کاهش بارهای زنده محل عبور یا پارک خودروهای سواری مجاز نمی باشد.

استثناء: بارهای زنده اعضائی که بار دو طبقه یا بیشتر را تحمل می کنند، به میزان 20٪ مجاز می باشد.

محل اجتماع و ازدحام:

کاهش بارهای زنده محل اجتماع و ازدحام مجاز نمی باشد.



حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت بام (L_0) در جدول 6-5-1، را می توان برای محاسبه بار زنده طراحی بام (L_r)

طبق ضوابط زیر کاهش داد.

بام های تخت، شیبدار و قوسی

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \quad 0.6 \left(\frac{kN}{m^2}\right) \leq L_r \leq 1.5 \left(\frac{kN}{m^2}\right)$$

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

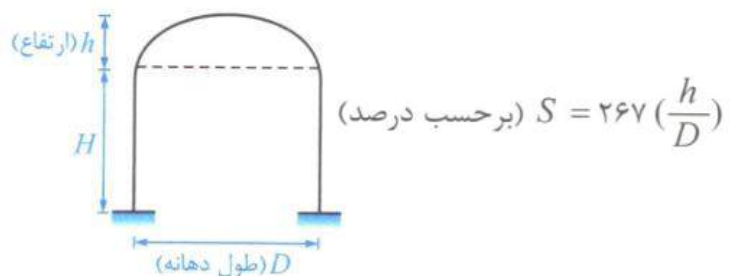
$$R_2 = \begin{cases} 1 & S \leq 18m^2 \\ 1.2 - 0.006S & 18m^2 < S \leq 54m^2 \\ 0.6 & S > 54m^2 \end{cases}$$

L_0 : بار زنده طراحی کاهش نیافته از جدول

R_1 و R_2 : دو ضریب هستند که اولی تاثیر سطح بارگیر (افزایش سطح

بارگیر در کاهش بار زنده بام) و دومی تاثیر شیب را در نظر می گیرد

*: در مبحث 6 مقدار رابطه $1.2 - 0.111A_T$ می باشد



کاهش بار زنده در بام های دارای کاربری ویژه

بام هایی که محل اجتماع و ازدحام نبوده و دارای کاربری خاص چون باغ بام و غیره می باشند.

بارهای زنده یکنواخت در صورت مجاز بودن کاهش بار زنده (مشابه کاهش بار زنده طبقات) مطابق رابطه زیر است:

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

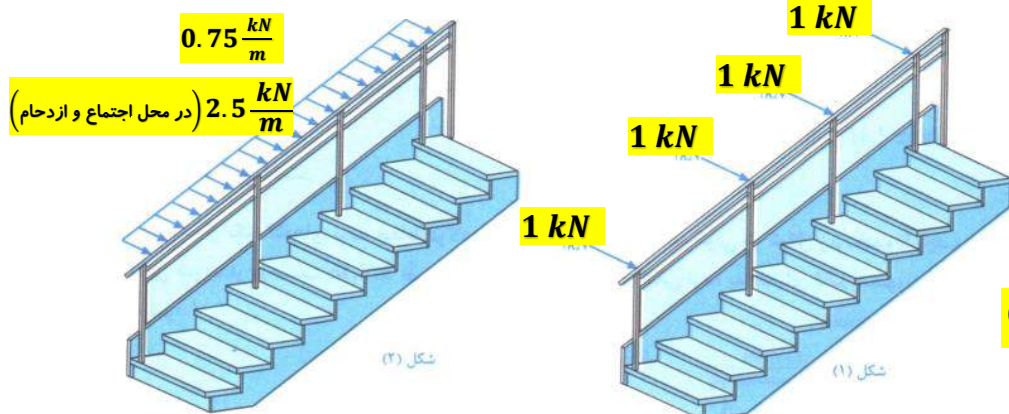
• شرط کاهش سربار

$$K_{LL} A_T \geq 37$$

اگر کاربری بام شامل محل اجتماع و ازدحام و یا بارهای زنده دارای مقدار $L_0 > 5 \left(\frac{kN}{m^2}\right)$ کاهش بار زنده در آن مجاز نمی باشد

بار وارد بر سیستم‌های نرده و جان‌پناه-به میله دستگیره-به سیستم جان‌پناه پارکینگ- بر نردبان ثابت

بار وارد بر سیستم‌های نرده و جان‌پناه



جایی که محل ازدحام نیست:

اعضای اصلی:

• کنترل برای بار متمرکز 1 kN

• کنترل برای بار گسترده $0.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

اعضای فرعی: همانند محل ازدحام

جایی که محل ازدحام است:

• اعضای اصلی: کنترل برای بار متمرکز 1 kN

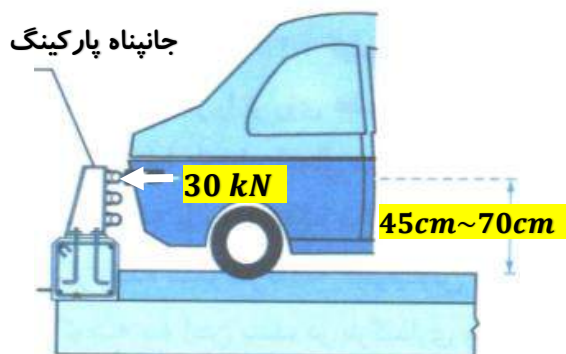
کنترل برای بار گسترده $2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

اعضای فرعی: کنترل برای بارافقی به متمرکز 0.25 kN صورت عمود بر سطحی به ابعاد $300\text{mm} \times 300\text{mm}$

بار وارد به میله دستگیره

میله دستگیره باید به نحوی طراحی شود که بار متمرکز 1.2 kN وارد بر هر نقطه و در هر امتدادی از آن، به نحوی که حداکثر اثرات ناشی از بار را ایجاد کند، تحمل نماید.

بار وارد به سیستم جان‌پناه پارکینگ



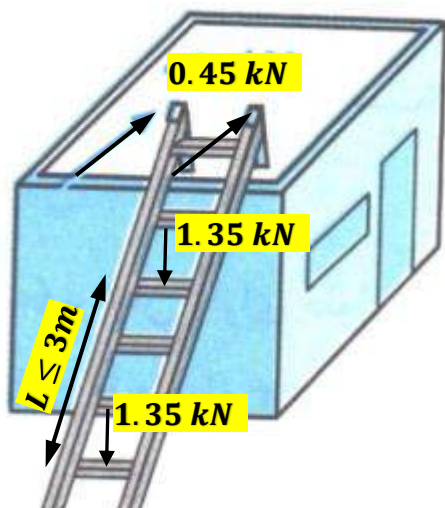
پارکینگ اتوبوس و کامیون ← مطابق نشریه 139 سازمان برنامه و بودجه

پارکینگ خودروهای سواری برای بحرانی ترین دو حالت زیر:

- کنترل برای بارهای وارد بر نرده و جان‌پناه
- کنترل برای یک بار متمرکز 30 kN که در ارتفاع $450\text{mm} \sim 700\text{mm}$ بر یک سطح $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ وارد شده باشد و بیشترین اثر را دارد.

بار وارد بر نردبان ثابت

حداقل بار زنده روی نردبان ثابت:



- یک بار متمرکز 1.35 kN است باید در هر نقطه‌ای و هر امتدادی که بیشترین اثر را دارد در هر 3m از طول نردبان اعمال شود.
- موقعی که انتهای بالای پایه‌های نردبان ثابت از سقف طبقه یا محل اتکا بالاتر قرار گیرد بخش امتداد یافته هر پایه باید بتواند بار زنده متمرکز 0.45 kN در هر امتدادی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل کند.

بارهای ضربه‌ای - ضریب ضربه آویزهای کششی - سازه‌های نگهدارنده ماشین‌آلات - سازه‌های نگهدارنده آسانسورها - بارهای جراثقال

بارهای ضربه‌ای

مقدار بار استاتیکی $\times$ ضریب ضربه = بار استاتیکی معادل با بار ضربه

ضریب ضربه

آویزهای کششی نگهدارنده کف‌ها و بالکن‌ها $\leftarrow 1.33$

سازه‌های نگهدارنده ماشین‌آلات:

ماشین‌آلاتی که دارای محور دورانی باشند $\leftarrow 1.2$

ماشین‌آلاتی که دارای محور رفت و برگشتی می‌باشند $\leftarrow 1.5$

در صورتی که در تعیین ضریب ضربه بزرگتر توسط شرکت سازنده، باید از آن ضریب برای افزایش بار استفاده شود

سازه‌های نگهدارنده آسانسورها $\leftarrow 2$

وزن اتاقک ماشین‌آلات وزنه تعادل و بار زنده ناشی از مسافران و وسایل باید در 2 ضرب شود مگر آنکه بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضریبی بیشتر از مقدار ضرب شده باشد.

بارهای جراثقال

حداکثر بار چرخ جراثقال $\leftarrow$ وزن ارابه + مجموع بار بهره‌برداری + وزن پل $P_{\text{کل}} = P_{\text{کل}} + P_{\text{مجموع بار بهره‌برداری}} + P_{\text{وزن پل}}$

باید در محلی قرار گیرد که بیشترین اثر را دارد

نیروی ضربه قائم

جراثقال تک ریلی موتوردار

$$P_{\text{ضربه قائم}} = 1.25 P_{\text{کل}} \leftarrow$$

جراثقال پل‌دار موتوری کابین‌دار یا دارای کنترل از راه دور

$$P_{\text{ضربه قائم}} = 1.25 P_{\text{کل}} \leftarrow$$

جراثقال پل‌دار موتوری با کنترل آویز

$$P_{\text{ضربه قائم}} = 1.1 P_{\text{کل}} \leftarrow$$

جراثقال پل‌دار یا تک ریلی بدون موتور با ارابه و بالابر دستی

$$P_{\text{ضربه قائم}} = 0 \leftarrow$$

بار جانبی $\leftarrow$ (بالابر و وزن ارابه + مجموعه بار ضریب‌دار جراثقال) $P_{\text{بار جانبی}} = 0.2 (P_{\text{مجموعه بار ضریب‌دار جراثقال}} + P_{\text{بالابر و وزن ارابه}})$

نیروی طولی $\leftarrow$ $P_{\text{بار طولی}} = 0.1 P_{\text{کل}}$

جدول 6-7-1 تقسیم بندی 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	اسلام آباد غرب	۴	۳۶	تربت جام	۴
۷	اصفهان	۳	۳۷	تربت حیدریه	۳
۸	الیگودرز	۵	۳۸	تکاب	۴
۹	امیدیه	۱	۳۹	تهران	۴
۱۰	انار	۲	۴۰	جاسک	۱
۱۱	اهر	۴	۴۱	جلفا	۴
۱۲	اهواز	۲	۴۲	جیرفت	۲
۱۳	ایران شهر	۱	۴۳	چابهار	۱
۱۴	ایلام	۴	۴۴	خاش	۱
۱۵	ایوان غرب	۳	۴۵	خدابنده	۴
۱۶	آبادان	۲	۴۶	خرم آباد	۴
۱۷	آباده	۳	۴۷	خرم دره	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	بندر عباس	۱	۵۹	رباط پشت بام	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	۲	۱۱۱	میانه	۴
۸۲	فسا	۳	۱۱۲	نایین	۲
۸۳	فیروز کوه	۴	۱۱۳	نهاد	۴
۸۴	قائن	۲	۱۱۴	نهبندان	۲
۸۵	قراخیل	۴	۱۱۵	نیشابور	۴
۸۶	قروه	۴	۱۱۶	همدان	۴
۸۷	قزوین	۴	۱۱۷	یاسوج	۴
۸۸	قم	۳	۱۱۸	یزد	۲
۸۹	قوچان	۴			
۹۰	کاشان	۳			

بار برف متوازن

بار برف بام (P_r)

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

P_s : بار بر مبنا

I_s : ضریب اهمیت بار برف

C_n : ضریب برف گیری

C_h : ضریب شرایط دمایی

C_s : ضریب شیب

بار برف مبنا (P_s)

بار برف مبنا (P_s)

منطقه	شدت برف	بار برف مبنا (P_s) ($\frac{kN}{m^2}$)
منطقه ۱	برف بسیار کم (نادر)	0.25
منطقه ۲	برف کم	0.5
منطقه ۳	برف متوسط	1
منطقه ۴	برف زیاد	1.5
منطقه ۵	برف سنگین	2
منطقه ۶	برف فوق سنگین	3

در صورت تعیین بار برف مبنا طبق انجام مطالعات دقیق آماری نباید کمتر از $0.8P_s$ منطقه مربوطه در نظر گرفته شود

$$P_s = \max\{0.8(P_s), \text{مطالعات تر دقیق}\}$$

گروه ساختمان		نوع کاربری ساختمان و سایر سازه ها	
گروه (۱)	ساختمان های (با اهمیت خیلی زیاد)	الف- ساختمانی ضروری: این گروه شامل ساختمانهایی است که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و وقفه در بهره برداری از آنها غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات میشود؛ مانند بیمارستانها و درمانگاهها، مراکز آتشنشانی، مراکز و تأسیسات آبرسانی، ساختمانی نیروگاهها و تأسیسات برقرسانی، برجهای مراقبت فرودگاهها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تأسیسات نظامی و انتظامی، مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمام ساختمانهایی که استفاده از آنها در نجات و امداد مؤثر میباشد ب- ساختمانی خطرناک: این گروه شامل ساختمانی و تأسیساتی است که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر در کوتاه مدت و دراز مدت برای محیط زیست می شوند، مانند کارخانه های تولیدکننده مواد شیمیایی خاص	
		این گروه شامل سه دسته زیر است: الف- ساختمانهایی که خرابی آنها موجب تلفات زیاد میشود، مانند مدارس، مساجد، استادیومها، سینما و تئاترها، سالن های اجتماعات، فروشگاه های بزرگ، ترمینال های مسافری و یا هر فضای سرپوشیده دیگری که محل تجمع بیش از 300 نفر در زیر یک سقف باشد ب- ساختمانهایی که خرابی آنها سبب از دست رفتن ثروت ملی میگردد، مانند موزه ها، کتابخانه ها، و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش دیگری نگهداری میشود پ- ساختمان ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع میشود مانند پالایشگاه ها، انبارهای سوخت و مراکز گازرسانی	
		این گروه شامل دو دسته زیر است: الف- ساختمانی که خسارت نسبتاً کمی از خرابی آنها حادث میشود و احتمال بروز تلفات جانی انسانی در آنها بسیار کم است، مانند انبارهای کشاورزی و سالن های نگهداری دام	
		ب- ساختمانی موقتی که مدت بهره برداری از آنها کمتر از 2 سال است	
		این گروه شامل دو دسته زیر است: الف- ساختمانی که خسارت نسبتاً کمی از خرابی آنها حادث میشود و احتمال بروز تلفات جانی انسانی در آنها بسیار کم است، مانند انبارهای کشاورزی و سالن های نگهداری دام	

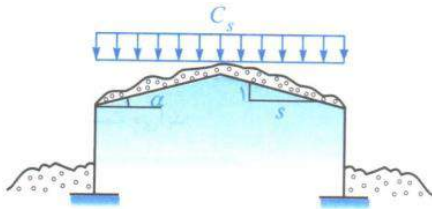
گروه ساختمان		نوع کاربری ساختمان و سایر سازه ها	
گروه (۱)	ساختمان های (با اهمیت خیلی زیاد)	۱	۱.2
		۲	۱.1
		۳	1
		۴	0.8

ضریب برف گیری (C_n)

ضریب برف گیری (C_n)			
نوع ناحیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پر تراکم	0.9	1	1.1
باز	0.8	0.9	1

ضریب شرایط دمایی (C_h)

ضریب شرایط دمایی (C_h)	
1	تمام ساختمان‌ها (مسکونی، اداری و ...) به جز موارد زیر
1.1	ساختمان‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی گراد نگهداری می شوند
1.2	ساختمان‌های بدون گرمایش و ساختمان‌هایی که زیر بام آنها باز است
1.3	ساختمان‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر نگه‌داشته می‌شود



ضریب شیب (C_s)

ضریب شیب (C_s)			
شرایط دمایی	وضعیت سطح بام	α_0	ضریب شیب (C_s)
بام‌های کنگره ای و شیب‌دار دندان‌ه ای برای کلیه سطوح			
$C_s = 1$			
بام‌های مسطح			
$C_h = 1$	سطح بام لغزنده و بدون مانع	5°	$\begin{cases} C_s = 1 & \alpha \leq 5^\circ \\ C_s = 1 - \frac{\alpha - 5^\circ}{65} & 5^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_s = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
	سایر بام‌ها	30°	$\begin{cases} C_s = 1 & \alpha \leq 30^\circ \\ C_s = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40} & 30^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_s = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
$C_h = 1.1$	سطح بام لغزنده و بدون مانع	10°	$\begin{cases} C_s = 1 & \alpha \leq 10^\circ \\ C_s = 1 - \frac{\alpha - 10^\circ}{60} & 10^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_s = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
	سایر بام‌ها	45°	$\begin{cases} C_s = 1 & \alpha \leq 45^\circ \\ C_s = 1 - \frac{\alpha - 45^\circ}{25} & 45^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_s = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
$C_h > 1.1$	سطح بام لغزنده و بدون مانع	15°	$\begin{cases} C_s = 1 & \alpha \leq 15^\circ \\ C_s = 1 - \frac{\alpha - 15^\circ}{55} & 15^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_s = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
	سایر بام‌ها	45°	$\begin{cases} C_s = 1 & \alpha \leq 45^\circ \\ C_s = 1 - \frac{\alpha - 45^\circ}{25} & 45^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_s = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$

بام برف ریز:

- بالاتر از محیط اطراف می باشد و محافظتی از اطراف وجود ندارد.
- اگر واحد تاسیساتی بزرگ بر روی بام وجود داشته باشد یا ارتفاع دست انداز بام و سایر برجستگی از روی بام (h) بیشتر از ارتفاع برف متوازن (h_p) باشد.

$$h > h_p = \frac{P_r}{\gamma} \Rightarrow \text{بام برف ریز}$$

$$\gamma = 0.43P_s + 2.2$$

- موانع اطراف ساختمان تا فاصله ده برابر h_0 می توانند برای برف بام آن ساختمان محافظت ایجاد کرده و در آن صورت نمی توان بام را در نمی توان در گروه بام برف ریز دانست. (h_0 : فاصله قائم از روی مرتفع ترین

$$\text{بام برف ریز} \Rightarrow 10h_0 > \text{فاصله موانع اطراف تا ساختمان } S$$

بام برف گیر: بامی است که از تمام جوانب، پایین تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف می باشد

بام نیمه برف گیر: بام های غیر برف گیر و غیر برف ریز، بام های نیمه برف گیر محسوب می شوند

ناحیه پرتراکم: مناطق باتراکم ساختمانی شهری یا در مجاورت جنگل های انبوه شامل ناهمواری و موانع متعدد و متراکم با ارتفاع 9 متر و یا بیشتر

ناحیه باز: محدوده ای که در آن ساختمان ها، درختان یا موانع دیگر به صورت پراکنده قرار گرفته یا در مجاورت دریاچه، دریا، ساحل باز یا همراه با

پوشش های گیاهی کم ارتفاع واقع شده است. ضمناً مناطقی که در آنها تراکم ساختمان ها یا موانع یا ارتفاع آنها شرایط ناحیه پرتراکم را نداشته باشند،

مشابه ناحیه باز تلقی می شوند

ضریب برف گیری (C_n)			
نوع ناحیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پرتراکم	0.9	1	1.1
باز	0.8	0.9	1

بار برف مبنا (P_s)			
منطقه	شدت برف	بار برف مبنا (P_s ($\frac{kN}{m^2}$))	$\gamma = 0.43P_s + 2.2$
منطقه ۱	برف بسیار کم (نادر)	0.25	2.3075
منطقه ۲	برف کم	0.5	2.415
منطقه ۳	برف متوسط	1	2.63
منطقه ۴	برف زیاد	1.5	2.845
منطقه ۵	برف سنگین	2	3.06
منطقه ۶	برف فوق سنگین	3	3.49
در صورت تعیین بار برف مبنا طبق انجام مطالعات دقیق آماری نباید کمتر از $0.8P_s$ منطقه مربوطه در نظر گرفته شود			
$P_s = \max\{P_s, 0.8(P_s)\}$ جدول مطالعات تردقیق			

بار برف متوازن و نامتوازن بام‌های با شیب دو طرفه و چند طرفه

دسته 1: $i(\%) > 60\%$ یا $i(\%) < 4\%$ ← نیازی به در نظر گرفتن بار نامتوازن نیست

$$i(\%) = 100 \tan \alpha$$

$$i = \tan \alpha$$

دسته 2: $w < 6m$, $4\% < i(\%) < 60\%$

دسته 3: $w \geq 6m$, $4\% < i(\%) < 60\%$

بار گذاری نامتوازن

بار برف مبنا (P_S)				ضریب اهمیت بار برف (I_S)	
منطقه	شدت برف	بار برف مبنا (P_S) ($\frac{kN}{m^2}$)	$\gamma = 0.43P_S + 2.2$	ضریب اهمیت بار برف (I_S)	گروه خطرپذیری
منطقه ۱	برف بسیار کم (نادر)	0.25	2.3075	1.2	۱
منطقه ۲	برف کم	0.5	2.415	1.1	۲
منطقه ۳	برف متوسط	1	2.63	1	۳
منطقه ۴	برف زیاد	1.5	2.845	0.8	۴
منطقه ۵	برف سنگین	2	3.06		
منطقه ۶	برف فوق سنگین	3	3.49		

در صورت تعیین بار برف مبنا طبق انجام مطالعات دقیق آماری نباید کمتر از $0.8P_S$ منطقه مربوطه در نظر گرفته شود

$$P_S = \max\{P_S, 0.8(P_S) \text{ جدول}, \text{مطالعات تردقیق}\}$$

$$P_r = I_S C_n C_h C_S P_S$$

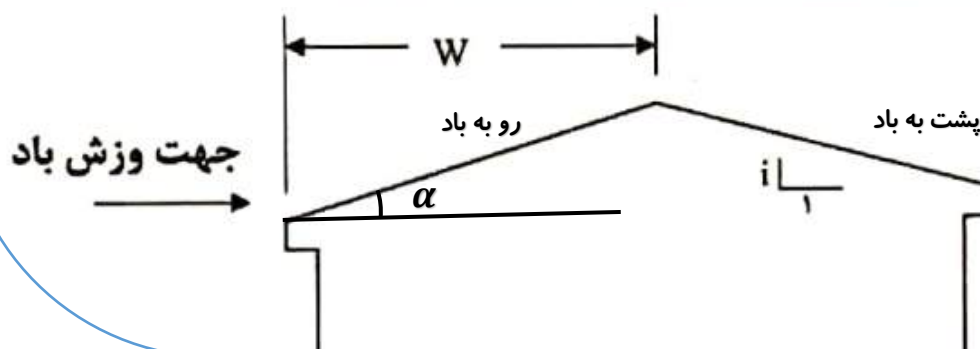
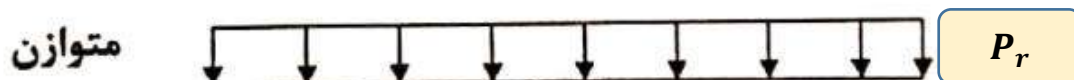
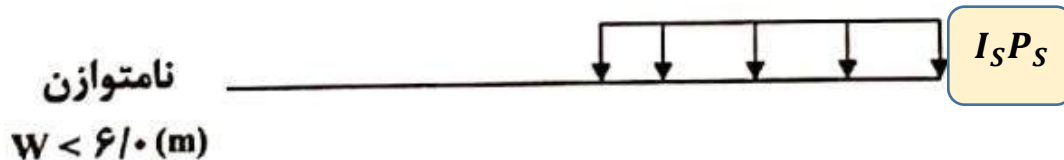
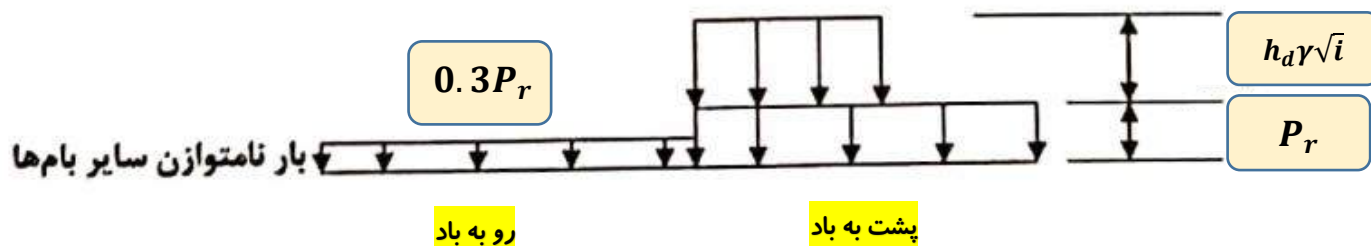
$$l_u = \begin{cases} w (\text{رو به باد}) & w > 6 \\ 6m & w \leq 6 \end{cases}$$

ارتفاع انباشت برف: h_d

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

$$L = \frac{8 h_d}{3 \sqrt{i}} = \text{طول اضافه سربار در سمت پشت به باد}$$

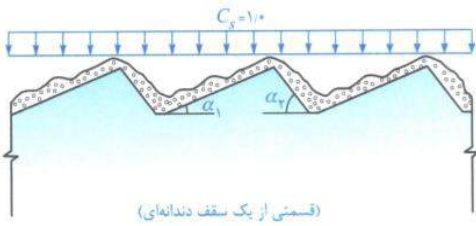
$$P = h_d \gamma \sqrt{i} = \text{اضافه سربار در سمت پشت به باد}$$



در محاسبه بار برف متوازن (P_r) مقدار ($C_s = 1$) می باشد

شیب سقف بیشتر از 3٪ ← بار برف نامتوازن در نظر گرفته می شود که شدت بار برف نامتوازن در تصویر افقی از مقدار ($0.5P_r$) در

نقاط تاج به صورت خطی به مقدار ($\frac{2P_r}{C_n}$) در نقاط قعر بام (با لحاظ $C_s = 1$) افزایش می یابد.



