



فلوچارت ویژه آزمون محاسبات



تهیه و تدوین مهندس پیام عباسی

مناسب برای دانشجویان و طراحان

کانال ایرادات چاپی و جزوات.

آدرس کانال:

http://t.me/payam_Abbasy



http://t.me/payam_Abbasy

نشر با ذکر منبع بلا مانع است.

تهیه و تدوین: پیام عباسی

8	 حالات بار از نظر نحوی اعمال
9	 بار مرده

بار دیوار

9	 دیوار تیغه‌ای که بارش مرده محسوب شده
10	 دیوار تیغه‌ای که بارش زنده محسوب شده
10	 بار زنده استاتیکی
11	 کاهش بار زنده استاتیکی
11	 بارزنده دینامیکی
12	 بار جرثقیل
13	 بارگذاری نرده و جان پناه
13	 بار وارد بر دستگیره
14	 بارگذاری سیستم جان پناه <u>پارکینگ</u>
14	 بار وارد بر نرده ثابت
15	 نحوی توزیع بار

سیلاب

16	 بار سیل
16	 بار طراحی دیوار فرو ریزشی
16	 ضریب اطمینان در سیلاب

بار متوازن برف

18	 محاسبه بار متوازن برف (Pr) در بام تخت و شیب دار
20	 بار متوازن قوس‌ها (P _r)

20 بار متوازن بام های کنگره ای، دندان ای (Pr)

بار نامتوازن برف

20 بار برف نامتوازن بام های با شیب دو طرفه

21 بار برف نامتوازن برف در بام قوسی

22 بار نامتوازن برف در بام کنگره ای یا دندان ای

22 نامناسب ترین وضعیت بارگذاری بار برف

22 بارگذاری بار برف بام گنبدی

23 بار انباشتگی برف (اثر باد در بام های تخت)

24 برف لغزنده (ریزش برف بام شیب دار روی بام مجاور که پایین تر است)

24 سربار باران بر برف

24 بار جزئی برف

24 ناپایداری برکه ای

24 بام های موجود

25 بار یخ

25 بار باران

بار باد

26 زمان تناوب سازه تحت اثر باد

26 محاسبه عرض مؤثر ساختمان

26 تعیین روش محاسبه بار باد

27 محاسبه فشار باد بر سازه اصلی به روش استاتیکی

29 مسائل متفرقه باد (1)

30 محاسبه فشار باد بر برنما و دیوار و اتصالاتشان به روش استاتیکی

محاسبه فشار باد بر پوشش بام در تحلیل استاتیکی ، ساختمان کوتاه مرتبه

- 31 بام با زاویه شیب کمتر از 7° و بام پله های تخت
- 31 بام با شیب دو طرفه یا چهار طرفه و زاویه شیب بیش از 7°
- 32 بام صنعتی دندانه ای با شیب دو طرفه بیش از 10°
- 32 بام با شیب یک طرفه $3^\circ < \alpha \leq 30^\circ$
- 32 بام دندانه ای با شیب یکطرفه $10^\circ < \alpha \leq 30^\circ$
- 33 محاسبه فشار باد بر پوشش بام در تحلیل استاتیکی ، ساختمان بلند مرتبه
- 34 بارگذاری بار باد در فشار و مکش داخل سازه
- 35 اثر دودکش

مسائل متفرقه باد (2)

- 35 کنترل اثر بارگذاری بخشی در ساختمانهای بلند مرتبه (برای سازه کوتاه لازم نیست)
- 35 کنترل لغزش پی در برابر باد
- 35 کنترل واژگونی سازه در برابر باد
- 35 کنترل سازه در برابر بار بهره برداری باد (جلوگیری از آسیب اجزاء غیر سازه ای)

36 منابع

این نوشتار را بنده حقیر، پیام عباسی، تهیه و تنظیم کرده ام که حاصل بیش از چند صد ساعت مطالعه‌ی تخصصی آیین‌نامه‌ها، کتاب‌ها و آزمون‌های ادوار گذشته‌ی ورود به حرفه‌ی نظام مهندسی رشته عمران - محاسبات می باشد که به رایگان در اختیار شما مخاطبان قرار گرفته و نشر آن با ذکر منبع بلامانع می باشد. احتمالاً زیاد شنیده‌اید که آزمون نظام مهندسی کتاب باز است (*open book*) و همراه داشتن ماشین حساب نیز مجاز است زمانی که خود برای این آزمون مطالعه می‌کردم به این نتیجه رسیدم که قبولی در این آزمون بدون یادداشت برداری‌های مرتب و دقیق شاید غیر ممکن باشد (البته اکثر قریب به اتفاق موسسات معتبر، اساتید و همچنین قبول شدگان نیز چنین نظری دارند) چون داوطلبین با حجم بسیاری بالایی از فرمولهای منابع مختلف مواجه هستند همچنین همراه داشتن کتاب‌ها و جزوات کمک آموزشی سر جلسه آزمون هم نمی تواند راهگشا باشد زیرا این کتاب‌ها به طوری تخصصی به تفسیر و ارائه مطلب پرداخته‌اند و یک موضوع را در چندین و چند صفحه ارائه داده که همین امر باعث شده همراه داشتن چنین کتاب‌های در سر جلسه آزمون بسیار بسیار کم تأثیر باشد. لازم به ذکر است این نوشتار به قدری جامع است که می‌تواند برای طراحان و دانشجویان مقاطع مختلف نیز می‌تواند مفید باشد.

فلوچارت چه کمکی به شما می‌کند؟

"اولاً" در ذخیره‌ی زمان در حین مطالعه و سر جلسه آزمون کمک بسیار بزرگی به شما کرده به طوری که شما به جای صرف زمان زیادی جهت نوشتن چنین خلاصه‌ای، زمان مذکور را صرف مطالعه مطالب و تست زنی می‌کنید. حداقل 3.5 تا 4 ماه به مدت روزی 4.5 تا 5 ساعت به شما کمک خواهد کرد و سر جلسه آزمون حداقل برای هر سوال 1.5 دقیقه زمان ذخیره می‌کنید. "دوماً" به شما این اطمینان خاطر را می‌دهد که یک منبع مطمئن و منسجم را همراه خود دارید که بیش از 90٪ مطالب آزمون را پوشش میدهد و خود این امر باعث کاهش استرس شما در قبل و حین آزمون می‌شود.

"سوماً" اگر شرایط شما به شکلی است که مطالب تئوری و دانشگاهی همیشه ارتباط داشته‌اید (مدرس مدعو دانشگاه، مطالعه برای آزمون ارشد و... باشید) خوب این فلوچارت به تنهای کمک کننده خواهد بود و شما را از خرید کتاب و شرکت در کلاس‌ها بی‌نیاز می‌کند. اما اگر مدتی است که از مطالب و دانشگاه دور بوده‌اید باید ابتدا با مطالعه کتاب‌های تخصصی یا شرکت در کلاس‌های مؤسسات معتبری همچون سری عمران برای آزمون آماده شده سپس از این فلوچارت کمک بگیرید.

"چهارماً" فلوچارت بیش از 90٪ مطالب را پوشش می‌دهد اگر هم در حل آزمون‌های سالهای گذشته و جلسه آزمون با سوالاتی

مواجهه شده که نتوانستید با استفاده از فلوجارت حل کنید نگران نشوید از سوالات جدید بیش از 4_5 سوال در هر آزمون نداشته و به به راحتی می توانید حدود 55 سوال را با این فلوجارت ها پاسخ بدهید.

چه طور از فلوجارتها استفاده کنیم؟

اجازه بدهید این سوال را در قالب تشریح یکی از فلوجارتهای درس استاندارد 2800 در قالب حل سوال خدمتان عرض کنم. فرض کنید تعیین درز انقطاع در صورت سوال آمده شما باید ابتدا با توجه به فهرست فلوجارت یا لیبلهای که خودتان تهیه کرده اید به صفحه مورد نظر رفته سپس بار دیگر با توجه به خواسته های که مد نظر طراح است حالت های مختلف رخ میدهد که به صورت زیر شاخه آورده شده، ترتیب اهمیت زیر شاخه های معمولاً از چپ به راست است، بار دیگر با توجه به اطلاعات مطرح شده در صورت سؤال زیر شاخه یا زیر شاخه های مرتبط را انتخاب کرده و از فرمولهای آن استفاده می کنید توجه داشته باشید یک زیر شاخه خود ممکن است چند زیر شاخه دیگر داشته باشد که شما با توجه به خواسته های مسئله مسیر خودتان را انتخاب کرده هر شاخه نیز به یک فرمول نهایی ختم شده که قبل از رسیدن به فرمول نهایی گام به گام پارامترهای آن فرمول محاسبه می شود و در انتهای شاخه مورد نظر در فرمول نهایی جای گذاری شده و به جواب نهایی خواهید رسید.

نکته که وجود دارد این است که ممکن است طراح سؤالی مطرح کند که به قسمت های میانی یا انتهایی یک شاخه از یک فلوجارت مرتبط باشد که طبیعاً شما باید از مرحله و قسمت مورد نظر استفاده کنید و دیگری نیازی به استفاده از قسمت های دیگر آن شاخه از فلوجارت نیست .

نکته بسیار مهم:

شما اگر جزء افرادی هستید که در مباحث تئوری پایه ای قوی دارید و ارتباط شما با مطالب دانشگاهی قطع نشده (مثلاً مدرس مدعو دانشگاه، مطالعه آزمون ارشد و... هستید) صرفاً این نوشتار را چند باز روزنامه مطالعه بفرمایید که با ساختار شکلی آن آشنا شوید سپس از آزمون های سالهای 91 به بعد شروع کنید به حل کردن (بانک تست سوی عمران پیشنهادی گردد) با استفاده از فلوجارتهای تا کاملاً به مطالب مطرح شده در آزمون مسلط شوید.

****یک اصطلاح اشتباه وجود دارد که می گویند اگر شما تستی را یک بار حل کنید آن تست سوخته محسوب شده باید عرض کنم که در آزمون محاسبات و دیگر آزمون های ورود به حرفه نظام مهندسی این عبارت محلی از اعراب ندارد زیرا سوالات هر آزمون بیش از 50٪ مشابهت بسیار زیادی با سؤالات سنوات گذشته داشته لذا اگر شما تست های 10 سال اخیر را 2_3 بار**

هم بزنیید نه تنها چیزی را از دست نداده‌اید بلکه تسلط شما را افزایش خواهد داد فقط تنها نکته‌ای که باید رعایت کنید

این است که سؤال را خودتان از اول تا آخر بدون نگاه کردن به پاسخ نامه حل کنید و به جواب برسائید و سعی کنید هر بار زمان انجام این فرآیند پاسخ گویی کم و کمتر کنید که به زیر 3 دقیقه برسائید.

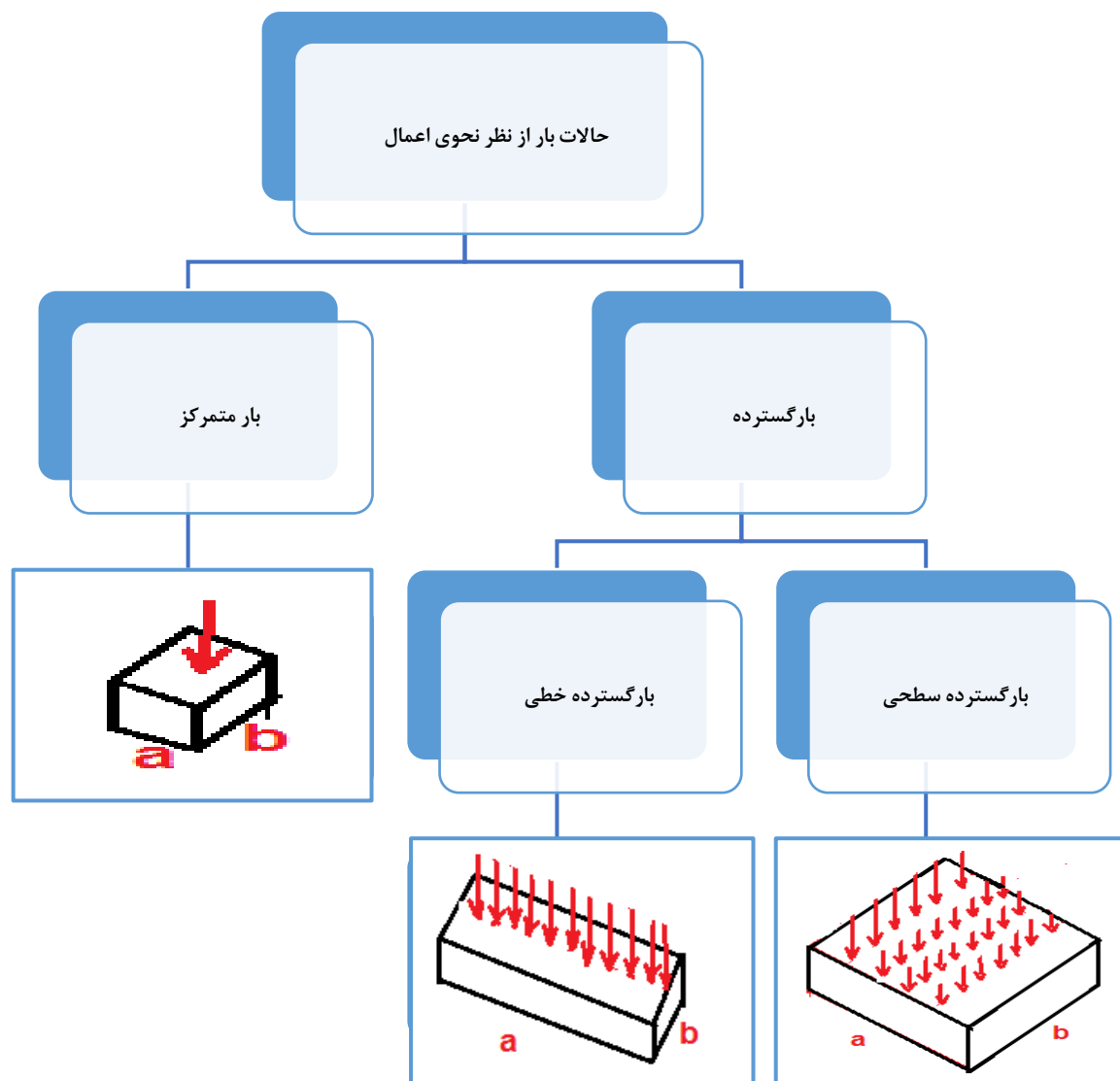
اما اگر جزء افرادی هستیید که رابطه شما با مطالب درسی قطع شده حتماً باید با توجه به زمانی که می توانید به مطالعه آزمون اختصاص بدهید از منابع کمک آموزشی تخصصی مانند کلاس ها (برای افرادی که زمان کمی دارند 5 ماه روزی 4 ساعت) یا کتاب‌ها (برای افرادی که زمان بیشتری دارند 8_7 ماه روزی 6_7 ساعت) موسسات معتبری همچون سری عمران استفاده کنید. حال این افراد فلوچارت را چگونه استفاده کنند؟ خوب این افراد باید پس از اتمام مطالعه کتاب یا اتمام کلاس نگاه گذرا به سر فصل مربوطه‌ی فلوچارت با مطالعه‌ای که کرده‌اند داشته باشند تا نحوی فرمول بندی و ساختار شکلی فلوچارت آشنا شوند سپس تمرین‌ها و تست‌های کتاب و کلاس را با کمک فلوچارت حل کنند.

در پایان این نوشتار را تقدیم می کنم به تنها عشق زندگیم، خانواده‌ی عزیزم.

همیشه "شاد و پیروز" باشید.

ارادتمند شما پیام عباسی

1400/09/27



بار مرده

کف

طاق ضربی

تیرچه بلوک

دال بتنی مجوف

بدون باز شو

با باز شو

دیوار

$$q = 1 \text{ KN/m}^2 < \text{وزن دیوارها با وزن}$$

بار مرده محسوب شده.

$$1 < q \leq 2 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

وزن تیرچه = وزن مجموع تیرچه ها که بر حسب KN
 $\max \left\{ 1 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}, \text{وزن تیرچه ها} \right\}$ بار گسترده سطحی معادل ، مرده

$$q > 2 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

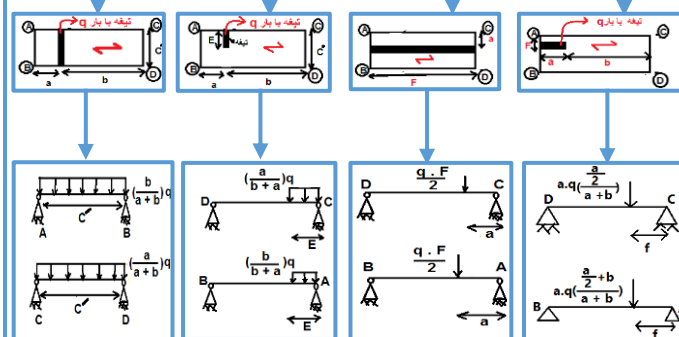
دیوار به صورت بار مرده در محل خودش مدل شود.

