



وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مقررات ملی ساختمان ایران

مبحث ششم

بارهای وارد بر ساختمان

غیر قابل استناد

پیش نویس چهارم

ویرایش ۱۳۹۶

شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

## ۶-۱ کلیات

### ۶-۱-۱ تعاریف

**اثرات بار:** نیروها یا تغییر شکل‌هایی که در اعضای سازه‌ای در اثر بارهای اعمالی ایجاد می‌شود.

**بار:** شامل نیرو یا سایر تلاشهایی که ناشی از وزن کل سازه، ساکنان آن و سایر لوازم داخلی بوده یا ناشی از اثرات محیطی، حرکات نسبی و تغییرات ابعاد مقید سازه باشد. بارهای دائمی بارهایی هستند که تغییرات آن‌ها در طول زمان به ندرت اتفاق می‌افتد. سایر بارها، بارهای متغیر می‌باشند.

**بار اسمی:** مقدار بار تعریف شده در این مبحث برای بار مرده، زنده، خاک، باد، برف، یخ، باران، سیل و زلزله می‌باشد.

**بار ضربه‌دار:** به حاصل ضرب بار اسمی در ضریب بار اطلاق می‌گردد.

**بناها و تاسیسات ضروری:** ساختمان‌ها یا سایر سازه‌هایی که باید در شرایط وقوع حوادث شدید و بحرانی محیطی مانند سیل، باد، برف و زلزله قابلیت بهره‌برداری و استفاده بی‌وقفه را داشته باشند.

**تغییر مکان نسبی طبقه:** تغییر مکان جانبی یک کف نسبت به کف زیرین آن می‌باشد.

**حالت‌های حدی:** شرایطی که فراتر از آن سازه یا عضو مورد نظر برای بهره‌برداری نامناسب بوده، حد بهره‌برداری و شرایطی که فراتر از آن سازه غیر ایمن گردد، حد مقاومت نامیده می‌شود.

**ساختمان‌ها و تاسیسات موقت:** ساختمان‌ها یا سایر سازه‌هایی که برای یک مدت زمانی کوتاه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و تحت تاثیر عوامل محیطی در کوتاه مدت قرار دارند.

**سازه غیر ساختمانی:** به سازه‌ای که به طور معمول در ساختمان‌ها به کار برده نمی‌شود، اطلاق می‌گردد.

**سیستم باربر جانبی:** قسمتی از کل سازه است که برای تحمل بارهای جانبی به کار گرفته می‌شود.

**ضریب اهمیت:** به ضریبی اطلاق می‌گردد که برای در نظر گرفتن گروه خطرپذیری ساختمان استفاده می‌شود.

**ضریب بار:** ضریبی که برای در نظر گرفتن تفاوت‌های بار واقعی نسبت به بار اسمی، با توجه به عدم قطعیت‌های تحلیل و احتمال رخداد همزمان بیش از یک بار حدی، استفاده می‌شود.

**ضریب مقاومت:** ضریبی که تفاوت مقاومت واقعی مصالح را از مقاومت اسمی و نیز نحوه و تبعات شکست را در نظر می‌گیرد. این ضریب به عنوان ضریب کاهش مقاومت نیز نامیده می‌شود.

**کاربری:** به نوع و نحوه استفاده از ساختمان یا هر سازه دیگر یا قسمتی از آن، اطلاق می‌شود، مانند استفاده به صورت مسکونی یا اداری و غیره.

**گروه خطر پذیری:** گروه‌بندی ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای در نظر گرفتن میزان خطرپذیری آنها در برابر بارهای محیطی.

**مقاومت:** به ظرفیت نهائی یک عضو برای تحمل نیروهای وارده اطلاق می‌گردد.

**مقاومت اسمی:** به ظرفیت سازه یا اعضای سازه‌ای، که بر اساس مقاومت مشخصه مصالح و ابعاد عضو و روابط استخراج شده از قانون‌های پذیرفته شده مکانیک سازه‌ها محاسبه می‌شود یا براساس آزمایش‌های میدانی یا آزمایشگاهی بر روی مدل‌های مقیاس شده به دست می‌آید، اطلاق می‌شود.

**مقاومت طراحی:** به حاصلضرب مقاومت اسمی در ضریب مقاومت اطلاق می‌گردد.

#### ۲-۱-۶ دامنه کاربرد

این مبحث حداقل الزامات بارگذاری برای طراحی ساختمان‌ها و سایر سازه‌های موضوع این مقررات را تعیین می‌نماید.

#### ۳-۱-۶ الزامات مبنا

#### ۱-۳-۱-۶ سختی و مقاومت

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و کلیه اعضای آنها، بایستی با سختی و مقاومت کافی برای تامین پایداری سازه، حفظ سیستم‌ها و عناصر غیرسازه‌ای از آسیب غیرقابل قبول و همچنین تامین الزامات بهره برداری ذکر شده در بند ۱-۳-۱-۶، طراحی و اجرا گردند.

طراحی برای تامین مقاومت کافی می‌تواند براساس یکی از روشهای زیر با استفاده از سایر مباحث مقررات ملی ساختمان صورت گیرد:

۱- طراحی به روش حالت‌های حدی مقاومت (ضرایب بار و مقاومت)

۲- طراحی به روش تنش مجاز

۳- طراحی به روش مقاومت مجاز

برای قسمت‌های متفاوت یک سازه، می‌توان از روش‌های متفاوت و جایگزین هم با توجه به محدودیت‌های فصل ۶-۲ استفاده کرد.

در صورتی که مقاومت برای شرایط فوق‌العاده و غیرعادی در نظر باشد، روش‌های بخش ۶-۲-۴ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در صورت پیشنهاد طراح یا کارفرما و تصویب مرجع ذیصلاح (کمیته تخصصی مبحث ششم مقررات ملی ساختمان) برای پروژه‌های خاص، استفاده از روش‌های عملکردی مطابق پیوست شماره ۶-۱ نیز مجاز است.

#### ۱-۳-۱-۶ طراحی به روش حالت‌های حدی مقاومت (ضرایب بار و مقاومت)

اعضای سازه‌ای و غیر سازه‌ای و اتصالات آنها باید مقاومت کافی برای تحمل ترکیب‌های بار بند ۶-۲-۳-۲ این مقررات را داشته باشند، بدون این‌که از حدود مقاومت طراحی تعیین شده تجاوز شود.

#### ۲-۱-۳-۱-۶ طراحی به روش تنش مجاز

اعضای سازه‌ای و غیر سازه‌ای و اتصالات آنها باید مقاومت کافی برای تحمل ترکیب‌های بار بند ۶-۲-۳-۳ این مقررات را داشته باشند، بدون این‌که از حدود مجاز تنش تعیین شده تجاوز شود.

#### ۳-۱-۳-۱-۶ طراحی به روش مقاومت مجاز

اعضای سازه‌ای و غیر سازه‌ای و اتصالات آن‌ها باید مقاومت کافی برای تحمل ترکیبهای بار بند ۳-۳-۲-۶ این مقررات را داشته باشند، بدون این‌که از حدود مقاومت مجاز تعیین شده تجاوز شود.

#### ۲-۳-۱-۶ قابلیت بهره‌برداری

سیستم‌های سازه‌ای و کلیه اعضای آن‌ها، باید به نحوی طراحی شوند که سختی کافی را برای محدود شدن تغییرشکل‌ها، تغییرمکان نسبی جانبی، ارتعاشات یا هر نوع تغییرشکلی که تاثیر نامناسب بر کاربری و عملکرد موردنظر می‌گذارد، داشته باشند. برای این منظور ترکیب بارهای ارائه شده در بند ۵-۲-۶ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ۳-۳-۱-۶ اثرات بارهای خودکرنشی

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید چنان طراحی شوند که بتوانند از عهده تحمل اثرات خودکرنشی ناشی از نشست غیر یکنواخت پی و همچنین اثرات ناشی از تغییرات ابعادی در اعضای مقید شده تحت تاثیر عوامل تغییرات دما، رطوبت، جمع شدگی و خزش به خوبی برآیند.

#### ۴-۳-۱-۶ تحلیل

اثرات بار بر هر یک از اعضای سازه‌ای باید با استفاده از روش‌های تحلیلی که در آن‌ها شرایط تعادل، پایداری کلی، همسازی هندسی و خواص کوتاه‌مدت و درازمدت مصالح در نظر گرفته شده‌اند، تعیین گردند.

#### ۵-۳-۱-۶ تلاش‌های مقابله کننده در سازه

تمام اعضاء و سیستم‌های سازه‌ای و تمام ملحقات و نازک‌کاری‌ها در یک ساختمان یا سایر سازه‌ها باید برای تحمل نیروهای ناشی از زلزله و باد با در نظر گرفتن واژگونی، لغزش و بلندشدگی طراحی شوند و بایستی مسیر بار پیوسته‌ای برای انتقال این نیروها به پی تامین شود. زمانی که از لغزش برای جداسازی المان‌ها استفاده شود، اثرات اصطکاک بین المان‌های جداساز بایستی به عنوان یک نیرو در نظر گرفته شود. زمانی که تمام یا قسمتی از مقاومت لازم برای مقابله با این نیروها، به وسیله بار مرده تامین می‌گردد، حداقل بار مرده محتمل در زمان ایجاد این نیروها در نظر گرفته می‌شود. ملاحظات فوق بایستی برای اثرات تغییرشکل‌های افقی و قائم ناشی از نیروهای ذکر شده، در نظر گرفته شوند.

#### ۴-۱-۶ انسجام کلی سازه

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید به نحوی طراحی شوند که آسیب‌دیدگی موضعی در آن‌ها پایداری کلی سازه را به خطر نیاندازد و در حد امکان به سایر اعضای سازه گسترش نیابد. برای تامین این منظور سیستم سازه باید به گونه‌ای انتخاب شود که بارها بتوانند از یک عضو آسیب دیده به سایر اعضا منتقل شوند و پایداری سازه در هر حالت حفظ گردد. این مقصود معمولاً با ازدیاد پیوستگی، نامعینی، شکل‌پذیری یا ترکیبی از آن‌ها در اعضای سازه تامین می‌شود.

#### ۵-۱-۶ مقادیر بارها

#### ۱-۵-۱-۶ بارهای ثقیل و محیطی

مقادیر اسمی بارهای مرده، زنده، خاک و فشار آب زیرزمینی، سیل، برف، باران، یخ، باد و زلزله، که بر طبق بندهای ۳-۲-۶، ۴-۲-۶ و ۵-۲-۶ در طراحی ساختمانها مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید بر اساس ضوابط فصول بعدی این مبحث محاسبه شود.

#### ۲-۵-۱-۶ بارهای خودکرنشی

تاثیرات ناشی از اختلاف دما در ساختمان، نشست نسبی بین نقاط مختلف ساختمان، رطوبت، خزش و جمع شدگی در اجزا، تحت عنوان بارهای خودکرنشی تعریف می‌شوند. تاثیرات برخی از این گونه بارها را می‌توان با انتخاب روشهای خاص اجرایی کاهش داد.

در ساختمانهای با طول یا ارتفاع نسبتاً زیاد، چنانچه امکان انقباض و انبساط آزاد اجزاء سازه ای وجود نداشته باشد، نیروی داخلی ناشی از اثرات تغییر دما باید مورد بررسی قرار گیرد. تغییر دما به دو شکل تغییر طول یکسان در اعضاء و یا تغییر طول تفاضلی بین دو وجه متاثر از دمای داخلی ساختمان و وجه متاثر از دمای خارجی آن به وجود می آید. انتخاب حداکثر و حداقل دمای محتمل در محیط خارج و داخل ساختمان، در حین اجرا یا در زمان بهره برداری، باید با توجه به شرایط اقلیمی محل احداث ساختمان به روشهای منطقی و به شکل واقع بینانه صورت پذیرد.

سایر انواع بارهای خودکنشی نیز در صورت وجود باید به روشهای منطقی و با در نظر گرفتن اصول مکانیک خاک و سازه یا با استفاده از منابع معتبر محاسبه شوند.

### ۶-۱-۵-۳ بارهای ناشی از حوادث غیر عادی

در طراحی برخی از ساختمانها اثرات بارهای ناشی از حوادث غیر عادی باید بر طبق ضوابط بند ۶-۲-۴ این مبحث در نظر گرفته شود. مقادیر این نوع بارها باید بر اساس روشی منطقی و در نظر گرفتن سناریوهای محتمل، توسط مهندس طراح با تجربه بر اساس ضوابط دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان یا با استفاده از منابع معتبر و با تصویب کارفرما تعیین شود.

### ۶-۱-۶ گروه بندی ساختمانها و سایر سیستمهای سازه ای

#### ۶-۱-۶-۱ گروه بندی خطر پذیری

ساختمانها و سایر سازهها باید بنا بر میزان خطر پذیری جانی، سلامت و رفاهی که بر اساس میزان آسیب یا خرابی و با توجه به کاربری آنها مطابق جدول ۶-۱-۱ تعیین می شود، برای اعمال بار زلزله، باد، برف و یخ دسته بندی گردند. اگر بخش هایی از یک ساختمان دارای کاربری های متفاوت باشند، بالاترین گروه خطر پذیری باید به آن ساختمان اختصاص یابد. حداقل نیروهای طراحی برای سازهها باید بر اساس ضرایب اهمیت ارائه شده در جدول ۶-۱-۲ که از آن در سایر فصول این مبحث استفاده شده، تعیین گردد.

#### ۶-۱-۶-۲ گروه های خطر پذیری گوناگون

در صورتی که ساختمان یا سایر سیستمهای سازه ای به قسمتهایی با سیستمهای سازه ای مستقل تقسیم شده باشند، گروه بندی هر قسمت می تواند به صورت مستقل از هم انجام شود. در صورتی که سیستمهای ساختمانی مانند خروجیهای مورد نیاز، تاسیسات مکانیکی، یا موتور الکتریکی برای یک قسمت نیاز به گروه خطر پذیری بالاتری داشته باشد و وابسته به قسمت های دیگری از ساختمان که گروه خطر پذیری پایین تری دارند باشد، برای این قسمت ها نیز باید گروه خطر پذیری بالاتر در نظر گرفته شود.

### جدول ۶-۱-۱ گروه بندی خطر پذیری ساختمانها و سایر سازهها برای بارهای باد، برف، زلزله و یخ

گروه خطر پذیری	نوع کاربری
۱	ساختمانها و سایر سازههایی که به عنوان تاسیسات ضروری طراحی می گردند و وقفه در بهره برداری از آنها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می شود مانند بیمارستانها و درمانگاهها، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاهها و تاسیسات برق رسانی، برج های مراقبت فرودگاهها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تاسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمام ساختمانهایی که استفاده از آنها در امداد و نجات موثر باشد.
	ساختمانها و سایر سازهها و تاسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه مدت یا درازمدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله های بسیار خطرناک با توجه به ضوابط قانونی موجود باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطر پذیری می باشد.

سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطرپذیری ۱ موردنیاز می‌باشند.	
<p>ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری، یا هر فضای سرپوشیده‌ای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف باشد.</p> <p>ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لکن خرابی آن‌ها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته یا باعث از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پرازش نگهداری می‌شود.</p> <p>ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لیکن خرابی آن‌ها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت و یا هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از موادی مانند سوخت‌های خطرناک، مواد شیمیایی خطرناک، زباله‌های خطرناک و یا مواد منفجره باشند که با توجه به ضوابط قانونی موجود، انتشارگسترده این مواد سمی و مضر منجر به خطری برای عموم نمی‌شود (مطابق بند ۶-۱-۵-۳).</p>	۲
کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول این مبحث که جزو ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه خطرپذیری دیگر نباشند مانند ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های طبقاتی، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره.	۳
ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغداری.	۴

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

گروه خطرپذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت $I_e$ بار زلزله	ضریب اهمیت $I_w$ بار باد	ضریب اهمیت $I_i$ بار یخ	ضریب اهمیت $I_s$ بار برف
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



S: بار برف

T: بار خودکرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه ها و وارفتگی

W: بار باد

W<sub>i</sub>: بار باد وارد بر اعضا با وجود یخ

W<sub>ser</sub>: بار باد سطح بهره برداری

## ۳-۲-۶ ترکیب بارها در طراحی در برابر بارهای ثقلی و محیطی

### ۱-۳-۲-۶ کاربرد

در طراحی ساختمان های موضوع این مبحث، متناسب با روش طراحی تجویز شده در سایر مباحث مقررات ملی ساختمان یا آیین نامه های طراحی، باید از ترکیب بارهای ارائه شده در بند های ۲-۳-۲-۶ یا ۳-۳-۲-۶ استفاده نمود.

### ۲-۳-۲-۶ ترکیب بارها در طراحی به روش حالت های حدی مقاومت (ضرایب بار و مقاومت)

در طراحی به روش حالت های حدی مقاومت، سازه ها، اعضا و شالوده های آنها باید به گونه ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آنها، بزرگتر یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب دار زیر باشد:

- 1)  $1/4D$
- 2)  $1/2D + 1/6L + 0/5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- 3)  $1/2D + 1/6(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0/5(1/6W)]$
- 4)  $1/2D + 1/6W + L + 0/5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- 5)  $1/2D + E + L + 0/2S$
- 6)  $0/9D + 1/6W$
- 7)  $0/9D + E$

موارد زیر در ترکیب بارهای این بند باید در نظر گرفته شود:

الف- ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری هایی که بار L<sub>0</sub> (طبق جدول ۶-۵-۱) آنها کمتر از ۵ کیلو نیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ ها یا محل های اجتماع عمومی می توان برابر با ۰/۵ منظور نمود.  
ب- در طراحی سازه های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.

پ- در مواردی که بار سیال، F، بر سازه وارد می شود، 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 ۱/۶ 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 ۰/۹ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرف نظر گردد.

ث- اگر طبق فصل ۶-۶ این مبحث در نظر گرفتن بار سیل برای سازه لازم باشد، علاوه بر ترکیب های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی  $1/6W + 2/0F_a$  به جای  $1/6W$  در ترکیب های 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 یا S یا L<sub>r</sub>)  $0/5$  در ترکیب بار شماره ۲ باید با عبارت  $0/2Di + 0/5S$  جایگزین شود.



ج-۲- عبارت (R یا S یا  $L_r$ ) یا  $1/6W + 0/5(L_r$  یا  $S$  یا  $D_i + 1/6W_i + 0/5$  جایگزین شود.

ج-۳- عبارت  $1/6W$  در ترکیب بار شماره ۶ باید با عبارت  $D_i + 1/6W_i$  جایگزین شود.

ج- در مواردی که اثر بارهای خودکرنشی وجود داشته باشد، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده، دو ترکیب بارگذاری زیر نیز باید در نظر گرفته شود:

- 1)  $1/2D + 0/5L + 0/5(L_r$  یا  $S) + 1/2T$
- 2)  $1/2D + 1/6L + 1/6(L_r$  یا  $S) + T$

### ۶-۲-۳-۳ ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز

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

- 1) D
- 2) D+L
- 3) D+(L<sub>r</sub> یا S یا R)
- 4) D+0/75L+0/75(L<sub>r</sub> یا S یا R)
- 5) D+W
- 6) D+0/75L+0/75W + 0/75(L<sub>r</sub> یا S 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 پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.

ب- افزایش تنش مجاز در ترکیب بارهای ارائه شده در این مبحث 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.

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 ۱/۰ 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 ۰/۶ 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 فوق، باید ترکیب بارهای اضافی ۵ و ۶ و ۹ را با اضافه کردن  $1/5F_a$  به عبارت آنها در نظر گرفت.

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 شوند:

ج-۱- عبارت  $0/7D_i$  باید به ترکیب بار شماره ۲ اضافه شود.

ج-۲- عبارت (R یا S یا  $L_r$ ) در ترکیب بار شماره ۳ باید با عبارت  $0/7D_i + 1/1W_i + S$  جایگزین شود.

ج-۳- عبارت W در ترکیب بار شماره ۹ باید با عبارت  $0/7D_i + 1/1W_i$  جایگزین شود.

چ- در مواردی که اثر بارهای خودکرنشی وجود داشته باشد، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده، دو ترکیب بارگذاری زیر نیز باید در نظر گرفته شوند:

- 1) D+T
- 2) D+0/75[L+(L<sub>r</sub> یا S)+T]

## ۶-۲-۴ ترکیب بارها برای حوادث غیرعادی

### ۶-۲-۴-۱ کاربرد

در صورت درخواست کارفرما و یا لزوم آن در دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان، باید مقاومت و پایداری سازه برای اطمینان از توانایی سازه در تحمل اثرات بارهای غیرعادی (با احتمال وقوع کم) مانند آتش، انفجار، سقوط اجسام و ضربه وسایل نقلیه بدون ایجاد خرابی بیش از انتظار بررسی شود. رعایت مفاد مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان در مورد ساختمانهای مشمول آن مبحث نیز ضروری است.

### ۶-۲-۴-۲ ظرفیت

به منظور کنترل ظرفیت یک سازه و یا عضو سازه‌ای به روش حالت های حدی مقاومت در تحمل اثر یک حادثه غیرعادی، ترکیب بار زیر باید منظور شود:

$$D + A_k + 0.5L + 0.2S \text{ (یا } 0.9 \text{ یا } 1.2)$$

$A_k$  اثر ناشی از حادثه غیرعادی می باشد.

### ۶-۲-۴-۳ ظرفیت باقیمانده

جهت کنترل ظرفیت باقیمانده باربری سازه یا عضو سازه‌ای به روش حالت های حدی مقاومت بعد از وقوع حادثه خسارت‌زا، اعضاء باربر باید به صورت فرضی حذف شوند، و ظرفیت سازه صدمه دیده تحت اثر ترکیب بار ثقلی زیر ارزیابی گردد:

$$D + 0.5L + 0.2(L_r \text{ یا } S) \text{ (یا } 0.9 \text{ یا } 1.2)$$

اعضاء منتخب باربری که حذف می‌شوند، باید با روشی منطقی توسط مهندس طراح با تجربه مشخص گردد.

### ۶-۲-۴-۴ ملاحظات پایداری

الزامات پایداری کل سازه و هر کدام از اعضاء آن باید با استفاده از روشی که اثرات مرتبه دوم را لحاظ می‌کند، مورد ارزیابی واقع شود.

### ۶-۲-۵ ملاحظات بهره برداری

برای حالت های بهره برداری موضوع بند ۶-۱-۳-۲، باید ترکیب مناسب بارهای مرده، زنده و سایر بارهای مرتبط با توجه به مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان به شرح زیر در نظر گرفته شود.

### ۶-۲-۵-۱ تغییر شکل قائم

تغییر شکل‌های قائم اعضای کف ها و سقف ها تحت ترکیب های زیر نباید از مقادیر مجاز آیین نامه های طراحی تجاوز نماید. در صورتی که در مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان یا سایر آیین نامه های طراحی مرتبط، استفاده از ضرایب بار کمتر از واحد پیشنهاد شده باشد، می توان از آن ضرایب به جای واحد در ترکیب بارها استفاده نمود.

- ۱) D
- ۲) L
- ۳) D+L
- 4)  $D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ یا } S)$

- در طراحی سازه های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- در صورت وجود بار سیال یا فشار مواد انباشته، باید اثرات آنها با ضریب یک در ترکیب های فوق لحاظ گردد.

## ۶-۲-۵-۲ تغییر مکان نسبی جانبی

تغییر مکان نسبی جانبی طبقات قاب ها و دیوارها و سایر اعضای قائم ساختمان ها تحت ترکیب های زیر نباید از مقادیر مجاز آیین نامه های طراحی تجاوز نماید.

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

- در صورت وجود بار سیال، فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی یا مواد انباشته، باید اثرات آنها با ضریب یک در ترکیب های فوق لحاظ گردد.

## ۶-۲-۵-۳ ارتعاش سازه

کف هایی که دارای دهانه های بزرگ و فاقد هرگونه تیغه بندی یا منابع دیگر استهلاک انرژی هستند، ممکن است در معرض ارتعاشات ناشی از عبور و مرور ساکنان قرار گیرند. برای جلوگیری از این امر لازم است این کفها از سختی کافی بر طبق آیین نامه های طراحی برخوردار باشند. همچنین آن دسته از تجهیزات مکانیکی موجود در ساختمانها که می توانند ارتعاشات نامطلوب در ساختمان ایجاد کنند، باید به صورت مناسب از تکیه گاه ها جداسازی شوند تا این اثرات به حداقل برسد. سیستمهای سازه ای ساختمان های بلند و پوشش های سبک و انعطاف پذیر ساختمان ها باید به گونه ای طراحی شوند که ارتعاشات ناشی از باد در آنها موجب سلب آرامش ساکنان نشود.

## ۶-۲-۵-۴ تغییر مکان ناشی از بارهای خودکرنشی

تغییر مکان های ناشی از بارهای خودکرنشی در سازه تحت ترکیب های زیر نباید بهره برداری از ساختمان را مختل نماید.

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

## ۶-۳ بار مرده

### ۶-۳-۱ کلیات

بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند: تیر و ستون‌ها، دیوارها، کف‌ها، بام، سقف، راه‌پله، نازک‌کاری، پوشش‌ها و دیگر بخش‌های سهمیم در اجزاء سازه‌ای و معماری. همچنین وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت شامل وزن جراثقال ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شود.

### ۶-۳-۲ وزن اجزای ساختمان و مصالح مصرفی

در محاسبه بارهای مرده، باید وزن واقعی مصالح مصرفی و اجزای ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. برای انجام محاسبه، در صورت عدم وجود اطلاعات معتبر، جرم واحد حجم و یا جرم واحد سطح اجزای ساختمانی، باید به شرح مندرج در جداول ارائه شده در پیوست شماره ۶-۲ در نظر گرفته شوند.

### ۶-۳-۳ وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت

وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت از قبیل لوله‌های شبکه آب و فاضلاب، تجهیزات برقی، گرمایشی، تجهیزات تهویه‌ای و سیستم تهویه مطبوع باید به نحو مناسبی برآورد شده و در محاسبه بارهای مرده منظور شود. چنانچه احتمال اضافه شدن این نوع تجهیزات در آینده وجود داشته باشد وزن آن‌ها نیز باید در نظر گرفته شود.

## ۴-۶ بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی

### ۱-۴-۶ کلیات

موارد مطرح شده در این فصل به عنوان حداقل ضوابط جهت محاسبه بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی است که باید هماهنگ با کلیه موارد بیان شده در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان مراعات شود.

### ۲-۴-۶ فشار جانبی

۱-۲-۴-۶ نیروی ناشی از فشار خاک یا فشار هیدرواستاتیکی باید بر روی دیوارهای زیرزمین‌ها و سایر سازه‌های مشابه که در پشت اجزاء آنها خاک قرار دارد، منظور گردد. فشار خاک باید با توجه به مشخصات مکانیکی آن و ضوابط مبحث هفتم مقررات ملی تعیین گردد. این فشار در هر حالت نباید کمتر از فشار مایع معادل با وزن مخصوص ۵ کیلونیوتن بر مترمکعب در نظر گرفته شود. ۲-۲-۴-۶ چنانچه خاک مجاور دیوار در معرض سربارهای ثابت یا متحرک (ماشین‌آلات در کارخانه‌ها - ترافیک...) قرار گیرد، اثر این سربارها باید در محاسبه فشار خاک بر روی دیوار منظور گردد.

۳-۲-۴-۶ چنانچه سطح آب زیرزمینی بالا باشد، اثرات فشار هیدرواستاتیکی باید در محاسبات فشار جانبی منظور شوند. ۴-۲-۴-۶ چنانچه در مطالعات ژئوتکنیکی به وجود خاک منبسط شونده در محل اشاره شده باشد، فشار جانبی باید بر اساس نتایج حاصل از آن مطالعات افزایش داده شود.

۵-۲-۴-۶ اثرات فشارهای جانبی خاک، ناشی از حرکت زمین در زمان زلزله باید با روشهای مناسبی که در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان تعریف شده است، تعیین شده و در ترکیبات مربوط به بارگذاری زلزله منظور شود.

۶-۲-۴-۶ در مواردی که دیوارهای زیرزمین مجاور خاک بوده و با سیستم سازه‌ای باربر قائم و افقی ساختمان (تیرها - ستونها- دیافراگمها- دیوارهای برشی و ...) یکپارچه کار می‌کنند، به اثرات تغییر میزان فشار خاک بر طبق دستورات مبحث هفتم مقررات ملی بایستی توجه شود.

### ۳-۴-۶ زیر فشار وارد بر کف و شالوده

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

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

### ۴-۴-۶ ضرایب اطمینان در مقابل لغزش - واژگونی و برکنش

در طراحی دیوارهای حائل و شالوده آنها و همچنین کفهای تحت اثر زیر فشار باید ضرایب اطمینان در مقابل لغزش، واژگونی و برکنش مطابق ضوابط مبحث هفتم مقررات ملی در نظر گرفته شود.

پیش نویس اولیه  
(فیدبک قابل استناد)

## ۵-۶ بار زنده

### ۱-۵-۶ تعاریف

**بار زنده:** باری غیردائمی است که در حین بهره برداری از ساختمان یا سایر سازه ها به آنها وارد شود. بار زنده شامل بارهای حین ساخت نمی‌شود.

**بار زنده بام:** باری غیر دائمی است بر روی بام که در حین بهره برداری یا انجام تعمیرات به آن وارد شده یا توسط اشیاء متحرکی چون گلدان و لوازم دیگر که ارتباطی با استفاده از ساختمان در طول عمر بهره‌برداری آن ندارند، به آن اعمال شود. این بار شامل بارهای حین ساخت یا بارهای محیطی مانند برف و باران نمی‌شود.

**بار حین ساخت:** باری است که در ضمن انجام عملیات ساختمانی به طور موقت به ساختمان وارد می‌شود. مقدار این بار باید هماهنگ با فرایند اجرای ساختمان به طور مناسبی در طراحی و اجرا مورد نظر قرار گیرد.

**سیستم جانپناه:** سیستمی از قطعات شامل مانع، مهارها و ادوات اتصال به سیستم سازه‌ای است که در نزدیکی لبه‌های پرتگاهها با هدف به حداقل رساندن امکان سقوط افراد یا تجهیزات یا مصالح از آن نقاط به کار می‌رود.

**سیستم جانپناه پارکینگ:** سیستمی از قطعات، شامل موانع، مهارها و ادوات اتصال به سیستم سازه‌ای است که مانع از حرکت وسائل نقلیه به سمت لبه‌های بدون حفاظ پارکینگ یا برخورد آن به دیواره‌های پارکینگ یا راه عبور وسایل نقلیه می‌شوند.

**سیستم میله دستگیره:** یک میله به همراه مهارهای مربوطه و ادوات اتصال آن به سیستم سازه‌ای که برای تحمل بار یا وزن، در مکان‌هایی مانند توالت، دوش و وان به کار می‌رود.

**سیستم نرده:** نرده‌ای که برای حفظ تعادل یا طی مسیر با دست مورد استفاده قرار گرفته و شامل مهارها و اتصالات آن به سیستم سازه‌ای می‌باشد.

**فضابند:** سازه واره ایست که به طور کامل یا موضعی خودایستا بوده و دیوار و سقفی برای جلوگیری از ورود حشرات، نور آفتاب یا جریان باد داشته باشد. جنس دیوار و سقف می‌تواند ورقهای شفاف پلاستیکی یا پلی کربنات، آلومینیوم، پلاستیک یا توری باشد که فضایی مثل استخر، تاسیسات و تولیدات کشاورزی (گلخانه) یا محوطه برگزاری مراسم را از محیط اطراف جدا می‌کند.  
**نردبان ثابت:** نردبانی که بطور دائمی به یک سازه، ساختمان یا تجهیزات متصل شده باشد.

### ۲-۵-۶ بار زنده گسترده یکنواخت کفها و بامها

#### ۱-۲-۵-۶ بار زنده طراحی

بار زنده‌ای که در طراحی ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به کار می‌رود، باید بیشترین بار مورد انتظار برای کاربری مورد نظر بوده و در هیچ حالتی از حداقل بار زنده گسترده یکنواخت،  $L_0$ ، داده شده در جدول ۱-۵-۶ با در نظر گرفتن میزان کاهش‌های مجاز کمتر نباشد.

#### ۲-۲-۵-۶ ضوابط مربوط به تیغه‌ها و جداکننده‌ها

در ساختمان‌های اداری و یا سایر ساختمان‌هایی که در آنها احتمال استفاده از تیغه‌ها و جداکننده‌های داخلی با یا بدون جابجایی موقعیت آنها وجود دارد، باید وزن آنها بدون توجه به اینکه در نقشه‌ها نشان داده شده یا نشده باشند، منظور گردند.

در ساختمان‌هایی که جداکننده‌های سبک، نظیر دیوارهای ساندویچی و ورق گچی با وزن هر متر مربع سطح کمتر از ۰/۴ کیلونیوتن بر مترمربع دیوار به کار برده می‌شوند، بار گسترده معادل وارد بر کف را می‌توان ۰/۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفت. در سایر موارد، بار گسترده معادل وزن جداکننده‌ها و تیغه‌ها بر کف را نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر متر مربع منظور نمود. چنانچه وزن هر مترمربع سطح تیغه‌ها از ۱ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آنها بعنوان بار مرده در نظر گرفته می‌شود. در مورد تیغه‌هایی که وزن هر متر مربع سطح آنها بیش از ۲ کیلونیوتن باشد، لازم است بار مرده تیغه در محل واقعی خود اعمال شود. **استثنا:** اگر حداقل بار زنده،  $L_0$ ، از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده جدا کننده‌ها نیست.

### ۳-۲-۵-۶ نامناسب‌ترین وضع بارگذاری

در تیرهای یکسره و در قاب‌های نامعین در مواردی که بار زنده بیشتر از ۴ کیلونیوتن بر مترمربع یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده است، موقعیت قرارگیری بار زنده در دهانه‌های مختلف باید طوری انتخاب شود که بیشترین اثر مورد نظر را در عضو سازه‌ای ایجاد نماید. برای این منظور کافی است علاوه بر حالت قرار دادن بار زنده در تمام دهانه‌ها، حالت‌های بارگذاری زیر نیز در نظر گرفته شوند:

الف- قرار دادن بار زنده در دو دهانه مجاور هم  
ب- قرار دادن بار زنده در دهانه‌های یک در میان

### ۳-۵-۶ بار زنده متمرکز کفها و بامها

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

### ۴-۵-۶ بار زنده-مشخص نشده کفها

بار زنده کاربری‌ها و فضاهایی که در این فصل نام برده نشده اند و یا در مواردی که کاربری بخشی از ساختمان با موارد مندرج در جدول شماره ۱-۵-۶ تطابق نداشته باشد، با در نظر گرفتن نکات زیر تعیین می‌شود. در هر حال مقدار این بار نباید کمتر از ۱/۵ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود:

الف- وزن افرادی که احتمالاً در آنجا تجمع خواهند نمود.  
ب- وزن تجهیزات و دستگاه‌هایی که احتمالاً در آنجا قرار خواهند گرفت.  
پ- وزن موادی که احتمالاً در آنجا انبار خواهد شد.  
ت- استفاده از مفاد آیین نامه‌های معتبر

### ۵-۵-۶ کاهش بارهای زنده طبقات

مقادیر حداقل بارهای زنده گسترده ( $L_0$ ) طبقات راکه در جدول ۱-۵-۶ داده شده، می‌توان بر طبق ملاحظات بندهای ۱-۵-۵-۶-۱ الی ۱-۵-۵-۶-۵ برای طراحی کاهش داد. ضوابط مربوط به کاهش بار زنده بامها در بند ۱-۵-۶-۶ ارائه شده است.

### ۱-۵-۵-۶ کاهش در بارهای زنده گسترده یکنواخت

بار زنده گسترده اعضایی راکه برای آنها، مقدار  $K_{LL} A_T$  برابر با ۳۷ مترمربع یا بیشتر باشد، می‌توان با در نظر گرفتن محدودیت‌های بندهای ۱-۵-۵-۶-۲ تا ۱-۵-۵-۶-۵، طبق رابطه (۱-۵-۶) کاهش داد:

$$L = L_0 \left[ 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right] \quad (1-5-6)$$

که در آن:



L: بار زنده طراحی کاهش یافته در هر مترمربع، وارد شده بر عضو

L<sub>0</sub>: حداقل بار زنده گسترده یکنواخت در هر مترمربع، وارد شده بر عضو (از جدول ۶-۵-۱)

K<sub>LL</sub>: ضریب موقعیت عضو (از جدول ۶-۵-۲)

A<sub>T</sub>: سطح بارگیر (مترمربع)

L برای اعضای که بار یک طبقه را تحمل می‌کنند نباید از L<sub>0</sub> / ۵، و برای اعضای که بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می‌کنند از L<sub>0</sub> / ۴ کمتر باشد.

### ۶-۵-۵-۲ بارهای زنده سنگین

کاهش بارهای زنده بیش از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع مجاز نمی‌باشد.

استثناء: کاهش بارهای زنده اعضای که بار دو طبقه یا بیشتر را تحمل می‌کنند، به میزان ۲۰٪ مجاز می‌باشد.

### ۶-۵-۵-۳ محل عبور یا پارک خودروهای سواری

بارهای زنده محل عبور و یا پارک خودروهای سواری کاهش داده نمی‌شود.

استثناء: کاهش بارهای زنده اعضای که بار ۲ طبقه یا بیشتر را تحمل می‌کنند، به میزان ۲۰٪ مجاز می‌باشد.

### ۶-۵-۵-۴ محل اجتماع و ازدحام

بار زنده محل های اجتماع و ازدحام کاهش نمی‌یابد.

### ۶-۵-۵-۵ محدودیت‌های مربوط به دال‌های یکطرفه

حداکثر سطح بارگیر A<sub>T</sub> برای دال‌های یکطرفه برابر حاصلضرب دهانه دال در عرضی برابر با ۱٫۵ برابر دهانه دال (در جهت عمود بر آن) می‌باشد.

### ۶-۵-۶ کاهش بارهای زنده بام

حداقل بار زنده گسترده یکنواخت بام، L<sub>0</sub>، در جدول ۶-۵-۱ را می‌توان طبق ضوابط بندهای ۶-۵-۱ و ۶-۵-۲ کاهش داد.