ضریب برف گیری (C_n)

نوع ناحیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پر تراکم	0.9	1	1.1
باز	0.8	0.9	1

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

$$C_s = 1$$

ضریب اهمیت بار برف (I_s)

گروه خطرپذیری	ضریب اهمیت بار برف (I_s)
۱	1.2
۲	1.1
۳	1
۴	0.8

ضریب شرایط دمایی (C_h)

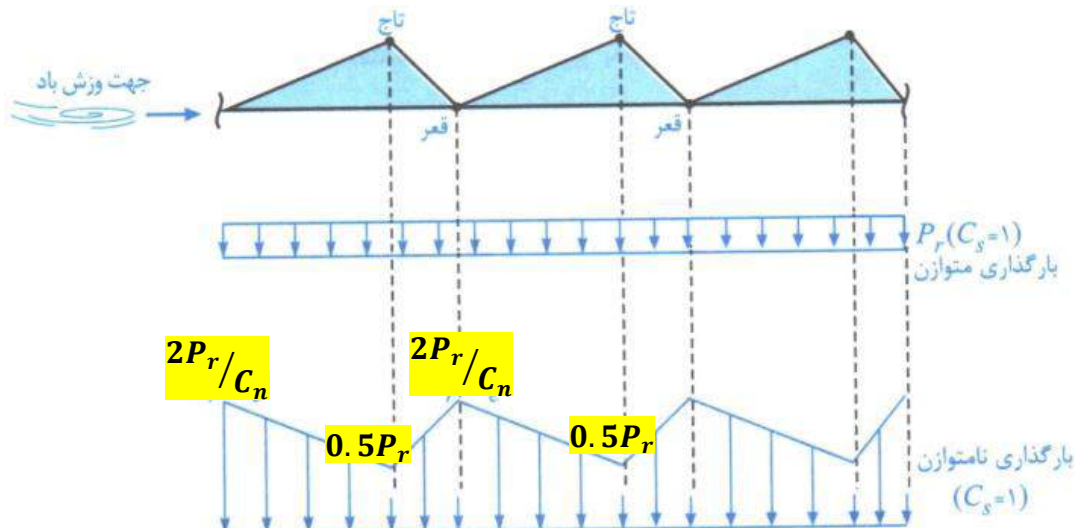
1	تمام ساختمان ها (مسکونی، اداری و ...) به جز موارد زیر
1.1	ساختمان هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی گراد نگهداری می شوند
1.2	ساختمان های بدون گرمایش و ساختمان هایی که زیر بام آنها باز است
1.3	ساختمان هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر نگه داشته می شود

بار برف مبنا (P_s)

منطقه	شدت برف	بار برف مبنا (P_s) ($\frac{kN}{m^2}$)	$\gamma = 0.43P_s + 2.2$
منطقه ۱	برف بسیار کم (نادر)	0.25	2.3075
منطقه ۲	برف کم	0.5	2.415
منطقه ۳	برف متوسط	1	2.63
منطقه ۴	برف زیاد	1.5	2.845
منطقه ۵	برف سنگین	2	3.06
منطقه ۶	برف فوق سنگین	3	3.49

در صورت تعیین بار برف مبنا طبق انجام مطالعات دقیق آماری نباید کمتر از $0.8P_s$ منطقه مربوطه در نظر گرفته شود

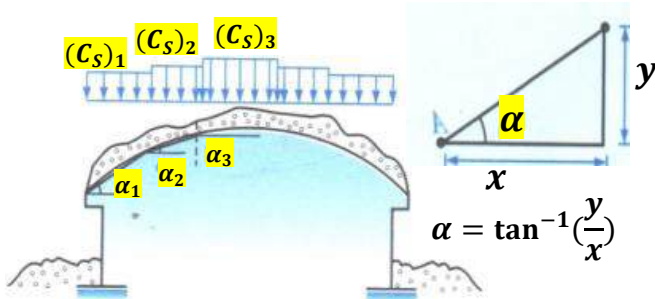
$$P_s = \max\{0.8(P_s), \text{مطالعات تر دقیق}\}$$



بار برف متوازن بام های قوسی (به شکل ثابت) - روش قطعه بندی

در بام های قوسی ضریب اثر شیب باید باتوجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد.

- قوس به صورت یک چند ضلعی در نظر گرفته شود و ضریب شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق مطابق جدول مقابل تعیین شود
- تعداد قطعات در هر نیم قوس نباید از 3 قطعه کمتر باشد
- برای قسمت های با شیب بیشتر از 70 درجه ($\alpha > 70^\circ$) بار برف در نظر گرفته نشده و این نواحی جزو تقسیمات قوس در نظر گرفته نمی شود



$$P_r = I_S C_n C_h C_S P_S$$

ضریب شرایط دمایی (C_h)

	تمام ساختمان ها (مسکونی، اداری و ...) به جز موارد زیر
1	
1.1	ساختمان هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی گراد نگهداری می شوند
1.2	ساختمان های بدون گرمایش و ساختمان هایی که زیر بام آنها باز است
1.3	ساختمان هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر نگه داشته می شود

ضریب برف گیری (C_n)

نوع ناحیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پر تراکم	0.9	1	1.1
باز	0.8	0.9	1

ضریب اهمیت بار برف (I_S)

گروه خطرپذیری	ضریب اهمیت بار برف (I_S)
۱	1.2
۲	1.1
۳	1
۴	0.8

ضریب شیب (C_S)

شرایط دمایی	وضعیت سطح بام	α_0	ضریب شیب (C_S)
بام های کنگره ای و شیب دار دندانده ای برای کلیه سطوح			$C_S = 1$
بام های مسطح			$C_S = 1$
$C_h = 1$	سطح بام لغزنده و بدون مانع	5°	$\begin{cases} C_S = 1 & \alpha \leq 5^\circ \\ C_S = 1 - \frac{\alpha - 5^\circ}{65} & 5^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_S = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
	سایر بام ها	30°	$\begin{cases} C_S = 1 & \alpha \leq 30^\circ \\ C_S = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40} & 30^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_S = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
$C_h = 1.1$	سطح بام لغزنده و بدون مانع	10°	$\begin{cases} C_S = 1 & \alpha \leq 10^\circ \\ C_S = 1 - \frac{\alpha - 10^\circ}{60} & 10^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_S = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
	سایر بام ها	45°	$\begin{cases} C_S = 1 & \alpha \leq 45^\circ \\ C_S = 1 - \frac{\alpha - 45^\circ}{25} & 45^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_S = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
$C_h > 1.1$	سطح بام لغزنده و بدون مانع	15°	$\begin{cases} C_S = 1 & \alpha \leq 15^\circ \\ C_S = 1 - \frac{\alpha - 15^\circ}{55} & 15^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_S = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$
	سایر بام ها	45°	$\begin{cases} C_S = 1 & \alpha \leq 45^\circ \\ C_S = 1 - \frac{\alpha - 45^\circ}{25} & 45^\circ < \alpha < 70^\circ \\ C_S = 1 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$

بار برف مبنا (P_S)

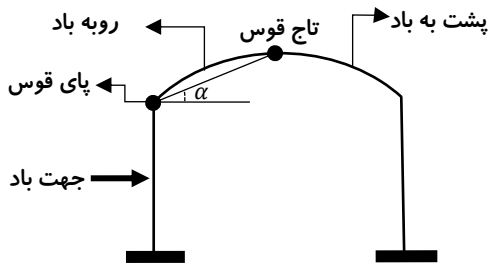
منطقه	شدت برف	بار برف مبنا (P_S (kN/m ²))	$\gamma = 0.43P_S + 2.2$
منطقه ۱	برف بسیار کم (نادر)	0.25	2.3075
منطقه ۲	برف کم	0.5	2.415
منطقه ۳	برف متوسط	1	2.63
منطقه ۴	برف زیاد	1.5	2.845
منطقه ۵	برف سنگین	2	3.06
منطقه ۶	برف فوق سنگین	3	3.49

در صورت تعیین بار برف مبنا طبق انجام مطالعات دقیق آماری نباید کمتر از $0.8P_S$ منطقه مربوطه در نظر گرفته شود

$$P_S = \max\{P_S, 0.8(P_S)\}$$

مطالعات تردقیق (P_S)

بار برف متوازن و نامتوازن بام های قوسی (به شکل متغیر)

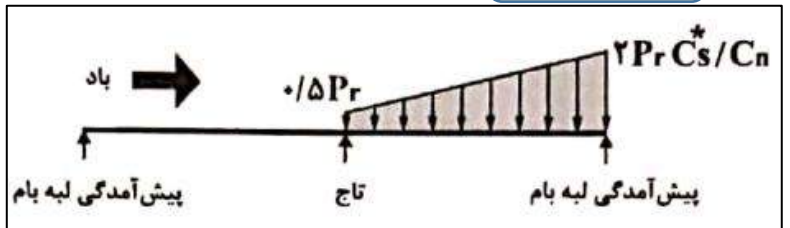
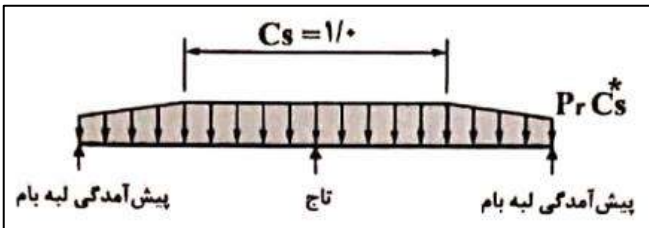


- $\alpha < 10^\circ$ یا $\alpha > 60^\circ$ ← منظور کردن بار نامتوازن ضروری نیست در غیر این صورت
- بار گذاری بار نامتوازن برای بخش **روبه باد** در نظر گرفته نخواهد شد
- برای قسمت های پشت به باد توزیع بار مطابق شکل های زیر است
- برای بخش هایی از بام با زاویه شیب بیشتر از 70 درجه بار برف لحاظ نخواهد شد

بار متوازن

زاویه شیب پای بام کمتر از 30 درجه ($\alpha < 30$)

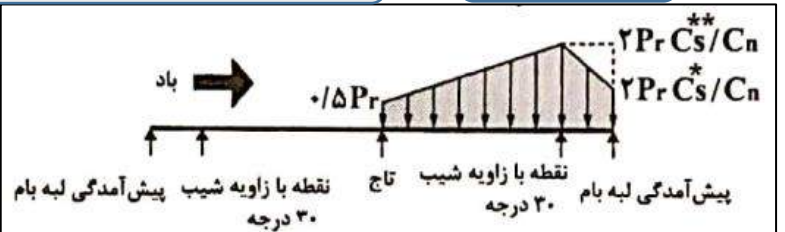
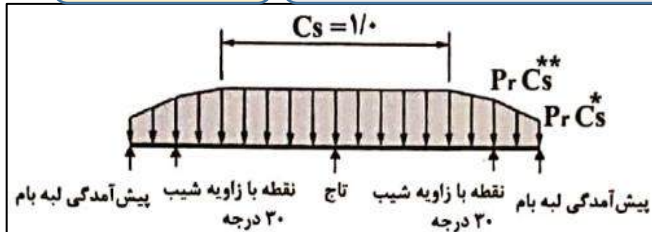
بار نامتوازن



بار متوازن

زاویه شیب پای بام بین 30 تا 70 درجه ($30 \leq \alpha \leq 70$)

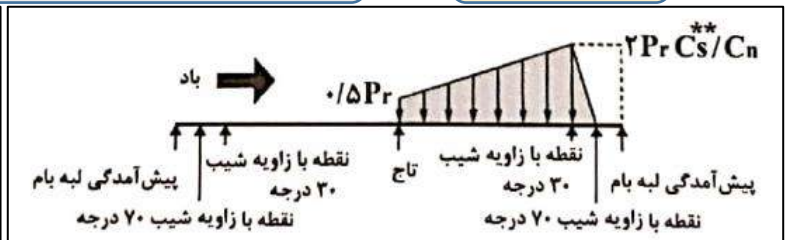
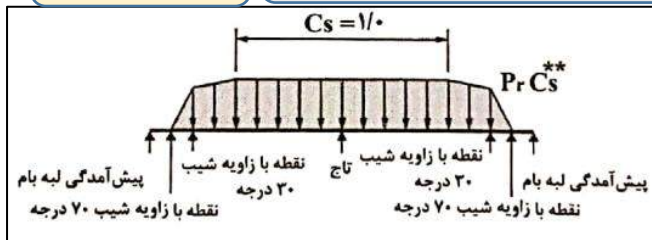
بار نامتوازن



بار متوازن

زاویه شیب پای بام بیشتر از 70 درجه ($\alpha > 70$)

بار نامتوازن



$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

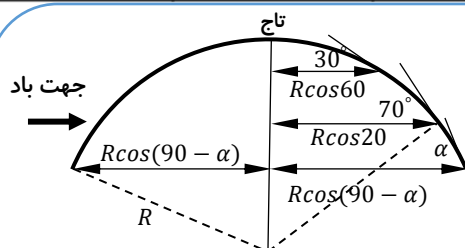
ضریب برف گیری (C_n)

نوع ناحیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پر تراکم	0.9	1	1.1
باز	0.8	0.9	1

$$C_s = 1 \rightarrow P_r$$

$$C_s^* \leftarrow \alpha = 30$$

$$C_s^{**} \leftarrow \alpha = \text{زاویه شیب پای بام}$$

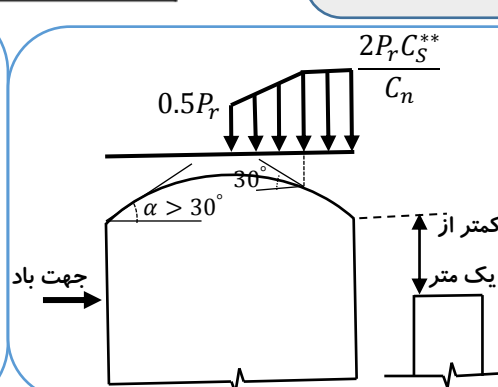


$R\cos 60 = 0.5R$: فاصله افقی تاج تا نقطه با زاویه 30 درجه

$R\cos 20 = 0.94R$: فاصله افقی تاج تا نقطه با زاویه 70 درجه

$R\cos(90 - \alpha)$: فاصله افقی تاج تا نقطه با زاویه α

$2R\cos(90 - \alpha)$: فاصله افقی دو نقطه ابتدا و انتهای سقف



اگر در کمتر از یک متری پای بام، زمین یا بام دیگری قرار داشته باشد بار نامتوازن در حالت $\alpha > 30^\circ$

بار برف متوازن طره

ضریب برف گیری (C_n)			
نوع ناحیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پر تراکم	0.9	1	1.1
باز	0.8	0.9	1

ضریب اهمیت بار برف (I_S)	
گروه خطرپذیری	ضریب اهمیت بار برف (I_S)
۱	1.2
۲	1.1
۳	1
۴	0.8

ضریب شرایط دمایی (C_h)	
1	تمام ساختمان‌ها (مسکونی، اداری و ...) به جز موارد زیر
1.1	ساختمان‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی گراد نگهداری می شوند
1.2	ساختمان‌های بدون گرمایش و ساختمان‌هایی که زیر بام آنها باز است
1.3	ساختمان‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر نگه داشته می شود

بار برف مبنا (P_S)			
منطقه	شدت برف	بار برف مبنا (P_S) ($\frac{kN}{m^2}$)	$\gamma = 0.43P_S + 2.2$
منطقه ۱	برف بسیار کم (نادر)	0.25	2.3075
منطقه ۲	برف کم	0.5	2.415
منطقه ۳	برف متوسط	1	2.63
منطقه ۴	برف زیاد	1.5	2.845
منطقه ۵	برف سنگین	2	3.06
منطقه ۶	برف فوق سنگین	3	3.49

در صورت تعیین بار برف مبنا طبق انجام مطالعات دقیق آماری نباید کمتر از $0.8P_S$ منطقه مربوطه در نظر گرفته شود

$P_S = \max\{0.8(P_S), \text{مطالعات تر دقیق}(P_S)\}$

طول طره بیش از 1.5 متر:

- تا طول 1.5 متر (با شرط $C_S = 1$) $P'_r = 2P_{r\leftarrow}$
- در قسمت بیش از 1.5 $P''_{r\leftarrow}$ با فرض $C_S = 1$ و C_h مطابق فضای گرم نشده (C''_h)

طول طره تا 1.5 متر:

- ناحیه طره تحت بار (P'_r) که دو برابر بار (P_r) در ناحیه گرم است (با شرط $C_S = 1$) $P'_r = 2P_{r\leftarrow}$

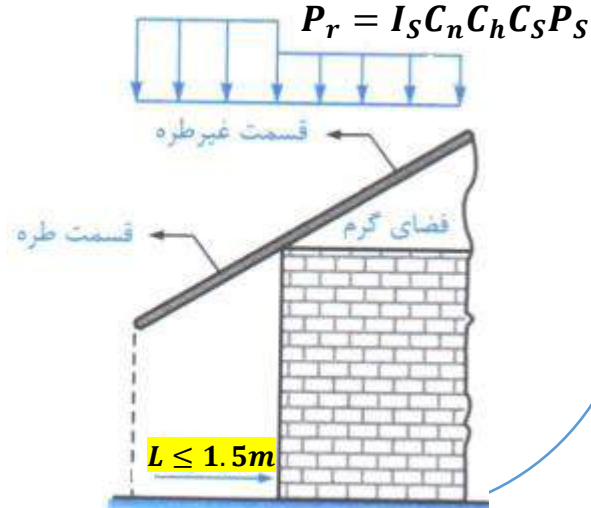
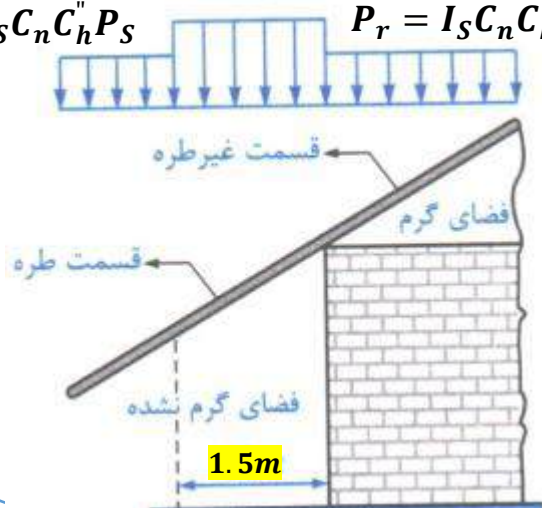
$$P'_r = 2(I_S C_n C_h P_S)$$

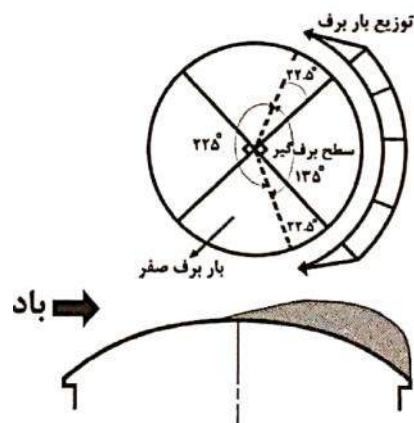
$$P'_r = 2(I_S C_n C_h P_S)$$

$$P''_r = I_S C_n C''_h P_S$$

$$P_r = I_S C_n C_h C_S P_S$$

$$P_r = I_S C_n C_h C_S P_S$$





گنبد و یا پوشش‌های مدور مشابه به چهار ربع (قطاع نود درجه) در پلان تقسیم شده و قطاع پشت به باد به طور جداگانه مطابق شکل ۶-۷-۵ و مشابه بند ۶-۷-۷ به صورت پشت به باد بارگذاری می‌شود. از هر لبه مشترک قطاع مورد نظر با قطاع مجاور، بار برف به تدریج به صورت خطی تا مقدار صفر در ربع قطاع مجاور کاهش داده می‌شود. زاویه کل بخش بارگذاری شده پشت به باد در مجموع ۱۳۵ درجه خواهد بود. برای بخش رو به باد باقی‌مانده که زاویه کل آن ۲۲۵ درجه در پلان است، بار برف لحاظ نخواهد شد.