حالت 1

حالت 2

حالت 3

حالت 4



نکته:

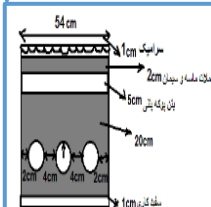
در محاسبه وزن دیوار با مصالح بنایی می توان 70٪ وزن هر متر مکعب دیوار را مصالح آجری یا بلوکی و 30٪ دیگر را ملات در نظر گرفت.

$$q = h \times w$$

$\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$: W : وزن واحد سطح تیرچه
 $\frac{\text{Kg}}{\text{m}}$: q : ارتفاع دیوار

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

$\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$: W : وزن واحد سطح تیرچه
 H : ارتفاع دیوار
 $\frac{\text{Kg}}{\text{m}}$: q



جرم واحد سطح $\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$	ضخافت m	جرم مخصوص $\frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$	
۲۲۵۰	۰٫۰۲	۴۵	موزالیک سیمانی
۲۱۰۰	۰٫۰۳	۶۳	ملات ماسه سیمان
۱۳۰۰	۰٫۰۵	۶۵	بتن سبک یا یوکه معدنی و سیمان
۲۵۰۰	۰٫۰۵	۱۲۵	دال بتنی
۲۵۰۰	۰٫۱۰	۲۵	بتن بین بلوک ها (تیرچه)
۱۳۰۰	۰٫۰۱	۱۳	ملات گچ و خاک
۱۶۰۰	۰٫۰۲	۳۲	ملات گچ و خاک
۱۰۴	۰٫۰۸	۸ × ۱۳ = ۱۰۴	پلوک ها

570 kg/m²

جرم واحد سطح $\frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$	ضخافت m	جرم مخصوص $\frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$	
۲۱۰۰	۰٫۰۱	۲۱	سرامیک
۲۱۰۰	۰٫۰۲	۴۲	ملات ماسه سیمان
۱۳۰۰	۰٫۰۵	۶۵	بتن یا یوکه معدنی
۲۵۰۰	—	۳۸۷٫۹	دال مجوف
۱۳۰۰	۰٫۰۱	۱۳	سفید کاری

530 kg/m²

$$V_{\text{دال مجوف}} = 108 \times 108 \times 0.2 - 6 \times 6 \times \frac{4}{3} \pi \times 0.07^3 = 0.781 \text{ m}^3$$

حجم بال بدون در نظر گرفتن حفره : $0.2 \times 108 \times 108$
 تعداد گری در 108×108
 6×6
 $\frac{4}{3} \pi \times 0.07^3$: حجم گوی

$$V = \frac{V_c \times \gamma_c}{1.08 \times 1.08} = \frac{0.181 \times 2500}{1.08 \times 1.08} = 387.94$$

SV

ست.

بار زنده (استاتیکی)

نامناسب ترین وضعیت بارگذاری

شرط اعمال

$$LL > 1.5 DL$$

یا

$$LL > 4 \frac{KN}{m^2}$$

LL : بار زنده

DL : بار مرده

نحوی اعمال

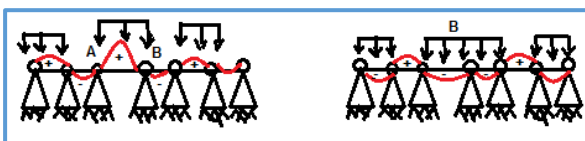
(الف)

قرار دادن بار زنده در دهانه ها به صورت یک در میان ، دهانه مورد نظر را بارگذاری کرده سپس بقیه دهانه ها را یک در میان بارگذاری می کنیم.
(معمولاً برای به دست آوردن حداکثر لنگر خمشی در وسط دهانه به کار می رود).

(ب)

قرار دادن بار زنده در دو دهانه مجاور هم (معمولاً برای به دست آوردن حداکثر لنگر منفی تکیه گاهها و همچنین حداکثر عکس العمل تکیه گاه ها)

دو دهانه مجاور تکیه گاه
بارگذاری و بقیه دهانه ها
یک در میان بارگذاری شده



یادآوری: خط تأثیر

به دست آوردن لنگر در وسط دهانه مورد نظر (AB) با تکیه گاه، (B):

1- در محل مورد نظر مفصل داخلی قرار داده.

2- لنگری به صورت $\cup$ در محل مفصل اعمال کرده.

3- خط تأثیر را رسم ، که در صورتی که بار در قسمت های + قرار گیرد لنگر نقطه مورد نظر + و در صورتی که بار در قسمت - قرار گیرد لنگر نقطه مورد - است



دیوارهای تقسیم کنند(تیغه ها)

تیغه سبک 1)

(ساندویچی و ورق گچی)

$$\text{اگر } w < 0.4 \frac{KN}{m^2}$$

w : وزن یک متر مربع از تیغه

$$q_L \geq \max \left\{ 0.5 \frac{KN}{m^2}, \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}} \right\}$$

q_L : بارگسترده معادل تیغه ها

وزن کل تیغه ها = وزن مجموع تیغه ها که بر حسب KN

تیغه نیمه سنگین 2)

$$\text{اگر } 0.4 \frac{KN}{m^2} \leq w \leq 1 \frac{KN}{m^2}$$

w : وزن یک متر مربع از تیغه

$$q_L \geq \max \left\{ 1 \frac{KN}{m^2}, \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}} \right\}$$

q_L : بارگسترده معادل تیغه ها

وزن کل تیغه ها = وزن مجموع تیغه ها که بر حسب KN

تیغه سنگین 3)

ساختمان اداری یا سایر ساختمانهایی که احتمال استفاده از جدا کننده با وزن $1 \frac{KN}{m^2}$ باشد و چه نقشه بیاید چه نیاید باید وزن آن در سازه اعمال شود.

نکته:

$$w_L = \ell_0 + \ell \ell$$

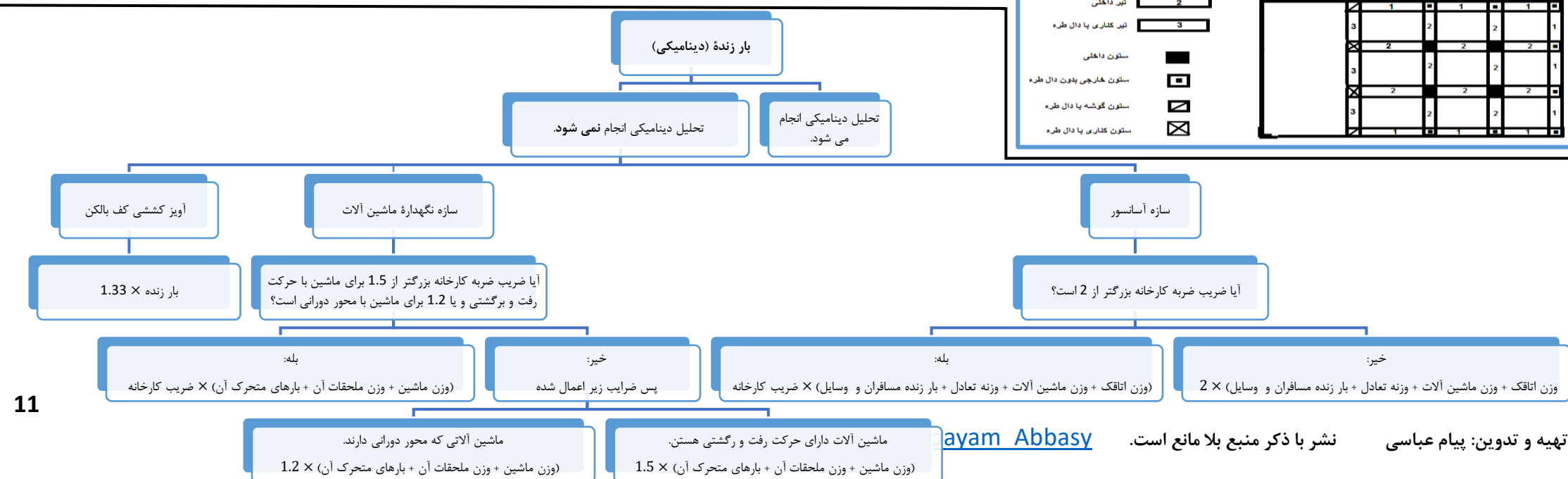
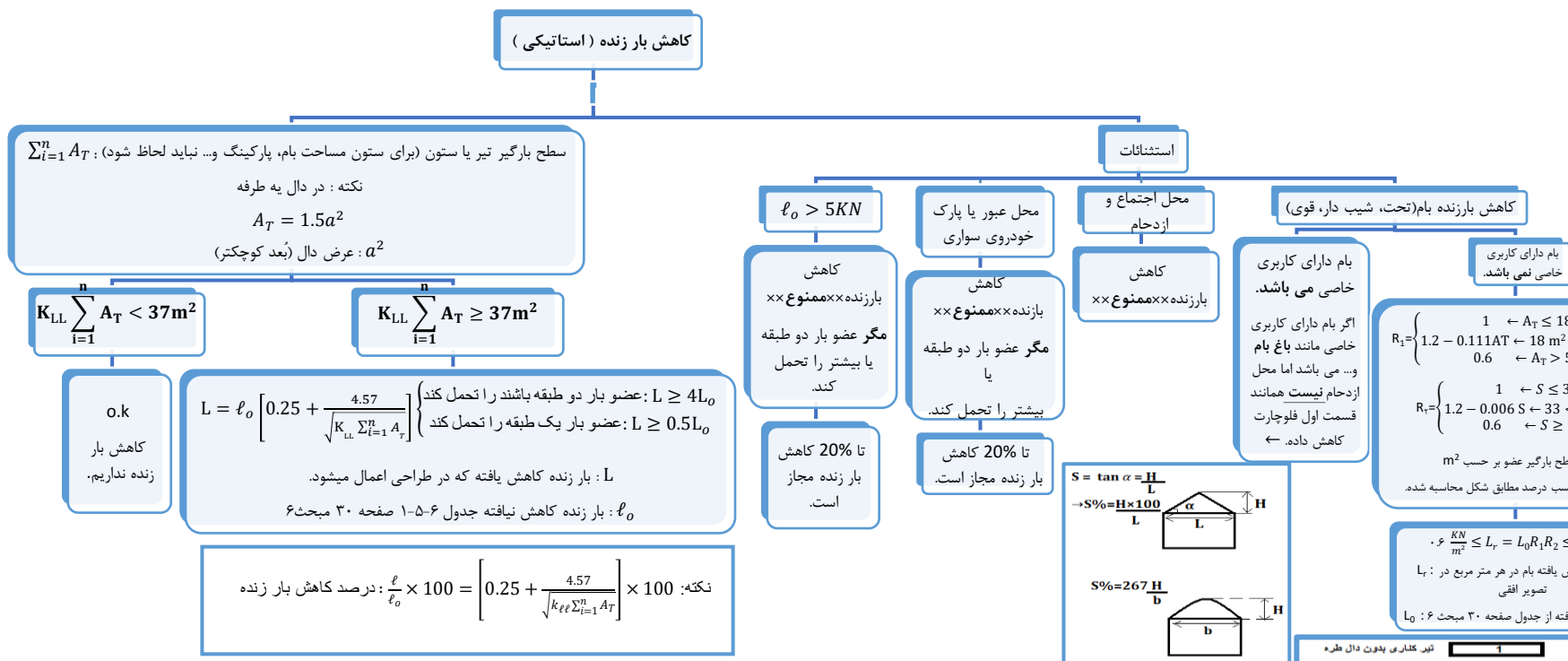
ℓ_0 : حداقل بار زنده کف جدول 6-1-5-33 صفحه 37-33

$\ell \ell$: همان q بار پارتیشن یا تیغه

$$\ell_0 > 4 \frac{KN}{m^2} \leftarrow \text{نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار تقسیم کننده (تیغه) نیست. (1) و (2)}$$

بار مؤثر لرزه‌ای: صفحه 28، 2800 یا صفحه 13 چارت زلزله، در تعیین نیروی زلزله این بارهای زنده معادل تیغه، جزء بار مرده محسوب شده.

ردیف	جزء سازه	Kee
1	ستون داخلی	4
2	ستون های خارجی بدون دال طره ای	4
3	ستون کناری با دال طره ای	3
4	ستون گوشه با دال طره ای	2
5	تیرکناری بدون دال طره ای	2
6	تیر داخلی	2
7	تیرکناری با دال طره ای	1
8	تیر طره ای	1
9	دال یک طرفه	1
10	دال دو طرفه	1
11	اعضای که فاقد قابلیت انتقال پیوسته برش در جهت عمود بر دهانه خود باشد	1



بارهای جرثقیل

حداکثر بار چرخ جرثقیل
 $P_{کل}$

باید در محلی قرار گیرد که بیشترین اثر را دارد:

$$P_{کل} = P_{وزن پل} + P_{مجموع بار بهره برداری} + P_{وزن ارباب}$$

نیروی ضربه قائم

جراثقالهای تک ریلی موتوردار:

$$P_{کل} = ۱.۲۵ P_{ضربه قائم}$$

جراثقالهای پل دار متوری
کابین دار یا دارای کنترل از
راه دور:

$$P_{کل} = ۱.۲۵ P_{ضربه قائم}$$

جراثقالهای پل دار متوری
با کنترل آویزی:

$$P_{کل} = ۱.۰۱ P_{ضربه قائم}$$

جراثقالهای پل دار یا تک
ریلی بدون موتور با ارباب و
بالابر دستی:

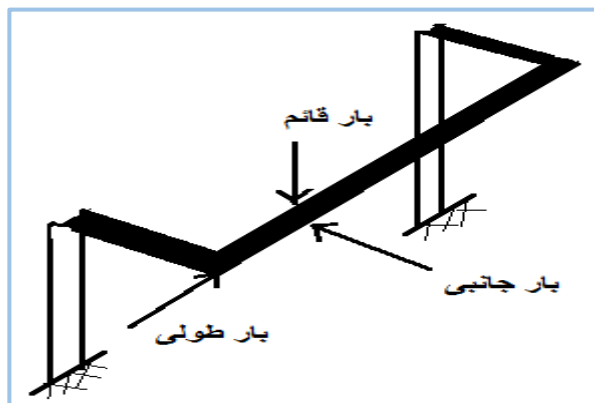
$$P_{ضربه قائم} = ۰$$

بار جانبی

$$P_{بار جانبی} = ۰.۲ (P_{مجموعه بار ضربه دار جراثقال} + P_{وزن ارباب و بالابر})$$

نیروی طولی

$$P_{کل} = ۰.۱ P_{بار طولی}$$



بارگذاری نرده و جان پناه

جای که محل اجتماع و ازدحام نیست.

جای که محل اجتماع و ازدحام است.

کنترل اعضای اصلی برای بحرانی ترین حالت بارگذاری از بین دو مورد زیر.

اعضای فرعی (قیدهای میانی غیر متصل به زمین)

کنترل اعضای اصلی برای بحرانی ترین حالت بارگذاری از بین دو مورد زیر.

اعضای فرعی (قیدهای میانی غیر متصل به زمین)

کنترل برای بار متمرکز 1 KN که باید در بحرانی ترین حالت و امتداد قرار گیرد.

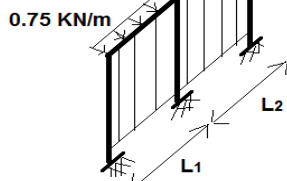
کنترل از طریق یک بار گسترده $0.75 \frac{KN}{m}$ که باید در بحرانی ترین حالت و امتداد قرار گیرد.

کنترل برای یک بار افقی 0.25 KN به صورت عمود بر سطحی به ابعاد $300 \times 300 \text{ mm}$ با احتساب فضای خالی بین میله ها.
نکته مهم: محاسبه عکس العمل تکیه گاهی این نیرو نیاز نیست صرفاً مقاومت خود میله.

