

۲۸.....	۱-۵-۴-۱ بار وارد بر سیستم‌های نرده و جان‌پناه (آیین‌نامه ۶-۵-۱-۷).....
۲۹.....	۱-۵-۴-۲ بار وارد بر میله دستگیره (آیین‌نامه ۶-۵-۲-۷).....
۲۹.....	۱-۵-۴-۳ بار وارد بر سیستم جان‌پناه پارکینگ (آیین‌نامه ۶-۵-۳-۷).....
۲۹.....	۱-۵-۴-۴ بار وارد بر نردبان ثابت (آیین‌نامه ۶-۵-۴-۷).....
۲۹.....	۱-۵-۴-۶ بارهای ضربه‌ای (آیین‌نامه ۶-۵-۸).....
۲۹.....	۱-۵-۴-۱ آویزهای کششی نگه‌دارنده‌ی کف‌ها و بالکن‌ها (آیین‌نامه ۶-۵-۱-۸).....
۲۹.....	۱-۵-۴-۲ سازه‌های نگه‌دارنده‌ی ماشین‌آلات (آیین‌نامه ۶-۵-۲-۸).....
۳۰.....	۱-۵-۴-۳ سازه‌های نگه‌دارنده‌ی آسانسورها (آیین‌نامه ۶-۵-۳-۸).....
۳۰.....	۱-۵-۴-۷ بارهای جراثقال (آیین‌نامه ۶-۵-۹).....
۳۰.....	۱-۵-۴-۱۰ حداکثر بار چرخ جراثقال (آیین‌نامه ۶-۵-۱-۹).....
۳۰.....	۱-۵-۴-۲ نیروی ضربه‌ی قائم (آیین‌نامه ۶-۵-۲-۹).....
۳۰.....	۱-۵-۴-۳ بار جانبی (آیین‌نامه ۶-۵-۳-۹).....
۳۰.....	۱-۵-۴-۴ نیروی طولی (آیین‌نامه ۶-۵-۴-۹).....
۳۰.....	۵-۵ بار سیل (آیین‌نامه ۶-۶-۶).....
۳۰.....	۱-۵-۱ کلیات (آیین‌نامه ۶-۶-۱).....
۳۱.....	۱-۵-۲ تعاریف (آیین‌نامه ۶-۶-۲).....
۳۲.....	۱-۵-۳ الزامات و بارهای طراحی (آیین‌نامه ۶-۶-۳).....
۳۴.....	۶-۶ بار برف (آیین‌نامه ۶-۷-۶).....
۳۴.....	۱-۶-۱ کلیات (آیین‌نامه ۶-۷-۱).....
۳۴.....	۱-۶-۲ بار برف بام (آیین‌نامه ۶-۷-۲).....
۳۴.....	۱-۶-۳ بار برف منبأ (آیین‌نامه ۶-۷-۳).....
۳۶.....	۱-۶-۴ ضریب برف‌گیری (آیین‌نامه ۶-۷-۴).....
۳۶.....	۱-۶-۵ ضریب شرایط دمایی (آیین‌نامه ۶-۷-۵).....
۳۶.....	۱-۶-۶ ضریب شیب (آیین‌نامه ۶-۷-۶).....
۴۳.....	۱-۶-۷ برف لغزنده (آیین‌نامه ۶-۷-۱۱).....
۴۴.....	۷-۷ بار باران (آیین‌نامه ۶-۸-۸).....
۴۴.....	۱-۷-۱ علائم اختصاری (آیین‌نامه ۶-۸-۲).....
۴۴.....	۱-۷-۲ بارهای ناشی از باران طرح (آیین‌نامه ۶-۸-۴).....
۴۶.....	۸-۸ بار یخ (آیین‌نامه ۶-۹-۹).....
۴۶.....	۱-۸-۱ کلیات (آیین‌نامه ۶-۹-۱).....
۴۶.....	۱-۸-۲ وزن یخ (آیین‌نامه ۶-۹-۲).....
۴۶.....	۱-۸-۳ ضخامت طراحی یخ ناشی از یخ‌زدگی باران (آیین‌نامه ۶-۹-۳).....
۴۷.....	۱-۸-۴ ضریب ارتفاع (آیین‌نامه ۶-۹-۴).....
۴۷.....	۱-۸-۵ ضخامت اسمی یخ (آیین‌نامه ۶-۹-۵).....
۴۷.....	۱-۸-۶ اثر باد بر سازه‌ها و اجزای پوشیده از یخ (آیین‌نامه ۶-۹-۶).....
۴۷.....	۹-۹ بار باد (آیین‌نامه ۶-۱۰-۱۰).....
۴۷.....	۱-۹-۱ کلیات (آیین‌نامه ۶-۱۰-۱).....
۴۸.....	۱-۹-۲ سرعت مبنای باد (آیین‌نامه ۶-۱۰-۲).....
۴۸.....	۱-۹-۳ فشار مبنای باد (آیین‌نامه ۶-۱۰-۳).....
۵۲.....	۱-۹-۴ فشار باد بر ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها (آیین‌نامه ۶-۱۰-۴).....
۵۲.....	۱-۹-۴-۱ فشار یا مکش خارجی (آیین‌نامه ۶-۱۰-۴-۱).....
۵۲.....	۱-۹-۵ ارتفاع مبنأ (آیین‌نامه ۶-۱۰-۵-۱).....
۵۸.....	۱-۹-۶ بارگذاری‌های بخشی وارد بر سازه باربر اصلی (آیین‌نامه ۶-۱۰-۱۳).....