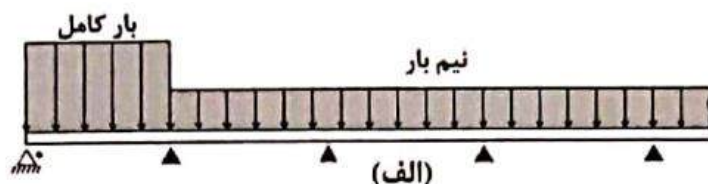
ب) وضعیت نامتوازن



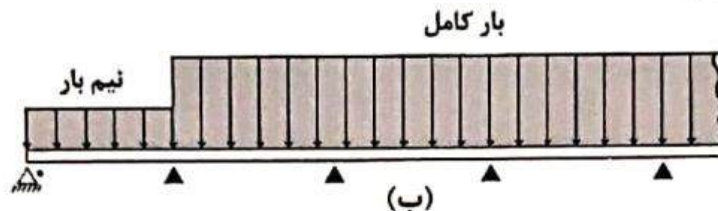
نامناسب ترین وضع بار گذاری بار برف

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

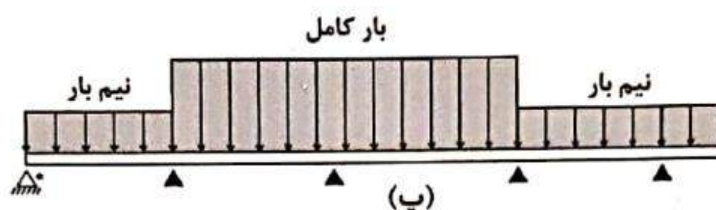
- بار کامل برف متوازن بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و نیم بار برف متوازن بر روی سایر دهانه‌ها (شکل الف)



- 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 آنجایی که در صورت وجود تیر طره، تکیه‌گاه سمت چپ وجود نخواهد داشت، این تکیه‌گاه در شکل به صورت خط‌چین نمایش داده شده است.

بخش طره به صورت یک دهانه جداگانه در نظر گرفته می‌شود

اعمال ضوابط این بخش برای اعضای عمود بر خط‌الرأس سقف شیب‌دار دوطرفه با شیب سقف بیشتر از ۴٪ 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

بار انباشتگی برف در بام‌های پایین‌تر - بام پایین‌تر در ساختمان‌های با بام پله ای

بار انباشتگی برف ← فقط برای مناطق 4، 5 و 6 بار برف در نظر گرفته می شود

بار برف مبنا (P_S)			
منطقه	شدت برف	بار برف مبنا (P_S) ($\frac{kN}{m^2}$)	$\gamma = 0.43P_S + 2.2$
منطقه ۱	برف بسیار کم (نادر)	0.25	2.3075
منطقه ۲	برف کم	0.5	2.415
منطقه ۳	برف متوسط	1	2.63
منطقه ۴	برف زیاد	1.5	2.845
منطقه ۵	برف سنگین	2	3.06
منطقه ۶	برف فوق سنگین	3	3.49

در صورت تعیین بار برف مبنا طبق انجام مطالعات دقیق آماری نباید کمتر از $0.8P_S$ منطقه مربوطه در نظر گرفته شود

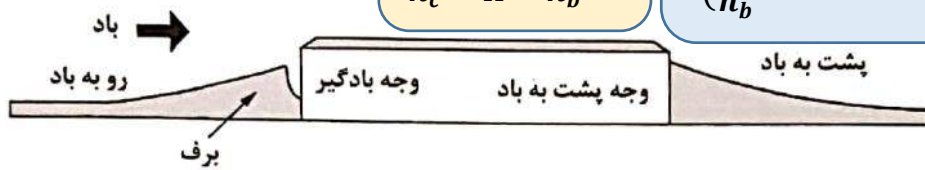
$P_S = \max\{0.8(P_S), \text{مطالعات تردقیق}\}$

$$P_r = I_S C_n C_h C_S P_S$$

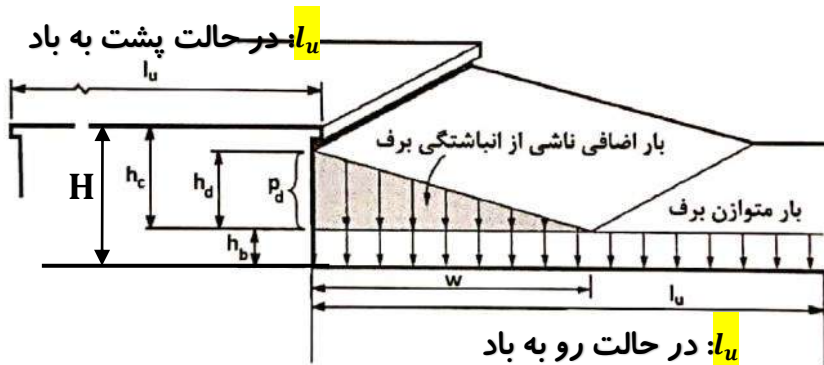
$$h_b = \frac{P_r}{\gamma}$$

$$h_c = H - h_b$$

نیازی به لحاظ کردن اثر برف انباشتگی نیست $\rightarrow \frac{h_c}{h_b} < 0.2$
 اثر برف انباشتگی باید لحاظ شود $\rightarrow \frac{h_c}{h_b} \geq 0.2$



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



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

h_d برای حالت پشت به باد:

h_d : ارتفاع انباشت برف

l_u : طولی که از روی آن برف جمع می شود

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

h_d برای حالت رو به باد:

$$h_d = 0.75 \times (0.12 \sqrt[3]{l_u^4 \sqrt{100P_S + 50}} - 0.5)$$

$$P_d = \gamma h_d$$

w : طول توزیع مثلثی انباشت برف

$$\begin{cases} h_d \leq h_c \rightarrow w = \min\{4h_d, 8h_c\} \\ h_d > h_c \rightarrow w = \min\{\frac{4h_d^2}{h_c}, 8h_c\} \end{cases}$$

$$w > (L_r) \rightarrow \text{ارتفاع برف لبه انتهایی بام} = \frac{h_d(L_r - w)}{w}$$

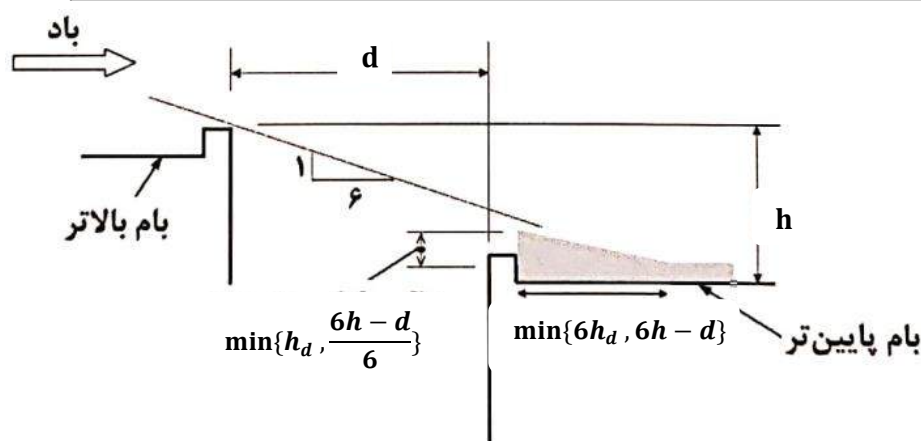
بار انباشتگی برف در بام‌های پایین‌تر - بام پایین‌تر در ساختمان مجاور

بار انباشتگی برف ← فقط برای مناطق 4، 5 و 6 بار برف در نظر گرفته می‌شود

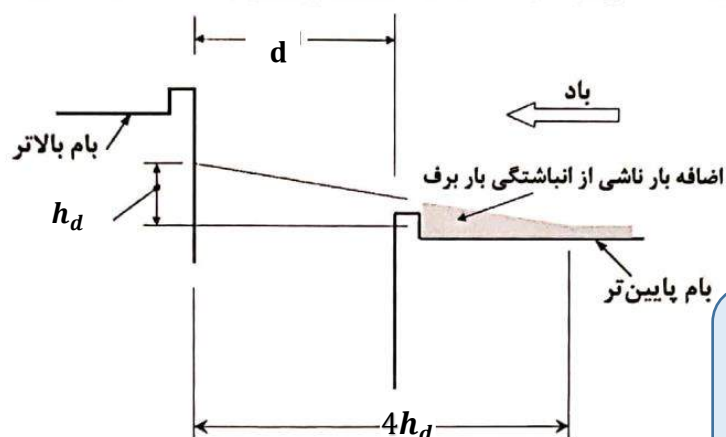
نیازی به لحاظ کردن اثر برف انباشتگی نیست $\rightarrow d > \min(6, 6h)$
 اثر برف انباشتگی باید لحاظ شود $\rightarrow d \leq \min(6, 6h)$

بار برف مبنا (P_S)			
منطقه	شدت برف	بار برف مبنا (P_S) ($\frac{kN}{m^2}$)	$\gamma = 0.43P_S + 2.2$
منطقه ۱	برف بسیار کم (نادر)	0.25	2.3075
منطقه ۲	برف کم	0.5	2.415
منطقه ۳	برف متوسط	1	2.63
منطقه ۴	برف زیاد	1.5	2.845
منطقه ۵	برف سنگین	2	3.06
منطقه ۶	برف فوق سنگین	3	3.49

در صورت تعیین بار برف مبنا طبق انجام مطالعات دقیق آماری نباید کمتر از $0.8P_S$ منطقه مربوطه در نظر گرفته شود
 $P_S = \max\{P_S, 0.8(P_S) \text{ مطالعات تردقیق}\}$



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

برای حالت پشت به باد:

طول بام ساختمان بلندتر l_u

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

$$\begin{cases} \text{ارتفاع انباشت برف} = \min\{h_d, \frac{6h-d}{6}\} \\ \text{طول ناحیه مثلی} = \min\{6h_d, 6h-d\} \end{cases}$$

برای حالت رو به باد:

طول بام ساختمان بلندتر l_u

$$h_d = 0.75(0.12 \sqrt[3]{l_u^4} \sqrt[4]{100P_S + 50} - 0.5)$$

در مجاورت ساختمان بلندتر مقدار حداکثر انباشت فرض شده و از توزیع مثلی حاصل، بخشی از توزیع انباشت برف که در بین دو ساختمان قرار دارد از بارگذاری حذف می‌گردد.

$$h_d^* = \frac{w-d}{w} h_d$$

$$\begin{cases} h_d \leq h_c \rightarrow w = \min\{4h_d, 8h_c\} \\ h_d > h_c \rightarrow w = \min\{\frac{4h_d^2}{h_c}, 8h_c\} \end{cases}$$

بار انباشتگی برف در اطراف قسمت‌های بالا آمده و دست انداز بام-بار برف لغزنده

نیازی به لحاظ کردن اثر برف انباشتگی نیست $\rightarrow 4.5m < \text{عرض قسمت‌های بالا آمده از بام}$
 اثر برف انباشتگی باید لحاظ شود $\rightarrow 4.5m \geq \text{عرض قسمت‌های بالا آمده از بام}$

$$h_d = 0.75 \times (0.12 \sqrt[3]{l_u^4} \sqrt{100P_s + 50} - 0.5)$$

بار انباشتگی برف $\leftarrow$ فقط برای مناطق 4، 5 و 6 بار برف در نظر گرفته می شود

$$l_u = \begin{cases} \text{طول بام در جهت عمود بر دست انداز} \rightarrow \text{دست اندازها} \\ \text{طول رو به باد بر روی بام، طول پشت به باد بر روی بام} \rightarrow \max\{\text{قسمت‌های بالا آمده از بام}\} \end{cases}$$

بار برف انباشتگی همانند بار انباشتگی برف در بام پایین تر در ساختمان‌های با بام پله‌ای تعیین می شود

بار برف لغزنده

$$i(\%) = 100 \tan \alpha$$

بار برف لغزنده $\leftarrow$ برای مناطق 4، 5 و 6 بار برف در نظر گرفته می شود که :

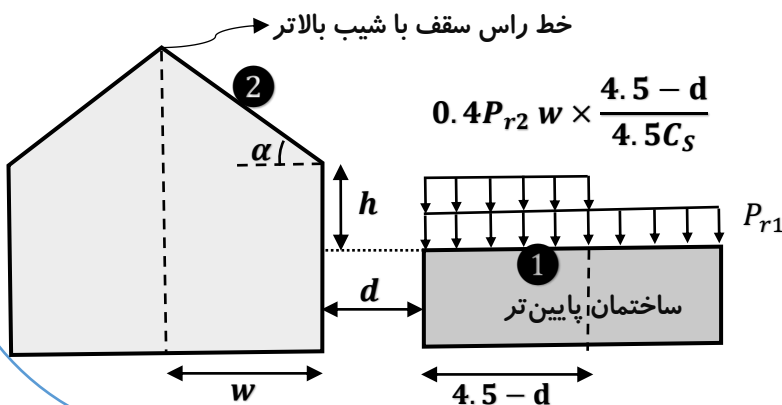
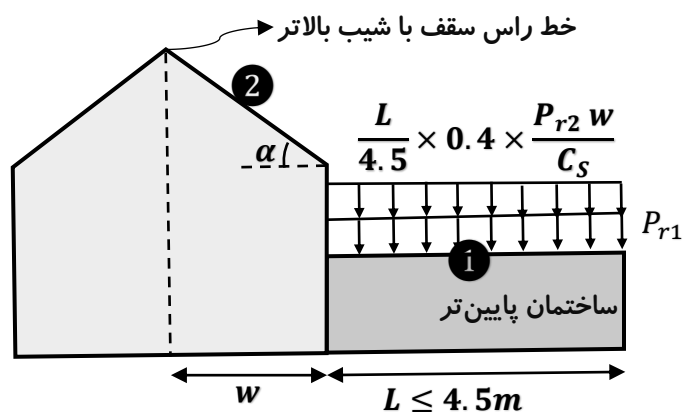
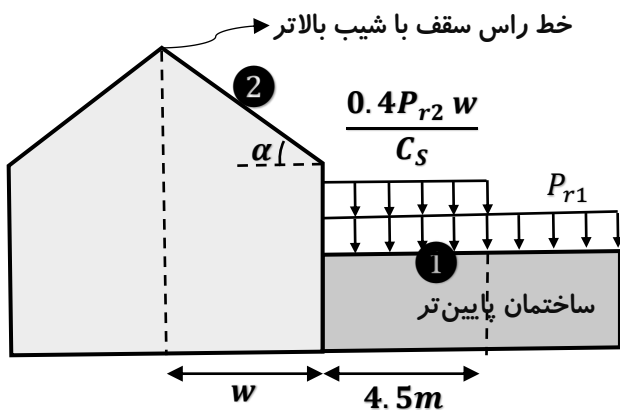
- بام لغزنده $\leftarrow$ شیب سقف بیشتر از 2٪
- سایر بام‌ها $\leftarrow$ شیب سقف بیشتر از 15٪

$$C_s P_{r2} \leftarrow \text{مربوط به ساختمان 2 (شیب دار)}$$

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

$$P_{r1} \leftarrow \text{مربوط به ساختمان 1 (پایین تر)}$$

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



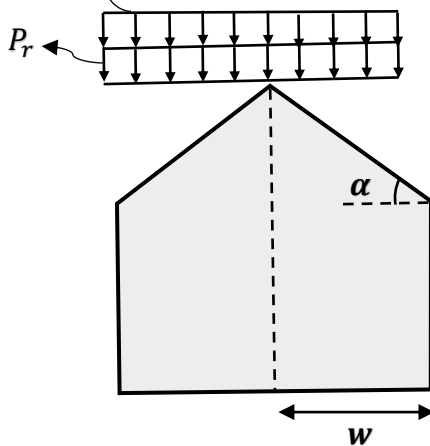
$$h > d, d < 4.5m$$

اگر شرایط فوق برقرار نباشد از بار برف لغزنده صرف نظر می شود

در مناطق ۲ و ۳ بار برف، برای بام با شیب کمتر از $W/15$ درجه (W فاصله افقی لبه پایین تا خط‌الرأس سقف شیب‌دار بر حسب متر می‌باشد)، سربار باران به مقدار 0.25 کیلونیوتن بر مترمربع به بار برف متوازن اضافه خواهد شد. این بار لازم نیست همراه با اثر انباشتگی، لغزش، بار برف نامتوازن یا بار بارگذاری بخشی برف در نظر گرفته شود.

$$0.25 \frac{kN}{m^2}$$

سربار باران بر برف ← برای مناطق ۲ و ۳ بار برف که شیب بام کمتر از $(\frac{W}{15})^\circ$ ($\alpha < (\frac{W}{15})^\circ$) درجه در نظر گرفته می‌شود



$$0.25 \frac{kN}{m^2} + P_r$$

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

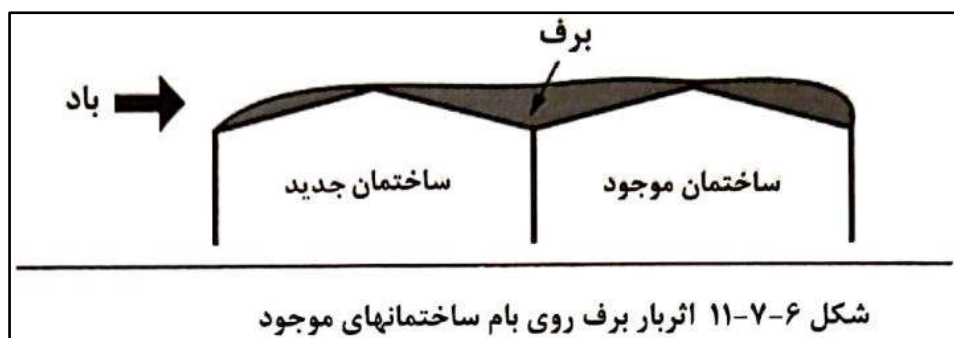
ناپایداری برکه‌ای و انباشتگی آب

- برای بام‌های با شیب سقف کمتر از دو درصد و بام‌های با امکان انباشتگی آب به دلیل گرفتگی آب‌رو، تغییر شکل بام بر اثر بار کامل برف با لحاظ اثر برکه‌ای شدن محاسبه و ارزیابی می‌شود

بام ساختمان‌های موجود

- در مناطق ۳ و ۴ در صورت ساخت ساختمان جدید به صورت چسبیده به ساختمان موجود، اثر انباشتگی برف بر روی ساختمان‌های جدید و موجود باید در نظر گرفته شود (شکل زیر)

- در مناطق ۵ و ۶ در صورت ساخت ساختمان جدید به صورت چسبیده یا در فاصله کمتر از ۶ متر از ساختمان مجاور موارد زیر باید بررسی شود:
1. طراحی ساختمان جدید برای بار برف
2. اثر اضافه شدن بار برف بر بام ساختمان موجود



جدول ۶-۱۰-۱ سرعت مبنای باد

فشار مبنا (q) kN/m ²	سرعت مبنای باد (V) km/h	نام ایستگاه	شماره
۰/۳۰	۸۰	ایذه	۳۳
۰/۶۸	۱۲۰	ایران شهر	۳۴
۰/۳۸	۹۰	ایزدخواست	۳۵
۰/۴۷	۱۰۰	ایلام	۳۶
۰/۵۷	۱۱۰	ایمان آباد (جنوب خرم آباد)	۳۷
۰/۵۷	۱۱۰	ایوان	۳۸
۰/۴۷	۱۰۰	بابلسر	۳۹
۰/۵۷	۱۱۰	بافت	۴۰
۰/۶۸	۱۲۰	بافق	۴۱
۰/۵۷	۱۱۰	بانه	۴۲
۰/۹۳	۱۴۰	بجنورد	۴۳
۰/۳۰	۸۰	برازجان	۴۴
۰/۵۷	۱۱۰	بروجرد	۴۵
۰/۳۸	۹۰	بروجن	۴۶
۰/۵۷	۱۱۰	بستان	۴۷
۰/۴۷	۱۰۰	بستان آباد	۴۸
۰/۳۰	۸۰	بشرویه	۴۹
۰/۳۰	۸۰	بلده	۵۰
۰/۵۷	۱۱۰	بیم	۵۱
۰/۳۰	۸۰	بناب	۵۲
۰/۴۷	۱۰۰	بندر امیرآباد	۵۳
۰/۶۸	۱۲۰	بندر انزلی	۵۴
۰/۳۸	۹۰	بندر ترکمن	۵۵
۰/۳۸	۹۰	بندر دیر	۵۶
۰/۳۰	۸۰	بندر دیلم	۵۷
۰/۳۸	۹۰	بندر لنگه	۵۸
۰/۴۷	۱۰۰	بندر ماه شهر	۵۹
۰/۴۷	۱۰۰	بندر عباس	۶۰
۰/۶۸	۱۲۰	بهباد	۶۱
۰/۳۸	۹۰	بهبهان	۶۲
۰/۵۷	۱۱۰	بوانات	۶۳
۰/۴۷	۱۰۰	بوشهر (فرودگاه)	۶۴

فشار مبنا (q) kN/m ²	سرعت مبنای باد (V) km/h	نام ایستگاه	شماره
۰/۳۸	۹۰	آب بر	۱
۰/۳۸	۹۰	آبادان	۲
۰/۶۸	۱۲۰	آبادیه	۳
۰/۵۷	۱۱۰	آبدانان	۴
۰/۶۸	۱۲۰	آبعلی	۵
۰/۸۰	۱۳۰	آستارا	۶
۰/۳۰	۸۰	آشتیان	۷
۰/۴۷	۱۰۰	آغا جری	۸
۰/۴۷	۱۰۰	آلاشت	۹
۰/۵۷	۱۱۰	آمل	۱۰
۰/۴۷	۱۰۰	آوج	۱۱
۰/۴۷	۱۰۰	ابرکوه	۱۲
۰/۴۷	۱۰۰	اراک	۱۳
۰/۹۳	۱۴۰	اردبیل	۱۴
۰/۵۷	۱۱۰	اردستان	۱۵
۰/۶۸	۱۲۰	اردل	۱۶
۰/۳۰	۸۰	ارسنجان	۱۷
۰/۴۷	۱۰۰	ارومیه	۱۸
۰/۴۷	۱۰۰	ازنا	۱۹
۰/۳۸	۹۰	استهبان	۲۰
۰/۳۸	۹۰	اسفراین	۲۱
۰/۳۸	۹۰	اسلام آباد غرب	۲۲
۰/۴۷	۱۰۰	اشنویه	۲۳
۰/۵۷	۱۱۰	اصفهان	۲۴
۰/۸۰	۱۳۰	اقلید	۲۵
۰/۴۷	۱۰۰	الشر	۲۶
۰/۵۷	۱۱۰	الیگودرز	۲۷
۰/۶۸	۱۲۰	امیدیه (شهر)	۲۸
۰/۸۰	۱۳۰	امیدیه (فرودگاه)	۲۹
۰/۴۷	۱۰۰	انار	۳۰
۰/۶۸	۱۲۰	اهر	۳۱
۰/۵۷	۱۱۰	اهواز	۳۲

ادامه جدول ۶-۱۰-۱ سرعت و فشار مبنای باد

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) km/h	فشار مبنای (q) kN/m ²
۹۷	چهرم	۸۰	۰/۳۰
۹۸	جوانرود	۹۰	۰/۳۸
۹۹	جیرفت	۱۱۰	۰/۵۷
۱۰۰	جیرنده	۱۱۰	۰/۵۷
۱۰۱	چابهار	۹۰	۰/۳۸
۱۰۲	چالدران	۹۰	۰/۳۸
۱۰۳	چوپانان	۸۰	۰/۳۰
۱۰۴	چیتگر	۱۰۰	۰/۴۷
۱۰۵	حاجی آباد (خراسان جنوبی)	۸۰	۰/۳۰
۱۰۶	حاجی آباد (هرمزگان)	۱۱۰	۰/۵۷
۱۰۷	حسینیه	۱۰۰	۰/۴۷
۱۰۸	خاش	۹۰	۰/۳۸
۱۰۹	خدابنده	۱۱۰	۰/۵۷
۱۱۰	خرم آباد	۹۰	۰/۳۸
۱۱۱	خرم درّه	۹۰	۰/۳۸
۱۱۲	خلخال	۹۰	۰/۳۸
۱۱۳	خمین	۸۰	۰/۳۰
۱۱۴	خنداب	۱۰۰	۰/۴۷
۱۱۵	خواف	۹۰	۰/۳۸
۱۱۶	خوانسار	۱۱۰	۰/۵۷
۱۱۷	خور بیرجند	۱۳۰	۰/۸۰
۱۱۸	خور و بیابانک	۹۰	۰/۳۸
۱۱۹	خوی	۱۱۰	۰/۵۷
۱۲۰	خیبرآباد (جنوب شرقی بناب)	۱۰۰	۰/۴۷
۱۲۱	داراب	۱۱۰	۰/۵۷
۱۲۲	داران	۹۰	۰/۳۸
۱۲۳	دامغان	۱۱۰	۰/۵۷
۱۲۴	درّه شهر	۱۰۰	۰/۴۷
۱۲۵	درگز	۸۰	۰/۳۰
۱۲۶	درود	۱۱۰	۰/۵۷
۱۲۷	درودزن	۹۰	۰/۳۸
۱۲۸	دزفول	۱۲۰	۰/۶۸