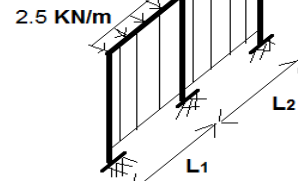
کنترل برای بار متمرکز 1 KN که باید در بحرانی ترین حالت و امتداد قرار گیرد.

کنترل از طریق یک بار گسترده $2.5 \frac{KN}{m}$ که باید در بحرانی ترین حالت و امتداد قرار گیرد.

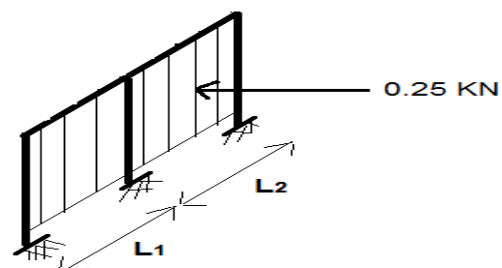
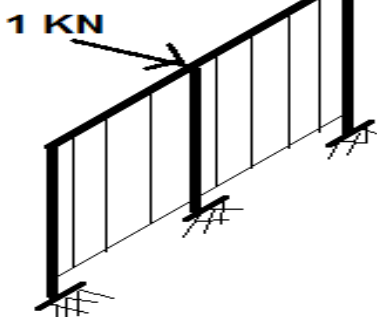
کنترل برای یک بار افقی 0.25 KN به صورت عمود بر سطحی به ابعاد $300 \times 300 \text{ mm}$ با احتساب فضای خالی بین میله ها.
نکته مهم: محاسبه عکس العمل تکیه گاهی این نیرو نیاز نیست صرفاً مقاومت خود میله.



$0.75 \times \frac{(L_1 + L_2)}{2} = \dots \text{KN}$
گسترده برای قید میانی



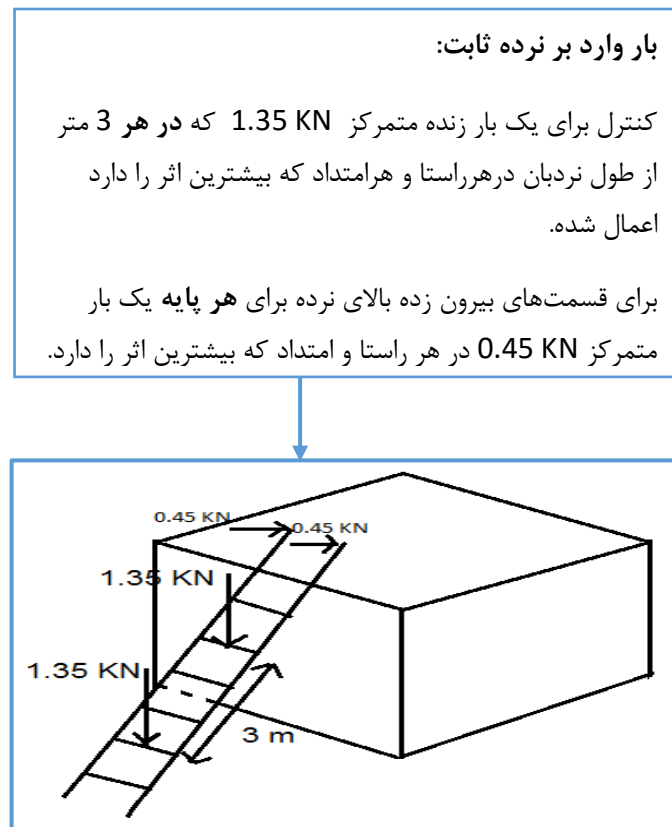
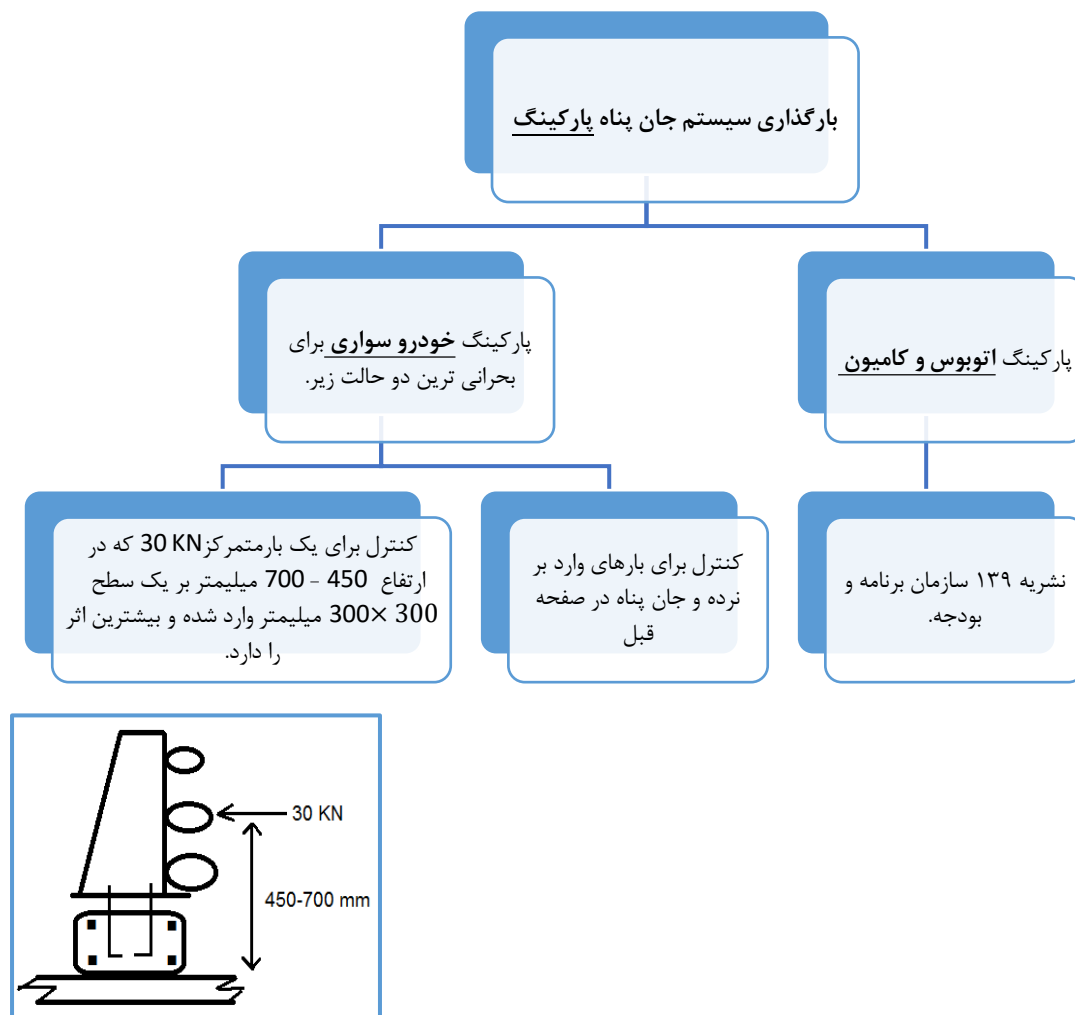
$2.5 \times \frac{(L_1 + L_2)}{2} = \dots \text{KN}$
گسترده برای قید میانی



این بار صرفاً برای اعمال به قیدهای فرعی است و نیازی به محاسبه عکس العمل تکیه گاهی حاصل از آن نیست.

بار وارد بر دستگیره:

یک بار متمرکز 1.2 KN وارد بر هر نقطه و در هر امتداد که بیشترین اثر را دارد.



نحوی توزیع بار

سهم باربری تیر

سهم باربری ستون

به طور تقریبی برای هر نوع سقفی با توجه به شکل عمل کرده.

$$P_u = \frac{(a+b+c+d+E+f+g+h)}{2} \times w$$

w : بارگسترده سطحی

چشمه دوزنقه ای

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

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

w : بارگسترده سطحی

A : مساحت دوزنقه

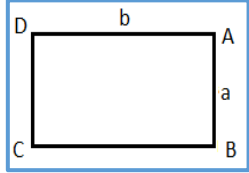
چشمه مثلثی

$$q_{AC} = \frac{c}{2} \times w$$

$$q_{BC} = \frac{c \cdot b}{2 \sqrt{b^2 + c^2}} \times w$$

w : بارگسترده سطحی

چشمه مستطیلی



تیر ریزی سقف یکطرفه باشد یا $\frac{b}{a} > 2$

$$q_{DC} = q_{AB} = w \times \frac{b}{2}$$

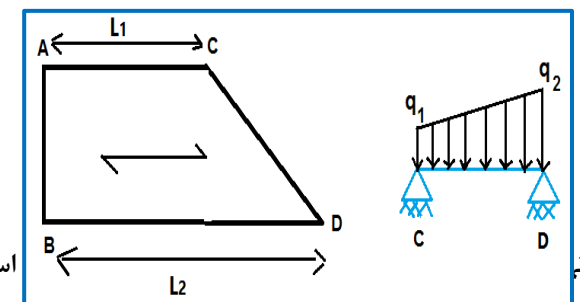
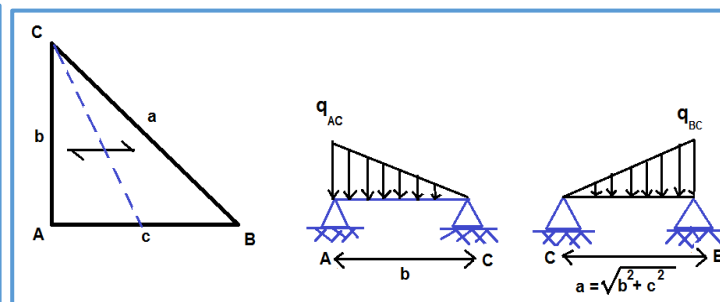
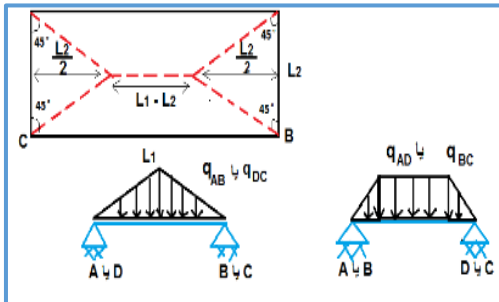
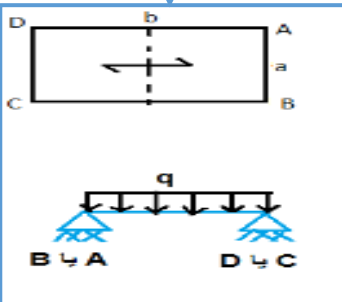
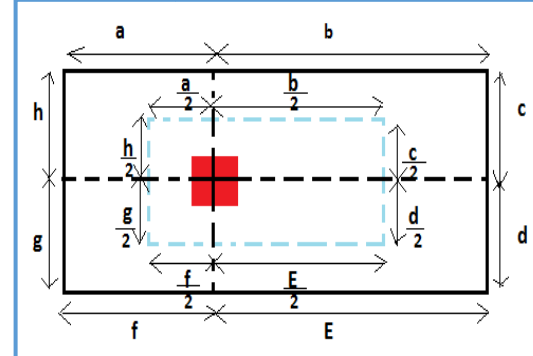
w : بارگسترده سطحی

تیر ریزی سقف دو طرفه باشد یا $\frac{b}{a} < 2$

$$q_{DC} = q_{AB} = \frac{\ell_2 + \frac{\ell_2}{2}}{2} \times w$$

$$q_{CB} = q_{AD} = \frac{(\ell_1 - \ell_2) + \ell_1}{2} \times \frac{\ell_2}{2} \times w$$

w : بارگسترده سطحی



سیلاب

بار سیل

ناشی از آب

سرعت جریان سيل

سرعت $\leq 3 \frac{m}{s}$

سرعت $> 3 \frac{m}{s}$

فشار هیدرواستاتیک + فشار هیدرو دینامیک
به صورت اضافه ارتفاع هیدرواستاتیک اعمال شده

فشار هیدرواستاتیک + فشار هیدرو دینامیک
باتوجه به مدل سازی هیدرو دینامیکی قابل محاسبه.

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

a : ضریب شکل (1.25 < a < 2)

v^2 : سرعت سیلاب $\frac{m}{s}$

g : $9.81 \frac{m}{s^2}$

ناشی از جریان های واریزی (اشیاء شناور) که به صورت بار متمرکز افقی در بحرانی ترین حالت بارگذاری اعمال شده.

قطعات شناور تکه تکه

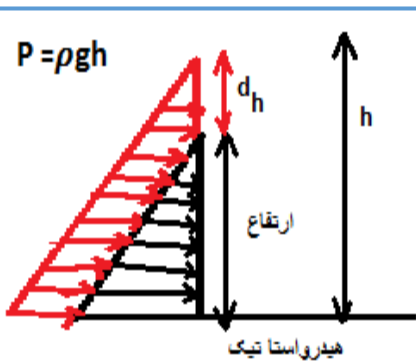
قطعات به هم چوش خورده

بار ضربه ای نرمال

بار ضربه ای ویژه

معادل برخورد جرم 450kg با
سرعت سیلاب به سطح
300 × 300mm

شدت باری به اندازه $0.5 \frac{KN}{m^2}$ به
صورت افقی در تراز سیلاب اعمال شده.



ضریب اطمینان در سیلاب

ضریب اطمینان
در مقابل لغزش و
واژگونی

1.5

برای لغزش و واژگونی
همراه برکنش کف

۱.۳۳

بار طراحی دیوار فرو ریزشی

$$\max \left\{ \text{بار زلزله}, 0.5 \frac{KN}{m^2} \right\} \leq 1 \frac{KN}{m^2}$$

http://t.me/payam_Abbasy

نشر با ذکر منبع بلا مانع است.

تهیه و تدوین: پیام عباسی

بار برف مینا P_s	
منطقه 1 (برف بسیار کم، نادر)	0.25 KN/m^2
منطقه 2 (برف کم)	0.5 KN/m^2
منطقه 3 (برف متوسط)	1 KN/m^2
منطقه 4 (برف زیاد)	1.5 KN/m^2
منطقه 5 (برف سنگین)	2 KN/m^2
منطقه 6 (برف فوق سنگین)	3 KN/m^2

2

گروه خطرپذیری	ضریب اهمیت بار برف (I_s)
1	1.2
2	1.1
3	1
4	0.8

4

1

3

نوع کاربری	گروه خطرپذیری
ساختمان ها و سایر سازمان های که به عنوان <u>تاسیسات ضروری</u> طراحی می گردند و وقفه در بهره برداری از آنها به طور غیر مستقیم موجب افزایش تلفات و خسارت می شود مانند بیمارستان ها و درمانگاه ها مراکز <u>مخابرات</u> ، <u>رادیو</u> و <u>تلوزیون</u> ، تاسیسات انتظامی مراکز <u>کمک رسانی</u> و به طور کلی تمام ساختمان هایی که استفاده از آنها درامداد و نجات مؤثر باشند.	1
ساختمان ها و سایر سازه ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه مدت یا دراز مدت خواهد گردید هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که محل ساخت و نگهداری مقادیری از <u>مواد شیمیایی</u> یا <u>زباله های بسیار خطرناک</u> باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطر پذیری می باشند.	
سایر ساختمان ها و سیستم های سازه ای که برای حفظ عملکرد ساختمانی گروه خطر پذیری 1 مورد نیاز می باشند.	
ساختمانها و سایر سازه هایی که خرابی آنها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانند مداری مساجد، استادیوم ها ، <u>سینما</u> و <u>تئاترها</u> ، <u>سالنهای اجتماعات</u> ، <u>فروشگاه های بزرگ</u> ، <u>ترمینال های مسافری</u> ، با هر فضای سرپوشیده ای که <u>محل تجمع بیش از 300 نفر</u> زیر یک سقف باشد.	2
ساختمانها و سازهایی که جزو موارد گروه خطر پذیری 1 نمی باشند لکن خرابی آنها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته یا باعث <u>از دست رفتن ثروت ملی</u> میگردد مانند <u>موزه ها</u> ، <u>کتابخانه ها</u> به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار بر ارزش نگهداری می شود.	
ساختمانها و سیر سازه ها و تاسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطر پذیری 1 نیم باشند لیکن خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می شود مانند پلایشگاه ها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت و یا هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که محل ساخت یا نگهداری مقادیری از مواد مانند سوخت های خطرناک یا مواد شیمیایی یا زباله خطرناک یا مواد منفجره باشند.	
کلیه ساختمانها و سازه های مشمول این میحت که جزو ساختمانی عنوان شده در سه گروه خطرپذیری دیگر نباشند مانند <u>ساختمانهای مسکونی</u> ، <u>اداری و تجاری</u> ، <u>هتلها</u> ، <u>پارکینگ های طبقاتی</u> ، <u>انبارها</u> ، <u>کارگاه ها</u> ، <u>ساختمانهای صنعتی</u> و غیره	3
ساختمانها و سایر سازه هایی که خرابی آنها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند <u>انبارهای کشاورزی</u> ، <u>سالنهای مرغداری</u>	4
ساختمانها و سایر سازه های موقتی به مدت بهره برداری از آن ها کمتر از دو سال است.	