### ۶-۵-۶-۱ بام های تخت، شیب دار و قوسی

بار زنده بام‌های معمولی تخت، شیب دار و قوسی و سایبان‌ها را می‌توان با استفاده از رابطه ۶-۵-۲ کاهش داد. در سازه‌هایی مانند گلخانه نیز که در آن از داربست‌های مخصوص عبور کارگران و حمل مصالح در زمان نگهداری و تعمیر استفاده می‌شود، مقادیر بار زنده بام نباید کمتر از مقدار داده شده توسط رابطه ۶-۵-۲ باشد.

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \quad 0,6 \text{ kN/m}^2 \leq L_r \leq 1,5 \text{ kN/m}^2 \quad (2-5-6)$$

که در این رابطه

L<sub>r</sub>: بار زنده طراحی کاهش یافته بام در هر متر مربع تصویر افقی سطح نگهداری شده توسط عضو

L<sub>0</sub>: حداقل بار زنده گسترده یکنواخت کاهش نیافته بام در هر متر مربع تصویر افقی سطح نگهداری شده توسط عضو (جدول ۶-۵-۱)

ضرایب کاهش R<sub>1</sub> و R<sub>2</sub> مطابق روابط زیر تعیین می‌شوند:

$$R_1 = \begin{cases} 1 & \text{برای } A_T \leq 18 \text{ m}^2 \\ 1/2 - 0,011 A_T & \text{برای } 18 \text{ m}^2 < A_T \leq 54 \text{ m}^2 \end{cases} \quad (3-5-6)$$

که در آن  $A_T$  سطح بارگیر عضو (بر حسب متر مربع) می باشد.

ضریب  $R_2$  از رابطه ۴-۵-۶ محاسبه می شود.

$$R_2 = \begin{cases} 1 & \text{برای } S \leq 33 \\ 1/2 - 0.006 S & \text{برای } 33 < S < 100 \\ 0.6 & \text{برای } S \geq 100 \end{cases} \quad (4-5-6)$$

که در آن، برای بام‌های شیب دار،  $S$  شیب سقف (به درصد)، و در بام‌های قوسی و گنبدی،  $S$  معادل  $267$  برابر نسبت ارتفاع به طول دهانه قوس است.

### ۴-۵-۶-۲ بام‌های دارای کاربری ویژه

برای بام‌هایی که محل اجتماع و ازدحام بوده و دارای کاربری‌های خاصی چون باغ بام و غیره می‌باشند، می‌توان بارهای زنده یکنواخت آنها را طبق ضوابط بخش ۵-۵-۶ کاهش داد.

۴-۵-۶-۷ بارهای وارد بر سیستم‌های جانپناه پارکینگ، سیستم میله دستگیره، سیستم جانپناه، سیستم نرده و نردبان ثابت

### ۴-۵-۶-۱ بار وارد بر سیستم‌های نرده و جانپناه

سیستم نرده یا جانپناه باید طوری طراحی شود که یک بار متمرکز ۱ کیلونیوتن وارد بر هر نقطه و در هر امتداد از آن را به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثر بار بر روی اجزاء سازه‌ای مربوط شود، تحمل کرده و آن را توسط تکیه گاه‌های خود به سازه منتقل نماید. همچنین نرده و یا جانپناه باید طوری طراحی شود که یک بار گسترده  $0.75$  کیلونیوتن بر متر طول را در هر امتدادی در راستای نرده و یا جانپناه تحمل کند. این بار لازم نیست که بصورت همزمان با بار متمرکز فوق در نظر گرفته شود. میله‌های میانی نرده‌ها و قطعات پرکننده میان آنها باید برای تحمل یک بار افقی  $0.25$  کیلونیوتن به صورت عمود بر روی سطحی به ابعاد حداکثر  $300 \times 300$  میلی متر (با احتساب فضای خالی بین میله‌های نرده) به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثرات ناشی از آن بارگذاری گردد، طراحی شوند. عکس العمل‌های ناشی از این بارگذاری لازم نیست که به سایر بارهای مذکور در این بند اضافه گردد.

### ۴-۵-۶-۲ بار وارد به میله دستگیره

میله دستگیره باید بنحوی طراحی شود که یک بار متمرکز  $1/2$  کیلونیوتن وارد بر هر نقطه و در هر امتدادی از آن، بنحوی که حداکثر اثرات ناشی از بار را ایجاد کند، تحمل نماید.

### ۴-۵-۶-۳ بار وارد به سیستم جانپناه پارکینگ

سیستم جانپناه پارکینگ و اتصالات آن به سازه اصلی، در محل پارک خودروهای سواری باید برای یک بار متمرکز  $30$  کیلونیوتن که بصورتی افقی و در هر امتدادی به سیستم جانپناه پارکینگ وارد شود، طراحی گردد. در طراحی این سیستم، بار متمرکز فوق باید روی سطحی کوچکتر یا مساوی با  $300 \times 300$  میلی‌متر و در ارتفاعی بین  $450$  تا  $700$  میلی‌متر از کف پارکینگ و یا شیب‌راهه، بنحوی که بیشترین اثر را ایجاد کند، وارد شود. این بار لازم نیست بصورت همزمان با هر کدام از بارهای گفته شده برای سیستم‌های نرده و یا جانپناه در بند ۴-۵-۶-۱، اعمال شود. سیستم جانپناه پارکینگ اتوبوس‌ها و کامیون‌ها باید بر طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور طراحی شود.

#### ۶-۵-۷-۴ بار وارد برنردبان ثابت

حداقل بار زنده روی نردبان ثابت برابر با یک بار متمرکز  $1/35$  کیلونیوتن است که باید در هر نقطه‌ای و هر امتدادی که بیشترین اثر بار را بر روی عضو مورد نظر ایجاد کند، وارد گردد. این بار باید در هر سه متر از طول نردبان اعمال شود. موقعی که انتهای بالایی پایه های نردبان ثابت از سقف طبقه و یا محل اتکا بالاتر قرار گیرد، بخش امتداد یافته هر پایه باید بتواند یک بار زنده متمرکز  $0/45$  کیلونیوتن در هر امتدادی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل کند.

#### ۶-۵-۸ بارهای ضربه‌ای

در بارهای زنده مشخص شده در بخش‌های ۶-۵-۲ الی ۶-۵-۴ اثرات ناشی از ضربه، در حد متعارف، منظور شده است. در طراحی اجزاء سازه‌هایی که در آنها شرایط ارتعاش و ضربه بطور غیرمتعارف موجود است، باید ملاحظات لازم در نظر گرفته شود. در صورت عدم انجام تحلیل‌های دینامیکی، برای سازه‌های عنوان شده در بندهای ۶-۵-۸-۱ الی ۶-۵-۸-۳ بارها باید با ضرائب ضربه تعیین شده بشرح زیر افزایش داده شوند.

۶-۵-۸-۱ آویزهای کششی نگهدارنده کف ها و بالکن ها: بار زنده باید در ضریب  $1/33$  ضرب شود.

۶-۵-۸-۲ سازه‌های نگهدارنده ماشین آلات: وزن ماشین، ملحقات و بارهای متحرک آنها باید در ضرائب مشخص شده در زیر ضرب شوند. در صورت تعیین ضریب ضربه بزرگتر توسط شرکت‌های سازنده، باید از آن ضریب برای افزایش بار استفاده شود.

الف- ماشین آلاتی که دارای محور دورانی می باشند: ضریب  $1/2$

ب- ماشین آلاتی که دارای حرکت رفت و برگشتی می باشند: ضریب  $1/5$

۶-۵-۸-۳ سازه‌های نگهدارنده آسانسورها: وزن اتاقک، ماشین آلات، وزنه تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسائل باید در ضریب  $2$  ضرب شود، مگر آنکه بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضریبی حداقل برابر این مقدار ضرب شده باشد.

#### ۶-۵-۹ بارهای جراثقال

بار زنده جراثقال به بار بهره‌برداری آن بستگی دارد. در جراثقال‌های پل‌دار و جراثقال‌های تک ریلی، بارهای طراحی تیرهای زیرسری به همراه اتصالات و نشیمن‌گاه‌های آنها باید در برگزیده حداکثر بار چرخ پل جراثقال، ضربه قائم و بارهای جانبی و طولی ناشی از حرکت جراثقال باشند.

#### ۶-۵-۹-۱ حداکثر بار چرخ جراثقال

حداکثر بار چرخ در جراثقال‌های پل‌دار شامل، بار ناشی از وزن پل به علاوه مجموع بار بهره‌برداری جراثقال و وزن ارابه، در موقعیتی از قرارگیری ارابه بر روی زیرسری که بیشترین اثر را در آن ایجاد نماید، می باشد.

#### ۶-۵-۹-۲ نیروی ضربه قائم

برای در نظر گرفتن اثر ضربه قائم یا نیروی ارتعاشی ایجاد شده، حداکثر بار چرخ جراثقال باید مطابق با درصدهای زیر افزایش یابد:

٪۲۵

جراثقال‌های تک ریلی موتور دار

٪۲۵

جراثقال‌های پل‌دار موتوری کابین دار یا دارای کنترل از راه دور

٪۱۰

جراثقال‌های پل‌دار موتوری با کنترل آویزی

٪۰

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

#### ۶-۵-۹-۳ بار جانبی

بار جانبی تیر زیر سری جراثقال دارای ارابه‌های برقی باید برابر  $20$  درصد مجموع بار ضریب دار جراثقال و وزن ارابه و بالابر در نظر گرفته شود. این بار به صورت افقی و در امتداد عمود بر محور تیر زیرسری (به سمت تیر زیرسری و یا در خلاف آن) و در سطح تماس چرخ با تیر زیر سری در نظر گرفته شده و با توجه به جزئیات سیستم حرکتی چرخ‌ها و به نسبت سختی جانبی تیرهای زیر سری طرفین و سازه نگهدارنده آنها توزیع می‌شود.

## ۶-۵-۹-۴ نیروی طولی

نیروی طولی وارد بر تیر زیرسری جراثقال به جز جراثقال پل دار با چرخ دنده دستی باید برابر ۱۰ درصد حداکثر بار چرخ جراثقال محاسبه شود. بار طولی باید به صورت افقی، در امتداد محور تیر زیرسری و در هر یک از جهات در سطح تماس چرخ با تیر زیر سری اثر داده شود.

پیش نویس اولیه  
(فیدبک فابل استناد)

جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L<sub>0</sub> و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱	<b>بامها</b>		
۱-۱	بام معمولی تخت، شیبدار و قوسی	۱٫۵ <sup>(۱)</sup>	۱٫۳
۲-۱	بام با پوشش سبک	۰٫۵	۱٫۳
۳-۱	بام باغ (بام دارای باغچه و گلخانه)	۵	—
۴-۱	بام از نوع پوشش پارچه‌ای با سازه اسکلتی	۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش)	۱٫۳
۵-۱	بام با امکان تجمع و ازدحام	بسته به نوع کاربری	—
۶-۱	قاب نگهدارنده فضابند	۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش، فقط به اعضای قابها وارد می‌شود)	۱
۲	<b>سالن‌ها و محل‌های تجمع و ازدحام در انواع ساختمانها</b>		
۱-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع دارای صندلی‌های ثابت (چسبیده به کف)	۳ <sup>(۳)</sup>	—
۲-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع فاقد صندلی‌های ثابت	۵ <sup>(۳)</sup>	—
۳-۲	سالن غذاخوری و رستوران	۵ <sup>(۳)</sup>	—
۴-۲	سینما و تئاتر	۵ <sup>(۳)</sup>	—
۵-۲	صحنه سینما و تئاتر	۷٫۵ <sup>(۳)</sup>	—
۶-۲	سالن اجرای مراسم گروهی، اجرای سرود و ...	۷٫۵ <sup>(۳)</sup>	—
۷-۲	شبهستان مساجد و تکایا	۶ <sup>(۳)</sup>	—
۸-۲	سالن انتظار و ملاقات	۵ <sup>(۳)</sup>	—
۹-۲	پایانه مسافربری	۶ <sup>(۳)</sup>	—
۳	<b>راهروها، راه پله‌ها<sup>(۴)</sup> و بالکن‌ها در انواع ساختمانها</b>		
۱-۳	راهرو در معرض تجمع و ازدحام واقع در طبقه همکف (ورودی)	۵	—
۲-۳	راهرو در معرض تجمع و ازدحام واقع در سایر طبقات	مطابق بار زنده اتاق‌های مجاور	—
۳-۳	راه‌پله و راهرو منتهی به درب‌های خروجی	۵ <sup>(۴)</sup>	۱٫۳ <sup>(۱۴)</sup>
۴-۳	راه پله اضطراری	۵	۱٫۳
۵-۳	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تاسیسات	۲	۱٫۳
۶-۳	بالکن	۱٫۵ برابر بار زنده کف اتاق متصل به آن . (لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.)	—

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

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

پیش نویس اولیہ

(فقیر قاجار استناد)

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

ریف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱۰	<b>بیمارستانها و مراکز درمانی</b>		
۱-۱۰	اتاق بیمار	۲	۴/۵
۲-۱۰	اتاق عمل، آزمایشگاهها	۳	۴/۵
۳-۱۰	راهرو طبقه اول	۵	۴/۵
۴-۱۰	راهرو سایر طبقات	۴	۴/۵
۱۱	<b>محل‌های عبور و پارک خودروها</b>		
۱-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلونیوتن	۴ (۲) (۳) (۷)	۱۵ (۷)
۲-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن	۶ (۲) (۳) (۷) (۸)	۳۰ (۷)
۳-۱۱	مغایر و بخش‌هایی از محوطه با امکان عبور کامیون	-(۸)	-(۸)
۱۲	<b>سایر موارد</b>		
۱-۱۲	آشپزخانه صنعتی و رختشوی‌خانهها	۶(۹)	—
۲-۱۲	اتاق آسانسور	۳/۶	۱/۳ (برروی سطحی برابر با ۵۰×۵۰ میلی‌متر وارد شود)
۳-۱۲	اتاق هواساز- پمپ و نظایر آن	۵(۹)	—
۴-۱۲	انبار سبک در فضای داخل سقف کاذب	۱	—
۵-۱۲	انبارها	-(۲) (۱۰)	—
۶-۱۲	سردخانهها	۵ به ازای هر متر ارتفاع مفید، حداقل ۱۵	—
۷-۱۲	کف کاذب برای اتاق‌های کامپیوتر	۵	۹
۸-۱۲	کف کاذب در فضاهای اداری	۲/۵	۹
۹-۱۲	محل فرود بالگرد	۳(۱۱) و (۱۲) و (۱۳)	—
۱۰-۱۲	موتورخانه	۸/۵(۹)	—

یادداشتهای جدول ۶-۵-۱

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



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

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

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

۵) علاوه بر بارهای قائم، طراحی باید براساس بارهای افقی جانبی که به هر ردیف از صندلی‌ها به شرح زیر وارد می‌شود، انجام شود: ۰/۴ کیلونیوتن بر متر طول در راستای موازی ردیف صندلی‌ها و ۰/۱۵ کیلونیوتن بر متر طول در راستای عمود بر ردیف صندلی. نیازی به اعمال همزمان این دو بارگذاری نمی‌باشد.

۶) کف‌های تعمیرگاه‌ها، کارخانجات، کارگاه‌های صنعتی و فضاهایی از این قبیل که دارای تجهیزات و یا کاربری‌های خاص هستند، باید برای بار زنده متناسب با کاربری خود طراحی شوند.

۷) کف پارکینگ‌ها و یا بخش‌هایی از یک ساختمان که برای پارک وسیله نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد، براساس بار زنده گسترده یکنواخت ارائه شده در ردیف‌های ۱-۱۱ و ۲-۱۱ و بارهای متمرکز نظیر همان ردیف‌ها طراحی می‌شوند، اما لازم نیست این دو بار به طور همزمان اعمال شوند. سطح تاثیر بار متمرکز  $۱۲۰ \times ۱۲۰$  میلیمتر فرض می‌شود.

پارکینگ‌های مکانیزه بدون دال یا سقف که به منظور پارک خودروهای سبک به کار می‌روند، براساس بار ۱۰ کیلونیوتن به ازای هر چرخ باید طراحی شوند.

۸) بارگذاری و طراحی کف‌ها برای عبور و پارک کامیونت، کامیون یا اتوبوس با وزن بیش از ۹۰ کیلونیوتن باید بر طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور انجام شوند. معابر و کف‌هایی که روی آنها احتمال عبور یا توقف ماشینهای آتش‌نشانی باشد، باید برای وزن کامیونت ۹۰ کیلونیوتن طراحی شود، چنانچه در طراحی مقاومت در برابر حریق ساختمان، عبور یا توقف ماشین سنگینتری پیش بینی شده باشد وزن این ماشین در محاسبات منظور خواهد شد.

۹) بارگذاری را میتوان بر اساس مشخصات دستگاهها و توصیه‌های شرکت‌های سازنده آنها انجام داد، مشروط بر آنکه مقدار بار در آشپزخانه‌ها کمتر از ۵، در موتورخانه‌ها کمتر از  $۷/۵$  و در اتاق‌های هواساز کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع نباشد.

۱۰) بار گسترده یکنواخت کف انبارها باید براساس جداول پیوست شماره ۶-۳ تعیین شود. چنانچه وضع مواد انبار شونده روشن نباشد، این بار باید با تخمین نوع انبار و مقایسه آن با جداول پیوست مذکور، برابر با مقادیر پیشنهاد شده در آن جدول در نظر گرفته شود. این بار در هر صورت نباید کمتر از ۶ کیلونیوتن بر مترمربع منظور شود.

۱۱) بار زنده کف جایگاه‌های بالگردهایی با وزن عملیاتی کمتر از ۱۴ کیلونیوتن، ۲ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.

این بار قابل کاهش نیست. وزن و ظرفیت بالگرد باید توسط مرجع ذیصلاح اعلام شود.

۱۲) دو بار متمرکز منفرد به فاصله  $۲/۴۵$  متر باید به کف جایگاه بالگرد (محل قرارگیری چرخ‌ها) اعمال گردد. مقدار هر یک از این بارها برابر ۷۵٪ وزن عملیاتی بالگرد می‌باشد.

محل قرارگیری این دو بار باید طوری باشد که بیشترین اثر را بر سازه وارد نماید.

این بارها باید در سطحی به ابعاد  $۲۰۰ \times ۲۰۰$  میلی‌متر وارد شده و نباید با سایر بارهای زنده متمرکز و گسترده همزمان وارد شود.

۱۳) یک بار متمرکز منفرد با مقدار  $۱۳/۵$  کیلونیوتن در سطحی به ابعاد  $۱۲۰ \times ۱۲۰$  میلی‌متر در محلی که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند، اعمال گردد. نیازی به در نظر گرفتن همزمان این بار با سایر بارهای زنده گسترده و متمرکز نمی‌باشد.

۱۴) بار متمرکز پله‌ها در سطحی به ابعاد  $۵۰ \times ۵۰$  میلی‌متر و غیرهمزمان با بارهای یکنواخت اعمال شود.

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

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

## ۶-۶ بار سیل

### ۶-۶-۱ کلیات

به طور کلی احداث هرگونه ساختمان یا سازه دیگر در سیلابدشتهها تابع ضوابطی است که توسط مراجع ذیصلاح نظیر وزارت نیرو و شهرداریها اعلام می گردد.

مطالب ارائه شده در این فصل الزامات و نحوه محاسبه بار سیل وارد ساختمان ها و سایر سازه های واقع در یک منطقه سیل خیز را با توجه آمار موجود و تاریخچه خسارت های سیل برآورد شده در منطقه و مطالعات هیدرولوژیکی و هیدرولیکی مورد تایید مراجع ذیصلاح نظیر وزارت نیرو ، سازمان هواشناسی کشور و مطابق تعریف های زیر و مفاهیم آنها بیان می دارد. در موارد خاص استفاده از نتایج مدل های عددی و فیزیکی و روش های تحلیلی ارائه شده در آئین نامه های معتبر بین المللی نیز توصیه می شود. در مناطقی غیر از مناطق سیل خیز نیازی به در نظر گرفتن بارگذاری سیل نیست .

### ۶-۶-۲ تعاریف

**آبراه، آبراهه:** مجرای طبیعی یا مصنوعی برای عبور یا هدایت جریان آب است (شکل ۶-۶-۱).  
**آبشستگی:** به فرسایش بستر و کناره آبراهه ها در اثر عبور سیلابها و جریان آب ، آبشستگی می گویند و به دودسته عمده آبشستگی عمومی و آبشستگی موضعی به شرح زیر تقسیم می شود.

**الف - آبشستگی عمومی:** در اثر وقوع سیلابها و افزایش سرعت جریان آب ، مواد رسوبی موجود در بستر رودخانه شسته شده و در قسمت عمده ای از مسیر رودخانه حالت گود افتادگی پدیدار می گردد.

**ب- آبشستگی موضعی:** این نوع فرسایش در نتیجه اندرکنش اجزاء سازه ای و جریان رودخانه رخ می دهد و به نوع و شکل اجزاء سازه بستگی دارد.

**بستر:** آن قسمت از رودخانه، نهر یا مسیل است که در هر محل با توجه به آمار هیدرولوژیکی و داغاب و حداکثر طغیان با دوره بازگشت ۲۵ ساله به وسیله وزارت نیرو یا شرکت های آب منطقه ای تعیین می شود. (شکل ۶-۶-۱)

**جریان واریزه ای و سیلاب گلی:** جریان واریزه ای جریانی است که با خود مواد مختلفی اعم از مواد سنگی ریزدانه، درشت دانه و نیز قطعات چوب، شاخه های درختان، نخاله و غیره را حمل می کند. در مواردی که جریان متلاطم و غلظت مواد رسوبی کمتر از ۴۵٪ شود، جریان تبدیل به سیلاب گلی می گردد. این نوع از سیلابها بارهائی را به صورت ضربه ای به سازه وارد می کنند .

**دیوار ساحلی و سیل بند:** نوعی سازه مهار سیل که بصورت دیواره ای طولی با استفاده از مصالح ساختمانی مقاوم نظیر بتن، سنگ، چوب و غیره در مناطق شهری و یا سایر مناطق که ارزش اقتصادی زیادی دارند ساخته می شود، این دیواره ها علاوه بر جلوگیری از لغزش یا فرسایش ، در برخی موارد برای خنثی نمودن اثر موج سیل نیز کاربرد دارد.

**دیوار فرو ریزشی:** هر نوع دیواری در معرض سیل، بجز دیوارهای باربر ساختمان یا سازه اصلی ، که بر حسب شرایط سیل طرح یا سیلی کمتر، طراحی و ساخته شده و به گونه ای فرو ریزد که هم به سیلاب ها اجازه عبور آزادانه دهد و هم آسیبی به سازه یا سیستم تکیه گاه پی نزند.

**سیل یا جاری شدن سیل:** عبارت است از هرگونه افزایش جریان رودخانه، اعم از مازاد بر ظرفیت رودخانه که از بستر رودخانه سرازیر شود یا غیر آن که موجب خسارت بر رودخانه و تأسیسات آن و یا اراضی و تأسیسات حاشیه رودخانه گردد. سیلاب ناگهانی عبارتست از سیلی که معمولاً از یک رگبار شدید روی پهنه‌ای کوچک پدید می‌آید و همراه با بالا آمدن سریع سطح آب و جریان نسبتاً زیاد همراه باشد.

**سیل پایه:** سیلابی که احتمال تجاوز از آن در سال ۱٪ (دوره بازگشت ۱۰۰ سال) باشد. ارتفاع این سیلاب که شامل ارتفاع موج ناشی از آن است، ارتفاع سیل پایه نامیده می‌شود.

**سیل طرح:** بزرگترین سیلاب از بین دو سیل: (۱) سیل پایه؛ (۲) سیل متناظر با منطقه تعیین شده به‌عنوان منطقه سیل‌خیز که از مراجع ذی‌صلاح استعلام می‌گردد. ارتفاع این سیلاب که شامل ارتفاع موج ناشی از آن است، ارتفاع سیل طرح نامیده می‌شود.

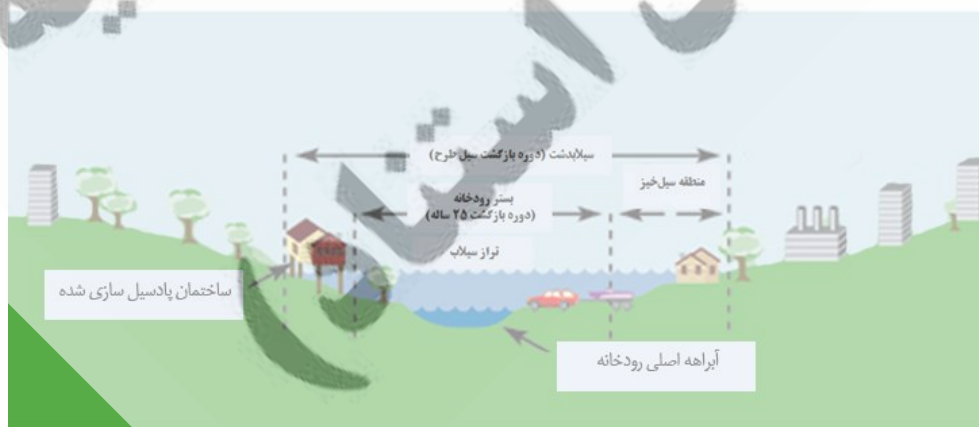
**سیلابدشت:** بخشی از پهنه یک رودخانه شامل بستر اصلی که زمانی که دبی سیل طرح از ظرفیت عبور رودخانه تجاوز کند، غرقاب می‌گردد. (شکل ۶-۶-۱)

**منطقه سیل‌خیز:** نواحی ذیل که محدوده آنها می‌بایست از مراجع ذی‌صلاح استعلام گردد، به‌عنوان منطقه سیل‌خیز تعریف می‌شوند:

الف - بخشی از محدوده اطراف بستر رودخانه‌ها و مسیله‌ها که به علت بارندگی در بالادست و وقوع سیل طرح به زیر آب می‌رود. (شکل ۶-۶-۱)

ب- سواحل مجاور آب‌های آزاد، خطوط ساحلی دریاچه‌های بزرگ که جزر و مدها، طوفان‌های ساحلی، گردبادها، نوسان‌های امواج یا سونامی‌ها می‌توانند منشاء بروز سیل باشند. در این مناطق باید ارتفاع آب ساکن سیل، بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر و ارتفاع موج شکننده، برابر یا بزرگتر از ۴۵۰ میلی‌متر در سیل طرح به صورت توأمان اختیار شود.

**نقشه منطقه‌ی سیل‌خیز:** نقشه‌ای که محدوده تحت تأثیر بروز جریان سیلاب طرح را مشخص می‌کند. به مطالعاتی که منتج به تهیه نقشه منطقه‌ی سیل‌خیز می‌شود، مطالعات منطقه‌ی سیل‌خیز می‌گویند.



شکل ۶-۶-۱- نمائی از وضعیت آبراهه اصلی، بستر، منطقه سیل‌خیز و سیلابدشت رودخانه

## ۶-۶-۳- الزامات و بارهای طراحی

۶-۶-۳-۱ در مناطق سیل خیز لازم است ساختمان توسط شمع، پی ستونی و غیره، بالاتر از ارتفاع سیل طرح و در بلندی قرار گیرد و در محدوده تراز سیل طرح از موانعی نظیر دیوارهای فروریزی به منظور ایجاد مسیری آزاد برای عبور موج ها و جریان های سیلابی دارای سرعت بالا از زیر ساختمان استفاده گردد.

۶-۶-۳-۲ دیوارهای فرو ریزی و تیغه های لازم به همراه اتصالات آنها به سازه برای فرو ریختن پیوسته به یک طرف باید برای بزرگترین بار ناشی از باد بر اساس فصل ۱۰، ناشی از زلزله بر اساس فصل ۱۱ و یا باری برابر ۰/۵ کیلونیوتن بر مترمربع که به صورت عمودی به صفحه دیوار اثر می کند، طراحی شوند. همچنین بارگذاری برای بار فروریزی دیوار نباید بیشتر از ۱ کیلو نیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود، در غیر این صورت شرایط زیر در طراحی اقلان شود:

- دیوار فرو ریزی به گونه ای طراحی شود که فرو ریزش در اثر بار سیلی کمتر از آن چه که در طی سیل پایه به وجود می آید، اتفاق افتد.

- تکیه گاه پی و بخش مرتفع ساختمان در مقابل فروریختن، تغییر مکان دائمی و سایر آسیب های سازه ای ناشی از اثرات بارهای سیل در ترکیب با دیگر بارها مطابق با ضوابط فصل ۲، طراحی شده باشند.

۶-۶-۳-۳ سیستم های سازه ای ساختمان و سایر سازه ها باید به گونه ای طراحی، ساخته، متصل و مهار شوند تا در مقابل فشار هیدرواستاتیک<sup>۱</sup>، شناوری<sup>۲</sup>، خرد کردن<sup>۳</sup>، ضربه آب<sup>۴</sup>، انتقال<sup>۵</sup>، آب شستگی<sup>۶</sup> و واژگونی<sup>۷</sup>، فروریختن و تغییر مکان جانبی دائمی ناشی از اثر بارهای سیل بر مبنای سیل طرح، همراه با سایر بارها مطابق با ترکیب بارهای فصل ۲ مقاومت کنند.

۶-۶-۳-۴ فرسایش و آب شستگی، علاوه بر تاثیر در وضعیت پایداری پی، هم بر عمق سیلاب در محل و هم میزان بارهای سیل وارد بر ساختمان و سایر سازه ها موثر است. لذا تأثیرات ناشی از آنها باید در محاسبه بارهای وارد بر ساختمان و سایر سازه های موجود در مناطق سیل خیز لحاظ گردد. تأثیرات ناشی از فرسایش و آب شستگی که در وضعیت پایداری پی، عمق سیلاب در محل و میزان بارهای سیل وارد بر ساختمان موثر است، باید در محاسبات بارهای وارد بر ساختمان و سایر سازه های موجود در مناطق سیل خیز لحاظ گردد.

۶-۶-۳-۵ طراحی سازه ای در مناطق سیل خیز بر مبنای سیل طرح صورت می پذیرد. بارهای ناشی از سیل شامل بارهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک است. چنانچه سرعت جریان سیل از ۳ متر بر ثانیه تجاوز نکند، مقدار بار هیدرودینامیک به صورت اضافه ارتفاعی از بار هیدرو استاتیکی تعریف می شود و در غیر این صورت با استفاده از مدل های هیدرو دینامیکی قابل محاسبه است. این اضافه ارتفاع از رابطه ۶-۶-۱ مطابق شکل ۶-۶-۲ محاسبه می گردد.

$$d_h = aV^2/2g$$

۶-۶-۱

که در آن **a**: ضریب شکل

**V**: سرعت سیلاب (متر بر ثانیه)

<sup>1</sup> Hydrostatic pressure

<sup>2</sup> Buoyancy

<sup>3</sup> Battering

<sup>4</sup> Pulsating water

<sup>5</sup> Translation

<sup>6</sup> Scouring

<sup>7</sup> Overturning

**g** : شتاب ثقل (متر بر مجذورثانیه)

**dh** : اضافه ارتفاع مایع (متر) میباشد.

ضریب شکل، **a** ، به جریان سیال و شکل و زبری اعضایی (ستون- شمع و... ، گرد -چهارگوش...) که در معرض جریان سیال قرار میگیرند، وابسته است. در ساختمانهای معمولی و اشکال متعارف ستونها و پایه ها ، مقدار ضریب شکل بین ۱ تا ۲ میباشد. در این مقررات ضریب شکل ۱/۲۵ به عنوان حداقل مقدار، توصیه شده و مقادیر بزرگتر ضریب شکل را باید با توجه به روابط و توصیه های مدارک مکانیک سیالات و هیدرولیک انتخاب نمود.



شکل ۶-۶-۲- نیروهای هیدرواستاتیکی و هیدرودینامیکی در جهت جریان سیلاب

۶-۶-۳- بارهای ناشی از جریانهای واریزه ای و سیلابهای گلی که به ساختمانها و سازهها یا بخش هایی از آن ضربه وارد می کنند، به عنوان بارهای ضربه ای محسوب شده و اثر آن باید به عنوان یک بار متمرکز افقی در بحرانی ترین محل، در نظر گرفته شود. با توجه به شرایط محیطی و احتمال جابجایی اشیاء جامد به وسیله سیل، دو دسته بار ضربه ای تعریف میشود.

**الف) بارهای ضربه ای نرمال:** چنانچه اجزاء شناور یا قطعات یخ به صورت تکه تکه و مجزا به همراه جریان آب به ساختمان برخورد کنند، بار ضربه ای رامی توان معادل برخورد یک جرم ۴۵۰ کیلوگرمی ، که با سرعت سیلاب به سطحی معادل ۳۰۰\*۳۰۰ میلیمتر وارد می شود، حساب کرد.

**ب) بارهای ضربه ای ویژه:** این بارها زمانی ایجاد می شوند که قطعات به هم جوش خورده و متصل به هم، یخ، سنگ، چوب یا تنه درختان که ابعاد و جرم بیشتری نسبت به حالت قبل دارند، به ساختمان برخورد کنند. در مکانهایی که احتمال بروز چنین بارهایی وجود دارد، ساختمان باید بر اساس آن طراحی شود. برای ارزیابی اثر این بارها شدت بار باید به اندازه ۰/۵ کیلونیوتن بر متر طول که به صورت افقی در تراز سطح سیلاب عمل می کند، در نظر گرفته شود مگر آنکه تحلیلهای دقیقتری انجام شود. اگر موانع طبیعی یا مصنوعی به طور موثر از بروز این بارگذاری جلوگیری کنند، می توان از آثار آن در طراحی چشم پوشی کرد.

۶-۶-۴ ترکیب اثرات سیل و خاک

۶-۴-۱- بارهای خاک و فشارهای هیدرواستاتیک آن که در فصل ۴-۶ تعریف شده ، باید با توجه به تاثیرات سیل ( اشباع خاک ، زیرفشار وارد بر کف و شالوده ها و آبشستگی ها و ... ) بررسی شوند.

۶-۴-۲- مقاومت مجاز خاک ، میزان نشست پی ها و سایر مواردی که به طراحی و بررسی پایداری پی ها مربوط است باید با توجه به موضوع سیل و میزان و نوع حساسیت خاک ( خاکهای قابل تورم ، ریزدانه و ... ) بررسی شود.

۶-۴-۵- ضرایب اطمینان در مقابل لغزش ، واژگونی و برکنش کفها

در طراحی دیوارها، شالوده ها و کف پایینترین طبقه ساختمانها و سایر سازه های واقع شده در منطقه سیل خیز باید ضرایب اطمینان در مقابل لغزش و واژگونی برابر با  $1/5$  و برای لغزش و واژگونی به همراه برکنش کف برابر  $1/33$  در نظر گرفته شود.

پیش نویس اولیه  
فید قابل استناد

## ۶-۷ بار برف

### ۶-۷-۱ کلیات

ساختمانها و سایر سازه های موضوع این مبحث باید برای بار برف طراحی شوند. برای این منظور پس از محاسبه بار برف بام، لازم است حالت های مختلف بار گذاری شامل بار برف متوازن و نامتوازن، برف بخشی، انباشتگی برف و برف لغزنده طبق ضوابط این فصل در نظر گرفته شود.

### ۶-۷-۲ بار برف بام

بار برف بر روی بام،  $P_r$ ، با توجه به بار برف مبنا، شیب و دمای بام، برف گیری و اهمیت سازه برای هر متر مربع تصویر افقی سطح آن، از رابطه ۶-۷-۱ تعیین می شود:

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s \quad (۶-۷-۱)$$

که در آن:

$P_s$  = بار برف مبنا طبق بخش ۶-۷-۳

$I_s$  = ضریب اهمیت بار برف طبق جدول ۶-۷-۲

$C_n$  = ضریب برف گیری طبق بخش ۶-۷-۴

$C_h$  = ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۶-۷-۵

$C_s$  = ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

می باشند.

### ۶-۷-۳ بار برف مبنا

بار برف مبنا،  $P_s$ ، باری است که بر اساس 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 تقسیم بندی مشخص شده در جدول ۶-۷-۱ و یا شکل ۶-۷-۱، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع

۰/۵ کیلونیوتن بر متر مربع

۱ کیلونیوتن بر متر مربع

۱/۵ کیلونیوتن بر متر مربع

منطقه ۱- برف بسیار کم (نادر)

منطقه ۲- برف کم

منطقه ۳- برف متوسط

منطقه ۴- برف زیاد



منطقه ۵- برف سنگین  
منطقه ۶- برف فوق سنگین

۲ کیلونیوتن بر متر مربع  
۳ کیلونیوتن بر متر مربع

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

پیش‌نویس اولیه  
(فهرست قابل استناد)

جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱	آستارا	۵	۳۱	بوشهر	۱
۲	اراک	۴	۳۲	بیجار	۴
۳	اردبیل	۵	۳۳	بیرجند	۲
۴	اردستان	۲	۳۴	پیرانشهر	۵
۵	ارومیه	۴	۳۵	تبریز	۴
۶	اسلام آباد غرب	۴	۳۶	ترت جام	۴
۷	اصفهان	۳	۳۷	ترت حیدریه	۳
۸	الیگودرز	۵	۳۸	تکاب	۴
۹	امیدیه	۱	۳۹	تهران	۴
۱۰	انار	۲	۴۰	جاسک	۱
۱۱	اهر	۴	۴۱	جلفا	۴
۱۲	اهواز	۲	۴۲	جیرفت	۲
۱۳	ایرانشهر	۱	۴۳	چابهار	۱
۱۴	ایلام	۴	۴۴	خاش	۱
۱۵	ایوان غرب	۳	۴۵	خدابنده	۴
۱۶	آبادان	۲	۴۶	خرم آباد	۴
۱۷	آباده	۳	۴۷	خرم دره	۴
۱۸	آبعلی	۵	۴۸	خلخال	۵
۱۹	آستانه اشرفیه	۵	۴۹	خور بیابانک	۱
۲۰	انزلی	۴	۵۰	خور بیرجند	۲
۲۱	بافت	۳	۵۱	خوی	۴
۲۲	بافق	۲	۵۲	داران	۵
۲۳	بانه	۵	۵۳	درود	۵
۲۴	بجنورد	۴	۵۴	دزفول	۳
۲۵	بروجرد	۴	۵۵	دهلران	۳
۲۶	بستان	۲	۵۶	دوگنبدان	۲
۲۷	بشرویه	۲	۵۷	رامسر	۴
۲۸	بم	۲	۵۸	رامهرمز	۲
۲۹	بندرعباس	۱	۵۹	رباط پشت بام	۲
۳۰	بندر لنگه	۱	۶۰	رشت	۵

ادامه جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

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

### ۴-۷-۶ ضریب برف‌گیری

ضریب برف‌گیری،  $C_n$ ، با توجه به اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف‌گیری بام ساختمان بر اساس جدول ۲-۷-۶، در نظر گرفته می‌شود. برای مناطق ۱ الی ۳ بار برف، این ضریب برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۲-۷-۶ ضریب برف‌گیری،  $C_n$

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 ۲-۷-۶، 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 فاصله 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.  $h_o$ ، فاصله قائم از روی مرتفع‌ترین مانع تا روی بام می‌باشد. وزن مخصوص برف،  $\gamma$ ، را می‌توان از رابطه ۲-۷-۶ محاسبه کرد.

$$\gamma = 0.43 P_s + 2.2 \quad \text{کیلونیوتن بر متر مکعب} \quad (2-7-6)$$

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 ۲-۷-۶ برای تعیین ضریب برف‌گیری استفاده می‌شود، باید بیانگر شرایط پیش‌بینی شده در دوره عمر مفید ساختمان مورد نظر باشند. برای هر جهت باد، نوع ناحیه بر اساس 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:

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

- **ناحیه باز** - محدوده‌ای که در آن ساختمان‌ها، درختان یا موانع دیگر به صورت پراکنده قرار گرفته و یا در مجاورت دریاچه، دریا، ساحل باز یا همراه با پوشش‌های گیاهی کم ارتفاع واقع شده است.