Error! Bookmark not defined.



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

گروه خطرپذیری مطابق جدول آیین‌نامه ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار زلزله، I	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ، I_i	ضریب اهمیت بار برف، I_s
۱	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲
۲	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸

۲-۱ ترکیب بارها (آیین‌نامه ۶-۲)

در طراحی ساختمان‌ها و دیگر سازه‌ها، احتمال همزمانی تأثیر بارها باید به شرحی که در این فصل ارائه شده و براساس روش طراحی مورد استفاده، در نظر گرفته شود. ترکیب بارها برای طراحی در برابر بارهای ثقلی و محیطی در آیین‌نامه ۶-۲-۳، برای حوادث غیرعادی در آیین‌نامه ۴-۲-۶ و ملاحظات بهره‌برداری در آیین‌نامه ۶-۲-۵ ارائه شده است (آیین‌نامه ۶-۲-۱).

۱-۲-۱ علائم اختصاری (آیین‌نامه ۶-۲-۲)

علائم به کار رفته در این بخش به شرح جدول زیر هستند:

جدول (۳-۱): علائم اختصاری بارها

ردیف	علامت اختصاری	نام بار	ردیف	علامت اختصاری	نام بار	ردیف	علامت اختصاری	نام بار
۱	A_k	بار یا اثر ناشی از حادثه غیرعادی	۷	F_a	بار سیل	۱۳	S	بار برف
۲	D	بار مرده	۸	H	بار ناشی از فشار جانبی خاک و فشار آب زیرزمینی یا فشار مواد انباشته	۱۴	T	بار خودکرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه‌ها و وارفتگی
۳	D_i	وزن یخ	۹	L	بار زنده طبقات به جز بام	۱۵	W	بار باد
۴	E	بار زلزله طرح	۱۰	L_o	حداقل بار زنده گسترده یکنواخت	۱۶	W_i	بار باد وارد بر اعضا با وجود یخ
۵	E_{ser}	بار زلزله سطح بهره‌برداری	۱۱	L_r	بار زنده بام	۱۷	W_{ser}	بار باد سطح بهره‌برداری
۶	F	بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر مشخص	۱۲	R	بار باران			

۲-۲-۱ ترکیب بارها در طراحی در برابر بارهای ثقلی و محیطی (آیین‌نامه ۶-۲-۳)

در طراحی ساختمان‌های موضوع این مبحث، متناسب با روش طراحی تجویز شده در سایر مباحث مقررات ملی ساختمان یا آیین‌نامه‌های طراحی، باید از ترکیب بارهای ارائه شده در آیین‌نامه‌های ۶-۲-۳-۲ یا ۶-۲-۳-۳ استفاده نمود (آیین‌نامه ۶-۲-۳-۱). به طور کلی روش‌های طراحی ارائه شده در سایر مباحث مقررات ملی ساختمان شامل روش ضرایب بار و مقاومت و روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز است.

۱-۲-۲-۱ ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت (آیین‌نامه ۶-۲-۳-۲)

در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت، سازه‌ها، اعضا و شالوده‌های آن‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگ‌تر یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشد:



- ۱) $\frac{1}{4}D$
- ۲) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}L + \frac{1}{5}(L_r \text{ یا } S)$
- ۳) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}(L_r \text{ یا } S) + [L \text{ یا } \frac{1}{5}(\frac{1}{6}W)]$
- ۴) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}W + L + \frac{1}{5}(L_r \text{ یا } S)$
- ۵) $\frac{1}{2}D + E + L + \frac{1}{2}S$
- ۶) $\frac{1}{9}D + \frac{1}{6}W$
- ۷) $\frac{1}{9}D + E$

موارد زیر در ترکیب بارهای بالا باید در نظر گرفته شود:

الف) ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربریهایی که بار L_o (طبق جدول آیین نامه ۵-۶-۱) آن‌ها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی می‌توان برابر با $\frac{1}{5}$ منظور نمود. مشروط بر آن که طبق ضوابط آیین نامه ۵-۵-۵ کاهش بارهای زنده در محاسبه‌ی بار L منظور نشده باشد.

ب) در طراحی سازه‌های پیش‌تنیده، اثر پیش‌تنیدگی باید با ضریب واحد یا ضریب بار مرده در ترکیب بارها وارد شود و هر کدام که اثر نامساعدتری دارند در طراحی لحاظ شود.

پ) در مواردی که بار سیال، F ، بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضرایب باری همانند ضریب بار مرده، D ، در ترکیب بارهای ۱ تا ۵ و ۷ منظور شوند.

ت) در صورت وجود فشار جانبی خاک و فشار آب زیرزمینی یا مواد انباشته، H ، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

ت-۱) اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر بارها باشد، اثر بار H باید با ضریب $\frac{1}{6}$ در ترکیب بارها منظور شود.

ت-۲) اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد، در صورت وجود دائمی بار H ، اثر آن باید با ضریب $\frac{1}{9}$ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرف‌نظر گردد.