ردیف	شهر	منطقه
95	کنگاور	4
96	کهنوج	1
97	کوهنرنگ	6
گ		
98	گرگان	3
99	گرمسار	3
100	گلپایگان	5
101	گلمکان	4
102	گناباد	2
ل		
103	لار	1
م		
104	ماکو	4
105	مراغه	4
106	مریوان	5
107	مسجد سلیمان	3
109	مشهد	4
110	ملایر	4
111	میانه	4
ن		
112	نابین	2
113	نهادند	4
114	نهندان	2
115	نیسابور	4
ه		
116	همدان	4
ی		
117	یاسوج	4
118	یزد	2

ردیف	شهر	منطقه
49	خورر بیابانک	1
50	خوربیر جند	2
51	خوی	4
د		
52	داران	5
53	درود	5
54	دزفول	3
55	دهلران	3
56	دوگنبدان	2
ر		
57	رامسر	4
58	رامهرمز	2
59	ریاط پشت بام	2
60	رشت	5
61	رفسنجان	3
62	روانسر	4
ز		
63	زابل	2
64	زینه اوباتو	5
65	زنجان	4
س		
66	سیزوار	3
67	سراب	4
68	سراوان	1
69	سرپل ذهاب	3
70	سرخس	3
71	سردشت	6
72	سقز	5
73	سمنان	3
74	سنندج	4
75	سیرجان	4
ش		
76	شاهرود	3
77	شهربابک	3
78	شهرکورد	4
79	شیراز	3
ط		
80	طیس	2
ف		
81	فردوس	2
82	فسا	3
83	فیروز کوه	4
ق		
84	قائن	2
85	قراخیل	4
86	غروه	4
87	قزوین	4
88	قم	3
89	قوچان	4
ک		
90	کلانان	3
91	کاشمر	2
92	کرج	4
93	کرمان	3
94	کرمانشاه	4

ردیف	شهر	منطقه
آ - الف		
1	استارا	5
2	اراک	4
3	اردبیل	5
4	اردستان	2
5	ارومیه	4
6	اسلام آباد غرب	4
7	اصفهان	3
8	الیگودرز	5
9	امیدیه	1
10	انار	2
11	اهر	4
12	اهواز	2
13	ایران شهر	1
14	ایلام	4
15	ایوان غرب	3
16	آبادان	2
17	آباده	3
18	أبعلی	5
19	آستان اشرفیه	5
20	انزلی	4
ب		
21	باقت	3
22	باقق	2
23	بانه	5
24	بجنورد	4
25	بروجرد	4
26	بستان	2
27	بشرویه	2
28	بم	2
29	بندر عباس	1
30	بندر لنگه	1
31	بوشهر	1
32	بیجار	4
33	بیرجند	2
پ		
34	پیرانشهر	5
ت		
35	تبریز	4
36	تربت جام	4
37	تربت حیدریه	3
38	تکاب	4
39	تهران	4
چ		
40	چاسک	1
41	چلفا	4
42	چیرفت	2
چ		
43	چابهار	1
خ		
44	خاش	1
45	خدابنده	4
46	خرم آباد	4
47	خرم دره	4
48	خلخال	5

بار متوازن برف:

محاسبه بار متوازن برف (Pr)

در بام تخت و شیب دار

(به جزء قسمت طره بام شیب دار که به صورت افقی وارد شده)

صفحه قبل →: تقسیم شهر های ایران از نظر منطقه بار برف (الف) : بار برف مینا (Pr)
صفحه قبل →: بار برف مینا بر اساس منطقه (ب)

اگر Pr با انجام مطالعات دقیق تر آماری به دست آید باید رابطه ← چک شود. در غیر این صورت از این رابطه صرف نظر کنید. جدول 0.8 Pr, مطالعه دقیق Pr
 $P_r = \max \{P_r, 0.8 P_r\}$

صفحه قبل →: تعیین گروه خطر پذیری سازه

صفحه قبل →: تعیین ضریب اهمیت سازه از نظر بار برف (Ia)

تعیین ضریب برف گیری (Cn) در مناطق ۴ و ۵ و ۶

تعیین ضریب برف گیری (Cn) در مناطق ۱ و ۲ و ۳

شرایط بام

برف ریز

برف گیر

نیمه برف گیر

ناحیه پرتراکم و باز
(ناحیه باز یا متراکم)
(ناهمواری محیط) ← سرعت باد →
جابه جایی برف از روی هم (ب)

Cn = 1

حالت ۱

حالت ۲

حالت ۳

حالت ۴

تعریف:

مثال:

از نظر محیط اطراف و خود بام مانند شکل زیر

از نظر جان پناه و تاسیسات
نکته: بام با ارتفاع بیشتر لزوماً برف ریز نیست.

از نظر محیط اطراف

از تمام جوانب پایین تر
از موانع متصل اطراف است.

نه برف ریزنه
برف گیر باشد

حالت ۱، ساختمان (۲)
حالت ۲، ساختمان (۱) و (۲)
حالت ۳، ب
حالت ۴، الف

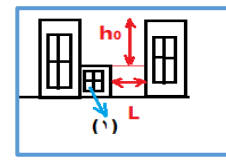
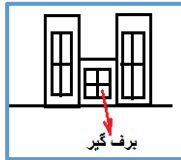
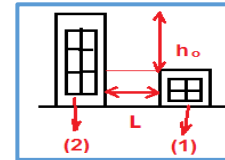
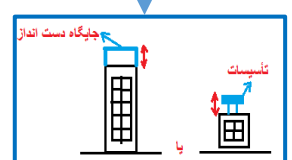
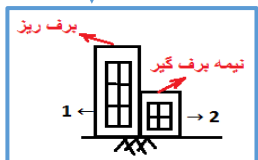
برف ریز نیست، حداقل نیمه برف گیر حداکثر برف گیر $h > h_b = \frac{P_r}{\gamma_{\text{برف}}}$

$(0.43 P_s + 2.2) = \gamma_{\text{برف}}$

برف لا: $\frac{NK}{m^3}$

ساختمان (۱) برف ریز $L > 10 h_o$ (الف)
ساختمان نیمه برف گیر (۱) $L \leq 10 h_o$ (ب)

ساختمان (۱) نیمه برف گیر $L > 10 h_o$ (الف)
ساختمان (۱) برف گیر $L \leq 10 h_o$ (ب)



ضریب برف گیری Cn		
نوع ناحیه	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پرتراکم	۰.۹	۱.۰
باز	۰.۸	۱.۰

محدوده ای که در آن ساختمان ها، درختان یا موانع دیگر دیگر به صورت پراکنده باشند (دریا، ساحل باز، مناطق یا تراکم کم ساختمان)

مناطق یا تراکم ساختمانی شهری یا در مجاورت جنگل های انبوده شامل ناهمواری و موانع متعدد و متراکم با ارتفاع بیشتر از ۹ متر

ضریب شرایط دمایی Cn	
1.0	تمام ساختمان ها به جزء موارد (مسکونی)
1.1	ساختمان های 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 آن ها باز است
1.3	ساختمان هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگه داشته می شود. (سرد خانه)

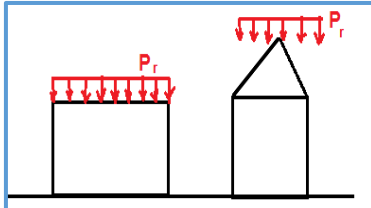
از جدول مقابل: تعیین ضریب برف گیری (Cn)

از جدول مقابل: تعیین ضریب شرایط دمایی (Cn)

از جدول صفحه بعد: تعیین ضریب شیب بام (Cs)

$$P_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot C_s \cdot P_s$$

$\frac{KN}{m^2}: P_s, P_r$



نشر با ذکر منبع بلا مانع است.

تهیه و تدوین: پیام عباسی

https://t.me/payam_Abbasy

شرایط دمایی	وضعیت سطح بام	α_0	ضریب شیب C_s
$C_h = 1$	سطح بام لغزنده و بدون مانع	5°	$C_s = 1 \quad \alpha \leq 5^\circ$ $C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70^\circ - \alpha_0} \quad 5^\circ < \alpha < 70^\circ$ $C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ$
	سایر بامها	30°	$C_s = 1 \quad \alpha \leq 30^\circ$ $C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70^\circ - \alpha_0} \quad 30^\circ < \alpha < 70^\circ$ $C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ$
	سطح بام لغزنده و بدون مانع	10°	$C_s = 1 \quad \alpha \leq 10^\circ$ $C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70^\circ - \alpha_0} \quad 10^\circ < \alpha < 70^\circ$ $C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ$
$C_h = 1.1$	سایر بامها	45°	$C_s = 1 \quad \alpha \leq 45^\circ$ $C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70^\circ - \alpha_0} \quad 45^\circ < \alpha < 70^\circ$ $C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ$
	سطح بام لغزنده و بدون مانع	15°	$C_s = 1 \quad \alpha \leq 45^\circ$ $C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70^\circ - \alpha_0} \quad 45^\circ < \alpha < 70^\circ$ $C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ$
$C_h > 1.1$	سایر بامها	45°	$C_s = 1 \quad \alpha \leq 15^\circ$ $C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70^\circ - \alpha_0} \quad 45^\circ < \alpha < 70^\circ$ $C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ$
	سطح بام لغزنده و بدون مانع	15°	$C_s = 1 \quad \alpha \leq 15^\circ$ $C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70^\circ - \alpha_0} \quad 45^\circ < \alpha < 70^\circ$ $C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ$

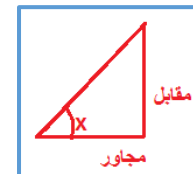
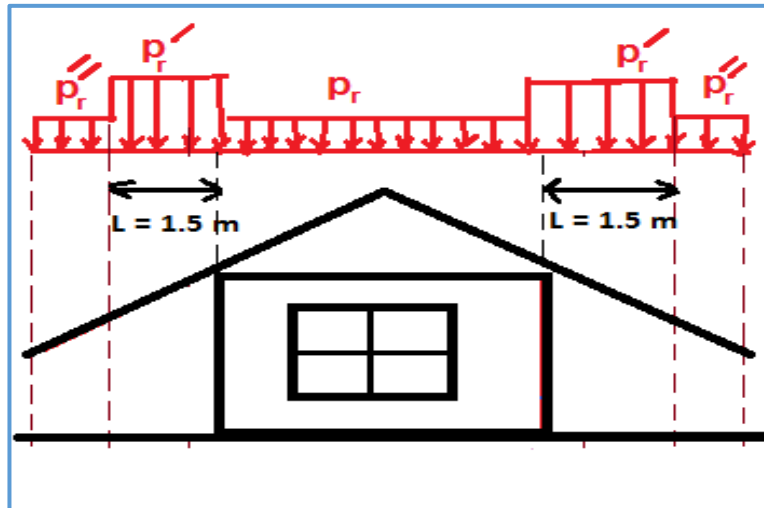
در بام های شیب دار یا طرهی کناری

$$P'_r = 2 \times (I_s C_n C_h P_s)$$

$$P''_r = (I_s C_n C_h P_s)$$

$C_h : P'_r$ با ویژگی های ناحیه گرم لحاظ شده.

$C_h : P''_r$ با ویژگی های ناحیه سرد لحاظ شده.



$$\text{درصد شیب} = \tan(\alpha) \times 100 = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \times 100$$

بام لغزنده : پوشش فلزی ، سنگ برگ ، شیشه ای ، پوشش لاستیکی و قیر اند و با سطح صاف

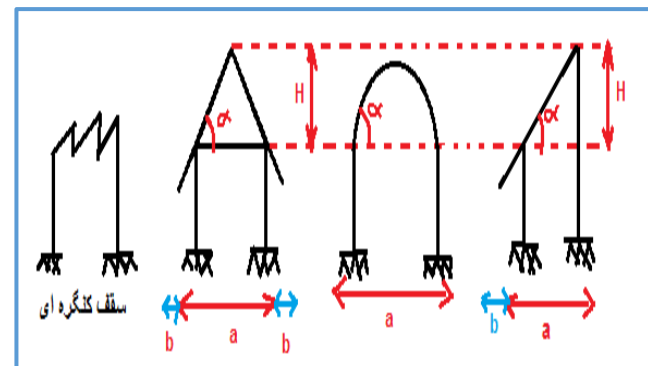
با غیر لغزنده : پوشش آسفالتی ، چوبی ، آج دار

1- بام تحت : $C_s = 1$

2- بام کنگره ای و شیب دار دندانمانه ای : $C_s = 1$

3- محاسبه α

$$\alpha = \text{Arc tan} \left(\frac{H}{a} \right) \quad \text{درصد شیب} = \tan(\alpha) \times 100$$



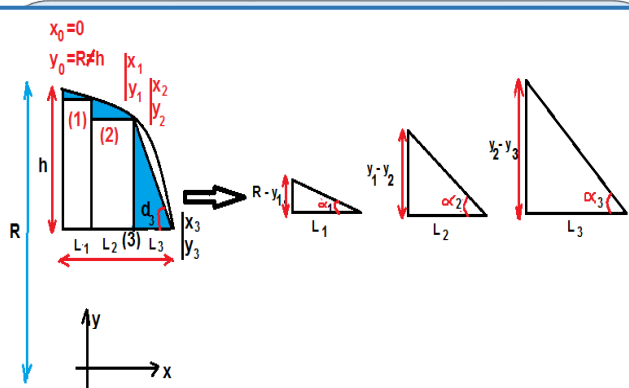
ne/payam

تهیه

بار متوازن قوس ها (Pr)

۱- هر نیم قوس را حداقل به سه قسمت تقسیم کرده.