### ۵-۷-۶ ضریب شرایط دمایی

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

جدول ۳-۷-۶ ضریب شرایط دمایی،  $C_h$

۱٫۰	تمام ساختمان‌ها به‌جز 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

## ۶-۷-۶ ضریب شیب

برای بام‌های مسطح، ضریب شیب،  $C_s$ ، برابر واحد می‌باشد. برای بام‌های شیب‌دار ضریب شیب بر حسب زاویه شیب،  $\alpha$ ، به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$C_s = 1 \quad \alpha \leq \alpha_0 \quad \text{،(الف-۳-۷-۶)}$$

$$C_s = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} \quad \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \quad \text{،(ب-۳-۷-۶)}$$

$$C_s = 0 \quad \alpha \geq 70^\circ \quad \text{،(پ-۳-۷-۶)}$$

زاویه  $\alpha_0$ ، طبق بند ۶-۷-۶-۱، با توجه به شرایط سطح شیب‌دار مشخص می‌شود.

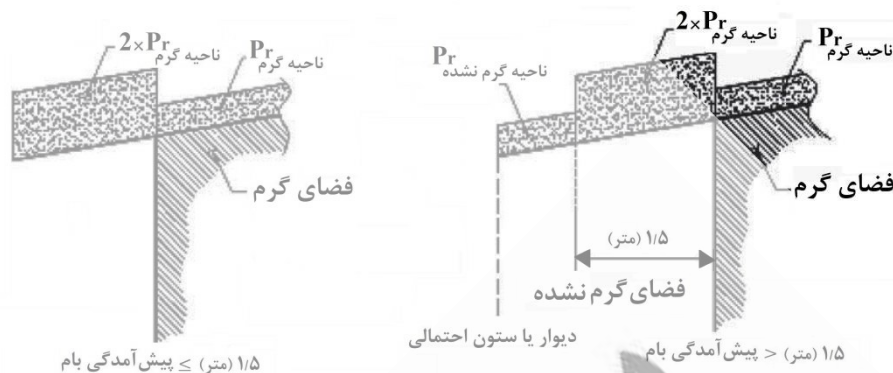
۶-۷-۶-۱ اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب‌دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای ریزش برف موجود باشد، مقدار  $\alpha_0$  برای  $C_h=1$  برابر پنج درجه، برای  $C_h=1/1$  برابر ده درجه و برای مقادیر بیشتر  $C_h$  برابر پانزده درجه خواهد بود. بام‌های لغزنده شامل پوشش‌های فلزی، سنگ‌برگ، شیشه‌ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می‌باشند. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی‌توان صاف در نظر گرفت. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند.

در صورت عدم وجود شرایط لغزنده یا مانع‌دار بودن بام، مقدار  $\alpha_0$  برای  $C_h=1$  برابر  $30^\circ$  و برای  $C_h$  های بیشتر برابر  $45^\circ$  می‌باشد.

۶-۷-۶-۲ در بام‌های قوسی ضریب اثر شیب باید با توجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد. برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چند ضلعی در نظر گرفته شود و ضریب اثر شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق و بر طبق بند ۶-۷-۶ تعیین گردد. تعداد قطعات در هر نیمه قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد. برای قسمت‌های با شیب بیشتر از هفتاد درجه بار برف در نظر گرفته نشده و این نواحی جزو تقسیمات قوس در نظر گرفته نمی‌شود.

۶-۷-۶-۳ برای بام‌های کنگره‌ای و شیب‌دار دندان‌های ضریب شیب برای کلیه سطوح برابر یک خواهد بود.

۶-۷-۶-۴ برای طراحی طره لبه پایین بام، که در آن امکان تجمع برف وجود دارد، مقدار  $P_r$  باید دو برابر شود. طول ناحیه تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی این طول مطابق شکل ۶-۷-۱ 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 می‌شود. در صورتی که طول طره از ۱/۵ متر بیشتر باشد، در طول اضافی ضریب  $C_h$  بر اساس شرایط حرارتی این ناحیه محاسبه می‌شود.



شکل ۱-۷-۶ مقدار بار برف بر روی طره لبه پایین بام

### ۷-۷-۶ بارگذاری های متوازن و نامتوازن

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 بطور 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 بام های با شیب دو و یا چند طرفه

برای بام های با شیب دو یا چند طرفه، بارگذاری متوازن و نامتوازن برف مطابق شکل ۲-۷-۶ انجام می شود. در نظر گرفتن بار نامتوازن برف برای بام های با شیب کمتر از ۴٪ و شیب بیشتر از ۶۰٪ لازم نیست.

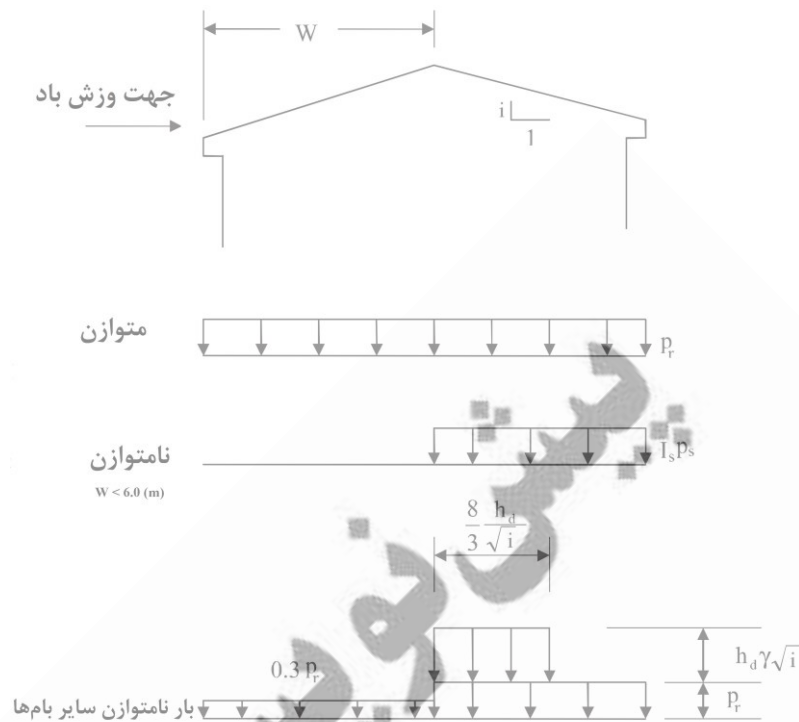
برای بام های با فاصله افقی بین تاج و پای شیب (W) کمتر از ۶ متر با تیرهای با تکیه گاه ساده بین تاج و پای شیب، بار نامتوازن یکنواخت برف در قسمت پشت به باد مطابق شکل با شدت  $I_s P_s$  و در قسمت رو به باد بدون بار برف در نظر گرفته شود. برای سایر بام ها، بار نامتوازن شامل بار گسترده  $P_r$  در سمت بادگیر 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  $\frac{8 h_d}{3 \sqrt{i}}$  از تاج شیب به سمت پای شیب خواهد بود.  $i$ ، بیانگر شیب سقف

(تانژانت زاویه شیب) مطابق شکل می باشد. ارتفاع انباشت برف،  $h_d$ ، بر حسب متر از رابطه زیر بدست می آید:

$$h_d = 0.12 \sqrt[4]{l_u} \sqrt[4]{100 P_s + 50} - 0.5 \quad (4-7-6)$$

در رابطه فوق،  $l_u$  برابر با W در قسمت رو به باد بر حسب متر می باشد. چنانچه W کمتر از ۶ متر باشد،  $l_u$  برابر ۶ متر در نظر گرفته می شود.

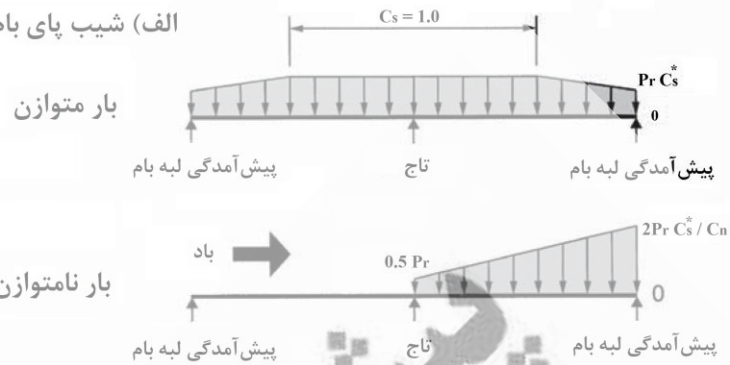


شکل ۶-۷-۲ بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های با شیب دو یا چند طرفه

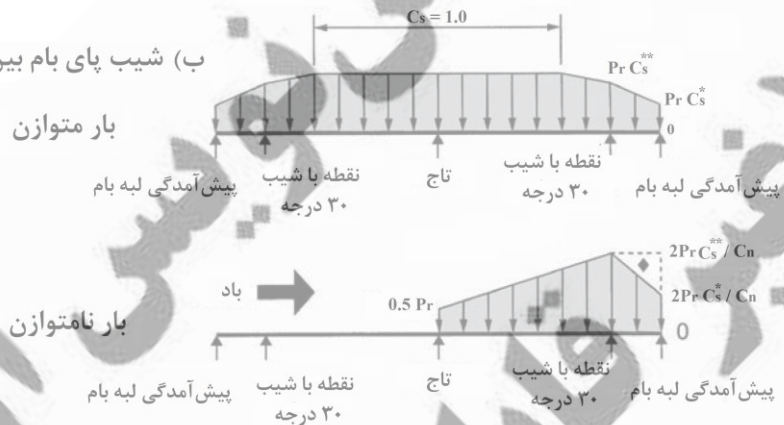
#### ۶-۷-۷-۲ بام‌های قوسی

برای بام‌های قوسی، بارگذاری متوازن و نامتوازن برف مطابق شکل ۶-۷-۳ انجام می‌شود. در این بام‌ها، اگر شیب خط رابط از تاج به پای قوس (یا نقطه‌ای که شیب خط مماس بر قوس در آن نقطه ۷۰ درجه باشد) کمتر از ده درجه و 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 شیب بیشتر از ۷۰ درجه بار برف لحاظ نخواهد شد.

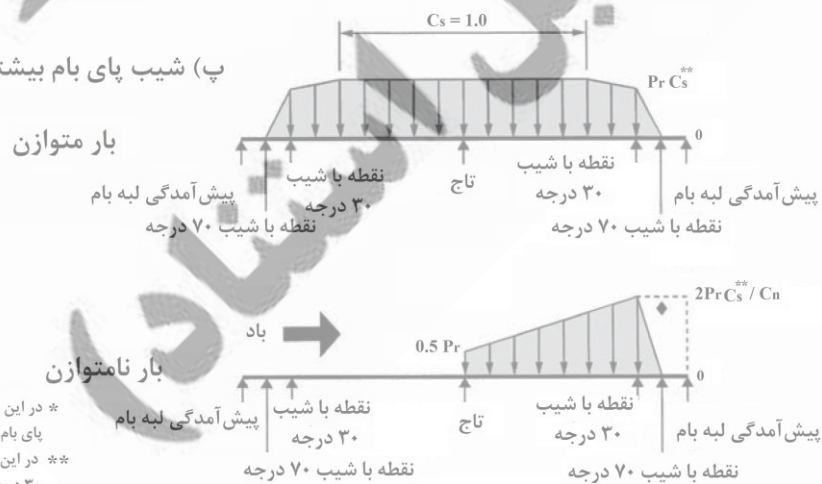
الف) شیب پای بام کمتر از ۳۰ درجه



ب) شیب پای بام بین ۳۰ تا ۷۰ درجه



پ) شیب پای بام بیشتر از ۷۰ درجه



\* در این نقطه  $C_s$  براساس شیب پای بام محاسبه می شود.  
 \*\* در این نقطه  $C_s$  براساس شیب ۳۰ درجه محاسبه می شود.

شکل ۶-۷-۳ بار متوازن و نامتوازن در بام‌های قوسی

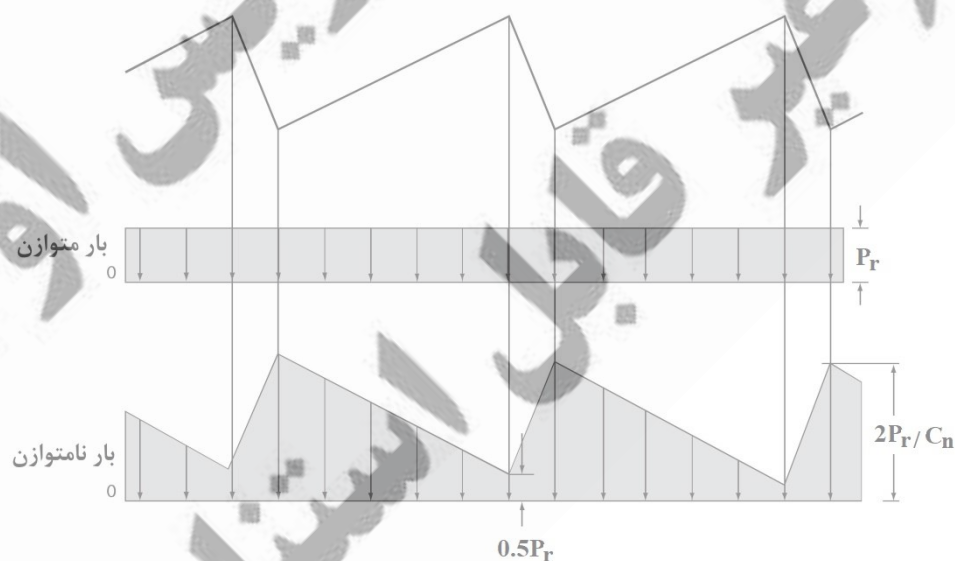


الف- اگر شیب پای بام کمتر یا برابر ۳۰ درجه باشد، مقدار شدت بار در تصویر افقی بام در پای شیب از مقدار  $2P_r C_s / C_n$  محاسبه شده برای شیب پای بام، بطور خطی به مقدار  $0.5P_r$ ، با لحاظ  $C_s=1$ ، در تاج کاهش خواهد یافت (شکل الف).  
 ب- اگر شیب پای بام بین ۳۰ و ۷۰ درجه باشد، مقدار شدت بار برف در تصویر افقی بام از  $0.5P_r$  (با  $C_s=1$ ) در تاج بطور خطی تا مقدار  $2P_r C_s / C_n$  (محاسبه شده برای شیب ۳۰ درجه) در محل شیب ۳۰ درجه افزایش داده شده و سپس به مقدار  $P_r$  تا  $2C_s / C_n$  در پای بام (محاسبه شده برای شیب پای بام) به طور خطی کاهش داده می شود (شکل ب).  
 پ- اگر شیب پای بام بیشتر از ۷۰ درجه باشد. برای ناحیه پایین تر از شیب ۷۰ درجه بار برف صفر در نظر گرفته شده و برای بقیه بام مطابق حالت ب عمل خواهد شد (شکل پ).

اگر در کمتر از یک متری پای بام، زمین و یا بام دیگری قرار دارد، برای دو حالت ب و پ، مقدار شدت بار برف برای ناحیه با شیب بیشتر از ۳۰ درجه کاهش داده نشده و برابر مقدار محاسبه شده در شیب ۳۰ درجه تا لبه بام در نظر گرفته خواهد شد. (قسمت خط چین در اشکال ب و پ)

#### ۳-۷-۷-۶ بام‌های دندانه‌دار، کنگره‌ای و تاوه چین‌دار

در این گونه بام‌ها، اگر شیب بیشتر از ۳ درصد باشد، بار برف نامتوازن در نظر گرفته می شود. مقدار بار متوازن برای این گونه بام‌ها مطابق شکل ۴-۷-۶ برابر  $P_r$  با لحاظ  $C_s=1$  می باشد (بند ۶-۷-۶-۳). شدت بار برف نامتوازن در تصویر افقی، از نصف مقدار بار برف متوازن در نقاط تاج بطور خطی به مقدار  $2P_r / C_n$  در نقاط قعر بام (با لحاظ  $C_s=1$ ) افزایش می یابد.



شکل ۴-۷-۶ بار متوازن و نامتوازن در بام‌های دندانه‌دار

۴-۷-۷-۶ گنبدها

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

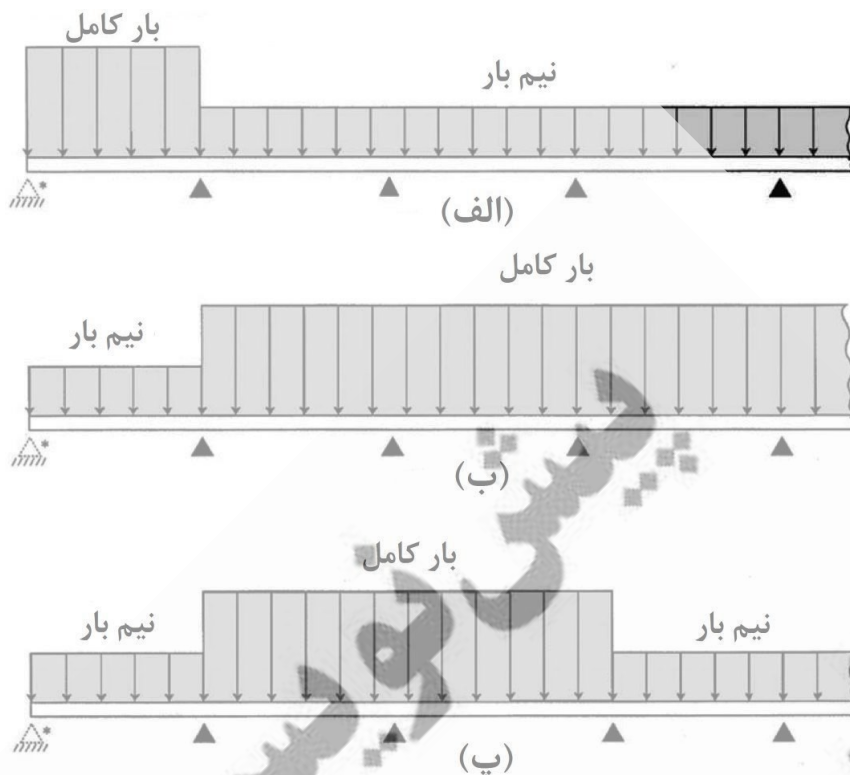


شکل ۶-۷-۵ بار متوازن و نامتوازن در بام‌های گنبدی یا مدور

#### ۶-۷-۸ بارگذاری بخشی

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

- بار کامل برف متوازن بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و نیم بار برف متوازن بر روی سایر دهانه‌ها (شکل الف)
- نیم بار برف متوازن بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و بار کامل برف متوازن بر روی سایر دهانه‌ها (شکل ب)
- تمام ترکیب‌های ممکن بار کامل برف متوازن بر روی دو دهانه مجاور و نیم بار برف متوازن بر روی سایر دهانه‌ها (شکل پ)



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

#### شکل ۶-۷-۶ بارگذاری بخشی بام در تیرهای ممتد

طره به صورت یک دهانه جداگانه لحاظ می‌شود. اعمال ضوابط این بخش برای اعضای عمود بر خط‌الرأس سقف شیب‌دار دو طرفه با شیب بیشتر از چهار درصد ضروری نیست. برای سایر انواع سازه‌ها (غیر از تیرهای ممتد)، امکان ایجاد بیشترین اثر ناشی از بارگذاری بخشی، از طریق کاهش بار برف متوازن به نصف در بخش‌هایی از بام باید بررسی شود.

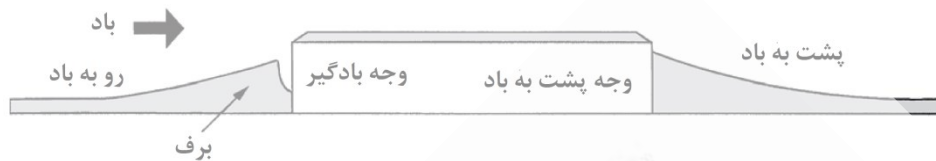
#### ۹-۷-۶ انباشتگی برف در بام‌های پایین‌تر

برای مناطق ۴، ۵ و ۶ بار برف، بام باید برای تحمل بارهای انباشته شده برف ناشی از سایه و باد قسمت‌های بالاتر همان ساختمان یا بلندی‌ها و ساختمان‌های مجاور طراحی شود.

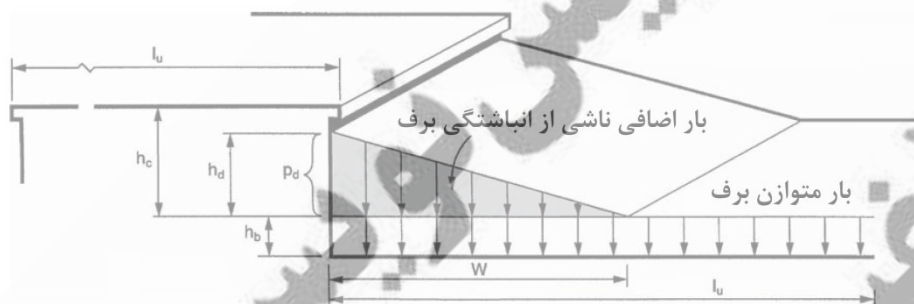
#### ۱-۹-۷-۶ بام پایین‌تر در ساختمان‌های با بام پله‌ای

مطابق شکل ۷-۷-۶ برف بر اثر وزش باد ممکن است از قسمت بالاتر بام ساختمان بر روی بام پایین‌تر آن ریزش کند (انباشت پشت به باد) و یا باد در جهت مقابل بار برف را بر روی بام پایین‌تر در مجاورت قسمت بلندتر انباشته سازد (انباشت رو به باد). مقدار انباشت بار برف مطابق شکل ۸-۷-۶ به بار متوازن اضافه خواهد شد. چنانچه شرط  $h_c/h_b < 0.2$  برقرار باشد، نیازی به در نظر گرفتن انباشتگی برف نیست.  $h_b = P_r / \gamma$ ، ارتفاع بار برف متوازن و  $h_c$  برابر ارتفاع نزدیک‌ترین نقطه بام مجاور بالاتر از روی برف متوازن روی بام پایین‌تر می‌باشد. هر دو امکان انباشت پشت به باد و رو به باد باید مطابق حالت‌های الف و ب در نظر گرفته شود:

الف- در حالت پشت به باد، شدت بار برف انباشت برابر مقدار  $P_d = \gamma h_d$  در پای دیوار قسمت بلندتر خواهد بود.  $h_d$  از رابطه ۴-۷-۶ بدست می‌آید و در آن رابطه  $l_u$  بیانگر طول بام بالاتر می‌باشد.



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



شکل ۶-۷-۸ نمای شماتیکی از برف انباشته شده بر بام پایین تر

ب- برای حالت رو به باد، طول بام پایین تر برابر  $l_u$  در نظر گرفته شده و سه چهارم مقدار حاصل از رابطه ۴-۷-۶، برای  $h_d$  به عنوان ارتفاع برف انباشت بر روی بام مورد نظر در مجاورت بخش بلندتر در نظر گرفته می‌شود. اگر این مقدار از مقدار  $h_d$  حالت الف بیشتر بود، نتیجه حالت الف ملاک بارگذاری انباشت برف خواهد بود. چنانچه مقدار  $h_d$  محاسبه شده مساوی یا کمتر از  $h_c$  باشد، طول توزیع مثلی انباشت برف برابر  $w = 4h_d$  و اگر مقدار  $h_d$  از  $h_c$  بیشتر بود، مقدار طول انباشتگی از رابطه (۵-۷-۶) بدست می‌آید.

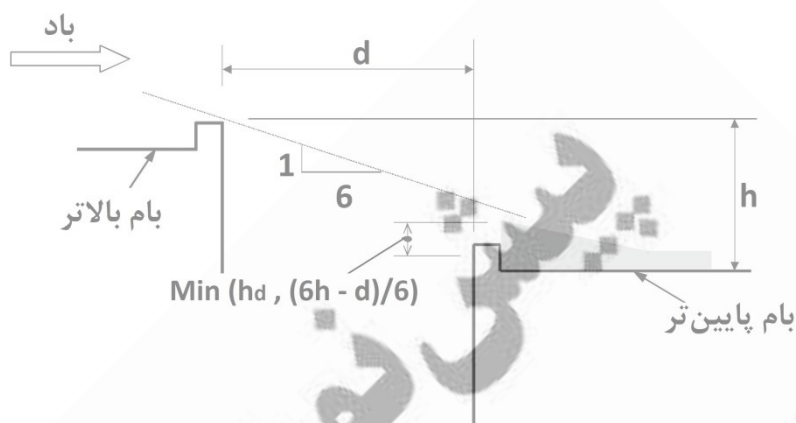
$$w = \frac{4h_d^2}{h_c} \quad (۵-۷-۶)$$

ارتفاع انباشت مثلی در پای ناحیه بلندتر مقدار حداکثر  $h_d$  را داشته و ارتفاع انباشت برف به طور خطی به صفر در فاصله  $w$  از آن کاهش داده می‌شود. مقدار  $w$  از مقدار  $8h_c$  بیشتر در نظر گرفته نخواهد شد. اگر  $w$  از طول بام مورد نظر،  $l_r$ ، بیشتر باشد مقدار ارتفاع برف در لبه انتهایی بام برابر  $h_d(w-l_r)/w$  بوده و برف انباشت توزیع دوزنقه‌ای خواهد داشت.

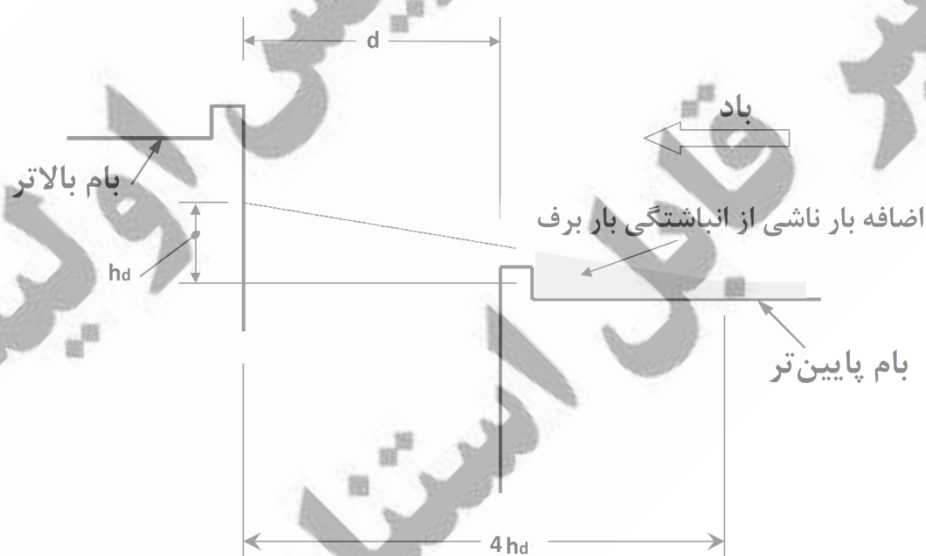
#### ۶-۷-۹-۲ بام پایین تر در ساختمان مجاور

اگر فاصله افقی دو ساختمان،  $d$ ، بیشتر از ۶ متر یا بیشتر از ۶ برابر اختلاف تراز بام آن‌ها،  $h$ ، باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار انباشتگی برف بر روی بام پایین تر نمی‌باشد. در غیر اینصورت مطابق شکل ۶-۷-۹ بار انباشتگی بر روی بام پایین تر بر اساس قسمت الف بند ۶-۷-۹-۱، برای حالت پشت به باد، با اختیار ارتفاع انباشت برف برابر کمترین مقادیر  $h_d$  (بر اساس طول بام ساختمان بلندتر) و  $(6h-d)/6$  محاسبه می‌شود. طول ناحیه مثلی برابر مقدار کمتر  $6h$  و  $(6h-d)$  در نظر گرفته می‌شود.  $h$  بیانگر اختلاف تراز لبه بام بلندتر با لحاظ دست‌انداز و روی لبه بام پایین بدون لحاظ دست‌انداز می‌باشد.

برای حالت رو به باد (شکل ۶-۷-۱۰) محاسبه بر اساس قسمت ب بند ۶-۷-۹-۱ انجام می‌شود. در مجاورت ساختمان بلندتر مقدار حداکثر انباشت فرض شده و از توزیع مثلی حاصل، بخشی از توزیع برف انباشت که در بین دو ساختمان قرار می‌گیرد از بارگذاری حذف می‌گردد.



شکل ۶-۷-۹ بار انباشتگی برف پشت به باد روی بام پایین‌تر ساختمان مجاور



شکل ۶-۷-۱۰ بار انباشتگی برف رو به باد روی بام پایین‌تر ساختمان مجاور

#### ۶-۷-۱۰ انباشتگی برف در اطراف قسمت‌های بالا آمده و دست‌انداز بام

برای مناطق ۴، ۵ و ۶ بار برف، انباشتگی برف در اطراف قسمت‌های بالا آمده از بام از قبیل خرپشته و فضاهای تأسیساتی و پشت دست‌انداز اطراف بام باید مطابق بند ۶-۷-۹-۱ در نظر گرفته شود. ارتفاع حداکثر انباشت برف را می‌توان سه چهارم مقدار حاصل از رابطه ۶-۷-۵ در نظر گرفت. در مورد دست‌اندازها، طول بام در جهت عمود بر دست‌انداز برای  $l^u$  منظور خواهد شد، ولی در مورد قسمت‌های بالا آمده از بام، مقدار بزرگتر طول رو به باد و طول پشت به باد بر روی بام برای  $l^u$  منظور خواهد شد. اگر عرض وجه قسمت بالا آمده بر روی بام کمتر از  $4/5$  متر داشته باشد، برای آن لحاظ بار برف انباشت لازم نیست.

### ۶-۷-۱۱ برف لغزنده

در مناطق ۴، ۵ و ۶ بار برف، بار حاصل از لغزش برف از بام شیب‌دار بالاتر و ریختن آن به سقف پایین‌تر باید برای بام‌های لغزنده با شیب بیشتر از دو درصد و برای سایر بام‌های با شیب بیشتر از ۱۵ درصد در نظر گرفته شود. مقدار کل بار بر واحد طول در راستای لبه پایین بام بالاتر برابر  $0.4P_r W/C_s$  بر روی بام پایین در نظر گرفته می‌شود.  $W$ ، فاصله افقی لبه پایین تا خط‌الرأس سقف شیب‌دار بالاتر است. این بار بطور یکنواخت از بر لبه پایین بام بالاتر تا فاصله ۴/۵ متر از آن بر روی بام پایین به صورت نواری توزیع می‌شود. اگر طول بام پایینی کمتر از ۴/۵ متر باشد، مقدار بار به نسبت طول بام بر ۴/۵ متر کاهش می‌یابد.

برای دو سازه مجاور، بار برف لغزنده در صورتی در نظر گرفته می‌شود که  $h/d > 1$  و  $d < 4.5$  متر باشد ( $h$  و  $d$  مطابق شکل ۶-۹-۷).

$$0.4P_r W \left[ \frac{(4.5-d)}{4.5C_s} \right]$$

در نظر گرفته خواهد شد.

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

### ۶-۷-۱۲ سربار باران بر برف

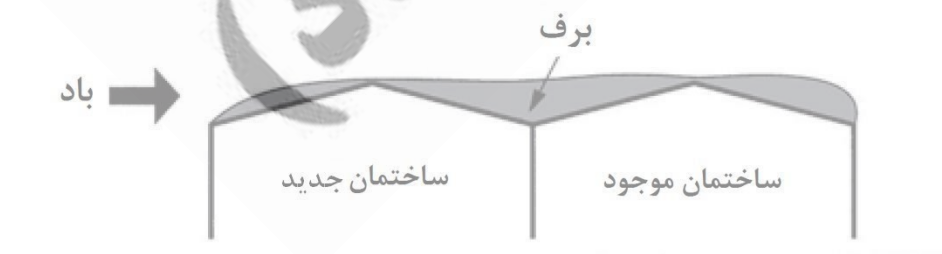
در مناطق ۲ و ۳ بار برف، برای بام با شیب کمتر از  $W/15$  درجه ( $W$  فاصله افقی لبه پایین تا خط‌الرأس سقف شیب دار بر حسب متر می‌باشد)، سربار باران به مقدار  $0.25$  کیلونیوتن بر متر مربع به بار برف متوازن اضافه خواهد شد. این بار لازم نیست همراه با اثر انباشتگی، لغزش، بار برف نامتوازن یا بارگذاری بخشی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

### ۶-۷-۱۳ ناپایداری برکه‌ای و انباشتگی آب

در طراحی بام باید ناپایداری برکه‌ای شدن بررسی شود. برای بام‌های با شیب کمتر از دو درصد و بام‌های با امکان انباشتگی آب، به دلیل گرفتگی آب‌رو، تغییر شکل بام بر اثر بار کامل برف، با لحاظ اثر برکه‌ای شدن، محاسبه و ارزیابی می‌شود.

### ۶-۷-۱۴ بام‌های موجود

در مناطق ۵ و ۶ بار برف، در صورت ساخت ساختمان جدید بصورت چسبیده یا در فاصله کمتر از ۶ متر از ساختمان موجود، علاوه بر طراحی ساختمان جدید برای بار برف، اثرات اضافه شدن بار برف بر بام ساختمان موجود باید بررسی شود. ضمناً در مناطق ۳ و ۴ بار برف نیز در صورت ساخت ساختمان جدید بصورت چسبیده به ساختمان موجود (به عنوان نمونه مطابق شکل ۶-۷-۱۱)، اثر انباشتگی برف بر روی ساختمان‌های جدید و موجود باید در نظر گرفته شود.



شکل ۶-۷-۱۱ اثر بام‌های موجود بر بار برف

## ۶-۸ بار باران

### ۶-۸-۱ کلیات

در طراحی سازه ساختمانها اثر بار باران مطابق ضوابط این فصل باید در نظر گرفته شود.

### ۶-۸-۲ علائم اختصاری

- R** : بار باران روی بام تغییرشکل نیافته بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع. ( هنگامی که اصطلاح بام تغییرشکل نیافته استفاده می-شود، این تغییرشکل شامل بارهای مرده و زنده نمی شود.)
- $d_s$**  : ارتفاع آب روی بام تغییرشکل نیافته تا دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی در زمانی که شبکه زهکشی اصلی مسدود شده است. این ارتفاع به ارتفاع استاتیکی مشهور بوده و بر حسب میلی متر بیان می شود.
- $d_n$**  : ارتفاع آب مزاد بر روی بام تغییرشکل نیافته بواسطه جریان طرح ، که در بالای دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی در نظر گرفته می شود. این ارتفاع به ارتفاع هیدرولیکی مشهور بوده و بر حسب میلی متر بیان می گردد. جریان طرح جریانی است که بر اساس حداکثر بارندگی ظرف مدت یکساعت در محل ساختمان مطابق ضوابط مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان تعیین میگردد.

### ۶-۸-۳ زهکشی بام

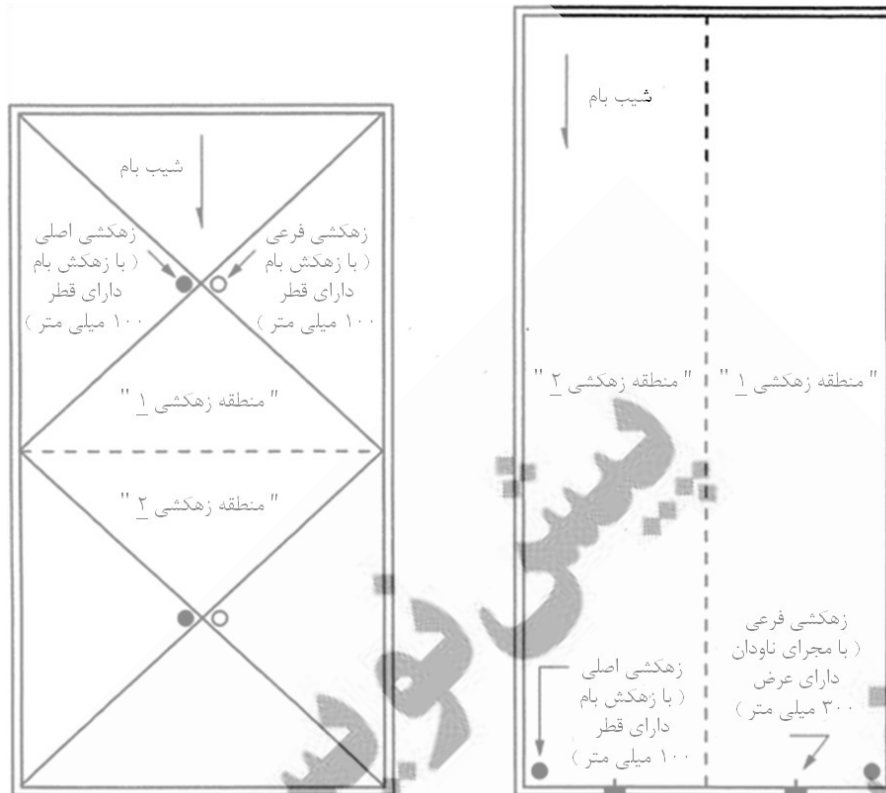
طراحی زهکشی بام باید بر اساس ملاحظات معماری، مکانیکی و سازه ای صورت پذیرد. شبکه های زهکشی بام باید مطابق با شرایط و ضوابط مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان طراحی شوند.