ث) اگر طبق فصل ۶-۶ این مبحث در نظر گرفتن بار سیل برای سازه لازم باشد، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی $2F_a + \frac{1}{6}W$ به جای $\frac{1}{6}W$ در ترکیب‌های ۴ و ۶ نیز در نظر گرفته شود.

ج) در صورتی که بر طبق فصل ۶-۹ این مبحث در نظر گرفتن بار یخ جوی و بار باد وارده بر یخ بر روی سازه الزامی باشد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شود:

ج-۱) عبارت $(R \text{ یا } S \text{ یا } L_r) + \frac{1}{5}D_i + \frac{1}{2}S$ باید با عبارت $\frac{1}{2}D_i + \frac{1}{5}S$ جایگزین شود.

ج-۲) عبارت $(R \text{ یا } S \text{ یا } L_r) + \frac{1}{5}D_i + \frac{1}{6}W$ در ترکیب بار شماره ۴ باید با عبارت $\frac{1}{5}D_i + \frac{1}{6}W + \frac{1}{5}S$ جایگزین شود.

ج-۳) عبارت $\frac{1}{6}W$ در ترکیب بار شماره ۶ باید با عبارت $\frac{1}{6}W + D_i$ جایگزین شود.

چ) در مواردی که اثر بارهای خودکرنشی وجود داشته باشد، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده، دو ترکیب بار زیر نیز باید در نظر گرفته شود:

- ۱) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{5}L + \frac{1}{5}(L_r \text{ یا } S) + \frac{1}{2}T$
- ۲) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}L + \frac{1}{6}(L_r \text{ یا } S) + T$

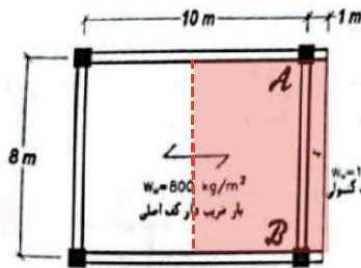


ح) در مواردی که بر طبق ضوابط آیین‌نامه ۶-۱۱-۱۴ این میحث، کنترل سازه برای زلزله سطح بهره‌برداری الزامی باشد، مقاومت سازه، اعضا و اجزای آن باید برای ترکیب بار زیر نیز بررسی شود. در این حالت در محاسبه‌ی مقاومت طراحی اعضا، ضوابط بند فوق‌الذکر و استاندارد ۲۸۰۰ ایران باید رعایت گردد.



$$1) D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ یا } S) + E_{ser}$$

خ) در ترکیب بار شماره‌ی ۳، باید هر دو حالت اثر بار زنده و باد بررسی شده و نامساعدترین حالت در طراحی منظور شود.



پرسش ۱-۱) در پلان شکل زیر، تیر فولادی دو سر ساده AB دارای ظرفیت خمشی طراحی به صورت $M_n = 50 \text{ t.m}$ می‌باشد. نوع سقف تیرچه بلوک بوده و بارهای ضریب‌دار کف اصلی و تیرچه منفی (قسمت کنسولی) در شکل نمایش داده شده است. نسبت مقاومت مورد نیاز به ظرفیت خمشی طراحی تیر AB چقدر است؟ (دی ۱۴۰۲ دادگستری «۴۴»)

- الف) ۱/۱
ب) ۱/۲۵
ج) ۰/۸
د) ۰/۹

پاسخ) سطح بارگیر تیر مورد نظر برابر نصف دهانه در سمت سقف تیرچه بلوک و تمام عرض کنسول است. همچنین، شدت بار وارده در سمت سقف تیرچه بلوک برابر ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و در سمت کنسول برابر ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمربع است.

$$q_u = 1000 \times 1 + 800 \times 5 = 5000 \text{ kg/m}$$

بنابراین، شدت بار گسترده یکنواخت تیر برابر است با.

$$M_u = \frac{q_u L^2}{8} = \frac{5000 \times 1^2}{8} = 625 \text{ kg.m} = 0.625 \text{ t.m}$$

حداکثر لنگر یک تیر دو سر ساده تحت بار گسترده برابر است با.

$$\frac{40}{50} = 0.8$$

نسبت لنگر مورد نیاز به ظرفیت خمشی تیر برابر است با.

بنابراین، گزینه ج صحیح است.

۱-۲-۲-۲-۱ ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز (آیین‌نامه ۶-۲-۳-۳)

در طراحی به روش‌های تنش مجاز یا مقاومت مجاز، بارهای ذکر شده در این میحث باید در ترکیب بارهای زیر منظور شود؛ و هرکدام که بیشترین اثر نامطلوب را بر روی ساختمان، شالوده یا اعضاء سازه‌ای تولید می‌کنند، باید مدنظر قرار گیرد.



$$1) D$$

$$2) D + L$$

$$3) D + (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$$

$$4) D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$$

$$5) D + W$$

$$6) D + 0.75L + 0.75W + 0.75(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$$

$$7) D + 0.7E$$

$$8) D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S$$

$$9) 0.6D + W$$

$$10) 0.6D + 0.7E$$

الف) در طراحی سازه‌های پیش‌تنیده اثر پیش‌تنیدگی باید با ضریب واحد یا ضریب بار مرده در ترکیب بارها وارد شود و هر کدام که اثر نامساعدتری دارند در طراحی لحاظ شود.

ب) در ترکیب بارهای ارائه شده در این میحث، افزایش تنش مجاز نباید انجام شود.