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) km/h	فشار مبنای (q) kN/m ²
۶۵	بوشهر (ساحلی)	۱۲۰	۰/۶۸
۶۶	بوکان	۹۰	۰/۳۸
۶۷	بوئین زهرا	۹۰	۰/۳۸
۶۸	بیارجمند	۹۰	۰/۳۸
۶۹	بیجار	۱۱۰	۰/۵۷
۷۰	بیرجند	۹۰	۰/۳۸
۷۱	بيله سوار	۹۰	۰/۳۸
۷۲	پارس آباد	۱۰۰	۰/۴۷
۷۳	پارسیان	۹۰	۰/۳۸
۷۴	پل دختر	۹۰	۰/۳۸
۷۵	پل سفید	۹۰	۰/۳۸
۷۶	پیرانشهر	۱۱۰	۰/۵۷
۷۷	تازه آباد (کرمانشاه)	۱۲۰	۰/۶۸
۷۸	تاکستان	۱۱۰	۰/۵۷
۷۹	تالش	۱۳۰	۰/۸۰
۸۰	تبریز	۱۱۰	۰/۵۷
۸۱	تخت جمشید	۸۰	۰/۳۰
۸۲	تربت جام	۹۰	۰/۳۸
۸۳	تربت حیدریه	۹۰	۰/۳۸
۸۴	تفرش	۸۰	۰/۳۰
۸۵	تکاب	۹۰	۰/۳۸
۸۶	تهران	۱۰۰	۰/۴۷
۸۷	تویسرکان	۹۰	۰/۳۸
۸۸	جاجرم	۱۱۰	۰/۵۷
۸۹	جاسک	۱۰۰	۰/۴۷
۹۰	جزیره ابوموسی	۸۰	۰/۳۰
۹۱	جزیره سیری	۱۰۰	۰/۴۷
۹۲	جزیره قشم	۱۰۰	۰/۴۷
۹۳	جزیره کیش	۱۰۰	۰/۴۷
۹۴	جزیره لاوان	۹۰	۰/۳۸
۹۵	جلفا	۱۱۰	۰/۵۷
۹۶	جم	۸۰	۰/۳۰

ادامه جدول 6-10-1 سرعت و فشار مبنای باد

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) km/h	فشار مبنای (q) kN/m ²
۱۶۱	سرارود (کرمانشاه)	۱۱۰	۰/۵۷
۱۶۲	سراوان	۱۰۰	۰/۴۷
۱۶۳	سرایان (خراسان جنوبی)	۸۰	۰/۳۰
۱۶۴	سربیشه	۹۰	۰/۳۸
۱۶۵	سرخس	۱۱۰	۰/۵۷
۱۶۶	سردشت	۱۲۰	۰/۶۸
۱۶۷	سرعین	۱۰۰	۰/۴۷
۱۶۸	سقز	۱۱۰	۰/۵۷
۱۶۹	سلفچگان	۱۳۰	۰/۸۰
۱۷۰	سلماس	۱۱۰	۰/۵۷
۱۷۱	سمنان	۹۰	۰/۳۸
۱۷۲	سمیرم	۱۱۰	۰/۵۷
۱۷۳	سنقر	۱۲۰	۰/۶۸
۱۷۴	سنندج	۱۰۰	۰/۴۷
۱۷۵	سهند	۱۳۰	۰/۸۰
۱۷۶	سومار	۱۲۰	۰/۶۸
۱۷۷	سی سخت	۱۰۰	۰/۴۷
۱۷۸	سیاه بیشه	۱۳۰	۰/۸۰
۱۷۹	سیرجان	۱۰۰	۰/۴۷
۱۸۰	سیلاخور	۱۰۰	۰/۴۷
۱۸۱	شادگان	۹۰	۰/۳۸
۱۸۲	شازند	۱۰۰	۰/۴۷
۱۸۳	شاهرود	۹۰	۰/۳۸
۱۸۴	شاهین دژ	۱۲۰	۰/۶۸
۱۸۵	شهداد	۱۰۰	۰/۴۷
۱۸۶	شهربابک	۱۱۰	۰/۵۷
۱۸۷	شهرضا	۱۱۰	۰/۵۷
۱۸۸	شهرکرد	۹۰	۰/۳۸
۱۸۹	شهمیرزاد	۱۱۰	۰/۵۷
۱۹۰	شوشتر	۱۲۰	۰/۶۸
۱۹۱	شیراز	۹۰	۰/۳۸
۱۹۲	صفاشهر (فارس)	۱۱۰	۰/۵۷

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) km/h	فشار مبنای (q) kN/m ²
۱۲۹	دلیجان	۱۰۰	۰/۴۷
۱۳۰	دماوند	۹۰	۰/۳۸
۱۳۱	ده دز	۸۰	۰/۳۰
۱۳۲	دهدشت	۸۰	۰/۳۰
۱۳۳	دهلران	۱۱۰	۰/۵۷
۱۳۴	دوگنبدان	۱۱۰	۰/۵۷
۱۳۵	دیلمان	۹۰	۰/۳۸
۱۳۶	راسک	۱۰۰	۰/۴۷
۱۳۷	رامسر	۱۱۰	۰/۵۷
۱۳۸	رامهرمز	۸۰	۰/۳۰
۱۳۹	رباط پشت بادام	۹۰	۰/۳۸
۱۴۰	رشت	۱۰۰	۰/۴۷
۱۴۱	رفسنجان	۱۲۰	۰/۶۸
۱۴۲	روانسر	۱۰۰	۰/۴۷
۱۴۳	رودان	۹۰	۰/۳۸
۱۴۴	رودسر	۱۱۰	۰/۵۷
۱۴۵	زابل	۱۳۰	۰/۸۰
۱۴۶	زاهدان	۱۳۰	۰/۸۰
۱۴۷	زرنه	۱۱۰	۰/۵۷
۱۴۸	زرقان	۹۰	۰/۳۸
۱۴۹	زرنه	۱۰۰	۰/۴۷
۱۵۰	زرین دشت	۹۰	۰/۳۸
۱۵۱	زرین شهر	۸۰	۰/۳۰
۱۵۲	زنجان	۹۰	۰/۳۸
۱۵۳	ساری	۱۰۰	۰/۴۷
۱۵۴	سامان	۱۳۰	۰/۸۰
۱۵۵	ساوه	۱۱۰	۰/۵۷
۱۵۶	سبزوار	۱۰۰	۰/۴۷
۱۵۷	سپیدان	۸۰	۰/۳۰
۱۵۸	سر پل ذهاب	۱۰۰	۰/۴۷
۱۵۹	سراب	۱۱۰	۰/۵۷
۱۶۰	سرابله (ایلام)	۸۰	۰/۳۰

ادامه جدول ۶-۱۰-۱ سرعت و فشار مبنای باد

فشار مبنای (q) kN/m ²	سرعت مبنای باد (V) km/h	نام ایستگاه	شماره
۰/۳۸	۹۰	کرمانشاه	۲۲۵
۰/۴۷	۱۰۰	کلالة (گلستان)	۲۲۶
۰/۶۸	۱۲۰	کلیبر	۲۲۷
۰/۳۰	۸۰	کميجان	۲۲۸
۰/۴۷	۱۰۰	کنارک (فرودگاه)	۲۲۹
۰/۳۸	۹۰	کنگاور	۲۳۰
۰/۵۷	۱۱۰	کهریز (آذربایجان غربی)	۲۳۱
۰/۴۷	۱۰۰	کهنک	۲۳۲
۰/۸۰	۱۳۰	کهنوج	۲۳۳
۰/۸۰	۱۳۰	کوه دشت	۲۳۴
۰/۵۷	۱۱۰	کوه رنگ	۲۳۵
۰/۵۷	۱۱۰	کوهین	۲۳۶
۰/۵۷	۱۱۰	کیاسر	۲۳۷
۰/۴۷	۱۰۰	کیاشهر	۲۳۸
۰/۳۸	۹۰	گاریز (یزد)	۲۳۹
۰/۵۷	۱۱۰	گچساران	۲۴۰
۰/۴۷	۱۰۰	گران	۲۴۱
۰/۵۷	۱۱۰	گرمسار	۲۴۲
۰/۴۷	۱۰۰	گرمی	۲۴۳
۰/۵۷	۱۱۰	گل مکان	۲۴۴
۰/۴۷	۱۰۰	گلپایگان	۲۴۵
۰/۵۷	۱۱۰	گلوگاه	۲۴۶
۰/۳۸	۹۰	گناباد	۲۴۷
۰/۴۷	۱۰۰	گنبد کاووس	۲۴۸
۰/۶۸	۱۲۰	گیلان غرب	۲۴۹
۰/۴۷	۱۰۰	لار	۲۵۰
۰/۴۷	۱۰۰	لاله زار (کرمان)	۲۵۱
۰/۳۸	۹۰	لامرد	۲۵۲
۰/۴۷	۱۰۰	لاهیجان	۲۵۳
۰/۴۷	۱۰۰	لردگان	۲۵۴
۰/۴۷	۱۰۰	لومار	۲۵۵
۰/۵۷	۱۱۰	ماسوله	۲۵۶

فشار مبنای (q) kN/m ²	سرعت مبنای باد (V) km/h	نام ایستگاه	شماره
۰/۶۸	۱۲۰	صفی آباد (دزفول)	۱۹۳
۰/۶۸	۱۲۰	طالقان	۱۹۴
۰/۴۷	۱۰۰	طبس	۱۹۵
۰/۵۷	۱۱۰	عقدا	۱۹۶
۰/۴۷	۱۰۰	غرق آباد- (استان مرکزی)	۱۹۷
۰/۳۰	۸۰	فرشبند	۱۹۸
۰/۳۰	۸۰	فردوس	۱۹۹
۰/۸۰	۱۳۰	فرودگاه امام خمینی	۲۰۰
۰/۳۸	۹۰	فریدون شهر	۲۰۱
۰/۵۷	۱۱۰	فریمان	۲۰۲
۰/۴۷	۱۰۰	فسا	۲۰۳
۰/۳۰	۸۰	فیروز آباد (فارس)	۲۰۴
۰/۴۷	۱۰۰	فیروز آباد (اردبیل)	۲۰۵
۰/۵۷	۱۱۰	فیروز کوه	۲۰۶
۰/۳۸	۹۰	قائم شهر	۲۰۷
۰/۳۸	۹۰	قائن	۲۰۸
۰/۳۸	۹۰	قراخیل	۲۰۹
۰/۳۸	۹۰	قره ضیالدين	۲۱۰
۰/۴۷	۱۰۰	قروه	۲۱۱
۰/۵۷	۱۱۰	قزوین	۲۱۲
۰/۳۸	۹۰	قصر شیرین	۲۱۳
۰/۴۷	۱۰۰	قم	۲۱۴
۰/۳۸	۹۰	قوچان	۲۱۵
۰/۳۰	۸۰	قبروکارزین	۲۱۶
۰/۳۰	۸۰	کازرون	۲۱۷
۰/۴۷	۱۰۰	کاشان	۲۱۸
۰/۳۰	۸۰	کاشمر	۲۱۹
۰/۳۸	۹۰	کامیاران	۲۲۰
۰/۶۸	۱۲۰	کبوترآباد (اسفهان)	۲۲۱
۰/۳۸	۹۰	کجور	۲۲۲
۰/۵۷	۱۱۰	کرج	۲۲۳
۰/۸۰	۱۳۰	کرمان	۲۲۴

ادامه جدول ۶-۱۰-۱ سرعت و فشار مبنای باد

فشار مبنا (q) kN/m ²	سرعت مبنای باد (V) km/h	نام ایستگاه	رتبه
۰/۵۷	۱۱۰	ماکو	۲۵۷
۰/۱۶۸	۱۲۰	مانه و سملقان (خراسان شمالی)	۲۵۸
۰/۵۷	۱۱۰	ماه نشان	۲۵۹
۰/۳۰	۸۰	محلات	۲۶۰
۰/۱۶۸	۱۲۰	مراغه	۲۶۱
۰/۱۶۸	۱۲۰	مراوه تپه	۲۶۲
۰/۴۷	۱۰۰	مرند	۲۶۳
۰/۴۷	۱۰۰	مروست	۲۶۴
۰/۱۶۸	۱۲۰	مریوان	۲۶۵
۰/۴۷	۱۰۰	مسجد سلیمان	۲۶۶
۰/۹۳	۱۴۰	مشکین شهر	۲۶۷
۰/۳۸	۹۰	مشهد	۲۶۸
۰/۱۶۸	۱۲۰	معلم کلایه	۲۶۹
۰/۱۶۸	۱۲۰	ملایر	۲۷۰
۰/۳۸	۹۰	ملکان	۲۷۱
۰/۹۳	۱۴۰	منجیل	۲۷۲
۰/۴۷	۱۰۰	مهاباد	۲۷۳
۰/۸۰	۱۳۰	مهران	۲۷۴
۰/۴۷	۱۰۰	مهریز	۲۷۵
۰/۳۸	۹۰	مورچه خورت	۲۷۶
۰/۴۷	۱۰۰	میاندوآب	۲۷۷
۰/۴۷	۱۰۰	میانه	۲۷۸
۰/۵۷	۱۱۰	میبد	۲۷۹
۰/۳۰	۸۰	میرجاوه	۲۸۰
۰/۳۰	۸۰	میمه	۲۸۱
۰/۳۸	۹۰	میناب	۲۸۲
۰/۳۸	۹۰	نائین	۲۸۳
۰/۳۰	۸۰	نجف آباد	۲۸۴
۰/۵۷	۱۱۰	نطنز	۲۸۵
۰/۹۳	۱۴۰	نقده	۲۸۶
۰/۱۶۸	۱۲۰	نهاوند	۲۸۷
۰/۴۷	۱۰۰	نهبندان	۲۸۸

بزرگ‌ترین زمان تناوب اصلی-عرض موثر ساختمان- تعیین روش محاسبه باد

$$W = \frac{\sum h_i w_i}{\sum h_i}$$

عرض موثر ساختمان:

h_i : ارتفاع طبقه i از سطح زمین

w_i : حداقل عرض ساختمان در جهت عمود بر باد، در طبقه i

بزرگ‌ترین زمان تناوب اصلی ساختمان یا سازه در امتداد مورد نظری

توان هر یک از روش‌های تحلیلی یا برای ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از

120 متر از روابط تجربی زیر محاسبه کرد:

$$T_a = 0.12 \bar{H}^{0.8}$$

قاب خمشی فولادی:

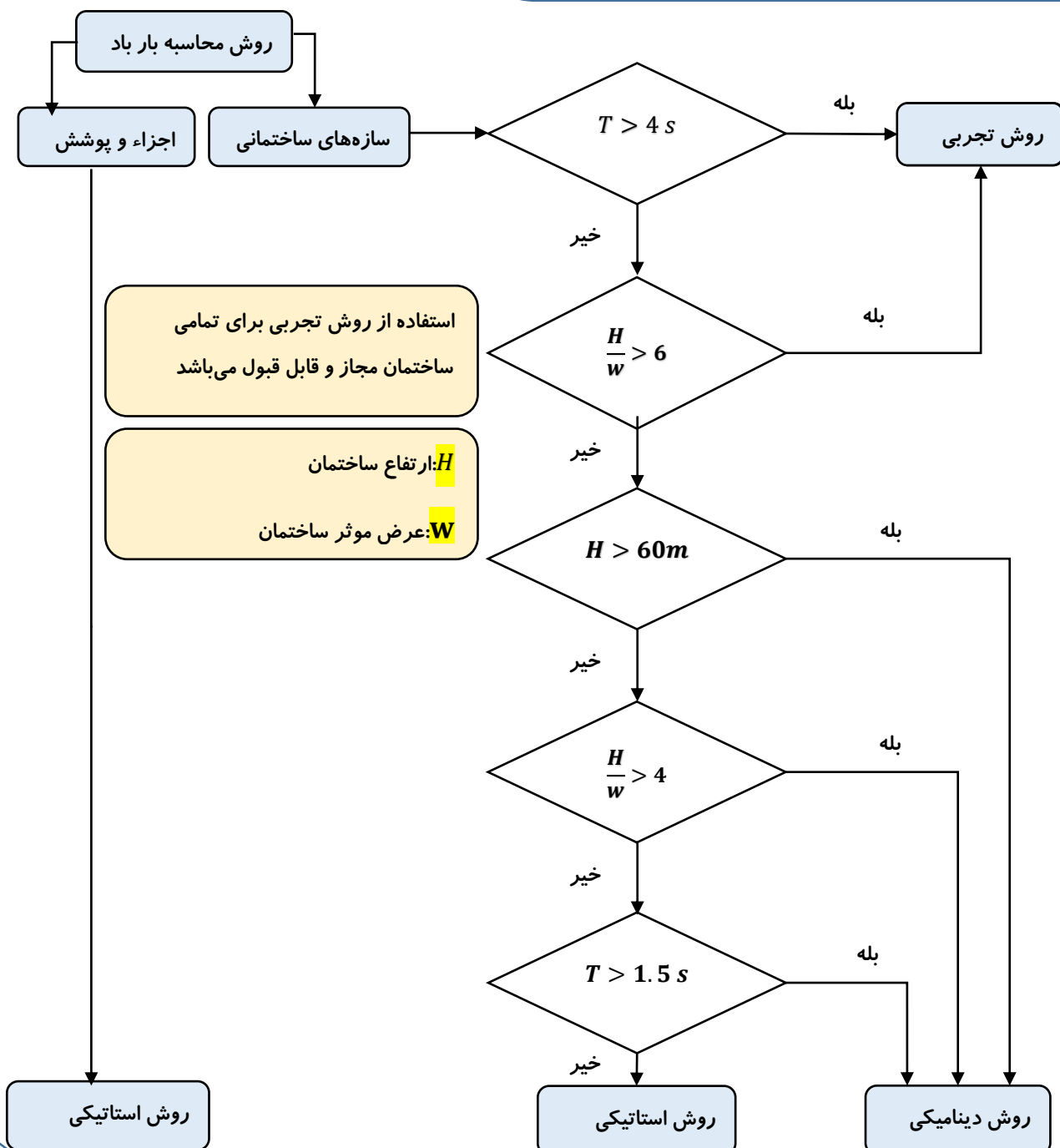
$$T_a = 0.07 \bar{H}^{0.9}$$

قاب خمشی بتنی:

$$T_a = 0.044 \bar{H}$$

ساختمان‌های با سایر سیستم‌های بارجانبی:

$\bar{H}$: تراز متوسط سقف بر حسب متر



$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

ضریب اهمیت بار باد (I_w)	
گروه خطر پذیری	ضریب اهمیت بار باد (I_w)
1	1.2
2	1.1
3	1
4	0.8

I_w

$$F = 0.7 F_t$$

پی ساختمان‌ها (بجز میل مهار اتصال قاب‌ها به پی)

q : فشار مبنای باد

استفاده از جدول (10-6-1) یا فرمول زیر:

$$q = 0.000613 V^2 \xrightarrow{\text{مقایسه دو شهر}} \frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

V : سرعت مبنای باد $\left(\frac{m}{s}\right) \leftarrow \left(\frac{km}{h} \div 3.6\right)$

q : فشار مبنای باد $\left(\frac{kN}{m^2}\right)$

C_d : ضریب هم‌راستایی باد

C_d	مقطع	نوع سازه
0.9	مربع	دودکش‌ها، منبع‌ها و
0.95	دایره یا ۸ ضلعی	ساختمان‌های مشابه
0.85	مثلث، مربع، مستطیل	پایه‌های انتقال نیرو
0.95	سایر مقاطع	(خرپایی)
0.85		سایر ساختمان‌ها و سازه‌ها (ساختمان‌های عرف)

C_t : ضریب پستی و بلندی:

• زمین مسطح یا $\frac{H_h}{2L_h} \leq 0.1$ ← در نواحی پایین ساختمان یا سازه سرعت باد افزایش می‌یابد و در شرایط معمولی $C_t = 1$

$$C_t = \left(1 + \frac{\Delta S}{C_g}\right) (1 + \Delta S)$$

• $\frac{H_h}{2L_h} > 0.1$ ←

و ΔS_{max} = ضریب افزایش سرعت نسبی در رأس قله

$$\Delta S = \Delta S_{max} \left(1 - \frac{|X|}{KL_h}\right) e^{\frac{-\alpha z}{L_h}}$$

C_g = ضریب اثر تندباد، که برای محاسبه C_t معادل ۲ در نظر گرفته می‌شود. تأثیرات دینامیکی باد مهم باشد، C_g از پیوست ۴-۶ محاسبه خواهد شد.

$|X|$ = فاصله محل ساختمان تا قله تپه یا خط الرأس پرتگاه

L_h = فاصله قله تا میانه نصف ارتفاع تپه در سمت روبه باد ($L_h \leq 2H_h$)

H_h = ارتفاع خط الرأس یا قله نسبت به زمین مسطح احاطه‌کننده تپه

α = ضریب تأثیر کاهش سرعت در ارتفاع

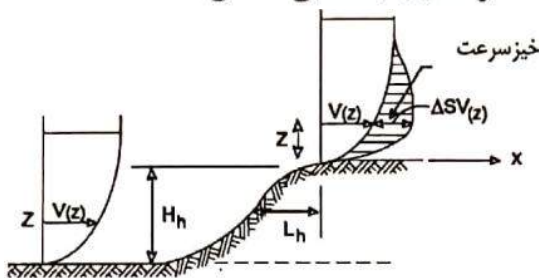
z = ارتفاع نقطه مورد نظر از تراز سطح برآمدگی

می‌باشد. مقادیر ΔS_{max} ، α و K در جدول ۶-۱۰-۲ داده شده است.

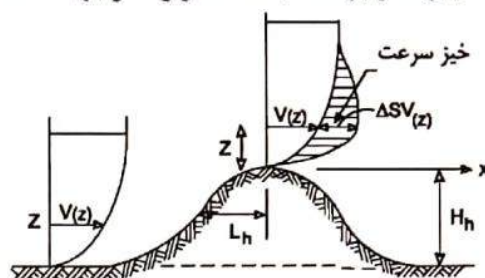
K		α	ΔS_{max}	شکل تپه
$X < 0$	$X \geq 0$			
1.5	1.5	3	$2.2 \left(\frac{H_h}{L_h}\right)$	تپه ممتد دوطرفه
1.5	4	2.5	$1.3 \left(\frac{H_h}{L_h}\right)$	پرتگاه دو بعدی
1.5	1.5	4	$1.6 \left(\frac{H_h}{L_h}\right)$	تپه سه بعدی متقارن محوری

حداکثر مقدار $\frac{H_h}{L_h}$ برابر ۰/۵ بوده وجهت باد همواره در جهت حداکثر شیب (مطابق شکل

۶-۱۰-۱) فرض می‌شود.