۲- برای هر قسمت که شیب بیشتر از ۷۰ درجه باشد ($\alpha > 70^\circ$) بار برف در نظر نگرفته و جزء تقسیمات قوس در نظر نگرفته (باید به تعداد قسمت ها افزود)



$$\alpha_1 = \text{Arc tan} \left(\frac{R-y_1}{\ell_1} \right) \quad \alpha_2 = \text{Arc tan} \left(\frac{y_1-y_2}{\ell_2} \right) \quad \alpha_3 = \text{Arc tan} \left(\frac{y_2-y_3}{\ell_3} \right)$$

از جدول پایین صفحه: C_h

مشابه صفحه قبل: محاسبه ضریب شیب بام برای α های مختلف به طور جدا گانه (C_s)

$$\alpha_1 \rightarrow C_{s1}$$

$$\alpha_2 \rightarrow C_{s2}$$

⋮

$$\alpha_n \rightarrow C_{sn}$$

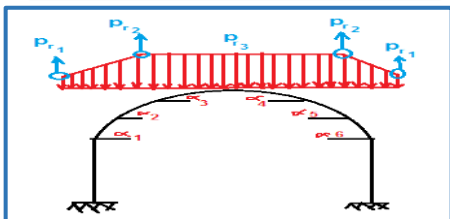
بقیه محاسبات مشابه P_r صفحه ۱۸

$$P_{r1} = C_{s1} C_h C_n I_s P_s$$

$$P_{r2} = C_{s2} C_h C_n I_s P_s$$

⋮

$$P_{r\Box} = C_{sn} C_h C_n I_s P_s$$



بار برف متوازن

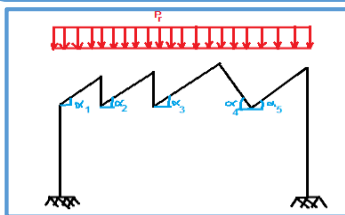
بار متوازن بام های کنگره ای، دندانه ای (Pr)

ضریب شیب بام C_s

$C_s = 1$: در هر حالتی از بام های کنگره ای، دندانه ای (چه در تاج چه در قعر)

بقیه مراحل تمامً مشابه صفحه قبل برای بام تخت محاسبه شده.

$$P_r = C_n C_h I_s P_s$$



بار برف مینا P_s	
منطقه ۱ (برف بسیار کم، نادر)	0.25 KN/M^2
منطقه ۲ (برف کم)	0.5 KN/M^2
منطقه ۳ (برف متوسط)	1 KN/M^2
منطقه ۴ (برف زیاد)	1.5 KN/M^2
منطقه ۵ (برف سنگین)	2 KN/M^2
منطقه ۶ (برف فوق سنگین)	3 KN/M^2

گروه خطرپذیری	ضریب اهمیت بار برف (I_s)
۱	۱.۲
۲	۱.۱
۳	۱
۴	۰.۸

ضریب شرایط دمایی C_n	
۱.۰	تمام ساختمان ها به جزء موارد (مسکونی)
۱.۱	ساختمان های که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی گراد نگهداری می شوند
۱.۲	ساختمان های بدون گرمایش و ساختمان هایی که زیر بام آنها باز است
۱.۳	ساختمان هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگه داشته می شود (سردهانه)

ضریب برف گیری C_n			
نوع ناحیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پرتراکم	۰.۹	۱.۰	۱.۱
پایز	۰.۸	۰.۹	۱.۰

محدوده های که در آن ساختمان ها درخشان یا موانع دیگر به صورت پراکنده باشند. (دریا، ساحل، بات، مناطق با تراکم کم ساختمان)

مناطق با تراکم ساختمانی شهری یا در مجاورت جنگل های انبوه شامل ناهمواری و مواقع متعدد و مترکم با ارتفاع بیشتر از ۹ متر

بار برف نامتوازن بام های با شیب دو طرفه (چند طرفه هم کاربرد دارد)

محاسبه درصد شیب

$$\text{درصد شیب} = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \times 100 = \tan(\alpha) \times 100$$

حالت (۱)
۴٪ درصد شیب یا
درصد شیب < ۶۰٪

بار نامتوازن
نیاز نیست

حالت (۲)
 $L < 6m$: فاصله بین تاج و پای شیب و
تکیه گاه ساده بین تاج و پای شیب

$$P_r = I_s P_s$$

تمامی پارامترها مشابه صفحه ۱۸

حالت (۳)
سایر بام ها به غیر از حالت (۱) و (۲)

دقیقاً مشابه صفحه ۱۸ بام تخت P_r (الف)
صفحه ۱۷ ج: تقسیم بندی شهرها
بر اساس منطقه
بار برف مینا
بر اساس منطقه

$$\gamma = (0.43 P_s + 2.2) \quad \gamma \text{ در } \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$$

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

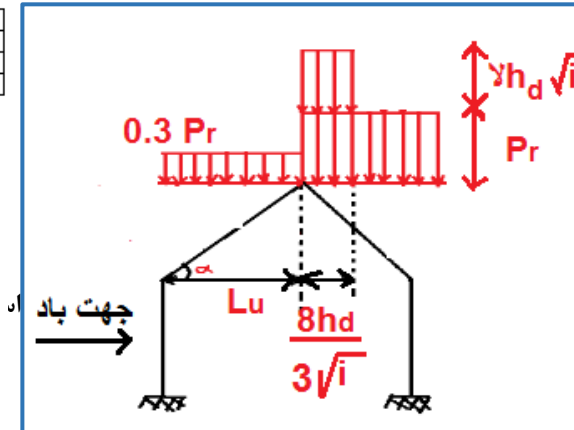
L_u : بر حسب (m)

(۱) فاصله افقی تاج تا پای شیب در قسمت روبه باد

(۲) اگر فاصله افقی پشت به باد کوچکتر از ۶m

$$L_u = 6m \Leftarrow \text{در نظر گرفته}$$

$$i = \tan \alpha = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}}$$



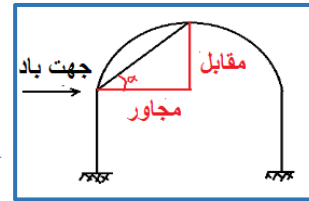
نکته:

در بام قوسی ناحیه روبه باد
بار برف نامتوازن ندارد.

بار برف نامتوازن برف در بام قوسی

محاسبه α

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \right)$$



حالت (۱)

$$60^\circ < \alpha$$

یا

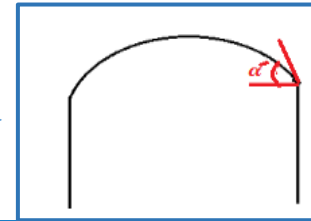
$$\alpha < 10^\circ$$

نیاز به بار نامتوازن
نیست

حالت (۲)

$$10^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$$

محاسبه α (شیب پای بام) زاویه خط مماس در
پای شیب با افق
نکته:
در بام قوسی ناحیه روب باد بار نامتوازن ندارد.



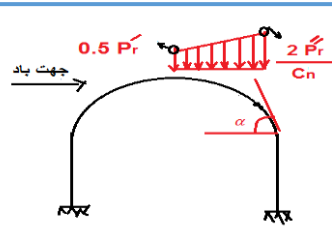
حالت (۱)

$$\alpha \leq 30^\circ$$

$$C_s = 1 \rightarrow P'_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot P_s$$

$$\alpha = \alpha \rightarrow C_s \rightarrow P''_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot C_s \cdot P_s$$

تمامی پارامترها مشابه صفحه ۱۸ محاسبه شده.



در فاصله مساوی یا بیشتر از یک متری
پای بام زمین یا بام دیگر باشد.

(الف)

$$30^\circ < \alpha < 70^\circ$$

$$C_s = 1 \rightarrow P'_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot P_s$$

$$\alpha = 30^\circ \rightarrow C_s \rightarrow P''_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot C_s \cdot P_s$$

$$\alpha = \alpha \rightarrow C_s \rightarrow P'''_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot C_s \cdot P_s$$

تمامی پارامترها مشابه صفحه ۱۸ محاسبه شده.

(ب)

$$\alpha > 70^\circ$$

$$C_s = 1 \rightarrow P'_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot P_s$$

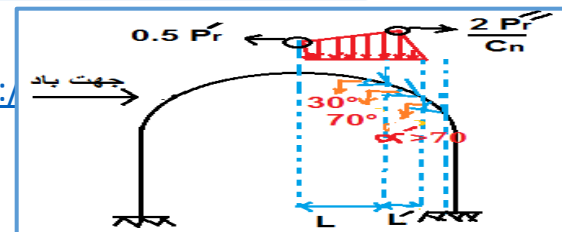
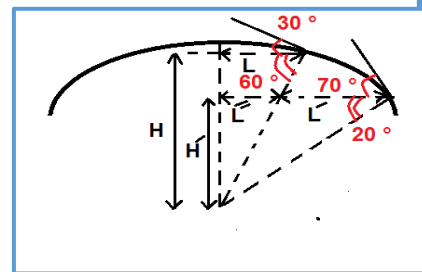
$$\alpha = \alpha \rightarrow C_s \rightarrow P''_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot C_s \cdot P_s$$

تمامی پارامترها مشابه صفحه ۱۸ محاسبه شده.
برای ناحیه ای با شیب بیشتر از 70° بار نامتوازن نیاز نیست.

$$\cos 20^\circ = \frac{L' + L''}{R} \rightarrow R \cdot \cos 20^\circ = L' + L'' \quad (1)$$

$$\frac{L}{L''} = \frac{H}{H'} \rightarrow L'' = \frac{(R \sin 20^\circ) \times (R \cos 60^\circ)}{R \sin 60^\circ} \quad (2)$$

$$L' = (R \cos 20^\circ) - \frac{(R \sin 20^\circ) \times (R \cos 60^\circ)}{R \sin 60^\circ}$$



در فاصله کمتر یک متری پای بام زمین یا بام دیگر
باشد.

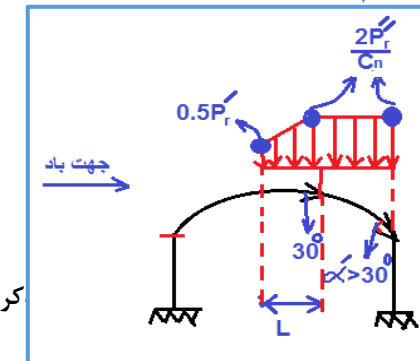
$$\alpha > 30^\circ$$

$$L = R \cos 60^\circ$$

$$C_s = 1 \rightarrow P'_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot P_s$$

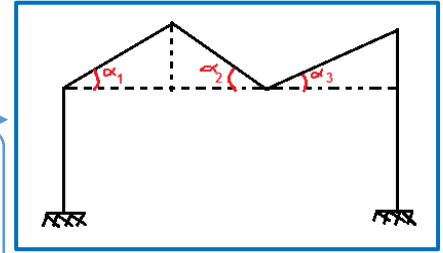
$$\alpha = 30^\circ \rightarrow C_s \rightarrow P''_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot C_s \cdot P_s$$

تمامی پارامترها مشابه صفحه ۱۸ محاسبه شده.



بار نامتوازن برف در بام کنگره ای یا دندانه ای

محاسبه درصد شیب برای هر قسمت جدا
 $\text{درصد شیب} = \tan(\alpha) \times 100 = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \times 100$



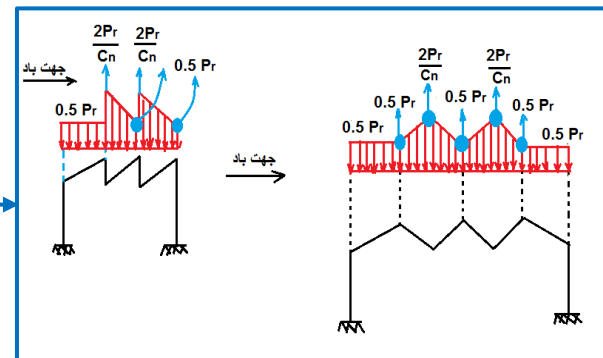
بار نامتوازن لحاظ شود $\rightarrow$ درصد شیب $> 3\%$
 بار نامتوازن لحاظ نشود $\rightarrow$ درصد شیب $\leq 3\%$

در تمامی حالات: $C_s = 1 \rightarrow P_r = I_s \cdot C_n \cdot C_h \cdot P_s$

$$\frac{KN}{m^2} : P_r$$

$$\frac{KN}{m^2} : P_s$$

نحو و مقدار توزیع
 $\left. \begin{array}{l} \frac{2P_r}{C_n} \leftarrow \text{در قعر} \\ 0.5P_r \leftarrow \text{در تاج} \end{array} \right\}$



نکته: در انتها چون برآمدگی نداریم $0.5 P_r$ گرفتیم.

نامناسب ترین وضعیت بارگذاری بار برف

صفحه ۵۷ مبحث ۶

بارگذاری بار برف بام گنبدی

صفحه ۵۷ مبحث ۶

برف لغزنده

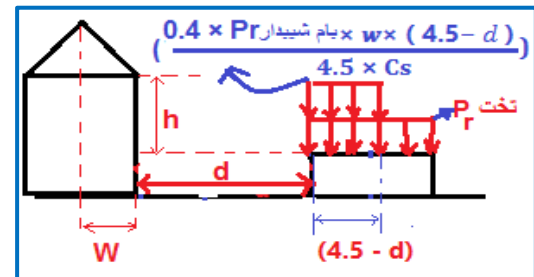
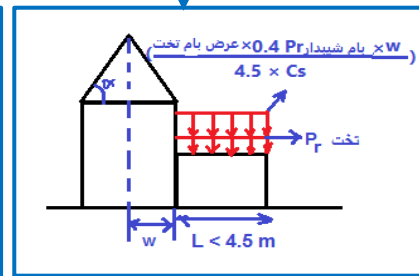
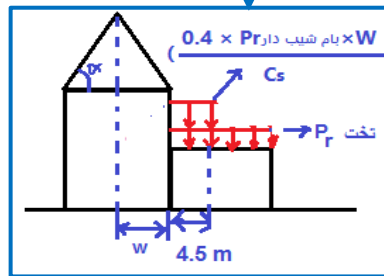
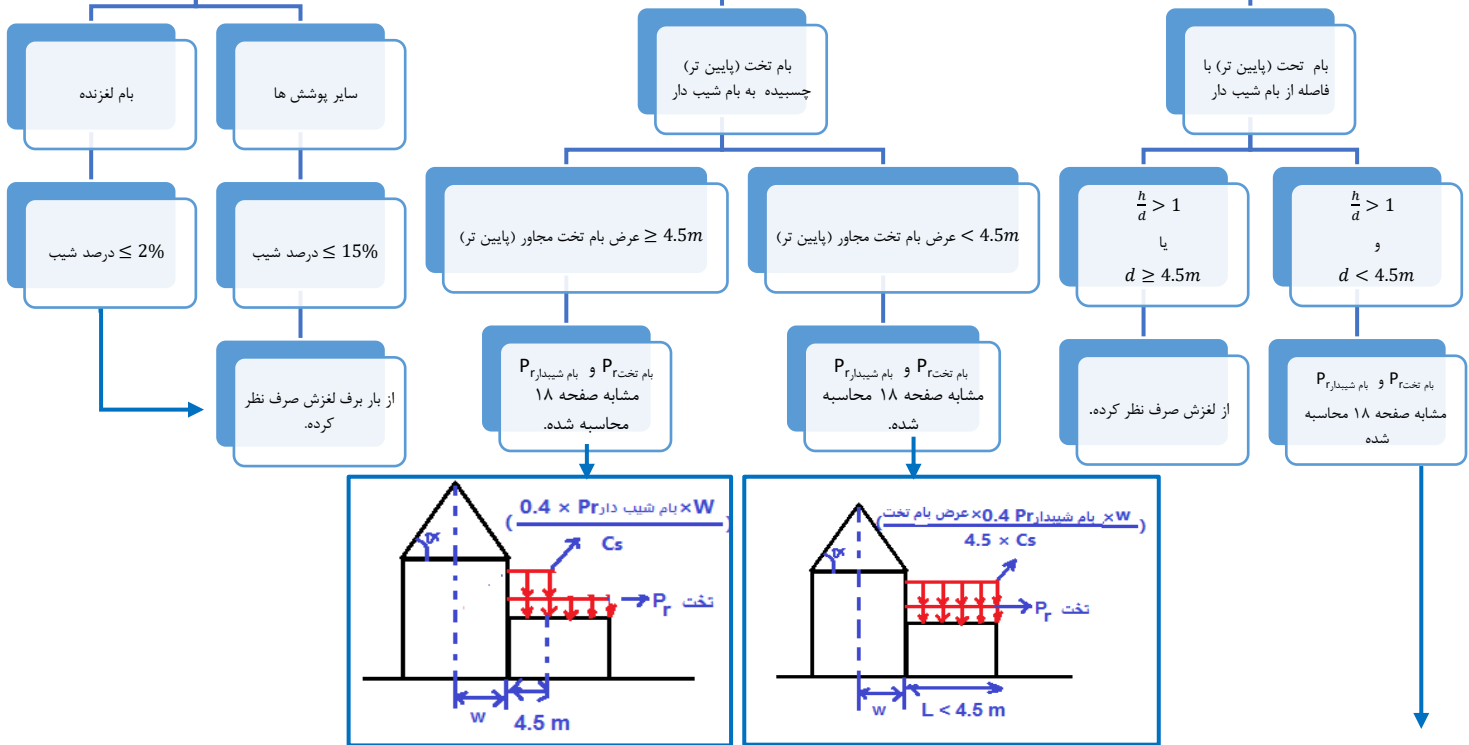
(ریزش برف بام شیب دار روی بام مجاور که پایین تر است)
فقط مناطق ۴، ۵، ۶ لحاظ شود.

محاسبه درصد شیب

$$\text{درصد شیب} = \tan(\alpha) \times 100 = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \times 100$$



درصد شیب : بام لغزنده $> 2\%$
درصد شیب : سایر بام ها $> 15\%$



نکات:

- 1- اگر h کم باشد می شود بار لغزنده را کاهش داد
- 2- بار لغزنده به صورت خطی فقط بار متوازن اضافه شده و مستقل از بار نامتوازن، انباشتگی و ... می باشد.