### ۶-۸-۴ بارهای ناشی از باران طرح

هر بخش از بام باید به گونه ای طراحی شود که در صورت مسدود شدن شبکه زهکشی اصلی برای آن بخش، بار کل آب باران جمع شده روی بام به علاوه بار یکنواخت ایجاد شده جریان طرح به واسطه آبی که در روی دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی بالا آمده است را بر مبنای رابطه زیر تحمل کند.

$$R = 0.7 \cdot (d_s + d_n) \quad (1-8-6)$$

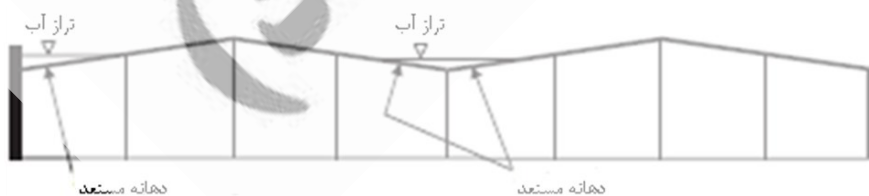
شبکه های زهکشی فرعی، شامل مسیرهای زهکشی و نقاط تخلیه، باید از مسیرهای زهکشی اصلی مجزا در نظر گرفته شوند. بدیهی است که تراز شبکه های زهکشی فرعی همواره بالاتر از شبکه های زهکشی اصلی است. در شکل ۶-۸-۱، دو نمونه شبکه زهکشی مجزا برای بام قابل مشاهده است که خط های نقطه چین در هر یک، نشان دهنده مرز بین مناطق زهکشی مجزا است.



شکل ۶-۸-۱ دو نمونه شبکه زهکشی مجزا برای بام

#### ۶-۸-۵ ناپایداری برکه ای و انباشتگی آب

برکه ای شدن، به انباشتگی آب باران صرفاً به واسطه تغییر شکل بام‌های نسبتاً تخت اطلاق می‌شود. صرف نظر از شیب بام، در صورتی که امکان جمع شدن آب بر روی بام به منظور رسیدن به شبکه زهکشی فرعی وجود داشته باشد، انباشتگی آب می‌تواند رخ دهد. هر دهانه در بام که مستعد برکه ای شدن یا انباشتگی باشد، باید مورد تجزیه و تحلیل‌های سازه‌ای قرار گیرد تا از دارا بودن سختی کافی آن به منظور جلوگیری نمودن از تغییر شکل مستمر و ناپایداری ناشی از برکه ای شدن هنگام انباشتگی آب باران یا در صورت وجود آب ناشی از ذوب شدن برف بر روی آن، اطمینان حاصل گردد. تمامی دهانه‌ها در بام‌های با شیب کمتر از ۲٪ و یا بام‌های دارای شیب بیشتر که آب روی تمام یا بخشی از آن‌ها جمع شده و شبکه زهکشی اولیه مسدود گردیده است، اما امکان بهره‌برداری از شبکه زهکشی فرعی وجود دارد، باید به عنوان دهانه‌های مستعد در ناپایداری در نظر گرفته شوند. در این تجزیه و تحلیل، بار برف یا بار باران معادل بزرگتر باید، مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۶-۸-۲، نمونه‌ای از دهانه‌های مستعد برای یک بام با شیب ۲٪ یا بیشتر را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۸-۲ نمایی از دهانه‌های مستعد برای انباشتگی آب و کنترل ناپایداری به واسطه شیب بام ۲٪ یا بیشتر

شکل ۶-۸-۳، نمایی از یک بام با زهکش‌های سرریز احاطه کننده فرعی و زهکش‌های اصلی داخلی (با شیب ۲٪ یا بیشتر در تمام دهانه های مستعد) را نشان می‌دهد.





شکل ۳-۸-۶ نمایی از یک بام با شیب ۰.۲٪ یا بیشتر در معرض ناپایداری ناشی از انباشتگی آب در تمام دهانه های مستعد

## ۹-۶ بار یخ

### ۱-۹-۶ کلیات

در طراحی سازه‌ها و اجزای حساس به یخ، بار ناشی از یخ‌زدگی باران و برف باید در نظر گرفته شود. سازه‌ها و اجزای حساس به یخ شامل سازه‌های مشبک، لوله، کابل و پایه‌های آنها، سازه‌های شهرسازی، نرده، پله، نردبان، پل‌های عابر پیاده، تابلو و علائم و سایر سازه‌ها و اجزاء سبک نمایان و در معرض یخ‌زدگی برف و باران می‌باشد. محاسبات بار یخ برای خطوط انتقال برق و مخابرات و خطوط آبرسانی و سوخت مشمول مقررات خاص بوده و از شمول ضوابط این مبحث خارج است. اثرات دینامیکی بار یخ بر روی سازه‌ها و اجزای انعطاف‌پذیر در این مبحث در نظر گرفته نشده است و در صورت لزوم باید بطور موردی بررسی شود.

### ۲-۹-۶ وزن یخ

در محاسبه وزن یخ جوی،  $D_i$  می‌توان وزن مخصوص متوسط یخ را نه دهم وزن مخصوص آب در نظر گرفت. حجم یخ،  $V_i$ ، برای ورق‌ها و اجزای سه بعدی بزرگ مانند گنبد و کره از رابطه ۱-۹-۶ حاصل می‌شود.

$$V_i = \pi t_d A_s \quad (1-9-6)$$

در این رابطه:

$t_d$ : ضخامت طراحی یخ بر اثر یخ‌زدگی باران طبق بخش ۳-۹-۶

$A_s$ : مساحت یکطرف ورق برای ورق‌های مستوی و مساحت بزرگترین مقطع جزء سه بعدی نظیر گنبد و کره مقدار حجم یخ را می‌توان برای ورق‌های قائم بیست درصد و برای ورق‌های افقی چهل درصد کاهش داد.

حجم یخ برای مقاطع سازه‌ای و اعضای منشوری بر اساس سطح مقطع یخ احاطه کننده آن‌ها و طول عضو بدست می‌آید. سطح مقطع یخ احاطه کننده عضو از رابطه ۲-۹-۶ حاصل می‌شود:

$$A_i = \pi t_d (D_c + t_d) \quad (2-9-6)$$

$D_c$ : قطر استوانه محیط بر مقطع سازه‌ای و یا عضو منشوری

### ۳-۹-۶ ضخامت طراحی یخ ناشی از یخ‌زدگی باران

مقدار ضخامت طراحی یخ، از رابطه ۳-۹-۶ بدست می‌آید:

$$t_d = \gamma t I_i F_z \quad (3-9-6)$$

که در آن:

$t$ : ضخامت اسمی یخ ناشی از یخ‌زدگی باران در ارتفاع ده متر، طبق بخش ۵-۹-۶

$I_i$ : ضریب اهمیت طبق جدول ۲-۱-۶

$F_z$ : ضریب ارتفاع طبق بخش ۴-۹-۶

### ۴-۹-۶ ضریب ارتفاع

ضریب ارتفاع برای ارتفاع  $z$ ، بر حسب متر، از سطح زمین از رابطه ۴-۹-۶ بدست می‌آید:

$$F_z = \left( \frac{z}{10} \right)^{1/4} \quad (4-9-6)$$

مقدار  $F_z$  را لازم نیست از  $1/4$  بیشتر در نظر گرفت.

### ۵-۹-۶ ضخامت اسمی یخ

ضخامت اسمی یخ را می‌توان برای مناطق مختلف کشور بر اساس تقسیم بندی فصل هفتم این مبحث، بصورت زیر در نظر گرفت:

- مناطق ۱، ۲ و ۳- برف کم، نادر و متوسط  $t = 0$
- منطقه ۴- برف زیاد  $t = 7/5 \text{ mm}$
- منطقه ۵- برف سنگین  $t = 12/5 \text{ mm}$
- منطقه ۶- برف فوق سنگین  $t = 15 \text{ mm}$

در مناطق کوهستانی که احتمال وقوع بارندگی های بسیار شدید و افت شدید دمای محیطی وجود دارد، ضخامت اسمی یخ بر اساس دوره بازگشت پنجاه سال با استفاده از مطالعات محلی و یا اطلاعات سازمان هواشناسی کشور تعیین می‌شود.

### ۶-۹-۶ اثر باد بر سازه‌ها و اجزای پوشیده از یخ

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

## ۶-۱۰-۱۰ بار باد

### ۶-۱۰-۱-۱ کلیات

۶-۱۰-۱-۱ سیستم اصلی باربر ساختمانها و سازه‌ها و کلیه اجزاء و پوششهای آنها باید برای اثر ناشی از باد، براساس ضوابط این فصل طراحی و ساخته شوند. این اثر باید با توجه به حداکثر سرعت باد در منطقه، ارتفاع و شکل هندسی ساختمانها و زبری محیط اطراف و میزان حفاظتی که موانع مجاور برای آنها در مقابل باد ایجاد می‌کنند، محاسبه شوند.

۶-۱۰-۱-۲ برای تعیین اثر ناشی از باد باید فرض شود که باد به صورت افقی و در هر یک از امتدادها، به ساختمان اثر می‌نماید. در طراحی کافی است اثر باد در دو امتداد عمود بر هم، ترجیحاً در امتداد محورهای اصلی ساختمان، و به طور غیر هم‌زمان بررسی شوند.

در موارد خاصی که در این فصل ذکر شده است، اثر باد باید در امتداد مشخص شده در بند ۶-۱۰-۱۳ (بارگذاری بخشی) نیز بررسی گردد. اثرات ناشی از احتمال عدم همراستایی ساختمان با جهت حداکثر باد غالب در محل، به عنوان ضریب همراستایی باد در بند ۶-۱۰-۱۲ تعریف شده است.

۶-۱۰-۱-۳ در طراحی اعضای سازه، اثر ناشی از بار باد با بار زلزله جمع نمی‌شود. کلیه اعضای سازه باید برای اثر هر یک از این دو بارگذاری، هماهنگ با ضوابط مربوطه طراحی شوند.

۶-۱۰-۱-۴ سه روش استاتیکی، تاثیرات دینامیکی باد و تجربی برای تعیین بارهای باد قابل استفاده است. ضوابط محاسبه بارباد وارد بر ساختمانها و سازه‌های غیر ساختمانی به روش استاتیکی در بندهای ۶-۱۰-۴ الی ۶-۱۰-۱۵ این فصل تشریح شده است.

در ساختمانهایی که ارتفاع آنها بیشتر از ۶۰ متر یا ۴ برابر عرض موثر آنها بوده، یا زمان تناوب ارتعاشات طبیعی آن بزرگتر از ۱/۵ ثانیه باشد، و در سازه‌های غیر ساختمانی نظیر دودکش‌ها، مخازن و دکل‌ها که زمان تناوب ارتعاشات طبیعی آنها بزرگتر از ۱ ثانیه است، محاسبه بار باد به روش استاتیکی کافی نیست. برای محاسبه بار باد در این ساختمانها و سازه‌ها باید یکی از دو روش زیر را به کار گرفت:

الف) روش تاثیرات دینامیکی بار باد، نظیر آنچه در پیوست پ - ۶-۴ ارائه شده است.

ب) روش تجربی و استفاده از تونل باد، مطابق روشهای معتبر بین‌المللی.

در مورد سازه‌هایی با زمان تناوب بیش از ۴ ثانیه و ارتفاع بیش از ۶ برابر عرض موثر ساختمان، استفاده از روش تجربی مثل تونل باد الزامی است.

بزرگترین زمان تناوب اصلی ساختمان یا سازه را در امتداد مورد نظر می‌توان از هریک از روشهای تحلیلی محاسبه کرد. در طراحی سازه‌ها به روشهای تاثیرات دینامیکی یا تجربی، کل بار باد محاسبه شده در هیچ حالت نباید کمتر از ۸۰٪ بار باد براساس روش استاتیکی در نظر گرفته شود.

عرض موثر ساختمان از رابطه ۱-۱۰-۶ بدست می‌آید که در آن ارتفاع طبقه  $h_i$  از سطح زمین و  $W_i$  حداقل عرض ساختمان در جهت عمود بر باد در طبقه  $i$  است.

$$w = \frac{\sum h_i w_i}{\sum h_i} \quad (1-10-6)$$

در شکل ۱-۱۰-۶ نمودار مرحله ای محاسبه بار باد نشان داده شده است.

#### ۱-۱۰-۶-۲ سرعت مبنای باد

سرعت مبنای باد  $V$ ، سرعت متوسط ساعتی باد در ارتفاع ۱۰ متر از سطح زمین در منطقه ای مسطح و بدون مانع است که براساس آمار موجود در منطقه، احتمال فراگذشت از آن در سال کمتر از ۲٪ (دوره بازگشت ۵۰ ساله) باشد. سرعت مبنای باد برای مناطق مختلف کشور در جدول شماره ۱-۱۰-۶ بر حسب کیلومتر بر ساعت ارائه شده است. برای مناطقی که نام آنها در جدول نیامده است، سرعت مبنای باد باید برابر با مقدار آن برای نزدیکترین ایستگاهی که نام آن در جدول آمده است، اختیار گردد.

برای ساختمانهایی که بنا به اهمیت یا شکل خاص آنها و شرایط توپوگرافی منطقه، نیاز به تأمین اطمینان بیشتر برای طراحی در برابر بار باد باشد، سرعت مبنای باد باید براساس مطالعات آماری و برای دوره بازگشت مساوی یا بیش از پنجاه سال تعیین گردد. این سرعت، به هر حال، نباید کمتر از ۸۰ کیلومتر در ساعت اختیار شود.

#### ۱-۱۰-۶-۳ فشار مبنای باد

فشار مبنای باد، فشاری است که باد با سرعتی برابر با سرعت مبنای باد بر سطحی عمود بر جهت وزش باد وارد می‌کند. مقدار این فشار با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$q = 0.000613V^2$$

(۲-۱۰-۶)

در این رابطه  $V$  سرعت مبنای باد، به متر بر ثانیه، و  $q$  فشار مبنای باد، به کیلو نیوتن بر متر مربع است.

در جدول ۱-۱۰-۶ فشار مبنای باد برای سرعت‌های متناظر داده شده است.

### ۱-۱۰-۶-۴ فشار باد بر ساختمانها و سایر سازه‌ها

#### ۱-۱۰-۶-۴-۱ فشار یا مکش خارجی

فشار یا مکش خارجی تحت اثر باد روی سیستم اصلی برابر یا روی جزئی از سطح خارجی ساختمان از رابطه (۳-۱۰-۶-۳-

الف)

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

بدست می‌آید. (۳-۱۰-۶-الف)

در این رابطه:

$P$ : فشار یا مکش خارجی استاتیکی در جهت عمود بر سطح است که در حالت فشار به سمت روبه سطح و در حالت مکش به سمت خارج از سطح عمل می‌کند.

$I_w$ : ضریب اهمیت بار باد، طبق جدول (۲-۱-۶)

$q$ : فشار مبنای باد بر اساس بند ۳-۱۰-۶ و رابطه ۲-۱۰-۶

$C_e$ : ضریب اثر تغییر سرعت طبق بند ۶-۱۰-۶

$C_t$ : ضریب پستی و بلندی زمین طبق بند ۷-۱۰-۶

$C_g$ : ضریب اثر تند باد طبق بند ۸-۱۰-۶ یا ۹-۱۰-۶

$C_p$ : ضریب فشار طبق بند ۸-۱۰-۶ یا ۹-۱۰-۶

$C_d$ : ضریب هم راستایی باد طبق بند ۱۲-۱۰-۶

#### ۱-۱۰-۶-۲ فشار یا مکش داخلی

فشار یا مکش داخلی ساختمان تحت اثر باد از رابطه (۳-۱۰-۶-ب) بدست می‌آید.

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

(۳-۱۰-۶-ب)

در این رابطه :

$P_i$  : فشار یا مکش داخلی استاتیکی در جهت عمود بر سطح است که در حالت فشار به سمت روبه سطح و در حالت مکش به سمت خارج از سطح عمل می کند.  
 $C_{gi}$ : ضریب اثر تند باد طبق بند ۶-۱۰-۸  
 $C_{pi}$ : ضریب اثر باز شو طبق بند ۶-۱۰-۱۱

#### ۶-۱۰-۵- نیروی باد

بار خالص باد،  $F_t$ ، برای کل ساختمان یا اجزاء پوششی ساختمان (اجزاء نما - پوشش بام) از جمع جبری حاصلضرب فشارها یا مکشهای داخلی و خارجی وارد بر سطوح ساختمان (یا اجزاء) در مساحت سطوح ساختمان (یا اجزاء) به دست می آید.

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_j \quad (۶-۱۰-۴)$$

#### ۶-۱۰-۶- ضریب اثر تغییر سرعت $C_e$

ضریب  $C_e$  ضریبی است که اثر تغییرات سرعت در ارتفاع ساختمان را، متناسب با تراکم ساختمانهای اطراف، زبری محیط و میزان حفاظت موانع مجاور روی ساختمان، نشان می دهد.

#### ۶-۱۰-۶-۱- ارتفاع مبنا

ارتفاع مبنا که در محاسبات ضریب  $C_e$  به کار می رود، به شرح زیر تعریف میشود:

الف- برای ساختمانهای منطبق بر بند ۶-۱۰-۸ این بخش یا پیوست پ-۶-۴، مقدار ارتفاع مبنا در سمت رو به باد برابر ارتفاع نقطه مورد نظر از سطح زمین ( $Z$ )، برای سمت پشت باد نصف ارتفاع کل ساختمان ( $z=H/2$ ) و برای بام و بدنه های جانبی ساختمان معادل ارتفاع کل ساختمان ( $z=H$ ) است.

ب- برای ساختمانهای منطبق بر بند ۶-۱۰-۹ این بخش،  $Z$  برابر با متوسط ارتفاع سقف ( $h$ ) یا شش متر (هر کدام که بزرگتر است) اختیار میشود. چنانچه شیب سقف کمتر از ۷ درجه باشد، میتوان ارتفاع پاشیب را به عنوان ارتفاع مبنا اختیار کرد.

ج- برای هر یک از اجزاء متصل به ساختمان، مقدار  $Z$  برابر با ارتفاع آن جزء از سطح زمین منظور میشود.

### ۶-۱۰-۲- ضریب $C_e$ در نواحی باز

چنانچه ساختمان یا سازه در محدوده‌ای که در آن ساختمانها، درختان یا موانع دیگر به صورت پراکنده قرار گرفته و یا در مجاورت دریاچه، دریا، ساحل باز یا صحرایی با پوشش گیاهی کوتاه واقع شده باشد، ضریب  $C_e$  از رابطه (۶-۱۰-۵) تعیین می‌گردد.

$$C_e = \left(\frac{Z}{10}\right)^{0,2} \geq 0.9 \quad (۶-۱۰-۵)$$

$Z$  ارتفاع مبنای هر نقطه از ساختمان یا سازه، بر حسب متر، نسبت به سطح زمین است.

### ۶-۱۰-۳- ضریب $C_e$ در نواحی پرتراکم

چنانچه ساختمان یا سازه در مناطق با تراکم ساختمانی شهری یا در مجاورت جنگلهای انبوه قرار گرفته باشد و منطقه پرتراکم در سمت رو به باد ساختمان در بالادست به میزان یک کیلومتر یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان (هر کدام که بیشتر است) امتداد داشته باشد، ضریب  $C_e$  از رابطه (۶-۱۰-۶) تعیین می‌گردد.

$$C_e = 0.7 \left(\frac{Z}{12}\right)^{0,3} \geq 0.7 \quad (۶-۱۰-۶)$$

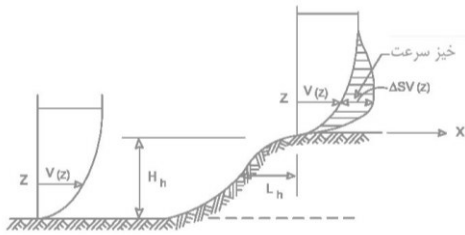
### ۶-۱۰-۴- ضریب $C_e$ در نواحی بینابین محیطی

چنانچه ناهمواری زمین در سمت رو به باد ساختمان، در فاصله بیشینه یک کیلومتری یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان، بین دو حد ناحیه باز و ناحیه پرتراکم تشخیص داده شود، مقدار  $C_e$  از میان یابی مقادیر روابط ۶-۱۰-۵ و ۶-۱۰-۶ به دست می‌آید.

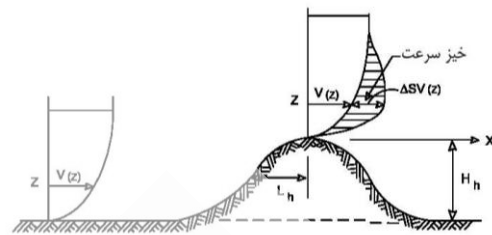
### ۶-۱۰-۷- ضریب پستی و بلندی زمین $C_t$

چنانچه ساختمان یا سازه در بالای تپه، پرتگاه یا سینه کش منفردی با شیب بیشتر از ۱۰ درصد قرار گرفته باشد، در نواحی پایینی ساختمان یا سازه سرعت باد افزایش می‌یابد. (شکل ۶-۱۰-۱) این افزایش در نواحی نزدیک به راس تپه یا پرتگاه زیادتر از دیگر نواحی است.





پرتگاه یا سینه کش



تپه دو بعدی یا سه بعدی

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

مقدار ضریب پستی و بلندی،  $C_t$  از رابطه (۶-۱۰-۷) بدست می آید.

$$C_t = \left(1 + \frac{\Delta S}{c_g}\right) (1 + \Delta S) \quad ۶-۱۰-۷$$

$$\Delta S = \Delta S_{max} \left(1 - \frac{|x|}{KL_h}\right) e^{-\alpha z/L} \quad \text{که در آن}$$

و

$\Delta S_{max}$  = ضریب افزایش سرعت نسبی در رأس قله

$C_g$  = ضریب اثر تندباد (از بند ۶-۱۰-۸)

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

$L_h$  = فاصله قله تا میانه نصف ارتفاع تپه در سمت روبه باد

$H_h$  = ارتفاع خط الراس یا قله نسبت به زمین مسطح احاطه کننده تپه

$\alpha$  = ضریب تاثیر کاهش سرعت در ارتفاع

$z$  = ارتفاع نقطه مورد نظر از تراز سطح برآمدگی

میباشد. مقادیر  $\Delta S_{max}$ ،  $\alpha$  و  $K$  در جدول ۶-۱۰-۲ داده شده است.

حداکثر مقدار  $\frac{H_h}{L_h}$  برابر ۰/۵ اختیار شده و جهت باد همواره در جهت حداکثر شیب (مطابق شکل ۶-۱۰-۱) فرض

میشود.

جدول ۶-۱۰-۲ ضرایب مورد استفاده در رابطه ۶-۱۰-۷

K		$\alpha$	$\Delta S_{max}$	شکل تپه یا بالا آمدگی
$x < 0$	$x > 0$			
۱,۵	۱,۵	۳	$۲,۲ \left( \frac{H_h}{L_h} \right)$	تپه ممتد دوبعدی
۱,۵	۴	۲,۵	$۱,۳ \left( \frac{H_h}{L_h} \right)$	پرتگاه دو بعدی
۱,۵	۱,۵	۴	$۱,۶ \left( \frac{H_h}{L_h} \right)$	تپه سه بعدی متقارن محوری

۶-۱۰-۸- ضرایب اثر تندباد و فشار مربوط به ساختمانهای مستطیل شکل با بام تخت و نسبت ابعادی بیشتر از واحد یا ارتفاع بیش از ۲۰ متر

چنانچه ارتفاع ساختمان بیش از بیست متر یا بزرگتر از بعد کوچکتر ساختمان باشد، ضرایب اثر تندباد ( $C_{gi}$  و  $C_g$ ) و فشار ( $C_p$  و  $C_p^*$ ) به شرح ذیل محاسبه میشوند.

۶-۱۰-۸-۱- ضریب اثر تند باد  $C_g$  و  $C_{gi}$

ضریب اثر تند باد به منظور در نظر گرفتن نسبت حداکثر بارگذاری باد به اثر متوسط آن، ناشی از اثر نسبت سرعت لحظه‌ای باد به سرعت متوسط آن، در محاسبه فشار باد در نظر گرفته می شود. مقدار ضریب  $C_g$  به شرح ذیل است:

الف- برای محاسبه نیروهای کلی خارجی ساختمان  $C_g = ۲/۰$

ب- برای محاسبه نیروهای وارد بر اجزاء پوشش نما یا بام (به طور موضعی)  $C_g = ۲/۵$

برای محاسبه فشار یا مکش داخلی، مقدار ضریب  $C_{gi}$  را میتوان به صورت محافظه کارانه ۲/۰ اختیار نمود.

مقدار دقیق ضریب  $C_{gi}$  متناسب با حجم ساختمان، کل سطح بدنه و بام آن و مساحت منافذ بدنه ساختمان از رابطه ۶-۱۰-۸ قابل محاسبه است.

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V_0}{6950A}}} \quad (۶-۱۰-۸)$$

که در آن

$V_0$  = حجم داخلی ساختمان بر حسب متر مکعب و

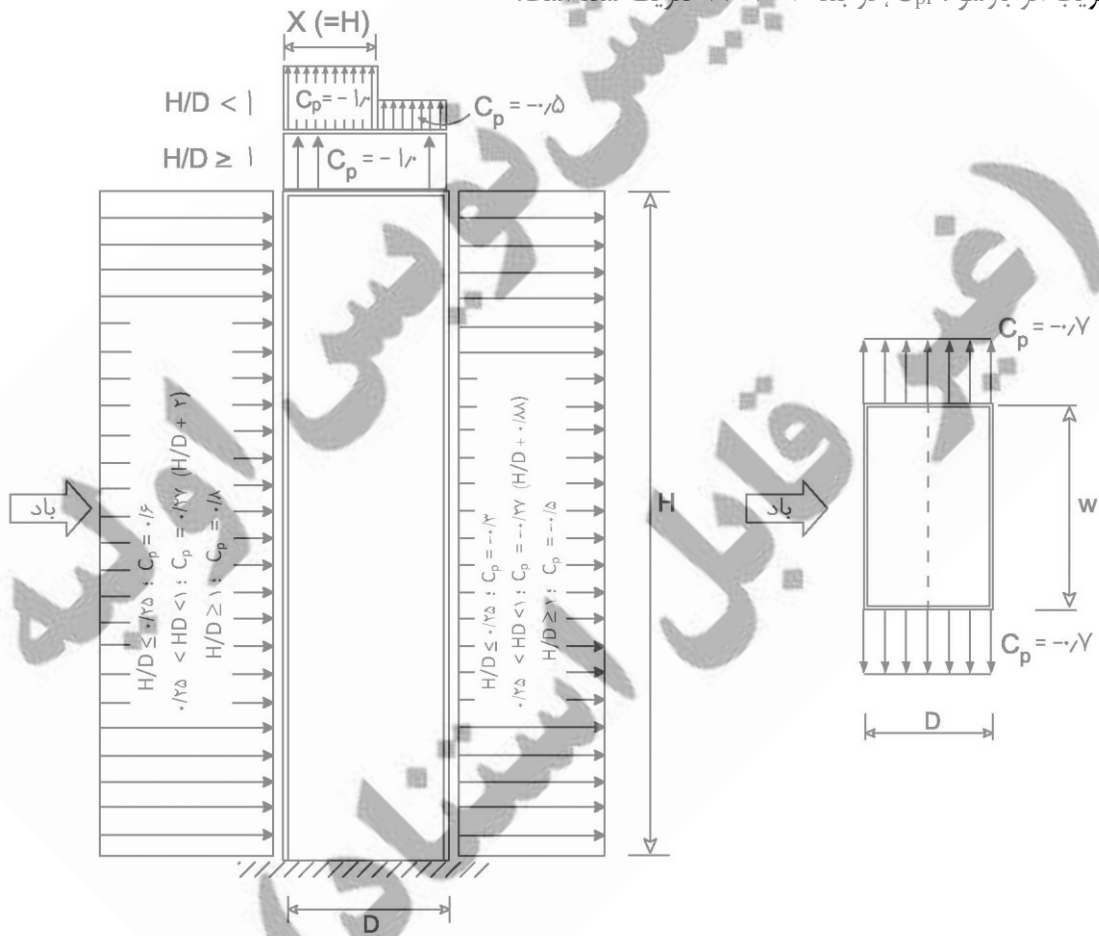
$A$  = مساحت کل منافذ و بازشوهای بدنه خارجی ساختمان بر حسب متر مربع است.

## ۶-۱۰-۸-۲- ضریب فشار خارجی $C_p$ و $C_p^*$

ضریب فشار  $C_p$  برای تعیین نیروهای کلی وارد بر سازه باربر اصلی در شکل ۶-۱۰-۲ داده شده است. این ضریب متناسب با نسبت ارتفاع ساختمان به عرض آن در جهت باد ( $H/D$ ) تغییر می کند.

ضریب فشار  $C_p^*$  برای محاسبه فشار یا مکش جزئی وارد بر پوششها، نماها و اجزاء پوششی بام و اتصالات آن در شکل ۶-۱۰-۳ تعریف شده است این ضریب صرفاً برای طراحی اعضاء و اتصالات یادشده به کار میرود.

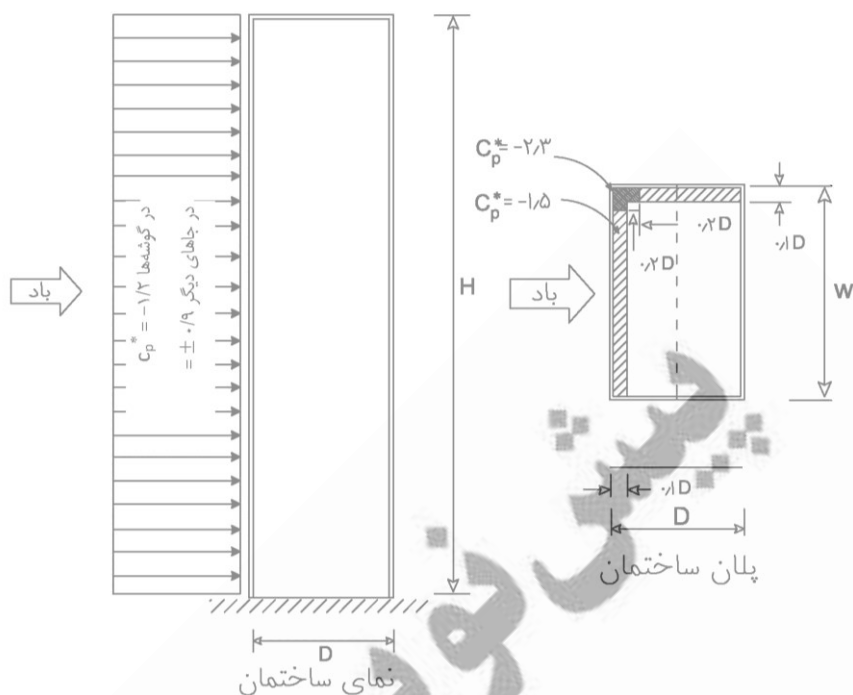
ضریب اثر بازشو،  $C_{pi}$ ، در بند ۶-۱۰-۱۱ تعریف شده است.



شکل ۶-۱۰-۲- ضریب فشار  $C_p$  برای بارگذاری سازه باربر اصلی

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۲

- ۱-  $D$  و  $W$  به ترتیب ابعاد پلان ساختمان در راستای جهت باد و عمود بر آن، در سطح زمین است.
- ۲- ضریب  $C_p$  نشان داده شده در سمت روبه باد زمانی که جهت باد عمود بر دیوار باشد قابل اعمال است.
- ۳- برای تعیین حالت بحرانی بارهای وارد بر ساختمان، باید ترکیب فشار (مکش) های خارجی و داخلی ساختمان با هم مورد ارزیابی قرار گیرند.



شکل ۶-۱۰-۳- ضریب فشار  $C_p^*$  برای طراحی اعضاء پوششی نما و بام

یادداشتهای مربوط به شکل ۶-۱۰-۳

- ۱- عرض موثر نوارهای کناری برای مکش موضعی  $0/1 D$  می باشد.
- ۲- در بامها و در محل برخورد دو نوار عمود بر هم کناری، ضریب  $C_p^*$  برابر  $-2/3$  می باشد اما چنانچه جان پناه بام نهایی بیش از یک متر ارتفاع داشته باشد، ضریب  $C_p^*$  برابر  $-2$  می باشد.
- ۳- ضریب  $C_p^*$  برای ترکیبات خاصی از اجزاء معماری در نما میتواند بیش از  $-1/2$  باشد. چنانچه در نما بیرون زدگی های قائمی، مثل تیغه، به عمق بیش از یک متر پیش بینی شده باشد، (عنصر باربر نما و یا حتی عنصر معماری) ضریب  $C_p^*$  در گوشه ها به  $-1/4$  افزایش یافته و عرض نوار بارگذاری شده نیز از  $0/1 D$  به  $0/2 D$  افزایش می یابد.
- ۴- ضریب  $C_p^* = -1/2$  فقط در نواری به عرض  $0/1 D$  و روی اجزاء نما و اتصالات آن به کار می رود. برای طراحی اجزاء نما و اتصالات آن در سایر نواحی، ضریب  $C_p^* = \pm 0/9$  باید مورد استفاده قرار گیرد.
- ۵- مقدار  $C_p^*$  برای ساختمانهای با بام پله ای تخت در بند ۶-۱۰-۱۰ تعریف شده است.

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

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

#### ۶-۱۰-۹-۱- ضرایب ترکیبی $C_g C_p$ روی سازه باربر اصلی

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

#### ۶-۱۰-۹-۲- ضرایب ترکیبی $C_g C_p$ روی اجزاء پوششی نما و دیوارها

ضرایب ترکیبی بیشینه  $C_g C_p$  برای محاسبه فشار یا مکش جزئی روی اجزاء پوششی نما و دیوارها (بدون توجه به زاویه شیب بام) در شکل ۶-۱۰-۵ داده شده است.

#### ۶-۱۰-۹-۳- ضرایب ترکیبی $C_g C_p$ روی اجزاء پوششی بام

ضرایب ترکیبی بیشینه  $C_g C_p$  برای محاسبه فشار یا مکش جزئی روی اجزاء پوششی بام به شرح ذیل داده شده است:

الف - زاویه شیب بام کمتر از  $7^\circ$ ، شکل ۶-۱۰-۶

ب - بام با شیب دو طرفه یا چهار طرفه و زاویه شیب بام بیش از  $7^\circ$ ، شکل ۶-۱۰-۷

پ - بام ساختمانهای صنعتی دندانه‌ای، با شیب دو طرفه بام بیش از  $10^\circ$ ، شکل ۶-۱۰-۸

ت - بام ساختمانهای شیبدار یکطرفه با شیب بام بین  $3^\circ$  تا  $30^\circ$ ، شکل ۶-۱۰-۹

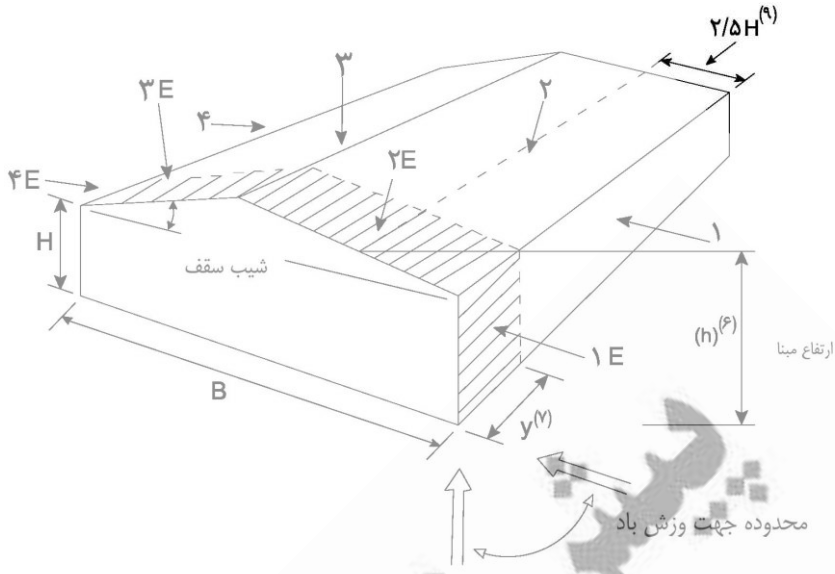
ث - بام ساختمانهای دندانه‌ای با شیب یکطرفه بام بین  $10^\circ$  تا  $30^\circ$  در شکل ۶-۱۰-۱۰ داده شده است.

ضرایب مثبت  $C_p C_g$  به معنای نیروهای روبه سطح (فشار) و منفی به معنای نیروهای خارج از سطح (مکش) است. کلیه اجزاء پوششی و نما باید برای هر دو حالت فشار و مکش طراحی شوند.

برای تعیین بحرانی‌ترین مقادیر فشار یا مکش روی اجزاء پوششی نما، دیوارها و بامها، فشار و مکش داخلی باید طبق

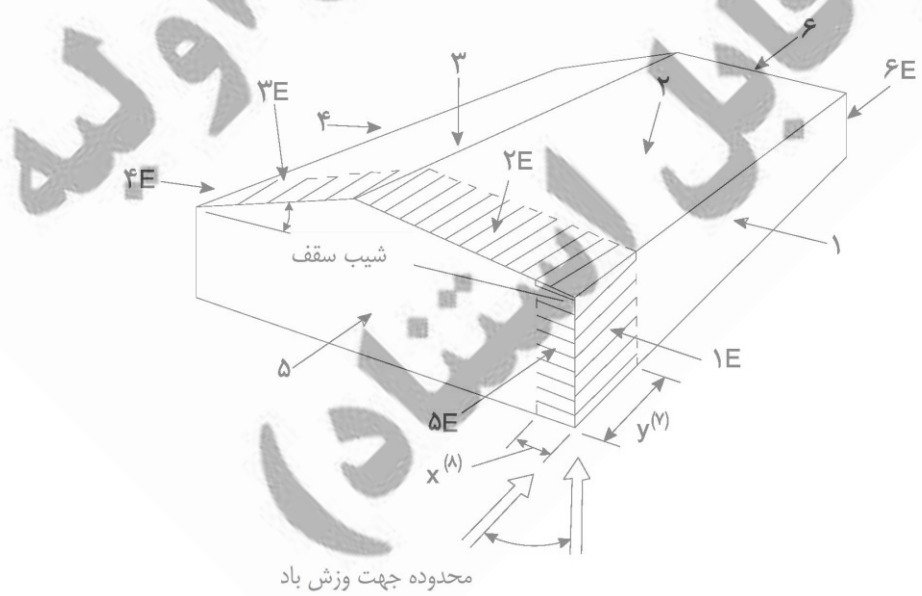
بند ۶-۱۰-۴-۲ محاسبه شده و جمع این مقادیر از رابطه ۶-۱۰-۴ ملاک طراحی قرار گیرند.

