



«بسمه تعالی»

مبحث ششم مقررات ملی ساختمان

بارگذاری

“بارهای مرده، زنده، برف و باد”

تهیه و تنظیم: امیرحسین خلوتی

به نام خدا

الزامات مبنا:

- الف- تأمین ظرفیت کافی.
- ب- تأمین صلبیت کافی و حفظ قابلیت بهره‌برداری در انواع بارها.
- ج- انجام تحلیل با دقت کافی، با در نظر گیری خواص کوتاه‌مدت و درازمدت مصالح.

تقسیم بندی بارها: از نظر هندسه، امتداد اعمال بار و طبیعت آن

الف- گسترده	الف- ثقلی	الف- مرده
ب- خطی	ب - جانبی	ب- زنده
ج - متمرکز		ج- سایر بارها (خود کرنشی): نشست، خزش، جمع‌شدگی
		د- بارهای محیطی: فشار آب و خاک، برف، باد، تغییر دما

یادآوری:

$$1 \text{ dN} = 10 \text{ N} \cong 1 \text{ kg}$$

الف- بارهای مرده:

وزن اجزا دائم، غیرمتحرک و مرده، مانند: تیر، ستون، کف، دیوار، بام، راه‌پله، تیغه و تأسیسات ثابت.

* محاسبه بار مرده:

(طول، سطح، خالص) وزن واحد = بُعد مورد نظر $\times$ وزن مخصوص (جدول صفحه ۸۷- پیوست ۶-۱)

هر بعدی را که میخواهیم حذف
کنیم در آن ضرب میکنیم.

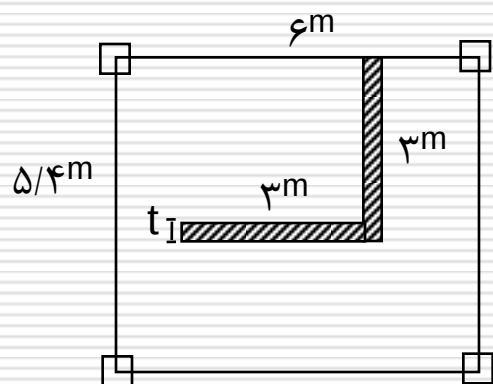
جدول شماره پ ۶-۱-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

شرح	جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱- آجرها و بلوکهای ساختمانی	
آجر توپر پخته رسی معمولی (آجر فشاری)	۱۷۰۰
آجر سوراخدار پخته رسی (آجر سفال)	۱۳۰۰
آجر ماسه آهکی متخلخل	۱۴۵۰
آجر ماسه آهکی توپر	۱۸۰۰
آجر نسوز	۱۸۵۰
آجر ضد اسید	۲۰۰۰
آجر شیشه ای مجوف	۱۲۵۰
آجر مجوف	۶۰۰
بلوک سیمانی	۹۰۰ تا ۱۳۰۰ (بسته به شکل)
۲- ملات ها	
ملات ماسه آهک	۱۸۵۰
ملات ماسه سیمان و آهک (با تارد)	۲۰۰۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰
ملات گچ	۱۳۰۰
ملات خاک نسوز	۱۹۰۰
کاهگل	۱۶۰۰
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰
ملات گل	۲۰۰۰
۳- بتن ها	
بتن با شن و ماسه معمولی	۲۴۰۰
بتن آرمه و بتن پیش تنیده با شن و ماسه معمولی	۲۵۰۰
بتن با سرباره کوره آهن گدازی	۱۷۵۰
بتن های سبک هوادار و گازی	۶۰۰
بتن با سنگ دانه سبک	۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع)
بتن اسفنجی	۵۰۰ تا ۹۰۰ (بسته به نوع)
بتن با خرده آجر	۱۷۰۰
بتن با پوکه معدنی و سیمان	۱۳۰۰
بتن با پوکه صنعتی و سیمان	۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع)

وزن واحد سطح دیوار ($\frac{Kg}{m^2}$)	بار زنده در کف چشمه مد نظر	بار معادل کف ($\frac{Kg}{m^2}$)
کمتر از ۴۰	کمتر از ۵۰۰	۵۰
	بیشتر از ۵۰۰	W_p^*
بین ۴۰ و ۱۵۰	کمتر از ۵۰۰	حداقل ۱۰۰
	بیشتر از ۵۰۰	W_p
بین ۱۵۰ و ۲۷۵	کمتر از ۵۰۰	حداقل ۱۰۰ و نیز باید اثر موضعی بار تیغه را بطور جداگانه در طراحی آن کف منظور نمود.
	بیشتر از ۵۰۰	W_p و نیز باید اثر موضعی بار تیغه را بطور جداگانه در طراحی آن کف منظور نمود.
بزرگتر از ۲۷۵	-	باید بصورت بارگسترده یکنواخت بر حسب ($\frac{Kg}{m}$) در محل اثر واقعی خودش منظور نمود.

جدول محاسبه بار
معادل تیغه‌بندی یا
پارتیشن‌ها

* W_p : عبارت است از نسبت وزن کل دیوار (Kg) به سطح چشمه مدنظر (m^2)



مثال- وزن واحد حجم دیوار 2000 kg/m^3 است. نحوه اثر وزن تیغه را در چشمه مقابل محاسبه کنید.

$h = 3\text{m}$ (در دو حالت $t = 10\text{cm}$ و $t = 35\text{cm}$)

الف) تیغه سنگین و بار تیغه در محل واقعی $2000 \times 0.35 = 700 \text{ kg/m}^2$

ب) سبک $275 < 2000 \times 0.10 = 200 \text{ kg/m}^2$

کل وزن تیغه $3600 \text{ kg} = 200 \times 6 \times 3$

$$\frac{3600}{27} = 133.3 \text{ kg/m}^2$$

در طراحی کف لازم است منظور شود و نیز حداقل ۱۰۰ هم رعایت شده است.

نکته:

وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت مثل لوله‌ها، فن کویل، تأسیسات سرمایشی و گرمایشی باید در محاسبه بار مرده، با پیش‌بینی آینده منظور شود.

ب- بارهای زنده:

ب- ۱ استاتیکی

ب- ۲ دینامیکی (ضربه)

بارهای زنده بار غیر دائمی و متحرک میباشند که در حین استفاده و بهره‌برداری وارد می‌شوند.

شامل یرف، زلزله یا باد نمی‌شوند.

حداقل بار زنده هر فضا به دو صورت گسترده و متمرکز به طور غیرهمزمان به کف‌ها اعمال می‌شوند.

ب - ۱ - استاتیکی:

حداقل بار زنده هر فضا در مقررات ملی ذکر شده است. (در جدول صفحات ۱۳، ۱۴ و ۱۵)
بار متمرکز موضعی طبق جدول صفحه ۱۵ در ابعاد $15^{cm} \times 15^{cm}$ ، برای کنترل پانچ کف به کار می‌رود. در بحرانی‌ترین محل بدون حضور بار یکنواخت.

جدول شماره ۶-۳-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت

بار گسترده (دکانیوتن بر متر مربع)	نوع کاربری کفها
-	۱- کاربریهای مشترک در انواع ساختمانها
۵۰	بامهای شیب دار با پوشش سبک با شیب بیشتر از ۱۰ درجه
۱۵۰	بامهای شیب دار با پوشش سبک با شیب کمتر از ۱۰ درجه
۴۰۰	بامهای تخت و یا با شیب کم که به عنوان محل تجمع مورد استفاده قرار نمی گیرد
۵۰۰	سالنهای عمومی و محلهای تجمع دارای صندلیهای ثابت
مطابق بار زنده اتاقهای مجاور	سالنهای عمومی و محلهای تجمع بدون صندلی ثابت
۳۵۰	راهروهای فرعی بین اتاقها که امکان تجمع در آنها کم باشد
۵۰۰	راهروهای اصلی و پلکانها که در معرض رفت و آمد و تجمع کم باشد، نظیر
به بند ۶-۳-۵ مراجعه شود	راهروهای اصلی ساختمانهای مسکونی و اداری
۷۵۰	راهروهای اصلی و پلکانها که در معرض رفت و آمد و تجمع زیاد باشد، نظیر
۵۰۰	راهروهای اصلی مدارس و مراکز تجمع
۳۵۰	بالکنها
۵۰۰	موتورخانه ها
۳۵۰	اتاقهای هواساز، پمپ و نظایر آن
۵۰۰	محل عبور و پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۱۵۰۰ دکانیوتن (۱)
۶۰۰	محل عبور و پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۲۵۰۰ دکانیوتن
۷۰۰	محل عبور و پارک خودروهای سواری و کامیونت های با وزن حداکثر ۴۰۰۰ دکانیوتن
۸۰۰	محل عبور و پارک خودروها با وزن حداکثر ۶۰۰۰ دکانیوتن
	محل عبور و پارک خودروها با وزن حداکثر ۹۰۰۰ دکانیوتن
۲۰۰	۲- ساختمانهای مسکونی
۵۰۰	اتاقها و راهروهای خصوصی و سرویسها
	انبارها

یادداشت:

(۱) در این محل ها باید با نصب وسائل محدود کننده ارتفاع خودرو و یا نظایر آن اطمینان حاصل کرد که خودروهای سنگین تر اجازه تردد نداشته باشند.