بام های موجود

صفحه ۶۲ بند ۶-۷-۱۴

ناپایداری برکه ای

صفحه ۶۲ بند ۶-۷-۱۳

بار جزئی برف

صفحه ۵۷ بند ۶-۷-۸

سربار باران بر برف

در مناطق ۲ و ۳

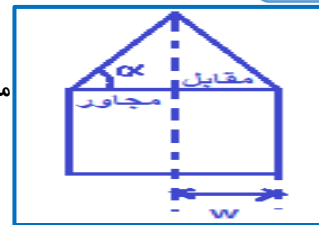
$$\alpha = \text{Arc tan} \left(\frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \right) \geq \left(\frac{w}{15} \right)^\circ$$

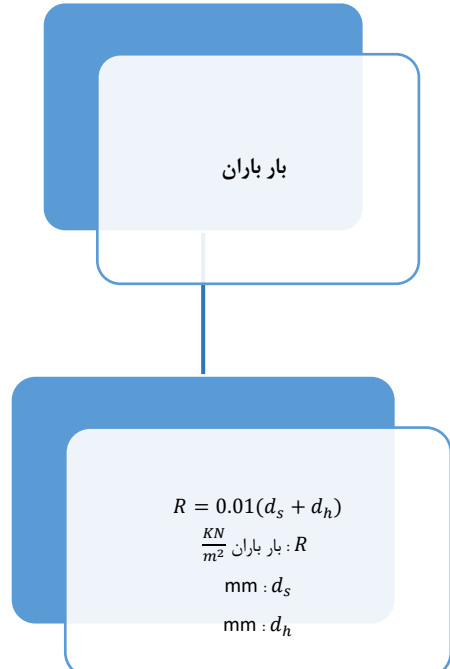
سربار باران بر برف نیاز نیست.

$$\alpha = \text{Arc tan} \left(\frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \right) < \left(\frac{w}{15} \right)^\circ$$

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

P_r : بار برف متوازن مشابه صفحه ۱۶
0.25: بار باران بر برف





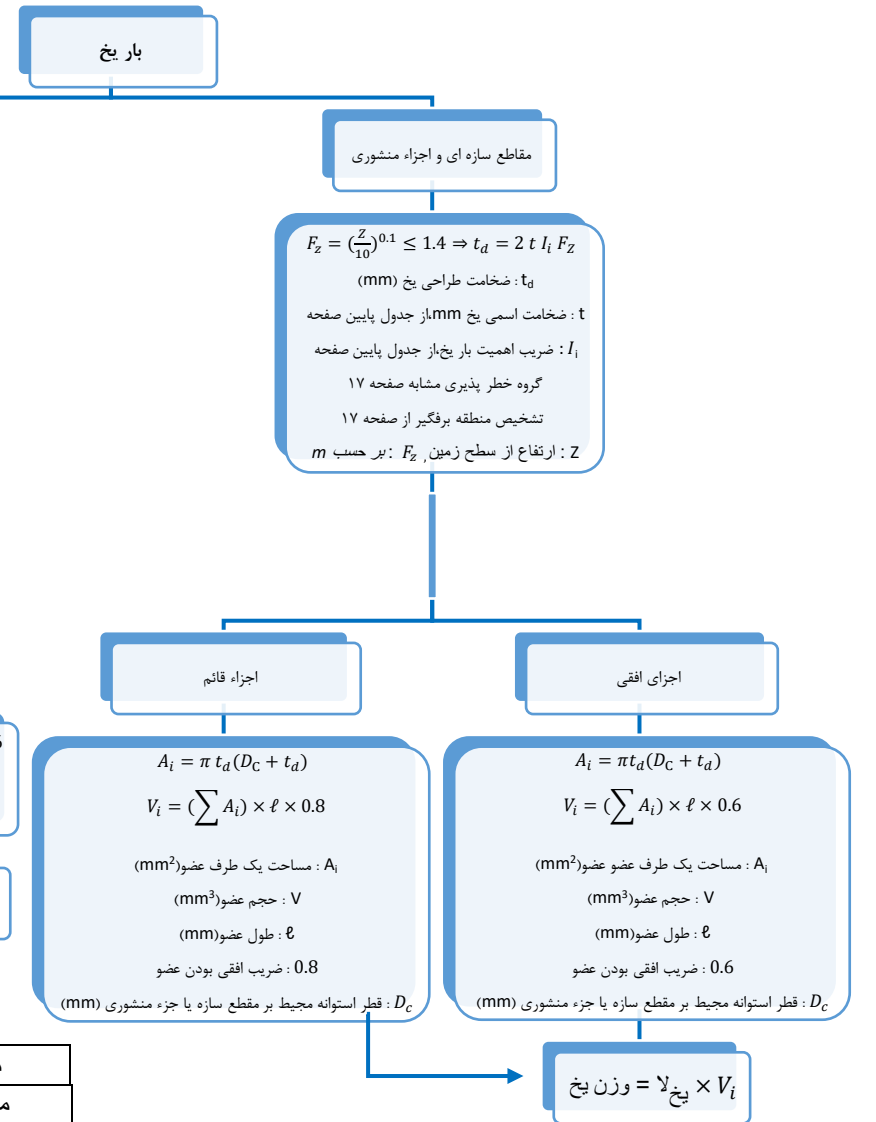
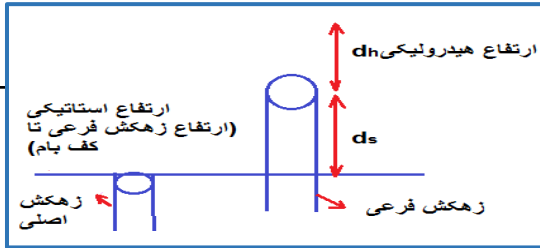
$d_h 1$	$Q 1$	
$d_h \rightarrow$ مجهول	$Q \rightarrow$ معلوم	$\frac{d_{h1} - d_h}{d_{h1} - d_{h2}} = \frac{Q1 - Q}{Q1 - Q2}$
$d_h 1$	$Q2$	

نکات: 1- ظرفیت زهکشی فرعی $\leq$ ظرفیت زهکشی اصلی

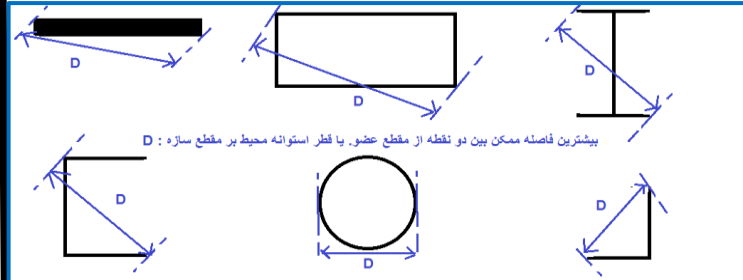
2- زهکشی فرعی بالا از زهکشی اصلی

3- d_h بستگی دارد به $\left. \begin{matrix} i \\ A \end{matrix} \right\}$ اندازه، زهکشی فرعی و اصلی

4- مساحت بام برای یک شبکه زهکشی با خط چین جدا شده: A



مناطق برف گیر	ضخامت اسمی یخ mm
مناطق 1 و 2 و 3 (برف کم، نادر، متوسط)	$t = 0$
منطقه 4 (برف زیاد)	$t = 7.5 \text{ mm}$
منطقه 5 (برف سنگین)	$t = 12.5 \text{ mm}$
منطقه 6 (برف فوق سنگین)	$t = 15 \text{ mm}$

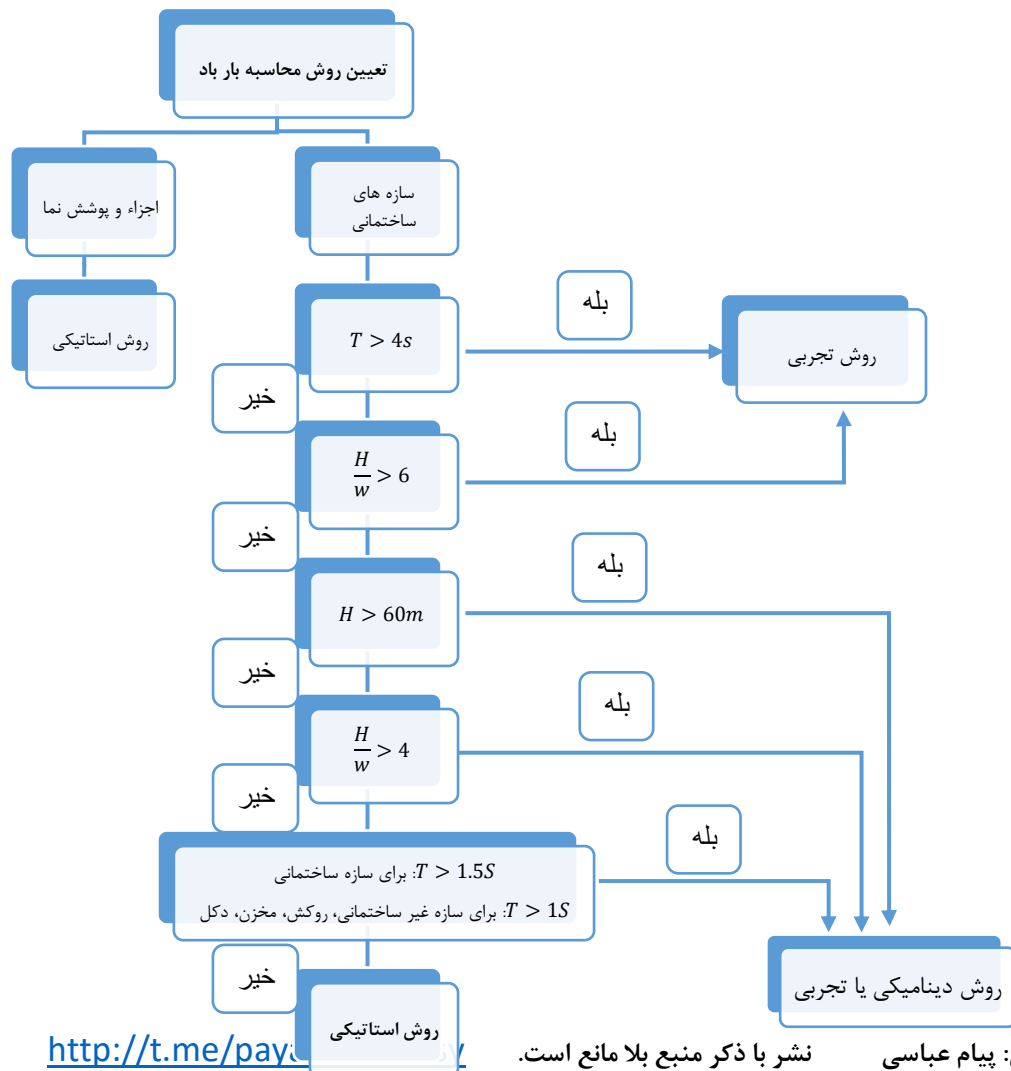
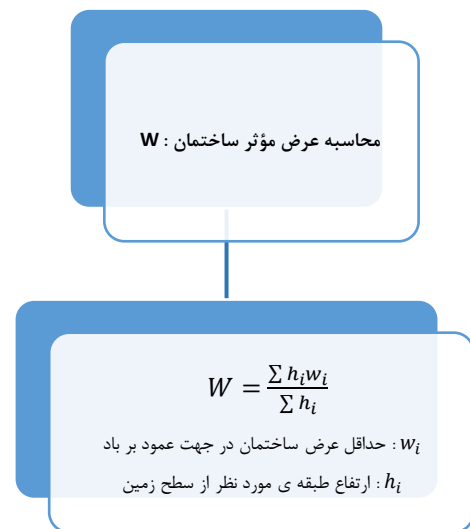
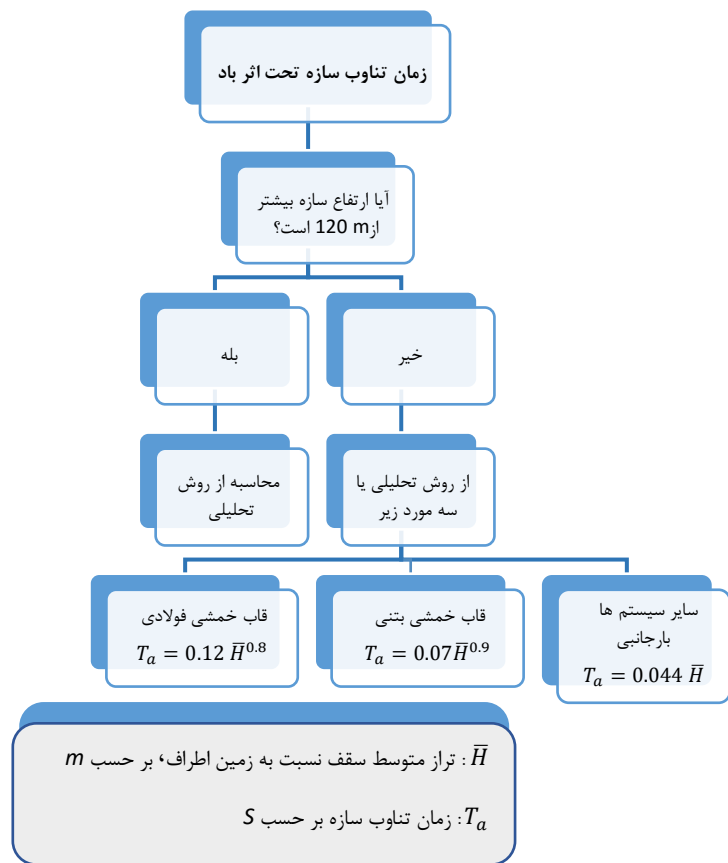


گروه خطر پذیری	ضریب اهمیت بار یخ I_i
1	1.2
2	1.2
3	1
4	0.8

تهیه و تدوین

$\text{یخ لا} = \frac{0.9 \text{ آب لا}}{N} = \frac{9.81 \times 10^{-6} \frac{N}{\text{mm}^3}}{10^{-5} \frac{N}{\text{mm}^3}} = \frac{0.9}{10^{-5}} \frac{N}{\text{mm}^3}$

ست.



محاسبه فشار باد بر سازه اصلی به روش استاتیکی

فشار مبنای باد: q

از فرمول:

$$q = 0.000613 V^2$$

$$m/s : \text{سرعت مینا باد } V, \frac{KN}{m^2} : q$$

از جدول ۶-۱۰-۱ میحث ۶،
صفحه ۹۹ تا ۱۰۳

ضریب اهمیت بار باد: I_w

ضریب پستی و بلندی: C_t

$$\frac{H_h}{2\ell_h} \leq 0.1$$

یا زمین مسطح باشد.

$$\frac{H_h}{2\ell_h} > 0.1$$

$$C_t = 1$$

$$\Delta S = \Delta S_{max} \left(1 - \frac{|x|}{K\ell_h} \right) e^{\left(\frac{-\alpha Z}{\ell_h} \right)}$$

$|x|$: فاصله افقی ساختمان تا خط رأس یا قله تپه برحسب m

Z : ارتفاع نقطه ی مورد نظر از تراز سطح برآمدگی بر حسب m

e : عدد نپر ≈ 2.72

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

$$C_g = 2$$

ضریب هم راستای باد: C_{th}

تعیین گروه خطر پذیری از جدول صفحه 15 فلوچارت

گروه خطی پذیر	ضریب اهمیت I_w
1	1.2
2	1.1
3	1
4	0.8

شکل تپه یا بالاآمدگی	α	ΔS_{max}	K
			$X < 0$ $X \geq 0$
تپه ممتد دو بعدی	3	$2.2 \left(\frac{H_h}{L_h} \right) \leq 1.1$	1.5 1.5
پرتگاه دو بعدی	2.5	$1.3 \left(\frac{H_h}{L_h} \right) \leq 1.1$	1.5 4
تپه سه بعدی متقارن محور	4	$1.6 \left(\frac{H_h}{L_h} \right) \leq 0.8$	1.5 1.5

X : با حرکت از قله تپه در راستای وزش باد مثبت است

X : با حرکت از قله تپه در خلاف وزش باد منفی است

H_h : ارتفاع قله تپه تا زمین مسطح احاطه کننده.