عرض نوارهای کناری ساختمان در همه حالات برابر با کمترین مقدار  $10\%$  درصد کوچکترین بعد افقی ساختمان در پلان و یا  $40\%$  درصد ارتفاع پاشیب (H) منظور می‌شود. این عرض در هر حال نباید کمتر از  $4\%$  کوچکترین بعد افقی ساختمان یا یک متر اختیار شود.



بدنه ساختمان								شیب سقف
4E	4	3E	3	2E	2	1E	1	
-0/8	-0/55	-1/0	-0/7	-2/0	-1/3	1/15	-0/75	0° تا 5°
-1/2	-0/8	-1/3	-0/9	-2/0	-1/3	1/5	1/0	20°
-0/9	-0/7	-1/0	-0/8	0/5	-0/4	1/3	1/05	30° تا 45°
-0/9	-0/7	-0/9	-0/7	1/3	1/05	1/3	1/05	90°

حالت الف - جهت باد همسو با شیب سقف



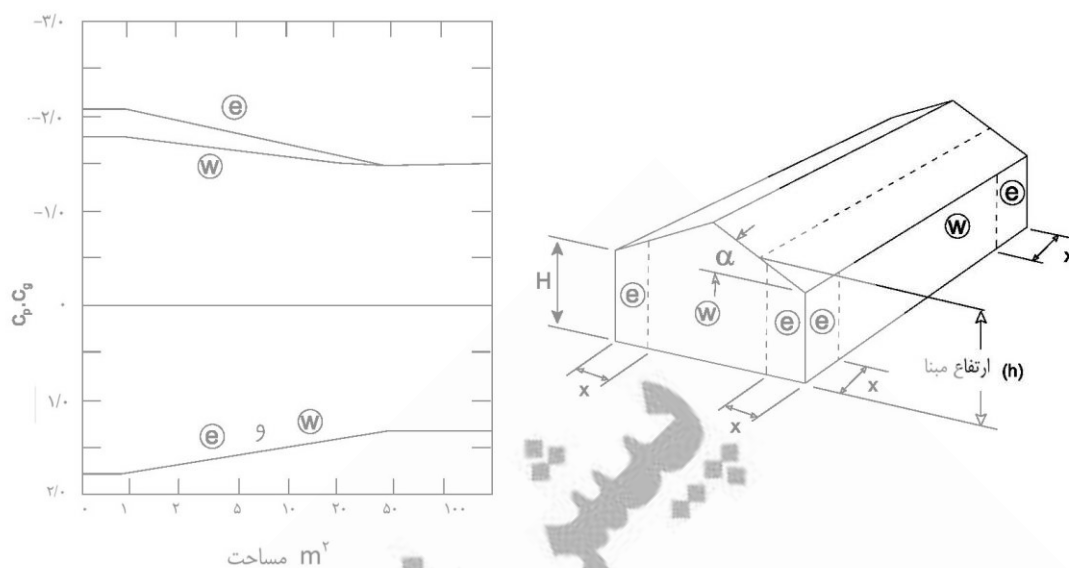
بدنه ساختمان												شیب سقف
6E	6	5E	5	4E	4	3E	3	2E	2	1E	1	
-0/8	-0/55	1/15	0/75	-0/9	-0/85	-1/0	-0/7	-2/0	-1/3	-0/9	-0/85	90° تا 0°

حالت ب- جهت باد عمود بر شیب سقف

شکل ۶-۱۰-۴ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی  $C_p C_g$  روی سازه برابر اصلی

#### یادداشتهای مربوط به شکل ۶-۱۰-۴

- ۱- حالات بارگذاری الف و ب، به ترتیب جهت وزش باد، همسوی با شیب بام و عمود بر آنرا نشان میدهد. ضرایب  $C_p C_g$  در جداول مربوطه، میزان فشار (یا مکش) را روی کلیه وجوه ساختمان و بام و همینطور فشارهای (یا مکش‌های) اضافی موضعی در نوارکناری 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 پیچش و همینطور بدترین حالت بارگذاری الزامی است.
- ۳- برای زوایایی از شیب بام که در جدول داده نشده‌اند، مقادیر  $C_p C_g$  از طریق درون یابی بدست می‌آیند.
- ۴- ضرایب مثبت  $C_p C_g$  به معنای نیروی رو به سطح (فشار) و منفی به معنای نیروهای خارج از سطح (مکش) میباشد.
- ۵- در طراحی پی ساختمانها (بجز طراحی میل مهار اتصال قابها به پی) کفایت ۷۰٪ نیروی مربوط به باد منظور شود.
- ۶- برای محاسبه  $C_e$ ، ارتفاع مبنای بام ( $h$ ) متوسط ارتفاع پاشیب ( $H$ ) و ارتفاع حداکثر بام بوده و باید حداقل ۶ متر منظور شود. در بامهای با شیب کمتر از  $7^\circ$ ، 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 درصد کوچکترین بعد افقی ساختمان در پلان، یا ۴۰ درصد ارتفاع پاشیب ( $H$ ) منظور میشود. این عرض در هر حال نباید کمتر از ۴ درصد 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.

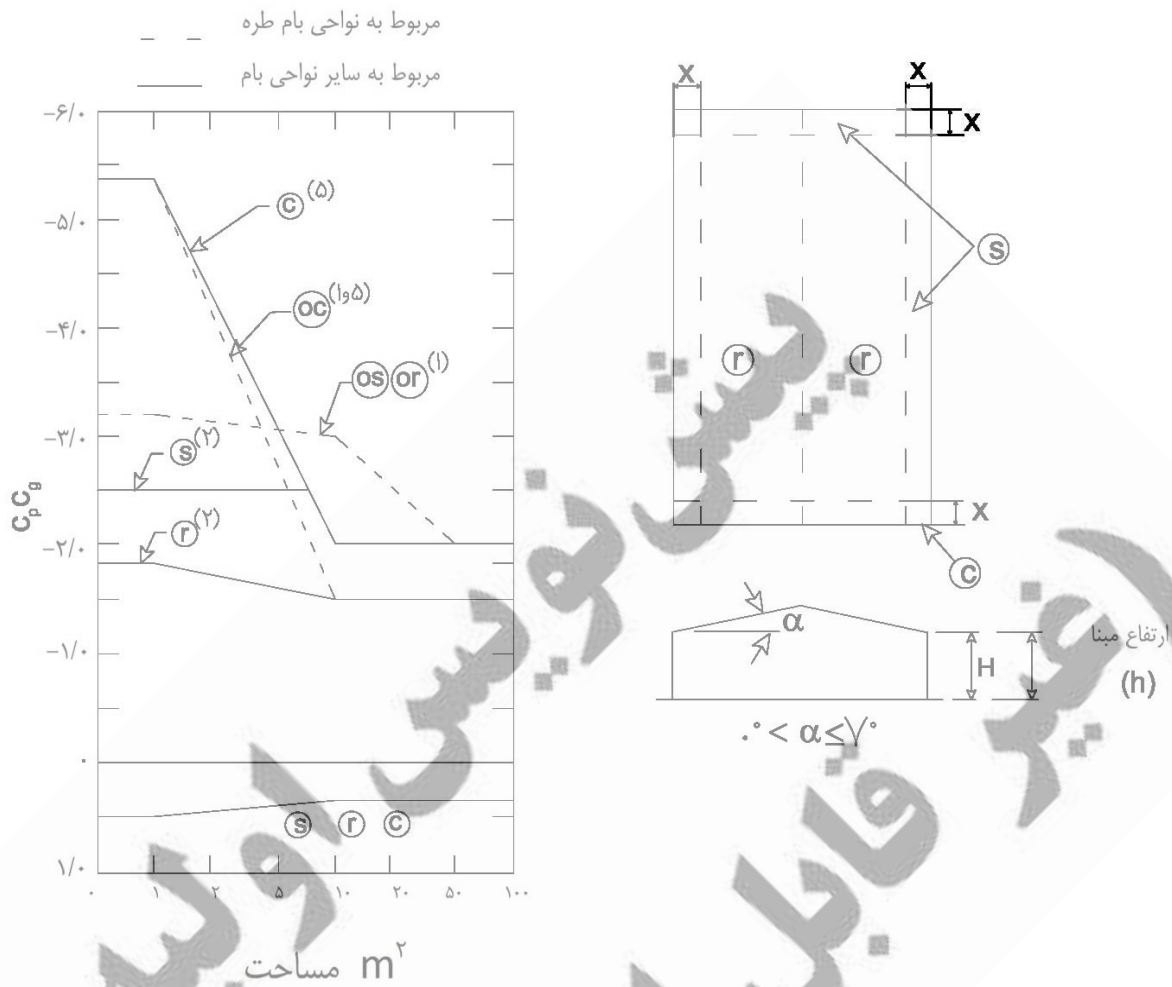


شکل ۶-۱۰-۵ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی  $C_p C_g$  برای طراحی دیوار پوشش نما

یادداشتهای مربوط به شکل ۶-۱۰-۵

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

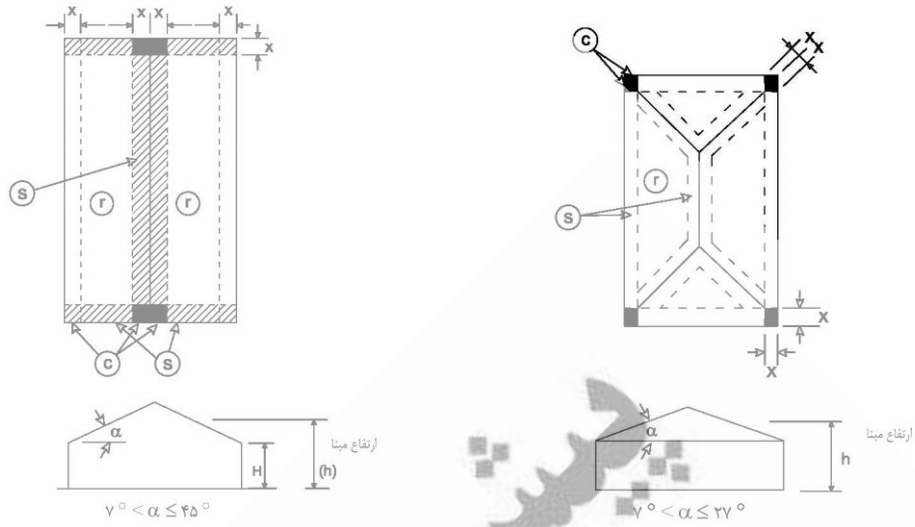




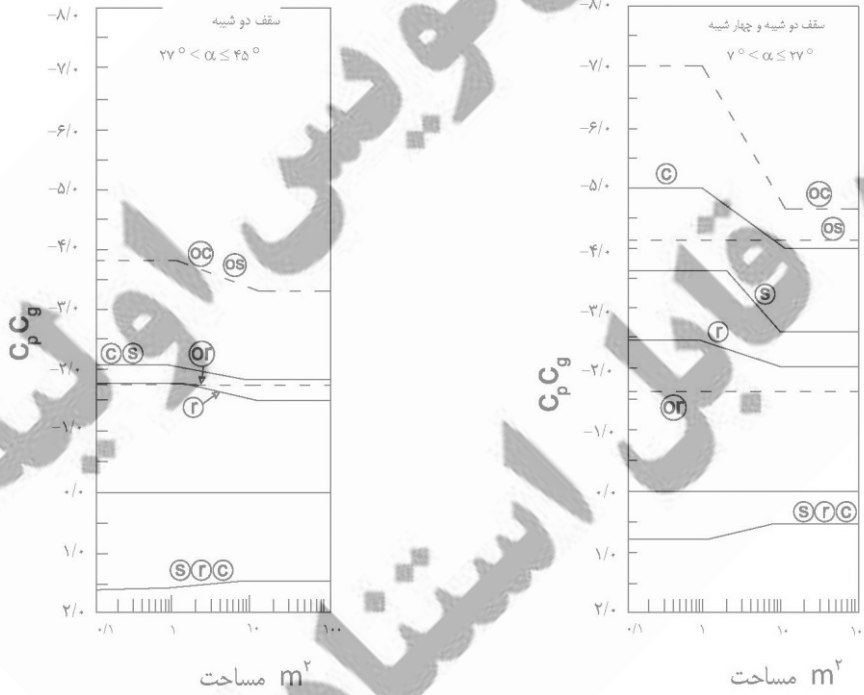
شکل ۶-۱۰-۶- ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی  $C_p C_g$  برای طراحی پوششها و اجزاء بام (با شیب کمتر از  $7^\circ$  - با یا بدون طره)

یادداشتهای مربوط به شکل ۶-۱۰-۶

- ۱- ضرایب  $C_p C_g$  برای بخشهای طره پوشش بام با پیشوند "o" در شکل مشخص شده‌اند و شامل مجموع فشار (و مکش) از زیر و روی بام هستند. (دیوارها در این حالت با لبه بام هم سطح نبوده و پوشش طره مشرف بر دیوارهای خارجی میباشد)
- ۲- مقادیر ضریب  $C_p C_g$  تعریف شده برای نواحی S و R، شامل هر دو حالت بامها و سایه بانها (فضای بدون دیوار پیرامونی) میشوند.
- ۳- محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب میشود.
- ۴- برای ساختمانهای با بام پله ای تخت، علاوه بر استفاده از این شکل، از شکل ۶-۱۰-۱۱ و توضیحات بند ۶-۱۰-۱۰ نیز باید مورد استفاده قرار گیرند.
- ۵- چنانچه در لبه بام، دست‌انداز به ارتفاع حداقل یک مترپیش بینی شده باشد، ضریب  $C_p C_g$  در گوشه‌های بام (ناحیه C) از  $-5/4$  به  $-4/4$  تقلیل پیدا میکند.



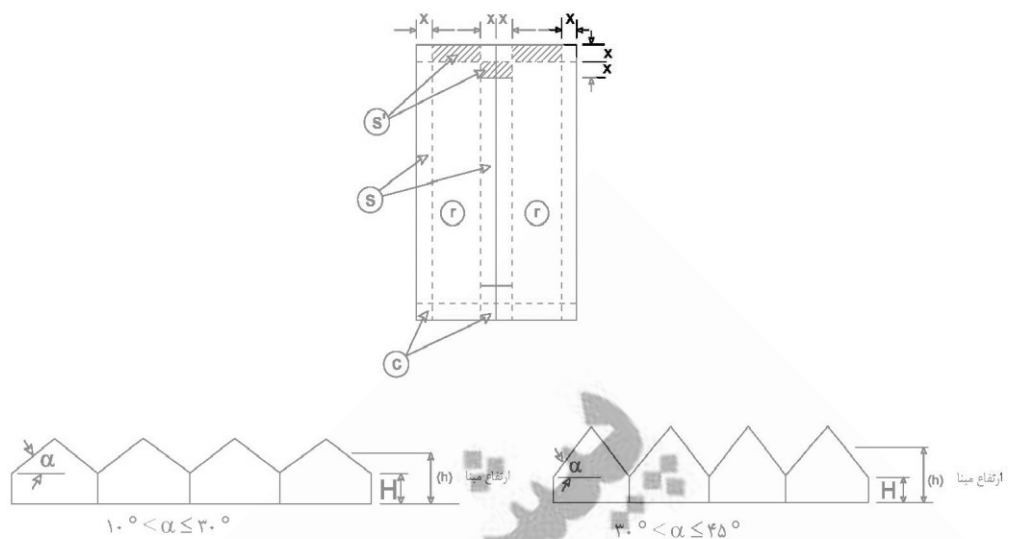
----- مربوط به نواحی طره  
 ————— مربوط به سایر نواحی



شکل ۶-۱۰-۷- ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی  $C_p C_g$  برای طراحی پوششها و اجزاء بام (بامهای دوشیبه یا چهارشیبه با زاویه شیب بیش از  $7^\circ$ )

یادداشتهای مربوط به شکل ۶-۱۰-۷

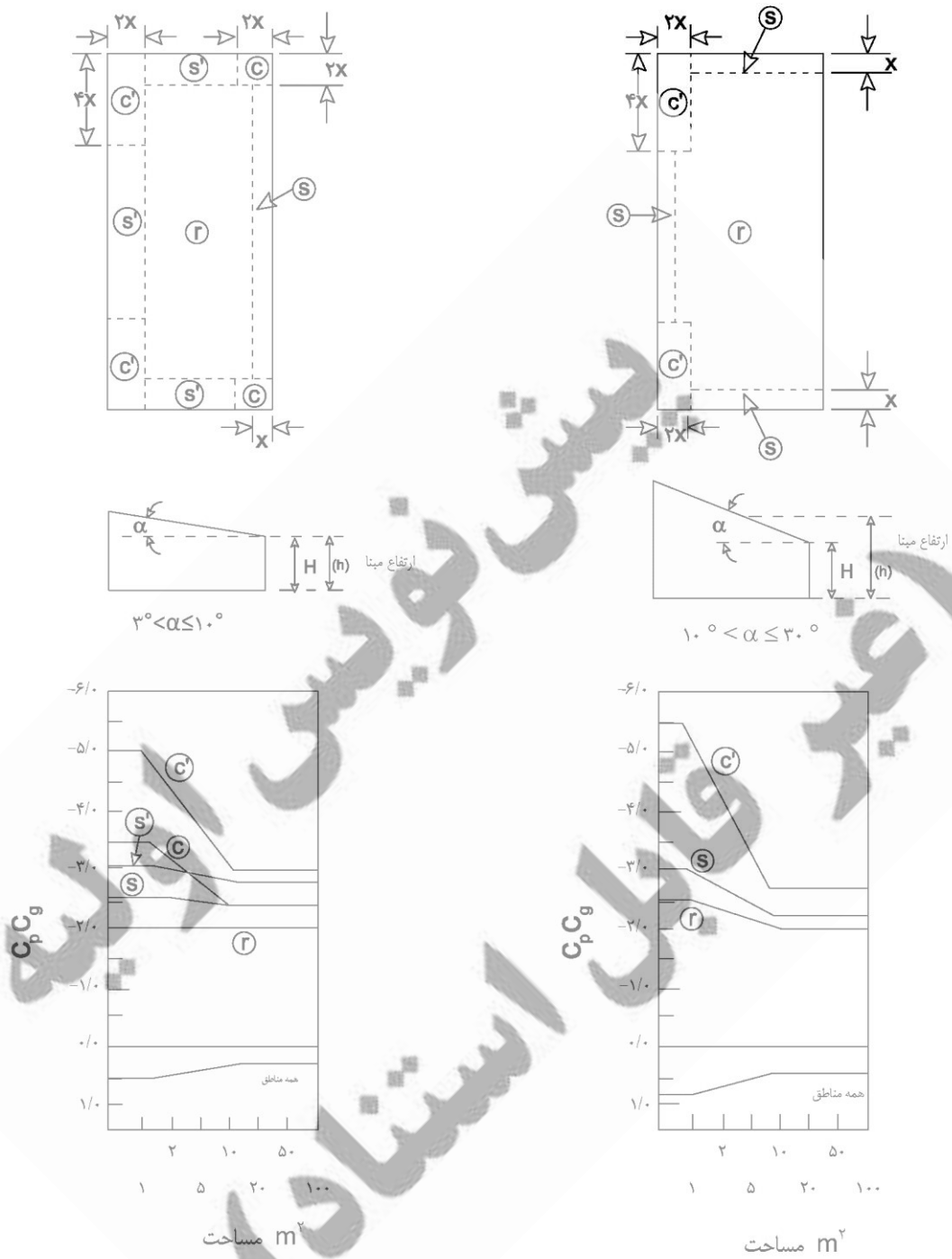
- ۱- ضرایب  $C_p C_g$  برای بخشهای طره پوشش بام با پیشوند "O" در شکل مشخص شده‌اند و شامل مجموع فشار (و مکش) از زیر و روی بام هستند.
- ۲- محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب میشود.
- ۳- ضرایب  $C_p C_g$  در نوار لبه بامها (S)، در محل تارک و یالهای بام نیز اعمال می‌شوند.



شکل ۶-۱۰-۸- ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی  $C_p C_g$  برای طراحی پوشش‌ها و اجزاء بام (بامهای دندانه‌ای با شیب بیشتر از  $10^\circ$ )

یادداشتهای مربوط به شکل ۶-۱۰-۸

- ۱- برای استفاده از این شکل، ساختمان باید حداقل از دو دهانه قاب تشکیل شود.
- ۲- چنانچه شیب بام کمتر از  $10^\circ$  باشد، باید از جدول شکل ۶-۱۰-۶ استفاده کرد.
- ۳- پلان و نواحی نشانه گذاری شده مربوط به یک دهانه از پوشش دندانه‌دار است.
- ۴- محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب میشود.

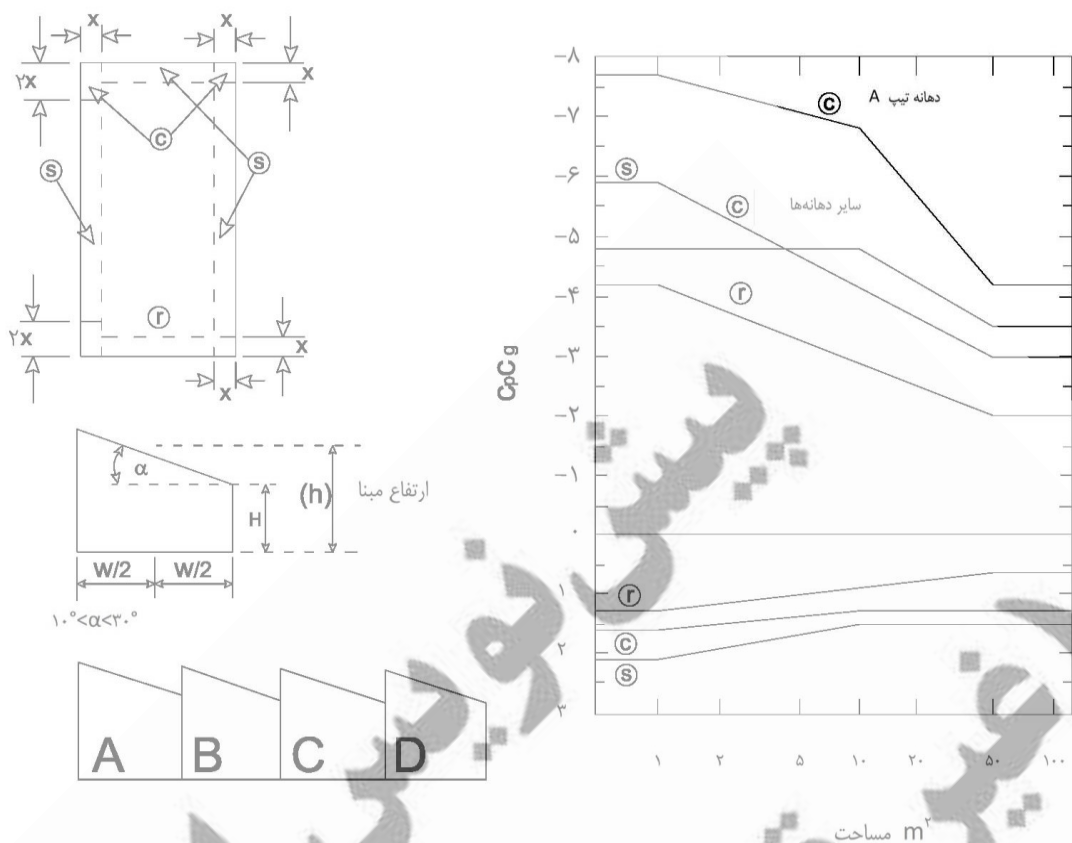


شکل ۶-۱۰-۹ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی  $C_p C_g$  برای طراحی پوشش‌ها و اجزاء بامهای شیبدار یکطرفه

یادداشتهای مربوط به شکل ۶-۱۰-۹

۱- محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب میشود.

۲- برای شیبهای کمتر از  $3^\circ$  از شکل ۶-۱۰-۶ استفاده شود.



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

یادداشتهای مربوط به شکل ۶-۱۰-۱۰-۶

- ۱- محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب میشود.
- ۲- ضریب  $C_p C_g$  در گوشه‌های پوشش، برای دهانه تیپ A با بقیه دهانه‌ها تفاوت دارد.
- ۳- برای شیب بام کمتر از  $10^\circ$  از شکل ۶-۱۰-۶ استفاده شود.

### ۶-۱۰-۱۰-۶-۱ ضریب اثر تندباد و فشار برای اجزاء پوشش بام و دیوارها و نمای ساختمانهای با بام پله ای تخت

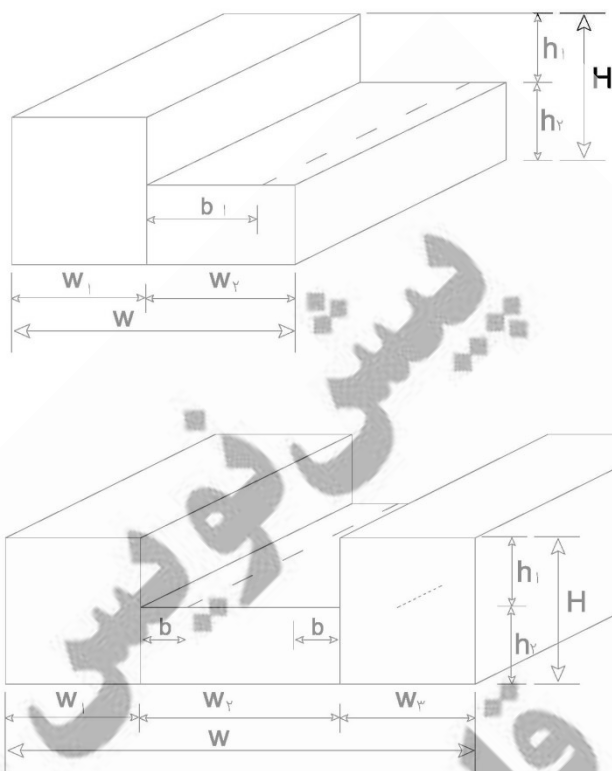
در ساختمانهای با بام پله ای تخت، اگر مطابق شکل ۶-۱۰-۱۱ مقدار  $h_1$  بزرگتر از  $H/3$  و همینطور بزرگتر از ۳ متر بوده و  $W_1$ ،  $W_2$  یا  $W_3$  بزرگتر از  $0.25W$  بوده و کوچکتر از  $0.75W$  باشد، ضرایب  $C_p C_g$  (بند ۶-۱۰-۹) که برای محاسبه فشار(مکش) روی سطوح باید منظور شوند عبارتند از:

الف - فشار (مکش) اعمال شده روی سطوح بام بالا و پایین با استفاده از ضریب  $C_p C_g$  تعریف شده در شکل ۶-۶-

۶-۱۰ (بامها) محاسبه خواهد شد. تنها، در نواری به عرض  $b$  روی بام پایینتر، مقادیر فشار مثبت با استفاده از ضریب

$C_p C_g$  مربوط به دیوارها در شکل ۶-۱۰-۵ محاسبه میشود. عرض  $b$  معادل  $h_1/5$  بوده اما از ۳۰ متر تجاوز نمی کند.

ب - برای محاسبه فشار (مکش) روی کلیه دیوارها ضریب  $C_p C_g$  تعریف شده در شکل ۶-۱۰-۵ به کار می‌رود.



شکل ۶-۱۰-۱۱- نسبت ابعادی ساختمانهای با بام پله ای تخت

### ۶-۱۰-۱۱- ضریب اثر باز شو $C_{pi}$

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

ضریب اثر باز شو،  $C_{pi}$ ، متناسب با هوابندی ساختمان و مقدار بازشویهای بدنه آن، در سه گروه ذیل دسته بندی میشود.  
گروه ۱: ساختمانهای بدون بازشویهای بزرگ و قابل توجه، ساختمانهای با نسبت ابعادی بزرگتر از واحد که اسماً هوابندی شده‌اند و تهویه هوا از طرق مکانیکی صورت می‌گیرد و یا مجموعه بازشویهای 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.  $C_{pi} = ۰$  تنها زمانی خواهد بود که بازشوها در کاهش بارهای خارجی باد موثر باشند.

گروه ۲: ساختمانهایی که بازشوهای آنها هنگام طوفان شکسته یا باز نخواهند شد، ساختمانهای با پنجره های معمولی قابل بازشو

در این حالت  $C_{pi} = -0.45$  تا  $C_{pi} = 0.3$  میباشد.

گروه ۳: ساختمانهای با بازشوهای بزرگ که احتمال ورود باد به داخل ساختمان بالا است، ساختمانهای صنعتی با درهای بزرگ یا هواکش، یا درهایی که ممکن است در زمان طوفان شکسته یا باز شوند، سرپوشیده های سه طرف بسته و همچنین ساختمانهایی که باید بعد از طوفان عملکرد آنها حفظ شود.

در این حالت  $C_{pi} = -0.7$  تا  $C_{pi} = 0.7$  اختیار خواهد شد.

در طراحی سازه ای اکثر ساختمانها، کفایت مقادیر حدی ضریب بازشو گروه مربوطه به طور جداگانه در نظر گرفته شود. برای انتخاب حالت فشار یا مکش، با توجه به جهت باد و موقعیت بازشوهای عمده میتوان از شکل ۶-۱۰-۱۲ استفاده کرد.

فشارهای داخلی میتوانند تحت تاثیر تهویه مکانیکی و اثر "دودکش" در اثر تفاضل درجه حرارت بیرون و داخل ایجاد شوند. سیستمهای تهویه مکانیکی در بهره برداری معمولی ایجاد فشاری کمتر از  $0.1$  کیلو نیوتون بر متر مربع ایجاد میکنند. در صورتیکه اثر "دودکش" به سبب اختلاف دمای  $40$  درجه سلسیوس میتواند  $0.2$  کیلو نیوتون بر مترمربع در هر  $100$  متر ارتفاع ساختمان فشار ایجاد کند.



شکل ۶-۱۰-۱۲- ضریب اثر بازشو  $C_{pi}$

### ۶-۱۰-۱۲- ضریب هم راستایی باد $C_d$

ضریب هم راستایی باد به منظور در نظر گرفتن احتمال هم راستایی جهت باد، ساختمان و ضریب فشار مربوط در همان جهت باد پیشبینی شده است. بجز در ساختمانها و حالات زیر، ضریب هم راستایی  $C_d$  برابر با  $0.85$  اختیار میشود.

۱- دودکشها، منابع و ساختمانهای مشابه با مقطع مربع  $C_d=0.9$ ، با مقطع دایره یا هشت ضلعی  $C_d=0.95$

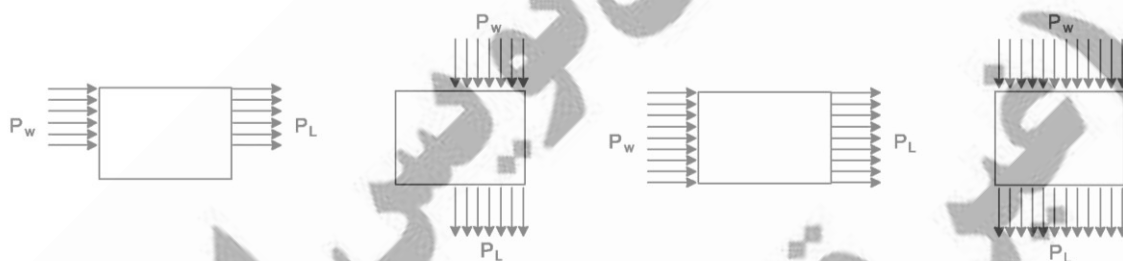
۲- پایه های انتقال نیرو(برجهای خرابی) با مقطع مثلث، مربع و مستطیل  $C_d=0.85$ ، با سایر مقاطع  $C_d=0.95$

### ۶-۱۰-۱۳- بارگذاری‌های بخشی وارد بر سازه باربر اصلی

اثر تغییرات فشار در بادهای متلاطم، مثل کم شدن فشار (مکش) روی بخشی از ساختمان، وزش قطری باد و یا اثرات بامهای گنبدی و قوسی میتواند در ساختمان تولید پیچش نموده یا به دلیل ایجاد بارگذاری دوجبهته در برخی از اعضاء سازه‌ای تولید تلاشهایی در چند جهت کند.

در مورد ساختمانهایی که طبق ضوابط بند ۶-۱۰-۹ بارگذاری شده‌اند، بارگذاری بخشی الزامی نیست.

در ساختمانهایی که طبق بند ۶-۱۰-۸ محاسبه می‌شود، ترکیبات بارگذاری الف تا ت در شکل ۶-۱۰-۱۳ باید در تحلیل و طراحی اجزاء سازه‌ای منظور شوند.



بارگذاری ب: بارگذاری جزئی جهت پیچش اضافی حداکثر

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



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

بارگذاری ت: حذف ۵۰٪ بارگذاری در قسمت‌هایی از حالت پ جهت پیچش حداکثر

$P_w$ : فشار در جهت رو به باد       $P_L$ : فشار (مکش) در جهت پشت به باد

شکل ۶-۱۰-۱۳- بارگذاری بخشی سازه باربر اصلی



## ۶-۱۰-۱۴- ضوابط عمومی طراحی ساختمانها و سازه‌ها برای باد

### ۶-۱۰-۱۴-۱ کنترل لغزش

مقاومت کل سازه در مقابل رانش روی زمین باید به وسیله اصطکاک شالوده‌ها بر روی زمین، مقاومت ایجاد شده توسط خاک مقابل شالوده و یا مهارهای جانبی دیگر که به همین منظور تعبیه شده، تامین شود. ضریب اطمینان موجود در برابر رانش تحت بار باد (بدون اعمال ضریب بار) نباید کمتر از  $1/5$  در نظر گرفته شود.

### ۶-۱۰-۱۴-۲ کنترل واژگونی

در طراحی سازه‌ها برای باد، کل سازه باید از نظر واژگونی پایدار باشد. لنگر واژگونی مؤثر بر سازه باید نسبت به محور واقع بر فصل مشترک وجه انتهایی شالوده با صفحه زیر آن، در سمت پشت به باد، تعیین گردد. ضریب اطمینان موجود در مقابل واژگونی (بدون اعمال ضریب بار) نباید کمتر از  $1/75$  اختیار شود. در محاسبه لنگر مقاوم در مقابل واژگونی می‌توان وزن شالوده و خاک روی آن را نیز به حساب آورد.

### ۶-۱۰-۱۵- کنترل سازه ساختمانها در برابر باد سطح بهره برداری

به منظور جلوگیری از آسیب دیدن اجزاء غیر سازه‌ای، حداکثر تغییر شکل جانبی نسبی ساختمانها در ترکیب بار ۱ بند ۶-۲-۵-۲، باید به  $0/0025$  ارتفاع هر طبقه محدود شود. در این ترکیب بار،  $W_{ser}$ ، بار باد سطح بهره برداری است که بر مبنای دوره بازگشت ده ساله باد در منطقه محاسبه میشود. برای تعیین این سرعت میتوان از  $0/8$  سرعت مبنای باد (بند ۶-۱۰-۲) استفاده نمود.

چنانچه اجزاء پوششی یا نما، با تغییر شکل کمتری آسیب ببینند، محدودیت این اجزاء جایگزین عدد فوق خواهد شد.