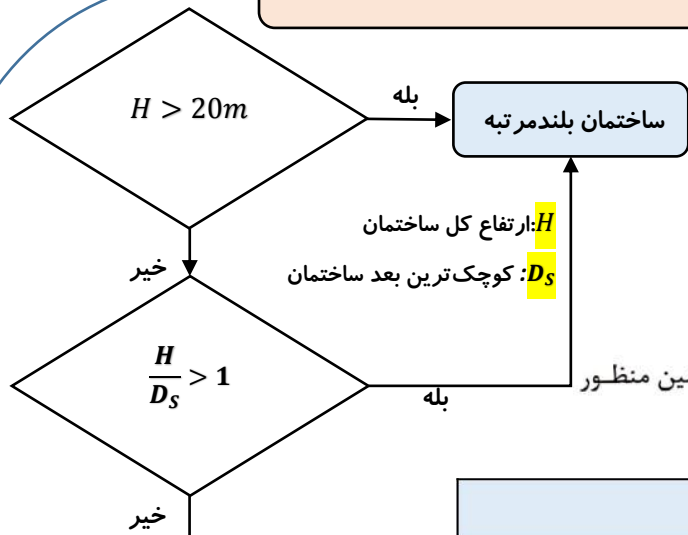
پرتگاه یا سینه‌کش



تپه دو بعدی یا سه بعدی

شکل ۶-۱۰-۱ افزایش سرعت باد در بالای تپه‌ها و پرتگاه‌ها

محاسبه فشار باد(خارجی) بر سازه اصلی بلند مرتبه به روش استاتیکی



محاسبه ارتفاع مبنا (Z) در ساختمان بلندمرتبه:

• وجه روبه باد ← ارتفاع واقعی آن نقطه از سطح زمین = Z

• وجه پشت به باد ← $Z = \frac{H}{2}$

• بام و بدنه جانبی ساختمان ← $Z = H$

برای هریک از اجزای متصل به ساختمان، مقدار Z برابر با ارتفاع آن جزء از سطح زمین منظور می شود.

C_e : ضریب بادگیری:

ضریب بادگیری (C_e)

$$C_e = \max\{0.9, (\frac{Z}{10})^{0.2}\}$$

نواحی باز شامل: اطراف دریاچه، ساحل باز یا صحرا با پوشش گیاهی کوتاه زمین با قرارگیری ساختمان در کنار درختان و یا موانع پراکنده

$$C_e = \max\{0.7, 0.7(\frac{Z}{12})^{0.3}\}$$

نواحی پر تراکم شامل: مناطق با تراکم شهری جنگل پرتراکم (جنگلی که تا یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان هر کدام که بیشتر باشد، در سمت روبه باد ساختمان در بالادست امتداد یابد).

C_e حالت بینایی:

$$0 < x \text{ (طول پر تراکم)} < 1000$$

$$C_e = \frac{x}{1000} C_{e \text{ پر تراکم}} + \frac{1000-x}{1000} C_{e \text{ باز}}$$

ضریب فشار خارجی باد (C_p) در ساختمان بلندمرتبه

(باربی تعیین نیروهای کلی وارد بر سازه برابر اصلی):

For $\frac{H}{D} < 1$: $C_p = -1$ (Windward wall), $C_p = -0.5$ (Roof), $C_p = -1$ (Leeward wall).

For $\frac{H}{D} \geq 1$: $C_p = -1$ (Windward wall), $C_p = -1$ (Leeward wall).

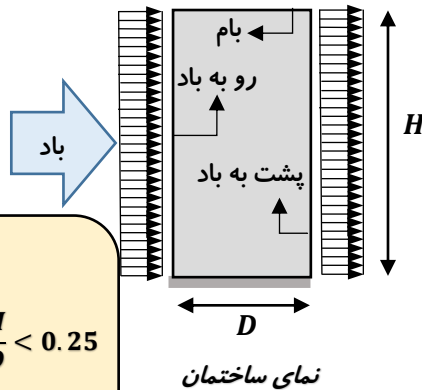
ضریب C_p نشان داده شده در سمت رو به باد زمانی که جهت باد عمود بر دیوار باشد قابل اعمال است.

پشت به باد

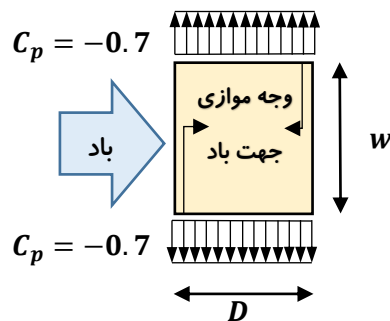
$$\begin{cases} C_p = -0.3 \leftarrow \frac{H}{D} \leq 0.25 \\ C_p = -0.27(\frac{H}{D} + 0.88) \leftarrow 0.25 < \frac{H}{D} < 0.5 \\ C_p = -0.5 \leftarrow \frac{H}{D} \geq 1 \end{cases}$$

رو به باد

$$\begin{cases} C_p = 0.6 \leftarrow \frac{H}{D} \leq 0.25 \\ C_p = 0.27(\frac{H}{D} + 0.88) \leftarrow 0.25 < \frac{H}{D} < 0.5 \\ C_p = 0.8 \leftarrow \frac{H}{D} \geq 1 \end{cases}$$



نمای ساختمان



$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

$$F_{\text{پی ساختمانها (بجز میل مهار اتصال قابها به پی)}} = 0.7 F_t$$

ضریب فشار خارجی باد (C_g) در ساختمان بلندمرتبه:

برای محاسبه نیروهای:

• کلی خارجی ساختمان (اجزاء اصلی) ← $C_g = 2$

• وارد بر اجزاء پوشش نما یا بام (به طور موضعی) ← $C_g = 2.5$

محاسبه فشار باد (خارجی) برای پوشش‌ها، نما و بام و اتصالات آن در سازه بلند مرتبه به روش استاتیکی

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

محاسبه باقی ضرایب از قسمت‌های قبل

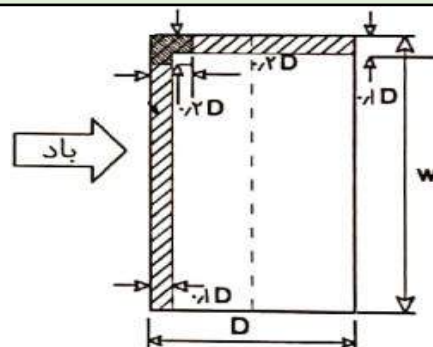
$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

$$F = 0.7 F_t$$

پی ساختمان‌ها (بجز میل مهار اتصال قاب‌ها به پی)

بام تخت بدون پله (عرض موثر نوار کنار $0.1D$)

ضریب فشار خارجی باد (C_p^*) در ساختمان بلندمرتبه:
برای محاسبه پوشش‌ها، نماها و اعضای پوششی بام و اتصالات آن



پلان ساختمان

نما، دیوارها و اتصالاتشان

عرض نوار = $0.1D$

$$\begin{cases} \text{در گوشه‌ها} \rightarrow C_p^* = 1.2 \\ \text{در جاهای دیگر} \rightarrow C_p^* = \pm 0.9 \end{cases}$$

عرض نوار = $0.2D$

$$\begin{cases} \text{در گوشه‌ها} \rightarrow C_p^* = 1.4 \\ \text{در جاهای دیگر} \rightarrow C_p^* = \pm 0.9 \end{cases}$$

ارتفاع جان‌پناه $\leq 1m$

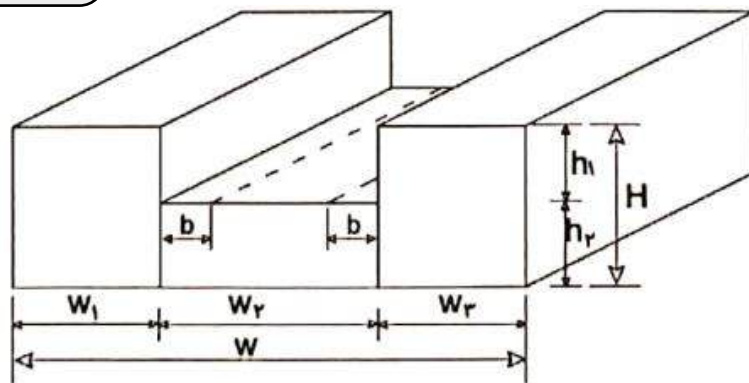
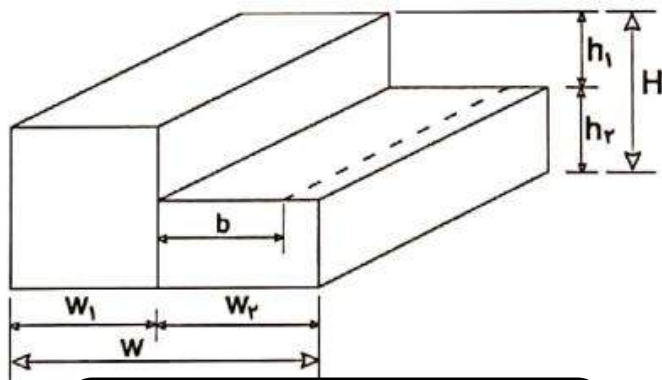
$$\begin{cases} \text{در گوشه} \rightarrow C_p^* = -2.3 \\ \text{در جاهای دیگر} \rightarrow C_p^* = -1.5 \end{cases}$$

ارتفاع جان‌پناه $> 1m$

$$\begin{cases} \text{در گوشه} \rightarrow C_p^* = -2 \\ \text{در جاهای دیگر} \rightarrow C_p^* = -1.5 \end{cases}$$

بام تخت با پله

$$C_p C_g \begin{cases} \text{شکل (6-10-6) صفحه 89 مبحث 6} \rightarrow \text{بام‌ها} \\ \text{شکل (5-10-6) صفحه 88 مبحث 6} \rightarrow \text{کلیه دیوارها} \end{cases}$$



$$\text{همزمان} \begin{cases} h_1 \geq 0.3H \\ h_1 \geq 3m \\ 0.25w \leq w_1, w_2, w_3 \leq 0.75w \end{cases}$$

$$b = 1.5h_1 \leq 30m \rightarrow \text{عرض } b \text{ روی بام پایین‌تر دارای مقادیر فشار +}$$

محاسبه فشار باد (خارجی) بر سازه اصلی در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

ضریب اهمیت بار باد (I_w)

I_w

گروه خطرپذیری

ضریب اهمیت بار باد (I_w)

1.2

1

1.1

2

1

3

0.8

4

$$F = 0.7 F_t$$

پی ساختمان‌ها (بجز میل مهار اتصال قاب‌ها به پی)

q : فشار مبنای باد

استفاده از جدول (10-6-1) یا فرمول زیر:

$$q = 0.000613 V^2 \xrightarrow{\text{مقایسه دو شهر}} \frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

V : سرعت مبنای باد $\left(\frac{m}{s}\right) \leftarrow \left(\frac{km}{h} \div 3.6\right)$

q : فشار مبنای باد $\left(\frac{kN}{m^2}\right)$

C_d : ضریب هم‌راستایی باد

C_d	مقطع	نوع سازه
0.9	مربع	دودکش‌ها، منبع‌ها و ساختمان‌های مشابه
0.95	دایره یا ۸ ضلعی	
0.85	مثلث، مربع، مستطیل	پایه‌های انتقال نیرو (خرپایی)
0.95	سایر مقاطع	
0.85		سایر ساختمان‌ها و سازه‌ها (ساختمان‌های عرف)

C_t : ضریب پستی و بلندی:

• زمین مسطح یا $\frac{H_h}{2L_h} \leq 0.1$ ← در نواحی پایین ساختمان یا سازه سرعت باد افزایش می‌یابد و در شرایط معمولی $C_t = 1$

$$C_t = \left(1 + \frac{\Delta S}{C_g}\right)(1 + \Delta S)$$

• $\frac{H_h}{2L_h} > 0.1$ ←

ΔS_{max} = ضریب افزایش سرعت نسبی در رأس قله

$$\Delta S = \Delta S_{max} \left(1 - \frac{|X|}{KL_h}\right) e^{\frac{-\alpha z}{L_h}}$$

C_g = ضریب اثر تندباد، که برای محاسبه C_t معادل ۲ در نظر گرفته می‌شود.

تأثیرات دینامیکی باد مهم باشد، C_g از پیوست ۶-۴ محاسبه خواهد شد.

$|X|$ = فاصله محل ساختمان تا قله تپه یا خط الرأس پرتگاه

L_h = فاصله قله تا میانه نصف ارتفاع تپه در سمت روبه باد ($L_h \leq 2H_h$)

H_h = ارتفاع خط الرأس یا قله نسبت به زمین مسطح احاطه‌کننده تپه

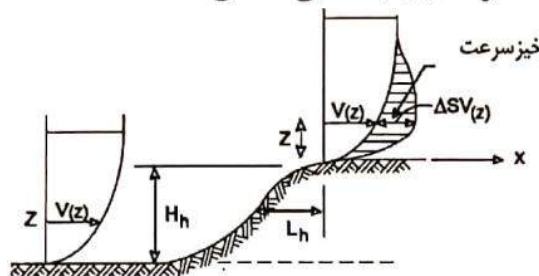
α = ضریب تأثیر کاهش سرعت در ارتفاع

z = ارتفاع نقطه مورد نظر از تراز سطح برآمدگی

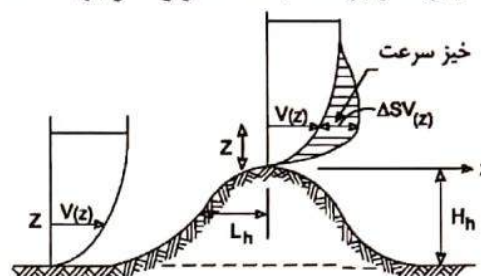
می‌باشد. مقادیر ΔS_{max} ، α و K در جدول ۶-۱۰-۲ داده شده است.

K		α	ΔS_{max}	شکل تپه
$X < 0$	$X \geq 0$			
1.5	1.5	3	$2.2 \left(\frac{H_h}{L_h}\right)$	تپه ممتد دوبعدی
1.5	4	2.5	$1.3 \left(\frac{H_h}{L_h}\right)$	پرتگاه دو بعدی
1.5	1.5	4	$1.6 \left(\frac{H_h}{L_h}\right)$	تپه سه بعدی متقارن محوری

حداکثر مقدار $\frac{H_h}{L_h}$ برابر ۰/۵ بوده وجهت باد همواره در جهت حداکثر شیب (مطابق شکل



پرتگاه یا سینه‌کش

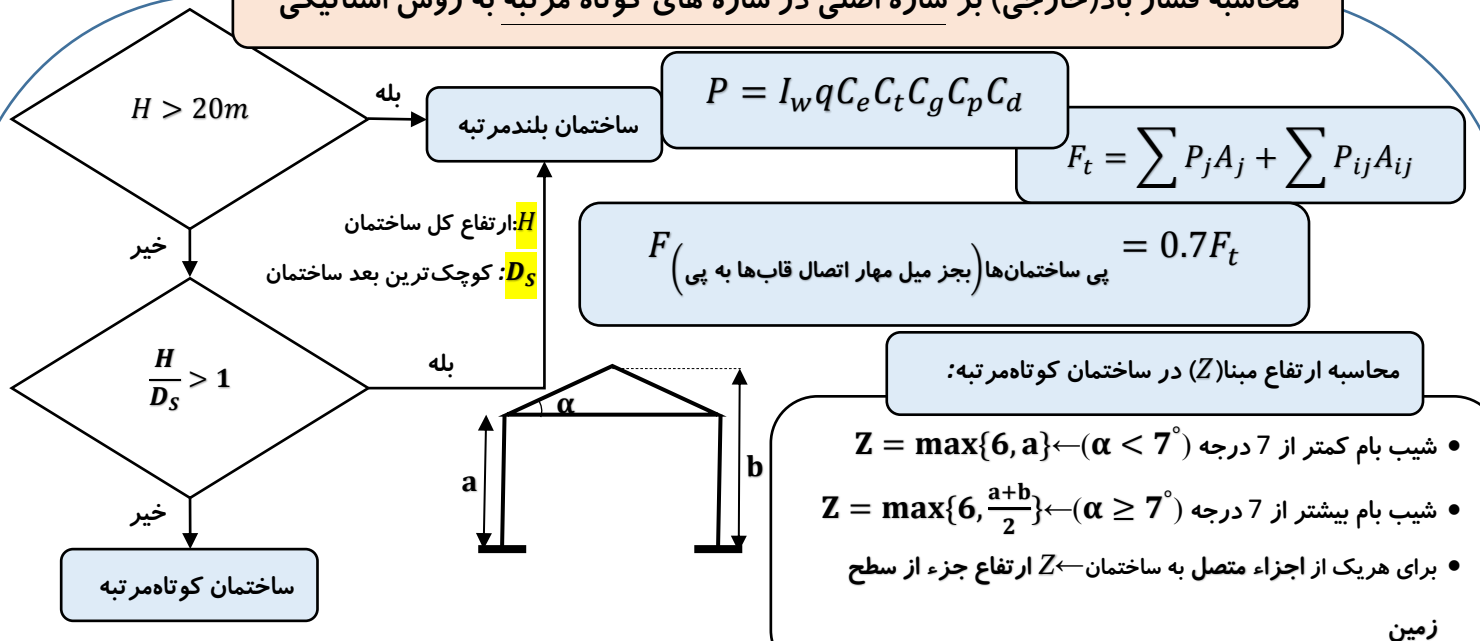


تپه دو بعدی یا سه بعدی

۶-۱۰-۱) فرض می‌شود.

شکل ۶-۱۰-۱ افزایش سرعت باد در بالای تپه‌ها و پرتگاه‌ها

محاسبه فشار باد(خارجی) بر سازه اصلی در سازه های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی



محاسبه ارتفاع مبنا (Z) در ساختمان کوتاه مرتبه:

- شیب بام کمتر از 7° $\left(\alpha < 7^\circ\right) \rightarrow Z = \max\{6, a\}$
- شیب بام بیشتر از 7° $\left(\alpha \geq 7^\circ\right) \rightarrow Z = \max\{6, \frac{a+b}{2}\}$
- برای هریک از اجزاء متصل به ساختمان $Z \leftarrow$ ارتفاع جزء از سطح زمین

C_e حالت بینایی:

$$0 < x < 1000 \text{ (طول پر تراکم)}$$

$$C_e = \frac{x}{1000} C_{e \text{ تراکم}} + \frac{1000-x}{1000} C_{e \text{ باز}}$$

ضریب بادگیری (C_e)

C_e : ضریب بادگیری:

$$C_e = \max\{0.9, (\frac{Z}{10})^{0.2}\}$$

نواحی باز شامل: اطراف دریاچه، ساحل باز یا صحرا با پوشش گیاهی کوتاه زمین با قرارگیری ساختمان در کنار درختان و یا موانع پراکنده

$$C_e = \max\{0.7, 0.7(\frac{Z}{12})^{0.3}\}$$

نواحی پر تراکم شامل: مناطق با تراکم شهری جنگل پرتراکم (جنگلی که تا یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان هر کدام که بیشتر باشد، در سمت روبه باد ساختمان در بالادست امتداد یابد).

ضریب فشار خارجی باد ($C_g C_p$) در ساختمان کوتاه مرتبه:

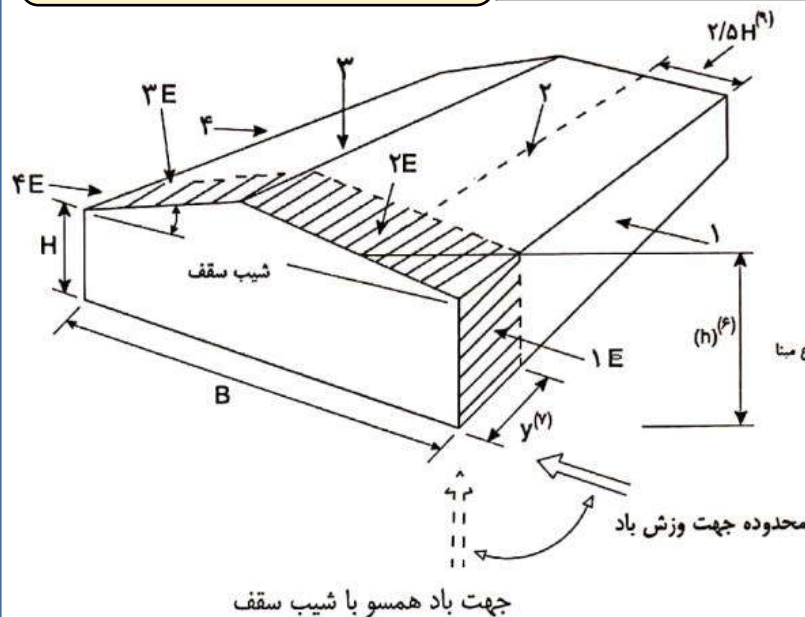
جهت باد همسو با شیب سقف یا عمود بر خط رأس سقف

$$x = \min\{0.1B, 0.4H\} \geq \max\{0.04B, 1m\}$$

$$y = \max\{2x, 6m\}$$

(ب) در سیستم های قابی، مقدار y می تواند فاصله بین قاب انتهایی تا اولین قاب داخلی اختیار شود.

اگر $B > 5H$ فشار (یا مکش) نواحی ۲ و $2E$ در عرضی از بام به مقدار $2.5H$ اعمال می شود و در بقیه سطوح بام ضرایب فشار (مکش) مربوط به ناحیه ۳ و $3E$ اختیار خواهند شد



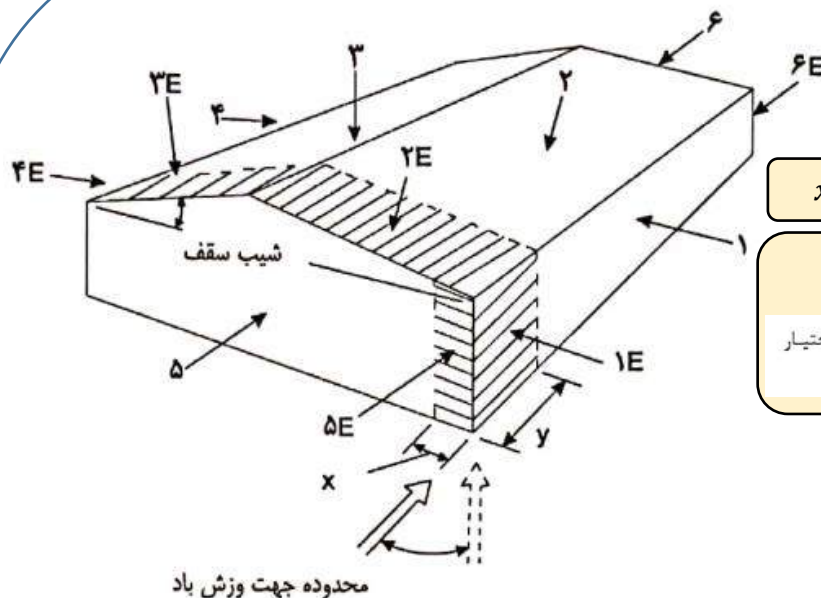
جهت باد همسو با شیب سقف

بدنه ساختمان								شیب سقف
4E	4	3E	3	2E	2	1E	1	۰° تا ۵°
-۰/۸	-۰/۵۵	-۱/۰	-۰/۷	-۲/۰	-۱/۳	۱/۱۵	۰/۷۵	۲۰°
-۱/۲	-۰/۸	-۱/۳	-۰/۹	-۲/۰	-۱/۳	۱/۵	۱/۰	۳۰° تا ۴۵°
-۰/۹	-۰/۷	-۱/۰	-۰/۸	۰/۵	۰/۴	۱/۳	۱/۰۵	۹۰°
-۰/۹	-۰/۷	-۰/۹	-۰/۷	۱/۳	۱/۰۵	۱/۳	۱/۰۵	

درون یابی	
α_1	$C_{g1} C_{p1} = C_1$
α_2	$C_{g2} C_{p2} = C_2 = ?$
α_3	$C_{g3} C_{p3} = C_3$

$$\frac{\alpha_3 - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1}$$

برای زوایایی از شیب بام که در جدول داده نشده اند، مقادیر $C_p C_g$ از طریق درون یابی به دست می آیند.