پ) در مواردی که بار سیال، F ، بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضریب باری همانند ضریب بار مرده، D در ترکیب بارهای ۱ تا ۸ و ۱۰ منظور شوند.



۷-۱ بار برف (آیین نامه ۷-۶)

۱-۷-۱ کلیات (آیین نامه ۱-۷-۶)

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

۲-۷-۱ بار برف بام (آیین نامه ۲-۷-۶)

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

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s \quad \text{رابطه (۳-۱) (آیین نامه ۱-۷-۶)}$$

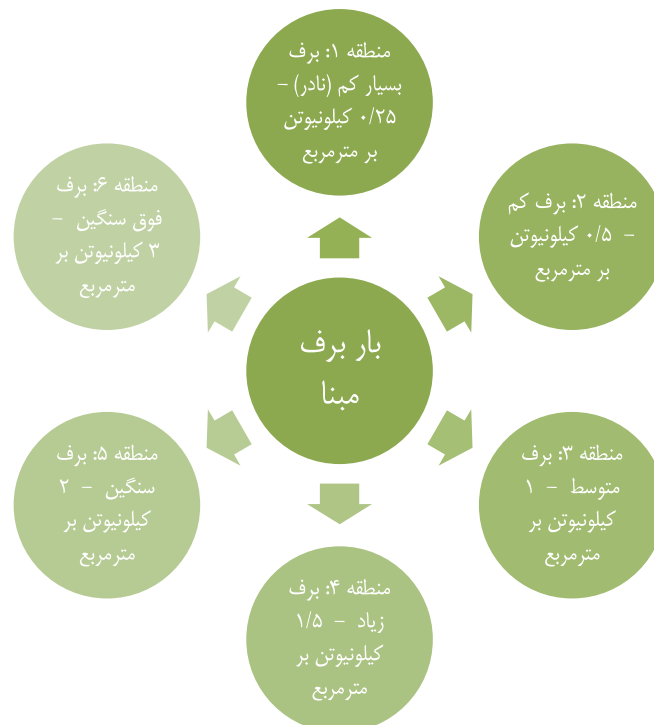
که در آن:

P_s = بار برف مبنا طبق آیین نامه ۳-۷-۶، I_s = ضریب اهمیت بار برف طبق جدول آیین نامه ۲-۱-۶، C_n = ضریب برف‌گیری طبق آیین نامه ۴-۷-۶، C_h = ضریب شرایط دمایی طبق آیین نامه ۵-۷-۶ و C_s = ضریب شیب طبق آیین نامه ۶-۷-۶ است.

۳-۷-۱ بار برف مبنا (آیین نامه ۳-۷-۶)

بار برف مبنا، P_s ، باری است که براساس آمار موجود در منطقه، احتمال فراگذشت از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال). بار برف مبنا در مناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم‌بندی مشخص شده در جدول آیین نامه ۱-۷-۶ حداقل برابر با مقادیر شکل «حداقل بار برف مبنا برای مناطق مختلف» در نظر گرفت.

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



شکل (۳-۱): حداقل بار برف مبنا برای مناطق مختلف



جدول (۶-۱): تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف (آیین‌نامه ۶-۷-۱)

ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱	آستارا	۵	۴۳	چابهار	۱	۸۵	قراخیل	۴
۲	اراک	۴	۴۴	خاش	۱	۸۶	قروه	۴
۳	اردبیل	۵	۴۵	خدابنده	۴	۸۷	قزوین	۴
۴	اردستان	۲	۴۶	خرم‌آباد	۴	۸۸	قم	۳
۵	ارومیه	۴	۴۷	خرم‌دره	۴	۸۹	قوجان	۴
۶	اسلام‌آباد غرب	۴	۴۸	خلخال	۵	۹۰	کاشان	۳
۷	اصفهان	۳	۴۹	خور بیابانک	۱	۹۱	کاشمر	۲
۸	الیگودرز	۵	۵۰	خور بیرجند	۲	۹۲	کرج	۴
۹	امیدیه	۱	۵۱	خوی	۴	۹۳	کرمان	۳
۱۰	انار	۲	۵۲	داران	۵	۹۴	کرمانشاه	۴
۱۱	اهر	۴	۵۳	درود	۵	۹۵	کنگاور	۴
۱۲	اهواز	۲	۵۴	دزفول	۳	۹۶	کهنوج	۱
۱۳	ایرانشهر	۱	۵۵	دهلران	۳	۹۷	کوه‌رنگ	۶
۱۴	ایلام	۴	۵۶	دوگنبدان	۲	۹۸	گرگان	۳
۱۵	ایوان غرب	۳	۵۷	رامسر	۴	۹۹	گرمسار	۳
۱۶	آبادان	۲	۵۸	رامهرمز	۲	۱۰۰	گلپایگان	۵
۱۷	آباده	۳	۵۹	رباط پشت‌بام	۲	۱۰۱	گلمکان	۴
۱۸	آبعلی	۵	۶۰	رشت	۵	۱۰۲	گناباد	۲
۱۹	آستانه اشرفیه	۵	۶۱	رفسنجان	۳	۱۰۳	لار	۱
۲۰	انزلی	۴	۶۲	روانسر	۴	۱۰۴	ماکو	۴
۲۱	بافت	۳	۶۳	زابل	۲	۱۰۵	مراغه	۴
۲۲	بافق	۲	۶۴	زرینه اوباتو	۵	۱۰۶	مریوان	۵
۲۳	بانه	۵	۶۵	زنجان	۴	۱۰۷	مسجد سلیمان	۳
۲۴	بجنورد	۴	۶۶	سبزوار	۳	۱۰۸	مشهد	۴
۲۵	بروجرد	۴	۶۷	سراب	۴	۱۰۹	ملایر	۴
۲۶	بستان	۲	۶۸	سراوان	۱	۱۱۰	مهاباد	۴
۲۷	بشرویه	۲	۶۹	سرپل ذهاب	۳	۱۱۱	میانه	۴
۲۸	بم	۲	۷۰	سرخس	۳	۱۱۲	نابین	۲
۲۹	بندرعباس	۱	۷۱	سردشت	۶	۱۱۳	نهایوند	۴
۳۰	بندر لنگه	۱	۷۲	سقز	۵	۱۱۴	نهبندان	۲
۳۱	بوشهر	۱	۷۳	سمنان	۳	۱۱۵	نیشابور	۴
۳۲	بیجار	۴	۷۴	سنندج	۴	۱۱۶	همدان	۴
۳۳	بیرجند	۲	۷۵	سیرجان	۴	۱۱۷	یاسوج	۴
۳۴	پیرانشهر	۵	۷۶	شاهرود	۳	۱۱۸	یزد	۲
۳۵	تبریز	۴	۷۷	شهر بابک	۳			
۳۶	تربت جام	۴	۷۸	شهرکرد	۴			
۳۷	تربت حیدریه	۳	۷۹	شیراز	۳			
۳۸	تکاب	۴	۸۰	طیس	۲			
۳۹	تهران	۴	۸۱	فردوس	۲			
۴۰	جاسک	۱	۸۲	فسا	۳			
۴۱	جلفا	۴	۸۳	فیروزکوه	۴			
۴۲	جیرفت	۲	۸۴	قائن	۲			