جدول شماره ۶-۳-۲ حداقل بارهای زنده متمرکز

نوع کاربری کفها	بار متمرکز دکانیوتن
بامها	۱۰۰
کلاسها	۴۵۰
دفاتر کار، اتاقهای عمل و صحنه ها	۹۰۰
انبارها	۹۰۰
مخازن کتاب	۷۰۰
محل عبور یا پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۱۵۰۰ دکانیوتن	۷۵۰
محل عبور یا پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۲۵۰۰ دکانیوتن	۱۰۰۰
محل عبور یا پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۴۰۰۰ دکانیوتن	۲۰۰۰
محل عبور یا پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۶۰۰۰ دکانیوتن	۳۰۰۰
محل عبور یا پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۹۰۰۰ دکانیوتن	۴۰۰۰

نکاتی که باید در محاسبه بار زنده در نظر داشت:

۱- اگر در جدول نباشد:

- الف- وزن افراد
 - ب- وزن تجهیزات و دستگاه‌ها
 - ج- وزن موادی که انبار می‌شوند
- ← در هر صورت حداقل 150 kg/m^2 باید باشد.

۲- در تعمیرگاه، کارخانجات و کارگاه‌های صنعتی که تجهیزات و کاربری خاص دارند بار زنده متناسب با مطالعه بدست آید ← حداقل 400 kg/m^2 باید باشد.

۳- بار آتش‌نشانی: در محل‌های احتمال عبور بار آن را $9 \text{ ton} = 9000 \text{ dN}$ در نظر می‌گیریم و

طبق جدول بار گسترده و متمرکز معادل را محاسبه می‌کنیم.

بر روی یک چشمه فقط می‌گذاریم.

گسترده: 800 kg/m^2
متمرکز: $4 \text{ ton} = 4000 \text{ kg}$ در سطح 15×15 در بدترین محل بدون گسترده

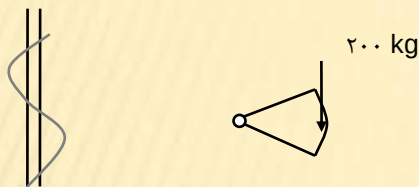
مثال:



۴- بالکن ها (طره‌ای):

الف: بار برابر با بار کف اتاق متصل $\leq 300 \text{ kg/m}^2$ (یادآوری: اتاق مسکونی معمولی 200 kg/m^2 است).
اگر بالکن محل تجمع است $\leq 500 \text{ kg/m}^2$

ب: بار خطی 250 kg/km در لبه بالکن به صورت قائم، بدون وجود بار گسترده یکنواخت.



۵- پلکان‌ها، گسترده:

تجمع کم (مسکونی): ۳۵۰ kg/m^2

تجمع زیاد (مدرسه): ۵۰۰ kg/m^2

متمركز: فقط در طره‌ای‌ها: بار متمركز ۲۰۰ kg در انتهای طره بدون وجود بار گسترده یکنواخت. (لزومی ندارد)

۶- انبارها:

گسترده:

مسکونی: ۵۰۰ kg/m^2

اجناس: جدول پیوست ۲-۶: صفحه ۹۷ (الف- اعداد معلوم، ب- غیرقابل تخمین) حداقل ۷۵۰ kg/m^2 باشد.

متمركز: ۹۰۰ kg طبق جدول صفحه ۱۵

اگر ماشین تردد می‌کند آن هم با ضوابط خودش در جدول صفحه ۱۳ (گسترده) یا صفحه ۱۵ (متمركز)

۷- خرپا و تیر پوشش سالن‌های صنعتی، گاراژها، انبارها و از این نوع:

بار زنده سقف + بار متمركز $۱۰ \text{ KN} = ۱ \text{ ton}$: الف- در خرپا: به گره‌های پایینی

ب- در تیرها: هر نقطه‌ای که بدترین اثر را ایجاد کند.

۸- بارگذاری شطرنجی برای بدترین حالت:

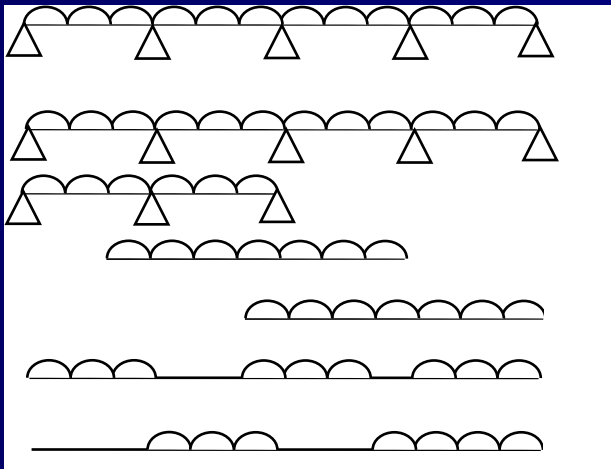
فقط برای بار زنده‌آن هم در حالتی که $LL > ۵۰۰ \text{ kg/m}^2$ یا $LL > ۱/۵ \times DL$ است.

برای:

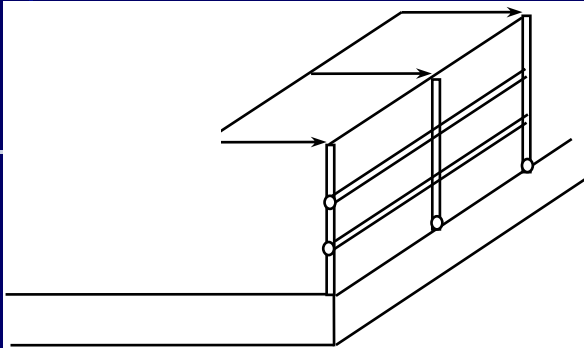
الف- تیرها،
ب- قاب نامعین

حالت‌ها:

تمام دهانه‌ها
در دهانه مجاور
یک درمیان



مثال

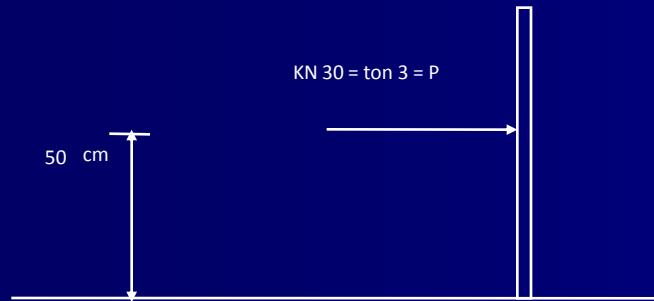


۹- دست انداز، نرده، جان پناه و حفاظ پارکینگ:

۹-۱- دست انداز، نرده، جان پناه

الف- گسترده خطی (صفحه ۱۶)

ب- متمرکز (صفحه ۱۶)



۹-۲- حفاظ پارکینگ

الف- خودروی شخصی

ب- طبق نشریه ۱۳۹ سازمان مدیریت

ب - ۲- دینامیکی (با اثر ضربه):

یا باید تحلیل دینامیکی انجام داد یا ضریب ضربه را اعمال کنیم.

$$P_{\text{dyn}} = I \cdot P_{\text{st}}$$

ضریب ضربه: $I > 1$

$$I = 1/33$$

۱- آویز کششی نگهدارنده کفها و بالکنها:

در طراحی تیر نگهدارنده منظور می شود.

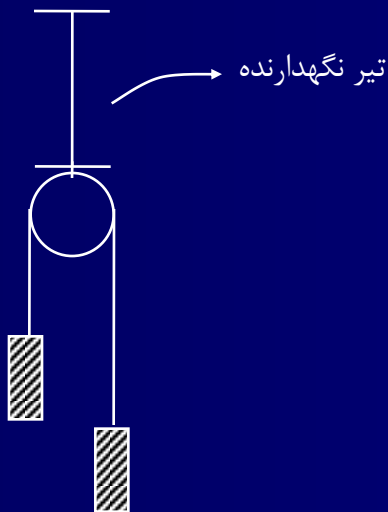
۲- سازه تکیه گاه ماشین آلات:

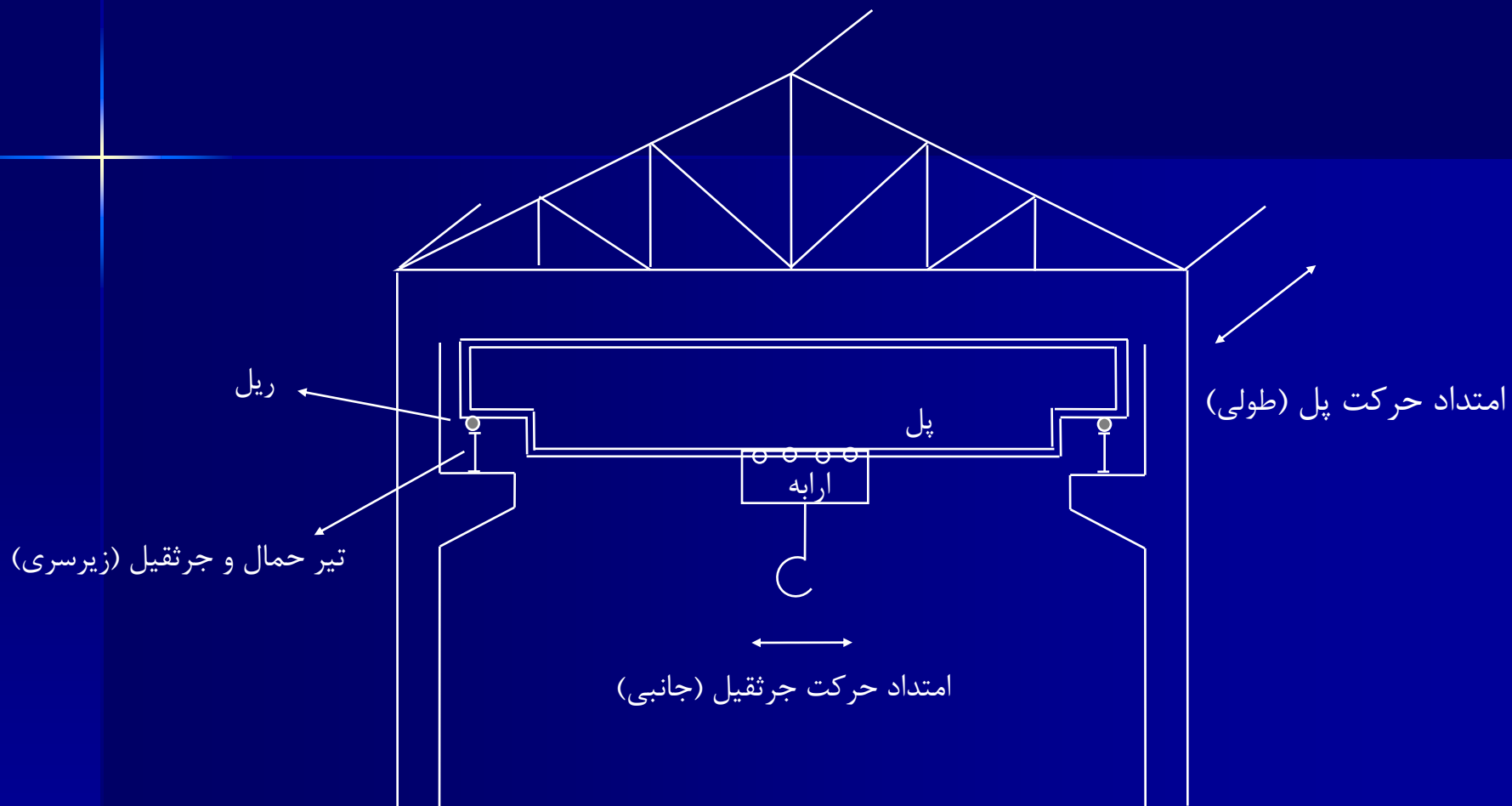
ضریب ارائه شده توسط سازنده یا ضرایب زیر:

$$I = 1/2 \quad \text{دورانی:}$$

$$I = 1/5 \quad \text{رفت و برگشتی:}$$

* این ضریب در وزن ماشین، ملحقات و بارهای متحرک ضرب می شود.





* جهت بارها: برای بار قائم، افقی (جانبی، طولی)

$R =$ حداکثر بار چرخ پل = بار چرخ در اثر وزن پل^(۱) اراهه^(۲) و $P^{(۳)}$ در بهترین موقعیت.

بار قائم: $R \leq 1/25$ ← در طرح ستون وشالوده (بدون ضریب ضربه) ولی در طرح بقیه المانها ضریب ضربه باید باشد.

بار جانبی: (وزن اراهه + P) $\leq 0/2$ ← در امتداد عمود بر محور تیر حمال در سطح تماس چرخ و ریل
← در هر دو جهت (جهت ریل و بیرون از ریل) ← تقسیم بر نسبت سختی خمشی جانبی تیر حمال

بار طولی: $R \leq 0/1$ ← در امتداد موازی محور تیر حمال در سطح تماس چرخ و ریل ← در هر دو جهت (جهت ریل و بیرون از ریل)

ب - ۳- بارهای حین ساخت و اجرا: Construction loading

از نوع بارهای زنده محسوب می‌شوند.

ب - ۴- کاهش بار زنده:

در کلیه کف‌ها به جز بام - کارخانه - کارگاه - یا انبار - پارکینگ و محل ازدحام به دلیل احتمال کم همزمانی بارهای زنده و اشباع شدن، بار زنده را کاهش می‌دهیم.

* حداکثر کاهش بار زنده = ۵۰٪

میزان کاهش در تیرها و ستونها متفاوت است.

تیرها

ستون، شالوده، پایه، دیوار

الف - تیرها:

$$\left. \begin{array}{l} 18 \text{ m}^2 > \text{سطح بارگیر} \\ \text{و} \\ LL < 400 \text{ kg/m}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow R = 100 \left(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}} \right) \leq \%50$$

ب - ستون‌ها:

درستونی که بار چند طبقه را تحمل می‌کند و $18 \text{ m}^2 \leq \sum A_i$ (البته سطوحی که شامل بالایی‌ها نمی‌شود)

مقدار کاهش حداکثر دو مقدار زیر است مشروط بر آنکه از ۵۰٪ بیشتر نشود.

الف: هر آنچه از رابطه بدست آید.

ب: بر اساس جدول زیر:

یک طبقه - ۰٪

دو کف - ۱۰٪

سه کف - ۲۰٪

چهار کف - ۳۰٪

پنج کف - ۴۰٪

شش کف و بالاتر ۵۰٪ ← ثابت می‌ماند دیگر

مثال:

نحوه توزیع بار وارد بر کفها:
الف- یک طرفه
ب- دو طرفه

فشار خاک

بر دیوارهای حائل: فشار خاک باید معادل با هیدرواستاتیک با $\Delta = 500 \text{ kg/m}^3$ حداقل باشد.

– سربار ثابت و متحرک باید منظور گردد.

– آب اشباع باید منظور شود.

– اگر فشار خاک باعث کاهش برخی نیروها می شود فشار پشت دیوار را به نصف تقلیل داده و سپس طراحی می کنیم.

ضریب اطمینان واژگونی حداقل $1/75$ و لغزش حداقل $1/5$ باید باشد.

– فشار بالارانش کفها: برای اختلاف رقوم مایع است. حداقل ضریب اطمینان $1/5$ است.

بار برف:

- برای دوره بازگشت ۵۰ سال (۲٪ در سال) محاسبه میکنیم.

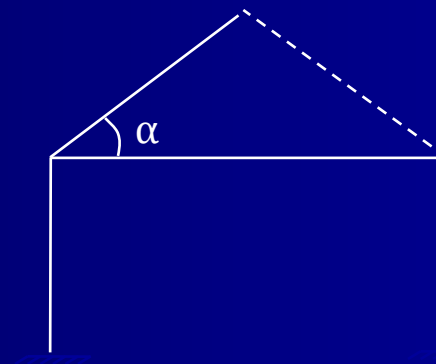
$$P_r = C_s \cdot P_s \geq 25 \text{ kg/m}^2$$

P_r (بار برف بام)، P_s (بار برف مبنا) و C_s (ثابت شیب).

P_r : بر روی سطح افقی بام اعمال می‌شود.

P_s : یا بر اساس نقشه پهنه‌بندی kg/m^2 (نادر، کم، متوسط، زیاد، سنگین، فوق سنگین) و یا مطالعه خاص منطقه که باید حداقل ۸۰٪ آیین‌نامه باشد.

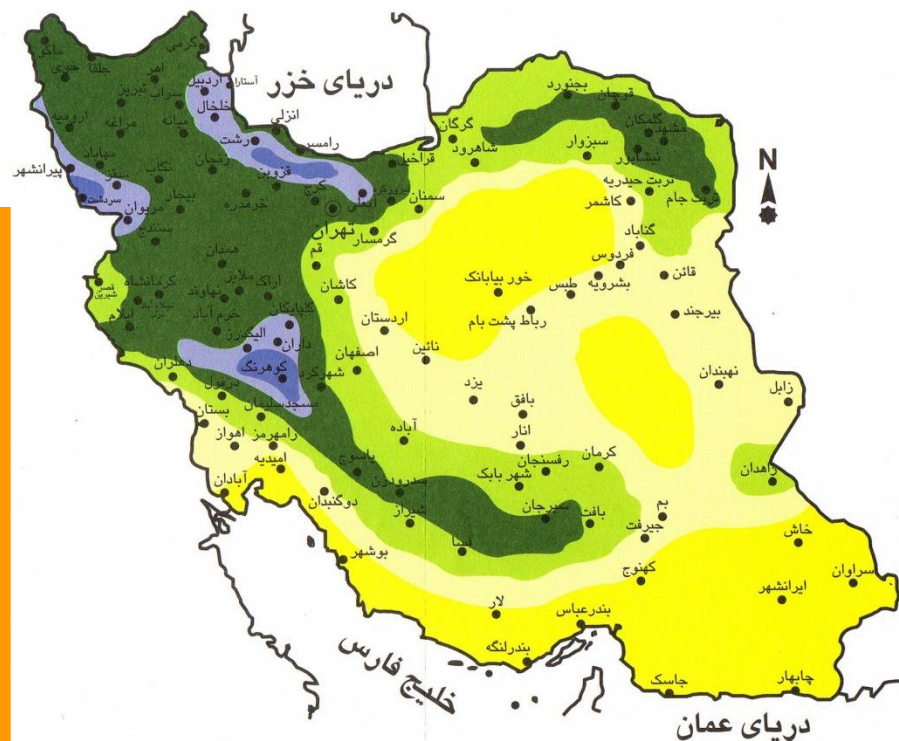
$$\begin{cases} 0 \leq \alpha \leq 15 & \Rightarrow C_s = 1 \\ 15 \leq \alpha \leq 60 & \Rightarrow C_s = 1 - \frac{\alpha - 15}{60} \\ 60 \leq \alpha & \Rightarrow C_s = 0.25 \end{cases}$$