جهت باد عمود بر شیب سقف یا موازی خط رأس

$$x = \min\{0.1B, 0.4H\} \geq \max\{0.04B, 1m\}$$

$$y = \max\{2x, 6m\}$$

(ب) در سیستم های قابی، مقدار y می تواند فاصله بین قاب انتهایی تا اولین قاب داخلی اختیار شود.

بدنه ساختمان												شیب سقف
۶E	۶	۵E	۵	۴E	۴	۳E	۳	۲E	۲	۱E	۱	
-۰/۸	-۰/۵۵	۱/۱۵	۰/۷۵	-۰/۹	-۰/۸۵	-۱/۰	-۰/۷	-۲/۰	-۱/۳	-۰/۹	-۰/۸۵	۰° تا ۹۰°

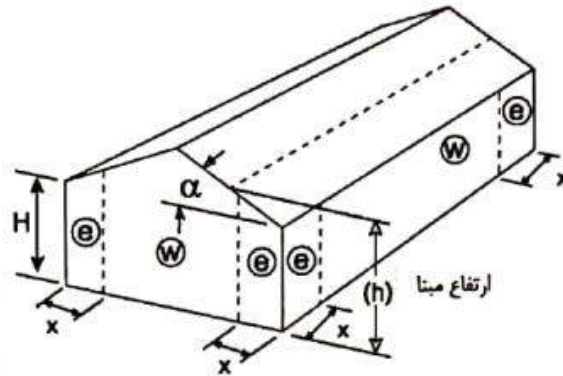
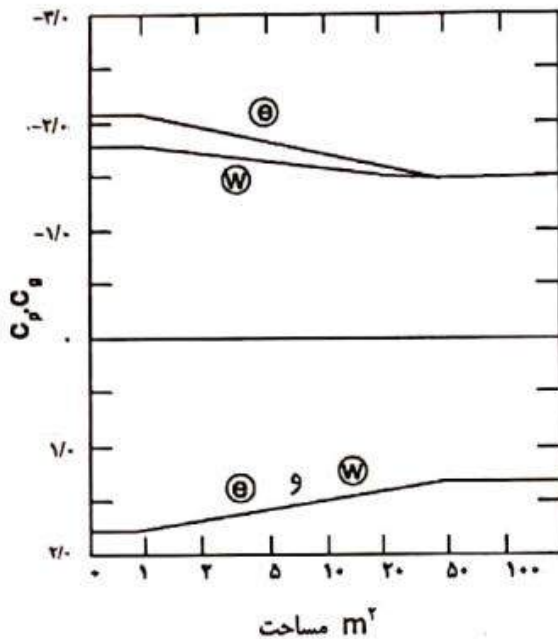
- (۱) حالات بارگذاری الف و ب، به ترتیب جهت وزش باد، همسو با شیب بام و عمود بر آن را نشان می دهد. ضرایب $C_p C_g$ در جداول مربوطه، میزان فشار (مکش) را روی کلیه وجوه ساختمان و بام و همین طور فشارهای (یا مکش های) اضافی موضعی در نوارکناری دیوارها و بام را تعیین می کند.
- (۲) ساختمان باید برای هریک از دو امتداد اصلی بارگذاری و در هر دو جهت تحلیل و طراحی شود. بارگذاری مجزای بام ها در حالت الف و ب برای منظور نمودن اثرات منجر به پیچش و همینطور بدترین حالت بارگذاری الزامی است.
- (۳) برای زوایایی از شیب بام که در جدول داده نشده اند، مقادیر $C_p C_g$ از طریق درون یابی به دست می آیند.
- (۴) ضرایب مثبت $C_p C_g$ به معنای نیروی رو به سطح (فشار) و منفی به معنای نیروهای خارج از سطح (مکش) می باشد.
- (۵) در طراحی پی ساختمان ها (بجز طراحی میل مهار اتصال قابها به پی) کفایت ۷۰٪ نیروی مربوط به باد منظور شود.
- (۶) برای محاسبه C_e ، ارتفاع مبنای بام (h) متوسط ارتفاع پاشیب (H) و ارتفاع حداکثر بام بوده و باید حداقل ۶ متر منظور شود. در بام های با زاویه شیب کمتر از ۷ درجه، مقدار h برابر ارتفاع پاشیب یا حداقل ۶ متر اختیار خواهد شد.

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

محاسبه باقی ضرایب از قسمت های قبل

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

$$F_{\text{پی ساختمانها (بجز میل مهار اتصال قاب ها به پی)}} = 0.7 F_t$$



شکل ۶-۱۰-۵ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی دیوار و پوشش نما

یادداشت های مربوط به شکل ۶-۱۰-۵ :

- ۱- ضرایب $C_p C_g$ این شکل را برای هر زاویه شیب بام می توان استفاده کرد.
- ۲- محور افقی نمودار نمایانگر مقدار سطحی از دیوار یا پوشش نما است که برای طراحی انتخاب می شود.
- ۳- ضرایب $C_p C_g$ برای ترکیبات خاصی از اجزاء معماری در نما می تواند متفاوت با مقادیر این شکل باشد. چنانچه تیغه های قائم معماری به عمق بیش از یک متر (به عنوان عنصر باربر نما یا عنصر معماری) روی نمای ساختمان قرار گرفته باشد، ضریب $C_p C_g$ به $2/8$ افزایش پیدا می کند.

محاسبه فشار باد (خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام (با زاویه شیب کمتر از 7 درجه با یا

بدون طره) در سازه های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی

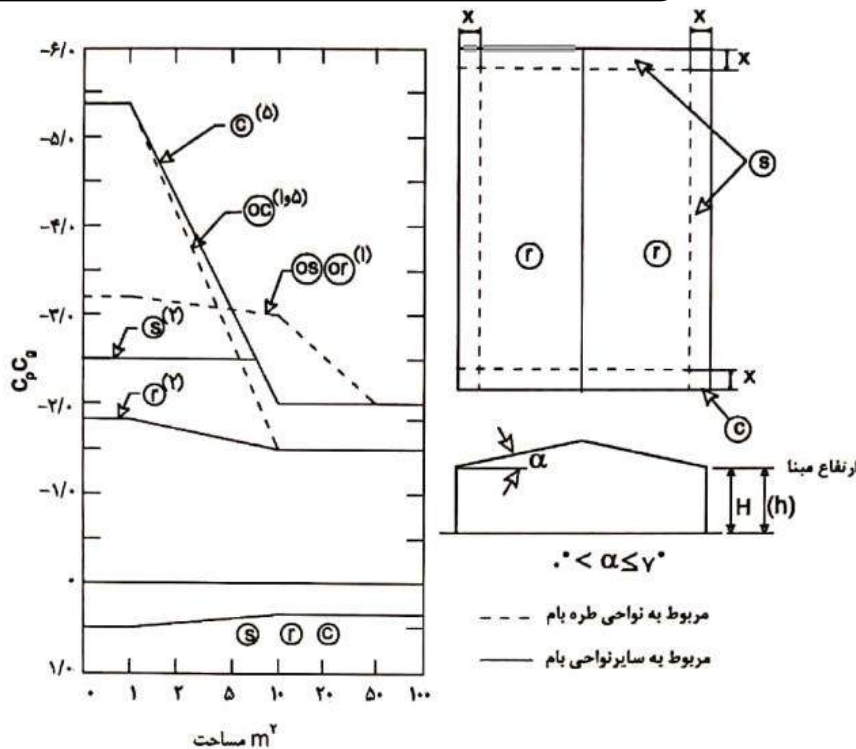
$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

محاسبه باقی ضرایب از قسمت های قبل

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

$$F = 0.7 F_t$$

پی ساختمان ها (بجز میل مهار اتصال قاب ها به پی)



شکل ۶-۱۰-۶ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی پوشش ها و اجزاء بام (با زاویه شیب کمتر از ۷ درجه، با یا بدون طره)

یادداشت های مربوط به شکل ۶-۱۰-۶:

۱) ضرایب $C_p C_g$ برای بخش های طره پوشش بام با پیشوند "O" در شکل مشخص شده اند و شامل مجموع فشار (و مکش) از زیر و روی بام هستند. دیوارها در این حالت با لبه بام هم سطح نبوده و پوشش طره مشرف بر دیوارهای خارجی می باشد.

۲) مقادیر ضریب $C_p C_g$ تعریف شده برای نواحی I و S، شامل هر دو حالت بام ها و سایه بان ها (فضای بدون دیوار پیرامونی) می شوند.

۳) محور افقی نمودار نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب می شود.

۴) برای ساختمان های با بام پله ای تخت، علاوه بر استفاده از این شکل، شکل ۶-۱۰-۱۱ و توضیحات بند ۶-۱۰-۱۰ نیز باید مورد استفاده قرار گیرند.

۵) چنانچه در لبه بام، دست انداز به ارتفاع حداقل یک متر پیش بینی شده باشد، ضریب $C_p C_g$ در گوشه های بام (ناحیه C) از ۵/۴ به ۴/۴- تقلیل پیدا می کند.

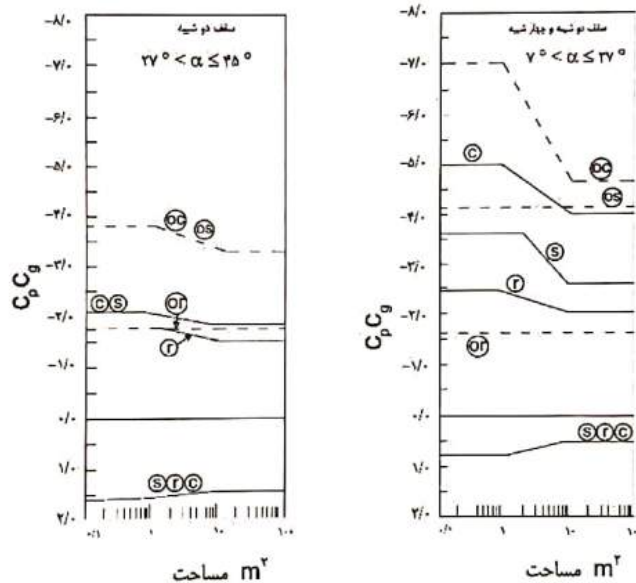
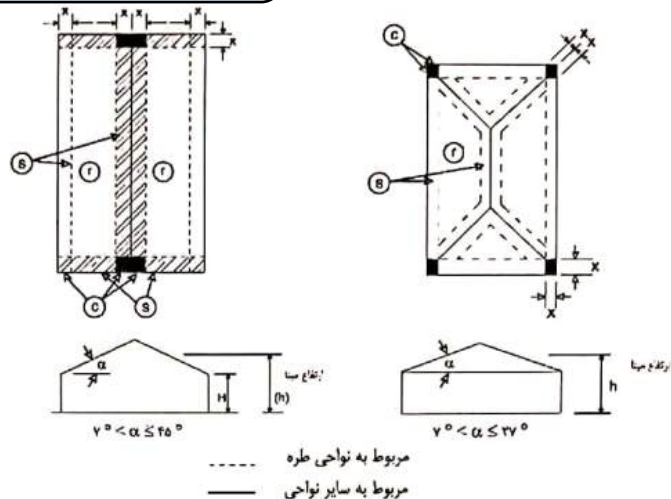
محاسبه فشار باد (خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام (بام‌های 2 شیبه یا 4 شیبه با زاویه شیب بیشتر از 7 درجه) در سازه های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

محاسبه باقی ضرایب از قسمت‌های قبل

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

$$F = 0.7 F_t \quad \text{پی ساختمان‌ها (بجز میل مهار اتصال قاب‌ها به پی)}$$



شکل ۶-۱۰-۷ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی پوشش‌ها و اجزاء بام (بام‌های دو شیبه یا چهار شیبه با زاویه شیب بیش از ۷ درجه)

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۷:

- (۱) ضرایب $C_p C_g$ برای بخش‌های طره پوشش بام با پیشوند "O" در شکل مشخص شده‌اند و شامل مجموع فشار (و مکش) از زیر و روی بام هستند.
- (۲) محور افقی نمودار نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب می‌شود.
- (۳) ضرایب $C_p C_g$ در نوار لبه بام‌ها (S)، در محل تارک و یال‌های بام نیز اعمال می‌شوند.

محاسبه فشار باد (خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام (بام‌های دندانه‌ای با زاویه شیب بیشتر

از 10 درجه) در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی

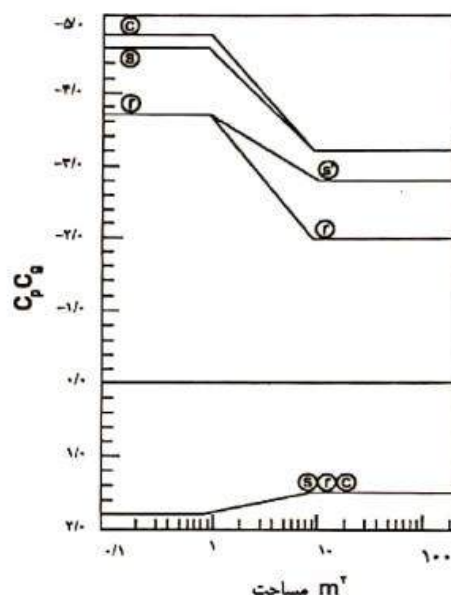
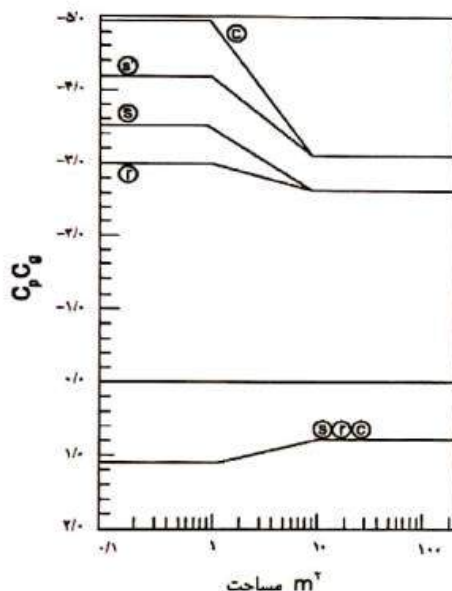
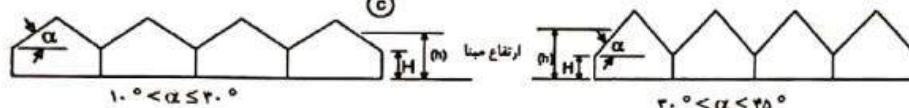
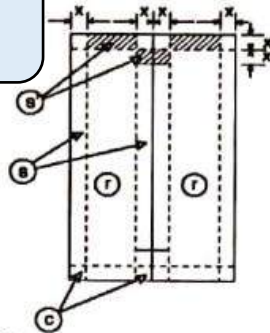
$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

محاسبه باقی ضرایب از قسمت‌های قبل

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

$$F = 0.7 F_t$$

پی ساختمان‌ها (بجز میل مهار اتصال قاب‌ها به پی)



شکل ۶-۱۰-۸ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی پوشش‌ها و اجزای بام (بام‌های دندانه‌ای با زاویه شیب بیشتر از ۱۰ درجه)

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۸ :

- (۱) برای استفاده از این شکل، ساختمان باید حداقل از دو دهانه قاب تشکیل شود.
- (۲) چنانچه زاویه شیب بام کمتر از ۱۰ درجه باشد، باید از جدول شکل ۶-۱۰-۶ استفاده کرد.
- (۳) پلان و نواحی نشانه‌گذاری شده مربوط به یک دهانه از پوشش دندانه‌دار است.
- (۴) محور افقی نمودار نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب می‌شود.

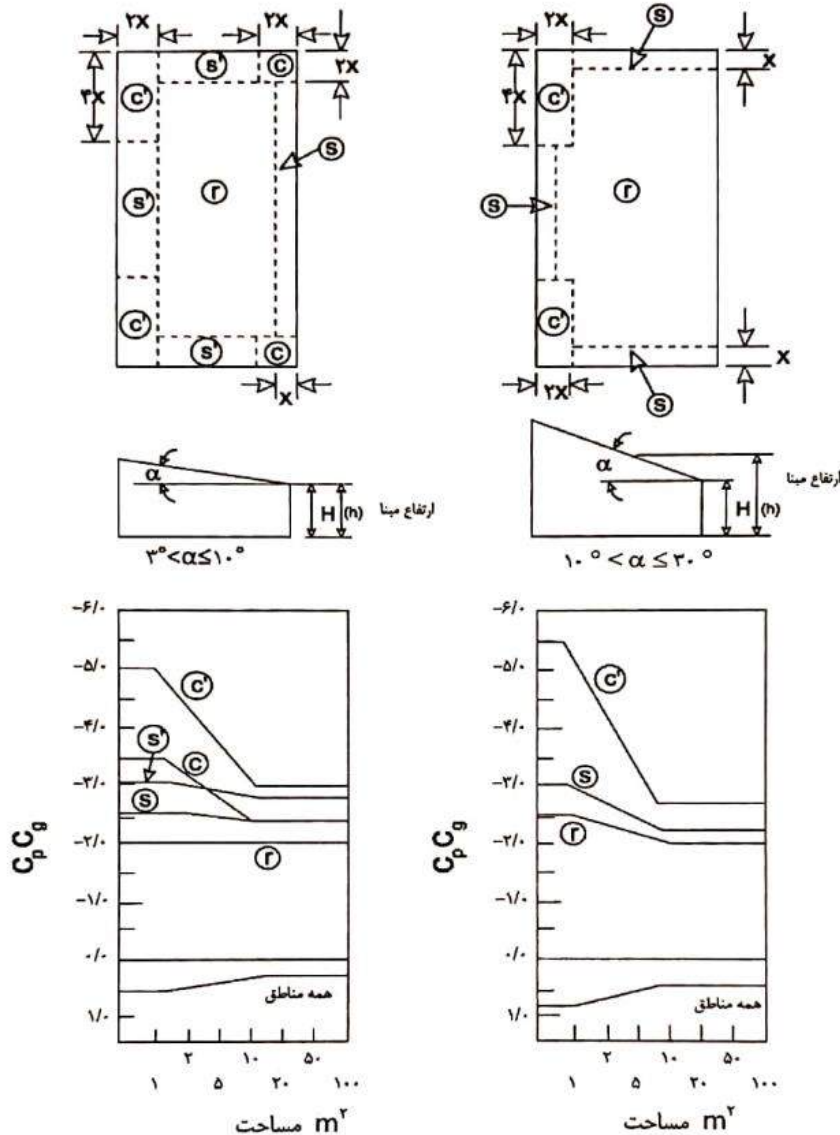
محاسبه فشار باد (خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام‌های شیب‌دار یک‌طرفه
در سازه‌های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

محاسبه باقی ضرایب از قسمت‌های قبل

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

$$F = 0.7 F_t \quad \text{پی ساختمان‌ها (بجز میل مهار اتصال قاب‌ها به پی)}$$



شکل ۹-۱۰-۶ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی پوشش‌ها و اجزاء بام‌های شیب‌دار یک‌طرفه

یادداشت‌های مربوط به شکل ۹-۱۰-۶ :

- ۱- محور افقی نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب می‌شود.
- ۲- برای زاویه شیب‌های کمتر از ۳ درجه، از شکل ۶-۱۰-۶ استفاده شود.

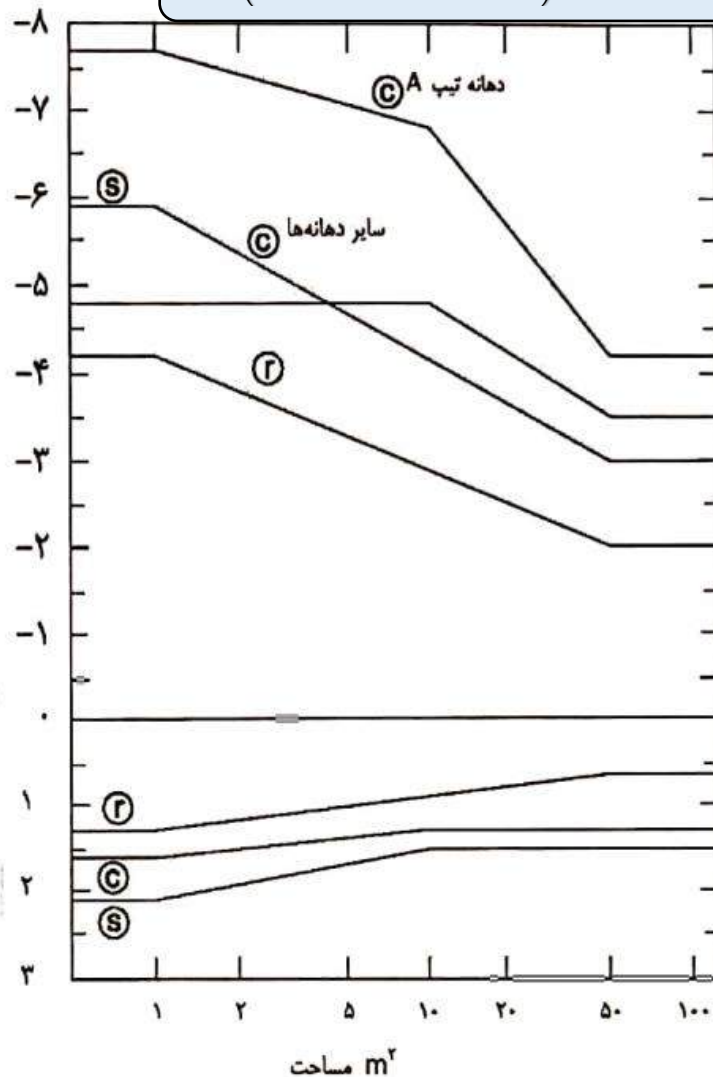
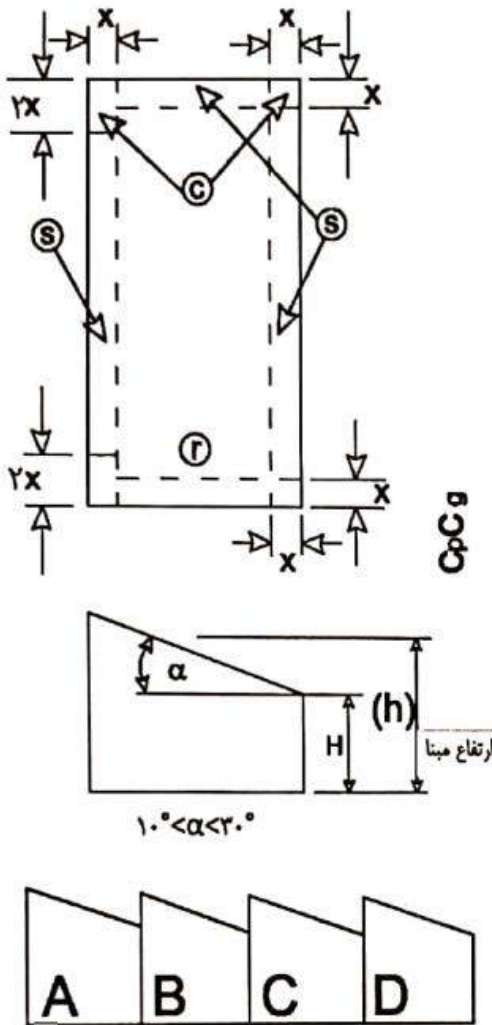
محاسبه فشار باد (خارجی) برای طراحی پوشش و اجزاء بام‌های دندانه ای یک طرفه
در سازه های کوتاه مرتبه به روش استاتیکی

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

محاسبه باقی ضرایب از قسمت‌های قبل

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

$$F = 0.7 F_t \quad \text{پی ساختمانها (بجز میل مهار اتصال قاب‌ها به پی)}$$



شکل ۶-۱۰-۱۰- ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی پوشش‌ها و اجزاء بام‌های دندانه‌ای یک طرفه

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۱۰:

- (۱) محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب می‌شود.
- (۲) ضریب $C_p C_g$ در گوشه‌های پوشش، برای دهانه تیپ A با بقیه دهانه‌ها تفاوت دارد.
- (۳) برای زاویه شیب بام کمتر از ۱۰ درجه از شکل ۶-۱۰-۶ استفاده شود.