۴-۷-۱ ضریب برف‌گیری (آیین‌نامه ۶-۷-۴)

ضریب برف‌گیری، C_n ، با توجه به اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف‌گیری بام ساختمان براساس جدول زیر، در نظر گرفته می‌شود. برای مناطق ۱ الی ۳ بار برف، این ضریب برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

جدول (۷-۱): ضریب برف‌گیری، C_n (آیین‌نامه ۶-۷-۲)

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

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

$$\gamma = 0.43 P_s + 2/2 \text{ kN/m}^3 \quad \text{رابطه (۴-۱) (آیین‌نامه ۶-۷-۲)}$$

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

نوع ناحیه که در جدول آیین‌نامه ۶-۷-۲ برای تعیین ضریب برف‌گیری استفاده می‌شود، باید بیانگر شرایط پیش‌بینی شده در دوره‌ی عمر مفید ساختمان مورد نظر باشند. برای هر جهت باد، نوع ناحیه براساس مشخصات هر یک از دو قطاع ۴۵ درجه در دو طرف جهت مورد نظر باد تعیین و هر کدام که بیشترین اثر را دارد، انتخاب می‌شود. دو ناحیه به صورت زیر تعریف می‌شوند:

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

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

۵-۷-۱ ضریب شرایط دمایی (آیین‌نامه ۶-۷-۵)

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

جدول (۸-۱): ضریب شرایط دمایی، C_h (آیین‌نامه ۶-۷-۳)

۱/۰	تمام ساختمان‌ها به جز موارد زیر
۱/۱	ساختمان‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند.
۱/۲	ساختمان‌های بدون گرمایش و ساختمان‌هایی که زیر بام آنها باز است.
۱/۳	ساختمان‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگه داشته می‌شود.

۶-۷-۱ ضریب شیب (آیین‌نامه ۶-۷-۶)

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

$$C_s = 1 \quad \alpha \leq \alpha_o \quad \text{رابطه (۵-۱) (آیین‌نامه ۶-۷-۳-الف)}$$



$$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_o}{70 - \alpha_o} \quad \alpha_o < \alpha < 70^\circ \quad \text{رابطه (۱-۶) (آیین نامه ۶-۷-۳-ب)}$$

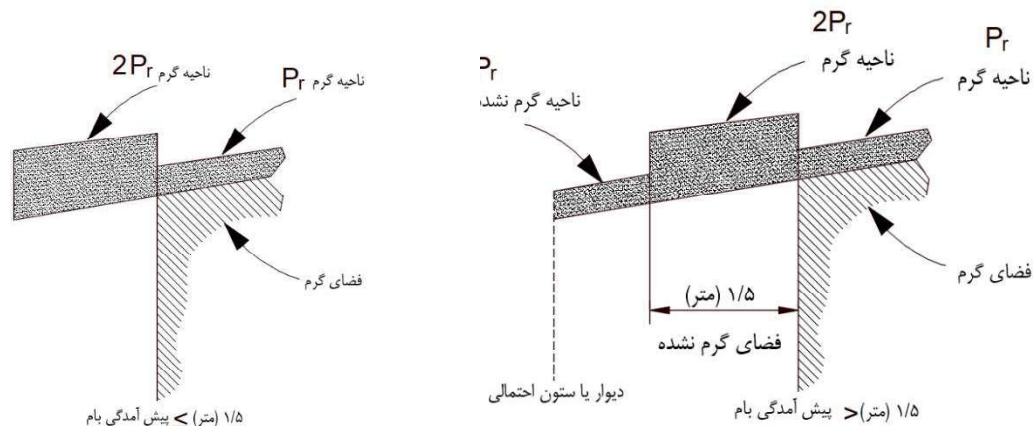
$$C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ \quad \text{رابطه (۱-۷) (آیین نامه ۶-۷-۳-ب)}$$

زاویه α_o ، طبق آیین نامه ۶-۷-۱، با توجه به شرایط سطح شیب دار مشخص می شود.

اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین تر از لبه ی بام برای ریزش برف موجود باشد، مقدار α_o برای $C_h = 1$ برابر ۵ درجه، برای $C_h = 1/1$ برابر ۱۰ درجه و برای مقادیر بیشتر C_h برابر ۱۵ درجه خواهد بود. بام های لغزنده شامل پوشش های فلزی، سنگ برگ، شیشه ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می باشند. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی توان صاف در نظر گرفت. ورقه های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی شوند. در صورت عدم وجود شرایط لغزنده یا مانع دار بودن بام، مقدار α_o برای $C_h = 1$ برابر ۳۰ درجه و برای C_h های بیشتر برابر ۴۵ درجه می باشد (آیین نامه ۶-۷-۱).

در بام های قوسی ضریب اثر شیب باید با توجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد. برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چندضلعی در نظر گرفته شود و ضریب اثر شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق و بر طبق آیین نامه ۶-۷-۶ تعیین گردد. تعداد قطعات در هر نیمه ی قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد برای قسمت های با زاویه شیب بیشتر از هفتاد درجه، بار برف در نظر گرفته نشده و این نواحی جزو تقسیمات قوس در نظر گرفته نمی شود (آیین نامه ۶-۷-۶-۲). برای بام های کنگره ای و شیب دار دندانه ای مقدار ضریب شیب برای کلیه ی سطوح برابر یک خواهد بود (آیین نامه ۶-۷-۶-۳).

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



شکل (۱-۴): مقدار بار برف بر روی طره ی لبه ی پایین بام (آیین نامه ۶-۷-۱)

۷-۷-۱ بارگذاری های متوازن و نامتوازن (آیین نامه ۶-۷-۷)

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



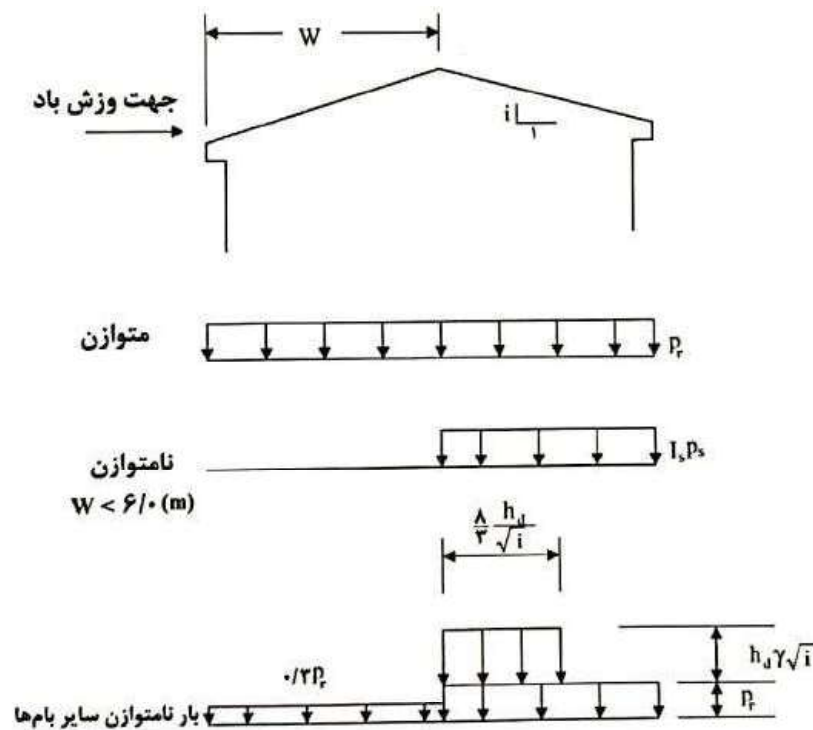
۱-۷-۷-۶ (آیین نامه ۶-۷-۲)

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

برای بام‌های با فاصله افقی بین تاج و پای شیب (W) کمتر از ۶ متر با تیرهای با تکیه گاه ساده بین تاج و پای شیب، بار نامتوازن یکنواخت برف در قسمت پشت به باد مطابق شکل با شدت $I_s P_s$ و در قسمت رو به باد بدون بار برف در نظر گرفته شود.