ℓ_h : فاصله قله تپه تا نصف ارتفاع تپه در قسمت روبه باد

خط رأس

جهت باد

پرتگاه سه بعدی
یا دو بعدی معتد

خط رأس

Z

x

پرتگاه دو بعدی

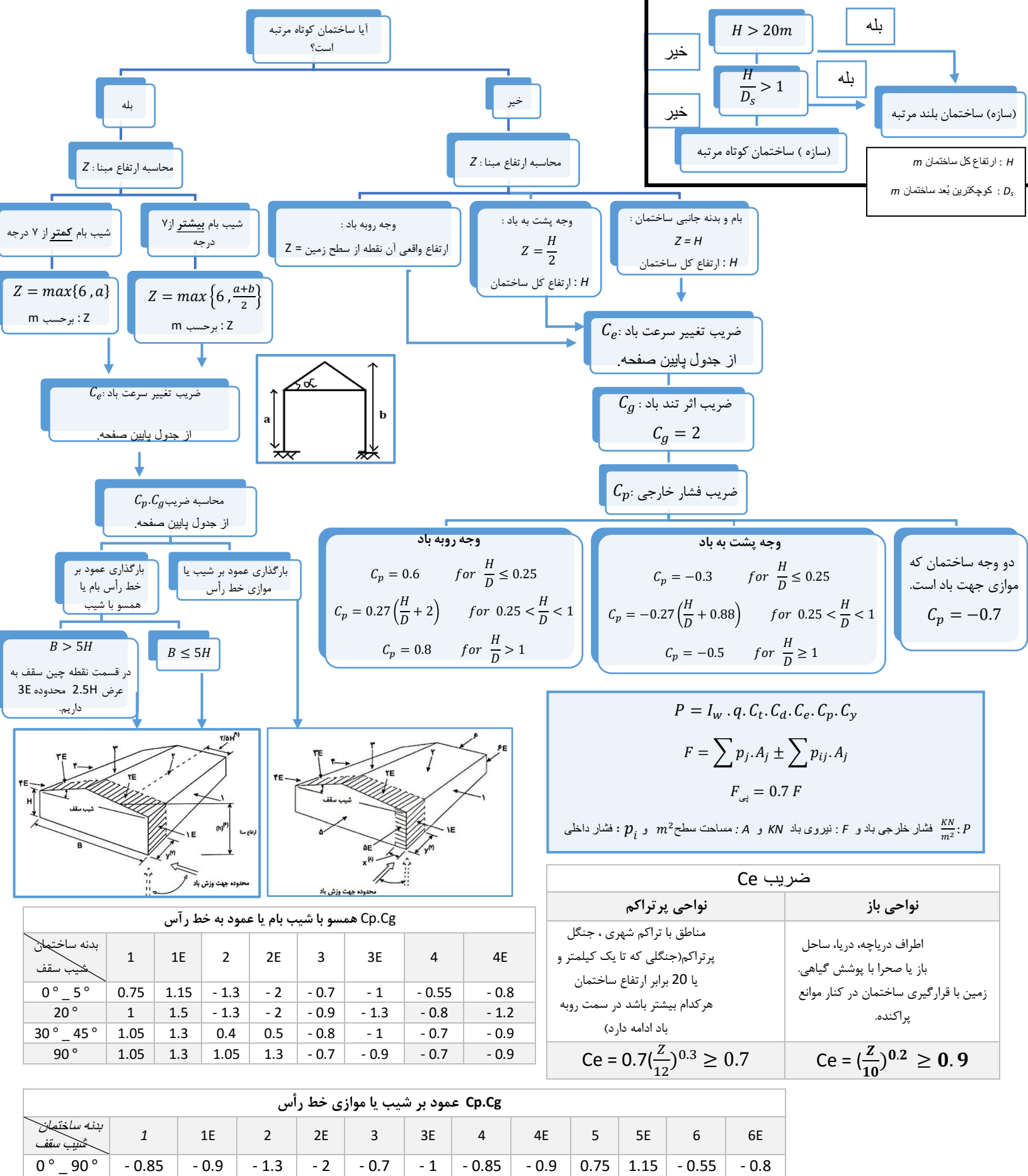
h_h

$\theta_1 > \theta_2$ باد از سمت راست می وزد

نوع سازه	مقطع	ضریب C_{th}
دودکش ها، منبع ها و	مربع	0.9
ساختمان های مشابه	دایره یا هشت ضلعی	0.95
پایه های انتقال	مثلث، مربع، مستطیل	0.85
نیرو (خرپایی)	سایر مقاطع	0.95
سایر ساختمان ها و سازه ها		0.85

تهیه و تدوین: پیام عباسی

نشر با ذکر منبع بلا مانع است.



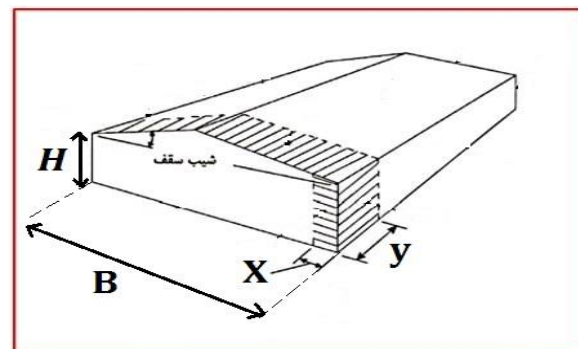
1- محاسبه عرض نوار E (جریان چرخشی موضعی باد) در سازه کوتاه مرتبه که در سیستم های قابی y فاصله بین قاب انتهایی و اولین قاب داخلی است.

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

$$y = \max\{2X, 6\}$$

B : کمترین بُعد افقی ساختمان، H : ارتفاع پای شیب

X و y بر حسب متر



2- سازه باید برای چهار جهت مطابق شکل روبرو بارگذاری شده و بحرانی ترین حالت حاکم است.

3- برای طراحی پی به جزء میل مهارها اتصال قاب های پی، 0.7 نیروی باد لحاظ شود.

4- بار زلزله و باد را به سازه اعمال کرده و هرکدام که برای هر عضو بحرانی تر بود آن را اعمال کرده.

5- مقدار C_e دینامیکی برابر است با:

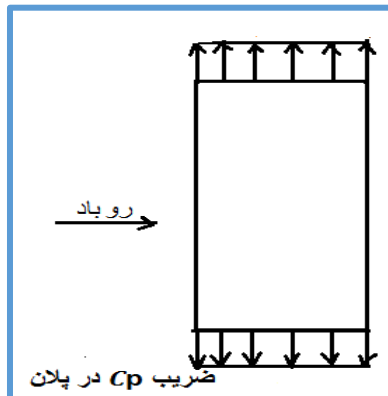
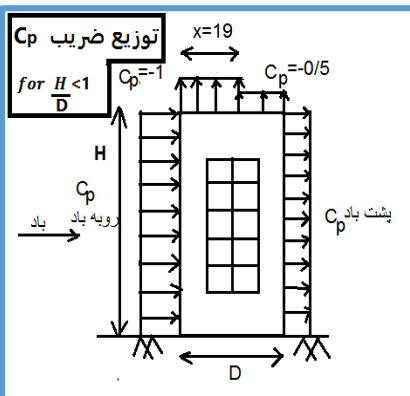
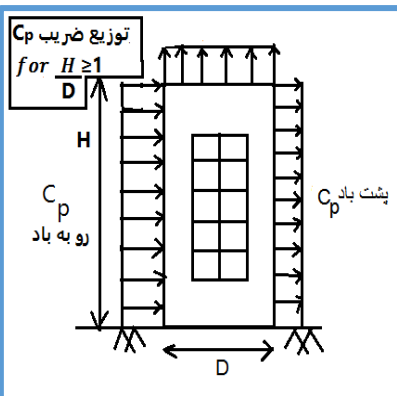
$$C_e = \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.28}, 1 \leq C_e \leq 2.5$$

نواحی باز:

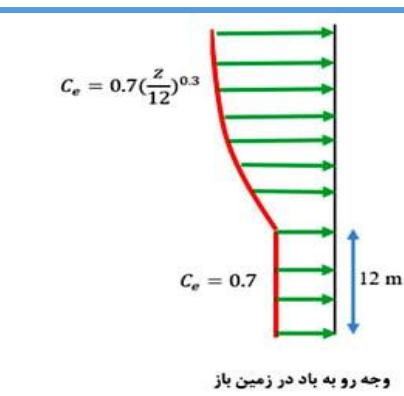
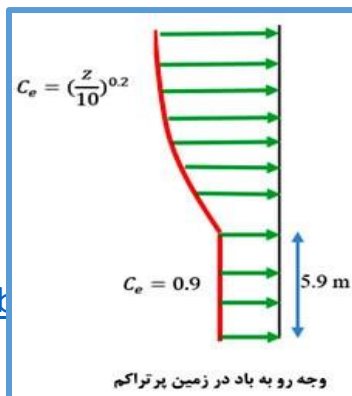
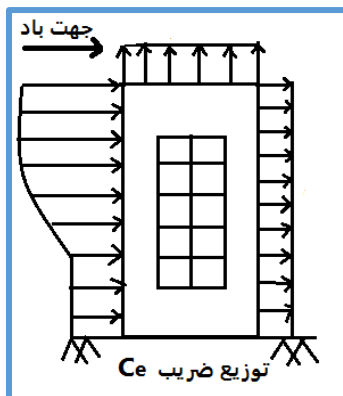
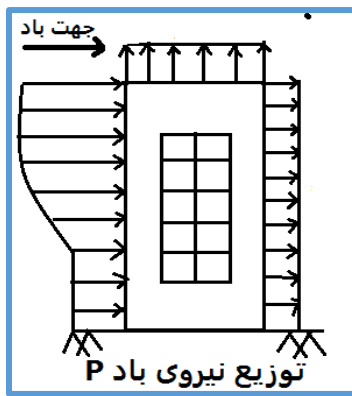
$$C_e = 0.5\left(\frac{Z}{12.7}\right)^{0.5}, 0.5 \leq C_e \leq 2.5$$

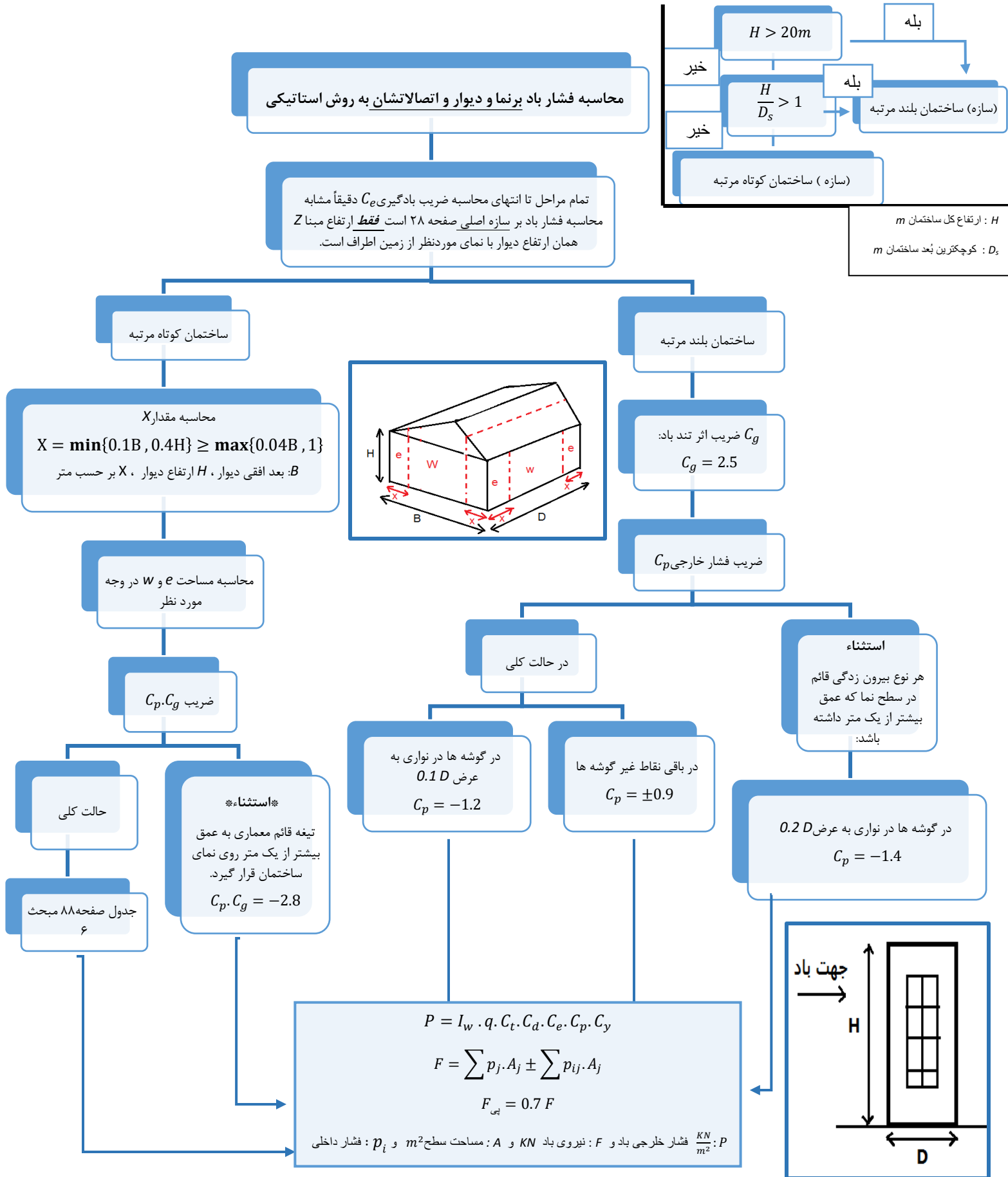
نواحی پرتراکم:

6- نمودار توزیع ضرایب باد



D : بُعد ساختمان در جهت باد
 H : ارتفاع کل ساختمان از سطح زمین اطراف





نکته: در قسمت طره مساحت زیر و رو حساب شده و نیازی به محاسبه فشار و مکث جدا نیست.

محاسبه فشار باد بر پوشش بام در تحلیل استاتیکی

تمام پارامترها تا انتهای قسمت C_e مشابه به باد بر سازه اصلی صفحه ۲۸ است.

ساختمان کوتاه مرتبه

ساختمان بلند مرتبه

محاسبه شیب سقف:

$$\alpha = \arctan \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}$$

صفحه ۳۱ فلوجارت

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

بام با زاویه شیب کمتر از 7° و بام پله های تخت

محاسبه مساحت نواحی مختلف با توجه به شکل زیر

$$A_r = \left(\frac{B}{2} - x\right)(D - 2x)$$

$$A_s = x\left(\frac{B}{2} - x\right) \text{ نوار بالا و پایین}$$

$$A_s = x(D - 2x) \text{ نوار وچپ راست}$$

$$A_c = x^2$$

محاسبه C_p, C_y

حالت کلی از جدول
صفحه ۸۹ میحث ۶

استثناء

اگر لبه بام دست انداز با به ارتفاع حداقل یک متر داشته باشیم در ناحیه از C_p, C_g, C ۵.۴- به ۴.۴- تغییر یافته.

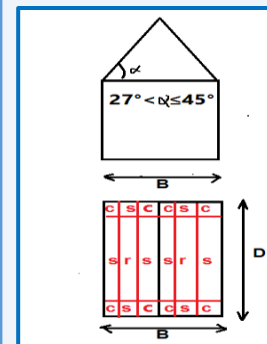
$$\left. \begin{array}{l} \text{بام تخت پله ای} \\ h_1 \geq 0.3H - 1 \\ h_1 \geq 3m - 2 \\ 0.25w \leq w_1, w_2, w_3 \leq 0.75 \end{array} \right\} \text{همزمان}$$

صفحه ۸۸ میحث ۶

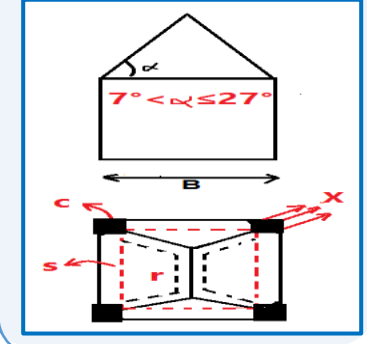
بام با شیب دو طرفه یا چهار طرفه و زاویه شیب بیش از 7°

محاسبه مساحت نواحی مختلف با توجه به شکل های زیر

بام دو شیب (دو طرفه)



بام چهار شیب



محاسبه C_p, C_y

محاسبه C_p, C_y

جدول صفحه ۹۰ میحث ۶

جدول صفحه ۹۰ میحث ۶

جدول صفحه ۹۰ میحث ۶

$$P = I_w \cdot q \cdot C_t \cdot C_d \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_y$$

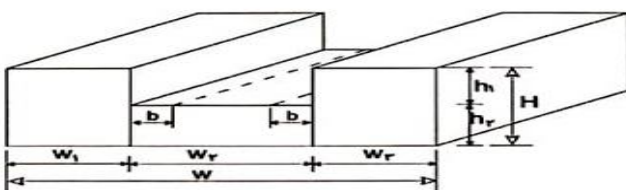
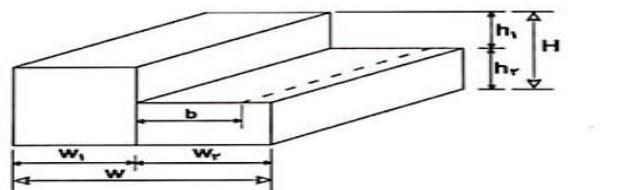
$$F = \sum p_j \cdot A_j \pm \sum p_{ij} \cdot A_j$$

$$F_{\text{بی}} = 0.7 F$$

P : فشار خُرگی باد و F : نیروی باد KN و A : مساحت سطح m^2 و p_i : فشار داخلی

نشر با ذکر منبع بلا مانع است.