بارگذاری باد در فشار و مکش داخل سازه (بلندمرتبه و کوتاه مرتبه)

$$P_i = I_w q C_e C_t C_{gi} C_{pi} C_d$$

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_{ij}$$

ضریب اهمیت بار باد (I_w)

I_w

ضریب خطرپذیری

ضریب اهمیت بار باد (I_w)	ضریب خطرپذیری
1.2	1
1.1	2
1	3
0.8	4

ضریب همراستایی باد C_d

C_d	مقطع	نوع سازه
0.9	مربع	دودکش‌ها، منبع‌ها و ساختمان‌های مشابه
0.95	دایره یا ۸ ضلعی	
0.85	مثلث، مربع، مستطیل	پایه‌های انتقال نیرو (خرپایی)
0.95	سایر مقاطع	
0.85		سایر ساختمان‌ها و سازه‌ها (ساختمان‌های عرف)

q : فشار مبنای باد

استفاده از جدول (10-6-1) یا فرمول زیر:

$$q = 0.000613 V^2 \xrightarrow{\text{مقایسه دو شهر}} \frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

$$V: \text{سرعت مبنای باد } \left(\frac{m}{s} \right) \leftarrow \left(\frac{km}{h} \div 3.6 \rightarrow \frac{m}{s} \right)$$

$$q: \text{فشار مبنای باد } \left(\frac{kN}{m^2} \right)$$

C_t : ضریب پستی و بلندی:

• زمین مسطح یا $\frac{H_h}{2L_h} \leq 0.1$ ← در نواحی پایین ساختمان یا سازه سرعت باد افزایش می‌یابد و در شرایط معمولی $C_t = 1$

• $\frac{H_h}{2L_h} > 0.1$ ←

$$C_t = (1 + \frac{\Delta S}{C_g})(1 + \Delta S)$$

و ΔS_{max} = ضریب افزایش سرعت نسبی در رأس قله

C_g = ضریب اثر تندباد، که برای محاسبه C_t معادل ۲ در نظر گرفته می‌شود.

تأثیرات دینامیکی باد مهم باشد، C_g از پیوست ۶-۴ محاسبه خواهد شد.

$|x|$ = فاصله محل ساختمان تا قله تپه یا خط الرأس پرتگاه

L_h = فاصله قله تا میانه نصف ارتفاع تپه در سمت روبه باد ($L_h \leq 2H_h$)

H_h = ارتفاع خط الرأس یا قله نسبت به زمین مسطح احاطه‌کننده تپه

α = ضریب تأثیر کاهش سرعت در ارتفاع

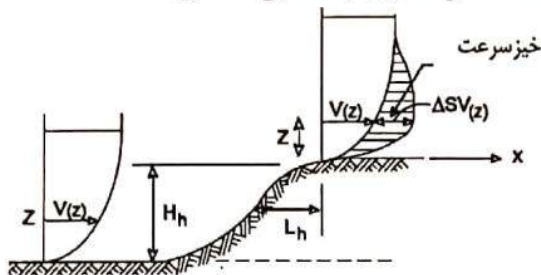
z = ارتفاع نقطه مورد نظر از تراز سطح برآمدگی

می‌باشد. مقادیر ΔS_{max} و α در جدول ۶-۱۰-۲ داده شده است.

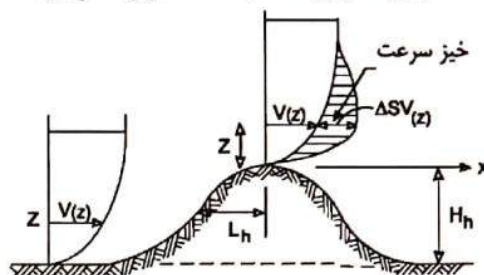
حداکثر مقدار $\frac{H_h}{L_h}$ برابر ۰/۵ بوده جهت باد همواره در جهت حداکثر شیب (مطابق شکل

K		α	ΔS_{max}	شکل تپه
$X < 0$	$X \geq 0$			
1.5	1.5	3	$2.2 \left(\frac{H_h}{L_h} \right)$	تپه ممتد دوبعدی
1.5	4	2.5	$1.3 \left(\frac{H_h}{L_h} \right)$	پرتگاه دو بعدی
1.5	1.5	4	$1.6 \left(\frac{H_h}{L_h} \right)$	تپه سه بعدی متقارن محوری

۶-۱۰-۱) فرض می‌شود.



پرتگاه یا سینه‌کش



تپه دو بعدی یا سه بعدی

شکل ۶-۱۰-۱ افزایش سرعت باد در بالای تپه‌ها و پرتگاه‌ها

بارگذاری باد در فشار و مکش داخل سازه (بلندمرتبه و کوتاهمرتبه)

محاسبه ارتفاع مبنا (Z) (در محاسبه فشار (مکش) داخلی ساختمان‌ها)

- بازشو در سمتی غیر از روبه باد بوده و روی وجوه داخلی ساختمان نیروی مکشی ایجاد شود ← معادل ارتفاع کل ساختمان است ($Z = H$)
- بازشو در سمت روبه باد باشد و فشار داخلی ایجاد شود ← Z : معادل ارتفاع بالاترین بازشو در وجه روبه باد
- ← اما جهت اطمینان ($Z = H$) در نظر گرفته می‌شود

ضریب بادگیری (C_e)		C_e : ضریب بادگیری
$C_e = \max\{0.9, (\frac{Z}{10})^{0.2}\}$	نواحی باز شامل: اطراف دریاچه، ساحل باز یا صحرا با پوشش گیاهی کوتاه زمین با قرارگیری ساختمان در کنار درختان و یا موانع پراکنده	C_e حالت بینابینی: $0 < x < 1000$ (طول پر تراکم)
$C_e = \max\{0.7, 0.7(\frac{Z}{12})^{0.3}\}$	نواحی پر تراکم شامل: مناطق با تراکم شهری جنگل پر تراکم (جنگلی که تا یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان هر کدام که بیشتر باشد، در سمت روبه باد ساختمان در بالادست امتداد یابد).	
		$C_e = \frac{x}{1000} C_{e \text{ پر تراکم}} + \frac{1000-x}{1000} C_{e \text{ باز}}$

V_0 : حجم داخلی ساختمان (m^3)
 A : مساحت کل منافذ و بازشوی‌های بدنه خارجی ساختمان (m^2)

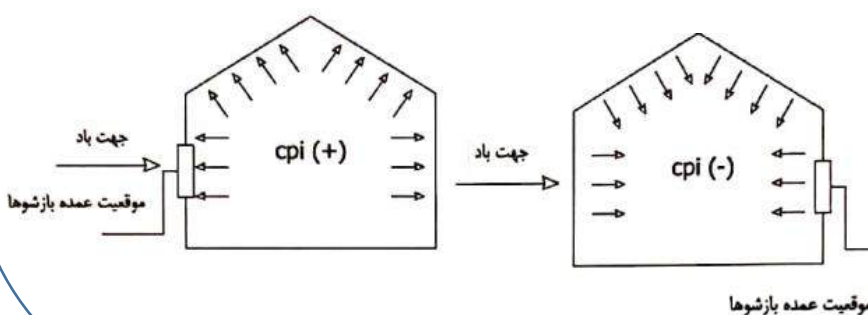
• محافظه کارانه ← $C_{gi} = 2$

• دقیق ← $C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V_0}{6950A}}}$

(C_{gi}) : ضریب اثر تند باد

(C_{pi}) : ضریب فشار داخلی

- **گروه (1):** ساختمان‌های بدون بازشوی بزرگ و قابل توجه، ساختمان‌های با نسبت ابعادی بزرگ تراز واحد که اسما هوابندی شده‌اند و تهویه هوا از طریق مکانیکی صورت می‌گیرد یا مجموع بازشوی‌های کوچک بدنه و بام ساختمان کمتر از 0.001 مساحت کل بدنه ساختمان باشد ← $-0.15 \leq C_{pi} \leq 0$ تنها زمانی $C_{pi} = 0$ خواهد بود که ← بازشوها در کاهش بارهای خارجی باد موثر باشند
- **گروه (2):** ساختمان‌هایی که بازشوی‌های آنها هنگام طوفان شکسته یا باز نخواهد شد، ساختمان‌های با پنجره‌های معمولی قابل بازشو ← $-0.45 \leq C_{pi} \leq 0.3$
- **گروه (3):** ساختمان‌های با بازشوی‌های بزرگ با احتمال ورود باد به داخل ساختمان بالا، ساختمان‌های صنعتی با درهای بزرگ یا هواکش، یا درهایی که ممکن است هنگام طوفان شکسته شوند، سرپوشیده‌های سه طرف بسته و همچنین ساختمان‌هایی که باید بعد از طوفان عملکرد آنها حفظ شود. ← $-0.7 \leq C_{pi} \leq 0.7$

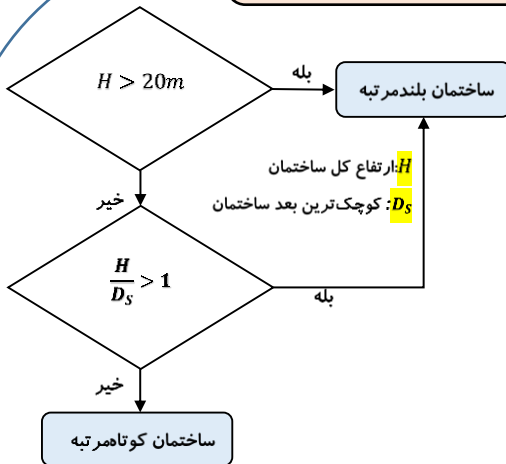


شکل ۶-۱۰-۱۲ ضریب اثر بازشو C_{pi}

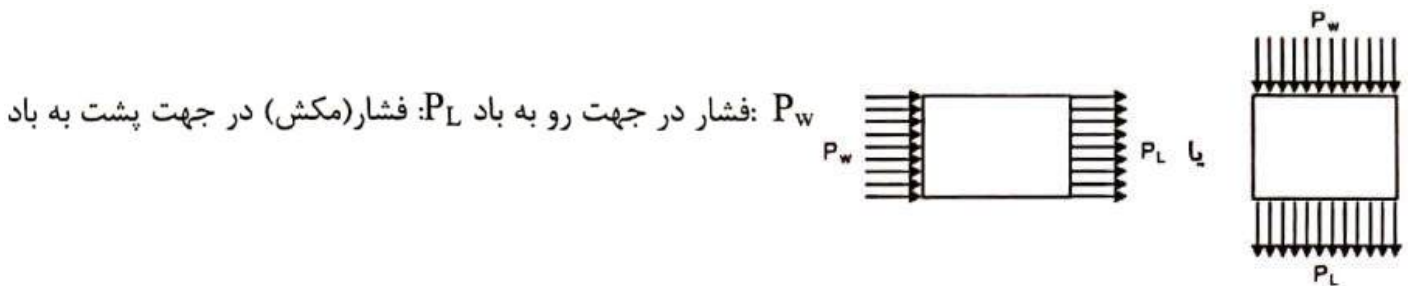
اثر دودکش: فشار داخلی می‌تواند تحت اثر تهویه مکانیکی و در اثر تفاضل درجه حرارت بین بیرون و داخل ایجاد شود سیستم‌های تهویه مکانیکی در بهره‌برداری معمولی (فشار کمتر از $0.1 \frac{kN}{m^2}$ ایجاد کرده) و اگر اختلاف دمای $40^\circ C$ باشد فشار $0.2 \frac{kN}{m^2}$ در هر $100m^2$ است

بارگذاری‌های بخشی وارد بر سازه باربر اصلی

❖ در مورد ساختمان‌های کوتاه مرتبه بارگذاری‌های بخشی الزامی نیست



❖ در مورد ساختمان‌های بلندمرتبه بارگذاری‌های بخشی باید ترکیبات بارگذاری مطابق شکل‌های زیر در تحلیل و طراحی اجزاء سازه‌ای منظور شوند.



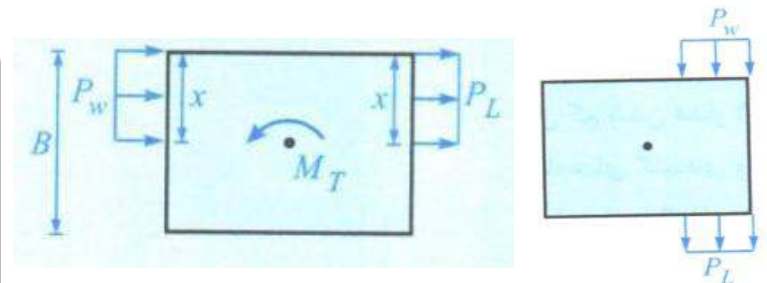
بارگذاری الف: تمام فشار باد بر دو جهت به طور جداگانه اعمال شود

❖ لنگر پیچشی حداکثر هنگامی ایجاد می شود که

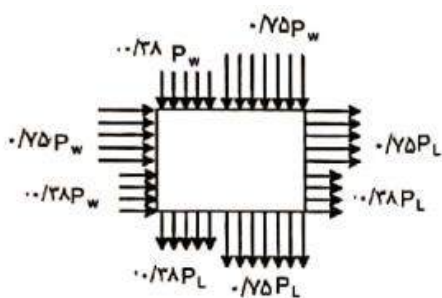
بار اعمالی بر $\frac{B}{2}$ از وجه (نصف وجه) اعمال شود

$$M_T = (P_w + P_L) \left(\frac{Bx}{2} - \frac{x^2}{2} \right) \quad \diamond$$

$$M_{T(max)} = (P_w + P_L) \left(\frac{B^2}{8} \right) \quad \diamond$$

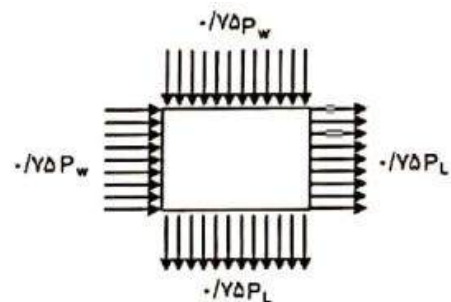


بارگذاری ب: بارگذاری جزئی جهت پیچش اضافی حداکثر



بارگذاری ت: حذف ۵۰٪ بارگذاری در قسمت‌هایی از حالت (پ)

جهت ایجاد پیچش حداکثر



بارگذاری پ: ۷۵٪ کل فشار باد بر هر یک از جهت‌ها به طور همزمان

کنترل لغزش

- مقاومت کل سازه در مقابل لغزش روی زمین باید بوسیله اصطکاک شالوده‌ها بر روی زمین، مقاومت ایجاد شده توسط خاک مقابل شالوده یا مهارهای جانبی دیگر که به همین منظور تعبیه شده است تامین شود
- ضریب اطمینان موجود در برابر لغزش تحت بار باد (بدون اعمال ضریب بار) نباید کمتر از 1.5 در نظر گرفته شود

$$F.S. = \frac{\text{نیروی مقاوم در برابر لغزش}}{\text{نیروی محرک لغزش}} \geq 1.5$$

کنترل واژگونی

- در طراحی سازه برای باد، کل سازه باید از نظر واژگونی پایدار باشد
- لنگرواژگونی موثر بر سازه باید نسبت به محور واقع بر فصل مشترک وجه انتهایی شالوده با صفحه زیر آن، در سمت پشت به باد تعیین گردد.
- ضریب اطمینان موجود در مقابل واژگونی تحت بار باد (بدون اعمال ضریب بار) نباید کمتر از 1.75 در نظر گرفته شود. (در محاسبه لنگر مقاوم در برابر واژگونی می‌توان وزن شالوده و خاک روی آن را نیز به حساب آورد)

$$F.S. = \frac{\text{لنگر مقاوم}}{\text{لنگر محرک}} = \frac{w_{\text{سازه}} d + w_{\text{فنداسیون}} d}{P_1 \times A_1 \times \text{بازو} + P_2 \times A_2 \times \text{بازو} + P_3 \times A_3 \times \text{بازو}} \geq 1.75$$

رو به باد
پشت به باد
بام

کنترل ساختمان‌ها در برابر باد سطح بهره‌برداری

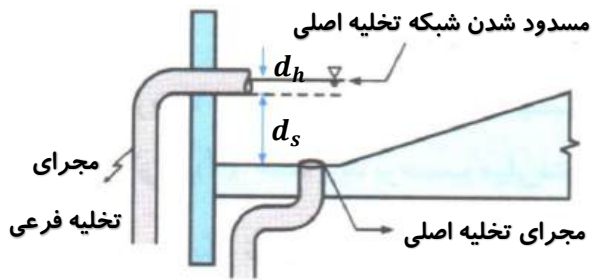
- به منظور جلوگیری از آسیب دیدن اجزاء غیرسازه‌ای حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی ساختمان‌ها در ترکیب بار $D + 0.5L + 0.5(S \text{ یا } L_r) + W_{ser}$ باید به $0.0025h$ هر طبقه محدود شود.
- بار باد سطح بهره‌برداری است که بر مبنای دوره بازگشت 10 ساله باد در منطقه محاسبه می‌شود. برای تعیین این سرعت می‌توان از 0.8 سرعت مبنای باد استفاده نمود. ($V_{ser} = 0.8V_{\text{مبنا}} \rightarrow V_{ser} = 0.8V_{dis}$)
- چنانچه اجزاء پوششی یا نما، با تغییر مکان کمتری آسیب ببینند، محدودیت این اجزاء جایگزین عدد فوق خواهد شد

$$q = 0.000613V^2 \xrightarrow{V_{ser}=0.8V_{dis}} \frac{q_{ser}}{q_{dis}} = \left(\frac{V_{ser}}{V_{dis}}\right)^2 = 0.64, \quad P \propto q \propto V^2$$

$$\frac{\Delta_{ser}}{\Delta_{dis}} = \frac{q_{ser}}{q_{dis}} = \left(\frac{V_{ser}}{V_{dis}}\right)^2 = 0.64 \rightarrow \Delta_{dis} = \frac{\Delta_{ser}}{0.64} = \frac{0.0025h}{0.64} \rightarrow \Delta_{dis} = 0.0039h$$

بار باران (R)

سطح آب بالا آمده به دلیل



$$R = 0.1(d_s + d_h)$$

d_s : عمق آب روی بام تغییر شکل نیافته تا دهانه ورودی شبکه تخلیه آب

باران فرعی در زمانی که شبکه تخلیه اصلی مسدود می‌باشد.

d_h : ارتفاع آب مازاد بر روی بام تغییر شکل نیافته به واسطه جریان طرح

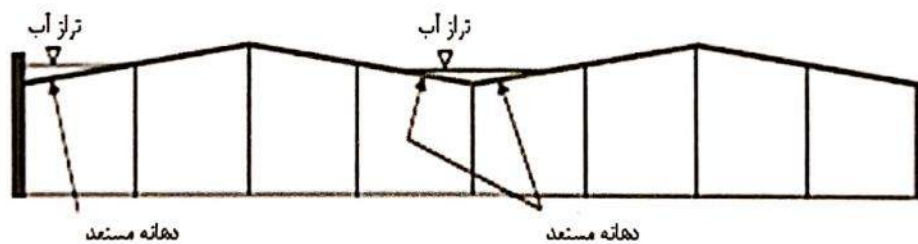
است که در بالای ورودی شبکه تخلیه آب باران فرعی در نظر گرفته می‌شود.

• اگر شبکه زهکشی فرعی در امتداد له بام قرار گرفته باشد، آب باران به سادگی از آن سرازیر شده و ارتفاع هیدرولیکی آن صفر خواهد شد ($d_h = 0$)

بررسی ناپایداری برکهای و انباشتگی آب

به انباشتگی آب باران صرفاً به واسطه تغییر شکل بام های نسبتاً تخت اطلاق می‌شود (صرف نظر از شیب بام، در صورتی که امکان جمع شدن آب بر روی بام به منظور رسیدن به شبکه تخلیه فرعی وجود داشته باشد انباشتگی آب می‌تواند رخ دهد)

- هر دهانه در بام که مستعد برکهای شدن یا انباشتگی باشد باید مورد تجزیه و تحلیل سازه‌ای قرار گیرد
- تمامی دهانه‌ها در بام‌های با شیب کمتر از 2٪ یا بام‌های با شیب بیشتر که آب روی تمام یا بخشی از آنها جمع شده و شبکه تخلیه آب باران اولیه (اصلی) مسدود گردیده است، اما امکان بهره‌برداری از شبکه تخلیه فرعی وجود دارد باید به عنوان دهانه مستعد در ناپایداری در نظر گرفته شوند.
- در تجزیه و تحلیل باید بار برف یا بار باران معادل بزرگتر مورد استفاده قرار گیرد



شکل ۶-۸-۲ دهانه‌های مستعد برای انباشتگی آب و کنترل ناپایداری با شیب بام ۲٪ یا بیشتر

بار یخ

1- تعیین ضخامت اسمی یخ (t)

ضخامت اسمی یخ در مناطق مختلف (t)	
$t(mm)$	مناطق برف گیر
0	منطقه ۱، ۲ و ۳ - برف کم، نادر و متوسط
7.5	منطقه ۴ - برف زیاد
12.5	منطقه ۵ - برف سنگین
15	منطقه ۶ - برف فوق سنگین

2- تعیین ضریب اهمیت بار یخ (I_i)

ضریب اهمیت بار یخ (I_i)	
گروه خطرپذیری	ضریب اهمیت بار یخ (I_i)
1	1.2
2	1.1
3	1
4	0.8

3- تعیین ضریب ارتفاع (F_z)

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

4- محاسبه ضخامت طراحی یخ (t_d)

$$t_d = 2tI_iF_z$$

5- محاسبه حجم یخ (V_i)

گروه (1): ورق‌ها و اجزای سه بعدی مانند گنبدها و کره‌ها

A_S ورق: برابر مساحت یک طرف آن می باشد

$$V_i = \pi t_d A_S$$

A_S گنبد و کره: $A_S = \pi r_{max}^2$

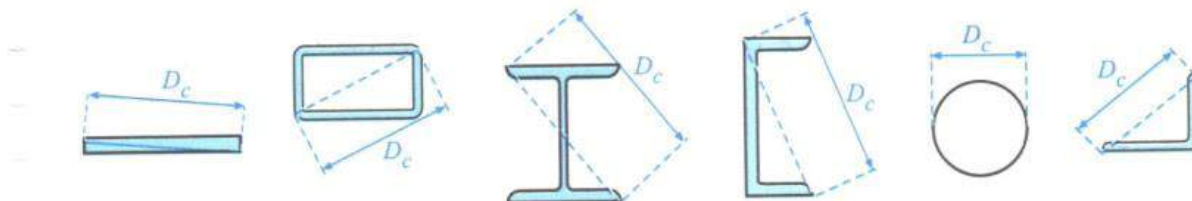
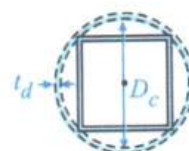
• می توان برای ورق‌های قائم مقدار حجم یخ را 20٪ و برای ورق‌های افقی 40٪ کاهش داد.