برای سایر بام‌ها، بار نامتوازن شامل بار گسترده $0.3 P_r$ در سمت بادگیر و در سمت پشت به باد P_r به اضافه سربار به شدت $\gamma h_d \sqrt{i}$ بر واحد سطح افقی و در فاصله افقی $\frac{h_d}{3} \sqrt{i}$ از تاج شیب به سمت پای شیب خواهد بود. i ، بیانگر شیب سقف (تانژانت زاویه شیب) مطابق شکل می‌باشد. ارتفاع انباشت برف، h_d ، برحسب متر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$h_d = 0.12 \sqrt{I_u} \sqrt{1.0 P_s + 50} - 0.5 \quad \text{رابطه (۱-۸) (آیین نامه ۶-۷-۴)}$$



شکل (۱-۵): بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های با شیب دو یا چند طرفه (آیین نامه ۶-۷-۲)

۲-۷-۷-۶ (آیین نامه ۶-۷-۲)

برای بام‌های قوسی، بارگذاری متوازن و نامتوازن برف مطابق شکل آیین نامه ۶-۷-۳ انجام می‌شود. در این بام‌ها، اگر زاویه شیب خط رابط از تاج به پای قوس (یا نقطه‌ای که شیب خط مماس بر قوس در آن نقطه ۷۰ درجه باشد) کمتر از ۱۰ درجه یا بیشتر از ۶۰ درجه باشد، منظور کردن بار نامتوازن ضروری نیست. در غیر این صورت، در بارگذاری بار نامتوازن برای بخش رو به باد، بار برف در نظر گرفته نخواهد شد و برای قسمت پشت به باد، توزیع بار برف مطابق شکل خواهد بود. برای بخش‌هایی از بام با زاویه شیب بیشتر از ۷۰ درجه بار برف لحاظ نخواهد شد. در توضیحات زیر و شکل آیین نامه ۶-۷-۳ مقدار P_r با $C_s=1$ محاسبه شده است.



۴) ضریب $C_p^* = -1/2$ فقط در نواری به عرض $1/8D$ و روی اجزاء نما و اتصالات آن به کار می‌رود. برای طراحی اجزاء نما و اتصالات آن در سایر نواحی ضریب $C_p^* = \pm 0.9$ باید استفاده شود.
۵) مقدار C_p^* برای ساختمان‌های با بام پله‌ای تخت در آیین‌نامه ۱۰-۱۰-۶-۱۰ تعریف شده است.

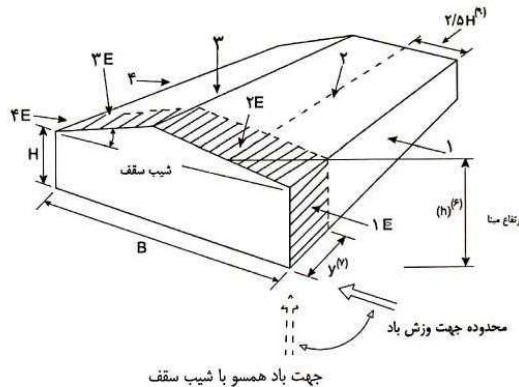
۹-۱۰-۱ ضرایب اثر تندباد و فشار برای ساختمان‌های با نسبت ابعادی کمتر از ۱ و ارتفاع کمتر از ۲۰ متر (آیین‌نامه ۱۰-۱۰-۶-۹)
برای ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از ۲۰ متر و نسبت ارتفاع به عرض کوچک‌تر ساختمان کمتر از ۱، بیشینه حاصل ضرب ضرایب فشار و تندباد ($C_g C_p$) در شکل‌های آیین‌نامه شماره ۱۰-۱۰-۶-۴ تا ۱۰-۱۰-۶-۱۰ داده شده است. در صورت استفاده از این بند آیین‌نامه، ضریب C_g نباید جداگانه منظور شود.

این شکل‌ها به منظور تعیین بار باد روی سازه باربر اصلی و بارهای موضعی روی عناصر پوششی دیوارها و بام‌ها کاربرد داشته و به شرح ذیل تعریف شده‌اند.

برای محاسبه ضریب C_{pi} به آیین‌نامه ۱۱-۱۰-۶-۱۱ مراجعه شود.

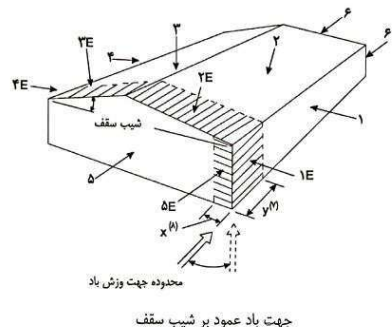
۱-۹-۱۰-۱ ضرایب ترکیبی $C_g C_p$ روی سازه باربر اصلی (آیین‌نامه ۱۰-۱۰-۶-۹-۱)

ضرایب ترکیبی بیشینه $C_g C_p$ برای محاسبه فشار و مکش کلی روی سازه باربر اصلی جانبی در شکل آیین‌نامه ۱۰-۱۰-۶-۴ داده شده است.



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

شکل (۱-۲۲): ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ روی سازه باربر اصلی (آیین‌نامه ۱۰-۱۰-۶-۴-الف)



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

شکل (۱-۲۳): ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ روی سازه باربر اصلی (آیین‌نامه ۱۰-۱۰-۶-۴-ب)



یادداشت‌های مربوط به شکل‌های آیین‌نامه ۶-۱۰-۴ الف و ب:

(۱) حالات بارگذاری الف و ب، به ترتیب جهت وزش باد همسو با شیب بام و عمود بر آن را نشان می‌دهد. ضرایب $C_g C_p$ در جداول مربوطه، میزان فشار (مکش) را روی کلیه وجوه ساختمان و بام و همین‌طور فشارهای (یا مکش‌های) اضافی موضعی در نوار کناری دیوارها و بام را تعیین می‌کند.