α با افق

ادامه جدول ۶-۴-۱

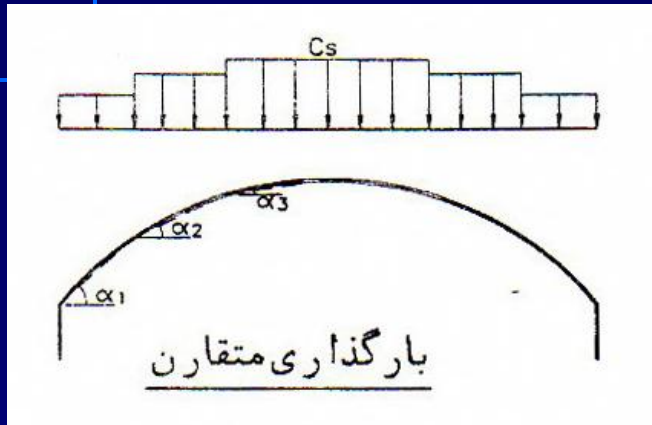
ردیف	نام ایستگاه یا شهر	منطقه	ردیف	نام ایستگاه یا شهر	منطقه
۶۱	رشت	۵	۹۱	کاشان	۳
۶۲	رفسنجان	۳	۹۲	کاشمر	۲
۶۳	روانسر	۴	۹۳	کرج	۴
۶۴	زابل	۲	۹۴	کرمان	۳
۶۵	زرنه اوباتو	۵	۹۵	کرمانشاه	۴
۶۶	زنجان	۴	۹۶	کنگاور	۴
۶۷	سبزوار	۳	۹۷	کهنوج	۱
۶۸	سراب	۴	۹۸	کوهرنگ	۶
۶۹	سراوان	۱	۹۹	گرگان	۳
۷۰	سرپل ذهاب	۳	۱۰۰	گرمسار	۳
۷۱	سرخس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



شکل ۶-۴-۱ تقسیم بندی مناطق کشور برای بار برف

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

در دندانه‌ای $C_s = 1$ است برای کلیه سطوح. (دیگر کم نمی‌کند).
 * در قوسی باید به چند ضلعی تقسیم کرد (حداقل سه قطعه) و برای هر قطعه با توجه به α خودش C_s را محاسبه کنیم.



بارگذاری نامتقارن:

به دلیل انباشتگی در:

$$\left. \begin{array}{l} \text{بام‌های شیب‌دار دوطرفه که } 60 \geq \alpha \geq 15 \\ \text{بام‌های قوسی که خط واصل رأس به تکیه‌گاه زاویه } 60 \geq \alpha \geq 15 \end{array} \right\}$$

برف رو به باد حذف و پشت به باد ۲۰٪ افزایش داده می‌شود.

در دندانه‌دارها $C_s = 0.5$ برای رأس و $C_s = 2$ برای انتهای شیب (قعر) فرض می‌شود. بین این‌ها نیز خطی است.

Snow accumulates behind parapets and in valleys

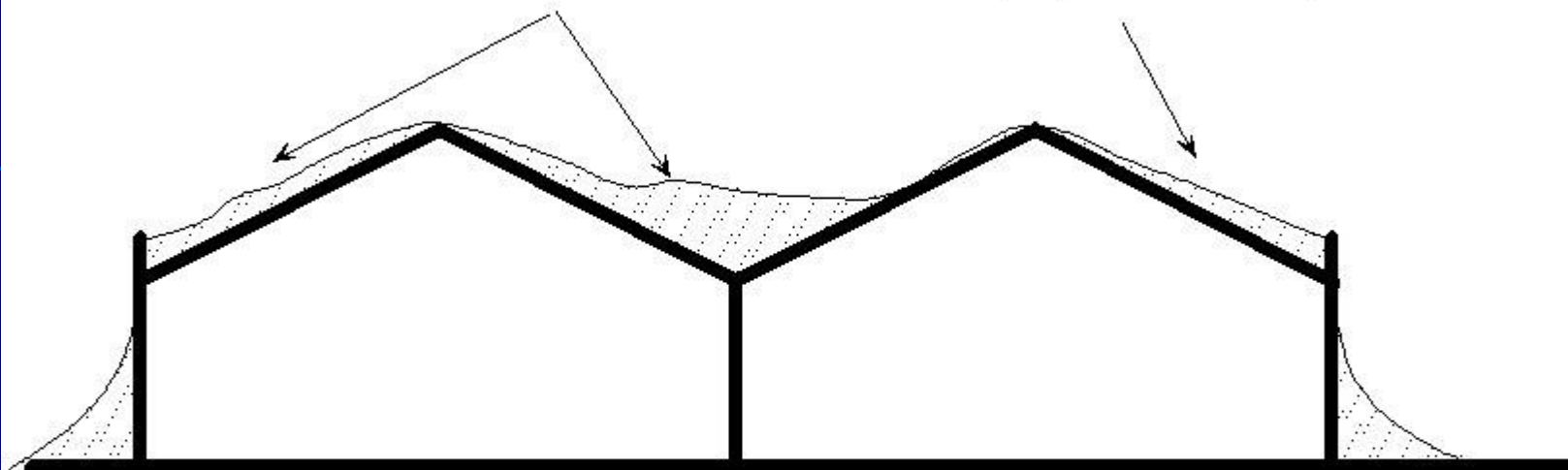
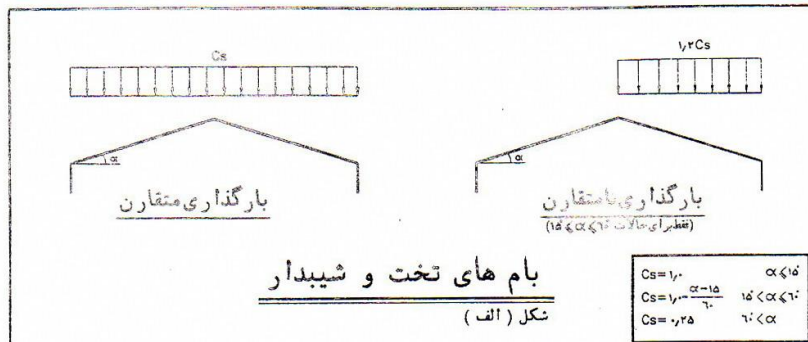
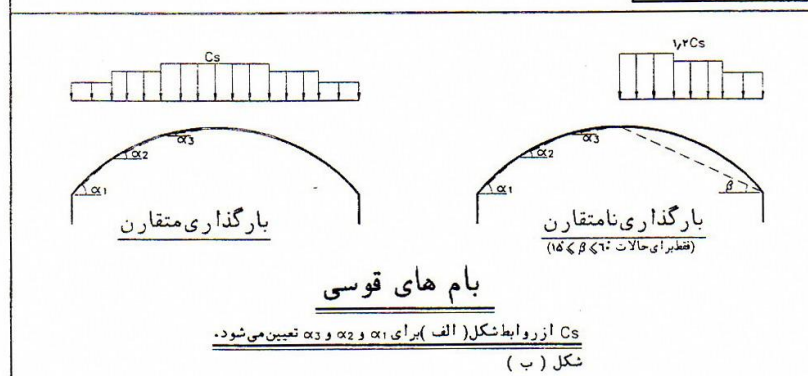
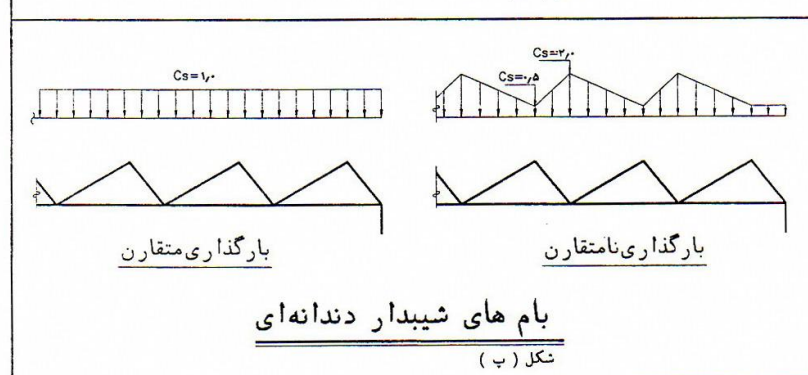


Figure 17 Accumulation of snow





شکل (۶-۴-۲) ضریب C_s برای بار برف روی بام های مختلف

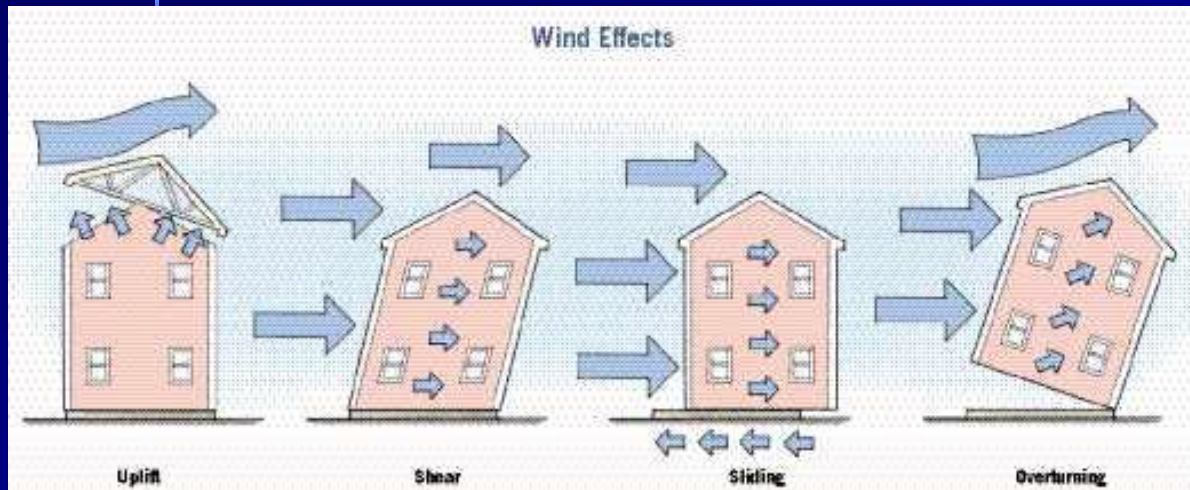


بار باد



آثار سازه‌ای:

کلی: پایداری کل ساختمان
موضعی: سقف، شیروانی، نما و ...