تهیه و تدوین: پیام عباسی



محاسبه فشار باد بر پوشش بام در تحلیل استاتیکی

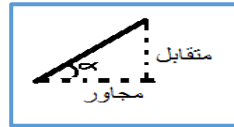
تمام پارامترها تا انتهای قسمت C_e مشابه به باد بر سازه اصلی صفحه ۲۸ است.

ساختمان کوتاه مرتبه

ساختمان بلند مرتبه

محاسبه شیب سقف:
ضلع مقابل
 $\alpha = \arctan \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}$

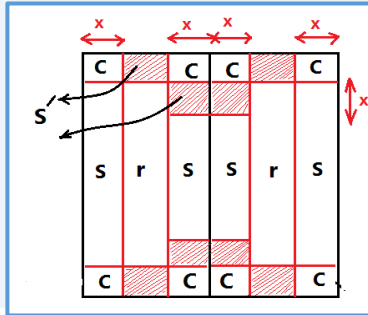
صفحه ۳۱ فلوچارت



عرض نوارهای کناری محاسبه مقدار x بر حسب متر:
 $x = \min\{0.1B, 0.4H\} \geq \max\{0.04B, 1\}$

بام صنعتی دندان‌ه‌ای با شیب دو طرفه بیش از 10°

محاسبه مساحت نواحی مختلف با توجه به شکل زیر



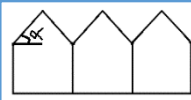
$10^\circ < \alpha \leq 30^\circ$



محاسبه C_p, C_g

جدول صفحه ۹۱ میحث ۶

$30^\circ < \alpha \leq 45^\circ$

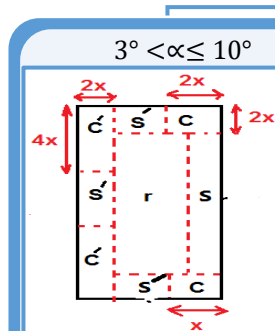


محاسبه C_p, C_g

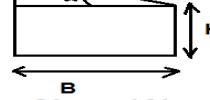
جدول صفحه ۹۱ میحث ۶

بام با شیب یک طرفه $3^\circ < \alpha \leq 30^\circ$

محاسبه مساحت نواحی مختلف با توجه به شکل زیر



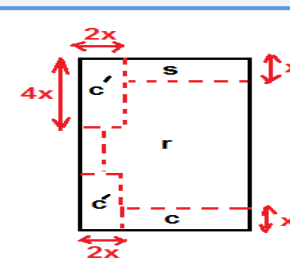
$3^\circ < \alpha \leq 10^\circ$



محاسبه C_p, C_g

جدول صفحه ۹۲ میحث ۶

$10^\circ < \alpha \leq 30^\circ$



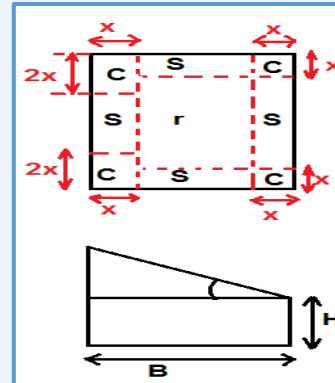
$10^\circ < \alpha \leq 30^\circ$

محاسبه C_p, C_g

جدول صفحه ۹۲ میحث ۶

بام دندان‌ه‌ای با شیب یکطرفه $10^\circ < \alpha \leq 30^\circ$

محاسبه مساحت نواحی مختلف با توجه به شکل زیر



محاسبه C_p, C_g

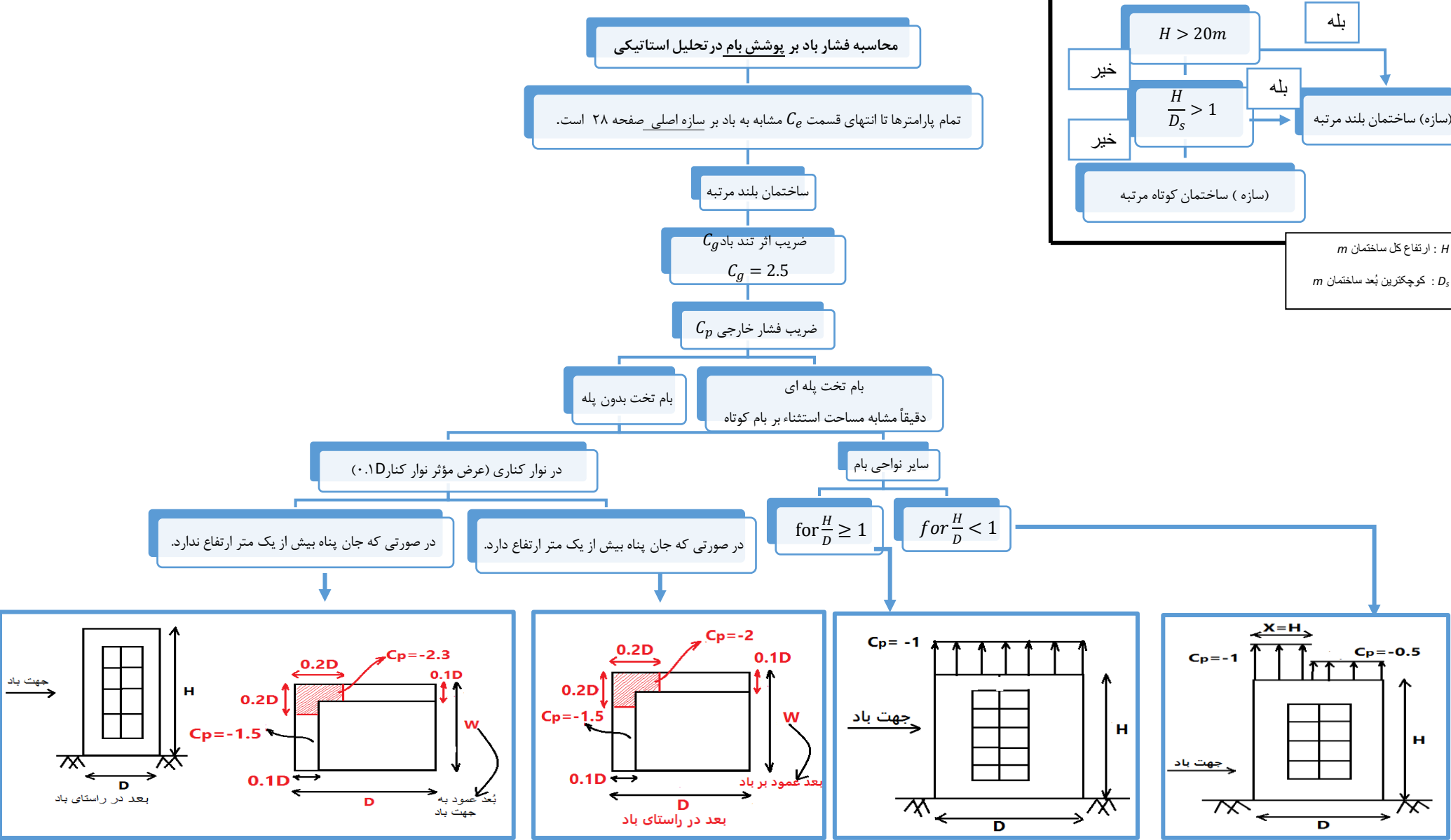
جدول صفحه ۹۳ میحث ۶

$$P = I_w \cdot q \cdot C_t \cdot C_d \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_y$$

$$F = \sum p_j \cdot A_j \pm \sum p_{ij} \cdot A_j$$

$$F_{پی} = 0.7 F$$

$\frac{KN}{m^2}$: فشار خارجی باد و F : نیروی باد KN و A : مساحت سطح m^2 و p_i : فشار داخلی



بارگذاری بار باد در فشار و مکش داخل سازه

نکته مهم: محاسبه فشار و مکش داخلی سازه برای سازه کوتاه مرتبه و بلند مرتبه یکسان است.

تمامی پارامترها تا انتهای محاسبه ی ضریب C_e مشابه بار باد بر سازه اصلی صفحه ۲۸ است.

فقط در محاسبه Z (ارتفاع مبنا) $\left. \begin{array}{l} \text{اگر باز شو در سمتی غیر از روبه باد باشد روی وجه داخلی} \\ \text{ساختمان مکش ایجاد شود} \leftarrow Z = H \\ \text{اگر باز شود رو به باد و فشار داخلی ایجاد شود} \\ \text{ارتفاع باز شو } Z = H \text{ اما در جهت اطمینان} \end{array} \right\}$

محاسبه اثر تند باد: C_{gi}

به طور محافظه کارانه

$$C_{gi} = 2$$

با محاسبات دقیق

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V_0^2}{6950A}}}$$

V_0 : حجم داخلی ساختمان m^3

A : مساحت کل بازشوها خارجی m^2

محاسبه ضریب فشار داخلی: C_{pi}

گروه ۱

ساختمان های بدون باز شو بزرگ و قابل توجه ، که اسماً هوا بند شده و تهویه هوای مکانیکی دارند یا مجموع باز شو بدنه و بام کمتر از ۰.۰۰۱ مساحت کل سازه است.

$$-0.15 \leq C_{pi} \leq 0$$

C_{pi} : تنها زمانی برابر سفر است که باز شو در کاهش بار های خارجی مؤثر باشد.

گروه ۲

ساختمانی که هنگام طوفان بازشوهاش شکسته و یا باز نخواهد شد و ساختمان با پنجره های معمولی قابل باز شو.

$$-0.45 \leq C_{pi} \leq 0.3$$

گروه ۳

ساختمان با باز شو بزرگ که احتمال ورود باد به آن بالاست، ساختمان صنعتی بادر های بزرگ یا هواکش و در هایی که ممکن است در زمان طوفان شکسته یا باز شود.

سرپوش های سه طرفه بسته. همچنین ساختمانهایی که باید عملکرد آن ها بعد از طوفان حفظ شود.

$$-0.7 \leq C_{pi} \leq 0.7$$

اثر دودکش:

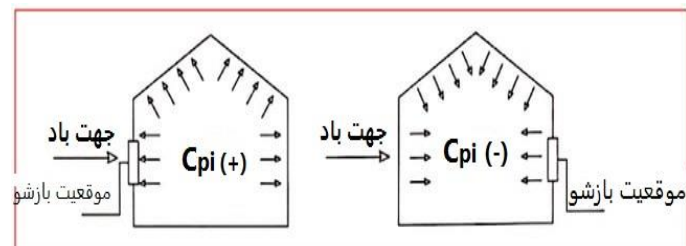
فشار داخلی می تواند تحت اثر تهویه مکانیکی و در اثر تفاضل درجه حرارت بین بیرون و داخل ایجاد شود. سیستم های تهویه مکانیکی در بهره برداری معمولی فشار کمتر از $0.1 \frac{KN}{m^2}$ ایجاد کرده. اگر اختلاف دمای $40^\circ C$ ، فشار $0.2 \frac{KN}{m^3}$ در هر $100 m^2$ است.

$$P = I_w \cdot q \cdot C_t \cdot C_d \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_y$$

$$F = \sum p_j \cdot A_j \pm \sum p_{ij} \cdot A_j$$

$$F_{پی} = 0.7 F$$

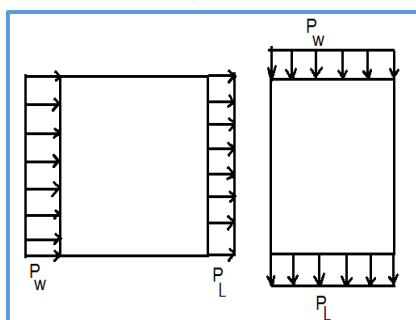
P : فشار خارجی باد و F : نیروی باد KN و A : مساحت سطح m^2 و p_i : فشار داخلی



کنترل اثر بارگذاری بخشی در ساختمانهای بلند مرتبه
(برای سازه کوتاه لازم نیست)

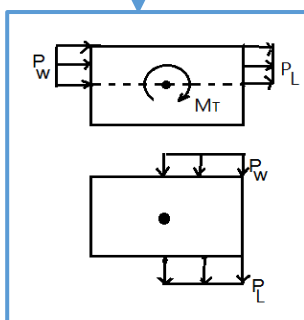
حالت ۱

تمام فشار باد در هر دو جهت به صورت جداگانه به سازه اعمال شده
 p_W : فشار در جهت روبه باد
 p_L : فشار (مکش) در جهت پشت به باد



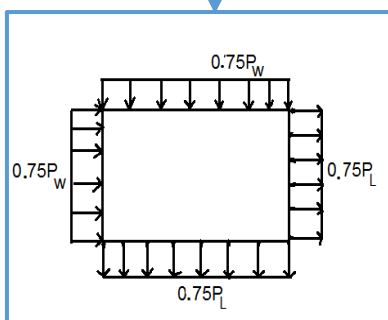
حالت ۲

بارگذاری جزئی برای رسیدن به لنگر پیچشی حداکثر (لنگر پیچی حداکثر زمانی رخ می دهد که بار به نصف بعد سازه اعمال شود).
 p_W : فشار در جهت روبه باد
فشار (مکش) در جهت پشت به باد p_L :



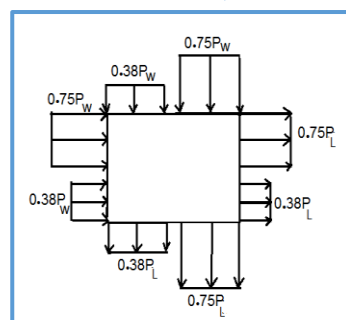
حالت ۳

0.75 فشار باد هم زمان به هر دو راستا وارد شود.
(اثر وزش باد و در راستای قطری ، ارتعاش سازه در راستای عمود بر جهت باد)
 p_W : فشار در جهت روبه باد
 p_L : فشار (مکش) در جهت پشت به باد



حالت 4

0.50 حالت 3 در قسمت هایی برای ایجاد پیچش حداکثر مانند شکل زیر:



مسائل متفرقه باد 2:

کنترل ها

کنترل لغزش پی در برابر باد:

باید شالوده (فونداسیون) در برابر حرکت ناشی از بار باد مقاوم باشد.
ضریب اطمینان ≤ 1.5 (بدون در نظر گرفتن ضریب بار)
(نیروی باد محاسبه شود و در قسمت لغزش در پی، فلوچارت مبحث ۷ کنترل شود)

کنترل واژگونی سازه در برابر باد:

باید نسبت به وجه انتهایی پشت باد در شالوده سنجیده شود.
می توان وزن شالوده و خاک آن را نیز محاسبه کرده.
ضریب اطمینان ≤ 1.75 (بدون در نظر گرفتن ضریب بار)
(نیروی باد محاسبه شود و در قسمت کنترل در دیوار واژگونی ۲۸۰۰ چک شود).

کنترل سازه در برابر بار بهره برداری باد (جلوگیری از آسیب اجزاء غیر سازه ای):

حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی ساختمان تحت ترکیب بار $D + 0.5L + 0.5(L_p S) + W_{ser}$ ، به 0.0025 ارتفاع هر طبقه محدود شود.
اگر نما اجزاء پوششی با تغییر مکان کمتری آسیب ببیند آن عدد جایگزین مقدار فوق گردد.
 W_{ser} : بار باد بهره برداری تمام موارد مشابه حالت قبل است فقط ساعت مبنای باد را در 0.8 ضرب کرده.

- [1] پرفسور داوود مستوفی نژاد, بارهای وارد بر ساختمان, دانشگاه صنعتی اصفهان
- [2] گ. م. د. م. م. ساختمان, بارهای وارد بر ساختمان مبحث 6, دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان
- [3] محمد آهنگر. حسین فراهانی. کامرانی راد, بارگذاری سازه‌ها جلد دوم, سری عمران