جدول ۶-۱۰-۱- سرعت مبنای باد

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	(q) فشار مینا کیلو نیوتن بر متر مربع	ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	(q) فشار مینا کیلو نیوتن بر متر مربع
۱	آب بر	۹۰	۰/۳۸	۴۱	باقق	۱۲۰	۰/۶۸
۲	آبادان	۹۰	۰/۳۸	۴۲	بانہ	۱۱۰	۰/۵۷
۳	آبادہ	۱۲۰	۰/۶۸	۴۳	بجنورد	۱۴۰	۰/۹۳
۴	آبدانان	۱۱۰	۰/۵۷	۴۴	بrazجان	۸۰	۰/۳۰
۵	آبعلی	۱۲۰	۰/۶۸	۴۵	بروجرد	۱۱۰	۰/۵۷
۶	آستارا	۱۳۰	۰/۸۰	۴۶	بروجن	۹۰	۰/۳۸
۷	آشتیان	۸۰	۰/۳۰	۴۷	بستان	۱۱۰	۰/۵۷
۸	آفاجاری	۱۰۰	۰/۴۷	۴۸	بستان آباد	۱۰۰	۰/۴۷
۹	آلاشت	۱۰۰	۰/۴۷	۴۹	بشرویہ	۸۰	۰/۳۰
۱۰	آمل	۱۱۰	۰/۵۷	۵۰	بلدہ	۸۰	۰/۳۰
۱۱	آوج	۱۰۰	۰/۴۷	۵۱	بم	۱۱۰	۰/۵۷
۱۲	ابركوه	۱۰۰	۰/۴۷	۵۲	بناب	۸۰	۰/۳۰
۱۳	اراک	۱۰۰	۰/۴۷	۵۳	بندر امیرآباد	۱۰۰	۰/۴۷
۱۴	اردبیل	۱۴۰	۰/۹۳	۵۴	بندر انزلی	۱۲۰	۰/۶۸
۱۵	اردستان	۱۱۰	۰/۵۷	۵۵	بندر ترکمن	۹۰	۰/۳۸
۱۶	اردل	۱۲۰	۰/۶۸	۵۶	بندر دیر	۹۰	۰/۳۸
۱۷	ارستان	۸۰	۰/۳۰	۵۷	بندر دیلم	۸۰	۰/۳۰
۱۸	ارومیہ	۱۰۰	۰/۴۷	۵۸	بندر لنگہ	۹۰	۰/۳۸
۱۹	ازنا	۱۰۰	۰/۴۷	۵۹	بندر ماه شهر	۱۰۰	۰/۴۷
۲۰	استهبان	۹۰	۰/۳۸	۶۰	بندر عباس	۱۰۰	۰/۴۷
۲۱	اسفراين	۹۰	۰/۳۸	۶۱	بہاباد	۱۲۰	۰/۶۸
۲۲	اسلام آباد غرب	۹۰	۰/۳۸	۶۲	بہبہان	۹۰	۰/۳۸
۲۳	اشنویہ	۱۰۰	۰/۴۷	۶۳	بوانات	۱۱۰	۰/۵۷
۲۴	اصفہان	۱۱۰	۰/۵۷	۶۴	بوشہر (فرودگاہ)	۱۰۰	۰/۴۷
۲۵	اقلید	۱۳۰	۰/۸۰	۶۵	بوشہر (ساحلی)	۱۲۰	۰/۶۸
۲۶	الشر	۱۰۰	۰/۴۷	۶۶	بوکان	۹۰	۰/۳۸
۲۷	الیگودرز	۱۱۰	۰/۵۷	۶۷	بوئین زہرا	۹۰	۰/۳۸
۲۸	امیدیه (شہر)	۱۲۰	۰/۶۸	۶۸	بیارجمند	۹۰	۰/۳۸
۲۹	امیدیه (فرودگاہ)	۱۳۰	۰/۸۰	۶۹	بیجار	۱۱۰	۰/۵۷
۳۰	انار	۱۰۰	۰/۴۷	۷۰	بیرجند	۹۰	۰/۳۸
۳۱	اھر	۱۲۰	۰/۶۸	۷۱	بیلہ سوار	۹۰	۰/۳۸
۳۲	اھواز	۱۱۰	۰/۵۷	۷۲	پارس آباد	۱۰۰	۰/۴۷
۳۳	ایذہ	۸۰	۰/۳۰	۷۳	پارسیان	۹۰	۰/۳۸
۳۴	ایران شہر	۱۲۰	۰/۶۸	۷۴	پل دختر	۹۰	۰/۳۸
۳۵	ایزدخواست	۹۰	۰/۳۸	۷۵	پل سفید	۹۰	۰/۳۸
۳۶	ایلام	۱۰۰	۰/۴۷	۷۶	پیرانشہر	۱۱۰	۰/۵۷
۳۷	ایمان آباد (جنوب خرم آباد)	۱۱۰	۰/۵۷	۷۷	تازہ آباد (کرمانشاہ)	۱۲۰	۰/۶۸
۳۸	ایوان	۱۱۰	۰/۵۷	۷۸	تاکستان	۱۱۰	۰/۵۷
۳۹	بابلسر	۱۰۰	۰/۴۷	۷۹	تالش	۱۳۰	۰/۸۰
۴۰	باقت	۱۱۰	۰/۵۷	۸۰	تبریز	۱۱۰	۰/۵۷

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

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	(q) فشار مینا کیلو نیوتن بر متر مربع	ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	(q) فشار مینا کیلو نیوتن بر متر مربع
۸۱	تخت جمشید	۸۰	۰/۳۰	۱۲۱	داراب	۱۱۰	۰/۵۷

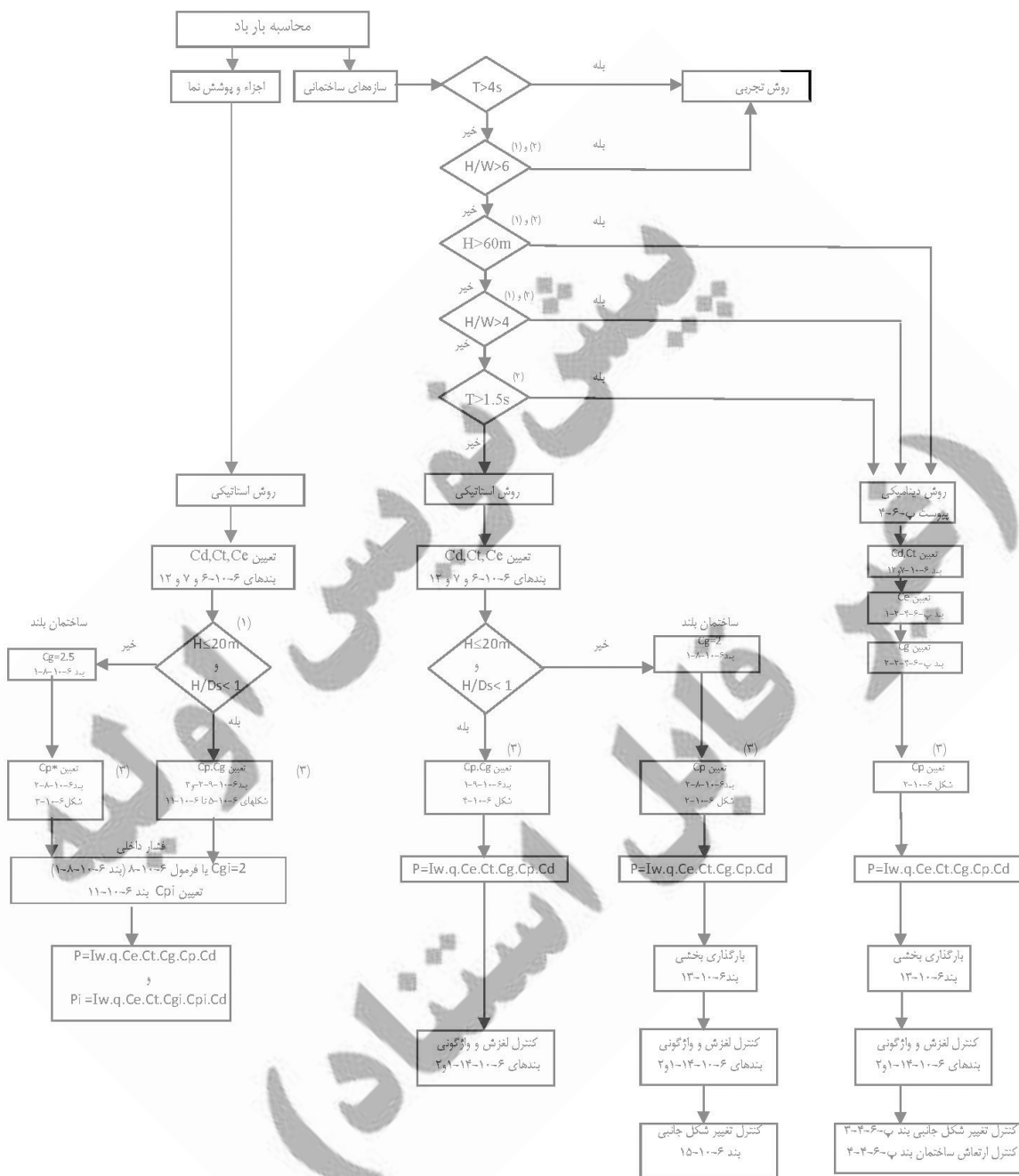
۱۲۲	داران	۹۰	۰/۳۸
۱۲۳	دامغان	۱۱۰	۰/۵۷
۱۲۴	درّه شهر	۱۰۰	۰/۴۷
۱۲۵	درگز	۸۰	۰/۳۰
۱۲۶	درود	۱۱۰	۰/۵۷
۱۲۷	درودزن	۹۰	۰/۳۸
۱۲۸	دزفول	۱۲۰	۰/۶۸
۱۲۹	دلیجان	۱۰۰	۰/۴۷
۱۳۰	دماوند	۹۰	۰/۳۸
۱۳۱	ده دز	۸۰	۰/۳۰
۱۳۲	دهدشت	۸۰	۰/۳۰
۱۳۳	دهلران	۱۱۰	۰/۵۷
۱۳۴	دوگنبدان	۱۱۰	۰/۵۷
۱۳۵	دیلمان	۹۰	۰/۳۸
۱۳۶	زاسک	۱۰۰	۰/۴۷
۱۳۷	رامسر	۱۱۰	۰/۵۷
۱۳۸	رامهرمز	۸۰	۰/۳۰
۱۳۹	ریاط پشت بادام	۹۰	۰/۳۸
۱۴۰	رشت	۱۰۰	۰/۴۷
۱۴۱	رفسنجان	۱۲۰	۰/۶۸
۱۴۲	روانسر	۱۰۰	۰/۴۷
۱۴۳	رودان	۹۰	۰/۳۸
۱۴۴	رودسر	۱۱۰	۰/۵۷
۱۴۵	زابل	۱۳۰	۰/۸۰
۱۴۶	زاهدان	۱۳۰	۰/۸۰
۱۴۷	زرنه	۱۱۰	۰/۵۷
۱۴۸	زرقان	۹۰	۰/۳۸
۱۴۹	زرنه	۱۰۰	۰/۴۷
۱۵۰	زرین دشت	۹۰	۰/۳۸
۱۵۱	زرین شهر	۸۰	۰/۳۰
۱۵۲	زنجان	۹۰	۰/۳۸
۱۵۳	ساری	۱۰۰	۰/۴۷
۱۵۴	سامان	۱۳۰	۰/۸۰
۱۵۵	ساوه	۱۱۰	۰/۵۷
۱۵۶	سبزوار	۱۰۰	۰/۴۷
۱۵۷	سپیدان	۸۰	۰/۳۰
۱۵۸	سر پل ذهاب	۱۰۰	۰/۴۷
۱۵۹	سراب	۱۱۰	۰/۵۷
۱۶۰	سرابله (ایلام)	۸۰	۰/۳۰
۸۲	تربت جام	۹۰	۰/۳۸
۸۳	تربت حیدریه	۹۰	۰/۳۸
۸۴	تفرش	۸۰	۰/۳۰
۸۵	تکاب	۹۰	۰/۳۸
۸۶	تهران	۱۰۰	۰/۴۷
۸۷	تویسرکان	۹۰	۰/۳۸
۸۸	جاجرم	۱۱۰	۰/۵۷
۸۹	جاسک	۱۰۰	۰/۴۷
۹۰	جزیره ابوموسی	۸۰	۰/۳۰
۹۱	جزیره سیری	۱۰۰	۰/۴۷
۹۲	جزیره قشم	۱۰۰	۰/۴۷
۹۳	جزیره کیش	۱۰۰	۰/۴۷
۹۴	جزیره لاوان	۹۰	۰/۳۸
۹۵	جلفا	۱۱۰	۰/۵۷
۹۶	جم	۸۰	۰/۳۰
۹۷	جهرم	۸۰	۰/۳۰
۹۸	جوانرود	۹۰	۰/۳۸
۹۹	جیرفت	۱۱۰	۰/۵۷
۱۰۰	جیرنده	۱۱۰	۰/۵۷
۱۰۱	چابهار	۹۰	۰/۳۸
۱۰۲	چالدران	۹۰	۰/۳۸
۱۰۳	چوپانان	۸۰	۰/۳۰
۱۰۴	چیتگر	۱۰۰	۰/۴۷
۱۰۵	حاجی آباد (خراسان جنوبی)	۸۰	۰/۳۰
۱۰۶	حاجی آباد (هرمزگان)	۱۱۰	۰/۵۷
۱۰۷	حسینیه	۱۰۰	۰/۴۷
۱۰۸	خاش	۹۰	۰/۳۸
۱۰۹	خدابنده	۱۱۰	۰/۵۷
۱۱۰	خرم آباد	۹۰	۰/۳۸
۱۱۱	خرم درّه	۹۰	۰/۳۸
۱۱۲	خلخال	۹۰	۰/۳۸
۱۱۳	خمین	۸۰	۰/۳۰
۱۱۴	خنداب	۱۰۰	۰/۴۷
۱۱۵	خواف	۹۰	۰/۳۸
۱۱۶	خوانسار	۱۱۰	۰/۵۷
۱۱۷	خور بیرجند	۱۳۰	۰/۸۰
۱۱۸	خور و بیابانک	۹۰	۰/۳۸
۱۱۹	خوی	۱۱۰	۰/۵۷
۱۲۰	خیرآباد (جنوب شرقی بناب)	۱۰۰	۰/۴۷

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

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V)	(q) فشار مینا	ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V)	(q) فشار مینا
------	-------------	--------------------	---------------	------	-------------	--------------------	---------------

کیلونپوتن بر متر مربع	کیلومتر بر ساعت		کیلونپوتن بر متر مربع	کیلومتر بر ساعت	
۰/۳۸	۹۰	۲۰۱ فریدون شهر	۰/۵۷	۱۱۰	۱۶۱ سراوود(کرمانشاه)
۰/۵۷	۱۱۰	۲۰۲ فریمان	۰/۴۷	۱۰۰	۱۶۲ سراوان
۰/۴۷	۱۰۰	۲۰۳ فسا	۰/۳۰	۸۰	۱۶۳ سرايان (خراسان جنوبي)
۰/۳۰	۸۰	۲۰۴ فیروزآباد (فارس)	۰/۳۸	۹۰	۱۶۴ سریشه
۰/۴۷	۱۰۰	۲۰۵ فیروزآباد (اردبیل)	۰/۵۷	۱۱۰	۱۶۵ سرخس
۰/۵۷	۱۱۰	۲۰۶ فیروزکوه	۰/۶۸	۱۲۰	۱۶۶ سردشت
۰/۳۸	۹۰	۲۰۷ قائم شهر	۰/۴۷	۱۰۰	۱۶۷ سرعین
۰/۳۸	۹۰	۲۰۸ قائن	۰/۵۷	۱۱۰	۱۶۸ سقز
۰/۳۸	۹۰	۲۰۹ قراخیل	۰/۸۰	۱۳۰	۱۶۹ سلفچگان
۰/۳۸	۹۰	۲۱۰ قره ضیالدين	۰/۵۷	۱۱۰	۱۷۰ سلماس
۰/۴۷	۱۰۰	۲۱۱ قره	۰/۳۸	۹۰	۱۷۱ سمنان
۰/۵۷	۱۱۰	۲۱۲ قزوین	۰/۵۷	۱۱۰	۱۷۲ سمیرم
۰/۳۸	۹۰	۲۱۳ قصر شیرین	۰/۶۸	۱۲۰	۱۷۳ سنقر
۰/۴۷	۱۰۰	۲۱۴ قم	۰/۴۷	۱۰۰	۱۷۴ سنندج
۰/۳۸	۹۰	۲۱۵ فوجان	۰/۸۰	۱۳۰	۱۷۵ سهند
۰/۳۰	۸۰	۲۱۶ قیروکارزین	۰/۶۸	۱۲۰	۱۷۶ سومار
۰/۳۰	۸۰	۲۱۷ کازرون	۰/۴۷	۱۰۰	۱۷۷ سی سخت
۰/۴۷	۱۰۰	۲۱۸ کاشان	۰/۸۰	۱۳۰	۱۷۸ سیاه بیشه
۰/۳۰	۸۰	۲۱۹ کاشمر	۰/۴۷	۱۰۰	۱۷۹ سیرجان
۰/۳۸	۹۰	۲۲۰ کامیاران	۰/۴۷	۱۰۰	۱۸۰ سیلاخور
۰/۶۸	۱۲۰	۲۲۱ کبوترآباد (اصفهان)	۰/۳۸	۹۰	۱۸۱ شادگان
۰/۳۸	۹۰	۲۲۲ کجور	۰/۴۷	۱۰۰	۱۸۲ شازند
۰/۵۷	۱۱۰	۲۲۳ کرج	۰/۳۸	۹۰	۱۸۳ شاهرود
۰/۸۰	۱۳۰	۲۲۴ کرمان	۰/۶۸	۱۲۰	۱۸۴ شاهین دژ
۰/۳۸	۹۰	۲۲۵ کرمانشاه	۰/۴۷	۱۰۰	۱۸۵ شهداد
۰/۴۷	۱۰۰	۲۲۶ کلاله (گلستان)	۰/۵۷	۱۱۰	۱۸۶ شهربابک
۰/۶۸	۱۲۰	۲۲۴ کلپیر	۰/۵۷	۱۱۰	۱۸۷ شهرضا
۰/۳۰	۸۰	۲۲۸ کمیجان	۰/۳۸	۹۰	۱۸۸ شهرکرد
۰/۴۷	۱۰۰	۲۲۹ کنارک (فرودگاه)	۰/۵۷	۱۱۰	۱۸۹ شهمیرزاد
۰/۳۸	۹۰	۲۳۰ کنگاور	۰/۶۸	۱۲۰	۱۹۰ شوشتر
۰/۵۷	۱۱۰	۲۳۱ کهریز(آذربایجان غربی)	۰/۳۸	۹۰	۱۹۱ شیراز
۰/۴۷	۱۰۰	۲۳۲ کهک	۰/۵۷	۱۱۰	۱۹۲ صفاشهر (فارس)
۰/۸۰	۱۳۰	۲۳۳ کهنوج	۰/۶۸	۱۲۰	۱۹۳ صفی آباد(دزفول)
۰/۸۰	۱۳۰	۲۳۴ کوه دشت	۰/۶۸	۱۲۰	۱۹۴ طالقان
۰/۵۷	۱۱۰	۲۳۵ کوهرنگ	۰/۴۷	۱۰۰	۱۹۵ طیس
۰/۵۷	۱۱۰	۲۳۶ کوهین	۰/۵۷	۱۱۰	۱۹۶ عقدا
۰/۵۷	۱۱۰	۲۳۷ کیاسر	۰/۴۷	۱۰۰	۱۹۷ غرق آباد (استان مرکزی)
۰/۴۷	۱۰۰	۲۳۸ کیاشهر	۰/۳۰	۸۰	۱۹۸ فراهبند
۰/۳۸	۹۰	۲۳۹ گاریز (یزد)	۰/۳۰	۸۰	۱۹۹ فردوس
۰/۵۷	۱۱۰	۲۴۰ گچساران	۰/۸۰	۱۳۰	۲۰۰ فرودگاه امام خمینی





- ۱- ارتفاع ساختمانی و عرض مؤثر ساختمانی مطابق رابطه ۶-۱۰-۱ می‌باشند.
- ۲- به توضیحات بند ۶-۱۰-۴ مراجعه شود.
- ۳- برای برخی ساختمانها و سازه‌ها به اشکال پیوست ۶-۴ مراجعه شود.
- ۴- استفاده از روش تجربی برای تمامی ساختمانها مجاز و قابل قبول می‌باشد.

شکل ۶-۱۰-۱۴- نمودار مرحله‌ای محاسبه بار باد

## ۱۱-۶ بار زلزله

### ۱-۱۱-۶ کلیات

ساختمانها و سایر سازه های موضوع این مقررات باید در برابر اثرات زلزله طراحی شوند. برای این منظور ضوابط زیر و سایر ضوابط مندرج در آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران " آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله " باید رعایت گردد.

### ۲-۱۱-۶ ضوابط کلی

۱-۲-۱۱-۶ کلیه عناصر باربر ساختمان باید به نحو مناسبی به هم پیوسته باشند تا در زمان زلزله، عناصر مختلف از یکدیگر جدا نشده و ساختمان به طور یکپارچه عمل کند. در این مورد کفها باید به عناصر قائم باربر، قابها یا دیوارها، به نحو مناسبی متصل باشند، به طوری که بتوانند به صورت یک دیافراگم عمل نموده و نیروهای ناشی از زلزله را به عناصر باربر جانبی منتقل کنند.

۲-۲-۱۱-۶ ساختمان باید حداقل در دو امتداد افقی عمود بر هم و نیز امتداد قائم قادر به تحمل نیروهای افقی و قائم ناشی از زلزله باشد و در هریک از این امتدادها نیز باید انتقال نیروها به شالوده به طور مناسب صورت گیرد.

۳-۲-۱۱-۶ ساختمانها و اجزای آنها باید به نحوی طراحی گردند که سختی، شکل پذیری و مقاومت مناسب در آنها تامین شده باشد. برای تامین این منظور رعایت ضوابط شکل پذیری طراحی برای زلزله، مندرج در سایر مباحث مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰، مطابق نیاز سیستم سازه در اعضاء الزامی است.

۴-۲-۱۱-۶ محاسبه ساختمانها در برابر نیروهای زلزله و باد باید به تفکیک و به طور جداگانه انجام شود.

### ۶-۱۱-۳ ملاحظات معماری و پیکربندی سازه‌ای

۶-۱۱-۳-۱ برای حذف و یا کاهش خسارات و خرابی‌های ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌ها باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند. ضوابط درز انقطاع در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

فاصله درز انقطاع را صرفاً می‌توان با مصالح کم مقاومت که در هنگام وقوع زلزله بر اساس برخورد دو ساختمان به آسانی خرد می‌شوند، به نحو مناسبی پر نمود.

۶-۱۱-۳-۲ برای تامین رفتار مناسب ساختمان در برابر زلزله، توصیه می‌شود ملاحظات زیر در معماری ساختمان رعایت گردد:

۶-۱۱-۳-۲-۱ پلان ساختمان به شکل ساده و متقارن در دو امتداد عمود بر هم و بدون پیش آمدگی و پس رفتگی زیاد باشد و از ایجاد تغییرات نامتقارن پلان در ارتفاع ساختمان نیز اجتناب شود.

۶-۱۱-۳-۲-۲ از احداث طره‌های بزرگتر از  $1/5$  متر اجتناب شود.

۶-۱۱-۳-۲-۳ از ایجاد بازشوهای بزرگ و مجاور یکدیگر در دیافراگم‌های کف‌ها خودداری شود.

۶-۱۱-۳-۲-۴ از قرار دادن اجزای ساختمانی، تاسیسات و یا کالاهای سنگین بر روی طره‌ها و عناصر لاغر و دهانه‌های بزرگ پرهیز گردد.

۶-۱۱-۳-۲-۵ با به کارگیری مصالح غیرسازه‌ای سبک برای مواردی از قبیل کف سازی، سقف کاذب، دیوار تقسیم کننده، نما و ... وزن ساختمان به حداقل رسانده شود.

۶-۱۱-۳-۲-۶ از ایجاد اختلاف سطح در کف‌ها خودداری شود.

۶-۱۱-۳-۲-۷ از کاهش و افزایش مساحت زیر بنای طبقات در ارتفاع، به طوری که تغییرات قابل ملاحظه‌ای ایجاد شود، پرهیز گردد.

۶-۱۱-۳-۳ برای تامین رفتار مناسب ساختمان در برابر زلزله، توصیه می‌شود ملاحظات زیر در پیکربندی سازه ساختمان رعایت گردد:

۶-۱۱-۳-۳-۱ عناصری که بارهای قائم را تحمل می‌نمایند، در طبقات بر روی هم قرار داده شوند تا انتقال بار این عناصر به یکدیگر به واسطه عناصر افقی صورت نگیرد.

۶-۱۱-۳-۳-۲ عناصری که نیروهای ناشی از زلزله را تحمل می‌کنند به صورتی در نظر گرفته شوند، که انتقال نیروها به سمت شالوده به طور مستقیم انجام شود و عناصری که با هم کار می‌کنند در یک صفحه قائم قرار داشته باشند.

۶-۱۱-۳-۳-۳ عناصر مقاوم در برابر نیروهای افقی ناشی از زلزله به صورتی در نظر گرفته شوند که پیش‌ش ناشی از این نیروها در طبقات به حداقل برسد. برای این منظور مناسب است فاصله مرکز جرم و مرکز سختی در طبقه در هر امتداد، کمتر از  $5$  درصد بُعد ساختمان در آن امتداد گردد.



۶-۱۱-۳-۴ در ساختمان‌هایی که در آن‌ها از سیستم قاب خمشی برای تحمل نیروهای ناشی از زلزله استفاده می‌شود، طراحی به نحوی صورت گیرد که ستون‌ها دیرتر از تیرها دچار خرابی شوند.

۶-۱۱-۳-۵ اجزای غیر سازه‌ای، مانند دیوارهای داخلی و نماها طوری طراحی و اجرا شوند که مزاحمتی برای حرکت اعضای سازه‌ای در زمان وقوع زلزله ایجاد نکنند. در غیر این صورت، اثر اندرکنش این اجزا با سیستم سازه باید در تحلیل سازه در نظر گرفته شود.

۶-۱۱-۳-۶ از ایجاد ستون‌های کوتاه، به خصوص در نورگیرهای زیرزمین‌ها خودداری شود.

#### ۶-۱۱-۴ الزامات ژئوتکنیکی

برای طراحی سازه و پی آن در برابر زلزله شناخت کافی از شرایط زیر سطحی و خصوصیات لایه‌های زمین ضروری است. این شناخت باید از طریق روش‌های مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ حاصل شود. همچنین ناپایداری‌های ناشی از زلزله شامل روانگرایی، گسترش جانبی، زمین لغزش، فرونشست و گسلش ممکن است رفتار لرزه‌ای ساختمان را به مخاطره بیندازد. برای مقابله با این مخاطرات ضوابط مقرر در آن استاندارد باید رعایت گردد.

#### ۶-۱۱-۴-۱ ملاحظات طراحی و ساخت ساختمان در پهنه‌های گسلی

۶-۱۱-۴-۱-۱ جابجایی ناشی از گسلش در سطح زمین می‌تواند موجب آسیب به سازه‌ها گردد. در پهنه‌های گسلی به ویژه گسل‌های اصلی، اجتناب از ساخت ساختمان به ویژه ساختمان‌های با گروه خطرپذیری یک اکیداً توصیه می‌شود.

۶-۱۱-۴-۱-۲ اکیداً توصیه می‌شود پی مورد استفاده از نوع گسترده (بدون استفاده از شمع) با ضخامت کافی (صلب) بوده و در یک تراز اجرا شود.

۶-۱۱-۴-۱-۳ اتصالات شریان‌های حیاتی شهری به ویژه برق و گاز به ساختمان باید در مقابل نیروها و تغییر مکان‌های ناشی از گسلش طراحی شوند.

۶-۱۱-۴-۱-۴ جدا کردن وجوه جانبی ساختمان از خاک اطراف در بخش‌های واقع در زیرزمین در کلیه پهنه‌های گسلی توصیه می‌شود، منوط به آن که مشکلی برای پایداری کلی ساختمان به وجود نیاید.

۶-۱۱-۴-۵ طراحی، اجرا و نظارت و کنترل‌های مربوطه برای ساختمان‌های واقع در پهنه‌های گسلی باید با دقت مضاعف انجام شود. از جمله اقدامات ضروری در این ساختمان‌ها عبارت است از:

- کنترل مضاعف نقشه‌ها و محاسبات،

- تهیه مشخصات فنی و خصوصی و دستورالعمل‌های اجرایی به منظور اجرای دقیق آن‌ها،

#### ۶-۱۱-۵ طبقه بندی نوع زمین

زمین ساختمانی از نظر جنس و ویژگی‌های ژئوتکنیکی به ۴ نوع تقسیم می‌شوند. تعاریف انواع زمین و چگونگی تعیین آن در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

#### ۶-۱۱-۶ لرزه خیزی مناطق

با توجه به سوابق لرزه خیزی مناطق مختلف کشور، این مناطق به ۴ پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم تقسیم می‌شوند. این مناطق در جدول و نقشه موجود در استاندارد ۲۸۰۰ مشخص شده اند.

#### ۶-۱۱-۷ حرکت زمین

ویژگی‌های حرکت زمین که در تحلیل و طراحی سازه در برابر زلزله مورد استفاده قرار می‌گیرد از طریق طیف طرح یا تاریخچه زمانی شتاب توصیف می‌شود. تاریخچه زمانی شتاب مورد استفاده در طراحی باید بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ انتخاب و مقیاس شده باشد. طیف طرح ممکن است طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ یا طیف ویژه ساختمانی باشد. در مواردی که طیف ویژه ساختمانی برای طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد این طیف باید بر اساس ضوابط آن استاندارد تهیه شده باشد. ضمناً بر اساس آن ضوابط برای پاره ای از ساختمانها و ساختمانها تهیه طیف ویژه ساختمانی الزامی است.

#### ۶-۱۱-۸ گروه بندی ساختمان برحسب اهمیت

گروه بندی ساختمان برحسب اهمیت در استاندارد ۲۸۰۰ مطابق گروه بندی خطرپذیری فصل یک این مبحث می‌باشد. ضریب اهمیت بار زلزله  $I_e$  در این مبحث، همان ضریب اهمیت I در استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

#### ۶-۱۱-۹ گروه بندی ساختمان برحسب نظم سازه ای

ساختمان‌هایی که به لحاظ سازه‌ای منظم نباشند رفتار لرزه ای نامناسب تری دارند و لازم است در طراحی آنها تمهیدات ویژه ای رعایت شود. نامنظمی سازه ممکن است در پلان و یا در ارتفاع سازه حادث شود. موارد بروز این نامنظمی ها در ساختمان و تمهیدانی که در این موارد باید رعایت شود در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

#### ۶-۱۱-۹-۱ محدودیت در احداث ساختمانهای نامنظم

احداث ساختمانهای دارای برخی از انواع نامنظمی در برخی از مناطق لرزه خیز یا برخی از انواع زمین مجاز نمی‌باشد. این موارد در استاندارد ۲۸۰۰ بیان شده و رعایت آنها الزامی است.

## ۶-۱۱-۱۰ گروه بندی ساختمان برحسب سیستم سازه‌ای

۶-۱۱-۱۰-۱ ساختمان‌ها برحسب سیستم سازه‌ای در یکی از گروه‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- سیستم دیوارهای باربر
- سیستم قاب ساختمانی
- سیستم قاب خمشی
- سیستم دوگانه یا ترکیبی
- سیستم ستون کنسولی

در هر یک از این سیستم‌های سازه‌ای، استفاده از سیستم‌های خاصی برای مقاومت در برابر نیروهای جانبی مجاز است. تعاریف و انواع این سیستم‌ها برای طراحی ساختمانهای موضوع این مقررات و حداکثر ارتفاع مجاز آنها در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

## ۶-۱۱-۱۰-۲ سایر سیستم‌های سازه‌ای

استفاده از سیستم سازه‌ای، غیر از آنچه در جداول استاندارد ۲۸۰۰ آمده، در صورتی مجاز است که ویژگی‌ها و ضوابط طراحی آن در برابر زلزله در یکی از مباحث مقررات ملی ساختمان ارائه شده باشد یا این ویژگی‌ها در یکی از آیین‌نامه‌های معتبر جهانی ارائه شده و استفاده از آن به تایید کمیته اجرایی استاندارد ۲۸۰۰ رسیده باشد.

## ۶-۱۱-۱۱ زلزله‌های مبنای طراحی

کلیه ساختمان‌ها و اجزای آنها باید برای زلزله طرح طراحی و ساخته شوند. زلزله طرح، زلزله‌ای است که احتمال فراگذشت از آن در دوره ۵۰ سال ده درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله ۴۷۵ سال است. مشخصات این زلزله برای مناطق مختلف کشور بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ تعیین می‌شود.

علاوه بر زلزله طرح با توجه به بند ۶-۱۱-۱۴، لازم است سازه برخی ساختمانها برای زلزله سطح بهره‌برداری نیز کنترل شود. زلزله سطح بهره‌برداری زلزله‌ای است که احتمال فراگذشت از آن در ۵۰ سال ۹۹/۵ درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله حدود ۱۰ سال است. در صورت نیاز به تغییر مشخصات سازه برای اقلان ضوابط زلزله بهره‌برداری، لازم است ضوابط شکل-پذیری مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ برای زلزله طرح کماکان رعایت گردد.

## ۶-۱۱-۱۲ طراحی سازه ساختمان برای زلزله طرح

سازه ساختمانها باید برای اثرات زلزله طرح بر طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ تحلیل و طراحی شود.

## ۶-۱۱-۱۲-۱ محاسبه بارهای ناشی از زلزله طرح

اثر زلزله بر سازه ساختمان را می‌توان به روشهای خطی یا غیرخطی تحلیل نمود. روشهای خطی شامل "تحلیل استاتیکی معادل"، "تحلیل دینامیکی طیفی" و "تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی" است. روشهای تحلیل دینامیکی خطی طیفی و تاریخچه زمانی را می‌توان در کلیه ساختمانها به کار برد ولی استفاده از روش استاتیکی معادل دارای محدودیتهایی است که در استاندارد ۲۸۰۰ ذکر شده است.

بارهای ناشی از زلزله طرح، که با استفاده از روشهای خطی تحلیل و ضریب رفتار  $R_H$  در حد مقاومت سازه بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می شوند، در این مبحث  $E$  نامیده می شود. برای ترکیب اثرات این بار با سایر بارها، مفاد بندهای ۶-۲-۳-۲ و ۶-۳-۲-۳ باید رعایت شود.

( تذکر- در بند ۳-۳-۱-۱ ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ ذکر شده است که برای تعیین نیروهای ناشی از زلزله در حد تنش مجاز، مقدار آن باید بر ضریب ۱/۴ تقسیم شود. از آنجا که این موضوع در بند ۶-۳-۲-۳ این مبحث با اعمال ضریب ۰/۷ در بار  $E$  مد نظر قرار گرفته است، تقسیم مجدد این بار بر ۱/۴ مجاز نمی باشد.)

چنانچه برای محاسبه بارهای ناشی از زلزله طرح، از روشهای استاتیکی یا دینامیکی غیر خطی استفاده شود، رعایت کلیه ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ در خصوص روش مدل سازی، ترکیب بارها، مشخصات غیر خطی اعضا، معیارهای پذیرش و کنترل مقاومت و تغییر شکل اعضا و در صورت لزوم تأیید طراحی سازه توسط شخص حقیقی یا حقوقی مستقل با صلاحیت، الزامی است.

#### ۶-۱۱-۱۲-۲ ترکیب بارهای شامل اثرهای بارهای زلزله طرح

به طور کلی نیروهای زلزله طرح،  $E$ ، شامل دو دسته نیروهای جانبی،  $E_H$ ، که ناشی از اثر مولفه های افقی شتاب زلزله در ساختمان است، و نیروی قائم،  $E_V$ ، که ناشی از اثر مولفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است، می شوند. مقادیر این نیروها بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می شود.

نیروهای جانبی ناشی از اثر مولفه های افقی زلزله طرح،  $E_H$ ، در طراحی همه ساختمانها باید در نظر گرفته شود. ولی در نظر گرفتن نیروی ناشی از اثر مولفه قائم زلزله طرح،  $E_V$ ، در طراحی ساختمانها در برخی از پهنه های لرزه خیز و نیز پاره ای از عناصر سازه ای الزامی است. مواردی که لازم است این اثرات در نظر گرفته شود، در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است. در سازه هایی، که در نظر گرفتن نیروی ناشی از اثر مولفه قائم الزامی است، بارهای ناشی از زلزله طرح،  $E$ ، در ترکیب بارهای شماره ۵ بخش ۶-۳-۲ و شماره های ۷ و ۸ بخش ۶-۳-۲ برابر است با:

$$(۶-۱۱-۱)$$

$$E = E_H + E_V$$

ضمناً در این سازه ها،  $E$ ، در ترکیب بارهای شماره ۷ بخش ۶-۳-۲ و شماره ۱۰ بخش ۶-۳-۲ برابر است با:

$$(۶-۱۱-۲)$$

$$E = E_H - E_V$$

#### ۶-۱۱-۱۲-۳ ترکیب بارهای شامل اثرهای بارهای زلزله طرح و ضریب اضافه مقاومت

در مواردی که براساس دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های طراحی، استفاده از نیروی تشدید یافته ناشی از زلزله طرح برای طراحی برخی از اعضای سازه ضروری است، نیروهای جانبی ناشی از اثرات مولفه های افقی زلزله طرح،  $E_H$ ، باید در ضریب اضافه مقاومت،  $\Omega_0$ ، ضرب شود، ولی نیازی به در نظر گرفتن ضریب اضافه مقاومت در نیروی قائم،  $E_V$ ، نمی باشد.

بنابر این در این حالات بارهای ناشی زلزله طرح،  $E$ ، در ترکیب بارهای شماره ۵ بخش ۶-۳-۲ و شماره های ۷ و ۸ بخش ۶-۳-۲ برابر است با:

$$(۶-۱۱-۳)$$

$$E = \Omega_0 E_H + E_V$$

ضمناً در این حالات،  $E$ ، در ترکیب بارهای شماره ۷ بخش ۶-۳-۲ و شماره ۱۰ بخش ۶-۳-۲ برابر است با:

$$(۶-۱۱-۴)$$

$$E = \Omega_0 E_h - E_v$$

ضریب اضافه مقاومت برای انواع سیستمهای سازه ای در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است. مقدار نیروی تشدید یافته در هر عضو لازم نیست از نیروئی که براساس تحلیل مکانیزم خمیری و یا تحلیل غیرخطی با استفاده از مقادیر مورد انتظار مشخصات مصالح امکان ایجاد در عضو را دارد، بیشتر در نظر گرفته شود.

#### ۶-۱۱-۱۲-۴ طراحی پی

طراحی پی ساختمان و شالوده باید بر اساس ترکیب بارهای طراحی فصل دو و توضیحات بندهای ۶-۱۱-۱۲ و ۱۲-۱۱-۱۲-۳، و رعایت ضوابط مباحث هفتم و نهم مقررات ملی ساختمان انجام شود. برای طراحی پی در روابط ۶-۱۱-۲ و ۶-۱۱-۴ می توان  $E_v$  را برابر صفر در نظر گرفت. اثرات اندر کنش خاک و سازه را می توان بر طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ در تحلیل و طراحی در نظر گرفت. ضمناً لازم است ضوابط این استاندارد در خصوص کنترل واژگونی ساختمان در برابر اثرات زلزله رعایت گردد.

#### ۶-۱۱-۱۲-۵ تغییر مکان جانبی

تغییر مکان جانبی سازه تحت اثر زلزله طرح باید با در نظر گرفتن اثر تغییر شکل های غیر ارتجاعی و اثر  $P-\Delta$  محاسبه شود. ضوابط مربوط به نحوه انجام این محاسبه و مقادیر قابل قبول آن در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

#### ۶-۱۱-۱۲-۶ روش ساده شده تحلیل

تحلیل و طراحی سازه برخی از ساختمانهای سه طبقه و کوتاهتر برای اثرات زلزله طرح را می توان با استفاده از روش ساده شده انجام داد. محدودیتهای این روش، نحوه محاسبه نیروها و کنترل سازه ساختمان در این حالت در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

#### ۶-۱۱-۱۳ طراحی اجزای غیر سازه ای ساختمان برای زلزله طرح

در ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد و زیاد و نیز ساختمانهای با اهمیت متوسط دارای تعداد طبقات هشت و بیشتر، اجزای غیر سازه ای باید برای اثرات زلزله طرح بر طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ تحلیل و طراحی شود. این اجزا شامل اجزای معماری، تاسیسات برقی و مکانیکی و نگهدارنده ها و ادوات اتصال آنها می باشد.