(۲) ساختمان باید برای هر یک از دو امتداد اصلی بارگذاری و در هر دو جهت تحلیل و طراحی شود. بارگذاری مجزای بام‌ها 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 نشده‌اند، مقادیر $C_g C_p$ از طریق درونیابی به دست می‌آیند.

(۴) ضرایب مثبت $C_g C_p$ به معنای نیروی رو به سطح (فشار) و منفی به معنای نیروهای خارج از سطح (مکش) می‌باشد.

(۵) در طراحی پی ساختمان‌ها (بجز طراحی میل‌مهار 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 بام‌های با زاویه شیب کمتر از ۷ درجه، مقدار h برابر ارتفاع پاشیب یا حداقل ۶ متر اختیار خواهد شد.

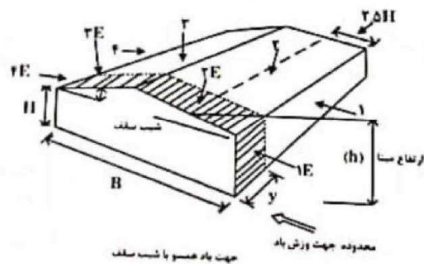
(۷) در بارگذاری حالت الف، عرض نوارهای کناری ساختمان که تحت تاثیر فشار (یا مکش) بیشتری قرار می‌گیرند و باید در بارگذاری کلی ساختمان منظور شوند، به ترتیب زیر تعیین می‌شوند:

الف) حداقل Y معادل ۶ متر، یا دو برابر X (که در بند ۸ تعریف شده)، هر کدام که بزرگ‌تر باشد.

ب) در سیستم‌های قابی، مقدار Y می‌تواند فاصله بین قاب انتهایی تا اولین قاب داخلی اختیار شود.

(۸) در بارگذاری حالت ب، عرض نوارهای کناری ساختمان (X)، برابر با کمترین مقدار ۱۰٪ کوچکترین بعد افقی ساختمان در پلان، یا ۴۰٪ ارتفاع پاشیب (H) منظور می‌شود. این عرض در هر حال نباید کمتر از ۴٪ کوچکترین بعد افقی ساختمان یا یک متر اختیار شود.

(۹) در بارگذاری حالت الف، چنانچه نسبت پهنای ساختمان در جهت باد (B) به ارتفاع ساختمان (H) بیش از ۵ باشد، فشار (یا مکش) نواحی ۲ و ۳ E در عرضی از بام به مقدار $2/5 H$ اعمال شده و در بقیه سطوح بام ضرایب فشار (مکش) مربوط به ناحیه ۳ و ۳ E اختیار خواهند شد.



پرسش ۱-۸) در سوله شکل زیر، با توجه به جهت وزش باد نشان داده شده،

برای طراحی سازه اصلی، نیروی باد وارد بر سقف سوله در ناحیه ۲ و ۳ به ترتیب

چگونه است؟ (بهن ۱۴۰۰ دادگستری «۳۸»)

الف) فشار - فشار یا مکش ب) مکش - مکش

ج) فشار - فشار د) فشار یا مکش - مکش

پاسخ) با توجه به جهت وزش باد و طبق شکل آیین‌نامه ۶-۱۰-۴ الف، در وجه

۳ تمامی ضرایب برای تمامی مقادیر شیب سقف عدد منفی است که نشان می‌دهد در این وجه، باد به صورت مکش اعمال می‌شود. اما برای وجه ۲، بسته به شیب سقف ممکن است بار باد از نوع فشار و یا مکش باشد. بنابراین، گزینه د صحیح است.

۱۰-۱۰-۱ ضریب اثر بازشو C_{pi} (آیین‌نامه ۶-۱۰-۱۱)

مقادیر فشار (مکش) داخلی روی اجزاء پوششی داخلی و بام‌ها و همین‌طور فشار و مکش داخلی کلی وارد بر سازه برابر اصلی با استفاده از رابطه آیین‌نامه ۶-۱۰-۳ ب و با انتخاب C_{pi} تعریف شده در این بند محاسبه می‌شوند.

ضریب اثر بازشو C_{pi} ، تناسب با هوابندی ساختمان و مقدار بازشوهای بدنه آن، در سه گروه ذیل دسته بندی می‌شود.

گروه ۱: ساختمان‌های بدون بازشوهای بزرگ و قابل توجه، ساختمان‌های با نسبت ابعادی بزرگ‌تر از واحد که اسماً هوابندی شده‌اند و تهویه هوا از طرق مکانیکی صورت می‌گیرد یا مجموعه بازشوهای کوچک بدنه و بام ساختمان کمتر از ۰/۱ درصد مساحت کل بدنه ساختمان باشد.

مقدار C_{pi} در این حالت بین ۰/۱۵- تا ۰ می‌باشد C_{pi} تنها زمانی صفر خواهد بود که بازشوها در کاهش بارهای خارجی باد مؤثر باشند.

گروه ۲: ساختمان‌هایی که بازشوهای آنها هنگام طوفان شکسته یا باز نخواهند شد، ساختمان‌های با پنجره‌های معمولی قابل بازشو در این حالت $C_{pi} = -۰/۴۵$ تا $C_{pi} = ۰/۳$ می‌باشد.