گروه (2): ورق‌ها و اجزای سه بعدی مانند گنبدها و کره‌ها

L: طول عضو

$$V_i = LA_i$$

$A_i = \pi t_d (D_c + t_d)$: سطح مقطع یخ احاطه کننده عضو



6- محاسبه وزن یخ (D_i)

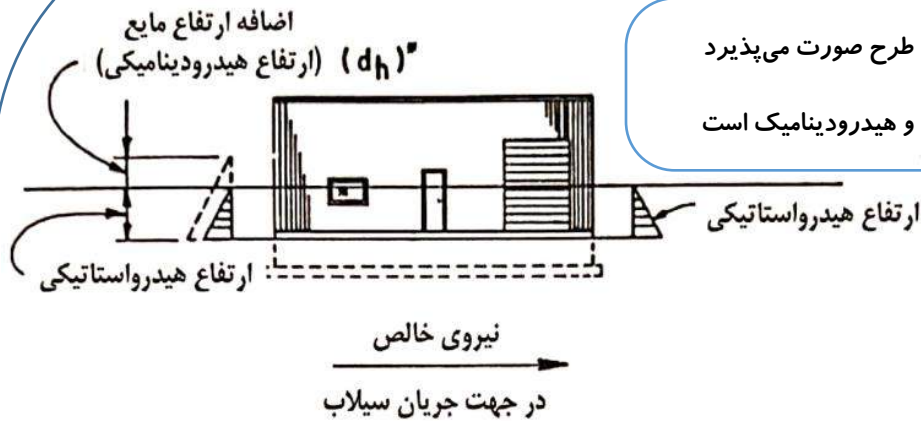
$$D_i = \gamma_i V_i$$

$$\gamma_i = 0.9\gamma_w = 8.829 \frac{kN}{m^3}$$

• اثر باد بر سازه‌ها و اجزای پوشیده از یخ

در محاسبه نیروی باد در حالت وجود یخ، W_i ، اثر افزایش ابعاد به اندازه ضخامت طراحی یخ باید در نظر گرفته شود

بار سیل



طراحی سازه‌ای در مناطق سیل‌خیز بر مبنای سیل طرح صورت می‌پذیرد
بارهای ناشی از سیل شامل بارهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک است

• بار هیدرودینامیک

$$v \leq 3 \left(\frac{m}{s} \right) \text{ : سرعت جریان سیل}$$

نیروهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک در جهت جریان سیلاب

$$d_h = \frac{av^2}{2g}$$

که در آن:

a: ضریب شکل

V: سرعت سیلاب (متر بر ثانیه)

g: شتاب ثقل (متر بر مجذور ثانیه)

dh: اضافه ارتفاع مایع (متر) می‌باشد.

$$1 < a < 2$$

در ساختمان‌های معمولی و اشکال متعارف ستون‌ها و پایه‌ها:

$$a = 1.25$$

مقدار توصیه شده در این فصل:

مقادیر بزرگ‌تر ضریب شکل: باید با توجه به روابط و توصیه‌ای مدارک مکانیک سیالات و هیدرولیک انتخاب نمود

با استفاده از مدل‌های هیدرودینامیکی قابل محاسبه است.

$$v > 3 \left(\frac{m}{s} \right) \text{ : سرعت جریان سیل}$$

$$\min \left\{ \max \left(\text{بار زلزله, بار باد} \right), 1 \frac{kN}{m} \right\} \text{ : بار طراحی}$$

• طراحی دیوارهای فرو ریزشی و تیغه‌های لازم به همراه اتصالات آنها:

• بارهای ضربه‌ای ناشی از سیلاب (جریان واریزه‌ای و سیلاب گلی) وارد شده به سازه به صورت بار متمرکز افقی:

بارهای ضربه‌ای نرمال ← (اجزاء شناور یا قطعات یخ به صورت تکه تکه و مجزا): بار ضربه‌ای معادل $450 kg$ با سرعت سیلاب به سطح

300×300 میلی‌متر وارد می‌شود حساب کرد

بارهای ضربه‌ای ویژه ← (قطعات به هم جوش خورده متصل به هم): شدت $(0.5 \frac{kN}{m^2})$ بار به اندازه به صورت افقی در تراز سیلاب اعمال شده

مگر آنکه تحلیل دقیق‌تری انجام شود. اگر موانع طبیعی یا مصنوعی به طور موثر از بروز این بارگذاری جلوگیری کنند می‌توان از آثار طراحی

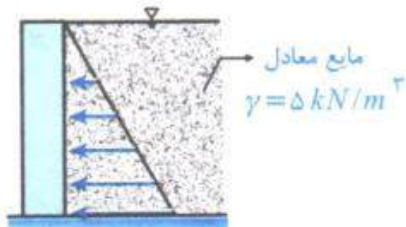
چشم‌پوشی کرد

در مقابل لغزش و واژگونی ← 1.5

ضریب اطمینان در مقابل سیلاب:

در مقابل لغزش و واژگونی به همراه برکنش کف ← 1.33

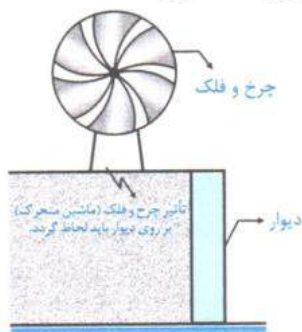
نیروی ناشی از فشار خاک یا فشار هیدرواستاتیکی باید بر روی دیوارهای زیرزمین‌ها و سایر سازه‌های مشابه که در پشت اجزاء آن‌ها خاک قرار دارد، منظور گردد. فشار خاک باید با توجه به مشخصات مکانیکی آن و ضوابط مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان تعیین گردد. این فشار در هر حالت نباید کمتر از فشار مایع معادل با وزن مخصوص ۵ کیلونیوتن بر مترمکعب در نظر گرفته شود.



$$k\gamma_{\text{خاک}} h \geq 5h$$

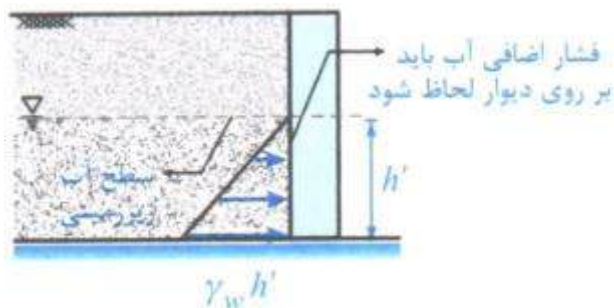
$$\gamma_{\text{خاک}} \geq \frac{5}{k}$$

چنانچه خاک مجاور دیوار در معرض سربارهای ثابت یا متحرک (ماشین‌آلات درکارخانه‌ها، ترافیک و ...) قرار گیرد، اثر این سربارها باید در محاسبه فشار خاک بر روی دیوار منظور گردد.



چنانچه سطح آب زیرزمینی بالا باشد، اثرات فشار هیدرواستاتیکی باید در محاسبات

فشار جانبی منظور شوند.



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

در صورت وجود خاک منبسط‌شونده در زیر شالوده یا تاوله بر روی زمین، شالوده، تاوله و دیگر اجزاء باید برای تحمل حرکات به سمت بالا طراحی شده یا در برابر بارهای به سمت بالا ناشی از خاک منبسط‌شونده مقاومت کنند؛ یا خاک منبسط‌شونده برداشته شده، یا در زیر و اطراف سازه به خوبی تثبیت گردد.

ناحیه	ضریب اثر تغییر سرعت (C_e)
نواحی باز	$1 \leq C_e = \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.28} \leq 2.5$
نواحی پر تراکم	$0.5 \leq C_e = \left(\frac{Z}{12.7}\right)^{0.5} \leq 2.5$

ضریب اثر تغییر سرعت (C_e)

ضریب اثر تند باد (C_g)

$$C_g = 1 + g_p \left(\frac{\sigma}{\mu} \right)$$

μ متوسط اثر بارگذاری باد σ انحراف معیار آن

g_p ضریب بیشینه آماری بار است. این ضریب تابعی از نرخ متوسط نوسان V

بوده و از شکل پ-۴-۴ استخراج می‌شود.

$$\vartheta = f_n \sqrt{\frac{SF}{SF + \beta B}}$$

$$\frac{\sigma}{\mu} = \sqrt{\frac{K}{C_{eH}} \left(B + \frac{SF}{\beta} \right)}$$

ناحیه	ضریب اصلاح ناهمواری زمین (K)
نواحی باز	$K = 0.08$
نواحی پر تراکم	$K = 0.1$

K : ضریب اصلاح ناهمواری زمین

C_{eH} : ضریب اثر تغییر سرعت در بالاترین نقطه ساختمان ($Z=H$)

B : ضریب آشفته‌گی محیط ساختمان است که از دیاگرام شکل پ-۴-۴ بدست می‌آید.

در این شکل H ارتفاع وجه رو به باد و W عرض مؤثر وجه رو به باد ساختمان (رابطه ۶-۱۰-۱) است.

S : ضریب کاهش اندازه است که از شکل پ-۴-۴ بدست می‌آید. این ضریب تابعی از نسبت $\frac{W}{H}$ و

فرکانس کاهش یافته $\frac{f_n H}{V_H}$ است.

f_n : کوچکترین فرکانس طبیعی ساختمان در امتداد اثر باد و V_H سرعت میانگین باد در بالاترین

نقطه ساختمان ($Z=H$) می‌باشد که از رابطه پ-۴-۵ و با منظور نمودن ضریب اهمیت

ساختمان بدست می‌آید.

$$V_H = V \sqrt{C_{eH} \times I_W}$$

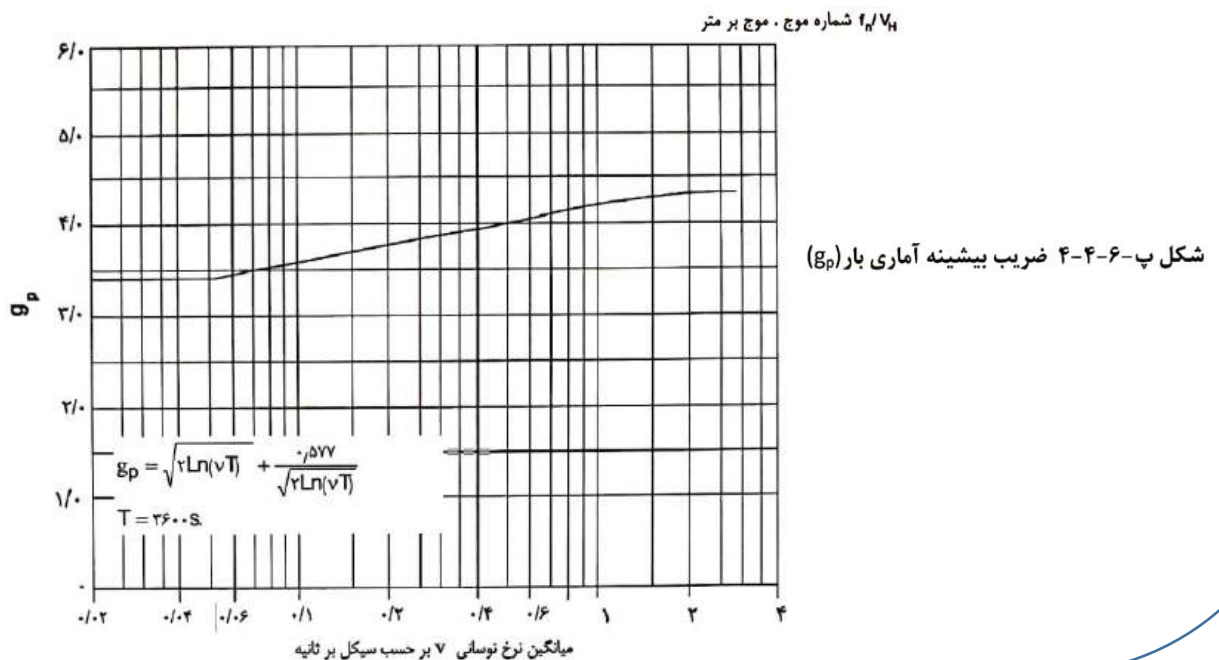
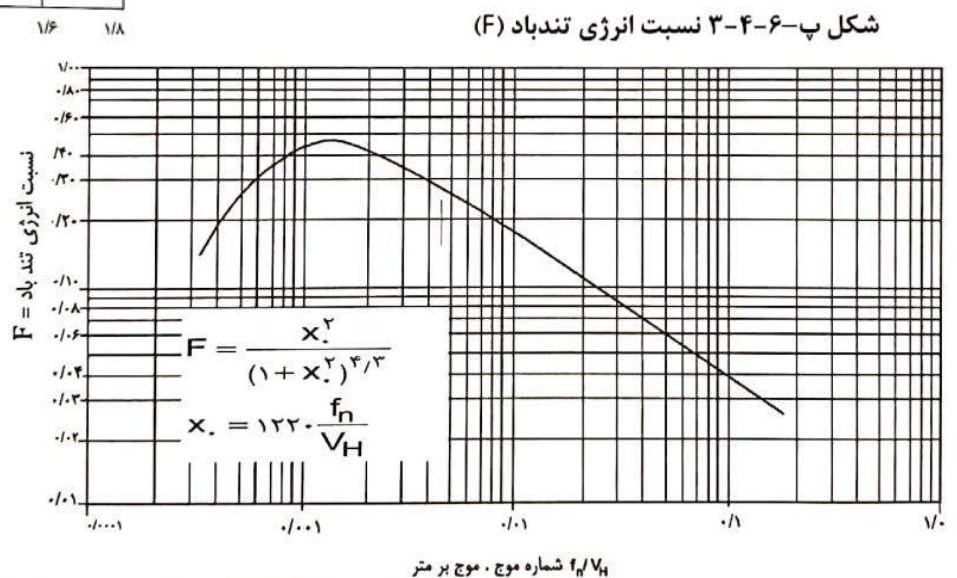
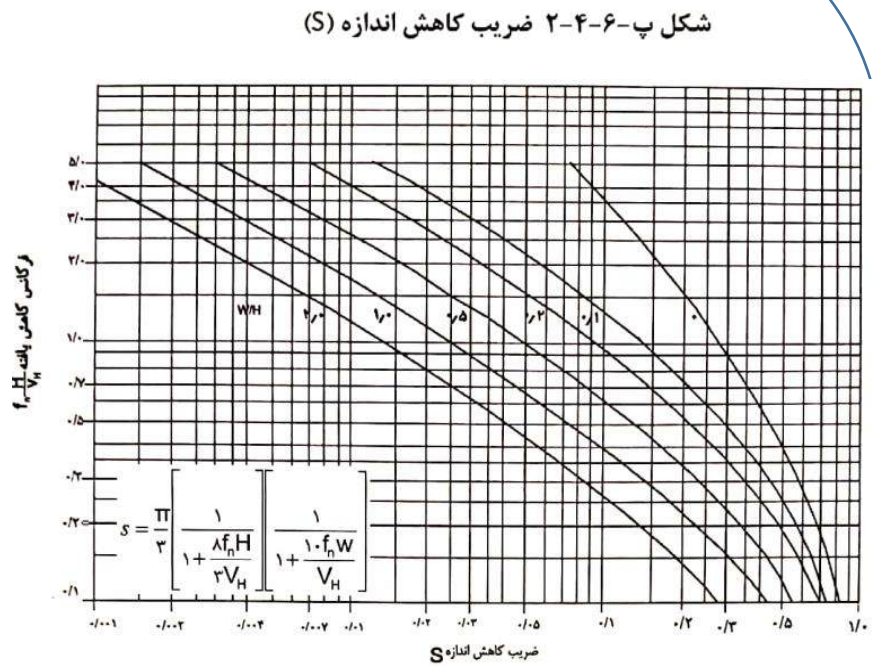
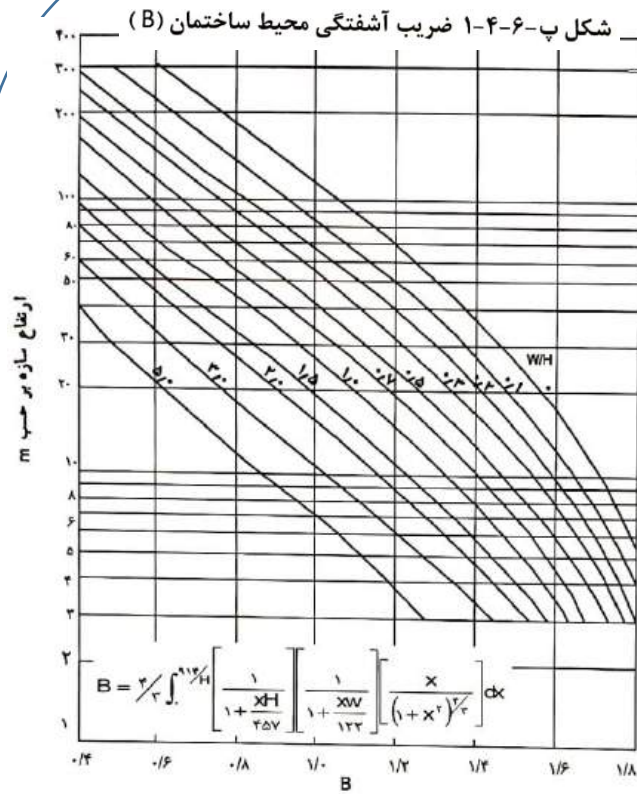
V : سرعت متوسط ساعتی باد

β : نسبت میرایی بحرانی ساختمان یا سازه است که از مجموع میرایی‌های ذاتی سازه، میرایی

آیرودینامیک و میرایی ناشی از میراگرهای احتمالی نصب شده در ساختمان یا سازه بدست می‌آید.

F : ضریب "نسبت انرژی تند باد" در فرکانس اصلی نوسان سازه است که بر حسب پارامتر

f_n/V_H با استفاده از نمودار شکل پ-۴-۳ بدست می‌آید.



میانگین نرخ توسل v بر حسب سیکل بر ثانیه

ارتعاش ساختمان الزاما در همان جهت تاثیر باد اتفاق نمی افتد و ممکن است در راستای عمود بر راستای تاثیر باد ارتعاش کند (باد مورد نظر باد سطح بهره‌برداری (W_{ser}) می باشد برای تعیین این سرعت می توان از 0.8 سرعت باد مبنا استفاده کرد)

مقدار شتاب قابل حس توسط افراد:

- برای ساختمان‌های با کاربری مسکونی $0.005g$ ←
- برای ساختمان‌های با کاربری اداری $0.015g$ ←

اگر $\frac{\sqrt{wd}}{H} < 0.333$ ← احتمال ارتعاش جانبی از ارتعاش در جهت باد بیشتر است
 H : ارتفاع ساختمان (از تراز زمین) d : طول مؤثر ساختمان (در جهت باد)
 w : عرض مؤثر ساختمان (عمود بر جهت جریان باد)

شتاب حاصل از تغییرات سرعت باد در جهت عرضی ساختمان (عمود بر جهت وزش باد) ←

$$0.01g \leq a_w = f_{nw}^2 g_p \sqrt{wd} \left(\frac{a_r}{\rho_B g \sqrt{\beta_w}} \right) \leq 0.03g$$

شتاب حاصل از تغییرات سرعت باد در جهت طولی ساختمان (هم جهت با وزش باد) ←

$$0.01g \leq a_d = 4\pi^2 f_{nd}^2 g_p \sqrt{\frac{K_s F}{C_{eh} \beta_D}} \times \frac{\Delta}{C_g} \leq 0.03g$$

w : عرض مؤثر ساختمان (عمود بر جهت وزش باد) d : طول مؤثر ساختمان (در جهت وزش باد)

a_w : حداکثر شتاب محتمل ایجاد شده در جهت عرض ساختمان (عمود بر جهت وزش باد)

a_d : حداکثر شتاب محتمل ایجاد شده در جهت طول ساختمان (هم جهت با باد)

a_r : $[V_H / (f_{nw} \sqrt{wd})]^{2/3} \times 78/5 \times 10^{-3}$ بر حسب (N/m^2) ρ_B : متوسط جرم مخصوص ساختمان (kg/m^3)

β_w : نسبت میرایی بحرانی در جهت عرض ساختمان β_d : نسبت میرایی بحرانی در جهت طول ساختمان

f_{nd} : فرکانس‌های اصلی ساختمان در جهت طول (هرتز)

Δ : حداکثر تغییر مکان جانبی بالاترین نقطه ساختمان در جهت وزش باد تحت اثر بار باد سطح بهره‌برداری بر حسب متر

g : شتاب ثقل $9.81 m/s^2$ متغیرهای V_H و C_g و C_{eh} ، F ، S ، K ، g_p در بندهای قبل تعریف شده است.

پدیده جدا شدن گردباده‌ها معمولاً در سازه‌های استوانه‌ای لاغر (دودکش‌ها - برج‌ها) و برخی ساختمان‌های بلند با بدنه صاف و در جریان‌های آرام (عدد رینولدز پایین) اتفاق می‌افتد. در این پدیده، سازه به دلیل جدا شدن گردباده‌های متناوب در جهت عمود بر جریان باد نوسان نموده و چنانچه فرکانس جدا شدن گردباده مساوی فرکانس طبیعی سازه یا جزئی از اجزاء سازه در جهت عمود بر جریان باد شود، پدیده تشدید و ایجاد خستگی در اعضاء سازه اتفاق خواهد افتاد.

سرعت بحرانی باد برای ایجاد جدا شدن گردباده:

$$V_{HC} = \frac{f_{ni} W}{S}$$

W : عرض موثر سازه یا ساختمان در جهت وزش باد و در ارتفاع مورد نظر

f_{ni} : فرکانس طبیعی سازه در مود مورد نظر، در جهت عمود بر جهت جریان باد

S : عدد استروهل

- برای سازه‌های با پلان دایره‌ای (دودکش‌ها، برج‌ها، ساختمان‌های مدور) $S = 0.18$
- برای پلان‌های مربع مستطیل S متناسب با نسبت طول و عرض پلان است و می‌توان آن را حدود $S = 0.13$ اختیار نمود

اگر سرعت بحرانی باد از 1.25 برابر سرعت متوسط باد در ارتفاع مورد نظر ساختمان تجاوز کند $(V_{HC} > 1.25V_m)$ و $(V_m = V\sqrt{C_e})$ ← اثرات جدا شدن گردباده قابل صرف نظر کردن است

توصیه می‌شود بخش‌های دیگر پیوست 4-6 (ضوابط تکمیلی اثرات باد بر سازه‌ها) حداقل یک‌بار از روی مبحث 6 مطالعه گردد.