#### ۶-۱۱-۱۴ کنترل سازه ساختمان برای زلزله سطح بهره برداری

تلاشهای داخلی ایجاد شده در اعضا و تغییر مکان نسبی مکان جانبی سازه تمام ساختمانهای با گروه خطرپذیری یک و دو، و تمام ساختمانهای بلندتر از ۵۰ متر یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید علاوه بر زلزله طرح برای زلزله سطح بهره برداری نیز، طبق استاندارد ۲۸۰۰، کنترل شوند. اثرات زلزله سطح بهره برداری در این مبحث  $E_{ser}$  نامیده می شود. برای انجام این کنترلها،  $E_{ser}$  باید با سایر بارهای وارد بر ساختمان در ترکیب باری، که در بند ۶-۲-۵-۲ ارائه شده است، در نظر گرفته شود.

تلاشهای داخلی ایجاد شده در اعضای سازه تحت اثر ترکیب بار فوق الذکر، نباید باعث ایجاد تغییر شکلهای غیر ارتجاعی گردند. برای این منظور بسته به روش طراحی، ضوابط مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ در این خصوص باید رعایت گردد.

تغییر مکان نسبی جانبی سازه تحت اثر ترکیب بار فوق الذکر، در هر طبقه نیز باید بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ کنترل شود.

در هر حال در طراحی نهایی اعضای سازه، باید ضوابط مربوط به شکل‌پذیری بر اساس زلزله طرح رعایت گردد.

پیش نویس اولیه  
(فقدن فایده استناد)

پیوست شماره ۶-۱

پیش نویس اولیه  
(فقدن قابل استناد)

طراحی ساختمانها به روش عملکردی

## پ-۶-۱-۱- کلیات

به منظور ایجاد امکانی برای طراحان در استفاده از آخرین دستاوردهای علمی و روشهای پیشرفته تحلیل سازه ها، در این مبحث روش عملکردی در تحلیل و طراحی در شرایطی خاص مجاز شمرده شده است. در صورت استفاده از این روش، باید به وسیله تحلیل و یا ترکیبی از تحلیل و آزمایش نشان داده شود که برای عدم خرابی اعضاء سازه‌ای و غیر سازه‌ای و اتصالات آنها، اطمینانی حداقل برابر با آنچه در این پیوست به عنوان مقادیر هدف ذکر شده، تامین شده است. در این تحلیلها، ملاحظات مربوط به عدم قطعیت‌های بارگذاری و مقاومت باید در نظر گرفته شود.

در جدول پ-۶-۱-۱ اهداف عملکردی برای جلوگیری از خرابی اجزای سازه ای در ساختمانهای گروههای مختلف خطر پذیری تحت اثر بارهای مرده، زنده و محیطی، به استثنای زلزله و حوادث غیرعادی، در قالب احتمال خرابی سالیانه قابل قبول ارائه شده است. در جدول پ-۶-۱-۲ اهداف عملکردی تحت اثر زلزله ارائه شده است. در این جدول احتمال خرابی قابل قبول کل سازه و اعضای غیر بحرانی آن در صورت وقوع بیشینه حرکات زمین که در این مبحث در نظر گرفته شده، MCE، بیان شده است. در این مبحث MCE، حرکات زمین متناظر با زلزله‌ای که احتمال فراگذشت از آن در دوره ۵۰ سال دو درصد باشد، در نظر گرفته می شود. دوره باز گشت این زلزله ۲۴۷۵ سال است.

لازم به ذکر است که ضوابط مقررات ملی ساختمان صرفاً برای تامین ایمنی در برابر فرو ریزش سازه ها تحت حالات حدی بارگذاری تدوین نشده و حفظ عملکرد سازه و اجزای غیر سازه ای در برابر شرایط بارگذاری که احتمال وقوع سالیانه بیشتری دارند، نیز باید مطابق مفاد بند ۶-۲-۵ این مبحث مورد توجه قرار گیرد.

جدول پ-۶-۱-۱- احتمال خرابی سالیانه قابل قبول برای ترکیب بارهای فاقد بار زلزله و حوادث غیر عادی

گروه خطر پذیری				نوع خرابی
۴	۳	۲	۱	
$1.25E10^{-4}$	$3.0E10^{-5}$	$1.25E10^{-5}$	$5.0E10^{-6}$	خرابی که ناگهانی نیست و منجر به پیشرفت وسیع آسیب نمی شود
$3.0E10^{-5}$	$5.0E10^{-6}$	$2.0E10^{-6}$	$7.0E10^{-7}$	خرابی که ناگهانی است یا منجر به پیشرفت وسیع آسیب می شود
$5.0E10^{-6}$	$7.0E10^{-7}$	$2.5E10^{-7}$	$1.0E10^{-7}$	خرابی که ناگهانی است و منجر به پیشرفت وسیع آسیب می شود



جدول پ-۶-۱-۲ احتمال خرابی قابل قبول برای ترکیب بارهای دارای بار زلزله در صورت وقوع MCE

گروه خطر پذیری				نوع خرابی
۴	۳	۲	۱	
٪۱۰	٪۱۰	٪۵	٪۲/۵	فروریزش کل یا بخشی از ساختمان
٪۲۵	٪۲۵	٪۱۵	٪۹	خرابی اعضای غیر بحرانی

پ-۶-۱-۲ تحلیل

تحلیل سازه باید بر اساس روش‌های منطقی، که مبتنی بر قوانین پذیرفته شده مکانیک مهندسی می‌باشند، انجام شود و تمام منابع مهم تغییرشکل و مقاومت در آن در نظر گرفته شود. فرضیات مربوط به سختی، مقاومت، میرایی و سایر مشخصات اعضا و اتصالات سازه‌ای که در تحلیل سازه در نظر گرفته می‌شوند، باید بر اساس اطلاعات آزمایشگاهی قابل قبول یا مراجع معتبر لحاظ گردند.

پ-۶-۱-۳ آزمایش

آزمایش‌های مورد استفاده برای اثبات ظرفیت عملکردی اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای و اتصالات مربوطه تحت بارگذاری مورد نظر، باید به نحوی باشد که به درستی نمایانگر مصالح، هندسه، شرایط ساخت، شدت بارگذاری و شرایط مرزی پیش‌بینی شده برای سازه باشد. در صورتی که یک استاندارد یا رویه آزمایشگاهی قابل قبول برای آزمایش روی اعضای سازه‌ای مشابه وجود داشته باشد، آزمایش و محاسبات مربوط به مقادیر طراحی باید مطابق با آن استاندارد یا رویه انجام شود. در صورتی که چنین استاندارد یا رویه‌ای موجود نباشد، نمونه‌ها باید در مقیاسی مشابه با کاربرد واقعی ساخته شود، مگر این‌که به نحوی نشان داده شود که اثرات مقیاس کردن بر روی عملکرد موردنظر تاثیر چندانی ندارد. ارزیابی نتایج آزمایش باید براساس نتایج به دست آمده از حداقل سه آزمایش انجام شود و انحراف نتایج به دست آمده از هر آزمایش بیش از ٪۱۵ نسبت به مقدار میانگین نتایج تمام آزمایش‌ها نباشد. در صورتی که انحراف بیش از ٪۱۵ نسبت به میانگین در نتایج هر یک از آزمایش‌ها مشاهده شود، لازم است آزمایش‌های اضافی انجام شود تا زمانی که انحراف از نتایج هیچ یک از آزمایش‌ها بیش از ٪۱۵ نگردد، یا این‌که حداقل ۶ آزمایش انجام شده باشد. هیچ یک از نتایج آزمایش‌ها نباید بدون ارائه دلیل منطقی حذف گردد. گزارش آزمایش‌ها باید شامل محل، زمان و تاریخ آزمایش باشد، مشخصات نمونه آزمایشگاهی، تجهیزات آزمایشگاهی، شرایط هندسی آزمایش، تاریخچه بارگذاری و تغییرشکل‌های به دست آمده تحت بارگذاری و همچنین هرگونه آسیب مشاهده شده در نمونه در طی آزمایش به همراه مقدار بار و تغییرشکلی که متناظر با این آسیب بوده است باید ثبت گردد.

پ-۶-۱-۴ تهیه مدارک

روش‌های مورد استفاده برای طراحی و نتایج حاصل از تحلیل و آزمایش‌ها باید طی یک یا چند گزارش آماده شده و برای تصویب به مرجع ذیصلاح ارسال گردد. تصویب گزارش‌ها صرفاً پس از دریافت گزارش مکتوب داوری مستقل (موضوع بند پ-۶-۱-۵) صورت خواهد پذیرفت.

پ-۶-۱-۵ داوری مستقل

روش‌های مورد استفاده برای طراحی و نتایج حاصل از تحلیل و آزمایش‌ها باید توسط یک کمیته مستقل، داوری و مورد تایید قرار گیرد. این کمیته باید دارای حداقل ۳ عضو باشد. اعضای این کمیته باید توسط مرجع ذیصلاح تعیین شده و دارای تخصص و تجربه کافی برای مرور مدارک و ارزیابی تطابق آنها با ضوابط این مقررات باشند. این ارزیابی باید شامل تمامی فرضیات،

معیارها، رویه ها، محاسبات، مدل‌های تحلیل، آزمایشها و نتایج آنها، نقشه ها و گزارشها باشد. کمیته داوری باید در پایان کار خود نتیجه بررسی ها را به صورت مکتوب به مرجع ذیصلاح ارسال نماید.

پیش نویس اولیه  
(فیدبک قابل استفاده)

## پیوست شماره ۶-۲

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

پیش نویس اولیه  
(فید قابل استناد)

جدول شماره پ ۶-۲-۱ جرم مخصوص مواد

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

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

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

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

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

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

جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)	شرح
۷۳۰	گیلاس جنگلی
۴۳۰	لرگ
۶۴۰	کرات - لیلکی
۶۳۰	ملج
۷۰۰	مرس - ممرز
۵۳۰	نمدار
۶۰۰	کاج
۶۰۰	صنوبر
۵۰۰	شربین - کاج سیاه
	<b>۵- سنگ های طبیعی</b>
۲۸۰۰	گرانیت
۳۰۰۰	دیوریت - گابرو
۳۰۰۰	بازالت - ملافیر
۲۰۰۰	کفسنگ (توف)
۲۸۰۰	سنگهای اذرین ماگماتیک
۲۸۰۰	سنگهای آتشفشانی
۱۶۰۰	توفهای آتشفشانی
۲۵۰۰	تراورتن
۲۸۰۰	گنایس
۲۸۰۰	شپست
۲۷۰۰	ماسه سنگ
۲۳۰۰	مارل
۲۰۰۰	سنگ آهک متخلخل
۲۴۰۰	سنگ آهک آبی
۲۷۰۰	سنگ آهک سخت
۲۸۰۰	دولومیت

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

۲۷۰۰	سنگ مرمر
۲۶۰۰	تخته سنگ های رسی

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

دفتر فابریک استناد



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

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

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

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

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

جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب)	شرح
	<b>۵- بنائی با سنگ های طبیعی و ملات ماسه سیمان</b>
۲۸۰۰	گرانیت، پورفیت
۲۶۰۰	لاشه آذرین (تراشیت)
۲۳۰۰	ماسه سنگ، لایه سنگ
۲۷۰۰	سنگ آهکی فشرده، دولومیت، مرمر، گل سنگ آهکی (شیل)
۲۴۰۰	تراورتن
۲۸۰۰	اسلیت، تخته سنگ
۲۵۰۰	سنگ چینی با سنگ های لاشه آهکی توپر
۲۰۰۰	سنگ چینی با سنگ توف
	<b>۶- بنائی با آجر و بلوک *</b>
۱۸۵۰	آجر کاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان
۱۸۰۰	آجر کاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک
۱۷۵۰	آجر کاری با آجر فشاری و ملات گچ و خاک (طاق ضربی)
۲۱۰۰	آجر کاری با آجر سفال و ملات ماسه سیمان (سوراخها با ملات پر شود)
۲۰۰۰	آجر کاری با آجر سفال و ملات ماسه آهک (سوراخها با ملات پر شود)
۸۵۰	آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان
۲۰۰۰	آجر کاری با آجر نسوز و ملات نسوز
۱۹۰۰	آجر کاری با آجر ضد اسید و ملات قیری

\* در محاسبه وزن دیوار با مصالح بنایی می توان ۷۰ درصد وزن هر متر مکعب دیوار را مصالح آجری یا بلوکی و ۳۰ درصد بقیه را ملات به حساب آورد.

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

جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب)	شرح
	<b>۷- پوششها و مواد متفرقه ساختمانی</b>
۲۲۰۰	آسفالت
۱۲۰۰	قیر
۲۰۰۰	تخته های سقف پوش آزبستی (آردواز)
۱۶۰۰	ورقهای موجدار آزبست
۱۸۰۰	لوله های سیمان آزبست
۲۲۵۰	موزائیک سیمانی
۲۴۰۰	سنگ موزائیک
۱۳۵۰	آجر فرش با آجر سوراخدار
۱۶۰۰	آجر فرش با آجر توپر
۱۱۵۰	رزین اپوکسی بدون فیلر (افزودنی)
۲۰۰۰	رزین با مواد معدنی
۱۸۰۰	رزین با فایبر گلاس
۱۸۰۰	کف پوش لاستیکی
۱۴۰۰	ورق پی وی سی
۱۷۰۰	کف پوش پی وی سی
۸۵۰	صفحات گچ و پرلیت جهت سقف کاذب
۲۵۰۰	شیشه جام
۳۰۰۰	شیشه مسلح
۱۷۰۰	کاشی سرامیکی دیواری
۲۱۰۰	کاشی سرامیکی کفی

ادامه جدول شمار پ ۶-۲-۲ جرم واحد سطح اجزای ساختمان

جرم واحد سطح (کیلوگرم بر متر مربع)	شرح
	<b>۸- پوششهای سقف</b>
۷۰	پوشش شیروانی ها با سفال
۱۰	گونی قیراندود یک لا
۱۵	گونی قیراندود دو لا
۷۵	سقف کاذب با اندود سیمانی
۵۰	سقف کاذب با اندود گچی

پیش نویس اولیه  
 (فید بک قابل استفاده)

پیوست شماره ۳-۶

بار زنده کف انبارهای اجناس

پایین نویسی اولیه  
(فید فایبل استناد)

جدول پ-۶-۳- بار زنده کف انبارهای اجناس

بار زنده معادل پیشنهادی کیلونیوتن بر متر مربع	سربار در هر مترمربع کف کیلونیوتن بر متر مربع	ارتفاع انبار کردن اجناس متر	وزن به ازای فضای اشغالی کیلونیوتن بر مترمکعب	مصالح
۱۵ تا ۳۰	۱۴,۵۸	۱,۸۰	۸,۱	<b>۱- مصالح ساختمانی</b>
	۱۳,۱۴	۱,۸۰	۷,۳	آزبست
	۲۱,۶۰	۱,۸۰	۱۲	آجر ساختمانی
	۲۸,۸۰	۱,۸۰	۱۶	آجر نسوز
	۱۴,۵۸	۱,۸۰	۸,۱	سیمان پرتلند
	۱۵,۴۸	۱,۸۰	۸,۶	گچ
	۱۴,۵۸	۱,۸۰	۸,۱	آهک
	۱۳,۱۴	۱,۸۰	۷,۳	کاشی چوب
۱۰ تا ۲۰	۹,۷۲	۱,۸۰	۵,۴	<b>۲- مواد شیمیایی</b>
	۵,۵	۱,۱۰	۵,۰	زاج سفید در بشکه
	۱۰,۹۵	۱,۵۰	۷,۳	پودر لیامشویی در چلیکهای بزرگ
	۱۵,۱۲	۱,۸۰	۸,۴	کات کبود در بشکه
	۱۰,۴۴	۱,۸۰	۵,۸	گلیسیرین (جعبه بندی شده)
	۸,۷۶	۱,۲۰	۷,۳	روغن دانه در بشکه
	۱۱,۱۶	۱,۸۰	۶,۲	روغن دانه در چلیک های آهنی
	۱۴,۵۸	۱,۸۰	۸,۱	لاک- صمغ- چسب
	۸,۵	۰,۸۵	۱۰	صابون
	۱۴,۲	۱,۰۰	۱۴,۲	گردسود در چلیکهای بزرگ
	۱۵,۴۸	۱,۸۰	۸,۶	سود سوز آور در چلیکهای آهنی
	۴,۹	۰,۵۰	۹,۸	سیلیکات سدیم در بشکه
	۱۰,۲۶	۱,۸۰	۵,۷	اسید سولفوریک
	۱۶,۲	۱,۸۰	۹	وسایل توالت
۱۹,۶	۱,۴۰	۱۴	روغن جلای ورنی و نظایر آن	
۲۳,۶۵	۱,۱۰	۲۱,۵	سفید آب سرب خشک سرنج و مردار سنگ خشک	
۱۲,۶	۱۲,۶	۱,۸۰	۷	<b>۳- الیاف و منسوجات (بسته بندی شده)</b>
	۸,۸۲	۱,۸۰	۴,۹	گونی و چتائی- عدلی
	۱۲,۹۶	۲,۴۰	۵,۴	قالی و فرش ماشینی
	۱۱,۷۶	۲,۴۰	۴,۹	الیاف تابیده و نظایر آن- عدلی
	۴,۸	۲,۴۰	۲	پنبه- عدلی فلافل پنبه‌ای بسته بندی شده

ادامه جدول پ-۶-۳-بار زنده کف انبارهای اجناس

بار زنده معادل پیشنهادی کیلونیوتن بر مترمربع	سربار در هر مترمربع کف کیلونیوتن بر مترمربع	ارتفاع انبار کردن اجناس متر	وزن به ازای فضای اشغالی کیلونیوتن بر مترمکعب	مصالح
۱۰ تا ۱۵	۱۰٫۸	۲٫۴۰	۴٫۵	اجناس پنبه‌ای شسته شده
	۹٫۱۲	۲٫۴۰	۳٫۸	پارچه‌ها و ملحفه‌های پنبه‌ای
	۹٫۶	۲٫۴۰	۴	الیاف و پنبه و نخ پنبه
	۷٫۴۴	۲٫۴۰	۳٫۱	پوشال بخاری متراکم
	۱۵٫۸۴	۲٫۴۰	۶٫۶	کف-کتان هندی و نظایر آن (متراکم)
	۱۱٫۷۶	۲٫۴۰	۴٫۹	پارچه‌های کتان و جامه و غیره
	۱۱٫۷	۱٫۸۰	۶٫۵	حوله و نظایر آن
	۱۲٫۵۲	۲٫۴۰	۷٫۳	ابریشم و منسوجات ابریشمی
	-	-	۷٫۸	پشم عدلی متراکم
	۵٫۰۴	۲٫۴۰	۲٫۱	پشم عدلی غیر متراکم
۱۰٫۳۲	۲٫۴۰	۴٫۳	پشم بافته شده	
۱۰ تا ۱۵	۱۵٫۶	۲٫۴۰	۶٫۵	<b>۴- محصولات غذایی (بسته بندی شده)</b> باقلا- لوبیا
	۱۵٫۶	۲٫۴۰	۶٫۵	نوشیدنی‌ها با بطری
	۱۶٫۹۳	۱٫۸۰	۹٫۴	اغذیه کفسرو
	۱۲٫۵۲	۲٫۴۰	۷٫۳	غله- حبوبات
	۱۳٫۶۸	۲٫۴۰	۵٫۷	کاکائو
	۱۲٫۹۶	۲٫۴۰	۵٫۴	قهوه بوداده
	۱۶٫۲	۱٫۸۰	۹	خرما
	۱۸	۱٫۵۰	۱۲	انجیر
	۹٫۷۵	۱٫۵۰	۶٫۵	آرد
	۱۳٫۶۸	۲٫۴۰	۵٫۷	میوه جات تازه
	۱۳٫۱۴	۱٫۸۰	۷٫۳	گوشت و فرآورده‌های گوشتی
	۱۴٫۵۸	۱٫۸۰	۸٫۱	شیر غلیظ و فشرده
	۱۱٫۷	۱٫۵۰	۷٫۸	ملاس چغندر در بشکه
	۱۶٫۹۲	۱٫۸۰	۹٫۴	برنج
	۱۱٫۲۵	۱٫۵۰	۷٫۵	نمک میوه
	۱۲٫۲۵	۱٫۵۰	۱۱٫۵	نمک
	۱۴٫۸۸	۲٫۴۰	۶٫۲	گرد صابون
	۷٫۲	۱٫۸۰	۴	نشاسته
	۱۰٫۵	۱٫۵۰	۷	شکر
	۱۴٫۹۴	۱٫۸۰	۸٫۳	قند
۹٫۶	۲٫۴۰	۴	چای	



ادامه جدول پ-۶-۳-بار زنده کف انبارهای اجناس

بار زنده معادل پیشنهادی کیلونیوتن بر مترمربع	سربار در هر مترمربع کف کیلونیوتن بر مترمربع	ارتفاع انبار کردن اجناس متر	وزن به ازای فضای اشغالی کیلونیوتن بر مترمکعب	مصالح
				<b>۵- اجناس فلزی (بسته بندی شده)</b>
	۱۵,۶	۲,۴۰	۶,۵	اسباب یدکی ماشین
	۲۹,۱۶	۱,۸۰	۱۶,۲	زنجیر
	۱۵,۷۲	۲,۴۰	۷,۳	کارد و چنگال و غیره
	۱۵,۶	۲,۴۰	۶,۵	وسایل الکتریکی
	۱۸,۹	۱,۸۰	۱۰,۵	لوله و براق آلات
	۹	۱,۸۰	۵	قفل
	۷,۹۲	۲,۴۰	۳,۳	وسایل ماشین آلات سبک
۱۵	۱۱,۷۶	۲,۴۰	۴,۹	وسایل بهداشتی
تا	۱۶,۲	۱,۸۰	۹	لوله و اتصالات بهداشتی
۲۰	۲۹,۷	۱,۸۰	۱۶,۵	پیچ
	۲۷	۰,۶۰	۴,۵	ورق آهنی و حلبی
	۲۱,۶	۱,۸۰	۱۲	ابزار کار فلزی سبک
	۲۱,۵	-	-	سیم و کابل بر روی قرقره
	۱۵	۱,۵۰	۱۰	سیمهای مسی عایق دار
	۲۱,۶	۱,۸۰	۱۲	سیمهای گالوانیزه
				<b>۶- اجناس متفرقه (بسته بندی شده)</b>
	۸,۸۲	۱,۸۰	۴,۹	لاستیک اتومبیل
۱۵	۱۸,۹	۱,۸۰	۱۰,۵	کتاب
تا	-	-	۳,۲	اثاثیه اطلاق
۲۰	۱۵,۶	۲,۴۰	۶,۵	شیشه و چینی آلات
	۷,۶۸	۲,۴۰	۳,۲	پوست و چرم
	۱۵,۶	۲,۴۰	۶,۵	چرم و اجناس چرمی
	۱۰,۲۶	۱,۸۰	۵,۷	کاغذ و روزنامه و مقوا
	۱۷,۴۶	۱,۸۰	۹,۷	کاغذ نوشتنی فرم و نظایر آن
	۹,۳۶	۱,۸۰	۵,۲	طناب حلقه بندی شده
	۱۹,۴۴	۲,۴۰	۸,۱	لاستیک خام
	۱۳,۶۸	۲,۴۰	۵,۷	تنباکو

#### پیوست پ-۶-۴

روش محاسبه تاثیرات دینامیکی نیروی باد و اثرات ثانویه آن در ساختمانها و سازه‌ها

پیش نویس اولیه  
(فیدبک قابل استفاده)

پ- ۶-۴-۱- کلیات- در این پیوست، روش دینامیکی برای تخمین نیروی باد در سازه‌های نرم، اثرات گردباده‌های جانبی<sup>۱</sup> و ارتعاشات موضعی، مقدار نیروی باد روی برخی اجزاء و سازه‌های غیرساختمانی، کنترل تغییرشکل جانبی و ارتعاش ساختمان و مقادیر توصیه شده برای میرایی برخی ساختمانها و عناصر سازه‌ای بیان شده است.

پ- ۶-۴-۲- روش دینامیکی برای تخمین نیروی باد در سازه‌های نرم

در مواردیکه بر اساس مفاد بند ۶-۱۰-۱-۴، ساختمان یا سازه مورد نظر شرایط لازم برای تحلیل استاتیکی را نداشته و استفاده از روش تجربی الزامی نباشد، باید از روابط این بخش برای محاسبه نیروی باد استفاده نمود.

در روش دینامیکی، مقادیر مورد استفاده  $C_e$  و  $C_g$  در روابط ۶-۱۰-۳-الف و ۶-۱۰-۳-ب، از روابط این بخش محاسبه شده و سایر ضرایب ( $C_d$ ،  $C_p$ ،  $C_{pi}$  و  $C_{pe}$ ) همان مقادیر تعریف شده در بخش ۶-۱۰ میباشند.

پ- ۶-۴-۲-۱- ضریب اثر تغییر سرعت

مقدار ضریب  $C_e$  در نواحی باز و پرتراکم از روابط زیر محاسبه میشود.

ناحیه ۱- نواحی باز

$$C_e = \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.28} \quad (پ-۶-۴-۱)$$

حداقل ضریب  $C_e$ ، ۱/۰ و حداکثر آن ۲/۵ میباشد

ناحیه ۲- نواحی پرتراکم

$$C_e = 0.5 \left(\frac{Z}{12.7}\right)^{0.50} \quad (پ-۶-۴-۲)$$

حداقل ضریب  $C_e$ ، ۰/۵ و حداکثر آن ۲/۵ میباشد.

$Z$  یا ارتفاع مبنا در بند ۶-۱۰-۱-۶-۱ تعریف شده است

پ- ۶-۴-۲-۲- ضریب اثر تند باد  $C_g$

ضریب اثر تند باد مطابق با تعریف بند ۶-۱۰-۱-۸، در روش دینامیکی از رابطه پ-۶-۴-۳ محاسبه میشود.

$$C_g = 1 + g_p \left(\frac{\sigma}{\mu}\right) \quad (پ-۶-۴-۳)$$

در این رابطه  $\mu$  متوسط اثر بارگذاری باد،  $\sigma$  انحراف معیار آن و  $g_p$  ضریب بیشینه آماری اثر بارگذاری باد است که با استفاده از روابط و نمودارهای این پیوست محاسبه میشوند.

## 1-vortex

مقدار  $\frac{\sigma}{\mu}$  از رابطه پ-۴-۴-۴ به دست می‌آید:

$$\frac{\sigma}{\mu} = \sqrt{\frac{K}{C_{eH}} \left( B + \frac{SF}{\beta} \right)} \quad (\text{پ-۴-۴-۴})$$

در این رابطه :

**K** : ضریب اصلاح ناهمواری زمین است که در نواحی باز معادل ۰/۰۸ و در نواحی پرتراکم ۰/۱ اختیار می‌شود.

**C<sub>eH</sub>** : ضریب تغییر سرعت در بالاترین نقطه ساختمان ( $Z=H$ ) که از رابطه پ-۴-۴-۱ یا پ-۴-۴-۲ محاسبه می‌شود.

**B** : ضریب آشفته‌گی محیط ساختمان است که از دیاگرام شکل پ-۴-۴-۱ بدست می‌آید.

در این شکل  $H$  ارتفاع کل ساختمان و  $W$  عرض موثر رو به باد ساختمان (رابطه پ-۴-۴-۱) است.

**S** : ضریب کاهش اندازه است که از شکل پ-۴-۴-۲ بدست می‌آید. این ضریب تابعی از نسبت  $\frac{W}{H}$  و فرکانس کاهش

یافته  $\frac{f_n H}{V_H}$  است.

$f_n$  : کوچکترین فرکانس طبیعی ساختمان در امتداد اثر باد و  $V_H$  سرعت باد در بالاترین نقطه ساختمان ( $Z=H$ ) می‌باشد

که از رابطه پ-۴-۴-۵ و با منظور نمودن ضریب اهمیت ساختمان بدست می‌آید.

$$V_H = V \sqrt{C_{eH} \times I_W} \quad (\text{پ-۴-۴-۵})$$

در رابطه پ-۴-۴-۵،  $V$ ، سرعت متوسط ساعتی باد تعریف شده در بند پ-۴-۴-۲، می‌باشد.

**F** : ضریب "نسبت انرژی تند باد" در فرکانس اصلی نوسان سازه است که بر حسب پارامتر  $f_n/V_H$  با استفاده از

نمودار شکل پ-۴-۴-۳ بدست می‌آید.

$\beta$  : نسبت میرایی بحرانی ساختمان یا سازه است که از مجموع میرایی‌های ذاتی سازه، میرایی آبرودینامیک و میرایی

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

مقدار  $\beta$  برای ساختمانها و سازه‌های خاص بوسیله انجام آزمایش به دست می‌آید. در ساختمانها و سازه‌های معمولی،

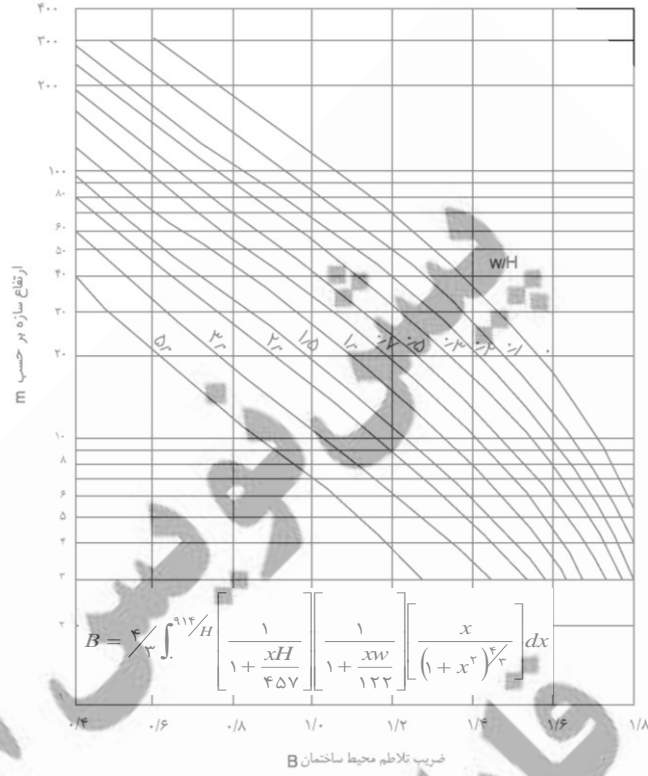
میتوان از مقادیر  $\beta$  در جدول پ-۴-۴-۱ استفاده نمود.

**g<sub>p</sub>** : ضریب بیشینه آماری بار است. این ضریب تابعی از نرخ متوسط نوسان  $\gamma$  (رابطه پ-۴-۴-۶) بوده و از شکل

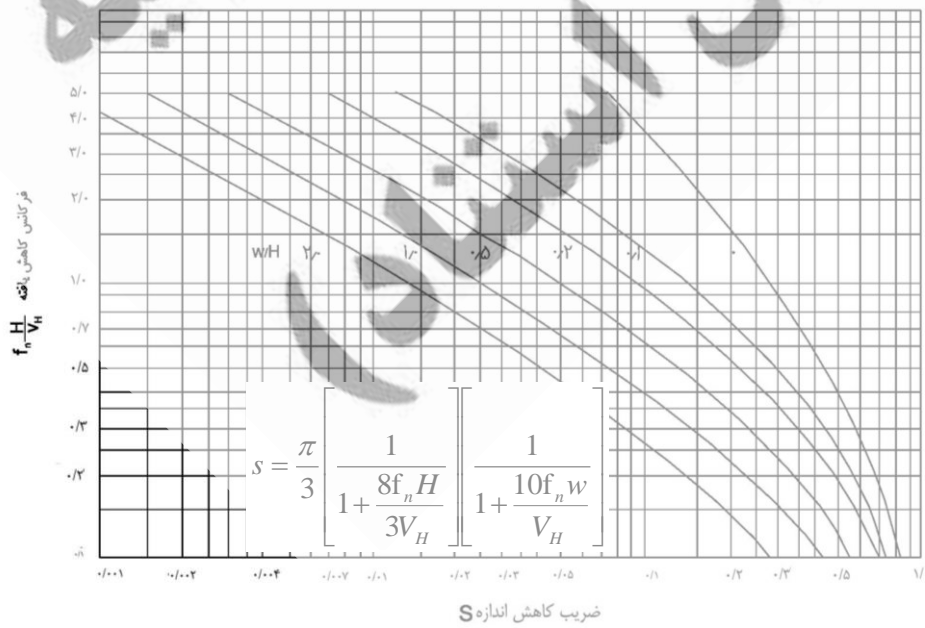
پ-۴-۴-۴ استخراج می‌شود.

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

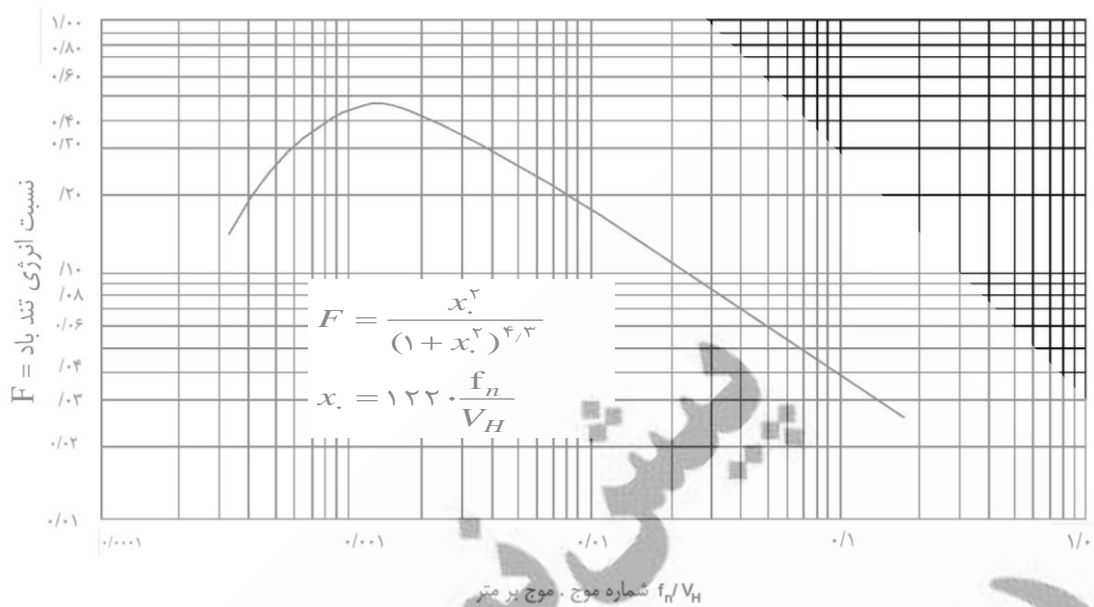
(پ-۶-۴-۶)



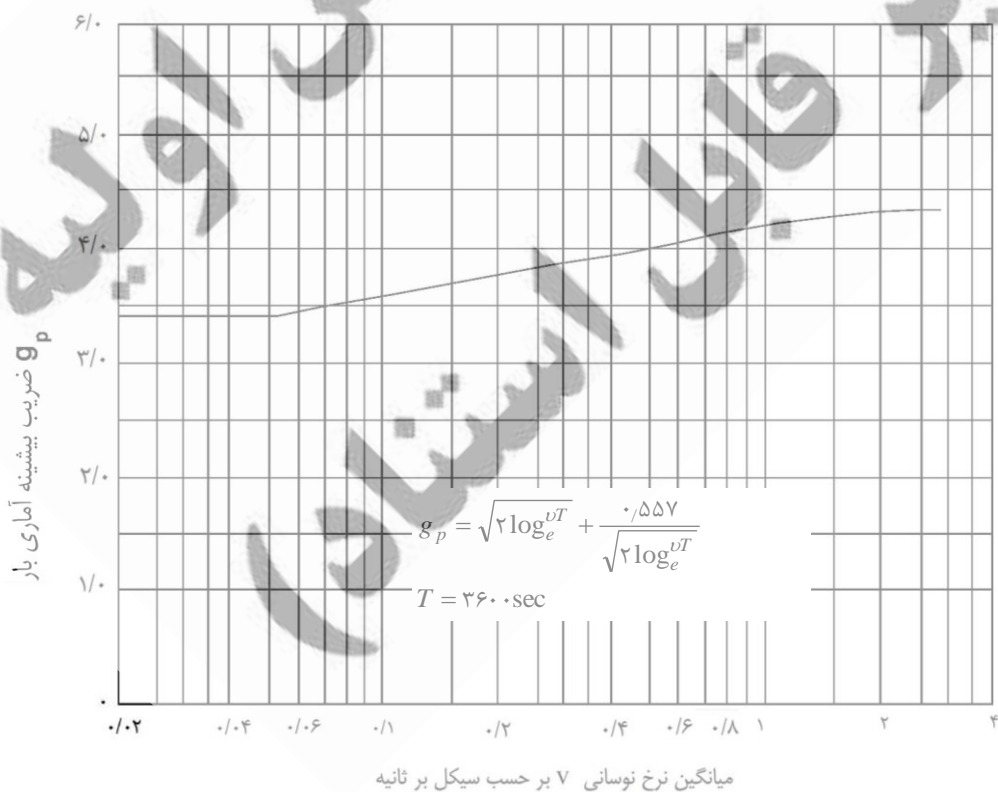
شکل پ-۶-۴-۱ - ضریب آسفتگی محیط ساختمان (B)



شکل پ-۶-۴-۲ - ضریب کاهش اندازه (S)



شکل پ-۶-۴-۳- نسبت انرژی تندی باد (F)



شکل پ-۶-۴-۴- ضریب بیشینه آماری بار

### پ-۶-۴-۳- کنترل تغییر شکل جانبی

به منظور جلوگیری از آسیب دیدن اجزاء غیر سازه‌ای در ساختمانهای بلند، حداکثر تغییر شکل جانبی نسبی ساختمانها در ترکیب بارگذاری ۱ بند ۶-۲-۵-۲، باید به  $0/0020$  ارتفاع هر طبقه محدود شود. در این ترکیب بار،  $W_{ser}$ ، بار باد سطح بهره برداری است که بر مبنای دوره بازگشت ده ساله باد در منطقه محاسبه میشود. برای تعیین این سرعت میتوان از  $0/80$  سرعت مبنای باد ( بند ۶-۱۰-۲) استفاده نمود.