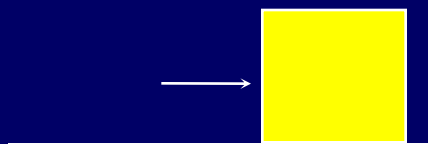
فشار باد:

خارج از ساختمان
داخل ساختمان (ورود از بازشوها)

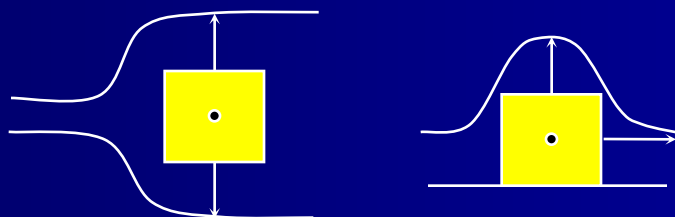


آثار باد:

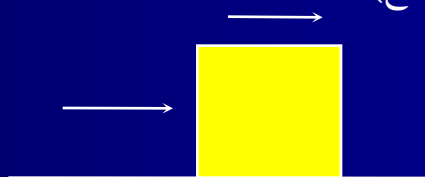
۱- فشار مستقیم



۲- فشار منفی (مکش): بام، پشت به باد و پهلوها



۳- رانشی (Drag) اصطکاکی (روی سطح)



۴- ارتعاش در جهت عمود روی سازه‌های رعنا Vortex

اثر باد در تمام امتدادها باید باشد، خصوصاً مواردی که در هر بند مشخص شده است.

در طراحی کافی است در امتدادهای اصلی متعامد ساختمان اعمال شود. (غیر همزمان)

بار باد و زلزله با هم جمع نمی‌شوند. در هر عضو بحرانی تر را در نظر می‌گیریم ولی با رعایت تمهیدات شکل پذیری مفروض.

در موارد زیر تحلیل ساده آیین‌نامه کافی نیست:

- $T > 1 \text{ sec}$
- ۱- ساختمان‌های با ارتفاع $m < 120$ و یا (عرض) $h > 5 L$

۲- سازه‌های غیرساختمانی مانند دودکش، مخزن و دکل که پریودی بیش از یک ثانیه دارند.

روش های دقیق تر:

- الف- تحلیل دینامیکی
- ب- روش تجربی و تونل باد

حاصل جواب دقیق تر باید حداقل ۸۰٪ آیین‌نامه باشد.

جدول شماره ۶-۶-۱ سرعت و فشار مبنای باد

فشار مبنا (q) دکانیوتن بر مترمربع	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	نام ایستگاه
۴۰/۵	۹۰	۱ آبادان
۵۰/۰	۱۰۰	۲ آبادیه
۶۰/۵	۱۱۰	۳ آبعلی
۴۰/۵	۹۰	۴ اراک
۸۴/۵	۱۳۰	۵ اردبیل
۴۰/۵	۹۰	۶ ارومیه
۶۰/۵	۱۱۰	۷ آغاجاری
۶۰/۵	۱۱۰	۸ اصفهان
۶۰/۵	۱۱۰	۹ امیدیه
۶۰/۵	۱۱۰	۱۰ اهواز
۶۰/۵	۱۱۰	۱۱ ایرانشهر
۵۰/۰	۱۰۰	۱۲ بابلسر
۸۴/۵	۱۳۰	۱۳ بجنورد
۶۰/۵	۱۱۰	۱۴ بم
۶۰/۵	۱۱۰	۱۵ بندرانزلی
۵۰/۰	۱۰۰	۱۶ بندر عباس
۴۰/۵	۹۰	۱۷ بندر لنگه
۵۰/۰	۱۰۰	۱۸ بوشهر
۴۰/۵	۹۰	۱۹ بیرجند
۵۰/۰	۱۰۰	۲۰ پارس آبادمغان
۶۰/۵	۱۱۰	۲۱ تبریز
۳۲/۰	۸۰	۲۲ تربت حیدریه
۵۰/۰	۱۰۰	۲۳ تهران

۱- سرعت مبنای باد:

سرعت در ارتفاع ۱۰ متر سطح زمین در منطقه خلوت و وسیع و مسطح با دوره بازگشت ۵۰ سال (حداکثر ۲٪ در سال)

- ۱- جدول ← نزدیک‌ترین شهر اگر نبود
۲- در سازه های خاص مطالعات آماری با دوره بازگشت مناسب صورت گیردولی حداقل 80 km/hr باید باشد.

۲- فشار مبنای باد: براساس قانون برنولی در سطح عمود بر امتداد باد به دست می آید.

$$q \text{ (kg/m}^2\text{)} = 0.005 V^2 \text{ (km/hr)}$$

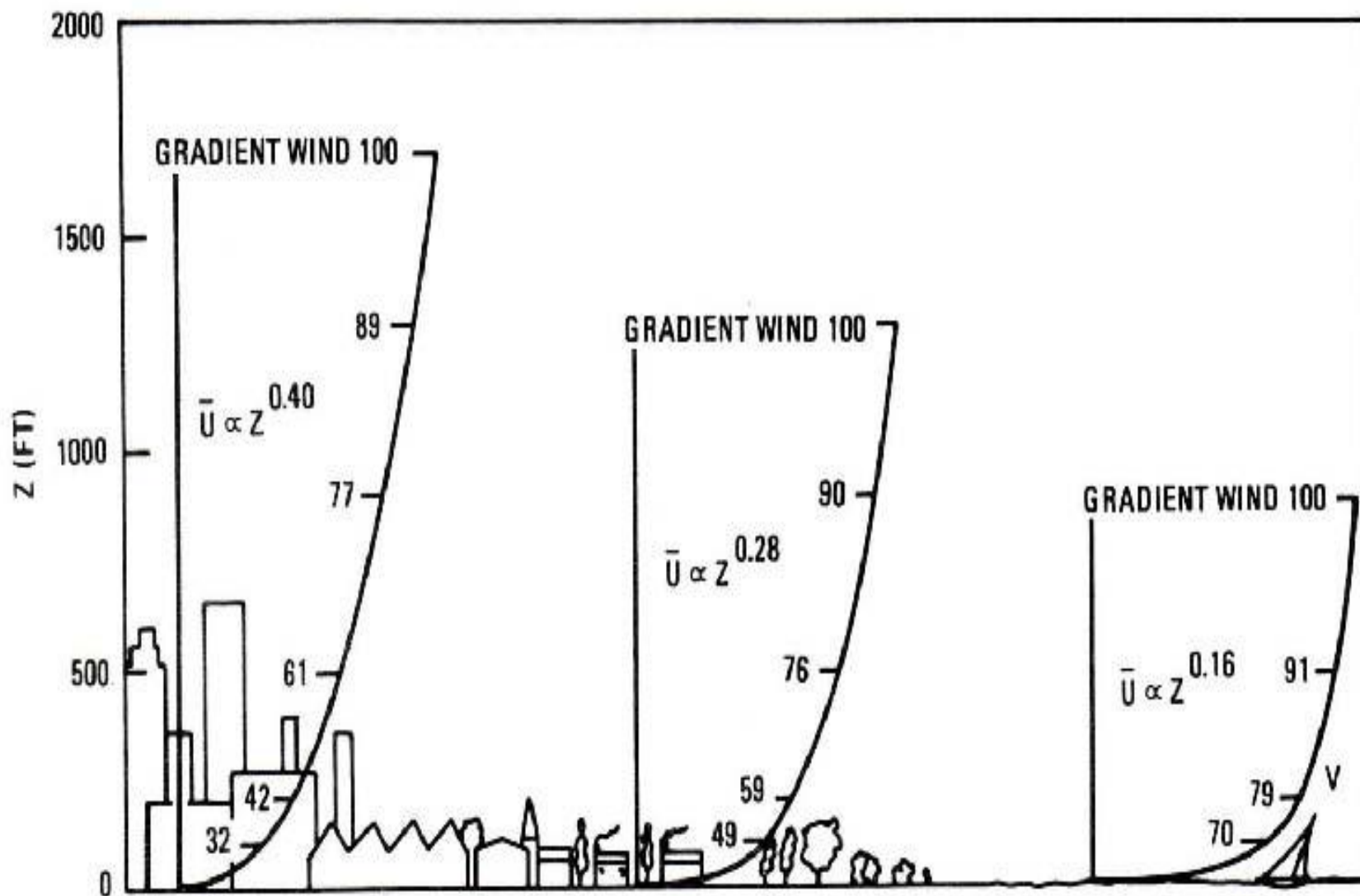
۳ - فشار باد: (یا مکش)