چنانچه اجزاء پوششی یا نما، با تغییر شکل کمتری آسیب ببینند، محدودیت این اجزاء جایگزین عدد فوق خواهد شد.

### پ-۶-۴-۴- کنترل ارتعاش ساختمان

در ساختمانهای بلند و نرم، تحت اثر تغییرات سرعت باد، ارتعاش ساختمان توسط ساکنان آن حس میشود. آستانه این احساس در ساختمانهای مسکونی با ساختمانهای اداری تفاوت دارد.

ارتعاش ساختمان الزاماً در همان جهت تاثیر باد اتفاق نمی‌افتد و ممکن است ساختمان در راستای عمود بر راستای تأثیر باد ارتعاش کند.

برای ساختمانهای با کاربری مسکونی مقدار شتاب قابل حس توسط افراد  $0/005$  شتاب ثقل و در ساختمانهای با کاربری اداری  $0/015$  شتاب ثقل میباشد.

باد مورد نظر در این مطالعات، بارباد سطح بهره برداری ( $W_{ser}$ ) است که بر مبنای دوره بازگشت ده ساله باد در منطقه محاسبه میشود. برای تعیین این سرعت میتوان از  $0/80$  سرعت مبنای باد ( بند ۶-۱۰-۲) استفاده نمود.

چنانچه بین طول و عرض مفید ساختمان رابطه  $\frac{\sqrt{wd}}{H} < 0/333$  برقرار باشد، احتمال ارتعاش جانبی از ارتعاش در جهت باد بیشتر است.

در این رابطه،  $H$  ارتفاع ساختمان (از تراز زمین)،  $d$  طول مؤثر ساختمان (در جهت باد) و  $w$  عرض مؤثر ساختمان (عمود بر جریان باد) است. طول و عرض مؤثر متناسباً از رابطه ۶-۱۰-۱ محاسبه میشود.

شتاب حاصل از تغییرات سرعت باد در جهت عرضی ساختمان (عمود بر جهت وزش باد) از رابطه تقریبی (پ-۶-۴-۷) به دست می‌آید.

$$a_w = f_{nw}^2 \cdot g_p \sqrt{wd} \left( \frac{a_r}{\rho_B g \sqrt{\beta_w}} \right) \quad (\text{پ-۶-۴-۷})$$

برای محاسبه شتاب حاصل از تغییرات سرعت باد در جهت طولی ساختمان (هم‌جهت با وزش باد) باید از رابطه زیر استفاده نمود.

$$a_d = 4\pi^2 f_{nd}^2 g_p \sqrt{\frac{K.S.F}{C_{eH} \beta_d C_g} \Delta} \quad (\text{پ-۶-۴-۸})$$

در روابط فوق :

$w$  : عرض مؤثر ساختمان (جهت عمود بر وزش باد)

$d$  : طول مؤثر ساختمان (جهت وزش باد)

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

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

$a_r$  : برابر  $78.5 \times 10^{-3} [V_H / (f_{nw} \sqrt{wd})]^{3.3}$  برحسب  $(N/m^3)$

$\rho_B$  : متوسط جرم مخصوص ساختمان  $(Kg/m^3)$

$\beta_w$  : نسبت میرایی بحرانی در جهت عرض ساختمان

$\beta_d$  : نسبت میرایی بحرانی در جهت طول ساختمان

$f_{nw}$  : فرکانس‌های اصلی ساختمان در جهت عرض (هرتز)

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

$\Delta$  : حداکثر تغییر مکان بالاترین نقطه ساختمان در جهت وزش باد تحت اثر بارباد سطح بهره برداری به متر

$g$  : شتاب ثقل  $9.81 \text{ m/s}^2$

متغیرهای  $V_H$  و  $C_g$  و  $C_{eH}$  و  $F$ ،  $S$ ،  $K$ ،  $g_p$  در بندهای قبل تعریف شده است.

شتابهای محاسبه شده از روابط فوق نباید از ۱٪ شتاب ثقل در ساختمانهای مسکونی و ۳٪ شتاب ثقل در ساختمانهای

اداری تجاوز کند.



جدول پ-۶-۴-۱

نسبت میرائی بحرانی سازه‌ها و اجزاء ساختمانی

نسبت میرایی سازه	نوع سازه یا ساختمان
۰/۰۳۰	ساختمانهای بتن مسلح
۰/۰۲۰	ساختمانهای اسکلت فولادی
۰/۰۲۵	ساختمانهای ترکیبی بتن و فولاد
۰/۰۰۵	دودکشها و برجهای بتن مسلح
۰/۰۰۲	دودکش فولادی جوش شده بدون عایق حرارتی خارجی و بدون روکش داخلی
۰/۰۰۳	دودکش فولادی جوش شده با عایق حرارتی خارجی بدون دودکش داخلی
۰/۰۰۳	دودکش فولادی با عایق
۰/۰۰۶	حرارتی خارجی و یک لایه روکش داخلی (الف)
۰/۰۰۲	
۰/۰۰۳	دودکش فولادی با عایق
۰/۰۰۶	حرارتی خارجی و دو یا بیشتر از دو لایه روکش داخلی
۰/۰۰۴	
۰/۰۱۱	دودکش فولادی با لایه آجرنسوز داخلی
۰/۰۰۵	دودکش فولادی با اندودپاششی سیمانی داخلی
۰/۰۰۲	دودکش زوجی، بدون روکش
۰/۰۰۶	دودکش دورگیر شده فولادی بدون روکش
۰/۰۰۳	با اتصالات جوش شده
۰/۰۰۵	با اتصالات پیچ مقاومت بالا
۰/۰۰۸	با اتصالات پیچهای معمولی

الف- برای مقادیر  $h/b$  مابین اعداد داده شده میتوان میانگیری کرد

پ-۶-۴-۵- جداشتن گردباده (vortex shedding)

پدیده جداشتن گردباده ها معمولاً در سازه‌های استوانه‌ای لاغر (دودکشها - برجها) و برخی ساختمانهای بلند با بدنه

صاف و در جریانهای آرام (عدد رینولدز پایین) اتفاق می‌افتد.

در این پدیده، سازه به دلیل جدا شدن گردباده های متناوب در جهت عمود بر جریان باد نوسان نموده و چنانچه فرکانس جدا شدن گردباده مساوی فرکانس طبیعی سازه و یا جزئی از اجزاء سازه در جهت عمود بر جریان باد شود، پدیده تشدید و ایجاد خستگی در اعضاء سازه اتفاق خواهد افتاد.

سرعت بحرانی باد برای ایجاد جدا شدن گردباده از رابطه (پ-۶-۴-۹) به دست میاید.

$$V_{HC} = \frac{f_{ni}W}{S} \quad (\text{پ-۶-۴-۹})$$

در این رابطه  $W$  عرض موثر سازه یا ساختمان در جهت وزش باد و در ارتفاع مورد نظر (از رابطه ۶-۱۰-۱) ،  $f_{ni}$  فرکانس طبیعی سازه در مد مورد نظر، در جهت عمود بر جریان باد و  $S$  ، عدد استروهل است.

مقدار  $S$  برای سازه های با پلان دایره (دودکشها - برجها - ساختمانهای مدور) حدود ۰/۱۸ است. برای پلانهای مربع مستطیل، میزان  $S$  متناسب با نسبت طول و عرض پلان است و میتوان آنرا حدود ۰/۱۳ اختیار نمود.

چنانچه سرعت بحرانی باد از ۱/۲۵ برابر سرعت متوسط ساعتی باد در ارتفاع مورد نظر ساختمان تجاوز نماید ( $V_{HC} > 1.25V_m$ )، اثرات جدا شدن گردباده قابل صرف نظر کردن است، ( $V_m = V \sqrt{C_e}$ )

#### پ-۶-۴-۶- سایر پدیده های ارتعاشی

با توجه به شکل و مشخصات دینامیکی اجزاء سازه ای در معرض باد و اثرات سرعت متناوب باد در ارتفاع و در زمان، پدیده هایی از قبیل رقصانی (galloping) در کابل های برق و تیغه نبشی ها و پروفیل های  $I$  ، بال بال زدن (fluttering) و واگرایی (divergence) در قطعات باریک، نازک و معلق در هوا (پل های معلق، تابلوهای علامت، تیغه های طره افقی) و در کابل های برق مشاهده میشوند. با استفاده از منابع فنی معتبر و یا انجام آزمایش در تونل باد میتوان اثرات این پدیده ها را روی اجزاء گفته شده تعیین کرد.

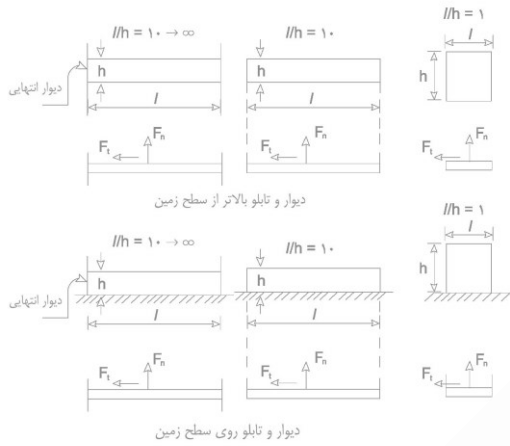
#### پ-۶-۴-۷- نیروی باد روی سازه ها و اجزاء سازه ای خاص

برای برخی ساختمانها و اجزاء سازه ای به شرح زیر، نیروها یا فشارهای خارجی و داخلی وارد بر آنها، طبق شکل های (پ-۶-۴-۵) تا (پ-۶-۴-۱۵) این پیوست داده شده است. برای محاسبه این نیروها، ضریب  $C_e$  از روابط پ-۶-۴-۱ یا پ-۶-۴-۲

این پیوست یا روابط ۶-۱۰-۵ یا ۶-۱۰-۶ بند ۴-۱۰-۶ این مبحث و ضریب  $C_g$  از رابطه پ-۶-۴-۳ این پیوست یا بند ۶-۱۰-۸-۱ این مبحث به دست می‌آید.

- الف- دیوارها - صفحات خودایستا و تابلوهای اعلانات (شکل پ-۶-۴-۵)
- ب- ساختمانهای کروی و گنبدی (شکل پ-۶-۴-۶)
- پ- دودکشها - تانکها و ساختمانهای استوانه‌ای (شکل پ-۶-۴-۷)
- ت- لوله‌ها - کابلها - پایه‌ها (شکل پ-۶-۴-۸)
- ث- اعضاء سازه‌ای تکی یا ترکیبی (شکل پ-۶-۴-۹)
- ج- خرپاهای صفحه‌ای ساخته شده با مقاطع تیز گوشه (شکل پ-۶-۴-۱۰)
- چ- تاثیر سطوح مانع بر فشار وارد بر ساختمان (شکل پ-۶-۴-۱۱)
- ح- پلهای خرپایی و ورق ساخت (شکل پ-۶-۴-۱۲)
- خ- خرپاهای سه بعدی و پایه های انتقال نیرو (فضاکار) (شکل پ-۶-۴-۱۳)
- د- سایبانهای شیبدار (شکل پ-۶-۴-۱۴ و پ-۶-۴-۱۵)

فهرست فابل استاندارد  
فهرست فابل استاندارد



ضریب نیروی  $C_f$  برای دیوار و تابلو بالاتر از سطح زمین

$l/h$	$1.0 \rightarrow \infty$ (تکیه‌گاه انتهایی)	۱.۰	۱
$C_f$	۲/۰	۱/۳	۱/۱۵

ضریب نیروی  $C_f$  برای دیوار و تابلو روی سطح زمین

$l/h$	$1.0 \rightarrow \infty$ (تکیه‌گاه انتهایی)	۱.۰	۱
$C_f$	۱/۳	۱/۲	۱/۱

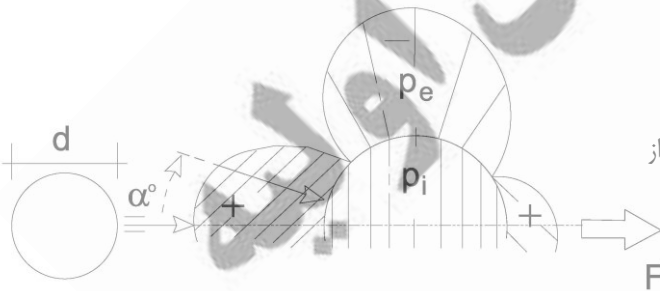
ترکیب نیروی عمودی و نیروی مماسی روی دیوارها و تابلوها

حالت	ضریب نیروی عمودی $C_n$	ضریب نیروی مماسی $C_t$
۱	۱/۰	۰/۲
۲	۰/۶	۰/۳

$F_n = C_f C_n q C_g C_e h l_w$  (برواحد طول) مقدار نیروی عمودی

$F_t = C_f C_t q C_g C_e h l_w$  (برواحد طول) مقدار نیروی مماس

**جدول پ-۶-۴-۵- دیوارها-صفحات خود ایستا و تابلو اعلانات**



کل نیروی وارد بر مخزن کروی  $F = I_w \cdot C_f \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A$

$A = \frac{\pi d^2}{4}$  ضریب نیرو بوده و معادل ۰/۲ است.

در صورت نیاز به محاسبه مقادیر فشار داخلی و خارجی وارد بر جداره مخزن از روابط زیر استفاده میشود.

فشار داخلی مخزن:  $P_i$

و فشار خارجی:  $P_e = C_p \cdot q \cdot C_g \cdot C_e$

فشار وارد بر جدار  $\Delta P = P_i - P_e$

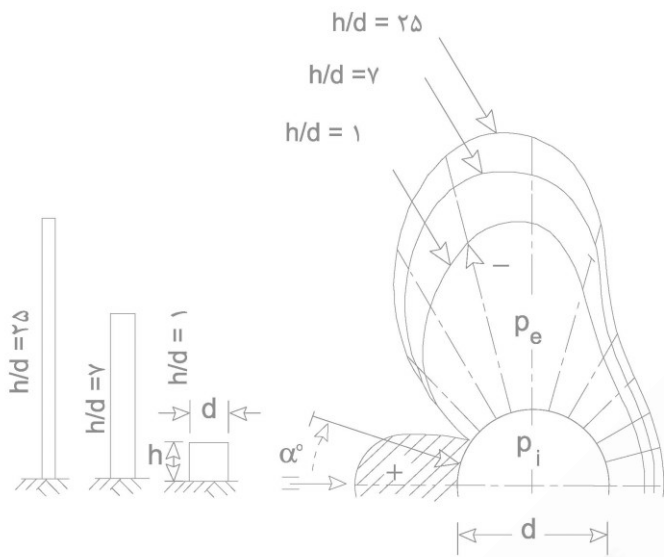
ضریب فشار خارجی:  $C_p$

$\alpha =$	۰°	۱۵°	۳۰°	۴۵°	۶۰°	۷۵°	۹۰°	۱۰۵°	۱۲۰°	۱۳۵°	۱۵۰°	۱۶۵°	۱۸۰°
$C_p$	+۱/۰	+۰/۹	+۰/۵	-۰/۱	-۰/۷	-۱/۱	-۱/۲	-۱/۰	-۰/۶	-۰/۲	+۰/۱	+۰/۳	+۰/۴

یادداشت ۱- ضرایب و روابط فوق برای زبری کم سطح کره و نسبت  $d \sqrt{q} C_e > ۰/۸$  میباشد.

یادداشت ۲- ضریب  $C_p$  برای زوایای مختلف نقطه روی جداره نسبت به جهت وزش باد میباشد.

**شکل پ-۶-۴-۶- مقدار نیرو و فشار وارد بر مخازن کروی و کرهها**



$$F = I_w \cdot C_f \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A$$

$$A = d \cdot h$$

ضریب نیرو:  $C_f$

h/d لاغری =	۱	۷	۲۵
شکل مقطع و زبری جداره	$C_f$	$C_f$	$C_f$
زبری کم (فلز-چوب-بتن)	۰/۵	۰/۶	۰/۷
زبری متوسط (تیغه به ارتفاع 2% d)	۰/۷	۰/۸	۰/۹
زبری زیاد (تیغه به ارتفاع 8% d)	۰/۸	۱/۰	۱/۲
دودکش شش یا هشت ضلعی (لبه تیز)	۱/۰	۱/۲	۱/۴

در صورت نیاز به محاسبه مقادیر فشار داخلی و خارجی وارد بر جداره از روابط زیر استفاده میشود:

$$P_e = C_p \cdot q \cdot C_g \cdot C_e$$

$$P_i = C_{pi} \cdot q \cdot C_g \cdot C_e$$

(ضریب فشار داخلی در دودکشهای خاموش  $C_{pi} = -0.8$ ؛ و در دودکشهای چین کار  $C_{pi} = +0.1$  میباشد.)

$$\Delta P = p_i - p_e$$

ضریب فشار خارجی:  $C_p$

h/d	$\alpha^\circ =$	۰°	۱۵°	۳۰°	۴۵°	۶۰°	۷۵°	۹۰°	۱۰۵°	۱۲۰°	۱۳۵°	۱۵۰°	۱۶۵°	۱۸۰°
۲۵	$C_p$	+۱/۰	+۰/۸	+۰/۱	-۰/۹	-۱/۹	-۲/۵	-۲/۶	-۱/۹	-۰/۹	-۰/۷	-۰/۶	-۰/۶	-۰/۶
۷	$C_p$	+۱/۰	+۰/۸	+۰/۱	-۰/۸	-۱/۷	-۱/۶	-۲/۲	-۱/۷	-۰/۸	-۰/۶	-۰/۵	-۰/۵	-۰/۵
۱	$C_p$	+۱/۰	+۰/۸	+۰/۱	-۰/۷	-۱/۲	-۱/۶	-۱/۷	-۱/۲	-۰/۷	-۰/۵	-۰/۴	-۰/۴	-۰/۴

یادداشت ۱ - ضرایب و روابط فوق برای زبری کم سطح دودکش و نسبت  $d\sqrt{qC_e} > 0.167$  ارائه شده‌اند.

یادداشت ۲ - ضریب  $C_p$  برای زوایای مختلف نقطه روی جداره نسبت به جهت وزش باد ارائه شده است.

### شکل پ-۶-۴-۷- دودکشها- تانکها و ساختمانهای استوانه‌ای

$$F = C_f \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A \cdot l_w$$

کل نیرو وارد بر عضو

$$A = d \times l$$

سطح بادگیر

$d\sqrt{qC_e}$		مشخصات عضو
< 0.167	> 0.167	(نسبت طول به قطر عضو بیش از ۱۰۰ میباشد)
۱/۲	۰/۵	لوله، میلگرد یا کابل صاف
۱/۲	۰/۷	لوله، میلگرد یا کابل نازک با زبری متوسط
۱/۲	۰/۹	دسته کابل نازک
۱/۳	۱/۱	دسته کابل ضخیم

ضریب نیرو:  $C_f$

### شکل پ-۶-۴-۸- فشار روی لوله‌ها- کابلها

نیروی عمود بر عضو  $F_n = K \cdot C_{n\infty} \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A \cdot l_w$

نیروی مماس بر عضو  $F_t = K \cdot C_{t\infty} \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A \cdot l_w$

$\alpha$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$
$0^\circ$	+1/9	+0/90	+1/8	+1/8	+1/70	+0/1	+1/6	.	+2/0	.	+2/00	.
$45^\circ$	+1/8	+0/8	+2/1	+1/8	+0/80	+0/80	+1/0	-0/1	+1/2	0/9	+1/80	+0/6
$90^\circ$	+2/0	+1/7	-1/9	-1/0	-0/1	+1/70	-0/90	+0/7	-1/6	+2/10	.	+0/6
$135^\circ$	-1/8	-0/1	-2/0	+0/3	-0/70	+0/70	-0/0	+1/00	-1/1	+2/4	-1/6	+0/4
$180^\circ$	-2/0	+0/1	-1/4	-1/4	-1/70	-0/1	-1/0	.	-1/7	$\pm 2/1$	-1/8	.
$\alpha$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$
$0^\circ$	+1/4	.	+2/00	.	+1/6	.	+2/0	.	+2/1	.	+2/0	.
$45^\circ$	+1/2	+1/6	+1/90	+0/6	+1/0	+1/0	+1/8	+0/1	+1/4	+0/7	+1/00	+1/00
$90^\circ$	.	+2/2	$\pm 0/0$	+0/9	.	+1/9	.	+0/1	.	+0/70	.	+2/00

ضریب کاهش نیروی K برای اعضا با طول محدود



$L/h_\alpha$	0	10	20	30	50	100	$\infty$
k	0/60	0/65	0/70	0/80	0/90	0/95	1/0

یادداشت ۱ - L طول عضو و A ، سطح بادگیر (h.L) و

عرض بادگیر عضو در جهت عمود بر باد است

یادداشت ۲ -  $C_{n\infty}$  و  $C_{t\infty}$  ضریب فشار برای اعضا با طول بسیار زیاد است. ( $L/h > 100$ )

یادداشت ۳ - زاویه  $\alpha$  ، زاویه وزش باد با محور افقی عضو است

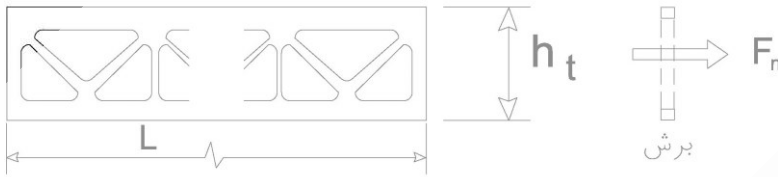
شکل پ-۶-۴-۹ اعضاء سازه‌ای تکی یا ترکیبی

کل نیروی وارد بر خرپا :  $F_n = K \cdot C_{n\infty} \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A_s \cdot l_w$

کل مساحت بادگیر خرپا  $A_s =$

سطح اسمی نمای خرپا  $A = h_t \times L$

ضریب بادگیری خرپا  $A_s/A =$



$C_{n\infty}$ : ضریب نیرو (برای خرپایی با طول بسیار زیاد) ضریب نیرو

K: ضریب کاهش فشار برای خرپاهای با طول محدود

$A_s/A$	$A_s/A = 1/9$	$A_s/A = 1/5$	$A_s/A = 1/2$	$A_s/A = 3/8$	$A_s/A = 1/2$	$A_s/A = 1/0$
$C_{n\infty}$	۲/۰	۱/۹	۰/۲۶۸	۱/۸/۵	۱/۷۹	۱/۸/۵۲/۰
L/h <sub>t</sub>						
۰		۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۷۷	۰/۶۰
۲۰		۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۷۵
۵۰		۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۰
∞		۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰

شکل پ-۶-۴-۱۰ خرپاهای صفحه‌ای ساخته شده با پروفیل‌های تیز گوش

ضریب کاهش نیرو بر سطح محافظت شده:  $K_x$



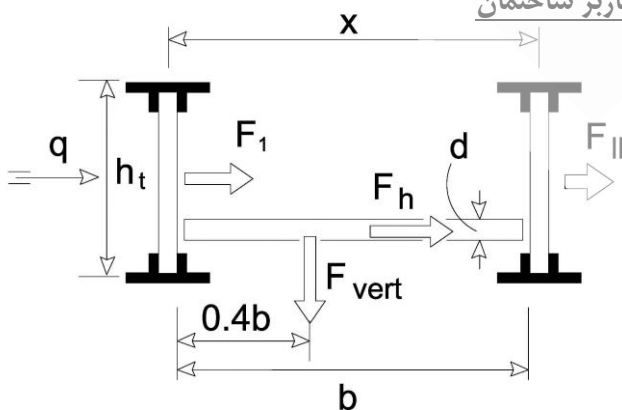
$A_s/A$	$x/h = 0.1$	$x/h = 0.2$	$x/h = 0.3$	$x/h = 0.4$	$x/h = 0.5$	$x/h = 0.6$	$x/h = 0.8$	$x/h = 1.0$
0.5	۰/۹۳	۰/۷۵	۰/۵۶	۰/۳۸	۰/۱۹	.	.	.
1	۰/۹۹	۰/۸۱	۰/۶۵	۰/۴۸	۰/۳۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
2	۱/۰۰	۰/۸۷	۰/۷۳	۰/۵۹	۰/۴۴	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
4	۱/۰۰	۰/۹۰	۰/۷۸	۰/۶۵	۰/۵۲	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
6	۱/۰۰	۰/۹۳	۰/۸۳	۰/۷۲	۰/۶۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰

سطح مانع تأثیر فشار

سطح محافظت شده

ضریب بادگیری سطح مانع  $A_s/A =$

شکل پ-۶-۴-۱۱ تاثیر سطوح مانع فشار بر ساختمان



نیروی وارد بر سطح رو به باد  $F_I = KC_{n\infty} \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A_s \cdot l_w$

نیروی وارد بر سطح مقابل  $F_{II} = KC_{n\infty} \cdot K_x q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A_s \cdot l_w$

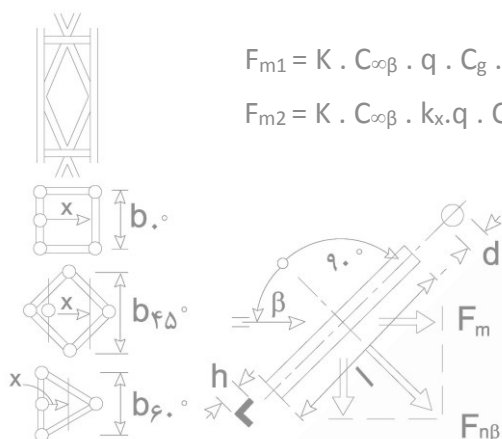
نیروی مماسی روی سطح عرشه  $F_h = 1.0 \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot L_B \cdot l_w$

نیروی عمودی وارد بر سطح عرشه  $F_{vert} = 0.6 \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot b \cdot L_B \cdot l_w$

طول پل =  $L_B$

مقادیر  $K, C_{n\infty}, A_s, K_x$  از اشکال پ-۶-۴-۱۰ و پ-۶-۴-۱۱ به دست می آیند.

**شکل پ-۶-۴-۱۲ - پلهای خرابایی و تیوروقی (بجز پل راه و راه آهن)**



$$F_{m1} = K \cdot C_{\infty\beta} \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A_m \cos \beta \cdot l_w$$

نیرو روی اعضاء سمت باد

$$F_{m2} = K \cdot C_{\infty\beta} \cdot k_x \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A_m \cos \beta \cdot l_w$$

نیرو روی اعضا سمت مقابل (پوشانده شده با اعضاء سمت باد)

$$A_m = d \cdot L \text{ یا } h \cdot L = \text{سطح بادگیر}$$

$$A_s/A \leq 0.3 = \text{ضریب بادگیری کل خرپا}$$

کل سطح بادگیر خرپا =  $A_s$

پهنای عضو بادگیر =  $h$  یا  $d$  طول عضو =  $L$

زاویه وزش باد با امتداد عمود بر محور عضو =  $\beta$

ضریب تابع نسبتهای  $x/b$  و  $K_x = A_s/A$

کل نیروی وارد بر سازه  $F_m = F_{m1} + F_{m2}$

ضریب  $C_{\infty\beta}$  برای اعضاء تیز گوشه از روابط  $C_{\infty\beta} = K_{\beta} \cdot C_{n\infty}$  و  $C_{\infty\beta} = K_{\beta} \cdot C_{t\infty}$  محاسبه میشود.

ضرایب  $C_{\infty\beta}, K_{\beta}, K, K_x$  (۱)

$\beta$	پروفیل های تیز گوشه			لوله ها با سطوح زیر $0.167vd\sqrt{qC_e} <$			لوله ها با سطوح نسبتاً صاف $0.167vd\sqrt{qC_e} <$		
	$K_{\beta}$	$K$	$K_x$	$C_{\infty\beta}$	$K$	$K_x$	$C_{\infty\beta}$	$K$	$K_x$
$0^\circ$	۱/۰۰	(۲)	(۳)	۱/۲۰	(۲)	(۳)	۰/۶۰	۰/۹ برای $L/d=25$	۰/۹۵
$15^\circ$	۰/۹۸			۱/۱۶			۰/۵۸		
$30^\circ$	۰/۹۳			۱/۰۴			۰/۵۳		
$45^\circ$	۰/۸۸			۰/۸۵			۰/۴۲		
$60^\circ$	۰/۸۰			۰/۶۰			۰/۲۸		

برای  $C_{n\infty}$  و  $C_{t\infty}$  به شکل پ-۶-۴-۹ مراجعه شود(۱)

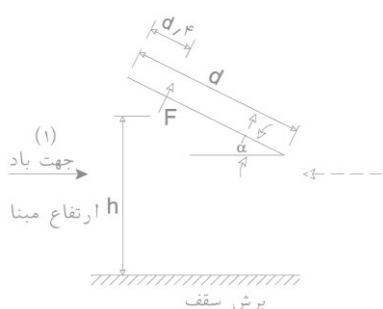
برای  $K$  به شکل پ-۶-۴-۹ مراجعه شود(۲)

برای  $K_x$  به شکل پ-۶-۴-۱۱ مراجعه شود(۳)

**شکل پ-۶-۴-۱۳ - خرپاهای سه بعدی**

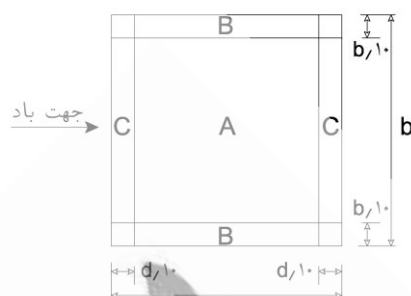


ضریب فشار جزئی  $C_{p,net}$ :



ضریب نیرو:  $C_f$   
مساحت سقف:  $A_r$

ضرایب فشار خالص  $C_{p,net}$

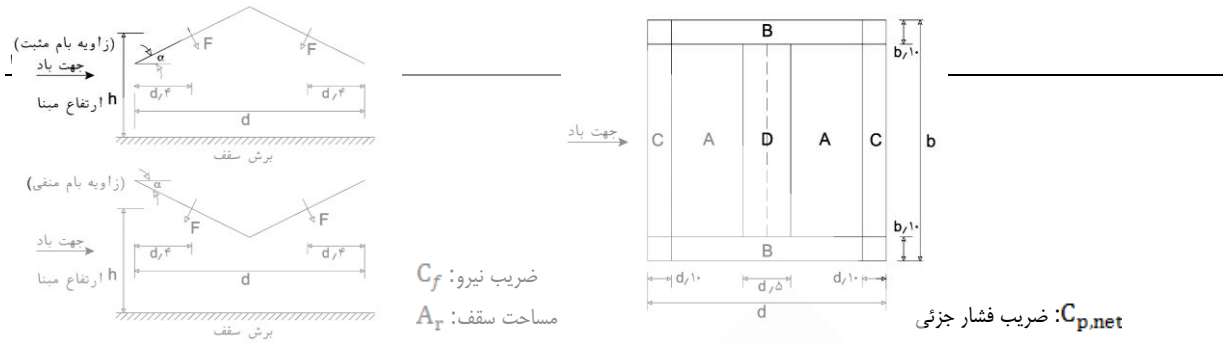


فشار و مکش وارد بر اجزاء پوشش  $P = I_w \cdot q \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_g \cdot C_{p,net} \cdot C_d$  کل نیروی وارد بر سازه اصلی  $F = I_w \cdot q \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_g \cdot C_f \cdot C_d \cdot A_r$

$\alpha$	بارگذاری <sup>(۳)</sup>	$\phi$ <sup>(۳)</sup>	$C_f$	ناحیه A	ناحیه B	ناحیه C
۰°	I	$\phi$	+۰/۲	+۰/۵	+۱/۸	+۱/۱
	II	$\phi=۰$	-۰/۵	-۰/۶	-۱/۳	-۱/۴
۵°	I	$\phi$	+۰/۴	+۰/۸	+۲/۱	+۱/۳
	II	$\phi=۰$	-۰/۷	-۱/۱	-۱/۷	-۱/۸
۱۰°	I	$\phi$	+۰/۵	+۱/۲	+۲/۴	+۱/۶
	II	$\phi=۰$	-۰/۹	-۱/۵	-۲/۰	-۲/۱
۱۵°	I	$\phi$	+۰/۷	+۱/۴	+۲/۷	+۱/۸
	II	$\phi=۰$	-۱/۱	-۱/۸	-۲/۴	-۲/۵
۲۰°	I	$\phi$	+۰/۸	+۱/۷	+۲/۹	+۲/۱
	II	$\phi=۰$	-۱/۳	-۲/۲	-۲/۸	-۲/۹
۲۵°	I	$\phi$	+۰/۱	+۲/۰	+۳/۱	+۲/۳
	II	$\phi=۰$	-۱/۶	-۲/۶	-۳/۲	-۳/۲
۳۰°	I	$\phi$	+۱/۲	+۲/۲	+۳/۲	+۲/۴
	II	$\phi=۰$	-۱/۸	-۳/۰	-۳/۸	-۳/۶
		$\phi=۱$	-۱/۴	-۱/۵	-۲/۲	-۲/۷

شکل پ ۶-۱۰-۱۴ سایه بانهای یک شیب

- ۱- در صورتیکه جهت باد از سمت ارتفاع کمتر سایه بان اثر کند، نقطه اثر نیروی باد (F) به فاصله  $d/4$  از انتهای پایین شیب انتقال می یابد.
- ۲- سازه باربر اصلی و اجزاء پوشش باید برای هر یک از حالات جداگانه I و II بارگذاری و طراحی شوند.
- ۳-  $\phi$  ضریب انسداد مسیر باد در فضای زیر سرپوشیده می باشد. در صورت عدم وجود مانع  $\phi = ۰$  و چنانچه موانع به طور کامل مسیر باد را مسدود کنند  $\phi = ۱$  خواهد بود.



$C_f$ : ضریب نیرو  
 $A_f$ : مساحت سقف  
 $C_{p.net}$ : ضریب فشار جزئی  
 $P = I_w \cdot q \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_g \cdot C_{p.net} \cdot C_d$  فشار و مکش وارد بر اجزاء پوشش  
 $F = I_w \cdot q \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_g \cdot C_f \cdot C_d \cdot A_f$  کل نیروی وارد بر سازه اصلی

$\alpha$	بارگذاری <sup>(۲)</sup>	$\phi$ <sup>(۳)</sup>	$C_f$	ناحیه A	ناحیه B	ناحیه C	ناحیه D
-۲۰°	I	$\phi$	+۰/۷	+۰/۸	+۱/۶	+۰/۶	+۱/۷
	II	$\phi=0$	-۰/۷	-۰/۹	-۱/۳	-۱/۶	-۰/۶
$\phi=1$		-۱/۳	-۱/۵	-۲/۴	-۲/۴	-۰/۶	
-۱۵°	I	$\phi$	+۰/۵	+۰/۶	+۱/۵	+۰/۷	+۱/۴
	II	$\phi=0$	-۰/۶	-۰/۸	-۱/۳	-۱/۶	-۰/۶
$\phi=1$		-۱/۴	-۱/۶	-۲/۷	-۲/۶	-۰/۶	
-۱۰°	I	$\phi$	+۰/۴	+۰/۶	+۱/۴	+۰/۸	+۱/۱
	II	$\phi=0$	-۰/۶	-۰/۸	-۱/۳	-۱/۵	-۰/۶
$\phi=1$		-۱/۴	-۱/۶	-۲/۷	-۲/۶	-۰/۶	
-۵°	I	$\phi$	+۰/۳	+۰/۵	+۱/۵	+۰/۸	+۰/۸
	II	$\phi=0$	-۰/۵	-۰/۷	-۱/۳	-۱/۶	-۰/۶
$\phi=1$		-۱/۳	-۱/۵	-۲/۴	-۲/۴	-۰/۶	
+۵°	I	$\phi$	+۰/۳	+۰/۶	+۱/۸	+۱/۳	+۰/۴
	II	$\phi=0$	-۰/۶	-۰/۶	-۱/۴	-۱/۴	-۱/۱
$\phi=1$		-۱/۳	-۱/۳	-۲/۰	-۱/۸	-۱/۵	
+۱۰°	I	$\phi$	+۰/۴	+۰/۷	+۱/۸	+۱/۴	+۰/۴
	II	$\phi=0$	-۰/۷	-۰/۷	-۱/۵	-۱/۴	-۱/۴
$\phi=1$		-۱/۳	-۱/۳	-۲/۰	-۱/۸	-۱/۸	
+۱۵°	I	$\phi$	+۰/۴	+۰/۹	+۱/۹	+۱/۴	+۰/۴
	II	$\phi=0$	-۰/۸	-۰/۹	-۱/۷	-۱/۴	-۱/۸
$\phi=1$		-۱/۳	-۱/۳	-۲/۲	-۱/۶	-۲/۱	
+۲۰°	I	$\phi$	+۰/۶	+۱/۱	+۱/۹	+۱/۵	+۰/۴
	II	$\phi=0$	-۰/۹	-۱/۲	-۱/۸	-۱/۴	-۲/۰
$\phi=1$		-۱/۳	-۱/۴	-۲/۲	-۱/۶	-۲/۱	
+۲۵°	I	$\phi$	+۰/۷	+۱/۲	+۱/۹	+۱/۶	+۰/۵
	II	$\phi=0$	-۱/۰	-۱/۴	-۱/۹	-۱/۴	-۲/۰
$\phi=1$		-۱/۳	-۱/۴	-۲/۰	-۱/۵	-۲/۰	
+۳۰°	I	$\phi$	+۰/۹	+۱/۳	+۱/۹	+۱/۶	+۰/۷
	II	$\phi=0$	-۱/۰	-۱/۴	-۱/۹	-۱/۴	-۲/۰
$\phi=1$		-۱/۳	-۱/۴	-۱/۸	-۱/۴	-۲/۰	

### شکل پ ۶-۱۰-۱۵- سایه بانهای دو شیبه

- سازه سایه بانهای دو طرفه باید برای دو حالت الف- تاثیر نیروی F روی هر دو باله ی سایه بان و ب- تاثیر نیروی F فقط روی یک باله سایه بان کنترل شود.
- سازه باربر اصلی و اجزاء پوشش باید برای هر یک از حالات جداگانه I و II بارگذاری و طراحی شوند.
- $\phi$  ضریب انسداد مسیر باد در فضای زیر سایه بان می باشد. در صورت عدم وجود مانع  $\phi = 0$  و چنانچه موانع به طور کامل مسیر باد را مسدود کنند  $\phi = 1$  خواهد بود.