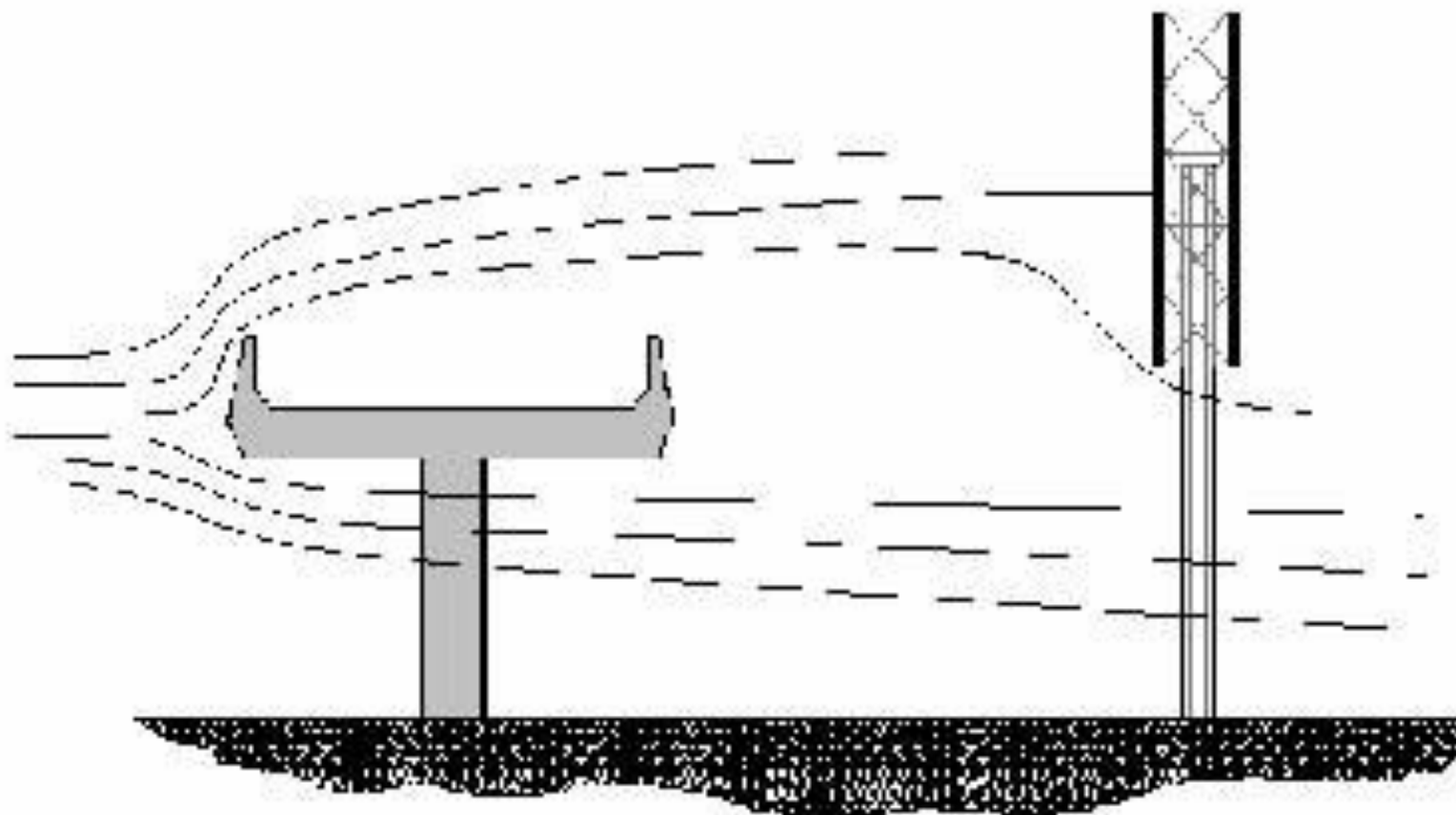
$$P = C_e \cdot q \cdot C_q \text{ (ضریب اثر تغییر سرعت)}$$

۴- نیروی باد:

$$F = P \cdot A$$

A: سطح گیرنده باد (برای سازه‌های با سطوح مشبک مانند دکل) مجموع سطوح تصاویر اعضا سازه بر صفحه عمود بر (امتداد باد) است.

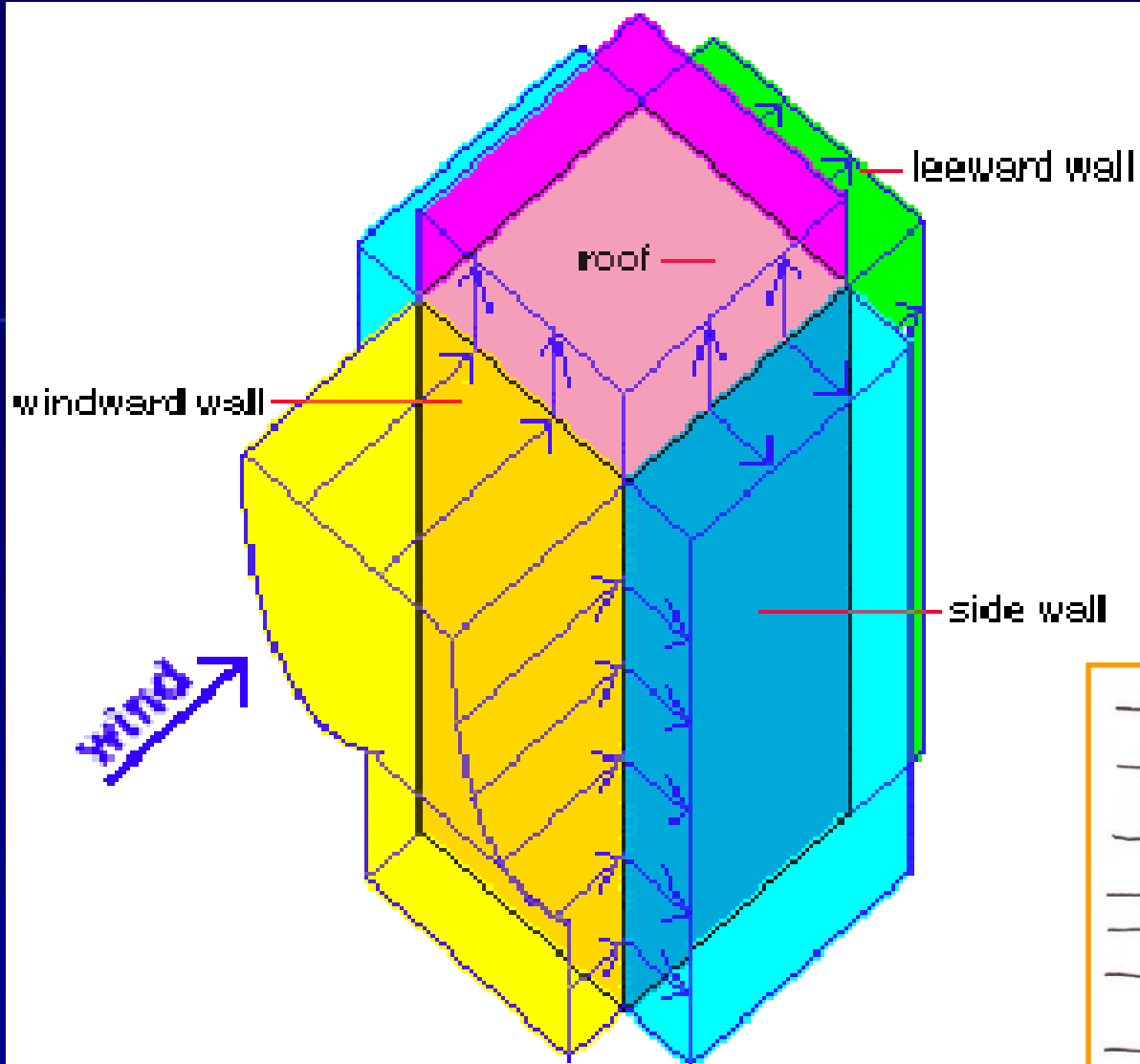




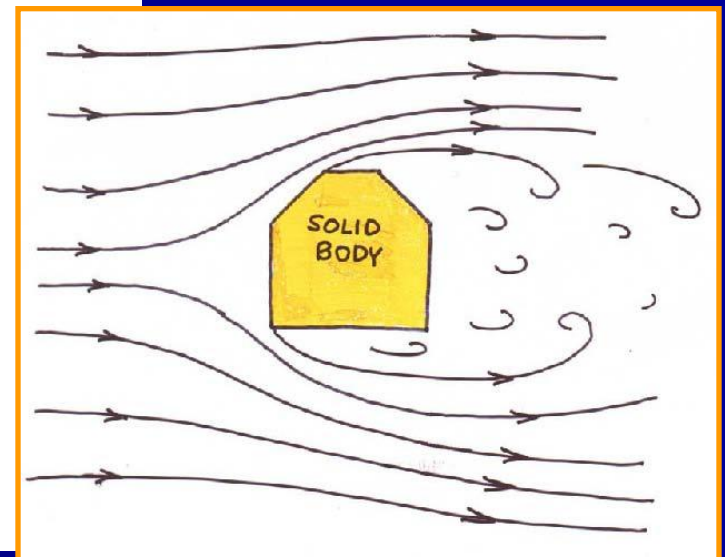
جدول شماره ۶-۶-۲ ضریب اثر تغییر سرعت برای ارتفاع ترازهای مختلف

ارتفاع تراز مورد نظر (به متر)	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰	۵۰-۶۰	۶۰-۸۰	۸۰-۱۰۰	۱۰۰-۱۲۰
نواحی بند (الف)	۱/۶	۱/۹	۲/۱	۲/۲	۲/۳	۲/۴	۲/۶	۲/۸	۲/۹
نواحی بند (ب)	۲/۰	۲/۲	۲/۴	۲/۵	۲/۶	۲/۷	۲/۸	۲/۹	۳/۰

نواحی (الف) مربوط به داخل شهر ها با ساختمانهای متعدد وانبوه درختان است. و نواحی ب بالعکس آن میباشد.



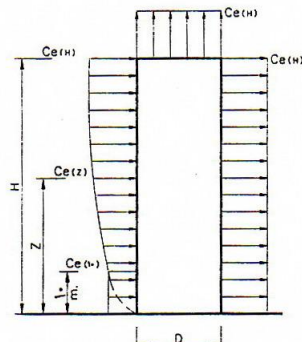
Wind pressure on buildings



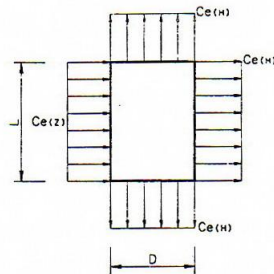
جهت وزش باد

$$C_e = 1 + \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{2\beta} \quad \dots \text{داخل شهرها و} \dots$$

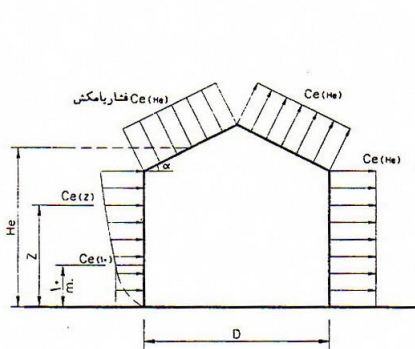
$$C_e = 0.7 + \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{2\beta} \quad \dots \text{خارج شهرها و} \dots$$



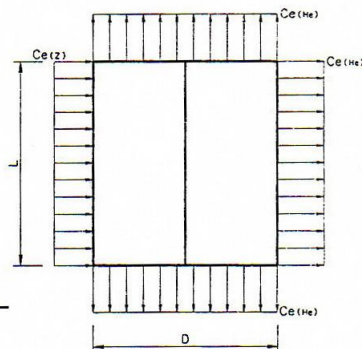
نمای ساختمان



پلان ساختمان

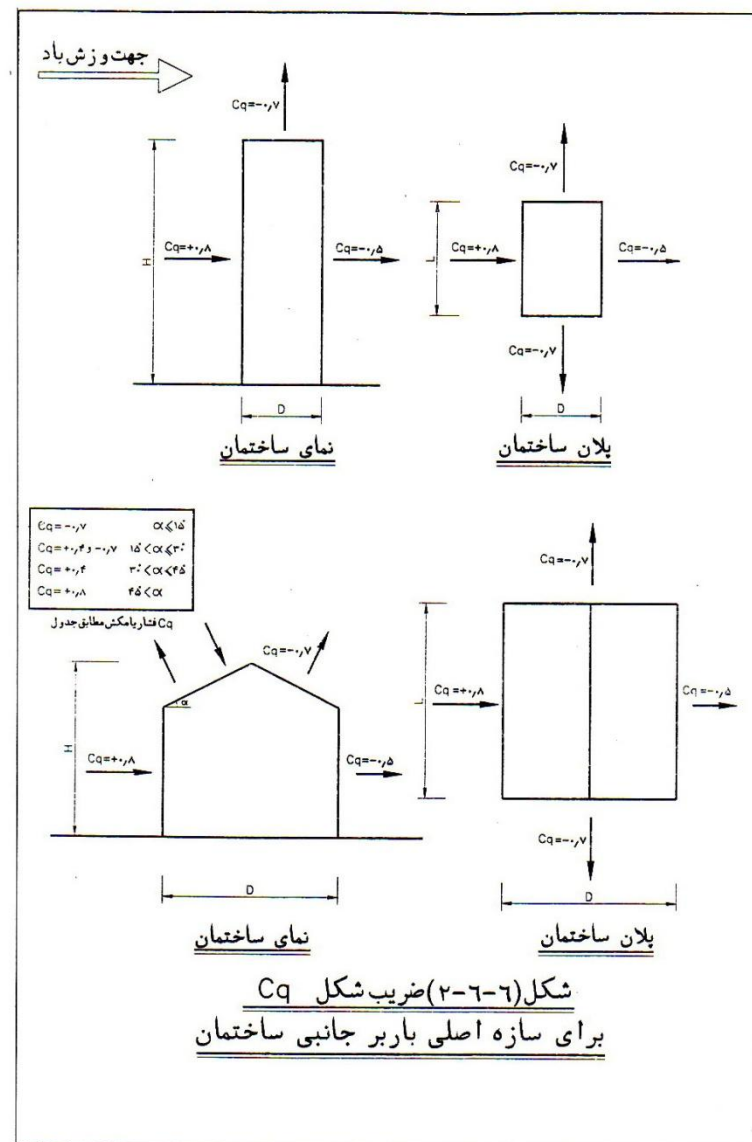


نمای ساختمان



پلان ساختمان

شکل (۶-۶-۱) ضریب اثر تغییر سرعت C_e
سطوح روبرو باد ، پشت به باد ، موازی باد



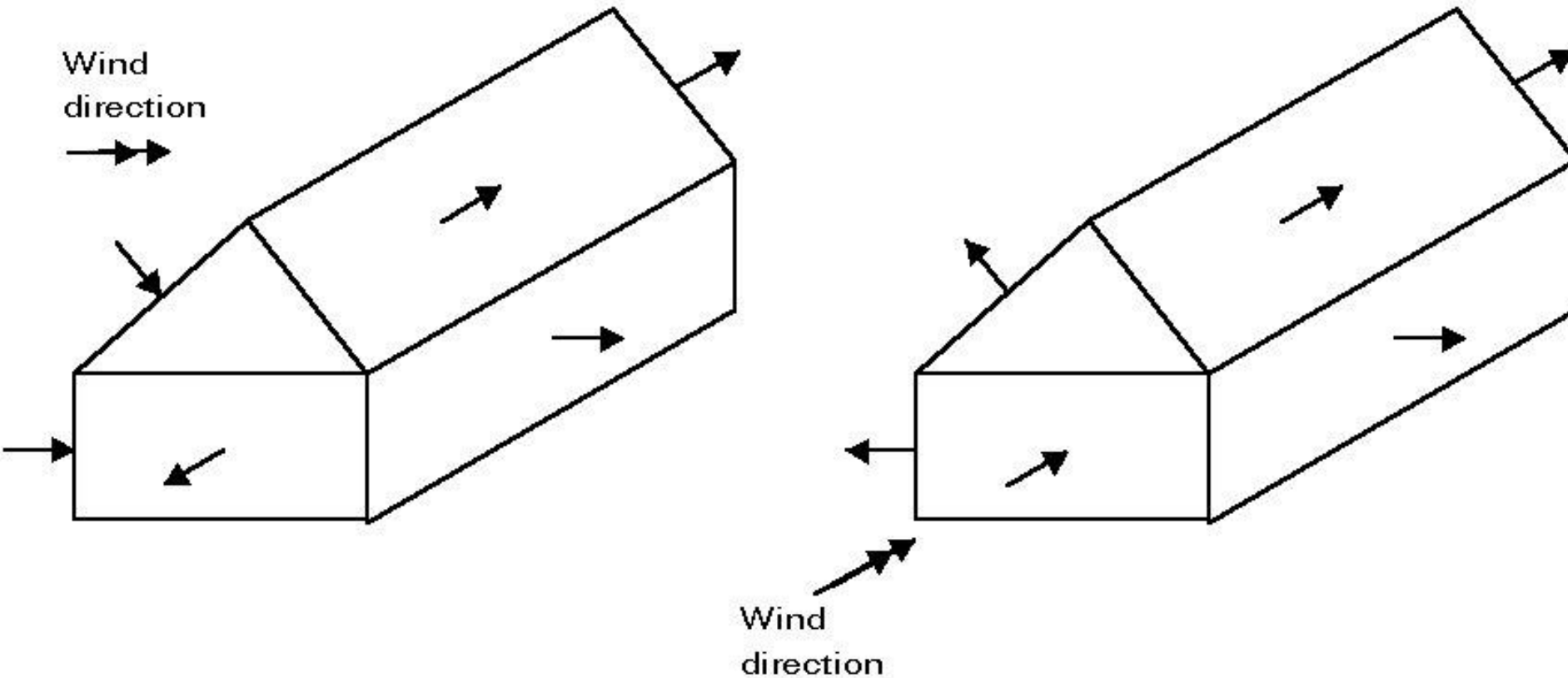


Figure 13 Effect of wind direction on pressure distribution

جدول شماره ۶-۶-۳ ضریب شکل برای سازه اصلی باربر جانبی ساختمان

+۰/۸	رو به باد		دیوارها
-۰/۵	پشت به باد		
-۰/۷	موازی با باد		
-۰/۷	بام تخت		بام ها
-۰/۷	شیب کمتر از ۱۵ درجه	شیب دار رو به باد	
+۰/۴ و -۰/۷	شیب بین ۱۵ و ۳۰ درجه		
+۰/۴	شیب بین ۳۰ و ۴۵ درجه		
+۰/۸	شیب بیشتر از ۴۵ درجه		
-۰/۷	شیب دار پشت به باد		
-۰/۷	موازی با باد		

ضرایب مثبت نمایشگر فشار و ضرایب منفی نمایشگر مکش اند.

گروه ۱	نوع سازه	نوع عناصر سازه	نوع اثر بار	مقدار ضریب C_q	
سازه‌های ساختمان	عناصر اصلی ساختمان	دیوارها(۱)	رو به باد	+۸/۰	
			موازی با باد	-۷/۰	
			بام تخت	-۷/۰	
		بام‌ها	شیبدار رو به باد	شیب کمتر از ۱۵ درجه	-۷/۰
				شیب بین ۱۵ و ۳۰ درجه	-۷/۰ و ۴/۰ +
				شیب بین ۳۰ و ۴۵ درجه	۴/۰ +
				شیب بیشتر از ۴۵ درجه	+۸/۰
			شیبدار پشت به باد		-۷/۰
			موازی با باد		-۷/۰
			دندانه‌ای	برای سطوح رو به باد در دهانه اول	مطابق با مقادیر بام‌های شیبدار
		برای سطوح پشت به باد در دهانه آخر		-۷/۰	
		برای سایر سطوح (۲)		+۱/۰ و -۱/۰	
		قوسی	تبدیل به شیبدار(۳)	برای هر وتر مطابق با شیب آن برابر با مقادیر بام‌های شیبدار	
	دیوارها	دیوار ساختمان‌ها و عناصر نگهدارنده آن‌ها		+۴/۱ و -۲/۱	
		دیوارهای در فضای باز و جان پناه		+۳/۱	
		بام‌ها بحرانی‌ترین دو حالت مقابل در بازگذاری اعمال می‌شود.	باد بر تمام سطح بارگیر قطعه وارد می‌شود	شیب کمتر از ۱۵ درجه	-۴/۱
شیب بین ۱۵ و ۳۰ درجه				-۴/۱ و +۸/۰	
شیب بین ۳۰ و ۴۵ درجه				-۴/۱ و +۴/۱	
شیب بیشتر از ۴۵ درجه				-۴/۱ و +۲/۱	
باد به صورت مکش تنها بر قسمتی از سطح بارگیر قطعه در نواحی پیرامونی هریک از سطوح اثر می‌کند(۴)			شیب کمتر از ۳۰ درجه	-۵/۲	
			شیب بین ۳۰ درجه و ۴۵ درجه	-۶/۱	

ضرایب مثبت نمایشگر فشار و ضرایب منفی نمایشگر مکش‌اند.

(۱) تبصره: در ساختمان‌های کوتاه‌تر از ۶۰ متر که دارای بام تخت می‌باشند، می‌توان اثر نیروی باد را بر روی تصویر سطوح عمودی رو به باد منظور نمود و در این حالت ضریب شکل باید به شرح زیر منظور گردد

الف: در ساختمان‌های کوتاه‌تر از ۱۲ متر $C_q=۳/۱$

ب: در ساختمان‌های با ارتفاع بین ۱۲ و ۶۰ متر $C_q=۴/۱$

(۲) بار باد برای این سطوح باید با منظور کردن تصویر افقی آن‌ها بصورت یک نیروی رانشی افقی در مرکز سطح و در جهت وزش باد اثر می‌کند.

(۳) در هر نیم قوس باید حداقل به سه قطعه (وتر) تبدیل شود.

(۴) نواحی پیرامونی عبارت است از کمترین مقادیر حاصل از نوارهایی به عرض ۱/۰ کوچکترین بعد ساختمان در پلان و یا ۳ متر.

گروه ۲	نوع سازه	سطح مؤثر	نوع مقاطع و قطعات	مقدار ضریب Cq
	دودکش‌ها مخازن برج‌های با دیوار توپر	بار باد در این سازه‌ها باید با منظور کردن تصویر سازه بر روی صفحه عمود بر جهت باد محاسبه شود	سازه‌ها با پلان مربع یا مستطیل	۴/۱
			سازه‌ها با پلان شش ضلعی یا هشت ضلعی	۱/۱
			سازه‌ها با پلان دایره یا بیضی	۸/۰
			سازه‌های گنبدی	۶/۰
	برج‌ها و دکل‌های مشبک	بار باد در این سازه‌ها باید با در نظر گرفتن جهت باد در امتداد عمود بر یکی از وجوه و با منظور کردن مجموع مساحت‌های سطوح تصویر اعضای سازه که در آن وجه قرار دارند بر روی صفحه عمود بر جهت باد محاسبه می‌شود *	سازه‌های با پلان مربع یا مستطیل	$0.4e^2 - 9.0e + 0.4$
			سازه‌های با پلان مثلث	$4.3e^2 - 7.4e + 4.3$
سازه‌های غیراخمتمانی	قطعات الحاقی برج‌ها، مانند: (پلکان‌ها، لوله‌ها چراغ‌ها و آسانسورها)	بارباد در این سازه‌ها باید با منظور کردن مجموع مساحت‌های سطوح تصاویر اعضای مختلف سازه بر روی صفحه عمود بر جهت باد محاسبه شود و ضریب شکل برای این سازه‌ها باید با توجه به شکل قطعاتی که در ساخت آن‌ها بکار برده می‌شود به صورت مقابل تقسیم بندی شود	قطعات لوله‌ای با قطر کمتر از ۵۰ میلی‌متر	۱
			قطعات لوله‌ای با قطر کمتر از ۵۰ میلی‌متر	۸/۰
			قطعات تسمه‌ای با مقاطع زاویه دار مانند نیشی و ناودانی	۳/۱
	تابلوهای علامات و اعلانات و سازه‌های از این نوع	بارباد، باید بر روی سطح کل و بدون در نظر گرفتن سطح تو خالی محاسبه شود	تابلوهایی که سطح باقی در آن‌ها کمتر از ۲۵٪ سطح کل است	۵/۱
			تابلوهایی که سطح باقی در آن‌ها بیشتر از ۲۵٪ سطح کل است	۲
در برج‌هایی که با قطعات سازه‌ای لوله‌ای ساخته شده‌اند، ضریب شکل را می‌توان به اندازه ۳۳٪ کاهش داد و در برج‌هایی که با کابل مهار می‌شوند برای ناحیه طره‌ای برج، بارباد باید به اندازه ۲۵٪ افزایش داده شود به‌علاوه در این برج‌ها باید امکان کاهش بارباد به اندازه ۲۵٪ بر روی هریک از دهانه‌ها و اثری که این کاهش بر روی نیروهای داخلی سازه در سایر دهانه‌ها به وجود می‌آورند بررسی شود.				

۸- ترکیب بارها

۶-۸-۱ در طراحی سازه‌ها، احتمال همزمانی تأثیر بارها باید به شرحی که در زیر گفته شده است، در نظر گرفته شوند. ضرائب جزئی ایمنی هر یک از بارها و متقابلاً مقدار تنش‌های مجاز محاسباتی مربوط به هر ماده، به روش طراحی سازه، باید براساس ضوابط طراحی خاص همان سازه در نظر گرفته شود. اجزاء سازه باید برای ترکیبی از بارها که بیشترین اثر را در آنها ایجاد می‌کند، طراحی شوند.

(۱) D	علائم به کار رفته در این روابط عبارتند از:
(۲) $D + L + (L_r \text{ یا } S)$	D: بار مرده
(۳) $D + (W \text{ یا } E)$	L: بار زنده طبقات به جز بام
(۴ الف) $D + L + (L_r \text{ یا } ۵/۰ S) + (W \text{ یا } E)$	L_r : بار زنده بام
(۴ ب) $D + L + (L_r \text{ یا } S) + (۵/۰ W \text{ یا } E)$	S: بار برف
(۵) $D + H$	W: بار باد
(۶) $D + L + (L_r \text{ یا } S) + H$	E: بار زلزله
(۷) $D + T$	H: بار ناشی از وزن و فشار خاک یا آب و یا فشار توأم خاک و آب
(۶) $D + L + (L_r \text{ یا } S) + T$	T: اثرات خودکرنشی ناشی از تغییرات دما، نشست پایه‌ها، وارفنگی و غیره

(۶-۸-۱)

۲-۸-۶ در مواردی سازه‌ها برای بار جراثقال طراحی می‌شود ترکیبات زیر علاوه بر آنچه در بند ۶-۸-۱ گفته شده است باید بررسی شود.

$$(۹) D + A$$

$$(۱۰) D + S + A$$

(۲-۸-۶)

$$(۱۱) D + (W \text{ یا } E) + \overline{A}$$

علائم A و $\overline{A}$ در این ترکیبات عبارتند از:

A : کيله بارهای ناشی از جراثقال شامل وزن پل‌ها، ارايه، باری که بلند می‌شود همراه با اثر ضربه در آنها

$\overline{A}$: بار ناشی از وزن جراثقال به تنهایی شامل وزن پل‌ها و ارايه

۳-۸-۶ در ترکیبات بارهای مرده و زنده با بارهای باد یا زلزله افزایش تنش‌های مجاز محاسباتی در هر سازه باید مطابق ضوابط خاص طراحی همان سازه در نظر گرفته شود.

۴-۸-۶ در طراحی سازه‌های پیش‌تنیده، اثر پیش‌تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیبات وارد شوند.

۵-۸-۶ در مواردی که برای تعیین ضرایب جزئی ایمنی و یا تنش‌های مجاز محاسباتی در ترکیبات بارها، آیین‌نامه رسمی در کشور وجود نداشته باشد، آنها را می‌توان از آیین‌نامه‌های معتبر کشورهای دیگر به دست آورد.

